www.viserdata.com

智能城市应用

SMART CITY APPLICATION 月刊

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd. ■ ISSN 2630-5305(online) 2717-5391(print)



中国知网（CNKI）收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

2024 1

第7卷 总第45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.



智能城市应用

Smart City Application

2024年·第7卷·第1期（总第45期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2630-5305 (online)

2717-5391 (print)

发行周期：月刊

出版时间：1月

数据库收录：中国知网收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

地　　址：21 Woodlands Close, #08-18,

Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

学术主编：王高捍

责任编辑：刘艳利

学术编委：王亚飞　陈慧珉

徐业强　杜可普

杨　超　李荣才

尹晓水　谭成军

李培营

美工编辑：李　亚　Anson Chee

印　　制：北京建宏印刷有限公司

定　　价：SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目　录

CONTENTS

城乡规划

城市规划管理对城市规划设计的影响分析..... 张　毅 1

市政园林

城区园林绿化优化提升和可持续发展研究..... 严仕卡 4

PE 燃气管道焊接施工质量管理与控制策略探究 ..... 王琰冬 7

基于人文需求的园林设计与社区参与研究.... 徐　扬 10

路桥与交通

论道路桥梁路基施工技术的应用分析..... 王海燕 13

城市轨道与常规公交融合发展研究..... 谢静静 16

桥梁隧道路面施工质量控制的相关研究..... 包玉强 19

山区高速公路互通立交克服大高差设计探讨..... 吕　丹 22

复杂地质条件下公路隧道施工技术应用分析..... 惠　衡 25

基于 BIM 技术的转体桥梁施工质量精细化管理研究.... 韩　星 28

公路桥梁养护管理与危桥改造技术要点研究.. 铁福艳 31

国省干线公路养护中预防性养护技术及应用研究..... 阮仕汨 34

通讯通信技术

跨平台系统迁移 ..... 高　巍 37

一套基于 NB-IoT 的城市智能停车监控系统..... 王珊珊　孙际勇　赵芹花 41

施工技术

超高层建筑钢结构施工的关键技术和措施.... 张　俏 45

预应力锚索框架梁施工质量控制要点..... 纪道景 48

地铁深基坑施工安全监测及临近路面变形研究..... 辛冬冬　荆鹏程 51

净水厂建设中工程质量控制重点和措施..... 崔　晋 54

供水工程球墨铸铁管施工质量控制..... 王立冬 57

桥梁隧道施工中灌浆技术的应用分析..... 苗德武 60

建筑工程

建筑工程造价审计存在的问题与对策研究.... 杨　彬 63
BIM 技术在大型医疗建筑机电工程深化设计中的应用研究 ..... 任　凯　钟金鑫　廉永广 66
BIM 技术在建筑工程设计中的应用价值 ..... 王之岳 69
建筑工程造价的合理有效控制与探索..... 李小静 72
低碳技术在暖通空调系统中的应用研究..... 梁建涛 75
论建筑工程设计风险与管理策略研究..... 李肖颖 78
建筑工程造价动态管理常见问题及优化措施研究..... 陈　珊 81

节能环保

碳中和、碳达峰的绿色低碳新型工业园区的建设..... 冯第勇 84
集中供热采暖节能的必要性及节能设计探析.. 袁琳琳 87
固定污染源颗粒物监测中质控和现场问题分析..... 王　龙 90

计算机应用技术

高校仓库管理中计算机信息技术应用与实践.. 牛义杰 93
基于 UWB 精准定位的数字孪生矿山管控平台的研究与实现 ..... 梁琴琴　何东林　贺纪国 96
基于 Java 平台开发的软件保护技术探究.... 雷　铭 100
基于物联网的矿井下地质灾害监测系统设计..... 贺纪国　张　成　闫纪朝 103

智慧数据分析

互联网工具与技术在中小企业信用管理中的应用..... 尹　斌 107
智能巡检机器人在变电运维工作中的应用研究..... 许　冬　张　爽　张旭超　祝　非 110

勘察测绘

金属矿山高边坡勘查监测常见问题的研究分析..... 张东生　梁琴琴 113
矿山测量中全站仪测量技术的应用探究..... 白艳伟 116

工业制造

基于“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取的闸片关特工序管控提升 ..... 蒋宇锋　黄志光　潘勤涛 119
基于仿生学原理的智能台灯的外形设计..... 刘　倩　王　旭 122
优化夹钳油漆件过程防护促降本方案研究..... 曹益民　黄志光　潘勤涛 125

城市规划管理对城市规划设计的影响分析

张 毅
自贡市城乡规划管理服务中心，四川 自贡 643000

[摘要]随着城市化进程的不断推进，城市规划设计成为应对城市增长和发展的关键工具，在城市规划设计的实践中，管理不善往往导致规划方案难以贯彻实施，影响城市的可持续发展。城市规划管理不仅要协调各方利益，还要顺应城市变革的动态需求。通过深入分析城市规划管理对设计的影响，可以更好地理解规划过程中的关键问题，为提升城市规划的效能提供理论支持和实践指导。

[关键词]城市规划管理；城市规划设计；影响
DOI：10.33142/sca.v7i1.10919 中图分类号：TU984 文献标识码：A

Analysis of the Influence of Urban Planning Management on Urban Planning and Design

ZHANG Yi
Zigong Urban and Rural Planning Management Service Center, Zigong, Sichuan, 643000, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization, urban planning and design have become a key tool to cope with urban growth and development. In the practice of urban planning and design, poor management often leads to difficulties in implementing planning schemes, affecting the sustainable development of cities. Urban planning and management not only need to coordinate the interests of all parties, but also adapt to the dynamic needs of urban transformation. By analyzing the impact of urban planning management on design in depth, we can better understand the key issues in the planning process and provide theoretical support and practical guidance for improving the efficiency of urban planning.

Keywords: urban planning and management; urban planning and design; influence

引言

城市规划管理作为城市发展的指导者和监管者，在城市规划设计中扮演着关键的角色。其科学性和有效性直接关系到城市未来的可持续性和整体品质。城市规划设计是一个复杂而系统的过程，需要规范的管理来确保规划方案的科学性和实施效果，深入研究城市规划管理对城市规划设计的影响，对于提升城市规划的质量和实效性具有重要意义。

1 城市规划管理和城市规划设计概述

1.1 城市规划管理

城市规划管理是指对城市规划活动进行组织、协调、监督和指导的一种综合性管理体系。在城市规划管理中，包括了对城市空间的合理利用、城市建设的有序发展以及城市环境的改善等方面的全面考虑。城市规划管理的目标在于推动城市的可持续发展，确保城市在经济、社会、环境等各个方面都能够实现协调而健康的增长。在城市规划管理中，政府扮演着重要的角色，通过建立科学合理的规划制度和管理机制，引导城市规划的制定与实施。管理层面上需要协调规划的各个方面，确保规划的目标与实际发展需要相契合。同时，城市规划管理也需要密切关注社会各界的参与，使规划更具民主性和代表性，以满足不同利益主体的需求。城市规划管理的有效实施有助于规划的科学性和灵活性，并能够应对城市发展中的挑战和变化，通过合理的管理，城市规划能够更好地适应城市的长远发展需求，促进城市各项资源的协调利用，为居民提供更好的生活环境，推动城市朝着更加宜居、宜业、宜游的方向不断发展。

1.2 城市规划设计

城市规划设计是关键的城市发展活动，通过系统综合的方法考虑城市的各个方面，包括空间布局、土地利用、交通网络、公共设施等，以实现有序、可持续的城市发展。城市规划设计的目标是创建宜居、宜业、宜游的城市环境，满足居民的需求，促进经济繁荣，提升城市品质。规划设计需要考虑城市的历史文化、自然环境、社会需求等多方面因素，确保符合城市实际情况和未来发展趋势，设计过程包括调研分析、目标设定、方案设计、评估修改等阶段，需要与社会各界充分沟通和协商，确保设计方案的合理性和可行性。城市规划设计的成功实施将深远影响城市的发展方向和整体品质，为居民提供更好的生活条件，推动城市的可持续发展。

2 当前我国城市规划管理中存在的问题

2.1 管理模式问题

城市规划管理中存在的管理模式问题主要表现在管理体系的陈旧、僵化和应对城市复杂性的不足。传统的管

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

理模式往往过于垂直、刚性，无法灵活应对城市发展中的多元化和快速变化的挑战。此外，层层审批和决策流程繁琐，导致决策效率低下，难以适应现代城市管理的需要。这种模式下规划和决策往往缺乏全局视野，容易造成片面性和局部性的规划方案，难以实现城市资源的合理配置和协同发展[1]。管理模式问题还表现为对新兴科技和数据管理的不适应，现代城市管理需要更加依赖科技手段，但传统的管理模式在信息化和数字化方面相对滞后，缺乏对大数据和智能化技术的充分应用，影响了城市规划和管理的精准性和高效性。因此，管理模式问题是当前城市规划管理中亟待解决的关键挑战之一，需要通过创新管理理念和引入新的管理机制，以更灵活、高效、科技化的方式来应对城市规划管理中的各种复杂问题。

2.2 管理观念问题

城市规划管理中存在的管理观念问题主要表现在对于可持续发展、社会参与、生态保护等新理念的认识滞后，传统的管理观念往往偏向单一的经济发展，忽视了环境和社会的可持续性。在过去城市规划更注重经济增长和基础设施建设，而对于生态环境的保护和社会的全面参与关注不够。此外，管理观念问题还反映在对城市居民需求和多元文化的理解上，传统管理观念可能过于统一化，对不同社区、不同层次的需求理解不够深入，导致规划和管理方案难以贴近实际居民的生活和文化。在管理观念方面，还存在对城市空间的片面认知，更注重单体建筑而缺乏对城市整体空间结构和人居环境的全面把握，这种观念局限导致城市规划和设计过于功利，缺乏对城市文脉和人居品质的深度思考。因此，管理观念问题需要通过引入更为先进的理念，强调可持续性、社会公平和多元化，以更全面的视角看待城市规划和管理的挑战。

2.3 执行人员素质问题

城市规划管理中存在的执行人员素质问题主要表现在执行人员的专业素养和综合能力方面。一些执行人员可能缺乏足够的专业知识，无法深刻理解城市规划的复杂性和多层次性，可能导致规划方案的制定和实施缺乏科学性和前瞻性，难以顺应城市快速变化的需求。另一方面可能缺乏跨学科的思维和团队协作的能力，城市规划管理需要不同领域的专业人才协同合作，但一些执行人员可能在与其他专业领域的沟通和协作中存在困难，影响了规划方案的整体性和综合性。此外，城市规划管理需要有经验的执行人员能够在复杂的城市环境中做出明智的决策，但一些人可能缺乏对城市管理实践的深刻理解和应对城市问题的经验。因此，执行人员素质问题需要通过提高培训水平、加强专业背景的深化，以及鼓励团队协作和跨学科交流等方式来加以解决。

3 城市规划管理的有效措施

3.1 改进管理模式

改进城市规划管理模式是为了应对现代城市面临的复杂挑战和快速变化的需求。传统的管理模式在决策效率、灵活性和科技应用方面存在一系列问题，为了提高城市规划管理的有效性，必须采取一系列措施来改进管理模式。首先，改进管理模式需要加强决策机制的灵活性，传统的层层审批和决策流程往往效率较低，难以适应城市发展的迅猛变化，新的管理模式应该更加注重市场机制的引入，借助科技手段建立更为便捷和高效的决策通道，使决策更加及时、灵活。其次，新的管理模式需要强化科技和数据的应用，现代城市规划管理离不开对大数据、人工智能等现代科技的充分应用，通过数据分析和科技手段，可以更准确地把握城市发展的趋势和问题，提高规划的科学性和前瞻性。此外，改进管理模式还需要强调市场机制和社会参与，引入市场机制可以更好地调动各方资源，推动城市规划与市场需求更好地契合。同时，加强社会参与，让广泛的公众能够参与到规划决策中，增加规划的民主性和公正性。

3.2 更新管理观念

更新城市规划管理观念是确保城市规划与发展更加符合现代需求的关键一步。传统的管理观念往往过于注重单一的经济增长，忽视了可持续发展、社会公平和生态保护等方面的因素，为了提高城市规划的综合性和可持续性，迫切需要更新管理观念。过去的观念可能过于追求短期内的经济效益，而缺乏对长远发展的考虑，新的管理观念应该更加注重社会、经济和环境的平衡，追求经济增长的同时保障生态环境的可持续性。传统观念可能在规划中较为单一化，难以充分考虑到不同社区和群体的需求，更新后的管理观念应该更注重社会的多元性，保障不同层面的公平和参与。新的观念还需要更注重创新和科技引领，过去的管理观念可能相对守旧，对新兴科技和数字化的应用了解不足，现代城市规划需要更具前瞻性，利用科技手段提高规划的科学性和精准度。

3.3 提升执行人员素质

提升城市规划执行人员素质是确保规划方案顺利实施和城市发展可持续的重要措施。首先，城市规划管理需要具备广泛的跨学科知识，涵盖城市设计、环境科学、社会学等多个领域。一些执行人员的专业知识可能相对狭窄，导致对城市规划的复杂性和多层次性理解不足。其次，执行人员需要具备较强的综合能力和团队协作精神，城市规划执行涉及多个领域的协同工作，需要执行人员能够跨足不同领域，与专业人才协同合作，一些执行人员可能缺乏跨学科思维和团队协作的经验，导致规划方案的整体性和综合性不足。此外，城市规划管理需要在复杂的城市环境中做出明智的决策，这要求执行人员具备丰富的城市管理实践经验，能够灵活应对各种问题，一些人可能缺乏对城市管理实践的深刻理解和应对城市问题的经验[2]。因此，提升城市规划执行人员素质需要通过加强培训、提高专业水平，鼓励团队协作和跨学科交流等方式来解决。只有确保执行人员具备足够的专业知识、团队协作能力和实践经

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

验，城市规划才能更好地服务于城市的可持续发展。

4 城市规划管理对城市规划设计的影响

4.1 优化城市规划设计方案

优化城市规划设计方案是确保城市发展更加科学、合理、可持续的重要步骤，在城市规划设计过程中，方案的质量直接关系到城市的未来形态和居民生活质量。城市规划设计方案的优化首先需要考虑城市的整体发展目标和规划原则，包括对城市的空间布局、用地利用、交通网络、环境保护等方面的整体规划，通过充分了解城市的发展趋势、资源分布和社会需求，可以建立起符合城市特点的规划设计框架。其次，优化城市规划设计方案需要注重多元利益的协调，城市规划涉及到多方面的利益，包括政府、企业、居民等各方，通过有效的沟通与协商机制协调各方的利益关系，使得规划方案更具包容性和可行性，这也需要更广泛的公众参与，确保各层面的需求都得到充分考虑。在技术层面利用先进的城市规划软件和技术工具是优化方案的关键，通过模拟和分析城市的空间结构、交通流、环境影响等因素，可以更科学地制定规划方案，数字化的规划设计能够更好地预测城市发展的可能影响，提高规划的准确性和灵活性。最后，城市规划设计方案的优化也需要注重可持续发展原则，包括对资源的合理利用、生态环境的保护、社会公平的考虑等方面，通过引入绿色建筑、低碳交通、可再生能源等概念，使城市规划更符合当代社会对于可持续发展的追求。

4.2 提升城市规划设计工作效率

提升城市规划设计工作效率是确保规划方案及时高效实施的重要目标，在当今城市发展迅速的背景下，有效提升规划设计的工作效率对于迅速适应城市变化、提高城市竞争力至关重要。首先，采用先进的信息技术和规划工具是提升工作效率的关键，利用计算机辅助设计（CAD）软件、地理信息系统（GIS）、三维建模技术等工具，可以加速规划设计的流程，提高设计的精度和灵活性。数字化的规划设计不仅减少了手工作图的时间，还能够更好地模拟和评估方案的可行性。其次，规范化和标准化是提升工作效率的有效途径，建立规范的规划设计流程、标准化的数据格式和统一的规划标准，可以降低工作的重复性，减少沟通成本，提高团队合作的效率，这也有助于城市规划在不同城市之间实现经验共享和协同发展[3]。有效的项目管理和团队协作是提升规划设计效率的关键因素，采用项目管理工具、团队协同平台，确保团队成员之间的信息流畅和合作高效，可以有效避免项目进度延误、资源浪费等问题。此外，合理的项目分工和任务分配也能更好地发挥团队成员的专业优势，提高整个规划设计过程的效率。另外，及时采纳用户反馈和利用前沿技术手段进行规划设计的更新和优化，也是提升工作效率的关键，通过引入大数据分析、人工智能等技术手段，能够更好地理解城市发展的动态，及时调整规划策略，提高规划设计的适应性和灵活性。

4.3 城市规划设计发展方向的引导

引导城市规划设计发展方向是确保城市发展符合长期战略和可持续发展目标的重要任务，城市规划设计发展方向的引导需要综合考虑城市的整体定位、社会经济发展趋势以及环境保护等多方面因素。首先，引导城市规划设计的发展方向需要与城市的长期发展战略相一致，包括对城市定位、经济结构调整、人口布局等方面的整体规划，通过明确城市的发展愿景和战略目标，可以为规划设计提供清晰的方向，确保各项规划工作都服务于城市的长远发展。其次，引导城市规划设计需要考虑社会经济发展的动态变化，随着科技进步、产业结构升级和人口流动等因素的影响，城市的需求和挑战也在不断演变。因此，规划设计应该具备灵活性和适应性，能够及时调整方向，满足社会经济发展的新需求。规划设计应该致力于创建更为环保、绿色的城市环境，通过合理规划和设计，减少对自然资源的消耗，降低环境污染，提高城市的生态健康度，这需要在规划设计中融入低碳、循环经济等理念，推动城市向可持续方向发展。此外，引导城市规划设计发展方向还需要注重文化、历史和社会价值的保护，通过在规划中融入城市文脉保护、历史建筑保护等元素，使得城市规划设计更具文化底蕴，满足市民对城市精神文化的需求。

5 结语

科学的城市规划管理是优化城市规划设计的关键。通过改进管理模式、更新管理观念、提升执行人员素质等措施，我们有望实现城市规划的科学、灵活和高效。城市规划管理直接影响设计方案的优化、工作效率的提升和发展方向的引导，进而影响城市居民的生活品质和城市形象。未来，我们需关注实践性和全面性，通过科学管理和设计，实现城市的可持续发展和人居环境的优化，为居民创造更美好的生活。在深化研究中，期待为城市的宜居性和可持续性贡献更多智慧和力量。

[参考文献]

[1]陈莉莉.城市规划管理对城市建筑设计的影响[J].城市建筑空间,2023,30(3):90-91.
[2]杨小涛.城市规划管理对城市规划设计的影响[J].上海商业,2021(6):102-103.
[3]谢慧华.城市设计在城市规划实施中的应用[J].住宅与房地产,2019(28):87-88.

作者简介：张毅（1990.2—），女，毕业院校：绵阳师范学院，所学专业：电子信息科学与技术，当前就职单位：自贡市城乡规划管理服务中心，职务：国土空间规划助理工程师，职称级别：助理工程师。

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

城区园林绿化优化提升和可持续发展研究

严仕卡
杭州萧山园林集团有限公司，浙江 杭州 311200

[摘要]随着全球城市化进程加速，城市园林绿化愈发凸显其重要性，不仅美化城市，更有助于维护生态平衡、改善空气质量，提升居民生活品质。城市发展中存在的规划缺失、管理混乱等问题使得城市绿化面临挑战，为确保城市绿化与城市发展相辅相成，致力于全面审视当前状况，并深入探讨城市园林绿化与可持续发展之间的关联提出改进措施，推动城市绿化事业更加健康可持续。

[关键词]城市园林绿化；可持续发展；环境质量
DOI：10.33142/sca.v7i1.10929　　中图分类号：TU985.14　　文献标识码：A

Research on Optimization and Sustainable Development of Urban Landscape Greening

YAN Shika
Hangzhou Xiaoshan Landscape Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

Abstract: With the acceleration of global urbanization, the importance of urban landscaping has become increasingly prominent. It not only beautifies cities, but also helps maintain ecological balance, improve air quality, and enhance the quality of life of residents. The lack of planning and chaotic management in urban development pose challenges to urban greening. In order to ensure that urban greening and urban development complement each other, we are committed to comprehensively examining the current situation and exploring the relationship between urban landscaping and sustainable development. We propose improvement measures to promote a healthier and more sustainable urban greening industry.

Keywords: urban landscaping and greening; sustainable development; environmental quality

引言

随着城市化进程加速，城市园林绿化既要满足居民休闲需求，更需与可持续发展理念相融合。当前绿化仍面临挑战如规划不足、管理混乱，为探讨其与可持续发展的关系及解决之策，本研究将深入分析城市园林绿化现状，提出可行建议，促使城市绿化朝更可持续的方向发展。

1 城市园林绿化与可持续发展的关系

城市园林绿化与可持续发展密切相连，构成城市生态系统的重要组成部分。通过增加绿地面积，园林绿化有效改善空气质量，减轻污染影响，提高城市环境品质。同时科学规划的城市园林不仅能够调节城市气温，减轻热岛效应，还有助于水资源的合理管理与保护。此外优美的绿化景观不仅提升城市形象，更为居民提供了休闲娱乐的场所，提高了生活质量。城市园林绿化因此成为实现城市可持续发展目标的关键策略之一，既满足人类居住需求，又维护了生态平衡，为未来城市发展奠定坚实基础。

2 城市园林绿化的作用

2.1 改善空气质量

城市园林绿化在改善空气质量方面发挥着关键作用，植物通过光合作用吸收二氧化碳，并释放氧气，同时能够吸附大气中的颗粒物和有害气体，如二氧化硫、一氧化碳等。这一生态过程有效净化空气，降低空气中有害物质浓度，提高空气质量。尤其在城市繁忙的交通路口或工业区域，通过合理增加绿化覆盖，可以显著减少交通尾气和工业排放对空气的污染，为居民创造更清新宜人的生活环境。因此，城市园林绿化被视为改善城市空气质量、保障居民身体健康的有效手段之一。

2.2 调节气温和缓解热岛效应

城市园林绿化在调节气温和缓解热岛效应方面发挥着重要作用。植被通过蒸腾作用释放水蒸气，从而冷却周围环境，形成自然的空调效应。这不仅有助于降低城市炎热天气的温度，还能有效缓解城市热岛效应的影响[1]。热岛效应是由城市中大量的建筑、道路和混凝土等人工结构吸热、储热，导致城市区域温度升高的现象，密集的园林绿化可以在一定程度上减缓这种热量的蓄积，形成凉爽的微气候，为城市居民提供清凉的休憩场所。因此科学规划和持续增强城市绿化，是调节城市气温、缓解热岛效应的有效手段，为城市环境的舒适性和可持续性发展做出贡献。

2.3 水资源管理

城市园林绿化在水资源管理方面发挥着关键作用。通过合理的植被配置和土地利用规划，园林绿化能够有效地调节降雨径流，减缓雨水流速，增强土壤保水能力，防止水土流失，植物根系的作用有助于水土保持，减少洪涝灾害的风险，提高城市水资源的可持续利用性。此外城市园

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

林通过雨水的蓄集与渗透，有助于补充地下水，维护城市地下水位稳定。同时湖泊、水塘等水体的合理设置与管理也是园林绿化中的一部分，能够有效地储存雨水，提供城市景观同时满足城市用水需求。因此科学规划与精心管理城市园林绿化，不仅能够保护水资源，还有助于缓解城市的水环境问题，为可持续的水资源利用创造良好的基础。

2.4 提升城市形象与改善生活质量

城市园林绿化不仅是城市的绿色底色，更是提升城市形象和改善居民生活质量的关键要素。良好的绿化景观为城市赋予了宜人的面貌，使城市更具吸引力和竞争力，精心设计的公园、绿道和景观空间为居民提供了休闲娱乐的场所，为城市注入了活力和文化氛围，不仅有助于提高居民的生活满意度，还增进了社区凝聚力。通过打造宜人的生态环境，城市园林绿化为居民提供了避暑纳凉、散步锻炼、文化娱乐的空间，有效减轻了都市生活的压力。同时城市绿化的美化效果也直接影响了居民的生活感受，使城市成为宜居之地。这种提升城市形象的绿色手段不仅对城市的品质和吸引力产生深远影响，更为居民带来了舒适宜人的生活体验，体现了城市园林绿化在促进可持续发展、提升居民幸福感方面的重要价值。

3 城区园林绿化中存在的问题

3.1 规划和设计不足

城区园林绿化中存在的问题之一是规划和设计不足。在一些城市中绿化项目的规划显得匆忙且缺乏科学性，未能充分考虑到地形、气候、生态等多方面因素，导致了绿化效果不尽如人意，无法最大程度地发挥绿化的生态、美观和社会功能。规划和设计不足也常表现为绿地分布不均，导致一些区域过度拥挤而另一些地方绿化缺乏。因此规划和设计的不足直接影响了城市园林绿化的整体质量，需要在未来的城市发展中更加注重科学合理地规划和设计，以确保城市绿化能够更好地服务于居民和城市生态系统。

3.2 过度追求景观效果

在城区园林绿化中存在过度追求景观效果的问题。有些绿化项目过于强调视觉吸引力，片面追求景观效果，而忽视了绿化的生态功能。这种现象往往导致了植物的单一性和缺乏生态多样性，影响了整个生态系统的稳定性。过度追求景观效果的绿化项目还可能引发对植物的过度修剪和维护，增加了资源浪费和环境压力。此外为了追求景观效果，一些地区可能过度依赖引人注目的景观建筑和装饰性元素，而不注重植物的选择和配置，使绿化项目在美学上取得一定成功的同时，却可能牺牲了生态平衡和可持续性。因此需要在城市园林绿化的规划和执行中平衡景观效果与生态功能，避免过度强调单一的美学标准，确保绿化项目既具有良好的景观效果，又能够维持生态系统的健康与多样性。

3.3 维护和管理不善

城区园林绿化中存在的一个问题是维护和管理不善。有时候绿化项目在初期建设后未能得到有效的长期管理，导致植物的生长失衡、设施的损坏、景观的凋零。这可能是由于管理体系不健全、缺乏足够的专业人员、经费不足或者管理责任不清晰等原因引起的。维护和管理不善不仅影响了绿化项目的长期稳定，也降低了绿化设施的使用寿命，增加了后期修复和维护的成本。同时这也直接影响了绿化项目的观赏性和社会效益，失去了绿化本身所能带来的生态、美学和社会价值。要确保城市园林绿化的可持续性，必须加强维护和管理，建立健全的管理机制，提高专业管理人员的素质，确保绿化项目得到持续有效的维护。

3.4 水资源使用不合理

城区园林绿化中普遍存在水资源使用不合理的问题。主要表现在对于水资源的需求超过了合理的范围，以及在绿化过程中的水资源利用效率不高。一些绿化项目在设计和实施中，未能充分考虑到地区水资源的实际情况，导致了对于水资源的过度依赖。此外一些绿化设施的灌溉系统未能采用科学合理的技术，导致了水资源的浪费。水资源使用不合理的情况不仅增加了城市对于有限水资源的需求，而且可能对于周边环境造成一定的负面影响，尤其是在一些水资源相对紧缺的地区，不合理的绿化水耗费可能会引发水资源紧张，影响到居民生活和农业用水。因此在城市园林绿化的规划和执行中，有必要更加科学合理地考虑水资源的利用，确保水的使用在可控范围内，以保障城市绿化的可持续性，降低对于水资源的压力。

4 城区园林绿化优化提升和可持续发展的措施

4.1 构建健全的城区园林绿化管理机制

构建健全的城区园林绿化管理机制是实现城市绿化可持续发展的关键一环，该机制需具备科学决策、有效执行和监督评估的功能。首先科学决策要求在绿化项目规划初期，考虑地域特点、生态需求和社会期望，确立明确的目标和方向。其次有效执行要求建立高效的管理团队，确保绿化工程的质量和进度，同时要制定细致的工作计划，明确各个环节的责任和流程，确保各项任务有序推进。最后监督评估要求建立全面的监测体系，对绿化项目的实施过程和效果进行定期评估，以及时发现问题并采取有效措施解决。

4.2 全面提升公园园林植物管理水平

全面提升公园园林植物管理水平对于城市绿化的可持续发展至关重要。这涉及到植物的选择、配置、养护和更新等多个方面。首先，科学合理地选择适应当地气候、土壤和生态条件的植物品种，确保其对于环境的适应性和生态性[2]。其次合理配置植物，形成多层次、多样性的植被结构，提升景观的层次感和生态功能。在植物的养护方面，采取定期修剪、施肥、病虫害防治等措施，确保植物的健康生长，同时要注重植物的更新与替代，引入新的植物种类，增加生物多样性，提高公园园林的整体观赏性和

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

生态效益，通过全面提升公园园林植物管理水平，可以创造更具有生态价值和美感的城市绿化环境，提升居民的休闲体验和城市形象。

4.3 推进绿化可持续发展评估与改进工作

推进绿化可持续发展评估与改进工作是确保城市园林绿化符合长期生态和社会目标的重要举措。评估工作需建立科学的评价体系，包括环境、社会、经济等多个方面的指标，通过对绿化项目的影响进行全面分析，可以更好地了解其对生态系统、居民生活和城市经济的影响，评估结果需及时反馈给决策者，为其提供科学依据，指导后续绿化项目的规划和实施。同时改进工作需要根据评估结果，及时调整和优化绿化项目的设计和管理策略，可能涉及到植物的调整、水资源利用的优化、管理团队的培训等多个层面。不断的改进确保绿化项目能够适应城市的发展变化，更好地满足居民的需求，同时保护和促进生态系统的健康。通过推进绿化可持续发展评估与改进工作，可以实现城市绿化的动态优化，为城市提供更为持久和可持续的生态环境。

4.4 引入多样化植被种植

引入多样化植被种植是城市园林绿化的重要策略之一，具有丰富的生态和社会效益。多样化植被不仅包括树木、灌木、草本植物等不同高度和形态的植物，还包括各类花卉、地被植物等，形成丰富的植物群落。这种多元化的植被结构不仅美化了城市景观，也提高了城市生态系统的稳定性。不同种类植物的生长周期、根系结构和生态特性各异，有助于提高土壤质量、减缓水分流失，形成更为健康的土壤生态系统。引入多样化植被还能够创造更为丰富的生态栖息地，促进城市生物多样性，各类植物提供了不同的食物和栖息环境，吸引了多样性的昆虫、鸟类等生物群落，不仅增加了城市的生物多样性，还提高了城市居民的生态感知和生活质量。因此引入多样化植被种植不仅美化了城市空间，还在生态系统和社会方面带来了诸多益处，是城市园林绿化的一项重要举措。

4.5 积极采用科技创新手段

积极采用科技创新手段是提升城市园林绿化效益的关键举措。科技创新为城市绿化注入了新的动力和可能性，极大地提升了绿化项目的科学性和效率。现代遥感技术和地理信息系统（GIS）的应用使得对城市空间的精准测量和分析成为可能，有助于科学规划绿化布局，充分考虑地形、气象等因素。自动化灌溉系统、智能传感器等科技手段提高了绿化设施的管理效率，使得植物养护更加精准和可控。同时科技手段还包括了生物技术的运用，如抗逆转基因植物的培育，有助于提高植物对于城市环境的适应性，增加绿化的生态弹性。通过积极采用科技创新手段，城市园林绿化能够更好地适应现代城市的需求，实现资源的高效利用和环境的可持续发展。

4.6 制定可持续设计和规划准则

制定可持续设计和规划准则是确保城市园林绿化在长期内实现可持续发展的核心举措。这一过程需要综合考虑环境、社会和经济等多方面因素，确保绿化项目在规划和设计阶段即具备生态友好性和可维护性[3]。可持续设计准则应明确绿化项目的生态目标，例如提高生物多样性、改善空气质量、保护水资源等。规划准则应考虑城市的长期发展需求，合理规划绿化空间，确保其与城市基础设施、交通系统的协调一致。准则还应包括对植物的选择与配置、灌溉系统的智能化、园林设施的可持续材料使用等方面的详细规范，以确保项目从一开始即符合可持续发展的理念。通过制定可持续设计和规划准则，不仅能够指导城市绿化项目的实施，还能够促使相关利益方在项目中更加注重环保和社会效益，为城市绿化的可持续发展打下坚实基础。

4.7 建设完善的绿化工程施工队伍

建设完善的绿化工程施工队伍是确保城市园林绿化项目高效实施的至关重要的步骤。施工队伍的组建需要注重专业性，确保队员具备植物学、园艺学、景观设计等相关专业知识，以保证绿化工程的科学性和艺术性。队伍的规模与组织结构应根据项目规模和复杂程度进行合理设计，确保项目有足够的人力资源投入，并能够有效协调各个施工环节。同时队伍中需要有经验丰富的管理层和技术骨干，能够有效引导和指导施工队伍的工作。通过定期的培训，使队伍成员了解最新的园林绿化技术和管理理念，提高施工水平和服务质量。同时建立起紧密的沟通渠道，促使施工队伍能够及时应对各类问题和挑战。

5 结语

城市园林绿化是城市可持续发展的关键，通过改善空气质量、调节气温等，它不仅美化城市，还提升生态平衡。规划的缺失和管理方面的混乱是急需解决的问题，需要采取有效措施，包括建立健全管理、提升植物管理水平、推动可持续评估与改进、引入多样化植被、科技创新、制定可持续设计规划准则，这些努力将确保城市园林绿化发挥最大效益，创造宜居环境，实现可持续发展目标。

[参考文献]

[1]王振江.城区园林绿化优化提升和可持续发展研究[J].中国林业产业,2023(8):84-85.
[2]王勤.宁波城区园林绿化优化提升和可持续发展研究[D].杭州:浙江大学,2012.
[3]陈鹏,荆忠伟.城市园林绿化工程中树木养护管理研究[J].林业科技情报,2023,55(4):116-118.

作者简介：严仕卡（1983.1—），太原理工大学，土木工程，就职单位：杭州萧山园林集团有限公司，职务：工程部经理，职称：高级工程师。

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

PE 燃气管道焊接施工质量管理与控制策略探究

王琰冬
北京泰德市政工程有限公司，北京 100102

[摘要]随着能源需求的不断增长和社会的不断发展，燃气作为清洁、高效的能源形式在能源结构中扮演着愈发重要的角色。PE（聚乙烯）燃气管道作为输送燃气的关键基础设施，在建设和运营中面临着一系列的技术挑战和管理需求。焊接作为 PE 燃气管道连接的主要工艺之一，其施工质量直接关系到管道的安全运行。同时，随着社会对工程施工安全和环保的关注度提高，以及环境法规的日益严格，对 PE 燃气管道施工的管理与控制提出了更高的要求。

[关键词]PE 燃气管；焊接；施工质量
DOI：10.33142/sca.v7i1.10925　　中图分类号：TU96　　文献标识码：A

Exploration of Quality Management and Control Strategies for Welding Construction of PE Gas Pipeline

WANG Yandong
Beijing Taide Municipal Engineering Co., Ltd., Beijing, 100102, China

Abstract: With the continuous growth of energy demand and the continuous development of society, gas, as a clean and efficient form of energy, plays an increasingly important role in the energy structure. PE (polyethylene) gas pipeline, as a key infrastructure for transporting gas, faces a series of technical challenges and management needs in construction and operation. Welding is one of the main processes for connecting PE gas pipelines, and its construction quality directly affects the safe operation of the pipeline. At the same time, with the increasing attention of society to construction safety and environmental protection, as well as the increasingly strict environmental regulations, higher requirements have been put forward for the management and control of PE gas pipeline construction.

Keywords: PE gas pipe; welding; construction quality

引言

PE 燃气管道焊接工艺的选择和施工质量的管理对于管道的长期运行安全至关重要。但是，由于管道工程通常发生在复杂多变的施工环境中，人为因素、材料质量、焊接设备、环境等多方面因素可能影响焊接的质量和管道的整体性能。与此同时，为了保障施工过程的安全性和可持续性，需要建立科学的施工管理体系，包括安全标准与规范、安全培训与监督、应急响应与事故处理等方面。

1 PE 燃气管道的焊接施工工艺

PE 燃气管道的焊接施工工艺是确保管道连接牢固、密封可靠的关键步骤。施工前需要对管道进行仔细检查，确保管道表面无污物、油脂等杂质，以保障焊接质量。随后，对管道进行预热处理，使其达到适宜的焊接温度，有助于降低焊接应力，提高连接的稳定性。选择合适的焊接方法至关重要，PE 燃气管道一般采用电熔对接或热熔对接技术，其中电熔对接适用于较大口径管道，而热熔对接则常用于小口径管道。在焊接过程中，需要确保焊条或焊线的选择符合相关标准，并通过焊接工艺参数的调整，保证焊缝的均匀性和牢固性。为了提高焊接效果，通常在焊接现场采用防风措施，避免风力对焊接质量的不利影响。

2 PE 燃气管道焊接施工质量管理与控制策略

2.1 PE 燃气管道焊接施工的质量管理策略

2.1.1 人为因素的质量管理

在 PE 燃气管道焊接施工中，人为因素是影响质量管理的重要方面之一。对人员进行全面的培训是至关重要的，包括焊接技术、安全规范、质量标准等方面的知识。通过系统培训，使工作人员熟练掌握焊接操作技能，提高对焊接质量的敏感性，以及在不同情况下的灵活应变能力。通过制定明确的技能标准和评价体系，确保每位焊接人员都能够胜任其工作，从而最大限度地减少由于人为操作不当而引发的质量问题。团队成员之间的密切配合有助于及时发现和解决问题，确保整个焊接过程的顺利进行。定期的会议和沟通渠道的建立，有助于形成工作协同效应，提高团队的整体素质。

有效的材料因素质量管理旨在确保选用符合标准的原材料，并通过严格的检测和控制措施，保障焊接材料的稳定性和可靠性。材料选择应根据工程要求和相关标准，选择合适的 PE 材料，确保其具备所需的力学性能和化学性能。在选择过程中，对原材料的生产厂家和供应商进行认真审查，以确保其生产过程符合质量标准，杜绝使用次品材料[1]。制定严格的材料检测标准和流程，包括对材料的外观、物理性能、化学成分等方面的全面检测。要确保原材料在储存过程中免受污染和损坏，尤其是对于 PE 这

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

类易受紫外线和化学物质影响的材料，需要采取适当的防护措施，确保其性能不受影响。

2.1.2 焊接设备因素的质量管理

焊接设备因素的质量管理在 PE 燃气管道的施工过程中具有关键作用。选择和校准适当的焊接设备是质量管理的首要任务，确保所选用的设备符合相关标准和规范，同时要求设备制造商提供相关的证书和技术支持。建立健全的维护计划，包括清洁、润滑、零部件更换等工作，以防止设备出现故障和损耗。同时，对设备进行定期的性能检测，确保其性能稳定，符合工艺要求。操作人员的技能培训应包括设备的正确使用方法、常见故障的排除和基本维护技能，以提高操作人员对设备的熟练程度，降低操作失误的概率。引入先进的焊接设备和技术，如自动化焊接系统，可以提高生产效率和焊接质量。在设备更新时，要考虑采用符合最新技术标准的设备，以适应行业的发展趋势。

2.1.3 环境因素的质量管理

环境因素的质量管理在 PE 燃气管道的焊接施工中具有关键意义。不同的气象条件可能对焊接过程产生直接影响，例如高温、低温、潮湿等，都可能导致焊接质量的波动。因此，在天气条件不稳定的情况下，需要采取相应的防护措施，如搭建遮阳棚、加强保温措施，以维持焊接过程中的稳定环境。保持施工现场的清洁和整洁，避免杂物和尘土对焊接材料的污染。此外，要对工作场地的通风进行合理规划，确保有足够的新鲜空气流通，降低有害气体的积聚。在环境因素的质量管理中，充分考虑施工现场的地理和地质条件也是重要的一环。例如，选择适当的施工季节，避免恶劣天气对施工的影响。对于地质条件特殊的地区，还需采取相应的土壤处理和支护措施，以确保焊接的稳定进行。

2.2 PE 燃气管道焊接施工质量的控制要点

2.2.1 连接温度控制要点

连接温度控制在 PE 燃气管道焊接过程中是至关重要的，直接影响焊接质量和连接的稳固性。确保在焊接开始前对连接区域进行适当的预热，以提高焊接区域的温度，有助于减轻焊接时的应力集中，从而降低焊接缺陷的发生概率。在焊接过程中，要严格控制焊接温度，确保其在适宜的范围内，过高的温度可能导致焊接区域的熔融过度，形成焊接残渣或气泡，影响连接质量，过低的温度则可能导致焊缝的不牢固，使连接处易于开裂。因此，通过实时监测和控制焊接温度，确保其在预定的合理范围内波动，是关键的控制要点之一。在不同的焊接阶段，需要采取不同的连接温度控制策略，如在熔融阶段，要确保温度足够高以保证材料的熔化，而在冷却阶段，则需要逐渐降低温度，有助于焊接区域的均匀冷却，防止裂纹的产生。在高温季节，可能需要采取额外的降温措施，如增加降温水的使用，以确保焊接区域温度的稳定控制。而在潮湿的环境中，要采取防潮措施，避免水分对焊接温度的影响。

2.2.2 时间与压力的控制要点

在焊接过程中，准确控制焊接时间和施加的压力是确保焊接连接牢固和稳定性的关键步骤。确定焊接时间需要考虑焊接材料的种类和规格，以及管道的尺寸和厚度等因素，通过合适的焊接时间，确保焊接区域充分熔化，形成均匀牢固的焊缝。在焊接过程中施加适当的压力可以确保焊缝充分贴合，防止气孔和松散的焊接区域[2]。压力的设定需考虑管道的尺寸和材料的硬度等因素，以及焊接工艺的要求。在不同的焊接阶段，时间与压力的控制策略也需要灵活调整。例如，在预热和熔融阶段，可能需要适当延长焊接时间，增加焊接压力，以确保焊接区域充分熔融和贴合。而在冷却阶段，则需要逐渐减小焊接时间和压力，有助于焊接区域的均匀冷却，防止裂纹的产生。

2.2.3 接头质量检验

有效的接头质量检验能够及时发现潜在问题，确保焊接连接的可靠性和安全性。通过肉眼观察焊缝表面，检查是否存在明显的气孔、裂纹、夹渣等缺陷。焊缝的外观应该呈现均匀、光滑的状态，无明显的凹凸不平或气泡等瑕疵。采用超声波、X 射线等无损检测方法，对焊接区域进行全面而深入的检测。这能够发现焊接缺陷，如裂纹、气孔、夹渣等，即使这些缺陷不可见于外表。还可以采用可视检查和尺寸测量等方法，确保焊接连接的几何形状和尺寸符合设计要求。特别是对于焊缝的宽度、高度、坡口角等关键尺寸进行测量，以验证其与规范的符合程度。在接头质量检验过程中，建立详细的检验记录是必不可少的，包括焊接工艺参数、检测结果、操作人员信息等，有助于形成全面的质量档案，对于未来的质量跟踪和问题追溯具有重要意义。

3 施工管理

3.1 PE 燃气管道施工中的安全管理

3.1.1 安全标准与规范

在 PE 燃气管道施工中，安全标准与规范的制定和遵循是确保工作场所安全的基石。制定适用于 PE 燃气管道施工的安全标准，包括从施工前的准备工作到施工中的具体操作，再到事故应急处理的全过程，内容应包括安全设备的使用、工人个体防护措施、紧急疏散程序、危险化学品的储存和处置等方面。施工人员应接受相关安全培训，深入了解并熟练掌握施工中所需遵循的所有安全标准和规范，可有效提高工人的安全意识和应对突发情况的能力。在实际施工过程中，需要设立专门的监督与检查机制，以确保安全标准与规范的有效执行。监督人员应定期巡查工作场所，检查安全设备的完好性，验证工人是否正确使用个体防护装备，以及确认施工操作是否符合标准和规范的要求。随着技术和工程管理的发展，相关安全标准和规范也需要不断地进行修订和完善，以适应行业的变化和提高安全管理的水平。

3.1.2 安全培训与监督

安全培训与监督在 PE 燃气管道施工中是关键的安全管理环节，旨在确保工作人员具备足够的安全意识和操作技能，以降低事故发生的可能性。新员工入职时，应提供全面的安全培训，包括工作场所的危险因素、紧急疏散程序、安全设备的使用方法等，培训的内容应根据具体的工作任务

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

和环境进行定制，以确保培训的针对性和实用性。定期进行安全培训更新，以跟进行业新技术、新设备的使用方法，以及更新的安全标准与规范。监督人员应对工作现场进行定期巡查，检查工作人员是否正确使用个体防护装备，是否遵循安全规程，以及是否采取了必要的安全措施。记录培训的内容、时间和参与人员，以及对事故的及时报告和分析，有助于总结经验教训，改进培训计划，提升整体安全水平。

3.1.3 应急响应与事故处理

有效的应急响应计划和事故处理程序旨在最小化事故损失，快速而有序地应对各类紧急状况。建立全面而系统的应急响应计划，包括应急组织结构、紧急疏散程序、急救措施、危险品泄漏处理、火灾应对等各方面内容。不同类型的紧急情况需要有明确的响应流程，且应急响应计划需要在施工前由相关人员进行培训，并进行定期演练，以确保人员熟悉应急程序。明确应急响应团队的组成，并确保团队成员具备相应的急救和应急处理技能，定期的模拟演练和培训可帮助团队成员更好地熟悉应急程序，提高应对紧急情况的能力。一旦发生事故，工作人员应立即向上级报告，并按照事故报告程序的要求进行详细记录，事故报告的内容应包括事故的发生时间、地点、原因、影响范围以及已经采取的紧急措施等信息。对事故进行深入分析，找出根本原因，制定相应的改进措施，以防止类似事故再次发生。

3.2 PE 燃气管道施工的环保管理

3.2.1 环保法规遵循

在 PE 燃气管道施工中，环保法规遵循是确保工程建设过程中对环境保护进行有效管理的至关重要的一环。施工团队应该明确了解国家和地区的环境法规，并对涉及到的具体规定进行详细了解，包括对废物排放、土壤保护、水资源利用等多方面的规定。制定环保管理计划，明确施工中可能对环境产生的影响以及采取的防控措施，包括对废弃物的分类和处理、水源的保护、植被的保护等具体措施。对废弃物、噪音、空气质量等环保指标进行定期监测，确保这些指标处于规定的合理范围内[3]。同时，进行环境影响评估，全面评估施工活动对周边环境的潜在影响，以提前采取预防和控制措施。及时了解当地环保部门的政策动态，接受监管部门的检查和指导，通过与监管部门的有效沟通，确保在环保法规方面能够及时调整和改进工程管理，提高对法规的响应速度。

3.2.2 废物处理与资源利用

在 PE 燃气管道施工中，废物处理与资源利用是关键的环保管理措施，旨在最大程度减少对环境的负面影响，同时实现对可回收资源的有效利用。在施工过程中，可能涉及到各类废弃物，包括但不限于建筑垃圾、工程废弃物、废水等，通过制定明确的废物分类方案，将废弃物划分为可回收、可利用和需要安全处理的不同类别，以确保不同废物采用合适的处理方式，降低对环境的不良影响。对于可回收的废物，如金属、塑料等，施工团队应当制定相应的资源回收计划，通过合作与相关回收机构，将废弃物转化为再生资源，实现废物的减量化和循环利用，降低对原材料的依赖，促进可持续发展。在废物处理过程中，严格遵循环保法规，采取合规的处理措施是至关重要的。例如，对于有害废物，需要依法选择合适的处理方式，以防止有害物质对土壤、水源等造成污染。同时，对于其他废弃物的处理，也要符合相关环保法规，确保废物处理过程不对周边环境造成负面影响。建立废物管理档案，对废物的产生、处理和利用过程进行详细记录，包括废物的种类、数量、处理方式、处理结果等信息。

3.2.3 环境监测与评估

环境监测与评估在 PE 燃气管道施工中是不可或缺的环保管理手段，旨在全面了解工程活动对周边环境的潜在影响，及时采取预防和控制措施，确保施工过程的环境可持续性。通过安装合适的监测设备，实时采集环境数据，并进行定期分析和评估等环境监测涉手段对大气、水质、噪音水平等方面进行实时监测，这能够帮助施工团队及时发现潜在的环境问题，采取针对性的控制措施，避免不良影响扩大化。在施工前，通过环境影响评估，全面了解工程可能对环境产生的潜在影响，为后续工程实施提供科学依据。在施工中，通过定期的环境监测，对工程活动的实际影响进行实时评估，以调整和改进环境管理措施。在施工后，进行环境后评估，总结工程的环境影响，提出改进建议，为未来工程提供经验参考。将环境监测和评估的结果向公众及相关利益方进行及时、透明的通报，倾听公众意见，形成共识。在整个环境监测与评估过程中，建立合作关系，与环保监管部门和专业机构进行紧密合作，及时向监管部门报告环境监测结果，接受监管机构的监督与指导，确保环保工作在法规规定的框架内进行，提升整体环保管理水平。

4 结语

在 PE 燃气管道施工中，焊接质量的管理与控制、施工安全管理以及环保措施的实施都是确保工程顺利进行、可持续发展的重要组成部分。PE 燃气管道施工的成功离不开全体工程团队的协同努力、科学管理和严格遵循相关标准。只有在安全、质量和环保等多方面的综合管理下，工程才能够既满足人们对于能源的需求，又在最大程度上保护自然环境，实现可持续发展的目标。

[参考文献]

[1]丁金森.聚乙烯燃气管道焊接质量分析研究[D].广州:华南理工大学,2020.

[2]石青.城市埋地 PE 燃气管道全面检验方法探讨[J].科学技术创新,2021(14):106-108.

[3]曾扬刚.PE 燃气管道施工技术与实施要点分析[J].住宅与房地产,2019(36):181.

作者简介：王琰冬（1981.12—），毕业院校：中国地质大学（北京），所学专业：工程管理，当前就职单位：北京泰德市政工程有限公司，职务：项目负责人，职称级别：中级职称。

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

基于人文需求的园林设计与社区参与研究

徐 扬
华润置地华北大区，北京 100020

[摘要]文章以人文需求为核心，探讨园林设计与社区参与之间的关系。通过分析人文需求在园林设计中的重要性，以及社区参与对园林设计的影响，提出一种以人文需求为导向，充分发挥社区参与作用的园林设计方法。文章旨在为我国园林设计提供新思路，促进园林设计与社区参与的有机结合，提高园林设计的质量和可持续性。
[关键词]人文需求；园林设计与社区参与；研究
DOI：10.33142/sca.v7i1.10902 中图分类号：TU9 文献标识码：A

Research on Landscape Design and Community Participation Based on Humanistic Needs

XU Yang
CR Land North China Region, Beijing, 100020, China

Abstract: The article focuses on humanistic needs and explores the relationship between landscape design and community participation. By analyzing the importance of humanistic needs in landscape design and the impact of community participation on landscape design, a landscape design method guided by humanistic needs and fully utilizing community participation is proposed. The article aims to provide new ideas for landscape design in China, promote the organic combination of landscape design and community participation, and improve the quality and sustainability of landscape design.
Keywords: humanistic needs; landscape design and community participation; research

引言

园林设计作为城市建设的重要组成部分，不仅要注重审美、生态等功能，更要关注人文需求。随着社会的发展，人们对生活环境的要求越来越高，园林设计需要更多地考虑人们的需求。如何更好地满足人们的精神文化需求，提高园林设计的品质，成为当前园林设计师们面临的重要课题。与此同时，社区参与在园林设计中的作用也日益受到重视。通过社区参与，可以充分调动社区居民的积极性，提高园林设计的针对性和实用性。

1 人文需求的园林设计与社区参与概述

1.1 园林设计

园林设计是指在一定的场地范围内，根据地形、水系、植被等自然条件，以及文化、历史、社会等功能需求，运用美学、生态学、工程学等原理，进行创意规划与布局，构建和谐、优美、实用的人居环境。园林设计包括总体设计、分区设计、细部设计等层次，涉及景观规划、建筑设计、园林景观设施设计、园林植物配置等方面。

1.2 社区参与

社区参与是指社区居民在社区事务中，通过各种形式和途径，表达自己的意见、需求和权益，参与到社区决策、规划和实施过程中，以实现社区发展和居民福祉的提升。

1.3 人文需求

人文需求是指人类在生活、发展和精神层面上的需求，包括生存需求、安全需求、社交需求、尊重需求和自我实现需求。人文需求具有多样性、层次性和动态性等特点，既受社会环境的影响，也受个体心理因素的制约。

1.4 人文需求对园林设计与社区参与的重要性

满足人们的审美需求。园林设计应注重景观美学，创造出具有艺术价值和观赏性的园林景观。例如，设计师可运用传统的山水园林手法，结合现代设计理念，营造出兼具自然美、人文美的景观空间。关注人们的休闲需求。园林设计应满足人们休闲、放松的需求，提供适宜的场所。如设计多样化的绿地、广场、公园等，为人们提供散步、运动、亲子活动等场所。促进人们的社会交往。园林设计应注重人际交流，创造便于人们互动的场所。如设置座椅、亭子等设施，方便人们交谈、休憩。同时，通过举办各类文化活动，增进邻里之间的感情。体现地域文化特色。园林设计应充分挖掘地域文化资源，将当地的历史、民俗、建筑等元素融入景观之中，使之成为传承和弘扬地域文化的载体。注重生态环保。园林设计应遵循可持续发展的原则，注重生态保护，为人们营造一个健康、舒适的生态环境。如合理规划植物配置，提高绿化覆盖率，增加生态景观[1]。

2 基于人文需求的园林设计与社区参与理念

2.1 基于人文需求的园林设计理念

人性化设计。设计师要关注人的需求，从使用者的角度出发，充分考虑园林中的功能布局、设施设置、景观规划等方面，以满足不同人群的使用需求。设计师在规划园林时，必须充分考虑人的需求，包括视觉、触觉、嗅觉等

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

多方面的感受。文化传承与创新。在园林设计中，设计师应充分挖掘地域文化特色，将传统文化与现代元素相结合，创造出具有时代特色的园林景观。设计师有责任在园林设计中传承和弘扬优秀文化，使之成为人们心灵的寄托。绿色环保。园林设计要注重生态环境保护，采用绿色植被和可持续发展理念，创造一个有利于人类健康的生活环境。社会和谐。设计师要关注园林对社会的作用，通过合理规划空间布局、组织活动场所等手段，促进人际交流，增进社会和谐。设计师要关注不同人群的需求，确保每个人都能在园林中享受到公平、公正的待遇。同时，园林设计要有利于促进社会和谐，增进人际交流[2]。

2.2 基于人文需求的社区参与理念

一是，人本理念强调社区居民的主体地位，尊重和保障居民的基本权利，关注居民的需求和福祉。在社区参与过程中，应充分调动居民的积极性、主动性和创造性。二是，公平正义理念要求在社区参与中，确保各类居民享有平等的参与权利和机会，消除歧视和排斥。同时，注重社区资源的公平分配，保障居民的基本生活和发展权益。三是，协同治理理念强调政府、社会组织、企事业单位和居民等多方共同参与社区治理，形成合作共赢的局面。通过建立健全协同机制，提高社区参与的效率和质量[3]。四是，可持续发展理念要求在社区参与过程中，注重生态环境保护和资源利用，实现社区经济、社会和环境的协调发展，为居民创造宜居、宜业的良好环境。

3 基于人文需求的园林设计与社区参与有机结合内在逻辑

3.1 理论层面

基于人文需求的园林设计与社区参与有机结合，要求设计师在设计过程中充分考虑居民需求，同时鼓励居民参与设计，实现设计与实际的紧密结合。这有助于提高园林设计的科学性、合理性和人性化程度。

3.1.1 人本主义理论

人本主义强调以人为本，关注人的需求和感受，要求园林设计充分考虑人的生理、心理、社会等多方面的需求，创造舒适、安全、宜人的环境。基于人文需求的园林设计应关注人的需求，充分考虑居民的实际使用需求和情感需求，提高园林空间的舒适性和宜人性。

3.1.2 社区营造理论

社区营造是一种以社区为主体，自下而上的发展模式。通过社区居民的共同参与，可以提升社区的凝聚力和自治能力。通过社区居民的共同参与，可以达成社区发展的共识，增强社区凝聚力，促进社区的和谐与发展。

3.1.3 生态理论

生态理论主张自然规律，实现人与自然的和谐共生，倡导绿色、低碳、可持续的发展理念。园林设计应遵循生态原则，注重园林绿地的生态功能，提高园林绿地的生态效益。

3.2 实践层面

在实际项目中，设计师应与社区居民密切沟通，了解他们的需求和期望。在此基础上，将社区居民的需求园林设计中，实现设计与社区参与的有机结合。同时，设计师还应关注园林的可持续发展，确保其生态、经济和社会效益。

3.2.1 以人文需求为导向

将人文需求作为园林设计与社区参与的核心导向，关注人们的生活需求和地域文化特色，实现园林设计与人们生活的有机融合。基于人文需求的园林设计与社区参与之间存在密切的互动关系。园林设计关注人的需求，为社区居民提供更好的生活环境；社区参与则确保园林设计更具针对性和实用性。二者相互促进，共同为人们创造美好的生活空间。

3.2.2 促进社区居民参与园林设计过程

通过组织社区居民参与园林设计过程，使其成为园林设计的积极参与者，提高园林设计的公众认同度。设计师通过与社区居民充分沟通，了解到他们对公园的功能、设施、景观等方面的需求。设计师将这些需求融入公园设计中，同时鼓励居民参与公园建设与管理。最终，该公园成为居民休闲娱乐的好去处，提高了社区生活质量。在园林设计实施过程中，充分发挥社区参与的作用，加强园林景观的维护与管理，确保园林设计的可持续发展。

4 人文需求在园林设计与社区参与的应用

4.1 人文需求在园林设计中的应用

4.1.1 注重审美需求

园林设计中的审美需求是指通过园林景观营造出美丽、和谐、宜人的环境，给人以愉悦的视觉体验。在设计过程中，应充分考虑人们的审美习惯和文化背景，将自然景观与人文景观巧妙结合，创造具有特色和魅力的园林空间。在园林设计中，应充分挖掘地域文化特色，将传统文化与现代元素相结合，形成具有独特文化内涵的园林空间。如杭州西湖景区，设计师在保护和利用现有自然景观的基础上，加入丰富的历史文化元素，使西湖景区成为集自然、人文、艺术于一体的综合性景区，吸引了大量游客前来观赏。杭州 G20 峰会后的西湖景区，以“山水田园、诗画江南”为主题，展现了浓厚的地方文化特色。

4.1.2 满足游憩需求

园林设计中的游憩需求是指为人们提供舒适、安全的休闲空间，满足人们的户外活动需求。在设计过程中，应充分考虑不同年龄段、不同人群的游憩需求，设置多样化的休闲设施，如广场、公园、绿地、步道等，同时注重园林空间的可达性和便利性，便于人们前来游憩。在园林设计中，应关注人的使用需求，以人的体验为核心，提高园林的舒适性和便利性。如纽约中央公园，设计师在规划时充分考虑了人们的游憩需求，设置了大面积的绿地、湖泊、

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

运动场地等设施，成为市民休闲、健身的好去处。

4.1.3 融入教育需求

园林设计中的教育需求是指通过园林景观向人们传递自然、历史、文化等知识，提高人们的环保意识和审美素养。在设计过程中，应结合园林特点，设置教育展示区、科普基地等，采用生动、有趣的方式，让人们在游赏过程中学到知识。在园林设计中，应注重场所精神的营造，创造出具有特色的空间氛围。如上海世博园区，通过对各国国家馆的创意设计，展现了各国文化的独特魅力，形成了独特的场所精神。北京奥林匹克公园，设计师在规划时融入了丰富的文化内涵，设置了多个主题雕塑和艺术装置，成为人们了解奥运文化和爱国主义教育的重要场所。

4.1.4 传承文化需求

园林设计中的文化需求是指传承和弘扬地域文化，强化人们的认同感和归属感。在设计过程中，应充分挖掘和利用现有文化资源，如历史遗迹、传统建筑、地方植物等，将文化元素融入园林景观，使之成为文化传承的载体。如苏州拙政园，设计师在保护和修复古园林的同时，充分展示苏州园林文化，使拙政园成为展示江南文化的重要窗口[4]。

4.2 人文需求在社区参与中的应用

4.2.1 以居民需求为导向的社区活动

在开展文化活动时，充分调研居民需求，根据居民兴趣爱好举办各类讲座、培训班、兴趣小组等。这些活动不仅丰富了居民的精神文化生活，还提高了居民的参与度。例如京市某社区通过开展文化活动、提供心理咨询等服务，满足居民精神文化需求，提高居民参与社区的积极性。

4.2.2 促进居民参与的社区治理

在治理过程中，充分发挥居民的主体作用，尊重居民的意见和建议，通过居民协商解决社区问题。这种做法既提高了居民的参与意识，也提升了社区治理效能。例如广东省某社区创新实施“邻里互助”项目，鼓励居民相互帮助、共同成长，形成良好的社区氛围。

4.3 人文需求在园林设计与社区参与的应用

现代信息化园林设计可以对当地的地形进行虚拟景观设计，利用虚拟现实技术进行景观工程的仿真演示，有利于对资料收集、景观分区、建筑材料等进行评价，这对于建构大型居住小区景观、优化城市绿化、改善城市生态、建设人居环境等具有重要意义。整个园林环境设计必须贯彻实行“以人为本”的设计理念，不断加强人文关怀。以人文需求为导向，充分发挥社区参与作用的园林设计方法。可以针对附近社区居民的需求和意见，提出一些可行性方案，让园林设计活起来，既能体现自然景观的美，也能增添人文需求。

4.3.1 创新共建共享

园林工程的设计应该从社区的需求和愿望出发。设计团队可以与社区代表和居民进行沟通和交流，了解他们对社区园林的期望和需求。这可以通过组织社区会议、问卷调查等方式进行。通过这些交流和沟通，设计团队可以了解社区的文化、历史、价值观等方面，为园林工程的设计提供指导[5]。

4.3.2 营造“小场景”，突出“大人文”

社区参与可以通过多种方式进行，例如组织社区活动、工作坊、参观园林等。这些活动可以帮助社区居民了解园林工程的设计理念和目标，同时也可以让他们参与到设计的过程中。例如，可以邀请社区居民参与到植物的选择、设计方案的评审等方面。这不仅可以增加社区居民的参与感和归属感，还可以为设计团队提供有价值的建议和反馈。

5 结语

基于人文需求的园林设计与社区参与是相辅相成的，只有将二者结合起来，才能更好地满足人们的精神文化需求，提高园林建设的质量。基于人文需求的园林设计与社区参与是新时代园林发展的重要方向。设计师要关注人们的精神文化需求，充分发挥社区参与的作用，共同打造宜居、宜游、宜学的园林环境。通过丰富园林内涵，提升社区品质，为人们提供更加美好的生活空间。本文以人文需求为核心，探讨了园林设计与社区参与的关系，为我国园林设计提供了新思路。在实际应用中，设计师要根据具体情况，灵活运用本文提出的策略与建议，以实现园林设计与社区参与的有机结合。

[参考文献]

[1]钱晨婷宋琛.社区花园参与式设计研究——以鸡鸣山社区为例[J].美与时代:城市,2022(9):73-75.
[2]沈瑶,廖堉珲,晋然然,等.儿童参与视角下"校社共建"社区花园营造模式研究[J].中国园林,2021,37(5):92-97.
[3]王保香.基于人文关怀的老年社区导视系统设计研究[D].浙江:浙江工商大学,2023.
[4]刘烨,刘艺璇.基于参与式种植的老幼友好型社区花园的关键要素识别与设计策略探索——以北京地区为例[J].北京建筑大学学报,2023(2):47-57.

作者简介：徐扬（1989.2—）女，汉族，本科毕业学校北京林业大学风景园林专业，硕士毕业于北京林业大学城市规划与设计，现就职于华润置地华北区域公司，职务为景观设计高级主管。

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

论道路桥梁路基施工技术的应用分析

王海燕
新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在社会经济快速发展背景下，道路桥梁工程建设规模逐渐增大，而道路桥梁路基施工受到广泛关注，为了保证路基施工满足规范要求，则需要重视路基施工技术的应用，以实现工程顺利施工建设。在道路桥梁施工过程中，路基施工会给工程质量起到重要影响，所以针对路基工程施工必须高度重视，严格根据规范标准完成施工设计，并结合具体施工情况，采取针对性路基施工技术，综合考虑施工环境，把握施工要点，确保可以提高路基施工质量，最终提高道路桥梁工程整体质量。对此，下文主要分析道路桥梁路基施工技术。

[关键词]道路桥梁工程；路基施工；施工技术
DOI：10.33142/sca.v7i1.10935　　中图分类号：U414.18　　文献标识码：A

Discussion on Application Analysis of Road, Bridge and Roadbed Construction Technology

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

Abstract: In the context of rapid socio-economic development, the scale of road and bridge engineering construction is gradually increasing, and road and bridge subgrade construction has received widespread attention. In order to ensure that subgrade construction meets regulatory requirements, it is necessary to pay attention to the application of subgrade construction technology to achieve smooth construction of the project. In the process of road and bridge construction, roadbed construction will have a significant impact on the quality of the project. Therefore, it is necessary to attach great importance to roadbed construction, strictly complete the construction design according to the specifications and standards, and adopt targeted roadbed construction techniques based on specific construction situations. Taking into account the construction environment comprehensively, grasp the construction points, ensure that the quality of roadbed construction can be improved, and ultimately improve the overall quality of road and bridge engineering. In this regard, the following text mainly analyzes the construction technology of road, bridge and subgrade.

Keywords: road and bridge engineering; roadbed construction; construction technology

近年来，我国大力发展道路桥梁工程，无论是施工规模还是施工技术方面，都取得长足的进步。尤其是在工程建设中，路基施工技术的使用逐渐受到重视。通过路基施工技术的应用，不仅可以提高工程的整体品质，而且可以让工程获得更多的经济效益，保障交通的安全性。但是在实际的建设中，存在着很大的不确定性，再加上项目自身的特性，导致很多的因素影响，造成工程的进度受阻，对此需科学应用路基施工技术，以保证工程顺利安全完成。基于此，下文从路基工程施工性能要求进行分析，了解路基施工常见问题，并明确施工技术要点，为相关人员提供参考意见。

1 路基工程的基本性能要求

1.1 路基工程的稳定性能要求

道路桥梁施工时，若施工路基土质为软土，则容易造成土体的承载力不足。为避免因边坡承载能力不够而引起路基沉降，在边坡开挖过程中必须制订相应的支护措施。一旦遇上下雨，就很容易引发山体滑坡，因此，在建设时必须采用合适施工技术，以保证工程建设安全，从而使公路的稳定得到保障。

1.2 路基工程的承载性能要求

道路桥梁地基的承载能力是影响桥梁运营的重要因素。车辆在道路桥梁上行驶时，会对路面产生一些应力，引起路基变形，当路基的强度不能承载汽车的自重时，将会发生交通事故。所以，在进行路基承载特性分析时，除了要达到结构设计要求外，还应采用一些必要的手段来改善地基承载力。

1.3 路基工程的耐久性能要求

环境、车辆等因素会对道路桥梁的使用寿命产生显著的作用，环境改变及荷载的增加或减少会对道路桥梁的结构品质产生一定的影响，从而对道路桥梁的耐久性进行改善，以保证工程可以长期安全使用。

2 道路桥梁路基施工常见问题原因分析

2.1 地质原因

对于道路桥梁施工而言，特点就是地质情况条件较差或者是地质复杂性过高。例如，针对某个需要经过沟谷的工程建设，各区域回填土的数量不-致，高低不一，可能会伴有不同程度的沉降[1]。又比如在湿地地区施工，如果在浇筑之前没有进行土壤置换，将会产生较大的压力沉陷。

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

因为地质条件具有不可变性，所以若想要改善这些情况，则需要采取相应的施工技术，尽可能消除地质原因的影响。

2.2 路基塌陷

路基塌陷的可能性相对较大，造成这种情况的原因有如下：第一，在地基与地基之间的衔接处，使用材料品质较低，或者没有仔细地压实，随着时间的推移，会引起地基的下沉。第二，如果没有对软弱地基进行适当的治理，或者采取错误的建设方法，也会引起地基的下沉。第三，很多工程施工年限不长，地基处理不到位。第四，因为泥土的含水量太高，所以在浇筑的过程中，泥土的压实程度不够，最后会发生沉降。

2.3 道路桥梁条件

在选择道路桥梁工程软土路基施工技术时，应参考道路桥梁条件这一因素。众所周知，道桥项目是按照级别而定的，因此在实际施工的时候要依据其级别差异选择适应的工艺流程[2]。对于那些级别相对要高的项目，应该使用特殊的沉降措施来处理对于级别不是很高的项目，使用常见的沉降措施即可。所以，在选择施工工艺的时候，一定要认真分析项目条件要素。

3 道路桥梁路基施工技术

3.1 软土路基处理技术

针对道路桥梁软土路基，施工技术主要包括三种：第一，重物加载预压技术。在软土路基施工过程中，存在着不均衡的问题，因此，必须使用重载预压的方式来实现这一问题的处理，这就要求有关部门对软土路基进行综合调查，根据调查结果进行合理的分析，并对地基沉陷进行合理防治，从而达到防止地基变形的目的。同时，针对地基的具体情况，采用合理措施提高地基的承载力，结合地基的具体情况，对地基的沉陷进行综合治理，从而减少路面的各种病害，方便居民的交通。第二，土地置换技术。在道路桥梁路基施工前，还要对工程材料进行全方位的检测，以保证各类材料的性能，这也是提高道路桥梁路基施工的关键。另外，还必须对土层具有良好的排水固结状态的土壤进行有效地进行改良，以保证所用的土体具有良好的渗透性能，并保证软弱地基土体符合相应的规范，能够有效地防止地基沉陷问题[3]。第三，排水固结技术。软土路基软基处理中存在着大量的排水固结问题，因此，必须采取排水固结法来有效地处理这一问题，首先要合理地选取排水方式，通常是利用真空预压的方式来实现相应的加载，从而提高整体的承载力。另外，施工人员还要对预压系统、排水固结系统进行科学的荷载和分布，在各系统不发生矛盾的情况下，对各系统进行适当的水量分布，以确保软黏土路基的总体性能。

3.2 防水路基施工技术

在工程建设过程中，必须要做好挖机和打磨工作，才能确保防水路基的施工质量，尤其是打磨方面，要综合考虑到路面的洁净度、粉尘和异物，要采取研磨处理、钢丝刷处理和凿毛处理等措施[4]。为了提高道路工程施工质量，必须选用研磨机，这样才能对金刚刀和钢丝刷进行高效的固定。压底土施工可产生较好的冲击作用，因此可整体改善回填土的强度和压实度。

3.3 沉降段路基施工技术

针对沉降段路基施工，常用技术有以下几种：①路堤填料施工技术：在选取路基填料时，要充分认识到工程的土壤状况，并对有关的资料进行详细的分析，从而选出最适合于路基施工的材料，从而能更好地提升路基的施工质量。此外，还必须保证填料具有良好的渗透性能和水分含量，例如用砂砾作为填料可以起到良好的作用。另外，在路基填料的选取上，也要考虑尽可能地对路基中的淤泥、杂物等物质的含水率进行合理的控制，从而保证路基在施工中的总体质量。②后台填筑技术：桥梁路基工程在进行路基填筑时，必须对路基的沉降、变形和路面的压实状况等进行全面的了解，才能进行后期的填筑。另外，从当前的实践来看，通过对路基填料工艺的改进，可以使路基填料的品质得到很好的改善，从而达到防止路基沉陷的目的[5]。对动力荷载引起的变形进行有效控制，这样才能保证在很大的范围内，使地基的施工技术得到充分的利用。③排水施工技术：路基排水技术是道路桥梁沉降段路基路面施工中不可或缺的一项技术。其主要作用是保证路面在雨水或融雪时能够及时排水，避免积水造成交通安全隐患和路面损坏，同时还能有效地延长路面的使用寿命。在实施路基排水技术时，需要考虑多个因素，如路基的地势、排水设施的布局和设计、排水管道的设置和维护等。其中，地势是影响路基排水效果的重要因素，需要在设计和实施过程中充分考虑。同时，合理布局和设计排水设施，包括排水口、排水井等，以及设置合理的排水管道，能够有效地提高排水效率和排水能力。在实施路基排水技术的过程中，还需要注意排水设施的维护和保养。及时清理排水设施中的杂物和堆积的泥沙，保证排水设施的畅通，能够有效地提高排水效率和排水能力，确保路面的正常使用。④路基维护技术：路基维护技术是保障道路桥梁沉降段路基路面施工安全的关键环节。在施工完毕后，应及时对路基进行维护，以确保其稳定性和承载能力。地基维护技术包括水泥碎石加固、松土压实、灌浆加固、排水等多种方法。其中，水泥碎石加固是一种常用的路基维护技术。其原理是在路基表层加铺水泥碎石层，然后进行振动压实，形成坚实的路基表层，提高路基承载能力。在路基维护中，还需要注意排水问题。若地基排水不畅，将会导致地基软化、沉降，影响道路桥梁的安全性和使用寿命。⑤路面压实技术：沉降段路面压实技术是道路桥梁沉降段路基路面施工中的重要环节。其主要作用是提高路面的承载力和稳定性，防止因沉降而引起的路面损坏和安全隐患。这项技术需要

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

科学合理的施工方案和先进的压实设备，以保证施工质量。在进行沉降段路面压实技术的实施前，需要对路面进行分层压实[6]。具体操作包括使用压路机进行初始压实，随后使用钢轮压路机、橡胶轮压路机、振动压路机等不同类型的压路机进行精细压实。此外，还需要注意压实机的操作速度、行进方向和轮压力等参数的调节，以确保路面的密实程度和平整度。在进行沉降段路面压实技术时，还需要注意现场的环境和气温等因素的影响。通常情况下，气温较高时施工效果较好，而在潮湿和寒冷的环境下，施工效果可能会受到影响。

4 道路桥梁路基施工技术具体实施应用要点

4.1 搭板施工技术要点

在道路桥梁路基施工过程中，搭板法是一种常用技术。为此，在道路桥梁路基的建造中，必须综合考量其主体目的及所在位置，对超载车辆进行合理的处理，并在搭板拼接时，要将建材的品质控制好，使桥面与桥梁处于一种良好的平衡状况，从而使公路桥梁路基的施工质量得到提高，防止路基沉降、变形等现象的发生。同时，要对路堤表面的高程进行综合分析，并对其进行治理，以提高公路桥梁的总体质量，防止出现车祸。

4.2 桩基、承台的施工技术要点

首先，要做好开挖工程的控制工作，从而为工程建设提供基本保证；在开挖时，必须对钻孔的直径和垂直度等进行全面检查，确认无误后方可进行。开挖完成后，要对钻孔进行彻底的清扫，防止钻孔中有水、沉渣等残留，然后进行钢筋笼的提升，确保公路桥梁地基建设过程中地基框架的施工质量。其次在桩基础与顶帽的施工工艺中，模板的设置是一个十分关键的环节，应针对具体的工程实际，选用合适的模板材料和安装方法[7]。通常，钢筋混凝土围堰和双壁钢围堰是比较常见的一种建筑材料。但是在具体的模板安装时。必须按照相关的程序来进行，从而提高施工效果。

4.3 填筑施工技术要点

为了提高道路桥梁路基工程施工效益，填料填筑是工程建设过程中最关键的一环。所以，在道路桥梁路基建设中，必须对各种可能出现的质量问题进行充分的认识，并依据沉降产生的形式，采用公路桥梁地基处理工艺，制订出合理的填筑施工计划。在施工中应严格控制施工进度，严格控制施工质量。在拌和时，可以加入适量的添加剂[8]。在道路桥梁工程中，可以采用分级填料的方式，并通过强化缝之间的加固工作，使其达到最大限度的结合强度，从而提高公路桥梁地基的建设质量。在浇筑完成之后，要进行一段时期的养护，以确保混凝土的表层保持潮湿，防止由于外部温度变化而产生开裂。此外，在道路桥梁工程施工中，要做好压实工作，按照填料的形状，确定压实的方向，从而提升路基建设质量。

桥台是支撑桥梁的基础，软基则是桥台的重要组成部分。在软基填筑过程中，采用科学合理的施工方法，可以有效地提高软基的承载能力和稳定性，从而确保桥梁的安全和可靠性[9]。桥台软基填筑工艺的具体施工步骤为：选择软弱填料，确定填筑层数，选择压实方法。其中，填料的选取及填筑层数的选取是施工中最重要的一步。填料的选用要综合考虑各种因素，如材质、强度、密度等，才能确保其性能可靠。为了保证填筑层数合理、有效，应从桥台的承载力、稳定性等方面对填筑层数进行分析。在进行桥台软基回填施工时，应特别重视施工中的安全问题。尤其是在填筑时，应确保填料的稳定与稳固，防止因填料松动、坍塌而影响到桥梁的安全。

5 结束语

综上所述，在当前城市化快速建设下，道路桥梁工程建设快速推进，为人们出行带来较大便利，但是在具体施工建设过程中，可能会受到相关因素影响，造成道路桥梁路基存在问题，所以需要加强路基施工技术的应用，尽可能提高路基的稳定性，提高工程性能。

[参考文献]

[1]王文赛.道路桥梁沉降段的路基路面施工技术应用与措施[J].中国公路,2022(3):106-107.
[2]钟益雄.道路桥梁沉降段路基路面的施工技术应用探讨[J].四川水泥,2021(4):250-251.
[3]杨明强.道路桥梁沉降段路基路面的施工技术应用解析[J].四川水泥,2020(8):283-284.
[4]刘瑞龙.道路桥梁沉降段路基路面的施工技术应用研究[J].中国新技术新产品,2020(14):85-86.
[5]陈伟,范文航.道路桥梁沉降段路基路面的施工技术应用研究[J].四川建材,2020,46(6):119-121.
[6]郑文博.道路桥梁沉降段的路基路面施工技术应用与措施研究[J].工程技术研究,2018(15):237-238.
[7]张永刚.道路桥梁沉降段路基路面的施工技术应用解析[J].湖北农机化,2018(9):47.
[8]陈刚.道路桥梁沉降段路基路面的施工技术应用解析[J].四川水泥,2018(10):30.
[9]陈兴亮.道路桥梁沉降段路基路面的施工技术应用解析[J].科技风,2018(28):91.

作者简介：王海燕（1987.3—），女，新疆塔里木大学，生物技术，新疆北新岩土工程勘察设计有限公司，工程管理部职员，工程师。

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

城市轨道与常规公交融合发展研究

谢静静
宁波市轨道交通集团有限公司线网调度分公司，浙江 宁波 315100

[摘要]随着城市化的迅速发展，传统交通系统面临挑战，因此城市轨道与常规公交的融合备受关注。我们着眼于研究的核心议题，包括为何需要这种融合、目前存在的问题和可能的解决方案。通过对现有问题和优化措施的研究，我们旨在为城市交通规划提供一些见解，推动交通系统向更智能、高效、可持续的方向发展，从而提升城市居民的出行体验。
[关键词]城市轨道；常规公交；融合发展；优化措施
DOI：10.33142/sca.v7i1.10922　　中图分类号：U12　　文献标识码：A

Research on the Integration and Development of Urban Rail Transit and Conventional Public Transport

XIE Jingjing
Line Network Dispatching Branch of Ningbo Rail Transit Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315100, China

Abstract: With the rapid development of urbanization, traditional transportation systems are facing challenges. Therefore, the integration of urban rail and conventional public transportation has received much attention. We focus on the core issues of research, including why this integration is needed, current problems, and possible solutions. Through the study of existing problems and optimization measures, we aim to provide some insights for urban transportation planning, promote the development of transportation systems in a more intelligent, efficient, and sustainable direction, and thereby improve the travel experience of urban residents.
Keywords: urban rail transit; regular public transportation; integrated development; optimization measures

引言

城市轨道交通和常规公交作为两大主要的公共交通方式，各自具备一系列的优势和特点。然而，随着城市人口的增长和出行需求的不断变化，传统的交通模式已经难以满足多样化的出行需求和日益增加的运输压力。为了应对这一挑战，城市轨道与常规公交的融合发展成为引起广泛关注的研究方向。这种发展趋势旨在充分发挥两者的优势，构建一个更为高效、便捷、环保的综合交通网络。通过深度整合城市轨道和常规公交系统，我们有望优化城市出行结构，提升公共交通服务水平，减轻交通压力，改善城市居民的出行体验。我们将全面探讨城市轨道与常规公交融合发展的必要性、问题及优化措施。通过深入分析两者的融合可能性，我们旨在为未来城市交通规划和管理提供科学合理的建议，推动城市交通系统朝着更加智能、便捷、可持续的方向发展。

1 城市轨道与常规公交融合发展的必要性

1.1 综合交通服务需求

在城市不断发展的背景下，居民的出行需求变得越来越多样化和复杂化。传统的城市交通模式已经难以满足人们日益增长的交通需求。城市轨道交通系统和常规公交系统分别具有各自的优势，但单一的运营模式往往难以全面满足居民的出行需求。因此，城市轨道与常规公交的融合发展变得尤为重要。首先，综合交通服务需求是城市发展的自然产物。城市居民有长途通勤、短途接驳等不同的出行需求，这需要提供多元化、多层次的交通服务。城市轨道与常规公交的融合发展可以为居民提供更全面、更灵活的交通选择，满足不同出行场景下的需求。其次，综合利用城市轨道和常规公交系统有助于优化城市交通网络。通过合理规划线路、设置换乘站点，可以形成高效的互联互通体系，提高城市交通网络的综合效益。

1.2 优化城市交通网络

城市交通网络的优化需要考虑多个层面，包括线路规划、站点设置、交叉口设计等方面。首先，通过合理规划城市轨道和常规公交的线路布局，可以确保两者在城市交通网络中形成互补关系，覆盖城市不同区域，满足不同出行需求。此外，站点设置的合理性也至关重要，要考虑到两者的交汇点，以便更为便捷地实现联程换乘，提高居民的出行便利性。优化城市交通网络还需要考虑城市交通流的高效运行。通过智能交通管理系统，可以实现对交通流的实时监测和调控，避免拥堵点的形成，提高道路通行能力。此外，对于交叉口的合理设计和规划也是优化交通网络的重要一环，以确保不同交通方式的有序流动。

1.3 资源高效利用

首先，城市轨道与常规公交融合发展能够实现交通系统资源的更为高效的整合利用。城市轨道交通在运输效率、能耗等方面具有一定的优势，但其建设和运营成本相对较高。与之相比，常规公交系统具有更灵活的线路布局和相对较低的成本。通过两者的融合，可以在不同区域和场景中充分发挥各自的优势，实现系统整体资源的高效配置。

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

其次，资源高效利用还体现在城市运输工具的多元利用上。不同出行需求和交通密集度可能需要不同形式的交通工具。城市轨道适合长途、大容量的运输需求，而常规公交则更适合灵活、短途、分散的接驳需求。通过融合发展，可以更灵活地配置不同类型的交通工具，满足城市不同区域和时段的多样化出行需求，达到资源最大化的利用效果。

1.4 环保与可持续发展

首先，城市轨道与常规公交的融合发展有助于减少交通系统对环境的不良影响。城市轨道交通通常采用电力驱动，相较于燃油驱动的交通工具，其排放更为清洁，减少空气污染。常规公交也可以通过引入电动和清洁能源车辆，降低污染排放，从而共同推动城市交通向更为环保的方向发展。其次，融合发展有助于提高城市交通系统的能源利用效率[1]。城市轨道交通在高峰时段和高密度区域具有较高的运输效率，而常规公交则可以更灵活地覆盖城市的各个角落。通过两者的协同运作，可以使得整个交通系统更为均衡、高效，最大限度地降低整体的能源消耗。此外，城市轨道与常规公交的融合发展也为城市提供了更多的绿色出行选择，鼓励居民选择公共交通工具，减少个人汽车使用，降低交通拥堵，减缓道路基础设施的压力，进而推动城市交通朝着可持续发展的目标前进。

1.5 提升出行体验

首先，融合发展使得城市居民能够更便捷地实现联程换乘。通过优化换乘站点设计和融合的票务体系，居民可以更流畅地从城市轨道交通切换到常规公交，或者反之。这种无缝对接的出行体验减少了乘客的等待时间和换乘步骤，提高了整体的出行效率。其次，融合发展带来了更全面的服务覆盖。城市轨道交通和常规公交分别具有自身的特点和适用场景，通过融合发展，不仅可以覆盖更广泛的城市区域，还可以更灵活地适应不同时间段和出行需求。这为居民提供了更多元化的出行选择，提高了出行的灵活性和便利性。此外，融合发展还有助于提高出行信息的透明度。通过整合两种交通模式的实时信息，包括车辆到达时间、线路状况等，乘客可以更准确地了解出行情况，做出更为明智的出行决策，提升了整体的出行体验。

2 城市轨道与常规公交融合发展中出现的问题

2.1 缺乏整合规划

城市轨道与常规公交融合发展中的一个突出问题是缺乏整合规划。在一些城市中，城轨和常规公交系统往往由不同的部门或运营公司负责，缺乏有效的协同规划。这导致了两者之间线路冲突、站点设置不协调等问题，使得融合发展的效果受到一定的制约。缺乏整合规划不仅影响了交通系统的整体效能，也给乘客带来了不必要的出行不便，阻碍了融合发展的顺利推进。

2.2 换乘体验不佳

在城市轨道与常规公交融合发展的进程中，一显著问题是用户在不同交通模式之间进行换乘时所面临的体验不佳。这一问题主要源于换乘过程中的不便利性，包括换乘站点的设置不合理、信息传递不畅通等方面。乘客可能需要花费更多的时间和精力在换乘的过程中，可能需要走长距离、经历复杂的换乘步骤，这显然不符合出行的便捷性和高效性期望。此外，换乘体验不佳还可能导致用户对整个交通系统的不信任感。如果用户在换乘时遇到困难，比如无法准确获取到相关信息，或者缺乏合理的引导，可能会影响他们对整个交通系统的满意度，降低其选择使用公共交通工具的意愿。

2.3 信息不畅通

这一问题主要表现在用户在换乘或查询时难以获取准确、实时的相关信息。用户可能面临站点信息不明确、线路信息不一致、实时到达信息不准确等情况，给他们的出行带来了一定的不便。信息不畅通问题首先影响了用户的决策效率。如果用户无法获得准确的信息，可能会导致选择不当的交通方式或换乘方案，增加出行的时间成本和不确定性。此外，信息不畅通也会降低用户对公共交通系统的信任度，使得他们更倾向于选择其他出行方式，减缓了城市轨道与常规公交融合发展的速度。

2.4 运营管理协同不足

运营管理协同不足主要体现在城轨和常规公交系统之间缺乏有效的协同管理和信息共享。由于两者可能由不同的运营公司或管理部门负责，协同管理不足可能导致车辆调度不合理、运营效率低下、服务不协调等情况。运营管理协同不足可能引起系统性的问题，例如在同一区域内出现车辆拥挤或者空载率较高的情况，导致不必要的资源浪费[2]。此外，乘客可能在换乘时面临较长的等待时间或不便利的接驳条件，影响了整体出行的效率和用户体验。

2.5 资金投入与收益不平衡

城市轨道交通通常需要巨额的投资用于建设和维护，而运营过程中的收益往往有一定的滞后性。相比之下，常规公交系统的建设和运营成本相对较低，但由于票价制约和运输密度的局限，其收益能力相对有限。这使得在短期内城市轨道交通难以收回成本，而常规公交系统可能面临财务压力和盈利难题。资金投入与收益不平衡问题可能对整个交通系统的可持续性产生负面影响。如果城市轨道交通难以获得足够的盈利，可能需要依赖政府补贴，增加财政负担。同时，由于盈利压力，可能导致服务水平的下降，影响用户体验，甚至对城市的交通可达性和效率产生负面影响。

3 城市轨道与常规公交融合发展的优化措施

3.1 整合规划

为了促进城市轨道与常规公交的融合发展，一项关键的优化措施是进行整合规划。这意味着在城市交通规划的层面上，将城轨和常规公交系统纳入一个统一的、协调的整体框架中。首先，整合规划需要综合考虑城轨和常规公交的布局与线网设计。通过有效整合线路规划，可以避免两者之间的冲突，优化线路布局，使得各交通模式能够更好地衔接，形成高效的交通网络。整合规划还需要考虑城市的交通需求，确保服务覆盖面广、公共交通出行的便捷性得到最大化。其次，整合规划需要考虑票务体系和互联互通。

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

通过统一的票务体系，乘客可以更便捷地实现不同交通模式之间的联程换乘，减少购票和换乘的复杂性，提高用户体验。互联互通方面，则包括信息系统的整合，确保用户能够获得准确实时的多模式出行信息，从而提高出行的便捷性。

3.2 建立融合票务体系

建立融合票务体系的首要目标是简化乘客的票务流程。通过整合城轨和常规公交的票务系统，乘客可以使用统一的电子卡片或手机应用完成购票、充值和乘车等操作，无需为不同交通工具分别购票。这不仅减少了乘客的购票繁琐性，也提高了票务的便捷性和灵活性。其次，建立融合票务体系有助于优化出行成本。通过实现跨模式的票价互通，乘客可以享受到更灵活、实惠的出行方案。这种一体化的票务系统有助于降低乘客的出行成本，提高公共交通的经济效益。另外，融合票务体系还为城市交通管理部门提供了更精细的数据分析基础[3]。通过统一的票务系统，可以更准确地获得乘客的出行数据，为交通规划和管理提供科学依据。这有助于更好地理解城市出行需求，合理规划交通资源，提高整体交通系统的运营效能。

3.3 加强信息共享

首先，加强信息共享能够提高乘客的出行决策效率。通过统一的信息平台，乘客可以获取到包括车辆位置、到达时间、线路信息等在内的全面实时信息。这使得乘客在选择出行方式和换乘时更具信心，减少了不确定性，提升了整体的出行体验。其次，信息共享有助于优化交通系统的整体运行效率。通过实时共享交通流量、车辆运行状态等数据，城市交通管理部门能够更准确地监控交通情况，及时调整交通信号灯、优化路线规划，从而缓解交通拥堵，提高交通系统的运行效能。另外，信息共享还能够促进城轨和常规公交系统之间的协同运作。通过共享运营数据，可以更好地实现车辆的联合调度、站点的协同设置等，确保两者之间的衔接更为紧密，形成更高效的多模式交通网络。

3.4 推动运营管理协同

首先，协同运营管理可以通过统一的运营指挥中心实现。建立一个集成的指挥中心，能够同时监控城轨和常规公交的运营状况，实时调度车辆、优化线路和站点设置，确保两者之间的衔接和协同。这有助于提高运输资源的利用率，降低运营成本，提升整个交通系统的运营效能。其次，推动运营管理协同需要建立共享的运营数据平台。通过实现运营数据的互通共享，不仅可以提高信息透明度，也为运营决策提供科学的依据。共享的数据平台可以包括车辆运行状况、乘客流量、票务数据等多方面信息，从而更好地指导运营策略的制定和调整。另外，协同运营还可以通过联合推进服务标准化来实现。通过制定统一的服务标准，包括站点设置、运营时间、服务质量等方面，能够提高城轨和常规公交系统之间的一致性，简化乘客的出行体验，增强整个交通系统的统一形象。

3.5 促进可持续发展

首先，可持续发展需要注重环保和资源高效利用。通过城轨与常规公交的融合，可以更好地整合交通资源，减少车辆运行时的空驶率，优化线路规划，从而减少交通拥堵，减缓环境污染，为城市提供更清洁、高效的交通服务。其次，可持续发展还需要关注社会经济的可持续性。通过提高公共交通系统的服务水平，促进城轨和常规公交之间的有机衔接，可以减少对个体汽车的依赖，降低交通能耗和排放，进而减轻城市交通对环境的不良影响。此外，可持续发展还包括了对城市空间的合理利用和规划。通过融合发展，可以优化城市轨道和常规公交的布局，合理规划站点和线路，减少土地占用，提高土地利用效率，使城市在交通建设中更为紧凑、高效。

3.6 引入智能交通管理系统

首先，智能交通管理系统可以实现实时监测和调度。通过在车辆上安装 GPS 等先进设备，可以实时追踪车辆的位置和运行状况。管理系统可以根据实时交通状况和乘客需求，灵活调整车辆的运行计划，避免拥堵、提高运输效率，保障乘客出行的便捷性[4]。其次，智能交通管理系统具备大数据分析的能力。通过收集并分析大量的出行数据，系统能够洞察乘客出行的习惯、需求和拥堵瓶颈，为交通规划和资源分配提供科学依据。这种数据驱动的管理方法有助于更精确地制定运营策略，提高运输效能和服务水平。另外，引入智能交通管理系统还能够促进多模式交通的衔接。通过实现不同交通模式的数据互通，管理系统可以提供全方位的出行信息，使乘客更容易实现跨模式的联程出行，从而促进城轨和常规公交系统的协同运作。

4 结语

在城市轨道与常规公交融合发展的研究中，我们深入剖析了这一交通领域的重要议题。随着城市不断发展，对于更智能、高效、可持续的交通系统的需求也在不断增长。我们研究了为何需要城市轨道与常规公交的融合，分析了当前面临的问题，并提出了一系列可能的优化措施。文中强调了城市轨道与常规公交融合发展的必要性，这不仅有助于提升居民的出行体验，还能够优化城市交通系统的整体效能。在未来，通过整合规划、智能技术的应用以及信息共享等手段，我们有望实现城市交通系统更加智能化、高效化和可持续化的目标。

[参考文献]

[1]戴章.城市轨道交通与常规公交线网耦合优化设计研究[D].辽宁:大连海事大学,2023.
[2]陈榕.新建城市轨道交通沿线常规公交线路与站点调整优化研究[D].北京:北京交通大学,2023.
[3]孟永平.基于城市轨道交通网络的常规公交线网优化研究[J].现代城市轨道交通,2021(12):6-11.
[4]雷羽.常规公交与轨道交通共线条件下线路及站点优化研究[D].重庆:重庆交通大学,2022.

作者简介：谢静静（1994.1—），毕业院校：西南交通大学，所学专业：交通运输，当前就职单位：宁波市轨道交通集团有限公司线网调度分公司，职称级别：助理工程师。

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

桥梁隧道路面施工质量控制的相关研究

包玉强
甘肃顺达路桥建设有限公司，甘肃 兰州 748501

[摘要]随着城市化进程的不断推进，桥梁隧道路面作为城市交通基础设施的重要组成部分，其施工质量控制显得尤为重要。文中研究桥梁隧道路面结构及其主要特点，并详细探讨了施工中所面临的主要问题，包括施工工艺不合理、材料质量不达标、环境因素对施工的影响、施工人员技术水平不高以及施工监管不到位等。在问题分析的基础上，提出合理施工工艺选择、严格材料质量把控、有效应对环境因素、提高施工人员技术水平以及强化施工监管等解决方案。
[关键词]桥梁隧道；路面施工；质量控制
DOI：10.33142/sca.v7i1.10904 中图分类号：U415.521 文献标识码：A

Research on Quality Control of Bridge and Tunnel Pavement Construction

BAO Yuqiang
Gansu Shunda Road and Bridge Construction Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 748501, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization, bridge tunnel pavement, as an important component of urban transportation infrastructure, its construction quality control is particularly important. The article studies the structure and main characteristics of bridge and tunnel pavement, and discusses in detail the main problems faced during construction, including unreasonable construction technology, substandard material quality, the impact of environmental factors on construction, low technical level of construction personnel, and inadequate construction supervision. On the basis of problem analysis, propose solutions such as reasonable construction process selection, strict material quality control, effective response to environmental factors, improvement of construction personnel's technical level, and strengthening construction supervision.
Keywords: bridge and tunnel; road construction; quality control

引言

随着城市化进程的迅猛发展和人口流动的不断增加，桥梁隧道作为连接城市交通的关键节点，承载着日益加剧的交通负荷。基于此，桥梁隧道路面作为交通基础设施的关键组成部分，其施工质量直接关系到交通安全、道路耐久性以及城市可持续发展。

1 桥梁隧道路面结构及主要特点

1.1 结构组成

桥梁隧道路面结构主要分为基层、底基层、粗砼层和表层四个关键组成部分。基层是路面结构的底层支撑，其主要作用在于分散交通荷载，减小荷载对路基的影响。合理选择和铺设基层材料对于整个路面结构的稳定性至关重要，通常采用砾石或碎石料。底基层位于基层之上，作为承载荷载的次要层次，主要目的是增加整体结构的承载能力。优质的底基层材料能够有效减缓荷载传递到路基的速度，提高路面的整体抗压性。粗砼层作为路面结构的核心，其主要功能在于承受交通荷载并将其均匀分布到整个路面结构。采用高强度混凝土作为粗砼层的常见选择，以确保其承载性能和耐久性。最上层为表层，直接暴露在外部环境中，承受交通荷载、紫外线、雨水等多重影响，表层材料的选择直接关系到路面的平整度、防滑性和耐久性。这四个层次的结构组成密切关联，需要合理搭配和连接，以确保整个路面结构具备优越的承载能力、稳定性和耐久性，适应不同的交通和环境条件。

1.2 材料选择

桥梁隧道路面的材料选择是确保路面结构稳定性和性能优越性的核心环节。在不同的结构层次中，合理选择材料种类和质量，直接决定了路面的承载能力、耐久性和安全性。基层和底基层通常采用砾石或碎石料，以其良好的排水性和承载性能，有助于分散和传递荷载，减小荷载对路基的冲击，提高路面整体的稳定性。粗砼层的选择关键在于采用高强度混凝土，高强度混凝土具备出色的抗压性能，能够有效分担并承受交通荷载，提高路面的整体强度。最上层的表层材料选择尤为重要，以确保路面的平整度、防滑性和耐久性[1]。常见的表层材料包括沥青混凝土，其具备良好的抗滑性和平整度，适用于不同气候和交通负荷条件。在材料选择过程中，需要综合考虑材料的物理性能、抗磨损性、抗老化性以及与其他层次材料的协同性等因素。

1.3 荷载特点

桥梁隧道路面作为交通基础设施的承载层，静载和动载是两种主要的荷载特点。静载主要包括静止车辆或静止荷载对路面的压力，如停车、交叉口等情况；动载则涉及运动中的车辆对路面的冲击和振动，其中包括加速、减速、

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

转弯等交通运动过程。不同类型车辆对路面的荷载分布存在差异，而桥梁隧道路面必须能够适应这些不同方向和分布的荷载。特别是在桥梁结构中，横向力和纵向力的交替作用对路面结构提出了更高的要求。重型货车和轻型乘用车产生的荷载不同，而高峰时段和低峰时段的交通流量差异也导致了路面荷载的变化。因此，路面结构必须具备一定的适应性和承载能力，以适应不同条件下的荷载特点[2]。荷载特点的深入分析有助于科学合理地设计和选择路面结构，以确保其在实际使用中能够承受并分散各类荷载，从而保障交通基础设施的安全和稳定性。

1.4 环境因素

桥梁隧道路面的性能和寿命受到多种环境因素的影响，因此在设计和施工过程中必须充分考虑这些因素。不同气候条件下的高温、低温、潮湿或干燥都会对路面材料产生影响。例如，极端温度可能导致路面材料的膨胀收缩，加速老化和磨损。长时间的紫外线照射可能引起路面材料的老化和颜色褪变，降低其抗紫外线性能，对于提高路面的耐久性和维持外观质量至关重要。化学腐蚀是另一个环境因素，尤其是在高盐分、高酸碱环境下，路面材料可能遭受化学腐蚀，导致结构疲劳和性能下降。频繁的车辆行驶会引起路面的磨损和变形，因此需要选择抗磨损、耐久性强的材料，并采用合理的结构设计以适应交通负荷的变化。综合考虑气候、紫外线辐射、化学腐蚀和交通负荷等环境因素，对于桥梁隧道路面的材料选择和结构设计提出了更高的要求。

1.5 施工工艺

桥梁隧道路面的施工工艺直接关系到工程的质量和性能。在施工之初，必须根据路面结构的设计要求，选择适宜的材料，并确保这些材料具备足够的质量和性能。材料的准备阶段包括搅拌、测量和混合等过程，需要严格按照标准操作，以确保施工材料的均匀性和质量。路面的铺设阶过程中，需要确保施工设备的精准性和施工人员的熟练操作。例如，沥青混凝土表层的施工需要考虑温度和坡度等因素，以保证表层的平整度和质量，在粗砼层的浇筑中，需要采用适当的振捣设备和工艺，确保混凝土的均匀密实。新铺设的路面需要经过一定时间的养护，以确保材料充分硬化和结构稳定。养护期间需要注意避免外部冲击和不良天气的影响，确保路面能够顺利完成养护过程[3]。通过精细的材料选择、准备和铺设过程，以及严格的养护措施，可以提高路面的整体质量，延长使用寿命，确保交通基础设施的长期稳定运行。

2 桥梁隧道路面施工中的主要问题

2.1 施工工艺不合理

在桥梁隧道路面施工中，施工工艺不合理性主要表现在施工过程中选择的工艺方案未能充分考虑到路面结构的复杂性，导致施工中出现不良后果。包括施工工艺的选择不符合实际需求，未能充分考虑材料的适用性，或者在施工时未能科学合理地安排施工顺序等，直接影响到路面的强度、平整度和使用寿命，导致路面龟裂、变形或者早期损坏，从而影响交通安全和道路使用寿命。

2.2 材料质量不达标

在桥梁隧道路面施工中，材料质量不达标主要表现为施工过程中所选用的材料未能符合相应的标准和规范要求，从而直接影响到路面的整体质量和性能。包括采购阶段未经过严格的质量检测，导致使用了质量不稳定的原材料；在运输和存储过程中，未能采取有效的保护措施，导致材料出现损坏或者变质；或者在施工现场，由于施工人员对材料的使用和搭配不当，使得最终路面的材料质量未能达到设计要求。可能引发诸如路面开裂、剥离、变形等问题，严重时会降低路面的使用寿命，增加后期维护成本，对交通安全和道路整体运行造成潜在威胁。

2.3 环境因素对施工的影响

在桥梁隧道路面施工中，环境因素主要表现在施工过程中，无法完全掌控和消除外部环境的不稳定性，包括天气、温度等自然因素。天气变化可能导致施工进度不稳定，例如降雨可能延误施工计划，降温可能影响某些施工材料的固化过程，而高温可能加速路面材料的老化。此外，风速、湿度等环境因素也会对施工过程中的安全性和效果产生直接的影响，使得在施工规划和执行中必须更加灵活和谨慎，以应对不同的自然条件，确保施工质量和安全性。因此，在桥梁隧道路面施工中，对环境因素的影响必须充分考虑，并采取相应的应对策略，以降低外界因素对施工造成的不良影响。

2.4 施工人员技术水平不高

在桥梁隧道路面施工中，施工人员技术水平不高主要表现在施工团队中存在着技能参差不齐的情况，包括缺乏必要的专业知识、技能培训不足或者缺乏实践经验。导致施工操作的不规范，包括施工工艺的选择不当、材料使用不当、施工设备操作不熟练等，不仅影响了施工效率，更直接影响到桥梁隧道路面的质量和安全性。由于桥梁隧道路面施工要求高度的技术娴熟和丰富的实践经验，缺乏相应技术水平的施工人员可能在面对复杂的施工任务时无法应对自如，容易引发施工中的错误和失误。因此，提升施工人员的技术水平，加强培训和实践经验的积累，是确保施工质量和安全性的重要环节。

2.5 施工监管不到位

在桥梁隧道路面施工中，施工监管不到位主要体现在监管机制存在漏洞，缺乏有效的监督和管理，导致施工过程中的一些问题无法及时发现和解决。还可能存在监管人员数量不足、监管措施不够全面、监测手段不够先进等问题，使得对施工现场的全面了解和有效干预受到限制。监管不到位也容易导致施工过程中的违规行为，例如未经批准的施工变更、安全操作规程的疏漏等，进而危及整个工程的质量和安全性。因此，加强施工监管，提高监管的科学性和全面性，是确保桥梁隧道路面施工过程中质量和安全的重要保障。

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

3 桥梁隧道路面施工质量控制

3.1 合理施工工艺的选择

施工工艺的合理性直接关系到整个施工过程的顺利进行和最终工程质量的稳定性。合理的施工工艺选择应当充分考虑到路面结构的复杂性和多层次组成。不同的路面结构需要采用相应的工艺，以确保各层次之间的紧密结合和整体的强度稳定性。在不同的气候和地理环境中，选择适应性强的施工工艺可以有效降低不受控的外部因素对施工过程的影响，确保工程进度的可控性。合理施工工艺的选择还应充分考虑到施工人员的技术水平和施工设备的性能，以保证施工过程的安全性和效率。因此，在桥梁隧道路面施工中，制定并严格执行合理的施工工艺方案，对于保障工程质量、提高施工效率具有关键性的意义。

3.2 严格材料质量把控

材料的质量直接影响到路面的耐久性、承载能力以及整体稳定性，对原材料的质量进行严格的检测和评估是不可或缺的步骤。无论是混凝土、沥青还是其他构造材料，其性能和质量必须符合相应的标准和规范，以确保最终路面达到设计要求。在运输、储存和使用过程中，需要建立完善的质量管理体系，防范因人为因素导致的材料损坏等问题。合理的材料选择和妥善的质量把控不仅能够降低施工过程中的风险，还能有效减少后期维护的成本。

3.3 环境因素的有效应对

在桥梁隧道路面施工中，不同的自然条件，如天气、温度等，对施工过程产生直接影响。天气变化可能导致施工进度不稳定，例如降雨可能延误施工计划，而高温可能加速路面材料的老化。因此，施工管理团队应时刻关注气象信息，及时调整工程进度，采取相应的措施，以减轻不利环境对施工的影响。环境因素还要求设备和工艺也能达标。例如，在高温季节调整混凝土的配合比，以确保施工质量；在寒冷的气候条件下，采取加热措施以促进材料的固化。在整个施工过程中，定期监测环境条件变化，采取预防性措施，是确保施工质量和进度的有效手段。

3.4 提高施工人员技术水平

施工人员的技术水平直接关系到施工操作的规范性和质量的可控性。施工人员应具备充分的专业知识和技能，了解各种施工工艺和操作规程，需要通过系统的培训和学习来提高其对新材料、新工艺和新技术的适应能力。施工人员通过参与不同类型项目，能够积累丰富的施工经验，提高在复杂施工环境下的问题解决能力。此外，定期的技术培训和交流活动也是提高技术水平的有效手段，可以引入新的理念和最佳实践，推动整个施工团队的专业水平提升[4]。在现代建筑工程中，技术水平的提高也涉及到数字化技术的应用，例如使用建筑信息模型（BIM）等先进工具，将有助于提高工程的效率和质量。

3.5 强化施工监管

有效的施工监管需要建立健全的监管体系，包括明确的监管责任、有效的监管机制和强有力的执行力。监管人员需具备专业知识和经验，能够及时发现和解决施工中存在的问题，提高整个工程的质量水平。监管机构应采用先进的监测技术和工具，以实现对施工过程的实时监控，包括使用现代化的监控设备、传感器等，对施工现场进行数据采集和分析，从而及时发现潜在问题。监管机构应定期进行现场检查，对施工计划、工艺和材料等方面进行全面审查，对不符合标准的情况，应及时提出整改要求，并进行跟踪监督，对于监管中发现的违规行为，监管机构应采取严格的法律手段，确保施工方遵守相关法规和规范。

3.6 定期维护和检查

定期维护和检查是桥梁隧道路面施工后的必要环节，维护和检查的目的在于及时发现并处理潜在问题，防止小问题演变成大的结构性隐患。定期的维护工作包括对路面进行表层修复、填补裂缝以及重新铺设防水层等措施，以防止水分渗透和物理磨损，有助于维持路面的平整度和强度，提高承载能力。定期检查通过使用无损检测技术和现代化的检测设备，对路面进行全面、系统的评估，以发现潜在的损伤、腐蚀或变形问题。特别是在恶劣气候和高交通负荷区域，检查的频率更应增加，以应对不同的使用条件对路面的影响。定期维护和检查还需要考虑到交通安全因素。例如，对路面标线、交通信号等设施的检查和更新，以适应日常交通需求，保障交通流畅和行车安全。通过定期的维护和检查，不仅可以保障桥梁隧道路面的持久性和可靠性，也有助于及早发现并解决问题，从而降低后期维护成本和提高整个交通基础设施的可维护性。

4 结语

桥梁隧道路面施工质量控制是一个复杂而关键的领域，直接关系到交通基础设施的安全性和可持续性。在未来的实践中，需要充分重视合理的施工工艺选择，确保材料质量的严格把控，有效应对各种环境因素，提高施工人员的技术水平，强化监管机制，并进行定期的维护和检查，不仅有助于保障桥梁隧道路面工程的质量和安全，也对提升整个交通基础设施的可靠性和可维护性具有深远的影响。

[参考文献]

[1]王洋,刘风.浅析道路桥梁隧道工程施工中的难点和技术对策[J].科技风,2019(5):113.
[2]张峰.桥梁隧道路面施工技术与质量控制分析[J].低碳世界,2020,10(2):170-171.
[3]陈磊.桥梁隧道路面施工质量控制对策研究[J].四川水泥,2020(9):269-271.
[4]李晓梅.桥梁隧道路面施工质量控制对策研究[J].四川建材,2020,46(5):137-138.

作者简介：包玉强（1995.4—），男，汉，毕业院校兰州交通大学，毕业专业：土工木工（卓越计划班），项目部工程部负责人。

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

山区高速公路互通立交克服大高差设计探讨

吕 丹
武汉综合交通研究院有限公司，湖北 武汉 430014

[摘要]在山区地形的复杂背景下，互通立交的设计不仅要应对地形高差的问题，还需考虑通行流畅性、结构稳定性、环境保护和合理匝道布局等多方面的要素。通过深入研究互通形式选定、匝道设计通行能力、匝道设计速度、匝道平纵设计、匝道超高加宽设计等关键方面，文章在山区高差地形条件下进行互通立交设计的实用经验和指导。通过文章的探讨，希望能够为山区高速公路的可持续发展提供有益的建议，促进更科学、前瞻的设计理念在工程实践中的应用。
[关键词]山区高速公路；大高差互通式立体交叉；设计策略
DOI：10.33142/sca.v7i1.10899 中图分类号：U412.352.1 文献标识码：A

Discussion on Overcoming Large Height Difference Design for Interchanges on Freeways in Mountainous Areas

LYU Dan
Wuhan Comprehensive Transportation Research Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430014, China

Abstract: In the complex terrain of mountainous areas, the design of interchanges not only needs to address the issue of terrain elevation differences, but also needs to consider various factors such as traffic smoothness, structural stability, environmental protection, and reasonable ramp layout. Through in-depth research on key aspects such as the selection of interchange forms, ramp design capacity, ramp design speed, ramp horizontal and vertical design, and ramp superelevation and widening design, this article provides practical experience and guidance for interchange design in mountainous terrain conditions with altitude differences. Through the discussion of the article, it is hoped that useful suggestions can be provided for the sustainable development of mountainous highways, and the application of more scientific and forward-looking design concepts in engineering practice can be promoted.
Keywords: mountain expressway; interchange with large height difference; design strategy

引言

在山区地形复杂的环境中，高速公路的建设面临着独特的挑战，其中尤其考验工程设计者克服大高差地形的能力。在这一背景下，互通立交的设计成为了解决陡峭地形带来的复杂问题的关键环节。山区高速公路互通立交不仅需要应对地形高差的挑战，还需兼顾通行的流畅性、结构的稳定性、环境的保护以及交叉匝道的合理布局。本文将深入探讨在山区高速公路互通立交建设中，如何有效克服大高差地形所带来的设计问题，以实现交通运输的便捷和安全。通过对互通立交设计中的形式选定、通行能力、速度设计、平纵要点、超高加宽设计等方面的深入研究，旨在为山区高速公路的可持续发展提供有益的设计经验和实用指导。这一探讨旨在引领工程领域在面对山区高差地形时更具前瞻性、科学性，为山区高速公路交通建设注入新的活力。

1 高差山区高速公路互通设计要点

1.1 互通形式选定

大高差山区高速公路互通设计至关重要，其中互通形式的选定是整个设计过程中的关键步骤。在面对大高差地形时，选择合适的互通形式对于确保交通流畅、提高道路安全性至关重要。首先，互通形式的选择应充分考虑山区地形的特殊性。山区地势多变，高差大，可能存在坡度陡峭、曲线急转等情况。在这种情况下，需要选择能够适应大高差地形的互通形式，以确保车辆能够顺利通行，减小车辆在爬升或下坡时的能耗和驾驶难度。其次，考虑互通形式对交叉流的影响。大高差地形中，车辆的上下坡速度和加减速度可能较大，因此互通形式的设计应当考虑降低交叉流的冲突，提高通行的安全性。合理的互通形式可以有效分流不同方向的车流，降低交叉口事故的发生概率。此外，考虑周边环境的因素也是互通形式选定的重要考虑因素。山区可能存在的自然条件、文化背景、生态环境等都需要被纳入设计考虑范围。选择互通形式时，要尽量减少对周边环境的影响，使其与自然和社区更好地融合。

1.2 匝道设计通行能力

首先，匝道的通行能力受到地形的制约，尤其是在大高差的山区地形中。在设计中需要综合考虑匝道的坡度、曲线半径以及交叉口的高程差等因素。合理设计匝道的坡度，既能适应大高差地形，又能确保车辆在上下坡时有足够的加减速能力，防止因坡度太大导致的安全问题。其次，匝道的设计通行能力还需充分考虑车辆的加速和减速需求。在山区地形中，车辆可能需要通过匝道进行高度的爬升或下坡，因此匝道的长度、坡度和曲线半径的设计要能

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

够满足车辆的加减速需求，以确保车辆能够平稳过渡，减小交叉口事故的发生概率。此外，匝道的设计通行能力还受到道路的交叉流影响[1]。通过合理设置匝道的长度、车道宽度和交叉口的布局，可以有效降低交叉流的冲突，提高匝道的通行效率。采用分阶段建设或者合理的交叉口信号控制等手段也是确保匝道通行能力的有效措施。

1.3 匝道设计速度

首先，在大高差的山区地形中，匝道的设计速度需要考虑到车辆在上下坡时的安全性和舒适性。对于上坡匝道，需要确保车辆能够充分加速以适应坡度，同时避免因过高的速度导致驾驶者失控。对于下坡匝道，则需要考虑设置适当的坡度，以减小车辆的速度，防止过快的下坡速度对驾驶造成困扰。其次，匝道设计速度还应考虑到曲线半径和曲线长度。山区地形中，由于地势多变，匝道可能需要通过急转弯等曲线来适应地形。在设计中，需要确保匝道的曲线半径足够大，以保证车辆在曲线处有足够的行驶稳定性，减小发生侧滑和失控的风险。此外，匝道的设计速度还需要与主线高速公路的设计速度相协调。确保匝道与主线的速度过渡平稳，避免因速度不匹配导致的交叉口事故。在匝道进口和出口的设计中，设置适当的过渡段，使车辆能够平稳进入或驶离匝道，提高整个互通交叉口的通行效率。

1.4 匝道平纵设计要点

首先，在匝道的平纵设计中，需要考虑匝道的坡度设置。在大高差山区，地形可能会出现明显的坡度变化，因此匝道的坡度设计需要根据实际地形进行调整。对于上坡匝道，需要确保坡度不过陡，以充分满足车辆的加速需求，同时避免驾驶员感到不适。对于下坡匝道，要设置适度的坡度，以减缓车辆的下坡速度，防止过快的下坡速度带来安全隐患。其次，匝道的纵断面设计还需要考虑平缓过渡段的设置。在匝道的进口和出口处，需要设置平缓的过渡段，使车辆能够平稳地进入或离开匝道，防止因过渡不平稳导致的颠簸和驾驶不适。此外，考虑到车辆的行驶舒适性，匝道的纵断面设计还应注重道路的平整度。通过采用适当的坡度和过渡段设置，确保匝道的平整度，避免因道路不平导致的车辆颠簸和驾驶者的不适。

1.5 匝道超高加宽设计

首先，在匝道超高设计中，纵向超高的设置需要充分考虑山区地形的高差。山区地形可能存在较大的高度差异，因此匝道的纵向超高应根据实际地形进行合理设置。对于上坡匝道，需要确保足够的纵向超高，以满足车辆的爬坡需求，防止发生车辆因超高不足而无法顺利通行的情况。对于下坡匝道，需要合理设置纵向超高，以避免车辆底部碰撞地面，确保下坡通行的安全性。其次，匝道加宽的设计涉及到匝道横断面的布局。在大高差山区，考虑到地形的变化，匝道的加宽设计应充分考虑到曲线的设置和交叉流的情况，确保匝道具备足够的宽度，以适应车辆的通行和交叉流的合理分流。通过设置适当的匝道宽度，可以提高匝道的通行能力，减小交叉口的拥堵风险。

2 区高速公路互通立交克服大高差设计策略

2.1 道设计和纵坡控制

在应对山区高速公路互通立交的大高差地形设计中，匝道的设计和纵坡控制成为至关重要的考虑因素。为克服地形复杂性和高差带来的挑战，设计者需采取一系列科学合理的策略。首先，对于匝道的设计，特别关注了纵坡控制。纵坡的科学把控是为了确保车辆在山区地形的陡峭变化中能够平稳行驶。通过合理的纵坡设计，可以实现车辆在上下坡的过程中稳定地过渡，避免急剧的坡度变化对行驶的影响。其次，匝道过渡段的设计被巧妙设置，以使车辆在高差明显的地方能够平滑过渡。这包括了过渡段上坡和下坡的合理设置，以及过渡曲线的设计，确保车辆通行的顺畅性和安全性。在水平曲线和超高的设计中，地形陡峭的地方需根据实际情况设置合适的曲线半径和超高，以适应地形的变化。这有助于车辆在弯道中平稳行驶，提高通行的安全性[2]。最后，通行能力和设计速度的考虑确保匝道在不同坡度段的车流能够保持稳定，而设计速度的合理确定则是为了适应地形特点，提高车辆在匝道上的安全通行速度。

2.2 高设置和过渡段设计

首先，对于匝道的设计，特别关注了纵坡控制。纵坡的科学把控是为了确保车辆在山区地形的陡峭变化中能够平稳行驶。通过合理的纵坡设计，可以实现车辆在上下坡的过程中稳定地过渡，避免急剧的坡度变化对行驶的影响。其次，匝道过渡段的设计被巧妙设置，以使车辆在高差明显的地方能够平滑过渡。这包括了过渡段上坡和下坡的合理设置，以及过渡曲线的设计，确保车辆通行的顺畅性和安全性。在水平曲线和超高的设计中，地形陡峭的地方需根据实际情况设置合适的曲线半径和超高，以适应地形的变化。这有助于车辆在弯道中平稳行驶，提高通行的安全性。最后，通行能力和设计速度的考虑确保匝道在不同坡度段的车流能够保持稳定，而设计速度的合理确定则是为了适应地形特点，提高车辆在匝道上的安全通行速度。

2.3 坡和加宽设计

首先，通过合理设计纵坡是解决大高差问题的一项关键措施。纵坡指的是道路纵向的坡度，其合理的设置能够有效减缓车辆上下坡的速度，提高行车的安全性和舒适性。在山区高速公路互通立交的设计中，工程师通常会充分考虑山体的地形，采用渐变的纵坡设计，以确保车辆在爬坡和下坡过程中能够平稳行驶，减轻驾驶员的驾驶负担。其次，采用加宽设计也是一种常见的手段。在山区地形复杂的情况下，通过对道路的适度加宽，既能提供更宽敞的车道，增加驾驶的舒适性，也能更好地适应山脉地形的曲线

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

和坡度。此外，加宽设计还有助于提高道路的通行能力，缓解交通拥堵的问题。

2.4 构工程考虑

首先，结构工程考虑应关注互通立交的桥梁、隧道、支撑结构等各个组件。对于桥梁部分，需要采用适当的桥型和结构形式，以适应不同高差段的要求。同时，结构的耐久性和抗风荷载能力也需得到充分考虑，以确保长期使用安全可靠。其次，隧道的设计需要充分适应山区地形的特殊条件，包括地质情况和高差变化。结构工程应确保隧道的稳定性和通风性，以满足交叉匝道的通行需求。在支撑结构方面，需要考虑山区地形的复杂性，采取适当的支撑方式和防护措施，确保结构在地质灾害、泥石流等自然灾害情况下的稳定性。

2.5 方工程处理

土方工程处理的首要考虑是对于山区地形的变化和地质条件的适应。在高差明显的地方，需要进行准确的地质勘测和土壤分析，以制定合理的土方方案。在土方工程中，需要充分考虑山体的稳定性，避免因土方而引发的地质灾害。其次，合理的土方工程处理应结合互通立交的结构和功能要求，对土方进行开挖、填方和边坡处理。在高差较大的地方，可能需要采用爆破等特殊技术手段，确保土方施工的安全性和效率[3]。在土方工程的过程中，对挖方和填方的平衡进行合理规划，以降低工程的总体成本。通过科学合理的土方工程处理，不仅可以减少对周边环境的影响，还能够有效解决大高差地形条件下的土方施工难题。

2.6 全设施设置

首先，互通立交的设计应充分考虑交叉匝道的标线、标牌、信号灯等交通标志系统的设置。这有助于引导驾驶员在复杂地形中正确而安全地驶入和驶出交叉匝道，提高通行的流畅性和安全性。其次，桥梁和隧道部分的安全设施设置更为关键。在大高差地形中，应设置合适的护栏、防撞墩等被动安全设施，以降低交通事故的风险。特别是在山区地形中，考虑到可能发生的地质灾害，应采取相应的措施确保桥梁和隧道的稳定性和安全性。另外，互通立交的照明系统也是安全设施中不可忽视的一部分。在山区地形中，夜间的能见度较低，合适的照明系统能够提高驾驶员对交叉匝道、桥梁、隧道等结构的辨识度，减少事故的发生。

2.7 境保护

首先，应在设计阶段进行详尽的环境影响评价，充分了解项目对周边生态系统、水资源、土壤等方面的影响。在评估的基础上，制定科学合理的建设计划，以最小化对环境的干扰。其次，要采取合适的施工工艺和技术，减少土地开发、挖方填方等活动对植被和土壤的破坏。对于可能影响到水体的部分，需要实施有效的水土保持措施，减少土壤侵蚀和水污染[4]。另外，互通立交的建设过程中应注意减少噪音、振动等环境污染，以保护周边居民的生活质量。在施工现场和周边区域设置合适的隔音设施，控制施工过程中产生的环境噪音。最后，要在建设完成后进行生态恢复和绿化工作，尽快恢复被影响的植被和生态系统。采用符合当地气候和土壤特点的植被，以促进生态平衡的重建。

3 结语

在克服山区高速公路互通立交的大高差设计过程中，我们深入探讨了互通形式选定、匝道设计通行能力、匝道设计速度、匝道平纵设计、匝道超高加宽设计等多个关键方面。这些方面的深入研究为解决陡峭地形带来的复杂问题提供了重要的指导和参考。通过本文的讨论，我们不仅关注了互通立交的基本设计要点，还着重考虑了环境保护、结构工程、土方工程、安全设施等因素，力求在设计过程中体现科学、安全、高效的理念。在互通式立交的设计中，我们强调了对周边环境的保护，通过合理的水土保持措施、隔音设施等方式降低了对自然生态的干扰。同时，在纵向超高和加宽设计、结构工程考虑等方面，我们注重了在大高差地形中确保互通立交的稳定性和安全性。本文旨在为山区高速公路互通立交的设计提供综合性的解决方案，使工程设计者能够更好地应对大高差地形的挑战，确保项目的顺利实施。通过对这一设计问题的深入讨论，我们期望能够为山区高速公路的可持续发展贡献一份力量，推动更多科学、创新的设计理念在工程实践中得以应用。

[参考文献]

[1]原英杰.山区高速公路互通式立体交叉方案研究[J].山西交通科技,2023(1):61-63.
[2].山区高速公路互通立交克服大高差设计探讨[J].科学技术创新,2022(4):118-121.
[3].山区某高速公路互通立交方案设计[J].公路,2022,67(1):89-92.
[4].山区高速公路互通式立交设计与选型[J].交通世界,2021(32):87-88.

作者简介：吕丹（1993.3—），汉族，硕士研究生学历，毕业院校为湖南师范大学，现就职武汉综合交通研究院有限公司。

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

复杂地质条件下公路隧道施工技术应用分析

惠 衡
新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]我国国土幅员辽阔，呈现出复杂多样的地质条件，对我国公路隧道修建产生较大的影响，且阻碍公路隧道修建进度。为提高复杂地质条件下的公路隧道施工效率，提升公路隧道施工质量，要求施工单位在修建过程中，设计符合对应地质条件的施工工艺及施工技术，严控整个施工过程，保证在施工阶段完成项目施工，实现公路隧道投入使用。因此，本篇文章以复杂地质条件下公路隧道施工技术应用分析为题，从在公路隧道施工中常见的复杂地质类型、施工技术、施工要点分析、施工质量措施四个方面进行简要分析。

[关键词]复杂地质；公路隧道；施工技术；应用
DOI：10.33142/sca.v7i1.10934 中图分类号：TU753 文献标识码：A

Application Analysis of Construction Technology for Highway Tunnels under Complex Geological Conditions

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

Abstract: China has a vast territory and presents complex and diverse geological conditions, which have a significant impact on the construction of highway tunnels and hinder the progress of highway tunnel construction. In order to improve the construction efficiency and quality of highway tunnels under complex geological conditions, construction units are required to design construction processes and technology that meet the corresponding geological conditions during the construction process, strictly control the entire construction process, ensure the completion of project construction during the construction phase, and realize the use of highway tunnels. Therefore, this article focuses on the application analysis of construction technology in highway tunnels under complex geological conditions, and provides a brief analysis from four aspects: common complex geological types, construction technology, analysis of construction points, and construction quality measures in highway tunnel construction.

Keywords: complex geology; highway tunnels; construction technology; application

引言

在公路隧道施工过程中，由于受到复杂的公路隧道施工环境及多样的地质情况等复杂地质条件的影响，导致公路隧道施工时出现变形和坍塌情况，阻碍公路隧道施工有序进行。因此，施工单位技术人员在施工时，要结合施工现场环境及施工条件，保证公路隧道施工技术具备灵活性，能够及时解决施工过程中出现的各种技术问题，提高公路隧道施工效率。此外，由于施工现场地质条件的多样性与复杂性，导致施工现场出现各种安全问题，要求施工单位在施工前，对施工现场进行安全隐患排查，确保施工人员人身安全。在了解施工现场地质条件的基础上，施工技术人员在开山凿石过程中，要注重施工技术的选择与使用，防止改变山体岩石结构，避免打破山体平衡。不规范的施工会造成施工现场产生诸多不确定性因素，引发施工现场整个环境产生危害性变化，这样既浪费时间、人力、物力，增加施工成本，也使施工效率变得缓慢，导致施工项目不能在时间节点竣工。

1 在公路隧道施工中常见的复杂地质类型

1.1 松散破碎地质

松散破碎地质的特点是地层结构松散，呈现裂缝，或者在力的作用下岩体发生破碎。因此，在松散破碎地质区域开展公路隧道施工，容易对施工周围环境造成松散，且呈现不稳定现象，容易使施工现场出现坍塌等安全事故。此外，松散破碎地质偶遇地下水丰富的情况下，在钻探施工时，这种地层可能会导致漏水、涌水、涌砂现象，产生施工问题或安全问题更为严重。因此在这种地质条件下，施工单位进行施工时，可以采用超前支护技术，利用超前支护技术的优点，将施工周围的环境中的岩石进行加固支护，增加施工现场地质的稳定性，为施工单位有序施工奠定基础。同时，还要结合钻孔排水施工技术，减少施工现场的含水量，防止水侵产生的施工安全问题，以免影响施工进度。

1.2 膨胀土地质

由于膨胀土地质是由亲水性矿物组成，所以膨胀土地质呈现吸水膨胀和欠水收缩两种地质特性。膨胀土地质是公路隧道施工过程中常见的地质类型，在这种环境中开展工程施工时，鉴于膨胀土地质特殊性质，容易使施工现场的地质发生变形。因此，在施工单位在项目施工前，要派遣工程技术人员对施工现场进行勘察，充分了解掌握施工

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

现场的施工环境，根据地质条件设计施工技术应急方案，以保证项目施工有序进行，进而保证施工质量。一般情况下，施工单位在此种地质条件下施工时，要结合实际施工情况采用相应的施工方法，如侧壁导坑法、 台阶法等，保证施工环境整体结构的安全性与稳定性，杜绝由膨胀土地质给施工单位造成的不利影响。

1.3 流沙地质

顾名思义流沙地质具有极强的不稳定性，因此施工单位在这种地质条件下进行施工之前，要对施工现场进行勘察，分析施工地质的不稳定的原因，要求施工技术人员给出建设性意见，保证施工进度。开展公路隧道的地质条件，容易发生由围岩结构发生形变，导致施工现场出现坍塌现象。此外，在公路隧道施工过程中遇到流沙地质，工程技术人员首要勘察该地质的水文情况，精准分析流沙层的粒径，流沙层的塑性指标等因素，总结出施工所面临的技术重点及要攻克的施工难点，进而保证施工技术人员设计出适合相应地质条件施工方案。在流沙地质环境中，施工单位一般采用土方开挖的方法进行施工，根据依据先护后挖，从上向下顺序开挖的施工标准，保证公路隧道施工有序开展。

1.4 岩溶地质

可溶性岩石经过化学溶蚀及流水的冲蚀等作用而形成岩溶地质。岩溶地质具有容易溶解、侵蚀并形成孔洞的特点。在公路隧道施工过程中，施工现场容易出现流水冲蚀施工问题，对施工进度和施工质量造成不利影响，所以，施工单位在施工之前，要对施工现场进行勘察，了解地下水情况，设计工程施工预案，排除施工安全隐患。针对这种地质条件，施工单位一般采用超前地质预报法，对施工现场及周围地区进行地质勘察，排除不利于现场施工的不利因素。

2 复杂地质条件下公路隧道施工技术分析

2.1 盾构施工技术

在公路隧道修建施工过程中，盾构施工技术是最常用的施工技术，并对我国公路隧道修建起到重要影响。随着我国公路隧道修建工程的深入发展，面对诸多复杂的施工环境，要求对具有施工难度的工程在技术层面进行攻克。在施工单位进行隧道挖掘时，没有出现渗水情况，意味着施工环境较为良好，施工时可以采用搅拌桩与旋喷桩进行施工。但由于地质问题导致施工地面出现下沉现象，则需要其他施工技术进行配合施工，或直接使用其他施工技术进行施工，确保施工有序进行。

2.2 全断面施工技术

全断面施工技术一般应用于断面挖掘工作。较为常见的全断面施工技术包括三种，即为掘进机护板全断面开挖法、护板全断面开挖法、新奥地利全断面挖掘法。全断面施工技术主要呈现为炸药引爆断面的作业方式，全断面施工技术虽然施工简单，工作效率高，但是这项技术受到地质条件的影响。因此，在工程项目施工前，先以防水隔离作为支护，再开展后续施工作业。鉴于全断面施工技术优点，一般应用于面积较为宽阔的施工现场，再以大型机械设备加以支持，只需一次技术操作便可使施工现场达到基本的施工要求。

2.3 超前支护施工技术

一般情况下，超前支护施工技术能够满足大多数公路隧道项目施工预设方案，对施工现场起到良好的封闭作用和支护效果。并且对施工现场周围的岩石结构影响较小，对公路隧道施工起到较大影响。超前支护施工技术分为超前小导管支护、超前钢插管支护、超前锚杆支护。在实际施工过程中，针对不同的施工地质条件采用不同的超前支护施工技术，确保施工现场满足基本施工条件。

2.4 台阶施工技术

台阶施工技术在公路隧道施工项目中较为常见，各台阶同时进行作业时容易产生干扰，影响工作进度，施工技术人员在施工前要对施工现场的岩石结构进行勘察，制定施工技术措施，保证安全施工。台阶施工技术一般应用于地质稳定性较差的公路隧道施工项目，要求施工单位采用台阶施工方法，因此在施工作业时，将隧道断面分为若干层由上至下进行施工，多个台阶共同进行钻探作业，能够有效提升工作效率。此外，在台阶第一层顶部增加钻探井眼，能够防止隧道出现坍塌现象。若隧道顶部出现松动时，可使用临时支撑螺栓进行加固，避免出现施工安全事故，提升施工效率。

2.5 注浆改良地质施工技术

注浆改良地质施工技术一般应用于改变施工地质环境，起到优化地质作用，增加施工地质结构稳定性，为提升施工进度，保证施工质量和施工安全提供保障。因此，施工单位在施工前，要对施工地质条件进行勘察，以确定注浆改良地质施工技术应用的正确性，保证施工有序进行，节约施工成本。一般情况下，注浆改良地质施工技术应用时，围绕土方开挖的轮廓线进行施工，确保项目施工顺利进行，同时有效保证施工质量。在掌握注浆改良地质施工技术使用的前提下，还要明确浆液配置方法，对增加施工地质稳定性起到显著效果。

3 不同地质条件下公路隧道施工要点

3.1 膨胀土地质条件施工

膨胀土地质影响公路隧道施工进度的主要原因是施工地质围岩容易发生形变，给公路隧道施工的开展造成较大的难度，施工单位应在此地质条件施工作业时要给予高度重视。在膨胀土地质开展公路隧道施工时，一般采用台阶法和侧壁导坑法进行施工，能够有效改善施工条件，对项目施工产生较好的效果。此外，施工技术人员要精准分析膨胀土地质的流变规律，降低因流变造成施工危害，采用适当的施工设备，对施工区域的膨胀土地质进行加固稳

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

定，提升施工效率。

3.2 岩溶地质条件施工

在岩溶地质条件下施工的主要问题是流水对岩石进行冲蚀，给施工单位造成较大的施工压力，若是施工技术应用不当，容易发生安全施工问题。为保证施工安全，施工技术人员在施工作业之前，对岩溶地质表现进行勘测，分析地下水运行情况，为提升改善岩溶地质条件做好铺垫[1]。在对施工场地和施工周围环境的岩溶地质进行勘测分析后，制定预报技术，规避施工安全隐患。

3.3 松散破碎地质条件施工

松散破碎地质呈现的特点是围岩松散，结构不具有稳定性。同时，松散破碎地质由于松散破碎岩石间隙较大，其中可能储存大量的地下水，使松散破碎地质的不稳定性更加严峻，使施工难度增加，若施工作业不当，易导致施工坍塌现象。一般情况下，在该地质条件下施工作业时，采用超前支护技术和钻孔排水技术，对岩石进行加固，增加松散破碎地质的稳定性，保证施工作业有序进行[2]。

3.4 流沙地质条件施工

流沙地质条件与岩溶地质条件较为类似，该地质条件呈现的主要问题是稳定性较差，长时间施工容易造成该地质产生坍塌或变形，给项目施工造成安全隐患。

应对该地质条件施工前，施工技术人员勘测分析流沙层分布状况，明确流沙层粒径及塑性指数，根据施工难点和施工要点制定施工方案[3]。一般情况下，在流沙地质条件开展公路隧道施工时，主要采用土方挖掘技术，应用先护后挖、自上而下施工原则，实现在施工过程中稳定隧道整体结构。

4 提高复杂地质条件下公路隧道施工质量措施

4.1 勘察公路隧道施工地质条件

要想实现在公路隧道施工过程中，合理应用施工技术，施工单位及相关建筑管理部门在施工前对施工现场及施工周围的地质条件进行勘测，根据勘测结果制定公路隧道施工技术应用方案。但是公路隧道施工地质条件勘测工作具有一定难度，要求施工单位和政府监管部门派遣专业性极强的地质勘测技术人员，对地质条件呈现的特点进行系统性分析[4]，这样既能提升施工单位的施工效率，也为政府监管部门提供监管依据，以保证施工项目在时间节点内保质保量完成项目工作。

4.2 科学选择公路隧道施工技术

政府监管部门和施工单位对施工地质条件进行勘测后，针对已分析出的地质条件采用适当的施工技术，并制定详细的施工流程，规避地质条件对施工产生的不利影响，降低施工危险系数。现有的施工技术只是应用于常见的地质条件，随着我国施工隧道施工的深入发展，为应变复杂多变的施工地质条件，施工技术人员要结合实际作业优化改进现有的施工技术，或是进行施工技术创新，以提升施工效率及施工质量，保证施工人员人身安全[5]。

4.3 加强公路隧道施工监督管理工作

有效加强公路隧道施工监督管理工作，需要政府监管部门和施工单位共同开展，共同建立施工监督管理办法，确保项目施工顺利开展。因此，施工单位在施工过程中，管理人员及施工技术人员要对每个施工环节进行监督管理，施工技术人员要驻扎在施工现场，监督施工人员施工时是否按照施工标准进行作业，同时对临时出现施工技术问题进行处理，保证施工人员有据可依。此外，政府监管部门要勤下施工现场进行检查，针对施工单位出现的技术问题进行指导，提出建设性意见[6]。这样才能保证施工技术标准应用的正确性，提升施工质量。同时，加强公路隧道施工监督管理能够有效节约施工成本和保证生命财产安全，为提升我国经济建设添砖加瓦。

5 结束语

综上所述，呈现复杂多变的地质条件为公路隧道施工造成较高的施工难度，影响施工进度和施工质量，容易给施工人员造成人身安全。因此，在公路隧道施工整个过程中，首先施工单位和政府监管部门对施工现场地地质条件进行勘测，根据地质条件选择施工技术，并对施工技术要点进行分析。在施工过程中，政府监管部门和施工单位要对施工进行监督与管理，应对施工现场出现的技术、质量、安全等施工进行解决。同时，施工单位要对施工技术人员的施工人员进行培训，提升施工人员施工技术理论知识，为加强施工人员实践操作能力提供依据，在促进项目施工顺利开展的基础上，以此提高整个工程建设的质量。

[参考文献]

[1]杨永贵.复杂地质环境下高速公路隧道施工技术分析[J].科技创新与应用,2022,12(18):154-157.
[2]何成素.复杂地质状况下公路隧道施工的关键技术分析[J].中华建设,2021(8):136-137.
[3]沙英超.复杂地质条件下公路隧道施工技术应用分析[J].建筑技术开发,2021,48(7):101-102.
[4]李宇.复杂地质条件下铁路隧道施工技术研究[J].城市住宅,2019,26(9):169-170.
[5]李红阳.复杂地质条件下铁路隧道施工技术研究[J].建筑技术开发,2019,46(17):51-52.
[6]殷立军.复杂地质条件下铁路隧道施工技术研究[J].中国标准化,2019(16):76-77.

作者简介：惠衡（1990.3—），男，西安市，毕业于吉林大学土木工程专业，当前就职于新疆北新路桥集团股份有限公司旗下新疆北新岩土工程勘察设计有限公司，任工程管理部部长，中级工程师，一级建造师市政公用工程和民航机场工程。

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

基于 BIM 技术的转体桥梁施工质量精细化管理研究

韩 星
中南勘察设计院集团有限公司，湖北 武汉 430074

[摘要]在传统的建筑工程中质量管理通常依赖于人工经验和离散的抽样检测，存在质量问题后期发现难、纠正成本高的困扰。此外，信息孤岛问题导致不同团队之间的数据难以协同，影响了整体质量管理的效能。同时传统质量管理中对文档的依赖以及缺乏智能化和数据驱动手段也限制了管理水平的提升，引入 BIM 技术等先进手段成为了提高质量管理效能的迫切需求，从而更好地适应现代建筑工程的复杂性和信息化趋势。

[关键词]BIM 技术；转体桥梁施工；精细化管理
DOI：10.33142/sca.v7i1.10898　　中图分类号：TU17　　文献标识码：A

Research on Fine Quality Management of Swivel Bridge Construction Based on BIM Technology

HAN Xing
Zhongnan Engineering Corporation Limited, Wuhan, Hubei, 430074, China

Abstract: In traditional construction projects, quality management usually relies on manual experience and discrete sampling inspection, which poses challenges in identifying quality problems later and correcting them at high costs. In addition, the problem of information silos makes it difficult for data between different teams to collaborate, affecting the effectiveness of overall quality management. At the same time, the reliance on documents and the lack of intelligent and data-driven methods in traditional quality management also limit the improvement of management level. Introducing advanced methods such as BIM technology has become an urgent need to improve the efficiency of quality management, so as to better adapt to the complexity and informatization trend of modern construction engineering.

Keywords: BIM technology; swivel bridge construction; refined management

引言

随着社会经济的不断发展，建筑工程质量管理在现代建筑领域变得愈发重要。工程质量直接关系到建筑物的安全性、可靠性和使用寿命，如何有效而全面地进行质量管理成为建筑行业亟待解决的问题。传统的质量管理方法在过去发挥了一定作用，但在面对日益复杂的建筑工程和信息化的浪潮时，其局限性也逐渐凸显。引入先进的技术和管理手段，特别是建筑信息模型（BIM）技术，对于提升质量管理水平具有重要的意义。

1 转体桥梁施工特点及质量管理需求

1.1 转体桥梁施工特点

转体桥梁施工具有多个显著的特点，这些特点在很大程度上影响了施工过程的管理和执行。首先，其结构形式的复杂性是突出的特征。通常，转体桥梁采用旋转机构实现桥梁主体的旋转运动，这要求在施工过程中对旋转机构进行精确控制，以确保桥梁的旋转平稳、精准。其次，由于桥梁结构的独特性，需要在施工中考虑各个构件之间的协同作业，以确保在旋转过程中不会产生结构变形或损伤。这使得对工人的技术要求较高，需要具备对复杂结构进行操作和控制的技能。

施工现场对于工人的技术要求较高，需要具备对复杂结构进行操作和控制的技能。同时，由于转体桥梁的建设通常涉及到大型机械设备和高空作业，施工安全性是一个极为重要的考虑因素。在整个施工过程中，必须严格遵守相关的安全规范，采取有效的安全措施，以确保工人和设备的安全。另一个突出的特点是施工场地相对宽裕、安全，从而保证了施工质量并降低了安全风险。相比其他施工方法，转体桥梁施工所需的机具设备较少，工艺简单，操作相对安全。这也导致了较低的施工成本。此外，转体桥梁的结构合理，受力明确，力学性能良好，使其在艰难复杂的条件下具有较强的施工适应性。

1.2 质量管理需求分析

转体桥梁施工的独特性和复杂性使得质量管理成为不可忽视的关键环节。在质量管理需求方面，首先需要注重施工过程中的工艺控制。由于转体桥梁的结构特殊，每一步施工都直接关系到后续工序，因此需要严格控制每个工艺环节，确保施工步骤的协调一致，减少结构变形和损伤的风险。其次，质量管理需求还涉及材料的选择和使用。转体桥梁作为大型工程，需要使用大量高强度和耐久性的材料确保整个结构的安全性和稳定性。因此，在材料的选用上需要进行严格的质量控制，防止因材料质量不达标而导致工程质量问题。在施工现场技术人员需要具备高超的

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

操作技能，尤其是对于旋转机构的操作和控制需要精准。因此，质量管理还需强调对施工人员的培训和技术监督，确保他们能够熟练掌握先进的施工技术，提高工程的整体质量水平。最后，质量管理需求还包括施工过程中的监测和检测体系。通过引入先进的监测技术和设备，及时发现潜在的施工质量问题，采取有效的措施进行修复和调整，以确保工程的整体质量水平和安全性。因此，质量管理需求分析的关键点在于强调工艺控制、材料质量、施工人员技能和监测体系的全面管理确保转体桥梁工程的高质量完成。

2 BIM 技术在转体桥梁设计中的应用

2.1 参数化建模在桥梁设计中的应用

参数化建模在桥梁设计中的应用为设计过程注入了高度灵活性和效率。通过参数化建模设计师可以借助各种参数和规则，迅速生成多样化的桥梁形态，更好地满足不同项目需求。首先，参数化建模能够提供设计方案的可调性，通过调整参数如桥梁跨度、高度、梁宽等，设计师可以在短时间内生成并比较多个设计方案，为项目决策提供更多选择。其次，参数化建模有助于优化设计过程。设计师可以通过引入参数自动化生成和修改模型，减少了繁琐的手工操作提高了设计效率。这对于复杂的转体桥梁结构尤为重要，因为传统手工设计可能面临复杂性和耗时的挑战。另外，参数化建模还支持与其他设计软件和工具的集成，实现设计信息的无缝传递。这种集成性有助于协同设计和信息共享，提高设计团队的工作效率。设计师可以在参数化建模软件中创建桥梁模型，并将其与其他设计阶段的信息相互关联，确保整个设计流程的一致性和协调性。

2.2 协同设计与信息共享

协同设计与信息共享在转体桥梁设计中的应用为设计团队提供了高效的合作平台和实时沟通机制。通过建立统一的数字化平台，设计团队成员能够在同一工程模型上协同工作，消除了因使用不同软件或版本而导致的信息不一致和沟通障碍。这提高了设计协同的效率。信息共享通过实时共享设计数据、文档和模型，确保设计团队每个成员都能获取最新的项目信息。这种实时性的信息共享有助于快速响应设计变更、解决问题，并降低设计过程中的误差。在转体桥梁这类复杂工程项目中，及时沟通和协同是确保工程质量和进度的关键因素。协同设计与信息共享还为不同专业领域的设计师提供了更好的集成平台，不同专业的设计团队能够在同一平台上交流和协作，确保各个专业设计之间的协调性和一致性。这种跨学科的合作有助于综合考虑各种因素，提高设计的全面性和完整性。

3 施工质量管理现状与问题

3.1 传统施工质量管理方法回顾

传统施工质量管理方法在过去的实践中发挥了关键作用，但其面临的一些局限性逐渐凸显。首先，依赖人工经验和抽样检测导致主观性强且样本局限，难以全面准确评估工程质量。其次，方法相对独立，难以实现全过程信息集成和实时监控，可能导致质量问题在后期才被发现，增加纠正措施的代价和工程周期。此外，传统方法在沟通和协作方面存在不足，信息传递依赖文件和纸质记录，容易出现信息滞后和决策延误。因此，需要引入更先进的质量管理方法，注重数据驱动、实时监控和多方协同，以适应工程复杂性和信息化的发展趋势。新一代的施工质量管理方法应更注重智能化和综合性，提高管理效率。

3.2 质量管理存在的问题

质量管理在施工领域面临一系列问题，直接关系到工程的安全性、可靠性和最终的交付质量。首先，传统的质量管理方法依赖离散抽样检测和人工经验，导致对整体施工过程的监控不足，潜在问题往往在后期才被发现，增加了纠正的难度和成本。其次，信息孤岛问题妨碍数据共享和集成，不同团队、不同阶段的数据难以衔接，影响决策和纠正措施的及时性，降低整体质量管理效能。文档管理方面存在难题，纸质文档和手工记录容易遗失、损坏或不准确，影响透明度和管理风险。最后，缺乏智能化和数据驱动手段，一些项目未充分应用先进技术，导致质量管理水平滞后。解决这些问题需要从技术、流程和文化等多个层面入手，推动质量管理向数字化、智能化、协同化的方向发展，提高整体施工工程的质量水平。

3.3 BIM 技术在质量管理中的应用

建筑信息模型（BIM）技术在施工质量管理中的应用为传统质量管理带来了革命性的变革[1]。首先，BIM 技术通过创建数字化的三维模型，实现了对整个施工过程的高度可视化和可操作性。设计团队、施工人员和监理方都能够共享同一数据源，从而减少信息的误差和不一致性，提高了整体质量管理的准确性。其次，BIM 技术支持数据的实时更新和互动性，使得质量问题能够更早、更及时地被发现和解决。通过结合传感器技术，BIM 可以实时监测施工过程中的各种参数，包括结构变形、温度、湿度等，为质量管理提供了更多的实时数据支持。另外，BIM 技术在质量管理中的应用还包括对工序的精细化控制。通过 BIM 模型，可以对每个工序进行详细规划和模拟，提前发现可能存在的冲突和问题，从而在施工过程中精确控制质量。这种精细化的控制有助于减少施工过程中的错误和缺陷，提高了整体施工质量。最后，BIM 技术促进了不同专业领域的协同工作，结构、土木、电气等各专业的信息都可以被整合在一个共享的数字平台上，实现更高水平的协同设计和施工，有助于提高施工的整体一致性和协调性，进一步降低了质量管理的风险。

4 BIM 技术在转体桥梁质量控制中的应用

4.1 施工前质量控制

在转体桥梁施工中，BIM 技术的应用涉及多个方面，

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

其中包括三维可视化、三维仿真模拟动画技术交底以及施工前方案审查等重要环节。首先，在施工前阶段，利用BIM技术创建了三维模型和三维实景建模，实现了项目的可视化管理。这项工作使得施工人员能够更加快速地了解工程的状况和特点，尤其是对于复杂构件的技术交底提供了便捷的手段[2]。通过三维可视化可以更清晰地审查桥梁的区域关系，进行施工实体质量检验，为施工前的准备工作提供了有力的支持。其次，采用三维仿真模拟动画技术，根据转体专项施工方案，构建了转体桥梁构件模型和措施模型。通过完整形象的施工仿真模拟，可以清晰表达施工工序、施工措施，明确转体桥梁施工的质量和安全控制要点。这一技术的应用改善了传统纸质技术交底流于形式的问题，提升了交底效果，使得相关人员更容易理解和接受施工方案。最后，基于BIM的工程信息化管理平台支持移动端（Web和App端）模型查看、在线问题的录入以及专项施工方案、开工报告的审批和协同功能。这有助于实现转体桥梁工程中多方协作事项，如征地拆迁、水电接入等。通过在线任务填报、管理人员及相关职能部门的在线审批，沟通效率得到提高，同时实现了对开工前各项准备工作的实时跟踪，以便及时下达分部分项工程的开工令。整个过程通过BIM技术的支持，使得施工前方案审查更加高效、便捷。

4.2 施工中质量控制

在转体桥梁施工精细化管理中，采用了多项BIM技术和协同管理手段，以提高工程管理效率和质量控制的透明性。首先，通过建立在线档案库，基于转体桥梁施工精细化管理框架和BIM技术协同管理平台，实现了施工过程中桥梁结构建造过程质量控制资料与三维模型构件的关联。这样的在线档案库不仅包括了工程原材料、施工作业人员、试验检测等信息，还能够精细化管理和可追溯施工过程中各工序的施工质量和施工监测数据[3]。其次，在质量问题协同方面，基于BIM的工程信息化管理平台支持移动端模型查看、在线问题录入与审批等协同功能。在施工过程中，对于现场发现的问题，可以及时进行在线填报，并关联至具体的模型构件，以便责任单位能够立即进行处理。这有效确保了所有质量问题能够第一时间得到整改闭合，提高了工程管理效率和质量控制的透明性。最后，在转体前质量控制方面，通过施工监测数据的实时查看，工程监控单位能够及时发出工作指令，确保施工过程中各项质量和安全要求得以满足。通过三维激光扫描技术，实现了对主墩箱梁的转体前的称重，与设计BIM模型数据进行比对，为后续转体施工提供了参考。通过三维激光扫描技术采集到的数据，逆向建立了转体部分的BIM模型，分析实际重心偏差的影响，以便施加转体控制措施，确保施工过程中的质量和安全。

4.3 施工后质量控制

在施工完成后，进行施工后质量控制是确保转体桥梁工程整体质量符合设计和规范要求的重要步骤。首先，在分项分部工程的质量评定方面，基于协同管理平台上的BIM模型编码体系构件关联性，通过分析转体桥梁各构件施工工序的实际建造质量，进行分项工程的质量评定。这一过程有助于深入了解每个分项工程的施工质量状况，进而分析整个分部工程的质量，最终达到对单位工程整体质量的评定。通过BIM模型的关联性，确保了评定的准确性和全面性。其次，在实体质量检查方面，利用三维激光扫描技术进行了转体过程中的变形监测和转体桥成桥后的混凝土缺陷检查。这有效解决了大型转体桥梁施工质量检查时表观缺陷检查的便捷性、准确性以及信息零散的问题。分项分部工程的质量评定和实体质量检查是转体桥梁施工质量管理的重要环节，通过BIM技术和三维激光扫描技术的应用，有效提高了对施工质量的监控和评估的准确性和全面性。这为施工过程中的问题处理和整体质量提升提供了有力支持。

5 结语

转体桥梁的复杂性要求精细化的质量管理。BIM技术在设计中的参数化建模和协同设计解决了设计阶段的协调问题。传统质量管理存在信息传递不畅、监控不足等问题，而BIM技术通过实时数据共享和可视化管理提高了精细度和实效性。在施工前BIM技术帮助设计阶段识别潜在质量问题；施工中实时监控和在线协同解决问题；施工后通过实体质量检查和在线档案库全面评估工程质量。BIM技术为提高工程质量管理水平提供了先进手段，将推动施工行业向数字化、智能化迈进。在未来，随着技术发展，BIM将继续引领工程建设的创新发展。

[参考文献]

[1]周亮,刘守宇,许杰.基于BIM技术的转体桥梁施工质量精细化管理研究[J].建筑技术开发,2023,50(8):66-68.
[2]白电凯.桥梁转体施工技术及质量控制分析[J].交通世界,2023(29):132-134.
[3]徐福杰.桥梁工程转体施工关键技术[J].交通世界,2023(24):174-176.

作者简介：韩星（1988.10—），汉族，硕士研究生学历，毕业院校为重庆交通大学。现就职中南勘察设计院集团有限公司。

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

公路桥梁养护管理与危桥改造技术要点研究

铁福艳
西宁市湟中区交通运输综合行政执法大队，青海 西宁 811600

[摘要]公路桥梁养护管理是指定期对桥梁进行检测、维修、保养等技术措施，以维持桥梁的安全、稳定和良好的运行状态；而危桥改造则是指对已经发生结构性损坏的桥梁进行改造和重建，以保证其安全可靠地运行。这两个方面之间有着密切的联系。养护管理是桥梁安全运行的基础，通过定期检查发现桥梁的隐患问题，及时采取维修、保养等技术措施，从而减少桥梁的损坏情况。而危桥改造则是在养护管理的基础上进行的，针对重大安全隐患问题，采用更加严格的技术标准和措施进行改造和重建，以保证桥梁的长期安全使用。基于此，文章概述了公路桥梁养护管理和危桥改造技术的概念、重要性和原则，并针对养护管理要点和改造技术要点进行了总结与梳理。

[关键词]公路桥梁；养护管理；危桥改造；技术要点
DOI：10.33142/sca.v7i1.10909　　中图分类号：U445.7　　文献标识码：A

Research on Key Points of Highway Bridge Maintenance Management and Dangerous Bridge Renovation Technology

TIE Fuyan
Xining Huangzhong Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Brigade, Xining, Qinghai, 811600, China

Abstract: Highway bridge maintenance management refers to the technical measures of inspecting, repairing, and maintaining bridges at designated periods to maintain their safety, stability, and good operating condition; The renovation of dangerous bridges refers to the renovation and reconstruction of bridges that have undergone structural damage to ensure their safe and reliable operation. There is a close connection between these two aspects. Maintenance management is the foundation for the safe operation of bridges. Through regular inspections, hidden dangers and problems of bridges are discovered, and timely technical measures such as maintenance and upkeep are taken to reduce damage to bridges. The renovation of dangerous bridges is carried out on the basis of maintenance management. In response to major safety hazards, stricter technical standards and measures are adopted for renovation and reconstruction to ensure the long-term safe use of the bridge. Based on this, the article outlines the concepts, importance, and principles of highway bridge maintenance management and dangerous bridge renovation technology, and summarizes and sorts out the key points of maintenance management and renovation technology.

Keywords: highway bridges; maintenance management; dangerous bridge renovation; technical points

引言

公路桥梁是公路交通的重要组成部分，是人民生产和社会生活的重要基础设施。公路桥梁的设计和建造直接关系到交通运输的安全、便捷和经济效益。随着城市化进程的不断推进，公路桥梁长期承受车流、气候和自然环境的侵蚀，导致桥梁存在结构老化、腐蚀、裂缝等安全隐患。此外，许多旧桥的设计和施工质量不高，无法满足当前交通需求，因此需要加强养护和改造不断提高桥梁的安全性、通行能力和服务水平。但是在公路桥梁养护和改造方面，存在养护和改造资金缺乏、养护和改造技术不足、组织管理不规范等多种问题，影响了公路桥梁的养护和改造效率和质量。因此，根据湟中区交通运输局下发的《湟中区 2023 年危桥改造工程一阶段施工图设计委托书》，为了改善该地区的通行条件及通行能力，带动沿线经济发展，提高人民收入水平，扎实推动共同富裕，不断增强人民群众获得感、幸福感、安全感，促进乡村的全面发展和社会的全面进步，桥梁的养护与危桥改造建设需求迫在眉睫。本文探讨公路桥梁养护管理与危桥改造技术要点，为公路桥梁养护和改造提供科学的决策和技术支持，具有重要的理论和现实意义。

1 公路桥梁养护管理的重要性和原则

1.1 公路桥梁养护管理概念和意义

公路桥梁养护管理是指对公路桥梁进行定期检测、评估、日常检查、维护、抢修与恢复等一系列科学有效的管理措施，以保证公路桥梁的正常运行，延长桥梁的使用寿命，减少交通事故的发生，提高道路通行能力和安全性[1]。公路桥梁作为公路交通的重要组成部分，是架设在河流、山峦、峡谷等自然地理环境下的非常特殊的建筑物，其性质和使用条件决定了其养护管理工作必须高度重视。具体来讲，公路桥梁的养护管理工作不仅关系到道路的安全稳定运行，还直接影响到人民生命财产安全。因此维护公路桥梁的安全性、稳定性和寿命，减少桥梁事故的发生，提高运营效益，是现代交通行业的重要组成部分。

1.2 公路桥梁养护管理的基本原则

公路桥梁的养护管理工作，首要考虑的就是道路的安全性。在养护管理的各项措施中，一定要坚持安全第一的原则，确保桥梁不仅能够正常使用，还能够保证通过桥梁

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

的车辆和人员在行驶过程中的安全。同时，公路桥梁的养护管理应该坚持预防为主的方针，加强养护检测和日常维护，及时发现和排除桥梁的隐患，以防止事故的发生。并且要采取科学合理的措施，尽最大努力保障桥梁的安全、稳定和寿命。其次，公路桥梁的养护管理必须坚持科学规范的管理，遵循国家相关法律法规和技术标准，推行规范化管理的模式，采用先进的技术手段，加强桥梁的监测、评估和维护，提高养护管理的水平和效率。除此之外，公路桥梁的养护管理工作是一项综合性工作，需要各部门之间、各环节之间密切协作，协力合作，形成一张合力，共同推进桥梁的养护管理，确保桥梁在长期使用中安全、稳定。

2 公路桥梁养护管理要点

2.1 注重定期检测与评估

定期检测与评估对于公路桥梁的养护管理至关重要。通过定期的检测和评估，可以及时发现和解决桥梁存在的问题，保障公路桥梁的安全运行和正常使用。因此，需要加强对公路桥梁的定期检测与评估。具体来讲，针对公路桥梁的定期检测与评估主要需要相关部门和人员落实好以下几项工作：第一，制定合理的定期检测计划，明确公路桥梁的检测频次和检测内容。并根据公路桥梁的使用情况、结构类型和设计寿命等因素，合理安排定期检测的时间间隔。第二，通过综合采用目视观察、测量仪器、非破坏性检测等方法，对公路桥梁各组成部分、关键构件和连接点进行全面的结构健康评估，包括检测桥墩、墩台、梁体、支座、伸缩缝等[2]。第三，加强公路桥梁所使用的材料的评估，包括钢材、混凝土、防腐处理等。通过取样检验、实验室测试和现场观察等方法，评估材料的物理性能、化学性能和耐久性能。第四，基于公路桥梁所在地的气候条件、交通量变化和地震等级，评估桥梁结构对环境荷载的承载能力，包括静荷载、动荷载、地震荷载等。第五，相关部门和工作人员需要对检测所得的数据进行分析和评估，绘制检测图表、统计分析结果，并制作相关的检测报告。报告应明确指出公路桥梁结构等方面存在的问题和隐患，提出相应的养护和修复建议。并且需要定期进行监测与跟踪。通过监测数据的收集和比对，了解桥梁结构的运行状况和变化趋势，及时评估养护效果，调整养护策略。

2.2 加强日常检查与维护

公路桥梁的日常检查与维护是保障其安全运行和延长使用寿命的重要环节。因此，在公路桥梁的日常运行中，相关部门和工作人员需要落实好以下几项工作。相关部门和工作人员需要定期进行公路桥梁的日常巡查，包括检查桥墩、墩台、梁体、支座、伸缩缝等关键部位的结构状况，观察是否出现裂缝、变形、腐蚀、松动等异常情况。并定期清理桥面和桥下的杂物，防止堵塞排水系统，避免水汽侵蚀和损害桥梁结构。桥面维护与修复对于公路桥梁的运行质量和安全具有十分重要的影响。因此，相关部门和工作人员也需要及时采用补漆、填缝、更换铺装等方式，维护与修复桥面的破损和裂缝，保证行车平稳和减少损坏扩展。在公路桥梁的日常检查和维护中，防护措施维护也是十分必要的一项工作。相关部门和工作人员需要加强对公路桥梁栏杆、护栏、防撞墩等防护设施的检测，保持桥梁的防护设施的完好和有效，确保其发挥正常的安全保护作用。基于公路桥梁涂装层的防锈和防腐作用，在进行公路桥梁检测和保养的过程中，若发现涂层脱落、龟裂、锈蚀等问题，也应及时进行涂装修复和维护。除此之外，相关部门和工作人员也需要定期检查公路桥梁支座和伸缩缝的功能状态。保持支座的稳固和弹性，确保其正常的承载和位移功能。对伸缩缝进行清理和润滑维护，保证其正常的伸缩和变形。同时，针对桥梁周围的绿化和草坪，也需定期修剪和修整，并有效落实除草、喷洒杀虫剂等措施，防止杂草滋生和害虫侵蚀。

2.3 提升公路桥梁养护技术

通过不断提升公路桥梁养护技术，可以提高桥梁的安全性、耐久性和可维护性，提升养护工作的效率和质量。同时，也能降低桥梁的维护成本和运营风险，保障公路交通的安全和畅通。具体来讲，应用现代化技术对公路桥梁进行养护管理，主要可以从以下几方面着手：一是建立完善的培训体系，加强对养护人员的培训和技术提升。包括技术知识的学习、实操技能的训练、最新养护技术的了解和应用等。定期组织培训和交流，提高养护人员的专业水平和技术能力。二是建立桥梁养护档案管理系统，并进行信息化建设。对桥梁的养护记录、检测报告、维修计划等进行科学、规范的管理，并实现信息共享和快速查询。利用信息技术手段，提高工作效率和准确性。三是采用前瞻性维护策略，提前规划和预防桥梁的损坏和老化。通过结构监测和数据分析，预判桥梁的维护需求，制定合理的养护计划，及时进行预防性维护和修复工作[3]。四是积极引进和应用新技术和新材料，提高养护的效果和成本效益。如采用无损检测技术、钢筋防腐技术、高性能混凝土等先进技术和材料，提升桥梁的耐久性和抗震性。五是加强与相关单位和专家的合作，共享资源和经验。组织技术交流、学术研讨、实地考察等活动，互相借鉴和学习他人的养护经验，推进技术的共同进步。

3 危桥改造的概念、重要性与原则

3.1 危桥改造的概念与重要性

上五庄镇石梯小桥位于上五庄镇华科村，桥梁跨越河流为西纳川河，桥梁位于东经 101.3950°、北纬 36.8365°。原有桥梁跨径为 2～10m，桥梁净宽：净 4.5m+2×0.3m（护栏），桥梁全长 20m，桥下净高 4.0m，上部结构为矩形板，桥墩为轻型桥墩，桥台为轻型桥台，基础为扩大基础，墙身结构均为浆砌块石，进出口接八字墙。据调查，该桥修建于建于 1980 年距今已有 40 多年。梁板有裂缝、麻面，桥墩经长期受水流冲刷底部混凝土脱落，结构性能已无法满足现有交通荷载，安全隐患极大。

公路桥梁危桥改造是指对存在安全隐患、已经或者可能造成人员伤亡或财产损失的桥梁进行技术改造，使之达到安全稳定的目的。公路桥梁危桥改造的重要性在于，公路桥梁是公路交通运输的重要组成部分，是承载着大量车辆和人员的重要设施，其安全稳定对于行业、社会和人民生命财产安全都具有重大影响。因此，公路桥梁危桥改造是保障公路交

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

通安全、保障经济发展和人民生命财产安全的重要工作。

3.2 危桥改造的基本原则

总结危桥改造的基本原则在于，以保障公路交通安全、提升桥梁安全等级为出发点，遵循科学、合理、经济、可行的原则，确保改造后公路桥梁的使用安全和经济效益。其中，应注意以下几点：一是确保改造前期调查准确可靠，对桥梁的实际情况进行全面了解，尽可能消除可能的风险隐患。二是根据桥梁的实际情况，结合改造后的使用性能和经济效益，选择适当的改造方法和材料，保证强度、稳定性和使用寿命等安全指标[4]。三是在保证施工质量的前提下，控制改造成本，确保经济效益。四是需要对改造后的桥梁进行全面化管理，定期检查和维护，以保证桥梁的安全稳定运行。

4 危桥改造的具体技术要点

危桥改造是指对已经存在严重损坏或不满足使用要求的桥梁进行维修、加固或重建。在进行危桥改造时，需要注意以下具体技术要点：

4.1 结构评估、监测与方案选择

对危桥进行全面的结构评估，确定其损坏程度和强度状况。通过采用结构监测和非破坏检测技术，获取桥梁的静载荷和动态荷载等数据，为改造方案的制定提供依据。同时，相关部门在进行危桥改造时需要根据桥梁的评估结果和改造的目标，制定合理的改造方案。选择适宜的改造技术和材料，如加固钢板、预应力、防腐涂层等。根据桥梁的特点和使用要求，设计合理的改造方案，确保改造效果和安全可靠性。

4.2 结构增强与加固

危桥改造中的结构增强与加固是为了提高桥梁的强度和承载能力，以确保其安全可靠性。在进行公路桥梁结构增强与加固时可以从加固桥梁的墩台、梁体、支座、钢结构，采用预应力技术、选择合适的加固材料等方面着手。针对桥梁墩台的加固，包括增加墩脚梁、加固墩身和补强墩底座等措施。根据墩台的结构状况和加固需求，采用预应力钢板、钢筋混凝土和碳纤维加固等方式，提高墩台的承载能力和抗震能力。针对桥梁的梁体加固，可以采取增加梁座、加固梁端和加固截面等措施。而针对梁体的缺陷和损伤，可采用预应力技术、碳纤维加固和钢板加固等方式，提高梁体的强度和刚度。桥梁支座在公路桥梁的运行中发挥着重要的作用，因此在对危桥进行改造时需要重视对支座的补强处理，如对弹性支座进行加固，增加支座的强度和位移能力。对橡胶支座进行更换和维修，保证其正常的减震和位移功能[5]。对桥梁的钢结构进行加固处理，其措施主要包括钢弦加固、钢梁加固和钢柱加固等。主要原理是通过添加预应力、增加钢板和加固连接节点等方式，提高桥梁钢结构的强度和耐力。另外，在进行改造的过程中还可以采用预应力钢束或钢板，在桥梁结构中施加预应力，提高结构的强度和承载能力。同时，在进行结构增强与加固时，也需要根据桥梁的具体情况和加固要求，选择适宜的材料和工艺，确保加固效果和可靠性。常用的加固材料包括碳纤维、玻璃纤维、钢板、钢筋混凝土等。

上五庄镇石梯小桥改造采用常规 10m 跨径钢筋混凝土空心板。桥梁起点桩号为 K0+031.495，终点桩号为 K0+052.535，桥梁中心桩号 K0+042，桥梁全长 28.709m，下部结构为轻型墩台，基础为扩大基础。本桥上部结构采用 10m 装配式钢筋混凝土简支空心板，板高 50cm。下部结构为轻型墩台，基础为扩大基础。

4.3 桥面和铺装修复

在进行危桥改造的过程中，相关部门和工作人员需要重视对桥面和铺装的修复和更换。其中修复桥面的裂缝和损伤，可采用补漆、批刮等方式，恢复桥面的平整度和防水性。对铺装进行修复和重新铺设，能确保行车的平稳和安全。需要注意的是，在进行桥面和铺装修复乃至加固处理的过程中都需要重视对桥梁相关结构的防腐和防水处理，采用适当的防腐涂层和防水层，保护桥梁结构不受潮湿、腐蚀和侵蚀的影响，以延长桥梁的使用寿命。上五庄镇石梯小桥改造桥墩台处采用简易油毛毡支座，桥面铺装为 10cmC40 聚丙乙烯纤维混凝土，并且定期检查和维护防腐和防水层，确保其有效性和可靠性。另外，在进行危桥改造的过程中，还需要严格控制施工质量，确保改造的效果和可靠性。通过加强施工组织和质量管理，对施工材料、施工工艺和施工工人进行监督和检查，保障施工符合相关质量、进度和安全要求。同时，为保障施工质量，还需要加强对施工过程的监督，检查改造的质量和进度，及时处理施工中的各种问题，确保工程的质量和改造符合设计要求。

5 结束语

公路桥梁养护管理技术是现代交通行业重要的组成部分，对于保障公路桥梁的安全、稳定、长期使用具有重要的意义。在进行公路桥梁养护过程的过程中需要遵循相应的养护管理原则，从定期检测评估、加强日常检测和维护以及提升养护管理技术方面着手，让公路桥梁养护管理工作能够高质量、高效率地开展。在进行危桥改造时，也需要相关部门和工作人员充分考虑桥梁的结构特点、使用要求和预算限制，科学设计改造方案。同时，严格按照相关规范和标准进行施工和验收，监控危桥改造工程的质量和安全。

[参考文献]

[1]崔荣杰.公路桥梁养护管理及危桥改造[J].交通世界,2023(32):145-147.
[2]张新裕.论公路桥梁管理养护中的问题和策略[J].大众标准化,2023(9):88-90.
[3]高鹏.公路桥梁养护管理与危桥改造技术要点[J].科技与创新,2022(8):101-103.
[4]施萍.公路桥梁养护管理及危桥加固改造技术探析[J].交通世界,2021(26):131-132.
[5]叶金秋.公路桥梁养护管理及危桥加固改造技术[J].住宅与房地产,2020(36):159.
[6]王彩虹.公路桥梁养护管理及危桥加固改造技术分析[J].运输经理世界,2020(17):102-103.

作者简介：铁福艳（1988.8—），毕业院校：华北科技学院，所学专业：工程管理，当前就职单位名称：西宁市湟中区交通运输局，职称：工程师。

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

国省干线公路养护中预防性养护技术及应用研究

阮仕汨
陕西省商洛公路管理局机械站，陕西 商洛 726000

[摘要]随着我国的快速发展，我国对国省干线公路的质量要求也就越来越高。但是，公路的建设技术虽然在不断提高，公路的养护技术却还是不够完善。因此，就造成了国省干线公路时常出现质量问题，并且在公路养护方面也花费巨大，为了解决这一问题，就要进行预防性公路养护工作。文中介绍了我国国省干线公路的养护现状，分析了预防性公路养护技术，最后总结了预防性公路养护技术在我国国省干线公路养护中的应用。

[关键词]预防性；国省干线公路；公路养护技术
DOI：10.33142/sca.v7i1.10895　　中图分类号：U416.217　　文献标识码：A

Research on Preventive Maintenance Technology and Its Application in the Maintenance of National and Provincial Trunk Highways

RUAN Shimi
Machinery Station of Shaanxi Shangluo Highway Administration Bureau, Shangluo, Shaanxi, 726000, China

Abstract: With the rapid development of our country, the quality requirements for national and provincial trunk highways have become increasingly high. However, although the construction technology of highways is constantly improving, the maintenance technology of highways is still not perfect enough. Therefore, quality problems often occur on national and provincial trunk highways, and the cost of highway maintenance is huge. In order to solve this problem, preventive highway maintenance work needs to be carried out. The article introduces the maintenance status of provincial trunk highways in China, analyzes preventive highway maintenance techniques, and finally summarizes the application of preventive highway maintenance technology in the maintenance of provincial trunk highways in China.

Keywords: preventive; national and provincial trunk highways; highway maintenance technology

引言

国省干线公路作为交通基础设施的重要组成部分，承担着促进经济发展、连接城市与乡村的关键角色。随着社会经济的不断发展和交通负荷的逐渐增大，公路的养护与维护变得尤为关键。预防性养护技术作为一种主动的、先发制人的养护策略，逐渐引起了广泛的关注。文中致力于国省干线公路养护中预防性养护技术及其应用的深入研究。预防性养护技术旨在在公路出现明显病害之前进行维护，通过采用先进的技术手段，降低养护成本、延长公路使用寿命，从而提高交通运输系统的整体效能。通过对各种预防性养护技术的深入分析，我们旨在探讨这些技术在不同养护场景下的应用效果、优势以及可能的挑战。这将有助于为国省干线公路的养护决策提供科学的理论依据。通过深入了解预防性养护技术的实际应用，我们期望为提升公路养护效果、保障公路交通安全、促进可持续发展做出积极的贡献。

1 国省干线公路养护中预防性养护技术作用

1.1 降低养护成本

在国省干线公路养护中，预防性养护技术发挥着重要的作用，其中降低养护成本是其中一个显著的优势。传统的维护方式通常依赖于事后修复，当路面出现破损或病害时，才进行紧急维修和养护，这不仅费时费力，还常常伴随着高昂的维护成本。然而，预防性养护技术通过提前对路面进行维护和保养，预防病害的发生，从而避免了紧急维修的需求，降低了养护的整体成本。采用预防性养护技术的关键在于在路面出现明显病害之前进行预防性的修复和保养。这可以通过使用各种先进的材料和技术，如同步碎石封层、纤维封层、稀浆封层等，来提高路面的抗损耗性能，增加路面的抗裂和抗滑能力，以及提高路面的整体耐久性。通过这些预防性措施，可以有效地延缓路面老化的速度，减少病害的发生，从而减轻了养护的工作量和成本压力。

1.2 可以延长公路使用寿命

在传统的养护方式中，公路病害常常需要等到出现明显损伤或者破坏时才会得到修复，这种事后维护模式难以避免进一步的劣化，导致公路使用寿命缩短。相比之下，预防性养护技术的介入使得公路养护工作更具前瞻性和主动性。通过采用各种预防性养护技术，例如同步碎石封层、纤维封层、稀浆封层等，可以在路面出现明显病害之前进行维护和修复。这些技术不仅能够有效修复路面微观缺陷，还能阻止裂缝的扩展，增加路面的抗压和抗磨损性能，从而有效延长了公路的使用寿命[1]。延长公路使用寿命的关键在于提前发现并解决路面问题，而预防性养护技术

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

恰恰满足了这一需求。通过定期的养护和保养，公路的整体结构和性能能够得到有效维持，减缓了路面老化的过程。

1.3 可以提高公路通行能力

公路通行能力的提升对于交通系统的有效运行至关重要，而预防性养护技术的应用为实现这一目标提供了可行的途径。通过采用先进的预防性养护技术，例如同步碎石封层、纤维封层、稀浆封层等，公路路面得以保持更加平整、坚固。这种平整度的提升不仅降低了车辆在行驶过程中的颠簸感，同时减少了摩擦阻力，有助于提高车辆的行驶效率。此外，预防性养护技术还可以增加路面的抗滑性，减少雨雪天气对路面通行能力的影响，从而确保在各种气候条件下都能够维持较高的通行效能。通行能力的提升不仅使车辆在公路上畅通无阻，也有助于减缓交通拥堵问题。通过采用预防性养护手段，可以有效减少因路面损坏而造成的临时交通限制和维修工程，确保公路始终处于良好的通行状态。

2 预防性养护技术分析

2.1 同步碎石封层技术

同步碎石封层技术作为一项先进的预防性养护技术，在公路养护中发挥着重要作用。该技术通过将沥青与碎石同时喷洒于路面，形成均匀而坚固的封层，具有多重功能。首先，它提高了路面的抗水性和抗侵蚀能力，有效减缓了水流对路面的冲刷，降低了路面表面的磨损。其次，同步碎石封层增强了路面的耐久性，有效防止裂缝的扩展，延长了公路的使用寿命。这种技术不仅降低了养护成本，还提高了路面的整体质量，为预防性养护提供了可行而有效的解决方案。

2.2 纤维封层技术

纤维封层技术是一种创新的预防性养护手段，通过将纤维材料掺入沥青封层中，形成均匀的混合物，为路面提供了额外的强度和抗裂性能。这种技术有效增加了路面的抗拉强度，防止裂缝的形成和扩展，降低了路面的老化速度。纤维封层技术在养护过程中不仅提高了路面的耐久性，还减少了维修频率和养护成本。通过巧妙地结合沥青和纤维材料，纤维封层技术为公路养护带来了可靠而持久的防护层。

2.3 稀浆封层技术

稀浆封层技术是一项先进的预防性养护技术，它通过将特定的稀浆材料均匀喷洒在路面上，形成一层坚韧、致密的保护膜。这种技术具有多方面的优势，首先，稀浆封层可以填充路面微观裂缝，提高路面的抗裂性能，有效阻止裂缝的扩展。其次，这一薄层的均匀覆盖不仅提升了路面的抗水性和抗侵蚀能力，还能够改善路面的摩擦系数，提高行车安全性。稀浆封层技术的施工过程简便高效，能够在较短时间内完成养护任务，减少了对交通的干扰。

2.4 微表处技术

微表处技术是一项创新的预防性养护技术，它通过对路面进行微观级别的处理，提高路面的抗滑性、耐磨性和抗老化能力。这种技术以微观结构调整为核心，通过在路面表面形成微小的纹理或涂覆特殊材料，有效提高路面的抗滑性，减少雨水及车辆流失的危险。微表处技术同时改善了路面的耐磨性，延缓了路面的老化过程，使其更加耐久[2]。由于微表处技术的施工相对简便，且不对交通造成明显干扰，因此在提高道路性能、减少养护频率和维持道路安全方面具有广阔的应用前景。

2.5 雾封层技术

雾封层技术是一种创新而高效的预防性养护技术，其核心是通过喷洒特殊的沥青雾化液体，形成薄而均匀的保护层。这一技术在公路养护中具有多重优势，首先，雾封层技术能够在较短的时间内覆盖大面积路段，提供均匀的保护，迅速形成致密的封层。其次，该技术不仅能够有效抵御路面表面的水分侵蚀，提高路面的抗水性，还能够防止紫外线和氧化物对路面的损害，延缓路面老化过程。雾封层技术在施工过程中无需大规模地封闭道路，减少了对交通的干扰，提高了养护的实施效率。

3 国省干线公路养护工作实施中存在的问题

3.1 材料的问题

在国省干线公路养护工作的实施中，材料问题是一个备受关注的方面。养护所使用的材料直接影响到公路的质量、耐久性以及养护效果。其中，一些常见的问题包括材料质量不合格、选用不当，以及养护工程中对材料的管理和维护等方面的挑战。首先，材料质量不合格可能是导致公路养护问题的关键因素之一。在一些情况下，由于一些低质量或者不合格的养护材料被使用，可能导致路面封层的附着力不足、抗压性能差，从而影响养护的实际效果。这对于确保公路养护的持久性和有效性是一个严峻的挑战。其次，选用不当的材料也可能导致养护工程效果不佳。不同的路段、不同的环境条件可能需要不同类型的养护材料，而在实际工程中，由于对路段特性和材料性能的认识不足，可能选择了并不适用的材料，从而导致养护效果无法达到预期的目标。此外，养护工程中对材料的管理和维护也是一个需要重视的方面。在施工过程中，如果对材料的存储、运输、施工等环节管理不善，可能导致材料质量的下降，从而影响养护工程的长期效果。

3.2 路面的损坏问题

路面损坏主要涉及路面病害的形成和扩展，其中包括裂缝、坑洞、鼓包等，这些问题对公路的使用寿命和通行质量造成直接影响。首先，裂缝的形成常常是路面损坏的早期信号。裂缝可能由于路面的老化、车辆荷载、地基沉降等多种因素引起。这些裂缝如果得不到及时修复，很容易扩展成更为严重的病害，影响公路的整体稳定性和耐久性。其次，坑洞和鼓包等病害对行驶车辆的影响更为直接和危险。坑洞可能导致车辆在行驶过程中遭受剧烈颠簸，不仅损伤车辆本身，还可能引发交通事故[3]。鼓包则通常表现为路面隆起，影响车辆的平稳行驶，加大了驾驶风险。这些路面损坏问题对行车安全和道路使用体验都造成了明显的不利影响。

3.3 设计方面的问题

设计不合理或者不适应实际使用情况的养护方案可

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

能导致养护工作的无效、低效或者产生新的问题。首先，一些养护方案可能存在与实际使用情况不相符的问题。这可能是因为养护方案制定时未充分考虑到路段的特殊情况，导致了养护效果不佳。例如，在高温地区选择的养护材料可能无法在寒冷地区发挥良好的性能，或者在高交通负荷路段选用的养护手段可能无法满足实际的承载需求。其次，一些养护方案可能存在过于理论化或者过于简化的问题。如果设计方案仅仅基于实验室条件下的理论性能而缺乏实际的路段数据支持，可能无法真实反映出路面的实际状况和使用情况。这样的设计可能导致养护效果与预期的效果相去甚远。另外，一些设计方案可能未充分考虑到养护工程的可行性和经济性。过于复杂或者高成本的养护方案可能难以在实际工程中得以实施，从而降低了养护的可操作性。

4 国省干线公路养护中预防性养护技术的运用

4.1 预防性养护技术运用到公路路面养护中

预防性养护技术在国省干线公路养护中的运用对于提高公路使用寿命、降低养护成本、保障交通安全起着至关重要的作用。其中，将预防性养护技术应用到公路路面养护中是一项关键的工作。首先，预防性养护技术在公路路面养护中的运用主要体现在采用先进的封层技术。例如，同步碎石封层技术能够形成坚实的保护层，有效提高路面的耐久性、抗损耗性和抗裂性。这样的预防性手段可以在路面出现明显病害之前就对其进行有效的保护，从而降低后期养护的频率和成本。其次，纤维封层技术在路面养护中的应用也具有显著的效果。通过将纤维材料掺入沥青中，形成均匀的封层，提高路面的抗裂性和抗水性。这种预防性养护手段有效阻止了裂缝的扩展，减缓了路面老化的速度，延长了公路使用寿命。此外，微表处技术的运用也是预防性养护的一项亮点。通过微观表面处理，提高路面的抗滑性、耐磨性，有效降低了路面病害的发生概率。这种技术通过提前干预，预防了一些常见的路面问题，为公路的长期稳定性提供了有效的保障。

4.2 预防性养护技术运用在公路路基养护中

预防性养护技术在国省干线公路养护中的应用在路基养护方面发挥着重要的作用，对于提高路基的稳定性、减少沉陷和裂缝的发生，以及延长公路寿命都具有显著的效果。首先，同步碎石封层技术是一种常见的预防性养护技术，其应用在公路路基养护中可以形成一层坚实的保护层，有效抵抗路基的沉陷和侵蚀。这种封层技术通过提高路基的抗压强度和抗变形性能，有助于防止因交通荷载引起的路基沉陷问题，降低了路基的维护频率和成本。其次，纤维封层技术的运用同样在公路路基养护中发挥重要作用。通过将纤维材料掺入路基土中，形成一种有机纤维土的结构，可以显著提高路基土的抗拉强度和抗剪强度，防止裂缝的扩展和土壤的流失。这种预防性手段有效减缓了路基的老化过程，维护了路基的整体稳定性。另外，采用草木纤维封闭技术也是预防性养护在路基养护中的一项创新应用。通过添加草木纤维，形成稳定的覆盖层，可以减缓水分对路基土的侵蚀，提高路基的抗水性和抗冲刷能力。这对于在潮湿环境或多雨地区的路基养护尤为关键，有助于保持路基的稳定性和可靠性。

4.3 预防性养护技术运用到公路边坡养护中

预防性养护技术在国省干线公路养护中的应用在公路边坡养护方面具有重要意义，能够有效增强边坡的稳定性、减缓侵蚀和降低滑坡风险，为公路交通的安全性和可持续性提供关键支持。首先，同步碎石封层技术在公路边坡养护中的运用可形成一层坚实的表层，提高边坡的抗水性和抗侵蚀能力。这种预防性手段有效地减缓了降水对边坡的冲刷，防止了边坡土体的流失，从而增加了边坡的稳定性。特别是在陡峭的边坡和易发生滑坡的地区，同步碎石封层技术能够为边坡提供强有力的防护。其次，植被覆盖是一项常见的预防性养护手段，尤其适用于公路边坡养护[4]。通过在边坡表面引入植被，如草本植物和灌木，可以增强土体的抗冲刷性，减缓水流速度，有助于稳定边坡。植被覆盖还能吸收降雨水分，减少雨水对边坡的侵蚀，进而降低滑坡和崩塌的风险。另外，利用防护网覆盖边坡也是一种常见的预防性养护措施。这种网状结构可以有效阻挡边坡土体的流失，减缓雨水冲刷，维护边坡的稳定。尤其是在易发生崩塌或坡度较大的地区，防护网的运用可以显著降低边坡事故的风险。

5 结语

通过对国省干线公路养护中预防性养护技术的研究，我们深刻认识到这些技术在提高公路耐久性、降低养护成本方面的重要性。同步碎石封层技术、纤维封层技术、稀浆封层技术、微表处技术、雾封层技术等的应用为公路养护注入了新的活力。这些技术的不断创新对提升公路安全性、可靠性以及服务水平产生积极影响。然而，我们也要认识到在技术推广和实际应用中可能遇到的一些挑战。未来的研究方向应更加注重在解决这些问题的基础上，推动预防性养护技术更广泛、更深入地应用于公路养护工作中。通过我们的不懈努力，预防性养护技术将为我国国省干线公路的可持续发展贡献更多力量，创造更加安全、高效的交通环境。

[参考文献]

[1]吴刚.国省干线公路养护中预防性养护技术及应用研究[J].运输经理世界,2023(4):116-118.
[2]黄锐.国省干线公路养护中预防性养护技术及应用[J].运输经理世界,2021(33):134-136.
[3]吴宝峰.国省干线公路预防性养护技术[J].交通世界,2022(8):62-63.
[4]田荣.国省干线公路预防性养护施工中存在的问题及对策[J].黑龙江交通科技,2020,43(12):35-37.

作者简介：阮仕汨（1980.8—），男，毕业学校：长沙理工大学，专业：交通土建工程，就职单位：陕西省商洛公路管理局机械站，现职称：工程师。

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

跨平台系统迁移

高 巍
黑龙江省大庆市萨尔图区发展路 6 号，北京 100600

[摘要]随着信息技术的发展和应用范围的扩大，企业和组织在不同的平台和操作系统上开发和运行应用程序的需求越来越多，为了满足业务需要或者降低成本，许多企业和个人也会将自己的应用程序做跨平台迁移，跨平台系统迁移可以帮助企业和组织降低 IT 系统的复杂性，提高应用程序的灵活性和可移植性，并减少 IT 投资的成本和风险。然而，不同平台和操作系统之间存在着巨大的差异，这些差异涉及到硬件架构、操作系统接口、编程语言和编译器等方面，因此跨平台系统迁移是一项复杂的工作。

[关键词]跨平台系统迁移；方案设计；实施过程
DOI：10.33142/sca.v7i1.10908 中图分类号：TP315 文献标识码：A

Cross Platform System Migration

GAO Wei
No.6 Development Road, Sartu District, Daqing City, Heilongjiang Province, Beijing, 100600, China

Abstract: With the development of information technology and the expansion of its application scope, there is an increasing demand for enterprises and organizations to develop and run applications on different platforms and operating systems. In order to meet business needs or reduce costs, many enterprises and individuals also migrate their applications across platforms. Cross platform system migration can help enterprises and organizations reduce the complexity of IT systems, improve the flexibility and portability of applications, and reduce the cost and risk of IT investment. However, there are huge differences between different platforms and operating systems, which involve hardware architecture, operating system interfaces, programming languages, and compilers. Therefore, cross platform system migration is a complex task.

Keywords: cross platform system migration; scheme design; implementation process

引言

跨平台迁移是将一个系统从一个操作系统或硬件平台迁移到另一个操作系统或硬件平台的过程。这种迁移通常需要将应用程序和数据从一个平台转移到另一个平台，并确保它们在新平台上能够正常运行。跨平台系统迁移是一项复杂的技术工作，在跨平台系统迁移过程中，需要对原有系统进行分析、评估、规划、实施等一系列步骤，此外，还需要进行测试和验证，以确保迁移后的系统能够正常运行并满足业务需求。

不同的操作系统具有不同的特点和优势，根据自己的需求选择适当的操作系统，在迁移时，首先需要检查应用程序是否兼容目标操作系统，如果应用程序无法在目标操作系统上运行，则需要寻找替代品或考虑修改应用程序的一部分，虽然可能会有一些挑战和风险，但正确的方法和计划可以使迁移过程变得容易和顺利，

为了让迁移后的系统能够在新平台上运行，有时需要重写程序代码，并且需要重新编译、测试和部署。对于 c/c++程序，从 Windows 系统往 Linux 系统迁移的情况，IBM 总结了一些常用函数的迁移案，除此之外的网络设定，Tcp/Ip 通信和串口通信的迁移方法等在网络上也有记载，

本文作者根据自己参与过的系统迁移项目，参考的各方资料，以从需要费用的 Windows 系统迁移到免费开源的 Linux 系统，c/c++开发出来的程序为例，在框架不变的基础上，从修改部分代码的角度，介绍再迁移的经验，比如方案设计和实施过程，问题的调查方法和解决办法，以及仍然存在的课题等，希望可以为跨平台系统迁移提供一定的参考和帮助，达到降本增效的目的。

2 将应用程序从 Windows 迁移到 Linux 系统的基本步骤

（1）分析现有系统：首先需要评估当前系统的应用程序和数据，了解现有系统的架构、技术栈、数据模型、功能需求和性能指标等，以确定哪些模块和数据需要迁移，并检查它们是否兼容 Linux 操作系统。

（2）数据迁移：将数据从 Windows 系统转移到 Linux 系统。可以使用工具如 rsync、scp、ftp 等进行文件传输，也可以使用专业的数据迁移工具进行迁移。

（3）应用程序迁移：将 Windows 系统上运行的应用程序迁移到 Linux 系统上。如果应用程序没有 Linux 版本，则需要寻找替代品或重写应用程序。本文重点说明重写应用程序时的一些做法，本次迁移的程序是一个服务器程序，不是从零开始重新设计，而是对既有的程序尽可能地保留使用的原则上进行改造。

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

（4）网络设置：需要检查和更改网络设置，以确保程序在新系统能够正常连接到网络。

（5）测试和验证：在迁移完成后，需要进行测试和验证，以确保系统能够正常运行，并且满足业务需求。搭建两种系统的测试环境，进行比较测试。

3 跨平台系统迁移修改程序时的准备

（1）明确目标系统的基本信息，比如下面的信息。

表 1　目标系统的基本信息

System 版本	要确认是 64-bit 还是 32-bit。 例如：Ubuntu　16.04
编译器版本	例如：GCC 4.4.6
CPU	例如：Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.40GHz
Shell 版本	例如：bash 4.1.2
endian	通信时 big-endian 还是 little-endian
库版本	例如：glibc 2.12

（2）共通确认点

代码以外，可以从以下几个方面一一进行确认，没问题的直接跳过，需要做改造的按照改造方针去做即可。

最大网络接续数：通过 FD_SETSIZE 定义的，Linux 比 Windows 的值大，不需要特别注意

最大路径长度：Linux 比 Windows 的长度值大，不需要特别注意

批处理：Windows 是 Bat 文件，根据实现的功能改造成 Linux 的 shell 文件

服务类：比如 Web 服务，Windows 的是 IIS，Linux 是 Apache。定时处理的话 Windows 是 task，要变换成 Linux 的 crontab。

（3）程序代码的确认点

大概有以下几个方面需要考虑。

API

字符/字符串处理，文件/设备处理，数据库处理，线程进程处理，共享内存，信号量，内存处理，时间处理（包括 sleep），Signal，环境变量，Section，Socket（阻塞非阻塞模式），事件选择等几个方面考虑，罗列出需要改造的函数，这里需要注意的是 Linux 上没有对应的 API，需要自己实现一个等价函数时只需要追加一个函数的定义，函数名跟 Windows 的函数名相同，把实现的功能追加进去，不需要把所有调用 Windows 的函数的地方做替换。

取得路径名的方法

Windows 和 Linux 的方法不同的，一是路径分隔符不同：在 Windows 系统中，使用 `\` 作为路径分隔符；而在 Linux 系统中，使用 `/` 作为路径分隔符。二是根路径不同：在 Windows 系统中，根路径为盘符加上 `\`，例如 `C:\`；而在 Linux 系统中，根路径为 `/`。三是文件路径表示方式不同：在 Windows 系统中，文件路径可以使用驱动器号加上冒号作为开头，例如 `C:\Windows\System32\cmd.exe`；而在 Linux 系统中，文件路径以 `/` 开头，例如 `/usr/bin/bash`。

数据类型

充分利用宏定义去重构变量的数据类型，不要再使用的地方全部去改。有一些是 Windows 特有的类型，比如 HINSTANCE 是 Windows 系统中的一个句柄类型，在原有的代码中用这个类型定义的变量也比较多，在重构代码的时候较为普遍的做法是不去一一修改定义变量的地方，而是用 typedef 替换成目标系统的相应类型，比如创建一个数据类型的头文件，在头文件中如下定义，这样在所有使用 HINSTANCE 的地方都可以在 Linux 系统下变得有效了。

```
Windows:
HINSTANCE        testHinstance = NULL;
Linux:
typedef void *HINSTANCE;
HINSTANCE        testHinstance = NULL;
```

图 1　Windows 程序和 Linux 程序的比较

注册表

跟 Windows 在注册表中记录产品的所有信息不同，Linux 中一切都是文件

环境变量的切分字符

Windows 用“;”’，Linux 用“:”

路径的切分字符

Windows 的路径中切分字符是“\”，Linux 则是“/”

文件名字的大小写

Windows 的文件名或者路径不区别英文字母的大小写的，Linux 系统是区别的。因此，在改造头文件和使用其他文件的时候需要留意。

头文件

每个文件中使用到的头文件要一一确认，比如：#include <winbase.h>明显是 Windows 使用的，Linux 中不存在这样的头文件，针对头文件定义声明的内容，查找有没有 Linux 的头文件中有定义，如果没有，需要新做成一个头文件。有些头文件比如<stdio.h>，虽然 Windows 和 Linux 系统都有这个文件，但是里面的内容是有差别的，缺少的部分需要补充上。

换行符

Windows：\r\n、Linux：\n

扩展名

Windows 的可执行程序，批处理程序的扩展名有固定的名字，Linux 中可以没有扩展名，当然为了方便理解通常我们会将 shell 文件定义为 XXX.sh

编译

原有 Windows 程序的编译选项，在 Linux 程序编译时要有对应的选项。

另外，对于程序中既有 c 文件又有 c++文件时，存在

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

调用的时候，需要对供外部使用的接口额外追加以下的内容，才能编译链接通过[1]。

```
#ifdef __cplusplus
extern "C" {
#endif
//c program
#ifdef __cplusplus
}
#endif
```

图 2 Windows 程序和 Linux 程序的比较

4 需要注意的事项以及可能遇到的课题

4.1 静态代码分析

使用静态代码分析工具，查找编程中的常见错误，比如变量未初始化，内存泄漏等。

4.2 单步调试

代码总量太大用自动化测试工具的情况下，为了方便统计测试情况通常加上覆盖率工具 GCOV，LCOV 等，比如规定未变动的部分无视，只有重构部分达到 100%即可的话可以及时掌握测试的进度。

4.3 线程锁

线程锁是一种用于多线程编程中同步访问共享资源的机制。线程锁可以确保在同一时刻只有一个线程可以访问共享资源，从而避免了多个线程同时对共享资源进行修改的情况，从而导致数据的不一致性和错误。

线程锁问题包括以下几个方面：

死锁问题：当多个线程同时请求锁时，如果它们之间的依赖关系形成了一个环路，就会出现死锁现象，导致程序无法继续执行。

锁竞争问题：当多个线程同时请求同一个锁时，就会出现锁竞争问题，如果锁竞争过于激烈，就会导致系统性能下降，甚至出现死锁。

优先级反转问题：当一个低优先级的线程持有了锁，而高优先级的线程需要等待锁时，就会出现优先级反转问题，导致高优先级的线程无法及时执行，从而影响系统的响应能力。

Windows 系统中对于同一个线程用 EnterCriticalSection 多次加锁是没有问题的，但是 Linux 系统像如下例子对于同一个线程多次加锁会出现死锁的现象。

```
Window(OK):
Function(){
        EnterCriticalSection(&cs);
        funTest();
        LeaveCriticalSection(&cs);}
funTest(){
        EnterCriticalSection(&cs);
        LeaveCriticalSection(&cs);
}

Linux(Deadlock):
Function(){
        pthread_mutex_lock(&mutex);
        funTest();
        pthread_mutex_unlock(&mutex);
funTest(){
        pthread_mutex_lock(&mutex);
        pthread_mutex_unlock(&mutex);
```

图 3 Windows 程序和 Linux 程序的比较

为了避免线程锁问题，可以采用以下几个方法：

（1）尽量减少锁的使用，尽量避免多个线程同时访问同一个资源。

（2）尽量避免持有锁的时间过长，尽快释放锁，让其他线程有机会访问共享资源。

（3）采用不同的锁策略，如读写锁、乐观锁等，根据具体情况选择最合适的锁策略。

（4)使用死锁检测工具，及时检测并解决死锁问题，保证程序的正常运行。

4.4 内存

内存问题是指在程序运行过程中，因为内存使用不当而导致程序出现异常，如内存泄漏、内存溢出等。

内存泄漏是指程序在运行过程中分配的内存没有被及时释放，导致内存空间被占满，从而影响程序的正常运行。内存泄漏可能是由于程序设计缺陷、资源管理不当或代码错误等原因导致的。

内存溢出是指程序在申请内存时，超出了系统可用的内存空间，导致程序异常或崩溃。内存溢出可能是由于程序设计缺陷、数据结构错误、算法不当或输入数据异常等原因导致的。

为了避免内存问题，可以采用以下几个方法：

（1）合理使用内存管理函数，如 malloc、free 等，确保内存分配和释放的正确性和及时性。

（2）使用内存分析工具，及时检测和解决内存问题，如 Valgrind 等。

（3）自己写个内存打印的工具，通过 gdb 的方式查看内容使用情况，查找泄露处。

4.5 Socket

Socket（套接字）是一种通信协议，用于在网络中实现进程间的通信。Socket 问题通常指与 Socket 相关的程序运行时出现的异常或错误。

常见的 Socket 问题包括：

连接超时：当客户端向服务器发起连接请求时，如果服务器没有及时响应或者网络延迟较大，就可能导致连接超时。

连接中断：当客户端和服务器之间的连接中断时，可能是由于网络异常、服务器故障或客户端程序错误等原因导致的。

端口占用：当一个程序使用了某个端口，另一个程序再次尝试使用该端口时，就会导致端口占用异常。

数据丢失：在数据传输过程中，由于网络延迟、网络拥塞等原因，可能导致数据丢失或者传输不完整。

为了避免 Socket 问题，可以采用以下几个方法：

（1）合理设计程序架构，确保 Socket 的正确使用。

（2）避免程序中出现资源泄漏等错误，及时释放资源。

（3）采用可靠的网络协议，如 TCP 等，确保数据传输的可靠性和完整性。

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

（4）使用心跳机制等技术，检测连接状态，及时处理连接中断等异常。

（5）避免在网络高峰期发送大量数据，减少网络拥塞的发生。

4.6 epoll 问题

epoll 是一种高效的 I/O 多路复用机制，可用于在单个线程中同时处理多个文件描述符的 I/O 操作。epoll 问题通常指与 epoll 相关的程序运行时出现的异常或错误。

使用 epoll 时，要注意根据实际情况设置触发模式，是边缘触发（Edge Triggered）模式还是水平触发（Level Triggered）。

常见的 epoll 问题包括：

文件描述符泄漏：在使用 epoll 机制时，需要及时关闭不再使用的文件描述符，否则可能导致文件描述符泄漏，占用系统资源。

事件处理错误：在使用 epoll_wait 函数时，需要正确处理返回的事件类型和事件数据，否则可能导致程序逻辑错误或者内存访问错误。

内存泄漏：在使用 epoll 机制时，需要正确管理内存资源，避免内存泄漏，导致系统性能下降或者程序崩溃。

程序死锁：在使用 epoll 机制时，需要避免出现死锁情况，否则可能导致程序无法正常运行。

为了避免 epoll 问题，可以采用以下几个方法：

（1）合理设计程序架构，确保 epoll 的正确使用。

（2）避免程序中出现资源泄漏等错误，及时释放资源。

（3）使用合适的数据结构，如红黑树等，提高 epoll 的性能和效率。

（4）使用非阻塞 I/O 技术，避免阻塞等待 I/O 操作，提高程序的并发能力。

（5）使用线程池等技术，提高程序的并发处理能力，避免出现死锁等问题。

4.7 共享内存

共享内存是一种进程间通信（IPC）方式，它允许多个进程访问同一块物理内存区域，从而实现数据共享。

共享内存通常分为两个步骤：

（1）创建共享内存区：由一个进程创建并初始化一个共享内存区，然后允许其他进程访问该内存区。

（2）访问共享内存区：其他进程可以通过映射该共享内存区到自己的地址空间来访问该内存区。

共享内存的优点是速度快，因为它避免了数据的复制，多个进程可以同时访问同一块内存，这样可以减少数据传输的时间和开销。但是共享内存也有一些缺点，例如需要进行同步和互斥处理，以避免多个进程同时修改同一块内存造成的竞态条件，还需要注意内存的管理和释放问题。

在使用共享内存时，需要注意以下几点：

（1）需要使用特殊的系统调用来创建和访问共享内存区。

（2）多个进程需要协调访问共享内存区，以避免数据冲突和竞态条件。

（3）需要注意共享内存区的大小和管理，避免内存泄漏和其他内存问题。

（4）在使用共享内存时需要保证数据的正确性和一致性，避免出现数据错误或不一致的情况。

（5）共享内存通常需要搭配其他 IPC 方式一起使用，例如信号量、管道等，以实现更完整的进程间通信机制。

5 结论

本文中提到的编程语言和操作系统已经被使用多年，并不是最新出现的语言和操作系统，他们对开发人员来说很熟悉，但由于移植所涉及的工作不仅数量大，而且细节很多，作者根据自己的项目经验进行了部分总结，日后仍需不断的实践以积累更多更全面的经验[3][4]。

[参考文献]

[1]兰雨晴,洪雪玉.从 Windows 到 linux 的应用移植实现-平台技术与接口篇[M].北京:国防工业出版社,2013.

[2]Fall K R.Advanced Programming in the UNIX Environment[M].Addison-Wesley:Professional America,2013.

[3]Pradillo M A , Himyr N , Sanmillan P L.Migrating Engineering Windows HPC applications to Linux HTCondor and Slurm Clusters[J].The European Physical Journal Conferences,2020,245(1):09016.

[4]Shao S,Tian S,Guo S.Container-Based Internet of Vehicles Edge Application Migration Mechanism[J]. 计算机、材料和连续体(英文),2023(6):4867-4891.

作者简介：（1985.12—），毕业院校：北京化工大学，所学专业：电子信息工程，2008 年本科毕业，学士学位。

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

一套基于 NB-IoT 的城市智能停车监控系统

王珊珊 孙际勇 赵芹花
中国移动通信集团广东有限公司江门分公司，广东 江门 529000

[摘要]智慧城市的第一步是智慧出行。智能停车系统为智慧出行提供基础设施保障。NB-IoT 技术以其低功耗、广覆盖、低成本、窄带宽需求等特征，被广泛应用于物联网。文中在研究基于 NB-IoT 技术的智能停车解决方案基础上，提出并落地了基于信令 DPI 的端到端智能质量监控系统，以提升智能停车解决方案的可靠性与准确性。

[关键词]NB-IoT；物联网；智能停车；DPI
DOI：10.33142/sca.v7i1.10932 中图分类号：TN929.5 文献标识码：A

A Set of Urban Intelligent Parking Monitoring System Based on NB IoT

WANG Shanshan, SUN Jiyong, ZHAO Qinhua
Jiangmen Branch of China Mobile Communications Group Guangdong Co., Ltd., Jiangmen, Guangdong, 529000, China

Abstract: The first step of a smart city is smart transportation. Intelligent parking systems provide infrastructure support for smart transportation. NB IoT technology is widely used in the Internet of Things due to its low power consumption, wide coverage, low cost, and narrow bandwidth requirements. On the basis of studying the intelligent parking solution based on NB IoT technology, this article proposes and implements an end-to-end intelligent quality monitoring system based on signaling DPI to improve the reliability and accuracy of the intelligent parking solution.

Keywords: NB IoT; Internet of Things; intelligent parking; DPI

引言

万物互联与大数据、AI 的融合，势不可挡。人与人、人与物、物与物之间基于网络技术实现的广泛与深入的互联，将使所有的东西都会变得更加可感知、可察觉。在万物互联时代，产品的内涵与外延均发生了重大变化，以停车系统为例，原有单机版系统或简单联网系统，已不适应万物互联与人工智能时代的需要，需要对停车系统进行重新定义，重新定义的方向，体现在对新一代智能技术发展的预判上，体现在对新一代智能技术如何决定着停车智能发展的理解上，以及在停车系统设计方案的选择上[1]。根据 GSMA（全球移动通信系统协会）预测，2025 年物联网的连接数将达到 252 亿。在物联网推进到普及的过程中，随着覆盖领域和业务规模的提高，同时对物联网各类应用的稳定性、可靠性和高可用性，也提出了更高的要求。NB-IoT 作为物联网领域的新兴技术，支持低功耗设备在广域网的蜂察数据连接，待机时间长，支持高效链接等优点，可以直接部署于 GSM 网络、或 LTE 网络[2]，结合运营商网络及 DPI 数据优势，可搭建端到端智能停车质量监控系统，实现城市范围内数智化、一体化停车管理，为智慧城市建设添砖加瓦。

1 物联网与 NB-IoT

1.1 物联网技术

物联网（The Internet Of Things，简称 IOT），是无线传感器网络、云计算和互联网技术等多种技术的结合体。它的实质是建立一种可以随时随地感知任何事物的全球性基础设施，将每个可以被识别的物体连接到互联网上，通过互联网，实现物与物之间、人与物之间 4A（任何物体、任何人、任何时间、任何地点）的信息互通，使其可以实现智能化的操作、管理和监控。

物联网技术是实现万物互联、智慧城市的基础。技术的落地应用需要感知层，网络层和应用层三层网络[3]的协同作业。

（1）感知层

感知层由各种具有感知能力的设备组成，主要用于感知和采集物理世界中发生的物理事件和数据。感知层至关重要，是物物相连的基础，是实现物联网的最底层技术。

（2）网络层

传感器感知到基础设施和物品信息后，将通过网络传输到后台进行处理。

（3）应用层

应用层是物联网和用户的接口，它与行业需求结合，实现物联网的智能应用。

1.2 NB-IoT 技术及其在物联网中的应用

窄带物联网（Narrow Band Internet of things，NB-IoT）技术是一种聚焦于 LPWA（低功耗广域）业务的可在全球范围内广泛应用的新兴技术。

NB-IoT 具备四大特点：一是具备支持海量连接的能力，每小区能够支持约 5 万个连接；二是广覆盖，在同样的频段下，比现有的 GSM 900 MHz 网络增益 20dB 以上，覆盖面积扩大约 100 倍；三是更低功耗，终端模块的待机

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

时间可长达 10 年；四是更低的模块成本，预计单个接连模块成本不超过 5 美元。也因此，其被广泛应用于物联网领域。

NB-IoT 技术使用于物联网的感知层，通过 NB-IoT 模块与网络层建立连接，并与网络层及应用层进行数据交互。



图 1 NB-IoT 技术在物联网中的应用架构图

上行：感知层传感器探测到状态的变化，打包数据至 NB-IoT，由 NB-IoT 终端模组，通过网络层，将数据传输至应用层，进行状态的信息变更。

下行：应用层封装数据，通过网络层转发应用 APP 界面，或下发至传感器做相应的状态变更。

2 NB-IoT 端到端解决方案在智能停车中的应用

本应用解决方案，使用带有 NB-IoT 模组的地磁感应终端，该终端通过车位下的地磁磁场变化判断车位是否被占用，将状态数据封装于 CoAP（Constrained Application Protocol）协议中，并通过网络层，与应用层云平台进行信息交互，由云平台进行状态更新、计费管理等等。

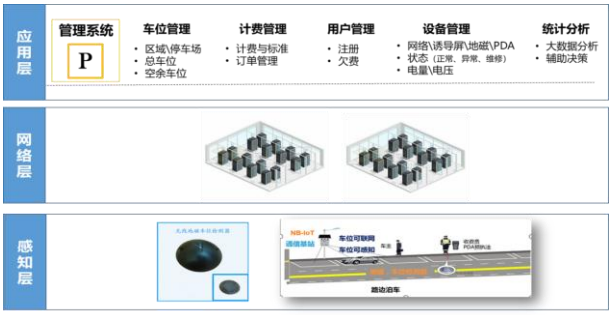


图 2 NB-IoT 端到端解决方案在智能停车应用中的示意图

2.1 CoAP 协议

CoAP 约束应用协议是一种专用于受限设备及网络的 Interet 应用协议，是简化的 HTTP 消息，它基于 RESTful 架构，使用 UDP 传输协议，专为物联网设备而设计，通过轻量级的通信机制，在物联网中进行低功耗和低带宽的通信（所谓的受限设备及网络）。

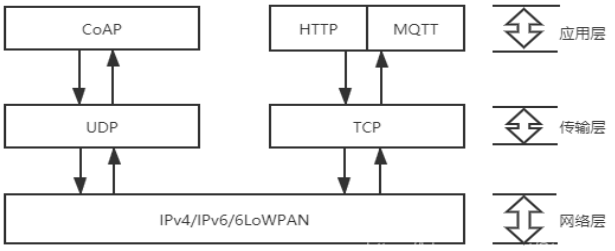


图 3 CoAP 与 HTTP 协议栈对比示意图

CoAP 协议定义了一系列操作，用于实现物联网设备之间的通信。常见的操作包括：

-GET：用于获取资源的信息。

-POST：用于创建新资源或向现有资源添加信息。

-PUT：用于更新资源的信息。

-DELETE：用于删除资源。

对协议原理的分析了解，是本地建立端到端监控系统的基础。

3 基于信令 DPI 的智能停车监控

3.1 基于信令的 DPI

目前，NB-IoT 主要承载于 4G 网络，对 4G 网络的关键逻辑接口进行分光采集，利用 DPI 深度包检测技术，解析协议消息，生成话单数据，建模指标体系。

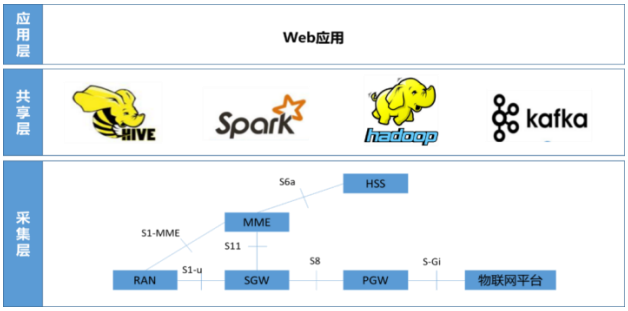


图 4 信令 DPI 架构

整个信令 DPI 架构分为了三层：采集层、共享层与应用层。

-采集层：利用分光技术，对关键物理接口进行数据分光与汇聚，并通过编解码技术，将数据解析为原始码流数据。

-共享层：将采集层的原始码流数据，转换成 XDR 详单数据、模型数据、维表数据。并将各类数据存放在各个集群内，可供基于数据库的查询与建模。针对本业务方案，将生成 MIOT_S1_MME 话单、MIOT_S11U_COAP 话单等。

-应用层：基于共享层与采集层数据，根据应用需要，提供 Web 应用前端，进行指标监控、问题分析定位等。

3.2 指标体系搭建

基于网络侧 NB-IoT DPI 数据，结合基于 CoAP 协议的智慧停车地磁设备业务信令流程，开展相关业务行为特征分析，建立关键网络指标、业务质量指标以及问题定界模型，通过 Web 前端实现对目标客户的业务质量分析与监控呈现。

（1）业务建模方案

基于智慧停车地磁设备业务交互特征，进行关键业务行为、指标 15 分钟粒度建模。

-单用户级控制面建模：基于 MIOT_S1_MME 话单对用户附着、CP 服务请求流程进行指标建模，实现控制面交互质量监测

-单用户级用户面指标模型：基于 MIOT_S11U_COAP 话单对用户 CoAP 协议交互情况进行指标建模，实现用户

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

面交互质量监测；落地 28 个关键指标因子。

序号	字段名	算法	说明
1	小时	/	
2	分钟	/	
3	正使用卡数	正使用卡去重	江门定期提供号码列表
4	在线用户数	近三天号码去重	近三天有交互的用户
5	离线用户数	总号码数-在线用户数	近三天无交互的用户
6	活跃用户数	15分钟号码去重	15分钟内用户面或控制面有交互数据的用户
7	交互正常用户数	活跃用户数-交互异常用户数	15分钟内活跃且交互正常的用户
8	交互异常用户数	满足附着异常、业务交互失败、业务交互丢包情况的用户去重	15分钟内活跃且交互异常的用户
9	附着异常用户数	15分钟内附着次数>附着成功次数的用户去重	15分钟内出现过附着失败的用户
10	业务交互失败用户数	15分钟内COAP请求次数>COAP请求成功次数的用户去重	15分钟内活跃且出现过COAP请求失败的用户
11	业务交互丢包用户数		待薄瑞得解析
12	附着请求次数	附着请求次数汇总	
13	附着成功次数	附着成功次数汇总	
14	附着成功率	附着成功次数/附着请求次数	
15	服务请求次数	服务请求次数汇总	
16	服务请求成功次数	服务请求成功次数汇总	
17	服务请求成功率	服务请求成功次数/服务请求次数	
18	COAP请求次数	COAP请求次数汇总	
19	COAP请求成功次数	COAP请求成功次数汇总	
20	COAP请求成功率	COAP请求成功次数/COAP请求次数	
21	COAP失败4xx次数	COAP失败4xx次数汇总	
22	COAP失败5xx次数	COAP失败5xx次数汇总	
23	COAP失败6xx次数	COAP失败6xx次数汇总	
24	COAP超时次数	COAP超时次数汇总	
25	COAP失败4xx次数占比	COAP失败4xx次数/(COAP失败次数+COAP超时)	COAP失败4XX在COAP异常的占比
26	COAP失败5xx次数占比	COAP失败5xx次数/(COAP失败次数+COAP超时)	COAP失败5XX在COAP异常的占比
27	COAP失败6xx次数占比	COAP失败6xx次数/(COAP失败次数+COAP超时)	COAP失败6XX在COAP异常的占比
28	COAP超时次数占比	COAP超时次数/(COAP失败次数+COAP超时)	COAP超时XX在COAP异常的占比

图 5　建模 28 个关键指标因子

-业务质量监测应用模型：基于控制面、用户面指标模型，识别用户地磁业务交互异常行为(包括：异常离线、附着失败、交互丢包 / 乱序、交互失败)，对用户交互异常情况进行汇聚与建模分析。

（2）应用实现方案

基于上述业务模型，实现前端的指标查询与呈现、告警发现与提醒，以供监控大屏应用。

-用户在线情况：通过用户在线情况，发现网络问题。此部分将呈现总体在线用户、活跃用户情况。



图 6　用户数监控

-用户指标情况：呈现总体附着、服务请求、COAP 交互指标，以及 COAP 协议错误码分析。

-业务异常用户分布情况：呈现用户交互异常原因分布。

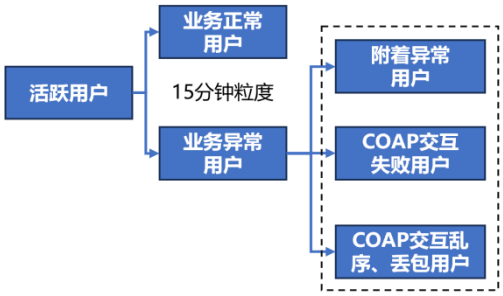


图 7　异常分布聚类

4 应用成效

本方案在 Web 应用前端，实现了三大功能模块：用户规模分析、终端异常分析、质差用户分析。

4.1 用户规模分析

分别呈现集团客户和 APN 两个维度的用户数数据，包括“正使用卡数”“活跃用户数”“离线用户数”“在线用户数”；

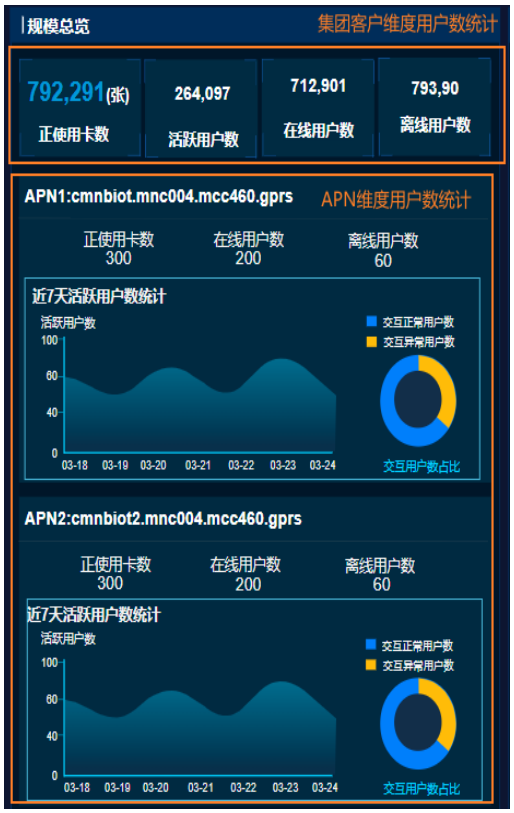


图 8　功能模块一

4.2 终端异常分析

呈现集团客户“交互异常用户数”“交互异常用户数占比”“附着失败用户数”“附着失败用户数占比”“业务交互失败用户数”“业务交互失败用户数占比”“业务交互丢包用户数”“业务交互丢包用户数占比”。



图 9　功能模块二

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

4.3 质差用户分析

点击指标名称可切换不同业务类型质差用户，列表样式呈现所选时间段内出现“附着失败”“coap 业务失败”“服务请求失败”用户。根据请求失败次数倒序排序，号码会自动进行脱敏处理。



序号	用户号码	附着请求次数	请求失败次数	附着请求成功率
1	144****9898	300	200	99%
2	144****9898	200	200	99%
3	144****9898	100	100	99%
4	144****9898	100	100	99%
5	144****9898	100	100	99%
6	144****9898	100	100	99%
7	144****9898	100	100	99%
8	144****9898	100	100	99%
9	144****9898	100	100	99%
10	144****9898	100	100	99%
1	144****9898	300	300	99%
2	144****9898	200	200	99%
3	144****9898	100	100	99%
4	144****9898	100	100	99%
5	144****9898	100	100	99%
6	144****9898	100	100	99%
7	144****9898	100	100	99%

图 10　功能模块三

5 结语

经过相关研究和系统实践表明，基于大数据、AI 和 NB-IoT 的深度融合，搭建端到端智能停车质量监控系统，可实现可感知、可监控、可预警的智能化、一体化管理平台。充分考虑各种场景异常情况的影响，最大化利用多资源优势，将多场景异常情况纳入智能监控，并实时推送预警信息，如 NB-IoT 网络异常、用户附着失败、业务交互异常、用户数突变、业务丢包等。同时关注业务应用层面的感知指标，如时延慢、速率低等，挖掘感知指标深层原因，实现投诉智能定界。从而提高物联网业务应用的准确性和可靠性，减少停车系统监控不到位、不及时、不准确问题，有效保障了业务应用的高可用性，进一步提升全民智慧停车感知度。

[参考文献]

[1]李济同.万物互联与人工智能时代的停车智能[J].住宅与房地产,2023(25):16-18.
[2]王波.一种基于北斗短报文和 NB-IOT 的融合网关[J].网络安全技术与应用,2023(7):14-16.
[3]陈红霞,赵俊钰.物联网感知层标准体系架构研究[J].电信科学,2011(27):9.

作者简介：王珊珊（1983—），女，籍贯：山西潞城，民族：汉族，职称：高级工程师，学历：硕士，研究方向：通信技术及网络运营，单位名称：中国移动通信集团广东有限公司江门分公司，单位所在省市：广东省江门市，邮编：529000；孙际勇（1982—），男，籍贯：湖南常德，民族：汉族，职称：高级工程师，学历：学士，研究方向：通信技术及网络运营，单位名称：中国移动通信集团广东有限公司，单位所在省市：广东省广州市，邮编：510160；赵芹花（1989—），女，籍贯：湖北安陆，民族：汉族，职称：无，学历：本科，研究方向：通信工程，单位名称：中国移动通信集团广东有限公司江门分公司，单位所在省市：广东省江门市，邮编：529000，

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

超高层建筑钢结构施工的关键技术和措施

张 俏
辽宁城市建设职业技术学院，辽宁 沈阳 110122

[摘要]随着城市化的不断推进，超高层建筑的兴建成为城市发展的一种趋势。在超高层建筑中，钢结构因其轻质、高强度等特点，成为超高层建筑的首选方案。文中通过对钢结构特征的分析，深入剖析了超高层建筑中的钢结构施工流程及影响因素。在此基础上，详细讨论了柱基础检查、钢柱吊装和钢柱连接等关键技术与应用措施，包括了施工过程中的质量监控、安全管理和技术检测等方面，旨在为超高层建筑钢结构施工提供可行的解决方案。

[关键词]超高层建筑；钢结构；施工流程；关键技术；措施
DOI：10.33142/sca.v7i1.10924 中图分类号：TU974 文献标识码：A

Key Technologies and Measures for the Construction of Steel Structures in Super High-rise Buildings

ZHANG Qiao
Liaoning Urban Construction Technical College, Shenyang, Liaoning, 110122, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization, the construction of super high-rise buildings has become a trend in urban development. In super high-rise buildings, steel structures have become the preferred solution due to their lightweight, high strength and other characteristics. This article analyzes the characteristics of steel structures and deeply analyzes the construction process and influencing factors of steel structures in super high-rise buildings. On this basis, key technologies and application measures such as column foundation inspection, steel column hoisting, and steel column connection were discussed in detail, including quality monitoring, safety management, and technical inspection during the construction process, aiming to provide feasible solutions for the construction of steel structures in super high-rise buildings.

Keywords: super high-rise buildings; steel structure; construction process; key technologies; measures

引言

超高层建筑作为城市发展的标志性建筑，近年来在城市化进程中扮演着日益重要的角色。其挑战性与复杂性使得超高层建筑的施工备受关注。在此背景下，钢结构作为超高层建筑的重要构建方式之一，以其高强度、轻质、施工效率高等特点备受青睐。然而，超高层建筑中钢结构的施工涉及到众多复杂环节和技术难点[1]。因此，深入探讨超高层建筑钢结构施工的关键技术和措施，对于提高施工效率、保障工程质量以及确保结构安全至关重要。基于此，本文将对超高层建筑中钢结构施工的关键技术和措施进行探讨，以期为该领域的实践提供有效指导和理论支持。

1 钢结构特征分析

钢结构作为一种广泛应用于建筑领域的结构体系，在超高层建筑中展现出独有的特征。这些特征涵盖了材料性能、构件形式、施工工艺等多个方面，共同构成了钢结构在超高层建筑中的卓越地位[2]。

首先，钢结构的高强度是其最为显著的特征。相较于传统的混凝土结构，钢材具有更高的屈服强度和抗拉强度，使得钢结构能够在较小的截面尺寸下承受更大的荷载，这一特性为超高层建筑提供了更大的自由度，允许设计更为轻巧且富有创意的结构形式。其次，钢结构的轻质性质是在超高层建筑中广泛应用的另一个特征。相对于混凝土结构而言，钢结构的单位体积质量更轻，降低了整体结构的自重，不仅减小了地基的要求，还有助于减小建筑整体荷载，从而对基础和地基设施提出了更为宽松的要求。再次，钢结构的可塑性和延展性也为其在超高层建筑中的应用提供了重要支持。在强烈地震或风载作用下，钢结构能够以其较好的韧性和延展性，在一定程度上吸收和分散荷载，从而提高了整体结构的抗震和抗风性能，这一特征是在设计和施工中考虑到超高层建筑的抗灾性能时不可或缺的因素。最后，钢结构具有制造工艺上的优势，通过现代化的制造和加工技术，可以实现精确的尺寸控制和高度的预制化，使得在工厂环境中进行质量严格控制和工程定制成为可能，从而提高了工程建设的效率和质量[3]。

总之，超高层建筑中的钢结构具有高强度、轻质、可塑性和制造工艺优势等显著特征，这为超高层建筑的设计、施工和维护提供了广阔的空间，同时也推动了建筑结构领域的不断创新和发展。在未来，随着科技的不断进步和工程技术的提升，超高层建筑中钢结构的特征将更好地发挥其优势，为城市的垂直发展提供坚实的支撑。

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

2 超高层建筑中的钢结构施工流程与影响因素

2.1 施工流程介绍

超高层建筑中的钢结构施工流程是一个复杂而精密的过程，它包括了多个阶段的设计、准备、制造、运输、吊装和连接等环节，每个阶段都有其独特的任务和要求，必须经过精心规划和协同合作，以确保施工的高效进行和结构的稳固性[4]。

第一，设计阶段。在这一阶段，工程师和设计团队通过对建筑的需求和环境要素的分析，确定了钢结构的类型、尺寸、材料等关键参数。这一设计过程需要充分考虑建筑的结构特点、荷载要求、抗震设计等因素，以确保钢结构的合理性和安全性。第二，准备阶段，包括制造前的准备和现场准备。在制造前，需要准备详细的制造图纸，明确各个构件的规格和工艺要求。现场准备则包括施工现场的平整化、设备的调试、安全措施的布置等工作，以为后续的施工奠定基础。第三，制造阶段，也是整个施工流程中的关键环节。在这一阶段，各个构件按照设计图纸进行制造，这包括切割、焊接、热处理等一系列工艺。制造阶段的质量控制对于确保后续施工的顺利进行至关重要，因此需要严格遵循相关标准和规范。第四，运输阶段，本阶段涉及将制造好的构件从制造地点运送至施工现场。由于超高层建筑通常位于城市中心繁忙的区域，因此运输过程需要谨慎规划，采用合适的运输工具和路线，以确保构件的安全运达。第五，吊装阶段。作为整个施工流程中最为显著和复杂的一环，通过吊装设备，将制造好的构件准确、安全地吊装到预定的位置，这要求吊装过程的精密计算、协同操作和安全措施，以防止事故和确保结构的稳定性。第六，连接阶段。通过高强度的螺栓、焊接等手段将各个构件连接成整体结构。连接的质量直接关系到整个建筑的稳定性和安全性，需要严格按照设计要求进行。

施工流程的顺利进行受到多方面的影响，包括天气条件、人力资源、施工设备的状态等。因此，项目团队必须在整个流程中密切协作，灵活应对各种挑战，以确保超高层建筑中的钢结构施工取得圆满成功。

2.2 影响因素分析

超高层建筑中的钢结构施工受到众多影响因素的共同作用，这些因素涵盖了设计、环境、人力资源、物资供应等多个方面，深入分析这些因素对施工流程的影响，对于制定科学合理的施工计划和应对突发情况至关重要[5]。其一，设计标准和规范是影响超高层建筑钢结构施工的关键因素。设计标准的合理性和科学性直接影响到施工流程的顺利进行，不同国家和地区可能有不同的设计标准，因此，在超高层建筑项目中必须严格遵循当地的设计规范，确保钢结构的设计符合安全和可行性的要求。其二，材料的选择和质量也是一个至关重要的因素。钢结构的性能直接受制于所选用的材料，在施工前，需要对所使用的钢材进行严格的检测和测试，确保其符合设计要求，并具备足够的强度和韧性。优质的材料能够有效提升结构的稳定性和耐久性。其三，施工环境也是一个重要的因素。天气、气温、风力等自然因素都会对施工过程产生影响。例如，强风、恶劣天气可能导致吊装作业暂停，从而影响整个施工计划，在施工前期，需要对施工环境进行全面评估，并合理安排工程计划，以减少不可控因素对施工的干扰。其四，人力资源的合理配置和管理。超高层建筑的施工涉及到众多工种和专业，需要高度协同和密切配合。合适的人员培训和施工组织架构的建立对确保施工效率至关重要。其五，政策和法规的变化也可能对超高层建筑的施工产生影响。政策的调整可能涉及到施工许可、环保要求等方面，因此，项目团队需要随时关注并适应政策变化，以确保合规施工。

总体而言，超高层建筑中的钢结构施工受多方面因素影响，需要项目团队具备全面的专业知识和协调能力，以应对复杂多变的施工环境。通过科学规划和有效管理，可以最大程度地降低各种因素对施工的不利影响，确保工程的顺利进行。

3 超高层建筑中的钢结构施工关键技术与应用措施

3.1 柱基础检查

柱基础是超高层建筑中钢结构的重要支撑组件，其质量和稳定性直接关系到整个建筑的安全性。柱基础检查是确保超高层建筑钢结构施工质量的关键环节，包括设计前、施工中和验收后的多个阶段。在设计前，对柱基础的检查主要侧重于地质勘察和基础设计的合理性。地质勘察需要详细了解地层情况，确定地基承载能力和沉降性质，以便合理设计柱基础的尺寸和深度。设计阶段还需要检查基础的承载能力和稳定性，确保其能够承受超高层建筑所带来的垂直和水平荷载。施工中，柱基础的检查主要包括基坑开挖、基础浇筑等环节。在基坑开挖过程中，需要对土壤进行再次检测，确保开挖深度和形状符合设计要求。基础浇筑时，需对混凝土的配合比、浇筑工艺等进行检查，以确保混凝土的质量和均匀性。此外，需要检查基础的钢筋工程，确保钢筋的数量、直径和布置符合设计标准，以提供足够的强度和连接性。验收阶段，柱基础的检查主要包括对基础的整体性能和质量的评估。这包括对基础的承载能力进行实测，检查是否满足设计要求；对基础的外观和尺寸进行检查，确保其形状和尺寸符合设计图纸；对基础的材料进行取样检测，验证混凝土的抗压强度等参数。通过这些检查，可以确保柱基础在设计、施工和验收三个阶段都达到了高质量的标准。在柱基础检查中，关键技术包括地质勘察技术、混凝土配合比设计技术、基础钢筋施工技术等。应用措施包括建立科学合理的质量管理体系，加强设计、施工和验收阶段的协同合作，确保每个环节的质

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

量可控可靠。通过这些关键技术和应用措施的有效结合，可以提高柱基础的施工质量，确保超高层建筑的结构安全和稳定性。

3.2 钢柱结构吊装

超高层建筑中钢柱结构的吊装是一个关键且复杂的施工环节，它涉及到大型起重设备、精密操作以及安全措施等多方面的考量。第一，吊装方案设计。在进行钢柱结构吊装前，需要设计合理的吊装方案，包括计算吊装点的位置、确定使用的吊装设备和配重、考虑气象条件对吊装的影响等，专业的工程师需要对各种情况进行综合评估和计算，确保吊装过程的安全性和稳定性。第二，吊装设备的选择和调试。吊装过程中使用的起重设备（如起重机、吊车等）必须符合要求，并经过严格检测和调试，吊装设备的稳定性和承载能力对于确保钢柱结构的安全吊装至关重要。在实际操作前，需要对吊装设备进行全面检查和试运行，确保其性能和安全。第三，安全措施和施工规范。安全始终是钢柱结构吊装的首要考量因素。在施工现场需严格执行相关的安全规范和程序，包括设置警示标志、限制施工区域、配备专业人员进行监督和指导，并确保作业人员配戴好安全防护装备。第四，吊装过程的监控和调整。一旦吊装开始，需要实时监控吊装过程，包括对吊装角度、吊装速度、负荷情况等进行监测和调整。如有异常情况，需要及时停止吊装并进行调整，以防止事故发生。第五，协同作业和沟通。吊装过程需要多个工种、多个团队的协同作业。良好的沟通和协作是确保吊装顺利进行的关键。各个团队需要密切配合，遵循指挥人员的指示，保持沟通畅通，以确保吊装操作的准确性和安全性。第六，应急预案和风险评估。提前制定各种意外情况的应急预案是必要的。同时，在吊装前需要进行全面的风险评估，识别潜在的风险因素并采取相应的预防措施，确保吊装过程的安全可控。总之，通过科学合理的吊装方案设计、合适的设备选择和调试、严格的安全措施、实时监控和协同作业，可以确保钢柱结构的安全、高效吊装，保障超高层建筑施工的顺利进行。

3.3 钢柱结构连接

钢柱结构的连接是超高层建筑钢结构施工中至关重要的环节，直接关系到整个结构的稳定性和安全性。一是连接方式选择，在进行钢柱结构连接前，首先需要选择合适的连接方式，常见的连接方式包括焊接、螺栓连接和预应力连接等。不同的连接方式有不同的适用场景，需根据设计要求和实际情况选择最合适的连接方式。二是焊接技术。若选择焊接作为连接方式，焊接技术的质量直接关系到连接的牢固性和稳定性。焊接前需要对连接部位进行充分的准备工作，包括清理表面、去除氧化物等。焊接操作需要由经验丰富的焊工进行，确保焊缝的质量达到设计标准，同时要注意控制焊接温度和变形。三是螺栓连接技术。螺栓连接是常用的连接方式，其优点在于方便拆卸和维护。在螺栓连接中，关键是螺栓的选择和紧固力的控制。螺栓连接前需要检查螺栓的质量、长度和规格，确保符合设计要求。紧固力的控制需要根据设计标准进行，以保证连接的稳定性。四是连接件质量检测。在连接完成后，需要对连接部位进行质量检测。这包括对焊缝、螺栓和预应力钢筋的质量进行检查，以确保连接的牢固性和稳定性。常用的检测手段包括超声波检测、X 射线检测等。五是防腐措施。连接部位常处于暴露在外的环境中，因此需要考虑防腐措施，以延长连接的使用寿命。这可能包括防腐涂层、防腐处理等，确保连接部位不受腐蚀影响。综上所述，钢柱结构的连接是超高层建筑钢结构施工中至关重要的环节，通过选择适当的连接方式、严格控制连接质量、建立质量管理体系等措施，可以确保钢柱结构连接的可靠性和稳定性，提高整体结构的安全性。

4 结束语

超高层建筑中的钢结构施工需要高度的技术水平和精密的管理。通过柱基础检查、钢柱吊装、钢柱连接和技术检测等关键技术与应用措施，可以提高施工的效率和结构的安全性，确保超高层建筑的稳定和可靠性。在今后的超高层建筑项目中，应继续研究和总结经验，不断提升施工技术水平，为城市的可持续发展贡献力量。

[参考文献]

[1]侯蕾,杨洁,闫密,等.超高层建筑钢结构施工的关键技术研究[J].科技与创新,2022(22):83-85.
[2]卢元凯,王作亮.超高层建筑钢结构施工关键技术研究[J].建材发展导向,2021,19(20):19-20.
[3]吴志鑫.超高层建筑钢结构施工技术思考[J].中国建筑金属结构,2021(9):122-123.
[4]贾加力.超高层建筑钢结构施工技术与管理研究[J].居舍,2021(13):111-112.
[5]付正权.超高层建筑钢结构施工关键技术与措施研究[J].城市住宅,2020,27(11):192-193.

作者简介：张俏，(1984.12—)，毕业院校：沈阳建筑大学，所学专业：工程力学，当前就职单位：辽宁城市建设职业技术学院，职务：教研室主任，职称级别：教授。

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

预应力锚索框架梁施工质量控制要点

纪道景
中铁十四局集团第三工程有限公司，山东 济南 250100

[摘要]新形势下，随着社会经济与科学技术水平不断提升，推动工程项目的建设与发展。在此背景下，人们对于施工质量也提出更高的标准与要求。在实际开展工程项目建设过程中，通过合理运用预应力锚索框架梁，有效提高整体防护效果，可以确保整体施工质量。基于此，本篇文章将详细分析预应力锚索框架施工质量控制要点，结合具体情况提出合理参考建议。
[关键词]质量控制；施工；锚索框架梁；预应力
DOI：10.33142/sca.v7i1.10923 中图分类号：U41 文献标识码：A

Key Points for Quality Control in the Construction of Prestressed Anchor Frame Beams

JI Daojing
China Railway 14th Bureau Group Third Engineering Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250100, China

Abstract: In the new situation, with the continuous improvement of socio-economic and scientific and technological levels, the construction and development of engineering projects are being promoted. In this context, people have also put forward higher standards and requirements for construction quality. In the actual process of carrying out engineering project construction, by reasonably using prestressed anchor frame beams, the overall protection effect can be effectively improved, and the overall construction quality can be ensured. Based on this, this article will analyze in detail the key points of quality control in the construction of prestressed anchor frame, and propose reasonable reference suggestions based on specific situations.
Keywords: quality control; construction; anchor frame beam; prestressed

工程项目施工中，预应力锚索框架梁施工作为非常关键的组成部分，起到了很好的防护作用。施工期间，为了充分展现出预应力锚索框架梁施工意义，需要规范施工工艺，并明确施工质量控制相关要求，制定完善的施工作业方案，做好施工技术交底工作，从而为确保整体施工质量打下良好基础。

1 分析预应力锚索框架梁施工中常见的问题

1.1 没有明确索孔的位置

实施预应力锚索框架梁施工作业期间，比较常见的问题为没有明确定位索孔的位置。应科学控制好锚固段和自由段长度，注重处理孔向偏差、入口倾角、塌孔等相关问题。钻孔过程中，需要严格遵循孔位有序进行。施工中对于钻孔方向而言，应和设计方向保持一致，施工人员针对方位偏差需要合理控制在±2°，同时对于倾角误差来说应控制为±1° 。对于选择的钻具而言，应合理运用地质钻机，结合施工设计要求明确孔径。施工人员应结合施工具体情况，确定锚索长度，严格遵循埋入基岩锚固长度施工作业原则。

1.2 没有注重优化锚索组装环节

在开展组装锚索期间，施工人员需要对每个施工作业环节进行仔细、认真完成。准确安装中支架、导向帽等，锚索组装前应注重检查隔离处理锚索和下料等相关施工环节。当产生钢绞线问题，一般为划痕、死弯等问题造成的，因此工作人员应加大质量检查力度，确保整体施工质量。

1.3 没有注重开展连续注浆操作

注浆操作期间，需要确保作业活动的连续性，否则注浆过程中很容易产生卡管或者是渗透等相关问题。在进行注浆操作期间，应确保连续性，并使索孔中的注浆体提高密实性，更好满足施工在强度方面的标准。基于受力具备的特征，有序开展两次注浆作业活动，在第一次作业期间应对锚索 孔产生的缺陷进行认真检查，并有序开展锚索推送施工作业。锚固段砂浆强度当符合施工设计要求情况下，在配比设计期间合理融入膨胀剂，有效提高锚固的作用。在进行第二次注浆期间，一般在锚索张拉完成之后，强度一般要求比锚固段的强度低一个等级，在注浆到锚索孔返浆之后停止，可以确保自由段注浆整体密实度，为锚体提供更多保护[1]。

2 分析预应力锚索框架梁施工工艺

2.1 框架施工工艺

锚固工程作业期间，对于预应力锚索框架来说作为预制构件，主要将加固范围内的临空表面做好覆盖，做好整体结构的加固工作。预应力锚索框架为钢绞线锚固结构锚垫支点。框架施工质量，会对预应力锚索加固效果产生很大影响，因此应注重优化框架施工工艺，实际满足工程施工质量要求。

2.2 锚索张拉施工工艺

锚索张拉施工之前，需要针对锚索开展张拉实验活动，主要实验目的在于明确工程项目施工中存在的问题。主要

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

内容为：施工工艺、施工质量、施工设计、锚索性能等多个方面内容。施工作业期间还应考虑到搬运、存储、安装中所产生的抗物力破坏能力。实验期间当工作人员发现其中存在的问题，需要结合实际情况，制定完善的应对措施，做好及时调整工作。试验通常在锚索施工之前，明确钻孔位置以后，有序开展锚墩作业实验。针对锚墩强度应满足施工设计要求，浇筑锚固浆体满 28 天后，有序进行锚索张拉实验，并将实验结果提交给设计部门与监理部门，在进行锚索工程施工作业期间需要与张拉实验活动同时开展[2]。

3 探究预应力锚索框架梁施工质量控制要点

3.1 做好施工准备工作

为了充分展现出预应力锚索框架梁施工应用价值，需要对施工设计图纸、设计文件等进行深入研究，参与施工的工程技术人员应对施工设计意图、构造与结构特点、技术质量要求等多方面内容进行熟练掌握，遵循施工设计要求有序开展施工作业活动。结合施工技术规范、设计文件等多方面内容，技术人员需要与施工人员做好技术交底工作。具体施工内容包含了：操作程序、施工工艺、质量标准、作业标准等。结合施工质量要求、施工人员实际情况等，开展完善的岗前培训，帮助施工人员全面了解施工要求与施工内容，确保施工人员专业素养更好满足施工岗位要求[3]。

3.2 优化材料运输环节

在开展预应力锚索框架梁施工质量控制工作期间，应明确意识到材料运输环节的重要性，否则会对整体施工质量产生一定程度上影响。根据料场做好开挖平台，采用卷扬机、滑轮组等将混凝土半成品做好运输工作，确保混凝土的质量，为后续施工作业活动打下良好基础。

3.3 加强控制施工配合比

合理控制泵送剂。施工期间泵送剂在混凝土料中充分展现出改善作用，有效改善保水性、流动性，减少在混凝土拌合中的摩擦阻力，避免产生离析问题，并加强对流动性、和易性进行科学控制。第二，做好施工期间水灰比的控制工作。施工人员明确应明确混凝土的抗渗等级，然后需要充分考虑到水灰比控制工作。对于水泥实际符合水化作用要求以后，应对水灰比进行科学控制，否则很容易导致混凝土凝胶没有填充空隙，会出现渗水问题，严重影响整体施工质量。如果水灰比比较小，会导致施工中产生空隙问题。第三，注重控制灰砂比例。混凝土的强度与材料中水泥有着紧密联系，也作为凝胶结晶堵塞孔隙的关键因素，水泥当出现越细，水化就呈现出越充分情况，有效提高整体抗渗能力。针对混凝土而言，存在着很大的水泥用量，并具备不错的抗渗能力，同时会加大用水量。因此，水泥用量避免出现过大情况。对于砂浆比也会在一定程度上影响水泥石的收缩能力，针对这个情况应科学控制配比中的灰砂比。

注重控制灰石比例。灰石在选择过程中，施工人员应结合施工质量标准进行严格筛选，合理控制粒径，避免产生孔隙比较大的情况，可以有效保障整体施工质量。值得注意的是，灰石粒径太小的话也会导致石子与砂浆产生变形现象，进而出现接触孔的问题。面对这些问题，施工期间应注重对石子与水泥之间比例进行科学控制，一般为 1：3～1：4 比例[4]。

3.4 优化框架梁以及锚墩混凝土施工作业环节

有序完成浇筑框架梁，然后浇筑锚墩。当横竖梁箍筋出现干扰的情况，需要对局部的箍筋间距做好调整工作。第二，施工人员需要对节点处的钢筋绑扎与保护层厚度进行优化。第三，通过标高，对架梁斜度进行科学控制，确保上下面和山体的坡面保持垂直状态。第四，浇筑混凝土过程中，特别是锚孔周边以及钢筋比较密集情况，需要做好振捣工作，有效保障整体施工质量。第五，有序开展框架分片施工作业活动，一台阶上对于一竖排节点作为一个施工单元。第六，施工中需要严格遵循施工设计图纸，有序开展锚墩钢结构以及模板架立工作。钢结构安装过程中，施工人员应充分考虑到导向管插入岩体深度，严格遵循施工设计开展相关操作，确保钻孔轴线、孔口管轴线对中重合[5]。

3.5 加强控制钻孔施工质量

钻孔施工作业期间，施工人员需要做好测量放样工作，结合施工实际情况，合理搭设钻孔作业平台。一般情况下，合理运用钻机 100B 钻机。施工人员在进行钻机施工作业期间，应对施工设计当中的倾角、孔位以及方位等相关内容进行全面考虑，尤其是施工中搭设的钻机平台，通过以多个角度进行分析，并使用测斜仪对方位、倾角等加以明确。实际开展钻孔期间，施工人员应利用好干钻，并在施工期间佩戴好相关防尘装备。对于钻孔口需要对吸尘装置进行科学安装，避免施工中使用水钻，防止破坏岩体地质，有效提升孔壁黏结性能。在设置钻孔速度时，一般遵循钻机性能以及锚固底层特征等合理开展施工质量控制工作，避免施工中钻孔产生扭曲或者是变径等现象，为提高施工质量打下坚实基础。在进行钻孔过程中，应充分考虑到施工中的具体情况，地下水、地层变化等，以此优化施工质量控制措施。钻井过程中如果出现缩孔、塌孔等问题，施工人员应立即停止施工作业活动，应做好灌浆的加固处理，避免产生不必要的施工安全事故问题。水泥砂浆在凝固以后，应再次进行钻进，对根管钻工作做好精心处理工作。当遇到索孔中承压水流出，当水量逐渐变小之后，施工人员才能有序开展下锚索与注浆作业活动。结合具体情况，应对排水孔进行科学设置，有序开展二次封堵工作。孔径、孔深应实际满足施工设计要求，避免对后续施工作业造成影响。

值得注意的是，应注重优化与完善灌浆作业环节。灌浆之前，工作人员需要对浆管通常情况进行严格检查，为通畅性提供可靠保障，如果没有应做好疏通处理工作。灌

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

浆过程中，需要结合排气管合理安装压力计、压力表等，合理应用灌浆法。施工人员在实施灌浆之前，结合施工现场具体情况需要做好完善的准备检查工作，为施工质量、施工安全等提供可靠保障。主要内容包含了：第一，应检查灌浆管路，提高管路连接的通畅性以及连接的正确性。第二，注重检查压力表，确保压力表处于正常的工作状态。第三，注浆之前，需要检查孔口回浆压力表以及设备漏浆等，确保锚索灌浆能够正常运行[6]。

3.6 注重优化脚手架施工质量

充分考虑施工边坡实际情况。实际开展搭设脚手架之前，工作人员需要认真、仔细观察边坡的稳定状态。搭设脚手架期间，会与边坡产生相应角度，应使坡面、横杆以及立杆等保持垂直的状态。岩石基层上需要提高脚手架钢管支架的问题性，结合具体情况优化布设作业环节，如果地基的承载力存在着较差状态，工作人员合理运用木板垫的方式进行科学垫设。第二，对脚手架搭设方法进行科学选择。为了给锚索定位与钻孔提供更多便利，一般锚索施工间距需要合理运用 3. 0m×3. 0m 的方形做好布置工作，结合承载力、稳定性实验活动得出结论，通过完善的搭设方式进行搭设。第三，提升脚手架搭设管扣的牢固性与稳定性，壁面与钢架需要做好连接，注重提升钢架连接整体的牢固性，有序搭设木板平台。对于脚手架，应通过木板做好固定，防止出现翘头板施工安全事故问题[7]。

4 预应力锚索框架梁施工质量控制相关注意事项

首先，应重视优化坡面的修整工作。施工中会面临岩石的边坡出现破碎、松散、不平整等情况，为了确保整体施工质量，需要施工人员清除干净岩渣、浮石等，合理修正边坡，有利于顺利开展后续施工作业活动。因此，施工作业期间，应制定完善的施工作业方案，要求施工人员严格遵循制定的流程，开展相关操作，可以确保坡面修整达到施工质量标准。其次，不断完善清晰钢绞线与制作挤压头的施工环节。施工人员需要清洗干净钢绞线防油脂，并采用承载板套入钢绞线中，结合钢绞线与承载板，对钢丝衬套挤压套进行合理安装，可以提高整体挤压效果。完成钢绞线挤压以后，需要合理安装保护罩。对于承载板与钢绞线穿孔处应做好密封工作，避免保护罩中进入水泥浆液。结合锚索施工设计图，需要先挤压最短的一组钢绞线，并有序至最后一组[8]。

5 结束语

综上所述，随着社会经济发展水平的不断提升，我国岩土工程、公路工程领域得到了迅速发展，逐渐扩大了施工规模。为了确保工程项目质量，应明确意识到应用预应力锚索框架梁施工技术的价值，成为隧道围岩加固、治深基础处理等主要施工措施。工程施工呈现出经济性、效果好以及施工灵活等优势，在工程施工中得到了广泛应用，并取得了不错的施工效果。在施工中为了充分体现出预应力锚索框架梁施工价值，需要结合工程项目实际情况，优化施工应用策略，加强控制预应力锚索框架梁施工质量，为整体施工效率、施工质量打下良好基础。

[参考文献]

[1]蔡妙忠.探讨预应力锚索框架梁在路基边坡防护中的应用[J].四川水泥,2021(10):96-97.
[2]王兴华.预应力锚索框架梁施工控制要点探究[J].住宅与房地产,2018(5):144.
[3]夏添,倪迎峰,崔颖才.预应力锚索框架梁施工方法及质量控制[J].人民长江,2013,44(14):69-71.
[4]姜少涛.预应力锚索框架梁在边坡支护中的综合应用研究[D].安徽:安徽工业大学,2013.
[5]郑信荣.框架梁预应力锚索体系在加固路堑高边坡的施工技术与质量控制[J].科技经济市场,2010(10):31-34.
[6]张立立.港华厂区边坡预应力锚索框架梁优化设计研究[D].西安:西安科技大学,2011.
[7]杨锡斌.预应力锚索框架梁施工质量控制要点[J].铁道工程学报,2007(1):325-329.
[8]聂细生,李忠社.预应力锚索工程施工质量控制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005(11):29-31.

作者简介：纪道景（1989.12—），男，本科，山东理工大学，土木工程专业，中铁十四局三公司，项目总工，工程师。

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

地铁深基坑施工安全监测及临近路面变形研究

辛冬冬 荆鹏程
北京环安工程检测有限责任公司，北京 100000

[摘要]地铁深基坑施工作为城市交通建设的关键环节，不仅对城市交通体系的完善具有重要意义，也直接关系到周边环境的稳定与安全。在进行地铁深基坑施工时，面临着诸多复杂的地下环境与周边影响因素，包括地下水位、土壤力学性质、临近建筑物等多方面的挑战。为了确保施工过程的安全性、高效性和可持续性，对深基坑施工中的安全监测及其与临近路面变形的关系进行深入研究显得尤为迫切。

[关键词]施工监测；深基坑；位移；轴力
DOI：10.33142/sca.v7i1.10918 中图分类号：U231 文献标识码：A

Research on Safety Monitoring of Subway Deep Excavation Construction and Deformation of Adjacent Road Surface

XIN Dongdong, JING Pengcheng
Beijing Huan'an Engineering Testing Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: As a key link in urban transportation construction, the construction of subway deep foundation pits is not only of great significance to the improvement of the urban transportation system, but also directly related to the stability and safety of the surrounding environment. When carrying out subway deep foundation pit construction, it faces many complex underground environment and surrounding influencing factors, including challenges such as groundwater level, soil mechanical properties, and adjacent buildings. In order to ensure the safety, efficiency, and sustainability of the construction process, it is particularly urgent to conduct in-depth research on safety monitoring during deep foundation pit construction and its relationship with adjacent road surface deformation.

Keywords: construction monitoring; deep foundation pit; displacement; axial force

引言

随着城市人口的不断增加和城市功能的日益完善，地铁交通作为一种高效、便捷的交通方式得到了广泛应用。而地铁深基坑施工作为地铁建设的重要组成部分，通常伴随着较大规模的土木工程和地下空间的开发。由于施工区域的特殊性，有复杂的地质结构、邻近建筑物、地下水位等多重因素，地铁深基坑施工面临一系列挑战，如地基沉降、土壤力学性质的变化、与周边建筑物的互动、施工噪音和震动等问题。这些挑战对城市基础设施的安全性和可持续性构成了潜在风险。因此，深入研究地铁深基坑施工的安全监测方法以及其对周边路面变形的影响，对于指导施工实践、提高工程质量具有重要意义。

1 地铁深基坑施工概述

地铁深基坑施工是现代城市地下交通建设中一项重要而复杂的工程活动。深基坑施工通常涉及在城市地下深处开挖大规模的基坑，以容纳地铁隧道、站台和相关设施，要综合考虑地质、水文、土壤力学等多个因素，以确保基坑的稳定性和地下结构的安全性。在深基坑施工中，首先进行的是对施工区域的详细勘测，以获取地质地貌和地下水位等重要信息。然后，根据勘测结果，制定施工方案，并采用相应的施工技术，如切削桩墙和土钉墙等，来保障基坑的稳固[1]。地下水位的控制是深基坑施工中的重要环节，通过合理的降水和排水工程来维持施工现场的干燥状态，以防止基坑坍塌和地层沉降。除了地质因素外，深基坑施工还必须考虑到临近建筑物的影响。这包括采取措施确保施工不会对周边建筑结构产生不利影响，以及在可能存在的地下管线或设施周围进行合理的工程规划，以避免对城市基础设施的破坏。整个地铁深基坑施工过程需要高度的协调和监测，以确保工程进展的安全性和有效性。从项目规划、地质勘测到具体施工实践，地铁深基坑施工涵盖了多个学科领域的知识，需要工程师们运用先进技术和科学手段，全面保障施工的顺利进行。

2 地铁深基坑施工的主要挑战

2.1 地下水位控制

地下水位的高低直接关系到基坑工程的稳定性和安全性，高水位可能导致基坑内土体流失，增加坍塌风险，同时可能引发地基沉降，低水位则可能导致基坑周边土体失水裂缝，进而影响地下建筑物的稳定。不同水位条件下，地下水的流动性、土体的承载能力等均会发生变化，对施工带来一系列的挑战。如何有效地控制地下水位，使其处于合适的水平范围，成为地铁深基坑施工过程中需要认真解决的关键问题。

2.2 土壤力学性质

不同地区的土壤性质差异巨大，包括黏性土、砂土、

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

砾石土等，其力学性质的不同会直接影响到基坑支护结构的设计和施工方式的选择。黏性土的抗剪强度和变形模量相对较低，可能对基坑的稳定性构成挑战，而砂土或砾石土则可能在基坑支护过程中产生沉陷或坍塌。如何准确获取和评估施工区域土壤的力学性质，如何根据不同的土壤条件选择合适的支护措施，是土壤力学性质问题中亟待解决的难题。

2.3 临近建筑物影响

施工对周边建筑物的振动、变形和稳定性产生潜在影响，可能导致裂缝、倾斜或其他结构问题。这些影响不仅受到施工活动类型和强度的影响，还受到周边建筑物的结构特征和地质条件的制约。对于临近建筑物的保护，需要充分了解建筑物的原始结构和基础情况，对其承载能力和稳定性进行全面评估。由于不同建筑物的结构和土壤条件各异，如何准确判断施工对其可能产生的影响，以及采取何种预防和保护措施，成为临近建筑物影响问题中的重要问题。

2.4 施工噪音和震动控制

施工活动所产生的噪音和震动可能对周边居民和建筑物带来负面影响。噪音污染可能扰乱周边居民的生活，而高强度的震动可能导致建筑物结构的损伤或居民的不适。问题的复杂性在于施工现场通常涉及多种机械设备的同时运作，这些设备产生的噪音和震动水平受到多种因素的影响，如设备类型、作业方式以及施工地点的地质条件。如何准确评估施工噪音和震动对周边环境的潜在影响，以及制定有效的控制措施，是施工噪音和震动控制问题中亟待解决的挑战。

3 地铁深基坑施工安全监测方法

3.1 传感器选择与布置

传感器选择与布置是地铁深基坑施工安全监测的关键步骤。在面对复杂的施工环境时，选择适当的传感器类型至关重要。传感器可以涵盖多个方面，包括测斜仪、应变计、位移传感器、压力传感器等。每种传感器都有其独特的监测特性，因此在选择时需要综合考虑监测目标、精度、响应速度和耐久性等因素。置传感器的位置也需谨慎确定，以确保全面有效地覆盖施工区域和潜在的影响区域。传感器的布置需要考虑地质条件、施工工艺以及可能出现的变形特征，以最大程度地提供准确且全面的监测数据。

3.2 数据采集与处理

数据采集与处理是地铁深基坑施工安全监测的关键环节。一旦传感器布置完毕并开始监测，大量的监测数据会源源不断地生成。在数据采集方面，需要确保传感器的持续稳定运行，以保证数据的准确性和连续性。不同类型的传感器可能提供的数据格式和频率各异，因此需要设计合理的数据采集系统，确保及时、高效地获取监测数据。采集到的数据通常包括位移、压力、应力等多个方面的信息，因此在数据处理阶段需要进行有效的整合和分析。数据处理的目标是提取出对施工安全监测最为关键的信息，识别异常变化或潜在风险，包括使用数据滤波、趋势分析、统计方法等技术手段，以得出对施工状态和环境变化更为敏感的指标。在进行数据处理时，需要考虑监测系统的精度、实时性和可靠性，确保处理结果具有实际指导意义。

有效的数据采集与处理有助于监测人员及时获得有关施工过程的关键信息，为安全管理提供科学依据。通过合理利用先进的数据处理技术，监测系统可以更准确地预测潜在风险，为施工现场提供及时的安全保障。因此，在整个施工过程中，数据采集与处理的科学管理是确保地铁深基坑施工安全的不可或缺的一环。

3.3 监测结果分析

监测结果分析是地铁深基坑施工安全监测的关键步骤。通过持续监测系统采集的大量数据，分析人员可以深入了解施工过程中地下环境的变化和可能存在的安全隐患。监测结果分析涉及多个方面，包括地下水位的变化趋势、土体的位移和应力状态、结构变形等。通过对这些方面的分析，可以及时发现异常情况或潜在问题，关键是将监测数据与工程设计参数进行对比，判断实际施工状态是否符合预期，以及是否存在超出安全范围的情况。在监测结果分析中需要重点关注异常变化的趋势和可能的影响因素。如果监测到地下水位的异常上升或土体的急剧变形，可能需要调整降水方案或采取其他应急措施。对于临近建筑物的影响，监测结果分析也可提供对建筑物结构稳定性的评估。监测结果分析的最终目标是及时发现并解决潜在的安全风险，确保施工过程的平稳进行。通过不断改进分析方法和提高监测系统的灵敏度，可以更有效地应对地铁深基坑施工中的各种挑战，从而提高工程的安全性和可控性。

3.4 预警与应急响应

通过及时的监测与分析，预警系统能够识别施工现场的潜在风险和异常情况，提前发出预警信号，以确保对施工状态的及时而准确的反馈。一旦预警触发，应急响应机制应迅速启动，包括紧急通知相关人员、调整施工进度、采取紧急措施等，以最大限度地减小潜在风险可能带来的影响。在预警与应急响应过程中，协同合作与信息传递至关重要。相关部门、施工人员和监测团队之间需要建立高效的沟通渠道，确保信息能够快速流通，有助于迅速做出决策并采取行动。应急响应计划的制定和不断的优化至关重要，确保在发生紧急情况时能够有序而快速地应对。通过科学的监测、分析和迅速的响应机制，可以最大限度地保障地铁深基坑施工过程的安全性，不仅能够在施工阶段最大程度地预防和减缓潜在的安全风险，同时为今后类似工程提供了宝贵的经验教训。预警与应急响应是地铁深基坑施工安全管理的最后一道保障，确保城市交通建设过程中的可控性与可持续性。

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

3.5 定期审查与改进

定期审查与改进是地铁深基坑施工安全监测体系的必要环节。通过对监测系统的定期审查，可以评估系统的性能、准确性和实用性，包括检查传感器的运行状态、数据采集的质量以及预警与应急响应机制的有效性。审查还应包括与实际施工经验的比对，以验证监测系统的预测准确性和实际工程的相符程度。基于审查结果，需要及时改进监测体系，涉及更新或更换传感器设备，优化数据采集与处理流程，或者改进预警与应急响应计划。改进的目标是提高监测系统的灵敏度、准确性和实时性，以应对可能出现的新情况和挑战[2]。定期审查与改进不仅有助于确保监测系统始终保持高效运行，还能够根据实际施工经验不断提升系统的性能，为地铁深基坑施工安全管理提供了持续的支持，确保在整个工程周期中及时发现并解决问题，从而保障施工的顺利进行。通过定期的系统审查和改进，能够不断提高监测系统的可靠性，为类似工程提供更为完善的安全保障策略，促进城市基础设施建设的可持续发展。

4 临近路面变形研究

4.1 路面变形监测方法

路面变形监测方法是地铁深基坑施工安全研究中的一项重要内容。随着基坑施工的进行，周边路面可能发生变形，而这种变形可能对交通流畅性和周边建筑物的稳定性产生潜在影响。常见的路面变形监测方法包括全站仪测量、激光扫描技术和遥感监测。全站仪测量通过测量固定点的水平和垂直角度，获取路面的坐标信息，可提供较高的精度和实时性。激光扫描技术则通过激光束扫描路面表面，获取路面的三维点云数据，具有高效的数据采集能力。而遥感监测则常借助卫星或无人机等平台，获取大范围的路面变形信息，适用于广泛的区域监测。这些监测方法可以灵活组合使用根据具体情况选择最合适的方案。同时监测周期的选择也需要综合考虑施工阶段、地质条件和监测成本等因素[3]。有效的路面变形监测方法有助于及时发现潜在问题，为施工安全提供及时的反馈和决策支持。

4.2 路面变形与地铁深基坑的关联分析

路面变形与地铁深基坑的关联分析是为了深入了解基坑施工对周边环境的影响，特别是对地表路面的变形情况进行详细研究。地铁深基坑的施工过程中，土体的开挖和基坑支护等操作可能引起地下土体的沉降或变形，从而对地表路面产生一定影响。在进行关联分析时，先要收集路面变形监测数据和基坑施工过程的相关施工参数，可以识别出路面变形与基坑施工活动之间的时空关系。可以观察基坑施工不同阶段与路面变形之间的对应关系，进一步分析不同施工操作（如挖掘、支护、回填等）对路面变形的影响程度，有助于识别潜在的危险因素，例如基坑开挖引起的地面下沉是否超出了设计范围或者基坑支护结构对周边路面产生的挤压效应。

4.3 预测与控制路面变形

预测与控制路面变形是地铁深基坑施工安全管理的重要环节。通过对路面变形进行有效的预测，可以提前识别潜在的问题，为采取相应的控制措施提供时间和空间。预测路面变形通常需要借助先进的数学模型和计算工具，结合历史监测数据，对基坑施工过程中可能导致的土体沉降、压缩等因素进行综合分析，可以帮助建立与施工活动相关的路面变形模型，预测不同施工阶段路面的变形趋势。为了更精确地进行预测，需要考虑多种因素，包括土体力学性质、基坑支护结构的类型与布局、降水方案的实施以及周边建筑物的基础特征等，可以得出路面变形的潜在影响，并提前制定相应的控制计划。控制路面变形涉及采取一系列工程措施以减缓或防止变形的发生，包括合理的基坑支护设计、调整降水方案、合理安排施工进度以及在必要时进行地面加固等。通过实时监测系统的反馈，可以及时调整控制措施，确保其有效性。预测与控制路面变形需要全面考虑地铁深基坑施工的多个方面，并采用先进的技术手段。

5 结语

在地铁深基坑施工中，地下水位控制、土壤力学性质、临近建筑物影响以及施工噪音和震动控制等问题的综合研究，为施工过程中可能遇到的各种挑战提供了丰富的经验。在路面变形监测与预测控制方面，通过采用先进的监测方法和科学的数据分析手段，实现了对基坑施工对周边路面影响的全方位把控。预测与控制路面变形的工程实践为施工管理提供了有力支持，使得在施工过程中能够及时调整策略，减小潜在风险。通过深化对地下施工过程中的各项关键问题的理解，并结合先进的监测技术和工程管理手段，可以在保障城市基础设施建设的同时最大程度地减小对周边环境的不良影响，为地铁深基坑施工的安全性、高效性和可持续性奠定了坚实基础，为城市发展和交通建设的可持续发展做出了积极贡献。

[参考文献]

[1]詹毕顺.基坑群开挖对邻近铁路路基变形影响分析及安全评价研究[D].天津:天津大学,2023.
[2]申洋.不同支护形式在狭长基坑中的分段应用研究[D].江苏:东南大学,2020.
[3]钟正雄,杨林德,杨金松.基坑变形的实时建模预报时序分析方法[J].工业建筑,2000(3):1-3.

作者简介：辛冬冬（1994.11—），毕业院校：西北工业大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：北京环安工程检测有限责任公司，职务：项目负责人，职称级别：助理工程师。

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

净水厂建设中工程质量控制重点和措施

崔 晋
河北供水有限责任公司，河北 石家庄 050000

[摘要]净水厂建设作为农村生活水源江水置换基础设施建设的重要一环，在保障安全用水方面发挥着重要的作用。净水厂建设是江水置换建设过程中的重头戏，其建设质量直接影响着饮用水的安全和质量。因此，如何在净水厂建设中科学有效地控制工程质量，是净水厂建设中的重要问题。本篇文章主要探究分析净水厂建设中工程质量控制重点和措施，希望能够为净水厂建设提供一些参考和启示，以进一步提升净水厂建设工程建设质量。

[关键词]净水厂；建设；工程质量；控制重点；控制措施
DOI：10.33142/sca.v7i1.10911 中图分类号：TU712 文献标识码：A

Key Points and Measures for Engineering Quality Control in the Construction of Water Purification plants

CUI Jin
Hebei Water Supply Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As an important part of the infrastructure construction for rural domestic water source river water replacement, the construction of water purification plants plays an important role in ensuring safe water use. The construction of water purification plants is a crucial part of the process of river water replacement, and its quality directly affects the safety and quality of drinking water. Therefore, how to scientifically and effectively control the engineering quality in the construction of water purification plants is an important issue in the construction of water purification plants. This article mainly explores and analyzes the key points and measures of engineering quality control in the construction of water treatment plants, hoping to provide some reference and inspiration for the construction of water treatment plants, in order to further improve the quality of water treatment plant construction projects.

Keywords: water purification plants; construction; engineering quality; control focus; control measures

引言

农村生活水源江水置换是一项系统性工程，涉及多个方面。推动农村生活水源江水置换建设，是一项民心工程。实施农村生活水源江水置换，是推进地下水超采综合治理、提升农村供水保障水平的重要举措。然而，在净水厂建设中，工程质量控制是非常重要的环节。只有确保工程质量的可靠性和稳定性，才能保证饮用水生产的顺利运营，同时也能确保自来水的安全性和卫生性。净水厂作为江水置换的重要组成部分，起着关键的作用。因此，净水厂建设中的工程质量控制尤为重要。为此，本文将基于净水厂建设中工程质量控制重点和措施，从净水厂的角度出发，详细探讨净水厂建设中的工程质量控制策略。

1 净水厂建设中工程质量控制的重要性

1.1 保障用户饮用水的安全性

自来水是人类饮用水的重要来源，而水质安全是保障公众健康的首要条件。通过严格的工程质量控制，可以确保净水厂的设计、施工和运营过程中无环境污染、水源保护措施到位，从而保证供水水质符合相关标准和要求。

1.2 确保净水厂设备的安全可靠

净水厂的设备设施是保障供水正常运行的基础，而工程质量控制是确保设备设施安全可靠的关键。通过严格的质量控制，可以确保设备的选用、安装和调试等环节符合相关标准，避免设备故障和事故发生，保障供水连续稳定。

1.3 提高净水厂的运行效率和节能减排

在净水厂建设中，科学合理的工程质量控制可以确保施工工艺和设备的优化，提高净水厂的运行效率和水资源利用率，降低供水成本。同时，合理控制工程质量还可以减少水处理过程中的能耗和排放，达到节能减排的目的。

1.4 保障工程投资的回报和长期运行效益

净水厂的建设是一项长期投资，工程质量控制直接影响到工程的投资回报和长期运行效益。通过严格的质量控制，可以确保工程的可持续发展，降低后期维修和运营成本，保证投资回报的实现。

2 净水厂建设中工程质量控制重点

2.1 设计阶段质量控制

设计阶段是净水厂建设中的关键环节，设计过程的精准和准确性直接关系到后续的施工和运营。因此，设计阶段的工程质量控制工作至关重要。首先，设计人员要根据实际情况绘制出详细的设计方案。设计方案应当考虑到整个净水厂的施工情况、工程质量要求、设备配置等方面，并在方案中进行详细的说明和标注，以便施工单位能够准确把握设计方案。其次，设计人员需按照相关标准和规范

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

绘制出配套的设计图纸。设计图纸要清晰标注各个设备的尺寸、材料、制造标准等信息，确保施工单位能够根据设计图纸进行准确施工和安装。此外，设计人员还需按照工程实际情况，详细制定出各种工程施工方案并进行评估。施工方案要合理可行，评估结果要得到了相应的批准并进行备案，以确保施工单位能够依据方案进行施工[1]。

2.2 施工阶段质量控制

施工阶段是净水厂建设中的实际操作环节，施工过程的质量直接关系到净水厂的后续运营。因此，在施工阶段中，必须做好严格的工程质量控制工作。首先，施工单位要严格按照设计方案和图纸进行施工，特别是要重点关注原水处理、净水处理和配水系统的质量控制。施工人员应当熟悉各种设备和工程施工步骤，并且依照标准和要求进行施工，保证施工过程的质量。其次，施工人员要严格把控各种材料的选择、质量和使用过程。施工人员应当按照工程需要选择适当的材料，并且严格把关材料的质量，杜绝使用低质材料，从而保证施工过程中使用的材料的质量。最后，在施工过程中，施工单位要加强对施工现场的管理。施工单位要严格按照安全规范管理施工现场，定期进行安全检查和整改，保证工程过程中的安全[2]。

2.3 调试阶段质量

调试阶段是净水厂建设中的关键阶段，需要对净水厂进行全面的调试和检查，确保生产质量达到要求。在调试阶段中，工程质量控制工作也至关重要。首先，调试人员要熟悉净水厂的各项设备和工作原理，了解设备的操作和使用步骤，以便在调试过程中进行准确操作。调试人员还要按照相关规范和标准进行调试操作，确保调试过程的质量。其次，调试人员要按照设备操作手册和工艺流程图进行调试。在调试过程中，要根据实际情况进行操作，并做好相应记录和日志，以便后续的运营管理。最后，在调试过程中，调试人员还需要对各种设备进行认真检查和维护。调试人员要做好设备维护和保养工作，确保设备的正常运转。

3 净水厂建设中工程质量控制面临的困境

3.1 施工工艺复杂

净水厂的施工工艺复杂，需要涉及多个专业技术领域的知识。这要求施工队伍具备较高的技术水平和丰富的经验，以确保施工过程中的质量和准确性。例如，净水厂涉及大量的设备和管道，设备的安装和调试需要精确的操作。一旦出现误差，导致设备性能下降或损坏，进而影响水质处理效果。因此，在施工过程中，对设备安装和调试的要求较高，需要严格控制施工质量。另外，净水厂的施工环境通常较为复杂，存在有限的空间、狭长的管道、地下工程等多种情况。这些环境因素增加了施工的难度和危险性，对施工队伍的技能和经验提出了更高的要求。因此，在施工过程中，需要采取相应的措施来应对这些挑战，确保施工质量和安全[3]。

3.2 施工质量要求高

自来水是人们日常生活所必需的，水质的好坏直接关系到人们的健康。因此，在净水厂施工过程中，必须严格控制施工质量，确保水处理设备的正常运行和水质的稳定达标。施工质量要求高主要体现在水质、设备运行、社会关注度等方面。首先，水质要求高。净水厂和净水厂的主要任务是处理和净化水源，为人们提供安全、清洁的饮用水。因此，对施工质量的控制直接关系到水质的处理效果。只有严格控制施工质量，才能确保水质的稳定达标，保障人们的健康。其次，设备运行要求高。净水厂涉及大量的水处理设备，这些设备的正常运行是保证水质处理效果的关键。如果施工质量存在问题，导致设备损坏或运行不稳定，进而影响水质处理效果。因此，对施工质量的严格要求是保证设备正常运行和稳定运行的必要条件。再次，社会关注度高。净水厂和净水厂是城市基础设施的重要组成部分，关系到广大市民的切身利益。因此，社会各界对净水厂的施工质量都给予高度关注。如果施工质量存在问题，不仅会影响市民的用水安全，还会对政府形象和社会稳定造成不良影响。

3.3 人员素质参差不齐

净水厂建设过程中，人员素质参差不齐是一个普遍存在的问题。由于施工队伍中的人员来源复杂，包括技术人员、工人、管理人员等，他们的技能水平、工作经验、责任心等方面存在差异，导致施工质量难以统一控制。首先，在专业技能方面，部分施工队伍成员缺乏足够的专业知识，导致在施工过程中难以理解和执行复杂的施工要求和技术标准。这导致施工误差、质量不达标等问题。其次，在工作经验方面，一些施工人员缺乏足够的实践经验，对于复杂的施工环境和问题缺乏应对能力。这导致施工进度受阻、问题解决不及时等问题。

再次，在责任心和态度方面，部分施工人员缺乏对工作的高度负责态度，工作态度不认真，对待施工问题马虎了事。这导致施工质量不稳定、安全隐患等问题。

3.4 监管力度不足

在净水厂的建设过程中，监管力度不足也是工程质量控制面临的困境之一。部分监管部门对施工过程的监管不够严格，导致一些质量问题得不到及时发现和解决，给工程质量控制带来一定的风险。在净水厂建设过程中，监管力度不足主要体现在制度不完善、人员配备不足、监管手段落后等方面。首先，监管制度不完善。在施工过程中，缺乏完善的监管制度，对施工质量的控制缺乏明确的指导和规范。这往往会导致施工过程中的问题得不到及时发现和解决，影响施工质量的稳定性和可靠性。其次，监管人员配备不足。在施工过程中，监管人员的数量和素质往往不足，无法对施工过程进行全面、有效的监管。这往往会导致施工质量问题得不到及时发现和处理，给工程质量带

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

来潜在的风险。再次，监管手段落后。在施工过程中，监管手段往往比较落后，缺乏先进的技术手段和设备支持。这往往会导致监管效率低下，无法及时发现和解决施工质量问题。

4 净水厂建设中工程质量控制的有效措施

4.1 完善质量管理体系

完善质量管理体系是净水厂建设中有效控制工程质量的重要措施。首先，应建立专门的质量管理部门，负责制定和执行质量管理制度，并对工程质量进行监督和评估。该部门应有专业的质量管理人员，负责质量控制、质量检测、质量评估等工作。其次，制定质量管理制度和工作流程，明确质量管理的责任和权限，确保每个环节都有规范的操作和质量控制措施。制度应包括相关的标准和规范，如施工质量验收标准、材料验收标准等，以指导工程质量的控制。再次，建立质量检验和监督机制，定期进行质量检查和监测，及时发现和解决质量问题。可以采用现场检查、抽样检测、实验室分析等方式，对施工过程和材料设备进行全面的质量监督和控制。另外，引入先进的质量管理技术和方法，如质量管理信息系统、六西格玛等，以提高质量管理的效率和水平。可以利用先进的技术手段来收集、分析和统计质量数据，实现对质量过程的实时监控和反馈。最后，建立质量风险管理机制，识别和评估可能存在的质量风险，并制定相应的控制措施，预防质量问题的发生。在工程的各个阶段，如设计、施工、验收等，都应对存在的风险进行评估和控制[4]。

4.2 加强施工人员培训和管理

在净水厂施工过程中，施工人员是影响施工质量的一个十分重要的要素。因此，要想做好施工质量控制工作，就需要加强施工人员培训与管理。首先，加强施工人员技能培训。对施工人员进行定期的技能培训，提高他们的专业技能和操作水平。培训内容应包括施工工艺、设备操作、安全规范等方面，确保施工人员能够熟练掌握施工技能，减少施工过程中的问题。其次，加强施工人员安全教育。在施工过程中，安全是首要考虑的因素。因此，应对施工人员进行定期的安全教育，提高他们的安全意识，确保施工过程中能够遵守安全规范，减少安全事故的发生。再次，加强施工人员管理。建立完善的施工人员管理制度，对施工人员进行有效的管理和监督。对施工人员的出勤、工作表现、施工质量等方面进行考核和评估，确保施工人员的积极性和责任心，提高施工效率和质量[5]。

4.3 规范施工工艺

由于净水厂建设工艺复杂且质量要求高，这就一定程度上增加了净水厂建设难度。因此，要想保证净水厂施工质量，就需要完善施工工艺，严格依据施工工艺进行施工。首先，制定详细的施工工艺标准。根据净水厂的实际情况和设计要求，制定详细的施工工艺标准和操作规程，明确施工过程中的各个环节的工艺要求、操作步骤和质量标准。其次，加强施工工艺培训。对施工人员进行定期的施工工艺培训，提高他们的施工技能和操作水平。培训内容应包括施工工艺标准、操作规程、安全规范等方面，确保施工人员能够熟练掌握施工工艺，减少施工过程中的问题。再次，加强施工现场指导和监督。在施工过程中，应加强施工现场的指导和监督，对施工人员的操作进行实时检查和纠正。对发现的问题及时进行处理和整改，确保施工质量的稳定性和可靠性。

5 结语

净水厂建设中的工程质量控制是一项复杂而重要的任务。只有从建设阶段就做好质量控制措施，才能确保净水厂工程质量符合标准要求，为人民群众提供高质量的饮用水资源。本文主要探究分析了净水厂建设中工程质量控制重点和措施，从完善质量管理体系、加强施工人员培训和管理、规范施工工艺等方面阐述了净水厂建设中工程质量控制的有效措施，希望能够为自来水厂建设提供一些参考和启示，以进一步提升净水厂建设工程建设质量。

[参考文献]

[1]曹传稀.自来水厂建设中工程质量控制重点和措施实践思考[J].城市情报,2022(06):000.
[2]王昕伟.自来水厂建设中工程质量控制重点和措施[J].建筑工程技术与设计,2018(20).
[3]蒋亦科.自来水厂建设中工程质量控制重点和措施[J].工程建设(维泽科技),2023,6(3):13-16.
[4]刘波.自来水厂建设中工程质量控制重点和措施[J].中国科技投资,2017,000(24):70-71.
[5]陆正兵.自来水厂建设中工程质量控制重点和措施[J].科研,2023,12(20):00115-00115.

作者简介：崔晋（1972.7—），男，中央党校函授本科，经济管理专业，河北供水有限责任公司，党委书记，董事长。

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

供水工程球墨铸铁管施工质量控制

王立冬
河北省水利工程局集团有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]在供水工程中球墨铸铁管的施工质量直接关系到整个供水系统的可靠性和稳定性。为确保工程的顺利进行必须实施严格的施工质量控制。球墨铸铁管以其优异的性能在供水系统中得到广泛应用，然而其施工过程需要高度专业化和技术化的操作。本篇文章将聚焦于球墨铸铁管的施工质量控制，涵盖管道的开挖、连接、吊装、回填等关键环节，通过科学的技术手段和详细的操作规范，致力于确保每个施工阶段的精准执行以打造安全、高效、稳定的供水工程。
[关键词]供水工程；球墨铸铁管；施工质量
DOI：10.33142/sca.v7i1.10910 中图分类号：TU991.36 文献标识码：A

Quality Control of Ductile Iron Pipes Construction in Water Supply Engineering

WANG Lidong
Hebei Water Conservancy Engineering Bureau Group Limited, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The construction quality of ductile iron pipes in water supply engineering is directly related to the reliability and stability of the entire water supply system. In order to ensure the smooth progress of the project, strict construction quality control must be implemented. Ductile iron pipes are widely used in water supply systems due to their excellent performance, but their construction process requires highly specialized and technical operations. This article will focus on the construction quality control of ductile iron pipes, covering key links such as excavation, connection, lifting, backfilling, etc. Through scientific technical means and detailed operating rules, we are committed to ensuring the precise execution of each construction stage to create a safe, efficient, and stable water supply project.
Keywords: water supply engineering; ductile iron pipes; construction quality

通过对施工现场的实际情况进行分析，结合先进的技术标准和管理经验，将重点关注管道连接、材料选用、施工工艺等方面的问题并提供相应的解决方案。通过系统的质量控制，不仅可以提高供水工程的整体水平，还能有效降低管道维护成本，延长使用寿命。期望能为供水工程从业人员提供实用的指导，为推动供水工程的可持续发展贡献一份力量。

1 供水工程球墨铸铁管施工质量控制的意义

在现代城市化进程中，供水工程扮演着确保城市居民正常生活运转的重要支撑角色，球墨铸铁管作为供水系统中不可或缺的管道材料，其施工质量控制至关重要，直接关系到供水系统的稳定运行、水质安全以及城市居民的生活品质。理解供水工程球墨铸铁管施工质量控制的意义需要从可靠性保障、居民生活水质的保障等多个层面进行分析[1]。

1.1 可靠性保障

球墨铸铁管作为输水管道的主要材料之一，其可靠性直接关系到供水系统的正常运行，通过严格控制施工质量确保管道连接的牢固性可以有效降低漏水和爆裂的风险，在施工过程中应关注管道的连接工艺，采用先进的技术手段如超声波检测确保管道连接处无缺陷。此外合理选择耐腐蚀性强的球墨铸铁材料，通过科学的防腐涂层可以延长管道的使用寿命，提高系统的整体可靠性。

1.2 居民生活水质的保障

供水工程的核心目标是为居民提供安全、清洁的生活用水，球墨铸铁管的施工质量对水质安全有着直接的影响，通过严格控制施工过程中的污染源例如材料选择和施工工艺可以有效减少管道内部的污染，采用符合卫生标准的材料并确保施工过程中的卫生措施是保障居民生活水质的重要一环，科学的施工质量控制不仅能够降低水中有害物质的含量还有助于维护水的透明度和口感，为居民提供清洁、口感良好的生活用水。

1.3 经济性的考量

球墨铸铁管施工质量的合理控制对供水工程的经济性有着深远的影响，首先通过科学的工程设计和合理的施工计划可以有效降低施工成本，其次通过对施工过程中的质量控制减少后期维护和修复的需求，降低了管道的运营成本。在选择材料和施工工艺时注重长期经济性的考量，不仅能够提高供水系统的可持续性，还有助于节约城市基础设施建设的总体投资[2]。

1.4 生态环境的维护

供水工程的建设和运行不仅关系到城市居民的生活，还直接影响到周边的生态环境，球墨铸铁管施工质量的控

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

制可以减少水源地的污染风险，保护水生态系统的健康。合理的工程设计和施工质量控制能够减少施工过程中对土地、水体等生态要素的破坏，实现供水工程与生态环境的良性互动，这不仅有益于维护自然生态平衡，还有助于提升城市的可持续发展水平。

2 净水厂球墨铸铁管采购运输与转运

2.1 采购运输

确保净水厂球墨铸铁管的采购运输顺利进行，需要精心制定技术性操作和严密的控制措施。关键的一步是材料选型与标准符合，在采购过程中必须确保所选材料严格符合相关标准，包括国家或地区的强度、耐压性、耐腐蚀性等指标，采购团队需要深入审核供应商提供的材料证明和质量报告，保证所采购的球墨铸铁管能够满足设计和施工的要求。其次要做好运输包装与防护，运输过程中遭受的振动、冲击等外力都有可能对管材造成损害。因此，在采购时必须与供应商充分沟通并确保采用符合标准的专业运输包装。这包括合理的包装结构设计，保证管材在运输过程中不发生变形或损坏，并采取防护措施，确保管道表面不受到刮擦或腐蚀。另一项重要的操作是运输过程中的监测和记录，在球墨铸铁管的运输过程中应实施实时监测措施，确保管材始终处于安全状态，因此要注意安装传感器、监控设备，以实时获取运输过程中的关键数据如温度、湿度、振动等以及采用现代信息技术手段对数据进行远程监测，同时需要建立详细的运输记录，起运地点、经由途径、运输工具信息等，追溯管材的运输历程，为问题排查提供有力的支持。在球墨铸铁管抵达净水厂之前还必须进行质检与验收，采购团队应设立专门的验收点对球墨铸铁管进行全面的质量检查，确保其外观、尺寸、质地等各项指标符合要求，此外，还需要对运输过程中引起的问题进行排查，如是否发生过振动、碰撞等以及及时处理发现的问题，保证管道的质量不受损[3]。

2.2 转运

在选择运输工具时需要综合考虑球墨铸铁管的尺寸、数量、质量以及运输距离等因素，合理的运输工具能够最大程度地减少振动和冲击对球墨铸铁管的影响，从而降低管材损坏的风险，同时采用先进的运输工具如悬挂系统、减震装置等可以进一步提高运输的平稳性。在规划运输路线时需要避免突发状况，比如施工路段、交通拥堵等，以免对转运过程产生不可预测的影响，使用数字地图和导航技术，结合交通实时信息选择最为顺畅且适合运输的道路，优化路线规划。此外要确保所选路线能够满足球墨铸铁管运输的尺寸和质量要求，避免因路况原因导致管道损坏。另一项关键操作是运输过程中的实时监测，通过安装传感器和监控设备实时获取运输过程中的关键数据如温度、湿度、振动等，这些数据对于判断运输过程中是否存在异常情况至关重要，比如振动超过正常范围导致管道变形，温度波动引起管道材料性能的变化。通过实时监测让运输团队可以及时发现问题并采取紧急措施，确保球墨铸铁管在转运过程中不受损。除此之外，对于长距离运输还需考虑运输工具的稳定性与安全性，使用专业的运输车辆和设备如平板车、吊挂系统等以确保球墨铸铁管在长途运输中稳定且安全，运输车辆的稳定性对于减少管道在行驶过程中的摇晃和震动有重要作用，这直接关系到管道是否能够完好无损地到达目的地。

3 净水厂球墨铸铁管施工质量控制

3.1 管槽开挖与垫层施工

在净水厂球墨铸铁管的施工过程中，管槽开挖与垫层施工是决定管道稳定性和使用寿命的关键环节，为确保施工质量必须制定严格的技术操作和科学的控制措施。

管槽开挖是净水厂球墨铸铁管施工的起始步骤，对于整个工程的稳定性和可靠性至关重要，首先需要根据设计要求合理确定管槽的尺寸和深度，这涉及到对地质条件、管道直径等多方面因素的充分考虑，通过地质勘探获取地下情况的详细信息，以便合理规划管槽的位置和深度。同时进行机械开挖时需要选择适当的挖掘机械，根据管道直径和土质情况选择合适的挖掘机型，确保挖掘的效率和精度，挖槽的过程中要注意及时清理淤泥、杂物以保持工地的整洁，避免对管道敷设产生不利影响。考虑到管道的施工安全还需要进行管槽的侧壁支护，通过设置支撑结构、使用支撑材料等方式，支护的选择要充分考虑土体的稳定性以防止管槽坍塌和相关安全事故的发生[4]。

垫层是球墨铸铁管在管槽中的支撑层，对于管道的承载能力和稳定性有着重要影响，首先确定垫层的类型和材料，通常情况下采用碎石、沙土等材料进行垫层，确保其具备一定的承载能力和排水性能，根据设计要求和地质条件调配合适的垫层材料，从而提高管道的承载能力和稳定性。其次垫层的施工需要按照设计要求和相关标准进行，确保垫层的厚度和均匀性，避免存在坑洞、凹凸不平的情况，采用专业的施工设备和技术手段如振实度检测仪、平板压实机等进行垫层的整体振实和平整处理，进而提高垫层的密实性，增加支撑能力。在垫层施工的过程中需要严格控制土壤的含水率，过高或过低的含水率都会影响垫层的承载能力和稳定性，通过使用含水率检测仪器及时监测和调整土壤含水率，进而让垫层在最适宜的状态下工作。另外垫层的施工还需考虑与环境的配合，在强风、雨季节要采取相应的保护措施防止垫层受到外部环境的侵蚀，通过设置防护措施如草帘、遮阳棚等保障施工现场的安全和垫层的稳定性。

总体来说，净水厂球墨铸铁管施工中的管槽开挖与垫层施工是一个综合的工程过程。通过合理的地质勘探、挖槽机械选择、支护结构设置、垫层材料调配和施工技术控制可以确保管槽的稳定开挖和垫层的合理施工，这为后续

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

管道敷设和工程的可靠性打下了坚实的基础。

3.2 管材吊装

为了确保吊装工作的高效、安全和质量，必须实施严格的技术操作和科学的控制措施。在吊装工作开始之前必须制定详尽的吊装计划，综合考虑吊装现场的环境、天气、地质情况、管材规格和数量等多个因素，该计划需要全面了解工程的情况，确定吊装方案包括吊装设备的选择、吊装点的设置、吊装时机的合理安排等，考虑到球墨铸铁管的特殊性，吊装计划还需要包含对管材的承载能力和防护措施的充分考虑。同时根据球墨铸铁管的规格、重量和长度等参数选用适当的吊装设备如起重机、吊车等，吊装设备的负载能力必须与管材的重量相匹配以确保吊装过程中的稳定性和安全性，通过提前的吊装设备检测和测试保证设备的正常运行状态。吊装点的设置是影响吊装质量的重要因素，根据吊装计划确定合适的吊装点确保其位置准确、稳固，在设置吊装点时需要考虑到管道的重心位置、弯曲程度以及管道连接点的承载能力，避免管道在吊装过程中产生变形或损坏。由于吊装时机的选择直接影响到工程的整体进展，因此在吊装计划中需要考虑到天气条件、工程进度和现场人员的安全等方面因素选择最为合适的吊装时机，在不利气象条件下如风力过大或恶劣天气应暂缓吊装工作，确保吊装过程中不受外界环境的影响。在吊装过程中通过合理设置吊装点避免对管道连接点产生过大的压力，确保管道连接的稳定性和完整性，在吊装完成后需进行连接点的检查和调整，以确保连接的紧密性和稳定性。值得注意的是，吊装工作中的安全措施是不可忽视的重要环节，在吊装现场需要设置明显的警示标识，确保工作区域的安全。吊装设备的操作人员必须经过专业培训，熟悉设备操作规程，确保吊装过程中的安全性，现场人员需佩戴符合标准的个人防护装备，防范各类潜在风险。吊装完成后需要进行管道的详细检查，通过检查管道的外观、连接点、管道表面的腐蚀情况等，确保管道在吊装过程中未受损。如有发现问题及时进行修复和调整，以保证管道的质量和安全[5]。

3.3 管材回填

在进行管材回填前进行充分的前期准备工作，首先需要对回填区域进行详细的地质勘探，了解土壤的性质、厚度、承载能力等情况，通过采集土壤样本，进行室内试验，获取土壤的物理力学参数如压缩模量、剪切强度等，为后续的回填设计提供科学依据。其次根据地质勘探和土壤试验的数据，确定合适的回填材料和回填层厚度，回填材料的选择需要符合相关标准，确保其具备足够的承载能力和排水性能，回填层的厚度要根据管道直径、土壤类型和工程要求等多方面因素进行合理的计算和设计。通常情况下，采用砂土、碎石等具有压实性和排水性的材料进行回填，这些材料需要符合相关标准，确保其物理力学性质满足工程要求，通过控制回填材料的含水率有效控制其密实度，提高回填层的稳定性。在回填过程中需要采用适当的工艺手段如振实、湿式回填等，确保回填材料的均匀分布和密实度，通过现代化的回填设备和技术手段提高回填效率和质量。此外在回填层的施工过程中还需要进行严格的施工控制，确保回填层的厚度和均匀性，通过使用激光水准仪、平板压实机等现代化的施工设备对回填层进行实时监测和调整。及时发现并处理回填层中存在的坑洞、空隙等缺陷，确保回填层的质量。另外也饿要注意管道周围的排水措施，在回填工程中需要设置排水沟、渠道等设施及时排除雨水和地下水，防止积水对回填层产生不利影响，通过合理设计和施工确保回填层在不同气候和环境条件下能够保持稳定性。

4 结语

综上所述，在球墨铸铁管施工质量控制的每一步，始终以精益求精的态度追求卓越。通过严谨的操作、科学的技术手段和丰富的经验，成功地塑造了一个安全可靠、高效稳定的供水工程，这不仅仅是一项施工工作，更是对城市供水系统的贡献，为居民提供可信赖的饮水环境。在未来将继续秉持品质至上的原则，不断创新，迎接更大的挑战。这个工程的成功不仅源于团队的协同努力，更离不开对质量控制的不懈追求。

[参考文献]

[1]涂敏,郭伟才,詹辉,等.球墨铸铁管安装的施工工艺分析[J].中国建筑装饰装修,2023(19):152-154.
[2]杨贺,黄跃明,胡金财,等.大口径球墨铸铁管在沉管施工中的创新性应用[J].中国给水排水,2023,39(16):135-139.
[3]王志永,张丹.球墨铸铁管在供热工程中的新应用[J].冶金与材料,2023,43(7):136-138.
[4]赖学云,钟健.供水工程球墨铸铁管施工质量控制[J].河南水利与南水北调,2023,52(5):83-84.
[5]包宇海,王军,张小华,等.大口径球墨铸铁管水压试验施工技术介绍[J].云南水力发电,2023,39(2):36-39.

作者简介：王立冬（1992.11—），男，河北工业大学，工程管理，河北省水利工程局集团有限公司，项目负责人，工程师。

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

桥梁隧道施工中灌浆技术的应用分析

苗德武
新疆北新投资建设有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]桥梁和隧道工程是复杂而庞大的建筑工程，对结构的安全和稳定性要求极高。灌浆技术因其能够填充结构缝隙、提升材料的强度和耐久性等特点，在桥梁隧道工程中得到广泛应用。本篇文章旨在分析桥梁隧道施工中灌浆技术的应用优势，并详细探讨其在实际工程中的应用情况，以及需要注意的技术细节。
[关键词]桥梁隧道；施工；灌浆技术；应用
DOI：10.33142/sca.v7i1.10907 中图分类号：TP3 文献标识码：A

Application Analysis of Grouting Technology in Bridge and Tunnel Construction

MIAO Dewu
Xinjiang Beixin Investment and Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Bridge and tunnel engineering is a complex and massive construction project that requires extremely high safety and stability of the structure. Grouting technology is widely used in bridge and tunnel engineering due to its ability to fill structural gaps, improve material strength and durability, and other characteristics. This article aims to analyze the application advantages of grouting technology in bridge and tunnel construction, and explore in detail its application in practical engineering, as well as the technical details that need to be noted.
Keywords: bridge and tunnel; construction; grouting technology; application

引言

在当今建筑工程领域中，桥梁和隧道工程的安全、耐久性和结构稳定性成为了行业关注的重点。在这个背景下，灌浆技术作为一种关键的施工手段，扮演着维护和增强工程结构性能的重要角色[1]。然而，随着时间的推移和外部环境的变化，这些工程结构可能会受到一定程度的磨损、裂缝或其他损伤。因此，需要有效的方法来修复和加固这些结构，以确保其安全可靠地运行。

灌浆技术是一种广泛应用于建筑工程中的加固修复方法，其通过填充结构内部的缝隙和空洞，提高材料的强度和耐久性，从而增强整体结构的稳定性和承载能力[2]。本文通过全面探讨灌浆技术在桥梁和隧道工程中的应用优势、具体操作方法及其效果，通过对灌浆技术在桥梁和隧道工程中的应用进行深入研究，全面了解其在不同场景下的实际效果和适用性，有助于建筑工程领域的专业人士更好地选择合适的灌浆方案，提高工程质量，延长结构寿命，同时也为工程安全性提供可靠的保障。

1 桥梁隧道施工中灌浆技术的应用

1.1 提高结构密封性和稳定性方

桥梁和隧道作为交通和基础设施工程的重要组成部分，其结构的密封性和稳定性对于长期运行至关重要。由于结构受到气候、水分和其他外部因素的侵蚀，裂缝和微小的空隙可能会在结构中形成，从而影响结构的密封性[3]。灌浆技术通过将高度流动的浆料注入结构内部，填充并密封这些微小的缝隙，有效提高了结构的密封性，这对于预防水分渗透、气体侵蚀和其他有害物质的侵入具有关键作用，从而维护了结构的稳定性和耐久性。在施工过程中，灌浆技术可以根据结构的特点和使用环境，选用不同类型的灌浆材料，如聚氨酯、环氧树脂等，以满足密封性的需求，这种高度的定制性和适应性使得灌浆技术成为解决结构密封性问题的理想选择。

1.2 增强结构的整体强度和稳定性

灌浆技术通过注入高强度的浆料，有效地提高了结构的整体强度和稳定性。在桥梁隧道工程中，结构的受力分布可能因设计缺陷、外部负载或时间的推移而发生变化，导致局部区域的受力过大或不均匀[4]。这种情况下，灌浆技术可以有针对性地对受力不均衡的区域进行加固，提高结构的整体承载能力。通过选择具有高抗压、高抗拉性能的灌浆材料，灌浆技术能够有效地加强混凝土结构的强度，提高其对外部荷载的抵抗能力，这在桥梁和隧道工程中尤为重要，因为这些结构需要承受来自车辆、行人、地震等多方面的力。

1.3 修复和恢复工程中具有灵活性和适用性

桥梁和隧道的长时间使用可能导致结构的老化、损伤或其他形式的缺陷。灌浆技术在修复和恢复工程中表现出色，具有灵活性和适用性。在修复过程中，灌浆技术可以应用于各种结构缺陷的处理，包括裂缝、空洞、鼓包等，通过选择不同性能的灌浆材料，可以实现对不同类型和程

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

度缺陷的修复。此外，灌浆技术可以灵活地进行施工，适用于不同形状和尺寸的结构，为工程师提供了广泛的选择。在恢复工程中，灌浆技术还可以修复受损的混凝土表面，提高结构的外观和整体性能，这对于提升桥梁和隧道的服务寿命和使用安全性至关重要。

2 桥梁隧道施工中灌浆技术的应用分析

2.1 完善前期准备工作

桥梁和隧道施工中，灌浆技术作为一项关键的工程手段，其成功应用离不开充分而细致的前期准备工作[5]。在实际施工中，完善的前期准备工作直接影响着灌浆技术的有效应用和施工效果。第一，对施工区域进行全面勘测和分析，通过实地勘察和数据分析，确定灌浆的具体位置、施工方式以及灌浆材料的选择，这将为后续的施工提供重要依据。第二，在选择灌浆材料时，必须进行严格的质量检测，灌浆材料的质量直接关系到施工的效果和工程的质量，材料应符合相关标准和要求，具备良好的流动性、耐久性和与结构材料的相容性。对灌浆材料进行质量把控，如实验室检测、生产厂家认证等，是确保施工质量的重要步骤。第三，在准备阶段，必须制定详细的技术方案设计，包括确定灌浆孔的位置、深度和布置方式，以及灌浆工艺流程。技术方案设计应综合考虑结构的特性、施工环境、材料的选择等多个方面因素，保证施工的科学性和可操作性。第四，施工人员的技能和操作水平对灌浆技术的成功应用至关重要。在前期，需要对施工人员进行专业培训，使其了解施工步骤、操作规范以及应急处理措施。同时，准备好必要的施工设备和工具，确保施工过程中的顺畅进行。第五，灌浆施工过程中的安全和环保问题必须引起足够重视。在前期准备工作中，需要制定施工安全计划和环保措施，确保施工过程中人员安全、材料安全以及对环境的保护。

2.2 特定位置布孔技术

通过精确而科学的布孔，可以有效地将灌浆材料注入结构中的目标区域，实现对结构的加固和修复[6]。第一，特定位置布孔技术的首要目的在于将灌浆材料有针对性地注入到结构中的具体位置，这些特定位置是已发生损伤或裂缝的区域，也可能是预测到的受力较大或结构稳定性较差的区域。通过在这些关键位置布孔，可以精确地实现对结构的强化，提高其整体性能。第二，在特定位置布孔技术中，这需要依据结构的设计图纸、实际勘测数据和先前的结构评估来确定，通常选择在结构中存在问题的区域，如已发生裂缝的部位、承受较大荷载的支座区域等。通过科学的分析和评估，确定布孔位置可以最大程度地提高灌浆技术的精准性和有效性。第三，布孔的深度应该足够深，以确保灌浆材料能够充分渗透到结构的内部，并达到所需的强化效果，布孔的直径需要根据不同的灌浆材料和施工工艺进行合理的选择，以保证灌浆材料能够顺利注入。第四，合理的布局和适当的间距可以确保灌浆材料均匀地覆盖整个目标区域，避免因孔隙分布不均导致结构局部性能差异，这需要根据结构的形状、尺寸和受力情况进行科学规划。第五，特定位置布孔技术需要采用精密的施工工艺，包括使用先进的孔钻设备，确保孔的准确位置和深度；采用适当的孔隙清理工具，清除孔内的杂物和碎屑；灌浆过程中需要严格控制注浆压力和速度，确保灌浆材料充分填充孔隙。通过特定位置布孔技术，可以有效提高了灌浆施工的精准性和施工效果，为结构的安全性和耐久性提供了可靠的保障。同时，科学的布孔技术也有助于最大限度地减少施工对结构原有性能的影响，确保施工过程中的安全性和可控性。

2.3 灌浆处钻孔技术

在桥梁隧道施工中，灌浆处钻孔技术是一项关键的施工手段，用于在结构中创建孔洞以便注入灌浆材料，这一技术在提高结构稳定性、强化受力关键部位以及修复损伤等方面发挥着重要的作用。第一，灌浆处钻孔技术的核心目的是在结构中创建孔洞，以便灌浆材料能够有效地渗透到目标区域，包括结构强化、损伤修复、密封裂缝等方面，通过在结构的特定位置进行钻孔，可以实现灌浆材料的精准注入，达到结构加固和维修的目的。第二，在灌浆处钻孔技术中，选择适当的钻孔位置至关重要，这需要结合结构的设计图纸、勘测数据以及结构评估的结果来确定，选择的钻孔位置可能是已损伤或存在问题的区域，也可能是受力较大的关键部位。第三，钻孔的深度和直径是根据具体的工程需求和灌浆材料的性质来确定的，深度应足够确保灌浆材料充分渗透到结构的内部，以达到预期的强化效果，而直径的选择则需要考虑灌浆材料的流动性、施工工艺和结构的特点，以保证灌浆材料能够均匀注入孔洞。第四，在灌浆处钻孔技术中，选择适当的钻孔工具和设备对于施工的顺利进行至关重要，先进的孔钻设备可以确保孔洞的准确位置和深度，而且应具备高效的作业性能。此外，不同的工程可能需要不同类型的钻头和钻具，以适应不同结构材料的钻孔要求。第五，钻孔施工工艺需要严格控制，确保孔的质量和一致性，包括钻孔速度、注浆压力、孔内清理等方面的操作，在实施钻孔工艺时，需要遵循相关的标准和规范，以确保施工的质量和安全。

2.4 桥梁隧道灌浆技术

桥梁隧道灌浆技术是在桥梁和隧道结构中应用灌浆材料的一种关键施工方法，该技术旨在提高结构的密封性、稳定性和整体强度，同时对结构进行修复和加固。第一，结构密封性的提高。桥梁和隧道结构通常会因为各种原因，如渗水、气体渗透等，导致结构内部出现裂缝和缝隙，灌浆技术通过在这些问题区域施加高度流动的浆料，填充和密封这些缝隙，从而提高结构的密封性，密封性的提高有助于防止水分和有害物质的渗透，维护结构的耐久性和安

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

全性。第二，结构稳定性的增强。桥梁和隧道承受来自车辆、行人以及自然环境的多重力，导致结构的局部失稳。灌浆技术通过注入高强度的浆料，可以弥补结构中的空隙，增加结构的整体强度，提高其稳定性，这对于增强结构的抗压、抗拉性能，有效减缓结构的老化和破损，提高结构的整体性能。第三，修复和恢复工程中的灵活性。桥梁和隧道在长时间的使用过程中可能会受到各种损害，如裂缝、空洞、鼓包等。桥梁隧道灌浆技术具有灵活性，可以根据具体情况选择不同类型和性能的灌浆材料，对不同类型和程度的损害进行修复，这种灵活性使得灌浆技术成为修复和恢复工程中的理想选择，可以有效地延长结构的寿命。第四，灌浆处钻孔技术的应用。在桥梁隧道灌浆技术中，常常采用灌浆处钻孔技术，通过在结构中创建精确的孔洞，将灌浆材料注入到目标位置，这种技术能够实现对结构局部的有针对性修复和加固，提高施工的精准性和效果。总之，桥梁隧道灌浆技术的应用在工程领域发挥着不可替代的作用，通过提高结构的密封性和稳定性，增强结构整体强度，以及具备修复和恢复工程中的灵活性，该技术有助于确保桥梁和隧道结构的长期安全运行。

2.5 灌浆孔封堵技术

灌浆孔封堵技术在桥梁和隧道施工中扮演着重要的角色，旨在对灌浆孔进行封闭和密封，确保灌浆材料充分固化，并防止不必要的材料泄漏。第一，灌浆孔封堵技术的主要目的是防止灌浆材料从施工孔口处泄漏，并确保灌浆材料在孔内充分固化，这对于保障结构强度、稳定性以及灌浆效果非常重要，可以有效地避免了不必要的浆料损失和浪费，同时提高了施工的效益。第二，在灌浆孔封堵技术中，选择适当的封堵材料，常用的封堵材料包括聚氨酯泡沫、水泥浆料、胶黏剂等，选择封堵材料时需要考虑其密封性、耐腐蚀性、抗渗透性等性能，以适应不同的工程需求和施工环境。第三，灌浆孔封堵技术具有较强的灵活性，适用于不同形状和尺寸的孔洞，封堵技术可以根据实际情况选择合适的封堵材料和封堵方法，确保封堵效果的完善，这种灵活性使封堵技术可以应对复杂多变的施工场景。第四，封堵技术的施工方法通常包括以下步骤：一是清理孔口，在进行封堵之前，需要彻底清理灌浆孔口，确保孔口周围无杂物和残留物。二是选择封堵材料，根据孔口的大小和形状选择适当的封堵材料，确保其能够充分填充孔洞。三是封堵施工，封堵材料通过注射或灌注的方式填充至灌浆孔口，确保孔洞充满且密封良好。四是固化时间控制， 控制封堵材料的固化时间，确保封堵效果良好并且不会影响结构的整体施工进度。第四，在封堵技术的应用过程中，需要进行严格的质量控制和检测，通过对封堵后的孔口进行检查，确保封堵效果符合设计和规范要求，质量控制还包括对封堵材料的质量、密封性能等方面的检测，以确保施工的稳定性和可靠性。第六，在进行灌浆孔封堵技术时，必须考虑施工过程中的安全和环保问题，采取相应的防护措施，确保施工人员的安全，同时遵循环保法规，减少对环境的不良影响。总体而言，灌浆孔封堵技术确保了灌浆材料的有效固化和结构的整体性能，适用于各种工程场景，封堵技术在灌浆施工中的应用为结构的安全和耐久性提供了可靠的保障。

3 结束语

在桥梁和隧道施工中，灌浆技术的广泛应用为结构的安全性、稳定性和耐久性提供了强有力的支持。特定位置布孔技术、灌浆处钻孔技术、桥梁隧道灌浆技术以及灌浆孔封堵技术，这些方法的综合应用使得结构维修、加固和修复变得更加科学和高效。在未来，随着科技的不断进步和工程技术的不断创新，桥梁和隧道领域的灌浆技术将继续发展，为建设更加安全、可持续的交通基础设施贡献力量。

[参考文献]

[1]肖新春.灌浆法在公路桥梁隧道施工中的应用分析[J].运输经理世界,2022(36):95-97.
[2]魏凯.灌浆法加固技术在公路桥梁隧道施工中的应用[J].居舍,2021(19):45-46.
[3]董方晏.铁路桥梁隧道施工灌浆技术的应用研究[J].低碳世界,2021,11(5):251-252.
[4]闫武.灌浆法在公路桥梁隧道施工中的应用分析[J].绿色环保建材,2021(5):71-72.
[5]李毓梁.灌浆技术在桥梁隧道施工中的应用[J].散装水泥,2021(2):90-92.
[6]曹永佳.桥梁隧道施工中灌浆技术的应用研究[J].运输经理世界,2020(6):85-87.
作者简介：苗德武（1977.11—），男，西南科技大学，工程管理，新疆北新投资建设有限公司，总经济师，中级。

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

建筑工程造价审计存在的问题与对策研究

杨 彬
新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，新疆 乌鲁木齐 830002

[摘要]建筑行业是国民经济发展中非常重要的一部分，也关系到人们美好幸福生活以及居住的安全性。我国建设项目在不断增加，投资人的项目管理能力也是参差不齐，一些建设单位在管理的过程中过于注重效益，忽略了对整个造价的控制，这不仅会影响工程的顺利运行，还会阻碍工程效益的提升。因此建设单位、投资主体等相关部门就需要加强对工程造价开展审计。我们就工程造价审计的原则以及重要性进行阐述，分析了建筑工程造价审计中存在的问题，提出提升建筑工程造价审计质量的对策。

[关键词]建筑工程；造价审计；问题与对策
DOI：10.33142/sca.v7i1.10915 中图分类号：TU723.31 文献标识码：A

Research on the Problems and Countermeasures of Cost Audit in Construction Projects

YANG Bin
Xinjiang Hengxin Engineering Project Management Consulting Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830002, China

Abstract: The construction industry is a very important part of national economic development, and it is also related to people's beautiful and happy lives as well as the safety of living. The number of construction projects in our country is constantly increasing, and the project management capabilities of investors are also uneven. Some construction units pay too much attention to efficiency in the management process, neglecting the control of the entire cost. This not only affects the smooth operation of the project, but also hinders the improvement of project efficiency. Therefore, relevant departments such as construction units and investment entities need to strengthen the audit of project costs. We elaborate on the principles and importance of engineering cost auditing, analyze the problems existing in construction project cost auditing, and propose countermeasures to improve the quality of construction project cost auditing.

Keywords: construction projects; cost audit; problems and countermeasures

引言

建筑工程造价审计作为确保工程财务透明、提高成本控制效能的关键环节，在建设项目的全生命周期中发挥着至关重要的作用。然而，在实际的审计实践中，我们不可避免地面临着一系列的挑战和问题，这些问题可能涉及审计流程、管理理念、团队素质等多个方面。因此，有必要深入分析建筑工程造价审计存在的问题，并提出相应的对策来加以解决和优化。通过对问题的深入剖析和系统性的对策制定，我们能够更好地推动建筑工程造价审计向着更高效、准确、可持续的方向发展，以更好地服务于建设项目的管理和实施。在这一情况下，我们将对建筑工程造价审计存在的问题及对策进行全面探讨，以期为行业的进一步发展和完善提供有益的借鉴和指导。

1 建筑工程造价审计的意义

建筑工程造价审计作为一项关键的管理工具，在建设项目的全生命周期中扮演着至关重要的角色。其意义不仅在于确保建筑工程成本的合理性和透明性，更在于提高项目管理的效率、降低风险，促进建设行业的可持续发展。首先，建筑工程造价审计有助于确保项目成本的合理性和合规性。通过对项目成本的全面审查和分析，审计可以揭示潜在的成本浪费和不必要的支出，为项目管理者提供有力的数据支持，使其能够及时采取纠正措施，确保项目在经济可行的范围内运行。其次，审计有助于提高项目管理的效率。通过对项目进度、资源利用和成本控制的审计，项目管理团队可以更好地了解项目的运行状况，及时发现并解决问题，确保项目按计划推进。这有助于避免项目延期和额外成本的发生，提高整个项目的执行效能。另外，建筑工程造价审计在降低项目风险方面也发挥着不可或缺的作用。通过对合同、支付、结算等方面的审计，可以有效减少合同纠纷和法律风险的发生，确保各方的权益得到保护，维护建设市场的稳定和健康发展。最后，建筑工程造价审计对于建设行业的可持续发展具有推动作用。通过不断优化审计流程、提高管理水平和引入先进技术手段，可以促进行业内部的创新和升级，推动建设行业向更为高效、环保和可持续的方向发展。

2 建筑工程造价审计工作的原则

建筑工程造价审计作为保障工程财务透明、提高成本控制效能的重要手段，其工作遵循一系列基本原则，以确保审计的准确性、公正性和可信度。首要的原则之一是透明度原则。透明度原则要求在审计过程中确保所有相关方

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

能够获得必要的信息，以便全面了解项目的财务状况和成本分布。这种公开透明的做法不仅有助于提高审计的可信度，还能增加相关各方对项目管理的信任度。其次，准确性原则是审计工作的基石。审计团队需要通过仔细梳理工程项目的财务记录和成本数据，确保审计结果的准确性和真实性。准确的审计数据是制定合理决策和改进管理的前提，对于避免因错误数据而引发的潜在风险至关重要。公正性原则是建筑工程造价审计不可或缺的原则之一。审计过程中要确保所有相关方在信息的收集和解释上都能够得到公正对待，而不受到偏见或不当影响。这有助于维护建设项目各方的权益，避免出现不公正的成本分配和合同处理，进而提高项目管理的整体公信力[1]。另外，保密性原则也是审计工作中需要遵循的原则之一。由于审计涉及到项目的财务细节和商业敏感信息，审计团队有责任确保这些信息的保密性。这有助于建立一个安全的审计环境，使得各方愿意提供详尽的信息，以便审计团队更好地履行其职责。

3 建筑工程造价审计存在的问题

3.1 管理理念滞后

在建筑工程造价审计的实践中，一项突出的问题是管理理念的滞后。这一问题主要体现在审计团队对于现代项目管理理念和方法的应用不足，导致审计过程中存在一系列的不适应和滞后现象。传统的管理理念在项目管理中可能显得僵化和缺乏灵活性，无法很好地适应当前复杂多变的建设环境。管理理念滞后的表现之一是过度依赖传统手段，如纸质文件和手工记录，导致审计工作效率低下。在数字化和信息化快速发展的今天，传统的手段显然已经无法满足审计工作对于高效性和准确性的要求。缺乏对新兴技术和管理工具的充分应用，使得审计团队在数据整合、分析和报告上存在滞后的情况，难以把握项目的实时动态。另一方面，管理理念滞后也可能导致审计团队在项目风险管理和预测方面存在缺失。现代项目管理理念强调风险预测和主动管理，而传统管理理念可能更倾向于被动应对问题。这种滞后可能导致审计团队未能及时发现和应对潜在的风险因素，从而影响项目的整体可控性。

3.2 初期准备工作不到位

首先，不到位的初期准备可能导致审计团队对项目的整体了解不足。在项目启动阶段，项目的基本信息、合同条款、预算计划等关键数据的准备不充分，使得审计团队难以全面把握项目的背景和关键特征。这缺乏全局性的了解可能妨碍了审计团队对审计对象的有效审查和评估。其次，初期准备工作不到位可能导致审计团队在后续的数据收集和分析中面临困难。缺乏足够的初期信息，可能使得审计团队难以识别关键数据，无法建立完整的审计框架和分析模型。这可能使得审计团队在审计过程中花费更多的时间和精力来收集、整理和验证数据，从而影响审计的效率。此外，初期准备工作不到位还可能导致审计团队在审计过程中遗漏重要的细节和关键信息。审计工作的全面性要求审计团队能够对项目的方方面面有深入的了解，而初期准备工作的不足可能使得某些关键点被忽略，影响了审计团队对项目风险和问题的全面洞察。

3.3 工作人员素质不足

首先，工作人员在专业技能方面的不足可能导致审计过程中的错误和疏漏。建筑工程造价审计需要审计人员具备深厚的财务和成本管理知识，以准确理解和解释项目的财务数据和成本结构。若工作人员在这方面缺乏足够的专业知识，可能导致对项目数据的错误解读，从而影响审计结论的准确性。其次，工作人员在行业知识方面的不足可能使得审计团队对建筑工程行业的独特特点和规律不够了解。由于建筑工程具有复杂性和特殊性，需要审计人员对行业的发展趋势、技术变革、法规政策等有深入的了解。缺乏相关行业知识可能使得审计团队无法充分考虑到行业特有的风险和挑战，降低审计工作的实效性。另外，工作人员在沟通协调方面的不足也是一个潜在问题[2]。审计过程中需要审计人员与项目管理团队、业主、承包商等多方进行有效沟通，以获取必要的信息和解释审计结果。如果工作人员在沟通协调方面存在不足，可能导致信息传递不畅、理解偏差，影响整个审计团队的协同工作。

3.4 结算程序不规范

首先，结算程序不规范可能导致审计团队在审计过程中难以确定合同执行的实际情况。由于结算程序不规范，可能存在不同的解释和执行方式，使得审计团队在审计对象的合同执行过程中难以建立统一的标准和框架。这可能导致审计团队难以全面评估项目的经济状况和成本分布，影响审计结论的准确性。其次，不规范的结算程序可能导致成本分配和记录存在不一致性。在结算过程中，如果没有明确的规范和标准，不同阶段的成本可能被分配或记录不当，导致审计团队在核实数据和分析成本构成时面临更大的困难。这使得审计结果的可信度受到质疑，影响了审计的客观性和准确性。另外，不规范的结算程序可能引发合同纠纷和法律风险。由于结算程序不清晰，合同中的条款可能存在多种解释，导致项目各方在权益分配上产生歧义和争议。这可能引发合同纠纷，增加审计团队处理纠纷和法律事务的难度，对项目的进展和管理产生不利影响。

4 建筑工程造价审计的优化对策

4.1 转变管理理念

为了优化建筑工程造价审计，一项关键的对策是转变管理理念。传统的管理理念在项目管理和审计中可能显得相对保守，不够适应当今建设行业的快速变革和复杂性。因此，通过引入现代化的管理理念，可以推动审计工作更加顺畅和有效进行。首先，转变管理理念意味着更加注重项目整体的数字化和信息化。现代项目管理理念强调运用

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

先进的信息技术和数字工具，以提高数据收集、处理和分析的效率。在建筑工程造价审计中，通过采用现代化的审计软件和数据分析工具，审计团队可以更迅速、精准地获取和处理大量的项目数据，使审计过程更加科学和可靠。其次，转变管理理念还包括更加灵活和敏捷的项目管理方法。传统的管理理念可能较为刚性，难以应对建设项目中的各种变化和挑战。采用敏捷和迭代的管理方法，审计团队可以更加灵活地调整审计计划和策略，及时适应项目变更和新的需求，确保审计工作能够紧密跟随项目的进展。此外，转变管理理念还意味着强调团队协作和沟通的重要性。现代项目管理理念强调项目团队的协同工作，以最大程度地发挥团队成员的专业优势[3]。在建筑工程造价审计中，通过加强团队之间的协作、信息共享和有效沟通，可以提高团队整体的综合能力，确保审计工作更加全面和有针对性。

4.2 提高人员素质

首先，提高人员素质需要注重专业知识的培养。建筑工程造价审计是一项高度专业化的工作，要求审计人员具备深厚的财务、成本管理和建筑工程领域的专业知识。通过定期的培训、学习和知识更新，审计团队成员可以更好地理解行业发展趋势、法规政策，提升专业水平，更有能力应对审计中的各种挑战。其次，提高人员素质还需注重沟通和团队协作能力的培养。审计工作常常需要与项目管理团队、业主、承包商等多方进行有效的沟通，以获取必要信息和解释审计结果。通过培养良好的沟通和协作技能，审计人员能更好地与各方协同工作，确保信息的准确传递和理解，提高审计团队的整体协同效率。此外，提高人员素质还需要强调问题解决和创新思维的培养。建筑工程项目中常常会涉及到各种复杂的问题和挑战，要求审计人员具备解决问题的能力。通过培养创新思维、分析问题的能力，审计团队成员可以更好地应对复杂情况，提高审计工作的实效性。

4.3 完善审计流程

首先，完善审计流程需要强调初期准备工作的充分性。在项目启动阶段，审计团队应当对项目的基本信息、合同条款、预算计划等进行详尽的梳理和准备。明确审计的目标和范围，确保审计团队对项目的整体了解不仅准确而且全面。这有助于为后续的审计工作奠定坚实的基础，提高审计工作的实效性。其次，完善审计流程还需要加强数据收集和分析的环节。采用现代化的审计软件和数据分析工具，能够更快速、准确地获取和处理项目数据，提高审计工作的科学性和可信度。合理设计数据收集的流程，确保审计团队能够获取所需的关键信息，有利于深入分析和全面评估项目的财务状况和成本构成。此外，完善审计流程还需要强调团队的协同作业。明确各个团队成员的职责和工作流程，强化团队内外的有效沟通机制。建立定期的团队协调会议，有助于及时解决审计过程中的问题和难点，提高整体协同效率。最后，完善审计流程也包括对审计报告的准备和呈现阶段。审计报告是审计工作的输出，应当具备清晰、明了的结构，突出关键问题和建议。在审计报告的呈现过程中，强调简明扼要、可读性强，以确保审计结果能够清晰传递给项目管理团队和其他相关方。

4.4 应用现代化审计工具

首先，应用现代化审计工具可以强化数据收集和处理的效能。通过采用先进的审计软件和数据分析工具，审计团队能够更迅速、准确地获取和处理大量的项目数据。这有助于降低手工工作的繁琐程度，提高数据处理的科学性，从而为审计人员提供更多时间专注于深度分析和全面评估。其次，现代化审计工具可以提高审计的实时性和动态性。利用先进的数据采集和处理技术，审计团队可以更及时地获取项目的实时数据，对项目进展和财务状况进行动态监控。这使得审计工作不再局限于周期性的检查，更能够随时发现问题、及时作出调整，确保审计的全面性和灵活性[4]。另外，现代化审计工具也有助于提高审计的可视化水平。通过数据可视化的手段，审计团队可以更清晰地呈现项目的财务数据、成本结构和其他关键信息。这不仅使得审计结果更容易理解和解释，也有助于将审计结果有效地传达给项目管理团队和其他相关方。

5 结语

建筑工程造价审计在实践中面临一系列问题，如管理理念滞后、初期准备不足、工作人员素质不足、结算程序不规范等。为了应对这些挑战，提出了一系列对策，包括转变管理理念、加强初期准备、提高人员素质、规范结算程序等。这些对策的实施旨在推动审计工作更科学、高效，并为建设项目的顺利进行提供更有力的支持。在未来的发展中，期望全行业能共同努力，共同提升建筑工程造价审计的水平，为项目管理和实施提供更可靠的保障，通过问题解决和对策的实施，期望建筑工程造价审计在不断创新和进步中取得更好的发展。

[参考文献]

[1]张胜红.建筑工程造价审计存在的问题与对策[J].质量与市场,2023(14):190-192.
[2]杨丰群.建筑工程造价审计中出现的问题及对策[J].住宅与房地产,2021(22):79-80.
[3]宋秀芳.建筑工程造价审计问题的几点思考[J].居舍,2018(35):11.
[4]余雪萍.建筑工程审计存在的问题及措施[J].四川水泥,2015(12):249.

作者简介：杨彬(1992.7—)，毕业院校：天津城建大学，所学专业：工程造价，当前就职单位：新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，职务：员工，职称级别：中级职称。

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

BIM 技术在大型医疗建筑机电工程深化设计中的应用研究

任 凯 钟金鑫 廉永广
中国新兴建设开发有限责任公司，北京 100071

[摘要]传统的医疗建筑设计和机电工程深化过程面临一系列的挑战，包括设计与施工团队协同不足、信息共享不畅、工程变更难以管理等问题，BIM 技术的出现为解决这些问题提供了新的途径，通过数字化建模、信息共享和可视化模拟等功能，BIM 技术能够在设计、施工和维护的各个阶段提供全方位的支持。将 BIM 技术引入大型医疗建筑的机电工程深化设计，不仅有助于提高设计效率，还能有效应对项目复杂性和特殊性带来的挑战，为医疗建筑的可持续发展和高效运营奠定基础。
[关键词]BIM 技术；大型医疗建筑；机电工程
DOI：10.33142/sca.v7i1.10931 中图分类号：TU17 文献标识码：A

Research on Application of BIM Technology in Deepening the Design of Mechanical and Electrical Engineering in Large Medical Buildings

REN Kai, ZHONG Jinxin, LIAN Yongguang
China Xinxing Construction and Development Co., Ltd., Beijing, 100071, China

Abstract: Traditional medical building design and the deepening process of electromechanical engineering face a series of challenges, including insufficient collaboration between design and construction teams, poor information sharing, and difficulty in managing engineering changes. The emergence of BIM technology provides new ways to solve these problems. Through digital modeling, information sharing, and visual simulation functions, BIM technology can provide comprehensive support in various stages of design, construction, and maintenance. Introducing BIM technology into the deepening design of mechanical and electrical engineering in large-scale medical buildings not only helps to improve design efficiency, but also effectively addresses the challenges brought by project complexity and specificity, laying the foundation for the sustainable development and efficient operation of medical buildings.
Keywords: BIM technology; large medical buildings; mechanical and electrical engineering

引言

在当今建筑行业，大型医疗建筑的设计与机电工程的深化成为一个复杂而具有挑战性的任务，这类建筑既要满足严格的功能性要求又要考虑到患者安全、医疗设备布局、能源效益等多方面因素[1]。随着建筑信息模型（BIM）技术的发展，设计和施工团队在处理这些挑战时获得了前所未有的工具和资源。深入探讨 BIM 技术在大型医疗建筑的机电工程深化设计中的应用方法与效果，以期为未来类似项目提供有益的经验和指导。

1 大型医疗建筑设计与机电工程特点

1.1 医疗建筑的规模、复杂性和特殊需求

医疗建筑由于其独特的规模、复杂性和特殊需求，在设计与施工中面临着独特的挑战。首先，医疗建筑通常需要容纳大量的医疗设备、病房、手术室以及支持性设施，因此规模相对较大。这种大规模性质使得医疗建筑的设计不仅需要满足医疗功能的需求，还要充分考虑患者的舒适性和医护人员的工作效率。其次，医疗建筑的复杂性主要体现在多层次的功能需求和安全标准上。一方面，医院内涵盖了多个部门，如内科、外科、影像学等，每个部门都有不同的空间和设备要求。另一方面，医疗建筑的安全标准要求极高，包括建筑结构的抗震性、病房内的感染控制、紧急疏散通道等。这种复杂性要求建筑设计必须充分考虑各个方面的因素，确保医院能够安全高效地运行。最后，医疗建筑的特殊需求主要表现在对空气质量、照明、噪音等环境因素的极其敏感。例如，手术室对空气洁净度有严格的要求，病房则需要提供良好的自然光照和相对安静的环境，以促进患者的康复。这些特殊需求不仅对建筑结构和系统提出了高要求，同时也需要在设计过程中密切与医疗专业人员协作，确保医疗建筑能够为患者提供最佳的治疗环境。

1.2 机电工程在医疗建筑中的功能和重要性

在医疗建筑中，机电工程的功能和重要性不可忽视。机电工程涵盖了电气、暖通空调、给排水等多个领域，为医疗建筑提供了关键的基础设施支持。首先，电气系统在医疗建筑中的作用至关重要，医院依赖于高效、稳定的电力供应，用于支持医疗设备、照明、通信系统等各种关键设施。在手术室、急诊室等高度依赖电力设备的区域，可靠的电力系统直接关系到患者的生命安全和医疗工作的顺利进行。其次，暖通空调系统对于医疗建筑的舒适性和卫生环境至关重要，在医院内各个部门的房间可能需要不同的温湿度控制，以确保患者和医护人员的舒适感受，并防止病原体传播，良好的空调系统还有助于维持医疗设备

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

的性能，并确保实验室等特殊区域的稳定环境[2]。另外，给排水系统在医疗建筑中同样扮演着关键角色，医院每天需要处理大量的污水和废物，而高效的给排水系统则是确保医疗场所卫生和运行的基础。合理设计的排风系统也对于防止交叉感染和保持空气质量至关重要。

2 BIM技术在大型医疗建筑机电工程深化设计中的方法与流程

2.1 BIM技术在医疗建筑中的基本原理

建筑信息模型（BIM）技术在医疗建筑中的基本原理基于创建、管理和使用数字化的建筑模型，涵盖了建筑的几何形状、空间关系、材料特性，以及机电工程等方面的信息，这一数字模型不仅包括建筑物的静态结构，还包括了其整个生命周期的动态信息。BIM的基本原理是通过整合多个专业领域的信息，实现建筑设计与施工各阶段的协同工作。设计团队、建筑师、结构工程师、机电工程师等各专业可以在一个共享的数字平台上协同工作，实现信息的集成与共享，有助于提高沟通效率、减少误差，并确保各专业的设计在整体上保持一致性 BIM 技术基于参数化建模的原理，使建筑模型能够包含更多的信息，而不仅仅是几何形状，这使设计人员可以通过模型进行实时的设计变更和分析，更好地预测和解决设计中可能出现的问题。在医疗建筑中，这一特性对于满足复杂的功能需求和特殊的空间布局要求非常关键。BIM技术支持建筑模型的可视化和虚拟现实应用，使设计人员、业主和相关利益相关者能够更直观地理解设计方案，通过BIM医疗建筑的所有利益相关者可以在设计、施工和运维的不同阶段获得可视化的信息，从而更好地参与决策过程，提高建筑项目的整体效率。

2.2 BIM与机电工程的集成

BIM 与机电工程的集成旨在整合建筑信息模型与机电工程领域的设计、分析和管理。该集成基于数字化的建筑模型，将建筑的物理结构、电气系统、暖通空调系统、给排水系统等各个方面的信息整合到一个共享的平台上，以实现全面的协同工作和最优设计。首先，BIM与机电工程的集成使建筑模型能够包含更多的细致信息，包括电气设备、管道、通风口等元素的详细参数，使机电工程师能够在建模阶段就对系统进行全面的设计和优化，减少后期施工和运维中的潜在问题。同时，机电工程信息的集成也使得建筑模型能够实时反映机电系统的变化，确保其与建筑的其他方面保持同步。其次，BIM的协同特性促进了建筑设计团队和机电工程师之间的高效沟通，通过共享的数字平台，各专业团队能够即时查看和理解建筑模型的变化，减少设计中的冲突和误解，这种协同性有助于提高整个项目团队的工作效率，保证机电系统与建筑设计的协调一致。此外，BIM与机电工程的集成也支持在设计和施工过程中进行模拟和分析。机电系统的性能、能源利用效率、系统冲突等方面的模拟分析可以在建模阶段就提前发现和解决，从而降低项目风险，并优化系统的设计。

2.3 BIM在机电工程深化设计中的应用方法

BIM 在机电工程深化设计中的应用方法主要包括设备布局与连接性分析以及设计变更与冲突解决两个方面。首先，通过设备布局与连接性分析，BIM技术能够优化机电系统的布局，确保设备的合理摆放，最大程度地提高空间利用率，同时考虑系统组件之间的连接性，确保系统运行的高效性和可靠性。在深化设计的过程中，BIM通过建模和分析使设计人员能够更加准确地规划机电设备的位置、方向和连接方式，通过这种方法可以在早期设计阶段就识别潜在的问题，避免后期施工中可能出现的布局冲突和设备安装问题。其次，BIM在机电工程深化设计中的另一个重要应用是处理设计变更和解决冲突，在设计过程中，变更是难以避免的，而BIM技术能够迅速反应并适应这些变更，通过即时的建模和数据更新，设计人员可以评估变更对机电系统的影响，减少因变更而导致的问题，并及时调整设计方案。同时，BIM在冲突解决方面发挥着关键作用，通过在数字模型中集成机电系统的信息，BIM能够自动检测并报告潜在的冲突，例如管道穿越结构或设备之间的空间冲突，使设计团队能够在实际施工之前识别和解决问题，提高设计的精度和一致性，减少施工现场的变更和调整。

3 BIM技术在机电工程重要工序深化设计中的应用

3.1 BIM技术辅助基槽放线开挖

BIM技术在基槽放线开挖方面发挥着关键作用，基槽是大型医疗建筑中承载建筑物基础的重要结构，其准确放线和开挖对于整个建筑的稳定性至关重要，BIM技术通过数字建模和协同设计的方式，提供了一种精准而高效的方法来辅助基槽的放线和开挖。BIM技术通过建立三维模型，精确表示基槽的几何形状和周围环境，包括地下管线、设备、地质情况等因素。在模型中，建筑团队可以模拟基槽放线的不同方案，考虑各种潜在的影响因素，确保放线的准确性和合理性。机电工程师、结构工程师和土木工程师等各个专业的信息可以在同一个数字平台上进行整合，确保基槽放线的过程中不会发生冲突和误差，这有助于提高设计的一致性和协调性，减少施工过程中的问题。在基槽开挖的阶段，BIM技术可以提供实时的数据更新和可视化模拟，通过模型建筑团队可以监测基槽开挖的进度和准确性，及时发现潜在问题并采取相应的措施，这种实时性的信息反馈有助于提高施工效率，减少可能的错误和调整。

3.2 直线加速器房专项深化

直线加速器房是医疗建筑中用于癌症治疗的重要区域，对其专项深化设计要求极高。首先，BIM技术通过三维建模实现对直线加速器房的精准建模，包括放射治疗设备、防护结构、设备布局等方面，使设计团队能够在数字环境中对房间的空间布局和设备位置进行深入分析，保证

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

直线加速器房的功能性和安全性。其次，BIM 技术在直线加速器房设计中支持不同专业之间的协同工作，辐射治疗需要涉及放射物理学、结构工程、电气工程等多个专业领域的知识，通过 BIM 这些专业的信息得以集成，协同设计团队能够更好地理解并解决可能存在的设计冲突，确保直线加速器房在不同专业要求下的一致性和协调性。另外，BIM 技术提供了对直线加速器房的可视化模拟和虚拟现实体验，设计人员和医护人员可以通过数字模型直观地感知房间的布局和设备的摆放，从而更好地理解治疗过程和设备运行情况，这种可视化手段有助于提前发现潜在问题，优化房间设计提高整体效率。

4 BIM 可视化应用在大型医疗建筑机电工程深化设计中的展望

4.1 BIM4D 施工进度模拟

BIM4D 施工进度模拟是 BIM 技术在建筑工程中的关键应用，它结合了建筑信息模型的几何和非几何数据，在建筑项目生命周期内可以对施工进度进行全面、可视化的模拟和分析。BIM4D 施工进度模拟通过整合建筑模型中的时序信息，能够精确地模拟工程项目的施工过程，包括不同施工阶段的任务、工序和材料交付，使得项目管理团队能够在数字环境中对整个工程的时间轴进行详细规划和调整。BIM4D 的施工进度模拟能够提供可视化的效果，使各利益相关者能够清晰地理解和评估项目的进度计划，项目团队可以在数字模型中观察不同阶段的施工过程，预测可能的冲突和瓶颈，及时调整计划以提高施工效率。此外，BIM4D 还允许对不同的施工场景进行模拟和比较，通过调整施工策略、资源分配和工序安排等参数，项目管理团队可以评估不同方案下的施工进度和成本效益，从而做出更为明智的决策。BIM4D 施工进度模拟有助于实现施工现场的协调和优化，通过数字模型工程团队可以预测可能的冲突点，提前解决问题减少施工中的误差和调整，有助于确保项目能够按时按质完成，提高整个工程的成功率。

4.2 施工工艺模拟

施工工艺模拟是 BIM 技术在建筑工程中的关键应用，通过数字模型对施工过程进行模拟，帮助项目团队更好地理解和规划施工工艺，优化施工流程降低风险并提高效率。设计团队可以在数字环境中精确表示建筑结构、设备和材料，以模拟施工的每一个步骤，这种直观性有助于团队成员更清晰地理解施工工艺，识别潜在的冲突和问题。通过模拟施工过程中各个元素的运动和相互关系，团队可以在数字环境中发现可能的冲突，如设备碰撞、空间冲突等，并及时调整工艺方案，避免实际施工中的问题和延误[3]。通过将施工工艺与时间关联起来，团队可以模拟不同的施工进度，评估每个阶段的完成时间，并及时发现可能的延迟或提前情况，有助于项目管理团队制定更为合理的施工计划，提高整体的工程效率。最后，施工工艺模拟为项目团队提供了一个实验性的环境，可以在数字模型中尝试不同的工艺方案和施工策略，这种实验性的模拟有助于团队在实际施工之前评估不同方案的优劣，优化施工流程，提高项目的成功率。

4.3 大型医疗设备运输路径模拟

大型医疗设备的运输过程是医疗建筑工程中一个复杂而关键的环节，BIM 技术通过运用路径模拟来优化大型医疗设备的运输。BIM 技术通过建立建筑信息模型，可以准确地表示建筑结构、通道、电梯等空间信息，通过模拟不同的运输路径，设计团队可以评估设备在建筑内的行进情况，考虑到可能的狭窄通道、楼梯、门框等限制性条件，以选择最为合适的运输路径。其次，路径模拟在大型医疗设备运输中有助于及早发现潜在的问题，通过数字化模拟，设计团队可以预测可能的冲突点，如与建筑结构的碰撞、通道过窄等，从而在实际运输之前采取相应的调整和措施，避免可能的损坏或延误。另外，路径模拟还有助于优化运输过程中的协同工作，相关团队包括建筑设计师、设备运输人员和施工团队，可以在数字平台上协同工作，讨论并确定最佳的运输方案，这种协同性有助于确保所有团队成员都理解并同意运输路径，从而减少沟通问题和误解。最后，路径模拟可以提供实时的可视化效果，使相关利益相关者更清晰地了解运输过程，通过在数字模型中展示设备的运输路径，团队可以共同观察、讨论和调整，确保每个环节都得到了充分考虑。

5 结语

BIM 技术在大型医疗建筑的机电工程深化设计中展现了显著的优势，通过三维建模和信息整合，BIM 为规划、设计和施工提供了前所未有的全面性和精确性。在深化设计过程中，BIM 技术不仅优化了空间布局和设备安装，还通过模拟工序、施工进度以及设备运输路径等方面的应用，提高了整个项目的质量和效率。未来，BIM 技术将继续在医疗建筑领域发挥关键作用，为复杂项目的成功实施提供可靠支持。

[参考文献]

[1]李勋栋.BIM 在医疗及科研建筑设计中的应用研究[J].山西建筑,2023,49(10):43-46.
[2]卓述,彭颖.BIM 在医疗建筑建设与运行管理中的应用研究[J].福建建筑,2021(11):182-185.
[3]吕天舟.基于 BIM 的全生命周期服务在医疗建筑中的应用[J].上海建设科技,2021(4):60-62+65.

作者简介：任凯（1991.9—），男，单位名称：中国新兴建设开发有限责任公司；毕业学校：北京科技大学。

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

BIM 技术在建筑工程设计中的应用价值

王之岳
越秀地产北方区域公司，北京 100020

[摘要]建筑信息模型（BIM）作为一种全新的建筑设计方法，近年来在我国建筑行业中的应用越来越广泛。随着 BIM 技术的不断发展和完善，以及建筑行业对优化设计流程的日益重视，这种融合将成为建筑设计的主流趋势。建筑设计优化设计流程与 BIM 技术的融合，不仅有助于提高设计质量，还将为我国建筑行业的可持续发展贡献力量。文章从 BIM 技术的特点出发，分析了其在建筑工程设计中的应用价值，包括提高设计质量、缩短设计周期、降低成本等方面，并对我国 BIM 技术的发展前景进行了展望。

[关键词]建筑信息模型（BIM）；建筑工程设计；应用价值
DOI：10.33142/sca.v7i1.10900　　中图分类号：TU7　　文献标识码：A

Application Value of BIM Technology in Architectural Engineering Design

WANG Zhiyue
Yuexiu Property Northern Region Company, Beijing, 100020, China

Abstract: As a new architectural design method, Building Information Modeling (BIM) has been widely used in China's construction industry in recent years. With the continuous development and improvement of BIM technology, as well as the increasing emphasis on optimizing design processes in the construction industry, this integration will become the mainstream trend in architectural design. The integration of architectural design optimization design process and BIM technology not only helps to improve design quality, but also contributes to the sustainable development of China's construction industry. Starting from the characteristics of BIM technology, this article analyzes its application value in architectural engineering design, including improving design quality, shortening design cycles, and reducing costs. It also looks forward to the development prospects of BIM technology in China.

Keywords: building information modeling (BIM); architectural engineering design; application value

引言

随着科技的飞速发展，建筑行业正面临着从传统设计方法向现代化设计方法的转型。建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM）作为一种全新的建筑设计方法，集成了建筑、结构、机电、景观等多专业的设计信息，具有可视化、智能化、协同化等特点。在我国，随着 BIM 技术的不断推广，越来越多的建筑设计单位开始尝试将其应用于实际项目，同时我国政府对 BIM 技术也给予了高度重视，将其列为战略性新兴产业。本文旨在分析 BIM 技术在建筑工程设计中的应用以及价值，对当前建设设计中设计流程与 BIM 技术融合存在的问题，并提出相应的对策和建议，以期为我国建筑行业的发展提供有益的借鉴。

1 BIM 技术在建筑工程设计中的概述

1.1 BIM 技术概念

建筑信息模型（BIM）是一种基于三维（3D）建模、集成了建筑项目各种相关信息的技术。BIM 技术不仅包括建筑模型的创建，还包括项目全生命周期的管理，如设计、施工、运营等。

1.2 BIM 技术特点

一是，信息集成。BIM 技术通过建立一个统一的数据模型，将建筑、结构、机电、景观等专业的设计信息集成在一起，实现了跨专业、跨阶段的信息共享与协同。二是，可视。BIM 技术将设计信息以三维模型的形式呈现，使设计人员能够直观地了解建筑物的形态、空间关系、材料等信息，提高了设计的准确性。三是，智能化。BIM 技术具有智能化特点，可以自动进行参数化计算、能耗分析、结构分析等，为设计人员提供科学的决策依据。

2 BIM 技术在建筑工程设计中的应用优势

2.1 提高设计质量

BIM 技术具有三维可视化、信息丰富、协同性强等特点，有助于设计师更加直观地展示设计方案，发现设计中的问题。在建筑工程设计中，BIM 技术可以实现各专业的协同设计，有效避免因沟通不畅导致的错误。同时，BIM 技术还可以进行建筑性能分析，如能耗分析、结构优化等，提高设计方案的合理性。BIM 技术将建筑项目的设计、施工和运维阶段的信息集成在一个统一的数据模型中，有利于各参与方之间的信息传递与协同工作，提高施工质量。

2.2 缩短工程周期及降低风险

BIM 技术可以在设计阶段生成详细的施工图纸，减少传统设计模式下的图纸审查时间。同时，BIM 模型中的信息可以实时共享，便于各专业之间的沟通与协作，提高设计效率。在建筑工程设计中，利用 BIM 技术可以有效缩短

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

设计周期，为后续施工和验收环节争取更多时间。通过BIM技术，可以对施工进度、人力物力资源进行合理安排，并进行施工过程的模拟。从而有效指导现场施工，提高施工质量，降低施工风险[1]。

2.3 降低成本

一是，减少设计错误。BIM技术可以直观地展示设计方案，有助于在设计阶段发现并解决问题，避免施工过程中的设计变更，降低成本。二是，提高采购效率。BIM模型中包含了详细的建筑信息，可以方便地进行材料统计和预算编制，为采购环节提供有力支持。三是，优化施工管理。BIM技术可以生成施工模拟动画，帮助施工人员了解施工流程，提高施工效率。同时，BIM模型可以实时更新工程进度，便于项目管理人员进行监控和调度，降低成本。

3 BIM技术在建筑工程设计中的应用

3.1 施工进度管理

3.1.1 设计前期

在设计前期，BIM技术可进行项目评估、场地分析、建筑布局等工作。通过BIM模型，设计师可以快速生成多种设计方案，进行对比分析，为项目决策提供依据。利用BIM技术，项目团队可以在项目策划阶段对建筑方案进行快速建模，分析建筑物的能耗、通风、采光等性能，为项目决策提供依据。BIM技术可以模拟场地环境，帮助设计师评估地形、气候、交通等因素，为建筑设计提供合理方案。利用BIM技术进行可行性研究，可对不同方案进行成本估算、风险评估，为项目投资决策提供支持。

3.1.2 设计阶段

在设计阶段，需要协同设计。BIM技术实现了各专业设计师的实时协同工作，提高了设计效率和质量。BIM技术支持多专业、多团队协同工作，提高设计效率。通过信息共享、实时更新，降低设计错误和遗漏。其次，参数化设计，BIM软件中的参数化建模，使得设计变更更加便捷，减少了设计错误。BIM技术支持参数化设计，使设计师能够快速调整建筑参数，实现灵活的设计变更。最后，能耗分析，BIM模型可进行建筑能耗分析，为绿色建筑设计提供参考。BIM技术可实现三维建筑设计，使设计师能够直观地查看建筑模型，提高设计质量。BIM技术可以自动计算工程量，为材料采购、成本控制提供依据[2]。

3.1.3 施工阶段

通过BIM模型，施工方可以制定合理的施工计划，确保工程按时完成。BIM技术可实现对施工过程的实时监控，提高工程质量。BIM技术可精确计算工程量，为施工方提供合理的材料采购和成本控制依据。BIM技术可以实现施工进度模拟，帮助施工方制定合理的施工计划，提高施工效率。BIM技术可以实时监控施工过程，发现施工问题，及时进行调整。其次对施工现场的安全风险评估和应急预案制定，提高施工现场的安全管理水平。最后可以实现工程造价的动态管理，为施工方提供及时、准确的造价信息。

3.2 施工质量管理

3.2.1 设计阶段

在项目策划阶段，施工企业应结合项目特点，明确BIM技术在施工质量管理中的应用目标和实施策略。同时，组建专业的BIM团队，负责项目实施过程中的模型创建、数据管理以及技术支持。通过对建筑模型的三维可视化审查，发现设计中的不合理之处，提前进行调整。同时，利用BIM技术对结构、暖通、给排水等专业进行协同设计，提高设计质量。

3.2.2 施工阶段

利用BIM技术对施工进度、资源配置进行计划和模拟，确保施工过程的顺利进行。同时，通过对施工现场数据的实时监测和分析，指导施工质量的控制和改进。根据项目需求，BIM团队应创建和完善项目模型，包括建筑、结构、机电等专业模型。在施工过程中，模型应不断更新，以反映工程实体的真实状态。施工企业应利用BIM技术对施工过程中的质量问题进行实时监控和管理。通过对模型数据的分析，发现潜在的质量隐患，制定相应的预防措施。同时，利用BIM技术对施工质量进行检查、验收，确保工程质量达到预期目标。

3.2.3 运维阶段

BIM技术在建筑运维阶段的应用，有助于实现设施设备的智能化管理，提高建筑物的运营效率。通过对运维数据的分析，可以为建筑物的维修、改造提供有力支持，从而保障建筑质量。在项目实施过程中，施工企业应不断总结经验，利用BIM技术对施工质量管理进行优化。通过分析质量问题原因，制定针对性的改进措施，提高施工质量。

3.3 工程造价控制

3.3.1 设计阶段

在设计阶段，设计师利用三维模型可视化，更直观地展示建筑形态，提高设计质量。其次利用参数化建模，期间调整模型参数，实现快速设计变更，降低设计错误。与设计人员进行协同设计，在方案修订中，设计团队之间加强沟通提高效率，降低设计变更次数。最后，工程师精确统计各类建筑材料用量，为造价估算提供依据[3]。

3.3.2 施工阶段

在施工阶段，通过四维建模，实现施工进度与资源需求的动态分析。在施工模拟中，提前预测施工过程中可能出现的问题，降低现场施工风险。在工程量核实方面，根据实际施工情况，实时调整工程量，提高造价控制精度。在施工成本监控中，通过对施工资源的实时监控，实现成本控制的精细化管理。

3.3.3 运维阶段

在运维阶段，利用BIM模型，实现设施设备的实时监控和管理。其次，通过BIM模型，分析建筑能耗，提出节能优化方案。再次，根据BIM模型，制定设施设备的维修保养计划。最后，利用BIM模型，进行安全风险评估和应

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

急预案制定。

4 BIM技术在建筑工程设计应用中存在的问题及解决措施

4.1 数据质量和一致性

BIM 技术依赖于大量的建筑数据，包括几何数据、属性数据和时间数据等。然而，在实际应用中，数据的质量和一致性常常存在问题。这可能是由于不同团队使用不同的软件工具，导致数据格式和标准的不一致；或者是由于人为因素造成的错误输入和缺失。在使用 BIM 技术进行建筑设计时，设计团队成员通常使用不同的软件和工具来创建和编辑模型。这导致了数据一致性的问题，可能会导致信息不准确或冲突。这些问题对于建筑工程的设计和实施都会产生严重影响。

这就需要建立统一的数据标准和格式，确保各个团队使用的软件工具能够互相兼容和交换数据；引入自动化的数据验证和纠错机制，及时发现和修复数据质量问题；加强培训和教育，提高团队成员对数据管理的意识和能力[4]。

4.2 协同合作和信息共享

BIM 技术的核心理念是协同合作和信息共享，旨在促进各个参与方之间的沟通和协作。然而，在实际应用中，协同合作和信息共享仍然存在一些障碍。团队成员之间的沟通不畅、信息共享不及时，导致设计变更和冲突无法及时解决，影响项目进展。在多个设计团队同时使用 BIM 技术进行建筑设计时，模型协作成为一个重要的问题。设计团队成员可能需要在同一模型上进行同时编辑，这可能导致模型冲突和数据丢失。需要建立有效的沟通渠道，促进团队成员之间的交流和合作；使用协同平台和工具，实现实时的信息共享和访问，提高团队的协同效率；设立专门的协调机构或角色，负责协调各个参与方之间的合作和沟通。

4.3 技术能力和培训需求

BIM 技术的应用需要团队成员具备一定的技术能力和知识储备。然而，许多团队成员在 BIM 技术方面的培训和教育仍然存在不足。这导致了技术能力的不匹配和团队成员的不适应，影响了 BIM 技术的应用效果。BIM 技术作为一种复杂的信息技术系统，需要设计团队成员具备较高的技术水平和能力。然而，在实践中，许多设计团队成员对 BIM 技术的应用仍存在困难，限制了其在建筑工程设计实施过程中的应用效果。需要加强对团队成员的培训和教育，提高他们对 BIM 技术的理解和应用能力；鼓励团队成员参与 BIM 技术相关的培训和学术交流活动，提升他们的专业水平；建立健全的技术支持体系，为团队成员提供技术咨询和支持。

4.4 法律和合规性

BIM 技术的应用涉及到大量的设计和施工信息，可能涉及商业机密和知识产权等法律问题。此外，BIM 技术的应用也需要符合相关的建筑法规和标准。为了解决法律和合规性问题，建筑公司应该确保设计团队成员具备相关的法律和合规性知识，并建立一个合规性审查机制，以确保 BIM 技术的应用符合相关法律和标准要求。此外，建筑公司还应与法律专家和相关机构合作，以获取法律和合规性方面的指导和支持。

4.5 设计流程与 BIM 技术融合

虽然 BIM 技术在建设设计中的应用逐渐普及，但许多设计单位仍将 BIM 技术作为单一的设计工具，而非全面融入设计流程。导致 BIM 技术在设计过程中的应用范围有限，难以发挥其真正的价值。BIM 技术的应用需要相应的软硬件设施支持。但目前我国很多设计单位在软硬件投入方面尚不足，导致 BIM 技术在设计流程中的应用受到限制。需要在设计期间，利用 BIM 技术进行场地分析、建筑布局、功能分区等，可以为设计师提供直观、准确的数据支持。同时，通过对建筑方案的多次调整和优化，实现项目目标的最优化。在施工阶段，施工人员利用 BIM 技术提供实时、准确的数据支持，帮助施工人员合理安排施工进度、资源调配等。此外，施工人员利用 BIM 技术进行施工模拟，预测施工中可能出现的问题，提前制定应对措施[5]。

5 结语

BIM 技术在建筑工程设计中的应用价值得到了广泛认可。通过提高设计质量、效率，优化工程预算和成本控制，促进绿色建筑和可持续发展等方面，BIM 技术为我国建筑行业提供了一种新的设计理念和方法。随着 BIM 技术的不断普及和完善，相信其在建筑行业的应用将更加广泛，为我国建筑事业的发展做出更大贡献。同时，BIM 技术在建筑工程设计实施过程中面临着诸多问题，如数据质量和一致性、协同合作和信息共享、技术能力和培训需求等。针对这些问题，我们可以通过建立统一的数据标准和格式、加强团队间的沟通和合作、提高团队成员的技术能力和知识储备等解决措施来克服挑战，提升 BIM 技术的应用效果。相信随着技术的不断发展和经验的积累，BIM 技术将在建筑工程设计实施中发挥更加重要的作用。

[参考文献]

[1]汪牧.BIM 技术在建筑工程设计中的应用价值[J].佛山陶瓷,2023,33(7):74-76.
[2]毕婧.BIM 技术在建筑工程设计中的应用优势[J].新材料·新装饰,2023,5(16):139-142.
[3]卢卫东,王连龙,沙静波.浅析 BIM 技术在建筑工程设计中的应用优势[J].工程技术研究,2022,3(12):130-131.
[4]陈付文.解析 BIM 技术在建筑工程设计中的应用优势[J].建材发展导向,2020,18(5):1.
[5]夏平舟.浅析 BIM 技术在建筑工程设计中的应用优势[J].工程技术:引文版,2023(1):12-21.

作者简介：王之岳（1986.1—），男，汉族，全日制本科学历，毕业学校山东省烟台大学，现就职于越秀地产北方区域公司，职务为建筑设计总监。

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

建筑工程造价的合理有效控制与探索

李小静
新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，新疆 乌鲁木齐 830002

[摘要]在建筑工程的各个阶段中，造价管理作为项目管理的核心要素之一，对于保障项目的经济效益、提高资源利用效率具有重要作用。随着社会经济的不断发展和建筑工程的不断复杂化，工程造价管理面临着日益严峻的挑战。因此，研究和探索建筑工程造价的合理有效控制策略，对于提高项目管理水平、确保工程顺利推进至关重要。
[关键词]建筑工程；造价控制；控制措施
DOI：10.33142/sca.v7i1.10914 中图分类号：TU31 文献标识码：A

Reasonable and Effective Control and Exploration of Construction Project Cost

LI Xiaojing
Xinjiang Hengxin Engineering Project Management Consulting Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830002, China

Abstract: In various stages of construction engineering, cost management is one of the core elements of project management, which plays an important role in ensuring the economic benefits of projects and improving resource utilization efficiency. With the continuous development of social economy and the increasing complexity of construction engineering, engineering cost management is facing increasingly severe challenges. Therefore, researching and exploring reasonable and effective cost control strategies for construction projects is crucial for improving project management level and ensuring smooth progress of the project.
Keywords: construction engineering; cost control; control measures

引言

政策的不断变化、设计决策的科学性、管理机制的合理性以及资金的合理运用等方面的问题都直接关系到工程造价的高低。同时，随着市场经济的不断发展，建筑工程所涉及的各类成本也日益庞杂，造价管理的难度逐渐加大，对于如何在复杂多变的环境中，通过科学合理的手段进行工程造价的有效控制，亟待深入研究。本文将围绕政策因素、设计工作、管理因素、筹资费用以及设计原因等多个方面展开讨论，以期为建筑工程的经济管理提供有益的理论支持和实践指导。

1 建筑工程造价的基本概念

建筑工程造价是指完成特定项目所需的全部经济投入，包括设计、施工、设备、人工、管理、监理等各项费用，涵盖了项目从规划、设计、施工到竣工的全过程，是项目管理中至关重要的一个方面。在建筑工程中，造价不仅仅是经济资金的支出，更是各个环节所需资源的综合体现，直接影响着项目的可行性和最终的经济效益。因此，建筑工程造价的核心概念不仅仅是货币金额的统计，更是对各项资源的科学合理配置，以确保项目在有限的资源下达到最佳的经济效果，有助于项目各参与方更好地把握项目的经济状况，从而采取有效措施，确保项目的可持续发展和成功交付。

2 影响工程造价水平的关键性因素

2.1 政策因素所产生的工程造价水平方面的影响

政策因素对工程造价水平有着直接而深远的影响。不同时期出台的土地政策直接决定了土地成本，进而影响了整个建筑工程的造价；环保政策的变化可能导致对环保技术和材料的需求增加，从而使得工程成本上升；税收政策的变动也直接关系到企业的成本负担，对工程造价水平产生影响。这些政策因素的不断变化，使得建筑工程在不同时期、不同地区面临着不同的经济环境，建设单位需不断适应并调整项目预算，以确保项目在政策环境下的经济合理性和可行性。

2.2 设计工作所产生的工程造价水平方面的影响

设计工作在建筑工程中对工程造价产生直接的影响。设计阶段的决策直接关系到工程的施工方案和材料选择，不同的设计决策可能导致相差甚远的工程造价。设计不合理或者缺乏经济性考虑可能使得工程施工过程中面临额外的问题，从而增加施工成本。此外，设计过程中对技术和材料的选择也会对工程造价产生影响，例如，选用新型环保材料可能导致成本上升。因此，设计工作在建筑工程的整个生命周期中都扮演着至关重要的角色，设计决策的合理性直接关系到工程的经济效益和最终造价水平。

2.3 管理因素所产生的工程造价水平方面的影响

管理因素也对工程造价产生影响，项目管理的有效性直接决定了项目的进度和质量，而延误和质量问题可能导致工程成本的增加。管理不善可能导致工程中的资源浪费，例如，人力、材料、设备等资源未能得到充分合理的利用，从而增加了项目的总体成本。此外，管理层在风险管理方面的不足可能导致项目面临额外的不确定性和风险，从而

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

增加了项目的预算和投资成本。因此，管理因素的影响主要表现在对项目进度、资源利用和风险控制的能力上，对工程造价水平产生着直接的、不可忽视的影响。

2.4 筹资费用过高所导致的工程造价的增加

高昂的筹资费用是直接导致工程造价增加的问题之一。在项目实施过程中，为获取足够的资金支持，建设单位需要进行融资活动，其中包括贷款、债券发行等手段。然而，如果筹资费用过高，即融资成本较高，直接增加了项目的融资负担，进而加大了项目的总成本。这一问题可能由多种原因引起，包括利率水平的波动、融资市场的不稳定性以及建设单位信用状况的变化等。因此，在项目立项和融资阶段，建设单位需审慎评估融资成本，寻求最优的融资方案，以减轻项目的财务负担，确保工程造价的合理性。

2.5 设计原因所带来的工程造价的上涨

设计的合理性和科学性对工程的整体成本影响深远，设计不合理可能导致施工过程中的调整和修改，增加了施工的难度和复杂性，从而带来额外的成本。设计过程中对材料和技术的选择，如果过分追求创新或者环保，可能导致相关成本的增加，另外方案的变更和优化也可能引发工程造价的上涨。因此，在设计阶段，需要更加注重经济性和实际可行性，确保设计方案在满足质量要求的同时，不会因为不合理的设计而导致工程造价的不必要上涨。

2.6 技术创新对工程造价的影响

新技术的引入可能导致工程造价的上升，采用新颖的施工技术、先进的建筑材料以及高效的工程设备，虽然在提高施工效率、减少人力成本等方面带来显著优势，但同时也伴随着新技术的研发与应用成本，可能导致项目的初期投资增加。通过采用更节能环保的建筑技术、耐久性更高的新材料，工程团队可以在项目运营和维护阶段实现成本的降低。虽然初始投资较高，但新技术的可持续性和经济性使得整个工程的生命周期成本更为可控。

3 建筑工程管理中工程造价的管理控制的具体措施

3.1 推动造价管理方面的研究和创新

为推动造价管理方面的研究和创新，需不断加强对造价管理理论和方法的深入研究。首先，通过对造价管理的前沿理论进行梳理和总结，可以更好地把握造价管理的核心原则和方法。其次，针对当前建筑工程管理中的实际问题，需要进行系统性的研究，以提出创新性的解决方案，包括对项目预算编制、成本控制、资源配置等方面的研究，以实现对工程造价的更精准控制。在数字化时代，信息技术的广泛应用为造价管理提供了更多可能。通过引入先进的建模和仿真技术，可以更准确地预测工程造价，并在实际施工中做出及时的调整。智能化的造价管理工具和软件也能够提高管理效率，使得造价管理更趋向科学化和智能化。还需要鼓励和支持相关领域的研究团队和专家积极参与造价管理实践，将理论研究与实际案例相结合，形成更具实践指导意义的研究成果。通过建立学术交流平台，促使学术界、业界和政府机构形成合力，推动造价管理理论和方法的不断创新和优化，以适应建筑工程管理的不断发展和变化。

3.2 提升造价预算控制人员所具备的专业水平

提升造价预算控制人员的专业水平对于有效管理工程造价至关重要。专业的造价预算控制人员需要具备深厚的专业知识，包括对建筑工程各个环节的成本估算、预算编制和成本控制等方面的专业技能。通过系统的培训和学习，掌握最新的造价管理理论和技术，可以提高其在项目中的决策水平和应变能力。造价预算控制人员通常需要与设计师、施工单位、供应商等多方合作，协调各方利益，确保预算的准确性和可行性。因此，他们需要具备良好的沟通技巧和协调能力，能够有效地与不同专业背景的人员进行沟通，促进信息共享和问题解决。专业的造价预算控制人员还应具备数据分析和信息处理能力，通过对大量数据的分析，可以更准确地判断项目的风险和成本变化趋势，及时调整预算计划，确保项目的经济效益。为了提升专业水平，除了个体的自我学习外，行业应加强培训机制，定期组织专业技能培训，推动相关证书的认证，鼓励专业人员参与行业研讨和交流活动，以促使其保持对新技术和新理论的敏感性，不断提升专业水平，有助于建立高水平的造价预算控制人才队伍，提高整个建筑工程管理水平。

3.3 建筑施工过程中造价管理的相关优化策略

在建筑施工过程中，有效的造价管理对于控制工程造价至关重要。通过详细的成本估算和预算编制，可以更准确地了解项目各项费用，并为后续的施工提供有力的经济支持，在一定程度上避免施工过程中的成本超支问题。在施工过程中，定期进行成本分析和核算，及时发现和解决成本偏差，确保施工成本的有效控制，包括对施工过程中的各个环节进行成本监控，防范和纠正可能导致成本增加的问题。通过与供应商和承包商建立良好的合作关系，优化材料和设备的采购过程，可以降低采购成本，提高施工效率。同时，及时储备关键材料，防止因市场波动导致的材料价格上涨。通过对施工过程中可能出现的风险进行识别、评估和应对，可以有效减少工程变更和紧急处理所带来的额外成本。建立健全的风险管理体系，提前制定好应对方案，有助于降低项目风险对造价的不利影响。引入信息化技术和智能管理工具，通过大数据分析、人工智能等技术手段，提高造价管理的精细化水平，为决策提供更科学的依据，有助于在建筑施工过程中实现对造价的优化管理，确保项目的经济效益。

3.4 强化工程审计环节相关造价的控制

工程审计通过对工程造价的全面审查，确保各项费用

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

的合理性和透明度。审计能够深入了解项目各阶段的花费情况，发现潜在的造价风险，有助于及时制定纠正措施，减少不必要的费用开支。通过审计，可以对项目经费的使用情况进行监督，确保各项经济活动符合相关法规和政策，防范滥用经费或其他不当操作，提高工程的经济合规性。审计可以审查合同的履行情况，确保各方按照合同规定执行，避免因合同漏洞或不当执行而导致的额外费用，可以提高工程合同管理的透明度和公正性。审计结果可以为项目管理提供有力的数据支持，为管理层提供决策参考。通过审计发现的问题和建议，可以推动改进管理体系，提高管理水平，确保项目顺利推进。总之，强化工程审计环节对相关造价的控制是建筑工程管理中一项不可或缺的措施，通过建立科学、规范的审计体系，能够在工程实施过程中保障造价的合理性和透明度，有力地推动项目的经济管理。

3.5 对工程造价进行动态控制

对工程造价进行动态控制是建筑工程管理中的一项重要策略。在项目进行的过程中，可能会面临设计变更、市场波动、人力物力资源的调整等因素，这些变化都会直接影响工程造价，通过动态控制，可以及时捕捉这些变化，进行相应的成本调整，以确保项目始终保持在可控范围内。通过实时收集和分析与造价相关的数据，包括材料价格、劳动力成本、设备费用等，可以更准确地评估当前的造价状况，有助于防范潜在的造价风险，提前采取措施，避免造价的不必要上涨。各个项目参与方，包括建设单位、设计方、施工单位等，需要及时共享有关项目进展和成本方面的信息，通过建立信息共享平台，实现各方之间的及时沟通，可以更好地协同工作，共同应对造价管理中的各种挑战。在面对复杂多变的市场和工程环境时，项目团队需要具备快速应对的能力，能够灵活调整项目计划和成本预算，以适应外部环境的变化。总之，对工程造价进行动态控制是一种注重实时、全面、灵活的管理策略，有助于在不断变化的环境中确保工程项目的经济效益和可行性。

3.6 高效利用信息技术强化工程造价管理

随着信息技术的迅速发展，其在工程造价管理中的应用逐渐成为提升管理水平的重要策略。首先，借助先进的建筑信息模型（BIM）技术，项目团队能够在工程设计和规划阶段利用三维建模和数据共享，实现全方位的造价估算和预测，不仅提高了对工程造价的准确性，还为在项目早期发现和解决成本问题提供了更为有效的手段。云计算和大数据分析的应用为工程造价管理注入了新的活力，通过实时监控和分析工程造价数据，管理团队可以更迅速、精准地做出决策，工程团队能够更好地应对市场波动、材料价格变化等外部因素，有力地支持整个工程的成本控制。在实地施工中，工程团队可以通过移动设备随时随地获取和处理与造价相关的信息，使得信息的传递和处理更加高效，减少了因信息滞后而导致的误差和问题。尽管信息技术在强化工程造价管理方面带来了诸多优势，其应用仍需谨慎。数据隐私和安全问题、新技术培训等方面的挑战需要得到充分考虑。因此，在推动信息技术的应用时，工程团队需要综合考虑各种因素，确保其在工程造价管理中发挥最大的效益。

4 结语

在建筑工程管理中，对造价的合理有效控制至关重要，直接影响着项目的经济效益和最终的成功实施。建筑工程造价管理需要全方位地考虑，不仅仅是财务数字的统计，更是对资源的科学配置和项目整体经济效益的综合考虑。只有在不断适应变化的政策环境、科技发展和市场需求的同时，采取灵活、科学的管理措施，才能实现对工程造价的有效控制。各个项目参与方应当加强协同合作，共同努力推动建筑工程管理水平的提升，确保项目在合理的造价基础上取得最佳的经济效益，为建设行业的可持续发展贡献力量。通过对工程造价管理的深入研究和实际操作的不断积累，我们将能够更好地适应和引领未来建筑工程管理的发展趋势，为行业的可持续发展贡献智慧和力量。

[参考文献]

[1]柴江艳.浅谈建筑工程造价的合理有效控制与探索[Z]//中国智慧工程研究会智能学习与创新研究工作委员会.2022 工程建设与管理桂林论坛论文集.2022:2.
[2]王志芳.浅谈建筑工程造价的合理有效控制与探索[J].居舍,2022(16):148-151.
[3]万一鸣.合理有效控制建筑工程造价的思路[J].有色金属设计,2023,50(1):133-136.
[4]邓秋敏.建筑工程造价的合理有效控制措施研究[J].珠江水运,2023(7):15-17.

作者简介：李小静（1987.4—），毕业院校：新疆工程学院，所学专业：工程造价与管理，当前就职单位：新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，当前职称级别：中级职称。

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

低碳技术在暖通空调系统中的应用研究

梁建涛
河北加壹建筑设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着气候变化和环境问题的不断加剧，低碳技术在各领域的应用成为关注焦点。文中主要是聚焦于暖通空调系统探讨和研究低碳技术在该领域的应用，探索可持续发展和环保的新途径。空调系统作为建筑领域主要能耗设备之一，对能源的高度依赖既增加了碳排放，又对环境造成不可忽视的影响。通过引入先进的低碳技术，有机会在实现舒适空间的同时，显著减少对传统能源的依赖，为建筑领域的可持续发展贡献力量。
[关键词]低碳技术；暖通空调系统；应用
DOI：10.33142/sca.v7i1.10897 中图分类号：TU9 文献标识码：A

Research on the Application of Low Carbon Technology in HVAC Systems

LIANG Jiantao
Hebei Jiayi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous intensification of climate change and environmental issues, the application of low-carbon technology in various fields has become a focus of attention. This article mainly focuses on exploring and researching the application of low-carbon technology in HVAC systems, exploring new ways of sustainable development and environmental protection. As one of the main energy consuming devices in the construction industry, air conditioning systems rely heavily on energy, which not only increases carbon emissions but also has an undeniable impact on the environment. By introducing advanced low-carbon technologies, there is an opportunity to significantly reduce reliance on traditional energy while achieving comfortable spaces, contributing to the sustainable development of the construction industry.
Keywords: low carbon technology; HVAC systems; application

随着社会对环境友好和可持续发展的日益迫切需求，探索减少能源消耗、降低碳排放的方法变得至关重要。研究将引领读者理解研究的背景、重要性，并为后续剖析低碳技术在暖通空调系统中的实际运用奠定基础，通过本研究期望为推动低碳技术在建筑领域的可持续发展提供新的思路和实用经验。

1 低碳技术运用于暖通空调系统中的作用

低碳技术在暖通空调系统中的广泛运用对可持续发展和环境保护产生了深远的影响。第一，采用高效节能的设备和系统如地源热泵、太阳能集热系统等能显著减少能源消耗，有效削减系统运行成本，这种绿色能源的利用不仅有利于减缓全球气候变化，还为企业和用户创造了可观的经济收益。第二，低碳技术在暖通空调系统中的运用有利于降低碳排放，通过优化系统设计、使用环保制冷剂和提高设备效能减少对大气的负面影响，这对于应对全球气候变化、减少温室气体排放，构建绿色、低碳的社会具有积极的生态效应。第三，低碳技术的应用促进了暖通空调系统的智能化发展，通过引入先进的控制系统、传感器和监测技术，系统能够实时响应环境变化并提高运行的灵活性和适应性，这不仅提高了系统的整体效能，还为用户提供了更加智能、舒适的室内环境。第四，在社会层面低碳技术的推广也推动了相关产业的升级和创新，加强对新能源技术、新材料的研发，促使产业链更加环保、可持续，这为新型产业的崛起和可再生能源的普及奠定了基础，为经济可持续发展提供了新的动力[1]。

2 暖通空调系统中低碳技术应用的现存问题

2.1 高昂的投资成本

引入低碳技术需要购置和安装新的设备这往往伴随着昂贵的初期投资，例如采用地源热泵系统或太阳能集热系统，虽然在长期内能够节省能源成本，但初始投资却成为中小企业和家庭难以承受的负担，这一现象影响了低碳技术的广泛应用，特别是在经济相对薄弱的地区。

2.2 技术标准和规范的不一致

由于低碳技术的广泛性质，缺乏一致性的技术标准和规范，导致各种设备和系统之间存在兼容性和集成性的问题，这使得企业在选择和应用低碳技术时面临更大的不确定性，同时也增加了维护和管理的难度，这种混乱的技术环境抑制了企业和个人采用低碳技术的积极性。

2.3 缺乏相关政策支持和激励机制

尽管社会对环保的意识日益增强，但在一些地区缺乏具体的政策框架以及相应的激励机制未能形成强有力的引导力，政府在激励低碳技术应用方面的努力不足，使得

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

企业缺乏动力去改变传统的能源使用模式[2]。

2.4 信息不对称和技术普及难

许多潜在用户对低碳技术的了解有限，缺乏相关的信息和知识，这使得他们在选择是否应用低碳技术时存在疑虑和不确定性。加强对低碳技术的宣传教育，提高公众对其认知度，将有利于改变这一局面。

3 低碳技术在暖通空调系统的应用

3.1 合理设定暖通空调系统节能的各种参数

通过合理设定温度设定点、温控回差等参数有效控制室内温度，避免系统频繁启停，提高系统的稳定性和能效。在制冷模式下设定适当的回差可以减少制冷设备的运行时间，而在供暖模式下设定合理的温度上下限可以减少供暖设备的能耗，同时应考虑室内外温差、人员密度等因素，通过智能控制系统实时调整参数提高系统的适应性和能效。设定合理的空调温度、湿度、风速等参数可以有效减少能耗，在制冷模式下通过提高回风温度、调低湿度等手段减轻制冷设备的负荷，提高能效，在供暖模式下适度提高供暖设备的出风温度，减少能耗，此外通过合理控制空调设备的风速可以提高热交换效率，降低系统的风阻，从而减少能耗。在采暖系统中，设定合理的供暖水温度可以直接影响系统的能效，通过调整供暖水温度使其与室内热负荷匹配，避免过高或过低的供暖水温度导致能源浪费，合理设定供暖水温度还能减少管道热损失，提高供热效率，降低系统运行成本。此外，通过设定合理的定时控制使系统在低负荷时降低运行功率，提高能效，逐级启停策略通过按需逐级启动或停止设备，使系统在不同负荷情况下运行于最佳工况，减少能源浪费，这需要综合考虑系统的响应速度、设备性能曲线等因素，通过智能控制系统实现最优的逐级启停策略。另外，选择合适的制冷剂并设定合理的冷凝温度和蒸发温度可以提高制冷设备的效能，通过合理选择制冷剂既要考虑其热物性能，又要考虑其环境友好性，同时通过控制制冷剂的流量、压力等参数优化系统的热力学循环，提高能效[3]。

3.2 合理运用地源热泵和空气处理技术

地源热泵和空气处理技术作为绿色能源和高效空气质量控制的代表，它们的合理应用将对系统的能效和环境友好性产生深远的影响。这项技术通过充分利用地下恒定的温度既可供暖也可制冷，被认为是一种高效的能源利用方式，在运用地源热泵技术时需首先合理选择地源热泵的型号和规格，考虑到建筑的负荷特性、环境条件等因素选用适合的地源热泵以达到最佳的能效表现。地埋换热器的设计应考虑地热流体的流动特性、地温变化等因素，确保其与地下环境的良好耦合，通过采用合适的地埋管道布局、井深和井距等参数最大程度地提高地源热泵的性能系数，从而提高整个系统的能效。同时采用先进的控制系统，结合室内外环境的实时监测数据动态调整地源热泵的运行状态，合理的控制策略包括设定合适的供暖和制冷温度，优化换热器的流量，避免系统频繁启停，从而提高系统的稳定性和能效。

除了地源热泵技术，合理运用空气处理技术也是关键的考虑因素，在暖通空调系统中，空气处理技术主要包括空气净化、湿度控制、新风处理等方面。采用高效的空气过滤器对室内外空气中的颗粒物、细菌、病毒等有害物质进行过滤，提高室内空气的洁净度，合理选择过滤器的种类和级别，根据实际需求进行精准过滤以确保系统的运行安全和室内空气的质量。同时通过合理设置湿度控制参数调整新风量和回风温度，使室内湿度保持在适宜的范围内，这不仅有利于提高室内舒适度，还可以防止建筑内部产生潮湿和霉变，降低空调系统的负荷。新风处理是空气处理技术中的另一个重要方面，通过设定合理的新风量和新风温度引入新鲜空气，保持室内空气的流通，减少有害物质的累积，合理设计新风处理系统并采用能效高的热交换器可以在满足新风要求的同时，减少系统的能耗。

3.3 水凝结问题处理

在低碳技术在暖通空调系统中的应用过程中，水凝结问题是一个需要认真对待的技术挑战。水凝结主要指的是水蒸气在接触到冷表面时转变为液体水的过程，这一现象在暖通空调系统中导致一系列问题如设备腐蚀、空气品质下降以及能效降低等。

首先，系统中的管道、设备表面等在运行过程中与室内外空气发生接触，若其表面温度低于空气中的露点温度就容易发生水凝结，因此采用优质的绝热材料对系统进行绝热处理是防止水凝结的首要步骤，合理选择绝热材料的种类和厚度，确保其具备良好的隔热性能，减小系统表面的温差，从而有效降低水凝结的风险。其次，水凝结问题往往在空气流通不畅或死角处发生，通过合理设计空气流通路径、设置合适的通风设备可以使空气更好地流通，减小局部湿度过高的可能性，在系统内部设置空气循环设备如风扇，有利于使系统内的空气均匀分布，减缓水汽的聚集[4]。再次，通过设置合适的湿度控制参数控制室内空气的相对湿度，使其保持在适宜的范围内，采用湿度传感器、湿度控制器等设备可以实时监测和调整室内湿度，避免湿度过高导致水凝结，同时要考虑引入新风进行通风换气有效排除潮湿的室内空气，减小湿度对系统的不利影响。另外选择适宜的设备和工艺也是防治水凝结问题的一个重要因素，例如在制冷设备中选择具有抗水蒸气渗透性能的材料或者采用防腐蚀技术对设备表面进行处理，有利于减缓水凝结的发生，在系统工艺上可以采用多级制冷、分区控制等技术手段减小设备表面温差，从而降低水凝结的风险。

3.4 高效利用可再生资源

通过合理配置和利用可再生能源，可以显著减少对传统能源的依赖，从而减缓温室气体排放和资源消耗。太阳

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

能可以通过光伏发电和太阳能热利用两种方式高效利用，在光伏发电方面可安装太阳能电池板将太阳能直接转化为电能，为空调系统提供部分或全部电力需求，在太阳能热利用方面采用太阳能集热系统，通过集热器将太阳能转化为热能用于供暖或制冷，减少对传统能源的依赖，通过智能控制系统调整集热器的角度和运行时间，以最大程度地利用太阳能资源。

地热能是地球内部储存的热能，通过地源热泵系统可以将其转化为供热或供冷的能源，在地源热泵系统中通过合理选择地源热泵的型号和规格调整地埋换热器的设计参数，可以提高系统的效能，同时通过优化系统的控制策略使地热能源得到更加充分的利用，地热能的恒定性质使得其成为一种稳定可靠的可再生资源，对于提高系统的可持续性至关重要。此外，生物质能源如木屑、秸秆等可以通过燃烧或气化的方式产生热能用于空调系统的供热，在生物质能的利用中需要关注生物质能源的选择和储存方式，合理选择适用于空调系统的生物质能源，采用有效的储存技术，可以提高系统的可靠性和能效。同时在风能利用方面可以设置风力发电设备，通过风能产生电能为空调系统提供电力支持，在水能利用方面通过合理设计水力发电设备如水轮机，将水流能转化为电能用于系统的供电，这些可再生资源的利用需要综合考虑地理环境、气象条件等多个因素，通过先进的技术手段和智能控制系统实现最优化的能源转化。最后通过采用先进的智能控制系统，结合各类传感器和监测设备实时监测系统内外环境的温度、湿度、光照等参数，动态调整系统的运行状态，实现对可再生资源的最佳利用，智能控制系统还可以提前预测能源需求进行合理的能源规划，确保系统在任何时刻都能够充分利用可再生资源[5]。

3.5 高效应用变频应用系统

在低碳技术在暖通空调系统中的应用中，高效应用变频系统是一项关键技术。变频技术通过调整电机运行的频率，实现精确控制制冷和供暖设备的运行速度，从而提高系统的能效和运行稳定性。

在暖通空调系统中主要的变频设备包括变频压缩机、变频风机和变频泵等，选择适当型号和规格的变频设备要考虑系统的负荷特性、运行环境、性能曲线等多个因素，在选择变频设备时需要综合考虑设备的效能、响应速度、适应性和稳定性等性能指标，确保其能够满足系统的要求，实现最优的能效表现。同时通过合理设置控制参数如频率、电流、电压等实现对变频设备的精准控制，采用先进的智能控制系统，结合实时监测和反馈数据动态调整变频设备的运行状态，以适应系统负荷的变化。例如在低负荷时适当降低变频设备的运行频率，减少能耗；在高负荷时提高运行频率确保系统稳定运行。通过这样的智能控制让变频系统可以更加灵活地应对不同的运行情况，提高系统的运行效率。此外还要通过对系统进行模拟和实测分析系统的工作特性和性能曲线，调整变频设备的运行参数，以便能够达到最佳的效果，例如通过调整变频设备的曲线匹配系统负荷曲线使得设备在整个工作范围内都能够保持高效运行，同时对系统的传感器、监测设备也要进行校准和调整，确保系统实时获取准确的数据，提供有力的支持给智能控制系统[6]。

4 结语

综上所述，通过对低碳技术在暖通空调系统中的应用研究后认识到这一领域的巨大潜力，更坚信创新技术将引领未来的可持续建筑，通过降低碳排放、提高能效，塑造更环保、更宜居的空间。这项研究不仅是对现有技术的总结，更是对未来发展的展望。期待着在低碳技术的引领下暖通空调系统能够实现真正的绿色转型，为全球环境贡献一份力量。

[参考文献]

[1]杨煌炜.低碳技术在暖通空调系统中的应用研究[J].房地产世界,2023(20):132-134.
[2]郭仕铭.节能环保技术在暖通空调系统中的应用分析——以福州市某商业综合体项目为例[J].住宅产业,2022(12):68-70.
[3]赵友军.BIM 技术在暖通空调系统安装施工中的应用[J].日用电器,2022(4):43-45.
[4]王文龙,周谷鸣,姚恒增,等.浅析 BIM 技术在暖通空调系统设计中的应用[J].中国高新科技,2021(21):99-100.
[5]喻赛强.BIM 技术在商业综合体项目暖通空调系统中的应用[J].住宅与房地产,2021(7):73-74.
[6]卢云彤.自动控制技术在暖通空调系统中的应用分析[J].信息记录材料,2021,22(2):111-112.
作者简介：梁建涛（1982.3—），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.

论建筑工程设计风险与管理策略研究

李肖颖
枣庄市城乡规划设计研究院，山东 枣庄 277100

[摘要]在建筑工程设计的复杂领域，风险管理成为确保项目成功实施的重要因素。本篇文章主要是探讨建筑工程设计中潜在的风险因素以及针对这些风险制定的科学管理策略。从技术、时间、成本到沟通与合作剖析各个层面的风险，揭示其潜在影响，并提出有效的对策。通过分析和借鉴，本研究旨在为建筑工程设计团队提供实用的指南，使其能够在复杂多变的项目环境中，灵活而果断地应对各类挑战。
[关键词]建筑工程；设计风险；管理策略
DOI：10.33142/sca.v7i1.10896 中图分类号：F4 文献标识码：A

Research on Risk and Management Strategy in Architectural Engineering Design

LI Xiaoying
Zaozhuang Urban and Rural Planning and Design Research Institute, Zaozhuang, Shandong, 277100, China

Abstract: In the complex field of architectural engineering design, risk management has become an important factor in ensuring the successful implementation of projects. This article mainly explores the potential risk factors in architectural engineering design and the scientific management strategies formulated for these risks. From technology, time, cost to communication and cooperation, it analyzes the risks at all levels, reveals their potential impacts, and proposes effective countermeasures. Through analysis and reference, this study aims to provide practical guidance for architectural design teams, enabling them to flexibly and decisively respond to various challenges in complex and ever-changing project environments.
Keywords: architectural engineering; design risk; management strategy

在建筑领域，设计阶段是工程实施的关键环节，然而各种因素导致设计过程中的不确定性和风险。通过研究探讨这些潜在风险的本质以及它们对项目成功的潜在影响，同时分析当前常见的风险管理策略旨在为建筑工程设计阶段提供实用的指导。本研究的目标是为业界提供有关如何在设计过程中更好地识别、评估和应对风险的见解。

1 建筑工程设计阶段的重要意义

设计阶段直接关系到整个工程的实施效果。一个精心设计的工程方案为后续的施工、运营和维护奠定了基础，设计阶段的决策将直接影响建筑物的外观、功能、结构和技术性能，从而决定了项目的可持续性和整体品质。通过充分考虑使用需求、环境因素、技术创新等因素，设计阶段可以为工程项目提供最优解决方案，确保项目在实施过程中能够顺利达到预期的效果[1]。

设计阶段对于项目成本的控制有重要作用。在设计阶段对材料、劳动力和技术等成本进行详尽的分析和预估，有助于避免后期因设计不当而导致的额外费用和资源浪费。通过精细的设计可以优化工程方案、降低施工成本，提高工程的经济性，设计阶段的合理规划和成本估算是项目整体成功的保障，能够确保项目在预算内完成，避免财务压力和不必要的纠纷。设计阶段对于工程项目的可持续性发展起到关键作用。在当前社会对可持续发展的日益重视下，建筑工程的设计阶段成为实现可持续性目标的关键时期。通过整合节能、环保、社会责任等要素，设计阶段可以为工程项目注入可持续性的理念，采用创新的设计方法和技术，降低对环境的影响，提高资源利用效率，从而推动工程项目向更加环保和可持续的方向发展。

2 建筑工程设计风险

2.1 技术风险

在建筑工程设计中技术风险是一个复杂而关键的问题，直接影响着工程项目的成功实施。技术风险主要涉及到设计方案的技术性能、实施可行性以及技术难题。随着科技的不断发展，新的设计理念、工程技术和材料不断涌现，这为项目提供了更多的可能性，同时也带来了更多的未知因素，在设计阶段不确定新技术的可行性和效果成为一个潜在的风险。一些具有高度创新性或者复杂性的设计方案面临更大的技术挑战，这涉及到新型结构、特殊功能要求或者特殊材料的使用。此外在当前社会对可持续发展的日益关注下，设计阶段需要充分考虑工程项目的环保、节能和社会责任等方面的要求，新的环保标准、节能技术和社会责任要求带来额外的技术挑战。最后在设计方案实施的过程中会遇到一些无法预见的技术难题，例如材料性能不达标、结构设计存在缺陷等。这些问题导致工程进度延误、成本增加，甚至影响工程的质量[2]。

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

2.2 时间风险

设计阶段通常有明确的时间表，但由于设计涉及多个复杂的环节如方案设计、施工图设计、审批等，因此面临进度滞后的风险，设计过程中的某个环节如果出现延误会对整个项目的后续进度产生连锁影响，导致项目的总工期延长。在设计阶段项目会因为业主需求变更、法规要求调整等原因而进行设计修改，这种设计变更引起原设计方案的重新评估、重新制定，从而影响设计的进度，若变更不加妥善管理导致设计阶段的时间紧迫性，增加设计人员的工作强度，甚至引发进度风险。在设计阶段需要经过一系列的审批程序包括规划审批、环评审批等，这些审批程序因为政策调整、相关部门的工作效率等原因而产生延误，从而使项目的设计进度受到影响。在一些情况下，审批环节需要反复修改设计文件导致时间的不可控性。

2.3 成本风险

在设计初期往往难以准确估计建筑材料的价格、劳动力成本、技术应用的成本等，这种不确定性导致最初的成本估算与后续的实际成本存在差距，从而增加项目的整体成本，成本的不确定性也受到市场波动、原材料供应链问题等外部因素的影响，使得成本风险更为复杂。同时在设计阶段项目会因为业主需求的变更、法规要求的修改等原因而进行设计修改，这些变更导致原设计方案的重新评估、重新制定，增加设计和审批的成本，如果变更频繁或管理不善还会使项目的总成本大幅度增加，甚至超出预算范围。此外，某些设计方案涉及新型结构、特殊功能要求或者使用尚未广泛验证的材料，这会导致技术实现的难度提高，从而增加成本，解决技术难题需要额外的研究和试验，进而增加项目的研发和实施成本[3]。

2.4 沟通与合作风险

不同专业领域的设计师之间存在语言差异和理解障碍，由于建筑工程设计涉及多个专业包括结构、电气、机械等领域，设计团队成员具有不同的专业术语和表达习惯，这导致沟通时的误解和困难，使得设计团队难以形成共识，影响到设计方案的一致性和质量。其次，团队成员之间存在信息传递不及时和不完整的问题，在设计阶段信息的及时传递对于整个项目的顺利进行至关重要，如果团队成员之间的信息传递存在滞后或者遗漏，导致设计方案的不一致或者出现错误，从而增加后续修改的成本和风险。最后，团队协作中存在意见分歧和冲突，设计团队由多个专业领域的专家组成，每个成员对设计方案有不同的看法和理解，这导致团队内部的意见分歧和冲突，使得决策变得困难，进而影响到设计的进展，缺乏有效的沟通和冲突解决机制导致团队合作效率下降。

3 建筑工程设计管理策略

3.1 技术风险管理

有效的技术风险管理可以降低项目实施过程中的不确定性，确保设计方案的科学可行性。技术风险管理的关键在于在设计前期进行全面的技术可行性评估，在项目启动阶段应该对设计所涉及的关键技术进行深入的研究和评估，评估新技术的应用、特殊结构的设计、材料的选择等，通过这一阶段的评估辨识出潜在的技术难点和问题，有针对性地开展后续的设计工作，例如对于采用新型结构的建筑项目进行模拟分析，评估其在实际使用中的性能，并对出现的问题提前有所准备。在项目进展的过程中，技术风险管理需要强化技术创新的意识，鼓励团队成员关注最新的技术发展、工程实践和行业动态，通过不断的学习和积累让设计团队能够更好地适应不断变化的技术环境，提高对新技术的接受度和运用能力，此外还要重视定期组织技术培训，使设计团队保持在专业领域的前沿，对新技术的应用有清晰的认识，降低由于技术滞后带来的风险。另一方面建立起合理的技术储备和备用方案，在设计方案确定后针对关键技术节点建立备选方案，这样当在实施过程中出现技术问题时可以及时切换到备选方案以减小技术问题对整个项目的影响，例如在特殊结构设计的项目中针对关键节点的结构进行多套设计，确保在需要的时候可以快速选择最合适的方案。最后建立起经验总结和知识库，对项目实施中所涉及的技术问题进行归纳和总结，在项目实施的过程中会遇到一些特殊的技术问题，这些问题的解决经验对于未来类似项目的技术风险管理具有重要价值，通过建立起项目经验总结和知识库将团队在实践中积累的宝贵经验进行有效记录和传承，提高整个团队在技术风险管理上的应对能力[4]。

3.2 时间风险的管理

项目的整体进度和完成时间直接关系到项目的经济效益和客户满意度。因此设计团队需要采取一系列的管理策略来有效降低时间风险，确保项目按时交付。

首先一个合理而详细的项目计划是应对时间风险的首要措施，在项目启动阶段，设计团队应当制定一份详细而可行的项目计划，包括各个设计阶段的工作内容、时间节点、关键路径等，通过仔细规划项目的各个阶段更好地掌握整体进度，提前识别可能的风险点，在制定计划时需要充分考虑到各个专业领域的交叉和协同，确保各项工作的有序推进。其次时间风险管理需要建立起有效的资源管理机制，资源包括人力、材料、设备等，而这些资源的不足或者合理调配不当都导致项目的进度延误，设计团队应当明确各个阶段所需的资源，合理进行分配和调度，通过建立起高效的资源协调机制更好地应对可能的资源短缺和调整，确保项目的各个阶段都能够得到充分的支持。再次要注意强化项目的监控和反馈机制，在整个设计过程中需要设立有效的监控点，定期对项目进度进行评估和反馈，通过及时发现和解决存在的问题有效降低时间风险，监控机制不仅包括对整体进度的监测，还需要对关键任务、关

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

键路径等进行重点监控，确保项目的关键节点得到特别关注，防患于未然。与此同时建立起灵活的变更管理机制，在项目实施的过程中会出现一些不可预见的变化，例如业主需求的变更、法规调整等，这些变化会对项目的进度产生较大的影响，因此建立起一个高效的变更管理机制能够迅速评估变更对项目进度的影响，提出合理的应对措施，这是确保项目能够及时适应外部变化的关键。

3.3 成本风险的有效控制

在项目启动阶段，设计团队应当根据项目的规模、要求以及设计方案的特点制定一份详细的成本预算，综合考虑人力、材料、设备等多个方面的成本因素，确保各项费用都得到充分考虑，预算计划的合理性直接关系到后续成本控制的有效性，因此需要通过充分的市场调研和专业评估确保预算计划的准确性。同时，通过建立成本监控机制随时了解项目各阶段的花费情况，及时发现超支或潜在的成本问题，在项目中设立明确的监控点对各项成本进行定期审查和核算，监控机制应当强调对关键成本的监测例如人力成本、材料成本、外包服务成本等以确保项目成本在可控范围内。此外在设计阶段会发生一些不可预见的变更，例如业主需求的变更、法规调整等，这些变更会对项目的成本产生影响，因此建立起一个高效的变更管理机制能够迅速评估变更对项目成本的影响，提出合理的应对措施，这是确保项目能够及时适应外部变化的关键。最后，成本风险控制需要加强对市场变化的敏感度，市场因素对成本的影响是复杂而多样的，例如原材料价格波动、人力市场供需关系的变化等，设计团队需要时刻关注市场动态，及时了解市场价格和供需情况的变化[5]。

3.4 沟通与合作风险的协调管理

在建筑工程设计管理中，做好沟通与合作风险的协调管理是确保设计团队高效协同工作、减少误解和冲突的重要一环。有效的沟通与合作机制有助于提高项目的执行效率，确保设计方案的顺利推进。

首先建立起高效的团队沟通机制，设计团队通常涉及多个专业领域的专家，他们之间的沟通效果直接影响到项目的整体协同效能，因此设计团队应当建立起一套高效的沟通机制包括定期的会议、信息共享平台等，通过这些沟通方式，促进团队成员之间的信息传递，提高信息的透明度，减少沟通误解和信息滞后。其次加强团队协作与共享文化，设计团队中的专家来自不同的专业领域，拥有各自独特的视角和知识体系，鼓励团队成员间的交流与合作，促进不同专业之间的信息交叉与共享，组织跨专业的工作坊、研讨会等方式提高团队成员的跨专业理解和协作水平，从而降低因为专业领域差异而引发的沟通与合作风险。再次要注意建立良好的沟通文化，团队成员应当在沟通过程中注重相互尊重和理解，鼓励开放的沟通氛围使得团队成员愿意分享意见、提出建议，减少因为沟通障碍而引发的误解和冲突，通过培养积极的沟通文化在团队中建立起更为融洽的合作关系，为项目的高效推进奠定基础。最后要强调有效的冲突解决机制，在设计团队中不同专业领域的专家存在意见分歧和冲突，因此建立起一套有效的冲突解决机制能够及时妥善地处理团队内部的分歧，建立专门的冲突解决小组、设立定期的团队协商会议等，通过这些机制及时发现和解决潜在的冲突，防止其对项目的进展产生负面影响。

4 结语

综上所述，在建筑工程设计风险与管理策略的研究中认识到风险不是避免，而是需要被理智而果断地面对。通过对技术、时间、成本和沟通与合作等方面的风险因素的细致分析不仅揭示了潜在的挑战，更提出了切实可行的管理策略。在这个不断演变的领域，成功的建筑工程设计不仅依赖于创新的设计理念，更需要有效的风险管理机制的支持。期望本研究能为业界提供实用而深入的指导，引领建筑设计团队更加从容地应对未知与变数，为每个项目的成功实施保驾护航。

[参考文献]

[1]蒋美幸.建筑工程设计项目过程质量控制方法及应用策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(33):64-66.
[2]姚建新.建筑工程设计风险分析及管理探究[J].房地产世界,2021(1):13-15.
[3]丁吉辰.我国建筑工程设计风险的控制管理研究[J].决策探索(中),2020(6):43.
[4]刘灵平.建筑工程设计风险分析及管理[J].建材与装饰,2018(20):81-82.
[5]侯鲜艳.建筑工程设计风险分析及管理研究[J].门窗,2014(9):108-109.
作者简介：李肖颖（1989.10—），山东建筑大学，土木工程，枣庄市城乡规划设计研究院，助理工程师。

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

建筑工程造价动态管理常见问题及优化措施研究

陈 珊
新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，新疆 乌鲁木齐 830002

[摘要]随着我国经济和社会的持续发展，建筑业也迎来了新的发展机遇。在城市建设的进程中，建筑业的发展是不可或缺的，而随着社会的发展，建筑业的发展也越来越快。随着建设项目的不断发展，项目成本的动态管理越来越受到重视，但在整个行业发展的进程中，还存在着许多问题，许多项目成本的管理体制和模式已不适应当前的发展要求，必须要创新模式，进行协调，采取科学合理的措施，以促进建设项目成本的发展。

[关键词]工程造价；动态管理；问题及措施
DOI：10.33142/sca.v7i1.10913 中图分类号：TU723.3 文献标识码：A

Research on Common Problems and Optimization Measures of Dynamic Management of Construction Engineering Cost

CHEN Shan
Xinjiang Hengxin Engineering Project Management Consulting Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830002, China

Abstract: With the continuous development of Chinese economy and society, the construction industry has also ushered in new development opportunities. In the process of urban construction, the development of the construction industry is indispensable, and with the development of society, the development of the construction industry is also getting faster and faster. With the continuous development of construction projects, the dynamic management of project costs is increasingly valued. However, in the process of industry development, there are still many problems. Many project cost management systems and models are no longer suitable for current development requirements. It is necessary to innovate models, coordinate, and take scientific and reasonable measures to promote the development of construction project costs.

Keywords: engineering cost; dynamic management; problems and measures

引言

随着建筑工程规模的不断扩大和建设复杂性的增加，建筑工程造价动态管理成为确保项目经济效益和质量的关键环节。然而，伴随着动态管理的广泛应用，一些常见问题也逐渐浮现，这些问题涉及市场波动、技术变革、管理体系等多个方面，对项目的成本控制和效益带来一定挑战。因此，深入研究建筑工程造价动态管理中存在的问题，探索有效的优化措施，对于提升工程管理水平、确保项目成功实施具有重要意义。我们旨在全面剖析建筑工程造价动态管理中常见的问题，并针对这些问题提出切实可行的优化措施。通过深入调查分析、综合比较研究，本研究将致力于揭示问题的本质和影响因素，并提出一系列可行的管理策略，旨在为建筑工程领域的从业者和研究者提供有益的参考和指导。通过对动态管理问题及其优化措施的深入研究，期望能够为行业发展提供新的思路，推动建筑工程管理水平不断提升，实现更为可持续和优质的工程建设。

1 建筑工程造价动态管理的作用

建筑工程造价动态管理在项目实施中扮演着至关重要的作用。其核心在于全程、全面地监控和管理工程造价，以确保项目的经济效益和质量标准得以最大化。首先，动态管理有助于提高工程的投资回报率。通过在项目的不同阶段对成本的实时监控，可以及时发现潜在的经济问题，采取有效措施，确保投资能够获得最大回报。其次，动态管理能够确保项目按时、按质、按量完成。通过对各个环节的成本和资源进行灵活调配，项目团队能够更加敏锐地应对变化，确保工程的顺利进行，达到预期目标。此外，动态管理还有助于防范潜在风险，提高项目的可控性。在工程进程中，随时对各项成本进行跟踪，可以及时发现潜在的经济风险和问题，有利于及早制定风险应对策略，减少损失。

2 建筑工程造价动态管理的特点

建筑工程造价动态管理具有一系列独特的特点，这些特点决定了其与传统造价管理的区别，强调了对项目成本的实时、灵活、综合性管理。首先，建筑工程造价动态管理强调实时性。与传统的静态管理不同，动态管理注重随时随地获取项目数据，及时更新和调整成本计划。通过利用先进的信息技术和管理工具，可以实现对项目各阶段成本的实时监控和分析，使管理者能够随时了解项目的经济状况，及时做出调整和决策。其次，灵活性是动态管理的又一显著特点。由于建筑工程在执行过程中可能面临许多

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

不确定因素，如市场波动、政策变化、技术难题等，因此需要对成本计划和预算进行灵活地调整。动态管理允许在项目执行的过程中根据实际情况灵活调整成本预算，以应对变化的环境和需求，使得项目更具适应性和应变能力。综合性是建筑工程造价动态管理的第三个显著特点。它强调综合考虑项目的各个方面因素，包括市场、技术、人力、政策等多个层面的信息。通过将这些信息整合到成本管理系统中，可以更全面地了解工程的全貌，避免只着眼于某一方面而忽视其他因素的问题，提高决策的全局性和科学性。此外，建筑工程造价动态管理强调信息化管理[1]。通过建立先进的信息系统，实现对项目数据的集中管理、分析和处理，提高数据的准确性和可靠性。信息化的管理手段不仅能够提高工作效率，还能够提供更为准确的成本分析和预测，为管理者提供科学依据。

3 建筑工程造价动态管理的问题

3.1 工程前期招标标准不严格

在建筑工程造价动态管理的实践中，面临的一个重要问题是工程前期招标标准不严格。这一问题的存在可能导致后续的一系列挑战和风险。首先，招标标准不严格可能使得承包商在投标过程中对工程造价估算存在较大的灵活度，可能出现低报价现象。这样一来，项目初期的造价预估就容易与实际情况出现较大偏差，给项目后期的成本控制带来不确定性。其次，招标标准的不严格可能导致对投标方的资质审核不够严格，可能吸引到经验不足或不具备相应资质的承包商参与，增加了工程实施阶段的管理风险。这种情况下，施工过程可能面临技术能力不足、安全隐患增加等问题，对工程的整体质量和安全性构成潜在威胁。此外，招标标准不够严格可能使得项目初期的计划和设计未能充分考虑到实际情况，容易出现设计变更和工程调整的情况，进而引发成本的不断增加和进度的推迟。

3.2 机械成本控制存在问题

首先，机械设备在建筑工程中扮演着至关重要的角色，但其成本占比较大。如果机械成本控制存在问题，可能导致整个工程的成本超支，从而影响项目的投资回报率。其次，机械成本控制问题可能引发施工进程中的延误。若机械设备的成本没有得到有效的控制，可能导致工程方面在设备选型、采购、运输等方面出现问题，影响到施工进度。这种情况下，项目的完工时间可能被推迟，从而带来额外的管理和人力成本。此外，机械成本控制不善可能导致设备的不合理使用，从而降低了机械设备的使用效率。这不仅浪费了资源，还可能导致机械设备的过早损耗和维修成本的增加，对工程造价和施工质量带来负面影响。

3.3 建筑材料采购存在问题

首先，建筑材料在整个工程中占据重要的成本份额，若其采购存在问题，可能导致项目整体成本控制不善，增加了工程的经济风险。其次，建筑材料采购问题可能引发施工过程中的延误。如果在项目初期未能做好材料的充分准备和采购计划，可能导致施工进度的推迟。这种情况不仅增加了工程周期，也可能带来额外的人工和设备成本，对项目的经济效益构成威胁。此外，建筑材料采购问题可能导致工程质量的下降[2]。若采购过程中对材料的质量、规格、来源等方面没有进行充分的审核和监控，可能带入劣质材料，从而降低了工程的整体质量水平，增加了后期维护和修复成本。

3.4 造价动态管理意识薄弱

首先，当项目参与方对于造价动态管理的认识不足时，可能会忽视成本的实时监控和调整的重要性。这可能导致在工程实施过程中，对于成本的掌控不够及时，错失纠偏的最佳时机，增加了项目的经济风险。其次，造价动态管理意识薄弱可能使得项目各方对于成本波动的适应能力不足。当项目发生变更、风险或市场波动时，缺乏对成本动态变化的敏感性和及时调整的能力，可能导致项目团队无法灵活应对，影响项目的经济效益。此外，对造价动态管理意识的缺乏可能导致项目参与方在决策中忽视了成本效益的最大化。在制定计划、变更设计、选择材料等方面，若不充分考虑成本动态管理的因素，可能使得项目的经济效益未能得到最优化。

4 强化建筑工程造价的动态管理措施

4.1 优化决策与设计阶段的方案

为了强化建筑工程造价的动态管理，关键之一是在决策与设计阶段优化方案。在这个阶段，项目的基本框架被确立，对于后续工程影响深远。通过优化决策与设计阶段的方案，可以在整个项目周期内实现更好的成本控制和效益。首先，优化方案需要在设计初期就充分考虑成本效益。这包括在方案制定时对不同设计选择的成本进行综合评估，确保在满足项目需求的前提下，选择经济合理的设计。通过引入成本评估工具和专业造价咨询，能够更准确地预估各种设计方案的成本差异，为项目经济效益的最大化提供数据支持。其次，优化方案需要注重技术创新与效率提升。通过引入新的技术和建筑工程方法，不仅可以提高工程质量，还有望降低部分成本。在设计阶段考虑并采用先进的建筑工程技术，有助于项目的整体成本控制。此外，与设计方案相关的材料和设备的选择也需要考虑到整体成本。在设计初期就对可能采用的建筑材料、设备进行合理选择，不仅有助于成本的控制，还能够提高项目的可持续性。

4.2 加强招投标管理

首先，加强招投标管理需要建立规范的招标流程和制度。明确招标文件的编制、发布、接收投标、评标等各个环节的程序和规则，确保招标过程的公正、透明和合法。规范的招标流程有助于吸引更多的潜在投标方参与，提高投标方对项目的信任度，从而形成竞争，促使合理报价。

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

其次，加强招投标管理需要强调信息的透明度。在招标文件中清晰明示工程的技术要求、质量标准和合同条款，确保投标方对工程的要求有清晰的认识。透明的信息可以降低误解和争议，有助于投标方更准确地估算成本，促使更合理的竞争态势。此外，加强招投标管理需要加强对投标方资质的审核[3]。对于参与投标的承包商，应该进行全面的资质审查，确保其具备足够的经验和能力来完成工程任务。

4.3 合理控制材料、设备成本和结算阶段的工程造价

首先，在合理控制材料成本方面，需要在项目启动初期就对可能采用的建筑材料进行全面的评估和选择。这包括材料的性能、价格、可获得性等因素，确保选择的材料符合工程的需求，并在质量满足的前提下尽量降低成本。通过与供应商的有效沟通和谈判，可以获取更有竞争力的价格，提高整体材料成本的控制水平。其次，对设备成本的合理控制需要考虑设备的采购、维护和使用周期等因素。在设备的选型和采购阶段，需要进行全面的成本效益分析，确保所选择的设备在性能和价格方面都达到最佳平衡。同时，在设备的使用和维护中，制定合理的管理方案，延长设备的使用寿命，降低后期维护成本。在结算阶段的工程造价控制，则需要确保结算的公正、合理和透明。这包括对工程完成情况的全面审核，确保结算中包含的工作量、材料和设备的实际使用情况与实际情况一致。对于可能的变更和索赔，需要进行科学而公正的审核，防止不必要的经济争议，保障工程的最终经济效益。

4.4 完善建筑工程造价动态管理体系

首先，建筑工程造价动态管理体系需要建立清晰的组织结构和责任体系。明确各个参与方在造价管理中的职责和权限，确保信息的畅通流动和决策的高效执行。建立专业的造价管理团队，配备专业的造价工程师和管理人员，提升整个管理体系的专业水平。其次，信息系统在动态管理体系中的作用不可忽视。建立高效、智能的信息系统，能够实现对项目数据的实时监控、分析和反馈。通过采用先进的数据分析和人工智能技术，可以更准确地预测项目成本变化趋势，提前识别潜在风险，为决策提供科学依据。此外，完善建筑工程造价动态管理体系需要规范管理流程和操作规范。制定明确的工程造价管理手册，规定各阶段的操作规程和标准，确保在项目执行的每个环节都能够按照规定的流程进行。同时，强调团队协作和信息共享，形成高效的工作机制。

4.5 多角度分析影响工程造价的控制因素

首先，多角度分析需要考虑市场因素。对原材料、劳动力、设备等市场因素进行深入研究，了解它们的供求关系、价格波动趋势以及可能的季节性变化。通过及时了解市场动态，可以更灵活地应对价格波动，避免因市场变化而引起的成本波动。其次，要综合分析项目的技术特点。不同的工程项目可能涉及到不同的技术难点、工程环境、施工工艺等方面的问题，这些因素都会直接或间接地影响工程的成本。通过深入了解项目的技术特点，可以有针对性地进行成本控制和风险管理。同时，多角度分析还需要考虑政策和法规的因素。不同地区和时期的政策法规可能对建筑工程的造价产生影响，包括税收政策、环保标准、用地政策等。了解并及时跟踪这些政策和法规的变化，有助于在规范的框架内进行成本控制，并防范潜在的合规风险[4]。最后，多角度分析还需要综合考虑项目管理和团队因素。一个高效的项目管理团队、合理的资源配置和良好的沟通协作，对于项目的成本控制至关重要。通过培养专业化、高效的团队，提高团队成员的管理水平和沟通能力，能够更好地应对项目执行中的各种挑战。

5 结语

通过对建筑工程造价动态管理中常见问题及优化措施的深入研究，我们深刻认识到在现代建筑环境中，动态管理所面临的挑战和机遇。本研究详细分析了工程前期招标标准不严格、机械成本控制存在问题、建筑材料采购存在问题、造价动态管理意识薄弱等问题，同时提出了优化决策与设计阶段的方案、加强招投标管理、合理控制材料、设备成本和结算阶段的工程造价、完善建筑工程造价动态管理体系、多角度分析影响工程造价的控制因素等一系列切实可行的优化措施。这些优化措施旨在提高建筑工程造价动态管理的实时性、灵活性和综合性，以更好地适应不断变化的市场和项目环境。在今后的建筑工程实践中，我们期待这些研究成果能够为工程管理者提供有力的指导，帮助其更好地应对各种挑战，实现项目的经济效益最大化和质量水平最优化。我们有信心在未来建筑工程领域取得更为卓越的成就，推动建筑工程管理不断迈向更高水平。

[参考文献]

[1]高新宇.建筑工程造价的动态管理控制研究[J].中国住宅设施,2023(10):142-144.
[2]岳香菊.建筑工程造价的动态管理控制解析[J].居业,2023(9):122-124.
[3]张晓慧.建筑工程造价动态管理及有效策略[J].大众标准化,2023(11):79-81.
[4]田洪茹.关于建筑工程造价的动态管理分析及成本优化控制探讨[J].中华建设,2023(4):58-60.

作者简介：陈珊(1987.11—)，毕业院校：山东建筑大学，所学专业：工程造价与管理，当前就职单位名称：新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，职称级别：高级职称。

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

碳中和、碳达峰的绿色低碳新型工业园区的建设

冯第勇
重庆金美通信有限责任公司，重庆 400030

[摘要]2021 年党中央、国家提出了碳达峰、碳中和的发展目标，重庆金美 5G 产业园项目规划，以新型园区建设标准规划，在实现碳达峰、碳中和方面采用诸多的先进技术，并在绿色低碳、节能减排、水资源综合利用方面充分采用新技术，新标准。因此文中的核心主要讨论点为园区的中央空调系统、电力系统、给排水系统，结合数字智能化系统、新型建筑材料及结构、景观系统，达到园区碳中和、碳达峰的建设目标。文中以 5G 产业园项目为基础，讨论形势下的新型园区的建设思路。
[关键词]碳中和；地热源泵；电力系统；给排水系统；数字智能系统
DOI：10.33142/sca.v7i1.10928　　中图分类号：TU986　　文献标识码：A

The Construction of Green and Low-carbon New Industrial Parks with Carbon Neutrality and Peak Carbon Emissions

FENG Diyong
Chongqing Jinmei Communication Co., Ltd., Chongqing, 400030, China

Abstract: In 2021, the Central Committee of the Communist Party of China and the state proposed the development goals of peaking carbon emissions and achieving carbon neutrality. The Chongqing Jinmei 5G Industrial Park project was planned according to the standards of new park construction. Many advanced technologies were adopted to achieve carbon peaking and carbon neutrality, and new technologies and standards were fully adopted in green, low-carbon, energy-saving, emission reduction, and comprehensive utilization of water resources. Therefore, the core and main discussion points in the article are the central air conditioning system, power system, and water supply and drainage system of the park, combined with digital intelligent systems, new building materials and structures, and landscape systems, to achieve the construction goals of carbon neutrality and carbon peak in the park. Based on the 5G industrial park project, this article discusses the construction ideas of a new type of park under the current situation.
Keywords: carbon neutrality; ground heat source pump; power system; water supply and drainage system; digital intelligent system

1 碳中和、碳达峰的园区建设思路

碳中和、碳达峰的目标：碳中和，指人为排放源、人为吸收汇达到平衡。人为吸收汇包括植树造林、碳捕集与封存技术等。实现该功能目标，首先对工业园区做好规划定位，准确的园区定位才能很好地满足未来发展的持续要求；其次通过改变园区的能源结构，采用新技术、新理念、降低二氧化碳排放。本园区在实际运营过程中采用了能源监测与统计、能源调度与分配、水电节能及回收等技术实现园区的碳排放的中和、碳达峰。

园区能源监测与统计：通过收集园区各类数据（如数字智能化技术实现水、电、气、空调等，比较常用的就是能耗监控系统），如园区（如视频分析技术）客流量、水能电能表的读数、大型设备故障记录（如采用设备监控系统）等，全面掌握园区能耗使用情况，分析出能源能耗产生的合理性，结合园区实际情况制定出最佳节能方案，达到资源利用最大化。

园区能源调度与分配：电力监控系统对整个园区的水、电、气、空调限额进行调度，分析用电高峰，如企业的生产时间、餐饮、办公的时间。来优化园区用电质量，减少电力线路的损耗、无功损耗。

园区水电节能及回收：园区能耗量最大的中央空调系统采用集中能源系统、局部采用变频节能系统，降低对能源的需求，还采用绿色植物进行吸收 CO_2。并采用可渗漏的铺装景观将大自然的雨水回收到地面下，实现园区的用水节能。

2 园区建设过程中采用的绿色、低碳技术介绍

金美 5G 产业园于 2021 年开始进行建设规划，目前处于设计规划阶段。我有幸参加了本项目的规划和设计，并负责了其中的前期规划和设计。该工业园区规划采用诸多先进成熟的技术：如地热源泵作为整个园区的集中供冷供热的系统，采用集中的数字智能化系统实现水、电、气节能等；同时采用了大量绿色景观树木实现了美化景观，也吸收了园区产生的 CO_2，并转换为植物木炭、淀粉等物质。

本项目中采用 PKPM 建筑节能设计分析软件对屋面保温、外墙外保温、楼板、地面、外墙、幕墙等部位进行节能分析，完全满足建筑节能要求（初步核算绿色建筑二星以上），同时采用钢结构作为主体，在主体结构施工过程中无须采用木模板进行固定和混凝土，基本上做到无 CO_2 的排放，也无多余的建筑废料。

园区的中央空调系统：计划全部采用地热源泵系统，

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

地源热泵系统（Ground-source Heat Pump System）指以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由地源热泵机组、地热能交换系统、建筑物系统组成的供热空调系统。机组可以直接与地表下的冷热源进行交换（通过敷设 PE 管，采用水做为中间介质），目前地热源泵做为成熟新型的节能技术，除了对能源的提取和分配所需的电能外，园区所需的冷热能量源都可以从地下获取，避免了电能转换为冷热源的途径(包括生活热水，无需消耗天燃气或者电能)，以减少了生产电能过程中，对空气中的 CO_2 排放（附注：该项目中地热源泵为人才公寓和酒店提供了生活热水），整体节约为 20%以上。值得一提的是办公时，基本没有空调系统产生的噪声，同时冷热源温度恒定。

（1）具有节能高效：在耗电量相同的条件下，分别提高夏季供冷量或冬季的供热量，能效比 EER：3.9-6，即夏季投入 1kw 电能可得 3.9～6kw 热能，性能系数 COP=2.65-5 即冬季投入 1kw 电能，可得到 3.0～5kw 左右的热能。

（2）具有可再生、环保的特点：可以对太阳能二次利用，符合可持续性发展趋势不受地域、资源等限制，污染物排放与空气源热泵相比减少 40%以上，与电供暖相比减少 70%。没有燃烧、排烟，也没有废弃物。

（3）性能稳定：空调源不受室外环境空气变化温度影响，主机制冷热稳定(这一点在家用的空调中尤为突出)，不会出现空气源热泵越是在需要空调的情况下越不好。

园区电力系统：不同用电类型区域采用集中供电和分设变压器方式（详见电力设计规范，本文不再赘述）。整个项目结合了电力监控系统、能耗监控系统、设备监控系统。实现对大型设备如电梯、变压器、水泵、灯光照明、通风系统等大型机电系统的监控和节能(包括减少人工维护成本)。在保证园区安全可靠用电同时，通过变频技术、人为定量管理等技术，前期降低园区的公共设备用电的能耗 50%以上（非重大节日以及园区根据天气情况，可以自动或者远程控制设备、景观及泛光照明）。由于成本和技术推广的原因，本项目中预留了部分 BIPV 的安装位置（设计与施工可以参考图集 15D202-4：建筑一体化光伏系统电气设计与施工），以及蓄电池储能系统（通过该项目总结 BIPV 适合集中式的大规模厂房和工业园区）。

给排水系统：园区的主要给水系统采用了高中低压供水、分区供水的方式（可以节约设备用电），分区分段供水实现了园区的水头能量损失，供水节能约 20%（按变频供水综合考虑）。人工湖采用了雨水汇聚补充系统，平时无须人工补水，就能满足平时公园对水资源的消耗。

3 项目建设过程中的难点、疑点

金美 5G 产业园将来在建设过程中，会不断探索采用新的技术，尝试采用装配式结构、地热源泵、雨水回收利用，同时也遇到了许多的技术难题。尤其采用地热源泵作为中央空调系统设计过程中，结合成熟的项目案例，结合重庆本地的现状，设计出目前节能的中央空调系统。

空调系统的建设难点：地热源泵在能源端、供能端、输出端均采用了大量的管道技术，这给建筑内部、园区的管网建设无疑提升了难度。如园区建设了约 3000m 地埋管、集水井约 100 处，地热源泵的地下中央机房 800 多 m^2。

建筑内部由于建筑层高（最低为 3.3m）和电气、给排水、通风系统的管道众多等情况，具体体现为地下车库走道、地下车库等位置。且全部采用了钢结构，钢构的梁（全部为工字钢）普遍比传统的混凝土梁要高出 5～10cm。相比原设计的时候考虑不足，因此我们充分利用了 BIM 技术和三维技术，对可能出现的交叉点进行精准分析，优先考虑冷热水管和排水管进行施工布设。

通过采用 3D 管道分析技术，使地热源泵管道与水、电、通信管道分层布置，排水管道在最下面，施工完毕后按照标高再施工地热源泵供水管和回水管、施工消防水管和生活水管，最后施工电力和弱电管道等。

园区最高标高 295m，最低标高 283m，高差约 12m，尤其最集中的管道施工区域（有供能管、集水器管道、消防水管、排水管、电力管道、给水管道等），管道施工过程中交叉是常态，更为严重的是排水管道要求地面标高-2 米左右，地热源泵的供能管也需要-3m。这给管道施工增加了难度。因此设计阶段需要集合各个专业技术人员，在图纸上采用 BIM 进行施工推演，施工的过程中可以先做空调管道、依次做排水管道、电力管道和给水消防管道等，并分层将地面压实、减少了地面开挖的成本。

新风及消防通风系统：本项目中除车库之外，绝大部分建筑都采用了自然通风的方式满足了消防和新风的要求，同时减少了设备电能的使用，减少了建设成本。

电力系统的建设难点：采用了中央空调系统后，空调所用的电力负荷直接降低了 1/2 的用电量。但是存在一个新的问题就是园区内的管网和管道增多，因此在整个系统建设过程中，采用了三维管网碰撞监测技术，提前对发生碰撞的区域进行技术分析。经过数量统计电力系统安装容量达 0.3MW，相比采用传统中央空调少 0.06MW，项目设计理论上节约电能 20%以上（包括生活热水系统的电能统计）。

给排水系统：采用了变频技术、高低压分区供水系统、雨水回收系统等技术，根据不同的功能区域进行分区供水。主要建筑群设置独立的生活泵房，三层以下等由市政水压直接供水；四层及四层以上采用市政自来水无负压供水方式进行二次供水。局部低压区域采用了小型变频加压进行供水。绿化灌溉采用喷灌、微灌、渗灌等高效节水灌溉方式解决了产业园耗水问题，人工湖采用雨水补水系统（按照自然蒸发量、下渗量以及湖面的雨水补充，年降水量按附近重庆市的统计数据 1082.4mm，计算约 21.7 万 m^3）。

数字智能化系统：作为园区碳中和系统建设的一部分，

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

主要为园区空调系统、电力系统、给排水作为辅助和决策系统，在园区建设中存在难度，尤其涉及到数据通信、软件协议转换、数据存储等，与供电部门、能源服务部门等（如用电监控系统为三层结构，即数据处理层、通信层、前端控制层，数据处理层通过通信层与前端控制层相连，执行设备的数据采集、状态的监视和控制管理），在该系统实施中，出现了单个系统调试正常后，当接入其他系统时，整个系统直接崩溃或者是中央服务系统（即 SCADA）正常，现场无反馈等故障问题，整个项目联合调试时间达半年之久。

4 运营效果、使用分析

通过对基础的运营的数据我进行了初步核算：采用雨水回收系统节约用水 30 万 m^3（人工湖绿色植物在内，折合电能 150 万 kwh）。采用地热源泵系统节约用电 240 万 kwh（按 120 天计算，每天 8 小时）。大型设备节能效果比较明显（按设计的理论值计算：日常使用的大型设备约 700kw，一天运行 10 小时，实际使用率 30%，节约电能 122kwh；灯光照明功率计算约 100kw，每天使用 8 小时，采用节能 LED 灯及远程和集中控制，节能约 25%，整体节约电能 7,3 万 kwh），通过对现有的技术分析和估算折合电能 401.8 万 kwh，节约电煤（一度电耗 0.1229 千克标准煤）493.8 吨。减少 CO_2 约 1318.4 吨（1 吨煤约产生 2.66 吨 CO_2）。完全达到了碳中和、碳达峰的园区功能。

5 建议

本项目实施过程中机电系统比较多（比如数字智能系统将近 20 多个）、参与的单位比较多，应用的技术比较复杂，一般的实施单位很难做到全部精通，这无疑给绿色低碳的园区实施起来增添了难度。因此建议在实施过程中提前做好相应的策划和项目的理性分析。选择合格的实施单位，同时建设增配经验的技术人员，同时采用传统技术和先进技术结合的方式，这样才能更好地适应整个园区的建设。本项建设同样适合办公、电子设备生产、科技研发、小型设备制造这些工业园区。

注：5G 产业园规划建筑面积约 16 万 m^3，15 栋建筑，占地面积约 300 亩。基础数据来源于对设备的用电量统计、设计时的数据以及重庆本地的天气情况统计出来的结果数据，整个园区的机电设备故障率为大型设备（包括变配电设备、给排水设备、空调设备、电梯等统计的结果）。

[参考文献]

[1]中国建筑科学研究院等，建筑设计防火规范 GB 50016-2014[S]，中国建筑工业出版社，北京，2015.05；
[2]李文兴，鲁鹏.工业园区的智能用电设计探讨——以渠江云谷为例[J].工程建设与设计，2020(1):3.
[3]钱进.住房城乡建设部发布新版《建筑工程设计文件编制深度规定》新增装配式、绿色建筑等设计要求[J].工程建设标准化，2016(12):1.

作者简介：冯第勇（1984.6—），毕业院校：桂林电子科技学院，所学专业：机械设计及其自动化专业，当前就职单位：重庆金美通信有限责任公司，职务：副部长，职称级别：中级工程师。

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

集中供热采暖节能的必要性及节能设计探析

袁琳琳
烟台市热力有限公司，山东 烟台 264000

[摘要]能源作为不可再生资源，在社会发展过程中发挥的作用非常重要。近年来，世界范围内的能源危机让越来越多的国家在节约能源，进一步提升能源利用效率等方面达成了共识。众所周知，城市建筑集中供热采暖所消耗的能源是非常大的，因此，在新形势下，如何切实提升集中供暖效率，有效降低能源使用量，最大化地确保供暖效果，是当前有待解决的重要问题。为此，我们重点论述集中供热采暖节能的必要性，并对集中供热采暖节能设计进行了深入的探究。
[关键词]集中供热采暖；节能设计；必要性
DOI：10.33142/sca.v7i1.10921　　中图分类号：TU995　　文献标识码：A

Necessity and Energy-saving Design Analysis of Centralized Heating and Energy-saving

YUAN Linlin
Yantai Thermal Power Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264000, China

Abstract: Energy, as a non renewable resource, plays a very important role in the process of social development. In recent years, the global energy crisis has led to more and more countries reaching consensus on energy conservation and further improving energy utilization efficiency. As is well known, the energy consumption of centralized heating in urban buildings is very large. Therefore, in the new situation, how to effectively improve the efficiency of centralized heating, reduce energy consumption, and maximize heating efficiency is an important issue that needs to be solved. Therefore, we focus on the necessity of energy-saving in centralized heating, and conduct in-depth exploration of energy-saving design in centralized heating.
Keywords: centralized heating; energy-saving design; necessity

引言

在当今社会，随着全球能源危机的日益加深和气候变化的不断加剧，能源效益和环境可持续性成为全球关注的焦点。在这一情况下，集中供热采暖系统作为能源消耗的重要领域，其节能问题变得尤为迫切。提升集中供热采暖系统的能效不仅有助于缓解能源压力，还能减少对环境的负面影响。我们将探讨集中供热采暖的节能必要性，并深入剖析相应的节能设计原则。从资源有效利用、环境保护和经济效益等方面入手，我们旨在为理解和解决集中供热系统中的能源浪费和环境负担问题提供一些见解。通过对节能设计的全面分析，我们将为实现集中供热采暖系统的可持续发展和环保目标提供有益的指导，为构建更为智能、高效的能源利用体系贡献思考与方案。

1 集中供热采暖节能的必要性

1.1 资源有效利用

集中供热采暖系统的节能是迫切而必要的，其核心在于实现资源的有效利用。在传统的分散供热模式下，能源利用效率较低，存在大量的能源浪费现象。而引入集中供热系统，能够通过中央化的能源管理和供热设备调度，更为精准地满足用户的供热需求。首先，通过集中供热，系统能够更有效地调配和分配能源，降低了能源在输送和传递过程中的损失。这种集中式管理使得供热设备能够在更为理想的工作状态下运行，从而提高了能源利用效率。此外，系统能够更灵活地应对用户的实际需求，实时调整供热水温和供热强度，避免了在室内产生过度供热的情况，减少了室内能源的浪费。其次，集中供热系统的设计可以整合多种能源，实现能源的多元化利用。引入可再生能源如太阳能、地源热泵等，不仅减少了对传统非可再生能源的依赖，还使系统更为环保和可持续，这种能源多元化的设计不仅有助于减轻对有限资源的开采压力，也有利于降低温室气体排放，促使供热系统朝着更为清洁和可持续的方向发展。

1.2 环境保护

集中供热采暖系统的节能追求不仅关乎个体利益，更直接涉及到环境保护，为可持续发展和生态平衡做出了积极贡献。环境保护是当今社会日益关注的全球性议题之一，而集中供热系统通过多方面的设计和优化，为减少负面环境影响提供了可行的途径。首先，通过引入集中供热系统，特别是结合清洁能源如太阳能、地源热泵等的使用，可以显著减少对传统化石能源的依赖。传统分散供热往往采用燃煤或燃气，其燃烧产生的废气和温室气体排放是主要的环境污染源之一。而使用清洁能源，不仅能够降低温室气体的排放，还有助于改善大气质量，减缓气候变化对环境的不良影响。其次，集中供热系统能够通过热能回收和再

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

利用技术，最大限度地减少能源的浪费[1]。在传统系统中，热能通常在输送和传递的过程中散失较多，而采用热能回收技术，系统能够有效地再利用废热，提高整体能源的利用效率。

1.3 经济效益

集中供热采暖系统的节能追求不仅在于环境友好和资源有效利用，同时也体现在显著的经济效益方面。这种系统在提供舒适的供热服务的同时，通过多种设计和优化，为用户和社会创造了可观的经济价值。首先，通过规模经济效应，集中供热系统能够降低整体运行成本。相比于分散供热模式，集中供热系统可以更高效地管理和调度能源，减少了能源在输送和传递过程中的损失。此外，集中供热系统能够更好地协调和优化供热设备的运行，提高了能源利用效率，从而降低了系统的运行成本，为用户提供了更为经济实惠的供热服务。其次，通过引入智能化控制系统，集中供热系统能够更灵活地根据用户的实际需求进行供热调节，避免了室内过度供热，这不仅提高了供热效益，也减少了能源的浪费，从而为用户带来了实质性的节能和经济收益。

2 集中供热采暖系统的节能设计原则

集中供热采暖系统的节能设计原则是确保在提供高效供热服务的同时，最大限度地降低能源消耗，实现可持续能源利用。首要的设计原则之一是采用高效供热设备，包括锅炉、换热器等，以确保在供热过程中能够最大程度地将能源转化为热能，减少能源浪费。智能控制系统的引入是另一关键设计原则。通过实时监测室内外温度、用户需求等参数，系统可以智能调整供热设备的运行状态，实现动态供热调节，避免了过度供热，提高了整体系统的能效。这种智能化设计使得系统更具适应性，能够根据实际需求灵活调整运行，从而降低能源浪费。在供热设备的选择上，采用高效换热器也是一个重要的设计原则。高效的换热器能够提高传热效率，减少能量在传递过程中的损失，进而降低系统的能耗。整合可再生能源也是实现节能的关键，如太阳能、地源热泵等清洁能源的应用可以降低对传统能源的依赖，提高系统的绿色能源比例。隔热与保温材料的使用同样是节能设计的核心。通过采用高效的隔热与保温材料，可以降低能量在建筑结构和供热管道中的散失，提高系统的能源利用效率。

3 当前集中供热采暖节能系统存在的问题

3.1 能源浪费

当前集中供热采暖系统在节能方面面临着一些显著的问题，其中之一是能源浪费。这一问题主要源于系统运行中的一系列因素，包括设备能效、供热调度，以及系统的整体设计。首先，一些老旧或效能较低的供热设备在运行过程中未能有效地转化能源为热能，导致能量的大量浪费。这可能包括过时的锅炉或换热器，其能效不佳，使得系统在供热过程中产生了不必要的能源损失。其次，供热系统的运行调度可能存在不合理之处，导致在非高峰时段过度供热，浪费了能源。缺乏智能化的运行调度系统可能使得系统在用户需求较低的时候仍然保持高强度供热，而这显然是一种能源资源的浪费。此外，系统中的一些传输环节也可能存在能源浪费的问题[2]。管道系统不合理的设计、设备连接不当或维护不善，都可能导致热能在传递过程中产生额外的损耗，增加了系统的整体能源浪费。

3.2 运行成本高

目前，集中供热采暖系统面临的一个显著问题是运行成本较高。这一问题主要涉及系统的维护、能源采购、设备运行等方面，对整个系统的经济效益产生了不利影响。首先，维护和运行集中供热系统所需的费用相对较高。系统中包括锅炉、换热器等多个设备，这些设备需要定期地检修和维护，以确保其正常运行。高昂的维护成本可能包括设备的零部件更换、定期检测，以及专业技术人员的培训和聘请，这些因素都直接增加了系统的运行成本。其次，能源采购方面也是一个造成运行成本高的重要因素。如果系统依赖于传统的非可再生能源，其能源采购成本可能受到市场价格波动的影响，导致成本不断上升。即便是使用可再生能源，系统在初期投资上可能较高，也会对整体的运行成本产生一定的影响。此外，系统运行的效率和设备的能效问题也可能导致运行成本的增加。低效的供热设备、传输管道或者缺乏智能调度系统都可能导致过度能源消耗，从而进一步提高了运行成本。

3.3 传统采暖设备效能低

目前，集中供热采暖系统所面临的一个显著问题是传统采暖设备效能较低。这主要涉及到系统中使用的一些老旧、传统的供热设备，这些设备在能效方面未能达到现代高效供热的标准。一方面，一些老旧的锅炉和换热器可能采用了陈旧的技术，其能效相对较低。这使得在能源转化的过程中存在大量的能量损失，降低了整个系统的能源利用效率。低效的设备不仅增加了运行成本，也限制了系统在供热性能上的优化。另一方面，一些传统采暖设备在设计上可能不够智能化和灵活，无法根据实时的供热需求进行精准调节，这导致在部分区域可能发生过度供热，浪费了能源，同时也降低了整个系统在节能方面的表现。

3.4 对环境的负面影响

这一问题主要涉及系统在能源利用、废物排放，以及对周边生态环境的影响等方面存在的一系列问题。首先，如果系统主要依赖传统的非可再生能源，如燃煤或燃气，其燃烧过程会产生大量的废气和温室气体，包括二氧化碳、氮氧化物等，对大气环境产生负面影响。这些排放物是空气污染的主要来源之一，对环境和人类健康造成潜在威胁。其次，集中供热系统在建设和运行过程中可能引发土地利用变化、水资源消耗等环境问题。例如，系统的管道铺设可能涉及到土地开垦，对当地生态系统和土地资源产生一

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

定的压力。同时，系统运行中对水资源的大量使用也可能对水生态环境造成不良影响。

4 当前集中供热采暖节能系统的优化措施

4.1 热能回收与再利用

为解决当前集中供热采暖系统面临的能源浪费问题，一项重要的优化措施是引入热能回收与再利用技术。这一技术的核心在于捕捉系统中产生的废热，并将其有效地用于供热系统的其他环节，从而提高整个系统的能源利用效率。首先，通过在系统中设置热能回收装置，可以捕捉供热设备产生的废热，例如锅炉、换热器等。这些装置能够将废热转化为可用的热能资源，避免了传统系统中大量废热直接排放到环境中的情况[3]。将这部分废热重新注入到供热系统中，能够提高水温、蒸汽温度等，有效减轻了对主要供热设备的负担，提高了系统的整体能效。其次，利用热能回收技术，可以在系统的输送管道和设备连接环节中最大程度地减少能量的损失。传统系统中，热能在输送过程中会散失一部分，通过科学合理的设计和材料选择，可以减少这种损失，确保能源在传递过程中的高效利用。

4.2 降低成本

为优化当前集中供热采暖系统，降低成本是一个至关重要的措施。这一优化方向不仅有助于提高系统的经济效益，还能促使其更广泛地得到采纳和应用。首先，通过降低建设和设备更新的初期投资，系统能够更容易被广泛采用。这可能涉及采用更为经济实惠的设备、材料和技术，以减少项目的总体成本。例如，选择成本更低、但性能相当不错的设备和材料，能够在不牺牲系统性能的前提下有效削减建设和更新的费用。其次，通过引入更为智能化和自动化的运行管理系统，可以降低系统的运行成本。智能调度系统能够根据实时的用户需求、天气情况等参数，精准控制供热设备的运行状态，避免了不必要的过度供热，从而节约了能源消耗，减少了运行成本。此外，采用高效的维护和管理手段也是降低成本的关键。定期的设备维护、检测和预防性维护措施，能够延长设备寿命，减少设备故障和损坏所带来的额外维修成本。

4.3 设备升级与优化

首先，设备升级涉及到替换老旧、效能低下的供热设备。采用先进的锅炉、换热器和其他关键设备，其能效更高，能够更有效地将能源转化为热能。这不仅提高了供热系统的整体效率，还有助于降低系统的运行成本，减轻了对能源的依赖。其次，智能化控制系统的引入是设备优化的关键。通过采用先进的自动化控制技术，系统能够更精准地根据实时的需求情况和外部环境因素调整供热设备的运行状态。这有助于避免过度供热和能源浪费，提高系统在不同条件下的适应性和灵活性。此外，设备升级也包括对供热管道和传输系统的优化。采用高效的绝缘材料、合理设计的管道布局以及先进的传输技术，能够减少能量在传递过程中的损耗，提高整个系统的能源利用效率。

4.4 提高环境保护意识，推广环保材料与设备

首先，提高环境保护意识涉及到系统设计者、建设者和用户的共同努力。在设计阶段，应当优先考虑使用清洁能源，如太阳能、地源热泵等，以减少对传统非可再生能源的依赖。同时，引入智能控制系统，以最小化过度供热和不必要的能源浪费。建设者也应当注重环保材料的选择，减少对自然资源的损耗，并降低建设过程中对环境的干扰。其次，推广环保材料与设备是在供热系统的建设和维护过程中的具体实践。选择可持续发展的建筑材料，如具有良好绝缘性能的材料，有助于提高系统的能效。同时，推广使用高效、环保的供热设备，如热泵、高效锅炉等，有助于减少系统的能源消耗和对环境的负面影响[4]。此外，倡导用户采用环保的采暖方式，引导他们对能源的节约和环境的保护有更高的认识。推广环保观念，提高用户的环保意识，可以通过宣传教育、政策支持等手段来实现。

5 结语

随着社会对能源和环境可持续性的关注不断提升，优化供热系统以降低能源浪费和环境影响变得至关重要。通过对资源有效利用、环境保护和经济效益等方面的深入分析，我们明确了采取节能措施的紧迫性和必要性。在未来，要实现集中供热采暖系统的可持续发展，必须采取综合性、系统性的措施。智能化技术、清洁能源的广泛应用、设备的升级优化以及用户的节能意识提升，都是推动节能目标实现的关键因素。通过不断引入创新性的解决方案，我们有望构建更加智能、高效、环保的供热体系，从而为未来创造更可持续、更健康的生活环境。最终，我们呼吁各方共同努力，加强合作，推动集中供热采暖系统朝着更加节能、环保的方向发展。通过共同的奋斗和创新，我们可以为人类社会的可持续发展贡献自己的一份力量。

[参考文献]

[1]郭春梅,李家璇,贺中禄,等.智慧供热对集中供热节能减排影响的调研与分析[J].资源节约与环保,2023(7):1-4.
[2]杨亮.节能技术在集中供热系统改造工程中的应用[J].江苏建材,2022(3):104-106.
[3]汤亚龙.浅析集中供热节能减排的策略[J].居业,2022(4):139-141.
[4]陈爽.集中供热节能降耗措施浅析[J].资源节约与环保,2021(8):147-148.

作者简介：袁琳琳（1994.11—），女，毕业院校：山东建筑大学；所学专业：能源与动力工程，当前就职单位：烟台市热力有限公司，职务：设计员，职称级别：初级工程师。

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

固定污染源颗粒物监测中质控和现场问题分析

王 龙
新疆维吾尔自治区塔城生态环境监测站，新疆 塔城 834700

[摘要]固定污染源颗粒物监测是生态环境管理工作中的一个重要环节，其目的是对工业废气、烟气等固定源产生的颗粒物进行实时、准确的监测，掌握其污染排放情况，为环境治理提供数据支持。但是，在当前的固定污染源颗粒物监测中存在一些质控和现场问题，影响着监测结果的准确性，要想有效解决这些问题，就需要采取一系列措施。因此，文章主要探究分析固定污染源颗粒物监测中质控和现场问题，并探索相应的问题解决措施，希望能够为提高固定污染颗粒物监测效率提供一些有利帮助。

[关键词]固定污染源；颗粒物监测；质控问题
DOI：10.33142/sca.v7i1.10920 中图分类号：X831 文献标识码：A

Quality Control and On-site Problems Analysis in Monitoring Particulate Matter from Fixed Pollution Sources

WANG Long
Xinjiang Tacheng Ecological Environment Monitoring Station, Tacheng, Xinjiang, 834700, China

Abstract: Monitoring of particulate matter from fixed pollution sources is an important part of ecological environment management. Its purpose is to monitor the particulate matter generated from industrial waste gas, smoke and other fixed sources in real time and accurately, grasp their pollution emissions, and provide data support for environmental governance. However, there are some quality control and on-site issues in the current monitoring of particulate matter from fixed pollution sources, which affect the accuracy of monitoring results. In order to effectively solve these problems, a series of measures need to be taken. Therefore, the article mainly explores and analyzes the quality control and on-site issues in the monitoring of particulate matter from fixed pollution sources, and explores corresponding problem-solving measures, hoping to provide some beneficial assistance for improving the efficiency of particulate matter monitoring from fixed pollution sources.

Keywords: fixed pollution sources; particle monitoring; quality control problems

引言

随着工业化和城市化的快速发展，环境污染问题日益严重，固定污染源排放的颗粒物等污染物对环境和人体健康造成了巨大的危害。为了有效控制环境污染，需要对固定污染源排放的颗粒物进行监测。然而，在监测过程中，存在许多质量控制和现场问题，这些问题影响了监测结果的准确性和可靠性。因此，需要对这些问题进行深入研究和探讨，以提高固定污染源颗粒物监测的准确性和可靠性。

1 固定污染源颗粒物概念阐述

颗粒物是指大气中存在的固体或液体颗粒状物质。这些颗粒物可能由于自然过程或人类活动而产生，对空气质量和人类健康产生重要影响。颗粒物可根据其尺寸、性质和来源等进行分类。根据尺寸，颗粒物可分为总悬浮颗粒物（TSP）、可吸入颗粒物（PM10）和细颗粒物（PM2.5）。颗粒物的来源广泛，包括自然来源和人为来源。自然来源包括风扬尘土、火山灰、森林火灾等；人为来源包括工业排放、交通尾气、农业活动、生活垃圾等。其中，工业排放是颗粒物的主要来源之一，包括燃煤电厂、炼焦行业、水泥制造业等工厂的废气排放。颗粒物对人类健康和环境具有广泛的影响，还会对植物生长、气候变化等方面产生影响[1]。

2 进行固定污染源颗粒物监测的必要性

2.1 实现环境保护

进行固定污染源颗粒物监测是保护环境的重要手段。颗粒物是大气污染的主要因素之一，它们可以远距离传输并沉积在土壤、水体和植被上，对生态系统产生负面影响。通过监测固定污染源排放的颗粒物，可以获取空气中颗粒物的种类、浓度和成分等数据，进而了解其对环境的影响程度。同时，通过对不同地区、不同时间段内颗粒物的监测，可以判断哪些固定污染源对空气质量产生影响，并追溯其排放的颗粒物成分和浓度。最终为采取相应的环保措施和制定相应的环保政策提供依据，以促进环境的可持续发展。

2.2 促进企业遵守法规

进行固定污染源颗粒物监测是遵守生态环境保护法规的要求。随着人们对环境保护意识的不断提高，我国政府相继制定了一系列生态环境保护法规和标准，要求企业对其排放的污染物进行监测和控制。通过对工厂排放的颗

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

粒物进行监测，可以了解工厂对环境的污染程度，评估其环保措施的成效。对于超标排放的排污单位，监测数据可以作为执法依据，推动其采取更加严格的环保措施，并遵守相关法规和标准，避免持续违法排放对环境和公众健康造成不利影响。

2.3 健康风险评估的依据

固定污染源颗粒物监测与健康风险评估密切相关。颗粒物对人类健康的影响已经得到广泛证实，特别是细颗粒物 PM2.5 与呼吸系统疾病、心血管系统疾病等的发生有关。通过对固定污染源排放的颗粒物进行监测，可以评估其对人类健康的危害程度，为采取相应的健康保护措施提供依据。

3 常见固定污染源颗粒物监测技术

3.1 颗粒物采集

颗粒物采集技术是固定污染源颗粒物监测的基础环节之一。采集技术主要滤筒采样法。滤筒采样法是通过使用滤筒来收集颗粒物，根据滤筒的重量变化来计算颗粒物的质量。

3.2 颗粒物成分分析技术

颗粒物成分分析技术是通过对收集的颗粒物进行化学分析，了解颗粒物的成分和比例。该技术主要包括化学分析法和仪器分析法等。化学分析法是利用化学试验来测定颗粒物中的化学成分及其含量，而仪器分析法则利用各种仪器设备来对颗粒物进行定性和定量分析，如质谱仪、光谱仪等。

3.3 颗粒物质量浓度测量技术

颗粒物浓度测量技术是通过测量空气中颗粒物的数量和质量，了解空气的污染程度。该技术主要包括重量法、β 射线法、光散射法等。重量法是利用称重方法来测定颗粒物的质量浓度，β 射线法则是利用 β 射线的衰减来测定颗粒物的质量浓度。光散射法则通过测量颗粒物对光的散射强度来推算颗粒物的质量浓度[2]。

3.4 颗粒物排放量估算技术

颗粒物排放量估算技术是通过测量固定污染源排放的颗粒物浓度和质量流量，估算出固定污染源的排放量。常见的排放量估算技术包括排放因子法和实验测量法等。排放因子法是通过了解不同类型污染源的排放因子，将排放因子与测量得到的浓度和质量流量进行计算，得到排放量。实验测量法则是在实验条件下对固定污染源进行测量，得到排放量数据。

3.5 颗粒物粒径分布测量技术

颗粒物粒径分布测量技术是通过测量颗粒物的大小和分布情况，了解颗粒物的粒径分布规律。该技术主要包括显微镜法、电学法、激光衍射法等。显微镜法是利用显微镜对采集的颗粒物进行观察和计数，从而得到不同粒径的颗粒物数量分布情况。电学法则通过测量颗粒物的电学性质来推算其粒径分布情况。激光衍射法则利用激光衍射的原理来测量颗粒物的粒径分布情况。

4 固定污染源颗粒物监测中常见质控和现场问题

4.1 采样点问题

在固定污染源颗粒物监测中，采样点位的选择对于数据的准确性和可靠性至关重要。采样位置应优先选择在垂直管段，应避开烟道弯头和断面急剧变化的部位。采样位置应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于 6 倍直径，和距上述部件上游方向不小于 3 倍直径处。对矩形烟道，其当量直径 D=2AB/(A+B)，式中 A、B 为边长。采样断面的气流速度最好在 5m/s 以上，采集样品具有代表性。但是，在实际的颗粒物监测过程中，由于现场被测设施布置空间位置有限，很难满足要求，没有理想的管段作为采样点的选择，导致采集的样品不能够符合相应的监测要求。例如，采样点位置选择不合理，无法代表整个污染源的排放情况。或者采样点位受到干扰，如气流、振动等因素，导致采样数据失真。或者采样点位温度、湿度、风量等不符合监测要求，导致监测数据不准。

4.2 采样设备问题

在固定污染源颗粒物监测中，采样设备的质量和性能对监测结果的准确性和可靠性具有重要影响。然而，在实际监测过程中，采样设备经常会出现各种问题，导致监测数据的质量受到影响。首先，采样设备的精度和稳定性是影响监测结果的关键因素之一。一些采样设备可能存在精度低、稳定性差的问题，导致采集的样品不能够准确地反映污染源的实际排放情况。例如，一些采样设备可能会受到温度、湿度、压力等因素的影响，从而导致采样数据失真或偏差。其次，采样设备的维护和保养也是非常重要的。如果设备没有得到及时的维护和保养，也可能会导致设备故障或数据失真。

4.3 样品处理问题

在固定污染源颗粒物监测中，样品处理阶段的问题往往对监测结果的准确性和可靠性产生重要影响。首先，样品运输和保存不当可能导致监测结果失真。在样品采集后，需要按照规定的方式进行运输和保存，以避免样品在运输过程中受到污染或变质。如果在样品运输和保存过程中，没有按照相应的规范进行操作，就可能会对样品的性质产生影响，从而影响监测结果的准确性。其次，样品处理过程中的操作不规范或不符合标准也是常见的问题。不同的样品处理流程和标准可能会导致不同的结果。例如，在样品称重中，如果操作不规范或不符合标准，可能会导致样品的质量和稳定性受到影响[3]。

4.4 数据分析问题

在固定污染源颗粒物监测中，对数据的处理和分析是确保监测结果准确性和可靠性的关键环节。然而，在实际操作中，数据处理阶段常常存在一系列问题，从而导致监测结果不准确。例如，实验室分析方法不正确或操作不当，导致测量误差。在实验室分析过程中，数据处理过程中非常重要的一步，包括去除异常值、处理缺失值、修正错误

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

值等。其次，在数据处理过程中，需要进行一些数据转换，如单位转换、量纲转换等。如果转换过程中出现错误，可能会导致数据的不准确。再次，在处理多个数据源的数据时，可能会出现数据集成问题，如数据格式不匹配、数据冲突等。

5 固定污染源颗粒物监测中常见质控措施

5.1 空白样品质控

空白样品是没有目标污染物的样品。空白样品的分析结果可以用来检查仪器是否有杂质污染。在分析过程中，分析空白样品应该与样本和质控样品一起分析，并应该在任何可能发生样品损失或污染的地方限制其应用（如容器和采样器材）。此外，应该定期检查空白样品的分析结果，如果发现杂质污染，则应采取措施以解决问题。采样中全程空白也是需重视一部分，在采样过程中要求全程空白的规范，采样嘴应背对废气气流方向，采样管在烟道中放置时间和移动方式与实际采样相同。全程序空白应在每次测量系列过程中进行一次，并保证至少一天一次。为防止在采集全程序空白过程中空气或废气进入采样系统，必须断开采样管与采样器主机的连接，密封采样管末端接口。[4]

5.2 仪器采样材质设备质控

在开展监测中监测仪器设备的质量应达到相关标准的规定，现场采样时应系统进行气密性进行检漏检查，检查皮托管和采样嘴，有无变形或损坏；采样时采样嘴如不检查出现变形等，影响了颗粒物采样精度，无法确保数据的准确性。同时滤筒称量前应检查外表有无裂纹、孔隙或破损。

5.3 重复性质控

重复性质控是检查同一样品的多次分析结果之间的一致性。在进行重复性质控时，应该按照一定的频率，例如每天、每周或每月，分析同一样品。如果结果之间的差异超出固定的容差范围，那么可能需要检查所有可能导致结果差异的因素，例如采样、分析、仪器故障或操作员技能。

5.4 称量的质量控制

样品称量也是保障数据是否准确的重要一环，规范要求采样前、采样后平衡及称量时，应保证环境温度和环境湿度条件一致。应避免静电对称量造成的影响。要保证同一称量部件在采样前后称量为同一天平，并避免称量前后人员不同引起的误差。采样前后，放置、安装、取出、标记、转移采样部件时应戴无粉末、抗静电的一次性手套等。[5]实际工作中工作人员往往会忽略这些要求，对监测结果产生误差。

6 固定污染源颗粒物监测中现场管理措施

6.1 监测仪器的选型与维护

选择适当的监测仪器对于确保监测数据的准确性非常重要。在选择监测仪器时，需要考虑多种因素，如粒子大小、分辨率、精度和可靠性等。此外，监测仪器还应能够适应所监测的颗粒物种类和数量。一般来说，需要选择符合国家和地方规定的监测仪器。除了选择合适的监测仪器之外，维护监测仪器的工作状态也非常重要。定期进行仪器校准和维护是确保其准确性和可靠性的关键。同时，监测仪器的使用应符合仪器厂家的要求，以确保其稳定性和可靠性。

6.2 重视现场环境的影响

在确保现场监测准确性的过程中，首先，需要注意测点的选择。测点的位置应尽可能接近被污染源附近，以便于准确监测其排放量。同时，测点的位置应符合国家和地方规定。其次，需要注意环境温度和湿度的影响。环境温度和湿度对颗粒物浓度会产生影响。因此，在现场监测中，需要记录当前的环境温度和湿度，并保持稳定的环境条件。

6.3 规范样品处理与保存

规范样品处理与保存工作是固定污染源颗粒物监测中重要的现场管理措施，能够一定程度上保障监测数据的准确性。因此，在样品处理与保存过程中，需要严格遵守规定的程序和标准。首先，应确保采得样品的完整性和真实性。在运输样品过程中，要防止样品损失、变质或受到其他化学变化的影响。同时，要记录运输过程中样品的环境条件，以便后续分析。其次，在样品处理过程中，应避免交叉污染和样品间的相互影响。处理后的样品应按照规定的方法进行标识和分类，以便后续分析和数据审核。

7 结语

固定污染源颗粒物监测是环境监测中的重要组成部分，对于评估空气质量和环境污染程度具有重要意义。然而，在实际监测过程中，由于受到多种因素的影响，如设备误差、环境气流、温度和湿度变化等，可能导致监测结果的不准确。因此，文章主要分析了固定污染源颗粒物检测中存在的质控和现场问题，并探索了一些有效的问题解决措施，希望能够为提高固定污染颗粒物检测效率提供一些有利帮助。

[参考文献]

[1]夏齐良.固定污染源颗粒物监测中质控和现场问题分析[J].绿色科技,2021,23(8):171-173.
[2]王自运.固定污染源废气监测的全过程质量控制措施研究[J].皮革制作与环保科技,2021,2(7):12-13.
[3]雷飞飞.固定污染源废气排放监测中若干问题的探讨[J].科学与财富,2021,13(1):373.
[4]中华人民共和国生态环境部.固定污染源废气低浓度颗粒物的测定重量法（HJ 836-2017）[S].北京:中华人民共和国环境保护法,2017

作者简介：王龙（1976.12—），毕业院校：新疆农业大学；所学专业：环境工程；职称级别：副高级工程师；主要从事生态环境污染源现场监测、生态监测、噪声监测等工作。

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

高校仓库管理中计算机信息技术应用与实践

牛义杰
国防科技大学，河南 洛阳 471003

[摘要]传统的高校仓库管理面临手工记录和传统物资管理方法的限制，尤其在应对庞大的高校需求时显得力不从心。随着高校规模和物资种类的增加，以及用户服务要求的提高，传统管理方式逐渐变得不够灵活、迅速、精准。计算机信息技术的应用为高校仓库管理带来数字化、智能化的解决方案。物联网、大数据分析和人工智能等技术的崛起为高校仓库管理提供了更多创新的可能性。深入研究计算机信息技术在高校仓库管理中的应用，对于提升管理效率和服务水平具有重要意义。
[关键词]仓库管理；计算机信息技术；应用
DOI：10.33142/sca.v7i1.10903　　中图分类号：TP3-4　　文献标识码：A

Application and Practice of Computer Information Technology in Warehouse Management in Universities

NIU Yijie
National University of Defense Technology, Luoyang, He'nan, 471003, China

Abstract: Traditional university warehouse management is limited by manual recording and traditional material management methods, especially when dealing with the huge demand of universities, it appears inadequate. With the increase in the scale and types of materials in universities, as well as the improvement of user service requirements, traditional management methods have gradually become less flexible, rapid, and precise. The application of computer information technology brings digital and intelligent solutions to warehouse management in universities. The rise of technologies such as the Internet of Things, big data analysis, and artificial intelligence has provided more innovative possibilities for warehouse management in universities. Deeply studying the application of computer information technology in university warehouse management is of great significance for improving management efficiency and service level.
Keywords: warehouse management; computer information technology; application

引言

随着高校规模和物资管理复杂性的不断增加，高效、精准的仓库管理成为确保校园运作顺畅的至关重要环节。计算机信息技术的迅猛发展为高校仓库管理带来前所未有的机遇。本文将深入研究高校仓库管理中计算机信息技术的应用与实践，关注其在提升管理效率和应对复杂变化方面的关键作用。

1 高校仓库管理系统概述

高校仓库管理系统是一套利用计算机信息技术的智能化工具，旨在提高高校仓库管理效率、降低操作成本、实现数据的精准管理。通过整合现代技术手段，能够全面监控仓库内物资的流动使得出入库管理透明化，让物资有迹可循，以前出入库管理主要依靠人工进行线下的纸质化登记，时间长、操作麻烦且操作过程不透明，很容易出现仓库物资缺失或者库存数量不对等事故发生。系统的核心在于实现信息的实时性和准确性。通过实施传感器、扫描设备管理系统实现物资的入库、出库、盘库等操作，系统能够即时获取物资的位置、状态、出入记录等关键数据，为管理层提供及时决策所需的准确信息。其智能化体现在对大数据的分析和运用智能算法的优化。通过对历史数据和实时需求的综合分析，系统能够智能地调整仓库内物资的储存布局，以最大程度提高运营效率和资源利用效益。另外，自动化仓库系统的引入使得物资的拣选、搬运等任务更为高效。通过自动导航机器人等智能设备，系统能够在保证准确性的前提下，快速完成各项操作，从而降低人为错误，提高了整体的仓库作业效率。

2 计算机信息技术在高校仓库管理中应用的意义

计算机信息技术在高校仓库管理中的应用具有深远的意义，极大地提升了仓库管理的效率和精确性。计算机信息技术的应用实现了仓库管理的自动化。通过仓库管理系统，学校能够实时监控库存、自动记录进出物资的情况，无需过多的人工干预。这种自动化大大减少了人为错误的发生，提高了仓库运作的精确性。计算机信息技术的实施带来了实时性和准确性的提升。仓库管理系统能够即时更新库存信息，确保管理者随时随地都能获得最新的数据。这种实时性不仅帮助高校更灵活地应对需求变化，也使得决策制定更为迅速和准确。计算机信息技术的运用支持了仓库的智能化管理。通过智能仓库设计，系统能够根据历史数据和实时需求，进行更科学、合理的库存布局和物资管理。这种智能化的特性有助于优化资源利用，降低库存

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

成本，提高了整体管理效率。另外，计算机信息技术结合条形码和 RFID 技术的运用，大大简化了物资的追踪和管理过程。条形码和 RFID 技术使得每个物品都能够被唯一标识，有助于准确追踪物资的位置和状态，降低了物品丢失或错误发货的风险。

3 计算机信息技术下的高校仓库管理特点

3.1 实时性和准确性

实时性和准确性是计算机信息技术在高校仓库管理中的关键特点，为仓库管理注入了新的活力和效率。首先，实时性使高校仓库管理能够及时获取关键数据，实时了解仓库内的物资动态[1]。通过实时监控仓库的进出货流程，管理者可以迅速掌握库存变化、物资流转情况，及时调整仓库布局和库存策略。这种及时性的数据反馈有助于高校仓库更加灵活地应对需求的变化，提高了整体管理的敏捷性。其次，准确性保障了数据的真实性和可靠性。计算机信息技术通过自动化的数据采集和记录，减少了人为干预的机会，降低了因手工操作而引起的错误概率。准确的库存数据不仅有助于高校避免因为库存不足或过多而引起的问题，还为准确预测和满足需求提供了可靠的基础。这两个特点的结合使高校仓库管理系统能够实现更加精细化和实时化的库存控制。管理者能够根据实时数据做出迅速决策，避免库存过剩或短缺的情况发生。而这样的精细化管理不仅提高了物资利用效率，也降低了库存成本，为高校仓库管理带来了明显的经济效益。

3.2 自动化仓库系统

自动化仓库系统是计算机信息技术在高校仓库管理中的关键组成部分，引入先进的自动化技术，极大地提升了仓库的操作效率和管理水平，能够自动完成物资的入库、出库以及库内的搬运任务。这样的系统大大减轻了人工劳动，提高了仓库操作的速度和精度。同时，自动化设备的使用也减少了搬运过程中的人为错误，确保了物资的安全性和准确性。自动化仓库系统实现了库存数据的实时更新，通过与仓库管理系统的无缝连接，自动化设备实时上传库存变化的信息，确保仓库管理人员能够随时了解到最新的库存情况。这种实时的数据反馈使得管理者能够更迅速地作出决策，及时调整库存策略，确保库存的准确性和合理性。另外，自动化仓库系统还支持了仓库流程的优化。自动化设备的运用不仅提高了操作效率，还有助于优化仓库的布局和物资的储存方式。系统能够根据不同物品的特性和需求，智能地安排物资的存放位置，实现最佳的库内布局。这种智能化设计有助于提高空间利用率，降低库存成本。

4 计算机信息技术在仓库管理中的应用与实践

4.1 仓库管理系统

仓库管理系统是计算机信息技术在高校仓库管理中的核心组成部分，扮演着统筹协调、数据处理、决策支持等关键角色，通过集成先进的软硬件技术，全面提升仓库运营的效率和管理水平[2]。仓库管理系统作为信息化管理的重要工具，实现了对仓库各项活动的全面监控，系统能够实时追踪物资的流动、库存的变化以及订单的处理情况，为管理者提供即时而准确的数据。这种实时监控不仅使得管理者能够迅速了解仓库的运作状况，也为决策制定提供了可靠的依据。仓库管理系统优化了订单处理流程，通过系统的自动化处理和智能算法优化，订单的接收、处理、发货等环节得以高效完成，不仅提高了订单处理的速度，也降低了人为错误的发生概率。订单管理的高效化有助于缩短用户等待时间提高用户满意度。仓库管理系统强化了库存管理的科学性，通过系统的实时更新和准确记录，管理者能够清晰地了解库存的结构和动态。系统还能根据库存状况进行智能的库存预测和规划，使库存水平得以最优化，有助于避免过多的储备和废弃降低库存成本。最后，系统可以与其他相关系统无缝衔接，实现信息的共享和交流。这种全链路的信息集成使整个高校仓库管理更为协同一致，有助于提高供应链的整体效能。

4.2 条形码和 RFID 技术

条形码和射频识别（RFID）技术作为高校仓库管理中的重要工具，有效提升了物资追踪和数据管理的精确性和效率。首先，条形码技术通过在物品上附加独特的编码，实现了对物资的快速、准确地识别。每个条形码都代表着唯一的标识，使得仓库工作人员能够迅速而精确地获取物资信息，避免了因人为操作而引起的错误。这不仅提高了仓库操作的准确性，也降低了处理时间，加速了物资的流通。其次，RFID 技术则在更大程度上提升了仓库管理的智能化水平。RFID 标签可以无线读写，不需要直接对准扫描仪，使得物资的识别更为便捷。这种技术在实时追踪方面具有显著优势，尤其适用于大规模仓库环境。RFID 不仅可以读取物品的基本信息，还能记录物品的运动轨迹和状态变化，为高校仓库提供更为详尽的数据支持。另外，条形码和 RFID 技术的结合使得物资的管理更为全面。条形码适用于对大量物品的批量扫描，而 RFID 则更适用于高价值、易损耗或需要追踪细节的物品。这样的组合策略能够充分利用两者的优势，确保仓库管理的全面性和精确性。最后，这两种技术也有助于提升库存可视化和透明度。通过实时记录物资的进出和移动，管理者能够清晰地了解每个物品的状态和位置。这种可视化的库存管理使得仓库运作更为透明，管理者能够更迅速做出决策，以满足校园内各类需求。

4.3 实时数据采集与传递

实时数据采集与传递是高校仓库管理中的重要环节，通过采用先进的计算机信息技术，实现了仓库操作的即时性和数据传递的实时性。首先，实时数据采集通过传感器、扫描仪等设备，对仓库内的物流信息、库存状态等进行不间断的监测和记录。这保证了仓库数据的实时性和准确性。

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

例如，当物资进入或离开仓库时，传感器能够立即捕捉到这一变化，并将相关信息反馈给仓库管理系统。这样的实时数据采集机制使得管理者能够迅速了解仓库内部的运作情况，有助于及时调整策略和做出决策。其次，实时数据传递确保了采集到的数据能够在整个仓库管理系统中迅速传递和共享[3]。通过计算机网络和云技术的应用，数据可以实时传递到仓库管理系统，为管理员供最新的信息。例如，当仓库管理系统得知某个物资已出库，这一信息会立即传递给后台数据理系统，从而触发相应的库存更新和出库记录。这种实时的数据传递机制，加速了信息的流通，使得仓库管理变得更为协同和高效。另外，实时数据采集与传递有助于仓库管理系统对库存进行实时监控。管理者可以随时查看库存水平、物资状态等关键信息，做到心中有数。这为避免过多储备或及时应对库存短缺提供了关键的支持。

4.4 大数据分析与预测

在高校仓库管理中，大数据分析与预测技术充当了关键的角色，为仓库运营提供了智能化的决策支持。通过收集、处理和分析大量的仓库运营数据，系统能够深入挖掘数据背后的信息，洞察物资的流动、需求趋势以及库存状态。大数据分析首先通过对历史仓库运营数据的深度挖掘，识别出物资的使用频率、季节性变化以及其他相关模式。这有助于建立对物资需求的准确模型，为未来的库存管理提供预测依据。通过对供应链、订单和库存等多个维度的数据进行关联分析，系统能够准确地预测不同物资的需求量，从而更科学地安排物资的储存位置和库存量。此外，大数据分析还能够发现潜在的效率提升点。通过对仓库内部操作流程的数据分析，系统可以识别出可能的瓶颈和优化空间。基于这些分析结果，仓库管理者能够有针对性地进行调整和优化，提高整体运营效率。预测功能使得仓库管理能够更好地应对未来的变化。通过对市场趋势、供应链变动等因素的分析，系统能够提前预测到可能的库存需求变化，使仓库能够更加灵活地应对市场波动。

4.5 智能仓库设计与优化

智能仓库设计与优化是高校仓库管理中的关键环节，通过整合先进的智能技术，全面提升仓库运营的智能化水平，实现更为灵活、高效和适应性更强的管理。首先，智能仓库设计通过对物流数据的深度分析和算法优化，实现了智能的库内布局和物资管理。系统能够根据历史数据和实时需求，预测未来的库存需求，从而更科学地规划物资的储存位置。这种智能的储存策略有助于提高库房空间利用率，减少物资堆积和浪费，实现最优的库内布局。其次，智能仓库设计在订单处理和拣货环节引入智能算法，提高了仓库的处理效率。通过分析订单数据和物资分布情况，系统能够优化拣货路径，使得拣货操作更加迅速和精确。这对于提高订单处理的速度和准确性，缩短用户等待时间，具有显著的改善作用。另外，智能仓库设计引入了物联网和传感技术，实现了对库存、环境等方面的实时监控。传感器能够检测温湿度，确保库存的安全和质量。这种实时监控有助于及时发现潜在问题，减少货损风险，提高仓库的运作可靠性。最后，智能仓库设计通过与其他信息系统的无缝连接，实现了全链路的信息共享。这意味着各个环节的数据能够实时交流，使得整个供应链更加协同一致。

5 结语

高校仓库管理中的计算机信息技术，特别是智能仓库设计的应用，为提升仓库效率和服务水平注入了新动力。通过智能算法优化实现了显著的实时性和准确性提升，提高了仓库运营的智能化水平。智能仓库设计在出入库管理及环境状态加速了处理速度提高了准确性，有效缩短了用户等待时间。引入物联网和传感技术实现了对库存和环境的实时监控降低了潜在风险，提高了运作可靠性。与其他信息系统的紧密连接使得供应链更协同一致，适应市场需求的变化更为灵活。这一技术的应用为高校仓库管理带来了全面提升，为未来数字化和智能化的物资管理奠定了坚实基础。

[参考文献]

[1]鲁馨月.高校档案信息管理系统中计算机数据挖掘技术应用分析[J].电脑知识与技术,2021,17(15):41-42.
[2]陈丽娜.浅谈高校仓库现代管理模式的构建[J].内蒙古科技与经济,2022(8):44-45.
[3]戴春利.高校仓库现代管理模式的构建[J].中国新通信,2018,20(6):218.

作者简介：牛义杰（1996.12—），毕业院校：郑州大学，所学专业：软件工程，当前就职单位：国防科技大学，职称级别：初级。

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

基于 UWB 精准定位的数字孪生矿山管控平台的研究与实现

梁琴琴　何东林　贺纪国
山东正元冶达环境科技有限公司，山东 济南 250101

[摘要]为提高矿山作业的安全性和效率，本研究旨在开发一种基于超宽带（Ultra-Wideband，UWB）技术的三维可视化矿山安全生产管控平台。研究的目的在于通过先进的定位技术改善矿山安全管理，减少事故风险。研究方法包括利用 UWB 技术进行精准定位、优化定位算法、构建三维环境模型以及设计用户友好的交互界面。通过这些方法，实现了矿工位置的实时监控和环境的三维可视化表示。研究结果表明，所开发的平台能够在复杂的矿山环境中实现高精度的定位。平台不仅提供了直观的三维位置展示，还整合了电子围栏和紧急响应机制，大幅提升了安全监控的效能。此外，用户界面的直观设计使得管理人员能够轻松掌控矿山安全状况。本研究成功实现了一个综合性的矿山安全生产管控平台，有效结合了 UWB 定位技术与三维可视化，为矿山安全管理提供了一个创新解决方案。该平台的实施能显著提高矿山工作人员的安全水平，为未来矿山安全生产管理提供参考。

[关键词]UWB；精准定位；数字孪生；矿山管控平台
DOI：10.33142/sca.v7i1.10916　　中图分类号：TD823.97　　文献标识码：A

Research and Implementation of a Digital Twin Mining Management and Control Platform Based on UWB Precise Positioning

LIANG Qinqin, HE Donglin, HE Jiguo
Shandong Zhengyuan Yeda Environmental Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250101, China

Abstract: In order to improve the safety and efficiency of mining operations, this study aims to develop a three-dimensional visualization mining safety production control platform based on Ultra Wideband (UWB) technology. The purpose of the research is to improve mine safety management and reduce accident risks through advanced positioning technology. The research methods include using UWB technology for precise positioning, optimizing positioning algorithms, constructing three-dimensional environmental models, and designing user-friendly interactive interfaces. Through these methods, real-time monitoring of the miner's location and three-dimensional visualization of the environment have been achieved. The research results indicate that the developed platform can achieve high-precision positioning in complex mining environments. The platform not only provides intuitive three-dimensional position display, but also integrates electronic fences and emergency response mechanisms, greatly improving the efficiency of security monitoring. In addition, the intuitive design of the user interface allows managers to easily control the safety status of the mine. This study successfully implemented a comprehensive mine safety production control platform, effectively combining UWB positioning technology and 3D visualization, providing an innovative solution for mine safety management. The implementation of this platform can significantly improve the safety level of mining personnel and provide reference for future mine safety production management.

Keywords: UWB; precise positioning; digital twin; mining control platform

引言

矿山安全生产历来是矿业发展中的关键问题。随着矿业技术的发展和矿山作业条件的复杂性增加，安全生产的挑战也随之增大。矿山事故往往造成重大的人员伤亡和经济损失，因此提高矿山安全管理水平，保障矿工的生命安全和健康，是矿山企业及相关政府机构的重要职责。当前，随着技术的进步，传统的矿山安全管理方法已逐渐显示出局限性，迫切需要更高效、更智能的安全管理技术来应对日益复杂的矿山作业环境。

超宽带（Ultra-Wideband，UWB）定位技术，以其高精度和强穿透能力，为矿山安全生产提供了新的解决方案。UWB 技术利用短脉冲宽带信号，可以实现毫米级的定位精度，且不易受到多径效应和遮挡的影响。这使得 UWB 技术在复杂的矿山环境中具有显著的优势，特别是在定位精度和系统稳定性方面。此外，UWB 系统的低功耗特性也使其适合在矿山长时间持续运作。

鉴于此，本研究的目的在于开发一个基于 UWB 定位技术的三维可视化矿山安全生产管控平台。通过集成高精度定位系统和三维可视化技术，旨在提升矿山安全监控的效率和效果，降低安全事故发生的风险。该平台的开发不仅有助于实时监控矿工位置，确保其安全，还能优化矿山应急响应机制，提高矿山整体安全管理水平。

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

1 相关工作和理论背景

1.1 矿山安全技术的发展

矿山安全技术是保障矿工安全和矿山可持续发展的关键。近年来，随着技术的进步，矿山安全管理方法不断革新。早期的矿山安全管理主要依赖于人工巡检和基础的监控系统。然而，这些方法在处理复杂、多变的矿山环境时显得力不从心。为此，学术界和工业界投入大量研究，探索更先进的安全技术。例如，传感器网络的应用大幅提升了矿山环境监测的准确性和实时性。此外，机器人技术和自动化装备也开始在矿山巡检和事故应急中发挥作用。这些技术的发展为矿山安全管理带来了新的可能性。

1.2 UWB 定位技术及其在矿山中的应用

超宽带（UWB）技术是近年来迅速发展的无线通信技术之一。UWB 系统通过发射和接收低能量、高带宽的脉冲信号，实现精准的距离测量和定位。在矿山环境中，UWB 定位技术因其高精度和强抗干扰能力而受到重视。相较于传统的 RFID 或 Wi-Fi 定位技术，UWB 能在复杂的地下环境中提供更为准确的位置信息。这对于实时监控矿工位置、预防事故和快速响应紧急情况具有重要意义。当前，UWB 技术在矿山安全领域的应用研究正逐渐增多，展现出广阔的应用前景。

1.3 三维可视化技术在安全管理中的应用

三维可视化技术在多个领域得到了广泛应用，尤其是在安全管理领域。三维可视化技术能够直观地展现复杂信息，提高数据的可理解性。在矿山安全管理中，三维可视化技术可用于模拟矿山结构，实时显示矿工和设备的位置，甚至可以模拟事故发生时的应急响应路径。这些应用不仅增强了安全监控的直观性，还提高了决策的效率和准确性。尤其是结合 UWB 定位技术，三维可视化可以更精确地展示矿工在复杂环境中的具体位置，从而提高安全管理的有效性。

2 系统架构与设计

2.1 平台总体架构



图 1 数字孪生矿山管控平台

本研究开发的矿山安全生产管控平台基于模块化设计原则，整体架构分为四级：数据采集模块、UWB 定位模块、三维可视化模块和用户交互模块。数据采集模块负责收集矿山内部的各类信息，包括矿工位置、环境参数等。UWB 定位模块通过部署在矿山内的 UWB 节点实现对矿工精准位置的追踪。三维可视化模块利用收集到的数据，在计算机界面上构建矿山的三维模型，并实时显示矿工的位置。用户交互模块为管理人员提供一个直观的操作界面，用于监控矿山状况和执行安全管理任务。

2.2 UWB 定位系统的集成与优化

UWB 定位模块作为本平台的核心组成部分，发挥着非常重要的作用。该模块采用了尖端的 UWB 技术，通过在矿山关键位置部署多个 UWB 基站，实现了对矿工精确位置的高效追踪。这一高精度追踪功能对于确保矿工的安全和优化矿山的作业流程非常重要。

为了进一步提高定位的准确性和稳定性，本研究对 UWB 信号处理算法进行了深入的优化。这些优化措施包括但不限于高级的信号去噪技术，有效消除多径效应的策略，以及精细调整的定位算法。特别地，我们还考虑到了矿山环境中的特殊因素，例如温度和湿度对 UWB 信号传播的潜在影响。通过对这些环境因素的综合考量和应对措施的实施，我们显著提升了系统的鲁棒性和可靠性。

为了适应矿山环境的动态变化和潜在的挑战，我们的系统设计了一套自适应机制。这一机制允许 UWB 系统根据实时环境数据自动调整其参数，以保持最佳的定位性能。这种自适应能力使得系统不仅能在稳定环境下工作良好，而且能在变化多端的矿山条件下继续保持其高精度和高稳定性的特点。

2.3 三维可视化界面与用户交互设计

三维可视化模块的设计旨在提供一个直观、易于理解的界面，帮助管理人员快速准确地把握矿山状况。该模块利用计算机图形学技术，根据矿山的实际地形和结构数据，构建矿山的三维模型。矿工的位置信息通过 UWB 定位模块实时更新，并在三维模型中准确展示。此外，界面还集成了各类监控信息，如气体浓度、温度等环境参数，以及安全警报和应急指令。用户交互模块则提供了一个友好的操作界面，包括数据展示、报警信息处理和历史数据查询等功能，确保了管理人员能够高效地进行矿山安全管理。

3 关键技术实现

3.1 UWB 定位算法与精度优化

UWB 定位技术的核心优势在于其出众的高精度和低时延定位能力，这对于矿山这样的复杂环境尤为关键。本研究采用的 UWB 定位算法基于时间差测量（Time Difference of Arrival, TDOA）原理。该原理通过精确测量信号从不同 UWB 基站到达标签的时间差来计算出标签的精确位置坐标。这种方法在复杂的矿山环境中表现出了极高的定位准确性。

为了进一步提升定位的精度，我们对 UWB 定位算法进行了深度优化。这些优化措施包括了对信号同步误差的精确校正，以及多径效应的有效抑制。多径效应是矿山环境中常见的问题，它可能导致定位精度的显著下降。通过高

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

级的信号处理技术，我们能够显著减少这些效应对定位准确性的影响。本研究还采用了机器学习方法对历史定位数据进行深入分析。通过这种方法，我们不仅能够理解定位性能在不同条件下的表现，还能够识别和自动调整系统以应对复杂的环境变化。这种基于数据驱动的优化方法使我们的 UWB 定位算法在实际应用中达到了更高的精度和稳定性。

3.2 电子围栏与轨迹跟踪技术

电子围栏和轨迹跟踪技术在矿山安全管理中扮演了非常重要的角色。电子围栏技术，尤其是在本研究开发的平台上，通过在三维可视化界面上设置虚拟边界，能够实时监控矿工是否进入或离开特定区域。这一技术不仅提高了安全管理的效率，而且显著提升了预防事故的能力。一旦矿工进入禁止区域或偏离既定的安全路线，系统会立即发出警报，从而使管理人员能够及时采取必要的安全措施。

轨迹跟踪技术则进一步扩展了矿山安全管理的能力。通过记录和分析矿工在矿山内的移动轨迹，这一技术不仅帮助管理人员实时了解矿内人员的分布情况，还能够监控矿工的行为模式。此外，轨迹跟踪数据的积累对于理解矿山内的作业流程和潜在安全风险具有重要价值。长期而言，这些数据可以用于改进矿山的工作流程和安全规程，从而在根本上提升矿山的整体安全水平。

结合电子围栏和轨迹跟踪技术，本研究开发的平台能够为矿山安全管理提供一个全面且高效的解决方案。这些技术的应用不仅使得矿山安全管理更加主动和智能化，也为防止事故的发生提供了强有力的技术支持。

3.3 视频联动与警告系统

视频联动系统是本研究的另一项关键技术。该系统将视频监控与 UWB 定位系统结合，实现了视觉与定位数据的融合。当系统检测到异常情况，如矿工进入危险区域，视频联动系统会自动调整相应摄像头的焦点，对相关区域进行实时监控。同时，警告系统能够根据不同的安全威胁级别发出相应的警报，并通过平台向管理人员和矿工发送紧急通知，确保矿山安全生产的及时响应。

4 案例研究与应用实例

4.1 应用案例介绍

为了验证平台的实用性和有效性，本研究选择了某大型地下矿山作为应用案例。该矿山具有典型的复杂地形和多变的作业环境，是检验系统性能的理想场所。在此矿山中，部署了完整的 UWB 定位系统，并在控制中心建立了三维可视化管控平台。矿工和设备均配备了 UWB 标签，以实现实时定位和监控。

4.2 实际应用效果分析

系统部署后，立即展现出其对矿山安全生产的显著贡献。首先，UWB 定位系统提供了精确的矿工定位信息，极大提高了对矿工位置的监控能力。电子围栏功能有效预防了矿工进入危险区域的事件，提高了安全管理的主动性。三维可视化界面则使得监控数据更加直观，便于管理人员快速做出决策。视频联动系统也在几次紧急情况中发挥了关键作用，帮助及时发现并处理了潜在的安全隐患。

4.3 用户反馈与评价

用户反馈表明，该平台显著提升了矿山的安全管理水平。矿工和管理人员普遍认为，平台不仅提高了他们的安全感，也使得安全管理工作更加高效、便捷。特别是在应急情况下，平台的快速响应和准确信息提供了宝贵的时间窗口，减少了事故发生的可能性。一些用户建议，未来的系统升级可以考虑增加更多用户定制化功能，以满足不同矿山的特殊需求。

5 性能评估与分析

5.1 定位精度与响应时间的评估

为了评估系统的性能，重点对 UWB 定位系统的定位精度和响应时间进行了测试。实验表明，本研究开发的 UWB 定位系统在典型矿山环境中的平均定位误差小于 30 厘米，满足了高精度定位的需求。系统的平均响应时间低于 2 秒，能够实时反映矿工的位置变动，为及时的安全管理提供了支持。这些测试结果证明了系统在关键性能指标上的优越性，满足了矿山安全监控的实际需求。

5.2 系统稳定性与可扩展性分析

系统稳定性是保障长期运行的关键因素。在长达数月的现场测试中，系统显示出了高度的稳定性，无论是在极端环境条件下还是在连续运行的情况下，均未出现明显的性能下降。而且，系统的设计考虑了可扩展性。它能够轻松适应不同规模矿山的需求，无论是扩展更多的定位节点，还是增加更复杂的安全管理功能，系统均能够灵活地进行配置和升级。这一特性使得系统不仅适用于当前的矿山环境，也能够适应未来技术和需求的发展。

6 讨论与展望

6.1 系统实施的挑战与局限性

虽然本研究开发的矿山安全生产管控平台在实际应用中表现出色，但在实施过程中仍面临一些挑战和局限性。首先，UWB 定位技术在极端矿山环境下的稳定性和精度仍有提升空间，尤其是在复杂地质结构的干扰下。其次，系统的实施需要大量的初始投入和维护成本，对于一些中小型矿山来说可能是一个挑战。此外，系统的用户接受度和操作培训也是实施过程中不可忽视的因素，需要通过用户教育和界面优化来加以解决。

6.2 未来改进方向和技术趋势

面对这些挑战和局限性，未来的研究和开发可以从以下几个方面进行改进和创新：首先，可以进一步研究和开发更高效、更稳定的 UWB 定位算法，尤其是针对复杂矿山环境的适应性改进。其次，探索成本效益更高的系统实施方案，例如通过模块化设计降低初始投资，或采用云计算

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

和大数据技术减少维护成本。此外，加强用户体验设计，通过更直观的界面和简化的操作流程，提升系统的易用性和用户满意度。在技术趋势方面，结合人工智能和物联网技术的发展，未来的矿山安全管理系统将更加智能化和自动化，能够实现更精准的风险预测和更有效的事故预防。

7 结语

总体而言，本研究的成果不仅为矿山安全生产提供了一个高效的管理工具，也为未来矿山安全技术的发展指明了方向。随着技术的不断进步，期望未来能够开发出更加先进和智能化的矿山安全管理系统，为保障矿工安全和促进矿业可持续发展做出更大的贡献。

[参考文献]

[1]邢震，韩安，陈晓晶，等.基于工业互联网的智能矿山灾害数字孪生研究[J].工矿自动化，2023，49(2)：23-3055.
[2]武枝，王振飞，张效文，等.基于 UWB 技术的矿井人员(设备)精准定位与环境监测综合基站研究[J].数字通信世界，2021(5)：98-99.
[3]吉敏鹏.基于 UWB 的高密度精准定位技术的研究[J].自动化应用，2023，64(13)：245-248.
[4]晋海瑜.基于 UWB 的煤矿人员精准定位系统设计研究[J].内蒙古石油化工，2022，48(7)：32-36.

作者简介：梁琴琴（1985.11—），女，学历：硕士，高级工程师，地质资源与地质工程。

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

基于 Java 平台开发的软件保护技术探究

雷 铭
南昌高级技工学校，江西 南昌 330002

[摘要]近些年来，IT 技术得到了快速的发展，不同领域应用 IT 技术完成了大量信息的处理工作，解决了海量信息处理困难的问题，因此企业在应用 IT 技术时应根据自身情况对服务器服务功能、计算能力进行优化，最大限度保证各种软件数据分析的准确性与及时性。在这个阶段若企业还采用原有的数据处理方式，企业中的各个部门所要履行的职能是不同的，需要重新分配系统服务器，从表面来看这种分配方式比较合理但是各部门并没有本部门专属的服务器。而且，此种分配方式在使用后还会导致资源浪费的问题。另外并不是每个部门在完成任务时都需要应用服务器，在这样的情况下不仅会导致资源利用率低的情况同时系统整体运行也属于超负荷状态，在维护服务器时还需要单独找专人完成，无形中也增加了企业成本，给企业经济效益带来影响。要想改变现状在进行计算机运维管理时应合理设计与应用 Java 平台，从而满足计算机软件使用功能，确保其处于良好的状态。

[关键词]Java 平台开发；软件保护技术；措施
DOI：10.33142/sca.v7i1.10906　　中图分类号：TP309.2　　文献标识码：A

Exploration on Software Protection Technology Based on Java Platform Development

LEI Ming
Nanchang Senior Technical School, Nanchang, Jiangxi, 330002, China

Abstract: In recent years, IT technology has experienced rapid development. The application of IT technology in different fields has completed a large amount of information processing work, solving the problem of difficulty in processing massive amounts of information. Therefore, when applying IT technology, enterprises should optimize server service functions and computing capabilities according to their own situation to maximize the accuracy and timeliness of various software data analysis. At this stage, if the enterprise still adopts the original data processing method, the functions that each department in the enterprise needs to perform are different, and a new system server needs to be allocated. On the surface, this allocation method is relatively reasonable, but each department does not have its own dedicated server. Moreover, this allocation method can lead to resource waste after use. In addition, not every department needs to apply servers to complete tasks, which not only leads to low resource utilization but also results in overall system operation being overloaded. When maintaining servers, it is also necessary to find dedicated personnel to complete it, which invisibly increases enterprise costs and affects the economic benefits of the enterprise. In order to change the current situation, it is necessary to design and apply the Java platform reasonably in computer operation and maintenance management, in order to meet the functional requirements of computer software and ensure that it is in good condition.

Keywords: Java platform development; software protection technology; measures

引言

基于 Java 平台开发的软件（下文简称 Java 软件）在设计时，主要依托软件本身的架构设计、加密算法、运行平台等自我保护，然而窃取源码、通过反编译工具逆向工程等手段导致的软件版本被盗、信息泄露、代码被篡改等情况也时有发生。近年来，随着我国对软件知识产权保护的重视，针对 Java 软件的保护技术也取得了突飞猛进的发展，且种类众多，当前主要采用代码隔离、数字水印、代码混淆以及本地化等技术。因此应分析几种主流成熟的 Java 软件保护技术的优缺点，然后提出相应的改进方法，使得软件保护能够更好地维护相关企业的核心利益。

1 Java 平台的应用优势

现阶段计算机中所使用的功能软件主要包括 Hadoop、Flink，这部分软件设定相对较高可以被应用到部署方案中，与其对应的中心控制服务器在应用时需要使用 Java 支持，在进行应用平台开发时可以采用 Spring Cloud 架构，在处理熔断降级问题或是限流问题时可以采用 Hystrix 协议，从而得到良好的效果，同时可以支持线灰度信息发布；在应用计算机软件后可以确保数据分析与操作流程同步完成且源数据在操作时主要以 DDL 操作为主，DDL 操作指令在执行任务时 Hive 是主要依据，在此基础上应先做好分桶处理并确保 DDL 操作可以保持长期性，但是在这样的情况下就会给查询效率带来影响且无法满足关键数据快速分析的需求。因此在进行执行分析工作时可以采用 Presto 设计方式，此种设计方式可以满足实时查询数据的要求，但是无法完全符合新增系统要求且一部分内分区删除操作也会受到一定阻碍，无法实现逐条操作指令要求。当出现此种情况时 Redis 软件职能更新数据且更

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

新后的数据还会存储到 Redis 软件中，然后再将已淘汰的数据信息采用分区方式进行处理并做备份工作，要想保证新数据的使用功能及临时分区合并分析的效果可以采用 Redis 软件，最终删除原有数据并将临时分区中所产生的数据融入到新分区中，从而为后期数据处理工作提供支持；JAVA 语言中兼具 MSOFFICE 系统功能，此时在进行系统数据库描述时可以采用以下方法：一是保证数据库更新的实时性；二是保证历史数据的完整性；三是对数据库进行完整描述；四是构建报表数据库与图形数据库，其中报表数据库与图形数据库的功能可以分配到不同的软件系统中。

在进行各软件系统管理时需要利用软件总线进行统一管理且在进行 SB 模块与 ODBC 模块连接时可以采用直接连接方式，整体操作也相对简便并不需要配置专门的节点，配置安装工作也没有特殊的规定，只要保证其可以正常使用即可，为后期各阶段系统优化与升级提供帮助。通过以上描述应做好主要板卡组件设置，保证节点设备冗余模块设置量满足标准，从而为系统实用性与扩充效果提供保障。

在运行服务总线（OSB）中基础模块为 OS2，可以完成所使用模块的横向与纵向贯通。OBS 中主要包括面向电力系统安全分区交互的跨安全区传输功能、场站段实时总线、面向非实时类服务的通用数据总线、面向服务生命周期管理的服务注册与管理功能、面向实时类服务的高速实时总线等功能。

Java 平台属于程序应用接口，在使用时可以提供良好的创建功能、发送功能、接收功能及消息读取功能等。JMS 接口在应用时应保证其可以满足一体化智能电网系统技术要求，从而完成交互工作[1]。

2 较常见的软件保护技术难点

随着计算机技术的发展进步，各种软件的使用层出不穷，为了避免计算机数据泄露，需要做好软件保护工作，尤其是 Java 软件的使用最为广泛，需要开展基于 Java 平台开发的软件保护技术研究。

（1）软件开发完成后才需要实施软件保护。优秀的软件保护方案在软件的整体研发、实施、应用的全过程都应该参与其中，只有提前做好预设，在开展软件保护时才能够更加地有针对性和完整性，等到软件部署结束再考虑软件保护，不仅需要耗费大量的人力、物力，同时也无法取得良好的成果。（2）认为软件经采用高强度加密算法加密后，就很难被破解。其实很多破解者自身对于算法的研究破解也是十分成熟的，不能仅因为高强度算法加密后就缺乏对于软件保护的持续研究，软件保护需要与时俱进，软件开发者要考虑对敏感本身数据的加密，同时注意因为软件保护的代码保存在内存中，破解者可以通过查看部分明文获取得到相关的加密信息，从而导致软件保护失效[2]。

3 常用的几种软件保护技术

3.1 远程接口访问技术

远程接口访问技术可以有效地将应用与现实分开，将软件的内部关键点部署在远程服务器上，继而进行实质性操作运行。用户在对服务器访问的过程中，需要提交相关服务请求的路由、操作方式及参数等，在此基础上才能获得对应服务器资源。在操作过程中，安全性得到提升，但具有不同程度的局限性，不能适用于全部软件。比如，B/S 结构或分布式结构软件需要进行联网运行，不能在单机上运行，故存在较大的安全漏洞，在进行具体操作的过程中可以将保护焦点移到 Java 类文件服务器中。在出现此种情况时应将安全管理机制进行优化。为了有效保护远程接口访问的端口，防止服务器被破坏，在软件管理方面可以建立审核机制，某些重要的权限开放必须严格按照审批流程开展。

3.2 数字水印技术

（1）软件数字水印技术能够有效当作维护知识产权不受盗取和侵害的证据，在具体的程序运行维护中，操作者将作者的各方面信息都进行有效嵌入，致使在最终的检验过程中，能够轻松便捷地掌握作者的各方面信息，有效防止出现原创者不明的现象，从而更好地保护原创信息。（2）对于软件数字水印程序来说，盗取的程序是极为容易忽略的一个部分，因为源程序与非法程序二者之间存在着非常大的不同，想要确定软件内部是否存在非法或剽窃模块，就要对数字水印技术进行有效应用，这样可以很好地防止非法盗取。（3）计算机软件的代码很容易被外来者入侵，通过复制的方式不断地出售代码，很多黑客和不法分子通过这种手段获取利益。因此，需要应用软件数字水印技术与用户紧密、隐秘地联系起来，在此基础上进行追踪非法拷贝源头，这样才能有效地打击该类行为。

3.3 代码混淆技术

在现在所使用的软件保护技术中代码混淆技术属于较常使用的技术之一，是将计算机程序的代码转换成一种功能上等价，可以将程序流程、编辑逻辑与代码语义进行重新组合，此时会增加代码阅读、理解及反编译的难度，软件逆向工程难度也会同步提升。虽然会使用反编辑器但是仍然会出现模糊文件，在对代码进行处理后代码也会出现模糊问题，不会将代码编写思路与编写过程全面展示，这时也会保证软件安全。模糊处理模式具有一定的安全性，但是采用此种模式后会出现混淆情况，给整体运行带来不利的影响。例如，动态类加载、反射、序列化和违反命名约定等问题。尽管出现这类问题的概率很低，但是出现之后的影响巨大。此外，混淆技术的应用会导致软件的运行维护更加地繁琐。混淆技术的应用还会导致代码调试变得更加困难，开发人员处理故障时也只能看到模糊处理的类名称，不能看到真实的类名称和编号，所以查找故障会变得更加麻烦[3]。

4 软件保护活动中存在的主要问题

4.1 软件保护相关法律体制不健全，保护意识差

由于我国的计算机技术发展相对较晚，在软件应用方面存在许多不足的问题。针对软件保护相关法律体制不健全，相关从业人员的软件保护意识差，在开展软件保护研究时缺乏关键性的人才队伍和相关的技术经验。针对软件

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

保护技术的法律法规还不够完善，很多软件保护的措施没有得到法律方面的完全认可。同时，软件行业内普遍注重从业人员的软件开发和运维能力，对于是否具备软件的保护技术很少有要求，甚至没有要求，导致行业对于软件保护不够重视，影响软件保护环境的发展。

4.2 Java 的软件保护技术研究体系不完善

很多技术人员对基于 Java 的软件保护技术研究认识不到位，没有形成科学有效的研究体系，制定的研究方案和解决措施不够完善，未能真正执行软件保护的全过程原则，基于 Java 的软件保护技术研究流于形式，没有发挥出真正的作用和价值，导致基于 Java 的软件保护技术研究不够全面。

4.3 Java 的软件保护技术涵盖的知识面范围广，应用难度大

基于 Java 的软件保护技术不同于传统的工业生产技术，需要充分运用现代化的互联网技术、计算机技术等。考虑系统的运行环境、解决代码泄漏、系统信息丢失等问题。基于 Java 的软件保护技术研究需要提前科学规划设计，合理采用现代化技术，保证基于 Java 的软件保护技术研究切实取得成效，节约时间，确保系统正常运行的同时提升系统的可靠性，从而进一步推动我国 Java 技术开发的发展和进步。Java 的软件保护技术涉及的知识点众多，因此，保护技术的应用将变得十分的纷繁复杂、难度加大，但也是 Java 的软件保护技术创新发展的机遇。多种技术的融合使得 Java 的软件保护技术研究需要专业的人员，在实践应用中容易因为技术支撑力度不够产生安全性不可靠等问题。

4.4 Java 的软件保护技术与系统实际运行结合不足

在 Java 的软件保护技术应用过程中，需要综合考虑系统的正常运行情况。部分系统运行起来比较复杂，对于技术人员的专业技能水平要求较高，Java 的软件保护技术研究应该根据系统的实际运行情况进行，强化技术和实际相结合，提升技术的实用性。然而，由于现场很多技术人员的自主实践意识不足，导致系统开发运行环境不足，不能够根据系统的实际情况开发新技术，严重影响系统的正常移植[4]。

5 促进 Java 的软件保护技术发展的有效措施

5.1 建立健全完善的法律体系

根据社会发展的实际情况制定合理的文件保护相关法律，能够促进软件开发的繁荣发展，使得保护软件发挥重要的价值和作用。通过颁布禁令可以很好地禁止大部分侵权行为，新的软件保护制度建立的主要目的是促进软件行业发展，提高专利申请的办事效率。合理的软件保护制度既能打破垄断，同时也保留合理使用的适度空间，使得社会公众的使用行为和专有权人的专有权得到一个平衡的状态。

5.2 培养专业人才，增强软件保护意识

人才作为软件保护行业发展的第一推动力，需要加大人才培养力度，经常性地开展人才培训交流会议。通过交流会、技术峰会能够促进相关从业者进行思想上的碰撞和交锋，全面地提升彼此的技术能力和水平，加强国内外相关从业者的交流，积极主动地引进先进的技术理念，实现软件保护技术创新性发展，并组织开展实战演练，使得软件保护能够切合实际，取得实实在在的发展成果。

5.3 加大对软件侵权行为的打击力度，提高违法成本

计算机软件侵权行为严重影响软件的正常发展，也是一种非法的商业模式，应该被相关从业者所禁止，也应该被有关机构严厉地打击，销售非法软件会导致软件权力人遭到直接经济损失，损坏软件的进一步开发。因此，亟需建立针对软件侵权的立法制度，从根本上对软件进行良好的保护，加重违法行为的打击和处理，避免违法问题的进一步发生。针对恶意侵权行为要采用民事和刑事结合的方式加以震慑。

5.4 促进技术人员开展软件保护技术经验交流

企业的软件保护技术因为开发的思路不同、算法不同，存在一定的差异，但是也具有鲜明的特点，为了更好地促进软件保护技术的前进和发展，实现 Java 的软件保护技术研究的创新性进步，需要积极主动地开展企业间的交流，通过交流能够避免企业故步自封、缺乏发展活力，同时也可以通过交流拓宽企业人员的创新思路，充分地利用和发挥技术人员的经验优势，总结归纳实践应用中存在的突出问题和主要症结，确保在实践中不断地改进和完善软件保护技术，从而更好地推动 Java 软件保护技术在实践应用中取得良好的效果[5]。

6 结束语

可知，现阶段计算机技术得到了快速的发展且整体技术水平也不断提升，编程能力也被不断强化，问题处理方式也不断完善，可以更好地发挥出 JAvA 语言技术的优势。通过长期使用 JAvA 语言功能会更加丰富，也可以帮助计算机软件开发人员理清思路，时刻保证计算机软件的先进性。

[参考文献]

[1]樊蓉.浅谈用于 Java 软件保护的代码混淆技术研究与实现[J].数字技术与应用,2017(7):128-129.
[2]孙小婷.Java 软件保护技术研究及实现探究[J].科技风,2015(3):238-239.
[3]李乐.Java 语言应用研究[J].智慧中国,2022(9):80-81.
[4]武新华,安向东,苏雅.加密与解密全方位学习[M].北京:中国铁道出版社,2006.
[5]李梦涛.Java 软件保护技术的应用与不足探析[J].电子世界,2013(6):21-22.

作者简介：雷铭（1971.5—），男，江西南昌人，汉族，本科学历，中级工程师，就职于南昌高级技工学校，从事学校计算机专业教学工作。

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

基于物联网的矿井下地质灾害监测系统设计

贺纪国 张 成 闫纪朝
中国冶金地质总局山东局，山东 济南 250101

[摘要]矿山作为重要的自然资源开采场所，其安全生产一直是工业安全领域的重点关注对象。井下地质灾害，如岩爆、瓦斯爆炸和水害等，常常导致重大的人员伤亡和财产损失，给矿山安全生产带来严峻挑战。传统的地质灾害监测方法多依赖于有线网络和人工检查，这不仅耗时耗力，而且在某些复杂的矿井环境中难以实施。随着物联网技术的发展，其在灾害监测领域的应用显得尤为重要和迫切。本研究旨在设计一种新型的物联网地质灾害监测系统，专门针对矿井下复杂且多变的工作环境。该系统的目标是克服传统监测方法的局限，提高灾害预警的时效性和准确性，从而有效保障矿工的安全和矿山的稳定运行。本研究采用物联网技术构建矿井下地质灾害监测系统。系统主要包括传感器网络、无线数据传输和智能数据分析三大部分。传感器网络负责收集井下环境参数和地质动态信息；无线数据传输模块确保信息的实时传递；智能数据分析工具则用于分析数据，及时预测和警报潜在的地质灾害风险。通过实地测试和模拟实验，本系统展示了在矿井下复杂环境中高效、准确监测地质灾害的能力。它不仅能实时监控矿井环境变化，还能预测潜在的灾害风险，为及时采取应对措施提供依据。此外，该系统的应用有望显著提高矿山安全生产的效率和安全系数，为矿山安全管理提供科学的技术支持，具有重要的社会和经济意义。
[关键词]物联网；矿井下；地质灾害监测系统
DOI：10.33142/sca.v7i1.10917 中图分类号：TD67 文献标识码：A

Design of Underground Geological Hazard Monitoring System Based on the Internet of Things

HE Jiguo, ZHANG Cheng, YAN Jichao
Shandong Bureau of China Metallurgical Geology Bureau, Ji'nan, Shandong, 250101, China

Abstract: As an important natural resource extraction site, the safety production of mines has always been a key focus of attention in the field of industrial safety. Underground geological disasters, such as rock bursts, gas explosions, and water damage, often lead to significant casualties and property losses, posing serious challenges to the safety production of mines. Traditional geological hazard monitoring methods often rely on wired networks and manual inspections, which are not only time-consuming and labor-intensive, but also difficult to implement in some complex mining environments. With the development of Internet of Things technology, its application in disaster monitoring has become particularly important and urgent. This study aims to design a new type of Internet of Things geological hazard monitoring system, specifically designed for the complex and ever-changing working environment in mines. The goal of this system is to overcome the limitations of traditional monitoring methods, improve the timeliness and accuracy of disaster warning, and effectively ensure the safety of miners and the stable operation of mines. This study uses Internet of Things technology to construct a monitoring system for underground geological hazards in mines. The system mainly includes three parts: sensor network, wireless data transmission, and intelligent data analysis. The sensor network is responsible for collecting underground environmental parameters and geological dynamic information; The wireless data transmission module ensures real-time transmission of information; Intelligent data analysis tools are used to analyze data, timely predict and alert potential geological disaster risks. Through on-site testing and simulation experiments, this system has demonstrated its ability to efficiently and accurately monitor geological hazards in complex underground environments. It can not only monitor changes in the mine environment in real-time, but also predict potential disaster risks, providing a basis for timely response measures. In addition, the application of this system is expected to significantly improve the efficiency and safety factor of mine safety production, provide scientific technical support for mine safety management, and have important social and economic significance.
Keywords: Internet of Things; under the mine; geological hazard monitoring system

引言

井下地质灾害，如岩爆、瓦斯爆炸、水害和塌陷等，是矿山安全生产中的主要威胁之一。这些灾害的发生往往伴随着极高的不确定性和极端的破坏性，不仅可能导致重大的经济损失，还可能危及矿工的生命安全。因此，有效的监测和预警系统对于保障矿山安全运营非常重要。

矿井下的地质环境复杂多变，传统的监测手段往往受到诸多限制。例如，有线监测系统的部署和维护在复杂的地下环境中异常困难，而人工检查则耗时耗力且风险较高。随着物联网技术的迅速发展，其在矿山安全监控领域的应用逐渐成为可能。物联网技术通过部署大量的传感器，能够实时收集和传输关于矿井环境的各种数据，包括温度、

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

湿度、气体浓度、应力分布等关键参数。这些数据经过分析后，可以用于及时预测和警告可能发生的地质灾害，极大地提高了监测系统的时效性和准确性。

物联网技术在地质灾害监测中的主要优势包括其高度的灵活性和扩展性。通过无线传感器网络，可以在不同的地点和环境中部署大量传感器，以覆盖更广泛的监测区域。此外，物联网系统可以实时收集和处理数据，为矿山管理者提供即时的决策支持。这一点对于应对突发的地质灾害尤为重要。此外，物联网技术还能与其他先进技术（如大数据分析、人工智能）结合，进一步提升监测系统的智能化水平，实现对地质灾害的早期识别和预警。

1 物联网技术在井下监测中的应用

1.1 物联网技术的基本原理和组成

物联网（Internet of Things, IoT）技术，作为一种先进的信息技术，旨在通过网络实现物理世界中各种物体的互联互通。它的核心是“智能感知、可靠传输和智能处理”。物联网技术的主要组成部分包括传感器、通信网络和数据处理中心。传感器用于收集各种环境和状态信息，如温度、湿度、压力等；通信网络负责将收集到的数据传输到数据处理中心；数据处理中心则利用各种算法对数据进行分析和处理，从而实现对监测对象的智能管理和控制。在矿井监测应用中，这些组成部分共同工作，为矿山安全提供重要的数据支持，参见图 1。



图 1 物联网数据采集环境监测

1.2 物联网在井下特殊环境中的适用性分析

井下环境的特殊性，如复杂的地质条件、有限的空间，以及极端的温湿度条件，给传统的监测方法带来了很大的挑战。物联网技术在这种环境下显示出独特的优势。首先，无线传感器网络可以在没有线缆约束的情况下部署，大大减少了安装和维护的难度。其次，这些传感器具有较强的自适应能力，能在极端环境下稳定运行。此外，物联网系统通常具备高度的可扩展性，能够根据监测需求灵活调整网络规模和功能。

在井下环境中，物联网技术不仅能够提供实时监测数据，还能通过先进的数据处理和分析技术，如机器学习和模式识别，预测潜在的安全风险。例如，通过分析矿井内温度和湿度的变化趋势，可以预测瓦斯爆炸或水害的可能性。此外，物联网技术还可以与其他安全设施（如通风系统、紧急避难所）相结合，提供更全面的安全保障。

2 矿井下地质灾害监测系统的设计

2.1 系统架构和组件

本研究提出的矿井下地质灾害监测系统基于物联网技术构建，其架构设计充分考虑了井下环境的特殊性和监测需求的复杂性。系统主要由三大组件构成：传感器网络、数据传输模块和数据处理系统。

2.1.1 传感器网络

传感器网络是整个监测系统的基础，它的作用非常重要。本系统中的传感器网络由多种类型的传感器组成，包括但不限于温度传感器、湿度传感器、气体浓度传感器和地压传感器等。每种传感器针对特定的监测需求而设计，能够精确收集相关环境参数和地质动态信息。

为了确保监测数据的全面性和准确性，这些传感器被策略性地部署在矿井的关键区域。例如，温度和湿度传感器部署在通风系统附近以监测气候变化，而气体浓度传感器则集中在可能发生瓦斯积聚的区域。这种精心的布局使得系统能够全面覆盖矿井的关键点，及时捕捉到任何可能预示着灾害的微小变化。

2.1.2 数据传输模块

数据传输模块在系统中扮演着非常重要的角色，它负责将传感器网络收集到的原始数据稳定且高效地传输到数据处理系统。考虑到井下环境的特殊性和信号覆盖的需求，该模块采用了先进的无线通讯技术，特别是 LoRa（Long Range）和 NB-IoT（Narrow Band Internet of Things）。这些技术能够在低功耗的条件下提供长距离的数据传输能力，非常适合于矿井这样的复杂环境。

LoRa 技术因其在远距离通信方面的优势而被选用，能够确保即使在地下深处也能有效传输数据。而 NB-IoT 技术则因其在窄带宽度上的高效率和可靠性被采纳，这对于数据密集型的应用场景尤为重要。

2.1.3 数据处理系统

数据处理系统是监测系统的核心，承担着数据存储、管理以及分析处理的重要任务。该系统不仅负责安全地存储收集到的大量数据，还要对这些数据进行深入的分析和处理，以识别和预测潜在的地质灾害风险。

系统中的数据处理采用了先进的数据分析算法和机器学习技术。这些技术能够从大量复杂的数据中提取有意义的模式和趋势，从而及时识别出可能的地质灾害迹象，如异常的气体浓度变化或不寻常的地压波动。通过这种智能化分析，系统不仅能够对当前的安全状况作出准确评估，还能预测未来可能发生的风险，为矿山管理提供科学依据。

2.2 系统功能

本系统的设计重点在于提供高效、准确的监测功能，以及基于数据分析的预警能力。

2.2.1 实时监测

实时监测是系统中非常重要的功能，它确保矿井内的

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

每一个变化都不会被忽视。系统通过部署的传感器网络持续跟踪关键环境参数，如温度、湿度、气体浓度等，以及地质动态。这种持续的监控能力使得系统能够及时捕捉到任何微小的异常变化。例如，气体浓度的微小波动可能预示着瓦斯积聚的风险，而持续的温度升高可能是岩层不稳定的信号。通过这些数据的实时监测，系统不仅能够为矿山管理者提供即时的环境信息，还能够帮助他们制定更有效的安全管理策略和应急计划。

2.2.2 数据分析

数据分析模块是系统智能化的核心，它负责对收集到的海量数据进行深入的分析和解读。系统内置的高级分析工具采用复杂的算法和机器学习技术，能够从众多数据中识别出关键的模式和趋势。这不仅包括对当前数据状态的分析，还包括基于历史数据的预测建模。例如，系统可以通过分析过去的气体浓度数据来预测未来瓦斯积聚的可能性，或通过监测地压数据的长期变化来预警岩层移动或塌陷的风险。这种深度数据分析能力极大增强了监测系统的预测准确性和及时性，为防灾减灾提供了强有力的数据支撑。

2.2.3 预警功能

预警功能是系统的关键输出，它基于数据分析结果，及时向矿山管理者和工作人员发出警报。当系统检测到潜在的地质灾害迹象时，如异常的气体浓度增加或持续的地压变化，它会自动触发预警机制。这包括发送实时警报信息到相关人员的移动设备，激活矿井内的警报系统，甚至直接与矿井的自动化应急系统对接，如自动启动通风或水泵系统。这种及时的预警功能在实际操作中证明可以有效地预防灾害的发生或至少大幅减轻灾害的影响，为保障矿井安全提供了最后一道防线，参见图 2。



图 2 地质灾害防治网格化管理平台

3 案例分析和实际应用

3.1 描述具体的矿井应用案例

在本研究中，为了验证所设计的物联网地质灾害监测系统的有效性和实用性，我们选择了山东省的一座大型煤矿作为应用案例。这座煤矿的开采历史悠久，深度超过 500 米，由于其复杂的地质结构，历史上曾多次发生瓦斯爆炸和岩层塌陷等严重地质灾害事件。这些事件不仅导致了重大的经济损失，还严重威胁到矿工的生命安全。

在这一应用案例中，我们重点关注了矿井的关键区域，并在这些区域内部署了全面的传感器网络。这些传感器包括温度、湿度、气体浓度和地压传感器，它们被策略性地放置在矿井中最为关键的位置，以实时监测可能指示灾害预警的关键参数。为了确保这些重要数据的稳定传输，我们采用了先进的 LoRa 技术，这种长距离无线通讯技术在矿井这种复杂环境中表现出色，保证了信息传输的稳定性和远程覆盖能力。

数据处理系统的核心是一套高性能服务器，配备了先进的数据分析软件。这些软件采用了最新的数据分析算法，能够从大量的监测数据中提取出关键信息，并及时发出预警信号。

在系统部署后的六个月的运行期间，我们观察到了系统的卓越性能。系统不仅能够持续监测矿井内的环境参数，而且还能够成功识别出数次瓦斯浓度异常升高的事件。每当这种情况发生时，系统都会及时发出预警，使矿山管理者能够迅速采取必要的安全措施，如加强通风和疏散人员。这些及时的预警在实际操作中证明了系统在预防可能发生的瓦斯爆炸方面的有效性，从而显著提高了矿井的安全水平。

3.2 系统在实际应用中的表现和效果

在实际应用中，该监测系统展现了显著的性能优势。首先，系统的实时监测能力保证了对矿井环境变化的持续跟踪，为矿山安全管理提供了重要的实时数据支持。其次，通过数据分析和预测功能，系统能够及时识别潜在的灾害风险，并发出预警，这对于提前采取应对措施非常重要。此外，系统的稳定性和可靠性也得到了验证。在案例矿井的复杂环境中，传感器网络和数据传输模块均表现出良好的稳定性和抗干扰能力。数据处理系统的高效性和准确性也为矿山管理者的决策提供了有力支持。

4 系统评估和优化

4.1 系统性能评估

在实施物联网地质灾害监测系统后，对其性能进行全面评估非常重要，以确保其在实际应用中达到预期目标。性能评估主要集中在以下三个方面：

4.1.1 准确性

准确性是评估系统是否能正确监测和预测地质灾害的关键指标。通过分析系统在实际应用中的预测结果与实际发生的地质灾害事件，可以评估其准确性。在案例研究中，系统成功预测了多次瓦斯浓度异常事件，显示了良好的准确性。

4.1.2 可靠性

可靠性评估涉及系统的稳定性和持续运行能力。在复杂的矿井环境中，系统必须能够抵抗各种干扰，并持续稳

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

定运行。通过监测系统运行期间的故障率和维护需求，可以评估其可靠性。

4.1.3 效率

效率评估包括系统的响应时间和资源消耗。一个高效的系统应当能够迅速响应环境变化，并在资源消耗上保持经济。系统的数据处理速度和能耗也是评估其效率的重要指标。

4.2 提出可能的优化方向和改进措施

在对基于物联网的矿井下地质灾害监测系统进行全面评估后，本研究提出了一系列优化方向和改进措施，以进一步提升系统的性能和可靠性。首先，针对传感器网络的稳定性问题，建议增加冗余节点。这一措施旨在增强网络在恶劣环境下的稳定性和抗干扰能力，确保关键监测数据的准确传输。其次，为提高数据传输效率，我们建议优化无线通信协议。通过降低数据传输延迟，系统的整体响应速度将显著提升，从而使预警机制更加迅速有效。进一步地，为增强系统的数据处理能力，提出引入更先进的数据分析算法和机器学习技术。这些技术的应用将提高系统预测地质灾害的准确性和效率，使预警更加精确和及时。此外，考虑到用户体验的重要性，建议对系统的用户界面和交互进行优化。通过设计更直观、易用的界面，可以帮助矿山管理者快速理解和响应系统预警，从而有效提高决策和应急响应的效率。最后，强调了定期维护和升级的重要性。建立一个定期维护和升级计划，不仅能保证系统长期稳定运行，还能使系统及时适应技术发展的最新趋势。通过这些综合性的改进措施，可以显著提升监测系统的性能，确保其在矿井安全监测领域发挥更大的作用。

5 结语

总之，本研究设计的物联网地质灾害监测系统在理论和实践上均取得了积极成果，对于提升矿井安全监测水平具有重要意义。未来，随着技术的不断进步和应用范围的扩大，该系统有望在更广泛的领域发挥更大的作用。

[参考文献]

[1]张吉宁,薄勇,刘洋洲,等.基于物联网技术的地质灾害监测预警系统设计[J].粘接,2021(10):86-8997.
[2]孙泽信,段举举,张安银.基于物联网的自动化监测系统在地质灾害监测中的应用[J].地质学刊,2022,46(1):60-66.
[3]于洋,江慧.基于物联网及云计算的自动化监测在滑坡地质灾害监测中的应用——以中山市神湾镇“庙龙迳”滑坡为例[J].华北自然资源,2023(4):148-151.
[4]蓝升传,陶干强,房智恒,等.基于 LoRa 和物联网技术的矿井环境监测系统设计[J].黄金科学技术,2023,31(1):144-152.

作者简介：贺纪国（1987.7—），男，工程师，学历：本科，所学专业：机械设计及其自动化专业。

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

互联网工具与技术在中小企业信用管理中的应用

尹 斌
中电智恒信息科技服务有限公司，江苏 南京 210000

[摘要]随着互联网的不断发展，中小企业信用管理面临着新的挑战和机遇。文章探讨了互联网环境下中小企业信用管理的关键问题，着重关注互联网技术和工具在信用评估、风险管理和决策制定中的应用。详细讨论了传统信用评估模型与基于互联网的新型评估方法，以及大数据分析、人工智能、区块链技术和云计算在中小企业信用管理中的作用。同时，强调了数据隐私、技术资源和市场竞争等方面的挑战，这些是互联网环境下中小企业信用管理需要应对的关键问题。本研究旨在为中小企业和相关利益相关者提供深入洞察，以更好地利用互联网环境来改善信用管理实践，从而实现可持续增长和风险控制。
[关键词]互联网环境；中小企业；信用管理；风险管理
DOI：10.33142/sca.v7i1.10930 中图分类号：TP311.13 文献标识码：A

Application of Internet Tools and Technologies in Credit Management of Small and Medium Enterprises

YIN Bin
PowerChina Zhiheng Information Technology Service Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the continuous development of the Internet, credit management of small and medium-sized enterprises is facing new challenges and opportunities. The article explores the key issues of credit management for small and medium-sized enterprises in the Internet environment, with a focus on the application of Internet technology and tools in credit evaluation, risk management, and decision-making. It discusses in detail the traditional credit evaluation models and new internet-based evaluation methods, as well as the roles of big data analysis, artificial intelligence, blockchain technology, and cloud computing in credit management for small and medium-sized enterprises. At the same time, it emphasizes the challenges of data privacy, technological resources, and market competition, which are key issues that small and medium-sized enterprise credit management needs to address in the Internet environment. This study aims to provide in-depth insights for small and medium-sized enterprises and relevant stakeholders to better utilize the internet environment to improve credit management practices, thereby achieving sustainable growth and risk control.
Keywords: Internet environment; small and medium-sized enterprises; credit management; risk management

中小企业在各国经济中起着不可或缺的作用，它们不仅为就业提供机会，还为经济增长和创新作出了重要贡献。然而，中小企业在经营过程中面临着各种挑战，其中之一是信用管理。信用管理对中小企业的生存和发展至关重要，它不仅关系到企业与供应商、客户之间的信任关系，还直接影响了融资能力和市场竞争力。随着互联网技术的飞速发展，中小企业信用管理也进入了新的时代。互联网环境为中小企业提供了前所未有的机会，但同时也带来了新的挑战。互联网环境下的信用管理需要适应数字化、数据驱动的方式，以更有效地评估信用风险、优化决策流程，同时应对不断变化的市场条件。本文旨在深入探讨互联网环境下互联网技术和工具在信用评估、风险管理和决策制定中的应用，同时也探讨了互联网环境下的数据隐私、技术资源和市场竞争等方面的问题。通过本研究，希望为中小企业及其相关利益相关者提供有关如何更好地应对互联网环境下的信用管理挑战的实际建议和指导。

1 互联网环境对中小企业信用管理的影响

互联网的不断发展已经彻底改变了商业环境，对中小企业信用管理产生了深远的影响。互联网环境提供了前所未有的机会，但也带来了新的挑战。首先，它为中小企业提供了更多的数据来源和信息，使其能够更精确地评估客户和合作伙伴的信用可靠性。大数据分析和数据挖掘技术的应用使信用评估更为准确和实时，从而降低了信用风险[1]。其次，互联网环境下的数字化和自动化过程简化了信用管理流程。通过互联网平台和软件工具，中小企业能够更高效地进行信用评估、监控和决策制定。这提高了决策的速度和准确性，有助于优化资源利用。然而，互联网环境也带来了新的挑战，特别是在数据隐私和安全方面。中小企业需要采取适当的数据保护措施，以确保客户信息的机密性和完整性。此外，法规和合规要求也在互联网环境下不断变化，中小企业需要不断适应并遵守相关法规。

2 中小企业信用评估与风险管理

2.1 信用评估模型

2.1.1 传统信用评估模型

传统信用评估模型通常依赖于传统金融数据，如信用报告、财务报表和贷款记录。这些模型基于历史数据和统

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

计分析，用于评估借款人的信用可靠性。传统模型通常采用定量方法，将各种信用因素纳入考虑，如还款历史、债务水平、收入状况和借款人的信用得分。尽管传统信用评估模型在长期内表现良好，但它们在互联网时代面临了一些挑战，因为它们可能无法捕捉到新兴信用因素和不断变化的市场条件。

2.1.2 基于互联网的信用评估模型

基于互联网的信用评估模型利用互联网和数字化信息，从不同角度评估借款人的信用。这些模型不仅依赖于传统金融数据，还整合了社交媒体数据、在线销售数据、用户评价和评论等信息。它们采用数据分析、人工智能和机器学习技术，以自动识别模式和提供更全面的信用评估。这种模型能够更准确地反映借款人的信用状况，因为它们不仅考虑历史数据，还考虑了当前行为和市场趋势。基于互联网的信用评估模型具有更强的实时性和灵活性，使中小企业更好地适应不断变化的商业环境。

2.2 数据分析与预测技术

数据分析和预测技术在中小企业信用管理中扮演着关键角色。这些技术允许企业从大量数据中提取洞察，帮助决策者更好地理解信用风险和机会。数据分析可以包括大数据分析、数据挖掘、数据仓库和可视化工具的使用，以处理和呈现数据。通过这些技术，企业能够更深入地了解客户行为、市场趋势和风险因素。预测技术则允许企业预测未来的信用表现和风险。统计分析、时间序列分析、机器学习和预测建模等方法可以用于建立信用模型，预测客户的信用可靠性。这些模型基于历史数据和当前信息，能够为决策者提供潜在的信用风险警示，并帮助他们制定更明智的信用策略。然而，数据分析和预测技术也需要面对数据质量、模型准确性和数据隐私等问题。中小企业需要确保数据的准确性和完整性，以便可靠地进行分析和预测。此外，模型的解释性和可理解性也是一个挑战，决策者需要理解模型是如何得出预测结果的，以便更好地应对信用风险。

2.3 风险管理策略

风险管理策略是中小企业信用管理的核心组成部分。这些策略包括了如何识别、评估和应对信用风险，以确保企业的财务健康和可持续增长。风险管理策略应该根据企业的需求和风险面临的特点来制定，包括市场风险、信用风险、操作风险等。中小企业可以采取多种风险管理策略，包括多元化客户群体、建立信用政策、设定信用限额、建立适当的担保措施和实施风险监测系统。此外，企业还应该考虑不同的市场环境和业务周期，以调整风险管理策略。

3 互联网工具与技术在中小企业信用管理中的应用

3.1 大数据分析与挖掘

在中小企业信用管理中，大数据分析与挖掘的实施目标在于深入研究和分析庞大的数据量，以全面评估客户信用风险，同时对决策流程进行优化。中小企业收集来自各个渠道的数据，包括客户的交易记录、行为数据以及其他关联信息。这些数据可能涵盖从购买历史到在线活动的方方面面。通过大数据分析，企业可以实时监控和分析客户的交易模式、支付行为以及信用历史。利用数据挖掘技术，企业可以发现隐藏在大数据中的模式、趋势和异常。例如，系统可以自动检测出客户的购买频率是否发生变化，是否存在违规交易模式，以及客户的支付习惯是否与以往不同。通过分析大量的历史数据，系统可以识别出影响信用风险的关键因素，并为每个客户生成动态的信用分数。这种实时的、基于数据的评估能够更好地反映客户当前的信用状况，相较于传统模型更具前瞻性和精准度。在实际操作中，大数据分析与挖掘通常结合了人工智能和机器学习技术。机器学习算法可以从数据中学习，并根据实时的反馈不断优化信用评估模型。这种自适应性使得系统能够适应不断变化的市场条件和客户行为，更好地应对新兴风险。随着大数据的应用，数据隐私和安全也成为重要考虑因素。在实施大数据分析与挖掘时，企业需要采取有效的数据加密、访问控制和监控措施，确保客户敏感信息的安全性和隐私保护。这种基于数据的信用管理方式使得企业能够更好地应对竞争激烈的市场环境，实现可持续的业务增长。

3.2 人工智能与机器学习

人工智能（AI）与机器学习（ML）的实施是通过智能算法处理庞大数据，以提高信用评估的准确性和效率。首先，企业收集多渠道数据，包括交易记录、社交媒体活动等。这些数据构建了一个丰富的信息库。通过机器学习，企业训练算法来识别信用相关的复杂模式，如支付历史和购买行为。这些模型能够适应新数据和变化，使信用评估更实时、准确。同时，自动决策系统的开发使企业能够基于模型输出进行即时决策，例如批准融资请求，加速决策流程。解释性问题涉及难以理解模型决策的复杂性，需要确保模型的透明性。公平性问题要求确保模型对待所有客户公正，不受歧视。企业需要审慎考虑这些问题，采取措施确保模型的公正性和合规性。综合来看，中小企业通过AI与ML的实施，通过高效处理数据和模型学习，提升信用评估的精确性和实时性，助力企业更好地适应市场竞争环境。

3.3 区块链技术

通过引入区块链技术，提高信用信息的透明性、安全性和可追溯性。企业将客户的信用信息以区块的形式存储在链上，确保信息不可篡改且具备高度的安全性。区块链技术通过分布式账本的形式，不再有传统信用信息存储中的中心化风险。每一次信用交易都以区块的方式被添加到链上，形成不可更改的历史记录。这样的透明性和不可篡改性确保了信用信息的真实性，减少了不必要的争议。智

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

能合约是区块链技术的另一个关键组成部分，它们是自动执行的合同代码。在中小企业信用管理中，智能合约可以用于自动执行信用交易，例如自动执行支付或调整信用额度。区块链技术还能够改善跨组织之间的信用数据共享，通过授权访问，不同机构可以共享客户的信用信息，而不用依赖中介方。这种共享机制加速了信息流通，提高了整个生态系统的信用评估准确性。通过合理的设计和技术创新，中小企业可以充分利用区块链技术，实现更安全、高效和可信赖的信用管理体系。

3.4 云计算和数据安全

在中小企业信用管理中，引入云计算和强化数据安全的目标是为了更高效地处理和存储数据，同时确保客户信用信息的保密和安全。首先，企业将信用数据存储在云平台上，充分利用云计算的弹性和可扩展性。这使得企业无需依赖本地基础设施，能够更加灵活地应对数据存储需求的波动。云计算还为中小企业提供了强大的数据处理能力。通过云服务，企业能够快速分析大规模数据，进行实时的信用评估和风险分析。这种实时性帮助企业更迅速地做出决策，适应市场的动态变化。然而，随着数据在云中的存储和传输，数据安全问题变得尤为关键。为确保信用信息的安全性，企业采用加密技术保护数据在传输和存储中的安全。此外，访问控制和身份验证机制被实施，确保只有授权人员能够访问敏感的信用数据。云计算平台的备份和灾难恢复功能也为信用管理提供了额外的安全保障。通过定期的数据备份，企业能够迅速恢复数据，防范意外事件对信用信息的潜在影响。通过这一综合的数据管理策略，企业能够更好地应对信用管理的挑战，实现更为可靠的业务运营。

4 互联网环境下中小企业信用管理的挑战与风险

4.1 数据隐私与安全问题

数据隐私和安全问题在互联网环境下的中小企业信用管理中至关重要。中小企业处理大量敏感客户数据，包括财务信息、个人身份信息和交易记录。确保这些数据的隐私和安全对于维护客户信任和合规性至关重要。中小企业必须采取适当的数据安全措施，包括数据加密、访问控制、漏洞管理和网络监控。此外，员工培训和数据安全政策的制定也是重要的步骤[3]。中小企业应当遵守相关的数据隐私法规，如通用数据保护条例（GDPR）或个人信息保护法，以防止数据泄露和滥用。

4.2 技术和资源限制

中小企业在采用新技术和工具时可能面临技术和资源限制。不是每家企业都拥有足够的技术能力和资源来实施复杂的数据分析、人工智能或区块链技术。因此，中小企业需要仔细评估其技术和资源情况，并选择适合其需求和能力的解决方案。此外，技术的快速演进可能导致技术陈旧和过时。中小企业必须不断更新其技术基础，以保持竞争力。

4.3 市场竞争与供应链风险

市场竞争和供应链风险也是中小企业信用管理的挑战之一。互联网环境下，市场竞争可能更加激烈，企业需要不断改进其信用管理实践，以吸引客户和供应商。同时，供应链风险也需要考虑。中小企业可能依赖于多个供应商，其中一些可能会面临财务问题或其他风险。企业必须建立供应链风险管理策略，以确保供应链的稳定性和可持续性。在应对这些挑战时，中小企业可以借助先进的技术和合规性实践，以降低信用风险和提高业务的竞争力。同时，定期的风险评估和监测也是中小企业信用管理的重要部分。

5 结语

在互联网环境下的中小企业信用管理是一个充满挑战和机遇的领域。本文通过研究传统信用评估模型和基于互联网的新型评估方法，以及大数据分析、人工智能、区块链技术和云计算在中小企业信用管理中的应用，强调了这些新技术和工具如何可以帮助中小企业更好地管理信用风险和提高决策效率。然而，互联网环境下的中小企业信用管理也面临一系列挑战，这些挑战需要中小企业不断改进其信用管理实践，并确保合规性和安全性。最终，中小企业在互联网时代可以借助先进的技术和合规性实践，实现更好的信用管理，降低风险，提高融资能力，并保持竞争力。

[参考文献]

[1]郑甲林.互联网金融环境下中小企业信用管理[J].中国市场,2020(22):48-50.
[2]赖春萍.互联网环境下中小企业财务管理模式的创新[J].今日财富(中国知识产权),2023(7):101-103.
[3]曾慧敏.互联网金融环境下中小企业融资发展研究[J].科技经济市场,2022(11):60-62.
[4]孙丽.基于互联网环境下的中小企业融资现状与对策[J].农村经济与科技,2021,32(6):137-138.

作者简介：尹斌（1982.1—），男，单位名称：中电智恒信息科技服务有限公司；毕业学校和专业：南京理工大学计算机应用技术。

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

智能巡检机器人在变电运维工作中的应用研究

许 冬 张 爽 张旭超 祝 非
国网郑州供电公司，河南 郑州 450000

[摘要]随着科技的发展和进步，智能巡检机器人作为一种新型的变电运维工具，逐渐受到广泛关注和应用。智能巡检机器人通过结合多种前沿技术，具备自主巡检、环境监测、安全监控和数据分析等功能，为变电站运维提供了新的解决方案。在这一背景下，文中探讨智能巡检机器人在变电运维中的应用，以解决传统运维方式存在的一系列问题，并提高变电站运维的智能化水平。

[关键词]智能巡检机器人；变电运维；传感器技术
DOI：10.33142/sca.v7i1.10901 中图分类号：TM63 文献标识码：A

Application Research of Intelligent Inspection Robots in Substation Operation and Maintenance Work

XU Dong, ZHANG Shuang, ZHANG Xuchao, ZHU Fei
State Grid Zhengzhou Power Supply Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: With the development and progress of technology, intelligent inspection robots, as a new type of substation operation and maintenance tool, have gradually received widespread attention and application. By combining various cutting-edge technologies, intelligent inspection robots have functions such as autonomous inspection, environmental monitoring, safety monitoring, and data analysis, providing new solutions for substation operation and maintenance. In this context, the article explores the application of intelligent inspection robots in substation operation and maintenance, in order to solve a series of problems existing in traditional operation and maintenance methods and improve the intelligence level of substation operation and maintenance.

Keywords: intelligent inspection robots; substation operation and maintenance; sensor technology

引言

传统的变电站运维方式主要依赖于人工巡检，这种方式存在一些不可忽视的问题[1]。首先，人工巡检需要运维人员频繁进入变电站，面临高温、高压等危险环境，存在较大的安全风险。其次，由于变电设备分布广泛且庞大，人工巡检难以覆盖每一个设备，导致潜在故障可能被漏检，影响电力系统的稳定性。最后，人工巡检效率低，无法实现全天候、全天时的监测，对于突发性问题的响应能力相对较弱，在这一背景下，智能巡检机器人应运而生。

1 智能巡检机器人技术概述

1.1 智能巡检机器人的定义与功能

1.1.1 智能巡检机器人定义

智能巡检机器人是一种基于先进感知与决策技术的自主移动设备，能够在电力变电站等环境中自主执行巡检、监测、数据采集等任务，其核心特征在于具备自主性、智能性和灵活性，以更高效、安全、自动化的方式完成运维任务[2]。

1.1.2 智能巡检机器人功能

设备巡检：智能巡检机器人配备各类传感器，如红外线、超声波、摄像头等，能够对电力设备进行全面巡检。通过感知设备的温度、振动、声音等参数，机器人能够及时发现设备异常，预防潜在故障。

环境监测：集成各类环境传感器，智能巡检机器人可以实时监测变电站周边的环境参数，包括温度、湿度、气体浓度等。这有助于维护人员对变电站工作环境的了解，及时应对可能的安全隐患。

安全监控：利用计算机视觉技术，智能巡检机器人能够对变电站内外的安全状况进行监控。它可以识别异常行为、检测危险区域，为安全管理提供及时的信息反馈，降低人工巡检的风险。

数据分析与预测性维护：智能巡检机器人通过搭载数据分析算法和机器学习模型，能够对采集到的大量数据进行实时分析。这使得机器人能够预测设备的健康状况，提前发现潜在故障，为维护人员提供更科学的维护建议。

自主导航与路径规划：配备先进的导航系统，智能巡检机器人可以在复杂的变电站环境中实现自主导航。它能够规划最优路径，避开障碍物，高效完成巡检任务，减少了人工操作的需求。

1.2 智能巡检机器人的关键技术

智能巡检机器人作为现代变电运维的前沿工具，融合了多种先进技术，其中包括传感器技术、计算机视觉技术、机器学习与人工智能技术，以及自主导航与路径规划技术，这些关键技术的整合使得机器人能够自主感知环境、理解信息、做出决策，并有效执行任务，从而提高了变电站运维的效率和可靠性[3]。

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

1.2.1 传感器技术

传感器技术是智能巡检机器人的基础，通过传感器的应用，机器人可以实时感知和采集周围环境的各种数据。在变电运维中，各种类型的传感器被广泛应用，如温度传感器、湿度传感器、振动传感器、红外线传感器等，这些传感器能够监测电气设备的运行参数，如设备的温度、湿度、振动频率等，以及周围环境的气体浓度、光线等。传感器技术的应用使得智能巡检机器人能够准确获取大量数据，并对设备状态进行实时监测和评估[4]。

1.2.2 计算机视觉技术

计算机视觉技术使智能巡检机器人能够通过摄像头或其他视觉传感器获取视觉信息，并对图像进行处理、识别和分析。在变电站运维中，计算机视觉技术可以用于识别设备的形态、位置和状态。它能够进行目标检测，识别设备的型号和标识，检测设备的损坏、破损或异物，甚至是判定设备运行状态的异常情况。这种技术的应用使得机器人能够通过视觉信息获取更为全面和直观的设备状态数据，从而更有效地执行巡检任务[5]。

1.2.3 机器学习与人工智能技术

机器学习与人工智能技术为智能巡检机器人赋予了自主学习和决策能力。通过对历史数据的学习和模式识别，机器人可以分析设备运行的规律和特征，预测设备的寿命和潜在故障，使机器人自主地优化巡检策略，识别设备异常，并提出针对性的维护建议。同时，人工智能技术也让机器人能够根据环境变化做出智能决策，比如在遇到障碍物时选择避让策略，或者在发现异常时采取及时的预警措施。

1.2.4 自主导航与路径规划技术

自主导航与路径规划技术使智能巡检机器人能够在复杂环境中自主规划巡检路径，并避开障碍物执行任务，这依赖于激光雷达、惯性导航系统、SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）技术等，让机器人能够实现定位和环境感知。通过地图构建和路径规划算法，机器人能够规划最优的巡检路线，同时在运行过程中实时感知环境变化，进行路径调整和避障，确保巡检的高效性和安全性，这些关键技术的集成与协同作用，使得智能巡检机器人在变电运维中能够实现全方位的设备监测和维护。传感器技术提供了多样化的数据采集手段，计算机视觉技术赋予机器人视觉感知能力，机器学习与人工智能技术使其具备智能决策能力，而自主导航与路径规划技术确保其在复杂环境中高效执行任务。

2 变电站运维的关键任务及智能巡检机器人的应用

2.1 设备巡检

设备巡检是变电站运维中的一项至关重要的任务，旨在通过定期检查和监测设备的运行状态，确保电力系统的正常运行，减少潜在故障的发生。智能巡检机器人在设备巡检方面发挥了关键作用，应用其先进的技术手段，使得巡检任务更为全面、高效和安全。第一，传感器技术的应用。智能巡检机器人配备各类传感器，如红外线传感器、温度传感器、振动传感器等，能够全面感知设备的运行状态。例如，温度传感器可以监测设备的温度变化，及时发现过热等异常情况；振动传感器可检测设备的振动频率，提前预警可能的机械故障。通过这些传感器，机器人可以实现对设备的多维度巡检，更为全面地了解设备的运行状况。第二，计算机视觉技术的应用。在设备巡检过程中，智能巡检机器人通过计算机视觉技术能够实现对设备外观、连接状态的自动检测。例如，通过摄像头识别设备上的标识、型号，检测设备外壳是否破损、连接是否牢固。这种自动化的视觉检测大大提高了巡检的效率，同时减少了人工巡检的风险。第三，机器学习与人工智能技术的应用。利用机器学习与人工智能技术，智能巡检机器人能够分析历史数据，学习设备运行的规律，实现对设备寿命的预测和潜在故障的识别。通过建立智能模型，机器人可以在巡检过程中自主判断设备运行是否正常，提前发现可能的问题，并提供及时的预警信息。这种智能决策的能力大大提高了巡检的准确性和预测性。第四，自主导航与路径规划技术的应用。在设备巡检的过程中，智能巡检机器人需要在变电站的复杂环境中自主规划巡检路径，确保所有设备得到覆盖。自主导航与路径规划技术通过激光雷达、SLAM 技术等手段，使机器人能够智能避开障碍物，高效地完成巡检任务，自主性和智能性使得机器人能够更灵活地适应变电站不同布局和设备分布的情况。

2.2 环境监测

智能巡检机器人通过先进的传感器技术和智能化算法，在环境监测方面发挥着关键作用。第一，传感器技术的应用。智能巡检机器人配备各类环境传感器，如温度传感器、湿度传感器、气体传感器等，能够实时感知周围环境的变化。这些传感器不仅可以监测变电站内的温度、湿度等参数，还能够检测大气中的气体浓度，如硫化氢、氮氧化物等。通过这些传感器，机器人可以实现对变电站周边环境的全面监测，及时发现可能的安全隐患。第二，计算机视觉技术的应用。在环境监测任务中，智能巡检机器人通过计算机视觉技术可以实现对特定环境因素的监测和分析。例如，通过摄像头监测变电站周围的植被覆盖情况，检测是否有异常的污染源。计算机视觉的应用使得机器人能够更直观地获取环境信息，有助于及时发现环境变化带来的问题。第三，数据分析与预测性维护。利用机器学习与人工智能技术，智能巡检机器人可以对环境数据进行分析，预测环境参数的变化趋势，并提前发现潜在的环境问题。例如，通过历史气象数据和环境监测数据，机器人可以预测未来几天的气温、湿度等变化，帮助运维人员提前采取措施，确保设备在不同环境条件下的稳定运行。第四，安全监控。环境监测任务中，智能巡检机器人还能通过安全监

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

控功能来识别潜在的安全风险。利用计算机视觉技术，机器人可以检测变电站周围是否有未经授权的人员进入，是否有不明物体或危险源存在。安全监控的应用使得机器人能够对环境安全状况进行实时监控，提升变电站的安全性。

2.3 安全监控

智能巡检机器人通过融合先进的传感器技术、计算机视觉技术和智能化算法，在安全监控任务中发挥了重要作用。第一，传感器技术的应用。智能巡检机器人配备多种传感器，如红外线传感器、图像传感器、烟雾传感器等，以感知多维度的信息，这些传感器能够检测电力设备的温度变化、烟雾或火焰等异常情况，提供关键的安全监测数据。第二，计算机视觉技术的应用。在安全监控中，计算机视觉技术使智能巡检机器人能够通过摄像头或其他视觉传感器实时监测变电站的安全状况。机器人可以识别未经授权的人员进入、检测危险区域是否有人员滞留，甚至可以通过图像分析判断设备是否存在损坏。第三，机器学习与人工智能技术的应用。智能巡检机器人通过机器学习与人工智能技术，能够从大量的数据中学习设备正常运行的模式，并识别异常情况，例如通过对设备振动、声音等数据的学习，机器人可以判断设备是否存在异常震动或噪音，进而提前预警潜在的故障，这种智能化的监测使得安全监控更具前瞻性和准确性。

3 智能巡检机器人在变电运维中的优势与挑战

3.1 优势

3.1.1 高效性和自动化

智能巡检机器人能够自主感知环境，通过传感器、计算机视觉和机器学习技术高效地获取设备运行状态。相较于传统的人工巡检方式，机器人的自动化和高效性显著减少了巡检的时间和成本，提高了运维效率。

3.1.2 多维度数据采集

配备各种传感器的智能巡检机器人可以同时采集多维度的数据，包括温度、湿度、振动频率等，实现了对设备状态全面、多角度的监测，这样的数据多样性有助于更全面地了解设备的运行状况，提高故障诊断的准确性。

3.1.3 安全性和危险区域探测

通过计算机视觉和传感器技术，智能巡检机器人可以实时监测危险区域，并识别潜在的安全风险。机器人能够在不人为介入的情况下，探测到潜在的危险，提高了运维人员的安全性，降低了潜在事故的发生概率。

3.1.4 数据分析与预测维护

借助机器学习与人工智能技术，智能巡检机器人能够通过历史数据的学习，预测设备寿命、识别潜在故障，并提供智能的维护建议，这种预测性维护可以减少计划外停机时间，提高设备的可靠性。

3.2 挑战

3.2.1 技术难题

智能巡检机器人的核心技术包括传感器技术、计算机视觉技术、机器学习与人工智能技术等，这些技术仍然处于不断发展和改进的阶段。在复杂多变的变电站环境中，机器人需要能够适应各种工况，同时确保高度的准确性和稳定性。因此，技术上需要不断优化和升级，以应对实际工作中的各种挑战。

3.2.2 安全性与可靠性

在变电站这样的敏感场所，安全性是首要考虑的问题。智能巡检机器人在执行任务时需要避免与设备、人员发生碰撞，同时要确保其自身的稳定性和可靠性，以防止对设备和环境造成潜在威胁。对于机器人的设计和制造需要遵循严格的安全标准，以确保其在各种情况下都能够安全可靠地运行。

3.2.3 成本问题

引入智能巡检机器人需要投入相应的资金用于研发、购置、维护和升级。虽然机器人的运行成本相对人力成本可能较低，但初始投资和技术维护仍然是一个考虑的因素。企业需要仔细评估成本效益，确保引入智能巡检机器人是一个经济合理的决策。

3.2.4 人机协同

智能巡检机器人虽然能够自主执行一些任务，但在某些情况下仍需要与人类运维人员进行有效的协同工作。人机协同的模式和流程需要精心设计，确保机器人与人类工作协同无缝衔接，提高整体工作效率。

4 结束语

随着科技的不断进步，智能巡检机器人在变电运维工作中展现出了巨大的潜力。通过结合传感器技术、计算机视觉技术、机器学习与人工智能技术以及自主导航与路径规划技术，智能巡检机器人能够实现设备巡检、环境监测、安全监控和数据分析等多项功能，为提高变电站运维的效率和安全性提供了新的手段。在未来，随着技术的不断突破和创新，智能巡检机器人有望成为变电运维领域的重要助手，为电力系统的稳定运行和安全维护提供更加可靠的支持。

[参考文献]

[1]王雷雷.智能巡检机器人在变电运维中的应用分析[J].电气技术与经济,2023(8):136-137.
[2]苗阳,杨楚.变电运维工作中智能巡检机器人的应用[J].集成电路应用,2021,38(12):120-121.
[3]黄涛.智能巡检机器人在变电站运维工作中的应用[J].光源与照明,2021(4):80-81.
[4]赵俊伟,秦佳鸣,谢杨.变电站智能巡检机器人在运维工作中的应用[J].电力与能源,2020,41(5):579-581.
[5]石易,袁新让,史超,等.探索变电站智能巡检机器人在运维工作中的应用[J].科技创新导报,2019,16(20):112-113.

作者简介：许冬（1995.3—），男，河南郑州人，汉族，研究生学历，中级工程师，就职于国网河南省电力公司郑州供电公司，从事变电站变电运维相关工作。

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

金属矿山高边坡勘查监测常见问题的研究分析

张东生 梁琴琴
山东正元地质资源勘查有限责任公司，山东 济南 250101

[摘要]金属矿山高边坡的勘查监测是确保矿山安全运营的重要环节。然而，在实际应用中，常常面临一系列问题，包括边坡稳定性分析、高边坡开挖方式选择、监测设备的选择与布置、数据处理与分析，以及灾害预警与应急响应等方面存在的挑战。文章通过对以上常见问题的研究分析，并在此基础上提出了一些优化策略，以提高金属矿山高边坡的勘查监测效能。

[关键词]金属矿山；高边坡；勘查监测
DOI：10.33142/sca.v7i1.10912 中图分类号：TD854.6 文献标识码：A

Research and Analysis of Common Problems in the Exploration and Monitoring of High Slopes in Metal Mines

ZHANG Dongsheng, LIANG Qinqin
Shandong Zhengyuan Geological Resources Exploration Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250101, China

Abstract: The exploration and monitoring of high slopes in metal mines is an important link to ensure the safe operation of mines. However, in practical applications, a series of problems are often faced, including slope stability analysis, selection of high slope excavation methods, selection and layout of monitoring equipment, data processing and analysis, as well as challenges in disaster warning and emergency response. The article analyzes the common problems mentioned above and proposes some optimization strategies to improve the exploration and monitoring efficiency of high slopes in metal mines.

Keywords: metal mines; high slopes; exploration and monitoring

引言

金属矿山高边坡的勘查监测是矿山工程中不可忽视的关键环节，直接关系到矿山安全运营和人员生命财产安全。在现代矿业活动中，高边坡常伴随着复杂多变的地质条件和大规模的人工开挖，其稳定性和安全性问题引起了广泛关注。但矿山高边坡的勘查监测面临着多方面的挑战，如地质条件的复杂性，监测设备的选择与布置、数据处理与分析、灾害预警与应急响应等问题都是制约矿山高边坡安全的关键因素。因此，深入研究金属矿山高边坡勘查监测中的常见问题，对于提高矿山安全水平和资源利用效率具有重要意义。基于此，本文通过分析金属矿山高边坡勘查监测常见问题，在此基础上提出优化措施，以实现矿山高边坡的安全稳定，保障环境和人员的安全。

1 金属矿山高边坡勘查监测重要性

1.1 高边坡的稳定性直接关系到矿山的安全生产

在矿山工程中，由于矿体的巨大开挖和人工施工，形成了复杂的地质条件和大规模的高边坡，高边坡如果失稳可能导致坡体滑坡、崩塌等严重事故，危及矿山人员的生命安全，造成巨大的经济损失，对高边坡进行全面、精准的勘查监测，及时发现潜在的稳定性问题，是确保矿山安全运营的关键。

1.2 高边坡的勘查监测对于资源的可持续开发

在矿山开采中，高边坡是直接面对矿体的地质体，其稳定性和开挖方式直接影响到矿石的采集和提取。通过对高边坡进行科学的勘查监测，可以准确评估矿体的地质条件，合理选择开挖方式，提高矿石的采集效率，从而保障了矿山资源的可持续开发和利用。

1.3 高边坡的勘查监测在环境保护方面

矿山工程中的高边坡开挖和施工常常会引起土壤侵蚀、水土流失等环境问题，通过对高边坡进行勘查监测，可以及时发现和评估这些潜在的环境问题，采取相应的环保措施，减少对周围生态环境的不良影响，这有助于实现矿山的可持续发展，符合现代矿业对环境友好的要求。

2 金属矿山高边坡勘查监测常见问题

2.1 缺乏完整的边坡稳定性分析

金属矿山高边坡勘查监测中普遍存在的问题是缺乏完整的边坡稳定性分析。这一问题可能涉及到多个方面，其中包括对边坡稳定性影响因素的不全面考虑、分析手段的单一性，以及数据收集与分析过程中的局限性。首先，缺乏全面考虑可能导致对边坡稳定性影响因素的遗漏，高边坡的稳定性不仅受地质结构、岩性等固有因素影响，还受到地下水位变化、降雨等环境因素的影响。然而，在进行稳定性分析时，偏重于考虑地质因素，而忽略了环境因素对边坡的影响，导致分析结果不够全面、准确。其次，分析手段单一也是问题，在边坡稳定性分析中，通常采用的方法有极限平衡法、有限元分析等。然而，过于依赖某

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

一种方法，而未能采用多种手段相互验证，或者未能结合实地勘察和监测数据进行综合分析，造成对边坡稳定性情况的全面理解不足。最后，数据收集与分析过程中的局限性也可能影响了稳定性分析的完整性，如果监测设备不全面、监测频率不够高或者数据处理不及时，会导致数据的不完整或缺失，分析人员无法获得足够的数据来支持全面的边坡稳定性分析，从而造成了分析的不完整性。

2.2 高边坡开挖方式选择单一

金属矿山高边坡勘查监测中高边坡开挖方式选择单一。在矿山工程中，高边坡的开挖方式选择直接影响着矿山工程的安全性和效率。然而，许多矿山存在着对于开挖方式选择的单一性，即过度依赖某一种开挖方法而忽略了多样化选择的优势。首先，不同的矿山地质条件和边坡形态可能适合不同的开挖方式，比如爆破法、机械挖掘、平台阶梯式开挖等。然而，如果一味选择某一种方式，就会忽略了其他方式在特定情况下的优势，可能导致效率低下或者安全风险增加。其次，有些开挖方式可能在某些地质条件下更容易导致边坡的松动、位移等问题，如果只依赖某一种开挖方式，就可能无法充分考虑到这些潜在的风险，增加了边坡稳定性问题的可能性。最后，单一开挖方式也可能限制了工程的灵活性和应变能力，面对不同地质条件或者突发情况，如果只有单一的开挖方式，就难以及时调整应对策略，从而可能延误工程进度或者增加工程风险。

2.3 监测设备的选择与布置

监测设备是确保高边坡稳定性和安全性的关键工具，然而，一些矿山在设备选择和布置方面存在不足，可能影响对边坡状态的准确监测和分析。首先，在监测设备的选择上，一些矿山可能倾向于选择成本较低的设备，而忽略了设备的准确性和灵敏度，低质量或不适用于具体地质条件的设备可能无法提供准确的监测数据，从而影响对边坡稳定性的判断，合适的监测设备应该根据具体的地质情况和监测目的来选择，以确保获得可靠的数据。其次，监测设备的布置应考虑到边坡的整体形态、潜在的变化区域以及可能的影响因素，以确保监测覆盖面广、布置合理。然而，一些矿山可能没有充分考虑到这些因素，导致监测设备未能覆盖到潜在的问题区域，或者在关键位置缺乏监测点，使得对边坡状态的全面监测受到限制。最后，如果监测设备长期未经定期维护或者校准，可能导致设备故障或者数据不准确，设备的稳定性和可靠性对于实时监测至关重要，而忽略了设备的维护可能会导致误判边坡状态，增加安全风险。

2.4 数据处理与分析不当

在金属矿山高边坡勘查监测中，数据处理与分析不当是常见而严重的问题，涉及到数据采集、处理、分析的多个环节，对于确保高边坡的稳定性和安全性至关重要。首先，一些矿山可能使用不准确、不稳定的监测设备，导致采集到的数据存在噪音或误差。此外，监测频率可能不足，未能捕捉到边坡状态的实时变化，这样的数据不仅影响对边坡稳定性的准确评估，还可能导致对潜在风险的漏检。其次，在采集到的监测数据中，包含了大量的信息，但如果缺乏有效的处理手段，就难以从中提取出有用的信息。对于大规模的监测数据，缺乏合适的数据处理工具和算法可能导致信息的混淆，使得分析结果失真。最后，部分矿山可能过于依赖单一的分析方法，未能采用多种手段相互验证，或者未能结合实地监测数据进行综合分析，这样可能导致对高边坡状态的全面理解不足，从而影响对潜在风险的判断。

2.5 缺乏灾害预警与应急响应

缺乏灾害预警与应急响应机制是金属矿山高边坡勘查监测中存在的严重问题。在矿山工程中，高边坡的稳定性直接关系到安全生产和人员的安全，然而，许多矿山仍然面临缺乏足够健全的灾害预警与应急响应体系的情况。首先，缺乏有效的灾害预警机制导致无法及时察觉潜在的边坡灾害。在缺乏专业监测系统或监测数据分析不足的情况下，可能无法发现位移、倾角等监测指标的异常变化，这意味着潜在的危险可能在未被察觉的情况下逐渐升级，增加了边坡灾害发生的风险。其次，缺乏应急响应机制使得在灾害发生后无法迅速、有序地采取紧急措施，没有明确的应急预案和培训，矿山人员可能无法迅速做出正确的决策，导致救援和保护措施的延误，这种情况可能导致人员伤亡、财产损失等严重后果。最后，缺乏与外部救援机构的合作与沟通也是一个问题。在灾害发生时，矿山往往需要外部支援，然而，如果没有建立良好的合作关系和通讯渠道，这种支援可能无法及时到位，进一步加大了灾害应对的难度。

3 金属矿山高边坡勘查监测优化策略研究

3.1 引入先进的勘查技术

传统的勘查技术在获取地质信息和边坡稳定性方面存在一些局限性，因此引入先进的技术可以提高勘查的准确性和效率。先进的勘查技术包括但不限于激光扫描雷达技术（LiDAR）、卫星遥感技术、无人机航拍技术等。激光扫描雷达技术能够高精度地获取地表形态和变形信息，为边坡变化提供全面而精准的数据；卫星遥感技术通过卫星图像可以对矿山整体进行监测，特别是对于大范围的高边坡，其全局性的观测能力为监测提供了全景视野；无人机航拍技术可以灵活地获取高分辨率的影像和三维模型，对于边坡的微观结构和局部变化进行详细观测。上述先进的勘查技术可以实现对边坡的高精度、高分辨率监测，有助于更全面地了解边坡的地质特征、变形情况以及潜在的危险因素。

3.2 多因素综合考虑开挖方式

金属矿山高边坡的开挖涉及到多个因素，其中选择合

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

适的开挖方式是一项至关重要的任务，这需要在多因素的综合考虑下进行，以确保在开挖过程中兼顾安全、效率和环境保护等各方面的需求。首先，工程要求是选择开挖方式时的首要考虑因素。不同的工程项目对边坡开挖的要求各异，关注的重点包括施工速度、工程质量、成本控制等。在紧急工程中，更注重迅速完成开挖，而在注重质量和稳定性的项目中，需要更为谨慎选择。其次，不同地质条件可能要求不同的工程方法，在硬岩层，采用爆破法可能更为合适，而在土质或软岩层，机械挖掘可能更为有效，详细的地质勘查和分析可以帮助确定地层性质、裂隙情况和可能的地质风险，从而指导选择最适合的开挖方式，减少地质灾害的风险。最后，实际可行性和成本效益也是开挖方式选择的考虑因素，选择一种开挖方式应综合考虑施工难度、设备可获得性、维护成本等方面，确保所选方式既满足工程要求，又是经济合理的选择。

3.3 优化监测设备的选择与布置

在金属矿山高边坡的勘查监测中，优化监测设备的选择与布置是关键的策略，对确保边坡稳定性和预防潜在风险至关重要，这需要充分考虑监测设备的精度、覆盖范围、实时性以及布设方案等多个因素。首先，选择监测设备时应考虑其精度和准确性，不同类型的监测设备在测量精度上有所不同，如激光扫描雷达、全站仪、位移传感器等。根据具体的监测需求和工程特点，选择适当精度的设备，以确保获得可靠的监测数据，精准的监测数据对于及时发现潜在问题、评估边坡稳定性具有关键作用。其次，监测设备应能够覆盖整个高边坡区域，并能够实时监测边坡的变化。这有助于及时识别变形迹象，采取预防性措施，降低潜在风险，实时监测也有助于对边坡状况的动态把握，为及时决策提供支持。最后，定期的设备维护和校准也是确保监测数据准确性的重要步骤，监测设备需要定期检查，保证其正常运行并调整校准参数，以防止误差的积累。

3.4 加强数据处理与分析手段

加强数据处理与分析手段有助于更有效地利用监测数据，提高预警和决策的精准性。首先，建立完善的数据收集系统，包括整合不同类型的监测设备和传感器所收集的数据，并确保数据的准确性和实时性，数据收集系统的建立需要考虑数据格式、传输方式和存储容量等因素，以确保各类数据可以有效地被记录和储存。其次，针对大量数据的处理和管理，需要运用先进的数据处理工具和技术，机器学习、人工智能和数据挖掘等技术可以帮助加快数据处理速度，并从海量数据中识别出潜在的模式和规律。最后，开发专门的数据可视化工具，可视化工具能够将数据以图形化、可理解的形式展现出来，使得数据更易于被理解和利用。

3.5 完善灾害预警与应急响应机制

完善灾害预警与应急响应机制提高对潜在灾害的预警和紧急响应能力，确保人员和财产的安全。首先，建立全面的灾害预警系统，该系统应整合多源监测数据，包括地质监测、位移传感器、气象监测等，以全面了解边坡的变化情况。通过实时数据监测和分析，系统能够及时发现异常情况，提前预警潜在的边坡灾害。其次，建立应急响应机制，包括明确的责任分工和紧急行动计划，明确责任分工可以确保在紧急情况下有序协作，提高应对突发事件的效率。行动计划应涵盖从灾害发生到应急响应的全过程，包括疏散方案、物资准备、通信联络等。最后，应建立与相关部门的信息共享机制，促进信息的流通和协同应对，与地方政府、救援机构等建立密切联系，形成多方合作的应急体系。这种紧密的合作关系有助于资源的共享，提高应对灾害的整体能力。

公司自研金属矿山高边坡安全监测系统，集各种监测设备集成展示，实现数据实时处理、查询、实时预警一体化展示。

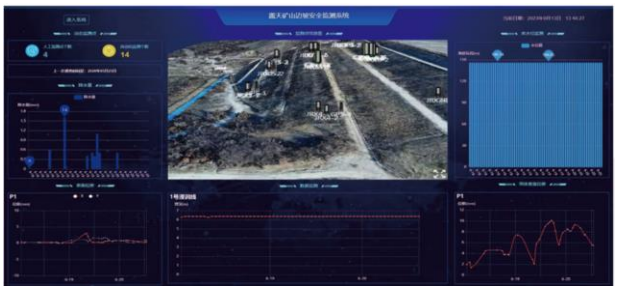


图 1　金属矿山高边坡检测管理系统

4 结束语

金属矿山高边坡的勘查监测是矿山安全管理的重要组成部分，通过对边坡稳定性分析、高边坡开挖方式选择、监测设备选择与布置、数据处理与分析，以及灾害预警与应急响应等问题的研究，本文提出了引入先进技术、多因素综合考虑开挖方式、优化监测设备选择与布置、加强数据处理与分析手段，以及完善灾害预警与应急响应机制，有助于提高金属矿山高边坡的勘查监测效能，确保矿山的安全运营。

[参考文献]

[1]赵燕珍，芦杰.综合物探法在金属矿山边坡勘查中的应用[J].中国金属通报，2023(5)：104-106.
[2]钟文.金属矿山边坡勘察常见问题分析[J].中国金属通报，2023(3)：103-106.
[3]陈家鹏.露天金属矿山边坡稳定性的影响探析[J].中国金属通报，2023(1)：219-221.
[4]傅圣涛，梁玉红，程子华.矿山边坡地质勘查及地质灾害治理研究[J].内蒙古煤炭经济，2022(17)：175-177.
[5]涂金地.露天金属矿山边坡稳定性的影响研究[J].世界有色金属，2021(3)：188-189.

作者简介：张东生（1980.12—），男，工程师，学历：本科，专业方向水工环灾。

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

矿山测量中全站仪测量技术的应用探究

白艳伟
陕西南梁矿业有限公司，陕西 榆林 719000

[摘要]随着矿山工程的不断发展和现代科技的快速进步，精准测量技术在矿山领域的应用日益成为确保工程安全、提高效率的重要手段。在众多测量技术中，全站仪以其高精度、高效率的特点在矿山测量工作中扮演着关键的角色。全站仪不仅能够提供三维坐标的精准测量，还具备快速移站、自动调平等先进功能使其在矿山工程的规划、设计、施工和监测等方面发挥着独特的优势。

[关键词]全站仪；矿山测量；测量技术；煤矿；施工放样
DOI：10.33142/sca.v7i1.10926　　中图分类号：P228.4　　文献标识码：A

Exploration on the Application of Total Station Measurement Technology in Mining Surveying

BAI Yanwei
Shaanxi Nanliang Mining Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract: With the continuous development of mining engineering and the rapid progress of modern technology, the application of precision measurement technology in the mining field has become an important means to ensure engineering safety and improve efficiency. Among many measurement technologies, total stations play a key role in mining surveying work due to their high accuracy and efficiency. The total station not only provides accurate measurement of three-dimensional coordinates, but also has advanced functions such as rapid station movement and automatic leveling, making it play a unique advantage in the planning, design, construction, and monitoring of mining engineering.

Keywords: total station; mine surveying; measurement technology; coal mines; construction layout

引言

矿山作为资源开发的重要领域，其工程建设涉及到大量的测量工作。传统的测量方法存在效率低、精度不高等问题，而全站仪作为一种先进的测量工具，通过激光技术、自动化控制等先进技术的应用，能够快速准确地获取矿山地区的地形、结构和变形等关键信息，对于矿山工程的规划、设计、施工和安全监测具有重要意义。

1 全站仪测量技术概述

全站仪测量技术是一种高精度的测量工具，广泛应用于矿山测量领域。该技术整合了测距、测角和测高等多功能，具有高度自动化和高精度的特点。在全站仪测量中其工作原理基于三角测量和高程测量原理，通过测量目标点到全站仪的水平角、垂直角和斜距，精准计算目标点的坐标位置，使得全站仪不仅适用于开放式空间的测量也可应对复杂矿山地形具备较强的适用性。其先进的自动调平和快速移站功能，使测量人员能够高效完成测量任务，大大提高了测绘工作的质量和效率。

2 全站仪测量技术在矿山测量中的应用要点

2.1 仪器选型

仪器选型在矿山测量中具有决定性的影响，直接关系到测量结果的准确性和工作效率。根据具体任务需求明确测量范围、精度和环境条件，以确保选用的全站仪能够满足项目的实际要求。关键在于选择适宜的全站仪型号，兼顾精度和功能。高精度的全站仪能够满足精细工程测量的需求而功能全面的仪器则能提升工作效率[1]。综合考虑技术参数、性能特点和价格等因素，选择最适合项目需求的全站仪。同时与厂家和供应商保持密切联系了解最新的仪器技术和更新换代情况，以确保选用的仪器始终保持在行业领先水平，为矿山测量工作提供可靠支持。

2.2 完善测量方法

完善的测量方法是确保矿山测量准确性和效率的关键。根据具体任务特点选择合适的测量方式，如三角测量、交会测量等结合全站仪的特性进行灵活组合。建议在测量前对测区进行仔细勘察了解地形、地貌，制定科学合理的测量计划。确保测量过程中的标志物清晰可见，以提高目标点的锁定效率。在目标点测量时，通过正确的仪器校准和标定，确保测量结果的准确性，在进行长距离或者高精度测量时，可以采用反射棱镜等辅助设备，提高目标点的识别精度，在测量过程中采用实时差分 GPS 技术，通过引入卫星定位信息，提高坐标测量的精度。在测量过程中，遵循规范化测量程序确保每一步骤的操作符合标准。定期检查全站仪的仪器误差，并进行校准，以保持仪器的正常工作状态。

2.3 掌握关键环节操作方法

在锁定目标点时要确保全站仪与目标点之间的视线

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

畅通，同时保持仪器的水平，以避免角度和距离测量的误差。在目标点距离较远或地形复杂的情况下，可以利用全站仪的高精度望远镜和测距功能来提高目标点的准确识别。在每次测量前，应进行水平和垂直方向的校准，以确保全站仪处于良好的工作状态[2]。熟练掌握全站仪的自动调平功能，能够在不平坦的地形上实现仪器的迅速调平，提高测量的稳定性。在实际操作中，快速移站技术是提高测量效率的关键。测量人员应熟练掌握全站仪的快速定位和自动对准功能，以最小化移站时间，快速完成多个目标点的测量任务。

2.4 快速移站

在矿山测量中，快速移站技术是提高工作效率的关键要素。快速移站的实质在于迅速而准确地将全站仪从一个位置移至另一个位置，以完成多个目标点的测量任务。为达到这一目标，需要熟练掌握全站仪的定位和导向功能通过使用全站仪自带的导航仪或激光引导系统，测量人员可以更迅速地找到下一个目标点的位置[3]。在快速移站过程中，采用快速定位方法是至关重要的，包括使用全站仪自动寻找先前测定点的方法，以便快速定位到目标，合理设置全站仪的追踪模式和锁定功能，确保全站仪能够快速而准确地对准目标点。为提高移站的效率，建议在移动前进行周围环境的勘察，了解地形和障碍物的分布，以避免在移站过程中出现不必要的延误。合理规划目标点的布设顺序有助于减少移站的次数，提高工作效率。

2.5 自动调平

在矿山测量中，自动调平技术是全站仪操作的一项重要功能，它对测量结果的准确性和效率起到关键作用。自动调平的基本原理是通过仪器内部的水平传感器和电子系统，实现全站仪在不平坦地形中的水平自动调整，确保仪器相对于水平面的正确姿态。手动调平是一项繁琐而耗时的任务，容易受到地形和操作者技能水平的影响。而自动调平技术能够在测量开始前或移站过程中，迅速完成水平调整，省去了手动调平的步骤，提高了操作的便捷性。在不平坦的地形中，手动调平容易受到操作者主观因素的干扰，导致仪器的姿态误差。而自动调平技术能够通过精确的传感器和实时反馈系统，自动检测并校正仪器的水平状态，有效减小了测量误差，提高了数据的可靠性。在频繁移动全站仪进行测量任务时，自动调平功能能够更迅速地适应新的地形，减少移站的准备时间，提高了测量效率，对于矿山测量工作中的多点测量任务具有显著的优势。总之，自动调平技术在矿山测量中的应用，不仅提高了操作的便捷性和效率，更确保了测量数据的高精度和准确性。

2.6 消除测量误差

在矿山测量中，消除测量误差是确保数据准确性的至关重要的步骤。测量误差由多种因素引起，包括仪器本身的误差、环境条件的变化、人为操作不当等。通过定期检查全站仪的水平、垂直仪器误差，并进行合理的校准，可以保证仪器始终在最佳工作状态，减小仪器本身引入的误差。在恶劣天气条件下进行测量容易引起误差，因此在不利的气象条件下，应采取相应的防护措施，例如遮挡阳光、防雨措施等，以降低环境因素对测量的干扰。测量人员需要接受专业培训，熟练掌握测量仪器的正确使用方法，严格按照操作规程进行测量。此外，尽量采用自动化的测量方法，减少人为干预，降低误差发生的可能性[4]。采用先进的数据处理软件，进行差分校正、平差计算等步骤，可以有效减小测量误差。及时对测量数据进行质量检查和验证，发现并修正可能存在的误差。通过以上措施，可以最大程度地消除或减小在矿山测量中可能产生的误差，确保测量数据的精确性和可靠性，对于确保矿山工程设计、施工等环节的顺利进行具有重要的意义。

3 具体应用

3.1 井下测量

全站仪在井下巷道的测量中发挥了重要作用。通过高精度的角度和距离测量，全站仪可以准确获取巷道的尺寸、坡度等关键参数，为井下空间的规划和设计提供了准确的地理信息基础。这种测量数据不仅用于巷道的几何构建，还为后续的矿井设计、地质勘探等工作提供了基础数据。通过设置全站仪的监测点，可以实时监测矿柱、支架等结构的变形情况。这有助于工程人员及时发现和评估岩层的变动，确保矿井工作面的安全稳定。全站仪还可用于测量矿井巷道的挖掘面进度，提高对工程进展的实时掌握。全站仪在矿山井下测量中的应用为工程规划、安全监测等提供了强有力的支持。其高精度、高效率的测量能力有助于提升矿山工程的质量和安全水平。

3.2 井上测量

全站仪可用于测量和定位矿山井上区域的各类基础设施，包括道路、巷道、平台等，为矿山的规划和工程建设提供了详尽的地形地貌数据。这些数据对于矿山的布局设计、交通规划等具有决定性的作用。在井上区域，全站仪的应用还延伸到设备的精确定位和监测领域。通过全站仪测量大型机械和设备的位置和姿态，矿山管理者能够实时掌握设备的状态，优化运营效率确保设备的安全运行。此外，全站仪在井上区域也可用于进行矿场内部设施的体积测算对矿石储量进行精准评估为生产计划和资源管理提供有力的支持。除了对基础设施和设备的测量，全站仪还在井上区域广泛用于采矿过程中的监测。通过对爆破效应、巷道稳定性等方面的测量和监测优化爆破设计，提高采矿效率同时保障矿山安全运营。总之，全站仪在矿山的井上测量中通过其高精度、高效率的测量功能，为矿山工程的规划、运营管理等提供了不可或缺的技术支持。

3.3 岩体稳定性监测

岩体稳定性监测是矿山工程中至关重要的一项任务，

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

而全站仪在这方面发挥了关键的作用。全站仪通过其高精度的测量和监测功能，为岩体的形变、位移和裂缝等状况提供实时、准确的数据，为矿山工程的安全运行和规划提供了科学依据。全站仪可用于设置岩体监测点，通过对这些点进行定期的高精度测量，实现对岩体位移的精确监测。通过监测岩体的水平和垂直位移，工程人员可以及时发现岩体的不稳定迹象，采取必要的安全措施，确保矿山工程的稳定性。通过在关键位置设置监测点，全站仪能够精确测量岩体表面的形变，提供对裂缝发展和岩体变形的详细了解。这有助于工程人员更好地评估岩体的稳定性，制定相应的支护和治理方案，以防范潜在的岩体崩塌风险。另外，全站仪可用于监测岩体的振动和震动效应，尤其在爆破作业后。通过对振动数据的实时监测，可以及时评估岩体对爆破的响应，优化爆破设计，减小对周边环境和结构的影响。全站仪在岩体稳定性监测中以其高精度和全方位的测量能力，为矿山工程提供了有效的手段，保障了岩体稳定性的监测和管理，确保了矿山工程的安全进行。

4 注意事项

4.1 保证工程放样质量

保证工程放样质量是全站仪在矿山测量中的一项重要任务。通过其高精度的测量功能，确保了工程中各个关键点的准确定位。在实际工程中工程放样涉及到各种要素，包括基础设施、建筑结构等，而全站仪通过高精度的角度和距离测量，能够提供准确的三维坐标信息，确保工程设计的精准还原和实施。全站仪的自动调平功能对于工程放样至关重要。在不同的地形和工地条件下，全站仪能够迅速自动调整水平，确保仪器相对于水平面的正确姿态。这一功能大大简化了测量操作流程，提高了放样的准确性，特别是在不平坦或崎岖的地形中，通过仔细检查仪器的精度、灵敏度等参数，可以及时发现并纠正仪器的误差，确保测量结果的可靠性。

4.2 确保测量参数设置合理

确保测量参数设置合理是矿山测量工作中的关键环节，而全站仪作为测量设备的核心，其参数设置的合理性直接关系到测量结果的准确性和可靠性。合理设置全站仪的测量精度和角度分辨率，根据具体测量任务的需求选择适当的精度水平。高精度要求的任务需要设置较高的测量精度，而对于一些一般性的测量可以适度减小精度以提高测量效率。合理选择全站仪的测量模式。全站仪通常支持多种测量模式，包括快速测量、追踪测量、高精度测量等。根据实际测量任务的性质，选择适当的测量模式。例如，在需要快速移站和大面积测量的情况下，可以选择快速测量模式，而在对精度要求较高的测量任务中，则应选择高精度测量模式。对于特殊环境和地形，合理设置全站仪的补偿和自动调平参数也是至关重要的。在不平坦或者有较大坡度的地形中，调整全站仪的自动调平灵敏度，确保在各种复杂环境下都能够迅速而准确地完成水平调整。同时，在强光、强风等恶劣气候条件下，及时调整全站仪的补偿参数，确保测量数据的稳定性和可靠性。合理设置全站仪的数据采集参数，包括采样频率、数据存储格式等。在高频率采样和大数据量存储不是必要的情况下，适度降低采样频率和数据存储量，有助于提高仪器的响应速度和延长电池寿命。通过以上合理设置全站仪的测量参数，能够更好地适应不同的测量任务需求，提高测量的效率和准确性。

4.3 环境适应性优势

矿山作业场所往往面临着多变而恶劣的自然环境，包括高温、低温、高湿、强光、雨雪等极端气候条件。在恶劣气候条件下，全站仪的外壳采用耐高温、耐低温、防水防尘等特殊材质制造，使其能够稳定工作在高温或低温的环境中，而且能够抵御潮湿和灰尘的侵害。在光照强烈的环境中，全站仪通过采用先进的激光技术和抗强光设计，有效应对强光的干扰，确保在阳光直射下仍能够精准测量。同时，其智能化的自动调平功能保障了仪器在崎岖不平的地形中的稳定运行，从而保证了测量数据的准确性。全站仪在雨雪等极端天气下也具备出色的适应性。全站仪在矿山测量中的环境适应性优势，不仅提高了设备在复杂自然条件下的稳定性和可靠性，也为矿山工程在多变的环境中提供了坚实的技术支持。

5 结束语

在矿山测量工作中，全站仪作为一项先进的测量技术，为工程规划、施工实施以及安全管理提供了重要的技术支持。通过对全站仪测量技术概述的了解，我们深刻认识到其在矿山测量中的多方面应用。从仪器选型、完善测量方法到掌握关键操作环节，再到快速移站、自动调平和消除测量误差等关键技术要点的应用探究，全站仪以其高精度、高效率的特点，为矿山工程提供了可靠的测量数据和精准的空间信息。总之，全站仪的广泛应用不仅提升了矿山测量工作的水平，也推动了整个矿山工程领域的科技发展，为矿山工程的可持续发展和安全运营提供坚实的技术基础。

[参考文献]

[1]孙永平.全站仪三脚架法测量工艺在矿山测量中的应用分析[J].能源技术与管理,2021,46(3):156-157.
[2]崔敏敏.全站仪及贯通误差预计在矿山测量中的应用[J].山西冶金,2022,45(2):285-286.
[3]姚加宁,陈佳春.浅谈免棱镜全站仪在矿山地形测量中的应用[J].西部探矿工程,2022,34(7):137-139.
[4]路明远.免棱镜全站仪测量技术在建筑工程施工测量中的应用效果分析[J].建筑机械,2023(10):126-131.

作者简介：白艳伟（1989.9—），男，毕业院校：平顶山工业职业技术学院，学历：专科，所学专业：矿山测量，当前就职单位：陕西南梁矿业公司有限公司，职务：地测副总工程师，职称级别：中级工程师。

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

基于“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取的闸片关特工序管控提升

蒋宇锋 黄志光 潘勤涛
常州中车铁马科技实业有限公司，江苏 常州 213011

[摘要]闸片产品发展迅速，随着产能的增加，客户要求的提升，发生过多起客户投诉事件，严重影响客户对闸片产品的满意度。如何控制产品质量，是闸片生产的首要任务，也是管理压力所在。为了做到这一点。基于“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取的闸片关特工序管控，也就是要求以优异的质量管控手段输出最优的产品，向客户提供最好的产品。
[关键词]三对三查；经验萃取；质量提升
DOI：10.33142/sca.v7i1.10933 中图分类号：F253.3 文献标识码：A

Improvement of Gate Closing Process Control Based on the "Three Checking and Three Inspection" Quality Control Model and On-site Experience Extraction

JIANG Yufeng, HUANG Zhiguang, PAN Qintao
CRRC Changzhou Tech-Mark Industrial Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213011, China

Abstract: The development of brake pad products is rapid. With the increase of production capacity and the improvement of customer requirements, there have been many customer complaints, seriously affecting customer satisfaction with brake pad products. How to control product quality is the primary task of brake pad production and also the source of management pressure. To achieve this. Based on the "three checking and three inspection" quality control model and on-site experience extraction, the gate closing process control requires excellent quality control measures to output the best products and provide customers with the best products.
Keywords: three checking and three inspection; experience extraction; quality improvement

1 项目实施背景

闸片属于轨道交通板块高风险零部件，铁马公司生产的闸片既有量产十几年的 2A 闸片，又有近几年形成批量的 DC-31、DC-32、DC-70 型闸片，以及处于试制的 DC-41 型等闸片新品。闸片班组的混粉、压制、烧结、组装工序均为特殊过程/关键工序，对人员、设备、操作方法的要求较高。回顾过往，闸片产品发展迅速，随着产能的增加，客户要求的提升，发生过多起客户投诉事件，严重影响客户对闸片产品的满意度。闸片生产中的质量管控还存在以下问题：

1.1 产品成熟度不一，管理方式一定程度上滞后于产业发展需求

闸片班组存在着同时对十几年的老产品、近几年形成批量和处于试制阶段的闸片混合生产的情况。质量和技术人员定期对生产现场进行纪律检查，过程中对工艺成熟度的辨识较弱，更多的是不同阶段的产品统一对待，该管理方式在一定程度上滞后于目前不同阶段的闸片混合生产的需求。

1.2 职能管理边界明显，难以形成合力凸显组织管理成效

在管理层级方面，各相关部门按各自的计划进行检查和执行闭环。各部门因专业领域的不同，所掌握的强项也不同，而在检查活动中始终凸显各自的强项。部门间对质量管控的联动，对生产现场的质量管控稍有不足，存在一定职能管理边界，导致一线隐形隐患不易被发掘。

1.3 作业指导类文件还存在一定的弱势，不利于全面管理和过程提升

自动化产线在近期集中上马，生产工艺处于集中优化升级阶段，总结提炼与现场经验结合不足，对设备的一些调试技巧和参数设定、异常处置等方面没有明确的作业指导，导致设备操作、工序控制的关键技巧和经验集中在少数关键带头人的小范围内，不利于全面管理和过程提升。

2 内涵和做法

闸片产品既要保证每年近 10 万片的产能，又要满足各种质量要求，输出合格的产品。如何控制产品质量，是闸片生产的首要任务，也是管理压力所在。为了做到这一点。基于“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取的闸片关特工序管控，也就是要求以优异的质量管控手段输出最优的产品，向客户提供最好的产品。

“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取的闸片关特工序管控体系主要以作业标准、标准作业和闭环管理三项内容为闸片关特工序管控的基础。通过回归班组现场、产线融合的重点突破和全员参与问题查找三个层次，运用三对三查的手段检查闭环问题，通过 PDCA 法则将工作经验进行萃取，形成设备操作指导书、常见问题处置规范和基于PFMEA工序风险分级管控三结合的生产质量管控体系。实现各工序高质量管理，闸片高品质输出，产业市场大突破。

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

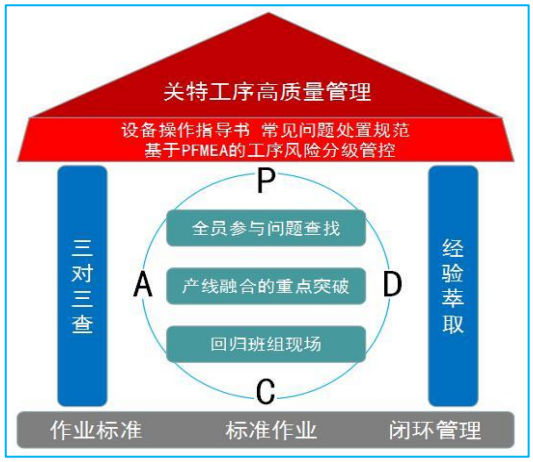


图1 基于“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取的闸片关特工序管控体系结构图

2.1 建立复合型工作团队，开展项目攻关

组织一支精干队伍加入闸片生产现场管理中，迅速提升闸片现场质量保障能力。通过技管人员和现场班组的有机结合和有效共融，切实提升、加强闸片班组在生产组织、班组建设、异常管理、设备管理等各个方面的效率、效果；同时迅速地拓宽管理层和闸片现场的信息沟通渠道，强化交织程度，提升管理的精准度和敏捷度。

通过技管人员在闸片车间，培养一批懂技术、懂生产、懂质量的高素质管理人才，大大提升闸片车间生产管理穿透力；通过对闸片生产全工艺流程和管理规范的梳理、改进，系统提升作业流程和管理流程的标准化、规范化、合理化；通过问题查找和解决，塑造、强化制造部全员“打破砂锅问到底”的较真意识和钉子精神。同时对改善工作进行系统提炼，对标体系文件，优化全生产要素的管理方法，建立敏捷、精准的管理机制，进一步提升闸片车间生产过程保障能力，有力提升闸片产品质量。

2.2 “三对三查”的现场应用-----“三全大检查”，夯实管控基础

班组现场是产品开发和生产的场所，是直接创造效益环节，也是一切问题萌芽的发源地。俗话说“百闻不如一见”，班组现场能提供第一手资料，只有到班组现场去做深入细致的调查，才能准确了解现场准确的动态，管理决策才能做到有的放矢。

回归班组现场是“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取关特工序管控体系的第一层次，回归班组现场构建了以质量管理工程师和技术工程师为主体的团队，各自制定检查计划，对关键工序各工位进行对规程、对图纸、对标准、查管理、查工艺、查纠正预防措施的落实的“三对三查”工作，各相关责任人进行闭环，通过检查程序，检查方在对问题现象闭环情况进行审核，检查中涉及管理、操作等方面的措施通过标准作业指导书等管理文件输出。然后再进行下一阶段的检查，以 PDCA 法则的形式对工位深挖隐患，过程中不断的将被查者的经验进行萃取，进而得到沉淀，使管理标准得到逐步提升。

2.3 产线操作与生产工艺的深度融合，完成现场经验萃取

产线融合的重点突破是“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取关特工序管控体系的第二层次。产线融合是指导入自动化、智能化生产线，将重点、难点问题与产线建设融合，通过防错防呆措施、电子化作业指导书、信息化的过程质量追溯系统等途径，实现“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取关特工序管控体系标准化，网络化、持久化。

不同于基于工位的检查单元，产线融合以关键工序、自动化产线为单位的检查模式。检查时将质量工程师和技术工程师进行组合，再加上各工序的一线员工，形成“技术＋技能”的检查团队，对各关键工序进行检查。检查方式还是依托“三对三查”形式，以 PDCA 法则的形式对工位深挖隐患，过程中不断的将被查者的经验进行萃取，进而得到沉淀，使管理标准得到逐步提升。同时，“三对三查”借助自动化产线的设计实施过程，将事后检查转化为前期预防，让质量缺陷不被接收，让质量风险不被流转，让“三对三查”成果经验标准化、网络化、持久化。

2.4 PFMEA 回归班组现场，落地分级管控

全员参与问题查找是“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取关特工序管控体系的第三层次。即为在回归班组现场、产线融合的重点突破基础上再组织生产、采购工程师和他产品技能人员的全员参与检查、互查的检查模式，实现质量管理无死角。通过由公司领导、制造部部门经理、全体技管人员和班组长组成的覆盖各层级的团队，围绕生产全过程，以“学、管、服”为宗旨，深入生产现场，以产品为工作单元，发掘生产过程各要素管理中存在的问题并实施改善，凝练、完善标准化的作业规范和管理流程，并且在生产现场建立起对产品各项分解指标全面负责的工作团队，提升现场管理穿透力，营造出扎根现场、服务现场、争优创先的工作氛围，进一步提升全员的质量意识和较真意识。

探索和践行一条与现有条线管理并行的“产品责任制”管理模式：即以产品为管理单元，承担部门分解指标，由技管人员和班组现场组成工作团队，直接对指标负责，完成从“管出指标”到“干出指标”的转变，切实提升、强化各项管理工作在生产现场落地的效率、效果。

2.5 形成持续改进机制形成立足于标准作业文件和工序 PFMEA 的持续改善机制

通过回归班组现场、产线融合的重点突破和全员参与问题查找三个不同层次的经验萃取，对现有条线进行产品责任制的管理模式，过程遵循 PDCA 法则的同时，不断的将经验进行萃取，公司现有标准作业指导书、产品检验指导书得到的完善。还创新地制定设备操作指导书，该作业

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

指导书主要将技能人员对设备的操作经验与设备参数等进行提炼，弥补了现有标准作业指导书对设备操作方面指导不足。操作手册通过使用并优化定型，最终在闸片生产过程中进行普及运用。使现场作业文件形成“工艺+质量+操作”的全方位指导，确保产品高质量输出。

虽然今年初闸片的生产，面对前所未有的质量问题挑战，但随着该项目的逐步开展，闸片质量控制也随之得到加强，“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取的闸片关特工序管控主要以目视化、标准化和全员参与为闸片关特工序管控的实施基础。通过回归班组现场、产线融合的重点突破和全员参与问题查找三个层次，运用三对三查的手段检查发现问题，通过 PDCA 法则将工作经验进行萃取，形成设备操作指导书、标准作业指导书和产品检验指导书三结合的生产质量管控体系得到了行之有效的验证，也将该体系进行生化，在现场实行“关于开展以闸片为先导的生产过程‘产品责任制’改进提升专项工作的通知”的活动，闸片生产得到高质量发展。

3 实施效果

（1）拓展性地将“三对三查”理念应用于生产过程各要素的验证、梳理和改进

三对三查是铁路产品监造部门对轨道交通板块企业监督管控的重要抓手，也是戚墅堰所提升产品过程质量保证能力和产品实物质量的重要抓手，其核心就是通过对技术源头、实施过程、问题闭环三个方面的查对，发现问题，解决问题，固化提升，形成 PDCA 循环。

本项目针对闸片产品谱系多、工艺流程长、高精尖设备多、关特工序多、工艺复杂的特点，采用三对三查的理念，结合公司“三全大检查”工作，系统梳理了闸片产品从作业标准、设备操作、记录管理、人员管理等各方面的问题，形成了核查清单，共计梳理问题 86 项，其中作业标准问题 36 项；从作业标准、记录管理等方面作了全面改进。

（2）自动化产线与生产工艺的深度融合，通过经验萃取，打造标准化、敏捷化的现场作业

自动化产线与生产工艺的深度融合，通过防错防呆措施、电子化作业指导书、信息化的过程质量追溯系统等途径，将工位操作、工序操作、产线操作标准化，实现“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取关特工序管控体系标准化，网络化、持久化。

同时，通过经验萃方法，将产线建设、标准作业等经验萃取成可共享、传承的经验，加快“一人三岗，一岗三人”的人才培养步伐，使生产现场人员调动更柔性化，2021 年闸片现场生产计划达成率 100%，多能工 23 人，与去年同期相比提升 31%。

（3）基于 PFMEA 的风险评价和分级管控

围绕闸片生产全过程，基于 PFMEA 的风险评价和分级管控新模式，构建工作团队轮换机制，打破工序间生产过程管理的壁垒，增强团队协作能力、创新能力，充分挖掘经理、技管人员、班组长以及一线员工潜质，调动员工的工作积极性和主动性，扩大分层分级管控机制战果，夯实管理新模式，全力推动闸片生产过程管理再上新台阶。

（4）形成立足于标准作业文件和工序 PFMEA 的持续改善机制

随着“三对三查”质量管控模型和现场经验萃取的闸片关特工序管控体系的建立，闸片管理人员与技能员工参与改善意愿强烈。今年共输出闸片相关问题清单 80 余，问题项 99%得到有效控制，并基于标准作业文件和工序 PFMEA 工具，制定周期检查制度，长期固化执行，确保质量风险降到最低。充分发挥了员工的主人翁意识，增强了团队凝聚力，实现群策群力、集思广益，提高了闸片产品的竞争力。

[参考文献]

[1]杨建伟.分析粉末冶金材料及冶金技术的发展[J].建筑设计及理论,2018(12):67.

[2]张晓东.大包线采用大功率机车牵引适应性分析[J].道路与铁道工程,2008(4):78.

作者简介：蒋宇锋（1982.4—），男，常州工学院，机械设计制造及其自动化，常州中车铁马科技实业有限公司，工段长，装配钳工高级技师，高级工程师。

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

基于仿生学原理的智能台灯的外形设计

刘 倩 王 旭
电子科技大学成都学院 智能制造系，四川 成都 611731

[摘要]为了设计出造型别致的智能台灯，在分析比较了几种方法之后，采用了设计周期较短，且应用较为广泛的仿生学原理设计方法。通过对农村地区的用户进行分析后，确定了以小雏菊为模拟物的设计方案，确定了以花瓣形状为台灯的基本框架，完成了造型的设计。良好的问卷调查结果表明，该智能台灯的外形设计是合理的，同时也验证了产品使用心理原理，即产品的外形越贴近本篇文章日常生活中所常见的事物，则内心的接受度和亲切感越强烈，用户购买的意愿也更加强烈。
[关键词]智能台灯；仿生学；外观形态；小雏菊
DOI：10.33142/sca.v7i1.10905 中图分类号：TP311.1 文献标识码：A

The Exterior Design of Intelligent Desk Lamp Based on Bionic Principles

LIU Qian, WANG Xu
Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Department of Intelligent Manufacturing, Chengdu, Sichuan, 611731, China

Abstract: In order to design smart desk lamps with unique shapes, after analyzing and comparing several methods, a bionic principle design method with a short design cycle and a wide range of applications was adopted. After analyzing users in rural areas, a design scheme using small daisies as a simulation object was determined, and the basic framework of a desk lamp based on petal shape was determined, completing the design of the shape. A good survey result indicates that the appearance design of the smart desk lamp is reasonable, and also verifies the psychological principle of product use. That is, the closer the appearance of the product is to common things in daily life in this article, the stronger the acceptance and familiarity in the heart, and the stronger the user's willingness to purchase.
Keywords: intelligent desk lamp; biomimetics; appearance and form; daisy

引言

随着经济的发展科学技术水平的不断提高，多种多样的智能电器也渐渐进入了人们的视野，普通台灯的形式和功能单一，不能很好地满足人们的需求，所以智能台灯的需求也逐渐增多，因此对智能台灯的外形的设计具有良好的经济价值，在台灯的外形的设计方面，许多的企业做了大量的研究，例如，文献浅析复古中国风智能台灯设计的外观创新研究[1]和基于专家权重评价法的智能加湿器仿生学设计[4]。仿生学作为一门跨学科领域，旨在研究和模仿自然界生物的优良特性，以创造出更具有创新性和实用性的产品。在智能台灯的外观设计中，运用仿生学原理可以创造出既具有艺术美感又具有实用性的台灯产品。上述的研究解决了台灯的各种携带或者开关不便等问题达到了智能的目的，但还是存在一个问题，就是外观的设计还不够美观，因此为了解决这个问题，本文运用了仿生学原理借鉴了植物花瓣的外形设计了智能台灯的外形，使之不但很智能而且能够作为装饰修饰本文的房间，使人心情愉悦，而且更加地美观。

1 仿生学原理的概述

仿生学就是模仿生物原理来建造技术系统，或者让人造的物体能够具有生物的某些形态或者类似的某些生物特征，研究他们的结构功能特征信息控制等各种优异的特征，并把他们应用到本文生活当中，仿生学对于生物系统的研究为建造和设计新型设备提供了新途径和新方法。他的应用便利了本文的生活，提供了很大的方便。

2 模型的构建

2.1 模拟对象的选定

在智能产品的外形设计中，需要针对不同的人群和不同的生活环境进行分析，因为不同人的喜好和习惯等存在差异，故要有针对性地设计方案，才能对特定的人群产生亲切感。以农村地区的小女孩为使用对象设计的花瓣智能台灯，结合当地的使用环境，模拟对象确定为小雏菊，原因在于小雏菊为农村地区随处可见的小野花，还带有淡淡的清香，深受小女孩的喜爱，形似小雏菊的产品，让用户内心更有亲切感。部分设计要素见下表 1。

表 1 设计参考要素

模拟对象	照明部分	连接部分	创新部分	备注
小雏菊	花瓣	圆形的底座	台灯具有两种不同形状的花瓣分为两支	在接收到本文的语音指令时能够自动开灯

2.2 色彩的设计

智能台灯的设计要素主要有两点：（1）形态的设计；

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

（2）色彩的设计。如表一所示的小雏菊的智能台灯主结构是借鉴了小雏菊的外形，及花瓣的形状为台灯照明部分，与此同时，在色彩上面，经过查找与综合考虑选择了暖黄色作为花瓣的颜色，这样在照明时也能更好地保护本文的眼睛，减少疲劳的感觉，增强了体验感，而底座选择了绿色，这样形成了下深上浅的视觉效果，有一种亲近自然的感觉，使人们心理上更加容易接受。

2.3 花瓣台灯的三维模型建构

当智能台灯的设计方案确定后，下一步操作就是完成产品的各个部分的绘制，建模的形态按照表 1 所示的参考要素进行。绘制的基本流程为：（1）绘制出智能台灯的圆形基座，利用拉伸切除等方式留出台灯的充电口与主控芯片的放置位置；（2）绘制出台灯的连接的杆茎，利用扫描功能；（3）绘制出产品的照明部分：花瓣，然后利用阵列的方式进行完成，后面再用镜像对另一面进行绘制；（4）完成绘图后，分别对作品的各个部分上本文所确定的颜色。作品的形态如下图所示：



图 1　台灯的正面外形

从上面的图片上面看来，这一侧的形状采用了完全模拟方案，它也是仿生学中的一种结构设计方法，即完全仿照小雏菊的形状来进行智能台灯的设计，台灯的一边照明面为暖黄色灯光，有助于本文在看书或者用眼时减少眼睛的疲劳，能够缓解用眼压力。

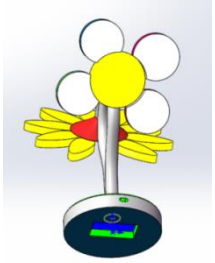


图 2　台灯的创新面外形

从上述这张图片来看，智能台灯这一侧的形状我借鉴了路边的圆形的小花的外形，对整体的台灯外观进行了再创作，这一边以花蕊为台灯的照明部分，其圆形花瓣为装饰部分，然后对花瓣的外部背面采用五颜六色的大胆用色，让用户能够产生喜爱。

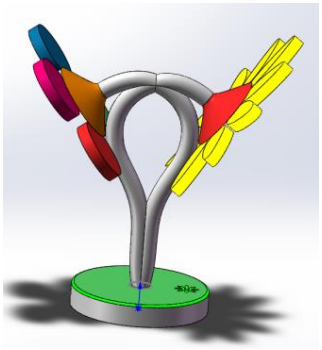


图 3　台灯的整体侧面外形

由上面的智能台灯的整体外形图可见，台灯的茎秆两相交叉，中间留出了一个环形的空隙，整体更具有新颖的美感，然后在本文的开关控制的地方本文也采用了小的小雏菊花瓣作为它的形状，每一片花瓣都是它的一个挡位开光控制键，也能更吸引顾客，引发他们的兴趣。

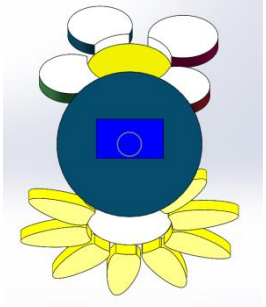


图 4　台灯的底面造型

由图本文知道了台灯的底座我留了一块空的地方放台灯的芯片控制，然后底色为本文的蓝色，很具有色彩的变化，给人眼前一亮的感觉。底座的连杆的茎也是中空的里面能够连接线路控制台灯。

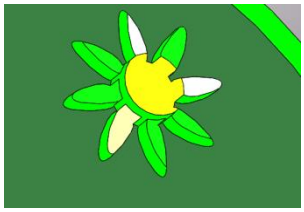


图 5　台灯的控制按键



图 6　台灯的控制方式

台灯采用的小雏菊形状的按键进行，台灯的控制方式的多样性可以更加吸引用户，也能给本文的使用上面增加方便，使用的时间也能更长，增加大家的好奇心。

3 产品效果追踪

为判断智能台灯的外观设计方案是否合理，拟采用问

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

卷调查的方式收取用户的反馈意见，因此，随机选取 50 名用户进行问卷调查。

问卷调查的主要形式包括：（1）对于花瓣台灯的外观设计形态，你觉得外形是否具有新颖性？（2）该智能台灯设计是否符合你的审美标准？（3）该智能台灯的外形和颜色是否具有良好的视觉体验？（4）你对该产品是否有购买意愿？这些问题的内容与采访的形式我都进行了多方调研，问取了不同群体和人群，总结出自认为比较合理的问卷调查的内容，也进行了自我的分析与改正，最后也取得了一定的成果。问卷调查结果如表 2 所示。

表 2 问卷调查结果

问题	1	2	3	4
选项	是 否	是 否	是 否	是 否
人数	45 5	43 7	40 10	46 4

由表 2 结果可知，对于此次智能台灯外观设计方案，觉得外形非常新颖的用户比为 90%；觉得设计方案符合自己审美的占 86%；认为智能台灯的外形和颜色具有良好视觉体验的人数比例为 80%；具有购买意愿的人数高达 92%。从这个数据来看，使用对象对智能台灯的外观具有很高的用户满意度，达到了最初的设计目的。从产品的使用心理上分析可知，当使用产品外形与自己熟悉之物越接近时，其内心产生的亲切度也随之越强，这与本文设计产品的初衷相一致。也能增强用户的亲切度和满意程度，让他们能更加具有购买的欲望，提升产品的价值。

4 结论

本文介绍了一种通过仿生学原理的智能台灯的外观设计方案，以仿生学为设计理念，通过对使用对象的特点进行分析，该问卷调查的结果表明，外观的设计达到了预期设计的目标与功能，验证了外观设计的可行性，能够满足消费者对产品的外形与功能的需求，获得了较为满意的结果，但是与前人的设计相比，仍然存在有一点不足之处。

[参考文献]

[1]徐浚峰,杨建军.浅析复古中国风智能台灯设计的外观创新研究[J].戏剧之家,2020(4):113-114.
[2]王聪,常新峰.基于 51 单片机的智能台灯的设计与实现[J].物联网技术,2022(6):127-131.
[3]王欣琦.仿生学原理在智能服装设计中的应用[J].辽宁丝绸,2023(3):49-50.
[4]赵科,赵子印,代光平,等.基于专家权重评价法的智能加湿器仿生学设计[J].机电技术,2020(2):5-6.
[5]苗紫民,程泽华,高巧楠.WIFI 智能台灯设计[J].电脑知识与技术,2021,17(14):217-230.
[6]彭淑素.智能制造时代自动化技术在工业机器人中的应用与研究[J].工业与技术,2022(18):60-62.
[7]曾优,苏艳炜,杨仪盈.基于仿生学的儿童家具设计研究[J].轻工科技,2023,39(3):149-159.

作者简介：刘倩，女，四川南充人，电子科技大学成都学院学生，本科在读，主要从事机器人工程方面的学习与研究；王旭，男，四川成都人，电子科技大学成都学院教授，主要从事机器人工程方面的研究

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

优化夹钳油漆件过程防护促降本方案研究

曹益民 黄志光 潘勤涛
常州中车铁马科技实业有限公司，江苏 常州 212300

[摘要]整个项目涉及工序多，覆盖面广，项目组均通过不懈地努力，不断打破常规，解决难题，再到落实标准的作业要求、规范等一系列措施，通过“五个阶段”循序提升，为油漆件从零件配送到成品发货，一路保驾护航，最终彻底“消灭”现有的补漆工序，实现全年近十万余元的降本。而这也不仅仅是一次降本工作，更是产品外观质量的大幅提升，从产品本质赢得客户的认可，意义显著。

[关键词]标准；规范；五个阶段
DOI：10.33142/sca.v7i1.10927 中图分类号：F416.72 文献标识码：A

Research on Optimizing the Process Protection and Cost Reduction Plan for Clamp Painted Parts

CAO Yimin, HUANG Zhiguang, PAN Qintao
CRRC Changzhou Tech-Mark Industrial Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 212300, China

Abstract: The entire project involves multiple processes and covers a wide range. The project team has made unremitting efforts to break through conventions, solve problems, and then implement a series of measures such as standard operation requirements and norms. Through the "five stages" of gradual improvement, they have ensured the delivery of paint parts from parts to finished products, and ultimately completely "eliminated" the existing repainting process, achieving a cost reduction of nearly 100000 RMB throughout the year. This is not only a cost reduction effort, but also a significant improvement in the appearance quality of the product, winning customer recognition from the essence of the product, with significant significance.

Keywords: standards; standardization; five stages

1 工程概况

无效工序浪费多。目前所有的夹钳外露件均是油漆件，从油漆件出厂、入库、配送、清洗、组装、试验等一系列工序流转后，油漆件表面就会出现不同程度的磕碰伤，导致成品夹钳在报检前需要增加一道补漆工序，近几年来此工序一直委外，由油漆厂专门安排一名油漆工在现场补漆，补漆费用为制动缸一套 25 元，夹钳一套 40 元，按照每年 30 列制动缸、15 列夹钳计算，补漆费用为 10 万余元。

成品质量控制难。人工后期补漆作业时，是使用砂纸将磕碰部位进行打磨，然后使用毛笔刷将油漆涂刷，成品经过打磨补漆后，油漆面总会留下坑坑洼洼的补漆痕迹，手工补漆（过程如图 1）还会导致局部流挂、油漆色差等系列问题，此问题已经给客户和监造多次提及过，也开过内部整改单，但是迟迟未得到有效解决，长期下去严重有损成品质量形象。



图 1 补漆工序及补漆状态

2 存在的问题

降本工作压力大。产品市场竞争越来越激烈，降本工作对产品的良性发展至关重要。而此补漆工序没有任何的实际产出，每年还需花费近十万的委外费用，此项一直是降本工作重点关注的，但是长时间以来一直没有系统性地解决，均是零散地靠人来防控，迟迟未有一个优化结果。后来为了节约费用，将此补漆委外工序由外转内，改由班组员工补漆，经过系统培训后，1 人 4 小时补漆 24 套，按照人均 60 元每小时的人工费用计算，是 60X4÷24=10 元/套，虽然费用下来，但是工序增加导致现有岗位人员不足，时常出现不能流水线均衡作业，打乱了现有的生产模式，实际未能从本质解决降本问题。

补漆工序很尴尬。近几年国家环保严控，组装现场严禁喷涂油漆，成品要想实现光亮如新，就要将组装好出现磕碰的，全部退回油漆厂整体喷涂油漆，考虑费用、流转难度、防护等实际问题都直接否定了，所以只是在现场包装区域添设了一个临时手工补漆区域，采用手工打磨后利用油画笔局部小面积刷补油漆，并且油漆还要专人、专区域统一管理，给部门安环工作增加了不少阻力。

新品状态难接受。长期一直未系统性地解决油漆磕碰问题，久而久之员工作业时更为地随意不关注油漆的防护，均依赖最后补漆工序，导致成品的磕碰伤较为严重，再加上手工打磨补漆带来的种种弊端，成品表面状态不容乐观，总会出现坑坑洼洼不平整、油漆色差、流挂等现象，每次

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

交验前还得仔细检查深怕交检不合格，就算如此近几年也被客户和监造开过好几回整改项，质量隐患大。

不管是从降本方面，还是从成品外观质量方面考虑，优化夹钳油漆件过程防护，最终减少补漆面积或彻底取消补漆工序，此项目的有效实施已经到了“箭在弦上”不得不做的地步。

3 内涵和做法

通过对现有油漆件的流转及组装过程的写实，采用头脑风暴的形式，一层一层梳理并解决，通过“五个阶段”循序提升，为油漆件从零件配送到成品发货，一路保驾护航，最终彻底“消灭”现有的补漆工序，实现全年近十万余元的降本。

3.1 “一阶段”从流转着手

油漆件的防护是一件系统性的工作，必须从零件委外油漆工序开始，就做相关的跟踪与优化，从流转的源头着手才能将此工作捋顺并做到有效防护。

外部流转：（现状）油漆厂在成品油漆完后，防止运输途中造成磕碰，均会使用气泡膜将零件包裹好，按序摆放在铁框内。合格入公司零部件库后，再由配送员按照现场需要的数量，将缠绕的气泡膜拆解后，按序排放在铁框内进行配送，流转状态如图 2 所示。



图 2　零件外部流转状态图

（问题）如此作业存在以下几点问题：（1）零件虽然使用气泡膜进行包裹防护，但是在使用货车运输过程中，前后摇晃会出现个别气泡膜破损后出现磕碰现象；（2）零件在配送到现场前需要缠绕、拆解气泡膜，过程中作业人员均是将零件摆放在铁框边缘进行，极易在作业时造成磕碰；（3）拆解好的零件均是摆放在一起然后配送到现场，配送过程中极易出现磕碰。

（优化）针对以上几个问题，做出以下系列改进：（1）在现有铁框中添加木隔板行迹将现有零件之间进行有效隔离；（2）气泡膜由原先的缠绕式改为气泡袋，作业时直接套取即可，无需再将零件摆放在铁框上翻身拆解；（3）零件拆好包装后均使用优化后带木隔板的行迹框进行配送，并严格控制过程执行，严禁出现有行迹不按要求使用的现象，整改后的过程如图 3 所示。



图 3　优化后的流转状态图

内部流转：有了外部案例的成功实施，内部的流转防护就要更加可控一些，严禁出现如图 4 所示的零件堆放，虽然看起来摆放得整整齐齐，但是零件之间没有做到有效隔离或者隔离效果不明显，均易出现磕碰的现象。



图 4　零件内部流转现状图

针对现状将油漆件的流转过程，均进行了系统性的优化升级，优化后的状态如图 5 所示，所有的油漆件组装前、组装后均要求有隔离，而且各类行迹车均张贴摆放要求说明，将标准要求以目视化形态张贴在行迹车上，进行有效固化。

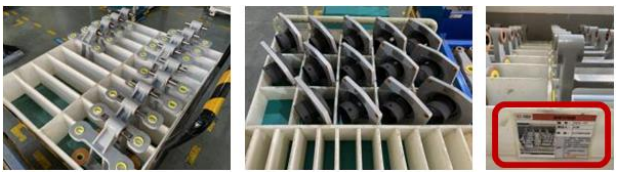


图 5　优化后有效隔离状态图

3.2 “二阶段”从清洗着手

（现状）清洗工序是整个夹钳的首道工序，目前气动夹钳所有涉及磷化，涂抹防锈油的零件，均需要使用超声波清洗机进行清洗去油去污，目前此类零件均是使用统一的不锈钢清洗框进行清洗，由于零件结构不一样，为了尽可能地减少凹坑造成的积水情况，摆放的方式也不一样，大致都是一个挨着一个平铺的形式如图 6 所示。



图 6　混乱的清洗现状示意图

（问题）如此清洗的方式存在系列问题，由于没有行迹，为了避免零件位置改变后导致凹坑积水，无法清洗干净、烘干的问题，油漆件只能紧靠在一起清洗，油漆极易出现磕碰现象。

（优化）我们结合产品结构及特征进行分类，在现有清洗框结构基础上进行优化，针对不同零件设计不同的行迹“芯子”，“芯子”由不锈钢底板和不锈钢圆柱组合而成，通过改变柱子的高低、间隔来满足不同的零件结构，“芯子”如图 7 所示。为了更好地防护油漆，还在柱子外面套了一个塑料护套；为了便于拿去更换，“芯子”做成两片形式；为了充分利用空间，部分零件采用上下两层形式摆放。

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



图 7　清洗“芯子”结构示意图

3.3 “三阶段”从组装着手

组装环节是最易出现磕碰问题，也是整个项目花费时间最多，总计用时两个半月，实现优化改进 12 余项，现从三个工位选一些有代表性的进行描述。

部件组装工位：将所有部件工位台面均铺设一层 3mm 厚的软玻璃，避免铁皮台面作业时与零件发生磕碰。使用到的工装压头，只要是与油漆面接触的均换用尼龙材质。油漆件在组装作业时，易和工装、台面发生磕碰的均铺设 PVC 防护软垫。整体防护案例样式如图 8 所示。

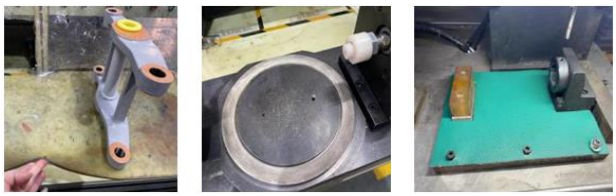


图 8　各类防护材料的运用示意图

缸体总组装工位：此工位作业时需要使用一个圆柱形的铁质工装，将缸盖压入缸体，压装时由于接触面小，导致压装面油漆被挤压脱落。针对此问题，在考虑成本兼顾使用寿命的前提下，并结合零件结构特征，最终决定在现有工装底部安装一个“L”型尼龙的圆环，尽可能增加接触面积来有效防护油漆面，优化过程如图 9 所示。

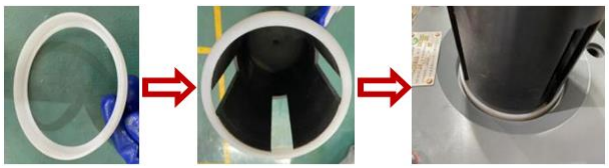


图 9　压装工装创意性防护示意图

夹钳总组装工位：吊座上需要安装 4 个 ADI 尼龙耐磨衬套，目前采用如图 10 所示的工装进行作业，作业时将吊座摆放在铁质工装上，作业人员通过手动敲击的形式完成作业，整个过程油漆磕碰严重。对现有工装进行优化，采用如图 11 所示的压装工装，工装分为底部固定座和压装棒（均为尼龙材质）两部分组成，作业时将固定座摆放在压机上，依次压入 4 个衬套，油漆有效防护。

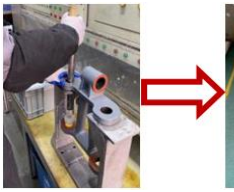


图 10　改善前



图 11　改善后巧妙地防护

总组装时，需要将吊座安装在工装上，依次将各个部件拼装在一起，组装过程如图 12 所示，过程中部件会出现左右摆动，在大扭力拧紧作业时，油漆件之间会出现挤压现象，导致漆面损坏。针对此问题，在作业过程中可能会出现相互挤压的部位，选取不同材质的物料进行巧妙防护，防护过程如图 13 所示。

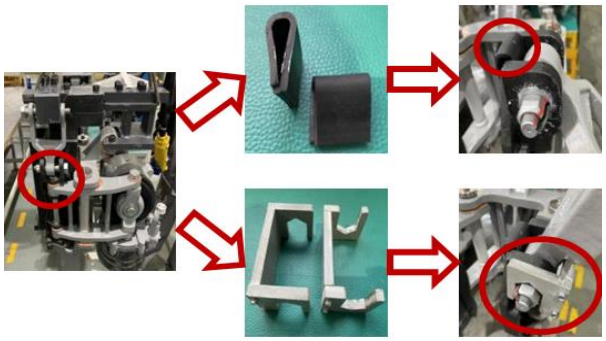


图 12　总组装状态

图 13　创新的防护形式

3.4 “四阶段”从试验着手

经过前三个阶段的系统性提升防护后，零件还是会偶尔出现细小的油漆磕碰伤，是在所难免的。有磕碰伤就会涉及补漆作业，还是保持原有的补漆工序的话，前期整个工作等于没有做，如果对于这些偶尔的小磕碰伤视而不见的话，质量方面肯定不行。结合试验工位的工序节拍，每套夹钳在做例行试验时有 5 分钟的气密性试验，此过程中作业人员处于等待状态，利用这个等待的时间里，添设了一个成品外观状态检查工步，发现细小磕碰及时进行补漆，做到试验下线后均是最终的成品，直接将后期的补漆工序给“消灭”了。

3.5 “五阶段”从发货着手

确保最终的成品油漆状态还并不意味着结束，还有最后一个至关重要的环节，就是要保证成品在包装箱内，经过长时间的颠簸运输后油漆外观依然完好。针对与此问题我们做了如下努力。

夹钳受力部位均采用 3mm 泡沫板做隔离。部件易出现摆动的，在件与件之间添加橡胶垫，并在防护件上张贴醒目提示标识，还采用塑料袋和扎带进一步固定限制其摆动量，避免吊装拿去时出现磕碰，全方位做好油漆防护（如图 14）。



图 14　全方位的防护

小油漆部件前期使用整卷的珍珠棉按照所需的大小进行裁剪，然后将部件整体包裹后，使用胶带纸进行缠绕

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

固定来进行防护，但常出现包装效率低、外观状态差、难拆解等问题，后改用快递通用的气泡袋，根据产品定制合适的大小及足够的厚度，作业时只需要将气泡袋套入部件，然后将袋子口上的背胶粘好即可，作业方便快捷高效，经过小批的验证防护效果非常好，过程如图 15。

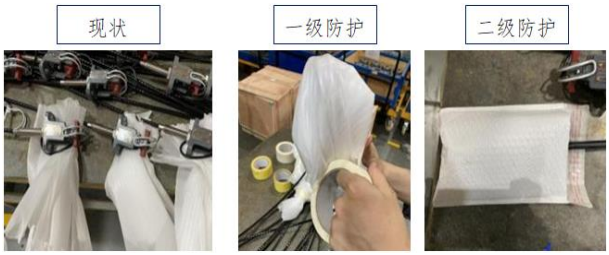


图 15　防护材料的升级演变

4 实施效果及意义

4.1 推降本减费用 10 万余元

项目的成功实施，系统性地从油漆件的源头到交付端开展全面的防护提升，还通过合理的作业分配、卓有成效的作业优化，来推进公司降本工作的有序进行，将成品补漆工作由外转内，并通过系列提升逐步取消成品补漆工序，最终实现全年 30 列制动缸、15 列夹钳，补漆费用近 10 万余元的降本工作。

4.2 提质量保交付 100%

项目的成功实施，再加上有效的固化措施，实现油漆件从源头开始，各个环节有效防护，完全避免前期各环节作业不当，导致油漆面大面积打磨涂刷的现象，促使全年气动夹钳一次交检合格率达 100%，产品外观质量得到有序提升；

4.3 消工序提环境

项目的成功实施，从本质上消除了原先报检前的成品打磨补漆工序，避免班组人员每两天近 4 小时的差环境作业，为公司安环工作减轻了压力，并且通过试验工序工时的合理利用，均衡工序节拍，实现成品油漆检查工步的完美融合，实现“加量不加价”提升。

[参考文献]

[1]陈兴和,周益军.机械制造工艺与专用夹具设计[M].江苏:江苏大学出版社,2014.
[2]陈国治.机械制图实训教程[M].北京:清华大学出版社,2011.
[3]黄如林.金属加工工艺及工装设计[M].北京:化学工业出版社,2006.

作者简介：曹益民，男，徐州工业职业技术学院，数控技术与应用，常州铁马科技实业有限公司，班组长，高级技师。

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

征 稿

Call for Papers

《Smart City Application》即《智能城市应用》由新加坡Viser Technology Ptd Ltd主办，ISSN：2630-5305。本刊长期以来注重质量，编排规范，选稿较严格，学术水平较高，深受高校教师及科研院所研究人员的青睐。本刊为开源（Open Access）期刊，出刊的所有文章均可在全球范围内免费下载，中国知网、维普网等权威数据库收录。

期刊以“平面媒体+网络传播”方式互动，内容聚焦智能城市建设，解读行业政策，传播行业技术标准；组建权威的业内专家团队，为期刊提供精粹的观点、尖端技术解读；以科技成果传播为核心，关注自主创新，宣传展示各地智能城市建设成就；剖析各领域典型应用案例，分享最新技术理论与产品，全方位深度覆盖诸多物联网与智能城市应用领域，为相关信息化管理部门及广大设计院、系统集成商、建筑工程公司、房地产开发商、物业管理公司、产品生产厂商等相关单位提供各类参考资料。

《智能城市应用》期刊的主要栏目有：

城乡规划、市政园林、路桥与交通、通讯通信技术、施工技术、节能环保、装饰装修、机械机电、计算机应用技术、自动化技术、智慧数据分析、工业制造、综述研究等。

鼓励智能城市建设领域的专业技术人员和管理干部以及大专院校相关专业的师生和科研人员来稿，有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求：

（1）论文要求：论点新颖，论证充分；设想可行，结论可靠；条理分明，书写清楚，用字规范，上交电子文件（word格式）。

（2）论文格式：题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘要（150字符-300字符为宜）及关键词（3-5组为宜）、正文、参考文献。（附个人简介、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

（3）论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：www.viserdata.com



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址
21 Woodlands Close, #08–18,
Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

官方网站
www.viserdata.com

ISSN 2717-5391