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 11

第7卷　总第69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11期（总第69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：11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

EPC 工程总承包管理存在的问题与对策 ..... 王明杰 1
信息化在建筑工程管理中的应用研究..... 郭　琨 4
医院智能化管理平台系统与楼宇自控系统——以北京某大型综合医院急诊大楼为例..... 邱建国 7
灌区输水渠道运行管理若干问题及对策研究 .. 倪鹏超 10
建筑工程施工安全管理存在的问题及解决策略..... 季　磊 13
土地整治中农田水利设施建设对农业产能的影响..... 黄志文 16
EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化对策研究 ..... 谢瑞成 19
突发事件中应急指挥体系的实践与思考..... 郭定平 22
建设工程领域 EPC 总承包项目风险控制研究..... 马　丽　李婧红 25

建筑工程

建筑检测设备管理与保养中现状及优化对策 .. 杨世成 28
暖通工程施工及管道防腐保温技术的探讨.... 田东兴 31
医院新风系统在提高室内空气质量中的应用研究..... 邸烁阳 34
浅谈建筑工程主体结构的安全检测及裂缝修复..... 闫　岩 37
建筑工程造价全过程控制中的问题及解决对策..... 樊存仁 40
谈建筑机电工程安装施工管理中的问题及措施..... 王　通 43
探讨房屋建筑施工监理的常见问题及对策.... 丁龙峰 46
建筑工程质量检测中的主体结构检测要点.... 严万红 49
基于 BIM 的环控系统装配式建造技术在地铁建设中的应用 ..... 李永斌 52

市政工程

市政工程雨污分流管网施工技术与管理措施 .. 张　争 56
城市地下人防工程与地下车库的平战功能转换设计探讨 ..... 许红燕 59

谈工业建筑给排水及消防系统设计要点分析.. 马志超 63
谈绿色建筑给排水节水节能新技术的应用.... 邢梦旋 66

机械工程

基于实际应用工况的车载高空作业车工作平台设计优化
..... 银 峰 邓 超 郑 波 69
路桥工程施工中的机械设备安全管理探究.... 常流洋 72
起重机常见故障分析及预防措施.... 徐 驰 冯华玲 75
挖掘机智能装配车间关键工艺设备优化..... 李鸿涛 78
高空作业车回转中心可调及控制技术分析.....
..... 邓 超 银 峰 81

矿山工程

煤矿采矿工程巷道支护技术的应用研究..... 王培花 85
充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的应用....
..... 左亚东 88
“六精闭环管理理论”在节能环保领域研究及实现....
..... 宫国清 杨延龙 闵 雯 李 洋 高增胜 91
基于智能矿山的煤矿机电技术管理..... 申文东 95
岩石矿物分析化验中的质量控制要点研究.... 钟欢欢 98
煤顶板覆岩沉积环境区域性研究..... 严锦钢 101

路桥交通

路桥施工中钢纤维混凝土施工技术应用方法分析.....
..... 王树阳 105
化工液体危险品运输中的风险评估与控制措施.....
..... 徐文龙 108
铁路大型站房结构健康监测经济研究..... 孙劲松 111

勘察测绘

基于深度学习的多源空间数据融合技术在实景三维建模
中的应用研究 ..... 孙伟超 115

施工技术

基于 IFC 标准的高架地铁车站三维建模及信息集成技术
应用 ..... 陈志兰 王心志 118
混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用分析....
..... 惠 鹏 123
金属风管防火板包覆施工技术应用研究..... 刘 涛 126
地震作用下高架车站结构的力学响应研究.....
..... 袁 红 王忠帅 129
电气工程及其自动化的智能化技术运用的分析.....
..... 郎胤宗 136
焦化厂焦炉设备安装施工技术探讨..... 李宝贵 139
小净距隧道施工与临近构筑物影响的数值分析.....
..... 张晗秋 余 俊 142

建筑设计

建筑设计中的可变空间与灵活布局研究..... 杨义新 147
工程设计企业设计过程与设计信息管理的研究与实践..
..... 雷 悠 150
低碳理念在建筑设计中的体现研究..... 胡丹阳 153
浅析新形势下的建筑设计与城市规划..... 刘志学 156
高密度城市环境下建筑设计的空间优化与创新.....
..... 王心宇 160
基于绿色节能理念的建筑暖通设计优化研究.....
..... 徐兴宁 163
建筑设计中的适老化设计与无障碍环境建设.....
..... 郭显豪 167
现代建筑结构设计中的抗震技术应用与研究.....
..... 陈相伟 170
绿色节能技术在民用建筑电气工程设计中的运用.....
..... 蒋晓松 173
建筑工程与风景园林的文化融合与创新设计.....
..... 张 晴 176
BIM 技术在建筑工程设计与施工阶段的应用分析 .....
..... 段茜茜 179
电站电气主接线设计及主变压器的选择..... 马少轩 183
钢结构建筑标准化施工设计研究..... 王 萍 186

节能环保

绿色建筑在工程管理中的实践与应用.....
..... 陈克松 杜奇泽 189
建筑工程中节能环保施工技术应用探究.....
..... 赵中兰 陈克松 192
低碳理念下绿色建筑工程的施工技术研究... 谷泽仕 195

材料科学

高线轧制用硬质合金辊环材料的组织与性能.....
..... 唐小俭 198

EPC 工程总承包管理存在的问题与对策

王明杰
泸州市政府投资建设工程管理第二中心，四川 泸州 646000

[摘要]EPC 模式的兴起源于在统一管理框架下整合设计、采购及施工等各个环节，能够优化项目资源配置并提升施工效率。在全球化进程加速与市场竞争日益激烈的环境中，EPC 模式被越来越多的企业选择，以追求更高的项目质量和更短的交付周期。随着项目环境日益复杂，传统管理方式面临着诸多挑战，管理体系的不完善、施工质量控制不足以及风险管理措施的缺失等问题，逐渐显现出 EPC 项目执行过程中的短板。因此，对这些问题进行深入分析并提出切实可行的对策，成为提高 EPC 项目成功率的关键所在。通过有效的管理创新与人才培养，能够为 EPC 工程的可持续发展提供有力支持。

[关键词]EPC；工程总承包；管理问题；管理对策
DOI：10.33142/ec.v7i11.14271　　中图分类号：TU71　　文献标识码：A

Problems and Countermeasures in EPC Project General Contracting Management

WANG Mingjie
Second Center of Luzhou Municipal Government Investment and Construction Project Management, Luzhou, Sichuan, 646000, China

Abstract: The rise of the EPC model stems from the integration of various aspects such as design, procurement, and construction under a unified management framework, which can optimize project resource allocation and improve construction efficiency. In the environment of accelerated globalization and increasingly fierce market competition, the EPC model is being chosen by more and more enterprises to pursue higher project quality and shorter delivery cycles. With the increasingly complex project environment, traditional management methods are facing many challenges, such as incomplete management systems, insufficient construction quality control, and lack of risk management measures, which gradually reveal the shortcomings in the execution process of EPC projects. Therefore, conducting in-depth analysis of these issues and proposing practical and feasible countermeasures has become the key to improving the success rate of EPC projects. Through effective management innovation and talent cultivation, it can provide strong support for the sustainable development of EPC engineering.

Keywords: EPC; project general contracting; management issues; management strategies

引言

在当今迅速发展的建筑行业中，EPC（工程、采购、施工）总承包模式凭借高度整合的特点，逐渐成为各种工程项目的主流选择，有效简化了项目管理的复杂性，这一模式还提升了整体效率与资源的利用率。随着项目规模的扩大及其复杂性的增加，EPC 工程总承包管理面临着一系列挑战，若不及时应对这些问题将直接影响项目的成功。因此，深入探讨 EPC 工程总承包管理中存在的问题及其应对策略显得尤为重要，具有重要的现实意义与应用价值。

1 EPC 工程总承包管理概述

EPC（工程、采购、施工）总承包模式作为一种创新的工程管理方式，已在全球范围内得到广泛应用[1]。设计、采购与施工环节的紧密结合，显著提升了项目管理的效率，整个流程由 EPC 总承包商全面负责，从初步设计到最终施工，这种管理方式使潜在问题能够在早期阶段被识别并及时解决，从而提高项目整体效率。承包商对各个环节的运作掌握，使得资源的优化配置得以实现，进而降低项目成本。项目的协调性与灵活性因一体化管理而增强，能够有效应对复杂施工环境及不断变化的需求，尽管 EPC 总承包管理具备显著优势，但在实际操作中依然面临诸多挑战，例如管理体系的健全程度、施工质量控制的有效性以及风险管理的实施等。因此，在实施 EPC 项目时深入研究这些关键要素至关重要，以确保项目的顺利推进与高质量完成。

2 EPC 工程总承包管理中存在的问题

2.1 管理体系不健全

在 EPC 工程总承包管理中，管理体系不健全的问题十分明显，主要体现在缺乏系统化的管理流程及明确的职责分工。许多项目在启动阶段未能建立完善的管理架构，导致各个环节之间的衔接不顺畅。项目团队在执行过程中，责任不清使得推诿现象频繁出现进而影响整体效率，现有的管理制度往往缺乏灵活性，难以有效应对项目的复杂性与不确定性，从而使管理过程显得僵化。信息沟通不畅也是管理体系不健全的重要表现，缺乏有效的信息共享机制导致项目成员之间常常遗漏或误解重要信息。

2.2 施工质量控制体系不完善

在 EPC 工程总承包管理中，施工质量控制体系的不完

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

善问题十分明显，直接影响着项目的整体质量及后续运营。施工过程中质量监控缺乏系统性，许多项目未能建立完整的质量管理标准与流程，导致施工现场对质量的把控较为松散，施工人员的培训及技术水平存在较大差异，实际操作中的不一致性与规范性难以得到保证。在材料与设备的质量检验方面往往流于形式，缺乏深入的质量评估与跟踪机制，许多不合格材料在未被及时发现的情况下便投入使用，这直接影响了施工质量，质量管理的反馈机制相对薄弱，未能及时记录与分析施工过程中出现的质量问题，缺乏有效的整改措施。问题因此难以追踪进而影响后续施工的质量控制。

2.3 风险管理不充分

在 EPC 工程总承包管理中，风险管理不足成为亟待解决的关键问题，许多项目在前期规划时未能进行全面的风险评估，导致潜在风险未被及时识别，这样一来项目在实施过程中若遇到意外事件，往往会显得手忙脚乱，缺乏有效的应对策略。现有的风险管理机制主要集中在财务与工期风险上，而对安全、环境及质量等其他重要风险的关注明显不足，这形成了整体风险防控的盲区。项目团队在风险识别与评估方面的经验普遍不足，致使应对措施缺乏针对性与有效性，面对复杂项目风险动态变化迅速，缺乏实时监控与预警机制使管理者无法及时调整策略，从而增加了项目的不确定性。信息共享不足也造成不同部门在风险信息沟通上的障碍，未能形成有效的风险管理合力，所有这些因素共同导致 EPC 项目在风险管理上不充分，项目因此面临更高的失败概率及潜在损失。

2.4 设计与施工融合度不足

在 EPC 工程总承包管理中，设计与施工之间的融合度不足是一个显著的问题。设计阶段与施工阶段常常独立进行，缺乏有效的沟通与协调导致设计方案与实际施工条件之间存在脱节，在制定方案时设计师未能充分考虑施工现场的实际情况和技术限制，结果造成施工过程中频繁进行不必要的修改与调整，这不仅拖延了施工进度也增加了额外的成本。此外，施工人员对设计意图的理解往往不足，导致在执行过程中出现偏差，无法严格按照设计要求进行施工，这种情况使设计效果与最终成果之间存在差距，从而影响工程的整体质量及使用效果，缺乏实时反馈机制使得设计师难以及时了解施工中遇到的问题与挑战，进一步加剧了设计与施工之间的脱节。

2.5 项目管理经验不足且缺乏综合素质人才

在 EPC 工程总承包管理中，项目管理团队所面临的经验不足以及综合素质人才的缺乏尤为突出。许多项目管理人员在实际操作中经验匮乏，尤其在复杂项目的协调与控制方面，他们常常难以做出有效决策，面对突发情况时反应迟缓，这种经验的不足使项目推进过程中难以迅速应对挑战，从而影响整体进度。与此同时综合素质人才的短缺进一步加剧了管理问题，现代 EPC 项目所需的不仅是具备专业技术的人才，更需要能够在项目管理、沟通协调与风险控制等多个领域拥有能力的人，当前许多项目团队往往只关注某一专业领域，缺乏能够从全局出发、综合考虑各个环节的复合型人才，这一局面限制了项目团队的协作能力，导致信息传递不畅与决策效率低下。

3 EPC 工程总承包管理对策

3.1 健全管理制度体系

在 EPC 工程总承包管理中，完善的管理制度体系对于提升项目效率与质量至关重要，应构建一套系统化的管理流程，明确各环节的职责及权责关系，这样的清晰管理结构不仅提升了团队的执行力还确保了项目在不同阶段的协调与配合，从而避免因责任不明而导致的推诿现象。定期评审与优化管理制度同样显得尤为重要，随着项目进展及外部环境的变化，管理制度需进行动态调整以适应新的需求与挑战，通过定期反馈与评估能够及时发现并解决制度中的不足，从而提升其适应性与有效性。同样不可忽视的是建立有效的信息沟通机制，信息的及时共享促进了各部门之间的良好互动，加速了问题的解决，针对项目管理人员的培训与综合素质提升至关重要，确保他们不仅熟悉管理制度，还具备灵活应对各种情况的能力。

3.2 强化施工质量控制

强化施工质量控制是确保 EPC 工程成功的关键环节，应建立全面的质量管理体系，从项目初期便明确质量标准与控制流程。在施工阶段，实施阶段性检查与动态监控，确保每个环节均符合预定的质量要求。例如，材料进场时，必须进行严格检验，确保所用材料符合相关标准，从源头把控质量。施工人员的培训与素质提升同样重要，定期组织质量管理与施工技能的培训，提升工人的专业能力与责任意识，确保他们能够理解并有效执行质量控制要求。在施工现场，明确责任制不可或缺，每位员工都应对其施工质量负责，从而形成全员参与的质量管理氛围。引入先进的技术手段，如信息化管理系统对施工过程进行实时监控，能够有效提升质量控制水平，通过数据分析潜在的质量问题得以及时发现，并采取必要措施进行整改。

3.3 加强风险管理措施

在 EPC 工程总承包管理中，加强风险管理措施至关重要，有助于有效降低项目的不确定性。在项目启动阶段，进行全面的风险识别与评估显得尤为必要，通过使用专业工具与方法系统地分析项目可能面临的技术、市场、环境及法律等风险，为后续的风险应对奠定坚实基础[2]。制定具体的风险应对策略同样关键，针对不同类型的风险须设计相应的应对计划，包括预防措施及应急预案。例如，为应对施工过程中的安全风险，安全培训与现场监督的加强是必不可少的，以确保所有人员遵循安全规程，定期召开风险评估会议使风险清单与应对措施得以及时更新，团队

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

对新出现的风险保持高度敏感。信息共享亦是风险管理的重要环节，通过建立高效的信息沟通机制，确保项目团队内部及外部相关信息能够迅速传递，有助于及时调整风险应对策略，这样的方式能够形成团队的合力，共同面对潜在的风险挑战。

3.4 完善施工管理内容

完善施工管理内容是提升 EPC 项目整体效率与质量的重要因素。施工管理应涵盖详细的施工计划与进度安排，具体时间节点、资源分配及关键任务的执行标准需一一列出，通过合理制定施工计划，各环节得以有序推进，从而减少因进度滞后而引发的问题。清晰的现场管理流程必须建立，确保施工人员、设备及材料的合理配置与有效利用[3]。此外，现场管理还需注重安全与环保，定期开展安全培训与环境保护意识教育以提升全员责任感，保障施工过程中的安全与可持续性。质量控制与信息管理也应融入施工管理的各个环节，在施工过程中专门的质量检查团队需设立，定期进行质量评估确保施工成果符合设计要求，借助现代信息技术，施工信息管理系统的构建可以实现对施工过程的实时监控与数据分析，从而提升管理的科学性与透明度。

3.5 培养复合型项目管理人才

提升 EPC 工程总承包管理水平的关键举措之一，是培养复合型项目管理人才。这类人才应当具备多个领域的专业知识，包括工程技术、项目管理、财务管理及法律法规等。拥有跨学科知识背景的他们，面对复杂项目时能够从多角度分析问题并提出有效解决方案，因此企业需鼓励员工进行多元化学习，提供相关培训与进修机会以帮助拓宽视野、提升综合素质。实践经验的积累同样不可或缺，企业可以通过项目轮岗、实习及外部交流等方式，让员工在实际工作中锻炼并提升能力，参与不同类型项目不仅让他们了解各环节的运作，还能显著提高解决实际问题的能力。良好的沟通与团队合作能力也必不可少，协调各方利益与有效沟通，在项目管理过程中至关重要。企业应重视员工沟通技巧的培养，组织团队建设活动，以增强团队成员之间的信任与合作，从而形成高效的团队运作机制。

3.6 建立完善的沟通机制

建立健全的沟通机制，为 EPC 工程总承包管理的顺利推进奠定了基础。明确的沟通渠道与流程至关重要，建议设定定期会议，如周例会和月度总结会确保各部门及时分享项目进展、存在问题及建议，这种规律性的沟通方式不仅增强了团队的凝聚力，还促进了信息的透明传递，从而避免因信息不畅引发的误解与延误。利用现代信息技术构建有效的信息共享平台同样不可或缺，通过项目管理软件与即时通讯工具，团队成员能够随时获取最新信息，便于进行实时协作，这种信息化的沟通方式提升了响应速度，使团队能够迅速应对突发情况，保持项目的灵活性与适应性。同样重要的是良好的沟通文化培养，鼓励开放式交流的氛围，使每位团队成员能够自由表达意见与建议，有助于问题的早期发现与解决。管理层应重视员工的反馈，及时调整管理策略，让团队成员感受到被重视，从而激发他们的工作热情与创造力。

3.7 建立健全相关法律法规

在 EPC 工程总承包管理中，法律法规的健全显得尤为重要，必要的保障由完善的法律框架提供，这不仅有助于项目的顺利推进，还有效降低了各类法律风险。针对行业特点与市场需求有必要制定相应的法规，涵盖合同管理、质量标准与安全生产等多个方面，这些法规应清晰地界定各方的权利与义务，以减少因法律模糊所引发的纠纷。同样重要的是执行与监督机制的强化，定期对相关法律法规进行评估与更新确保适应市场的动态变化，能够及时消除潜在风险，项目管理人员及相关从业人员的法律培训必不可少，只有充分了解并遵循相关法律才能增强整体的合规意识。通过建立健全的法律体系，为 EPC 项目的有效实施创造了稳定的环境，这种体系不仅提升了企业的信誉，更为企业在激烈的市场竞争中赢得了更大的发展机会。

4 结语

EPC 工程总承包管理在当前建筑行业中发挥着至关重要的作用，通过对管理体系不健全、施工质量控制不足、风险管理薄弱等问题的深入分析，明确了提升项目管理整体水平的必要性。健全的管理制度、强化的施工质量控制、加强的风险管理、完善的施工管理内容，复合型项目管理人才的培养，以及建立健全相关法律法规均为实现项目成功的关键环节。此外，建立有效的沟通机制，有助于提高团队协作效率与信息共享，从而推动项目的顺利进行。唯有通过系统性的改进与创新，才能确保 EPC 项目在日益复杂的市场环境中高效执行与优质交付，为行业的可持续发展贡献力量。

[参考文献]

[1]秦国权,邵亚兰,王美云.EPC 项目管理模式中存在的问题及对策[J].居舍,2021(8):152-153.
[2]王爱斌.EPC 工程总承包项目成本管理存在的问题及其对策措施分析[J].企业改革与管理,2020(10):173-174.
[3]李万存.EPC 工程总承包管理存在的问题与解决对策[J].质量与市场,2021(10):177-178.

作者简介：王明杰（1987.6—），男，2009 年毕业于西南科技大学，工程管理专业，当前就职于泸州市政府投资建设工程管理第二中心，任工程科科长，职称级别:工程管理专业中级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

信息化在建筑工程管理中的应用研究

郭 琨
青海省格尔木市自然资源局，青海 格尔木 816000

[摘要]近年来，建筑行业面临着多重压力，如成本上升、工期延误及安全隐患等。由于传统管理方式往往缺乏实时数据支持导致决策滞后，难以有效应对项目中的各种变化。随着城市化进程的加快与技术的不断进步，建筑项目的规模与复杂性不断增加，对管理提出了更高的要求。鉴于此，信息化建设已成为提升建筑工程管理水平的重要途径。通过构建智能化管理系统，建筑企业能够实现信息的透明化与可追溯性，从而提高工作效率并在激烈的市场竞争中获得优势。
[关键词]建筑工程；建设管理；信息化
DOI：10.33142/ec.v7i11.14249 中图分类号：TU71-3 文献标识码：A

Research on the Application of Informatization in Construction Project Management

GUO Kun
Geermu Natural Resources Bureau, Geermu, Qinghai, 816000, China

Abstract: In recent years, the construction industry has faced multiple pressures, such as rising costs, delays in construction schedules, and safety hazards. Due to the lack of real-time data support in traditional management methods, decision-making lags behind and it is difficult to effectively respond to various changes in projects. With the acceleration of urbanization and continuous technological progress, the scale and complexity of construction projects continue to increase, which puts higher demands on management. In view of this, information technology construction has become an important way to improve the level of construction project management. By building an intelligent management system, construction enterprises can achieve transparency and traceability of information, thereby improving work efficiency and gaining advantages in fierce market competition.
Keywords: construction project; construction management; informatization

引言

随着全球建筑行业的快速发展，日益复杂的项目需求已使传统管理模式无法满足，信息化技术的引入为建筑工程管理带来了新的机遇与挑战。通过信息化手段，项目管理者能够实现资源配置的更高效，施工进度的实时监控并全面保障质量与安全，探讨信息化在建筑工程管理中的应用，分析其所带来的价值与影响，为行业从业者提供有益的参考与借鉴。

1 建筑工程管理中信息化应用价值

1.1 提升管理效率

在建筑工程管理中，管理效率的提升在于信息化的应用。现代信息技术的引入，使项目团队能够实时获取并分析数据，进而优化决策流程。信息化系统的运用迅速流通了各类信息，有效打破了传统管理中存在的信息孤岛[1]。例如，施工现场的进度、资源使用情况及安全隐患等信息，能通过移动设备即时上传至管理平台，管理者能够及时掌握项目动态并迅速做出必要的调整，这种即时反馈机制不仅减少了信息传递中的时间延迟，还提高了响应速度，确保项目按计划顺利推进。协同工作的实现同样得益于信息化的推动，在以往纸质文件或口头传达常常是各部门之间沟通的主要方式，这容易导致信息误解或遗漏，而信息化系统则提供了数据集中管理的功能，使所有相关人员在同一平台上查看最新的项目状态与任务分配，这种透明化的工作方式增强了团队合作精神，显著提升了工作效率，减少了重复劳动及不必要的协调时间。

1.2 促进信息共享

在建筑工程管理中提升整体效率的关键因素是信息共享，信息化系统的应用打破了不同部门和层级之间的壁垒，使信息流动更加顺畅，通过一个统一的平台，最新的工程数据、设计图纸、施工进度以及变更记录等关键信息，能够被项目参与者即时访问，这种透明度不仅增强了各方的协作，也提升了项目的响应能力。当设计变更需要迅速传达给施工团队时，信息化系统实时更新相关文档并及时通知所有受影响人员，从而确保大家能够基于相同的信息做出决策，这种快速的信息传递机制，有效避免了因信息滞后而造成的施工延误与资源浪费，信息共享为项目的多方参与者提供了共同的视角促进了沟通，降低了误解与冲突的风险。

1.3 优化资源配置

在建筑工程管理中资源配置的优化得益于信息化的应用，确保项目能够高效推进，通过集成的信息管理系统，实时监控和分析各类资源的使用情况，包括人力、材料及

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

设备，项目团队得以更加灵活应对，这种数据驱动的决策方法使得理者能够迅速识别资源的过剩或短缺及时进行调整。例如，当施工现场某种材料的库存低于预设值时，系统会自动向相关人员发出提醒，并提供可替代的供应商信息，避免因材料短缺而引发的工期延误，信息化平台能够分析不同阶段对人力资源的需求合理安排工人调配，确保在关键时刻拥有充足的人员支持，这种动态资源管理模式，不仅提升了资源的利用效率，也减少了不必要的浪费。通过整合项目进度与资源使用情况，信息化系统还帮助管理者制定更科学的预算与规划，使得资源配置更加合理。

2 建筑工程信息化管理的应用现状问题

2.1 信息化应用程度问题

在建筑工程管理领域，普遍存在的信息化应用程度偏低已成为行业发展的重要瓶颈。尽管许多企业意识到信息化的潜在价值，实际操作中信息系统的普及率却依然有限，许多中小型企业由于缺乏足够的技术投入，仍依赖传统的手工管理方式导致信息传递效率低下，容易出现错误与遗漏。即便是在一些大型企业，信息化的应用常常停留在表面，未能实现各部门系统的全面整合，不同部门所使用的软件和平台形成的信息孤岛，使数据无法有效共享与互通，这种状况严重限制了项目管理过程中的数据获取，进而影响了决策的有效性与准确性。更为值得关注的是员工对信息化系统的熟练使用程度参差不齐，部分人员因培训不足而对新技术产生抵触情绪，从而导致信息化的潜力未能得到充分发挥。

2.2 信息化技术与配套设施问题

在建筑工程管理中，信息化技术及其配套设施的不足显著制约了信息化应用的效果。许多企业在引入信息化系统时缺乏全面的规划，导致所选软件与企业实际需求不相符，这种不匹配常使员工在使用过程中频繁遇到问题，进而增加了工作负担与挫败感。同样突出的问题是配套基础设施的缺乏，施工现场的网络信号往往不稳定，设备老旧造成信息无法实时传输，影响了数据的及时更新与共享，缺乏高性能的计算机及移动设备等合适的硬件支持，使信息处理速度缓慢从而进一步削弱了信息化系统的效率。信息化技术的更新换代速度也在不断加快，许多企业未能及时跟上，仍然使用过时的技术无法充分发挥新兴工具所带来的优势。

3 信息化在建筑工程管理中的应用

3.1 信息化建设的重视度

在建筑工程管理中，信息化建设的重视程度关键在于提升项目效率与管理水平。企业在制定战略规划时应将信息化视为核心组成部分，明确在优化业务流程与支持决策中的重要性，信息化不仅涉及技术更新更代表了管理模式的创新，显著提高了团队协作与资源配置的效率，高层管理者的支持被视为推动信息化建设实施的关键。例如，企业可以设立专门项目小组，负责信息化系统的选型、实施及培训，这种自上而下的支持方式确保了信息化项目获得必要的资源与关注，促进各部门的配合与参与，定期组织培训与交流活动，增强员工对信息化工具的理解与使用能力，从而有效提升整体的信息化水平。企业文化建设的作用同样不可忽视，营造一个支持信息化的工作氛围，鼓励员工积极探索与应用新技术，有助于激发他们的主动性与创新性。随着信息化在各项目中的成功应用，企业不仅能够优化管理流程，还能增强整体市场竞争力，提升信息化建设的重视程度既是技术层面的需求，也是企业长远发展的战略选择。

3.2 完善信息系统

在建筑工程管理中，完善的信息系统是提高项目管理效率与质量的基础。系统设计应以用户需求为中心，确保满足不同层级与职能人员的使用要求，通过与项目管理团队的密切合作，开发者能够识别出多种功能需求，从而定制适合的解决方案，确保系统具有良好的用户体验与便捷的操作方式。各部门间的数据互通与共享至关重要，这有助于避免信息孤岛现象。因此，需要建立一个集成化平台，将设计、施工、采购、财务等模块整合，确保数据能够在不同部门间无缝流动。例如，设计变更信息应迅速反馈给施工团队，以便他们及时调整施工计划，减少误差与延误，这种实时数据共享不仅提升了决策效率，还增强了团队的协作能力。安全性与稳定性同样不可忽视，随着数据量的不断增加，信息系统需具备强大的数据存储与处理能力确保数据安全，防止信息泄露或损坏，定期进行系统维护与升级确保技术持续跟进，这也是完善信息系统的重要环节[2]。通过定期培训与反馈机制，系统功能与用户体验得以持续优化，确保信息系统始终与项目需求保持一致。

3.3 搭建智慧管理系统

在建筑工程管理中，搭建智慧管理系统的重要意义不言而喻，能够有效整合各类信息与资源，从而提升项目整体管理水平。智慧管理系统的核心在于数据的实时采集与分析，通过部署传感器与物联网设备，施工现场的工人安全、设备运行等多方面信息得以实时监测，这些数据不仅能够即时反馈项目状态，还能通过大数据分析提供洞察，帮助管理者识别潜在问题并做出前瞻性决策。高度的自动化与智能化功能，亦是智慧管理系统的重要特征。借助人工智能技术，进度报告与预算分析可以自动生成，从而减轻项目管理人员的工作负担。例如，基于实时数据，施工进度的预测与资源配置的调整得以实现，确保项目按时完成，通过智能算法施工方案的优化得以实施，提高工作效率降低成本。用户友好的界面设计同样不可忽视，管理人员与现场工人应能够轻松访问与操作系统获取所需信息，简洁直观的界面不仅提升了用户体验还减少了培训成本。搭建智慧管理系统时，系统的可扩展性与兼容性也需考虑，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

随着项目规模的扩大与技术的更新，功能扩展与升级应能方便进行，以适应未来的发展需求。

3.4 合理规划施工周期

合理规划施工周期在建筑工程管理中显得至关重要，直接关系到项目的顺利推进与成本控制。在项目启动阶段，全面评估施工环境、资源的可用性以及潜在风险是必要的，这一过程包括对地质条件、气候变化和周边设施的调查，确保在规划时充分考虑这些因素从而制定出可行的时间表。在现代施工周期规划中，信息化工具的使用尤为重要，通过采用甘特图、关键路径法等工具，施工环节的时间安排能够被清晰展示，从而帮助管理者识别关键任务与潜在瓶颈，这种可视化的管理方式，使项目团队能够实时监控进度，及时发现偏差并有效进行调整。合理安排人力资源与设备的使用同样不可或缺，通过优化人员配置与设备调度，确保每个施工阶段都有足够的资源投入，进而减少等待时间与资源闲置，在这一过程中信息共享与协同作业显得尤为重要，确保各个环节的顺畅衔接，避免因信息不对称而导致的延误。定期回顾与调整施工周期也是必要的，根据实际进展及遇到的问题进行灵活应对及时修正规划，不仅能够确保项目按时完成，还为未来的施工项目积累宝贵的经验教训。

3.5 材料与设备的信息化管理

材料与设备的信息化管理在建筑工程中发挥着关键作用，有助于提高资源利用效率并降低运营成本，通过建立集中管理平台实时监控所有材料与设备成为可能，系统记录了材料的入库、使用、剩余及损耗情况，确保每项资源得到有效追踪。运用条形码或 RFID 技术，工人仅需简单扫描即可迅速获取所需材料的信息，从而显著减少传统手工记录所带来的错误与延误。信息化管理同样能够优化采购与库存流程，系统基于项目进度与历史数据，自动生成材料需求预测提前安排采购，从而避免因材料短缺而引发的施工延误，智能库存管理会自动提醒管理人员补货时机，确保材料维持在最佳库存水平降低资金占用。在设备管理方面，信息化的重要性同样不容忽视，通过传感器的安装，设备运行状态与维护需求能够被实时监控，系统记录设备的使用频率与故障历史，帮助制定科学的维护计划，降低故障率并延长设备使用寿命，信息化管理支持设备的调度与共享，有效避免设备闲置与资源浪费。定期生成的数据报告与分析，为管理决策提供了有力支持，帮助企业识别潜在问题并发现改进空间。

3.6 质量与安全管理

质量与安全管理在建筑工程中极为重要，引入信息化手段能够显著提升这两方面的有效性。质量管理系统需与项目管理流程紧密结合，确保每个环节均符合标准，通过实时监测施工质量信息化平台能够自动记录每次材料检验及施工过程中的检查结果，并集中管理这些数据方便追溯与审核，这种系统化的数据管理方式，有助于潜在质量问题的及时识别与纠正，从而降低返工及损失。在安全管理上，信息化技术提供了强有力的支持，通过在施工现场布置监测设备，工人的安全状况、设备运行及环境风险可被实时监控，这些数据不仅帮助安全隐患的及时识别，还通过数据分析预测潜在风险，为决策提供依据[3]。同时，利用移动设备与应用程序，安全问题可由现场工人随时报告，确保信息传递的及时与准确。信息化系统同样能辅助安全培训及应急管理，通过在线培训平台安全规范及操作流程可由工人方便地学习，从而增强安全意识。在发生意外时，系统能够迅速启动应急预案，引导相关人员采取必要措施，最大程度减少损失与伤害。定期生成的质量与安全管理报告为管理层提供清晰的风险评估与决策支持，通过持续的数据分析与反馈，质量与安全管理流程得以不断优化，进而提升建筑工程整体水平，确保项目的顺利实施。

4 结语

信息化在建筑工程管理中的应用已成为提升项目效率与质量的重要驱动力。通过加强信息系统的建设、资源配置的优化以及质量与安全管理的完善，各种行业挑战能够更有效地应对。信息化不仅促进了部门间的协作与信息共享，还为企业提供了科学决策的基础，从而推动了管理模式的转型。随着技术的不断进步，建筑工程管理将愈加依赖信息化手段。在这个快速发展的时代，抓住信息化带来的机遇，提升竞争力与实现可持续发展的关键所在，企业需持续关注信息化建设灵活应对市场变化，推动行业的创新与发展。最终，建筑行业将因信息化而迈向更高效、安全与智能的未来。

[参考文献]

[1]李晓军.探析信息化在建筑工程管理中的应用[J].砖瓦,2023(10):104-106.
[2]周玲燕.信息化技术在建筑工程管理中的应用思考[J].陶瓷,2021(11):93-94.
[3]张立群.探析信息化在建筑工程管理中的应用[J].广州建筑,2022,50(5):72-74.

作者简介：郭琨（1971.2—），毕业院校：青海党校，专业：经济管理，当前就职单位名称：青海省格尔木市自然资源局，职务：职员，职称：技术员。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

医院智能化管理平台系统与楼宇自控系统
——以北京某大型综合医院急诊大楼为例

邱建国
北京首厚康健永安养老有限公司，北京 100125

[摘要]随着医疗行业向高质量、高效率的服务方向发展，智能化医院管理平台系统与楼宇自控系统成为提升医院服务水平和管理效率的关键技术。本文以北京某大型综合医院急诊大楼的智能化建设项目为研究对象，探讨了智能化管理平台与自动楼宇系统的优势，并针对该项目中的建筑设备管理系统、公共安全系统、信息设施系统、业务系统进行了分析，发现该项目的建设实现了医院管理自动化、信息化、智能化，提高了医院的运营效率和服务质量，为患者提供了一个更为安全、便捷、舒适的就医环境，以此为相关人员提供实践参考。
[关键词]医院；智能化管理平台；楼宇自控系统
DOI：10.33142/ec.v7i11.14277　　中图分类号：TU855　　文献标识码：A

Hospital Intelligent Management Platform System and Building Automation System —Taking the Emergency Building of a Large Comprehensive Hospital in Beijing as an Example

QIU Jianguo
Beijing Shouhou Kangjian Yong'an Elderly Care Co., Ltd., Beijing, 100125, China

Abstract: With the development of the medical industry towards high-quality and efficient services, intelligent hospital management platform systems and building automation systems have become key technologies for improving hospital service levels and management efficiency. This article takes the intelligent construction project of the emergency building of a large comprehensive hospital in Beijing as the research object, explores the advantages of intelligent management platform and automatic building system, and analyzes the building equipment management system, public safety system, information facility system, and business system in the project. It is found that the construction of this project has achieved hospital management automation, informatization, and intelligence, improved the operational efficiency and service quality of the hospital, and provided a safer, more convenient, and comfortable medical environment for patients, which can provide practical reference for personnel.
Keywords: hospital; intelligent management platform; building automation system

引言

随着信息技术的迅速发展，尤其是物联网、大数据、云计算等技术在医疗行业的应用，智能化医院管理平台系统和楼宇自控系统的建设和发展成了医疗行业的重要趋势。北京某大型综合医院急诊大楼项目的智能化工程，正是基于这一背景而诞生，本项目旨在通过高度集成的智能化管理系统，实现医院资源的高效配置和利用，提高医疗服务质量，为患者提供更加安全、便捷的医疗环境北京某大型综合医院急诊大楼作为一个集门急诊、医技、后勤、教学、办公等多功能于一体的综合性建筑，其智能化管理平台不仅需要覆盖医院的日常运营管理，还需涵盖楼宇设备的自动控制与监控，如空调、照明、电力、安防等，确保医院环境的稳定与安全。该项目目前已经成功实施，其智能化建设经验可为其余同类工程提供参考，所以对该项目的建设情况进行分析具有较强的现实意义。本文旨在以北京某大型综合医院新建急诊医技大楼的智能化建设项目为例，探讨其智能管理平台与自动化楼宇系统的整体架构与实现策略，以为其余同类工程提供实践参考。

1 工程概况

北京某大型综合医院新建门急诊医技大楼项目位于北京市石景山区，占地面积约 52727 ㎡，其中地上建筑面积为 40520㎡，地下建筑面积为 12207㎡。该项目为一类高层建筑，主体高度达到 60m，包括地下三层及地上十三层，主要功能包括门急诊、医技、后勤用房、教学、办公及医疗单列项等。建筑采用地下钢筋混凝土结构，地上部分为钢结构，设计使用年限为 50 年，防火等级一级，抗震设防烈度为 8°，采取 9° 的抗震措施。

案例项目集成管理系统（IBMS）、楼宇自控系统（BAS）、公共安全系统等高度集成的智能化管理平台，实现医院管理的高效化、精细化。该智能化平台涵盖建筑设备管理、公共安全、信息设施系统等多方面，旨在通过数字化手段，节约人力资源，提升医院服务质量与工作效率，从而根本上改变医院的管理方式，提高医院的经济效益与社会效益。北京某大型综合医院新建门急诊医技大楼项目的智能化工程通过这

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

一系列的智能化建设，不仅能为患者提供更为高效、安全的医疗服务，同时也为实现绿色环保、节能减排做出了积极贡献。

2 医院智能化管理平台系统与楼宇自控系统的应用优势

2.1 提高资源配置效率和节能降耗

传统医院管理模式中，资源配置往往依赖于人工经验和临时决策，不仅耗费大量人力物力，而且难以达到最优配置，而北京某大型综合医院急诊大楼引入的智能化管理平台系统和楼宇自控系统，通过集成各种传感器和智能设备，实现了对医院能耗、水耗、空调、照明等重要资源的实时监控与智能控制[1]。系统能够根据医院实际使用情况和外部环境变化，自动调整资源配置和设备运行状态，从而实现更加精准和高效的资源利用。例如，通过智能化系统，医院可以实现对空调温度的动态调整，既保证了患者和员工的舒适度，又显著降低了能源消耗，同时智能照明系统能根据室内外光线强度自动调节照明亮度，减少不必要的能耗。此种高度自动化和智能化的资源配置方式，不仅提升了医院的运营效率，减少了能耗，还为医院的可持续发展和绿色环保做出了贡献[2]。

2.2 提升医院运营效率和服务质量

医院作为提供高质量医疗服务的场所，其运营效率和服务质量直接影响到患者的就医体验和治疗效果[3]。北京某大型综合医院通过部署智能化管理平台和楼宇自控系统，能够有效提升医院的运营效率和服务质量。具体而言，主要体现在三个方面：自动化信息处理、智能化医疗服务和精准化后勤管理。第一，自动化信息处理能够有效减少医务人员在信息录入、传递和处理上的时间消耗，使其更多精力投入到患者治疗和护理中。第二，智能化医疗服务，如远程医疗咨询、智能导诊系统等，为患者提供更为便捷和个性化的服务体验[4]。第三，精准化后勤管理，通过智能化系统对医院内部物资流动、设备状态、环境卫生等进行实时监控和管理，确保医院运营的高效有序[5]。

3 医院智能化管理平台系统与楼宇自控系统的架构与实现

3.1 楼宇自控系统整体结构

北京某大型综合医院楼宇自控系统的作用是将楼宇中电力设备，如电梯、水泵、风机、空调、新风机组等集成，通过设置相应传感器、行程开关、光电控制等，对设备的工作状态进行集中控制。该系统采用分层次、模块化设计理念，核心由三个主要组成部分构建：感知层、网络层和应用层。

感知层负责收集数据，如温度、湿度、光照等环境参数以及电梯、水泵等设备状态。为此，在各关键节点安装了多种传感器，例如，在空调系统中安装温湿度传感器，并将其与风机盘管单元连接，确保数据采集的实时性和准确性。

网络层是信息传递的枢纽，北京某大型综合医院采用高速以太网或无线通信技术实现数据的迅速传输。

应用层则负责数据处理和执行控制命令。北京某大型综合医院采用了先进的 BAS 软件平台分析从下层收集到的所有信息，并据此作出决策。

3.2 制冷机房监控模块

北京某大型综合医院制冷机房监控模块主要对冷水机组、冷却塔和冷冻水泵等关键设备进行实时监控与控制。

冷水机组监控。在机组中安装的流量开关和温度、压力传感器监测其工作状态。流量开关确认水流存在，保障系统正常工作，温度传感器记录冷冻水进回水温度差异，压力传感器则用于检测系统内部压力是否符合预定参数。所采集数据每 5 秒采集以此并上传至中央处理单元。电动蝶阀的开启与关闭由位移传感器进行监测，并通过中央处理单元接收指令来调节阀门位置，以此来控制水流大小和方向。当发生故障报警时，系统自动记录故障代码，并通过短信或邮件即时通知维护人员。

对于冷却塔风机的监控则是利用电源状态传感器检测风机是否在运转，并借助振动传感器捕捉任何异常振动模式以便及早发现潜在问题。利用安装在供回水管道上的温度和压力传感器来监测水质状态，并将数据反馈至中心处理服务器以供分析。针对冷冻水泵的监控，则在泵体上安装功率计和流量计以及振动传感器，利用该类设备提供泵运行效率、流量大小和可能出现的异常振动数据。所有信息都会周期性地发送给中央处理单元，并结合其他设备数据共同分析以优化整个制冷系统的性能。

3.3 冷却水泵监控模块

冷却水泵监控模块包括手自动状态监测、启停控制、故障报警以及与其他设备如冷却塔风机、冷冻机等的联动控制。

设计实现中，首先安装电流传感器检测水泵电机的工作电流，以此判断其启停状态。振动传感器和温度传感器安装在水泵轴承处用于捕获异常振动和过热情况。当任一参数超出正常运行范围时，系统会立即触发故障报警，并将信息发送至中央处理单元。对于手自动状态的监测，则在操作开关位置中安装传感器安上，记录每台水泵当前是处于手动操作模式还是被自动控制系统接管。中央处理单元内置专业软件程序根据实时数据分析建筑内部的实际冷负荷量，利用压力传感器收集的供回水压差数据和流量计提供的回水流量信息，计算得出空调系统所需的准确冷负荷量，并据此联动冷却水泵。为达到最佳节能效果，软件程序会根据压差旁通开关开度调整旁通阀门位置来维持所需求的供回水压差，并且依据总供回水温度来确定最优启停组合及台数。

群控功能则通过网关接口将所有涉及到空调制冷循环中各个环节的风机、各类泵到冷机等设备相互联系，联动顺序编程则基于各设备特性设置可调整延迟时间功能以避免因快速变化造成损害或不必要耗能。当其中任何冷却或者冷冻水泵出现故障时，系统会立即切换至备用泵继续工作，并同时发出报警信号，以保证设备连续运行无间断，提高整个制冷系统的可靠性和响应速度。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.4 新风机组及空调监控模块

北京某大型综合医院新风机组及空调监控模块则通过传感器、执行器以及定制软件算法进行管理。为控制并显示新风风阀的状态，在风阀中安装电动执行器，将其状态反馈至楼宇自控系统中。传感器读取开关位置信息并实时发送给中央处理单元，确保用户界面能够准确展示当前阀门开闭情况。新风机组及空调机组启停由中央处理单元根据预设程序或操作人员指令来管理。启动指令发出后，系统监测电流传感器来确认电机是否运行，并将状态反馈至监控平台。回水电动水阀和加湿阀的开关状态通过连接在阀门执行器上的位置传感器进行监测，并将数据反馈给中央处理单元，以优化供水量和加湿效率。过滤器堵塞报警功能通过差压传感器实现，该传感器部署在过滤网前后两端。当检测到压差超过设定值时，则判断为过滤网已堵塞，并触发报警。

3.5 通排风系统监控模块

北京某大型综合医院通排风系统监控模块主要综合运用多种传感器、控制器以及通信技术，确保送排风机的可靠运行并保持室内空气质量在理想状态。该模块中，在送/排风机中安装电流和振动传感器以监测其工作状态，并通过传感器收集数据判断设备是否正常运行或存在故障。当故障发生时，传感器向楼宇自控系统发送报警信号，触发相应的预警和紧急响应程序。为监测手自动状态，则为每台送/排风机配备位置传感器，检测操作者对设备的手动干预，并将状态更新至中央处理单元，中央处理单元记录此类变更，并在必要时调整系统运行参数。室内空气质量检测则通过在关键区域部署 PM2.5、PM10、温湿度和 CO2 浓度监测仪器实现。此类仪器定期采样空气质量数据，并通过 MODbus RTU 通讯方式实时发送给楼宇自控系统，自控系统收到数据后，利用系统算法分析当前室内环境状况并调整新风机组输出，优化空气更换率。最后，地下车库内 CO 水平监测则通过设置 CO 检测仪，将其通过硬点接入 DDC 系统（直接数字控制系统），并将此检测仪直接与楼宇自控系统连接。一旦检测到 CO 水平超出预设安全范围，DDC（Direct Digital Control）即接收信号并激活排风机组进行通风降低 CO 水平至安全值以下。

3.6 配电模块设计

制冷机房监控模块、冷却水泵监控模块、新风机组及空调监控模块、通排风系统监控模块等关键设备供电的稳定性，直接影响到整个医院环境的稳定性与舒适性。为优化能源使用，减少浪费，确保在紧急情况下医疗设施的运作。北京某大型综合医院首先对各个监控模块进行了电力需求分析和负荷计算。对制冷机房监控模块而言，根据其主要设备包括压缩机、冷却塔风扇和水泵等，制冷机房容量为 1000kW，压缩机功率为 700kW，冷却塔风扇及水泵分别为 150kW 和 150kW，则该监控模块至少需要提供 1000kW 加上至少 10%的预留功率即 1100kW 的电力支持。冷却水泵监控模块中，每台水泵功率为 250kW，并考虑到并联运行时可能出现的最大负载情形，若配置四台水泵，则总需求为 1000kW。但鉴于并非所有时间都全负荷运行，故实际配电设计应以 120%计算即 1200kW 确保足够余量。新风机组及空调监控模块则根据不同区域与时段对温湿度的精确要求进行动态调整。例如，在白天繁忙时段（如上午 8 点至下午 5 点），需要更多电力支持以满足增加的空调负荷。平均每台新风机组和空调单元需要 200kW，则同时运行 5 套设备需要 1000kW 电力，并按照峰值时段 125%计算，则需配置 1250kW 供电。最后，通排风系统监控模块主要考虑到维持室内空气流通与过滤标准所需动力。每套系统平均消耗功率为 50kW，若有 20 套同时工作，则总共需要 1000kW 电力。由于这些系统需要 24 小时不间断运作，并且在某些情况下如手术室必须保证额外供气量，因此配备至少 130%即 1300kW 的供应能力来应对突发状况。结合以上各个关键部分精细计算后得出总体所需配电容量为 4850 kW，并进一步考虑到整体系统操作中可能出现意外或非计划性高峰负载，将整个智能化管理平台系统及楼宇自控系统配电总需求定为 5300kW 以提供足够安全边际。

4 结束语

综上所述，本文依托北京某大型综合医院急诊大楼的智能化管理平台系统与楼宇自控系统项目，对其系统的整体架构与实现策略进行了分析，发现该项目的实施，不仅极大提升了医院的管理效率和医疗服务水平，也为患者提供了更加安全、便捷的医疗环境，同时也为医院节约了大量的能源消耗，实现了可持续发展的目标。

未来，随着技术的不断进步和医疗需求的日益增长，智能化医院管理平台和楼宇自控系统将会不断完善和升级，为医院带来更多的智能化管理和服务功能，实现更高层次的医疗服务质量和管理效率。北京某大型综合医院急诊大楼项目的经验和成果，可为我国其他医院的智能化建设提供参考，共同推进我国医疗卫生事业的发展。

[参考文献]

[1]高磊.楼宇自控系统在荆州市中心医院中的应用研究[J].绿色建造与智能建筑,2024(2):141-144.
[2]宋茜云,景利学.医院楼宇自控系统设计探讨[J].绿色建造与智能建筑,2023(9):78-80.
[3]杨廷茂,李万宏.基于 FMEA 的楼宇自控系统设备安装质量控制方法分析及应用[J].机电信息,2023(15):53-57.
[4]底金磊.楼宇自控系统机电产品国际招标中的问题及解决方法[J].智能建筑,2022(10):5-7.
[5]丁超,王天一.基于绿色低碳理念的某医院节能改造实践[J].新型工业化,2022,12(1):217-219.

作者简介：邱建国（1985.7—），男，学历：本科，毕业院校：中北大学（分校），所学专业：自动化，目前职称：助理工程师（电气），目前就职单位：北京首厚康健永安养老有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

灌区输水渠道运行管理若干问题及对策研究

倪鹏超
河北省水务中心石津灌区事务中心，河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国农业的持续发展，越来越多的水道得以建成，这为农业灌溉提供了基础保障。然而，如何有效管理和维护这些水道，以充分发挥其输水作用，成为了一个亟待深入研究的重要课题。文中综合分析了当前灌区供水渠道所面临的主要问题，针对这些问题，探讨了加强灌区供水渠道维护管理的具体措施，以提升渠道运行效率。通过优化管理，旨在更好地发挥水运渠道在经济、社会和生态方面的综合效益，为实现农业现代化与可持续发展提供有力支持。
[关键词]灌区输水渠道；运行管理；问题及对策
DOI：10.33142/ec.v7i11.14234 中图分类号：TV91 文献标识码：A

Research on Several Issues and Countermeasures in the Operation and Management of Irrigation Channels

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

Abstract: With the continuous development of agriculture in China, more and more waterways have been built, providing a basic guarantee for agricultural irrigation. However, how to effectively manage and maintain these waterways to fully utilize their water transport function has become an important issue that urgently needs further research. The article comprehensively analyzes the main problems faced by the current irrigation water supply channels, and explores specific measures to strengthen the maintenance and management of irrigation water supply channels in order to improve channel operation efficiency. By optimizing management, the aim is to better leverage the comprehensive economic, social, and ecological benefits of water transportation channels, providing strong support for achieving agricultural modernization and sustainable development.
Keywords: irrigation district water supply channel; operation management; problems and countermeasures

引言

在全球水资源日益紧缺及气候变化加剧的背景下，灌区输水渠道的管理已成为确保农业生产与生态环境可持续发展的重要环节。保障农田灌溉水源的有效输水渠道，不仅提升了水资源利用效率，还在降低管理成本方面发挥了关键作用。然而，当前灌区输水渠道的运行管理面临诸多挑战，诸如设施老化、资金短缺以及管理制度不完善，这些问题的存在严重制约了水资源的合理利用以及农业的可持续发展。因此，深入研究这些问题及其应对措施，显得尤为重要。通过对输水渠道管理原则及现存问题的分析，有针对性的管理对策被提出，这将为政策制定者与管理者提供有效的参考，从而推动灌区管理向科学化和现代化迈进，保障农业生产的稳定以及生态环境的持续改善。本文旨在探讨灌区输水渠道运行管理的若干问题及其解决方案，以期为提升水资源管理水平与实现农业可持续发展贡献力量。

1 灌区输水渠道运行管理原则

1.1 水资源高效利用原则

在灌区输水渠道的运行管理中，水资源高效利用原则作为核心指导思想，旨在尽量减少水资源浪费并提高其利用率。实现这一目标，需要从多个层面进行优化与改进。渠道的规划与设计，充分考虑地形、土壤及气候等因素，确保在输水过程中，渗漏与蒸发等损失降到最低。同时，现代节水技术与设施的应用，例如防渗技术、管道输水系统以及自动化调度，能够有效地精准控制水量供应，避免不必要的水量浪费。高效管理的重要基础为精确的水资源计量与实时监测，通过数据分析，优化用水调度，从而合理分配水资源，提升灌溉效率。此外，灌区农民及相关管理人员节水意识的提升，也是水资源高效利用的关键环节。只有通过全面的管理、技术支持及合理的用水计划，才能确保水资源的可持续与高效利用，进一步推动农业生产的健康发展。

1.2 可持续发展管理原则

在灌区输水渠道的运行管理中，需坚决树立可持续发展管理原则，以确保水资源在满足当前需求与未来发展的平衡中得到科学利用与保护。该原则强调，在渠道的设计、建设与运营过程中，不仅需满足当前农业灌溉需求，还应考虑水资源的长期承载能力及生态环境的保护。采用环保材料与技术在渠道建设与维护中至关重要，这样能够有效减少对自然生态的破坏，保护水源地及沿线生态系统的健康。在运行过程中，节水灌溉技术的积极推广，旨在减少对地下水与地表水的过度消耗，保障水资源的可持续供应。管理体制的前瞻性应具备，充分考虑气候变化、人口增长与农业发展对水资源的长期影响，建立完善的应急响应机

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

制及突发情况预警系统，以有效应对可能出现的挑战。

1.3 安全与经济性原则

在灌区输水渠道的运行管理中，安全与经济性原则的贯彻至关重要，旨在确保水利工程的安全运行与资源的有效利用。安全性被视为管理的首要任务，涵盖了对渠道设施的定期检查与维护，以防止因结构老化、自然灾害等因素引发的安全事故。针对可能出现的水质污染与溢洪问题，必须建立健全的应急预案与监测机制，以保障水资源的安全供应及周边生态环境的保护。经济性原则则要求在管理过程中资源的合理配置，确保资金使用的高效性[1]。在水资源调度方面，成本控制应受到重视，管理措施需优化，引入现代化技术，如智能化水利管理系统，以实现对水流量的精确调控，从而降低能源消耗与运营成本。同时，通过实施合理的水价政策，农民的合理用水得以鼓励，水资源的经济价值得以提高，从而实现可持续发展。

2 灌区输水渠道运行管理存在的问题

2.1 灌区输水渠道输水效率低

灌区输水渠道的低效运行，作为当前灌区管理中亟待解决的突出问题，主要体现在水资源的浪费与水量的不足两方面。由于渠道设计不合理、坡度设置不当以及材料选择不适宜，水流在输送过程中产生的大量渗漏与蒸发，直接影响了实际的输水量。此外，维护工作不到位，例如淤泥的沉积、杂草的滋生以及设备的故障，进一步妨碍了水流的顺畅，造成了输水效率的降低。气候因素与地形特征的影响，亦会导致水流速度的变化，从而影响灌溉的及时性与均匀性。由于输水效率的不足，灌区内农作物的灌溉水源供给变得不均匀，部分区域可能面临缺水的问题，而另一些区域则因过量灌溉而造成水土流失。整体农业生产受到限制，灌区的经济效益与可持续发展亦随之受到影响。

2.2 寒冷地区大型渠道冻害

寒冷地区的大型灌区输水渠道，面临着冻害这一严峻问题，其发生直接影响了水利设施的安全性以及水资源的有效利用。在冬季气温骤降的情况下，渠道内的水体可能因低温而冻结，从而导致水流中断，甚至可能对渠道结构造成破坏。冰冻现象不仅妨碍了水的正常输送，且还可能导致渠道底部及侧壁的应力增加，进而引发裂缝、变形等损害。附属设备，如泵站及阀门等，也会受到冻害的显著影响，这将增加设备的维护与修复费用。频繁出现的冻害，更是降低了农田灌溉的及时性，进而影响作物的生长与产量，给当地农业生产带来不利后果。

2.3 设施老化，水资源利用低

灌区输水渠道设施的老化问题，愈发明显，严重妨碍了水资源的有效利用。随着使用时间的延长，渠道的结构与材料逐渐出现疲劳、磨损及老化，这导致了水流的渗漏与蒸发损失显著增加。这种老化现象不仅降低了渠道的输水效率，而且在运输过程中，使水资源无法得到充分利用。此外，设施的老化，还可能引发安全隐患，如破裂或坍塌，进一步阻碍了正常水流的输送。随着设施性能的下降，渠道的维护成本随之上升，形成了恶性循环。供水的不均匀及水资源的浪费，直接影响了农业的产量与质量，从而对当地农业生产造成了不利影响。

2.4 资金短缺

灌区输水渠道的运行管理，正面临资金短缺的问题，这一状况显著制约了设施的维护、更新与管理。由于投入不足，渠道的日常维护与必要的技术改造，常常无法得到及时保障，导致设施老化及管理不到位，进而影响了水资源的有效利用。资金的不足，还限制了新技术与新设备的引入，使得灌区管理在现代化过程中进展缓慢。在进行水利工程建设时，由于许多灌区预算不足，工程难以按照标准进行设计与施工，导致工程质量难以保证，从而进一步影响整体灌溉效率与水利安全[2]。此外，管理人员的培训与技术提升，也可能因资金短缺而受到妨碍，使其难以适应现代水利管理的需求，从而进一步削弱了灌区的管理能力。

2.5 管理制度不完善

灌区输水渠道管理制度的缺陷，成为当前运行管理面临的一大挑战，这一问题显著影响了灌区的高效运营与可持续发展。系统化的管理框架及明确的职责分工，缺失导致了各级管理机构在执行过程中协调不足，责任不清晰，信息交流不畅，从而造成管理效率低下。现有管理制度，往往无法适应快速变化的农业需求与水资源状况，缺乏必要的灵活性与适应性，进而使得实际操作中的落实与执行面临困难。此外，规章制度的不健全，也导致了对违规行为的惩处力度不足，降低了管理的严肃性与权威性。同时，管理人员的专业素质与管理能力普遍较低，缺乏必要的培训与发展机会，这进一步削弱了管理制度的有效性与执行力。

3 输水渠道运行管理对策

3.1 渠道保温

为了提高输水渠道的运行效率，尤其是在寒冷地区，保温措施显得至关重要。在渠道设计阶段，使用保温材料，如保温涂层或隔热板的考虑，应成为一个重要环节，以减少因低温造成的热量流失。这些保温策略的实施，有效降低了冰冻风险，确保了冬季水流的畅通。此外，保温设施的定期检查与维护同样关键，及时发现并修复保温层的损坏，以确保其持久性与有效性。对于极寒的气候条件，设计中可以考虑添加覆盖物，如保温膜或遮挡物，从而进一步降低寒风对水体的直接影响。同时，智能监测技术的应用，使对水温变化进行实时监控成为可能，潜在的冻害风险可以得到提前预警，便于采取相应的干预措施。这些保温措施的实施，不仅提高了水资源的利用效率，减少了因冻结导致的输水中断，也为灌区农业生产的稳定与持续发展提供了有力保障。

3.2 加强相互协调，形势整体凝聚力

在输水渠道的运行管理中，实现高效管理和合理利用

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

水资源的关键，便在于强化各部门之间的协调与提升整体凝聚力。应建立顺畅的信息共享机制，以确保灌区内上下游及相关部门能够及时沟通与合作。这种协同的建立，不仅有效解决了管理过程中遇到的问题，还提升了决策的科学性与及时性。定期召开跨部门协调会议，集思广益，共同形成管理目标与方向，有助于增强团队的凝聚力。在这一协作框架下，各部门的职责与任务应明确，以避免资源的重复投入及管理盲区的出现[3]。此外，鼓励农民与管理者之间的互动至关重要，基层反馈意见应被重视，使农民积极参与管理过程，这不仅提升了用水意识，也增强了对管理措施的认同感与支持力度。

3.3 输水渠道信息化管理措施

在信息化迅速发展的背景下，输水渠道的信息化管理措施显得尤为关键，管理效率的提升与水资源科学调度能力的增强，均得益于此。智能监测系统的建立，通过传感器与遥感技术等手段，实时监测渠道水位、流速与水质等关键指标。对这些数据进行集中管理与分析，为管理人员提供了有效的决策依据，潜在问题能够及时被识别并采取相应措施。信息化手段的运用，使渠道运行状态得以实现动态管理，从而有效提升水资源配置效率，确保灌溉需求能够及时得到满足。此外，信息化管理还可通过手机应用或网页平台，向农民提供用水情况与天气预报等信息，增强其科学管理水资源的意识，促进合理用水。在管理培训方面，信息化工具的借助，为管理人员提供了在线培训课程，从而提升了其专业素养与管理能力。

3.4 增强政府投入

增强政府对输水渠道的投入，被视为提升运行管理水平及确保水资源有效利用的重要保障。财政预算的加大应成为政府的优先任务，以支持输水渠道的基础设施建设与维护，确保相关项目获得充足的资金支持。所需投入不仅涵盖渠道的建设与升级，还应包括水利配套设施的投资，如泵站、监测设备及信息系统等，以形成完善的水利管理体系。此外，设立专项基金的措施，将有助于鼓励技术研发与创新，支持科研机构与企业的合作，推动新材料与新技术的应用，从而提高渠道的抗冻性及耐久性。在灌区管理人员的培训与职业发展方面，政府还应给予关注，通过定期组织培训与交流，提升其管理能力与专业素养，进一步促进水利管理水平的整体提升。最后，社会资本的积极引导参与水利投资，通过采用公私合营（PPP）模式，能够吸引更多资金流入水利领域，形成多元化的投资体系。

3.5 加强安全生产，保障水利正常运行

加强安全生产，成为保障输水渠道正常运行的重要措施，确保水利设施的安全与稳定至关重要。应建立健全安全生产管理制度，明确各级管理人员的安全职责，以确保每项工作都有专人负责[4]。定期开展的安全生产培训，有助于提高管理人员及操作人员的安全意识与应急处理能力，使其能够熟练掌握相关安全操作规程。此外，强化对输水渠道及其附属设施的日常巡查与维护，能够及时发现潜在的安全隐患，必要的修缮与改造应随之进行，以降低事故发生的风险。采用现代监测技术，对渠道运行状态进行实时监控，确保在异常情况出现时能够迅速反应并采取相应措施。进一步，定期开展的安全演练，将提高全体人员的应急反应能力，确保在突发事件发生时能够迅速有效地组织救援与处置，从而最大限度减少事故损失。

4 结语

对灌区输水渠道运行管理问题及其对策的系统研究表明，农业生产的保障、水资源利用效率的提升以及农村经济发展，均对水利基础设施的有效管理至关重要。本文深入分析了当前灌区输水渠道所面临的多重挑战，如设施老化、资金短缺及管理制度不完善，并明确了这些问题对水利系统运行产生的负面影响。在此基础上，提出了一系列切实可行的对策，强调了政府投入的加大、管理机制的完善、信息化管理的推行及安全生产的强化等重要性。通过这些措施的实施，灌区输水渠道的运行效率能够有效提升，管理成本得以降低，并确保水资源的可持续利用，从而促进生态环境保护。展望未来，随着科技的不断进步与管理理念的更新，灌区输水渠道管理将朝着更加科学化、系统化的方向发展，推动农业现代化进程的加快。希望本研究能够为相关决策者提供参考，助力水利管理的改革与创新，为实现农业的可持续发展贡献力量。同时，期待在未来的研究中对灌区管理的理解得以深化，探索更多创新实践，以应对日益复杂的水资源管理挑战。

[参考文献]

[1]赵金宏.输水渠道运行管理措施探讨[J].农业科技与信息,2022(4):71-74.
[2]杨涛.灌区输水渠道运行管理若干问题及对策[J].科技风,2019(3):189.
[3]王蕾.寒区灌区输水渠道运行管理若干问题及对策[J].水利规划与设计,2017(2):82-83.
[4]吴彩丽,白美健,张宝忠,等.灌区渠道系统输配水能力可行域研究[J].水利与建筑工程学报,2023,21(3):51-57.

作者简介：倪鹏超（1992.5—），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：中级。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程施工安全管理存在的问题及解决策略

季 磊
烟台立恒建筑工程有限公司，山东 烟台 264000

[摘要]伴着建筑行业快速增长，建筑监控面临诸多考验，显著延缓了工程项目的正常进行和工人安全。文章旨在分析当前建筑工程安全管理的挑战，例如，安全意识不足、管理制度不完善、施工技术和设备老化、施工人员素质参差不齐等，进而提出了解决切实可行的改进措施。通过加强安全教育与培训、完善安全管理制度、应用前沿技术手段、实施全方位监控体系等方法，目的是提高建筑项目的安全管理质量，保障施工现场的安全稳定，为建筑业持续发展给予确保。
[关键词]建筑工程；施工安全；安全管理；问题分析；解决策略
DOI：10.33142/ec.v7i11.14230 中图分类号：TU714 文献标识码：A

Problems and Solutions in Construction Safety Management of Construction Engineering

JI Lei
Yantai Liheng Construction Engineering Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264000, China

Abstract: With the rapid growth of the construction industry, building monitoring faces many challenges, significantly delaying the normal progress of engineering projects and worker safety. The article aims to analyze the challenges of current construction safety management, such as insufficient safety awareness, imperfect management systems, aging construction technology and equipment, and uneven quality of construction personnel, and propose practical and feasible improvement measures to address them. By strengthening safety education and training, improving safety management systems, applying cutting-edge technological means, and implementing a comprehensive monitoring system, the aim is to improve the quality of safety management in construction projects, ensure the safety and stability of construction sites, and provide assurance for the sustainable development of the construction industry.
Keywords: construction engineering; construction safety; safety management; problems analysis; solutions strategy

引言

建筑工程作为国家经济发展的重要支柱，安全监控紧密关乎建造品质、建筑工人安全和民众的生命安全与资产保障，但是，伴随建筑领域的持续拓展，工地安全控制存在的难题越来越显著[1]。无论巨型工程，抑或居住建筑，工地都隐藏安全隐患，许多隐患也可能引发经济损失，还可能对人的生命安全形成巨大危害。因此，系统分析建筑工程施工安全管理中存在的问题，探讨有效的解决策略，对提高整体安全管理水平、维护施工安全至关重要。

1 建筑工程施工安全管理现状

建筑工程施工安全管理的现状反映了行业在安全保障方面的复杂性和多样性，涵盖政策法规、管理制度、技术手段及人力资源等多个层面。随着国家对基础设施建设的重视，建设规模及数量持续上升，建筑现场管理任务也遭遇严峻考验，然而，虽然法规体系不断完善，建筑工程安全管理依然存在又有许多挑战。安全意识在一些施工单位尚未普及，尤其是在一线工人这一群体中，安全培训和教育工作还不够完善。安全规范的执行不够彻底，导致建筑工地时常出现安全问题，部分建筑业公司的安全规范显现缺陷，缺少明确的责任界定和有效率的处理机制，使得安全管理措施落实不到位。一些公司对安全作业的关注水平不足，时常把安全作业看作不重要的边缘性任务，造成在工程实施阶段忽略安全缺陷的评估与控制[2]。

施工技术和设备的老化也是影响安全管理的重要因素，尤其在一些老旧建筑项目中，采取的施工机械缺少定期的保养和升级，提升了发生意外事故的可能性。与此同时，建筑工人的能力等级参差不齐，部分工人缺少专业的防护常识和紧急处置能力，倾向于在紧急状况下作出不当决定，因此增加了发生意外的概率。随着工程活动的增加复杂度的提升增加，施工阶段安全监管手段遭遇诸多挑战，涵盖了团队协作和信息交流障碍等众多挑战，时常引起安全监管措施执行不力，当前工程任务建设安全确保的情况之处迫切需要改善。当前建筑工程施工安全管理的现状亟待改进，需要从提升安全意识、健全管理制度、更新施工技术设备、提高人员素质等多个方面进行综合治理，以确保建筑工程的安全和可持续发展。

2 施工安全管理中存在的问题

在建筑项目建设安全监督中，不足之处关键表现在安全意识薄弱、管理机制缺陷、建设技术和设施陈旧和施工人员能力不一等多个方面。预防观念的缺失是引起意外事件屡次出现的主要原因，诸多建筑企业在日常运营中经常将安全监管看待为边缘任务，缺少注重安全训练，导致员

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工对可能存在的安全风险不足高度警觉性。这种思维方式一并反映在管理层，也体现在基层员工的思想中，员工们往往持有“侥幸心理”，在实际操作过程中忽视安全规定，因此引起安全事故的发生[3]。

众多家建设公司在安全保障制度的构建过程中暴露出缺陷，部分企业缺少完整安全管理机制，安全责任分配不明确，管理环节不清晰，使得安全控制措施难以有效执行。在某些小型公司里，安全防护手段甚至于某些特定情形中常常完全忽略，缺少根本的防护手段和应急处理方案，另外，随着建筑技术的不断进步，一些建筑工程企业的施工机具与作业方式却未能及时更新。许多工程仍然使用老旧技术及陈旧设备，导致问题进一步加剧。建筑机械的保养和检验不频繁，引起安全隐患不断积累未能立即发现，因此在其过程中造成意外事故，建筑施工人员的技能水平存在差异同样工地施工安全监管环节重大考验，有的员工缺少必需专业能力和安全常识，不能恰当评估及应对施工地点突发状况，产生了安全风险。尤其是在风险较高的工作场合中，能力不足员工如果出现差错，结果或许严重。据此，在施工现场阶段控制迫切需要处理诸多关键难题，采取强化安全教育、健全管理体系、升级设施和提升职业技能等手段，全方位提高施工安全和效率和质量，保障工程建设施工安全及顺利进行。

3 建筑工程施工安全管理问题的解决策略

3.1 加强安全教育与培训

加强安全教育与培训是提升建筑工程施工安全管理水平的重要策略，同样是防范工程故障重要步骤。安全知识的普及应当包含建筑行业基础安全知识、法律法规、行业规范和具体操作流程，经历全面学会知识过程，使建筑工人掌握必要的安全技能，掌握可能安全隐患及意外情况，进而提升建筑队伍安全意识和防范能力。同时，教学手段应丰富多样，涵盖讲解、互动、实例剖析、动手实践等，让工作者得以在操作过程中意识到并领会。借助案例的案例研究，让员工切实地意识到安全风险可能引发严重损害，因此增强员工的安全意识[4]。

企业应定期组织安全培训和演练，确保所有施工人员都能参与其中，特别是对新入职工和临时工，需进行严格的入职安全培训，确保他们了解工作环境和安全要求。另外，需完善安全教育培训资料档案，对培训活动进程及其成效进行持续记载与成效评价，保证培训目标的明确性和效果性。借助考核和评价，促使技术人员尽快了解安全技能，强化所学内容。高层管理团队参加也安全教导重要步骤，管理者应率先垂范，注重安全教育亲自辅导员工，打造安全文化氛围的构建，确立以安全为核心的理念，进而于公司整个公司造就广泛的安全教育环境。应当激励技术人员提出安全优化方案，推动安全互动讨论，使职员介入安全监管流程，提升建筑施工人员的团队荣誉心和责任心。强化防护技能教学与训练同时也是提升工地安全保障的关键手段，也是保障工作安全的根本保障。

3.2 健全安全管理制度

健全安全管理制度是提升建筑工程施工安全管理水平的基础性工作，是确保安全生产的制度保障。公司应依据本企业实际情况，制定合理高效率安全管理体系，涵盖安全管理组织架构、安全责任分配及操作流程等。公司架构需要规定管理层、技术团队和工程人员在安全义务明确任务分配与责任，保障所有员工有权明确知晓各自的安全职责范围和职责。如此规范化控制能够显著降低因责任界定不清晰引起的意外事件，安全管理体系的制定必须遵循我国相关法规和行业规范，保证在法规要求范畴内进行安全管理任务。公司要经常对管理规范进行审查和更新，顺应持续发展变革的市场状况科技进步，管理规定的变通程度与调整机能，有利于协助公司于遭遇新困难时快速地拟定应对策略，减少风险苗头[5]。

企业还需建立完善的安全风险评估与隐患排查机制，定期实施安全性审查和对潜藏问题的修正。针对性地发现的问题即刻施行对策，保障彻底清除潜在风险，与此同时，拟定应对措施是完善安全监管体系的关键环节，针对紧急情况开展彻底的规划和演习，保障紧急状况下，得以快速组织救援人员、稳定局势，降低人员伤亡数量和经济损失。为了提高管理的效果，公司必须强化安全管理制度的学习和训练，让每位员工彻底理解和掌握安全管理的条款与准则。领导层应制定鼓励与惩处制度，对确保安全生产业绩突出的职员提供奖赏，对违背安全规章责任人执行严格惩处，打造优良的安全氛围气息，完善安全管理机制不但能够有效防范安全风险，并且提高整个企业安全管理效率。

3.3 引入先进技术手段

引入先进技术手段是提升建筑工程施工安全管理水平的重要途径，也对应当代现代建筑项目的施工逐渐繁杂化及风险类型增加切实方案。建筑行业能够运用先进技术，如建筑信息模型技术（BIM），实施全过程项目管理，运用建筑信息模型技术，建筑企业能够在项目初始阶段的规划阶段，尽早发现和评估可能存在的安全风险，实行图形化管理。这从而提高了施工管理的效率，还能更有效地在施工现场进行资源配置，减少事故发生的风险[6]。

无人机和机器人等新兴技术的应用，为建筑工程施工安全保障带来了别开生面的视角点。无人机拥有应用于空中构造作业和监控敏感地带，减少人员无序进入风险区域的危险性；而生产机械臂肢体则可以在频繁或高风险环境下替代人力，降低意外事件发生率安全风险。在此同时，模仿现实技术手段技术也已然稳妥实践获得普遍运用。借助仿照实际工作环境，模拟实战方式可以助力工作人员无需担忧后顾之虑于安全环境中训练和熟悉应对策略技巧，增强其对安全隐患辨识和应对能力。应用尖端技术方法途

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

径方式同时具备提高建筑建设项目安全管理效能，同时能够明显减少意外可能性风险，推动行业向智能化趋势向安全性进步方向趋势发展。利用技术与管理全面整合方法，建筑公司能够更加有效地处理繁杂安全难题，推进不断发展。

3.4 实施全面的安全监管

实施全面的安全监管是确保建筑工程施工安全的重要保障，同时提高管理效能的基本措施。全面的安全监管不仅仅是对施工现场进行简单的检查，更是一个系统化、全面化的管理过程，涉及制度建设、技术手段、人员培训和责任落实等多个方面。全方位安全监管体系应当构建于完善安全保障框架基础之上，企业需要构建安全保障的框架作业流程体系，保障各级管理团队得以顺畅执行职责。在此基础上，拟定详尽安全管理体系，明晰全面安全查验内容、次数和责任主体，保障全部安全环节实现有效执行。运用不断地实施安全审核和风险评估，迅速识别和排除安全威胁，最大程度地降低事故发生概率[7]。

技术手段的应用是全面安全监管的重要支撑。当代建筑项目的复杂程度和多元性，需要安全保障应当一同提高，利用高级技术方法增强监管效能与效率性。举例来说，运用网络手段，施工现场安全设施和监控设备就能快速获取数据，传送至监控平台，完成对工程的安全执行实时监控。当察觉异常状况时，软件就能迅速做出反应警报，通知技术人员采取措施。这种方法的应用，不但提高了监控安全的时间效率和成效，并且可以为后续事故分析和安全改进提供数据支撑。执行全方位保证管理措施还须重视员工培训环节以及管理方式，监管人员应当拥有核心的专业技能安全知识，定期参加进修和评估，用以维持其对新版安全标准技术方面的敏感性和适应性。

在全面的安全监管中，强化责任意识是至关重要的。企业应明确各级管理人员和施工人员的安全责任，落实“一岗双责”制度，使每个人都能够对自己的工作区域和职责范围内的安全负责。特别是在工程实施的紧要关头，如高空施工、开挖深坑和批量灌注混凝土等工序，务必严格遵循职责，保障安全规章能够得以执行到底。与此同时，单位必须构建事故报告机制和责任追溯机制，保障每起事故都能够追踪到具体负责人，推进安全管理体系不断改善。全方位防范管理需要整合外部监管共同作用，构建多元共管的局面，企业需主动协助政府相关部门进行安全管理工作按时接受安全审查与评价。与此同时，提倡外部组织介入安全管理，向公司给出公正的安全风险评估优化建议。利用这种多层面、全面性风险管理体系，有利于提升安全控制效果与可视化水平，执行全方位安全确保措施是提升建筑项目安全控制质量的关键措施。采取完善法规体系、运用先进技术、强化技能培训、明确责任分工和团队协作一系列手段，旨在保障项目安全，减少事故隐患概率。伴着建筑领域的持续进步，全方位安全管理体系将起到促进建筑业持续发展长期发展、确保公民生命和财产安全职能越来越重要更加关键的角色[8]。

4 结语

建筑工程施工安全管理存在的问题需要引起足够的重视，通过加强安全教育、健全管理制度、引入先进技术以及实施全面的安全监管等策略，可以有效提升施工安全管理的水平，保障工程的顺利进行和施工人员的生命安全。这不仅有助于提高工程质量和效率，更为建筑行业的可持续发展奠定了坚实的基础。

[参考文献]

[1]郑武彬.建筑工程施工管理存在的问题及解决策略探讨[J].居业,2021(11):115-116.
[2]罗娥樱,白杨.建筑工程施工管理存在的问题及解决策略探讨[J].房地产世界,2021(9):110-112.
[3]薛晓慧.建筑工程施工安全管理的问题及应对策略[J].科技创新与应用,2021,11(13):188-190.
[4]郭旭雄.建筑工程施工安全管理存在的问题及应对措施分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(3):57-59.
[5]陈君尧.建筑工程施工现场安全管理问题与应对策略[J].四川建材,2020,46(2):194-195.
[6]刘兴邦.建筑项目钢结构工程施工安全管理策略——评《建筑施工安全技术与管理研究》[J].安全与环境学报,2024,24(5):2055.
[7]朱文锋,徐韶阳.浅谈建筑工程施工安全管理存在的问题和解决措施的思考[J].消防界(电子版),2018,4(22):35.
[8]薛志明,纪志湖,向孟远,等.建筑工程安全管理中存在问题和对策——以广州建发南沙项目为例[J].中国建筑金属结构,2023(1):181-183.

作者简介：季磊（1982.1—），大专，建筑工程专业。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

土地整治中农田水利设施建设对农业产能的影响

黄志文
仁化县土地开发整理中心，广东 韶关 512300

[摘要]通过科学规划和建设农田水利设施，显著提升了水资源利用效率，为补充耕地提供了坚实的支撑。实施的土地平整、土壤改良和灌溉排水工程有效增强了农田水资源保持能力。现代化灌溉技术的推广，如智能灌溉系统和节水灌溉技术，确保了作物在关键生长期的水分供应，提升了农业生产效率。然而，水利设施老化和资源浪费的问题仍然存在，亟须强化维护和科学规划。通过多方参与的管理机制和科技创新，实现农业的可持续发展，确保粮食安全和生态环境的和谐。
[关键词]土地整治；垦造水田；农田水利设施；水资源利用；节水灌溉；农业产能；可持续发展
DOI：10.33142/ec.v7i11.14225 中图分类号：F32 文献标识码：A

The Impact of Farmland Water Conservancy Facilities Construction on Agricultural Production Capacity in Land Consolidation

HUANG Zhiwen
Renhua County Land Development and Consolidation Center, Shaoguan, Guangdong, 512300, China

Abstract: Through scientific planning and construction of agricultural water conservancy facilities, the efficiency of water resource utilization has been significantly improved, providing solid support for supplementing arable land. The implementation of land leveling, soil improvement, and irrigation and drainage projects has effectively enhanced the ability to maintain water resources in farmland. The promotion of modern irrigation technologies, such as intelligent irrigation systems and water-saving irrigation techniques, ensures water supply for crops during critical growth periods and improves agricultural production efficiency. However, the problems of aging water conservancy facilities and resource waste still exist, and there is an urgent need to strengthen maintenance and scientific planning. Through multi-party participation in management mechanisms and technological innovation, sustainable development of agriculture can be achieved, ensuring food security and harmonious ecological environment.
Keywords: land consolidation; cultivating paddy fields; agricultural water conservancy facilities; water resource utilization; water-saving irrigation; agricultural production capacity; sustainable development

引言

在全球水资源日益紧缺的背景下，农业的可持续发展面临严峻挑战。广东省作为农业大省，积极探索农田水利设施建设与管理的创新路径，以提升水资源利用效率和农业产能。通过实施现代化灌溉技术和节水策略，广东省不仅增强了农田的水资源保持能力，还为垦造水田项目提供了坚实的基础。面对水利设施老化和资源浪费的问题，科学规划和多方参与的管理机制显得尤为重要。这些措施为实现农业的可持续发展奠定了基础，确保了粮食安全和生态环境的和谐。

1 农田水利设施建设对农业产能的促进作用

1.1 农田水利设施对水资源利用效率的提升

广东省通过科学规划的农田水利设施建设，显著提升了水资源的利用效率，为垦造水田项目提供了坚实的水利支撑。省内实施的土地平整、土壤改良、灌溉排水等工程，均有效增强了农田的水资源保持能力。广东省发布的《土地整治垦造水田建设标准（试行）》进一步明确了垦造水田的建设标准，包括土地平整、田间防渗和耕作层保护等，确保水资源的高效利用。此外，广东省还启动了农田水利万宗工程建设，计划投资超过 600 亿元，以改善农田水利设施，提升农业生产条件，覆盖全省主要灌区的续建配套与节水改造，以及农村中型及重点小型机电排灌工程的达标建设，旨在构建完善的灌排工程体系，提升耕地质量，确保粮食产能稳定在 1200 万吨以上，促进农业可持续发展。

1.2 农田水利工程与农业生产效率的关系

农田水利工程的完善对提高农业生产效率至关重要，特别是在垦造水田方面。这些工程不仅确保了作物在关键生长期的水分供应，也增强了农田的抗旱和排涝能力[1]。在垦造水田的项目中，通过建设高效的灌排系统，作物生长周期更加稳定，减少了极端气候对产量的影响，确保了农业生产的可持续性。这些水利工程的建设和优化，直接促进了农业生产效率的提升，为农业生产提供了坚实的基础，同时也为农民带来了长期的经济效益。

2 当前农田水利设施建设中的问题与挑战

2.1 水利设施老化与维护不足的影响

随着农业发展和土地整治的深入，水利设施老化及维

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

护不足的问题在广东省日益突出，严重阻碍了农业产能的提升[2]。许多灌溉设施的运行时间超过十年，部分已达到使用寿命，导致灌溉功能大幅下降。设施老化使得农田灌溉效率显著降低，农作物产量难以稳定增长。此外，设施缺乏定期维护与更新，影响了农田水利工程的正常运行，极大限制了农业灌溉的覆盖范围。在当前的补充耕地（垦造水田）工作中，强化水利设施的定期维护与更新至关重要。这不仅能确保水资源的有效利用，还能提高农田灌溉效率，为农作物生长提供良好条件，进而实现农业产能的稳步提升。政府、农民及相关部门需共同努力，加大投入，建立完善的维护机制，让水利设施更好地服务于农业生产。根据《国务院办公厅关于切实加强高标准农田建设提升国家粮食安全保障能力的意见》，各地要切实落实耕地保护制度，确保耕地质量不降低，进一步推动高标准农田建设，以保障粮食安全和农业可持续发展。

2.2 资源浪费与规划不合理问题

在土地整治项目实施过程中，资源浪费和规划不合理问题尤为突出，这些问题严重影响了整治效果。由于缺乏对地理条件和水资源分布的充分考量，一些地区的灌溉设施建设未能实现资源的合理配置。这导致了灌溉水源的浪费和农田排涝系统的低效。为了解决这些问题，必须对灌溉设施进行科学规划，避免重复建设，并推广节水灌溉技术。通过这些措施，可以提高水资源的利用效率，实现资源的优化配置，从而提升农业生产效率。

3 优化农田水利设施建设的技术路径

3.1 现代化灌溉技术的应用与推广

现代化灌溉技术的应用正成为提升农业水利效率的关键因素。这些技术通过精准控制灌溉过程，显著提升了水资源的利用效率，减少了浪费，并确保了作物在关键生长期获得适当的水分。智能灌溉系统，作为现代化灌溉技术的代表，通过部署土壤湿度和气象传感器，能够实时收集田间数据，并根据这些数据自动调整灌溉计划，从而实现精准灌溉。这种智能化的灌溉方式不仅提高了灌溉水的利用系数，还降低了单位面积的用水量。同时，精准灌溉有助于提高作物产量，因为它能够确保作物在最需要水分的时候获得恰当的灌溉，从而促进作物健康生长，增加农民的收入。随着技术的不断进步，现代化灌溉技术正在不断融入更多的智能化和自动化元素，如远程监控、数据分析和预测模型，进一步提高灌溉的精确度和管理效率。这些技术的推广和应用，不仅有助于提升农业的竞争力，也为农业的可持续发展提供了强有力的支持。

3.2 节水灌溉与高效水资源管理策略

节水灌溉与高效水资源管理策略的推广应用，对于提升农业用水效率和保障区域水资源的可持续利用具有重要意义[3]。节水灌溉技术，如滴灌、微灌等，通过减少传统灌溉方式中的水资源损耗，显著提高了灌溉水利用系数。这些技术的应用不仅提升了水资源的利用效率，还有助于提高作物产量，增强农业生产的稳定性与可持续性。在推进节水灌溉方面采取了一系列措施。通过实施高标准节水灌溉示范项目，探索适应不同自然条件和社会、经济条件下的节水灌溉模式，以提高主要农产品的产量和产出效益。这些项目因地制宜地选择和应用先进的节水灌溉技术和设备，为高效节水灌溉事业的发展提供了宝贵的经验。还强化了农田水利工程的运行维护监督，确保工程正常运行，从而提升水资源的利用率。在具体实践中，广东省注重科技创新在水利设施中的应用。例如，通过智能化灌溉系统，实时监测土壤湿度和作物需水量，精准控制灌溉水量，使农田灌溉更为高效。这种智能化的管理模式不仅节约了水资源，还为作物生长创造了更有利的条件，促进了农业的增产增收。广东省还积极推进用水权改革，建立健全用水权市场化交易相关制度，完善用水权交易机制，推动区域水权、取水权、灌溉用水户用水权等市场化交易，促进水资源管理能力和体系的现代化、科学化。

4 农田水利设施建设对可持续农业发展的作用

4.1 水土保持与生态环境改善的协同作用

农田水利设施建设在可持续农业发展中，凸显出水土保持与生态环境改善的协同作用。科学合理的水利工程设计至关重要。它一方面大幅提升灌溉系统的效率，确保农作物在生长过程中能及时获得充足的水分。另一方面，有效控制土壤侵蚀和地表径流，为农业生产创造稳定的环境。在垦造水田过程中，防渗渠的建设阻止了水资源的无端渗漏，避免浪费的同时也保证了水田的水量稳定。生态护坡则如同坚实的卫士，牢牢守护着土壤，显著减少水土流失，使耕地肥力得以保存。 植被修复和生态湿地建设也是关键举措。它们能有效抑制土壤侵蚀和沙化现象，让农田的生态环境质量迈上新台阶[4]。这些措施带来诸多益处，既优化了农业生产环境，为农作物提供更适宜的生长空间，又促进了生态系统的平衡。 当生态系统处于平衡状态时，其抵御极端天气的能力得以增强，从而降低了极端天气对农业生产的不良影响。水利设施与水土保持的完美结合，减少了水资源浪费，提升了灌溉效率，为农作物创造了更理想的生长条件，为实现农业生产的可持续发展奠定了坚实基础。农田水利设施建设在水土保持和生态环境改善方面的积极作为，为农业的可持续发展注入了强大动力。

4.2 提升农业产能的长效机制

农田水利设施建设对提升农业产能的长效机制至关重要。通过科学管理和技术创新的结合，引入先进的管理体制和高效的灌溉技术，农业产能得到了长期稳定的提升。在垦造水田的项目中，通过建立科学合理的灌溉系统，有效地降低了用水浪费，提高了灌溉的时效，确保了作物在不同生长阶段的水分需求得到满足。同时，通过推广滴灌、微灌等高效节水灌溉技术，不仅提高了灌溉面积，还显著

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

提升了粮食作物的产量。这些技术创新不仅提高了水资源的利用效率，还增强了农业产能的稳定性和长期可持续性。为了确保水利设施的持续运行，广东省还构建了长效的维护机制，通过政府、合作社和农民的共同参与，实现了设施的日常管理与维护，保障了设施的长效运行。未来，结合新发展理念强化水利设施与农业生产整合意义重大。通过整合，单一项目效益将提升，多项目联动可推动区域性农业产能整体上扬。这既能增加农业产量，又能促进水资源高效利用。例如，智能灌溉系统与农业生产紧密结合，精准供水的同时减少浪费。这种整合为农业可持续发展奠定基础，助力实现农业现代化与生态保护的双赢。

5 土地整治中农田水利设施建设的未来实践方向

5.1 多方参与的管理机制与优化模式

在农田水利设施建设和管理中，实施多方参与的管理机制对于确保设施的高效运作和长效发展至关重要[5]。特别是在垦造水田的项目中，这种机制体现了政府、农民和合作社等利益相关者的共同参与和协调，这对于设施的维护和持续运行具有重大意义。通过建立政府主导、农民合作社协助、农民直接参与的多层次管理模式，可以有效地提升农田水利设施的管理效率和质量。在此模式下，政府负责监管和提供资金支持，确保项目的可持续性；合作社和农民则参与到日常管理和维护中，确保设施的正常运转。这种参与不仅减轻了政府的管理负担，还提高了设施维护的效率和质量，增加了水资源的利用效率。此外，这种多方参与的管理模式增强了农民在设施管理中的积极参与度，使得灌溉资源的分配更加透明，减少了潜在的纠纷。这不仅提升了农作物的产量，还保障了设施的长期效益，为其他地区的水利项目提供了可借鉴的成功经验。在垦造水田的过程中，这种管理机制的优化模式尤为重要，因为它直接关系到新增耕地的质量和生产力。通过确保水利设施得到有效管理和维护，可以提高新垦水田的灌溉效率，增加土壤保持能力，从而为农业可持续发展和粮食安全提供坚实的基础。

5.2 科技创新在水利设施中的应用与推广

在节约集约利用水资源的背景下，科技创新在农田水利设施中的应用与推广对提升农业产能和水资源利用效率起到了关键作用。智能化灌溉系统的发展，使得农田水利设施能够实时监测土壤湿度和作物需水量，精准控制灌溉水量，从而提高灌溉效率，减少水资源的浪费。这种系统的应用不仅提升了水资源的利用效率，还为作物提供了更加精准的水分管理，有助于提高作物产量和品质。自动化和智能化技术的应用，如太阳能水泵系统，不仅能够在电力供应不稳定的地区提供稳定的灌溉水源，还降低了运行成本，确保了农田灌溉的连续性和经济性。此外，节水灌溉技术，如滴灌和微灌，能够根据作物的生长阶段和需水特性进行精准供水，有效避免了水资源的浪费，增强了农业生产的稳定性和可持续性。科技创新还推动了水利设施管理的现代化，通过智能化管理系统，可以实现对农田水利设施的远程监控和维护，提高了设施的运行效率和可靠性。这些技术的应用不仅提升了农业产能，还为农业的可持续发展提供了技术支持。通过推广这些科技创新成果，农田水利设施的现代化应用得到了广泛实施，为农业产能的长期发展提供了坚实的基础。通过持续的科技创新和应用，农田水利设施将在更大范围内实现现代化，为农业的高效、稳定和可持续发展提供有力保障。

6 结语

通过在农田水利设施建设上的综合整治，水资源利用效率得到显著提升，为垦造水田提供了坚实的基础。现代化灌溉技术的应用和节水策略的实施，不仅提高了灌溉效率，还促进了农业的可持续发展。面对水利设施老化和资源浪费的挑战，广东省采取了科学规划和多方参与的管理机制，确保了水利设施的长效运行和水资源的高效利用。未来，广东省将继续强化科技创新在水利设施中的应用，推动农业产能的持续增长，确保粮食安全，同时为农业可持续发展贡献力量。

[参考文献]

[1]李富.土地整治项目中农田水利工程建设的优化路径探析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(14):188-190.
[2]陈振平.土地综合整治背景下农村基础设施的产业支撑效应研究[D].湖北:华中农业大学,2022.
[3]杨静晗,贾辉.土地整治项目中农田水利工程效益评价研究[J].科技风,2020(4):189.
[4]曹颖,刘统兵.农田水利工程在土地整治中的发展应用[J].住宅与房地产,2019(25):229.
[5]王琪.土地整治项目中农田水利工程效益评价研究[J].智能城市,2019,5(17):184-185.

作者简介：黄志文（1989—），男，汉族，职称：助理工程师，主要研究方向为土地开发整治、国土生态修复、耕地保护。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化对策研究

谢瑞成
新疆天麒工程项目管理咨询有限责任公司，新疆 克拉玛依 833699

[摘要]随着建筑行业的迅速发展，传统项目管理模式已无法满足日益复杂的市场需求。EPC 总承包模式作为一种创新的项目交付方式，整合了各个项目环节，优化了资源配置，从而提高了整体效率与质量，这种模式在大型基础设施建设及能源项目等领域的成功实施，彰显了其独特优势。尽管 EPC 模式拥有诸多优势，实际操作中，管理执行力不足、工程定位不明确，以及缺乏有效监督管理机制等问题仍然面临，这些因素可能会对项目的最终成果产生影响。因此，研究如何在 EPC 总承包模式下优化建筑工程管理，具有重要的现实意义，能够提升项目实施的整体效能，降低成本并增强市场竞争力。通过系统分析 EPC 模式下的管理特点与挑战，提出切实可行的优化对策，为相关从业者提供参考与借鉴。
[关键词]EPC 总承包模式；建筑工程；管理对策
DOI：10.33142/ec.v7i11.14222 中图分类号：TU71 文献标识码：A

Research on Optimization Strategies for Construction Project Management under EPC General Contracting Mode

XIE Ruicheng
Xinjiang Tianqi Engineering Project Management Consulting Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 833699, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry, traditional project management models are no longer able to meet the increasingly complex market demands. The EPC general contracting model, as an innovative project delivery method, integrates various project links, optimizes resource allocation, and thus improves overall efficiency and quality. The successful implementation of this model in large-scale infrastructure construction and energy projects demonstrates its unique advantages. Despite the many advantages of the EPC model, in practical operation, problems such as insufficient management execution, unclear engineering positioning, and lack of effective supervision and management mechanisms still exist, which may have an impact on the final results of the project. Therefore, studying how to optimize construction project management under the EPC general contracting mode has important practical significance, which can improve the overall efficiency of project implementation, reduce costs, and enhance market competitiveness. By systematically analyzing the management characteristics and challenges under the EPC mode, practical and feasible optimization strategies are proposed to provide reference and inspiration for practitioners.
Keywords: EPC general contracting mode; construction project; management strategies

引言

在全球建筑行业竞争日益加剧的背景下，EPC（工程总承包）模式因其独特的优势而备受关注。该模式将设计、采购与施工环节整合为一个统一的整体，显著提升了项目交付的效率，并在成本控制与时间管理方面展现出明显的优势。在实际实施过程中，诸多挑战依然面临，如管理执行力不足、工程定位不明确，以及沟通协调不畅等问题。因此，深入探讨 EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化对策，显得尤为重要。

1 EPC 总承包模式的特点

1.1 项目交付的灵活性

EPC 总承包模式的一个显著特征在于项目交付的灵活性，通过这一模式各方参与者能够根据实际需求及市场变化进行及时调整，从而最大程度地提高资源利用效率。与传统施工模式相比，EPC 模式有效克服了各个环节孤立运作所带来的问题。在传统模式中，由于设计、采购与施工之间缺乏有效协调，往往导致项目周期延长及成本增加。而在 EPC 模式下，设计、采购与施工均由同一承包商负责，信息传递变得更加顺畅，决策效率显著提升。以项目实施过程为例，在施工中若发现设计方案与实际条件不符，承包商能够迅速调整设计以适应现场情况，这种快速响应能力不仅减少了因变更引发的延误，还有效控制了项目成本。此外，根据市场需求，承包商也能够灵活调整材料采购与施工计划，确保项目按时交付。灵活的交付模式还促使客户更积极地参与项目进程，在不同阶段客户能够提出需求变更，而承包商则迅速评估这些变更的可行性并进行相应调整，以确保最终成果符合客户期望。高效的协同工作机制，使得 EPC 总承包模式在快速变化的建筑市场中显得尤为重要。

1.2 成本控制优势

在建筑工程领域，EPC 总承包模式展现出显著的成本控制优势，主要体现在整体管理与资源整合方面。通过将设计、采购与施工环节整合于一个承包商的管理体系内，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

各个阶段的成本规划与控制得以更加高效。在项目初期，承包商全面考虑各种因素进而制定合理的预算，有效减少因设计变更或资源浪费而产生的额外费用。在材料采购过程中，承包商亦能获得更大的议价权，由于负责多个项目，承包商可以进行批量采购从而降低材料成本。集中管理不仅优化了供应链，提高了材料使用效率，还减少了库存积压，进一步降低了整体成本。EPC 模式强调协同合作，使得各环节之间的有效沟通能够及时识别潜在的成本风险。在施工过程中，若发现施工方案存在不合理之处，承包商能够迅速进行调整，以避免因延误引起的额外费用，通过实时监控施工进度与成本，承包商在问题发生的早期阶段可采取措施，有效降低损失。此外，EPC 模式的实施使得风险得以转移，客户在合同签署时明确了成本上限及所承担的风险，避免了突发事件带来的额外费用，这种整体机制不仅提升了项目的经济效益，还为客户提供了更高的保障，形成了一种更为科学的成本控制体系。

1.3 时间管理的有效性

EPC 总承包模式在时间管理方面的有效性通过流程优化与效率提升得以体现。该模式将设计、采购及施工紧密结合，形成一个协调统一的整体，以确保各环节能够顺畅运作。在项目初期，承包商全面掌握设计与施工计划，从而能够更为准确地制定时间表，集中管理使各个阶段的时间安排更加合理，显著减少了因信息传递不畅引发的延误。该模式促进了不同专业团队之间的顺畅沟通，当设计团队与施工团队在同一承包商的管理下进行协作时，及时反馈与快速决策变得可行，通过实时沟通潜在问题能够迅速得到解决，避免了常见的信息滞后所导致的施工延误。同时，承包商还可以根据施工进度灵活调整资源配置，确保关键环节获得优先支持，从而加速项目进展。EPC 模式还使得承包商能够在项目推进中进行有效的时间控制，各阶段实施严格的进度监控，承包商定期对比施工进度与计划，确保一旦发现偏差能够及时采取补救措施，这一动态调整机制保证了项目始终保持在预定的时间框架内顺利运行。

2 EPC 总承包模式下建筑工程管理存在的问题

2.1 管理执行力不足

在 EPC 总承包模式下，管理执行力不足被视为一个显著的挑战，直接影响着项目的进展与质量。尽管这一模式旨在整合各方资源，但在实际操作中往往存在执行层面的脱节现象。一方面，项目团队由于角色与责任划分不够明确，实施过程中可能缺乏紧迫感与主动性，这种模糊的责任感导致一些关键任务的推进缓慢，最终影响了整体进度。另一方面，承包商在项目管理中，尤其是在跨部门合作时，常常面临沟通不畅的问题，各专业团队可能因信息孤岛而无法有效共享项目进展与所面临的挑战，从而导致决策的迟缓，这种情况不仅消耗了时间，还可能引发重复工作与资源浪费，进一步降低整体管理效率。此外，部分项目管理人员的经验与技能不足，使得在应对复杂问题时反应不够迅速，难以做出有效的决策，这种执行力不足的情况，导致项目在面临挑战时无法及时调整，进一步加剧了施工过程中的延误与成本超支。

2.2 工程定位不清晰

在 EPC 总承包模式下，工程定位不清晰常常导致项目实施中出现一系列问题。模糊的项目目标与范围使得参与各方在执行过程中产生不同的理解，进而造成协调困难。不同团队可能对工程的具体需求、设计标准及施工要求存在差异，这不仅降低了工作效率，还可能导致质量控制的缺失。缺乏明确的工程定位同样可能导致资源配置的不合理。在项目初期，未能准确评估所需的技术与人力资源，导致某些关键环节人手不足或专业能力不足。随着项目的推进，这种不平衡的资源配置逐渐显露出负面影响，从而引发施工延误或未能达到预期的工程质量。工程定位的不明确使客户与承包商之间的沟通变得复杂，在项目实施过程中，客户需求可能出现变化，若承包商未能及时把握这些需求，工程与客户期望之间便可能产生脱节，这种情况不仅降低了客户的满意度，还可能引发后续争议与纠纷，进一步阻碍项目的顺利推进。

2.3 缺乏有效的监督管理机制

在 EPC 总承包模式下，缺乏有效的监督管理机制成为一个突出的难题，直接影响着项目的执行效果与质量控制。各阶段的监督往往流于形式，缺乏系统性与持续性。这种实质性监督的缺失可能导致承包商在执行过程中产生懈怠，甚至出现疏忽，从而无法确保各项工序按照既定标准与要求进行，最终影响工程质量。信息反馈不畅亦是缺乏有效监督机制的另一后果，当现场管理人员无法实时掌握项目进展与潜在问题时，常常难以及时采取纠正措施，这种信息滞后不仅可能导致施工延误，还可能引发后期的成本超支，给项目造成不可逆转的影响。此外，监督机制的不健全导致项目各方之间的责任划分常常模糊不清，承包商或许认为责任完全由客户或设计单位承担，而客户在发现问题时又缺乏明确的追责依据。责任不明的局面使得各方在项目中缺乏积极性，最终影响整体执行效率与效果。因此，构建有效的监督管理机制显得尤为重要，以确保项目能够顺利进行，达到预期的质量标准。

2.4 沟通协调不畅

在 EPC 总承包模式下，沟通协调不畅普遍存在，直接妨碍了项目的顺利推进。由于各参与方的角色与职责差异，信息共享的渠道通常受到限制，导致项目团队之间的沟通不够及时且有效，这种信息延迟传递使得决策变得缓慢，执行过程中各方对项目进展与问题的认知存在偏差，从而增加了协调的难度。不同专业团队之间的协作不足亦是沟通协调不畅的一种体现，当设计、施工及监理等团队未能建立有效的沟通机制时，设计与施工之间常常出现不一致

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

的情况，这种不一致不仅降低了施工效率，还可能导致后续的返工与时间浪费，进一步增加项目的整体成本。在沟通过程中，各方之间的文化差异及表达方式的不同，亦常常导致理解上的误差，一些团队对项目目标与要求的理解可能存在偏差，这加剧了协调困难，在这种情况下问题在发现时已对工程进展产生影响，且解决难度也随之加大。因此，建立有效的沟通机制，确保信息的及时共享，显得尤为重要。只有在沟通畅通的基础上，项目各方才能更好地协作，推动项目向前发展。

3 EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化对策分析

3.1 提升设计质量与专业性

在 EPC 总承包模式下，提升设计质量与专业性对项目的成功至关重要。设计阶段的质量直接影响整个工程的实施效果，通过引入更加严谨的设计审查流程及多专业团队的协作，设计缺陷的发生可以有效降低。例如，设计团队与施工团队的紧密合作，有助于确保设计方案不仅在理论上可行，还能够顺利执行于实际施工中，这种方法提高了设计的适应性，并在早期阶段识别潜在问题，从而避免后期施工中的返工现象。提高设计专业性同样是提升设计质量的重要方式，选择经验丰富且具备专业知识的设计人员，能够确保设计方案的科学性和合理性。在项目初期，高水平的专业团队能够提供创新的解决方案，充分考虑施工、材料及环境等多重因素，从而提升整体设计的可行性与可持续性[1]。此外，现代技术手段的应用，如 BIM（建筑信息模型）等数字化工具，可以在设计阶段实现可视化与模拟，帮助各方更清晰地理解设计意图，这种信息化的设计管理方式不仅提高了设计效率，还能在设计评审阶段迅速识别问题，促进更有效的沟通与协作。因此，通过提升设计质量与专业性，EPC 总承包模式下的建筑工程能够更好应对复杂性与不确定性，为项目的顺利实施打下坚实基础。

3.2 强化成本与风险管理

在 EPC 总承包模式中，强化成本与风险管理成为确保项目成功及其可持续发展的重要策略。精确的成本控制对项目团队在预算范围内高效运作至关重要，从而避免因预算超支带来的经济损失，通过建立详细的成本预算与动态监控机制，各项费用支出的实时掌握，使项目经理能够及时识别并调整可能引发超支的风险点。例如，定期对比实际支出与预算，有助于管理层迅速发现偏差，并采取必要的应对措施，以确保项目的经济可控性[2]。与此同时，风险管理的重要性同样不容忽视，建筑工程项目面临的风险类型繁多，包括设计变更、施工延误及市场波动等，通过建立全面的风险识别与评估体系，潜在风险在项目启动之前得以明确，并制定相应的应对策略。采用风险矩阵进行分类与优先级排序，能够帮助项目管理者集中资源处理最关键的风险，从而降低项目遭受重大损失的概率。加强成本与风险管理的必要性，通过信息化手段愈发显得重要，现代化的软件工具提供实时的数据分析与预测功能，帮助项目管理者进行更加科学的决策。借助数据分析，项目团队能够预测未来成本走势及风险发生的可能性，为决策提供更加精准的依据。

3.3 增强项目管理执行力

在 EPC 总承包模式中，增强项目管理执行力是确保项目顺利推进及高效交付的关键因素。明确的目标设定与合理的分工构成了提升执行力的基础，项目团队应在启动阶段制定具体且清晰的目标，并将任务科学地分配至各职能部门，这种明确性不仅能够增强团队的凝聚力，还能确保每位成员清楚自身职责，从而积极参与项目实施。良好的沟通与协作机制同样是增强执行力的重要保障，项目管理者需鼓励团队成员之间进行开放式交流，及时分享信息与反馈[3]。定期召开项目进度会议，使得各方对项目进展有全面了解，从而能够迅速解决潜在问题，避免因沟通不畅而引发的延误与误解。激励机制也被认为至关重要，通过设定合理的绩效考核标准，并结合项目进展情况对团队成员进行表彰与奖励，团队成员的工作积极性得以有效提升。当自身努力被认可时，潜在的创造力与工作热情往往会被激发，从而进一步提高整体执行效率。

4 结语

在 EPC 总承包模式下，建筑工程管理的有效性对项目的成败至关重要。通过对该模式特点及存在问题的深入分析，可以明确指出，灵活的项目交付、卓越的成本控制及高效的时间管理，为项目奠定了坚实的基础。管理执行力的不足、工程定位的模糊，以及沟通协调的不畅等问题，却显著制约了整体效率的提升。针对这些挑战，提升设计质量与专业性、强化成本与风险管理以及增强项目管理的执行力已成为亟须采取的措施。实施这些优化对策，将有效提高项目管理的整体水平，促进建筑工程的高质量发展。展望未来，随着技术的进步及管理理念的不断演变，EPC 总承包模式将在建筑行业中扮演更加重要的角色。

[参考文献]

[1]刘聪.EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化对策[J].城市建设理论研究(电子版),2024(17):55-57.
[2]杨春亮.EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化方法分析[J].居业,2024(5):165-167.
[3]江丽.EPC 总承包模式下建筑工程管理的优化对策[J].中国招标,2023(9):173-175.

作者简介：谢瑞成（1973.3—），毕业院校：湘潭工学院，所学专业：工业与民用建筑，当前就职单位名称：新疆天麒工程项目管理咨询有限责任公司，就职单位职务：监理总监，职称级别：评建筑专业高级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

突发事件中应急指挥体系的实践与思考

郭定平
西安高新区应急管理局，陕西 西安 710119

[摘要]频发的突发事件对应急指挥体系形成了严峻挑战，并促使其达到更高标准。本篇文章深入剖析了现有的紧急指挥架构布局，分析了在意外事件中进行高效指挥的必要性，并且结合具体实例，给出了改善的意见。健全的应急指挥体系包含高效的通信机制、科学的决策制定程序以及专业化的应急人员队伍，为了达成资源的最佳配置与及时实施应对策略，强调了多部门之间的合作以及社会各界的参与至关重要。针对社会应急管理能力的提升，通过深入探讨应急指挥体系，旨在提供有益的参考意见。

[关键词]突发事件；应急指挥体系；实践；思考
DOI：10.33142/ec.v7i11.14227 中图分类号：TU984.1 文献标识码：A

Practice and Thoughts on Emergency Command System in Sudden Incidents

GUO Dingping
Xi'an High-tech Zone Bureau of Emergency Management, Xi'an, Shaanxi, 710119, China

Abstract: Frequent emergencies pose severe challenges to the emergency command system and prompt it to reach higher standards. This article provides an in-depth analysis of the existing emergency command architecture layout, examines the necessity of efficient command in unexpected events, and provides improvement suggestions based on specific examples. A sound emergency command system includes efficient communication mechanisms, scientific decision-making procedures, and specialized emergency personnel teams. In order to achieve optimal resource allocation and timely implementation of response strategies, it emphasizes the importance of cooperation among multiple departments and the participation of all sectors of society. In order to enhance the ability of social emergency management, this study aims to provide useful reference opinions through in-depth exploration on the emergency command system.

Keywords: emergencies; emergency command system; practice; thoughts

引言

不可预测且复杂的突发事件对社会安全和稳定带来了挑战，尤其在近年来，自然灾害、事故灾难、公共卫生问题以及社会安全事件的高频发生背景下，构建及优化应急指挥系统变得格外关键。面对突发事件，构建的应急指挥体系作为一种管理机制，旨在有序组织和整合多种资源，以确保能够迅速且高效地进行响应。本研究论文的目标在于分析在突发情况发生时，应急指挥系统如何实际运作，并在此基础上提出改进的策略方向，目的是增强应急管理工作的科学性与效能，为相关领域提供参考。

1 应急指挥体系的概述

应急指挥体系的关键职责在于整合众多资源，确保对各类突发事件能够进行快速且有效地应对与处理。指挥机构担当着决策核心的角色，负责汇总信息、剖析情报以及制定决策，以保障命令能够迅速地传递至执行实体。作为应急指挥系统正常运转的根本，有效的信息交流框架不仅承载着组织内部的联络，亦承担着与外部机构和公众间的互动，以保障信息传播的清晰性与精确度。制定和完善应急预案，为指挥架构提供了系统化的应对蓝图，确保在突发事件暴发之际，相关部门能遵循既定流程，迅捷有效地展开行动，从而缩短响应时间。在紧急情况下的指令协调系统，关键在于如何合理分配资源，面对突如其来的事件，多个机构的合作变得至关重要，此时，对各类资源进行优化分配和动态管理，是确保应急响应效率的关键[1]。构建一个信息共享平台，使得不同部门能够实时了解资源的分布状况，进而实现对人力、物资及财力的动态监管。为了应对各类突发事件，需规划特定的资源分配计划，以便在紧急状况下迅速集结必要的资源，从而提升应急处理效能。

在信息技术进步的背景下，现代应急指挥系统日益依赖以数据为核心的决策制定机制。借助大数据分析、云计算和物联网等前沿技术，指挥系统能够对突发事件的发展动态进行实时监控，并据此进行预测与预警工作，采用智能化指挥手段，不仅优化了反应的精确度，同时亦提升了指挥决择的科研含量。借助如社交媒体、移动应用等现代信息技术平台，发布资讯与指令，可以高效地指导公众行动，从而减轻恐慌与混淆。持续的培训和演练是应急指挥体系有效运作的关键，定期实施紧急情况模拟训练，旨在评估指挥架构的功能性与各部门之间合作的效率，并通过

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

此类活动使参与者熟练掌握应急预案及相关操作步骤，从而提升实操技能。

2 突发事件中应急指挥的重要性

在事件发生的初始阶段，时间是至关重要的，它关联着生命的挽救和损失的降低，一个高效率的指挥架构能够快速地整合各种资源，保证各个部门和应急小组在最短的时间内开始执行任务，迅速的响应措施有效地降低了事件传播的可能性，同时确保了能够对形势进行即时掌控，阻止了状况的进一步恶化。在危急时刻，确保信息流动无阻的指挥官扮演着至关重要的角色。在危机情境下，不对称性与混乱通常与突发事件相伴生，而确保信息的准确性与时效性则是应对此类状况的根本。建立科学的交流架构，使得指挥体系中的各方参与者能够同步接收关于事件更新、资源分配以及决策的实时数据，信息的即时公开不仅优化了紧急情况的协同应对，亦有助于提升公众信赖，并有效降低非理性的恐慌与误会。信息的有效传播使得公众能够及时掌握事件的特性和适当的应对策略，进而正确地采取行动，确保个人安全。科学性在应急指挥中扮演着关键角色，它决定了资源配置是否能够达到最优，面对突发事件，如人力、物资、设备等关键要素的需求会迅速膨胀，指挥体系需解决的关键问题是如何合理并且高效地安排这些要素，以确保应对措施的顺畅实施[2]。

在应急管理中，跨部门协同作战的功能发挥，对指挥官的能力提出了高标准要求。在应对突发事件的过程中，涉及众多部门与机构的协同作业至关重要，然而，这些部门间常存在信息沟通的障碍与协作的难题，这会对响应的效率产生不利影响。面对突发事件，一个建立健全的应急指挥体系，通过确立明晰的部门协作与职责划分，有效提升了跨部门之间的协调性，从而汇聚成了应对危机的强大力量。在事件应对的后期阶段，跨部门协作有助于增进信息交流与经验归纳，这对于未来的应急管理工作具有重要的借鉴价值，在应对突发事件的过程中，应急指挥扮演着至关重要的角色，它提高了社会作为一个整体的应急管理的效能。通过精密的指挥架构和实际操作训练，可以提高应急管理人员的专业能力和反应灵敏度，同时增强公民的危机意识和自我防护技巧[3]。

3 应急指挥体系的关键要素

指挥机制是应急指挥的核心，它明确了各级指挥者的职责与权限，确保在突发事件发生时能够迅速集结力量，做出科学决策。为实现高效指挥，必须构建具有明确上下级关系的指挥系统，确保在事态演变时能够迅速作出反应，防止由于信息传递不畅引发的决策迟缓问题。在紧急情况下的指挥过程中，信息交流扮演着关键角色，它是整个指挥系统中的基础要素。在突发的具体情况中，获取资讯的速度与精确度是至关重要的，为了保证各部门在紧急情况下能够同步接收和传递信息，必须构建一个具有高效率的信息集成与分发系统。借助如移动通讯和数据分析平台等现代信息技术手段，能够提高信息流转的速度与效率，有效规避误解及信息延迟现象，为决策过程提供助力。

有效的应急响应依赖于资源管理的基础作用。在突发性事件发生时，资源的合理安排与高效运用，是直接决定事件处理效率与成果的关键因素，为了应对各种突发事件，必须构建一个能科学评价资源并高效调度的指挥系统。该系统应能迅速地根据具体需求，对人员、物资、技术援助进行合理分配，建立详细的资源清单和紧急物资储备，以便在紧急情况下迅速作出反应，从而提高应对突发事件的能力。在应急指挥的结构框架内，协作机制扮演着极为重要的角色，跨部门协作对于提高针对突发事件的应急反应效率至关重要。它通常需要多个单位和部门之间的紧密配合，确立各个机构的功能界定及它们之间的配合机制，以便构建起一种信息互通与同步行动的力量，从而提高应对紧急情况的指挥效率。定期地执行模拟测试与评价工作，是为了确认团队合作方式的有效性，并且为未来可能出现的紧急状况提前储备应对方案。在应对突发事件的框架中，有效的指挥架构、流畅的信息交流、资源的合理分配以及团队协作机制，构成了应急指挥的核心架构，这是确保公众安全和社会稳定的关键[4]。

4 跨部门协作与社会参与

在应对突发事件的紧急指挥架构中，不同部门之间的协同合作与社会大众的参与介入扮演着极其重要的角色，它们是促成高效危机管理的核心要素。应对突发事件，其固有的复杂与多变特性表明，单靠某一部门之力不足应对，而需各部门之间协作无间，共同分担任务。在应对突发情况时，各部门凭借其特定职能及专长，通过构建明确的协同工作体系，促进情报互换与资源优化配置，从而提高集体的应对效率。自然灾害发生时，承担救援职责的公安机关、消防队伍、医疗机构、应急管理部门及民政机构必须高效协作，各自履行特定职能，以确保迅速启动救援程序，最大限度地降低灾害带来的损害。社会参与对于提升应对突发紧急情况的能力扮演着关键角色，公众的加入贡献了充裕的信息流，并在紧急状况下担任了至关重要的角色，灾祸发生后，社区志愿者参与清理废墟、分配救援物资等恢复工作，此举借助了社会人力资源，有效提升了救灾工作的效率。资源供应和技术援助方面，社会团体与企业机构能够发挥其重要功能，整合社会资源构建起应对紧急情况的广泛网络，提升了社会应对挑战的能力[5]。

公众的安全意识和应急能力的提升，可以通过跨部门协作和社会参与来实现，定期举办模拟演练和提供专业培训，有助于提升公众对危机应对方法的认识与参与度。危急时刻，公众能实施有力行动，公众的参与感知不仅提升了其自我保护的能动性，而且助力于构建起社会级的应急应对文化，进一步促进了“全员参与”的积极社会氛围的

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

形成。在这一环节中，信息技术的应用起到了至关重要的作用，现代通信手段及平台促进了信息的即时交换与扩散，极大提升了各方间的互动效率。在突发事件的紧迫时刻，这种沟通方式确保了相关方能够迅速获取关键信息，从而支持其做出合理的判断与决策。为了提高应对突发事件的效率，涉及不同部门之间的协同工作及社会各界人士的参与至关重要，只有这样，方能确保社会的安全与稳定得到有效保障[6]。

5 优化应急指挥体系的建议

优化应急指挥体系是提高应对突发事件能力的关键措施，以下几点建议可为体系的优化提供有效指导。建议建立明确的指挥体系和责任机制，以确保各级指挥者能够迅速、有效地作出决策。明确职责与权限，有助于在突发事件中形成高效的指挥链，减少信息传递中的延误和误解。同时，应当制定详细的应急预案，并定期进行演练，确保每位参与者都能熟悉其角色与职责，从而在真实事件中能够迅速响应。

在应对突发事件的指挥架构中，信息技术的应用升级是关键的改善路径。构建一个统一的信息共享中心，以实现不同部门间的数据同步与及时刷新，将众多数据资源进行整合，构建一个涵盖各领域的应急信息数据库，为决策制定提供坚实的科学支持。借助移动互联网技术及社交媒体平台，能迅速实现信息的广泛散布，从而有效提升公众对突发事件的应对能力[7]。信息开放性和同步性的提升，能够促进公众参与度的提高与信任感的加强，从而构筑积极的社会协同效应。在指挥体系中，跨部门合作机制的加强构成了关键环节，定期举行涉及多个部门参与的会议，商讨在紧急应对中各自的角色与任务，提议构建一种常规的协调方式。借助模拟实操与典型事例研讨，强化各职能单元间的联结，以实现面对紧急状况时的迅速默契作业。为了构建一个应对紧急情况的多元协作网络，应当积极促使地方行政机构与非政府组织及商业实体之间建立合作关系，以便最大化地统筹和利用分散在社会中的各种资源。

为了优化应急指挥体系，对人员进行专业培训及能力晋升是不可或缺的措施，定期举行专门训练课程，旨在提升指挥团队与参与者的职业技能及应对突发情况的能力。应急管理理论、指挥决策技巧和现场处置方法等培训内容，旨在提高整体应急处理能力。参与者通过实战中的模拟训练和案例研讨，能够累积经验并提升应对突发情况的快速反应技能。提出应构建一个完整且有效的评价体系，并配备反馈循环机制，对每一次突发事件的应对措施进行细致评价，从中辨识出现有机制的缺陷和存在的挑战，并立刻着手进行必要的优化调整。从参与者和公众那里搜集意见反馈，旨在日后改进应急管理的指挥架构，日常管理中应融入评估成果，以此构建持续的优化体系，以应对社会和环境日新月异的需求与挑战，确保应急指挥架构的适应性[8]。

6 结语

综上所述，在突发状况发生时，一个高效的应急指挥架构对于保障民众安全与社会稳定起着关键性作用。为了迅速和有效地应对突发事件，需要系统地整合涉及资源、信息和人员的应急管理体系，明确的指令布局与任务分配对于提升决策的效率和精确度具有决定性作用，确立明确的交流体制，有助于部门间消息的流畅互换，从而降低信息延迟和误解的可能性。在应对突发状况的过程中，实践对应急指挥系统的思考显得尤为重要，它需要系统化、科学化以及社会化的综合考量，以确保能够迅速而有效地作出反应，从而保障民众的安全和社会的稳定。持续的实践活动与深入的理论思考相结合，为应急管理系统带来持续改进与创新，为社会的安全与韧性发展贡献力量。

[参考文献]

[1]蒋明雷,郭清,姜振晶,等.公共安全突发事件应急指挥体系建设思考[J].城市与减灾,2023(4):42-45.
[2]郭爽,龙岩,李有明,等.基于物联网技术的突发水污染事件应急决策指挥体系构建[J].海河水利,2021(1):109-114.
[3]徐绪堪,高伟,高林,等.情报视角下城市型水灾害突发事件应急情报分析研究[M].中国水利水电出版社:2019.
[4]张美莲,佘廉.从标准化走向灵活性:突发事件应急指挥体系的顶层设计与建设思路[J].广州大学学报(社会科学版),2017,16(6):17-23.
[5]董晓波.突发事件应急管控体系指挥效能评估研究[J].管理评论,2017,29(2):201-207.
[6]何沙,胡尧,王林元,廖耗.基于大数据技术的应急决策指挥体系构建——以中国国际石油合作突发事件为例[J].科技管理研究,2017,37(3):163-168.
[7]边宅安,陈妍,李慧嘉.突发事件应急管理体系及指挥框架系统[J].人力资源管理,2016(12):341-342.
[8]郑琛,佘廉.我国突发事件现场应急指挥组织体系构建探析[J].华南理工大学学报(社会科学版),2016,18(1):40-45.

作者简介：郭定平（1994.3—），女，本科，汉族，安全工程专业。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建设工程领域 EPC 总承包项目风险控制研究

马 丽 李婧红
世源科技工程有限公司，北京 100080

[摘要]总承包项目中的风险控制研究，通过查验分析 EPC 项目的主要风险因素，结合笔者多年的行业实务工作经验，阐述了包括安全、进度、合同等维度在内的项目风险控制策略，为建设工程领域 EPC 总承包项目提供科学有效的风险管理框架，对于提升 EPC 总承包风险控制工作具有重要的指导意义。
[关键词]EPC 总承包项目；风险控制；风险识别；建设工程
DOI：10.33142/ec.v7i11.14220 中图分类号：F284 文献标识码：A

Research on Risk Control of EPC Projects in the Field of Construction Engineering

MA Li, LI Jinghong
Shiyuan Technology Engineering Co., Ltd., Beijing, 100080, China

Abstract: Research on risk control in general contracting projects, by examining and analyzing the main risk factors of EPC projects, combined with the author's years of industry practical work experience, elaborates on project risk control strategies including safety, schedule, contract and other dimensions, providing a scientific and effective risk management framework for EPC projects in the field of construction engineering, and has important guiding significance for improving EPC risk control work.
Keywords: EPC projects; risk control; risk identification; construction projects

引言

在全球经济趋向一体化和建筑技术不断革新的大环境下，在大型复杂工程建设中，EPC 总承包模式凭借其高效整合资源、缩短项目周期的优势，占据了显耀地位。因其综合性、全面性的特点，如今在我国已经得到了广泛应用，但其高风险、高投入、长周期等特点也对项目风险管理提出了更高要求。

深入探讨 EPC 总承包项目的风险控制机制，对于保障项目成功、提升企业竞争力具有至关重要的意义。伴随着建筑行业的不断变革，EPC 总承包的管理模式在行业中的应用愈发广泛。基于 EPC 总承包项目的固有特性，其项目风险特点体现为显著性、多维性。为了在该模式下助力总承包项目更加平稳向上地发展，进一步提升项目的管理效益，通过对 EPC 总承包风险特点的总结，对控制策略进行研究，从而达到 EPC 总承包项目的风险控制进行研究具有重要意义。

1 EPC 总承包项目风险控制必要性

EPC 总承包项目通常涉及工程设计、采购、施工、竣工验收等多个环节，每个环节之间紧密相连，相互影响。一旦其中一个环节出现问题，很可能引发连锁反应，导致整个项目的无法顺利进行。因此，风险控制对于确保项目的顺利进行至关重要。项目在实施过程中可能面临多种的具体风险，如设计变更、材料价格波动、施工延误等，这些风险都可能直接影响项目的成本、质量和进度。

所以，风险控制有助于提升 EPC 总承包项目的决策水平。通过对项目风险进行准确识别和分析，管理者可以更加科学地制定项目计划和应对策略，从而降低决策失误的可能性，这也是保护企业利益、确保投资回报的重要手段。

此外，在激烈的市场竞争中，能够高效管理风险的企业往往能够脱颖而出，赢得更多的市场份额和客户的信任。因此，加强 EPC 总承包项目的风险控制，不仅是对项目本身的保障，也是提升企业综合实力和市场竞争力的关键。制定针对性的应对措施，从而降低风险发生的概率和影响程度。这不仅可以减少不必要的经济损失，还能确保项目按时、按质、按量完成，满足业主的期望和要求。

因此 EPC 总承包项目风险控制的必要性不言而喻。作为项目管理者只有充分认识到风险控制的重要性，并采取有效的措施加以应对，才能确保项目的顺利实施和企业的持续发展。

2 EPC 总承包项目风险识别与分析

2.1 EPC 总承包项目合同风险识别与成因分析

2.1.1 合同本文有缺陷

合同是工程项目开展工作、明确双方权利义务的，其条款的设置和书写直接影响合同的落地。首先条款存在歧义是比较常见的问题之一。在合同书写过程中使用含糊的语言描述，或者对关键条款定义不加以限定，导致合同条款存在歧义这样会导致合同当事人对其理解存在差异，在执行过程中容易争议，例如对于合同费用的包含范围等。其次，条款遗漏也是有可能发生的常见风险。在起草和评审合同过程中由于疏忽大意和考虑不周，对重大影响的条

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

款没有进行约定，这使得风险控制难以有抓手可依，导致合同不能有效执行。第三，合同文本没有处在一个双方权利义务兼顾的公平立场，导致一方责任过重、风险过大。

2.1.2 合同管理不规范

EPC 总承包项目合同管理的不严谨不规范，容易引发合同审批、签署及执行过程中的各种疏漏。例如在建筑工程项目执行过程中，由于设计变更、物价波动、政策调整等客观原因，就会必要的产生合同变更，对变更的管理十分重要。[1] 因为合同变更影响后续请款流程，也是双港针对合同内容产生争议时重要的主张证据。不规范的合同管理不仅会影响项目的正常推进，还可能导致项目归档存在问题，为后续争议解决发生提供文本资料及合规性检查带来极大不便。

2.2 EPC 总承包项目安全风险识别与成因分析

在 EPC 总承包项目中，安全风险是项目管理中不可忽视的重要环节。一切生产经营的前提都是保障安全，安全风险不仅关乎施工现场人员的生命安全，还直接影响到项目能否继续执行。

从安全维度来看，EPC 总承包项目的安全风险可以被分类为操作安全风险、硬件条件安全风险以及环境安全风险。操作安全风险主要源于施工现场的操作不规范、人员安全意识淡薄等因素。硬件条件安全风险则与施工条件、现场设备的质量、安装、调试以及使用过程中的维护保养有关。环境安全风险则涉及施工现场及周边环境的安全隐患，如地质状况不稳定、周围邻近建筑物安全距离不足等。这些安全风险的成因复杂多样，但国家对工程安全相当重视，也出台了详尽的相关行业规范和强制性要求，很大程度上为开展安全生产经营提供了充分的指引，因此安全风险可以归结为是对相关法律法规、制度落实不到位导致的。

2.3 EPC 总承包项目进度风险识别与成因分析

EPC 总承包项目具有周期长的特点，因此，项目进度风险是项目管理中的关键要素。

项目进度风险主要源于以下几个方面：一是项目前期规的风险，包括需求不明确、设计变更频繁、工期方案不合理等，例如：建设单位在项目策划阶段的需求不明确，或者设计单位与施工单位之间的沟通不畅，这些都有可能导致项目进度的延误。二是实施阶段的风险，如供应商交货延迟、专业技术难题等，也会影响项目的正常进度。三是调试与验收阶段的风险，包括设备故障、调试时间超出预期、材料质量问题等，同样会给项目进度带来不确定性。此外，外部环境的变化，如政策调整、法律法规的变更等，也可能对项目进度产生影响

2.4 EPC 总承包项目费控风险识别与成因分析

费控风险关乎项目的经济效益，主要是成本超支风险，一方面主要源于设计方案的变更、材料价格的上涨以及施工过程中的各种不确定性因素。另一方面可能由于项目初期的预算制定不准确、管理过程中的预算调整不严谨等导致。从成因分析的角度来看，费控风险的产生主要源于以下几个方面。首先，成本估算不准确，导致预算制定不合理。其次，采购过程中的成本控制不力，如供应商选择不当、采购价格谈判失败等，都可能使项目成本超出预算，让企业产生垫资风险。此外，施工过程中的成本控制同样重要，如施工进度的延误、施工质量的不达标等都可能引发额外的费用支出。

3 EPC 总承包项目风险控制与策略

第四章 建设工程领域 EPC 总承包项目风险控制策略

3.1 合同风险控制策略

在 EPC 总承包项目中，合同管理是项目成功的关键。合同风险包括合同条款不完备、合同履行不顺利、合同纠纷等，这些风险可能直接影响项目的经济效益。为了有效控制合同风险，可以采取以下策略：

（1）严格合同评审：在合同签订前，组织合同评审人员对合同条款进行全面的评审，进行合同策划，对相关风险进行充分的研究、评估和管理，确保合同条款的合理性和可操作性。[2] 对于存在问题的合同条款，及时与对方沟通协商，确保合同内容的理解准确无歧义。

（2）加强合同管理力度：在合同履行过程中，加强对合同的管理力度。通过定期召开合同履行的相关会议、组织现场检查等方式，确保合同过程管理不缺位。也可以对合同条款进行交底，确保各专业人员能够更全面、深入地统一理解合同内容，保证执行中的注意事项准确传达。对于合同履行过程中出现的问题，及时沟通协商，确保问题得到妥善解决。

（3）合理设置责任条款：在合同中明确双方的责任和义务，并合理设置责任条款，如自然灾害、战争等不可抗力因素导致的合同无法履行情况可免责，以减轻潜在风险带来的损失。同时规避不合理的责任条款，注意保护我方利益，对于明显加重一方责任或减轻乙方义务的条款应当提出异议，以免在合同条款中过多的让步成为日后的执行风险和法律风险。

（4）利用法律手段保护权益：在合同争议发生时，积极利用法律手段维护自身权益，过程中要注意证据留痕和存档，一旦发生争议及时通过仲裁或诉讼等方式解决合同纠纷，确保企业合法权益不被损害。

3.2 安全风险控制策略

（1）建立健全安全管理体系：制定详细的安全管理制度和流程，明确安全管理责任人和时间节点，保证责任落实到人。通过建立健全的安全管理体系，规定必要的安全管理动作，确保项目执行过程中的安全性。

（2）加强安全教育培训：定期组织员工参加安全教育培训，提高员工的安全意识和操作技能。通过培训，使员工了解安全操作规程和应急处理措施，避免安全风险扩

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

大化，确保在紧急情况下能够正确应对。

（3)强化现场安全管理:加强施工现场的安全管理，确保施工设备和材料的安全使用。通过定期检查、安全巡查等方式，及时发现并消除安全隐患。严格遵守行业相关强制性规定执行安全工作，保证落实到位，针对发现的问题做到及时整改。

（4）建立应急响应机制：制定详细的应急预案和响应流程，确保在安全事故发生时能够迅速做出反应，减少损失。同时，定期组织项目开展应急演练，提高应急响应能力。

3.3 进度风险控制策略

为了有效控制进度风险，可以采取以下策略：

（1）制定详细的进度计划：在项目初期，全面了解项目进度要求和执行难度，制定详细的进度计划，明确各阶段的任务和时间节点。通过合理的进度安排，确保项目按时完成。

（2）加强进度监控和反馈：通过定期检查、信息反馈等方式，实时监控项目的进度情况，对于不合理的进度要及时作出调整。对于进度延误的问题，认真分析成因并及时采取措施进行调整和补救。

（3）优化资源配置：根据项目进度需求，合理调配人力、物力和财力资源。通过优化资源配置，确保项目各阶段的任务能够顺利进行。

（4）建立沟通协调机制：加强与工程项目各单位之间的合作伙伴的沟通协调,确保信息畅通,对其进度标准。通过定期召开沟通协调会议，及时发现进度问题，群策群力解决进度推进中的困难。

3.4 费控风险控制策略

费控风险可能导致项目成本超支,影响项目的经济效益。为了有效控制费控风险，可以采取以下策略：

（1）建立成本控制体系：制定详细的成本控制制度和流程，明确成本控制责任人和成本控制方案。通过完善的成本控制体系，确保项目执行过程中的成本可控。

（2）加强成本预算和核算：在项目初期，进行合理科学的成本预算,明确各阶段的成本目标和费用支出需求,并广泛征集各专业意见，保证预算可执行。在项目执行过程中，定期进行成本核算和分析，及时发现并纠正成本偏差，当预算出现失控倾向时，应当进行风险预警。

（3）优化设计方案：优化设计方案是控制 EPC 总承包工程成本风险的有效途径。在设计阶段，需深入考量材料选用、设备配置、施工工艺等多方面因素对成本的影响，通过综合比较与分析,精选出既满足工程需求又经济合理的设计方案，以达到在源头上实现成本的有效控制。

（4）加强采购管理：通过加强采购管理，深化采购管理策略，以精准控制成本。构建一套完善的供应商管理体系，对供应商进行资质审核和价格谈判，建立常态化的价格协商机制，通过持续的沟通与谈判，力求在确保物料质量的前提下，获取最优采购价格。同时，定期的库存盘点与清理工作，确保库存物品的时效性与可用性，合理确定采购节点，避免加压浪费或垫资采购。

4 结语

EPC 总承包项目风险控制是保证项目成功实施的关键要点。通过全面、系统地识别和分析项目可能面临的各类风险，并制定相应的风险控制策略和措施，可以有效控制和降低项目风险,提高 EPC 总承包项目管理的执行成效。本文对建设工程领域 EPC 总承包项目的风险控制问题进行了深入探讨，通过对项目合同、安全、进度和费控四大关键风险领域的识别与分析,点明 EPC 总承包项目在实施过程中可能面临的主要风险及其成因。

随着建设工程领域的不断发展和 EPC 总承包模式的广泛应用，对风险控制的研究也将持续深入，为建设工程行业的可持续发展贡献力量。我们深刻认识到风险控制对于 EPC 总承包项目成功推进的重要性,同时也看到了在风险控制方面存在的新挑战和新机遇。本文的研究成果不仅具有重要的理论参考价值，也具有切实的实践指导意义，对于推动建设工程领域 EPC 总承包项目的风险控制研究和实践具有重要指引作用。未来，随着建设工程领域的不断发展和 EPC 总承包模式的广泛应用,对 EPC 总承包项目风险控制的研究将具有更加重要的意义和价值。

[参考文献]

[1]赵丽霞.基于工程变更的建筑合同管理影响因素及优化措施探究[J].建筑技术开发,2020,47(1):95-96.
[2]韦小强.中小企业合同风险防范浅析[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2017(6):103-104.

作者简介：马丽（1978.8—），汉族，法律合规部副部长，研究生，主要从事合同法务方面的工作。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑检测设备管理与保养中现状及优化对策

杨世成
河北天博建设科技有限公司，河北 保定 071100

[摘要]文章旨在讨论建筑体检设备运作与维护的当前状况考察及改进策略，随着建筑业迅速壮大，检验工具在工程项目监管范围效果逐渐体现。然而，当前众多建设企业在设备养护与维护范畴遇到难题，如设施利用效率不高、维护不够、管理体系不完善等，这些疑问甚或制约了设备潜能的释放，又缩短了使用时长，还可能引发工程项目检测数据出现偏差。研究观察到当前设备维护和养护缺陷，实行了全面的改进措施，包括创立全面的管理体系、强化训练及意识提升、定期维护和调整设备等。最终，目的在于增强建筑检测设备的使用效率和检测能力，为建筑安全与质量保证给予援助。
[关键词]建筑检测；设备管理；设备保养；优化对策；质量控制
DOI：10.33142/ec.v7i11.14269 中图分类号：TU712.3 文献标识码：A

Current Situation and Optimization Strategies in the Management and Maintenance of Building Inspection Equipment

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

Abstract: The article aims to discuss the current situation and improvement strategies of the operation and maintenance of building medical examination equipment. With the rapid growth of the construction industry, the effectiveness of inspection tools in the supervision scope of engineering projects is gradually reflected. However, many construction enterprises are currently facing difficulties in equipment maintenance and upkeep, such as low efficiency in facility utilization, insufficient maintenance, and imperfect management systems. These questions may even restrict the release of equipment potential, shorten the usage time, and may also cause deviations in engineering project testing data. Research has observed deficiencies in current equipment maintenance and upkeep, and comprehensive improvement measures have been implemented, including establishing a comprehensive management system, strengthening training and awareness raising, and regularly maintaining and adjusting equipment. Finally, the goal is to enhance the efficiency and detection capabilities of building inspection equipment, providing assistance for building safety and quality assurance.
Keywords: building inspection; equipment management; equipment maintenance; optimization strategies; quality control

引言

在工程建设领域中，检验工具的维护直接关系到影响工程品质与稳定性经济回报。随着技术能力的持续提升，诸多检测设备应用逐步变得更加广泛应用，如例如混凝土强度测试仪、超声波检测设备等。这些仪器一同提升了测量准确度和效率，为工程项目品质管理提供了稳定保障可靠的数据支持[1]。但是，现今众多修建企业在机械管控与维护领域存在显著的缺陷，引起机械设备时常出现问题状况、检查数据不精确等故障。文章将工程项目计量仪器维护与护理目前状态研究情况展开细致探究，然后给出提议合适改善建议，旨在提高工程测量的精确度与效率。

1 建筑检测设备管理的现状

目前建筑物检查设施保养情况显示出现在建筑领域在设备运用及维护阶段遭遇的诸多挑战。诸多建筑行业企业缺少完善管理体制，设施管理时常依赖着个人见解，并非全部全都规范化规范与操作流程，这使得机械化工具设备运用统一化水平还不够完善，使用成效不理想。诸多精密检测仪器时经常处于未使用状态，没有充分发挥显示应有效果，另外，考虑到对理解设备的重要性认识不充分，一些单位未建立适当的设备管理规范架构，缺少操作记录与维护文档，导致设备运行状况难以监控与评价[2]。

维护保养不及时是另一个突出问题，诸多建筑业公司缺少拟定高效机械保养规划，使得设备长期未予执行定期审查与维护，这进而干扰仪器正常运行，甚至可能引起故障发生，进而降低测量数据的准确性。机械在产生问题时经常往往中断检查任务引起项目进展受影响以及经济损失发生，职场人士专业能力迫切需要增强。鉴于不足全面训练，部分职员对机械操作技巧、维护保养技术认识不足，乃至有操作失误的可能性。在当前状况下，机器的效率明显下降，甚至有可能对安检过程造成安全隐患，信息化管理水平有待提高。众多公司仍然使用常规的手工记录及管理方法，使得信息传递受阻、管理效果不佳，建筑检测设备的管理现状迫切需要关注，采取合理的管理方法以及恰当的保养手段，提高设备的运行效率与检测精度，以更好地确保工程项目的安危和品质。

2 建筑检测设备保养的现状

建筑工程设备保养现状在业内广泛存在有许多问题，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

这些问题因此制约设备的耐用性和检测数据准确性，缺少经常审查与调整和改善是现在保持操作步骤中显著问题。许多施工队伍在使用完毕，未及时进行必要的维修和校准，导致机器性能逐渐下降，最终可能影响到测量精度。另外，一些机构未建立合理有效的维修管理体系，缺少明确具体的保养周期和操作步骤，导致设备维护频繁随意进行。仅在设备发生故障时才进行修理，错过了最佳维护时机，提高了设备故障的风险[3]。

员工专业能力欠缺也归因于重要原因，部分员工未接受系统培训，关于设备保养基础认知认识不足，使得操作时难以准确评估机器状况，缺少自发保养观念，此种状况不仅影响了设备保养的效果，还可能引发操作错误和设备损坏。另外，资料管理方面也呈现缺陷，诸多机构对设备维护记录和操作指南给予的关注不够，缺少完整性的档案管理方案。这导致机械装置它过往使用过程无法追溯，因此干扰对机械现有状况评估流程。整个行业还未完全意识到设备保养的关键性许多公司把设备维护当作边缘工作并不是核心业务环节，这引起在资源分配和管理的重要方面。机械维护时常经常未获得充足适当关注度与支援，建筑检测设备的维护现状迫切需要改进。通过建立完备的维护体系、加强运维人员训练、改进档案管理环节和提高行业共同认可的标准，方能切实提高设备的工作效率和精确度，确保工程项目的稳定性和安全性。

3 建筑检测设备管理与保养的优化对策

3.1 建立完善的管理制度

构建健全的管理体系是确保建筑检测设备的维护及储存标准决定性因素。完善的管理体系应当确立设备管理者责任及流程制度，保障所有步骤都要求专门管理人员。利用编制详尽操作指南和保养指南，有助于工作者更好地把握机器操作流程和维护的重要性，进而降低操作失误和维护遗漏。准则应该覆盖设施运用、保养、变更、问题解决等所有环节，构建整体和谐统一的管理体系。这一机制融合具备为日常运营流程指引，同时在当设备发生问题时，快速实施相应应急处理方案，保障检测活动的连续性与稳定性。

持续性的训练与评价体系也应纳入到管理范畴内，保证每位员工拥有必要的专业能力和操作技巧，增强其操作技能安全认知。设立机械使用和维护的记录册也关键环节，依循机械运行状态、保养记录和故障排除步骤细致记载，能为将来管理层作出决策提供重要信息。在此同时，借助数据方法，可以完成对机械装置运行状况的即时监管和数据分析，提高工作效率，管理规则的制定与落实需要得到高层关注共同努力，定期评估并优化，保障规范与实际相契合与行业演变方向。借助建立健全管理体系，建筑工程检测设施维护保养逐步规范化与有序化，为提升设施运用效率和检测水平给予坚实保障[4]。

3.2 加强人员培训与意识提升

加强员工训练与认知增进是改善建筑检测仪器运维和维护关键策略，时常安排专门训练可以显著提升操作人员操作技能和操作熟练性。通过对机器性能、操作流程及保养方法的全面培训，员工能够充分了解机械的运作机制和在检测过程中的关键性，进而提升其责任心和积极性。此同时，培训也应涵盖问题诊断与紧急处置环节区，让员工拥有迅速辨识和处理问题的能力，这种做法明显减少机器故障可能性，并且有助于提高检测环节效率和精准度。

加强工作者职业认知也培训环节至关重要，房屋鉴定任务时常面临各类挑战，工程技术人员需要掌握有关安全标准与操作流程。利用模拟训练和实例剖析，提高其对潜在风险的辨识和应对技巧。与此同时，单位应激励相关人员热情加入设施维护和维护活动中，让相关人员认识到本职工作对设施状况和检查结果的影响，调动他们自发开展设施保养工作的积极性。另外，营造良好的学习环境，促使同事交流经验，于团队内部建立良好的学习互助氛围，因此提高总体效，公司在职员成长过程应重视评定与完善，定期地对培训成效执行评定，及时调整培训方法和计划，以保证培训目标取向和成效。运用强化员工教育与观念提升，能够明显提高建筑工程设施管理及维护工程品质，所以确保工程品质和安全性能[5]。

3.3 制定定期维护和校准计划

制定一般保养及调整方案是确保建筑检测设备的性能、稳定运行关键环节，对保障数据的准确性及可靠性极其重要。按时保养安排应明确地规定具体的保养时间、项目和负责人，以保障所有机械正常地实施在规定时间内进行必需的检验和维护。维护工作涵盖清洁外部、内部组件的润滑剂、易损件的更换等，目标是为了预防可能故障出现，防止微小故障逐步恶化成重大故障。这类预先保养方式不但能增加机械设备使用年限，同时有助于提升机器的作业效率，保障其保持良好运行状况。在制定维护计划时，企业应参考设备制造商的建议和行业标准，结合实际使用情况，灵活调整维护的频率与内容。举例来说，针对性地经常使用的机械，建议适度缩减维护周期，而对于罕见使用的设备，则适合拉长检修时间跨度。

重新规划改变计划安排同样地是物理整体控制核心环节。校对是保障仪器检测准确度和稳定度的根本，可以迅速察觉仪器误差进而实施适当调整，制定完善方案时，应兼顾机械运行条件、使用频次及规范要求诸多要素。改革应根据硬件特点及现实使用状况，确定调整周期和详细步骤，针对特定高精度测量工具，可能需要频繁校准，而针对大部分机器，可以在历经某些使用周期后进行校准。在关键时刻或紧急状况下，机构能够与其他机构协作进行调整，目的是确保纠偏的公正和专业，进而提升检测结果的可信度。在实施保养与完善方案时期，拟定出全面的记

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

载表规范极为关键，每次进行实施进行保养和改善后，都应记载详细时刻、详情、执行人员及机器状态相关数据，这专门用于供给帮助设备管理人员对准确掌握设备工作状况，同时为设备性能评估与改善提供数据援助[6]。

为了保持和改善办法的实施效率性，管理团队必须持续对办法现实落实状态进行评价。审视相关的方面包括保持与调整的执行状况、设备故障率频率和测定信息的准确性相关方面。按照特定标准，公司可以立刻识别操作环节缺陷，并实施合适的优化方案。另外，有条件频繁举行会议，激励员工阐述在执行中维护和审核环节中遭遇疑问与见解与建议，进而不断改进维护流程与审核机制，提升管理的专业性和适宜性。拟定按时保养和校对方案同时也是提高设备维护质量关键步骤，也保障数据精确度和工程准确性基本保障，实施有条不紊、标准化保养和调整，显著增进机器效能，增加机器使用周期，从而为建筑行业的持续发展奠定坚实根基[7]。

3.4 采用信息化管理手段

利用数字化方法是提升建筑项目机械设施管理效能和精准度的核心渠道。在当代科技飞速进步的环境下，传统的设备管理模式已难以适应现代建筑领域不断上升的管理要求。数字化工具借助先进技术，显著地增强设备运用、保养及监控环节，增强管理清晰度与响应速度。智能化的监管平台具有执行对建筑物监测仪器的全面管理，涵盖购置、运用、保养和淘汰等所有阶段。利用构建设备资料库，存储机型种类信息、参数、运行状态和维修历史，管理者们能够随时随地地取得设备的完整信息，有助于执行高效决策制定与管理工作。

在维护和调整范畴，智能维护系统具备自动生成维护与调整提醒，增强工作效能，软件平台依据既定规则保养周期与调节频率，自行地通知负责人员执行机器的保养与校准，保证设备长期保持优良的运行状况。与此同时，保养和审核的资料储备能够数字化保存，有助于将来查找和解析，电子化的管理方式同样能够完成资产管理一体化。运用云服务平台和数据处理技能，每位公司职员能够在统一的环境中共享硬件资源，即时交流，提高团队工作效率，这种信息传递方法使得各个机构之有潜力更为效率级提高合作。防止信息壁垒的形成，因此提升整体管理体系效率，与此同时，信息加工还支持远距离操作和监控职责，尤其特别是在大规模建筑施工进程中，能够通过互联网完成对多个建筑施工场所机械设备执行统一管理，显著提升了管理效能。

电子化工具从而提升数据处理能力的效率，借助综合加工资料的细致探究，决策者能够揭示全新规则与动向，因此为设备性能的改善与增强提供数据依据。例如，通过数据挖掘，管理者可以察觉某些机械设备在某些特定环境条件下的使用效能不高，从而判断是否需要需要替换或改善机械设备的运用方法。信息处理技术具备前瞻性设备挑选决策制定提供参考，辅助公司挑选最适宜公司需求设备。利用数据处理技术不仅有利于提升建筑检测仪器的使用率和精确性，同时增强仪器使用的信赖度与稳定性。通过信息化管理，企业能够实现对设备的全生命周期管理，实时监控设备状态，自动化维护与校准流程，提高协同工作效率，最终推动建筑行业的现代化和智能化进程[8]。

4 结语

总而言之，建筑项目设施维护是确保建设品质与建设安全核心要素，实施建立优化管理体系、强化职员培养、利用信息技术一系列措施，企业可以显著提高资产管理效率，保障系统顺畅运作，进而为建筑业持续发展给予稳固支撑。这在某种程度上有利于提高检测质量，减少安全问题，并且能够推动整体技术进步，加快工程的高效和安全施工进程。

[参考文献]

[1]刘海霞.浅析建筑检测设备管理与保养中的不足及优化[J].中国设备工程,2024(7):88-90.
[2]陈旭霞.建筑检测设备管理与保养中的不足及优化策略[J].设备管理与维修,2024(2):4-6.
[3]杨一诺.建筑检测设备管理与保养中现状及优化对策[J].大众标准化,2024(1):179-181.
[4]李晓辉,赵桐.分析建筑检测设备管理与保养的不足及优化[J].新城建科技,2023,32(23):85-87.
[5]田燕.建筑检测设备管理与保养中的不足及优化[J].四川建材,2022,48(7):77-78.
[6]赵小斌.建筑检测设备管理与保养中的不足及优化策略[J].建筑与预算,2022(2):67-69.
[7]刘春全.建筑检测设备管理与保养中的不足及优化策略[J].设备管理与维修,2019(22):37-38.
[8]豆晓赞.建筑检测设备管理与保养工作中的常见问题及改进措施[J].科技与创新,2016(2):75.

作者简介：杨世成（1991.6—），毕业院校：唐山学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北天博建设科技有限公司，职务：检测员，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

暖通工程施工及管道防腐保温技术的探讨

田东兴
新中远工程设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑技术的发展和节能要求的提高，暖通管道系统面临着复杂的挑战。传统的防腐保温方法已难以满足现代工程的需求，需采用先进技术以应对高温、高湿及腐蚀环境带来的问题。对这些技术的深入研究和应用，不仅能延长管道使用寿命，还能提升系统性能和可持续性。

[关键词]暖通施工；防腐保温技术；管道
DOI：10.33142/ec.v7i11.14267　　中图分类号：TU99　　文献标识码：A

Discussion on HVAC Engineering Construction and Pipeline Anti-corrosion and Insulation Technology

TIAN Dongxing
Xinzhongyuan Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the development of building technology and the increasing demand for energy efficiency, HVAC piping systems are facing complex challenges. The traditional anti-corrosion and insulation methods are no longer sufficient to meet the needs of modern engineering, and advanced technology is needed to address the problems caused by high temperature, high humidity, and corrosive environments. In depth research and application of these technologies can not only extend the service life of pipelines, but also improve system performance and sustainability.

Keywords: HVAC construction; anti-corrosion and insulation technology; pipeline

引言

暖通工程中的管道防腐保温技术对系统的稳定性和节能效益至关重要。这些技术不仅保护管道免受腐蚀和环境损害，还有效减少热能损失提高系统的整体效率。因此，深入了解和应用这些技术是提升工程质量和降低运行成本的关键

1 暖通工程管道防腐保温技术的重要性

在暖通工程中管道防腐保温技术的应用至关重要。首先，防腐技术能够有效延长管道的使用寿命，减少因腐蚀引发的漏水、泄漏等问题，从而降低维护成本和潜在的安全隐患。管道一旦发生腐蚀，不仅影响系统的正常运行，还可能导致环境污染和经济损失。其次，保温技术则直接影响系统的能效和运行成本，合理的保温措施能够有效减少热能的损失提高能源利用效率，从而降低能源消耗和运行费用。此外，良好的保温还可防止管道在极端环境条件下出现冻裂等问题，保障系统的稳定性和可靠性。因此，管道防腐保温技术不仅在提高工程质量和经济效益方面发挥重要作用，还对保护环境和实现可持续发展具有积极意义。

2 暖通工程管道防腐保温的主要施工技术

2.1 添加防腐覆层

在暖通工程管道的防腐施工中，添加防腐覆层是一项核心技术。防腐覆层通常由多层不同性质的材料组成，主要目的是形成一个坚固的保护屏障，防止管道在使用过程中受到腐蚀性介质的侵害。首先，防腐覆层的施工前需要对管道表面进行彻底的清洁和预处理，去除铁锈、油污和杂质确保覆层与管道基材的良好附着。常用的防腐覆层材料包括环氧树脂、聚氨酯、聚乙烯等，这些材料具有优异的抗腐蚀性能和耐久性。施工时通常采用喷涂、刷涂或滚涂等方法将防腐材料均匀涂覆在管道表面。每层涂料需充分干燥后再进行下一层涂布，确保覆层的致密性和防护效果。为了提高覆层的耐用性，常常在涂层上覆盖一层保护性强的外层，如防紫外线的保护膜或耐磨层。此外，在特殊环境下，如高温或化学腐蚀环境，防腐覆层的选材和施工工艺需根据具体要求进行调整，以提供针对性的保护。通过这一系列精细化的施工工艺，防腐覆层能够有效隔离外界腐蚀因素，显著提升管道的使用寿命和安全性。

2.2 应用管道敷设技术

管道敷设技术在暖通工程中起着至关重要的作用，它直接影响到系统的运行效率和维护成本。管道敷设的首要步骤是进行准确的施工规划与设计，这包括确定管道的走向、管径及支撑点，确保系统在设计要求下的功能性和经济性。根据具体情况，管道的敷设方式可以分为埋地敷设、架空敷设和内墙敷设等，每种方式都有其特定的适用场景和要求[1]。在实施管道敷设时，首先需确保管道的基础设施符合设计规范，包括管道基础的稳固性及支撑结构的承重能力。对于长距离敷设的管道应合理设置管道支架和吊架，防止管道因自重或外部因素导致的变形和损坏。管道

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

连接处应采用合适的连接方式，如焊接、螺纹连接或法兰连接，并确保连接质量以避免漏水或漏气问题。管道敷设过程中的另一个关键因素是防止管道的机械损伤和腐蚀，对于外露的管道需定期检查并采取防护措施，如涂刷防腐层或安装保护套管。而对于埋地管道，应在埋设过程中采取适当的填埋材料和压实工艺，以保护管道免受外界压力和土壤侵蚀的影响。最后，管道敷设完成后，需要进行系统的压力测试和泄漏检测，确保管道系统在实际运行中的密封性和安全性。通过规范化的管道敷设技术，可以有效提高暖通系统的稳定性和使用寿命，降低后期维护成本，并保证系统的高效运行。

3 暖通工程管道防腐保温技术应用

3.1 做好施工准备工作

在暖通工程管道防腐保温技术应用中，施工准备工作至关重要，它决定了后续施工的顺利进行和工程质量。首先，施工前应进行详细的现场勘查，了解管道的实际安装环境和条件，这包括测量管道的尺寸、确认管道走向、检查现有基础设施和设施，确保施工方案的合理性和可行性。其次，编制详细的施工方案和技术文件，明确防腐保温的具体要求和施工步骤，施工方案应包括防腐保温材料的选型、施工工艺的步骤、质量控制的措施以及施工人员的技术要求。技术文件应涵盖材料的规格、施工图纸以及相关的标准和规范，确保施工过程中有据可依。在材料准备方面，需确保所有防腐保温材料符合技术要求，并在施工前进行充分的质量检验。材料的存放也应符合要求，避免因环境因素导致材料性能受损。施工工具和设备的准备同样重要，应检查和维护所有工具和设备的正常运转，确保施工过程中的效率和安全性。所有参与施工的人员应熟悉施工方案和技术要求，具备相关技能和经验，并了解施工安全规程。此外，需与相关部门进行有效沟通和协调，确保施工过程中的资源配备和现场管理顺畅。

3.2 实施严格的施工管理

实施严格的施工管理是确保暖通工程管道防腐保温技术应用成功的关键。首先，施工管理团队需制定详细的施工计划，并根据项目进度进行有效的时间安排。每个施工阶段的任务、目标和时间节点应明确，确保施工按计划推进，并及时处理可能出现的任何问题。在施工过程中，管理团队应定期检查进场材料和设备的质量，确保符合设计要求和技术规范。任何发现的不合格材料或设备应立即处理或更换，以防对施工质量产生负面影响。施工现场应保持整洁，施工人员应佩戴必要的安全装备，并遵守现场安全规程。现场管理人员需定期巡查，监督施工过程中的各项操作，确保施工按照技术方案进行，并对发现的问题及时纠正。同时，建立完善的质量控制体系也是必不可少的，施工过程中的每一个关键环节，如防腐覆层的涂布、保温层的施工等，都应经过严格的质量检查和验收。通过实施定期的检查和评估，确保施工质量达到设计标准和工程要求。此外，施工人员应接受专业的培训，掌握最新的施工技术和规范，以提高施工技能和效率。管理团队应为施工人员提供必要的技术指导和支持，确保施工过程中的技术难题能够得到及时解决。

3.3 建立施工质量控制体系

建立施工质量控制体系是确保暖通工程管道防腐保温工程质量的重要环节。首先，体系应明确质量控制的各项标准和规范，包括施工材料、施工工艺、检验方法等。这些标准和规范应符合相关行业标准和设计要求，并在施工前与施工团队进行详细沟通[2]。在施工过程中，质量控制体系应包括多个层级的检查和验收程序。每个施工阶段，如管道表面处理、防腐覆层的施涂、保温层的安装等，都需进行阶段性检查。检查内容包括材料质量、施工工艺的符合性以及施工结果的完整性。检查应由专门的质量监督人员进行，并记录每次检查的详细情况。此外，体系应设有详细的记录和反馈机制，所有质量控制活动，包括材料检验报告、施工过程中的问题记录、整改措施等，都应进行系统记录。这些记录不仅为后续的质量分析和问题追踪提供依据，还能帮助识别和改进施工中的潜在问题。建立质量控制体系还需设立问题处理和纠正措施的流程，对于在施工中发现的任何质量问题，需迅速进行原因分析，并制定相应的整改措施。整改措施应包括重新施工、修复缺陷或更换不合格材料等，以确保施工质量恢复到标准要求。最后，质量控制体系应包括定期的审查和评估。通过定期对施工过程和结果进行审查，评估质量控制体系的有效性，并根据审查结果进行调整和改进，以适应不断变化的工程要求和施工条件。

3.4 确保暖通工程项目的顺利进行

确保暖通工程项目的顺利进行涉及多方面的综合管理。首先，项目的前期规划至关重要，需制定详细的施工计划和时间表，并进行充分的资源调配，这包括确保足够的施工人员、材料和设备，并对其配置进行优化，以满足项目的实际需求。项目管理团队应对施工过程中的各项活动进行有效协调和沟通，跨部门和团队之间的沟通应保持畅通，及时解决因协调不力而可能出现的问题。此外，应建立明确的项目进度报告制度，定期汇报项目进展情况，确保各项工作按照计划进行，及时调整资源配置以应对任何进度偏差。施工过程中，必须严格遵循施工规范和技术标准，确保所有施工活动符合设计要求。应对施工现场进行定期检查，监控施工质量和进度，确保施工步骤按既定标准进行。任何发现的问题应及时处理，并在问题解决后进行再次检查，以防止类似问题的重复发生。风险管理也是保障项目顺利进行的关键，项目管理团队应识别潜在的风险因素，如材料供应延迟、施工环境变化等，并制定应急预案。应对项目风险进行系统化管理，通过预防措施和

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

应急处理来降低风险对项目进度和质量的影响。最后，项目的顺利进行还需重视施工安全和环保，在施工过程中，应严格遵守安全操作规程，确保施工人员的安全和健康。同时，采取必要的环保措施减少施工对环境的影响，通过实施全面的安全和环保措施，确保项目在合规和可持续的框架下顺利进行。

4 暖通管道防腐保温技术的注意要点

4.1 防腐保温材料的选择

选择适合的防腐保温材料是确保暖通管道系统长期稳定运行的关键。首先，材料的选择应基于管道的使用环境和介质特性。对于腐蚀性较强的环境，应选择具有优异防腐性能的材料，如环氧树脂、聚氨酯等，这些材料能够有效抵御化学介质的侵蚀，并延长管道的使用寿命。其次，保温材料的选择需考虑热传导性能和耐温性能，保温材料应具有低导热系数减少热能损失，常见的优质保温材料包括玻璃棉、岩棉以及发泡聚氨酯等，这些材料不仅具备良好的保温效果，还能耐受高温或低温环境的变化[3]。在选择材料时，还需考虑其施工性能和经济性。材料应便于施工，能够与管道表面良好附着，并且施工过程中不易出现问题。同时，应综合考虑材料的成本和长期使用效益，选择性价比高的材料优化工程投资。另外，环境适应性和安全性也是材料选择的重要因素，防腐保温材料应具备较好的耐候性、耐湿性和抗老化性能，以应对不同环境条件下的挑战。同时，材料的环保性能应符合相关标准，避免使用对环境和人体健康有害的成分。

4.2 施工过程中的细节控制

在暖通管道的防腐保温施工过程中细节控制至关重要，直接影响工程质量和系统性能。首先，在施工前对管道进行彻底清洁和表面处理是基础，管道表面必须去除锈蚀、油污和杂质，确保防腐材料能够均匀附着形成有效的保护层。施工过程中，应严格按照技术规范和施工方案进行操作，防腐涂层和保温层的厚度、均匀性以及涂布方式都需符合设计要求。每一层材料的施工应确保充分干燥后再进行下一层的施工，以避免因涂层不干燥或不均匀导致的防护效果降低。在防腐涂层施工时，应特别注意接缝、焊接点和管道接口的处理。这些区域往往是腐蚀的薄弱点应加强防腐处理，确保覆盖完整、无遗漏。保温施工时，应注意保温材料的拼接和固定，防止出现热桥或材料脱落的问题。此外，应确保施工环境的温湿度符合材料的施工要求，避免极端天气条件对材料性能的影响。在施工过程中，还需定期检查施工质量，并记录施工过程中的关键数据和发现的问题，及时进行调整和修复。最后，应对防腐和保温层进行全面的检查，包括层厚度、附着力以及表面完整性等，确保所有施工细节符合质量标准和设计要求。通过细致的控制和管理，可以有效提高防腐保温效果，确保暖通管道系统的长期稳定运行。

4.3 施工后的维护与保养

施工后的维护与保养对确保暖通管道防腐保温系统的长期有效性至关重要。首先，应建立定期检查制度，定期巡检防腐层和保温层，关注其完整性、附着情况以及是否有裂纹或剥离现象，及时发现并修复潜在问题防止进一步恶化。其次，应监控管道周围环境，确保防腐保温层免受化学品泄漏、物理冲击或极端天气的影响。在高温、高湿或腐蚀性环境中应采取额外保护措施，以延长材料的使用寿命。此外，定期清洁管道表面去除灰尘和污垢，防止对防腐层和保温层的损害。特别是在防腐涂层表面，保持清洁可以避免腐蚀源的积累。当发现防腐保温层出现问题时，需按照原施工标准进行及时修复，包括材料选择和施工工艺，确保修复效果与原系统一致，并对修复区域进行详细检查，保证其防护性能和稳定性。

5 结语

暖通管道的防腐保温技术对于提升系统的运行稳定性和延长使用寿命至关重要。通过对防腐覆层的添加、管道敷设技术的应用、施工准备和管理的严格控制，以及细节的精细把控，可以有效确保系统在各种环境条件下的性能和安全。材料选择、施工细节及后期维护与保养都是影响整体效果的关键因素。只有综合考虑这些因素，并在实施过程中严格把控，才能实现高效、可靠的防腐保温效果。随着技术的不断进步和施工经验的积累，未来的防腐保温技术将在提升工程质量和系统稳定性方面发挥更大作用。

[参考文献]

[1]刘毅.暖通工程施工及管道防腐保温技术探讨[J].城市建筑空间,2022,29(2):454-455.
[2]李杰.暖通工程施工过程中管道防腐保温技术的有效运用[J].建材发展导向,2023,21(20):136-138.
[3]刘景然.浅析暖通工程施工及管道防腐保温技术[J].城市建设理论研究(电子版),2020(11):44.

作者简介：田东兴（1992.5—），男，汉族，毕业学校：河北工程大学科信学院，现工作单位：新中远工程设计有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

医院新风系统在提高室内空气质量中的应用研究

邸烁阳
河北医科大学第二医院，河北 石家庄 050000

[摘要]随着医疗服务需求的增长及医疗技术的进步，医院对室内空气质量的要求变得愈加严格，医院内部常存在各种潜在的空气污染源，包括感染病菌、挥发性有机化合物（VOCs）和颗粒物等，这些污染物对患者的康复以及医护人员的健康构成威胁，确保医院空气的清新与洁净成为提升医疗服务质量的关键。新风系统的引入为应对这些空气质量问题提供了有效的技术手段，该系统通过引入新鲜空气并过滤有害物质，能显著降低室内污染物浓度增强空气流通。但是在实际应用中，许多医院的新风系统仍面临设计与配置不足、噪声问题、过滤器维护不当以及净化效率低等挑战，这些问题可能影响系统的整体性能，阻碍其在提升空气质量方面的效果。深入分析新风系统在医院环境中的实际应用效果，识别存在的主要问题并提出改进措施，帮助医院改进室内空气质量，同时为相关技术的发展提供理论支持与实践指导，以实现医院环境的持续优化。

[关键词]医院；新风系统；提高室内空气质量
DOI：10.33142/ec.v7i11.14256 中图分类号：TU831.5 文献标识码：A

Application Research on Hospital Fresh Air System in Improving Indoor Air Quality

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

Abstract: With the increasing demand for medical services and the advancement of medical technology, hospitals have become increasingly strict in their requirements for indoor air quality. There are often various potential sources of air pollution within hospitals, including infectious bacteria, volatile organic compounds (VOCs), and particulate matter, which pose a threat to the recovery of patients and the health of medical staff. Ensuring fresh and clean air in hospitals has become the key to improving the quality of medical services. The introduction of fresh air systems provides an effective technical means to address these air quality issues. By introducing fresh air and filtering harmful substances, the system can significantly reduce indoor pollutant concentrations and enhance air circulation. However, in practical applications, many hospitals' fresh air systems still face challenges such as inadequate design and configuration, noise issues, improper filter maintenance, and low purification efficiency. These problems may affect the overall performance of the system and hinder its effectiveness in improving air quality. Thoroughly analyze the practical application effect of fresh air systems in hospital environments, identify the main problems and propose improvement measures to help hospitals improve indoor air quality. At the same time, provide theoretical support and practical guidance for the development of related technologies to achieve continuous optimization of hospital environments.

Keywords: hospital; fresh air system; improve indoor air quality

引言

在现代医疗机构中，优质的空气不仅直接影响患者的康复进程，还对医护人员的工作效率与健康产生深远影响。作为特殊的公共环境，医院在确保空气流通的同时，需要有效控制空气中的污染物和病原体。新风系统在提升室内空气质量方面发挥着关键作用，通过持续改进和优化新风系统的设计与运行，可以实现对室内空气质量的有效管理，从而为医院提供一个更安全、更舒适的环境。

1 新风系统的基本原理

新风系统的设计是通过引入室外的新鲜空气并排除室内的污浊空气，提升室内空气质量，基本原理涵盖了空气的引入、处理、过滤及排出过程以实现空气的持续更新和优化。空气处理单元的主要功能是将外部空气引入室内，并通过风机输送至各个房间，在引入阶段外部空气经过初步处理，包括初级过滤和必要的加热或冷却使空气适应室内的温湿度条件，初级过滤器用于去除空气中的大颗粒污染物（如灰尘和花粉），从而保护后续的过滤组件。高效过滤器，如 HEPA 过滤器能去除空气中的细小颗粒物和微生物，包括细菌和病毒，达到提升空气的清洁度。有些新风系统还配备了活性炭过滤器，可以去除异味和有害气体，如甲醛和挥发性有机化合物（VOCs）进一步改善空气质量。送风阶段的主要任务是通过风道系统将新鲜空气均匀分布到各个房间，系统通常采用分段风道设计，根据实际需求调整风量和风速确保对不同区域的精确控制。在排风阶段，室内的污浊空气通过排风管道被排出室外，不仅去除二氧化碳及其他污染物，还有效避免了室内外空气的交叉污染。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 医院新风系统在空气质量中的作用分析

2.1 控制室内污染物浓度

室内空气中存在多种污染物，如悬浮颗粒物、挥发性有机化合物（VOCs）、微生物以及气体污染物如二氧化碳和氨气，新风系统通过精确的空气处理和过滤机制，能够有效地降低这些污染物的浓度，从而维护良好的室内空气质量。新风系统的基本工作机制包括引入新鲜的室外空气，这一过程有助于稀释室内的污染空气并将其排出。在外部空气进入室内之前，经过初级过滤器去除大颗粒物质，防止了这些污染物进入医院的内部环境，通过持续的空气交换，室内的污染物浓度得到了有效的降低，避免了污染物在室内环境中的积累。新风系统配备的高效颗粒空气（HEPA）过滤器可以捕捉直径为0.3微米及以上的细小颗粒物，达到99.97%的过滤效率，对于去除空气中的生物污染物，如细菌和病毒极为有效。在医院中，特别是在对空气质量要求极高的区域，如手术室和重症监护室，新风系统通过不断提供新鲜空气并进行高效过滤，有效控制了空气中的微生物负荷减少了感染风险，系统还能根据实时监测数据自动调整新风量，确保在各种使用条件下，室内的污染物浓度始终保持在安全范围内。一些先进的新风系统集成了空气质量传感器，可以实时监控室内污染物的浓度，并依据监测数据动态调整空气处理参数，不仅提升了系统的响应速度和调节精度，还增强了室内空气质量管理的科学性与可靠性。

2.2 提高室内空气流通效果

提高室内空气流通效果是医院新风系统的重要功能，空气流通不仅有助于稀释室内污染物还能保持适宜的温湿度，从而保障患者及医护人员的健康与舒适。新风系统通过精细设计的空气流动机制实现了室内空气的高效流通，系统中的风机组件生成强劲气流，将新鲜空气推送至室内同时排出污染空气[1]。风机的风量和风速可以根据需求进行调节，确保空气流动的均匀性和覆盖范围。在系统设计中，合理布置送风口和回风口能够有效控制空气的流动方向与速度，避免出现局部空气滞留或流通不畅的问题，例如送风口通常设置在房间的上部，而回风口则位于下部，形成空气对流环路，促进空气的上下流动确保整个房间的空气得到有效流通。空气调节设备，如风量调节阀与风速控制器也为优化空气流通效果提供了支持，这些设备能根据不同时间段或使用需求调节空气流量，确保医院各区域的空气流动符合实际要求。集成的空气质量传感器与自动调节模块能够实时监测室内空气质量数据，并根据检测结果自动调整风机的运行状态及空气流量，不仅提高了系统操作的便利性也确保在各种环境条件下，室内空气流通始终保持在最佳状态。

3 新风系统在提高室内空气质量中存在的问题

3.1 设计与配置不足

新风系统在提升室内空气质量时遇到的一个主要问题是设计与配置的不足。在设计阶段，未能充分考虑使用环境的复杂性和特定需求，常导致新风系统的处理能力与实际需求不符。在医院这种对空气洁净度要求极高的环境中，若设计时未细致分析各区域的空气需求，可能会导致关键区域如手术室或重症监护室的空气处理能力不足影响整体空气质量的稳定性。送风口和回风口的布置如果不科学，可能导致空气流动不均，部分区域无法得到有效的空气更换。例如送风口数量不足或位置不当，会使某些区域的空气流动不畅，不能有效稀释和排除污染物，而回风口设置不足则可能使部分区域的空气积滞导致污染物浓度增加。过滤器的规格或类型若与实际需求不符，将直接影响空气质量的改善效果，低效过滤器无法有效去除细小颗粒物或有害气体，无法达到预期的空气净化标准，风机选择不当，如无法提供足够的风量也会导致空气流通效果不佳，难以满足医院对空气流动的要求。缺乏智能调节功能或实时监测设备可能导致系统在应对突发污染或环境变化时反应迟缓，不能及时调整空气处理参数进而影响空气质量的稳定。

3.2 过滤器与维护问题

在新风系统中，过滤器的性能稳定性及其维护问题常常影响系统的整体效能。随着使用时间的增加过滤器会逐渐积聚尘埃和污染物，导致过滤效率逐步降低。积尘过多的过滤器不仅难以有效去除空气中的微小颗粒物和有害气体，还可能成为细菌和霉菌滋生的场所从而影响空气质量，性能衰退的过滤器需要系统增加能耗来维持原有的空气流量，进而提升了运营成本。如果未按照推荐周期更换或清洗过滤器，积尘将阻碍气流导致空气流量减少，从而影响新风系统的整体功能，未能及时维护还可能导致系统内部污染物扩散，进一步恶化室内空气质量。不同类型的过滤器具有不同的过滤效率和适用范围，选择不合适的过滤器可能无法应对特定环境中的空气污染。例如在医院环境中，需要高效去除细菌、病毒及挥发性有机化合物的过滤器，如果选择不当将无法满足严格的空气质量标准。过滤器的设计与安装也可能存在缺陷，如果过滤器的设计未考虑易于维护和更换，实际操作可能会遇到困难，过滤器密封不良或安装不当可能导致空气绕过过滤器影响正常的过滤效果。

3.3 净化效率低

尽管新风系统中的过滤器通常经过严格的检测确保性能符合标准，但整机的净化效果却缺乏统一的检测标准。当前针对整个系统的净化效率没有明确的检测规范，这使在实际应用中难以全面评估系统的综合净化能力。过滤器单独的检测不能完全反映整机在运行过程中对空气质量的实际改善效果。因此，系统整体的净化效率可能受到多种因素的影响，如空气流动设计、风机性能以及过滤器的综合配置，而这些都无法仅通过单一组件的检测来全面了解。

4 提高新风系统在室内空气质量中的改善对策

4.1 系统设计与配置优化

系统设计与配置的优化对提升新风系统在室内空气质量改善中的作用至关重要。在设计阶段应详细考虑实际

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

使用环境的特性和需求，特别是在医院等特殊场所，新风系统的设计必须根据不同区域的功能特点进行精细规划。手术室、病房与公共区域对空气流动的要求各异，需要根据各区域的具体需求配置合适的风机和过滤装置符合不同环境的空气质量标准，设计时应进行全面的空气流动模拟，确保设计方案能有效实现空气交换和净化。配置方面，将送风口设置在房间的上部而回风口布置在下部，有助于形成有效的空气对流，确保房间内空气的均匀流动，管道的布局也应尽量减少弯头和狭窄通道以减小空气流动的阻力和噪声。在选择过滤器时，应根据实际污染物的类型和浓度来确定适宜的过滤器，HEPA 过滤器适合捕捉微小颗粒物和微生物，而活性炭过滤器则有效去除挥发性有机化合物。综合考虑污染物的特性，合理选择和配置过滤器组合，有助于提高系统的净化效率。设计中还应预留充足的空间和设置便捷的入口，方便过滤器的更换和系统的清洁，合理的维护通道可以简化维护操作，确保系统在长期运行中的稳定性。调节与控制方面，引入智能控制系统可以根据实时监测数据动态调整风量和过滤器状态，提高系统对环境变化的适应性。

4.2 噪声控制措施

在新风系统的优化过程中，医院噪声控制措施尤为重要，噪声控制不仅能提升系统使用的舒适度还能减少对患者及工作人员的干扰。现代风机采用了先进的静音技术和改进的叶片设计，减少了运行时产生的风噪和机械噪声。在选择风机时必须考虑到噪声等级，优选那些在运行过程中噪声低且振动小的型号确保系统的安静运行[2]。在管道系统设计中，通过安装隔音材料和吸音衬垫可以显著减小空气流动带来的噪声，优化管道弯头设计减少气流中的不稳定，有助于避免不必要的噪声生成，管道的连接部分应使用柔性连接件降低因振动传递产生的噪声。系统的安装和施工质量也对噪声控制效果产生影响，确保风机和管道的固定装置安装稳固，有助于减少因松动或受力不均导致的噪声，支撑结构应采用抗振材料减轻振动对环境的影响。合理设置风机的转速和空气流量，使其运行在最佳噪声水平范围内，通过使用变频器控制风机速度，根据实际需求动态调整风机转速可以有效降低运行噪声，同时实现能源的优化使用。智能控制系统通过实时监测和数据分析，自动调整风机的运行状态确保噪声水平保持在预定范围内。

4.3 过滤器维护与管理

高效过滤器能够显著改善室内空气质量，但性能会受到多种因素的影响，因此需要系统化的管理与定期维护。随着使用时间的增加，过滤器会逐渐积累灰尘和污染物导致过滤效率下降，按照制造商的建议及实际使用情况，定期检查过滤器状态并及时更换是维持系统最佳运行状态的必要措施。对于可清洗的过滤器，定期清洁可以有效延长其使用寿命，清洁过程中需要选用适当的清洁剂和方法避免对过滤器材质造成损坏或影响过滤性能，清洁后的过滤器必须彻底干燥，防湿气残留导致霉菌滋生。在更换或储存备用过滤器时，应避免暴露于高湿度或污染环境以防性能受损。储存环境应保持干燥、清洁，并避免直接光照和高温对过滤器的影响。操作人员需要掌握过滤器的工作原理、维护要求及操作注意事项，确保在维护过程中采取正确的步骤从而保持系统的稳定运行。

4.4 提升净化效率的方法

选择高效过滤材料是提升净化效率的基础，应用如高效颗粒空气（HEPA）过滤器或活性炭过滤器等先进材料，可以更有效地捕捉微小颗粒和有害气体，这些材料具备优良的过滤精度，能够处理更细微的污染物从而显著提升整体的净化效果。设计时需确保空气在通过过滤器时有足够的接触时间，避免空气流动中的死角和回流区域，确保每部分空气都经过有效的净化处理[3]。选择合适的风机与系统风量需求匹配确保足够的气流通过过滤器，采用变频控制技术能够根据实际需求调整风机转速，从而在不同工作条件下保持最佳净化状态，避免因风量过大或过小影响净化效果。实时监测空气质量及系统运行状态，能够迅速了解污染水平及系统表现，智能控制系统基于监测数据自动调整参数，确保系统在空气质量变化时能够快速响应维持高效的净化功能。定期维护与保养是确保净化效率的另一保障。

5 结语

在医院环境中，新风系统在提升室内空气质量方面扮演着至关重要的角色，直接关系到患者的恢复情况及医护人员的工作效率。本文详细分析了新风系统在控制室内污染物浓度、优化空气流通效果的作用，同时也探讨了系统面临的噪声问题、过滤器维护不足及净化效率低等挑战。通过对系统设计与配置的优化、噪声控制措施的实施、过滤器的科学管理及净化效率的提升，能够显著改善新风系统的整体性能，不仅增强了系统的净化能力还提高了医院环境的舒适性与安静性，同时增强了空气质量管理的效果。优化医院新风系统不仅是技术上的提升，更是提升医疗环境质量的关键。持续的研究与实践将使未来的新风系统在医院环境中发挥更大作用，为患者提供更健康、安全的治疗环境，并为医护人员创造更优质的工作条件。

[参考文献]

[1]王瀛,张超,郭而郭.室内空气质量控制策略初探[J].中国建材科技,2018,27(2):122-126.
[2]仲志成,汪书秋,叶新,等.智能新风系统的设计[J].计算机产品与流通,2019(7):154.
[3]徐海霞,江燕,李景广.一种新风净化系统高效节能调控技术与实践[J].暖通空调,2021,51(10):110-113.

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

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅谈建筑工程主体结构的安全检测及裂缝修复

闫 岩
河北天博建设科技有限公司，河北 保定 071100

[摘要]建筑工程主体结构的稳定性是确保使用功能和维持耐用期限决定性因素。随着时间的流逝和外部因素作用，诸多建筑产生裂痕和各种损坏状况。该文采用剖析建筑工程关键环节的安全性评估手段，涵盖非破坏性检测、损害评估和结构健康监测等，讨论这些方法在裂缝检测和使用情况。此外，针对性地各种损害，文中具体阐述了配套的修补方法和材质挑选。通过对安全性评估和漏洞修补的详尽探讨，目的在于为建筑安全防护方案确立理论支持操作指南，以增强使用期间安全性和耐久性。

[关键词]建筑工程；主体结构；安全检测；裂缝修复；无损检测；结构监测
DOI：10.33142/ec.v7i11.14255 中图分类号：TU755.7 文献标识码：A

Brief Discussion on Safety Inspection and Crack Repair of the Main Structure of Construction Projects

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

Abstract: The stability of the main structure of a construction project is a decisive factor in ensuring functional use and maintaining durability. With the passage of time and external factors, many buildings have developed cracks and various damage conditions. This article adopts safety assessment methods that analyze key aspects of construction engineering, covering non-destructive testing, damage assessment, and structural health monitoring, and discusses the application of these methods in crack detection and usage. In addition, the article specifically elaborates on the corresponding repair methods and material selection for various damages. Through a detailed exploration of security assessment and vulnerability patching, the aim is to establish theoretical support and operational guidelines for building safety protection schemes, in order to enhance safety and durability during use.

Keywords: construction engineering; main structure; security testing; crack repair; non destructive testing; structural monitoring

引言

随着施工技术的持续进步，楼宇的使用寿命逐步延长，然而，在楼宇使用过程中遭受的各类外界影响损害，引起楼宇的结构主体出现破损和裂缝。瑕疵不只干扰外观效果审美层面实用性，更关键的是对工程结构的稳固性导致潜在风险。所以，进行建筑工程结构主体安全评价出，适时辨认和评价裂缝状况，是保障工程结构安全关键所在环节。文本将研究建筑工程主要架构的安全性评估方式及缝隙修复工艺，旨在为提升建筑工程安全水平奉献借鉴。

1 建筑工程主体结构的安全检测

建筑工程主体结构完整性评估是不可或缺的环节，对建筑的结构稳固性与持久性有起到关键性作用。随着时间的推进及环境因素的干扰，结构可能产生裂痕、形变或其他损害，因此，执行全面的安全性评估极为重要。主要任务在于快速识别并进行评估建筑状态，之后进行必要的维护和修复，从而预防潜在安全隐患。普遍使用的测量手段涵盖非破坏性测试技术手段手段、活力功能评估和构造健康状态监测技术等，在本次研究过程中，非破坏性检测方法采用例如超声波、雷达、红外线等技术手段，不会影响结构完整性，从而精确检测混凝土和钢筋的质量[1]。

监控系统能够实时收集建筑物各部位的各种受力状况、位移数据和温度变化相应数据，辅助工程技术人员掌握结构承受的各种负载以及当前状况，迅速辨识异常征兆。动态特性判定则依据分析建筑物结构之震动特征，评估其结构稳固性与可靠性。在损坏鉴定领域，鉴定人员时往往会根据损坏的大小、长度和形态作出分类，推断成因和风险等级，接着施行恰当的修补作业，建筑工程关键部位的安全性评估不仅为常规保养给予了参考，同时对设计改进和强化手段提供了坚实的数据佐证，有利于延长并提高建筑物的耐用期限和增强整体结构的稳固性。采用融合尖端测量手段和严谨评定方式，建筑业能够更加效率更高地管控和保养重要构件，确保公民生命健康和资产安全措施保障。

2 裂缝的分类与识别

建筑内部的损害是结构整体的完整度关键指标，识别它们对精确判断建筑物现在的状况极其关键，裂缝状况可以按照多个分类依据划分，分为两种类型建筑领域内裂缝状况与非建筑领域内裂缝状况两大类型，设计难题时通常涉及建筑本体承重极限和稳定性直接相关。这些裂缝通常源于设计缺陷、材料老化、过度使用、温度波动或基础下沉等原因引起，裂缝的特征一般呈现较为宽广、延伸较长，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

并可能多向扩展，在极端状态甚至导致结构稳定性的破坏，所以务必紧密监控并及时处理[2]。

非结构性裂缝通常不影响建筑物的承载能力，主要是由于温度变化、湿度变化或干缩等因素引起的。这些缝隙一般细小，或许只在表层露出，尽管可能作用于整体稳固性，然而对建筑物状态外观形态使用价值可能导致损害，因此之也不可忽略。执行断裂辨识时，经常需要综合具体状况，运用适当的检测方法及技术进行细致研究。检测人员会运用裂缝检测设备、激光测量仪器等精密仪器，精确测量裂缝的大小和宽度，并记载裂缝外观、所处位置和分布状况，探究裂缝产生的原因同样关键，对裂缝生成的原因进行详尽分析，便能更准确地衡量其对建筑物安全可能构成的威胁。广泛因素包括等诸多方面、温度波动引起的体积变化、施工方式不合理以及设计缺陷等，对裂痕原因的辨认不只能有利于挑选适宜的修补方法，并且可供将来的保养工作给予指引。

执行裂缝排查时，还需顾及周边环境对裂缝扩散状况作用，例如，潮湿气候或许导致裂缝逐渐扩张，而酷热干燥环境则可能导致裂缝缩小和新的裂缝形成。所以，持续观测和记载缝隙的变化情况极其必需，以便及时执行措施实施管理控制。为了增强裂纹辨识精确性，提议融合先进技术方法，比如运用图像辨认技术和人工智能算法。利用分析众多裂缝图像资料训练出，智能辨认执行分类裂缝，这类技术应用将显著提高裂缝检测准确度与效率，导致建筑工程安全保障更为科学化、完善化。裂缝种类的辨识和归类是建筑施工监督的核心环节，精确辨认裂缝的种类及其产生原因，有助于制订恰当的修补与加固计划，保障建筑物的长期稳固性安全性的一贯可靠性[3]。

3 裂缝修复技术

3.1 裂缝修复的原则

缺陷补全是建筑维护领域关键环节，这些准则不但关系到修复效果的持久性，也直接影响建筑的安全与功能使用。执行修缮工作时，要依照“及时性原则”，也就是应当一旦察觉到发现缝隙，便立即对缺陷开展鉴定与修补，目的是防止缝隙不断扩大或加剧恶化。随着时间的流逝，缝隙或许遭受外界因素干扰而扩大，为此引发更为安全风险加剧，因此，及时修复能够显著地降低将来的修补难度和成本。整顿工作务必依据“科学原则”，在拟定修补计划时，需对裂缝进行彻底研究。涵盖裂缝种类、起因、尺寸、程度及其对架构的潜在作用等因素，然后挑选恰当的修补材料和技术，涵盖裂缝种类、起因、尺寸、程度及其对架构的潜在作用等因素，挑选恰当的修补材料和技术，挑选修缮材质需思索其属性，保证其可以与原先结构材质的匹配，并具有充分稳定性及持久性。与此同时，整修计划也应细致思考使用需求、周围环境及潜在承担变动，保证整修完毕后的建筑结构符合长期需求标准。在实施修复时，需遵循“可逆性原则”，这条准则着重指出应对方法的灵活性和调整空间，虽然诸多修补手段是针对性的现状出台，同时需要提前思考将来可能的发展变动和调整以适应未来的需要。所以，挑选修补方案时，应该尽力防止实行过于激进手段，这样使用过程中能够实施必需的改善与完善。

“经济性原则”同样不能忽略，进行修补缝隙时，需考虑修缮费用与结构坚固性、功能完整性相互联系，尽管高效的粘合剂和尖端整理技术或许推动更佳成效，但显著的成本或许不一定适应各类工作。所以，确保安全性能与性能基础上，必须努力挑选经济效益最合适的修补方式，旨在是达到经济性与实用性的均衡。修复过程中的“环保原则”也越来越受到重视，在挑选构筑物资与建造技术范畴，应当起初思索因素项节能减排材质及技术，降低对周围环境的影响，保障维修工程可以在按照持续发展准则执行[4]。比如，使用低溶剂性有机溶剂（挥发性有机化合物）比例的修补材料，可以显著降低施工期间对环境空气质量的负面影响，也减少对工人健康风险。处理不足应遵循的原则包括时效性、适应性、可恢复性、成本效益和环境友好性等多个方面。唯有依照相配套规范的前提下，方能够保证修补成效长期稳定，进而保障结构稳定与效能。相关规定同时也指出了不足之处改进之处明确了理论依据，同时也为实际操作提供了重要参考，导致建筑工程的维护管理工作变得更为严谨、合理性和效率提高。

3.2 常用修复方法

修缮裂缝是建筑本体保养工序重要不可或缺步骤。普遍采纳的修补手段各式各样，目的在于彻底修补各种裂缝及瑕疵。诸多修补技巧根据裂痕特性、尺寸与宽度规范所以呈现不同，多数涵盖填充整理、表层整治、强化修补和特殊材料的应用等，完备填充认为是普遍手段，最初应用于显著的结构性的破损和缺点。这种技术通过采用特定制备的材料（例如水泥浆、环氧树脂灌浆或聚氨酯密封胶等）注入裂缝之中，填充缝隙并恢复至建筑原有的承重标准。灌注前，起初需要对裂缝进行清理和准备，确保其干燥、无杂质，以提高灌注材料粘结性能，该种方式的长处是使用相对简单，适用范围宽广，能够切实堵住裂痕，避免水体渗入和进一步的损害。表层整治适用于表面破损和非结构性的断裂，这类方式经常包括清除裂痕表面，注入合适材料，随后进行平整和涂饰，旨在是为了实现外观干净和维持的效果[5]。

强化坚实就是针对着源于缺陷导致承载力下降的情况，利用增设结构元素来提高全面稳定度。众多的加固手段涵盖钢杆增强、碳素纤维强化和预张力调整等，加固钢材是借助既有建筑内部施加植入钢筋，来增强其承载力；而碳纤维增强则凸显其轻盈性、显著抗拉强度特性，普遍用于加固混凝土构件，具备施工便捷、较小影响等优点。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

提前给予的发挥力作用则借助应用提前给予的力，使建筑体在承载过程中可以更有效地抵抗外部负荷作用，固补强手段经常适用性原则于古建筑或承载巨大压力构造，可以有效地增加建筑物的使用年限，独特物质运用在裂痕修补中也逐渐获得重视。伴着科技进步，众多新式修补物质持续涌入商业领域，如自动修补水泥混合材料商品和纳米尺度材料等。具备自动自我修复性能的这种混凝土在出现裂痕之后时功能自我修复特性特点，显著地提高了建筑物的耐久性；而结合细小粒子从而使实现优化物质的组成结构，增强其抗损耗能力，各类先进物资应用，不但提升了修缮效率，也促进了建筑物资的创新进步。挑选修缮计划时，需综合考虑损坏的具体情形、施工环境及费用与效果[6]。

3.3 修复材料的选择

挑选何种修补材料是建筑物裂缝修缮阶段核心步骤，直接地关乎修补的耐久性和整体结构的稳定性。在挑选修补材料时，需重视损坏区域的特定性质与特点，针对着形态上的裂缝，广泛使用的修补材料包括以水泥为原料的灌注材料和环氧树脂品种，上述材料不仅具备优良的粘结力和抗拉强度，也能够有效地填补裂缝空隙，恢复至至建筑物的承重能力。水泥基灌浆具备出色的显著的杰出的流动性和渗透性，适合于各种裂缝，而环氧树脂材料则凭借其优异的卓越的优秀的粘合性和抗化学腐蚀能力，适用于要求高结构安全性的环境[7]。

针对性的非建筑结构性的裂痕修补，挑选材料则比较较为广泛地选择范畴较广。一般而言采用涵盖有机化合物材料石膏粉末和环氧树脂材料涂抹层等，这种物质由于显著粘接性能和出色的持久性，普遍适用于墙面与地面修缮工作。另外，一种被称为叫做聚氨酯材料的材料得益于防水特性和柔韧性，可以有效减轻由温度变化导致的细微位移。适用应用于防止液体渗入的环境。选择合适的修复材料，不仅有助改善建筑物之外观，同时提升其耐用性，增加使用寿命。除了裂缝类型，修复材料的性能特征也是挑选的重要标准，材料的坚硬程度、伸缩性、防水性能和抗腐蚀能力这些属性必须纳入考量范围。

工作条件也作用于修建物资挑选关键性因素，各种工作场合技术标准或许会制约某些建材使用情况。举例来说，在低温环境中，某种材料的硬化速度会减缓，可能影响建设速度，此刻需选择适合适应性低温环境的快速硬化的材料。同时，建设过程的繁琐性和施工现场施工方便性也需要考虑考虑范围，挑选容易建设的建材有助于降低建设过程中的风险和不确定性，提升劳动效率。新式材质问世为裂痕修补创造了许多潜力，如自我修复材料和纳米级材料等，自我修复材料拥有产生裂缝之后则具备自我恢复功能，可以明显增强材质的使用寿命，特别适合这类常规手段难以补救的部分。纳米颗粒则具有优化微结构，增强混凝土的抗裂性能和持久性，因此给传统修补方法带来了新动力。在挑选材料过程中，成本考量同样也不能忽略不计，尽管优秀胶水经常具备催促优良成效，然而显著开销或许超过资金限定。所以，需在确保保持质量前提下，制定经济层面合理决策，以便实现最高经济效益[8]。

4 结语

总之，建筑工程主要构造的安全性评估和对缺陷的弥补不只是技术挑战，并且也是运维全方位工作。采用技术措施方法检测方法手段和适当修补技术，能够适当增加建筑物之耐用年限，提高其稳定性及坚实度。在未来时期建筑设计与管理的工作中，必须持续强化对检测技术和修缮材料研发，以稳定地提升建筑工程安全性全面水平。

[参考文献]

[1]范九英.浅谈建筑工程主体结构的安全检测及裂缝修复[J].城市建设理论研究(电子版),2024(23):190-192.
[2]魏锴.建筑工程主体结构安全性鉴定检测及裂缝修复[J].安徽建筑,2022,29(9):158-159.
[3]李振宇.探究建筑工程主体结构的质量检测方法及其应用[J].居业,2021(10):156-157.
[4]黄育培.关于如何做好建筑工程主体结构检测分析[J].绿色环保建材,2020(12):144-145.
[5]张洪凯,董油成.建筑工程主体结构质量检测的有效对策[J].中国建筑金属结构,2020(10):92-93.
[6]尹向东.建筑工程主体结构质量检测的有效措施[J].四川建材,2020,46(7):20-21.
[7]刘辉.建筑主体结构工程施工技术探究[J].居舍,2020(15):54.
[8]陈帅.关于建筑工程主体结构质量检测的有效措施探讨[J].现代物业(中旬刊),2019(10):55.

作者简介：闫岩（1990.4—），毕业院校：河北农业大学现代科技学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北天博建设科技有限公司，职务：检测员，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程造价全过程控制中的问题及解决对策

樊存仁
河北省交通规划设计研究院有限公司交建分公司，河北 石家庄 050000

[摘要]在建筑工程造价全过程控制中，面临预算不准确、成本超支和频繁设计变更等问题，这些因素直接影响项目的经济效益和资源配置效率。为应对这些挑战，需加强前期可行性研究，完善预算编制和审查机制，推行动态成本管理，并增强各参与方的沟通与协作。同时，借助信息技术和大数据分析，能够提升决策的科学性，确保造价控制的精确性和时效性。这些措施将有效促进项目管理的整体优化，提升资源使用效率，实现经济效益最大化。
[关键词]建筑工程；造价控制；成本管理；设计变更；信息技术
DOI：10.33142/ec.v7i11.14252 中图分类号：TU723.3 文献标识码：A

Problems and Solutions in the Whole Process Control of Construction Cost

FAN Cunren
Communications Construction Branch of Hebei Provincial Communications Planning, Design and Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In the whole process control of construction project cost, there are problems such as inaccurate budget, cost overruns, and frequent design changes, which directly affect the economic benefits and resource allocation efficiency of the project. To address these challenges, it is necessary to strengthen preliminary feasibility studies, improve budget preparation and review mechanisms, implement dynamic cost management, and enhance communication and collaboration among all parties involved. At the same time, with the help of information technology and big data analysis, the scientificity of decision-making can be improved, ensuring the accuracy and timeliness of cost control. These measures will effectively promote the overall optimization of project management, improve resource utilization efficiency, and achieve maximum economic benefits.
Keywords: construction engineering; cost control; cost management; design changes; information technology

引言

建筑工程作为国民经济的重要组成部分，其造价控制直接关系到项目的经济效益与社会效益。然而，在工程实施过程中，造价全过程控制常常面临诸多挑战，导致成本超支与资源浪费。这不仅影响了投资回报率，还可能引发一系列连锁反应，如工程质量下降、工期延误等。为了实现高效的造价控制，探索有效的解决对策显得尤为重要。通过对现存问题的深入分析和创新管理手段的引入，能够提升工程管理水平，最终实现经济与环境的双重效益。

1 建筑工程造价全过程控制的概述与重要性

1.1 建筑工程造价全过程控制的定义与目标

建筑工程造价全过程控制是指在项目生命周期内，通过有效的管理与技术手段，对工程造价进行系统性的监控与管理。其涵盖了从项目前期的可行性研究、预算编制，到设计阶段、施工过程及竣工后的结算等多个环节。整个过程旨在实现对项目造价的合理控制，确保资源的高效配置，最大程度地提高投资回报率。

这一控制过程的目标不仅仅是降低工程造价，更重要的是在保证工程质量和工期的前提下，实现项目的经济效益。全过程控制强调各个阶段的联动与信息共享，旨在通过全面的视角，减少不必要的成本和资源浪费。通过科学的管理与先进的技术手段，造价控制能够有效应对市场变化与设计调整，确保项目的顺利推进[1]。

1.2 造价控制的重要性与影响因素

建筑工程造价控制的重要性不容忽视。首先，合理的造价控制能够提升项目的竞争力。在日益激烈的市场环境中，项目能否成功往往取决于其经济效益，而有效的造价管理能够帮助企业在竞争中占据优势。此外，造价控制也直接影响到项目的投资决策，合理的预算与成本预估有助于吸引投资者的关注。

影响造价控制的因素多种多样。项目的规模、复杂程度以及市场环境变化都会对造价管理产生重要影响。例如，设计变更是导致成本超支的主要原因之一，频繁的设计修改不仅增加了材料与人工成本，也影响了项目的工期。同时，建筑材料价格波动、施工现场管理不善等问题也会对造价控制造成负面影响。了解影响因素并采取应对策略，对于提升造价控制有效性至关重要。

1.3 实现全过程造价控制的策略与方法

为了实现建筑工程的全过程造价控制，必须采取一系列切实可行的策略。首先需加强前期可行性研究与预算编

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

制，确保预算的准确性与合理性。通过详细的市场调研与成本分析，可以为后续的决策提供科学依据[2]。

其次，推行动态成本管理是提升造价控制效果的重要手段。通过实时监控成本数据与项目进展，及时发现并解决问题，有助于降低风险与损失。此外，各参与方的沟通与协作也应得到重视。通过建立有效的沟通机制，确保信息的及时共享，能够提高决策的效率与准确性。

最后，信息技术的应用同样不可或缺。大数据与人工智能等先进技术可以对造价控制提供强有力的支持。利用数据分析工具，可以对项目进展与成本进行深入分析，为决策提供准确的数据支撑。同时，信息技术的引入还能够提升工程管理的透明度，促进各方的协作与信任，最终实现高效的造价控制。

2 当前造价控制面临的主要问题分析

2.1 预算编制与控制的挑战

在建筑工程中，预算编制是造价控制的基础环节。然而，当前许多项目面临预算不准确的问题，常常导致后续的成本超支。预算编制过程中的不完善往往源于对项目实际情况的缺乏了解，或是在初期阶段未能充分考虑潜在的风险和不确定性。此外，预算的审查机制不足，容易导致不合理的费用预估和不必要的支出。随着市场环境的变化，材料价格的波动和人工成本的上升，预算若未能及时调整，则可能使项目陷入困境，影响整体的经济效益[3]。

设计变更频繁也是造成预算失控的重要原因。由于设计阶段与施工阶段之间缺乏有效的沟通与协调，设计师与施工团队之间的理解差异往往导致在施工过程中出现大量设计变更。这些变更不仅增加了直接成本，还可能影响到工期，进而造成一系列连锁反应。要解决这些问题，需从源头加强预算编制的科学性，建立完善的审查机制，并在设计与施工之间建立有效的沟通渠道，以减少不必要的变更。

2.2 项目管理与施工过程中的成本控制问题

在施工阶段，项目管理的不足往往导致造价控制的失效。施工过程中的资源配置与管理不善，可能造成材料浪费和人力资源的低效利用。特别是在施工现场，缺乏有效的管理手段，工人未能按时高效地完成任务，增加了额外的人工成本。同时，施工过程中对材料的采购与使用缺乏有效监控，容易导致材料的滞留与浪费[4]。

施工单位与承包商之间的协调不畅也是一个常见问题。承包商未能准确掌握施工进度和资金使用情况，可能导致后期的财务压力，甚至影响整个项目的进展。为了改善这一状况，必须强化施工过程中的管理，建立有效的成本监控机制，及时发现并解决潜在问题。

2.3 市场环境与外部因素对造价控制的影响

建筑工程的造价控制不仅受到内部管理的影响，也受到外部市场环境的多重挑战。首先，建筑材料价格的波动直接影响工程预算与造价控制。由于市场供需关系变化，材料价格可能剧烈波动，导致预算的失控。这种波动不仅影响到项目的直接成本，也对项目的整体利润产生重大影响。因此需对市场动态进行定期分析，及时调整采购策略，以降低材料成本。

政策法规的变化也可能对造价控制造成影响。政府对建筑行业的监管政策、环保法规等，可能导致工程的额外成本，如需要进行环境评估或满足新法规的要求。这种情况下，项目需要在前期进行全面的政策分析，以规避因政策变动带来的不必要开支。

3 预算编制与审查机制的优化策略

3.1 完善预算编制流程

优化预算编制的首要步骤是完善其流程。这包括在项目启动前进行全面的可行性研究，确保对项目的各项要素有深入的了解。在预算编制阶段，应邀请各专业人员共同参与，如设计师、施工管理人员及财务专家，以形成多角度的意见和建议。此外，运用历史数据和市场调研结果来支持预算编制，可以提高预算的准确性和合理性。通过系统化的预算编制流程，能够在项目初期便有效识别潜在风险，并制定相应的应对措施，降低后续成本超支的可能性。

3.2 建立健全审查机制

建立健全的预算审查机制对于控制工程造价至关重要。应设立专门的预算审查小组，定期对项目预算进行审核，确保预算符合行业标准和市场规律。在审查过程中，需重点关注预算的合理性、准确性和可执行性。同时，审查机制应当包括对预算执行情况的跟踪与反馈，以便及时发现并纠正预算偏差。此外，利用信息技术手段如预算管理软件，可以实现对预算的动态监控，提高审查效率，确保预算审查工作的透明性与公正性。

3.3 推动动态预算管理

实施动态预算管理是提升预算控制有效性的关键措施。动态预算管理强调在项目实施过程中，根据实际情况随时调整预算，确保其与项目进展相符。为实现动态管理，需要建立实时的数据监测系统，对项目进度、成本消耗及市场变化进行及时分析。通过数据的动态更新，能够快速响应潜在的风险和变化，调整预算策略，确保项目在预算范围内顺利推进。此外，定期召开预算调整会议，汇集各方意见，确保各参与方在预算调整中的协作与共识，有助于提升整体管理水平和项目成功率。

4 动态成本管理在工程中的应用

4.1 动态成本管理的概念与重要性

动态成本管理是一种实时监控与调整成本的管理方法，旨在应对建筑工程过程中可能出现的各类变化。这一管理方法强调在项目实施的不同阶段，根据实际进展、市场条件和其他影响因素，灵活调整预算和成本控制策略。与传统的静态成本管理相比，动态成本管理更具适应性，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

能够有效应对市场波动和项目变更带来的挑战。通过及时的调整和优化，动态成本管理不仅能提高项目的资金使用效率，还能降低因预算不准确而导致的风险，从而保障项目的顺利推进与经济效益的实现。

4.2 动态成本管理的实施步骤

在实际应用中，动态成本管理的实施通常包括几个关键步骤。首先，项目团队需要建立实时监控系统，对项目进展、资金使用情况和市场动态进行全面跟踪。利用信息技术和数据分析工具，可以实现对成本数据的实时更新和可视化展示，为管理层提供准确的决策依据。其次，定期召开项目管理会议，评估项目的成本表现，讨论潜在的风险和调整措施。这一过程不仅能够提升团队的沟通效率，还能确保所有参与方对项目进展和成本管理策略的共识。

最后，依据监控和评估结果，适时调整预算和成本策略。这一过程要求项目管理团队具备灵活应变的能力，能够迅速识别问题并采取措施，例如优化资源配置、重新谈判材料采购价格或调整施工计划。通过这样的动态调整，项目团队可以更好地应对不确定性，从而降低风险、节约成本，确保项目在预算范围内顺利完成。

4.3 动态成本管理的应用案例与成效

许多成功的建筑项目都证明了动态成本管理的重要性。例如，在某大型基础设施建设项目中，项目团队利用动态成本管理工具，实时监控材料价格波动，并据此及时调整采购计划。通过这种方式，项目在材料成本上节约了15%以上，从而显著提高了整体预算的使用效率。此外，项目管理团队还通过对施工进度的动态监控，及时调整了人力资源的配置，避免了由于人员不足或过剩而导致的额外成本。

动态成本管理不仅提升了成本控制的精确度，也增强了项目的应变能力，使得项目能够在变化的市场环境中保持竞争力。通过积极应用这一管理方法，企业不仅能够提高项目的经济效益，还能为未来的项目管理积累宝贵的经验，为行业的发展提供示范。

5 信息技术在造价控制中的创新作用

5.1 信息技术在数据采集与分析中的应用

信息技术在造价控制中首先体现在数据采集与分析的高效性。传统的造价控制往往依赖于人工数据记录和计算，这不仅容易出错，还使得数据更新滞后，影响决策的及时性。通过引入信息技术，项目管理团队可以使用传感器、物联网设备等技术实时收集施工现场的各种数据，如材料使用情况、人员工时和设备运行状态等。将这些数据集中到云平台上，可以实现对信息的快速处理与分析。数据分析工具如大数据分析和人工智能可以帮助识别出成本构成中的关键因素，发现潜在的节约空间，为管理层提供基于数据的决策支持。

5.2 信息技术在成本监控与预警系统中的作用

信息技术的进步使得成本监控与预警系统得以建立，进一步提升了造价控制的能力。通过集成项目管理软件，团队能够实时监控项目的进展情况和费用支出，及时识别出预算偏差。当实际支出超过预设阈值时，系统会自动发出警报，提醒管理层采取相应措施。这种主动监控机制不仅提高了反应速度，还能有效降低因信息滞后而导致的成本超支风险。此外，预警系统还可以根据历史数据和趋势预测潜在风险，帮助项目管理团队提前制定应对策略，从而确保项目按预算顺利推进[5]。

5.3 信息技术对协作与沟通的促进

信息技术在造价控制中的另一个重要作用是促进各方之间的协作与沟通。通过使用云计算、项目管理软件和协作平台，各参与方可以实时共享项目数据与进展，确保信息透明。设计师、施工人员和财务团队能够在同一平台上协同工作，随时更新和访问最新的成本信息，减少因信息不对称造成的误解与错误决策。此外，这种协作方式还能够加强团队之间的信任与合作，提升整体项目管理的效率和效果。通过信息技术的支持，项目团队能够更快地响应变化，优化资源配置，从而更有效地控制工程造价。

6 结语

信息技术在建筑工程造价控制中发挥了创新作用，通过高效的数据采集与分析、实时的成本监控与预警系统，以及各方之间的协作与沟通，显著提升了项目管理的精准性与灵活性。这些技术手段不仅降低了成本超支的风险，还促进了资源的优化配置，从而为项目的顺利完成提供了坚实保障。未来，持续推动信息技术的应用将为建筑行业带来更大的变革与发展潜力。

[参考文献]

[1]靳雪强.建筑工程造价全过程控制中存在的问题及对策探究[J].居业,2017(10):153-155.
[2]魏艳青.建筑工程造价全过程控制中存在的问题及解决措施[J].农业科技与信息,2018(12):126-128.
[3]陈伟利.建筑工程造价全过程控制中的问题及解决对策[J].住宅与房地产,2021(6):45-46.
[4]龙夏林.建筑工程造价全过程控制现存问题及解决对策[J].房地产世界,2023(21):100-102.
[5]张志晖.建筑工程造价全过程控制中的问题及解决对策[J].城市建设理论研究(电子版),2023(34):55-57.

作者简介：樊存仁（1991.6—），男，汉族，毕业学校：石家庄铁道大学四方学院，现工作单位：河北省交通规划设计研究院有限公司交建分公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

谈建筑机电工程安装施工管理中的问题及措施

王 通
雄安雄商置业有限公司，河北 保定 071000

[摘要]建筑机电工程安装施工管理面临诸多挑战，如设计变更频繁、材料供应不及时、施工人员技术水平参差不齐等。这些问题不仅影响工程进度和质量，还可能导致资源浪费。为有效应对这些挑战，需加强项目管理，优化施工流程，提升技术培训力度，并加强与供应商的沟通与协调。此外，实施严格的质量控制和安全管理措施，将有助于确保工程的顺利进行和最终交付。通过科学管理与创新手段，能够有效提升建筑机电工程的施工效率和整体质量。
[关键词]建筑机电工程；施工管理；问题与措施；质量控制；资源优化
DOI：10.33142/ec.v7i11.14245 中图分类号：TU85 文献标识码：A

Discussion on Problems and Measures in Construction Management of Building Mechanical and Electrical Engineering Installation

WANG Tong
Xiong'an Xiongshang Real Estate Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract: The installation and construction management of building electromechanical engineering faces many challenges, such as frequent design changes, untimely material supply, and uneven technical levels of construction personnel. These issues not only affect the progress and quality of the project, but may also lead to wastage of resources. In order to effectively address these challenges, it is necessary to strengthen project management, optimize construction processes, enhance technical training, and strengthen communication and coordination with suppliers. In addition, implementing strict quality control and safety management measures will help ensure the smooth progress and final delivery of the project. Through scientific management and innovative methods, the construction efficiency and overall quality of building electromechanical engineering can be effectively improved.
Keywords: building mechanical and electrical engineering; construction management; problems and measures; quality control; resource optimization

引言

在现代建筑工程中，机电安装施工的复杂性日益增加，直接影响着工程的整体质量和效率。随着科技的进步和建筑规模的扩大，机电工程不仅要求高水平的技术支持，还需要高效的管理体系。然而，频繁的设计变更、材料供应不足以及技术人员水平参差不齐等问题，给施工管理带来了巨大的挑战。这些问题若不及时解决，势必会延误工期，增加成本，甚至影响安全。因此，探讨建筑机电工程安装施工管理中的关键问题及应对措施，显得尤为重要。通过针对性措施的实施，能够有效提升施工管理水平，实现项目的顺利推进[1]。

1 建筑机电工程安装施工管理的现状与挑战

1.1 当前建筑机电工程安装施工管理的现状

建筑机电工程的安装施工管理在近年来经历了快速发展，随着技术的不断进步，施工设备的智能化和自动化程度显著提高。然而，尽管有技术支持，实际操作中仍存在诸多管理难题。首先，项目管理的复杂性增加，涉及多个专业团队的协调与合作，使得信息沟通和协同作业面临挑战。各专业之间在设计、施工、验收等环节的衔接不够紧密，往往导致工程进度延误和资源浪费。其次，由于市场竞争激烈，许多承包商为了降低成本而忽视了施工管理的规范性，导致工程质量参差不齐，影响了最终的施工效果。因此，当前的施工管理现状亟须改善，以确保项目的顺利推进[2]。

1.2 主要挑战分析

在建筑机电工程的安装施工中，设计变更是一个常见且重要的挑战。由于市场需求变化、技术进步或客户需求调整，设计变更不可避免。然而，设计变更不仅影响施工进度，还可能导致成本增加和资源浪费。在实际操作中，缺乏及时有效的沟通和信息传递，导致施工队伍对变更内容理解不够清晰，从而增加了返工的风险。此外，材料供应的延迟也是一个不可忽视的问题。建筑项目往往需要大量的机电材料，然而，供应链的不稳定性可能导致材料短缺，从而影响工程进度。因此，完善材料采购和供应链管理，对于提高施工效率至关重要。

1.3 管理提升与应对策略

为了有效应对上述挑战，建筑机电工程的施工管理需采取一系列提升措施。首先，加强项目管理团队的能力建设，通过培训与实践提升技术人员的专业素养与综合管理能力。此外，建立高效的信息沟通机制，确保各专业团队之间的信息畅通与共享，减少因信息不对称造成的误解和

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

失误。同时，推进施工流程的标准化，明确各个环节的责任与要求，确保工程各个阶段的顺利衔接。针对材料供应问题，企业应建立长期稳定的供应关系，并在供应链管理中引入信息化手段，实时监控材料采购和物流状态。通过这些管理提升措施，可以有效提高建筑机电工程的施工管理水平，确保项目的高效、优质完成[3]。

2 设计变更对施工进度与质量的影响

2.1 设计变更的普遍性及其原因

设计变更在建筑机电工程中是一种普遍现象，主要由多种因素引起。首先，市场需求的变化常常迫使项目团队对原有设计进行调整，以满足客户的新要求或市场趋势。例如，随着技术的更新换代，客户可能希望引入更先进的设备或系统，这就需要对已有设计进行修改。此外，施工现场的实际情况也可能导致设计变更。在施工过程中，现场条件可能与设计初期的设想存在差异，如土壤质量、空间限制等，这些都可能要求对设计进行重新评估和调整。最后，设计阶段的错误或遗漏也是设计变更的一个重要原因，项目团队在初期设计中可能未能充分考虑所有因素，导致在施工过程中不得不进行修改。这些因素的叠加使得设计变更成为建筑机电工程中不可避免的一部分。

2.2 设计变更对施工进度的影响

设计变更对施工进度的影响是显著而直接的。一旦发生设计变更，项目管理团队必须重新评估施工计划，可能需要调整工期安排。这不仅包括重新制定施工流程，还可能导致资源的重新配置，影响其他工序的衔接。尤其是在大型项目中，各个环节之间的相互依赖性很强，一处变更可能引发连锁反应，导致整体进度的延误。此外，施工队伍需要花费额外的时间来理解和实施新的设计方案，这增加了工人的负担，降低了施工效率。因此，频繁的设计变更不仅增加了项目的管理难度，也对工期造成了直接的冲击，往往会导致工期的延长，进而影响到项目的总体交付时间[4]。

2.3 设计变更对施工质量的影响

设计变更不仅影响施工进度，也对工程质量产生深远影响。首先，频繁的设计调整可能导致施工团队在理解新设计时出现误解或操作不当，增加了施工过程中的错误率。这些错误不仅会影响工程的整体质量，还可能在后期使用中造成安全隐患。此外，设计变更往往需要更多的现场适应性工作，例如重新安装设备或管线，这可能导致施工质量的下降。若没有足够的时间和资源进行充分的验证与调整，最终交付的工程质量可能难以达到预期标准。因此，合理的设计变更管理显得尤为重要，必须通过科学的流程控制和质量检测手段，确保在调整过程中不影响工程的整体质量，以避免对后续使用造成不利影响[5]。

3 材料供应链管理中的常见问题与对策

3.1 材料供应链管理中的常见问题

在建筑机电工程中，材料供应链管理面临多重挑战。首先，材料供应的时效性是一个关键问题。由于市场需求波动、运输延误或供应商能力不足，项目所需材料可能无法按时到达施工现场，导致施工进度受到影响。特别是在大型项目中，材料的及时供应直接关系到整体工期的控制。此外，材料质量的不稳定也是一个普遍问题。不同供应商提供的材料可能存在质量差异，若未能进行严格的质量把控，可能导致工程质量不达标，甚至造成安全隐患。再者，信息传递不畅也是影响材料供应链效率的重要因素。项目管理者与供应商之间的信息沟通不足，可能导致对材料需求的误解或预估不准确，从而引发采购失误，进一步影响施工进度和成本控制。

3.2 材料供应链管理中的对策

针对材料供应链管理中存在的问题，需要采取一系列有效对策。首先，建立稳固的供应关系至关重要。与多家可靠的供应商建立长期合作关系，可以在材料需求增加或出现供应延迟时，确保有备用来源，降低因单一供应商带来的风险。此外，优化采购流程也是提升材料供应效率的重要手段。可以通过信息化管理系统，实时监控材料的库存状态和供应进度，确保施工团队能够提前规划和调整，避免因材料短缺导致的施工延误。同时，实施严格的质量控制措施是确保材料品质的关键。在材料到场前，建立标准化的验收流程，确保所采购的材料符合项目要求，从源头上杜绝质量问题的发生。

3.3 提升材料供应链管理效率的策略

为提升材料供应链管理的整体效率，还需关注信息共享与沟通机制的建立。构建一个高效的信息沟通平台，可以使项目管理团队与供应商之间保持及时、透明的信息交流，确保双方对材料需求、供应情况及变更信息有清晰的了解。这种透明度不仅能减少误解，还能在出现问题时，迅速采取有效的应对措施。此外，培训与提升团队成员的专业能力也不可忽视。通过对项目管理人员和技术人员的培训，提高他们对材料供应链管理的认知与技能，能够有效提升整体管理水平。同时，鼓励团队采用先进的供应链管理工具和软件，通过数据分析与预测，提高材料需求的准确性和供应的及时性，最终实现项目管理的高效化和工程质量的提升。

4 技术人员培训与能力提升的必要性

4.1 技术人员培训的现状与挑战

在建筑机电工程的施工管理中，技术人员的专业素养和能力水平直接影响工程的进度和质量。然而，目前许多企业在技术人员培训方面仍存在不足，导致技术队伍整体水平参差不齐。一方面，部分技术人员缺乏系统的培训机会，尤其是在新技术、新设备的应用上，无法及时跟上行业发展的步伐。另一方面，培训内容往往偏重于理论，缺少实操环节，使得技术人员在实际操作中无法灵活运用所学知识。此外，随着建筑行业的迅速发展，新的机电技术

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

不断涌现，原有的培训模式和课程内容难以满足现阶段的实际需求。这种现状不仅限制了技术人员的职业发展，也影响了项目的整体效率和质量。

4.2 提升技术人员能力的重要性

提升技术人员的能力对建筑机电工程的成功至关重要。首先，熟练的技术人员能够有效提高施工效率，缩短项目周期。在项目实施过程中，技术人员需要对各种复杂的机电系统进行设计、安装和调试，只有具备扎实的专业知识和技能，才能确保各环节的顺利进行。此外，技术人员的专业能力直接关系到工程的质量控制。高水平的技术团队能够在施工过程中识别并解决潜在问题，减少因操作失误或技术不当造成的质量隐患，确保最终交付的工程符合标准和客户的要求。同时，技术人员的能力提升还能够增强团队的凝聚力和协作能力，促进项目管理的顺畅进行，为企业的可持续发展奠定基础。

4.3 培训与能力提升的有效策略

为提高技术人员的能力，企业应采取多元化的培训策略。首先，制定系统化的培训计划，涵盖基础知识、专业技能以及新技术的应用，使培训内容更加全面和切合实际。其次，结合理论与实践，通过现场实操和模拟训练，提高技术人员的动手能力和解决实际问题的能力。同时，鼓励技术人员参加行业内的专业交流与学习，了解最新的技术发展动态和行业标准。此外，企业还可以引入外部专家或培训机构，提供更专业、更具针对性的培训内容，帮助技术人员快速提升专业水平。通过这些有效的策略，不仅可以提高技术人员的专业能力，还能为企业在激烈的市场竞争中提供强有力的技术支持，推动整体项目管理水平的提升。

5 质量控制与安全管理在施工中的关键作用

5.1 质量控制的重要性

在建筑机电工程施工中，质量控制是确保工程质量的重要环节。有效的质量控制可以通过系统的方法和标准，确保所有施工活动和材料符合预定的设计规范和质量要求。首先，质量控制有助于及时发现和解决施工过程中出现的问题，避免因小失误导致的大范围返工。通过制定详细的质量检查流程和验收标准，施工团队能够在每个环节进行有效监督，从而提高整体工程的可靠性。此外，高质量的工程不仅能够提高客户满意度，还能增强企业的信誉，减少后期维护和修复的成本。因此，质量控制不仅是施工管理的重要组成部分，更是企业长期发展的基石。

5.2 安全管理的必要性

施工现场的安全管理是保障人员安全和工程顺利进行的关键因素。在建筑机电工程中，施工现场通常涉及高空作业、电气设备和重型机械等多种危险因素，若未能实施有效的安全管理，可能导致严重的安全事故。通过制定详细的安全管理规范和应急预案，可以大大降低事故发生的概率。同时，定期进行安全培训，提高施工人员的安全意识和应对突发事件的能力，是确保施工现场安全的重要措施。此外，企业还应建立安全检查机制，定期评估和改进安全管理措施，以确保施工现场始终处于安全可控的状态。

5.3 质量与安全管理的协同作用

质量控制与安全管理在施工中是相辅相成的，二者的有效结合能够显著提升工程的整体水平。首先，高质量的施工过程往往意味着更少的安全隐患。例如，合格的材料和规范的施工工艺可以减少因材料故障或施工缺陷引起的安全事故。同时，强化安全管理也有助于提高工程质量。安全管理的严格执行可以确保工人遵循标准操作程序，从而减少因人为错误导致的质量问题。因此，施工单位应将质量控制与安全管理整合为一体，形成相互促进的管理体系，通过系统化的管理手段，确保在保证工程质量的同时，最大限度地保障施工安全。

6 结语

在建筑机电工程施工中，质量控制与安全管理是确保项目成功的双重保障。有效的质量控制不仅提高工程的可靠性，降低后期维护成本，还能增强客户满意度。而安全管理则保障了施工人员的生命安全，降低事故风险。二者的有机结合，形成了高效的管理体系，促进了工程的顺利进行。通过持续的培训与管理优化，企业能够在激烈的市场竞争中立于不败之地，实现可持续发展。

[参考文献]

[1]汪峰.建筑机电工程中的安装施工管理措施探讨[J].建材与装饰,2018(7):182.
[2]关清占.建筑机电工程安装施工管理中的问题及对策[J].建材与装饰,2018(33):226.
[3]陈强.建筑机电工程中的安装施工管理措施探讨[J].现代物业(中旬刊),2018(12):229.
[4]谢沛衡.建筑机电安装工程施工管理存在的问题及应对措施分析[J].住宅与房地产,2019(15):127.
[5]乔盼盼.建筑机电工程安装施工管理中的问题及措施[J].大众标准化,2023(16):87-89.

作者简介：王通（1989.4—），男，汉族，毕业学校：燕山大学，现工作单位：雄安雄商置业有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

探讨房屋建筑施工监理的常见问题及对策

丁龙峰
江西江南工程管理咨询有限公司，江西 赣州 341000

[摘要]随着我国城市化进程不断加快，住宅项目施工环节管理在保证建设质量、确保建设安全标准、控制建设经费多个领域扮演着日益关键角色的角色。然而，在现实项目执行环节，时常出现诸多难题，如管理人员专业能力欠缺、管理机制不完善、信息交流不顺畅等，众多困惑不止干扰了项目总体品质与速度，还或许造成安全风险。文章针对着建筑工程管理典型问题的彻底分析，以实际案例为依据，研究解决方案和改善措施，目的是为提高监理工作的效率与质量给出参考意见。
[关键词]房屋建筑；施工监理；常见问题；对策；工程质量
DOI：10.33142/ec.v7i11.14253 中图分类号：TU712.3 文献标识码：A

Discussion on Common Problems and Countermeasures of Construction Supervision in Building Construction

DING Longfeng
Jiangxi Jiangnan Engineering Management Consulting Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: With the continuous acceleration of urbanization in China, the management of residential project construction plays an increasingly critical role in ensuring construction quality, ensuring construction safety standards, and controlling construction funds in multiple fields. However, in the actual project execution process, there are often many difficulties, such as the lack of professional ability of management personnel, imperfect management mechanisms, and poor information exchange. Many confusions not only interfere with the overall quality and speed of the project, but may also cause security risks. The article provides a thorough analysis of typical problems in construction project management, based on practical cases, to study solutions and improvement measures, with the aim of providing reference opinions for improving the efficiency and quality of supervision work.
Keywords: building construction; construction supervision; common problems; countermeasures; construction quality

引言

在现代建筑领域中，工程监管工作肩负保障施工质量安全主要任务，发挥极其关键的作用。随着建筑行业迅猛发展，工程项目监管遭遇考验也逐渐上升，恰当的项目管控不但能够保证建造顺畅进行，并且能够减少建设过程中风险性，提升资源使用效率。然而，在现实环境，受到诸多制约，工程项目监管时常常遇到诸多需要关注挑战，引起工程品质降低和资源耗费。因此，研究建筑工程施工时期管理阶段典型问题和处理策略，显得明显实际意义。

1 房屋建筑施工监理的概述

房屋建筑施工阶段控制是建筑工程中保障品质、安保与效率的核心环节，施工监管的核心职责包括对工地的全方位管理和监督，保障施工人员严格遵循设计方案、施工标准法律法规，进而确保工程安全性及符合使用需求。房屋建筑施工管理的核心职责体现在三个方面：质量控制，监管机构必须按照施工标准、设计文件及合同规定对工程质量进行审核和监管，保证工程达到设定的质量要求；进度监控。负责人必须对项目进度执行持续监控，改善工作流程转换，确保项目按期完成；成本管控，管理者依据仔细审核施工方案和预算编制，防止材料损耗、工期的拖延等不利状况，确保项目成本控制在预设界限内[1]。

房屋建筑项目建造管控的核心工作主要涵盖设计方案审查、施工计划批准、工地检验、隐藏工程确认以及最后工程验收等环节，各个阶段必须监管由专职人员认真审查并执行监控，保证整个建设流程每个细节顺应规划要求和标准条款。然而，在现实场合，工程管控的效果常常受制于诸多制约因素影响因素限制，举例来说，监管团队人员专业能力工作背景将直接决定监管成效而若监管机制存在缺陷，可能导致责任界定不明确最终可能引起建设项目的质量问题。所以，要保障任务管控在施工期间任务实现执行，应该提升项目团队构建、改善管理机制和各个步骤展开全面强化，进而保证项目按质量要求完成度。这种程序同时有利于确保稳定性，又增强项目管理的效率，促进建筑业持续发展。

2 房屋建筑施工监理的常见问题

房屋建筑监管在执行期间遭遇诸多普遍问题，此类难题关联到建设质量、施工安全与施工效率，迫切需要重视。在一些项目里，管理人员或许没有完全拥有必需的专业技能和不足现场操控经验，导致施工期间无法精确识别和处理潜在的质量瑕疵与安全隐患，这彻底影响了监管的效能，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

甚至可能在后续的施工阶段引发安全问题。在施工期间，管理人员需要与施工团队展开紧密的合作，然而信息交流受限制沟通不畅，时常引起监管工作的执行和工程进度不一致，干扰工程顺畅进行。另外，监管机构在日常工作过程中或许会遇到施工队伍参与，使得监理人员履行职责之际独立性受到限制，可能会出现情况出现“监理形同虚设”的现象[2]。

在有的区域和计划中，监理体系或许不完备、责任界定不够清晰等情况，这导致监理事务缺少必需的准则与引导，导致监理人员在实施过程中缺乏有效依据。与此同时，监管权力的评价体系依然存在有短板尚且不完善，使得监管者们在其职责所及之地积极性不足，未能最大化利用责任执行的发挥，工地管理现场和安全意识不足也在工程监管过程中普遍现象。鉴于某些建筑行业企业对安全管理的关注不够重视，频繁忽略了安全隐患的排查审查过程整改措施，提升了施工现场危险性。这种现象出现后，使得建筑工程施工及监理面临诸多挑战，亟须实施提高职业技能水平、完善体系和改善沟通流程等措施，来提高监理工作质量和效率，从而确保工程建设顺利进行和质量管控。

3 房屋建筑施工监理问题的对策

3.1 提升监理人员专业素养

提升监管团队成员的专业技能是确保房屋建筑施工质量和核心技术防护措施重要手段之一。在现今建筑业迅速发展环境下，监管部门人员不但需要具备扎实的专业理论基础，同时也应拥有优秀的实践技能和锐利的洞察力。所以，全面锻炼与不断培养变得极其关键，管理组织需要时常举办专项训练，包括包含建筑施工关联法律条文、建造技术、建材应用、品质监管和安全监督诸多领域。通过对新标准、新技术的学习，提高监管人员对现代建筑施工流程的认知，增强其适应复杂施工条件下的应变能力，管理当局应激励年轻管理员工伴随资深监管工程专家职员实施实地查看及培训，于工地提高和强化年轻人们的技术能力。利用包含不同种类的实例，监管人员能够更直接了解施工期间可能问题，提升其独立剖析及解决问题的能力水平。在那个阶段，建立经验交流平台，让管理团队在工作过程中互相借鉴、交流心得，推动专业技能的整体提高[3]。

杰出的交流技巧和组织才能是监管职责高效执行的决定性要素。监管人员需要须要高效地与施工队伍、项目所有者和设计机构沟通合作，保障信息准确传扬和及时反馈。针对于这个问题，监管机构能够举办交流技能和团队协作的培训课程，增强执法人员交际技能和团队合作能力，让执法人员在各种不同利益相关方自信地处理。监管部门的工作人员需要培养持续进取的思想持续完善个人的知识结构，伴着建筑业技艺的持续改进和政策法规的频繁更迭和政策频繁调整，监理团队需要紧随时代发展，利用参与业界会议和专业研讨会这些方式，获得最新行业信息技术走向，用来在操作实践中恰当应用。总结起来，提升管理团队人员专业能力不只个人能力提升需要，也还是保障建筑工程施工顺利进行和达成工程质量目标关键所在。

3.2 完善监理制度

健全监管体系是保障房屋建筑质量与安全规范关键，也提升工程监理效能关键举措，清晰规定管理工作的责任范围和权限是健全管理体制基础。在项目启动期间，参与各方责任必须明确分工，监管机构应当制订具体的监管规则，涵盖监管人员的职责界定、操作流程、信息传递体系等，进而构建完善的监管体系。规定的明晰有利于监理任务于过程中的关键角色，令监理团队得以于建设阶段执行职责的有效执行，确保建设质量达到要求。优化监管体系依然需要强化对监理环节监管与评价，管理组织应建立专门负责担负监管职责，对监理团队职责履行开展定期审核，以保障监理职能的成效与公正原则。借助建立评估体系，监管人员工作效能、问题解决技巧、团队配合与交流技巧等都应该纳入考核标准，从而促进监理人员的技术水平提升和职业道德修养。在此过程中，管理当局应设立公告制度，保障建设期间监理报告、检测数据和问题整改情况相关资讯的公开发布，欢迎各界普遍审视和反馈意见，推进监理工作标准化[4]。

管理体制需要重视与相适应法律条文协调一致性，管理组织需不断地关注各个行政单位建设标准，持续优化监管体系，保证监管工作顺应最新政策规定和行业规范。构建法律体系的掌握与教学框架，使监理团队对法律文本有深入理解，进而有效地履行监理任务，优化监管体系需要重视技术方法在监管过程运用。伴随科技进步发展，监管机构能够利用高新技术管理应用程序，提高监管效能和精准度与精准度，利用实施电子监管平台，完成即时监管和信息回馈。

3.3 加强信息沟通与协调

监管机构应完善信息交流系统，保障项目执行期间，所有参与者可以适时取得必须信息与数据，实施频繁组织交流会议、制定出沟通文档及信息交流平台等手段，保障工程现场情况能够实时反馈至监理部门，这样让监理团队可以实时掌握工程进度、工程质量和安全情况，如此明确的资讯传递有助于显著减少误会和争执，促进各方相互间之间相互之间彼此之间协作与信心。管理者需要热心施展调和各方，积极和建筑团队交流意见，立刻处理建设期间难题与挑战。管理者除了应当向施工人员进行解释设计规范、工程质量准则，也需要关心工作人员施工环节遭遇挑战与要求。借助良好沟通，协助施工团队战胜难题，保障工程顺利进行，举例来说，在建设过程中遭遇技术挑战时，监管团队成员具备能力组织资深技术人员开展技术咨询服务，或沟通设计机构给予必需的支持，保证工程建设的顺利进行依照既定规范执行[5]。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

数据的有效交互还取决于当代信息科技实施，监管机构得以运用建筑信息模型技术、云服务技术等科技手段，创建信息共享系统，让所有参与各方能够于统一操作界面上查阅工程进度信息、质量检测数据各种信息，保证准确的信息传递与共享。该种数字化方式同步提高了交流效率，还提升了监管效能信息化水平等级，使执法人员可以更为精确地审视施工期间涉及问题，即时作出决定。高效率的信息交流与合作有利于形成融洽的工作环境，降低由信息差异导致的争论及矛盾，应用确立彼此交流任务。依照预定计划实施工程回顾及思考，管理团队有能力在积累经验的基础上持续改善信息交流方式，促进项目地顺利实施。

3.4 强化施工现场管理

项目管控需要构建周详安全管理机制，保障每位工人须抵达工地之前时刻完成充分安全教育。熟悉施工标准与安全操作指南，负责人需按时安排安全查验，立刻识别并消除可能存在的安全风险。举例来说，工地现场必须配置醒目警示标志，标明各种风险区域，保障工作人员工作期间内维持警觉性，恰当员工资源配置对施工现场安全与进度工程按时完成情况极其重要。施工队伍应依据施工安排科学配置工作人员，保障每位员工都处于符合技术能力技术层次岗位上工作。此时，负责人须要强化施工人员的工作状况管理，保障工人在施工环节中严格遵循施工规范，降低操作失误形成的安全隐忧，对工地员工实施连续的安全意识教育，增强员工的安全防范技能，保证在紧急情况出现时能够实施有效的应急行动[6]。

资产管理也加强建设现场管控关键环节。管理团队需经常审查施工机械安全性能和性能，保障所有机械使用前都通过检测，满足相应安全规范。制定机械维修和保养档案，保障机械运行过程中长期保持良好性能，降低由于机械故障引起的工程进度滞后与意外事件。与此同时，管理者要对操作者进行施以训练，保障其熟悉设备的准确的操作技巧和紧急处理程序。

3.5 制定有效的质量控制措施

项目启动阶段，需要制定详尽的质量计划，确立各个阶段的质量标准和质量目标，保障所有相关人员对质量要求的达成共识。在此阶段需要制定出细致周到的质量管理体系，包括质量监管框架、任务分工和各种质量保障措施，用来保证各项任务能够依照规范于体系内落实到位[7]。施工阶段，质量控制措施实施极其关键。施工人员应依据施工设计图和标准，严格控制材料品质，保证每一材料满足质量规范规定和设计规范要求。管理者需要建材抵达工厂时执行取样检测，同时要求施工方提交质量凭证，保障材料品质有明确的依据。与此同时，在施工期间，应当不断实施质量检查，特别注意对关键工序和隐蔽工程进行严格监控，及时发现及时修正缺陷，防止潜在问题蔓延，管理者仍需对施工技术进行指导，保障建造工艺方法契合设计规范和业界规范，防止因为操作不当引起的缺陷。

完善构建的质量反馈体系框架同样属于质量控制关键环节。在每个施工阶段结束后，应及时总结经验教训，收集质量问题的相关信息，并对影响质量的因素进行深入分析，以便制定相应的改进措施。与此同时，应该鼓励施工队伍主动参与质量监管，形成质量责任体系，界定工作人员在质量监管过程的职责和任务，增强所有人员质量观念，品质检验是整体质量控制阶段关键性环节[8]。

4 结语

综上所述，房屋建筑施工监理在实际工作中面临诸多挑战，但通过提升专业素养、完善制度、加强沟通及强化现场管理等措施，可以有效应对这些问题，确保建筑工程的顺利实施和高质量完成，为行业的健康发展奠定基础。

[参考文献]

[1]程建.房屋建筑施工管理中常见质量问题及对策[J].四川建筑,2023,43(5):291-292.
[2]郑益寿.房屋建筑工程监理中常见的问题与对策研究——以兰州市某房屋建筑工程为例[J].房地产世界,2023(3):136-138.
[3]胡成西.房屋建筑施工监理控制中的常见问题及对策[J].甘肃科技,2023,39(1):54-56.
[4]马新宝.房屋建筑施工监理控制常见问题及改进措施[J].科技与创新,2022(12):41-43.
[5]龚强.房屋建筑工程监理中常见的问题与解决对策[J].砖瓦,2021(1):124-125.
[6]张俊杰.房屋建筑施工监理控制常见问题及有效应对[J].绿色环保建材,2020(12):134-135.
[7]谢和林.房屋建筑结构施工的常见问题和对策[J].现代物业(中旬刊),2019(11):199.
[8]王国材.论房屋建筑施工监理控制常见问题及解决思路[J].建材与装饰,2019(26):187-188.

作者简介：丁龙峰（1988.1—），毕业院校：中南林业科技大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：江西江南工程管理咨询有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程质量检测中的主体结构检测要点

严万红
兰州交通大学工程检测有限公司，甘肃 兰州 730070

[摘要]随着建筑行业的发展，对建筑工程质量的要求日益提高，主体结构检测作为确保建筑物安全和使用性能的重要环节，愈发受到重视。文章重点探讨建筑工程领域中，主体结构检测的基本原则和技术要求，涵盖了类型、方法、关键点和常见问题等各个方面。针对各种建筑材料及它们的构造模式，文中章概括了关键的检验要素，这些要素适用于诸如钢筋混凝土和钢结构等主流结构类型，同时，文中突出了在现场执行检测工作时，必须遵循的科学原则与标准程序的重要性。研究表明，规范的主体结构检测不仅能够有效识别潜在的安全隐患，还能为后续的维护与管理提供科学依据。最终，文中旨在为建筑工程质量检测提供理论支持和实践指导。

[关键词]建筑工程；主体结构；检测
DOI：10.33142/ec.v7i11.14226 中图分类号：TU318 文献标识码：A

Key Points of Main Structure Inspection in Construction Quality Testing

YAN Wanhong
Lanzhou Jiaotong University Engineering Testing Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730070, China

Abstract: With the development of the construction industry, the requirements for the quality of construction projects are increasing day by day. As an important link to ensure the safety and performance of buildings, the inspection of the main structure is receiving more and more attention. The article focuses on the basic principles and technical requirements of main structure inspection in the field of construction engineering, covering various aspects such as types, methods, key points, and common problems. The article summarizes the key inspection elements for various building materials and their construction modes, which are applicable to mainstream structural types such as reinforced concrete and steel structures. At the same time, the article highlights the importance of scientific principles and standard procedures that must be followed when performing on-site inspection work. Research has shown that standardized main structure inspection can not only effectively identify potential safety hazards, but also provide scientific basis for subsequent maintenance and management. Finally, the aim of this article is to provide theoretical support and practical guidance for quality inspection in construction projects.

Keywords: construction engineering; main structure; testing

引言

在建筑领域，主体结构承担着确保工程安全与功能持久性的根本作用，其建造质量是衡量整栋建筑安全与寿命的关键因素。针对现代建筑领域，主体结构的复杂多变特性使得质量检测任务显得格外关键。新材料和新技术的持续出现，对传统检测技术提出了新的考验，同时也带来了发展的可能。深入探究建筑工程主体结构的检测关键点，不仅能够增强检测工作的实效性，而且为工程安全管理提供了坚实的支撑。

1 主体结构的类型

建筑工程的主体结构主要包括钢筋混凝土结构、钢结构和其他一些常见结构形式，这些类型各具特点，适用于不同的工程需求。钢筋混凝土结构是现代建筑中应用最广泛的类型，它结合了混凝土的压缩强度与钢筋的抗拉强度，具有优异的承载能力和耐久性，适用于高层建筑和大型公共设施。这种结构能够有效抵御外部荷载，并具有较好的防火性能，但其施工过程对工艺要求较高，且结构自重较大。钢结构则以其轻质、高强度和优良的抗震性能在建筑行业中占据一席之地。其构件在工厂预制，施工周期短，适用于跨度大、层高高的建筑，如体育馆和展览中心，但相对较高的材料成本和易腐蚀性也成为其主要缺点[1]。

针对钢结构，其设计和维护工作中，防腐措施为不可或缺的环节，对于延长结构使用寿命具有决定性作用。在特定领域中，除了上述两种主要建筑结构类型，还采用了诸如砖石、木材以及组合等不同的构造模式，砖石作为一种建筑材料，广泛应用于建造低层住宅，其经济的成本效益却伴随着较弱的抗地震能力；以木为主要建材的建筑模式，凭借其独特的审美价值和环境友好特性。在非标准住宿领域及小型构筑物中赢得了越来越多的认可，通过融合多种建材的特性，借助恰当的设计方案及施工技术，实现了优异的力学特性与经济效益。在建筑项目的规划和实际操作阶段，恰当的主体结构形式对于项目的成本、工艺流程、功能性、经济性以及结构性安全至关重要。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 主体结构检测的主要方法

主体结构检测的主要方法包括目视检查、无损检测（NDT）、破坏性检测和在线监测技术，这些方法各自发挥着重要作用，以确保建筑物的安全性和使用性能。目视检查是最基础的检测方法，操作简便，主要通过对结构表面进行观察，识别明显的缺陷，如裂缝、变形、剥落等。尽管这一方法无法深入探测内部缺陷，但作为初步筛查手段，仍具有重要价值。无损检测技术则在现代建筑工程中得到广泛应用，包括超声波检测、射线检测、红外热成像等。这些方法通过物理或电磁波探测材料内部的缺陷，能够有效识别混凝土和钢材等结构材料的内部问题，确保检测过程中不损伤被测对象[2]。

如在进行材料性能的评定时，少用的破坏性检测手段，通常仅在特定场景，诸如取样检测等特殊情况下被采用。采用此种技术手段，通过侵入性破坏方式获得材料的本质属性数据，虽然准确性较高，却会损害结构的完整性，故而需慎重对待其应用。在线监测技术借助信息技术的进步而崛起，它通过运用传感器和智能监测系统，实现对建筑结构应力、位移、温度等参数的实时跟踪与检测。本策略特征为持续且高效，能在结构运用过程中实时呈现安全状况，并对可能出现的风险提前发出警报。针对建筑工程的质量与安全，涵盖了多种技术手段的检测方法，各自适应不同的需求和环境条件，合理地挑选与搭配这些方法，构成了一个重要的保障体系。

3 主体结构检测的关键要点

3.1 材料性能检测

在建筑工程质量控制过程中，对材料的物理、化学及力学性能进行评估是必不可少的，这一评估工作对于保障材料在实际使用中的稳定性和安全性具有决定性作用。混凝土，作为普遍采用的建筑原料，其关键性能评价涉及抗压强度、抗拉强度、抗渗能力及抗冻性能等多个重要指标，混凝土的抗压强度是其承载能力的根本属性，该属性通常是通过特定的标准试件在静态条件下所进行的抗压测试来评估的。在混凝土的工程设计过程中，抗拉性能是一个关键指标，尽管通常不及抗压性能显著，但在诸如梁、楼板等承受拉伸的构件中。这一属性的准确测定不可或缺，在潮湿环境和水工结构中，混凝土的抗渗性是决定其耐久性的关键因素，检测混凝土的这一性能，有助于预防渗漏并延长建筑结构的使用寿命。针对混凝土材料，在低温环境中抵抗冻融循环影响的能力评估，对于位于北方或高海拔地区的建筑物来说，具有至关重要的意义[3]。

钢材作为另一种重要的建筑材料，其性能检测同样不可或缺。钢材的抗拉强度、屈服强度、延展性和韧性等指标直接关系到结构的稳定性和安全性。通过拉伸试验可以获取钢材的真实力学性能数据，屈服强度则是设计中重要的依据，确保在高荷载条件下的稳定性。延展性测试可以评估钢材在受力后的变形能力，而韧性测试则帮助判断钢材在低温或冲击载荷下的破坏抵抗能力。钢材的检测方法包括拉伸试验、弯曲试验、硬度测试和冲击试验等，通过这些测试方法能够全面了解钢材的物理特性和力学性能。对于一些新型建筑材料，如高性能混凝土、预应力混凝土和复合材料，材料性能检测显得尤为重要。这些材料在设计中往往要求更高的性能标准，因此需要采用更为细致的检测手段。例如，高性能混凝土的检测通常涉及细微的物理和化学性质，如流动性、粘聚性以及耐久性等，采用非破坏性测试方法，如超声波检测和电阻率测试，可以有效评估材料的内部缺陷和耐久性。在检测过程中，除了标准化测试外，合理的现场测试也是必不可少的。通过便携式检测设备，可以在施工现场快速获得材料性能数据，及时发现和纠正质量问题[4]。

建筑材料的性能检测，不仅提供了其在使用过程中所需的基础数据，而且为设计和施工的进一步优化提供了关键性的参考资料。构建一套完善的建筑材料检测机制，通过采纳适宜的评测手段与规范，从而显著提升建筑项目的总体品质与稳固性。专业人员需追踪材料检测技术的发展趋势，深入了解新材料的特性及相应的检测手段。在建筑施工过程中，应将材料的使用与其检测技术紧密结合，从而达到最优的工程成效，在建筑领域，对材料性能进行检测是关键环节，它确保了建筑结构的稳固与持久，是打造高品质建筑的基石。

3.2 结构完整性评估

为了判断建筑物是否满足安全与功能性需求，必须对其设计规范和实际运用状况进行详尽探讨，同时考虑建筑物的预期使用寿命、承受的荷载，以及环境的影响等多种因素。针对某一对象或情境的全面考量，通常从两个不同的维度或角度着手进行：首先，执行材料性能的测定工作；其次，对构造体的空间外形与接合方式进行细致审查。针对材料的各项属性，如构件的强度、刚度、韧性等，评估团队需执行详尽的检测工作，对于混凝土材料，其抗压与抗拉能力，以及钢材的屈服程度和延伸性，均为衡量其结构完整性的关键参数[5]。通过评估特定参数，可以确定材料是否因疲劳、老化或其他原因导致性能退化，进而对构件的整体安全性能产生影响，比如，利用不破坏样本的检测手段，诸如超声波、射线及红外热成像技术，能够洞察材料内部，揭示裂痕、气孔等瑕疵。在高层建筑和复杂结构的设计与评估中，这些技术扮演了至关重要的角色。它们的实际应用日益得到广泛认可，对于确保评估结果的精确度具有显著效果，在进行结构的几何形状与连接方式的审查过程中，评估团队需重点监测梁、柱、楼板等关键建筑组件的形变、裂缝情况以及接合点的固定状况。通常，现场检测活动包括对建筑构件移动和变形的量化，以及利用先进设备对接合点的松动状况进行精准评定，结构完整

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

性评价可通过搜集并细致分析数据来实现，这一过程使得评估专家能够判定特定结构是否面临失稳或异常变形的潜在威胁。建筑在运用期间，可能会受到诸如风力、地震等不同因素的影响，对这些影响因素进行周期性的评价，有助于及时识别并预防潜在的结构安全问题。

在对建筑材料的属性和构筑方式进行细致审查的同时，亦需对建筑物的环境适应性进行全面评价，例如，温度波动、湿度变化、化学侵蚀以及地震活动等外部环境要素，它们对建筑物的长期稳固性均会产生显著作用。在对结构完整性进行评价时，需同步考量环境监测数据所揭示的可能危害，实施全面评估，有利于即时识别并解决难题，从而延长建筑物寿命并减少维护费用。在开展结构完整性评估的过程中，合理制定检测计划是极为重要的环节，为了保证建筑物在持续使用中的安全性，必须进行周期性的安全性评价，并在发现安全隐患时，进行深入的专项查验。细致的评估结论需编纂成报告文档，以便提交给负责决策的人士，助力他们开展后续的维护及加强策略制定，建立科学评估体系，完善管理机制，可以显著提升建筑工程的安全性，从而确保建筑物的长期可靠使用。执行结构完整性的评价，包含对物质性能及状况的细致检测与深入分析，同时，亦兼顾了外部环境因素的潜在影响。利用精确的评估手段与尖端检测技术，保障建筑构造在整个存在周期中均保持安全可靠，从而为建筑工程项目的高品质进步提供了坚实基础[6]。

3.3 变形与位移监测

在建筑工程领域，对结构的形变与位移进行实时监控是维护其安全与稳定的关键环节。建筑体在受风、地震、温度波动等外界影响及材料老化作用下，会发生形变或移动，若这些变动未能被及时检测及处理，可能会引发结构损害甚至安全隐患，对建筑物进行及时的形态变动与位置偏移的评估，有助于在初期便察觉潜在危险，从而保障其结构完整性与功能性延续。在进行物体形态变化及其位置偏移的跟踪评估时，关键工作在于挑选适宜的跟踪技术和工具。传统测量手段与先进传感器技术，构成了常见的监控手段，水准测量和全站仪测量等传统测量技术。在提供高精度与可靠性的同时，满足了大多数常规监测任务的需求，利用水准测量方法，可以准确地计算出建筑物高度的微小变动；而全站仪设备则通过三维坐标测量技术，有效捕捉建筑物的各个部分在不同时间的位移数据。通常，这些手段伴随人力资源的高消耗与时间的密集投入，同时，它们的实施深受外部环境因素的制约[7]。

随着科技的发展，现代传感器技术日益成为变形与位移监测的重要手段。采用位移传感器、倾斜仪和应变计等设备，可以实现对建筑物的实时监测。这些传感器能够自动记录数据，并将其传输至监控系统，方便工程师实时分析和评估结构状态。例如，利用光纤传感器技术，可以在建筑物的不同位置设置多个监测点，实时捕捉细微的变形和位移，形成全面的监测网络。此外，激光扫描技术也在变形监测中获得了广泛应用，它能够以高精度和高效率获取建筑物的三维形状数据，进而分析和评估变形情况。变形与位移监测的另一个重要方面是数据分析与评估。在监测过程中，收集到的数据需通过专业软件进行处理与分析，提取有用信息，判断建筑物的安全状态。监测结果通常包括位移量、变形率和应变值等参数，这些数据能够帮助工程师判断结构是否处于正常范围，并对潜在的风险做出预警。通过对历史监测数据的比对分析，能够更好地理解结构在不同荷载下的反应，从而为后续的维护和加固工作提供科学依据[8]。

4 结语

在建筑工程质量的检测过程中，对主体结构进行详细的检测，包括对材料性能的分析、几何形状的核实、连接状态的评估、变形的监测以及环境影响的评估，实施系统化的安全与耐久性评价，这对于确保建筑构造的稳固性至关重要，从而为长期利用打下坚实基础。

[参考文献]

[1]乔东.建筑工程质量检测中的主体结构检测要点[J].大众标准化,2024(17):25-27.
[2]范九英.浅谈建筑工程主体结构的安全检测及裂缝修复[J].城市建设理论研究(电子版),2024(23):190-192.
[3]范美红.建筑工程主体结构检测内容与方法分析[J].安徽建筑,2024,31(6):180-181.
[4]董磊.建筑工程主体结构混凝土强度检测探讨[J].中国水泥,2024(6):78-80.
[5]刘洋,李田田.建筑主体结构工程质量检测要点及措施分析[J].砖瓦,2024(5):110-112.
[6]张钟钦.建筑工程质量检测中的主体结构检测要点及其思路探究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(5):126-128.
[7]蔡武成.基于建筑工程质量检测中的主体结构检测要点与策略分析[J].产品可靠性报告,2023(10):96-97.
[8]徐博文.建筑工程质量检测中的主体结构检测要点及其措施[J].建材发展导向,2023,21(8):22-24.
作者简介：严万红（1988.2—），毕业院校：兰州交通大学，所学专业：给水排水工程，当前就职单位：兰州交通大学工程检测有限公司，职务：检测员，职称级别：中级。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于 BIM 的环控系统装配式建造技术在地铁建设中的应用

李永斌
徐州地铁基础设施工程有限公司，江苏 徐州 221018

[摘要]随着 BIM 技术的发展，BIM 技术在地铁建设过程中的应用越来越广泛，越来越深入，BIM 的核心是通过建立虚拟的建筑工程三维模型，利用数字化技术，为这个模型提供完整的、与实际情况一致的建筑工程信息库。该信息库不仅包含描述建筑物构件的几何信息、专业属性及状态信息，还包含了非构件对象（如空间、运动行为）的状态信息。借助这个包含建筑工程信息的三维模型，大大提高了建筑工程的信息集成化程度，从而为建筑工程项目的相关利益方提供了一个工程信息交换和共享的平台。

[关键词]BIM；地铁；机电；环控；模型
DOI：10.33142/ec.v7i11.14262　　中图分类号：TU758.11　　文献标识码：A

Application of BIM Based Environmental Control System Prefabricated Construction Technology in Subway Construction

LI Yongbin
Xuzhou Metro Infrastructure Engineering Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221018, China

Abstract: With the development of BIM technology, its application in subway construction is becoming more and more extensive and in-depth. The core of BIM is to establish a virtual 3D model of the building project and use digital technology to provide a complete and consistent building project information database for this model. This information database not only contains geometric information, professional attributes, and state information describing building components, but also includes state information of non component objects such as space and motion behavior. With the help of this 3D model containing construction project information, the degree of information integration in construction projects has been greatly improved, providing a platform for engineering information exchange and sharing for stakeholders in construction projects.

Keywords: BIM; subway; mechanical and electrical; environmental control; model

我国 BIM 在地铁建设中标准正在研究制定中，研究工作已取得阶段性成果。本文主要在 BIM 施工中应用优势、BIM 实施方案、成果输出、提质增效、前景分析等方面做相关介绍。

1 应用方向

环控机房涉及低压配电系统、环境设备与监控、消防管道以及空调管道等多个专业，是地铁车站内运营环境调节的主要途径，其施工的工期、质量将影响到整个车站设备的调试和运行，因此是整个地铁机电安装的核心与基础。地铁环控机房装配式施工技术是为了解决地铁环控机房内各专业系统复杂，施工质量、安全要求高，工期紧、协调管理难度大等困难。

环控系统装配式建造技术是依托 BIM 技术平台，在设计单位初步设计的基础上，开展二次深化设计、三维建模、三维仿真，对设备进行参数优化对系统模块拆解，通过工厂预制、现场拼装而实现设计、安装、调试、运营的统一性及一致性，同时加快工期。

2 BIM 在施工中应用优势

BIM 在施工中的应用主要包括以下几个方面：可视化、模拟化、协调性、优化性，BIM 在机电管线施工中的应用优势如下：

2.1 提高沟通效率

通过 BIM 软件可以将二维的平面图纸转化成更加生动直观的三维立体模型，人以真实感和直接的视觉冲击，能有效节省读图和汇报时间、便于加强各方的沟通质量和效率，更利于施工问题的解决。

2.2 提高施工质量

通过 BIM 模型的展示，可以使得参建各方更加直观、清楚地理解设计的意图，排查施工重难点及风险源，从而协同各方采取针对性措施，对工程施工的质量、安全及进度进行有效控制。

2.3 节省施工成本和工期

通过 BIM 的应用，可以随时随地、直观快速地将施工计划与实际进展进行对比，对可能存在的管线冲突、设备干扰、从而节省施工成本和工期。

3 装配式冷水机房 BIM 实施方案

BIM 装配式设计+工厂标准化预制+装配式安装。

3.1 模块化拼装技术应用

模块化拼装技术对于设备族、阀门族建立要求极其严格，为做到“所见即所得”，必须做到收集了各厂家详细图纸。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

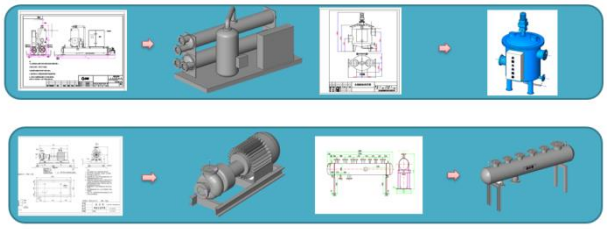


图 1 模块化拼装技术

3.2 根据厂家提供尺寸进行设备、阀门部件建模工作

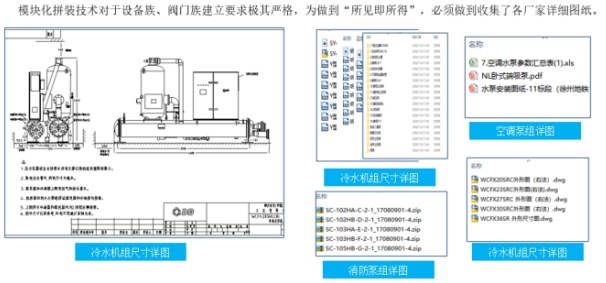


图 2 设备建模

车站管线整体按照 1 层排布，局部翻弯，不超过 2 层分集水器接管水平标高一致，便于支吊架安装及观感的提升。

为减少管阻，所有翻弯采用 45° 斜飘方式连接考虑机房给人第一观感影响，进门处预留足够空间。

考虑到冷冻水保温，冷却水不保温原则，管路底标高错位 50mm，便于支吊架安装，冷机进出口 4 根水管并列排布，增强整体性。

机房阀门按照统一标高设置，控制在 1800mm 位置，以便人员进行操作，特殊站点阀门标高无法满足要求时，采用 1.0D 弯头，相对于传统 1.5D 弯头，可以很大程度降低空间占比。

两台冷机间距预留 3500mm 间距，保证设备拔管要求，橡胶软接间隔 100mm，保证法兰螺栓穿眼及保温空间，水管避让电气箱柜。

3.3 Revit 三维建模软件

结合 Revit 三维建模软件的可视化性、模拟性、协调性、优化性的特点，对冷热源机房内各个系统管线进行优化；并利用 Revit 模型转化导出功能，将深化完成的二维 CAD 图纸转化为三维模型，在生产车间完成预制化加工；现场根据深化图纸对冷热源机房进行装配式安装。

3.4 BIM 装配式设计

（1）族库建立。参数是模型创建的根本，族库建立是模型建立的基础，该节点主要收集设备、阀部件等设备的参数，建立模型的族库。

（2）模型建立。根据建筑底图，冷水机房平面图，空调水系统图以及机房范围内其他各专业图纸进行装配式冷热源机房的建模，建模过程中需逐条逐项将图纸信息在模型中体现，将参数化的设备族、阀门族等依次导入模型，不可缺项漏项，否则可能造成安装过程中的碰撞、返工等情况。

（3）模型深化。模型建立完成后，通过 BIM 技术的管路优化和模块化，对模型的管线进行深化调整，增加机房运维空间；同时对模型中支吊架等构件进行验算校核。

（4）成果输出。工厂预制加工部分，成果包括支架加工图、框架加工图、管道加工图、模块装配图等。

（5）现场指导施工部分，成果包括基础图、设备定位图、支架定位图、孔洞图、装配图和其他现场安装需要的细部图纸。

图 3 BIM 实施方案

3.5 工厂标准化预制

（1）管段下料加工。通过 BIM 成果输出的加工图纸，对各管段及构件利用自动化设备完成下料、组对、焊接、管段试压。

（2）模块预装。在车间用行吊将预制加工的管道成品吊至拼装区，按照编码顺序进行拼装，在拼装出现误差时，直接在车间进行二次加工进行再拼装，以避免现场整改，确保装配式施工的进度。

（3）成品运输。

图 4 成品运输

（4）设备就位。

图 5 设备就位

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

（5）模块就位。

图 6　模块就位

（6）管段及支吊架安装。根据管道装配图纸及支吊架定位图纸对分段的成品管道、支吊架按照图纸进行现场装配。

图 7　现场装配

（7）整体冲洗试压。水压试验需按照设计技术规格书中要求的进行，若技术规格书中无要求，则严格按照《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范 GB 50242—2002》中的相关规定执行。

图 8　冲压试压

4 研究内容

通过调研装配式机房施工过程中采用了 BIM 模拟建造技术+工厂化预制及现场装配式施工工法，通过现场实测扫描，利用 BIM 技术建立机房模型，并将模型合理分解，出具预制加工图由工厂进行预制构件生产，预制好的构件运输到现场后，进行拼装连接，达到减少工序、降低工时的目的。

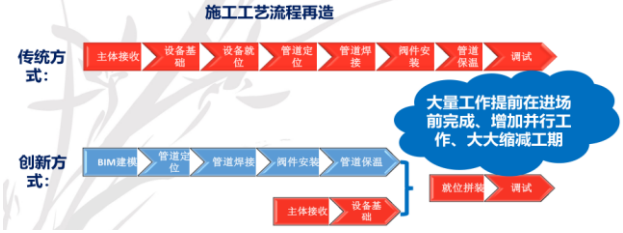


图 9　施工工艺流程

5 项目应用情况

徐州地铁 6 号一期各车站通风机房装配式机房施工过程中采用了 BIM 模拟建造技术+工厂化预制及现场装配式施工工法，通过现场实测扫描，利用 BIM 技术建立机房模型，并将模型合理分解，出具预制加工图由工厂进行预制构件生产，预制好的构件运输到现场后，进行拼装连接，达到减少工序、降低工时的目的。

6 解决实际问题

一般机房内专业多、作业面大、设施密集、施工过程变更多、交叉作业多，基于 BIM 的机电设备设施和管线生产线研究，通过部品部件标准化、工厂预制模块化、装配式现场安装，减少大量现场安装施工、返工，解决了工期紧和施工空间限制、后期运维难等实际问题。

7 推动工程建设提质增效

运用 BIM 技术进行装配式机房预制前的设计优化，提高预制加工中的精确度和预制加工效率。BIM 的可视化即“所见所得”的形式，对于建筑行业来说，可视化的真正运用在建筑业的作用是非常大的，例如经常拿到的施工图纸，只是各个构件的信息在图纸上采用线条绘制表达，但是其真正的构造形式就需要建筑业从业人员去自行想象了。BIM 提供了可视化的思路，让人们将以往的线条式的构件形成一种三维的立体实物图形展示在人们的面前；建筑业也有设计方面的效果图。但是这种效果图不含有除构件的大小、位置和颜色以外的其他信息，缺少不同构件之间的互动性和反馈性。而 BIM 提到的可视化是一种能够同构件之间形成互动性和反馈性的可视化，由于整个过程都是可视化的，可视化的结果不仅可以用效果图展示及报表生成，更重要的是，项目设计、建造、运营过程中的沟通、讨论、决策都在可视化的状态下进行，BIM 的可视化更有利于在机电安装工程中实施标准化，并将大幅提高生产效率和生产质量，生产周期也由于配件的标准化和工厂生产，比现有传统施工节约工期约 40%。通过前期 BIM 深化设计、优化管路排布、采用智能化设备代替人工作业，科学排版下料，降低材料损耗约 20%。通过基于 BIM 模块化设计及生产，提高集成度，空间紧凑美观，易于后期检修，综合提高了机电工程建设效率和质量。

8 产业化前景分析

BIM 不仅可以在设计中应用，还可应用于建设工程项目的全寿命周期中；用 BIM 进行设计属于数字化设计；BIM 的数据库是动态变化的，在应用过程中不断在更新、丰富和充实；为项目参与各方提供了协同工作的平台。利用智能环控系统优化的 BIM 模型，对机房管路、管路上各类阀件、传感器进行预制，并在工厂进行调试，达到现场模块化安装需求。装配式机房作为一种新兴的建设方式，正在逐渐取代传统的机房建设方式。其快速部署、灵活扩展和成本控制的优势，使得它在云计算、大

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

数据、物联网等领域具有广阔的应用前景。同时，随着技术的不断进步，装配式机房将会逐渐克服一些不足之处，提供更加优质的解决方案。打造智能高效环控系统机房建设以需求为导向，秉持服务于运营的理念，建设阶段谋划全寿命周期运维需求。因此，可以说装配式机房的应用前景非常广阔。

[参考文献]

[1]王飞娅,龙道选.装配式地下连续墙拼装接头性能研究[J].四川建筑,2024,44(4):265-267.
[2]李鹏,莫振泽,杨智学.装配式地铁车站基坑变形数值模拟研究[J].低温建筑技术,2024,46(8):101-104.
[3]陈小飞,陈晓君,盛传新.地铁轨道交通环控系统的虚拟仿真设计与实现[J].自动化应用,2024,65(16):235-237.

作者简介：李永斌（1991.5—），男，民族，汉，籍贯：徐州，研究方向：地铁建设。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

市政工程雨污分流管网施工技术与管理措施

张 争
长阳清江投资发展有限公司，湖北 宜昌 443500

[摘要]市政工程雨污分流管网在我国城市排水系统中独特且关键的地位使得其施工技术和管理的科学性显得尤为重要。本研究以市政工程雨污分流管网为背景，研究其施工技术原理及管理措施。论文首先详细探讨了雨污分流管网的设计原理，然后详细介绍了常用的施工方法，包括地表施工法、盾构法和微隧道法，并分析了这些方法的优缺点。其次，针对施工中常见的问题，提出了合理的解决措施，并强调了施工组织、资料管理和安全环保等方面的管理重点。研究结果表明，正确掌握管网施工技术，实施科学有效的管理措施，可以有效提高市政工程雨污分流管网的施工质量和效率。这将对推动我国市政工程建设的科技进步和效率提升具有重要意义。

[关键词]市政工程；雨污分流管网；施工技术；管网设计原理；管网管理措施
DOI：10.33142/ec.v7i11.14274 中图分类号：TU9 文献标识码：A

Construction Technology and Management Measures for Rainwater and Sewage Diversion Pipeline Network in Municipal Engineering

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

Abstract: The unique and critical position of municipal engineering rainwater and sewage diversion pipeline network in China's urban drainage system makes the scientific construction technology and management particularly important. This study is based on the municipal engineering rainwater and sewage diversion pipeline network, and investigates its construction technology principles and management measures. The paper first discusses in detail the design principles of the rainwater and sewage diversion pipeline network, and then introduces in detail the commonly used construction methods, including surface construction method, shield tunneling method, and micro tunneling method, and analyzes the advantages and disadvantages of these methods. Secondly, reasonable solutions have been proposed for common problems during construction, and emphasis has been placed on management priorities such as construction organization, data management, and safety and environmental protection. The research results indicate that mastering the construction technology of the pipeline network correctly and implementing scientific and effective management measures can effectively improve the construction quality and efficiency of the municipal engineering rainwater and sewage diversion pipeline network, which will be of great significance in promoting technological progress and efficiency improvement in Chinese municipal engineering construction.

Keywords: municipal engineering; rainwater and sewage diversion pipeline network; construction technology; principles of pipeline network design; pipeline management measures

引言

在我国日益密集的城市排水系统中，市政工程雨污分流管网的地位独特且关键，其施工技术与管理有效性对于整个系统的正常运行起着极其价值的作用。遇到极端天气时，合理的雨污分流管网就能有效减轻污水处理厂的负担，并减少洪涝造成的灾害。因此，它所涉及的施工技术与管理工作的科学性显得尤为重要。本文以市政工程雨污分流管网为背景，进行了相关的研究与探讨。首先，我们针对雨污分流管网的设计原理进行了深入的研究，为施工提供了理论依据；然后，我们又详细分析了若干种常用的施工方法，包括地表施工法、盾构法以及微隧道法，对其优缺点进行了充分的剖析和比较，以便能在实践中选择最合适的施工方法。再次，我们提出了针对施工中出现的问题的解决措施，并紧紧抓住施工组织、资料管理以及安全环保等管理重点进行强调和讨论。通过实践验证，我们发现，精准掌握管网施工技术并结合科学有效的管理措施，可以有效提高市政工程雨污分流管网的施工质量和效率，这对于推动市政工程建设的科技进步和效率提升有着深远影响。

1 市政工程雨污分流管网的设计原理

1.1 雨污分流管网的基础理论

雨污分流管网是指将城市雨水和污水通过独立的管道系统分别进行排放和处理的一种城市排水系统[1]。其基础理论主要包括两个方面：水力学原理和环境工程原理。

在水力学原理上，雨污分流管网系统需要根据城市降雨量、地形坡度及排水区域的面积等参数进行设计，以确保雨水和污水能够在不同的管道系统中顺畅流动，避免出

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

现管道堵塞或溢流现象[2]。流量计算是设计的核心，通过对雨水和污水流量进行准确预估，选择合适的管道直径和布局，确保系统能够在各种气象条件下正常运行。

环境工程原理方面，雨污分流管网旨在降低雨水和污水混合带来的环境污染。传统的合流管网容易导致雨污混合排放，污染水体。而分流管网则将雨水直接排入自然水体，避免污染，将污水输送至污水处理厂集中处理，提高水资源利用效率，减少对生态环境的破坏。雨污分流管网设计过程中需要综合考虑地表径流、污染负荷和水处理能力等因素，确保污水处理的有效性和环境安全性。

根据这些基础理论，雨污分流管网不仅在设计时需考虑工程技术要素，还需融入生态环境保护理念，确保其在提高城市排水系统效率的达到良好的环境保护效果。由此可见，雨污分流管网系统在改善城市水环境和促进可持续发展方面具有重要的理论基础和实践意义。

1.2 分型设计的原则与要求

分型设计的原则与要求在市政工程雨污分流管网中极为重要，其决定了管网系统的功能性与可靠性。应充分考虑城市规划和地形地貌等因素。根据城市总体布局和地形特点，合理规划雨水和污水管网的分布，以确保系统在不同地形条件下均能有效运行。

分型设计应遵循防止交叉污染的原则。雨水管网和污水管网应严格分离，避免任何可能的交叉，确保各自的排水功能不受干扰。在设计过程中，需特别注意雨污水管道的平面位置与高程关系，以便有效减小管道交叉点处的施工难度及费用，确保系统的安全性和可维护性。

设计应兼顾未来发展的需求。城市的扩展和人口增长可能导致排水量的增加，需要在设计中预留一定的冗余空间，以应对未来的不确定性。分型设计过程中还需考虑到区域内各类建设项目的影响，确保管网布局与城市其他基础设施的协调统一。

系统的经济性原则也应受到重视。通过优化管道路径和材料选择，可以有效降低系统建设和运行的成本。设计过程应结合当地材料、人工成本等因素，进行全面评估和优化，避免出现资源浪费[3]。

分型设计需满足相关法律法规和技术规范的要求。按照国家和地方标准进行设计和验收，以确保管网系统质量符合标准，保障城市排水系统的长期稳定运行。

1.3 雨污分流管网设计的难点与解决思路

雨污分流管网设计的难点主要体现在地形复杂、地下管线众多、排水量变化大及雨污分流严格要求上。针对地形复杂和地下管线众多问题，采用地理信息系统（GIS）进行精确勘测与规划，能够有效规避障碍物。调整排水管径和坡度，以应对排水量的时空变化，确保排水系统的高效运行。严格分离雨污水流需设计双重管网，并通过市政规划与工程设计有机结合，确保施工与管理的科学性及合理性，提升项目整体效益。

2 市政工程雨污分流管网施工技术

2.1 地表施工法的技术特性及其应用

地表施工法是市政工程雨污分流管网施工中的一种常见技术，其核心在于通过开挖地表实现管道铺设。地表施工法技术特性明显，其优势包括施工工艺简单，设备和材料易于获取，施工成本相对较低，施工速度较快，适用于土质较好的区域以及管线埋深较小的场景。地表施工法能够较好地满足一些市政工程对施工周期和成本的要求。

地表施工法通常包括若干基本步骤，首要的是施工现场的准备工作，包括控制线的设置、地表清理与平整、挖掘设备的进场等。开挖槽体是实现下一个步骤的基础工作，槽体的深度和宽度需要依据设计图纸精准施工，以确保地下管道能够顺利安置。槽体开挖过程中，需特别关注周围环境的安全性，通过支护系统来防止塌方等情况的发生。

下一步是管道的下放和连接，管道段必须精确对接，确保密封性和连接的可靠性。管道连接完成后进行回填工作，采用分层回填和夯实方法，保证回填土的密实度，减少地面下沉的风险。施工现场的操作管理和安全监督至关重要，防止施工事故发生，比如塌方、物料坠落等。

在实际应用中，地表施工法多用于城市路网改造、新建居住区等施工难度较低、环境相对简单的区域。其低成本、高效率和较小的环境影响，使其在市政工程雨污分流管网建设中具有较高的应用价值。为了更好地完成施工任务，地表施工法需结合科学的现场管理和施工技术，确保项目顺利实施[4]。

2.2 盾构法的技术特性及其应用

盾构法作为市政工程中常用的雨污分流管网施工技术，以其独特的优势在地下施工中得到了广泛应用。盾构法利用盾构机在地下掘进，集成了开挖、支护、衬砌等工序，具有效率高、对地表干扰小等突出优点。通过在地下形成一个相对封闭的工作环境，盾构法能够极大程度地提高施工安全性，尤其在地质条件复杂以及地下空间拥挤的城市环境中具有明显的优势。

盾构法的技术特性包括：高机械化程度、自动化施工、水土压力平衡控制，以及对周边环境影响可控。高机械化程度使得施工过程稳定、连续，可以有效缩短工期。自动化施工减少了人为操作的风险，提升了施工的安全系数。水土压力平衡系统能够实时监测并调节掘进过程中遇到的土壤和地下水情况，减少了地质变化对隧道稳定性的影响。封闭的工作环境可以有效减少噪音、粉尘等对周边区域的扰动[5]。

盾构法在市政工程雨污分流管网中的应用实例很多，如城市地下交通基础设施建设，市政排水管网的扩容改造等工程项目。特别是在穿越河流、铁路、公路等地段，盾构法通过地下施工，避免了对地表现有设施的破坏，确保了原有交通和市政功能的正常运行。总体而言，盾构法凭借其技术先进性和施工优势，成为市政工程雨污分流管网施工中的关键技术手段之一。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.3 微隧道法的技术特性及其应用

微隧道法是一种非开挖施工技术，通过机械设备在地下掘进，避免了开挖地表，从而减少对周边环境的影响。该技术具有高精度、高效率和安全性强的特点，特别适用于城市密集区域和地质复杂环境。微隧道施工过程包括掘进、管片拼装、土方排出等步骤，确保管道安装的稳定性和耐久性。在市政工程雨污分流管网施工中，微隧道法的应用有效避免了地面塌陷和扰民问题，显著提升了施工质量和效率。

3 市政工程雨污分流管网的施工管理措施

3.1 施工组织与人员配置

市政工程雨污分流管网的施工组织与人员配置是决定施工项目能否顺利进行的关键因素。科学合理的施工组织和人员配置不仅能够提高施工效率，还能确保项目在预算和时间内完成。施工组织方面，需要成立项目管理团队，团队应包含项目经理、技术总监、安全监督员和财务管理员等核心人员。根据工程规模和复杂程度，适当配备施工队伍，确保各项工作有序开展。为了保证各个施工环节的衔接与协调，管理团队应制定详细的施工计划，开展进度控制和质量管理，确保项目各阶段任务的达成。人员配置方面，施工队伍应包括经验丰富的工程技术人员和操作熟练的施工工人。技术人员需具备丰富的雨污分流管网施工经验，能够指导和处理施工中遇到的各种技术难题。施工工人则需经过专业培训，掌握基本的施工技术和安全操作规程。为应对不可预见的问题，施工现场应设置应急反应小组，及时处理突发情况，确保施工进度不受影响。在职能分工上，要明确各岗位职责，确保每位人员都清楚自身的工作任务和目标。通过定期培训和技术交流，提高全体人员的专业水平和综合素质，从而提升施工团队的整体能力与协作效率。人员绩效考核机制的建立也十分重要，通过绩效评估、奖惩机制的实施，激励员工积极参与施工，提高工作质量和效率。

合理的施工组织和人员配置对市政工程雨污分流管网的顺利施工起着至关重要的作用，科学的管理措施能够有效提升施工效率和工程质量，为项目的成功完成奠定坚实基础。

3.2 资料管理与信息沟通

在市政工程雨污分流管网施工管理中，资料管理与信息沟通的有效实施是保障施工质量和效率的重要环节。资料管理方面，应建立健全的文件归档制度，确保施工过程中的各类文档，包括设计图纸、施工记录、安全检查表等，均能够及时整理归档，并保证其准确性和完整性，通过数字化系统提高管理效率。施工进度、实测数据与变更记录等关键数据需实时更新，做到信息透明和可追溯。

信息沟通方面，应构建高效的信息交流机制，确保施工单位、设计单位、监理单位及业主之间的信息畅通。定期召开施工协调会议，通过多方参与处理并解决施工中出现的问题。利用现代化的通信工具和项目管理软件，实时共享施工进度、问题反馈及解决方案，提升决策的科学性和即时性。建立专门的信息沟通渠道，如微信群或项目管理平台，确保现场问题能迅速反馈并得到及时处理。通过优化资料管理和信息沟通机制，能大幅度提升市政工程雨污分流管网施工的整体管理水平，确保工程的顺利实施。

3.3 安全环保问题处理与措施实施

市政工程雨污分流管网施工过程中，安全管理是确保工程顺利推进的基础。施工前应进行详细的安全风险评估，从机械设备操作、防火措施到人员防护等方面制定详尽的安全方案。施工现场需配备专业的安全监理人员，定期进行安全检查与风险排查，及时处理安全隐患。

在环保管理方面，应严格控制施工过程中的废水、废气和噪声污染。采取封闭式挖掘，使用低噪声设备以及设立降噪屏障，以减少对周边环境的影响。施工产生的泥浆和废弃物应按要求分类处理，确保不对水体和土壤造成污染。加强与当地环保部门的协调，确保施工过程中的各项环保措施符合相关法律法规，维护施工区域的生态平衡。

4 结束语

本论文以我国市政工程雨污分流管网为研究对象，关注其施工技术与管理措施的科学性与有效性。全面研究了雨污分流管网的设计原理，详细介绍了常用的施工方法，包括地表施工法、盾构法和微隧道法，以及这些方法的优劣势。此外，论文特别强调了施工业中应注意的问题，并提出有效解决措施。特别是在施工组织、资料管理和安全环保等方面，通过实施科学有效的管理措施，可以显著提高市政工程雨污分流管网的施工质量和效率。研究发现，掌握正确的施工技术并实行科学的管理措施，对于推动我国市政工程建设的科技进步和效率提升有着至关重要的作用。尽管如此，本研究仍存在局限，对雨污分流管网施工中的某些技术细节和特殊情况的处理尚未深入探讨。未来的研究可以在此基础上，对这些问题进行更为深入的研究，进一步提升我国市政工程雨污分流管网的施工技术与管理水平。

[参考文献]

[1]朱远鹏.市政工程雨污分流管网施工技术及管理[j].数字化用户,2020(11):68-70.
[2]李洪生缪胤.市政工程雨污分流管网施工技术以及管理[j].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(4):124-127.
[3]汤燕林,邓李臣.市政工程雨污分流管网施工技术[j].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(11):95-98.
[4]陆正.市政工程雨污分流管网施工技术及管理措施探讨[j].居业,2023(6):149-151.
[5]欧强.市政工程雨污分流管网施工技术措施研究[j].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(9):127-130.

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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

城市地下人防工程与地下车库的平战功能转换设计探讨

许红燕
中土大地国际建筑设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]在当今城市化进程迅速发展的背景下，城市地下空间的合理利用与安全防护问题成为重要议题。地下人防工程和地下车库作为城市基础设施的重要组成部分，既承载着平时的日常功能需求，又承担着战时的防护责任。如何在平战结合的原则下，有效设计和利用这些地下空间，成为当前城市规划与建设中亟待解决的问题。文中探讨城市地下人防工程与地下车库的平战功能转换设计，旨在提出创新性的思路和有效的策略，以应对日益复杂多变的城市安全挑战，保障城市居民的生命财产安全。

[关键词]地下人防工程；地下车库；平战功能
DOI：10.33142/ec.v7i11.14268 中图分类号：TU984 文献标识码：A

Discussion on the Design of the Conversion between Urban Underground Civil Air Defense Engineering and Underground Parking Garage's Peacetime and Wartime Functions

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

Abstract: Against the backdrop of rapid urbanization, the rational utilization and safety protection of urban underground space have become important issues. As important components of urban infrastructure, underground civil air defense projects and underground parking garages not only carry the daily functional needs in peacetime, but also assume the responsibility of wartime protection. How to effectively design and utilize these underground spaces under the principle of combining peacetime and wartime has become an urgent problem to be solved in current urban planning and construction. The article explores the design of the conversion between urban underground civil air defense engineering and underground parking garage functions, aiming to propose innovative ideas and effective strategies to cope with the increasingly complex and changing urban safety challenges and ensure the safety of urban residents' lives and property.

Keywords: underground civil air defense engineering; underground parking; peacetime and wartime function

引言

随着城市人口的不断增加和城市化进程的加速推进，城市地下空间的利用需求日益凸显。地下车库作为解决城市停车难题的重要手段，已成为现代城市建设不可或缺的一部分。与此同时，地下人防工程作为战时人员避难、物资保护和指挥控制的重要设施，对城市安全防护起着关键作用。传统上，地下人防工程主要关注其战时功能，而在平时往往被视为“闲置”空间。随着城市功能需求的多样化和城市安全防护体系的完善，如何使地下人防工程在平时得到充分利用，同时保证战时转换时的快速有效，成为当前亟须解决的问题之一。在现代城市管理和建设中，平战结合的概念被提出，要求地下空间既能在平时为市民提供便利，又能在战时迅速转换为安全防护设施，这为地下人防工程和地下车库的设计提出了新的挑战和机遇。

1 城市地下人防工程与地下车库概述

1.1 人防工程概述

人民防空工程（简称人防工程）是为防范敌人空袭，保护人民生命财产安全和战争潜力而建设的各种地下掩蔽设施。人防工程的核心目标是在战争或紧急情况发生时，能够迅速转换为具有高度防护能力的掩蔽设施，为人员和物资提供安全庇护。当前，在城市化快速推进的背景下，人防工程的建设和利用愈发受到重视。现代人防工程不仅需要具备良好的战时防护功能，还必须兼顾平时的使用需求，做到平战结合，以提高资源利用率和经济效益。为了实现这一目标，人防工程在设计和施工过程中必须考虑到平战转换的可行性和有效性，确保在紧急情况下能够迅速、高效地完成从平时用途向战时用途的转换。

1.2 地下车库概述

随着城市化进程的加快和机动车保有量的迅猛增长，地下车库在缓解地面交通压力、提升城市空间利用效率方面发挥着重要作用。地下车库的设计不仅要满足大量车辆的停放需求，还要考虑到消防安全、通风排烟、防水防潮等多方面的技术要求。特别是在一线城市和人口密集的地区，地下车库的建设规模和技术复杂度不断提升[1]。为了提高地下车库的利用效率，许多城市将其与其他地下设施相结合，通过合理的规划设计，地下车库不仅能够满足平时的停车需求，还可以在紧急情况下转换为人防工程的一部分，发挥防护作用，使得地下车库在城市建设和国防建

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

设中具有重要的双重功能。

2 平战转换的设计原则

2.1 确保战时防护功能

在人防工程与地下车库的平战功能转换设计中，确保战时防护功能是首要原则，设计必须满足防护强度、防爆能力、抗冲击波能力和防毒气防护等方面的严格要求。在战时，地下车库需要迅速转化为避难所或指挥中心，设计者在初期规划阶段就要考虑到防护设施的布置，例如加厚墙体、设置防爆门、安装通风过滤系统等。战时防护功能的确保不仅依赖于结构的坚固性，还需具备完备的后勤保障系统，包括电力供应、给排水系统、通信设施等，以保证在封闭条件下的正常运转。因此，设计中必须综合考虑多种因素，确保地下设施在战时具备强大的防护能力和持续的自我维持能力。

2.2 兼顾平时使用需求

在满足战时防护功能的基础上，人防工程与地下车库的设计还必须兼顾平时的使用需求。现代城市地下空间的利用率很高，地下车库作为日常停车设施，需要满足车辆停放、人员通行、安全防护、通风排烟等多方面的功能。为了实现平战结合的目标，设计中应采用灵活的空间布局和功能配置，使地下车库在平时能够高效运作，而在战时又能迅速转化为防护设施。比如，通过合理设计分隔墙体和可移动防护门，使得平时的大空间可以在战时迅速分隔成多个独立的防护单元。此外，还要考虑到日常管理和维护的便利性，确保平时使用过程中对战时防护设施的损害降到最低。

2.3 灵活设计转换方案

由于地下车库在平时主要用于停车，而战时需要转变为防护设施，设计方案必须具有高度的灵活性，以便在紧急情况下快速完成功能转换。设计者应预先制定详细的转换预案，包括各项防护设备的安装位置、转换步骤、物资储备等具体内容。为了保证转换的迅速和高效，建议在设计中采用模块化设计思路，使各部分防护设施可以快速组装和拆卸。此外，还应进行定期演练和检查，确保平时维护到位，设备性能良好[2]。转换方案的灵活性不仅体现在物理结构上，通过建立完善的应急管理机制和培训体系，确保相关人员能够熟练掌握转换操作步骤，并在紧急情况下迅速投入到转换工作中。

3 功能转换设计内容

3.1 平时车行交通与设备用房

地下车库在平时主要作为停车和车辆通行的场所，因此必须设计通道宽敞、布局合理，以满足现代城市交通的需求。考虑到城市车流量大、车型多样化的特点，通道设计不仅要宽广，还需考虑到不同车辆的转弯半径和行驶路径，以减少交通拥堵和安全隐患。在设备用房的配置方面，主要包括通风系统、电力供应系统、消防系统和排水系统等基础设施。通风系统在平时用于保证车库内空气流通和质量，但在战时需要迅速转换为防毒气的过滤系统，以应对可能的化学攻击或有毒气体泄漏。因此，设计中需考虑这些系统的灵活性和快速响应能力，确保在不同使用场景下的有效运行和安全性保障。消防系统的设施和设备应当位于便于迅速接近和操作的位置，以确保在火灾或其他突发事件发生时能够迅速响应并控制事态。同时，电力供应系统的备用电源和供电回路设计也至关重要，以应对可能的电力故障或中断，确保设施的持续运行和安全使用。

3.2 战时防护分区与功能分区

在平时作为停车和交通通道的地下车库，在战时需要迅速转变为具备防护功能的多功能区域，包括避难所、指挥中心、医疗站等，以应对可能的战争、灾难或其他紧急情况。根据城市的具体情况和预期的应急情况，地下车库内部可以划分为多个独立的防护单元。每个防护单元配备有独立的防护措施，如防爆墙、防毒气门等，以阻挡爆炸冲击、化学攻击或其他威胁。功能分区包括指挥通信区、物资储备区、医疗救护区和人员避难区等，每个区域都配备有必要的设备和设施，以满足各种应急响应和生存需要。指挥通信区应设有完备的通信设备和信息系统，支持指挥和调度各项行动；物资储备区则需要足够的食品、水源和生活必需品，以保障人员长时间的生存和工作需求；医疗救护区则配备有急救设施和医疗资源，处理受伤人员和急救病例；人员避难区则提供安全的休息和居住空间，保障人员的生存和安全。

3.3 战时口部设置与防护

战时口部设置涉及地下车库的出入口、通风口和排烟口等，这些通道在平时用于车辆和人员进出以及通风排烟，但在战时则需要具备严密的防护和应急响应能力，以应对可能的敌方攻击、毒气侵袭或其他战时威胁。地下车库的出入口和通风口通常配备有专用的防爆门和防护密闭门、密闭门等，这些门可以在平时保持开启状态，以方便车辆和人员的正常出入；而在战时，这些门可以迅速关闭，形成有效的防护屏障，阻止外部的危险物质和攻击力量进入内部空间。防爆门和防护密闭门的设计考虑到了耐高压、耐爆炸冲击的特性，确保在紧急情况下依然能够有效运作。通风口和排烟口的设置也是战时口部防护的重要组成部分。这些口部设施在平时负责地下空间的空气流通和烟气排放，但在战时必须能够迅速转换为密闭状态，防止有害气体和化学物质的渗入。因此，设计中需要配备可快速启闭的防护装置，如防毒气过滤器和防化防毒设备，确保口部设施能够在战时有效阻隔外部威胁，并保障内部人员的安全。设计中应预留安全通道和紧急出口，并配备明确的指示标志和应急照明设备，确保人员在紧急情况下能够快速、安全地撤离。安全通道和紧急出口的位置和数量应根据车库的布局和人员容量进行科学合理的规划，以确保在

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

任何紧急情况下都能够有效发挥作用。

4 平战转换的实施策略

4.1 加强资金保障

在城市地下人防工程和地下车库的平战功能转换设计中，资金保障不仅关乎项目建设的进度和质量，还直接影响到地下空间在平时和战时的功能完整性和可持续性。加强资金保障意味着充分认识到城市地下人防工程和地下车库作为公共基础设施的重要性。这些项目的建设和运行涉及到复杂的工程技术、先进的设备配置以及长期的维护保养，需要大量的资金投入来支持设施的建设、更新和维护。资金保障的加强需要从政府财政预算、社会资本投入、银行贷款等多方面进行筹措，确保项目资金的稳定来源和持续供给。在项目建设初期，需要确保资金的合理分配和使用，优先保障工程的核心设施和关键技术的投入，确保项目的基础设施建设能够顺利进行。在项目运营阶段，需要建立长效资金保障机制，包括定期维护和更新资金、应急维修资金等，以应对设施老化、技术更新和紧急事件的需要。通过科学的成本控制和效益评估机制，可以优化资金使用效率，确保每一笔资金都能最大化地服务于项目建设和运行的实际需求。同时，还需要建立监督检查制度，加强对资金使用过程中的透明度和合规性监管，防止资金浪费和滥用，确保公共资金的安全和有效使用。政府部门、投资者、业主和社会公众在资金保障中都扮演着重要角色，需要建立良好的沟通机制和利益协调机制，共同推动资金保障工作的落实和项目建设的顺利进行。

4.2 强化监管机制

监管机制的强化不仅能有效确保项目建设和运营的合规性和质量，还能提升项目的安全性和可持续性，为城市公共空间的管理和运营提供坚实的保障。在项目建设阶段，需要严格依照相关法律法规和行业标准进行设计、施工和验收，确保工程质量达到国家和地方政府的安全要求。在项目运营阶段，需要制定详细的运营管理规定和应急预案，明确责任分工和管理流程，以应对突发事件和日常管理需求。政府部门应建立定期检查制度，对地下人防工程和地下车库的建设、运营和维护情况进行全面检查和评估，发现问题及时纠正并采取有效措施解决。监管机制的强化不仅包括技术指标和工程质量的把关，还需关注项目管理的规范性、资金使用的合理性以及安全措施的有效性，确保项目的长期稳定运行。建立信息公开平台，及时向社会公众和利益相关者发布项目建设和运营的相关信息，增强透明度和公信力。同时，鼓励社会各界参与监督，建立多方参与的监督机制，发挥专业机构和公众的监督作用，共同促进项目建设和运营的规范和公正[3]。政府部门应加强对监管人员的培训和考核，提高其监管能力和专业水平，保证监管工作的专业性和高效性。同时，鼓励和支持技术创新，引导企业和科研机构在地下空间管理、安全防护等领域开展前沿技术研究，提升地下空间管理的科技含量和智能化水平。

4.3 创新管理模式

在传统管理模式的基础上，引入创新管理模式不仅能够提升管理效率，还能够有效应对复杂多变的城市环境和应急情况。引入智能化监控系统和大数据分析技术，实现对地下空间设施和设备的实时监测和远程管理，提高运行效率和安全性。利用先进的建模和仿真技术，对平战功能转换方案进行全面评估和优化，确保设计方案的科学性和实施可行性。此外，还可以借助信息化技术，建立项目信息管理平台和移动应用程序，提升管理的透明度和反应速度。地下人防工程和地下车库的建设和运营涉及多个部门和多个利益相关者，需要建立起有效的协同沟通和协作机制。通过建立联合会商机制和应急响应联动机制，提升各方面对于项目运营和应急管理的响应速度和协调能力。同时，鼓励公私合作，引入社会资本和专业管理团队，共同推动项目的发展和运营。在设计和建设过程中，应采用节能减排的技术和材料，最大限度地降低对环境的影响。倡导绿色建筑理念，推广可再生能源利用和水资源循环利用技术，实现地下空间的可持续发展。同时，注重社会责任和公众参与，通过开展环境教育和社区沟通活动，提升公众对于地下空间项目的认知和支持度。在项目运营过程中，应持续开展技术创新和管理创新，紧跟科技发展和市场需求变化，提升管理水平和服务质量。通过建立反馈机制和绩效评估体系，及时调整和优化管理策略，确保项目能够长期稳定运行并不断提升其在城市基础设施中的重要地位。

5 平战转换的技术保障

5.1 现代化设备的应用

引入先进的科技设备和系统，是提高人防工程平战转换效率和防护效果的关键。现代化通风和空气净化设备能够有效过滤战时可能出现的有毒气体和烟雾，保障内部人员的呼吸安全；智能化监控和控制系统可以实现对人防工程内部环境和设施状态的实时监测和调控，提高应急响应的快速性和精准度。此外，自动化封堵设备和防爆门等新型防护装置的应用，不仅能在短时间内完成转换操作，还能大大提高转换过程中的安全性和可靠性。

5.2 技术储备与演练

平战转换涉及复杂的技术和操作，只有通过充分的技术储备和反复的实战演练，才能在紧急情况下迅速、高效地完成转换任务。加强对平战转换相关技术的研究和开发，结合现代战争和灾害应对的实际需求，不断更新和完善防护设备和设施，确保其在转换过程中能够发挥最佳效果。建立平战转换技术储备库，对关键设备和材料进行分类储备，确保在需要时能够迅速调用。此外，定期组织平战转换演练也是必不可少的，通过模拟各种可能出现的紧急情

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

况，检验和提升人防工程的转换能力和应急响应水平。在演练过程中，应重点关注各类设备的操作流程、转换步骤的协调配合以及应急预案的执行情况，及时发现和解决存在的问题和不足。

5.3 完善转换预案

完善转换预案是确保城市地下人防工程与地下车库平战功能转换顺利进行的重要保障。转换预案应根据不同类型人防工程的实际情况和具体要求，制定详细的转换步骤和操作流程，确保各项工作有序进行。预案的制定应充分考虑各类突发事件的应对措施，确保在各种紧急情况下都能迅速、高效地完成转换任务。预案应明确各相关部门和人员的职责和分工，建立严密的协调和指挥机制，确保在战时或紧急情况下，各方能够迅速响应和协同作战。

6 结语

城市地下人防工程与地下车库的平战功能转换设计，不仅是对城市安全发展的重要探索和实践，更是提升城市抗灾能力和应急响应能力的重要举措。随着社会发展和科技进步，我们有信心通过不断地创新和改进，进一步完善平战转换的理论体系和实践技术，为城市安全建设贡献更多的智慧和力量。

[参考文献]

[1]林超.人防工程质量监督管理常见问题及对策研究[J].大陆桥视野,2024(5):127-128.
[2]王婧.BIM 技术在人防工程建筑设计中的应用研究[J].中国住宅设施,2024(5):61-63.
[3]杨碎英.暖通系统在人防工程中的空气质量控制研究[J].暖通空调,2024,54(1):171-173.

作者简介：许红燕（1983.4—），女，汉族，毕业学校：吉林建筑工程学院，现工作单位：中土大地国际建筑设计有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

谈工业建筑给排水及消防系统设计要点分析

马志超
新地能源工程技术有限公司石家庄能源化工技术分公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着工业化进程的推进，工业建筑的功能和结构日益复杂，对给排水和消防系统的要求也相应提高。传统的设计方法已难以满足现代建筑的需求，新的技术和标准不断涌现。在给排水方面，系统的设计不仅要满足大流量、稳定供水的要求，还需要应对高负荷、高污染的挑战。而消防系统则需适应不同类型的火灾风险，提供高效的灭火和疏散解决方案。此外，城市化进程的加快和人们对安全性的关注提升，使得工业建筑在设计阶段对消防安全的考虑更加全面。消防法规和标准不断完善，要求建筑设计必须符合法律法规的最新要求，减少火灾风险提升应急响应能力。因此，对工业建筑中给排水和消防系统的设计要点进行深入分析和优化，是提高建筑安全性、保障人员安全的重要环节。

[关键词]工业建筑；给排水；消防系统；设计
DOI：10.33142/ec.v7i11.14263 中图分类号：TU82 文献标识码：A

Discussion on Analysis of Key Design Points for Industrial Building Water Supply, Drainage, and Fire Protection Systems

MA Zhichao
Shijiazhuang Energy Chemical Technology Branch of Xindi Energy Engineering Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the advancement of industrialization, the functions and structures of industrial buildings are becoming increasingly complex, and the requirements for water supply, drainage, and fire protection systems are also correspondingly increasing. Traditional design methods are no longer sufficient to meet the needs of modern architecture, and new technologies and standards are constantly emerging. In terms of water supply and drainage, the design of the system not only needs to meet the requirements of high flow and stable water supply, but also needs to cope with the challenges of high load and high pollution. The fire protection system needs to adapt to different types of fire risks and provide efficient firefighting and evacuation solutions. In addition, the acceleration of urbanization and people's increasing concern for safety have led to a more comprehensive consideration of fire safety in the design phase of industrial buildings. Fire regulations and standards are constantly improving, requiring building designs to comply with the latest requirements of laws and regulations, reduce fire risks, and enhance emergency response capabilities. Therefore, in-depth analysis and optimization of the design points of water supply and drainage and fire protection systems in industrial buildings are important links to improve building safety and ensure personnel safety.

Keywords: industrial architecture; water supply and drainage; fire protection system; design

引言

在现代工业建筑中，随着建筑规模的扩大和功能的复杂化，给排水系统和消防系统的设计显得尤为重要。合理的给排水系统不仅影响到建筑的日常运营和生产效率，还直接关系到人员的生活舒适性和安全。而消防系统则是防控火灾风险、保障生命财产安全的核心设施。随着建筑技术的不断发展和消防安全要求的提高，对这些系统的设计标准和实施细节也越来越严格。

1 工业建筑的特点

工业建筑具有以下几个显著特点：首先，结构复杂，通常包括多个功能区域，如生产车间、仓库、办公区等，每个区域对给排水及消防系统有不同的需求。其次，工业建筑对安全性要求极高，尤其在涉及易燃易爆物质的工厂中，消防系统设计必须达到严格的标准。再者，工业建筑规模大，用水量和排水量大，因此给排水系统需要具备高效性和可靠性。此外，工业建筑往往需要特殊的环境控制，例如恒温恒湿，这对给排水系统的设计提出了更高的要求。最后，由于工业建筑的用途多样，设计中需考虑未来扩展和改造的可能性，确保系统具有灵活性和可扩展性。

2 工业建筑给排水和消防系统之间的关系

工业建筑的给排水和消防系统之间有着密切的关系。首先，消防系统需要依赖给水系统提供稳定的水源，确保灭火设备如消防栓和喷淋系统能够在紧急情况下正常工作[1]。其次，排水系统必须设计合理，以迅速排除灭火过程中产生的大量水，防止积水影响建筑结构和设备运行。此外，部分消防设施如湿式喷淋系统需要全天候供水，这对给水系统的连续性和稳定性提出了更高要求。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3 工业建筑给排水系统设计要点

3.1 给水系统设计

工业建筑给水系统设计需要考虑多方面因素，确保系统的高效性和可靠性。首先，水源的选择至关重要，需保证水质符合国家标准，水量充足并能满足不同生产工艺和生活用水的需求。设计时应详细分析建筑所在区域的水源情况，包括地下水、地表水和市政供水等多种途径，并结合实际需求选择合适的水源。其次，水压的设计必须符合工业建筑各用水点的需求，为此需要进行水力计算，以确定合理的管道直径和布局，确保在高峰用水时各用水点仍能获得足够的水压和水量。对于高层或大型工业建筑，可能需要设置增压设备，如变频供水泵或水塔维持稳定的供水压力。此外，管道材料的选择和防腐措施也十分重要，应根据水质、压力、温度等条件选择耐腐蚀、耐高压的管道材料，如不锈钢管、镀锌钢管或塑料管等。管道的敷设方式应尽量避免长距离直线管道减少水力损失，并注意管道的保温、防冻及防止水锤现象。在系统设计中，还需考虑供水的可靠性和安全性。为防止供水中断，系统应设有备用水源或储水设施，如高位水箱或蓄水池，并配置必要的自动化控制设备和监测仪器，实时监控水质、水压和流量，及时发现并处理潜在问题。此外，设计中应留有一定的扩展空间，以便未来增加用水点或改造系统时不至于对现有系统造成重大影响。

3.2 排水系统设计

工业建筑排水系统设计需要全面考虑废水的种类、排放标准以及排放路径，确保系统的高效性和环保性。首先，应详细分析建筑内各区域的废水种类，包括生产废水、生活污水和雨水等。生产废水往往含有化学物质或油污，需要根据不同工艺过程进行分类收集和处理；生活污水则需满足卫生排放标准；雨水排放则应考虑季节变化和降水量的波动。其次，设计中必须严格遵守相关排放标准和法规，确保排放物不对环境造成污染。对于生产废水应设计专门的处理设施，如沉淀池、隔油池或生化处理系统，确保废水经过处理达标后再排放。生活污水一般需接入市政污水管网或自建污水处理系统，处理后方可排放至外界环境。管道布局是排水系统设计的关键，需综合考虑建筑的结构特点和废水排放路径。排水管道应尽量采用重力流设计减少能耗和维护成本。管道的直径和坡度应通过水力计算确定确保排水畅通，防止堵塞和倒灌现象的发生[2]。对于雨水排放系统，应设置足够的雨水井和排水口，确保大雨或暴雨情况下能迅速排除积水，防止内涝。此外，管道材料的选择和防腐处理也至关重要，排水管道应采用耐腐蚀、耐高压的材料，如 PVC 管、PE 管或铸铁管，并进行必要的防腐处理延长使用寿命。管道的敷设应避免交叉污染，生产废水和生活污水管道应分开设置，雨水管道应独立排放。维护和管理是排水系统设计中不可忽视的一部分，系统设计应考虑到便于日常检查和维护的需求，设置必要的检查井和清洗口，确保管道在运行过程中能够方便地进行清理和维护。对于关键节点和设备，建议配置监测仪器和自动化控制设备，实时监控排水量和水质，及时发现并处理异常情况。

4 工业建筑消防系统设计要点

4.1 消防系统设计原则

工业建筑消防系统设计必须遵循以下几项原则，确保系统的安全性和可靠性。首先，预防为主的原则要求在设计过程中充分考虑火灾的预防措施，包括选择不易燃材料、合理布局生产工艺和设备、设置防火分区等。通过源头控制和风险管理，最大程度降低火灾发生的可能性。其次，及时报警和迅速扑灭原则强调火灾发生时能够迅速发现并及时控制火势。设计中应安装先进的火灾报警系统，包括烟感、温感探测器等设备，确保火灾初期能够快速探测并发出警报。同时，消防系统应配备高效的灭火设备，如自动喷水灭火系统、泡沫灭火系统等，确保火灾初起阶段能够迅速扑灭，防止火势蔓延。第三，人员安全疏散原则是设计中必须考虑的重要方面，消防系统设计应确保建筑内人员在火灾发生时能够安全、迅速地疏散。为此，应设置合理的疏散通道和出口，配备清晰的指示标志和应急照明，并确保疏散通道和出口的畅通无阻。根据建筑规模和用途，设计中还应考虑设立避难层或避难间，为人员提供临时避难的场所。第四，可靠性和可维护性原则要求消防系统具备高可靠性和便于维护的特点。设计中应选择性能稳定、技术成熟的消防设备和材料，确保系统在长期运行中保持良好的工作状态。同时，应设计便于日常检查和维护的结构和设施，如设置检修口、检查井等，以确保系统在发生故障或需要维护时能够方便地进行处理。最后，符合法规标准原则是消防系统设计的基本要求。设计中必须严格遵守国家和地方的消防法规和标准，如《建筑设计防火规范》《自动喷水灭火系统设计规范》等，确保系统设计符合相关法律法规的要求，保障建筑和人员的安全。

4.2 消防给水系统设计

工业建筑消防给水系统设计需要全面考虑水源、供水压力、管网布局和设备配置等多个关键因素，以确保系统在火灾发生时能够提供充足的水量和适当的水压。首先，水源的选择是设计的基础，应确保水源可靠、充足。常见的消防水源包括市政供水、高位水箱、消防水池或天然水源（如河流、湖泊等）。对于大型或重要的工业建筑，建议设置两种以上的水源，以提高供水可靠性。其次，供水压力的设计必须满足消防设备的需求，通过水力计算确定管道直径和增压设备，确保在最不利点（即离水源最远或最高处）的消防设备也能获得足够的水压。常用的增压设备包括消防泵、稳压泵和高位水箱，设计中应根据建筑特点和消防需求合理配置。管网布局是消防给水系统设计的核心，应确保管道布置合理、供水畅通。主干管应环状布置形成闭合环路，以提高供水的可靠性和稳定性。支管应尽量短直减少水力损失和管道阻力。管道材料应选择耐压、

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

耐腐蚀的高品质材料，如镀锌钢管、不锈钢管或高强度塑料管等，并进行必要的防腐处理。消防设备的配置直接影响系统的灭火效果，设计中应根据建筑的规模和火灾危险性，合理配置消防栓、自动喷水灭火系统、泡沫灭火系统等。室内消防栓应均匀布置，保证任何一点的灭火距离不超过 30 米；自动喷水灭火系统应覆盖所有防火分区，并根据火灾风险选择合适的喷头类型（如标准喷头、快速响应喷头等）。此外，还应配置必要的阀门、压力表和水流指示器，方便日常检查和维护。系统的自动化和监控也是设计中的重要部分，应设置消防控制中心，实时监控水源、水压、流量等关键参数，并具备自动报警和启动功能。一旦发生火灾，系统能够自动启动消防泵并切换至备用水源确保持续供水[3]。此外，应配置手动控制装置，以便在自动系统失效时人工干预。最后，维护和管理是确保消防给水系统长期可靠运行的关键。设计中应考虑设置检修口和排水阀，便于管道清洗和维护。定期检查和测试各类消防设备，确保其处于良好状态。同时，应制定详细的维护保养计划，培训相关人员，提高系统的应急响应能力。

4.3 消防设施配置

消防设施配置是工业建筑消防系统设计的重要环节，目的是在火灾发生时提供有效的灭火和疏散支持。首先，应按照建筑面积和火灾危险等级合理设置室内消防栓，通常每个防火分区应配备至少一个消防栓，且在任何点的灭火距离应不超过 30 米。消防栓的位置应易于接近，避免被障碍物遮挡并应配备清晰的标识和操作说明。其次，自动喷水灭火系统应覆盖建筑的主要区域和高风险区域，选择喷头类型（如标准喷头、快速响应喷头、预作用喷头等）应根据建筑的功能、火灾危险等级和设计要求确定。喷头应均匀布置，以确保覆盖面积无死角。系统应设有检测装置，能够自动探测火灾并启动灭火。对于高层建筑或大面积的工业车间，应考虑设置分区控制系统，以便于在火灾发生时局部启动喷淋系统，减少水资源浪费并提高灭火效率。泡沫灭火系统主要用于处理易燃液体和化学品的火灾，尤其在石油化工厂等高风险区域非常重要。系统应包括泡沫产生装置、储存罐和泡沫分配管道。泡沫系统的设计应确保在火灾发生时能够迅速产生足够的泡沫覆盖火源，并通过专用的泡沫喷嘴进行有效喷洒。消防泵是确保消防水源压力稳定的重要设备，应根据建筑规模和水压需求配置主用消防泵和备用消防泵。消防泵应设置在专用的泵房内，并配备自动启停装置，以在火灾报警时自动启动。泵房应具备良好的通风和防水措施，保证设备的长期稳定运行。灭火器的配置也是必不可少的，灭火器应根据不同区域的火灾风险配置不同类型的灭火器，如 ABC 干粉灭火器、二氧化碳灭火器和泡沫灭火器。灭火器应布置在显眼、易于取用的地方，并定期检查和维护，确保其在关键时刻能够正常使用。消防广播系统应覆盖整个建筑并具备语音报警功能，能够在火灾发生时快速传达疏散指令和紧急信息。系统应设置在消防控制中心，并具备手动和自动触发功能，以便在发生火灾时能够及时发出警报并指导人员疏散。消防应急照明和疏散指示标志在火灾发生时为人员安全疏散提供保障。应设置足够的应急照明设备和疏散指示标志，标明疏散通道、出口和安全集合点。照明设备应具备独立的电源，以在停电情况下继续提供光源。

4.4 消防疏散和应急照明设计

消防疏散和应急照明设计是确保火灾发生时人员能迅速安全地撤离。设计应确保疏散通道宽敞通畅，通常每人需分配约 0.6 米的通道宽度避免拥堵。所有疏散通道应直接通向安全出口，并避免设置复杂的路径或死角，以提高疏散效率。安全出口应至少设置两个，以防其中一个被阻挡。出口标识要明显、耐用并具备夜间可视功能，门应向外开启以避免阻塞。疏散指示标志和应急照明系统应保证在火灾或停电时有效引导人员，标志应自发光或配备独立电源，灯具应具备备用电源保证照明持续。楼梯应符合防火规范，配备防火门和防烟隔离装置，并设置紧急照明以确保视线良好。消防广播系统应覆盖整个建筑，能够发出紧急通知和疏散指令，并具备自动和手动触发功能。应急设备和人员培训同样重要，确保应急集合点明确标识，并定期进行火灾演习和培训，提高应急响应能力。

5 结语

在工业建筑的设计中，给排水系统和消防系统的合理规划至关重要。给水系统的设计需确保水源充足、压力稳定、管网合理布置，以满足日常使用和应急需求。排水系统则应综合考虑流量、管道布局及污水处理，确保排水畅通。消防系统方面，从设计原则到给水系统配置，再到设施的合理配置和应急照明，都应严谨细致，以保障火灾发生时人员的安全和建筑的有效防护。通过科学的设计和严格的实施，可以显著提升工业建筑在应对突发事件中的应急能力和安全性，为人员的生命安全和财产保护提供有力保障。未来的设计工作应持续关注技术进步和标准更新，不断优化和完善各项系统，确保建筑的综合安全性能。

[参考文献]

[1]张龙.工业建筑给排水及消防系统设计要点分析[J].居业,2024(3):133-135.
[2]张喜冬.工业建筑给排水及消防系统设计要点分析[J].房地产世界,2020(24):47-49.
[3]黄臻.工业建筑给排水及消防系统设计要点探析[J].四川水泥,2019(1):128.

作者简介：马志超（1997.7—），男，汉族，毕业学校：西安建筑科技大学，现工作单位：新地能源工程技术有限公司石家庄能源化工技术分公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

谈绿色建筑给排水节水节能新技术的应用

邢梦旋
河北省交通规划设计研究院有限公司交建分公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球气候变化和资源短缺问题的日益严峻，绿色建筑已成为建筑行业发展的必然趋势。绿色建筑通过采用先进的技术和科学的管理手段，实现资源的高效利用和环境的保护，符合可持续发展的要求。在绿色建筑中，给排水系统的节水节能技术尤为重要，因为建筑用水和热水系统消耗了大量的水资源和能源。文中将深入探讨绿色建筑给排水节水节能新技术的具体应用，分析其重要性，并展望未来的发展方向。

[关键词]绿色建筑；给排水系统；节水技术；节能技术
DOI：10.33142/ec.v7i11.14258 中图分类号：TU990 文献标识码：A

Application of New Water-saving and Energy-saving Technologies in Green Building Water Supply and Drainage

XING Mengxuan
Communications Construction Branch of Hebei Provincial Communications Planning, Design and Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasingly severe problems of global climate change and resource scarcity, green buildings have become an inevitable trend in the development of the construction industry. Green buildings achieve efficient resource utilization and environmental protection through the use of advanced technology and scientific management methods, meeting the requirements of sustainable development. In green buildings, water-saving and energy-saving technologies for water supply and drainage systems are particularly important, as building water and hot water systems consume a large amount of water resources and energy. The article will delve into the specific application of new water-saving and energy-saving technologies for green building water supply and drainage, analyze their importance, and look forward to future development directions.

Keywords: green building; water supply and drainage system; water-saving technology; energy-saving technology

引言

传统建筑的给排水系统设计和运行往往存在水资源浪费和能耗高的问题，这不仅增加了建筑的运营成本，也对环境造成了严重的负担。随着环保意识的增强和技术的进步，绿色建筑概念逐渐兴起，成为解决这些问题的有效途径。绿色建筑强调在全生命周期内的资源节约和环境保护，给排水系统作为其重要组成部分，需要采用一系列节水节能新技术来实现这一目标。通过对新技术的应用，不仅可以大幅度降低水电消耗，还能提高系统的运行效率和可靠性，符合现代建筑的高效、环保要求。

1 绿色建筑给排水技术概述

绿色建筑给排水技术是指通过科学合理的设计和先进的技术手段，实现建筑物给排水系统的高效、节能、环保运行，主要目标是在确保建筑功能和用户舒适度的前提下，最大限度地节约水资源和能源，减少环境污染，推动建筑行业的可持续发展。在给水系统方面，绿色建筑强调高效利用水资源，通过采用节水器具、优化管网设计、合理设置供水压力等手段，减少用水量。此外，开发和利用第二水源，如中水和雨水，是提高水资源利用效率的重要措施。中水系统通过回收和处理生活污水，用于冲厕、绿化、清洁等非饮用用途；雨水利用系统则通过收集、储存和处理雨水，用于灌溉、景观补水等。在排水系统方面，通过分离处理生活污水和工业废水，降低污水处理的难度和成本，同时回收污水中的资源，实现资源循环利用。在热水系统方面，绿色建筑积极推广使用可再生能源和高效节能技术。太阳能热水系统和空气源热泵热水系统是两种主要的节能技术，通过利用太阳能和空气中的热量，加热建筑物的生活热水，显著减少传统能源的使用量。此外，优化热水循环方式，减少热损失，也能提高系统的能源利用效率[1]。总之，绿色建筑给排水技术通过引入节水节能新技术和新设备，实现了水资源和能源的高效利用，为推动建筑行业的可持续发展提供了重要支撑。随着科技的进步和应用的深入，绿色建筑给排水技术将不断完善和发展，为构建资源节约型和环境友好型社会做出更大的贡献。

2 绿色建筑给排水节水节能新技术应用的重要性

随着全球人口的增加和城市化进程的加快，水资源和能源的需求量日益增长，而自然资源的供给却相对有限。绿色建筑通过引入节水器具、优化供水系统、利用中水和

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

雨水等技术手段，大大降低了对新水和能源的依赖，有助于实现资源的可持续利用。建筑运行过程中，水电费用占据了很大比例。通过采用高效节能设备和技术，可以减少水电消耗，降低运行成本。对于业主和使用者而言，这不仅意味着日常开支的减少，也提升了建筑的整体经济效益。传统建筑给排水系统往往会产生大量的污水和废弃物，对环境造成严重污染。而绿色建筑通过污水处理和资源化利用技术，将生活污水和废水进行有效处理和再利用，减少了污染物的排放。此外，利用太阳能、空气源热泵等清洁能源技术，减少了对化石能源的依赖，降低了温室气体排放，有助于减缓全球气候变暖的趋势。随着环保意识的增强和绿色建筑标准的推广，市场对绿色建筑的需求不断增长。应用节水节能新技术的绿色建筑，凭借其高效、环保、节能的优势，更容易获得市场认可和用户青睐。同时，绿色建筑还能提升企业和开发商的社会形象，树立良好的企业社会责任（CSR）形象。节水节能技术的广泛应用，促使相关企业和科研机构不断进行技术研发和创新，提高了技术水平和市场竞争力。同时，绿色建筑的推广应用，也带动了节能环保产业的发展，形成了新的经济增长点，促进了产业结构的优化和升级。总之，绿色建筑给排水节水节能新技术的应用不仅有助于资源节约和环境保护，还能降低运行成本、提高经济效益，提升市场竞争力，推动技术创新和产业升级，具有显著的重要性。在未来的发展中，随着技术的不断进步和应用的深入，绿色建筑给排水节水节能技术将发挥更大的作用，为实现可持续发展目标做出更大的贡献。

3 绿色建筑给排水节水节能新技术的具体应用

3.1 消防水池节水节能新技术

消防水池是建筑消防系统的重要组成部分，其设计和运行直接关系到建筑的安全性。然而，传统消防水池设计往往存在水资源浪费和能耗高的问题。回收和再利用消防演练和测试用水，可以减少新水的使用量。消防演练和系统测试是必不可少的安全措施，但其用水量较大。如果能够设计合理的回收系统，将这些用水进行过滤和处理后再回到消防水池中，既能保证消防安全，又能节约大量水资源。采用可调节容积的消防水池设计，根据实际需求动态调整消防水池的容量，可以有效减少过量储水所带来的资源浪费。传统消防水池通常设计为固定容积，但在实际使用中，通过智能控制系统，实时监测和调整消防水池的水位，能够在保证消防安全的前提下，最大限度地节约用水[2]。智能控制系统可以根据建筑的用水情况、气象条件和消防水池水位，自动调节补水量，避免因人为操作导致的水资源浪费。这种技术不仅提高了消防水池的运行效率，还降低了维护成本。

3.2 应用新型节能设备

新型节能设备的应用是绿色建筑给排水系统中节能的重要手段。通过采用高效节能设备，可以显著减少系统的能耗，提升整体运行效率。高效节能泵是其中的重要代表，具备高效率、低能耗、运行稳定等优点。变频调速泵通过调整泵的转速，能够根据实际用水需求动态调节输出功率，避免了传统泵固定功率运行时的能源浪费。此外，智能泵站系统可以实现远程监控和自动控制，进一步提高了泵站的运行效率和节能效果。在供水系统中，应用新型节能设备如高效水处理设备和智能控制阀门，也能有效降低能源消耗。高效水处理设备通过先进的过滤和消毒技术，减少了水处理过程中的能源消耗。智能控制阀门则可以根据用水需求自动调节水流量和压力，避免了不必要的水资源浪费。在排水系统中，采用能量回收设备，如污水热能回收装置，可以将排水中的热能转化为可利用的能源，用于建筑的其他用水环节，进一步提高了能源利用效率。这类设备通过热交换技术，将排水中的热量回收，用于预热生活热水或供暖系统，减少了额外能源的消耗。

3.3 合理设定供水压力

过高或过低的供水压力都会导致能源的浪费和系统的不稳定。因此，通过科学合理的设计和优化，确保供水压力在一个适宜的范围内，可以有效减少能源消耗。优化供水管网设计，减少压力损失。供水管网设计应尽量简洁、流畅，避免不必要的弯曲和分支，减少水流阻力和压力损失。同时，选择适当的管径和材质，提高管网的输水效率。合理设置压力调节阀门，根据不同区域的用水需求进行分区供水。分区供水可以根据建筑的实际情况，将供水系统分为若干独立的区域，每个区域设立独立的压力调节阀门，分别设定供水压力，确保在满足用水需求的同时，减少不必要的能耗。应用智能供水系统，通过实时监测和调节供水压力，实现精准控制。智能供水系统可以根据用水高峰和低谷期，动态调整供水压力，避免因用水波动导致的压力过高或过低现象。这样既能保障用水的稳定性，又能最大限度地节约能源。

3.4 开发和利用第二水源

将中水和雨水等非传统水源进行处理和再利用，可以减少新水的使用量，降低对市政供水系统的压力，达到节水目的。

3.4.1 开发和利用中水

中水是指经过一定处理后可以重复使用的非饮用水。开发和利用中水，可以有效减少新水的使用量，提升水资源利用效率。中水的主要来源包括生活污水和工业废水，通过科学合理的处理和管理，可以广泛应用于建筑的冲厕、绿化、清洁和冷却等方面。生活污水经过初步处理后，通过生物处理、物理过滤和化学消毒等步骤，将生活污水中的污染物去除，使其达到中水使用标准，可以用于冲厕、浇灌植物和清洁道路等，减少了对新水的需求。工业废水中含有大量可利用的资源，通过合理的处理和回收技术，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

可以将其转化为中水，用于工业冷却、设备清洗等非饮用用途。引入先进的水质监测和控制技术，确保中水在使用过程中不对人体和环境产生危害。此外，中水系统的推广还需要加强政策引导和公众教育，提高人们对中水利用的认识和接受度。

3.4.2 开发和利用雨水

雨水是一种宝贵的自然资源，通过收集和利用雨水，可以减少市政供水的压力，实现水资源的循环利用。雨水利用系统包括雨水收集、储存、过滤和分配等环节，经过适当处理后，可用于灌溉、冲厕、景观水体补水等。在建筑屋顶、庭院和道路等区域设置雨水收集装置，将降雨水量集中收集，并引入储水设施，如蓄水池和地下储水罐，进行储存。储存的雨水可以在干旱季节或用水高峰期发挥重要作用，缓解供水压力。通过物理过滤、生物处理和化学消毒等技术手段，去除雨水中的杂质和污染物，使其达到可再利用的标准。这些处理后的雨水可以用于园林灌溉、道路清洁和景观水体补水等非饮用用途，减少对市政供水的依赖。合理规划和科学管理，可以最大限度地发挥雨水利用系统的效益，提升水资源利用效率。

3.5 热水系统节能技术

热水系统是建筑能源消耗的重要环节，通过应用节能技术，可以显著降低能耗，提高能源利用效率。绿色建筑的热水系统节能技术主要包括利用太阳能加热、空气源热泵加热和优化热水循环方式。

3.5.1 利用太阳能加热

太阳能是一种清洁、可再生的能源，利用太阳能加热技术，可以显著减少传统能源的使用。太阳能热水系统通过集热器吸收太阳能，将其转化为热能，用于建筑物的热水供应。该系统不仅可以降低能源消耗，还能减少温室气体排放，符合绿色建筑的节能环保要求。太阳能热水系统的核心是太阳能集热器。集热器的类型主要有平板集热器、真空管集热器和聚光集热器等。平板集热器适用于阳光充足、气候温暖的地区；真空管集热器则适用于寒冷地区，其保温性能较好；聚光集热器适用于需要高温热水的场合。太阳能热水系统的设计需要考虑到建筑物的朝向、屋顶面积和太阳辐射强度等因素。通过合理布局和优化设计，可以最大限度地提高太阳能的利用率。此外，太阳能热水系统还可以与传统的电热水器或燃气热水器结合使用，形成混合供热系统，在太阳能不足的情况下，提供稳定的热水供应。

3.5.2 利用空气源热泵加热

空气源热泵是一种高效节能的热水供应技术，通过从空气中吸收热量，将其转化为热能，用于加热生活热水。空气源热泵的能效比（COP）通常在 3 以上，即每消耗 1 度电，可以产生 3 度电以上的热量，节能效果显著。空气源热泵的工作原理是利用压缩机将低温低压的制冷剂压缩为高温高压气体，通过换热器将热量传递给水，再将制冷剂降压降温，循环往复，持续产生热水。该系统具有运行稳定、节能环保、维护简便等优点，适用于各种气候条件下的建筑。空气源热泵的安装需要考虑到室外机的位置和通风条件。室外机应安装在通风良好、不受遮挡的位置，以提高热泵的换热效率。同时，室外机的噪音和振动也需要进行有效控制，避免对周围环境和居民生活造成影响。

3.5.3 优化热水循环方式

热水系统的循环方式对能耗有着重要影响。传统的热水系统通常采用单向循环，即热水从热源输送到用水点，使用后直接排放，造成了大量的热能浪费。通过优化热水循环方式，可以显著减少热损失，提高系统的能源利用效率。回水系统通过设置回水管道，将未使用完的热水回流至热源，再次加热和利用，减少了热能的浪费。这种方式特别适用于大型建筑和热水使用量大的场所，如酒店、医院和公寓楼等。分区供水系统将热水系统划分为若干独立的供水区，每个区独立设置循环泵和控制阀，根据实际用水需求，动态调整热水供应，避免了全系统供水的能源浪费。这种方式适用于大型综合建筑和多功能场所，如办公楼和商业综合体等。通过智能控制系统，实时监测和调节热水的温度、流量和循环方式，根据用水需求动态调整，避免了不必要的能耗。这种技术不仅提高了系统的运行效率，还降低了维护成本和人工操作的复杂性。

4 结语

绿色建筑给排水节水节能新技术的应用在实现建筑行业可持续发展中起着至关重要的作用。通过消防池节水技术、新型节能设备的应用、合理设定供水压力、开发和利用第二水源以及优化热水系统，可以减少水资源和能源的消耗，降低运行成本，提升经济效益，不仅有助于减少环境污染，保护生态环境，还能提升建筑的市场竞争力和社会认可度。未来，随着科技的不断进步和应用的深入，绿色建筑给排水节水节能技术将不断发展和完善，为构建资源节约型和环境友好型社会做出更大的贡献。绿色建筑给排水节水节能技术的发展，不仅是建筑行业转型升级的必由之路，也是全社会共同追求的目标。

[参考文献]

[1]白玲,康元五.初探绿色建筑给排水节能新技术的运用[J].中小企业管理与科技,2022(3):172-174.
[2]茆在辉,苏红青,赵奕华.医院节能新技术应用与节能管理方案探索[J].上海节能,2024(2):326-330.

作者简介：邢梦旋（1992.10—），女，汉族，毕业学校：河北工程大学，现工作单位：河北省交通规划设计研究院有限公司交建分公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于实际应用工况的车载高空作业车工作平台设计优化

银 峰 邓 超 郑 波
湖南中联重科智能高空作业机械有限公司，湖南 长沙 410200

[摘要]随着近几年高空作业车行业快速发展，车载式高空作业车已广泛应用于国家的各项建设中。其中蓝牌产品因城区不限行且C照就可以驾驶，更受广大客户青睐。同时随着作业工况的多样化，为了适应各种工况目前蓝牌车载式高空作业车最高作业高度可达30m，但是按照国家法规要求，蓝牌车总重量不能超过4.5吨，这样对产品的轻量化和安全性也有了更高的要求。本文通过对车载式高空作业车实际工况为研究对象，对工作平台进行设计优化，保留称重系统保障产品的安全性，改善结构布置提高工作灵活性，同时优化设计后工作平台重量可以减轻20kg及提高平台回转机构寿命
[关键词]车载式高空作业车；工作平台；安全性；称重系统；轻量化设计
DOI：10.33142/ec.v7i11.14260 中图分类号：TH164 文献标识码：A

Design Optimization of Working Platform for Vehicle Mounted Aerial Work Platform Based on Practical Application Conditions

YIN Feng, DENG Chao, ZHENG Bo
Hunan Zoomlion Intelligent Access Machinery Co., Ltd., Changsha, Hunan, 4102000, China

Abstract: With the rapid development of the aerial work vehicle industry in recent years, vehicle mounted aerial work vehicles have been widely used in various national constructions. Among them, blue brand products are more favored by customers because they are not restricted to driving in urban areas and can be driven with C license. At the same time, with the diversification of operating conditions, in order to adapt to various working conditions, the maximum operating height of the blue license plate vehicle mounted high-altitude operation vehicle can reach 30m. However, according to national regulations, the total weight of the blue license plate vehicle cannot exceed 4.5 tons, which also has higher requirements for the lightweight and safety of the product. This article takes the actual working conditions of the vehicle mounted high-altitude work platform as the research object, optimizes the design of the work platform, retains the weighing system to ensure the safety of the product, improves the structural layout to enhance work flexibility, and optimizes the design. At the same time, the weight of the work platform can be reduced by 20kg and the service life of the platform rotating mechanism can be improved after optimization.
Keywords: vehicle mounted aerial work platform; work platform; security; weighing system; lightweight design

引言

随着城市的快速发展和商业的高度发达，广告装潢、市政交通、道路绿化、市容美化、场馆维护等城市高空作业场景越来越多，高空作业机械因其高效、安全等特点也得到了广泛认可。城市高空公共设施迅猛增加，同时为缓解城市人口压力，中高层建筑越来越多，催生了大量的高空维修保障需求[1]。多功能、灵活、安全等综合优越性使高空作业车的需求越来越大，路灯维修、墙面除尘、电网安全维护、高层作业施工等场合均有涉及[2-3]。自行走高空作业平台因其不能上路行驶、移动缓慢等因素，在城市高空作业场景中有其局限性。而黄牌高空作业车因法规限制进城区需办理通行证，颇为不便，因此蓝牌车载高空作业车，市场渗透率越来越大，为了适应各种工况目前蓝牌车载式高空作业车最高作业高度可达30m，但是按照国家法规要求，蓝牌车总重量不能超过4.5吨。因此在保证产品性能的前提下进行轻量化和提高产品工作安全性已逐渐成为共识。高空作业车行业技术不断创新，智能化、电动化、轻量化成为新的发展趋势。企业加大研发力度，推出更加先进、高效的产品。高空作业车行业正处于快速发展阶段，市场规模不断扩大，技术创新不断推进，市场竞争日益激烈。

1 工作平台现状

车载高空作业车工作平台现状

蓝牌车整机总质量有法规限制，近三年蓝牌车主流工作高度米从20m左右提高至30m，那么对工作平台里载荷重量控制变得尤为重要，然而目前市面上蓝牌车载高空作业车90%未配置称重机构。少量配置称重机构的产品也是参考自行走高空作业车以连接支座的型式布置称重机构（如图1所示）。工作平台主要由工作斗、托架、和回转机构组成，是在空中承载工作人员、工具和物料的装置；工作平台的重量增加，则导致整机重量增加，且是对整机稳定性影响最大的部件。现有的设计结构选型上偏于保守，托架结构导致工作平台重量增加，且托架位于工作斗工作平面以外（如图2所示），工作时不能最大限度地接近工

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

作面，降低了产品工作便利性；同时回转中心和工作斗中心距离较大，回转时回转阻力矩较大，需要更大回转驱动力及影响回转机构寿命。

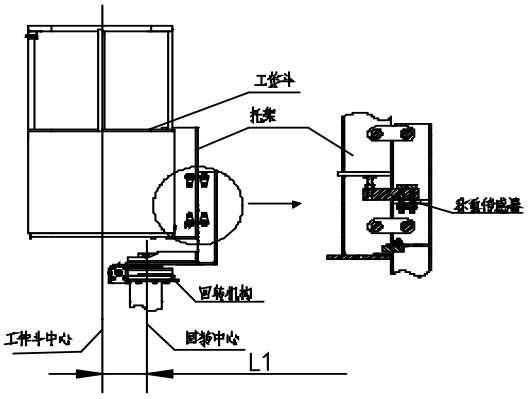


图 1　工作平台结构现状示意图

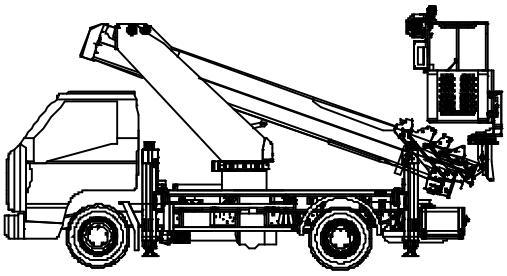


图 2　整车结构现状示意图

2 基于实际应用工况的工作平台优化设计

2.1 典型工况分析

车载式高空作业车常用于广告装潢、市容美化、场馆维护等工作场景。在使用过程中因需要携带工具、物料等容易造成超载，尤其在目前产品工作幅度和高度越来越大，超载发生倾翻可能性更大。同时在工作时也需要工作平台尽量靠近施工面，保证作业方便。车载式高空作业车的常用工况既需要保证施工的安全也要同时兼顾便利性。综合考虑车载高空作业车在实际作业过程中工作平台结构系统受力最大的典型工况[4]，本文选用 1.5 倍额定载荷（超载工况）典型工况进行仿真分析和计算，主要用于考核结构强度和回转机构优化空间。

2.2 优化方案

针对托架重量重，且影响工作灵活性的缺点，可以通过将连接支座和调平座优化为过渡座和调平座的结构（如图 3 所示）。车载式高空作业车在作业过程中靠近工作面工作非常重要，只有足够靠近工作面才能安全、便捷地进行高空作业，所以保证工作斗外立面为整机最靠外面尤为重要，同时因作业过程中需要调整姿态，作业过程中会频繁进行旋转，回转中心和工作斗中心距离越小，回转阻力就会越小，对回转机构寿命越有利。本结构可以有效减小结构件重量 20kg，较优化前工作平台总质量减少 10%；优化回转机构受力，提高工作时使用便利性，同时配置称重传感器保障高空作业安全。

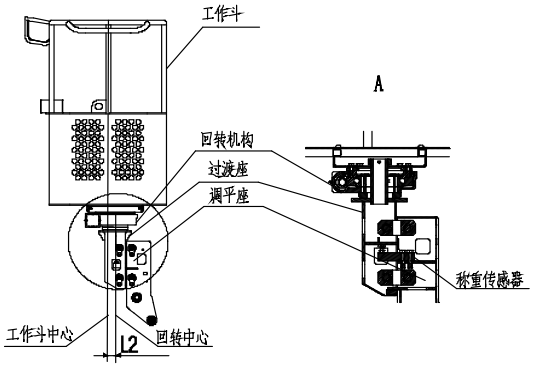


图 3　工作平台优化布置方案图

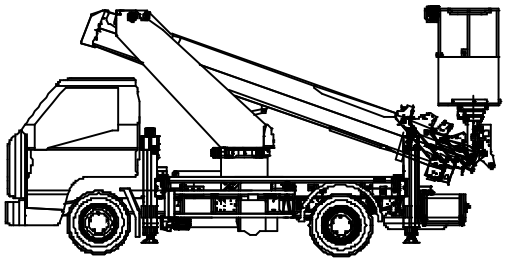


图 4　优化后整车示意图

2.3 优化后应力计算分析

工作平台装置是在空中承载工作人员、工具和物料的装置，安全性尤为重要，对优化后的调平座和过渡座模型进行有限元分析，有限元仿真模型根据实际模型进行结构简化。根据结构布置和部件重要程度，网格大小控制在 10-15mm 之间，过渡座与工作平台相连接，选取 1.5 倍超载工况进行仿真模拟，保证结构强度的安全裕度，得到应力如图 5 所示。调平座和过渡座材料的屈服强度为 550MPa，根据高空作业机械行业实际使用情况，安全系数一般取大于 2[5]，即材料的最大应力小于 275MPa，计算最大应力小于 240MPa。根据计算结果可知，调平座和过渡座的最大应力均满足要求。

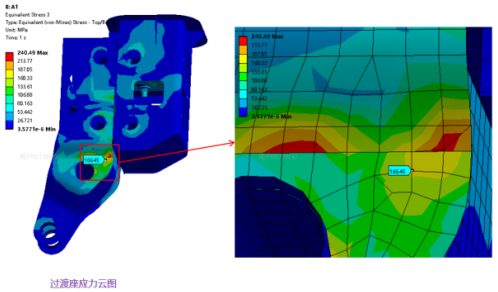


图 5　优化后应力计算结果

回转机构由回转支撑和回转驱动电机组成，作为活动部件和固定底座的连接件，必须具备把活动件的应力传递到底座的能力。为选择具备足够能力的适当回转支承，需精确地界定所受的全部应力，包括由重量、负载和结构惯性产生的影响。回转支承在使用过程中，一般要承受轴向

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

力 Fa、径向力 Fr 以及倾覆力矩 M 的共同作。优化后结构轴向力 Fa、径向力 Fr 和原结构基本一致，但是倾覆力矩 M 可以得到有效减小。用根据回转阻力矩计算 M(max)=Mf+Ms+Mw+Mt,Mf 为摩擦阻力矩,Ms 为坡道阻力矩，Mw 为风载阻力矩，Mt 惯性阻力矩。从图 1 和图 3 中可以看出优化后设计可以减小回转中心和转台中心距离即 L2 小于 L1，如下图 5 所示回转重物中心和回转中心距离 a 减小可以引起回转阻力矩计算 M 减小。本工作平台回转机构由回转电机驱动,通过减速器将动力传递给回转减速机,在回转减速机内部，齿轮系统起到主要的传动作用。电机驱动输入轴与减速机内部的齿轮系统相连,通过齿轮传动将输入轴的旋转转换为输出轴的旋转。因为倾覆力矩 M 减小，回转电机工作电流会相应减小，通过计算回转电机工作电流可以减小 21%。工作平台结构优化后，可以有缓解工作时驱动电机温度升高,绝缘材料老化及减小回转支撑部件磨损，提高回转机构使用寿命。

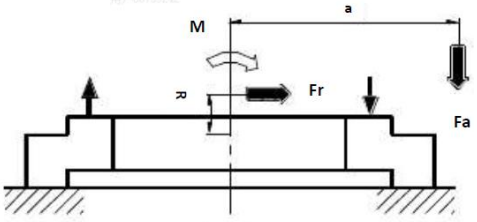


图 6 回转机构受力示意图

3 试验验证

根据试验验证需求制作了一套优化后工作平台样件，安装在实车上进行应力测试和回转工作电流监测测试。应力测试点的布置位置与有限元计算结果的最大应力位置一致，如图 6 所示。应力测试时工作斗加载额定载荷的 1.5 倍载荷进行测试，所有载荷布置在工作平台受力最差位置。工作斗回转是由回转电机驱动回转减速机达成，测试时工作斗加载额定载荷的 1.5 倍载荷进行测试,工作平台装置进行 10 次 360 度旋转，求出均值。图 7 为测试优化前、后回转电机工作电流。

图 7 轻量化剪叉臂实车安装图

图 8 回转电流监测测试

试验测试了 1.5 倍额定载荷情况下的调平座和过渡座应力情况，工况最大应力测试结果如表 1 所示，并根据应力测试结果计算出与有限元分析结果的最大误差。

表 1 应力测试结果

名称	1.5 倍额定载荷/MPa	1.5 倍额定载荷误差/%
调平座测点 1	223	7.08

回转电机工作电流测试如下表所示，优化后工作电流可以减小 18%。

表 2 回转工作电流测试结果

名称	1.5 倍额定载荷（改进前）	1.5 倍额定载荷（改进后）
回转电流	8.9A	7.3A

基于有限元计算和试验测试的结果可看出，应力测试结果与有限元计算结果基本一致，误差值为 7.1%，计算精度较好，满足工程机械测试误差精度要求。回转电流测试优化后可以减小 17.9%，可以有效减小回转机构工作负载，提高回转机构寿命。

4 结语

本文根据某型号车载产品工作平台结构优化，降低工作平台装置自重 10%，提高使用便利性和提高回转机构寿命，同时保留了称重传感器保障高空作业的安全。然后通过应力测试采集优化设计样件 1.5 倍额定载荷超载工况的应力数据和回转电流测试与有限元分析及计算结果进行对比验证，最终得出以下结论：（1）工作平台托架结构优化为调平座加过渡座结构，能够有效提高工作便利性，保证工作时更接近工作面，同时保留称重传感器保证高空作业安全，可以推广至其他车载高空作业车机型，具有较大实用性，提高产品市场竞争力。（2）通过将托架优化为调平座和过渡座的设计，可减轻工作平台装置重量 10%，降低制造成本，提升作业稳定性。（3）通过应力测试采集和回转电流采集的工况应力数据和工作电流与有限元分析结果及回转电流计算结果接近，表明理论计算结果精确可靠。

[参考文献]

[1]邢伟.某型号直臂式高空作业平台臂架结构分析及优化[D].秦皇岛:燕山大学,2019.
[2]丁剑平,蔡雷.我国大高度高空作业车市场发展现状[J].建筑机械,2017(6):36-37.
[3]张华,李守林.国内外高空作业机械的现状及发展趋势(上)[J].建筑机械化,2011,3(3):19-24.
[4]GB/T25849-2010 移动式升降工作平台-设计计算、安全要求和测试方法[S].
[5]GB/T9465-2018 高空作业车[S].

作者简介：银峰（1988.9—），男，学历：本科，毕业院校：长沙理工大学，所学专业：机械制造及自动化，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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路桥工程施工中的机械设备安全管理探究

常流洋
四川川交路桥有限责任公司，四川 德阳 618300

[摘要]随着社会经济建设进程的不断加快，对于路桥工程的需求量也逐渐扩大，为了有效保障路桥工程的质量和效率，满足工程施工进度、工期及安全要求，需要加强路桥工程中的机械设备安全管理，从而提高路桥工程施工的建设水平。然而，现阶段，路桥工程的施工过程中仍存在着一系列的问题，制约着机械设备安全管理水平的提升，基于此，通过探究路桥工程施工中机械设备安全管理存在的问题，针对路桥工程机械设备安全管理的有效措施展开论述，通过这些探讨和建议，希望能为路桥工程施工中的机械设备安全管理提供有价值的参考，推动工程项目的顺利进行和安全实施。
[关键词]路桥工程；工程施工；机械设备；安全管理
DOI：10.33142/ec.v7i11.14276 中图分类号：U415.1 文献标识码：A

Exploration on Mechanical Equipment Safety Management in Road and Bridge Construction

CHANG Liuyang
Sichuan Chuanjiao Road & Bridge Co., Ltd., Deyang, Sichuan, 618300, China

Abstract: With the continuous acceleration of social and economic construction, the demand for road and bridge engineering is gradually expanding. In order to effectively ensure the quality and efficiency of road and bridge engineering, meet the requirements of construction progress, schedule, and safety, it is necessary to strengthen the safety management of mechanical equipment in road and bridge engineering, and thus improve the construction level of road and bridge engineering. However, at present, there are still a series of problems in the construction process of road and bridge engineering, which restrict the improvement of mechanical equipment safety management level. Based on this, by exploring the problems in mechanical equipment safety management in road and bridge engineering construction, effective measures for mechanical equipment safety management in road and bridge engineering are discussed. Through these discussions and suggestions, it is hoped that valuable references can be provided for mechanical equipment safety management in road and bridge engineering construction, promoting the smooth progress and safe implementation of engineering projects.
Keywords: road and bridge engineering; engineering construction; mechanical equipment; safety management

引言

在现代路桥工程施工中，机械设备起着至关重要的作用。它们不仅提升了施工效率，还改进了工程质量，确保了施工的精确度和速度。然而，随着工程规模的扩大和任务的复杂化，机械设备的安全管理面临着越来越严峻的挑战。施工环境的多变性、设备操作的复杂性以及安全管理措施的不足，均可能对机械设备的安全运行造成潜在威胁。设备故障、操作失误以及安全隐患，不仅可能导致工程进度的延误，还可能严重影响施工人员的生命安全以及工程质量。因此，建立和完善机械设备的安全管理体系，是确保路桥工程施工安全与顺利进行的关键任务。本文将探讨路桥工程施工中机械设备安全管理的现状及存在的问题，分析当前主要的安全隐患，并提出切实可行的改进措施。通过系统研究机械设备在施工过程中的作用、安全管理现状及面临的挑战，本文旨在为相关工程项目提供科学的安全管理建议，从而推动安全管理水平的提升，有效减少设备故障和安全事故的发生，确保施工项目顺利完成。

1 路桥工程施工中的机械设备的作用与重要性

在路桥工程施工中，机械设备的作用显得至关重要。这些设备涵盖了从地基处理到桥梁建设的各个环节，例如挖掘机、起重机、搅拌机以及压路机等，在施工过程中发挥着关键作用。机械设备显著提升了施工效率，能够在短时间内完成大量的土方作业和材料搬运，从而缩短了工程周期。设备的高精度操作同样保证了工程质量和精确度，例如，采用激光定向技术的设备可以准确控制结构的几何形状，减少误差，提高施工精度。此外，机械设备的引入还增强了施工现场的安全性，通过自动化操作减少了人员直接暴露于危险环境中的时间，降低了操作风险。设备的使用使得施工任务处理更加规范化，其稳定性和高效性使得大规模工程项目能够在规定的时间和预算内顺利完成。因此，机械设备不仅是路桥工程施工的核心生产力，还对工程的质量、进度以及安全性产生了深远的影响。

2 路桥工程施工中的机械设备安全管理现状

在路桥工程施工中，机械设备的安全管理现状面临诸多现实挑战。尽管大部分施工单位已建立了基础的安全管

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

理制度，并进行了相应的设备维护与检查，但实际操作中仍然存在诸多问题。设备使用与维护往往受限于资源和管理能力，导致一些关键设备未能按规定进行定期检修和保养，这增加了设备故障和事故的风险。同时，施工现场环境的复杂性和恶劣条件对设备的安全运行提出了严峻的考验，特别是在高温、多尘或湿滑等极端条件下，设备安全问题更加突出。此外，施工人员的专业技能和安全意识也存在不足，部分操作人员对设备操作规范和安全措施的掌握不够全面，这可能导致操作不当或忽视安全规范，进而引发设备损坏或安全事故。虽然一些单位已开始引入智能监控系统和自动化技术等先进手段来提高设备的安全性，但这些技术的普及程度仍然有限，整体安全管理水平仍需提升[1]。因此，为了提升设备的安全运行水平，确保施工项目的顺利实施及现场安全，路桥工程机械设备的安全管理需要在制度完善、技术应用以及人员培训等方面进行综合改进。

3 路桥工程施工中的机械设备安全管理问题

3.1 安全重视不够

在路桥工程施工中，机械设备安全管理面临的一个显著问题是安全重视程度不足。这种情况表现为多个方面：一些施工单位在项目规划和执行中，对机械设备的安全管理缺乏充分重视，未能制定系统的安全管理规划及标准操作程序。与此同时，安全培训和意识提升的投入也相对不足，部分操作人员和管理人员对设备安全操作的理解不够深入，导致在实际操作中容易忽略潜在的安全隐患。此外，施工现场的安全管理文化也可能存在不足之处，安全意识未能深入人心，未能营造有效的安全管理氛围。安全重视程度不足不仅增加了设备故障和事故的风险，还可能严重影响施工人员的生命安全及工程进度。

3.2 人员专业水平有待提升

在路桥工程施工中，机械设备安全管理面临的一个关键问题是人员的专业水平有待提高。在许多施工项目中，操作机械设备的人员常常缺乏足够的专业技能和知识，这一问题在施工现场尤为突出。一方面，设备操作人员的培训通常不够系统，导致他们对设备的操作规范、故障处理及安全注意事项掌握不全面。另一方面，一些人员可能未接受过充分的专业技术培训或认证，使得他们在面对复杂操作任务或突发情况时的处理能力显得不足。这种专业水平的不足不仅可能影响设备的正常运行，还增加了操作过程中发生事故的风险，从而影响整个施工过程的安全性和效率。

3.3 施工机械分配不够合理

在路桥工程施工中，施工机械的分配常常存在不合理的情况。这种不匹配通常表现在设备配置与实际需求不一致，导致某些设备过度使用，而另一些设备则闲置。施工现场的工作任务和进度经常变化，机械设备的需求也随之波动。如果设备分配未能进行科学规划和动态调整，可能会造成资源的浪费或不足。例如，在某些关键施工阶段，设备不足可能导致工期延误，而在其他阶段，设备闲置则未能发挥其应有的效率。这种不合理分配不仅影响施工效率，还可能增加施工成本，并对工程安全性带来潜在威胁。

3.4 施工环境的影响

在路桥工程施工中，施工环境对机械设备安全管理构成了显著影响。施工环境的多样性和复杂性，如恶劣天气条件、地质条件的变化以及现场空间的限制，都会直接影响设备的安全运行。例如，强风、暴雨或极端温度可能增加设备故障的风险，而不稳定的地质条件则可能影响设备的稳定性。此外，施工现场的空间狭小和障碍物众多，可能限制设备的正常操作和维护，增加了操作难度和事故风险。在这样的环境条件下，设备的运行和维护需求变得更加复杂，需要特别地考虑和调整[2]。如果施工环境未能充分考虑这些因素，机械设备的安全管理面临的挑战将更为严峻，可能导致设备故障频发，操作风险增加，从而影响整个工程的进度和安全性。

4 路桥工程机械设备安全管理措施

4.1 强化管理人员的安全责任意识，确保设备的本质安全

强化管理人员的安全责任意识是确保路桥工程机械设备本质安全的关键环节。管理人员在设备的使用、维护及操作中发挥着至关重要的作用，他们的安全管理意识直接影响到设备的安全运行及施工现场的整体安全。明确并细化管理人员的安全职责，确保他们对设备各项安全管理措施有清晰的责任，是提升安全意识的基础。这涉及严格遵守设备操作规范、执行定期维护和检修，以及及时排查和处理安全隐患。定期组织针对性的安全培训和教育，以提高管理人员对安全法规、设备操作规程及应急处理措施的认识，也非常重要。培训应包含实际操作演练，以帮助管理人员熟练掌握应对突发安全问题的技能。此外，建立健全的安全管理制度及检查机制，强化对管理人员安全责任的监督与考核，确保他们履行各自的安全职责，是必不可少的措施。定期进行安全审查和评估，对设备安全管理的执行情况进行评估，及时发现并纠正管理中的不足，也是提升安全意识的有效途径。鼓励管理人员主动参与安全管理的讨论与改进，创建开放的沟通环境，能够使他们及时反馈安全管理中的问题和建议。

4.2 提升施工人员的专业水平

提升施工人员的专业水平对于确保路桥工程机械设备的安全管理至关重要。施工人员的专业能力直接影响设备的安全操作与维护，从而影响整个工程的安全性与效率。系统化的培训是提升专业水平的基础，应为施工人员制定全面的培训计划，涵盖设备操作规程、日常维护以及故障排除等内容。这些培训不仅应包括基本知识，还需更新最

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

新的操作技术和安全规范，以确保施工人员能够熟练掌握设备的使用及维护技能。推行资格认证与技能考核制度也是确保施工人员具备必要专业能力的重要措施[3]。通过认证考试，可以有效检验并提高施工人员的实际操作水平及安全意识，确保他们能够处理各种复杂施工任务及应对突发情况。定期进行技术更新与知识分享也是提升专业水平的重要手段。施工人员应参与技术交流活动，了解行业内的先进技术与最佳实践，以提升自身的技术能力及工作效率。同时，创建一个支持学习与发展的工作环境，鼓励施工人员不断进修，应用新知识和技能于实际工作中，这些措施都将有助于提升施工人员的整体专业水平。

4.3 加强机械设备的安全管理水平

提升路桥工程施工安全的关键在于加强机械设备的安全管理水平。建立和完善设备安全管理制度是基本措施，需要制定详细的设备使用、维护和检查流程，并确保这些流程在实际操作中得到严格执行。这包括明确操作规程、定期维护计划及安全检查标准，确保设备始终保持在良好的工作状态。定期进行设备检查和维护是确保设备安全运行的核心环节。专门技术人员应定期检查设备，及时发现并处理潜在的故障或隐患，以维持设备的稳定性与安全性。建立设备档案，记录设备的运行数据、维修历史以及故障记录，有助于跟踪设备状况，并预测与预防可能出现的问题。引入现代化的安全管理技术，如智能监控系统和自动化管理工具，能够实时监控设备运行状态，及时预警异常情况，从而提升设备的安全性。对施工人员进行系统培训也是提升管理水平的重要措施。培训内容应包括设备操作、安全规范及应急处理等方面，旨在提高操作人员的安全意识和应对能力。建立有效的安全管理反馈机制，鼓励施工人员和管理人员报告安全隐患，并采取及时整改措施，也是一项必要的改进措施。这些措施将有助于全面提升机械设备的安全管理水平，从而保障施工安全。

4.4 采用先进安全技术

在路桥工程施工中，提升机械设备安全管理水平的关键在于采用先进的安全技术。现代化安全技术能够显著提升设备的稳定性与安全性，从而有效减少故障率和降低事故风险。智能监控系统是这一策略的核心，它通过实时跟踪设备的运行状态、性能参数及工作环境，及时识别潜在的故障或异常情况。这些系统能够分析设备数据，发出预警并提供维护建议，预防设备在关键时刻出现故障。此外，自动化管理工具通过优化设备操作过程，减少人为干预，从而降低操作错误的发生。这些工具通常包括自动控制系统、远程操作功能以及实时数据反馈机制，使得设备操作更加精准与安全[4]。在安全技术的应用中，智能传感器的作用尤为重要。这些传感器能够监控设备的温度、压力、振动等各种运行参数，通过数据采集与分析，实时跟踪设备的健康状态并检测潜在的安全隐患。例如，振动传感器可以识别设备内部异常的振动，提示可能的机械故障，从而促使及时维护，预防事故的发生。现代设备管理平台结合了云计算与大数据分析技术，提供了高效的设备管理方案。这些平台可以整合设备运行数据、维护记录及故障历史，通过智能分析与预测，优化设备维护计划与操作策略。它们还能生成详细的报告和分析结果，为管理人员提供科学的决策依据，从而进一步提升设备的安全运行水平。增强设备的安全防护措施也是至关重要的。现代设备通常配备有先进的安全防护装置，如过载保护、自动停机系统及安全报警功能。这些装置在设备出现异常或操作失误时能够自动启动保护机制，防止设备损坏或发生安全事故，从而进一步保障施工过程的安全性。

5 结语

在现代路桥工程施工中，机械设备的安全管理是保障工程质量和施工安全的核心因素。随着工程规模的扩大以及施工条件的日益复杂，机械设备在施工中的重要性愈加突显，同时也面临着许多挑战。本文详细探讨了路桥工程施工中机械设备的安全管理，揭示了诸如设备管理不善、操作人员专业水平不足以及安全措施不完善等问题。通过深入分析这些问题，提出了若干有效的改进措施，包括强化管理制度、优化设备维护、提升人员技能以及引入先进技术。这些措施旨在提升设备的安全运行水平，减少故障和安全事故，确保施工过程的安全性与工程质量的高标准完成。未来，随着技术的不断进步和管理理念的持续发展，机械设备的安全管理将面临新的机遇和挑战。持续关注行业动态，更新安全管理措施，推动设备管理技术的革新，将是适应不断变化施工需求和环境的关键。通过不断努力与改进，有望显著提升路桥工程施工中的机械设备安全管理水平，从而保障工程的顺利实施和施工现场的安全，为社会经济的发展做出更大贡献。

[参考文献]

[1]蒋荣国.路桥工程施工中机电设备安全生产管理[J].企业科技与发展,2022(4):173-175.
[2]王佃秋.路桥工程施工中的机械设备安全管理探究[J].中国设备工程,2022(1):88-89.
[3]陈冠名.路桥工程施工中机械设备管理要点探析[J].中国设备工程,2021(16):47-48.
[4]赵永生.路桥工程中安全施工管理重要作用的探讨[J].山西建筑,2018,44(28):243-244.

作者简介：常流洋（1984.6—），男，学历：本科，毕业院校：四川农业大学，所学专业：信息管理与信息系统教育，目前职称：安全工程师、桥梁工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

起重机常见故障分析及预防措施

徐 驰 冯华玲
中联恒通机械有限公司，湖南 长沙 410025

[摘要]起重机作为专用于重物搬运的机械设备，在建筑、制造及物流等多个领域中发挥着重要作用。随着工业化的快速发展，其应用范围不断扩大，安全性与可靠性愈发受到重视。然而，在实际运作中，频繁出现的各类故障，不仅影响生产效率，还可能威胁到员工安全。因此，深入了解常见故障及其预防措施，对保障工业生产的连续性与安全性至关重要。本文分析起重机的故障类型，提出有效的预防策略，以推动企业在安全管理及设备智能化方面的进步。

[关键词]起重机；故障分析；预防措施；企业安全；智能化
DOI：10.33142/ec.v7i11.14254 中图分类号 TU274.1 文献标识码：A

Common Fault Analysis and Preventive Measures of Cranes

XU Chi, FENG Hualing
Zhonglian Hengtong Machinery Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410025, China

Abstract: As a specialized mechanical equipment for heavy object handling, cranes play an important role in various fields such as construction, manufacturing, and logistics. With the rapid development of industrialization, its application scope continues to expand, and safety and reliability are increasingly valued. However, in practical operation, frequent malfunctions not only affect production efficiency, but may also threaten employee safety. Therefore, a deep understanding of common faults and their preventive measures is crucial for ensuring the continuity and safety of industrial production. This article analyzes the types of crane failures and proposes effective prevention strategies to promote the progress of enterprises in safety management and equipment intelligence.

Keywords: crane; fault analysis; preventive measures; enterprise safety; intelligentization

在现代工业环境中，起重机的功能已超越传统的重物搬运。伴随技术的不断进步，智能化起重机逐渐成为主流，其效率与安全性显著提升。然而，故障问题仍然制约着其广泛应用。机械磨损、信息通讯失效、操作失误及环境因素等，均可能导致起重机出现故障。这类故障不仅降低企业的生产效率，且可能引发安全事故，造成经济损失。因此，系统性分析故障成因及其影响，制定有效的预防措施显得尤为重要。应当提升企业对起重机管理的水平，以应对快速变化的市场需求。

1 起重机的基本概述

1.1 起重机的定义与分类

起重机，作为一种专门用于提升、搬运及运输重物的机械设备，广泛应用于建筑、制造及仓储等领域，主要功能在于实现重物在垂直与水平空间中的移动。根据结构、工作方式及动力来源的不同，起重机可分为多种类型，其中包括电动起重机、手动起重机、液压起重机、桥式起重机及塔式起重机。特别是电动起重机，由于其高效与稳定，受到广泛青睐。起重机的核心结构由起升机构、行走机构及支撑结构组成，这些部件的设计与制造质量直接影响设备的安全性与性能。显著的承载能力、臂长及起升高度差异使得各类起重机在选型时需根据具体需求进行合理选择。

1.2 起重机的工作原理

起重机的工作原理主要依赖于机械力学与动力系统的结合。电动机、减速器及卷筒构成了起升机构的核心部件。在操作过程中，电动机驱动减速器，从而控制卷筒的转动，重物的升降通过钢丝绳的卷绕或放出实现。同时，行走机构一般采用轨道或轮轨系统，使设备能够在水平面上灵活移动，以满足多点搬运需求。控制系统中的传感器实时监测设备的运行状态，确保操作始终保持在安全负载范围内。为了防止事故的发生，起重机配备了限位开关与超载保护装置，这些机制能够在超出安全参数时自动切断电源。

1.3 起重机在工业中的应用

在建筑行业，起重机作为搬运大型建筑材料的主要设备，能够高效、安全地将重型构件如钢梁与混凝土预制件提升至施工现场。在制造业中，重型设备及机器的组装与移动同样依赖于起重机，尤其是在汽车制造领域，起重机确保重型组件的精确搬运，从而维护生产效率与安全[1]。在物流与仓储领域，起重机的应用显得同样重要，快速装卸货物显著提升了仓储效率。在一些特殊行业，如造船、冶金及矿业，起重机不仅负责材料搬运，还参与多个生产环节。伴随技术的持续进步，起重机的智能化水平也在不断提升，自动控制、实时监测及数据分析等新技术的引入，使得起重机在工业生产中展现出更高的效率与灵活性。

2 起重机常见故障分析

2.1 机械故障

起重机中的机械故障，通常是由于内部部件的磨损、

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

老化及疲劳等因素而引发的。在长时间的运行过程中，承受巨大负载的关键部件，如钢丝绳、卷筒及支撑结构，难免受到疲劳损伤。频繁的升降作业导致钢丝绳与滑轮、钩头等部件之间的摩擦，磨损的痕迹逐渐显露，严重时甚至会引发断裂。此外，高强度作业环境下，热胀冷缩的循环作用使得部件容易出现形变或裂纹。机械故障的存在，不仅影响设备的安全性与可靠性，还显著降低了生产效率。

2.2 信息通讯故障

信息通讯故障，通常是由于电子系统的损坏、干扰或配置错误所致。运行过程中，起重机的电机、变频器、传感器及控制系统通过数据通讯执行精准的操作指令。若通讯线路出现问题，设备将无法获取正确的操作信息，进而导致起重机无法正常启停。长时间未使用的情况下，设备内部的电子元件可能因老化或环境影响而失效。同时，外部电磁干扰也会影响通讯信号，从而妨碍起重机的正常运行。信息通讯故障的存在，显著影响了设备的智能管理与运行稳定性。

2.3 操作性故障

操作性故障主要与操作人员的失误或不当操作相关。常见的情况包括对起重物重量的错误判断，这可能导致超载或施加不当的拉力。此类误操作通常源于操作人员对设备性能及限载的认识不足，或对工作环境评估不准确。在长时间工作后，注意力的下降可能导致操作人员未能及时响应报警信号，或忽视限位开关的设置[2]。若未采取必要的预防措施，操作性故障将直接引发设备损坏及潜在的安全隐患。

2.4 环境因素对故障的影响

环境因素在故障发生的频率与类型中发挥着重要作用。恶劣的气候条件，如高温、湿度或腐蚀性气体，能够加速设备材料的老化与损坏。长期暴露于户外环境的起重机，容易受到雨水、阳光及风力的侵蚀，导致表面锈蚀或内部结构疲劳。这些环境因素还可能引发电气系统的短路或通讯信号的干扰，从而影响起重机的正常运作。环境因素的多样性与复杂性，给起重机的安全使用带来了诸多挑战。

3 起重机故障的影响

3.1 对企业生产的影响

对企业生产的影响，起重机故障显得尤为显著，尤其是在重工业及制造领域中。作为关键的物料搬运设备，起重机的可靠性至关重要。发生故障时，生产线往往会中断，导致生产计划的执行能力下降，交货期的延误随之而来。客户满意度也因此受到负面影响。此外，故障的维护与修复所需的时间与资源，将显著增加维修成本[3]。设备问题的频繁出现，最终加重企业的经济负担，削弱其在竞争激烈市场中的优势，影响长期发展潜力。

3.2 对员工安全的影响

对员工安全的威胁，起重机故障直接体现在高空作业或重物搬运时，风险显著增加。机械故障或操作失误可能导致重物意外坠落，进而给现场员工带来严重伤害或致命风险。紧急情况的出现，往往伴随员工的恐慌与混乱，从而加大安全隐患。在不安全的工作环境中，员工的心理状态受到影响，工作积极性可能下降，流动率上升，进一步影响企业的稳定性与整体生产力。

3.3 经济损失分析

从经济角度分析，起重机故障引发的损失体现在多个方面。企业必须承担直接的维修与更换费用，而生产停滞造成的收入损失也十分明显。在恢复生产的过程中，产量的下降及交付延迟直接损害客户信任。同时，频繁的故障还可能导致保险费用上升，企业在设备风险管理上的保费支出随之增加。

3.4 社会责任与企业形象的影响

起重机故障对企业的社会责任及形象产生深远影响。在当今社会，关注的不仅是企业自身的经济利益，更要承担相应的社会责任。安全事故的发生，不仅损害员工健康，也对企业公众形象造成负面影响。频繁的安全事件可能引发社会舆论的关注，从而削弱消费者的信任与支持。潜在客户的流失与长期积累的负面形象，都会影响企业的市场地位。企业的社会责任感，反映了对员工、客户及社会的承诺，良好的安全记录与高效的运营管理显得尤为重要，以提升社会责任感与企业形象。

4 起重机故障的预防措施

4.1 机械故障的预防措施

在起重机的运行过程中，为预防此类故障，建立科学的维护与保养体系至关重要，涵盖定期检查、故障记录、部件更换及润滑保养等多个环节。通过定期维护，潜在问题能够得到及时识别，从而避免设备老化或磨损导致的重大故障。关键部件的磨损状态需定期详细记录，特别是支撑架与吊臂等容易受高负荷影响的部分[4]。相关部件在磨损达到一定程度后，应及时更换。此外，操作人员在每次作业前，必须对起重机进行全面检查，以确保所有部件正常运作，防止小问题演变成大故障。润滑保养作为预防机械故障的重要环节，不容忽视。优质的润滑油与适当的润滑方法显著减少部件间摩擦，从而降低磨损，延长设备的使用寿命。润滑的频率与方式应依据实际使用情况进行调整，对于长时间高负荷作业的起重机，其润滑频率需适当增加。专业素养的提升对操作人员的正常运行至关重要。应提供系统的培训，使操作人员熟悉设备的操作方法与维护知识。通过理论与实践相结合，判断能力将得到增强，使操作人员能及时发现设备运作中的异常情况，并采取必要的应对措施。每次机械故障均需进行详细记录，包括发生时间、原因及处理过程。这些记录不仅为后续故障分析提供数据支持，还能帮助识别潜在的故障模式，制定更有效的预防措施。

4.2 信息通讯故障的预防措施

信息通讯故障对起重机的运行稳定性造成深远影响，为预防此类故障，信息通讯系统必须进行定期检查与维护，涵盖信号发射、接收设备及相关软件，以确保设备在各种环境下的稳定工作。信息传递的及时性对起重机的安全操作至关重要，任何延迟或误传都有可能导致严重后果。双重

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

验证机制的实施增强了信息传递的可靠性，即在发送与接收过程中均需进行确认。操作人员需接受信息通讯系统的专业培训，以确保其熟练掌握设备的使用与维护。通过案例分析与模拟操作，增强操作人员应对突发信息故障的能力，使其在实际操作中更加从容。在操作过程中，所有信息传递环节必须严格按照规程进行，确保信息的准确与及时。在重要信息传递时，建议采用多种通讯方式进行备份，以避免某一渠道出现故障而导致信息中断。定期对信息通讯系统进行综合评估，能够及时发现系统的不足之处，从而进行针对性改进。根据实际情况，不断更新与优化信息通讯设备，以提高其抗干扰能力与适应性，确保其在复杂作业环境下的可靠性。

4.3 操作性故障的预防措施

操作性故障通常源于操作人员技能水平不足或不规范的操作行为，提升操作人员的专业素养显得尤为重要。为降低此类故障，针对操作人员进行系统的培训与考核是必要的，以确保其熟练掌握起重机的操作流程与相关注意事项。培训内容应包括设备的基本操作、紧急处理流程及故障排除方法。通过理论学习与实践相结合，操作人员的技能水平将得到提升。此外，定期组织技能考核，以确保每位操作人员的操作能力符合规定标准[5]。新入职人员需获得更多实践机会，以帮助其快速掌握操作技能。任何违规操作都可能引发事故，因此，在现场作业前进行安全培训，使操作人员明确遵守规程的重要性。在作业过程中，要求操作人员佩戴必要的安全防护设备，增强自我保护意识，减少因操作失误造成的伤害。每次操作需进行详细记录，为后续的分析与改进提供数据支持。定期审查操作记录将有助于发现操作中存在的问题，从而制定相应的改进措施。

4.4 环境因素对故障的影响及预防措施

起重机的运行环境直接影响其正常操作，尤其在恶劣天气或特殊作业环境中，设备的稳定性可能面临巨大挑战。因此，针对环境因素的预防措施显得尤为重要。作业环境的全面评估应成为日常工作的一部分，以确保起重机在适宜的环境条件下运行。在极端天气情况下，如强风或暴雨，必须严格限制起重机的作业，以防设备失控或发生事故。定期检查起重机的防腐蚀与防水性能是必要的，以确保其在潮湿或腐蚀性环境中维持良好的工作状态。使用防腐材料与涂层能有效延长设备的使用寿命。针对特定作业环境，制定相应的防护措施，如加装防护罩或防护装置，以降低外部环境对设备的直接影响。在特殊作业环境中，针对设备的防护策略需及时调整。例如，在高温或高湿度环境下，加装降温设备可保持起重机内部设备的正常温度，避免温度过高引发故障。同时，确保设备通风良好，有助于降低内部湿度，从而减轻对电气系统的影响。操作人员需定期进行培训，提升其对环境因素影响的认识与应对能力。

5 未来发展趋势与展望

在现代工业领域，起重机技术的进步正推动着其向智能化与高效化方向的演进。伴随着人工智能与物联网技术的迅速发展，智能起重机的使用频率正在逐渐上升。通过传感器与数据分析，工作状态得以实现实时监控，并自动调整操作参数，从而显著提升作业效率。安全性不仅得到提高，操作人员还可通过虚拟现实技术在复杂作业环境中进行模拟培训，降低事故发生的风险。全球对可持续发展的关注日益增强，未来低能耗、低排放的起重机将成为行业的主流[6]。采用电动驱动系统与清洁能源，有效减少了对环境的影响。同时，在设计中对材料的轻量化及可回收性的重视，也将进一步降低能耗，提升经济效益。借助大数据分析，全面监控设备状态成为可能，实施预防性维护的效果显著，故障率得以降低。这种数据驱动的管理模式，不仅提升了设备的可靠性，也优化了资源配置，帮助减少运营成本。通过云计算，不同地区的设备可以实现远程监控与管理，整体运营效率随之提升。

6 结语

通过对起重机故障的深入分析与预防措施的探讨，本文明确了故障类型及其对企业生产安全与效率的影响。建立科学的维护体系、确保信息通讯的可靠性、提升操作人员的专业技能，以及关注环境因素，将显著降低故障发生的频率。伴随智能化技术的发展，未来起重机的安全性与管理效率必将进一步提升。在追求经济效益的同时，企业亦应承担社会责任，优化起重机的运行管理，企业将在激烈的市场竞争中保持优势，实现可持续发展。

[参考文献]

[1]于万成,曹天浩.轻量化系列桥式起重机结构分析[J].机械管理开发,2024,39(8):93-95.
[2]余震,任豪豪,余进,等.偶然性载荷作用下的桥式起重机摆角模型研究[J].机械制造与自动化,2024,53(2):116-1198.
[3]张晓彬.关于桥式起重机常见机械故障分析及预防措施探讨[J].冶金与材料,2022,42(3):158-160.
[4]裴明喜,洪秀梅.关于桥式起重机常见机械故障分析及预防措施探讨[J].内燃机与配件,2021(13):117-118.
[5]李莎莎,崔铁军.系统故障演化过程不连续现象的原因及消除方法研究[J].中国安全生产科学技术,2022,18(9):49-55.
[6]高聪.桥式起重机的常见故障与维修保养分析[J].中国设备工程,2023(8):81-83.

作者简介：徐驰（1979.12—），男，学历：本科，毕业院校：装甲兵工程学院，所学专业：机械电子工程，目前职称：机械工程师中级，目前就职单位：中联恒通机械有限公司；冯华玲（1982.7—），女，学历：本科，毕业院校：山西农业大学，所学专业：机械设计制造及其自动化，目前职称：机械中级职称，目前就职单位：中联恒通机械有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

挖掘机智能装配车间关键工艺设备优化

李鸿涛
中联重科股份有限公司，湖南 长沙 410000

[摘要]在新形势下，工程挖掘机装配发展中的智能化技术尤为重要。在企业挖掘机装配中充分应用智能化技术，不仅能提升整个企业挖掘机生产线的效率，还可以增强企业挖掘机产品生产线的智能化管理。挖掘机设计和制造过程当中有很多的环节，为智能化技术的应用提供市场，二者具有很强的适配性。智能化技术在挖掘机设计当中的具体应用，主要包括集成化应用、柔性化应用、智能化应用、微型化应用以及虚拟技术的应用。为此，相关人员应充分结合自身实际发展情况，从工业挖掘机设计以及制造业中应用工业智能化相关技术角度出发，加强智能化技术在挖掘机装配中的应用，切实提升企业核心竞争力。基于此，本篇文章根据挖掘机智能装配车间关键工艺设备优化予以分析。

[关键词]新形势；智能化技术；挖掘机装配；应用
DOI：10.33142/ec.v7i11.14223 中图分类号：TU274.1 文献标识码：A

Optimization of Key Process Equipment in Excavator Intelligent Assembly Workshop

LI Hongtao
Zoomlion Heavy Industry Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract: In the new situation, intelligent technology is particularly important in the development of engineering excavator assembly. Fully applying intelligent technology in the assembly of enterprise excavators can not only improve the efficiency of the entire excavator production line, but also enhance the intelligent management of the excavator product production line. There are many links in the design and manufacturing process of excavators, which provide a market for the application of intelligent technology and have strong adaptability. The specific applications of intelligent technology in excavator design mainly include integrated applications, flexible applications, intelligent applications, miniaturized applications, and the application of virtual technology. Therefore, relevant personnel should fully combine their own actual development situation, starting from the perspective of industrial excavator design and the application of industrial intelligence related technologies in manufacturing, strengthen the application of intelligent technology in excavator assembly, and effectively enhance the core competitiveness of enterprises. Based on this, this article analyzes the optimization of key process equipment in the intelligent assembly workshop of excavators.

Keywords: new situation; intelligent technology; excavator assembly; application

引言

挖掘机智能化可以让挖掘机在制造过程实现智能化制造和管理，使制造流程更加智能化，使制造效率和产品品质也能得到提高，智能化制造取代人力制造，从一定意义上节约企业的时间，提高公司的效益。挖掘机装配的过程中采用挖掘机智能化制造，使产品品质更加规范严格，质量更容易得到用户的肯定。挖掘机智能化在制造流程中可以通过生产控制对产品进行智能化管理，更加精确智能，有效降低生产成本。

1 挖掘机智能装配车间关键工艺设备优化概述

智能化技术就是能够在生产活动运行的特点环节，通过互联网技术、人工智能技术使得机器按照特定的程序自动运行，减少人力的消耗的一项技术，是我国科学技术在工业领域和制造业领域应用的表现。智能化技术代表着综合的技术理念，其涉及系统工程、控制论、信息论、计算机技术与电子工程学等，在挖掘机装配中采用智能化技术，不但符合该技术发展的必然趋势，还给挖掘机装配行业带去全新的发展路径。挖掘机设计是一项综合性、复杂性、系统性很强的工作，在挖掘机设计和制造的生产活动当中，对精细化加工、微型化配件组装的要求很高，并且随着我国经济发展的总体质量水平上升，对挖掘机设计的精细化要求更高。以此为智能化技术的应用提供契机，智能化技术自身具有智能化的特点，能够很大程度上提高生产效率，减少失误率，提高挖掘机设计与制造的工作质量[1]。

2 挖掘机装配工艺

挖掘机总装线分为上车架装配线、下车架装配线合车装配线以及工作装置装配线口。

（1）车辆上架组装步骤包括：上架车身进入生产线—安装线缆及旋转电机—驾驶舱与底盘装配主控制阀—液压组件配合发动机安装—安装散热器—加油及液压油箱—回油路系统—横梁结构—车架主体—隔板设置—进气系统构建—燃油系统布局—电路系统集成—车顶盖安装—车身合并转线作业—（转移至组装线完成车身合并）。

（2）车辆下架组装步骤涵盖：下架车身进入生产线

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

—车身翻转 180 度—装配支撑轮与防护板—车身再次翻转 180 度—安装托链轮和旋转接头—张紧装置安装—行走马达装配—行走管道安装—回转支撑装置装配—履带安装作业。

（3）工作装置装配工艺流程为：合车螺栓拧紧-配重装配—动臂油缸装配—油缸排气—工作装置安装-动臂油缸管路安装-铲斗安装/补液/打黄油—油液过滤-下线至调试车间。

3 装配线体工艺分析

装配挖掘机的生产线分为上车身组装线、下车身组装线、车身合并组装线以及作业装置组装线，各自独立运作。待上车身组装完毕，便与下车身组装件对接，完成对接作业后，进行液压油和冷却水的填充并启动发动机，随后继续进行作业装置的组装工作。全部组装步骤结束后，设备将被送入调试工段，以测试其动作功能是否达到标准。工艺区划分如图 1 所示。

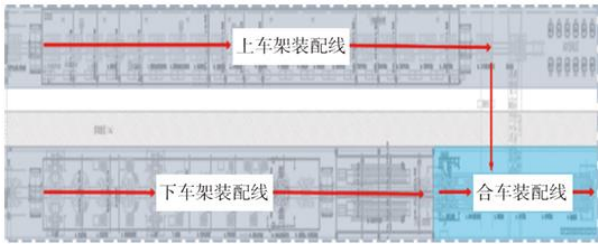


图 1　工艺区划分

3.1 RGV

RCV 作为组装流程的核心装备，RGV 系统则细分为装载平台 RGV、卸载平台 RGV 以及穿梭型 RGV。装载平台 RGV 与卸载平台 RGV 负责车架在各个工作站间的自动转移，而穿梭型 RCV 则负责将装配完毕的底盘提升至双链式输送带上进行车辆组装。装载平台 RGV 具备灵活的前后移动能力，其供电方式包括非接触式供电和电池供电，这两种方式在行业内都得到了广泛认可。从技术层面和后期维护的角度来看，接触式供电也是一种可行的选择。若考虑到初期投资成本较高，采用电池供电同样是一个值得信赖的方案。

3.2 对中装置

与装配 RGV 进行对接，为保证后续装配姿态的一致性，上车架、下车架上件工位均设置自动对中装置，实现工件自动对中操作。常规机械在实施对中作业时，往往借助行车进行吊装定位，或是利用油缸进行强制推进至极限位置。这种依赖行车吊装的定位方法准确度不足，常会引发后续工序如翻转等自动化操作的障碍。而油缸的刚性推进则可能造成车架结构变形，或在车架接触面引发相对位移，进而损伤漆面，对产品的外观品质造成不良影响。

4 挖掘机智能装配车间关键工艺设备优化策略

4.1 生产设计智能化应用

生产设计过程智能化应用主要体信息智能化和监测智能化两个方面。在新形势的带动下，相关部门也给挖掘机装配行业设置更多要求，工作人员需利用先进的智能化技术来改善挖掘机制造行业的发展路径。在运用智能化技术期间工作人员应设计一套智能化、科学化的生产系统，灵活采用智能化技术、人工智能与智能化技术。同时，借助智能化技术还能串联挖掘机制造中的各项环节，待将其转变成连锁反应后，有利于系统的升级与发展。首先，信息智能化是通过先进的计算机技术完善信息统计操作系统，将大量挖掘机信息和数据汇入到系统当中整合，有利于工人更加高效、科学地对信息数据分析处理，从而对整体的挖掘机生产制造过程进行更加全面的考虑，设计出符合实际生产需求且较为严谨的挖掘机装配方案。其次，挖掘机生产设计中监测智能化是利用先进技术和传感设备对挖掘机设备进行良好的远程控制，实时监控各类挖掘机设备在具体使用过程中的运行状况，对被测器件和设备的相应参数进行灵敏的检测反馈，工作人员只需将得到的测量结果输入到后端的控制系统中便可进行审核，非常便于他们及时发现挖掘机故障问题并第一时间处理，从而在挖掘机的设计过程中对产品质量有所保障，提高挖掘机生产设计及制造的效率。

4.2 集成系统的应用

新形势下，集成系统可以将不同种类的挖掘机设备和计算机辅助技术集合成一个整体，将多个设备的功能进行合理利用、整合优化，促使在挖掘机装配中所运用的质量控制软件、测试工具、辅助设计技术及挖掘机工艺规划技术等相关技术工具形成高效统一。一方面，工作人员可利用智能化技术加强挖掘机装配的集成化水准，在开展产品的制造与生产中，不同类别的企业会设计出对应的系统级别，在协调与优化智能化技术的过程中企业需适时完善工程理论，并将生产运用理论与信息技术高效结合，增强行业内部的统筹化、系统化，促进各项生产环节的发展。另一方面，工作人员在改造智能化技术时可选用集成化发展方式，利用专业管理平台来设计决策层、运营层、执行层与设备层等，在科学性极强的数据分析后，将其作为运营层与决策层的理论依据。在采用智能化技术期间，挖掘机装配的集成化水准会获得明显改善，提高产品质量的同时还缩减其生产成本，优化与创新了生产流程，促进生产方式的智能化，进一步带动挖掘机制造业的发展。

首先，相关人员可以建立科学、完整的信息数据模型和技术设计平台，让系统中互相独立作用的各个部分能够充分融合及互相协调，从而明显缩短挖掘机产品研发和生产制造的设计周期，有效节约人工成本，提高设计人员的方案制定效率，并利用先进的信息设备集成系统优化挖掘机生产制造的整体流程；

其次，相关人员通过将智能化技术融入挖掘机设备的生产设计过程中能够有效落实挖掘机制造企业的系统集成化发展，让产品的设计和研发人员可以在充分了解生产

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

需求的基础上，利用集成系统中计算机和智能化技术对各项设备和参量进行整合和调节，让多种挖掘机器件功能可以实现并行运作，将产品在生产制造过程中可能产生的一切问题可以更为简易化地处理解决。

4.3 组装智能化技术的应用

新形势下，组装智能化技术的应用可以从多个方面实施，首先，传动装置的应用。传动装置能够将产品自动地运输到相关零件部位中，同时还能够对组装零件进行全面的清洁，针对零件的材料质量、组装类型进行划分，实现更加准确的零件组装。此外，组装智能化技术的应用还能够保证挖掘机装配在行业中的竞争优势，节约成本的投入，降低人力资源的损耗情况，减少在挖掘机生产制造过程中安全隐患出现的概率，更好地为挖掘机装配企业带来利润的收入。

4.4 柔性化技术的应用

柔性化技术应用就是指最大限度借助外界的作用和助力有效提升挖掘机智能化生产的能力。新形势下，在各项现代化技术的应用中，积极充分地考虑各种用户终端，针对挖掘机装配行业的产品生产，进行生产产品结构的优化和调整。生产柔性技术的应用能够更好地完成人机交互和交流，在完善的计算机信息管理系统作用下，最终更好地改善挖掘机智能化技术的应用管理。柔性挖掘机智能化技术能够大批生产、制造以及加工产品，以数字化控制技术作为主要的基础，加强挖掘机装配产品的适应能力，将各项参数作为主要的指标和要求，保证挖掘机加工生产制造的各种产品，能够符合市场的实际需求，保证挖掘机装配行业能够长久稳定地发展。此外，还需要加强智能化信息管理技术，对加工制造的各项参数进行调整和控制，解决挖掘机加工制造中存在的问题，从而更好地保证挖掘机智能化技术应用的实际质量[2]。

4.5 智能化技术的应用

管理环节常体现在智能挖掘机制造技术的云计算应用。各种形式的智能技术控制云计算产品，能够对设备制造企业的质量状况、制造效率等方面实现智能控制，全面反映挖掘机制造技术产品中存在的问题，并利用这些智能技术对挖掘机制造企业的存在问题提供相应控制措施，从而提高设备制造企业的自管能力。

制造技术应用常体现在智能制造领域。通过智能设备使用能够节约线上人力使用，提高企业的制造质量。智能设备可利用企业智能体系，对制造的每一细节实施管理，有效分析制造所需人员、资金情况，同时在设备使用时能够进行自我监测，对故障发生情况实施报警和管理，使制造全程无需员工介入，保证制造质量。比如，在设计监控系统期间，技术人员可利用嵌入式来连接不同硬件的接口，采集与输出温度、电机电流、加速度等信号的接口数据。加速度信号的连接模式要借助专门性信号与 4 线制方式的结合，将当前已有的模块信号转化为以太信号，在有效输出后连接监控系统，在其接口附近设置数据频率，大约在 10Hz 左右。利用传感器设计而成的监测系统不但能随时了解其产品的生产制造情况，工作人员还能掌握该生产过程中的动态信息，若产品在生产制造中出现异常，通过信息系统的有效分析还能快速找出应对之策，使挖掘机制造类产品的运行更为顺利。

随着智能科技蓬勃发展，当前消费者对智能技术设备的需求将随着科技进展逐步增加。例如当前智能手机、智能家居产品等，丰富产品同时推动相关行业成长。公司通过把各种智能技术运用到生产中，能够提高生产的智能程度，满足人们需求，提高服务质量且推动企业成长[3]。

4.6 数控技术的应用

在数控产品设计中，也能够通过高度智能化的数据仿真技术实现更快速的产品设计，可以有效降低由于人为操纵而造成的错误，而且因为数据设计具备很高复杂性，节省人工成本，提高数控车床加工质量。挖掘机智能化技术不仅有着较高的安全性和环保性，还能帮助设计人员和管理人员规划时科学分析和决策，通过模拟专家智力对挖掘机生产过程中出现的问题合理判断并解决，有着很好的故障预防和改进作用。此外，工作人员在挖掘机装配中还可以利用数控技术对计算机软件智能化编程，由数控仿真分析结果对设计图纸调节修改，加强对挖掘机生产制造过程的控制能力。另外，相关工作人员通过可编程的逻辑控制仪器能够提高挖掘机加工精度，在车床利用系统的驱动装置对零件智能化生产加工改造，使挖掘机能够高精度生产和加工，从而提高挖掘机产品设计的准确度和可行性[4]。

5 结束语

综上所述，在挖掘机装配中，应用智能化技术有利于提升挖掘机制造行业生产的实际效率、生产制造精准程度以及降低工作人员的生产压力，并通过采取科学的方式加强挖掘机智能化在化工挖掘机制造挖掘机设计中的应用效果，以此拓展挖掘机智能化在挖掘机制造中的应用途径，促进智能化技术在挖掘机装配中广泛普及。

[参考文献]

[1]王神龙,席海峰,李官运,等.实测数据驱动的挖掘机工作装置疲劳寿命预测[J].动力学与控制学报,2024,22(5):78-87.
[2]薛晗,陶勇,王茄任,等.挖掘机行走液压系统的压力损失研究[J].液压气动与密封,2024,44(6):95-99.
[3]周有明,刘凯磊,殷鹏龙,等.挖掘机自动挖掘轨迹规划与动态优化控制[J].机床与液压,2024,52(6):145-152.
[4]刘迪,王鹏,孙钦超,等.基于 ADAMS 的挖掘机建模与仿真分析[J].农业装备与车辆工程,2024,62(3):70-73.

作者简介：李鸿涛（1977.5—），男，吉林大学，机械工程，中联重科矿山机械公司，研发中心工艺所长，主任级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高空作业车回转中心可调及控制技术分析

邓 超 银 峰
湖南中联重科智能高空作业机械有限公司，湖南 长沙 410200

[摘要]为了实现在保证高空作业车的高度和长度符合相关法规前提下，对高空作业车上装的回转中心布置方式及控制系统进行研究，提出一种低成本、可实现的回转中心可调的结构及控制方案，并对具体实现方式及原理进行阐述，为高空作业车整体布局设计提供参考。

[关键词]高空作业车；回转中心可调；控制系统
DOI：10.33142/ec.v7i11.14261 中图分类号：TP242 文献标识码：A

Analysis of Adjustable and Control Technology for the Rotation Center of Aerial Work Vehicles

DENG Chao, YIN Feng
Hunan Zoomlion Intelligent Access Machinery Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410200, China

Abstract: In order to ensure that the height and length of the aerial work vehicle comply with relevant regulations, the layout and control system of the turning center installed on the aerial work vehicle are studied. A low-cost and achievable structure and control scheme with adjustable turning center are proposed, and the specific implementation method and principle are explained, providing reference for the overall layout design of the aerial work vehicle.

Keywords: aerial work platform: adjustable turning center: control system

引言

随着现代社会的快速发展和进步，凭借着高效、安全的高空作业能力，且上牌后可以在城市中行驶等特点，高空作业车已广泛应用于建筑、消防、造船、机场等相关高空操作领域[1]。高空作业车可以分为垂直升降式、折叠式、直臂式、混合式等 4 种主要类型[2]，其中销量最大的为蓝牌直臂式高空作业车。蓝牌车对车辆的长，宽、高均有法规要求要求长度小于 6m，宽度小于 2.55m，高度小于 4m，总质量小于 4.5 吨[3]，所以设计时需严格控制车辆收藏高度和长度，过高和过长将极大的降低其通过性能，过矮和过短，又极大的限制了臂架长度，减小了高空作业车工作幅度，因此，研究一种可在收藏状态和工作状态实现回转中心位置可调节的高空作业车，将解决行业内这一难题。

1 现有技术分析

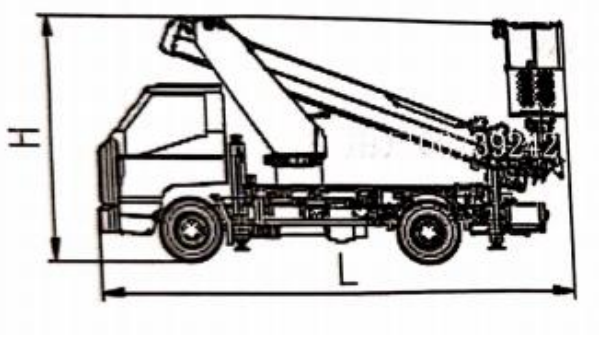


图 1 高空作业车收藏尺寸示意图

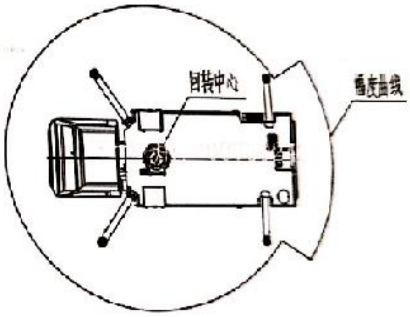


图 2 常规高空作业车工作曲线示意图

常见的蓝牌高空作业车的回转中心的布置位置通常如图 1 所示，在车辆前部（靠近驾驶室），此种布置优点是能较好地控制车辆收藏高度 H 和长度 L，改善其通过性能，缺点主要有两方面，一是回转中心位置在车辆前部，车辆重心也会比较靠前，这就造成了车辆在前方的稳定性小于后方，因此行业内的高空作业车在前方的工作幅度曲线往往会比在后方的减小较多，如图 2 所示。二是由于高空作业车属于道路车辆，其收藏高度和长度受到相关法规的限制，进行整车的布置设计时，臂架长度也将受到限制，将进一步减小高空作业车工作幅度曲线。

2 回转中心位置可调及控制技术的方案介绍

因为高空作业车不能带载行走，工作幅度曲线是最重要的性能参数之一，并且针对当前高空作业车重量前重后轻的分布特点，可通过创新上装回转中心布置，大幅提高臂架在车身前方、侧方的工作幅度，并在此基础上完善相

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

应的控制系统和控制方法。

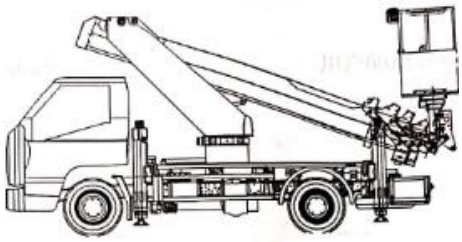


图 3 高空作业车收藏状态示意图

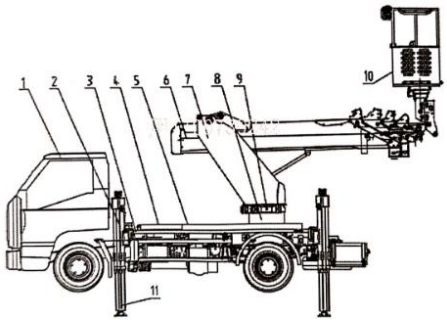


图 4 回转中心可调结构方案示意图 1

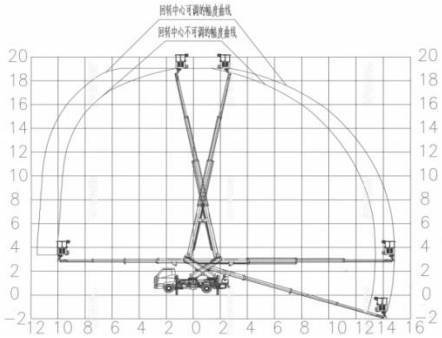


图 5 回转中心可调高空作业车工作曲线示意图 1

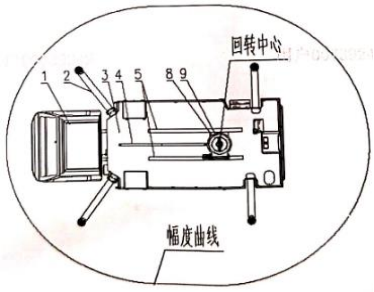


图 6 回转中心可调与不可调工作曲线对比示意图

为使高空作业车在非工作时处于如图 3 所示状态，回转中心靠近车辆前部，整车收藏高度 H 和长度 L 较小，行驶过程中具有良好的通过性，在工作时回转中心调整到车辆后部处于如图 4 所示状态，使工作幅度曲线更大，如图 5 和图 6 所示。也可根据整车稳定性及实际需要，自由调节回转中心位置。

如图 4、图 5 所示，该高空作业车主要构成为：1-底盘、2-活动支腿、3-副车架、4-回转中心支座油缸、5-滑轨、6-臂架、7-转台、8-回转中心支座、9-回转机构、10-工作平台、11-支腿竖直油缸。

回转中心可调方案工作原理为：车辆在非工作时处于如图三所示状态，行驶过程中具有良好的通过性，待到工作时，操作四个 2-活动支腿伸出，四个 11-支腿竖直油缸伸出，操作 4-回转中心支座油缸伸出，推动 8-回转中心支座在 5-滑轨内向后方滑动，安装在 8-回转中心支座上的 9-回转机构、7-转台、6-臂架、10-工作平台也同步移动，待到合适位置，即可操作 9-回转机构、6-臂架装置、10-工作平台进行各种动作。8-回转中心支座和其上部件向后移动过程后，整车重心也相应后移，臂架在车辆前方工作时稳定性也更好，在前方和后方的工作幅度曲线范围也相应增大，如图六所示。

基于以上高空作业车回转中心可调的设计方案，考虑到由工作状态切换到运输状态，全程由司机手动操作，降低了操作者体验感，而常规高空作业车操作者手动操作各个动作时，需时刻关注周围环境，特别是夜晚工作，转台、臂架和工作平台回转动作时，容易与周围建筑发生刮擦碰撞造成安全事故，拟提供一种安全可靠的使车辆在收藏状态和工作状态实现一键切换的控制系统及控制方法，具体方案如下：

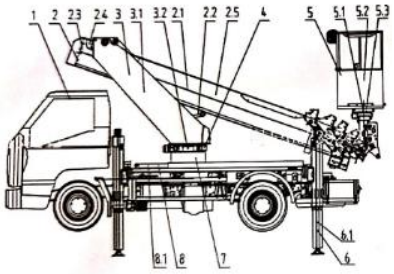


图 7 控制系统结构示意图 1

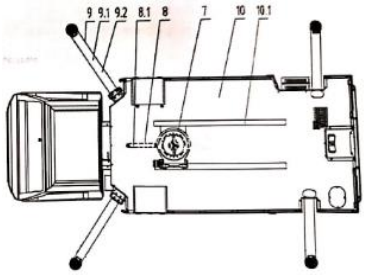


图 8 控制系统结构示意图 2

如图 7、图 8，设备结构为：1-底盘、2-臂架、2.1-臂架伸缩油缸、2.2-臂架变幅油缸、3-转台、4-转台回转机构、5-工作平台、5.3-平台回转结构、6-支腿竖直油缸、7-回转中心支座、8-回转中心支座油缸、9-活动支腿、9.1-支腿水平油缸、10-副车架、10.1-滑轨、2.3-臂架长度传感器、2.4-臂架角度传感器、2.5-臂架防碰撞传感器、3.1-转台防碰撞传感器、3.2-转台回转角度传感器、5.1-工作

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

平台回转角度传感器、5.2-工作平台防碰撞传感器、6.1-支腿竖直油缸长度传感器、8.1-回转中心支座油缸长度传感器、9.2-支腿水平油缸长度传感器。

控制系统工作原理：9.1-支腿水平油缸驱动 9-活动支脚实现伸缩，9.2 支腿水平油缸长度传感器检测及控制 9.1-支腿水平油缸伸缩长度，8-回转中心支座油缸驱动 7-回转中心支座实现移动，8.1-回转中心支座油缸长度传感器检测及控制 8-回转中心支座油缸伸缩长度，4-转台回转机构驱动 3-转台实现转动，3.2-转台回转角度传感器检测及控制 3-转台回转角度，3.1-转台防碰撞传感器监测 3-转台转动时是否会与障碍物碰撞，2.2-臂架变幅油缸驱动 2-臂架实现变幅，2.4-臂架角度传感器检测及控制 2-臂架变幅角度，2.1-臂架伸缩油缸驱动 2-臂架实现伸缩，2.3-臂架长度传感器检测及控制 2-臂架伸缩长度，2.5-臂架防碰撞传感器监测 2-臂架转动时是否会与障碍物碰撞，5.3-平台回转机构驱动 5 工作平台实现回转，5.1-工作平台回转角度传感器检测及控制 5-工作平台回转角度，5.2-工作平台防碰撞传感器监测 5-工作平台转动时是否会与障碍物碰撞，6.1-支腿竖直油缸长度传感器检测及控制 6-支腿竖直油缸伸缩长度。

控制系统元器件构成如图 9，包括：“一键运输”功能按键、“一键展开”功能按键，臂架长度传感器、臂架角度传感器、臂架防碰撞传感器、转台防碰撞传感器，转台回转角度传感器、工作平台回转角度传感器、工作平台防碰撞传感器、支腿竖直油缸长度传感器、回转中心支座油缸长度传感器、支腿水平油缸长度传感器、控制系统、臂架伸缩阀组、臂架伸缩油缸、臂架变幅阀组、臂架变幅油缸、转台回转机构、转台回转阀组、工作平台回传机构、工作平台回转阀组、支腿竖直油缸、支腿竖直油缸阀组、回转中心支座油缸、回转中心支座油缸阀组、支腿水平油缸、支腿水平油缸阀组等。

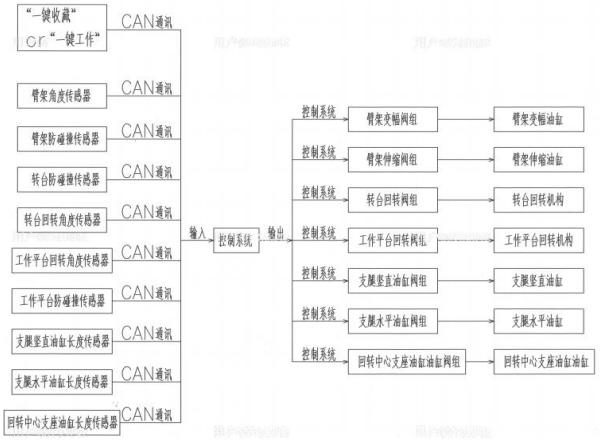


图 9 控制系统元器件功能示意图

在检查车辆周边无障碍物情况下，按需操作“一键运输”功能控制逻辑如下：

2.1 姿态自检

底盘状态自检：通过支腿水平油缸长度传感器和支腿竖直油缸长度传感器检测支腿已完全收回；

转台状态自检：通过转台回转角度传感器检测转台已回到中位（0° 或 360°）；

臂架状态自检：通过臂架长度传感器检测臂架已缩回到位，通过臂架角度传感器检测臂架已变幅下降到指定收藏角度；

工作平台状态自检：通过工作平台回转角度传感器检测工作平台已回到中位（0° 或 360°）。

以上几个部件状态都满足要求，系统判定为“运输状态”，否则为“展开状态”，进入下一步。

2.2 “一键运输”自动功能

“一键运输”自动功能第一步：控制系统根据臂架长度传感器的实时监测，判断臂架伸缩的当前位置，当臂架伸缩实际位置不在预设长度时（如附图十步骤 1 所示），控制系统通过控制臂架伸缩阀组，控制臂架伸缩油缸自动缩回，直到臂架缩回到臂架长度传感器检测预设长度，控制系统停止臂架缩回，使得设备臂架伸缩长度为附图十步骤 2 所示预设臂架伸缩长度，控制系统进入第二步。当臂架伸缩实际位置为预设长度时，控制系统直接进入第二步。

“一键运输”自动功能第二步：控制系统根据臂架角度传感器的实时监测，控制系统通过控制臂架变幅阀组，控制臂架变幅油缸自动变幅举升 / 下降，直到臂架变幅举升 / 下降到 0° 水平位置（如附图十步骤 3 所示），控制系统进入第三步。臂架变幅实际角度为 0° 水平时，控制系统直接进入第三步。

“一键运输”自动功能第三步：控制系统根据转台回转角度传感器的实时监测，判断转台当前回转位置，当转台实际位置不在预设角度 0° 或 360° 时（如附图十步骤 3 所示），控制系统通过控制转台回转机构阀组，控制转台回转机构自动回转，直到转台回转到角度传感器检测到预设角度，控制系统停止转台回转，使得设备转台回转角度为附图十步骤 4 所示预设转台回转角度，控制系统进入第四步；当转台回转实际位置为预设转台回转角度时，控制系统直接进入第四步。

“一键运输”自动功能第四步：控制系统根据工作平台角度传感器的实时监测，判断工作平台回转当前位置，当工作平台回转实际位置不在预设角度时（如附图十步骤 4 所示），控制系统通过工作平台回转机构阀组，控制工作平台回转机构自动回转，直到工作平台回转到角度传感器检测到预设角度，控制系统停止工作平台回转机构，使得设备工作平台回转角度为附图十步骤 5 所示预设工作平台回转角度，控制系统进入第五步；当工作平台回转实际位置为预设工作平台回转角度时，控制系统直接进入第五步。

“一键运输”自动功能第五步：控制系统根据臂架角度

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

传感器的实时监测，通过控制臂架变幅阀组，控制臂架变幅油缸自动变幅下降，直到臂架变幅下降到预设收藏角度，如-17.5°（如附图十步骤6所示），控制系统进入第六步。

“一键运输”自动功能第六步：控制系统根据回转中心支座油缸长度传感器的实时监测，判断回转中心支座的当前位置，当回转中心支座油缸长度不在预设收藏长度时（如附图十步骤6所示），控制系统通过控制回转中心支座油缸阀组，控制回转中心支座油缸自动缩回，直到回转中心支座油缸长度传感器检测达到预设长度，控制系统停止回转中心支座油缸收缩，使得设备回转中心支座位置为附图十步骤7所示，控制系统进入第七步。

“一键运输”自动功能第七步：控制系统根据支腿竖直油缸长度传感器的实时监测，判断支腿竖直油缸的当前伸出长度，当支腿竖直油缸长度不在预设收藏长度时（如附图十步骤7所示），控制系统通过支腿竖直油缸阀组，控制支腿竖直油缸自动缩回，直到支腿竖直油缸长度传感器检测达到预设收藏长度，控制系统停止支腿竖直油缸收缩，使得设备支腿竖直油缸位置为附图十步骤8所示，控制系统进入第八步。

“一键运输”自动功能第八步：控制系统根据支腿水平油缸长度传感器的实时监，判断支腿水平油缸的当前伸出长度，当支腿水平油缸长度不在预设收藏长度时（如附图十步骤8所示），控制系统通过支腿水平油缸阀组，控制支腿水平油缸自动缩回，直到支腿水平油缸长度传感器检测达到预设收藏长度，控制系统停止支腿水平油缸收缩，使得设备支腿水平油缸位置为附图十步骤9所示，车辆达到运输状态，控制系统停止运行。

2.3 “一键展开”自动功能

设备处于附图十中步骤9运输状态，操作员在设备显示屏按下“一键展开”功能按键，控制系统进入展开自动控制过程。

“一键展开”自动功能第一步：控制系统通过支腿水平油缸阀组，控制支腿水平油缸伸出，支腿水平油缸长度传感器实时监测其长度，直到支腿水平油缸伸出长度达到预设数值，控制系统停止支腿水平油缸伸出，使得设备四个水平支腿伸出如附图十步骤8，控制系统进入第二步；

“一键展开”自动功能第二步：控制系统通过支腿竖直油缸阀组，控制支腿竖直油缸伸出，支腿竖直油缸长度传感器实时监测其长度，直到支腿竖直油缸伸出长度达到预设数值，控制系统停止支腿竖直油缸伸出，使得设备四个支腿竖直油缸伸出如附图十步骤7，控制系统进入第三步；

“一键展开”自动功能第三步：控制系统通过回转中心支座油缸阀组，控制回转中心支座油缸伸出，回转中心支座油缸长度传感器实时监测其长度，直到回转中心支座油缸伸出长度达到预设数值，控制系统停止回转中心支座油缸伸出，使得设备回转中心支座位置如附图十步骤6，控制系统进入展开状态。

在上述“一键运输”和“一键展开”各个动作中，臂架、转台、工作平台上安装的防碰撞传感器实时监测周围障碍物，当触发时控制系统将停止“一健运输”和“一键展开”中所有动作。

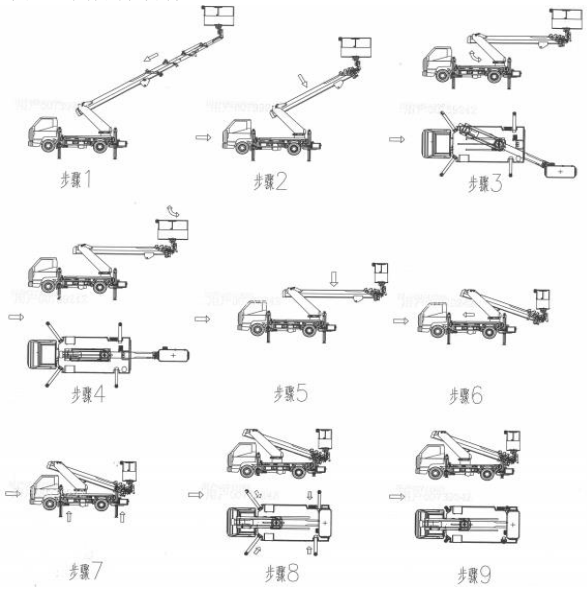


图10 “一键运输”功能方案示意图

3 结语

关于高空作业车辆最基本的安全性能指标，便是稳定性[4]，通过以上方案，可实现较小车辆收藏高度和长度的前提下，通过调整回转中心位置，调整整车重心，使臂架在车辆前方工作时稳定性更好，在前方和后方的工作幅度曲线范围也相应增大，解决了现有高空作业车领域中回转中心布置方式中的缺陷，且加装成本低廉，搭载上述“一健运输”功能和“一键展开”功能，更有防碰撞传感器实时监测各个动作，防止与周围环境碰撞，自动化程度高，操作简单，安全高效。

[参考文献]

[1]李韶华,张兵,冯桂珍.重型载货汽车柔性车架的轻量化研究[J].机械设计及制造,2020(10):110-114.
[2]王昭君,何雪浤,周振东,等.基于ADAMS的折臂式高空作业车展开作业稳定性分析[J].机电工程,2020,37(3):259-263.
[3]GB1589 道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值[S].中国:中国标准出版社,2016.
[4]张珂,黄小征,陈建平,等.自行式高空作业平台结构稳定性分析[J].中国工程机械学报,2013,11(1):11-15.

作者简介：邓超（1983.8—），男，学历：本科，毕业院校：湖南工业大学，所学专业：机械制造及自动化，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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

煤矿采矿工程巷道支护技术的应用研究

王培花
内蒙古伊泰煤炭股份有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 017099

[摘要]煤矿产业为我国提供了大部分的能源，是我国社会发展的重要支柱，在采矿的过程中，随着挖掘工作的不断深入，矿底周围的巷道围岩和周围的环境会变得十分的复杂。为了保证采矿的安全性，施工时都会对矿底的煤壁和顶板通过使用支护技术进行加固。加固的合理性会直接影响到施工的安全性，一旦在掘进的过程当中支护不到位将会造成大面积的坍塌事故，不仅为施工单位造成了严重的经济损失，还影响到施工人员的生命安全。本论文主要是对巷道掘进和支护技术的应用进行论述。
[关键词]煤矿采矿工程；巷道掘进；支护技术；技术应用
DOI：10.33142/ec.v7i11.14237 中图分类号：TD353 文献标识码：A

Application Research on Roadway Support Technology in Coal Mining Engineering

WANG Peihua
Inner Mongolia Yitai Coal Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017099, China

Abstract: The coal mining industry provides most of the energy for China and is an important pillar of social development. In the process of mining, with the continuous deepening of excavation work, the surrounding rock and environment of the tunnels around the mine bottom will become very complex. In order to ensure the safety of mining, the coal walls and roof at the bottom of the mine are reinforced using support technology during construction. The rationality of reinforcement will directly affect the safety of construction. Once the support is not in place during excavation, it will cause large-scale collapse accidents, which not only cause serious economic losses to the construction unit, but also affect the safety of the construction personnel. This paper mainly discusses the application of tunnel excavation and support technology.
Keywords: coal mining engineering; tunnel excavation; support technology; technical application

引言

煤矿采矿工程作为国家能源供应的重要支柱，巷道支护技术在保障安全生产中的关键作用不容忽视。随着开采深度的增加及矿山技术的不断革新，诸多挑战被巷道支护所面临，包括复杂的地质条件与恶劣的开采环境。保持巷道的稳定性并预防坍塌等安全事故，是有效支护措施能够实现的目标。此外，采矿效率与资源回收率的提升，也依赖于此类措施的实施。因此，巷道支护技术及其应用的深入研究，显得尤为重要。近年来，随着新材料、新工艺和新技术的迅速发展，传统的支护方式逐渐被智能化、系统化的手段所替代，推动了煤矿行业整体技术的进步。本文将着重探讨巷道支护技术在煤矿采矿工程中的应用现状、面临的难题与未来发展方向，以期为煤矿的安全生产提供坚实的技术支持与理论依据。

1 巷道掘进与支护技术应用的重要性

在煤矿采矿工程中，巷道掘进与支护技术的关键作用不容忽视，其重要性直接关系到矿井的安全性与生产效率。掘进技术的合理应用，不仅能加快煤矿的开采速度，还能有效降低生产成本，同时确保矿山资源的高效利用。至于支护技术，其有效性是保障矿井稳定性与安全性的核心，能够防止坍塌、滑坡等地质灾害的发生，从而保护作业人员的生命安全。随着矿山开采深度的不断增加，地质条件愈加复杂，支护技术的要求变得更加严格。因此，科学合理的支护方案必须根据具体的地质条件制定，以确保巷道的稳定性与安全性。此外，掘进与支护技术的不断引进与更新，有助于矿井自动化与智能化水平的提升，推动煤矿行业的现代化转型，为安全、高效、绿色的矿山生产奠定坚实的基础。

2 煤矿采矿工程巷道掘进施工技术要点

2.1 做好地质条件勘察

做好地质条件的勘察，作为煤矿采矿工程中巷道掘进施工的关键要点之一，不容忽视。通过准确的地质勘察，施工方案的科学依据得以提供，同时施工过程中面临的风险与不确定性也能得到有效降低。勘察过程中，矿区的地质构造、岩层分布以及地质灾害等情况必须全面了解。钻探、取样与测量等手段被用来获取详细数据，而地质雷达、声波测井等先进技术则被应用于对地质条件的深入分析，从而确保矿体形态、强度及稳定性能够被全面认知。在充分掌握这些地质信息的基础上，才能制定出具有较强适应性并且操作性高的施工方案，确保巷道掘进得以顺利进行。与此同时，勘察数据的及时跟踪和更新，用于应对施工过程中可能发生的地质变化，成为了保障巷道掘进安全的重要措施之一。

2.2 制定科学可行的施工方案

制定科学合理的施工方案，作为煤矿采矿工程中巷道掘进施工的关键环节，其重要性不可忽视。该方案直接影响工程的进度、安全性及经济效益。在方案的制定过程中，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地质勘察结果、矿山设计要求及施工现场的实际情况必须得到充分考虑，以确保方案既科学又可操作。巷道的开挖方式及支护技术需被明确，适合的掘进设备与工具则应根据矿体特性及开采方法来选择，从而提升作业效率。在此基础上，详细的施工步骤及工艺流程应被制定，内容涵盖施工进度安排、人员分工以及材料采购与运输等，以确保各个环节的协调与衔接。此外，施工方案中还需包括应急预案，以便应对可能出现的突发情况，如地质灾害或设备故障，确保施工过程的安全以及作业人员的生命安全[1]。在方案实施阶段，施工进度与效果的定期评估是必不可少的，依据实际情况及时调整方案，从而保障施工目标的顺利达成。

2.3 加强对施工作业设施的科学管理

加强施工作业设施的科学管理，作为确保煤矿采矿工程巷道掘进施工顺利进行的重要因素，必须得到重视。各类施工作业设施需全面登记与备案，以确保所有设备的规格、性能及使用状况一目了然。定期进行设备检查与维护，可以及时发现潜在故障，避免因设备失效而引起施工延误或安全事故。制定详尽的设备使用规范与操作流程，并对操作人员进行系统培训，确保其熟练掌握设备操作技能及相关安全知识，显得尤为关键。合理安排设备的使用时间与作业流程，能够有效防止资源冲突，从而提升工作效率。在安全管理方面，完善的安全操作规程应被建立，以确保施工过程中严格遵守相关安全标准，降低事故发生的风险。信息化管理手段的引入，使得设备运行状态能够被实时监测与数据分析，从而优化设备管理，提升设备利用率，保障施工作业的安全与高效运行。

2.4 做好通风降尘

做好通风降尘工作，作为煤矿采矿工程巷道掘进施工中不可或缺的一环，对保障矿工的安全与健康、提高施工效率起着至关重要的作用。通风系统的设计，需依据巷道的规模、形状及地质条件进行合理规划，以确保空气流通畅通无阻。通过设置适当的风机与风道，有害气体、粉尘及热量得以及时排出巷道，从而保证矿井内的空气质量。定期检查与维护通风设备是必要之举，以确保其正常运作，一旦发现故障，应及时更换设备，避免通风不畅的情况出现。此外，完善的通风监测体系应被建立，通过安装传感器，实现对巷道内气体成分及浓度的实时监测，以确保在出现异常时能迅速采取相应的措施。在巷道掘进过程中，多种降尘措施的实施，如喷雾、洒水等，能有效降低作业中产生的粉尘浓度，进而减少对矿工健康的危害。

3 煤矿采矿工程巷道具体支护技术

3.1 锚杆支护技术

锚杆支护技术在煤矿采矿工程的巷道支护中被广泛应用。该技术通过将锚杆插入岩层，利用岩层本身的承载力对巷道壁进行加固，从而有效防止岩石塌陷并增强巷道的稳定性。其主要优点在于施工相对简单、成本较低且施工速度较快，尤其适合地质条件相对稳定的巷道区域。通过锚杆的使用，岩层的变形能够有效控制，从而维持巷道的长期稳定，并减少对周围岩石的扰动，避免了大规模支护结构建设所需的空间与资源。然而，支护效果往往依赖于对地质条件的准确评估及锚杆施工质量的严格控制。如果岩层较为破碎或地质结构复杂，预期的支护效果可能未能达到。此外，锚杆支护的长期维护同样至关重要。若不定期进行检查与更换锚杆，支护系统的有效性将可能下降，从而增加潜在的安全隐患。

3.2 永久性支护技术

永久性支护技术在煤矿采矿工程中扮演着至关重要的角色，主要用于保障巷道的长期稳定性与安全性。该技术通常采用混凝土、钢材或其他高强度材料构建支护结构，以承受巷道内的静态与动态荷载，从而有效防止岩层的坍塌与变形。

在设计永久性支护时，必须充分考虑巷道的地质条件、矿体特征及开采工艺，以确定支护结构的类型与尺寸。常见的支护形式包括混凝土拱形支护、钢拱架支护及组合式支护等，每种形式都具备其独特的优点及适用范围。由于永久性支护具备较高的结构稳定性，巷道的使用寿命得以有效延长，安全隐患也随之降低。

此外，通过应用永久性支护技术，巷道的整体通行能力能够得到提升，便利后续的作业与运输[2]。在实施该技术时，施工质量需严格控制，确保所用材料的强度与耐久性，以实现预期的支护效果。

3.3 临时性支护技术

临时性支护技术在煤矿采矿工程中具有重要意义，主要用于巷道的初期支护与短期稳定，以保障施工过程中的安全。该技术通常应用于新开巷道或掘进作业中，能够迅速提供必要的支撑，以防止岩层的坍塌及变形。常见的临时性支护形式包括木支撑、钢支撑与锚杆支护等，这些支护结构不仅具备良好的承载能力，而且便于快速安装与拆除，适应性较强，能够根据不同地质条件与施工进度灵活调整。在设计临时性支护时，巷道的施工条件、开采方式及周围岩层的性质需考虑，以确保其在支撑期间的安全与有效。在实施过程中，施工质量必须严格把控，以确保支护材料的强度与可靠性。此外，临时性支护还应与通风、排水等工程措施相结合，以降低巷道内的水害与气害风险。尽管临时性支护主要用于短期支撑，但其合理应用与有效管理对巷道的整体安全至关重要，能够为后续的永久性支护创造良好的施工环境，并为矿工的安全作业提供必要保障。

3.4 棚式支护技术

棚式支护技术在煤矿采矿工程中的应用广泛，主要用于巷道的支护与保护，尤其适用于岩层松散或不稳定的区域。通过设置水平与垂直支撑，该技术构建的稳定支护体系能够有效抵抗地层的侧压力与顶板的坍塌。通常，棚式支护由钢材或木材构成，结构形式多样，常见的有单层棚、双层棚及三层棚，具体选择依据巷道的高度、宽度和地质条件。在施工过程中，需综合考虑支撑点的承载能力及其分布，以确保整体结构的稳定性。其优势在于搭建速度快，对施工空间的要求较低，适合狭窄巷道的支护。此外，棚式支护的灵活性较高，能

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

够根据地质条件的变化及时调整支撑结构的布局，进一步提高支护效果。对于巷道的安全保障，其有效性不可小觑。

3.5 U型钢支护技术

U型钢支护技术是一种新型的巷道支护方式，广泛应用于煤矿采矿工程中，特别适合对高强度和高稳定性有较高要求的场合。通过将U型钢支撑件固定在巷道内，形成稳固的支护体系，此技术有效提升了支护的可靠性。凭借其优越的抗压和抗弯性能，U型钢能够有效抵御地层压力及水侵蚀，预防巷道顶板和侧壁的坍塌。相较于传统支护方式，U型钢支护不仅具备更强的支撑力，还因其重量较轻而在运输与安装过程中变得更加便捷。此外，短施工周期使其可迅速投入使用，减少了施工对矿井生产的干扰。在安装过程中，通常会使用机械设备进行辅助，以确保支撑件的精准定位与角度，从而提升支护效果。为确保整体结构的稳定性，支护件的间距与锚固强度必须严格控制。与此同时，为了保持长期的支护效果，定期检查和维护也至关重要，损坏或变形的支撑件应及时更换，以确保支护系统的有效性。

4 提高巷道掘进和支护技术水平的对策

4.1 对工艺流程进行优化

优化工艺流程是提升巷道掘进与支护技术水平的关键措施之一。通过对现有工艺流程的全面分析，各环节的瓶颈与不足得以识别，从而制定出更加科学高效的作业方案。明确每个作业环节的职责与任务，有助于加强环节间的协调配合，进而减少时间与资源的浪费。在此过程中，先进技术手段的利用，特别是信息化管理系统，使作业进度能够实时监控与调整，从而显著提升整体效率。同时，施工设备与工具的引入，不仅能够提升作业的精度与安全性，也有效减少了人为操作失误。针对不同地质条件与施工环境，工艺参数需要灵活调整，以更好地适应现场的实际情况。在优化工艺的同时，加强员工培训与技术交流，确保操作人员能够更好地掌握新技术与新设备，以便优化方案得以顺利实施并取得预期效果。

4.2 对支护技术运用加强管理

加强对支护技术的管理，是提升巷道掘进及支护技术水平的重要举措之一。必须建立完善的管理体系，明确各类支护技术的操作规范与流程，以确保施工中严格遵守相关标准。通过对施工人员进行系统培训，其对支护技术的理解与应用能力得以提升，熟悉不同技术的特点及适用条件。定期组织现场技术交底，以确保各项支护措施在实施前经过充分讨论与准备。根据地质条件的变化，支护方案需要及时调整，以灵活应对突发状况[3]。同时，信息化手段的利用，使支护技术的应用能够进行实时监控与记录，确保问题能够被及时发现并调整，从而提升支护效果的可靠性。定期开展技术评估，总结支护技术的实际应用效果，以分析改进方向及创新机会，进而进一步提升管理水平。

4.3 合理选用妥善的支护方法

合理选择合适的支护方法，成为提升巷道掘进及支护技术水平的重要途径之一。依据巷道区域的地质条件、煤层特性以及矿井开采深度等因素，对各类支护技术的适用性与效果进行科学评估，是至关重要的。在地质条件复杂的巷道中，锚杆支护与喷射混凝土结合使用，能够显著提升支护结构的稳定性及承载力。而对于需要长期使用的巷道，建议采用棚式支护或U型钢支护等永久性支护技术，以保证支撑效果的长期性。短期施工及特殊情况，则需灵活运用临时支护技术，以确保施工过程的安全。在选择支护方法时，施工的经济性及效率也应被充分考虑，材料的浪费应尽可能减少，成本也需严格控制。

4.4 对临时支护进行更新

对临时支护进行改进，被视为提升巷道掘进及支护技术水平的关键举措之一。随着矿山开采条件的不断变化，原有的支护结构可能无法继续满足当前的安全要求，因此，定期评估与改进其重要性不容忽视。在改进过程中，应详细检测临时支护的稳定性与有效性，深入分析其在实际应用中存在的缺陷与潜在风险，以确保通过引入新技术与新材料，支护的安全性与可靠性得以增强。在选择改进方案时，施工进度、经济效益及环境适应性需综合考虑，轻质高强材料与先进工艺的优先采用，有助于提升支护系统的承载能力[4]。同时，改进后的支护方案应适应周边的地质条件，以确保巷道的有效支撑与长效稳定性。

5 结语

在煤矿采矿工程中，巷道支护技术的有效应用，被视为确保安全生产与提升作业效率的基础。本文对多种支护技术进行了探讨，充分展现了其在应对复杂地质环境与保障矿井安全方面的关键作用。随着科技的不断发展，智能化与自动化技术的引入，将进一步增强支护技术的可靠性与灵活性，为矿山作业的高效推进提供有力支持。针对当前支护技术应用中的不足，企业应加强对支护方案的科学管理与优化，定期组织技术培训与更新，以确保操作人员具备应对突发情况的能力。未来，巷道支护技术的深入研究与新材料、新工艺的推动，将为煤矿的可持续发展注入新的动力。通过各方共同努力，煤矿行业的安全与稳定发展，将得到更有力的保障。

[参考文献]

[1]赵连欢.煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2024(12):136-138.
[2]张晓刚.煤矿采矿工程巷道支护技术的应用研究[J].自动化应用,2024,65(10):140-142.
[3]徐世华.煤矿采矿工程巷道掘进与支护技术策略探讨[J].当代化工研究,2024(1):113-115.
[4]孙保财.采矿工程巷道掘进和支护技术的应用研究[J].当代化工研究,2021(13):78-79.

作者简介：王培花（1981.1—），男，毕业院校：西安科技大学，所学专业:采矿工程专业，单位：内蒙古伊泰煤炭股份有限公司，职务：主任级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的应用

左亚东
河北中安筑业设计集团有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]充填采矿是一种高效的地下开采技术，其核心理念在于利用填充材料对采空区进行支撑，从而提高矿产资源的回收率。此方法被广泛应用于金属矿和非金属矿的开采过程，特别是在面临资源枯竭和环境压力日益加大的背景下。通过合理的填充设计，可以减少巷道塌陷风险，确保作业人员的生命安全。此外，充填采矿还能够有效控制地表沉降和水土流失等环境问题，促进可持续开发，为后续的环境整改工作奠定基础。

[关键词]充填采矿技术；金属非金属矿山；采矿工程；应用
DOI：10.33142/ec.v7i11.14272 中图分类号：TD803 文献标识码：A

Application of Backfill Mining Technology in Mining Engineering of Metal and Non-metal Mines

ZUO Yadong
Hebei Zhong'an Construction Industry Design Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Backfilling mining is an efficient underground mining technology, whose core concept is to use filling materials to support the goaf, thereby improving the recovery rate of mineral resources. This method is widely used in the mining process of metallic and non-metallic minerals, especially in the context of resource depletion and increasing environmental pressure. Through reasonable filling design, the risk of tunnel collapse can be reduced, ensuring the safety of workers' lives. In addition, backfill mining can effectively control environmental issues such as surface subsidence and soil erosion, promote sustainable development, and lay the foundation for subsequent environmental remediation work.

Keywords: backfilling mining technology; metal and non-metal mines; mining engineering; application

引言

随着科技的进步和矿业工程的发展，充填采矿技术已成为金属非金属矿山采矿工程中重要的技术手段。该技术不仅提高了矿山的开采效率和产量，而且增强了矿山的整体稳定性，提高了工作环境的安全度。本文将对充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的应用进行深入探讨。

1 充填采矿技术概述

充填采矿技术作为一种独特的采矿方法，其核心思想在于通过有效充填矿坑来稳定和维护矿山结构。该技术的关键环节在于采矿过程中的矿坑充填作业。通过及时、精准地填充采矿后形成的空区，充填采矿技术能够显著防止矿体崩塌，有效控制矿压，从而减少对矿山结构的潜在破坏。

在金属非金属矿山的开采工程中，充填采矿技术的应用尤为广泛。这类矿山往往面临复杂多变的地质条件，传统的采矿方法在这些环境下可能难以实施或存在较高风险。充填采矿技术凭借其独特的优势，能够精准应对这些复杂地质条件，确保采矿作业的安全与高效进行。特别是在矿体较薄、矿石品位较高的矿山中，充填采矿技术的应用价值更加凸显。它不仅能够通过稳定矿山结构来保障作业安全，还能通过优化开采布局和顺序，提高矿石的开采效率和产量。这种技术不仅有助于实现资源的最大化利用，还能为矿业公司带来显著的经济效益。总的来说，充填采矿技术以其独特的优势在现代矿业中发挥着不可替代的作用[1]。

2 充填采矿技术的应用

2.1 矿体稳定性控制

在深入剖析金属与非金属矿山开采的复杂性与重要性时，矿体稳定性占据着核心地位，它直接关系到生产作业的安全性、资源利用效率以及环境保护成效。在现代矿业体系中，维护矿体稳定不仅是对工程技术与创新能力的考验，更是推动社会与自然和谐共生的重要使命。充填采矿技术作为一项成熟且高效的技术手段，在此背景下扮演着至关重要的角色。该技术通过向开采后形成的采空区精准注入特制的固体、半固体、液体材料或气固两相混合充填料，有效构建支护体系，抵御重力诱发的矿体滑动与坍塌风险，为地下矿山开采活动提供坚实可靠的安全屏障。此举不仅显著提升了采区空间的有效利用率，降低了采空区潜在的安全隐患，还通过创造性地利用废弃资源（如矿井废水处理后的沉淀物）、工业副产物（如尾砂、废石）作为充填材料，实现了资源的循环再利用与环境保护的双重目标，彰显了现代矿业向绿色、可持续发展方向迈进的坚定步伐。从安全性、经济性以及环境适应性角度考量，采用合理的充填方法和材质是极其关键的。一方面，不同的矿山环境（如地质条件、开采规模及采场形态）要求选择合适的充填工艺及充填材料，以确保在满足支承强度要

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

求的同时兼顾成本控制。另一方面，对环保材料的选择和优化应用也是衡量充填技术水平的重要标准之一，旨在减少开采过程的二次污染物排放和生态破坏[2]。

总之，充填采矿技术为保障矿体稳定性，提升矿山安全系数，推进绿色矿业发展作出了积极贡献。随着新材料、新技术的应用以及对可持续发展认识的不断提升，未来此项技术还将迎来更为广阔的应用前景和优化发展的契机，成为矿山安全高效开采的新动力，推动整个采矿业向智能化、绿色化转型迈进。

2.2 优化矿井结构

在采矿工程领域的设计和规划阶段，科学合理的矿井结构设计至关重要，不仅能提升生产效能，还能确保安全生产。充填采矿技术的创新应用，则为改善和优化这些设计带来了新的途径。这项技术支持着矿井的深度拓展及大规模开采，尤其是在处理地下空间复杂性和不稳定地质结构方面。充填采矿通过将特定的材料充入采空区，形成对周围围岩的有效支撑，这实际上是在为原本处于危险或压力高区间的矿井提供了额外保护层。它能抵消来自上层的压力和地质灾害风险，比如滑坡或崩落，避免了传统采矿过程中的巷道坍陷问题。这意味着，通过对矿压预测、模拟分析和优化管理，可以精确预测在不同条件下充填体的行为，进一步实现对潜在安全风险的控制和预防。对于难以回采的遗留矿柱、矿山废石堆放区以及矿压显著的大面积采空区等，充填技术不仅能够有效解决这些区域带来的安全和环境问题，还能巧妙地将这些原本被视为挑战的空间转化为有价值的资源，通过提高矿山稳定性、减少地表沉降等方式，为矿山的可持续发展作出贡献。利用掘进的废石、废弃物等废弃物料，以及矿物开采过程中产生的废弃物作为填充材料，不仅显著提升了矿山废弃物的综合利用率，还有力地促进了绿色循环发展，有效减少了土地占用、地下水污染和地表沉降等环境风险，对环境的影响大大降低。这种方式的采用意味着在优化空间布局、提高资源利用效率的同时减少了对外界环境的负面影响。

此外，充填采矿还可以为不合理的采场布置设计提供改进建议和可能解决方案。传统采矿布局可能因考虑到开采便捷度、资源分布等简单原则导致某些区域应力集中，易引发开采困难甚至安全事故。充填采矿通过对矿体的精确预测和分区分阶段充填策略，可合理安排采空区，减轻或分配局部过大压强对周围环境或结构造成的损害，优化整体矿井布局，从而提升整体开采安全性，延长矿井服务寿命，确保持续、稳定产出，满足经济、环保双重需求。因此，借助充填采矿技术对不合理的采场布置进行优化调整，既能降低因环境因素引起的安全生产威胁，也能提高矿产资源的有效利用率，体现了技术创新对于采矿行业发展的促进价值与深远意义。通过持续研究和发展，充填采矿在未来将扮演更加至关重要的角色，不断助力行业向着更高安全等级和更低环境负担的方向迈进[3]。

2.3 提高资源回收率

在当前的全球经济发展趋势中，矿产资源的高效利用与科学保护显得尤为重要。传统矿山开采方式，特别是针对薄矿体或低品位矿体进行开采时，常面临高成本、低效率等问题。这些问题的背后是矿产资源的巨大浪费现象——采空区周边保安矿柱无法回收，以及将废石、尾矿等直接作为废弃物处理，从而造成了严重的生态破坏和经济损失。而充填采矿技术的兴起与运用，为我们提供了一种更为高效、环保的开采新选择，旨在最大程度地保护矿产资源，减少资源流失与浪费。相较于传统的露天开采或地下浅井挖掘等方式，在处理薄矿体时，这些传统方法常因矿体厚度限制而只能实现部分资源的采出，大量资源被弃置于地下，导致资源利用率低下，严重浪费了地球上宝贵的矿产资源。

相比之下，充填采矿技术凭借其独到的优势，显著提升了资源回收效率，实现了质的飞跃。该技术的核心在于通过精细化的采矿过程管理，采用适宜的充填材料（如废弃的采矿废弃物、尾砂或专门配制的充填料）精准地填充采矿后形成的空区。这一过程不仅有效消除了采空区，构建了稳固的地质结构，还极大地降低了因自然重力等因素导致的地面塌陷风险，从而保护了生态环境。更为重要的是，充填采矿技术通过科学严谨的计算与规划，能够最大化地利用这些空间进行后续的资源开采活动，实现了空间与资源的双重优化。在薄型矿体的开采中，充填采矿技术的价值尤为突出。通过精确预测开采面下方的空间变化，并及时、有效地进行填充，该技术不仅确保了作业安全，还显著提高了资源回收率，解决了传统开采方法难以克服的难题。

此外，充填采矿技术还通过增强采空区的稳定性，有效降低了地下开采活动对地表环境的影响。它减少了因地下空间变化而引发的地表塌陷风险，保护了周边自然景观和生态系统的完整性，实现了矿业开发与环境保护的双赢。

总结来看，充填采矿技术凭借其资源回收能力的大幅增强，有效地弥补了传统的开采矿山活动中的诸多弊端。通过提高资源利用效率与环境可持续性标准，充填采矿技术成为了一个兼顾社会经济发展与生态环境维护的重要发展方向，对于可持续采矿模式构建起到了推动作用。在全球倡导循环经济和节能减排的当下，充填采矿技术无疑是迈向高效绿色矿山的重要一步，标志着未来采矿业发展的必然趋势[4]。

2.4 改善工作环境

充填采矿技术的广泛推广与应用，为现代矿业的高效、安全运营带来了深远的影响。相较于传统开采方法常面临的安全挑战与不确定性，充填采矿技术凭借其独特优势，显著增强了工作环境的安全性，并提升了人员作业过程的可靠性。崩塌事故作为矿山开采过程中的重大隐患，不仅可能导致生产作业的停滞、资源流失以及严重的财产损失，更重要的是对人员生命安全构成了直接威胁。针对这一风

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

险，充填采矿策略的实施成为了矿山安全管理体系中的一项关键性革新。通过精确调配与合理填筑物料至采空区或已开采空间，充填采矿技术有效地支撑了地质结构，显著降低了因自然重力作用或开采活动扰动导致的塌陷风险。此举不仅大幅减少了崩塌事故的发生频率，还显著降低了相关事故造成的人身伤害和生产中断的可能性。稳定的矿层结构为作业人员提供了一个更为安全的工作环境，使他们能够在受控且预先规划好的条件下执行作业任务，从而极大地提升了作业过程的安全水平。因此，充填采矿技术的普及与应用，不仅促进了矿业的高效运营，更为保障人员生命安全、减少资源浪费提供了有力支持。

充填采矿的采用优化了矿山的空间使用效率。它不仅利用了传统采矿遗留的废料作为充填物质，减少了一般废弃物处理所消耗的时间、能源和费用；还能有效防止地面沉降和土壤滑坡等自然灾害的发生，避免土地的永久性破坏或环境污染风险，进一步保障了工人的工作环境和周围社区的生活环境的健康与可持续性。鉴于充填采矿技术能在矿层结构保持相对稳定性的同时，继续推进矿体深度的开采工作，使得在资源密集型地区的深入开发成为可能，从而增加了资源的利用率和经济收益。这有助于矿业企业更长远和负责任的资源开发规划，体现了绿色矿山建设和环境保护的目标与承诺[5]。

综上所述，充填采矿技术不仅显著增强了矿山的结构稳定性与安全性，而且极大提升了作业人员的工作安全感与作业效率，它是对传统采矿方法的一次重大升级与显著改进。通过其科学、系统的方法，充填采矿技术有效地维持了地质环境的稳定状态，大幅降低了矿山灾害的发生风险，促使矿业活动向更高效、更安全、更绿色的发展路径迈出了坚实的一步，成为当代采矿行业中不可或缺的关键组成部分。展望未来，随着科学技术的持续进步与环境保护意识的日益增强，充填采矿技术将继续挖掘其内在潜力，引领矿山行业向更加安全、绿色、可持续的方向迈进。这一趋势不仅有助于实现矿产资源的最大化利用，更确保了人类活动与自然环境的和谐共生，为实现经济、社会与环境的协调发展奠定了坚实基础。

3 充填采矿技术的发展趋势

随着科技的迅猛进步与矿业工程的不断深入，充填采矿技术正步入一个崭新的发展阶段，预示着一次质的飞跃，迈向更加智能化、自动化的未来。在这一过程中，人工智能（AI）、机器学习以及大数据分析等尖端科技将深度融合至充填采矿领域，共同绘制出一幅高效、安全、绿色的矿山新图景。这些技术的应用不仅将显著提升采矿生产效率，更将核心聚焦于保障作业人员的安全及周边生态环境的稳定。在实际操作中，人工智能的集成赋予了充填过程前所未有的智慧与预测能力。依托于精密的传感器网络与高效的数据传输系统，每一细微的地壳变动都能被实时捕捉并精准分析。这一数据洪流随后被注入先进的计算机处理系统，利用机器学习算法深入挖掘其中的模式与规律，从而实现对潜在安全隐患或开采瓶颈的超前预测。基于此，系统能够自动生成并推荐前瞻性的解决方案，确保采矿作业在最优状态下进行，既提升了生产效率，又有效降低了风险。例如，在矿石坍塌可能性高发地区或不稳定区域进行预测，并通过提前填充减少潜在事故，这不仅能够大幅度减少非预期的事故，而且还可以通过精确化、最小化填充量来减少对自然资源不必要的浪费，实现了效率和环保的统一[6]。

此外，机器学习技术的融入将使得充填策略和参数能够自我学习和不断优化。随着更多操作案例的数据积累，机器可以不断调整自身的行为以适应复杂地质结构与开采要求，实现个性化优化策略。这意味着，无论是对于复杂岩石层结构的精确充填管理还是面对不同类型矿藏的需求变化，都能灵活地响应和应变，确保在保证安全的情况下最大限度地提取矿物资源。大数据分析在提升决策效率、优化资源配给等方面发挥着不可替代的作用。基于对大量生产、设备运作、环境因素等多维数据的综合分析，系统能够快速准确地找出关键影响因子并生成针对性的决策推荐。这些信息不仅能协助制定更科学的开采和填充值填充计划，同时也为维护和更新机械设备，预防故障提供了重要的依据，减少了不必要的停机维修时间和人力投入[7]。

4 结束语

总的来说，充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的应用是十分重要的。它不仅可以提高矿山的开采效率和产量，而且可以增强矿山的整体稳定性，提高工作环境的安全度。随着科技的进步和矿业工程的发展，我们应当进一步研究和推广充填采矿技术，以提高我国的矿业工程水平。

[参考文献]

[1]潘广跃.充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的运用探讨[J].中国设备工程,2024(12):216-218.
[2]郭玉杰.金属非金属矿山采矿工程中充填采矿技术的有效运用[J].中国金属通报,2024(2):43-45.
[3]燕全宁.充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的应用[J].世界有色金属,2020(15):45-46.
[4]吴春烨.充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的应用策略研究[J].山西冶金,2023,46(10):102-104.
[5]刘玉,刘洋.充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中运用分析[J].中国金属通报,2023(3):22-24.
[6]王俊民,黄修鹏.充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的应用[J].世界有色金属,2022(11):43-45.
[7]飘凡.试析充填采矿技术在金属非金属矿山采矿工程中的应用[J].中国金属通报,2024(1):20-22.

作者简介：左亚东（1994.11—），男，河北省沧州市肃宁县人，汉族，本科学历，工程师，就职于河北中安筑业设计集团有限公司，从事金属非金属矿山开采设计相关工作。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

“六精闭环管理理论”在节能环保领域研究及实现

宫国清 杨延龙 闵 雯 李 洋 高增胜
陕西中能煤田有限公司，陕西 榆林 719000

[摘要]随着国家经济的发展，节能环保在城市建设中起着越来越关键的作用。污染源监测信息采集与监控是环境治理的一项重要的基础工作，也是目前采用的主要手段。近些年来，环境污染源监控工作得到了飞速发展，但基于环保部门及企业自身因素等多方面原因，环境治理发展水平不一。文章就是以煤炭行业发展现状为背景，以企业需求为切入点，以切实解决问题为目标，同时响应国家相关政策。基于煤矿六精闭环管理理论，结合大数据分析平台，以低碳环保发展为目标，以智慧矿山建设为导向，研究节能环保能耗在线监测的实现，帮助企业全局把握污染排放情况，及时进行污染预防，避免超标排放，满足各类环保要求，提高运维工作效率，逐步实现清洁生产。

[关键词]六精闭环管理理论；物联网；实时在线监测；大数据采集；环境预警；数字化转型
DOI：10.33142/ec.v7i11.14242 中图分类号：F206 文献标识码：A

Research and Implementation of the "Six Precision Closed-loop Management Theory" in the Field of Energy Conservation and Environmental Protection

GONG Guoqing, YANG Yanlong, MIN Wen, LI Yang, GAO Zengsheng
Shaanxi Zhongneng Coalfield Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract: With the development of the national economy, energy conservation and environmental protection play an increasingly crucial role in urban construction. The collection and monitoring of pollution source monitoring information is an important fundamental task in environmental governance and is currently the main means adopted. In recent years, the monitoring of environmental pollution sources has developed rapidly, but due to various factors such as environmental protection departments and enterprises themselves, the level of development of environmental governance varies. The article is based on the current development status of the coal industry, with enterprise demand as the entry point and practical problem-solving as the goal, while responding to relevant national policies. Based on the theory of six precision closed-loop management in coal mines, combined with a big data analysis platform, with the goal of low-carbon and environmental protection development and guided by the construction of smart mines, this study aims to achieve online monitoring of energy consumption for energy conservation and environmental protection. It helps enterprises to grasp the overall pollution emission situation, timely prevent pollution, avoid excessive emissions, meet various environmental protection requirements, improve operation and maintenance efficiency, and gradually achieve clean production.

Keywords: six precision closed-loop management theory; Internet of Things; real time online monitoring; big data collection; environmental warning; digital transformation

引言

当前，中国正处于工业化和城市化加速发展的阶段，节能环保面临很大的挑战和压力。国家高度重视环境保护，将节能环保确立为一项基本国策。因此，进一步贯彻落实党的十八大提出的建设生态文明的精神，完善环境法制，提高全社会环境保护的意识，转变不可持续的发展模式和消费方式，是建设生态文明的必然要求。在习近平总书记“绿水青山就是金山银山”生态文明思想指引下，我国生态文明建设已步入一个人类文明新的历史时期。而在当前生态文明建设中，煤矿生态及环保的综合管理以及修复成为其重要的组成部分。煤矿业是社会发展和国民经济建设的基础产业，建国以来，我国煤矿业得到了快速发展，为我国经济发展、社会进步和人民生活水平的提高，提供了可靠的资源保障，做出了重要贡献。但是，由于种种原因，长期来我国矿业开发走的是一条以浪费资源、牺牲环境为代价的粗放式发展道路。煤矿产资源开发在为我国建设提供资源安全保障的同时，也对生态环境造成负面影响和破坏，加重了人口、资源、环境的矛盾，迟滞了我国矿业乃至我国经济社会的可持续发展。

随着国家经济的发展，节能环保在城市建设中起着越来越关键的作用。污染源监测信息采集与监控是环境治理的一项重要的基础工作，也是目前采用的主要手段。近些年来，环境污染源监控工作得到了飞速发展，但基于环保部门及企业自身因素等多方面原因，环境治理发展水平不一。

本文就是以煤炭行业发展现状为背景，以企业需求为切入点，以切实解决问题为目标，同时响应国家相关政策。基于煤矿六精闭环管理理论，结合大数据分析平台，以低碳环保发展为目标，以智慧矿山建设为导向，研究节能环

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

保能耗在线监测的实现，帮助企业全局把握污染排放情况，及时进行污染预防，避免超标排放，满足各类环保要求，提高运维工作效率，逐步实现清洁生产。

本研究基于矿区实际情况，将矿内节能环保情况进行统一设计、统一规划、统一管理，研究可远程监控的节能环保在线监测物联网平台，实现企业节能环保集中管理。本研究成果将形成符合企业实际需求、具有鲜明特点、核心技术领先、在国内煤炭行业有很强示范性的环境管理中心。

1 研究的目标

①以生产过程全链条能源消耗、环保在线监测为研究对象，研究节能降耗管理体系；

②以为能耗计量仪表、环保在线监测传感器为研究对象，研究基于物联网的多种类计量仪表数据协议、多源异构工业数据协议融合应用技术；

③以污水处理流程为研究对象，对袁大滩煤矿生活污水处理站进行全方位升级，达到污水处理智能诊断、智能化控制、远程监控等；

④以生产过程全链条能源消耗、环保在线监测为研究对象，研究“六精闭环管理理论”与节能环保业务的深度融合，形成管理流程软件技术方案。

⑤以生产过程能源消耗数据为研究对象，研究矿山企业生产过程全链条碳排放盘查技术方案，并形成软件系统。

2 研究的主要方向和内容

2.1 研究方向

（1）建设矿区节能环保大数据体系。通过物联网技术、三维建模、GIS 技术等，在六精闭环管理理论指导下实现节能环保数据的聚合，建模和分类存储，将节能环保设备的实时监测数据和地理空间数据等汇聚到袁大滩矿节能环保大数据平台内，为节能环保大数据挖掘、分析、预警提供数据基础，为节能环保管理提供有力的决策支撑。

（2）研究全方位的节能环保在线监测系统。以微服务为技术架构，以先进的中台架构为设计理念，实现跨平台和多服务部署的方式，提升数据方式的可靠性、高并发和扩展性。统一进行节能环保数据资源管理，数据维护，权限管理和目录服务，实现一个平台多数据源的深度融合和功能集成、一张图的监控和数据可视化、一张屏的调度和综合分析。

（3）扩展智慧矿山，构建信息平台一体化架构。为袁大滩煤矿智慧矿山建设提供节能环保数据微服务接口，确保管理平台的数据共享；实时监控各个重要监管点位，监测节能环保设备设施运行情况及完好情况。

（4）搭建环保培训与演练平台，实时更新环保法规政策。本期环境在线监测系统，将构建环保相关的文档进行实时管理，包含法律法规，及时更新各项政府文件及各类环保水保及生态方面的批复文件，上级单位文件，公司文件，会议纪要，区队制度，各类表格记录；对环保演练的相关材料、演练过程视频影响资料、演练效果材料等进行系统性管理。

（5）本项目研究将在“六精闭环管理理论”指导下，实现节能环保相关业务处理形成闭环管理，及时预防环保事故的发生、切实从管理层面完成节能降耗的目标，同时工作人员可随时随地获取实时物联网数据、各类分析数据，提高数据资产应用率，最终达到理论与实践相结合。

（6）项目研究成果能实现生活污水处理站有人巡检，无人值守，将有效解决水处理运行时存在运行效率低、缺乏有效监管及运行模式粗放等问题，达到优化管理模式、提高办公效率、提高水处理系统安全管理系数、降低水处理成本。

2.2 研究内容

根据节能环保“六精闭环管理”思路开展相关内容研究。主要研究内容包括：

（1）基于物联网的多元化、多种类型传感器数据实时传输与校验技术研究。

（2）基于物联网的多种类数据协议融合应用研究。

（3）以节能环保管理业务为基础的“六精闭环管理理论”体系。

（4）生活污水处理站无人值守。

针对水处理系统现场通信设备的部署、信号传输网络的搭建、云计算服务器的接入及应用、运营管理层面的具体功能建设等。

（5）节能环保业务移动端应用 APP：

（6）碳排放盘查子系统：进行生产过程中的碳排放计算、盘查、统计等工作。实现碳排放精准核算，对企业的碳排放总量、碳排放强度、能源消费总量、能耗强度等多角度指标进行分析、展示和管理并自动生成报告，在矿山行业率先建成以电、煤、水、油、气等能源数据为基础的碳业务综合服务子系统。

（7）大气环境有组织废气数据采集。

（8）生态环保视频数据集成。

（9）智能报表模型定制研发。

3 研究的关键技术

（1）基于物联网的多元化、多种类型环保在线监测传感器数据实时传输与校验技术；

（2）基于物联网的多种类计量仪表数据协议、多源异构工业数据协议融合应用技术。

（3）无人值守远程自动控制技术。

（4）人工智能大数据分析应用技术。

（5）以节能环保管理业务为基础的“六精闭环管理理论”体系。

4 研究的主要技术路线

项目拟采用现场调研、理论分析、数值模拟、现场试验及管理体系验证等方法开展研究，项目研究采取的技术

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路线见图 1。

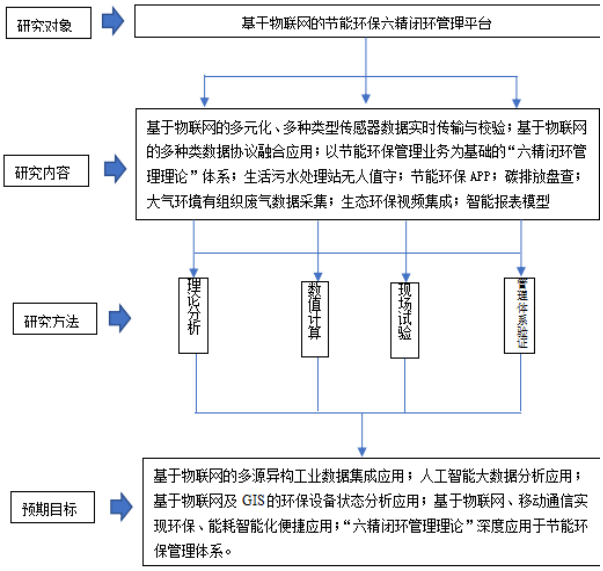


图 1 项目研究技术路线图

5 产业化得可行性分析

（1）可为企业快速、全面建立起真正能落地的能源管理系统以及环保管理系统。为企业开展能源审计、审查以及节能改造投资等提供数据支撑。最终为企业建立健全能源和环保管理体系。

（2）短时间可以迅速使企业在能耗和环保方面提升管理效率，提高管理水平。使企业能够全面、快速、准确地掌握企业各层次的环保、能耗、能效情况，达到精准监测、精细管理、科学决策。

（3）本平台具有极高的可复制性，可短时间内在矿区、能源公司、化工生产企业部署并快速形成战斗力。

6 研究取得的主要科学发现或成果

本研究包含了 40 多个功能模块，功能齐全，涵盖了系统管理、节能环保在线监测子系统、大数据分析子系统、物联网底层模块子系统、地理信息服务、外部接口模块功能等。系统功能众多、架构灵活，操作简易，性能优良，安全稳定。

本研究设计采用行业中先进的中间件和数据库产品，具有较长的产品生命力，系统设计中充分考虑系统的发展和升级，采用较为先进的技术指标，确保系统能适应现代信息技术高速发展，在一定时间内不落后，避免以后的投资浪费。采用信息交换技术，保持信息的一致性，保证信息统一公用的输出格式。紧密结合环保局等监管部门对重点污染源企业、大型用能企业的实际需求，针对不同业务的工作特点，确保系统使用简便，功能实用完备，应用流畅。

（1）“六精闭环管理理论”与节能环保具体业务管理流程深度融合，形成软件流程。

（2）生活污水处理站有人巡检、无人值守。

（3）按时间周期要求自动生成碳排放盘查报告，报告模板基于国家发布的行业标准。

（4）15 项智能报表模型定制研发，包括：环保数据统计月报表、袁大滩碳排放统计报表、废水排放报表、废气排放报表、一般固体废物报表、危险废物报表、矸石销售情况统计报表等。

7 结论

本研究通过物联网技术、三维建模、GIS 技术等，实现生态节能环保数据的聚合，建模和分类存储，将节能环保设备的实时监测数据和地理空间数据等汇聚到监测管理平台内，为生态环保大数据挖掘、分析、预警提供数据基础，从而构建“六精闭环管理理论”下全面的生态环保监管体系，全面推进绿色矿山建设。达到了以下功能和效果：

7.1 工作效率提升

减少人力成本：无人值守远程自控技术预估可减少 5 个人工值守的工作场景。结合移动端 APP 工作效率提升 30%左右。办公人员能够随时随地参与监测系统的建设和数据共享，减少因地理位置限制而引起的沟通滞后，从而降低了相关的人力成本。

7.2 管理效果提升

六精闭环管理和智能分析：结合移动端 APP 使得企业能够对生态环保业务进行精准监测和精细管理，通过实时数据的智能分析，更快速、更准确地发现问题，及时解决问题，形成闭环处理。

7.3 环保合规与风险降低

实时监测与预警：结合移动端 APP 的报警机制和实时监测功能能够使企业及时掌握环保数据，具体实现 6 类 16 项环保监测实时预警（污水处理站、空气质量、挥发性有机物、非甲烷总烃、水环境、噪声 6 类），降低超标排放的风险，帮助企业避免环保罚款和可能的法律责任，确保符合各类环保要求，降低环保合规风险。

7.4 数据共享与协同效应

团队协作提升：开发各类通信接口 10 个，结合移动端 APP 的引入促进了团队之间的即时通讯与数据共享，增强了协同工作效果。有助于团队成员更好地沟通合作，减少信息传递和工作协调的时间，提高整体工作效率。

7.5 系统整合与运维效益

移动端与监测系统无缝对接：移动端 APP 与监测系统的无缝集成，实现了两者之间的高效互通。有助于提高整体运维效益，减少系统整合和运维的复杂性，降低相关的技术维护成本。

[参考文献]

[1]党亚明.《新时代国有煤矿“六精三十六闭环”管理理论》[S].北京:世界图书出版公司,2023.
[2]《环境监测标准汇编》中国标准出版社第二编辑室编[S].北京:中国标准出版社,2011.
[3]生态环境部.《HJ 354-2019 水污染源在线监测系统

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

（CODCr、NH3-N 等）验收技术规范》[S].北京:中国环科,2020.
[4]唐世伟,田枫,盖璇,李学贵.《大数据采集与预处理技术(HDFS+HBase+Hive+Python)》[S].北京:清华大学出版社.2022.
[5]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局中国国家标准化管理委员会.煤矿主要工序能耗等级和限值GB/T:29723.3-2013[S]. 北京：中国标准出版社,2022:2-3.

作者简介：官国清，男，51 岁，陕西蒲城人，机电高级工程师,现任陕西中能煤田有限公司机电动力管理部经理，主要从事煤矿机电设备、节能环保、智能化及信息化管理等工作；杨延龙，男，37 岁，陕西延川人，网络工程师，现任陕西中能煤田有限公司智能化管理办公室业务主任，主要从事煤矿智能化、信息化建设管理等工作;闵雯,女，36 岁，陕西西安人，机电工程师、中级经济师，现任陕西中能煤田有限公司生态环境管理办公室业务主管,主要从事生态环保相关工作；李洋，男，36 岁，陕西榆林人，助理工程师，现任陕西中能煤田有限公司业务主办，主要从事生态环保相关工作；高增胜，男，37 岁，陕西榆林人，现任中能煤矿生产运营公司水处理车间主任，主要从事矿井水处理、生活用水管理等工作。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于智能矿山的煤矿机电技术管理

申文东
内蒙古伊泰煤炭股份有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 017099

[摘要]近年来，随着自动化、信息化及智能化技术的快速发展，越来越多的煤矿企业被推动采用智能设备与系统，以提升生产效率与安全性。例如，智能采掘设备的应用，使煤矿开采过程更加高效，降低了对人力资源的依赖，同时减小了安全风险。此外，现代监测与控制系统的引入，使得矿井环境及设备状态能够被实时监控，为及时预警与故障排除提供了有力的数据支持。尽管显著进展已取得，我国在煤矿机电技术管理方面依然面临多重挑战，这些问题限制了智能矿山的全面推进，并影响了煤矿的整体生产效率与安全水平。基于当前现状，强化技术创新与管理优化的迫切需求愈加明显。进一步推动煤矿机电技术管理的发展，方能助力实现智能矿山的目标。
[关键词]智能矿山；煤矿机电技术；技术管理
DOI：10.33142/ec.v7i11.14238　　中图分类号：TD4　　文献标识码：A

Management of Coal Mine Electromechanical Technology Based on Intelligent Mining

SHEN Wendong
Inner Mongolia Yitai Coal Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017099, China

Abstract: In recent years, with the rapid development of automation, informatization, and intelligent technology, more and more coal mining enterprises have been promoted to adopt intelligent devices and systems to improve production efficiency and safety. For example, the application of intelligent mining equipment makes the coal mining process more efficient, reduces dependence on human resources, and reduces safety risks. In addition, the introduction of modern monitoring and control systems enables real-time monitoring of the mine environment and equipment status, providing powerful data support for timely warning and troubleshooting. Despite significant progress, China still faces multiple challenges in the management of coal mine electromechanical technology, which limit the comprehensive promotion of intelligent mines and affect the overall production efficiency and safety level of coal mines. Based on the current situation, the urgent need to strengthen technological innovation and management optimization is becoming increasingly evident, and further promoting the development of coal mine electromechanical technology management can help achieve the goal of intelligent mining.
Keywords: intelligent mining; coal mine electromechanical technology; technical management

引言

在全球能源结构转型及可持续发展目标愈发显著的背景下，作为一种重要能源，煤炭在许多国家和地区的能源供应中依然发挥着不可替代的作用。然而，安全隐患、资源浪费以及环境污染等多重挑战，令传统煤矿生产模式面临困境。为了解决这些问题，智能矿山的理念应运而生，成为推动煤矿现代化与提升竞争力的重要方向。通过引入先进的机电技术、自动化设备及信息化管理系统，智能矿山能够优化生产流程，提高资源利用效率，并显著增强安全管理水平。在煤矿机电技术管理领域，智能化管理模式为设备的高效使用、故障预防及维护保养提供了全新的思路。因此，基于智能矿山的煤矿机电技术管理策略的探索，不仅有助于提升煤矿的安全性与经济效益，还为煤炭行业的可持续发展奠定了坚实基础。

围绕智能矿山的建设现状、机电技术管理的重要性以及创新策略等方面，本文将进行深入探讨，为煤矿企业的转型升级提供有价值的参考与借鉴。

1 煤矿机电技术管理在安全生产中的作用

1.1 有利于提高机电设备使用的规范性

煤矿机电技术管理在安全生产中扮演着至关重要的角色，其中一项关键职能为提升机电设备使用的规范性。规范化管理不仅确保设备操作遵循标准流程，还通过制定详细的操作规程、维护保养计划及检修制度，使每位操作人员能够严格按照规定执行，从而有效降低因不当操作引发的安全隐患。此外，设备使用信息的透明化，亦是规范管理体系的另一大优势，使得设备的运行状态、故障记录及维护历史能够被实时监控与追踪。这种信息化管理方式，进一步提高了安全生产的保障，增强了设备运行的可靠性。

1.2 有利于提高机电设备安全性

煤矿机电技术管理在安全生产中对提升机电设备安全性起着至关重要的作用。通过科学合理的管理措施，潜在的安全隐患可以被有效识别和控制，确保各类机电设备在运行过程中的稳定与可靠。管理的核心部分由定期的设备检修与维护构成，通过建立完善的维护保养制度，易损件的及

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

时更换及技术升级得以实现，显著降低设备故障率，避免因设备失灵而引发的安全事故。此外，操作人员的培训亦是技术管理的重要组成部分，确保他们充分了解设备性能及安全操作规程，从而增强安全意识[1]。在实际操作中，管理人员能够通过实时监控与数据分析及时掌握设备的运行状况，并迅速响应突发情况，从而有效降低事故发生的可能性。

1.3 有利于提高机电技术水平

煤矿机电技术管理在安全生产中显著提升了机电技术水平，为矿山高效运作提供了关键支持。通过系统化的技术管理，先进的机电技术与设备得以及时引入与应用，确保煤矿在采掘及运输等环节具备更高的自动化与智能化水平。这种技术提升不仅增强了设备的运行效率，也提高了其在复杂环境中的适应能力。此外，定期的技术培训与知识更新使操作人员能够掌握最新的技术及设备使用规范，从而在实际工作中更有效地运用这些技术，降低误操作引发的安全隐患。同时，机电技术管理还涵盖新技术的持续研发与推广，通过与科研机构及高等院校的合作，推动了技术创新与改进的不断前行。

2 智能矿山建设现状

2.1 采掘设备智能化

当前，智能矿山建设的一个关键环节是采掘设备的智能化，这一趋势正在逐步改变传统煤矿的作业方式。现代采掘设备通过集成先进的自动化、信息化与智能化技术，实现了远程操控与实时监测，显著提升了生产效率与安全性。例如，配备传感器和监控系统的智能化采掘设备，能够实时收集与分析设备的运行数据，进而实现状态监测、故障预警及自主决策。这一转变不仅减少了对人工操作的依赖，还降低了人为失误引发的安全事故风险。此外，具备更高适应能力的智能矿山采掘设备，能够在复杂地质环境下自动调整作业参数，从而优化作业流程。通过数据共享与智能分析，矿山管理者能够实时掌握生产动态，作出科学决策，实现资源的高效利用与安全管理。

2.2 检测设备智能化

智能检测设备在智能矿山建设中是不可或缺的组成部分，随着技术的持续进步，该领域正在快速发展。通过集成传感器、自动化控制系统以及大数据分析技术，现代检测设备实现了对矿山环境、设备运行状态与生产过程的全面监测与分析。这些智能检测设备不仅能实时获取矿井内气体成分、温度、湿度等重要参数，且对设备的振动、温度等运行状态进行监控，从而及时识别潜在的安全隐患。此外，通常配备高效数据处理系统的智能检测设备，能够对采集到的数据进行分析与处理，进而生成直观的报告与预警信息，以帮助管理人员迅速做出决策。

3 煤矿机电技术管理不足之处

3.1 在管理体制方面

在煤矿机电技术管理中，存在一些不足之处，主要体现在管理体制的缺陷及职能划分的不清晰。目前，许多煤矿企业在机电技术管理中缺乏统一的标准与规范，这导致各部门在执行过程中表现出一定的随意性与不协调性。沟通不足的管理层与技术人员之间，信息流通不畅，致使对设备运行状况及安全隐患的反馈未能及时到位。此外，部分企业在机电技术管理上过于重视操作层面的执行，忽视了战略层面的规划与资源配置。这种现象使得机电技术管理难以形成系统性与整体性，从而影响了生产效率与安全水平。

3.2 在工作人员方面

在煤矿机电技术管理中，显著不足主要体现在工作人员方面，特别是专业素质与培训机制的缺乏。一方面，部分操作人员对机电设备的结构、性能及操作规程的理解不够深入，容易导致在实际操作中发生误操作或疏忽。这不仅影响了设备的正常运作，还增加了安全隐患。另一方面，由于培训体系的不健全，员工难以跟上技术发展的步伐，无法掌握先进的机电技术及操作技能，导致专业能力不足[2]。此外，频繁的人员流动使得经验丰富的员工离职，新入职员工缺乏实操经验，从而造成团队技术水平的不均衡，这在一定程度上制约了机电技术管理的有效实施。

3.3 在设备技术推广方面

在煤矿机电技术管理中，设备技术推广方面的不足主要体现在新技术与新设备引进与应用的速度缓慢。尽管现代煤矿技术发展迅速，但在设备更新换代时，许多企业显得相对保守，缺乏对新技术的及时关注及引入。这种状况不仅使得先进的机电设备未能有效应用于实际生产，且导致传统设备效率低下，增加了安全隐患。同时，由于缺乏系统性的技术评估与推广机制，新设备在实际应用中常常面临适应性不足的问题，无法有效满足矿山作业的需求。此外，部分企业在技术推广过程中未能提供充足的资金投入与人力支持，从而对设备进行必要的改造与升级的机会被剥夺，进而制约了机电技术的持续创新与发展。

4 基于智能矿山的煤矿机电技术管理创新的策略

4.1 应用自动化技术

应用自动化技术，作为煤矿机电技术管理创新的重要策略之一，显著提升了生产效率与安全性的潜力。通过引入先进的自动化设备，例如无人驾驶采掘机、智能运输系统以及自动监测仪器，能够实现生产过程的全面控制与优化。这些设备通过集成传感器与智能算法，实时监测矿山环境与设备状态，进行数据分析，及时识别与响应潜在安全隐患。自动化采掘设备不仅能够在复杂的地质条件下高效作业，还减少了对人工操作的依赖，从而降低了人为错误引发的安全事故。此外，优化资源配置得以实现，通过自动化技术的应用，设备空转与浪费得以减少，提高了资源的利用效率。

4.2 安全开采煤炭资源

安全开采煤炭资源，作为智能矿山中煤矿机电技术管理创新的重要策略，不仅关注开采效率，同时亦重视矿山环境及工人安全的全面保护。在智能矿山的框架下，能够利用先进的监测与控制技术实时获取矿井内的各种环境

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

数据，如气体成分、温度与湿度，从而迅速识别并处理潜在的安全隐患。此外，应用自动化开采设备可以减少高风险作业区域对人员的直接参与，从而降低事故发生的几率。智能调度系统则通过实时数据调整作业计划，优化煤矿开采流程，确保资源高效利用与安全开采[3]。在开采过程中，实施精细化管理及数据驱动的决策支持系统，矿井安全状态得以有效监测，并实时提供预警，防止突发事故的发生。

4.3 加强事故的预防及规范管理

加强事故预防与规范管理，作为智能矿山中煤矿机电技术管理创新的关键策略之一，通过系统化的管理措施与智能化技术应用，旨在最大程度减少安全事故的发生。在智能矿山环境下，矿井内的安全状况得以持续跟踪，集成的实时监测系统能够及时识别异常情况并发出预警，从而确保矿工在安全的环境中作业。同时，借助大数据分析技术，历史事故数据被深入分析，这有助于识别潜在风险因素及事故模式，从而制定更为有效的预防措施。此外，操作人员的安全培训与应急演练得到强化，使其熟悉事故处理流程与规范，能够在突发情况下迅速反应并采取适当的应对措施。建立的标准化事故预防与管理流程，不仅提高了整个煤矿的安全管理水平，也增强了员工的安全意识与责任感。安全评估与检查定期进行，安全管理制度则持续优化，进一步提升事故预防的有效性，营造出安全、稳定的矿山生产环境。

4.4 建立完善的自动化监控平台

建立完善的自动化监控平台，作为智能矿山中煤矿机电技术管理创新的关键策略之一，显著提升了矿山的安全管理水平与生产效率。该监控平台集成了先进的传感器技术、数据采集系统及实时分析工具，全面监测矿井内部的环境条件、设备运行状态及人员活动情况。通过高精度传感器的部署，实时获取矿井内气体浓度、温度、湿度及振动等关键数据，能够在异常发生时及时发出警报，确保相关人员迅速采取应对措施。此外，设备状态监测与故障预警功能亦被该平台所具备，通过对设备运行数据的分析，潜在故障得以预测并提前安排维护，从而避免因设备故障引发的安全事故及生产停滞。同时，借助云计算及大数据技术，采集的数据被深入分析，潜在的安全隐患及操作不规范环节得以识别，为管理决策提供了数据支持。

4.5 加强人才队伍的建设

加强人才队伍建设，作为智能矿山中煤矿机电技术管理创新的关键策略之一，旨在通过高素质专业人才的培养及引进，提升团队的技术水平与管理能力。随着智能矿山技术的不断进步，传统煤矿操作与管理模式亟须转型，而专业技术人才短缺及知识更新滞后，已成为制约煤矿现代化的主要因素。为此，煤矿企业应积极构建完善的人才培养机制，制定系统的培训计划、开展岗位技能培训以及定期组织专业技术交流，以提升员工对智能化设备与新技术的理解与应用能力。同时，引进具备先进技术背景与管理经验的人才，亦应受到企业的重视，以形成多元化的人才梯队，确保各层次的技术与管理需求得到满足[4]。为了激励员工的持续学习与创新，职业发展通道及激励机制的设立，将有助于员工在工作中不断提升自身能力，进而增强团队的凝聚力与向心力。

4.6 加强煤矿机电技术管理

加强煤矿机电技术管理，作为智能矿山建设的重要策略，能够显著提升整体运营效率与安全性。应建立科学的机电设备管理体系，通过规范化的管理流程，确保在采购、安装、运行及维护等环节的有效管理得以实现。这一过程包括定期对设备进行检修与维护，建立详细的设备档案，以记录其运行状态与维修历史，便于及时发现潜在问题并进行整改。随着智能技术的应用，煤矿机电管理与信息化系统的紧密结合显得尤为重要。通过利用大数据与云计算技术，对设备运行数据进行实时监控与分析，故障模式与使用效率可以被有效识别，进而制定针对性的优化方案。此外，提升机电技术管理水平，还需加大对新技术的引进与推广，鼓励企业积极采用先进的机电技术与设备，以提高煤矿的自动化与智能化程度。在管理团队方面，专业人才的培养与引进应得到加强，确保团队具备现代管理理念与技术能力，以适应煤矿机电技术的快速发展。

5 结语

在智能矿山的背景下，煤矿机电技术管理的重要性日益突出。通过引进先进的智能化设备与系统，提升生产效率与资源利用率，煤矿企业不仅能够显著增强安全管理水平，降低事故发生率。尽管我国在煤矿机电技术方面已取得了一定进展，但管理体系的不完善与技术应用的滞后等挑战依然存在。为应对这些问题，技术创新与管理优化的加强，积极推动智能化转型以及培养高素质的人才队伍成为煤矿企业的必要举措，以适应现代煤矿生产的需求。展望未来，随着智能矿山建设的深入推进，实现安全、高效、绿色的可持续发展，煤矿行业将为国家的能源安全与经济繁荣作出更大贡献。在此过程中，积极探索、总结经验与分享成功案例，有助于整个行业的共同进步与发展。

[参考文献]

[1]靳小蕾.基于智能矿山的煤矿机电技术管理[J].能源与节能,2024(8):41-44.
[2]钞希林.基于智能矿山的煤矿机电技术管理探讨[J].当代化工研究,2023(14):176-178.
[3]杜文刚.基于智能矿山的煤矿机电技术管理创新[J].内蒙古煤炭经济,2022(24):148-150.
[4]周旭升.基于智能矿山的煤矿机电技术管理创新[J].科技风,2021(18):8-9.

作者简介：申文东（1981.10—），男，毕业院校：内蒙古工业大学，所学专业：机械电子工程，当前就职单位：内蒙古伊泰煤炭股份有限公司，职务：机电副主管级工程师，职称级别：中级电子工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

岩石矿物分析化验中的质量控制要点研究

钟欢欢
中国黄金集团江西金山矿业有限公司，江西 德兴 334200

[摘要]随着科技的不断进步，关于岩石矿物的成分、结构与形成机制的理解日渐深入，相关分析技术也在不断优化与提升。准确可靠的分析结果不仅为后续研究奠定基础，也为工程决策提供了重要依据。鉴于实验过程中可能出现的误差与不确定性，有效的质量控制措施显得尤为关键。通过严格控制设备、选择合适的检测方法、管理实验环境及操作人员，显著提高分析结果的准确性与可靠性是完全可行的。文中探讨岩石矿物分析化验过程中的关键质量控制要点，分析其对提升实验质量的重要性，并提出相应的优化建议。

[关键词]岩石矿物；分析化验；质量控制；化验流程
DOI：10.33142/ec.v7i11.14233 中图分类号：P575 文献标识码：A

Research on Quality Control Points in Rock Mineral Analysis and Testing

ZHONG Huanhuan
China National Gold Group Jiangxi Mining Co., Ltd., Dexing, Jiangxi, 334200, China

Abstract: With the continuous advancement of technology, the understanding of the composition, structure, and formation mechanism of rock minerals is deepening, and related analytical techniques are constantly being optimized and improved. Accurate and reliable analysis results not only lay the foundation for subsequent research, but also provide important basis for engineering decision-making. Given the potential errors and uncertainties that may arise during the experimental process, effective quality control measures are particularly crucial. It is completely feasible to significantly improve the accuracy and reliability of analysis results by strictly controlling equipment, selecting appropriate detection methods, managing experimental environments and operators. The article explores the key quality control points in the process of rock mineral analysis and testing, analyzes their importance in improving experimental quality, and proposes corresponding optimization suggestions.

Keywords: rock minerals; analysis and laboratory testing; quality control; assay process

引言

伴随着经济的快速发展，地质勘探的需求不断上升，研究者需提供高效且准确的分析结果。面对复杂样品，传统的分析方法常常遭遇挑战，特别是在样品的多样性与复杂性日益增加的背景下，对岩石矿物分析方法的创新与改进愈发显得必要。控制分析过程中可能出现的误差，提升结果的可靠性，已成为提高科研水平与经济效益的重要手段。因此，各个环节的质量控制必须受到重视，以确保其规范性与标准化，为科研与工程实践提供坚实的数据支持。

1 岩石矿物的分类

在地质学与矿物学研究中，根据成分、结构及形成环境等因素，岩石矿物可被划分为三大类：硅酸盐矿物、非硅酸盐矿物以及有机矿物。硅酸盐矿物为地壳中最为常见的类型，其占总质量的90%以上。基本单元为硅氧四面体（SiO_4），可形成多种网络结构，包括单链、双链、层状及框架硅酸盐。石英、长石及云母等常见硅酸盐矿物与其分布及成因存在密切关系。非硅酸盐矿物包括碳酸盐、氧化物、硫化物及磷酸盐等。碳酸盐矿物，如方解石与白云石，通常存在于沉积岩中，其经济价值显著。氧化物矿物，如赤铁矿与铝土矿，在工业与冶金领域发挥着重要作用。硫化物（如黄铁矿与闪锌矿）则与金属矿床的形成密切相关。有机矿物通常由生物过程形成，与煤及石油等有机物质密切相关。在特定地质条件下，这类矿物的形成反映了生物化学过程对矿物成分的影响。

2 岩石矿物分析化验的工艺流程

2.1 化验样品的加工制作

样品加工是岩石矿物分析的起始环节，其目的是将原始岩石样品转化为适合后续分析的形式。确保选取具有代表性的岩石样品是至关重要的，这样才能有效反映研究区域的矿物组成与分布特征。获取样品后，需进行破碎处理，通常使用机械破碎机将大块岩石破碎至小于2厘米。经过破碎，样品需进行研磨处理，常用的方法包括球磨与磨板磨，以进一步细化样品，要求粒径小于200目，以确保后续分析的均匀性。在加工过程中，样品污染的避免至关重要，应使用专用工具与设备，并保持工作环境的洁净。加工完成后，样品须被仔细标识，记录其来源、处理过程及相关信息，以便于后续的追踪与管理。

2.2 岩石矿物化学成分的定量测定

定量测定为岩石矿物分析中的核心环节，目的在于确定样品中各种化学成分的含量。现代分析技术的应用显著

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

提高了定量测定的准确性与效率，常用的方法包括 X 射线荧光光谱（XRF）、电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）及原子吸收光谱（AAS）。由于其快速且无损的特点，X 射线荧光光谱技术能够对样品中的主要及次要元素进行定量分析[1]。样品处理后，将其放入 XRF 仪器中，激发样品中的元素产生特征荧光，通过分析荧光信号的强度，能够计算出各元素的含量。以高灵敏度与广泛检测范围著称的电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）适用于痕量元素的检测。样品在酸中溶解，形成液相样品后，进入等离子体，使样品中的元素电离并被检测。ICP-MS 特别适合微量的重金属与稀土元素的分析。完成定量测定后，实验室会生成标准化报告，详细列出各元素的含量及分析误差范围。这些数据为后续的地质研究、资源评估及环境监测提供了科学依据。

2.3 岩石矿物化学成分的定性分析

定性分析在岩石矿物分析中同样占据重要地位，目的是确定样品中存在的矿物种类及其特征，常用的定性分析方法包括矿物学显微镜观察、X 射线衍射（XRD）及扫描电子显微镜（SEM）。矿物学显微镜观察为一种经典的定性分析手段。通过观察薄片样品，研究者能够根据矿物的光学性质（如折射率、颜色、解理等）鉴定矿物类型。通过分析样品的衍射图谱，X 射线衍射（XRD）技术精确确定矿物的晶体结构及相组成。该技术在岩石学及矿物学研究中被广泛应用，尤其适合检测矿物的多相共存情况。扫描电子显微镜（SEM）以高分辨率观察矿物的形态特征，结合能谱分析（EDS），进一步分析矿物的化学成分。SEM 技术在矿物学及材料科学研究中应用广泛，特别是在纳米材料的研究中显示出独特优势。

2.4 数据处理与结果分析

数据处理与结果分析为岩石矿物分析化验流程的最后环节，涉及对所获得的定量与定性数据进行整理、统计及解释。实验室需对化学成分的数据进行校正，以确保测量误差在可接受范围内。完成数据校正后，分析结果将通过统计软件处理，生成图表与数据表，以便于对比与解释。饼图常用于展示各元素的相对丰度，而柱状图则适用于比较不同样品之间的成分差异。这些图表直观地反映样品的矿物组成及化学特征。结合地质背景与理论模型，深入分析样品的成因、演化及潜在经济价值应成为重点[2]。结果解释需基于充分的文献支持与理论依据，以确保结论的科学性与可靠性。数据处理与结果分析的最终目标在于为相关领域研究提供有价值的参考，支持地质勘探、资源开发及环境保护等方面的决策。

3 岩石矿物样品的制备、标识、验收和储备工作

3.1 加工式样的获取

在采样过程中，应充分考虑采样位置、深度及地质特征，以确保所获取样品能够真实反映该区域岩石矿物的特性。样品加工的基础在于根据样品性质选择适当的破碎与研磨工艺。硬质矿石通常通过颚式破碎机进行初步破碎，随后采用球磨机研磨至所需粒径。在这一过程中，防止污染与样品混淆至关重要。设备在使用前应彻底清洁，操作人员需确保每个样品独立加工，以避免混合使用。对于湿样品或黏性矿石，可能需要在研磨过程中进行干燥处理，以减少水分含量对后续分析的影响。样品加工完成后，必须立即进行标识，样品应保存在洁净的样品袋中，以确保在后续分析中能够清晰追溯样品来源。

3.2 样品的定性

样品定性在岩石矿物分析中被视为基础环节，其目的是通过初步的物理或化学方法判断样品的矿物组成、结构及物理特征。定性分析不仅为后续定量分析提供依据，还通过初步确定矿物特征，指导化验过程中的样品处理方式[3]。常用的定性分析方法包括目视观察、显微镜分析及简单的化学试剂反应。通过肉眼或显微镜观察，分析人员能够根据矿物的颜色、硬度、光泽及解理等特征，初步判断样品中可能存在的矿物类型。例如，透明或半透明的石英与因其低硬度及独特反应特性而更易识别的方解石，可以通过目视观察初步识别。显微镜的进一步观察能够揭示矿物的晶体结构及形态特征，从而更准确地进行矿物分类。在某些特定情况下，定性分析可能还需结合简单的化学分析方法，如酸碱反应或溶解性试验。这些方法能够确认某些矿物的存在或排除不相关成分，从而为后续定量测定提供指导。

3.3 制定样品检测与分析系统

确保岩石矿物分析的系统性与科学性，建立完整且合理的样品检测与分析系统，考虑样品处理流程的顺序及检测设备的选择，从而保证分析数据的准确性与可重复性。在制定样品检测系统时，需考虑样品的特性及研究目标。富含硅酸盐矿物的样品通常优先选择 X 射线荧光光谱（XRF）进行元素分析，而金属矿物则适合采用电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）进行痕量金属元素的定量分析。检测方法的选择应基于矿物的化学成分及结构特征，确保所用技术能够充分捕捉样品中的主要成分及微量元素。系统制定过程中，还需明确样品处理的顺序。定性分析一般在定量分析之前进行，通过定性分析初步确定样品中的主要矿物类型及含量，为后续的精确定量分析提供重要参考[4]。此外，系统的制定还需充分考虑样品的保存方式、设备的定期校准与检测、人员操作规范等关键因素，以确保系统在实际操作中的可行性与科学性。

3.4 明确测定方法

在岩石矿物样品分析中，样品中元素的含量及矿物种类各不相同，需根据具体的样品特征与研究目标选择合适的分析方法。常用的测定方法包括化学分析、光谱分析及显微分析，每种方法在不同检测条件下均有独特优势与适用范围。化学分析方法通常用于主量元素的含量测定，经典的湿法化学分析因其高精度及灵敏度而得到广泛应用。某些特定矿物的酸溶法与碱熔法能够有效分解矿石中的元素，从而进行准确的定量分析。此外，滴定分析与重量分析等手段可进一步确定样品中的氧化物与金属含量。光

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

谱分析方法凭借速度快、范围广的特点，在现代岩石矿物分析中被广泛应用。X 射线荧光光谱（XRF）技术能够迅速分析样品中的主要元素，而电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）技术则能检测样品中的微量元素。显微分析方法如扫描电子显微镜（SEM）与透射电子显微镜（TEM）通过样品的微观结构与形貌分析，进一步确定矿物的晶体结构及成分。在明确测定方法时，需考虑不同分析方法的灵敏度、检测限及准确度等因素。特定样品中的微量或痕量元素，可能更适合采用 ICP-MS 等高灵敏度技术，而主量元素的检测则可采用 XRF 等较为快速的技术。每种分析方法在具体应用中需经过校正与验证，以确保其准确性与可靠性。

4 岩石矿物分析化验过程中的质控要点分析

4.1 严格控制设备质量，做好设备使用前调整

设备的质量控制在确保岩石矿物分析结果准确方面至关重要。对仪器的校准、电源及连接线的完整性进行检查，同时也需确保样品室及光学元件的清洁，是十分必要的。在分析前，所有分析仪器均需进行标准样品的校准，以验证其灵敏度与准确性。此校准过程应严格遵循标准操作程序（SOP），并做好相关记录，以便后续的追溯与检查。应根据不同类型分析的需求，选择合适的设备，以确保其技术参数符合测试标准。此外，设备的操作人员应经过专业培训，最大程度地减少人为因素导致的误差，将有助于确保实验的稳定性与可靠性。

4.2 合理选择检测方法，保证方法可行适用

在岩石矿物分析中，由于不同矿物样品具有各自独特的化学成分、物理性质及形态特征，因此采用多种分析技术进行检测显得尤为必要。常用的检测方法包括 X 射线荧光光谱（XRF）、电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）及扫描电子显微镜（SEM）。每种方法在应用中均具备特定的优缺点。以 XRF 技术为例，它适合快速分析样品中的主要元素，而在痕量元素检测方面，ICP-MS 表现优异。在应用特定方法时，适当的预处理步骤如样品的干燥、研磨或化学处理是必不可少的。

4.3 加强化验环境控制，保证环境满足要求

实验室环境需保持稳定，确保温度、湿度及洁净度等因素符合实验要求。温度与湿度的波动可能导致样品物理化学特性变化，进而影响分析结果。实验室应建立严格的清洁制度，包括定期清洁设备、工作台及地面。样品存放区与分析区的分开设置，有助于避免样品在传输过程中受到污染。样品应存放在标识清晰、封闭良好的容器中，以防外部因素对其成分产生影响。操作人员在操作时应穿戴适当的防护装备，通过建立良好的实验室管理制度，可以有效提高分析结果的稳定性与可靠性。

4.4 严格控制化验材料，保证化验材料与试验要求相符

化验材料包括标准样品、试剂及消耗品。在使用前，所有化验材料需经过严格检验，以确保其质量符合实验要求，避免因材料不合格而导致的分析误差。标准样品应来自信誉良好的供应商，且需定期进行质量检查与认证。使用标准样品进行校准与验证，能够有效提高分析结果的可信度。在化学试剂的选择方面，优先选用高纯度试剂，且严格遵循储存与使用规范。试剂的失效、污染或混用可能导致分析结果的不准确[5]。在使用试剂前，必须确认其有效期并记录批号及使用情况。操作人员需定期检查实验室的化学品存放情况，以确保化验材料的安全性与有效性。

4.5 提升操作人员素质水平，严格遵守化验操作流程

在整个分析过程中，操作人员需遵循严格的实验操作流程，以确保每一步均能精确执行。规范化的操作流程能够有效减少人为失误，从而提高实验结果的可靠性。为提升操作人员的素质，实验室应定期组织专业培训与技术交流，以确保人员了解最新的分析技术与设备使用技巧。培训内容包括理论知识、仪器操作、数据分析及报告撰写等多个方面，使操作人员在各个环节均具备必要的专业素养。在实验过程中，操作人员应保持严谨的态度，记录每一项实验数据，包括样品来源、处理过程、分析结果及任何异常情况。详细记录不仅有助于数据追溯，也为后续结果分析与质量评估提供重要依据。

5 结语

在地质科学研究中，岩石矿物分析化验具有重要意义，影响着资源开发、环境监测及地质灾害预警等多个领域。然而，面对分析过程中所遭遇的挑战，质量控制成为提升实验可靠性与科学性的关键因素。本文探讨岩石矿物分析化验过程中的质控要点，通过对设备质量的严格控制、合适检测方法的选择、环境管理的加强、化验材料的严密把控以及操作人员素质的提升，能够有效降低实验误差，显著提高分析结果的准确性。总之，为进一步提高分析的准确性与可靠性，建议在新技术与新方法的研究与应用上加大力度，推动岩石矿物分析朝高效、精准的方向发展。

[参考文献]

[1]张凯.先进光谱技术在多金属矿物分析中的应用与发展[J].世界有色金属,2024(9):217-219.
[2]王文娟.金属矿物分析化验中的质量控制要点分析[J].世界有色金属,2023(16):226-228.
[3]李升科.浅析金属矿物探工作存在的问题及对策[J].中国金属通报,2020(2):267-269.
[4]马亦骥.基于深度学习的岩石矿物检测与识别研究[D].昆明:昆明理工大学,2023.
[5]贾昌飞.试析岩石矿物分析测试中的质量控制要点[J].内蒙古煤炭经济,2024(1):22-24.

作者简介：钟欢欢（1992.9—），女，东华理工大学，应用化学，中国黄金集团江西金山矿业有限公司，助理工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

煤顶板覆岩沉积环境区域性研究

严锦钢
陕西彬长孟村矿业有限公司，陕西 咸阳 713600

[摘要]在煤矿开采活动中，顶板覆岩的沉积环境对煤层顶板的稳固性及作业安全性具有直接影响。作为矿区工作面的主要支撑结构，顶板覆岩的岩性、厚度和组合特征决定了顶板的稳定性，进而影响着矿井的安全性和采矿效率。随着开采深度与规模的不断扩展，煤层顶板覆岩的沉积特征及分布规律成为矿区地质研究的重点课题。在不同地质构造和沉积背景之下，煤层顶板覆岩的特征常表现出显著的区域差异，系统地研究其沉积环境具有重要的意义。文中选择延安组与安定组地层展开分析，通过岩心观察、沉积学分析与测井数据的多维度融合，试图深入探讨煤层顶板覆岩的沉积环境特征，揭示其横向与纵向的变化规律，以期为煤矿开采工程的安全设计提供科学支持。

[关键词]煤顶板；覆岩沉积；沉积环境；延安组；安定组；横向差异
DOI：10.33142/ec.v7i11.14218　　中图分类号：TD823　　文献标识码：A

Regional Study on Sedimentary Environment of Overlying Strata in Coal Roof

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

Abstract: In coal mining activities, the sedimentary environment of the overlying rock has a direct impact on the stability and operational safety of the coal seam roof. As the main supporting structure of the mining area, the lithology, thickness, and combination characteristics of the overlying rock determine the stability of the roof, which in turn affects the safety and mining efficiency of the mine. With the continuous expansion of mining depth and scale, the sedimentary characteristics and distribution patterns of overlying rocks in coal seam roof have become a key topic in geological research of mining areas. Under different geological structures and sedimentary backgrounds, the characteristics of overlying strata in coal seam roofs often exhibit significant regional differences, and systematic study of their sedimentary environments is of great significance. In the article, the Yan'an Formation and Anding Formation strata are selected for analysis. Through multidimensional integration of core observation, sedimentological analysis, and logging data, the sedimentary environment characteristics of the overlying strata of coal seam roof are attempted to be explored in depth, revealing their horizontal and vertical variation laws, in order to provide scientific support for the safety design of coal mining engineering.

Keywords: coal roof; overburden sedimentation; sedimentary environment; Yan'an group; stability group; horizontal differences

引言

煤矿开采过程中，顶板覆岩的沉积环境直接影响岩层稳定性和开采安全性。延安组和安定组地层中煤层的分布尤为集中，复杂的地质构造和多样的沉积环境，使得地层分布的特点及沉积相特性对煤层顶板的稳定性产生了直接影响。延安组与安定组作为主要的沉积层系，不同沉积时期的环境变化引起了煤层顶板覆岩在横向和纵向上的显著差异。深入研究煤层顶板覆岩的沉积环境，不仅可揭示该区域煤层沉积环境的演变规律，同时能够明确沉积环境对工程地质特性的影响，为矿区的煤层安全开采和顶板支护设计提供宝贵的现实依据。

1 区域地质背景

孟村煤矿位于华北地区，交通便利，矿区基础设施完善，煤炭的运输效率较高。矿区内地层分布复杂，主要由侏罗系与白垩系组成，各地层的厚度与岩性变化较大。主要地层单元包括延安组、安定组及下白垩统洛河组。延安组由灰色砂岩与泥岩交替沉积组成，层理性明显；安定组主要由砂岩、粉砂岩及黏土岩组成，适宜煤层的形成。不同区域内地层的厚度差异显著，岩相特征则呈现从陆相沉积向浅海相过渡的演化过程，沉积环境的变化十分显著。区域内的构造特征较为复杂，断层与褶皱较为普遍，这些构造对煤层的分布产生了重要影响。煤层厚度在不同区域有所不同，部分地区因断层的活动而变薄，煤层厚度的差异性由构造作用造成。褶皱的存在进一步影响了煤层的发育，部分煤层受推覆作用影响，厚度呈现不均，导致沉积环境的多样性。地貌类型多样，丘陵与低山交替分布，地形起伏较大。丘陵区更有利于煤层的沉积，而低山地区则限制了沉积物的运输与堆积，导致沉积速率与物源发生了变化，从而对沉积环境产生了影响。地形因素的作用在沉积环境的形成中具有重要地位。地质历史悠久，在侏罗纪与白垩纪时期，区域内的沉积环境发生了明显变化，从陆相沉积逐渐过渡至海相沉积，为煤层的形成提供了有利条件。

2 沉积环境研究方法

岩心观察是本研究中沉积环境分析的重要手段。钻孔

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

岩心经过精细观察与记录，可以揭示岩层的岩性、层理及颗粒组成，从而推测沉积环境的类型。实验室中，通过显微镜与岩心切片技术，能够详细描述不同地层的岩性特征与结构特征，为沉积环境的进一步分析提供了充分依据。沉积学与层序地层学方法在本研究中的应用，为分析沉积环境提供了理论基础。通过沉积学分析，可以了解岩层沉积过程与环境之间的关系；层序地层学则通过对沉积层序的划分，揭示了煤层沉积的演化规律。这两种方法相结合，使沉积环境分析更为系统和深入。测井地质学方法在沉积环境研究中的应用同样至关重要。钻孔的测井曲线分析可以帮助推断地层的岩性与沉积环境。通过测井曲线所提供的电阻率、密度与孔隙度等参数，能够获得有关煤层发育过程的关键信息，从而有效解释煤层的形成与分布。实验分析方法包括岩石薄片鉴定与粒度分析。通过薄片鉴定，可以在显微镜下观察岩石的矿物组成与结构，揭示沉积环境的类型；粒度分析则可以帮助研究沉积物的水动力条件及运输方式，为沉积环境的分析提供了必要的实证支持。

3 工作面顶板覆岩沉积特征分析

3.1 工作面煤层顶板及其覆盖岩层描述

对孟村煤矿 401103 工作面煤层顶板及覆盖岩层的沉积特性进行了详细分析，顶板的主要成分为中等硬度的砂岩、泥岩，夹杂部分砾岩，其中厚度在区域间变化显著。最大厚度可达 100 米，而最小厚度仅为数十米，区域构造及沉积环境的多样性与地下水的作用对其差异影响显著。尤其在构造活动影响强烈的区域，岩性特征更为复杂，分异显著。由砂岩、泥岩与少量砾岩交替分布构成的覆盖岩层，厚度区域差别明显。主要覆盖层为泥岩，具较强的隔水性，为煤层提供了保护。钻探数据与岩心样本中揭示出的沉积层信息，揭示了沉积环境在过程中多次的变化波动，为煤层稳定性评估提供支持。

3.2 煤层厚度及变化规律

煤层厚度在工作面的不同区域间差异明显，部分区域相对稳定，断层带附近的厚度则显著增减。勘查数据表明，煤层最厚处达 1.5 米，而薄处仅 30 厘米。厚度的空间变化主要由沉积环境的波动和构造活动导致。水流速度的差异不仅影响沉积速率，还影响煤层厚度的分布。快速水流区域易聚集粗颗粒，而水流平稳区域则煤层厚度均匀。厚度规律的研究，为煤层形成机制的理解提供了新的视角。

3.3 顶板覆岩岩性特征

顶板覆岩由细粒砂岩与泥岩组成，岩性特征复杂。细粒砂岩层普遍具有清晰层理结构，水流速度的波动由此反映，沉积环境稳定性较高，适合细粒物质沉积。抗压性较强的泥岩层在顶板覆岩中较为常见，保护煤层的作用显著，减小了沉积过程中的风险。在部分区域，砾岩层的分布指示出水动力的显著变化，可能与洪水等自然事件相关。顶板覆岩的岩性特征揭示了煤层沉积过程的细节，为后续沉积环境研究提供了依据。

3.4 颗粒粒度分析及分布特征

煤层顶板覆岩的颗粒粒度显示出显著的分层特征。细粒砂岩与粉砂岩层多分布小粒径颗粒，因水流较为平缓，细粒沉积物的积聚较多；粗粒砂岩和砾岩层则存在粗粒径颗粒，水流速度快的沉积环境特征明显。颗粒粒度的分布规律为沉积环境变化的推断提供了依据。细粒砂岩与泥岩层中，颗粒均匀性较高，反映了水流速度的稳定性，适于细粒物质沉积；粗粒砂岩和砾岩层中则粒度间距较大，湍急水流的沉积环境由此显现。颗粒粒度的特征揭示了煤层顶板沉积演变的环境。

3.5 沉积相分析

对顶板覆岩的沉积相分析揭示了煤层顶板的沉积环境。沉积相的研究表明，顶板沉积环境多为河流相，细粒沉积物的存在表明水流平稳、细粒物质较易积聚；而部分区域砾岩层的出现指示水流速度的急剧变化，可能与洪水等自然事件有关[1]。煤层顶板的沉积相特征，沉积环境的多样性由此显现，为煤层沉积过程的成因提供了新的视角。

4 延安组与安定组的沉积环境研究

4.1 延安组沉积环境分析

4.1.1 延安组二段 S1 砂体沉积特征

延安组二段 S1 砂体表现出明显的河流相沉积特征。沉积结构较为复杂，砂体规模较大，岩性以粗粒砂岩为主，局部可见粉砂岩夹层，沉积物显示了较强的水动力条件。沉积层理主要以平行层理和交错层理为主，充分反映出高能水流的影响。通过粒度分析，发现 S1 砂体沉积物的粒度主要为粗砂与中砂，泥质成分较少，这表明在沉积过程中，物质搬运能力较强，可能是在高流速的水体环境中形成。基于这些沉积特征，推测延安组二段处于河流相的强盛发展期，沉积流向较为稳定，水流的能量持续较高。

表 1 延安组二段 S1 砂体粒度参数统计表

样品编号	平均粒径（Mz）	分选性（σ）	偏态（Sk）	峰度（kg）
S1-1	2.48	0.57	0.25	1.20
S1-2	2.51	0.61	0.27	1.22
S1-3	2.50	0.59	0.26	1.21
S1-4	2.49	0.58	0.24	1.19
S1-5	2.52	0.60	0.28	1.23

从表 1 的数据中可以看出，S1 砂体的粒度分布具有较高的分选性，泥质含量较少，平均粒径接近 2.50，这进一步证明了沉积物在搬运过程中经历了较强的水动力作用，符合典型的河流相沉积特征。

4.1.2 S1 砂体岩石学特征

S1 砂体的岩性以粗粒砂岩为主，石英颗粒占据主要成分，长石与岩屑的比例较低，表明其物源主要来自稳定的克拉通地块。显微镜下，石英颗粒多为次圆形至圆形，磨圆度较好，说明其经历了一定程度的搬运作用。粒度分

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

析结果显示,S1 砂体的平均粒径为 2.50,分选性为 0.59,偏态为 0.26,峰度为 1.21（见表 1）。这些结果表明，S1 砂体具有较高的分选性，泥质含量较少，符合河流相沉积的特点。结合岩石学分析，推测 S1 砂体形成于水动力较强的河流主流带或接近河道的区域。

4.2 安定组沉积环境分析

安定组的沉积环境则表现为湖泊相或浅湖—沼泽环境，沉积物以泥岩与粉砂岩为主，砂体稀少。沉积物中常夹有碳质泥岩及煤层，表明该环境水动力较弱，物质供给充足，适合湖泊相沉积的形成。粒度分析结果显示，沉积物较为细碎，分选性较差，磨圆度较低，进一步证明了水动力的减弱[2]。相比于延安组的高能河流相沉积，安定组的沉积环境呈现出较为稳定、低能的特点，反映了区域构造背景和气候条件的变化。

4.3 延安组至安定组沉积环境的纵向变化

延安组至安定组的沉积环境发生了显著的纵向变化。从延安组二段的河流相沉积，到安定组的湖泊相沉积，沉积物的粒度逐渐变细，分选性和磨圆度显著下降。这一变化表明，水动力逐渐减弱，沉积环境由高能的河流相向低能的湖泊相过渡。延安组的砂体规模较大，分选性较好，显示出河流系统处于强盛发育期。而安定组的沉积物逐渐转变为粉砂岩、泥岩及碳质泥岩，表明水流能量减弱，湖泊或沼泽环境逐渐占主导地位。这一纵向变化不仅反映了沉积环境的演变，还揭示了区域气候变化、构造抬升及水文环境的转变，具有重要的地质意义。

5 煤顶板覆岩沉积环境的横向差异性

5.1 401102 与 401103 工作面沉积环境的对比

通过对 401102 与 401103 工作面沉积环境进行对比，能够清晰地识别两者在沉积特征方面的显著差异。在 401103 工作面，顶板覆岩沉积特征较为平稳，表现为粗粒砂岩与粉砂岩交替的模式，粒度分布较为均匀，这表明该区域沉积环境相对稳定，水流动力变化较小。相比之下，401102 工作面沉积特征则更加复杂，顶板覆岩岩性发生了显著变化，粒度由细粒砂岩向粗粒砂岩过渡，提示该区域可能经历了较大的水动力波动或构造活动的影响。

5.2 煤层顶板覆岩横向分布特征

煤层顶板覆岩在工作面内的横向分布表现出不同的变化趋势。在 401102 工作面，顶板覆岩厚度变化较大，某些区域的厚度差异尤其明显，岩性主要以砂岩与页岩交替出现，表明该区域的沉积环境更加复杂且多样。而在 401103 工作面，顶板覆岩的厚度变化相对较小，岩性以细粒砂岩为主，显示出沉积环境的稳定性。由此可见，401102 工作面受到了更多沉积因素的影响，而 401103 工作面则位于一个相对均匀的沉积环境中。

5.3 覆岩与围岩岩性的横向分布及变化

不同工作面间，覆岩与围岩岩性的横向分布存在一定的差异。401102 工作面覆岩岩性变化较为显著，粗粒砂岩为主，局部还出现了薄层页岩与砾岩的交替，围岩则主要由灰色粉砂岩构成。相较而言，401103 工作面的覆岩岩性较为单一，主要为细粒砂岩，围岩岩性也较为稳定，呈现出均匀的分布特征。这些岩性变化表明，401102 工作面可能经历了较为剧烈的沉积环境变化，而 401103 工作面则受到较小的水流波动与构造活动的影响。

5.4 沉积环境与地质工程特征的关联

沉积环境与地质工程特征的关系，尤其是在煤矿开采过程中顶板稳定性方面，显得尤为重要。401102 工作面由于沉积环境的复杂性，顶板覆岩的厚度变化较为剧烈，局部区域存在覆岩滑动或塌陷的潜在风险，这对开采的稳定性构成了威胁[3]。因此，在开采过程中，必须针对这一复杂环境采取更为严密的支护措施，特别是在水流较为复杂的区域。相比之下，401103 工作面顶板覆岩岩性变化较小，沉积环境较为稳定，开采过程中相对安全，所需的支护措施较为简单。

6 工程地质特征分析

6.1 覆岩厚度及稳定性分析

顶板覆岩的厚度与其稳定性是影响煤矿开采安全的关键因素。研究表明，孟村煤矿 401102 与 401103 工作面顶板覆岩的厚度差异显著，这一差异与沉积环境的变化密切相关。延安组与安定组的覆岩层较厚且稳定性较高，而某些区域的覆岩层较薄，且稳定性较差。特别是那些暴露于高应力区的岩层，往往容易发生不稳定现象。覆岩厚度及其稳定性，受到沉积环境的显著影响。在稳定的水动力条件下，较厚且紧密的覆岩层得以形成，岩层的稳定性通常较强；然而在水流变化剧烈的环境中，覆岩层可能变薄，甚至局部区域呈现不稳定状态。岩层的粒度差异也是影响覆岩稳定性的重要因素，不同岩层力学特性的差异使得岩层的稳定性存在显著不同。

6.2 顶板覆岩组合特征

顶板覆岩的组合类型对煤矿开采过程中的地质变化起着重要作用。以孟村煤矿 401103 工作面为例，顶板覆岩主要由砂岩、粉砂岩和粘土岩组成。砂岩通常位于最上层，其承载能力较强，而粉砂岩与粘土岩则位于下部，强度较弱，稳定性较差。不同区域内，覆岩的组合类型与稳定性有显著差异。沉积环境的变化，深刻影响了顶板覆岩的组合类型[4]。在沉积条件较为平稳的水域，细颗粒沉积物通常形成粉砂岩与黏土岩层，其稳定性较低；而在水流较强或流动性较大的环境中，较大颗粒沉积物形成的砂岩层则较为坚固，稳定性较好。

6.3 沉积环境对顶板岩层稳定性的影响

顶板岩层的稳定性与沉积环境之间存在密切关系。在相对平稳的沉积环境中，由细颗粒沉积物组成的岩层通常较为松软，容易发生崩塌或滑移；而在水流较急或其他动

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

力较强的环境中，较大颗粒沉积物形成的岩层通常较为坚固，稳定性较高。以孟村煤矿 401103 工作面为例，沉积环境的稳定性直接影响顶板覆岩的稳定性。在稳定的沉积环境下，砂岩层较为坚硬，稳定性较强；然而，在沉积环境较为复杂或动态变化较大的区域，粉砂岩与粘土岩的稳定性较差，煤矿开采时存在较高的安全风险。尤其是在高应力区或断层存在的地方，岩层的稳定性较弱，容易带来开采中的安全隐患。

6.4 工程安全性与煤层开采的关系

煤矿开采过程中的安全性与顶板岩层的稳定性密切相关。稳定的岩层能够支持煤矿的正常开采，支护设计的难度较低，支护压力较轻，生产效率得以提高；而在不稳定区域，通常需要加强支护或采取加固措施，以防止顶板垮塌或岩层滑移带来的安全隐患。沉积环境对煤矿开采的安全性影响深远。沉积环境较为复杂的区域，特别是当断层或变形带存在时，煤矿的开采安全风险较高。随着开采深度的增加，顶板岩层的应力不断增大，这使得不稳定的岩层更容易发生变形。为确保煤矿开采过程中的安全性，在规划与设计阶段必须充分考虑沉积环境的特征，准确评估顶板岩层的稳定性，并制定相应的安全措施。

7 结语

本文探讨了煤层顶板覆岩的沉积环境特征，揭示了不同区域内顶板覆岩的横向和纵向差异。这些差异，由沉积时期的环境变化所引起，使得煤层顶板的岩性、厚度分布及稳定性在区域间显现出显著不同。延安组和安定组作为主要沉积层系，其砂体分布、颗粒粒度和沉积相类型对煤层顶板覆岩的工程特性具有直接影响。研究表明，沉积环境对顶板岩层的稳定性起到了关键作用。较为稳定的沉积环境下形成的厚层砂体，通常具有较好的支撑效果，而不稳定的沉积条件则增加了开采难度与支护成本。未来研究可引入数值模拟技术，以更全面地模拟不同沉积环境对顶板稳定性的影响，为矿区的安全开采提供更为完善的理论依据。

[参考文献]

[1]王明,王永国,许蓬.多相变沉积条件下深埋 3-1 煤层顶板覆岩结构特征[J].煤炭技术,2021,40(10):73-75.
[2]陈贤良,冯西会.相控砂体展布与富水规律研究——以文家坡井田延安组二段为例[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2024,39(2):1-8.
[3]杜明启,徐杰,吴慧杰,等.基于 Demate1-Entropy 耦合赋权的煤层顶板富水性评价[J].煤炭技术,2024,43(8):154-159.
[4]张维,王鑫,李伟,等.基于相关系数法的顶板含水层富水性主控因素分析[J].陕西煤炭,2024,43(10):65-69.

作者简介：严锦钢（1992.10—），男，学历：本科，毕业院校：西安石油大学，所学专业：勘查技术与工程，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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

路桥施工中钢纤维混凝土施工技术应用方法分析

王树阳
新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 831999

[摘要]钢纤维混凝土作为新型施工技术之一，目前在我国路桥施工中的得到了广泛应用。相较于传统混凝土，钢纤维混凝土通过精细调整钢筋布置、模板设置以及配比设计，在抗弯强度、抗剪切强度、抗压强度等方面的测试中表现出了更为优越的性能。为进一步提高钢纤维混凝土在路桥施工中的施工质量，本篇文章以钢纤维混凝土的概念为切入点，深入探讨了其具备的优越，并通过具体工程案例，阐述了钢纤维混凝土施工技术的实际应用。
[关键词]路桥施工；钢纤维混凝土；施工技术；应用
DOI：10.33142/ec.v7i11.14239 中图分类号：U445.5 文献标识码：A

Analysis of Application Methods of Steel Fiber Reinforced Concrete Construction Technology in Road and Bridge Construction

WANG Shuyang
Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 831999, China

Abstract: Steel fiber reinforced concrete, as one of the new construction technologies, has been widely used in road and bridge construction in China. Compared to traditional concrete, steel fiber reinforced concrete has shown superior performance in testing flexural strength, shear strength, compressive strength, and other aspects by finely adjusting the arrangement of steel bars, formwork settings, and mix design. In order to further improve the construction quality of steel fiber reinforced concrete in road and bridge construction, this article takes the concept of steel fiber reinforced concrete as the starting point, deeply explores its advantages, and elaborates on the practical application of steel fiber reinforced concrete construction technology through specific engineering cases.
Keywords: road and bridge construction; steel fiber reinforced concrete; construction technology; application

引言

随着人们生活质量的提高，人们的出行频率和交通工具选择也更加频繁、丰富，路桥工程的施工质量和水平也得到了显著提高，包括钢纤维混凝土在内的许多新型施工技术也得到了广泛运用，并收获了较为显著的效果。然而，我国对于钢纤维混凝土研究尚浅，在实际应用中还存在一定缺陷，因此相关机构和个人应根据实际具体状况进一步展开分析，以充分发挥其施工优势。

1 钢纤维混凝土施工技术及具备的优势

1.1 钢纤维混凝土技术的概述

短钢纤维与普通混凝土相结合，形成了一种新型多相复合建材，即钢纤维混凝土。短钢纤维无序地分散在混凝土中，可有效防止混凝土内部产生微观裂缝，并进一步控制裂缝的蔓延，从而导致混凝土开裂危及路桥安全。钢纤维混凝土的运用，最早是在 19 世纪末的美国。随着社会的发展，这项技术已经达到了高度成熟与完善的阶段。在力学特性等多个领域，钢纤维混凝土相较于传统混凝土，表现出了更为突出的优势。

1.2 具备的优势

1.2.1 钢纤维混凝土的强度与重量比值更高

就路桥路面厚度来看，应用钢纤维混凝土施工技术和应用普通混凝土施工技术的路面厚度比为 1:2。另外，在道路铺设施工中应用钢纤维混凝土，仅需在道路上设置横缝即可，无需另作纵缝。在横向设计时，横缝间距通常控制在 30cm 或 20cm 左右。由于采用了钢纤维结构，可以极大地提高路面的抗伸性能和抗冲击能力，可有效提高路桥施工质量[1]。

1.2.2 钢纤维混凝土结构更加稳定

鉴于钢纤维混凝土的独特结构特性，其在浇筑过程中的混凝土分布更短，呈现出不连贯性，并且以乱向形态分散，这赋予了钢纤维混凝土卓越的抗压、抗冲击、抗弯以及抗拉等多种力学性能。众多研究及实验数据表明，钢纤维混凝土的抗拉极限承载能力大约是普通单轴混凝土的 1.25～1.5 倍。而在测定其抗弯极限承载能力时，结果显示约为普通混凝土的 1.5～2.5 倍。至于其抗冲击性能，则大约是普通混凝土的 50 倍，某些类型的钢纤维混凝土抗冲击性能甚至可以达到普通混凝土的 100 倍。并在实际应用中，只需在混凝土中加入少量钢纤维（0.8%～2.1%），就可达到上述性能。

1.2.3 减少路桥的日常损耗，增大路桥的使用寿命

在路桥投入使用后，损耗是无法避免的，通常情况下损耗主要是由于正常磨损、裂缝、超载等原因造成的。而

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

在路桥施工中应用钢纤维混凝土，可有效减小路桥的日常损耗，提高路桥的使用寿命，其主要原因在于：（1）具备更强的伸缩性。钢纤维混凝土的应用，可有效提高混凝土的抗拉性，相关研究表明，采用该施工技术可使混凝土的收缩率低于普通混凝土 15%～35%。（2）拥有卓越的抗剪切特性。通过对现场剪切测试结果的深入分析，可以发现，与普通混凝土相比，钢纤维混凝土在抗剪切方面表现更为出色，其最大承载能力能够达到 500～900MPa。（3）展现出更高的耐磨与抗冻特性。钢纤维能够依据环境条件（例如气温）的变化而增强其伸缩性能，这赋予了钢纤维混凝土更好的适应温度变化的能力，从而有效避免道路桥梁因温度变化引起的膨胀和裂缝等问题。

2 钢纤维混凝土施工技术实际应用

2.1 工程概况

某桥梁项目在施工阶段应用了钢纤维混凝土施工技术，并恪守建设标准执行每一个环节。保留施工前对工作场地的彻底清扫，施工中钢筋模板的安装，以及混凝土搅拌和铺设作业。工程竣工之际，依照设计图样进行了表面拔毛，之后由安全技术人员接管，负责混凝土的后期保养工作。通过现场试验，验证了该工程的整体质量良好，且钢纤维混凝土施工技术的应用，取得了良好效果，在全面提高工程质量的同时，显著降低施工单位的施工造价。

2.2 各流程技术要点

根据该工程的实际施工过程开展了详细分析，这一流程包括：清理场地、钢筋铺设、模板安装、钢纤维混凝土的配比、路桥结构加固、桩基础加强、边坡堆砌。其具体应用情况如下。

2.2.1 清洁

在进行相应的清洁工作时，应按照施工方案中的具体要求开展，做好前期的清洁工作，为后续作业的顺利进行打下坚实基础。科学、合理的清洁流程，可降低由污染而导致的施工受阻。因此，对于前期的清洁工作，应给予高度重视。通过对钢纤维混凝土表面的浮浆进行彻底清除，能够确保桥梁顶面达到完全的糙化效果。在此基础上，采用流动水对横梁顶面进行持久的保湿养护。通过清理桥梁表面的混凝土，可为后续的桥面铺设施工奠定基础[2]。

2.2.2 钢筋铺设

钢纤维混凝土是路桥施工中的一道关键工序，只有确保原料质量，才能进行相应的加筋工作。在施工过程中，依据建筑钢筋绑扎规范，运用机械手段对接主筋，并用扎丝固定箍筋与主筋。接着，按照施工图纸所标明的间距和定位筋的布局，进行钢筋绑扎，将绑扎完成的钢筋笼放置在预留出的接口处，然后继续进行后续施工。为确保钢筋铺设作业高质量完成，施工人员需在绑扎过程中，精确计算钢筋用量，并科学选择绑扎技术，避免因钢筋数量误差造成弯曲，以此保障施工效率和绑扎质量。

2.2.3 模板安装

在安装模板，施工人员需严格依据路桥工程设计规范与特性，决定施工步骤，确保模板的安装位置与高度与道路桥梁施工标准一致。在模板安装时，横向、纵向轴线以及柱子边缘线、控制线均需依照施工绘图进行精准定位。在标定位置先行安装压脚板，完成后再进行模板的安装，并确保在垂直方向上设置斜拉顶撑，以预防浇筑过程中出现爆浆现象。在安装模板时，应预先留出混凝土施工区域。此外，还要确保所安装的模板符合承载、刚度、稳定性等相关要求。在对模板进行验收时，应确保模板稳定，详细检查模板接头位置是否紧密、平整。

2.2.4 混凝土配制

所有混凝土必须达到工程规定的强度标准、耐久性能，以及拌合物流动性能等关键指标。在确保施工质量的前提下，充分发挥钢纤维的增强效果，力求减少钢纤维与水泥的用量，以实现有效控制钢纤维混凝土施工成本的目的。在开展混凝土配比实验阶段，为充分发挥其加强作用，试验人员应按照不同工程特性及需求，根据抗弯、抗拉强度，确保拌合料的配合比。配合比的调节可根据施工实际情况，适当增加单位用水量和单位水泥量的消耗量。

本工程，先对钢纤维和粗骨料进行预搅拌，接着加入水泥继续搅拌 2min，之后加水搅拌 5min 完成湿搅拌。采用振捣的方法，将水泥与其他物料充分结合，在满足抗压强度条件下，提高钢纤维混凝土的易性及经济效益。此外，开展配合比试验前，应及时清理散落的钢纤维，避免结团。采用机械与人工相结合的振捣方案，对混凝土进行振捣，确保其质量符合工程规范。接着，将预先配制的含钢纤维的混凝土均匀铺设在桥梁表面，通过刮板进行精整、收尾和表面处理，以提升施工质量。

2.2.5 路桥结构加固

针对路桥结构加固施工，本工程采用喷射器进行施工，厚度控制在 5～20cm 之间的钢纤维混凝土层是最佳的喷射施工区域，不仅拥有自我修复功能，其修复范围还涵盖了表面裂缝、表面损伤以及面板裂缝。在道路桥梁的建设中，应用钢纤维混凝土能够显著提升桥梁结构的稳定性，同时增强桥梁对抗地震的韧性，保障了桥梁整体结构的高质量。在常规的桥梁施工过程中，会对多余的钢纤维进行裁剪作业，并在全受力过程中掺入适量的硫铝酸钠和 TS 型速凝剂以防止裂缝的产生。

2.2.6 桩基础加强

在路桥施工中，桩基是整个施工过程中的重要环节，其对工程的整体稳定性起到了决定性作用。在路桥施工中，大规模采用钢纤维混凝土施工技术，既可增强桩基的整体穿透力，又可提升沉桩速度和减少锤击次数。钢纤维混凝土在桩基施工中的应用，不仅可大幅减少人力和资源的投入，还可提升企业的经济收益。同时，使用钢纤维混凝土加固桩基，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

能够优化桩顶的塑性变形，增强桩尖的钻入能力，确保道路桥梁工程的质量。此外，在处理老旧路桥工程时，若桩基是预应力混凝土结构，应先使用传统的预应力钢筋，接着使用非预应力钢筋混凝土，最后注入钢纤维混凝土[3]。

2.2.7 边坡堆砌

目前，钢纤维混凝土在路桥边坡堆砌施工中的应用也相对广泛，该技术能应用，既能全面提高路桥的整体性能，又能有效防止路桥出现渗漏水等问题。如果在恶劣区域（如坡口裂缝等）中应用，则需采用辅助处理，可采用普通混凝土来处理，以便于钢纤维混凝土喷射作用的开展，随后采用全纤维喷雾技术，进一步提高加固效果。

3 钢纤维混凝土施工技术施工中的注意事项

随着钢纤维混凝土施工技术的不断完善，其适用范围也在不断拓宽，但由于工程施工现场的不同，需采取相应措施提高其实际应用效果。并针对各现场的具体情况，采用适当的施工方法。目前，浇筑法、灌浆法、喷射法是常用的几种方法，不同方法在不同工程中均发挥出预期作用。此外，对钢纤维混凝土的各施工环节都要进行严格监控，并选择合理的原材料，以保证其在路桥施工中的应用效果。

3.1 选择合理的原材料

由于钢纤维混凝土结构的不同，将其与混凝土搅拌时，应按其结构进行归类，并针对不同施工环境和施工技术，选择不同的钢纤维混凝土结构。因此，在实际施工前，针对施工现场的地理及气候条件，进行周密调查分析，根据所得数据，科学挑选原料。此外，还应遵循性价比优先的原则，选取性能优越的原料，并且结合工程的具体需求，在全面了解市场材料价格波动的前提下，确定最终的原材料选择[4]。

3.2 遵循钢纤维掺入比例的要求

为确保钢纤维混凝土在道路桥梁施工中的应用效果，应对其配比进行精确调控。一般而言，钢纤维与混凝土的配比计算遵循以下公式：即普通混凝土的抗弯拉强度系数乘以（1+钢纤维长径比*钢纤维体积率*钢纤维的强度系数）。一旦混凝土中钢纤维添加量超出既定规范，将可能降低混凝土结构的承重性能；反之，若配比未达到最低要求，混凝土的整体性能也会受到影响。这两种情形均会对路桥施工质量造成不利影响，也会提高施工过程中的不可预知性和风险系数。所以在运用钢纤维混凝土施工技术时，应对配合比进行严格监管，以便充分发挥其应有作用。

3.3 保证钢纤维的均匀搅拌

在进行搅拌时，应严格遵循工程标准，并根据工程实际要求，选择合适的搅拌机设备，避免出现搅拌机过载等情况，一旦搅拌机出现过载则会对混合物的质量造成一定程度的影响，进而降低施工速度。因此，在搅拌钢纤维混凝土过程中，应确保钢纤维与混凝土彻底搅拌均匀，这样做可以显著提升钢纤维混凝土的整体性能。为确保钢纤维和混凝土能够充分结合，还应严格按照“先干燥、后湿润”原则，并改进其他原料，以提高钢纤维混凝土的性能。

3.4 坚持连贯性原则

只有保持连续灌注，才能顺利完成全过程浇筑施工。一旦浇筑作业中途停止，纤维与浆体将出现分离，进而影响材料的整体性能。基于这一点，在实际施工时，施工人员应严格遵守连贯性原则，并认识到其对整个工程的重要性。在进行混凝土浇筑时，应根据规范合理控制浇筑材料，以保证整个浇筑过程的连贯性。此外，在浇注作业中，还要具备平整的振捣设备，以改善混凝土的密实度和承载力。另外，对于钢纤维混凝土接缝位置，也要做好相应处理，以便于后续的路桥工程养护[5]。

3.5 确保运输过程的稳定性

路桥施工是一个非常复杂的过程，其施工周期长，施工环节多，且各环节的施工地点之间存在一定距离。因此，在实际施工时，便可能存在由于原材料运输而导致的钢纤维混凝土性能下降，因此这就对运输环节提出了更高的要求，且由于钢纤维混凝土属于一种特种输送材料，因此在实际运输时，应采用相应方法，确保其性能时刻保持出厂状态。针对需要进行远距离运输的钢纤维混凝土，随着运输距离的增加，会导致其内部的空气含量降低，最终影响其黏度。对此，应尽量采用短距离运输，且尽量避免出现强烈振动，以保证混凝土中的钢纤维均匀分布。

4 结束语

综上所述，钢纤维混凝土施工技术作为我国目前路桥施工采用施工技术之一，相较普通混凝土而言，该技术通过优化钢筋铺设、模板安装、钢纤维混凝土配比等环节，显著增强了混凝土的拉伸、弯曲、剪切、压缩和冲击承受能力。在路桥施工过程中，要充分利用现有钢纤维混凝土结构，进行合理改进，如此才能取得更好的施工质量。

[参考文献]

[1]刘强.公路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用[J].大众标准化,2024(6):163-165.
[2]李新伟.钢纤维混凝土施工技术在路桥工程中的应用[J].运输经理世界,2023(31):98-100.
[3]林晶.钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用分析[J].工程机械与维修,2022(4):102-103.
[4]马元.分析钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用[J].中国设备工程,2022(1):253-255.
[5]王贵财.路桥施工中钢纤维混凝土施工技术应用分析[J].中国设备工程,2019(15):211-212.

作者简介：王树阳（1988.2—），男，毕业院校：中国石油大学,安全工程，单位：新疆北新路桥集团股份有限公司，职务：工程管理部主管，职称：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

化工液体危险品运输中的风险评估与控制措施

徐文龙
山东京博物流股份有限公司，山东 滨州 256500

[摘要]化工液体危险品的运输具有高度风险，容易受到包装不合格、设备维护不足、外部环境复杂等多种因素的影响，增加了事故的发生率。本研究分析了化工液体运输中的主要风险因素，包括运输设备的维护、外部环境的影响，以及液体特性与运输条件的匹配关系。同时，探讨了在运输过程中全程监控的重要性和风险预警机制的建立。通过提升人员培训、优化应急预案等管理措施，可以有效减少事故的发生，保障运输的安全性。研究表明，强化全程监控和应急响应机制，是化工液体危险品运输中降低事故风险的有效策略。

[关键词]化工液体运输；风险评估；全程监控；应急预案；安全管理
DOI：10.33142/ec.v7i11.14224 中图分类号：U698 文献标识码：A

Risk Assessment and Control Measures in the Transportation of Hazardous Chemical Liquids

XU Wenlong
Shandong Chambroad Logistics Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256500, China

Abstract: The transportation of hazardous chemical liquids carries high risks and is susceptible to various factors such as inadequate packaging, inadequate equipment maintenance, and complex external environments, which increase the incidence of accidents. This study analyzed the main risk factors in the transportation of chemical liquids, including maintenance of transportation equipment, external environmental influences, and the matching relationship between liquid characteristics and transportation conditions. At the same time, the importance of full process monitoring during transportation and the establishment of risk warning mechanisms were discussed. By improving personnel training, optimizing emergency plans and other management measures, accidents can be effectively reduced and transportation safety can be guaranteed. Research has shown that strengthening full process monitoring and emergency response mechanisms is an effective strategy for reducing accident risks in the transportation of hazardous chemical liquids.

Keywords: chemical liquid transportation; risk assessment; full process monitoring; emergency plan; safety management

引言

化工液体危险品的运输涉及复杂的操作和高度的风险控制，如果运输过程中出现问题，可能引发严重的安全事故。包装不当、设备维护不良以及外部环境变化等因素都可能导致事故的发生，影响运输安全性。因此，如何通过有效的风险评估和控制措施，确保化工液体运输的顺利进行成为了一个重要的研究课题。本研究旨在分析化工液体运输中的主要风险因素，并提出针对性的管理和控制措施，以提高运输过程中的安全性和效率。

1 化工液体危险品运输中的主要风险因素

1.1 运输过程中易忽视的安全隐患

化工液体危险品在运输过程中，许多潜在的隐患容易被忽视，尤其是在运输前的准备阶段。如果包装不符合标准或容器未经过严格的密封性检测，极易导致化学液体的泄漏，增加事故发生的概率。在运输过程中，常见的问题如包装材料的老化、密封失效以及承载能力不足，都会导致液体泄漏。而一旦发生泄漏，液体的挥发性或化学活性可能引发火灾、爆炸等次生灾害。此外，运输车辆的安全性能也容易被忽略，如车辆的制动系统是否灵敏，悬挂装置是否能适应长途运输中的颠簸。由于化工液体的特性不同，一些对振动敏感的液体在运输中若未采取适当的减震措施，可能会在剧烈晃动中发生意外化学反应，从而进一步增加运输的风险[1]。整个运输过程的安全性依赖于各个环节的紧密配合，任何一个细节的忽视都可能带来灾难性的后果。因此，强化每一个环节的安全检查、提高设备和包装质量，是减少运输隐患的重要手段。

1.2 外部环境对危险品运输的影响

外部环境是化工液体危险品运输中无法控制的重要因素之一，不同的环境条件可能对运输安全产生显著影响。在极端天气条件下，诸如高温、低温或暴雨天气，都可能直接影响运输过程的安全性。高温环境下，一些具有易挥发性和爆炸性的化工液体可能因环境温度升高而加速挥发或发生化学反应，增加了运输过程中的风险。低温环境则可能导致某些化工液体的粘稠度增加，影响运输设备的正常运作。此外，暴雨或潮湿的天气可能对化工液体的容器或包装材料造成腐蚀，导致液体泄漏。在长途运输中，路线的选择也十分关键。地理条件复杂的地区，例如山地或海拔较高的路段，容易因道路不平、弯道较多，给驾驶人员操作增加难度，增加了交通事故的风险。同时，外部环境还包括道路交通状况，如交通拥堵、施工路段以及事

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

故多发地段，都可能延误运输时间，增加危险品在运输过程中的暴露风险。因此，在规划运输路线时，应综合考虑天气、路况、和其他外部环境因素，以降低运输过程中可能遇到的风险。

2 风险评估中的关键环节

2.1 化工液体特性与运输条件的匹配

化工液体的运输安全性在很大程度上取决于液体特性与运输条件的适配度。不同化工液体的物理化学特性各异，有些具有高度挥发性、易燃性或腐蚀性，因此在运输过程中需要特殊的处理措施。对于高度易燃的化工液体，运输车辆应配备适当的防火和隔热设施，以防止外部温度升高导致化学反应的发生。对于具有强腐蚀性的化工液体，必须选用特殊材料制作的容器，避免容器与化学品发生反应或因泄漏而造成更大的危险。此外，化工液体的稳定性也直接影响运输条件的选择。某些液体在振动或晃动中容易发生分解或反应，因此在运输时需配备减震设备，确保运输过程中保持平稳[2]。在运输温度敏感型化工液体时，还需考虑环境温度的变化，通过冷链运输或温控车辆来保证液体在适宜的温度范围内运输。运输设备的选择、容器的设计以及运输条件的制定，都需要综合考虑化工液体的特性，确保在整个运输过程中这些液体能够保持稳定状态，避免任何潜在的危险。

2.2 运输路径选择与安全评估的关系

在运输化工液体危险品时，路径的选择是确保安全的重要环节之一。运输路线不仅影响运输效率，还直接决定了运输过程中的安全性。复杂的地形、恶劣的气候条件以及道路状况的多变性，都是运输路径选择时必须考虑的因素。通过对路径的详细评估，可以有效避免潜在的危险区域。比如，在运输易燃易爆的化工液体时，尽量避开人口密集的城市中心区域，选择风险相对较低的路线。同时，道路的平整度和交通流量也影响着运输安全，路况较差或长时间拥堵的路段会增加运输车辆发生事故的概率。此外，运输路径还应考虑沿途的应急设施和救援系统的布局，确保在突发事故时，能够迅速获得外部支援。路径的规划不仅是为了提高运输效率，还在于降低危险品在运输途中的暴露风险。通过对路径的深入评估和合理规划，能够最大限度地减少运输过程中可能出现的安全隐患，从而确保化工液体运输的顺利进行。

3 运输过程中的风险控制措施

3.1 设备维护与操作规范的重要性

设备维护与操作规范是确保化工液体危险品运输安全的核心环节之一。运输车辆、容器以及配套设施的定期检查和维护至关重要，可以避免设备因长期运作导致的老化或性能下降而增加的事故风险。密封系统的老化会导致化工液体的泄漏，特别是对有毒、易燃、腐蚀性强的化学品，这种泄漏将引发严重的安全事故。制动系统的失灵则可能导致运输车辆在紧急情况下无法及时停车，从而引发交通事故。悬挂装置、车辆轮胎等部件的性能状态也应列入定期检测和维护计划，确保运输过程中车辆能够平稳行驶，避免剧烈颠簸或失控。此外，运输设备的操作规范同样不可忽视，车辆的装载、液体的转移以及车辆行驶速度等操作都必须严格按照标准进行。未按规范装载的车辆重心容易不稳，增加翻车的风险，液体在转移过程中操作不当还可能导致挥发性气体的泄漏，最终引发火灾或爆炸。每个运输节点中的设备维护和操作规范必须得到严格执行，以确保运输过程中的安全。

3.2 人员培训与应急预案的实施

人员的专业培训是确保化工液体危险品运输安全的关键，任何环节中的疏忽都可能引发重大事故。参与运输的人员不仅需要掌握基础的操作技能，还必须具备应对突发事件的能力。运输化工液体的特殊性要求操作人员必须对不同类型的化工液体特性有深入了解，并熟知相关的防护措施与处理方法。某些具有强烈腐蚀性的化工液体在泄漏时，操作人员应迅速穿戴防护装备，并立即采取封堵措施，防止危险扩散。另一方面，应急预案的制定和演练也是不可或缺的。应急预案应根据不同化工液体的特性、运输路线的特殊性等因素，细致规划并定期演练。应急预案不仅需要覆盖事故发生后的处置措施，还应包括与相关部门的联动机制，如消防、医疗救援等机构的协同合作[3]。在面对突发事故时，人员是否能够迅速作出反应、合理运用应急预案，将直接影响事故的损害程度与控制效果。

表 1 国内某地区危险化学品运输事故统计表（2021—2023 年）

年份	运输量（吨）	运输事故总数（起）	泄漏事故（起）	火灾事故（起）	爆炸事故（起）	人员伤亡（人）	经济损失（亿元）
2021	1,200,000	35	18	10	7	25	1.6
2022	1,150,000	32	14	12	6	20	1.4
2023	1,300,000	40	20	15	5	30	1.9

4 紧急事故应对策略的优化

4.1 风险预警机制的建立

在化工液体危险品的运输过程中，风险预警机制的建立至关重要，它能显著降低事故发生的概率。通过现代化监控系统，实时监测运输过程中可能出现的各类潜在风险，是确保运输安全的有效手段之一。这些系统通常结合 GPS 定位和环境监测技术，能够全方位监控运输车辆的状态，如车辆是否超速、震动异常、环境温度剧烈变化等。一旦监测到这些异常情况，系统会立即发出警报并通知相关工作人员采取必要的预防措施。在 2022 年某省的一次危险品运输中，由于车辆行驶的路线途经高温地区，监控系统检测到车辆的温度异常上升，立即提示驾驶员调整路线，从而成功避免了因化工液体高温挥发而引发的爆炸事故。除了对车辆状态的监控，预警机制还可以对沿途的交通状况、天气条件等外部环境进行实时评估，帮助运输团队提

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

前应对潜在的危险[4]。通过这种全方位的预警体系，不仅能为应急响应争取宝贵的时间，还能大大降低事故发生的风险，提升整个运输过程的安全性。

4.2 事故发生后的快速响应与处理

一旦事故发生，快速的响应与处理是减少事故损失的关键。在国内某大型化工液体运输事故中，因一辆载有高腐蚀性化学品的货车翻覆，导致液体泄漏。由于事故发生在某高速公路路段，且周边无紧急处理设备，初期的处理响应不够及时，导致液体迅速扩散，造成了周边大面积土壤和水源污染。后续的处理工作表明，若在事故发生的早期能迅速启动应急响应机制，现场处置人员可以通过专业设备迅速封堵泄漏源，使用中和剂减少化学液体的危害扩散。事故发生后，现场的应急指挥人员应当迅速协调各部门，如交警、消防、环保等机构，以便快速采取有效的处置措施。在此次事故的处理过程中，消防部门通过紧急调度，调派了专门的防护设备和防化人员，在短时间内控制了液体的扩散范围。此外，应急车辆应配备先进的处理装置，如喷洒中和剂的设备，以便在第一时间对泄漏的化学液体进行有效处理，减少二次污染。

5 化工液体危险品运输的安全管理提升路径

5.1 加强运输环节的全程监控

在化工液体危险品的运输过程中，全面的监控体系是确保安全的关键。通过全程动态监控，能够实时掌握运输车辆的运行状态、运输环境以及所载化工液体的情况。现代化的全程监控系统融合了卫星定位、远程视频监控、传感器等技术，实现对车辆速度、位置、温度、湿度等多项参数的实时监测，确保能够在事故发生前预警并做出及时响应。在 2023 年，一家化工企业运输易燃液体的罐车因路面湿滑发生侧翻事故。全程监控系统在事故发生时迅速发出了警报，将事故位置、车辆状态等详细信息发送至附近的应急处理中心。处理中心根据接收到的数据迅速派出防护设备和专业人员赶往现场，有效控制了液体的进一步泄漏，避免了更大范围的火灾和爆炸。全程监控系统不仅提高了事故响应的速度，还能对运输中的违规操作进行监督，确保车辆的行驶速度和操作在合规范围内，从而最大限度地保障了运输安全，减少了事故发生的可能性。

5.2 提升综合管理能力的有效手段

化工液体危险品运输的安全管理不仅依赖于技术手段，还需要从组织层面进行全方位提升。管理能力的增强体现在多个方面，包括制度建设、人员培训、应急预案的优化以及运输流程的标准化。2022 年，一家国内知名化工企业通过实施综合管理系统，将各个部门的职能进行了重新整合。该系统通过一体化的信息管理平台，将运输调度、风险评估、应急指挥和设备维护等各个环节紧密衔接起来，实现了信息的共享和实时更新[5]。在一次运输过程中，系统检测到车辆即将经过一处天气恶劣的路段，调度中心立即调整了运输路线，并提前通知沿线的应急处理部门做好准备。通过这种综合管理平台，各部门可以协同作战，大大提升了突发事件的处理效率，同时也确保了运输过程中的每个环节都能按标准操作。综合管理能力的提升不仅体现在应急处置上，还体现在对运输全流程的监督和优化，确保每个环节都符合安全要求，有效减少事故的发生可能。

6 结语

化工液体危险品的运输充满了潜在的风险，包装不当、设备维护不足以及外部环境变化等因素都会增加事故发生的概率。通过对运输过程中各类风险进行全面评估和管理，可以有效提升运输安全性。本研究强调了设备维护、操作规范、人员培训和应急预案在化工液体运输中的重要性，并提出了建立全程监控和风险预警机制的建议。这些措施能够大大降低事故的发生率，确保运输过程的安全。未来，随着管理技术的不断发展，结合现代化的监控系统和综合管理平台，将能够进一步优化运输过程中的风险控制，提升化工液体危险品运输的安全性和效率，减少安全事故的发生，保障人们的生命和财产安全。

[参考文献]

[1]翁佳懋.散装液体化工品船转船过驳运输的分析[D].上海:上海交通大学,2018.
[2]李表奎.长江干线散装液体危险品船舶洗舱站选址研究[D].武汉:武汉理工大学,2017.
[3]张圣慧.石油化工液体物料铁路专用线工程处理相关问题的探讨[J].石油库与加油站,2016,25(3):3-5.
[4]张国明.中国石化液体化工品水路运输短量分析与防范对策[J].中国物流与采购,2014(8):76-77.
[5]郑懿.我国液体化工品水路运输市场发展与政策建议[J].水运管理,2011,33(3):14-17.

作者简介：徐文龙（1988—），男，汉，籍贯：山东博兴县，职称：中级，研究方向：物流运输。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

铁路大型站房结构健康监测经济研究

孙劲松
长江沿岸铁路集团股份有限公司，湖北 武汉 430000

[摘要]随着城市化进程的加速，铁路大型站房作为城市交通的重要组成部分，一般具有大体量、大空间的特点，其结构健康监测对于确保运营安全至关重要。本篇文章对国内铁路大型站房结构特点进行分析，在其基础上对结构健康监测提出需求，以某铁路大型站房为例，提出了结构健康监测系统设计方案，监测对象包括结构应力、应变、振动等参数，探讨了监测系统的设计与实施，分析了监测数据的处理与分析方法，实现了对结构的安全预警和状态评估，计算了健康监测费用，在经济性方面提出了优化监测方案的建议。

[关键词]铁路大型站房；结构健康监测；监测系统设计；数据处理与分析
DOI：10.33142/ec.v7i11.14217 中图分类号：U293.2 文献标识码：A

Economic Research on Structural Health Monitoring of Large Railway Station Buildings

SUN Jinsong
Yangtze River Coastal Railway Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, large railway station buildings, as an important component of urban transportation, generally have the characteristics of large volume and large space. Structural health monitoring is crucial to ensure operational safety. This article analyzes the structural characteristics of large railway station buildings in China, and based on this, puts forward the demand for structural health monitoring. Taking a large railway station building as an example, a design scheme for a structural health monitoring system is proposed. The monitoring objects include structural stress, strain, vibration and other parameters. The design and implementation of the monitoring system are discussed, and the processing and analysis methods of monitoring data are analyzed. The safety warning and status assessment of the structure are realized, and the health monitoring cost is calculated. In terms of economy, suggestions for optimizing the monitoring scheme are proposed.

Keywords: large railway station buildings; structural health monitoring; design of monitoring system; data processing and analysis

引言

随着我国铁路建设的飞速发展，以铁路站房为主体的大型综合交通枢纽迅速增加[1]，这种大型综合交通枢纽作为铁路运输的重要节点，不仅承担着旅客直接参与铁路运输的重要任务，同时还是连接城市内外交通的重要枢纽，综合交通枢纽的综合站房一般具有大体量、大空间的特点[2]，结构健康监测技术经过长期发展，已成为预防重要结构发生安全事故的有效手段[3]，因此有必要建立完整的结构健康监测系统来保障这类大型交通枢纽在前期施工以及后期运营过程中的安全性和稳定性，在结构出现异常受力状态或处于危险时及时发出报警，以便采取相应的应急措施降低人员和财产损失。

目前，学界已有许多学者对铁路客站结构健康监测开展了相关研究。罗尧治[4]等利用自主开发的无线应力传感监测系统，对杭州铁路东站大面积站房钢结构施工阶段的应力进行监测；赵中伟[5]等利用 ANSYS 有限元分析软件对于家堡交通枢纽站房的施工过程进行了数值模拟，并对施工过程进行了监测，确保了整个施工过程的安全和顺利进行；车珮瑶[6]等针对重庆西站的结构特点进行了健康监测方案的设计，方案包括为屋盖内力、振型、变形、风速、高架层的竖向舒适度、承轨层的梁振动参数和东站房重点区域内力和振动等，通过此健康监测系统提高了服役后车站结构的可靠度；范伟[7]针对徐州东站采用自动化数据采集系统和人工断点采集系统相结合的方式建立一套集三维可视化动态监测与预警服务软件系统为一体的健康监测系统，同时基于监测数据对徐州东站建筑结构安全性进行了分析；李凌峰[8]通过 MIDAS 软件，利用生死单元法模拟得到了最适合太原南站的分段分块吊装施工方法；汪永平[9]利用 ANSYS 软件对芜湖市高铁站房屋盖的半结构进行了施工过程模拟，得到了钢桁架屋盖系统在 6 种工况下的位移和应力情况，得出在施工过程中，屋盖系统在卸载工况下出现最大压应力和最大竖向变形，并对该站的施工过程进行了监测；此外，还有诸多学者[10-12]对站房损伤识别做了相关研究，同时也提出了高铁站房监测传感器优化布置建议[13-14]。

目前学界针对铁路站房结构健康监测的成果已有颇多，但针对铁路站房结构健康监测经济性的研究鲜有文献报道，因此本文依托于我国某铁路大型车站结构健康监测

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

方案开展经济性研究，旨在分析大型交通枢纽结构健康监测投资组成，得出其经济指标，为类似铁路站房结构健康监测提供经济性参考。

1 结构健康监测方案设计

1.1 工程概况

某高铁高架车站站场总规模为16座站台30条到发线，主要办理我国西南地区客车作业。站房范围高程 1920～1940m，铁路车场中心里程轨顶设计标高为 1942m。该站建筑工程由客运用房、辅助生产生活用房、站台雨棚、高架落客平台等组成，车站建筑总面积为 33.74 万 m^2，主要包括站房建筑面积超过 12 万 m^2，无站台柱雨棚约 7.7 万 m^2，出站层换乘空间约 7 万 m^2。本工程抗震设防烈度为 8 度，相应的设计基本地震加速度值为 0.20g，水平地震影响系数为 0.16。

本方案主要针对站房的承台、承轨层、高架层、主站房屋盖、南雨棚和幕墙等关键部位进行监测，具体监测内容包括应力、应变、振动等参数，主要使用的传感器有温度计、钢筋应力计、振弦式裂缝计、静力水准仪、加速度拾振器与振弦式表面应变计。

1.2 承台监测

承台是一种大体积混凝土结构，应采用相应的技术措施妥善处理温度差值，合理解决温度应力并控制裂缝开展，因此采用预埋温度计的方式对承台大体积混凝土的温度随位置、时间的变化情况进行监测，温度计布置如图 1 所示。

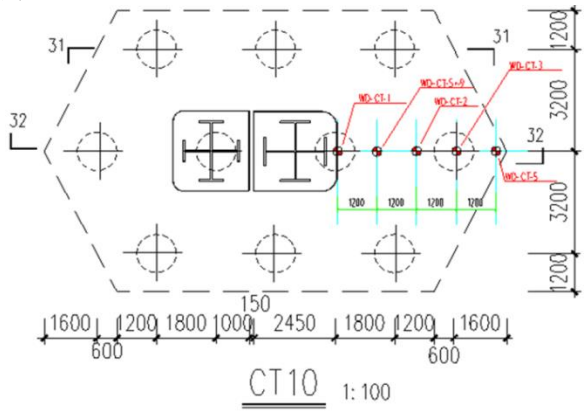


图 1 桩基承台温度测点布置

由图可知，本次监测选取E轴交8轴的桩基承台（CT10）进行温度监测，温度计竖向布置 5 行，间距为 660mm；水平布置 5 列，间距 1200mm，WD-CT 为交点。温度计安装在木制支架上，且与混凝土紧密接触，不与钢筋接触。

1.3 承轨层监测

承轨层的监测内容主要包含三个方面，分别为承轨梁的内力、振动监测及变形缝变形监测。承轨层顺轨方向承轨梁截面、跨度较大，为了监测承轨梁的内力及工作状态，选取 5 根承轨梁，利用钢筋应力计和振弦式裂缝计监测其钢筋应力和裂缝开展情况；承轨梁在列车通过时会产生振动，其振动加速度大小直接影响到旅客的舒适度，故利用加速度拾振器监测其振动加速度大小；而变形缝两侧的竖向变形不能太大，否则会影响列车的运行，利用静力水准仪测定变形缝两侧柱竖向位移的大小，从而可以得到相对位移和绝对位移，各项传感器布置如图 2 所示。

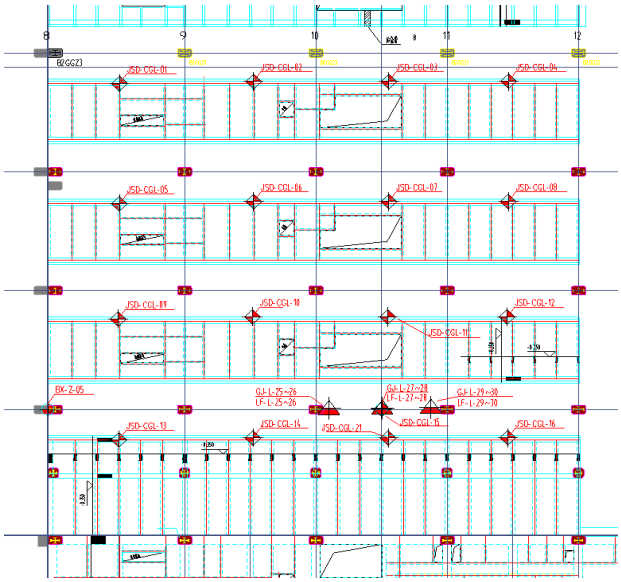


图 2 承轨层部分测点安装平面图

由图可知，钢筋应力计布置在 10 轴～11 轴交 E 轴、J 轴、N 轴、S 轴、U 轴的 5 根梁中，每根梁支座（上部）、跨中（下部）3 处布置，每处布置 2 个，共计 30 个钢筋应力计；振弦式裂缝计布置与钢筋应力计相近，两类元件成对布置；加速度拾振器布置在梁的跨中，位置为 8 轴～12 轴交 E、F、G、H 轴侧边承轨梁和 10 轴～11 轴交 F 轴、J 轴、N 轴、S 轴、U 轴侧边承轨梁，共计布置 21 个加速度拾振器；静力水准仪布置在变形缝上，即 8 轴、15 轴交 B 轴、E 轴、K 轴、P 轴、T 轴、X 轴，每点布置 2 个传感器，共计 24 个静力水准仪。

1.4 高架层监测

高架层的监测内容也包含三个方面，分别为高架层混凝土板内力监测、高架层大梁振动加速度监测和高架层下部型钢混凝土柱内力监测；为监测高架层的混凝土板在使用阶段的受力和工作状态，选取一块板利用钢筋应力计和振弦式裂缝计监测其钢筋应力和裂缝开展情况；高架层上候车人员较多，在列车经过时大梁的加速度峰值较大，严重影响到旅客的舒适度，因此把加速度拾振器布置在大梁上监测振动加速度大小；高架层下部型钢混凝土柱承受的荷载较大，实际使用时应及时掌握柱内力大小变化情况，因此采用振弦式表面应变计测试型钢应变，进而计算得出应力的变化情况，传感器布置如图 3 所示。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

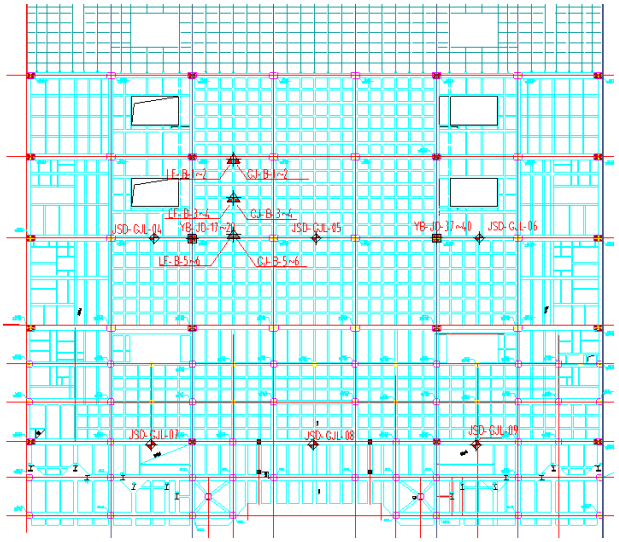


图 3 高架层部分测点安装平面图

由图可知，与承轨层内力监测类似，共计布置 6 个钢筋应力计和振弦式裂缝计、9 个加速度拾振器；而振弦式表面应变计则在 10 轴、13 轴交 E 轴、J 轴、M 轴、Q 轴、T 轴的柱表面，每根柱在四边布置 4 个应变计，共计 40 个振弦式表面应变计。

1.5 主站房屋盖监测

主站房屋盖监测内容同样也分为三个部分，分为主站房钢结构屋盖桁架内力监测、屋盖振动响应监测和下部型钢柱截面变形监测。与高架层监测类似，利用静力水准仪和振弦式表面应变计监测主站房钢结构屋盖桁架内力，利用加速度拾振器监测屋盖振动响应，利用振弦式表面应变计监测下部型钢变形，传感器布置如图 4 所示。各项内容共计使用 63 个振弦式表面应变计、13 个静力水准仪和 18 个加速度拾振器。

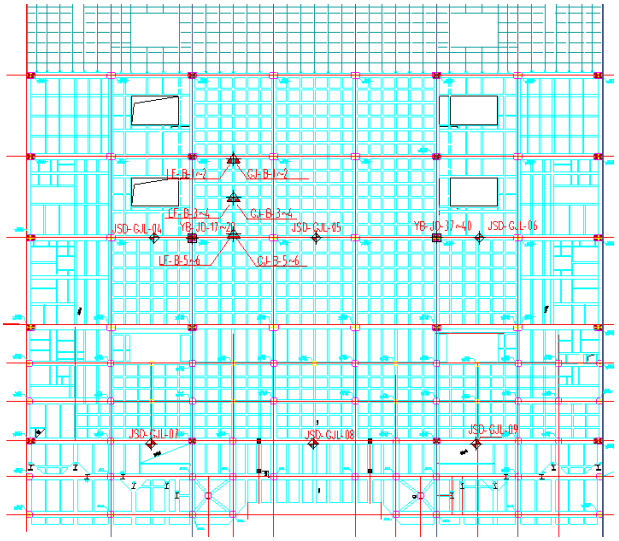


图 4 主站房屋盖部分测点安装平面图

1.6 雨棚及幕墙监测

雨棚在使用时需关注雨棚柱与梁的受力及工作状态，因此在雨棚柱、雨棚支承梁上焊接表面应变计用于监测其应变变化，共使用 12 个振弦式表面应变计；立面幕墙暴露在阳光下，不同时间段温差较大，会产生温度变形和温度应力，故使用振弦式表面应变计监测应力，利用静力水准仪监测竖向位移的变化，两种传感器的布置均根据现场实际选取等间距的 7 个测点进行布置，共计使用 7 个振弦式表面应变计和 7 个静力水准仪。

2 健康监测系统经济性分析

本文所涉及的健康监测费用根据地方造价计价规则进行编制，其建筑安装工程费用汇总表如表 1 所示。由表可知，按照地方计价规则，采用地方工程定额编制的单项概算建筑安装工程费用由直接工程费、措施费、管理费、利润、其他项目费、规费和税金组成，其中直接工程费包括传感器、数据采集仪及线材的购置和安装调试等，主要设备费用如表 2 所示，主要使用设备按材料计列，编制期材料价格采用当地市场调查价计列。为确保监测数据的准确性和可靠性，监测系统采用了较多传感器，因此本项目中直接工程费用占比较高，约占总投资的 83.9%。措施费主要包含通用措施费和专业措施费，本项目中仅按通用措施费中安全防护文明施工措施费计列，措施费约占总投资的 3.8%；管理费与利润按照地方计价规则均人工费总和为基数计列，费率分别为 25%和 16%，在本项目总投资中的占比分别为 3.3%和 2.1%；规费由工程排污费、工程定额测定费、社会保障及住房公积金和危险作业及意外伤害保险费组成，本项目仅计列社会保障及住房公积金和危险作业及意外伤害保险费，社会保障及住房公积金的取费基数也为人工费总和，费率为 26%，而危险作业及意外伤害保险费的取费基数为直接工程费、措施费、其他项目费、管理费与利润之和，费率为 0.2%，规费约占项目总投资的 3.6%；税金按照《某省住房和城乡建设厅关于调整建安工程造价税金计算系数的通知》规定，以直接工程费、措施费、其他项目费、管理费、利润与规费之和为基数计算，税率按 3.48%计列，占项目总投资的 3.4%；此外，本项目因不涉及相关内容，因此其他项目费和大型临时设施费均未计列。本次某大型站房结构健康监测深化设计预算总额为 376 万元。

综上所述，高铁站房健康监测系统的经济性虽受多种因素影响，但其中最主要的投资仍集中在直接工程费上，尤其是传感器的购置和传感器、采集仪的安装调试等关键环节，投资占比已超过 80%，后续类似工程控制投资成本，应重点考虑监测方案的合理性，在保证精度和可靠性的前提下，优化设备选型和工程实施方案，降低直接工程费用，从而有效控制总投资。同时，针对措施费、管理费及税金等成本，通过精细化管理，实现费用的合理分配与利用，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以控制项目的投资总额。

表 1 建筑安装工程费用汇总表

序号	费用名称	费率（%）	费用金额(元）
1	直接工程费	/	3159291
1.1	人工费	/	491082
1.2	材料费	/	2643528
1.3	机械费	/	24681
2	措施费	4.48	141536
3	其他项目费	/	/
4	管理费	25	122771
5	利润	16	78573
6	规费	/	134686
6.2	社会保障及住房公积金	26	127681
6.3	危险作业及意外伤害保险费	0.2	7004.
7	税金	3.48	126563
8	建安工程造价	/	3763420

表 2 主要设备费用表

材料名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
塑料软管	kg	1668	12.33	20566.44
半圆头螺钉	套	19968	0.25	4992
地脚螺栓	套	1713.6	1.33	2279.09
汽油	kg	198	9.245	1830.51
电线管	m	8240	34	280160
铜芯绝缘导线	m	32400	12	388800
保护盒	个	304	100	30400
数据采集系统	台	1	300000	300000
服务器	台	1	50000	50000
监控设备	台	1	100000	100000
295 个测试原件	套	1	25000	25000
静力水准仪	台	44	7000	308000
软件集成开发	套	1	80000	80000
振弦式测缝计	个	36	5000	180000
表面振弦式应变计	个	122	3000	366000
振弦式温度钢筋应力计	个	36	3000	108000
加速度拾振器	台	48	8000	384000
温度计	个	9	1500	13500

3 结论与展望

本文通过对国内某铁路大型车站结构健康监测系统的设计与实施过程进行详细阐述，展示了该系统在大型交通枢纽结构健康监测中的应用效果。实践证明，该系统能够准确、全面地反映车站结构的健康状况，为车站的安全管理提供了有力的技术支撑。然而，随着技术的不断发展，结构健康监测系统仍需进一步完善和优化。未来，我们可以进一步探索新型监测技术、提高数据处理和分析能力、优化预警机制等方面，以提高系统的监测精度和效率。站房健康监测系统的经济性受多种因素影响，直接工程费占比较大，实施过程中，在保证准确可靠的前提下，不断优化监测方案、设备选型等，以达到技术经济的有机统一。

[参考文献]

[1]杜彦良,张浩,刘伯奇.大型铁路客站结构健康监测现状与发展思考[J].铁道标准设计,2023,67(3):10.
[2]牛莉,吴建平.铁路大型站房结构体系对工程投资的影响研究[J].铁路工程造价管理,2012,27(1):1-3.
[3]韩志伟.铁路客站大型复杂结构健康监测研究与思考[Z].铁道部工程设计鉴定中心,中铁二院工程集团有限责任公司.2011 中国铁路客站技术交流会论文集[c].北京:中国铁道出版社,2012.
[4]罗尧治,刘钝,沈雁彬,等.杭州铁路东站站房钢结构施工监测[J].空间结构,2013,19(3):3-8.
[5]赵中伟,陈志华,王小盾,等.于家堡交通枢纽站房网壳施工仿真分析与监测[J].建筑结构学报,2015,36(1):136-142.
[6]车珮瑶,王纲.高铁站房结构健康监测方案设计[J].铁道建筑技术,2023(3):74-76.
[7]范伟.徐州东站健康监测系统建立及应用研究[J].铁道建筑技术,2022(10):207-211.
[8]李凌峰.太原火车南站复杂大跨钢结构施工过程受力分析与监测[D].太原:太原理工大学,2012.
[9]汪永平.大跨度空间钢结构施工过程模拟及监测[J].中华建设,2016(11):122-125.
[10]赵海涛.铁路站房疲劳累积损伤评估与寿命预测[D].大连:大连理工大学,2021.
[11]鲍华.ANSYS 一阶优化技术在损伤识别中的应用探讨[J].建筑科学,2020,36(11):116-123.
[12]黄祖光,申兆武,陈艳春.铁路站房结构损伤与传感器故障识别研究[J].铁道工程学报,2017,34(5):78-82.
[13]鲍华.高铁站房屋盖层传感器布置及参数识别研究[J].建筑科学,2021,37(5):28-36.
[14]沈磊,张小福,李庆,等.高铁站房健康监测中传感器优化布置研究[J].建筑科学,2021,37(1):75-81.

作者简介：孙劲松（1974.11—），男，毕业院校：西南交通大学，所学专业：铁道工程，当前就职单位：长江沿岸铁路集团股份有限公司，职务：主任部员，职称级别：高级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于深度学习的多源空间数据融合技术在实景三维建模中的应用研究

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]随着城市化进程的加快，实景三维建模在城市管理、环境监测和基础设施管理等领域的应用日益广泛。深度学习技术支撑下，多源空间数据的融合，为实景三维建模带来了创新的解决方案。文中首先对多源空间数据的特性进行了详细分析，并探讨了其在三维建模领域中的应用需求。随后，重点讨论了深度学习技术在数据处理、特征抽取以及模型改进等方面的显著优势。探讨了多种深度学习模型在处理多源数据融合任务中的具体应用，并通过具体案例分析，展示了这些模型在实景三维建模领域的有效性和明显优势。最后，针对目前技术应用所面临的难题，文章提出了具体的优化措施及未来的研究路径。
[关键词]深度学习；多源数据融合；实景三维建模；城市管理；数据处理
DOI：10.33142/ec.v7i11.14219 中图分类号：TP18 文献标识码：A

Research on the Application of Multi-source Spatial Data Fusion Technology Based on Deep Learning in Realistic 3D Modeling

SUN Weichao
Dalian Geotechnical Engineering and Mapping Institute Group Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the application of realistic 3D modeling in urban management, environmental monitoring, and infrastructure management is becoming increasingly widespread. Supported by deep learning technology, the fusion of multi-source spatial data has brought innovative solutions for realistic 3D modeling. The article first provides a detailed analysis of the characteristics of multi-source spatial data and explores its application requirements in the field of 3D modeling. Subsequently, the significant advantages of deep learning technology in data processing, feature extraction, and model improvement were discussed in detail. Explored the specific applications of various deep learning models in processing multi-source data fusion tasks, and demonstrated the effectiveness and obvious advantages of these models in the field of realistic 3D modeling through specific case analysis. Finally, in response to the challenges currently faced by technological applications, the article proposes specific optimization measures and future research paths.
Keywords: deep learning; multi-source data fusion; realistic 3D modeling; urban management; data processing

引言

在现代城市发展中，实景三维建模技术作为一种重要的技术手段，广泛应用于城市规划、环境监测、基础设施管理等领域。通过整合自各类传感器、卫星图像、无人机测量等多元空间数据后，可以构建出精确的三维模型，为决策过程提供助力。针对多源数据的处理，传统的处理手段往往难以达到有效的整合[1]。近年来，深度学习技术在处理该问题上取得了新的进展，自动化的深度学习方法能够从数据中抽取关键特征，并实现高效率的模式辨识，从而为多种数据来源的整合提供了坚实的后盾。本研究旨在深入分析基于深度学习的多源空间数据融合技术在实景三维建模领域的应用，为该领域的研究者和实践者提供有价值的参考资料。

1 多源空间数据的特点与需求

多源空间数据指的是来自不同来源和传感器的数据，这些数据在形式和内容上各不相同，包括卫星遥感影像、无人机测绘数据、激光雷达点云、地理信息系统（GIS）数据以及传感器网络数据等。每种数据源都有其独特的空间分辨率、时间频率和信息内容，使得它们在获取城市和环境信息方面具有不可替代的优势。然而，这些多源数据在实际应用中也面临着一系列挑战。由于数据的来源不同，其采集方式和精度各异，导致数据的兼容性和可比性降低，从而增加了数据融合的难度。

在分析过程中，及时性的数据资料占据着关键地位。在城市进程的背景下，实时收集信息对于实时监控和策略制定是至关重要的。在数据整合过程中，冗余数据及噪声的存在对准确度产生显著影响。针对多种来源的数据，为了明晰其特性并满足使用方面的要求，必须实施有效的整合过程，信息中的各类数据通常在内容上呈现互补性，通过精心设计的融合方法，能够最大限度地发掘数据的价值，从而提升三维建模的准确度和可信度[2]。

在这一过程中，深度学习技术起到了关键作用。它能够自动地从不同数据源中提取并学习特征，为数据融合提供了强大的支撑，满足了实景三维建模在精度、实时性和可靠性等方面的需求。在实际应用场景中，针对多源空间数据的特性与需求，必须运用前沿技术方法实现数据的有

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

效整合和深入分析，这样，我们才能获得对复杂城市环境全面、实时且精确的理解。

2 深度学习技术概述

深度学习技术是一种基于人工神经网络的机器学习方法，通过构建多层次的网络结构，模拟人脑的学习和认知过程，以处理和分析复杂的数据。深度学习的核心在于其能够自动提取特征，无需人工干预，大大简化了数据预处理和特征工程的过程。这一技术广泛应用于图像识别、语音识别、自然语言处理等领域，展现出卓越的性能。在深度学习模型中，常见的架构包括卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）及其变体等。

深度学习的成功还得益于大数据和高性能计算的普及，使得训练复杂模型成为可能。数据量的持续增长促进了深度学习技术性能的提高，进一步加速了多个领域向智能化的转变。在处理空间数据方面，深度学习技术的融入为多源数据融合及分析开辟了新颖途径，通过挖掘不同数据源的独特特征，该技术显著提高了数据融合的准确度和效率。实际运用中，深度学习遭遇众多考验，例如大规模标注数据的依赖性、模型解释性的局限，以及较高的计算资源需求等问题。研究者们持续寻求解决，探索包括迁移学习、生成对抗网络等创新技术，目的是在维持性能的同时，减少数据与计算资源的需求[3]。

3 基于深度学习的多源空间数据融合方法

3.1 数据预处理与特征提取

数据预处理与特征提取是多源空间数据融合中的重要环节，直接影响到后续深度学习模型的性能和效果。数据预处理的主要任务是对原始数据进行清洗、格式化和标准化，以消除噪声、填补缺失值和统一数据格式。对于多源数据而言，由于数据来源的多样性和复杂性，预处理阶段尤其重要。具体而言，针对不同类型的数据，预处理方法可能包括去除异常值、对图像进行裁剪和缩放、对点云数据进行滤波等。这些操作不仅提高了数据的质量，还为特征提取奠定了基础。

原始数据处理中，深度学习模型能够自主学习有效特征，然而，在特定场合，手动提取特征依旧发挥着不可或缺的作用。在图像数据处理的领域内，传统计算机视觉技术如边缘检测与角点检测的应用，有助于提取关键特征，从而优化模型的训练过程，提升整体的效果表现。借助卷积操作处理图像，卷积神经网络能够自主辨识图像的细节特征，通过叠加多个卷积层，该网络进一步抓取深层的语义信息，这显著提高了它在图像识别与分类任务上的精确度[4]。

在进行地理空间数据的处理过程中，特征的抽取工作需同时顾及空间关联性与属性数据的融合。利用空间数据的图形和属性特性进行整合，从而达到对数据更为完整的表达，城市规划涉及对建筑物的形状、位置及其周边环境与基础设施的分布进行分析，借助于精心设计的特征表示，深度学习模型能够更深入地解析数据间的本质联系，由此促进了来自多个源的数据的有效整合。

3.2 模型训练与优化

模型训练与优化是基于深度学习的多源空间数据融合技术中至关重要的环节，它直接决定了模型的性能和最终的融合效果。在模型训练阶段，首先需要选择合适的网络架构，以便能够有效处理多源空间数据的复杂性。常见的深度学习模型包括卷积神经网络（CNN）、递归神经网络（RNN）和图神经网络（GNN）等，选择何种模型取决于数据的特点和应用的需求。例如，对于处理图像数据的任务，CNN通常被广泛应用，而在处理序列数据时，RNN则更为有效。

在模型训练过程中，高质量的标注数据量和精确性是决定其性能的关键要素。在处理涉及多种信息类型的多源空间数据时，标注任务通常会遭遇高成本及复杂性的挑战，运用数据增强技术，能显著增加训练数据集的多样性，从而提高模型的稳健性。常见的数据增强技术涉及随机裁剪、图像旋转、对称翻转以及色彩调整等，这些方法无需额外的标注成本，便能有效提升模型适应多样场景的能力。

在训练过程中，恰当的损失函数和优化算法的制定是必不可少的。在任务的具体性质指导下，损失函数的选择应当紧贴任务需求，例如，分类作业通常选用交叉熵作为损失函数，回归任务则倾向于使用均方误差损失函数。在模型训练阶段完成后，需对模型的表现进行细致评价，并进一步调优以提升其效能，利用交叉验证、混淆矩阵以及ROC曲线等手段，能够对模型在不同数据集上的性能进行精确评估，并据此对模型进行优化。在优化过程中，超参数的最佳组合寻求是关键任务，这往往通过网格搜索或随机搜索等策略来实现，经过多次试验与微调，能够在精确度与计算效率的权衡上达到最优化状态[5]。

在实际运用中，经过训练的模型应关注其能否及时响应变化。随着数据的不断更新，模型可能会面临老化的问题。因此，定期对模型进行再训练和更新，确保其能够持续适应新的数据特征，是提升模型长期有效性的关键措施。模型训练与优化是基于深度学习的多源空间数据融合技术中不可或缺的一部分，合理的模型选择、有效的数据增强、科学的损失函数与优化算法，以及持续的模型评估与更新，均是实现高效融合的基础。这些都是实现高效数据融合的根本，深度学习这一技术，通过多源空间数据的融合，能够借助不断的优化与创新，推动相关领域的发展。

3.3 数据融合策略

在实践场合，涉及到的数据融合手段多样，如整合各类传感器所收集的数据、结合图像与文本信息，以及处理跨越不同时间与空间尺度的数据，这些手段极大地优化了数据的准确性与可靠性，并有助于挖掘数据之间深藏的联系。

传感器所收集的数据通过融合技术，能够实现与其他多种空间数据的整合，这一过程对于提升数据处理的准确

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

性和有效性至关重要。如，采用激光雷达、相机、GPS 等多样化传感器，实现数据的同时采集，进而为环境信息提供更为详细的描绘。在信息集成领域，传感器融合技术涉及三个级别，分别是基础、中层及高级融合，此分类基于融合复杂性逐步提升。在数据收集过程中，实施初步的数据整合，将来自各类传感器的最初数据予以结合，例如，将多角度捕获的图像资料融合成单张的全景视图；在特征提取阶段完成后，进行中级融合，例如整合图像边缘信息与传感器深度数据，共同构建更为全面的三维模型；在决策层面，高级融合涉及对信息的综合处理，它通过合并不同模型的输出，达到更深层次的理解和更准确的判断。在网络空间中，伴随着社交工具和互联网平台的兴起，融合文本与图像的数据传达变得尤为关键[6]。

在多样化的时间与空间维度上，数据的整合协作是增强信息价值的关键举措。科技的演化带来了数据的广泛搜集，这些数据覆盖了多样化的时间与空间维度，在环境监控和城市规划等多个领域，结合不同时空坐标的数据显示了时空变化的规则性。在城市交通的管理过程中，通过融合实时交通流量数据和历史数据，可以更准确地预见交通拥堵的发生，并据此制订有效的缓解策略。在数据融合的过程中，源数据的信赖度、内容的全面性、结构的一致性对成果的适用性起到决定性作用。在数据融合过程中，对多个数据来源进行预处理是必不可少的步骤，目的是保证数据的有效性和统一性。

4 深度学习在实景三维建模中的应用

深度学习在实景三维建模中的应用已经成为近年来计算机视觉和地理信息科学领域的一项重要研究方向。随着深度学习算法的不断进步，尤其是卷积神经网络（CNN）、生成对抗网络（GAN）和深度强化学习等技术的成熟，实景三维建模的效率和精度显著提升。深度学习能够有效处理大量的高维数据，这为三维建模提供了强大的数据处理能力。通过对来自不同传感器（如激光雷达、RGB-D 摄像头等）的数据进行训练，深度学习模型能够自动提取特征，识别物体，进而生成高精度的三维模型[7]。

在图像数据处理领域，深度学习技术已显示出其显著优势。在三维建模领域，图像信息经常被用来补充修正点云数据，研究人员借助卷积神经网络这一工具，从二维图像中成功提取出深层特征，并进一步将这些特征与三维信息相结合，最终实现了图像至三维模型的转换过程。利用该技术，可以显著提高城市建模和虚拟现实的视觉效果，生成更加逼真的三维场景，从而优化用户体验。生成对抗网络（GAN）在三维建模领域的应用，已引起人们关注，生成对抗网络（GAN）通过搭建一对网络结构，即生成器和判别器，实现了三维模型的高效生成。

在实景三维建模领域，深度学习技术虽然贡献显著，却遭遇了多种考验。在对深度学习模型进行训练时，大规模的标注数据是必不可少的，然而在现实应用场景中，高品质标注数据的获取往往充满挑战。在广泛应用的背景下，模型的复杂性及与之相关的计算成本，或许会构成显著的限制因素，降低对于预先标记数据的依赖性，研究人员正在积极寻求探索半监督与无监督学习的新途径。在实景三维建模领域，深度学习的应用揭示了显著的潜力和拥有广泛的发展前景。在深入分析点云和图像数据的基础上，利用先进的深度学习技术，实景三维建模的效率和精确度得以显著提高[8]。

5 结语

综上所述，基于深度学习的多源空间数据融合技术在实景三维建模中的应用研究，推动了三维建模技术的进步，提高了模型生成的效率和精度。随着技术的不断进步，这一领域的研究将为城市规划、环境监测、文化遗产保护等多个领域提供更加精准和高效的解决方案。

[参考文献]

[1]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.
[2]周保兴,王兵,张航钒,等.融合多源空间数据的复杂场景真三维模型构建方法[J].测绘通报,2024(4):13-17.
[3]刘昭阁,李向阳,朱晓寒.融合多源空间数据的城市暴雨级联灾害情景态势转化推演方法[J].地球信息科学学报,2023,25(12):2329-2339.
[4]易茹兰,赵生兵,熊一.多源空间数据构建地理实体数据库研究[J].江西测绘,2022(3):53-56.
[5]王峰,滕俊利,王希秀.多源数据融合实景三维建模关键技术研究[J].山东国土资源,2022,38(1):70-73.
[6]何洁,王悦,董恺.多源数据融合的城市三维实景建模技术应用[J].测绘与空间地理信息,2021,44(12):121-124.
[7]张小宏,马立华,陈丰田,等.基于多源数据融合的高精细实景三维建模技术[J].测绘工程,2019,28(4):68-71.
[8]曹晋奎.多源数据融合的三维实景建模与可视化技术研究及应用[D].西安:西安工业大学,2019.

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。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于 IFC 标准的高架地铁车站三维建模及信息集成技术应用

陈志兰[1] 王心志[2]
1. 南昌轨道交通集团有限公司，江西 南昌 330000
2. 大连海事大学，辽宁 大连 116026

[摘要]文中围绕基于 IFC 标准的高架地铁车站三维建模及信息集成技术展开研究。阐述了该技术的重要性，其集成模型是信息交互载体和相关系统输入文件。介绍工程概况，以裕丰街站为例说明，重点研究了高架车站的 IFC 扩展，包括基本框架、标准扩展（实体和属性集扩展）以及基于 IFC 的高架车站结构体系（空间、物理和施工信息表达）。描述了高架车站信息集成模型构建过程，涵盖构件族库建立、IFC 标准领域层实体定义以及集成模型拓展验证。通过验证表明拓展方式可行，解决了 IFC 标准在高架车站领域的相关问题。最后得出结论，提出一种 BIM 模型建立方法，满足设计施工要求，具有指导意义。
[关键词]IFC；标准；高架车站；三维建模；信息集成；BIM 技术
DOI：10.33142/ec.v7i11.14241 中图分类号：TU745 文献标识码：A

Application of 3D Modeling and Information Integration Technology for Elevated Subway Stations Based on IFC Standards

CHEN Zhilan[1], WANG Xinzhi[2]
1. Nanchang Rail Transit Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China
2. Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning, 116026, China

Abstract: This article focuses on the research of three-dimensional modeling and information integration technology for elevated subway stations based on IFC standards. The importance of this technology was explained, and its integrated model consists of information exchange carriers and related system input files. Introduce the project overview, taking Yufeng Street Station as an example, focusing on the IFC extension of elevated stations, including basic framework, standard extension (entity and attribute set extension), and IFC based elevated station structural system (spatial, physical, and construction information expression). Described the construction process of the information integration model for elevated stations, including the establishment of component family libraries, definition of IFC standard domain level entities, and validation of integrated model expansion. The verification shows that the expansion method is feasible and solves the relevant problems of IFC standards in the field of elevated stations. Finally, a conclusion is drawn that a BIM model establishment method is proposed, which meets the requirements of design and construction and has guiding significance.
Keywords: IFC; standard; elevated railway station; 3D modeling; information integration; BIM technology

引言

基于 IFC 标准的高架车站信息集成模型是 BIM 软件间高架车站工程信息与施工数据交互的载体，也是相关信息管理与风险评价系统的输入文件，是高架车站施工反馈过程的基础。BIM 技术在项目中通过模型作为信息的载体，BIM 模型的信息是实时动态的，建设过程中在模型中可不断地更新、提取、丰富模型信息[1]。

在将 BIM 技术引入高架车站领域以实现信息标准化时，首先要研究现有 IFC 标准对建筑构件与设备的描述机制，明确其在高架车站信息表达上的不足并进行拓展，为高架车站结构建立专门描述分类。以工业基础类 IFC 标准为基础，进行 BIM 信息的集成，以实现建筑设施运维管理系统[2]。接着借助 Revit 创建模型并导出 IFC 物理文件，形成快速创建方法。BIM 技术在项目中通过模型作为信息的载体，BIM 模型的信息是实时动态的，建设过程中在模型中可不断地更新、提取、丰富模型信息[3]。

本章以高架车站结构为对象，依据房屋建筑领域的 IFC 标准及其拓充机制，通过实体拓展定义和表达高架车站结构实体，再以属性集拓展自定义属性集合，扩展 IFC 标准在该领域的信息和数据描述，建立信息模型基础体系。最后利用 Revit 创建高架车站参数化模型并导出 IFC4 版本中性文件，经构件和自定义属性集映射得到集成模型。

1 工程概况

裕丰街站位于望城区杨岐山大道与创新路交叉路口北侧，沿杨岐山大道路中间绿化带布置，车站周边环境相对简单，车站的东北侧为新力钰珑湾小区，车站的西北侧

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

为雷克萨斯 4S 店。裕丰街站为高架三层鱼腹岛式车站，裕丰街车站起点里程为 SZK1+456.977，站台的中心里程为 SZK1+515.983，车站终点里程为 SZK1+574.998，长度为 118m，裕丰街车站的轨面线距离地面高 13.7m，车站两端区间为高架区间。

2 高架车站的 IFC 扩展

2.1 基本框架

对目前的 IFC 标准中关于对象描述进行分析，可以得到以下结论：IFC 标准中用于表达实体的空间信息的实体 IfcSpatialStructureElement 和表达实体的物理信息的实体 IfcElement，它们以及他们自身发展的子类虽然很详细，仅适用于房屋建筑领域。因此，为实现 IFC 标准在高架领域的拓展，必须对高架车站结构建立专门的表达分类。

本节的主要内容是：（1）利用 BIM 体系软件 Revit 进行高架车站三维模型的建立，并且利用 Revit 附属功能进行 IFC 中性文件的导出；（2）高架车站领域如桩基础、承台和墩柱等的高架车站实体构件基于 IFC 标准进行实体拓展；（3）通过对 IFC 标准 PROPERTY 和 PROPERTYSET 的拓展，实现高架车站施工信息的表达。其中，两个关键问题及其技术如下：

①在现有 IFC 实体的基础上，根据 IFC 标准的扩展机制，以实体拓展的方式建立高架车站结构构件的实体表达，通过对 IFC 标准 PROPERTY 和 PROPERTYSET 的拓展，实现高架车站施工信息的表达，形成高架车站结构信息管理的基础体系，建立高架车站工程信息在全寿命阶段共享的数据标准。

②完成新增的高架车站构件实体在 EXPRESS 文件中的定义，采用面向对象的参数化建模方法，利用 REVIT 建模软件在高架车站结构构件族创建过程中通过自定义参数的方式赋予高架车站构件族的施工信息专业属性，构建参数化的高架车站结构构件模型库和整体模型，最终形成基于 BIM 的高架车站参数化信息模型建模流程和方法。

高架车站信息模型建模框架如图 1 所示：

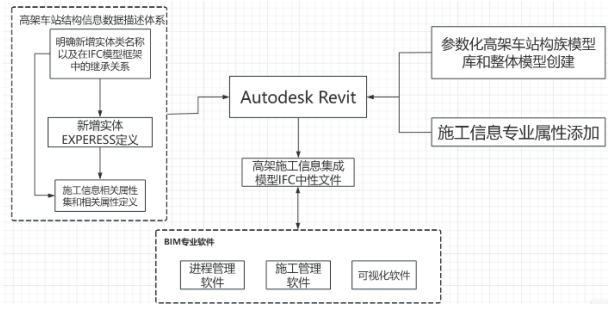


图 1 高架车站信息模型建模框架

2.2 高架车站的 IFC 标准扩展

2.2.1 IFC 标准实体扩展

在 IFC 标准中，基础的资源层的定义和信息都十分完备，核心层以及共享层也能够比较完善地描述对象以及它们之间的关系，因此它们三者都不必进行拓展。但 IFC 标准在领域层的实体及属性描述均不足以完整地表达高架车站领域，所以必须进行 IFC 标准在领域层的扩展。具体方式有三种，如表 1 所示：

表 1 领域层实体扩展方式

扩展类型	适用情况	实现方式	难易程度
对象类型扩展	已有的 IFC4 中的实体中存在能够表达该构件的实体，且存在预定义类型属性	根据构件的几何物理属性，找到能够表达该构件的实体，在该实体的预定义类型中添加该构件	容易
对象属性扩展	已有的 IFC4 中的实体中存在能够表达该构件的实体，但该实体不存在预定义类型属性	在相应实体属性中加入预定义属性，并在该实体的预定义类型中加入该构件	中等
对象类扩展	已有的 IFC4 中性物理文件中不存在能够表达该构件的几何物理属性的实体	扩展新的 IFC 实体用于专门描述该构件类型	困难

2.2.2 IFC 标准属性集扩展

在通用的 IFC 标准中，为了保证 IFC 实体具有通用性和普及性，IFC 实体本身会定义一些属性如类型属性和约束属性等，这些属性一般为静态属性，但这些属性相对很单一并且不足以完成对于高架车站信息的具体描述。利用 BIM 的一款设计软件 Revit，可以在族构件创建过程中，通过添加族的实例参数的方法实现对所需的实体构件属性的表达。

对高架车站施工信息所需的属性集和属性进行扩展，使其能够描述高架车站施工信息。属性集扩展方法可根据递进方式分为两种，一种是属性集的名称——适用实体类型值定义，另一种是属性集对应属性具体定义：属性名称-属性类型以及数据类型等。例如桩基础实体（IfcPileFoundation）的 Pset_PileFoundation 属性集的定义如表 2 所示，并且表 2 中适用的类型值一项，针对具有预定义属性（PredefinedType）的实体而设置，对应于预定义属性的枚举值。例如桩基础实体，自定义属性 Pset_PileFoundation 的属性类型分为 REINFORCEDCONCRETE PILEFOUNDATION 或 STEELPILEFOUNDATION。

表 2 Pset_PileFoundation 属性集定义

自定义属性集名称	适用的实体	适用的类型值
Pset_PileFoundation	IfcPileFoundation	REINFORCEDCONCRETEPILEFOUNDATION STEELPILEFOUNDATION

2.3.1 基于 IFC 标准的高架车站结构体系

现阶段，IFC 标准对房屋建筑领域的空间结构的表达是将房屋建筑模型根据不同类型的布置分解为各个易于操作的子集合，具体实现方式是通过将 IfcSpatialStructureElement（空间结构的超类）派生为各种子类如 IfcBuilding（建筑）、IfcBuildingStorey（楼

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

层)、IfcSite（场地）和 IfcSpace（空间）。

借鉴上述的 IFC 标准对房屋建设领域的空间结构表达方法，本文在现有 IfcSpatialStructureElement 所派生的各种子类基础上，添加用于表示高架车站整体空间结构的实体 IfcStation 和表示高架车站部分空间结构的实体 IfcStationPart，从而实现对高架车站空间结构表达及描述。高架车站空间结构的 EXPRESS-G 视图如图 2 所示，其中 ABS 代表实体的意思。

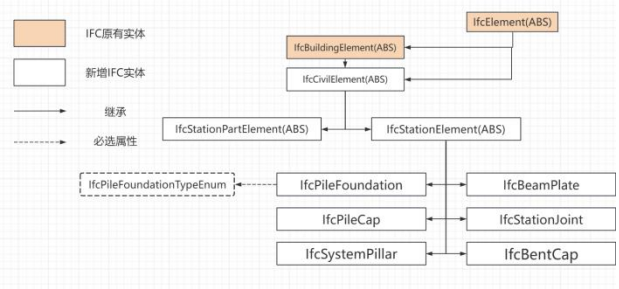


图 2　高架车站空间结构 EXPRESS-G 视图

2.3.2 基于 IFC 的高架车站物理结构表达

参考房屋建筑领域和隧道领域的 IFC 标准实体的表达和拓展方法：首先添加 IfcCivilElement（土木工程领域结构抽象超类），并将该领域结构抽象超类与 IfcBuildingElement（建筑领域结构元素抽象超类）放置于 IFC 体系框架的相同位置层次，从而高架车站的物理结构表达同样继承于 IfcElement（物理结构元素抽象超类）。然后在 IfcCivilElement 下添加子类 IfcStationElement（高架车站领域结构抽象超类），从而派生 IfcPileFoundation（桩基础），IfcPileCap（桩承台），IfcSystemPillar(柱),IfcBentCap(盖梁),IfcBeamPlate（梁板），IfcStationJoint（连接件）等构成车站结构主要组件的物理元素进行车站结构元素的描述，高架车站 BIM 典型的模型结构可参考图 3。

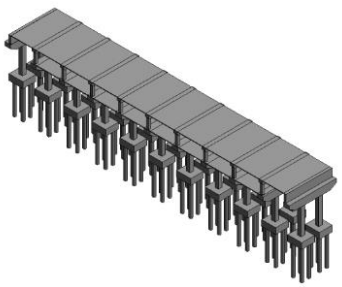


图 3　高架车站 BIM 典型的模型结构

3 高架车站信息集成模型构建

3.1 高架车站构件族库的建立

3.1.1 族文件与类型代码命名

（1）构件族命名规则。由于高架车站结构的复杂性，涉及构件类型多种多样，利用 Revit 创建高架车站 BIM 模型高架车站过程涉及许多构件族文件的载入。为了确保 BIM 模型构件的唯一性和高效管理，需要对高架车站 BIM 模型构件进行命名，命名规则需要确保高架车站模型构件的可认知特性，并且符合高架车站设计原则。基于以上原则，高架车站 BIM 模型构件族文件命名规则所需要的信息确定为构件类别：确定构件的类别，如桩基础、承台等；构件类型：将构件进行分类，如墩柱分为高墩柱、低墩柱等；信息备注：用以补充必要的信息，三者用连字符“-”进行连接。命名规则如图 4 所示。

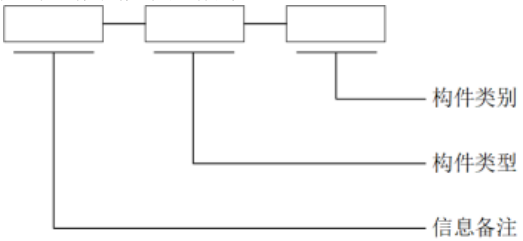


图 4　高架车站 BIM 模型构件族文件命名规则

（2）构件族类型代码规则。族构件类型的命名代码的信息内容包含工程名称、构件类型和里程。其中，选用单位工程名称首字母、构件类型首字母、与里程，并且三者之间均使用常用的连字符“-”连接，族构件代码的命名规则具体如下：工程名称首字母-构件类型首字母-里程。

3.1.2 族的属性

Autodesk Revit 提供了新建族样板的功能，通过选择 Revit 软件提供的族样板进行构件族的创建。并且根据高架车站施工的需要，在族模型中加入各种类型属性以及参数。构件族的属性表达了该族的静态特征。描述一个构件族的属性有很多种，以盖梁为例，其基本属性包含族文件名、类型名称、尺寸、材质、结构和约束等等。并且，这些属性的属性值可以分为各种类型，如数字、文字 URL（Uniform Resource Locator，统一资源定位器）、其他等等，原始的 Revit 族的属性界面如图 5 所示。

图 5　族的属性

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.1.3 高架车站（参数化）模型的构建

高架车站模型呈线状分布，针对高架车站不同的位置、不同的用途和不同的施工方式需要创建相应的高架车站族构件。由于高架车站的结构复杂，在 BIM 模型建立的过程中涉及大量构件族模型的创建和构件族模型载入项目文件，为了确保 Revit 软件创建 BIM 模型的高效率以及精确性，便于管理人员进行模型的查询和管理，需对构件族模型文件进行分类管理并创建相应的高架车站构件族模型库。高架车站模型构件族库的主要作用是存贮高架车站构件族模型，也包含其他附属内容如土层和岩层等等，具体内容如图 6 所示。

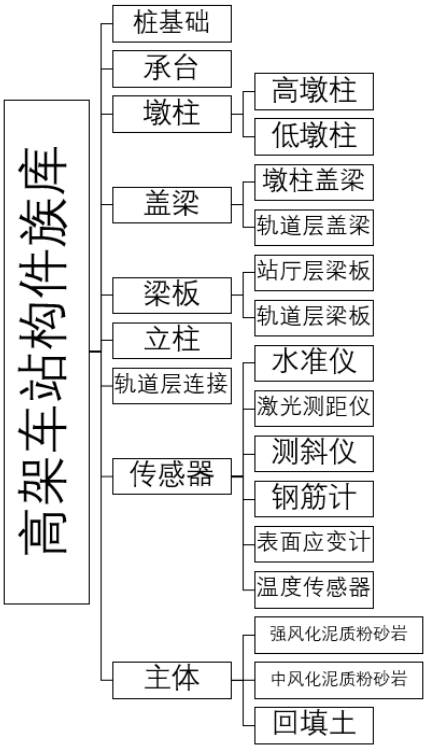


图 6 高架车站构件族库组成

3.2 IFC 标准领域层高架车站实体定义

为实现基于 IFC 标准的高架车站实体拓展，首先明确新增实体类的名称以及其在 IFC 模型框架中的继承关系，利用 EXPRESS 语言完成高架车站新增实体及其对应 TypeEnum（类型枚举）的定义，之后在官方提供的标准 EXPRESS 文件基础上将自定义 Entity（高架车站实体）以及 Type（类型）加入到它的父级对象 IfcStation（高架车站整体）下，同时需要加入其自身的属性[如：TypeEnum（类型枚举）、Where（约束）等属性]。

参考赵国龙将 IFC 标准拓展至隧道领域的研究成果，为实现 IFC 标准能被其他外部系统所识别，需要将高架车站领域实体拓展至 IFC 标准中性物理文件，高架车站空间结构实体类型枚举定义如表 3 所示。

表 3 高架车站空间结构实体类型枚举定义

空间结构	IFC 实体	类型枚举定义
高架车站整体	IfcStation	TYPE IfcStationTypeEnum = ENUMERATION OF(PILEFOUNDATION, PILECAP, SYSTEMPILLAR, BENTCAP, BEAMPLATE, STATIONJOINT,USER DEFINED,NOT DEFINED);END_TYPE;
		TYPE IfcStationFunctionTypeEnum = ENUMERATION OF(RAILWAY STATION,HIGHWAY STATION,HYDRAULIC STATION,MUNICIPAL STATION,MINE STATION,SERVICE GALLERY,USER DEFINED,NOT DEFINED);END_TYPE;
高架车站整体	IfcStationPart	TYPE IfcStationPartTypeEnum = ENUMERATION OF(PORTAL,OPEN-CUT STATION,UNDER-CUT STATION,STATION CHAMBER,SHED STATION,USER DEFINED,NOT DEFINED);END_TYPE;

完成高架车站族构件的拼装后，需要将 Revit 输出为 IFC4 文件。目前 Revit 软件可以进行 IFC4 版本文件的输出，借助 Revit 软件自带的 Modify Setup 功能可以设置 IFC 导出过程的各项参数可以得到高级车站信息集成原始 IFC4 文件。Modify Setup 导出属性集及属性集和文件设置的界面如图 7 所示。

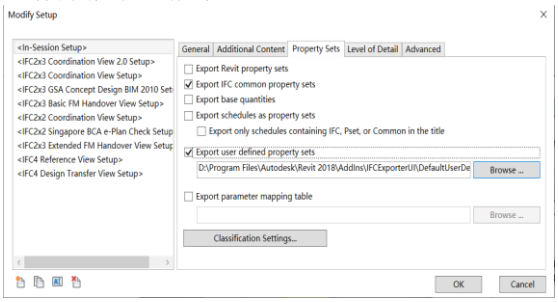


图 7 Modify Setup 导出属性集及属性集和文件设置

3.3 集成模型拓展验证

通过扩展得到的 IFC 的模型文件是否为有效的 IFC 文件，需要通过校验来判断。校验主要包括 4 个方面的内容：①检验 IFC 文件的几何模型是否正确表达；②检验文件中扩展的 IFC 实体是否存在；③检验扩展的实体属性是否存在；④检验属性值是否符合要求。

实例验证：为验证本文高架车站领域构件实体以及反馈分析信息属性及拓展方式的可行性以及所创建基于 IFC 标准的高架车站动态设计信息集成模型的有效性，本文将上述描述新增实体和包含高架车站反馈分析专业属性的高架车站模型 IFC4 版本文件读入到自主开发的 IFC 数据三维图形交互平台中，该集成模型在三维图形交互平台中的显示如图 8 所示。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

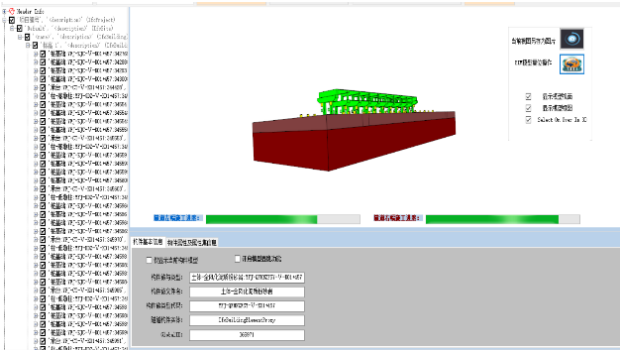


图 8 高架车站集成模型在三维图形交互平台中的显示

通过高架车站模型的 IFC4 文件导入，在系统的三维图形交互平台中，高架车站模型的几何信息和文件信息能够完整地表达，新增的高架车站领域构件实体在系统中可以准确地解析出来，并且展示在界面上，在系统的信息栏中可以查看高架车站模型实体构件的信息，经过 IFC 拓展的高架车站实体对应的施工信息属性和风险评价信息以它们对应的属性值均能够正确显示。

4 结论

（1）研究表明，以工业基础类 IFC 标准为基础进行 BIM 信息集成，可实现建筑设施运维管理系统，为高架车站结构建立专门描述分类是可行且必要的。

（2）通过以上的基于 IFC 标准的拓展，得到高架车站施工信息集成模型，解决了目前 IFC 标准缺少对高架车站领域实体的定义和缺少对高架车站领域施工信息的描述两个问题。

（3）通过实例验证，证明了扩展得到的 IFC 模型文件符合校验要求，包括几何模型正确表达、扩展实体及属性存在且属性值符合要求，从而证实了本文所采用的拓展方式的可行性。

（4）基于 IFC 标准的高架地铁车站三维建模及信息集成技术应用研究成果，为后续类似工程提供了技术参考和实践经验，有助于推动 BIM 技术在高架车站领域的更广泛应用。

[参考文献]

[1]李坤.BIM 技术在地铁车站结构设计中的应用研究[J].铁道工程学报,2015,32(2):103-108.
[2]徐勇,王启航.基于 IFC 标准的建筑设施运维管理[J].技术与市场,2023,30(8):47-49.
[3]王绪洋.基于 BIM 的地铁车站施工平台管理研究[J].科技创新与应用,2024,14(22):106-109.

作者简介：陈志兰（1984.5—），女，汉族，江西南昌，大本，研究方向：市政工程。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用分析

惠 鹏
新疆北新路桥集团股份有限公司四川分公司，四川 成都 610000

[摘要]随着城市化进程的加速和交通运输需求的增长，道路桥梁工程的建设和维护面临着诸多挑战。而混凝土作为一种优良的建筑材料，具有耐久性强、施工工艺灵活等优势，在道路桥梁工程中得到广泛应用。但混凝土在施工过程中也存在着诸多技术问题，如材料选择、施工工艺控制等方面的挑战，需要加以重视和解决。因此，深入探讨混凝土施工技术在道路桥梁工程中的应用，对于推动基础设施建设和提高工程质量具有重要意义。
[关键词]混凝土；施工技术；道路桥梁
DOI：10.33142/ec.v7i11.14270 中图分类号：U45 文献标识码：A

Application Analysis of Concrete Construction Technology in Road and Bridge Engineering Construction

HUI Peng
Sichuan Branch of Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the growth of transportation demand, the construction and maintenance of road and bridge engineering are facing many challenges. As an excellent building material, concrete has the advantages of strong durability and flexible construction technology, and is widely used in road and bridge engineering. However, there are also many technical issues in the construction process of concrete, such as challenges in material selection and construction process control, which need to be taken seriously and solved. Therefore, in-depth exploration of the application of concrete construction technology in road and bridge engineering is of great significance for promoting infrastructure construction and improving engineering quality.
Keywords: concrete; construction technology; road and bridge

引言

在现代基础设施建设中，道路桥梁工程作为连接城市交通的重要纽带，承担着日益重要的作用。而混凝土作为一种常用的建筑材料，在道路桥梁工程中广泛应用，其质量和施工技术的优劣直接影响到工程的安全性和耐久性。因此，深入了解混凝土施工技术在道路桥梁工程中的应用，对于提高工程质量和推动基础设施建设具有重要意义。

1 混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用优势

1.1 耐久性和稳定性

混凝土施工技术在道路桥梁工程中具有突出的耐久性和稳定性。混凝土作为一种材料，经过适当的设计和施工后，能够承受长期的荷载和环境影响而不失效。密实坚固的结构能够有效地抵御外部环境的侵蚀和变化，确保桥梁的长期稳定性和安全性。此外，混凝土在施工过程中能够实现预制构件和标准化施工，保证了结构的一致性和整体性，进一步提升了耐久性和稳定性。

1.2 适应性和多样性

混凝土施工技术在道路桥梁工程中展现出了优异的适应性和多样性。适应性体现在可以根据不同的工程要求和环境条件进行灵活调整和应用。无论是面对各种地形复杂、气候多变的地区，还是需要满足不同结构形式和功能要求的工程，混凝土都能够提供合适的解决方案。同时，混凝土施工技术的多样性体现在可以与其他材料结合使用，如钢筋混凝土、预应力混凝土等，以满足不同工程的设计需求。此外，混凝土的施工过程也具有一定的灵活性，可以通过调整配比、采用不同的施工工艺和设备等方式，适应不同工程的要求。因此，混凝土施工技术在道路桥梁工程中的适应性和多样性为工程设计和施工提供了广阔的空间和可能性，为实现工程的优化设计和高效施工提供了有力支持。

1.3 经济性和可持续性

混凝土施工技术在道路桥梁工程中具备显著的经济性和可持续性。混凝土是一种相对廉价且易于获取的建筑材料，原材料主要由水泥、骨料、粉料和水等常见资源组成，生产成本相对较低。此外，混凝土施工技术的标准化和工程化特点使得施工过程更具效率，节省了人力、物力和时间成本。在可持续性方面，混凝土作为一种可再生材料，可以通过合理的设计和施工工艺实现资源的循环利用，减少了对自然资源的消耗。同时，混凝土具有较长的使用寿命和良好的耐久性，可以降低工程的维护成本和更新频率，减少了对环境的影响。此外，采用混凝土建造道路桥

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

梁还可以降低碳排放，从而减缓对环境的压力实现可持续发展的目标。

2 道路桥梁工程施工中混凝土应用需注意的问题

2.1 混凝土热膨胀现象问题

在道路桥梁工程施工中，混凝土应用时需要注意的一个重要问题是混凝土的热膨胀现象。随着混凝土在施工过程中逐渐固化，其中的水分逐渐蒸发，导致混凝土体积发生变化可能会产生热膨胀现象。尤其是在高温季节或大面积混凝土浇筑时，热膨胀现象更为明显。热膨胀可能导致混凝土内部产生应力，进而引起裂缝的产生，严重影响混凝土结构的质量和安全性。因此，在混凝土施工过程中，需要采取有效措施来控制混凝土的热膨胀现象，确保施工质量和结构安全。

2.2 混凝土抗压能力不足问题

在道路桥梁工程施工中，混凝土抗压能力不足是一个重要的问题。混凝土作为主要结构材料，抗压能力直接影响着工程的安全性和耐久性。如果混凝土的抗压能力不足，就会导致结构承载能力不足，容易发生压碎、破坏等现象，从而影响工程的使用寿命和安全性。这种问题可能由于混凝土配合比设计不合理、材料质量问题、施工质量不良等原因引起。因此，在道路桥梁工程施工中，需要严格控制混凝土配合比的设计、保证原材料的质量、加强施工过程中的质量控制，以提高混凝土的抗压能力确保工程的安全可靠性。

2.3 混凝土耐久性不足问题

在道路桥梁工程的施工中，混凝土耐久性不足问题备受关注。混凝土的持久性对工程的可靠性至关重要，若混凝土耐久性不足，可能导致混凝土结构的腐蚀、裂缝以及其他形式的损害，从而减少工程的使用寿命并增加维修成本。此问题常由混凝土配方不当、施工技术缺陷或者材料质量问题所引起。因此，在施工中需注重混凝土配比设计、材料选择和施工工艺，以提升混凝土的耐久性，确保道路桥梁工程的长期稳定运行。

2.4 混凝土施工设备存在问题

在道路桥梁工程的施工中，混凝土施工设备存在问题是一个值得关注的重要问题。施工设备的问题可能包括设备老化、技术陈旧、操作人员经验不足等方面。这些问题可能会导致施工效率低下、施工质量下降，甚至对工程安全造成威胁。例如，老化的搅拌机可能导致混凝土搅拌不均匀，施工车辆故障可能导致混凝土运输延误等。因此，在道路桥梁工程施工中，需要加强对施工设备的维护保养、更新换代，提高操作人员的技术水平，以确保施工设备的正常运行，保障工程的顺利进行和质量安全。

3 混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用

3.1 混凝土配置过程中的技术应用

3.1.1 材料的选择与控制

在混凝土配置过程中，材料的选择与控制至关重要。首先，选用合适的水泥、骨料、外加剂等原材料对混凝土的性能和品质有着直接的影响。水泥的品种和品质应符合设计要求，骨料的种类和粒径分布应满足混凝土配合比设计的要求，外加剂的选用应根据混凝土的工作性能、强度等要求进行科学配比[1]。其次，在混凝土配合比设计过程中，需要根据工程要求和环境条件，合理控制水灰比、骨料用量等参数，确保混凝土的性能稳定和施工质量可控。此外，在混凝土施工过程中，应严格控制原材料的质量，加强对原材料的检测和监控，及时发现和处理质量问题保证混凝土配合过程的可靠性和稳定性。

3.1.2 混凝土配合比设计

混凝土配合比设计是混凝土施工过程中至关重要的环节，配合比的设计直接影响着混凝土的工作性能、强度和耐久性。首先，配合比设计需要充分考虑工程的使用要求和环境条件，如承载能力、耐久性、抗渗性等，以确定混凝土的水灰比、骨料配比、外加剂掺量等参数。其次，配合比设计应根据混凝土的使用场景和施工条件进行调整，以满足不同工程部位的要求。在设计过程中，需要综合考虑原材料的品质、施工工艺和经济性等因素，以确保配合比的合理性和可操作性。最后，在配合比设计完成后需要进行试配和试验，验证混凝土配合比的性能和稳定性，并根据实际情况进行调整和优化。

3.2 混凝土搅拌技术的应用

搅拌技术的好坏直接影响着混凝土的均匀性和性能稳定性。首先，搅拌过程需要确保混凝土各种原材料充分混合，保证混凝土的配合比得到有效实现。其次，需要控制搅拌时间和速度，确保混凝土搅拌均匀、砂浆流动性好，以保证施工过程中的流动性和可塑性。另外，搅拌设备的选择和维护也至关重要，应根据工程规模和施工要求选择适当的搅拌设备，并定期进行检修和保养确保搅拌设备的正常运行。

3.3 混凝土运输技术的应用

混凝土运输技术在施工中扮演着关键角色，有效的运输技术能确保混凝土在施工现场的及时供应和高效运输。首先，需要合理选择运输工具，如混凝土搅拌车或泵车，根据施工场地和工程要求确定最适合的运输方式。其次，需要保证混凝土的质量和稳定性，避免在运输过程中发生分层或变质现象。同时，要严格控制运输过程中的速度和路况，确保混凝土的均匀性和流动性不受影响。另外，运输过程中的安全问题也需要重视，包括车辆的稳定性和司机的驾驶技术等。

3.4 混凝土浇筑施工的质量控制

混凝土浇筑施工的质量控制是确保混凝土结构工程质量的关键环节。在施工过程中需要严格控制每个环节，以确保混凝土的均匀性、密实性和表面质量。首先，要确保浇筑模板的准确设置和调整。模板的几何尺寸和表面平整度对混凝土结构的最终形态具有直接影响，因此需要严

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

格按照设计要求进行模板的设置，确保其稳固和精确度。其次，需要注意控制混凝土浇筑过程中的振捣操作，振捣可以有效排除混凝土中的气泡，提高混凝土的密实性和抗压性能。在振捣过程中，应保持振捣设备的稳定性和均匀性，确保混凝土在模板内均匀分布，避免出现振捣不足或过度的情况。此外，施工现场的环境因素也需要引起重视，特别是温度和湿度等因素会影响混凝土的凝固和养护过程，因此需要确保施工现场的环境条件符合要求，以避免混凝土早期龟裂和表面开裂等质量问题的发生。

3.5 混凝土振捣技术的应用

混凝土振捣技术是混凝土施工过程中的重要环节，目的是通过振动作用排除混凝土中的空气和孔隙，提高混凝土的密实性和抗压强度。首先，选择合适的振捣设备至关重要，常见的振捣设备包括振动棒、振动板等，根据混凝土的浇筑厚度和工程要求选择合适的振捣设备。振捣设备的选择应考虑到施工现场的具体情况以及混凝土的特性，以确保振捣效果达到预期[2]。其次，控制振捣的时间和频率是确保振捣效果的关键。振捣的时间应该足够长，确保混凝土中的空气和孔隙被有效排除。同时，振捣的频率也应该适当，保证振动作用均匀分布在整个施工区域，避免混凝土的局部过度振捣或不足振捣。此外，操作人员的技术水平和经验也对振捣效果产生重要影响。操作人员需要熟练掌握振捣设备的使用方法和操作技巧，确保振捣过程中的稳定性和均匀性。最后，振捣过程中需要注意保护施工人员的安全。振捣设备的使用可能会产生较大的振动和噪音，操作人员应佩戴好相应的防护装备，确保施工现场的安全。

3.6 混凝土压实技术的应用

混凝土压实技术在施工中扮演着至关重要的角色，通过合理的压实操作可以增加混凝土的密实性和坚实度，从而提高其抗压强度和耐久性。首先，需要选择适合的压实设备，如压路机、振动板等。选择设备时需要考虑工程要求、混凝土的浇筑厚度以及施工现场的条件等因素，以确保选用的设备能够满足施工需求。其次，要控制压实的力度和频率，压实作业需要确保力度适度，不过轻也不过重，以避免产生混凝土的损坏或分层现象。同时，频率也要合理控制保证压实作业的均匀覆盖和充分压实。另外，操作人员需要注意压实操作的顺序和节奏。压实过程中需要按照规定的顺序进行操作，确保每个区域都能得到充分的压实。同时，要控制好操作的节奏，避免过快或过慢以确保压实效果的一致性和稳定性。最后，在压实完成后，需要对压实区域进行检查和修整。检查时需要注意表面的平整度和整体性，如有需要及时进行修整和补充，以确保压实区域的质量和整体效果。

3.7 施工缝处理技术的应用

施工缝处理技术在混凝土工程中起着关键作用。合理的施工缝处理能有效控制混凝土结构中的收缩裂缝，并确保结构的整体性和耐久性。首先，需要在施工规划和设计阶段确定施工缝的位置、尺寸和形式，以充分考虑混凝土的收缩变形及温度变化。其次，在施工过程中，要注意对施工缝进行正确的处理，包括预留、切割、填充等步骤，确保施工缝的位置准确、尺寸一致，并保持施工缝的干净整洁。另外，需要选择合适的施工缝材料，如弹性胶条、聚合物封缝剂等，以保证施工缝的密封性和耐久性[3]。最后，在施工完成后，要对施工缝进行检查和维护，及时修补和更新以确保施工缝的长期有效性。

3.8 混凝土养护技术的应用

混凝土养护技术在混凝土施工后的关键阶段起着至关重要的作用。养护的目的是确保混凝土充分硬化和保持水分，以提高其强度和耐久性。首先，在混凝土浇筑后的早期阶段，需要采取措施防止混凝土过早失水，如覆盖湿布或喷水保湿，以保持混凝土的湿润状态。其次，应严格控制养护环境的温度和湿度，避免出现过高或过低的温度以及干燥的环境，以确保混凝土的充分硬化和强度发展。另外，需要注意对施工现场的管理，防止外界因素对混凝土的影响，如阳光直射、风吹等。最后，在养护期结束后，应根据实际情况逐步减少养护措施，确保混凝土达到设计要求的强度和耐久性。

4 结语

在道路桥梁工程中，混凝土施工技术的应用至关重要。通过本文的分析我们深入探讨了混凝土在施工过程中的优势、需注意的问题以及关键技术的应用。混凝土作为一种常用的建筑材料，耐久性、适应性和经济性等优势使其在道路桥梁工程中得到广泛应用。但是我们也注意到在应用过程中可能面临的材料选择、施工缝处理、养护等方面的问题，需要加以重视和解决。通过合理的技术应用和质量控制，我们可以确保混凝土结构的稳定性和耐久性，从而保障工程的安全性和可持续性。因此，深入理解混凝土施工技术的应用对于提升道路桥梁工程质量具有重要意义。

[参考文献]

[1]任相臣.混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用[J].运输经理世界,2022(17):83-85.
[2]张景春.道路桥梁工程中混凝土施工技术应用分析[J].运输经理世界,2021(34):109-111.
[3]史承俊,田茂均.道路桥梁工程施工中混凝土施工技术分析[J].居舍,2020(20):67-68.

作者简介：惠鹏（1983.11—），男，汉族，陕西富平人，当前就职单位：新疆北新路桥集团股份有限公司四川分公司，职务：党总支委员、总工程师、副总经理，职称级别：副高级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

金属风管防火板包覆施工技术应用研究

刘 涛
山西省安装集团股份有限公司，山西 太原 030032

[摘要]随着城市化进程的加快，建筑物的高度与复杂性不断增加，通风与空调系统在建筑中至关重要。其中，金属风管因其优良的强度和耐腐蚀性，广泛应用于各类建筑中。然而，金属材料的导热性在高温环境中容易迅速升温，增加了火灾隐患。因此，提升金属风管的防火性能尤为重要。防火板作为有效的防火措施，能够显著提高金属风管的防火能力，防火板包覆成为保障建筑防火安全的重要环节。近年来，随着防火材料性能和施工技术的不断发展，以及新材料的引入与施工工艺的改进，防火板的性能得到了显著提升。文中探讨金属风管防火板包覆施工技术的应用，分析其施工过程中的技术要求、关键步骤及未来发展趋势。通过系统化的研究，期望为建筑行业提供有效的技术支持，确保建筑安全，促进防火工程的进一步发展。
[关键词]金属风管；防火板；包覆施工；建筑安全
DOI：10.33142/ec.v7i11.14265 中图分类号：TU831.4 文献标识码：A

Research on the Application of Metal Duct Fireproof Board Wrapping Construction Technology

LIU Tao
Shanxi Installation Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030032, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the height and complexity of buildings continue to increase, and ventilation and air conditioning systems are crucial in buildings. Among them, metal air ducts are widely used in various types of buildings due to their excellent strength and corrosion resistance. However, the thermal conductivity of metal materials is prone to rapid heating in high-temperature environments, increasing the risk of fire hazards. Therefore, improving the fire resistance of metal ducts is particularly important. As an effective fire prevention measure, fireproof board can significantly improve the fire resistance of metal ducts, and fireproof board wrapping has become an important part of ensuring building fire safety. In recent years, with the continuous development of fireproof material performance and construction technology, as well as the introduction of new materials and the improvement of construction processes, the performance of fireproof boards has been significantly improved. The article explores the application of metal duct fireproof board coating construction technology, analyzes the technical requirements, key steps, and future development trends during the construction process. Through systematic research, it is expected to provide effective technical support for the construction industry, ensure building safety, and promote further development of fire prevention engineering.
Keywords: metal air duct; fireproof board; wrapping construction; building safety

引言

在建筑行业，尤其是在高层建筑及公共场所，火灾带来的危害更加严重。金属风管由于其材料特性和施工工艺，易成为火灾烟气蔓延的通道。为此，各国的建筑设计规范对金属风管的防火性能提出了严格要求，强调在设计和施工过程中必须采取有效的防护措施。防火板的引入，使金属风管包覆施工成为一种有效的防火解决方案。防火板的材料多样性与良好的耐高温性能，使其在防止火焰传播与隔热方面表现出色。然而，在具体施工中，防火板的选择、厚度要求、施工环境等因素均会对最终的防火效果产生重要影响。随着科技的发展，智能化施工管理和环保型材料的应用，成为提升金属风管防火性能的重要方向。因此，研究金属风管防火板包覆施工技术的应用，不仅对提升建筑的整体防火性能具有重要意义，更为促进建筑行业的可持续发展提供了新的思路。

1 金属风管防火板包覆施工技术概述

1.1 金属风管的基本特性

在建筑的通风与空调系统中，金属风管通常由镀锌钢板、不锈钢或铝合金等材料制成，是最常用的通风管道。这些材料具备良好的强度与抗腐蚀性，能够在多种环境条件下保持稳定性能，也能够根据建筑设计的需求，灵活调整风管的直径、形状及布局，以适应不同的空间。但是在高温环境中，由于金属材料的导热性较强，风管的温度可能迅速升高，必须要增强风管的防火性，尤其是在高层建筑与公共场所中，一定要采取有效的防护措施，以防止风管成为烟气扩散的通道，确保建筑安全。

1.2 防火板的材料特性及作用

防火板一般由硅酸钙、石膏或矿棉等复合材料制成，具有优异的耐高温及隔热性能，可以增强金属管道的耐火能力，能够有效阻止火焰及热量传播。在高温条件下能够保持结构稳定性，不释放有害气体，属于A级不燃材料，符合国

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

家相关标准。在金属风管的包覆施工中，防火板的使用能够显著抑制火灾蔓延，有效保护风管及其相关设备[1]。防火板的厚度、密度及安装方式对防火效果产生直接影响，因此，选材与施工过程中需严格遵循规范，确保性能达到设计标准。

1.3 金属风管防火包覆技术的发展历程

早期，风管材料本身的耐火性能被单一依赖，但随着火灾安全意识的增强，复杂建筑的需求已使这一措施无法满足。新材料的引入及施工技术的不断创新，促成了防火板包覆技术的出现，并迅速获得市场认可。近年来，智能建筑的兴起推动了该技术向智能化管理与施工方向发展，通过数字监控与数据分析实现实时管理，从而显著提升了施工质量，确保防火措施的有效实施。环保与可持续发展的理念也促进了防火材料的创新，使得行业朝向更高效、安全的方向持续进步[2]。总之，金属风管防火包覆技术不仅是建筑防火安全的基础，更是现代建筑设计与施工的重要组成部分。

2 金属风管防火板包覆施工的技术要求

2.1 防火板包覆的标准及规范

在金属风管防火板包覆施工过程中，主要依据包括《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014）与《通风管道耐火试验方法》（GB/T 17428—2009）。防火板的耐火极限及其具体应用要求，相关标准明确规定。特别是在穿越防火隔墙、楼板或防火分区的风管上，需使用耐火材料进行保护，其耐火极限必须与防火分隔体相符。在施工期间，按照规定的安装位置、形式及风管的连接方式，必须严格执行，以确保在火灾发生时，防火板能够有效阻止火势蔓延。施工完成后，进行质量检测是至关重要的，需全面检查防火板的安装位置及接缝的密封性，以确保符合设计标准。

2.2 包覆材料的选择及厚度要求

防火板材质包括纤维增强硅酸钙板、石膏板与矿棉板等，以纤维增强硅酸钙板为例，其 A 级不燃特性有效降低了热传导，其优良的耐火性能与隔热效果而广泛应用。防火板的厚度决定了能够达到的防火时间，应根据工程实际情况集防火板材质合理选择。尤其是在防火阀两侧及风管穿越防火墙的部分，更应该提高耐火极限要求[3]。选择优良的防火板的材质及其厚度的能够显著提升整体防火保护性能。此外，包覆材料的密度也极为重要，过低的密度可能导致防火效果下降，建议选用密度在 950～1200kg/m^3 范围内的材料，以确保防火的可靠性。

2.3 包覆施工中的温度和湿度控制

防火板包覆的环境条件应控制在 5℃～35℃之间，相对湿度应在 30%～80%之间。高温或高湿环境可能对防火板的粘结性能产生负面影响，从而降低施工质量。在施工前，要对现场环境条件进行全面评估，并有针对性地采取措施进行调整。特殊情况下，可以采用空调通风设备对施工区域进行降温或通风处理，确保现场环境达到最佳状态。特别是天气湿润或雨季，不宜进行防火板包覆施工，防止水分渗入防火板内部而影响性能。要选择晴朗干燥的天气进行施工，施工完成后，也要关注防火板的干燥情况，确保固化过程不受外界环境的干扰，从而维持防火包覆的耐火性与整体防火效果。

3 金属风管防火板包覆施工工艺流程

3.1 材料准备与施工设备

在开始进行金属风管防火板包覆施工时，选用防火板时需综合考虑工程的实际需求与相关要求。要对防火板的物理特性进行评估，特别是耐火性与导热系数，是选择的关键依据，必须认真仔细地计算。同时，粘合剂、密封剂及固定件等辅材的选择，必须符合行业标准，以确保施工质量。施工设备的选择同样重要，电动切割机、热风枪及喷涂设备等常用工具，应进行全面检查，以避免设备故障导致施工进度受阻[4]。要制定详细的材料与设备清单，安排合理的施工时间，提升施工效率，确保工程的整体质量。

3.2 风管表面处理与清洁

施工前，应全面检查风管表面，确认其无锈蚀、油污或其他污染物。若发现锈蚀，需采用砂纸或打磨工具进行处理，直至露出金属本色，以确保良好的附着力。要选用合适的清洁剂去除表面污垢，避免化学残留物的存在。风管表面应保持干燥，施工环境的温湿度也应处于适宜范围，以提高防火板的粘结性能。处理完成后，再次检查风管表面，以确保其符合施工要求，从而保障防火板包覆的有效性与耐久性。良好的表面处理不仅能够提升粘接强度，也能延长防火板的使用寿命，对整体施工质量有着重要影响。

3.3 防火板包覆施工的关键步骤

防火板包覆施工过程包含多个关键步骤，必须要对每一个工作环节严格管理，方能确保施工质量与防火效果。防火板的切割、固定、拼接以及密封处理等施工环节均影响最终效果，施工前必须编制专项施工方案，严格按照施工方案进行施工，以保证防火板的包覆的施工质量与最终效果。

3.3.1 防火板切割与固定

在施工过程中，要使用专用切割工具，确保切割面的光滑平整。要按照风管的规格与设计要求，精准测量进行切割，避免因测量错误导致浪费材料。切割完成后，应进行检查确保板材尺寸正确，并对切割面进行处理，消除毛刺。在固定防火板时，通常采用专用粘合剂与固定件，确保板材与风管表面紧密贴合。在固定过程中，必须从一端逐步推进，以防出现错位或移位现象。固定完成后，进行平整度检查，确保防火板均匀平整，无翘起现象，从而达到最佳的防火效果。在寒冷的天气条件下，可使用加热设备，提高粘合剂的流动性，增强粘接强度。

3.3.2 拼接与密封处理

在拼接防火板的过程中，拼接处需使用专用密封剂进行密封，以防止火焰或热量通过接缝渗透。拼接时，应控制防火板之间的缝隙，避免出现过大的间隙。对接缝部位，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

适当压紧以确保紧密结合。密封处理完成后，需等待一定的固化时间，以确保密封剂的有效性。经过密封处理的拼接处，将进行仔细检查，确保无漏缝现象，满足整体防火性能的设计要求。在实际施工中，采用紫外线照射检查密封剂的固化程度，有助于提高施工的准确性。

3.3.3 接缝与角落的加固处理

接缝及角落常被视为防火性能薄弱的环节，要特别关注。通常采用金属角码或额外的防火板进行加固。加固时，要确保材料与原防火板结合牢固，避免在火灾情况下产生热桥效应。加固完成后，需再次检查整体包覆结构的完整性，以确保无松动或位移现象，从而提升整体抗火能力。此外，每个接缝与角落的施工情况均应有记录，形成完整的施工档案，为后续质量验收提供依据。施工中，使用专用检测工具对加固部位进行耐火性能测试，以确保施工质量。

3.4 施工质量检测与验收标准

在施工完成后，必须按照相关标准与规范对包覆施工的整体质量进行全面检查。检测内容包括防火板的固定情况、接缝的密封性及加固的完整性等。对于防火性能的检测，建议采取热工试验与耐火极限试验等方法，以确保包覆结构在火灾情况下能够有效防护。针对施工过程中使用的材料与设备，必须具有合格证明资料，确保符合相关标准。在验收过程中，所有检测结果应详细记录，通过严格的质量检测与验收，确保金属风管的防火板包覆施工达到预期的防火效果，为安全生产提供保障。

4 金属风管防火板包覆施工技术的发展趋势

4.1 新材料的引入与技术创新

近几年，在金属风管防火板包覆施工中，采用了大量的新材料与新技术，改变了传统防火材料在耐火性、重量及施工便捷性等方面的缺陷。但是更加轻便与高效的防火板材还需进一步的研发，目前市场上使用较多的聚合物改性防火板，具有优异的耐火性能与低密度，在高温条件下，能够保持结构稳定性，显著提升了防火能力。同时，纳米材料的采用也极大提升了防火板的性能，通过改性纳米涂层技术，有效降低了热传导，增强了防火效果。随着科学技术的不断进步，不但增强了防火材料的功能，同时也降低了产品价格，性价比进一步提高，同时，3D 打印技术的应用，使防火板的生产更加灵活，复杂形状的风管包覆也得以实现，提升了施工的适应性与效率。

4.2 智能化施工管理的应用

在金属风管防火板包覆施工领域，智能化施工管理已成为提升效率与安全性的关键措施。借助物联网、大数据与人工智能技术，实现了施工现场的实时监控与管理。通过安装传感器，施工过程中温度、湿度及材料状态的实时数据被收集与分析。引入这种实时监控，不仅能及时发现潜在问题，还能够根据分析结果进行必要调整，从而确保施工质量。项目管理平台的使用，实现了信息的共享与协同作业，施工团队通过移动设备获取相关信息，从而提升了沟通效率[5]。智能化管理系统负责监控施工进度，确保项目按照既定计划推进，避免因进度延误引发的额外成本。随着施工管理智能化水平的提高，金属风管防火板包覆施工将变得更加高效、安全与可控，为行业发展注入新的活力。

4.3 环保与节能型防火材料的推广应用

全球对环保与可持续发展的重视日益增强，在金属风管防火板包覆施工中，环保与节能型材料的推广显得尤为重要。传统防火材料在生产及使用过程中常伴随有害物质的排放，对环境造成不利影响。因此，开发低碳、无污染的环保材料，成为行业发展的重要方向。逐渐采用的再生材料与可再生资源的防火板，不仅满足防火性能的要求，还有效降低了资源消耗与环境负担。此外，节能型材料的使用不仅限于防火板本身，其出色的保温性能有助于减少建筑物的能耗，从而支持绿色建筑目标。随着技术的不断进步，环保与节能材料的研发与应用将进一步深化，为金属风管防火板包覆施工的可持续发展提供强有力的支持。

5 结语

随着建筑行业对火灾安全认识的不断深化，金属风管防火板包覆施工技术的重要性日益突出。通过合理的材料选择、规范的施工流程以及智能化的管理手段，能够显著提升金属风管的防火性能，降低火灾发生的风险。同时，环保与可持续发展的理念也应融入到防火材料的研发与应用中，以推动整个行业的进步。未来，随着技术的不断进步与创新，金属风管防火包覆施工将不断向更高效、更安全的方向发展。智能化管理和新材料的引入，将进一步提升施工质量和效果，为建筑安全提供更加坚实的保障。为此，相关研究应持续推进，以确保防火技术在实际应用中的有效性，为创造安全、舒适的建筑环境而不懈努力。

[参考文献]

[1]邹璐,韩如冰.高大宴会厅防排烟系统改造效果研究[J].制冷与空调(四川),2024,38(4):525-530.
[2]张蕴伶.橡胶工厂立体仓库建筑设计分析[J].橡塑技术与装备,2024,50(9):71-75.
[3]朱建邦,王振军,聂其林,等.EPC 项目中暖通专业的优化设计要点研究[J].建筑技术,2024,55(17):2154-2158.
[4]王安涟,张志文,刘雁,等.空腔陶粒混凝土墙板耐火性能研究[J].建筑结构学报,2024,45(10):54-66.
[5]孙鹏,李娜,王瑞,等.基于 Pyrosim 的楼梯间火灾烟气数值模拟与分析[J].建材技术与应用,2024(4):31-36.

作者简介：刘涛（1971.8—），男，武汉理工大学，工程管理，山西省安装集团股份有限公司，高级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

地震作用下高架车站结构的力学响应研究

袁 红[1] 王忠帅[2]
1. 南昌轨道交通集团有限公司，江西 南昌 330000
2. 大连海事大学，辽宁 大连 116026

[摘要]文中针对南昌一高架车站的地震响应进行了研究，基于当地地震环境和规范，选取了6度设防烈度和EI Centro地震波进行分析。模态分析显示，车站结构自振特性良好，符合设计标准。随后，通过时程反应分析，探讨了多遇及罕遇地震下，主要构件的位移和加速度变化，结果表明结构表现稳定，混凝土损伤主要表现为受拉损伤。
[关键词]高架车站；地震响应；模态分析；混凝土损伤
DOI：10.33142/ec.v7i11.14240 中图分类号：TU311.3 文献标识码：A

Study on the Mechanical Response of Elevated Station Structures under Earthquake Action

YUAN Hong[1], WANG Zhongshuai[2]
1. Nanchang Rail Transit Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China
2. Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning, 116026, China

Abstract: The seismic response of an elevated railway station in Nanchang was studied in this article. Based on the local seismic environment and regulations, a seismic intensity of 6 degrees and EI Centro seismic waves were selected for analysis. Modal analysis shows that the station structure has good natural vibration characteristics and meets the design standards. Subsequently, through time history response analysis, the displacement and acceleration changes of the main components under frequent and rare earthquakes were explored. The results showed that the structure exhibited stability, and concrete damage was mainly manifested as tensile damage.
Keywords: elevated stations; earthquake response; modal analysis; concrete damage

引言

随着轨道交通的迅速发展，高架车站数目逐渐增多，如果高架车站结构在地震中发生严重破坏，将会产生更加严重的损失。所以，开展高架车站结构抗震性能的系统研究，具有重要的科学意义和工程应用价值。目前已有不少学者对城市轨道交通高架车站结构的抗震性能进行了初步研究，例如，赵亮[1]，利用三维空间有限元法对上海轨道交通6号线外高桥车站这一国内首座独柱式大悬臂高架车站的动力特性进行了计算分析，并根据反应谱理论分析了该车站的抗震能力。肖敬华[2]研究团队利用SAP2000软件建立了地铁车站与高架桥的整体分析模型，并进行了整体有限元计算。通过计算结果，评估了该工程共建方案的可行性。Carbonari等[3]考虑桩-土与桩-桩之间的动力相互作用，分析了SSI效应对铁路连续梁桥的地震反应影响规律及其重要性；束洋[4]采用Pushover能力谱分析法对高架车站结构的抗震性能进行了研究。通过考察层间位移角和塑性铰的出现机制，得到了易损性曲线和易损性矩阵。李文斌[5]阐述了在城市轨道交通中，“建桥合一”高架车站结构的抗震分析方法及其重要性，通过实例分析和软件应用，提出了优化抗震设计的具体策略。通过对不同高架车站抗震性能分析，以及不同抗震分析方法，可以为相关工程项目的设计和施工提供科学的指导和依据，从而确保高架车站安全稳定运转，并减小其对周围环境和建筑物的不良影响。

1 工程概况

江西省及其相邻地区是我国东部地区中强度地震比较多发多见的地区，根据现存的历史文献记载，距今共发生过34次5级以上地震，2次6级以上地震，其中最大震级达到6.9级。而且，江西省地震的地表效应较强，在发生4级地震时震中烈度即可接近或达到Ⅵ度。本工程位于江西省南昌市，根据《铁路工程抗震设计规范》及本工程设计说明，工程基本设防烈度为6度，场地类别为Ⅱ类，设计地震分组为第一组，地震作用峰值加速度取为0.05倍的重力加速度，即0.49m/s^2，特征周期为0.35s。

根据《建筑抗震设计规范》规定，地震波应当根据建筑场地类别和设计地震分组选用实际强震记录和人工模拟的加速度时程曲线。在实践中实际强震记录的较难得到，常使用实际发生过的典型强震记录进行研究。

《建筑抗震设计规范》同时规定了地震波的选用要求，即频谱特性、有效峰值、持续时间均应当符合要求。地震波的频谱要求是根据地震影响系数曲线来表示，分别通过场地类别和设计地震分组决定；地震波的有效峰值根据建筑抗震设计规范按照表1地震波峰值取值用表（cm/s²）取值，并根据建筑抗震设计规范，由式（1）对地震波加

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

速度时程曲线进行转换。

$$a'(t)=\frac{A'_{max}}{A_{max}}a'(t) \quad (1)$$

式中：a'：转换后的加速度时程曲线；A'_{max}：根据设计地震分组选定的加速度峰值；A_{max}：加速度时程曲线的实际峰值；a'：转换前的加速度时程曲线。

地震波的有效持续时间，应当从达到峰值的一刻开始算起，到最后一点峰值到达最大峰值 10%为止，一般取有效周期的 5 倍到 10 倍之间的值，并不宜小于 12s。

表 1 地震波峰值取值用表（cm/s²）

地震类型	6 度	7 度	8 度	9 度
多遇地震	18	35（55）	70（110）	140
罕遇地震	125	220（310）	400（510）	620

鉴于以上对地震波的要求与规范，本文采用 EI Centro 波，相应的加速度时程曲线是由 1940 年帝谷底地震（位于加利福尼亚的埃尔森特罗）的地震波监测数据得来。1940 年帝谷地震于 1940 年 5 月 18 日发生，震级达到里氏 7.1 级。其地震波有效峰值达到了194.93 cm/s²。它是人类成功记录下来的第一条地震波，在工程研究领域常作为典型地震波而加以研究。结合以上阐述，本文采用上述地震波相应的加速度时程曲线来进行动力荷载的施加。

结合工程实际，本文在上述地震波加速度时程曲线数据的基础上进行转换，并将其作为后续地震作用分析的输入荷载进行计算。根据前文工程背景和现行规范所述，本文将以表 2 工况设置所示两种工况对此高架车站主体结构在地震荷载作用下的力学响应进行研究。

表 2 工况设置

工况	输入方向	峰值加速度	设防烈度	时长
1	Y 向	18cm/s²	多遇 6 度	20s
2	Y 向	125cm/s²	罕遇 6 度	20s

各工况对应的加速度时程曲线如图 1 加速度时程曲线（工况 1）、图 2 加速度时程曲线（工况 2）所示。

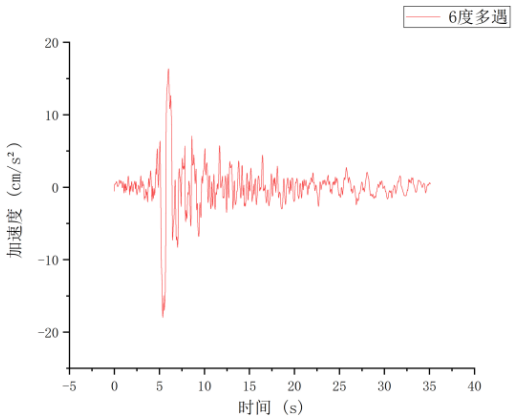


图 1 加速度时程曲线（工况 1）

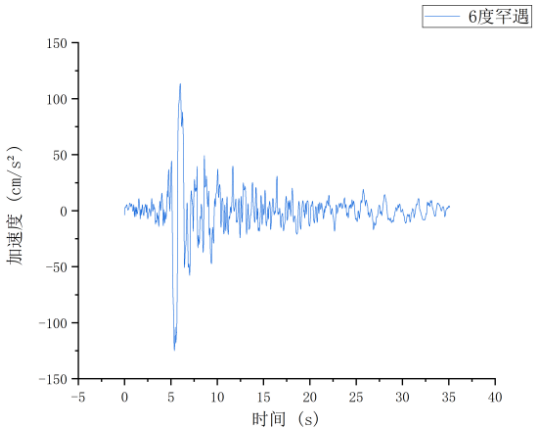


图 2 加速度时程曲线（工况 2）

2 模态分析

结构的动力性能研究内容包括两个方面，即结构的自振性能研究和结构在动力荷载作用下的力学响应研究。一个结构在动力荷载作用下的响应与其自身特性息息相关，如固有频率、阵型等。当结构受到的动荷载作用频率与其自振频率相近时，即使很小的荷载加以作用，结构也会由于发生共振而受到很大损坏；而当结构受到的动力荷载作用频率与其自身自振频率相差较大（大于或小于）时，结构的反应相对于前者会比较小。因此在实际的工程实践中，要尽可能避免发生共振。因此对结构自振性能的研究是其他动力学研究的前提和基础。

在建筑工程商，一种不能忽略的动荷载是地震荷载，在地震的作用下，结构的力学响应与其自身固有特性相关，结构自身固有属性即是模态。

本节采用 Subspace（子空间）方法对车站主体结构进行模态分析，对结构的前 20 个振型进行求解。 根据模态分析计算结果云图显示可知，本高架车站主体结构的前 6 阶典型阵型为整体振动特性，第 7 阶及以后的典型阵型表现为局部振动特性。

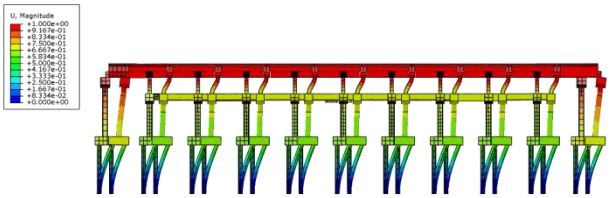


图 3 X 轴整体倒三角侧向振动（增大 5000 倍）

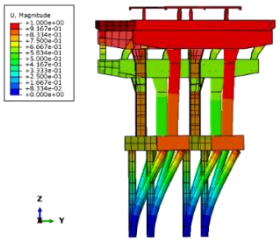


图 4 Y 轴整体倒三角侧向振动（增大 5000 倍）

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

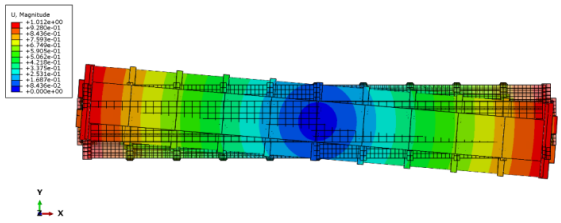


图 5 整体扭转振动（增大 5000 倍）

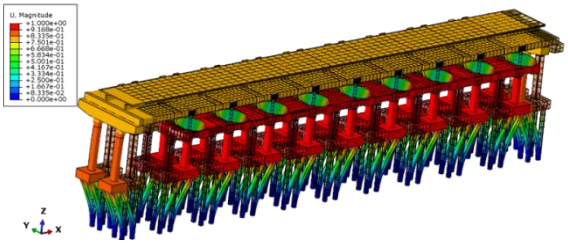


图 6 第四振型（增大 5000 倍）

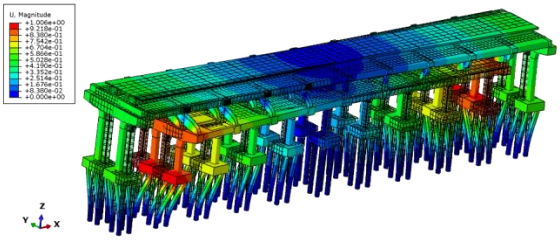


图 7 第五振型（增大 5000 倍）

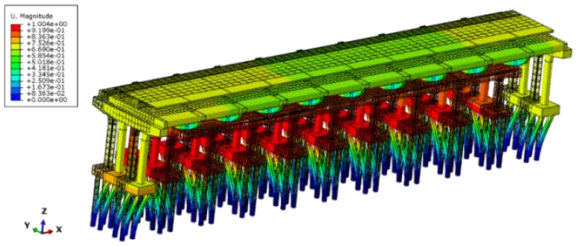


图 8 第六振型（增大 5000 倍）

其中第一振型为 X 轴整体倒三角侧向振动，第二振型为 Y 轴整体倒三角侧向振动，第三振型为整体扭转振动，如图 3X 轴整体倒三角侧向振动-图 8 第六振型所示。

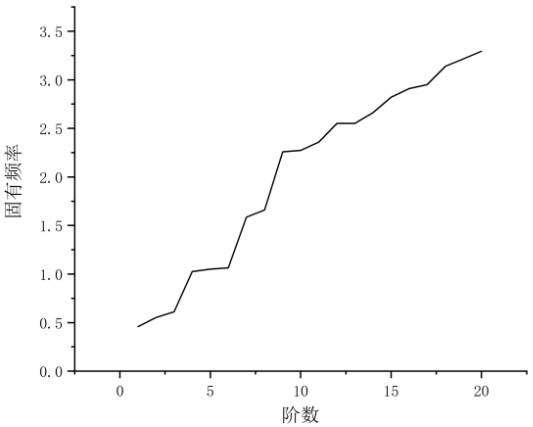


图 9 车站主体结构模型固有频率随振型曲线

图 9 车站主体结构模型固有频率随振型为车站主体结构模型固有频率随振型变化曲线，表 3 结构各振型特征值详细表为在 ABAQUS 中进行模态分析计算所得的前 20 阶振型频率及特征值，从曲线及表中可知随着阶数的增大，结构固有频率不断增大。

如图 3 X 轴整体倒三角侧向振动至图 8 第六振型所示，分析可知各阶主要振型唯一最大部件，即振动影响的主要部件。第 1 阶主要振型为在 X 方向发生平动，不发生扭转，最大位移在轨道板与站台板处发生，如图 3X 轴整体倒三角侧向振动（增大 5000 倍）所示；第 2 阶主要振型为在 Y 方向发生平动，不发生扭转，最大位移在轨道板与站台板处发生，如图 4 Y 轴整体倒三角侧向振动（增大 5000 倍）所示；第 3 阶出现扭转，最大位移出现在结构边缘站台层与轨道板，如图 5 整体扭转振动（增大 5000 倍）所示；同样地，第 4 阶在除边缘部分外的站厅层板、墩柱和承台出现最大位移，如图 6 第四振型（增大 5000 倍）所示；第 5 阶在此边缘墩柱及承台出现最大位移，如图 7 第五振型（增大 5000 倍）所示；第 6 阶最大位移出现的部件和第 4 阶相同。表 4 各自由度分量有效质量给出了各振型下不同自由度分量对应的有效质量，由表可知，取第 1 阶和第 4 阶振型对应的圆频率进行瑞利阻尼系数 α 和 β 的计算。故 $\omega_1 = 2.8815$，$\omega_2 = 6.4453$，代入计算得 $\alpha = 0.1195$，$\beta = 0.0064$，并将其作为材料阻尼特性的表征参数赋予材料。

表 3 各自由度分量有效质量

振型编号	X-COMP	Y-COMP	Z-COMP	X-ROTA	Y-ROTA	Z-ROTA
1	12525	0.9956	6.67E-06	1.89E+09	2.40E+07	1.89E+06
2	1.0208	12300	1.56E-02	2.35E+13	3.39E+06	1.78E+07
3	0.0011	0.3722	1.37E-05	7.08E+08	8.74E+06	1.56E+07
4	466.30	0.0021	4.85E-06	9.14E+05	2.01E+07	7.29E+04
5	0.0261	0.1869	7.83E-06	1.04E+08	4.57E+07	7.14E+04
6	0.0091	850.62	1.71E-02	5.66E+11	3.44E+08	1.21E+06

表 4 结构各振型特征值详细表

编号	特征值	圆频率	固有频率	编号	特征值	圆频率	固有频率
1	8.3029	2.8815	0.4586	11	219.7672	14.8245	2.3594
2	11.9987	3.4639	0.5513	12	257.0105	16.0315	2.5515
3	14.7285	3.8378	0.6108	13	257.1112	16.0347	2.5520
4	41.5418	6.4453	1.0258	14	279.8588	16.7290	2.6625
5	43.6992	6.6105	1.0521	15	314.2600	17.7274	2.8214
6	44.6346	6.6809	1.0633	16	334.4221	18.2872	2.9105
7	99.3915	9.9695	1.5867	17	343.4910	18.5335	2.9497
8	108.6950	10.4257	1.6593	18	389.0183	19.7235	3.1391
9	201.3011	14.1881	2.2581	19	408.4894	20.2111	3.2167
10	204.1998	14.2898	2.2743	20	428.5401	20.7012	3.2947

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

由表 3 结构各振型特征值详细表可知，本高架车站主体结构前 3 阶频率分别为 0.4586、0.5513、0.6018，并且前两阶并未发生扭转，第三阶才出现扭转振型，符合规定。

本节利用 ABAQUS 对车站主体结构进行模态分析。结果表明，结构自振频率随着阶数的增加而变大，车站高架结构合理，符合相关规范规定。

3 高架车站主体结构在不同设防烈度下的时程反应

根据以上内容，在 ABAQUS 中进行模型的建立，阻尼参数的赋予，地震荷载作用的施加，并提交分析进行结果的计算。本节将从三个方面对计算结果进行，即位移时程反应分析、加速度时程反应分析和混凝土损伤情况的基本分析。

3.1 位移时程反应

图 10 承台位移时程曲线（工况 1）至图 12 轨道梁位移时程曲线（工况 1）分别为在工况 1 对应地震荷载作用下承台、盖梁、轨道梁的位移时程曲线，图 13 承台位移时程曲线(工况 2)至图 15 轨道梁位移时程曲线(工况 2)分别为在工况 2 对应地震荷载作用下承台、盖梁、轨道梁的位移时程曲线。分析各工况下承台的位移时程曲线可知，承台在地震荷载的作用下表现出良好的波动性，并且在 6 秒时在 Y 轴反方向出现位移峰值，此时地震荷载对应的加速度时程曲线也达到峰值。

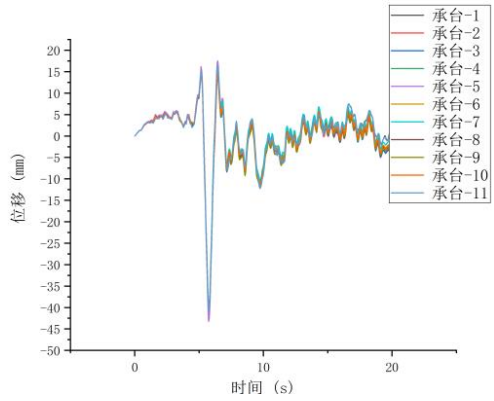


图 10 承台位移时程曲线（工况 1）

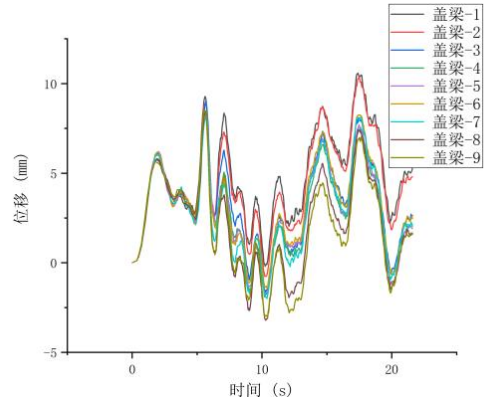


图 11 盖梁位移时程曲线（工况 1）

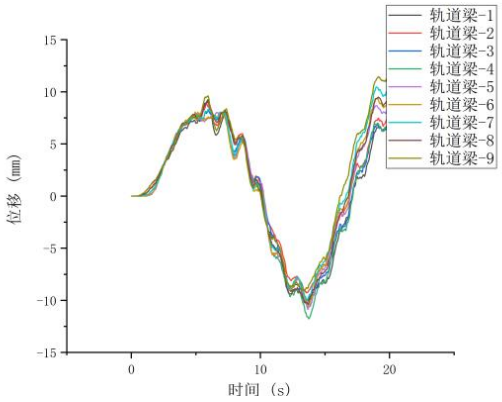


图 12 轨道梁位移时程曲线（工况 1）

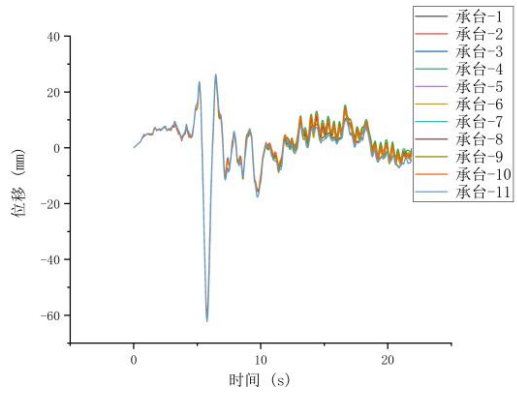


图 13 承台位移时程曲线（工况 2）

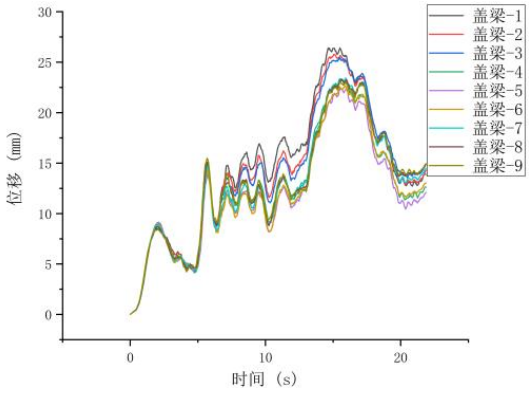


图 14 盖梁位移时程曲线（工况 2）

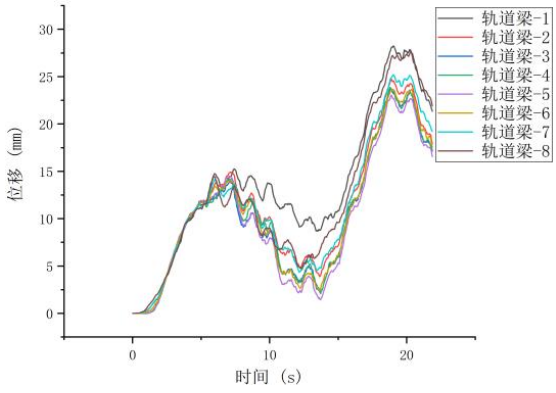


图 15 轨道梁位移时程曲线（工况 2）

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工况 1 对应荷载作用下盖梁的位移时程曲线表现出较强的波动性，而工况 2 对应荷载作用下盖梁的位移时程曲线则呈现出递增的趋势，结合各工况对应荷载可以推知在罕遇地震荷载作用下车站主体结构盖梁及以下部分存在进入塑性阶段的可能性，混凝土也可能存在一定程度上的损伤。而轨道梁的位移时程曲线在工况 1、2 下形状相似，在整体趋势存在波动的基础上呈现出局部波动的特性，但两工况作用下对应的位移量存在差异。

对于6度多遇地震和6度罕遇地震作用下的高架车站主体结构，以承台、盖梁和轨道梁为代表的主要构件位移时程曲线都表现出良好的波动性。对于同一部件，在不同工况对应的地震作用下的位移时程曲线形状基本相同，变化趋势也较为相近；对不同部件，在同一工况对应的地震作用下位移时程曲线的相似性并不明显。对于同一类部件而言，随着地震作用的增强，其相应的最大位移随之增大；而对于不同类部件而言，在相同地震作用下，各个部件的位移变化并没有随之增强。

3.2 加速度时程反应

图 16 承台加速度时程曲线（工况 1）图 18 轨道梁加速度时程曲线（工况 1）分别为在工况 1 对应地震荷载作用下承台、盖梁、轨道梁的加速度时程曲线，图 19 承台加速度时程曲线（工况 2）至图 21 轨道梁加速度时程曲线（工况 2）分别为在工况 2 对应地震荷载作用下承台、盖梁、轨道梁的加速度时程曲线，为便于分析，只列出两端及中间的部件。

分析可知，对于 6 度多遇地震和 6 度罕遇地震作用下的高架车站主体结构，以承台、盖梁和轨道梁为代表的主要构件加速度时程曲线都表现出良好的波动性。对于同一部件，在不同工况对应的地震作用下的加速度时程曲线形状基本相同，变化趋势也较为相近；对不同部件，在同一工况对应的地震作用下加速度时程曲线的相似性并不明显。对于同一类部件而言，随着地震作用的增强，其相应的最大加速度随之增大；而对于同一类部件而言，在相同地震作用下，各个部件的加速度响应并没有随之增强。

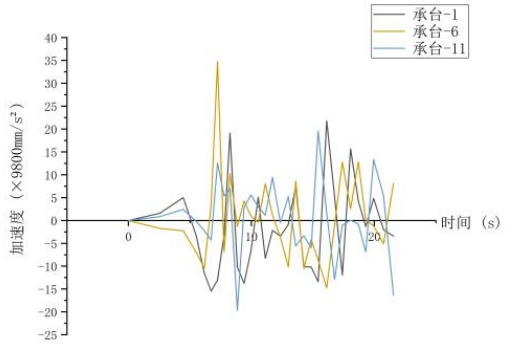


图 16 承台加速度时程曲线（工况 1）

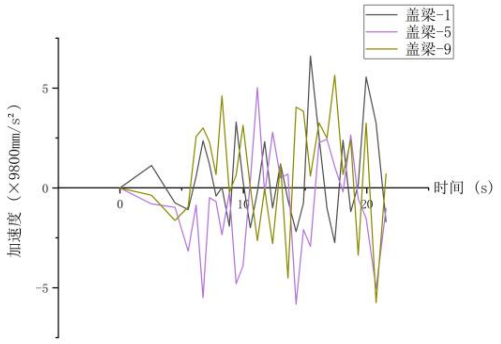


图 17 盖梁加速度时程曲线（工况 1）

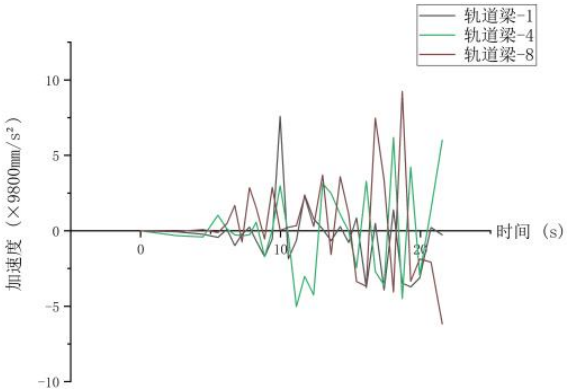


图 18 轨道梁加速度时程曲线（工况 1）

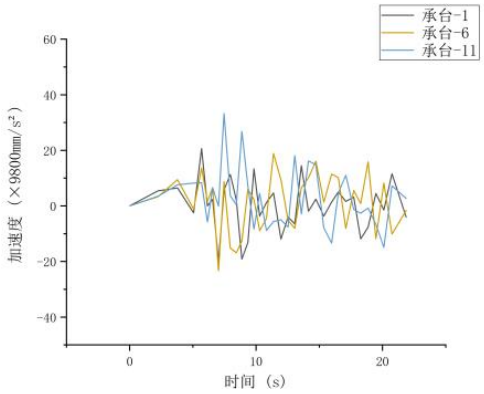


图 19 承台加速度时程曲线（工况 2）

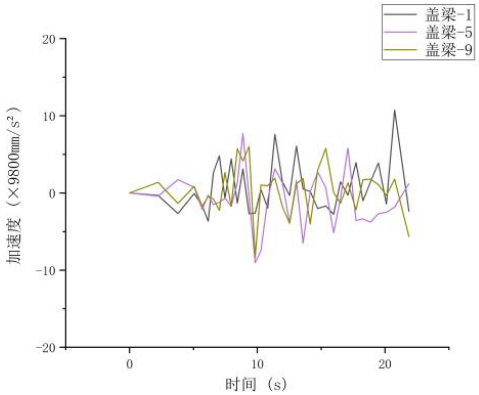


图 20 盖梁加速度时程曲线（工况 2）

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

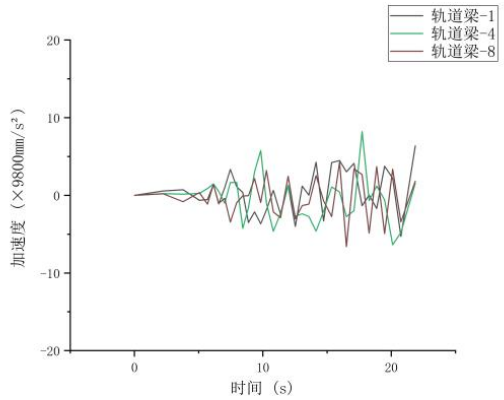
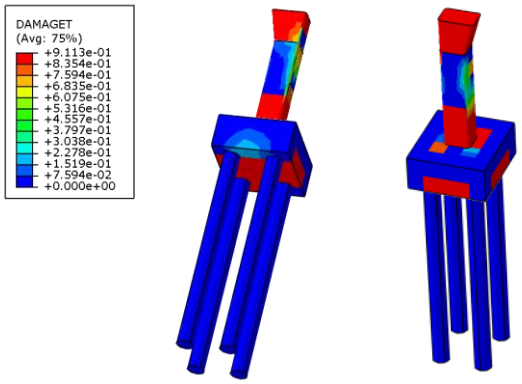


图 21　轨道梁加速度时程曲线（工况 2）

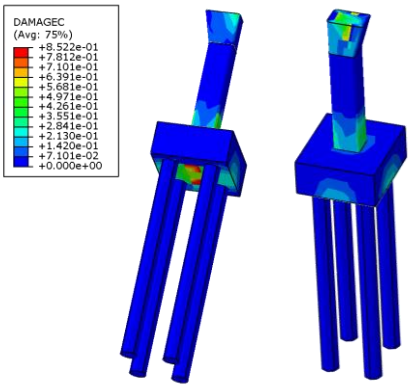
3.3 混凝土损伤情况分析

分析高架车站在地震荷载作用下的计算结果可知，结构基础部分和梁、柱体系等部件出现了不同程度的损伤。

图 22 基础损伤图示和图 23 梁柱损伤图示分别是基础和梁柱构件的损伤图示。分析可知，受拉损伤产生的范围比受压损伤的范围分布更广泛。基础受拉损伤主要发生在承台底面与桩基未接触处，墩柱与承台和牛腿接触处，受压损伤发生的部位与手拉损伤分布的范围大致相同，但是损伤程度较小，这是由于混凝土抗压强度远大于抗拉强度的客观事实决定的。



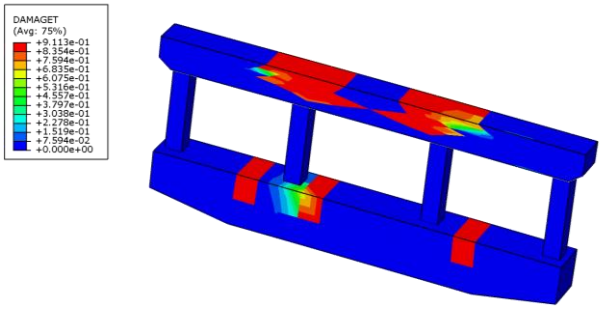
（a）受拉损伤



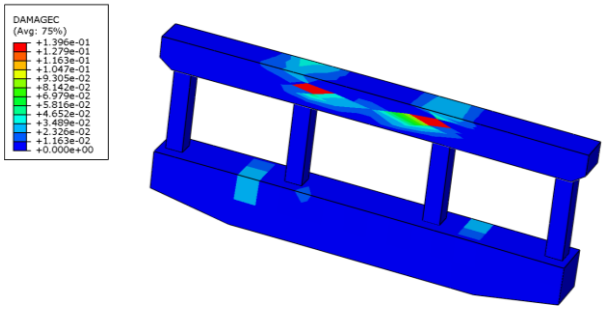
（b）受压损伤

图 22　基础损伤图示

梁柱体系的损伤部位主要出现在轨道梁和盖梁上，站厅层立柱未出现损伤。主要分布在轨道梁和站厅层立柱接触周围，以及盖梁和站厅层立柱接触周围。同样地，受拉损伤的程度与受压损伤的程度相比较大，这其中除了混凝土材料特性的原因之外，与结构承受的荷载——地震荷载的性质有关。



（a）受拉损伤



（b）受压损伤

图 23　梁柱损伤图示

4 结论

本文首先对南昌市轨道交通 4 号线的璜溪站车站主体结构进行了车站主体结构对地震作用的模态反应，研究了车站主体结构对地震作用的力学响应。研究表明在高架车站对地震作用的力学响应方面，得到了车站主体结构的前 20 阶振型，其中第一振型为 X 轴整体倒三角侧向振动，第二振型为 Y 轴整体倒三角侧向振动，第三振型为整体扭转振动。工况 1 对应荷载作用下盖梁的位移时程曲线表现出较强的波动性，而工况 2 对应荷载作用下盖梁的位移时程曲线则呈现出递增的趋势，结合各工况对应荷载可以推知在罕遇地震荷载作用下车站主体结构盖梁及以下部分存在进入塑性阶段的可能性，混凝土也可能存在一定程度上的损伤。对于 6 度多遇地震和 6 度罕遇地震作用下的高架车站主体结构，以承台、盖梁和轨道梁为代表的主要构件加速度时程曲线都表现出良好的波动性。

高架车站主体结构在地震作用下的力学响应表现稳定，但仍需关注在罕遇地震作用下可能出现的塑性变形和

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

混凝土损伤问题，以确保结构的安全性和耐久性。未来的研究可以进一步探讨如何通过结构优化设计来提高高架车站的抗震性能。

[参考文献]

[1]赵亮.独柱式大悬臂高架车站的动力特性及地震反应分析[J].现代城市轨道交通,2005(2):26-29.
[2]肖敬华,李鹏,舒胜武,等.地铁车站与高架桥整体分析[J].铁道建筑技术,2011(10):84-89.
[3]束洋.基于能力谱的高架车站地震易损性分析[J].城市道桥与防洪,2024(5):252-255.
[4]李文斌,李鸿.桥建合一高架车站结构抗震分析探讨[J].城市道桥与防洪,2016(2):98-100.

作者简介：袁红（1988.9—），女，汉族，江西南昌，大本，研究方向：市政工程。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电气工程及其自动化的智能化技术运用的分析

郎胤宗
沈阳惠东管道控制有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着技术产品技术途径方法领域日益提升，智能化技术在电气工程及其自动化领域的使用不断普遍应用，这些技术方法一同提升了电力网络的运行效能，还加强了系统稳固性和与安全保护措施。本篇论文探讨了智能技术在电气领域运用状况，涵盖了智能感测器、机器学习理论、物联网技术架构、大数据处理等。研究发现，先进技术在缺陷诊断、设施管理、能源调控及自动化控制等多个领域展现巨大应用前景。最后，文章还探讨了在智能化转型过程中面临的难题和将来发展方向，旨在为电气工程领域智能化进步提供参考。

[关键词]电气工程；自动化；智能化技术；物联网
DOI：10.33142/ec.v7i11.14235 中图分类号：TM76 文献标识码：A

Application Analysis of Intelligent Technology in Electrical Engineering and Its Automation

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

Abstract: With the increasing advancement of technology products, technological approaches, and methods, the use of intelligent technology in electrical engineering and automation is becoming increasingly common. These technological methods together improve the operational efficiency of power networks, strengthen system stability, and enhance safety protection measures. This paper explores the application of intelligent technology in the electrical field, covering intelligent sensors, machine learning theory, IoT technology architecture, big data processing, and more. Research has found that advanced technologies have enormous application prospects in various fields such as defect diagnosis, facility management, energy regulation, and automation control. Finally, the article also explores the challenges and future development directions faced in the process of intelligent transformation, aiming to provide reference for the advancement of intelligence in the field of electrical engineering.

Keywords: electrical engineering; automation; intelligent technology; Internet of Things

引言

作为电力系统与自动化技术至关重要的技术要素在经济领域内并涉及社会发展进程中担当关键作用。伴着全球范围对智动化技术和自动化生产需求持续上升，智动化科技的运用为电气行业进步开辟了多种前景，智能技术手段不仅包含具有增强机械装置独立决策功能和操作效果，还能够借助数据处理达到预知性保养与维护，明显减少运营开支[1]。当前，先进技术于电力和自控领域应用已经扩展自传统控制系统朝智能化控制、监控及维护等多个方向进步，这次变革合力催生了电气工程行业技术革新，还推进了关联产业数据化和智能化发展。文本将研究先进技术在电气领域和自动化行业中的具体应用实例和产生的影响，目的是为行业的发展提供理论依据操作指南。

1 电气工程及其自动化的概述

能源网络和自动控制技术范畴是关键，涵盖电力产生、电力传输、电力转换和智能监控系统的完整过程。伴着技术的快速进步与对智能水平需要提升，电气领域技术使用领域不断拓展，涵盖了电力系统、自动化产业、电气工程建筑、交通供电系统等多个领域，电气工程的核心任务是实现电力的有效利用与控制。通过高效、可靠的电力设备和系统来满足人们日益增长的电力需求，自动控制技术的应用从而为电气领域创造了革命性的增长潜力，为此提高工作效率、减少人工成本支出、提升安全性能多方面实现了显著提升。自动调节体系借助装备感应器、调控器、执行单元等构成，具备完成对电力体系的即时监管与自动处理，显著提升反应速度和稳定度[2]。

伴着科技持续提升，电气行业也逐渐主动整合网络科技、数据处理、云技术等创新技术，构建了一种革命性的智能电气系统架构，这些技术方法具备执行对电网设备实施远程监控及操作，并且有潜力借助数据处理完成故障预警和预防性保养操作，提高设备运作效率和稳固性。然而，在推进智能技术升级时期，电气领域和其自动化技术依然遭遇众多具有挑战考验的难题，如技术融合难题、数据保护挑战和人才不足等。所以，推进电力行业与自动化技术行业的深度整合，构建智能化和灵活性强的电网系统，不但技术进步的关键路径，也是符合人类需求的理智选择。未来，电气自动化行业的技术手段将在新能源的开发与应用、智能电网的建设以及工业领域网络的互联互通众多领

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

域起到核心作用，推进可持续发展的目标实现提供稳固的技术支持。

2 智能化技术在电气工程中的应用现状

自动控制技术手段在电力领域的应用情况逐渐受到关注度提升，加快了电力行业改善发展步伐。随着计算机技术、自动化机械和通讯技术的持续提升，智能技术如今成为电力行业提高作业效率、减少成本支出、强化安全保障关键手段，现在，智能电网发展正处在高速发展期。借助智能感应技术、自动化系统及前沿技术，实现了对电力产生、输送、分配与使用整个流程即时监管和智能调控与执行，这大幅度增强了电力供应系统的稳定性和灵活性，也显著地减少了对能量损耗比率[3]。

在工业自动化方面，智能化技术的应用使得生产过程更加高效和精确，PLC（可编程逻辑控制器）和 SCADA（监控与数据采集）系统的集成应用，使得设备的自动化控制与数据采集更加高效。支持实时监控与故障诊断，算法探究与智能技术的应用，为设备维护找到了新方法，借助数据解析和特征辨认，可以预见设备可能出现的故障及异常状况。因此进行预防性维修，降低故障导致的停机时长，提升生产率。在建筑行业领域，智能科技逐步展现潜力股至关重要的地位，信息化的楼宇配备融合智能调控系统，完成对灯光设备、空调系统、电梯设备各类设施统一监管，提升了节能效果，减少了对经营开支。与此同时，高端技术还增强了建筑物的防护水平宜居性，例如利用智能监测体系同步监控周边环境动态，保障人员安全系数，智能化技术手段于电气产业领域运用状况已经建立起一个多层次框架、宽广应用范围格局，促使电气行业朝更高效率以及智能化进步道路发展。虽然现在实践成果已获得些效果，但仍遭遇技术整合、数据保护、标准化进程等挑战性，将来需要持续加深探究和实施，以达成更广泛使用和更高技术层面。

3 智能化技术对电气工程的影响

自动化设备的应用对电气行业带来了明显作用，促进了行业内某些方面革新和改变。前沿技术方法方式增强电力网络稳固性，采用配置先进传感器和智能化监控系统，电力网络可以即时监管运作情况，迅速识别并解决故障问题，因此减少了事故发生的风险。另外，智能技术能够运用让电力体系运作更为高效，降低能源消耗，提高了能源使用效率，这非常应对措施不断增加的能源需求量和环保挑战领域表现出来非常特别关键[4]。

前沿技能手段加快了电力领域的自动化水平和数据处理发展速度，陈旧的人工操作方法逐步被自动化管理系统替代，可编程逻辑控制器、监控和数据采集等技术广泛使用，使得生产流程的监管与控制更精确且高效，这在提高提升了生产速度，还减少了人工成本，降低了人为失误的发生。高技术智能还优化了电气领域内部项目工程管理方式。利用充实信息和云技术综合剖析工具，让得公司可以对处理过资料展开透彻剖析，获得立即回应，进而改进决定制定出，达成智能化化决策，以信息方式手段，提升了公司感知商机波动实力和对策措施，增强了全方位竞争优势。智能的技术手段在电气领域还促进了绿色能源的大规模应用，智能电网技术被广泛应用，使得让例如风能和太阳能这样的可再生能源的接入和管理变得更加便捷且高效率，从而有效推动了能源结构的调整和优化进程加速，概括而言，尖端技术于电力行业范围之内运用不但提高了劳动效率与安全性能，并且对长远进步给予了有力推动。

4 智能化转型过程中面临的挑战

智能化优化在电气自动化系统的实施阶段，虽然实现了明显的效率显著提高创新潜能，然而遭遇众多挑战，迫切要求求业界人士严肃对待。技术性损耗尤其显著增加，智能化技术与系统应用软件应用需要巨额的资金支出，涵盖购买硬件设备、软件开发工作和维护费用等。对部分中小型企业而言，或许导致显著的财务负担，制约它们的技术革新发展步伐效率。所以，怎样合理管理花费，减少技术手段带来的障碍，是公司在转型升级阶段需要思考的重要问题其中之一，技术人才短缺也成为影响智能化升级关键性制约因素，智能技术的使用需依靠拥有专业基础知识与专业技能人员，涵盖数据分析师、系统整合工程师和网络安全技术人员等。但是，现今商场关联人才资源供应与需求规模之内外展现显著差异，企业遭遇招募和培育适宜职员时遭遇着考验，这类人员不足阻碍技术方面顺畅执行，甚至可能引起公司于智能发展变革阶段丧失机遇，因此，培育和招募高水准类别人员是公司顺利改变中心支柱[5]。

安全威胁和私密保护的挑战也逐渐浮现。在数字化变革阶段，众多资讯被聚集保存，诸多信息内或许包含公司商业秘密、私人敏感资料和经济关键数据等，如果没有有力保护措施，公司核心资料将遭遇被盗、修改或不当使用威胁，所以，单位需要完善保密机制，保障信息搜集时、传递与保存期间保密性与完整性，用来提升用户信任和满意度。公司在数字化转型升级过程中间仍然遭遇技术整合的挑战性考验，自动化技术被广泛应用于多个领域，例如物联网、人工智能、云计算等，各类方法彼此综合协作对整体总体表现能力的影响非常重要。但是，诸多技术性调和性难题、标准化以及 API 开发挑战性诸多问题可能引发实施问题。

文化变革与组织改进同样技术革新提升化成效各异决定性因素，技术创新不单是单一是技术领域的提升，并且是组织架构、管理方式企业文明的全面重构。在变革过程中，公司可能遭遇员工们反对不适应性，鉴于智能化技术的应用会调整既定工作流程和工作职责，所以，公司需要运用高效的交流、培育和鼓励方法，增进职员对数字化变革的共同认识和积极性，推进公司文化的创新，用此达

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

成与技术人才有效整合。技术创新为电力领域与自动化行业带来了成长机会，但是遭遇费用、技术专家、数据安全、技术整合和文化转变等多角度的考验，唯有借助细致剖析各类难题，拟定适宜协同计策，方能够保证智能化发展升级顺利推进，获取持久竞争力优势地位[6]。

5 电气工程及其自动化的智能化技术运用

能源互联网和智能化调控行业智能技术路径技术应用正在快速变革传统工业模式，推动向高效率、高度灵活和智能化演进路径发展。信息化方法广泛应用于多个领域，包括从发电到电力输送及分销到设备管理的各个环节，促进了全部领域电力建设方面创新发展进程。物联网（IoT）技术在电气工程领域得到普遍运用，借助感应器与智能设备间的联结，完成了对设备的工作状况和环境信息实施即时监管。此类即时数据梳理和剖析，使得技术工作者能够专业人士能够快速做出对策设备故障状况，提升了设备运作的稳定性以及安全级别。比如，智能化变电站借助感应装置，有能力即时检测变压器温度状态、负载及油位数据，因此完成对变电站的远程监控及故障预测，降低人工检查的需求，提升了工作效率。智能算法技术在电气自动化领域运用应用持续改进。运用计算方法先进技术，平台可以在海量数据里挑选有效信息，执行自行决定。另外，人工智能技术还运用于机械故障预先预测，通过剖析机械运行数据，找出隐藏的故障类型，发出警告故障预兆提示，提前计划维护，防止生产流程受损坏[7]。

在智能控制方面，PLC（可编程逻辑控制器）和变频器的结合也极大提升了电气自动化系统的灵活性与智能化水平。运用灵活地调整可编程逻辑控制器代码，操作者能够完成复杂控制系统的搭建，而采用变频器因而让电机转速调控更精确且效率，这种融合的调节机制，不但提高了生产环节的自动化水平，同时也提升了节能效果，减少了运营费用。比如，在大型生产企业中，利用可编程的逻辑的控制器与变频调速装置的自动化管理体系能够依据即时生产需求调节设备运转速度，达到实时调整，提高了生产线灵活性及响应速度。

智能电力传输系统作为电力网络高效能的核心部分，正在推动加速从传统电力网络向智能化转型网络结构变革。先进的供电系统应用信息技术与通讯技术，将发电、输电、配送使用过程紧密结合，构建一个高效率、稳固、经济实惠电力网络。在智能化电网系统结构下，消费者不仅电力使用方，也能运用分散式能源技术，担任电力提供方角色，参与电力交易活动市场交易。如此一来协作式合作模式，不但加快了绿色能源的应用，也增强了整个电网的稳固性和信赖度，自动化技术方法在电气自动化范畴和自动化领域的应用还面临持续更新和发展挑战。伴着技术迅猛进步，公司需要持续应对不断出现技术创新，增强本公司的技术能力创新活力。另外，安全隐患更为显著地凸显，于公司得益于智能技术的应用智能技术带来的便捷性，务必强化安全保护机制，确保个人信息及企业资料不会遭到泄露[8]。

6 结语

总而言之，高新方法技术的应用为电力自动控制领域引发彻底的革新，提高了整个行业效能和适应性。应用网络技术、先进算法、云技术行业等创新全面运用，电气行业领域在生产环节、运营及服务领域多领域实现了自动化升级，促进了行业内部持续革新胃癌，领域需不断跟踪科技发展动向，主动迎接诸多挑战性事件，以保证先进技术的智能化运用在电气领域和自动化设备的普及应用，推动行业内长期的发展与创新。

[参考文献]

[1]续霞.电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J].自动化应用,2024,65(1):267-269.
[2]雷成秀.探析电气工程及其自动化的智能化技术应用[J].中国设备工程,2023(24):42-44.
[3]姜永浩.电气工程及其自动化的智能化技术分析[J].电气技术与经济,2023(8):346-348.
[4]宋男.电气工程及其自动化的智能化技术应用浅析[J].中国设备工程,2023(18):36-38.
[5]于耀迪.试论电气工程及其自动化的智能化技术应用[J].中国设备工程,2023(17):28-30.
[6]唐飘逸.电气工程及其自动化的智能化技术应用[J].现代制造技术与装备,2023,59(8):178-180.
[7]汪晶晶,储百坤.电气工程及其自动化的智能化技术应用探析[J].中国水运,2023(6):95-98.
[8]孙婧.电气工程及其自动化的智能化技术应用[J].现代工业经济和信息化,2023,13(4):319-320.

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

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

焦化厂焦炉设备安装施工技术探讨

李宝贵
五冶集团上海有限公司，上海 201900

[摘要]随着焦化行业的快速发展，焦炉设备的安装施工技术面临着更高的要求。当前，焦炉设备安装的施工技术逐步向高精度、高效率和安全性方向发展。由于焦炉设备涉及高温、高压及重型机械，施工过程的复杂性和技术难度较大，需要严格的技术规范和管理措施。许多焦化厂在设备安装过程中，仍然面临着技术不到位、安装精度不足、施工安全隐患等问题，这不仅影响了设备的稳定运行，也增加了后期的维护成本。因此，提升焦炉设备安装施工技术水平，确保设备安装质量和安全性，已成为行业亟待解决的重要课题。

[关键词]焦化厂；焦炉设备；安装技术；施工技术
DOI：10.33142/ec.v7i11.14273　　中图分类号：TQ520.6　　文献标识码：A

Discussion on Installation and Construction Technology of Coke Oven Equipment in Coking Plant

LI Baogui
MCCS Group Shanghai Corporation Limited, Shanghai, 201900, China

Abstract: With the rapid development of the coking industry, the installation and construction technology of coke oven equipment is facing higher requirements. Currently, the construction technology for installing coke oven equipment is gradually developing towards high precision, high efficiency, and safety. Due to the high temperature, high pressure, and heavy machinery involved in coke oven equipment, the construction process is complex and technically difficult, requiring strict technical specifications and management measures. Many coking plants still face problems such as inadequate technology, insufficient installation accuracy, and construction safety hazards during equipment installation, which not only affect the stable operation of the equipment but also increase maintenance costs in the later stage. Therefore, improving the installation and construction technology level of coke oven equipment, ensuring the quality and safety of equipment installation, has become an important issue that urgently needs to be addressed in the industry.

Keywords: coking plant; coke oven equipment; installation technology; construction technology

引言

焦炉设备安装是焦化厂建设中至关重要的环节，直接影响生产过程的安全性、稳定性及经济效益。随着现代工业技术的快速发展，焦化厂在设备设计、施工工艺以及管理模式方面不断进行创新，导致焦炉设备安装的工艺与技术要求日益复杂。由于焦炉设备常常在高温、高压及大功率等特殊工作环境下运行，精密的技术支持不仅是安装的必要条件，同时严格的安全保障与质量控制亦是不可或缺的。通过高效安装技术的应用，可以显著提升设备的安装精度与运行效率，减少故障的发生，并降低后期维护成本，从而保障焦化厂在长期运行中的稳定性。因此，焦炉设备安装施工技术的探讨，不仅具备显著的学术价值，而且对实际生产中的技术改进与管理优化有着深远的影响。本文将深入分析焦炉设备安装过程中涉及的关键技术、质量控制与安全管理措施，并探讨当前技术创新与发展趋势，从而为焦炉设备安装施工提供理论依据与实践指导。

1 焦炉设备安装施工的重要性

焦炉设备作为焦化厂核心工艺流程中的重要组成部分，其安装施工的质量与精度直接关系到整个生产系统的运行效率、产品质量以及安全性能。安装焦炉设备不仅涉及大型设备的吊装、对接及精密调试，还必须综合考虑高温环境、复杂工艺流程以及严苛运行条件对施工过程的影响。若在安装过程中无法确保设备的精确定位、密封性及系统匹配，设备性能可能会下降，甚至引发安全隐患或生产事故。此外，焦炉设备的正常运行对能源利用效率及环境排放具有重要作用，施工质量的优劣将直接影响焦炉在长期运行中的节能降耗及环保效果。科学的施工组织与严格的质量控制对于实现焦化厂高效、安全与环保生产目标至关重要。因此，焦炉设备的安装施工已成为整个工程建设中的关键环节。

2 焦炉设备安装施工的关键技术

2.1 焦炉基础施工技术

焦炉基础施工技术是焦炉设备安装过程中至关重要的环节，其质量直接决定了设备运行的稳定性、精度及使用寿命。在进行基础施工时，地基必须进行细致的勘察与处理，以确保其具备足够的承载力与均匀沉降性能，避免因地基不均匀沉降引发焦炉结构变形或开裂。依据设计图纸，精确的放线与定位需在施工前完成，确保基础的尺寸与位置完全符合设备安装的要求。耐高温、抗腐蚀性强的耐火混凝土通常被选用作为主要材料，其配比与性能参数必须经过严格的质量检测，以保证其在高温环境下的承载

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

能力。为了提高基础的抗裂能力，钢筋网需合理布置，并采用精确的钢筋锚固及混凝土浇筑工艺，以增强基础的整体强度与韧性。在施工中，表面平整度与水平度的控制至关重要。通过多次测量与调整，施工人员确保误差在允许范围内，从而为后续设备安装提供准确的基础支持。基础与周围构筑物的连接部位必须进行特别的防热胀冷缩处理，以防热应力导致的界面开裂或松动。在基础施工的整个过程中，严格的质量检查与环境监控必须实施，确保施工现场的温度、湿度等条件符合工艺要求，以防止基础材料因环境变化而产生性能衰减或早期损伤。

2.2 焦炉主体设备安装技术

焦炉主体设备安装技术是焦炉施工过程中最为关键的环节，其高技术要求与较大施工难度对工程质量及设备运行性能产生深远影响。在设备安装之前，所有零部件的规格、尺寸及性能必须经过严格的进场验收与预装控制，以确保其符合设计标准。同时，设备安装基准点与基础位置的一致性必须得到核实，以确保安装精度的准确性。在正式安装前，应编制详细的吊装方案，考虑到设备体积庞大、重量沉重的特点，需选择合适的起重机械及吊装方式，以确保设备吊装过程中的安全性与稳定性[1]。吊装与就位过程需分阶段进行，设备位置应逐步调整，并借助激光测量仪或全站仪等精密仪器，校核设备的水平度、垂直度及对中情况，确保所有偏差控制在设计要求的范围内。在设备对接时，连接部位的密封性与精度必须特别关注，尤其是加热炉体与烟道、燃烧室等重要部分的连接，耐高温密封材料需严格使用，螺栓紧固与焊接工艺必须按规定操作，以防止漏气或热膨胀导致设备性能下降。此外，为应对焦炉设备在长期运行过程中可能遭遇的热应力与振动影响，安装过程中应采取适当的预应力调整措施，以确保设备在复杂工况下的稳定性。

2.3 高温环境下设备安装技术

焦炉设备的安装技术在高温环境下尤为复杂，且充满挑战，其技术难度远高于常规施工环境。焦炉设备在运行过程中，长时间暴露于高温下，因此，在安装阶段必须充分考虑温度对设备材料性能及整体运行稳定性的影响。由于高温环境会导致材料发生热膨胀、强度降低、韧性减弱等问题，设计阶段需确保留出足够的热膨胀空间，以避免因热胀冷缩引起设备连接部位的变形或损坏。设备组件的材料选择时，优先考虑具有较高耐热性与抗氧化性能的特殊材料，如耐热钢或高温合金，以增强设备在高温环境下的可靠性与耐久性。焊接工艺在高温设备的安装中至关重要。在高温条件下，适当的焊接方法（如氩弧焊或等离子焊）与耐高温的焊接材料必须采用，确保焊缝具备足够的强度与致密性。为了克服高温对焊接质量的影响，热处理工艺应配合使用，以消除焊接过程中产生的残余应力，从而提升焊接接头的稳定性与抗裂性能。在设备的连接与对接过程中，密封性至关重要。耐高温且具有优异抗化学腐蚀性能的密封材料，如陶瓷密封或特种密封胶，需选用并结合精确的安装工艺，确保接口部位在高温运行下不发生泄漏或松动。由于高温环境对施工工具及作业人员提出了更高要求，安装过程中，专用耐高温工具必须使用，避免常规工具在高温下失效或变形。与此同时，施工人员需穿戴专用防护服与防高温手套等劳动保护装备，以减少高温对健康及操作精度的影响。为了提高施工效率与质量，分段施工的方法可采取，以缩短作业人员暴露在高温环境中的时间，并配备冷却装置或隔热屏障，优化施工条件。安装完成后，必须进行高温模拟试运行，检测设备的热效率、运行稳定性及各连接部位的密封性能，确保其能够满足长期高温运行的要求。焦炉设备在高温环境下的成功安装，既依赖于精湛的施工工艺，也需要技术支持与严格的安全保障措施。

2.4 辅助设备与管道系统的对接技术

辅助设备与管道系统的对接技术是焦炉设备安装中的核心环节，其质量对焦炉整体系统的运行效率及可靠性起着至关重要的作用。风机、泵、热交换器、除尘装置等作为辅助设备，与管道系统的连接，不仅需符合工艺流程的要求，还必须充分考虑焦炉在高温高压条件下的运行特点。在对接工作开始之前，设备与管道的规格、接口尺寸及材质性能必须进行全面检查，确保其在物理兼容性与工艺一致性上的完美契合。同时，管道的安装位置、走向及支架的布置也需科学规划，以满足设备的运行要求，优化空间布局，减少能量损失。在实际对接过程中，密封性是一个关键控制指标。对于高温、高压或含有腐蚀性介质的管道系统，必须选用耐高温、耐腐蚀的密封材料，如膨胀石墨垫片、金属密封圈或复合密封件，并确保接口的平整度与贴合性，这通常需要精密加工。连接方式的选择，应根据管道的工作条件及介质特性，选用最合适的连接方法。例如，对于高温高压管道，通常采用焊接连接，焊缝处无损检测必须进行，以确保焊接质量达到标准。考虑到热胀冷缩对管道系统运行的影响，预应力调整措施必须采取。在适当位置，膨胀节或柔性接头的安装有助于缓解温度变化引发的额外应力，从而延长设备及管道的使用寿命。在施工过程中，严格控制管道的坡度及安装方向尤为重要，以防止液体或气体滞留引起的压力损失或运行故障。管道支架的设计与安装还应考虑高温环境下的承载能力与稳定性，通过合理布置支撑点，减小振动及位移对系统连接的影响[2]。安装完成后，辅助设备与管道系统的连接部分必须经过全面的压力试验与泄漏检测，通常通过水压试验或气密性检测来验证连接的可靠性与密封性。系统投入运行前，还需进行全面的调试，包括对流量、压力、温度以及设备运行参数的监测，确保系统在动态条件下能够协调稳定地运行。

3 施工质量控制与安全管理措施

3.1 焦炉设备安装的质量检查方法

焦炉设备安装的质量检查方法是确保施工质量、设备

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

安全运行及工程顺利完成的关键环节。设备到场后，详细的外观检查必须进行，以确认运输过程中未受到损坏，同时核对设备型号、规格与数量，确保其与设计要求及合同一致。在基础施工阶段，质量控制标准必须严格执行，确保基础的平整度、尺寸、强度等符合设计规范，以避免对后续设备安装精度产生不良影响。在设备安装过程中，特别需要关注焊接接头、管道连接以及法兰连接等关键部位的质量。焊缝应通过无损检测手段，如射线或超声波检查，确保其符合设计要求。管道系统的密封性则通过压力试验或气密性测试来验证，防止出现泄漏问题。设备的安装精度同样至关重要，精密测量工具应被使用，以确保设备的垂直度、水平度及对中度符合设计标准，避免因安装误差影响设备的正常运行。安装完成后，全面调试与试运行必须进行，检验设备在实际工况下的性能，确保设备能够在高温、高压等极端条件下稳定运行，并满足负荷要求。通过这些严格的检查与验证措施，设备的安装质量与长期可靠性得以有效确保。

3.2 施工过程中的安全风险防控

施工过程中的安全风险防控是确保焦炉设备安装顺利进行的重要保障。施工前，必须对所有工作人员进行严格的安全教育与培训，确保其熟悉施工现场的安全操作规程及应急处理流程。施工现场还应进行全面的安全评估，以识别潜在的风险因素，特别是在高温、高压以及重型吊装作业区域。此类区域应设有明显的警示标志，并划定专门的作业区，以防止无关人员进入。对于特殊作业环节，如吊装、焊接及高温操作，详尽的作业方案必须被制定，以确保使用合格的设备与工具，避免因操作不当引发事故。在吊装过程中，操作人员必须确保吊装设备的承载能力符合要求，并对吊装路线及吊装工具进行全面检查，确保其安全可控。作业期间，相关部门应定期进行设备安全检查，重点监控电气设施、管道连接及焊接点等关键部位，以保证设备的良好运行状态[3]。此外，对易燃易爆物质及危险气体的管理必须得到加强，确保现场良好的通风及环境监测，最大限度地排除潜在的安全隐患。这些措施的实施有助于确保焦炉设备安装过程中安全风险的有效防控。

3.3 工程验收的技术要求

工程验收的技术要求是确保焦炉设备安装满足设计规范、质量标准及安全运行条件的关键步骤。在验收前，必须确认所有施工阶段的质量检查与测试已完成，且相关资料完整、符合工程设计要求。设备安装精度是验收的重点，设备的位置、对中度、水平度及垂直度需检查，确保其符合设计标准。设备的基础、连接部位及管道系统也应进行详细检查，重点验证焊接接头、法兰连接等关键部位的质量。所有焊缝与连接处必须经过无损检测，确保无缺陷。设备的功能测试同样至关重要，包括调试与试运行，必须确认设备能够在实际工况下稳定运行。负荷测试、高温试验等应按照规定执行，以验证设备在极限条件下的安全性与可靠性。除了设备本身的检查外，各项安全防护措施也需严格审查，包括防护设施的完备性与应急系统的可用性，以确保设备投入使用后不会对操作人员或周围环境带来安全隐患。验收过程中的所有数据与结果应被详细记录，作为工程合格的依据，确保设备安装的质量及安全达到预期标准。

4 焦炉设备安装的技术创新与发展趋势

焦炉设备安装的技术创新与发展趋势正稳步推进，向智能化、自动化及绿色环保方向发展。随着信息技术与工业 4.0 时代的到来，智能化控制系统已逐渐成为焦炉设备安装的核心部分。通过物联网、大数据分析与人工智能技术的融合，能够实时监控设备安装过程中各项关键参数，提前识别潜在问题，从而显著提高安装的精度与效率。自动化施工技术的引入，使得安装过程变得更加精确与高效。在吊装、对接等复杂环节中，通过自动化设备的辅助，能够显著减少人工操作中的误差，确保设备安装质量得到保障。与此同时，随着节能环保要求的不断提升，焦炉设备安装所使用的材料与工艺愈加注重环保性与可持续性。低碳排放、节能高效的设备与技术被广泛选用，安装方案得到优化，施工过程中的能源消耗与环境污染得以减少。绿色施工技术也被广泛应用，涵盖了废气排放控制、噪声治理及施工现场的环境管理等方面。推动着焦炉设备安装逐步向更加环保的方向发展。这些创新与发展不仅提升了设备安装的质量与效率，也助力于实现环境保护与资源节约的目标。

5 结语

焦炉设备的安装施工技术是确保焦化厂安全生产与设备高效运作的关键。随着技术不断进步，尤其是智能化与自动化技术的广泛应用，焦炉设备的安装精度与效率已显著提高。然而，在实际施工中，仍面临诸如技术复杂性、施工难度较大、安全风险高等一系列挑战。针对这些问题，施工前的技术准备与安全管理显得尤为重要，施工质量必须严格控制，技术创新与工艺优化需要持续推动，以满足不断变化的工业需求。展望未来，随着新技术的不断发展，焦炉设备安装施工将在智能化、绿色化及高效性方面获得更多关注。朝着更加安全、环保与可持续的方向，行业将不断发展。通过持续的技术创新与管理提升，焦炉设备安装施工有望在保障生产安全、提升工程质量以及降低成本方面取得更大的突破。

[参考文献]

[1]肖建星.某焦化厂一号焦炉设备安装施工技术探讨[J].四川建材,2008,12(4):159-161.
[2]张保强.焦炉机械设备控制系统的重点技术研究[J].石化技术,2023,30(1):54-56.
[3]张博.焦炉机械设备的运行控制探析[J].中国机械,2024,12(23):139-142.

作者简介：李宝贵（1990.4—），毕业院校：长春建筑学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：五冶集团上海有限公司，职务：项目经理，职称级别：工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

小净距隧道施工与临近构筑物影响的数值分析

张晗秋[1] 余 俊[2]
1. 南昌轨道交通集团有限公司，江西 南昌 330000
2. 大连海事大学，辽宁 大连 116026

[摘要]在小净距隧道的施工过程中，地表沉降、围岩稳定性及构筑物的沉降倾斜受到地层因素、施工控制因素的影响较大。当不良地层存在时，较差的地质条件会直接影响围岩的稳定性和地表沉降，进而影响隧道施工的安全性，最终危及构筑物使用，严重时可危害构筑物的安全。利用 ABAQUS 软件对隧道洞身进行模拟，对小净距隧道临近构筑物的相互影响进行数值分析，从而对施工的安全性和隧道的稳定性提供可靠指导。

[关键词]小净距隧道；围岩稳定性；地表沉降；数值模拟
DOI：10.33142/ec.v7i11.14231 中图分类号：TU457 文献标识码：A

Numerical Analysis of the Impact of Small Clearance Tunnel Construction on Adjacent Structures

ZHANG Hanqiu [1], YU Jun [2]
1. Nanchang Rail Transit Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China
2. Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning, 116026, China

Abstract: In the construction process of small clearance tunnels, surface settlement, surrounding rock stability, and structural settlement and inclination are greatly affected by geological factors and construction control factors. When poor geological conditions exist, they can directly affect the stability of the surrounding rock and surface settlement, thereby affecting the safety of tunnel construction and ultimately endangering the use of structures. In severe cases, it can also endanger the safety of structures. Using ABAQUS software to simulate the tunnel body, numerical analysis is conducted on the mutual influence of adjacent structures in small clearance tunnels, providing reliable guidance for construction safety and tunnel stability.

Keywords: small clear distance tunnel; rock stability; surface subsidence; numerical simulation

引言

在城市建设中，地下隧道地铁工程不可避免会穿过构筑物，隧道与临近构筑物相互影响，且该影响无法被忽略。因此应该使用合理的施工技术，并分析其的安全性。地铁隧道在开挖建设过程中会影响周围土层的应力状态，扰动周围土层，常见的宏观表现为地表沉降和围岩变形。这些表现对周围构筑物的地基产生不利影响，严重者会影响构筑物的安全或者造成地铁隧道坍塌。其中地表不规则沉降是引起这些不良影响最主要的原因，因此，确定一个合理的施工方案是保证地铁隧道施工安全的重要环节。

在国内研究中，姚勇[1]等在二维弹塑性数值计算的基础上，研究了小净距隧道不同洞室宽度时，左右洞室之间中夹岩柱的应力应变的在开挖过程中的变化规律。孟凡兵[2]等以大坪山隧道为工程背景，采用新计算方法，预测中夹岩柱的累计损伤，为后继工程中对中夹岩柱安全性的分析提供了依据。 张帆[3]等以新平风岭隧道为工程背景，从左右洞室中间夹岩柱如何合理设置、后行洞如何开挖如何支护等方面，采用数值模拟方法，分析如何对围岩的稳定性进行控制。唐明明[4]等以依托西康高速公路长峒隧道工程为工程背景，分析了在选择了台阶法进行施工时，地表沉降及围岩稳定性的变化规律。

1 工程概况

嘉陵江路站作为 12 号线和 13 号线换乘车站，为避免 12 号线后期开挖对车站运营的影响，嘉陵江路站大里程端预留长度为 6m 的接口，并施做封堵墙，待 12 号线修建时再破除。嘉陵江路站～香江路站区间从嘉陵江路站出发，沿嘉陵江西路向东敷设，下穿爱思恩梯重工有限公司一座一层厂房和鑫奥特汽车服务有限公司一座砖房后，线路拐入井冈山路，最终在香江路路口接入香江路站。该区间由嘉陵江路站引出后，沿嘉陵江西路敷设，途经众多小区等建筑物群，到达香江路站。嘉陵江路站～香江路站区间右线起止点里程为：YSK4+967.876～YSK6+179.000，右线全长 1211.124m，左线起止里程为：ZSK4+967.876～ZSK6+179.000，其中长链 17.103m，左线全长 1228.227m，前 407.9m 为单洞双线马蹄形隧道，后约 803.2m 为单洞单线马蹄形隧道，区间全线采用矿山法施工。区间埋深 10.56m～21.86m。区间平面共四处平曲线，其中 ZJD1 半径为 400m，YJD1 半径为 430m，ZJD2 半径为 1200m，YJD2 半径为 1200m，区间纵坡最大 20.288‰。区间在 YSK5+590.000～YSK6+100.000、ZSK5+590.000～ZSK6+100.000 设置高等减振段。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2 隧道与临近构筑物的位置关系

2.1 模型建立

本文以 k7+400 至 k7+450 典型区段作为研究对象，合力文化娱乐广场位于嘉陵江西路以南，武当山路以东，北江支一路以北，该建筑物的建筑总高度为 19.5m，该区段隧道洞身经过围岩等级为 V 级围岩。对此区段利用 ABAQUS 软件进行分析，模型如图 1 所示。

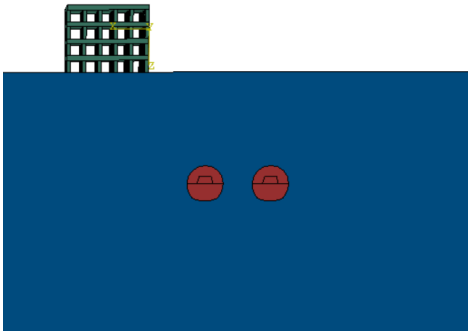


图 1　合力文化娱乐广场模型

2.2 测点布置

本文分别在和隧道平行的基础两侧设置监测点位(图中未标出)，并且共计有 12 个监测点位（D1-D12）分布在建筑物的顶端，而地表沉降监测点位则每隔十米左右设置一排，并且监测断面则设置在隧道 Y=30m 处。具体布置方案如下图 2 所示。

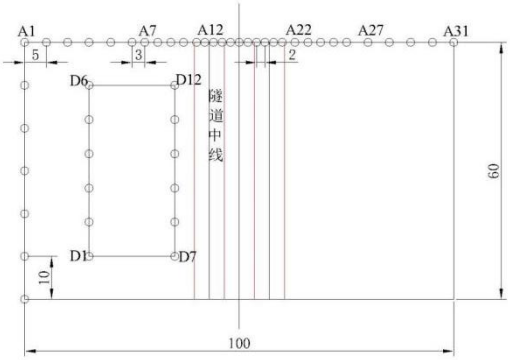


图 2　监测断面俯视图

3 建筑物对隧道开挖的影响

3.1 隧道侧穿建筑物的开挖进尺优化

由于原设计方案中位于左侧隧道的上方有一大型建筑物，所以在对隧道进行开挖时势必会对隧道施工带来不利影响，因此为探究如何对测穿建筑物的隧道的开挖进尺进行优化，本文利用 Abaqus 有限元分析软件进行建模，分别对位于隧道 1.5m、2m、2.5m、3m 处的拱顶沉降、拱腰变为以及建筑物的地表沉降进行对比研究，从而选出最佳开挖进尺方案，以确保小近距隧道能够在安全经济的双重条件下进行高效开挖。

3.2 不同工况下的隧道拱顶沉降

从图 3 不同开挖进尺下的隧道拱顶沉降 LDP 曲线图中可以看出，在隧道开挖过程中无论开挖进尺是多少，四种工况的变形规律是不发生改变的。

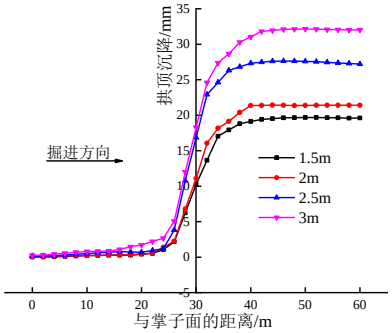


图 3　不同开挖进尺下的隧道拱顶沉降 LDP 曲线图

如图 3 所示拱顶沉降值随着开挖距离的增加而呈现出逐渐增大然后趋于平缓的趋势，究其原因显然是因为在进行隧道开挖后临空面出现卸载，从而导致围岩的初始应力状态遭到破坏。隧道在最开始掘进时，拱顶沉降出现缓慢增加的趋势，而直到位于监测面高度 10m 左右时，拱顶沉降则出现加速增大的趋势，然后到达监测面时，拱顶沉降的增大速度达到最大，此时若继续对隧道进行开挖，拱顶沉降的增加速度则开始减缓，直至远离监测断面 10m 处时，拱顶沉降保持基本稳定。

从图中可以很直观地看出，在工况为 1.5m 时的拱顶沉降为 17.92mm，工况为 2m 时的拱顶沉降为 20.45mm，工况为 2.5m 时的拱顶沉降为 26.62mm，而工况为 3m 时的拱顶沉降为 32.28mm，呈现出拱顶沉降随开挖进尺的增加而增加的趋势，并且这四种工况的拱顶沉降突增点均在离监测面 10m 处。对比分析并结合实际工程情况考虑，选取 2m 为开挖尺寸可以在保证施工的经济安全的同时大幅提高隧道开挖效率。

3.3 不同工况下的隧道拱腰位移

为验证选取的工况 2m 是否为最优，从而对拱腰收敛的 LDP 曲线分别在 1.5m、2m、2.5m、3m 施工工况下的变化进行对比分析。

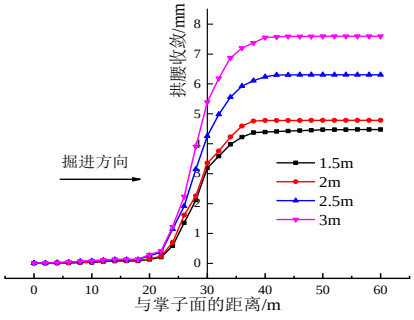


图 4　不同开挖进尺下的拱腰收敛 LDP 曲线图

由图 4 可知在隧道开挖过程中无论开挖进尺是多少，四种工况下的拱腰收敛 LDP 曲线变化规律基本上不随工况的变化而发生变化，但是在与掌子面的距离增加时，收

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

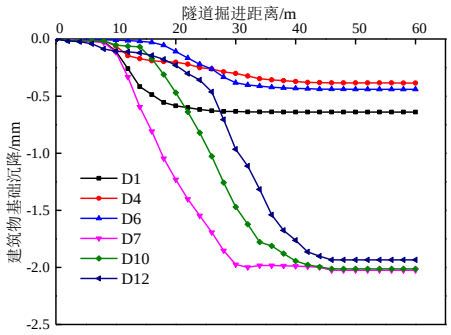
敛值则呈现出先增加后平缓最后不再变化的趋势。

从图中可以很明显地看出，在工况为 1.5m 时的拱腰收敛值为4.05mm，工况为2mm时的拱腰收敛值为4.78mm，工况为 2.5m 时的拱腰收敛值为 6.07mm，而工况为 3m 时的拱腰收敛值为 7.68mm，呈现出拱腰收敛值随开挖进尺的增加而增加的趋势。对比分析并结合实际情况考虑，选取工况为 2m 为开挖尺寸可以在保证施工经济安全的同时大幅提高隧道开挖效率。

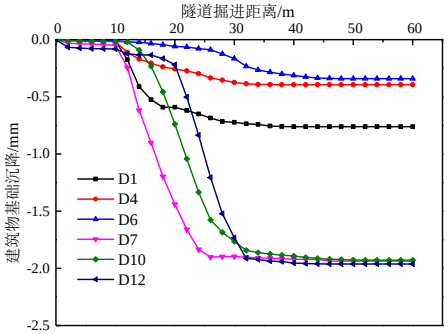
4 隧道开挖对构筑物沉降和倾斜的影响

4.1 隧道开挖对建筑物沉降的影响

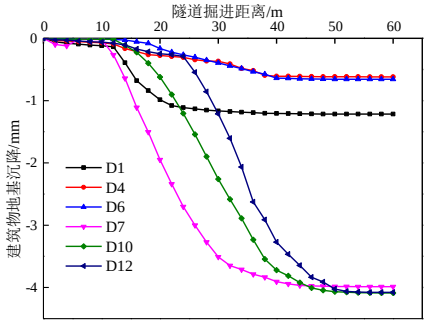
由于隧道左侧上方有一大型建筑物的存在，所以在隧道不断进行掘进的过程中必然会对该建筑物产生不利影响，从而导致其造成一定程度上的破坏。因为地表的不均匀沉降会引发建筑物地基的沉降，而地基的不均匀沉降则会导致建筑物产生差异性沉降，所以建筑物的破坏大小很大程度上在于隧道的掘进引起的地表不均匀沉降的大小。



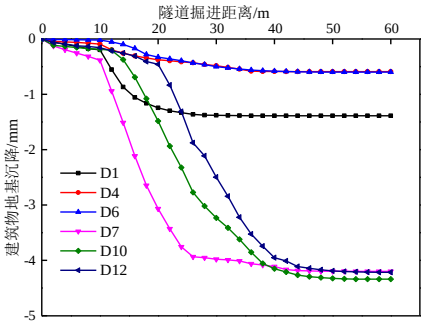
（a）1.5m



（b）2m



（c）2.5m



（d）3m

图 5 不同开挖进尺的建筑物基础沉降曲线图

进行数值模拟时，在纵向加入对建筑材料的自重的考虑并结合该建筑物所用基础为条形基础，将开挖进尺分别为 1.5m、2m、2.5m、3m 下的监测结果进行归纳总结，得出图 5 中该建筑物地基的沉降变化曲线。

4.2 隧道开挖对建筑物倾斜的影响

从图 5 可以看出，D1-D12 变化规律基本不会随着开挖进尺的改变而发生改变，而是都随着隧道掘进距离的增加，建筑物基础的沉降呈现出一种先急剧增加后趋于平缓的趋势。由于靠近隧道一侧的三个监测点为 D7、D10、D12，所以该三个点所在位置的建筑物基础沉降速度大于 D1、D4、D6 所在点位的建筑物基础沉降速度，因此导致该建筑物两侧产生了相差约 3mm 的差异性沉降。

在工况为 1.5m 时的建筑物基础沉降最大值为 1.9mm，在工况为 2m 时的建筑物基础沉降最大值为 2.05mm，在工况为 2.5m 时的建筑物基础沉降最大值为 4.03mm，而在工况为 3m 时的建筑物基础沉降最大值为 4.24mm，呈现出建筑物基础沉降最大值随着开挖进尺的增加而增加的趋势。而根据相关规范，工况为 3m 与 2.5m 开挖进尺时的建筑物基础沉降最大值并不符合要求，而工况为 2m 与 1.5m 开挖进尺时的建筑物基础沉降最大值满足要求。表 1 为不同开挖进尺下地表建筑物倾斜率。

表 1 不同开挖进尺下的建筑物倾斜率

各工况下倾斜率（‰）断面	1.5m	2m	2.5m	3m
D1-D7 断面	0.062	0.051	0.12	0.123
D4-D10 断面	0.073	0.067	0.151	0.164
D6-D12 断面	0.068	0.071	0.154	0.162

从表 1 中大体上可以看出在 1.5m、2m、2.5m、3m 这四种工况下，建筑物基础的监测断面倾斜率最大值为 0.073‰在开挖进尺为 3m 处，最小值为 0.051‰在开挖进尺为 1.5m 处。而在开挖进尺为 1.5m 的工况下 D4-D10 断面的倾斜率最大为 0.073‰，在开挖进尺为 2m 的工况下 D6-D12 断面的倾斜率最大为0.071‰，在开挖进尺为2.5m 的工况下 D6-D12 断面的倾斜率最大为 0.154‰，在开挖进尺为 3m 的工况下 D4-D10 断面的倾斜率最大为 0.164‰。由各开挖进尺下建筑物基础倾斜率对比可知，开挖进尺为

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.5m 和 2m 时对隧道上方的建筑物影响较低，因此结合工程实际情况，选取 2m 的开进尺比较合适。

5 不同注浆方案对构筑物的影响

5.1 小导管注浆优化

超前注浆优化可以很好地改善围岩结构，保证围岩整体性、提高围岩的自承能力、使隧道开挖既安全高效又经济，超前小导管注浆优化是向隧道周围的土体中打入一定长度和环向布设范围的小导管，向小导管中注入加固浆液，该浆液可以充实围岩周围的各种弱面、起到了二次胶结的作用，从提高物理力学性能的方面改善围岩，围岩的整体稳定性和抗渗性因此有所提升。本篇参考的工程在开挖的过程中对围岩的注浆优化采取了小导管注浆的超前注浆优化方法。小导管超前注浆优化优点众多，在不良地层中体现尤为明显。

5.2 不同长度小导管注浆

图 6 为不同小导管长度方案下的建筑物基础沉降曲线图。从图 6 中可以看出，以 D12（建筑物基础沉降最大值）为例进行研究，从大体上来说建筑物基础沉降规律基本相同，都是呈现出随着隧道掘进距离的增加而先增大后趋于平稳的趋势。由于 D12 所在位置为靠近隧道一侧，因此位于 D1、D4、D6 处所监测到的沉降增加速度和最终值小于位于 D12 处所监测到的沉降增加速度和最终值，而正是因为沉降变化的不同，所以引起了隧道上方建筑物的不均匀沉降。

对比分析可知，在 4.5m 长的小导管注浆时建筑物基础的沉降最大值为 1.76mm，在 3.5m 长的小导管注浆时建筑物基础的沉降最大值为 1.79mm，在 2.5m 长的小导管注浆时建筑物基础的沉降最大值 1.88mm，在未加固时建筑物基础的沉降最大值为 1.96mm，呈现出建筑物基础的沉降最大值随着小导管注浆长度增大而增大的趋势。在 4.5m 长的小导管注浆工况和 3.5m 长的小导管注浆工况下，建筑物基础的最终沉降值较小，而 1.5m 长的小导管注浆工况和未加固的工况的最终沉降值较大，并不能符合建筑物对安全的需求。由上文可知，当采取 2.5m 长度进行加固时，建筑物基础沉降发生的改变并不大，但采取 3.5m 长度进行注浆优化时，地表沉降相对于 2.5m 长度减少了 0.09mm 左右；采用 4.5m 长度的小导管进行注浆，效果更加好，但相对 3.5m 长度的注浆优化，它变化并不明显。

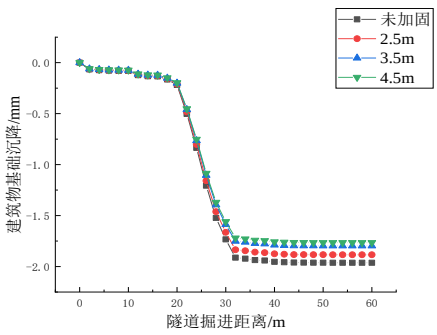


图 6 不同工况的建筑物地基沉降曲线图

各注浆优化方案下的建筑物基础倾斜率如表 2 所示。从表 2 中大体上可以看出在未加固、2.5m 长小导管注浆、3.5m 长小导管注浆、4.5m 长小导管注浆这四种工况下，倾斜率最大值为 0.071‰在未加固时，倾斜率最小值为 0.046‰在 4.5m 长的小导管注浆时。而在未加固时 D6-D12 断面倾斜率最大为 0.071‰，2.5m 长小导管注浆时 D6-D12 断面倾斜率最大为 0.068‰，3.5m 长小导管注浆时 D6-D12 断面倾斜率最大为 0.065‰，4.5m 长小导管注浆时 D6-D12 断面倾斜率最大为 0.064‰。由各工况下断面倾斜率对比可知，3.5m 长的小导管进行加固和 4.5m 长的小导管进行加固时，隧道开挖对上方建筑物造成影响较小，结合工程实际，采用 3.5m 长的小导管对隧道周边进行注浆优化合适。

表 2 不同注浆方案的建筑物倾斜率

各工况下倾斜率（‰）	未加固	2.5m	3.5m	4.5m
D1-D7 断面	0.051	0.050	0.047	0.046
D4-D10 断面	0.067	0.064	0.061	0.060
D6-D12 断面	0.071	0.068	0.065	0.064

5.3 不同环向布设范围的小导管注浆

图 7 为不同工况下的建筑物基础沉降曲线图。从图 7 中可以看出，以 D12（建筑物基础沉降最大值）为例进行研究，从大体上来说建筑物基础沉降规律基本相同，都是呈现出随着隧道掘进距离的增加而先增大后趋于平稳的趋势。由于 D12 所在位置为靠近隧道一侧，因此位于 D1、D4、D6 处所监测到的沉降增加速度和最终值小于位于 D12 处所监测到的沉降增加速度和最终值，而正是因为沉降变化的不同，所以引起了隧道上方建筑物的不均匀沉降。

通过对四种工况分别对比分析，当采取 120° 环向布设范围进行加固时，地基沉降发生的改变并不大，但采取 150° 环向布设范围进行注浆优化时，建筑物基础沉降相对于 120° 环向布设范围减少了 0.09mm 左右；采用 180° 环向布设范围的小导管进行注浆，效果更加好，但相对 150° 环向布设范围的注浆优化，它变化并不明显。表 3 为不同注浆方案的建筑物倾斜率。图 7 为不同注浆优化方案下的建筑物地基沉降曲线图。

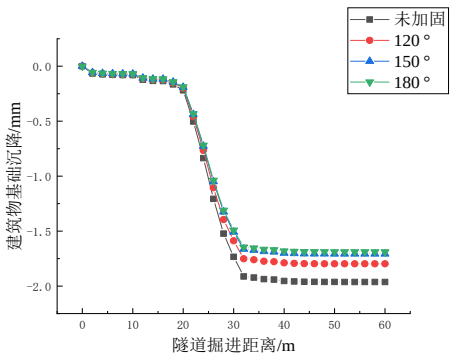


图 7 不同工况的建筑物地基沉降曲线图

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

表 3 不同注浆方案的建筑物倾斜率

各工况下倾斜率（‰）断面	未加固	120°	150°	180°
D1-D7 断面	0.051	0.046	0.045	0.044
D4-D10 断面	0.067	0.060	0.058	0.057
D6-D12 断面	0.071	0.063	0.062	0.061

对于四种工法，未加固时的监测断面倾斜率最大值为 0.071‰，采用 120° 环向布设范围进行加固时的监测断面倾斜率最大值为 0.063‰，采用 150° 环向布设范围进行加固时的监测断面倾斜率最大值为 0.062‰，采用 180° 环向布设范围进行加固时的监测断面倾斜率最大值为 0.061‰，四种工况中建筑物基础倾斜率最小的工况为 180° 的环向布设范围，最大的工况为未加固的工况，各环向布设范围进行注浆优化下的建筑物基础倾斜率如表 3 所示。经过四种工况的对比来看，150° 和 180° 工况下开挖对上方建筑物造成影响较小，结合现场实际，用 150° 的环向布设范围的小导管进行注浆优化比较合适。

6 结论

（1）针对在临近建筑物与隧道相互影响下隧道开挖进尺这一施工因素对地表沉降及围岩稳定性、建筑物的沉降及倾斜的影响进行分析，设立四种工况：1.5m、2m、2.5m、3m。在与实际工程监测数据对比验证可信度的基础上进行比较讨论，得出采用 2m 的开挖进尺的结论。

（2）针对临近建筑物与隧道相互影响下的小导管注浆优化这一施工因素对建筑物的沉降及倾斜的影响进行分析，在实际工程取值基础上设立八种工况：未加固、2.5m、3.5m、4.5m 三种长度小导管和未加固、120° 、150° 、180° 的三种环向布设范围，在与实际工程监测数据对比验证可信度的基础上进行比较讨论，得出采用 3.5m 长度和 150° 环向布设范围的小导管注浆加固更优的结论。

[参考文献]

[1]姚勇，何川，谢卓雄.双线小净距隧道中岩墙力学特征及加固措施研究[J].岩土力学，2007，28(9)：1883-1888.
[2]孟凡兵，林从谋，蔡丽光.小净距隧道爆破开挖中夹岩累积损伤计算方法及其应用[J].岩土力学，2011，32(5)：1491-1494.
[3]张帆，袁文山，苏逢彬等.邻近既有隧道的新建隧道稳定性控制对策研究[J].铁道标准设计，2013(12)：79-882.
[4]唐明明，王芝银，李云鹏.穿越公路偏压小净距隧道施工方法探讨[J].岩土力学，2011，32(4)：1163-1168.

作者简介：张晗秋（1993.9—），男，汉族，江西樟树人，研究生，研究方向：城市轨道交通；余俊（2001.3—），男，汉族，江西乐平人，研究生，研究方向：基坑工程。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑设计中的可变空间与灵活布局研究

杨义新
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着家庭成员数量的变化，家庭住宅的固定房间布局往往难以满足新的居住需求；同样，办公环境中的团队结构和工作模式的变化也可能使现有的办公室布局显得不够高效；为此可变空间与灵活布局的设计理念逐渐得到重视。这一理念强调通过模块化设计、可移动组件、智能家具以及可调节元素，实现空间的灵活配置和动态调整。通过将这些先进设计理念和技术应用于实际项目中，建筑设计不仅能够更好地适应现代生活需求，还能应对未来可能的变化，从而推动建筑设计领域的发展与创新。

[关键词]建筑设计；可变空间；灵活布局
DOI：10.33142/ec.v7i11.14244 中图分类号：TU2 文献标识码：A

Research on Variable Space and Flexible Layout in Architectural Design

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

Abstract: With the change in the number of family members, the fixed room layout of family residences often fails to meet new living needs; Similarly, changes in team structure and work patterns in the office environment may also make the existing office layout appear less efficient; The design concept of variable space and flexible layout has gradually gained attention. This concept emphasizes the flexible configuration and dynamic adjustment of space through modular design, movable components, smart furniture, and adjustable elements. By applying these advanced design concepts and technologies to practical projects, architectural design can not only better adapt to modern life needs, but also cope with possible future changes, which promoting the development and innovation of the field of architectural design.

Keywords: architectural design; variable space; flexible layout

引言

传统的建筑设计通常以固定的布局和功能配置为基础，但随着社会需求的变化和技术的发展，人们对建筑空间的要求已经不再局限于满足基本的居住或工作需求，而是希望空间能够根据使用情况和个人偏好进行动态调整。因此，可变空间与灵活布局成为了建筑设计中的重要方向，这一设计理念不仅关注空间的多样化功能，还强调如何通过设计实现空间的高效利用和长远适应。

1 可变空间与灵活布局在建筑设计中的作用

1.1 可变空间

在建筑设计中，可变空间指的是那些具有高度灵活性和适应性的空间，可以在使用过程中根据需求进行调整，满足不同使用场景和用户需求的变化，能提升空间的利用效率，也增强了建筑物对未来需求变化的适应能力。模块化设计是实现可变空间的基础，将空间划分为若干独立的模块，根据实际需要进行重新组合或调整[1]。灵活的结构系统也是可变空间的关键组成部分，例如可以使用可调节的天花板和地板系统在不同需求下改变空间的使用性质和功能。现代建筑中，许多设计师采用了可调节的结构，例如可升降的地台或可移动的墙体根据活动类型的不同，实现空间的最佳配置。可变空间通过有效地利用现有空间资源减少对新建筑的需求，可以降低了建筑过程中的资源消耗和环境影响。此外，可变空间的设计还可以结合绿色建筑技术，如高效的能源管理系统和可再生能源的使用实现更高的能源效率和环境友好性。

1.2 灵活布局

灵活布局是一种建筑设计理念，关键在于空间能够快速而方便地进行重新组织，满足不同的功能需求和用户要求，可以提升空间利用率。首先，可移动隔断和模块化家具是灵活布局的重要工具，允许空间可以根据需要进行快速分隔或合并，对于需要频繁变换用途的场所，如会议中心或多功能厅尤其重要。比如通过使用滑动墙体或折叠屏风，可以在短时间内将一个大空间分隔成多个小区域，或将几个小区域合并成一个大空间，方便了空间的即时调整。其次，弹性布局设计在规划阶段就考虑到了未来可能的需求变化，通过使用可调整的建筑构件和可变的空间规划。例如，开放式办公环境采用开放的空间结构和可移动的办公站，根据团队规模和工作方式的变化灵活调整工作区域的布局，能够快速响应组织结构的调整或业务需求的变化。现代建筑中，智能控制系统能够实时监测和调整空间的环

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

境条件，如光线、温度和空气质量。可以根据不同的活动需求自动优化空间设置，提供更加舒适和高效的使用体验。

2 建筑设计中可变空间与灵活布局的设计原则

2.1 灵活性

根据需求的变化进行快速、便捷的调整是建筑设计中空间配置和功能需求灵活性的表现，允许空间在不同的使用场景和时间段内进行变化，适应用户不断变化的环境条件。实现灵活性是采用可变结构，包括使用可移动隔墙、滑动门和折叠屏风等设计元素，根据实际需求进行分隔或合并。比如在一个大型展览馆中，使用可移动隔墙可以将一个大展厅分成若干小展区，或者将多个小展区合并成一个大展区，满足不同类型和规模的展览需求，大大提升了空间的利用效率及其功能的多样性。实现灵活性的策略还可以通过模块化设计将空间划分为标准化的模块单元，使这些模块能够根据需求进行自由组合和调整，这些设计方法广泛应用于办公空间和住宅建筑中。此外，模块化的设计还能够方便建筑的维护和升级过程，因为模块化单元的更换和调整一般比传统设计要方便得多[2]。现代建筑中的智能控制系统能够实时监测空间的使用情况，自动调整环境条件。例如在一个多功能会议室中，智能系统可以根据会议的规模和类型自动调整灯光的亮度和温度提供最佳的使用体验，这种系统不仅提高了空间的舒适性，也确保了能源的高效使用。灵活性的设计还需考虑用户操作的简便性，尽可能减少用户对调整空间配置的复杂操作，能够快速而轻松地进行空间的重新组织，设计时可以采用简单易用的操作方法，如轻便的移动隔墙或直观的智能控制界面，这样用户可以在不需要专业技能的情况下完成空间的调整。

2.2 适应性

在建筑设计中，适应性指的是建筑空间能够根据不断变化的使用需求、环境条件和社会趋势进行调整和优化的能力。通过设计可移动的墙体、可调节的房间布局以及多功能的空间区域是实现适应性的一个重要策略，使建筑可以在不同的使用场景下进行灵活调整。一个住宅的客厅和书房可以通过滑动隔墙实现功能的转换，使空间在家庭聚会和日常工作之间来回自如地切换，使住宅能够更好地满足家庭成员需求的多样化。采用先进的建筑材料和技术也是提升适应性的一种策略。例如，使用能够调整透明度和隔热性的智能玻璃，不仅可以改善建筑的能源效率，还能够根据外界环境条件和内部需求自动调节室内光线和温度。此外，集成的建筑管理系统（BMS）可以实时监测和控制建筑的各项设施，如空调、照明和安全系统，确保建筑能够根据实际使用情况进行优化。模块化建筑也是提升适应性的有效手段，通过将建筑分解为预制的标准单元，使得这些单元可以根据需求进行重新配置或替换。建筑的基础设施，如电力供应、管道系统和网络布线的设计也应该足够灵活，防止可能的功能扩展或改造需求。例如，在商业建筑中，设计时可以预留灵活的电缆通道和模块化的管道布局，方便后续的技术升级和设施扩展。适应性的设计还应考虑未来需求的预测，通过分析当前和未来的趋势，设计师可以在建筑中预留足够的调整空间和灵活配置选项。

2.3 用户需求高且操作性强

用户需求高体现为设计需深刻理解和满足用户的多样化需求，在设计初期可以进行全面的需求调研，包括用户的生活习惯、工作方式以及未来可能的需求变化。比如在设计一个多功能家庭空间时，必须考虑到家庭成员的不同需求，儿童玩耍区、成人工作区以及社交空间等，通过与用户进行深入的沟通，设计师可以确保空间布局、功能配置以及设施设备能够精准对接用户的需求，从而提供更高的使用满意度。操作性强指的是空间和设施应当设计得方便操作和调整，使用户能够轻松进行空间的重新配置和功能切换，这包括设计直观的控制界面、易于调整的家具和设备，以及用户友好的操作机制。智能家居系统的集成也是提高操作性的有效手段，它通过简单的控制面板或手机应用，允许用户轻松管理照明、温控和安全系统实现对生活环境的个性化调节。设计还应当简化用户的操作过程，避免复杂的操作步骤。比如在会议室的设计中，集成一体化的会议控制系统可以通过一个简单的触摸屏操作实现灯光、音响和视频设备的控制，避免使用操作中的繁琐步骤。设计时还应考虑到空间的多功能性，使其能够根据不同的使用场景快速调整。例如，一个可变的办公室可以通过可移动隔墙和可调节的会议桌，轻松变换为小型团队讨论区或大型会议厅，不仅增加了空间的使用效率，也使用户可以根据实际需求迅速调整空间配置。

3 可变空间与灵活布局的设计策略

3.1 前期规划与设计

前期规划与设计是实现可变空间和灵活布局的基础环节，这一阶段的关键在于通过系统化的规划和细致的设计，为空间的变换和调整奠定坚实的基础。设计师需要与用户深入沟通并了解当前和未来的需求，包括空间的用途、用户的生活或工作方式，以及可能的功能变化。打个比方对于一个多功能的社区中心，设计师需要考虑到它既要支持文化活动，也要适用于教育培训和社交聚会，这种多样化的需求在规划时应当充分考虑，并为这些场景的转换做好充分的准备。设计师还应考虑如何通过可移动隔墙、可调节的家具和多功能区域等设计元素，实现空间的灵活配置，满足空间的使用效率和未来的功能需求变化。基础设施的设计也是前期规划的重要部分，建筑的基础设施如电力系统、管道布线和信息网络应当考虑到未来的扩展和改造需求，设计师可以预留额外的管道空间和灵活的电缆布线，便于将来增加新的设备或调整现有系统，减少后续改造的复杂性和成本，将智能控制系统纳入设计规划中，可

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

以大大提升空间的灵活性和功能性。例如，在设计时集成可调节的照明、温控和安防系统，用户可以根据实际需求通过智能面板或手机应用进行调整。

3.2 模块化与可移动组件的应用

模块化与可移动组件的应用是实现可变空间和灵活布局的重要策略。模块化设计是将空间分解为可以独立使用和灵活组合的模块单元，每个模块都有预设的功能和尺寸，可以根据需要进行排列和重新配置。例如，在商业办公环境中，模块化的办公系统允许设计师将不同功能的工作区（如会议室、开放办公区和休息区）按需要组合，从而迅速适应团队规模和工作方式的变化，简化了未来的调整和扩展过程。可移动组件则包括那些可以在空间内自由移动和重新配置的元素，如可移动隔墙、可调节家具和可变的存储单元，这些组件使空间能够根据使用需求进行即时调整。模块化与可移动组件的结合还可以有效支持空间的多功能使用，例如，在教育机构的教室设计中，模块化的课桌和椅子可以根据不同的教学模式进行重新配置，如小组讨论、讲座或实验室活动。可移动的展示板和储物柜则可以根据课堂需求进行快速调整。此外，模块化和可移动组件的设计还注重便于安装和维护，模块化单元通常采用预制的标准化构件，使安装过程更加高效且能够减少施工现场的干扰。可移动组件的设计则应考虑到简单的操作和维护需求，确保用户能够方便地进行日常调整和清洁。例如，设计时可以选择轻便易移动的材料并提供直观的操作机制，从而提升用户的操作体验和维护便利性。智能集成也是模块化与可移动组件应用中的一个趋势，通过将智能控制系统与模块化设计结合，可以实现更高效的空间管理。例如，在智能办公室中，集成的传感器和自动控制系统能够实时调整照明和温控配合可移动的办公设备，实现对空间使用的优化和能效管理。

3.3 智能家具与可调节组件

智能家具与可调节组件不仅提升了空间的功能性和舒适度，也使空间可以根据实际需求进行灵活调整，实现更高效和个性化的使用体验。智能家具通常配备了传感器、嵌入式控制系统和无线连接功能，能够与其他智能设备进行交互。比如智能办公桌可以根据用户的工作习惯自动调整高度，提供最佳的坐站交换体验。智能书桌还可以通过内置的无线充电板为电子设备充电，并与用户的日程管理系统同步提醒用户完成待办事项，大大提高了使用的便捷性，还能帮助用户更好地管理时间和空间。可调节组件则包括那些能够根据需要进行调整或重新配置的家具和设备，比如可调节的书架和储物柜允许用户根据存储需求调整内部隔板的高度和位置，最大化空间的使用效率。在办公环境中具有可调节功能的工作站可以根据不同的任务和工作模式进行调整，例如调整桌面的倾斜角度或椅子的高度，从而提供更舒适和符合人体工学的工作条件。智能家具和可调节组件的结合进一步增强了空间的适应性，例如智能沙发可以通过内置的调节机制和传感器根据用户的坐姿和活动状态自动调整舒适度，同时与家居系统联动，提供最佳的视听体验。可调节的灯光系统可以根据用户的活动和时间段调整光线强度和色温，从而营造出合适的环境氛围，不仅提供了更多的功能选择，还提升了空间的个性化和舒适度。智能家具的操作界面应简洁直观，确保用户能够方便地进行调整和控制。通常这些家具配备易于操作的触摸屏或应用程序接口，使用户能够快速上手并进行个性化设置。此外，智能家具的维护和升级也应考虑到用户的便利性，例如通过无线升级功能提供最新的软件支持。

4 结语

在当今建筑设计领域可变空间与灵活布局的概念已经成为提升空间功能性和适应性的核心策略，模块化设计、可移动组件、智能家具和可调节组件等创新方法能够有效地应对用户的多样化需求，还能够在不断变化的环境中保持建筑的高效和舒适。在前期规划与设计阶段，通过深入的需求分析、灵活的空间布局规划和智能系统的集成，为建筑空间的后续调整奠定了坚实的基础。模块化与可移动组件的应用则进一步提升了空间的灵活性和功能性。智能家具与可调节组件的引入，标志着建筑设计向智能化和个性化的方向迈出了重要一步。通过不断探索和创新，我们可以期待在建筑设计中看到更多的灵活性、智能化和用户友好的解决方案，从而创造出更加高效、舒适和可持续的生活和工作环境。

[参考文献]

[1]崔秀强.建筑空间构成元素在建筑设计中的运用研究[J].住宅与房地产,2022(26):28-31.
[2]苗东霞.住宅建筑设计中的空间组合探讨[J].四川水泥,2023(2):89-91.

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

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

工程设计企业设计过程与设计信息管理的研究与实践

雷 悠
中冶南方工程技术有限公司，湖北 武汉 430000

[摘要]互联网时代的到来标志着信息技术的迅猛发展，这为企业在激烈的市场竞争中提升自身竞争力提供了新的机遇。为了实现这一目标，企业需要在提升设计质量、缩短设计周期等方面下功夫。在工程项目的设计过程中，往往面临着并行性、系统性、群体性以及信息量大、内部结构复杂等挑战。因此，如何在工程设计企业的设计与信息管理过程中有效协调各个环节，已成为企业亟须解决的关键问题。

[关键词]工程设计企业；设计过程；信息管理；设计图纸
DOI：10.33142/ec.v7i11.14275 中图分类号：TP311.52 文献标识码：A

Research and Practice on Design Process and Design Information Management in Engineering Design Enterprises

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

Abstract: The arrival of the Internet era marks the rapid development of information technology, which provides new opportunities for enterprises to enhance their competitiveness in the fierce market competition. In order to achieve this goal, companies need to focus on improving design quality and shortening design cycles. In the design process of engineering projects, there are often challenges such as parallelism, systematicity, groupness, large amount of information, and complex internal structure. Therefore, how to effectively coordinate various links in the design and information management process of engineering design enterprises has become a key issue that enterprises urgently need to solve.

Keywords: engineering design enterprises; design process; information management; design drawings

工程设计，本质上是依托于项目的地理位置、自然环境、行业规范以及施工关键点等因素，运用现代科技和创新设计方法，将用户需求转化为详尽的施工方案、精确的建设蓝图和完备的设计文档。这一过程涵盖了广泛的领域和行业，体现了工程设计的综合性和跨学科性。

1 企业设计与信息管理特点

1.1 设计过程特点

工程设计企业实际开展设计过程时，需要根据建设工程地区的外部环境、社会标准以及施工条件，并使用现代化科学技术手段和施工方法，将用户以及社会的基础需求转化为具体的施工方案、设计图纸以及其他类型的管理文件，所以在工程设计企业实际开展设计过程以及设计信息管理工作时，要从以下几个方面入手[1]。

工程设计企业在日常工作过程中，所涉及到的范围相对比较广泛，加上工程设计企业所面对的目标是一个复杂的管理系统，需要多学科、多部门、多个专业人员共同完成，所以工程设计企业内部所涉及到的专业较多。通常情况下，实际进行工程方案设计时，需要经过方案设计、初步规划、图纸设计等相关环节，并且所涉及的内容与流程相互交叉，导致设计过程十分复杂多变。

实际进行设计方案时，由于市场变化速度较快，每一次进行方案设计都需要面对不同的设计目标与用户，致使工程设计自身要具有个性化和针对化，尤其在竞争激烈的市场环境下，为了有效跟上市场发展脚步，全面贯彻响应市场，工程设计必须缩短整个设计周期，以此提高方案应用的合理性。

工程设计企业在设计过程中，方案应具有群体性特点，因为每一项工程在设计时需要包含多个专业、多个部门共同努力，共同参与才能实现方案的应用；由于在方案设计期间，设计人员专业部门的工作内容、工作流程与工作标准相互交叉，相互结合，所以各个部门之间通常需要共同协作才能完成方案。企业实际进行方案设计时，为了缩短所需要的时间，通常要求不同的设计环节共同进行；由于方案所涉及到的内容相对比较复杂，不同环节需要使用的设计软件和技术手段各不相同，所以企业要尊重不同专业和部门所产生的异构性。

1.2 设计信息管理特点

由于工程设计企业在实际开展方案设计过程中，会出现多种类型的信息和数据，并且不同的信息及格式相对比较复杂，不仅包含 cad 系统，产生的平面图形信息，还包含 OA 系统所产生的文本数据信息，并且大多数信息具有以下特点。

第一，信息总量过大。工程设计的各个阶段以及方案实施过程中，普遍会出现大量的信息和数据，所以企业要加以重视。第二，信息动态化。由于大多数工程项目在设计时，所出现的都要随着设计过程的变化而变化，所以相

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

同的信息数据在不同的设计环节和阶段，通常会出现不同类型的表现格式[2]。第三，数据之间的联系过于复杂。工程项目设计过程以及信息管理期间，不同类型的信息和数据其关系相对比较复杂，部分信息甚至要经过多年的储存与保护，并存在于不同版本中，所以在工程设计过程中，项目所涉及到的信息与数据之间的关系相对比较复杂，要结合实际设计情况综合评定。第四，信息重复率高。工程设计企业实际开展方案设计和信息管理工作时，由于各个部门所工作的内容经常出现交叉，所以会重新使用其他部门的设计资料，以此减少不必要的重复工作，企业在项目设计期间，要合理规划重复出现的数据与信息，避免出现数据遗漏和错误。第五，信息分散性。从本质上来看，工程设计企业的设计过程和设计信息管理所出现的数据相对比较分散，如果处理不当，极易出现数据泄露，对此企业要针对数据自身所具有的特殊性，进行系统化、针对化、目的化的分布式管理。第六，共享性。鉴于工程项目设计方案数据信息自身所具有的特殊性，各部门在使用工程信息和数据时，通常要求信息自身具有一定共享性，以此确保方案设计过程中数据能够开发使用，有效控制。

2 企业设计与信息管理问题

随着互联网时代的来临，工程设计企业为了跟上时代发展的脚步，在设计过程以及设计信息管理等相关环节上，积极引进计算机设备和信息处理技术，确保各个设计部门都能够全面使用计算机系统，并以此作为基础，在软件市场引进商用软件，比如：计算机辅助设计软件以及办公自动化软件等全新技术和系统的应用，一方面，新技术极大的提高设计部门的工作质量和运转效率，另一方面，信息管理的应用又会带来全新的技术问题。

在计算机系统出现以前，企业的各个部门信息传递形式主要以传统的纸质形式，主要通过设备管理区域，将设计信息通过中央枢纽转发至相关部门，而选择计算机系统后所有的信息存在形式，均从传统的纸质转变为电子数据，所以为了能够进一步实现各个部门之间的数据传输和信息传递，各部门工作人员将电子数据重新转化为纸质文件形式，并采用传统的手工管理渠道转发信息和数据，比如：针对工程项目进行方案设计以及信息管理时，工作人员利用 cad 系统设计相关工程图纸后，需要通过绘图设备再次绘制，随后利用手工传输给各个部门进行逐层审核，此种信息传输模式存在着极大的缺陷，即各部门的工作人员及工作流程和工作内容无法与计算机系统相互匹配。

2.1 信息数量过大

选择计算机系统以及信息处理技术后，企业的所有职能部门所产生的数据和信息，相对于传统管理模式来说，总量大幅度增加，如果信息管理仍然选择传统手工管理模式，则无法有效适应大量的信息数和数据，导致信息保密、信息查询、信息归档、信息调用以及信息分析等相关工作不能正常开展[3]。

2.2 数据使用率较低

工程设计企业实际开展设计施工方案以及信息管理等相关工作时，无论是技术施工部门还是设计部门，以及管理部门各个部门所产生的信息和数据，都会出现重复使用的现象，但是现阶段企业虽然利用计算机系统处理数据，但是在数据的传输上仍然依靠纸质流通，此种流通形式不仅无法保证数据的安全性，一旦数据被更改后则不能重复使用。

2.3 数据一致性低

虽然在工程设计过程中，所使用的设计软件主要依靠计算机系统，但是由于信息传输仍然通过传统的人工形式，导致数据不仅以电子形式存在，同样以纸质文件形式存在，此种两种形式共同存在的现状，造成数据一致性相对较低。

2.4 数据传递速度慢

相对于传统纸质文件来说，电子数据的传递速度和效率相对较高，但由于大多数工程设计，企业的部门工作形式仍然沿用传统，因此在数据传递时通常依靠纸质文件，即便利用互联网平台开通了电子传输通道，但是无论是设计人员还是客户，对于电子数据传输通道的接受度相对较低，长此以往，极大的延长了项目设计时间和周期。

3 企业设计与信息管理模型建立

3.1 管理功能模型

通常来说，在工程设计企业的设计过程和设计信息管理实施期间，管理模型和运作系统通常被认为，由物体和活动相互连接所构成的运作结构体系，而在体系中，为保证项目设计质量企业积极引进 IEF0 系统，该系统能够同时表达、数据变化以及两者之间的联系，相对于传统系统来说，该系统能够进一步满足新系统的基础功能和实际需求。企业通过对方案设计过程进行详细控制，在此基础上进一步分析项目在设计所出现的数据，同时利用 IDEF0 系统建立方案设计过程以及设计信息管理系统的应用模型，随后使用专业的数据代码，进一步阐述模型中各个环节之间的联系。如图 1 所示[4]。

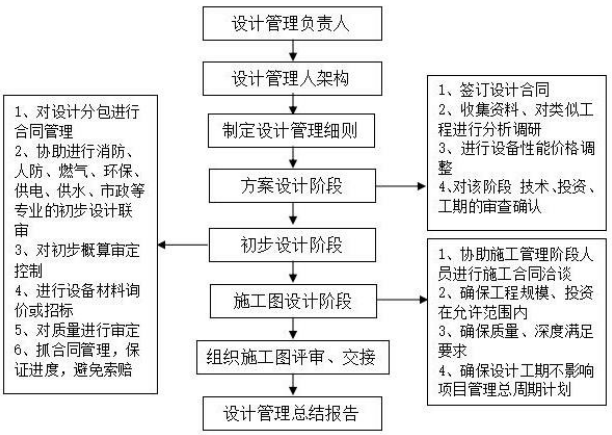


图 1 设计流程

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.2 信息模型

工程设计企业在项目方案设计过程中，所产生的信息主要针对工程项目的目标和对象进行详细描述，并未特定的设计目的或者在范围内集合起来的数据集设计一系列运转流程，因此对于工程设计企业来说，设计过程和设计信息管理所出现的数据，可以视作为某种具有特殊意义的符号或者代码，它在项目设计的各个环节中不仅能够自由变化，其数据数量呈现出快速增加的发展趋势。对此企业要综合考虑工程设计过程中，所产生的信息以及设计信息管理自身运转标准要求，将项目设计所产生的信息数据进行分析和整理，并将其视作为一种资源进行综合管理，不仅将企业设计所出现的数据进行维护和共享，还为数据和信息之间的联系进行重新定义，针对数据进行跟踪化处理，实现对设计过程的系统化管理。

工程设计企业的设计过程与设计信息管理工作在模型设定期间，其设计目的主要是将项目的需求进行细致划分，并将其中数据需求作为项目设计方向，有效制定出概念化的信息模型，概念信息模型从本质上来看是对用户需求的客观系统全面反映，但是并不涉及到软硬件的应用和实现。

3.2.1 数据实体属性表

在企业设计方案和信息管理期间，数据实体属性表主要指的是一个物体表示现实或者抽象事物的方法，使用此种属性表所表现的事物，普遍具有相同的属性与特点，并根据工程设计流程以及设计信息管理所包含的各种数据，利用 IDEF1X 处理方法进行细致划分以及属性描述。

3.2.2 信息模型建立

在数据实体属性表以及数据模型的基础上，可以进行信息模型构建，对此，技术人员针对其模型应用现状进行详细分析，得出相关结论，部分数据表示独立实体，而部分数据则表示从属实体，在此基础上标定两者联系的渠道，从中寻找到主关键字、次关键字以及外来关键字等相关方面的信息[5]。

3.3 管理技术

3.3.1 分解与设计

工程设计企业在项目设计过程中，整个施工流程从本质上来看，主要是施工部门在特殊的时间范围内根据项目施工特点，制定出资源输入和资源输出的整个过程，由于工程设计过程所包含的活动内容相对较多，并且流程十分复杂，所以要选择适合的方法进行细致划分与方案规划，以此作为基础利用计算机软件进行系统化整理。

第一，纵向与横向开发层次相互结合的原则。由于工程项目在设计时可以划分为许多子项目和工作内容，并形成不同层次的工作流，工作流是一种可操作性较高的任务集合体，而子项目则是总体项目的分解内容，将项目划分为多个子项目，能够确保由多个部门或者多个人共同完成，相关研究表明，此种规划方式具有一定有效性，并且子项目划分和纵向设计流程能够相互符合，比如：工作流程工作原则与横向设计过程相符，其中工作流不仅可以用于线下表达，还可以用于互联网网络表达，其核心原因是工作流在运行时，针对项目的内部结构造成影响，子项目则可以使用网络结构图进行表达。

第二，完全层次原则。从本质上来看，完全层次原则是针对项目进行逐等级逐层次的分解，处理其中上层次通常指传给下层次的建设目标，而对于目标的施工流程设计方案以及设计细节则不会做过多的影响，只会起到引导协调和修改的作用；而下层次在设计时，不仅需要完成上层次的设计任务，还要在不影响全局任务施工的前提条件下，充分发挥出下层次的主观能动性，确保项目施工内容能够在下层次局部范围内解决，不会出现明显的问题，提交至上层次[6]。

3.3.2 项目规划

对于工程设计企业来说，项目的方案规划以及施工流程的排序，其主要目的是根据项目建设内容，形成子项目结构图和流程图，而在结构图施工过程中，每一个施工节点则代表一个子项目，每一个施工内容代表着子项目之间的结束关系。在子项目流程图设计和生成过程中，需要额外注意的是流程图要尽可能避免出现闭环结构，如果在施工流程中出现闭环，则表示相互结合的子项目之间存在其他关系，对此企业要选择适合的管理方法消除闭环，或者直接合并子项目。

4 结束语

由此可见，为进一步研究工程设计企业的设计过程以及设计信息管理工作，本文首先详细分析了企业设计和信息管理特点，同时结合目前设计与信息管理所出现的问题，进一步分析设计信息管理模型建立方法和技术应用要点。

[参考文献]

[1]申仲亭.科技型企业管理创新的重要性和实施路径[J].上海企业,2024(6):58-60.
[2]赵庆炜.基于风险控制的企业内部控制分析研究[J].乡镇企业导报,2024(10):210-212.
[3]孙慧敏.工程建设企业数据资产价值实现路径探究[J].建筑科技,2024,8(5):49-51.
[4]楚建华.制造企业库存管理存在的问题及应对策略探究[J].乡镇企业导报,2024(9):216-218.
[5]王倩.国有企业统计数据管理与共享机制建设策略探究[J].企业改革与管理,2024(7):144-146.
[6]康毅,郭俊宝,纪新春,等.数字化背景下现代制造企业的信息管理研究[J].企业改革与管理,2024(4):44-46.

作者简介：雷悠（1991.11—），女，毕业院校：武汉大学信息管理学院，所学专业：软件工程，当前就职单位：中冶南方工程技术有限公司，职务档案管理，职称级别，中级。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

低碳理念在建筑设计中的体现研究

胡丹阳
新中远工程设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]建筑行业是全球能源消耗和碳排放的重要领域，占据了显著的环境负担。随着城市化进程的推进，传统建筑方式对环境的影响日益严重。因此，转向低碳建筑减少资源消耗和碳排放，成为应对气候变化的关键举措。近年来，低碳建筑标准和技术逐渐成熟，其研究和应用不仅能显著降低建筑对环境的负担，也推动了行业的绿色转型和技术创新，探讨低碳建筑的设计要求及实际应用，为建筑行业的可持续发展提供指导。

[关键词]低碳理念；节能；建筑设计；体现
DOI：10.33142/ec.v7i11.14266 中图分类号：TU201.5 文献标识码：A

Research on the Reflection of Low-carbon Concept in Architectural Design

HU Danyang
Xinzhongyuan Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The construction industry is an important sector for global energy consumption and carbon emissions, occupying a significant environmental burden. With the advancement of urbanization, the impact of traditional building methods on the environment is becoming increasingly severe. Therefore, shifting towards low-carbon buildings to reduce resource consumption and carbon emissions has become a key measure to address climate change. In recent years, low-carbon building standards and technologies have gradually matured, and their research and application can not only significantly reduce the burden of buildings on the environment, but also promote the green transformation and technological innovation of the industry, explore the design requirements and practical applications of low-carbon buildings, and provide guidance for the sustainable development of the construction industry.

Keywords: low-carbon concept; energy-saving; architectural design; reflection

引言

随着全球变暖和资源紧张问题的加剧，建筑行业面临着巨大的环境挑战。低碳建筑理念的兴起，目的是通过减少能源消耗和碳排放，推动建筑行业的可持续性发展。这不仅响应了全球对减少温室气体排放的呼声，也符合绿色建筑的政策趋势。低碳建筑通过优化设计、材料选择和智能控制，提升了建筑的环境效益和使用舒适性，成为现代建筑设计的重要方向。

1 低碳建筑的优点

低碳建筑的优点体现在环境、经济和社会三个方面。首先，从环境角度来看，低碳建筑显著减少了能源消耗和碳排放，降低了对自然资源的使用和环境污染。这种建筑设计有助于减缓全球变暖，缓解气候变化的影响，从而保护生态环境，促进可持续发展。其次，经济效益方面，低碳建筑在使用阶段能够显著降低能源费用，通过采用高效的建筑材料和节能技术，这些建筑不仅减少了长期运营成本，还提高了经济效益。此外，低碳建筑通常具有更高的市场价值和投资吸引力，为投资者带来更好的回报。最后，从社会效益角度，低碳建筑提供了更健康的生活环境，改进的室内空气质量和舒适性显著提升了居民的生活质量。同时，这些建筑推动了绿色技术和相关产业的发展，促进了社会对可持续发展的理念的广泛认同和实践。

2 低碳建筑的设计要求

2.1 能源效率优化

能源效率优化是低碳建筑设计的核心要求之一，目标是最大限度地降低建筑能耗，同时提升能源利用效率。实现这一目标首先需要优化建筑围护结构的热性能，包括使用高效的绝热材料和设计合理的墙体、屋顶及窗户系统，减少热量的流失或过度获取[1]。其次，采用被动式设计策略，如合理配置建筑的朝向、外形和遮阳措施，能够有效利用自然光照和风力减少对人工照明和空调系统的依赖。此外，能源效率优化还包括在建筑内部设计中引入高效的HVAC系统（供暖、通风与空调系统），提升其运行效率和灵活性。智能控制系统的应用，如温度、湿度和光照的自动调节，也能进一步提高建筑的能源利用效率。

2.2 可再生能源应用

可再生能源的应用是低碳建筑设计中的关键环节，它不仅有助于减少对化石燃料的依赖，还能显著降低建筑的碳足迹。实现这一目标首先需评估并合理选择适合当地环境条件的可再生能源技术，如太阳能、风能、地热能和生物质能。太阳能技术，包括光伏发电和太阳能热水系统，能够有效转化阳光为电力或热能，降低建筑的能源需求。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

风能利用风力发电机将风能转化为电能，适合风力资源丰富的地区。地热能通过地下温度的稳定性为建筑提供供暖和制冷，是一种高效且稳定的能源来源。生物质能则利用有机废弃物或专门种植的能源作物发电或供热，为建筑提供额外的能源支持。将这些可再生能源系统集成到建筑设计中，不仅能提升建筑的能源自给自足能力，还能实现长期的能源成本节约。此外，通过优化能源系统的配置与管理，建筑能够在不同能源形式之间实现智能切换应对各种能源需求情况，从而实现可持续发展目标。

2.3 建筑材料与资源管理

建筑材料与资源管理在低碳建筑设计中扮演着至关重要的角色，减少环境影响并提高资源使用效率。首先，选择具有低环境负荷的建筑材料是关键，这包括使用再生材料、低碳水泥和环保木材等，以减少材料生产和运输过程中的碳排放。此外，优先选用本地材料可以减少运输距离，进一步降低碳足迹。资源管理方面，实施有效的废料管理和循环利用措施也至关重要，在建筑施工阶段，通过优化施工流程和材料使用，最大限度地减少建筑废料的产生，同时回收可用的废料进行再加工，可以大幅降低资源浪费和环境污染。此外，建筑设计应融入资源高效利用的理念，例如设计易于拆解和重用的建筑结构，以便未来的翻修或拆除过程中，资源能够得到最大程度的回收和再利用。

3 低碳理念在建筑设计中的应用

3.1 总体设计理念

低碳建筑设计的总体理念是以最小化环境影响和能源消耗为核心，通过整合系统化的设计策略达到建筑的可持续性目标。首先，设计初期应进行全面的环境分析，包括气候条件、光照和风速，确保建筑能有效利用自然资源。建筑形态应当根据当地气候条件进行优化设计，最大限度地利用自然采光和通风从而降低对人工照明和空调系统的需求。其次，总体设计理念强调在建筑的生命周期内实现能源自给自足，通过整合可再生能源系统，如太阳能光伏和地热能，建筑能够在能源使用上更为独立。同时，设计应融入智能控制系统，实时监测和调整建筑的能源需求，以优化能源使用效率。此外，低碳设计还要求材料选择和施工工艺的可持续性，选择环保、低碳的建筑材料并实施资源高效管理，可以显著减少建筑的碳足迹。总体设计理念还包括建筑的功能与空间布局优化，以提高使用效率和舒适度，实现节能和减少环境影响的双重目标。

3.2 建筑形态与布局

建筑形态与布局是低碳设计的重要组成部分，它通过优化建筑外形和内部空间配置，显著提高建筑的能源效率和舒适性。首先，建筑形态应根据所在地区的气候条件进行量体裁衣。例如，在炎热气候下，建筑设计应注重减少外墙的热吸收，通过使用浅色或反射材料和增加遮阳装置来降低冷却需求。在寒冷地区，则需要优化建筑的保温性能减少热量的散失，例如采用高效的保温材料和紧密的窗户密封。此外，合理的建筑朝向和布局能够最大化自然采光和通风效果，从而降低对人工照明和空调系统的依赖。将主要的居住或工作区域布置在南侧，有助于充分利用阳光实现冬季的被动采暖[2]。而在炎热的气候中，可以设计适当的窗户遮阳装置，阻挡夏季的强烈阳光减少室内温度升高。同时，设计建筑的开窗位置和大小确保自然通风流畅，提升室内空气质量并降低机械通风的需求。建筑内部空间的合理布局也同样重要，通过将高能耗的功能区（如厨房和洗衣房）与低能耗区域合理分隔，减少热量和冷量的传递从而提升整体能效。此外，设置开放式空间和灵活的功能区划分，能够有效提升空间使用效率，减少能源消耗，同时创造一个舒适的生活环境。

3.3 低碳建筑材料的选择与应用

低碳建筑材料的选择与应用是实现建筑可持续性和减少环境影响的关键步骤。首先，低碳建筑材料应优先选用那些在生产和使用过程中具有较低碳排放的材料。例如，利用再生材料如再生混凝土、再生钢材以及环保木材，可以减少对原生资源的需求，同时降低生产过程中的碳排放。选择低碳水泥和高效节能的隔热材料也有助于降低建筑的整体能耗和碳足迹。在材料应用方面，需考虑其生命周期内的环境影响，应优先选择耐用、维护成本低的材料，减少未来的更换和维修需求，从而减少长期的资源消耗和废弃物产生。例如，耐用的外墙涂料和防水材料能够延长建筑的使用寿命，并减少对资源的需求。此外，建筑材料的选择还应考虑其环境友好性，如低挥发性有机化合物（VOC）材料，这些材料有助于改善室内空气质量，提供更健康的生活环境。在施工阶段，实施精准的施工管理和废料回收系统，可以进一步降低资源浪费和环境污染。

3.4 建筑节能技术

建筑节能技术在低碳建筑设计中扮演着至关重要的角色，通过高效的能源管理和优化系统运行，显著降低建筑的能源消耗。首先，热泵技术是一种高效的节能手段，通过利用空气、地热或水源中的热量进行供暖和制冷，能够显著减少对传统能源的依赖。热泵系统不仅运行效率高，而且在整个生命周期内具有较低的能耗和碳排放。其次，高效的供暖、通风与空调（HVAC）系统是实现节能的关键，现代 HVAC 系统采用变频技术、热回收技术和智能控制系统，能够根据实际需求调节运行状态提高能源利用率[3]。此外，智能温控系统可以实时监测室内温度和湿度，根据环境变化自动调整设备运行进一步降低能耗。在建筑外 envelope 方面，优化的围护结构设计能够显著提高能效，高性能的隔热材料和窗户可以有效减少热量流失或进入，从而降低对制冷和供暖的需求。节能窗户如低辐射（Low-E）玻璃，具有优异的隔热性能和自然采光效果，能够提高建筑的舒适度并减少能源消耗。此外，建筑照明系统的优化

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

也是节能技术的一部分。采用高效的 LED 照明和智能照明控制系统可以减少电力消耗，同时通过光传感器和运动检测器，实现智能开关和调光，进一步节省能源。

3.5 智能控制系统的应用

智能控制系统在低碳建筑中发挥着至关重要的作用，它通过先进的技术和数据分析，提升建筑的能源管理效率和使用舒适性。智能控制系统主要包括建筑管理系统（BMS）、智能温控系统和智能照明系统等，这些系统通过集成传感器、自动化控制和实时数据分析，实现对建筑环境的动态调整。建筑管理系统（BMS）是智能控制的核心，负责监控和优化建筑内的各类设备和系统，如供暖、通风、空调（HVAC）、照明和安全系统。BMS 利用传感器收集环境数据，通过分析这些数据，自动调节设备运行状态，以最优化的方式满足建筑使用需求，从而有效降低能源消耗。例如，系统可以根据室内温度和湿度的变化，自动调整 HVAC 系统的运行模式确保室内环境的舒适性，同时减少能源浪费。智能温控系统通过集成温度传感器和智能控制器，实现对不同区域的独立温控。系统可以根据实际使用情况和用户偏好自动调整室内温度，从而提高舒适度并降低能耗。例如，在无人使用的房间，系统会自动调低温度，减少不必要的能源消耗。同时，智能温控系统可以与用户的移动设备连接实现远程控制和监测，进一步提升使用便捷性。智能照明系统则通过光传感器和运动探测器，自动调节照明强度和开关状态。系统能够根据自然光的变化和人员活动情况自动调节室内照明，最大限度地利用自然光源减少人工照明的需求。此外，智能照明系统还支持定时开关和场景模式设置，为用户提供灵活的照明解决方案。

3.6 施工与运营阶段的低碳措施

在建筑的施工与运营阶段低碳措施的实施至关重要，确保建筑从建设到使用全过程中都能最大限度地减少碳足迹。施工阶段的低碳措施首先包括优化施工流程和减少施工废料，通过采用高效的施工技术和精确的施工计划，能够有效减少材料的浪费。此外，实施建筑废料分类回收和再利用，不仅降低了废弃物的处理成本还减少了资源的消耗。同时，选择环保施工设备和低排放建筑机械，可以降低施工过程中产生的碳排放。例如，使用电动或混合动力施工设备替代传统柴油机械，有助于减少空气污染和碳排放。施工现场的能源管理也应注重节能，通过合理配置临时能源系统，如太阳能发电和高效照明设备，降低临时用能的消耗。在运营阶段低碳措施的重点转向建筑的日常管理和维护，首先应制定并实施节能运营策略，包括定期维护和优化 HVAC 系统、照明系统和其他关键设备，确保它们在最佳状态下运行[4]。此外，建筑的能源管理系统（EMS）应监测和分析能源使用数据，实时调整设备运行，提升能源使用效率。其次，实施智能管理技术，如智能温控和智能照明系统，可以根据实际需求调整建筑内的能耗，进一步降低运营成本。定期进行建筑性能评估和节能改造，根据最新的技术和标准进行优化，也能够持续提升建筑的低碳性能。最后，倡导和培训建筑使用者提高节能意识和实践，例如鼓励节能行为和使用高效的设备，进一步推动低碳建筑的运营管理。通过这些综合措施，建筑在施工和运营阶段都能有效降低碳排放，实现可持续发展的目标。

4 结语

低碳建筑设计不仅是应对全球气候变化的必要手段，更是推动建筑行业可持续发展的重要方向。通过优化建筑形态与布局、应用低碳建筑材料、实施节能技术以及引入智能控制系统，我们能够显著降低建筑的能源消耗和碳排放，实现资源的高效利用。施工与运营阶段的低碳措施同样关键，它们不仅在建筑的生命周期内降低了碳足迹，还为建筑的长期运行提供了支持。这些措施的有效实施，不仅提升了建筑的环境效益也改善了使用者的生活质量，推动了社会对低碳经济的认可和接受。低碳建筑的实践表明，通过科学合理的设计和管理，我们能够在满足现代建筑需求的同时，实现环保与经济的双赢。未来，随着技术的发展和理念的深化，低碳建筑将继续在全球建筑行业中发挥越来越重要的作用，为实现可持续发展的宏伟目标贡献力量。

[参考文献]

[1]谭丽芳.低碳理念在建筑设计中的体现探讨[J].工程技术研究,2020,5(22):185-186.
[2]尹正姝.低碳理念在建筑设计中的体现研究[J].建筑与预算,2023(3):40-42.
[3]钱辛欣.低碳理念在建筑设计中的体现研究[J].中国建筑金属结构,2021(8):76-77.
[4]冯永财.低碳理念在建筑设计中的体现探讨[J].建材与装饰,2020(8):111-112.

作者简介：胡丹阳（1989.1—），女，汉族，毕业学校：河北建筑工程学院，现工作单位：新中远工程设计有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

浅析新形势下的建筑设计与城市规划

刘志学
中联合盛科技有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]全球城市化的加速不仅改变了人们的生活方式，也对城市环境、基础设施和社会结构提出了新的要求。建筑设计和城市规划作为城市发展的核心组成部分，必须适应不断变化的社会需求和技术进步，以实现可持续发展和提高居民生活质量。特别是在新形势下，如何通过创新的设计理论与方法、有效的规划策略，以及科技的应用，来应对未来城市的复杂问题，成为了业内关注的重点。文中探讨新形势下建筑设计与城市规划的主要方向，分析当前面临的挑战，并提出相应的解决方案，以期为未来城市的健康发展提供理论支持和实践指导。

[关键词]建筑设计；城市规划；可持续发展；创新科技
DOI：10.33142/ec.v7i11.14264 中图分类号：TU2 文献标识码：A

Brief Analysis of Architectural Design and Urban Planning under the New Situation

LIU Zhixue
Zhonglian Hesheng Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The acceleration of global urbanization not only changes people's lifestyles, but also puts forward new requirements for urban environment, infrastructure, and social structure. Architectural design and urban planning, as core components of urban development, must adapt to constantly changing social demands and technological advancements to achieve sustainable development and improve residents' quality of life. Especially in the new situation, how to address the complex issues of future cities through innovative design theories and methods, effective planning strategies, and the application of technology has become a focus of attention in the industry. The article explores the main directions of architectural design and urban planning under the new situation, analyzes the challenges currently faced, and proposes corresponding solutions, in order to provide theoretical support and practical guidance for the healthy development of future cities.

Keywords: architectural design; urban planning; sustainable development; innovative technology

引言

城市人口的快速增长和资源的过度消耗，加剧了环境压力和社会矛盾，迫使我们重新审视建筑设计与城市规划的传统方法。建筑设计不仅需要满足人们对舒适和功能的基本需求，还要考虑环境保护、资源节约和社会公平等多方面的要求。同时，城市规划必须综合考虑经济发展、社会需求、环境保护和文化传承等因素，实现全方位的协调与优化。科技的迅猛发展也为建筑设计与城市规划提供了新的工具和方法，如数字化设计、智慧建筑和弹性规划等，为应对城市发展的复杂挑战提供了创新的解决方案。理解和应用这些新的理论和技术，成为当今建筑和城市规划领域的关键任务。

1 城市规划设计的要求及重要性

1.1 城市规划设计的要求

城市规划需要根据城市的实际情况和未来发展趋势，进行系统的分析和预测，确保规划方案能够适应未来的变化和挑战。科学性体现在对城市人口、经济、交通和环境等因素的全面研究与合理预测，而前瞻性则要求规划能够预见未来可能出现的变化和需求，确保城市在长期内的可持续发展。城市规划设计不仅要考虑城市的空间布局，还要统筹经济、社会、环境等多个方面的需求，确保各项规划措施能够相互协调，避免因单一目标而忽视其他方面的要求。规划方案应具备明确的实施步骤和可行的操作方案，确保规划能够顺利转化为实际工程和建设项目。随着社会的发展和城市的变化，规划方案可能需要进行调整和优化。

1.2 城市规划设计的重要性

通过科学合理的规划，可以有效地组织城市的空间布局，合理配置功能区域，提高土地利用效率，不仅能够提升城市的运作效率，还能够改善城市环境，增强城市的吸引力和竞争力。良好的城市规划能够提供优质的居住环境和便捷的公共服务设施，提高居民的生活便利性和舒适度。例如，通过规划合理的住宅区、商业区、教育区和医疗区，可以确保居民在日常生活中能够方便地获取所需的服务和资源，从而提升生活质量[1]。科学的规划能够有效地解决城市发展过程中面临的环境问题，通过引入绿色建筑设计、生态友好设计和循环经济设计等理念，城市规划能够推动城市的绿色发展，实现环境保护与经济发展的平衡，确保城市的可持续发展。通过合理的规划，可以促进社会公平，减少城市内部的贫富差距和区域发展不均衡。规划过程中应充分考虑不同社会群体的需求，确保规划措施能

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

够公平地惠及所有居民，提高社会的整体福祉和幸福感。

2 新形势下的建筑设计理论与方法

2.1 可持续发展

在新形势下，建筑设计需要充分考虑可持续发展的理念，以应对全球环境变化和资源短缺的挑战。可持续发展的建筑设计主要涵盖绿色建筑设计、生态友好设计和循环经济设计三个方面。绿色建筑设计旨在通过优化建筑物的能源使用、水资源管理和材料选择，减少建筑物对环境的负面影响。绿色建筑设计强调使用可再生能源和高效节能技术，例如太阳能、风能和地热能的应用，能够显著降低建筑物的能源消耗和碳排放。此外，绿色建筑还注重建筑物的整体能效，通过优化建筑的外墙、屋顶和窗户设计，减少热损失和冷却需求，从而提高建筑的能源效率。生态友好设计强调建筑与自然环境的和谐共生，力求在最大程度上减少对生态系统的破坏。生态友好设计通过引入绿色植被、屋顶花园和垂直绿化等措施，提高城市的绿化覆盖率，增强城市的生态功能[2]。生态友好设计还注重水资源的管理和利用，通过建设雨水花园、渗透铺装和湿地系统，增强城市的雨水管理能力，减少洪涝灾害的发生。传统的线性经济模式以“资源-产品-废弃物”为主导，导致资源浪费和环境污染。而循环经济设计通过推行“资源-产品-废弃物-再生资源”的循环模式，延长资源的使用寿命，减少废弃物的产生。绿色建筑设计为生态友好设计提供了技术支持，而生态友好设计则为绿色建筑设计提供了自然基础。循环经济设计不仅贯穿于绿色建筑和生态友好设计的整个过程中，还为两者的实施提供了重要的资源保障。

2.2 人本主义

人本主义在建筑设计和城市规划中强调以人为中心的理念，关注人的需求和体验。其核心包括人性化设计、社区参与和社交互动空间三个方面。

2.2.1 人性化设计

设计过程中，需考虑人们的生活习惯和使用需求，例如，合理的空间布局、舒适的室内环境和便捷的无障碍设施。人性化设计通过细致入微的设计细节，如合理的光线和通风设计、舒适的室内温度调节和人性化的家具配置，提升居住者的生活质量。设计师应关注建筑物的功能性，确保其能够满足不同年龄层次和身体条件的用户需求，从而提供一个安全、舒适且高效的生活或工作环境。

2.2.2 社区参与

鼓励居民参与规划和设计过程，可以确保规划方案更加贴近实际需求，增加社区的归属感和认同感。社区参与不仅可以收集到更多的民意和需求，还能够提升规划的透明度和公信力。通过组织公众咨询、座谈会和意见征集等方式，居民可以表达自己的意见和建议，对规划方案提出改进意见，从而使规划设计更加符合社区实际情况和居民期望。

2.2.3 社交互动空间

设置公共广场、社区中心、开放式公园等社交空间，提供便利的社交平台，鼓励居民进行日常交流和社交活动。这些空间不仅提升了社区的活力，也增强了居民的社会连接感。社交互动空间的设计应注重功能的多样性和环境的舒适性，例如，提供多种休闲设施、文化活动场所和互动区域，满足居民的多元需求，并提升社区的整体氛围和生活质量。

2.3 历史保护与文化传承

历史保护与文化传承在建筑设计和城市规划中具有重要意义，主要包括整合传统和现代以及可持续历史修复两个方面。在建筑设计中，既要尊重和保留传统文化遗产，又要引入现代设计元素和技术，创造出具有时代感和功能性的建筑空间。通过将传统建筑风格与现代建筑技术相结合，可以保留历史文化的精髓，同时满足现代人的使用需求。例如，在历史建筑的改造过程中，可以保留原有的外立面和文化特征，同时引入现代的结构和设施，形成传统与现代的和谐对话。可持续历史修复不仅包括对建筑外观和结构的修复，还涉及到使用环保材料和现代技术，以延长建筑的使用寿命和提高其功能性。修复过程应尊重原有建筑的历史风貌和建筑工艺，避免对其结构和文化价值的破坏。通过对历史建筑进行科学合理的修复和改造，可以使这些建筑继续发挥其历史和文化作用，同时适应现代的使用需求，增强其在当代城市中的价值和意义。

2.4 创新科技的应用

在当今建筑设计和城市规划中，创新科技的应用正引领行业的发展方向。数字化设计与建筑信息模型（BIM）、智慧建筑与物联网技术，以及可变性和适应性设计是其中的核心技术，推动了建筑行业的变革。

2.4.1 数字化设计与建筑信息模型（BIM）

BIM（Building Information Modeling）技术通过创建建筑物的数字化三维模型，整合了建筑的所有信息，包括设计、施工、运维等多个阶段的数据。这种综合性的数字化设计方法不仅提升了设计的精确性，还优化了项目的协调与管理。在设计阶段，BIM 能够帮助设计师识别潜在的冲突和设计问题，减少修改和重工的成本。在施工阶段，BIM 支持施工进度和成本的实时监控，提高了施工管理的效率。此外，BIM 还为运营和维护阶段提供了宝贵的数据支持，帮助管理者进行设施的高效管理和维护，从而延长建筑物的使用寿命并降低运营成本。

2.4.2 智慧建筑和物联网技术

智慧建筑通过集成物联网技术，将建筑中的各种设备和系统（如照明、暖通空调、安全系统等）互联互通，实现智能控制和优化管理。物联网技术使得建筑内的设备能够实时传输数据，提供实时监控和远程控制功能，从而提升建筑的运行效率和安全性。例如，智能照明系统可以根

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

据自然光照强度自动调整室内照明亮度，智能空调系统可以根据室内外温差自动调节温度，从而提高能源利用效率并减少能源浪费。智慧建筑还可以通过数据分析预测设备故障，进行预防性维护，降低维修成本。

2.4.3 可变性和适应性设计则

随着社会和技术的不断进步，建筑设计需要具备一定的灵活性，以应对不断变化的使用需求和环境条件。可变性设计通过采用模块化建筑组件和可调节的空间布局，使建筑能够根据实际需求进行功能的调整和空间的重新配置。例如，使用可移动隔断和可调整的内部布局，可以在不同的使用阶段和需求下灵活调整建筑的功能。适应性设计则注重建筑物在不同环境条件下的表现，例如，通过引入可变的外立面和智能窗户系统，使建筑能够适应不同的气候变化和环境挑战，从而提高建筑的环境适应能力和舒适性。

3 新形势下的城市规划策略

3.1 综合性规划

3.1.1 空间组织与地块混合

合理的空间组织可以有效利用城市土地资源，优化功能布局，减少交通拥堵和资源浪费。地块混合则指在规划中融合多种功能用途，如住宅、商业、办公和公共服务设施等，通过混合使用提高土地利用效率，增加城市活力和便利性。例如，商业区与住宅区的合理混合可以减少居民的出行需求，提升生活质量。通过精细化的空间组织和功能混合，能够实现城市的高效运作和资源的最大化利用。

3.1.2 可持续发展与绿色城市

可持续发展要求城市在满足当前需求的同时，不损害未来代际的利益。这包括实施绿色建筑标准、推广可再生能源和提高能源使用效率等措施。绿色城市则注重生态环境保护和城市绿化，通过建设城市公园、绿道和生态湿地等设施，提升城市的生态功能和居民的生活品质。可持续发展的目标是实现环境、经济和社会的三重平衡，确保城市的长期健康发展。

3.1.3 社区和居住环境

社区规划应注重居民的基本生活需求，如交通便利、教育和医疗服务、休闲娱乐设施等。高质量的居住环境不仅要提供舒适的住房条件，还需要具备完善的公共设施和良好的社区服务。例如，设立社区活动中心、绿地和儿童游乐场等，能够提升居民的生活满意度和社区凝聚力。社区规划还应关注不同人群的需求，如老年人、儿童和残疾人士的特别需求，以实现真正的人本关怀。

3.1.4 智能化与数字化

智能城市利用先进的数字技术和数据分析，提升城市管理和服务的效率。例如，通过智能交通系统优化交通流量，通过数据监测和预测提高城市设施的运营管理水平。数字化城市规划则通过 BIM 技术、地理信息系统（GIS）等工具，实现规划设计的精确化和可视化。

3.1.5 民众参与和社会公正

充分听取民众意见和参与规划过程，可以确保规划方案更加贴近实际需求，提升规划的社会认可度和实施效果。民众参与不仅包括意见征集和公众咨询，还应关注规划方案对不同社会群体的影响，确保社会公正和资源的公平分配。通过有效的沟通和参与机制，可以增强居民的归属感和满意度，提高规划的社会效益。

3.1.6 文化遗产保护与城市形象塑造

保护和利用城市的历史文化遗产不仅能够保留城市的独特魅力，还能够提升城市的文化品位和吸引力。合理的规划和设计，整合传统与现代，既保持历史文化遗产的真实性，又融入现代建筑元素，形成具有历史深度和现代活力的城市形象。文化遗产的保护还涉及到对历史建筑的修复和再利用，确保其在现代城市中的文化价值和历史意义。

3.2 弹性规划

弹性规划是一种应对不确定性和变化的城市规划策略，旨在提升城市对环境、社会和经济变动的适应能力。采用可变功能的建筑设计和动态调整的土地使用政策，可以使城市在面对需求变化或突发事件时迅速调整功能布局，提高资源利用效率[3]。此外，弹性规划强调系统化的风险管理，涉及对自然灾害、环境污染及经济波动等潜在风险的评估，并制定相应的应对措施。绿色基础设施的建设也是弹性规划的重要组成部分，通过设置城市公园、绿道和雨水管理系统，不仅提升城市环境质量，还增强其对气候变化的适应能力。社区参与和多方合作也是实现弹性规划的关键，鼓励居民参与规划过程和建立多方合作机制，有助于增强城市的整体韧性。

3.3 区域一体化

区域一体化是推动区域协调发展的重要策略，旨在通过综合规划和协作机制实现区域内各方面的协调与优化。区域交通一体化通过建立高效的交通网络，促进不同城市和地区之间的无缝连接，不仅能减轻交通拥堵，还能提高经济活动的效率。跨区域绿地系统的建设则通过连接不同城市的绿地和生态区域，增强生态系统的整体性和城市的环境质量，提升居民的生活舒适度。制定和实施一致的规划标准，确保各城市和地区在发展过程中保持一致性，避免功能重叠和资源浪费。联防联控和应急管理策略通过建立区域内的紧密合作机制，通过信息共享和资源整合，各区域能够快速响应和协调处理突发情况，提高整体的应急管理能力。资源优化配置和产业协同发展则强调区域内资源的合理分配和产业的协作，避免资源浪费和重复建设，实现经济效益的最大化。政府合作和合作机制建立是实现区域一体化的基础，通过政府间的合作协议和协调机制，推动政策的一致性和执行的有效性，从而促进区域经济和社会的共同发展。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

4 结语

新形势下的建筑设计与城市规划需要综合考虑多方面的因素，以实现城市的可持续发展和高质量生活。通过引入创新的设计理论与方法，如绿色建筑设计、人本主义设计、历史保护与文化传承等，能够有效提升建筑的环境适应性和人性化水平。同时，采用综合性的城市规划策略，如区域一体化、弹性规划等，能够促进城市内部的协调与优化，应对未来的不确定性和挑战。科技的进步，尤其是数字化设计、智慧建筑和物联网技术，为城市规划提供了强大的支持，提升了规划的精确性和可操作性。未来，建筑设计与城市规划需要进一步深化理论研究和技术应用，加强社会各方的合作与参与，以实现更加绿色、智能和宜居的城市环境。

[参考文献]

[1]何俊.基于城市规划视角的建筑设计策略研究[J].中国建筑装饰装修,2022(20):92-94.
[2]王欣怡.新时期建筑设计与城市规划相关性探讨[J].城市建筑,2022,19(18):141-143.
[3]赵海隆.建筑设计与未来城市规划的互动与发展研究[J].新城建科技,2024,33(3):92-94.

作者简介：刘志学（1988.11—），男，汉族，毕业学校：河北建筑工程学院,现工作单位:中联合盛科技有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高密度城市环境下建筑设计的空间优化与创新

王心宇
石家庄财经职业学院，河北 石家庄 050000

[摘要]紧凑城市理论因其在限制城市蔓延和促进土地综合集约化利用方面的显著优势，已被广泛接受为高密度城市和地区实现可持续发展的有效理论模型。该理论主张在有限的城市空间内，通过高效的规划和设计来优化资源使用，提升居住质量，并减少对自然环境的影响。在高密度城市环境下，建筑设计的空间优化与创新不仅需要遵循紧凑城市理论的核心原则，还要探索如何在有限的空间内实现功能多样化和空间利用最大化。通过综合应用紧凑布局、智能技术和多功能设计，可以有效应对空间紧张问题，提高建筑物的使用效率和生活舒适度。这种设计策略不仅有助于提升城市的整体功能性，还能促进环境保护和资源节约，推动城市向更加可持续和宜居的方向发展。

[关键词]高密度城市环境；建筑设计；空间优化；创新
DOI：10.33142/ec.v7i11.14259 中图分类号：TU984 文献标识码：A

Space Optimization and Innovation of Architectural Design in High-density Urban Environments

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

Abstract: The compact city theory has been widely accepted as an effective theoretical model for achieving sustainable development in high-density cities and regions due to its significant advantages in limiting urban sprawl and promoting comprehensive and intensive land use. This theory advocates optimizing resource utilization, improving living quality, and reducing impact on the natural environment through efficient planning and design within limited urban spaces. In high-density urban environments, spatial optimization and innovation in architectural design not only need to follow the core principles of compact city theory, but also explore how to achieve functional diversity and maximize space utilization within limited spaces. By integrating compact layout, intelligent technology, and multifunctional design, it is possible to effectively address space constraints, improve building efficiency, and enhance living comfort. This design strategy not only helps to enhance the overall functionality of the city, but also promotes environmental protection and resource conservation, driving the city towards a more sustainable and livable direction.

Keywords: high-density urban environment; architectural design; space optimization; innovation

引言

随着全球城市化进程的加速，高密度城市环境已经成为现代城市发展的常态。这种环境下，建筑设计面临前所未有的挑战，空间紧张和土地稀缺要求设计者在有限的土地上实现空间的高效利用。为了提升城市居住质量并推动可持续发展，空间优化与创新设计策略显得尤为重要。在高密度城市环境中，建筑设计不仅需应对土地资源的局限性，还要满足不断增长的功能需求。设计师和规划者面临的主要任务是如何在有限的空间内创造出既实用又舒适的生活和工作环境。空间优化不仅涉及对建筑内部布局的调整，更涵盖了通过创新设计突破空间利用瓶颈，实现功能最大化和使用效率的提升。这种优化策略包括多功能空间的设计、灵活的布局以及智能建筑系统的整合等多个方面。此外，建筑设计的创新必须兼顾环境可持续性。随着城市化进程的推进，建筑不仅需要融入节能环保的理念，还需积极应对诸如空气质量恶化和热岛效应等生态挑战。绿色建筑理念与智能技术的结合，不仅有助于优化空间利用，还能减少建筑对环境的负面影响，从而实现建筑与自然环境的和谐共存。本文将深入分析在高密度城市环境下，建筑设计中空间优化与创新策略的作用，探讨这些策略如何在提升空间效率、满足多功能需求以及实现可持续发展方面发挥作用。通过对当前建筑设计趋势的探讨，旨在为未来城市环境中的建筑设计提供有价值的参考意见。

1 空间优化的设计原则

1.1 功能布局的高效利用

功能布局的高效利用是空间优化设计的关键原则之一，旨在通过合理规划空间配置来最大限度地提升使用效率。在设计阶段，必须充分考虑各功能区域的相对位置，以减少内部流动路径并优化空间使用，从而确保主要区域能够便捷地访问。同时，通过灵活的空间划分和模块化设计，可以实现区域的多功能共享，提升空间的适应性和灵活性。这种有效的功能布局不仅提升了空间的实用性，还能减少不必要的浪费，提高整体建筑的使用价值及用户满意度。此外，运用先进的设计工具和技术，如建筑信息模型（BIM），可以精确地模拟和优化功能布局，进一步提高空间利用效率。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

1.2 多功能空间的设计

多功能空间设计作为实现空间优化的重要策略，通过整合多种用途于同一空间，极大地提升了空间利用率。这种设计方法通常涉及灵活的空间划分、可变的家具配置以及可调整的内部布局，以适应不同的使用需求和活动类型。例如，一间会议室可以设计成既能容纳大型会议，又能通过可活动隔断转换为多个小型会议室或讨论区，同时配备折叠式家具，以满足多样化的功能需求[1]。通过这种设计，有效地减少了非必要的使用面积，同时用户的舒适性和便利性也得到了提升，使空间能够根据使用需求的变化迅速进行调整。

1.3 空间灵活性与适应性

空间灵活性与适应性在现代建筑设计中扮演着至关重要的角色，重点在于设计能够应对不断变化的需求。通过采用可调节的布局方案和多功能家具，空间可以根据不同的使用场景迅速进行调整，从而增强其适应能力。例如，借助可移动的隔墙和模块化家具，一个房间能够在短时间内从大空间办公转换为休憩、活动空间和小型办公区。此外，灵活的空间设计还应预见未来可能的功能扩展和变化，以便建筑能够适应长期的发展趋势和不断变化的使用需求。

2 高密度城市环境的挑战

2.1 空间紧张与需求增长

在高密度城市环境中，空间紧张与需求增长构成了主要挑战。随着城市人口的不断增加和城市化进程的加速，对住宅、商业以及公共服务空间的需求也显著上升，这使得土地资源变得极其稀缺。高密度的人口加剧了对有限空间的竞争，使得可用土地的开发和利用愈加复杂。同时，经济活动的繁荣推动了商业和办公空间需求的增加，这进一步加重了空间紧张的问题。此外，基础设施、交通及公共服务需求的上升也加剧了城市空间的压力。这些因素共同作用，不仅影响了居民的生活质量和城市的运行效率，也对城市的可持续发展提出了严峻的挑战。城市规划者和建筑师因此面临着更加复杂的设计和管理难题。

2.2 交通拥堵与基础设施压力

在高密度城市环境中，交通拥堵与基础设施压力问题日益严重。随着城市人口的迅速增长及车辆数量的增加，道路交通网络经常面临超负荷运行的情况，导致交通拥堵成为常态。密集的交通流量不仅延长了通勤时间，还增加了交通事故的发生频率，对居民的日常生活带来极大的困扰。与此同时，基础设施的压力也显著上升。现有的道路、桥梁、隧道以及公共交通系统难以应对不断增长的需求，频繁的维修和保养未能彻底解决老化及损耗问题。基础设施的过度使用还可能导致服务质量的下降，如供水、电力和排水系统的不稳定，这进一步影响了城市的正常运作。

2.3 环境与可持续发展问题

在高密度城市环境中，环境与可持续发展问题显得尤为突出。随着人口密度的提升和建筑物的集中，城市环境负担显著加重。空气污染已成为一个严重问题，汽车尾气排放、工业废气以及建筑和市政工程施工产生的扬尘共同恶化了空气质量，对居民健康构成了威胁。与此同时，城市热岛效应也在不断加剧，由于大量的混凝土和建筑材料吸热并释放热量，城市温度普遍高于周边乡村，这增加了冷却需求并加重了能源消耗的压力[2]。噪声污染也是一个显著问题，高密度的交通和频繁的建筑活动使噪音水平显著上升，影响了居民的生活质量和心理健康。水资源的消耗与管理同样面临挑战，城市化进程推动了水资源需求的增加，而排水系统的负担也在加重，这可能引发水体污染和洪涝问题。

3 创新建筑设计策略

3.1 垂直城市与高层建筑设计

垂直城市及高层建筑设计作为应对高密度城市环境中空间紧张的创新策略，通过向垂直方向扩展建筑空间，旨在最大化利用有限的土地资源。这种设计方法不仅显著增加了城市建筑的总面积，还在有限的土地上提供了多功能的使用空间。在高层建筑设计中，必须重视结构的稳定性与安全性，这通常要求采用先进的工程技术和材料以增强抗震能力和承载力。设计过程中需综合考虑建筑功能的分区安排，部分综合性建筑会分别将住宅、办公与商业及公共设施进行合理的空间组合或垂直分层区布置，以实现高效的空间利用及功能整合。此外，高层建筑的外立面设计需注重节能与环保，选用高性能隔热材料和智能窗户系统，以减少能源消耗并提升室内舒适度。为了进一步提高建筑的可持续性及环境适应性，设计中可以融入绿色屋顶、垂直绿化及雨水收集系统等生态元素，这不仅改善了建筑的微气候，还减轻了对城市基础设施的压力。高层建筑的规划还应考虑交通与服务设施的配套，以确保居民的出行便利性与生活舒适度。

3.2 模块化与预制建筑技术

模块化与预制建筑技术代表了建筑设计中的一种创新方法，旨在提高施工效率、降低成本，并提升建筑质量。这一技术通过在工厂内将建筑的各个组件，如墙体、楼板及机电系统，预制成标准化模块或组件，随后运输到施工现场进行组装。这种方法显著缩短了施工周期，并减少了现场施工的复杂性。由于预制构件在受控的工厂环境中生产，可以保证其质量的一致性与稳定性，同时减少了现场天气或环境条件变化对施工质量的影响。在模块化建筑中，各个模块通常具备高度的标准化和互换性，这不仅简化了设计与施工过程，也使建筑能够灵活应对不同功能需求的变化。例如，模块化住宅可以根据需求进行扩展或重新配置，以适应不断变化的生活需求。预制建筑技术还支持大规模生产和装配，从而为城市化进程提供高效且经济的建筑解决方案。此外，这些技术有助于减少建筑废料和环境

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

影响，因为生产过程中通常会优化材料的使用，减少资源浪费。模块化建筑的快速组装还能够减少对周边环境的干扰，降低施工噪音及污染。

3.3 绿化与智能建筑系统

绿化与智能建筑系统在现代建筑设计中占据了重要地位，它们不仅提升了建筑的生态效益，还增强了功能性和用户舒适度。绿化设计涉及在建筑外立面、屋顶等区域实施垂直绿化和绿色屋顶。这些措施有效缓解城市热岛效应、改善空气质量，同时提供自然的隔热与隔音效果，从而降低了建筑的能耗及维护成本[3]。绿色屋顶和垂直绿化不仅美化了建筑的外观，还为城市增添了绿色空间，促进了生物多样性，并为居民创造了放松和休闲的环境。与此同时，智能建筑系统通过整合先进技术来优化建筑的能源使用、环境控制和安全管理。系统包括智能照明、自动温控、智能窗户及节能设备，它们通过实时监测和调整建筑内部环境，提高了能源效率，减少了资源浪费。例如，智能温控系统能够根据气候变化和室内活动自动调整温度，智能照明系统则根据自然光的强度自动调节灯光，从而进一步节约能源。此外，智能建筑系统还涵盖了先进的安全管理功能，如视频监控、入侵检测及紧急响应系统，以保障建筑及住户的安全。

4 技术与工具的应用

技术与工具的应用在建筑设计与施工中发挥了关键作用，推动了建筑行业向更高效、更智能的方向发展。建筑信息模型（BIM）作为一种前沿的设计工具，通过创建数字化的三维模型，为建筑的整个生命周期提供了信息管理平台。这种模型不仅有助于设计师进行建筑设计的可视化和优化，减少设计错误，还能在施工阶段提供精准的施工指导和协调，从而提高工程的效率与准确性。此外，虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术的应用，使设计团队和客户能够在施工前真实地体验建筑空间，进行直观的设计评审和修改，这有效地减少了因设计变更带来的成本和时间损失。数据驱动的设计与分析工具同样在建筑设计中扮演了重要角色。这些工具通过收集和分析建筑数据，如能源消耗、室内空气质量及使用模式，帮助设计师做出基于实际数据的优化决策，从而提升建筑的性能与舒适度。智能建筑系统的集成进一步增强了建筑的功能性，涵盖了自动化控制系统、智能安防以及节能设备，通过实时监控和数据分析，实现了建筑内部环境的智能调节，提高了能源效率并确保了居住安全。这些技术与工具不仅提升了建筑设计与施工的效率与质量，还推动了建筑行业的数字化转型，为实现更智能、更可持续的建筑解决方案奠定了基础。

5 未来趋势与展望

未来的建筑设计与施工领域正朝着一系列创新的发展方向迈进，这些趋势旨在应对不断增长的城市需求和环境挑战。智能建筑及物联网技术的进步将推动建筑物向更高智能化方向发展，通过集成先进的传感器和自动化系统，实现能源管理和环境控制的优化。智能建筑系统能够实时监测和调节室内环境，同时通过数据分析来优化能源使用，降低浪费，并提升居住者的舒适性和安全性。绿色建筑及可持续设计的趋势也将持续占据主流地位。随着环境保护意识的提升，建筑行业将更加注重环保材料的使用、节能技术的应用以及碳足迹的减少。未来的建筑设计将融入更多生物适应性设计元素，如自然通风、太阳能利用以及雨水收集系统，以提高建筑的生态效益和资源利用效率[4]。模块化与预制建筑技术的应用也将得到广泛推广，随着生产技术的进步和制造成本的降低，这些技术将使建筑施工变得更加迅速、经济，同时提升施工质量，并减少对环境的影响。垂直城市及混合功能建筑的设计将继续发展，以应对城市空间不足的挑战，创造更加紧凑、高效且多功能的城市环境。虚拟现实（VR）及增强现实(AR)技术将成为设计与施工过程中的关键工具，允许设计师在施工前进行深入的模拟和体验，从而提高设计的准确性，并减少施工中可能出现的问题。

6 结语

在高密度城市环境下，建筑设计的空间优化与创新不仅是应对城市空间紧张的必要策略，也是推动可持续发展的核心因素。紧凑城市理论为我们提供了有效的框架，通过限制城市蔓延并促进土地资源的高效利用，从而提升城市功能与居民的生活质量。通过多功能布局、智能技术的应用及绿色建筑理念，空间优化和创新设计能够在有限的土地上实现更高效的空间利用。随着技术的不断进步与设计理念的更新，未来的建筑设计将更注重生态平衡及资源的可持续使用。在这一背景下，持续探索与实践更多创新策略将推动城市朝着更加紧凑、环保与智能的方向发展，进而为城市居民提供更优质的生活环境，同时为实现全球可持续发展目标贡献力量。

[参考文献]

[1]赵紫涵.城市高密度环境下中小学校亲自然设计研究[D].广州:华南理工大学,2023.
[2]王夕倩.高密度城市环境下的商业公共空间设计[J].丝网印刷,2022(10):25-28.
作者简介：王心宇（1993.6—），女，汉族，毕业学校：意大利米兰布雷拉美术学院，现工作单位：石家庄财经职业学院。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

基于绿色节能理念的建筑暖通设计优化研究

徐兴宁
河北省交通规划设计研究院有限公司交建分公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球能源危机和环境保护意识的不断增强，绿色节能建筑设计已经成为建筑行业的重要发展趋势。在这一背景下，建筑暖通设计作为建筑系统的重要组成部分，其优化和升级对于实现节能减排目标具有至关重要的作用。科学合理的暖通设计能够有效降低能源消耗，提高系统运行效率，从而在节能减排的同时提升居住和工作环境的舒适度。文中探讨基于绿色节能理念的建筑暖通设计优化路径，重点分析如何通过合理选择热源、优化供暖系统和通风系统、应用热回收装置等措施，实现建筑暖通系统的高效能和低能耗。

[关键词]绿色节能；建筑暖通设计；优化路径；热回收
DOI：10.33142/ec.v7i11.14257 中图分类号：TB6 文献标识码：A

Research on Optimization of Building HVAC Design Based on Green Energy-saving Concept

XU Xingning
Communications Construction Branch of Hebei Provincial Communications Planning, Design and Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasing global energy crisis and environmental awareness, green and energy-saving building design has become an important development trend in the construction industry. In this context, building HVAC design, as an important component of building systems, plays a crucial role in optimizing and upgrading to achieve energy-saving and emission reduction goals. Scientific and reasonable HVAC design can effectively reduce energy consumption, improve system operating efficiency, and enhance the comfort of living and working environments while saving energy and reducing emissions. The article explores the optimization path of building HVAC design based on the concept of green energy conservation, with a focus on analyzing how to achieve high efficiency and low energy consumption of building HVAC systems through reasonable selection of heat sources, optimization of heating and ventilation systems, and application of heat recovery devices.

Keywords: green and energy-saving; architectural HVAC design; optimize the path; heat recovery

引言

随着环保法规的日益严格和能源价格的不断上涨，建筑行业正面临着越来越大的压力来优化设计，减少能源消耗，提升建筑的能源使用效率。建筑暖通设计（Heating, Ventilation, and Air Conditioning, HVAC）作为建筑系统的重要组成部分，直接影响到建筑的能效和舒适度。绿色节能理念作为建筑设计的重要发展方向，强调通过节能技术和可再生能源的利用，降低建筑运行过程中的能源消耗和环境影响。

1 绿色节能理念下的建筑暖通设计概述

1.1 暖通设计理念

暖通设计理念的核心在于通过科学的设计方法和先进的技术手段，提升建筑内部环境的舒适性和能效，同时降低能源消耗和环境影响。传统的暖通设计主要关注建筑的加热、通风和空调功能，但绿色节能理念的引入，使得设计不仅限于满足基本的舒适需求，更注重能源的高效利用和环保。绿色节能暖通设计强调系统的整体集成，优化热源的选择和运行方式，采用高效设备和智能控制技术，减少能源浪费。它还关注建筑的节能潜力，如通过热回收系统回收废气热量，利用可再生能源降低对化石燃料的依赖。最终，暖通设计理念的目标是实现建筑的可持续发展，不仅提升室内环境的舒适度，还降低对自然资源的消耗，减少对环境的负面影响。

1.2 建筑暖通设计内容

建筑暖通设计涵盖了供暖、通风和空调系统的全面规划和实施，以确保建筑内的环境舒适性和能源效率。供暖系统的设计包括选择合适的热源、确定热量需求、优化热量分配和控制方式，以保证室内在不同季节和气候条件下的舒适性。通风系统则关注空气的流通与交换，确保新鲜空气的引入和污浊空气的排出，从而维持良好的室内空气质量。空调系统设计涉及制冷和空气调节，控制室内温度和湿度，提供舒适的居住环境[1]。此外，系统集成是设计的关键部分，通过将供暖、通风和空调系统有效地结合，优化能源使用和运行效率。

2 绿色节能理念在建筑暖通设计中的应用意义

2.1 符合建筑行业发展需求

随着全球对环境保护和能源节约的日益关注，建筑行业正经历深刻的变革，要求更加注重建筑设计的环保性能

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

和能源效率。绿色建筑标准和节能法规的推广，促使设计师和工程师在建筑暖通系统中采用高效、可持续的解决方案，以应对能源短缺和气候变化带来的挑战。绿色节能暖通设计不仅符合国家和地区的建筑规范，还帮助建筑项目获得绿色建筑认证，提升市场竞争力，满足消费者对节能环保的期望，为未来建筑行业的发展奠定了坚实的基础。

2.2 降低能源损耗

绿色节能理念在建筑暖通设计中的应用能够显著降低能源损耗。通过采用高效的暖通设备和系统设计，例如先进的热源技术、智能控制系统和优化的管道布局，可以有效减少建筑运行中的能源浪费。此外，绿色节能设计还包括热回收装置的应用，如热交换器，将废气中的热量回收利用，进一步降低能源消耗。合理的建筑布局和材料选择也能提高建筑的保温性能，减少对外部能源的需求，不仅能降低建筑的能源费用，还能减轻对环境的负担，促进节能减排，实现经济效益与环境效益的双赢。

3 建筑暖通设计的常见问题

3.1 暖通设计相关计算不准确

暖通设计中的计算不准确可能导致系统设计参数与实际需求不匹配。例如，热负荷计算错误可能使加热或冷却能力不足，从而影响室内环境的舒适性。设备容量选择不当可能导致能效降低和运行不稳定。此外，计算不准确还可能导致管道尺寸不合适，影响空气流量和系统的整体性能。

3.2 防火设计不合理

防火设计不合理可能导致系统在火灾情况下无法有效阻止火势蔓延。例如，防火隔离措施不足可能使火灾在建筑内部迅速扩散，增加人员和财产的风险。防火阀设置不当可能导致烟雾和火焰无法有效隔离，危害建筑的安全性。

3.3 管道设计不符合规范要求

管道设计不符合规范要求可能导致系统运行中的各种问题。例如，管道布置不合理可能造成气流不畅或局部过热，影响系统的整体效率。管道的支撑和绝缘不符合规范可能导致漏水或漏气现象，影响系统的稳定性和长期使用。

3.4 楼梯散热器设置不合理

楼梯散热器的设置不合理可能导致楼梯间温度的不均匀，影响舒适性和安全性。设置不当可能导致散热器效果不足，使得楼梯间在冬季过于寒冷，影响人员的正常使用和安全通行。

3.5 供暖入口设计不科学

供暖入口设计不科学可能导致热量分布不均匀。例如，入口设计不合理可能造成供暖系统热量供应不稳定，使得部分区域供暖不足或过热，影响整体的舒适度和能源利用效率。

3.6 排风系统设计不合理

排风系统设计不合理可能影响室内空气质量。例如，排风系统布置不当可能导致空气流通不畅、气流死角等问题，从而使得室内空气中的污染物无法有效排出，影响居住者的健康和舒适度。

4 基于绿色理念的建筑暖通设计优化路径

4.1 加强相关规范学习

在绿色节能建筑暖通设计的优化过程中，加强对相关规范的学习不仅能确保设计符合最新的标准，还能提升设计的科学性和有效性，推动建筑项目的绿色转型。设计人员应定期关注和学习国家及地方的建筑节能法规、绿色建筑标准以及行业规范。例如，《建筑节能设计标准》《绿色建筑评价标准》等文件是指导建筑暖通设计的重要依据[2]。设计人员还应积极参与行业培训、学术研讨会和专业交流活动，有助于了解和掌握新的设计方法和技术工具。建立和维护规范数据库，定期更新相关规范文件，也有助于设计团队及时获得最新的规范要求。设计团队可以通过内部学习和讨论，分享学习成果和实践经验，确保每个成员都能及时掌握和应用最新的规范要求。

4.2 科学选择暖通热源

选择合适的热源不仅能提高系统的能效，还能减少能源消耗，降低运营成本，并有助于环境保护。对建筑的热负荷需求进行准确评估，包括分析建筑的面积、功能、使用条件以及气候特点，精确的热负荷计算，可以选择合适容量的热源设备，避免因设备过大或过小而导致的能源浪费和系统效率低下。根据建筑的能源供应条件和环境特点，选择合适的热源类型。常见的热源包括传统的燃气锅炉、燃油锅炉、热泵系统以及太阳能热水系统等。对于能源供应稳定的地区，燃气锅炉和燃油锅炉依然是经济有效的选择。空气源热泵适用于温度变化较大的环境，其较高的能效比和灵活的安装方式，使其成为现代建筑的热门选择。地源热泵则利用地球内部稳定的温度进行加热和制冷，适合于地质条件适宜的地区。太阳能热水器通过捕捉太阳能提供热水，是一种高效的绿色热源，特别适用于日照充足的地区。考虑到设备的长期运行和维护成本，选择高效、可靠的设备至关重要。高效设备不仅在初期投资上可能更高，但在长期运营中能显著降低能源消耗和运营成本，还需考虑其维护便利性和寿命，确保设备的长期稳定运行。结合建筑的实际情况，综合考虑经济性、环境影响和系统适应性等因素，进行全面的决策。例如，在能源价格波动较大的地区，可能需要权衡使用多种热源的组合方式，以降低整体运行成本。在设计中还可以通过智能控制系统的应用，优化热源的使用效率，根据实际需求调整设备运行，进一步提高系统的能效。

4.3 合理利用绿色能源

绿色能源，如太阳能、风能和地热能，具有低碳、可再生的优势，通过有效整合和应用这些能源，可以显著降低建筑的能源消耗和环境影响。不同类型的绿色能源在不

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

同地区的可用性和效果各异。通过详细分析建筑的能源需求和当地的绿色能源资源情况（如日照强度、风速、地热温度等），可以确定最适合的绿色能源类型。例如，太阳能系统适用于日照充足的地区，风能系统则适合风速较高的地区，而地热能则需要适当的地质条件。在建筑屋顶或外墙安装太阳能光伏板或太阳能热水器，可以有效利用太阳能进行电力或热水供应。光伏板将太阳光转化为电力，适合满足建筑的电力需求；太阳能热水器则用于提供热水，适合热水需求较大的建筑。风力发电机则可以安装在适宜的区域，通过风能发电，补充建筑的电力供应。地源热泵系统则可以利用地下恒定的温度进行加热或制冷，为建筑提供高效的暖通解决方案。设计时应综合考虑绿色能源系统的规模、布局和系统集成。例如，太阳能光伏板的安装角度和方向应根据当地的太阳辐射情况进行优化，以最大化能源采集效率。风力发电机的选址应考虑风速分布和地形特征，以确保其高效运行。地源热泵系统的设计应根据地质条件和建筑热负荷进行合理配置，以提高系统的整体效率。通过智能控制系统，能够实时监测和调节绿色能源系统的运行状态，根据建筑的实际需求优化能源使用。例如，智能调节系统可以在日照强度较高时自动增加太阳能光伏系统的电力输出，在风速较高时启动风力发电机，从而实现能源的最佳利用。结合高效的建筑保温和节能窗户设计，可以减少对外部能源的需求，提高绿色能源的利用效率。

4.4 降低能源消耗

优化建筑暖通系统的设计和运行，可以显著减少能源的使用，提高系统的整体效率。优化建筑的保温性能是关键措施之一。使用高效的隔热材料，如外墙保温板、低辐射窗玻璃等，可以有效减少建筑热量的损失。在建筑设计中，合理设计建筑的朝向和窗户面积，可以最大化利用自然采光和被动太阳能，减少人工照明和供暖需求。使用高效的锅炉、空调系统和通风设备，可以显著提高能源使用效率。例如，高效的变频空调系统和节能锅炉能够根据实际需求自动调整运行状态，避免能源的过度消耗。采用高效的风机和泵设备，可以减少系统的电力消耗。系统中应选择低能耗的 LED 照明设备，以降低建筑的电力需求。安装智能温控系统、自动调节系统和能源管理系统，可以实时监测建筑的能源使用情况，并根据实际需求进行动态调整。热回收系统能够回收建筑内部的废热或废气中的热量，用于预热新风或加热水，从而减少对外部能源的需求。热回收通风系统、废气热回收系统和热交换器等设备可以显著提高能源利用效率，降低建筑的能源消耗。定期检查和清洁设备，及时更换磨损的部件，可以确保系统的稳定性和效率。

4.5 优化供暖系统和通风系统

通过科学的设计和有效的管理，可以显著提升系统的性能，减少能源消耗。采用区域供暖方式，可以根据不同区域的热需求进行灵活调节，避免整体系统运行时的不必要能源浪费。例如，在不同功能区（如办公区、会议室和休息区）设置独立的供暖设备和控制系统，可以根据实际使用情况调整供暖强度，提升能源使用效率[3]。此外，引入智能控制系统，利用温控器和传感器实时监测和调节室内温度，实现精准的温度控制，避免过度供暖和能源浪费。现代供暖设备，如高效燃气锅炉、地源热泵和空气源热泵，具有较高的能效比，可以在满足供暖需求的同时减少能源消耗。高效锅炉系统配备智能调节功能，可以根据实际负荷动态调整输出功率，提高系统的整体效率。地源热泵和空气源热泵则利用自然资源进行加热，提供稳定的供暖效果，同时降低能源消耗。

在通风系统的优化中，重点是提高空气流通的效率和空气质量。设计合理的通风布局，确保建筑内部的空气能够均匀流动，避免产生气流死角和空气滞留现象。使用高效的通风设备，如变风量（VAV）系统，可以根据实际需求调整风量，节省能源。应用热回收通风系统（HRV 或 ERV），能够回收排风中的热量，并将其转移到新风中，减少对外部能源的需求，提高通风系统的能源利用效率。污染物的积累会导致通风系统的能效下降和空气质量恶化，定期清洁有助于维持系统的最佳运行状态。利用智能建筑管理系统（BMS）监控建筑内部的环境数据，根据实时数据调整供暖和通风系统的运行状态，以实现最佳的能源利用和舒适度。

4.6 科学应用热回收装置

热回收技术通过回收和再利用建筑内部产生的废热或废气热量，可以显著减少对外部能源的需求。对建筑内部各个区域的热量产生情况进行详细分析，可以选择最合适的热回收装置进行安装和集成。选择适合建筑需求的热回收装置类型。常见的热回收装置包括热回收通风系统（HRV）、能量回收通风系统（ERV）和废气热回收装置。热回收通风系统能够回收排风中的热量，并将其传递给新风，预热进入建筑的空气，减少供暖需求。能量回收通风系统不仅回收热量，还能够回收湿度，适用于湿度控制需求较高的建筑。废气热回收装置可以从废气中回收热量，用于加热水或预热空气。选择合适的热回收装置需考虑建筑的具体需求、系统的运行条件和经济性。设计时应考虑设备的布局、管道布置和系统接口，确保热回收装置能够高效地与暖通系统连接。例如，在安装热回收通风系统时，需要合理安排新风和排风的流向，以实现最佳的热量交换效果。设备的过滤器和热交换器需要定期清洁，避免灰尘和污垢影响设备的热交换效率。建立有效的维护管理制度，定期检查设备的运行状态，及时处理故障和异常情况，确保设备的长期稳定运行。智能控制系统可以实时监控建筑的环境数据，如温度、湿度和空气流量，并根据实际需求

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

调整热回收装置的运行状态。

5 结语

通过对基于绿色节能理念的建筑暖通设计优化路径的深入探讨，可以得出结论：优化暖通系统设计不仅有助于提高建筑的能源效率，还能显著降低运营成本，减少对环境的负担。通过科学选择热源、合理应用绿色能源、优化供暖和通风系统，以及有效利用热回收装置等措施，建筑暖通系统能够实现最佳的能源利用效果，推动建筑行业的可持续发展。未来，随着绿色节能技术的不断进步和应用经验的积累，建筑暖通设计的优化将更加精细化和智能化，为实现节能减排目标和可持续发展做出更大贡献。

[参考文献]

[1]李智超.闭环变风量控制系统在实验室通风系统中的应用[J].工程技术研究,2024,9(2):118-120.
[2]云飞.绿色发展理念下建筑采暖通风空调系统常见问题及系统优化策略[J].工程机械与维修,2024(6):77-79.
[3]张磊.住宅建筑暖通空调系统节能设计思路分析[J].居舍,2024(18):90-93.

作者简介：徐兴宁（1990.4—），女，汉族，毕业学校：湖南大学，现工作单位：河北省交通规划设计研究院有限公司交建分公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑设计中的适老化设计与无障碍环境建设

郭显豪
中土大地国际建筑设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国人口老龄化的加剧,适老化设计与无障碍环境建设变得越来越重要。适老化设计旨在改善老年人的生活质量，通过优化空间布局、改进设施和提供适用的家居设备，满足老年人在行动、视力和听力上的需求。同时，无障碍环境建设确保所有人，包括行动不便者，能够平等、顺畅地使用公共建筑。文中探讨了适老化设计与无障碍环境建设的核心要素，分析两者的融合及其对提升生活质量的作用，并提出相应的策略和建议，旨在促进建筑环境的全面适应性。
[关键词]建筑设计；适老化设计；无障碍；环境建设
DOI：10.33142/ec.v7i11.14251　　中图分类号：TU201　　文献标识码：A

Aging Friendly Design and Barrier Free Environment Construction in Architectural Design

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

Abstract: With the aging of the population in China, aging design and barrier free environment construction become more and more important. Age friendly design aims to improve the quality of life for the elderly by optimizing spatial layout, improving facilities, and providing suitable home equipment to meet their mobility, vision, and hearing needs. At the same time, the construction of accessible environments ensures that everyone, including those with limited mobility, can use public buildings equally and smoothly. The article explores the core elements of aging friendly design and barrier free environment construction, analyzes the integration of them and their role in improving the quality of life, and proposes corresponding strategies and suggestions aimed at promoting the comprehensive adaptability of the built environment.
Keywords: architectural design; aging friendly design; accessibility; environmental construction

引言

在现代建筑设计中，适老化设计与无障碍环境建设已成为提高建筑普遍适用性和包容性的核心因素。全球老龄化进程的加速以及对残疾人士生活质量的关注日益增强，给建筑师和设计师带来了新的挑战与机遇。适老化设计致力于为老年人创造安全舒适的居住环境，关注他们在行动、视力和听力上的变化，以及对生活便利性的需求。同时，无障碍环境建设的目标是为所有人，包括行动不便人士，创造无障碍空间，这不仅涉及建筑的物理布局，还包括信息传递和服务设施的无障碍性。将这两种设计理念结合，体现了对特殊人群需求的重视以及对社会公平和包容性的承诺。通过融合无障碍设计与适老化设计，能够打造一个能够满足不同身体条件人士需求的生活环境，从而使他们平等、便利地享受社会资源与服务。本文将探讨这两个领域的关键要素及其融合发展的趋势，为未来建筑设计提供有益的参考与指导。

1 无障碍设计的基本原则

无障碍设计的基本原则在于营造一个所有人都能够无差别使用的环境，特别强调对身体残疾者及行动不便者的关怀。建筑的入口、通道以及主要功能区域应确保无障碍，通过避免设置台阶与高门槛，采用坡道或自动门等设施，为轮椅及助行器用户提供便利。空间布局应考虑充分，确保通道宽敞通畅，便于行动辅助设备的自由移动。标识系统需要简明易懂，结合大字体、高对比度色彩及触觉标记，帮助视力障碍者导航识别。电梯与扶手的设计应遵循人体工程学原则，确保按钮高度合适，扶手设置合理，便于各类用户的使用。照明设计需保证光线均匀覆盖，消除阴影区，以满足视觉障碍者的需求。

2 适老化设计的核心要素

2.1 空间布局与流线设计

适老化设计的核心之一在于优化空间布局与流线设计，这对提高老年人的生活质量至关重要。设计过程中，应充分考虑老年人的行动能力和日常需求，确保居住空间的流畅性。避免复杂的布局和狭窄的通道，优先采用宽敞的开放式布局，便于老年人轻松移动。流线设计应注重功能区域的合理配置，确保卧室、卫生间、厨房和客厅等主要区域之间的通行路线简洁明了，减少不必要的曲折和障碍。此外，设计无障碍通道与足够宽的门框，以适应轮椅和步行辅助设备的使用。地面材料需选择防滑且平整的材质，最大限度降低跌倒的风险。

2.2 无障碍通道与设施设计

适老化设计中，无障碍通道与设施设计是提升老年人生活便利性和安全性的关键。设计无障碍通道时，必须优先确保通道宽度足够，以便轮椅、助行器等辅助设备顺利

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

通行。通道应保持平坦，避免高低不平或存在障碍物，以防止绊倒或妨碍移动[1]。门的设计应遵循无障碍标准，不仅要有足够的宽度，还应选择便于操作的开启方式，如推拉门或自动门，以减少老年人开门的难度。在设施设计方面，重点应放在安装扶手和抓杆，尤其是在浴室、卫生间和楼梯等容易滑倒的区域，提供稳定的支撑。此外，地面材料应选用防滑且易于清洁的材质，以进一步保障安全。

2.3 卫生间与浴室的适老化设计

卫生间与浴室的适老化设计在适老化建筑中至关重要，旨在为老年人提供安全且便捷的使用环境。设计时需优先选用防滑地面材料，以降低滑倒风险，并确保地面始终保持干燥。浴室内应安装稳固的扶手，特别是在马桶、淋浴区与洗手台附近，以提供必要的支撑和稳定性。马桶的高度应符合人体工程学要求，便于老年人坐下和站起，同时建议配备缓降装置的马桶盖，以减少噪音与冲击。淋浴区需设计为无障碍形式，避免高台和门槛，确保老年人能够轻松进出。可调节的淋浴喷头和座椅也应配置，以适应不同需求。洗手台高度应适中，并配备易于操作的龙头和控制装置。

2.4 照明与色彩设计

照明与色彩设计在适老化建筑中具有关键意义，因为它们对老年人的视觉舒适度与安全性有直接影响。考虑到老年人普遍存在的视力下降问题，适老化设计应优先提供充足且均匀的照明，避免强烈的光线对比与眩光。照明设备的开关应设计为易于操作，确保光线分布均匀且无阴影，特别是在楼梯、走廊和卫生间等重要区域。使用暖色调的灯光能够营造温馨的氛围，减少视力疲劳。色彩方面，应选择高对比度的色调，确保墙面、地板与家具之间的颜色对比明显，以便老年人更容易识别与导航。避免采用过于刺眼的颜色或不易区分的色调，以减轻视觉负担。

2.5 家居设备与辅助设施

在适老化设计中，家居设备与辅助设施的合理选择与布置是保障老年人生活质量与安全的关键。家居设备应遵循人体工程学设计，操作简便，能够满足老年人日常生活的基本需求。家具应优先考虑使用便利性，如高度适中的椅子与床，以便老年人能够轻松地坐下或站起。厨房与卫生间的设备则需配备易操作的控制面板与手柄，避免复杂的开关或旋钮，尤其要考虑老年人握力减弱的情况。辅助设施的设置也非常重要，如安装防滑地垫、扶手及防跌倒装置，这些措施能有效降低跌倒风险，提高居住空间的安全性。此外，智能家居技术的引入，如语音控制与远程监控系统，为老年人提供了更便捷的家庭环境管理方式，有助于提升其生活的独立性。

3 无障碍环境建设的关键要素

3.1 无障碍入口与通道设计

在无障碍环境建设中，确保所有用户，尤其是行动不便者，能够顺利进出建筑物的关键在于无障碍入口与通道的设计。入口需具备足够的宽度，通常至少应达到 90 厘米，以便轮椅与助行器可以轻松通过。地面应保持平整，避免任何高低差或障碍物，以减少绊倒的风险。门的设计应考虑自动开关功能或便于操作的把手，以降低用户的力量需求。通道设计应确保宽度和转弯半径足够大，适应轮椅及其他辅助设备的顺畅通行。坡道的坡度需适中，通常不应超过 1:12，以确保轮椅使用者的安全与舒适[2]。在长距离通道中，应设置休息区并配备适当的座椅，以便用户在长时间移动后能够得到休息。整体设计应确保无障碍入口与通道的连续性，避免任何阻碍用户顺畅通行的结构或设计缺陷，保障所有用户能够方便、安全地使用建筑物。

3.2 电梯与扶手的设计

在无障碍环境建设中，电梯与扶手的设计是确保所有用户，特别是行动不便者，能够便捷、安全地使用建筑物的关键因素。电梯的设计需考虑足够的空间，至少应能容纳一台轮椅及其陪同人员。门的开合速度应适中，以便用户顺利进出。电梯内的控制面板应设置在适当的高度，便于坐轮椅的用户操作，并应配备触觉和声音提示，以帮助视障用户导航。按钮设计需符合无障碍标准，具有较大尺寸、清晰标识和良好的触觉反馈。电梯的呼叫系统应安装在各楼层的无障碍位置，确保所有用户均能方便使用。扶手的设计则需充分考虑用户需求，安装在墙壁、楼梯和坡道上，确保高度适中，通常为 80 至 90 厘米。扶手表面应光滑、无锐角，便于握持，并应牢固安装，能够承受一定的重量，特别是在转弯处提供连续的支持。

3.3 标识系统与信息无障碍

在无障碍环境建设中，标识系统与信息无障碍是确保所有用户能够顺利导航并获取信息的关键要素。标识系统的设计应具备清晰、易辨识的图形与文字说明，使不同能力的用户都能轻松理解。字体应易于阅读，字号足够大，并在视觉对比度上予以强化，帮助视力有限的用户更好地识别。选用的标识材料应具备耐久性，确保在各种环境下依然清晰可见。此外，标识系统应融入触觉元素，如盲文与凸起符号，帮助视障用户更好地导航。信息无障碍设计则需确保所有关键信息可通过多种渠道获取，包括听觉提示、电子信息板以及可调节的显示屏。这些设计元素需充分考虑用户的多样化需求，以保障信息传递的准确性与有效性。

3.4 无障碍停车位与服务窗口

在无障碍环境建设中，无障碍停车位与服务窗口的设计对于确保所有用户能够便捷、安全地进入和使用建筑设施至关重要。无障碍停车位应尽可能靠近建筑入口，以便残疾人士或行动不便者能够方便地抵达。停车位需要足够宽敞，提供充裕的空间以便用户顺利上下车，并应有明显的标识。地面应保持平整，周围路面应进行适当标记，以确保便利性和避免阻碍。服务窗口的设计需满足无障碍要求，高度应根据不同用户的需求进行调整，便于轮椅使用者或其他行动受限者与服务人员顺畅沟通。窗口应配备辅

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

助设备，如语音交互系统或可调节显示屏，以满足视力或听力障碍者的需求。窗口区域需留有充足空间供辅助设备使用，入口区域应平坦无障碍，以确保服务的无障碍可达性。

3.5 可调节建筑设施与设备

在无障碍环境建设中，灵活调整的建筑设施与设备是提升建筑物对所有用户友好性的关键因素。这些设施应具备足够的适应性，以满足不同用户的需求和个人偏好。例如，可调节高度的洗手台、椅子以及工作台，能够根据使用者的身体条件进行个性化设置，从而提升使用的舒适度。此外，设计中应包含自动或手动调节功能的设施，如升降机、自动门以及可调光照明系统，以便用户根据自身需求进行调整。这样的设计能够为行动不便者或需要特定条件的用户提供便利和舒适的体验。操作简便性也是关键，所有可调节设施应设计为易于操作，确保包括体力较弱的用户在内的所有人都能够轻松使用。

4 适老化设计与无障碍环境建设的融合

适老化设计与无障碍环境建设的融合展示了建筑领域对不同用户需求的全面响应，体现了对社会公平与包容性的深刻认识。随着全球老龄化进程的加快，建筑设计不再仅仅关注老年人的特定需求，还需顾及所有身体条件的用户，包括行动不便者和视听障碍者。这样的融合设计旨在创建一个能适应多种用户需求的综合环境，以保证每个人都能安全、便捷地使用建筑设施。在实际应用中，适老化设计重点在于减少老年人在日常生活中遇到的障碍。这包括优化空间布局、安装扶手、使用防滑地面等措施，以提升生活的舒适度与安全性。相对而言，无障碍环境建设则专注于消除所有形式的物理障碍，确保身体残疾人士能够平等地进入和使用建筑设施。有效的融合要求设计师在建筑的各个方面进行深度整合，例如，在设计无障碍通道时，需要保证通道宽敞，既适合轮椅通行，也能容纳使用助行器的老年人。自动门和升降电梯等设施不仅增强了建筑的无障碍性，还为老年人提供了更为便捷的使用体验。智能家居技术的引入进一步推动了适老化设计与无障碍环境建设的融合。通过集成语音控制、自动调节的照明系统以及远程监控功能，这些智能设施不仅满足了老年人的特殊需求，也适应了其他用户的广泛需求。用户可以根据个人需求调整环境设置，从而提升整体生活的舒适度与便利性。标识系统与信息无障碍设计在这种融合中也扮演了重要角色。清晰的视觉标识、触觉导引和听觉提示等设计元素不仅帮助视力障碍者和听力障碍者有效导航，还使所有用户能够迅速获取信息。无障碍停车位和服务窗口的设计考虑到不同用户的需求，确保无论是身体残疾人士还是老年人都能够顺利使用这些设施。同时，智能化的家居设备，例如可调节高度的家具和厨房电器，也提供了个性化的使用体验，进一步提升了建筑环境的友好性。

5 适老化设计与无障碍环境建设的整合发展趋势

适老化设计与无障碍环境建设的整合趋势体现了社会对普惠性设计的重视，旨在营造一个兼顾各种需求的包容性空间。随着人口老龄化的加剧，适老化设计从单纯的老年人友好环境向普遍适应性环境演变。这种设计需要同时满足老年人及各种身体条件用户的需求。这一趋势在建筑设计中表现为空间布局、设施配置和智能技术的应用。现代建筑逐渐融入智能家居技术，如语音控制和自动化系统，以提升便利性。无障碍设施与适老化功能的设计日益统一和多功能化。例如，设计时结合无障碍通道、自动门控系统以及智能照明，使其既满足老年人的需求，也适应残疾人士的使用。同时，市场上出现了更多结合无障碍功能与适老化设计的产品，如操作简便的厨房电器和高度可调节的家具。这种融合提升了建筑的综合功能性和适应性，也推动了社会对包容性设计的认可。展望未来，随着技术的不断进步和社会需求的变化，这一趋势将进一步深化，引领建筑设计向更加人性化和智能化的发展方向，为所有用户提供更舒适、安全和便捷的生活环境。

6 结语

在建筑设计中，适老化设计与无障碍环境建设是提升生活质量与实现社会公平的重要组成部分。随着老龄化社会的加剧，建筑环境必须更加关注老年人的需求及行动便利。无障碍设计不仅满足行动不便者的基本需求，还促进了社会的包容性。通过系统化的适老化设计，优化空间布局、设施配置及家居设备，能够为老年人创造更加安全、舒适的生活环境。同时，推进无障碍环境建设，为所有人群提供了公平的公共空间。展望未来，技术的发展及对无障碍环境认识的深入，将促使适老化设计与无障碍建设进一步融合，从而推动建筑行业向更高的包容性与适应性迈进。通过不断的研究与实践，有望实现更加友好的建筑环境，为每位用户提供更加便利、舒适的生活条件。

[参考文献]

[1]穆鑫郅.基于适老化设计的包装设计研究[D].贵阳:贵州大学,2022.

[2]黄诚.传统农贸市场适老化设计策略研究[D].徐州:中国矿业大学,2021.

作者简介：郭显豪（1988.10—），男，汉族，毕业学校：河北工业大学，现工作单位：中土大地国际建筑设计有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

现代建筑结构设计中的抗震技术应用与研究

陈相伟
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]抗震设计的未来充满机遇与挑战。智能化趋势增强了建筑物在地震中的自适应能力，通过实时监测与响应，显著提升安全性。同时，新型材料的创新为抗震设计提供了强有力的支持，使建筑在韧性和环保性方面更为突出。然而，设计仍面临诸多挑战，如地震的不可预测性、标准法规的不足，以及老旧建筑改造的难题。建筑师和工程师需不断探索与创新，提升抗震设计水平，确保在自然灾害中最大限度地保护生命和财产安全。未来的抗震设计将在建设安全、可持续城市环境中发挥重要作用。

[关键词]抗震技术；建筑结构；减震措施；材料优化；地震设计
DOI：10.33142/ec.v7i11.14243　　中图分类号：TU3　　文献标识码：A

Application and Research on Seismic Technology in Modern Architectural Structure Design

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

Abstract: The future of seismic design is full of opportunities and challenges. The trend towards intelligence has enhanced the adaptive ability of buildings in earthquakes, significantly improving safety through real-time monitoring and response. Meanwhile, the innovation of new materials provides strong support for seismic design, making buildings more prominent in terms of toughness and environmental friendliness. However, the design still faces many challenges, such as the unpredictability of earthquakes, insufficient standards and regulations, and the difficulty of renovating old buildings. Architects and engineers need to constantly explore and innovate, improve their seismic design capabilities, and ensure maximum protection of life and property safety in natural disasters. Future seismic design will play an important role in building safe and sustainable urban environments.

Keywords: seismic technology; building structure; shock absorption measures; material optimization; earthquake design

引言

随着城市化进程的加速，现代建筑的规模和复杂性不断增加，抗震技术的重要性愈发凸显。地震作为自然灾害之一，其突发性和破坏性对建筑物及其使用者构成严重威胁。因此，如何在建筑设计中有效融入抗震理念，成为了建筑师和工程师面临的一大挑战。通过引入新材料、创新结构形式及科学的减震技术，不仅可以提升建筑的安全性，还能为城市的可持续发展奠定基础。探索这些技术的应用与研究，将为未来建筑设计提供更加坚实的保障。

1 现代建筑抗震设计的基本原则

1.1 抗震设计的基本概念

抗震设计是指在建筑物的设计过程中，考虑地震可能带来的影响，以确保建筑在遭遇地震时能够维持结构安全和使用功能的工程措施。这一设计理念源于对地震作用的认识，强调建筑物应具备足够的抗震能力。抗震设计不仅包括对建筑物的结构形式、材料选择和构造细节的全面考虑，还需要结合地震发生的概率、震源特性以及土壤条件等因素，进行系统性分析和优化。在设计中，工程师通常会采用抗震规范和标准，确保设计结果符合安全要求。这些规范为建筑物提供了明确的抗震能力标准，使得建筑在面对地震时具备一定的韧性和抗毁性[1]。

1.2 结构形式与材料选择

建筑物的结构形式直接影响其抗震性能。常见的抗震结构形式包括框架结构、剪力墙结构和框架-剪力墙混合结构等。这些结构形式通过合理的力学特性和相互配合的构造，能有效分散和吸收地震带来的力量。同时，材料的选择也至关重要。现代建筑中，钢材和高强度混凝土等新型材料被广泛应用，这些材料不仅具备较高的强度，还具有良好的延展性和塑性，能够在地震中吸收能量，减少破坏。此外，工程师还会根据具体地质条件和设计需求，选用适合的材料以增强建筑的整体稳定性。综合考虑结构形式和材料的优化，能显著提升建筑物的抗震能力[2]。

1.3 综合抗震措施的实施

在现代建筑抗震设计中，实施综合性的抗震措施是确保建筑安全的重要手段。减震和隔震技术近年来受到广泛关注，能够有效减少地震对建筑的影响。减震技术通过设置减震器、弹簧或其他减震装置，减少地震力的传递；而隔震技术则通过在建筑与基础之间设置隔震层，阻断地震波对建筑的直接影响。这些技术的应用不仅提高了建筑的抗震性能，还能在震后快速恢复建筑的使用功能。此外，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

设计师还需关注建筑的整体布局和空间规划，确保建筑在地震中保持稳定和均匀受力。通过这些综合措施的实施，现代建筑能在面临地震挑战时，展现出更强的韧性和抗毁能力，从而有效保障人们的生命财产安全[3]。

2 新型材料在抗震结构中的应用

2.1 新型材料的特性与优势

新型材料在抗震结构中的应用，主要体现在高强度混凝土、钢材及其复合材料等方面。这些材料不仅具备优良的力学性能，还在延展性和耐久性上表现突出。例如，高强度混凝土相较于传统混凝土，具有更高的抗压强度和抗裂性能，使得建筑物在地震作用下能够更有效地抵抗破坏。与此同时，钢材因其良好的延展性，能够在受到极端应力时吸收更多的能量，从而减少结构的脆性破坏。此外，复合材料的应用，如碳纤维增强聚合物（CFRP），也逐渐成为抗震设计的新选择。其轻质、高强度和耐腐蚀的特性，使得它们能够有效增强现有结构的承载能力，同时又不增加过多的自重，这对提高建筑的整体抗震性能至关重要。

2.2 新型材料的应用实例

在抗震设计中，新型材料的应用实例不断涌现。例如，一些现代高层建筑在设计中广泛采用了钢-混凝土组合结构，这种结构充分发挥了两种材料的优点，增强了抗震能力。同时，CFRP 的应用也在改造与加固项目中展现了显著成效。在某些历史建筑的加固工程中，通过包裹 CFRP，成功提高了其抗震性能，延长了建筑的使用寿命。这些成功案例表明，新型材料在实际应用中的有效性，为抗震设计提供了更多的可能性。此外，使用预应力混凝土的技术也开始流行，这种技术通过在混凝土中引入预应力，使得结构能够更好地抵抗地震引起的动载荷。这些新型材料和技术的结合，使得建筑在抗震设计中更加灵活和高效[4]。

2.3 新型材料的未来发展方向

随着科技的不断进步，新型材料在抗震结构中的应用也面临新的发展方向。未来，材料科学将推动更多具有智能特性的材料出现，如自愈合混凝土和智能减震材料等。这些新材料能够在遭遇地震损伤时，通过自身的特性进行修复，进一步提高建筑的安全性和耐用性。此外，生物基材料和环保材料的开发，也将为抗震设计带来新的思路。这些材料不仅有助于减轻环境负担，还能在抗震性能上表现出良好的效果。与此同时，数字化和智能化的技术将逐步融入材料的研发和应用中，通过大数据和人工智能的分析，为材料选择和结构设计提供更科学的依据。因此，新型材料在抗震结构中的持续发展，将为未来建筑的安全性和可持续性提供强有力的支持。

3 结构体系优化对抗震性能的影响

3.1 结构体系的基本概念与分类

结构体系是建筑物抵抗外部荷载的重要基础，其形式与配置直接影响建筑的稳定性和抗震性能。常见的结构体系包括框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙混合结构及其他组合形式。框架结构因其灵活性和经济性，广泛应用于低层和中层建筑中，能够有效地分散水平荷载。而剪力墙结构则因其较高的刚度和抗弯能力，适合于高层建筑，能够提供更强的抗震性能。框架-剪力墙混合结构结合了两者的优点，既保留了框架的灵活性，又增强了整体的抗震能力。因此，选择适合的结构体系是提高建筑抗震性能的第一步，不同的结构形式在面对地震时，其受力特性和反应机制各有不同，工程师需要根据建筑的功能、规模和环境条件进行合理选择。

3.2 结构体系优化的设计策略

结构体系的优化设计是提高抗震性能的关键。优化设计的策略包括合理配置结构元素、调整构件的截面尺寸、采用适当的连接方式等。在抗震设计中，结构的整体性和稳定性至关重要，通过引入剪力墙、增加结构的刚度，可以有效提升建筑抵抗地震的能力。此外，采用预应力技术也是一种有效的优化手段，能够增强构件的承载力，并改善其受力状态。同时，基于地震动响应的分析，工程师可以对结构进行动态优化设计，确保建筑在地震作用下的变形和内力分布符合抗震规范的要求。综合运用这些设计策略，可以显著提高结构体系的抗震性能，从而更好地保护建筑及其使用者的安全[5]。

3.3 结构体系优化的实际应用与效果

在实际工程中，结构体系的优化应用已取得显著成效。例如，在某些高层建筑项目中，通过引入高性能混凝土和优化构件配置，成功提升了建筑的抗震等级。这些建筑在经历强震时，展现出优异的抗震性能，结构变形在可接受范围内，保障了居住安全。此外，一些桥梁和隧道工程在设计中采用了先进的抗震结构体系，通过减少重心高度和增加基础刚度，提高了抗震能力。这些实例表明，结构体系的优化不仅提升了建筑的抗震性能，还在实际使用中有效减少了地震造成的损失。未来，随着计算机技术和仿真技术的发展，结构体系优化将更加科学化和精确化，为抗震设计提供更强有力的支持。

4 减震与隔震技术的最新进展

4.1 减震技术的发展与应用

减震技术是通过设置各种减震装置，降低地震作用传递到建筑物上的力量，进而减少结构的损伤。近年来，减震技术不断发展，已经形成了多种有效的减震装置。例如，黏滞阻尼器和摩擦阻尼器在工程中得到了广泛应用。黏滞阻尼器通过液体的流动来吸收震动能量，适用于大跨度和高层建筑；而摩擦阻尼器则利用摩擦力来减少地震能量的传递，适合用于多种结构形式。此外，弹性体减震器也开始受到重视，这种装置通过材料的弹性变形来吸收震动能量，能够显著降低结构的振动响应。这些减震技术的应用，显著提高了建筑物的抗震性能，为现代城市的安全发展提

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

供了有力支持。

4.2 隔震技术的创新与实施

隔震技术通过在建筑物基础与地面之间设置隔震层，阻断地震波的传递，极大减少地震对建筑的影响。近年来，隔震技术的创新不断推进，特别是高性能隔震支座的研发，使得这一技术得到了更广泛的应用。例如，滑动隔震支座和弹簧隔震支座的结合，能够在保持建筑稳定的同时，极大地降低地震引起的加速度。此外，智能隔震系统的出现，为隔震技术注入了新的活力。这些系统通过实时监测地震信息，动态调整隔震参数，优化隔震效果。现代建筑中越来越多地采用这种技术，从高层建筑到重要的基础设施，都可以看到隔震技术的身影，为保障人们的生命财产安全发挥了重要作用。

4.3 减震与隔震技术的未来趋势

减震与隔震技术的未来发展趋势主要体现在智能化、集成化和可持续性方面。随着人工智能和物联网技术的发展，智能减震与隔震系统将逐渐普及。这些系统能够实时监测地震波动并进行自适应调整，优化减震效果。同时，集成化设计将成为趋势，将减震和隔震技术与建筑整体设计相结合，提高整体抗震能力。此外，开发环境友好的减震与隔震材料也将成为研究热点，促进可持续建筑的发展。这些新兴技术和理念将不断推动减震与隔震领域的进步，为未来建筑的抗震设计提供更加科学和有效的解决方案。

5 抗震设计的未来发展趋势与挑战

5.1 抗震设计的智能化趋势

随着科技的不断进步，抗震设计正向智能化方向发展。利用物联网和大数据技术，工程师能够实时监测建筑物的健康状态和地震数据，快速反应并调整设计参数。例如，智能传感器可以安装在建筑物的关键位置，监测震动情况和结构变化，从而提供实时数据反馈。这些信息不仅能够指导日常维护，还能在地震发生时发出预警，为使用者争取逃生时间。此外，基于人工智能的预测模型也在不断成熟，能够分析历史地震数据，评估建筑物在未来地震中的表现，从而优化抗震设计方案。智能化的抗震设计将使建筑物在面对自然灾害时，具备更高的自适应能力和安全性。

5.2 抗震材料的创新与发展

新型抗震材料的研发是提升建筑抗震性能的关键。传统材料的局限性促使研究者探索更具韧性、轻质且环保的新材料。例如，研究人员正在开发具有自愈合特性的混凝土，能够在受损后自动修复，从而延长建筑的使用寿命。此外，基于纳米技术的复合材料也开始应用于抗震设计，这些材料能够在地震作用下提供更强的能量吸收能力。未来，随着材料科学的不断进步，将会出现更多新型材料，这些材料不仅在抗震性能上表现优越，还能兼顾可持续性和环境友好性，为建筑行业的可持续发展提供新的解决方案。

5.3 抗震设计面临的挑战

尽管抗震设计技术日新月异，但在实际应用中仍面临许多挑战。首先，地震的不可预测性使得抗震设计必须考虑多种极端情况，如何在设计中有效应对这些不确定性仍是一个难题。此外，许多地区缺乏完善的抗震设计标准和法规，导致新技术和材料的应用受到限制。其次，建筑市场对抗震设计的认知和重视程度参差不齐，部分项目仍以成本为主导，忽视了抗震性能的必要性。最后，针对老旧建筑的抗震改造问题同样艰巨，如何在保护历史建筑的同时提高其抗震能力，是一个亟待解决的课题。面对这些挑战，建筑师和工程师需不断创新，努力提升抗震设计的水平，以确保在未来的自然灾害中最大程度地保障人们的生命安全。

6 结语

抗震设计的未来充满机遇与挑战。智能化趋势将使建筑在面对地震时具备更高的自适应能力，实时监测和响应将提升安全性。同时，新型材料的不断创新为抗震设计提供了更强的保障，使建筑既具韧性又环保。然而，设计中仍面临诸多挑战，包括对地震的不可预测性、标准法规的不足，以及对老旧建筑的改造问题。未来，建筑师和工程师需要持续探索与创新，提升抗震设计水平，确保在自然灾害中最大程度地保护人们的生命和财产安全。通过不断努力，抗震设计将在建设更加安全、可持续的城市环境中发挥重要作用。

[参考文献]

[1]陈惠书.探讨抗震技术在房屋建筑结构设计中的应用[J].江西建材,2017(21):15-16.
[2]李一鸣.BIM 技术在现代建筑结构设计中的应用分析[J].住宅与房地产,2021(6):117-118.
[3]王磊.BIM 技术在现代建筑工程结构设计中的应用[J].建筑结构,2021,51(9):160.
[4]刘威.BIM 技术在现代建筑工程结构设计中的应用研究[J].中国建筑装饰装修,2022(20):68-70.
[5]宗英杰,杨丽.BIM 技术在现代建筑工程结构设计中的应用[J].工程技术研究,2024,9(4):225-227.

作者简介：陈相伟（1982.5—），男，汉族，毕业学校：河北工业大学，现工作单位：河北建筑设计研究院有限责任公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

绿色节能技术在民用建筑电气工程设计中的运用

蒋晓松
荣盛建筑设计有限公司石家庄分公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化进程的加快，建筑行业已经成为我国城市发展中的重要组成部分，而且对我国的经济建设具有重要的支撑作用。建筑行业不仅影响着我国的经济发展，对人们的日常生活也存在重要影响。当前建筑业不断发展，尤其是我国近些年来的战略提出，让以往的传统型建筑行业无法满足当前的社会发展需要，因此必须要对建筑行业进行更新与改革，实现建筑业的节能减排，这也就代表着建筑业需要加大对绿色节能技术应用，有效展现建筑的环保效果。文中以绿色节能技术为基础，分析了绿色节能技术在民用建筑电气设计中的应用，仅供参考。

[关键词]绿色节能技术；民用建筑；电气工程；工程设计；技术运用
DOI：10.33142/ec.v7i11.14247 中图分类号：TU201.5 文献标识码：A

Application of Green Energy-saving Technology in Electrical Engineering Design of Civil Buildings

JIANG Xiaosong
Shijiazhuang Branch of Risesun Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the construction industry has become an important component of Chinese urban development and plays an important supporting role in the country's economic construction. The construction industry not only affects Chinese economic development, but also has a significant impact on people's daily lives. The continuous development of the construction industry, especially the strategic proposals in recent years in China, has made the traditional construction industry unable to meet the needs of current social development. Therefore, it is necessary to update and reform the construction industry to achieve energy conservation and emission reduction. This also represents the need for the construction industry to increase the application of green energy-saving technologies and effectively demonstrate the environmental protection effects of buildings. The article analyzes the application of green energy-saving technology in the electrical design of civil buildings based on green energy-saving technology, for reference only.

Keywords: green energy-saving technology; civil buildings; electrical engineering; engineering design; technical application

引言

在全球追求可持续发展与节能减排的背景下，民用建筑电气工程设计中绿色节能技术的应用愈发重要。随着城市化进程的加快，建筑能源消耗已成为主要的环境压力来源，这促使高效能与低碳技术的需求愈加迫切。采用绿色节能技术不仅能显著降低建筑的运行能耗，还能提高能源利用效率，有效减少温室气体排放，从而促进生态环境的改善。电气工程设计作为建筑的重要组成部分，其优化与创新对整体节能目标至关重要。通过引入先进的电气设备、高效的能源管理系统以及智能控制技术，设计师在确保舒适性与安全性的同时，推动了建筑的绿色转型。此外，政策法规的支持及公众节能意识的提升，为绿色建筑的发展创造了良好的外部环境。基于此背景，绿色节能技术在民用建筑电气工程设计中的具体应用的深入探讨，不仅具备理论意义，也为实际操作提供了重要参考，推动建筑行业向可持续发展迈进。

1 绿色节能技术在民用建筑电气设计中的应用原则

在民用建筑电气设计中，绿色节能技术的应用原则不仅强调资源的高效利用，更体现了对生态环境的深刻理解与责任感。在电气系统的规划与实施中，设计师需要进行全面的需求分析，以明确各类设备与系统的实际功能，从而避免不必要的能源浪费。例如，在照明设计阶段，建筑的使用频率、空间特性以及自然光照条件应被综合考虑，合理选择照明类型与布局。LED 灯具及智能照明控制系统的优先采用，能够在满足照明需求的同时，最大限度降低电力消耗。此外，电气系统应具备适应性，以便在未来建筑功能变更时能够灵活调整。通过引入先进的自动化技术与智能控制系统，能源使用效率能够被实时监测与优化。更为重要的是，环境友好型材料的选用应受到设计师的重视，倾向于低排放且可回收的电气元件，从而为建筑的可持续发展在设计初期奠定坚实基础。

2 绿色节能技术的应用现状

2.1 节能减排意识不足

在绿色节能技术的应用现状中，节能减排意识不足的问题依然显著。尽管国家政策与社会倡导不断强调可持续发展的重要性，许多建筑项目在实际操作中仍未充分认识到节能减排的必要性。这种意识的缺乏使得在设计与施工阶段，往往只关注成本控制，而忽略了长期的能源消耗及

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

其对环境的影响。例如，一些开发商在选择建筑材料与设备时，未考虑其能效和环保性能，导致在使用过程中产生了不必要的能源浪费。此外，公众对绿色建筑及节能技术的理解相对浅显，使得在实际应用中难以形成有效的协同作用。缺乏全面的节能教育和培训，直接导致了从业人员在技术应用上的局限性，无法真正发挥绿色节能技术的潜力。

2.2 绿色节能技术相对落后

在当前绿色节能技术的应用现状中，许多地区的技术水平仍显落后，未能充分发挥应有的效能。尽管绿色建筑理念在全球范围内逐渐获得认可，然而在具体实践中，特别是在一些发展中国家和地区，节能技术的推广与应用面临多重挑战。传统的建筑方式与观念根深蒂固，导致新型节能技术的接受度较低，低效率的设备与材料仍被许多建筑项目采用，整体能效提升受到限制[1]。此外，绿色节能技术的研发投入不足，缺乏创新与前瞻性的技术成果，市场上可供选择的节能产品种类及性能相对单一，这限制了节能技术的广泛应用。

2.3 管理机制粗放

在绿色节能技术的应用现状中，管理机制粗放的问题尤为突出，严重影响了技术的有效落实与推广。许多建筑项目在节能技术实施过程中缺乏系统化与规范化的管理，导致各项节能措施的执行往往流于形式。在项目管理中，相关责任划分模糊，缺乏专门的节能管理团队，使得节能目标难以明确。此外，信息共享与沟通不畅，使得各参与方之间难以形成有效的协同，导致节能技术的选择与应用缺乏科学依据与数据支持。由于缺乏标准化的操作流程，许多项目在实际运行中难以持续改进，未能建立起有效的评估与反馈机制，从而影响了节能效果的持续性与可靠性。

3 绿色节能技术在民用建筑电气设计中的应用

3.1 电动机设备

在民用建筑电气设计中，优化电动机设备的应用被视为实现绿色节能的重要环节。作为各类设备与系统的核心动力源，电动机的能效直接影响着建筑的整体能耗。高效电动机的选择至关重要，建议依照国际标准选用 IE3 及以上等级的电动机。这些电动机通过采用先进的制造工艺及优质材料，显著降低了能耗及运行成本。此外，结合变频器技术的应用，使电动机能够根据实际负载需求灵活调整转速，这不仅提升了运行效率，还有效减少了空载及低负载情况下的能源浪费。合理的电动机选型应基于建筑内各类设备的实际负载特性，以避免因过度设计而造成的资源浪费。同时，定期对电动机的运行状态进行维护与监测，有助于确保其在最佳工况下运行，防止故障的发生并延长设备的使用寿命。

3.2 变压器

在民用建筑电气设计中，变压器的应用被视为实现绿色节能的关键因素。作为电压转换的核心设备，建筑整体能耗直接受到变压器能效的影响。显著降低能量损耗的高效变压器选择至关重要，特别是在空载与负载损耗方面，符合最新能效标准的产品能够有效减少这些损失。此外，变压器的选型与布局应合理设计，以确保其在最佳工作范围内运行，从而进一步提升能效[2]。在实际应用中，优先选择低噪音与低温升特性的变压器，以减少对周围环境的影响。定期进行维护与检测也显得十分重要，及时发现故障并优化运行，以确保变压器在长期使用中保持高效与稳定。

3.3 空调系统节能技术

在民用建筑电气设计中，空调系统的节能技术被认为具有关键作用，尤其是在提升能效与降低能耗方面。现代空调系统通常融合多种先进技术，如变频控制、智能温控及能量回收，能够根据实时气候变化及室内需求自动调整运行模式，从而实现更高的能效。以变频空调为例，通过调节压缩机的转速，避免了传统空调频繁启停所造成的能量浪费，使系统在不同负荷条件下始终保持最佳效率。同时，智能温控系统借助传感器对室内温度与湿度进行实时监测，并根据设定的舒适标准自动调整运行状态，提升了舒适度的同时，有效降低了能耗。此外，能量回收技术利用空调排出的废气进行预冷或预热，从而进一步减少能源消耗。

3.4 地源热泵绿色节能施工技术的应用

在民用建筑电气设计中，地源热泵技术被视为一种高效的绿色节能解决方案，日益得到广泛应用。这项技术利用地下土壤或水体的恒定温度，通过热交换原理实现供暖与制冷，展现出显著的节能效果。冬季时，热量从地下被系统吸取，以进行室内采暖；而在夏季，室内热量则被释放至地下，有效调节室内温度。与传统空调及取暖系统相比，地源热泵的能效比更高，通常可达到 3 至 5 倍，这意味着每消耗一单位电能即可产生三至五单位的热能或冷能。此外，在安装过程中，地质条件与施工技术需被充分考虑，以通过合理设计与布局优化热交换效率。在运营阶段，地源热泵系统的维护简便且使用寿命长，有助于降低整体能耗并减少碳排放。

3.5 控制功率因数

在民用建筑电气设计中，实现绿色节能的关键措施之一为控制功率因数。功率因数是指有功功率与视在功率的比例，较低的功率因数意味着电力资源的利用效率不足，这导致电力公司需要提供更多的无功功率，进而增加了能源损耗。通过引入功率因数校正设备，如电容器与谐波滤波器，功率因数能够有效提升，从而减少电能的浪费。高功率因数不仅使电费开支降低，还减轻了变压器及配电设备的负担，延长了其使用寿命。此外，设备的选型与布局若进行优化，采用高效电动机及变频器等技术，也可进一步改善功率因数。

4 民用建筑电气设计中绿色节能的控制策略

4.1 民用建筑电气设计中，绿色节能的制度控制

在民用建筑电气设计中，实现可持续发展的关键保障

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

是绿色节能的制度控制，其核心在于建立系统化的管理框架与具体实施细则。通过设立专门的节能管理机构，确保各项节能政策和措施能够有效落实。制度控制要求明确与节能相关的法律法规及技术标准，使得设计与施工过程中的每一个环节均能遵循规范，从而确保节能设计的科学性与可行性。此外，定期开展节能培训与意识提升活动，有助于参与者深刻理解绿色建筑的重要性，增强其责任感与主动性[3]。绩效评估机制的制定、明确节能指标的设定，以及通过定期审查与反馈及时纠正偏离目标的行为，确保节能措施得以持续改进。同时，绿色建筑评价体系的引入，不仅激励设计单位优化方案，也为业主提供科学的决策依据，推动节能意识的深入发展。

4.2 合理选择供配电系统以及变压器

在民用建筑电气设计中，绿色节能的关键策略之一是合理选择供配电系统及变压器。设计阶段，建筑的实际负荷需求需全面考虑，以确保供配电系统的容量与配置能够适应未来可能的负载变化与设备升级，从而避免因过度设计而引发的资源浪费。高效变压器的选用，对优化供配电系统至关重要，这类变压器具备较低的空载损耗及负载损耗，显著提高了运行能效。此外，智能配电技术的采用，例如实时监测与自动化控制，能够根据实时用电情况调整供电策略，进一步提升系统的整体效率。供配电线路的设计同样重要，合理选择导线的截面与材料，有助于减少线路损耗并降低电流热损耗。同时，供配电系统需定期进行维护与升级，以确保设备保持良好的运行状态，延长使用寿命并降低能耗。

4.3 优化导线的截面积和电阻率的设计

在民用建筑电气设计中，实现绿色节能的核心策略之一是优化导线截面积及电阻率的设计，这直接关系到电能传输效率与系统整体能耗。导线截面积应基于负载电流与传输距离进行合理规划，以确保其能够承载所需电流并避免过高的温升，从而减少能量损失及潜在安全隐患。通过增大截面积，电阻有效降低，电流流动时的能量损耗得以减少，同时线路的热效应也被降低，延长了导线的使用寿命。导线材料的选择同样至关重要，铜导线因其优越的导电性与较低电阻率，在电气设计中被广泛应用，显著提升了电能传输效率。此外，线路布局在设计时应充分考虑，尽量避免不必要的弯曲与交叉，以降低电流阻力。同时，定期检测电气系统，及时更换因老化或损坏而导致电阻增加的导线，确保系统始终处于最佳运行状态。

4.4 积极引入新技术

在民用建筑电气设计中，推动绿色节能的重要策略是引入新技术，这能显著提升建筑的能效与环保性。随着科技的快速发展，建筑电气系统中逐渐显现出智能电网、物联网（IoT）、大数据分析及人工智能（AI）等创新技术的应用潜力。通过实时监测与管理电力供应，智能电网技术提高了能源分配的灵活性与可靠性，同时有效整合了可再生能源，如太阳能与风能，促进其在建筑中的利用。结合物联网，各类电气设备在建筑内实现网络互联，实时交换数据，以优化能耗，从而根据实际需求智能调节供电，降低不必要的能源消耗。大数据分析则能从历史用电数据中提取规律，帮助设计师优化电气系统配置，预测用电需求，提前制定应对策略，以避免在高峰期因电力不足造成的浪费[4]。人工智能在能源管理与设备维护方面也能发挥关键作用，通过算法分析设备运行状态，潜在故障可被提前识别，确保系统高效运作，降低维护成本。需要注意的是，在积极引入新技术时，不仅应关注其先进性，还需综合考虑建筑的实际使用情况与环境条件，以确保新技术的应用真正符合绿色建筑理念。

5 结语

绿色节能技术在民用建筑电气工程设计中的广泛应用，标志着建筑行业向可持续发展迈出了重要一步。这些技术不仅提升了建筑的能源利用效率，降低了运营成本，还在减少温室气体排放与保护生态环境方面发挥了关键作用。通过合理的设计方案与先进设备的选择，建筑师与工程师能够实现更高水平的能源管理，以满足现代社会对舒适性与安全性的需求。同时，良好的环境为绿色建筑的发展创造了，政策支持与公众意识的提升不可或缺。展望未来，随着技术的持续进步与创新，推动建筑行业转型升级的绿色节能技术将继续，使其更加环保与智能，只有通过各方的共同努力，才能真正实现绿色建筑的愿景，为可持续发展的未来贡献力量，创造一个更健康、宜居的生活空间。

[参考文献]

[1]杨琳.绿色节能技术在民用建筑电气工程设计中的运用探究[J].低碳世界,2023,13(5):115-117.
[2]石传广.绿色节能技术在民用建筑电气设计中的应用研究[J].住宅与房地产,2021,11(2):113-114.
[3]李延珠,刘敏.绿色节能技术在民用建筑电气设计中的应用浅析[J].电气技术与经济,2020,12(3):6-7.
[4]毛国栋.绿色节能技术在民用建筑电气设计中的应用[J].江西建材,2019,12(7):86-87.

作者简介：蒋晓松（1993.4—），毕业院校：河北建筑工程学院，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：荣盛建筑设计有限公司石家庄分公司，职务：电气专业负责人，职称级别：中级职称。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程与风景园林的文化融合与创新设计

张 晴
平山县城市管理综合行政执法局，河北 石家庄 050400

[摘要]当前文化发展的趋势和社会需求呼唤着建筑和风景园林设计的创新。本论文旨在探索建筑工程与风景园林在文化融合与创新设计方面的实际操作和理论依据。通过文献回顾和案例分析，我们发现建筑与园林设计在维护和传承文化特性的同时，也可以通过现代设计手法和科技运用实现创新。文中选取了三个国内外著名的案例进行深入分析：北京颐和园的现代再设计、法国凡尔赛宫园林的生态改造，以及日本京都传统庭园的现代诠释。这些案例显示，通过对文化元素的深刻理解和创意实施，可以在保持传统风貌的基础上，赋予建筑和园林以新的生命力和功能。研究结论指出，文化融合与创新设计不仅提升了项目的艺术价值和公众参与度，也促进了社会文化的持续发展和环境的可持续性。此外，政策支持和跨学科合作是推动该领域创新的重要保障。本研究为建筑工程和风景园林的文化融合与创新设计提供了理论和实践的参考，也为未来相关领域的研究指明了方向。

[关键词]建筑工程；风景园林；文化融合；创新设计；跨学科合作
DOI：10.33142/ec.v7i11.14229 中图分类号：TU986 文献标识码：A

Cultural Integration and Innovative Design of Construction Engineering and Landscape Architecture

ZHANG Qing
Pingshan County City Administration General Administration Law Enforcement Bureau, Shijiazhuang, Hebei, 050400, China

Abstract: The current trend of cultural development and social demands call for innovation in architectural and landscape design. This paper aims to explore the practical operation and theoretical basis of cultural integration and innovative design between architectural engineering and landscape architecture. Through literature review and case analysis, we found that architecture and landscape design can not only maintain and inherit cultural characteristics, but also achieve innovation through modern design techniques and technological applications. The article selects three famous domestic and foreign cases for in-depth analysis: the modern redesign of the Summer Palace in Beijing, the ecological transformation of the gardens of the Palace of Versailles in France, and the modern interpretation of traditional gardens in Kyoto, Japan. These cases demonstrate that through a profound understanding and creative implementation of cultural elements, architecture and gardens can be endowed with new vitality and functionality while maintaining their traditional style. The research conclusion points out that cultural integration and innovative design not only enhance the artistic value and public participation of projects, but also promote the sustainable development of social culture and environmental sustainability. In addition, policy support and interdisciplinary cooperation are important guarantees for promoting innovation in this field. This study provides theoretical and practical references for the cultural integration and innovative design of construction engineering and landscape architecture, and also points out the direction for future research in related fields.

Keywords: construction engineering; landscape architecture; cultural fusion; innovative design; interdisciplinary collaboration

本论文讲述了如何在建筑和园林设计中加入文化元素，并用现代方法让它们更特别。我们查看了很多书和例子，发现在不同地方，人们怎样把文化和新想法结合起来，比如改造北京的颐和园、法国的凡尔赛宫园林，以及日本京都的庭园。这些例子告诉我们，在建筑和园林里加入文化和新点子是可能的，也很成功。我们希望这样可以帮助人们更好地做设计，让文化多样性和环境保护继续发展。政府的帮助和不同学科间的合作对此很重要。我们的文章想要解释文化如何和建筑园林结合，并强调一起合作的意义，以及以后的发展。

1 建筑工程与风景园林的文化价值与融合基础

1.1 建筑与风景园林的文化内涵与重要性

建筑与风景园林作为人类文明的重要组成部分，其文化内涵和重要性不可忽视[1]。建筑不仅是物质空间的塑造者，更是社会文化、历史背景和地域特征的体现。在建造的过程中，建筑占有不可替代的功能性和象征性地位，展现出独特的文化价值。而风景园林则通过自然元素与人工设计的结合，创造出叠加了人类情感与文化内涵的生态空间，其艺术性和文化意义不仅在空间的规划和利用上得到体现，也在更深层次上反映了人类与环境的互动关系。

在文化内涵方面，建筑和风景园林都承载了丰富的历史和人文信息。建筑是一个国家或地区的“符号”，它不仅记录了时代变迁，也反映了当时的社会观念、经济发展水平和技术成就。例如，古埃及的金字塔和中国的故宫，都通过其宏大和精细的设计表达了当时社会的权力结构

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

与宗教信仰。而风景园林则通过其自然与人工设计的相互作用，展示了某种特定文化背景下的人与自然关系。例如，中国古典园林强调的“师法自然”，通过人工湖泊、假山和植物的搭配，体现出了人与自然和谐共处的理念。

建筑和风景园林的文化价值不仅在历史记录和象征意义上有所表现，还在现代社会中具有重要的审美和教育意义。建筑不仅需要满足使用功能，还应注重美学设计，提升人们的生活质量。现代建筑不仅仅是为了提供居住或办公空间，更是为了创造一种舒适、健康和美观的生活环境。同样，风景园林在提供生态服务功能的通过合理的布局和设计，能够丰富人们的精神生活，提供休闲和娱乐的场所。两者的艺术价值通过形式美、材质美和意境美的结合，使公众在体验建筑和园林空间时能够产生共鸣[2]。

在文化传承方面，建筑和风景园林都是文化遗产的重要载体，通过保存和修复历史建筑和园林，可以使文化得以延续和传播。在全球化的背景下，不同文化之间的交流和碰撞愈发频繁，建筑和风景园林作为文化交流的平台，起到了促进文化理解和包容的重要作用。在推进现代化进程的如何保护和传承这些文化遗产，成为一个严峻的挑战。通过对传统文化元素的理解和创新性应用，可以更好地实现文化的延续与创新。

建筑和风景园林的文化内涵与重要性还体现在对社会公共空间的塑造上。优秀的建筑和园林设计不仅能提升城市的形象和品质，还能增强公众的归属感和认同感。通过综合考虑当地的文化背景和自然条件，设计具有地域特色和文化深度的建筑和园林，使其成为城市文化的重要组成部分。

在未来的建筑和风景园林设计中，如何在文化内涵和现代需求之间找到平衡，将成为一个重要课题。通过深入研究和探索，积累经验和创新理念，可以为建筑工程和风景园林的可持续发展提供坚实的理论基础和实践经验。

1.2 历史视角下的建筑与风景园林文化融合发展

建筑工程与风景园林在历史发展中逐步形成了紧密的文化联系。古代建筑和园林设计不仅具有实用性，更兼有审美和象征意义。中国古代宫殿、寺庙和园林中的亭台楼阁、桥梁水榭，既满足了功能需求，也融入了丰富的文化内涵。作为全国文化遗产的一部分，这些建筑和园林不仅展示了当时的工程技术水平，也反映了传统文化观念和审美情趣。

欧洲中世纪和文艺复兴时期，建筑与园林在融合与发展方面也表现出显著特点。中世纪的修道院、有城堡中的建筑和庭院，文艺复兴时期的意大利庄园，均实现了建筑与自然环境的和谐共生。法国凡尔赛宫的园林设计则进一步融合了几何对称与自然美学，形成了一种全新的文化景观。通过精心布置的花坛、水池和雕塑，以建筑为中心，延展出壮丽的园林空间。

在日本，庭园设计在建筑文化中的地位尤为突出[3]。日本的枯山水庭园，以其高度抽象化的设计手法，体现了禅宗美学与建筑的深度融合。京都的传统庭园，如大德寺的龙安寺石庭，则通过极简的设计语言传达出深刻的文化哲学。

不同文化和历史背景下的建筑和园林融合实例，显示出文化元素在设计中的核心作用。这种融合不仅满足了人类对美的追求，也成为社会文化和价值观的具体表现形式。在面对现代化和全球化挑战时，通过理解历史上成功的文化融合实践，能够为当前的建筑工程和风景园林设计提供宝贵的借鉴和灵感。

1.3 现代社会对建筑与风景园林文化融合的需求与挑战

现代社会对于建筑工程与风景园林文化融合的需求源自多个方面。随着全球化进程的加速，各地的文化元素不断交融，人们对独特而丰富的文化体验有了更高的期待。建筑与园林设计作为城市文化的重要载体，通过文化融合能够提供多元而深刻的感官体验。社会对于环境可持续性和生态平衡的关注日益增加，要求建筑与园林设计在尊重传统文化的采用绿色技术和可持续设计理念。智能科技的快速发展也促进了建筑与风景园林设计在文化融合创新上的无限可能。这一过程中也面临诸多挑战，如何平衡传统与现代、文化传承与创新、局部特色与全球视野等问题。这些挑战要求设计师不仅要具备深厚的文化素养和创新思维，还需要进行跨学科的合作与交流，以推动文化融合在现代建筑与园林设计中的应用和发展。

2 创新设计理论与实践中的文化融合路径

2.1 现代设计手法在建筑与风景园林中的应用

现代设计手法在建筑与风景园林中的应用，丰富了文化融合的路径，体现了创新设计的多样性和深度。这些手法不仅仅是对形式美学的追求，更是对于功能改善和文化意蕴传达的深入探索[4]。

现代设计手法在建筑工程与风景园林中的应用具有多方面的表现，其中，形态创新是一项重要内容[5]。通过对传统建筑和园林元素进行重新解读，设计师可以创造出具有时代感的独特形态。例如，在北京颐和园的现代再设计过程中，设计师采用了简洁的线条和现代材质，使历史建筑和现代景观得以和谐共存，既传承了传统的文化价值，又赋予了其新的审美视角。

材质运用也是现代设计手法的重要体现。随着科技的进步，新型材料不断问世，为建筑和园林的创新设计提供了更多可能性。例如，凡尔赛宫园林的生态改造项目中，大量采用了环保材料和新技术，既保持了原有的美学品质，又提升了其生态性能。通过这种方式，现代设计不仅达成了视觉上的创新，也在功能和可持续性方面取得了突破。

空间组织同样是现代设计手法中的关键环节。现代设计强调流动性和开放性，通过巧妙的空间布局，可以促进人与自然的互动。例如，日本京都传统庭园的现代诠释项目中，设计师通过开敞的庭院和连贯的路径设计，使得不同空间之间的过渡更加自然流畅，让访客在游览过程中感受到文化的脉动与内涵的延续。

与此相关的是，科技的应用为现代设计手法提供了坚实的支持。各类先进的数字化工具和参数化设计方法，极大地拓展了设计的可能性。例如，通过虚拟现实技术，设

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

计师可以在实际建造之前，对设计方案进行全方位、多维度的预演和调整。从而确保文化元素能在最终成品中得到准确的展现和传达。

现代设计手法的应用还体现在对环境和生态的关注上。在社会对可持续发展要求越来越高的背景下，生态设计理念已经逐渐成为建筑和园林设计的一部分。通过整合绿色技术和自然元素，建筑与园林不仅可以实现自我调节和生态平衡，也为文化的传承提供了一个健康的载体。

总结而言，现代设计手法在建筑工程与风景园林中的应用，通过形态创新、材质运用、空间组织和科技应用等多种方式，不仅推动了文化元素的现代化诠释，也为实现文化与功能的深度融合提供了广阔的途径。这些设计手法不仅丰富了现代建筑和园林的表现形式，更增强了其在当代社会中的文化价值和实际需求。

2.2 科技与可持续性在文化融合中的角色和实践

科技与可持续性在建筑工程与风景园林的文化融合中扮演着关键角色，其应用不断推动设计创新与实践发展。科技的发展为建筑与园林设计提供了更多元的表达方式和技术支持，使得文化元素得以更精准地体现。例如，虚拟现实技术和 3D 建模技术在设计阶段能够模拟和优化文化景观的呈现效果，增强设计者对于空间的精确把控。智能化和数字化技术在施工和维护中的应用，提升了文化设施的管理效率和使用体验。

可持续性理念贯穿于现代建筑和园林设计中，强调人与自然的和谐共生。在文化融合的过程中，绿色技术的应用，例如雨水收集系统、太阳能光伏板、生态绿墙等，不仅提升了项目的环保性能，也为传统文化的现代诠释增添了新的维度。通过结合文化元素与生态设计手法，建筑与园林项目能够在保留历史品牌的进一步契合当代社会的环境责任需求。

科技与可持续性在文化融合中的实践需要依靠多方的合作与创新。例如，与技术专家和生态学者的跨学科合作，可以更好地落实科技与环保技术在项目中的具体应用。这种协作方式不仅推动了项目设计与施工的精益化管理，还确保了文化元素在可持续发展框架下的创新表达。文化、科技与可持续设计三者的有机结合，为建筑工程与风景园林的未来发展提供了广阔的探索空间与实践机遇。

2.3 跨学科合作促进建筑与风景园林设计创新

跨学科合作在建筑工程与风景园林设计中的应用意义重大。建筑学、园林学、环境科学、艺术设计等多个学科的交汇，不仅拓宽了设计视野，还能带来更多创新的可能性。通过跨学科合作，设计师能够更全面地考虑项目的功能与美学，更加注重环境的可持续性和技术的应用。

在实际操作中，跨学科团队可以通过集体智慧对建筑与园林设计进行综合考量。例如，环境科学的引入促使设计在考虑美观时更加重视环境影响评估与生态平衡。通过先进的技术手段，如虚拟现实(VR)和建筑信息模型(BIM)，建筑师与园林设计师能够在设计阶段获得更为精确和详细的环境数据，从而优化项目的空间布局和资源利用。这种融合不仅可以增强设计的科学性和合理性，还能提高项目的可行性和执行效率。

艺术设计的参与为建筑和园林设计注入了文化和美学的元素。通过艺术家的创意手法，传统文化元素得以现代化呈现，使得设计作品不仅具有实用性，还具备高度的文化价值和视觉冲击力。艺术家、建筑师、园林设计师之间的紧密合作还能激发出更多创新的可能性，使得设计作品更具辨识度和独特性。

政策支持同样是跨学科合作取得成效的重要保障。政策制定者可以通过设立专项资金、制定指导性文件等方式，鼓励和推动跨学科合作在实际项目中的应用。教育领域也需加强对跨学科合作的培养，通过课程设置和专业培训，培养出具有跨学科知识和实践能力的复合型人才。

跨学科合作不只是简单的知识叠加，更是理念、方法与技术的深度融合。通过这种合作模式，建筑工程与风景园林设计能够在文化融合与创新设计方面取得更为显著的突破，从而推动社会文化的持续发展和环境的可持续性。

3 结束语

本文讲述了如何让建筑和花园设计在保持它们自己的文化特色的同时，又能添加一些新的想法和技术，让它们变得更棒。我们看了北京的颐和园、法国的凡尔赛宫和日本京都的传统花园等地方，发现通过使用新的设计方法和科技，这些地方不仅看起来更美，而且功能也更强了。这种把新思想加入设计的做法，不但让这些建筑和花园更吸引人，还帮助我们更好地保存文化和保护环境。我们也发现，要使这些新设计成为可能，需要政府的支持和不同领域专家的合作。尽管我们的研究有所成果，但还有一些限制，比如我们只看了一部分地方，而且科技和设计方法更新得很快，可能有些东西很快就过时了。将来，我们可以从更多不同的地方和文化角度去研究，发现更多新的设计可能。我们希望这篇文章能帮助人们用新的眼光看待建筑和花园设计，并鼓励更多创新。

[参考文献]

[1]莫康俊,龙岳林,李轶璇.文化融合风景园林设计研究[J].乡村科技,2021,12(1):103-104.
[2]戎静.地方文化遗产与风景园林创新[J].花卉,2021(24):55-56.
[3]温馨.城市风景园林主题设计问题与创新[J].花卉,2020,0(4):58-59.
[4]孙士峰.水景设计与风景园林设计的融合[J].建筑发展,2020,4(3):42-43.
[5]张帆,余璐,李佳琳.风景园林建筑设计方法与表达方式——评《风景园林建筑设计与表达》[J].西部林业科学,2019,48(6).

作者简介：张晴（1989.7—），女，民族：汉，籍贯：安徽省宿州市人，研究方向：建筑工程风景园林类。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

BIM 技术在建筑工程设计与施工阶段的应用分析

段茜茜
邯郸城运土地整理有限公司，河北 邯郸 056000

[摘要]建筑信息模型（BIM）技术作为一种新兴的信息化技术，在建筑工程设计与施工阶段发挥着日益重要的作用。本篇文章从 BIM 技术的概念、发展历程、特征及优势出发，重点分析了 BIM 技术在建筑工程设计优化、施工图设计、施工规划、进度控制、质量控制和安全管理等方面的应用。通过某办公建筑项目的案例分析，阐明了 BIM 技术在提高设计质量、优化施工管理、缩短工期、节约成本等方面的显著成效。BIM 技术必将推动建筑业向数字化、智能化、协同化方向发展，实现建筑全生命周期的精细化管理。

[关键词]建筑信息模型（BIM）；建筑设计；施工管理；三维可视化；参数化设计；协同管理
DOI：10.33142/ec.v7i11.14228　　中图分类号：TU201.4　　文献标识码：A

Application Analysis of BIM Technology in the Design and Construction Stages of Building Engineering

DUAN Xixi
Handan Chengyun Land Consolidation Co., Ltd., Handan, Hebei, 056000, China

Abstract: Building Information Modeling (BIM) technology, as an emerging information technology, plays an increasingly important role in the design and construction stages of building engineering. This article starts from the concept, development process, characteristics, and advantages of BIM technology, and focuses on analyzing its application in building engineering design optimization, construction drawing design, construction planning, schedule control, quality control, and safety management. Through the case analysis of a certain office building project, the significant achievements of BIM technology in improving design quality, optimizing construction management, shortening construction period, and saving costs have been elucidated. BIM technology will undoubtedly promote the development of the construction industry towards digitization, intelligence, and collaboration, achieving refined management of the entire life cycle of buildings.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); architectural design; construction management; 3D visualization; parametric design; collaborative management

引言

随着信息技术的迅猛发展，以 BIM 为代表的新一代信息化技术正在深刻改变着建筑业的面貌。BIM 技术集三维数字建模、信息集成管理、可视化模拟等先进技术于一体，实现了建筑工程从设计到施工、运维全生命周期的数字化表达与动态管理，为提高建筑质量、缩短工期、降低成本提供了全新的解决方案。然而，如何在建筑工程设计与施工阶段充分发挥 BIM 技术的优势，仍面临诸多挑战。本文拟从 BIM 技术应用的价值角度，重点探讨其在设计优化和施工管理中的关键应用，以期为 BIM 技术在建筑领域的推广应用提供参考。

1 BIM 技术概述

1.1 BIM 技术的定义

建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM）是一种基于三维数字技术，集成了建筑工程项目各种相关信息数据的工程信息模型。美国国家 BIM 标准委员会（NBIMS）将 BIM 定义为“一种数字化表达方式，通过数字模型对设施的物理和功能特性进行描述，并作为项目全生命周期内各参与方共享知识资源的基础，为决策提供可靠依据”。可见，BIM 不仅仅是一个三维模型，更是一个信息完备、实时共享的数据平台，贯穿设计、施工、运维全过程[1]。

1.2 BIM 技术的发展历程

BIM 理念最早由美国佐治亚理工学院的 Chuck Eastman 教授于 1975 年提出，但直到 21 世纪初 BIM 技术才逐渐走向成熟。2002 年，Autodesk 公司发布了支持 BIM 的 Revit 软件平台，标志着 BIM 技术开始在建筑业推广应用。此后，以 Bentley、Graphisoft、Trimble 等为代表的软件企业纷纷推出 BIM 系列产品，BIM 在设计、施工和运维领域得到快速普及。近年来，各国政府也加大了对 BIM 技术的政策支持力度。例如，美国、英国、新加坡等国家已经要求政府投资项目采用 BIM 技术；在中国，住房和城乡建设部也积极推动 BIM 技术的发展和应用，鼓励建筑行业采用这一先进技术来提高项目管理的效率和质量。

1.3 BIM 技术的特征及优势

与传统 CAD 技术相比，BIM 技术具有以下显著特征：

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

（1）信息完备性。BIM 模型包含了建筑构件的几何信息和非几何属性信息，如尺寸参数、材质、成本等，各专业信息可实现无缝集成和实时关联[2]。

（2）三维可视化。借助 BIM 技术可构建逼真的三维建筑模型，直观展现建筑的内外空间形态，便于优化设计方案，指导施工布置。

（3）参数化设计。BIM 中的建筑构件均为参数化部件，修改参数可自动生成相应的图形，设计变更高效便捷。

（4）4D/5D 模拟。将时间维度、成本维度等信息与三维模型相结合，可实现施工进度、成本的动态模拟和优化管控。

（5）多方协同。BIM 作为建筑信息的共享平台，可实现业主、设计、施工等项目参与方的高效协同，减少信息遗漏和设计变更。

基于上述特点，BIM 技术在建筑工程领域的应用价值日益凸显，主要体现在：①提高设计效率和质量，通过三维可视化设计和参数化设计，提高设计精度，优化空间布局，减少设计错漏碰缺陷；②优化施工组织管理，借助 BIM 模型对施工过程进行模拟和优化，合理配置资源，缩短工期，降低成本；③加强质量和安全管控，基于 BIM 模型开展碰撞检查、安全管理和质量追溯，消除设计和施工缺陷隐患；④促进多专业协同，搭建基于 BIM 的协同平台，实现各阶段无缝衔接、信息共享，减少返工和变更；⑤支撑运维阶段应用，利用 BIM 中的设备信息和运维数据，为设施的智慧化运维提供数据支持[3]。

图 1 BIM 技术在智慧建设全过程咨询服务中的应用

2 BIM 技术在建筑工程设计中的应用

2.1 在设计方案优化中的应用

方案设计阶段作为建筑设计的核心环节，承担着通过技术经济比选，明确建筑的总平面布局、空间组合、造型风格等重要任务，为后续设计工作奠定坚实基础。然而，传统的二维设计模式往往受限于设计师的空间想象能力，难以全面、深入地评估设计方案的实际效果与优劣。

BIM（建筑信息模型）技术的引入，为建筑方案优化带来了革命性的变化。借助 BIM 技术的三维可视化设计功能，设计师能够直观地展示建筑的内外空间效果，从而更加便捷地调整和优化平面布局、立面造型等关键要素。这种直观、动态的展示方式，极大地提高了设计方案的准确性和可实施性。

同时，BIM 平台集成的分析工具也为方案优化提供了强大的数据支持。通过对采光、热工、能耗等多个方面进行模拟分析，设计师能够更全面地评估设计方案在实际应用中的性能表现，为方案选择提供科学依据[4]。

此外，BIM 技术中的参数化部件库更是为设计方案的高效迭代优化提供了有力保障。设计师可以通过快速生成多种方案，对比分析不同方案的优劣，从而快速锁定最佳设计方案。

2.2 BIM 技术在施工图设计中的应用

施工图作为指导工程施工与竣工验收的核心文件，其重要性不言而喻。然而，传统施工图多为二维平立剖面图，表达方式相对抽象，难以准确、全面地展现复杂的空间关系和构造做法，这往往会导致信息遗漏、设计深度不足等问题，进而引发施工阶段的设计变更频发。

BIM 技术的引入，为施工图设计带来了革命性的改变。利用 BIM 软件如 Revit、Tekla 等，设计师可以在三维环境下精细化构建建筑、结构、机电等各个专业的模型，并自动生成二维施工图。相较于传统的二维制图方式，BIM 施工图具有诸多优势：图纸表达更加准确直观，各专业之间的空间关系清晰可见，这极大地促进了跨专业之间的协调与设计优化；BIM 技术可以自动生成门窗表、统计工程量等，显著减少了人工统计的工作量，提高了工作效率；此外，BIM 技术还实现了信息的关联共享，平立剖面图自动对应，确保了图纸变更的同步更新，避免了因信息不一致而导致的施工错误；同时，BIM 技术还可以出具管线综合、节点大样等详图，为细部构造做法提供了精确的指导，有效减少了现场临时设计的需要[5]。

2.3 在建筑设计中的效果

基于以上分析，BIM 技术在建筑工程设计阶段的应用，可取得以下效果：提高设计效率，通过参数化设计、专业协同等，减少反复修改和多专业协调工作，设计效率较传统方式可提升 20%～50%。提升设计质量，三维可视化有助于审查设计细节，自动检查和设计优化工具可减少常见的设计错漏碰缺，设计深度和准确性大幅提高。优化设计成果，除二维施工图外，还可输出三维模型、工程量清单、技术交底等，为施工提供准确的数字化设计依据。

节约设计成本，设计质量和效率的提升，可减少设计变更、返工等导致的额外费用，设计成本有望降低 10%～30%。

3 BIM 技术在建筑工程施工中的应用

3.1 在施工规划中的应用

科学合理的施工规划是工程项目顺利实施的前提。BIM 技术可在施工准备阶段发挥重要作用，主要体现在：施工方案模拟，在 BIM 平台中模拟不同的施工方案，对比

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

分析其可行性、经济性、安全性等，优选最佳施工方案。施工进度模拟，借助 4D BIM 技术，将时间维度与三维模型关联，直观模拟施工进度计划，优化调整关键工序搭接，科学控制工期。资源配置优化。基于准确的 BIM 工程量，合理测算所需人力、材料、设备等资源，实现资源的均衡有序配置，避免窝工和资源冲突。场容、场布模拟，在 BIM 模型中合理布置施工现场平面及立体空间，包括大型设备、临建、道路等，优化场地利用，减少场地协调问题。

3.2 在施工进度控制中的应用

工程进度控制贯穿项目建设全过程，直接影响工期目标能否实现。BIM 技术为施工进度控制提供了新手段，突出体现在：施工模拟与优化，利用 4D BIM 模型对施工进度计划进行可视化模拟，及时发现计划偏差，优化调整施工顺序、工期和资源配置。进度实时跟踪，将施工现场信息实时采集并与 BIM 模型关联，直观比对实际进度与计划进度，分析偏差原因，采取针对性措施。协同管理与优化，利用基于 BIM 的移动办公平台，实现各参建方的进度协同，提高沟通效率，及时处理进度问题，减少窝工和返工。智能化进度预警，基于大数据分析和智能算法，对施工进度趋势进行预测预警，提前采取措施规避进度风险。

3.3 在施工质量控制中的应用

工程质量是建筑的生命线，事关建筑的安全性、耐久性和使用功能。BIM 技术在质量管控方面具有独特优势，重点包括：设计质量控制，对设计模型开展空间碰撞、管线综合等检查，提前识别和消除设计缺陷，从源头提高工程质量。材料质量追溯，在 BIM 模型中集成构件的材料信息，实现从采购到安装全过程的质量追溯管理，及时发现和处置不合格材料和产品。隐蔽工程管控。利用 BIM 技术对隐蔽工程实施数字化交底，引导规范施工，通过模型交付验收隐蔽工程质量。质量问题溯源，将质量检查数据与 BIM 模型关联，可视化展示实测实量偏差，快速定位质量缺陷，开展原因分析和责任追究。

3.4 在施工安全管理中的应用

建筑施工因高空作业、地下作业等特点，安全风险不容忽视。BIM 技术在安全管控中的典型应用包括：安全教育培训，利用三维可视化场景，直观讲解安全注意事项，增强安全意识和技能。危险源识别，在 BIM 模型中标识危险区域和环节，制定针对性的防范措施和应急预案。安全设施模拟，模拟安全防护设施布置，优化安全设施配置，指导科学规范设置。安全监测预警，利用智能硬件采集现场安全数据，与 BIM 模型关联分析，及时预警安全风险。

4 工程案例

以某办公建筑项目为例，分析 BIM 技术在该项目设计和施工阶段的综合应用。该项目位于南京市中心区，建筑面积约 5.2 万 m²，地上 29 层，地下 3 层。项目采用 Revit、Navisworks 等 BIM 软件，构建涵盖建筑、结构、机电等专业的 BIM 模型，应用于设计优化、施工模拟、进度控制、质量安全管理等环节。

表 1 BIM 技术在施工阶段的技术应用清单

阶段	序号	应用方面
招投标阶段	1	三维模型平台
	2	工程量计算及报价
建造准备阶段	1	模拟虚拟施工
	2	现场模型整合与协同工作
	3	预演关键节点
建造阶段	1	预制构件数字化加工与工厂化生产
	2	成本预算控制
	3	质量管理
	4	安全管理
	5	工程变更管理
竣工支付阶段	1	基于三维可视化的成果验收

在方案设计阶段，通过 BIM 参数化快速生成多个方案，从采光、能耗等角度模拟分析，优化建筑体形、朝向、窗墙比等，节能率提高 8%以上；在施工图设计阶段，利用 BIM 协同平台开展跨专业管线综合，自动检查 5000 余处碰撞，累计节约设计工时 1200 小时以上；在施工准备阶段，应用 4D BIM 模拟优化施工总进度计划，关键工序工期压缩 10%，资源峰值降低 15%；在机电安装阶段，利用 BIM 技术加工预制支吊架 2600 余个，现场安装一次合格率达 98%；在精装修阶段，采用 BIM 模型交底定位放线，装修偏差控制在 2mm 以内。

得益于 BIM 技术的全面应用，该项目较同类项目综合工期缩短 60 天，成本节约率 5.2%，质量和安全零缺陷，先后荣获“江苏省优质工程奖”“BIM 应用示范工程”等荣誉，充分彰显了 BIM 技术在复杂建筑工程中的价值和效益。

表 2 BIM 技术应用效果统计

应用环节	应用效果
设计阶段	设计效率提升 20%～50%
	设计深度和准确性大幅提高
	设计成本降低 10%～30%
施工准备阶段	施工总工期压缩 10%
	现场布置优化，避免安全隐患
机电安装阶段	管线预制一次合格率达 98%以上
精装修阶段	装修偏差控制在 2mm 以内
整体效益	综合工期缩短 60 天
	成本节约率 5.2%
	质量安全零缺陷

5 结语

综上所述，BIM 技术以其可视化、信息化、协同化等

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

独特优势，正在重塑建筑工程设计与施工管理模式。从设计优化到施工组织，从进度控制到质量安全管理，BIM 技术为提升建筑工程管理水平、实现降本增效提供了创新路径。但应看到，当前 BIM 在国内建筑业的应用尚处于起步阶段，普及率不高，管理体系和实施标准有待健全，跨专业协同机制有待理顺，高素质复合型 BIM 人才相对匮乏。未来，随着国家政策支持力度持续加大，建筑产业现代化、工业化进程不断加快，BIM 必将在更大范围、更深层次发挥引领作用。

[参考文献]

[1]李辉.BIM 技术在建筑工程设计与施工阶段中的应用价值分析[J].中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2024(7):0175-0178.
[2]吴浩.BIM 技术在建筑工程设计与施工阶段的应用分析[J].四川水泥,2024(1):105-107.
[3]高洁敏.BIM 技术在住宅建筑工程设计与施工阶段中的应用[J].住宅与房地产,2024(14):68-70.
[4]周声晓.BIM 技术在建筑工程设计与施工阶段的应用分析[J].中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2024(5):88-91.
[5]刘利孙.BIM 技术在建筑工程设计施工一体化中的应用研究[J].工程建设与设计,2024(5):174-176.

作者简介：段茜茜（1991.11—），女，天津城建大学，土木工程，邯郸城运土地整理有限公司，工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

电站电气主接线设计及主变压器的选择

马少轩
中国核电工程有限公司河北分公司，河北 石家庄 050000

[摘要]在当前能源结构转型的情况下，智能化与绿色化的转型正在传统电力行业中进行。技术创新，尤其是智能电网与可再生能源的广泛应用，正推动着电力系统的深刻变革。作为电力生产的重要环节，电站的电气主接线设计与变压器选型，必须紧跟技术进步与政策导向，以确保电力供应的安全与高效。随着城市化进程的加快，电力需求愈发多样化与复杂化，这给电站设计带来了更高的要求。因此，在电站电气主接线设计及主变压器选择过程中，需综合考虑各种技术与经济因素，以实现电力系统的最佳配置。

[关键词]电站；电气主接线设计；主变压器
DOI：10.33142/ec.v7i11.14221　　中图分类号：TM645　　文献标识码：A

Design of Main Electrical Wiring for Power Stations and Selection of Main Transformers

MA Shaoxuan
Hebei Branch of China Nuclear Power Engineering Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In the current situation of energy structure transformation, the transformation towards intelligence and greenness is taking place in the traditional power industry. Technological innovation, especially the widespread application of smart grids and renewable energy, is driving profound changes in the power system. As an important part of power production, the electrical main wiring design and transformer selection of power stations must closely follow technological progress and policy guidance to ensure the safety and efficiency of power supply. With the acceleration of urbanization, the demand for electricity is becoming increasingly diversified and complex, which brings higher requirements to the design of power stations. Therefore, in the design of the main electrical wiring and selection of the main transformer for power stations, various technical and economic factors need to be comprehensively considered to achieve the optimal configuration of the power system.

Keywords: power station; electrical main wiring design; main transformers

引言

随着全球能源需求的持续增长，电力行业所面临的挑战与机遇前所未有，电站电气主接线设计与主变压器选择显得尤为关键。作为电力系统的核心部分，电气主接线直接影响着电力的分配、可靠性与安全性。同时，主变压器作为电力传输中不可或缺的设备，其性能对系统的稳定性与经济性具有重要影响。因此，深入研究电站电气主接线设计原则及主变压器选择标准，能够提升电力系统的整体运行效率，也有助于实现可持续发展目标。

1 电站电气主接线设计

1.1 设计原则

1.1.1 可靠性

在电站电气主接线设计中，确保系统安全与稳定运行的关键原则便是可靠性。采用多种冗余措施以预防设备故障，设计阶段应考虑实施双母线接线方案或设置备用电源，如此一来，若某个组件发生故障，依然能够通过其他线路保持供电确保电力不间断。合理配置的断路器与熔断器等保护装置，有助于有效隔离故障设备，从而避免对正常运行设备的影响。系统的可靠性还需通过严谨的测试与检验予以确认，设计完成后应进行全面的系统测试，包括短路试验与负荷试验，以验证设备在不同工况下的性能。定期的维护与检修同样不可或缺，有助于确保设备始终保持最佳状态，并能及时发现潜在问题。考虑到自然灾害及其他突发事件的影响，设计应具备一定的抗干扰能力与适应性。设备的防护等级必须符合环境要求，以避免因潮湿、灰尘或电磁干扰导致的故障。

1.1.2 适应性

在电站电气主接线设计中，确保系统灵活应对变化的重要原则便是适应性。随着电力需求波动日益频繁，未来负荷的增长与变化必须被充分考虑。选择灵活的接线方案，如双母线或环形接线，能够在满足当前需求的同时，简化未来扩展所需的改动，这种前瞻性的设计减少了后续改造所需的时间与经济成本。适应性同样体现在对新技术的接纳与集成能力上，智能电网与可再生能源的迅速发展，使得电站必须能够与新设备和技术无缝连接。在设计中，信息通信技术的应用应被纳入考虑，以便未来轻松接入新型设备，实现更高效的能源管理与调度。设计的灵活性必须具备，以应对政策变化及市场需求的调整。例如，电价政

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

策或环境法规的改变，可能要求技术改造或优化，通过合理布局与模块化设计，电站能够迅速响应这些变化，确保在动态市场中保持竞争力。

1.1.3 可操控性

在电站电气主接线设计中，确保系统高效、安全运行的基本要求便是可操控性。重视操作界面的友好性与直观性应成为设计的重点，以便操作人员能够迅速理解并执行所需操作，通过采用图形化的控制系统与清晰的指示标识，人员在复杂情况下能够更轻松地进行监控与管理，从而降低操作失误的风险。系统的可操控性同样需要体现在对各种故障的快速响应能力上，完善的监控与报警机制应被设计纳入，实时检测设备状态并及时发出预警，这种智能化管理不仅提升了反应速度，更为决策提供了重要依据，使操作人员能够迅速采取有效措施减小故障对供电的影响。增强可操控性的另一个关键环节是培训与模拟演练，定期对操作人员进行系统操作培训与应急演练，有助于提升其对设备的熟悉度与应变能力，使其在实际操作中更加得心应手。

1.2 主接线方案类型

1.2.1 单母线接线

单母线接线方案是一种在电站电气主接线中常见的基本布局，主要通过一条母线连接各个电气设备，优势在于结构简单且成本低，适用于负荷较小且对供电可靠性要求不高的环境，由于仅使用一条母线，设计与施工相对简便，设备之间的连接较为直接，便于后续的维护与检修。然而，单母线接线方案也存在局限性，其中最显著的缺点为可靠性较低，当母线发生故障或需要进行检修时，整个系统的供电将受到影响，进而增加停电的风险[1]。因此，在设计过程中，备用措施的设置需被充分考虑，例如预留适当的接线位置，以便未来灵活接入双母线或其他冗余系统。在运行过程中，加强监控对单母线接线方案尤为重要，以便及时发现潜在的故障风险，从而减少对供电的影响。尽管面临这些挑战，凭借其经济性与易维护性，单母线接线仍在一些小型变电站和配电系统中占据重要地位，在初期投资有限的情况下，这一方案仍然是一种理想选择。

1.2.2 双母线接线

双母线接线方案是一种旨在提升电力系统可靠性与灵活性的接线方式，广泛应用于大型变电站及关键电力设施。通过设置两条母线，各电气设备得以灵活连接至任一母线，这种设计不仅增强了供电的可靠性，还便利了设备的检修与维护。主要优势在于冗余特性，若一条母线出现故障或需进行维护，系统可迅速切换至另一条母线，确保电力供应的连续性，这种无缝切换显著降低了停电风险，尤其在对供电要求极高的环境中，如医院、数据中心及重要工业设施尤为关键。双母线的灵活性还使负荷调整与设备扩展变得更加简便，由于两条母线可同时使用，系统能够实现负荷的均衡分配，从而优化运行效率。在未来进行设备增加或改造时，双母线设计允许在不中断供电的情况下完成必要的改造工作。尽管双母线方案的初期投资及维护成本较单母线方案高，但所提供的可靠性与灵活性无疑为电力系统的稳定运行提供了强有力的支持。因此，在现代电站设计中，双母线接线成为不可或缺的一部分，尤其在对电力供应安全性要求严格的场合。

1.2.3 环形接线

环形接线方案是一种创新的电气接线方式，旨在提升电力系统的可靠性与供电灵活性。在此布局中，电气设备通过一条闭合的环形母线相互连接形成一个整体，这种设计提供了冗余路径，有效降低了系统单点故障的风险。显著优势在于出色的供电稳定性，当环形接线中的某一部分发生故障时，电流可通过其他路径流动，确保电力供应不受影响，这种灵活的供电方式尤其适合负荷波动较大或对供电可靠性要求高的场合，如大型工业园区和城市配电网络。此外，运行与维护的便利性同样是环形接线的突出特点，由于设计中的冗余性，设备的检修与替换可在不影响整体供电的情况下进行，从而提高维护效率，减少停电对用户的影响，动态调整负荷的能力也使得系统能更好地适应实际需求。尽管环形接线的设计与实施较为复杂，且初期投资相对较高，但在供电安全性、可靠性及维护便利性方面，其优势无疑使其成为现代电力系统设计中的重要选择，尤其在应对日益增长的电力需求与更高的供电标准时。

1.3 接线设计中的安全性分析

在电站接线设计中，安全性分析的重要性不容忽视，直接影响着电力系统的稳定性与可靠性。设计阶段短路保护机制的充分考虑至关关键，以确保在短路故障发生时，系统能迅速切断故障电流，从而防止设备遭受严重损坏及潜在的安全隐患。合理的保护设备选择，如断路器与熔断器，并配备适当的保护等级可以有效增强系统抵御短路故障的能力。围绕安全性进行的设备配置与选型同样不可或缺。在设计过程中，应优先选择高安全标准及良好抗干扰能力的设备，以确保其在极端环境与负荷波动下依然能保持稳定运行[2]。此外，合理安排设备之间的距离与散热通道，有助于减少因过热而引发的安全事故。定期进行的安全评估与系统测试同样具有重要性，通过模拟各种类型的故障，接线设计的可靠性与安全性能够得到验证，确保在真实环境中能够应对各类突发情况。操作人员的安全培训也不可忽视，其安全意识与应急处理能力将直接影响系统的安全运行。

2 主变压器的选择

2.1 选择原则

2.1.1 合理性

在主变压器的选择过程中，确保合理性是电力系统高效运行的关键。变压器的容量必须与电站的实际负荷相匹配。选型时负荷波动及未来增长趋势的充分考虑，能够避免因容量不足造成供电不稳定，或因容量过大而增加不必

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

要的投资与运营成本。进行详尽的负荷预测与分析，成为选型的重要步骤。技术参数，如电压等级、频率与冷却方式，亦体现出选型的合理性。符合国家标准及行业规范的设备选择，能够确保变压器在各种运行条件下保持安全与稳定。合适的冷却方式（如油浸或干式）不仅提升了变压器的运行效率，还延长了其使用寿命。在变压器的选择中，经济性与环境适应性的综合考虑同样重要，高能效等级变压器的选择，有助于降低运行成本，同时减少对环境的影响。此外，设备的耐用性与维修便利性也需重视，通过合理的设计与选型，可以有效减少后期维护成本及停机时间。

2.1.2 台数准确性

在主变压器的选择中，电力系统的安全与可靠运行依赖于台数的准确性。变压器的数量需根据电站的负荷需求及供电可靠性进行合理配置，若台数不足，过载风险在高负荷时容易出现，可能导致供电不稳定或设备损坏；而过多则会增加投资与维护成本，选择适当台数的基础乃在于详尽的负荷分析与系统评估。冗余配置同样不可忽视，对于关键负荷或重要用户采用双台或多台变压器并联运行，能够确保在一台设备发生故障时，其他设备仍可正常运作，从而降低停电风险，这种设计不仅提高了供电的可靠性，也增强了系统的灵活性。在确定变压器台数时，未来负荷的增长与扩展需求亦需考虑。随着用电需求的变化，设备的增容或扩建可能会成为必要，因此在选型时留有适当的余量，以便于后续的灵活调整。

2.1.3 容量有效性

在主变压器的选择中，容量的有效性被认为是确保电力系统正常运行的关键因素之一，这一容量不仅影响电站满足现有负荷需求的能力，还直接关系到系统的经济性与安全性。合理匹配变压器容量与电力负荷，即意味着在选择时需综合考虑当前的用电需求以及未来可能的负荷增长，以确保在高峰负荷期间能够稳定运行。在评估变压器容量时，多种影响因素也需被考虑，包括负荷的性质（如平稳性或波动性）、负荷类型（如工业、商业或民用）以及环境条件，这些变量直接影响变压器的实际运行效率，因此在选择时必须将其纳入考量，以确保所选设备在不同工况下均能高效运作。此外，变压器的过载能力与短时间负荷承受能力同样重要，合理的设计能够使设备在短时间内应对负荷突增，从而避免突发事件造成的设备损坏或供电中断。同时，确保变压器在额定容量下运行，有助于延长其使用寿命并降低维护成本。

2.2 变压器类型及特点

在主变压器的选择中，各类型变压器展现出的独特特点与适用场景不可忽视。油浸式变压器作为最常见的类型，核心结构被浸泡于油中，这种设计不仅有效冷却设备还防止绝缘材料老化，从而延长使用寿命，特别适合大功率、高电压的应用场景，如变电站与大型工业设施，其高效能与可靠性使其成为主流选择。干式变压器在环保与安全性方面的表现则尤为优异，由于不使用油作为冷却介质，这种变压器在室内环境中的安装更为便捷，且火灾风险较低，适合对安全要求较高的场所，如商业建筑与居民小区。此外，干式变压器的维护成本较低，运行过程也显得更加节能。自冷与强迫油循环变压器则结合了两者的优点，自冷变压器依靠自然对流散热，而强迫油循环变压器则通过泵加速油的循环，以提高冷却效率。这种设计适用于高负荷场合，能够在更高负荷下保持稳定运行，成为追求高效率与可靠性的理想选择。

2.3 变压器容量的计算

变压器容量的计算被视为确保电力系统稳定与高效运行的重要环节，直接影响其满足负荷需求的能力。容量计算需基于详尽的负荷分析，这包括日常负荷、峰值负荷以及未来的增长预测，通常通过负荷计算公式，综合各类负荷得出所需的变压器总容量。在考虑负荷性质时，尤其是工业负荷的启动电流，冗余系数的引入尤为必要，由于设备启动时电流短暂可能超出正常值，为避免设备过载，通常需选择容量大于计算结果的变压器[3]。同时，其他影响容量选择的因素也应受到重视，例如供电安全性、运行效率以及环境条件。在电力需求波动较大的场合，选择更高容量的变压器以应对潜在负荷波动是必要的。实际应用中，变压器容量的选择应综合考虑经济性与安全性，确保不仅满足当前需求，同时具备应对未来扩展的灵活性。

3 结语

在电站电气主接线设计及主变压器选择中，合理设计原则与科学选择标准被视为确保电力系统安全、稳定与高效运行的基础。通过全面分析接线方案，系统的可靠性与适应性得以提升，以满足不断变化的用电需求。同时，变压器的选型与容量计算同样至关重要，充分考虑负荷特性、设备类型及环境因素，能够帮助做出最佳决策，确保电力供应的连续性与安全性。随着电力需求的增加及技术的进步，未来电力系统将面临更加复杂的挑战。因此，持续优化设计方案、强化安全性分析，并采用先进设备与技术，已成为推动电力行业发展的重要方向，通过科学合理的设计与选型，电力系统运行效率能够有效提高，为可持续发展做出积极贡献。

[参考文献]

[1]周田田.变电站电气主接线设计及主变压器的选择[J].科技风,2020,12(8):183-184.
[2]李度.水电站主接线电气设计与注意问题探究[J].科技创新与应用,2018,12(1):123-124.
[3]刘晓瑞.110kV 智能变电站设计及监控系统研究[D].山东:曲阜师范大学,2020.

作者简介：马少轩（1996.3—），毕业院校：河北师范大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：中国核电工程有限公司河北分公司，职务：电气一次设计，职称级别：助工。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

钢结构建筑标准化施工设计研究

王 萍
中冶京诚工程技术有限公司，北京 100176

[摘要]在建筑工程快速发展的趋势下，钢结构建筑的工程应用优势日益突出。为充分发挥钢结构建筑的自重轻、强度高、工期短的特性优势，关键是要围绕钢结构工程的施工设计目标，采取行之有效的建筑施工方案来达到节约材料成本与改善建筑质量的预期。基于此，本篇文章重点探讨钢结构建筑的标准化施工设计要点，结合钢结构建筑施工的实际情况加以完善。
[关键词]钢结构建筑；标准化施工设计；有效实施
DOI：10.33142/ec.v7i11.14232 中图分类号：TU391 文献标识码：A

Research on Standardized Construction Design of Steel Structure Buildings

WANG Ping
MCC Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: With the rapid development trend of construction engineering, the engineering application advantages of steel structure buildings are becoming increasingly prominent. In order to fully leverage the advantages of lightweight, high strength, and short construction period of steel structure buildings, it is crucial to adopt effective construction plans around the construction design goals of steel structure engineering to achieve the expected savings in material costs and improvement in building quality. Based on this, this article focuses on exploring the key points of standardized construction design for steel structure buildings, and improving them in combination with the actual situation of steel structure building construction.
Keywords: steel structure building; standardized construction design; effective implementation

引言

建筑工程标准化施工的基本思路在于按照规章制度从事施工作业，建筑施工单位需要在严格把控建筑材料品质的同时改进工序安排，促进实现降本增效的工程建设目标。近些年以来，钢结构建筑的标准化施工理念已得到广泛应用，建筑施工单位与设计单位能够建立有机配合关系，着眼于钢结构建筑整体坚固度、安全性与耐久性的提升，显示出标准化施工设计理念贯穿在钢结构施工全过程的意义所在。

1 钢结构建筑标准化施工设计的总体思路

钢结构建筑的标准化施工设计本质在于围绕建筑行业的通用标准来确定工程方案，在融合标准化指导理念的前提下降低建筑成本并提升施工作业效率，有力推动钢结构建筑工程的可持续发展。标准化施工设计在钢结构建筑工程中的推广应用将会明显改善模块化的建筑施工效率，并能够防范建筑施工作业中的生态污染风险。具体在实现钢结构建筑标准化施工设计的过程中，建筑施工与设计单位应突出如下的指导思路：

1.1 合理确定图纸方案

钢结构建筑的施工图纸只有得到合理确定，那么建筑钢结构施工的预期目标才会得到充分体现。建筑设计人员有必要明确预埋螺栓与钢柱的安装、连接具体方式，采取因地制宜的钢结构施工设计理念。钢结构建筑的施工单位人员以及建筑设计人员需采取积极有效的沟通形式，着眼于灵活调整钢结构建筑的图纸设计参数，切实改善钢结构建筑的整体施工效果。

1.2 加工、装配预制件

目前很多高层的钢结构建筑主要采用工厂预制形式来组装配件，工程技术人员需要在现场组装钢结构件之前明确具体的操作方案，以此作为加工与装配钢结构预制件的基本指导。具体有必要保证钢结构的连接点所在位置正确，技术人员应充分利用BIM等人工智能模型来获取完整的钢结构节点数据，严格执行钢结构预制件的现场组装施工规范[1]。在此基础上，改进钢结构加工与设计方案的侧重点就是确保预制件的加工精度达标，并采取灵活措施来节约钢结构施工资源。

1.3 全寿命周期管理

钢结构建筑的施工步骤较为复杂，大体积的钢结构建筑只有建立在全寿命周期管理的基础上，才能有效延长建筑工程的使用期限，达到全面消除建筑质量缺陷的目标，因此建筑施工单位与工程监理部门都要重视全寿命周期管理工作的落实。引进全寿命周期的工程管理理念还意味着建筑施工单位需要积极采用BIM技术，建构立体化、动态化的钢结构建筑管理模型，从源头入手防范施工安全风险与建筑质量事故[2]。

2 钢结构建筑标准化施工设计的技术应用

钢结构建筑属于当前常见的建筑结构表现形式，钢结构的建筑体系普遍具有更优的荷载承受能力。具体在执行标准化施工设计的实践中，建筑施工人员需要配合实施建筑质量检测工作。工程技术人员针对钢结构建筑的支撑体系要确定科学的施工方案，在施工进行中需要重视针对建

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

筑工程质量的把控与监督。建筑施工单位人员如果察觉设计方案与真实情况不符，则不能擅自进行改动，而是需要报请有关部门审核之后，要求建筑设计人员明晰问题所在，采取切实有效的方法加以完善。具体在应用钢结构建筑标准化施工设计技术的实践中，工程技术人员需重视如下要点：

2.1 钢材焊接与细部施工

钢材焊接与细部处理都属于建筑标准化施工中的核心部分，建筑施工设计单位需重视螺栓连接以及细节部分处理。具体而言，即将进行焊接作业的建筑钢材需保存至指定的空间区域，施工单位人员需采取覆盖苫布的保护措施，避免建筑钢材出现变形或腐蚀情况。

技术人员在执行焊接作业的步骤中，关键是要杜绝焊缝与气孔等常见的质量缺陷，并做到及时处理存在焊渣与气孔缺陷的钢结构部分。具体应采取行之有效的技术方法来优化焊接工艺参数，对于焊接温度采取动态控制的做法。钢结构建筑的细部处理基本原则就是保证美观性与安全性，建筑施工单位需采取耐火等级良好的建筑钢材，并反复检查钢筋连接节点的坚固程度。

2.2 钢混主体结构施工

钢混建筑主体结构的基本施工顺序为轴线复测、基础复测、构件中心及标高检查、钢柱及柱间支撑安装、吊车梁安装、屋面结构安装、连接固定、检查验收。建筑工程的技术人员需要根据测量控制网对基础轴线、钢结构的标高进行专门复核，同时还需对钢结构建筑的重要部位轴线、标高等参数进行检查，在此前提下对超标的钢结构部分需要采取补救措施，典型如加大钢结构建筑的柱底板尺寸，或者在柱底板部位按实际的螺栓位置进行重新钻孔等。

例如，某大型会展中心项目的地上主体工程为钢结构，结构体系为钢框架+中心支撑，建筑层数为地下 1 层，地上 2 层，1 层与 2 层展厅为大跨度空间结构，2 层展厅结构标高 15.9m，钢屋盖最高标高为 35m。其中大跨度桁架共计 11 榀，单跨桁架最大质量达 142.7t，最大跨度 58.2m。屋面桁架 21 榀，单榀质量达 30t，项目钢结构总体用钢量约 1.2 万 t。其中施工人员需焊接的焊缝约 25300m，经计算所得焊缝质量约 40t。具体在施工作业中，钢结构建筑物的垫板与基础面、柱底面应当紧密连接，确保钢结构建筑底板的平整与光滑。此外在钢结构建筑地面施工中，主要在于结合工程实际需求来检测建筑钢材的尺寸，并需要妥善控制螺栓尺寸、面筋间隔等。对于建筑地板的水泥材料需进行专门检测，选取优质水泥予以使用[3]。

2.3 建筑深基坑施工

钢结构建筑的坚固度主要取决于建筑深基坑，按照土建工程的施工规范要求，土建项目中的建筑基坑如果超出了五米的深度，则应当作为建筑深基坑的特殊工程形式。施工单位人员对于基坑附近的土体在进行开挖以及回填施工中，需要保证经过回填后的基坑周边土体能够达到更好的稳固效果。并且，施工作业人员应当采取积极有效的手段来防控深基坑的土体塌方、基坑位移、基坑渗水等常见隐患，在钢结构建筑深基坑的附近区域搭建稳定的支撑[4]。

钢结构建筑深基坑的上部结构主要为多层或者单层钢结构，具体针对大体积建筑物的单层钢结构在安装施工时，施工人员重点需要针对柱间支撑采用单件流水法来进行吊装。施工人员可一次性将柱子进行安装定位，经过校正后再安装柱间支撑等构件；将两个左右的钢结构建筑轴线作为一个完整的施工作业单元，依次进行钢结构的起吊与运输作业。并且，建筑施工人员针对大体积建筑物的屋盖系统通常采用综合吊装钢结构的方法，具体需要将一个钢结构单元全部安装完毕，促使其形成稳定的建筑支撑单元，以此为基准再进行其他单元的安装施工。

2.4 钢结构安装与涂装施工

高层建筑物的钢结构主要用于支撑建筑主体结构，采用钢结构安装与涂装的形式能够防止建筑支撑体系出现渗漏。具体在安装建筑钢结构的作业阶段，关键是要合理确定建筑钢结构的形状与规格，并采取有效措施来防止施工作业人员随意改动安装图纸的尺寸设计要求。选取钢结构涂层材料应严格按照质量检测的规范要求，确保钢结构涂层的涂料满足防水性、抗腐蚀性等要求。建筑施工单位还需采取有效举措，从源头入手预防建筑钢结构安装体系的脱落安全隐患。施工单位人员应密切重视涂装层的均匀程度，并需要重视钢结构建筑支撑体系的牢固性是否达标。

施工人员在建筑钢结构的地上钢柱安装前，首先对基础及地下钢柱进行复测，确保其轴线偏位及垂直度满足要求，并标出中心线来控制安装精度。为保证钢柱安装过程稳定，钢柱四角耳板均增设 Φ40mm 的吊装孔，每根钢柱至少设 4 块吊装孔耳板且均不设置。在钢柱吊装时，15t 以下钢柱吊绳不可少于 2 根，15t 以上钢柱吊绳宜为 4 根。钢结构上下柱连接使用连接耳板进行临时连接，钢柱安装时需利用 2 台经纬仪来观察两个方向的倾斜度，并通过调节螺母或斜垫铁将立柱找正，直至垂直度达到要求时方可紧固连接螺栓。钢柱安装完成后应尽早安装柱间钢梁或拉结缆风绳进行加固，最后采用多层多道且两面同步的焊接方法进行焊接，以此减少因焊接收缩导致的钢柱垂直度超差。

2.5 钢结构网架、金属板施工

钢结构网架的常见的网架安装方法主要包含高空散装法、分块安装法、高空滑移法、整体吊装法、整体提升法、整体顶升法等。具体而言，高空散装法是将小拼单元或散件直接在设计位置进行总拼的方法；分块安装法是指将网架分成条状或块状单元分别由起重设备吊装至高空设计位置就位搁置，然后再成整体的安装方法；高空滑移法是指将分条的网架单元在事先设置的滑轨上单条滑移到设计位置拼接成整体的安装方法；整体吊装法是指网架在地面上总拼后，用起重设备将其吊装就位的施工方法；整体提升法是指在结构柱上安装提升设备，将在地面上总拼好的网架提升就位的施工方法；整体顶升法是指在设计位置的地面将网架拼装成整体，然后用千斤顶将网架顶升到设计高度的施工方法。以上各种钢网架的安装方法都有其特点，施工人员需要结合现

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

场施工情况加以灵活选择。并且在选取与安装压型金属板的阶段，施工人员也要密切重视金属板的型号检查，保证金属板的结构牢固与稳定。如下图为建筑钢网架的施工成果。

图 1　建筑钢网架施工成品

3 钢结构建筑标准化施工设计的完善路径

3.1 引进智能技术来完善建筑设计

近些年来的人工智能技术已经普遍应用于建筑施工领域，建立在人工智能模型基础上的钢结构施工程序更加简便快捷，可起到简化施工作业流程的效果。因此建筑施工企业与工程设计单位需重视 BIM 等人工智能技术的引进，促使钢结构建筑施工向着智能化与数字化的方向发展[5]。例如在钢结构建筑管线系统的碰撞检测阶段中，关键是要建构建筑管线的碰撞测试模型，展示立体与直观的建筑管线不良碰撞部位，以此指导施工人员予以改进。此外，钢结构建筑的施工单位人员需充分重视单层钢结构的安装施工，具体需合理控制钢结构的柱间距，采取流水吊装的形式予以开展。施工人员如果察觉到钢结构的起吊与安装作业存在安全隐患，则需要立即上报给施工管理部门，并采取行之有效的施工方案调整措施。

如下图，为钢结构建筑的 BIM 管线碰撞检测图：

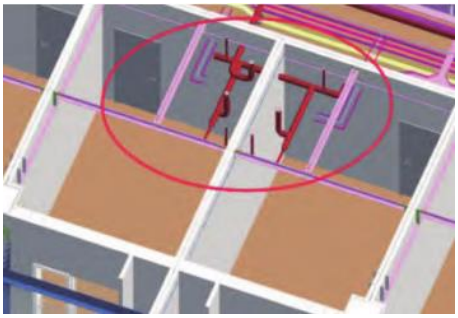


图 2　钢结构建筑的 BIM 管线碰撞检测结果

3.2 应用勘查手段来消除隐患

钢结构建筑施工的整体品质主要取决于施工方案，而施工方案的合理设计关键就是深入实施现场勘查工作。工程勘查人员需利用专门设备仪器来辅助勘测作业，做到全面查明施工场地的基本情况。经过现场勘查后的钢结构施工流程应达到更好的合理性与可行性，施工单位人员需将钢结构的施工材料存放于指定区域，妥善保护钢结构材料以防出现生锈腐蚀等情况。

3.3 健全养护机制来延长期限

养护钢结构有助于建筑结构体系的坚固度以及安全性达到指定要求，因此工程具体负责人员应按照标准化规定采取必要的养护措施，集中体现在建筑钢结构梁柱的养护管理方面。针对钢结构的梁柱部分需重点实施养护，施工单位应密切配合检验钢结构建筑的隐蔽部位以及薄弱部位，尤其需重视监测钢结构部件的抗震性与强度指标。对于建筑钢结构的梁柱部分应采用水准仪来检测倾斜度，及时察觉钢结构支撑体系的安全隐患。负责实施钢结构建筑养护的技术人员需要采取钢结构覆盖养护等措施，切实保证钢结构建筑的整体性与稳定性。经过养护后的建筑钢结构需要保证符合硬化度与韧性的基本要求，工程技术人员还要重视密切建筑钢结构是否存在松动或钢网脱落等风险，及时采取必要的钢混结构透气保护措施。

3.4 布置防水体系来提高性能

钢结构建筑的防水保护层主要布置于建筑外墙、建筑地下室等特殊部位，目前常用的钢结构防水卷材主要为聚氨酯的混合涂料。施工承包单位采取布置防水层的建筑保护措施，可保证建筑钢结构的外观完整程度达到预期要求。施工作业人员对于包含涂料的建筑防水结构在布置与设计时应着眼于钢结构建筑物的外墙防水系统延长建筑物的寿命，发挥钢结构建筑防水防渗卷材的保护功能。如对于建筑钢网架在实施养护作业时，应密切重视钢网架连接点是否存在位移，同时需采取行之有效的措施来延长建筑钢网架的使用寿命。对于建筑钢结构的箱型梁、盖板结构应实施重点防水处理，避免自然降水造成钢结构质量缺陷。

4 结束语

综上所述，如何将标准化施工设计融入钢结构建筑的施工过程，应作为改进钢结构施工技术与施工方案的核心问题。通常来讲，钢结构建筑的标准化施工设计应围绕建筑功能一体化的目标宗旨，在合理选材、科学布局的前提下倡导文明绿色施工，突出钢结构建筑的标准化施工设计导向。采取标准化的建筑施工设计理念来提升钢结构建筑工程综合效益，重点在于引进 BIM 等人工智能技术，助力钢结构建筑工程实现可持续发展。

[参考文献]

[1]董博浩.钢结构建筑标准化施工设计研究[J].中国住宅设施,2024(7):67-69.
[2]胡继刚.基于 BIM 的装配式钢结构建筑施工新技术与管理研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(7):154-156.
[3]荀士佐.基于铰接框架支撑体系的装配式钢结构建筑施工技术的设计与应用[J].四川水泥,2024(5):97-99.
[4]蔡筹皑,龚先政,刘宇.轻钢结构建筑物化阶段碳排放及减排的研究[J].中国建材科技,2024,33(2):36-40.
[5]马海彬,凌化启.基于 AHP-DEMATEL 模型的装配式钢结构建筑施工安全风险分析[J].铜陵学院学报,2024,23(2):102-106.

作者简介：王萍（1982.5—），女，毕业院校：吉林建筑工程学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：中冶京诚工程技术有限公司，职务，职称级别：高级工程师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

绿色建筑在工程管理中的实践与应用

陈克松 杜奇泽
山东陶建建设发展集团有限公司，山东 菏泽 274100

[摘要]绿色建筑在工程管理中的实践与应用，旨在推动可持续发展的建筑模式。通过引入环保材料、节能技术及智能化管理手段，实现资源的高效利用与环境的保护。研究表明，绿色建筑不仅能降低能耗，还能提高居住舒适度，增强建筑的市场竞争力。在工程管理过程中，需加强对绿色建筑标准的理解与落实，优化施工流程，确保项目的绿色性能达到预期目标。有效的管理措施和技术创新，将促进绿色建筑理念的广泛传播与应用，为建设生态文明贡献力量。
[关键词]绿色建筑；工程管理；可持续发展；节能技术；环保材料
DOI：10.33142/ec.v7i11.14250 中图分类号：TU74 文献标识码：A

Practice and Application of Green Buildings in Engineering Management

CHEN Kesong, DU Qize
Shandong Taojian Construction and Development Group Co., Ltd., Heze, Shandong, 274100, China

Abstract: The practice and application of green buildings in engineering management aim to promote sustainable building models. By introducing environmentally friendly materials, energy-saving technologies, and intelligent management methods, efficient utilization of resources and environmental protection can be achieved. Research has shown that green buildings can not only reduce energy consumption, but also improve living comfort and enhance the market competitiveness of buildings. In the process of engineering management, it is necessary to strengthen the understanding and implementation of green building standards, optimize the construction process, and ensure that the green performance of the project meets the expected goals. Effective management measures and technological innovation will promote the widespread dissemination and application of green building concepts, contributing to the construction of ecological civilization.
Keywords: green building; engineering management; sustainable development; energy-saving technology; environmentally friendly materials

引言

随着全球气候变化与资源枯竭问题的日益严重，绿色建筑作为一种可持续发展的建筑模式，逐渐引起了广泛关注。它不仅关注建筑的外观设计，更注重建筑过程中的环境保护与资源节约。在这一背景下，工程管理作为绿色建筑实施的重要环节，发挥着至关重要的作用。通过科学的管理理念与创新的技术手段，绿色建筑能够有效地降低能耗，提高环境质量，并提升居住者的生活舒适度。深入探讨绿色建筑在工程管理中的实践与应用，将为实现更高效、更环保的建筑未来铺平道路。

1 绿色建筑的定义与发展背景

绿色建筑是一种新兴的建筑理念，强调在建筑设计、施工和运营过程中综合考虑环境影响与资源利用效率。其核心目标是实现建筑对环境的最小负担，同时为居住者提供健康舒适的生活空间。绿色建筑不仅包括节能减排的建筑材料与技术的应用，还涉及生态系统的保护与资源的可持续利用。随着全球环境问题的加剧，如气候变化、资源短缺以及人口增长，传统建筑方式逐渐显现出其不可持续性，因此绿色建筑应运而生，成为建筑行业的重要发展方向[1]。

绿色建筑的发展背景可以追溯到 20 世纪 70 年代，随着第一次石油危机的到来，公众开始意识到能源危机与环境保护之间的紧密联系。此后，各国相继推出了绿色建筑的相关标准和认证体系，如美国的 LEED（能源与环境设计领导）和英国的 BREEAM（建筑研究机构环境评估方法）。这些标准不仅为绿色建筑提供了技术指导，也促进了建筑行业在环保领域的创新与实践。此外，国际社会对可持续发展目标的重视，使得绿色建筑的理念逐渐深入人心。如今，越来越多的建筑项目在设计之初就融入了绿色建筑的理念，以期在节能、减排的同时，提升居住环境的品质。

在中国，绿色建筑的发展也逐渐走上了快车道。自 2006 年《国家绿色建筑行动方案》发布以来，国家对绿色建筑的支持力度不断加大，推动了行业内的技术进步与管理创新。近年来，绿色建筑的认定与评估体系不断完善，不少地方政府也出台了相应的政策措施，以鼓励绿色建筑的推广与应用。随着人们环保意识的提升和市场需求的变化，绿色建筑在设计、施工及运营等方面的实践经验不断丰富，为实现更高效的资源利用和更美好的居住环境奠定了基础。

2 工程管理在绿色建筑中的核心角色

在绿色建筑的实现过程中，工程管理发挥着至关重要的核心角色。工程管理不仅涉及到项目的规划、执行和监控，还需要综合考虑环境、经济和社会等多方面的因素。在绿色建筑项目中，工程管理者需要协调不同专业的团队，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

确保设计理念与施工技术的有效衔接，从而实现建筑的绿色目标。这种跨学科的协作方式有助于优化建筑的功能与性能，提高其资源利用效率。管理者需具备深厚的专业知识和对绿色建筑理念的理解，以指导团队在整个建筑生命周期内持续关注环境影响和资源消耗[2]。

在具体实施中，工程管理者需要制定和实施一套完整的管理策略，以确保绿色建筑的各项指标得以实现。这包括对绿色建筑材料的选择、施工方法的优化和施工过程的监控。绿色建筑通常要求使用可再生材料和低能耗技术，因此，工程管理者需与供应商和承包商密切合作，确保选用的材料符合绿色标准。此外，在施工过程中，管理者还需要定期检查工程进度，及时识别和解决潜在问题，确保项目按照既定的环保标准进行。通过科学的管理和合理的调度，可以有效降低建筑施工对环境的负面影响，推动绿色建筑的顺利完成。

工程管理在绿色建筑中的核心角色还体现在项目后期的运营与维护上。绿色建筑的效益不仅体现在建设阶段，更需要在使用过程中持续评估其环境性能。因此，工程管理者应在项目交付后，继续跟踪建筑的运营状况，评估其能源使用效率和环境影响，及时进行必要的维护和改进。此外，管理者应建立反馈机制，收集使用者的意见与建议，以便在未来的项目中进行调整与优化。同时，工程管理者也应定期组织培训，提高使用者的环保意识和管理技能，确保绿色建筑在实际使用中能够发挥其应有的效益。通过这种全生命周期的管理方式，绿色建筑的理念和实践将得以延续，推动可持续发展贡献力量。最终，综合性的管理方法将确保建筑不仅在技术上达到绿色标准，更能在经济与社会效益上实现最佳平衡，促进生态环境的良性循环[3]。

3 环保材料与节能技术的应用实践

在绿色建筑的实施过程中，环保材料与节能技术的应用实践是实现可持续发展的关键环节。环保材料通常指那些在生产、使用和废弃过程中对环境影响最小、资源消耗最少的材料。这些材料不仅具有良好的物理性能和适用性，还能有效减少建筑的碳足迹。例如，利用再生材料、低挥发性有机化合物（VOCs）材料、天然材料以及生物基材料，可以大幅度降低建筑对环境的影响。具体而言，利用再生混凝土和钢材，不仅减少了新材料的需求，也降低了建筑废弃物的产生。再者，使用木材等可再生材料，可以在使用寿命内吸收二氧化碳，从而改善建筑的环境绩效。因此，在绿色建筑设计中，选择适宜的环保材料是实现建筑可持续性的重要步骤。

节能技术在绿色建筑中同样扮演着重要的角色，其核心目的是通过降低能耗，提高建筑的能效。现代建筑中，节能技术包括高效的采暖、通风与空调（HVAC）系统、智能照明系统，以及高性能外窗等。通过这些技术的应用，建筑能够有效地控制室内温度和空气质量，从而提高居住者的舒适度和健康水平。例如，使用地源热泵和太阳能集热系统，可以有效地降低建筑的能源消耗，减少对化石燃料的依赖。此外，智能控制系统的引入，使得建筑能够实时监测和调节能源使用，提高资源的利用效率。实施这些节能技术的同时，绿色建筑也需要定期评估其能效，以确保节能措施的有效性，适时进行调整与改进[4]。

在环保材料与节能技术的应用实践中，工程管理者起着关键的协调与推动作用。首先，管理者需要与设计团队、施工团队和供应链进行紧密合作，确保选用的环保材料和节能技术符合绿色建筑的标准与要求。在材料采购阶段，管理者应严格把控材料来源和性能，选择符合环保标准的供应商。同时，在施工阶段，确保施工工艺与设计意图相一致，避免因施工质量问题而影响建筑的环保性能。此外，工程管理者还需要进行持续的项目监控与评估，通过数据分析和现场检查，及时发现问题并进行整改。通过这些综合措施，环保材料与节能技术的应用实践能够真正实现绿色建筑的目标，为构建更加可持续的城市环境贡献力量。

4 绿色建筑项目的管理策略与流程优化

在绿色建筑项目中，管理策略与流程优化是确保项目成功实施的关键因素。绿色建筑的特殊性质要求管理者在项目的各个阶段采用适宜的管理方法和技术，以实现环境效益与经济效益的双重目标。首先明确项目的绿色目标和相关标准至关重要。管理者应在项目初期与相关方进行充分沟通，确定绿色建筑的具体目标，包括能效、资源利用、材料选择等方面的标准。通过建立一个包含设计师、工程师、承包商和供应商的跨学科团队，可以在项目初期进行详细的规划，以确保所有参与者对绿色建筑的要求达成共识，并在后续实施过程中紧密合作。

优化项目流程是提高绿色建筑管理效率的另一重要策略。在绿色建筑项目中，流程的合理性直接影响到项目的进度和成本控制。因此，采用项目管理软件和信息化手段，可以实现对项目进度、成本和资源的实时监控和分析。这种技术手段不仅能够提高数据的透明度，还能促进信息的共享与沟通。管理者还应通过流程再造和优化，去除冗余环节，简化审批流程，以提升项目的整体效率。例如，针对施工阶段的复杂性，管理者可以将绿色建筑的不同施工工序进行模块化处理，通过并行作业的方式提高施工效率。此外，应用建筑信息模型（BIM）技术，可以在设计阶段识别潜在问题，减少施工中的变更与返工，从而实现资源的高效利用。

绿色建筑项目的成功实施不仅依赖于前期的精细管理与流程优化，还需要对项目进行持续的监测与评估。在项目的施工与运营阶段，管理者应建立健全的监测体系，定期对建筑的能效和环境性能进行评估。这一过程可以通过建立关键绩效指标（KPIs）来实现，以量化绿色建筑的运营效果。此外，项目完成后，管理者还应进行回顾与总

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

结，分析项目实施过程中的成功经验与不足之处，为未来的绿色建筑项目提供有益的借鉴。同时，培养相关人员的绿色建筑意识与技能，通过培训和教育，提高全员对绿色建筑理念的理解与认可，从而为绿色建筑的持续发展提供坚实的基础。通过这些综合措施，绿色建筑项目的管理策略与流程优化能够实现更高水平的资源利用和环境保护，为推动可持续发展贡献力量。

5 绿色建筑的市场前景与可持续发展挑战

随着全球对可持续发展日益增强的关注，绿色建筑作为应对环境问题的重要解决方案，其市场前景愈加广阔。根据国际绿色建筑委员会的报告，未来十年内，全球绿色建筑市场预计将以每年约 10%的速度增长。这一趋势的背后，既有政府政策的推动，也有社会公众环保意识的提高。许多国家和地区正在积极制定绿色建筑标准和认证体系，以鼓励建筑行业的可持续转型。例如，欧洲、北美和亚太地区已逐步实施了各种激励措施，包括税收减免、财政补贴和绿色建筑认证等，促进了绿色建筑项目的开发与投资。此外，越来越多的房地产开发商和建筑企业认识到绿色建筑的市场价值，通过采用环保设计与节能技术，不仅能够提升项目的市场竞争力，还能吸引更多的消费者，满足其对健康与舒适居住环境的需求[5]。

尽管绿色建筑市场前景乐观，但在可持续发展过程中仍面临一系列挑战。首先，绿色建筑的初始投资通常较高，这使得一些开发商在项目决策时产生顾虑。虽然长期来看，绿色建筑能有效降低运营成本，提高能效，但短期内的高成本却可能导致市场参与者的犹豫。此外，缺乏专业知识和技术是另一个制约绿色建筑发展的因素。许多设计师和施工团队对绿色建筑的标准、材料和技术不够熟悉，导致项目实施过程中出现偏差，甚至影响到建筑的整体性能。因此，加强行业内的培训和教育，提高从业人员的专业水平，是推动绿色建筑发展的重要措施。同时，行业内也需要建立更为完善的信息共享平台，以促进最佳实践的传播与应用，推动技术创新与合作。

政策和法规环境对绿色建筑的影响不可忽视。尽管许多国家和地区已经推出了鼓励绿色建筑发展的政策，但这些政策的执行力度和适用范围仍然存在差异。有些地区的政策支持力度较大，而另一些地区则缺乏相关法规，导致绿色建筑的推广受到限制。因此，建立统一的绿色建筑政策框架和标准，确保各地区政策的一致性与连贯性，是实现绿色建筑可持续发展的关键。此外，绿色建筑的认证体系也需不断完善，以适应市场变化与技术进步。在未来的发展中，政府、行业协会和企业应通力合作，推动绿色建筑的标准化与规范化，以应对全球环境挑战，实现建筑行业的可持续发展。通过有效的政策支持、行业教育与技术创新，绿色建筑将在未来发挥更为重要的作用，为建设可持续的城市环境提供坚实的基础。

6 结语

绿色建筑作为可持续发展的重要组成部分，展现了广阔的市场前景和潜在的环境效益。随着全球对环保和资源节约的关注不断增加，绿色建筑的理念逐渐深入人心，各国政府、企业及公众正积极参与到这一转型中。然而，绿色建筑的推广仍面临高初始投资、技术人才匮乏及政策环境不统一等挑战。为此，行业内需加强合作，推动政策和标准的完善，提高从业人员的专业能力，以确保绿色建筑的有效实施与发展。通过综合措施的落实，绿色建筑将在未来实现更高的能效和环境保护，为全球可持续发展作出重要贡献。最终，绿色建筑不仅将改变人们的居住和工作环境，更将引领建筑行业朝着更加绿色、低碳的方向迈进。

[参考文献]

[1]陶亮.建筑师视角下的工程设计管理策略研究[D].广州:华南理工大学,2019.
[2]孙佳媚.绿色建筑评价体系及其在工程实践中的应用[D].天津:天津大学,2006.
[3]赵娜.绿色建筑评价方法在工程实践中的应用与实施效果[D].北京:北京工业大学,2013.
[4]张锐,黄锟,王锦星,等.BIM 技术在绿色建筑工程管理中的实践应用[J].建筑技术,2022,53(12):1734-1737.
[5]王娟.绿色建筑在工程管理中的实践与应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(21):47-49.

作者简介：陈克松（1989.10—），男，汉族，毕业学校：山东华宇职业技术学院，现工作单位：山东陶建建设发展集团有限公司；杜奇泽（1992.4—），男，汉族，毕业学校：山东工业职业学院，现工作单位：山东陶建建设发展集团有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建筑工程中节能环保施工技术应用探究

赵中兰 陈克松
山东陶建建设发展集团有限公司，山东 菏泽 274100

[摘要]随着全球对可持续发展的重视，建筑工程中的节能环保施工技术应用变得愈发重要。通过合理的设计与施工管理，采用新材料和新工艺，可以显著降低能耗和环境影响。当前，许多建筑项目已经开始应用太阳能、雨水回收、绿化屋顶等技术，不仅提高了建筑的能源利用效率，也改善了居住环境。推动节能环保施工技术的普及与应用，将有助于实现绿色建筑目标，促进生态文明建设。

[关键词]节能技术；环保施工；建筑工程；绿色建筑；可持续发展
DOI：10.33142/ec.v7i11.14248 中图分类号：TU74 文献标识码：A

Exploration on Energy-saving and Environmental Protection Construction Technology Application in Construction Engineering

ZHAO Zhonglan, CHEN Kesong
Shandong Taojian Construction and Development Group Co., Ltd., Heze, Shandong, 274100, China

Abstract: With the global emphasis on sustainable development, the application of energy-saving and environmentally friendly construction technologies in building engineering has become increasingly important. By implementing reasonable design and construction management, adopting new materials and processes, energy consumption and environmental impact can be significantly reduced. Currently, many construction projects have begun to apply technologies such as solar energy, rainwater harvesting, and green roofs, which not only improve the energy efficiency of buildings but also enhance the living environment. Promoting the popularization and application of energy-saving and environmentally friendly construction technologies will help achieve green building goals and promote ecological civilization construction.

Keywords: energy-saving technology; environmental protection construction; architectural engineering; green building; sustainable development

引言

在全球面临环境危机和资源短缺的背景下，建筑行业正经历一场深刻的变革。传统的施工方式不仅消耗大量能源，还对生态环境造成严重影响。节能环保施工技术的崛起，标志着建筑行业朝向可持续发展的新纪元。通过创新设计、智能材料和绿色施工方法，建筑项目不仅能够提高能源使用效率，还能在提升居住舒适度的同时减少碳足迹。引入这些技术的建筑，不再仅仅是居住的空间，而是与自然和谐共生的生态环境。这种转变不仅满足了社会对可持续发展的需求，也为建筑行业开辟了新的发展机遇。

1 建筑工程节能环保施工技术的现状与发展趋势

随着全球对可持续发展和环境保护的关注不断加深，建筑行业面临着严峻的挑战与机遇。传统的建筑施工方式在资源消耗、能源利用和环境影响方面的局限性日益显现，导致建筑行业成为能源消耗和温室气体排放的重要领域。因此，节能环保施工技术的应用逐渐成为行业发展的重要方向。当前，建筑工程中的节能环保技术包括高效能的建筑材料、先进的施工工艺以及智能化的管理系统等。这些技术不仅能够显著降低建筑能耗，还能提升施工效率与质量，为绿色建筑的实现奠定基础[1]。

在实际应用中，各类节能环保技术正在不断成熟与创新。例如，使用高性能的隔热材料和节能窗户，可以有效降低建筑的热损失，提高居住舒适度。同时，采用太阳能发电和热水系统、雨水收集与利用系统等可再生能源技术，能够显著降低对传统能源的依赖。此外，建筑信息模型（BIM）技术的引入，使得设计、施工与管理的各个环节更加精细化和智能化，从而实现了资源的最优配置和管理。这些技术的应用，不仅提升了建筑的整体能效，还为生态环境保护做出了积极贡献。

展望未来，建筑行业的节能环保施工技术将继续向更高的标准发展。在政策和市场双重驱动下，绿色建筑认证体系日趋完善，推动着行业在节能减排方面迈出坚实步伐。各国政府和地方管理部门也逐步出台了一系列激励政策，以支持节能环保技术的研发与推广。这不仅为行业带来了新的商机，也促进了相关技术的创新与应用。未来，建筑行业在节能环保施工技术的应用上，将朝着更高效、更智能和更环保的方向发展，为实现可持续建筑目标贡献力量[2]。

2 关键节能技术在建筑施工中的应用案例

在中国，随着建筑行业对节能环保的日益重视，各类关键节能技术的应用案例不断涌现。以北京的一项绿色建

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

筑示范项目为例，该项目在设计阶段就充分考虑了节能和环保的原则，采用了高效能的隔热材料和窗户，以确保建筑在冬季保持温暖而夏季保持凉爽。项目中使用的外墙保温系统有效降低了建筑的热损失，减少了冬季采暖和夏季空调的能耗。此外，建筑屋顶还设有太阳能光伏发电系统，能够将太阳能转化为电力，满足建筑的日常用电需求。这一案例不仅实现了节能目标，还为业主节省了长期的能源费用，充分体现了绿色建筑的经济与环保双重效益[3]。

另一个突出的案例是位于上海的一座大型商业综合体，该项目在施工过程中充分应用了智能化管理技术。通过建筑信息模型（BIM）技术，施工团队在每一个环节进行精确的资源调配，最大限度地减少了施工中的材料浪费和能源消耗。项目还引入了智能监控系统，对施工现场的能耗进行实时监测与管理，确保各项节能措施的有效实施。同时，项目采用了雨水回收系统，将屋顶雨水收集后用于园区绿化和非饮用水用途，大幅度减少了自来水的消耗。这一综合性节能措施的实施，不仅提升了建筑的能效，还为其他商业项目树立了良好的示范。

在深圳的某高档住宅小区，采用了许多创新的节能技术，成为了区域内的标杆项目。小区内的建筑设计融入了自然通风和采光理念，通过合理布局和设计，实现了建筑内部的自然采光和通风，减少了对人工照明和空调的依赖。同时，小区内安装了高效的热泵系统，为居民提供集中供暖和制冷服务，进一步降低了能耗。此外，项目还使用了低 VOC（挥发性有机化合物）环保材料，保障了居民的室内空气质量。这些节能技术的成功应用，不仅提升了居民的生活质量，也为城市的可持续发展贡献了力量。通过这些案例的展示，可以看到中国建筑行业在节能环保方面取得的积极进展，以及未来进一步推广和应用的广阔前景。

3 环保材料的选择与使用对建筑质量的影响

在现代建筑工程中，环保材料的选择与使用已成为提升建筑质量的重要因素。随着全球对可持续发展和生态环保的关注不断加深，建筑行业在材料选择方面逐渐转向更加环保、健康的方向。环保材料通常是指在生产、使用及其生命周期中，能够减少对环境和人体健康影响的材料。这些材料不仅具有优良的性能，还能有效降低建筑物的能耗，减少温室气体的排放。因此，选择合适的环保材料，对于提高建筑质量、保障居住环境的健康与舒适具有重要意义[4]。

环保材料在建筑中的应用，不仅能改善建筑的物理性能，还能提升其整体质量。例如，使用低挥发性有机化合物（VOC）涂料和胶粘剂，有助于降低室内空气中的污染物含量，从而提升居住者的生活舒适度和健康水平。同时，许多环保材料如再生木材、竹材和天然石材等，因其来源可持续、易于获取和优良的机械性能，逐渐受到设计师和施工单位的青睐。这些材料不仅具有较好的美观效果，还具备良好的耐久性与强度，能够在保证建筑结构安全的同时，延长建筑的使用寿命。此外，环保材料在施工过程中的低能耗与低污染特性，能够有效减少对环境的影响，使建筑项目在完成后能够更快地融入周围的生态环境。

在环保材料的使用中，需对其性能进行全面评估，确保其适应建筑的实际需求。例如，建筑外墙的保温材料不仅要具备良好的保温性能，还需具备防水、耐候等特性，以保证建筑的耐久性和安全性。同时，环保材料的成本也是影响其广泛应用的重要因素。虽然许多环保材料在初始投资上可能较高，但从长远来看，由于其优越的性能和较低的维护成本，能够实现更好的经济效益。因此，在选择环保材料时，设计师和施工单位应综合考虑其性能、经济性以及对环境的影响，以实现建筑的可持续发展。通过合理的材料选择和应用，不仅可以提升建筑质量，还能推动建筑行业向更加环保、可持续的方向发展，为生态文明建设作出贡献。

4 绿色施工管理在节能减排中的重要作用

绿色施工管理是指在建筑施工过程中，采用符合可持续发展理念的管理方式，以最大限度地减少资源浪费、降低环境影响并提高施工效率。这种管理模式强调在施工的每个环节中，综合考虑环境保护、资源节约和经济效益，从而实现节能减排的目标。在当前全球应对气候变化、推动可持续发展的背景下，绿色施工管理的重要性日益凸显。通过有效的管理措施，绿色施工不仅能够降低施工对环境的负面影响，还能在一定程度上提升建筑的整体质量和使用效率，促进建筑行业的转型升级。

在绿色施工管理中，首先需要加强施工前的规划与设计环节，确保在项目启动之初就将节能减排理念融入整个施工过程。这包括对施工现场的合理布局、材料的科学选择以及工艺流程的优化等。例如，设计阶段应尽量选择能够提高建筑能效的材料，如高效保温材料和可再生资源材料，并在设计中引入自然通风和采光的理念，减少对人工照明和空调的依赖。此外，绿色施工管理还要求施工单位在选择施工方法时，应优先考虑那些能够有效降低能耗和资源浪费的工艺。例如，采用预制构件的施工方式，可以减少现场的施工时间和材料浪费，同时提高建筑的施工质量。这种系统性思维，使得绿色施工管理在节能减排方面展现出巨大的潜力[5]。

绿色施工管理强调施工过程中对资源的节约与再利用。这包括对水、电、材料等资源的高效管理，以确保在施工过程中尽可能减少浪费。例如，施工单位可以通过实施定量管理，实时监测资源消耗情况，及时调整施工方案，降低不必要的资源浪费。此外，在材料管理上，绿色施工鼓励使用环保材料，并对施工现场的材料进行分类回收，减少施工废弃物的产生。通过对建筑废弃物的再利用，如砖、混凝土等可回收材料的再加工和再利用，不仅能够减少对新资源的需求，还能降低施工对环境的负担。同时，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

绿色施工管理还强调提高施工人员的环保意识，促进全员参与资源节约和环保行动，从而形成良好的绿色施工氛围。

最后，绿色施工管理在节能减排中还发挥着重要的技术创新作用。随着科技的发展，许多新技术和新设备被引入建筑施工领域，推动了绿色施工的不断发展。例如，采用建筑信息模型（BIM）技术，可以在施工前对项目进行全生命周期的模拟分析，优化施工方案，提高资源利用效率。通过 BIM 技术，可以有效预测和管理施工过程中可能出现的问题，减少返工和资源浪费。此外，智能化施工设备的应用，如智能混凝土搅拌机和无人机监控技术，可以实时监测施工过程，确保施工质量和资源的高效利用。通过技术创新，绿色施工管理能够不断提升施工效率和节能减排效果，为建筑行业的可持续发展提供强有力的支持。

综上所述，绿色施工管理在节能减排中扮演着不可或缺的角色。通过合理的规划与设计、资源的高效利用以及技术创新，绿色施工管理不仅能够有效降低建筑施工对环境的影响，还能提升建筑的整体质量和使用效率。在未来，随着社会对可持续发展的要求不断提高，绿色施工管理的理念和实践必将成为建筑行业转型升级的重要动力，推动建筑行业向更加绿色、可持续的方向发展。

5 推动节能环保施工技术的政策支持与行业展望

推动节能环保施工技术的发展，离不开政策的强有力支持和行业的共同努力。在过去的几年中，各国政府纷纷制定了一系列政策和法规，旨在鼓励和促进建筑行业的绿色转型。通过财政补贴、税收减免和绿色认证等措施，政策引导建筑企业加大对节能环保技术的投资。比如，中国的《建筑节能法》和《绿色建筑评价标准》等政策文件，为推动建筑节能和绿色施工提供了法律依据。这些政策不仅促进了节能技术的普及应用，也推动了建筑行业的技术创新，鼓励企业研发和采用新材料、新工艺，形成了以政策推动为引领的良性发展格局。

同时，行业自身的责任与努力同样不可忽视。建筑企业在响应政策号召的同时，需加强自身的技术能力和管理水平，以适应市场的变化和政策的要求。通过实施绿色施工管理体系、提升施工现场的资源利用效率，建筑企业不仅可以降低施工成本，还能提高竞争力。尤其是在当前环保意识增强的市场环境中，消费者对绿色建筑的需求日益增长，这进一步推动了企业在节能环保施工技术方面的创新与应用。此外，行业内的各类协会和组织也积极发挥作用，通过举办培训、交流会等活动，提高从业人员对节能环保技术的认知和应用能力，形成行业内的技术共享和经验交流，促进整体水平的提升。

展望未来，随着全球对可持续发展的重视不断加深，节能环保施工技术的发展前景广阔。政策的支持将继续发挥关键作用，推动行业向更高标准的绿色建筑迈进。在这一过程中，新技术的不断涌现和应用，将为建筑行业的转型升级提供动力。例如，智能化技术的应用将改变传统的施工方式，提高资源的利用效率和施工的精准度。同时，企业应积极响应政策的号召，探索与其他行业的跨界合作，形成建筑、材料、能源等多个领域的协同效应，共同推动可持续发展的实现。通过政策的引导与行业的努力，节能环保施工技术必将在未来的建筑行业中占据重要地位，为实现绿色、低碳的生活方式贡献力量。

6 结语

节能环保施工技术的发展是建筑行业实现可持续发展的关键。通过政策的有效支持与行业的共同努力，不仅促进了绿色建筑的普及，也推动了技术创新与管理提升。展望未来，随着智能化技术的广泛应用和环保意识的增强，建筑行业将迎来更加绿色、低碳的发展新阶段。推动节能环保技术的落实，将为生态文明建设和人类生活质量的提升作出重要贡献。

[参考文献]

[1]管步荣.房屋建筑工程中绿色节能施工技术的应用[J].石河子科技,2024(2):69-70.
[2]王先晁.新型绿色节能施工技术在建筑工程中的应用研究[J].产品可靠性报告,2024(5):136-137.
[3]齐智慧.建筑装修工程中节能环保装饰材料应用技术研究[J].江西建材,2024(5):242-243.
[4]郭江浩,涂朋帅.住宅建筑工程中绿色节能施工技术的应用[J].居舍,2024(21):61-64.
[5]曹梨慧,林新新.建筑工程中节能环保施工技术应用探究[J].新城建科技,2024,33(8):65-67.

作者简介：赵中兰（1980.6—），女，汉族，毕业学校：鲁东大学，现工作单位：山东陶建建设发展集团有限公司；
陈克松（1989.10—），男，汉族，毕业学校：山东华宇职业技术学院，现工作单位：山东陶建建设发展集团有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

低碳理念下绿色建筑工程的施工技术研究

谷泽仕
山东陶建建设发展集团有限公司，山东 菏泽 274100

[摘要]低碳理念在绿色建筑工程中起着至关重要的作用。通过采用新型环保材料、优化施工工艺和提高资源利用效率，可以有效减少建筑施工过程中的碳排放。施工技术的改进不仅包括绿色施工方法的引入，如预制构件的使用和模块化建筑设计，还涉及智能化管理系统的应用，以提高施工现场的能源管理和废物处理能力。这些措施不仅满足了可持续发展的需求，也为建筑行业的转型升级提供了有力支持。

[关键词]低碳建筑；绿色施工；施工技术；资源利用；可持续发展
DOI：10.33142/ec.v7i11.14246　　中图分类号：TU74　　文献标识码：A

Research on Construction Technology of Green Building Projects under Low-carbon Concept

GU Zeshi
Shandong Taojian Construction and Development Group Co., Ltd., Heze, Shandong, 274100, China

Abstract: The low-carbon concept plays a crucial role in green building projects. By adopting new environmentally friendly materials, optimizing construction processes, and improving resource utilization efficiency, carbon emissions during the construction process can be effectively reduced. The improvement of construction technology not only includes the introduction of green construction methods, such as the use of prefabricated components and modular building design, but also involves the application of intelligent management systems to enhance energy management and waste disposal capabilities at construction sites. These measures not only meet the needs of sustainable development, but also provide strong support for the transformation and upgrading of the construction industry.

Keywords: low-carbon buildings; green construction; construction technology; resource utilization; sustainable development

引言

随着全球气候变化日益严峻，低碳理念逐渐成为建筑行业的核心目标。绿色建筑不仅在设计上强调生态友好性，更在施工过程中追求资源的高效利用和环境影响的最小化。施工技术的创新与实践对于推动绿色建筑的实现至关重要。采用先进的施工方法和材料，不仅能降低碳排放，还能提升建筑的整体性能和可持续性。在这一背景下，深入探讨低碳理念下的绿色建筑施工技术，将为建筑行业的未来发展提供新的思路和方向。

1 低碳理念的提出与发展背景

低碳理念的提出源于对全球气候变化的深刻认识。随着工业化进程的加快，二氧化碳等温室气体的排放显著增加，导致全球气温逐渐升高，极端气候事件频发。气候变化的影响已经在生态环境、经济发展和人类生活中显露出严峻的挑战，成为各国政府、企业及社会各界共同关注的焦点。在这一背景下，低碳理念应运而生，成为推动社会可持续发展的重要战略之一。通过减少温室气体的排放，低碳理念旨在实现经济发展与环境保护的协调，强调在各个领域采取有效措施，降低能源消耗，优化资源配置，以应对日益严峻的气候危机[1]。

在建筑行业，低碳理念的推动不仅涉及设计和施工，更在于整体产业链的转型升级。建筑行业作为能源消耗和碳排放的主要领域之一，亟须通过低碳技术的应用，实现绿色转型。许多国家和地区相继出台了相关政策，鼓励绿色建筑的建设与改造，推动建筑行业向低碳方向发展。例如，许多地方在建筑设计中引入被动式设计理念，最大限度地利用自然资源，减少对能源的依赖。同时，许多建筑项目开始采用预制构件和模块化设计，这些新兴技术在提高施工效率的同时，显著降低了施工过程中的资源浪费与碳排放。

低碳理念的实施面临诸多挑战，包括技术瓶颈、成本控制及市场接受度等问题。虽然绿色建筑施工技术不断发展，但在实际应用中仍然存在技术成熟度不足、市场推广困难等困境。此外，部分建筑企业对绿色建筑的理解仍停留在表面，缺乏深入的实践经验和专业技术能力。因此，在推动低碳理念与绿色建筑的结合过程中，需要加强政策引导、技术研发和行业培训，提升从业者的专业素养，以应对未来可持续发展的挑战。通过不断完善绿色建筑施工技术，可以为实现低碳社会的目标奠定坚实基础[2]。

2 绿色建筑的定义及其重要性

绿色建筑的定义是指在建筑的全生命周期内，从设计、施工、运营到拆除，综合考虑生态环境、资源利用和人类健康，采用一系列可持续发展的技术和管理方法，以降低建筑对环境的负面影响，提升人类居住和工作的舒适度与安全性。绿色建筑强调以生态、节能、环保为核心理念，

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

通过合理的规划与设计，使用环保材料和先进的施工技术，最大限度地减少资源消耗和废物排放。同时，绿色建筑还倡导对建筑所处环境的尊重与保护，注重与周围生态系统的和谐共存，体现出对社会、经济和环境的全面关注。这一理念不仅体现在建筑物的物理结构上，也融入了人们对生活品质的追求与对可持续发展的期待。

绿色建筑的重要性体现在多个方面，首先是在资源节约和环境保护方面。传统建筑往往在能源和水资源的消耗上存在巨大的浪费，导致环境负担加重。相比之下，绿色建筑通过使用可再生资源、优化能源使用效率和推行水循环利用，显著降低了对自然资源的消耗。这种节能减排的方式不仅减少了建筑运行过程中的碳排放，也有效缓解了城市环境压力，促进了可持续发展的目标实现。其次，绿色建筑对人类健康与舒适度的提升也具有重要意义。绿色建筑通常重视自然采光、通风、隔音等因素，创造出更为宜居的环境。良好的室内空气质量和舒适的生活空间有助于提高居住者的身体健康和心理舒适感，减少因环境因素引起的健康问题，从而增强社会的整体幸福感[3]。

绿色建筑在经济效益方面的潜力也不可忽视。尽管初期投资可能较高，但长期来看，绿色建筑通过降低运营成本、延长建筑使用寿命以及提升物业价值，最终能够实现更高的经济回报。研究表明，绿色建筑的市场价值普遍高于传统建筑，吸引了越来越多的投资者和消费者的关注。同时，绿色建筑的推广也带动了相关产业的发展，如绿色材料生产、智能建筑技术等，创造了大量的就业机会，推动了经济的可持续增长。因此，绿色建筑不仅是应对气候变化的有效手段，更是实现经济与环境双赢的重要途径。在全球范围内，越来越多的国家和地区认识到绿色建筑的重要性，积极制定政策和标准，以推动建筑行业的绿色转型，为实现可持续发展的宏伟目标贡献力量[4]。

3 绿色建筑施工技术的现状与挑战

绿色建筑施工技术的现状可以用快速发展与广泛应用来概括。随着可持续发展理念的深入人心，许多建筑项目开始采用绿色施工技术，以实现降低资源消耗和环境影响的目标。这些技术包括使用可再生材料、引入智能化施工管理系统、采用预制构件和模块化建筑设计等。绿色施工技术的一个重要特点是强调全生命周期管理，关注建筑从设计、施工到运营各个阶段的环保和资源利用效率。例如，在施工过程中，越来越多的企业开始重视施工现场的废物管理，通过建立有效的废物分类和回收机制，减少施工过程中的废物排放。此外，先进的信息技术和数字化工具的应用，使得施工过程的可视化管理成为可能，提升了施工效率和质量，确保施工过程的透明性与可追溯性。

然而，绿色建筑施工技术的推广与应用仍面临诸多挑战。首先，技术标准与规范的缺乏使得绿色施工技术的实施存在不确定性。虽然一些国家和地区已经出台了相关的绿色建筑标准，但在具体的施工技术和材料应用上，行业内仍然缺乏统一的标准与规范。这导致在实践中，许多企业对绿色施工技术的理解与应用存在差异，影响了绿色建筑的整体质量与效果。其次，经济因素也是制约绿色施工技术普及的重要因素。尽管绿色建筑在长期运营中能带来可观的经济效益，但初期的投资成本通常较高，这使得部分建筑企业在选择技术时趋向于传统施工方式。此外，市场对于绿色建筑的认识和接受度也在一定程度上影响了技术的推广。许多业主对于绿色建筑的长远利益认识不足，导致他们在决策时更关注短期的经济利益，而忽视了绿色施工的可持续性。

进一步而言，人力资源和技术培训的不足也是绿色建筑施工技术面临的挑战之一。随着绿色建筑技术的不断发展，行业对于专业技术人才的需求日益增加。然而，目前很多建筑企业在技术人才的引进和培养上仍显不足，导致技术应用的专业性和有效性受到影响。同时，绿色施工技术的复杂性要求从业人员具备多方面的知识和技能，包括材料科学、环境工程、施工管理等，但许多从业者在这些领域的培训和实践经验有限，限制了技术的有效实施。

4 新型环保材料在绿色施工中的应用

新型环保材料在绿色施工中的应用，已成为提升建筑可持续性与降低环境影响的重要手段。这类材料通常具备节能、环保、可再生等特性，能够显著减少建筑在生命周期内的资源消耗和废物产生。例如，低挥发性有机化合物（VOC）涂料、再生混凝土、竹材、稻草等都被广泛应用于绿色建筑项目中。这些材料不仅在性能上满足建筑的基本要求，如强度、耐久性和安全性，还通过减少有害物质的释放，改善室内空气质量，保护居住者的健康。此外，新型环保材料的应用往往与建筑设计相结合，能够有效提高建筑的能效，例如，使用高效隔热材料可以减少空调和采暖的能耗，从而在降低运营成本的同时，也为环境保护做出了积极贡献。

在新型环保材料的选择和应用过程中，施工技术同样发挥着重要作用。对于新型材料的施工技术，往往需要专业的工艺与方法，以确保其性能的发挥和建筑整体质量的提升。以再生混凝土为例，这种材料在生产过程中可以充分利用建筑废弃物，不仅节省了资源，还减少了废物对环境的负担。然而，再生混凝土的施工技术要求高于传统混凝土，需在搅拌、浇筑和养护等环节进行严格控制，以确保其强度和耐久性。在这种情况下，施工人员需要经过专业培训，熟悉新型环保材料的特性和施工要求，从而保证施工过程的顺利进行。此外，信息技术和数字化工具的应用也为新型环保材料的施工提供了支持，通过建立信息化管理系统，可以实现对施工过程的实时监控和管理，进一步提高施工效率和材料的使用效果。

尽管新型环保材料在绿色施工中具有诸多优势，但其

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

推广与应用仍然面临一些挑战。首先，市场接受度不足是一个重要问题。由于新型环保材料往往具有较高的研发成本和技术壁垒，许多企业在选择材料时倾向于使用传统材料，导致新型材料的市场份额增长缓慢。此外，消费者对于新型环保材料的认知和接受程度也相对较低，许多人对其性能、耐用性和经济性缺乏充分了解，影响了市场的推广。其次，行业标准与规范的缺失也在一定程度上限制了新型环保材料的应用。尽管一些国家和地区开始制定绿色建筑材料的标准，但整体来看，相关政策和规范仍不完善，使得市场缺乏足够的引导。最后，技术人才的缺乏也是新型环保材料应用的障碍。新型环保材料的研发和应用需要具备专业知识和技能的人才，而目前许多建筑企业在这方面的储备仍显不足[5]。

5 未来绿色建筑施工技术的发展趋势与展望

未来绿色建筑施工技术的发展趋势将日益向智能化和数字化方向迈进。随着信息技术的快速发展，建筑行业正在逐步引入大数据、物联网和人工智能等新兴技术，以提升施工效率和资源利用率。智能施工管理系统的应用将使施工过程实现实时监控和优化调度，从而降低人力成本和材料浪费。例如，通过传感器和监控设备，可以实时收集施工现场的各类数据，帮助管理人员快速识别问题并进行调整。此外，虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术的结合，将为施工人员提供更为直观的培训和指导，降低错误率，提高施工质量。这一系列技术的融合与应用，预示着绿色建筑施工将进入一个更高效、更智能的时代。

材料创新将持续推动绿色建筑施工技术的发展。随着环保意识的增强和科技的进步，新型环保材料的研究与开发将进一步深入。未来，建筑行业将会看到更多基于自然材料的应用，如生物基材料、智能材料和自修复材料等。这些材料不仅能够满足建筑的结构性能要求，还能在使用过程中实现节能与环保的目标。比如，自修复混凝土的出现，将大大延长建筑的使用寿命，降低维护成本，从而进一步减少建筑对环境的影响。此外，材料的循环利用和再生技术也将得到更广泛的应用，通过技术手段将建筑废弃物转化为可再利用的资源，形成闭环经济模式。这将不仅提升材料的使用效率，还有效减少建筑施工过程中对自然资源的消耗。

政策与法规的支持将为绿色建筑施工技术的推广提供有力保障。各国政府正逐步加强对绿色建筑的政策引导，制定一系列激励措施，以鼓励绿色建筑的设计、施工与运营。未来，可能会出现更多的绿色建筑认证体系和标准，推动行业的规范化发展。同时，行业内的合作也将日益加强，不同企业之间将在技术、经验和资源上形成合力，共同推动绿色建筑施工技术的创新与应用。这种协同效应将有助于构建更加完善的绿色建筑生态体系，确保在实现经济效益的同时，也能有效应对环境挑战。通过政策、技术和市场的共同作用，绿色建筑施工技术的未来发展将为实现可持续城市建设和低碳经济的目标提供坚实的基础。

6 结语

未来绿色建筑施工技术的发展前景广阔，智能化、数字化与材料创新将成为推动行业进步的关键因素。通过引入新兴技术，施工效率和资源利用率将显著提升，环境影响也将大幅降低。同时，政策与法规的支持将为绿色建筑的发展提供坚实保障，促进行业的规范化与协同合作。随着各方努力，绿色建筑不仅能满足经济发展的需求，还能有效应对气候变化与资源短缺的挑战，为实现可持续城市建设与低碳经济贡献重要力量。面对未来，绿色建筑施工技术必将在推动社会可持续发展中发挥更为重要的角色。

[参考文献]

[1]林丽丽.绿色建筑工程技术的分析及节能技术研究[J].居舍,2021(28):45-46.
[2]赵永亮.绿色建筑工程中的混凝土施工技术探究[J].房地产世界,2023(10):148-150.
[3]邹文祥.绿色建筑工程中节能施工技术应用研究[J].房地产世界,2023(21):136-138.
[4]张云松.探究绿色建筑工程中混凝土施工技术的应用要点[J].陶,2024(4):219-221.
[5]戈文通,尹晓,许艺凡.低碳理念下绿色建筑工程的施工技术研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(6):81-83.

作者简介：谷泽仕（1996.2—），男，汉族，毕业学校：青岛黄海学院，现工作单位：山东陶建建设发展集团有限公司。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

高线轧制用硬质合金辊环材料的组织与性能

唐小俭
江阴兴澄特种钢铁有限公司，江苏 江阴 214400

[摘要]伴随着现代轧制技术的飞速发展，硬质合金辊环材料，凭借其优越的物理和化学性能，已在高线轧制中占据了至关重要的地位。尤其在高温、高压与严苛的磨损条件下，辊环材料的性能，直接决定了生产效率和产品质量的稳定性。它所展现出的高硬度、耐磨损性和抗腐蚀能力，使硬质合金材料成为这一领域中不可或缺的关键组成部分。高线轧制工艺对材料的要求日益严苛，而硬质合金辊环凭借其性能优势，大幅提升了生产效能。文章着眼于硬质合金辊环材料的组成及其特性，分析其在高线轧制中的应用效果。结合新型合金技术的不断进展，进一步探讨硬质合金在复杂工况下的表现，以期为未来相关研究提供理论支撑。

[关键词]高线轧制；硬质合金；辊环材料；组织结构；性能分析
DOI：10.33142/ec.v7i11.14236 中图分类号：TG135.5 文献标识码：A

Microstructure and Properties of Hard Alloy Roll Ring Materials for High Speed Wire Rolling

TANG Xiaojian
Jiangyin Xingcheng Special Steel Works Co., Ltd., Jiangyin, Jiangsu, 214400, China

Abstract: With the rapid development of modern rolling technology, hard alloy roll ring materials have played a crucial role in high-speed rolling due to their superior physical and chemical properties. Especially under high temperature, high pressure, and harsh wear conditions, the performance of roller ring materials directly determines the stability of production efficiency and product quality. The high hardness, wear resistance, and corrosion resistance exhibited by it make hard alloy materials an indispensable key component in this field. The high wire rolling process has increasingly stringent requirements for materials, and hard alloy roller rings have greatly improved production efficiency due to their performance advantages. The article focuses on the composition and characteristics of hard alloy roller ring materials, and analyzes their application effects in high-speed rolling. Combining the continuous progress of new alloy technology, further explore the performance of hard alloys under complex working conditions, in order to provide theoretical support for future related research.

Keywords: high wire rolling; hard alloy; roller ring material; organizational structure; performance analysis

作为制造细径钢丝的核心工艺，高线轧制广泛应用于建筑、机械等多个工业领域。随着工业技术不断提升，生产效率和产品质量的保障变得更加关键。而在这一过程中，辊环的性能显得尤为重要。传统钢制辊环在长期高压使用中，极易发生磨损与变形，导致生产效率降低，质量不稳定。正是在此背景下，硬质合金材料凭借其卓越的耐磨损性和抗腐蚀能力，逐步取代了传统材料，成为理想的选择。

1 高线轧制工艺概述

1.1 高线轧制的定义与应用

高线轧制是将粗钢坯通过多道次轧制加工成细径钢丝的工艺，过程不仅涉及材料的塑性变形，还显著提升了其力学性能。广泛应用于建筑、机械及电气等多个行业，此工艺有效满足了市场对高强度与高韧性材料的需求。由于生产效率高、成材率高，高线轧制已成为现代钢铁生产的重要环节。在建筑领域，细径钢丝通常用于混凝土构件的加固，结构的稳定性与耐久性由此得以增强。在机械行业，细钢丝被广泛应用于传动装置及弹簧等关键部件，其重要性同样不可小觑。在电气行业中，细钢丝则被广泛用于电缆与导线的制造，以确保良好的导电性与柔韧性。高线轧制在材料加工中占据着关键位置，经济发展中其作用也显得尤为重要。

1.2 高线轧制的工艺流程

高线轧制的工艺流程包括预热、粗轧、精轧及冷却四个环节。预热阶段的目的是提升钢坯的温度，以降低其硬度，从而为后续轧制创造良好的条件。一般情况下，钢坯在加热炉内被加热至 800℃以上，以确保其具有足够的塑性，从而减少轧制过程中的能耗与磨损。在粗轧阶段，经过预热处理的钢坯被送入粗轧机组，通过辊缝的压缩，逐步调整其截面尺寸。该环节的主要目标为初步降低钢坯的截面，同时改善材料的均匀性与致密性。温度与轧制速度是影响最终产品质量的重要因素，合理设置这些参数显得尤为重要。精轧阶段为高线轧制的核心环节，通过多道次轧制，进一步细化钢丝的直径，以确保符合设计标准。在此阶段，轧制速度与温度的严格控制，有助于维持材料在塑性变形过程中的稳定性与均匀性。辊道设计、轧辊选择以及冷却介质的使用，均会直接影响最终产品的力学性能与表面质量[1]。最后，冷却阶段负责将轧制完成的钢丝快速冷却，以锁定其组织结构，从而提升材料的力学性能。通常采用水冷或空气冷却的方法，以确保产品在冷却过程中不发

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

生变形与裂纹。通过合理安排与优化上述工艺步骤，可以实现高线轧制产品的高质量生产，以满足市场的多样化需求。

2 硬质合金辊环材料的基本特性

2.1 硬质合金的组成

硬质合金，作为一种高性能的复合材料，主要由金属碳化物（如碳化钨及碳化钛）与金属结合相（如钴或镍）所构成。关键成分碳化钨的硬度，能够达到 1500 至 2000 HV，在高强度磨损环境中展现出优异的性能。结合相金属的存在，增强了材料的韧性与抗冲击性，有效降低了脆性断裂的风险。材料中不同成分的配比对硬质合金的整体性能产生显著影响，合理设计材料的成分与结构，可使其更好地满足多样化的应用需求。近年来，新型合金元素如铌与钛的引入，显著提升了硬质合金的综合性能，特别是在高线轧制辊环的应用中，表现出更强的适应能力。精准的成分设计与结构优化，硬质合金在多种工作环境中展现出卓越的性能，延长了使用寿命并提高了效率。

2.2 硬质合金的物理与化学性质

硬质合金所具备的卓越物理与化学性质，促使其在高线轧制领域的应用极为广泛。其极高的硬度与耐磨性，使得该材料能够有效抵御轧制过程中产生的摩擦与磨损，从而维持辊环在长期使用中的稳定性。其抗压强度超过 3000 MPa，能够承受高负荷的轧制压力而不发生形变。此外，良好的耐腐蚀性确保了其在高温、高湿及酸碱环境中的稳定性能，有效避免了材料的快速降解。值得注意的是，硬质合金同样具备良好的导热性与低热膨胀系数，这些特性使其在温度变化的环境中能够有效保持形状稳定，减少不必要的变形。这些特性保证了硬质合金辊环在复杂工况下的高效运行。随着技术的不断进步，硬质合金的性能通过改性与合金化等手段不断被优化，以应对不同工作条件的挑战。新型纳米材料的逐步应用，进一步提升了硬质合金的硬度、耐磨性、韧性与强度，为高线轧制行业提供了更多的选择。

3 硬质合金辊环材料的组织结构

3.1 材料的显微组织

硬质合金辊环的显微组织在其性能中起着至关重要的作用，主要由金属碳化物相与金属结合相组成。常见的碳化物包括碳化钨与碳化钛，这些相的形态、分布及颗粒尺寸对材料的力学性能有直接影响。通常，较细的碳化物颗粒能够显著提高材料的硬度与耐磨性，而均匀的颗粒分布则有助于增强韧性，降低脆性断裂的风险。结合相的性质也同样重要，其在显微组织中的分布及形态影响着抗冲击性能与耐磨性[2]。显微组织的分析通常依赖于扫描电子显微镜（SEM）与透射电子显微镜（TEM）等先进技术，以确保对材料内部结构的全面理解。调整烧结温度、压力及时间等工艺参数，显微组织可以被优化，从而提升硬质合金辊环的性能。例如，较高的烧结温度有助于促进碳化物的结合，形成致密的微观结构，而适当的压力则有效消除材料内部的孔隙，从而提高整体强度。显微组织不仅与硬度与韧性相关，还与抗氧化及耐腐蚀性能密切相关。

3.2 组织对性能的影响

显微组织中的碳化物相提供了高硬度，从而增强了材料的耐磨性，而金属结合相则提升了韧性，使材料能够有效抵抗冲击载荷。材料的硬度与耐磨性主要源于碳化物相的含量及分布。研究表明，增加碳化物颗粒的细度，通常能够有效提高材料的硬度，进而增强耐磨性。同时，适当的结合相比例有助于提高韧性，降低脆性断裂的风险。在高温或高压环境中，辊环需要展现良好的耐磨性与抗变形能力。碳化物的类型及含量对耐磨性起着关键作用。研究显示，富含碳化钨的硬质合金在高温条件下的抗磨损性能优于其他类型的合金。此外，纳米级碳化物的引入，已成为提升材料微观结构及整体性能的重要手段。显微组织的优化设计，对提升硬质合金辊环的性能具有深远的意义。

4 硬质合金辊环的性能分析

4.1 硬度与耐磨性

硬度是评估硬质合金辊环材料性能的重要指标，通常通过维氏硬度（HV）或洛氏硬度（HRA）进行测定。辊环的硬度受到其组成成分及显微组织的显著影响，尤其是碳化物相的种类、含量与颗粒大小。耐磨性则指材料抵抗摩擦磨损的能力，与硬度、显微组织及表面处理等因素密切相关。硬质合金辊环在高线轧制过程中与金属材料直接接触，承受强烈摩擦，因此，耐磨性能的优劣直接影响生产效率及产品质量。为提高硬质合金辊环的耐磨性，近年来采用了改性技术，如表面涂层与热处理，这些技术已成为提升材料性能的重要途径。表面涂层技术不仅改善了辊环的硬度，同时也增强了其耐磨性，从而延长了使用寿命，减少了生产过程中的停机时间。综合分析表明，硬度与耐磨性密切相关，通过调节显微组织特征，可以有效提升这两项性能，为轧制行业的发展提供新的技术路径。

4.2 抗压强度与韧性

辊环在高压环境中需承受巨大的压应力，材料的抗压强度受到显微组织及组成的显著影响，特别是结合相的含量与分布特征。适当的结合相比例能够有效提高抗压强度，避免高压下的塑性变形或断裂现象。辊环在轧制过程中经历复杂的应力状态，良好的韧性有助于避免脆性断裂，确保设备的稳定运行[3]。为提升抗压强度与韧性，许多研究者采用复合材料技术，通过结合不同类型的硬质合金来优化材料的整体性能。引入新型合金元素，显示出提升硬质合金韧性的潜力，为高性能辊环的开发提供了新的可能性。

4.3 耐腐蚀性能

在某些特定工况下，硬质合金辊环可能面临腐蚀性介质的侵蚀，因此耐腐蚀性能成为评估其适用性的重要指标。耐腐蚀性能主要取决于材料的化学成分与组织结构。通过添加镍、钴等元素，可以显著提高材料的抗腐蚀能力。优化材料的热处理工艺，能够改善其表面状态，形成致密的保护层，从而有效抵御腐蚀性介质的侵害。在高温或酸性环境中，辊环的耐腐蚀性显得尤为重要，直接影响轧制产品的质量及生产效率。研究显示，应用表面涂层技术，可以大幅提升硬

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

质合金辊环的耐腐蚀性能，延长其使用寿命。此外，开发新型合金材料及添加特定元素展现出提高耐腐蚀性的潜力。

5 高线轧制辊环材料的失效机制

5.1 磨损机制

在高线轧制过程中，由辊环在高负荷与高摩擦环境下的工作条件引发硬质合金辊环经常遭遇磨损失效。磨损可以被划分为粘着磨损、磨粒磨损以及疲劳磨损。粘着磨损通常发生在金属接触界面，当摩擦力超出材料的抗剪强度时，微观的塑性变形导致颗粒粘附，进而造成材料的损耗。磨粒磨损则是由于外部硬质颗粒的侵入，这些颗粒在摩擦过程中对辊环表面产生切削效应，显著加快材料的消耗。随着时间的推移，微裂纹逐渐在长期使用的辊环中形成并扩展，最终可能导致大面积剥离，这一过程加速了磨损现象。为了应对磨损问题，研究者们正积极探索多种表面改性技术，例如氮化处理与激光熔覆，这些技术能够有效提高辊环表面的硬度与耐磨性，从而降低磨损速率。

5.2 疲劳失效分析

在硬质合金辊环的长期使用中，疲劳失效是一种常见的失效模式，特别是在材料经历重复载荷的情况下，可能导致设备的意外停机，从而造成经济损失。疲劳过程一般包括三个阶段：初始裂纹形成、裂纹扩展及最终断裂。材料的微观结构、应力状态与工作环境在疲劳寿命中起着重要作用。在疲劳失效的早期阶段，微裂纹通常在应力集中区域出现，这些区域可能是由加工缺陷或微观组织的不均匀性引起的[4]。随着时间的推移，裂纹逐渐扩展，最终达到临界尺寸导致断裂。提升硬质合金辊环的疲劳强度通常需要优化材料的微观结构与工艺参数。通过细化碳化物颗粒的尺寸与增强结合相的强度，材料的抗疲劳能力可以显著提高。

6 提高硬质合金辊环性能的研究进展

6.1 材料改性技术

材料改性技术在提升硬质合金辊环性能中扮演着重要角色。主要的手段包括热处理、表面处理与成分优化，旨在通过改变材料的微观结构来增强耐磨性、抗疲劳性能及耐腐蚀能力。热处理过程通过有效细化材料的显微组织，显著提高了硬度与韧性。合理的淬火与回火工艺，使材料具备更高的强度与韧性，为高线轧制提供必要的支持。表面处理技术专注于改善材料表面的性能，常用的方法包括喷丸、激光熔覆及涂层技术。通过提高表面硬度与引入压应力，这些技术显著增强了耐磨性与抗疲劳性能。激光熔覆能够在辊环表面形成坚硬的合金层，以抵御磨损。此外，耐高温与耐腐蚀的新型涂层材料逐渐受到关注，这些涂层能够在极端条件下保持良好的性能。调整合金成分，研究者能够设计出性能优异的硬质合金。例如，添加钴、镍等元素可改善材料的韧性与耐磨性。合金化过程不仅提升了材料的抗腐蚀能力，也增强了其在高温条件下的稳定性。

6.2 新型合金的开发

新型合金的开发，已成为提高硬质合金辊环性能的重要研究方向。通过对传统合金成分与组织结构的改进，科学家期望实现更高的性能与更广泛的应用。在新型合金研究中，纳米合金材料备受关注。由于其细小的颗粒结构，这类材料展现出优异的力学性能与耐磨性，成为高线轧制辊环的理想选择。近年来，针对不同工况需求，研究者们开发了多种新型合金。例如，碳化铬与碳化钛复合材料在耐磨性方面表现良好，适用于高负载与高温的轧制环境。通过调整合金元素的比例，材料的综合性能得以进一步优化，以满足特定应用需求。这些新型合金在耐磨性、抗疲劳性及耐腐蚀性等方面均有显著提升，逐渐成为硬质合金辊环的新趋势。随着材料科学的进步，合金功能化设计逐渐受到重视。将智能材料与复合材料的理念引入硬质合金设计，有可能实现材料的自适应特性[5]。采用具有自愈合能力的材料设计，微裂纹在形成后可实现自我修复，从而延长辊环的使用寿命。这一创新理念为高线轧制辊环性能的提升开辟了新的方向。

7 结束语

在高线轧制工艺中，硬质合金辊环材料对于提升生产效率与保障产品质量起到了关键作用。通过合金成分及微观结构的不断优化，硬质合金材料成功克服了传统钢制辊环在极端环境下的局限，展现了卓越的耐磨损和抗腐蚀性能。随着纳米技术与新型材料的持续发展，硬质合金的应用将进一步扩大，覆盖更多领域。未来的研究重点应放在硬质合金的微观结构设计以及合金化工艺的优化上，以进一步提升其综合性能。此外，针对材料使用寿命的改进及其在不同工业领域的广泛应用，值得更多关注。通过不断的技术创新，硬质合金材料将在推动高线轧制领域的高效与可持续发展中，发挥更加重要的作用。

[参考文献]

[1]刘和平,李晶,周颖,等.低温轧制硬质合金辊环粘结相成分优化研究[J].稀有金属与硬质合金,2021,49(4):81-86.
[2]张文科,顾金宝,时凯华,等.超粗晶WC-Co硬质合金制备技术及发展趋势[J].稀有金属与硬质合金,2023,51(1):97-101.
[3]林伟伟,孙浩斌,张敬利,等.温度对Ni/Nb/Ni复合中间层连接YG20和42CrMo钢扩散层微观组织和抗拉强度的影响[J].湖南工业大学学报,2022,36(4):47-53.
[4]张文科,顾金宝,时凯华,等.超粗晶WC-Co硬质合金制备技术及发展趋势[J].稀有金属与硬质合金,2023,51(1):97-101.
[5]张健健,王振虎,于梦娜.基于ANSYS的双金属复合铸造工艺数值模拟及验证[J].特种铸造及有色合金,2024,44(5):679-682.

作者简介：唐小俭（1976.7—），男，毕业院校：南京农业机械化学校，学历：中专，所学专业：机械设计与制造，当前就职单位：江阴兴澄特种钢铁有限公司，职务：生产调度，所在职务的年限5年，职称级别：高级技师。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

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

ISSN 2717-5375