www.viserdata.com

城市建设与规划

月刊

URBAN CONSTRUCTION AND PLANNING

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.　■ ISSN 3041-0568(online) 3041-0525(print)

中国知网（CNKI）收录期刊



2024 5

第1卷 总第5期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

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

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



城市建设与规划

Urban Construction and Planning

2024年·第1卷·第5期（总第5期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：3041-0568 (online)
3041-0525 (print)

数据库收录：中国知网收录期刊

发行周期：月刊

出版时间：11月

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

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

学术主编：李　哲

学术副主编：金光虎　王　鑫　曾忠忠

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

责任编辑：金　星

美工编辑：李　亚　Anson Chee

定　　价：SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目　录

CONTENTS

建筑工程

建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究……李健明 1
高层建筑混凝土结构顶部隔震体系的减震分析……李亚楠 4
土建工程地基基础工程施工技术探讨……杨　帆 8
钢结构深化施工中的质量控制与管理……周灵燕 11
装配式建筑体系的优缺点及推广应用策略研究……王　浩 14
绿色建筑施工技术在现代建筑工程中的应用分析……范志强 17
钢结构设计深化施工对结构安全性的影响……郭春锋 20

建筑设计

建筑结构设计中提高建筑安全性的对策……李宝鉴 23
基于 BIM 技术的建筑给排水设计与优化研究……董卫明 26
绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略分析……刘　鹏 29
建筑结构工程钢筋混凝土结构加固设计研究……王　志 33
建设工程结构设计中的安全性及经济性分析……陈顺利 36
高层建筑结构优化设计中的问题与对策……柳　逊 39
房地产景观设计的设计理念的设计要点分析……黄海涛 42
装配式建筑幕墙设计处理及性能研究……田　坤 45

城市建设

生态环境下生态市政工程技术的研究……陈晶晶 48
市政工程中给水排水的管道的施工技术的研究……江　峰 51
EPC 模式下市政工程设计与管理研究……刘宏涛 54
房地产项目海绵城市与景观设计融合研究……黄海涛 57
浅谈园林绿化养护修剪养护技术……刘　蕾 60
民用建筑污水处理技术与设计探讨……赵　强 63
新形势下市政道桥项目 EPC 总承包管理的思考……周帮国 66

规划设计

老城更新视域下城市口袋公园设计探究……刘慧敏 70

城市建筑设计中的生态环境考虑..... 赵海庆 74
国土空间规划体系下的城市更新思路探讨.... 杜　琴 77
城市更新背景下建筑设计的可持续策略研究.....
..... 沈　炜 80

路桥工程

道路桥梁工程中沉降段路基路面施工的技术.....
..... 李　凡 83
基于钻孔灌注桩技术的高速公路软土路基加固处理方法
..... 赵睿龙 86
公路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用.... 陈德应 89
超声检测技术在桥梁混凝土构件养护中的应用研究....
..... 万财知　乔素云 92
道路桥梁施工管理中的问题控制方法..... 张　倩 95

工程管理

公路工程施工技术管理及质量控制分析.....
..... 张明斌　郭双墨 99
BIM 技术在土建工程管理中的运用研究 ..... 李廷尚 102
基建工程政策处理智慧化管控创新实践..... 李诗霖 106
建筑工程造价的影响因素及控制策略..... 黄秀娟 110
新时期建筑工程质量安全监督管理的对策分析.....
..... 扶　兵 113
建筑工程造价全过程控制的关键技术与实践研究.....
..... 张文月 116

冶金矿山

冶金行业安全生产管理体系的优化与实施... 陈　彪 119
钻探施工中坍塌与缩径地层的处理..... 杨新江 122

水电建设

水电工程移民综合监理工作重难点分析..... 陈　刚 125
水利工程建设安全管理常见问题分析研究... 魏　华 129
新能源发电侧储能技术与应用探究.....
..... 马牧野　汲　蕾　路瑶瑶　高　宇　冯嘉宇 133
浅析互联网技术在低压配网的电力系统的应用.....
..... 孙　飒 137

节能环保

太阳能热水系统的设计与应用效果评价..... 常立芳 140
基于新能源发电的风力发电关键技术.....
..... 汲　蕾　高　宇　马牧野　冯嘉宇　付浩青 143
低碳理念下园林绿化施工技术的创新与应用.. 付　龙 147
遥感技术在生态环境监测及执法中的应用.....
..... 王有艳　孙婷婷 150

探讨交流

分布式光伏发电项目投资决策及经济评价... 刘　勇 154
荆州市某基坑支护设计方案比选..... 袁小刚 157
流程驱动下的航空装配生产线 MRP 算法优化与实践....
..... 聂　鹏　宋德明　刘广鑫　陈永阁 161
地铁列车牵引系统速度传感器故障分析..... 王延金 164
对比交通拥堵防治浅谈深基坑风险防控.....
..... 刘春华　张　涛 168
基于德尔菲法的工业供热风险评估体系构建研究.....
..... 杨　楠 171
地铁运营安全风险管理现状分析探讨..... 胡　洋 175

建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究

李健明
北京昊海建设有限公司，北京 100000

[摘要]随着建筑行业在全球能源消耗和碳排放中的比例不断增加，传统建筑模式带来的能源浪费与环境污染问题日益突出。应对气候变化与资源枯竭的挑战，已成为全球关注的焦点。绿色建筑作为一种集节能、环保与可持续发展于一体的建筑模式，逐渐成为行业发展的必然选择，绿色建筑技术的核心目标是通过优化建筑设计、施工与运营过程中的各项措施，最大限度地提高资源利用效率并减少对环境的负面影响。随着各国对环境保护与节能减排的重视不断加深，绿色建筑不仅成为建筑行业发展的趋势，也逐步成为全球可持续发展战略的重要组成部分。在我国，近年来陆续出台的一系列政策，推动了绿色建筑在设计、施工及运营管理中的实施，促进了建筑行业朝着更加绿色、低碳、可持续的方向发展。但在绿色建筑的实际应用过程中，仍然面临着技术创新不足、标准体系不健全以及公众认知有限等挑战。因此，如何通过技术创新与管理手段，提升绿色建筑施工效果，已成为当前建筑行业亟需解决的关键问题。
[关键词]建筑工程；绿色建筑；施工技术
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14458　　中图分类号：TU198　　文献标识码：A

Application Research on Green Building Construction Technology in Construction Engineering

LI Jianming
Beijing Haohai Construction Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: With the increasing proportion of the construction industry in global energy consumption and carbon emissions, the energy waste and environmental pollution caused by traditional building models are becoming increasingly prominent. Coping with the challenges of climate change and resource depletion has become a global focus of attention. Green building, as a building model that integrates energy conservation, environmental protection, and sustainable development, has gradually become an inevitable choice for industry development. The core goal of green building technology is to optimize various measures in building design, construction, and operation processes to maximize resource utilization efficiency and reduce negative impacts on the environment. With the increasing emphasis on environmental protection and energy conservation and emission reduction in various countries, green buildings have not only become a trend in the development of the construction industry, but also gradually become an important component of the global sustainable development strategy. In recent years, a series of policies have been introduced in China, promoting the implementation of green buildings in design, construction, and operation management, and driving the construction industry towards a greener, low-carbon, and sustainable direction. However, in the practical application of green buildings, there are still challenges such as insufficient technological innovation, an incomplete standard system, and limited public awareness. Therefore, how to improve the construction efficiency of green buildings through technological innovation and management methods has become a key issue that urgently needs to be addressed in the current construction industry.
Keywords: construction engineering; green building; construction technology

引言

随着全球环境问题的日益加剧，建筑行业，作为能源消耗和碳排放的主要领域之一，正面临前所未有的压力。绿色建筑作为践行可持续发展理念的建筑模式，逐步成为行业转型升级的关键方向。通过采用节能、环保以及资源高效利用的技术，绿色建筑不仅能够大幅减少对自然资源的依赖，而且有效降低建筑过程中的碳排放和污染物排放，积极推动环境保护与节能减排。近年来，在政策推动与技术创新的双重驱动下，绿色建筑技术的应用已逐步渗透到建筑工程施工的各个环节，展现出广阔的发展前景。从节能技术的广泛应用到可再生能源的高效集成，绿色建筑在实践中展现了其独特优势与巨大潜力。探索绿色建筑施工技术的应用现状及发展策略具有重要的理论价值，同时也对推动行业可持续发展具有深远的实践意义。

1 绿色建筑技术在建筑工程施工中的重要作用

1.1 优化资源配置，提升资源利用效率

绿色建筑技术的核心之一是通过优化资源配置，最大化资源的利用效率。在传统建筑施工中资源浪费较为普遍，特别是在建筑材料的使用上，常常存在效率低下与能源消耗过多的问题，通过精细化的设计与施工方案，绿色建筑技术充分发挥自然资源的优势，减少了对非可再生资源的依赖，从而提升了建筑的可持续性。例如，采用先进的建

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

筑设计与施工方法，不仅有效减少了材料浪费，还精确估算并控制了每种材料的使用量，从而避免了不必要的采购与浪费。同时，绿色建筑通过提升建筑能效，合理利用太阳能、风能等可再生资源，不仅优化了建筑的能源结构还减少了对外部能源的依赖，确保了能源的高效使用。

1.2 减少环境污染，推动绿色低碳发展

绿色建筑技术的核心目标不仅在于提升资源利用效率，更在于减少对环境的负面影响，推动建筑行业朝着绿色低碳发展转型。在传统建筑施工过程中，能耗高、排放大，各环节——从材料生产、运输到施工与使用——都伴随着大量温室气体排放、粉尘及噪声污染。而绿色建筑技术则通过一系列环保措施，成功减少了这些污染源。例如，环保型建筑材料的选用，不仅有效降低了有害物质的释放，也显著减少了建筑废弃物的产生，借助高效的设计与施工技术能耗得以减少，碳排放也被有效降低。太阳能热水系统与光伏发电等可再生能源系统的引入，使得建筑在运营过程中不再依赖传统能源，显著降低了碳足迹。更为重要的是绿色建筑注重全生命周期的环境影响评估，从设计、施工到使用及拆除的每一个环节，环境污染的减少都是核心目标之一，空气、水源与土壤污染的控制，在绿色建筑中得到了全面体现。

1.3 实现经济效益与生态效益的协调共生

绿色建筑技术的实施不仅注重经济效益的提升，更强调生态效益的实现，二者的协调发展构成了绿色建筑的核心理念。与传统建筑项目侧重成本控制和短期经济效益不同，绿色建筑通过系统化的设计与施工方法，在确保建筑质量与使用功能的基础上，优化资源配置降低能源消耗并减少污染，从而在提升经济效益的同时，实现生态效益的同步增长。引入节能减排技术及可再生能源，不仅能显著降低运营成本亦减少了对环境的负担，同时提升了企业的社会责任感与品牌形象。更为重要的是，绿色建筑能够显著提高建筑的长期价值，通过延长使用寿命、减少维护费用，投资回报率得以提升。同时，生态效益通过节能、减排以及生态环境保护，为社会带来了长期的环境回馈。绿色建筑技术突破了传统经济与环境之间的矛盾，构建了一个经济、社会与生态共同促进、相互协调的可持续发展循环。

2 绿色建筑施工技术的主要应用领域

2.1 节能与水资源高效利用技术

节能与水资源高效利用技术，作为绿色建筑施工中的关键要素，直接影响建筑物的长期运行成本与环境影响。在节能方面，绿色建筑技术通过优化设计、材料选用及施工方法，显著提高了建筑的能效。高性能隔热材料、双层玻璃窗等的使用，不仅有效隔绝了外界的热量与寒冷，还大大减少了空调与采暖的能耗。此外，建筑外立面与屋顶的设计也愈加注重自然能源的利用，例如安装太阳能电池板与太阳能热水系统，从而进一步降低了建筑的能源消耗。在水资源高效利用方面，绿色建筑同样采取了多项措施，雨水收集系统、节水型卫浴设施及水循环利用技术，已经成为建筑设计中的常见选择，这些技术有效减少了水资源的浪费，通过收集与再利用雨水，不仅减少了对市政供水系统的依赖，还有效降低了水费支出。在园林绿化方面，采用本地耐旱植物与高效灌溉系统，既减少了水的消耗，又保证了绿化效果。

2.2 墙体与门窗节能技术

墙体与门窗节能技术在绿色建筑中的重要性不言而喻，它们直接决定了建筑的保温、隔热效果以及整体能效。传统建筑在墙体与门窗的设计中，往往忽视节能的考量，导致大量热能通过墙壁与窗户流失，进而增加了空调与采暖的能耗，绿色建筑则通过采用高效隔热材料与精湛施工技术成功解决了这一问题。在墙体设计方面，绿色建筑广泛采用了高性能保温材料，如外墙外保温系统（外保温板）及中空墙体结构，这些材料显著提升了墙体的保温性能，减少了热量的外泄或外界热量的侵入，从而有效降低了建筑的能源消耗。在设计过程中，还结合了自然通风与采光的需求优化了室内温湿度，进一步减轻了空调系统的负担。门窗节能技术对提升建筑能效同样至关重要，现代绿色建筑普遍采用中空玻璃、Low-E 玻璃以及具备良好隔热性能的窗框技术，这些创新措施能够有效阻隔热量的传导与紫外线辐射，同时提升了隔音效果避免了室内热量的流失。窗户的气密性及开闭设计也起着关键作用，确保在关闭时完全密封，从而减少冷热空气的交换，保持室内温度的稳定。

2.3 环保建筑材料的应用

环保建筑材料在绿色建筑中的应用至关重要，它直接影响建筑的环境效应、资源消耗及其长期的可持续性。传统建筑材料往往含有对人体与环境有害的物质，如甲醛、苯类等挥发性有机化合物，其生产过程中通常伴随较高的能耗。而环保建筑材料则在设计、生产、使用与废弃阶段，力求最大限度地减少对环境的影响，并确保对人体无害[1]。例如，低碳水泥与环保型钢材的使用逐步替代了传统建材，不仅降低了碳排放，还有效减少了对自然资源的过度开采，以可再生资源为原料制成的建筑材料，如再生木材与废弃物再利用材料，能够有效减少建筑废料的积累，减轻了对森林资源的依赖。绿色建筑中广泛应用的高性能保温材料，如聚氨酯泡沫、玻璃棉、环保陶粒等，凭借其卓越的隔热性能显著降低了建筑能耗，同时提高了居住的舒适性。除了结构性材料的选择，环保涂料及无害涂层的应用，也对改善室内空气质量起到了关键作用，这些涂料能有效减少室内有害物质的释放，保证了室内空气的新鲜与清洁。

2.4 可再生能源的利用与集成（如太阳能、风能等）

可再生能源的集成与利用，作为绿色建筑的重要发展方向，通过充分利用自然资源如太阳能、风能等，显著降低了对传统能源的依赖，并减少了建筑的运营成本及环境负担。在绿色建筑设计中太阳能的应用尤为广泛，通过安装太阳能光伏板与太阳能热水系统，建筑能够自给自足地

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

满足一部分能源需求。例如，太阳能光伏板将太阳辐射转化为电能为建筑提供清洁电力；而太阳能热水系统则提供热水，减少了对传统电力和燃气的依赖。风能作为另一种关键的可再生能源，也在绿色建筑中扮演着重要角色，通过在建筑物屋顶或周围安装风力发电机，电力可以从风能中获得，进一步降低能源消耗，为建筑提供备用电源。此外，绿色建筑还提倡将多种可再生能源技术进行集成，形成互补的能源系统。例如，太阳能与风能结合，通过根据季节和气候条件的变化调整使用，可以确保建筑在不同天气下持续稳定地供电，通过高效集成可再生能源，绿色建筑不仅实现了能源自给自足减少了碳排放，还推动了能源结构的优化。

3 提高绿色节能施工技术应用水平的策略

3.1 把控绿色节能施工质量

控制绿色节能施工质量，是确保绿色建筑技术有效应用的关键所在。在绿色建筑施工中，质量管理不仅关系到工程的安全与质量，更直接决定了节能效果的实现。为了确保节能技术得以有效实施，施工单位必须严格监督每一环节，确保从材料选用到施工工艺的每一步都符合绿色建筑的标准要求。在材料选择上，优先考虑符合环保要求的高性能材料至关重要，节能设备与高效隔热保温材料应严格按照国家和行业的绿色建筑标准进行选用，避免使用任何不合格或低质量的建筑材料[2]。在施工过程中，技术操作也要求精细化管理，确保节能措施的准确执行。例如，墙体和门窗的隔热性能应通过严格的质量检测避免热能流失，从而确保节能效果的最大化。施工人员的培训也显得尤为重要，确保他们对绿色节能技术的应用细节有充分的了解，避免因施工失误而影响建筑节能性能。通过建立一个完善的质量控制体系，覆盖设计、采购、施工等各个环节，能够有效落实节能技术的应用，确保其发挥应有的作用。

3.2 完善绿色建筑节能标准评估体系

建立健全绿色建筑节能标准评估体系，是推动绿色建筑技术广泛应用的关键保障。一个科学、系统的评估体系，能够准确衡量建筑节能效果，确保节能措施的有效落实。在此基础上，评估标准应根据建筑的类型、功能以及气候条件进行定制，涵盖设计、施工、运营等各个阶段，这样的标准不仅应符合国家及地方的法律法规要求，还应与国际先进标准相接轨，确保绿色建筑具有全球适应性与竞争力。在评估过程中，节能标准不仅应关注建筑的能效指标，还应全面考虑建筑生命周期的整体影响，建筑材料的可持续性评估、能源消耗监控以及建筑废弃后的回收处理等方面都应纳入评估范围。评估体系需注重实时性与数据准确性，借助智能化技术，如能源管理系统（EMS）和建筑信息模型（BIM）等，可实时监测建筑的能效状况，确保节能措施在实际使用过程中能够灵活调整。为了确保评估的公正性与透明度，绿色建筑节能标准评估体系应加强第三方认证机构的作用，这不仅有助于推动行业自律也能引导社会监督，确保评估结果的公平性与准确性。

3.3 加强绿色节能环保理念的宣传

加强绿色节能环保理念的宣传，是推动绿色建筑及可持续发展的关键举措。只有通过全社会的广泛认同与积极参与，绿色建筑才能在更大范围内得以推广与应用。政府及行业协会在这一过程中应当发挥引领作用，通过多渠道的宣传手段，提高公众对绿色建筑的认知，尤其是节能减排的重要性[3]。通过分享实际案例、发布行业报告以及组织公共教育活动，能够有效帮助更多人理解绿色建筑所带来的实际效益，如节约能源、降低运营成本以及改善居住环境等。企业与开发商应在项目实施中积极展示绿色建筑的优势，通过实际操作树立绿色建筑理念的榜样，举办开放日活动或建筑技术讲座等，能够为业主、设计师、施工人员及普通市民提供亲身体验的机会，从而使他们直观感受绿色建筑的优点。此外，鼓励设计院与建筑公司在项目中积极采用绿色节能技术，并通过获得诸如 LEED、BREEAM 等绿色建筑认证，提升项目的市场竞争力与可持续发展性。在教育与科研领域，学校与科研机构亦应积极参与绿色环保理念的普及，特别是在教育体系中加强环保意识的培养，通过设立相关课程及科研项目，为下一代注入绿色环保的理念，也能为绿色建筑的推广提供更多的人才支持。

4 结语

绿色建筑技术作为推动可持续发展的核心力量，正逐渐在建筑行业中发挥着愈加重要的作用，通过优化资源配置、提升能源效率以及减少环境污染，绿色建筑不仅在实现经济效益的同时推动了生态效益的提升，也为建筑行业的绿色转型提供了坚实的技术支撑。尽管在技术推广与标准完善等方面依然面临一定挑战，但随着政策的支持与技术的不断创新，绿色建筑的应用前景无疑依然广阔。展望未来，绿色建筑将在节能减排、环境保护以及资源循环利用等领域发挥更加重要的作用，推动建筑行业向更加可持续的方向发展。符合全球日益增长的环保需求，这一发展方向不仅有助于应对气候变化，还为建筑行业的长远发展奠定了坚实的基础。

[参考文献]

[1]袁世虎.绿色建筑技术在建筑工程中的应用探索[J].科技资讯,2024,22(18):172-174.
[2]冯凯德.绿色建筑技术在建筑工程中的应用研究[J].陶瓷,2024(5):169-171.
[3]刘强.建筑施工中绿色节能建筑施工技术的应用策略研究[J].广东建材,2024,40(3):133-136.

作者简介：李健明（1993.8—），男，建筑施工，籍贯：河北省张家口市康保县。

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

高层建筑混凝土结构顶部隔震体系的减震分析

李亚楠
河北建工集团有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]近年来，随着地震灾害频发，高层建筑的抗震需求逐渐提高。顶部隔震技术作为一种创新的抗震措施，通过在建筑结构与基础之间引入隔震装置，有效减少地震波的传播和震动影响，从而增强建筑物的抗震能力。当前，国内外在高层建筑混凝土结构顶部隔震体系的应用上取得了显著进展，尤其是在隔震装置的研发、力学分析、设计优化和施工技术方面。多种隔震材料和装置的不断涌现，使得顶部隔震体系的应用逐步成熟。然而，尽管隔震技术在提高建筑抗震性能方面具有巨大潜力，实际应用中仍面临成本控制、长期性能保障、系统维护等方面的挑战。因此，如何进一步优化顶部隔震体系的设计与施工技术，提升其经济性和长期可靠性，仍然是当前研究与工程实践中的重要课题。
[关键词]高层建筑；混凝土结构；顶部隔震体系；减震分析
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14445 中图分类号：TU3 文献标识码：A

Seismic Reduction Analysis of Top Isolation System for Concrete Structures in High-rise Buildings

LI Yanan
Hebei Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In recent years, with the frequent occurrence of earthquake disasters, the seismic resistance demand of high-rise buildings has gradually increased. Top isolation technology, as an innovative seismic measure, effectively reduces the propagation and vibration effects of seismic waves by introducing isolation devices between the building structure and foundation, thereby enhancing the seismic resistance of buildings. At present, significant progress has been made in the application of top isolation systems for concrete structures in high-rise buildings both domestically and internationally, especially in the research and development, mechanical analysis, design optimization, and construction technology of isolation devices. The continuous emergence of various seismic isolation materials and devices has gradually matured the application of top seismic isolation systems. However, despite the enormous potential of seismic isolation technology in improving the seismic performance of buildings, practical applications still face challenges in cost control, long-term performance assurance, and system maintenance. Therefore, how to further optimize the design and construction technology of the top isolation system, improve its economy and long-term reliability, remains an important issue in current research and engineering practice.
Keywords: high-rise buildings; concrete structures; top isolation system; seismic reduction analysis

引言

随着城市化的迅速发展，高层建筑的数量和规模不断扩大。在应对频繁地震灾害的背景下，建筑物的抗震性能已成为设计中的关键考虑因素。传统的抗震设计通常通过加固结构来提升抗震能力。然而，随着隔震技术的进步，顶部隔震体系作为一种新兴的抗震措施，逐渐获得广泛关注。通过在建筑的顶部与上部结构之间设置隔震装置，该系统有效减少了地震波的传递能量，显著降低了建筑物的震动响应，从而增强了其抗震效果。顶部隔震设计不仅能有效保护建筑结构及内部设施，而且在地震发生时，还能显著提高建筑物的安全性。本文将深入分析高层建筑混凝土结构顶部隔震体系的减震效果，探讨其设计原则、力学分析及施工维护等方面的内容，旨在为高层建筑的抗震设计提供理论支持与实践指导。

1 高层建筑混凝土结构特点

高层建筑混凝土结构凭借其独特的性能特点，已成为现代城市建筑中广泛采用的主要形式之一。作为一种具有优良压缩强度的材料，混凝土能够有效承受建筑物自重及外部荷载的压力，从而确保建筑的稳定性。与钢结构相比，混凝土在耐火性和耐腐蚀性方面表现突出，尤其在防火方面，较长时间的保护能够提供。此外，混凝土结构的整体性较强，震动的传播能够有效抑制，因此在地震频发的地区，常选用混凝土结构以提升建筑抗震能力。然而，高层混凝土结构也存在一定的局限性。由于其密度较大，重量较重，地基承载力的需求较高，因此施工过程中常需使用大量模板和支撑系统，导致施工周期较长。此外，在受力条件下，混凝土容易出现裂缝，裂缝控制因此成为一项关键技术难题。在设计时，通常需要结合合理的结构布局与材料选择，以提升抗震、抗风、抗压等性能，从而延长建筑物的使用寿命，增强其安全性。

2 高层建筑混凝土结构顶部隔震体系的设计与分析

2.1 顶部隔震体系设计原则与要求

顶部隔震体系的设计原则与要求的核心目标在于，通

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

过有效隔离建筑结构与地震波的直接传递，减少地震对建筑物的影响，从而提升建筑的抗震性能。在设计过程中，建筑物的功能需求与使用特点必须综合考虑，确保隔震体系能够保障安全的同时，不影响建筑的日常使用。依据建筑的规模、结构类型、所处地震烈度及地理环境等因素，设计应合理确定。此外，设计师需选择适当的隔震装置，如橡胶支座或隔震垫等，确保其具有足够的承载能力和变形能力，从而有效吸收地震能量，防止地震力直接传递到上部结构。隔震设计不仅要承担结构安全性责任，经济性与施工可行性亦应得到关注。若隔震系统过于复杂或成本过高，整体建设费用可能增加，因此在设计中需平衡隔震效果与经济投入之间的关系。耐久性也在设计中占据重要地位，确保所选材料在长期使用中不会因老化、磨损或环境因素而影响隔震效果[1]。此外，隔震装置的维护性应充分考虑，以确保在长时间使用后能够进行有效的检测、维护或更换。最后，顶部隔震体系的设计还需与建筑其他系统（如电梯、管道等）协调，避免隔震装置与其他建筑功能产生冲突，确保整个系统的稳定性与协同运行。

2.2 隔震设计过程中的考虑因素

在高层建筑混凝土结构顶部隔震体系的设计中，多个关键因素必须得到综合考虑，以确保系统的有效性和可靠性。建筑物的高度、结构类型及使用功能在隔震设计中的作用至关重要。通常，由于高层建筑自重与外部荷载较大，其地震时的振动幅度亦会相应增大，因此，合适的隔震装置必须被选用，以有效减少震动的传递。不同类型的建筑结构，如框架结构、剪力墙结构或框架剪力墙结构等，由于固有频率与振动特性各异，隔震系统的设计需针对性进行，确保隔震装置能够与建筑的固有频率匹配，从而避免共振现象的发生。地震动的特征对隔震装置的选择至关重要，设计时应结合地震波的频率、幅度与持续时间等因素，这些都直接影响着隔震装置的性能要求。通过详细的地震模拟分析，隔震装置在不同地震烈度下的响应表现应被充分评估。在设计中，隔震材料的物理特性——如弹性模量、耐久性及变形能力等，也必须被充分考虑，确保隔震系统能够在经历多次地震后仍保持良好的减震效果，从而延长建筑的使用寿命。施工可行性与经济性亦是设计中不可忽视的因素。隔震系统的复杂性可能对施工进度与成本造成影响，因此，在保证隔震效果的前提下，施工简便且成本可控的隔震装置应被优先选用。隔震装置的安装位置应精心设计，通常被设置在结构的基础与顶部之间，并与建筑物其他系统（如电梯、管道、通风系统等）协调，以避免功能冲突，并保证建筑的整体性。后期维护的可行性同样是设计中的重要考量。由于隔震装置常位于建筑物的底部或顶部，检查与维护可能面临一定难度，设计时应考虑如何便于其检测、维修与更换，从而确保其长期有效性。环境因素在设计中也必须得到充分评估。不同地区的气候、湿度与温度等外部条件对隔震材料性能的影响不可忽视，设计时应充分考虑这些因素，以确保隔震系统在各种环境条件下的稳定性与安全性。

2.3 顶部隔震系统的力学分析

顶部隔震系统的力学分析在确保高层建筑地震性能方面起着至关重要的作用。其核心目的是通过对建筑物在地震荷载下响应的系统分析，评估隔震装置的减震效果，并优化设计方案。力学分析通常可分为静力学分析与动力学分析，其中动力学分析尤为重要。由于地震荷载是瞬时且高频的动态作用，建筑物在此类荷载下的响应复杂性较高。进行顶部隔震系统的力学分析时，建筑物与隔震装置之间的耦合效应需得到充分考虑。隔震装置设置于建筑顶部，通过相对位移吸收地震能量，进而减小地震波对建筑结构的影响。在分析过程中，建筑物的刚度、质量分布以及隔震装置的特性都必须考虑，确保隔震系统能够有效隔离与减震，同时避免过大的位移或应力集中现象的出现。建筑物的固有频率与隔震系统性能之间的相互作用也是分析的重点。在地震过程中，建筑物会产生多种振动模式，而主导模式决定了建筑的最大响应[2]。如果建筑物的固有频率与隔震装置的频率相近，可能会引发共振现象，进而放大震动，危及建筑安全。设计时，确保隔震系统的频率与建筑物的固有频率适当错开，从而避免共振现象的发生，必不可少。隔震装置的非线性特性同样为力学分析带来挑战。许多隔震装置，如橡胶支座与弹簧系统，表现出显著的非线性行为，通常其力学模型需通过实验数据或数值模拟来构建。不同地震强度下，隔震装置的表现可能会有较大差异，因此，在分析时需充分考虑隔震装置在不同地震烈度下的非线性响应，以精确预测其在强震条件下的力学性能。为了更准确地评估隔震系统的效果，力学分析通常结合有限元分析（FEA）方法，建立建筑物与隔震系统的精细模型，并模拟地震荷载下的动态响应。此方法有助于全面分析建筑与隔震装置之间的力学耦合关系，为隔震设计提供优化方案。

3 高层建筑混凝土结构顶部隔震体系施工与维护技术

3.1 隔震装置的施工技术

隔震装置的施工技术在高层建筑混凝土结构顶部隔震体系中发挥着至关重要的作用，其直接影响着系统的减震效果。为了确保隔震装置在地震作用下能够充分发挥作用，安装过程必须严格按照设计要求进行。安装位置和固定方式的精确性是至关重要的。通常，隔震装置被安装在建筑基础与上部结构之间，或位于建筑物顶部与结构主体之间。在基础施工阶段，应确保安装平台符合设计规范，平台的平整度、垂直度及强度要求必须达到标准，以防止安装误差影响隔震效果。在施工过程中，隔震装置的运输与装配要求极为严格。由于装置通常较大且重量较重，运

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

输过程中应特别注意其摆放与固定，避免损坏。安装过程中，通常依赖起重机械和专业工具，以确保装置处于正确位置和角度。为了保证隔震装置牢固固定，安装过程中还需选用适当的连接件与加固措施，使装置与建筑结构紧密结合，从而避免荷载传递不均或震动导致装置松动或损坏。施工期间，隔震装置还需进行有效防护，以避免外界环境影响，如潮湿、腐蚀性物质或过高的温度等，这些因素可能降低隔震装置的性能，甚至导致其失效。因此，施工现场通常会对隔震装置进行保护，确保施工环境符合相关技术标准。施工人员必须接受专业培训，具备足够的技术能力，严格遵循施工规范和操作规程，以避免施工质量问题影响隔震系统的有效性。安装完成后，隔震装置应接受严格的质量检测与验收，对其功能性及安装质量进行全面检查，确保每个装置已按照设计要求正确安装，并能够在实际使用中有效发挥隔震作用。

3.2 施工过程中的技术难点

高层建筑混凝土结构顶部隔震体系的施工过程中，多个技术难题需要克服，这些问题直接影响到隔震系统的效果及工程的整体质量。隔震装置的精确安装，是施工中的关键挑战。通常，隔震装置位于建筑的基础与上部结构之间，或顶部结构与主体结构之间，这些位置施工环境复杂且空间有限，增加了施工难度。为了确保隔震装置能够在正确的位置和角度安装，必须使用高精度的测量与定位技术，任何偏差都可能影响隔震效果。因此，安装过程中的精度要求被认为极高。此外，隔震装置的重量较大，起重设备的要求也极为严格。起重作业的稳定性与精确性直接关系到施工进度与安全。如果起重设备出现问题，安装延误可能发生，甚至可能影响装置的功能实现。施工中的另一个技术难点是隔震系统的连接方式与支撑体系。隔震装置不仅要与基础结构紧密结合，还需要与上部结构或顶部结构实现稳固连接，确保地震荷载能够通过隔震装置有效传递。不同类型的隔震装置，如橡胶支座、金属弹簧、液压隔震器等，其连接方式和安装工艺各异，对施工人员的专业知识和技术能力提出了较高要求。每个连接节点必须能够承受预期的荷载，并具备优良的抗震性能。施工顺序与工期安排同样构成了技术难题。顶部隔震系统的安装通常与其他建筑施工工序（如结构浇筑、机电安装等）紧密相关，施工过程中的协调性必须达到高度标准。在一些复杂的高层建筑项目中，隔震系统的安装需要利用其他建筑工序之间的时间间隙进行，这对施工的时效性和精准度提出了更高的要求。任何延误或失误，都可能导致整体工期的推迟，且后续工作会受到影响[3]。此外，施工过程中，质量控制与监测系统的建设必须特别重视。在隔震装置安装完成后，必须进行严格的质量检测，包括对装置承载能力、变形能力及其安装位置的检查等。此过程被认为是确保隔震系统正常运行的关键环节，它能够有效保障项目的质量与安全。

3.3 顶部隔震系统的维护与管理

顶部隔震系统的有效维护与管理是确保高层建筑在长期使用过程中保持优良抗震性能的关键因素。定期检查隔震系统被认为至关重要，特别是在经历强烈地震或极端气候条件之后，应及时对隔震装置进行全面检查，以评估其是否受到损坏。检查内容应包括隔震装置外观的检查、结构连接点的紧固程度、装置变形的状况，以及是否存在腐蚀、裂纹等损伤。通过定期巡检，潜在问题可以被及早识别，及时进行修复或更换，从而避免系统出现故障或失效。隔震装置的维护管理还需要对其性能进行定期评估，特别是对于橡胶支座、弹簧、液压系统等非线性材料的监测。随着使用时间的推移，这些材料可能会发生老化、疲劳等现象。因此，必须根据装置的使用年限及负载情况，制定详细的检查计划，并进行必要的性能测试，如硬度测试、拉伸测试等，以确保隔震装置在地震荷载作用下依然具有足够的承载能力。随着信息化技术的不断发展，越来越多的建筑项目配备了实时监控系统，隔震装置的工作状态被 24 小时跟踪，受力数据、位移数据等被记录。这些数据积累有助于对设备的状态进行分析，老化趋势可以得以预测，为后续的维护与优化提供科学依据，并为设备的更换或升级提供参考。为了确保隔震系统长期稳定运行，仅靠定期检查和监测是不够的，还需建立完善的应急预案与应急维修机制。发生严重地震或系统损坏时，问题应能够被迅速识别并进行有效修复，从而尽可能减少建筑物的损失。最后，对隔震系统使用者及维护人员的培训应得到加强，确保他们理解系统的工作原理及维护要求。这样，不仅有助于提高管理人员的专业素养，还能确保隔震体系能够在长期使用中继续发挥其应有的作用。

4 高层建筑顶部隔震体系的发展趋势

高层建筑顶部隔震体系的未来发展趋势主要体现在技术创新与不断优化的过程中。随着智能化技术的迅猛进步，隔震系统将越来越依赖实时监控与数据分析，系统性能的动态调节及故障预警将通过传感器与智能算法实现。这一技术进步不仅有助于提升抗震能力，还能显著延长系统的使用寿命[4]。与此同时，建筑设计日益多样化，顶部隔震系统将更加注重与其他建筑系统的协同作业，进而提供更加集成化的整体解决方案，建筑的综合性能将得到进一步提升。在环保要求日益严格的背景下，隔震材料的选择也将朝着可持续性方向发展。未来，将采用更多环保、耐用且低能耗的材料，减少对环境的影响，并有效降低维护成本。

5 结语

高层建筑混凝土结构顶部隔震体系在减震方面展示了巨大的应用潜力，通过有效隔离地震波，建筑的抗震性能得到了显著提升，地震带来的破坏也得到了有效减少。

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

尽管该技术在设计、施工及维护等领域已取得一定进展，但在成本控制、长期性能保障与维护管理等方面，仍面临着诸多挑战。随着相关技术的不断发展与优化，顶部隔震体系的应用将逐渐成熟，并推动其在更多高层建筑中的广泛应用。展望未来，随着技术的进一步创新与发展，顶部隔震系统有望为建筑抗震设计提供更加高效、可靠的解决方案，从而进一步提升高层建筑的安全性与耐久性。

[参考文献]

[1]官俊良.高层混凝土基础隔震框架剪力墙结构地震反应分析[D].北京:北京建筑大学,2018.
[2]陈代林.层间组合隔震高层混凝土框架结构的地震反应分析[D].安徽:安徽建筑大学,2019.
[3]陶思宇.深厚土层上高层剪力墙隔震结构地震反应研究[D].北京:中国地震局工程力学研究所,2023.
[4]张永河.隔震设计对高层建筑结构的弹塑性和易损性影响分析[D].河南:信阳师范学院,2022.

作者简介：李亚楠（1992.10—），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：河北建工集团有限责任公司，职务：结构设计师，职称级别：工程师。

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

土建工程地基基础工程施工技术探讨

杨 帆
北京昊海建设有限公司，北京 100192

[摘要]当前，我国经济社会正处于高速发展时期，科学技术显著进步，土建工程规模日益扩大。地基基础施工是土建工程施工的重要组成部分，其质量对土建工程整体质量有着直接影响。因此，为了保证土建工程施工质量，施工团队应确保地基基础施工质量符合要求。基于此，此文探讨了地基基础施工过程中的常见问题，分析了地基基础施工技术及具体应用，以期为相关施工团队提供有益参考。

[关键词]土建工程；地基基础；施工技术
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14439　　中图分类号：TU47　　文献标识码：A

Discussion on Construction Technology of Civil Engineering Foundation Engineering

YANG Fan
Beijing Haohai Construction Co., Ltd., Beijing, 100192, China

Abstract: Currently, Chinese economy and society are in a period of rapid development, with significant progress in science and technology, and the scale of civil engineering projects expanding day by day. Foundation construction is an important component of civil engineering construction, and its quality has a direct impact on the overall quality of civil engineering. Therefore, in order to ensure the quality of civil engineering construction, the construction team should ensure that the quality of foundation construction meets the requirements. Based on this, this article explores common problems in the construction process of foundation, analyzes the construction technology and specific applications of foundation, in order to provide useful references for construction teams.

Keywords: civil engineering; ground foundation; construction technology

引言

土建工程地基基础作为建筑工程的重要组成部分，其质量对建筑物的安全性、稳定性与耐久性具有直接影响。作为支撑上部结构荷载的基础，地基不仅需承载重力，还必须有效防止不均匀沉降，从而确保建筑物的长期稳定。在土建施工中，地基基础的施工技术涵盖了土壤处理、桩基施工、地下水控制及基础加固等多个方面。随着城市化进程加速与建筑规模不断扩大，地基基础施工面临着更为复杂的技术挑战。特别是在地质条件复杂的地区，施工方法和技术的选择对于确保地基基础的稳定性至关重要，已成为施工管理中的核心课题。近年来，科技的迅速发展推动了新型施工技术与材料的广泛应用，施工质量与效率得到了显著提高。尽管如此，如何进一步优化施工方案、提升技术水平、降低工程成本，以及确保施工过程中的安全性，依然是土建工程中亟待解决的关键问题。本文将深入分析土建工程地基基础施工技术的现状、发展趋势及其实际应用，旨在为相关施工提供有益的参考与指导。

1 土建工程地基基础工程的施工特点

土建工程地基基础施工具有高度的复杂性与专业性，主要体现在对地质条件的精确分析与处理、施工工艺的多样性以及对施工质量的严格把控上。根据不同的土壤性质、水文状况及设计要求，通常需要采取针对性的施工方法与技术，如桩基施工与深基坑支护等。地质勘察与土壤分析在施工方案的选择中起着至关重要的作用，施工单位应根据勘察数据，科学合理地选定施工方案。施工过程中，土方开挖、支护、排水与加固处理等每一环节的精细管理都不可忽视，以确保施工质量与安全。施工现场的环境常常是复杂多变的，如地下水位的波动、气候变化及周边建筑的影响等因素，都可能对工程的进度与质量产生不同程度的影响。

2 地基基础施工过程中的常见问题

2.1 地基基础下沉

地基基础下沉是土建工程中常见的施工问题，通常表现为在荷载作用下地基或基础的垂直位移。引起下沉现象的因素众多，包括土壤承载力不足、土方处理不当或设计未能充分考虑地质条件等。如果工程初期地基土质较软，或者存在不均匀沉降的风险，则可能导致基础的不均匀沉降，进而影响上部结构的稳定性与安全性。地基下沉的程度与范围，通常与土壤类型、压实程度以及外部荷载分布密切相关。随着建筑物或其他设施的长期使用，地基下沉问题可能逐步加重，导致地面裂缝、倾斜，甚至结构破坏。特别是在高层建筑或重型结构中，地基沉降问题尤为突出，建筑物的结构完整性可能因此受到严重威胁。

2.2 地基塌方

地基塌方是土建工程中常见且严重的施工问题之一，通常在地基支撑力不足或施工不当时发生，导致土层发生

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

坍塌或滑移。此类问题多见于开挖土方、打桩或地下施工阶段，尤其是在土质松软、地下水丰富或地层不稳定的区域。地基塌方的发生会导致施工区域的土壤失去支撑，从而引发基坑或坑道的局部或整体崩塌[1]。这不仅影响施工进度，还增加了安全风险。在塌方发生时，施工人员将面临安全威胁，且周围环境可能会受到破坏，邻近的基础设施或建筑物的安全性也可能遭受影响。

2.3 地下水渗漏与排水问题

地下水渗漏与排水问题是地基基础施工中的常见难题，尤其在地下水位较高或土质疏松的地区尤为突出。在施工过程中，地下水常通过基坑或钻孔渗透到施工区域，导致基坑积水，从而影响施工进度与质量。渗漏水不仅破坏了基坑的稳定性，还可能增加地基的沉降风险，甚至使土壤软化，将原本稳固的地基变得松软，从而加剧了地基沉降或塌方的可能性。若排水系统设计不完善，或未能及时排除积水，渗漏水则可能引发周围土层的洗掏现象，严重时，周边建筑物的基础可能发生沉降或倾斜。

3 地基基础施工技术及具体应用

3.1 土方挖掘技术

土方挖掘技术在地基基础施工中的重要性不可忽视，其直接影响着施工进度以及后续基础设施的质量与稳定性。该技术涉及根据设计要求，通过人工或机械手段对施工现场的土层进行开挖、移动与处理。施工方法的选择通常依赖于多重因素，如土壤类型、地质条件及环境限制等。对于坚硬的土层，重型机械如挖掘机和推土机常被用于大规模开挖，而在特殊地质环境下，水力挖掘或手工挖掘则可能与机械设备相结合使用。在土方挖掘过程中，基坑的深度与坡度需要精确控制，避免误差引发后续施工中的不必要风险。特别是在地下水位较高的地区，必须采取有效的排水措施，以确保基坑的稳定性。除了高超的施工技术外，周密的施工计划也是确保安全与高效的关键。施工前的详细勘察有助于识别潜在隐患，如土壤松软度与地下水分布等，从而避免对施工造成不利影响。随着机械化技术的不断进步，现代土方挖掘技术逐渐朝着智能化与自动化方向发展，越来越多高效环保的设备被投入使用，显著提升了施工效率，并有效减少了对环境的影响。

3.2 静力压桩施工技术

静力压桩施工技术是一种通过静力作用将桩体压入土层中的加固方法，广泛应用于软土地基或承载力较低的地质条件下，旨在提升地基的承载能力与稳定性。与传统的打桩方式相比，静力压桩具有噪音低、振动小、对周围环境干扰较小等优点，尤其适用于需要减少振动影响的城市建筑或特殊场地。在施工过程中，预制桩、钢管桩等桩体类型常被采用，桩体通过液压千斤顶被缓慢压入地下，确保其均匀下沉至土层中，并在规定的深度与位置达到设计的承载力。压桩设备通过精确的力控制系统调节压入速度，从而确保桩基的均匀性与稳定性。同时，静力压桩技术可以与桩基载荷检测技术结合，通过实时监测桩体的下沉量与施加压力等参数，确保施工质量得到有效控制。在复杂的地质条件下，静力压桩能够有效避免土体扰动，减少地面沉降及对周围建筑物的损害。因此，该技术在桥梁、高层建筑、地下工程等项目中已得到广泛应用[2]。尽管静力压桩技术提供了诸多优势，但其施工效率较低，对设备与技术人员的要求较高。因此，在施工前，必须进行详细的场地勘查与设计，以确保技术的顺利实施，并符合工程要求。

3.3 振动沉桩施工技术

振动沉桩施工技术利用振动器产生的纵向或横向振动作用于桩体，通过降低桩体与周围土层之间的摩擦力，使桩体更容易进入地基。该技术在软土地基或地下水位较高的地区尤其有效，显著提高了桩基施工的效率。在施工时，振动沉桩设备施加不同频率与幅度的振动，使桩体迅速沉入地基土层，达到预定深度。相比传统的静力压桩，这种方法不仅沉桩速度较快，对土层的扰动也较小，而且施工过程中产生的噪音较低，更适合城市或环境敏感地区。然而，在高密度或坚硬土层中，振动沉桩技术的效果有限，且过强的振动可能会影响周围建筑物或地下设施的安全。因此，在施工前，地质条件必须进行充分分析，振动参数应根据实际情况进行调整。在施工过程中，还需控制桩体的垂直度与沉桩深度，以确保桩基的稳定性与承载力。

3.4 高压注浆施工技术

高压注浆施工技术广泛应用于地基加固与防水处理领域，主要通过将水泥浆、化学浆液或其他特殊浆料高压注入地下土层或岩层，以改变土体的物理力学性质，提升其承载力、密实性及抗渗透性。这项技术，尤其适用于软弱地基、沉降区以及地下水丰富的地区，能够有效解决地基承载力不足及地下水渗漏的问题。施工时，专用注浆设备将浆液高压注入预设孔洞，浆液在土层中扩展并填充孔隙，形成类似“凝固体”的加固效果，显著提高地基的稳定性，减少沉降和变形。相比其他加固方式，注浆过程对周围环境的影响较小，有助于减少土体扰动。根据不同的地质条件与施工需求，注浆材料的选择也有所不同，如水泥浆和环氧树脂浆等，可以根据需求实现不同的加固效果[3]。注浆技术除了用于地基处理外，还常用于地下水流控制、渗漏封堵及防治土壤液化等领域。尽管高压注浆技术具有显著优势，但其施工过程对设备精度要求较高，且注浆压力与注入量需严格控制，以避免浆液过量或不足的情况发生。

3.5 地下水控制技术

地下水控制技术在地基基础施工中至关重要，尤其是在地下水丰富或水位较高的地区。若在施工过程中未能有效控制地下水，地基的稳定性可能受到影响，施工难度会增加，甚至威胁到施工安全。通过一系列措施，地下水位

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

得以降低或水流得以截断，从而确保施工区域保持干燥与稳定。常用的技术手段包括排水系统设计与实施、地下水位降低、围堰与围挡等。排水系统通常采用井点排水、深井排水或水平排水等方式，将地下水引流至安全区域，从而减少水位，并减小地下水对土体的扰动。井点排水作为常见的控制手段，通过在施工区域周围设置井点，利用抽水设备降低水位，从而保持施工区域稳定。对于更复杂的地质条件，降水井及深井排水被广泛应用，深层地下水位得以有效降低，防止水土流失及塌方。此外，在高水位或流动性较强的地区，围堰围挡技术常被采用，通过设置防水墙或围堰，将施工区域与地下水隔离，避免水的干扰。

3.6 土方回填施工技术

土方回填施工技术在地基基础工程中占据重要地位，主要用于填补基础施工后产生的空隙或坑槽，从而确保地基的稳定性与均匀性。地基的承载力、建筑物的稳固性及其使用寿命直接受到回填土施工质量的影响。土方回填过程通常包括回填土的选择、运输、堆放、分层夯实以及压实度的检测。在施工前，回填土的质量必须经过严格检查，以确保其符合设计要求，避免使用含有杂质、易腐烂或颗粒不均匀的土壤材料。回填土的粒径应适中，确保其透水性与稳定性满足标准要求。施工过程中，通常采用分层回填的方式，每层回填的厚度应根据土质和设备能力进行合理控制，以确保每一层的压实度达到设计标准。在每一层回填后，夯实工作是必不可少的，常用方法包括机械夯实与人工夯实。机械夯实能够有效保证回填层的密实度与均匀性，减少空隙率并提高承载力。回填过程中，土层湿度的控制同样重要，过湿的土壤可能导致压实不均，过干则可能影响土壤的粘结性，进而导致松散。为了确保回填层质量符合规范要求，回填土的检测工作必须得到加强，尤其是压实度、含水量与粒度的定期检测。在回填完成后，土层表面应保持平整，不应出现明显的沉降或裂缝。

3.7 强夯施工技术

强夯施工技术是一种常用于提升地基承载力与稳定性的施工方法，特别适用于软土地基的处理。通过将重型夯锤从一定高度自由下落，产生的强大冲击力作用于地基土层，土体被促使发生密实化，空隙与松散度减少，从而提高地基的承载能力。在施工过程中，夯锤的重量与下落高度的选择，以及夯击次数与间距的合理安排，均为至关重要。通过多次夯击逐层加固，地基土体被有效压缩，改善了土层结构，使其更加均匀紧密，从而减少了沉降风险。地基土的排水性也能得到提高，地下水的积聚得以减少，进一步增强了地基的稳定性。该技术不仅能够显著提高地基的承载能力，还能够加速地基的固结过程，避免了由于基础不均匀沉降而引起的建筑物变形[4]。在执行强夯施工时，需综合考虑地基土的性质、夯锤规格、施工层次以及施工周期等因素，以确保加固效果得到最佳呈现。

3.8 粉煤灰吹填施工技术

粉煤灰吹填施工技术是一种通过专用设备将粉煤灰作为填充材料吹送至施工现场，进而进行地基加固或填筑的方法。该技术广泛应用于软土地基加固、土地平整及水利和交通工程等领域，特别适用于地基沉降较大或土壤承载力不足的区域。作为工业副产品，粉煤灰具有良好的流动性与适应性，能够有效填充地基中的空隙，均匀分布压力，从而增强地基的稳定性与承载力。在施工过程中，粉煤灰通过风力被吹送到目标区域，随后均匀铺设在地面上。与土壤发生化学反应后，粉煤灰能形成一定的凝结力，进一步提高地基土的密实性与抗压强度。该技术的优势在于，施工速度较快，适合大面积填充，且对周围环境的扰动较小，尤其适用于水域或湿润地区。此外，粉煤灰吹填施工还具备环保优势，工业废料得以有效利用，环境污染得以减少，符合可持续发展要求。

4 结语

地基基础施工技术在土建工程中对于确保建筑物的安全性与稳定性至关重要。随着科技的进步，现代施工方法，如静力压桩、振动沉桩以及土壤改良技术，已在实践中取得了显著的成效，许多传统施工技术所面临的问题得以有效解决。然而，地基基础施工依然面临一些挑战，例如复杂的地质条件、地下水问题以及施工技术的适应性等。展望未来，技术创新与设备改进必须得到加强，施工管理水平的提升亦不可忽视，以确保土建工程的顺利推进及长期稳定运行。

[参考文献]

[1]曹恒,郝思凯.土建工程地基基础工程施工技术探讨[J].科技资讯,2024,22(14):136-138.
[2]张世锋.土建工程中地基基础施工技术应用研究[J].房地产世界,2024(3):149-151.
[3]赵加全,杨高维.房屋建筑工程地基基础工程施工控制技术分析[J].居舍,2021(32):96-98.
[4]马超.土建工程地基基础工程施工技术分析[J].现代物业(中旬刊),2019(7):231.

作者简介：杨帆（1994.3—），男，专业：建筑施工，籍贯：北京市海淀区。

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

钢结构深化施工中的质量控制与管理

周灵燕
浙江东南网架股份有限公司，浙江 杭州 311209

[摘要]钢结构深化施工是建筑工程中的关键环节，其质量控制与管理直接影响整个工程的安全性和耐久性。钢结构深化施工中的质量控制要点，包括施工前准备、施工过程控制、施工后检验等多个方面。同时，提出了针对性的管理措施，旨在提升钢结构施工的整体质量，确保工程顺利完成。基于此，本篇文章对钢结构深化施工中的质量控制与管理进行研究，以供参考。
[关键词]钢结构；施工质量；管理方法
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14428 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Quality Control and Management in Deepening Construction of Steel Structures

ZHOU Lingyan
Zhejiang Southeast Space Frame Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311209, China

Abstract: Deepening the construction of steel structures is a key link in building engineering, and its quality control and management directly affect the safety and durability of the entire project. The key points of quality control in the deepening construction of steel structures include pre construction preparation, construction process control, post construction inspection, and other aspects. At the same time, targeted management measures were proposed to improve the overall quality of steel structure construction and ensure the smooth completion of the project. Based on this, this article conducts research on quality control and management in the deepening construction of steel structures for reference.
Keywords: steel structures; construction quality; management

引言

随着建筑技术的不断发展，钢结构因其强度高、重量轻、施工速度快等优点，在建筑工程中的应用日益广泛。然而，钢结构深化施工中的质量控制与管理仍面临诸多挑战。如何确保施工过程的规范性和质量稳定性，成为当前建筑领域亟待解决的问题。基于此，本文旨在通过钢结构深化施工中的质量控制与管理方法，以期为同类工程提供借鉴和参考。

1 钢结构的特征

钢结构作为一种重要的建筑结构形式，具有鲜明的特征。其材质强度高且自身重量轻，使得钢结构在同等受力条件下，构件截面相对较小，便于运输和安装，尤其适用于跨度大、高度高、承载重的建筑。钢材的韧性和塑性好，材质均匀，使得钢结构整体可靠性高，能够承受较大的冲击和动力荷载，并具备良好的抗震性能。此外，钢结构制作安装的机械化程度高，构件可在工厂精确制造，现场拼装速度快，大大缩短了施工周期。同时，钢结构的密封性能好，可以做成气密性和水密性均很好的结构，满足特定场合的需求。因此，钢结构以其独特的优势，在建筑领域具有广泛的应用前景。

2 钢结构施工中的质量问题

钢结构施工中存在的质量问题多样且复杂。一方面，构件的生产制作可能存在精度不足、变形等问题，如钢板切割变形、焊接变形等，这会影响构件的组装和整体结构的稳定性。另一方面，钢结构安装过程中也可能出现误差，如构件定位不准确、连接节点处理不当等，导致结构受力不均或产生安全隐患。此外，焊接质量也是钢结构施工中的关键问题，焊缝缺陷如裂纹、夹渣、未焊透等，会直接影响结构的强度和耐久性。因此，在钢结构施工中，必须严格控制每个环节的质量，确保结构安全可靠。

3 钢结构深化施工中的质量控制与管理方法

3.1 施工前的质量控制与管理

3.1.1 施工图纸的审核与确认

施工前的质量控制与管理中，施工图纸的审核与确认是基石。这一步骤要求所有相关人员，包括设计师、工程师、施工人员等，共同参与，确保图纸内容准确无误。审核时，需细致核查图纸中的尺寸标注、材料规格、结构布局等，确保与实际施工需求相符。同时，检查图纸中的技术要求和施工说明是否清晰明确，避免后续施工中的误解和偏差。确认过程需形成书面记录，各方签字确认，为后续施工提供有力依据。因此，通过严格审核与确认，可以有效预防因图纸问题导致的施工错误和质量隐患，为后续施工的顺利进行奠定坚实基础。

3.1.2 施工材料与设备的检验与选择

在施工前的质量控制与管理中，施工材料与设备的检验与选择至关重要。需确保所有材料符合设计要求及国家

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

相关标准，通过外观检查、性能测试等手段，筛选出质量上乘的原材料。对于关键材料，还需进行抽样复检，确保其性能稳定可靠。同时，施工设备的选择也应基于工程实际需求，选用性能优良、操作简便的设备，以提高施工效率和质量。在设备进场前，需进行全面检查，确保设备处于良好状态，避免因设备故障影响施工进度和质量。

3.1.3 施工队伍的资质审核与培训

在施工前的质量控制与管理中，施工队伍的资质审核与培训是基础。需对施工队伍的成员进行严格的资质审核，确保其具备相应的专业技能和资格证书。同时，针对工程特点和要求，组织专项培训，提升施工人员的技能水平和安全意识。培训内容涵盖施工规范、安全操作规程等，确保施工人员能够熟练掌握并严格执行。因此，通过资质审核与培训，打造一支技术过硬、操作规范的施工队伍，为施工质量和安全提供坚实保障。

3.1.4 施工方案的制定与优化

在施工前的质量控制与管理中，制定与优化施工方案是核心环节。需综合考虑工程特点、现场条件、技术要求等因素，科学规划施工流程，明确施工方法和措施。同时，通过技术论证和风险评估，不断优化施工方案，确保其经济合理、安全可靠。制定详细的时间表和进度计划，确保施工有序进行。因此，通过精心制定与优化施工方案，为后续施工的高效、高质量开展奠定坚实基础。

3.2 施工过程中的质量控制与管理

3.2.1 钢结构构件的加工与制作

在钢结构施工的过程中，质量控制与管理是确保工程质量和安全的重要环节，尤其在钢结构构件的加工与制作阶段，更需严格把控。对于钢结构构件的加工，应确保原材料的质量符合设计要求，避免因材料问题导致的构件性能不达标。在加工过程中，要精确控制切割、焊接、打孔等工序的精度，确保构件尺寸准确、形状规整。同时，对于焊接部位，要严格控制焊接参数，确保焊缝质量，避免焊接缺陷的产生。在构件制作过程中，要注重细节处理。例如，对于连接节点的制作，要确保节点的形式、尺寸和位置符合设计要求，以便后续的组装和安装。此外，对于构件的防腐处理，也要按照规范进行，以提高构件的耐久性和使用寿命。同时，要加强构件制作过程中的质量检测和监控。通过定期的质量检查，及时发现和处理构件制作中的问题，确保构件质量符合设计要求。此外，还要建立完善的质量追溯体系，以便在出现问题时能够迅速定位原因，并采取有效的措施进行整改。因此，钢结构构件的加工与制作是钢结构施工中的关键环节，需要严格控制质量，确保构件的性能和安全性。

3.2.2 钢结构安装与连接

在钢结构安装过程中，确定合理的安装顺序与方法至关重要。需根据工程特点和现场条件，科学规划安装流程。这包括从基础准备到构件吊装、组装，再到整体校正与固定的全过程。安装顺序应遵循先大后小、先主后次的原则，即先安装主要承重构件，再安装次要构件，确保结构稳定性。在方法选择上，需结合构件类型、重量、高度等因素，选用适宜的吊装与连接技术。如采用合适的吊具与吊装工艺，确保构件安全、准确地就位；在连接环节，则要根据设计要求，选用焊接、螺栓连接等方式，确保连接牢固、可靠。因此，钢结构安装与连接的顺序与方法需综合考虑多方面因素，确保施工安全与质量，实现钢结构的稳固与耐用。在钢结构安装与连接过程中，连接方式与紧固度的控制是关键所在。连接方式的选择需依据工程要求、构件特性及环境条件综合考量，常见的有焊接连接、螺栓连接及铆接等。每种连接方式都有其独特的优势与适用场景，需确保所选方式能满足结构的整体稳定性和耐久性。紧固度的控制则直接关系到连接节点的强度和安全性。在连接过程中，需严格按照设计要求进行紧固操作，确保螺栓、螺母等紧固件达到规定的预紧力，避免出现过紧或过松的情况。同时，还需对紧固后的连接节点进行质量检查，确保连接牢固、可靠。因此，连接方式与紧固度的控制是钢结构安装与连接中不可忽视的环节，需精心设计与严格施工，以确保结构的安全稳定。

3.2.3 焊接工程的质量控制

在焊接工程中，焊接材料与设备的选择对质量控制起着至关重要的作用。焊接材料需根据母材的成分、厚度及焊接要求精心挑选，确保焊缝强度、韧性及耐腐蚀性满足设计要求。同时，材料质量需经过严格检验，避免使用有缺陷的焊材。设备选择方面，需考虑焊接工艺类型、工件尺寸及生产效率等因素。先进的焊接设备不仅能提高焊接效率，还能更好地控制焊接参数，保证焊缝质量。设备需定期维护保养，确保其处于良好工作状态，避免因设备故障导致的焊接质量问题。因此，焊接材料与设备的选择需综合考虑多方面因素，确保焊接工程的质量控制达到最佳状态，以满足结构的安全性和耐久性要求。在焊接工程中，焊接工艺参数的确定是实现质量控制的核心环节。这包括电流、电压、焊接速度、焊条或焊丝直径以及层间温度等关键参数。例如，合理的电流和电压设置能确保焊缝熔深和熔宽的平衡，避免焊缝过宽或过窄导致的强度不足或应力集中。同时，焊接速度需适中，过快可能导致焊缝未熔合，过慢则可能引起焊缝过热，影响焊缝性能。此外，焊条或焊丝直径的选择需依据工件厚度及焊接位置来确定，以确保焊缝填充充分且外观美观。层间温度的控制则能有效减少焊接残余应力，提高焊缝的韧性。因此，焊接工艺参数的精确确定对于保证焊接工程质量控制至关重要，需依据工程实际情况进行科学设定与调整。

3.3 施工后的质量控制与管理

3.3.1 成品保护与检验

在钢结构施工完成后，成品保护与检验是确保工程质量的关键环节。成品保护措施需全面且细致，先要对钢结构进行清洁处理，去除表面的污垢和杂质，避免对后续使

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

用造成影响。同时，应采取物理隔离或覆盖保护的方式，防止施工现场的杂物、灰尘等对成品造成损害。对于易受撞击或摩擦的部位，还需设置防撞垫或保护套，以减少意外损伤。此外，应定期对成品进行巡视检查，及时发现并处理可能存在的安全隐患和质量问题。在检验过程中，需按照相关标准和规范进行，确保检验结果的准确性和可靠性。对于检验不合格的部位，应立即进行整改，直至满足设计要求。因此，成品保护与检验是钢结构施工中的重要环节，需精心策划与实施，以确保工程质量和安全。在钢结构施工结束后，质量检验流程与标准对于确保成品质量至关重要。应制定详细的检验计划，明确检验项目、方法和要求。检验流程需涵盖外观检查、尺寸测量、焊缝质量检测等多个方面，确保全方位评估结构性能。检验标准需依据国家规范和设计要求来制定，包括焊缝的完整性、强度、韧性等关键指标。通过采用先进的检测技术，如超声波检测、射线检测等，对焊缝内部缺陷进行精准识别。在检验过程中，需记录详细的数据和结果，以便后续分析和整改。对于不合格项，需明确整改措施和期限，并跟踪整改效果，确保所有质量问题得到彻底解决。因此，质量检验流程与标准的严格执行，是保障钢结构成品质量、提升工程整体安全性的重要手段。在钢结构施工中，质量问题的整改与处理是确保工程质量的必要环节。质量问题的识别至关重要。通过现场检查、监测数据分析和质量验收反馈，及时发现施工中存在的质量偏差或缺陷。一旦识别出质量问题，需立即进行详细记录，包括问题描述、发生位置、影响范围以及发现时间等信息。这些记录为后续的质量问题分析和整改措施制定提供了重要依据。同时，记录过程需保持客观公正，确保信息的准确性和可追溯性。及时识别与记录质量问题，为后续整改工作奠定了坚实基础，有助于迅速消除质量隐患，确保工程质量和安全。

3.3.2 质量问题的整改与处理

面对钢结构施工中出现的质量问题，制定并实施有效的整改方案至关重要。需组织专业团队深入分析质量问题产生的原因，确保整改方案能够对症下药。整改方案应明确整改目标、具体措施、责任分工及完成时限，确保整改工作有序进行。实施整改时，需严格按照方案执行，加强对整改过程的监控，确保各项措施落实到位。同时，建立问题整改跟踪机制，定期评估整改效果，及时调整优化方案，直至质量问题得到彻底解决。整改过程中，还需注重沟通协调，确保各参与方协同合作，共同推进整改工作。因此，通过科学制定与严格实施整改方案，可以有效消除质量隐患，提升钢结构工程的整体质量水平。

4 结束语

综上所述，钢结构深化施工中的质量控制与管理是一项系统工程，需要贯穿施工全过程。通过加强施工前准备、施工过程控制和施工后检验等环节的管理，可以显著提升钢结构施工的整体质量。同时，注重技术创新和人才培养，不断提高施工队伍的专业水平和管理能力，也是提升钢结构施工质量的重要途径。未来，随着建筑技术的不断进步和工程管理的日益完善，钢结构深化施工中的质量控制与管理将更加科学、高效，为建筑工程的安全性和耐久性提供有力保障。

[参考文献]

[1]林奕龙.钢结构厂房施工中建设单位现场管理要点分析[J].居舍,2023(19):139-142.
[2]李俊才,雷雨,冯春辉,等.大跨径钢结构桥梁安全施工管理及质量控制方法[J].建筑安全,2023,38(6):38-41.
[3]吴灏斌,张楠祥,孟珊,等.建筑钢结构的施工与质量控制措施分析[J].工程建设与设计,2023(10):121-123.
[4]王自强.钢筋混凝土建筑框架结构施工质量控制[J].产品可靠性报告,2023(4):74-75.
[5]张子径.钢结构屋面施工质量控制要点[J].石材,2023(4):105-107.
[6]赵岩.高层住宅建筑框架结构施工质量控制探讨[J].居舍,2023(9):171-173.
[7]白冰,徐浩峻,赵明,等.钢结构网架施工技术及质量控制研究[J].城市建筑空间,2022,29(2):486-487.

作者简介：周灵燕（1995.12—），女，汉，中级工程师。

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

装配式建筑体系的优缺点及推广应用策略研究

王 浩
河北医科大学第二医院，河北 石家庄 050000

[摘要]装配式建筑体系作为现代建筑的发展趋势，具有工期短、质量可控、资源节约和环保等优点。然而，推广应用过程中也面临成本高、设计灵活性不足、施工工艺要求高等挑战。有效的推广策略包括完善政策法规、优化产业链、提升技术水平和加强人才培训。通过对装配式建筑体系优缺点的深入分析，提出针对性的推广应用措施，以促进其在建筑行业的广泛应用，提高建筑效率和质量，推动绿色建筑的发展。

[关键词]装配式建筑；优缺点；推广策略；绿色建筑；建筑效率
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14425 中图分类号：F426.92 文献标识码：A

Research on the Advantages and Disadvantages of Prefabricated Building Systems and Promotion and Application Strategies

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

Abstract: As a development trend of modern architecture, prefabricated building systems have advantages such as short construction period, controllable quality, resource conservation, and environmental protection. However, the promotion and application process also faces challenges such as high costs, insufficient design flexibility, and high construction technology requirements. Effective promotion strategies include improving policies and regulations, optimizing the industrial chain, enhancing technological capabilities, and strengthening talent training. Through in-depth analysis of the advantages and disadvantages of prefabricated building systems, targeted promotion and application measures are proposed to promote their widespread application in the construction industry, improve building efficiency and quality, and promote the development of green buildings.

Keywords: prefabricated building; advantages and disadvantages; promotion strategy; green building; building efficiency

引言

随着城市化进程的加快，传统建筑方式逐渐暴露出工期长、资源浪费严重等问题。装配式建筑体系应运而生，以其高效、环保的特点，成为现代建筑领域的创新选择。然而，尽管其优点显著，推广过程中仍面临诸多挑战。如何充分发挥装配式建筑的潜力，克服现有不足，成为业内人士关注的焦点。深入探讨装配式建筑体系的优缺点及其推广应用策略，将为推动建筑行业的转型升级提供有力支持。

1 装配式建筑体系的定义与发展背景

装配式建筑体系是一种以工厂化生产为基础，通过将建筑构件预制并在现场进行组装的建筑方式。这种体系的核心理念是将传统的建筑施工过程进行模块化，将建筑的各个组成部分在工厂中预制好，然后运送到施工现场进行快速安装。相较于传统的现浇建筑方式，装配式建筑在施工效率、质量控制、资源利用和环境保护等方面具有明显的优势。随着城市化进程的加快，建筑需求的增长和环保意识的提高，装配式建筑体系逐渐引起了各国建筑行业的广泛关注。

近年来，装配式建筑在全球范围内得到了迅速发展。许多国家和地区都在积极推动装配式建筑的应用，以应对日益严峻的资源短缺和环境污染问题。例如，欧洲国家在上世纪 80 年代就开始探索装配式建筑，旨在提高建筑的能效和降低碳排放。近年来，亚洲地区，尤其是中国，因其庞大的建筑市场和日益严格的环保政策，开始大力推广装配式建筑。中国政府发布了一系列政策文件，鼓励采用装配式建筑技术，以推动建筑行业的转型升级，实现可持续发展。此外，随着科技的进步，数字化设计、建筑信息建模（BIM）和智能制造等新技术的应用，也为装配式建筑的发展提供了新的动力。

尽管装配式建筑体系在提高施工效率和降低资源浪费等方面具有显著的优势，但在推广应用过程中仍面临诸多挑战。首先，较高的初期投资成本和复杂的设计要求使得一些企业在选择装配式建筑时仍存在顾虑。其次，装配式建筑的设计和施工工艺要求较高，需要专业的技术团队和设备支持。此外，行业内对于装配式建筑的标准化和规范化尚未形成统一意见，这也制约了其大规模推广的步伐。为此，相关政策的完善、行业标准的制定以及技术人才的培养等方面的努力，将为装配式建筑的进一步发展提供重要支持。

2 装配式建筑的主要优点分析

装配式建筑的主要优点在于其显著提高的施工效率。传统建筑施工通常依赖于现场作业，涉及复杂的工序和较

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

长的工期。相比之下，装配式建筑通过将建筑构件在工厂中预制，能够实现标准化生产，减少现场施工时间。这种方式不仅加快了工程进度，还有效降低了因天气等外部因素造成的施工延误。同时，由于构件的统一生产和质量控制，装配式建筑的施工精度和整体质量得以提升，从而减少了施工过程中因人为因素导致的错误和返工现象。这种高效的施工模式，使得装配式建筑在应对快速增长的城市建设需求时，能够提供更为灵活和及时的解决方案。

除了施工效率的提升，装配式建筑在资源利用和环境保护方面也表现出了其独特的优势。传统建筑施工往往伴随着大量的建筑废料和资源浪费，而装配式建筑则通过在工厂进行集中生产，有效减少了材料的浪费。通过精确计算和标准化生产，预制构件的材料利用率大幅提升，降低了建筑行业对自然资源的消耗。此外，装配式建筑在设计阶段就可以考虑到能源的有效利用，例如通过优化设计实现自然通风和采光，从而降低建筑的能耗。装配式建筑在生命周期内的环保性能也较为突出，许多装配式建筑采用可再生材料和节能技术，能够在使用过程中显著减少碳排放，为实现可持续发展目标作出贡献。

装配式建筑的另一个重要优点是其良好的适应性与灵活性。装配式建筑能够根据不同的使用需求和环境条件进行模块化设计，使得建筑在使用过程中能够更加灵活地进行调整和改造。例如，在需要进行空间扩展或功能调整时，装配式建筑的模块化设计可以方便地进行拆卸和重组。这种灵活性不仅提高了建筑的使用效率，还能延长建筑的使用寿命。此外，装配式建筑还可以在不同的气候条件和地理环境下进行应用，其结构设计和材料选择能够适应多样化的需求，进一步推动了建筑行业的多样化和创新发展。因此，装配式建筑以其高效、环保和灵活的特性，正日益成为现代建筑行业的主流选择，为推动建筑行业的可持续发展提供了有力支持。

3 装配式建筑面临的主要挑战

尽管装配式建筑具有众多优势，如缩短工期、提高质量和降低资源浪费，但在其推广与应用过程中仍面临着一系列挑战。这些挑战包括高昂的初期投资、技术人才短缺、市场接受度低，以及行业标准和规范缺乏等，制约了其广泛推广。首先初期投资成本较高是许多企业和开发商在选择装配式建筑时考虑的重要因素。与传统建筑相比，装配式建筑在设计、材料采购和生产设备方面的前期投入通常更为昂贵。这种成本压力使得一些中小企业在进入装配式建筑市场时面临困难。此外，装配式建筑的市场接受度尚未完全建立，部分消费者对这种新兴建筑模式的认知和信任不足，导致在市场推广过程中出现障碍。这一系列经济因素，使得装配式建筑的发展受到制约，限制了其在市场上的竞争力。

装配式建筑在设计和施工过程中所需的专业技能和技术支持也构成了重要挑战。装配式建筑要求设计师和施工团队具备较高的专业素养，能够熟练运用建筑信息建模（BIM）等新技术进行设计和管理。然而，目前许多地区仍缺乏足够的专业技术人才，行业整体技术水平参差不齐。这种人才短缺不仅影响了装配式建筑的设计质量，还可能导致施工过程中的技术失误，进而影响建筑的整体质量和安全性。同时，由于装配式建筑的构件生产和现场组装需要协同作业，施工过程中各环节的协调性也显得尤为重要。若未能有效进行管理和协调，可能会导致工期延误和资源浪费。

行业标准和规范的缺失也是装配式建筑推广中的一大障碍。当前，装配式建筑的相关标准和规范尚未得到广泛统一，行业内存在不同的技术标准和市场准入要求。这种不确定性增加了企业在设计和施工中的风险，也使得行业整体的创新和发展受到限制。为了解决这一问题，相关部门和行业组织需要加强对装配式建筑的标准化研究，制定统一的技术标准和行业规范。同时，政策支持也是推动装配式建筑发展的重要保障。各级政府应当出台相应的政策措施，鼓励和引导企业参与装配式建筑的研发与应用，从而为其健康发展创造良好的环境。因此，虽然装配式建筑在施工效率、资源利用和环保等方面表现出色，但其推广过程中的挑战不容忽视，需要行业各方共同努力来克服。

4 国内外装配式建筑推广应用现状

近年来，装配式建筑在全球范围内的推广应用呈现出蓬勃发展的态势。欧美国家在这一领域起步较早，早在20世纪60年代就开始探索装配式建筑技术。以瑞典、芬兰为代表的北欧国家，凭借其成熟的建筑工业和完善的技术标准，形成了一套较为完善的装配式建筑体系。这些国家的政府积极推动装配式建筑的应用，通过政策引导和资金支持，加快了装配式建筑的普及和发展。此外，许多国家还注重环保和可持续发展的理念，推动装配式建筑在绿色建筑中的应用。德国在装配式建筑领域的研究和实践，不仅注重建筑的能效，还关注建筑的可循环利用，提出了“循环经济”的发展思路，这在全球范围内都起到了示范作用。

在亚洲，尤其是中国，装配式建筑的推广和应用近几年得到了显著提升。根据中国政府发布的相关政策文件，装配式建筑被视为实现建筑行业转型升级和可持续发展的重要路径。为了应对日益增长的城市化需求和环保压力，中国在多个城市开展了装配式建筑的试点项目，尤其是在公共建筑和保障性住房领域。许多大型建筑企业纷纷加大对装配式建筑的研发投入，借助现代化的生产设备和管理理念，提高了装配式建筑的生产效率和质量。随着技术的不断进步，装配式建筑在施工过程中的智能化和信息化水平也在不断提升，建筑信息建模（BIM）等新技术的应用，使得设计、生产、施工和运营等各个环节的协同变得更加高效。

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

尽管国内外在装配式建筑的推广应用方面取得了一定的成效，但在推广过程中仍然面临一些挑战。首先，市场接受度和认知度的问题仍然存在，许多消费者对装配式建筑的概念和优势了解不足，导致其市场渗透率相对较低。其次，行业标准和规范的缺乏也使得装配式建筑在应用过程中面临不确定性，不同地区的标准不一，影响了装配式建筑的普及。此外，技术人才的短缺和专业培训的不足，限制了装配式建筑的技术创新和应用推广。因此，推动装配式建筑的发展需要行业、政府和社会各方的共同努力，通过政策支持、标准化建设和专业培训等措施，进一步提升装配式建筑的市场竞争力，促进其在建筑行业的广泛应用。装配式建筑作为现代建筑的重要发展方向，其推广应用前景广阔，但仍需克服现有的挑战，以实现更高效、更可持续的发展目标。

5 装配式建筑推广应用的策略与建议

为促进装配式建筑的推广与应用，首先需要政府层面的政策支持和引导。各级政府应制定相应的激励政策，鼓励企业投资装配式建筑项目。这包括提供税收减免、财政补贴和贷款优惠等措施，以降低企业的初期投资成本，激励更多的开发商参与到装配式建筑的实践中。此外，政府还应加强对装配式建筑的宣传与推广，增强公众和市场对装配式建筑的认知和信任，帮助消费者理解其优势与价值，特别是在节能环保和资源节约方面的重要性。同时，建立装配式建筑的试点项目和示范工程，展示其在实际应用中的效果，以此来吸引更多企业和投资者关注这一领域，推动整个行业的健康发展，并为其他地区的装配式建筑推广提供有益的借鉴和参考。

行业标准化和规范化建设也是推动装配式建筑应用的重要策略。当前，装配式建筑在技术标准和施工规范方面尚未形成统一的体系，这在一定程度上制约了其推广与应用。因此，各行业协会、科研机构和政府部门应共同努力，建立和完善装配式建筑的相关标准，包括设计规范、施工流程和质量检测等，确保装配式建筑的整体质量和安全性。同时，行业内的企业应积极参与标准的制定与修订，分享各自的实践经验与技术创新，促进行业的共同进步。此外，推动装配式建筑的标准化设计和模块化生产，能够有效降低生产成本，提高生产效率，从而进一步增强其市场竞争力，满足日益增长的建筑需求，推动行业的可持续发展。

加强技术人才的培训和研发投入也是装配式建筑推广的重要环节。装配式建筑对专业技术人才的需求较高，行业内需要通过多种途径提升技术人员的素质和技能。这可以通过与高校和科研机构合作，开展专业培训和技术交流活动，培养装配式建筑领域的高素质人才。此外，企业应加大对研发的投入，鼓励技术创新，探索更高效的生产工艺和施工方法，以提升装配式建筑的整体水平。通过不断的技术迭代和创新，装配式建筑可以更好地适应市场需求，提升其在建筑行业中的地位和影响力。因此，政府政策支持、行业标准化建设以及技术人才培养与研发投入，构成了装配式建筑推广应用的三大策略，只有通过这些综合措施的实施，才能实现装配式建筑的可持续发展。

6 结语

装配式建筑作为现代建筑的重要发展方向，具有施工效率高、资源利用率高和环保等众多优势。然而，推广过程中面临的挑战如初期投资成本高、专业技术人才不足及行业标准缺乏等问题亟需解决。为此，政府应加强政策引导，提供必要的支持和激励，推动公众认知；同时，行业内应共同努力建立标准化体系，确保装配式建筑的质量和安全。此外，加强技术人才培训和研发投入将为装配式建筑的可持续发展注入新的动力。通过综合施策，装配式建筑必将在未来的建筑行业中发挥更为重要的作用，助力实现绿色建筑和可持续发展的目标。

[参考文献]

[1]牛禹潼.预制装配式建筑在北方地区乡村住宅应用可行性探究[D].青岛:青岛理工大学,2020.
[2]赵仕兴,周练,杨华明.大力发展钢结构建筑,促进装配式建筑发展——以凉山州钢结构农房为例[J].建筑技艺,2017(3):72-75.
[3]慕丽晓.装配式建筑在山西省农房建设中的应用及发展[J].山西建筑,2021,47(8):28-30.
[4]杨展丽.预制装配式建筑供应链风险评价体系构建研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(6):35-37.
[5]刘喆,罗清东.新时代我国装配式建筑劳务管理体系研究[J].项目管理技术,2024,22(3):81-86.

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

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

绿色建筑施工技术在现代建筑工程中的应用分析

范志强
新疆兵建投资有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着全球气候变化和资源日益紧张，可持续发展已成为人类社会共同面对的重大课题。在这一背景下，绿色建筑作为实现建筑业节能减排、促进生态文明建设的重要途径，正逐步成为国际建筑界的主流趋势。绿色建筑强调在建筑物的全生命周期内，最大限度地节约资源、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间。基于此，笔者结合自身经验与研究成果总结，首先对绿色建筑施工技术的特点及技术要点进行阐述，随后以某具体建筑为例分析其在节能、环保等方面的优势，旨在促进绿色建筑施工技术的可持续发展。

[关键词]绿色建筑施工技术；现代建筑工程；太阳能
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14415 中图分类号：TU9 文献标识码：A

Application Analysis of Green Building Construction Technology in Modern Construction Engineering

FAN Zhiqiang
Xinjiang Bingjian Investment Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With global climate change and increasing resource scarcity, sustainable development has become a major issue faced by human society. In this context, green buildings, as an important way to achieve energy conservation and emission reduction in the construction industry and promote ecological civilization construction, are gradually becoming the mainstream trend in the international construction industry. Green buildings emphasize maximizing resource conservation, environmental protection, and pollution reduction throughout the entire lifecycle of a building, providing people with healthy, suitable, and efficient spaces for use. Based on this, the author summarizes the characteristics and technical points of green building construction technology by combining their own experience and research results. Taking a specific building as an example, the author analyzes its advantages in energy conservation, environmental protection, and other aspects, so as to promote the sustainable development of green building construction technology.

Keywords: green building construction technology; modern architectural engineering; solar energy

引言

进入 21 世纪以来，随着科技进步和城市化进程的加速，现代建筑业蓬勃发展，建筑形式日益多样，但这一过程中也伴随着能源消耗剧增、环境污染加剧等问题，对自然生态系统构成了巨大压力。因此，如何在保证建筑质量和功能的同时，实现与环境的友好互动，成为现代建筑发展亟待解决的关键问题。笔者以某城市综合体项目为研究对象，对绿色建筑施工技术在现代建筑工程中的应用进行深度剖析，希望可以对相关人士有所帮助和启发。

1 绿色建筑施工技术概述

1.1 绿色建筑施工技术的概念

绿色建筑施工技术作为现代建筑领域的一项重要革命，是指在建筑工程施工的全过程中全面而系统性地采用一系列先进的技术手段与科学的管理方法，最大限度地节约资源、精心保护生态环境和大幅度减少环境污染，并最终为人们提供一个既健康舒适又高效适用的使用空间，实现建筑与自然的和谐共生。在具体实践上，绿色建筑施工技术不仅仅局限于建筑的建造阶段，而是贯穿了从设计规划、材料选择、施工建设到后期运营维护的整个生命周期，该技术强调在整个建筑周期中都要坚持资源高效利用和环境保护的原则，力求在每一个环节都能实现节能减排、减少对环境的影响[1]。

1.2 绿色建筑施工技术的特点

在现代建筑工程领域中，绿色建筑施工技术基于我国可持续发展战略的要求来实现对建筑行业可持续发展的支持与促进，其主要特点如表 1 所示。

表 1 绿色建筑施工技术的主要特点

节约水资源	利用雨水和可再生水等非传统水源摆脱对传统水源消耗的依赖
节约能源	利用太阳能、风能等自然能源和可再生能源减少环境污染
节约用地	严格控制施工占地面积、施工空间与规模，不破坏施工场地周边设施
节约工程材料	节约使用工程材料，分类处理建筑垃圾，充分利用可二次利用的材料
保护环境	施工过程减少对周围环境的大气污染、噪声污染和水污染

2 绿色建筑施工技术在现代建筑工程中的应用

2.1 节能技术

在绿色建筑节能施工技术中，外墙外保温及饰面干挂

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

技术基于外墙外侧所设置的保温层可以有效减少热桥的产生，其保温层与外饰面之间的空气层所形成的自然通风效果能够降低空调负荷，而外饰面则采用非粘接式的挂件固定方式，有效提升了整体安全性。同时，岩棉板和聚苯板等保温隔热板材可以与墙体结构采用一体化的方式阻隔室内外热量传递，使建筑物的隔热效果得到提升。

断桥铝合金窗口和中空玻璃能够起到抵御气流和抽湿作用，使建筑在冬季能够保证内部温度，降低空调等供暖设备在能源方面的消耗。另外，绿色屋面技术强调在屋面种植植物来形成绿色屋顶，美化环境的同时还能提供额外的保温与隔热效果，其在调节室外空气温度的同时能够帮助建筑物利用径流形成与周围生态系统融为一体的效果[2]。

在空调系统节能方面，热泵技术与新风系统的合理利用可以减少空调及其他制热、制冷设备的工作负荷，提升能源利用效果的同时实现高效节能。此外，在风力资源丰富的地区可以安装风力发电机为建筑提供部分电能，或在建筑屋顶通过太阳能电池板的安装将太阳能转化为电能或热能。

2.2 节水技术

在建筑施工这一复杂而多维的领域中，雨水收集与利用技术无疑占据了举足轻重的地位，项目团队通过在施工现场规划并设置雨水收集系统能够高效地将自然界中宝贵的雨水资源收集起来进行二次利用。所收集到的雨水在经过适当处理后可以在其他环节中被赋予更多使命，比如在混凝土养护工作中使用这些雨水为其提供必要的水分，与传统使用自来水进行养护的方式相比，雨水养护在节约水资源的同时还能有效降低施工的整体成本[3]。

此外，二次利用的雨水在冲洗车辆和施工现场降尘作业中也将发挥重要作用，施工现场由于扬尘现象较为严重，不仅需要定期进行降尘处理，还要对出入施工区域的各类车辆进行清洗，而雨水在经过一定处理后可以很好地达到这两方面的需求，使施工现场的空气质量与环境得到大幅改善，为作业人员提供一个更加健康的工作环境。同时，中水回用技术通过对生活污水进行科学处理，使其达到一定的水质标准后便可在施工现场发挥多重作用，比如在绿化灌溉方面，中水能够为植物提供充足的水分来促进植物生长；而在厕所冲洗方面，中水的使用可以在满足卫生需求的同时降低对新鲜水的消耗。

为了充分展现绿色建筑节水施工技术的实际效果与重要性，项目团队不仅仅需要在施工阶段采取节水措施，更应在建筑的使用阶段持续贯彻节水理念，包括在建筑内部安装感应式水龙头和节水型马桶等节水器具来实现对水资源利用效率的全面提升。感应式水龙头通过内置的高灵敏度传感器，能够迅速且准确地捕捉到人的手部动作，从而及时开启或关闭水流。而节水型马桶采用优化内部结构与创新设计理念，实现在保证正常使用体验的前提下，大幅度降低每次冲水的用水量，与传统马桶相比，这种类型的马桶在保证清洁效果的同时能够将水资源消耗量降至最低。可以说，这种设计不但体现出对自然资源的尊重与珍惜，也展现了人类智慧在节水技术上的不断创新与突破[4]。

2.3 节地技术

在现代建筑工程领域中，节地技术的合理使用已不再将土地资源最大化利用作为根本目标，而是致力于通过创新性的设计理念与严格的规划指导来实现对城市整体生态环境的改善及优化。具体而言，施工团队在建筑项目开展前需要对施工现场的材料存储、临时设施摆放及施工道路等区域进行精心规划与合理布局，确保每一寸土地都能得到最为合理且高效的运用，从而推动土地资源使用的持续优化与升级。

另外，地下空间潜力的深度挖掘也是节地技术的重要体现，地下停车场、地下人防商场及地下仓库等设施可以明显提升土地综合使用效率。特别是在一些大型城市综合体的规划中，地下空间的深度开发不但提升了仓储与商业运营的整体面积，更是降低地面及地上空间的承载压力。同时，现代建筑工程领域中的绿化工程也是节地技术中的创新式举措，其在建筑物种植多样化植被可以实现对城市绿色空间的有效扩展，对于净化城市空气质量、改善城市生态环境具有较为积极的作用。

2.4 节材技术

预制装配式混凝土结构建筑可以通过工厂化生产、现场组装的方式减少传统施工方式中产生的建筑垃圾，据相关数据，其垃圾减量幅度高达 40%，这意味着在项目整个生产周期中对生活环境及垃圾处理的压力具有显著减轻效果。同时，加气混凝土砌块及可再生钢材等一系列新型环保建筑材料在生产过程中对环境的影响较小，并且整体使用量也会降低约 30%。这些新型环保建材具有轻质、高强、保温隔热性能优越的特点，已经成为替代传统建筑材料的理想选择。

3 绿色建筑施工技术的应用案例分析

3.1 工程概况

某建筑综合体位于新疆某城市中心区域，旨在打造集办公、商业、住宅、娱乐及公共服务设施为一体的综合性建筑群，成为城市发展的新地标和活力源泉。项目位于城市新区的心脏地带，紧邻城市主干道与地铁站点，周边自然环境优美，紧邻城市公园，享有得天独厚的地理位置优势。项目办公区域总建筑面积约 35.6 万 m^2，高层写字楼配备先进的智能化办公系统；商业街区约 10.5 万 m^2，集购物、餐饮、娱乐、文化体验于一体，打造一站式消费体验中心。住宅区域提供约 15.7 万 m^2 的高端住宅，包括公寓、别墅等多种住宅形态，公共设施配备有幼儿园、健身房及社区中心等公共服务设施，能够满足居民的日常生活需求。项目团队秉承“绿色、智能、共享”的开发理念，旨在构建一个集高效办公、品质生活、休闲娱乐为一体的综合生

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

态系统，促进人与自然和谐共生，推动区域经济发展[5]。

3.2 主要技术

3.2.1 导光筒

导光筒作为绿色建筑施工技术中的重要体现，该照明装置可以利用特殊设计的照明罩捕获室外自然光并通过高效的导光管将其传导至室内，传导完成后光线会通过位于系统底部的漫射装置均匀散布到房间各个角落。在该城市综合体中，在商业街及周边开阔区域布设 4 组共计 16 根光导圆柱体来形成独特而有效的自然光传导系统。项目团队基于这一设计要求进行了较为详细的仿真模拟并设定以下边界条件，一层建筑高 5.6m，相邻导光管之间的距离为 4.8m，导光管直径控制在 520mm 内。

该一层建筑的总面积达到了 16454m^2。在阴天条件下，有3839平方米的区域仅凭自然光就能满足75勒克斯（lx）的照明需求，占比高达 24.5%。若按照每平方米需要 2.8 瓦的人工照明强度来计算，这一区域在一年内能够节省高达 37650kW/m² 的电力消耗，换算成电费，这一节省额相当于每年减少 4.73 万元人民币的支出。通过对经济效益的深入分析，项目团队发现导光筒照明系统在短短五年内便能收回初期投资成本，而若从长期效益来看，该系统在未来二十年的使用寿命内将能够节省高达 68%的照明成本，这一节能效益不仅体现出导光筒照明系统的经济优势，更彰显其在推动绿色建筑和可持续发展方面的重要作用。

3.2.2 可调节外遮阳

由于该城市位于我国西北地区，夏季较为炎热，无论是写字楼还是住宅区，通过窗户系统进入建筑内部的太阳辐射热量在建筑总热负荷中的占比较大，导致高层建筑玻璃幕墙会增加空调系统的整体负荷，其运行成本也会随之增加。为精确评估并优化能耗，项目团队运用先进的建筑能耗仿真软件，对建筑的各个围护结构进行详尽的能耗分析。结果显示，室外窗、屋面、外墙、地板以及室内区域的能耗占比分别为 73.07%、6.31%、10.25%、8.35%和 1.17%。

因此，安装外遮阳装置是减少夏季太阳辐射、降低外窗能耗的一种高效节能手段，该项目所采用横翼遮蔽系统在室外配置有可调节的百叶帘，可以基于室内温度变化情况通过智能感应的方式控制百叶窗的开合角度。这一创新性的遮阳设计能够高效地阻挡超过 80%的紫外辐射，并且将太阳直射的热量降低 85%以上，进而实现整体能耗降低 35%的效果。此外，该系统还能有效吸收对人体有害的各种射线，吸收率高达 78%以上，其遮光系数在 0.25～0.85 之间，可以满足不同场景下的光照需求。值得一提的是，横翼遮蔽系统不仅限于遮阳功能，还能降低室外噪音幅度超过 55%，在结构设计方面具备卓越的抗风性能，最高可以承受高达 120km/h 的风速，保证了自身在不同气候条件下的耐用性与稳定性。

3.2.3 雨水收集

项目团队在该城市综合体项目中通过雨水收集系统实现了对地面、屋顶及绿地中雨水的收集，所收集到的雨水在经过净化处理后被用于绿地灌溉与道路浇灌作业中。项目团队经过计算统计后得出项目所在区域的年平均降雨量为 1342.5m^3，年总径流量为 24765.4m^3，因此按照回收比例 90%来计算，该项目年平均回收降雨量为 22288.86m^3。根据雨水设计公式：W=ΨmqF 计算，最终得出该集雨系统的设计降雨总量为 399.96m^3，由于项目初期产水量设定为 61.78m^3，根据满足项目需求，所配置的雨水贮存设施其最小有效储水容积达到了 338.3m^3。为确保足够的蓄水和调节能力，该项目的水库被设计为具有 355m^{3}的有效容积，这一设计容量足以支撑项目连续 4 天的绿化灌溉需求以及整个道路浇灌的用水需要，确保了水资源的高效利用与管理的可持续性。

4 结语

面对现代建筑发展的新挑战，施工技术的革新成为推动行业转型升级的关键，绿色施工作为绿色建筑理念在施工阶段的具体实践，其涵盖施工策划、材料选择、现场施工、废物处理等多个环节，旨在最小化施工活动对环境的负面影响。绿色建筑施工技术的引入不但能够有效降低施工过程中的能耗和排放，还可以通过优化材料使用、提高施工效率等手段实现经济效益与环境效益的双赢，因此，施工技术向绿色化、智能化方向的发展逐渐成为行业发展的必然趋势。本文首先分析了绿色施工技术的概念及其特点，随后分别在节能、节水、节地和节材等方面对其具体应用进行阐述，最后通过具体案例的分析和总结，对其中所涉及的绿色建筑施工技术原理及效果进行明确，希望通过本文的讨论可以帮助更多业内人士意识到绿色建筑对于未来建筑及行业可持续发展的重要意义。

[参考文献]

[1]马真腾.绿色建筑施工技术在现代建筑工程中的应用分析[J].新城建科技,2024,33(9):67-69.
[2]陈旭东,周光祥.绿色建筑施工技术在建筑工程中的实践分析[J].绿色建造与智能建筑,2024(7):40-42.
[3]殷超.关于绿色建筑施工技术在住宅建筑工程中的应用[J].中国建筑装饰装修,2024(12):77-79.
[4]谢红梅.绿色建筑施工技术在建筑工程项目中的应用实践[J].住宅与房地产,2024(17):44-46.
[5]李健.绿色建筑施工技术在住宅建筑工程中的应用[J].居舍,2024(16):50-53.

作者简介：范志强（1976.6—），男，新疆工业高等专科学校，新疆兵建投资有限公司，科员，中级职称。

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

钢结构设计深化施工对结构安全性的影响

郭春锋
浙江东南网架股份有限公司，浙江 杭州 311209

[摘要]随着建筑技术的不断进步和建筑需求的日益多样化，钢结构作为一种轻质、高强度的建筑材料，在各类建筑项目中得到了广泛应用。然而，钢结构的设计、施工和使用过程中，其安全性和稳定性始终是人们关注的焦点。特别是在大型、复杂或特殊用途的钢结构工程中，设计深化施工显得尤为重要。通过深化设计，可以进一步优化结构细节，提高施工质量和效率，从而确保结构的安全性。

[关键词]钢结构；深化设计；结构安全性；影响
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14427 中图分类号：TU9 文献标识码：A

The Influence of Deepening Steel Structure Design and Construction on Structural Safety

GUO Chunfeng
Zhejiang Southeast Space Frame Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311209, China

Abstract: With the continuous advancement of building technology and the increasing diversification of building demands, steel structures, as a lightweight and high-strength building material, have been widely used in various construction projects. However, during the design, construction, and use of steel structures, their safety and stability have always been the focus of people's attention. Especially in large, complex, or special-purpose steel structure projects, deepening design and construction is particularly important. By deepening the design, structural details can be further optimized, construction quality and efficiency can be improved, which ensuring the safety of the structure.

Keywords: steel structure; deepening design; structural safety; influence

引言

钢结构设计深化施工是指在初步设计的基础上，对钢结构进行更为详细、全面的设计，并在施工过程中进行精细化的操作和管理。这一过程旨在提高钢结构的稳定性、安全性和经济性，满足建筑项目的使用要求和耐久性。

1 钢结构深化设计对结构安全性的具体影响

1.1 提高结构精度与稳定性

钢结构深化设计能够精确规划各个构件的尺寸、形状和连接方式。通过详细的三维建模和模拟分析，可以确保构件之间的连接紧密且合理，减少因连接不当而产生的应力集中。例如，在梁柱节点的深化设计中，合理确定连接板的尺寸和螺栓的布置，能够使节点在承受各种荷载时均匀受力，提高结构的整体稳定性。同时，精确的尺寸控制可以避免在施工过程中出现构件无法安装或安装后间隙过大的问题，保证结构的完整性和安全性。

1.2 优化结构受力性能

深化设计过程中，设计师可以根据实际工程情况对结构的受力体系进行优化。通过调整构件的截面形状、布置方式以及支撑结构的设置，可以使结构在承受各种荷载时更加合理地分配内力。例如，对于大跨度钢结构，通过采用合理的桁架结构形式或预应力技术，可以有效降低结构的自重，提高结构的承载能力和抗变形能力。此外，深化设计还可以考虑结构在不同工况下的受力特点，如风荷载、地震作用等，为结构提供更全面的安全保障。

1.3 增强施工可行性与质量控制

钢结构深化设计为施工提供了详细的施工图纸和技术要求，使施工过程更加规范和有序。施工人员可以根据深化设计图纸准确地进行构件加工、安装和连接，减少施工中的不确定性和错误。同时，深化设计还可以考虑施工过程中的临时支撑、吊装方案等因素，确保施工过程的安全可靠。例如，在大型钢结构的吊装过程中，通过深化设计确定合理的吊点位置和吊装顺序，可以避免构件在吊装过程中发生变形或损坏。此外，深化设计还可以为质量检验提供明确的标准和方法，便于对施工质量进行有效的控制。

2 影响钢结构设计深化施工安全性的因素

2.1 初始设计与深化设计的协调性

在钢结构设计深化施工的过程中，初始设计与深化设计之间的协调性是一个至关重要的因素。如果两者之间存在差异或矛盾，可能会导致施工过程中的安全性问题。例如，初始设计可能未充分考虑实际施工中的技术难点和细节问题，而深化设计则需要对这些问题进行详细的解决和优化。如果深化设计未能准确反映初始设计的意图和要求，或者对初始设计的修改未能得到充分的验证和认可，就可能导致施工过程中的结构安全问题。此外，初始设计与深化设计之间的信息传递也可能存在误差或遗漏，这同样会对施工安全性造成潜在威胁。

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

2.2 材料选择与性能评估的准确性

钢结构设计深化施工中的材料选择与性能评估是影响安全性的另一个关键因素。材料的质量、性能以及适用性直接关系到结构的稳定性和耐久性。如果选用的材料不符合设计要求或存在质量问题，就可能导致结构在施工过程中或使用过程中出现安全隐患。例如，钢材的强度和韧性不足可能导致结构在受力时发生破坏；材料的耐腐蚀性不足则可能导致结构在长期使用过程中受到腐蚀而降低承载能力。

2.3 施工过程中的质量控制与监管

施工过程中的质量控制与监管是影响钢结构设计深化施工安全性的最后一个重要因素。如果施工过程中的质量控制不严格或监管不到位，就可能导致结构存在安全隐患。例如，焊接质量不合格可能导致焊缝出现裂纹或断裂；螺栓连接未按照要求进行紧固可能导致连接处松动或失效。此外，施工过程中的环境因素，如温度、湿度、风力等，也可能对结构的安全性产生影响。如果未能对这些因素进行充分的考虑和控制，就可能导致结构在施工过程中受到损害或降低其承载能力。

3 提高钢结构设计深化施工安全性的措施

3.1 加强设计审核与技术交底

在钢结构设计深化阶段，组织专业审核团队进行严格审核是确保结构安全性的重要举措。对设计方案的结构合理性进行审核，能保证钢结构在各种荷载作用下稳定可靠。连接节点的可靠性审核则关乎整个结构的整体性，可靠的节点能有效传递内力，避免局部破坏。审核材料选用是否符合规范，可确保钢材等材料的质量，为结构安全提供基础保障。在力学性能和抗震性能方面满足安全要求，能使钢结构在面对不同工况时都能保持稳定。施工前的详细技术交底不可或缺。通过涵盖钢结构特点、施工难点和安全注意事项等内容，施工人员能充分理解设计意图，明确施工目标。利用三维模型和动画演示等方式，直观展示安装过程和关键节点施工方法，有助于提高施工人员的操作技能和安全意识，减少施工中的错误和风险，为钢结构的安全施工奠定坚实基础。

3.2 严格控制施工质量

施工过程中建立严格的质量控制体系对于钢结构的安全至关重要。全程监控钢结构的材料、加工和安装环节，能确保每个环节都符合质量标准。对钢材质量严格按照国家标准检验，保证其强度和韧性等性能指标达标，为结构的承载能力提供保障。在构件加工环节，控制尺寸偏差和焊接质量，可避免因加工误差导致的安装困难和结构不稳定。安装过程中确保构件的垂直度和水平度符合设计要求，以及连接节点牢固可靠，能使结构整体受力均匀。加强施工现场管理，规范施工操作，能有效防止人为因素引发的安全事故。设置专门的质量检查员，对每一道工序进行严格检查验收，及时发现并整改问题，确保施工质量达到安全标准。只有严格控制施工质量，才能保证钢结构在使用过程中的安全性和稳定性，为人们的生命财产安全提供可靠保障。

3.3 强化施工人员培训与管理

施工人员作为钢结构深化施工的一线执行者，其素质与技能对施工安全起着决定性作用。加强施工人员培训，涵盖安全知识与专业技能两方面至关重要。安全知识培训能让施工人员清晰认识到施工现场潜在的各种危险，增强自我保护意识，学会正确使用安全防护装备。专业技能培训则赋予他们先进的施工技术和方法，提升施工效率与质量。建立健全人员管理制度，明确岗位职责与工作标准，使每个人都清楚自己的任务与责任范围，确保施工有序进行。严格审查施工人员资质，保证上岗人员具备相应能力。激励机制可激发施工人员积极参与安全管理，如设立安全奖励、评选安全标兵等。

3.4 建立健全安全监测体系

在钢结构深化施工中，安全监测体系是确保结构安全稳定的关键。安装传感器和监测设备，对结构的变形、应力等进行实时监测，能第一时间掌握结构状态。制定监测方案时，要充分考虑工程特点和风险因素，确定合理的监测点和频率。监测设备的安装与调试需严格规范操作，确保数据准确可靠。数据采集与分析要及时、专业，以便在异常情况出现时迅速反应。以大跨度钢结构施工为例，监测关键节点应力变化，可及时调整施工工艺和顺序，保障结构安全。建立应急预案，对可能出现的安全事故进行预演和防范，明确各部门和人员职责，准备好应急物资和设备。提高应对突发事件的能力，能在事故发生时最大限度减少损失，确保施工安全和工程顺利进行。

3.5 优化施工工艺与流程

钢结构施工工艺的优化对于提升结构安全性至关重要。深入研究施工工艺能让我们更好地理解不同工艺的优缺点，从而为特定项目挑选出最为适宜的方法。在高空作业频繁的项目里，装配式施工技术优势明显。这种技术将大部分工作在地面完成，减少了高空作业的时间，降低了人员坠落等风险。同时，现场焊接作业的减少也降低了因焊接质量不稳定带来的安全隐患。合理规划施工流程能有效避免工序交叉干扰。比如，在钢结构安装与电气布线的安排上，提前规划好先后顺序，确保各工序有条不紊地进行。施工前的工艺试验和模拟是必不可少的环节。通过模拟实际施工情况，可以提前发现潜在问题，如构件安装困难、应力分布不合理等。一旦发现问题，及时调整工艺方案，确保施工的可行性和安全性，为钢结构的顺利施工和长期安全稳定奠定基础。

3.6 持续进行技术创新与改进

持续进行技术创新与改进是提高钢结构设计深化施

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

工安全性的关键。密切关注钢结构领域的新技术、新材料和新工艺，能为施工带来更多安全保障。鼓励企业与科研机构合作，可整合双方优势资源，共同研发更安全可靠的施工技术和产品。新型高强度钢材能提升结构的承载能力，智能监测设备可实时掌握结构状态，自动化施工设备则降低人为操作风险。这些创新成果为钢结构施工提供强大技术支持。在实践中，要及时总结施工经验教训，对成功案例进行深入分析，将其经验推广应用。对于失败案例，要认真反思问题根源，采取措施避免再次发生。通过不断总结和推广，持续提高钢结构施工的整体安全水平，推动钢结构行业的健康发展，为各类建筑工程提供更加安全、高效的钢结构解决方案。

4 钢结构深化设计与实际施工的协调

4.1 加强沟通与信息共享

在钢结构深化设计与实际施工过程中，建立有效的沟通机制和信息共享平台至关重要。设计团队和施工团队应定期进行沟通会议，及时交流设计方案的细节、施工进度以及可能出现的问题。设计人员要充分了解施工现场的实际情况，包括场地条件、施工设备的能力等，以便在深化设计中做出更合理的调整。施工人员也应积极反馈施工过程中遇到的问题，如设计不合理之处、材料供应不及时等。通过信息共享平台，可以实时上传和查看设计图纸、施工日志、质量检验报告等文件，确保双方都能掌握最新的项目信息。例如，当施工中发现某个节点的设计在实际操作中存在困难时，施工人员可以通过信息平台及时反馈给设计团队，设计人员迅速进行调整，避免延误施工进度和影响结构安全。

4.2 同步优化设计与施工方案

深化设计与实际施工应同步进行优化，以实现最佳的协调效果。在设计阶段，设计人员要充分考虑施工的可行性和便利性，尽量采用便于施工的结构形式和连接方式。同时，施工团队在施工过程中，要根据实际情况对施工方案进行优化，如调整施工顺序、改进施工工艺等，以提高施工效率和质量。例如，对于复杂的钢结构节点，设计人员可以与施工人员共同探讨，采用更加合理的连接方式，既满足结构安全要求，又便于现场施工。在施工过程中，施工团队可以根据实际进度和资源情况，合理调整施工顺序，避免不同工序之间的冲突，提高施工效率。通过同步优化设计与施工方案，可以使钢结构工程更加顺利地进行，确保结构的安全性和质量。

4.3 进行施工模拟和预拼装

进行施工模拟和预拼装对于钢结构深化设计与实际施工的协调起着关键作用。施工前借助先进计算机模拟技术，能对施工过程进行全面推演。可提前洞察诸如构件碰撞、安装顺序不合理等潜在问题，从而及时调整施工方案，避免实际施工中出现混乱和延误。预拼装同样不可或缺，它能有效检验构件加工精度与安装可行性。对于大型复杂钢结构项目，在工厂进行部分构件预拼装，可确保尺寸和连接精度达标。这样能避免施工现场安装困难，减少返工成本和时间。通过施工模拟和预拼装的双重保障，能使钢结构施工更加顺畅，提高施工效率和质量，确保结构的安全性和稳定性。从设计到施工的每一个环节都得到精心把控，为钢结构工程的成功实施奠定坚实基础，也为行业发展提供可借鉴的经验和方法。

5 结束语

钢结构设计深化施工是提高结构安全性和稳定性的重要手段。通过深化设计，可以进一步优化结构细节，提高施工质量和效率，从而确保结构在各种环境下的安全性和耐久性。随着建筑技术的不断进步和建筑需求的日益多样化，钢结构深化设计的重要性将愈发凸显。未来，我们应加强技术创新和管理，不断提升钢结构设计深化施工的水平，为建筑行业的可持续发展贡献力量。

[参考文献]

[1]高申.钢结构模块化建筑深化设计中 BIM 信息的传递与应用[J].建设科技,2024(6):69-72.
[2]张文杰.钢结构深化设计注意事项分析[J].大众标准化,2022(14):95-97.
[3]张鹏.浅谈钢结构深化设计及方案优化[J].现代物业(中旬刊),2020(5):48-49.

作者简介：郭春锋（1989.2—），男，汉族，中级工程师。

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

建筑结构设计中提高建筑安全性的对策

李宝鉴
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]在经济、科技飞速发展的时代，我国的建筑业也迎来了新的机遇，建筑企业要想在竞争激烈、形势复杂的市场环境中求得生存和发展，就要不断完善技术和管理，提升建筑质量。安全性始终是建筑工程的首要因素，而结构设计又是决定建筑安全性的重要内容。建筑结构的稳定与合理，才是建筑施工安全的根本保障。文中围绕建筑结构设计展开综述。
[关键词]建筑结构；结构设计；建筑安全；对策
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14452 中图分类号：TU318 文献标识码：A

Countermeasures for Improving Building Safety in Architectural Structure Design

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

Abstract: In the era of rapid economic and technological development, Chinese construction industry has also ushered in new opportunities. If construction enterprises want to survive and develop in the fiercely competitive and complex market environment, they must constantly improve their technology and management, and enhance the quality of construction. Safety is always the primary factor in construction projects, and structural design is an important content that determines building safety. The stability and rationality of building structures are the fundamental guarantee for construction safety. The article provides an overview of architectural structural design.
Keywords: architectural structure; structural design; building safety; countermeasures

引言

随着城市化进程的加速，建筑行业不仅需满足日益增长的居住、商业及基础设施需求，同时，建筑安全问题的关注度也在不断提升。建筑结构作为建筑物的核心组成部分，其安全性直接关系到人们的生命财产安全，从而影响着社会的稳定与发展。近年来，自然灾害频发、建筑技术的不断创新以及人们对建筑质量要求的提高，使得建筑结构设计中的安全问题愈加成为社会广泛关注的焦点。在建筑设计的实际操作中，如何科学地提高建筑结构的安全性，确保建筑在各种极端环境或使用条件下保持稳定，已成为设计师必须深刻思考的课题。本文将探讨建筑结构设计安全性提升的关键措施，分析当前设计中存在的主要问题，并结合技术创新与管理策略，提出切实可行的安全提升方案。通过这些措施的实施，能够为建筑行业提供更加安全、可靠的设计方案，进而有效保障人们的生命安全，并推动建筑行业的健康发展。

1 建筑结构设计中的安全原则

1.1 建筑结构稳定性

在建筑结构设计中，确保结构的稳定性是建筑安全的关键因素，其核心在于建筑在各类荷载及外部环境作用下能够保持平衡，避免失稳。设计过程中，必须全面考虑可能影响建筑稳定性的各类因素，例如重力荷载、风荷载、地震荷载等外部作用，从而确保结构在常规使用条件及极端工况下的稳定性。为实现这一目标，选择合适的结构体系与构件形式显得尤为重要。合理的结构布局能够确保荷载传递路径的清晰，且结构的刚度分布均匀，有效避免因局部受力不均或应力集中所引发的整体失稳。

1.2 建筑材料可靠性

在建筑结构设计中，材料的可靠性对建筑的整体安全性与耐久性起着至关重要的作用，是确保结构稳定性与抗力的基础。所选材料的可靠性要求其不仅具备足够的强度和韧性，还需具有耐腐蚀性及抗老化特性，以保证在长期使用过程中，能够在各种环境条件下保持性能，防止因材料性能衰退而影响结构安全。在设计阶段，依据建筑物的功能需求、使用环境及荷载要求，应选用符合标准的高品质材料，并进行严格的材料检验与检测，以确保其质量符合设计规范。此外，涉及抗震、防火等特殊设计时，材料的耐高温性、延展性及能量吸收能力，必须满足相关规范要求，从而确保建筑在应对突发情况时能够具备更强的安全防护能力。

1.3 建筑结构可维护性

在建筑结构设计中，确保结构的可维护性是维持建筑长期安全性与功能性的核心原则之一。可维护性要求在设计阶段，充分考虑结构在未来使用与维护中的便捷性，尤其是对关键受力构件、连接节点以及隐蔽部位的检测、维修与更换。应确保设计使得这些部位能够在不破坏整体结构的前提下，便于检查与维修，从而降低后期维护的难度与成本。此外，优先选用耐久性较强、维护需求较低的材料与构造方法，将有助于减少维护频率，延长结构的使用寿命。对于可能受环境腐蚀、荷载作用或老化影响的部件，

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

耐久性设计必须进行，并适当增设防护措施，如使用防水层与防腐蚀层，以减缓结构退化带来的安全隐患。

2 建筑结构设计中存在的问题

2.1 缺乏抗震能力

在建筑结构设计中，建筑物抗震能力的不足，成为了影响其安全性的一个重要因素，尤其是在地震频发的地区，抗震性能对保障建筑物的整体安全具有至关重要的作用。抗震能力不足的建筑物，容易在地震发生时发生结构变形、产生裂缝，甚至可能导致整体倒塌，从而对人员的生命安全和财产造成严重威胁。在许多建筑设计阶段，未能充分考虑地震荷载的影响，导致结构刚度、承载力及韧性不足，无法有效应对地震波的冲击。此外，抗震设计中，往往忽视了不同构件的动力特性差异，使得建筑在地震作用下可能发生不均匀变形，从而产生破坏性的应力集中[1]。更有甚者，一些建筑设计时未充分考虑地基的抗震性能，导致地基在地震作用下发生不均匀沉降或滑移，进一步加剧了建筑结构的失稳风险。

2.2 建筑结构设计不科学

在建筑结构设计中，建筑物安全性和稳定性不足，往往源于不科学的设计。科学合理的设计应当基于建筑物的功能需求、使用环境以及荷载类型和分布等因素进行全面分析与精确计算。然而，实际上，由于缺乏严格的分析或忽视了关键设计要素，一些项目常常导致结构设计出现不合理的情况。例如，荷载分布预测得不准确，可能导致结构整体刚度不均或承载力分布失衡，从而使得建筑在荷载作用下发生过大变形或局部受力过大。此外，设计中对材料特性的考虑不足，未能合理选择和搭配不同材料，亦可能导致构件在受力与变形方面不协调，进而影响建筑的整体稳定性。与此同时，不科学的设计常表现为设计流程中的简化与遗漏，未能全面考虑外部环境因素，如风荷载、温度变化及地基沉降等复杂作用力。这些疏忽，必然增加建筑在长期使用中的安全风险。

2.3 存在偷工减料行为

在建筑结构设计与施工过程中，建筑质量问题及安全隐患的出现，常常是由于偷工减料行为所致。偷工减料通常指施工中未按设计图纸及相关规范要求使用合格材料，或通过减少材料用量及使用低质量材料来降低成本，这直接影响到建筑的强度与耐久性。例如，使用不合格的钢筋、水泥或混凝土，可能导致构件的承载能力不足，从而使建筑在正常荷载或外部力量作用下发生裂缝、变形，甚至倒塌。为了节约成本，部分施工单位还可能减少关键受力构件中的钢筋数量，或降低钢筋等级，这种做法显著削弱了结构的稳定性与抗力，尤其在地震、强风等极端天气下，建筑易发生结构破坏。偷工减料的行为还可能体现在防水、防火等附属设施上，使用劣质材料将使建筑失去在环境变化或突发火灾等灾难面前的保护能力。

2.4 材料管理不合理

在建筑结构设计与施工过程中，材料管理不当是影响建筑质量与安全的关键因素之一。材料管理不合理通常表现为在材料采购、运输、存储及使用等环节未严格遵循规范，导致材料的性能与质量无法得到有效保障。例如，在材料采购阶段，未选择符合设计要求的合格供应商，或未对材料进行充分检验，可能会导致不符合标准的材料进入施工现场，为质量隐患埋下伏笔。运输与存储过程中，材料的特性与保存条件未得到充分考虑，某些材料可能因暴露在不适宜的环境中（如潮湿或极端温度）而出现性能下降，钢筋可能发生腐蚀，混凝土原料也可能吸湿结块。此外，材料在施工过程中的不当管理，如未按设计及工艺要求使用，或超量、不足量使用，也会直接影响建筑结构的承载力、耐久性与稳定性。

3 建筑结构设计中提高建筑安全性的措施

3.1 严格遵守国家技术规范

在建筑结构设计中，国家技术规范的遵循是确保建筑安全性的重要基础。这些规范涵盖了结构设计、材料选用、施工工艺等多个方面，为各种建筑类型、使用条件以及环境因素提供了详细的要求。工作依照这些规范进行时，设计人员能够确保建筑在承受荷载、地震、风力等外部作用时，保持足够的稳定性与安全性。统一的质量标准与科学依据由这些技术规范提供，避免了设计中的遗漏或不规范操作，从而保障了设计方案的合理性与安全性。同时，严格执行这些规范有助于统一建筑行业的设计理念与施工标准，防止了因地区差异或不同行业标准而产生的安全隐患。在建筑的规划设计阶段及后续施工管理中，国家技术规范的严格遵循能够有效减少人为失误对建筑安全性可能造成的影响，确保了建筑在使用过程中的稳固性与耐久性，进而为建筑物的长期安全提供了坚实保障。

3.2 提高建筑构件的承载力

在建筑结构设计中，提升建筑构件的承载力是确保建筑物安全性的关键措施之一。建筑在面对各种荷载时的稳定性与安全性，直接由构件承载力的大小决定，从而影响整个建筑结构的性能与使用寿命。在设计过程中，需根据建筑的功能需求、使用环境以及预期荷载进行充分分析，确保每个构件能够承受自重、使用荷载、风荷载、地震荷载等多种作用力[2]。具有较高强度及耐久性的材料的选择，并对构件的尺寸、形状及受力分布进行合理优化，能够有效增强构件的承载能力。此外，合理的结构形式与连接方式，如加强梁柱之间的连接、设置合理的支撑系统等，能帮助分担更多荷载，避免局部构件因过载而导致结构不稳定。对于建筑的特殊部位，如高层建筑的核心筒或桥梁的承载桥墩，在设计时，承载能力的提升应特别注重，确保建筑在极端情况下仍能保持足够的安全裕度。

3.3 创新设计软件

在建筑结构设计中，创新设计软件的应用已成为提升建筑安全性的重要手段之一。随着计算机技术以及工程软件的不断发展，能够模拟建筑结构在不同荷载和环境条件下行为的先进设计软件，支持设计人员进行更为精确的结构优

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

化与安全评估。通过这些创新软件，设计师得以在虚拟环境中对建筑结构进行全面模拟与测试，潜在的安全隐患能够及时发现，并对设计方案做出必要的调整。例如，现代建筑设计软件不仅能精确计算结构的承载力，还能在设计过程中综合考虑材料性能、地质条件、气候变化等因素，从而确保建筑物在实际使用中的稳定性与耐久性。此外，一些创新设计软件还具备自动生成结构细节、进行多方案对比、实时更新设计变更等功能，这些都显著提升了设计效率及准确性。

3.4 做好抗震设计

在建筑结构设计中，抗震设计被视为提高建筑安全性的关键措施，尤其对于地震频发地区更为重要。确保建筑在地震作用下保持足够稳定性，避免严重变形或倒塌的情况，是抗震设计的核心目标。有效的抗震设计需要对建筑所在区域的地震危险性进行全面评估，地震活动的特点及可能的地震烈度必须被充分了解，以此确定设计的基本要求。根据建筑的功能、规模及使用需求，设计人员应选择适当的抗震等级与设计标准，并合理布置建筑构件及加固措施，例如加强结构连接、设置抗震支撑、合理布置剪力墙等[3]。此外，抗震设计还需充分考虑建筑材料的抗震性能，选用具有较高强度与良好韧性的材料，以提升结构的能量吸收能力。对抗震效果至关重要的是合理的结构体系与连接方式，例如框架结构或框架-剪力墙结构能够有效分散和传递地震力，从而减少建筑物的震动。

3.5 提高设计人员的安全意识

在建筑结构设计中，增强设计人员的安全意识被视为确保建筑安全性的一项关键措施。作为建筑安全的第一道防线，设计人员的决策直接影响到建筑的整体安全性。提高他们的安全意识，要求设计人员深刻理解建筑安全的重要性，并意识到建筑结构在使用过程中可能会受到各种风险因素的影响，例如自然灾害、超载以及老化等因素对结构的作用。在设计过程中，扎实的专业知识不仅是设计人员所需的，责任感与敏锐的风险识别能力也应具备。严格遵守安全规范、充分考虑潜在安全隐患、避免因疏忽或追求降低成本而做出妥协，均是他们应遵循的基本原则。此外，新材料、新技术及新标准的及时了解与应用，也是设计人员应当做到的，以确保设计方案符合最新的安全要求。通过持续的自我培训与专业能力的提升，设计人员能够关注建筑安全领域的最新研究成果，确保能够在设计中有效预见并防范潜在风险。

3.6 提高建筑结构设计的合理性

在建筑结构设计中，提升设计合理性被认为是确保建筑安全性的一项关键措施。合理的设计不仅能保障建筑在各种荷载下的稳定性与安全性，还能有效优化资源配置，降低工程成本。要提高设计的合理性，设计师需要全面理解建筑的功能需求、使用条件以及环境因素，并基于这些要素进行详细分析与规划，以确保结构设计精准符合实际需求[4]。在选择结构形式及构件布置时，应避免出现过度设计或不足设计，确保每个构件的效能能够最大化，同时避免资源浪费或结构弱点的出现。此外，合理性还体现在建筑材料与施工工艺的选择上。设计人员应根据材料的性能、耐久性、经济性以及施工难度，选用最适合的方案，以实现既安全又经济的设计目标。考虑建筑的长期使用及维护需求，也是设计人员需要做出的判断，以确保设计不仅满足初期安全要求，同时还能适应未来可能的维修与加固需求。

3.7 新材料与智能材料的应用

在建筑结构设计中，提升建筑安全性的一项关键措施为采用新材料与智能材料。随着科技的快速发展，各种新型建筑材料已逐渐应用于建筑结构中，如高性能混凝土、复合材料及超高强钢材等。这些新材料不仅展现出卓越的强度、耐久性和抗腐蚀性能，而且显著增强了建筑结构的抗震、抗风等能力。此外，建筑安全性得到了更为先进的保障，得益于智能材料的应用。这类材料能够根据外部环境的变化自动调整其物理属性，形状记忆合金与压电材料便能在地震或强风等极端条件下，自动恢复或增强结构的稳定性。智能材料还具备监测建筑结构健康的能力。通过内置传感器与监测系统，实时跟踪建筑的应力、温度、位移等关键指标，这些材料能够在发现异常时，系统自动发出警报，甚至执行自我修复功能，从而提前预警潜在的安全隐患。

4 结语

在建筑结构设计中，始终确保安全性是各个设计环节的核心目标。通过严格遵循相关技术规范、提升设计人员的专业能力、合理采用新材料与智能技术，以及加强抗震及其他极端条件的设计考量，建筑的抗风险能力显著提高，从而有效保障人民生命财产的安全。然而，建筑安全并非仅限于设计阶段，它需要在施工、使用及维护过程中持续关注与监控。随着科技的不断进步与管理体制的不断完善，未来建筑结构的安全性必将得到更加有效的保障。最终，只有通过全行业的协作，才能创造出更加安全、可靠且可持续的建筑环境，为社会的繁荣与发展奠定坚实的基础。

[参考文献]

[1]李洋.探究建筑结构设计中提高建筑安全性的有效措施[J].全面腐蚀控制,2024,38(5):31-33.
[2]王宾.建筑结构设计中提高建筑安全性的对策[J].住宅与房地产,2024(5):251-253.
[3]秦志生.建筑结构设计中如何提高建筑的安全性[J].四川水泥,2022(6):142-143.
[4]刘立勋.建筑结构设计中提高建筑安全性的分析与思考[J].住宅与房地产,2021(15):111-112.

作者简介：李宝鉴（1990.1—），毕业院校：南京工业大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北建筑设计研究院有限责任公司，职务：结构工程师，职称级别：高级工程师。

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

基于 BIM 技术的建筑给排水设计与优化研究

董卫明
河北雄安元创工程设计研究院有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑信息模型(BIM)技术的诞生和不断发展，利用 BIM 技术构建三维建筑模型，使建筑给水排水设计成为三维可视化，可以极大地提高设计建筑给排水设计方案的有效性。目前在建筑业信息化转型的这个关头，BIM 技术的优势能够解决建筑给排水设计中的很多问题，对提高给排水设计和优化的施工安全及合理性有着非常重要的作用，基于此，文中就这项技术在建筑给排水设计中的优势及应用提出了相关见解，可供参考。

[关键词]BIM 技术；建筑给排水；设计优化
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14453 中图分类号：TU17 文献标识码：A

Research on Building Water Supply and Drainage Design and Optimization Based on BIM Technology

DONG Weiming
Hebei Xiong'an Yuanchuang Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the birth and continuous development of Building Information Modeling (BIM) technology, using BIM technology to construct three-dimensional building models can make building water supply and drainage design a three-dimensional visualization, which can greatly improve the effectiveness of designing building water supply and drainage design schemes. At this critical moment of informationization transformation in the construction industry, the advantages of BIM technology are more capable of solving many problems in building water supply and drainage design. It plays a very important role in improving the construction safety and rationality of water supply and drainage design and optimization. Based on this, this article puts forward relevant insights on the advantages and applications of this technology in building water supply and drainage design for reference.

Keywords: BIM technology; building water supply and drainage; design optimization

引言

在现代建筑工程中，给排水系统的设计与施工起着至关重要的作用。随着建筑规模的不断扩大与结构复杂性的提高，传统的二维设计方法逐渐无法满足日益增长的精度与效率需求。作为一种创新的数字化设计工具，建筑信息模型（BIM）技术已经成为解决建筑给排水系统设计与优化问题的关键手段。通过构建一个集成化的三维数字模型，BIM 技术能够将建筑项目的各类相关信息集中在一个平台上，从而实现设计、施工、运营等阶段的无缝对接与高效协作。在建筑给排水设计中，精确的空间布局与管道走向可以通过 BIM 技术提供，而智能化分析功能则能够对设计进行优化，减少冲突，提升施工效率，此外，有效降低资源浪费也成为可能。通过 BIM 的可视化特性，项目团队能够实时获取反馈信息，确保各个阶段的顺利推进。特别是面对给排水系统日益复杂的特点，BIM 技术弥补了传统设计方法中的种种不足，如信息孤岛、设计不一致与施工返工等问题，从而显著提升了工程质量并降低了成本。本文将分析 BIM 技术在建筑给排水设计与优化中的应用价值，重点探讨其在设计、施工及后期管理阶段所带来的优势。同时，研究还将提出适用于建筑给排水工程的 BIM 应用策略，以期为行业提供具有实践意义的经验，并推动 BIM 技术在这一领域的进一步应用与发展。

1 BIM 在建筑给排水设计中的重要作用

1.1 实现协同设计

BIM 技术在建筑给排水设计中的应用意义重大，尤其在协同设计方面展现了显著的优势。通过 BIM 模型，不同专业的设计人员能够在同一平台上实时共享与查看各自的设计方案，从而实现信息的同步传递与高效协作。例如，建筑、结构及电气等专业的设计团队，可以在统一的模型环境中开展工作，潜在的设计冲突能够及时被发现，并通过协商解决方案得以达成。通过这种协同设计模式，不仅设计周期大幅缩短，而且设计的准确性与协调性显著提高，避免了传统设计方法中因沟通不畅或信息不对称而导致的设计变更与返工问题。

1.2 提供全面的数据支持

BIM 技术在建筑给排水设计中的应用，通过提供全面的数据支持，为设计、施工及运营维护提供了强有力的保障。建筑给排水系统中的各类数据，如管道的材料、规格、长度、位置、连接方式及相关设备的型号和技术参数，都被 BIM 模型详细记录，精确地反映了设计的每一细节，从而提升了设计方案的可视化效果与精确度。在设计阶段，基于建筑的实际需求，符合标准的管道布置方案能够由

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

BIM 技术自动生成，并在设计过程中进行实时更新与调整，确保方案的完整性与准确性。与此同时，BIM 平台的数据集成性使得设计人员能够更直观地分析系统中的流量、压力等关键参数，从而有效优化水流路径，减少不必要的能量损耗，为建筑节能降耗提供了重要支持。

1.3 精确的空间分析与碰撞检测

BIM 技术在建筑给排水设计中，通过精确的空间分析与碰撞检测功能，显著提升了设计的合理性与施工的可行性。在三维空间中，设计人员借助 BIM 模型能够清晰地查看给排水管道与建筑结构或设备之间的相对位置，潜在的空间冲突能够及时发现并解决[1]。例如，给排水管道系统与结构梁、空调管道、电气线路等发生空间重叠或干扰的情况，传统的二维图纸往往难以迅速发现。然而，通过自动化碰撞检测，BIM 技术能够在设计阶段的初期准确识别并标示出冲突区域，并提醒设计人员进行调整，从而避免了施工阶段可能出现的返工。这一过程不仅有效地缩短了施工周期，还减少了不必要的材料浪费与人力成本，项目的整体效率与经济性得以显著提高。

1.4 实现智能分析和设计优化

在建筑给排水设计中，BIM 技术通过智能分析与设计优化功能，显著提高了系统设计的科学性与效率。通过 BIM 平台，设计人员能够利用智能分析工具，在项目初期对给排水系统中的水力参数、流量需求及管道压力等关键指标进行模拟与计算，从而实时评估设计方案的可行性与性能表现。这样的分析能力使得设计方案能够在早期阶段针对具体需求进行优化，从而避免了传统设计方法中单纯依赖经验判断所带来的不确定性。结合建筑物的功能需求、人员流动、空间布局等因素，BIM 技术还能够智能地推荐最优的管道布置方案与设备选择，减少管道的长度与弯曲，降低能耗与工程造价。同时，BIM 的智能优化功能支持设计人员根据项目的实际进展，快速调整设计，确保方案始终符合最新的需求与标准。

2 BIM在建筑给排水工程技术设计与优化应用中的现实问题

2.1 信息量大，很难纠正

在建筑给排水工程的技术设计与优化过程中，所包含的BIM 模型数据量极为庞大，给系统的管理与更新带来了复杂性问题。涉及到每个给排水系统的大量管道、设备、连接件等元素，这些元素不仅需在模型中准确表达其几何形状，还要包括材料属性、流量需求等详细信息。随着设计的逐步深入，模型中的数据量也在不断增加，任何小范围的改动可能都需要关联大量数据并进行模型更新。一旦发生错误，纠正过程不仅需要追溯多个设计阶段，还必须核查不同的数据源。修复这些问题，通常需要耗费大量的时间与精力。

2.2 协作同步设计的高难度性给 BIM 系统的最终达成带来困难

在建筑给排水工程的技术设计与优化过程中，BIM 系统的协作同步设计面临显著的挑战，这对项目的顺利推进构成了严峻考验。要求各专业团队在统一的平台上密切合作，实现给排水设计与建筑结构、电气、暖通等系统的高度同步，BIM 技术。然而，不同专业的设计周期、规范、技术语言及工作模式存在较大差异，使得协同设计的顺利进行成为一项复杂任务。举例来说，给排水设计可能需要频繁调整管道布置，而结构设计则注重严格的承重计算，二者的设计变更和协调需要多方配合。调整一个专业可能会引发其他专业的重新设计与调整。这样的多方面协作要求设计团队具备较高的技术水平、沟通效率及数据共享能力，但在实际操作中，团队间的进度和信息同步往往难以完全协调，从而影响设计流程。此外，BIM 模型需要实时更新，但在多专业协作的过程中，某些设计信息的同步可能出现滞后或遗漏，进而影响系统的整体性与准确性。

2.3 成本控制与信息管理挑战

在建筑给排水工程的技术设计与优化中，BIM 系统在成本控制与信息管理方面面临诸多挑战。虽然集成了大量详细数据，如设备材料、系统布置、管道规格等，为设计与施工提供了高精度支持，BIM 技术，但也使得项目的成本控制变得更加复杂。一方面，BIM 模型的构建与维护需要较大的前期投入，包括软件、硬件以及专业人员的配备，尤其在小型项目中，这可能导致预算超支。另一方面，随着项目的推进，BIM 模型中的数据量庞大且不断更新，这对信息管理提出了较高要求。在多专业协同设计中，特别是不同系统与流程之间的庞大数据需要频繁同步和校对，这进一步增加了信息管理的难度。如果信息同步出现延迟或遗漏，除了可能影响设计准确性外，后期施工变更、材料浪费等问题也可能被引发，从而增加了额外的项目成本[2]。此外，BIM 模型在施工与运营阶段仍需持续更新与应用，长期的信息管理与维护也进一步加剧了成本控制的难度。

3 BIM技术在建筑给排水工程设计与优化中的应用策略

3.1 进行安装模拟演示

在建筑给排水工程设计与优化过程中，BIM 技术通过安装模拟演示为施工阶段提供了强有力的可视化支持，确保了设计方案在施工前得到全面验证与优化。通过 BIM 模型，给排水系统的安装过程得以在三维动态展示中进行，设计人员、施工团队以及业主均能够清晰了解每个安装步骤、所需材料以及空间布置等关键细节。潜在的安装冲突，如管道与结构或设备之间可能出现的空间干扰问题，可以通过此种演示被识别出来，从而确保了设计方案的可行性，减少了因设计不合理而导致的返工风险。同时，安装模拟演示还能够精确规划安装顺序与步骤，帮助施工人员直观掌握施工流程，减少了对其他工程环节的干扰，提高了施工效率。在面对复杂交叉施工环境时，模拟演示提供了多种安装方案进行对比，协助选择最优方案，从而有效控制了项目的成本与工期。更为重要的是，作为沟通与培训工具，模拟演

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

示确保了所有相关方对项目的安装过程达成一致的认知与预期，从而减少了因信息不对称所产生的误解或失误。

3.2 对材料表进行自动统计

在建筑给排水工程设计与优化中，BIM 技术通过自动化生成材料表，显著提高了材料管理与成本控制的效率。传统的材料统计通常依赖人工计算，这种方法容易导致漏项、重复或错误，且在设计变更时，手动更新材料清单既费时又容易出错。而通过 BIM 技术，设计模型中的每个材料、组件及设备的规格、数量等信息得以精确整合，完整的材料清单被自动生成。此过程不仅消除了人工统计的误差，还增强了统计的实时性与精确性。随着设计的深入，设计变更被 BIM 系统自动识别，并实时更新材料表，从而确保设计与实际需求的匹配，避免了因材料预测不准确而引发的采购延误或过量采购问题。根据项目需求，自动统计功能还能够对不同类型的材料进行分类与整理，为采购及供应链管理提供精准数据支持，从而优化了采购计划与库存管理，降低了资金占用与仓储成本。此外，自动化材料统计功能可与成本控制系统对接，提供精准的预算依据，使得项目团队能够及时发现潜在的成本超支风险。

3.3 最终达成了可视化设计

在建筑给排水工程的设计与优化过程中，BIM 技术通过实现最终的可视化设计，极大地支持了项目的顺利实施。通过 BIM，给排水系统的设计不再局限于传统的二维图纸，而是通过三维模型直观展示了管道、设备及其相互关系，呈现出各设计元素的空间布局、功能协调及施工路径。如此高度可视化的设计方式，使得设计团队、施工人员、业主及其他相关方能够从多角度审视整个系统，清晰地理解其运作原理与设计意图[3]。此外，BIM 模型中的实时可视化功能能够迅速反映设计变更，确保调整信息及时传达给各方，从而维持设计信息的一致性与准确性。通过此过程，误解与错误发生的风险得以有效降低，同时为施工提供了明确的指导，施工过程中的不确定性也被大大减少。潜在的设计冲突，例如管道交叉或空间不足等问题，能在设计阶段被设计团队更容易识别，从而避免了在施工中因设计缺陷导致的返工与资源浪费。

3.4 协作同步设计的技术设计与优化应用

在建筑给排水工程设计与优化中，BIM 技术通过协作同步设计的应用，促进了多个专业团队之间的紧密合作，提升了设计流程的效率与技术方案的质量。传统设计方法中，各专业通常独立进行设计，导致后期协调困难，冲突容易发生，重新设计的情况也时常出现。而 BIM 技术将给排水设计与结构、电气、暖通等其他专业设计统一到同一平台，推动了多方协作。协作同步设计不仅仅是信息共享与交流，更是在一个统一的三维虚拟环境中，允许各专业实时更新、调整及优化各自的设计内容。在 BIM 系统的支持下，设计人员可在同一模型中查看并修改其他专业的设计，潜在的冲突与问题，如管道与结构之间的空间冲突或设备布局与管道走向的矛盾，能够被及时发现并在设计阶段进行调整，避免了施工阶段的重复修改与返工。协作同步设计还结合设计优化算法，支持多方案比选，基于设定的设计约束与目标，最优方案能够被自动推荐。该多专业协同与多方案比选的工作模式，不仅提升了设计效率，还增强了设计的准确性与质量。

3.5 数据交互与管理优化

在建筑给排水工程设计与优化中，BIM 技术通过优化数据交互与管理，显著提升了信息流通的效率与准确性。给排水系统的设计涉及大量复杂的工程数据，如管道规格、布局、施工工艺及设备参数等，传统的手工管理方式难以高效整合这些信息，信息孤岛与沟通不畅易导致。而 BIM 技术通过构建一个集中的数字化平台，使得所有设计、施工与后期运营的数据能够在同一环境中存储、更新及共享。该平台不仅支持各专业团队实时更新和访问数据，而且每一项数据的变化都能够被自动追踪，确保所有项目参与方始终能够获取最新、准确的信息。此外，BIM 技术还支持多种格式的数据交互，确保不同专业使用的软件与工具之间能够顺利对接，从而实现跨平台的信息流通与整合[4]。在实际应用过程中，BIM 系统能够自动生成实时更新的材料清单、施工进度表与预算报告，从而大幅减少了人工操作中的错误与重复劳动，数据处理的速度与精度得到了显著提高。

4 结语

通过对 BIM 技术在建筑给排水设计与优化中的应用进行研究，可以发现，BIM 不仅在提高设计精度与施工效率方面发挥了重要作用，还在减少资源浪费、优化施工管理及提升工程质量等方面取得了显著成效。随着 BIM 技术的不断进步，其在建筑给排水系统设计中的应用将日益成熟，推动建筑行业朝着更加智能化、信息化的方向发展。展望未来，优化建筑给排水系统设计流程、提升项目整体效益的作用将由 BIM 技术发挥得更加积极，同时为建筑行业的可持续发展提供了强有力的支持。

[参考文献]

[1]焦秀丽.基于 BIM 技术的建筑给排水设计与优化分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(30):100-102.
[2]谭小青.基于 BIM 技术的建筑给排水设计与优化[J].中国战略新兴产业,2024(8):69-71.
[3]陈岩.BIM 技术在建筑给排水设计与优化中的应用[J].工程建设与设计,2024(4):123-125.
[4]张赞.基于 BIM 的建筑给排水设计与优化研究[J].智能建筑与智慧城市,2021(1):110-111.

作者简介：董卫明（1987.5—），毕业院校：河北建筑工程学院，所学专业：给水排水工程，当前就职单位：河北雄安元创工程设计研究院有限公司，职称级别：高级工程师。

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

绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略分析

刘 鹏
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]近年来，建筑企业在我国国民经济发展中占有较为重要的位置，但是在建筑行业发展期间，还会带来很多资源短缺与环境污染问题。而绿色建筑设计理念是解决目前环境污染问题的基本策略，可通过绿色建筑设计理念的渗透，有效促进环境的可持续发展。因此，在建筑工程设计过程中，应树立正确的绿色建筑设计理念，遵循科学化的工作原则，为其后续发展夯实基础。

[关键词]绿色建筑设计理念；建筑设计；应用；策略
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14451 中图分类号：TU318 文献标识码：A

Analysis of the Application Strategy of Green Building Design Concept in Architectural Design

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

Abstract: In recent years, construction enterprises have played an important role in the development of China's national economy. However, during the development of the construction industry, there are still many resource shortages and environmental pollution problems. The concept of green building design is the fundamental strategy to solve the current environmental pollution problem, which can effectively promote sustainable development of the environment through the infiltration of green building design concepts. Therefore, in the process of architectural engineering design, it is necessary to establish the correct concept of green building design, follow the principles of scientific work, and lay a solid foundation for its subsequent development.

Keywords: green building design concept; architectural design; application; strategy

引言

全球气候变化问题的日益严峻，以及资源短缺和环境污染的加剧，使得绿色建筑作为一种可持续发展的建筑模式，逐渐成为建筑行业的重要发展方向。绿色建筑设计理念不仅聚焦于建筑的能效、环境友好性和资源节约，更体现了对人类居住环境及社会责任的深刻反思。在全球范围内，绿色建筑的设计理念已不再仅仅停留在理论阶段，越来越多的国家和地区正在积极推进这一理念的实际应用。其核心目标在于，通过优化建筑的设计、施工及运营全过程，能源消耗得以最大限度减少，资源浪费被降低，环境的负面影响得到减轻，同时建筑的舒适性与健康性得以提升。本文将从绿色建筑设计的基本作用与原则出发，结合当前建筑行业的实际情况，探讨如何有效地将绿色建筑理念融入建筑设计的实践，提出切实可行的应用策略与建议。通过深入分析绿色建筑设计理念，旨在为推动这一理念的普及及实现可持续发展目标提供理论支持与实践指导。

1 绿色建筑设计的基本作用

绿色建筑设计在现代建筑领域中扮演着至关重要的角色，其作用不仅体现在环境保护与资源节约方面，还涵盖了健康舒适性及经济效益等多个层面。在应对全球气候变化和环境污染的挑战时，绿色建筑通过优化建筑能效、减少能源消耗及碳排放，展现出了积极的影响。通过使用可再生能源、提升能源利用效率以及选择低碳材料，能源需求在建筑运行过程中得以有效减少，同时温室气体排放也被降低，推动了可持续发展目标的实现。绿色建筑设计还强调对资源的高效利用，包括水资源的节约与循环利用、环保建筑材料的选择以及建筑废弃物的回收再利用，这不仅缓解了环境负担，还能显著降低建筑的生命周期成本。与此同时，健康舒适的居住和工作环境的提供也是绿色建筑的重点，通过优化空气质量、照明设计、温湿度调控等方面，空间的宜居性得到了提升，人们的身心健康也得以有效改善。尽管绿色建筑的初期投资较高，但通过降低长期运营成本、延长建筑寿命并增强市场竞争力，经济效益被显著提高。因此，绿色建筑设计不仅是生态环境保护的有效措施，也为建筑行业的可持续发展注入了新的动力与思路。

2 绿色建筑设计的基本原则

2.1 节能设计原则

节能设计原则是绿色建筑设计中的核心内容，其主要目标是通过科学合理的设计与技术手段，尽可能减少建筑在使用过程中的能源消耗，同时提高能源使用效率。节能设计应从建筑的整体规划与布局着手，建筑的朝向、形态及外立面的设计应予以优化，以最大限度地利用自然光和自然通风，从而减少对人工照明与空调的依赖。例如，通

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

过合理布局窗户及设置遮阳设施，阳光直射得以有效控制，夏季热负荷过大的问题被避免，同时在冬季，阳光热量能充分利用，采暖需求也得以降低。围护结构的设计同样至关重要，高效的保温和隔热材料的采用，显著提高了墙体、屋顶、门窗等部位的热工性能，热量损失得以减少，空调和暖气系统的负担也随之减轻。建筑设备系统的节能设计同样不可忽视，例如高效的暖通空调系统、照明设备及电梯等设施的选用，能显著降低整体能耗。此外，合理的能源管理系统，如智能温控与照明系统，设备运行可根据实际使用需求自动调节，能源浪费得以有效避免。

2.2 环境友好原则

环境友好原则是绿色建筑设计的核心理念之一，旨在通过绿色策略的设计与施工，减少建筑对环境的负面影响，促进资源的可持续利用。其主要目标是实现建筑与自然环境的和谐共生，保护生态系统，降低能源消耗，并尽可能利用自然资源。具体而言，环境友好原则要求在建筑选址时，原生态环境的破坏应避免，现有资源的优先利用应得到重视，减少对自然景观及生物栖息地的破坏。建筑材料的选择上，提倡使用可持续、低污染、可回收或可再利用的材料，如低碳建材、再生混凝土等，从而减少建筑生命周期内的碳足迹[1]。同时，建筑的能效设计不可忽视，通过优化采光、通风及隔热等设计，能源需求得以降低。此外，太阳能、风能等可再生能源系统的采用，进一步减少了能源消耗。水资源管理同样是环境友好原则中的关键一环，通过雨水收集系统、节水设备等措施，水资源的浪费得以有效减少。

2.3 健康舒适原则

健康舒适原则在绿色建筑设计中占据重要地位，旨在创造一个促进居住者身心健康、提升生活质量的建筑环境。该原则强调，在满足基本功能需求的同时，室内空气质量、温湿度、光照等因素应得到优化，从而确保居住或工作空间的舒适性与安全性。通过合理设计通风系统、配置空气净化设备以及采用高效隔热措施，室内污染物得以有效去除，清新的空气质量得以维持，有害物质的积聚也得以减少，从而预防呼吸道及过敏性疾病的发生。此外，室内空间的布局应注重人性化，充足的自然采光应得到提供，以促进居民的精神健康，同时通过噪音控制措施减少环境噪声的干扰。绿色建筑还应优选无毒、低挥发性有害物质的建筑材料，从而最大限度地降低有害气体的释放，保障居住者的健康。在外部环境方面，健康舒适原则提倡建筑与自然景观的结合，绿化环境与室外活动空间的改善，为居住者提供了更优质的生活体验与精神愉悦。

3 绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用现状

当前，绿色建筑设计理念在建筑行业中的应用日益受到关注，并逐渐进入实践阶段。随着可持续发展理念的深入，越来越多的建筑项目开始重视资源节约、环境保护以及提升居住质量等方面。绿色建筑设计理念的核心目标是通过节能减排、优化环境条件及提升居住舒适度，推动建筑与自然环境的和谐共存。为此，许多国家和地区已制定相关政策与法规，以促进绿色建筑的发展，并已设立绿色建筑评价体系（如 LEED、BREEAM 等）来规范与指导设计、施工与运营全过程。在实际操作中，绿色建筑设计理念通过引入高效能节能材料、可再生能源技术、雨水回收系统等手段，有效降低了建筑能耗和资源浪费，同时增强了建筑的抗灾能力及环境适应性。随着绿色建筑技术的不断进步，建筑行业对环保建材、低碳排放以及健康舒适居住环境的需求也不断增加，越来越多的项目已经实现了环保、节能、健康的综合目标[2]。然而，绿色建筑理念的全面推广仍面临一些挑战，包括高初期投资、技术复杂性及市场认知度等问题。

4 绿色建筑设计理念在现阶段建筑行业的应用建议

4.1 将绿色建筑设计理念应用到实际

在将绿色建筑设计理念应用于实际项目时，关键是从建筑项目的初期阶段开始，全面融合绿色设计思想与工程规划、方案设计等各个环节。规划阶段，设计师需充分考虑资源的优化利用，场地条件、气候环境、建筑功能及使用需求等因素应被综合评估，并选择适宜的节能技术与环保材料。例如，太阳能、风能等可再生能源系统的利用，能显著降低建筑的能源消耗；同时，建筑外立面与布局的优化，有助于提高自然采光与通风效率，从而减少对空调与照明的依赖。此外，绿色建筑设计应优先选择低碳、可再生建筑材料，且对使用对环境有害的化学物质应避免，同时，建筑在整个生命周期中的资源利用效率也需考虑，确保设计、施工、运营及拆除各阶段都能最大限度地减少对环境的负面影响。值得强调的是，绿色建筑设计不仅涉及技术层面，还应关注建筑用户的健康、舒适性及居住质量。因此，室内环境控制系统，如空气质量监测与温湿度调节，也应在设计中予以重视。最终，绿色建筑设计理念的有效实施，依赖于设计团队的环保意识与专业能力，并要求与施工单位、材料供应商等各方的紧密合作，确保在实际建设过程中绿色设计目标能得以切实落实，推动建筑行业朝着可持续发展的方向发展。

4.2 加大推广绿色建筑技术力度

加大绿色建筑技术的推广力度，作为推动建筑行业可持续发展的重要举措之一，至关重要。政府可通过政策引导及激励措施，鼓励建筑行业广泛采用绿色建筑技术。这包括提供财政补贴、税收优惠等支持措施，推动绿色建筑项目的实施与技术创新。与此同时，绿色建筑标准的制定与完善，必须得到加强，以推动行业的规范化发展，确保绿色建筑技术不仅得到广泛应用，而且符合质量保障要求。此外，建筑设计、施工与运营管理等环节的从业人员，需

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

通过定期的培训与技术交流，提升对绿色建筑技术的认知与实践能力。在推广绿色建筑技术过程中，信息技术的应用，具有至关重要的作用。例如，建筑信息模型（BIM）技术的利用，能够精确进行建筑能效分析与绿色设计方案的优化，同时帮助项目管理团队更好地控制资源消耗，减少建筑生命周期的碳排放。绿色建筑技术的应用，不仅限于节能、节水与环保材料的使用，还包括先进的智能化建筑系统，如智能空调调节系统、智能照明及空气质量监测系统等[3]。这些技术不仅能有效提升建筑的舒适性与运营效率，还能进一步增强绿色建筑的市场竞争力。此外，建筑行业应加强与科技创新机构、材料供应商及能源公司等的合作，推动绿色建筑技术的研发与产业化，促进绿色技术的普及与应用，从而凝聚合力，推动绿色建筑发展，助力行业向绿色、低碳、可持续方向转型。

4.3 完善绿色建筑设计的综合指标

完善绿色建筑设计的综合指标，作为确保绿色建筑理念有效落实的关键步骤，不容忽视。这些指标不仅应涵盖建筑的能效、节水、材料使用等方面，还应综合考虑建筑的环境影响、居住舒适性、健康性以及建筑生命周期的整体表现。为了确保绿色建筑的全面性，必须建立一套科学、系统的评估标准，这些标准应覆盖从设计、施工到运营、维护的所有阶段。综合指标的核心，应聚焦能效与资源利用效率，包括建筑的能源消耗、可再生能源的应用以及绿色建材的使用等。建筑的环境友好性，在评价体系中也占据不可或缺的地位，需考虑建筑与周围环境的协调性、对生态系统的影响及使用过程中产生的碳排放等因素。健康舒适性的评估，应涉及室内空气质量、自然采光、噪音控制与温湿度调节等，这些因素直接影响居住者的舒适感与健康水平。此外，综合指标的评估，应加强对建筑生命周期的监控，既要考量建造期间的资源消耗与环境影响，也要关注运营阶段的能效与可持续性。借助技术创新与数据化手段，如智能建筑管理系统及建筑信息模型（BIM）等，建筑综合指标的实时监控与优化得以实现，确保建筑性能得到动态管理与持续改进。

4.4 改进建筑生产工艺

改进建筑生产工艺，被认为是推动绿色建筑设计理念落实的关键途径之一。优化建筑生产工艺，不仅能显著提高资源的利用效率，还能有效减少环境污染和施工过程中的能源消耗。当前，传统的施工方法常常导致资源浪费、施工周期过长、材料利用率低等问题，这些问题与绿色建筑设计的可持续发展目标之间存在着一定的差距。为此，建筑生产工艺的改进，应从引入高效、低能耗的施工技术入手，如预制装配式建筑、模块化建筑等，这些技术能够减少现场施工时的材料浪费，提升施工速度与精度，同时降低对环境的负面影响。另外，绿色建筑设计的顺利实施，还依赖于智能化与信息化的生产工艺支持。例如，通过BIM（建筑信息模型）技术进行数字化设计与施工管理，潜在问题在设计阶段便可提前识别，避免重复建设与资源浪费，同时精确控制施工过程中的材料使用，减少误差与损耗。建筑工艺的改进，还应包括提高能源利用效率，使用高效节能设备，并推动施工人员采用更加环保的施工方法与材料，从而进一步减少对环境的影响。

4.5 优化建筑材料的使用

优化建筑材料的使用，被视为实现绿色建筑设计理念的核心举措之一。建筑材料的选择，直接影响着建筑的能效、环境影响及其使用寿命。在优化材料使用时，不仅应关注其环保性，还需综合评估其能效、耐久性及资源的可持续性。采用可再生、可回收的建筑材料，如竹材、再生木材与环保水泥，不仅有助于减少自然资源的消耗，同时也能有效降低施工过程中对环境的负面影响。此外，建筑材料的生命周期评估同样至关重要，优先选择那些生产过程能耗低、运输距离短且使用过程中能减少能耗的材料应成为首要考虑因素[4]。在优化材料使用时，功能性与性能的考虑也不容忽视，如选用具备优良隔热和隔音效果的材料，以降低建筑能耗并提高室内舒适度。同时，合理利用当地可得的建筑材料，不仅能减少运输成本，还能降低能耗与碳排放，进一步推动绿色建筑目标的实现。

4.6 配套系统的应用设计

在绿色建筑中，配套系统的应用设计，发挥着至关重要的作用，是实现节能环保和提升建筑舒适性的关键环节。合理的配套系统设计与优化，不仅能显著提高建筑的整体能效，还能有效减少运营成本，降低对环境的负面影响。常见的绿色建筑配套系统，包括智能化的空调、照明、供水、供电等系统，这些系统通过高效智能的控制技术，实现能源的精准调节和优化使用。例如，智能空调系统，能够根据室内外温湿度的变化，自动调节温度，从而避免能源浪费；照明系统，则采用高效的 LED 灯具，并结合感应器及光感调节技术，按需提供照明，有效降低电力消耗。除了这些基本系统外，雨水收集与再利用系统、太阳能热水系统等设施，也在绿色建筑中得到广泛应用，不仅增强了建筑的自给自足能力，还减少了对外部资源的依赖。这些系统的有效整合，成为实现绿色建筑目标的关键组成部分。

5 结语

绿色建筑设计理念的持续发展与深化，使其在建筑行业中的应用逐渐成为推动可持续发展的重要途径。通过深入理解并贯彻绿色建筑设计原则，不仅能够显著提升建筑的能源效率，减少环境污染，还能改善人们的居住与工作环境，促进社会、经济与环境的协调共生。然而，要实现绿色建筑的普及应用，仍需要进一步推动技术创新、政策支持以及行业间的协作，绿色建筑标准的完善与落地实施，亦需得到更多关注。随着绿色建筑设计理念的不断创新与

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

实践经验的积累，未来建筑行业有望迎来更加绿色、智能、可持续的发展模式。广泛推广绿色建筑设计理念，作为建筑行业发展的必然趋势，不仅是一个阶段性目标，也是在实现全球可持续发展目标过程中不可或缺的关键举措。

[参考文献]

[1]王知亮.绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略[J].城市建设理论研究(电子版),2024(29):83-85.
[2]赵鹏.绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用及标准分析[J].大众标准化,2024(19):119-121.
[3]邓焯予.绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用分析[J].房地产世界,2022(12):21-23.
[4]陈立东.对绿色建筑设计理念在建筑设计中应用策略的探讨[J].城市建筑,2019,16(29):149-150.

作者简介：刘鹏(1983.12—)，毕业院校：河北工程大学，所学专业：结构工程，当前就职单位：河北建筑设计研究院有限责任公司，职称级别：高级工程师。

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

建筑结构工程钢筋混凝土结构加固设计研究

王 志
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]我国建筑业经历了数十年的发展，建筑市场需求的逐渐饱和，随着人们生产、生活的需求，对原有建筑的改建或扩建将日益增多。其中钢筋混凝土结构加固将会越来越多，其对于建筑使用性能的改善以及建筑安全稳定性的提高而言有着十分重要的现实意义。文中阐述了建筑工程中钢筋混凝土结构加固设计优化的重要意义，并根据存在的不足之处提出具体策略。
[关键词]建筑结构；钢筋混凝土；结构加固；加固设计
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14450 中图分类号：TU746.3 文献标识码：A

Research on Reinforcement Design of Reinforced Concrete Structures in Building Structural Engineering

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

Abstract: Chinese construction industry has experienced decades of development, and the demand in the construction market has gradually become saturated. With the increasing production and living needs of people, the renovation or expansion of existing buildings will continue to increase. Among them, the reinforcement of reinforced concrete structures will become increasingly common, which has significant practical significance for improving the performance of building use and enhancing building safety and stability. The article elaborates on the important significance of optimizing the reinforcement design of reinforced concrete structures in construction engineering, and proposes specific strategies based on the existing shortcomings.
Keywords: building structure; reinforced concrete; structural reinforcement; reinforcement design

引言

随着现代建筑工程的快速发展，钢筋混凝土结构凭借其卓越的强度、耐久性以及较低的维护成本，已广泛应用于各类建筑项目。然而，随着时间的推移，长期荷载、环境因素及施工质量问题可能导致钢筋混凝土结构出现不同程度的损伤。结构的承载能力不仅受到这些损伤的影响，使用功能也可能受到限制，甚至可能引发安全隐患。因此，对现有钢筋混凝土结构进行加固设计，已成为建筑领域的关键任务。通过加固设计，不仅能够有效延长建筑物的使用寿命，还能提升其承载能力、改善抗震性能，满足新的使用需求。随着科技的进步，许多传统的加固方法已被新型技术逐步取代，如粘贴钢板法、植筋技术及加大截面法等。这些现代化加固技术在有效解决局部损伤问题的同时，也大幅提升了结构的整体性能。然而，实际应用中仍面临一些挑战，如加固方法选择不当以及施工质量控制不到位等问题。因此，研究钢筋混凝土结构加固设计的技术方法，探索其面临的问题，具有重要的理论价值与实践意义。本研究将分析加固设计中存在的相关问题，并提出合理的解决方案，旨在推动加固技术的创新与发展，进一步增强建筑结构的安全性与耐久性。

1 建筑结构工程钢筋混凝土结构加固设计的重要意义

1.1 延长使用寿命

在建筑结构工程中，钢筋混凝土结构的使用寿命被视为衡量其长期稳定性与安全性的重要指标。随着时间的流逝，自然环境的侵蚀、结构负荷的增加以及材料的老化等各种因素，都会对结构性能产生不利影响，导致其逐渐衰退。为此，钢筋混凝土结构加固设计的实施变得尤为必要。通过这些加固措施，结构的承载能力得以有效增强，同时裂缝、腐蚀、沉降等问题引起的性能退化被显著减缓。特别是在一些老化建筑或原本承载力不足的结构中，及时进行加固不仅有助于延缓结构老化过程，还能确保其在未来使用过程中维持足够的安全性与可靠性。

1.2 增强结构稳定性和承载能力

提升钢筋混凝土结构的稳定性与承载能力，成为建筑结构加固设计的关键目标之一。随着建筑物使用年限的增加，结构的承载能力常受到多种因素的影响，如超载、自然灾害、结构老化或设计缺陷等，这些因素可能导致结构稳定性下降或承载能力不足。通过加固设计，结构的承载能力得以有效增强，同时新的使用要求或更大的外部荷载也能得以承受，从而确保建筑物在长期使用过程中始终保持安全稳定的运行。例如，当原有结构承载力不足时，可以通过增大截面、增加预应力或粘贴钢板等手段对其进行加固，以提高结构的强度与刚度。

1.3 改善结构的抗震性能

改善钢筋混凝土结构的抗震性能，在建筑结构加固设计中占据着至关重要的位置。随着地震多发区域建筑数量

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

的增加，许多老旧建筑在遭遇强震时可能面临破坏或倒塌的风险，尤其是那些建成多年、抗震能力较弱的结构，它们的抗震性能往往无法满足当前的标准要求。为了保障公众安全、减少震后损失，针对这些建筑进行抗震加固，显得尤为必要。通过加固设计，建筑物的刚度与承载力得以显著提高，结构的震动幅度与变形得到有效减小，从而增强建筑物在地震中的抗震能力。

1.4 提高结构的功能性和适应性

在建筑结构加固设计中，提高钢筋混凝土结构的功能性与适应性，成为一项关键任务，特别是在城市化进程加快及建筑用途频繁变动的背景下。随着社会需求的不断变化及技术进步，许多建筑在使用过程中，可能需要满足新的功能需求，例如增加承载能力、调整空间布局或提升舒适度及安全性[1]。传统的结构设计通常局限于最初的规划，难以应对后期不断变化的使用要求。通过对钢筋混凝土结构进行加固，不仅能够增强建筑的适应性，而且能够使其更好地适应新的功能需求及环境变化。

2 钢筋混凝土结构建筑加固设计的基本原则

钢筋混凝土结构加固设计的基本原则涵盖安全性、经济性与可持续性。安全性，作为加固设计的核心要求，必须确保加固方案能够在正常使用及极限荷载下，保障结构具备足够的稳定性与承载能力，从而避免结构失稳或破坏。经济性亦应被考虑，即在满足技术需求的前提下，合理控制成本，避免采用不必要的高成本材料或进行过度加固。在设计过程中，还应考虑施工的便捷性，选择实施简单且对现有结构干扰最小的方案。可持续性，作为设计中的重要因素，也不容忽视，应选择环保且长期稳定的材料与技术，减少对环境的负面影响。此外，设计应充分考虑原有结构的特点与建筑的使用需求，确保加固措施的兼容性与适应性，从而保障其长期有效性。最后，设计方案应具备灵活性，以便根据实际施工条件进行调整，从而最大化加固效果。

3 钢筋混凝土结构加固设计中存在的问题

3.1 结构评估不准确

在钢筋混凝土结构加固设计中，准确的结构评估至关重要，但这一过程常常面临诸多挑战。结构评估的主要目标是科学分析建筑物的安全性、稳定性与承载能力，从而判断加固的必要性，并确定合适的加固方案。然而，在实际评估过程中，由于多种因素的影响，评估结果常常未能达到预期。一些老旧建筑缺乏完整的设计图纸与历史维护记录，评估人员只能依赖有限的现场检查数据进行推测，导致评估无法全面反映结构的真实状况。此外，常规评估方法与设备对于某些结构的疲劳损伤与潜在缺陷的检测效果有限，从而影响了评估的准确性。

3.2 加固设计方法选择不恰当

在钢筋混凝土结构加固设计中，常见的问题之一是加固设计方法的选择不当，这直接影响到加固效果以及建筑物的安全性。由于每个结构的实际情况各异，所采取的加固方式应当根据具体需求进行针对性选择。然而，由于对建筑物原有结构了解不足、设计评估不全面或缺乏技术支持，错误的加固方法常常被选择。例如，一些设计人员可能仅依赖经验来确定加固方案，而忽视了对建筑物的深入分析，导致加固措施未能完全满足结构的实际需求[2]。另外，某些建筑物因其特殊功能或环境条件，可能需要量身定制的加固方案，但设计人员往往过于依赖传统的加固方法，未能考虑新型材料或先进技术的应用。

3.3 施工质量控制不严格

在钢筋混凝土结构加固设计中，施工质量控制不严是一个突出问题，直接影响加固效果及结构的安全性。加固施工通常涉及多种材料和复杂工艺，若质量控制不到位，预期的加固效果将难以实现。例如，混凝土浇筑不均匀、钢筋位置偏移、预应力筋张拉不足或粘贴钢板不牢固等问题，都会导致结构加固失去稳定性，无法有效提升原有结构的承载力与抗震性能。施工质量控制不严格的原因，可能是由于施工人员技术水平不足、施工环境不符合要求，或使用的材料质量不合格等因素所致。在施工过程中，若未严格遵循操作规范及标准，往往会导致加固效果大打折扣，甚至出现加固后结构安全性下降的情况。

3.4 监测和评估缺乏及时性

在钢筋混凝土结构加固设计中，监测与评估的及时性缺失是一个关键问题，往往导致加固效果无法得到即时反馈，从而影响后续决策与调整。加固工程通常是一个持续且长时间的过程，在加固后，结构可能因外部环境变化、荷载增加或施工质量问题，导致加固效果逐渐减弱。因此，实施及时的监测与评估，对于确保结构加固后的长期安全至关重要。然而，许多项目在加固后，常常缺乏有效的监测系统或评估机制，监测工作未能按计划周期进行，评估结果也未能及时传递给相关部门。未能及时发现与处理问题，常常会导致潜在隐患得不到修复，甚至引发更严重的损害或安全事故。

4 建筑结构工程钢筋混凝土结构加固设计方法探究

4.1 受力体改变加固法

受力体改变加固法是一种通过调整原结构的受力方式或加载路径来提升结构承载能力的加固技术。该方法尤其适用于原结构存在不合理的受力分布或荷载过于集中的情况。通过重新设计或增设辅助受力构件，荷载的重新分配能够增强结构的稳定性与承载能力。例如，新的支撑点增设、支撑条件调整或在结构薄弱部位添加受力元件，均可优化应力分布。在梁柱节点的设计中，支撑方式的增加或重新配置，使得受力更加均匀，避免了局部区域的过载。通过添加新的支撑体或加固元件，受力不均衡的状态得以转变为更为合理的分布，从而有效提升结构的整体强度与稳定性。

4.2 加大截面法

加大截面法是一种通过增大钢筋混凝土结构截面尺寸来提高其承载能力及抗弯、抗剪等性能的加固技术。适用于原有结构截面不足以满足当前或未来荷载要求的情况，尤其有效。通过在原结构上增设混凝土层或附加钢筋，

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

构件的强度与刚度得以显著增强，从而提升整体承载能力与稳定性。该方法不仅能增强构件的抗弯、抗剪性能，还能显著改善抗震能力，尤其在承受较大荷载时，效果更加明显。施工过程中，通常会对原结构外形进行加固，增大截面尺寸以增强其承载能力。钢筋数量的增加及优化配置，有助于提高结构的延性与抗震性，进而有效避免脆性破坏的发生[3]。该方法的优势在于施工较为简便，且能直接提升结构性能，特别适用于承载超标、使用年限较长或功能提升需求较大的建筑。采用该加固方法时，特别需要关注原结构承载能力与加固后构件的协调性，确保加固后的整体结构系统能够有效协同工作。

4.3 预应力加固

预应力加固是一种通过施加外部预应力来提升钢筋混凝土结构承载能力与抗裂性能的加固技术。通过在结构中引入预应力钢筋或钢缆，施加的预应力能够有效抵消部分内部应力，从而增强结构的抗弯、抗剪能力及延性。其核心原理在于将外部施加的应力与结构自有的受力状态相结合，优化受力分布，减少变形与裂缝，从而提高结构的耐久性与整体稳定性。这种方法特别适用于承载能力不足或需提升使用功能的现有结构，尤其在增强抗震与抗疲劳性能的工程中，得到了广泛应用。在实施过程中，通常选用预应力钢筋或钢缆等材料，其张拉力能够显著提升结构的刚度与稳定性。与传统加固方式相比，预应力加固具有较小的截面增量，能有效减轻结构的负担，尤其适用于空间有限或不便对原结构进行大幅度改动的情况。

4.4 植筋技术

植筋技术是一种通过在现有钢筋混凝土结构中钻孔，植入钢筋或螺栓，以增强结构承载能力和连接强度的加固方法。常用于提升结构的剪切、拉伸或抗弯能力，亦可在结构改造过程中增加新的支撑点，以满足新的荷载要求。该技术的基本原理为，使用专用设备在原结构上钻孔，并插入高强度钢筋或螺栓，随后使用高强度粘结剂（如环氧树脂或水泥基灌浆材料）将钢筋与混凝土牢固结合。通过这一过程，钢筋与混凝土共同形成一个整体，植入钢筋作为加固的一部分，增强了结构的承载能力。植筋技术具有施工简便、灵活的特点，能够在不对原有结构做大规模改动的前提下，有效提升结构性能，尤其适用于受力不均或需要局部加固的情况[4]。该技术已广泛应用于桥梁、楼板、柱子等结构的加固。在设计加固方案时，应全面考虑植筋的数量、长度、孔位及深度等因素，以确保加固效果的理想实现。

4.5 粘贴钢板法

粘贴钢板法是一种广泛应用于钢筋混凝土结构加固的技术，主要通过将高强度钢板粘贴在结构表面，提升其承载力、抗弯能力以及抗剪性能。该方法的核心原理在于，钢板具备优异的力学性能，能够与原有混凝土结构协同工作，从而增强整体的刚度与承载能力。在施工过程中，通常需要经历多个步骤，包括表面处理、钢板剪裁、粘接剂涂布及钢板固定。首先，必须对结构表面进行清理，去除杂物、松散混凝土及油污等，以确保钢板能够牢固地附着在混凝土上。接下来，钢板根据设计要求进行剪裁，调整至适当的尺寸，并在钢板及结构表面涂布粘接剂。常用的粘接剂为高强度环氧树脂或其他专用材料，确保良好的附着效果。最后，钢板被精确粘贴在结构表面，并通过机械压紧或其他固定方式，使钢板稳固附着，充分发挥其增强承载能力的作用。由于该方法施工速度较快且经济性较强，特别适合对梁、柱、楼板等部位的加固，且无需大规模拆除原结构，施工对周围环境的干扰较小，因此非常适合在结构使用过程中进行加固改造。

4.6 置换混凝土加固方法

置换混凝土加固方法是一种通过替换部分或全部原有混凝土，提升结构承载力与耐久性的加固技术。此方法主要用于混凝土结构因老化、损坏或使用条件改变而导致的强度不足或耐久性降低。实施时，通常需在原有结构中进行开挖或钻孔，去除老化、损伤或质量不合格的混凝土部分，然后用性能更优、强度更高的新型混凝土进行填充和替换。置换混凝土的选材依据加固部位的具体需求和条件，通常选择高强度或特殊配比的混凝土，确保新材料能够达到或超过原设计强度与使用要求。此方法的优势在于，结构承载能力能有效恢复，尤其是对于原混凝土受损严重的情况，通过局部替换与加固，避免了整体拆除的需求，从而减少了对结构使用功能的影响。此外，结构的耐久性得到提高，抗渗性与抗冻性也得到了改善，从而延长了建筑的使用寿命。

5 结语

本研究深入分析了钢筋混凝土结构加固设计中的关键问题，探讨了其在提升结构性能、延长使用寿命及增强抗震能力等方面的重要作用。通过对多种加固设计方法的比较与研究，揭示了当前加固设计中存在的主要问题，包括评估不准确、加固方法选择不当以及施工质量控制不足等。尽管面临这些挑战，随着工程技术的不断进步与设计理念的创新，钢筋混凝土结构加固设计在实际应用中已取得了越来越显著的效果。展望未来，随着新材料和新技术的持续发展，钢筋混凝土结构加固设计将在精细化和科学化方向上不断迈进，从而为建筑行业的可持续发展与结构安全提供更加坚实的保障。

[参考文献]

[1]叶云刚.钢筋混凝土建筑结构加固改造技术在工程中的运用[J].建材发展导向,2024,22(20):58-60.
[2]刘源.建筑工程中钢筋混凝土结构加固设计策略[J].建材发展导向,2024,22(13):73-76.
[3]申鹏.建筑结构工程钢筋混凝土结构加固设计研究[J].居舍,2023(19):78-80.
[4]姚皋.建筑混凝土结构工程的加固设计策略探析[J].低碳世界,2020,10(8):132-133.

作者简介：王志（1985.9—），毕业院校：河北工程大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北建筑设计研究院有限责任公司，职称级别：高级工程师。

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

建设工程结构设计中的安全性及经济性分析

陈顺利
河北博业建设工程质量检测有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]在建设工程中，结构设计的安全性与经济性密切相关，二者相辅相成。建筑物的稳定性和安全，通过设计得到保障，而经济性则强调在确保安全的基础上通过优化资源配置来降低成本。随着新材料与新技术的不断引入，设计师获得了更多提高设计效率的工具和方法，但在复杂的项目环境中实现安全性与经济性的平衡，仍面临较大的挑战。随着项目规模的扩大和涉及利益方的增多，跨部门协作与资源整合愈加变得重要，只有通过高效的团队合作，设计方案的可行性与执行力才能得到保证，从而在保障安全的同时经济目标得以实现。提升结构设计的安全性与经济性，已成为推动建设项目顺利完成的关键因素。
[关键词]建设工程；结构设计；安全性；经济性
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14422 中图分类号：TU318 文献标识码：A

Safety and Economic Analysis in Structural Design of Construction Projects

CHEN Shunli
Hebei Boye Construction Engineering Quality Inspection Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050000

Abstract: In construction projects, the safety and economy of structural design are closely related, and the two complement each other. The stability and safety of buildings are guaranteed through design, while economics emphasizes reducing costs by optimizing resource allocation while ensuring safety. With the continuous introduction of new materials and technologies, designers have gained more tools and methods to improve design efficiency. However, achieving a balance between safety and economy in complex project environments still faces significant challenges. With the expansion of project scale and the increase of stakeholders involved, cross departmental collaboration and resource integration have become increasingly important. Only through efficient team cooperation can the feasibility and execution of design schemes be guaranteed, thereby achieving economic goals while ensuring safety. Improving the safety and economy of structural design has become a key factor in promoting the smooth completion of construction projects.
Keywords: construction projects; structural design; safety; economic

引言

随着城市化进程的加速与基础设施建设的持续扩展，建设工程中的安全性与经济性问题逐渐成为设计中的关键。如何在确保结构安全的前提下，实现成本控制与资源的最优配置，已成为行业亟待解决的核心问题。严格的安全标准需要在结构设计中得到满足，同时，经济效益的提升也应成为设计的重要目标，以推动项目的可持续发展。随着技术的不断进步及设计理念的更新，如何有效平衡安全性与经济性，提升设计质量与整体项目效益，已成为建筑行业亟需深入探讨的重要课题。

1 建设工程结构设计中的安全性分析

1.1 安全性设计的基本要求

在建设工程结构设计中，安全性是保障工程长期稳定运行的基础。结构设计必须严格遵循国家及行业的相关标准与规范，确保能够承受使用过程中可能遇到的各种荷载及作用。荷载通常分为恒载、活载、风荷载、雪荷载及地震作用等。恒载指的是建筑物自身的重量以及长期存在的负荷；活载则是指在使用过程中发生变化的荷载，如人员、家具等可变负荷；风荷载和雪荷载与外部环境密切相关，尤其在极端天气条件下，风力与积雪可能对结构造成显著影响。地震作用要求结构具备足够的抗震能力，以应对可能发生的地震风险。因此，确保结构在这些复杂荷载作用下保持安全，避免任何形式的失效是设计的首要任务。在结构设计过程中，设计人员能够在材料强度、构造细节及施工质量等方面预留充足的安全保障。根据项目的功能需求、使用周期及潜在风险，实施分级安全设计显得尤为重要。对于关键设施或承载能力要求较高的结构，冗余设计尤为关键，以避免因单一故障导致整个系统的失效。随着技术的不断进步，新型材料与智能化设计工具的广泛应用，使结构设计的安全性得以更加精准地评估。技术的发展使计算过程更加精确，能够更好地反映实际工况从而优化设计方案，提升结构在实际使用中的稳定性与可靠性。例如，现代计算机仿真技术的引入，使设计人员能够在多种实际工况下对结构进行模拟，从而更加准确地评估安全性，进一步优化设计方案，确保结构在不同使用条件下的稳定性与可靠性。

1.2 影响结构安全性的因素

结构安全性是由多个因素共同作用的结果，涵盖了设计、材料选择、施工工艺及使用维护等各个方面。设计阶段的决策将直接影响结构能否应对实际使用中的荷载变

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

化与环境条件,一旦设计存在缺陷，如安全系数设定不合理、荷载假设不准确或冗余设计不足等问题，结构的安全性便可能面临威胁。结构材料的强度、耐久性与延性等特性决定了其在荷载作用下的表现及长期使用中的可靠性。例如,钢材的抗拉强度与混凝土的抗压能力直接影响结构的承载能力,而材料的延性与韧性决定了在极端荷载作用下的变形能力。除此之外，材料在长期使用过程中可能出现的老化、腐蚀或疲劳等问题，必须被纳入设计考虑,否则随着时间推移结构的安全性会逐渐下降。即便设计合理,若施工过程存在偷工减料、工艺不规范或质量控制不到位等问题，最终仍会影响结构的整体安全性。例如，混凝土浇筑不均匀、钢筋位置偏差，甚至施工环境中的温湿度变化，都可能对结构性能产生不良影响。建筑所处的地理环境、气候条件及可能遭遇的自然灾害（如地震、洪水、强风等）将对结构的长期稳定性产生直接影响,在地质或气候条件较为复杂的区域,设计时应充分考虑这些外部因素,并根据实际情况适当加强，以应对潜在的环境风险。使用过程中的定期维护与管理同样是确保结构安全的一个重要环节,若在长期使用过程中未进行及时检查与维护，结构可能因磨损、腐蚀或疲劳而存在隐患。因此，设计阶段应充分预留检修空间，并采用便于维护，以保障结构的正常使用状态，从而延长结构的使用寿命，确保其长期的安全性。

1.3 提升结构安全性的设计策略

提升结构安全性需在设计的各个环节中严格把控质量与可靠性。合理的计算假定和荷载确定是设计中的关键基础，设计人员应根据结构的使用功能、所处环境以及可能遇到的偶然荷载，科学选择安全系数，避免过度设计或设计不足。对于关键部位或高风险的工程，应增加适当的安全冗余，确保结构在极端条件下仍能保持稳定性。优质的建筑材料是保障结构安全的前提，而材料在生产、运输及存储过程中的质量必须严格控制,确保符合设计规范要求。尤其在高腐蚀或特殊气候条件下的工程中，材料的耐久性应得到充分考虑,在此情况下合适的防腐、防潮等材料的选用是必不可少的，以延长结构的使用寿命。施工单位必须严格按照设计图纸及相关规范执行,确保每个环节、每个细节都达到标准要求,施工精度的把控尤为重要，特别是在钢筋绑扎、混凝土浇筑等关键工艺中，任何疏忽都可能导致结构缺陷。现代技术的引入显著提高了设计精度与安全性,借助 BIM（建筑信息模型）技术，设计团队能够对结构进行详细的可视化建模，并与有限元分析结合，模拟不同荷载、温度等条件下的结构表现，提前发现潜在问题并优化设计方案，从而有效减少安全隐患,智能化监控系统的应用使结构健康状态可以实时监测,及时识别问题并采取相应的应对措施，进一步提升结构的安全性。

2 建设工程结构设计中的经济性分析

2.1 经济性设计的基本原则

经济性设计的核心目标在于通过合理配置资源,在确保功能与安全性得到满足的前提下尽可能地降低工程成本。从项目初期开始,设计人员应全面进行成本效益分析,涵盖材料选择、结构形式及施工工艺的每一个环节。在保证结构的安全性、使用寿命及性能的基础上，合适的材料与构件应被选择，避免过度设计或使用过于昂贵的材料。提升经济性的一项关键策略是适度简化设计方案,在不影响结构安全性与功能性的前提下,应尽量减少设计的复杂性，选择标准化、模块化构件，以提高施工效率并有效控制成本。标准化设计不仅有助于减少材料浪费还能缩短施工周期，从而进一步降低人工与管理成本。经济性设计不仅仅着眼于项目初期的建设成本,还应综合考虑长期的运营与维护费用。例如，选择耐用且易于维护的材料，不仅能够减少后期维修支出，也将提升整体经济效益。技术创新的合理应用为经济性设计开辟了新的机遇,采用 BIM 技术、绿色建筑设计等先进技术和理念,不仅提升了设计精度,还通过优化施工流程和提高能源效率,显著降低了整体成本,这类创新设计不仅节省了资金，还确保了工程质量。

2.2 影响结构经济性的因素

结构经济性受到多种因素的影响,设计方案的选择无疑是决定性因素之一。结构形式、构件配置以及施工工艺的不同，直接决定了工程的总成本。虽然复杂的设计方案有可能提升结构性能，但通常会带来更高的材料消耗、施工难度以及更长的工期。相比之下，简化设计并使用标准化构件,在保证安全性和功能性的同时能够有效地降低成本。材料的采购成本、供应情况、运输及加工费用，直接关系到整个工程的预算,确保结构安全性与耐久性的基础上合理选择性价比高的材料,避免过度依赖昂贵或特殊材料是降低成本的重要途径。施工工艺的高效性对结构经济性也产生了深远的影响,高效且标准化的施工方法不仅能缩短施工时间，还能降低人工成本并提升施工质量，从而减少后期的维护费用。例如，采用预制构件和模块化建筑方式，能够大幅度缩短施工周期，同时有效地控制成本简化现场管理。项目管理的效率对经济性的影响同样不可忽视,通过合理配置资源、精准控制进度以及严格的成本监督，能够有效避免资源浪费和预算超支,精确的预算管理与持续的成本跟踪，使施工过程中能够及时发现问题，并采取有效措施避免不必要的支出。政策调整、市场波动以及气候条件等因素，可能会影响材料价格、施工周期及工程进度,在设计阶段需充分考虑这些不确定因素，预留足够的预算和时间以应对潜在的风险。

2.3 提升结构经济性的设计策略

提升结构经济性从精确的需求分析开始至关重要。在设计初期，项目的实际需求应深入理解，结构的功能与性能要求应合理划定，避免过度设计。在确保结构安全性与耐久性的前提下，最具经济效益的设计方案应灵活选择，以避免不必要的投资。在设计过程中，根据不同部位的实际功能需求，性价比高的材料应优先选用，避免不必要的

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

昂贵或特殊材料的使用。同时，精细化的采购与供应链管理显得尤为重要，确保材料不仅满足质量标准，也能有效控制采购与运输的成本。施工阶段通过优化施工工艺，经济性可显著提升,先进的施工技术，如预制构件与模块化建设的引入能提高施工效率缩短工期,同时减少现场施工的复杂性与不必要的人工成本,标准化的设计与施工方案的应用,有助于避免因设计变更或现场调整所引发的额外费用。项目管理的精细化同样对经济性产生深远影响,合理调配资源、严格控制预算与进度,项目能按时按质完成,从而减少施工过程中的浪费与返工。项目变更应尽量避免,一旦发生必须及时评估其对成本的影响,并采取相应的控制措施。考虑到结构的生命周期成本，经济性设计不仅应关注初期建设费用，还需评估长期运营与维护成本。耐久性强、易于维护的材料与设计方案的选择，能有效降低后期维修费用，从而提升项目整体的经济效益。

3 建设工程结构设计中的安全性与经济性控制措施

3.1 提升设计人员安全意识

提升设计人员的安全意识,是保障建设工程结构安全性与经济性的关键环节。作为项目的核心决策者，设计人员的选择与判断直接影响结构的安全性与成本效益。因此,增强其安全意识与风险防范能力显得尤为重要。提高安全意识的有效途径之一是专业培训,通过定期开展安全培训、技术讲座及经验交流,设计人员能够及时掌握最新的安全规范与技术标准，了解常见的安全隐患及应对措施。培训内容应不仅限于理论知识还应结合实际案例,以提升设计人员在具体项目中的判断力与应急处理能力[1]。责任感的培养也不可忽视,设计人员应深刻认识到每一项设计决策,可能对项目的安全性与经济性产生深远的影响,通过明确责任范围与职责加强团队合作,确保每个环节的安全标准都能得到有效落实,在设计过程中，设计人员应保持严谨的工作态度，避免因追求降低成本而忽视安全要求，或因过度保障安全性而导致不必要的设计冗余。设计单位应构建一个开放、包容的沟通环境，鼓励设计人员在面对疑问或挑战时，主动提出问题并寻求解决方案,通过塑造重视安全的企业文化,将安全意识融入每一位设计人员的日常工作中，从而提升其安全责任感与主动性。

3.2 精细化设计与安全性控制

精细化设计是提升建设工程安全性的关键途径,通过深入分析项目需求并精确计算设计参数,可以有效避免粗略估算引发的安全隐患。设计时除了对结构部件的尺寸、材料选择与连接方式进行精确推敲,还需全面考虑施工条件和使用环境，确保符合安全标准。合理的构件分布与简洁的设计可防止不合理布置或过度复杂导致结构应力分布不均，进而保障结构稳定性与承载能力，减少局部失效或倒塌风险[2]。在钢筋混凝土结构设计中，钢筋布置、配筋合理性及连接部位的精细设计,直接关系到结构的抗震、抗拉及抗剪能力。细节设计的优化可显著提升整体安全性。现代技术手段，可提前识别潜在安全隐患，避免施工过程中出现问题，从而提高设计的准确性与实施可行性。

3.3 成本控制与经济性设计

成本控制是实现工程经济性设计的核心要素,通过精确的成本预测与科学的资源配置,在确保结构安全性与功能性的前提下，建设成本得以有效降低。设计阶段的成本控制不仅仅是对预算的约束，更是优化资源使用、提升整体经济效益的关键环节[3]。在控制成本的过程中，设计人员应根据项目的具体特点挑选最适宜的结构形式与施工方法,通过简化结构设计、标准化方案以及使用预制构件等措施，施工的复杂度得以显著减少，人工费用与材料浪费也得到了有效降低。同时，采用性价比高的建筑材料，避免依赖昂贵或不必要的特殊材料,从而有效控制项目成本的。精准的成本评估同样是控制工程成本的核心环节,在设计初期，设计团队应深入分析每个方案的成本差异,综合考虑安全性与功能性的要求，权衡各方面的需求。合理的成本预算与监控机制一旦建立,潜在的成本超支问题能够在项目实施过程中及时被发现,避免资源的无效投入。跨部门的协作亦是成本控制的重要手段,设计、采购、施工等各环节的紧密配合,使潜在的成本问题得以在早期被发现并进行及时调整,通过多部门的有效沟通与协同优化,设计方案不仅确保了工程进度同时也更加符合预算要求,进一步提升了整体经济性。

4 结语

在建设工程结构设计中,安全性与经济性是相互依存的关键因素。结构的安全性保障是设计的首要任务，而经济性的实现则是在保证安全的前提下,优化资源配置与控制成本。两者之间的平衡必须通过设计人员扎实的技术能力、敏锐的风险识别能力，以及跨部门的协作与信息共享来实现。安全性与经济性的有机结合，是建设工程成功实施的关键所在。随着技术的不断进步，未来设计的实现将更多依赖于数字化与智能化工具,从而进一步优化项目的安全与经济性管理，推动工程质量与效益的持续提升。

[参考文献]

[1]姜中杰.土木工程结构设计中安全性与经济性分析[J].城市建设理论研究(电子版),2019,11(13):176.
[2]王彩香.土木工程建筑结构设计中的安全性及经济性分析[J].居舍,2023,12(21):102-105.
[3]蔡茱萸.土木工程结构设计中的安全性与经济性分析[J].城市建设理论研究(电子版),2022,12(30):46-48.

作者简介：陈顺利（1990.12—），毕业院校：河北科技大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北博业建设工程质量检测有限责任公司 ，职务：职员，职称级别：中级。

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

高层建筑结构优化设计中的问题与对策

柳 逊
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球城市化进程的加速，高层建筑在现代城市中占据了日益重要的地位。建筑规模与高度的不断增加，带来了日益复杂的设计难题，特别是在结构安全、经济性与可持续性之间的平衡问题上。传统的设计方法已难以满足这些新的需求，为此新的设计理念与技术不断涌现，提供了更多的可能性来实现结构优化。基于此，通过科学有效地优化设计来提升建筑整体性能，已成为建筑行业亟待解决的关键问题。

[关键词]高层建筑；结构设计；问题；对策
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14449 中图分类号：TU973.3 文献标识码：A

Problems and Countermeasures in the Optimization Design of High-rise Building Structures

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

Abstract: With the acceleration of global urbanization, high-rise buildings have become increasingly important in modern cities. The continuous increase in building scale and height has brought increasingly complex design challenges, especially in balancing structural safety, economy, and sustainability. Traditional design methods are no longer sufficient to meet these new demands, and therefore new design concepts and technologies continue to emerge, providing more possibilities for achieving structural optimization. Based on this, improving the overall performance of buildings through scientifically effective optimization design has become a key issue that urgently needs to be addressed in the construction industry.

Keywords: high-rise buildings; structural design; problems; countermeasures

引言

随着高层建筑在现代城市中占据越来越重要的地位，建筑高度和功能复杂性的不断提升，对结构设计提出了更为严苛的要求。在确保建筑安全性、经济性及施工可行性的前提下，结构优化的实现已成为当今建筑设计中的关键课题。高层建筑的结构优化不仅需满足抗震、抗风等安全性能的需求，还应综合考虑空间功能、材料利用率以及可持续发展等多个因素。深入探讨高层建筑结构设计中的核心问题及面临的挑战，分析常见的设计难题并提出针对性的优化策略，为未来的高层建筑设计提供理论指导与实践参考。

1 高层建筑结构设计的关键因素

1.1 结构安全性与稳定性

在高层建筑设计中，结构的安全性与稳定性被视为最为基本的要求。建筑需承受风力、地震力及其他荷载作用，结构本身必须具备足够的强度与刚度，确保在这些外力影响下建筑能够稳定运行。尤其是在高层建筑中，随着高度的增加结构设计的复杂性亦随之加剧，对力学分析的精准度及合理结构体系的选择提出了更高要求。结构的安全性不仅仅是防止极端失效情况，如倒塌或裂缝的出现，还应重视建筑在长期使用过程中的耐久性与抗老化能力。设计时基础的选择、风荷载与地震力的考虑，以及抗风抗震的措施均需综合权衡，确保建筑在极端条件下依旧稳定可靠。通过优化结构形式、合理利用材料及采用先进计算方法，结构的安全性与稳定性可显著提高，从而保障高层建筑在各种环境下的长期可靠性。

1.2 经济性与材料利用

在高层建筑设计中，经济性与材料的高效利用至关重要。结构的安全性与功能性必须得到保证的同时，成本控制也需进行合理优化。由于高层建筑通常使用大量材料，材料成本在总体造价中占据了显著比重，如何选择并合理利用材料，是提升设计经济性的关键。通过精确的结构分析与设计优化，可以在确保安全与功能的前提下，有效减少不必要的材料浪费。例如，采用高强度且轻质的材料，不仅能降低结构自重，还能减轻基础的负担从而降低整体成本，精准计算材料用量，避免过度设计与冗余配置也是实现成本优化的重要手段。在绿色建筑与可持续设计日益受到关注的背景下，使用环保且可回收的材料，不仅能降低资源消耗，还能减少运营期间的维护成本。

1.3 施工可行性与工期控制

在高层建筑设计中，施工可行性与工期控制是项目顺利推进的关键要素。设计方案必须充分考虑实际施工中的各类挑战，如场地条件、施工技术、工人技能及设备可用性等。只有当设计方案能够顺利实施于实际操作中，才能避免后期修改或施工进度的延误。合理的工期控制不仅有助于控制施工成本，也能优化资源配置确保项目按时完工。

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

若工期过长，往往会产生额外的资金压力，而工期过短，则可能影响施工质量或安全，通过详细规划工期、设定清晰的阶段性目标，并实施高效的施工组织与管理，项目进度可有效控制，减少不必要的延误。同时，现代施工技术与设备的运用，诸如BIM技术，能够在项目初期进行详细模拟，优化施工方案并及时识别潜在问题，从而提升施工可行性，确保项目按计划顺利完成。

2 高层建筑结构设计中的主要问题

2.1 高建筑的结构设计问题

高建筑的结构设计面临着一系列独特的挑战。随着建筑高度的增加，必须承受更大的风荷载、地震力等外部作用力，这对材料强度及结构稳定性提出了更为严苛的要求。建筑高度的提升伴随着扭转效应与风振问题的突出，高层建筑在强风或地震作用下，往往容易出现摇晃与扭曲，严重影响了建筑的安全性与舒适性，随着楼层数量的增加，垂直传力变得愈加复杂，特别是在高建筑中底部结构承受的荷载远高于上层，这给基础与结构系统的设计带来了巨大的压力。在施工方面，高建筑的技术要求显著提高，高空作业的安全性、材料运输与安装的可行性等因素，使设计与实施变得更具挑战性。此外，外立面风荷载效应及温度变化对结构稳定性的长期影响，也要求在设计初期即进行深入计算与考虑。

2.2 扭转与振动控制问题

高层建筑在设计过程中，尤其是在高层建筑中，常常面临扭转与振动控制的严峻挑战。随着建筑高度的不断增加，外力如风荷载和地震力对建筑结构的影响也愈加显著，这使得扭转效应更容易发生。在这种情况下，建筑在水平力的作用下，会产生不规则的旋转或摆动，不仅危及结构的稳定性还会影响建筑的舒适性，较高楼层的建筑对外界振动的敏感性也显著增加，强风或地震来临时上层楼层可能发生较大幅度的摆动，导致结构受损甚至影响内部人员的正常活动。扭转与振动问题不仅加速了结构的疲劳损伤，还可能引发不适的感知降低使用体验。因此，如何有效地控制建筑在外力作用下的扭转与振动，已成为高层建筑设计中不可忽视的核心问题。

2.3 受力分析与计算模型问题

高层建筑的受力分析与计算模型在结构设计中占据着至关重要的地位，随着建筑复杂性的不断提升，这一环节面临的挑战也愈加严峻。涉及的受力因素众多，包括自重荷载、风荷载、地震力、温度变化等，而这些因素在不同环境条件下的变化，往往会对结构产生不同程度的影响。随着建筑高度的增加，受力计算的难度随之加大，特别是在高层建筑中楼层间的受力传递、剪力墙与框架结构之间的协同作用等问题，都会显著影响分析结果的准确性。如何选择最适合的计算模型，也是设计过程中面临的一大难题，尽管现代计算技术提供了多种模型选择，但由于建筑结构形式的多样性，如何挑选最能准确反映实际受力情况的模型，仍是亟待解决的关键问题。加之建筑在不同使用阶段的荷载条件可能发生变化，设计初期预见这些变化并进行合理建模的能力，也对受力分析提出了更高的要求。受力分析与计算模型的准确性，直接关系到建筑的安全性与稳定性。任何不精确的计算或模型选择，均有可能导致设计偏差甚至引发结构性问题。

2.4 基础与结构结合优化问题

高层建筑中，基础与结构的结合优化是设计过程中一项至关重要的挑战。作为建筑物荷载的主要承载体，基础不仅需支撑整个建筑的重量，还要将其有效传递至地基，基础设计的合理性直接影响着结构的稳定性与安全性，随着建筑高度的增加，基础所承受的荷载压力显著增大，如何在确保结构安全的前提下，优化基础与上部结构的连接，已成为设计中的关键问题。荷载传递的平稳与均匀必须在基础与结构的结合中得到保障，在实际设计过程中，地质条件、建筑功能需求以及经济成本等多重因素的影响，使基础设计常常面临复杂的抉择。不同类型的基础系统—如深基础、浅基础或桩基，在不同条件下的表现差异，使设计师不得不充分考虑地质情况与结构特性，确保两者之间的协调与匹配。如果基础与结构的连接设计不当，可能导致沉降不均、结构倾斜甚至引发严重的破坏，进而影响建筑的整体安全性与长期使用性能。

2.5 抗震与抗风设计问题

高层建筑的抗震与抗风设计，是确保建筑在极端气候与自然灾害条件下保持安全与稳定的关键因素，尤其是在高层建筑中，风荷载与地震力对结构的影响尤为显著。随着建筑高度的增加，风力作用愈加强烈导致振动幅度增大，这对建筑的稳定性构成了更大的挑战。抗风设计主要应对强风对建筑外立面与结构框架的影响，防止建筑出现摇晃、扭转或过度变形。与此同时，抗震设计需考虑地震力对建筑的作用，确保建筑能够有效吸收与分散地震能量，从而避免结构失效或倒塌。由于高层建筑具有较大的风阻与高重心，它们容易同时受到风力与震动的双重影响，令建筑的稳定性面临严峻考验。若抗震与抗风设计不合理，建筑可能发生过度变形、出现裂缝，甚至倒塌，从而严重影响建筑安全，威胁人身与财产安全。因此，风荷载与地震力的精准评估，以及基于这些外力优化建筑结构，成为高层建筑设计中不可忽视的重要环节。

3 高层建筑结构优化设计的应对对策

3.1 结构安全性与稳定性的优化

在高层建筑设计中，结构的安全性与稳定性是最为基础的要求。为了优化建筑物的稳定性，首先需对其可能受到的各类外力进行全面分析，包括风荷载、地震力及自重等，通过科学且合理的结构布局与材料选择受力体系得以优化，确保建筑能够在这些外力作用下保持稳定，避免出

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

现倾斜、变形或倒塌等问题[1]。在此基础上，适当的抗震与抗风措施必须采取，关键部位的抗震性能需得到加强，整体结构的刚度与韧性也应提升，以增强建筑在极端环境下的承载能力与稳定性。同时，结构稳定性与基础设计密切相关，基础类型的精确选择及必要的加固措施得以实施，从而确保建筑物的重力能够有效传递，避免因基础不均匀沉降引发的结构性问题。

3.2 经济性与材料选择的优化

在高层建筑设计中，经济性与材料选择必须在确保结构安全与满足功能需求的基础上精确平衡。如何通过科学的材料选择，降低成本并提升整体经济效益，成为优化设计的核心，随着建筑材料种类的不断拓展，设计师可根据建筑的特定需求，选用既具高性能又具合理成本的材料。例如，在高层建筑的核心筒与外立面设计中，常常选用高强度钢筋混凝土或预应力混凝土，这些材料不仅能够保证结构的足够强度，还能有效降低重量与成本[2]。材料选择还应考虑施工周期与后期维护成本，避免因材料过于昂贵或施工难度过大而导致预算超支。随着绿色建筑理念的推广，环保材料的选择已成为设计中的重要考量因素，在追求成本节约的同时如何兼顾可持续发展，亦成为设计师不得不面对的重要挑战。

3.3 施工可行性与工期优化

在高层建筑的设计与施工过程中，施工可行性与工期优化是确保项目顺利推进的关键。设计阶段，必须在保证结构安全性与功能性的前提下，全面考虑施工可行性，避免设计方案与实际施工之间的脱节。结构设计的复杂性直接影响施工的难度与成本，复杂的结构形式往往导致施工难度增加。因此，设计时必须考虑工人的操作便利性、施工机械的适应性及施工方法的合理性，避免不必要的复杂细节。工期控制是项目成败的关键，过长的施工周期不仅加重资金负担，还可能错失市场机会，通过合理优化施工方案科学安排各施工阶段的任务，可以有效缩短工期。例如，采用模块化建筑或预制构件不仅提升了施工效率，还能减少现场施工时间及其难度，现代建筑信息技术（如BIM）的应用，在施工计划与进度管理中的作用不可忽视，它能够提升施工的可控性确保项目按时交付。

3.4 空间功能性与结构协调

在高层建筑设计中，空间功能与结构系统的平衡至关重要。建筑不仅需满足居住、办公或商业等多功能需求，还需确保结构能够有效支持这些需求的实现。在空间布局方面，合理的规划能够提高使用效率与舒适度，而结构设计则必须确保足够的承载力、稳定性与灵活性，避免结构问题影响空间的实际功能[3]。例如，核心筒、柱子及梁的布置应尽量减少空间占用，同时又能高效地传递荷载。结构设计应与空间功能紧密结合，避免产生过于复杂或局促的空间布局，防止影响用户体验并增加施工难度。随着建筑高度的增加，结构系统可能对某些功能空间的布置产生限制。如何在结构设计上进行创新，使其更好地适应空间需求已成为高层建筑设计中的一大挑战，通过合理优化结构，空间功能的灵活性不仅能得到增强，建筑的整体使用价值与舒适度亦可提升。

3.5 高层建筑抗震抗风优化

高层建筑的抗震与抗风设计优化，是确保建筑安全性与舒适性的重要环节。随着建筑高度的增加，风力与地震力对结构的影响愈加明显，因此，合理优化抗震与抗风设计变得尤为关键。在抗风设计中，需综合考虑建筑的外形、风荷载分布以及结构的刚性与柔性，确保建筑能够有效应对强风的冲击，避免因过度摆动或变形而造成结构损坏或使用上的不便。在抗震设计方面，随着地震活动的频繁，建筑必须具备足够的抗震能力，从而能够有效吸收地震波传递的能量，减少震动对结构的损害，通过优化结构刚度的分布、增强关键节点的连接，以及采用先进的抗震减震技术，建筑能够更好地应对地震力的影响。

4 结语

高层建筑结构设计是一项综合性极强的任务，涵盖了安全性、经济性及施工可行性等多个方面的平衡与优化。随着建筑高度的不断提升及相关技术手段的进步，结构优化设计在提高建筑性能与降低成本方面起着至关重要的作用。伴随绿色建筑理念的广泛应用以及抗震抗风等技术标准的不断提升，高层建筑结构设计将朝向更高安全性、更高经济性及更强可持续性的方向发展。展望未来，结构优化设计将推动高层建筑的设计水平不断迈向新的高度。

[参考文献]

[1]杨德鹏.高层建筑结构优化设计中的问题与对策[J].四川建材,2022,48(3):38-39.
[2]许文龙.高层建筑结构优化设计中的问题与对策分析[J].四川水泥,2021(9):323-324.
[3]白世和.高层建筑钢结构设计中的关键问题及对策研究[J].城市建设理论研究(电子版),2019(13):65.

作者简介：柳逊（1992.6—），毕业院校：石家庄铁道大学，所学专业：结构工程，当前就职单位：河北建筑设计研究院有限责任公司，职称级别：中级工程师。

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

房地产景观设计的设计理念的设计要点分析

黄海涛
襄阳华侨城文旅发展有限公司，湖北 襄阳 441100

[摘要]房地产景观设计不仅是房地产项目的重要组成部分，也是提升居住区综合价值的关键环节。通过科学合理的景观设计，能够改善居住环境，提高业主的生活幸福感，并为项目赋予更强的市场竞争力。本篇文章探讨房地产景观设计的特点、基本原则及其应用要点，以期为相关设计实践提供理论支持和参考依据。
[关键词]房地产景观设计；设计理念；设计原则；应用要点
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14431 中图分类号：TU7 文献标识码：A

Analysis of Design Concepts and Key Points in Real Estate Landscape Design

HUANG Haitao
Xiangyang Overseas Chinese Town Cultural and Tourism Development Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441100, China

Abstract: Real estate landscape design is not only an important component of real estate projects, but also a key link in enhancing the comprehensive value of residential areas. Through scientific and rational landscape design, the living environment can be improved, the happiness of homeowners can be enhanced, and the project can be endowed with stronger market competitiveness. This article explores the characteristics, basic principles, and application points of real estate landscape design, in order to provide theoretical support and reference for design practices.
Keywords: real estate landscape design; design concept; design principles; application points

引言

传统景观设计多以美观和功能性为主，但随着居民生活水平的提高及环保意识的增强，景观设计的内涵已逐步扩大，绿色低碳设计理念应运而生。通过优化资源利用与减少环境负担，绿色低碳设计不仅提升了景观的生态价值，还为居民创造了更为宜人的生活环境，满足了现代社会对可持续发展的日益需求。与此同时，智能管理系统的引入，使景观的日常维护与运营更加高效。这些技术不仅提升了资源使用效率，还使管理变得更加精准与灵活。通过智能化手段，能够实时监控水资源的消耗，自动调节灌溉系统，甚至根据居民的反馈对景观进行动态调整，确保景观功能的持续优化。随着绿色低碳理念与智能化技术的不断融合，如何有效地将这些先进技术与设计理念结合，推动住宅区景观设计向更加智能、绿色、可持续的方向发展，已成为当下景观设计领域的重要议题。

1 我国房地产景观设计的特点

1.1 致力于塑造和谐共融的人文环境

在人们对居住环境要求不断提高的背景下，通过多功能公共空间的精心规划，社区活动的多样性被充分展现，居民之间的互动频率也因此显著增加。例如，开放式活动广场、互动式绿地以及专属步道的设置，不仅拉近了住户之间的距离，也显现出公共空间设计的多样化和功能性。此外，注入文化元素的景观设计常被认为是提升社区独特性的有效手段，其中文化墙、主题雕塑及历史展示区的应用，能够彰显区域文化底蕴，增强居民的文化认同感和精神体验。同时，便捷的步行网络在低碳出行理念普及中发挥了积极作用，其合理布局大幅提升了空间的可达性与利用率。

1.2 强调打造宜居自然环境

构建舒适宜居的自然环境，紧密结合项目所在地的地理特征与气候条件，景观规划得以实现高度的区域适配性。例如，本土植物作为绿化主要材料被广泛采用，季节分明的植被组合则呈现出层次分明且丰富的视觉效果。尤其是乔木与灌木的搭配，使社区在四季皆有不同的景观特征，而落叶植物的加入更增加了自然变化的趣味性。在水景设计方面，人工湖泊、溪流以及喷泉被巧妙融入整体景观规划，不仅满足了视觉与听觉的多重享受，也改善了区域的微气候环境，提升了社区的生态功能。

1.3 科学规划生活功能设施

生活功能设施的布局是否科学合理，直接影响到居民的便利性与社区整体的功能完善程度。对于儿童游乐区域的设置，设计师通常通过自然元素的引入，例如木质设备、生态沙地等，既增强了场地的趣味性，也为儿童提供了安全而可持续的活动环境。老年居民的需求同样被高度关注，专为其设计的无障碍通道内，低台阶、扶手以及长椅等设施被合理布置，这显著提高了老年人的出行便捷性与舒适度。多功能健身场地的设计，亦通过配置适应不同人群需求的健身器材和开放式空间，营造出兼具实用性与共享性的运动环境。在硬质设施与绿化景观的比例分配中，生态铺装材料的运用使二者得以和谐融合。居民日常生活便利性的提升，由这些精细化的设施布局充分保障，而社区整

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

体服务能力和吸引力也因此显著增强。

2 房地产景观设计的基本原则

2.1 节约原则

土地、能源以及水资源的高效利用，需要通过合理设计与创新手段加以实现。特别是在土地利用方面，可通过屋顶绿化与垂直绿墙的布局，进一步提升空间的绿化覆盖率，使得景观面积与生态效益同步增加。在节水设计中，雨水回收与灌溉系统的结合已逐渐普及。不仅雨水的自然储存与利用被显著优化，而且绿地的灌溉需求也得以满足。至于节能目标的达成，智能化的太阳能景观灯安装和自动灌溉设施的应用已被广泛采用，使长期能源消耗显著降低。尤其是植物的选择，耐旱、适应当地气候的本土植被更应被优先使用，这样不仅减少了后期维护成本，节省了大量的水源，同时也保障了景观的长效性与生态价值。

2.2 适宜居住

空气质量的优化，需要通过多层次的绿化布局实现。乔木、灌木与地被植物的科学搭配，不仅有效降低了空气中颗粒物的浓度，空气清洁度也因此得以提升。噪声问题的缓解通常依赖于沿社区边界设计的高密度植被屏障。这些植被通过吸收和反射噪音，使得社区内部更为安静。小气候的改善，则可通过水景与绿地的合理配置实现[1]。比如，沿社区中心设置的水景，不仅为居民提供了观赏价值，也为周围空气降温创造了条件。步行道路的设计，更需要兼顾功能性与美观性，例如，遮阳棚的增加或铺装材料的选择，都直接影响了行人使用的便利性。通过将这些元素有机融合，健康舒适的居住环境才得以呈现。

2.3 适用原则

在房地产景观设计中，适用原则的体现需要以居民实际需求为核心，并通过功能区域的合理划分，提供多样化的场景选择。社区活动区域的设计，不同年龄层的需求必须被充分考虑。儿童游乐设施的配置，不仅对娱乐性有严格要求，更需要在安全性和环保性能上达到标准。功能性景观通过强化设计细节，不仅能满足不同人群的多样化需求，也为社区整体的使用效率与满意度提供了保障。

2.4 因地制宜

在地形设计中，原始地势的合理利用被认为是减少人工改造的重要途径。通过分层处理高差，能够自然地呈现景观的层次感，并节省施工成本[2]。植物的选择，须充分考虑当地气候与土壤条件。例如，耐旱植物的种植，既降低了维护难度，也减少了水资源的消耗。水体景观的规划，根据水资源状况采取灵活的设计方案尤为关键。在干旱地区，传统水景可以被旱溪景观取代，从而避免对有限资源的浪费。此外，地方建筑风格与文化符号的融入，使景观设计不仅具有视觉吸引力，更能增强区域特色与文化表达。

2.5 艺术性

在房地产景观设计中，艺术性的体现对项目整体的品质提升有着重要作用。通过不同植物的颜色、形态及搭配，能够营造出随季节变化的多样化景观。比如，樱花与海棠在春季绽放，为社区增添了生机与活力；夏季的高大树木则通过遮荫效果提供清凉；而秋季则通过枫叶与银杏的色彩层次，展现了温暖与静谧的氛围；冬季的常绿植物则保持了社区的视觉连续性。在硬质景观中，铺装材料的选择与雕塑装置的搭配，不仅增强了景观的质感，还为功能性区域提供了艺术化表达。此外，水景设计中喷泉的动态效果与光影变化的结合，也为视觉体验带来了层次感与趣味性。夜间景观的艺术性同样值得关注，通过灯光布置的精心设计，建筑与景观在夜晚更显得相得益彰，独具特色。

3 房地产景观设计的应用要点

3.1 设计定位

在房地产项目的整体规划中，对于高端住宅项目，品质感和独特性被视为设计的核心要素。通过引入生态绿化、水景设计与艺术装饰，整体景观效果被进一步提升。例如，大型水体景观的打造，不仅为居住环境增添了宁静优雅的氛围，也彰显了项目的奢华属性；而雕塑作品的运用，则以艺术形式传递了社区的文化内涵。至于普通住宅区，以满足广大家庭的实际生活需求。步行通道、健身区域以及儿童活动场地的合理划分，使得功能区更加分明，同时满足不同年龄段住户的多样化需求。景观设计过程中，本地适应性强的植物品种被优先考虑，这不仅降低了后期养护成本，还能确保绿化效果的持续性与生态性。设计定位的清晰化，不仅推动了住宅项目的市场竞争力，也成为提升整体居住环境质量的关键动力。

3.2 景观设计规划要点

3.2.1 空间布局

在设计初期，动静分区的理念必须得到明确体现，以保证不同功能区之间的合理布局。例如，儿童游乐场、健身设施等动区应被安排在远离住宅楼的区域，最大限度地减少这些活动区对居民安静生活环境的干扰。静区，如休闲花园与景观小径，理应设在社区的安静角落或核心地带，为居民提供安宁、适宜放松的环境。为缓解动区与静区之间的相互干扰，绿化带或低矮植被作为自然缓冲带使用，将有效隔绝噪音并增强空间的层次感。不同功能区域间的步行通道与景观视线要保持连续，避免隔断或不连贯地布局，确保各区域能够有机衔接，呈现出流畅的空间感。此外，通道的设计也应注重便捷性与可达性，使居民能够轻松流动于各功能区之间，提升整体空间的流畅性与舒适度。

3.2.2 景观元素的协调

在景观设计中，自然元素，如绿地、植被和水景，应占据设计的主导地位，这不仅提升生态效益，还能使景观更加舒适且富有吸引力。与此同时，人工元素如长椅、雕塑和凉亭等设施，其形态、色彩与材质必须与自然景观紧密融合，确保景观的和谐美学。例如，凉亭的形状与材质应当与周围植物的线条相呼应，而雕塑的设计则应与景观的整体主题风格保持一致，确保其能够与周围环境无缝对接。广

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

阔的绿地中，若设置人工水景或人行栈道，不仅可以丰富景观的层次感，也能增强空间的互动性，提升设计的趣味性。

3.2.3 照明与夜景设计

在夜景照明的设计中，需在功能性与装饰性之间找到合适的平衡点。通过采用节能环保的 LED 灯具，不仅能够有效降低能耗，还能通过合理的布光方式营造出丰富的夜间景观效果。例如，地面投影灯、树木灯光与低矮灯带相结合，可以为景观增添层次感，使夜间景观更加生动、富有变化。道路照明的布局应考虑行走的安全性，确保光线均匀且不刺眼，同时与周围景观的光源形成自然过渡[3]。在水景、建筑立面及主要景点的照明设计中，亮度与色温的调整应根据具体需求进行，突出视觉焦点的同时避免产生过度光污染或不必要的能量浪费。

3.3 智能化管理与维护

智能化技术的引入，通过传感器在灌溉系统中的应用，水资源的消耗情况可被实时监控。土壤湿度的精准测量使得系统能够自动调节浇水量，从而确保绿化区域获得适量水分供应。这种智能化灌溉方式不仅能有效避免水资源的浪费，还能根据环境变化迅速进行调整，确保植物的健康生长。智能灌溉系统的引入，自动设定的参数能够精确控制灌溉时间与水量，系统会根据实时湿度数据及天气预报，自动判断何时及以多大程度进行浇水，避免了传统灌溉中常见的水量过多或不足的情况。通过移动端应用程序，居民可以及时反馈景观区域内的问题，比如设施损坏或使用不便。收到反馈信息后，管理系统将迅速处理，确保问题得到及时解决。这一机制不仅提高了管理响应的速度，也加强了居民与管理者之间的互动与协作。

3.4 设计实施与优化建议

3.4.1 绿色低碳技术的运用

在提升住宅区景观的可持续性方面，绿色低碳技术的应用起着至关重要的作用。例如，智能化灌溉系统的引入，可以显著提高水资源的使用效率。通过对雨水的收集与再利用，降水被有效地过滤与储存，并用于灌溉，减少了对市政供水的依赖。同时，这一过程还有效降低了能源消耗，从而提升了整体系统的效能。此外，灌溉系统的自动调节功能被设计成能精确控制水量，避免了不必要的资源浪费，从而进一步提高了系统的效率[4]。在夜景照明方面，太阳能发电技术的应用为夜间景观提供了清洁能源，减少了对传统电力的依赖。通过这一方式，夜景的视觉效果得到了提升，同时能源消耗也显著降低。尤其是在电力供应不充足的区域，太阳能灯具的使用不仅满足了照明需求，还增强了安全性，避免了传统能源的浪费。立体绿化与垂直绿墙的设计在缓解热岛效应上发挥了重要作用，同时也大大提高了绿化覆盖率。由于这些创新的设计，有限的空间被充分利用，极大地改善了生态环境，为居民创造了更加宜居的生活氛围。垂直绿墙不仅美化了城市景观，还提高了空气质量，从而提升居民的生活质量。

3.4.2 居民参与与反馈机制

定期组织座谈会或调研活动，能够更好地了解居民的偏好与功能需求。例如，在儿童活动区的设计中，通过居民反馈可以确定是否需要加强安全防护措施；对于老年群体的休闲区域设计，通过反馈可以确保其无障碍设施的充分性，从而提高使用的便利性。与居民的持续互动能够帮助完善设计，使其更符合居民的需求。此外，景观设计完成后的长期维护与持续优化同样离不开居民的参与与反馈。通过建立有效的反馈机制，设计中不符合实际需求的部分能够及时得到调整与改进，从而提高景观功能的优化程度。若某些区域的使用率较低，设计上的不足会被及时发现，并通过改进来提升这些区域的功能性与吸引力。

3.4.3 定期评估与动态调整

定期评估机制的引入有助于全面审视景观设计的功能性、实用性与美观性。例如，可以通过分析灌溉系统的效率、夜间照明的覆盖范围以及活动区域的使用情况，及时发现问题并进行优化。如果某些区域的使用频率较低，设计可能需要重新规划或增加新设施，从而使景观的功能得到更好地发挥。数据分析的结果可以为调整提供有力依据，确保景观设计不断适应新的需求。随着生态技术的不断进步，新技术的引入将进一步优化景观资源配置与功能实现。例如，智能化管理技术能够进一步提高景观的运营效率，同时提升景观的美观度与功能性。通过适时的技术更新，住宅区的景观能够始终满足居民的需求，并保持市场竞争力。

4 结语

通过对智能化管理与绿色低碳设计在住宅区景观中的应用进行研究，本文对现有景观设计中的不足进行了深入分析，并提出了具体的优化方案。在景观设计中有效结合智能化技术，不仅显著提高了景观的管理效率，也优化了资源配置，减少了资源浪费。而绿色低碳设计理念的落实，则有助于减少对环境的负担，增强景观的生态功能，进而为居民提供更加宜居的生活空间。随着科技的不断进步，智能化管理系统将在景观设计中扮演越来越重要的角色。物联网、传感器等技术的引入，将使景观管理更加精准与高效。而绿色设计理念的普及，将使景观设计更加关注生态环境保护与可持续发展。随着社会对环境问题的重视，智能化管理与绿色低碳设计理念无疑将成为未来住宅区景观设计的主流趋势。

[参考文献]

[1]何佳.成都新中式地产展示区景观中的传统文化元素表达研究[D].四川:四川农业大学,2021.
[2]苏小华.论房建项目园林绿化造景设计及施工[J].绿色环保建材,2021(9):195-196.
[3]廖文锋.旅游度假房地产景观设计研究[J].城市建筑空间,2022,29(10):61-63.
[4]黄鸿鹏.房地产生态园林景观设计策略[J].科技创新与应用,2022,12(32):128-131.

作者简介：黄海涛（1988.10—），男，毕业院校：周口师范学院，所学专业：艺术设计，当前就职单位：襄阳华侨城文旅发展有限公司，职称级别：中级工程师。

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

装配式建筑幕墙设计处理及性能研究

田 坤
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]装配式建筑幕墙作为一种新型建筑外立面系统，因其快速施工、节能环保等特点，逐渐被广泛应用于现代建筑中。装配式幕墙通过工厂化生产和现场快速安装，不仅缩短了施工周期，还提高了建筑的质量和美观性。目前，装配式幕墙的设计主要关注隔热、隔音、防火和抗风压等性能，以满足建筑的舒适性和安全性要求。然而，尽管已取得一定应用进展，幕墙设计和施工中仍面临一些技术挑战，如材料选择、结构复杂性和施工精度等问题。因此，研究装配式建筑幕墙的设计方法和性能优化，对于提升其应用效果具有重要意义。

[关键词]装配式；建筑幕墙；设计处理；性能研究
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14420 中图分类号：TU352.11 文献标识码：A

Design Processing and Performance Study of Prefabricated Building Curtain Walls

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

Abstract: As a new type of building facade system, prefabricated building curtain walls are gradually being widely used in modern buildings due to their fast construction, energy saving and environmental protection characteristics. Prefabricated curtain walls, through factory production and rapid on-site installation, not only shorten the construction period but also improve the quality and aesthetics of the building. At present, the design of prefabricated curtain walls mainly focuses on thermal insulation, sound insulation, fire resistance, and wind pressure resistance to meet the comfort and safety requirements of buildings. However, despite some progress in application, there are still some technical challenges in curtain wall design and construction, such as material selection, structural complexity, and construction accuracy. Therefore, studying the design methods and performance optimization of prefabricated building curtain walls is of great significance for improving their application effectiveness.

Keywords: prefabricated; building curtain wall; design processing; performance study

引言

装配式建筑幕墙，作为现代建筑外立面的关键组成部分，随着建筑行业的发展，逐步成为设计与施工中不可忽视的重要领域。在城市化进程不断推进的背景下，建筑外观、功能、节能性及施工效率的要求日益提高，装配式建筑幕墙凭借其独特的优势，得到了广泛应用。建筑外立面的现代感与美观性，不仅得以提升，同时其优异的隔热、隔音、抗风压等性能，也得到了充分体现，施工周期显著缩短，施工成本得到了有效降低。装配式幕墙的设计核心，在于其模块化构建方式，依托工厂化生产与现场装配的结合，强调设计与施工过程的高度协同。然而，装配式建筑幕墙的设计与施工，涉及许多复杂的技术要求与挑战。从设计角度来看，幕墙不仅需满足结构安全、耐候性和美观性的基本标准，还必须兼顾隔热、隔音、节能及防火等方面的性能需求。此外，如何确保幕墙系统在不同气候条件下的长期稳定性，如何优化设计方案以实现更高效的施工与装配，这些是设计领域亟待解决的关键问题。在施工方面，尽管装配式幕墙具有显著的优势，其高精度施工要求及对施工过程的严格控制，仍然是其普及过程中面临的重要技术挑战。针对这一问题，本文将聚焦装配式建筑幕墙的设计优化与性能提升，分析实际应用中的关键技术与挑战，并提出相应的设计优化与施工策略，以为装配式建筑幕墙的进一步发展，提供理论依据及实践指导。

1 装配式建筑幕墙设计原理与方法

1.1 幕墙设计的基本要求

幕墙设计的基本要求，确保其在功能、结构及美观等多个方面的综合性能。核心要求之一是结构强度与稳定性，必须足以承受风荷载、地震力及其他外部作用力，从而保障建筑的整体安全性。与此同时，幕墙的密封性、防水性及抗风压能力亦至关重要，这些特性能够有效防止水渗漏及空气流动，确保室内环境的舒适性与宜居性。隔热与隔音性能，也同样不可忽视。良好的隔热性能，不仅有助于降低能源消耗，还能提升建筑的节能效果，而有效的隔音设计则能够隔绝外界噪音，优化室内居住体验。在耐久性方面，幕墙的材料与结构应具备抗老化、抗腐蚀等特性，以适应长期使用与环境变化，确保其稳定性与使用寿命。此外，设计中的美观性亦是不可忽略的重要因素[1]。设计应与建筑外立面的整体风格相协调，合理选用造型、色彩及材质，以提升建筑的视觉效果，并打造出符合审美需求的外立面。

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

1.2 装配式幕墙的设计原则

装配式幕墙设计的原则，主要涵盖结构安全、功能性、经济性以及可持续性等多个方面。基础的设计要求是结构安全，装配式幕墙必须具备足够的承载能力与稳定性，以确保在风力、地震等外力作用下不发生失稳或损坏，特别是连接部位的安全性，必须得到充分保障。在功能性方面，不仅应注重幕墙的密封性、防水性、隔热性与隔音性，节能与环保要求，也需加以考虑。选用具备优异热工性能与声学性能的材料，将有助于提升建筑的能源效率及居住的舒适度。此外，设计还应关注经济性，综合考虑材料选择、施工工艺及后期维护成本等因素，以尽量降低总成本并提高性价比。可持续性，作为设计中的核心原则之一，对于选用绿色环保、可回收材料具有重要意义，且有助于延长幕墙的使用寿命。考虑到施工与安装的便捷性，装配式幕墙应采用模块化、标准化设计，从而便于在工厂进行预制，现场实现快速组装，进而提高施工效率，缩短工期。

1.3 常见装配式幕墙的设计方法

装配式幕墙的常见设计方法包括铝单板幕墙、玻璃幕墙、石材幕墙以及复合材料幕墙等类型。在设计这些幕墙时，结构安全、功能性、审美效果与施工便捷等多个方面，均需综合考虑。铝单板幕墙通常选用轻质铝合金材料，具备较强的抗风压、耐腐蚀及防火性能。设计时，主要应关注板材拼接方式、支撑结构的合理布置以及板面与支撑系统的连接方式。玻璃幕墙采用大型玻璃板与金属框架相结合，突出的特点为外观的通透性。设计过程中，必须充分考虑玻璃的抗风压能力、热胀冷缩带来的应力分布、密封系统的完整性及钢结构框架的强度等因素。

石材幕墙设计的重点，在于石材的选择、尺寸与拼接方式，确保整体结构的稳定与耐久性，同时避免石材过重对结构造成的负担。复合材料幕墙则融合了多种材质的优势，通常选用高性能塑料或金属基材，具备较高的强度、隔热性与美观性。设计时，关键在于不同材料之间的合理搭配与耐久性。无论是哪种类型，装配式幕墙的设计，均应充分考虑材料的物理与力学性质，并确保与建筑外立面整体风格的协调性。同时，细部构造的精密设计，至关重要，确保幕墙系统的长期稳定与可靠。在施工阶段，设计方案还需与实际施工工艺紧密结合，从而实现精准的装配与高效的安装。

1.4 设计中的关键技术与难点

装配式建筑幕墙设计中的关键技术与挑战，主要体现在结构安全性、材料性能、施工精度及长期使用中的耐久性等方面。结构安全性方面，外界荷载、风压、地震等自然力对幕墙系统的影响，设计时必须全面考虑，以确保其具有足够的承载能力与稳定性。尤其在高层建筑中，风压荷载对幕墙的作用，显得尤为显著。连接节点的设计同样至关重要，合理的连接方式能够避免由于结构受力不均或施工误差导致的幕墙变形与损坏。在材料性能方面，设计时，需综合考虑不同材料的特性，如玻璃、铝合金、石材等的抗风压、抗腐蚀、耐候性及保温性能等，以保证幕墙能够适应不同气候条件，并长期稳定运行。施工精度则是另一大难题，装配式幕墙对精度的要求极高，任何细微的尺寸误差，都会影响整个安装效果。尤其在大型建筑项目中，预制加工与施工精度控制的准确性，至关重要。随着绿色建筑理念的推广，幕墙设计中的节能与环保性，已成为设计的重要考虑因素。通过合理的隔热、隔音与遮阳设计，可以有效提高建筑能效，减少能耗[2]。在耐久性方面，设计人员应充分评估材料的老化问题，特别是在密封性、防水性等方面，进行细致规划，以确保幕墙在长期使用中保持良好的性能表现。

2 装配式建筑幕墙的性能研究

2.1 结构性能分析

装配式建筑幕墙的结构性能分析，涉及其强度、稳定性、刚度及抗荷载能力等关键方面。作为建筑外立面，幕墙系统需要承受风压、温差变化、地震荷载以及建筑自重等多种外部因素的作用，设计过程中，必须确保其在各种极端工况下，仍能保持安全可靠。在强度方面，幕墙必须能够抵抗风压、地震以及建筑自重等多种荷载，避免破损或变形。稳定性与刚度，是设计中的核心要素。幕墙系统应具备足够的抗变形能力，防止在外力作用下产生过度位移或振动，特别是在高层建筑中，风压的影响尤为显著。连接节点设计对整体结构性能的影响，不容忽视，合理的节点设计能够有效分散外部荷载，提升系统的承载能力与稳定性。此外，装配式幕墙的预制构件，通常需经过精密加工，任何尺寸误差都可能影响其承载力与安装精度。因此，在设计时，不仅要重点考虑材料选择与结构计算，还需确保幕墙系统整体的协调性，以保证其在实际使用中，能够长时间维持稳定性能。防火与抗震性能，也是设计中不可忽视的方面。应当充分评估不同材料的耐火性与抗震能力，确保在灾害发生时，建筑的安全性能够得到有效保障。

2.2 隔热、隔音与节能性能

装配式建筑幕墙的隔热、隔音及节能性能，是衡量其舒适性与环保性的关键指标。隔热性能，在建筑能效及室内舒适度中，占据着重要地位。良好的隔热设计，能够有效减少外界温度波动对室内温度的影响，从而降低空调与取暖系统的能耗。为了提升隔热效果，通常选用高性能的隔热材料，如复合材料、玻璃棉、泡沫板等。通过多层结构与空气层的隔热作用，这些材料抑制了热传导与热对流，从而显著提高建筑的热效率。在隔音方面，尤其是在噪声污染较为严重的城市环境中，隔音效果对于改善居住与工作环境质量至关重要。高密度材料及精密密封设计的采用，有助于有效隔绝外界噪音，确保室内的安静环境。常见的做法包括在玻璃面板中嵌入隔音膜或采用双层玻璃结构，这些设计能进一步增强幕墙的隔音性能。节能性能，是现

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

代建筑绿色建筑理念的核心要求之一。通过优化装配式幕墙的热工性能，不仅可以减少能源消耗，还能够有效降低建筑的运营成本。此外，符合节能减排政策导向的幕墙设计，能够为建筑的绿色发展做出积极贡献。

2.3 防火与耐久性性能

装配式建筑幕墙的防火性能与耐久性，是确保建筑安全性及长期使用效果的关键因素。在高层建筑中，防火性能尤为重要。幕墙材料的燃烧特性及其阻燃设计，必须符合严格的建筑规范，以有效阻止火灾蔓延。现代装配式幕墙，通常选用高耐火等级的材料，如耐火玻璃和金属面板，这些材料能够有效抗击火源侵袭，并在火灾发生时，提供足够的防护时间。为了提升防火能力，幕墙的连接部位常常设计有防火隔离层，从而有效阻止火焰通过幕墙缝隙扩散。耐久性，则是衡量装配式幕墙在长期使用中效果的关键指标。为应对恶劣的气候条件与长期的外界环境影响，幕墙材料需具备优异的抗腐蚀性与抗老化能力[3]。常选用耐候性强的材料，如铝合金和不锈钢，这些材料能有效防止水分、紫外线及酸雨等因素对幕墙表面的腐蚀或老化，从而延长幕墙的使用寿命。

2.4 耐候性与抗风压性能

装配式建筑幕墙的耐候性与抗风压性能，是衡量其长期稳定性与安全性的关键指标。耐候性，主要反映了幕墙材料在长期暴露于紫外线、酸雨、风沙等多种气候条件下，是否能够维持其物理性能与外观的稳定。高耐候性材料，能够有效抵御外界环境的侵蚀，防止色变、老化或腐蚀等现象的发生，从而确保幕墙表面在长期使用中的稳定性与美观性。常用的耐候性材料，如铝合金、玻璃及复合材料，具有较强的抗氧化与抗紫外线性能，有效延长了幕墙的使用寿命。抗风压性能，则是指幕墙在面对强风、台风等极端天气时，能否保持结构的稳定性与密封性，避免破坏。尤其在高层建筑中，风压作用更为显著，幕墙承受的外力也更大。为此，装配式幕墙需具备足够的抗风压能力。在设计中，通常采用高强度材料，并加强幕墙连接部位的结构，以提高其抗风压性能。此外，合理的幕墙结构设计与精确的安装工艺，也是确保抗风压性能的重要因素。

3 装配式建筑幕墙的施工技术

装配式建筑幕墙施工技术，是确保其质量、性能与安全的关键环节，涉及多项技术工艺与操作流程。施工过程较为复杂，通常涵盖设计、生产、运输、安装以及验收等阶段。设计阶段，必须根据建筑的具体要求，对幕墙的各项参数进行详细计算与规划，确保其能承受外部环境的各种压力与应力。在生产阶段，依照设计图纸，制造商对每一块幕墙单元进行精准加工，确保其尺寸与质量符合标准，并进行必要的预处理，以提升耐候性与抗风压能力。在运输阶段，特别注意对幕墙单元的保护，以避免运输过程中因碰撞或压力造成材料损坏。安装作为整个施工过程中最为关键的环节，需进行高度精确的对接与细致操作，确保幕墙组件的稳固与密封性。为确保施工质量，施工人员必须严格遵循施工图纸，进行定位、测量及调试，确保每个幕墙单元与结构之间的连接牢固，避免因安装不当而引发安全隐患。此外，现场管理人员需定期检查材料质量、工艺执行情况及施工安全，及时发现问题并采取措施予以解决。施工过程中，环境因素的控制亦不容忽视。例如，温度、湿度及风速等因素对施工质量的影响，应当避免气候变化引起幕墙材料的变形或接缝不合适[4]。随着新技术的持续发展，智能化施工设备、机器人辅助安装及信息化管理系统等创新方法，逐渐被引入装配式幕墙施工中。这些技术的应用，提升了施工精度与效率，降低了人力成本，并提高了施工安全性。例如，机器人在高空精确吊装与安装幕墙组件，大幅减少了人工操作的风险；信息化管理系统则能够实时监控施工进度、质量状况及材料库存，从而确保施工过程更加透明与高效。

4 结语

装配式建筑幕墙，作为现代建筑的重要组成部分，因其高效、环保及节能等优点，正逐渐成为建筑行业中的主流技术。通过对装配式幕墙的设计原理、常见设计方法及性能进行深入分析，本文阐明了其在结构强度、隔热隔音、防火耐久性以及耐候性等方面的显著优势。同时，针对设计与施工过程中所面临的技术难题与挑战，提出了相应的解决方案。随着建筑技术与材料的不断创新，装配式幕墙的性能有望进一步提升，未来在建筑行业中的应用前景广阔。然而，要实现其广泛推广与普及，仍需在设计标准、施工工艺、材料研发等多个领域持续深化研究，推动技术的创新与优化。通过不断改进与实践，装配式建筑幕墙将在未来建筑设计与施工中发挥更加重要的作用，为实现可持续发展目标贡献力量。设计标准、施工工艺与材料研发等多个领域，必须持续深化研究，以确保装配式幕墙技术的广泛推广与普及。而通过不断地创新与优化，装配式幕墙的性能，预计将在未来建筑行业中得到进一步提升与完善。

[参考文献]

[1]牛稼芳.装配式建筑幕墙施工技术[J].建材发展导向,2022,20(12):97-99.
[2]张吾健.装配式建筑幕墙设计处理及性能研究[J].砖瓦,2024(10):86-88.
[3]王鑫,夏广伟,王金秋.基于设计施工一体化理念的装配式幕墙设计要点研究[J].住宅与房地产,2023(8):42-44.
[4]李林鹏,彭冲,刘炳良,等.装配式工程幕墙施工方法研究[J].住宅与房地产,2020(27):88-92.

作者简介：田坤（1984.9—），毕业院校：江苏大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北建筑设计研究院有限责任公司，职称级别：高级工程师。

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

生态环境下生态市政工程技术的研究

陈晶晶
宜昌朝阳建设工程有限责任公司，湖北 宜昌 443100

[摘要]本研究旨在探讨在当前生态环境保护日益受到重视的大背景下，如何通过生态市政工程技术实现城市可持续发展。此文首先分析了传统市政工程存在的问题及其对生态环境的影响，接着介绍了生态市政工程的基本概念与技术体系，并通过案例分析，展示了生态技术在实际应用中的优势。最后，提出了未来生态市政工程技术发展的方向与策略，强调了技术创新与政策支持的重要性。此文的研究对于促进城市绿色发展具有重要的理论意义和实践价值。
[关键词]生态市政工程；可持续发展；环境保护；技术创新
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14464 中图分类号：TU9 文献标识码：A

Research on Ecological Municipal Engineering Technology in Ecological Environment

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

Abstract: This study aims to explore how to achieve sustainable urban development through ecological municipal engineering technology in the context of increasing attention to ecological environment protection. This article first analyzes the problems of traditional municipal engineering and its impact on the ecological environment, then introduces the basic concepts and technical system of ecological municipal engineering, and through case analysis, demonstrates the advantages of ecological technology in practical applications. Finally, the direction and strategy for the future development of ecological municipal engineering technology were proposed, emphasizing the importance of technological innovation and policy support. The research in this article has important theoretical significance and practical value for promoting urban green development.
Keywords: ecological municipal engineering; sustainable development; environmental protection; technological innovation

引言

随着工业化进程的加速，城市化给自然环境带来了前所未有的压力。传统的市政工程建设往往忽视了环境保护，导致了一系列生态问题。如何在保证城市发展的同时，减轻对自然环境的影响，成为了当今社会亟待解决的问题。生态市政工程作为一种新型的城市建设模式，它将生态保护理念融入到市政设施的设计、施工及管理中，以达到减少环境污染、改善城市生态的目的。本文通过对国内外相关文献的综述以及实际案例的研究，探讨生态市政工程的技术路径与实施策略，以期为我国城市化进程中环境保护提供新的思路和方法。

1 传统市政工程概述

1.1 传统市政工程的特点与成就

传统市政工程作为支撑城市基础设施建设的核心部分，在过去几十年间经历了快速发展。这类工程通常包括道路桥梁建设、供水排水系统、电力供应网络以及垃圾处理设施等方面。在这些领域内，传统市政工程展现了其特有的特点与成就。例如，在道路桥梁建设中，通过大规模的道路扩建与桥梁修建，城市之间的交通联系得到了显著增强，极大地促进了区域间经济交流与人员往来。供水排水系统的完善，则是通过建设大型水库、铺设供水管网以及建设污水处理厂等方式来实现。这不仅保障了城市居民的生活用水需求，还提高了水资源利用效率。电力供应网络的构建，则是通过建立发电站、铺设高压输电线路以及智能电网管理系统等手段，确保了城市能源供应的稳定性和可靠性。此外，垃圾处理设施的建设也是传统市政工程的一个重要组成部分。通过建立现代化的垃圾填埋场、焚烧厂以及分类回收中心，城市固体废弃物得到了有效管理和处置，减少了环境污染。

1.2 对生态环境造成的影响

传统市政工程虽然在一定程度上促进了城市的经济发展和社会进步，但在建设和运营过程中也给生态环境带来了一系列影响。道路桥梁建设往往需要占用大量土地资源，导致原有植被破坏和生物栖息地丧失，进而影响当地生态系统平衡。此外，施工过程中产生的噪声污染、扬尘污染等问题也不容忽视。供水排水系统的建设虽然解决了城市用水需求，但在水源开发过程中可能会过度抽取地下水或河流水，造成水源枯竭和水质恶化。同时，未经处理或处理不彻底的生活污水直接排放到自然水体中，会严重污染水质，破坏水生生态系统。电力供应网络虽然提高了城市的能源保障能力，但在发电过程中使用的化石燃料会产生大量温室气体排放，加剧全球气候变化。垃圾处理设施虽然减少了城市固体废弃物对环境的直接影响，但在垃圾填埋或焚烧过程中仍存在二次污染的风险。填埋场渗滤

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

液可能渗透到地下水中，而焚烧产生的有害气体则会对大气环境产生不良影响。因此，传统市政工程在带来便利的同时，也需要对其对生态环境的影响给予足够重视，并探索更为可持续的发展模式。

2 生态市政工程的概念与发展

2.1 定义与内涵

生态市政工程是一种将生态保护理念与城市基础设施建设相结合的新型工程模式。这种模式强调在设计、施工和运营过程中最大限度地减少对自然环境的影响，并促进城市与自然和谐共生。生态市政工程的核心在于通过引入绿色技术与管理手段，实现资源高效利用、减少污染排放以及改善城市生态环境质量。具体来说，生态市政工程涵盖多个方面，如绿色交通系统、低碳能源供应、雨水收集与利用、城市绿地建设等。例如，在绿色交通系统方面，通过推广公共交通工具、鼓励非机动车出行以及建设人行道和自行车道等措施，减少汽车尾气排放，改善空气质量。在低碳能源供应方面，利用太阳能、风能等可再生能源替代传统化石燃料，降低碳排放量。在雨水收集与利用方面，设计雨水花园、透水铺装以及地下蓄水池等设施，提高雨水资源利用率，缓解城市内涝问题。在城市绿地建设方面，增加公园绿地面积，种植本地植物，提升城市绿化率，为市民提供休闲娱乐场所，同时也为野生动植物提供栖息地。生态市政工程的目标是打造一个既满足人类生活需求又能够保护自然环境的可持续发展城市。

2.2 发展现状与趋势

近年来，随着人们对环境保护意识的增强和技术的进步，生态市政工程在全球范围内得到了广泛的关注与应用。在发达国家和地区，生态市政工程已经成为城市建设的标准配置之一。例如，新加坡通过打造“花园城市”，不仅增加了城市绿地面积，还通过屋顶绿化、垂直花园等方式增加了城市绿量，改善了城市微气候。德国柏林则通过推广自行车道和公共交通系统，减少了私人车辆使用，降低了空气污染。在中国，许多城市也开始尝试生态市政工程的建设。北京、上海等地通过建设湿地公园、雨水花园等项目，提高了城市防洪能力，改善了水环境质量。广州等南方城市则通过海绵城市建设，实现了雨水资源的有效利用，缓解了城市内涝问题。未来，随着科技进步和社会发展需求的变化，生态市政工程将继续向着智能化、集成化和社区化方向发展。智能化体现在利用物联网、大数据等信息技术手段，实现城市基础设施的精细化管理；集成化则意味着将多种生态技术整合在一起，形成综合解决方案；社区化则是指在社区层面推广生态市政工程，让居民参与到环境保护活动中来，形成良好的生态环境保护氛围。此外，随着国际合作的加深，不同国家和地区之间的经验交流也将进一步推动生态市政工程的发展。

3 生态市政工程技术体系

3.1 水资源管理技术

水资源管理技术在生态市政工程中占有重要地位，特别是雨水收集利用系统。这种系统通过收集、储存和净化雨水，将其转化为可用于灌溉、冲厕、清洁等多种用途的资源，从而减轻城市排水系统的负担并节约宝贵的淡水资源。在实践中，雨水收集系统通常包括屋顶集水器、地下蓄水池、过滤装置以及回用设施等组成部件。屋顶集水器可以有效地捕获降雨，然后通过管道输送至地下蓄水池中储存。过滤装置用于去除雨水中的杂质，确保水质安全可靠。回用设施则负责将处理后的雨水输送到不同的应用场景。此外，绿色基础设施如雨水花园、透水铺装和生态湿地也被广泛应用。雨水花园利用植物根系吸收多余的水分，同时净化水质；透水铺装允许雨水渗透到土壤中，补充地下水；生态湿地则通过自然水循环过程净化水质。这些措施共同作用，不仅改善了城市水环境，还增强了城市的韧性，使其更能适应极端天气事件。

3.2 固体废物处理技术

固体废物处理技术是生态市政工程中不可或缺的一部分，特别是垃圾分类回收系统。该系统旨在通过分类投放、分类收集、分类运输、分类处理的方式，实现废物资源化和减量化。在实际操作中，垃圾分类回收系统首先要求居民将生活垃圾按照有机垃圾、可回收物、有害垃圾以及其他垃圾等不同类别分开投放。随后，专门的收集车辆将各类垃圾运往相应的处理设施。有机垃圾经过堆肥处理后转变为肥料，用于园林绿化；可回收物如纸张、塑料瓶、金属罐等被送往回收工厂再加工；有害垃圾如废电池、荧光灯管等则需进行特殊处理以防止环境污染；其他垃圾则通过焚烧或填埋方式进行无害化处理。此外，通过教育宣传和政策引导，提高公众的环保意识，鼓励人们减少一次性用品的使用，从源头上减少垃圾产生量。垃圾分类回收系统的实施不仅减少了垃圾填埋量，还促进了资源循环利用，减少了环境污染。

3.3 绿色交通技术

绿色交通技术是生态市政工程中推动城市可持续发展的重要手段，特别是公共交通优化方案。这种方案致力于通过改进公共交通系统的设计和服务水平，鼓励更多人选择公共交通工具而非私家车出行。在实际应用中，公共交通优化方案包括但不限于建设高效的轨道交通网络、优化公交线路布局、增设公交专用道、推广新能源公交车等措施。轨道交通网络可以快速连接城市各主要区域，减少通勤时间；优化公交线路布局则使公交服务更贴近居民需求，提高乘车便捷性；公交专用道的设置确保了公交车运行顺畅，减少了拥堵；新能源公交车的应用则降低了公共交通的碳排放。此外，鼓励步行和自行车出行也是绿色交通技术的重要组成部分。通过建设人行道、自行车道以及自行车租赁站点，为市民提供安全舒适的非机动车出行环

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

境，减少机动车使用频率。这些措施共同致力于打造一个低碳环保的城市交通系统。

3.4 绿色建筑技术

绿色建筑技术在生态市政工程中发挥着至关重要的作用，尤其是绿色屋顶与墙体的应用。这类技术通过采用节能材料、优化建筑设计以及引入绿色植被等方式，提高建筑物的能效水平，减少能源消耗和碳排放。绿色屋顶是指在建筑物顶部覆盖一层植被，既可以吸收雨水，减少城市热岛效应，又能提供生物多样性空间。此外，绿色屋顶还能延长屋顶材料使用寿命，减少维护成本。绿色墙体则是在建筑物外墙上种植攀爬植物或其他形式的垂直绿化，不仅可以美化城市景观，还能起到隔音隔热的作用，降低空调使用频率。除了植被覆盖外，绿色建筑技术还包括使用高反射率材料作为屋面和外墙饰面，减少太阳辐射吸收；安装太阳能光伏板或太阳能热水器，利用可再生能源供电供热；采用高效节能窗户和保温材料，提高建筑围护结构的保温性能。这些技术手段共同作用，使得绿色建筑成为城市可持续发展的重要标志。

4 生态市政工程：挑战、对策与未来展望

生态市政工程面临的挑战主要包括经济成本问题、技术创新需求以及政策支持与公众参与不足。高昂的初期投资和长期运维成本限制了其推广速度，政府可通过税收减免、财政补贴等措施激励参与，并探索多元化融资渠道。技术方面，现有生态技术需优化升级，新兴技术如物联网、大数据、人工智能等的应用尚待深入。政策层面需制定完善的法律法规体系，加强跨部门协调，提高公众环保意识，建立参与机制，激发参与热情。展望未来，生态市政工程将朝集成化、智慧化方向发展，利用物联网、大数据等技术提升管理水平，注重社区推广，强化国际合作，并探索可持续商业模式，以市场化机制吸引更多资本投入。随着科技进步和社会需求的变化，生态市政工程将以更加开放包容的姿态迎接未来的挑战与机遇。

5 结束语

通过对生态市政工程技术的研究与探讨，我们认识到其在推动城市绿色发展方面的重要作用。尽管面临诸多挑战，但随着科技的进步和社会意识的提高，生态市政工程将成为未来城市建设的主流趋势。本文提出的观点与建议，希望能够引起更多关注，并促进相关部门采取有效措施，共同推进我国市政工程向更加环保、高效的方向发展。此外，还需要不断加强国际合作与交流，学习借鉴国际先进经验，以提升我国在这一领域的整体水平。

[参考文献]

[1]徐飞.生态环境下生态市政工程技术研究[J].城市建设理论研究电子版,2017(8):1.
[2]田维,戴少伟.生态环境下生态市政工程技术研究[J].住宅与房地产,2016(10):1.
[3]宿玲君.生态环境下生态市政工程技术的探讨[J].建材发展导向,2023,21(1):181-184.
[4]裴启龙.生态环境下生态市政工程技术研究[J].城市情报,2022(3):172-174.
[5]顾沈燕.生态环境下生态市政工程技术分析[J].房地产导刊,2020(9):78.
[6]于洪刚.生态环境下生态市政工程技术研究[J].科学与财富,2018(16):121-122.

作者简介：陈晶晶（1987.9—），女，职称：工程师，籍贯：湖北宜昌。

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

市政工程中给水排水的管道的施工技术的研究

江 峰
北京北建得力建筑工程有限公司，北京 010010

[摘要]随着城市化进程的加快，市政工程中的给水排水系统建设成为城市基础设施建设的重要组成部分。高效、优质的给水排水管道施工技术直接关系到城市居民的生活质量及城市的可持续发展。针对市政工程领域的给水排水管道施工，文本首先剖析了其现状与所面临的难题，继而深入探讨了施工准备、管道敷设、连接以及试压等关键核心技术。在此过程中，结合先进技术手段，作者提出了一系列旨在提升施工效率与质量的创新策略，如智能化施工设备的运用与信息化管理系统的采纳。在市政给水排水系统的施工领域，对施工技术及质量控制进行深入研究，以优化施工质量并提高运行效益，为基础设施建设项目提供技术支撑与理论论证。

[关键词]市政工程；给水排水管道；施工技术
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14443 中图分类号：TU991.05 文献标识码：A

Research on Construction Technology of Water Supply and Drainage Pipelines in Municipal Engineering

JIANG Feng
Beijing Beijian Deli Construction Engineering Co., Ltd., Beijing, 010010, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the construction of water supply and drainage systems in municipal engineering has become an important component of urban infrastructure construction. The efficient and high-quality construction technology of water supply and drainage pipelines is directly related to the quality of life of urban residents and the sustainable development of the city. Regarding the construction of water supply and drainage pipelines in the field of municipal engineering, the text first analyzes its current situation and the challenges it faces, and then delves into core key technologies such as construction preparation, pipeline laying, connection, and pressure testing. In this process, combined with advanced technological means, the author proposed a series of innovative strategies aimed at improving construction efficiency and quality, such as the application of intelligent construction equipment and the adoption of information management systems. In the field of municipal water supply and drainage system construction, in-depth research is conducted on construction technology and quality control to optimize construction quality and improve operational efficiency, providing technical support and theoretical demonstration for infrastructure construction projects.

Keywords: municipal engineering; water supply and drainage pipelines; construction technology

引言

市政工程中的给水排水管道是城市基础设施的重要组成部分，直接影响到城市居民的生活环境和公共卫生水平。随着城市人口的增长和城市化水平的提高，促使给水排水管道系统的建设需求不断攀升。市政管道施工，因地下施工环境的复杂性以及协调多方资源的必要性，施工过程必然遭遇诸多挑战，包括但不限于管道布设的合理性、施工质量的维护和施工期间环保措施的执行等。市政工程施工领域，得益于施工技术的不断进步与信息化管理的融入，实现了显著的发展[1]。然而，在施工过程中，诸如开挖、管道铺设、接管密封、试压以及管道检修等核心环节，仍需进一步优化与提升。本研究旨在对给水排水管道的施工领域进行详尽剖析，聚焦于施工流程中的核心技术与质量把控的关键点，进而提炼出一系列改进策略，旨在为市政工程的整体构建贡献一套科学而全面的指导方针。

1 市政工程给水排水管道施工现状

市政工程中的给水排水管道施工作为城市基础设施建设的重要组成部分，承担着保障居民饮水安全、排水防涝等重要任务。然而，随着城市化进程的加快，市政管道的建设规模不断扩大，给水排水管道施工面临了新的挑战。施工环境的复杂性是当前面临的主要问题之一。许多城市的给水排水管道系统需要穿越旧城区、交通繁忙区域以及地下设施密集的区域，施工难度较大，且容易导致其他设施的破坏和交通拥堵，增加了施工难度和成本[2]。

城市扩张促使，给水排水管道的设计与施工标准持续升级。在众多新兴城区与区域，给水排水管道的敷设多选用尖端材料，并遵循严格施工规范，然而，对于一些历史悠久的城区而言，因管道陈旧，隐患频发，且对其进行维修或更换实属不易。在实施水排水管道施工过程中，埋设深度不足及施工技术不当等技术问题不容忽视，此类问题或对管道的长期使用性能及稳定性构成潜在威胁。在施工

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

流程中，质量监管、生态保护手段、资源分配等领域频现各种问题，亟需建立健全的规范化及系统化管理机制。市政建设领域采纳了诸如管道自动焊接、预制管道生产等前沿技术。这些技术手段的融入显著提升了施工效率与管道品质，施工环节虽见技术更迭，燃料问题错综复杂，亟需深化技术创新与管理优化策略。

2 给水排水管道施工的关键技术

市政给水排水管道施工是一项复杂的工程，涉及多个环节，每个环节的技术实施都直接关系到管道的质量和使用寿命。管道材料的选择是影响管道施工质量的关键因素之一。目前，市政给水排水管道在选用材料时，铸铁管、钢管、塑料管、球墨铸铁管等各具特性，需根据具体应用场景和技术规范进行甄别与配置。例如，在地下水丰沛的区域，钢管因其卓越的耐腐蚀性能而成为首选；相对地，塑料管以其轻盈和便捷的安装特性，更适用于低压供水系统，管道铺设的顺畅与稳固，离不开管道敷设技术的核心支撑作用。机械化施工取代了传统的人工开挖方法，显著提升了施工效率，同时降低了人为因素对施工质量造成的干扰[3]。

采用现代化的开挖与管道铺设装备，不仅显著提升了敷设工作的精确度，亦能在一定程度上减轻对周边环境的扰动。技术层面管道的连接手段繁多，诸如焊接、法兰、套筒等连接手法，尤其是焊接手法，凭借其出色的密封性和稳固性。在给水管道施工领域被广泛应用，在复杂地质环境中，管道的密封与防渗技术的严密实施至关重要，确保无漏水和渗水现象发生，以保障管道的长期使用效能。

3 施工质量控制要点

施工质量是市政工程给水排水管道建设的核心，直接影响到管道的使用效果和安全性。在严苛的规范下构建质量管理体系，其必要性不言而喻，为确保施工各阶段的标准与质量，需构建一个全面的质量控制体系，涵盖设计审核、施工过程以及竣工验收环节。在施工设计环节，需依据地质状况及实际使用需求，审慎挑选管道种类与施工手段，以保证施工计划既科学又切实可行。在施工过程中，务必遵循规范，尤其在管道埋设的深度与坡度，以及管道连接环节，务求每一道工序均达到既定标准，以降低因操作失误或不合规施工引发的各类质量问题。

施工质量管理中，对材料质量的把控尤为关键。在施工环节，必须对管道材料采购、验收及使用实施严格把控，务必使所有管材、接头、焊接材料等全面达标，且必须执行必要的质量检验。依据管道材质特性及具体情形，务必挑选适宜的施工路径，以规避因材料固有瑕疵或施工失误引发的潜在质量问题。规范化的施工技术与标准化实施，是质量管理过程中的关键要素。在管道施工的各个环节，诸如开挖、铺设、焊接与接头处理等，施工人员必须恪守既定操作规程，以确保作业的标准化，从而杜绝技术不达标或施工缺陷，防止管道质量问题的发生。在执行过程中，对现场实施严格的监督与管理，这一环节不容小觑。现场施工中，项目经理与技术人员需共同担当技术管理与质量监控重任，对施工各环节可能出现的问题实施实时监测与快速应对，以保障施工过程的质量与进度得以有效保证。在管道施工过程中，必须高度重视环保措施的实施，有效降低施工活动对周边环境的负面影响，诸如实施扬尘控制、实施噪声监测、实施废弃物处理等一系列环保措施，以确保绿色施工标准的实现[4]。

4 智能化和信息化技术在管道施工中的应用

随着现代科技的发展，智能化和信息化技术在市政工程中的应用逐步得到了推广，尤其在给水排水管道施工过程中，信息化技术的引入极大地提升了施工效率和质量。管道的精准定位与自动铺设，由智能化铺管设备完成，施工动态调整亦得以实现，大幅降低了人工操作误差，确保了管道安装的精度和规范。地质条件变化时，智能化设备自动调整施工策略，以优化施工方案，并有效降低施工过程中的资源损耗。管道施工中引入的智能化压实设备显著提升了施工品质，该设备能实时监控并自动调整地面密实度，以此保障土壤与管道的稳固性，有效预防因压实不足导致的管道沉降等问题的发生。管道施工领域采纳信息化管理系统，显著促进了施工效率的飞跃。施工管理人员借助 BIM 技术及 GIS 等信息化工具，实时监控项目进展、资源使用状况与施工品质等关键数据，从而敏捷地调整施工策略，优化资源分配，有效遏制不必要的资源浪费。在施工过程中，BIM 技术的运用显著提升了可视化的效果；同时，在设计阶段便能够对施工中可能出现的潜在问题进行预测，进而实现问题的前置解决，有效规避了施工过程中大规模返工的现象。施工过程的透明度和可追溯性，因信息化管理系统的引入而显著提升，便于项目管理者全方位监控项目实施全流程，从而保障项目进展顺利[5]。

5 提升市政给水排水管道施工技术的优化建议

提升市政给水排水管道施工技术的优化是确保市政工程质量与效率的关键，尤其在城市化进程加速的背景下，合理的施工技术优化不仅能提高施工效率，降低成本，还能提升管道的使用寿命，保障市民的生活质量和城市的可持续发展。技术培训是提升施工人员技能的关键，对于施工技术的优化至关重要。在新技术与新设备层出不穷的当下，施工人员需紧跟技术革新之轨，熟练掌握尖端的施工技术和操作手段。为确保施工人员对智能化设备操作流程及施工标准达到熟练程度，构建一套系统的技术培训体系，并定期举行专业培训，这一举措构成了提升施工质量和效率的根本保障。必须深化施工人员对相关规范与法规的认知，严格遵循每一道工序的施工规范，以此规避由操作失误或技术滞后所引发的各类质量问题。

管道施工领域的技术提升，依赖于对施工工艺的优化。

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

传统管道施工领域，人工操作占据主导地位，往往导致误差频发，进而对施工的品质与时效产生不利影响。在机械化与自动化技术日益发展的背景下，运用自动化铺管、智能化压实、无人机检测等创新施工手段，显著降低了人工操作误差，大幅提升了施工的精度和效率。例如，智能化铺管设备通过精准控制，能够在不同地质条件下自动调节施工方式，确保管道的铺设精准而高效。与此类似，自动化压实设备能够实时监测土壤的密实度并自动调节，避免了人工操作的不确定性，确保管道安装后的稳定性[6]。

运用先进的开挖机械，有效减轻了对周边环境的侵扰，显著减少了施工环节中人为因素造成的潜在威胁。进一步推进信息化管理与智能化施工，也是管道施工技术优化的必要方向。通过 BIM（建筑信息模型）技术和 GIS（地理信息系统）技术，施工过程得以实现数字化管理及精确调控。运用 BIM 技术于施工前期，对管道配置、施工流程及材料选用等实施全方位仿真预演，以期预先洞察潜在缺陷，防止施工期间出现大范围返工现象，实时监测与分析地下管网及地质信息。GIS 技术助力施工人员优化施工路径，确保施工资源合理分配与时间高效管理，施工过程因信息化与智能化技术的融合而变得更为清晰且可追踪，同时为施工管理人员提供了更为精准的数据支撑，便于快速识别并处理施工中的问题，显著提升了施工的安全性与可靠性。

市政给水排水管道施工是一项系统工程，涉及设计、材料、施工等多个环节，任何一个环节出现问题，都可能影响到最终的工程质量。因此，在工程建设的各个阶段——施工前、施工中、施工后，质量控制均不容忽视。对施工前的“设计”与“选材”环节进行合理考量，需严格遵循实际状况，以确保所采用的管道材料与施工方案与当地的环境要求及使用需求相契合，在施工活动全过程中，除对技术人员进行操作规程的强化培训，亦需执行严谨的监管与核实流程，以保证每一工序均依照既定标准得以精准实施。严格的质量检验是管道焊接与连接等关键环节不可或缺的步骤，旨在预防因潜在质量问题引发的管道泄漏或损毁[7]。

确保管道长期稳定运行的要害，在于施工完成后的严格验收和持续维护。在施工过程中，对管道实施压力及密封性测试，并严格进行验收程序，以便于早期发现并处理潜在缺陷，从而确保施工品质的可靠性。市政工程中的给水排水管道施工环节，必须严格实施环保措施，绿色施工理念逐渐被广泛认可。在施工过程中，需采纳相应措施以降低对环境的潜在负面影响。环境与施工的和谐共生得以实现，得益于无开挖技术的运用、土方开挖量的缩减以及施工期间噪声、扬尘等环境污染的降低。针对市政给水排水管道施工技术优化，所提建议需涵盖培训人员、升级施工工艺、加强信息化管理及强化环保措施等多个维度，确保各环节协调兼顾。在市政管道工程建设中，通过实施技术创新与实施管理优化，施工质量得以显著提升，施工周期缩短，工程成本降低，从而保障了市政管道工程的可持续发展，并最终为城市的建设与人民的美好生活提供了更高品质的支撑[8]。

6 结语

总之，市政工程中给水排水管道的施工技术研究是保障城市基础设施高效、安全运行的关键，随着城市化进程的加快，市政管道施工面临着越来越多的挑战。为了适应这一发展需求，施工技术的创新与优化显得尤为重要。从施工现状分析、关键技术、质量控制要点，到智能化技术的应用与优化建议等方面，市政给水排水管道施工技术的研究呈现出多维度的发展趋势。市政给水排水管道施工技术的研究与应用是一个系统工程，涉及多个方面的技术创新与管理优化，只有在各方面综合作用下，才能确保市政管道施工的高质量、高效率和高安全性，最终为城市的基础设施建设和居民的生活质量提供有力保障。

[参考文献]

[1]安永.市政工程中道路排水管道施工技术要点分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(12):199-201.
[2]齐树强.市政工程中给水排水管道的施工技术[J].城市建筑空间,2022,29(1):265-266.
[3]黄水连.市政工程中道路排水管道施工技术要点[J].居舍,2022(8):69-71.
[4]董梦阳.市政工程中道路排水管道施工技术要点[J].建筑技术开发,2021,48(20):89-90.
[5]刁家勇.市政工程中排水管道的施工技术要点分析[J].花炮科技与市场,2020(2):76.
[6]顾克宝.市政工程中排水管道的施工技术要点探讨[J].造纸装备及材料,2020,49(2):138.
[7]杨森平.市政工程中排水管道的施工技术要点分析[J].住宅与房地产,2019(30):151-152.
[8]刘兆爱,周继超,梁萍.市政工程中道路排水管道施工技术要点的研究[J].中外企业家,2019(17):140.

作者简介：江峰（1989.2—），毕业院校：北京航空航天大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：北京北建得力建筑工程有限公司，职务：项目经理，职称级别：助理工程师。

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

EPC 模式下市政工程设计与管理研究

刘宏涛
西安市政道桥建设集团有限公司第一工程公司，陕西 西安 710014

[摘要]随着 EPC 模式在市政工程中的广泛应用，设计管理的要求也日益提高。EPC 模式将设计、采购和施工环节整合在一起，虽然能够提高效率和协调性，但也带来了设计与施工衔接、风险管理等方面的挑战。文中探讨了 EPC 模式下市政工程设计与管理的特点，分析了设计方在项目中的角色，并提出了建议。研究表明，改进设计阶段的规划与管理能够有效提升项目的整体质量与效率，为类似项目的实施提供参考。

[关键词]EPC 模式；市政工程；工程设计；工程管理
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14433　　中图分类号：TU201　　文献标识码：A

Research on Municipal Engineering Design and Management under EPC Mode

LIU Hongtao
First Engineering Company of Xi'an Municipal Road & Bridge Construction Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710014, China

Abstract: With the widespread application of EPC mode in municipal engineering, the requirements for design management are also increasing. The EPC model integrates the design, procurement, and construction processes together, which can improve efficiency and coordination, but also brings challenges in the connection between design and construction, risk management, and other aspects. The article explores the characteristics of municipal engineering design and management under the EPC mode, analyzes the role of the design party in the project, and puts forward suggestions. Research has shown that improving the planning and management of the design phase can effectively enhance the overall quality and efficiency of projects, providing reference for the implementation of similar projects.

Keywords: EPC mode; municipal engineering; engineering design; engineering management

引言

随着城市化进程的加速，市政基础设施建设面临的需求与挑战愈发复杂。传统的建设模式逐渐暴露出分工不清、沟通障碍、工期延误等问题，亟需一种更加高效、集中化的管理模式以应对这些变化。作为一种集成化的项目管理方式，EPC（设计、采购、施工）模式逐渐成为市政工程领域的主要选择。设计、采购与施工三个环节的有机结合是该模式的核心，强调全过程的协同管理。通过这一模式，不仅能够优化资源配置，还有效提升了项目的执行效率与质量控制水平。在市政工程的实际应用中，EPC 模式通过整合各方资源、减少中间环节，提高了整体执行效率，缩短了建设周期。尽管这一模式带来了诸多优势，设计与施工衔接不顺畅、项目管理复杂度高、风险控制困难等挑战仍然存在。如何优化市政工程的设计与管理，已成为当前工程实践中的重要课题。EPC 模式下的设计与管理，具备独特的特点，并面临着一系列问题，如何解决这些问题，成为提升项目成功率的关键。本文将分析 EPC 模式下市政工程设计与管理的独特特点，并提出针对性的改进策略与管理措施。目标是为市政工程项目的顺利推进提供理论支持与实践参考。

1 EPC 模式在市政工程设计管理中的重要性

1.1 对项目成本的影响

EPC 模式（工程总承包模式）在市政工程设计管理中的重要性，尤其体现在项目成本控制方面。通过将设计、采购及施工三个阶段的任务统一交由总承包商负责，这一集成化管理模式有效减少了项目管理的复杂性，降低了多个阶段之间的沟通与协调成本。具体而言，通过优化流程与管理，EPC 模式能够在设计阶段就进行准确的成本预算与评估，从而避免了传统模式中因频繁设计变更而导致的成本超支问题。设计与施工的同步性使得设计阶段就能够预见施工过程中可能出现的实际问题，并提前制定解决方案，从而避免了后期由于设计不合理或变更引发的返工与延误，进一步压缩了项目的整体成本。此外，在 EPC 模式下，由总承包商承担了项目所有阶段的责任，能够通过高效的采购管理与施工进度控制，降低材料采购成本；同时，凭借其采购量优势，获得了更具竞争力的价格。项目初期，便可对项目成本进行全面控制与预测，确保预算不超支，减轻了业主对各阶段成本控制的顾虑，从而提升了资金使用的效率。

1.2 对施工质量的影响

EPC 模式在市政工程设计管理中的重要性，尤其体现在施工质量的控制方面。在这一模式下，设计、采购及施工均由同一承包商负责，从而实现了项目管理的高度集成化。这种管理模式有助于从设计阶段开始，充分考虑施工的可行性及质量要求。通过统一的管理体系，总承包商能够与设计团队及施工团队紧密协作，提前识别潜在的质量

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

风险，并采取有效的预防措施。集成化的流程有效减少了设计图纸与施工实际之间的差异，避免了施工阶段因设计不合理或细节遗漏而引发的质量问题。此外，EPC 模式强化了设计与施工的协同工作。施工方能够及时反馈设计中的问题或提出改进意见，推动设计优化，从而确保施工过程中技术规范和质量标准的严格执行。在施工阶段，由于总承包商对项目质量管理的全面负责，质量控制与监督得以更有效地进行。统一的质量管理体系不仅确保了各项技术要求的贯彻执行，还通过合理的资源调配、技术支持和进度管理，避免了施工进度过快或过慢对质量的影响[1]。通过对材料采购、施工工艺以及现场管理的全面把控，总承包商确保了施工质量符合设计要求并达到相关标准。与传统模式中的分散管理相比，EPC 模式下的质量控制更加集中且高效，有效避免了责任不清或相互推诿的现象，确保了施工质量的严格保障。

1.3 对项目工期的影响

EPC 模式在市政工程设计管理中的重要性，特别体现在对项目工期的影响上。通过将设计、采购及施工三个环节统一交由同一总承包商负责，这种一体化的管理方式显著缩短了项目的整体工期。与传统模式下设计与施工分开进行不同，在 EPC 模式下，设计与施工过程紧密协同。总承包商能够在设计阶段就启动施工材料的采购工作，同时准备施工所需的资源，确保设计与施工之间的无缝衔接。通过这种并行作业，时间空隙在传统模式中可能出现的情况被有效消除，设计与施工环节之间的衔接不畅也得以避免。此外，EPC 模式下的集中管理使得项目进度的监控与调整更加高效。设计、采购与施工各个环节的进展，能够实时掌握，潜在的延误风险也能及时发现并进行调整，避免了信息滞后与沟通障碍。统一的进度管理方式提高了响应速度，确保了项目各阶段的顺利衔接。在施工过程中，总承包商能够根据现场的实际情况灵活调整工期安排，通过合理优化施工顺序，保证各工序的有效衔接，从而最大限度地压缩工期。由于总承包商全面负责设计、采购与施工，其对项目质量与进度的控制能力更强，可以提前识别并解决设计与施工过程中可能出现的冲突，避免了因返工或调整而浪费时间。

2 EPC 模式在市政工程中的应用现状

随着我国基础设施建设的快速推进，EPC 模式逐渐成为市政工程项目管理中的主流选择，尤其在大规模市政类工程中，其优势愈加突出。目前，EPC 模式已广泛应用于市政工程的多个领域，如道路、桥梁、供水、排水及垃圾处理等。采用这一模式的地方政府与业主单位越来越多，旨在提升项目的整体效率与质量。

具体而言，EPC 模式在市政工程中的应用体现在多个方面，尤其是在工程管理的全过程、跨部门协调与资源整合上。在设计阶段，项目的初步设计不仅由总承包商负责，且其深入参与详细设计与后续优化调整。这种深度参与，确保了设计方案与施工及采购环节更好地衔接，从而有效减少了因设计变更带来的成本上升与工期延误。在采购阶段，统一的采购管理有助于项目有效控制成本与质量。通过集中采购，既能降低材料采购的风险与成本，又能确保材料的及时供应，避免了采购问题引起的施工延误。在施工阶段，通过合理配置施工资源、优化工艺流程与精细化管理，总承包商不仅提升了工程质量，还有效缩短了施工周期，增强了工期控制的精度。然而，尽管 EPC 模式在市政工程中的应用已较为广泛，但也面临一些挑战。市场上不同总承包商的技术水平与管理能力差异较大，部分项目的实施效果未必理想。特别是在一些中小型项目中，部分承包商缺乏足够的经验与资源，难以实现设计与施工的高效衔接。此外，尽管 EPC 模式强调全过程管理，项目的复杂性与多变性仍可能影响整体进度与质量控制。在一些技术要求较高的市政工程中，设计与施工衔接问题依然存在，进而影响项目进度[2]。另一方面，EPC 模式下，业主对项目的监督力度较弱，这可能导致某些项目在质量控制方面存在隐患，特别是在工程验收与后期维护阶段，潜在问题更加突出。

3 EPC 模式下市政工程设计管理对策

3.1 协调总包方与业主间的关系

在 EPC 模式下，确保总承包方与业主之间的协调关系是项目顺利推进的关键因素之一。由于 EPC 模式将设计、采购与施工的全过程交由总承包商负责，业主的角色更多地集中在监督与决策上，这要求业主与总包方之间建立紧密的合作机制。为此，双方在项目初期需明确各自的职责与权限，确保总承包商在设计、采购及施工过程中拥有足够的决策权与管理自由，从而提高项目执行的灵活性与效率。同时，业主应加强与总包方之间的信息共享与沟通，确保项目目标、进度与质量标准始终保持一致。定期组织项目协调会议，讨论项目进展、解决实际问题，并在必要时及时调整项目计划，成为了促进双方合作与问题解决的有效手段。此外，在项目推进过程中，必要的支持应为总包方提供，尤其是在设计方案的审查、关键技术决策的讨论及采购过程中的资金支持等方面，帮助总承包商克服技术与资源上的困难。与此同时，业主还需加强对总包方的监督与评估，确保项目按时、按质量标准及预算完成，避免了因总承包方管理不当或质量问题导致业主遭受不必要的损失。为确保项目的长期可持续性，项目后期的维护与运营应提前进行规划，业主与总包方可签署相关协议，以确保项目交付后，业主能够继续获得高质量的服务与保障。

3.2 现场实施阶段设计管理工作

在 EPC 模式下，现场实施阶段的设计管理工作至关重要，其对项目施工进度、质量控制与成本控制的直接影响不可忽视。在这一阶段，设计管理的核心任务是确保设计方案精准转化为施工图纸，并在施工过程中得到有效执行。设计方案应与施工团队密切配合，提前进行详细的交底，确保施工人员充分理解并掌握设计细节，避免因设计不明

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

确或误解而引起的施工偏差。在实际施工过程中，设计变更是不可避免的，管理人员需快速响应现场问题，确保变更设计迅速传达并实施。对于每一次变更，其可行性、经济性及合理性必须被评估，确保不影响工程进度或导致额外成本的增加。除变更管理外，设计管理还需聚焦于现场施工质量控制。管理人员应定期与施工团队沟通，确保设计要求与施工质量标准的一致性，并通过现场检查、样板制作与验收等手段，监督施工质量的执行情况。若设计或施工出现偏差，设计管理人员应及时介入，根据实际情况调整设计方案或施工方法，确保项目按既定的质量标准完成[3]。此外，设计资料的有效传递与存档也是现场实施阶段的关键工作。施工现场涉及大量技术文件、图纸与资料，设计管理人员应确保这些文件能够及时更新并准确传递，以避免资料滞后或不一致所导致的施工错误或混乱。

3.3 做好成本控制

在 EPC 模式下，市政工程设计管理中的成本控制至关重要，因为设计阶段的决策直接关系到项目的整体造价。成本控制不仅仅是在施工过程中对预算的监督，更是在设计初期进行全面规划与预估，确保项目能够在可控预算内完成。设计阶段，业主、总承包商及其他相关方需要进行充分沟通，明确项目的成本目标及约束条件。根据项目的具体需求，设计方案、施工方法及材料的合理选择有助于最大程度地控制预算。在设计初期，结合市政工程的特殊要求（如土建、管线、绿化等），详细的预算清单应进行精准的成本预估。这将有助于避免因设计不合理或需求变更所导致的预算超支。设计人员应在确保设计质量与功能的前提下，充分考虑如何节约成本。例如，采用模块化设计、标准化组件或可替代材料等手段，既可保证设计效果，又能降低材料费用。市政工程项目通常受地质条件、施工环境及材料选择等多方面因素的影响，设计人员应对各种设计方案进行成本效益分析，从而选择最经济的解决方案。此外，设计阶段还应考虑项目施工的可操作性。通过简化工艺流程、优化施工方法，减少不必要的施工环节与浪费，进一步降低项目成本。设计变更通常是影响成本控制的重要因素，设计管理团队必须严格控制变更的频率与范围。每一次设计变更都可能带来额外的费用和施工成本，管理者需对每个变更进行成本评估，确保调整后的方案仍能在预算范围内合理执行。如果变更不可避免，预算应迅速调整，以防止成本失控。

3.4 与施工方紧密配合

在 EPC 模式下，市政工程项目的顺利推进，依赖于设计方与施工方之间的紧密合作。设计与施工是两个互相依赖的环节，只有当设计方的方案与施工方的实施紧密契合时，才可能避免沟通不畅、方案不切实际或实施不到位所引发的工期延误、质量问题及成本超支。项目初期，设计方与施工方应共同参与规划与设计讨论，确保设计方案既符合业主需求，又充分考虑到施工的可行性与经济性。设计方案中，应充分考虑施工中的技术要求及难度，例如，施工顺序、方法与材料的选择应明确，以避免后期施工过程中出现与设计不符的情况。在项目实施阶段，设计方与施工方之间应保持持续的沟通，及时解决施工过程中遇到的技术问题。施工现场常常会出现条件变化，如地质情况变动或突发工程问题，设计方需迅速调整设计方案，并提供必要的技术支持，确保施工顺利进行。同时，施工方的反馈也同样至关重要，施工方可根据实际施工经验为设计方提供优化方案，从而解决现场的实际问题[4]。例如，在一些复杂的市政工程中，施工方对现场环境的理解可能更为深入，能够提出更为合理的技术改进建议。此外，设计方与施工方的紧密配合，还体现在工程进度、质量控制及安全管理等方面。双方应共同制定详细的施工计划，并随时关注施工进展，确保设计图纸按计划执行，避免因施工滞后导致设计方案的调整或变更。同时，施工方应严格按照设计图纸执行，及时反馈施工情况，确保设计的合理性与准确性。在质量控制方面，设计方应与施工方协作，设定明确的质量标准，并定期进行现场检查，确保每项施工工作符合设计要求，防止质量问题导致返工或工期延误。

4 结语

EPC 模式在市政工程中的应用，显著提升了项目管理效率，尤其在加速工程进度、缩短建设周期以及降低成本方面，表现尤为突出。然而，这一模式的成功实施，离不开设计与施工环节的无缝对接与协同运作。设计方，在项目全过程中，扮演着至关重要的角色；优化设计管理流程、增强信息化技术的应用、提升团队协作能力，均是 EPC 模式下提升市政工程项目质量与效率的核心因素。面对日益复杂的市政工程建设挑战，持续改进设计管理方式与创新管理理念，仍然是确保项目成功的基础。通过本研究，理论支持与实践指导，能够为 EPC 模式下市政工程设计与管理的优化提供。未来的研究，可进一步探索在不同项目环境中，如何有效整合各方资源，推动市政工程建设的可持续发展。

[参考文献]

[1]刘正晖.EPC 模式下市政工程设计与管理研究[J].城市建筑空间,2024,31(1):223-224.
[2]程金伟.EPC 模式下市政工程设计与管理分析[J].工程建设与设计,2023(4):229-231.
[3]谭金伟.市政工程项目 EPC 工程总承包设计管理措施分析[J].建筑与预算,2022(8):31-33.
[4]廖乐明.EPC 模式下市政工程设计管理研究[J].江西建材,2021(8):220-221.

作者简介：刘宏涛（1986.10—），男，毕业院校：西安交通大学，所学专业：机械工程及自动化，当前就职单位：西安市政道桥建设集团有限公司第一工程公司，职务：项目经理，职称级别：中级工程师。

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

房地产项目海绵城市与景观设计融合研究

黄海涛
襄阳华侨城文旅发展有限公司，湖北 襄阳 441100

[摘要]目前，海绵城市在全球范围内得到了广泛关注，许多城市已开始尝试通过绿色基础设施和生态设计解决城市水资源管理问题。在我国，海绵城市建设在多个城市得到了实践，并取得了一定的成效，尤其在雨水利用、内涝缓解及生态修复方面展现出积极作用。然而，在房地产项目的具体应用中，海绵城市与景观设计的融合仍处于初期阶段，许多房地产项目在实施过程中，缺乏系统的规划和整体设计，导致海绵设施的效能未能完全发挥。此外，缺乏统一的标准和法规，以及项目投资和回报的不确定性，也影响了海绵城市理念在房地产开发中的广泛推广。尽管如此，随着绿色建筑理念的普及以及可持续发展政策的推进，海绵城市与景观设计的结合有望成为未来城市发展的重要方向。

[关键词]房地产项目；海绵城市；景观设计；融合
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14430　　中图分类号：TU986　　文献标识码：A

Research on the Integration of Sponge City and Landscape Design in Real Estate Projects

HUANG Haitao
Xiangyang Overseas Chinese Town Cultural and Tourism Development Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441100, China

Abstract: Currently, sponge cities have received widespread attention worldwide, and many cities have begun to attempt to solve urban water resource management problems through green infrastructure and ecological design. In China, the construction of sponge cities has been practiced in multiple cities and has achieved certain results, especially in the areas of rainwater utilization, waterlogging alleviation, and ecological restoration, showing positive effects. However, in the specific application of real estate projects, the integration of sponge cities and landscape design is still in its early stages. Many real estate projects lack systematic planning and overall design during implementation, resulting in the failure to fully utilize the effectiveness of sponge facilities. In addition, the lack of unified standards and regulations, as well as the uncertainty of project investment and returns, have also affected the widespread promotion of the sponge city concept in real estate development. However, with the popularization of green building concepts and the promotion of sustainable development policies, the combination of sponge cities and landscape design is expected to become an important direction for future urban development.

Keywords: real estate projects; sponge city; landscape design; integration

引言

随着全球城市化进程的加速，城市面临的环境压力日益加剧，特别是在水资源管理、城市内涝以及生态退化等问题日益突显的背景下。传统的城市建设模式，在应对这些挑战时，往往显得无力，难以有效应对极端气候变化和快速城市扩张所带来的困境。为应对这一系列问题，海绵城市的理念应运而生。作为一种创新的城市雨水管理与生态建设模式，海绵城市不仅注重水资源的收集、储存与渗透，更强调通过生态设计与绿色基础设施的运用，提升城市的可持续性及宜居性。在房地产开发领域，海绵城市理念与景观设计的有机结合，成为推动城市绿色转型及提升居民生活质量的关键路径。通过融合雨水管理、生态恢复及景观美学，能够创造舒适的居住环境的同时，房地产项目还可提高城市的生态承载能力，缓解水资源短缺及城市热岛效应的困境。本文将深入探讨海绵城市与景观设计在房地产项目中的融合，分析两者结合的核心原则、实施过程中面临的挑战与机遇，并展望海绵城市理念在景观设计中的未来发展趋势，旨在为推动房地产项目的绿色可持续发展提供理论依据与实践指导。

1 海绵城市的特点

海绵城市的主要特点在于，通过模拟自然水循环的过程，城市空间内的雨水收集、存储、渗透、净化及利用功能得到了充分利用，从而减少了内涝现象，提高了水资源的使用效率，并改善了城市的生态环境。其核心理念在于，将雨水视为资源，而非单纯的排放负担，强调了绿色基础设施与城市建设的深度融合。通过诸如绿色屋顶、透水铺装、雨水花园及湿地等设计手段，雨水得到了有效管理，水体污染得到了防止，并促进了水的循环利用。同时，海绵城市还具备生态修复功能，能够改善城市微气候，增强生物多样性，并减缓了热岛效应。与传统的硬质排水系统不同，海绵城市通过自然处理与生态工程方法，提升了城市在应对暴雨等极端气候条件时的韧性，致力于实现“增绿、减排、净化”的目标。

2 景观设计在海绵城市项目中的作用

景观设计在海绵城市项目中的作用，远不止于美化环

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

境或增加绿意，关键环节是实现城市水生态功能与可持续发展目标。海绵城市理念提倡通过自然系统应对城市内涝、水资源短缺及环境污染等问题，而景观设计则为这一理念的落实提供了创新且行之有效的路径。通过运用透水性材料、雨水花园、湿地系统及绿色屋顶等设施，雨水的渗透、存储与再利用得到了有效促进，地面径流被显著减少，城市排水系统的负担也因此得以减轻，同时热岛效应得到了有效缓解，局部气候得以调节。更为重要的是，生态恢复与修复通过景观设计得以实现，城市生态系统的韧性得到了增强，生物多样性得到了提升，空气质量与土壤健康也得到了改善。例如，湿地公园或生态绿地的设计，不仅提供了更多绿色空间，增强了居民的休闲与娱乐机会，还为本土植物与动物提供了栖息地，恢复了自然生态过程。在这一过程中，雨水管理、生态景观、功能空间及社会需求等多重因素被景观设计有机结合，不仅满足了雨水管理的基本要求，还提升了城市的生态性、宜居性与可持续性。

3 房地产项目海绵城市与景观融合原则

3.1 上位规划阶段的提前介入

上位规划阶段的提前介入，是实现房地产项目中海绵城市与景观设计融合的关键环节。在项目的初期阶段，规划设计应充分考虑雨水管理与生态功能的整合，将海绵城市理念融入整体城市布局与空间设计之中。整体框架，雨水收集、储存、渗透及排放的，应该在上位规划阶段就明确设定，不仅为后续详细设计提供清晰的方向，还能帮助协调与周边环境及基础设施的衔接，避免后期设计中的冲突与重复工作。举例而言，合理规划透水性道路、雨水花园、绿色屋顶等绿色基础设施的位置，结合自然地形及水系特征，优化水流路径及雨水利用方式。在这一过程中，景观设计与海绵城市的融合，应该不仅仅是技术层面的结合，还要从生态功能、景观美学及社会需求等多个维度进行综合考虑[1]。通过提前介入，设计方案的可实施性与持久性得以确保，资源浪费及设计疏漏因后期调整而造成的情况可避免，最终实现一个具备生态效益、符合城市发展需求的可持续项目。

3.2 “海绵——景观”一体化设计

“海绵——景观”一体化设计将海绵城市的水管理功能与景观设计深度融合，通过生态化与自然化手段，既解决了雨水管理的问题，又提升了城市景观的质量，实现了功能与美学的和谐统一。设计理念的核心，在于将雨水的收集、渗透、净化等功能与景观元素有机结合。通过多功能景观设施，如雨水花园、湿地公园、透水铺装等，生态友好的公共空间得以创造。这样不仅有效管理了雨水，减少了内涝，还能增强绿地的生态功能，改善空气质量与微气候，提升城市的宜居性与可持续性。例如，雨水花园不仅能通过植物吸收雨水，减少水量流失，同时还为市民提供了优美的绿色景观，成为公共空间的重要组成部分。通过这种“海绵——景观”一体化设计，景观不再只是外部美化的元素，而是城市生态系统的关键组成部分，达到了环境保护、资源利用与景观美学的三重效益。此设计理念要求设计师从整体水循环管理的角度出发，考虑景观的多样性与生态适应性，确保每一块绿地、每一条街道、每一处水体的功能与形态能够相互协同，最大化雨水的有效利用及景观的生态价值。

3.3 植物空间的艺术性与生态性兼容

在海绵城市与景观设计的融合中，植物空间的艺术性与生态性兼容性是一个关键原则。此原则要求，在植物选择与布局时，生态功能的注重，如水土保持、雨水吸收、空气净化与生物多样性等，不应忽视。同时，植物配置的艺术性与美学效果也应被考虑，从而实现生态效益与视觉美感的双重目标。在海绵城市的设计中，植物不仅作为景观的装饰元素存在，更是雨水管理系统的重要组成部分。它们能够有效吸收与储存雨水，减少城市水体污染，并通过根系渗透改善土壤结构，增强地面的透水性。而在景观设计中，植物的布局应考虑视觉效果与空间感的塑造，使植物的选择既能适应当地气候与土壤条件，又能在不同季节呈现出丰富的层次与色彩，从而提升景观的美学价值。例如，采用本土植物不仅能有效减少外来物种入侵，还能有助于维护本地生态系统的稳定与可持续性[2]。同时，通过合理搭配植物群落，富有层次感与节奏感的景观效果得以打造，使雨水管理设施与周围环境无缝融合，成为一个兼具艺术性与功能性的景观元素。

4 房地产项目海绵城市建设所面临的问题

4.1 对海绵城市建设的认识有所不足

在房地产项目的海绵城市建设中，明显的问题之一是对这一概念的认识不足。尽管海绵城市理念已逐步得到关注，但在许多开发项目中，相关决策者与执行者仍未深入理解其核心理念、实施路径及长远效益。海绵城市常常仅被部分开发商、设计师乃至城市管理者视为水利工程或景观设计的一部分，其在生态修复、资源循环利用以及城市可持续发展中的系统性与综合性作用往往被忽视。由于这种认识上的偏差，海绵城市的设计在实际操作中未能有效融入项目的整体规划，通常被当作附加功能或次要元素来看待。结果，海绵城市的潜力未得到充分发挥，水资源管理、城市环境改善及提升居民生活质量的多重效益未能实现。

4.2 与绿色建筑的融合尚需加强

在房地产项目的海绵城市建设中，绿色建筑与海绵城市理念的融合仍存在不足，这一问题成为亟需解决的关键难题。绿色建筑强调资源节约、环境友好以及建筑的可持续性，而海绵城市则通过创新的雨水管理系统，致力于减少水资源浪费、改善水质并缓解城市内涝。尽管两者在目标上具有相似性，然而在实际应用中，海绵城市的设计理念与绿色建筑的建设标准往往未能紧密衔接。在许多项目

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

中，虽然在追求绿色建筑认证或实施节能减排措施时已有所考虑，雨水管理与建筑设计的有机结合却常被忽视，导致水资源利用、生态恢复及建筑功能性等方面的潜力未能得到充分发挥。举例来说，某些绿色建筑项目虽已考虑节能和绿色材料的应用，但在雨水收集、渗透与利用的设计上常显得简单，缺乏全面的水资源管理。而与此同时，海绵城市设施，如透水铺装与雨水花园等，往往被视为独立的生态设计元素，未能与建筑本身的绿色性能有效融合，真正的整体设计未能实现。

4.3 海绵设施有待技术创新

在房地产项目的海绵城市建设中，海绵设施的技术创新仍面临显著挑战，亟待突破。尽管多个城市和项目已经开始实施海绵城市理念，并采用雨水花园、透水铺装、绿色屋顶等设施，但在技术应用方面，仍存在一些局限。传统的海绵设施主要依赖自然材料及简单的工程技术，尽管在一定程度上，雨水的收集、渗透与净化得以实现，但当面临极端气候条件或大规模城市化时，设施的性能往往难以满足不断增长的需求。例如，在大流量雨水冲刷下，现有透水材料易被堵塞，导致渗透性能显著下降；而雨水收集系统的设计缺乏灵活性，无法根据不同地区的降水特征和土壤条件进行有效调整[3]。此外，现有海绵设施的智能化水平较低，缺乏实时监控与调度功能，突发暴雨事件难以应对，且在日常使用中，水资源的管理优化亦未能实现。

4.4 配套政策有待完善

在房地产项目的海绵城市建设中，配套政策的不完善，已成为制约其顺利实施的关键因素。尽管海绵城市理念在我国逐步得到推广，多个地方政府已开始制定相关政策，但总体而言，海绵城市建设的政策体系仍显滞后，缺乏针对性与可操作性。目前，现有政策主要集中在雨水管理与生态环境保护领域，但对于涉及资金支持、技术研发、市场激励等方面的具体措施，仍未完善。许多项目开发商在推进海绵城市建设时，面临着政策缺乏明确指导，难以获得相应的财政支持或税收优惠，且缺少清晰的法规标准，无法衡量与评估项目实施效果。同时，海绵城市建设需要跨部门协调与合作机制，但这一机制仍未成熟，相关部门的职责划分不明确，导致项目推进过程中，受到行政审批、土地利用等多重限制。此外，部分地区对海绵城市理念的认识仍较为浅显，缺乏足够的政策支持力度，影响了其在房地产项目中的实际应用。

5 未来展望——海绵与景观一体化设计

未来，海绵城市与景观设计的深度一体化，将成为推动城市可持续发展的核心趋势，全面优化城市生态系统。随着气候变化和城市化进程的加速，已难以满足日益严峻的水资源管理、环境保护与生态恢复需求，传统的城市设计模式。海绵城市的理念不仅限于雨水管理，更是将城市的水循环、绿化生态、能源使用与景观美学有机融合的综合性设计。未来的城市，将不再是由孤立的建筑单元与道路组成，而是一个多维度的生态空间，具备自我调节、资源循环与环境修复的能力。通过深度一体化设计，海绵城市的每一项设施，如透水路面、雨水花园、湿地与绿色屋顶等，都将与景观有机融合，既能有效渗透与储存雨水，又能为公共空间增添美观与舒适，营造出与自然和谐共生的城市环境。关注雨水的收集与利用不仅是这一设计的目标，生态功能的多样性与综合性，亦被高度重视。通过植物的合理配置、土地的合理开发与保护，提升生物多样性、改善城市空气质量，并调节城市微气候[4]。这一融合，未来的城市规划中，海绵与景观将推动城市朝着更加富有弹性、智慧与环保的方向发展，打造出既能应对极端气候，又能提供宜居舒适环境的“生态智慧城市”。

6 结语

在房地产项目中，海绵城市与景观设计的深度融合，不仅为应对城市化带来的环境压力提供了有效方案，也被视为推动可持续城市发展的关键策略。通过科学规划与设计，海绵城市能够在解决城市水资源管理、生态修复及气候变化适应等问题方面发挥重要作用，而景观设计则为这一过程提供了美学与生态双重价值的支持。尽管在实际实施过程中，技术、政策及资金等方面的挑战仍面临，但随着绿色建筑理念的普及、政策的不断完善以及技术的持续进步，海绵城市与景观设计的融合，将在房地产项目中得到更加广泛且深入的应用。展望未来，通过进一步推进规划设计一体化、促进技术创新及优化政策支持，房地产项目将在实现生态效益的同时，城市的宜居性与可持续性，将得到显著提升，从而为建设更加绿色、智能、宜人的城市环境，奠定坚实基础。

[参考文献]

[1]蔡建斌.房地产项目海绵城市与景观设计融合[J].城市建设理论研究(电子版),2024(29):40-42.
[2]邓程.房地产项目海绵城市与景观设计融合研究[J].中国建设信息化,2020(20):56-57.
[3]胡栋.基于海绵城市理论的景观环境艺术营造研究[D].湖北:华中科技大学,2017.
[4]易利.海绵城市景观性的研究及探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024(26):29-31.

作者简介：黄海涛（1988.10—），男，毕业院校：周口师范学院，所学专业：艺术设计，当前就职单位：襄阳华侨城文旅发展有限公司，职称级别：中级工程师。

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

浅谈园林绿化养护修剪养护技术

刘 蕾
山东省青岛市即墨区康馨苑，山东 青岛 266000

[摘要]在现代化城市建设当中，园林绿化工作开展非常重要，需要对园林树木的修剪和养护工作开展加强重视，控制好树木的生长规律，提升园林景观建设水平。文章主要分析了园林树木修剪养护工作开展的意义，并研究了园林树木修剪养护和提高园林绿化养护管理技术措施。
[关键词]园林绿化；修剪；养护技术
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14426 中图分类号：S688 文献标识码：A

Brief Discussion on Landscape Greening Maintenance, Trimming and Maintenance Technology

LIU Lei
Kangxin Garden, Jimo District, Qingdao City, Shandong Province, Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: In the construction of modern cities, the development of garden greening work is very important. It is necessary to strengthen the pruning and maintenance of garden trees, control the growth laws of trees, and improve the level of garden landscape construction. The article mainly analyzes the significance of carrying out pruning and maintenance of garden trees, and studies the technical measures for pruning and maintenance of garden trees and improving the management of garden greening.
Keywords: landscape greening; trimming; maintenance technology

引言

在园林绿化工程建设过程中要对树木的修剪和养护工作开展加强重视，通过修剪和养护来保证树木自身的美观性，有效减少树木病虫害的发生概率。工作人员需要详细分析树木修剪和养护技术开展措施，利用高效的修剪和养护，保证树木的生长效果，构建优质的城市环境，满足人们对高质量生活环境的需求。

1 园林绿化树木修剪养护的意义

1.1 矫正歪枝，为树木塑型

树木在自然生长的状况下，通常会朝着向阳的一面生长，向阳的部分一般枝叶比较茂密。长此以往，树木的树枝会出现分布不均匀的状态，严重影响园林树木的审美价值。在成长的过程中不加以控制，树木会出现弯曲的问题。因此，对树枝进行科学的修剪，把背阴面的树枝尽可能地展现出来，会使树木的生长才能变得更加均衡，且充分地吸收阳光，保证各类营养物质的吸收，确保树木茁壮地成长。但是在具体展开修剪作业工作的过程中，需要专业的园林管理人员才能顺利地进行该技术的操作。

1.2 降低病虫害侵袭，保证健康成长

树木在成长的过程中，不可避免地会受到病虫害的问题。病虫害的出现，不仅会影响树木的健康成长，还会对树木的均衡增长造成影响，导致向阳一面的树木出现水分流失的问题，从而导致树木整体水分失衡。所以，对树木进行科学的修剪和养护是必要的。在应用修剪技术的过程中，能够将树枝病变的部分进行裁剪，防止出现病虫害持续感染的问题。对树木进行科学养护，采用专门治理病虫害的农药，对病虫害进行清除，阻止病虫害对树木的持续伤害。通过科学修剪养护，树木抵御病虫害的能力也能进一步地提升，从而更加健康地成长。

1.3 增强抵抗力，促进养分吸收

树木在成长的过程中，并不是所有的养分都能够被吸收，也不是养分供给得越多，树木的生长态势更好。只有合理地控制树木生长的养分供给，树木才能稳定、健康地成长。园林管理的相关技术人员，在详细地观察和分析树木生长状况之后，根据树木的生长需求，合理地供给树木生长所需要的养分，才能保证树木不断增强抵御各种疾病和虫害的能力，稳定地展开养分的吸收，茁壮地成长。进而为城市生活的居民提供更加舒适、优美的休闲场所，提升城市生活的质量。

1.4 合理设置园林，化解与道路施工的矛盾

由于城市道路与绿化带的设计都呈现条状的分布，而且绿化带基本上都是沿着城市交通的道路分布。随着时间的推移，道路两旁的树枝会逐渐增长，逐步延伸到道路的上方，使绿化带和道路交错在一起，影响车辆的出行。尤其是高度较高的公交车、大客车等行驶中，经常受到树梢的阻碍。树梢过长还会影响司机的视线，不利于交通出行。因此，对道路两旁的树枝进行科学地修剪，能够有效地避开城市交通中的重要管线，化解园林设计与道路施工之间的矛盾，保证交通运输的安全。

2 园林绿化树木修剪养护技巧与方法

2.1 疏枝修剪

在树木修剪的过程中，精细修剪是从基部开始，逐步

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

地修剪不需要的树枝。通过园林工作人员的修剪，树木的枝干分布将会更加地均衡，能够达到光照和通风优化的作用。树木只有在光照和通风适宜的状况下，营养的供给才能有效地保证，进而促使树木开花结果。通过树枝和树冠的修整，树木的健康状态将会进一步地提升，从而提升抵御病虫害的能力，减少农药的喷洒，节约园林树木管理的成本和降低因为喷洒杀虫剂对环境造成的污染问题。在疏枝修剪的过程中，必须按照相关的技术要求展开作业操作，才能达到疏枝修剪的目的。首先，剪断腐烂和患病的树枝。腐烂和患病的树枝长期生长在树梢，不仅会导致病菌的持续蔓延，还会传染给周围的树木，造成树木大片的腐烂。在剪掉树枝的部分，需要为受伤的位置涂抹愈合剂，防止树干的伤口长期暴露在空气中造成进一步的腐坏。其次，树枝修剪需要参考周围的树冠，保证整体的协调性。城市园林的设计只有和周围的建筑、绿化带以及其他树木的造型科学地融合在一起，才能具有审美和艺术价值[1]。

2.2 灌水和施肥作业

首先，在适当的季节进行灌水。在树木生长的过程中，在雨季进行大量的灌水作业，不仅不利于树木的生长，还可能导致树木由于灌水过多，导致土壤盐碱化，树根的通风性受到影响，最终导致树木的死亡。在灌水之前做好相关调研分析，才能保证在适宜的季节进行灌水操作。比如北方干旱地区的树木，由于冬季漫长且降雪不多，在春季树木生长的过程中需要消耗大量的水分，容易因为干旱缺水造成树木的死亡。因而在春季进行适量的灌水是必要的。其次，对树木生长的成分进行分析，提供适宜的肥料。在城市园林管理的过程中，由于城市园林树木生长的面积小、土壤肥力低，导致树木在生长的过程中很难获得需要的养分。城市园林树木养分缺乏的问题属于城市园林管理中常见的问题。为了保证树木的正常生长，适当的人工施肥是必要的。但是在施肥之前，需要相关技术人员对树木的生长状况、树种、土壤的成分展开分析。只有根据树种的成长养分的需求进行专业化的补充，才能为树木的生长提供充足的养分。最后，在肥料选择的过程中，必须根据树种、生长季节进行科学地选择，只有选用适宜的肥料，树木才能正常地生长。比如，树木一般在春季对于磷肥的需求比较大，在夏季对于氮肥的需求较多，园林管理人员可以结合树木的需求科学地供给。

2.3 绿化带的清洁修剪

首先，应该委派专门的人员进行垃圾的清除工作。靠近道路的绿化带，尽管有垃圾桶的分布，但是不把垃圾丢进垃圾桶的现象时有发生。委派专门的人员进行垃圾的清除工作是必要的。其次，定期修剪绿化带。绿化带在设计的过程中，一般栽种的花并和灌木类植物较多。花并和灌木在生长的过程中，出现杂乱的枝叶属于常见的现象，需要定期地修剪，才能与周围的环境更加贴近，提升园林设计的艺术感。最后，对于生长比较弱势的植物，需要采取必要的人工辅助，才能保证其健康地成长。比如，在树下栽种一些草坪，能够提升园林树木的整体艺术感。可以在草种从种子到发芽的过程中覆盖塑料膜，以增加保温性和保持土壤的湿度，加速种子的成长。但是需要注意的方面是种子在长成草坪之后，需要相关人员对辅助设备的材料进行清除，才能保证城市园林的干净整洁。

3 园林绿化树木的修剪形式

3.1 枝丫绿化与修剪

这类修剪法在壮龄的树木修剪中能够得到广泛的使用，因此壮龄树木枝叶的茂盛程度已经超越了正常的成长规律，因此在透光率能够非常的有利。当树木长到相应的高度时，它们能够直接击中树干，因此比较容易产生一些重要的保安事件。运用这类修剪的方法，不仅腐烂的分枝能够被修剪，而且还能够将串堂核被剪断了，这类壮龄树木能够有一个很有艺术的状态，同时如果能够很好的表现出透光率，让这个树的样子变得更好了[1]。

3.2 更新树冠的修剪形式

园林工作在日常维护过程中常常会遇到的一种情况是植物在成长过程中很经常被遇到病虫害的袭击，这种病虫害的出现，不但可以使植物的寿命不能得到保护，而且长年累月的袭击，使树木的样子变得非常可怕，这些可怕树木的出现也会使景观造型上的样子得到一定的影响，因此技术人员如果在树木管理中，必须对树木的成长样子进行关注，不仅是要眼光在树的造型打造中，修剪的步骤展开过程，观察及时，关注树木的成长环境，但是如果发现了一些枝上的虫子问题比较严重，更要立刻采取方法开展预防，清洁得严重也可以让病枝进行切除干净，防治病虫害的问题影响范围很大，进一步地扩大。

3.3 整体的修剪

进行树木的整体修剪，首先要进行一定外表整体的设计，在进行树木修剪时达到什么样的审美效果比较好呢，第二是造型修剪不能被破坏树木的整体性生长，对枝丫的修剪、编织枝条要进行适当的调整，第三对树木整体形象不能做出破坏。一切这种修剪最终达到审美目的一定能改变植物自身的特性，不能单独破坏植物成长的环境，根据树木生长的规律，作出合理的修剪工作[2]。



图 1 树木修剪

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

4 提高园林绿化养护管理技术的措施

4.1 强化养护意识，做好日常养护工作

要有效管理园林内的所有植物，并加强对养护技术的研究与应用，应当贯彻落实基础的绿化设计思维，并严格根据有关要求进行有效的管理。从总体上对园林中的绿化植物进行养护。园林绿化工程管理人员要明确养护工作的重要意义，增强养护意识，增强责任意识，提高植物养护的整体质量。要基于生态环保与自然培育这些角度，拓展工作范围，提升养护质量，避免各种灾害的出现。因此，必须改变消极的工作态度，充分发挥自己的积极性，把自己的全部精力都用在维护工作上。养护工作人员观念发生变化后，应结合具体情况制定一个详细的规范化维护工作流程，并制定一个全面的工作制度，针对维护过程中的行为进行约束。在日常养护中，要注意抗旱，适时浇水。此外，还要考虑作物的生长情况，适当施肥，修剪植株，清除绿地内的杂草。冬天应当对园林内的所有植物做好防冻工作。结合不同季节的实际情况来看，日常的植物养护管理工作也会有所不同，可以根据季节来制定相应的工作规程，形成一套完整的工作流程，以便对养护工作开展集中化的管理，提升养护质量，奠定园林植物美观与健康的基础。

4.2 学习科学管理理念与技术

园林养护管理工作内容繁多，包含绿植土壤、植被虫害、灌溉等，只有提高园林绿化的管理水平才能从根本上提高园林的养护水平，促进园林绿化的可持续发展。现阶段我国园林绿化的养护水平稍落后于国外发达国家，为此应不断发展、创新并引进养护技术，林业相关部门要提高对园林绿化养护的重视程度，借鉴成功经验；通过科学引导，增强园林工作人员的养护意识，定期巡检及时指出园林绿化养护管理工作中存在的不足之处，及时改正。园林绿化工作不仅仅是个别园林工作人员的个人工作，应是全体工作人员的共同参与，只有这样才能确保园林工程的可持续发展，病虫害的防治工作应该由专业人士研究出具体可靠的预防解决措施，并对具体人员进行培训，有关部门应加强对园林绿化技术、养护方法的宣传，为园林创造良好的社会环境。此外一旦出现新的虫害物种，一定要及时上报上级部门，提高园林养护管理的整体水平。积极引进先进的园林绿植的管理技术，确保园林绿植的养护水平不断提高，采取科学手段实现对园林绿植的养护，以便更好地落实园林的生态环保价值[3]。

4.3 加强防治病虫管理

尽早的虫害防护一方面可以保证园林绿化植物的健康，避免植物枯萎死亡等造成经济损失，另一方面可以减少严重病虫害需要消耗的药物数量。园林绿化虫害的防治工作需要遵循预防为主的原则，根据虫害的发生特点合理地进行预防，尤其关注气候环境条件等与虫害的发生关系，比如气候闷热、通风不良等可能造成的病虫害需要进行提早预防，针对不同类型的病虫害应该选择不同的处理方式。绿化乔木或灌木的病虫害防治中需要注意枯枝落叶的清理，保持乔木的通风状态良好，并增加透光性，为园林绿化植物营造良好的生长环境，避免病虫害侵扰。在处理植物常见的白粉虱、木虱、蚜虫等虫害时，需要合理地选用杀虫剂进行防治，在虫害早期对其进行处理，另外可以通过灌根、埋药等方式处理虫卵，做好虫害的预防工作。除此以外，园林绿化中也可以通过引入虫害天敌的方式对其进行处理，引入异色瓢虫、平腹小蜂等益虫对植物进行有效防护，更好地保证其健康与安全。

5 结束语

城市园林绿化修剪及养护管理工作是城市环境美化的重要举措，也是提升居民生活质量的关键环节。在未来的工作中，需要进一步加强城市园林绿化修剪及养护管理工作的实施，不断优化管理体系，提高管理水平。只有不断改进管理措施，提高工作水平，才能更好地实现城市园林绿化的可持续发展，营造更加美好的城市环境。

[参考文献]

[1]刘潇然.园林绿化修剪及养护管理[J].农业灾害研究,2024,14(7):52-54.
[2]孙健.园林绿化养护技术要点及施工管理措施研究[J].房地产世界,2023,11(3):166-168.
[3]马汉,隗谊巍.园林绿化养护技术要点与管理措施[J].智慧农业导刊,2022,2(6):57-59.

作者简介：刘蕾（1990.2—），毕业院校：潍坊职业学院，所学专业：园林工程技术，职称级别：中级职称。

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

民用建筑污水处理技术与设计探讨

赵 强
河北加壹建筑设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]民用建筑污水处理技术的设计需要综合考虑其高效性、经济性和环境影响，通过集成先进的物理、化学和生物处理技术，实现污水的高效净化处理。在设计中，采用多级处理流程，如格栅过滤、沉淀、生物膜反应器及高级氧化工艺，有效提高了污染物的去除率。优化能耗和污泥产量管理，降低运行成本和环境负担，提升系统的可持续性。合理布局与智能化控制系统的结合，进一步提高了污水处理系统的稳定性与自动化水平，为实现绿色建筑的可持续发展提供了技术支持。
[关键词]污水处理；多级处理流程；生物膜反应器；高级氧化工艺；智能化控制系统
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14423 中图分类号：X703 文献标识码：A

Discussion on Civil Building Sewage Treatment Technology and Design

ZHAO Qiang
Hebei Jiayi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The design of civil building sewage treatment technology needs to comprehensively consider its efficiency, economy, and environmental impact. By integrating advanced physical, chemical, and biological treatment technologies, efficient purification treatment of sewage can be achieved. In the design, a multi-stage treatment process is adopted, such as grid filtration, sedimentation, biofilm reactor, and advanced oxidation technology, effectively improving the removal rate of pollutants, optimizing energy consumption and sludge production management, reducing operating costs and environmental burden, and enhancing the sustainability of the system. The combination of reasonable layout and intelligent control system further improves the stability and automation level of sewage treatment system, providing technical support for the sustainable development of green buildings.
Keywords: sewage treatment; multi-stage treatment process; biofilm reactor; advanced oxidation process; intelligent control system

引言

随着城市化进程的加快，民用建筑污水处理面临日益严峻的挑战。传统污水处理技术在效率、能耗和环境友好性方面存在一定的局限，亟需更加高效、经济的解决方案。现代污水处理技术的创新不仅在于单一技术的突破，更在于多技术的集成应用与智能化控制的实现。多级处理流程与高级氧化工艺的结合，为高效去除污染物提供了新的思路，同时生物膜反应器等技术的应用大幅提升了处理效率。这些创新设计为未来绿色建筑的发展奠定了坚实基础，也为实现可持续的水资源管理提供了重要支持。

1 民用建筑污水处理技术现状与挑战

民用建筑污水处理技术在城市化进程中扮演着至关重要的角色，但其现状仍存在不少亟待解决的问题。传统的污水处理方法主要依赖于物理沉淀、化学絮凝以及生物降解等技术。这些方法虽然在一定程度上能够处理大部分有机污染物，但在去除某些特定污染物如重金属、抗生素以及微塑料等方面效率较低。此外，传统工艺中能耗较高，运行成本也相对较大，限制了其在现代民用建筑中的广泛应用。

现有污水处理系统的设计大多以单一工艺为主，缺乏多级处理的集成设计，导致对复杂污水成分的适应能力不足。民用建筑排放的污水种类繁多，污染物组成复杂，不仅包含有机物、悬浮物，还常常伴有化学洗涤剂、油脂、药品残留等污染物，传统处理工艺难以在短时间内完全净化。此外，污泥的产生及其后续处理问题也给环境带来了极大的负担，如何减少污泥量及提高污泥资源化利用率成为当下研究的重点。

面对这些挑战，现代污水处理技术逐渐向智能化、集成化方向发展，通过多级处理流程与新型生物技术相结合，有效提升污水处理的整体效率。多级处理流程中的物理、化学与生物过程相互补充，可以针对不同类型的污染物采取最优的处理方式，实现从源头到末端的全面净化。同时，随着信息技术的进步，智能化控制系统的引入使得污水处理过程更加精准、高效，不仅能够实时监控水质变化，还可以根据数据分析自动调整处理策略，减少能耗和成本。

未来，民用建筑污水处理技术将更加注重可持续发展理念，寻求在保证处理效果的前提下，实现资源的回收与再利用。通过先进技术的引入和现有技术的优化升级，有望进一步降低污水处理的环境影响，为实现绿色建筑和可持续城市发展奠定坚实基础。

2 多级处理流程在污水净化中的应用

在民用建筑污水处理过程中，多级处理流程因其高效、灵活的特性而得到广泛应用。传统的单一处理工艺往往难

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

以应对复杂、多变的污水成分，而多级处理流程通过多种技术的组合，有效提升了污染物去除效率。该流程通常包括初级的物理处理、中间的化学处理以及终端的生物处理，不同阶段针对不同类型的污染物进行处理，确保污水中的有机物、悬浮物和有害化学物质都能得到最大程度的净化。

物理处理阶段主要利用格栅、筛网和沉淀池等设备去除污水中的大颗粒悬浮物和漂浮物。这一步骤相对简单，但对后续化学和生物处理的效率有着至关重要的影响。通过初步的物理分离，可以大大降低污水中的固体负荷，为后续工艺提供更加稳定的水质条件。随后，在化学处理阶段，通过投加混凝剂和氧化剂等化学药剂，使溶解性污染物与微小悬浮物聚集沉淀。这一步不仅能够去除大量的有机污染物，还可以有效地降解部分有害化合物和重金属离子。

终端的生物处理是多级处理流程中的核心环节，主要通过活性污泥法、生物膜法等技术，将污水中的有机污染物降解为无害的物质。生物膜反应器在这一阶段的应用尤其广泛，其通过微生物在固体载体表面形成的生物膜进行有机物的吸附与降解，不仅提高了处理效率，还减少了污泥的产生量。此外，近年来，厌氧氨氧化（Anammox）和膜生物反应器（MBR）等新型技术也逐渐被引入多级处理流程中，使污水处理的效率和效果得到了显著提升。

多级处理流程的灵活性和适应性使其能够根据污水特性进行调整，适应不同污染物的去除需求。通过智能化控制系统的配合，该流程可以在不同时段、不同工况下自动调节处理参数，优化运行效率，降低能耗和处理成本。未来，多级处理流程将在污水净化中继续发挥关键作用，其技术的持续改进将为绿色建筑和环保工程提供更加可行的解决方案。

3 生物膜反应器与高级氧化工艺的集成设计

生物膜反应器和高级氧化工艺在污水处理中的集成设计为民用建筑污水净化提供了更为高效的解决方案。这种集成化设计通过将生物处理与化学处理相结合，不仅提高了污染物的去除效率，还显著减少了处理时间和能耗。生物膜反应器以其高效的微生物降解能力成为该系统的核心组件，而高级氧化工艺则通过生成高活性氧化物质，对难降解有机污染物进行深度处理，从而实现了多种污染物的同步去除。

生物膜反应器在污水处理中的应用依赖于其独特的结构设计和微生物群落。通过在载体表面形成的生物膜，微生物能够高效吸附并分解污水中的有机污染物，同时减少了污泥的产生量。这种固液界面的生物膜不仅提高了反应器的处理效率，还具有较强的抗冲击负荷能力，可以在不同的水质条件下保持稳定的处理效果。此外，生物膜反应器具有较长的停留时间，使得微生物在系统内能够更充分地利用有机物，从而提高污染物的去除率。

高级氧化工艺（AOPs）通过产生强氧化剂如羟基自由基，对污水中的难降解有机污染物进行氧化分解。这些自由基能够快速且非选择性地攻击污染物分子，将其分解为无害的小分子化合物或矿化为二氧化碳和水。与传统的化学处理方法相比，高级氧化工艺在处理持久性有机污染物和有毒化学物质方面表现出色，是生物膜反应器处理后实现深度净化的理想选择。

在集成设计中，生物膜反应器和高级氧化工艺的联合使用具有显著的协同效应。首先，生物膜反应器对有机物的初步降解大大减少了后续氧化处理的负荷，使得高级氧化工艺能够专注于难降解有机物的深度处理；其次，高级氧化工艺在处理过程中不会对微生物群落造成显著影响，确保了生物膜反应器的长期稳定运行。通过这种集成设计，不仅优化了污水处理的整体效率，还降低了运行成本和能耗，提高了系统的可持续性。

未来，随着技术的不断发展，生物膜反应器与高级氧化工艺的集成设计将在污水处理领域发挥更为重要的作用。通过智能化控制系统的引入，该集成系统将能够根据水质变化实时调整处理参数，进一步提升污水净化效果，为民用建筑的绿色发展和环保目标提供坚实的技术支撑。

4 智能化控制系统在污水处理中的优化作用

智能化控制系统在现代污水处理中的应用，极大地提升了处理流程的效率和稳定性。通过自动化和智能化技术的引入，污水处理系统能够实时监控水质参数，动态调整运行状态，以适应不同污水成分和处理需求。这种智能控制的方式不仅提高了系统的反应速度，还显著降低了人工操作的依赖性和运行成本，使得整个污水处理过程更加精准和高效。

在污水处理过程中，智能化控制系统可以集成多种传感器和数据采集设备，实时获取水质指标如 pH 值、溶解氧浓度、污染物浓度等关键参数。通过对这些数据的分析，系统能够即时判断污水中污染物的种类和浓度变化，并根据预设的处理方案自动调整各个处理单元的运行状态。这种动态调整机制确保了每个阶段的处理效率最大化，避免了过度处理或不足处理的问题，有助于节约资源和能耗。

智能化控制系统还在污水处理过程中起到了优化能耗管理的重要作用。传统污水处理工艺往往由于缺乏灵活性，容易出现能源浪费的现象。而智能控制系统通过精确的参数调控，可以根据实时水质状况，优化曝气设备、泵站和搅拌器等高能耗设备的运行模式，从而实现能量的最小化消耗。尤其是在负荷波动较大的情况下，智能系统能够快速响应并调整设备功率，以平衡处理效率和能耗，降低整体运行成本。

此外，智能化控制系统在数据分析和故障诊断方面也具有突出的优势。通过大数据分析技术，系统能够识别出污水处理过程中潜在的异常情况，并预测可能出现的设备故障。这种预警机制不仅可以延长设备的使用寿命，还能

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

够减少维护和维修的频率，从而降低运营费用。借助人工智能算法，系统还能逐步学习和优化自身的运行策略，使得污水处理过程更加智能化和自主化。

随着科技的不断进步，智能化控制系统在污水处理中的作用将愈加显著。未来，智能系统与物联网、大数据分析、机器学习等技术的深度融合，将使污水处理达到一个新的自动化和高效化水平。通过这种集成化的发展路径，不仅能够进一步提升民用建筑污水处理的整体效率，还为实现绿色建筑和可持续城市发展提供了更加先进和可靠的技术支持。

5 民用建筑污水处理技术的可持续发展策略

民用建筑污水处理技术的可持续发展策略，是应对资源短缺与环境保护双重挑战的关键所在。当前，污水处理技术正朝着高效、节能、资源回收与环境友好的方向发展，通过技术创新与管理优化，为绿色建筑的构建和城市生态系统的完善提供强有力的支持。可持续发展策略的核心在于如何在处理过程中最大限度地减少资源消耗和污染排放，同时提升污水资源的再生与利用能力。

推行低能耗和高效处理工艺是实现污水处理可持续发展的重要方向。通过引入先进的物理、化学和生物处理技术，如膜生物反应器（MBR）、厌氧氨氧化（Anammox）和高级氧化工艺（AOPs），可以大幅提高污染物的去除率并减少能源消耗。这些技术在处理复杂污水和去除难降解有机物方面具有显著优势，同时通过减少化学药剂的使用和污泥的生成量，有效降低了污水处理对环境的影响。

资源回收和再利用也是民用建筑污水处理可持续发展的核心策略之一。污水中含有丰富的氮、磷等营养元素，以及可回收的有机物质，通过合理的技术手段，可以将这些物质转化为有用的资源，如肥料、能源或工业原料。厌氧消化技术在这一领域表现尤为突出，不仅能够将有机物转化为生物沼气，作为清洁能源使用，还能进一步利用消化污泥作为土壤改良剂，实现了资源的闭环利用。

智能化和数字化技术在推动污水处理的可持续发展中也扮演着重要角色。通过集成智能控制系统与大数据分析平台，可以实时监测和优化处理过程中的各项参数，提高系统的运行效率和稳定性。未来，随着人工智能和机器学习算法的不断发展，污水处理系统将能够自主学习和调整，以应对不同的污水处理需求和环境变化，进一步减少能源和资源的浪费。

政策支持与公众参与也是推动民用建筑污水处理可持续发展的重要因素。通过制定和推广环保法规，鼓励绿色建筑设计与污水回收利用技术的应用，可以有效提升社会对污水处理和资源回收的重视。同时，公众的环保意识和参与度在这一过程中起到不可忽视的推动作用，通过教育和宣传，使公众认识到污水资源化利用的重要性，共同为实现可持续的城市发展作出贡献。

总体来看，民用建筑污水处理技术的可持续发展需要多方面的努力，包括技术创新、资源回收、智能化控制以及政策引导与公众参与等。通过这些综合策略的实施，不仅可以显著提升污水处理的效率和资源利用率，还能为未来的绿色建筑和城市生态系统提供一个更加环保和可持续的解决方案。

6 结语

民用建筑污水处理技术在当前环境保护和资源管理的需求下，面临着重大的挑战和机遇。通过多级处理流程、生物膜反应器与高级氧化工艺的集成设计，以及智能化控制系统的优化应用，污水处理的效率和可持续性得到了显著提升。这些技术手段不仅在污染物的高效去除和能耗管理方面表现突出，还推动了资源的再生利用。未来，通过进一步融合先进技术与智能化系统，民用建筑污水处理将为绿色建筑和城市生态建设提供更加坚实的技术基础，助力实现可持续发展目标。

[参考文献]

[1]牛常辉.建筑工程技术施工现场的优化[J].居业,2023(4):58-60.
[2]高永青.房屋建筑绿色施工技术应用研究[J].中国住宅设施,2023(5):10-12.
[3]刘立慧,张睿,杨光,等.基于BIM技术的建筑工程管理影响因素与策略分析——以某污水处理厂 BIM 应用分析为例[J].中国建设信息化,2023(14):62-66.
[4]李春林,范小妮,刘文乾,等.低温环境下 A/O/A/O-MBR 一体式污水处理技术应用研究[J].中国资源综合利用,2022,40(9):12-16.
[5]张诗.基于 AHP-模糊综合评价法的农村生活污水处理技术评价研究[D].昆明:云南师范大学,2022.

作者简介：赵强（1985.12—），男，满族，毕业学校：河北科技大学理工学院，现工作单位：河北加壹建筑设计有限公司。

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

新形势下市政道桥项目 EPC 总承包管理的思考

周帮国
中煤科工重庆设计研究院（集团）有限公司，重庆 400000

[摘要]EPC 作为一种综合性工程承包模式，在市政道桥项目中的应用，对于缩短工期、降低成本、提高效率方面具有卓越成效。为了应对新形势要求，加强 EPC 总承包管理应用，就成为强化市政道桥项目整体建设质量的关键举措。基于此，本篇文章从实际情况出发，首先阐述了 EPC 总承包模式在市政道路项目管理中的应用优势，进而分析了市政道桥项目 EPC 总承包管理的特点，最后针对性提出了新形势下市政道桥项目 EPC 总承包管理的工作策略以供参考。
[关键词]市政道桥；EPC 模式；总承包；项目管理
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14421　　中图分类号：TU712　　文献标识码：A

Thoughts on EPC General Contracting Management of Municipal Road and Bridge Projects under the New Situation

ZHOU Bangguo
CCTEG Chongqing Engineering (Group) Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract: EPC, as a comprehensive engineering contracting model, has achieved outstanding results in shortening the construction period, reducing costs, and improving efficiency in municipal road and bridge projects. In order to meet the requirements of the new situation, strengthening the application of EPC general contracting management has become a key measure to enhance the overall construction quality of municipal road and bridge projects. Based on this, this article starts from the actual situation and first elaborates on the application advantages of the EPC general contracting mode in municipal road project management. Then, it analyzes the characteristics of EPC general contracting management in municipal road and bridge projects. Finally, it proposes targeted work strategies for EPC general contracting management in municipal road and bridge projects under the new situation for reference.
Keywords: municipal roads and bridges; EPC mode; general contracting; project management

引言

随着我国城市化建设的不断推进，市政道桥项目的建设规模和建设力度显著增大。EPC 总承包模式将“设计、采购、施工一体化”作为核心理念，具有优化流程、整合资源和降低风险等优势，在市政道桥项目中具有较强的应用优势。目前来看，EPC 总承包模式在工程项目管理中的应用时间较久，但是对市政道桥项目中的具体操作流程和协调机制思考较少。本文立足于新形势背景，对新形势下市政道桥项目 EPC 总承包管理进行探究，旨在为提高市政道桥项目管理质量、为促进市政工程项目行业的可持续高质量发展提供新的思路和方法。

1 EPC 总承包模式在市政道路项目管理中的应用优势

1.1 有利于实现工程建造组织化

EPC 总承包管理模式具有管理全程化、施工一体化的特点，在构建管理体系深入把控不同施工环节方面具有重要作用。在 EPC 总承包管理模式下总承包商可以通过整合供应链上下游分工的方法，加强工程整体建设、促进项目规范化管理。利用 EPC 总承包管理方式将市政道桥项目整合为一条完整的产业链，能够实现项目各项资源配置和工序资源需求的紧密对接，进而强化技术体系与管理模式，实现资源的合理配置[1]。首先，EPC 总承包管理对项目建设单位职责进行了明确。市政道桥项目 EPC 总承包管理只需要投资方负责项目预期目标和交付标准，EPC 工程总承包方则负责实施项目建设的实施工作，实现了 EPC 在总承包管理主体下的整体协调，大大提高了项目建设整体性。其次，EPC 管理模式为“1+n”的管理格局，总承包方承担工程管理的全部主体责任。因此，总承包方可以从宏观视角调控工程建设的大体方案、从微观调节单向资源的配置或使用，合理优化项目各参与主体的责任与工作任务，实现各自职能方面的一体化管理。

1.2 有利于降低项目的建造成本

一是 EPC 模式采取的集中采购方法有效降低了采购成本。EPC 中的 P 不仅代表着项目建设期间所必需的系列材料和分包商采购材料，也包括项目生产中涉及的社会资源整合。EPC 模式的合理应用能够实现项目各个成本环节的紧密对接与深度融合，从设计阶段确定项目所需的整体用料和分包供应商，进而将用料指标下发到项目的不同建设环节，提高用料的精准性。在采购阶段采取规模化的集中采购，能够显著降低因材料不及时采购引发的市场价格

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

波动产生的额外成本支出问题[2]。二是 EPC 总承包模式下的设计优化有利于降低项目建造成本。在 EPC 设计方案中充分考虑不同工序、不同施工部位最具性价比的使用方案，实现施工造价成本的过程性控制，在满足工程项目质量建设要求的基础上最大限度节约资源。

1.3 有利于实现技术集成与创新

EPC 模式的应用有利于市政道桥项目的技术集成。总承包方需要将提高项目收益和成效作为最终目标，并按照这一目标要求引入各种新型技术，可以有效缓解因单一技术使用造成的体系不畅问题，将多种技术手段集成为一个团体转化为可用的生产力，发挥技术体系优势。从市政道桥项目整体建设视角出发，明确项目结构体系和设计理论方法，推进技术创新。表 1 为传统模式和 EPC 模式的相关要素对比。

表 1 市政道桥项目传统模式和 EPC 模式的相关要素

对比要素	传统模式	EPC 模式
主要特点	不同环节由不同承包商负责，按顺序进行	EPC 总承包负责各主要环节的施工任务，可交叉进行
设计的主导作用	主导作用不明显	主导作用明显
设计、采购施工之间的协调	业主负责主要协调	总承包商协调，属内部协调
设计和施工进度控制	难度较高	能实现深度交叉
进度协调	进度整体控制力度不强	进度深度交叉
工程总成本	高	较低
投资效益	较好	更好
费用控制	不同环节的费用支出可控性不强	费用控制质量更高
质量控制	不同主体各自监管	全过程全方位控制

2 市政道桥项目 EPC 总承包管理的特点

2.1 一站式服务

EPC 总承包管理的核心理念在于，对工程项目的整个生命周期的整体性纳入，由总承包商负责最初的项目设计到最终项目交付的全过程。这意味着总承包商需要承担项目全部的主体责任，但也使总承包商能够对各个项目环节做针对性管理，如工程设计、采购方案制定、施工工序制定和质量监管等。EPC 模式下市政道桥项目建设具有显著的一站式服务特点，总承包商需要立足于项目建设的具体环节，整合不同领域的专业知识熟悉项目供应链运作方式，同时在法律、环保方面做出标准规定，对总承包商的项目管理能力要求较高。在一站式服务中，总承包商需要协调不同项目主体，按照具体的岗位要求协调不同专业领域的团队，从宏观层面强化资源配置，实现项目整体目标。

2.2 全过程管理

EPC 模式全过程管理的特点具体表现为总承包商对项目全体全员全过程的控制管理，这种管理涵盖了项目前期设计到最终的项目交付验收的全过程，优势在于能够最大限度确保项目各环节之间的协调与对接，从而使项目建设效率最大化，但对总承包商的管理能力也提出了更高要求。项目规划阶段，总承包商需要设计出完善的项目规划方案，与业主充分沟通明确不同建设环节的重点。同时加强对供应链的管理建设，从项目上下游各环节的目标和需求角度着手，制定采购协调和库存管理模式，最大限度保障物资供应的及时性与合理性。在项目验收交付阶段，需要严格按照项目约定标准要求进行验收，确保项目能够按要求正常投入使用。

2.3 合作伙伴关系

EPC 模式下总承包商不仅需要具备综合管理能力，也需要与多个项目合作伙伴建立良好关系，形成良性互动的合作模式。总承包商需要构建高效及时的沟通机制，注重设计单位、施工单位、供应商等不同合作伙伴之间通畅的信息交流，按照共同目标合作完成项目。此过程中，总承包商需要与合作伙伴形成长效沟通关系，及时跟进不同项目主体的实际进展与具体需求，及时解决问题[3]。同时注重解决不同合作伙伴之间的意见分歧，做好问题协调，平衡各方利益，与合作伙伴建立互信关系，确保项目合作伙伴都能按照同一目标共同努力。EPC 总承包管理中业主和承包商的工作分工如表 2 所示。

表 2 EPC 总承包管理中业主和承包商的工作分工

项目阶段	业主	承包商
实施准备阶段	筹集项目资金，选定项目区域，按照工程承包要求提供编制招标文件	/
确定项目实施阶段	对承包商提供的招标文件进行综合评估，完成合同签订控制进度，同时依据合同内容支付工程款	递交投标文件，签订合同；优化设计，选择供应商和施工单位；设计不同工程建设的方案；组织进行施工、安装等。
移交和试运行阶段	对项目进行验收，接受项目联合承包商试运行	整体工程的竣工检验，联合业主进行试运行，移交工程修补缺陷

3 新形势下市政道桥项目 EPC 总承包管理的工作策略

3.1 进行整体规划与分阶段管理

市政道桥项目 EPC 总承包管理涵盖了从设计到交付的项目全过程，与传统工程管理模式相比对承包商的管理能力要求更高。将项目划分为不同阶段，实现项目的逐层推进、依次递进，能最大程度实现工程的规范建设。在前期项目准备阶段，总承包商就需要根据市政道桥建设的具体目标和合同约定制定项目规划，规划内容需要涵盖工程建设的各项关键要素和具体内容，确保项目的规范推进，

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

将复杂的项目整体目标分解为一个个可执行、可管理的细致规定，有利于项目的集中建设与规范推进。在不同阶段中利用制定指标的方式，为相关人员提供目标指引，确保不同工序目标一致、方向一致。总承包商需要确保不同阶段建设之间的衔接，使前一阶段能够成为后一阶段的基础，并解决此过程中可能涉及的信息传递、资源配置等各类问题，为下一阶段工作做好充分准备，进而提升整体的项目管理水平。

3.2 明确责任分工

EPC 总承包管理需要对项目涉及的多个合作伙伴进行细致合理的责任划分，明确不同合作伙伴在项目中的责任，进而推进项目的高效推进。项目前期准备阶段，需要广泛收集不同合作伙伴的意见和各自任务目标，由总承包商牵头带领不同合作伙伴制定项目计划，能够确保项目的规范推进。在确定责任分工后，不同合作伙伴需要按照项目计划的要求有序推进，形成协同工作模式，避免不同合作伙伴之间的责任重叠，同时也能避免工序冲突、资源浪费等问题[4]。在项目执行阶段，需要确保不同施工任务的可量化，并按照量化后的指标合理分配任务，以确保其符合项目要求。不同合作伙伴的利益指向所引发的冲突问题，均能依据明确的量化的责任指标化解，根据责任分工找到明确的调整措施，以防止冲突的进一步加剧，影响工程规范建设。

3.3 强化风险管理

市政道桥项目面临的风险因素较为复杂，不可控因素和不确定因素较多，因此强化风险管理就成为推进项目规范实施的重要举措。总承包商需要在项目前期阶段加强风险识别，依据已经制定的项目风险策略制定方案，全面控制项目可能存在的各项风险。利用风险评估方式，能够帮助总承包商从施工技术、施工工序、资源配置和市场变化等多个方面确定风险的概率和影响程度，制定风险管理机制和风险应对策略，从风险规避、转移、承担等多个方面制定策略和方案，并将制定好的策略方案与合作伙伴共同讨论并确定落实。每个风险应对策略都需要根据实际情况合理设计，进而采取行之有效的风险干预措施，同时搭配风险预警机制帮助项目团队及时发现风险，明确风险因素，确保在风险发生的第一时间能够及时响应应对突发情况，以便在风险发生时能迅速应对，减少损失。总承包商需要从项目内部和外部环境两方面强化风险管理的常态化，及时跟进项目变化情况调整风险应对策略。

3.4 优化设计管理环节

采用价值工程和可施工性理论等现代管理工具，可以为 EPC 总承包管理模式提供新的设计管理思路，在减少市政道桥项目成本、缩短工期、提高质量方面均有着一定的作用。设计与施工隶属于项目的两个不同环节，也是 EPC 总承包管理的重要组成。设计更关注技术，强调用时间提升技术使用效果；施工更重视实践，强调用技术指导实践。在施工过程中不可避免地会遇到设计变更情况，而不同施工环节可能会出现相同的变更因素和重复性失误。使用可施工性理论工具提前介入设计，可以将市政道桥项目类似工程的经验或信息应用到设计文件中，减少设计变更情况[5]。EPC 总承包管理模式下最大程度实现了设计、采购和施工的深度融入，显著改变了三者彼此分割、彼此负责的传统格局。在这种模式下，总承包商也能够具备充足动力优化项目价值形成，追求最大限度的项目增值。价值工程设计理念用公式表达为：

$$V = \frac{F}{C}$$

式中：V 表示为价值；F 表示为功能；C 表示为期末周期成本。结合公式内容可确定提高项目价值的基本途径可划分为如表 3 的五种：

表 3 提高项目价值的五种基本途径

序号	表达式	提高价值的途径	特点
1	$V\uparrow\uparrow=\frac{F\uparrow}{C\downarrow}$	增加项目功能，降低寿命周期成本	大幅提高价值追求工程的价值目标，是最理想的状态
2	$V\uparrow=\frac{F\rightarrow}{C\downarrow}$	维持功能现状，降低寿命周期成本	在保持现有功能的基础上尽可能缩减成本，体现为满足业主基本要求的基础上实现最低成本
3	$V\uparrow=\frac{F\uparrow}{C\rightarrow}$	些微提高功能，维持成本现状	提高项目价值，利用多种技术手段创新项目功能
4	$V\uparrow=\frac{F\uparrow\uparrow}{C\uparrow}$	大幅提高项目功能，些微提高成本	注重项目改造，提高成本的基础上丰富项目功能
5	$V\uparrow=\frac{F\downarrow}{C\downarrow\downarrow}$	功能有所下降，成本大幅度降低	注重项目创新改造与新技术应用

由表 3 可见，价值工程设计理念的五种方案其中的四种都能满足基本合同约定要求，也成为总承包商优化设计，降低成本的可选方案。

4 结束语

综上所述，EPC 总承包管理模式与传统模式相比，具有更强的整体性和专指性特征，总承包商能够按照具体的工序标准对工程进行整体管理，实现不同施工环节的紧密对接与高效融合。未来，随着市政道桥项目需求的不断变化，EPC 总承包管理模式的应用前景将更加广阔，值得积极推广。同时关注 EPC 总承包管理模式在市政道桥项目的后续创新探索，完善制度和管理机制，适应新时代工程项目管理的挑战，为市政道桥项目的高质量发展奠定基础。

[参考文献]

[1]谢建国,蓝宗长.EPC 总承包模式下的建筑电气线路优

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

化及施工创新技术[J].智能建筑电气技术,2024,18(5):93-96.
[2]郑建汀,周丽彬.EPC 总承包项目不同发包时间节点管理问题探讨[J].水利科技,2024(3):76-78.
[3]徐星星.EPC 总承包项目管理中的设计赋能应用分析以梅林山-银湖山生态断点连通工程项目为例[J].中华建设,2024(8):63-65.
[4]王少伦.设计牵头的 EPC 总承包项目管理实践与探索——以某县城供水管网建设总承包项目为例[J].建筑设计管理,2024,41(7):37-43.
[5]胡月.EPC 总承包管理模式优势探究——以巴斯夫湛江一体化项目为例[J].江西建材,2023(2):361-362.
作者简介：周帮国，男，(1972.10—)，毕业院校：辽宁工程技术大学；所学专业：交通土建，当前就职单位：中煤科工集团重庆设计研究院（集团）有限公司，职务：项目经理，职称级别：中级工程师。

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

老城更新视域下城市口袋公园设计探究

刘慧敏
中冶华天工程技术有限公司，江苏 南京 210019

[摘要]老城更新过程中，空间布局会发生变化，相应的城市功能区域发生改变。口袋公园是老城更新视域下的特色产物，具有多样性、创新性、人性化的特点。口袋公园在老城更新中具有重要作用，体现在提供活动场所、推动城市发展、提升居民生活质量、增强城市适应能力、修补破碎的城市网络、保护物种多样性。不同城市应结合实际情况对城市口袋公园进行设计，使口袋公园具有老城更新特色，推动老城更新顺利进行。

[关键词]老城更新；城市口袋公园；布局设计
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14434　　中图分类号：TU985　　文献标识码：A

Exploration on Urban Pocket Park Design from the Perspective of Old City Renewal

LIU Huimin
MCC Huatian Engineering & Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210019, China

Abstract: During the process of updating the old city, the spatial layout will change, and the corresponding urban functional areas will also change. Pocket Park is a distinctive product in the context of old city renewal, characterized by diversity, innovation, and humanization. Pocket parks play an important role in the renewal of old cities, providing activity venues, promoting urban development, improving residents' quality of life, enhancing urban adaptability, repairing broken urban networks, and protecting species diversity. Different cities should design pocket parks based on their actual situations, so that pocket parks have the characteristics of old city renewal and promote the smooth progress of old city renewal.

Keywords: old city renewal; urban pocket park; layout design

引言

新时代中国特色社会主义背景下，我国城市建设发展已驶入“快车道”，多座城市的发展模式由外延扩张式发展转变为内涵提升式，加速老城市更新，为老城市注入新时代的活力。伴随老城更新进程的不断推进，相应的城市绿地空间的局限性日渐突出，越来越多的城市口袋公园由此诞生。口袋公园不仅是一种“微型”的城市公园，还标志着城市对空间创新与探索、对改善环境的追求。在我国城市更新战略的不断推进，口袋公园在老城更新中拥有越来越重要的地位，为推动老城持续更新发展提供支持。

1 老城更新视域下城市口袋公园的定义与特性

1.1 定义

老城更新过程中会逐渐形成小型、公共开放的空间，这种空间被称作城市口袋公园，为城市居民休闲、运动、交流创造条件。口袋公园相比传统的大型公园不仅具有更小的占地空间，还是城市微型绿地景观设计的代表，仅需利用城市少量空间即可形成，实现对城市空间资源的合理利用[1]。在建设口袋公园的过程中需要对部分城市空间进行改造，例如对地表硬化的区域种植植被、添加艺术装置等，为口袋公园注入新的活力。

1.2 特性

1.2.1 多样性与创新性

城市口袋公园与传统的大型公园相比，展现出多样性、创新性。口袋公园微小的空间面积使其与周边生态环境紧密相接，设计人员根据口袋公园周边的条件，对口袋公园的地形、水元素、设施等进行针对性设计，达到优化口袋公园视觉景色、功能的效果。设计人员将本土植物引入口袋公园当中，在突出口袋公园的生物多样性的同时，达到调节城市“热岛效应”、增强雨水径流自然渗透的效果。

1.2.2 人性化

在口袋公园中设置无障碍通道，对休闲设施进行改造，以此提升空间的舒适度。赋予口袋公园突出的人性化特点，进一步促进人们在口袋公园中的沟通交流。

2 老城更新视域下城市口袋公园的重要性

2.1 提供活动场所

口袋公园在老城更新过程中具有十足的重要性。老城在过程中会根据新的需求对城市进行规划，传统的大型公园因占地面积过大会在一定程度上影响城市规划效果，且城市规划过程中会出现一些散碎的区域空间。设计人员通过对这些散碎区域空间进行利用形成口袋公园，而口袋公园能够在一定程度上取代大型公园成为居民室外活动的场所。

2.2 推动城市发展与提升居民生活质量

2.2.1 推动城市发展

口袋公园设计顺应老城更新进程的推进而不断调整，在改善城市视觉效果、为居民提供活动场所的同时，还推

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

动了城市发展、提升了居民生活质量。设计人员对老城更新过程中难以被利用的资源应用在口袋公园中，实现老城资源利用率的提升。口袋公园在一定程度上能够提升其周边地产的价值、吸引投资，使口袋公园周边逐渐形成稳定的商圈，以此推动城市经济发展。

2.2.2 提升居民生活质量

老城在更新过程中使空间逐渐被高度压缩，城市居民的活动空间越来越紧凑，在一定程度上使居民的生活质量受到影响。口袋公园是城市居民自由活动的空间，使居民在城市空间中能够互动交流、运动休闲。居民进入口袋公园后，可摆脱紧凑的城市空间带来的压迫感[2]。

2.3 增强城市适应能力

口袋公园具有净化城市空气、降温降噪的效果，在一定程度上使城市微气候环境得到改善，使老城更新后的适应能力、弹性得到增强。

2.4 连通城市网络

口袋公园与老城更新具有一定的协同效应，这种协同效应既体现在口袋公园为城市提供了公共绿地区域，还体现在口袋公园与城市功能在相互作用过程中产生复合效应。口袋公园是老城更新过程中形成的一种小环境，小环境具有生物多样性，有效连通城市网络，使老城的生态系统连通性、对外界影响因素的抵抗性增强[3]。

2.5 保护物种多样性

口袋公园在老城更新过程中具有生态作用，包括优化空气质量、缓解热岛效应、促进水文循环等，同时还能保护城市物种的多样性，城市本土植物在口袋公园中生长，而动物可在口袋公园寻求稳定的栖息地，以此突出口袋公园的生态价值，进一步发挥口袋公园推动城市持续发展与提升居民的生活质量的作用。

3 老城更新视域下城市口袋公园设计——以 Y 市为例

3.1 项目概况

Y 市将口袋公园的目标涉及区域选定在市区，该区域周边存在火车站广场、健身广场、绿色广场、儿童乐园相邻。通过对火车站广场、健身广场、绿色广场、儿童乐园进行改造设计，使其共同构成口袋公园。

口袋公园改造总面积 10100㎡，累计投资 879.39 万元。表 1 所示为口袋公园改造设计造价估算。

表 1 口袋公园改造设计造价估算

序号	项目	面积/㎡	造价/万元
1	火车站广场	5500	233.92
2	健身广场	600	65.62
3	绿色广场	700	404.96
4	儿童乐园	3300	174.89
5	合计	10100	879.39

3.2 设计目标与原则

3.2.1 设计目标

口袋公园改造设计过程中，将火车站广场、健身广场、绿色广场、儿童乐园充分整合，在此基础上实现老城要素更新、赋予城市新活力。

3.2.2 设计原则

Y 市对口袋公园改造设计过程中，全面遵循以人为本、元素选择性保留的设计原则。

（1）以人为本。口袋公园是推进 Y 市改造更新的重要举措。口袋公园的改造设计应当遵循以人为本的原则，进一步突出居民的主体性，构建口袋公园与居民彼此间和谐的关系，不仅在景观设计上要符合大众审美，还要满足居民对室外活动空间的需求，以此充分发挥口袋公园的价值。

（2）元素选择性保留原则。Y 市通过改造设计口袋公园，为老城更新注入新的活力。尽管 Y 市设计口袋公园的过程中通过引入新元素取代旧元素，但是一些旧元素承载着 Y 市的精神文化，这些旧元素具有高度的文化价值。为保留这些具有文化价值的旧元素，口袋公园在设计改造过程中应遵循元素选择性保留原则，将具有文化价值的旧元素保留下来融入口袋公园设计改造中，使其与口袋公园共同形成具有 Y 市特色的城市风景线[4]。

3.3 专项改造设计

Y 市对火车站广场、健身广场、绿色广场、儿童乐园进行改造设计并整合，通过火车站广场+健身广场+绿色广场+儿童乐园构成口袋公园，形成具有 Y 市特色的口袋公园。

3.3.1 火车站广场

火车站广场位于 Y 市西侧，纳入设计范围的面积为 5500㎡。火车站广场被居民区、公路包围，人流量、车流量密集庞大，火车站广场不仅是车站人员流动的场所，还是周边居民的活动场所，因此 Y 市决定将火车站广场纳入口袋公园的改造设计范围。

Y 市对火车站广场进行改造设计过程中发现一系列问题：①火车站广场现阶段缺少属性特征，难以明确其重点功能；②缺少人行步道、环形绿化倒角过小，不仅降低广场内人员流通效率，还存在一定的安全隐患；③尽管广场可供居民活动的空间充足，但是缺少休闲娱乐设施，在一定程度上难以满足居民的户外活动需求。

Y 市将火车站广场南侧列入重点改造设计范围，结合实际情况开展规划设计：

（1）空间划分。以火车站广场人流量为依据，对广场空间区域进行划分，包括绿化种植区域、休闲娱乐区域、文化体验区域、人行步道区域，在明确各区域功能的同时，实现对广场内部人员的有效分流。图 1 所示为 Y 市火车站广场区域划分。

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

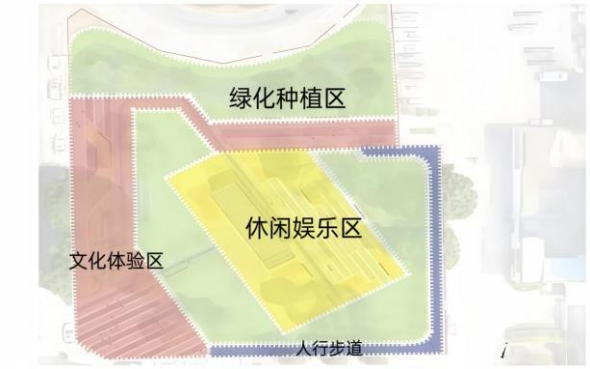


图 1 Y 市火车站广场区域划分

（2）Y 市对火车站广场休闲景观区进行设计的过程中，对不同群体的休闲娱乐需求进行分析，例如中老年人的需求侧重于休息、青年与儿童的需求侧重于娱乐[5]。对不同群体的休闲娱乐需求进行分析后，Y 市设置休闲长廊，长廊兼具通行、休息的功能，在休闲长廊周边设置健身器械，在娱乐区设置滑梯跑道等儿童娱乐设施。Y 市在广场地面铺装不同颜色、不同材质的材料，不同颜色代表不同的功能区域，在儿童娱乐设施周边铺装 EPDM 塑胶材料，以提升儿童娱乐时的安全性。图 2 所示为休闲区与儿童娱乐区。



图 2 休闲区与儿童娱乐区

3.3.2 健身广场

Y 市健身广场位于市中心，设计面积 600㎡，拥有庞大的人流量、车流量，周边有多条公交线路。健身广场景观植被生长混乱、草坪完整性缺失，整体视觉效果不佳。广场地面铺装材料、健身器械、休闲设施损坏严重。Y 市根据实际情况将健身广场改造设计为口袋公园健身广场。

（1）景观植物处理。对广场灌木丛进行修剪，将杂乱枝叶剪掉，使灌木丛呈现整齐状态。Y 市根据本地气候条件，种植芦荟、凤仙花、百合等植物，以此提升广场植被丰富程度。

（2）地面铺装。确定铺装走向为直线，根据植被景观选择铺装材料与尺寸。地面铺装沿用火车站广场地面铺装的特点，采用多种材质组合铺地的方法。健身广场地面铺装材料及尺寸分别为荔枝面花岗岩 400cm×600cm×60cm、防滑灰色小料石 100cm×100cm×30cm、灰色花岗岩 400cm×800cm×60cm、荔枝面花岗岩 600cm×800cm×60cm。表 2 所示为 Y 市口袋公园健身广场地面铺装材质与尺寸信息。

表 2 Y 市口袋公园健身广场地面铺装材质与尺寸信息

材质	荔枝面花岗岩	防滑灰色小料石	灰色花岗岩	荔枝面花岗岩
尺寸	400cm×600cm×60cm	100cm×100cm×30cm	400cm×800cm×60cm	600cm×800cm×60cm

（3）设景观廊架。在健身广场边缘区域设置景观廊架，廊架配备座椅为广场上的人员创造休息条件。廊架材质为 20mm×20mm 的 304 不锈钢，座椅材质为木材。

（4）维修器械。Y 市对健身广场破坏的器械进行维修，更换严重破损的器械，维修后对器械重新刷漆，在保障器械使用安全性的同时，提升器械美观性。

3.3.3 绿色广场

Y 市绿色广场以发展绿色生态为主题，该广场周边存在大量植被，设计面积 700㎡，平均人流量、车流量庞大。Y 市在长期运用绿色广场的过程中，将绿色生态建设作为重点内容，而忽视了其娱乐休闲的功能，使绿色广场娱乐设施不足，且功能布局单一，缺少配套的管理设施，整体卫生条件较差，使绿色广场整体功能、景观较差。Y 市根据绿色广场现状，从口袋公园建设角度出发，对绿色广场进行规划设计。

（1）无障碍观景台。将绿色广场观景台原有的台阶取消，同时对场地标高进行整合，形成无障碍观景台，满足行动不便人群的观景需求。在出入口、休闲娱乐区域设置无障碍通道，降低坡道的坡度，同时设立“缓坡慢行”标语，以此提示行动不便人群缓速通过无障碍通道，提升绿色广场的通行安全性、便捷性。设计人员根据绿色广场的植被丰富的特点，确定无障碍通道及配套设施的颜色选定为浅木色系[6]。

（2）增加休闲娱乐设施。虽然绿色广场拥有丰富的植被，但是严重缺少休闲娱乐设施，不能为人们休闲娱乐创造条件。为满足人们休闲娱乐需求，设计人员在绿色广场增加休闲娱乐设施，包括儿童娱乐景观廊架、景观廊架、儿童娱乐设施、休闲坐凳、石质桌凳（含有石质中国象棋棋盘），同时满足不同年龄群体的休闲娱乐需求。图 3 所示为 Y 市口袋公园绿色广场景观鸟瞰效果图。



图 3 Y 市口袋公园绿色广场景观鸟瞰效果图

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

3.3.5 儿童乐园

尽管Y市口袋公园的火车站广场、绿色广场均设有儿童娱乐设施，但是这些区域并非以儿童娱乐为主题，难以有效满足口袋公园周边儿童的娱乐需求，为此在口袋公园中设计儿童乐园。

（1）高度差与植被。设计人员在口袋公园中设计面积为 3300㎡ 的儿童乐园，该儿童乐园临近周边居民区，拥有广泛的受众群体。儿童乐园的场地高度差最大值为3.5m、最小值为 1.5m，人行道两侧为不对称设计，其中一侧为开阔草坪，另一侧为小森林。

（2）攀爬游乐设施。设计人员充分利用场地高度差，将儿童攀爬游乐设施引入儿童乐园中。

（3）开拓草坪空间。设计人员对儿童乐园周边草坪区域进行开拓处理，在开拓区域设置造型别致的雕塑，在森林区域设置不同的主题。设计人员结合儿童乐园的地形特点设置吊床游乐区，将吊床游乐区选在场地缓坡区域，控制吊床与地面最大高度在 0.5m 以内，以此兼顾吊床的娱乐性、安全性。

4 结束语

对口袋公园进行规划设计的过程中，应充分考虑老城更新的持续发展需求，使口袋公园与更新后的城市相协调。口袋公园设计期间，应当结合实际情况明确原则与目标、了解居民需求，充分利用老城原有的资源，同时可适当融入新鲜元素，为居民提供舒适的休闲娱乐环境，以此充分发挥口袋公园在老城更新中的优势。

[参考文献]

[1]于静仪,廖晓颖.景观互动性理念指导下城市微空间优化策略研究——以口袋公园为例[J].美与时代(城市版),2024(10):37-40.
[2]刘立志.面向压力人群的复愈性城市口袋公园设计研究[J].住宅与房地产,2024(25):120-122.
[3]吕元芳,吕家辉,樊广生.“公园城市”理念下的城市口袋公园优化探索[J].现代园艺,2024,47(18):114-116.
[4]马欣.城市更新背景下口袋公园空间设计思考——以贵阳市观山湖区诚信南路沿线口袋公园为例[J].建设科技,2024(15):75-78.
[5]张宇,伊家志,康荣娜,等.城市更新视角下邢台市口袋公园景观设计探讨[J].南方农业,2024,18(15):185-188.
[6]吕月.情感化设计“三层次”理论在城市口袋公园设计中的应用途径[J].四川水泥,2024(6):88-90.

作者简介：刘慧敏（1993.5—），女，毕业院校：西安建筑科技大学，所学专业：风景园林，就职于中冶华天工程技术有限公司，景观设计师，工程师。

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

城市建筑设计中的生态环境考虑

赵海庆
河北加壹建筑设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]城市建筑设计中充分融合生态环境考虑，通过绿色建筑理念、可持续材料选择、自然资源利用与节能技术的整合，实现人与自然和谐共生的目标。采用透水地面、垂直绿化等技术手段提升城市绿化率与水资源管理效率，有效减少城市热岛效应，改善空气质量。建筑形态设计注重光照、通风、温度控制，最大限度降低能耗。通过智能管理系统优化资源使用效率，减少环境负荷。生态化设计不仅提升了居住环境的舒适度和健康性，还推动了城市可持续发展的进程，提升了整体环境质量与经济效益。

[关键词]生态环境；城市建筑设计；可持续发展；绿色建筑；节能技术
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14429　　中图分类号：TU241　　文献标识码：A

Ecological Environment Considerations in Urban Architectural Design

ZHAO Haiqing
Hebei Jiayi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In urban architectural design, ecological environment considerations are fully integrated, and the goal of harmonious coexistence between humans and nature is achieved through the integration of green building concepts, sustainable material selection, natural resource utilization, and energy-saving technologies. By adopting technologies such as permeable ground and vertical greening, the urban greening rate and water resource management efficiency can be improved, effectively reducing the urban heat island effect and improving air quality. Architectural form design focuses on lighting, ventilation, and temperature control to minimize energy consumption, optimize resource utilization efficiency through intelligent management systems, and reduce environmental loads. Ecological design not only enhances the comfort and health of living environments, but also promotes the process of urban sustainable development, improving overall environmental quality and economic benefits.

Keywords: ecological environment; urban architectural design; sustainable development; green building; energy-saving technology

引言

随着全球生态环境问题日益突出，城市化进程的加速给自然资源带来了巨大压力。传统建筑模式往往忽略了对环境的友好性，而现代社会对可持续发展的需求日益增强，促使人们重新审视建筑设计中的生态理念。通过将自然元素与创新技术相结合，城市建筑不仅可以减少对环境的影响，还能在提升居住舒适度的同时，显著降低能源消耗。这种基于生态环境的设计思维，不仅是建筑行业发展的新趋势，更是实现绿色、低碳城市的必由之路。

1 生态环境在城市建筑设计中的重要性

在城市化快速发展的背景下，建筑设计与生态环境的关系变得尤为重要。随着城市规模的不断扩大和人口的持续增长，传统建筑设计模式所带来的环境问题愈发显著，如能耗过高、资源浪费、热岛效应加剧以及空气质量下降等问题，对城市居民的生活质量和健康产生了负面影响。因此，融入生态环境考虑的建筑设计不再仅仅是一个趋势，而是应对全球环境挑战、实现可持续发展的重要策略。

生态环境在建筑设计中的重要性体现在对资源的高效利用上。通过在建筑过程中使用可再生资源和可持续材料，不仅可以减少对自然资源的依赖，还能在建筑物的生命周期内降低能耗。材料的选择直接关系到建筑的保温性能、隔热效果及耐久性，而这些因素都与建筑物的能源消耗密切相关。通过合理利用太阳能、风能等自然能源，建筑设计能够在减少对化石燃料依赖的同时，最大限度地降低碳排放。

生态化建筑设计可以有效改善城市环境质量，缓解热岛效应和空气污染。利用绿色屋顶、垂直绿化、透水地面等设计元素，增加了城市绿化覆盖率，促进了植被的生长，不仅能够吸收二氧化碳、过滤空气中的有害物质，还能在夏季有效降低周边区域的温度。这样的设计不仅对环境有益，还能够为城市居民提供更加舒适的生活空间，提升整体的居住质量。

最后，生态环境在城市建筑设计中的融入还推动了建筑行业向可持续方向的发展。在全球倡导低碳环保的背景下，生态化设计理念已成为建筑行业创新的核心驱动力。通过整合智能管理系统与节能技术，建筑物能够在运营过程中自动调节资源的使用效率，减少不必要的浪费。这不仅提高了建筑物的能源利用率，还减少了对环境的压力，从而实现经济效益与环境效益的双赢。

综上所述，将生态环境理念融入城市建筑设计，不仅

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

是对自然资源的有效保护和高效利用，也是提升城市生活质量、推动可持续发展的关键所在。这种设计理念从根本上改变了建筑与环境的关系，使其从传统的消耗者转变为生态系统中的有机组成部分，为未来城市发展提供了更加健康、可持续的路径。

2 城市建筑中绿色建筑理念的应用

绿色建筑理念在城市建筑设计中的应用，正在逐渐改变人们对建筑物的传统认知。绿色建筑不仅关注建筑物的美学和功能性，更强调其在环境保护、资源节约和能源利用方面的综合表现。通过创新技术和设计手段，绿色建筑理念将可持续发展目标具体化，成为现代城市发展的重要推动力。

绿色建筑理念的核心是将环境影响降到最低，同时最大化建筑的能源效率。首先，在建筑材料的选择上，绿色建筑倾向于使用环保、可再生材料，如竹木、低挥发性有机化合物涂料、可回收金属等。这些材料不仅减少了对环境的负面影响，还提高了建筑的能效水平。在建筑施工过程中，绿色理念的应用体现在减少废弃物的产生和优化资源的利用，通过精确的工程规划和废料再利用，有效地降低了对自然资源的消耗。

绿色建筑通过优化建筑设计，充分利用自然资源以达到节能的目的。例如，合理的建筑朝向和窗户布局能够最大限度地利用自然光，从而减少人工照明的需求。采用双层玻璃窗、遮阳板、被动式太阳能设计等手段，可以在冬季减少热量散失、夏季降低冷却能耗。这些设计不仅提升了建筑物的能源利用效率，还在一定程度上提升了室内环境的舒适度。

此外，绿色建筑理念在水资源管理方面也起到了显著作用。通过雨水收集系统、灰水回用系统及高效节水装置，建筑物能够有效减少对自来水的依赖，并在干旱或缺水的情况下提供应急水源保障。垂直绿化和绿色屋顶的设计，不仅美化了建筑外观，还在一定程度上增强了雨水的滞留能力，减少了城市排水系统的压力，缓解了暴雨带来的积水问题。

绿色建筑理念还强调建筑与周围环境的和谐共生，通过将生态系统引入建筑设计中，实现人与自然的紧密联系。例如，利用垂直绿化、绿色墙体、屋顶花园等设计，不仅能增加城市的绿化面积，还能为野生动植物提供栖息地，促进城市生态多样性的维持。同时，这种设计也能有效隔热降温，减少建筑对空调系统的依赖，进一步节约能源。

3 可持续材料与资源利用技术在建筑设计中的实践

在建筑设计中，可持续材料与资源利用技术的应用逐渐成为推动绿色建筑发展的核心因素。可持续材料的选择与高效资源利用不仅有助于减少环境污染，还能提高建筑物的整体能效，实现对自然资源的合理管理与节约。这种设计理念在现代建筑领域中得到了广泛的实践与推广。

可持续材料的使用是实现绿色建筑的关键。建筑设计中常用的可持续材料包括再生木材、低碳混凝土、回收金属以及高性能隔热材料等。这些材料不仅减少了对传统不可再生资源的依赖，还具有较高的耐用性和较低的维护成本。采用再生木材和低碳混凝土等材料，不仅在生产过程中减少了碳排放，同时也提高了建筑的整体结构强度和能效。这种材料的使用能够在建筑物的整个生命周期内显著降低能源消耗和废弃物的产生。

资源利用技术在建筑设计中的实践极大地提升了资源的使用效率。建筑物通过雨水收集系统、太阳能集热系统和地源热泵等技术手段，能够充分利用自然能源，减少对化石燃料的依赖。例如，雨水收集系统可以将降水储存起来，用于建筑的日常绿化灌溉和冲厕用水，从而降低了自来水的消耗。地源热泵技术通过利用地下恒温资源进行建筑物的供暖与制冷，有效减少了空调系统的能耗。

再次，在建筑设计中还引入了循环经济的理念，通过废弃物的再利用与回收，实现资源的高效管理。例如，建筑施工中产生的废弃材料，如混凝土、钢筋等，可以通过再加工处理用于其他建设项目，减少了垃圾填埋的压力和对自然资源的开采。建筑内部的装修材料也越来越多地采用可拆卸、可重复利用的设计方案，以降低装修过程中产生的废物量。

此外，可持续材料与资源利用技术的应用不仅限于建筑施工阶段，还贯穿于建筑物的整个使用周期。通过智能建筑管理系统，实时监控和优化能源的使用情况，减少了不必要的能源浪费。高效的能源管理和维护系统，不仅延长了建筑物的使用寿命，还提升了其运行效率，减少了维护和运营成本。这种全周期的资源管理理念，使得建筑物在其整个生命周期内都保持了较高的环保和经济效益。

4 节能技术在城市建筑中的整合与优化

节能技术在城市建筑中的整合与优化已成为实现绿色建筑和可持续发展的关键手段。通过先进的技术手段和科学设计理念，现代建筑不仅能最大限度地减少能源消耗，还能提高建筑物整体运行效率和居住环境的舒适度。这种优化策略不仅对于减少碳排放和环境污染具有重要意义，还在经济效益上提供了巨大的回报。

在建筑设计中整合被动式节能技术是实现低能耗建筑的基础。被动式设计通过优化建筑朝向、自然通风、日照利用等手段，减少对机械采暖、制冷设备的依赖。例如，合理的窗户布局和遮阳设计可以在冬季利用阳光增温，夏季阻挡过多的热量进入，从而保持室内温度的稳定。这种设计理念不仅提升了建筑的热效应，还在很大程度上降低了空调和供暖设备的使用频率，节省了能源成本。

主动式节能技术的应用在现代城市建筑中也占有重要地位。这些技术包括智能照明系统、太阳能光伏发电系

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

统、风能利用等，通过科技手段主动降低建筑能耗。例如，智能照明系统根据光线强度和室内人员活动情况自动调节灯光亮度，不仅减少了电力浪费，还提高了使用便捷性。同时，太阳能光伏板和风能设备被整合到建筑外立面或屋顶，通过利用可再生能源为建筑物提供清洁电力，实现了能源的自给自足和碳足迹的减少。

此外，能源管理系统在节能建筑中的应用也日益普及，这些系统通过实时监测和数据分析，优化建筑物的能源使用效率。建筑智能管理系统能够根据外部环境条件、能源价格波动等因素，自动调整供暖、通风、空调设备的运行状态，以最低的能耗达到最佳的使用效果。这种优化策略不仅提升了建筑的能源利用效率，还延长了设备的使用寿命，减少了维护和运营成本。

最后，节能技术的整合与优化不仅关注建筑物本身，还延伸到城市基础设施的规划和社区设计中。通过集中供热、供冷系统以及区域能源中心的建设，可以在大范围内实现能源的高效分配和利用，减少城市整体的能耗水平。这些集中式能源管理方式使得多个建筑物能够共享能源资源，避免了单一建筑能耗高、设备利用率低的问题，为城市的绿色发展奠定了坚实的基础。

5 生态化城市建筑设计对可持续发展的推动作用

生态化城市建筑设计在推动可持续发展方面扮演着重要角色，为现代城市提供了绿色低碳的建设模式。这种设计理念强调建筑与自然环境的和谐共生，通过综合利用可再生资源和智能技术，减少建筑物对生态系统的负面影响。在全球气候变化和资源紧缺的背景下，生态化建筑设计不仅是应对环境挑战的关键策略，更是实现城市可持续发展的重要路径。

生态化建筑设计通过引入绿色技术和自然元素，有效降低了建筑物的能源消耗和环境污染。采用垂直绿化、绿色屋顶和透水地面等设计手段，不仅美化了建筑的外观，还提升了城市绿化率，增加了碳吸收量。这些绿色设计元素能够调节城市微气候，减少热岛效应的影响，为城市居民提供更加宜居的生活环境。同时，绿色建筑材料的应用也减少了建筑物在建造和使用过程中产生的碳排放，为城市的可持续发展奠定了基础。

生态化建筑设计注重水资源的高效管理和利用，通过雨水收集系统、灰水回用系统等技术措施，大幅减少了建筑对自来水的依赖。雨水收集系统能够将自然降水收集起来，用于建筑的绿化灌溉和清洁工作，减少了城市用水的压力。这种水资源管理策略不仅提高了水的利用效率，还有效缓解了城市在干旱季节面临的供水困境，为生态系统的平衡提供了支持。

此外，智能化技术在生态化建筑设计中的整合极大地提升了建筑物的能源效率和管理水平。通过智能控制系统对照明、通风、供暖及空调设备进行实时监控和自动化调节，建筑物能够根据外部环境和用户需求灵活调整能耗，以最低的能源消耗实现最佳的室内舒适度。这种智能化管理不仅减少了对自然资源的消耗，还延长了设备的使用寿命，降低了建筑的运营成本，实现了经济效益与环境效益的双赢。

最后，生态化建筑设计不仅局限于个体建筑物的优化，还推动了整个城市在规划和发展中的绿色转型。通过推广生态社区、零碳建筑和绿色基础设施建设，生态化设计理念逐渐渗透到城市的每一个角落，形成了从单体建筑到整体城市的绿色发展模式。这种模式促进了城市在发展过程中与自然环境的紧密融合，为未来城市建设提供了更加健康、可持续的路径，奠定了绿色城市发展的新标准。

6 结语

城市建筑设计中融入生态环境理念和绿色建筑技术，不仅提升了资源利用效率和建筑能效，还在环境保护和可持续发展方面发挥了关键作用。通过采用可持续材料、优化节能技术和智能化管理系统，建筑物实现了更低的碳排放和更高的环保效益。这种设计理念已逐渐成为推动城市绿色转型的主流趋势，为实现低碳、节能和宜居城市提供了重要支持，也为未来建筑行业的可持续发展奠定了坚实基础。

[参考文献]

[1]韩洋.基于智慧城市理念的城市建筑设计研究[J].住宅与房地产,2023(2):65-67.
[2]雒强.基于海绵城市理念的城市建筑设计方法探讨[J].建筑技术开发,2023,50(1):25-27.
[3]张艺可.地质生态环境视角下的山地城市设计策略研究[D].重庆:重庆大学,2021.
[4]张晓晶.《生态中国：海绵城市设计》:生态环境视域下的城市建筑艺术设计研究[J].建筑学报,2021(9):121.
[5]颜伏军.生态位理论下城市建筑设计与城乡规划发展协调研究[J].中国住宅设施,2022(3):37-39.

作者简介：赵海庆（1983.2—），男，汉族，毕业学校：河北建筑工程学院，现工作单位：河北加壹建筑设计有限公司。

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

国土空间规划体系下的城市更新思路探讨

杜 琴
自贡市城乡规划管理服务中心，四川 自贡 643000

[摘要]城市更新是国土空间规划体系中的重要组成部分，包括多层级规划体系和目标，主要呈现出协同式特点。在城市化进程中，有部分城区的功能已经无法满足当前发展需要，出现配套基础设施落后、环境污染等问题，因此，为提升人民的生活水平，解决城市化发展进程中各种问题，需进一步优化城市更新布局。文章立足国土空间规划体系，主要探讨了城市更新思路，以求提供有效的参考和借鉴。

[关键词]国土空间规划体系；城市更新；更新思路；思路探讨
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14419 中图分类号：TU984 文献标识码：A

Exploration on Urban Renewal Ideas under the National Spatial Planning System

DU Qin
Zigong Urban and Rural Planning Management Service Center, Zigong, Sichuan, 643000, China

Abstract: Urban renewal is an important component of the national spatial planning system, including a multi-level planning system and objectives, mainly exhibiting collaborative characteristics. In the process of urbanization, some urban areas' functions are no longer able to meet current development needs, resulting in problems such as outdated supporting infrastructure and environmental pollution. Therefore, in order to improve people's living standards and solve various problems in the process of urbanization, it is necessary to further optimize the layout of urban renewal. The article is based on the national spatial planning system and mainly explores the ideas of urban renewal, in order to provide effective reference and inspiration.

Keywords: national land spatial planning system; urban renewal; renewal ideas; exploration on ideas

引言

随着我国城市化进程的不断推进，城市更新已成为提升城市功能、改善居民生活质量以及推动经济社会发展的关键举措。国土空间规划作为一种系统化的规划工具，涵盖了土地资源、环境保护、社会需求、历史文化等多个领域，对城市更新起着至关重要的引导作用。然而，实际操作中，城市更新面临着资源配置不合理、生态环境破坏、历史文化遗产流失以及居民利益冲突等问题。如何在国土空间规划的框架内协调各方面利益，推动城市更新走向更加可持续与和谐的发展方向，已成为亟待解决的课题。本文将深入探讨在国土空间规划体系下实施城市更新的具体思路，重点分析通过调整土地政策、强化统筹规划、加强利益调节与保障、打击腐败等措施，确保城市更新能够顺利进行。通过科学规划与有效实施，城市更新不仅能推动城市经济的高质量发展，还能实现生态环境保护、历史文化传承与社会公平，为未来城市的可持续发展奠定坚实基础。

1 国土空间规划的意义

1.1 促进资源优化配置

国土空间规划在资源优化配置中具有至关重要的作用。通过科学划分生态、农业、城镇及其他功能区，各类资源的空间布局得以更加合理，避免了土地资源的无序开发和低效利用。在土地、生态与建设资源相对有限的背景下，规划能够有效实现不同功能区之间的合理分配与协调，从而减少资源浪费与生态破坏。此外，国土空间规划还能够引导基础设施建设与社会经济发展的平衡布局，将资源重点配置到关键领域与重要区域，从而提升资源的整体利用效率。

1.2 实现生态保护与经济平衡

国土空间规划在生态保护与经济平衡方面起着至关重要的作用。通过科学划分生态保护红线、永久基本农田以及城镇开发边界等空间格局，规划能够有效地保护自然资源和生态系统，防止无序开发带来的生态退化与资源枯竭。同时，合理安排开发强度与空间布局有助于协调区域发展与生态保护之间的矛盾，使经济活动始终保持在生态承载力的范围内，从而保证资源的可持续利用。通过优化土地利用，规划能够引导高质量产业的布局，推动绿色产业发展，减少环境破坏。此外，生态补偿机制的引入使得生态保护区能够获得经济回报，激励更多区域参与生态保护[1]。在推动经济发展的同时，兼顾生态保护，国土空间规划为实现经济、社会与生态目标的有机统一提供了坚实的基础。

1.3 提升城市竞争力

国土空间规划在提升城市竞争力方面发挥着重要作用。通过合理规划生产、生活及生态空间，能够优化城市功能布局，提高土地使用效率，推动产业集群的形成，从

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

而增强城市的经济吸引力与发展潜力。与此同时，规划有助于完善交通、能源、水资源等基础设施的网络建设，提升城市的资源配置与服务能力，为吸引资本、人才与技术提供有力保障。此外，国土空间规划还注重保护文化遗产与塑造城市特色，使城市在全球化进程中形成独具特色的品牌形象与文化吸引力。这不仅能增强城市的旅游与文化竞争力，还能提升居民的归属感与幸福感。在坚持生态保护的基础上，规划引导绿色经济与低碳发展的实施，显著提升了城市的可持续发展能力。

2 城市更新规划类型

城市更新规划种类繁多，通常根据更新目标、实施方式及涉及领域的不同进行分类。常见的规划类型包括功能性更新、结构性更新及综合性更新等。功能性更新主要着眼于提升城市某一特定功能的不足，如通过增加公共绿地、完善交通网络或提高商业服务能力，增强城市的宜居性与活力。结构性更新则侧重于调整城市的空间结构，采取拆除低效建筑、重组土地利用或优化空间布局等手段，提升土地使用效率及区域协调发展。综合性更新则涉及城市各个层面的全方位改造，涵盖功能完善、空间优化、基础设施升级及生态环境保护等方面，进行系统化的规划。此外，依据具体实施方式，城市更新可分为渐进式更新与大规模改造两种类型。渐进式更新强调保护性开发，通过逐步改善来实现目标，而大规模改造则通过集中投入，推动区域的整体更新。多样化的规划方式使得城市更新可以根据不同城市的发展阶段与实际需求进行定制，为城市的可持续发展提供坚实基础。

3 城市更新中存在的问题

3.1 重视经济发展，忽视环境和历史文化保护

在城市更新的实践中，经济发展往往被过度重视，而环境保护与历史文化的传承却常常被忽视。此种倾向使得许多更新项目集中于提高土地经济价值与促进投资回报，导致对生态环境及历史文化资源的关注严重不足，从而造成不可逆的损害。一些地区为了追逐短期经济利益，选择侵占绿地、湿地等自然生态空间，进而导致生态系统退化，甚至引发一系列环境问题。此外，在城市的快速改造过程中，许多具有历史价值的建筑与街区被大规模拆除，城市的传统文化元素与记忆逐渐消失，独特的城市面貌被单一的现代化风格所替代。忽视环境保护与文化传承不仅破坏了城市发展的生态基础，也削弱了其文化深度与社会凝聚力，最终使城市更新失去了多元价值的体现。

3.2 缺乏整体规划，影响了城市可持续发展

在城市更新过程中，缺乏整体规划对城市的可持续发展产生了深远的负面影响。许多更新项目缺乏系统性的设计与前瞻性的战略规划，往往只关注局部区域的短期改造，而忽视了与周边区域功能和发展需求的协调。这种情况导致了资源配置的不合理，进而造成了城市功能的失衡[2]。在一些地区，更新过程中出现了重复建设或资源浪费的现象，既未能充分利用城市的潜力，也对生态系统的完整性造成了破坏。此外，缺乏统一的规划与协调使得基础设施布局和建设常常脱离城市发展的实际需求，进一步加剧了交通拥堵与环境污染等问题。在这种背景下，不同利益主体间的目标难以达成一致，更新项目的效果也难以形成系统性与持续性的收益。

3.3 执行力度不足，监管责任落实不到位

在城市更新过程中，执行力不足以及监管责任未能有效落实的问题尤为突出，这对更新项目的实施效果造成了严重影响。尽管许多更新规划在设计阶段具有明确的目标和详细的内容，但在实际推进过程中，由于执行力度的缺乏，许多项目未能按照既定计划顺利推进。在一些地区，执法部门未能及时对违规行为进行监督和处理，导致部分开发商为了追求经济利益而忽视规范要求，甚至擅自修改规划方案或降低建设标准。此外，监管责任的不明确和落实不到位使得不同责任主体之间推诿现象屡见不鲜，导致监管体系的效能大大降低。这一问题不仅影响了城市更新的质量和进度，还可能加剧公共资源的浪费和社会矛盾，从而对城市发展的长期目标构成阻碍。

4 国土空间规划体系下的城市更新思路

4.1 调整土地政策，加强环境与文化保护

在国土空间规划体系下，调整土地政策以加强环境与文化保护是实现城市更新可持续发展的关键途径之一。随着城市化进程的加速，传统的土地利用模式通常侧重于经济利益，导致自然资源的过度开发以及文化遗产的破坏。为此，急需通过政策调整，使土地利用与生态环境保护、文化传承相互协调。在生态保护方面，土地政策应将自然环境的承载能力和生态系统功能作为优先考虑的因素，严格划定生态红线区域，确保生态敏感区、湿地、森林、河流等自然资源不被开发或破坏。通过加强土地用途管控，将绿色空间、生态走廊、景观保护区等纳入长期保护范围，实现自然环境的全面覆盖与持续保护。同时，政策应鼓励绿色城市建设，推动节能环保型建筑与低碳发展，支持绿色技术的应用，以减少城市化带来的环境负担。在文化保护方面，城市更新过程中，应制定严格的历史文化保护政策，确保具有历史价值的建筑、街区及传统文化资源得以完整保存。在推进城市更新时，应避免采取单纯的拆迁改造方式，转而通过文化遗产修复、保护性开发等手段，确保历史文化资源能够得到有效传承与活化。土地政策还应鼓励历史文化区域的旅游开发与文化产业的兴起，促进经济与文化的双重发展。此外，土地政策还应推动土地的集约化使用，避免资源浪费，确保城市空间的高效利用。通过优化土地政策，城市更新能够不仅提升经济发展水平，同时保留城市的文化特色、改善生态环境，推动社会可持续发展[3]。在政策执行过程中，应强化地方政府的责任与

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

监督，确保环境保护与文化传承措施的有效落实，防止短期经济开发行为破坏城市发展的长远基础。最终，通过科学调整土地政策，能够在现代化与传统、经济与生态之间实现平衡，为城市未来的可持续发展奠定坚实基础。

4.2 做好统筹规划，建立沟通协调机制

在国土空间规划体系下，实施统筹规划并建立高效的沟通协调机制是城市更新顺利进行的关键因素。随着城市发展需求日益多样化，各方利益相互交织，单一的局部规划难以满足整体发展的要求，常常导致资源浪费、功能重叠以及规划滞后等问题。因此，统筹规划应从宏观层面进行全面设计，确保各项政策、资源与措施能够有机结合，发挥协同效应。统筹规划不仅要综合考虑经济发展、环境保护、文化传承等方面，还需考虑区域发展差异，合理分配资源，避免局部开发割裂整体城市功能或引发冲突。此外，建立完善的沟通协调机制对项目推进至关重要。在城市更新过程中，政府、企业、社区和市民等各方利益主体的参与不可或缺，若缺乏有效的沟通与协调，容易出现信息不对称、执行困难以及利益冲突等问题。通过构建跨部门、跨区域的协调平台，可以促进信息流通与资源共享，确保各方能够充分表达意见与诉求，从而达成共识。政府应发挥桥梁作用，推动利益主体之间的对话与合作，解决利益分配、责任落实等问题，最终形成互信共赢的合作局面。

4.3 注重利益调节，保障居民权益公平

在国土空间规划体系下，保障居民权益的公平性并注重利益调节，是实现城市更新成功与可持续发展的关键。城市更新往往涉及大规模的土地开发与改造，多个利益群体的利益在其中交织，特别是原居民的利益容易在更新过程中被忽视或损害。为了确保更新项目在公平公正的基础上顺利推进，必须建立健全的利益调节机制。在更新项目的初期阶段，政府应广泛听取居民和社区的意见，确保规划决策能够真实反映民众的需求和期望。在土地征收、房屋拆迁及安置补偿等环节，应严格遵守法律法规，确保补偿标准的公正性与透明度，避免低价征收或不合理安置现象的发生，从而切实保障被拆迁居民的基本生活条件与经济利益。通过公平的补偿与安置措施，不仅能减轻居民的经济负担，还能增强社会和谐与稳定。此外，政府还需通过税收政策、社会保障及住房政策等手段，调节不同利益群体之间的矛盾，避免部分群体因失去原有的居住地或经济基础而陷入困境。基于此，应建立长效的社会支持机制，如职业培训、就业机会及住房保障等，帮助原居民适应新的生活环境和社会角色，确保他们能够从城市更新中获得实际利益与发展机会。

4.4 加大执法力度，严厉打击腐败行为

在国土空间规划体系下，腐败行为可能成为城市更新项目顺利实施的主要障碍，严重影响政策的公正性与透明度。为了确保城市更新按预期目标推进，必须加大执法力度，严厉打击腐败现象。腐败行为通常表现为规划审批、土地征收、资源配置等环节中，部分利益相关者通过权力寻租或弄虚作假获取不正当利益，从而破坏公共资源的合理分配与社会公正。为防止腐败行为的发生，政府应建立健全的监管体系，强化项目全过程的监督与审查。行政审批与项目审批的透明度应得到进一步提升，严格执行公示制度，确保所有涉及城市更新的规划与审批文件等信息能够公开，接受社会监督[4]。此外，执法机关应加强对腐败风险较高领域的专项检查，特别是在土地出让与建筑施工等方面，结合定期与不定期的检查方式，严肃查处违规行为，依法严惩违法者，以警示他人。此外，公共部门与社会组织的合作也应得到推动，借助第三方审计与社会监督等手段，提高监督的效率，确保公众利益不受侵犯。同时，相关部门还应加强工作人员的廉政教育，营造廉洁的工作环境，通过制度约束与思想引导，减少腐败行为的发生，确保城市更新的顺利进行。

5 结语

在国土空间规划体系下，城市更新是一个涉及经济、社会、环境等多维因素的复杂过程。要确保城市更新目标的实现，必须依靠科学合理的规划与精心设计。在此过程中，调整土地政策、加强生态与文化保护、进行统筹规划、保障居民权益，以及强化执法力度等措施，是推动城市更新顺利实施的关键。尽管面临诸多困难与挑战，只有坚持可持续发展的理念，平衡各方利益，才能使城市更新不仅提升城市基础设施与功能，还促进社会的和谐与公平。展望未来，随着国土空间规划的不断深化，推动城市更新的思路与方法也应随着时代的发展不断创新与完善。这样，才能确保城市朝着更加宜居、智慧、绿色的方向发展，实现人与自然、经济与社会的和谐共生。

[参考文献]

[1]刘晓妮.国土空间规划体系下的城市更新思路探讨[J].住宅与房地产,2024(27):65-67.
[2]汪云凤.国土空间规划体系下的城市更新思路探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024(23):19-21.
[3]王友凤.国土空间规划体系下的城市更新研究[J].住宅与房地产,2024(6):83-85.
[4]杨慧祎.城市更新规划在国土空间规划体系中的叠加与融入[J].规划师,2021,37(8):26-31.

作者简介：杜琴（1991.12—），女，毕业于西华师范大学，学历：大学本科，专业：资源环境与城乡规划管理，就职于自贡市城乡规划管理服务中心，8年，职称：工程师（专业技术九级岗）。

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

城市更新背景下建筑设计的可持续策略研究

沈 炜
河北建筑设计研究院有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球气候变化与资源紧张，传统建筑设计已无法满足现代城市更新的需求，过去的设计偏重功能性而忽视了环境与社会可持续性。如今，建筑行业面临转型：如何满足日益增长的需求，同时降低资源消耗、减少能源使用与污染，提供健康、舒适的生活环境。基于此，建筑设计的可持续性成为解决城市问题的关键。绿色建筑、节能设计与智能建筑等创新理念为行业注入新动力，提供了应对挑战的有效路径。可持续设计不仅是技术改进，更是对功能、材料、结构、环境与社会文化的综合考量。实施这一策略不仅具有现实意义，也对未来城市发展具有深远影响。
[关键词]城市更新；建筑设计；可持续发展
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14418 中图分类号：TU243 文献标识码：A

Research on Sustainable Strategies of Architectural Design under the Background of Urban Renewal

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

Abstract: With global climate change and resource scarcity, traditional architectural design can no longer meet the needs of modern urban renewal. Previous designs focused on functionality while neglecting environmental and social sustainability. Nowadays, the construction industry is facing a transformation: how to meet the growing demand while reducing resource consumption, energy use and pollution, and providing a healthy and comfortable living environment. Based on this, the sustainability of architectural design has become the key to solving urban problems. Innovative concepts such as green buildings, energy-efficient design, and intelligent buildings have injected new energy into the industry and provided effective paths to address challenges. Sustainable design is not only about technological improvement, but also a comprehensive consideration of functionality, materials, structure, environment, and socio-cultural factors. Implementing this strategy not only has practical significance, but also has a profound impact on future urban development.
Keywords: urban renewal; architectural design; sustainable development

引言

随着城市化进程加快，城市更新已成为全球城市发展的核心战略。建筑设计作为关键环节，承载着推动环境保护、合理利用资源及促进社会可持续发展的重要责任。在资源有限、环境挑战严峻的背景下，建筑设计的可持续性已成为确保城市未来发展的关键议题。建筑设计不仅需满足现代功能需求，还应通过合理配置资源、减少环境负担、提升居住质量等措施，推动可持续发展目标的实现。整合生态、能源与社会可持续原则，建筑设计应在各方面寻求平衡，促进环境、社会与经济的协调发展。

1 城市更新中的建筑设计现状

在城市更新的背景下，建筑设计不仅仅是对现有建筑的简单修缮或改造，更是一种对城市功能、环境及文化的深刻理解与再造。随着城市化进程的推进，许多老旧城区面临设施陈旧、空间拥挤及环境恶化等一系列问题，这对建筑设计提出了更高的要求。在这一过程中，建筑设计不仅需应对基础设施的升级换代，更需注重提升居民的生活质量并增强区域的整体功能性。目前，城市更新中的建筑设计正朝着多样化与综合化的方向发展，另一方面随着可持续发展理念的广泛认同，绿色建筑、节能减排等环保理念逐步成为建筑设计的核心方向，智能建筑的引入使建筑不仅能满足舒适性与功能性的要求，更具备了更高的能效与自我调节能力。尽管在一些地区，绿色建筑与节能技术的应用已有初步尝试，整体而言，建筑设计理念的更新仍滞后于城市更新的实际需求。许多项目在实施过程中未充分考虑可持续性，导致后期常出现能源与资源浪费问题。同时，建筑设计与城市规划之间的衔接常出现脱节，部分建筑设计过于关注单一功能，而忽视了与周围环境的协调与融合。

2 建筑设计的可持续发展原则

2.1 生态与环境可持续性

生态与环境可持续性是建筑设计中的核心原则之一，要求建筑在满足当前使用需求的同时，兼顾自然资源的合理利用及对生态环境的长远影响。遵循这一原则，建筑设计必须尽量减少对自然环境的负面影响，确保生态平衡的维护。在实际设计中，生态可持续性强调减少能源、水资源及建筑材料的消耗，通过优化空间布局与外立面设计结合高效节能的建筑材料，能有效降低建筑的能耗。在材料

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

选择方面，环保、可再生资源应被优先考虑，避免使用难以回收或对环境有害的物质。屋顶绿化与垂直绿化不仅提升建筑美学，也通过改善空气质量、吸收二氧化碳并释放氧气，减轻城市热岛效应。建筑设计还应充分考虑与自然环境的适应性，通过最大限度地利用自然光照与通风，能减少对人工照明与空调系统的依赖，从而降低能源消耗。雨水回收与废水处理系统的设计，也能有效减轻城市供水系统的压力，并实现水资源的循环利用，这些设计不仅有助于建筑实现节能环保目标，还能对周围环境产生积极影响。

2.2 资源节约与能源效率

资源节约与能源效率是可持续建筑设计的核心要素之一，不仅涉及建筑本身的能源消耗，还涵盖了建筑生命周期中资源的优化利用与配置。在当今的建筑设计领域，如何在有限资源的基础上实现高效利用减少能源浪费，已成为设计师面临的重大挑战。建筑设计应从源头控制能源消耗，通过精心规划建筑布局与朝向，自然光与通风的利用可以得到最大化，从而减少对人工照明与空调系统的依赖。合适的窗户配置与隔热设计，使冬季阳光采暖得到有效利用，夏季过度热负荷亦可避免，降低空调系统的能耗，屋顶与外立面的隔热设计对于提高建筑能源效率至关重要，外界热量的传递能被有效阻止，从而保持室内温度的稳定，减少空调与采暖系统的能源需求。建筑材料的选择对资源节约与能源效率亦有直接影响，绿色建筑材料不仅具备良好的热绝缘性能且碳足迹较低，能够显著降低建筑的能源消耗，材料的回收性与再利用性也是设计中的重要考量，选择可回收材料不仅有助于减少建筑废弃物，还能实现资源的闭环利用减少浪费。在建筑的内部环境管理方面，智能能源管理系统的应用日益普及，通过这些系统的实时监控与调节，建筑内照明、空调、电器等设施的能源使用能够得到优化，避免无效消耗。例如，自动调节的照明系统根据室内自然光强度调整灯光亮度，智能温控系统则根据房间内人员活动与温度变化，自动调节空调与暖气的工作状态，从而实现能源的高效利用。

3 城市更新背景下建筑设计面临的问题

3.1 传统建筑与现代需求的冲突

在城市更新的进程中，传统建筑与现代需求之间的冲突愈发显著。许多城市中的老旧建筑，在初期设计时并未充分考虑到现代生活方式的变迁，尤其是在空间利用、功能需求及居住舒适度方面，难以适应当今居民的生活标准。传统建筑常采用封闭的布局，空间狭小，采光与通风条件也有限，无法满足现代人对开放、灵活居住或工作环境的需求。与此同时，历史建筑的结构与材料已逐渐老化，无法支撑现代建筑所需的负荷，如大型空调系统、智能设备及绿色能源设施等，这使得传统建筑在功能适应性上面临着严重限制。随着城市化进程的不断推进，现代城市对建筑的需求愈加多样化，尤其是在交通、商业及居住功能的融合方面，老旧建筑往往难以满足这些变化。传统建筑的空间布局通常是固定的且过于僵化，缺乏灵活调整的可能。例如，一些老旧建筑的楼层高度较低，无法满足现代办公或居住空间的需求，或者建筑内部缺乏现代化的电气与管道系统，更新改造困难，从而极大限制了其长期使用的潜力。此外，传统建筑与现代建筑风格之间的冲突，也在城市更新过程中加剧了矛盾，许多老旧街区的建筑风格展现了浓厚的历史特色，但随着现代建筑风格、材料及功能设计的变化，传统建筑与新建现代化建筑在形式与功能上的差异，往往导致城市景观的割裂，这种风格上的冲突不仅影响了城市整体美学，也可能干扰文化氛围的延续并影响城市形象的塑造。

3.2 资源与能源的过度消耗

在城市更新过程中，资源与能源的过度消耗已成为突出问题。随着城市化加速，建筑行业对能源的需求激增，尤其在老旧建筑翻新与新建项目中资源投入庞大。许多现有建筑缺乏有效的能源管理导致能源浪费，特别是在空调与采暖系统上效率低下。传统建筑材料与施工工艺仍依赖高能耗方式，进一步加剧了资源浪费。此外，建筑拆除时忽视材料回收，导致可再生资源丢弃。能源监控缺失使得大量能源在不必要的时间与空间中浪费，这不仅增加了城市运营成本，还加剧了碳排放与气候变化，制约了可持续发展。因此，过度消耗已成为城市更新中的瓶颈，亟需采取有效应对措施。

4 城市更新中的可持续建筑设计策略

4.1 增强建筑适应性的设计策略

在城市更新过程中，建筑适应性的设计策略变得尤为重要。随着社会需求和环境条件的持续变化，建筑不仅要满足当前的使用功能，还应具备应对未来变动的灵活性与可持续性。提升建筑适应性的关键在于充分考虑其长期可变性与多功能性[1]。例如，建筑的空间布局不应仅限于单一功能，而应设计为开放式、可拆分并能灵活组合的空间，这一设计理念使得建筑能够根据未来需求灵活调整功能从而延长建筑的使用周期。建筑适应性的体现需在结构与技术系统的灵活性上得以体现，建筑结构应当考虑未来扩展或改造的可能性，使用可拆卸或易于更换的材料，使建筑在不同发展阶段能够进行必要的调整与优化。在技术设施方面，智能化系统的配备尤为关键，系统应具备易于升级与维护的特性，使建筑能够随着技术发展或使用需求的变化进行及时调整，避免陈旧系统对建筑未来发展的制约。适应性设计还应考虑到环境变化对建筑的影响，尤其是气候变化带来的挑战。例如，建筑外立面可设计为适应不同气候条件的可调节系统，如可开闭的遮阳装置或智能变温玻璃，以应对极端天气或季节性气候变化的影响。此外，绿色屋顶与雨水收集系统也有助于提高建筑的环境适应性，减少对外部资源的依赖，进一步增强建筑的可持续性。

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

4.2 绿色建筑与节能设计技术

绿色建筑与节能设计技术是推动城市更新实现可持续发展的关键途径。随着能源危机与环境问题的日益严峻，绿色建筑逐渐成为建筑设计的核心方向，要求不仅是在能耗方面达到较低水平，还特别注重资源的高效利用与环境负担的最小化。在这一进程中节能设计技术发挥着至关重要的作用，通过优化建筑能效，有效减少能源消耗并降低运行成本，节能设计成为绿色建筑的基础支撑。绿色建筑的一个显著特征是其内在的节能性，建筑外立面的合理设计、智能化控制系统的应用以及高性能建筑材料的使用。例如，采用高效隔热材料和双层玻璃窗，能显著减少热量流失与外界热量渗透，从而降低空调与采暖的能源消耗。智能空调、照明及供水系统的结合，使得建筑能够根据环境变化自动调节能耗，进而减少能源浪费[2]。同时，建筑能效评估系统的实施，提供了对能源使用进行实时监控与优化的支持，确保建筑始终处于节能最佳状态。在能源利用方面，绿色建筑倡导使用可再生能源及清洁能源技术，太阳能光伏系统能够为建筑提供清洁电力，而风能与地热能的利用也逐渐融入到节能系统中，成为减少能源消耗的重要方式。同时，雨水收集与中水回用技术的应用，不仅有助于减轻城市供水系统的压力，也减少了建筑运营对外部资源的依赖，进而降低了环境影响。绿色建筑的另一核心特征是生态系统的整合与保护，屋顶绿化、垂直绿化及绿化水体等设计手段，不仅提升了建筑的能效表现，也改善了周边环境质量，提高了建筑的生态适应性，通过最大限度地利用阳光、风力与水资源，绿色建筑有效减少了对外部能源的需求，达到了节能降耗的目标。

4.3 智能化与信息化建筑设计应用

智能化与信息化建筑设计正日益成为现代城市更新的重要趋势。随着科技的迅猛发展，建筑不再仅仅是一个物理空间，而是转变为一个高度智能化的综合系统，通过信息技术的深度融合，建筑能够实现自我调节、智能管理以及基于数据的决策支持，从而显著提升使用效率与居住舒适度。在智能化建筑中，各种传感器和自动化控制系统被广泛集成，使建筑内部环境得以实时监控。温度、湿度、空气质量、光照强度等关键数据会被即时采集，并通过智能系统进行调节。例如，当室内温度过高时，空调系统会自动启动；光照不足时，智能照明系统会自动调节亮度，从而最大化能源使用效率，减少不必要的浪费。根据建筑的实际使用情况，系统还能进行个性化调整，为每一位用户创造最适宜的环境。信息化技术的应用，进一步提升了建筑的运营管理效率[3]。云计算、大数据及物联网（IoT）技术，使建筑的运营数据得以集中管理与分析，为管理者提供了实时监控建筑能耗、设备运行与维修需求的能力。智能电表与水表能够精准监测能源与水资源的使用情况，在出现异常时及时发出警报，从而避免浪费或设备故障引发的损失。此外，建筑内部的各类设施，如电梯、空调、照明等，均可通过集中控制系统进行远程调度，从而降低人工干预成本提高管理效率。智能化建筑还强调与居住者的互动，通过智能家居系统极大地提升用户体验，借助语音识别、面部识别、智能手环等技术，居住者能够轻松控制家中的各种设备，如智能窗帘、音响、厨房电器等。随着人工智能技术的不断发展，建筑将能够逐步实现自主学习与优化，自动根据居住者的生活习惯调整环境设置，兼顾节能与舒适的平衡。

5 结语

在城市更新的背景下，建筑设计的可持续发展已成为应对资源短缺、环境污染及气候变化等挑战的关键路径，通过融入生态保护、资源节约与能源高效利用等理念，并结合绿色建筑、智能设计与可再生能源等先进技术，建筑不仅能够提升环保性能，还能增强居住的舒适度。但传统建筑与现代需求之间的矛盾、资源消耗的过度等问题依然亟待解决，创新性的解决方案仍需不断探索。建筑设计的可持续性涉及的不仅仅是技术层面的革新，政策支持、行业协作以及社会各方的参与同样不可或缺。随着理念的逐步更新与实践的不断深化，建筑行业将在推动绿色、低碳、智能化城市发展目标的实现中，发挥更为重要的作用。

[参考文献]

[1]高云庭.可持续建筑设计中的技术策略研究[J].节能,2019,38(12):29-33.
[2]马军朋.居住建筑设计中绿色可持续发展策略探究[J].居舍,2019(17):15.
[3]于保华.建筑材料资源的可持续设计策略研究与分析[J].建材发展导向,2022,20(20):22-24.

作者简介：沈炜（1987.8—），毕业院校：河北理工大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北建筑设计研究院有限责任公司，职务：无，职称级别：高级工程师。

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

道路桥梁工程中沉降段路基路面施工的技术

李 凡
平顶山路鑫园林绿化有限公司，河南 平顶山 467000

[摘要]随着社会经济生活水平不断提升，道路运输行业面临新的发展机遇，并由此促进了道路桥梁工程发展。现阶段，道路桥梁施工期间，因沉降段路基路面施工技术存在很多问题，难以确保当前道路桥梁施工质量。但因沉降段路基路面施工技术仍不成熟，会对道路桥梁行业发展产生较大影响，基于此，就道路桥梁工程施工技术展开详细分析，希望能对市政道路桥梁工程建设带来一定帮助。

[关键词]道路桥梁工程；沉降段；路基路面；施工技术
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14456 中图分类号：U4 文献标识码：A

Construction Technology of Settlement Section Roadbed and Pavement in Road and Bridge Engineering

LI Fan
Pingdingshan Luxin Landscape Greening Co., Ltd., Pingdingshan, He'nan, 467000, China

Abstract: With the continuous improvement of social and economic living standards, the road transportation industry is facing new development opportunities, which has promoted the development of road and bridge engineering. At present, during the construction of roads and bridges, there are many problems with the construction technology of roadbed and pavement in the settlement section, making it difficult to ensure the quality of current road and bridge construction. However, due to the immature construction technology of the roadbed and pavement in the settlement section, it will have a significant impact on the development of the road and bridge industry. Based on this, a detailed analysis of the construction technology of road and bridge engineering is carried out, hoping to bring some help to the construction of municipal road and bridge engineering.

Keywords: road and bridge engineering; settlement section; roadbed and pavement; construction technology

引言

道路桥梁工程作为城市基础设施建设的核心组成部分，其质量直接关系到交通安全以及社会经济的稳定发展。工程的长期稳定运行，根本上依赖于路基与路面的施工质量。然而，由于自然因素、施工技术等多方面的影响，沉降段路基路面现象在部分道路桥梁工程中出现，这不仅影响道路的正常使用功能，也对交通安全及车辆通行构成潜在威胁。沉降段的形成，通常是由地基土质的不均匀、施工操作不当及自然环境变化等因素共同作用所引起的。为有效应对这一问题，科学的施工技术与严格的管理措施必须得到充分应用，确保沉降段路基路面的稳定性和安全性。本文将深入分析市政道路工程中沉降段路基路面的形成原因，提出相应的施工技术对策，旨在为相关领域的工程实践提供理论依据与技术支持。

1 道路桥梁路基路面的沉降危害

沉降段对路面使用寿命的影响深远，尤其是在沉降持续且未得到及时修复的情况下，路面的结构会遭受严重损害。通常，路面出现不均匀下沉或起伏，沉降段便以这种形式表现出来，这种变化会导致裂缝、坑洼及路面脱落，逐步加剧路面破坏的程度。局部承载力的减弱，往往是沉降段的直接后果，经过车辆时，路面会遭受更大的冲击和摩擦，进一步加速路面表层的磨损，降低其耐久性。车辆频繁通行的区域，局部压力集中效应在沉降的作用下，裂纹得以加速扩展，甚至可能引发大规模的结构性破坏，最终导致路面功能丧失。路面与基层的连接关系，在沉降段的影响下被破坏，传力机制的失衡不仅使路面稳定性下降，还加速了基层的损坏，形成了恶性循环。水分也借由沉降现象渗入路面内部，水泥和沥青混凝土的老化与劣化因此加速，缩短了使用年限。如果长时间不进行修复，路面不仅将因严重损坏需要提前大规模维修，甚至可能无法继续使用，从而带来更高的维护成本和交通中断问题。沉降段对路面使用寿命的影响，不仅体现在结构损害上，还对道路的功能性、经济效益以及社会资源的合理利用构成了严重威胁。

2 市政道路工程中沉降段路基路面的形成原因

2.1 地下水流动和渗透因素

在市政道路工程中，沉降段路基路面的形成，地下水流动与渗透被认为是关键因素。地下水的流动性直接影响路基的稳定性，尤其是在土质松散或含水量较高的区域。当地下水在路基下渗透或流动时，土壤颗粒之间的结构便会被破坏，导致土壤的强度与承载力显著降低，从而引发

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

路基沉降。尤其是在雨季或地下水位上升时，积聚的水分更容易导致路基的软化，进而引发不均匀沉降。水流不仅改变了地基中土壤的物理性质，还可能将细小颗粒带走，形成孔隙，进一步削弱土壤的承载力，增加了路基变形的风险。长时间的水流作用，使土壤逐渐被侵蚀，造成土层流失，进而加剧了不均匀沉降。这些影响最终对路基路面造成更为严重的破坏。

2.2 路基路面结构问题

在市政道路工程中，路基路面结构问题被视为沉降段形成的主要原因之一。路基，作为道路的基础，其结构稳定性直接关系到路面的承载能力与长期使用性能。如果设计存在缺陷或施工过程未严格按照规范进行，便可能引发不均匀沉降，进而影响路面质量。填筑材料的选择与压实程度对路基的稳定性至关重要。若所用填料不符合要求或压实不到位，路基在使用过程中将易发生沉降，导致路面出现凹陷、裂缝等问题。不合理的排水设计或排水设施的失效，将使水分在路基内部积聚，进而导致土体软化，降低其强度与稳定性[1]。此外，过渡段与沉降段之间连接不当，或材料选择不合理，也会使路面在长期使用过程中出现不均匀沉降。在路面施工过程中，如果未充分考虑路基与路面之间的应力传递，路面结构的稳定性便无法得到有效保障，局部沉降或裂缝的产生将变得更加容易。

2.3 边坡稳定性差

在市政道路工程中，边坡稳定性差被认为是导致沉降段路基路面形成的关键因素之一。边坡，通常位于道路两侧，作为路基的重要组成部分，其主要作用是支撑路基土体，并防止滑坡、坍塌等灾害的发生。若边坡的稳定性无法得到有效保证，土体滑移或沉降便易发生，进而影响整个路基的均匀性与承载能力。边坡不稳定的原因较为复杂，土质松软、坡度过陡以及排水不良是常见因素。当土壤颗粒结构松散或土壤含水量较高时，土体在重力作用下可能发生滑动，进而导致路基沉降或塌陷。在施工过程中，若边坡的支护工作未能得到足够重视，且未采取有效的加固措施，边坡便容易受到外部环境因素的影响，如雨水渗透或地震等，从而引起边坡失稳。

2.4 其他人为因素

在市政道路工程中，沉降段路基路面的形成还受到其他人为因素的影响，这些因素同样是其重要原因之一。在施工过程中，若施工单位未严格按照设计图纸及相关规范进行操作，便常常出现不当的施工方法、材料选择不当或管理疏漏，进而影响路基的稳定性。例如，若在填筑路基时使用了不合格的土壤或填料，或填土层压实不到位，路基就容易发生不均匀沉降。此外，施工过程中若未妥善保护周围环境，外部施工活动如挖掘、搬运或重型机械设备施加的压力，往往会引发局部沉降。在一些情况下，施工人员的经验不足或管理上的疏忽，可能会导致错误决策，如忽视地下管线的存在，或未采取适当措施进行基础处理，这些都可能破坏路基土体的稳定性。同时，路基施工完成后，若未及时进行养护或缺乏有效的检测与维护，沉降段的出现也会因此加剧。

3 市政道路工程中沉降段路基路面施工技术措施

3.1 科学设计沉降段结构

在市政道路工程中，确保路基稳定性与路面长期使用性能的关键，便是科学设计沉降段结构。沉降段设计需要综合考虑多个变量，如地质条件、交通荷载与环境因素等，以确保其在施工及使用过程中能够适应外部条件的变化，避免不均匀沉降对道路性能造成不利影响。在设计时，应深入分析地质勘探数据，以识别土壤的压缩性与稳定性，合理选择合适的填料。同时，采用分层填筑与分段压实的施工方式，以降低沉降风险，特别是在不同土质特征下。对于软弱土层，设计中应考虑采取加固处理措施，如深层搅拌或换填等，以增强基础承载力，从而防止沉降的发生。此外，排水设计应充分考虑路基的排水需求，优化排水系统，减少水分积聚，避免水分渗透所引发的不均匀沉降。路基结构设计还应遵循力学原理，合理确定厚度、宽度与弯曲度，确保路基在承受交通荷载时具有足够的稳定性与变形适应性。在长效性方面，设计还需考虑未来可能出现的环境变化，如气候变化及交通量增加等，预留一定的沉降空间，且应定期进行监测与调整。

3.2 严格控制路桥过渡段施工质量

在市政道路工程中，路桥过渡段的施工质量控制至关重要，其直接影响着道路桥梁的安全性及使用寿命。过渡段位于路基与桥梁结构之间，是承受来自两种不同结构应力变化的关键区域。为了确保平稳过渡，施工过程中必须严格遵循设计要求。施工前，地质勘探报告应被详细审查，以充分了解过渡段所在区域的土质特性，尤其是软弱土层及不均匀地基，这样才能确保设计方案与施工方法能够适应不同的土质条件。在施工中，填土的分层及压实过程必须严格控制，以避免因填土不密实或分层不当引发不均匀沉降，进而造成结构应力的集中。特别是在桥梁端部的过渡段区域，施工质量显得尤为重要。采用渐变式填土工艺，逐层递进的方式，应被采取，以确保路基与桥梁之间的连接处能够平稳过渡，避免突变现象的发生[2]。同时，过渡段的排水设计与施工同样不容忽视，排水坡度应合理设置，以有效防止雨水积聚，减少水分对路基的侵蚀与压缩作用。此外，在过渡段施工过程中，桥面与路基之间的高差及连接角度必须精确控制，以确保其平整度与适当的结构强度。

3.3 做好地基处理工作

在市政道路工程中，地基处理是确保沉降段路基路面稳定性与长期使用性能的关键环节。不均匀的地基沉降常常是沉降段形成的主要原因之一，因此，科学的地基处理显得尤为重要。在施工前，地基土壤必须进行全面的勘察

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

与分析，土层的软弱区域、岩土层的分布情况及水文地质条件等因素应被识别，以确保制定的地基处理措施具备针对性与有效性。在实际处理过程中，常用的方法包括换填土法、深层搅拌法及加固法等。根据地基土的具体特性，这些方法应被选择，以确保地基满足设计要求的承载力。对于软土或松散土层，通常采用换填土法，将不适合的土层替换为具有较高承载力的材料，从而提升地基的稳定性。深层搅拌技术可用于软弱地基区域，机械搅拌土体并添加固化剂，形成更为坚固的土体结构，从而提高地基的密实性、承载力与抗沉降能力。此外，对于已知存在沉降隐患的区域，加固技术，如土体注浆或灌浆加固方法，可被采用，以增强地基的抗压强度，有效减少沉降的发生。在地基处理过程中，地下水的控制与排水系统的设计同样至关重要。合理的排水设计能够防止地下水积聚，避免其对土体承载力造成不利影响。通过排水板、排水管等设施的设置，可以确保地下水在施工期间及长期使用过程中不会对地基造成负面影响，从而保持地基的稳定性。

3.4 提升排水设计水平

在市政道路工程中，优化排水设计是确保沉降段路基路面稳定性的重要手段。排水系统的设计直接影响路基的水文环境，进而对道路的长期使用性能产生深远影响。尤其是在沉降段区域，土壤湿陷或膨胀往往由地下水的积聚或渗透引发，这会导致不均匀沉降，进而影响道路的平整度与安全性。因此，在施工设计阶段，排水系统必须精心策划，以确保水分能够迅速排出，防止其对路基的侵蚀。

排水设计应充分考虑不同土壤类型、地下水位变化及周围环境的影响，采用有效的排水方法。合适的排水沟、透水性层及地下排水管道等设施应被设置，以促进水分的快速排出，并防止积水的发生[3]。合理的排水设计不仅能够提高路基的抗压强度，还能有效避免水分积聚导致的冻胀或土体软化，从而延长道路使用寿命。此外，在排水设计时，施工现场的实际情况必须密切关注，根据地质勘察数据进行定制化调整，以确保排水系统的科学性与实用性。

3.5 强化施工监控与质量检测

在市政道路工程中，加强施工监控与质量检测是确保沉降段路基路面稳定性及施工质量的关键环节。施工监控与质量检测贯穿整个施工周期，从地基处理到路面铺设的每一阶段，都必须实施严格的控制和检验。通过实时监测施工进度、工艺参数以及施工环境，潜在的质量问题或安全隐患能够在早期发现，从而避免不当施工引发的沉降、裂缝等结构性缺陷。现代技术手段，如自动化监测系统、传感器、GPS 定位和无人机等设备，已广泛应用于施工监控中，现场数据得以精确采集。动态监测路基沉降、材料应力、温湿度变化等重要因素的工作得以实现，确保施工质量得到及时跟踪与反馈。同时，质量检测需严格遵循设计标准和规范，确保每一道工序达到技术要求。必须对路基土质、排水设施、基层及面层施工等关键环节进行细致的材料检测、压实度检测与厚度检测等工作，以确保工程质量达到预定标准。

3.6 做好后期养护工作

在市政道路工程中，沉降段路基路面施工完工后，后期养护工作至关重要，作为确保道路长期稳定性与使用性能的关键环节。养护工作应在施工结束后持续进行，其目的是预防路基沉降、裂缝以及路面损坏等问题的发生。特别是在沉降段区域，定期检查路面与路基显得尤为重要。通过监测路基沉降、裂缝发展以及水位变化等情况，潜在的问题得以及时发现并处理。在此过程中，排水设施的维护也必须得到足够重视，以确保雨水能够顺利排出。水分滞留在路基中的情况应避免，从而防止土壤软化、沉降或结构破坏[4]。此外，路面裂缝的修补与养护层的定期翻修也应作为养护工作的一部分，裂缝的进一步扩展或表面老化能有效被防止，从而减少对交通安全的影响。随着气候变化及交通量的不同，养护措施应作出相应调整，合理安排养护的时间与内容。同时，在实施养护时，环境因素的综合考虑至关重要。科学的技术手段需得以应用，确保养护过程中不会对周围生态环境造成负面影响。

4 结语

在道路桥梁工程中，解决沉降段路基路面问题对于保证工程质量、提高交通安全性以及延长道路使用寿命至关重要。通过深入剖析沉降段的成因，采取科学的施工技术措施，如优化设计方案、严格控制施工质量、加强地基处理及完善排水系统设计等，沉降现象的发生能够有效预防和减缓。随着施工技术的不断进步及管理水平的提高，沉降段路基路面问题的应对措施将愈加完善，进一步为道路桥梁建设提供坚实的技术保障。展望未来，随着新材料、新技术的不断应用及施工工艺的创新，道路桥梁工程的质量与安全水平将得到显著提升。城市交通基础设施的可持续发展，将因此迈向新的高度。

[参考文献]

[1]刘超.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面的施工技术[J].建设机械技术与管理,2024,37(4):71-73.
[2]王碧林.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].散装水泥,2024(3):82-84.
[3]李治.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].中国科技信息,2024(7):91-93.
[4]刘晓娟.市政道路工程中沉降段路基路面施工技术分析[J].散装水泥,2023(5):122-124.

作者简介：李凡（1982.7—），毕业院校：武汉科技大学大学，所学专业：计算机科学与技术，当前就职单位：平顶山路鑫园林绿化有限公司，职务：无，职称级别：工程师。

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

基于钻孔灌注桩技术的高速公路软土路基加固处理方法

赵睿龙
新疆兵团交通建设有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着高速公路建设的不断推进，软土路基的加固处理成为影响工程质量和安全的关键问题之一。高速公路路面所用的软土路基，因具备低承载、高压缩及不稳定等特性，频繁出现路基沉降与变形等问题，这对高速公路的常规运营造成了严重影响。在软土路基加固领域，钻孔灌注桩技术以其独特的加固处理方法，通过路基钻孔并注入水泥混凝土，构建起桩基结构，显著增强了路基的承载能力与稳定性。对高速公路建设中的软土路基，采用钻孔灌注桩技术进行加固，其原理及实施流程被深入剖析，该技术实施效果亦得到探讨，同时，文章还针对该技术在应用过程中所遭遇的难题及改进策略展开了详尽论述。软土路基的物理性质得到钻孔灌注桩技术的显著优化，进而大幅增强了其承载能力与稳定性，此技术对高速公路建设领域具有不可忽视的实际价值。

[关键词]钻孔灌注桩技术；软土路基；加固处理；高速公路
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14437　　中图分类号：TU753　　文献标识码：A

Reinforcement Treatment Method for Soft Soil Subgrade of Expressway Based on Drilled Pile Technology

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

Abstract: With the continuous advancement of highway construction, the reinforcement treatment of soft soil subgrade has become one of the key issues affecting engineering quality and safety. The soft soil subgrade used for highway pavement often experiences settlement and deformation due to its low bearing capacity, high compression, and instability, which seriously affects the normal operation of highways. In the field of soft soil subgrade reinforcement, the drilling and grouting pile technology, with its unique reinforcement treatment method, constructs a pile foundation structure by drilling holes in the subgrade and injecting cement concrete, significantly enhancing the bearing capacity and stability of the subgrade. The principle and implementation process of using drilled pile technology to reinforce soft soil subgrade in highway construction have been deeply analyzed, and the implementation effect of this technology has also been explored. At the same time, the article also elaborates on the difficulties and improvement strategies encountered in the application of this technology. The physical properties of soft soil subgrade have been significantly optimized by the drilling and grouting pile technology, thereby greatly enhancing its bearing capacity and stability. This technology has practical value that cannot be ignored in the field of highway construction.

Keywords: drilled pile technology; soft soil subgrade; reinforcement treatment; expressway

引言

随着我国经济发展和城市化进程的加快，高速公路这一关键交通设施亦呈现出迅猛的发展态势，众多高速公路建设项目遭遇软土路基难题，该土质承载能力不足且易压缩。在车辆负荷影响下常引发路基沉降与形变，对路基稳固性与行车安全构成重大威胁，确保软土路基的稳定与承载，必须实施有效的加固战略。在软土路基加固领域，钻孔灌注桩技术作为一项新兴方法，近年来得到了广泛的运用与实践[1]。采用在软土层中钻孔并实施水泥混凝土灌注的方法，所形成的桩基技术，能够高效分配路基负荷，显著降低沉降现象，进而大幅提升路基的稳定性和承载能力。高速公路软土路基加固，钻孔灌注桩技术为核心，其原理、实施步骤与效果分析，旨在为优化加固技术提供参考。

1 钻孔灌注桩技术概述

钻孔灌注桩技术是一种常用于软土路基加固的有效工程措施，其基本原理是通过钻孔的方式，将桩基嵌入到软土层中，随后将水泥混凝土或其他加固材料灌注进入孔内，以形成具有较高承载力的桩基结构。该技术广泛应用于需要提高土层承载能力、改善土壤力学性质以及增加路基稳定性的工程中，尤其适用于软土、淤泥土及其他松散土层的加固。钻孔灌注桩的施工工艺较为成熟，通常包括钻孔、清孔、灌注混凝土以及桩头处理等环节[2]。

基于设计需求与土层条件，采用钻机设备实施钻孔作业，其孔径与深度需严格确定；为确保灌注质量，清孔环节须严格清除孔内所有泥土与杂物；采用泵送系统将水泥混凝土注入钻孔，完成灌注作业后，对桩头实施处理与修整，钻孔灌注桩技术在提升软土路基承载力的方面展现出

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

显著成效，显著降低地基沉降，有效加固路基，避免因路基不均匀沉降引发的裂缝与损害。所采用的技术在施工过程中简便易行，具有较强的适应性，即便是在狭小空间也能灵活操作，同时其对环境的影响微乎其微。钻孔灌注桩作为一种软土路基加固手段，相较于传统路基加固技术，展现出施工周期较短且加固效果稳定的优势，堪称经济高效的解决方案，高速公路、桥梁、建筑基础等领域。钻孔灌注桩技术因其应用日益广泛，已成为破解软土路基难题的关键技术途径。在实施钻孔灌注桩技术过程中，需应对诸如钻孔精度掌控与灌注品质保障等难题，对此，施工阶段的技术监管与质量督察需得到强化。软土路基加固领域，钻孔灌注桩技术作为一项核心技术，在工程实践中展现出了其广阔的应用前景与实施可能性。

2 软土路基加固的理论与实践

路基不稳之难题，软土地区赖以克服的关键技术之一，便是软土路基加固，此技术广泛采用物理、化学手段，旨在提升软土层承载力，降低沉降风险，从而强化路基的稳定性。地基土壤中常见的一种软土，因其特有的物理特性——高水分含量、低密度与低强度。在承受交通荷载时，往往会出现沉降现象，甚至发生塑性变形乃至液化，这一特性为高速公路、铁路等基础设施的建设带来了巨大挑战。研究软土路基加固技术，对于提升理论认知及解决实际问题，其价值不言而喻，诸如堆载预压、深层搅拌、静压桩、振冲法等加固软土路基的常规手段，却常伴有施工周期冗长、费用高昂以及加固成效波动不定的缺陷[3]。

基本原理上，软土路基加固涉及调整土层的物理与力学属性，旨在提升其抗压能力、减缓沉降速率、优化水文状况，地基承载力理论、沉降控制理论以及土体改良理论等加固理论，构成了加固领域的重要理论基础。基于这些理论，软土路基加固得以进行，并由此指导了加固技术之选及其实施应用。在高速公路建设领域，随着对路基承载力和稳定性要求的提升，软土路基加固技术的应用需求日益凸显，其场景扩展亦愈发普遍。在软土路基加固过程中，钻孔灌注桩技术、地基处理及真空预压法等加固手段被广泛运用，在实施具体工程时，需全面考究土壤深度、土质类型、环境状况及工程造价等多重要素，以抉择恰当的加固技术。

在软土路基加固施工阶段，需关注诸如加固成效不一、桩基下沉、地下水作用等挑战，因此施工单位需对各项技术实施精细化管理与严密监控，以保障加固成效。工程技术的发展催生了诸多软土加固新材料与新方法，包括化学加固剂、智能监测系统等，这些技术的出现为软土路基加固带来了更多选择与优化途径。在高速公路等关键基础设施的构建中，软土路基的加固理论与实践相互促进，凭借持续的革新与实际操作，成功应对了软土路基的工程技术挑战，从而保障了项目的稳定与安全[4]。

3 基于钻孔灌注桩技术的软土路基加固处理方法

在高速公路等基础设施的建设过程中，钻孔灌注桩技术所采用的软土路基加固处理方法，自近年来应用广泛，并取得了显著的成效。在软土层中采用钻孔灌注桩技术，以钢筋混凝土桩或他种加固材料加固，旨在增强路基承载力、降低沉降量及优化地基稳定性。在软土层中，采用钻孔技术，向孔洞内注入水泥浆或混凝土等材料，构建成若干桩体，这些桩体发挥承载功能，将荷载传递至下部稳定的土层，进而对软土路基进行加固处理。该技术相对于传统软土加固手段，展现出施工便捷、加固效果稳固、适用范围广泛等优势，特别是在处理深度软土层或软土层厚度不一的地质环境中表现尤为突出。

加固处理软土路基时，钻孔灌注桩技术展现出其独特的优势，广泛适用于多个层面，施工周期得以大幅缩短的钻孔灌注桩，凭借其简易的施工流程，显著降低了加固工程的难度与成本。钻孔灌注桩的运用显著增强了软土路基的承载能力，有效防止路基因不均匀沉降而产生裂缝及不稳定状况，进而确保了道路长期使用的稳定性与安全性。在软土地带，钻孔灌注桩技术显著降低沉降及形变，尤其对于高速公路等高要求工程表现卓越[5]。

在钻孔灌注桩技术的应用实践中，遭遇了若干难题。施工阶段，软土层的独特属性可能导致钻孔时出现坍塌，进而引发施工不稳定，这对加固成效造成不利影响，加固效果的好坏，与钻孔灌注桩的施工质量息息相关，故而对施工工艺及材料的选择提出了较高要求，并需专业团队负责操作与监督。在特定地质环境下，钻孔灌注桩的加固成效易受地下水位、土壤污染等不利因素制约，需全面考量并采取相应措施，运用钻孔灌注桩技术，该软土路基加固方法以其施工上的独到之处与加固成效显著，已成为应对软土地区路基稳定性问题的关键措施。在未来的应用中，通过不断改进施工工艺、优化设计方案及加强质量控制，钻孔灌注桩技术的应用将更加成熟和普及，为高速公路等大型基础设施项目的顺利建设提供可靠保障。

4 钻孔灌注桩技术在高速公路建设中的应用

高速公路建设过程中，钻孔灌注桩技术在软土路基加固处理方面展现出了其不可替代的关键性作用。高速公路作为国家基础设施的支柱，其建设与运输需求同步攀升，对工程品质与安全性能的考量尤为关键，对软土路基的整治，历来是一项充满挑战的任务。高速公路的寿命与安全性深受低强度、高压缩性和易沉降的软土特性所影响。在高速公路施工中，钻孔灌注桩技术作为一项路基加固的有效手段，正逐步得到普及，并显现出其显著的成效[6]。

钻孔灌注桩技术，其核心技术在于软土路基中钻孔深埋，采用水泥浆或混凝土灌注孔洞实现固化，以此显著提升路基的承载稳定性能，桩体在承担并传递荷载的同时，亦能有效遏制软土沉降，避免因沉降不一导致的路面不平

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

及裂缝产生。因此，钻孔灌注桩技术在软土路基加固中起到了至关重要的作用，尤其适用于软土层厚度较大、土质松软以及地基承载力不足的路段。

高速公路建设过程中，钻孔灌注桩技术的运用显著提升了路基的稳定性与承载力，确保了道路的长期使用安全，钻孔灌注桩技术，有效缓解了软土沉降过大的路面不均匀沉降问题，从而确保了路面的平整与稳定，大幅降低了施工完成后的维护与修复费用。地质条件各异，钻孔灌注桩却能展现强大适应性，其定制化设计能力尤为突出。在特定地质环境，诸如深厚软土层和充沛地下水的地带，钻孔灌注桩技术能够依据具体情形灵活选取多样化的桩型与长度，以实现加固成效的最优化。

施工过程采纳钻孔灌注桩技术，操作简便，施工周期得以缩短，同时降低施工难度，尤其在面临地质条件复杂时，借助现场勘察与设计优化，可量身定制施工方案。在处理软土路基加固作业时，施工团队需依据特定土层特性及路基承重需求，精心挑选适配的桩型（例如摩擦桩、端承桩）及合理桩长，以保障桩体在加固作业期间发挥稳定效能。在钻孔灌注桩施工阶段，水泥浆液混凝土材料与周边土壤实现高强度融合，此举显著提升了路基的稳固性[7]。

高速公路建设领域虽普遍认可钻孔灌注桩技术的众多优势，然其应用过程中仍遭遇若干难题。施工钻孔灌注桩的过程，其进行深受地下水位变动、土壤污染状况以及地质结构变化等多重因素所制约。在软土地区，若地下水位偏高，钻孔作业易引发孔壁坍塌与泥浆外泄，进而对桩体施工品质及加固成效造成不利影响。在施工过程中，为确保孔壁的稳定性与桩体质量，施工人员需采取导管注浆法、降低施工水位等相应技术措施。

施工人员若要保证钻孔灌注桩技术的施工质量，进而确保加固效果，其专业技能不可或缺，具备钻孔灌浆的专业技能的施工团队，更需精通软土路基加固的各项技术规范，诸如桩体布局、孔隙水排放及浆液配比等环节。桩体的品质与加固成效，往往受到施工环节中每一个细致环节的潜在影响。技术监督需对项目管理进行严格把控，以确保各环节均遵循设计规范，防止操作失误引发的品质缺陷。在大型高速公路项目中，钻孔灌注桩技术的初期投资成本相对较高，且桩体数量及施工难度均较复杂，进而可能导致整个项目造价的攀升。项目管理人员必须依据各路段的特殊情况，精心制定设计预算方案，从而保障资金分配的合理性。

面对一系列技术难题，对钻孔灌注桩技术的施工流程与装备进行持续优化，以增强施工的精确度与成效，此举措已引起行业内的广泛关注。采用先进钻孔与灌浆技术，显著提升了施工的精确度，有效降低了施工质量受损的风险；引入信息化技术，项目管理团队能够更高效地跟踪施工进展及品质，迅速识别并处理问题，从而保障工程按时交付。在高速公路建设领域，钻孔灌注桩技术以其卓越的加固性能和广泛适用性，显著解决了软土路基难题，并显著提升了路基的承载能力和稳定性，扮演了至关重要的角色。在技术持续进步与施工技术日益完善的大背景下，钻孔灌注桩技术于高速公路与各类基础设施工程中展现出了更为广泛的应用前景，为维护道路安全与持久利用贡献了更为稳固的技术保障[8]。

5 结语

总的来说，基于钻孔灌注桩技术的高速公路软土路基加固方法在改善软土路基承载力和稳定性方面具有显著优势。通过科学设计和优化施工方案，可以有效克服软土路基的不足，确保高速公路建设的质量和安全性。在面对挑战的同时，随着技术的发展和施工管理水平的提升，钻孔灌注桩技术的应用前景仍然非常广阔。未来，随着更加精确的设计计算、现代化施工设备和信息化管理系统的引入，钻孔灌注桩技术将在高速公路及其他基础设施项目中发挥越来越重要的作用，推动软土路基加固技术的不断进步与发展。

[参考文献]

[1]李强.基于钻孔灌注桩技术的高速公路软土路基加固处理方法[J].交通节能与环保,2024,20(5):201-204.
[2]陕耀,肖蔚雄,马伟叁,等.软土地区钢套管钻孔灌注桩施工对临近高铁路基变形影响研究[J].铁道科学与工程学报,2023,20(7):2372-2384.
[3]罗肇剑.钻孔灌注桩技术在公路软土路基处理中的应用[J].工程技术研究,2021,6(22):87-88.
[4]杜路伽,王沙沙.路桥软土路基施工中的钻孔灌注桩技术[J].中国新技术新产品,2021(4):98-100.
[5]肖磊,刘艳艳.钻孔灌注桩技术在路桥软土路基施工中的应用[J].价值工程,2020,39(4):173-175.
[6]孙玉婷,綦大伟.钻孔灌注桩技术在路桥软土路基施工中的应用[J].门窗,2019(17):241.
[7]王晓磊.钻孔灌注桩技术在路桥软土路基施工中的应用[J].交通世界,2019(25):36-37.
[8]罗理云,章文峰.谈钻孔灌注桩用于公路地基加固处理[J].黑龙江交通科技,2015,38(9):137.

作者简介：赵睿龙（1983.10—），毕业院校：河南城建学院，所学专业：工程管理，当前就职单位：新疆兵团交通建设有限公司，职称级别：高级工程师。

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

公路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用

陈德应
安徽瑞鑫检测技术有限公司，安徽 合肥 230000

[摘要]尽管传统混凝土在桥梁施工中具备一定的力学性能，但抗裂性与耐久性相对有限，难以应对现代交通负荷及复杂环境带来的挑战。通过增强混凝土的物理特性，钢纤维混凝土有效改善了其抗裂、抗冲击等性能，成为解决这一问题的有效手段。随着钢纤维混凝土技术的不断成熟，桥面铺装、桥墩加固等领域的广泛应用，已显著提升了桥梁施工的质量与效率。

[关键词]公路桥梁；钢纤维混凝土；施工；技术应用
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14432 中图分类号：U445 文献标识码：A

Application of Steel Fiber Reinforced Concrete Technology in Highway Bridge Construction

CHEN Deying
Anhui Ruixin Testing Technology Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract: Although traditional concrete has certain mechanical properties in bridge construction, its crack resistance and durability are relatively limited, making it difficult to cope with the challenges brought by modern traffic loads and complex environments. By enhancing the physical properties of concrete, steel fiber reinforced concrete effectively improves its crack resistance, impact resistance, and other properties, becoming an effective means of solving this problem. With the continuous maturity of steel fiber reinforced concrete technology, the widespread application in bridge deck paving, pier reinforcement and other fields has significantly improved the quality and efficiency of bridge construction.

Keywords: highway bridges; steel fiber reinforced concrete; construction; technical application

引言

随着公路交通需求的持续增长，桥梁承载能力与耐久性面临日益严格的挑战。钢纤维混凝土作为一种新型高性能材料，凭借卓越的抗裂性、抗冲击性和耐久性，已在公路桥梁施工中得到广泛应用。桥梁结构的综合性能不仅因此显著提升，施工过程中的效率与成本也得到了优化，探讨钢纤维混凝土在公路桥梁建设中的应用优势与关键技术，为未来桥梁施工提供理论支持与技术参考。

1 钢纤维混凝土技术在公路桥梁施工中的优势

1.1 提高结构承载能力与耐久性

钢纤维混凝土在公路桥梁的结构承载能力与耐久性方面表现出显著提升，通过在混凝土中加入钢纤维，抗拉、抗剪及抗弯曲性能得到有效增强，特别是在承受荷载时展现出更强的抗裂性与韧性，与传统混凝土相比这种改性混凝土在长期使用过程中，能更好地抵御交通荷载、温差变化及环境侵蚀，显著减少由开裂或磨损引发的结构损害。具有较优越抗冲击性与抗疲劳性的钢纤维混凝土，特别适用于需承受频繁荷载变化或重载的桥梁。即使在长时间暴露于湿气、盐分或冻融循环等恶劣环境条件下，依旧能够保持卓越的耐久性进而延长桥梁使用寿命，并有效降低维护与修复的成本。

1.2 增强施工效率与质量控制

钢纤维混凝土在公路桥梁施工中显著提升了施工效率及质量控制，通过加入钢纤维，混凝土的韧性得到了增强，裂缝产生的概率大幅降低，从而减少了因修补裂缝而需要的返工时间。与传统混凝土相比，钢纤维混凝土的自密实性与流动性更为优越，浇筑时对振捣的需求显著减少简化了施工过程。此外，钢纤维的均匀分布提高了混凝土的整体稳定性，避免了由于材料不均匀而引发的质量波动，从而确保了结构的长期稳定性。凭借卓越性能钢纤维混凝土不仅缩短了施工周期，还有效避免了因材料不合格或施工问题而导致的工期延误，提升了项目的进度管理与成本控制水平。

1.3 优化施工成本与施工周期

钢纤维混凝土在公路桥梁施工中的应用，显著优化了施工成本与周期，通过加入钢纤维，混凝土的抗裂性与韧性得到了显著提升，后期维护与修复的需求大大减少，从而有效降低了长期运营与维护费用。与传统混凝土相比，钢纤维混凝土在施工过程中更加易于成型，减少了对复杂工艺及过度振捣的依赖，进而降低了人工成本，钢纤维混凝土在环境适应性方面表现出色，即使在温差较大或湿度较高的条件下质量也能保持稳定，避免了因环境因素造成的施工延误，通过缩短施工周期并减少维护频次，钢纤维混凝土显著提升了工程的经济效益确保资金投入能够得到更高效的利用。

2 钢纤维混凝土的主要特点

2.1 强度与耐久性

钢纤维混凝土的强度与耐久性无疑是最为突出的特

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

性之一，通过在传统混凝土中加入钢纤维，抗拉、抗压及抗剪强度得到了显著提升，尤其在复杂荷载的作用下钢纤维能够有效地分散应力，抑制裂缝的形成与扩展，这种增强的性能使钢纤维混凝土能够承受更大的交通荷载与冲击力，尤其适用于桥梁与道路等基础设施，进而延长了结构的使用寿命。在耐久性方面，钢纤维混凝土表现出极为优异的抗冻融性与抗渗性，即使在极端气候条件或湿润环境中，依然能够保持稳定的性能，减少因温差变化、湿气侵蚀及化学反应引起的结构退化。

2.2 抗裂性与抗冲击性

钢纤维混凝土的抗裂性与抗冲击性正是其在工程应用中受到广泛青睐的关键优势。钢纤维的加入使混凝土的韧性得到了显著提升，在受力作用下能够有效地均匀分散应力，减少因局部应力集中而引发的裂缝问题，在遭受较大拉力与弯曲力时依然能够保持强大的抗裂能力，从而有效避免裂缝在长期使用过程中的扩展，这一优点尤其在桥梁结构及高负荷路面等高应力区域表现得尤为突出，钢纤维混凝土在抗冲击性能方面同样具有显著优势，能够抵抗外部的突发冲击或荷载变化，减少破裂或碎裂的风险。特别是在高速公路桥面或重型车辆频繁通行的路段，钢纤维混凝土能够有效吸收冲击力分散外力作用，进而延长结构的使用寿命，并降低事故发生的风险。

2.3 耐磨性与抗冻性

钢纤维混凝土在耐磨性与抗冻性方面展现了显著的优势，在极端环境条件下的应用愈加广泛，通过钢纤维的增强，混凝土整体结构的强度得到了提升，表面具备了更强的抗磨损能力。在高交通量区域，如道路、桥梁及机场跑道，频繁的荷载与摩擦常常导致路面的磨损，钢纤维混凝土凭借其出色的耐磨性，能够显著延缓这一磨损过程，保持路面的平整性与功能性，减少了后期养护与修复的需求。同时，钢纤维混凝土的抗冻性能亦堪称优异，尤其适合寒冷地区使用，混凝土中的钢纤维有效抑制了水分冻胀引起的裂缝扩展，减少了冻融循环对结构的破坏。在多变的气候条件下，这一特性尤为重要，确保了无论是在寒冷地区的桥梁建设，还是在高磨损区域的路面应用中，钢纤维混凝土都能够长期保持优异的耐久性与可靠性，抵御恶劣天气及高强度使用带来的损害。

3 公路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用

3.1 桥梁桥面铺装

在公路桥梁施工中，钢纤维混凝土技术在桥面铺装的应用显著增强了桥面结构的整体性能。桥面作为承受交通荷载及气候变化的关键部分，耐久性、抗裂性与耐磨性直接关系到桥梁的使用寿命与安全性，通过增强混凝土的抗裂与抗冲击能力，钢纤维混凝土有效防止了交通荷载及温差变化引起的裂缝扩展。在高交通量的桥梁上，钢纤维混凝土能够抵御频繁碾压及重型车辆的冲击力，从而减少桥面早期破损与凹陷的风险，混凝土中钢纤维的加入不仅提高了抗磨损性能，还确保了桥面长期保持平整，显著降低了频繁修复与维护的需求，进而减少了运营成本。在恶劣天气下，钢纤维混凝土展现出优异的抗冻融性，有效避免了桥面因冻胀而产生裂缝，进一步增强了桥梁的安全性与耐久性。

3.2 桥墩与桩基加固

钢纤维混凝土在桥墩与桩基加固中的应用，显著提高了桥梁基础结构的稳定性与耐久性。桥墩与桩基作为支撑桥梁整体结构的关键部分，长期承受来自交通荷载、风力及地震等外部力量的作用，强度与稳定性对桥梁的安全至关重要，通过将钢纤维加入混凝土中，抗拉、抗剪及抗压性能得到了有效提升，进而增强了桥墩与桩基的抗裂性与抗冲击性。钢纤维的均匀分布有效避免了外部冲击或地基沉降引发的裂缝扩展，特别是在桩基受力较大或地质条件不良的情况下，整体性能得到了显著改善，使用寿命也得到延长，钢纤维混凝土在施工过程中展现出良好的流动性与自密实性，能够均匀填充复杂形态的桩基，减少了空洞或缺陷的产生，从而提高了施工质量。通过采用钢纤维混凝土进行加固，不仅增强了桥墩与桩基的承载力，还提升了其抗震性能，尤其在地震多发区域，能够有效减小震动对基础结构的影响，保障桥梁的安全性与可靠性。

3.3 隧道和边坡防护

钢纤维混凝土在隧道与边坡防护中的应用，显著提升了结构的稳定性与安全性。隧道与边坡常常面临复杂的地质条件，尤其在山区或软弱地质区域防护系统的可靠性尤为重要，通过增强混凝土的抗裂性、抗冲击性及抗剪切能力，钢纤维混凝土在防护工程中起到了关键作用。外部荷载能够通过钢纤维有效分散，从而防止地质沉降或外部冲击引起的裂缝扩展，尤其在隧道开挖或边坡支护过程中，钢纤维混凝土有助于抵御土体运动或地震带来的破坏。高抗磨损性是钢纤维混凝土在隧道建设中的突出优势，它能够承受频繁车辆通行所带来的摩擦力与冲击，显著减少了后期维修与修复的需求。在边坡防护中，钢纤维混凝土不仅增强了土壤的稳定性，还有效防止了岩石滑坡与泥石流等灾害的发生。卓越的耐久性与抗冻融性能在高寒地区应用时尤为有效，能够避免温差变化引发的结构损害。

3.4 路面施工

钢纤维混凝土在路面施工中的应用，显著提高了路面的耐用性及施工效率。传统路面常因频繁的交通荷载和环境变化而出现开裂、沉陷等问题，尤其在高交通量的道路上维修成本居高不下，通过增强混凝土的抗裂性、抗冲击性及抗磨损性，钢纤维混凝土有效解决了这些问题。钢纤维的加入使混凝土在承受重载和高速交通冲击时，展现出了更为优异的韧性与延展性，能够更好地分散压力减少裂缝的产生与扩展，从而延长了路面的使用寿命，钢纤维混

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

凝土的抗冻性与耐水性同样表现出色，特别适用于温差较大或湿度较高的地区，能够抵御冻融循环带来的破坏，保持路面结构的稳定性。在施工过程中，钢纤维混凝土因其优良的流动性不仅易于铺设还能提高施工效率，减少振捣及养护时间进而缩短施工周期并降低项目成本。

4 钢纤维混凝土施工技术与质量控制

4.1 材料选择与配比设计

钢纤维混凝土的施工技术与质量控制中，材料选择及配比设计至关重要。混凝土的性能与所选材料的质量及其配比紧密相关，施工前必须确保原材料的科学选择与精准配比。钢纤维的种类、长度、形状及其与混凝土基材的粘结性，都会直接影响混凝土的强度、抗裂性与耐久性[1]。常见的钢纤维形式包括圆形、矩形与扭曲型，不同形状的钢纤维在混凝土中的分布情况与作用效果各异，选择时应根据具体工程要求来确定。水泥、骨料及外加剂的选用也必须符合相关标准，确保其稳定性与适应性，水泥的标号、骨料的粒径与均匀性等因素，直接影响混凝土的最终强度与耐用性。在配比设计方面，钢纤维的添加量应合理控制，通常其体积比应保持在 0.5%到 2%之间，过多或过少都会影响混凝土的工作性与成本效益。同时，水胶比、砂石比及外加剂的使用量，应根据现场施工条件与环境要求进行适当调整，确保混凝土在流动性、可施工性及最终强度方面均能达到设计标准。

4.2 钢纤维混凝土的搅拌与运输

钢纤维混凝土的搅拌与运输是确保混凝土质量的关键环节，直接决定了最终结构的性能。在搅拌过程中均匀分布钢纤维是首要任务，避免纤维聚集或分布不均，这些问题可能导致混凝土的抗裂性和耐久性下降。为了实现均匀混合，通常采用强制式搅拌机，这种设备能够提供较高的搅拌效率，从而确保钢纤维与其他原材料在短时间内充分融合[2]。钢纤维的添加量需要精确控制，通常保持在 0.5%至 2%之间，任何偏差都会对混凝土的性能产生显著影响，钢纤维的长度、形状及表面处理方式，也会影响搅拌效果，尤其是长纤维或表面光滑的纤维可能难以均匀分散，应调整搅拌时间或方法确保混凝土的均匀性。在运输过程中，尤其需要避免混凝土的搅拌均匀性丧失或出现分层现象，由于钢纤维较为坚硬且密度较大，若搅拌不充分或运输时间过长，钢纤维可能沉降至混凝土底部，影响其性能的均匀性。为防止这一问题搅拌和振动应尽量减少，避免混凝土长时间暴露在空气中，特别是在高温环境下应采取有效的降温措施，保持混凝土的适宜温度，使用专用的混凝土运输车及泵送设备，有助于维持混凝土的一致性，从而避免因运输不当引起的质量问题。

4.3 施工过程中的质量控制要点

钢纤维混凝土的施工质量控制是确保结构长期稳定性的重要保障。在施工过程中材料质量的严格把关至关重要，必须确保水泥、骨料、钢纤维等原材料符合设计标准，并进行必要的质量检测。尤其是钢纤维的质量，直接影响混凝土的整体性能，钢纤维的长度、形状、表面处理以及数量需精确控制，确保均匀分布在混凝土中，避免聚集或沉淀现象的出现，这对混凝土的抗裂性与抗冲击性至关重要。混凝土的搅拌时间与速度应根据工作性要求进行调整，确保钢纤维与其他组分充分混合[3]。若搅拌不充分或过度搅拌，混凝土的质量将难以达到标准，可能导致空洞或不均匀分布的问题，施工现场的环境条件，如温度和湿度的变化也可能影响混凝土的凝固与硬化过程。特别是在极端气候条件下，如高温或低温环境下应采取相应措施，如使用添加剂调节混凝土的流动性和凝结时间确保质量稳定。在浇筑与振捣环节中同样需要严格控制，避免混凝土的离析或分层现象，确保每一层的厚度均匀。在振捣过程中，过度振捣或振捣不足都可能对混凝土的质量产生不利影响，过度振捣会导致钢纤维分离从而降低其增强作用，而振捣不足则会导致混凝土密实性差影响其强度与耐久性。混凝土浇筑后，应确保表面湿润避免水分过快蒸发，防止裂缝的出现。养护的持续时间应根据环境条件与设计要求进行调整，一般情况下应保持适当的湿养护时间通常为 28 天，以确保混凝土强度的充分发展。

5 结语

钢纤维混凝土技术在公路桥梁施工中的应用，凭借卓越的强度、耐久性与抗裂性，显著提升了桥梁结构的承载力与施工效率。在桥面铺装、桥墩加固及隧道防护等领域，钢纤维混凝土不仅优化了施工成本与周期，还增强了工程质量，通过精确的材料选择、合理的配比设计及严格的质量控制，充分体现了其优异性能。随着技术进步，钢纤维混凝土将在公路桥梁建设中提供更加高效、可靠的解决方案，推动工程性能与耐久性的提升。

[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,2024,12(6):163-165.
[2]韩冬红.公路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用[J].科技资讯,2022,20(14):79-81.
[3]刘帅.钢纤维混凝土技术在公路桥梁施工中的应用探究[J].工程机械与维修,2022,11(2):84-85.

作者简介：陈德应（1986.5—），毕业院校：安徽建筑大学，所学专业：无机非金属材料，当前就职单位：安徽瑞鑫检测技术有限公司，职务：副总经理，当前职称级别：中级。

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

超声检测技术在桥梁混凝土构件养护中的应用研究

万财知[1] 乔素云[2]
1. 湖北三峡职业技术学院，湖北 宜昌 443000
2. 宜昌富强工程有限责任公司，湖北 宜昌 443000

[摘要]随着城市化进程的加速，桥梁建设的数量与规模不断扩大，随之而来的是桥梁老化、腐蚀、裂缝等问题日益严重，严重威胁着桥梁结构的安全性。特别是对于一些老旧桥梁，传统的检测手段常常难以全面揭示其潜在的内部损伤或缺陷，导致许多难以察觉的问题被错过。为了保障桥梁的长期安全运行，采用高效、无损的检测技术显得尤为重要。近年来，超声波检测技术因其能够穿透混凝土等材料并提供实时反馈的优势受到了广泛关注，通过分析超声波的传播特性，桥梁混凝土的密实度得以有效评估，裂缝及其深度被精准检测，内部缺陷与空洞也能够被准确定位，从而显著提高了桥梁检测的精度与效率。超声检测技术在桥梁养护中的应用，不仅提升了桥梁的安全管理水平，而且为养护决策提供了科学依据，从而确保了桥梁的安全性与使用寿命。

[关键词]超声检测技术；桥梁；混凝土；养护
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14413 中图分类号：TU528.0 文献标识码：A

Application Research on Ultrasonic Testing Technology in the Maintenance of Bridge Concrete Components

WAN Caizhi[1], QIAO Suyun[2]
1. Hubei Three Gorges Polytechnic, Yichang, Hubei, 443000, China
2. Yichang Fuqiang Engineering Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the number and scale of bridge construction continue to expand, leading to increasingly serious problems such as bridge aging, corrosion, and cracks, which seriously threaten the safety of bridge structures. Especially for some old bridges, traditional inspection methods often fail to fully reveal their potential internal damage or defects, resulting in many difficult to detect issues being missed. In order to ensure the long-term safe operation of bridges, it is particularly important to adopt efficient and non-destructive testing techniques. In recent years, ultrasonic testing technology has received widespread attention due to its ability to penetrate materials such as concrete and provide real-time feedback. By analyzing the propagation characteristics of ultrasonic waves, the compactness of bridge concrete can be effectively evaluated, cracks and their depths can be accurately detected, and internal defects and voids can also be accurately located, thereby significantly improving the accuracy and efficiency of bridge testing. The application of ultrasonic testing technology in bridge maintenance not only improves the safety management level of bridges, but also provides scientific basis for maintenance decisions, thereby ensuring the safety and service life of bridges.

Keywords: ultrasonic testing technology; bridge; concrete; maintenance

引言

桥梁作为现代交通基础设施的关键组成部分，承载着大量的交通流量，是社会经济活动的重要纽带。随着使用年限的增加及外部环境因素的影响，桥梁结构逐渐出现老化、损伤和疲劳，从而影响其安全性和耐久性。为了确保桥梁的长期使用性能，定期的养护与健康监测显得尤为重要。传统的检测方法如视觉检查与破坏性检测，尽管能够发现部分表面缺陷，但却难以全面、精确地评估结构内部的损伤情况，且可能对结构本身造成影响。超声检测技术，作为一种先进的无损检测方法，逐渐被应用于桥梁养护领域，通过实时且精准地监测桥梁的结构健康状况，超声检测技术不仅避免了对结构的损伤，还具备高效、无损的特点，因此成为桥梁维护中的重要工具。

1 超声检测技术的原理与特点

超声检测技术基于声波在介质中传播时的物理特性，借助分析声波在混凝土中传播速度、能量衰减以及反射回波的变化，评估材料的内部结构完整性及其物理状态。当超声波进入混凝土时，传播路径会受到材料密度、弹性模量及内部缺陷等因素的影响。若存在裂缝、空洞或其他不均匀性，声波将在这些界面上发生反射、散射或折射，导致接收信号的时延、幅值及频率发生显著变化。无损性、实时性和高灵敏度是该技术的显著特点，能够在不破坏被检测构件的前提下，迅速且准确地定位裂缝或缺陷的深度及位置，混凝土的密实度与均匀性也可通过数据分析得到有效评估。

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

正因如此，超声检测在桥梁养护中得到了广泛应用，便携性与易操作性亦是其重要原因之一。但由于混凝土的非均质特性，检测结果的准确性往往需要结合经验判断，并辅以其他检测手段进行综合分析，方能确保结果的可靠性。

2 桥梁混凝土构件养护中存在的问题

2.1 常见结构损伤类型

在桥梁混凝土构件的长期使用过程中，常见的结构损伤形式包括裂缝、剥落、碳化以及钢筋锈蚀等。裂缝是最为常见且易于发现的损伤类型，通常由荷载作用、温度变化、混凝土收缩以及冻融循环等多种因素引发。裂缝不仅影响构件的承载力，还为水分、氯离子等有害物质提供了侵入的通道，从而加剧了钢筋锈蚀与内部损伤。剥落则通常发生在混凝土表面，常见原因包括冻融破坏、碱-骨料反应或钢筋锈胀导致表层保护层丧失，进而暴露内部结构于外部环境。碳化是指混凝土在长期暴露于二氧化碳环境下，碱度逐渐降低的现象，此过程削弱了钢筋的保护功能，从而加速了钢筋锈蚀的进程。水分渗透及氯离子的侵蚀引起的钢筋锈蚀，不仅直接降低了构件的耐久性，还可能导致混凝土出现裂缝或剥落，形成恶性循环。不同类型的损伤之间常常相互作用，若未能及时发现并进行修复，桥梁的安全性与使用寿命将受到严重影响。

2.2 裂缝形成机制与发展

混凝土裂缝的形成机制及其发展过程是一个复杂且动态的变化过程，受到材料特性、环境因素以及外部荷载的综合影响。在混凝土硬化初期，裂缝的产生通常源于塑性收缩或温差作用，当水分在硬化过程中迅速蒸发或温度梯度较大时，表面与内部的变形不一致，拉应力便会集中从而导致裂缝的形成。随着时间的推移，干缩和徐变效应加剧了内部应力，可能导致裂缝的进一步扩展，外部荷载作用下，裂缝通常表现为弯曲裂缝、剪切裂缝或扭曲裂缝，这些裂缝的形成与荷载的性质及结构的应力分布密切相关。环境条件对裂缝扩展的影响也不容忽视，冻融循环通过水分膨胀作用，可能使原有裂缝进一步扩大；而碳化及氯离子侵蚀则通过降低钢筋的耐腐蚀能力，加速裂缝扩展的进程，不均匀的沉降或地基变形也可能引发新裂缝，或使已有裂缝的宽度与长度加大。裂缝的产生通常是多种因素共同作用的结果，裂缝的扩展过程具有显著的不可逆性，若未能及时采取控制措施可能引发更为严重的结构损伤。

2.3 内部缺陷对结构性能的影响

内部缺陷对桥梁混凝土构件的结构性能造成显著的负面影响，通常表现为强度降低、耐久性减弱以及承载能力不足等方面。尽管混凝土中的裂缝、空洞或气泡等缺陷在初期可能不容易察觉，随着时间的推移它们却会成为应力集中点，导致局部材料的破坏。当结构受到外部荷载作用时，这些缺陷区域通常无法有效传递应力进而加剧应力集中，促使局部损伤甚至裂缝的扩展，这些缺陷还为水分、氯离子等有害物质提供了渗透路径，进一步加速钢筋的锈蚀破坏混凝土的完整性与强度。在冻融、碳化或酸雨等恶劣环境条件下，缺陷的负面影响愈发显著，混凝土表面的保护作用显著降低，钢筋腐蚀过程也随之加速导致结构耐久性大幅下降，对于承载结构而言，随着内部缺陷的积累，对活荷载的适应能力会显著减弱，极端情况下甚至可能导致结构失稳或彻底破坏。因此，及时识别并修复这些缺陷，对于确保桥梁结构的长期安全性至关重要。

3 超声检测技术在桥梁养护中的应用

3.1 裂缝深度和分布的检测

超声检测技术在桥梁养护中，对于裂缝深度与分布的评估具有重要的应用价值，通过分析超声波在混凝土中的传播特性，裂缝的深度、宽度及其分布情况可以得到有效检测。在无裂缝的混凝土中，超声波传播速度较快；当波遇到裂缝时传播特性会发生变化，反射波的强度与传播时间也随之改变，通过对这些变化的精确测量，裂缝的存在与深度能够被判断出来。在实际应用中，通常采用脉冲反射法或透射法来进行超声波测量，对于较浅的裂缝脉冲反射法能够通过分析反射波形有效地判定裂缝的位置与深度；而对于较深的裂缝，透射法则通过超声波穿透裂缝并到达接收端，从而提供更加精确的裂缝深度信息。超声波信号频率的调节，还能够帮助识别不同类型裂缝的扩展趋势，进一步揭示裂缝的分布规律，为工程师提供有关桥梁结构安全性与维护需求的参考依据。作为一种无损检测方法，高效、精确的特点使得在不破坏结构的前提下，裂缝的发展过程能够得到实时监测，为桥梁养护与维修决策提供科学依据。

3.2 混凝土密实度的评估

混凝土的密实度直接决定了其强度、耐久性及抗渗透性能，因此，混凝土密实度的评估在桥梁养护中至关重要。通过超声检测技术，混凝土的密实程度可以得到有效反映。超声波在混凝土中的传播速度变化能够揭示其密实性，在密实的混凝土中超声波传播速度较快，这是由于其弹性模量较高；而若存在空洞或不均匀区域，声波传播将受到阻碍从而导致传播速度减缓。在实际操作中，超声波通过传感器发射并进入混凝土，穿透混凝土内部后被接收。结合传播时间与信号衰减情况，通过对这些数据的分析，混凝土的密实度可以被准确判断。高频超声波的使用能够更敏感地捕捉微小变化，帮助识别混凝土表面及内部的空洞、裂缝等缺陷。当混凝土密实度较低时，超声波的传播时间较长且信号衰减明显；反之，信号强度较高传播时间较短，通过对这些信号的详细分析，混凝土的密实性能够被有效评估并及时发现可能威胁桥梁安全的隐患，从而为后续的养护与修复工作提供数据支持。

3.3 内部缺陷与空洞的定位

超声检测技术在桥梁养护中对内部缺陷及空洞的定位具有显著优势。混凝土中的缺陷，如空洞、蜂窝、剥落等通常隐藏在结构内部，难以通过肉眼察觉。超声波穿透混凝土时，遇到不同的缺陷区域会产生反射或散射现象，

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

导致信号发生变化,通过对这些信号变化的分析，缺陷和空洞的具体位置及其大小能够被准确确定。在检测过程中，超声波从传感器发射，信号经过缺陷区域时，部分波能被反射回传感器，剩余部分继续穿透并传播。由于缺陷或空洞区域的密度较低或结构不均匀,超声波在这些区域的传播速度会减缓，信号强度也会减弱,通过分析反射波和透射波的时延及强度变化,缺陷的分布及尺寸能够被精确绘制。利用不同频率的超声波，空洞的性质还能够更精确地区分，进而评估其对混凝土整体强度和稳定性的影响。这种无损检测方法不仅能够快速地定位内部缺陷,还为桥梁的修复与加固提供了详细的技术数据,优势在于能够在不破坏结构的前提下，实时监测并评估混凝土的健康状况，从而确保桥梁在长期使用中的安全性。

3.4 结构整体性能的监测

超声检测技术在桥梁结构性能监测中的应用为工程师提供了高效、精确的无损检测方法,通过定期对桥梁各构件进行超声波扫描，结构的健康状况可以实时掌握，承载能力及使用寿命也能够得到有效评估。混凝土中超声波的传播特性使其能够有效反映结构的均匀性与完整性,通过信号变化的分析，裂缝、空洞、蜂窝或其他可能影响结构性能的缺陷得以识别,从而评估这些缺陷对整体结构性能的潜在威胁。在实际操作中，超声检测技术与传统技术（如应变仪、位移计）的结合使用，使得桥梁在不同荷载作用下的表现能够全面评估[1]。例如，由荷载引起的微裂纹或应力集中,超声波能够及时发现,提前预警潜在问题，从而防止其进一步恶化,混凝土的密实性及抗压强度等重要参数也可以通过超声技术进行评估,为桥梁的安全性提供有力支撑。通过定期监测，结构健康状况的变化趋势得以追踪，潜在风险能够及时识别，从而避免重大故障的发生,这种技术不仅在检测精度和效率上具备显著优势，还能显著减少对桥梁正常使用的干扰。

4 超声检测技术在桥梁养护中的优势与挑战

4.1 无损性与实时监测的优势

超声检测技术在桥梁养护中的一大优势在于其无损性，即在检测过程中不会对桥梁结构造成任何物理损伤。与传统检测方法如钻孔取样或切割样本相比,这些方法会破坏原有结构，从而影响桥梁的后续使用,而通过超声波检测，声波被发射并反射回接收器，无需直接接触结构内部即可获取详细的健康数据,这种无损性不仅能够保持桥梁的原始状态,还避免了维修过程中可能出现的二次损伤。同时，超声检测技术能够提供实时监测，极大提高了桥梁安全管理的效率[2]。传统方法通常需要较长的时间来收集和分析数据，且检测周期较长。而超声波技术则能够在现场快速完成数据采集，并即时提供检测结果。实时反馈的优势,使工程师能够迅速评估桥梁健康状况及时发现潜在问题，并采取必要的应急措施。尤其适用于交通繁忙或环境复杂的桥梁,这一特点确保了在桥梁运行期间始终受到有效监控，从而降低了事故发生的风险。

4.2 数据分析与结果解读的难点

尽管超声检测技术在桥梁养护中具备显著优势,但数据分析与结果解读仍面临若干挑战。多种因素会影响超声波信号的传播，如混凝土的密度、湿度、温度变化以及裂缝的类型与分布等,这些因素使得信号的解读变得更加复杂。在实际检测中，超声波的传播路径往往并非直线，尤其是在不均匀材料或多层结构存在的情况下,信号的传播与反射容易受到干扰，从而影响数据的准确性。因此，正确解读超声波信号在复杂环境中的应用,已成为技术面临的一大难题。此外，超声波反射信号本身也存在一定的模糊性，特别是在检测微小裂缝或细小缺陷时，信号的变化极为微弱，容易受到背景噪声的干扰[3]。对此，检测人员的专业素养和丰富经验显得尤为重要,只有具备这些能力才能有效区分有用信号与噪声成分,超声检测结果的分析通常依赖于数学模型与算法,这对设备的处理能力以及数据分析技术提出了较高的要求。为了确保结果的可靠性，通常需要结合其他检测手段,如裂缝宽度测量或结构健康监测系统进行综合分析。

5 结语

超声检测技术，作为一种高效且无损的手段，在桥梁养护中展现出了显著的优势,通过实时监测与精准评估等特性,它已经成为桥梁结构健康管理中不可或缺的重要工具。裂缝深度、混凝土的密实度、内部缺陷以及整体结构性能，均可通过超声波有效检测，为桥梁的早期病害诊断及精准养护提供了坚实的技术支撑。尽管其优势明显，超声检测技术的推广应用仍面临诸多挑战,包括设备成本高昂、技术人员培训不足以及行业对新技术认知度偏低等问题。为推动其广泛应用，行业亟需加强技术研发与创新，完善标准化建设并进一步提升从业人员的专业技能,确保技术能够得到有效应用。随着相关技术的不断发展与完善，超声检测技术将在桥梁养护及结构健康监测中扮演愈加关键的角色，从而为保障桥梁安全、延长使用寿命提供更加可靠的支持。

基金项目：该项成果由湖北三峡职业技术学院 2023年度科研项目资助《露天梁场现代养护技术研究与应用》（项目编号 2023ZK03）。

[参考文献]

[1]孟思鑫.基于超声导波技术的钢筋混凝土结构锈蚀监测研究[D].重庆:重庆科技学院,2023.
[2]陈贵武.混凝土细观尺度随机建模及超声检测关键技术研究[D].江苏:中国矿业大学,2021.
[3]郭松松,和海芳,李萍.三维超声技术在桥梁检测中的应用[J].公路交通科技(应用技术版),2018,14(11):168-169.

作者简介：万财知（1987.1—），男，苏州科技学院，结构工程，湖北三峡职业技术学院，讲师。

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

道路桥梁施工管理中的问题控制方法

张 倩
平顶山路鑫园林绿化有限公司，河南 平顶山 467000

[摘要]目前，伴随着我国人口的不断增加及社会经济的不断发展，我国城市发展规模逐渐扩大，对于城市当前的交通基础建设提出了更高的要求。桥梁作为道路交通的基础，也是城市交通建设的基础设施。为了能够满足目前各行各业的发展需求，应对桥梁道路采用先进施工理念、科学合理的施工工艺，以提高道路桥梁的质量，从而保证道路桥梁的使用安全性及稳定性。文章主要是针对施工管理中存在的不足，进行对策分析，提出相对应的解决措施，也可供相关部门和广大同行借鉴与参考。
[关键词]道路桥梁施工；施工管理；管理问题；控制方法
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14455 中图分类号：U44 文献标识码：A

Problem Control Methods in Road and Bridge Construction Management

ZHANG Qian
Pingdingshan Luxin Landscape Greening Co., Ltd., Pingdingshan, He'nan, 467000, China

Abstract: At present, with the continuous increase of Chinese population and the continuous development of social economy, Chinese urban development scale is gradually expanding, which puts forward higher requirements for the current urban transportation infrastructure. Bridges, as the foundation of road traffic, are also the basic infrastructure of urban transportation construction. In order to meet the current development needs of various industries, advanced construction concepts and scientifically reasonable construction techniques should be adopted for bridges and roads to improve the quality of roads and bridges, thereby ensuring the safety and stability of their use. The article mainly analyzes the shortcomings in construction management, proposes corresponding solutions, and provides reference for departments and peers.
Keywords: road and bridge construction; construction management; management problems; control methods

引言

在道路桥梁施工过程中，施工管理质量对工程推进、安全性及最终使用寿命的影响是直接而深远的。随着我国基础设施建设的快速发展，作为交通网络关键组成部分的道路桥梁，其施工管理所面临的挑战变得日益复杂。高效的施工管理要求各环节进行有序协调，特别是在安全、质量及进度的管控方面，必须给予高度重视。目前，许多道路桥梁施工项目在管理上存在一系列问题，如施工安全隐患、进度管理松懈、质量控制不到位，以及施工人员素质普遍偏低等。这些问题不仅对工程质量与进度造成不利影响，还可能引发资源浪费与安全事故，从而对社会经济带来负面后果。因此，如何识别并有效解决施工管理中的这些问题，已成为提高施工效率与质量的核心课题。在本文中，将深入分析道路桥梁施工管理中的主要问题，并探讨相应的解决策略，以期为实际施工管理提供有价值的参考与借鉴。

1 道路桥梁工程施工管理的积极意义

道路桥梁工程施工管理的积极意义表现在多个方面，它直接关系到工程的质量、安全、进度以及成本控制。有效的施工管理能够确保项目顺利按预期目标推进，减少资源浪费及不必要的开支，同时提升施工效率。在质量控制方面，科学的管理措施可规范施工流程，预防质量问题的发生，从而确保桥梁结构的安全性与耐久性，避免后期维护与修复所需的大量投入。在安全管理方面，严格的现场安全监控与风险评估有助于降低事故发生的风险，保障施工人员生命安全，减少工伤事故的发生。进度管理方面，合理的施工计划安排与资源调配可确保项目按时完工，避免工期延误对社会交通与经济发展带来的负面影响。施工管理的优化，还能够提高资源利用效率，促进节能减排，符合绿色建筑理念，进一步推动现代建设的可持续发展。

2 道路桥梁施工管理存在的问题

2.1 工程施工管理缺乏安全性

在道路桥梁施工过程中，安全性问题是影响工程顺利推进的关键因素。施工现场的安全隐患，往往由于管理不到位、规范执行不严格以及施工人员安全意识薄弱等问题而加剧。工地环境复杂，特别是在桥梁建设中，涉及高空作业、深基坑开挖以及大型机械设备操作等高风险环节，如果安全管理措施未能有效落实，事故的发生几乎无法避免。例如，安全防护设备未按要求佩戴，操作规程未严格执行，设备维护不到位等，都可能导致严重的安全事故。安全培训与教育的缺乏，也成为安全管理无效的一个重要原因。进入工地前，许多施工人员未接受充分的安全培训，

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

缺乏对安全操作规程的深刻理解，从而忽视潜在的风险。此外，安全管理制度的不完善以及监控措施的不足，亦是问题的根源。安全检查不到位、隐患排查不彻底，往往留下难以察觉的隐患，进一步提高了事故发生的概率。

2.2 道路桥梁施工进度管理不严格

在道路桥梁施工过程中，施工进度管理不严格是一个常见的问题，且严重影响着工程的顺利实施。作为项目管理的关键组成部分，施工进度的控制至关重要。然而，许多项目在进度管理方面存在疏漏与不规范的现象，且其原因复杂多样。一方面，施工计划的制定，往往缺乏科学性和合理性，整体项目情况未得到充分评估与预测，导致进度安排过于乐观或脱离实际。一旦遇到突发因素，如恶劣天气、材料供应不足或施工人员短缺等，施工进度便可能大幅拖延。另一方面，施工现场管理松散，也是导致进度控制不严的重要因素。执行过程中，许多施工单位存在监督不力、任务分配不清晰、责任落实不到位等问题，致使各环节衔接不畅，进一步延误了工期[1]。此外，进度的动态监控，往往不足，进度计划的调整和控制常常滞后，问题只能在发生后进行补救，从而加剧了延误的后果。

2.3 缺乏对于施工质量管理的控制

在道路桥梁施工过程中，施工质量管理的不足，作为一个突出的问题，直接影响到工程的整体质量与安全性。作为确保工程顺利进行的重要环节，施工质量管理在实际操作中常常存在显著的缺失。许多项目在质量控制方面的执行力度不足，导致施工过程中诸多隐患的产生。前期准备和全过程监督方面的投入不足，施工单位往往忽略了对质量管理的全面把控。结果，未能严格按照设计图纸和技术标准执行的工程，不仅部分施工材料的选用不规范，施工工艺也未达到要求，甚至有不合格的建筑材料被应用于项目中。与此同时，质量检查与验收程序的不完善，亦是导致质量管理失控的原因之一。施工现场的质量控制人员配置不足，或者职责分配不清晰，检查工作常因疏漏而未能全面落实，从而使得某些质量问题未能在施工阶段及时被发现并加以解决。

2.4 施工人员综合素质不高

在道路桥梁施工过程中，施工人员的综合素质不足，作为一个普遍存在的问题，严重影响了工程的进度、质量与安全。综合素质的涵盖范围，包括技术能力、专业知识、实际操作技能以及解决复杂问题的能力等多个方面。然而，在许多项目中，部分施工人员缺乏必要的技术培训与经验积累，尤其在一些技术要求高、工艺复杂的桥梁工程中，施工队伍的技术水平较低或不足，导致施工任务无法高效完成。此外，安全意识与质量意识普遍薄弱，操作不规范、违规作业等现象时常发生，从而加大了安全隐患和质量问题的风险。随着项目规模的扩大及技术要求的提升，未能及时跟进行业最新发展的施工人员，掌握新技术、新材料的能力不足，难以在实际施工中进行有效应用。

3 道路桥梁施工管理问题的解决方法

3.1 优化施工管理

优化施工管理是提升道路桥梁工程质量与效率的关键所在。施工管理应从项目的规划与设计阶段着手，目标与标准应当明确，确保施工任务具备科学性与可行性。在施工过程中，组织协调的强化尤为重要，人员、设备与材料应合理配置，确保资源得到充分利用，避免因资源不足或调度不当导致工期延误与施工停滞。

同时，优化施工管理的实施必须依赖于有效的沟通机制的建立，以保障设计、施工及监理等各方之间的信息流畅流通，从而减少可能出现的误解与冲突。项目管理者应根据项目进展情况，灵活调整施工计划及技术方案，确保能够及时应对突发问题，并采取相应的应对措施。通过借助现代化管理工具与信息技术手段，如 BIM 技术、项目管理软件等，工程进度、质量与安全的实时监控水平得以提高，数据分析与预警机制也得到了强化，从而提前识别潜在问题并实施必要的预防措施[2]。此外，施工团队的管理同样不可忽视。注重提升团队成员的协作精神与责任感，管理者应推动高效、和谐的工作氛围的形成，从而减少管理层与施工人员之间的隔阂与误解。

3.2 做好施工设备的管理工作

施工设备管理是确保道路桥梁施工顺利进行的重要环节，直接关系到工程进度、施工质量、安全性以及成本控制。在项目启动前，施工设备必须进行详细规划与评估，确保设备类型、规格及数量根据项目需求合理选定，以满足不同施工阶段的需求。在施工过程中，定期检查与维护设备至关重要，以及时发现设备隐患并排除，避免因设备故障或老化导致的工期延误或安全事故。保养工作应当规范化、常态化进行，包括润滑、清洁以及零部件检查与更换，确保设备始终处于最佳运行状态。为确保设备的高效使用，严格的管理制度应当建立，明确设备操作人员的资格要求，并提升其技能水平。操作人员的培训与技术指导应当加强，确保其熟悉设备使用及维护程序，从而避免因操作不当而引发设备故障或事故。设备使用时间与工作强度的合理调配应当进行，使设备资源得到最优化的利用，避免过度使用或闲置浪费，从而提升施工效率。此外，设备台账与管理档案的建立不可忽视。设备使用情况、维护历史及故障维修记录应详细记录，为后续设备调配与管理提供可靠的数据支持。

3.3 施工进度的准确控制

施工进度的精确管理是确保道路桥梁工程按时完工并提升工程质量的关键要素。在复杂的道路桥梁建设中，进度常常受到天气变化、地质条件、材料供应、施工队伍

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

配置等多种因素的影响。为确保项目按预定时间完成，科学的进度计划必须制定，并对其进行动态监控与及时调整。在项目启动之前，结合施工现场的具体情况，详尽且实际可行的进度计划应当制定。每个施工环节的时间节点应明确，同时应预留足够的时间以应对不可控因素。进度安排中，需要充分考虑各项工作的施工顺序及其相互关系，以确保各阶段的顺利衔接。在施工过程中，进度控制应进行严格的监督与跟踪。定期现场检查及进度汇报，可以帮助及时发现进度偏差，并采取必要的纠正措施[3]。特别是关键节点的施工任务，应当给予重点关注，以确保不出现任何延误。对于可能出现的进度滞后，项目管理团队应迅速评估影响，优化资源调度与施工方案，以减少延误的风险。现代项目管理软件与技术手段能有效提高进度管理效率。通过引入 BIM 技术或施工管理信息系统，各施工环节的进展得以实时监控，潜在的进度风险也能提前预警，且为决策所需的数据支持得到提供，从而确保进度目标的实现。同时，合理调度人员与设备，避免资源闲置或过度使用，也是进度控制中的关键环节，确保施工过程不会因资源配置问题而导致工期延误。

3.4 做好巡视监督工作

巡视监督工作是确保道路桥梁施工管理有效执行的关键手段。施工现场的巡视，不仅承担着对施工质量、安全生产及进度的实时监控责任，而且能够及时识别并整改施工过程中出现的问题。通过定期或不定期的现场巡视，全面了解施工进展，管理人员能够，迅速发现潜在隐患、违规操作、质量缺陷及资源浪费等问题。在巡视过程中，关注各施工环节的关键要素，管理人员应当，工艺流程、施工材料、操作规范等进行细致检查，同时加强对安全防护措施落实情况的审查，确保施工活动符合设计要求与安全标准。巡视工作不仅依赖管理人员的经验与判断，而且还需结合现代技术手段，如无人机、视频监控系统与传感器等设备，以实现远程监控与数据采集，从而提升巡视的精准度与效率。一旦发现问题，巡视过程中，应及时反馈并要求责任人进行整改。整改措施的落实，管理人员需督促，避免问题进一步扩展或积累。

3.5 做好道路桥梁建设的统一规范

制定统一规范对于提升道路桥梁建设的施工管理水平、确保工程质量和进度具有至关重要的作用。在实际施工过程中，由于各施工单位与管理人员在经验、技术能力以及施工标准上的差异，常常导致不规范操作，进而影响工程的整体质量与效率。为了确保工程顺利进行，必须制定统一、标准化的施工规范作为基础。

这一统一规范不仅涉及施工过程中的材料选择、工艺流程及施工技术，还涵盖了施工人员操作标准、安全防护措施与环境保护等方面。通过明确统一规范，确保所有施工人员遵循相同标准作业，从而有效避免因标准不统一所带来的质量问题、进度延误或安全隐患。此外，行业标准的贯彻实施，也能推动制定统一规范，使施工单位能够依据统一标准进行精细化管理，提升管理过程的透明度与可操作性。在此基础上，应加强规范的执行力度，各施工单位应确保施工的每个环节严格按照既定要求进行。

3.6 做好施工人员的管理工作

在道路桥梁施工过程中，施工人员管理至关重要，其素质与管理水平直接影响施工质量、安全保障及项目进度。因此，必须从多个方面加强对施工人员的管理。严格把关应在人员选拔时进行，确保所招聘的施工人员具备必要的技术资格与施工经验。此外，定期组织的技能培训与安全教育至关重要，不仅有助于提升施工人员的专业能力，还能强化其安全意识，从而减少人为失误和事故的发生。工作纪律与责任心的重视同样必要，明确工作职责与岗位要求，确保每项任务能按时保质完成[4]。为进一步提高管理效果，应定期开展工作状态评估，建立健全的奖惩机制，激励表现优异的人员，并督促存在问题的人员改进，从而推动整体工作效率与质量的提升。此外，加强施工人员团队协作精神与沟通能力也不可忽视，促进不同岗位之间的紧密配合，确保信息流畅，减少因沟通不畅而引发的施工问题。

3.7 建设完善的考核机制，提升施工效率

提升道路桥梁施工效率的关键步骤，是建立健全的考核机制。高效的考核体系能够激励施工人员提升积极性，确保工程进度按时推进，同时在各阶段有效控制质量与进度。明确的指标应通过考核机制进行设定，使施工人员的责任与目标更加清晰，确保每位参与者清楚其岗位职责。考核内容应涵盖工程进度、施工质量、安全管理、成本控制等多个方面，并结合实际情况进行量化，从而确保评估的公平性与透明度。与奖惩制度紧密结合，亦应此机制，优异表现将与奖励挂钩，以激励施工人员不断提升工作质量；而未达标的情况，应及时反馈，并采取必要的改进措施。定期或阶段性的考核，不仅能够及时发现施工过程中出现的问题，还能调整施工策略，从而提高工作效率，优化资源配置。

4 结语

道路桥梁施工管理，在保障工程质量、安全及进度方面，至关重要。尽管如此，实际施工过程中，仍面临着许多挑战，如安全管理不到位、进度控制不严格、质量管理缺失及施工人员综合素质较低等问题。通过优化施工管理流程、加强设备管理、精确掌控施工进度、强化巡视监督、制定统一建设规范、完善施工人员管理及建立健全的考核机制等措施，能够有效解决这些问题，从而提升施工效率与工程质量。随着技术不断进步与管理理念的创新，道路

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

桥梁施工管理中，依然存在着巨大的优化空间。未来，深化施工管理体制改革、注重人才培养以及推动技术创新，将被视为实现道路桥梁施工管理可持续发展的关键，为基础设施建设提供更加坚实的保障。

[参考文献]

[1]许开.市政道路桥梁管理中的问题控制及应对方法[J].新城建科技,2024,33(4):150-152.
[2]房绍宗.道路桥梁施工管理中的问题控制及解决方法[J].中国物流与采购,2022(4):102.
[3]李春塔.道路桥梁施工管理中的问题控制及解决方法[J].四川水泥,2021(3):184-185.
[4]许金明.道路桥梁施工管理中的问题控制及解决方法分析[J].门窗,2019(8):100-102.

作者简介：张倩（1982.6—），毕业院校：南京林业大学，所学专业：林学，当前就职单位：平顶山路鑫园林绿化有限公司，职称级别：工程师。

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

公路工程施工技术管理及质量控制分析

张明斌 郭双墨
陕西三秦路桥有限责任公司，陕西 西安 710000

[摘要]我国的社会经济发展已经进入到一个崭新的阶段，城市化发展脚步加快，国民生活质量提高，对相关的城市公路交通的要求也更加多元。公路事业发展的影响因素多样，导致公路事业中的工程施工建设市场竞争环境相对激烈，因此加强对使用技术管理与控制具有重要意义。公路施工建设单位面对激烈的竞争环境能否形成良好的管理控制机制对其自身的发展同样十分关键，文中针对公路工程施工技术管理及其控制情况进行分析。

[关键词]公路工程；施工技术；技术管理；质量控制
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14465 中图分类号：TU712 文献标识码：A

Analysis of Construction Technology Management and Quality Control in Highway Engineering

ZHANG Mingbin, GUO Shuangmo
Shaanxi Sanqin Road and Bridge Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract: Chinese socio-economic development has entered a new stage, with accelerated urbanization and improved quality of life for citizens. The requirements for related urban road transportation have also become more diverse. The development of the highway industry is influenced by various factors, leading to a relatively fierce competitive environment in the construction market. Therefore, strengthening the management and control of the use of technology is of great significance. The formation of a sound management and control mechanism by highway construction units in the face of fierce competition is also crucial for their own development. This article analyzes the technical management and control situation of highway engineering construction.

Keywords: highway engineering; construction technology; technical management; quality control

引言

随着全球经济的快速发展及城市化进程的加速，公路工程在国家基础设施建设中愈加显得举足轻重。连接城乡、促进经济活动的不仅是公路，同时也是保障人民日常出行安全与便利的重要因素。然而，在施工技术管理与质量控制方面，公路工程面临着诸多挑战，这些挑战不仅直接影响工程的安全性与耐久性，还可能导致资源浪费与经济损失。为此，优化施工技术管理与强化质量控制，已成为公路工程建设中的核心课题。高效的施工技术管理能够提升工程效率，减少施工过程中可能出现的错误与返工，同时确保施工材料的质量及适用性，从而延长公路的使用寿命。完善的质量控制体系能确保每个施工环节达到预期标准，为公路的安全运营提供有力保障。本文旨在全面分析公路工程施工技术管理与质量控制的现状与问题，探讨优化措施及其实施效果，以期为推动公路工程的高效、优质建设提供理论支持与实践参考。通过此研究，期待实现更安全、更高效的公路建设，为国家经济发展与社会进步提供切实可行的解决方案。

1 公路工程施工技术管理与质量控制的必要性

公路工程施工技术管理与质量控制的重要性在多个方面得以体现。作为关键基础设施，公路的质量对交通安全与畅通具有直接影响，而确保工程质量的关键在于有效的施工技术管理。完善的技术管理能减少施工过程中的失误与资源浪费，进而提升施工效率，降低成本。随着交通量的持续增长，公路的使用要求日益提高，必须遵循相关标准与规范，以保证公路在长期使用中的稳定性与耐久性。

科学的施工技术管理不仅能够确保材料的合理使用与设备的高效运转，还能及时识别并解决施工过程中出现的问题，从而降低潜在的安全隐患。面对新技术的不断发展以及新材料与新工艺的逐步应用，公路工程施工正面临更高的要求。因此，施工单位迫切需要建立健全的技术管理体系，通过严格的质量控制，确保工程项目的成功实施及后期维护。强化公路工程施工技术管理与质量控制，不仅是提升工程质量的必然途径，更是维护社会经济发展与人民安全的基本保障。

2 公路工程路面施工质量控制技术应用要点

2.1 基底部分与基层部分质量控制

公路工程路面施工的质量控制应从基底与基层部分的质量把控入手，因为这两个部分的质量直接影响路面的整体承载能力及使用寿命。在施工阶段，基底部分需要经过严格的检测与处理，以确保其承载能力符合设计标准。相关检测内容包括基底土的压实度、含水量及粒径分布，这些指标必须满足所需的强度与稳定性。此外，基底处理过程中，良好的排水性能也应得到确保，以防止水分滞留

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

对土体产生不利影响。对于基层部分，其通常由碎石或水泥稳定层构成，质量控制应聚焦于材料的选择、配比及施工工艺的执行。优质材料的选用及合理的配比对提升基层的强度与稳定性至关重要[1]。在施工过程中，相关规范必须严格遵循，以确保摊铺与碾压的质量，确保基层的厚度均匀、密实，并达到规定的平整度与抗压强度。通过有效的质量控制，路面的整体性能与耐久性能够显著提升。

2.2 沥青混凝土面层的质量控制

沥青混凝土面层的质量控制在公路工程路面施工中扮演着至关重要的角色，直接关系到路面的抗滑性、耐磨性及使用寿命。在施工过程中，沥青混凝土材料质量的确保为首要任务，特别是沥青与骨料的选择。符合国家或行业标准的沥青，能保证其粘结性与抗老化性能，而骨料则需具备良好的级配、强度及耐磨性。此外，合理的混合比例是确保沥青混凝土性能的基础，最佳配比应通过实验加以确定，以实现工程效果的最优化。在沥青混凝土的拌制过程中，拌合温度与时间的严格控制尤为重要，以确保混合均匀，避免分层或不均匀现象的发生。进入摊铺阶段时，摊铺设备的选择与操作显得至关关键，必须保证其均匀摊铺在设计的宽度与厚度范围内，以防止高低不平或厚度不足的情况。随后的碾压作业需严格遵循规范，压轮的行走速度与碾压次数应受到控制，以确保沥青混凝土的密实度，避免产生空隙与裂缝。最后，施工完成后的沥青混凝土面层应进行及时质量检测，重点关注平整度、密实度及抗滑性能，以确保面层符合设计要求。

3 公路工程施工管理存在的问题

3.1 施工技术管理制度不完善

在公路工程施工管理中，施工技术管理制度的不完善已成为一个突出的问题，直接影响着工程的质量与效率。当前，现有管理制度往往缺乏系统性与全面性，未能涵盖施工过程中的各个环节，从而导致某些关键节点的管理缺失。此外，技术管理制度的制定通常缺乏实地调研与反馈，未能充分考虑工程的具体特点与需求，这在执行过程中形成了障碍。在很多情况下，施工人员对技术管理制度的理解显得不足，缺乏必要的培训与指导，结果导致这些制度形同虚设，难以有效落实。同时，技术管理方面的监督与考核机制在管理层中也显得不够严格，缺乏有效的激励措施，这使得施工人员对遵循技术规范的重视程度降低。由此，管理制度的缺陷不仅频繁导致施工过程中出现不合规行为，还可能引发资源浪费与工期延误，从而影响公路工程的整体进度与质量。

3.2 施工材料被腐蚀较为严重

在公路工程施工管理中，普遍存在着施工材料遭受严重腐蚀的问题，这一现象直接影响着工程的使用寿命与安全性。许多施工材料在使用过程中，暴露于恶劣环境下，如潮湿、高温以及化学物质的侵蚀，易导致材料性能的下降。以钢筋为例，若混凝土浇筑后保护层不达标或出现裂缝，水分与氧气的侵入将使其发生锈蚀，从而影响整体结构的强度与稳定性。某些沥青材料在长期高温或极端气候条件下，亦容易出现老化与脆化，最终导致路面出现裂缝与坑槽，严重时可能影响行车安全[2]。此外，材料在储存与运输过程中，缺乏必要的防护措施，可能在未使用前就遭受腐蚀。施工单位对材料腐蚀问题的重视程度显得不足，科学合理的检测与监测手段缺乏，致使腐蚀现象未能及时发现与处理。

3.3 公路损耗较为严重

在公路工程施工管理中，公路损耗问题频繁出现，严重影响着工程的经济性与使用效果。施工过程中，由于设备与材料管理不善，资源的浪费时有发生。例如，施工机械未能按照规范进行定期维护，导致频繁发生故障，延长了施工周期，并增加了设备的磨损与燃料消耗。与此同时，施工材料在运输、储存及使用阶段缺乏合理的保护措施，损失与变质的情况时有发生，最终造成材料短缺或质量下降，从而影响施工进度。施工工艺控制得不严格，也导致了质量问题，迫使项目不得不进行返工，进一步加大了资源的消耗。此外，在公路的日常使用中，因车辆持续碾压而产生的路面磨损，与公路设计与施工阶段的质量控制缺失密切相关，损耗的加剧对此有着直接的影响。

3.4 施工技术管理人员的管理意识有待提高

在公路工程施工管理中，施工技术管理人员的管理意识亟待增强，这一问题值得重视。在实际工作中，许多管理人员对管理的重要性认识不足，常常只专注于施工过程中的具体操作，而忽视了整体管理体系的建立与实施。缺乏系统性的培训与学习，导致一些技术管理人员对新技术与新规范的理解不够深入，从而使得施工管理缺乏科学性与前瞻性。在面对问题时，部分技术管理人员往往缺乏主动性与责任感，被动应对的情况时有发生，而非积极寻求改进方案。这种管理意识的不足，直接影响了施工过程中的决策质量，并降低了团队的协作与沟通效率，进而对整体工程的进度与质量造成了负面影响。同时，管理人员在施工现场的实时监控与数据分析能力不足，导致无法在问题发生时及时采取有效措施进行调整与控制，最终造成了资源的浪费与不必要的损失。

4 公路工程施工技术管理的优化措施

4.1 材料质量管控

材料质量控制在公路工程施工技术管理中占据重要地位，直接关系到工程的安全性与耐久性。在这一过程中，材料来源的可靠性必须得到确保，选择符合国家或行业标准的优质材料供应商显得至关重要。通过资质审核及实地考察等方式进行筛选，应成为常规流程。在材料采购环节，建立详细的材料验收制度必不可少，所有进场材料应接受严格的质量检测，涵盖物理性能、化学成分及级配等，以

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

确保其符合设计要求。在施工期间，材料的存储与运输应采取适当的保护措施，以防潮湿、高温或机械损伤等因素导致质量下降。例如，沥青材料应在适宜温度下存放，以防老化或变质，而骨料必须保持干燥、清洁，以避免混入杂质。在施工前，对即将使用的材料，技术管理人员需进行再次检测，确保其在实际应用中性能稳定。同时，施工现场的材料使用情况应定期接受监督，以确保所有操作符合相关规范与标准。

4.2 提高施工人员的素质

提升施工人员素质被认为是优化公路工程施工技术管理的关键举措，直接影响到工程的施工质量与安全。施工人员的专业技能与知识水平需与工程的复杂性及技术要求相匹配，因此，定期组织有针对性的培训显得尤为重要。应覆盖现代施工技术、工程管理规范及安全操作规程，这些培训能够确保施工人员在实际操作中掌握最新的技术动态及行业标准。与此同时，强化职业道德教育也是提升施工人员素质的重要内容，责任感与使命感的增强有助于他们对工程质量及安全的重视。通过建立激励机制，施工人员参与技能竞赛与技术创新的积极性能够得到提升，从而激发他们的学习热情与工作动力[3]。在施工现场，团队协作应受到施工人员的重视，沟通能力的提升也至关重要，以确保信息畅通，使得在遇到问题时能够快速有效地进行协调与解决。此外，施工管理人员应定期对施工人员的表现进行评估，通过有效的反馈与指导，帮助他们不断改进与提升。

4.3 强化施工技术执行的监督

强化施工技术执行的监督，被认为是优化公路工程施工技术管理的关键措施，对于确保工程质量与施工安全至关重要。在施工过程中，建立完善的监督机制是必要的，以确保每个施工环节遵循既定的技术规范及标准。项目管理团队需明确监督责任，将施工技术执行的监督任务细化至各施工班组，并指定专门的监督人员，确保在施工现场有专人负责技术标准的实施与监督。定期开展技术审查及现场检查显得尤为重要，能够及时发现并纠正施工过程中出现的偏差与问题，这样不仅能够有效降低施工风险，还能减少资源浪费。在实施监督时，对施工记录及数据的审核应得到加强，以确保所有技术措施及工艺流程的合规性，通过详细的记录追踪施工进度与质量情况。现代信息技术手段的利用，如建筑信息模型（BIM）与物联网技术，使得对施工过程的实时监控得以实现，从而提升监督的精准度与效率。同时，建立反馈机制也不可忽视，鼓励现场施工人员对技术执行过程中的问题及不足进行反馈，以确保管理层能够及时了解并处理实际情况。

4.4 完善养护队伍

完善养护队伍，被视为公路工程施工技术管理优化的重要组成部分，直接关系到公路的使用寿命及整体质量。养护队伍的组建，应遵循科学合理的标准，选拔具备专业知识及技能的人员，以确保他们能够在养护过程中有效识别及处理潜在问题。这一目标需通过严格的招聘流程与系统的培训计划来实现，从而提升养护人员的专业素养与技术能力[4]。在日常养护工作中，明确养护队伍的职责与分工至关重要，确保每位成员清楚自己的任务与目标，以提高工作效率。同时，建立定期的养护计划及检查制度显得必不可少，通过定期巡检与维护，能够及时发现路面病害并采取相应的修复措施，防止小问题演变为严重损害。此外，与施工单位保持紧密沟通的养护队伍，确保新建公路完工后能够无缝对接，实施有效的养护管理也显得尤为重要。通过引入现代化养护设备与技术，例如智能监测系统与快速修复材料，养护工作的效率与质量能够显著提升。

5 结语

在对公路工程施工技术管理与质量控制的综合分析中，施工质量的优劣与公路的安全性、耐久性及经济效益密切相关这一点可以明确。建立科学的施工管理体系与完善的质量控制机制，成为确保公路工程顺利实施的基石。因此，施工人员的培训与素质提升必须得到重视，同时，对施工技术执行的监督应强化，以确保每个环节都符合既定标准与规范。随着科技的进步，现代信息技术的应用为公路工程的管理与控制提供了更多创新手段，施工效率与质量的双重提升得以实现。展望未来，面对日益增长的交通需求及环境保护的压力，公路工程行业必须不断探索与完善有效的技术管理与质量控制策略，以应对新形势下的挑战。只有通过持续的创新与改进，公路工程的可持续发展才能实现，从而为经济建设与社会进步作出更大贡献。

[参考文献]

[1]孙吕红.公路工程施工技术管理与质量控制[J].工程建设与设计,2023,10(15):232-234.
[2]臧明强.公路工程施工技术管理和控制分析[J].运输经理世界,2020,12(16):37-38.
[3]梁晨,谢海雄.公路工程施工技术管理及控制分析[J].交通企业管理,2019,34(3):89-90.
[4]秦瑜.公路工程施工管理及质量控制措施分析[J].黑龙江交通科技,2018,41(10):231-232.

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

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

BIM 技术在土建工程管理中的运用研究

李廷尚
正大食品（襄阳）有限公司，湖北 襄阳 441100

[摘要]随着经济的快速发展，建筑项目数量不断增加，传统的建筑施工管理方法已难以满足现代项目的复杂需求。以往，施工团队主要依赖图纸法进行项目管理，而如今，建筑信息模型（BIM）技术逐渐成为主要工具。BIM 技术通过提供直观的视觉效果和全面的认知角度，有效整合了项目各阶段的信息与资源。这种技术不仅优化了资源的利用效率，还提升了土建工程的管理质量，确保项目能够在预定的时间和预算内高效推进。此文探讨了 BIM 技术在土建工程管理中的应用优势，强调其在提高施工质量、降低风险及促进协作方面的重要性，旨在为建筑行业的现代化管理提供有价值的见解。

[关键词]BIM 技术；土建工程；工程管理；技术运用
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14463　　中图分类号：TU17　　文献标识码：A

Application Research on BIM Technology in Civil Engineering Management

LI Tingshang
C. P. Food (Xiangyang) Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441100, China

Abstract: With the rapid development of the economy, the number of construction projects continues to increase, and traditional construction management methods are no longer able to meet the complex needs of modern projects. In the past, construction teams mainly relied on the drawing method for project management, but now, Building Information Modeling (BIM) technology has gradually become the main tool. BIM technology effectively integrates information and resources from various stages of a project by providing intuitive visual effects and comprehensive cognitive perspectives. This technology not only optimizes the efficiency of resource utilization, but also improves the management quality of civil engineering, ensuring that the project can be efficiently advanced within the scheduled time and budget. This article explores the advantages of BIM technology in civil engineering management, emphasizing its importance in improving construction quality, reducing risks, and promoting collaboration, with the aim of providing valuable insights for modern management in the construction industry.

Keywords: BIM technology; civil engineering; engineering management; technical application

引言

当前建筑行业中，伴随市场需求的不断增长与项目环境的日益复杂，传统的工程管理方法已难以有效满足高效且精准的管理要求。建筑信息模型（BIM）技术的应用，逐渐被视为促进土建工程管理转型升级的重要手段。建筑设计的可视化正是 BIM 技术的一大优势，通过三维建模，不仅提高了设计效率，还实现了数据集成与协同工作，从而在项目的各个阶段提供了精准的信息支持。通过优化设计流程、提升施工效率与确保工程质量，BIM 技术已成为现代建筑工程管理中不可替代的工具。随着行业对信息化与智能化需求的不断提升，BIM 的应用范围不断扩展，不仅涵盖了设计和施工阶段的质量控制与进度管理，更在运营阶段的设施管理与维护中扮演着重要角色。借助建筑全生命周期的管理，信息流动得以更高效地实现，决策过程得到了加速，且项目的风险与成本显著降低。尽管 BIM 技术在土建工程管理中展现出巨大的应用潜力，其推广过程中依然面临着多重挑战，如技术普及、人员培训和法律法规的适应性等问题。BIM 技术在土建工程管理中的有效应用如何实现，以及其优势与挑战如何权衡，已成为行业的重要研究议题。本文旨在深入探讨 BIM 技术的基本特征与在土建工程管理中的应用，期望为相关领域的研究与实践提供有价值的参考与借鉴。

1 BIM 技术的基本特征

1.1 可视化

建筑项目的各个方面因 BIM 技术的可视化特征而得以直观呈现，设计与沟通效率因此显著提升。通过三维模型的构建，设计师、工程师、施工人员及客户等相关方，均可在同一平台上实时查看项目的详细信息，便于理解设计意图。由此，快速识别潜在的设计问题成为可能，并能在项目早期及时进行调整，以减少后期修改带来的成本和时间损失。此外，动态模拟功能亦得以支持，如光照分析与能耗评估等，项目实施之前，决策者即可进行全面的评估，以确保设计方案的可行性与优化。这一切，为项目的成功实施奠定了坚实的基础。

1.2 模拟性

BIM 技术的模拟特性赋予了建筑项目更高的灵活性与应变能力，设计团队得以在虚拟环境中创建并测试多种设计方案。建筑师与工程师在项目早期阶段，便可进行详

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

细的三维模拟，从而探索不同设计选择对整体项目性能的影响。物理特性、结构行为及环境因素等，均在设计阶段得以全面分析与考虑，使得潜在问题能够被提前识别和分析，为设计优化提供了坚实的依据。例如，通过施工过程的模拟，团队可更为有效地理解施工顺序与时间安排，施工中可能遇到的障碍得以及时识别并调整。材料使用效率、能效评估及运营成本等分析，也在 BIM 的模拟功能支持下贯穿建筑全生命周期，全面提升了项目的管理水平。

1.3 优化性

在建筑工程管理中，BIM 技术的优化性特征发挥着至关重要的作用，项目的全面优化得以通过数据分析和模拟工具实现。各个阶段中，设计方案的反复调整和完善，均由设计团队得以进行，以达至功能与美观性的最佳平衡。评估各种设计选项对成本、时间和资源的影响，也由 BIM 技术在设计过程中迅速完成，从而为决策者提供优化方案的依据。施工阶段的优化，则通过施工前的精确规划得以实现，施工进度、材料需求以及人力资源在动工前便能周密安排，以确保施工的高效性与协调性[1]。在运营阶段，建筑物的实时监测与数据分析为管理者提供了识别潜在运营问题的途径，相应改进措施随之得以实施，资源的配置和使用效果因此达到最佳状态。

2 BIM 技术在土建工程管理中的运用优势

BIM 技术在土建工程管理中的优势显著，包括提升项目效率、降低成本以及增强协同合作等多个方面。通过三维建模与可视化工具，项目的早期设计意图得以充分展现，使各参与方深入理解其细节，从而减少信息不对称带来的沟通误解，降低设计变更的可能性，时间和费用因此得以节省。项目数据也能够由 BIM 技术实时更新，使得进度、成本与资源管理的精准度得到显著提高，从而整体施工效率有效提升。此外，BIM 的冲突检测功能强大，施工前即可识别设计中的潜在问题，使得返工和延误风险降至最低，项目风险因此有效降低。各专业团队之间的协作亦由 BIM 技术在项目管理中得到极大促进，各团队能够借助信息和数据共享高效协调工作，从而提高整体工作质量。通过优化的设计，BIM 技术进一步助力可持续发展，更好的资源利用与能耗管理因此得以实现，建筑的环境友好性随之提高。

3 BIM 技术在土建工程管理中的应用

3.1 设计阶段

3.1.1 三维建模与可视化设计

在土建工程的设计阶段，BIM 技术中的三维建模与可视化设计无疑是关键环节。通过先进的 BIM 软件，设计团队构建出高度详细的三维模型，其中不仅包含建筑的几何特征，更整合了材料、结构及系统的信息及其相互关系。设计效果因这种三维可视化方式而能够在早期直观呈现，从而建筑空间布局及功能配置得以深入理解。此外，实际工程条件通过三维模型得以有效模拟，真实的环境反馈因此被提供，使得潜在设计问题与冲突能够在早期阶段被发现。后期修改成本与时间的显著降低由此得以实现。三维可视化设计还在各相关方的沟通与协作中起到了积极促进作用，设计意图可以通过模型展示清晰地传达给业主、工程师及其他利益相关者，使他们更易理解项目的整体构想与细节要求。

3.1.2 冲突检测与设计优化

在土建工程的设计阶段，BIM 技术的冲突检测与设计优化无疑是不可或缺的。通过 BIM 软件，实时冲突检测在三维模型中得以实现，使得建筑结构、机电系统及其他设施之间的潜在矛盾可以被及时识别。这种预先发现问题的能力，使传统设计流程中后期修改与返工的现象大幅减少，项目时间及成本风险得以有效降低。设计优化方面，通过冲突检测不仅确保了各专业设计方案在空间上的兼容性，更通过模拟分析提升了设计方案的整体性能。例如，材料选择、构造方式以及系统配置可以在设计团队的模拟中逐一分析，以便选出最优方案，从而提高建筑的功能性与经济性[2]。此外，冲突检测的实时性使设计决策更为科学合理。在传统流程中，施工阶段才暴露的冲突问题，往往造成严重的工期延误和额外费用。然而，在 BIM 环境下，设计师与工程师通过共同创建与优化模型，利用软件工具对设计的可行性与合理性实时进行验证，使设计阶段就已避免了许多潜在问题。

3.2 施工阶段

3.2.1 施工进度计划与管理

在土建工程的施工阶段，施工进度的计划与管理对于确保项目按时高质量完成至关重要。通过 BIM 技术的应用，施工进度的规划与控制被赋予了更高的精准性与效率。在数字环境中，施工团队借助三维建模得以直观呈现施工现场的各个要素，不同施工环节的时间与空间整合在其中得到高效实现。制定施工进度计划时，项目管理人员可借助 BIM 技术进行深入的分析与模拟，以合理安排工序、优化资源配置，并减少不必要的工期浪费。实时的数据分析与反馈功能则确保项目经理能够随时监控进度，对潜在的延误因素进行迅速识别。在施工过程中，任何与计划不符的偏差均会被 BIM 系统及时发现并调整，以保障项目始终运行在预定的进度轨道上。此外，施工进度的可视化展示，便于各方利益相关者即时了解项目的最新进展，团队协作与沟通的效率因此大幅提升。

3.2.2 成本控制与预算管理

在土建工程的施工阶段，成本控制与预算管理对于项目的经济效益与可持续发展具有关键意义。BIM 技术的应用为这一过程提供了强有力的支持。通过三维建模与数据分析，更为精准的预算可以在项目初期得以制定，潜在的成本风险也由此被有效识别。借助 BIM，施工团队得以模拟不同的设计方案与施工方法，对各方案的成本影响进行评估，从而选择最为优越的方案，以确保施工能够在预算

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

范围内完成。项目成本的实时跟踪与管理能力使全面的资金流动分析与监控成为可能。施工过程中，任何预算偏差均可通过 BIM 系统及时识别，使得项目管理者能够迅速采取纠正措施，避免财务损失的进一步扩大。通过将预算与实际支出动态对比，施工团队得以严格控制成本，确保资源的高效利用。此外，BIM 技术还紧密支持与供应链的集成，通过精确的材料清单与采购计划，管理者能够有效减少材料浪费，实现按需采购，进一步优化项目成本。

3.2.3 质量管理与安全管理

在土建工程施工阶段，质量管理与安全管理不可忽视，对工程的顺利实施及后续运营安全有着直接影响。BIM 技术的引入为这一环节带来了革命性变化。综合的三维建筑模型由 BIM 构建，不仅包含详尽的设计信息，施工团队还得以在各个阶段实现更精确的质量控制与安全评估。施工前，通过 BIM 进行的冲突检测使设计团队能够识别潜在设计缺陷或不协调之处，确保所有问题在开工前得到解决，从而减少现场施工时的返工和延误。在施工过程中，BIM 技术的实时监控系统动态跟踪并记录施工进度及质量数据。这一实时反馈机制确保项目经理与施工人员能够迅速发现并处理质量问题，防止小问题发展为重大隐患。例如，当某一部位的施工质量被监测到未达标时，可立即由相关人员进行检修与调整，从而避免更严重后果的出现[3]。此外，通过现场传感器和无人机技术，BIM 可提供施工现场的实时数据与图像，使管理者直观了解施工状态，并据此进行有效的风险评估。安全管理方面，BIM 同样发挥了显著作用。施工人员可利用 BIM 中的三维模拟与虚拟现实技术，在安全环境下进行安全培训和应急演练，从而提高其安全意识和应急处理能力。施工过程中可能出现的安全隐患可通过 BIM 进行识别，从而使详细的安全计划得以制定，确保施工现场的安全措施有效落实。

3.3 运营阶段

3.3.1 设施管理与维护

在土建工程的运营阶段，设施管理与维护对于确保建筑物的长期安全、舒适及高效运行至关重要。BIM 技术的应用为这一过程提供了强有力的支持，通过详细的建筑信息模型构建，建筑设施的全生命周期数据得以获取，包括结构、设备、系统及其性能信息。这种信息的全面集成使得设施管理团队能够实时监控建筑状态，潜在故障或维护需求得以及时识别，有效减少停机时间与运营成本。借助 BIM 技术，各类设备的维护历史、使用寿命及维修记录可被维护团队快速访问。这些信息的透明化与可视化显著提高了维修效率。此外，管理者能够通过数据分析功能预测设备的维护需求，从而实现预防性维护，避免因突发故障而产生的高昂维修费用。BIM 技术同样支持与智能建筑管理系统的集成，实时收集与分析环境数据，以优化能源使用，提高设施的运行效率与居住舒适度。

3.3.2 数据分析与决策支持

在土建工程的运营阶段，数据分析与决策支持对于提升建筑物的管理效率与运营效果至关重要。通过整合各个阶段和系统的大量数据，BIM 技术为管理者提供全面且精确的信息视图，使其能够进行深入分析并制定科学的决策。借助 BIM 模型中所包含的历史数据、实时监测数据以及各种运营指标，能够识别建筑物运行中的趋势与模式，从而优化资源配置，提升能效，降低运营成本。实时监控建筑物运行状况，包括能耗、设备使用率及环境参数等，管理者可以通过先进的数据分析工具实现。这些信息不仅有助于潜在问题的及时发现，还为制定合理的维护与管理策略提供依据。此外，基于大数据分析的决策支持系统，能够为管理者提供情景模拟分析，使其在面临不同选择时，能够清晰评估每种方案的风险与收益，从而选择最佳解决方案。

4 BIM 技术应用中的挑战与对策

在 BIM 技术应用的过程中，尽管效率与管理水平显著提升，但多种挑战仍然面临。普遍存在的问题之一为技术障碍，包括软件工具的兼容性、数据共享的难题以及技术标准的不统一。这些因素可能导致信息孤岛的形成，从而限制 BIM 技术的全面应用。为了解决此类问题，积极推动行业内的技术标准化是企业应采取的举措，以促进各方之间的数据共享与交流，实现无缝对接。

同样重要的挑战为人员培训与管理。由于 BIM 技术的复杂性，许多传统工程师与管理人员可能缺乏必要的技能与知识，这会影响技术的有效实施。因此，建立系统的培训机制是企业需要做的，定期进行技术培训与实践，提升员工的专业素养，确保他们能够熟练运用 BIM 工具。此外，企业文化的转变也是成功应用 BIM 技术的重要环节，鼓励员工接受新技术与理念应成为企业的目标。最后，法规与标准问题同样不可忽视[4]。许多地区的法律法规尚未适应 BIM 技术的发展，这可能导致项目实施过程中的合规性问题。对此，政策引导与支持的加强应由行业协会与政府共同努力，推动相关法律法规的制定与完善，以为 BIM 技术的广泛应用创造良好的环境。

5 BIM 技术的创新趋势

BIM 技术的创新趋势正不断推动建筑行业向数字化与智能化转型，未来的发展将集中于多个关键领域。随着人工智能与机器学习技术的进步，BIM 与这些先进技术的深度融合将显著增强建筑设计与施工中的数据分析能力。通过实时数据处理与预测分析，项目管理者能够更加有效地评估风险并优化资源配置，从而提升整体项目的效率与安全性。此外，虚拟现实（VR）与增强现实（AR）技术的应用将为 BIM 模型的展示与互动提供更直观的方式。在施工前，客户及利益相关者可以进行虚拟漫游，从而直观地理解设计意图与功能布局，这将有效提高决策的准确性。随着云计算技术的不断成熟，BIM 数据的共享与协作也将

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

得到极大促进，项目数据的实时访问将确保团队成员无论身处何地均可获取信息，从而增强信息的一致性与透明度。

最后，绿色建筑理念的兴起使得 BIM 技术在可持续发展方面的应用日益受到重视。借助 BIM 模型，能耗分析、材料选择及环境影响评估将变得更为便捷，从而满足日益严格的环保标准与法规。这些发展趋势无疑将推动建筑行业的持续进步与创新。

6 结语

在总结 BIM 技术在土建工程管理中的应用时，明确可见，BIM 技术不仅为传统建筑行业带来了根本性的变革，更推动了管理方式的深度转型。通过多种信息的整合，BIM 技术在项目的设计、施工与运营阶段发挥了至关重要的作用，显著提升了项目的效率与质量。尽管在应用过程中面临技术挑战与人员培训等问题，随着技术的不断成熟及行业标准的逐步完善，这些障碍终将得到有效解决。展望未来，随着智能建筑与可持续发展理念的深入推进，建筑行业的发展将因 BIM 技术的广泛应用而注入持久动力，推动其向更高效、智能和可持续的方向迈进。应积极迎接这一技术变革的相关从业者，将促进整个行业的进步与创新。

[参考文献]

[1]韩金钊.BIM 技术在土建工程管理中的运用[J].建材与装饰,2020(15):104-106.
[2]黄丽彬.BIM 技术在交通土建工程管理中的应用[J].建材与装饰,2018(43):265-266.
[3]孙健.BIM 技术在土建工程管理中的运用[J].居舍,2019(35):155.
[4]王生福.工程管理中的 BIM 技术应用与挑战[J].新城建科技,2024,33(8):184-186.

作者简介：李廷尚(1975.10—)，男，现有职称：工程师；从事专业：建筑工程管理。

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

基建工程政策处理智慧化管控创新实践

李诗霖
德州市妇幼保健院，山东 德州 253000

[摘要]基建工程政策处理在项目的管理与实施中占据关键地位，传统的政策管理模式在效率、成本和执行力方面存在局限。随着信息技术的进步，智慧化管控在政策处理中的应用逐渐受到关注。文中探讨基建工程政策处理智慧化管控的重要性，分析当前存在的主要问题，并提出创新的管控路径及优化策略，以期提高基建工程的政策处理效率与执行效果。
[关键词]基建工程；智慧化管控；政策处理；信息化；创新路径
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14448 中图分类号：F239.63 文献标识码：A

Innovative Practice of Intelligent Control and Management in Infrastructure Engineering Policy Processing

LI Shilin
Maternal & Child Care Center of Dezhou, Dezhou, Shandong, 253000, China

Abstract: Infrastructure engineering policy processing plays a crucial role in project management and implementation, and traditional policy management models have limitations in terms of efficiency, cost, and execution. With the advancement of information technology, the application of intelligent control in policy processing has gradually received attention. The article explores the importance of intelligent control in the handling of infrastructure project policies, analyzes the main problems currently existing, and proposes innovative control paths and optimization strategies to improve the efficiency and implementation of infrastructure project policies.
Keywords: infrastructure engineering; intelligent management and control; policy processing; promotion of information technology; innovation path

引言

在我国经济持续增长的大背景下，基础设施建设作为推动经济发展的重要支撑，其规模不断扩大。然而，项目规模的增大与复杂性的提升，使得传统管理模式面临严峻挑战。基建项目涉及大量资金与资源的调配，协调多个利益方的工作，传统的手工管理模式逐渐暴露出效率低下与协作困难等问题。智慧管控借助大数据、人工智能及物联网技术的优势，通过技术的整合，智慧管控能够高效处理和分析工程数据，提升决策的科学性与准确性。尤其在跨部门协作、风险控制及政策执行方面，智慧管控展示了其巨大的潜力。

1 基建工程政策处理智慧化管控的意义

1.1 提高政策处理效率

通过运用智能化工具和数据整合手段，智慧化管控能够显著缩短政策处理的时间并提高其执行效率。在传统的政策管理流程中，大量工作依赖人工审核，费时费力，且人为失误的风险较高。借助智慧化管控平台，数据能够被实时采集、分析、处理，减少了人为介入环节，提升了数据准确性和一致性。对于管理人员而言，可视化功能使得政策执行进展更加直观，能随时掌握执行状态并作出及时决策，确保政策的快速落实和执行。

1.2 减少管理成本

智慧化管控通过信息技术优化了资源配置，能够大幅降低基建工程政策处理的管理成本。传统的管理模式需要大量人力、财力投入，往往造成资源重复使用、效率低下。智慧化系统则基于智能算法与数据分析，对政策执行需求进行预估，灵活分配资源，减少不必要的开支和无效劳动。自动化工具的广泛应用不仅有效降低了人力操作中的失误率，还减少了因人为疏忽而带来的补救成本。此外，智慧系统自带的实时反馈与自动更新功能能够防止额外管理费用的产生，使得项目的政策管理费用实现合理控制。

1.3 加快信息化建设

在智慧化管控的推动下，基建工程政策处理的各个环节中都融入了信息化手段，逐步实现了全面的数字化管理。通过集中存储与云端共享，政策执行中的数据和信息得以实现统一化管理和高效共享，避免了“信息孤岛”的出现。各管理部门能够迅速获得最新数据，确保政策执行过程中的信息传递高效、透明。智慧化系统的自动提醒和数据备份功能也极大地保障了数据的安全性和稳定性，从而提升了政策执行的可靠性。全面的信息化进程不仅为政策管理提供了精准的数据支持，还为决策过程提供了科学依据，使基建工程政策处理更加科学合理。

1.4 增强政策执行效果

智慧化管控在政策执行中的作用还体现在提升透明度和时效性方面，显著保障了政策实施效果。在传统管理模式中，信息传递常常存在滞后现象，政策执行的各环节

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

难以实时监控，导致实施过程中易出现偏差[1]。而智慧化系统的实时监控功能使政策执行的全过程得以准确记录，管理者可以全面掌握执行动态，通过智能分析技术，政策执行中的数据变化能够及时反馈，确保政策在实际执行中得以精准落实。

2 基建工程政策处理智慧化管控存在的问题

2.1 职责分工不明确

在智慧化管控的实施过程中，部门间的职责界限常常不够明确，导致责任无法落实到位。由于职能划分模糊，责任常常得不到有效履行，进而出现任务执行滞后的现象。部门间的工作协作难以高效展开，时常因为职责不清而发生重叠和推诿。明确的职能划分未能实现，导致了问题追踪的困难，影响了智慧化管控系统整体效率的提高。任务与责任的划分不清晰，直接削弱了政策处理的效率与效果。

2.2 业务场景管控滞后

智慧化管控系统的效率应依赖于实时数据的更新与快速响应业务场景的能力，但部分系统未能及时更新数据，导致了对业务场景的管控滞后。政策执行需要迅速应对不断变化的外部条件与实际需求，而现有的管控系统却未能在这一点上提供足够的支持，导致决策过程的延迟。数据更新缓慢及响应滞后的现象，使得政策处理的时效性遭到制约，影响了智慧化管控系统的灵活性与应变能力。

2.3 专业协同度不高

智慧化管控要求各相关部门紧密合作，但目前缺乏有效的跨专业协作机制，部门间的协同效率低下，导致信息流通不畅，资源利用率低。政策执行通常需要多个专业领域的共同支持，但由于没有有效的协作平台，部门间的配合难以顺畅进行，信息共享受到制约。没有跨部门协作的有效机制，资源浪费和执行效率低下的问题不可避免。这种协同机制的缺失，直接影响了政策执行的综合效能。

2.4 管理标准缺乏统一性

基建工程政策处理过程中，管理标准的不统一直接影响了智慧化管控的规范性与执行效率。由于不同部门采用各自独立的操作标准与流程，执行中常常出现不一致的情况。管理标准的缺乏统一性，导致政策执行过程中缺乏必要的稳定性与一致性，进而影响了整体的管理效率。统一的标准尚未建立，造成了执行过程中的混乱与不确定性，削弱了智慧化管控系统的效能及其在实际操作中的可行性。

3 基建工程政策处理智慧化管控创新路径

3.1 基建工程的政策的处理工作

3.1.1 职责分工机制的建立

在基建工程的政策处理过程中，至关重要的是明确的职责分配。通过设立职责分工机制，可以确保每项任务的有序推进，避免职责重叠或推诿的现象。职责的合理分配应依据组织结构、任务需求及政策内容进行，确保每个环节都能够得到顺利实施。各部门应在划定的责任范围内执行相关任务，确保信息的及时反馈，增强跨部门的协作。例如，政策框架由规划部门负责制定，预算支持由财务部门提供，施工部门则依照政策执行，而监管部门则负责评估政策的执行效果。责任的明确划分能够避免因责任不清而导致的延误或误解，从而确保政策执行的高效推进。

3.1.2 跟踪闭环机制的建立

政策执行的效果不仅仅依赖于标准的遵循，还需要配套的跟踪与反馈机制。跟踪闭环机制的建立，能够确保政策在执行过程中得到持续的监控，及时发现问题并做出调整，从而避免问题的扩大。关键在于数据反馈的实时性与决策者的快速反应[2]。在基建工程中，实时数据采集与分析至关重要，能够帮助决策者准确掌握政策执行的进展与变化。通过完善的跟踪闭环机制，政策执行过程中的每个环节都能得到全面的记录与追踪，从而确保政策在执行中的连贯性与有效性。随着现代信息技术的发展，数据反馈的速度与准确性得到了显著提升，进一步加强了跟踪闭环机制的执行力。

3.1.3 质量监督机制的建立

要确保政策执行的质量，质量监督机制的建立显得尤为重要。每一环节必须经过严格的监督，确保其符合既定的标准与规范，从而实现政策执行效果的预期目标。在质量监督机制的建立过程中，监督对象与内容的明确至关重要，同时相关流程也应清晰定义。依靠信息化手段，对监督活动进行实时记录与反馈，是确保政策执行质量的关键。通过智能化技术手段，能够在执行过程中实时监控每一个环节，确保所有操作都严格按照质量标准进行。通过这种方式，任何发现的问题都能够及时整改，避免隐患与风险的累积。质量监督机制还应当通过定期评估与反馈，为决策者提供实时的执行效果报告，进一步支持政策的调整与优化。

3.2 建设数字平台：业务场景的智慧管控

3.2.1 政策制度梳理与测算规则建立

实现智慧管控的第一步是对现有政策制度进行全面梳理。通过系统化的政策整理，能够明确各项政策的适用范围、执行标准与具体操作流程，为政策执行提供坚实的理论基础。政策制度的梳理不仅能够帮助相关部门清晰理解政策内容，通过将各项任务与指标量化，制定合理的测算规则，能够使政策执行更加标准化、科学化，从而减少不确定因素，提升政策执行的精确度与可控性。

3.2.2 补偿价格计算模型开发

基建工程中，补偿价格的计算涉及多个方面，如土地征用、资源分配与财务结算等环节。为了确保补偿计算的效率与准确性，开发精确的补偿价格计算模型是必不可少的。通过对历史数据的分析，并综合考虑影响因素，模型能够提供更加公正与透明的补偿方案。大数据分析与人工智能技术的引入，使得模型可以动态调节，确保补偿价格的合理性与公正性。精准的补偿计算模型不仅能够提高计

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

算效率，避免人为干预带来的不公现象，还能确保补偿过程的透明与规范化。

3.2.3 精益管理实施

精益管理的核心目标是通过优化资源配置、消除浪费来提升整体效率。在基建工程中，有限的资源如何高效利用成为智慧管控中的一项重要任务。通过精益管理，可以有效提升资源使用效率，避免资源浪费，进而提升工作效率。在项目规划阶段，精益管理能够帮助确定资源配置的最佳方案；在项目执行过程中，通过对各环节的实时监控，及时发现并解决问题，避免资源的浪费；项目完成后，通过数据分析与总结，能够评估资源使用的效果，为后续项目提供宝贵的经验和参考。精益管理实施后，基建项目的资源使用效率得到了最大化，整体管理效能也得到了提升。

3.3 优化管理机制：推进智慧管控专业协同

3.3.1 全过程业务管控及职责界面明确

项目管理的关键在于覆盖全过程的业务管控，以及明确职责分工，从而提升各部门之间的协同效率。项目执行的每一个阶段，相关工作的管理和监督必须无缝衔接，以确保每个环节得到有效控制。各部门将根据分工承担相应的任务，并保持高效的信息传递与数据共享。在实际操作中，规划部门提供政策框架，财务部门提供资金支持，施工部门执行任务，监管部门则进行后期的执行效果评估。

3.3.2 建立计划“双储备库”

为了提升政策处理的灵活性与预见性，长期计划库为项目提供战略框架，而短期计划库则应对突发事件或临时需求，确保项目在变化的环境中持续推进。通过“双储备库”体系，项目管理能够在面临政策变动或市场需求变化时，迅速响应，从而提高应对突发状况的能力。这一机制确保了项目在不同情况下保持灵活应变的能力，提升了执行效率，也保证了政策的稳定实施。

3.3.3 健全前期管理制度

没有充分的前期准备，项目的成功难以保证，尤其是在项目规划、可行性分析、政策执行的预判及风险管理方面。只有做好前期充分准备，项目的风险才能在实施阶段得到有效控制，确保每个环节的顺利推进。前期管理制度的建设要求决策支持体系的构建，并对潜在问题进行提前识别与应对，提前制定风险应对方案，团队能够在突发事件发生时，快速响应，保证项目按计划执行。

3.4 统一管理标准：智慧管控层级执行

3.4.1 平台架构统一

统一智慧管控平台的架构，数据能够在各部门之间共享，使得设计、施工、财务等部门能够即时访问实时数据，避免信息割裂或重复工作。统一的技术平台还确保了数据的可靠性，减少了人为错误，提升了数据处理的准确性，为项目管理中的决策提供了重要依据。

3.4.2 补偿标准和流程统一

在基建项目中，补偿问题涉及到多个利益相关方，统一的补偿标准能够避免因执行标准不同而引发的争议。规范化的补偿流程提高了工作效率，减少了人为干预，使得补偿过程更加透明与公正。补偿标准的统一，应根据项目的实际需求，同时参照现行政策进行调整。补偿流程的标准化要求从申请到支付的每个环节都严格遵循既定流程。通过这一机制，确保了补偿的公平性，提升了政策执行的透明度与公信力。

4 优化基建工程政策处理智慧化管控创新路径的策略

4.1 构建数据集成与共享平台

建立统一的数据集成平台，整合不同部门的资源，确保各类政策执行、资金使用、项目进度等信息的实时共享，从而为决策层提供更加准确、及时的数据支持。为了实现数据平台的长期稳定运行，不仅要注重数据管理制度的完善，还要确保技术平台的兼容性与开放性。这将使得不同部门之间可以无缝对接，信息流动更加顺畅，避免了信息孤岛的现象。平台的建设不仅是技术上的挑战，组织协调同样重要。各部门之间的紧密合作，确保平台根据实际需求进行定制与优化，是其成功运行的关键。

4.2 提升智能分析与预测能力

智能分析与预测技术的运用，引入大数据分析与人工智能技术，管理者能够实时对项目实施中的各类问题进行诊断与预测。智能分析系统能够对政策执行中可能出现的问题进行实时监控与反馈，帮助管理者在问题发展初期便能作出调整，避免潜在风险的发生[3]。通过数据驱动的预测模型，项目中的瓶颈、风险点等可以在实施前得到有效识别与预防。此外，智能分析系统能够根据实时数据自动调整策略，提升决策的准确性与灵活性，使得政策执行更加高效与可控。

4.3 完善监管机制

随着基建项目规模的日益庞大，监管的难度随之增加，因此，建立一个全面且精细化的监管体系显得尤为重要。完善的监管机制不仅需要严格的制度保障，还应依赖于先进的技术手段进行实时监督。监管机制需要贯穿项目的全过程，从政策制定、资金调配、施工进度到项目质量，每个环节都应接受严格监管。为此，实时监控系统的应用，能够极大提升监管的效率与透明度，使得政策执行在每个环节都能得到严格跟踪，确保每项任务都能够按时、按标准完成。

4.4 培养复合型人才与技术支持体系

基建工程的管理不仅要求具备传统专业知识的人员，还需跨领域的人才，尤其是具备信息技术、大数据分析以及人工智能技术的专业能力。为此，复合型人才的培养应从高等院校、职业培训机构等多个渠道入手，通过与学术

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

界、科研机构的合作，培养既懂工程管理又具备技术背景的跨领域人才。技术支持团队的作用至关重要，他们不仅需要具备解决技术问题的能力，还应能够及时更新与维护智慧管控系统，确保系统的稳定性与适应性。随着技术的不断发展，技术支持团队需要紧跟时代步伐，不断提升其系统优化与维护的能力。

5 结语

随着技术的不断进步与基础设施建设需求的日益多样化，构建数据集成平台、提升智能分析与预测能力、完善监管机制及培养复合型人才，智慧管控大幅提升了项目管理效率与透明度，降低了管理成本，确保了政策执行的规范性与持续性。传统的人工管理方式，已逐步被数据驱动的智能决策所取代，推动项目管理向精细化、动态化发展。尽管智慧管控在数据安全、技术平台建设及跨部门协作等方面仍面临一些挑战，但随着技术的日渐成熟与管理模式的不断革新，智慧管控在基建领域的应用将持续深化。未来，智慧管控将更大程度地提升项目管理效率，确保资源的合理利用，为我国基础设施建设提供更加坚实的保障。

[参考文献]

[1]李瑞林.基建工程竣工结算影响因素与应对措施研究[J].中国总会计师,2022(8):144-146.
[2]蔡岩龙.加强乡村基础设施建设工程市域统筹的建议与措施[J].住宅与房地产,2023(18):38-41.
[3]邵云飞.新时代背景下基建工程档案验收过程中的问题及优化路径[J].四川劳动保障,2023(6):111-112.

作者简介：李诗霖（1997.8—），毕业院校：郑州大学，所学专业：人力资源管理，当前就职单位：德州市妇幼保健院，职务：科员，职称级别：无。

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

建筑工程造价的影响因素及控制策略

黄秀娟
广西英华国际职业学院，广西 南宁 530000

[摘要]建筑工程造价受到多种因素的影响，涵盖了项目规模与复杂性、设计决策、施工技术应用以及后期管理等多个方面。随着全球建筑市场竞争的日益加剧，各国对工程质量、成本控制和工期的要求不断提高。与此同时，传统的造价管理方式面临着效率低下、信息滞后及决策不及时等问题，这促使技术创新与管理优化成为提升造价控制水平的迫切需求，数字化技术的引入已成为提高造价控制效率的关键。作为建筑领域的重要创新工具，BIM 技术通过三维建模和信息集成等功能，使项目管理者能够更精确地预测造价，优化设计方案并减少资源浪费；而成本管理信息系统的建立，则使项目成本的跟踪、分析与调整更加及时、透明。因此，探讨建筑工程造价控制的策略与实施路径，尤其是如何将新兴技术与方法结合，以提升成本控制的精确性与可操作性具有重要的理论意义与实践价值。

[关键词]建筑工程造价；影响因素；控制策略
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14447　　中图分类号：TU723　　文献标识码：A

The Influencing Factors and Control Strategies of Construction Project Cost

HUANG Xiujuan
Guangxi Talent International College, Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: The cost of construction projects is influenced by various factors, including project scale and complexity, design decisions, construction technology applications, and post management. With the increasing competition in the global construction market, countries have constantly raised their requirements for engineering quality, cost control, and project duration. At the same time, traditional cost management methods face problems such as low efficiency, information lag, and untimely decision-making, which have made technological innovation and management optimization an urgent need to improve the level of cost control. The introduction of digital technology has become the key to improving cost control efficiency. As an important innovative tool in the field of architecture, BIM technology enables project managers to more accurately predict costs, optimize design schemes, and reduce resource waste through functions such as 3D modeling and information integration; The establishment of a cost management information system makes the tracking, analysis, and adjustment of project costs more timely and transparent. Therefore, exploring strategies and implementation paths for cost control in construction projects, especially how to combine emerging technologies and methods to improve the accuracy and operability of cost control, has important theoretical significance and practical value.

Keywords: construction project cost; influencing factors; control strategy

引言

建筑工程造价控制在现代项目中至关重要。随着行业发展与市场竞争加剧，如何在保证质量与安全的前提下有效控制成本，已成为施工企业和项目管理者的核心课题，合理的造价控制直接影响企业效益、项目可持续性及行业竞争力。随着技术创新与信息化应用的推进，造价管理正向精细化、数字化发展。BIM 技术与全生命周期管理为成本控制提供新机遇，也提出了更高的管理要求。在复杂施工环境中，如何精确控制成本并应对设计变更、施工难度及材料采购等挑战，已成为建筑工程管理亟待解决的课题。

1 建筑工程造价的影响因素

1.1 目规模与复杂性

建筑工程的规模与复杂性对造价的影响不可忽视。较大规模的项目通常涉及更广泛的土地使用、更大量的资源需求、更长的工期以及更大规模的人员配置，这些因素直接导致各个环节成本的上升。例如，超高层建筑或大型基础设施工程，不仅需要大量原材料、设备与施工人员，而且施工过程中复杂的协调工作，也显著增加了预算风险。项目的复杂性，诸如独特的设计要求或采用先进施工技术，进一步推动了造价的上升，在这类复杂项目中除了对设计和施工方案提出更高的精度要求外，解决高难度的技术问题也成为必然，施工管理的要求也随之更加严格，时间与资金的投入也相应增加。特定环境或技术要求的工程，例如地下建设或在高难度地质条件下的施工，通常需要使用特种设备或独特工艺，这无疑会推高整体造价。因此，项目启动阶段，项目规模与复杂性必须经过全面评估，同时要为可能出现的变化预留充足的预算空间，以确保项目能够顺利推进。

1.2 设计变更与工程量增减

设计变更与工程量增减是建筑项目中常见的现象，且通常是导致造价波动的关键因素。由多种因素引起的设计

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

变更，包括业主需求变化、技术难题出现或施工中发现潜在问题，常常需要对原设计进行修改，进而影响到材料采购、施工方法与工期最终导致成本上升。类似的工程量增减也是造价波动的一个重要原因，在施工过程中，若实际工程量超出初步估算，所需的额外资源与劳动力将不可避免地增加成本；相反，虽然工程量减少有时能节省一部分费用，但也可能引发合同支付调整，或需要进行其他管理上的变动。为了有效控制建筑工程的造价，合理的设计管理与变更控制显得尤为重要，通过对工程量变化的及时监控与管理，项目能够在预算范围内顺利推进，确保各项支出得到有效控制。

1.3 材料与人工成本

材料与人工成本是建筑工程中最基础且直接影响造价的关键因素。建筑材料的价格，尤其是钢材、水泥、混凝土等核心材料，常常受到市场供需、运输费用及政策变化等多重因素的制约。当材料价格上涨时，工程总成本随之增加；而若价格下跌，则可能带来一定的节约空间。建筑行业普遍面临人工成本的不断上涨，尤其在劳动力短缺或工作强度较大的项目中，工人工资的增加将显著推动项目总造价的上升。同时，劳动力市场的波动、政策调整及技能水平差异，也会对施工效率产生影响，进而影响整体成本。为了有效控制材料与人工成本，项目管理者需时刻关注市场变化，并合理安排采购及施工进度。同时，通过优化施工工艺、提高工作效率等措施，能够有效减少不必要的资源浪费，从而降低成本风险。在实际操作中，精细化的材料采购与人工管理策略能够帮助有效控制项目预算，确保工程按计划顺利推进。

1.4 施工工艺与技术水平

施工工艺与技术水平对建筑工程的成本与造价有着直接的影响。采用高效且先进的施工工艺，不仅能提升施工速度缩短工期，还能有效减少材料浪费及人工成本从而优化整体预算。模块化建筑或预制构件技术能够将大部分加工工作在工厂完成，从而减少现场施工的复杂度与工时，显著节约资源。与此同时，技术水平的提升能够增强施工精度，减少因工艺问题导致的返工或质量缺陷，从而避免额外费用的发生。对于一些高技术要求的工程项目，如智能建筑或绿色建筑尽管初期投入较大，但从长期来看节能降耗与提升使用效率将大大降低后期的运维成本，带来可观的经济回报。因此，合理选择符合项目需求的施工工艺与技术，确保施工团队具备相关技术能力，是有效控制项目造价与提升工程质量的关键所在。

1.5 施工管理与组织效率

施工管理与组织效率对工程造价的影响深远且直接。高效的施工管理能够确保项目按照计划顺利推进，控制成本，避免工期延误；而管理不善则可能导致预算超支与进度延误。项目组织结构的优化、职责分配的明确以及严格的进度管理，是提升施工效率的关键所在，通过精确的规划与调度资源配置得以优化，从而减少无效的停工与等待时间，进而降低人工与设备的成本。施工现场的管理质量、工人培训水平以及现场协调能力，均对整体效率产生重要影响。组织有序的施工团队能够迅速应对突发问题，减少浪费与返工现象，确保工程按照预定目标推进。通过建立科学的施工管理体系提升组织的响应能力，不仅能够确保工程质量还能最大限度地控制造价，提升项目的综合效益。

2 建筑工程造价的控制策略

2.1 设计阶段的成本控制

设计阶段的成本控制是建筑工程造价管理的起点，对项目预算及实施效果具有深远的影响。在这一阶段，设计方案的合理性与成本预测的准确性至关重要。设计团队应根据业主需求及项目实际情况优化设计方案，避免不必要的奢华与过度设计，从源头上尽可能控制成本。设计变更的频繁发生，往往是预算超支的主要原因。因此，在初期阶段，应尽力避免后期大规模的设计调整，确保设计方案在最早期得到充分确认与稳定，从而减少后续修改的可能性。在选择材料与施工工艺时，应根据市场行情与施工难度，优选性价比高的材料与工艺，避免设计不合理引发的材料浪费或技术难度过高，从而增加不必要的支出。通过细致的前期设计与合理的方案选择，项目整体造价的控制得以为后续阶段奠定坚实的基础。

2.2 采购与招投标阶段的成本控制

采购与招投标阶段在建筑工程造价控制中占据着核心地位，直接影响项目资金的使用效率。关键在于通过科学且透明的招投标流程，选择具备竞争力与资质的承包商与供应商，从而确保工程材料及劳务的采购成本处于合理区间。招标文件的编制应详尽准确，明确工程范围、质量标准、工期安排及支付条款，以防止因合同内容不清晰而导致后期争议及额外费用。在采购过程中，市场调研与采购计划的合理性至关重要，它能够有效规避材料价格波动所带来的不确定性风险，通过集中采购或长期合作的方式，在保证质量的前提下成本得以有效控制。同时，采购管理应严格把控材料的质量与数量，避免因过度采购或材料不合格而造成浪费与返工。

2.3 施工阶段的成本控制

施工阶段的成本控制在整个项目管理中至关重要，直接影响预算的有效执行。有效的进度管理是成本控制的基础，通过精确编制进度计划，合理调配资源，施工中断或停工等待可以被有效避免，从而减少不必要的人工和设备费用。强化物料管理也是成本控制的关键，高效的材料采购与存储系统的建立，不仅确保了材料的合理使用，还能避免因管理不当所造成的浪费与超支。施工质量管理同样对成本控制起着重要作用，质量问题通常导致返工或修复，从而增加额外费用。施工标准与工艺的严格遵循，不仅有助于确保施工质量，也能减少因质量缺陷引发的额外支出。

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

此外，施工过程中，团队内部及各方之间的沟通与协调至关重要，管理层需与各相关方保持紧密联系，及时解决施工中遇到的问题，避免因沟通不畅或协调不足而导致的工期延误或额外费用支出。

2.4 工程变更与预算调整的管理

工程变更与预算调整是建筑项目中常见的现象，如何有效地管理这些变更，直接影响造价控制的成效。变更的原因通常源于设计修改、业主需求的变化或施工条件的调整，这些变更往往伴随额外的费用[1]。因此，及时且准确地评估每项变更对预算的影响至关重要。在管理过程中，变更申请必须经过严格审批，确保其合理性与必要性。对于每一项变更项目团队需迅速进行成本分析，明确变更涉及的材料、人工、工期等相关费用，并与原预算进行对比确保预算及时调整。为了有效控制预算波动，所有变更应通过合同或书面形式确认，确保各方责任明确。同时，项目经理需要加强与设计团队、承包商及业主的沟通，尽量减少频繁变更对造价的影响。对于那些不可避免的变更，合理安排后续施工流程与资源调配，以确保在预算调整后，工程能够顺利进行，并且不影响整体进度与质量。

2.5 完工阶段的成本审核与结算

完工阶段的成本审核与结算在建筑项目管理中占据着至关重要的位置，直接关系到项目的最终造价及财务结算的准确性。在这一阶段，所有费用都必须经过详细审核，确保每一笔支出都符合合同条款及预算要求。项目团队应全面核查施工过程中的实际成本，包括材料、人工、设备及其他相关费用，确认是否存在超出预算或不合理的支出，针对项目变更、延期以及其他特殊情况，应根据合同规定进行结算，确保所有调整得到合理的补偿或扣除。在结算过程中，工程量的准确核实尤为重要，避免因数量误差引发争议。为了保障结算的公正性与透明度，建议邀请第三方审计机构进行独立审计，防止内部审核中可能出现的失误或潜在利益冲突。结算完成后，相关方应共同确认结果并及时进行资金支付，确保项目的顺利收尾。完工阶段的成本审核与结算不仅需要精确的财务管理，还要求各方保持紧密的沟通与协调确保结算无误，避免对项目整体成果产生不良影响。

3 建筑工程造价控制的实施路径

3.1 项目全生命周期造价管理

项目全生命周期的造价管理涵盖了从规划、设计到施工、运营及维护等各个阶段的全过程成本控制。通过对各个环节的精细化管理，不仅能够有效避免不必要的成本浪费，还能确保项目经济效益的最大化[2]。在规划与设计阶段，编制详细的预算与成本预测以及制定切实可行的控制措施，成为顺利实施后续阶段的基础。进入施工阶段后，实际支出的监控与跟踪变得尤为重要，项目团队应根据实际情况及时调整计划应对变更或突发情况，以防止预算超支。竣工后的运营与维护阶段同样需要关注成本管理，特别是长期的维护费用、能源消耗以及修缮开支等。通过全程监控与评估各个阶段的成本，并结合历史数据及项目的具体情况，决策者能够优化资源配置，降低运营成本，从而提升项目的长期盈利能力。同时，现代技术手段，如BIM技术与信息化管理系统，能够显著提高各阶段成本数据的透明度与实时性，确保成本管理贯穿整个项目周期，提升整体控制效果。

3.2 BIM技术在造价控制中的应用

BIM（建筑信息模型）技术在现代建筑项目管理中的应用，已成为造价控制的核心工具。借助BIM技术，建筑各个构件、材料、工艺及施工方案可在设计阶段进行数字化建模，从而实现全方位、全过程的可视化管理。这一精确的三维模型为项目团队提供了一个平台，能够提前预测并分析潜在的成本波动，有效避免预算超支[3]。例如，通过BIM，可以模拟施工流程，预见材料消耗、人工需求及其他资源的使用，从而优化施工方案减少浪费。在施工过程中，BIM技术的实时数据更新使项目管理人员能够及时掌握工程进度、成本变化等关键数据，确保项目按既定预算顺利推进。若设计变更或施工调整发生，BIM系统能迅速生成新的预算，并评估调整带来的成本变化，帮助管理层作出快速决策。随着BIM技术的广泛应用，项目成本的透明度显著提高，造价控制也变得更加精准与高效。此外，BIM技术还能够与其他信息化工具无缝集成，构建数字化的成本管理平台，进一步提升数据共享与沟通效率，通过这种整合项目团队可在不同阶段获得实时、精确的成本数据支持，从而有效控制项目的整体造价。

4 结语

建筑工程造价控制在项目管理中占据着至关重要的位置，直接影响着项目的经济效益。通过对项目规模、设计变更、材料成本等因素的深入分析，潜在的成本风险能够被识别，并采取相应的控制措施，确保项目在预算范围内顺利完成。精细化管理贯穿设计、施工等各个阶段，同时，现代工具如BIM技术、成本管理信息系统等有效支撑了成本控制的实施。随着技术的持续进步，建筑工程的造价控制将变得更加高效与精准，从而为行业的可持续发展提供强有力的支持。

[参考文献]

[1]沈明静.建筑工程造价影响因素及控制分析[J].居舍,2020(27):161-162.
[2]刘金容.建筑工程造价预算影响因素及控制策略[J].建筑与预算,2022(9):16-18.
[3]徐汉祥.影响建筑工程造价因素及控制策略[J].房地产世界,2022(3):110-112.

作者简介：黄秀娟（1988.2—），毕业院校：桂林理工大学，所学专业：工程造价，当前就职单位：广西英华国际职业学院，职务：采购主管。

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

新时期建筑工程质量安全监督管理的对策分析

扶 兵
溆浦县建设工程质量安全监督站，湖南 溆浦 419300

[摘要]在新时期背景下，建筑工程质量安全监督管理面临着多重挑战，包括施工过程中的技术复杂性、管理体系的不足以及人员素质的参差不齐。随着经济的快速发展和城市化进程的加快，建筑工程在社会经济中扮演着越来越重要的角色。然而，建筑工程质量和安全问题也日益突出，频繁发生的安全事故不仅威胁着施工人员的生命安全，也对社会的稳定和经济的发展造成了严重影响。因此，加强建筑工程质量安全监督管理，成为新时期推动建筑行业健康发展的重要任务。文章指出，通过策略的全面应用，不仅能提升建筑工程项目的安全性与品质，而且有助于促进建筑行业的持续发展。

[关键词]建筑工程；质量安全；监督管理；对策分析；现代化技术
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14462 中图分类号：TU714 文献标识码：A

Analysis of Countermeasures for Quality and Safety Supervision and Management of Construction Projects in the New Era

FU Bing
Xupu County Construction Project Quality and Safety Supervision Station, Xupu, Hu'nan, 419300, China

Abstract: In the context of the new era, the supervision and management of construction quality and safety are facing multiple challenges, including the technical complexity of the construction process, the inadequacy of the management system, and the uneven quality of personnel. With the rapid development of the economy and the acceleration of urbanization, construction projects are playing an increasingly important role in the social economy. However, the quality and safety issues of construction projects are becoming increasingly prominent. Frequent safety accidents not only threaten the safety of construction workers, but also have a serious impact on social stability and economic development. Therefore, strengthening the supervision and management of construction quality and safety has become an important task in promoting the healthy development of the construction industry in the new era. The article points out that through the comprehensive application of strategies, not only can the safety and quality of construction projects be improved, but it can also help promote the sustainable development of the construction industry.

Keywords: construction projects; quality and safety; supervision; countermeasures analysis; modern technology

引言

随着城市化进程的加快和建筑行业的迅速发展，建筑工程质量与安全问题逐渐成为社会关注的焦点。近年来，多起建筑领域的安全事故被曝光，这使得社会大众对工程品质提出了更高要求[1]。为此，迫切需要建立并完善一套质量与安全监管体系。在这一情境中因此，探讨新时期建筑工程质量安全监督管理的有效对策，不仅具有理论意义，还有着重要的实践价值。本文将围绕这一主题，深入分析现状及提出针对性的改进策略。

1 建筑工程质量安全监督管理的理论基础

建筑工程质量安全监督管理的理论基础主要围绕建筑工程质量与安全的相关概念及其相互关系展开。建筑工程质量指的是工程在设计、施工及使用过程中满足预定要求的程度，包括工程材料、结构安全、功能适用性等方面的综合体现。安全则是指建筑工程在施工及运营过程中，能够有效防范各种潜在风险，保障施工人员和使用者的生命财产安全。因此，质量与安全密切相关，质量问题往往直接影响到安全隐患的产生。

质量安全监督管理的理论框架涉及多个层面，包括制度建设、标准制定、监测评估及责任追究等。有效的监督管理体系需要建立在明确的法律法规基础上，确保各项标准的落实与执行。此外，管理者需具备科学的管理理念，采用系统化、全过程的管理方法，以强化对工程质量和安全的动态监控。同时，信息化技术的应用也为监督管理提供了新的手段，借助大数据和智能化工具，可以提高监管的效率和准确性，从而实现对建筑工程质量安全的全面控制。建筑工程质量安全监督管理的理论基础是一个复杂而系统的过程，涵盖了多个学科的知识与实践经验，旨在通过科学管理和有效监督，确保建筑工程的安全与质量。

2 建筑工程质量安全监督管理面临的主要问题

许多地区的质量安全监督机构设置不够合理，人员配置不足，导致监管能力和效率大幅下降。部分地方的监管者往往缺乏必要的专业知识与技能，无法有效执行质量安全监督任务，从而形成监管盲区。此外，现有的监管法律法规往往较为滞后，缺乏对新兴建筑技术与材料的有效指导，不能及时适应快速发展的建筑市场需求。

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

部分监管人员由于缺乏责任心、职业道德或外部压力，对工程质量安全的检查和执法往往流于形式，不能深入现场，发现和整改潜在问题。更有甚者，个别监管人员可能因利益驱动而放松监管，导致工程安全隐患被忽视或隐蔽，最终酿成严重后果。这种现象在一些地方的建筑工程中屡见不鲜，严重影响了工程的整体安全水平。在建筑工程项目中，施工单位、监理单位和业主之间的信息交流往往不够顺畅，缺乏有效的沟通机制，导致重要的质量安全信息未能及时传递。例如，当施工中出现质量问题时，施工单位未能迅速将信息反馈给监理单位和业主，导致问题的扩大和整改的延误。因此，建立完善的信息共享机制对于提高建筑工程质量安全管理水平至关重要。在许多建筑项目中，各方的责任界限往往模糊，导致在发生质量安全事故后，难以追究具体责任。这种情况不仅削弱了各方的责任感和警惕性，还使得事故后续处理变得复杂，影响了事故的有效调查和处理。因此，明确施工单位、监理单位和业主在质量安全管理中的各自责任，是提高监督管理效果的必要条件。

3 影响建筑工程质量安全的主要因素

影响建筑工程质量安全的主要因素可以归结为多个层面，包括管理体制、技术应用、施工人员素质、材料质量及外部环境等。管理体制的不健全是影响建筑工程质量安全的重要因素之一。在许多建筑项目中，往往存在监督管理职责不明确、缺乏有效的协调机制等问题，导致在施工过程中出现管理漏洞，无法及时发现和解决质量安全隐患。施工过程中采用的技术和工艺直接关系到工程的质量安全。在一些情况下，施工单位可能因为追求经济利益而选择低质量的施工技术或工艺，或者在工序上进行简化，导致安全隐患的增加。许多工程事故的发生与施工人员缺乏专业知识、操作不当密切相关。因此，对施工人员的培训和管理显得尤为重要[4]。

在建筑行业中，存在一些质量不达标的建筑材料，它们如果在建设过程中被使用，通常会导致无法满足预先设定的设计规范，进而负面影响整个在建项目的质量，诸如天气状况、地质变迁等外部条件，均会对工程的安全性与质量带来一定的影响。例如，雨季施工期间，土壤含水量上升可能会引起基础稳定性问题，极端情况下，这一变化可能触发坍塌事件，导致安全事故。在建筑工程领域，若监管力度不足，则可能对质量安全带来负面影响。在一些区域，监管在建筑行业的执行不充分，致使部分施工单位在建造活动中，或许忽视了安全标准与相关规则，从而减少了工程建设的安全保障。因此，对于建筑工程的质量安全而言，进行影响因素的全面分析及系统解决方案的提出，是至关重要的。管理架构的优化、技术手段的加强、建设者能力的提高、建材品质的保证及行业监督的加强，是有效提高建筑工程品质与安全性的关键因素。

4 新时期建筑工程质量安全监督管理的对策

4.1 加强法律法规的实施与执行

加强法律法规的实施与执行是提升建筑工程质量安全的重要举措。在当前建筑行业快速发展的背景下，法律法规作为行业规范和标准的基石，其有效实施与执行直接关系到工程的质量与安全。完善的法律法规体系为建筑工程的各个环节提供了明确的操作规范，包括设计、施工、验收和维护等环节。只有在法律框架内进行操作，才能确保施工过程中的各项标准得到遵循，从而减少安全隐患的发生。仅有法律法规的制定是不够的，关键在于其落实和执行。在很多情况下，尽管存在完善的法律法规，但由于监管不到位、执法力度不够，导致一些企业在施工过程中违规操作[5]。

许多施工人员对于相关法律法规的了解不足，缺乏必要的法律意识。通过安排专业培训课程和分发教育宣传资料，加深从业者对法律与安全的认识，让他们深刻理解遵守法律条款的必要性，从而从根源上降低由于缺乏认识或疏忽大意所引发的安全风险。构建完善的法律责任体系，在执行与实施过程中具有不可替代的重要性。针对违反法律的规定的行为，必须执行法律所规定的责任追究，施以严格的处罚措施。通过实施具有震慑力的措施，能够有效地阻止非法活动，从而引导施工企业主动遵循相关法律法规，确保建设项目的品质和安全，推动建筑行业内部自我规范的积极性。倡导企业内部确立质量与安全监管体系，打造企业内在约束与外部监督相融合的积极态势。

建筑领域的持续进步带来了层出不穷的技术革新和施工手段，这些创新行为对现行法律规范构成了显著挑战。为适应不断变化的市场情势及技术革新，相关部门需对现行法律规范进行适时的修订与升级，进而使行业现状及其发展需求保持一致。该动态调整机制对于提升法律规范的实施效果及对特定行业的导航功能均具有显著影响。在建筑工程领域，质量与安全标准的提高，依赖于法律规范的严格执行和贯彻，从业人员法律意识的增强及安全意识的提升，可通过实施严格的监督治理、普及法律知识及构建责任明确的法律体系来实现[6]。

4.2 提升监督管理人员的专业素质

提升监督管理人员的专业素质是确保建筑工程质量安全的重要基础，直接关系到监督管理工作的有效性和工程项目的整体安全水平。随着建筑行业的迅速发展和技术的不断进步，监督管理人员面临着日益复杂的工作环境和多元化的技术要求，这就迫切需要其具备更高的专业素质和综合能力。建筑工程的质量安全监督涉及设计、施工、验收等多个环节，每个环节都有其独特的技术标准和管理要求。因此，监督管理人员必须定期参加专业培训，了解最新的建筑法规、行业标准及技术发展动态。

在具体职业活动中，掌握理论知识的应用技巧至关重要，这关乎于问题处理的灵活性与效率，因此，积累实际

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

操作经验是专业能力提升的关键环节。在建筑行业中，企业应当倡导监管人员深入各个项目的具体操作环节，透过直接的现场勘查、协同的质量审核以及后续的整改跟进，从而让监管团队能够累积宝贵的实操经验。通过模拟实战和案例深度剖析，锻炼其在面对突发工程质量问题时的快速响应与有效应对技巧，监督管理人员需要具备良好的沟通和协调能力。在进行一项工程项目时，常涉及多方利益相关者，如业主、设计机构及施工单位等，此时，监管人员需在各方之间促成有效沟通与调和，以保障信息传达的准确性及各项任务的顺利进行[7]。

监督管理人员的专业素质提升，离不开对其职业道德和职业行为规范的系统培育。在职的监督管理人员需依循国家法律法规，保持公正客观的态度，对产品或服务的质量实施检查与监管工作，企业需对监督人员明确职业责任与伦理要求，强化道德教育，以引导他们树立正确的价值观和职业操守。培育自律意识，此外，在监督管理过程中应确保不受外界干扰，以维护工程质量和安全。专业监督管理人员的素质提升，随着科技的快速进步，获得了新的培养途径，监督管理人员借助现代信息技术、数据分析工具和智能化管理平台，可实现对现场的高效管理以及质量监控。企业应当促进监督人员对先进技术的掌握与学习，利用这些技术进步来提高工作效率及质量控制水平，确保监督人员能够在当前环境下更有效地执行其职责[8]。

4.3 完善质量管理体系与流程

在建筑领域，为了确保质量，一套质量管理体系应融合国际与国内的相应标准，同时兼顾本行业的独特性，从而制定出既实际又可行的质量管理规章。针对项目从构思到完成的各个阶段，明确设定质量规范，涉及创意设计、建设实施至最终验收，每个阶段均需制订具体的质量准则及监管办法，制定一套全面的质量管理手册，旨在明确各层级管理人员的职责与权限，确保质量管理工作得以有序进行。为了适应行业发展的变化，必须定期对管理体系进行评审，并在必要时进行改进，以此来保持管理系统的现代化和实用性。

针对项目管理的全过程，科学合理地制定和实施质量控制步骤是必不可少的。在项目开展初期，需开展全面的质量风险甄别，挖掘可能存在的质量问题，并据此拟定针对性的控制方案。在建筑施工的各个阶段，进行连贯的质量检验监管，以保证各部分质量达到既定规范，必须构建一套严谨的质量监控体系，包含周期性的现场勘查、原料测试以及工艺技术的评定。在识别出问题时，需立即实施改正方案，以阻止问题扩散及其后果的加剧。在信息化快速发展的背景下，利用现代科技手段，对质量管理体系进行完善，显得尤为重要。建筑公司运用信息技术构建的管理平台，能够对施工质量实行即时跟踪，并对所收集的数据进行深入分析，这为管理层的决策制定提供了坚实的数据支持。在设计初期，通过建筑信息模型技术进行模拟，有助于提前揭示设计中的潜在问题。此技术亦能在施工期间进行即时更新与调整，为施工决策提供数据支撑。

为了提升员工在日常工作中对质量管理的自我约束，企业需对员工进行系统性质量意识教育，进而深化对质量控制流程的尊重和遵循。组织质量管理知识培训和案例分享，可以提高全员的质量管理素养，合理制定激励制度，对质量控制中表现卓越的职员施以奖赏。借此鼓励全员积极参与到质量监管事务中，企业需周期性地对质量管理体系执行深度审查与全面评估，以便及时识别潜在缺陷，并针对这些不足进行必要的调整以实现系统的优化[9]。

5 结束语

综上所述，提升新时期建筑工程质量安全监督管理水平需要从多个方面入手。通过加强法规执行、提升专业素质、完善管理体系、引入现代技术等对策的实施，可以有效提升建筑工程的质量与安全保障，确保工程建设的顺利进行。

[参考文献]

[1]甘辉.加强建筑工程质量安全监督管理的途径探究[J].低碳世界,2023,13(6):121-123.
[2]蒋荣辉.新时期建筑工程质量安全监督管理对策研究[J].房地产世界,2023(2):124-126.
[3]姚通,彭胜利,邢昊,等.试论新时期加强建筑工程安全监督管理的策略[J].中国建筑装饰装修,2022(9):147-149.
[4]张力.新时期建筑工程质量监督的创新管理措施分析[J].大众标准化,2022(2):32-33.
[5]姚利平.新时期加强建筑工程安全监督管理的对策探析[J].中国建筑装饰装修,2021(12):126-127.
[6]徐磊,雍利敏,孙丹.新时期建筑工程质量安全监督管理的对策分析[J].建筑与预算,2021(1):35-37.
[7]孟宪峰.新时期建筑工程质量安全监督管理的对策探讨[J].居业,2020(4):161-163.
[8]齐红甲.新时期建筑工程施工安全监督与管理探究[J].城市建设理论研究(电子版),2020(7):48.
[9]朱传金.新时期建筑工程质量监督的创新管理措施分析[J].工程与建设,2020,34(1):173-174.
作者简介：扶兵（1977.5—），男，汉族，大专学历，就职于溆浦县建设工程质量安全监督站，目前从事建设工程质量安全监督方向工作。

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

建筑工程造价全过程控制的关键技术与实践研究

张文月
中国三安建设集团有限公司，天津 300000

[摘要]建筑工程造价全过程控制是确保项目经济效益和质量的重要手段。通过对施工前期、施工过程以及竣工后的造价管理进行系统分析，研究了成本预测、预算编制、施工过程中的成本控制及竣工结算管理等关键环节。结合现代信息化技术与BIM技术的应用，提出了合理的造价控制策略，强调了全生命周期的综合管理方法。此外，分析了施工阶段的资源优化配置与风险管理在造价控制中的作用，旨在提升工程项目的成本效益与可持续发展能力。

[关键词]全过程控制；成本管理；预算编制；BIM技术；风险管理
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14414　　中图分类号：U41　　文献标识码：A

Key Technologies and Practical Research on the Whole Process Control of Construction Project Cost

ZHANG Wenyue
China SANAN Construction Corporation, Tianjin, 300000, China

Abstract: The whole process control of construction project cost is an important means to ensure the economic benefits and quality of the project. Through systematic analysis of cost management in the early stage, construction process, and after completion, key aspects such as cost forecasting, budget preparation, cost control during the construction process, and completion settlement management were studied. By combining modern information technology with BIM technology, a reasonable cost control strategy has been proposed, emphasizing a comprehensive management approach throughout the entire lifecycle. In addition, the role of resource optimization and risk management in cost control during the construction phase was analyzed, aiming to enhance the cost-effectiveness and sustainable development capability of engineering projects.

Keywords: whole process control; cost management; budget preparation; BIM technology; risk management

引言

建筑工程造价控制贯穿项目的始终，从前期预算到施工过程，再到竣工结算，每一环节的精确管理都直接影响项目的经济效益。随着工程项目规模的不断扩大和复杂度的提高，传统的造价管理方式已难以满足现代建筑工程的需求。因此，探索更为科学高效的全过程控制技术，尤其是信息化手段和BIM技术的运用，成为提升建筑工程造价管理水平的关键。这不仅有助于降低成本、优化资源配置，还能有效规避潜在的财务风险，为建筑行业的可持续发展奠定基础。

1 建筑工程造价全过程控制的概念与意义

建筑工程造价全过程控制是指在建筑工程的各个阶段，从项目策划、设计、施工到竣工交付的全过程中，采取一系列科学合理的管理措施，对工程造价进行动态监控和调整，以确保项目在预算范围内完成，并最大程度地提高经济效益和质量水平。全过程控制不仅仅局限于施工阶段的成本管理，更包括项目的前期预算编制、设计阶段的成本分析、施工过程中的成本监控及竣工后的结算审查等各个环节。

随着建筑行业的不断发展，工程项目的规模逐渐增大，复杂性也日益提高，传统的造价控制方法已经难以应对当前的管理需求。传统方式通常侧重于单一环节的管理，往往忽视了对项目全生命周期的综合控制，导致了成本超支、资源浪费等问题。因此，全过程造价控制的重要性愈发突出，它能够通过提前识别潜在的风险，优化资源配置，提升项目的整体经济效益。

前期阶段的造价控制至关重要。准确的预算编制和合理的成本预测是项目成功的基础。通过详细的预算编制，可以为项目提供科学的成本估算，并为后续的资金投入和资源配置提供依据。同时，前期的成本预测能够帮助项目管理者识别可能的风险和不确定性因素，为后续的调整和控制提供充分的准备。

施工阶段是造价控制的核心环节。在施工过程中，必须加强对施工材料、人工、设备等各项费用的实时监控，及时调整施工计划，防止因施工进度滞后、资源配置不当等问题导致的成本上升。此时，合理的资源调度和精细化管理能有效避免浪费，确保施工成本在预定范围内。

现代信息技术尤其是BIM技术的引入，为全过程造价控制提供了有力支持。BIM技术可以在项目的设计和施工阶段提供数字化模型，实现对工程项目的可视化管理，提前发现潜在的设计缺陷或施工问题，从而有效避免后期返工或修改带来的成本增加。同时，BIM技术还可以帮助工

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

程管理人员更精准地进行成本预测与控制，使得造价管理更具科学性和准确性。

2 前期阶段造价控制：预算编制与成本预测

前期阶段的造价控制是建筑工程造价全过程控制的关键一环，预算编制和成本预测在这一阶段扮演着至关重要的角色。预算编制是项目开始前对工程造价进行系统估算的过程，而成本预测则是对可能影响项目费用的各项因素进行前瞻性分析。这一阶段的准确性直接影响到后期各环节的成本控制，能够为项目管理提供科学依据，确保工程项目在资金投入、资源配置等方面的合理性和高效性。

预算编制是前期造价控制的基础，它依据设计图纸、施工方案及市场调研等信息，对工程的各项费用进行详细的估算。预算编制时，首先需要明确项目的规模、结构、工艺要求以及施工方法等，确定项目的基本框架和投入的资源。然后，针对每个工程环节，进行详细的费用分配，包括人工费、材料费、设备使用费、管理费等。这一过程中，不仅要结合市场行情，考虑到材料和人工成本的波动，还要预见到潜在的不可控因素，如天气条件、材料涨价等可能对预算造成影响。

成本预测是预算编制的延续，它通过对项目未来执行过程中可能发生的成本变动进行预测，为项目管理提供前瞻性的信息。成本预测考虑的因素包括工程所在地区的经济变化、政策调整、原材料价格波动以及工程进度等。通过历史数据分析和市场趋势预测，能够对项目整体成本走势进行科学推测，并对潜在的风险进行预警。成本预测帮助项目管理团队提前识别可能的风险，避免项目进展中的意外成本超支。

在预算编制和成本预测的过程中，信息化技术，尤其是 BIM 技术的引入，能显著提高工作效率和精度。BIM 技术通过数字化模型为设计、施工和造价管理提供了可视化平台，帮助项目团队更好地理解工程结构与成本之间的关系，优化预算编制过程。

3 施工阶段的成本管理与优化策略

施工阶段是建筑工程造价全过程控制中的核心环节，对项目的成本管理与优化至关重要。在这一阶段，施工管理团队需要加强对各类资源的有效配置和使用，优化工序安排，控制项目进度，确保成本在预算范围内进行有效控制。合理的成本管理不仅可以降低工程造价，还能提高资源的利用率，防止浪费和超支，从而提升项目的整体效益。

施工阶段的成本管理应注重对施工资源的精细化管理。资源包括人工、材料、设备等，在施工过程中，任何一个环节的浪费都会直接影响到项目的总体成本。为了提高资源利用率，施工管理者需要对资源的使用进行实时监控和动态调整。例如，人工成本的控制可以通过合理的人员调度与优化工序来实现，避免因人员过多或过少导致的效率低下或滞工现象。材料管理则需要确保采购、运输、储存等环节的高效与精准，避免因材料积压或损耗导致不必要的额外支出。同时，施工设备的使用应尽量做到合理调配，确保设备的高效运行，避免闲置和高负荷运行导致的维护费用增加。

施工进度与成本之间存在密切联系，合理的施工进度安排能够有效控制成本。施工进度滞后会导致工期延误，从而增加人工、设备和材料等各项费用，甚至可能影响工程的质量和安全。因此，制定详细的施工计划，并根据实际情况进行调整，确保项目按时完成是成本管理的重要部分。通过项目进度管理软件或 BIM 技术的应用，施工管理团队能够实时跟踪项目的进展，提前发现进度滞后的问题并采取应对措施，避免成本的不可控增加。

施工阶段的风险管理是成本控制的关键。由于施工环境复杂，可能会遇到各种不可预见的风险因素，如自然灾害、工人罢工、原材料价格波动等。这些因素不仅会影响项目的进度，还可能带来较大的额外费用。因此，施工阶段的成本管理需要结合风险管理措施，对可能的风险进行预测和评估，制定相应的应对策略。例如，可以通过与供应商签订固定价格合同来减少材料价格波动带来的影响，或者为项目设置一定的应急预算，用于应对突发事件的支出。

信息化技术，尤其是 BIM 技术的应用，在施工阶段的成本管理中也起到了重要作用。通过 BIM 技术，施工方可以通过三维模型实时监控项目进度、成本及资源的使用情况，及时调整施工方案，减少不必要的成本支出。BIM 技术的可视化管理帮助团队在实际施工过程中发现潜在的设计问题或施工冲突，从而有效避免因后期调整或返工带来的额外费用。

4 BIM 技术在建筑工程造价控制中的应用

BIM（建筑信息模型）技术在建筑工程造价控制中的应用，为现代工程项目提供了全新的管理方式。通过数字化和可视化的手段，BIM 技术能够帮助项目管理团队实现精确的造价控制，优化设计与施工过程中的各项资源使用，提高工程项目的成本效益。在建筑工程造价控制中，BIM 技术的应用主要体现在预算编制、成本预测、施工过程中的成本监控，以及竣工后的结算等方面。

在预算编制阶段，BIM 技术为造价人员提供了更加精准的计算工具。通过将建筑工程的三维模型与相关数据集成，BIM 技术能够准确反映项目的结构、材料、设备等方面的详细信息。基于这些信息，预算人员可以直接从 BIM 模型中提取所需的工程量数据，减少人工估算的误差，从而提高预算编制的准确性和效率。此外，BIM 技术还能够实时更新项目的设计变更，使预算可以及时调整，避免由于设计变更引起的成本偏差。

BIM 技术在成本预测方面的应用也极大增强了前瞻性管理能力。成本预测不仅仅依赖于历史数据，还需要考虑到项目实施过程中可能遇到的各种变化。通过 BIM 模型，

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

项目团队能够动态地模拟不同施工方案对成本的影响，并根据实际进度和施工情况进行实时调整。这种基于数据驱动的预测方式，比传统的经验预测更加科学和准确，能够帮助项目管理者提前识别潜在的成本风险并采取措施予以控制。

在施工阶段，BIM 技术的应用使得施工过程中的成本监控变得更加高效。通过 BIM 技术，施工团队可以实时监控材料消耗、劳动力使用和设备运行等各项资源的使用情况，并与预算进行对比，及时发现偏差。BIM 模型不仅能够提供精确的工程量计算，还能够模拟施工过程，优化施工工序和资源配置，减少资源浪费和工期延误，从而有效控制施工阶段的成本。

BIM 技术在竣工结算阶段同样具有重要作用。施工完成后，BIM 模型可以作为最终验收和结算的基础资料，帮助造价人员准确计算实际成本，并与初步预算进行对比分析。通过对比分析，能够识别出项目实施过程中可能的预算超支原因，并为今后类似项目的造价控制提供宝贵的经验。

5 竣工结算与后期阶段的造价控制与风险管理

竣工结算和后期阶段的造价控制与风险管理是建筑工程全过程控制的最后环节，对确保项目最终的经济效益具有重要作用。在项目完成后，准确的竣工结算能够确保各项费用的合理支付，防止出现成本超支或预算偏差。而在后期阶段，风险管理则需要针对施工过程中可能出现的问题进行有效预测和控制，确保工程项目的顺利完成并为项目的长期可持续性提供保障。

竣工结算阶段的造价控制首先依赖于对工程实际费用的准确核算。竣工结算不仅是对项目各项成本的最终确认，还涉及到对预算与实际成本之间差异的分析。项目完成后，所有费用需要进行全面审查，包括材料费、人工费、设备费以及管理费用等。造价人员需根据施工过程中发生的实际成本，结合合同规定和预算进行详细对比，确保没有遗漏或重复计算的情况。在此基础上，结算的精确性直接影响到项目的盈利状况及资金流动性，因此，结算人员必须具备丰富的经验和敏锐的判断力，以确保项目在竣工时的财务透明性和准确性。

与此同时，竣工结算阶段还涉及到对项目变更、设计调整和施工偏差的合理处理。在实际施工过程中，由于设计变更或现场施工情况的不同，往往会导致工程量的增加或减少。此时，合理的结算方式可以通过合同中的约定来保证各方的利益得到公平对待。通过对施工变更和设计调整的详细记录与计算，项目管理者可以及时处理因设计变更而导致的额外费用，避免项目结算阶段出现争议或不必要的财务风险。

在后期阶段，风险管理成为造价控制的重要组成部分。建筑项目在竣工后的风险管理需要对整个项目生命周期中的潜在风险进行评估，特别是与后期维护、运营相关的风险。例如，工程可能存在的质量缺陷、合同履行不当、设备故障、环境影响等，都会对项目的长期运营产生影响。因此，在后期阶段，项目团队需要根据竣工结算的结果，结合工程的实际情况，制定详细的风险应对措施。

信息化技术和数据分析在竣工结算与后期风险管理中的应用日益增多。通过数字化管理平台，项目团队可以实时获取项目的财务数据、施工数据、设备运行数据等，为风险预警和决策提供准确依据。特别是在使用 BIM 技术后，项目管理者能够在竣工后通过三维模型进一步评估项目的长期可行性和维护需求，避免后期出现意外的资金支出。

6 结束语

建筑工程造价全过程控制的实施，从预算编制到竣工结算，再到后期的风险管理，贯穿了项目的整个生命周期。有效的造价控制不仅能够确保项目按时、按质、按预算完成，还能优化资源配置，减少浪费，提高经济效益。随着信息技术，特别是 BIM 技术的广泛应用，建筑项目的造价管理变得更加科学、精准和高效。未来，随着技术的发展和管理模式的创新，建筑工程的造价控制将更加精细化和智能化，为行业的可持续发展提供强有力的支持。

[参考文献]

[1]王浩.房地产成本管理中成本造价全过程控制的应用研究[J].中国产经,2024(16):116-118.
[2]李志群.从事后核算到过程控制的医院成本管理策略探究[J].中国管理信息化,2024,27(16):7-9.
[3]公维胜.房地产成本管理中成本造价全过程控制的运用研究[J].质量与市场,2023(13):139-141.
[4]范凌静.房地产成本管理中成本造价全过程控制的运用探究[J].经济管理文摘,2021(8):45-47.
[5]黄文青.全过程控制在工程造价(成本)管理中的应用[J].四川建材,2020,46(12):221-222.

作者简介：张文月（1988.1—），女，天津市滨海新区，汉族，本科，就职于中国三安建设集团有限公司，从事工程造价工作。

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

冶金行业安全生产管理体系的优化与实施

陈 彪
江阴兴澄特种钢铁有限公司，江苏 江阴 214400

[摘要]针对冶金行业生产过程中潜在的安全隐患和复杂的管理需求，通过引入先进的风险识别与评估技术，构建动态安全生产管理体系，重点优化安全生产管理制度和操作流程。采用大数据分析与实时监控技术，提高对关键环节的风险管控能力，并设计有效的培训机制提升从业人员的安全意识与应急能力。体系实施后，不仅实现了安全事故发生率的显著下降，还提高了生产效率和资源利用率，为企业的可持续发展提供了有力支持。
[关键词]风险识别；动态管理；大数据分析；安全生产体系；应急能力
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14519 中图分类号：TF088 文献标识码：A

Optimization and Implementation of Safety Production Management System in Metallurgical Industry

CHEN Biao
Jiangyin Xingcheng Special Steel Works Co., Ltd., Jiangyin, Jiangsu, 214400, China

Abstract: In response to potential safety hazards and complex management needs in the production process of the metallurgical industry, advanced risk identification and assessment techniques are introduced to construct a dynamic safety production management system, with a focus on optimizing safety production management systems and operational processes. By adopting big data analysis and real-time monitoring technology, we aim to enhance our risk management capabilities for critical processes, and design effective training mechanisms to improve the safety awareness and emergency response capabilities of practitioners. After the implementation of the system, not only did it significantly reduce the incidence of safety accidents, but it also improved production efficiency and resource utilization, providing strong support for the sustainable development of enterprises.
Keywords: risk identification; dynamic management; big data analysis; safety production system; emergency capability

引言

冶金行业作为国民经济的重要支柱，其生产过程中涉及高温、高压、有毒气体等多种危险因素，稍有疏忽便可能引发严重安全事故。近年来，随着生产规模的扩大和工艺复杂性的增加，传统安全管理模式的局限性日益显现，亟需通过技术创新与管理优化加以突破。大数据分析、智能监控等先进技术的兴起，为安全生产管理体系的革新提供了新思路。如何有效结合现代技术与科学管理方法，提升风险识别与动态管控能力，已成为行业关注的重点。这种变革不仅关乎安全生产的底线守护，更为提升资源利用率和实现高效生产奠定了基础。

1 冶金行业安全生产现状与主要风险分析

1.1 冶金行业安全生产现状

冶金行业作为高能耗、高危险性行业，其生产过程涉及冶炼、浇铸、轧制等多个高危环节。这些环节中普遍存在高温作业、有毒有害气体释放以及设备高强度运行等问题。近年来，随着生产规模和技术水平的提升，虽然企业在安全管理方面投入不断增加，但因管理模式滞后、技术手段不足等问题，安全事故依然时有发生。特别是在中小型企业中，安全防护设备老化、管理人员专业素养不足等现象较为突出，成为事故发生的重要诱因。

1.2 冶金行业的主要风险分析

从风险分布来看，冶金行业的主要风险可归纳为物理性、化学性和操作性风险三大类。物理性风险包括高温、噪声和机械伤害，这些因素容易对从业人员的身体健康和生命安全造成威胁。化学性风险则主要来源于生产过程中产生的一氧化碳、二氧化硫等有毒有害气体的泄漏或超标排放，不仅对操作环境构成直接威胁，也可能引发环境污染和周边人群健康危害。操作性风险则集中体现在人员误操作、违规操作及安全意识薄弱等方面，由此引发的机械事故或火灾等灾害在行业事故中占有较高比例。

1.3 冶金行业安全管理的挑战

面对上述现状和风险，行业安全管理的有效性直接决定了事故发生的概率和危害程度。然而，传统的静态管理模式已难以应对冶金行业动态化、复杂化的生产环境。一方面，静态管理缺乏对实时变化的敏感性，难以及时发现潜在风险；另一方面，复杂的工艺流程和多变的生产条件进一步加大了安全管理的难度。在这样的背景下，如何实现对风险的全面识别、实时动态监测与高效管控，成为当前安全管理工作的核心挑战。此外，从业人员的安全意识和技能水平参差不齐，对安全操作规程的执行力度不足，这在一定程度上制约了安全管理的成效。因此，行业迫切

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

需要通过引入先进的技术手段，如大数据分析、智能监控等，同时结合科学的管理创新，构建动态化的安全生产管理体系。只有这样，才能有效提升整体安全管理水平，为冶金行业打造高效、安全、可持续的生产环境提供坚实保障。

2 动态安全生产管理体系的构建与优化路径

2.1 动态安全生产管理体系的构建目标

动态安全生产管理体系的构建以精准风险识别和实时动态管控为核心，通过现代化技术与科学管理方法的有机结合，实现对生产全过程的有效风险控制。首先，应对冶金行业的风险源进行全面梳理，分类明确物理性、化学性和操作性等风险类型及其特性，建立完善的动态风险数据库，为风险管理提供全面数据支持。在此基础上，运用大数据分析技术，对历史数据与实时生产数据进行深度整合与建模，分析事故发生的关键节点、潜在规律以及高危工艺环节，为管理体系的设计和优化提供科学依据。同时，根据企业的实际生产条件和管理需求，制定灵活、高效的管理规范和应急预案，使体系能够动态适应不同生产阶段的风险特征。通过精准数据支撑与科学管理相结合，实现安全生产管理体系的高效运行。

2.2 智能化监控技术的应用

优化路径的关键在于引入智能化监控手段，这为冶金行业的安全生产管理提供了全新的解决方案。通过物联网技术，将高精度传感器、智能监控设备和生产系统进行深度集成，实现对温度、压力、有害气体浓度等关键参数的实时采集、传输与分析。监控系统不仅能够精准捕捉生产过程中的细微异常，还能自动触发预警机制并启动应急响应，迅速隔离风险源，有效防止事故扩散。同时，人工智能技术的应用为生产数据的深度学习和分析提供了技术支持，通过对历史数据与实时数据的综合处理，能够预测潜在风险，并提出科学的优化建议。这一模式不仅提高了风险管理的主动性和精准性，还显著减少了因人为判断失误导致的安全隐患，为安全生产构建了可靠的技术保障体系。

2.3 组织管理与人力资源优化

体系的优化离不开组织管理与人力资源的同步提升。应加强安全生产培训与教育，定期开展实操演练，提高员工对动态管理体系的理解和操作能力。通过构建信息共享平台，提升企业内各部门之间的协同效率，实现管理、技术和操作环节的无缝衔接。同时，建立安全管理绩效考核机制，将动态管理体系的执行效果纳入企业考核指标，激励管理人员和操作人员共同推动体系的持续优化。通过这些措施，动态安全生产管理体系不仅能有效降低事故发生率，还能提升企业的整体生产效率和竞争力，为冶金行业的高质量发展提供强有力的支持。

3 基于大数据与智能监控的风险识别技术应用

3.1 大数据技术在风险识别中的应用

大数据技术为冶金行业的风险识别提供了全新的解决方案。通过建立全面的数据采集系统，将生产过程中的温度、压力、气体浓度、设备运行状态等关键参数进行实时采集和存储，形成完整的生产数据链条。这些数据不仅能够准确反映生产现状，还为风险分析提供了丰富的基础素材。通过大数据挖掘技术，能够从海量数据中提取风险因子之间的关联性与规律，为识别潜在风险提供科学支持。例如，利用关联规则分析发现设备故障与特定环境参数的关系，从而预判可能的故障风险。

3.2 智能监控技术提升风险识别精准性

智能监控技术在风险识别中的应用显著提高了数据分析的实时性和精准性。通过部署高精度传感器和智能摄像头，监测生产现场的各类动态变化，如火花飞溅、设备异响、人员不规范操作等情况，并通过算法分析快速识别异常现象。一旦检测到异常，系统会自动发出警报并记录相关数据，为后续的风险评估提供依据。此外，基于机器学习的图像识别技术能够识别生产现场的隐性风险，如设备表面裂纹或材料堆积异常，为早期预警和预防提供有效手段。

3.3 大数据与智能监控结合的优势

大数据与智能监控的结合，不仅提升了风险识别的效率，也改变了传统管理的被动局面。通过实时风险监测与预测分析，可以在风险尚未发展为事故之前采取措施，有效减少生产中断和事故损失。例如，结合历史数据分析和实时监控信息，智能系统可以预测高温设备的过热风险，并提前调整工艺参数或安排设备维护，避免因过热导致设备损坏甚至安全事故。

3.4 技术管理机制的完善

为了充分发挥这些技术的优势，还需建立健全的技术管理机制。首先是搭建数据共享平台，实现企业内部生产数据的整合与流通，为跨部门协同提供技术支持。其次，加强对智能监控设备的维护和升级，确保系统的长期稳定运行。此外，注重对相关技术人员的培训，提高他们对大数据与智能监控技术的应用能力，为技术的推广和深化应用奠定基础。通过这些措施，基于大数据与智能监控的风险识别技术能够为冶金行业构建更加安全高效的生产环境提供保障。

4 安全生产培训与应急管理能力提升策略

4.1 安全生产培训的重要性与内容

安全生产培训是提升从业人员风险意识与操作能力的核心途径。在冶金行业，培训内容应结合实际生产中的高危环节，重点覆盖设备操作规范、高温防护措施、有害气体泄漏处理等关键知识。同时，通过引入情景模拟和实景演练等互动式教学方法，增强培训的实效性。虚拟现实（VR）技术的应用也成为培训的新方向，通过构建逼真的危险场景，让员工在虚拟环境中熟悉应急处理流程，降低实际操作中的事故风险。

4.2 分层次与分类别的培训计划

针对不同岗位的人员，应制定分层次、分类别的培训

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

计划。对于管理人员，培训重点在于提升安全管理能力，强化其对动态风险的识别与决策能力；对于一线操作人员，则需要注重实操技能的提升和安全规章制度的落实。此外，应设立持续培训机制，定期更新培训内容，使员工能够跟随行业技术和管理的进步不断提升自身能力。同时，将培训与考核结合，通过严格的评估确保培训效果，避免形式化和表面化的培训模式。

4.3 应急管理能力的提升策略

应急管理能力是保障企业安全生产的重要环节。为提升应急管理水平，首先需要完善应急预案的设计与实施。预案应针对冶金行业的典型风险，如设备故障、火灾、有毒气体泄漏等，明确应急响应流程和职责分工，确保突发事件发生时各环节能够高效联动。其次，应加强应急演练，通过模拟事故场景，测试预案的可行性和实用性，并在演练过程中发现问题并及时改进。

4.4 高效的信息传递与协同机制

应建立高效的信息传递与协同机制。通过搭建企业内部的应急信息平台，实现安全数据的实时共享和预警信息的快速传递，确保应急响应的时效性。同时，积极与外部救援机构和政府部门建立联动机制，确保在重大事故发生时能够迅速获得外部支援。通过完善的培训与应急管理体系，企业不仅能显著提升风险应对能力，还能将安全管理水平提升到一个新的高度，为冶金行业的可持续发展保驾护航。

5 安全生产管理体系优化的成效与推广前景

5.1 安全生产管理体系优化的成效

优化后的安全生产管理体系在冶金行业的实施中取得了显著成效。通过动态风险识别与实时监控技术的引入，企业对生产过程中的关键风险点能够实现精准掌控，显著降低了事故发生率。例如，高温设备运行过程中实时监测数据的应用，减少了因设备超温导致的火灾事故，确保了生产的连续性和安全性。此外，优化的体系通过数据驱动和科学决策，提高了管理的精准性，避免了传统管理模式下因经验不足或信息滞后导致的误判。

5.2 提升生产效率与经济效益

体系的优化不仅降低了安全风险，也提升了企业的生产效率和经济效益。通过对工艺流程的全面监控和优化，减少了因事故或故障导致的停工时间，提高了设备利用率和生产稳定性。同时，系统化的风险管理和应急处理降低了事故处理成本，为企业节约了大量资源。在环保方面，动态管理体系还能够有效监控有害气体的排放，帮助企业实现安全与环保的双重目标，进一步增强市场竞争力。

5.3 安全生产管理体系的推广潜力

推广安全生产管理体系优化的潜力体现在多个方面。首先，对于大型冶金企业，优化后的体系能够更好地应对复杂工艺条件下的多样化风险，为其构建高效、安全的生产环境提供技术支持。其次，对于中小型企业，优化体系提供了标准化、模块化的管理工具，使其能够以较低的成本实现安全管理水平的提升。这种普适性使优化体系具备了广泛的实用价值，有助于行业整体安全水平的提升。

5.4 政策引导与技术支持的必要性

体系优化的推广还需依托政策引导与技术支持。一方面，政府和行业协会应加强政策扶持，通过财税优惠和奖励机制鼓励企业采用先进的安全管理技术；另一方面，加快建立行业标准和评价体系，为企业优化管理体系提供清晰的指引。此外，加强技术服务机构与企业的合作，推动新技术在管理体系中的广泛应用，也是体系推广的重要推动力。

5.5 未来发展与技术进步的前景

未来，随着人工智能、大数据、物联网等技术的进一步发展，安全生产管理体系将更加智能化和集成化。借助这些技术，可以实现更高效的风险预测与应急处理能力，进一步提升冶金行业的安全管理水平。通过不断推广和完善，优化后的安全生产管理体系将不仅成为企业发展的核心竞争力，也为实现全行业的安全可持续发展提供强有力的支撑。

6 结语

冶金行业作为高风险领域，加强安全生产管理具有重要意义。通过优化安全生产管理体系，结合大数据、智能监控等技术，企业能够有效识别并动态管控各类风险，大幅度降低事故发生率，同时提升生产效率和资源利用率。构建完善的培训与应急管理机制，不仅提高了从业人员的安全意识和应急能力，还进一步增强了企业的安全保障能力。实践证明，这一优化体系在改善安全生产现状、提高经济效益和推动绿色发展方面具有显著成效。展望未来，随着科技的不断进步，安全生产管理体系将更加智能化和精细化，为冶金行业实现可持续发展注入强劲动力。通过政策支持和技术推广，这一体系必将成为推动行业安全发展的重要基石。

[参考文献]

[1]朱成峰.冶金矿山企业生产技术管理与安全生产[J].中国金属通报,2023(7):237-239.
[2]战锡广.安全生产管理体系建设的实践与探讨[J].铁路采购与物流,2013,8(1):46-48.
[3]刘志刚.冶金企业安全生产应急管理体系的构建策略[J].山西冶金,2022,45(3):133-135.
[4]杨京霖.冶金企业安全生产应急救援预案与管理体系研究[J].冶金管理,2022(6):29-31.
[5]齐广平.冶金企业安全管理模式创新策略[J].冶金管理,2023(4):25-28.

作者简介：陈彪（1989.8—），男，毕业院校，学历，所学专业：江苏大学，本科学历学士学位，会计学，东北大学，本科学历，安全工程，当前就职单位：江阴兴澄特种钢铁有限公司，职务：特殊钢线材分厂安全室主任，所在职务的年限：5年，职称级别：工程师（中级注册安全工程师）。

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

钻探施工中坍塌与缩径地层的处理

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

[摘要]钻探技术作为地质、矿产资源勘探的重要工具，在能源开发、科学研究以及环境保护领域都有着广泛的应用。但在具体的钻探作业过程中，会遇到多种复杂地层，例如具有塌陷风险和收缩趋势的地层，这些都将直接威胁到钻探工程的顺利完成。如何有效地解决这些问题已成为钻探工作中一个亟待攻克的技术难关。文章旨在探索与分析坍塌及缩径地层在钻探中的形成机制，并提供几种有效且可行的方法来克服这些问题。

[关键词]钻探施工；坍塌；缩径地层；处理
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14457 中图分类号：P634.5 文献标识码：A

Treatment of Collapsed and Reductionist Stratum during Drilling Construction

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

Abstract: Drilling technology, as an important tool for geological and mineral resource exploration, has a wide range of applications in energy development, scientific research, and environmental protection. However, in the specific drilling operation process, various complex formations will be encountered, such as formations with collapse risks and shrinkage trends, which will directly threaten the smooth completion of the drilling project. How to effectively solve these problems has become an urgent technical challenge in drilling work. The article aims to explore and analyze the formation mechanism of collapsed and reduced diameter formations during drilling, and provide several effective and feasible methods to overcome these problems.

Keywords: drilling construction; collapse; reductionist stratum; treatment

引言

在钻探施工中，遇到地层坍塌和缩径问题是常见的挑战。这两种情况都会严重影响钻探施工的效率，严重时可能威胁到工人的安全。因此，了解和掌握如何处理这些问题是至关重要的。本文将介绍这些问题的特点，分析可能的原因，并给出有效的处理方法。

1 地层坍塌的处理

1.1 地层坍塌的特点和原因

地层坍塌通常是钻探工程中最常见的问题之一，其成因复杂且后果严重。具体而言，坍塌主要归结于不稳定的地层结构和不恰当的施工方式两个方面。首先，在施工前期的勘测中，未能精确掌握地质数据是导致坍塌的首要因素。例如，一些区域可能存在断层、夹石或裂缝等复杂地层，如果没有及时识别与分析，就有可能在后续施工过程中因为对这些薄弱地层的认识不足而出现地层不稳定现象。因此，在钻井作业开始之前，通过使用三维勘探技术和地质模型等手段，尽可能详实地了解地下结构，可以大幅度降低坍塌风险[1]。另一方面，施工过程中若不注意细节，同样会造成严重的安全隐患。这不仅包括选材不合理，还涵盖了机械设备选择不当、操作技能缺乏、施工方法不正确等多方面因素。比如，在泥浆泵工作时，如果无法合理地选择泥浆泵的流量、流速，就极易形成冲蚀作用，破坏已成井段的稳定性。此外，对于特殊类型的钻具（例如牙轮钻头或 PDC 钻头），如果不严格按照制造商的要求正确设置转速、钻压、排渣量等关键工艺参数，可能会加速钻进速度，进而引起地层坍塌事故的发生。再如，使用水泥套管或泥浆时必须充分考量与实际井底环境的兼容性及其封固性能，一旦配置失当就可能导致地层应力不平衡，最终引发塌陷。

此外，预防性维护也是必不可少的一环。机械设备作为施工活动的主要工具，其性能稳定性和可靠性直接影响了工作的顺利程度。因此，在正式开工之前应做好全面检查，确保各个部件处于最佳状态，并且按照制造商的推荐频率定期更换或升级零部件，尤其是那些关键性的密封圈等易耗件，这样才能避免因机械老化引发的问题波及钻进过程中的地层稳定性。另外，还要强化作业人员的应急反应能力，使其能够熟练地使用防喷装置及其他安全设施，在遭遇坍塌征兆时迅速做出处理，尽可能减轻潜在危害带来的冲击。通过这些综合措施，能大幅提高钻探现场的风险防控能力。坍塌通常表现为钻探作业时钻探区域地层的不稳定、井眼内岩粉堆积过快甚至堵塞，有时会出现地面下陷、泥浆液面下降等间接反映井下地层压力分布异常的现象。这种情况不仅会导致钻探效率的降低，更重要的是增加了施工人员的危险性和设备损坏的概率。尤其是在极

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

端复杂的地质条件下，如流沙或软土层中进行深井施工，即使采用了最先进的监测和防护技术，仍可能发生不可预知的情况，使施工难度陡增并威胁作业者的生命财产安全。因此，在这种高危工况下除了采取更加严密的保护措施以外，还需要结合最新的科学技术，比如智能传感器来实时检测地层状况并作出快速响应，以最大程度地保障钻探工程的安全与成功率[2]。

1.2 处理方法

一旦在钻探工程过程中遇到地面或井筒结构出现明显坍塌的征兆时，应立即终止正在进行的作业，并着手进行仔细的坍塌成因调查与分析。此步骤对于准确地制定修复策略至关重要。在评估现场条件的基础上，工程师可能会决定实施各种补救方法。其中包括注浆法——向潜在的破裂或裂缝区域注入特制的浆液。通过这一过程，可以在不稳定的地层内形成一层坚固的凝固体，以达到巩固支撑的效果。此外，为了更有效地解决此类工程问题，还可以考虑采用设置护壁套管等机械支撑手段。该策略适用于地层稳定性较差且塌陷程度较为严峻的情况，通过预置刚性强、耐腐蚀且具有一定韧性的护壁材料来保护钻探孔道及周边环境。这种方法不仅能有效控制地质坍塌对钻井设备及其操作造成的直接损伤和威胁，同时也可在较大程度上确保现场施工人员的安全。

在采取相应的技术性对策时，我们必须始终牢记对整体工程系统的稳定性和安全进行考量。这就要求施工团队要确保用于固定支撑的设备与工具具备充足的刚性和承载能力，并在操作期间密切关注各项参数指标。此外，在加固工程完成后应开展严格的检测工作，包括对已注入的混凝土固化状况以及护壁套管的实际支撑效果做出客观评价，从而确保所制定方案的有效执行以及钻探工程的整体进度安排得到切实保障。除了应对实际工程中的问题，还需要特别注意保持现有钻具装置的运行正常与结构完整。在任何情况下都不可轻视这一环节，以最大限度地减少坍塌引发的额外设备损害风险。为此，建议采取一系列针对性措施：定期维护检查设备设施并记录其使用状态，及时更换老化零件及易损部件；严格按程序操控机械设备，防止不当的操作行为加剧潜在隐患的发展；采取必要措施预防孔内抽吸作用造成的坍塌；加大施工现场监控力度，通过科学手段监测环境变化以提前做好预防和应急预案[3]。

2 缩径地层的处理

2.1 缩径地层的特点和原因

缩径地层是一种特殊且常见的地质条件，在这种情况下，钻孔直径往往比设计直径要小，主要是因为某些地层物质在接触水分之后会发生物理性质的改变，例如软黏土、泥岩等具有较强的遇水膨胀特性，进而导致钻孔孔径收缩，形成缩径现象。这类地质问题会对钻探过程构成巨大挑战，轻则引起施工困难和进度延缓，重则可能迫使项目被迫中止，因此必须采取相应的技术对策予以解决。钻探进入存在缩径可能性的地质区域时，需预先制定合理的钻井方案和钻具配备方案。在正式施工之前，通过对已有钻井资料和地质调查结果的研究分析，对可能出现的问题做出全面预见，并采取适当措施预防和规避潜在风险。如果预期钻孔可能遇到容易遇水胀大的软土层或泥岩地层，可以选择专门用于软地层的硬质合金刀具或其他防卡式钻头，以确保切割力与自洗式排水功能的有机结合。同时，在钻头的设计和选择上需着重关注耐磨性能，以延长钻头寿命并减少停机维护时间。而在实际施工中一旦发现出现异常信号，如转速突然下降或扭矩显著增加，就说明可能存在缩径风险，则应马上调整施工方式和技术参数[4]。

为最大程度降低缩径所带来的负面影响，在工程实施的过程中还应密切监测钻头状态以及施工效率，以便及时应对可能出现的任何问题。特别是在缩径现象已经显现时，更要加强对钻孔直径变化的实时监控与数据反馈工作。利用现代监测技术，诸如地质雷达或者高精度的激光测径仪器可以精准捕捉孔壁变化，并提供准确的信息用于调整后续的工作方向。针对钻探设备本身，在钻井作业中必须坚持严格的保养规程，以防因故障引发停工问题，进而影响整体项目的进展速度。同时，在完成某一阶段施工后需要立即组织专门的技术队伍进行细致的质量验收，以确保所有工艺参数符合标准并且达到预期的设计要求，并为下一阶段提供必要的支持与基础。

2.2 处理方法

缩径地层对地质岩芯钻探作业构成了极大的挑战，其主要原因在于地层中含有的特定土质，如泥岩和软黏土遇水后发生的膨胀现象。该现象加剧了施工过程中的复杂性，并常常导致需要暂停作业的情况发生。为此，我们须采取多样化的专业措施，有效应对这些问题，保持施工进度和安全。调整钻探技术及施工工艺可以有效提升岩芯获取质量和钻头耐用度。例如，可选用适合于泥岩等容易膨胀地层特点的技术，比如采用更稳定的钻井速度和更低的冲击力度，这样有助于减少岩石碎片对钻具造成的磨损，同时也降低因高速钻进而导致岩石过早裂开的风险，确保钻探过程中岩石样本的完整性。在调整施工工艺时，需特别注意控制钻进速度和使用恰当钻孔液的重要性，这对于减缓土体吸水后发生的体积变化十分关键。通过合理调整这些参数，可以在很大程度上缓解地层膨胀对孔壁稳定性的不良影响，从而保证后续作业的质量。

注浆加固法涉及到将一定比例的砂浆或水泥浆注入岩芯钻周边的地质缝隙之中，利用这些材料硬化后所产生的机械支撑力来稳固整个地层结构。通过这种形式的加固措施，能够大大增强钻孔周围松散土壤或黏土的固结性能，并降低孔径收缩风险，为施工提供了更强有力的支持。同时，在进行水泥加固的过程中还需考虑环境因素的变化

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

（如温湿度、水力条件等因素），因为这直接影响加固效果。正确配置水泥砂浆比，并精确调控灌入压力，是保证该环节取得成功的关键。

在实际应用中，工程师可以根据地质情况和个人实践经验选取不同类型的钢环或其他材料作为护筒来加强钻井过程的安全性，从而达到避免孔壁塌陷的目的。通过这种方式可以显著提升工作面周边土体强度及整体抗坍塌性能，进而确保整个钻探过程顺利进行。值得注意的是，不同护壁技术适用于不同的工况，需仔细对比分析之后再做出决策。

综上所述，为适应并战胜这类地层所带来的种种挑战，从改进钻井技术和方法入手至完善后续注浆操作再到护筒的选择与安置，各阶段均不可忽视科学化规划和精准施工操作的要求，从而确保工程质量和工作效率同步推进。针对具体的地质条件和钻具选择以及相应的参数组合至关重要，在此过程中还需密切跟踪环境动态并灵活应变，方能达到理想效果，确保项目的顺利完成[5]。

3 面对坍塌地层的具体措施

在钻探施工之前，必须进行全面的地质勘察。通过这一环节细致地分析各地质层的特点，准确预测可能存在的各类工程问题，为接下来的钻探施工提供可靠的理论依据和技术支持。在此基础上，针对不同性质与结构的地层情况制定出具体而可行的专项施工方案，确保每一步操作都能有效应对可能出现的各种问题。合理设计钻孔结构，这是保证孔壁稳定性的关键步骤之一。需根据详细的地质勘查结果，综合考虑地层层理和岩土体强度等因素，在设计阶段科学计算，避免孔壁因应力失衡造成塌陷。同时，要依据实际遇到的不同地质条件选用合适的泥浆体系，因为这不仅可以为孔壁提供必要的保护作用防止其受到钻井液压力的影响而发生剥落或坍塌现象，还可以实现泥浆流动过程中的润滑效果降低机械摩擦力和降温功能保持钻头工作温度在合理的范围之内[6]。

面对那些地质结构复杂、存在高概率发生塌陷的地层区域时，应优先选择适当的补强手段以提升这些薄弱点区域的承载能力和稳定性。例如，可以使用向地基灌注水泥浆料来填补孔隙加固土体的技术，又或者采取套管壁后填充注浆的方式形成一个稳定的围挡结构防止地下水或松散颗粒介质的流失。另外，为了更好地适应各种特定的工作任务并提高工作效率与作业安全性，钻探团队还需要不断尝试新的工具技术以及钻进方法从而探索最优施工模式，同时严格遵守标准化的工艺流程控制参数指标避免因人为操作不当引起的故障问题。施工现场的全面安全监管也非常重要，在钻探施工过程中应当建立有效的应急响应机制。制定切实可行的风险预警和事故应对计划以减轻灾害后果；加强对所有相关人员的安全教育培训，确保他们在紧急情况下知道如何做出正确反应并且能够及时利用防护用品减少身体伤害的风险。与此同时要强化设备的维护保养措施定期检验检查潜在的安全隐患并加以排除保证钻井设施在整个施工周期中的良好状态[7]。这样，整个项目才能顺利进行，并且能够在预期时间完成预期工作，保证最终工程质量达到要求并满足所有利益相关者的要求与期望。

4 结语

地层坍塌和缩径是钻探施工中常见的难题，对钻探施工的影响很大。因此，我们需要了解和掌握这些问题的特点和处理方法。同时，通过地质勘察、选择合适的设备和工艺、遵守操作规程以及定期的设备检查和保养等措施，可以有效地预防这些问题的发生。希望本文的介绍能对钻探施工中的坍塌与缩径地层的处理提供一定的帮助。

[参考文献]

[1]柴潇翔.矿山地质岩心钻探施工中事故处理与认识[J].中国金属通报,2024(3):164-166.
[2]李文成,周锋,李堃.矿山地质钻探施工中多发事故类型和防范措施[J].世界有色金属,2024(1):199-201.
[3]孙凯.小口径岩心钻探钻孔缩径处理研究[J].西部资源,2022(6):17-18.
[4]施健雄,易强忠,夏清阳.矿山地质钻探施工中主要发生的事故类型和防范措施[J].中国金属通报,2022(3):219-221.
[5]刘忠存,王琳.地浸铀矿钻孔缩径卡钻原因分析及解决措施[J].现代矿业,2021,37(8):269-271.
[6]王生军.矿山钻探施工中的孔内事故处理方式研究[J].中国金属通报,2021(1):143-144.
[7]王金明.钻探工程施工技术工艺研究及注意事项[J].工程技术研究,2020,5(8):125-126.

作者简介：杨新江（1982.6—），毕业院校：长安大学，所学专业：资源勘查工程，当前就职单位：新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第八地质大队，职务：钻探工程部经理，职称级别：探矿工程副高级工程师。

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

水电工程移民综合监理工作重难点分析

陈 刚
中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，四川 成都 611100

[摘要]水电工程移民综合监理工作近年来受到越来越多的关注，随着国家对水电项目建设的重视和推动，移民安置问题日益成为工程实施中的重要组成部分。当前，水电工程移民综合监理的现状表现出一定的复杂性和多样性，许多水电项目在实施过程中，由于缺乏有效的监理机制和相应的管理制度，导致移民安置工作的推进效率不高，影响了移民的生活质量与社会稳定。同时，突发事件的应对能力不足、各方利益的协调难度大等问题，使得移民监理工作面临诸多挑战。为提高水电工程移民综合监理工作的效果，亟需对现有监理体系进行全面分析与优化，增强对移民安置过程的科学管理，以确保项目的顺利推进和移民的基本权益。

[关键词]水电工程；移民；综合监理；监理工作；重难点
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14461 中图分类号：D632 文献标识码：A

Analysis of Key and Difficult Points in Comprehensive Supervision of Resettlement in Hydroelectric Engineering

CHEN Gang
PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu, Sichuan, 611100, China

Abstract: In recent years, the comprehensive supervision of resettlement in hydropower projects has received increasing attention. With the country's emphasis and promotion of hydropower project construction, resettlement issues have become an important component of project implementation. At present, the comprehensive supervision of resettlement in hydropower projects shows a certain degree of complexity and diversity. Many hydropower projects lack effective supervision mechanisms and corresponding management systems during implementation, resulting in low efficiency in the progress of resettlement work and affecting the quality of life and social stability of immigrants. At the same time, the inadequate ability to respond to emergencies and the difficulty in coordinating the interests of all parties have posed many challenges to resettlement supervision work. In order to improve the effectiveness of comprehensive supervision of resettlement in hydropower projects, it is urgent to conduct a comprehensive analysis and optimization of the existing supervision system, enhance scientific management of the resettlement process, and ensure the smooth progress of the project and the basic rights and interests of immigrants.

Keywords: hydroelectric engineering; resettlement; comprehensive supervision; supervision work; key and difficult points

引言

水电工程移民综合监理工作是保障水电项目顺利实施的重要环节，其内容不仅涵盖技术与管理，还直接关系到移民的安置与生活质量。随着水电工程项目规模的不断扩大，日益突出的移民问题已成为工程实施中复杂而关键的任务。大规模的人口迁移，常常由水电建设引发，合理有效的移民安置对当地社会稳定与经济发展至关重要。科学合理地进行移民安置、协调各方利益、管理突发事件，以及提升监理人员的素质与能力，成为亟待解决的主要难题。在面对这些挑战时，不仅需具备系统的监理知识与专业技术能力，移民综合监理工作还要求监理人员在实际操作中展现良好的沟通与协调能力，以应对复杂多变的现场情况。通过对水电工程移民综合监理工作中的重难点进行深入分析，为改善现有监理工作机制、提高移民安置效率与质量提供了有效指导，从而促进水电工程的可持续发展。

1 水电工程移民监理的基本原则

水电工程移民监理的基本原则涵盖多个方面，包括以人为本、法律遵循、综合协调、科学管理、透明沟通及风险控制等，旨在确保移民工作顺利进行与有效管理。在监理过程中，移民群众的利益与需求应充分关注，意愿需予以尊重，确保他们在迁移与安置的过程中享有知情权与参与权。此外，所有监理活动必须严格遵循国家及地方的法律法规，以确保每项措施的合法合规。综合协调不同利益主体之间的关系，是监理工作的一项关键任务，通过有效沟通与协商，各方利益的平衡可实现。同时，科学管理原则要求对移民安置的各个环节进行系统规划与执行，以提升工作效率。透明沟通作为增强信任与满意度的重要手段，监理单位应确保信息的公开，以便各方能够及时掌握移民安置的进展及政策变动。最后，建立健全的风险控制机制，对于应对潜在问题及突发事件至关重要。监理单位需积极识别、评估与应对风险，以确保移民工作的平稳推进与有

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

效落实。

2 水电工程移民综合监理的重难点分析

2.1 移民安置的复杂性

水电工程移民安置的复杂性，主要体现在多元利益关系的调和与平衡上。被迁移居民的生计保障、文化适应及社会融入等因素，不仅相关，还需考虑地方政府、建设单位及社会组织之间的协调。在安置过程中，地理环境的变化直接影响着移民的生活方式与生存空间，居民对新环境的适应能力因此存在显著差异，适应过程常常伴随着心理与情感上的困扰[1]。此外，各方利益诉求的多样性，为安置工作增加了难度。不同群体对补偿标准、安置方式及后续服务的期待，各有不同，意见的分歧往往因此而产生，从而加大了沟通与协调的复杂性。同时，基础设施建设、社会保障与就业机会等后续支持措施的落实，也需要相应的资源配置与政策保障，任何缺失或滞后都可能影响安置工作的顺利推进。

2.2 各方利益协调的难度

在水电工程移民综合监理过程中，显著的挑战出现在各方利益的协调上，主要体现在不同利益主体之间的冲突与博弈之中。对安置方案，移民居民通常持有高度关注与期待，期望在补偿标准、安置条件以及后续支持等方面获得合理保障，然而，往往难以完全满足这些期望，从而引发不满情绪。此外，地方政府在移民安置中承担政策实施者的角色，必须应对促进社会稳定与经济发展的双重压力，因此在满足移民需求与维护社会秩序之间寻求平衡。另一方面，建设单位对于水电项目的关注，更加集中在工程的进度、成本控制及效益实现上，常常将自身利益置于优先考虑的位置。这种情况导致了与移民居民及地方政府之间的矛盾。例如，项目实施过程中所需的土地征用与资源开发，可能会对移民的生活与生计造成影响，从而加剧了各方利益之间的冲突。

2.3 监理人员素质与能力要求有待提高

在水电工程移民综合监理的实施中，监理人员的素质与能力显得尤为关键，但普遍存在提升空间。在水电工程的复杂性及移民安置的特殊性面前，监理人员不仅需具备扎实的专业技术知识，还需深入了解与移民相关的政策法规，并具备良好的项目管理技能。然而，部分监理人员的专业背景相对薄弱，对行业动态和政策变化的敏感性不足，这使得在实际监理工作中，他们难以有效应对复杂情形。此外，沟通与协调能力的提升，对于监理人员来说也显得十分迫切，往往在多方利益冲突中难以寻求共识，导致项目进展缓慢。在面对突发事件时，一些监理人员缺乏必要的心理素质，反应迟缓，无法及时有效地处理问题，进一步影响了移民安置工作的顺利进行。

2.4 突发事件的应对与管理

在水电工程移民综合监理过程中，突发事件的应对与管理被视为一个不可忽视的关键难点。这类突发事件可能包括自然灾害、社会冲突以及移民意愿的突然变化，均对项目的顺利推进构成威胁。由于水电工程通常涉及大规模的土地征用和人群迁移，移民群众的心理状态与利益诉求往往呈现动态变化，任何小的冲突都有可能迅速升级，从而导致社会不稳定。影响项目进度的，除了这些突发事件外，还可能直接威胁到移民的生活与安全，进而引发更为严重的社会问题。

3 移民综合监理的优化建议

3.1 加强政策宣传与培训

在水电工程的移民综合监理中，强化政策宣传与培训被视为提升移民安置效果的关键措施。有效的政策宣传，不仅能够增强移民对项目的理解与支持，还能消除因信息不对称而引发的误解与顾虑。通过多种渠道与形式进行宣传，确保移民群众能够全面了解与其切身利益密切相关的政策内容，例如补偿标准、安置方案及社会服务等。此外，实施培训同样显得尤为重要。监理人员及相关从业者需要接受系统性培训，以提高其在移民政策、法律法规及社会心理等方面的专业素养与实际操作能力。培训内容应当涵盖政策解读、沟通技巧与冲突处理等，旨在增强监理人员在面对移民问题时的应变与协调能力[2]。定期组织的针对移民的培训活动，使其明确自身的权利与义务，并帮助掌握必要的生活技能以适应新环境的变化，这对于提升移民满意度及推动项目顺利实施起到了积极作用。

3.2 强化实施组织与综合协调

在移民综合监理的过程中，加强组织实施与综合协调的重要性显而易见。这一措施，不仅提升了工作效率，还有效促进了各方之间的合作与沟通。建立清晰且高效的组织架构是至关重要的，各参与方的职责与权利需明确，以确保每个成员在其岗位上能发挥最大效能。建议组成一个由政府、项目实施单位、监理单位、移民代表及相关社会组织共同参与的综合协调小组，其职责为制定详细的实施计划，协调各方资源，确保移民安置工作的顺利进行。信息共享机制的建立同样不可或缺。定期召开工作会议，以及时交流项目进展及存在的问题，确保各方对项目整体进度及关键节点有清晰的认识。此外，信息管理平台的构建，可利用信息化手段，提升信息传递的速度与准确性，减少因信息不对称导致的误解与冲突。通过定期的进展评估与反馈机制，潜在风险能够被及时识别并作出调整，从而优化资源的配置与使用效率。在此基础上，组织内部能力的建设同样应受到重视，应定期开展培训与交流活动，以提升监理人员的综合素质与协调能力，更好地应对日益复杂的项目需求。

3.3 健全制度和措施

在移民综合监理过程中，确保监理工作有效开展的基础是健全的制度与措施，能够为移民安置提供规范化、标

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

准化的指导。建立完善的监理制度，关键在于应涵盖移民安置的基本原则、操作流程及责任分工，以确保各方在执行时有据可依。这些制度应覆盖从移民前期评估到安置后续服务的各个环节，形成闭环管理机制，使每个阶段有明确的目标与责任。定期评估与更新制度也显得十分必要，依据实际工作中的反馈和变化，相关措施应及时调整，以适应新情况及新问题。此外，突发事件的应急预案也应被融入制度建设，以便在面对不可预见的情况时能够迅速反应并妥善处理，从而降低对移民生活及项目进展的影响。信息共享与反馈机制的建立同样重要，通过定期交流与汇报，确保最新信息与进展能够及时被所有参与方获取，促进相互理解与合作。

3.4 严控实施资金、进度和质量

在移民综合监理中，项目顺利推进的关键环节是严格控制资金、进度与质量。资金管理的有效性显得尤为重要，需制定详尽的预算计划，明确各阶段所需资金，以确保资金使用的合规性与高效性。通过定期审计与评估资金使用情况，潜在问题能够及时被发现，避免资金浪费或挪用，确保每一笔资金都能有效支持移民安置的目标。同时，完善资金流动监控体系，透明度与可追溯性应得到提升。进度控制同样是成功实施移民监理的重要因素，科学合理的施工进度计划需根据项目实际情况制定，并进行动态调整，以确保各项工作能够按时推进。定期召开进度例会，项目实施情况应及时跟踪，滞后现象应针对性地采取相应的纠正措施，从而防止因进度延误而造成资源浪费及移民安置问题的加剧[3]。质量控制贯穿于移民综合监理的各个环节，包括安置住房的建设质量与后期服务质量，均需严格把关。质量监督小组应被设立，以进行定期检查与评估，确保项目质量符合设计标准及相关规范，进而提升移民的生活条件与满意度。

3.5 加强风险分析，及时提出处理建议

在移民综合监理过程中，加强风险分析及及时提出处理建议显得至关重要。项目中的移民安置不仅涉及空间的迁移，更涉及人们的生活、文化及社会关系等多方面的综合影响。因此，确保移民安置成功的前提是全面识别与评估潜在风险。应建立系统的风险管理机制，通过数据的收集与分析，识别出可能在项目实施过程中出现的风险因素，例如政策变化、资金不足、自然灾害及社会稳定等。在此基础上，针对性的风险应对策略应被制定，以确保在风险发生时能够迅速反应并采取有效措施，降低对项目进展的影响。风险管理应视为一个动态过程，需定期进行风险评估与更新，原有的风险管理策略应根据实际情况的变化进行修订与完善。加强与各相关方的沟通与合作，将风险管理纳入各项目阶段的决策过程中，确保所有参与方对潜在风险的认知与应对保持一致，从而提高整体项目的抗风险能力。同时，建议建立信息共享平台，风险分析结果应及时传达给所有利益相关者，以促使在项目实施过程中形成合力，共同应对可能出现的风险。这将确保移民安置工作的顺利进行，并提升居民的满意度与安全感。

3.6 充分利用专业优势和技术力量

在移民综合监理的过程中，充分发挥专业优势与技术力量至关重要。这要求各领域的专业知识与技能在项目团队中被整合，以形成多学科合作的工作模式，有效应对复杂的移民安置问题。工程监理人员需具备扎实的技术背景及丰富的实践经验，通过引入地质学、社会学、环境科学等领域的人才，跨学科合作团队得以建立，以全面分析移民项目可能面临的各类挑战。现代技术的应用显著提升了监理工作的效率与准确性。例如，通过 GIS（地理信息系统）技术，移民区域的详细地形、地貌及资源分布的可视化分析能够实现，从而帮助监理人员更好地理解移民安置环境的复杂性。同时，借助大数据分析与人工智能技术，移民数据可以被深入挖掘与分析，项目进展与相关风险实时监测，确保信息的准确性与及时性。通过这些专业工具，科学合理的安置方案得以制定，资源配置得到优化，项目实施中的不确定性被降低。此外，定期开展技术培训与专业交流活动，团队成员的技术能力与协调能力将得以提升，为项目的顺利推进提供坚实保障。

3.7 强化与地方政府的协作

在移民综合监理中，加强与地方政府的协作具有重要意义。地方政府在移民安置过程中扮演着关键角色，政策执行、资源配置及社会管理的职能由其承担。有效的协作不仅能够促进信息共享与资源整合，还能及时解决问题，从而提升移民安置工作的效率与质量。监理单位应与地方政府建立常态化的沟通机制，例如定期召开联席会议或利用微信群等即时通讯工具，以实现信息的快速传递与反馈。这种机制有助于及时了解政府政策动向及相关要求，同时使政府能迅速掌握监理工作的进展与存在的问题，从而增强各方的协同意识。在处理移民安置事务时，地方政府常常面临社会舆论的压力，因此监理单位需要提供专业支持，帮助政府解读技术方案及政策要求，以提升决策的科学性与合理性[4]。在具体工作中，切实可行的移民安置方案的共同制定应由监理单位与地方政府完成，包括安置地点的选择、基础设施建设的规划，以及移民后续的就业与生活保障，以确保方案符合当地实际并获得广泛支持。良好的合作关系应由双方建立，营造信息互通、资源共享的工作氛围，充分发挥地方政府在资源调配、公共服务及社会动员方面的优势，以更好地推动移民安置工作的实施。

4 结语

在水电工程实施过程中，移民综合监理工作发挥着至关重要的作用，确保工程顺利进行并保护移民利益。尽管面临复杂的移民安置问题、各方利益协调的困难以及监理人员素质提升的需求，这些挑战能够通过强化组织协调、

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

完善制度措施及进行科学的风险分析得到有效应对。展望未来，随着技术的不断进步与管理理念的更新，移民监理工作有望在实践中不断优化，从而提升工作效率，保障移民的合法权益。为水电工程的可持续发展奠定坚实基础的，将是这一系列的努力。实现工程与社会的和谐发展，所有相关方共同努力的目标是推动整个行业朝着更加安全、环保和高效的方向发展。

[参考文献]

[1]胡中科,刘昌俊,刘欣然,等.大中型水电工程移民综合监理工作重难点分析[J].人民黄河,2019,41(2):136-137.
[2]李会甫,冯宏伟,曹振飞.水电工程移民安置实施阶段移民管理体制探讨[J].水力发电,2020,46(7):27-30.
[3]韩江江,赵灿章,刘昌俊.水电工程移民综合监理的发展及工作难点[J].云南水力发电,2017,33(5):18-19.

作者简介：陈刚（1977.10—），男，毕业院校：华中农业大学； 所学专业：贸易经济，当前就职单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，职称级别：工程师。

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

水利工程建设安全管理常见问题分析研究

魏 华
山东大禹水务建设集团有限公司，山东 济南 250000

[摘要]水利工程属于我国国民经济发展当中的一个重要工程类型，在人们的日常生活当中有着非常广泛性的影响。我国是农业大国，为了可以更好地保证各项农作物的健康生长，合理调配水源之间的比例，就需要强化水利工程的建设。自古以来我国就非常重视水利方面的建设，当前随着我国科学技术的进步和发展，水利工程的建设背景也在不断地变化和进步当中，这些变化对水利工作提出了更加严厉的要求，文章分析和介绍了水利工程中的安全管理工作。
[关键词]水利工程；工程建设；安全管理；问题分析
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14460 中图分类号：TV51 文献标识码：A

Analysis and Research on Common Problems in Safety Management of Water Conservancy Engineering Construction

WEI Hua
Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: Water conservancy engineering is an important type of project in the development of Chinese national economy, which has a very extensive impact on people's daily lives. China is a major agricultural country, and in order to better ensure the healthy growth of various crops and reasonably allocate the proportion of water sources, it is necessary to strengthen the construction of water conservancy projects. Since ancient times, China has attached great importance to the construction of water conservancy. With the progress and development of science and technology in China, the construction background of water conservancy projects is constantly changing and advancing. These changes have put forward stricter requirements for water conservancy work. This article analyzes and introduces the safety management work in water conservancy projects.
Keywords: water conservancy engineering; engineering construction; safety management; problems analysis

引言

水利工程建设，作为国家基础设施的核心组成部分，发挥着促进经济发展、改善民生与保护生态环境的重要作用。然而，由于施工环境的复杂性、高技术要求以及施工过程中涉及的多种因素，安全管理问题已经成为影响工程进度与质量的关键因素。随着水利工程项目规模的不断扩大，近年来安全事故频发，已给工程建设带来了严重的经济损失与人员伤亡，也极大地影响了公众对水利工程的信任度。因此，安全管理问题的深入剖析与产生原因的揭示，迫切而重要。通过对水利工程施工中常见安全管理问题的全面梳理，根源将得到分析，对策与建议也将提出。旨在为水利工程的安全管理提供理论支持与实践指导，本文着力于从各个方面认识与分析这些问题，从而促进行业的标准化建设，提升水利工程的安全管理水平。施工现场的安全、稳定与高效运行，将得以确保，为水利工程的可持续发展提供有力保障。

1 水利工程施工安全管理标准化的必要性

水利工程施工安全管理标准化的重要性，体现在多个方面，尤其是在提高施工安全性、降低事故发生率及提升工程质量等方面。在水利工程的施工过程中，由于工程规模庞大、工序繁杂，且涉及多种复杂的施工环境，安全隐患层出不穷。若缺乏规范化、系统化的安全管理标准，发生安全事故的风险将大幅增加。通过标准化的安全管理体系，能够明确各项职责，规范操作流程及施工行为，从而有效减少因管理不当或疏忽大意引发的安全风险。与此同时，标准化管理提供了可量化的指标，使得施工现场的安全状况得以精准评估与持续改进，从而提升了管理效率与秩序。安全管理标准化的推行，不仅有助于增强各级人员的安全意识，还能通过系统培训与制度约束，使得施工人员自觉遵守相关安全规范，推动全员参与的安全文化的形成。因此，水利工程施工安全管理的标准化，作为保障施工人员安全与工程质量的基础性手段，不仅是推动水利工程可持续发展的核心要素，也满足了社会对安全的迫切需求。

2 水利工程施工安全管理的原则

2.1 预防为主的原则

在水利工程施工安全管理中，预防为主的原则发挥着至关重要的作用，其核心在于通过提前识别、分析及控制潜在的安全隐患，进而有效避免事故的发生，确保施工过程的安全顺利进行。此原则强调，在项目启动前及施工过

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

程中，完善的风险评估机制应当建立，以科学预测可能存在的风险，并据此采取适当的预防与控制措施，从而最大程度地降低事故发生的风险。预防为主的原则，不仅要求管理人员具备前瞻性的风险识别能力，而且还需通过提升施工人员的安全意识，增强全体员工的风险防范能力，进而形成全员参与的安全管理氛围。

2.2 安全优先的原则

安全优先原则是水利工程施工安全管理的核心理念，它强调在各个施工环节中，安全应当始终处于最重要的位置，任何关于工程进度、成本或效率的追求都不应以牺牲安全为代价。在水利工程施工过程中，许多操作风险较高，且施工环境复杂多变。因此，确保安全优先不仅关乎施工人员的生命健康，更是提升工程质量与可持续发展的关键所在。实施安全优先原则时，项目管理人员在决策时必须将安全问题放在首位，合理配置安全资源，包括人员培训、设备维护及应急预案的制定等[1]。同时，明确的安全责任制也应当建立，以确保每个岗位明确自身的安全职责，确保每位工作人员遵守安全操作规范，从而减少事故隐患，保障施工安全。

2.3 强制性原则

强制性原则在水利工程施工安全管理中的作用不可替代，强调所有安全管理规范与操作规程必须严格执行，在任何情况下都不得随意变动或忽视。水利工程施工环境复杂且高风险，要求通过强制性措施来确保安全管理措施的全面落实。根据该原则，施工单位及其工作人员必须严格遵守国家法律法规、行业标准以及项目安全管理制度，视所有安全措施为不可妥协的硬性规定。在施工过程中，任何不符合安全标准的行为或设施，必须被及时纠正和整改。对于违者，应根据相关制度进行处罚，以消除侥幸心理，防止松懈或违规操作引发安全事故。此外，强制性原则还要求施工单位定期组织安全培训和应急演练，以增强全员的安全意识及应急反应能力，确保每一位工作人员都具备执行安全规程所需的知识与技能。

2.4 全员管理原则

全员管理原则在水利工程施工安全管理中发挥着关键作用，其核心在于确保安全责任的全面落实。此原则强调，所有参与工程的人员都应承担相应的安全责任，从而形成一个全员参与、层层落实的安全管理氛围。水利工程施工过程涉及大量人员与复杂工序，任何环节的疏漏均可能引发安全隐患。仅仅依靠安全管理部门或少数管理人员进行安全监督，显然是远远不够的。根据全员管理原则，从项目负责人到一线工人，每位工作人员不仅应具备基本的安全意识与操作规范，还应对安全管理工作负责。通过这一管理模式，施工现场能够营造起“人人负责安全、人人参与管理”的氛围，从而提升各级人员的安全意识与自律能力。如此一来，安全事故的防范将变得更加高效与有力。

3 水利工程施工安全问题的诱发因素

3.1 施工安全意识不足

在水利工程安全管理中，施工安全意识不足被视为一个严重隐患。通常，施工人员对安全风险的认知不足，且未能充分重视安全管理，这种情况容易导致在日常操作中忽视安全规范。水利工程施工涉及许多高风险作业，如高空作业、机械设备操作等，如果参与人员的安全意识薄弱，安全事故便极易发生。许多施工人员缺乏系统性的安全教育，未能意识到不规范操作可能带来的严重后果，往往抱有侥幸心理，认为“节省时间和精力”即可完成工作，进而忽视了严格执行安全标准的重要性。部分管理人员在施工组织中亦未将安全作为核心内容，缺乏完善的安全教育和宣传机制。这导致一线工人对安全管理的认知停留在表面，缺乏主动性与自觉性，无法在实际工作中落实安全要求。

3.2 缺少标准化的安全管理体系

缺乏标准化的安全管理体系，作为水利工程施工中常见的安全隐患之一，直接导致了安全管理工作缺乏统一的规范与流程，从而降低了管理效果。在水利工程施工过程中，由于施工现场环境的复杂性及施工环节的多样性，若没有科学且完善的标准化管理体系，各项安全措施的落实便难以有序推进。安全管理制度的不统一，导致不同施工环节之间的安全要求无法协调一致，进而影响了管理效率，甚至可能出现监管盲区[2]。此外，缺乏标准化体系还使得安全管理的责任难以具体化，责任划分变得模糊不清，致使管理人员与施工人员的职责不明确，最终导致管理工作松散，缺乏应有的约束力。

3.3 缺乏合理的安全生产及管理措施

在水利工程施工中，缺乏合理的安全生产及管理措施，作为安全问题的主要诱因之一，直接影响着施工现场的安全保障与管理成效。由于水利工程作业环境的复杂性与多变性，若缺少科学合理的安全管理措施，各类施工风险便难以得到有效控制。不合理的管理措施，往往表现为过于形式化，未能根据具体施工环境进行针对性调整，导致安全管理停留在表面，未能深入实施。此外，某些工程项目未针对不同工序及施工阶段的特殊风险，制定相应的措施，进而使安全管理手段缺乏灵活性与适应性，难以应对突发状况。安全生产措施的不当，也使得施工人员在实际操作中容易产生误解或忽视安全细节，从而增加了事故发生的风险。

3.4 对安全隐患的排查工作不够彻底

安全隐患排查不到位，作为水利工程施工中影响安全管理的重要因素之一，直接导致了一些潜在的风险未能及

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

时识别与处理。水利工程施工环境复杂，包含多变的气候、复杂的地质条件及繁杂的施工工序，这些因素都可能导致各种安全隐患的产生。若排查工作不彻底，这些隐患便容易被忽视。具体而言，排查不够深入常表现为安全检查的形式化与表面化，未能关注到施工细节与重点区域，甚至存在漏查或少查的情况，从而导致一些深层次的安全问题未被及时发现。此外，部分项目的隐患排查频率较低或排查流程不规范，造成安全检查缺乏系统性与持续性，从而增加了隐患的积累风险。

4 水利工程施工安全管理标准化的有效举措

4.1 建立标准化的安全管理体系

建立标准化的安全管理体系，作为提升水利工程施工安全水平的关键措施，确保了各项安全管理工作可以有章可循，并落实到位。通过规范统一、安全责任明确化以及流程制度化，这一体系被构建，以确保安全管理工作的有效实施。标准化安全管理体系应涵盖与安全生产相关的法律法规、行业标准及企业内部安全制度，并结合水利工程特有的复杂环境，制定专门的安全操作规范。这一体系的建设，不仅为施工单位提供了明确的安全操作指南，还能帮助管理层及时识别潜在隐患，并采取有效的防范措施，提升应急响应能力。此外，标准化体系的执行，能够确保安全措施的持续稳定实施，避免了因施工环节及岗位职责不清而产生安全漏洞[3]。通过强化安全培训、定期检查和评估，所有施工人员都能按照统一标准执行，从而提高整体安全管理水平。同时，标准化安全管理体系应与现代技术相结合，例如通过信息化管理平台实施实时监控，从而进一步增强体系的精准性与效果。

4.2 做好施工安全管理组织与制度建设

确保水利工程施工安全，完善施工安全管理的组织架构与制度体系至关重要，这为工程项目提供了一个系统化且可操作的安全管理框架。必须明确各级人员的职责与权限，完善的安全管理组织架构中，从项目经理到一线工人，每个环节应指定专人负责，以确保责任的落实。此外，科学合理的安全管理制度应涵盖安全生产责任制、安全检查制度及隐患排查制度等，以保证各项安全措施能依照规范逐步推进。制度建设不仅需符合国家法规与行业标准，还应结合工程特点作出调整与补充，从而应对施工过程中可能出现的各种安全风险。在制度落实中，执行力扮演着至关重要的角色，严格的考核与奖惩机制必须通过，督促所有施工人员遵守安全规定，确保制度能够有效落实。安全管理组织与制度建设还应结合实际施工情况，定期评估制度的适应性与有效性，适时修订和完善，确保制度能够动态适应工程的变化。

4.3 对施工现场进行全过程安全管理

对施工现场进行全过程安全管理是确保水利工程施工安全的重要措施，旨在将安全管理贯穿于每个阶段，从策划、设计到实施及验收，形成系统化的安全保障体系。在项目策划阶段，潜在的安全风险应被识别并评估，详细的安全管理方案应被制定，明确各个阶段的安全目标与管理要求。进入设计阶段时，安全隐患的排查应成为设计审查的核心内容，合理的设计方案有助于降低施工过程中的安全风险。施工阶段的安全管理重点则在于施工过程的监控与管理，确保施工人员严格遵守操作规程，采取必要的安全防护措施，进行定期检查并及时整改隐患。同时，信息的实时反馈与安全教育培训也应受到全过程安全管理的重视，确保所有施工人员充分了解安全风险并具备应对能力。在验收阶段，施工完成后的安全性评估同样不可忽视，工程的安全性应全面评估，确保各项安全管理措施得到落实，并及时总结经验，为后续项目提供宝贵参考。

4.4 加大安全施工监管力度

加强安全施工监管力度是确保水利工程施工安全的关键措施，对维护施工现场的安全环境、预防及减少事故发生具有重要作用。监管力度的加大要求相关监管机构与管理人员加强现场安全检查的频率与细致程度，以确保施工过程中的安全隐患能够及时发现并纠正。通过定期巡查与不定期专项检查相结合的方式，一个有效的监管机制得以形成，确保各项安全规范得到严格执行。专业的安全知识与技能应由监管人员具备，能够全面评估施工现场的安全管理，识别潜在风险，并提出切实可行的改进建议[4]。此外，完善的安全信息反馈机制也至关重要，施工现场安全隐患的上报及处理流程应被建立，确保每一项安全问题都能够得到及时关注与妥善解决。

4.5 创新管理机构的设置

优化管理机构设置是提升水利工程施工安全管理标准化的重要途径。通过调整与优化管理架构，施工过程中复杂多变的安全挑战可更有效地应对。工程的实际需求与特点应充分考虑在管理机构的设计中，专门的安全管理部门应设立，全面负责安全管理工作的统筹，制定及执行安全管理政策和措施。除此之外，安全技术委员会可以被组建，专家参与安全管理决策的邀请，为施工安全提供专业支持与技术指导。通过构建多层次、立体化的安全管理体系，管理工作的针对性与专业性得以提高，且各管理层次间的协作与沟通得到促进，从而形成强大的安全管理合力。在创新管理机构设置时，现代信息化管理系统应融入其中，实现安全管理的智能化，使得安全数据的采集、分析与反馈更为高效，为科学决策提供支持。此外，施工单位内部创新安全管理团队应被鼓励，员工积极参与到安全管理工作中的激励，将提升全员的安全意识与责任感。

5 结语

通过对水利工程建设中安全管理常见问题的深入剖

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

析，安全管理的关键性与复杂性愈加凸显。当前，施工现场面临的安全隐患与挑战层出不穷，亟待各方共同努力，安全管理的标准化与系统化需得到强化。针对这些问题，必须从制度建设、人员培训、技术创新等多个方面采取有效的改进措施，整体安全管理水平应切实提升。与此同时，现代科技手段，尤其是信息化管理系统的应用，能够对施工过程中的安全风险进行实时监控，并为决策提供可靠的数据支持。只有在全面落实安全管理责任的前提下，才能确保水利工程的顺利推进，保障人民生命财产安全，并推动经济的可持续发展。期望本文的研究成果能为水利工程建设提供有益的参考，助力行业安全管理的进一步优化与提升，实现安全、高效、绿色的水利工程建设目标的推动。

[参考文献]

[1]曹福彬,张建斌.水利工程施工阶段安全管理有效性对策研究[J].农业开发与装备,2024(9):135-138.
[2]陈正果.水利工程建设中的安全管理及技术分析[J].水上安全,2024(15):79-81.
[3]任继锋.水利工程安全生产风险管理体系建设[J].云南水力发电,2023,39(11):300-303.
[4]谢柱洪.水利工程建设安全问题及应对措施[J].湖南水利水电,2023(2):101-102.

作者简介：魏华（1988.12—），男，毕业院校山东科技大学；所学专业热能与动力，当前就职单位：山东大禹水务建设集团有限公司，职务：职员，职称级别，中级。

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

新能源发电侧储能技术与应用探究

马牧野[1] 汲 蕾[2] 路瑶瑶[3,4] 高 宇[3,4] 冯嘉宇[3,4]
1. 沈阳工业大学电气工程学院，辽宁 沈阳 110870
2. 国网石家庄供电公司，河北 石家庄 050000
3. 河北鲲能电力工程咨询有限公司，河北 石家庄 050000
4. 河北省分布式能源应用技术创新中心，河北 石家庄 050000

[摘要]随着新能源发电的迅速发展，电力系统的稳定性面临新的挑战，尤其是风能和太阳能等可再生能源的波动性问题。储能技术作为解决电力供需波动、提升电网稳定性的重要手段，已成为新能源发电领域的关键技术之一。本文探讨了常见的储能技术，包括电池储能、抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能和超导磁储能技术，通过对储能技术的经济性分析，评估了不同技术的优势与挑战，为新能源发电侧储能技术的选择与优化提供参考。
[关键词]新能源发电；储能技术；电池储能；抽水蓄能；经济性分析
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14441 中图分类号：TM91 文献标识码：A

Exploration on Energy Storage Technology and Application in New Energy Generation

MA Muye [1], JI Lei [2], LU YaoYao [3,4], GAO Yu [3,4], FENG Jiayu [3,4]
1. School of Electrical Engineering，Shenyang University of Technology, Shenyang, Liaoning, 110870, China
2. State Grid Shijiazhuang Power Supply Company, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China
3. Hebei Kunneng Power Engineering Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China
4. Hebei Province Distributed Energy Application Technology Innovation Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid development of new energy generation, the stability of the power system is facing new challenges, especially the volatility of renewable energy sources such as wind and solar energy. Energy storage technology, as an important means to solve power supply and demand fluctuations and improve grid stability, has become one of the key technologies in the field of new energy generation. This article explores common energy storage technologies, including battery energy storage, pumped storage, compressed air energy storage, flywheel energy storage, and superconducting magnetic energy storage. Through economic analysis of energy storage technologies, the advantages and challenges of different technologies are evaluated, providing reference for the selection and optimization of energy storage technologies on the new energy generation side.
Keywords: new energy power generation; energy storage technology; battery energy storage; pumped storage; economic analysis

引言

新能源发电，特别是风能和太阳能的快速发展，推动了全球电力系统结构的转型。然而，这些能源的间歇性和波动性使得电网的运行稳定性面临挑战，尤其是在电力负荷波动较大时。储能技术能够有效解决这一问题，通过平衡电力供需、调节电网频率等方式，确保电力供应的稳定性和安全性。本文将深入探讨各种储能技术的原理、应用及经济性分析，探讨其在新能源发电侧的实际应用及未来发展趋势。

1 新能源发电侧储能技术

1.1 电池储能系统（BESS）

作为应用最广泛的储能技术之一，电池储能系统（BESS）在家庭、工业及电网调度等领域中具有不可忽视的作用。该系统将低需求时段的电能转化为化学能进行储存，并在电力需求高峰时释放，从而实现负荷调节和电网稳定性提升。BESS 具有快速响应、精准调节功率的特点，广泛应用于负荷平衡、频率调节及电网调度等重要任务[1]。常见的电池类型包括铅酸电池、锂电池和钠硫电池，其中，锂电池因其较高的能量密度、较长的使用寿命以及高效的充放电性能，在市场中占据主导地位。与锂电池相比，铅酸电池成本较低，更适用于一些对成本敏感的应用场景；钠硫电池则因其较高的工作温度和较长的使用寿命，在特定领域中得到应用。

1.2 抽水蓄能系统

抽水蓄能系统（Pumped Storage Hydroelectricity, PSH）作为一种成熟的储能技术，已经在全球范围内得到了广泛应用。该系统的基本原理是，通过泵将水从低位水库抽至高位水库进行储存，并在电力需求高峰时，通过释放高位水库的水流驱动水轮机发电。抽水蓄能能够为电网提供大规模的储能解决方案，在负荷调节、频率调节及

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

应急备用等方面发挥重要作用。该技术的优势在于高效的能量存储与较长的使用寿命，使其在保障电网稳定性方面具有显著优势。与其他储能方式相比，抽水蓄能系统能够提供更大容量的储能，适合用于大范围的电网调度。然而，抽水蓄能系统的应用受到地理条件的限制，通常需要具有较大高差的地区进行建设，这在一些地方可能无法实现。此外，建设成本较高，投资回收周期较长，也使得该技术在一些地区的推广面临一定的挑战。尽管如此，在适合建设的区域，抽水蓄能技术依然是非常有前景的储能技术。

1.3 压缩空气储能系统

压缩空气储能系统（Compressed Air Energy Storage，CAES）通过将多余的电能用于压缩空气，并储存在地下洞穴或高压容器中。该系统在电力需求高峰时，将储存的压缩空气释放，通过涡轮机产生电力。由于其能够提供大规模的储能，CAES 被视为一种非常有潜力的储能技术，特别是在调节电网负荷方面。压缩空气储能的主要优势在于其较高的能量密度和长使用寿命，能够在电力需求波动时有效调节负荷。与其他储能方式相比，CAES 具备较强的调峰能力，可以在较短时间内提供大量的电力，帮助稳定电网。尽管 CAES 系统具有较大的储能容量，其应用仍面临系统效率的挑战。此外，地下储气设施的建设对于选址要求较高，部分地区的地理条件可能不适合此类项目的开展。尽管如此，随着技术的不断发展，压缩空气储能仍然具有较大的发展潜力，尤其是在新能源发电侧储能中将发挥越来越重要的作用。

1.4 飞轮储能系统

飞轮储能系统（Flywheel Energy Storage，FES）通过将电能转化为飞轮的旋转动能进行储能，在电力需求高峰时，飞轮的动能通过发电机转化为电能释放。该系统的响应速度快，具有较长的使用寿命，且不依赖于化学介质，具有较高的运行稳定性[2]。飞轮储能的显著优点在于其能够提供快速响应，并且系统稳定性强，无需使用有害的化学物质。由于其不依赖化学反应，飞轮储能能够长期高效运行，适用于电网频率调节、负荷平衡等方面。尽管如此，飞轮储能的储能容量相对较小，主要适用于短时间内的负荷调节与频率补偿，难以满足大规模储能的需求。

1.5 超导磁储能系统

超导磁储能系统（Superconducting Magnetic Energy Storage，SMES）利用超导材料的特性，将电能储存在磁场中。由于超导材料在低温环境下可以无电阻地传导电流，SMES 技术具有高效能量转换与极快的响应速度。该技术在电力系统中可用于快速补偿频率偏差，提升电网的稳定性。超导磁储能系统的优势在于其超高功率密度与迅捷的响应能力，能够在短时间内提供大量功率，对于电力系统中的频率调节与负荷平衡具有重要意义。由于 SMES 不依赖化学反应，其系统稳定性较高，且适用于长时间的高效运行。然而，SMES 的应用受到其高成本及低温冷却需求的限制，这使得其大规模应用面临较高的技术与经济壁垒。尽管如此，在一些对电力质量要求非常高的应用场景中，SMES 仍具备重要的应用价值，随着技术的进步，预计该技术将在未来得到更广泛的应用。

2 新能源发电侧储能技术的应用

2.1 平衡发电波动

新能源发电，特别是风电与光伏发电，往往呈现出较大波动，主要受自然因素的影响，电力输出的稳定性难以保证。对此，储能技术起到了至关重要的作用。当电网负荷较低时，风力或光伏发电量常常处于较高水平，这时储能设备将电力储存。当需求高峰来临，或是自然条件变化导致新能源发电不足时，储能设备便会将储存的电能释放到电网中，以此来平衡电力供需波动。此举不仅能够缓解发电波动对电网的影响，还能确保电力供应的稳定性。

2.2 提高电网稳定性

在新能源发电逐渐取代传统化石能源的大背景下，电网的稳定性面临新的挑战。储能技术通过快速响应电力负荷的变化，能够有效调节电网中的频率波动及电压波动，确保电网运行的安全。当电网发生频率或电压波动时，储能系统可以迅速调节电力负荷，吸收过剩电能或释放储存电能，确保电网的正常运转。特别是在电网负荷突增或发生电网故障时，储能系统提供了宝贵的应急电源，这大大增强了电网的应急响应能力。通过储能技术的有效应用，电网的运行稳定性得到了显著提升，避免了因波动过大而引发的设备损坏或大规模停电事故。

2.3 促进可再生能源的利用

可再生能源，特别是风能和太阳能，作为绿色低碳能源的代表，正逐渐取代传统能源。然而，由于其间歇性和波动性，如何提高可再生能源的利用率是能源转型中的难题。储能系统能够有效将风能、太阳能等多余的电力储存，并在电力需求较高时释放，从而提高了可再生能源的利用率。当天气良好、风力较强或阳光充足时，储能系统储存的电能将能被充分利用，而在夜间或阴雨天气时，储存的电能则可供电网使用，确保电力供应不受影响。通过这种方式，储能技术有效减少了新能源发电中的电力浪费，使可再生能源的利用效率大幅提升。此外，储能系统还可以优化电力调度，降低对传统能源的依赖，推动绿色低碳社会的建设。

2.4 微电网与分布式发电系统中的应用

微电网与分布式发电系统是解决传统集中式电网弊端的重要途径。其本地化的电力生产和消费特性，虽然有效提高了能源的利用效率，但也带来了电力供给不稳定的问题。在微电网中，储能系统能够在电力供给过剩时储存电能，在电力需求高峰时释放电能，从而实现电力的平衡。

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

储能系统的引入，使得微电网具备了应对电力供需波动的能力，保障了电力供应的稳定性。此外，在发生电网故障或自然灾害时，储能系统能提供紧急电力支持，从而保证关键设施的正常运转。同样地，在分布式发电系统中，储能技术能够有效解决发电与负荷之间的不匹配问题[3]。储能系统不仅可以调节电力供需，还可以提高系统的抗风险能力。在电力需求增加时，储能系统可以提供及时的电力补充，确保电网的稳定运行。通过储能技术的结合，分布式发电系统能够更高效地调度能源，提高了能源利用效率，增强了系统的灵活性和韧性。

3 储能技术的经济性分析与评估

3.1 储能技术的经济性分析方法

储能技术的经济性评估常常依赖于多种分析方法，其中生命周期成本分析法、成本效益分析法以及投入产出比分析法是最为常见的几种方法。生命周期成本分析（LCC）通过评估储能设备在其全生命周期中的所有成本（从设计、建设、运营到最终的报废处置）来衡量技术的经济性。这一方法尤其适用于大规模储能系统的评估，因为其可以揭示长期使用中的潜在成本，帮助决策者了解储能技术的长期投入与回报。成本效益分析（CBA）侧重于量化储能系统在整个生命周期中所带来的经济效益和其所需投入的对比。在新能源发电的背景下，储能系统通过平衡电力供需、提高电力系统稳定性等方面产生的效益，能够有效地为决策提供依据。该方法帮助评估储能技术所带来的综合经济回报，从而确保投资选择的科学性和合理性。投入产出比分析则通过衡量储能系统的投入资金与其产出的经济效益之间的比值来评估技术的性价比。

3.2 新能源发电侧储能的成本效益评估

在新能源发电系统中，储能技术的成本效益评估至关重要，因为它直接决定了选择何种储能技术能够实现最大的经济回报。对不同储能技术的成本效益进行全面评估，能帮助项目方选择最具性价比的储能解决方案。以锂电池为例，虽然其初期投资相对较高，但由于其较高的能量密度、较长的使用寿命及较低的维护成本，长期来看，锂电池储能系统通常具有更高的经济性。而铅酸电池虽然初期投入较低，但由于其较短的使用寿命和频繁的维护要求，其长期成本相对较高。在电力需求高峰时，储能系统能够快速释放储存的电能，减轻电网负荷；在风电、光伏等发电不稳定时，储能技术则能够储存多余电能，避免电力浪费，从而降低电网的运营成本。

3.3 储能技术在新能源发电中的经济应用前景

储能技术的快速发展与广泛应用，特别是在风能、太阳能等可再生能源中，储能技术能够有效解决这些能源的波动性问题，从而为电力系统的稳定运行提供保障。随着技术成本的不断下降，储能技术的应用前景愈加广阔。新能源发电存在一定的不稳定性，特别是风能和太阳能，其发电量容易受到天气、季节等因素的影响而出现波动。储能技术可以通过在电力生产过剩时储存电能，在需求高峰或发电不足时释放电能，调节电网负荷。随着储能技术成本的降低，其经济效益将愈加显现，尤其是在新能源比例日益增加的背景下，储能技术将在电力系统中扮演更加重要的角色。与此同时，储能技术在提升电网稳定性方面的作用也将逐步显现。储能系统能够快速响应电力负荷的变化，有效调节电网的频率和电压波动，从而避免大规模电网故障的发生。此外，储能技术的应用还可以为电网提供紧急备用电源，增强系统的应急能力，进一步保障电力供应的可靠性。

3.4 政策支持与市场前景分析

在全球能源转型的背景下，政府通过提供财政补贴、税收优惠等政策手段，积极促进储能技术的研发和应用。政策的支持不仅降低了企业的投入成本，还为技术创新提供了有利的环境，推动了储能行业的发展。随着全球对绿色能源的重视，储能技术的市场前景显得愈加广阔[4]。在各国政府积极推动能源转型的大背景下，储能技术将在全球范围内得到广泛应用。在这一过程中，政府通过制定和完善相关政策，为储能技术的普及和发展创造了良好的条件。政策的支持和市场需求的增长共同推动了储能市场的发展，未来几年，储能技术将在全球范围内迎来更为广阔的应用前景。储能市场的潜力已得到业界的广泛认同，随着绿色低碳理念的不断推广，储能技术的广泛应用将有助于提升可再生能源的利用率，推动全球能源结构的优化与调整。因此，政策的引导作用和市场的需求趋势将为储能技术的未来发展提供源源不断的动力。

4 结语

随着全球能源转型的加速，新能源发电比重的不断增加，使得电网稳定性面临着愈加严峻的挑战。为应对这一问题，发电侧储能技术变得至关重要。本文详细探讨了电池储能、抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能及超导磁储能等多种储能技术，分析了它们在新能源发电中的作用及未来的发展前景。电池储能系统（BESS）因其具备高能量密度与快速响应能力，在电网负荷调节与频率控制中得到了广泛应用。由于抽水蓄能具有大容量与长周期的优势，它已经成为电网调度与应急备用的核心技术之一。压缩空气储能与飞轮储能，在电力波动调节及应急供电中，展现了各自的独特优势。而超导磁储能凭借其超高功率密度与快速响应能力，已成为高要求电力系统频率调节的重要手段。尽管这些技术各自具备优势，但在成本、效率及应用场地方面仍面临着诸多挑战。因此，在储能技术的选择上，科学合理的决策应考虑电网需求及地理条件。通过储能技术的应用，新能源发电的波动性得以有效调节，利用效率

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

也显著提高，同时对传统能源的依赖得到了减少。随着技术不断进步，储能成本正在逐步下降，预计未来在新能源领域的应用将更加广泛。随着政策支持的加强与技术创新的推动，储能技术将在绿色低碳社会建设中发挥着日益重要的作用。发电侧储能技术展现出了广阔的应用前景。尽管仍面临技术与经济上的挑战，但随着技术的不断成熟与市场需求的增长，储能技术将在未来的电力系统中发挥更加关键的作用，推动全球能源的可持续发展。

[参考文献]

[1]许嘉雯.新能源风力发电系统中储能技术的实践应用[J].应用能源技术,2023(11):43-47.
[2]黄兆浩,毕素玲,刁智伟,等.新能源发电侧储能技术的研究与应用[J].电工技术,2023(1):240-242.
[3]区彩娟.新能源发电系统中储能技术的集成与优化应用研究[J].光源与照明,2024(10):225-227.
[4]朱文韬,周杨,徐艺敏,等.电池储能技术在新能源发电系统中的应用与优化[J].储能科学与技术,2024,13(8):2737-2739.

作者简介：马牧野（2005.9—），现就读于沈阳工业大学，电气工程专业本科生。

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

浅析互联网技术在低压配网的电力系统的应用

孙 飒
国网石家庄供电公司，河北 石家庄 050000

[摘要]低压配网是电力系统的核心组成部分，在传统运行模式下，设备老化、负荷波动较大以及运维成本高昂等问题，长期困扰着系统的高效运行。随着物联网、人工智能及大数据技术的迅猛发展，低压配网的优化升级迎来了全新的解决方案。通过智能电表、实时监控与数据分析的结合，配电系统不仅能够实现更加精准的故障诊断、能源调度与负荷预测，而且显著提升了系统的效率与可靠性。互联网技术的广泛应用，加速了配网智能化转型的进程，已成为推动电力行业现代化变革的重要动力。

[关键词]互联网技术；低压配电网；电力系统
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14436 中图分类号：TM7 文献标识码：A

Brief Analysis of Application of Internet Technology in Power System of Low Voltage Distribution Network

SUN Sa
State Grid Shijiazhuang Power Supply Company, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Low voltage distribution network is the core component of the power system. In traditional operation mode, equipment aging, large load fluctuations, and high operation and maintenance costs have long plagued the efficient operation of the system. With the rapid development of the Internet of Things, artificial intelligence, and big data technology, the optimization and upgrading of low-voltage distribution networks have ushered in a new solution. By combining smart meters, real-time monitoring, and data analysis, the distribution system can not only achieve more accurate fault diagnosis, energy scheduling, and load forecasting, but also significantly improve the efficiency and reliability of the system. The wide application of Internet technology has accelerated the process of intelligent transformation of distribution network, and has become an important driving force to promote the modernization of the power industry.

Keywords: Internet technology; low voltage distribution network; power system

引言

随着电力需求的不断增长以及能源管理日益复杂，传统低压配网面临着诸如效率低下、频繁故障和资源浪费等一系列挑战。互联网技术的飞速发展为低压配网的智能化转型提供了全新的机遇，借助物联网、大数据、人工智能等前沿技术，低压配网得以实现远程监控、精准调度及智能决策，系统的稳定性、可靠性与整体运行效率因此得到了显著提升，将重点分析互联网技术在低压配网中的应用，探讨其带来的优势及实施策略，为配网智能化升级提供理论支持。

1 互联网技术在低压配网电力系统中的优势

1.1 提高系统可靠性与稳定性

互联网技术的应用极大地提升了低压配网电力系统的稳定性与可靠性。借助智能传感器与物联网技术的部署，电流、电压等关键参数的实时监控得以实现，异常波动能在第一时间被识别并响应。大数据分析技术进一步增强了系统的预警能力，潜在故障得以预测，并在问题发生之前采取必要的预防措施，从而有效减少了停电或设备损坏的风险，通过云计算平台配网管理系统能够迅速处理并分析大量的实时数据，故障响应速度与处理效率显著提高。当故障发生时，负载的调整能立即由自动化控制与远程监控系统完成，确保电力供应的持续与稳定。

1.2 优化资源配置与能效管理

互联网技术的应用，在低压配网电力系统中极大地优化了资源配置与能效管理，通过实时数据的采集与传输，电力公司能够精准掌握每个节点的负荷状况，从而实现精确的调度，避免了资源的浪费与过度供电。智能电表与传感器设备提供的精准用电数据，推动了需求响应管理的有效实施，通过实时监控与分析用户的用电行为，系统可以根据负荷变化动态调整发电与输配电策略，从而优化能源分配减少电能损失。得益于大数据分析，电力系统能够准确预测负荷的高峰与低谷，供电策略可以根据这些预测结果进行调整，合理配置不同时间段的电力供应，从而有效避免了因供需不平衡而产生的能源浪费。能效管理也因此获得了显著提升，通过对电力设备与线路运行状态的持续监控，能够及时识别高能耗环节并采取优化措施。借助云平台的实时优化，电力设备的运行效率得以提升，调度策略也能根据能效数据灵活调整，从而有效降低了整体能耗

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

提高了系统的经济性。

1.3 降低运维成本与人工干预

互联网技术的引入，显著降低了低压配网电力系统的运维成本，并减少了对人工干预的依赖，通过智能设备与远程监控系统的应用，配电网络能够实现全天候的自动化巡检，潜在的故障与运行异常得以实时发现，这种智能化监控不仅提高了故障诊断的准确性，还消除了传统人工巡检中可能出现的疏漏与误差。尤其是在复杂或偏远地区，人工巡检的难度与成本较高，而智能系统的全面覆盖大幅减少了人工成本。结合远程控制与实时数据分析的自动化运维系统，能够根据系统运行状态自动进行调节，远程故障诊断与修复也得以实现。此过程显著缩短了故障响应与处理时间，提升了整体运维效率。自动化流程的应用减少了人工干预的需求，使电力公司能够在处理突发事件时更加迅速与高效，运维人员能够通过互联网平台远程监控整个系统，现场操作的频次得以减少从而提高了工作效率。

1.4 实现数据驱动的智能决策

互联网技术为低压配网电力系统的智能决策提供了强有力的数据支持，通过物联网设备与智能传感器，系统得以实时采集电压、电流、负荷等大量运行数据，这些数据被传输到大数据平台经过深入分析后，揭示出电力系统的运行趋势，并能及时识别潜在的风险点与瓶颈问题。借助数据分析，电力公司能够更加精确地预测负荷需求优化电力调度，从而有效减轻供电压力。基于数据驱动的决策机制，系统能够根据实时数据自动调整运行策略，具备快速响应与自适应能力。举例而言，当电力负荷超过设定值时，过载区域将被系统自动识别，并且电力资源及时调配，以避免电网发生超负荷运行。此外，预测性维护也在系统内得以实施，设备健康状态将被持续监控，潜在故障能在发生前提前被发现，从而避免因设备故障停运造成的损失。

2 互联网技术在低压配网中的应用

2.1 智能电表与远程抄表技术

智能电表与远程抄表技术的应用，显著提升了低压配网中电力管理的效率与精确度。实时采集用户用电数据的智能电表，通过无线网络将数据传输至集中管理系统，彻底替代了传统的人工抄表方式，数据的实时传输不仅消除了人工抄表中的误差与延迟，还确保了电费结算的准确性与及时性。除了记录用电量外，智能电表还具备监控电力质量、检测电流波动等关键参数的能力，为电力公司提供全面的用电数据。依托远程抄表技术，电力公司能够远程获取用户用电数据，实时掌握各区域的负荷情况与用电趋势，从而更有效地调整电力供应策略优化资源配置，此种远程抄表方式不仅大大降低了人工抄表的频次与成本，还显著提高了运维效率。智能电表在用户端提供动态显示功能，使用户能够实时查看用电信息，从而更好地管理电力消费提升能效，智能电表还具备故障检测功能，能够在异常情况下自动报警并提供故障定位信息，帮助电力公司迅速响应并解决问题。

2.2 配网自动化与实时监控

配网自动化与实时监控技术在提升低压配电系统的运行效率与可靠性方面，起到了至关重要的作用。借助先进的互联网技术，配电网络得以实现各环节的实时监测与智能化控制，自动化水平显著提高。通过集成断路器、开关、负荷开关等智能设备，配网自动化系统能够将这些设备通过无线通信网络与中心系统连接，实时采集数据并将其传输至后台进行分析处理。由此，配电网络的运行状态可在任何时刻得到准确且全面的监控。实时监控系统对电压、电流、功率等关键参数进行监测，帮助运营方及时发现系统中的异常波动或潜在故障。当发生电流过载、设备故障等问题时，系统能够迅速定位故障位置，并自动调整负载或切换电源，从而最大限度地减少停电时间。除实时数据外，远程监控平台还利用历史数据进行分析，预测系统的运行趋势并提出优化建议，确保配网系统始终保持高效运行。

2.3 数据采集与分析系统

数据采集与分析系统在低压配网智能化运营中的重要性不言而喻，通过这一系统，配电网能够实时采集、传输并分析各类运行数据。配网中的传感器、智能电表、继电保护设备等持续监测电压、电流、功率因数、负荷变化等关键指标，数据通过无线网络传输至后台数据中心，这些实时数据不仅为电力公司提供了动态监控的依据，还为后续决策提供了重要支持。通过大数据分析平台，配网系统中的大量运行数据得以集中处理与深入分析，从中揭示了潜在的运营问题与发展趋势。系统能够自动评估设备状态、负荷分配的合理性及电力质量的波动，帮助运维人员及时识别潜在隐患，进而采取预防性措施。基于历史数据的趋势预测，系统还可预见用电高峰、负荷波动及设备故障风险，从而为电力公司提供精确调度与优化资源配置的依据。数据分析也为能源管理提供了科学支持，促进了能效的最大化与资源的高效利用。在此基础上，决策者能够更为精准地规划电网的扩展与升级，从而有效提升系统的运维效率与整体可靠性。

2.4 故障诊断与预警系统

故障诊断与预警系统在低压配网电力系统中占据了核心地位，借助互联网技术，故障识别的速度与预警能力得到了显著提升，从而增强了电网的安全性与可靠性，通过智能传感器与实时数据监控，系统能够持续追踪电力设备的运行状态，监测电流、电压等关键参数的变化。一旦发生异常，系统能够迅速响应及时识别故障并发出报警信号。例如，当电压波动超出正常范围，或设备出现故障指示时，诊断系统可精确定位问题所在判断故障类型，并迅速将相关信息反馈给运维人员，确保最短时间内做出响应。在此基础上，结合大数据分析与机器学习，系统不仅能处理实时的故障信息，还能深入挖掘历史数据，识别潜在的故障模式并进行趋势预测。通过分析设备的使用年限、负荷波动、环境因素等变量，系统能够预测可能的故障发生

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

时间，并提前制定维护或更换计划。此外，基于预警机制，电力公司可在故障发生之前采取预防性措施，从源头上减少停电风险及其潜在影响。

2.5 基于互联网的能源管理与调度优化

基于互联网的能源管理与调度优化技术，为低压配网的高效运行提供了强有力的智能支持，该系统集成了智能电表、传感器及监控设备等多种实时数据源，使电力需求、能源供应及系统运行状态能够实时被监控与评估。所有采集的数据通过云计算平台得以集中处理与分析，从而为精准决策提供依据。例如，系统能够基于负荷预测、用电趋势、气象变化等多重因素动态调整电力供应策略，确保负荷平衡，避免因过载或资源浪费而造成效率损失。在调度优化方面，借助互联网技术的高效数据传输与处理能力，电力公司得以实时掌握各区域的供电状况，并迅速响应用电需求的变化[1]。当某一地区出现用电高峰时，系统能够自动调配远程设备以实现负载均衡，甚至调度储能设备以缓解用电压力，通过互联网驱动的调度优化，电力利用效率得以显著提升，同时运行成本大幅降低。借助智能化能源管理系统，电力公司能够更精准、灵活地调整能源供应，从而减少人为干预与错误，提升配网的整体运行效率与稳定性，这项技术也推动了绿色能源的广泛应用，通过优化调度促进了太阳能、风能等新能源的接入与有效利用，进一步推动了清洁能源的可持续发展。

3 互联网技术在低压配网中的应用策略

3.1 提升技术研发与创新能力

提升技术研发与创新能力已成为推动互联网技术在低压配网应用中的核心战略之一，随着电力系统逐步向智能化、自动化方向发展，技术创新的重要性愈加凸显。为实现这一目标，电力公司必须加大对先进技术的投入完善研发体系，吸引并培养高素质的技术人才，从而提升整体创新能力[2]。例如，人工智能、大数据、物联网等新兴技术的融合应用，已成为推动低压配网智能化发展的关键力量，通过增强这些技术的研发力度，配电系统能够实现更精准的故障诊断、负荷预测以及资源调度等功能，进而提升系统的稳定性与运行效率。技术创新不仅应局限于现有设备的升级改造，更应从系统层面进行深度创新，推动配电网向更加开放、灵活的架构转型。研发新的智能设备、传感器与控制技术，优化数据传输与存储方式提升网络的安全性，增强系统的抗干扰能力及信息安全性，亦应成为创新的重点。与此同时，技术创新必须紧密结合实际应用，深入理解用户需求和市场变化，推动技术与业务深度融合，进而形成一个可持续发展的技术创新生态。

3.2 加强网络安全与防护措施

随着互联网技术在低压配网中的深入应用，网络安全已被视为电力系统稳定运行中的关键因素。配网系统中涉及大量敏感数据与设备控制，一旦遭遇网络攻击或数据泄露，可能不仅会导致电力供应中断，还会危及用户隐私以及系统整体安全。因此，保障配网的安全性必须采取一系列有效的网络防护措施[3]。为此，电力公司应构建一个多层次的安全防护框架，涵盖从数据传输到设备接入等各个环节，通过采用先进的加密技术，通信数据的篡改或截获将能够有效防止，定期进行系统漏洞扫描与安全评估，确保潜在风险点能够及时发现并修复。高效的防火墙、入侵检测系统（IDS）及入侵防御系统（IPS）的建设，能够对网络流量进行实时监控迅速识别异常行为，从而避免黑客入侵或恶意软件的侵扰。同样，终端设备的安全性也是保障配网安全的重要组成部分，智能电表、传感器等设备作为网络中的关键节点，往往成为攻击的主要目标，必须加强对这些设备的防护，定期进行固件更新、远程加密及防篡改措施，以有效降低被入侵的风险。对于关键设备与控制系统，严格的分级权限管理也应得到落实，确保仅授权人员能够进行操作和访问。在此基础上，建立健全的应急响应机制同样是提升网络安全水平的重要环节，电力公司应具备快速响应的能力，确保一旦发生安全事件能够及时隔离、修复并恢复系统的正常运行，通过定期组织网络安全演练，不仅能够提升应急处理能力，还能确保在突发事件中迅速应对，最大程度减少潜在损失。

4 结语

互联网技术为低压配网带来了深刻的智能化与自动化转型。借助智能电表、配网自动化及数据分析等技术手段，电力系统在提高运行效率、优化资源配置及故障响应能力等方面取得了显著进展。对人工操作的依赖大幅度地减少了，系统的稳定性与可靠性得到了显著增强。展望未来，技术研发的提升、网络安全的强化将成为推动配网持续发展的重要驱动力。随着技术不断创新与进步，低压配网将进一步朝着高效与安全的方向发展，不仅为可再生能源的接入提供支持，也为智能城市的建设奠定坚实的基础，创造有利条件推动电力行业的可持续发展。

[参考文献]

[1]梁斌.浅析互联网技术在低压配网电力系统的应用[J].数字通信世界,2020(5):197.
[2]肖伟杰.浅析互联网技术在低压配网电力系统的应用[J].技术与市场,2019,26(12):107-108.
[3]孙红伟,沈晴飞,吴林海.电子信息技术在人工智能领域的应用[J].数字通信世界,2020(5):196-197.

作者简介：孙飒（1994.3—），毕业院校：华北电力大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：国网石家庄供电公司，职务：职工，职称级别：工程师。

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

太阳能热水系统的设计与应用效果评价

常立芳
河北建工集团有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]太阳能热水系统作为一种清洁能源利用方式，近年来在全球范围内得到广泛应用，尤其是在公共建筑和住宅建筑领域。随着能源结构转型和环保政策的推进，太阳能热水系统因其节能、环保、经济性等优势，逐渐成为建筑中重要的热水供应系统之一。文中将从太阳能热水系统的应用优势、设计原理与方法入手，系统探讨其在不同类型建筑中的应用效果及优化技术，为建筑行业的绿色发展提供理论支持。

[关键词]太阳能热水系统；设计原理；应用效果；经济效益；环境影响；技术创新
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14444 中图分类号：TU822 文献标识码：A

Design and Application Effect Evaluation of Solar Hot Water System

CHANG Lifang
Hebei Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Solar hot water systems, as a clean energy utilization method, have been widely used worldwide in recent years, especially in the fields of public and residential buildings. With the transformation of energy structure and the promotion of environmental protection policies, solar hot water systems have gradually become one of the important hot water supply systems in buildings due to their advantages of energy conservation, environmental protection, and economy. Starting from the application advantages, design principles, and methods of solar hot water systems, this article will systematically explore their application effects and optimization technologies in different types of buildings, providing theoretical support for the green development of the construction industry.

Keywords: solar hot water system; design principles; application effect; economic performance; environmental impact; technological innovation

引言

随着全球能源需求的急剧增长及传统能源资源的逐渐枯竭，环保压力也不断加大，太阳能作为一种绿色、可再生能源，成为解决能源紧张及环境问题的重要选择。作为太阳能应用的重要领域，太阳能热水系统凭借其显著的节能优势，已成为推动绿色建筑发展、减少碳排放的重要手段。在我国，随着建筑行业的快速发展，特别是公共建筑和住宅建筑的大规模建设，太阳能热水系统的应用潜力巨大。在政策推动下，太阳能热水系统已逐步普及。然而，目前的系统在集热效率、储热技术及运行稳定性方面仍存在一定问题，这些问题亟待解决。因此，太阳能热水系统的技术创新与优化成为提升其应用效果的关键。如何提高系统的整体性能、确保能源的高效利用，已成为亟需解决的技术难题。

1 太阳能热水系统的应用优势

1.1 节能环保

在公共建筑，如学校、医院、体育馆等，大量的热水需求得到有效满足，同时减少了对煤炭、天然气等化石燃料的使用。由此，温室气体排放量大幅降低，减少了空气污染。相较于传统能源系统，太阳能热水系统对环境的影响较小，有助于缓解全球变暖。随着技术的成熟，太阳能热水系统的环保效益愈加突出。降低能源消耗、减少污染排放使得该系统在建筑行业的应用具有广泛前景。越来越多的建筑项目将其纳入节能减排措施，以实现可持续发展目标。

1.2 经济效益

尽管太阳能热水系统的初期投资较高，但从长期来看，运行成本低廉，特别是在阳光充足的地区，系统能有效减少电力和燃料的消耗，从而显著降低建筑的能源费用。公共建筑中，使用太阳能热水系统不仅满足了大量热水需求，还大幅度降低了运营成本。长期节省的电费与燃气费使得太阳能热水系统成为一种具有较高投资回报的方案[1]。在住宅建筑中，特别是对于日照充足的地区，系统几乎没有运行成本，且维护费用较低。尽管初期投入较高，但随着系统寿命的延长，能源支出大幅减少，经济效益逐渐显现。

1.3 技术成熟与可靠性

随着太阳能技术的发展，即便在较低气温下，真空管集热器也能保持较高的收集效率，保证系统稳定运行。尤其在公共建筑中，系统的稳定性要求较高，太阳能热水系统能够根据不同气候自动调节集热器工作状态，确保全年无间断的热水供应。智能控制技术的应用，太阳能热水系统优化了能源的分配，提升了整体运行效率。在此基础上，系统的智能化管理使其能在各种条件下高效运作，减少了能源浪费，保障了稳定性与节能性。

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

2 太阳能热水系统的设计原理与方法

2.1 设计基本要求与原则

设计太阳能热水系统时，根据建筑物的热水供应系统不同，以及当地的气候特征，进行精确的配置。集热器、储热装置与管道系统的布置，决定了整个系统的效率与运行稳定性。集热器的面积应结合建筑热水需求及当地日照条件进行设计，以保障系统在不同季节都能充分发挥作用。储热装置的容量需要与热水的实际需求量相匹配，过小的容量将无法满足需求，而过大的容量则会导致空间与资金的浪费。

2.2 太阳能热水系统的主要设计参数

在太阳能热水系统的设计中，主要涉及集热器的面积、热水需求量、储热罐容量与管道布置等参数。每一项设计参数都需根据建筑物的具体需求来调整。例如，集热器的面积应考虑到冬季热水需求较高的情况，适当扩大面积，而在夏季热水需求较低时，则可减少面积。储热罐的容量需与建筑的热水需求量相匹配。如果容量过大，不仅会浪费资源，还可能占用过多空间；而容量过小，则无法满足实际需求，影响系统的稳定性。管道的设计也不容忽视，应优化管道布局，减少热量损失，以提高能效。合理的管道布局可减少能量传输过程中的损耗，使系统更加高效稳定。

2.3 太阳能热水系统的选择与配置

在系统组件的选择过程中，建筑的规模、热水需求与预算等多种因素必须被充分考虑。对于大型公共建筑如学校、医院等，热水需求大且用水高峰期长[2]。智能控制系统能够根据天气变化与实际用水情况进行自我调节，从而最大化提高系统效率，降低不必要的能耗。对于住宅建筑，设计则更加灵活。根据家庭成员的数量、日常热水需求及具体使用习惯，系统设计可以定制，以满足各个家庭的实际需求，保障经济性与高效性。

2.4 公共建筑中的太阳能热水系统设计

公共建筑通常面临较大且波动较大的热水需求，例如学校、医院等场所，其热水使用量较大且频繁波动。此类建筑设计时需确保系统能够满足在高需求时段的稳定供应，同时，在低需求时段，系统依然能高效运行，避免不必要的浪费。太阳能热水系统在公共建筑中的设计不仅需要考虑高效与稳定性，还必须注重系统的可维护性与用户的舒适性。设计时，应选择高质量、耐用的设备，以保证长期使用中的可靠性。此外，系统的安装布局应符合建筑美观要求，避免影响建筑外观，合理利用建筑空间，实现集热装置、储热罐与管道的高效布置。

2.5 住宅建筑中的太阳能热水系统设计

与公共建筑相比，住宅建筑的设计更注重个性化与灵活性，依据家庭成员的数量、日常热水使用量及特殊需求来量身定制，以确保系统高效运行，最大限度地节约能源。住宅建筑通常热水需求量较小，但在集热器的配置、储热罐的容量以及管道布置上，依然需要确保合理选择。设计时要避免过度投资，确保系统在满足需求的同时，不产生不必要的开支。住宅建筑的太阳能热水系统设计灵活多样，应根据实际需求调整各项设计参数，确保系统运行稳定且经济高效。

3 太阳能热水系统的应用效果评价

对太阳能热水系统应用效果的评价，对于了解系统的运行状况、性能表现及投资回报至关重要。通过从热效率、能效、经济效益与环境影响等多个维度进行综合分析，能够全面掌握系统的表现，为后续优化与调整提供有力依据。

3.1 评价的意义与方法

太阳能热水系统效果的评价，不仅帮助我们准确了解其运行状态，还能全面评估系统的性能与投资回报。对热效率、能效、经济效益以及环境影响等多个维度进行评价时，通常结合定量与定性数据采集。这种方法能够通过现场监测，确保评估结果的准确性与全面性。在评价过程中，系统的热量转换效率、能源利用率、运营成本等量化指标被重点考量。与此同时，系统的维护便捷性与使用体验等定性因素也被纳入考量。

3.2 系统性能评估：热效率与能效

太阳能热水系统的热效率与能效，热效率通常通过系统输出热量与接收太阳辐射能量的比值进行计算，用以衡量太阳能集热器将太阳辐射转化为热能的能力。集热器热效率较高时，太阳能能够更加有效地转化为可用热水，满足不同用户需求。能效是衡量系统整体能源利用效率的综合指标，它不仅涉及集热器的性能，还包含了储热与输送过程中的能量损失。能效高的系统，可以在较低的能耗下提供足够的热水，这有效降低了运营成本，同时提升了经济性。在性能评估中，热效率与能效是最为关键的指标，它们直接决定了系统的运行效率与稳定性。对于公共建筑如学校、医院等，热效率与能效尤为重要。这类建筑通常需要提供大量热水，因此，系统必须在稳定性与高效性上达到较高标准[3]。相较之下，住宅建筑的系统设计则更具灵活性，设计时可根据家庭的用水需求、气候条件以及其他因素进行个性化配置，以实现更高的经济性与可持续性。

3.3 经济效益分析：投资回报与运营成本

在太阳能热水系统的经济效益分析中，初期投入通常包括设备购买、安装与调试等费用，随着技术的进步，太阳能热水系统的初期投资已逐渐降低。然而，从长远来看，其经济效益依然十分显著。太阳能热水系统通过减少传统能源消耗，显著降低了运营成本，但仍需要定期的系统维护与检修，以确保其正常运行。合理的运营管理不仅可以有效降低成本，还能延长系统的使用寿命，进一步提高其经济效益。在分析节能效果时，太阳能热水系统的优势尤为突出。该系统可显著减少传统能源的消耗，降低电力、天然气等能源需求，从而实现节能目标。通过对节能效果

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

的定量分析，可以直观展示系统的节能潜力及回报周期，进一步为系统优化提供数据支持。

3.4 环境影响与节能效果分析

在分析太阳能热水系统的环境影响时，与传统供热系统相比，太阳能热水系统几乎不产生温室气体排放，因此它被视为一种绿色、零排放的能源解决方案。随着该系统的广泛应用，碳排放量显著减少，空气质量得以改善，对应对气候变化发挥着积极作用。对碳排放的减少进行定量计算，能够清晰展示太阳能热水系统在环境保护方面的贡献。此类系统的应用，建筑行业对绿色发展目标的实现起到了积极推动作用。除了减少对化石能源的依赖外，太阳能热水系统的应用还进一步提升了能源利用的可持续性。通过对传统能源的节约，太阳能热水系统降低了运营成本，进一步促进了绿色发展。对节能效果的全面分析，能够更好地展示系统在推动可持续发展与绿色建筑中的重要作用。

4 太阳能热水系统的优化与技术创新

4.1 太阳能热水系统的优化方向

太阳能热水系统的优化应当从多个方面着手，主要包括集热技术、储热系统、管道设计与控制系统的改进。对这些核心技术进行精细化优化，将有效提升系统的综合效能和能源利用率。例如，优化集热器能够提升热能采集能力，合理配置储热系统则有助于在不同负荷条件下保持系统的稳定运行。此外，优化管道设计可以显著降低热量在传输过程中的损失，智能控制系统的引入则能够动态调节系统运行，确保最高能效[4]。建筑类型的差异要求太阳能热水系统进行个性化设计，以确保在满足节能需求的同时，还能确保热水供应的持续稳定性。针对不同建筑功能及使用需求，系统优化的实施将能更好地适应多样化的应用场景。

4.2 高效集热技术与储热系统的优化

集热器作为太阳能热水系统的核心部件，其效率直接决定了整个系统的能源转化能力。采用新型高效集热技术，如真空管集热器，将极大提升系统的集热效率。真空管集热器凭借其卓越的热隔离性能，即使在低温环境下，也能够保持较高的热能转化效率，因此，在系统中得到广泛应用。储热系统的优化同样至关重要。通过使用相变储热材料（PCM）等新型材料，可以有效提高储热效率。这些材料在吸热和放热过程中，能够以更高的效率存储和释放热能，从而确保系统在负荷波动时仍能提供稳定的热水供应。这种先进的储热技术不仅提高了太阳能热水系统的可靠性，也延长了系统的使用寿命。

4.3 智能控制与节能技术的应用

智能控制系统的引入，通过实时监测与调节，能够根据热水需求变化自动调整运行模式，从而优化热水供应，避免能源浪费。与传统手动控制方式相比，智能控制系统的实时调节能力显著提升了系统的运行效率。物联网（IoT）技术的结合使得智能控制系统更加智能化。通过远程监控与操作，用户可以随时了解系统的运行状态。与此同时，AI 技术的引入进一步提升了智能控制系统的预测与调节能力，使得系统能够更加精准地调整运行策略。这不仅有效提升了系统稳定性，还大大降低了能源消耗。

4.4 太阳能热水系统的未来发展趋势与创新技术

展望未来，太阳能热水系统将继续在多个方面进行技术创新与突破。集热技术将变得更加高效，新型材料的使用将进一步提高集热效率，从而最大化能源转化率。储热系统的优化将结合更为先进的储热材料，这些材料将能够在不同环境条件下提供更加稳定的热水供应，并提升热能存储与释放的效率。系统集成度的提升也将成为未来技术发展的重要方向。集成更高效的集热器、储热技术与智能控制系统，将有助于简化安装与运行，减少维护成本，同时增强系统的稳定性与可靠性。高效集成的设计将满足不同建筑类型的热水需求，提升系统的适用性与灵活性。此外，太阳能热水系统的技术创新将不断促进绿色建筑的发展，减轻建筑的环境负担，推动低碳经济的实施。随着技术的进步，太阳能热水系统将成为全球应对能源短缺与环保压力的重要工具。

5 结束语

太阳能热水系统，以其清洁高效的特性，已成为应对能源短缺和环保压力的关键手段。随着节能减排要求的不断提升，太阳能热水系统在建筑领域的应用逐渐广泛，尤其是在公共建筑和住宅建筑中，已经成为推动绿色建筑及低碳发展不可或缺的组成部分。通过对太阳能热水系统的设计原理、应用效果及优化策略的研究，本研究提出了多项技术创新方向，旨在提升系统的综合效能。研究发现，采用新型高效集热器、储热材料以及智能控制系统，能够显著提高系统效率、降低能源消耗，减少运行成本。尽管太阳能热水系统的广泛应用仍面临一定的技术与经济挑战，但随着技术的持续创新与政策支持的加力，未来该系统将在建筑领域扮演越来越重要的角色。

[参考文献]

[1]王镜明,杨雪.太阳能联合空气源热泵热水系统优化设计[J].煤气与热力,2024,44(4):33-35.
[2]李博文.高校浴室太阳能—空气源热泵热水系统的优化设计及软件研发[D].山东:山东建筑大学,2024.
[3]杨立伟.太阳能热水系统的设计和施工方法分析[J].太阳能学报,2024,45(6):691.
[4]李伟,邢滕,章明友,等.改造项目屋面太阳能热水系统热源优化设计[J].给水排水,2024,60(8):109-111.

作者简介：常立芳（1991.9—），毕业院校：河北工业大学，所学专业：化学工程，当前就职单位：河北建工集团有限责任公司，职务：给排水设计师，职称级别：工程师。

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

基于新能源发电的风力发电关键技术

汲 蕾[1] 高 宇[2,4] 马牧野[3] 冯嘉宇[2,4] 付浩青[2]
1. 国网石家庄供电公司，河北 石家庄 050000
2. 河北鲲能电力工程咨询有限公司，河北 石家庄 050000
3. 沈阳工业大学电气工程学院，辽宁 沈阳 110870
4. 河北省分布式能源应用技术创新中心，河北 石家庄 050000

[摘要]伴随着经济的持续发展，全球对能源的需求不断增加，传统能源的过度消耗和由此带来的环境污染问题日益严峻。在此背景下，我国积极推动新能源的开发，风力发电作为可再生能源中技术最为成熟且具有广阔开发潜力的发电方式之一，逐渐成为替代传统能源的关键技术。与火力发电和水力发电相比，风力发电具有更低的环境负担和更高的能源效率，因此在全球能源结构转型中占据了重要位置。文中深入探讨了新能源发电与风力发电技术的关系，重点分析了风力发电的技术现状及发展趋势，旨在通过对风力发电技术的研究，缓解日益增长的能源需求与有限的能源供给之间的矛盾，推动社会的可持续发展。
[关键词]新能源发电；风力发电；关键技术
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14440 中图分类号：TM7 文献标识码：A

Key Technology for Wind Power Generation Based on New Energy Generation

JI Lei [1], GAO Yu [2, 4], MA Muye [3], FENG Jiayu [2, 4], FU Haoqing [2]
1. State Grid Shijiazhuang Power Supply Company, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China
2. Hebei Kunneng Power Engineering Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China
3. School of Electrical Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang, Liaoning, 110870, China
4. Hebei Province Distributed Energy Application Technology Innovation Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous development of the economy, the global demand for energy is constantly increasing, and the excessive consumption of traditional energy and the resulting environmental pollution problems are becoming increasingly severe. In this context, China actively promotes the development of new energy, and wind power generation, as one of the most mature and promising renewable energy generation methods, has gradually become a key technology to replace traditional energy. Compared with thermal and hydroelectric power generation, wind power generation has lower environmental burden and higher energy efficiency, thus occupying an important position in the global energy structure transformation. The article delves into the relationship between new energy generation and wind power generation technology, with a focus on analyzing the current status and development trends of wind power generation technology. The aim is to alleviate the contradiction between the growing energy demand and limited energy supply through research on wind power generation technology, and promote sustainable social development.
Keywords: new energy generation; wind power generation; key technology

引言

随着全球能源结构逐步转型及对可持续发展的重视，风力发电作为一种清洁且可再生的能源形式，已经成为全球能源产业不可或缺的一部分。温室气体排放的有效减少、气候变化问题的缓解，以及为能源消费提供更加稳定、可靠和多样化的选择，风力发电在这些方面发挥着重要作用。近年来，随着风电技术的不断进步，风力发电的规模与效率已显著提升，尤其是在风电机组设计、发电效率、功率控制及并网技术等领域的创新，取得了突破性进展。为了进一步推动风力发电的可持续发展、提升其经济性与市场竞争力，许多关键技术应运而生，例如风功率预测、偏航控制、功率调节、灵活补偿及智能管理技术等。这些技术的应用，不仅提升了风电机组的运行效率，降低了运营成本，还有效解决了风电并网过程中可能出现的波动性与不稳定性问题，确保了风力发电系统在复杂环境下能够稳定运行。本文将对基于新能源发电的风力发电关键技术进行详细分析，探讨其发展现状及未来发展方向，以期为风力发电技术的创新与推广提供理论依据与实践指导。

1 风力发电的类型

风力发电可以根据不同的标准进行多种方式的划分。按照风电机组的工作原理，主要可分为水平轴风力发电与垂直轴风力发电。最为常见的是水平轴风力机组，其叶片围绕水平轴旋转，通常被安装在较高的塔架上，以便捕获更多的风能；相较之下，垂直轴风力机组则围绕垂直轴旋转，具有简洁的结构，适用于风速变化较大的地区。根据风电机组的安装位置，风力发电可分为陆上风力发电与海

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

上风力发电。陆上风电一般建于风力资源丰富的内陆地区或沿海区域，其建设成本相对较低；海上风电则利用海洋区域内稳定且强劲的风力资源，尽管其建设成本较高，但其发电效率通常较优。根据电力与电网的连接方式，风力发电可进一步分为并网系统与独立系统。并网系统将风力发电接入电网，与其他能源共同供电，而独立系统则主要用于偏远地区，提供独立的电力供应。

2 风电机组基本发展现状

风电机组的基本发展现状展现了技术的不断进步与规模的日益扩展。随着全球对可再生能源需求的不断增加，风力发电技术已取得了显著的突破。风电机组的单机功率等级不断提升，从最初的几十千瓦逐步发展到如今的几兆瓦，部分海上风电项目中的机组功率已经突破 12 兆瓦。通过提高大功率与高效率的风电机组，风能的利用率得以显著提升，单位电力生产成本也随之降低。与此同时，风电机组的设计逐渐向智能化与数字化方向转型。通过应用先进的传感器、数据分析与自动化控制技术，机组能够实时监控风速、风向等气象参数，从而优化运行状态，提升发电效率，减少故障发生[1]。风电机组的材料与制造工艺同样在不断创新，叶片的长径比、气动设计以及材料强度等方面得到了有效改善，确保机组能够在低风速条件下稳定运行。此外，机组的可靠性与耐用性有了显著提升，特别是在海上风电项目中，抗腐蚀与耐盐雾材料的使用大幅延长了机组在恶劣环境下的使用寿命。尽管如此，风电机组仍面临一些挑战，尤其是在海上风电领域，高建设成本、风电场选址问题以及电网接入的技术难题依然亟待解决。

3 基于新能源发电的风力发电关键技术

3.1 风功率预测技术

风功率预测技术作为风力发电系统的关键组成部分，旨在通过分析与建模风速、风向等气象数据，精确预测风电机组在未来一段时间内的发电功率。该技术在提升风电系统运行效率、优化电网调度及减少能源浪费方面，发挥着至关重要的作用。风功率预测技术通常依赖于实时采集与分析气象数据，这些数据包括地面气象观测数据、气象卫星数据、雷达数据等，同时还需结合风电场的地理信息及风力机组的性能参数等因素进行综合处理。现代风功率预测方法主要可分为物理模型方法与数据驱动方法两类。物理模型方法通过模拟大气环流与风场分布等物理过程，推算出风电场的风速及风能分布，进而计算出发电功率；而数据驱动方法则通过历史数据及机器学习算法建模风速与发电功率之间的关系，从而实现短期与中期的功率预测。近年来，随着人工智能技术的快速发展，特别是深度学习算法的应用，基于数据驱动的风功率预测方法已得到广泛应用，能够更精确地捕捉复杂的非线性关系，从而提升预测精度。同时，集成预测方法逐渐成为研究的趋势，这种方法将物理模型与数据驱动模型相结合，利用多源数据的融合，进一步提高预测结果的准确性与可靠性。尽管如此，风功率预测技术依然面临诸如风速预测的不确定性、气象数据质量波动及区域气候变化等挑战，提升预测精度并有效应对极端天气事件，仍是该领域亟待解决的核心问题。

3.2 偏航控制技术

偏航控制技术作为风力发电系统的核心技术之一，其主要功能是调节风电机组的叶片朝向，从而最大程度地捕获风能，确保机组高效运行。通过调整机组的主轴角度，偏航控制系统使叶片始终对准风的方向，显著提高风力机组的能量转化效率。该系统通常由偏航驱动、传感器及控制系统组成，其中，偏航驱动通常由电动机或液压系统提供动力，调整风电机组的定向装置，使其随风向变化实时调整机组的朝向；传感器则负责监测风向变化，并将实时数据反馈给控制系统；控制系统根据传感器提供的信息进行运算，从而自动调整偏航角度，确保风电机组的叶片始终保持在最优工作状态。随着风力机组容量的不断增加，偏航控制的精度与可靠性愈加重要，尤其在海上风电及高风速环境下，精准的偏航控制能够有效减少风机振动负荷，延长机组寿命，并防止风机在风向变化时因过载而发生故障。近年来，随着控制理论的不断发展，偏航控制技术已从传统的单一风向感应模式逐步转向多传感器融合模式，使得偏航控制变得更加智能化与灵活。例如，通过结合气象数据、风场特性以及机组的运行状态，综合预测模型能够提前调整风机的偏航角度，从而提高其在复杂风况下的适应性。此外，智能化与自适应控制技术的应用，使得偏航控制系统能够实时响应风速与风向的变化，动态调整工作策略，优化机组的运行状态，避免由于固定参数设定或环境变化引起的控制误差。

3.3 功率控制技术

功率控制技术在风力发电系统中扮演着至关重要的角色，其核心目标是确保风电机组在各种风况下稳定运行，并实现最大功率输出。风电机组的输出功率受多个因素的影响，包括风速、风向、叶片角度及电网负荷等，而功率控制技术的关键作用在于实时调节机组功率，以应对风速波动及电网需求，避免机组因风速过高或过低而发生损坏或低效发电。通常，功率控制技术包含三个主要方面：变桨控制、风速切割控制及有功功率调节[2]。变桨控制通过调整叶片的攻角来优化功率输出。在低风速条件下，叶片角度增大，以提高风能的捕获效率；而在高风速时，叶片角度则减小，避免机组因过载而受损。风速切割控制通过在风速达到额定值时限制功率输出，保护机组免受过大风速的损害，从而确保其在极端天气下的安全运行。同时，为了实现与电网负荷的匹配，风电机组通过有功功率调节来调整发电输出，确保风力发电与电网之间的稳定连接，从而保证电力供应的持续稳定。

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

3.4 灵活补偿技术

灵活补偿技术在风力发电系统中的重要性日益增加，特别是在风电并网及调度过程中，其有效提升了风电并网的稳定性与可靠性。随着风电装机容量的持续增加，风力发电的波动性对电网运行带来了显著挑战。通过对电网功率流动的实时调节与优化，灵活补偿技术能够有效平衡电网负荷，减轻风电波动对电网的影响。此类技术主要包括静态同步补偿（STATCOM）、统一潮流控制（UPFC）、高压直流电（HVDC）及储能系统等手段。静态同步补偿装置（STATCOM）通过快速调节无功功率，灵活地为风电系统提供功率补偿，从而确保电网电压的稳定，尤其是在风电出力波动时，能够迅速响应电网需求。统一潮流控制（UPFC）则通过调节电网线路的潮流方向及电压，优化风电并网的电能传输效率，避免风力波动引发的电网负荷不均或过载问题。高压直流电（HVDC）技术则通过高压直流电缆，将远离负荷中心的风电场发出的直流电稳定地传输至电网，从而减少交流电网与风电系统之间的功率波动，提供更稳定的电力输出。此外，储能系统在灵活补偿技术中的应用，尤其在短期内出现大幅度风电波动时，能够存储多余电能，并在风速下降或发电不足时释放，从而平滑风电输出，进一步增强系统的稳定性。

3.5 智能管理技术

智能管理技术在风力发电领域的应用正逐步成为提升风电场运营效率、降低成本及优化资源配置的关键手段。随着风电机组容量的增加及风电场规模和复杂性的不断扩展，传统的人工监控与管理方式已无法满足日益严峻的运营需求。通过整合物联网、大数据、云计算以及人工智能等先进技术，风电场的全面数字化与自动化管理得以实现。风电机组的运行状态、气象数据及负荷需求均能被实时监控，系统能够识别潜在问题，如设备故障、性能下降或风速波动，并及时发出警报，提出优化的维修建议。借助大数据分析，历史数据的处理与挖掘使得机组性能变化趋势得以预测，故障预警与维护决策的实施有效减少了突发故障的发生，从而降低了维修成本。此外，风电场的运行调度通过智能管理技术得到优化，机组输出功率得以动态调整，更精确地匹配电网需求，这不仅提高了发电效率，还减少了风电波动对电网的影响。在电网并网方面，智能管理技术通过先进的控制算法与调度策略，能够平衡风力波动与电网负荷，进一步增强了风电并网的稳定性。

4 基于新能源发电的风力发电发展方向

4.1 机组大型化

机组的大型化是未来风力发电领域发展的关键趋势之一。随着技术不断进步与制造能力的提升，风电机组的单机功率已逐步增大，尤其是在海上风电项目中，大型机组的采用已成为提升经济效益与资源利用效率的重要途径。更长的叶片与更为强大的传动系统通常配备于大型机组，使其能够在较低风速下持续稳定运行，从而提高风能捕捉效率，并在风力资源分布不均的地区维持较高的发电稳定性。通过减少风电场内机组的数量，不仅降低了建设与维护成本，大型机组还优化了土地资源的利用[3]。然而，机组的大型化也带来了一些技术上的挑战，如运输、安装、调试及后期维护的复杂性，这使得相关配套设施与技术的持续提升成为必要。

4.2 管理智能化

管理智能化已成为风力发电领域未来发展的重要方向，其核心目标是通过数字化与自动化技术的应用，提升风电场的运行效率、降低运营成本，并优化资源配置。随着信息技术、物联网、大数据与人工智能等领域的持续进步，风电场的管理正逐步向智能化、自动化方向转型。实时监控风电机组的运行状态、气象条件及电网需求，智能管理系统能够依据实时数据精确调节机组的输出功率，从而优化风电场的运行调度，减少由风速波动或设备故障引起的发电波动。机组的运行效率不仅能提高，设备使用寿命也能延长，通过智能化管理，还能实现故障的预测与维护优化，从而避免因突发故障导致的停机与维修成本[4]。此外，风电场能够更精准地预测风能资源的变化趋势，借助大数据分析，进行更精确的发电规划与电网负荷匹配。

4.3 产业融合化

产业融合已成为风力发电发展的关键趋势，其核心在于通过跨行业的技术合作与资源整合，提升整个风电产业的效益与可持续发展潜力。在全球能源转型的背景下，风力发电与其他新能源产业、传统能源行业，以及数字化和智能化技术的深度融合，逐步成为推动产业创新与发展的重要力量。例如，风电与储能技术的结合，有效缓解了风电出力波动问题，电力供应的稳定性与灵活性得到了显著提升；与此同时，风电与电动汽车、绿色氢能等行业的融合，不仅实现了能源的高效利用，也推动了新能源的多元化应用。此外，产业链上下游的整合，如设备制造、运维服务与电力销售等环节的协同优化，将有助于降低整体成本，增强市场竞争力。随着产业融合的不断深化，风力发电不再仅仅作为单一的电力供应来源，而将成为能源、交通、制造等多个领域协同发展的关键组成部分，推动能源系统向低碳化、智能化转型，绿色可持续发展的目标将得以强有力的支撑。

5 结语

风力发电，作为新能源领域的重要组成部分，凭借其环保性、可持续性及高效性，已成为全球能源转型的核心技术之一。随着技术的不断进步，风力发电在多个方面取得了突破，尤其是在提高发电效率、控制成本、提升并网稳定性以及智能化管理等领域。创新的风功率预测、偏航控制、功率控制、灵活补偿以及智能管理等关键技术，为风电的规模化发展与运营优化提供了强有力的技术支撑。尽管如此，风力发电仍面临诸如风能资源分布不均、机组

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

大型化所带来的安装与维护难题等挑战。随着技术的进一步提升及产业链的不断完善，未来风力发电有望实现更高效、更智能且更可持续的运营模式，为全球能源结构优化及应对气候变化目标的实现做出更大贡献。通过不断的技术创新与产业协同，风力发电将在推动全球绿色低碳发展与能源转型的过程中，扮演更加重要的角色。

[参考文献]

[1]钟行.基于新能源发电的风力发电关键技术[J].科学技术创新,2024(22):205-208.
[2]周鸿鸣.基于新能源发电的风力发电技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(19):157-159.
[3]黄仕亮.新能源风力发电技术分析[J].通讯世界,2024,31(6):124-126.
[4]郭志成.新能源风力发电的发展思路探索[J].化工设计通讯,2018,44(11):182.

作者简介：汲蕾（1978.3—），毕业于华北电力大学电力系统及其自动化专业，现就职于国网石家庄供电公司，高级工程师。

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

低碳理念下园林绿化施工技术的创新与应用

付 龙
中规城科（天津）工程设计有限公司，天津 300000

[摘要]目前，我国经济发展迅速，城市内部基础设施建设日益完善，园林绿化作为城市环境的重要组成部分，对城市生态环境及人们生活质量有很大影响。当前时代发展下，全球温室效应加剧、气候变化巨大，人们更加注重生活质量、节能环保等问题，低碳理念逐渐在园林绿化中广泛应用。文章主要对园林绿化中运用低碳理念出现的问题进行分析，并提出具体的解决对策，希望能够促进园林绿化事业的健康发展。

[关键词]低碳理念；园林绿化；施工技术；创新与应用
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14424 中图分类号：TU986.2 文献标识码：A

Innovation and Application of Landscape Greening Construction Technology under Low Carbon Concept

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

Abstract: Currently, Chinese economy is developing rapidly, and the infrastructure construction within cities is becoming increasingly perfect. Landscape greening, as an important component of urban environment, has a significant impact on the urban ecological environment and people's quality of life. In the current era of development, with the intensification of global greenhouse effect and significant climate change, people are paying more attention to issues such as quality of life, energy conservation and environmental protection. The low-carbon concept is gradually being widely applied in landscaping and greening. The article mainly analyzes the problems arising from the application of low-carbon concepts in landscaping and proposes specific solutions, hoping to promote the healthy development of the landscaping industry.

Keywords: low carbon concept; landscaping; construction technology; innovation and application

引言

随着全球气候变化问题的日益加剧，低碳理念已成为各行业追求可持续发展的核心。园林绿化行业也不例外，作为城市生态建设的重要组成部分，园林绿化不仅起到美化环境、改善空气质量的作用，而且对城市生态系统的健康至关重要。然而，传统园林绿化施工过程中存在高碳排放、资源浪费和生态破坏等问题，这些问题亟须在设计与施工中融入低碳理念，以提高园林绿化的环保性与可持续性。低碳园林绿化施工技术的创新与推广，不仅有助于降低建筑与园林工程的碳足迹，还能在满足城市发展需求的同时，保护并修复生态环境。随着绿色建筑和生态城市理念的普及，低碳园林绿化施工技术逐渐成为行业发展的主要趋势。低碳理念下的园林绿化施工技术创新与应用，将在本文中得到探讨。当前园林绿化施工中存在的问题将被分析，结合低碳技术创新，提出更加高效、环保、可持续的施工路径，助力绿色城市建设与生态文明的实现。

1 低碳理念在园林绿化中的应用意义

低碳理念在园林绿化中的应用具有深远的意义，尤其在全球应对气候变化与环境污染的背景下，其重要性愈加突出。作为城市美化的重要环节，园林绿化在调节生态环境、改善空气质量、减少碳排放等方面发挥着关键作用。然而，传统园林绿化施工往往依赖高碳排放的建筑材料和高能耗设备，且施工方式不够合理，导致碳足迹的增加。引入低碳理念后，环保、低碳的绿化材料被采用，并通过合理规划绿化植物的种植方式，有效减少资源浪费，从而降低施工过程中的碳排放。此外，低碳理念还促进了可再生能源的广泛应用，如太阳能和风能，以及绿色建筑技术的采用，这些都进一步提升了园林绿化的生态功能。更为重要的是，园林绿化设计在低碳理念的推动下，愈加注重生态多样性及植物生长规律的结合，促进了城市生态系统的可持续发展。通过这些措施的落实，园林绿化不仅为城市提供了更多绿色空间，还在应对全球气候变化的挑战中发挥了积极作用，推动了绿色城市建设与生态文明的进程。

2 城市园林绿化现存问题

2.1 使用高碳绿化材料进行建设

在城市园林绿化建设中，使用高碳绿化材料是一个突出的问题。许多传统材料，如水泥、砖石、合成木材等，在生产过程中消耗大量能源，排放大量二氧化碳，从而增加了碳足迹。在运输和施工过程中，这些材料还需消耗大量化石能源，进一步加剧了环境压力。例如，水泥生产通过高温烧制进行，产生的二氧化碳排放量极大，且对环境的污染不容忽视。尽管某些合成材料具有较强的耐久性和

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

功能性，但其生产和废弃过程中往往难以回收，导致资源浪费与环境污染。使用这些高碳材料进行园林绿化建设，不仅加重了环境负担，也与全球推进低碳经济、应对气候变化的目标背道而驰。

2.2 采用高耗能设施进行施工

在城市园林绿化施工过程中，使用高耗能设施是一个突出的挑战。许多园林施工环节，如土方挖掘、道路铺设、灌溉系统安装及园艺雕塑等，通常依赖于大型机械设备，如挖掘机、压路机、混凝土搅拌机等。这些设备的运行，主要依赖化石燃料，尤其是柴油和汽油，导致了能源消耗过大及二氧化碳的排放。此外，除了资源的巨大消耗外，这些高耗能设施还会对施工现场造成污染，包括噪音与空气污染等。特别是在一些城市绿地和公园的建设中，由于机械化程度高，施工周期长，能源的浪费与碳排放量的增加，不断成为问题。

2.3 施工过程使用高污染能源

在城市园林绿化施工中，依赖高污染能源是一个亟待解决的重大问题。许多绿化项目仍使用传统的高污染能源，如柴油和汽油，主要用于驱动机械设备和施工车辆。尤其是在规模较大的绿化工程中，诸如大型土方机械、运输车辆和灌溉系统等设备需要大量燃烧化石燃料以提供动力。温室气体的排放，不仅得到了促进，二氧化硫、氮氧化物及颗粒物等有害物质的释放，也严重影响了空气质量，并加剧了环境污染。此外，这些污染源可能对施工人员的健康构成潜在威胁，进一步加大了施工过程中的环境负担。

2.4 建设废弃物处理不当

在城市园林绿化施工过程中，废弃物处理不当已成为一个显著问题。园林绿化项目通常会产生大量废弃物，包括树木修剪后的枝叶、草皮、土壤以及废弃的园林设施材料等。如果这些废弃物未能经过科学合理的处理与处置，资源浪费及环境污染便会随之发生。例如，绿化作业中产生的大量植物残余，若随意堆放或丢弃，不仅占用了宝贵的土地资源，还可能成为滋生病虫害的源头，对周围环境造成不良影响[1]。此外，施工中使用的建筑材料废料，如混凝土、钢铁和砖块等，若未能妥善回收利用，将导致建筑垃圾堆积，进一步加重城市垃圾处理压力，影响城市环境的整洁与可持续发展。若废弃物处理不当，有害物质渗漏的情况也可能发生，进而污染周围土壤和水源，危害生态系统的稳定。

2.5 绿化植物配置设计单一

在城市园林绿化的实践中，植物配置设计的单一性已成为一个普遍问题。许多绿化项目依赖于少数几种植物，结果，景观的多样性与生态功能被限制了。单一的植物配置不仅导致了园林景观缺乏层次与变化，还可能使生态系统变得脆弱。当某种植物被过度依赖时，绿化带或公园在面临气候变化、病虫害等自然挑战时，往往会出现大规模的植物死亡或退化，进而影响绿化效果及景观的可持续发展。此外，植物种类的单一还削弱了植物之间的生态互助作用，减少了绿地系统的生物多样性。如此单一的配置往往无法满足不同环境条件及功能需求，从而使园林绿化的生态服务功能未能得到充分发挥。

3 低碳理念下的园林绿化设计

3.1 选择低养护成本材料

在低碳理念的园林绿化设计中，选用低养护成本的材料被视为实现资源高效利用与可持续发展的关键策略。此类材料不仅能够减轻环境负担，还能有效降低长期运营与维护的经济压力。例如，本土植物的选择，耐旱且抗病虫害，能够减少灌溉与施肥的需求，从而降低资源消耗，且提高了植物的存活率，减少了人工干预。这些植物通常适应性较强，能够与当地气候条件相协调，形成自然生态平衡，从而减少了对外部资源的依赖，进而降低了碳足迹。在硬质景观材料方面，优先使用长寿命、低维护需求的材料，如透水砖、再生混凝土及天然石材等，不仅能减少环境破坏，还能有效降低养护过程中的能源消耗与人工成本。透水砖等材料，有助于增强园林水循环功能，减少雨水径流，促进雨水的收集与利用，从而优化了水资源管理。此外，环保可回收材料如铝合金与竹材的采用，在保障园林美观与功能的同时，简化了后期维护的复杂性。

3.2 减少施工过程的碳排放

在低碳理念的园林绿化设计中，施工过程中碳排放的降低被视为实现环保目标的核心环节。碳排放主要来自设备使用、运输及材料加工等多个方面，因此，采取有效措施减少这些环节的碳排放，不仅有助于降低温室气体排放，还能有效减少对环境的负面影响。施工设备的选择，尤为关键。通过低碳、节能机械设备的选用，如电动工具和新能源驱动的施工机器，二氧化碳的排放可显著减少。在运输方面，合理规划施工路线及减少运输距离，可有效降低车辆行驶中的碳排放，尤其在重型材料运输过程中，空驶减少及运输任务的合理安排，显得尤为重要。此外，材料的选择也对碳排放的降低起着重要作用。本地采购材料的优先选用，不仅能减少运输过程中产生的碳排放，还能减轻由运输引发的交通拥堵和环境污染。废弃物管理同样需要得到关注。采用分类回收与再利用的方式，废弃物处理所需的资源与能源得以减少，整体碳足迹也进一步降低。

3.3 采用可再生能源建设

在低碳理念的驱动下，园林绿化设计中的可再生能源应用已成为实现可持续发展的关键技术之一。随着全球环保要求的日益提升，传统的能源消耗模式已难以满足未来发展的需求。相比之下，因其环保、低碳、资源丰富的特点，可再生能源逐渐成为园林绿化施工的重要组成部分。可再生能源的应用，主要体现在园区的照明系统中。例如，太阳能路灯和风力发电设备的使用，替代了传统的电力照

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

明，这不仅有效减少了园区的碳排放，还能够显著降低长期电力消耗的成本。此外，可再生能源也能广泛应用于园区的水泵和灌溉系统中。太阳能驱动的水泵能够减少能源消耗，同时降低对传统电力的依赖，从而提高园林绿化项目的能源自给能力，进一步契合低碳、节能的设计理念[2]。结合地热能、风能等其他可再生能源，不仅优化了资源利用效率，也提升了项目的可持续性，确保园区生态环境保护要求得到满足，为绿色低碳城市环境的打造作出了贡献。

3.4 科学合理处置废弃物

在低碳理念的指导下，园林绿化设计中的废弃物科学合理处理，已成为实现可持续发展的重要环节。在园林绿化施工过程中，通常会产生大量的建筑垃圾、植物修剪废料、塑料制品以及化学残留物等废弃物。若这些废弃物未能妥善处置，环境污染可能会造成严重影响，同时大量资源也会因此被浪费。合理的废弃物处理方式不仅能够减轻环境负担，还能有效促进资源的再利用。植物废弃物，如修剪后的枝叶、落叶等，应通过堆肥或有机垃圾处理技术进行生物降解，转化为有机肥料，从而回归自然循环。这一举措，不仅减少了废弃物的体积，还能提供绿色肥料，提升土壤质量，为植物的健康生长创造良好的环境。对于园区常用的塑料、金属材料及建筑垃圾等，应当分类收集并进行回收或再利用，避免这些材料进入垃圾填埋场。完善的废弃物回收系统应当建立，将这些材料转化为建筑或园林绿化的新资源，从而实现资源的循环利用。此外，园区内的垃圾桶、容器及园艺工具等应选用可回收、可降解的环保材料，避免使用不可降解的塑料制品，进一步减少环境污染。

3.5 合理配置多样性植物

在低碳理念的指导下，合理配置多样性植物对促进生态平衡、提升生物多样性及减少碳排放，具有重要意义。植物不仅承担美化环境的功能，而且能够有效吸收二氧化碳，释放氧气，调节微气候，从而帮助减缓气候变化，改善空气质量。然而，生态环境往往会因单一植物配置而变得脆弱，增加病虫害传播的风险，同时也缺乏对本地气候与土壤条件的适应性。因此，采用多样化的植物配置，不仅能提升绿化的生态功能，还能减少对水、化肥及农药的依赖，降低碳排放。在配置植物时，选用本地适生植物作为基础，是实现这一目标的关键。由于本地植物通常能较好适应当地的气候与土壤条件，它们生长更加稳定，所需的人工干预较少，从而显著减少了维护成本与能源消耗[3]。此外，植物配置应注重种类与结构的多样性，选择乔木、灌木、草本植物等不同层次的搭配，不仅有助于构建多样化的生态系统，还能提升绿地的景观效果，同时增强植物群落对病虫害的抵抗力。通过合理的植物群落配置，水资源的利用也能够得到优化，例如，通过选择耐旱植物来减少灌溉需求，或利用植物根系固土，降低水土流失，进一步提升园林的可持续性。

4 创新发展方向

在低碳理念的推动下，园林绿化技术的创新发展，主要体现在优化设计理念、选用新型环保材料以及引入先进科技手段等方面。随着环境保护意识的逐步提高，园林绿化设计将愈加注重生态功能与可持续性，绿色基础设施的建设，有望成为主流。例如，结合雨水收集与利用系统，以及透水材料的使用，能够有效减少雨水径流，从而缓解城市热岛效应。在此基础上，低碳园林设计强调本土植物多样性的保护与自然生态的重建，这不仅能有效防止外来物种入侵，还能帮助植物更好适应当地环境，降低后期维护成本及资源消耗。创新环保材料的广泛应用，也将进一步推动园林绿化朝着低碳方向发展[4]。例如，使用可回收、可再生的建筑材料以及环保地面铺装材料，能够显著降低传统材料所带来的碳排放。同时，智能化技术的引入，为园林绿化管理与维护开辟了新途径，传感器、物联网等技术的运用，可以实时监控土壤湿度、植物健康及空气质量，助力精细化绿色管理，减少能源与资源的浪费。随着城市化进程的加快，园林绿化的创新发展，还将依赖跨学科的融合，结合建筑、交通、环境等多个领域的设计理念，以实现生态城市的全面建设。

5 结语

在低碳理念的推动下，园林绿化施工技术的创新与应用，已成为提升城市生态环境质量、实现可持续发展的关键手段。低碳材料的采用、施工过程中碳排放的减少以及多样性植物的合理配置等措施，能够有效降低园林绿化项目的碳足迹，并为生态城市建设做出积极贡献。园林绿化的生态效益不仅得到了提高，资源的利用也得到了优化，能源消耗减少，推动了经济、社会与环境的多重共赢。尽管如此，低碳园林绿化施工技术的普及仍面临诸多挑战，技术研发与应用的不断深入，亟需政府、行业及科研机构的共同努力，以确保绿色理念的广泛落实。随着技术的持续进步与绿色环保政策的逐步完善，园林绿化施工领域必将更加重视低碳理念的应用，为建设更加宜居、可持续的城市环境奠定坚实基础。

[参考文献]

[1]傅晨琪.低碳理念下园林绿化施工技术的创新与应用[J].居舍,2024(33):119-122.
[2]周春峰.低碳理念在园林景观绿化设计中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2018(15):195.
[3]周华湘.浅析低碳理念下的风景园林设计[J].现代园艺,2017(13):159-160.
[4]王蒙蒙.低碳理念下的城市风景园林建设问题与对策[J].现代园艺,2022,45(4):107-109.

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

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

遥感技术在生态环境监测及执法中的应用

王有艳[1] 孙婷婷[2]
1. 山东评测环境科学研究院有限公司，山东 青岛 266109
2. 山东汇氏环境科技集团有限公司，山东 泰安 271000

[摘要]生态环境监测是进行生态环境保护的首要前提，也是一项复杂、繁琐以及涉及范围十分广泛且非常重要的工作，只有做好生态环境监测和管理工作，才能实现对生态环境的有效保护。然而，传统的生态环境监测方法有许多局限性，受到时间和空间的限制，使数据收集和整理工作的效率不高。遥感技术的出现，使传统的环境监测方法出现了改变，实现了室外监测到室内监测的完美过渡，通过遥感技术，可及时获得大量环境数据信息，提高了监测工作的效率。

[关键词]遥感技术；生态环境；环境监测；执法；技术应用
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14417 中图分类号：X21 文献标识码：A

Application of Remote Sensing Technology in Ecological Environment Monitoring and Law Enforcement

WANG Youyan[1], SUN Tingting[2]
1. Shandong Evaluation Environmental Science Research Institute Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266109, China
2. Shandong Huishi Environmental Technology Group Co., Ltd., Tai'an, Shandong, 271000, China

Abstract: Ecological environment monitoring is the primary prerequisite for ecological environment protection, and it is also a complex, tedious, and widely involved and very important task. Only by doing a good job in ecological environment monitoring and management can effective protection of the ecological environment be achieved. However, traditional ecological environment monitoring methods have many limitations, such as time and space constraints, which result in low efficiency in data collection and organization. The emergence of remote sensing technology has changed traditional environmental monitoring methods, achieving a perfect transition from outdoor monitoring to indoor monitoring. Through remote sensing technology, a large amount of environmental data information can be obtained in a timely manner, improving the efficiency of monitoring work.

Keywords: remote sensing technology; ecological environment; environmental monitoring; law enforcement; technical application

引言

全球生态环境问题日益严峻，生态环境监测与执法工作的重要性愈加突出。传统监测方法在周期长、覆盖范围有限、实时性差等方面存在明显局限，已无法满足快速变化的环境需求。作为一种高效且精确的空间信息采集手段，遥感技术已逐渐成为生态环境监测与执法的核心工具。借助卫星、无人机、地基传感器等多种平台，遥感技术提供了广泛覆盖、长期稳定、高频次的数据，能够实时监测土地利用变化、植被覆盖度、大气污染、水体质量等关键环境要素，从而为环境保护工作提供科学依据。环境执法方面，不仅能够精确识别污染源、追踪非法排放，遥感技术还为生态修复、资源管理等领域提供了必要的数据支持，显著提升了执法效率与透明度。随着技术持续进步，遥感技术在生态环境监测中的应用也正在从静态分析扩展到动态监控、实时预警及综合评估等更高层次的应用。本文将深入探讨遥感技术在生态环境监测与执法中的应用现状、面临的挑战以及未来的发展方向。

1 环境监测与执法中应用的遥感技术与装备

在生态环境监测与执法中，星载遥感、无人机遥感与地基遥感技术的综合应用构建了一个多维度、高效能的监测网络，提供了全方位的技术支持，以服务环境保护。通过搭载在卫星上的设备，星载遥感利用光学、多光谱、高光谱及雷达成像等技术，实现了对大范围区域的长期环境监控。其广泛的覆盖范围及短周期观测特性，使其在全球尺度上对大气、水体、植被等生态系统进行动态监测时，具有无可替代的优势，尤其适用于偏远地区的生态环境评估。无人机遥感，由于其灵活性强、分辨率高的特点，能够对中小范围进行精细化监测。配备多光谱相机、高光谱传感器或激光雷达的无人机，在复杂地形中获取关键的环境数据，尤其适合应用于污染事故的应急处置、植被退化监测以及非法排放点的定位。地基遥感通过固定或移动监测站点，运用光学、激光或红外传感技术，能够精确监测地面大气、水体或土壤中的特定环境参数。这种高精度的监测手段，在校正与验证星载及无人机遥感数据方面至关重要，同时为局部地区的环境执法提供了详细的污染物排放信息。三者的协同作用，结合多源数据的融合与建模分析，大大提高了环境监测与执法的效率与准确性，为生态环境的动态管理与科学决策提供了有力支持。

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

2 我国生态环境监测的现状

近年来，我国在生态环境监测方面取得了显著进展，逐步建立了覆盖全国、功能完备的监测体系，在大气、水、土壤、植被等多个领域收获了丰富的监测数据。目前，监测网络由卫星遥感、无人机遥感、地基监测站及移动监测平台共同构成，使得从宏观到微观、多尺度的生态环境观测成为可能。特别是在空气质量与水体污染监测方面，通过布设自动化监测站点，主要污染物的实时监测及动态追踪已成功实现，为污染治理与环境保护提供了重要的数据支持。然而，当前我国生态环境监测依然面临诸多挑战。一方面，监测数据的整合未能有效进行，多源数据的标准尚未完全统一，从而影响了监测结果的准确性与可比性。另一方面，一些偏远地区的监测覆盖仍显不足，尤其在土壤污染与地下水质监测领域，仍存在较大的空白[1]。在生态环境执法方面，监测技术与执法需求的融合度亟待提升，且高时效性、高自动化的监测手段尚未得到广泛应用。随着技术的不断进步，应加强多源遥感数据的共享与融合，进一步完善监测设备的标准化与自动化水平，从而全面提升生态环境监测的能力与效能，为我国生态环境保护与可持续发展提供更加有力的支持。

3 遥感技术在生态环境监测中的主要应用

3.1 植被指数监测

植被指数监测是遥感技术在生态环境监测中的关键应用之一。通过分析地表植被的反射光谱特征，它能够定量评估植被的覆盖度、健康状况及生长动态。常用的植被指数，如归一化植被指数(NDVI)与增强型植被指数(EVI)，通过遥感影像中红光与近红外波段的反射率计算得到，能够敏感地反映植被的生物物理特性。在生态环境监测中，植被指数被广泛应用于森林资源评估、草地退化监测、农田健康状态评估及植被覆盖变化趋势分析等领域。例如，定期获取植被指数数据，可有效揭示某一地区植被覆盖的时空变化情况，从而判断植被退化或生态破坏现象是否存在。植被指数监测还为碳汇能力的评估及生态修复效果的验证提供了重要的科学依据。在环境执法领域，植被指数的应用也能有效识别非法采伐、土地开垦等行为，能够通过精确定位植被损失区域，从而提高执法工作的效率与准确性。尽管植被指数监测在宏观尺度上具有较高的适用性，但在实际应用中需要特别注意它对地表非植被因素的敏感性。例如，土壤背景与大气条件可能会对监测结果产生一定的干扰。

3.2 土壤污染监测

土壤污染监测是遥感技术在生态环境监测中的关键应用之一。通过高光谱成像、多光谱分析以及热红外成像等技术，土壤中的重金属含量、有机污染物的分布及其理化特性，能够迅速被评估。遥感技术通过利用土壤反射光谱特性的变化，结合不同波段的反射率数据，揭示污染物的种类与浓度分布，从而为精准监测土壤污染提供了强有力的支持。例如，土壤中的铅、镉、砷等重金属污染，能够通过高光谱遥感有效检测，并绘制污染分布图，识别污染源及其扩散路径。农田、工业区及废弃地的土壤健康状况，能够通过多光谱遥感技术定期监测，从而评估土地退化的程度及其对生态系统的潜在影响。同时，热红外成像技术通过识别土壤温度异常，能够间接判断地下污染物的分布特征。在环境执法领域，遥感技术为监控工业企业的排放行为提供了精确的数据支持，污染区域得以锁定，为现场执法提供重要线索。尽管遥感技术在土壤污染监测方面具有显著优势，其监测精度仍可能受到分辨率及污染物光谱特性复杂性的限制。因此，遥感监测结果的准确性，通常需要与地面采样及实验室分析相结合，以进行验证。

3.3 大气污染监测

大气污染监测是遥感技术在生态环境监测中的重要应用。通过卫星、无人机及地基遥感设备，能够对大气中的污染物分布、浓度及其动态变化进行广泛观测，效率得到了显著提高。基于大气的散射、吸收光谱特性及热辐射信号，遥感技术能够精确地监测常见的气体污染物，如二氧化硫（SO_2）、氮氧化物（NOx）、臭氧（O_3）以及细颗粒物（$PM_{2.5}$、PM_{10}）。例如，二氧化碳的浓度分布能够通过光学遥感在特定波段的分析中得到检测，排放源的追踪得以实现；激光雷达技术则能够精确描绘大气气溶胶的垂直分布，帮助识别雾霾形成的关键因素。通过监测温度变化及热异常，热红外遥感技术揭示了区域性污染源，如工业排放点及城市热岛效应。在跨区域的大气污染传播监测中，遥感技术展现出了广域覆盖的独特优势，污染气团的路径能够追踪，扩散模型得以构建，从而为污染防控策略提供了重要数据支持。在环境执法领域，遥感监测能够迅速定位违规排放行为，相关部门的应对措施得以有效展开[2]。然而，大气污染的遥感监测准确性可能会受到云层、地表反射率变化等因素的影响，因此，结合地面观测数据及模型校正，对于提高监测精度，至关重要。

3.4 水污染监测

水污染监测是遥感技术在生态环境监测中的关键应用之一。通过多光谱、高光谱成像及热红外技术，能够对地表水体的污染范围、污染物浓度及其动态变化进行大范围且快速的观测。水体反射光谱的变化通过遥感技术得以捕捉，结合特定波段的吸收特性，悬浮物、叶绿素、溶解性有机物及重金属污染得以有效监测。例如，水体的富营养化程度能够通过多光谱遥感技术识别，藻类暴发的范围及其发展趋势也能被分析；而高光谱遥感则能够精确检测水中某些污染物的浓度，如石油泄漏或工业废水中化学物质的分布。通过监测水温的异常变化，热红外遥感能够间

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

接推断热污染或地下排放源的存在。在跨区域的水体污染监测中，遥感技术凭借其广域覆盖的能力，流域尺度的水质整体状况得以提供，污染溯源模型也得以帮助建立，从而为流域治理提供了科学依据。在环境执法过程中，污染事件的高风险区域能够迅速通过遥感监测定位，地面采样及执法工作因此能够获得明确指引。然而，水污染遥感监测的精度会受到天气条件、水体深度及地表复杂性的影响，通常需要结合地面监测数据及实验室分析进行必要的校正与验证。

4 存在的不足及展望

4.1 促进多源遥感数据融合

尽管遥感技术在生态环境监测中取得了显著进展，但在实际应用过程中，仍面临多源遥感数据融合的诸多挑战。目前，来自多个平台（如卫星、无人机、地基传感器等）以及不同传感器（光学、雷达、高光谱等）的遥感数据，存在明显的时间、空间分辨率和精度差异。特别是在尺度效应、时间同步性及数据精度等方面，增加了数据融合的复杂性。如何高效地融合来自不同来源的数据，进而实现更加全面且精准的环境监测，成为亟待解决的核心问题。数据融合的推进，不仅需要在数据处理算法上进行创新，基于人工智能与深度学习的图像处理技术被认为能够有效消除不同数据间的系统误差与噪声，而且还要求提高数据的时空匹配度，确保动态环境监测过程中能获得实时且精确的结果[3]。随着遥感平台的日益多样化以及数据处理技术的不断进步，数据融合方法将逐渐成熟，时空分辨率的瓶颈将被突破，跨尺度、跨平台的高效协同应用将得以推动。

4.2 提高遥感参数反演效果

提高遥感参数反演精度是生态环境监测中面临的核心挑战之一。遥感数据的反演过程，旨在从观测数据中提取地面物理与化学特征，如植被覆盖度、土壤湿度及污染物浓度等。然而，这一过程常常受到多种因素的影响，包括大气干扰、地表特征的复杂性以及遥感平台的分辨率限制。在实际应用中，反演精度的提升面临着诸多制约，尤其是在复杂环境下，如云层覆盖、大气气溶胶及光谱混合效应等，这些因素均可能对遥感数据的反演结果产生显著影响。如何有效克服这些干扰因素，提升反演算法的准确性与鲁棒性，已成为当前研究的重要课题。为应对这些挑战，提出了多种优化策略。例如，结合地面观测数据进行反演校准，先进的机器学习与深度学习算法也被应用于数据训练与建模中。此外，利用多源数据融合来弥补单一数据源的局限，已成为一种有效的解决方案。通过不断改进反演模型，能够显著增强其对复杂环境中遥感信号的适应性，从而提高反演结果的精度与可靠性。

4.3 优化遥感建模尺度效应

优化遥感建模中的尺度效应，是提升遥感技术在生态环境监测中应用精度的重要途径。在实际应用中，遥感数据常呈现出不同的空间、时间与光谱分辨率，而生态环境变化往往具有多尺度特征。某些现象在宏观尺度上可能表现为大范围趋势，但在微观尺度上则呈现出复杂的局部变化。这一差异，使得如何有效结合不同尺度的遥感数据，并合理处理尺度效应，成为关键问题。尺度效应可能导致从高分辨率到低分辨率数据转换过程中，信息丢失的现象出现，或者使得不同尺度上的现象不匹配，从而影响模型的准确性与预测能力。为了解决这一挑战，基于多尺度分析的遥感模型正在开发，采用自适应尺度转换、数据分层融合及尺度不变性特征提取等方法，优化遥感数据在各个空间尺度上的表现。此外，结合区域特征及地面观测数据，也有助于减小尺度效应带来的不确定性，从而提升建模的精度与可靠性。

4.4 提高遥感产品自动化水平

提升遥感产品自动化处理能力，是遥感技术在生态环境监测中发展的关键方向之一。目前，遥感数据的处理与分析仍较多依赖人工干预，尤其在数据预处理、特征提取、模型训练及结果验证等环节，自动化水平较低，导致工作效率和实时性无法满足大规模、长期监测的需求。此外，遥感数据的复杂性与海量性，使得人工处理不仅耗时，还容易引发错误，从而影响监测结果的准确性。因此，自动化水平的提升，尤其是在数据采集、分析及产品生成等方面，将显著提高监测的效率与精度[4]。为此，机器学习、深度学习等人工智能技术正在被研究者们积极探索，以实现遥感数据的分类、解译及分析。通过这些技术，有价值的信息能够从海量遥感数据中自动提取，进行高效的模式识别与异常检测。此外，自动化系统的建立，也可实现实时监测与快速响应，尤其在环境突发事件或灾害监测中，为决策提供及时支持。

4.5 增强遥感综合分析能力

增强遥感综合分析能力，是遥感技术在生态环境监测中的关键发展方向。尽管遥感技术能够提供丰富的环境监测数据，如何有效解读与综合分析这些数据，仍面临诸多挑战。遥感数据本身具备高度复杂性与多样性，如何将不同来源、类型及尺度的数据融合，并从中提炼出对环境变化的深刻洞察，已成为提升遥感技术应用效果的关键所在。为此，更加先进的分析方法需得到发展，如多源数据融合、时空动态分析、非线性建模及智能化决策支持系统等。通过将卫星、无人机、地基传感器等不同平台的数据整合，借助人工智能、机器学习等技术提取数据中的潜在模式，能够为生态环境变化趋势、污染源识别及生态恢复效果评估等提供更加精准的分析结果。遥感数据的综合分析不仅涉及单一数据类型（如植被指数或大气污染），而且需要在多维度、多层次的信息集成下进行，这对于全面理解生态环境系统的动态变化至关重要。

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

5 结语

遥感技术在生态环境监测及执法中的应用，展现了显著的潜力与优势，能够实现大范围、高频次、精确的环境数据采集，为环境保护及可持续发展提供有力的技术支持。通过卫星遥感、无人机遥感与地基传感等多个平台的协同作用，已在污染源追踪、生态评估及资源管理等方面发挥了重要作用。然而，随着技术的不断发展，遥感数据处理的复杂性、精度提升及时效性等问题，依然存在。展望未来，随着人工智能、机器学习等新兴技术的不断融合，遥感技术将在生态环境监测与执法中，承担更加关键的角色，推动环境保护工作向更加科学、智能及高效的方向发展。

[参考文献]

[1]曾丽蓉.浅谈遥感技术在生态环境监测中的应用[J].皮革制作与环保科技,2021,2(15):44-45.
[2]陈博明.遥感技术在生态环境监测及执法中的应用进展[J].矿冶工程,2020,40(4):165-168+173.
[3]冯江.遥感技术在生态环境监测中的应用[J].农业开发与装备,2016(5):95.
[4]周智晨.探究遥感技术在生态环境监测中的应用[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019(11):178-179.

作者简介：王有艳，(1985.11—)，女，本科，汉族，专业：精细化工/国际贸易。

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

分布式光伏发电项目投资决策及经济评价

刘 勇
大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂，甘肃 陇南 746412

[摘要]在全球能源危机与环境污染日益加剧的背景下，作为一种清洁、可再生能源光伏发电逐渐成为主流选择，通过利用建筑屋顶或闲置土地进行发电，分布式光伏发电不仅能够满足当地的用电需求，还能有效减轻电网压力，展现了显著的经济与社会效益。尽管分布式光伏项目具备多方面的优势，仍面临诸如初期投资、项目规模、电价机制及技术运维等一系列挑战。因此，投资者必须对这些关键因素进行科学评估并加强风险管理，确保项目能够顺利实施。

[关键词]分布式光伏发电项目；投资决策；经济评价
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14459 中图分类号：TM615 文献标识码：A

Investment Decision and Economic Evaluation of Distributed Photovoltaic Power Generation Projects

LIU Yong
Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

Abstract: Against the backdrop of the global energy crisis and increasing environmental pollution, photovoltaic power generation, as a clean and renewable energy source, has gradually become the mainstream choice. By using building roofs or idle land for power generation, distributed photovoltaic power generation can not only meet local electricity demand, but also effectively reduce the pressure on the power grid, demonstrating significant economic and social benefits. Despite the various advantages of distributed photovoltaic projects, they still face a series of challenges such as initial investment, project scale, electricity pricing mechanism, and technical operation and maintenance. Therefore, investors must scientifically evaluate these key factors and strengthen risk management to ensure the smooth implementation of the project.

Keywords: distributed photovoltaic power generation projects; investment decision; economic evaluation

引言

随着全球能源转型的加速，清洁能源日益成为应对气候变化与推动可持续发展的关键手段。凭借其灵活性、低碳特性以及可再生优势，分布式光伏发电已逐步成为绿色能源体系中的重要组成部分。尤其在我国，政策扶持与技术进步推动了光伏发电，成为解决能源问题的有效路径。尽管分布式光伏项目在社会效益与环境效益方面展现出显著优势，投资者仍需面对项目规模、投资回收期、场地选择以及电价政策等多重挑战。因此，科学地评估项目的经济效益与风险，已成为投资决策中不可忽视的核心问题。深入探讨分布式光伏发电项目的投资决策要素、风险管控方法及经济评价策略，为投资者提供实用的决策支持，从而助力项目的顺利实施与可持续发展。

1 投资决策关键要素分析

1.1 项目规模与发电能力

项目规模在分布式光伏发电项目的可行性及经济效益中占据关键地位，大小直接影响初期投资、运营成本及最终发电能力。在确定项目规模时，场地面积与太阳辐射资源的分布是需要重点考量的因素，光伏系统的发电能力与光伏面板的总面积成正比，面板面积的增加通常意味着发电能力的提升，但屋顶的可用面积、朝向及倾斜角度等实际使用条件，也会对系统的发电效率产生显著影响。在分布式光伏项目中，发电能力的合理规划是实现实际需求与资源潜力的有效匹配的关键，若规模过大可能导致资源的浪费并加重经济负担；若规模过小又可能无法充分利用资源，进而影响项目的盈利水平。因此，合适的项目规模应当是在发电需求与投资回报之间实现平衡的基础上，综合考虑系统配置以及后期维护的便利性。光伏组件的选择、系统配置及选址条件也对发电能力起着决定性作用。例如，采用高效光伏组件能够在相同面积下实现更高的发电量，从而提升项目的整体效益。

1.2 初期投资与单位造价

初期投资是启动分布式光伏发电项目所需的核心资金，涵盖了设备采购、系统安装、电网接入及相关配套设施的建设等费用。项目的初期投资金额不仅与光伏组件的质量、规格及安装技术密切相关，还受到项目所在地区政策支持、土地租赁费用及场地改造等因素的影响。因此，在做出投资决策时，必须全面评估这些因素对总成本的潜在影响，确保投资效益的最大化。单位造价是衡量项目经济性的重要指标，通常指每千瓦光伏装机容量所需的投资额，单位造价受到光伏组件技术、系统设计以及施工难度等多个方面的影响。随着光伏技术的持续进步以及市场竞

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

争的加剧，光伏组件的价格逐年下降这有助于降低单位造价，从而提升项目的投资回报率，然而仅仅关注单位造价的低廉并不足以证明项目的经济性，系统的长期运维成本与整体效益也应被充分考虑。合理控制初期投资与单位造价，不仅能够确保项目在较短时间内实现资金回收，还能为后续的经济评价与财务分析提供有力支持。在投资决策时必须依据市场趋势、技术发展及政策环境，精确计算初期投资额并选取合适的技术方案以优化单位造价，从而提升项目的整体经济效益。

1.3 电价机制与长期收益

电价机制在分布式光伏发电项目的长期收益中扮演着至关重要的角色。不同地区的电价政策、补贴措施以及电力市场定价机制直接决定了项目的收入水平。许多国家和地区通过提供固定电价（如上网电价）或补贴政策，支持清洁能源的发展为光伏项目创造了稳定的收入来源。固定电价能够确保项目在较长周期内获得可预测的回报，帮助投资者规避市场价格波动带来的风险。随着光伏发电逐步市场化，部分地区的电价机制正在向市场化定价转型，这使光伏发电的价格可能随着市场供需变化而波动，尽管这种变化带来了更高的不确定性，但也可能在电力需求增长或光伏发电量增加时带来更大的收益潜力。市场电价的上涨，尤其在电力需求高峰期能够直接提高项目的收入水平。项目的长期收益是否稳定，还取决于其运营效率与电力销售模式。如果电价保持在合理水平，同时项目能够维持较高的发电效率，经济回报将更加稳健。

1.4 场地选择与资源评估

场地选择对分布式光伏发电项目的成败至关重要。理想的选址不仅需要充足的面积还必须确保丰富的日照资源，位于阳光充足地区的项目可最大限度地提高光伏发电效率，从而提升经济回报。项目选址时必须全面评估资源，包括年均辐射量、日照时数及当地气候条件等因素，通过对这些数据的深入分析，能够准确评估地区的光伏发电潜力，为项目设计的可行性提供支持。除了光照资源外，选址时还应考虑地理位置、交通便捷性以及土地的租赁或购买成本等因素。例如，城市地区的屋顶常常适合进行分布式光伏安装，而空旷的地面场地更适合开展大规模光伏项目。在这一过程中电网接入的可行性及其相关成本也应得到充分考虑，确保项目能够顺利接入电网并进行电力销售。同时，土地使用的合法性以及环境影响评估必须成为选址的重点，以避免政策或环境问题带来的潜在风险。

2 分布式光伏发电项目风险管控

2.1 市场经营风险与对策

市场经营风险是分布式光伏发电项目面临的重大挑战，主要来源于电力市场波动、政策变动及市场需求的不确定性。随着光伏行业的迅速发展，市场竞争愈加激烈，电力价格波动、政策调整或补贴减少等因素可能显著影响项目的经济效益，尤其在一些地区光伏项目的盈利性常依赖政府补贴与固定电价，一旦政策变化预期收益将可能下降，从而直接影响投资回报。为有效应对市场经营风险，项目方必须进行全面的市场趋势评估，深入了解电力市场的供需变化与价格波动，进而制定灵活应变的策略。例如，通过签订长期电力购售协议（PPA），电价收入可在未来得以锁定，从而有效减轻市场价格波动的风险，密切关注国家及地方政府的能源政策，及时调整项目规划与经营方向，确保与政策发展同步，获取必要的政府支持。拓展多元化市场也是减少市场经营风险的有效策略，除了传统电力销售外，项目方可借助储能技术、绿色证书交易等方式拓宽收入来源，减少对单一市场的依赖，从而提升项目的抗风险能力。

2.2 资金财务风险与应对措施

资金财务风险是分布式光伏发电项目中的一项重要挑战，主要源于资金筹集的困难、融资成本过高以及项目现金流的不稳定性。光伏项目通常需要较大初期投资，而投资回收期较长，这使得资金管理显得尤为重要，若资金来源不稳定或融资成本过高，项目的推进将受到阻碍甚至可能影响项目的整体盈利能力。为有效控制资金财务风险，项目方必须制定切实可行的资金筹措方案，合理选择融资渠道。常见的融资方式包括银行贷款、股权融资与债务融资等，通过全面评估各融资方式的成本与风险，项目方应选取最符合项目特点的融资结构，确保资金及时到位。同时优化资金使用效率避免资金闲置与浪费，提高资金周转率亦是确保项目成功的关键。建立健全的财务监控体系是降低资金财务风险的有效途径，项目方应定期检查项目现金流、资产负债与财务状况，通过实时监控及时发现潜在的资金短缺或财务压力并作出相应调整。此外，设立应急资金池以应对突发资金需求或市场波动，也能帮助确保项目在复杂环境下维持稳定的财务状况。

2.3 技术运维风险及管理

技术运维风险是分布式光伏发电项目中不可忽视的一类风险，主要涉及设备故障、系统性能下降及运维管理不当等问题。尽管光伏发电系统的维护要求较低，设备老化、恶劣天气等环境因素以及人为操作失误，依然可能导致系统运行异常，进而影响发电效率或引发设备停机，严重时会影响项目的整体收益。为有效应对技术运维风险，项目方应建立系统化的运维管理框架，该框架应包括定期检查、故障诊断以及预防性维护等内容，通过智能监控系统，光伏组件与逆变器的工作状态可实时跟踪，从而能够及时发现潜在问题并进行针对性维护，这种做法不仅有助于提升系统稳定性，还能显著减少因意外停机所带来的损失。与此同时，选用高质量设备和组件对降低运维风险至关重要，高效且耐用的设备不仅能延长系统使用寿命，还能提升整体发电效率，从而保障项目的长期盈利能力。定期制定运维计划并建立应急预案，运维计划应涵盖光伏系统的清洁、检查与维

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

护，以防止灰尘或污染物堆积影响设备的运行性能。同时，应设立快速响应机制，应对可能出现的故障，确保问题发生时能够及时修复，从而缩短停机时间，减少经济损失。

3 分布式光伏发电项目经济评价

3.1 经济评价的基本原则与方法

经济评价是分布式光伏发电项目决策中的核心环节，目的是通过量化分析评估项目的经济效益及投资回报，此过程应严格遵循全面性、科学性与公正性的原则，结合项目的成本、收益及风险帮助投资方做出合理的决策。在进行经济评价时，必须清晰界定项目的现金流入与流出，包括初期投资、运营成本、维护费用及收入来源等。常用的评价指标有净现值（NPV）、内部收益率（IRR）和投资回收期（Payback Period）。净现值（NPV）衡量的是项目未来现金流的现值与初期投资的差额，若 NPV 为正值，则表明项目具备良好的经济效益[1]。内部收益率（IRR）反映了项目可能实现的最高收益率，通常与资本成本进行对比，当 IRR 超过资本成本时，项目的投资吸引力较强。投资回收期则描述了项目收回初期投资所需的时间，较短的回收期通常意味着资金周转更快，项目的风险较低。经济评价中的敏感性分析与风险评估也是必不可少的部分，通过分析不同情境下收益的变化，敏感性分析揭示了对项目经济效益影响最大的因素，从而为项目管理层提供了决策依据，帮助其更好地应对潜在的市场波动与风险挑战。

3.2 投资回收期分析

投资回收期是评估分布式光伏发电项目财务健康状况的重要指标，它反映了项目收回初期投资所需的时间。在光伏项目中，回收期的长短直接决定了资金的流动性及项目的风险水平。通常回收期较短意味着资金回流迅速，财务风险较低；而回收期较长则可能导致资金紧张，增加项目的不确定性。在进行投资回收期分析时，首先必须精确估算项目的初期投资金额，其中包括设备采购、安装调试及其他前期费用，接下来应预测项目的现金流入，主要来源于光伏发电的售电收入。基于电价、发电量与运营成本等因素计算每年的净现金流，通过对比初期投资与年净现金流，得出回收期的具体时长。值得注意的是投资回收期未考虑资金的时间价值，因此它是一种相对简化的财务分析工具。在实际评估过程中，投资回收期应与净现值（NPV）、内部收益率（IRR）等其他财务指标相结合，以便全面了解项目的财务可行性[2]。同时，敏感性分析有助于识别影响回收期的关键因素，如电价波动、发电效率变化以及设备维护成本等，为项目管理层提供更有针对性的决策支持。

3.3 净现值（NPV）与内部收益率（IRR）分析

净现值（NPV）与内部收益率（IRR）是评估分布式光伏发电项目经济效益的核心财务指标，二者能够有效帮助投资者判断项目的盈利潜力及投资价值。净现值（NPV）通过将项目未来各期的现金流折算为现值后，再减去初期投资的成本，以此来衡量项目的整体盈利能力。NPV 反映了在考虑资金时间价值的情况下，项目能够带来的净收益。较高的 NPV 意味着项目的盈利能力较强；若 NPV 为正值，则表明项目的收益超过成本具有投资价值；若 NPV 为负，则表明项目可能无法为投资者带来足够的回报，投资者需谨慎决策。内部收益率（IRR）是使得项目净现值（NPV）为零的折现率，进而反映了项目的年化回报率[3]。IRR 代表了项目的投资回报水平，当 IRR 超过资本成本或投资要求的最低回报率时，表明项目具备较强的投资吸引力；相反，若 IRR 低于资本成本，则说明项目的投资吸引力较弱。在光伏项目中，较高的 IRR 意味着项目能够更快回收投资，从而降低财务风险。在进行经济效益评估时 NPV 与 IRR 应当结合使用，虽然 NPV 提供了项目整体价值的直观量化，但 IRR 有助于了解项目回报的年化收益率。当 NPV 与 IRR 均显示项目具有较高的经济效益时，投资者可更有信心做出决策。二者也存在局限性，例如 IRR 可能存在多个解，或者在现金流波动较大的情况下，NPV 与 IRR 可能会给出不同的评估结论。因此，在进行经济评估时，结合多项财务指标进行综合分析，方能确保投资决策的科学性与合理性。

4 结语

分布式光伏发电作为清洁能源，具有广阔的市场前景。本文分析了光伏项目投资决策的关键因素，包括项目规模、初期投资、电价机制、场地选择等，并探讨了市场、资金、技术与运维等方面的潜在风险及应对措施。同时，结合投资回收期、净现值（NPV）及内部收益率（IRR）等财务指标，为决策提供了科学依据。未来，随着行业的持续创新与发展，分布式光伏发电将迎来更多机遇，推动绿色能源的普及与应用。

[参考文献]

[1]章哲玮.分布式光伏发电建设项目全过程风险管理分析[J].中华建设,2024(7):71-73.
[2]吴晨旭,杨恒英,魏士博,等.某分布式光伏项目实际发电效率影响因素分析及系统优化研究[J].建设科技,2024(15):23-26.
[3]曹晓华.我国分布式光伏发电融资风险及对策分析[J].商业 2.0,2023(27):46-48.

作者简介：刘勇（1976.3—），男，毕业院校：武汉水利电力大学，所学专业：机械设计及制造，当前就职单位：大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂，职务：投资发展部专责，职称级别：工程师。

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

荆州市某基坑支护设计方案比选

袁小刚
湖北建艺岩土工程勘察设计有限公司，湖北 荆州 434000

[摘要]由于基坑工程是临时工程，如何平衡基坑工程安全性与经济性是基坑工程设计面临的重难点问题。本文以荆州市某深基坑支护工程为例，通过分析该项目环境及岩土工程条件，提出了三个基坑工程支护设计方案，通过综合分析各方案在安全性、经济性及施工便利性等方面特点，得出了最佳方案。本文为类似地质条件下的基坑支护设计提供了参考依据。
[关键词]基坑工程；支护设计；方案比选
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14454 中图分类号：TU463 文献标识码：A

Comparison and Selection of Support Design Schemes for a Foundation Pit in Jingzhou City

YUAN Xiaogang
Hubei Jianyi Geotechnical Engineering Survey and Design Co., Ltd., Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract: As foundation pit engineering is a temporary project, how to balance the safety and economy of foundation pit engineering is a key and difficult problem in the design of foundation pit engineering. This article takes a deep foundation pit support project in Jingzhou City as an example. By analyzing the environmental and geotechnical engineering conditions of the project, three design schemes for foundation pit support are proposed. Through comprehensive analysis of the characteristics of each scheme in terms of safety, economy, and construction convenience, the best scheme is obtained, which provides a reference for the design of foundation pit support under similar geological conditions.
Keywords: foundation pit engineering; support design; scheme comparison and selection

引言

随着城市建设发展，出现了大量的基坑工程，目前，对于基坑支护设计有两个截然相反的现象，一是考虑到基坑工程为临时工程，为了节省造价，设计方案安全冗余较小，另外一类是为了防止出现安全问题，刻意增大安全系数，导致造价过高。如何在平衡安全、经济等因素基础上合理进行基坑支护设计是基坑工程中的一个重点，也是难点。邹志彪[1]、蒋大为[2]、欧孝夺等[3]、张毅[4]等基于实际工程案例，分析了基坑工程难点，经多种设计方案比选后得出最佳支护方案；王靖凯[5]从基坑支护结构优化设计研究现状出发，研究了目前基坑结构设计中在计算、空间及参数等方面存在的问题，并提出相应的设计优化方法。本文以荆州市某基坑工程为例，提出三种基坑支护形式，通过综合比较三种设计方案在安全、经济及施工等方面的特点得到最佳方案。

1 工程概况

项目位于湖北省荆州市，基坑开挖面积约 7600m^2，开挖深度为 5.90m。基坑开挖影响范围内的土层自上而下为①杂填土，第四系人工堆积层，稍湿，松散；②粉质黏土，第四系全新统冲积层，稍湿，可塑；③淤泥质粉质黏土，第四系全新统冲积层，饱和，流塑；④粉砂夹粉土，第四系全新统冲积层，湿，中密；⑤粉砂，第四系全新统冲积层，饱和，稍密；⑥圆砾，第四系上更新统冲洪积层，稍密。各土层的物理力学参数如表 1 所示。上层滞水赋存于①杂填土层中，接受大气降水及地表水补给，并易达到饱和，入渗补给强度差。孔隙承压水主要赋存于④粉砂夹粉土、⑤粉砂及以下砾卵石层中，主要接受与其连通的承压含水层侧向补给，层间径流排泄；勘察期间测得承压水水头埋深约为 2.50～3.90m。根据经验及计算表明基坑不会发生突涌。

基坑北侧为现状道路，分布有燃气管网（距用地红线约 2.5m，埋深约 1.0～2.5m）及供水管网（距用地红线约 4.5m，埋深约 1.0～2.5m）；基坑西侧为现状道路，分布有电力管网（距用地红线约 4.0m，埋深约 1.0～2.5m），人行道路中有市政雨污管线；基坑东侧为现状道路，分布有电缆（距用地红线约 3.0m，埋深约 1.0～2.5m）及燃气管网（距用地红线约 3.5m，埋深约 1.0～2.5m）；基坑南侧红线内有高压线塔，基坑施工前移除。

表 1 地基土体物理力学参数

土层编号	土层名称	重度/（kN·m^{-3}）	黏聚力/（kPa）	内摩擦角/（°）	承载力/（kPa）	压缩模量/（MPa）
①	杂填土	18.0	4	20.0	—	—
②	粉质黏土	18.4	22	12.5	110	5.0
③	淤泥质粉质黏土	16.5	10	4.5	50	2.5
④	粉砂夹粉土	19.0	11	23.0	120	5.5
⑤	粉砂	19.0	0	28.0	130	10.5
⑥	圆砾	19.0	0	36.0	320	21

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

2 基坑支护设计方案

根据湖北省标准《基坑工程技术规程》（DB42/T 159—2012）规定，确定本基坑重要性等级为二级；基坑支护结构最大水平位移控制标准值为小于或等于 50mm。基坑周边 2 倍开挖深度范围内，严禁堆载钢筋等建筑材料、控制重载车通行；坑顶采用轻质围挡隔离；坑边荷载不大于 25kPa。

本工程地质条件复杂，填土层厚 0.8～3.7m，淤泥质粉质黏土层厚 7.3～13.4m，基底位于淤泥质粉质黏土；本工程基坑周边环境复杂，基坑周边有地下管线及道路；基坑施工时支护结构变形过大，会导致周边道路及地下管线变形。

选用基坑西侧支护方案对比分析，该段地质条件差，基底位于淤泥质粉质黏土层，基坑开挖深度为 5.90m。其支护方案的选择直接关系到工程施工安全、工程成本、施工周期及对周边环境的影响。综合考虑挖深、岩土工程条件及周边环境，该支护段可以采用以下三种支护方案。

（1）方案一：钻孔灌注桩+内支撑+水泥土搅拌桩

采用 Φ1000@1500 钻孔灌注桩桩长 16.0m，桩身嵌入⑥圆砾层中；桩后两排 Φ500@350*400 水泥土搅拌桩桩长 8.0m，用作止水及挡淤；冠梁采用宽 1200mm 高 500mm；内支撑采用宽 800mm 高 800mm 混凝土支撑，位于支护桩桩顶；桩顶放坡 1∶1 坡高 1.6m 并挂网喷砼；桩间挂钢板网喷射细石混凝土；换撑采用基础底板，底板与支护桩间采用混凝土回填。支护结构剖面图如图 1 所示。

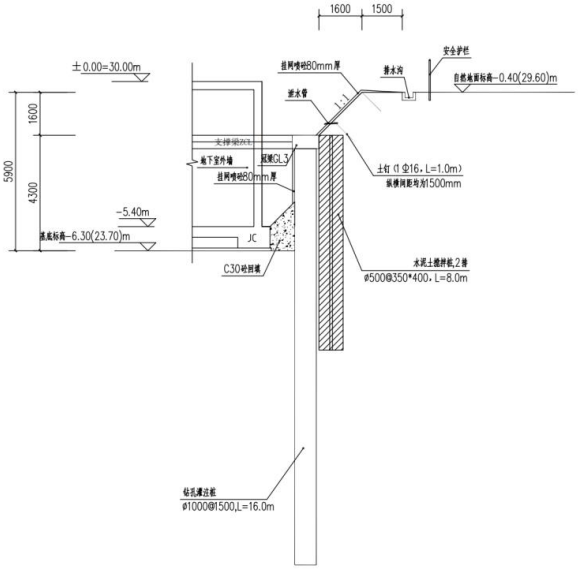


图 1 支护结构剖面图

（2）方案二：钻孔灌注桩+被动区加固+水泥土搅拌桩

采用 Φ1000@1500 钻孔灌注桩桩长 16.0m，桩身嵌入⑥圆砾层中；三排 Φ500@350*400 水泥土搅拌桩桩长 8.0m，用作止水及挡淤；冠梁采用宽 1200mm 高 500mm；桩顶放坡 1∶1 坡高 1.6m 并挂网喷砼；桩间挂钢板网喷射细石混凝土。被动区加固分为两个区域，第一个区域为坑内临近桩边位置，加固深度 6.0m 宽度 3.85m，为十排水泥土搅拌桩 Φ500@400；第二个区域为距离坑壁 3.85m 处，加固深度为 4.0m 宽度 4.0m，为十排水泥土搅拌桩 Φ500@400。支护结构剖面图如图 2 所示。

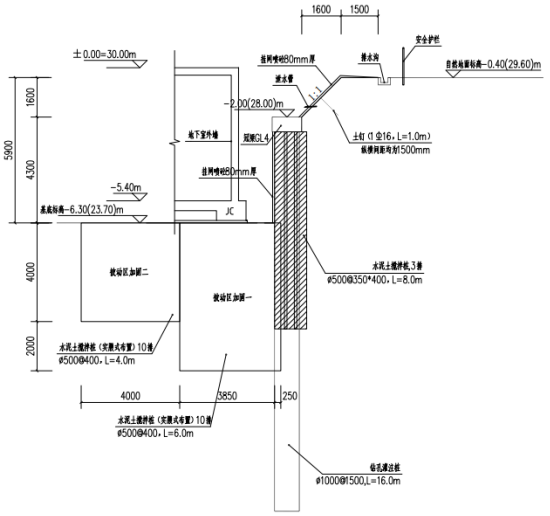


图 2 支护结构剖面图

（3）方案三：双排桩+水泥土搅拌桩

采用 Φ1000@1500 双排钻孔灌注桩桩长 16.0m，排距 2.4m，桩身嵌入⑥圆砾层中；排桩间两排 Φ500@350*400 水泥土搅拌桩桩长 8.0m，用作止水及挡淤；冠梁采用宽 1200mm 高 500mm；桩顶放坡 1∶1 坡高 1.6m 并挂网喷砼；桩间挂钢板网喷射细石混凝土。支护结构剖面图如图 3 所示。

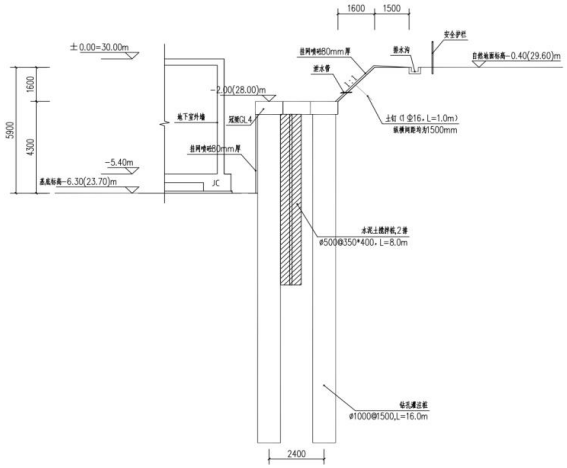


图 3 支护结构剖面图

3 方案比选

3.1 支护结构安全性分析

3.1.1 支护结构变形分析

图 4 为开挖至基底支护结构水平位移曲线。由图可知，方案一深度 8m 以上范围斜率较小；深度 8～13m 斜率较大；

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

深度 13～18m 斜率最大，桩身 13m 以下嵌入⑥圆砾层中，表示在这一段位移变化不大；最大水平位移发生在桩顶，值为 31.8mm；整体位移变化曲线较为均匀。方案二深度 9m 以上范围斜率较小；深度 9～13m 斜率较大；深度 13～18m 斜率最大，位移基本为 0；最大位移发生在桩顶，值为 42.5mm。方案三深度 11m 以上范围斜率较小；深度 11～15m 斜率较大；深度 15～18m 斜率最大，位移接近于 0；最大位移发生在桩顶，值为 46.6mm。

总体来看，方案三位移最大，方案二次之，方案一最小；方案三整体位移大于其他两个方案，而另外两个方案在深度 10m 以上，方案二位移大于方案一；深度 10m 以下，方案二位移小于方案一。由此可见，方案一采用内支撑能够有效控制水平位移，并且使得桩顶位移比方案二小 10.7mm，但深层水平位移控制效果不如方案二。

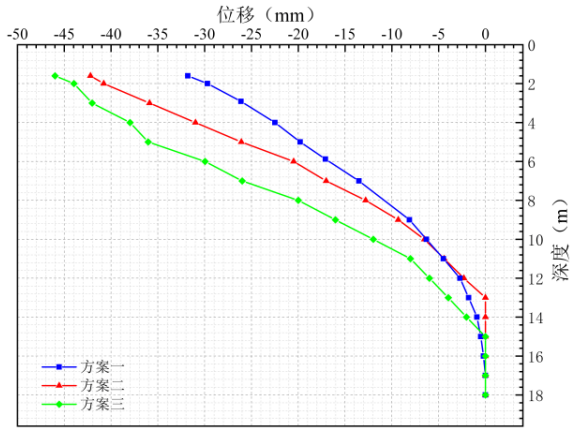


图 4　支护桩桩身水平位移

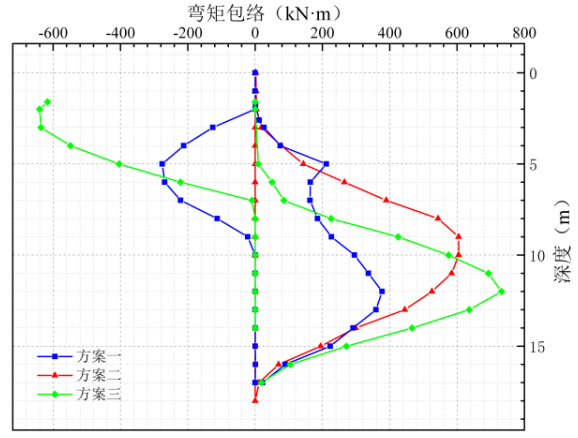


图 5　支护桩桩身弯矩

3.1.2 支护结构内力分析

图 5 为开挖至基底支护结构弯矩包络图。由图可知，方案一负弯矩发生在深度 2～9m 范围内，其他位置负弯矩为 0，最大负弯矩发生在约 5m 处，值为-283kN·m，可能是因为 169 kN 支撑力在 1.6m 处，导致此处结构受到了较大的弯曲应力作用；正弯矩发生在深度 2～17m 的范围内，在深度约 5m 处弯矩出现尖点，值约为 160kN·m，是因为该点为换撑点，有 227 kN 的轴力作用在该点，最大正向弯矩发生在深度约 12m 处，值为 376kN·m。方案二在整个深度范围内未出现负弯矩；表示被动区加固有效增强了深层土体的承载能力，使支护结构主要承受正弯矩。最大正向弯矩发生在约 10m 处，值约为 600kN·m；由于被动区加固提高了整体的稳定性，土压力得到了有效控制，尤其是在深层，正弯矩较大说明支护系统在此处承受了较大的土体侧压力。方案三负弯矩发生在深度约 2～7m 范围内，其他位置负弯矩为 0，最大负弯矩发生在约 3m 处，值约为-640kN·m，随着深度减小，弯矩随之减小；正弯矩发生在深度 5～18m 范围内，深度 5m 以上弯矩基本为 0，在深度 5～7m 弯矩出现一个小的增量；随后增长速度加快，至深度 12m 处，达到最大，值约为 742 kN·m。

总体来看，方案三弯矩最大，方案一在浅层出现较大的负弯矩，表明此处结构受拉应力影响较大；深层正弯矩较方案二小，表明该方案在深层受力相对较小。方案二整个深度范围内没有负弯矩，表明被动区加固有效抑制了负弯矩的产生，结构始终承受正弯矩。深层正弯矩显著大于方案一，说明方案二在深层承受了更大的侧压力。

3.2 支护方案经济性分析

方案一包括钻孔灌注桩、内支撑、立柱桩及两排水泥土搅拌桩，每延米造价约 1.8 万元。方案二包括钻孔灌注桩及二十三排水泥土搅拌桩，每延米造价约 2.4 万元。方案三包括双排钻孔灌注桩及两排水泥土搅拌桩，每延米造价约 2.5 万元。即方案一较方案二节省 25%建设成本，较方案三节省 28%建设成本。

3.3 支护方案施工便利性分析

方案一能够有效控制桩顶的水平位移，但内支撑在施工过程中存在一些难点和局限性。内支撑支护结构需要与基坑开挖同步进行，这对施工进度要求较高，并且支撑体系的施工会对土方开挖带来一定的障碍。方案二施工难度相对较低，在整个开挖过程中，减少了土方开挖的障碍，同时简化了施工工序，有利于加快基坑开挖的进度。对于深层土体稳定性要求高的项目，如地下水位较高或地质条件较复杂的场地，搅拌桩加固可有效应对深层土体变形问题。但由于其施工质量容易受到外界条件的影响，需要严格的施工监控与质量把控，以确保加固效果达到设计要求。方案三施工方式较为灵活，可以减小对土方开挖的干扰，提升施工效率，所需空间较大。

3.4 支护方案比选结果

方案一优点在于控制位移具有显著优势，且造价较低。方案二在深层位移控制方面表现优越，弯矩分布更加均匀且稳定性较强，施工过程相对简便，造价较高；方案三位移控制在该地层条件下较差，造价高，不予考虑。因此，在当前项目条件下，方案一为最优选择，虽施工便利性稍

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

差，但经济性及安全性较好。

4 结论

（1）在安全性上，方案一在位移控制上表现优越，最大水平位移较小;方案二在深层位移控制方面表现较为突出，能够有效减少深层位移；方案三位移控制较差，最大水平位移较大。在经济性上，方案一较方案二及方案三节省。在施工便利性上，方案二在施工过程上更为简便，施工效率较高，适合地质条件复杂且要求工期的项目；方案一的内支撑施工对工程组织要求较高,可能会延长施工周期；方案三施工较为灵活，所需空间较大。

（2）综合考虑支护效果、施工难度和成本等因素，方案一在控制位移和经济性上表现出更大的优势,适合地质条件复杂、需严格控制位移的工程项目。因此，在本基坑工程中，推荐采用方案一的支护形式，以确保基坑施工的安全性和经济性。

（3）在基坑支护设计中，除了关注安全性、经济性和施工便利性外,还需综合考虑土层分布及其物理力学参数、地下水位、周边管线及建筑物等因素，同时在施工过程中进行动态监测，以便及时调整方案。

[参考文献]

[1]邹志彪.建筑基坑支护方案比选及变形控制效果研究[J].工程技术研究,2024,9(15):177-179.
[2]蒋大为.淤泥土质深基坑支护方案比选研究[J].价值工程,2024,43(13):131-134.
[3]欧孝夺,梁枫,江杰,等.高边坡下方管廊基坑支护设计方案比选[J].工程勘察,2024,52(4):1-6.
[4]张毅.软弱地层下的基坑支护方案比选[J].山西建筑,2024,50(17):97-100.
[5]王靖凯.基坑支护结构设计的优化方法及措施分析[J].工程机械文摘,2024,12(5):15-17.

作者简介：袁小刚（1987.6—），毕业院校：中国地质大学（武汉），所学专业：工程管理，当前就职单位：湖北建艺岩土工程勘察设计有限公司,职务:岩土技术部经理,职称级别：中级工程师。

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

流程驱动下的航空装配生产线 MRP 算法优化与实践

聂 鹏[1] 宋德明[1,2*] 刘广鑫[3] 陈永阁[4]
1. 沈阳航空航天大学机电工程学院，辽宁 沈阳 110000
2. 沈阳飞机工业（集团）有限公司，辽宁 沈阳 110000
3. 空军装备部驻沈阳地区第一军事代表室，辽宁 沈阳 110000
4. 沈阳飞机（集团）有限公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着航空工业的发展，航空装配生产线面临着高效、精准的物料需求计划（MRP）问题。流程驱动的 MRP 算法优化通过对生产流程的深入分析，实现了生产线资源的优化配置。基于物料需求预测、生产调度与库存管理等多重因素，提出了一种适应航空装配生产线特点的 MRP 算法优化方法，能够有效降低物料过剩和短缺的风险，提升生产效率。优化后的 MRP 系统在实际生产中展现了较好的可行性和应用价值，为航空制造业的高效生产提供了理论依据和技术支持。
[关键词]流程驱动；航空装配生产线；MRP 算法优化；生产调度；物料管理
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14446 中图分类号：TG95 文献标识码：A

Optimization and Practice of MRP Algorithm for Aviation Assembly Production Line Driven by Process

NIE Peng [1], SONG Deming [1,2*], LIU Guangxin [3], CHEN Yongge [4]
1. College of Mechatronics Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang, Liaoning, 110000, China
2. Shenyang Aircraft Industry (Group) Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China
3. The First Military Representative Office of the Air Force Armaments Department, Shenyang, Liaoning, 110000, China
4. Shenyang Aircraft (Group) Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the development of the aviation industry, aviation assembly production lines are facing the problem of efficient and accurate Material Requirements Planning (MRP). Process driven MRP algorithm optimization achieves optimized allocation of production line resources through in-depth analysis of the production process. Based on multiple factors such as material demand forecasting, production scheduling, and inventory management, a MRP algorithm optimization method adapted to the characteristics of aviation assembly production lines is proposed, which can effectively reduce the risk of material surplus and shortage and improve production efficiency. The optimized MRP system has demonstrated good feasibility and application value in actual production, providing theoretical basis and technical support for efficient production in the aviation manufacturing industry.
Keywords: process driven; aviation assembly production line; MRP algorithm optimization; production scheduling; material management

引言

航空制造业的生产过程复杂且精密，尤其在航空装配生产线中，如何高效地管理物料需求，确保生产资源的合理配置，是提高生产效率的关键。传统的 MRP（物料需求计划）算法已难以应对现代航空生产中的复杂需求变化与突发情况。针对这一问题，结合生产流程的特点，流程驱动的 MRP 算法优化提出了一种全新的解决方案。通过优化生产流程，精准预测物料需求，减少浪费，提高生产灵活性，提升生产线效率，为航空制造业提供高效的物料管理模式。

1 航空装配生产线的物料需求管理挑战与现状

航空装配生产线的物料需求管理面临多个复杂挑战。首先航空制造业的产品具有高度定制化，每架飞机的装配过程需要多个专业部门协作，且不同部件的生产周期、供应周期和需求量各不相同。这种高度复杂性要求物料需求管理精准高效，任何偏差都可能导致生产滞后或资源浪费。然而，传统 MRP（物料需求计划）算法依赖历史数据、库存水平和生产计划进行预测，但它往往无法应对航空生产环境中的复杂性和不确定性，无法快速响应生产过程中的突发事件。因此，如何在生产过程中动态调整物料需求计划，成为航空装配生产线物料管理中的一大难题。

航空装配生产线需要处理庞大且多样化的物料需求，并且面临严格的交付期限和成本控制压力。航空制造业涉及的零部件和材料种类繁多，包括机械零件、电子元件和精密仪器等，这些物料的采购和库存管理需要多方协调。由于装配过程中使用大量特定物料，其库存管理和需求预

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

测尤为关键。若物料准备不足，可能导致生产延误；而过多库存不仅占用资金，还可能因物料过期、损坏或供应商变动带来不必要的损失。此外，航空装配生产线对生产工艺的要求极为苛刻，物料的采购和使用需要精确匹配装配进度和技术要求。这就要求 MRP 系统不仅要准确预测物料需求，还需要具备灵活性，能够应对生产过程中不断变化的变量。

面对这些挑战，传统 MRP 算法的局限性愈加显现。传统 MRP 通常依赖静态的需求预测模型，这些模型大多基于历史数据和简单的周期性更新，难以应对航空装配生产线的动态需求。尤其在复杂生产环境中，生产周期的不确定性和外部因素的影响，使得传统 MRP 系统难以灵活应对。不同生产阶段物料的交付需求差异较大，而传统 MRP 的静态调度无法及时调整资源配置。因此，如何通过优化算法结合生产流程特点，对 MRP 算法进行调整，成为航空装配生产线物料需求管理的关键。为此，航空装配生产线亟需一种能够实时响应需求波动和生产变动的动态 MRP 系统，以提高生产效率、降低生产成本，确保生产顺利进行。这也为流程驱动 MRP 算法优化的实践提供了强有力的理论支持。

2 传统 MRP 算法在航空装配生产线中的应用局限

传统 MRP（物料需求计划）算法在航空装配生产线中的应用虽有一定的历史基础，但其局限性也逐渐显现，尤其在面对日益复杂的航空生产需求时。传统 MRP 算法通常基于需求预测、生产计划和库存水平的静态分析，依赖于历史数据和定期调整来完成物料的计划调度。然而，在航空制造业中，装配过程通常具有高度的不确定性。每一款飞机的生产需求可能不同，且各个部件之间的装配依赖关系非常复杂，这导致了传统 MRP 算法难以充分考虑到各个环节中的细节和变化。例如，传统 MRP 算法无法灵活应对突发的生产需求变更或者供应链中的中断，这些因素可能导致物料短缺或过剩，进而影响生产的连续性和效率。

传统 MRP 系统的局限性还体现在其对生产环境中非线性变化的适应能力不足。航空装配生产线中的生产任务通常并非按照固定的顺序和节奏进行，很多时候，生产流程会因外部环境变化、技术要求升级或供应商交货问题而进行调整。传统 MRP 算法通常无法实时调整物料需求计划，也难以对突发事件作出迅速反应。例如，某些高精度部件的生产周期可能因为技术难题或供应链问题而延误，导致整体生产进度受阻。传统 MRP 算法依赖于事先设定的需求计划和库存策略，因此无法处理这一过程中出现的突发变化。如此一来，生产线很容易因物料短缺或过剩而造成生产延误，甚至可能影响交货时间和产品质量，增加企业的生产成本。

传统 MRP 算法过于依赖固定的物料需求预测模型，这使得它在面对快速变化的生产环境时缺乏足够的灵活性。航空装配生产线通常需要处理种类繁多的高价值零部件和原材料，每种物料的采购周期、供应周期、生产周期都存在差异，这使得物料需求变得更加复杂。传统 MRP 算法仅依据历史数据进行预测，往往忽视了生产过程中可能发生的动态变化。这种静态的预测方法可能导致物料提前采购过多，造成库存积压；或者需求变化较大时，物料准备不足，导致生产线停工或者进度延误。在复杂的航空装配生产中，由于各类物料之间的相互依赖关系复杂，传统 MRP 系统往往无法有效协调不同物料的采购和供应，进而影响整个生产流程的流畅性。

3 流程驱动的 MRP 算法优化方法与框架

流程驱动的 MRP 算法优化方法在航空装配生产线中，通过对生产过程的全面分析，结合实际需求动态调整物料需求计划，从而实现了更高效、更精准的物料管理。与传统 MRP 算法依赖历史数据和静态计划的方式不同，流程驱动的 MRP 优化方法强调对生产线各个环节和流程的实时监控与反馈。通过将生产流程与物料需求计划深度结合，这一优化方法能够根据生产进度的变化和物料的实际需求，动态调整物料的采购和调度。具体来说，流程驱动的 MRP 优化首先通过对生产线的工作流进行建模，详细分析每个生产环节的时间节点、资源需求以及物料的使用情况，从而制定出更加合理的物料需求预测。与传统方法相比，这种基于生产流程的优化能够更加精准地反映实际生产需求，避免因预测误差或供应链波动而导致的物料短缺或库存过剩。

流程驱动的 MRP 算法优化框架的核心在于其动态性与灵活性。传统 MRP 系统往往基于静态的物料需求预测和固定的生产计划，而流程驱动的优化方法则通过实时数据监控、反馈机制以及智能调整，实现了对生产环境变化的快速响应。这一方法通过不断更新生产线状态、实时反馈物料需求变化，使得物料的采购与调度能够与生产进度、生产需求高度同步。举例来说，当生产中出现异常或需求波动时，优化后的 MRP 系统能够自动调整物料采购计划，减少人工干预，提高决策效率。该框架提高了物料管理灵活性，优化了生产线资源利用，避免了因物料供应不及时或库存过多导致的生产停滞和资源浪费。

流程驱动的 MRP 优化方法还结合了先进的算法和数据分析技术，以进一步提升生产效率。在这一框架下，生产过程中的各项数据，如生产进度、库存水平、物料供应状况等，都被实时采集并输入系统。系统利用数据分析技术，进行多维度的预测和调度优化，不仅能提供实时的物料需求预测，还能够进行供需匹配的智能优化。例如，通过大数据技术，优化系统可以预测出潜在的物料瓶颈，提前采取措施，避免物料短缺或生产延误。此外，机器学习等智能算法也能够在实际应用中不断自我优化，使得 MRP 系统在不断变化的生产环境中具有更强的适应性和决策能力。

4 优化后的 MRP 系统在航空装配生产线中的应用效果

优化后的 MRP 系统在航空装配生产线中的应用效果

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

表现出显著的优势，特别是在提高生产效率、降低库存成本和增强生产灵活性方面。首先优化后的 MRP 系统通过结合生产流程的动态性，能够实时调整物料需求计划，有效应对生产过程中的不确定性。传统的 MRP 系统往往依赖静态的需求预测和固定的生产计划，无法应对突发的生产变更或供应链波动。而优化后的 MRP 系统通过实时监控生产状态，能够迅速识别生产中的变化，及时调整物料采购和调度。这种灵活性不仅提升了生产线的响应速度，还减少了因物料短缺或过剩而导致的生产停滞或资源浪费。生产进度和物料需求的高度同步，使得生产流程更加流畅，生产效率得到了显著提升。

优化后的 MRP 系统有效降低了航空装配生产线的库存成本。在传统的 MRP 系统中，由于物料需求预测的误差和供应链的延迟，往往导致库存的过多或不足。物料过多不仅占用了大量的资金，还可能因库存积压导致物料过期或损坏，增加企业成本。而优化后的 MRP 系统通过实时数据的反馈和智能化的调度，能够精确预测物料需求，避免了过量采购和库存积压。通过精细化的库存管理，企业能够更加高效地利用现有资源，减少了库存占用资金，并且通过优化库存水平，减少了物料的损耗和浪费。这一改进不仅降低了生产成本，也使得企业能够更好地应对市场变化，提升了整体供应链的稳定性。

优化后的 MRP 系统还增强了生产线的灵活性和可持续性。在航空装配生产线中，生产过程中存在多个环节，每个环节对物料需求的变化都可能产生不同的影响。优化后的 MRP 系统不仅能够根据生产计划实时调整物料需求，还能根据生产过程中的实时反馈对供应链进行动态优化。例如，当某个生产环节发生突发事件，如设备故障或物料延迟，系统能够自动识别并调整相应的物料采购计划，确保生产不受影响。通过这种智能化的调度和反馈机制，航空装配生产线能够更加灵活地应对复杂的生产环境和突发变化，提高了生产的稳定性和连续性。此外，优化后的 MRP 系统能够持续根据生产实际情况进行自我调整，使得整个系统具有更强的适应能力和可持续发展能力，能够在长期运营中不断提升生产效率，降低运营风险。

5 流程驱动 MRP 算法优化的实践意义与未来发展方向

流程驱动 MRP 算法优化在航空装配生产线中的实践意义不言而喻。首先，它解决了传统 MRP 系统在应对生产环境复杂性和动态需求变化时的局限性。通过将生产流程与物料管理深度融合，优化后的 MRP 系统能够实时反映生产过程中的变化，确保物料需求预测的准确性和及时性。这不仅提升了生产效率，减少了生产停滞的风险，也降低了物料浪费和库存成本。在航空装配生产线中，这种优化方式能有效减少因物料短缺或库存积压导致的资源浪费，为企业提供了更高效的资源配置和更灵活的生产调度方案。

流程驱动 MRP 算法优化的实施也为航空制造业的供应链管理带来了新的思路。在传统模式下，物料需求通常依赖静态预测，而航空生产线的复杂性使得这种方法面临较大挑战。通过流程驱动的优化，物料的采购和供应能够与生产进度实时同步，避免了传统 MRP 方法中因信息滞后导致的供应链不协调问题。生产线上的各环节能够更高效地协作，确保了生产任务的顺利完成。这种优化不仅提高了生产线的运行效率，还加强了各环节之间的协调性和透明度，从而提升了供应链的整体稳定性和响应能力。

未来，随着智能制造和大数据技术的不断发展，流程驱动 MRP 算法优化有望在航空装配生产线中发挥更大作用。借助人工智能、机器学习等先进技术，MRP 系统将能够更精确地预测物料需求，并自动调整物料采购和生产调度，进一步提升生产的智能化和自动化水平。未来，随着生产线的复杂度和全球供应链的日益复杂化，流程驱动的 MRP 系统也将与物联网、云计算等技术结合，提供更加全面、实时的数据支持，使得航空制造业的物料管理更加高效、精准和智能化。这种创新的物料管理模式不仅能够提高生产效率，还将推动航空制造业朝着更高效、绿色和可持续的方向发展。

6 结语

流程驱动 MRP 算法优化在航空装配生产线中的应用有效解决了传统物料需求计划系统的局限，提升了生产效率、降低了库存成本，并增强了生产灵活性。通过实时反馈和智能调整，优化后的 MRP 系统能够精确匹配物料需求与生产进度，确保生产流程的顺畅运行。未来，随着智能制造技术的发展，流程驱动 MRP 系统有望与大数据、人工智能等技术深度融合，进一步提升生产线的智能化和自动化水平，为航空制造业提供更加高效、精准的物料管理解决方案，推动行业向更高效、可持续的方向发展。

[参考文献]

[1]李伟.正向研制流程驱动的航空发动机标准体系研究[J].标准科学,2017(8):47-51.
[2]徐德朋.流程驱动型一体化管理[J].企业管理,2020(12):70-72.
[3]弘娅晖,杨雅棋.基于流程驱动的航空制造业信息化建设方法研究[J].装备制造技术,2021(10):208-210.
[4]肖宜轩,王丽,杨怡,等.基于流程驱动的商用发动机集成研发系统建设与应用[J].航空动力,2021(6):76-79.
[5]赵驯峰,熊吉建,李淅,等.基于流程驱动和模型定义的航空发动机机匣三维工艺设计及应用[J].航空动力,2022(6):48-51.

作者简介：宋德明（1996.12—），男，毕业院校：沈阳航空航天大学，学历：在职研究生，所学专业：机械工程，当前就职单位：沈阳飞机工业（集团）有限公司，职务：行政助理，所在职务的年限：3 年，职称级别：助理工程师。

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

地铁列车牵引系统速度传感器故障分析

王延金
江苏新誉阿尔斯通牵引系统有限公司，江苏 常州 213166

[摘要]牵引系统速度传感器是地铁列车牵引系统的重要组成部分，其稳定、可靠的工作对于列车的正常运行至关重要。文中从速度传感器的工作原理级牵引系统对速度传感器信号的检测机制入手，结合深圳 2&5 号线的速度传感器信号实测情况，对牵引速度传感器故障进行全面、深入的探讨和分析，为当前牵引系统速度传感器故障的分析及处理提供相关参考。
[关键词]地铁；牵引系统；牵引控制系统；速度传感器；MCM
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14442 中图分类号：TH73 文献标识码：A

Fault Analysis of Speed Sensor in Subway Train Traction System

WANG Yanjin
Jiangsu Xinyu Alstom Traction System Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213166, China

Abstract: The speed sensor of the traction system is an important component of the subway train traction system, and its stable and reliable operation is crucial for the normal operation of the train. Starting from the working principle of speed sensors and the detection mechanism of speed sensor signals in traction systems, this article comprehensively and deeply explores and analyzes the faults of traction speed sensors based on the measured speed sensor signals of Shenzhen Line 2&5, providing relevant references for the analysis and handling of current traction system speed sensor faults.
Keywords: subway; traction system; traction control system; speed sensor; MCM

引言

随着我国城市化进程的逐步深入，地铁逐渐成为城市交通的重要公共交通工具，其智能化、绿色化、舒适化的显著优势，其在城市交通中有着不可替代的地位，其系统的稳定性和安全性也愈发重要。牵引速度传感器是地铁列车的重要组成部分，其稳定可靠的工作对于列车的正常运行至关重要。列车牵引速度传感器故障，极端情况可能导致车辆冲击、无牵引力等情况发生，影响列车运行的安全和稳定。

深圳 2&5 号线增购列车，自运营以来，多次报出过牵引速度传感器故障，为保证车辆的安全运行，对 SZ2&5 速度传感器信号进行了多次现场测试，并结合速度传感器原理及列车控制系统（DCU）速度传感器处理电路对故障进行分析，以期望找出故障的根本原因，彻底解决速度传感器故障的问题。

1 列车测速原理解析

1.1 速度传感器速度信号的产生

深圳 2&5 号线增购列车速度传感器是选用的速度传感器类型为宁波时代的双通道霍尔转速传感器，型号为 TQG19E（1.3m），被测转动物体为模数等于 2 的导磁性齿轮它由永久磁钢、磁能转换器、放大整形电路、外壳、屏蔽电缆线、电连接器等组成，输出信号波形为方波，与交通运输工具上的测速控制装置配合使用，如下图 1 为速度传感器安装示意图。

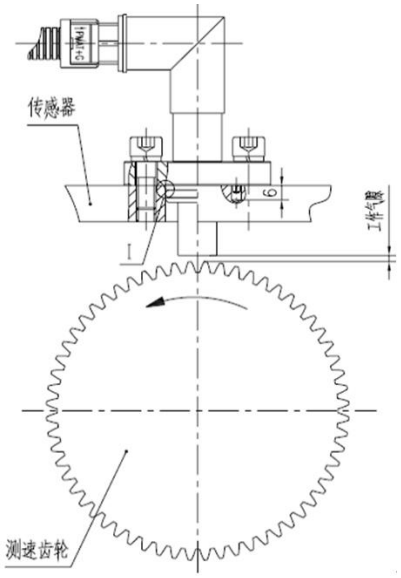


图 1 速度传感器安装示意图

速度传感器可感应导磁上凸起的齿或者是凹下的槽，当金属齿经过霍尔传感器前端时，引起磁场变化，霍尔元件检测到磁场变化，并转换成 1 个交变电信号，传感器内置电路对该信号进行放大、整形，输出良好的矩形脉冲信号[1]。速度传感器最终输出为相位差为 90°±30°（齿轮转向如图 1 所示，通道 1 超前通道 2），占空比为 50%±20%的一对方波信号。速度传感器的对外电气接口及输

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

出信号示意，如下图 2 所示。

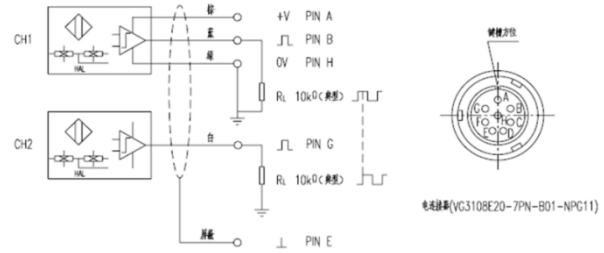


图 2 速度传感器对外电气接口及输出信号示意

此速度传感器采集列车的速度信号及方向信号，并通过影响将信号传递给牵引系统。牵引系统根据速度信号，控制列车的牵引与制动[2]。

1.2 控制系统对速度信号的接收及处理

速度传感器信号通过连接器最终送入到 DCU 之中，并进行相应滤波和信号转换。通过判定一对脉冲信号的相位超前滞后情况，确认列车当前的运行方向，通过对脉冲频率的处理计算，获得列车的运行速度。DCU 内部速度传感器信号的处理电路如下图 3。

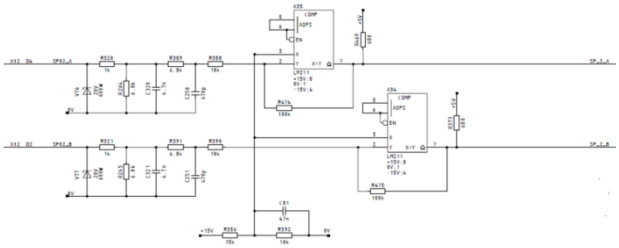


图 3 控制系统对速度传感器信号处理电路

根据图 3 电路，此处理电路将输入的 15V 电平的速度传感器信号转换成了 5V 电平信号送给主控芯片，并做了滞回处理[3]。滞回处理后的信号，虽然会使得信号略有延时，但是会提高信号的抗干扰能力。处理后理论上，当速度传感器信号由低升高至 7.075V 时，输出变为高电平；当速度传感器信号由高降低至 8.0386V 时，输出变为低电平。实际使用过程中，由于器件差异，电源供电的差异等可能与理论值存在一定程度的偏差。

DCU 主芯片接收到处理过的速度传感器信号后，通过计算接收到的速度信号的频率，可折算出当前的列车速度。而且 DCU 主芯片会通过速度信号的情况解析出列车轴承转速的变化率等信息，从而判定接收到的速度信号是否正常，并进行判断是否触发保护。

1.3 常见的速度传感器故障原因

在地铁列车中，常见的速度传感器故障原因总结下来，主要可以分为如下几个方面[4]：

（1）速度传感器本身故障；
（2）测速齿轮缺陷；
（3）插头有问题（插头松动，插针缩针）；
（4）控制单元故障；
（5）电缆有问题。

2 SZ2&5 报出速度传感器故障的测试

2.1 SZ2&5 速度传感器故障现象描述

根据列车上线运行以来的故障数据信息，深圳 2&5 增购列车都有出现过速度传感器故障，主要表现为运行过程中闪报速度传感器故障，并未封锁 MCM，未影响列车运行。

2.2 SZ2&5 现场速度传感器信号测试

针对速度传感器报故障的列车，使用示波器现场进行跟车对速度传感器信号的测试。测试方案说明如下：

（1）选择速度传感器故障报出最多最严重的车辆进行测试；

（2）将测试电缆（三通线）替代原来的速度传感器信号传输线，并将信号线引到车上使用示波器进行测量。测试电缆替换方案示意如下图 4，三通电缆替代原 269-1 和 270-1 电缆；

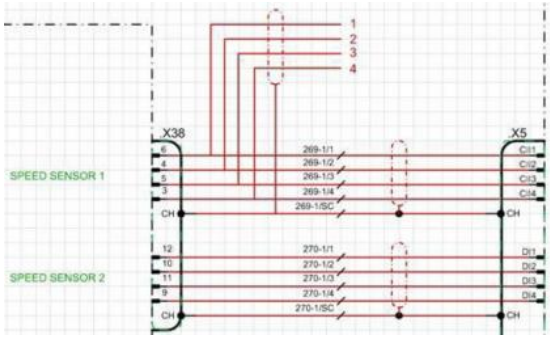


图 4 测试电缆布置示意图

（3）线缆更换完成后，确认车辆网络和信号正常，确认示波器可正常测量到有效的速度传感器信号，示波器采样率设置不低于 200k/s；

（4）列车正线进行测试，示波器测试速度传感器信号的状态；

（5）测试完成，列车还原，并确认还原后列车正常。

根据上述测试方案，测试出列车运行过程中，速度传感器信号会偶发异常现象，如下图 5。

如上图红色标准所示，在列车运行过程中，偶尔会出现速度传感器信号异常，此异常波形可能触发硬件的误判限值，从而导致控制系统闪报速度传感器故障。

2.3 针对拆解下的故障齿轮箱测试速度传感器信号

针对深圳 2&5 号线的速度传感器故障，现场拆解一台故障齿轮箱用于故障分析判断。为判定速度传感器的故障根源，对于现场拆解下的速传故障齿轮箱进行信号对比测试和拆解分析。速度传感器测试线路布置图如下图 6 所示。

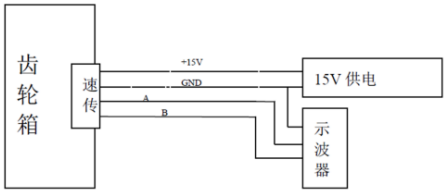


图 6 故障齿轮箱速度传感器信号测试布置图

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

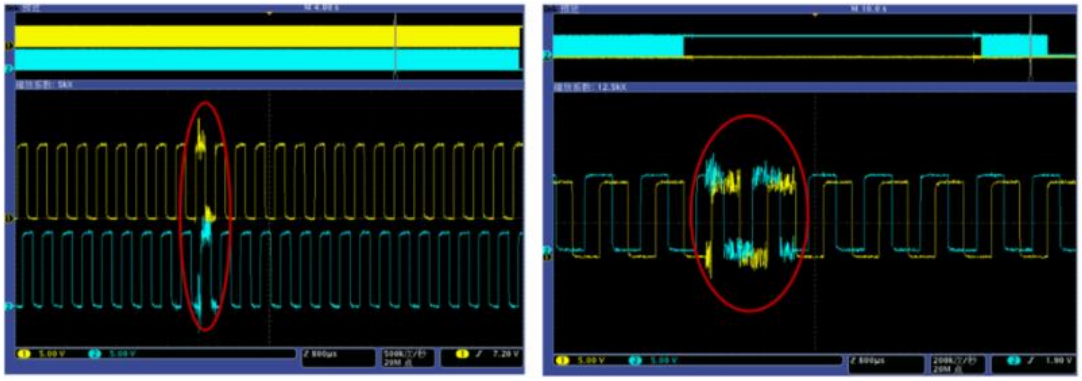


图 5　现场测试速度传感器信号波形

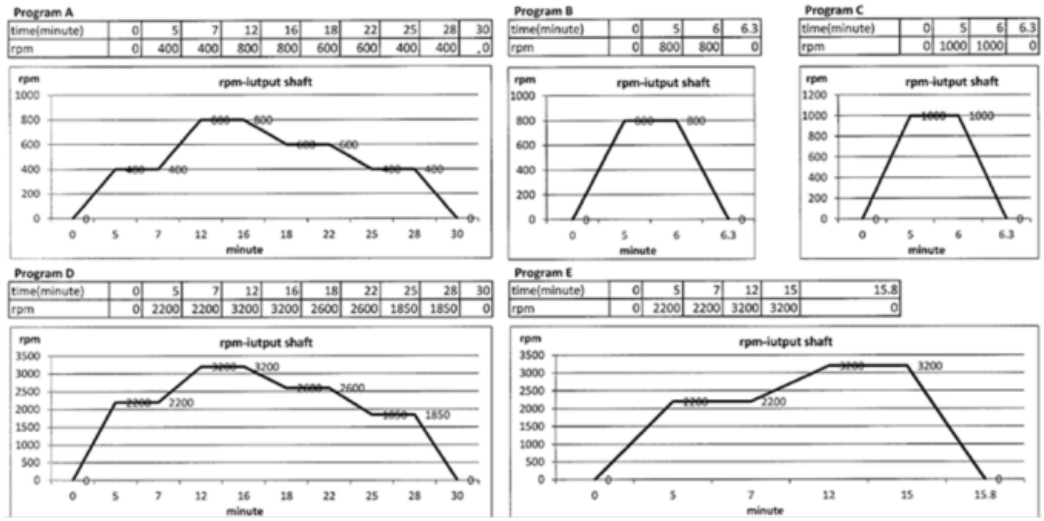


图 7　齿轮箱速度传感器对比测试方案对应跑和曲线

根据实际情况，制定的测试方案如下表 1 所示。

表 1　故障齿轮箱速度传感器对比测试方案

试验序号	齿轮箱	试验内容	程序代号
1	故障齿轮箱	带轮饼低速完整程序	A
2		带轮饼输入轴最高速 800rpm 惰性（电机断电）	B
3		带轮饼输入轴最高速 1000rpm 惰性（电机断电）	C
4		不带轮饼低速完整程序	D
5		不带轮饼输入轴最高速 3200rpm 惰性（电机断电）	E
6	全新齿轮箱	带轮饼低速完整程序	A
7		带轮饼输入轴最高速 800rpm 惰性（电机断电）	B
8		带轮饼输入轴最高速 1000rpm 惰性（电机断电）	C
9		不带轮饼低速完整程序	D
10		不带轮饼输入轴最高速 3200rpm 惰性（电机断电）	E

其对应的齿轮箱跑和曲线如下图 7。

根据对比测试的实际情况，在故障齿轮箱上，所有程序在运行时，均会出现传感器信号异常的现象测试波形如下图 8 所示，全新齿轮箱上测试则无此异常现象，由此可见，故障齿轮箱应确实存在异常。



图 8　故障齿轮箱上测试速度传感器异常波形

为进一步确认故障位置，将两个故障齿轮箱中的速度传感器进行对调，重复上述跑合试验，故障未转移，由此可排除速度传感器为导致信号波形异常根本原因的

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

可能性。

对故障返回的齿轮箱，进行拆解分析，其中确实发现有齿轮破损的情况，图片如下图 9：



图 9 齿轮箱拆解检查齿轮破损图片

对故障齿轮箱破损齿轮进行更换后，重新进行上述跑合测试，速度传感器信号正常，未再出现异常波形。由此判定齿轮箱内部齿轮损坏是闪报速度传感器故障的根本原因。

3 速度传感器故障及风险分析评估

3.1 速度传感器故障原因分析

针对速度传感器故障，通过测试可见在列车运行过程中，速度传感器信号确实会偶尔出现异常干扰的情况，而且根据现场的情况，结合速度传感器信号硬件信号处理逻辑和软件处理，并非每次测得波形异常时都会报出故障，大部分的异常都已经被 DCU 的软件和硬件滤掉。

根据控制系统速度传感器软件逻辑及故障逻辑分析：送入到 DCU 的速度传感器信号经 FPGA 处理后，送入 DSP。DSP 每 1ms 读取来着 FPGA 的速度传感器信号沿，并根据接收到的信号脉冲数量来计算当前的速度及与上一时刻的速度增量，当检测到转速突变大于 12rad/ms 或者检测到连续两次计算出的加速度大于 6.28rad/ms 时，会认为速度传感器失效，并报出故障信息。

结合测试情况，当出现干扰信号时，若信号干扰脉冲过大，即低电平理论上超过 7.075V，高电平理论上超过 8.0386V 时，干扰信号就会产生出异常的脉冲信号，并送入到 FPGA，FPGA 自身软件虽也设置了平均滤波来滤除高频干扰，但是对于已经处理成脉冲的信号由于频率并不是非常高，滤波效果不明显，导致可能会出现误报保护的情况出现。

导致出现此干扰的原因，从多次测试的情况并结合其他项目的情况来看，振动、EMC 干扰以及齿轮箱异常的单独或叠加作用都有可能造成此干扰的出现并进而报出速度传感器故障。而针对此次故障经排查后确认为齿轮箱破损导致。

3.2 速度传感器故障风险评估及处理建议

列车上当前速度传感器配置为：1 个 MCM 采集 2 个转向架上的 4 对速度传感器通道信号。列车运行时，只要有 1 对速度传感器信号的 A&B 通道正常时，就不会封锁 MCM，即只有 4 对速度传感器信号同为故障信号时，才会进行封锁 MCM。因此按照此逻辑，速度传感器故障导致 MCM 封锁条件较为严苛，且做了 4 组冗余处理，单通道的速度传感器故障对 MCM 的工作影响不大。

根据测试的情况及其他项目的经验，建议对出现的频繁报故障的齿轮箱进行齿轮检查和必要时进行更换；软件根据实际情况也可降低触发速度传感器故障的灵敏度；若有必要，也可针对故障进行进一步的振动测试、干扰测试、信号质量测试并进行相应分析。

4 结语

针对深圳 2&5 速度传感器故障，通过原理分析、对比测试及拆解测试等一系列工作后，确认本项目速度传感器故障原因为齿轮箱损坏。速度传感器信号的正常检测关乎列车运行的稳定与安全，本文针对深圳 2&5 号线的速度传感器故障的分析希望能为其他类似故障提供一定参考。

[参考文献]

[1]邱新锋,张颖.北京地铁 14 号线速度传感器故障探究[J].现代城市轨道交通,2017,12(11):4-5.
[2]刘刚.广州地铁 5 号线直线电机列车牵引速度传感器故障分析与研究[J].城市轨道交通研究,2013,16(8):3-4.
[3]康华光.电子技术基础:模拟部分[M].北京:高等教育出版社,2010.
[4]马燕,全瑞琴,刘洋.地铁车辆速度传感器通道故障分析及处理[J].内燃机与配件,2020,11(10):11-13.
[5]童敏明,唐守峰,董海波.传感器原理与检测技术[M].北京:机械工业出版社,2014.

作者简介：王延金（1987.12—），毕业院校：西南大学，所学专业：自动化（控制方向），当前就职单位：江苏新誉阿尔斯通牵引系统有限公司，职务：硬件研发工程师，职称级别：电子中级工程师。

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

对比交通拥堵防治浅谈深基坑风险防控

刘春华 张 涛
湖北建艺岩土工程勘察设计有限公司，湖北 荆州 434000

[摘要]随着城市机动车数量激增，交通拥堵问题越来越突出，且具有产生、累积、爆发、消退的特点；深基坑工程由于施工条件与周边环境的复杂性，存在许多难以预估的风险。文中通过对深基坑工程中险情的出现与交通拥堵防治作对比分析，旨在引起广大深基坑设计工作者重视，对深基坑工程的支护体系和周边环境安全应进行有效监测，通过监测数据的变化发展来正确认识深基坑险情的出现及采取合理的应对措施。

[关键词]交通拥堵防治；基坑风险管控；应急处理；信息化施工
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14438 中图分类号：U231.3 文献标识码：A

Brief Discussion on Risk Prevention and Control of Deep Excavation by Comparing Traffic Congestion Prevention and Control

LIU Chunhua, ZHANG Tao
Hubei Jianyi Geotechnical Engineering Survey and Design Co., Ltd., Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract: With the rapid increase in the number of motor vehicles in cities, traffic congestion has become increasingly prominent and has the characteristics of generation, accumulation, outbreak, and disappearance; Due to the complexity of construction conditions and surrounding environment, there are many unpredictable risks in deep foundation pit engineering. The article compares and analyzes the occurrence of dangerous situations in deep foundation pit engineering with the prevention and control of traffic congestion, aiming to draw the attention of deep foundation pit designers. Effective monitoring should be carried out on the support system and surrounding environmental safety of deep foundation pit engineering. By monitoring the changes and development of data, the occurrence of dangerous situations in deep foundation pit engineering can be confirmed and reasonable response measures can be taken.

Keywords: traffic congestion prevention and control; risk control of foundation pit; emergency management; information technology construction

引言

交通拥堵的产生、累积、爆发及消退有其特定的规律，而基坑险情的出现、发生、处理亦有类似的特点，下文结合二者具体特点做对比分析，以引起广大岩土工程从业者对深基坑工程风险的重视，正确认识险情出现及采取预防措施，为一线深基坑风险管控提供借鉴意义。

1 等级划分

1.1 交通拥堵等级划分

表1 交通拥堵等级

交通拥堵等级	交通指数	对应路况	出行时间
畅通	0～2	基本没有道路拥堵	可以按道路限速标准行驶
基本畅通	2～4	有少量道路拥堵	比畅通时多耗时0.2至0.5倍
轻度拥堵	4～6	部分环路、主干路拥堵	比畅通时多耗时0.5至0.8倍
中度拥堵	6～8	大量环路、主干路拥堵	比畅通时多耗时0.8至1.1倍
严重拥堵	8～10	大部分道路拥堵	比畅通时多耗时1.1倍以上

交通拥堵等级通常划分为五个级别，分别是畅通、基本畅通、轻度拥堵、中度拥堵和严重拥堵。交通拥堵指数是一项直观、综合地描述城市路网交通运行状况的指标，反映了交通拥堵的严重程度。通常以0～10之间的数值来表示，数值越低说明交通越通畅，数值越高说明道路交通越拥堵。交通拥堵指数是通过分析城市出租车上的车载GPS回传动态数据计算出来的，通过数据分析来反映不同道路的交通拥堵状况，并不直接反映车速。具体的交通拥堵等级划分如上表1所示。

1.2 深基坑风险等级划分

深基坑风险等级划分主要通过基坑安全等级和风险源划分来体现，其中基坑安全等级划分依据基坑深度、周边环境复杂程度、基坑失稳后对人的生命、经济、社会、环境影响程度进行细分，其中基坑失稳后对人的生命、经济、社会、环境影响很大，基坑安全等级划分为一级，影响很轻微时，基坑安全等级划分为三级。再从具体危险源上又划分为重大危险源和一般危险源，如基坑垮塌社会影响大，产生人员伤亡、经济损失的均列为重大危险源，需要在基坑风险管控中重点管控，其他则为一般危险源。基

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

坑安全等级划分如下表 2：

表 2 基坑安全等级

安全等级	破坏后果
一 级	支护结构失效、土体变形过大对基坑周边环境或施工安全的影响很严重
二 级	支护结构失效、土体变形过大对基坑周边环境或施工安全的影响严重
三 级	支护结构失效、土体变形过大对基坑周边环境或施工安全的影响不严重

对有多层地下室且周边环境很复杂的深基坑，基坑安全等级一般定为一级，且基坑垮塌社会影响大，可能产生人员伤亡、经济损失巨大，此类深基坑需要在基坑风险管控中重点管控。



图 1 多层地下室且周边环境很复杂的深基坑

简而言之，对交通拥堵来说，一旦定级为严重拥堵，就是最高等级了，表明道路基本上已经瘫痪，势必要引起城市交通管理部门的重视了。同样，对安全等级为一级的基坑，其危险源一旦列为重大危险源，该基坑工程中的部位和环节也势必为各参建主体单位特别重视的工作内容。

2 二者发展要素对比

当车辆行驶遇到紧急情况，驾驶员改变车道或突然刹车时，跟随他的车辆也势必要刹车以保持安全距离，这波减速会逐渐蔓延。如第一辆车的行驶速度降低了 10%，那么第十辆车的行驶速度就可能降低 20%，才能保持安全行驶距离。在这种情况下，以至于几公里后，将不可避免地会产生不同程度的交通拥堵，这种现象被称为“蝴蝶效应”或“毛皮虫效应”：因初始的一个小改变而在链条末端引起更大的连锁反应。而深基坑风险的产生也有其特定的条件：深基坑在设计或施工中存在薄弱点、缺陷或出现质量问题后未及时处理任其发展，量变引起质变，最后产生重大的安全责任事故。

其二者具有一些共同特性，都是若不提前积极控制，都会从小到大，逐步发展集聚，最终产生灾难性后果。区别在于，因基坑工程是临时性的，影响周期相对有限。而交通拥堵是相对长期的，机动车保有量的激增，早晚高峰期的潮汐流，偶尔出现的恶劣的天气条件，都会持续地造成交通拥堵，给出来带来不便或财产损失。

3 二者防控对比

为了改善交通拥堵问题，城市规划部门需要在城市发展初期就考虑交通因素的复杂性，合理布局商业、工业和居住区，确保交通基础设施能够满足未来的交通发展的需求。同时，应规划建设多中心城市模式，分散疏解交通压力，也是缓解交通拥堵的有效方法。科技日新月异的发展为解决交通拥堵提供了新的方案，智能交通系统（ITS）利用先进的通信和信息技术，可以实时管理和监测交通流量的变化。例如通过智能调控交通信号灯，可以根据早晚高峰期、实时交通情况调整信号周期，从而提高道路通行能力，缓解交通拥堵。除此之外，各种导航软件的普及为驾驶员提供了实时路况信息，出行前帮助司机选择最畅通的行驶路线，避开拥堵路段，有效地减少交通拥堵的路段和严重程度。因此企业和政府应加强对智能交通管理与控制的研发和应用，加大交通基础设施建设，从根本上预防交通拥堵的发生。

与交通拥堵防治不同，基坑风险首先在于精细化勘察、概念化设计的细节把控；然后在施工阶段施工人员能领会设计者意图，严格按图施工，做好各种保障安全的有效措施。具体环节为项目前期的勘察、深基坑设计、安全技术交底及深基坑安全专项施工方案。这几个环节属于深基坑施工前的控制，旨在设计有依据、具有针对性，以及施工前施工人员能很好的领会设计意图，以保障安全措施能落实到位，以上是基坑风险防控的基本前提。第二阶段，基坑施工过程控制才是重中之重，通过基坑施工过程中质量管理、安全管理结合第三方信息化监测措施以达到全过程安全控制要求，采取一系列措施来降低深基坑施工风险，确保完成基坑风险管控。各阶段易被忽视的具体环节分述如下：

勘察阶段：勘察报告资料不详实，特别是未查明暗浜暗沟以及软弱夹层的范围，以及抗剪强度参数取值不合理等。

设计阶段：深基坑设计支护方案针对性不强，或未结合项目具体特点及当地成熟经验等；计算方法及相关抗剪强度指标与勘察报告提供取值参数试验方法不匹配；以及坑边附加荷载未按实际情况考虑；及计算位移不能满足环境控制要求等。

技术交底及深基坑安全专项施工方案阶段：主要目的使施工单位能很好的理解设计意图，基坑施工中贯彻设计理念，对重大危险源的预防、控制以及提前做好各项应急措施。但因基坑工程一般属于危大工程，基坑施工安全专项方案会经过专家评审，在施工准备阶段对施工方案进行评审把关，以要求施工单位对重大危险源采取更加缜密的应对处理措施。

在基坑施工过程控制阶段：基坑开挖前应进行施工条件验收，满足要求后才可以进行下阶段开挖施工；在开挖施工过程中，应采用信息化施工控制法，对基坑进行有效

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

的管理和监控。施工过程中，应采集监测数据并与现场实况进行对比分析，并加强基坑边巡视，如发现基坑边有斜向裂缝并持续延伸，应立即召集勘察、设计等相关主体单位研究对策、制定应急方案，并根据方案对基坑周边采取加固等措施。开挖期间，以环境监测报告为依据，对其中的数据进行详细分析，用图表的形式来研判监测项目的发展趋势，以求及时掌握基坑动态情况，及时采取对策，确保基坑施工全过程的安全。

建立基坑施工安全管理责任体系：落实基坑施工安全管理责任体系，重点是提高执行力。在基坑施工阶段，监理单位应建立“危大工程管理台账”，做好土方开挖过程的巡视检查工作。施工单位开挖前，应根据专家评审的施工方案进行安全技术交底，在施工现场的显著位置公布危大工程名称、施工时间及区域，并设置安全警示标志。基坑开挖阶段，项目专职安全人员应按规定对危大工程进行施工监测和安全巡视，一旦发现安全隐患要及时汇报处理，重大安全问题要按程序上报，项目部结合危大工程专项施工方案编制实施细则及应急预案，并对危大工程施工实施专项巡视检查及处理。

基坑监测：第三方基坑监测除应监测基坑本身变形，尚应对周边环境进行监测，如道路、邻近建筑、地下管线等。有基坑降水项目的环境监测尚应扩大至基坑降水影响半径的范围，根据设计报警预警要求，及时提醒施工单位、建设单位进行应急处理。

4 结语

深基坑风险管控与交通拥堵防治既有相同的地方，又有各自不同的特点。深基坑风险防控重点在于各主体参建单位加强基坑安全风险意识，有预判、有发现、有应急预案，对各阶段进行严格的风险管理。千里之堤溃于蚁穴，只有将基坑风险管控落实到细微处、落实到关键处，及时梳理出深基坑主要风险源，有针对性地采取应对措施，从而有效控制不安全因素，确保基坑施工全过程的安全。针对深基坑风险管控，有以下几点建议：

（1）设计阶段：注意复核采用的计算参数模型与工程勘察报告中的参数是否匹配，采用的施工工艺、工法当地是否有成熟的经验，基坑边可变荷载取值是否与实际工况相符合。

（2）施工阶段：基坑施工中应贯彻设计意图，对重大危险源的预防、识别、防控以及提前做好应急预案，防患于未然。

（3）信息化控制：落实基坑施工安全管理责任体系，建立安全管理领导小组，提高各级人员的执行力，通过质量管理、安全管控、结合第三方监测数据，进一步细化信息化施工，将深基坑风险防控落到实处关键处，确保完成深基坑的风险管控。

[参考文献]

[1]任彦斌,黄小明.试析软土深基坑工程施工重大危险源的防控[J].建设科技,2006,11(6):11-12.
[2]徐峰,徐富.某工程基坑支护应急处理实例浅析[J].建材发展导向,2012,12(9):13-14.
[3]杨帆,王保国.浅谈河南地区基坑工程的应急预案[J].土木建筑学术文库,2011,11(15):23-24.

作者简介：刘春华（1987—），男，湖南新化人，汉族，硕士研究生学历，工程师，研究方向为岩土工程勘察设计。

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

基于德尔菲法的工业供热风险评估体系构建研究

杨 楠
南京化学工业园公用事业有限责任公司，江苏 南京 210047

[摘要] 构建基于理论与实际的供热风险评估体系，为工业供热风险评估提供参考标准和依据。在文献研究法和专家调查法的基础上，基于德尔菲法，从平均值、变异系数和协调系数等方面对函询结果进行评价，进一步筛选和优化核心指标。通过对行业内 15 位专家的 3 次函询，积极程度均达到 100%，权威程度均＞0.8，根据指标均值和变异系数，结合专家修改意见，最终形成一级指标 3 个、二级指标 17 个。可帮助供热管理单位快速评估并发现潜在风险，提高风险评估的能力和质量，为后续风险评估提供理论基础与依据。

[关键词]德尔菲法；工业供热；风险；评估体系
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14435 中图分类号：TU995 文献标识码：A

Research on the Construction of Industrial Heating Risk Assessment System Based on Delphi Method

YANG Nan
Nanjing Chemical Industry Park Public Utilities Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210047, China

Abstract: Constructing a heating risk assessment system based on theory and practice, providing reference standards and basis for industrial heating risk assessment. Based on the literature research method and expert survey method, the Delphi method is used to evaluate the inquiry results from the aspects of mean, coefficient of variation, and coordination coefficient, and further screen and optimize the core indicators. Through 3 inquiries from 15 experts in the industry, the enthusiasm level reached 100% and the authority level was＞0.8. Based on the mean and coefficient of variation of the indicators, combined with expert modification opinions, 3 primary indicators and 17 secondary indicators were finally formed. It can help heating management units quickly assess and identify potential risks, improve the ability and quality of risk assessment, and provide theoretical basis and basis for subsequent risk assessment.

Keywords: Delphi method; industrial heating; risk; evaluation system

引言

2020 年 4 月，国务院安委会通过部署《全国安全生产专项整治三年行动计划》，在全国范围内开展了安全生产专项整治行动，重点提到了为了提高公共安全必须建立隐患排查和安全预防控制的系统，促使企业由被动接受安全生产监督转变为主动强化管理[1]。同年 10 月举行的中国共产党第二十次全国代表大会上同样指出：“要坚持安全第一、预防为主，建立大安全大应急框架，完善公共安全体系，推动公共安全治理模式向事前预防转型”[2]。因此，供热企业的安全生产工作需尽快升级，建立相应风险隐患排查和安全预防机制，提高安全生产能力。本研究通过准确有效的供热风险评估，在文献研究和专家调查的基础上，进行安全隐患排查工作并建立评估体系，采用德尔菲法进一步筛选和优化风险评估核心指标，以便更好的进行后续风险评估和预防的研究。

1 研究方法

1.1 案例分析法

对当前工业供热系统投入运行以来积累的相关故障或事故案例进行整理，追溯事故根本原因及相关风险因素，同时分析事故产生的原因、事故发生的过程、事故引发的后果及事故发生的概率，并通过对供热系统中数据监控系统、检修情况及管道检验结果等信息进行统计和分析，用于识别潜在的安全风险因素，初步建立工业供热风险评估体系中的二级风险指标 15 个。

1.2 规范对比法

通过参考《中华人民共和国安全生产法》[3]《生产过程危险和有害因素分类与代码》[4]《城镇供热预制直埋蒸汽保温管及管路附件》[5]《发电厂蒸汽管道安全运行管理规范》[6]《压力管道使用安全风险分级管控和事故隐患排查治理体系建设实施指南》[7]和《中华人民共和国特种设备安全法》[8]等文件，初步建立工业供热风险评估体系中的一级风险指标 3 个和二级风险指标 64 个。

1.3 德尔菲法

本研究函询对象为工业供热相关领域的专家，以邮件的形式向其发送标准化的问卷，每轮函询间隔 1 周，专家根据李克特 5 级评分法对各指标的重要程度和一致程度进行判定，并对指标的熟悉程度和判断依据做出评价，同时可提出具体的指标修改意见，提高评估体系的可靠性。

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

1.4 统计与分析法

根据函询数据，使用统计学软件进行反馈数据的专家积极程度P、理论水平系数C_r、评价依据系数C_a、熟悉程度系数C_s、平均值$\bar{x}$、变异系数C_v及 Kendall 和谐系数W等指标值的分析[9]。

2 研究过程

2.1 建立评分专家组

为了最大程度的保证评价指标可信度与专业程度，本研究通过邀请 15 位工业供热系统相关专家进行函询的方式进行，纳入标准确定如下：

本科及以上学历，中级及以上职称；

5年及以上供热相关工作经验，熟悉工业供热系统运行；

熟悉供热系统安全风险方面的内容；

愿意参加本研究，且持续至问卷调查结束；

至少 3 位本公司以外专家。

同时，为了避免部分权威专家对其他专家的评分意见影响，邀请的专家信息之间完全保密，避免互相间的沟通，邀请专家信息详见表 1：

表 1 评分专家组信息表

序号	职位	学历	职称	年龄	工作年限	工作内容
1	总经理	研究生	中级	41	16	生产、设备管理
2	总工程师	本科	正高/注安师	57	35	生产、设备管理
3	生产部部长	本科	副高	46	25	生产管理
4	设备部部长	本科	副高	55	32	设备管理
5	管廊部部长	本科	中级	39	17	管廊管理
6	安全总监	研究生	副高/注安师	38	14	安全管理
7	运行工程师	本科	中级	33	10	供热系统管理
8	设备检修工程师	本科	中级	42	20	供热系统检维修
9	安全专业工程师	本科	中级/注安师	52	31	安全管理
10	仪表专业工程师	本科	中级	43	21	仪表控制
11	运行班组组长	本科	中级	50	28	现场供热系统运行
12	S 企业公用工程负责人	研究生	副高	45	22	企业内用热管理
13	Y 设计院专业负责人	本科	副高	46	24	供热系统管网设计
14	R 电厂运行部主任	本科	副高	54	31	锅炉、供热管理
15	N 电厂运行部主任	本科	副高	49	27	汽机、供热管理

通过上表可以看出，受邀专家的整体学历达标，且职称水平较高，工作年限和工作范围均符合标准。

2.2 第一轮评分专家函询

第一轮问卷主要用于确定评分专家的积极程度和权威程度，函询结果如下：

专家积极程度

专家的积极程度可用函询问卷的回收率表示，当发放的问卷回收量越多时代表专家的积极程度越高。此次共发放调查问卷 15 份，回收问卷 15 份，第一轮评分专家函询积极程度为：$P_1 = 100\%$，说明评分专家的积极程度很高。

专家权威程度

专家权威程度代表了评分专家在特定方向和问题上的权威力度，其数值大小对结果可靠性有直接影响，通过对专家权威程度的计算，可得出专家权威系数[10]，通常系数≥ 0.7时可以认为评价结果可靠，根据第一轮问卷得出的结果如表 2 所示：

表 2 专家权威系数统计表

理论水平系数C_r	评价依据系数C_a	熟悉程度系数C_s
0.86	0.84	0.85

综上所述，专家权威程度指标较好，可以继续进行函询。

2.3 第二轮评分专家函询

第二轮问卷$P_2 = 100\%$，主要用于确定评分专家对相关安全风险指标的协调程度，判断专家对指标是否存在争议，通常用变异系数C_v及 Kendall 和谐系数W表示。当变异系数$C_v \leq 0.25$时说明专家对其意见比较一致，和谐系数W越接近于 1 说明专家意见协调程度越高，同时参考指标平均值$\bar{x}$，当平均值$\bar{x}$＜3时说明此指标的重要程度偏低。

因统计结果较多，仅列出函询中需要调整的指标，相关结果如下：

表 3 第二轮专家函询指标修改意见

指标	平均值$\bar{x}$	变异系数C_v	意见	修改原因
安全附件故障	3.13	0.40	合并指标	指标不具体，可用保温层或保护层损坏等替代
防护缺陷	2.93	0.27	删除指标	$\bar{x}$＜3，C_v＞0.25
管线标识	1.40	0.36	删除指标	$\bar{x}$＜3，C_v＞0.25
合法合规	2.80	0.34	删除指标	$\bar{x}$＜3，C_v＞0.25
检测检验	2.93	0.33	删除指标	$\bar{x}$＜3，C_v＞0.25
设计或使用不当	1.40	0.36	删除指标	$\bar{x}$＜3，C_v＞0.25
隐患治理	1.87	0.64	删除指标	$\bar{x}$＜3，C_v＞0.25

本次函询的 Kendall 系数一致性检验的结果显示，总体数据的显著性P接近于 0，水平上呈现显著性，因此数据呈现一致性，同时模型的 Kendall 协调系数$W = 0.502$，因此相关性的程度为中等的一致性。

2.4 第三轮评分专家函询

根据上一轮评分专家函询的结果，结合专家意见，对调查问卷进行调整后继续进行第三轮函询，$P_3 = 100\%$，因统计结果较多，仅列出函询中需要调整的指标，相关结果如下：

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

表 4 第三轮专家函询指标修改意见

指标	平均值$\overline{x}$	变异系数C_v	意见	修改原因
参数波动	3.07	0.26	合并指标	参数波动超出设计值时产生风险，可合并至超温及超压指标中
管理与维护工作不到位	2.87	0.18	删除指标	$\overline{x}$<3，C_v>0.25

本次函询的 Kendall 系数一致性检验的结果显示，总体数据的显著性P接近于 0，水平上呈现显著性，因此数据呈现一致性，同时模型的 Kendall 协调系数$W = 0.692$，因此相关性的程度为高度的一致性，协调系数较上一次函询有明显提升，函询结果可用。

2.5 体系构建

根据三轮专家函询结果，共形成符合要求的一级指标 3 个，二级指标 17 个，最终得到工业供热风险评估体系结果如表 5 所示：

表 5 工业供热风险评估体系结果

一级指标	二级指标	$\overline{x}$	C_v	一级指标	二级指标	$\overline{x}$	C_v
A1 运行风险	B1 热源超温	4.87	0.07	A3 设备风险	B9 管道本体损坏	4.93	0.05
	B2 操作错误	4.53	0.11		B10 保温层损坏	4.40	0.12
	B3 热源超压	5.00	0.00		B11 保护层损坏	4.40	0.12
	B4 暖管过快	4.60	0.11		B12 管托损坏	4.80	0.09
	B5 流动停滞	4.80	0.09		B13 垫片损坏	4.73	0.10
A2 外界风险	B6 施工损坏	4.13	0.09		B14 管道减薄	4.80	0.09
	B7 自然灾害	3.07	0.08		B15 力学性能降低	4.40	0.12
	B8 交通环境	4.00	0.09		B16 检修记录缺失	3.20	0.13
					B17 设备资料缺失	3.80	0.11

3 结论与展望

3.1 结论

本研究通过德尔菲法构建了针对所在企业的工业供热风险评估体系，按照指标隶属情况确定了一级指标 3 个和二级指标 17 个，识别了系统中已知或潜在的预警风险点。在构建过程中，专家参与度高、意见集中度和权威程度较高且协调性好，评估结果准确程度、客观程度高且适应性广，从多角度体现了风险评估的价值，为工业供热的风险评估体系建立提供了应用思路和理论依据，奠定了后续风险评估的基础。

此次构建的工业供热风险评估体系是整个风险管理流程中不可或缺的一环，其质量直接影响到后续风险评估的全面性和准确性，有效的风险评估体系能够帮助在风险评估阶段更好地理解和权衡不同指标之间的关系和相互影响，区分主要与次要风险，确定风险的严重性和优先级，为风险的进一步分析提供依据，从而更好地分配资源，制定更加有效的风险管理策略，帮助企业制定有效的预防措施，以减少风险发生的可能性或减轻风险的影响，提升整体风险管理的效果。

3.2 展望

本文通过专家调查、文献研究和法律法规获取了相关基础资料，研究了建立工业供热风险评估体系的常用方法，尽管已经研究了各环节内相对重要的部分，但工业供热系统情况复杂，涉及安全风险众多，尚有少部分当前未发生但可能在未来造成实际损害的次生潜在威胁需要继续研究和分析，这些风险虽然不直接显现，但在特定条件下亦可诱发严重事故，后续可利用大数据技术，深入分析次生风险，适当增加安全风险识别的深度和广度，引入更多的风险隐患来源。

另外，在进行指标筛选时，由于各评分专家所处的公司和工作岗位差异，对供热系统的要求或理解也不相同，评分时受其所处位置的不同会带来思考角度和范围的差异，还需进一步研究加以完善。

在标准化研究方面，不同时期或不同地区的工业供热系统情况均存在差异，相应的风险指标选择和筛选过程也有所区别，未来可通过定期评估和更新的策略，继续研究其他同类型的工业供热风险评估体系，对比分析不同情况下的体系差异，查漏补缺并不断改进和优化，以适应不断变化的内外部环境，将研究结果反馈到评估体系中，形成持续改进的闭环，共同提高工业供热安全生产水平。

[参考文献]

[1]国务院新闻办公室.国务院新闻办发布会介绍《全国安全生产专项整治三年行动计划》有关情况[EB/OL].https://www.gov.cn/xinwen/2020-04/28/content_5506931.htm,2020/04/28.

[2]新华社.习近平：高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL].http://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm,2022/10/25.

[3]中华人民共和国安全生产法[S].中国:全国人民代表大会常务委员会,2021.

[4]GB/T13861-2022,生产过程危险和有害因素分类与代码[S].中国:国家市场监督管理总局/国家标准化管理委员会,2022.

[5]CJ/T 246-2018《城镇供热预制直埋蒸汽保温管及管路附件》[S].中国：住房和城乡建设部城镇供热标准化技术委员会,2019.

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

[6]DB41/T 2350-2022《发电厂蒸汽管道安全运行管理规范》[S].河南：河南省市场监督管理局,2022.
[7]DB37/T 4282—2020《压力管道使用安全风险分级管控和事故隐患排查治理体系建设实施指南》[S].山东：山东省市场监督管理局,2020.
[8]《中华人民共和国特种设备安全法》[S].中国：全国人民代表大会常务委员会,2014.
[9]张曦,戴二玲,黄嘉南.建设项目社会稳定风险因素权重确定方法优选——基于肯德尔协同系数的运用[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2021,34(4):124-130.
[10]许丹,郭丹丹,刘婧,等.基于德尔菲法的河北省水利科技成果评价指标体系构建[J].河北水利,2023(10):36-38.

作者简介：杨楠（1992—），男，江苏南京人，硕士，工程师，现主要从事工业园区供热生产运行管理工作。

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

地铁运营安全风险管理现状分析探讨

胡 洋
沈阳地铁集团有限公司运营一分公司，辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着城市化进程的加快，地铁作为重要的公共交通方式，承载着大量的乘客流量，地铁运营的安全性直接影响到人民生命财产安全和社会的稳定。文中从地铁运营安全风险管理的必要性出发，分析了当前地铁运营中主要的安全风险事件，探讨了安全管理中的不足，并提出了相应的防控措施。
[关键词]地铁运营；安全风险管理；风险防控；安全事件
DOI：10.33142/ucp.v1i5.14416 中图分类号：U23 文献标识码：A

Analysis and Discussion on the Current Situation of Safety Risk Management in Subway Operation

HU Yang
peration Branch of Shenyang Metro Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the subway, as an important public transportation mode, carries a large amount of passenger flow. The safety of subway operation directly affects the safety of people's lives and property and social stability. Starting from the necessity of safety risk management in subway operation, this article analyzes the main safety risk events in current subway operation, explores the shortcomings in safety management, and proposes corresponding prevention and control measures.
Keywords: subway operation; safety risk management; risk prevention and control; safety incidents

引言

作为现代城市公共交通的重要组成部分，地铁系统在缓解交通拥堵、促进城市可持续发展方面发挥着不可或缺的作用。随着城市化进程的加速，地铁逐渐成为居民日常出行的首选方式，并且其在环境保护、减少污染等方面的贡献也越来越受到重视。然而，在地铁运营过程中，存在着各种潜在的安全风险，任何突发的事故都可能对公共安全、社会秩序以及城市运营产生极大的负面影响。如何及时识别、评估这些风险，并有效地采取防控措施，已成为地铁管理部门亟待解决的重要课题。

1 地铁运营安全风险管理的必要性

作为城市交通的重要组成部分，地铁系统既承担着市民的日常出行，其安全状况直接影响到居民生命财产的保护、社会秩序的维护以及经济活动的正常进行[1]。任何一起安全事故，可能引发严重伤亡、财产损失及交通瘫痪。运营过程中，乘客行为不当、管理漏洞以及操作失误，常是风险的重要诱因。即便技术高度先进，若缺乏健全的管理体系，潜在隐患仍难以杜绝。为保障地铁安全运营，国家与地方政府相继出台了相关法规。这些规定不仅明确了管理的具体要求，还强化了对地铁企业责任的监督。例如，《城市轨道交通安全管理办法》详细规范了企业的安全职责及事故处理流程，提出了具体的检查标准。政策的实施推动了行业规范化发展，为技术优化和管理改进提供了指导，也进一步增强了公众对地铁系统的信任。地铁作为安全出行方式的认可度提升后，客流量和经济效益将同步增长，为城市交通系统的长远发展注入新动能。

2 地铁运营中存在的主要险性事件

地铁运营过程中，由于其复杂的技术系统以及密集的人流和设备设施，存在着多种安全风险事件。这些事件的发生不仅可能影响乘客的安全，还会对列车的正常运行及地铁设施的完好性造成极大威胁。随着城市化进程的加速，地铁运营的规模不断扩大，风险事件的发生频率也逐渐增加[2]。地铁运营风险事件通常是由技术、管理、人员操作等多重因素交织作用的结果，这使得事件本身的性质更加复杂，后果也尤为严重。地铁运营过程中可能发生的主要险性事件有：①列车脱轨：指车辆在正线、配线、车场线等线路运行时，车轮落下轨面（包括脱轨后又自行复轨）或车轮轮缘顶部高于轨面（因作业需要的除外）而脱离轨道的情况。 ②列车冲突：在正线、配线、车场线等线路，列车、机车车辆相互间或与工程车、设备设施（如车库、站台、车档等）发生冲撞。③列车撞击：列车或机车车辆在运行过程中，与行人、机动车、非机动车及其他障碍物发生碰、撞、轧的情况。障碍物包括声屏障、防火门、人防门、防淹门等构筑物以及设备设施如射流风机、电缆、管线等。④列车挤岔：由于道岔位置不正确或尖轨未能与基本轨密贴，列车通过道岔时将尖轨与基本轨挤开或挤坏，导致尖轨弯曲变形、转辙机损坏。⑤火灾事件：列车、车站公共区、区间、主要设备房、控制中心、主变电所、车辆基地等区域发生火灾。 ⑥乘客踩踏：因人流聚集或意外原因，导致站台或其他区域发生乘客踩踏事故。⑦车站、

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

轨行区淹水倒灌：雨水等通过出入口、风亭、过渡段洞口等倒灌车站或轨行区，造成公共区域积水浸泡或漫过钢轨轨面。⑧桥隧结构严重变形或坍塌，路基塌陷：影响列车运行和人员安全的重大结构性问题。⑨大面积停电：指单个及以上车站、变电所、控制中心或车辆基地范围内全部停电，影响正常运营。⑩通讯网络瘫痪：行车调度指挥通讯、车地无线通讯、通讯网络传输系统等中断超过 30 分钟。⑪信号系统重大故障：中央和本地自动监控系统（ATS）无法监控列车运行或联锁故障持续超过 60 分钟。⑫接触网断裂或塌网；电力供应设施出现损坏，直接影响列车运行。⑬电梯和自动扶梯重大故障电梯发生冲顶、坠落或轿厢滞留人员超过 90 分钟；自动扶梯发生逆行或溜梯事故。⑭夹人夹物动车；乘客或物品夹在列车车门或站台门时动车，或夹在列车和站台门之间时动车，导致乘客伤亡。⑮网络安全事件；由于系统漏洞、计算机病毒、网络攻击等，导致对运营安全造成严重影响的事件。⑯其他严重运营事件；造成人员死亡、重伤或 3 人以上轻伤，以及正线连续中断行车超过 1 小时的事件。接下来我们将着重分析列车脱轨、列车冲突、列车撞击、乘客踩踏以及车站、轨行区淹水倒灌。

2.1.1 列车脱轨

列车脱轨是地铁运营中的一项重大安全隐患，发生此类事故时，通常会伴随列车与轨道设施的严重损坏。脱轨事件的发生，通常与轨道的质量问题、列车的超速或道岔设施的故障密切相关。尤其在设备老化或轨道质量未得到及时检修的情况下，脱轨的风险往往会大大增加。导致列车脱轨的原因有多种，常见的如道岔未能正确闭合，或列车轮缘与轨道之间的配合不当。这些问题往往会在列车高速行驶过程中引发事故。

在发生脱轨的情况下，往往不仅会造成列车的损毁，甚至可能对地铁系统的其他部分产生连锁反应。事故发生后，后续列车的运行将受到极大的影响，整个线路可能面临长时间的停运。乘客一旦受到伤害或发生生命危险，社会公众对地铁安全的信任也将受到严重打击。脱轨事故发生时，往往会导致大规模的人员伤亡，尤其是在隧道或难以疏散的地方，撤离的难度较大，造成的伤害和死亡更为严重。设备的修复与恢复正常运营所需的时间与费用也极为庞大，且需要投入大量的资源进行修复。

2.1.2 列车冲突

列车冲突是指在同一轨道上，两列列车或列车与工程车辆发生碰撞的安全事故。此类事件通常是由设备故障、信号系统失效或调度指挥错误引发的。当系统出现故障或设备未能正常运作时，列车之间的安全距离可能得不到有效控制，从而发生碰撞。列车冲突的风险较高，尤其是在设备老化或维护不当的情况下，问题的发生会更加频繁。列车与其他列车或工程车辆的冲突，通常是在高峰时段、设备出现故障或调度指挥失误时发生。

冲突事故的后果通常非常严重，乘客可能会受到不同程度的伤害，甚至出现死亡的情况。而设备的损坏，更是造成冲突后最难以忽视的问题之一[3]。列车与轨道设施的损坏往往需要大量的维修资源，并且恢复时间较长。在发生冲突时，列车可能出现脱轨、撞毁等现象，造成大量的设备损失。此外，列车冲突事件一旦发生，通常会导致长时间的运营停滞，乘客的出行受到极大影响，整体运营效率也会受到显著影响。

2.1.3 列车撞击

列车撞击事件通常发生在列车与行人、其他交通工具或障碍物之间发生的碰撞。此类事故不仅会对行人的生命安全构成威胁，还会严重影响列车的正常运行。撞击事件的发生通常源于列车操作员的疏忽、设备管理的不到位或人力资源配置的缺陷。列车撞击事件常常发生在车站附近，尤其是在乘客上下车时，若车站疏导不当，拥挤情况可能引发此类事故。若列车操作员未能及时发现障碍物或行人，碰撞的发生便变得难以避免。

这类事件的后果相当严重，特别是在行人撞击列车的情况下，伤亡率较高。除了人员的伤亡，设备损坏也是一种不可忽视的后果。车辆与行人、障碍物发生撞击时，列车的外部结构和内部设施会受到一定程度的损害，修复工作需要耗费大量的时间与资金。而且，撞击事件发生后，列车的正常运行也会受到影响，可能需要进行长时间的停运检查，影响乘客的出行。尤其是在高峰时段，若发生撞击事故，地铁系统的运营将会陷入较为严重的混乱，造成的社会经济影响不容小觑。

2.1.4 乘客踩踏

乘客踩踏事件是地铁车站，尤其是在高峰时段较为常见的安全风险事件。车站内由于乘客过度拥挤，若疏导不当，极容易引发踩踏事故。车站的进出口以及乘客上下车的区域，通常是踩踏事件发生的高风险区域。当人流密集时，未能妥善组织与疏导，乘客之间的推搡与拥挤可能迅速演变为踩踏事故，造成无法挽回的后果。若车站内的设施设计不合理，或者疏导措施未能及时落实，踩踏事件便很容易发生。

踩踏事故的后果是极其严重的，尤其是在车站人员拥挤时，伤亡人数往往较为惨重。大量的乘客受到挤压，伤亡情况严重，甚至可能会导致死亡。与此同时，踩踏事件对车站的正常运行会产生长时间的负面影响，修复车站秩序的难度大、时间长。受伤的乘客不仅需要医疗救治，车站内的秩序恢复工作也需要大量的时间与资源。

2.1.5 车站、轨行区淹水倒灌

车站与轨行区发生淹水倒灌事件，通常是由于暴雨天气或排水系统故障引发的。暴雨过后，若排水系统未能及时清理积水，积水便可能倒灌进车站及轨道区，严重影响

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

地铁的运营。降水量较大时，车站和轨道区的排水系统未能及时应对，积水就可能淹没设备设施，甚至对轨道本身造成永久性损害。

水灾的后果十分严重，积水不仅会直接影响列车的运行，还可能对设备造成短路、电气系统失灵等一系列故障。设备修复的难度较大，需要较长的时间才能恢复正常运营。除设备损害外，淹水还可能导致安全事故的发生，例如电力设施被水淹没引发电气火灾。淹水倒灌事故的发生，往往导致大规模的运营停滞，影响到大量乘客的出行，并增加了额外的维护成本。

3 地铁运营安全风险防控措施

3.1 风险评估与监控系统的建设

为及时识别潜在的安全隐患，全面监控设备状态、列车运行情况以及外部环境变化，系统能够实时掌握地铁的运行状况。智能化监控系统通过对地铁运行的各项关键指标进行全天候监控，与中央控制系统的连接可确保设备数据的实时传输。大数据分析能力的不断提升，使得监控系统能够更加精准地识别各类风险，进而及时发现并排除隐患。

3.2 先进技术与设备的应用

为进一步提升地铁的安全性，自动化列车调度系统、智能监控平台以及自动报警设备等技术手段，已被广泛应用于地铁运营中，这些技术的引入极大减少了人为干预的失误，从而提高了地铁系统的安全性。此外，这些设备的不断升级和优化，也为提高地铁安全提供了强有力的支持。通过自动化列车调度系统，地铁的行车调度能够根据实时信息自动调整列车间隔与运行速度，避免人为调度错误对运行的影响。智能监控系统则实时检测设备运行状况，系统能够在设备出现异常时立即发出警报，提醒维护人员进行必要的检查与维修。而自动报警系统一旦发生紧急状况，能够迅速启动应急响应机制，确保事故不会蔓延。所有安全设备，包括轨道、信号系统与供电设施等，都需定期进行检查与维护，以确保其处于最佳的工作状态[4]。设备的定期维护与更新，是保障地铁安全运营的关键所在。通过智能检测手段，如远程监控与自动诊断系统，可以全天候监控设备运行状况，及时发现潜在的故障风险，最大限度地保证设备的稳定运行。

3.3 安全培训与应急演练

为了提高员工在突发事件中的处置能力，定期开展安全培训与应急演练显得至关重要。通过系统化的培训与模拟演练，工作人员能够熟练掌握操作规程以及应急处置流程，进而提高他们在应对突发事件时的快速反应能力。

安全培训内容应根据不同岗位的工作职责来制定。列车司机的培训重点放在快速判断与应急应对上；车站工作人员则应重视乘客疏散与现场救援的技能；设备维护人员则应具备故障排查与修复的能力。通过这种针对性的培训，每位员工都能够清晰地了解自己在紧急情况下的责任与应对策略，从而确保突发事件发生时能迅速做出反应。在演练中，地铁运营公司应定期模拟各类突发事件，包括火灾、设备故障、自然灾害等，并根据实际情况逐步提高演练的难度与实战性。演练的结果应经过总结与评估，对存在的不足进行改进，确保员工在真实情况下能够高效应对。

3.4 强化设备维护与检查

对轨道、信号系统、道岔、供电设备等重要设施的定期检查，是保障地铁安全的重要基础。特别是在高负荷运营的情况下，设备的维护工作必须更加细致、全面，避免设备故障对运营造成重大影响。每一项关键设备都应制定详细的维护与检查计划，确保定期对其进行全面的检测与保养。特别是对于道岔、信号系统等设施，重点监控其磨损与老化情况。通过智能化检测手段，远程监控系统能够全天候监测设备运行状况，并在发现故障的早期阶段发出警报，及时安排维修人员进行处理。

3.5 风险分级与应急预案

根据风险的严重性、发生的可能性以及影响范围等因素，将各类风险进行分类管理，为每类风险制定对应的应急预案。通过这种分级管理机制，地铁运营

能够在面对突发事件时采取科学、有效的应急措施。每一类风险事件都应有具体的应急预案，预案内容包括应急响应流程、各部门的责任分配、物资的调配等。预案的制定应综合考虑到各类可能发生的风险，并为不同的应急情境提供详细的应对策略。对一些较为严重的风险事件，应建立更为复杂的应急响应方案，以确保能够应对可能出现的极端情况。

3.6 法规制度与安全文化建设

地铁公司应严格遵循国家及地方的相关安全管理法律法规，制定符合实际运营需求的管理制度，确保各项安全措施得到有效实施。同时，地铁公司还应根据运营过程中出现的实际问题，持续完善相关管理制度，确保制度始终符合地铁运营的需求。在法规制度建设的同时，地铁安全文化的建设也不可忽视。通过强化全员的安全意识与责任感，地铁公司能够激励员工自觉遵守安全规章制度，并主动发现与反馈安全隐患。安全文化不仅应通过员工的培训进行强化，还应向广大乘客普及安全知识，提高他们的安全意识，减少乘客的不当行为。

4 结语

地铁作为城市公共交通系统的重要组成部分，随着地铁网络的不断扩展，安全风险变得愈加复杂，因此，必须建立完善的风险防控体系，及时发现并消除潜在的安全隐患。设备的定期检查与维护、智能化技术的应用以及应急能力的提升，均为保障地铁系统安全运行的重要措施。未来，随着技术的不断进步与管理理念的逐步完善，地铁运营的安全管理将更加精细化与高效化，为城市交通系统的

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

持续发展提供坚实的支撑，推动城市交通向更加绿色、智能化方向发展。

[参考文献]

[1]张俊.J 地铁公司运营安全风险管理研究[D].江西:南昌大学,2024.
[2]王娅娴.地铁全自动驾驶系统运营安全风险评估研究[D].山东:山东建筑大学,2024.
[3]马壮,光辰宸,董新婷.地铁站客流风险点识别及客运组织分析[J].黑龙江交通科技,2024,47(7):156-159.
[4]吕征,康慧太,王骜,等.地铁站台门安全回路风险分析及改进方案[J].郑州铁路职业技术学院学报,2024,36(3):21-23.

作者简介：胡洋（1984.3—），毕业院校：西南交通大学，所学专业：物流工程，当前就职单位：沈阳地铁集团有限公司运营一分公司，职务：副总经理，职称级别：现职称中级。

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

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 3041-0525