



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

维普数据库收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

2023 11

第6卷 总第43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

2023年·第6卷·第11期(总第43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

收录时间: 11月

数据库收录: 中国知网、维普数据库

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: 刘艳丽

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

### 市政工程

道路维修以及养护问题 ..... 刘方圆 1

### 交通工程

城市道路与交通工程设计技术研究..... 邢 桐 4

GIS 在公路路线设计中的应用探讨 ..... 白红玉 7

关于路桥工程设计阶段的造价管理..... 张兴凌 10

### 通讯工程

现代项目管理在通信工程中的有效应用.....

..... 敬晓辉 陈国镜 13

### 施工技术

路面水稳施工信息化的运用与研究..... 周华军 16

市政道路工程沉降路段施工技术探析..... 胡运有 22

城市地下隧道工程防水控制研究..... 于春福 26

土木工程房屋建设中深基坑支护技术的应用探究.....

..... 张 剑 29

### 节能环保

浅析采矿工程中的绿色开采技术..... 任绍勇 32

### 机电机械

直接空冷系统喷雾装置优化分析.....

..... 刘惠逢 李卫国 白静平 姚丽峰 李 东 35

### 计算机应用

江山水务智慧化转型探索..... 陈斌滨 39

基于大数据的无线网络优化模式研究.....

..... 李福江 刘德亮 于祥渠 刘海成 程文华 43

智慧水利防汛会诊系统设计与实现.....

..... 张咪咪 耿嘉遥 卓 寒 46

信息技术在互联网金融中的应用研究..... 尹 斌 49

使用 Python 编程开发 5G 和 LTE 无线小区数据和邻区脚本

制作软件的设计与实现 .....

..... 吕雪冬 崔振堂 张增栋 樊玄飞 佟耀华 52

计算机网络技术在电子信息工程中的应用研究.....

..... 陶 亮 56

物联网技术在企业安全生产管理中的应用探索.....  
..... 卢鹏飞 59

多网协同下的无线网络规划设计及优化分析.....  
..... 刘海成 李福江 刘德亮 于祥渠 程文华 62

在线陪诊预约系统的设计与实现.....  
..... 张子钰 石康荣 沈智霖 李仕杰 65

智能变电站继电保护技能培训平台开发及应用.....  
..... 郭永鑫 曹盛楠 刘文斌 郝晓明 高 洋 69

基于人工智能的 5G 无线网络智能规划和优化.....  
..... 刘德亮 于祥渠 刘海成 李福江 73

## 自动化技术

智能化技术在电气工程自动化控制中的具体应用探析..  
..... 柳 栋 朱志成 邬瑞鹏 王学英 寇尊棋 76

自动化技术在机械设计制造中的应用分析.... 巩刘彦 79

变电站电气自动化安全运行的对策探讨.....  
..... 寇尊棋 朱志成 李宗源 柳 栋 王学英 82

电梯检验检测工作及检测现场的安全管理研究.....  
..... 吕媛媛 孙 博 85

电气工程及其自动化及其节能设计的应用探究.....  
..... 白文贤 朱志成 邬瑞鹏 李宗源 柳 栋 88

## 石油化工

煤制油工艺及煤制油残渣综合利用综述.....  
..... 袁克伟 朱 成 91

## 智能工业

城镇燃气计量误差与改进措施分析..... 柳洪磊 94

## 建筑工程

碳中和背景下的绿色建筑设计理念应用研讨.....  
..... 汪凯俊 98

建筑结构实体质量检测技术及工程案例分.....  
..... 焦同喜 101

砌体结构加固改造技术的探讨..... 李志新 105

土木工程施工技术的创新及发展探究..... 陈 朋 108

房建工程建设中现场进度管理与质量控制策略.....  
..... 宋思仪 111

建筑钢结构工程全过程的造价控制管理.....  
..... 廉永广 任 凯 钟金鑫 114

## 城乡规划

国土空间规划背景下的城市设计方法探讨... 张义新 117

大数据时代下的智慧城市及城乡规划探讨... 王 莹 120

## 勘察测绘

跨孔地震 CT 在地铁岩溶勘探中的应用.....  
..... 曹伟光 赵腾跃 李浩然 孔维旭 123

煤田地质钻探中钻孔漏失及堵漏问题的分析.....  
..... 杨新江 126

## 道路维修以及养护问题

刘方圆

南京市秦淮区市政设施综合养护管理所, 江苏 南京 210000

**[摘要]**现如今, 我国经济得到了迅速发展, 逐渐优化与完善交通事业, 同时增加了人们日常出行次数, 为人们的日常出行提供更多便利条件。然而, 当前在道路维修和养护上还存在着不到位的问题, 很容易导致道路产生损坏, 直接影响人们的行车安全, 并严重威胁人们的生命与财产安全。基于此, 本篇文章将详细分析道路维修以及养护问题, 结合具体情况, 提出合理性参考建议, 希望全面提升道路安全和质量, 希望可以正常使用道路。

**[关键词]**养护及维修; 道路; 问题; 解决措施

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10533

中图分类号: U418.4

文献标识码: A

## Road Maintenance Problems

LIU Fangyuan

Nanjing Qinhuai District Municipal Facilities Comprehensive Maintenance and Management Institute, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

**Abstract:** Nowadays, Chinese economy has developed rapidly, gradually optimizing and improving the transportation industry, while increasing people's daily travel frequency, providing more convenient conditions for people's daily travel. However, there are still inadequate issues in road maintenance and upkeep, which can easily lead to road damage, directly affecting people's driving safety, and seriously threatening people's life and property safety. Based on this, this article will provide a detailed analysis of road maintenance and repair issues, and propose reasonable reference suggestions based on specific situations, which is hoped that road safety and quality can be comprehensively improved, and roads can be used normally.

**Keywords:** maintenance; road; problems; solution measures

当前我国道路工程项目建设过程中, 在道路维修和养护技术方面还存在着不成熟的情况。为了确保人们的日常出行安全, 需要提高道路维修和养护工作的重视程度。深入分析当前在维修和养护过程中产生的问题, 积极探索应对措施, 制定完善的解决方案, 充分展现出道路维修和养护工作实施价值, 从而更好为城市道路交通所服务, 给人们的生活提供更多便利条件, 逐渐提高人们生活质量。

### 1 分析道路维修和养护工作的意义

随着我国交通事业的发展, 一些道路路面会产生裂缝的问题, 主要有网状裂缝、横向裂缝以及纵向裂缝等问题。同时, 道路路面会产生很多车辙, 一般是因为路面湿软导致。对于道路路面来说, 所承受的压力比较有限, 当大于路面承受值, 会使路面产生沉陷的问题。道路由于材料使用原因会存在着波浪状情况, 主要在于振动力、垂直力作用而成, 会在交通路口、公共汽车站出现。当前路面也会存在着坑槽、泛油等问题, 对交通安全性带来很大影响。对于道路修建工作而言, 作为系统性、耗资巨大工程项目, 不可能道路刚产生问题就需要进行重建, 因此应逐渐提高道路维修和养护的重视程度, 有利于提升道路整体实用性和经济性。在实际开展道路维修和养护工作期间, 需要保障交通道路流畅性与安全性。提供便利交通条件, 作为方便人们日常出行的基础, 确保交通的通畅性, 可以避免产生交通事故问题, 防止产生不必要的人员伤亡和经济损失

等问题。新形势下, 注重开展道路维修和养护工作作为城市经济发展的必然需求, 应不断完善道路维修和养护工作内容, 加强创新道路维修与养护技术, 制定完善的实施方案, 对于城市可持续发展起到了促进作用<sup>[1]</sup>。

### 2 分析道路维修和养护工作中产生的问题

#### 2.1 没有及时更新机械设备

通过分析当前道路维修和养护工作中产生的问题可以了解到, 主要问题在于工作中应用的机械设备存在着没有及时更新问题, 设备存在着老旧情况, 不能实际满足当前技术的标准和要求。相关部门并没有结合时代发展对使用的机械设备进行及时更新, 没有充分考虑到机械设备更新换代周期特性, 直接降低道路维修和养护设备使用效率, 最终导致道路维修和养护工作效果不如预期。

#### 2.2 道路维修和养护人员自身专业素养有待提升

工作人员的自身专业素养有待提升, 也作为道路维修以及养护工作中的主要问题。当前针对道路维修和养护团队在培训上缺乏系统性、专业性, 没有规范日常道路维修和养护工作内容, 导致工作人员没有充分意识到开展道路维修与养护工作的实施价值, 直接降低了道路维修和养护水平, 加大了道路各种病害产生的概率。

#### 2.3 未及时修复受损道路

由于资金不到位、人员补充不及时等多方面原因, 导致工作中没有及时修复受损道路。当前, 一些道路维修和

养护部门更注重开展施工作业环节,常常忽略了维修和养护作业环节。道路在长期投入使用以后,会产生道路路面变形、地基沉降、路面裂缝等相关问题,然而工作人员没有足够重视,当道路产生较大问题时才进行处理。针对这个情况,导致道路维修和养护工作时,工作人员很难把控各种不良问题所产生的风险<sup>[2]</sup>。

### 3 探究道路维修以及养护问题解决方案

#### 3.1 构建完善道路维修以及养护技术控制制度

为了实际解决当前道路维修和养护工作中产生的问题,需要构建完善的道路维修和养护工作技术制度。以制度层面为切入点,结合具体情况不断优化道路维修和养护工作内容相关规章制度。遵循因地制宜的原则,合理运用先进、科学的技术方法,对施工技术进行熟练应用,并有序开展日常道路维修和养护工作。在实际开展施工作业前,工作人员需要做好材料、技术、设备的检查工作,明确这些内容是否实际符合制定的指标,有利于全面提升施工技术应用水平。通过选择适合的施工实施方案,可以有效提升道路维修和养护工作的专业性及流畅性。随着科学技术的快速发展,应选择先进科学的维修和养护技术,提高整体实用性,以确保道路质量和安全。在实际工作中注重优化规章制度、及时更新规章标准,并提高制度的执行力,为保障整体工作质量打下良好基础。值得注意的是,工作人员需要及时更替老旧机械设备,可以有效提升机械设备的使用效率,避免影响道路维修和养护工作水平<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 注重提升道路维修以及养护团队自身专业素养

道路维修和养护过程中,应注重提升道路维修与养护团队的专业素养,提高工作人员对道路维修和养护工作的重视程度。组织工作人员定期开展系统性、专业性的道路维修以及养护相关培训。在培训过程中,需要引导工作人员全面掌握道路实际使用情况,充分了解和掌握突发事件以及各种危机等相关处理工作流程,使道路维修和养护团队工作人员形成良好的工作观念以及责任意识。在工作中明确意识到道路维修以及养护工作的实施价值,确保工作人员更好胜任该岗位工作,有利于提升道路维修和养护工作效率和质量。

此外,引导工作人员学习和掌握常见道路病害的维修、养护技术。日常工作中道路维修和养护团队应深入学习和掌握更多道路维修和养护技术,在道路维修和养护过程中可以对所学习的知识、技术进行充分运用,有效解决存在的问题。通过维修和养护团队对新知识进行不断学习,在实际工作中可以取得很好的道路维修和养护效果,确保道路的通畅性。及时更新当前道路维修与养护知识内容,总结分析实施过程中存在的不足,可以有效提升道路维修与养护水平。道路路面问题一直作为社会广泛关注的问题,通过提升道路路面完整性,能够避免道路产生各种问题。对于路面的问题来说,类型比较多:波浪、起鼓、裂缝等问题。面对这些问题,需要道路维修和养护团队提高重视

程度,避免对道路通畅性造成不同程度上影响。因此,应深入分析道路产生的问题,结合问题原因制定完善的应对措施,通过科学维修与养护技术和方式,及时修复道路问题。针对道路存在着细小裂缝问题,工作人员应对沥青灌浆技术进行科学运用。实施沥青灌浆技术期间,需要工作人员保持认真、严谨的工作态度,有利于提高修复效果。修复期间,应挤掉裂缝当中的空气,并对道路周围情况进行仔细观察。通过专业维修方式及时排查产生问题的地方,明确问题的原因基础上做好及时维修工作。当产生裂缝时,需要工作人员采用科学方式挤出空气,通过沥青混合物做好灌缝与碾压工作,防止进一步扩大裂缝问题。针对道路存在波浪、起鼓等问题,工作人员在清理路面之后应做好重新铺筑工作。针对道路路基存在着损毁问题,应做好路面开挖工作,在重新填筑之后,合理开展道路维修工作。随着科学技术水平的不断提升,有很多新的道路维修和养护技术,并在实际应用中取得了很好的实施效果。因此,工作人员应及时更新传统工作理念和工作模式,自主学习更多修路技术,并结合具体情况实施相应的方式,认真对待道路维修与养护工作,有助于全面提高道路质量<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 科学检查和评估道路维修、养护工作内容

为了有序开展道路维修和养护工作,需要开展科学检查评估工作。结合工作内容,定期开展巡察工作,综合性检查与评估道路使用情况,完善备份记录工作。工作人员结合具体情况,有序进行随机检查、专项检查等相关工作。特别是道路检查工作中,需要精准判断道路路段病害程度,对产生的病害原因进行深入分析,做好报备工作,当批准后及时开展道路维修与养护工作。通过及时更新以往重施工、轻养护的思维,综合性分析道路承载水平、病害缺陷等相关内容,明确当前道路现状,在此基础上制定完善的道路维修和养护实施方案,确保方案更具针对性,有利于全面提升道路的安全性、稳定性,使道路维修和养护工作能够达到预期效果<sup>[5]</sup>。

#### 3.4 以预防性维修和养护理论为指导

为了全面提升道路维修以及养护水平,需要工作人员以预防性道路维修以及养护理论作为指导,合理筛选道路维修和养护技术。通过预防性道路维修、养护理论,能够有效保养和维护道路路面。结合道路路面具体问题进行深入分析,实际解决道路产生的问题,确保道路能够稳定运行,延长道路使用寿命。道路维修过程中,应提高整体工作效率,及时进行修复,避免对交通的通畅性造成影响。通过保持道路的流通性,为人们的日常出行提供更多便利。道路维修和养护过程中,需要先解决最重要的问题,然后再解决相对重要的问题,逐渐提升整体施工效率。分析和检测路况,选择适合的方式,加强乡村、城市之间的交流,促进经济的可持续发展。对于路面情况的差异性,制定完善的道路维修和养护方案,并应考虑到方案的经济性、实

用性等,充分展现出道路维修以及养护工作的实用性、经济性与安全性等特征<sup>[6]</sup>。

### 3.5 结合道路质量需求,科学运用维修养护技术

工作人员在实际进行道路维修与养护工作期间,应综合性分析不同路段相关质量要求,在此基础上制定完善的实施措施,确保工作人员有序开展日常工作。选择适合的实施方案,可以取得不错的工作效果。通过深入分析不同质量需求,可以引导工作人员及时解决道路产生的问题,不仅提升工作效率,同时节约更多开支。随着社会的发展,我国道路相关部门应充分考虑到面对大吨位车辆,如何提升道路的承载力以及延长道路的使用寿命。

### 3.6 扩大资金来源的渠道和提升资金使用率

对于扩大资金来源渠道而言,开展道路维修和养护工作期间,主要的资金来源为:在土地有偿使用收入中进行提取;征收出租房租和修建地上、地下停车场等;让出部分设备的经营权限与基本设备使用权等相关途径。此外,在实际工作中应注重提高资金的使用率。通过提升道路维修和养护资金使用率,能够取得很好的实施效果。主要内容包含了:节约新技术、新材料成本;严格审批养护工程变更情况等多种方式<sup>[7]</sup>。

### 3.7 提升道路维修和养护信息化水平

为了更好顺应时代发展,需要构建完善的道路维修和养护管理信息系统,具备的功能主要为:首先,做好电子数据档案的储存工作。对调查的路况数据、路网数据信息等进行准确、完整存储,及时查阅相关数据与信息,为开展道路维修与养护工作提供更多便利,有效提升整体工作效率和质量。其次,对道路维修和养护实际情况进行正确评定。通过信息系统,能够等级评定道路路况情况以及年度检查结果,采用考察、评价等多种方式,为优化道路维修和养护策略提供可靠参考依据。同时,优化道路维修和养护规划内容。根据道路实际状况,合理调整道路维修和养护工作方案,制定针对性维修和养护计划。并通过信息系统,获取客观数据作为申请道路维修以及养护资金的关键性依据。最后,对路网技术水平进行科学预测。通过道

路性能预测设备,可以对道路维修和养护改进后的结果进行预测,及时了解路网后期产生的变化,根据预测结果做出科学调整<sup>[8]</sup>。

## 4 结束语

综上所述,新形势下,随着社会的快速发展,应逐渐提高道路维修以及养护工作的重视程度,有利于给人们的日常出行提供更多便利。然而,道路维修与养护工作中还存在着一些问题,为了避免威胁人们的生命与财产安全,需要积极探索问题的产生原因,结合具体情况制定完善的解决措施。通过不断提升道路维修和养护技术水平,可以充分体现出道路维修以及养护的实施价值,不仅确保人们行车安全,同时有利于促进当地经济的可持续发展。

### [参考文献]

- [1]张福祥.市政道路维修以及养护问题[J].四川水泥,2021(3):347-348.
  - [2]王青云.道路养护维修施工中存在的问题分析及应对探讨[J].中外企业家,2020(20):117.
  - [3]韩冰.道路养护维修施工中存在的问题分析及应对探讨[J].全面腐蚀控制,2018,32(8):60-61.
  - [4]钱付新.市政道路维修和养护技术方面的问题探讨[J].住宅与房地产,2017(35):211.
  - [5]邵宇.浅析市政道路维修养护工程中的造价管理问题与解决措施[J].城市建设理论研究(电子版),2017(29):8-9.
  - [6]张萌.浅谈市政道路维修和养护技术方面的问题[J].城市建设理论研究(电子版),2017(25):172.
  - [7]訾顺旗.浅析市政道路维修与养护技术方面的问题[J].建材与装饰,2016(32):249-250.
  - [8]白华.城市道路养护维修施工中存在的问题及解决方法的探讨[J].价值工程,2014,33(19):64-65.
- 作者简介:刘方圆(1989.6—),女,毕业院校:河海大学;所学专业:水文学及水资源,当前就职单位:南京市秦淮区市政设施综合养护管理所,职务:工作人员,职称级别:中级。

# 城市道路与交通工程设计技术研究

邢桐

河北新丰工程检测有限公司, 河北 秦皇岛 066000

**[摘要]** 文章全面探讨了我国城市交通工程设计的关键问题。随着城市化进程加速和汽车保有量增加, 城市交通系统面临巨大压力。合理的交通工程设计对于城市的发展和居民的交通需求至关重要。文中涵盖了城市交通工程的功能与设计框架, 详述了城市道路规划与设计。通过全面概述, 旨在提高城市道路交通工程的科学性和合理性, 更好地满足城市交通需求。

**[关键词]** 城市道路; 交通工程; 交通规划

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10514

中图分类号: U412.37

文献标识码: A

## Research on Urban Road and Traffic Engineering Design Technology

XING Tong

Hebei Xinfeng Engineering Testing Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

**Abstract:** This article comprehensively explores the key issues in urban transportation engineering design in China. With the acceleration of urbanization and the increase in car ownership, urban transportation systems are facing enormous pressure. Reasonable transportation engineering design is crucial for the development of cities and the transportation needs of residents. The article covers the functions and design framework of urban transportation engineering, and elaborates on urban road planning and design. Through a comprehensive overview, the aim is to improve the scientificity and rationality of urban road traffic engineering, and better meet the needs of urban transportation.

**Keywords:** urban roads; transportation engineering; traffic planning

### 引言

随着全球城市化的迅速发展, 城市交通问题成为了当代社会中一个备受关注的议题。城市道路与交通工程设计技术在城市规划和建设中扮演着至关重要的角色。城市的繁荣与可持续性发展需要高效的交通系统, 而城市居民的生活质量也与交通条件息息相关。因此, 深入研究和理解城市道路与交通工程设计的基本原则和关键技术要点至关重要。本文将聚焦在城市道路与交通工程设计技术的核心原则和要点上, 以应对不断增长的城市交通需求和挑战。我们将深入探讨城市道路规划与设计的基本原则以及可持续性原则在设计中的应用。此外, 将特别强调城市道路交通工程设计的核心原则, 包括道路布局、交通流、安全性、可持续性和智能交通系统。将关注交通事故分析、安全设施设计以及未来城市交通工程的趋势和展望。最后, 将探讨道路材料与结构、交通信号系统技术、道路建设与维护技术以及交通工程模拟与分析工具, 为确保城市道路和交通工程项目的成功提供全面支持。

### 1 城市道路规划与设计

#### 1.1 城市道路规划原则

##### 1.1.1 道路网络设计

道路网络设计是城市道路与交通工程设计的基础, 它涉及规划和建设城市道路系统, 以满足不断增长的城市交通需求。在这一阶段, 工程师和规划者需要综合考虑多个

因素, 以确保道路网络的有效性、可持续性和安全性。首先, 道路网络设计需要考虑城市的总体规划和发展目标。这涵盖了城市在一定时期内的扩张趋势, 以及与之相关的人口分布、商业、工业和住宅区域等方面的演变。设计师必须了解不同区域的需求, 以确保道路系统可以支持城市内部和城市之间的交通流动<sup>[1]</sup>。其次, 道路网络设计需要考虑道路等级和分类。主要干道通常负责应对高交通流量和高速度的任务, 而次要道路和支路通常被用于连接住宅区和商业区。这种等级分类有助于确保道路适用于其预期的用途。道路网络的连接性也是设计中的关键因素。道路需要有效连接城市内部的不同地区, 以确保人们能够方便地到达他们的目的地。此外, 道路网络设计需要考虑环境因素, 如河流、湖泊、自然保护区等, 以避免不必要的生态破坏。最后, 公共交通集成也是道路网络设计的一个重要方面。道路系统应与公共交通系统(如公交、轻轨、地铁)相协调, 以鼓励居民使用可持续的出行方式。同时, 通过鼓励步行和骑行, 设计人行道和自行车道, 也有助于减少城市的交通拥堵和空气污染。

##### 1.1.2 道路横断面设计

道路横断面设计是城市道路与交通工程中至关重要的一部分, 它涉及到道路横截面的几何特性, 包括车道宽度、坡度、道路几何曲线和排水系统等, 这些特性直接影响道路的安全性、舒适性和交通流畅性。首先, 车道宽度

是道路横断面设计的一个关键因素。合理的车道宽度可以确保车辆在道路上安全通行，减少事故发生的可能性。不同类型的道路（例如城市主干道和次要道路）可能需要不同宽度的车道，以适应不同的交通流量和速度需求。坡度是另一个重要的设计要素。坡度影响了道路上雨水的排水和车辆的牵引力。合理的坡度设计可以帮助预防雨水积聚，提高道路的安全性。此外，坡度也会影响到车辆的燃油效率，因此在设计中需要仔细考虑。道路几何曲线包括平曲线和竖曲线，它们对道路的弯曲程度和高程变化起着关键作用。适当的曲线设计可以提高驾驶员的能见度，减少驾驶疲劳，同时确保道路的安全性。最后，排水系统是道路横断面设计中不可忽视的部分。有效的排水系统可以防止雨水在道路上积聚，降低水面积聚和水深，从而改善道路的抓地力和减少水面泛滥。

### 1.1.3 交通信号系统规划

交通信号系统规划是城市道路与交通工程设计的关键方面，旨在确保城市交通的顺畅、安全和高效。这一规划涵盖了交通信号灯、行人过街信号和其他交通控制设备的布局和设计，它们协调和管理道路上的交通流量，以减少交通堵塞、提高道路通行效率，并降低交通事故率。在交通信号系统规划中，需要综合考虑城市道路网络的复杂性，包括不同类型的道路、交叉口和行人通道。规划师需要基于交通流量数据、道路类型和安全需求，精心确定信号系统的位置和时序设置，以确保交通的有序和安全。一个成功的交通信号系统规划必须综合考虑交通流量的管理、交通安全、可访问性和环境影响等因素。这涉及到如何合理地安排信号以管理不同时间段内的交通流量、如何设计信号以降低事故风险、如何确保信号系统对所有人包括行动不便的人和残疾人都是可访问的，以及如何减少交通拥堵对城市环境的不良影响。同时，随着智能交通技术的不断进步，交通信号系统规划也需要考虑未来的智能交通发展趋势，包括自动驾驶技术、智能交通管理系统和交通数据分析工具的应用。这有助于确保交通信号系统在适应未来城市交通需求的同时，保持高效性、安全性和可持续性。

## 1.2 可持续性在城市道路设计中的应用

### 1.2.1 环境保护与交通工程

环境保护在城市道路与交通工程设计中占据重要地位。道路和交通系统的建设和运行会对周围环境产生影响，包括空气质量、噪声污染和生态系统。因此，在交通工程设计中，必须积极采取措施来保护环境。这包括选择环保友好的建筑材料、减少交通引起的空气污染，设计低碳排放的道路系统，以及在绿化和生态保护方面做出努力。通过环保意识的融入，城市道路与交通工程可以更好地协调城市发展与环境保护之间的平衡。

### 1.2.2 节能与减排原则

为了满足可持续性目标，城市道路与交通工程设计必

须采用节能与减排原则。这包括通过改进交通流管理和优化交通信号系统，降低车辆的燃油消耗和减少温室气体排放。推广可再生能源和新型交通方式，例如电动车和公共交通，也是降低交通系统能耗的途径。减少交通引起的能源消耗和废气排放是实现可持续城市交通的关键要素。

### 1.2.3 公共交通与非机动车交通设计

为了减少城市交通拥堵和环境污染，鼓励公共交通和非机动车交通是至关重要的。公共交通系统的设计和改进可以提高城市居民的出行便捷性，同时降低道路的压力。非机动车交通，如自行车和步行，也是环保和健康的出行方式。因此，在城市道路与交通工程设计中，必须充分考虑公共交通和非机动车交通的需求，提供相应的基础设施和便捷性，以鼓励更多人使用这些可持续的出行方式。通过促进公共交通和非机动车交通，城市可以实现更高水平的可持续性和居民生活质量。

## 2 城市道路交通设计的基本原则

### 2.1 道路布局原则

道路布局原则是城市道路与交通工程设计的基本要素之一。它涉及如何规划城市道路网络，以确保交通流畅、有序。在道路布局中，需要考虑道路的位置、宽度、曲线和坡度等因素，以满足不同交通需求。合理的道路布局可以提高交通流的效率，减少拥堵，并为未来的城市发展留下足够的空间。此外，坡度的控制和曲线的设计可以增加道路的安全性，减少交通事故的发生。

### 2.2 交通流原则

交通流原则是城市道路与交通工程设计的核心，它关注如何管理和优化交通流量，以确保道路系统的高效性。这包括车道的规划、道路分类、交叉口设计和交通流动的控制。通过科学的交通流规划，可以减少拥堵，提高通行效率，并降低交通事故的风险。交通流原则还考虑了不同交通方式的协调，包括公共交通和非机动车交通，以实现多元化的交通系统。

### 2.3 安全性原则

安全性原则在城市道路与交通工程设计中至关重要。它涵盖了各种道路安全设施和交通标志的设置，以确保行人和驾驶员的安全<sup>[2]</sup>。这包括速度限制的设定、道路照明的规划以及可行性分析的执行。通过合理的安全性原则，可以减少交通事故的发生，减轻事故的后果，提高道路使用的安全性。

### 2.4 可持续性原则

可持续性原则在城市道路与交通工程设计中具有重要性。它强调了环境保护、节能和公共交通的推广。在可持续性原则下，需要选择环保友好的建筑材料，减少能源消耗和碳排放，同时鼓励更多人使用公共交通和非机动车交通方式。可持续性原则有助于减轻城市的环境负担，改善居民的生活质量，同时促进城市的经济发展。

## 2.5 智能交通系统原则

智能交通系统原则代表了城市道路与交通工程设计的未来趋势,它的引入将推动交通管理和城市规划迈向全新的高度。这一原则包括多个方面:首先,智能信号控制系统的应用是智能交通系统的核心。这些系统使用先进的传感技术和实时数据分析来动态调整交通信号,以根据交通流量的变化来优化道路通行。智能信号控制有望减少交通拥堵,提高道路通行效率,降低碳排放。其次,交通管理与信息系统的采用将使城市更加有效地监控和管理交通流量。这些系统整合了各种传感器和监控设备,可以实时监测交通情况,向驾驶员提供导航建议,协调道路维护,减少拥堵,并加强紧急情况响应。最重要的是,自动驾驶技术和交通智能化将逐渐成为智能交通系统的一部分。自动驾驶汽车和智能交通系统的互动将加强交通流量的协调和道路安全,降低事故率。这将有助于提高交通系统的效率,减少交通拥堵,减轻城市的环境影响。

## 3 城市道路交通工程设计技术的要点

### 3.1 道路材料与结构

在城市道路与交通工程设计中,选择合适的道路材料和结构至关重要。不同类型的道路,如高速公路、城市街道和乡村道路,需要不同的材料和结构以满足其特定的交通需求。道路材料通常包括路面材料、路基材料以及道路标志和标线材料。路面材料的选择必须考虑交通量、气候条件和预算等因素。路基材料的质量和强度对道路的耐久性和稳定性至关重要<sup>[3]</sup>。此外,道路标志和标线材料用于引导驾驶员、提供交通信息和增强道路安全性。综合考虑这些因素,道路材料与结构的设计需要符合可持续性原则,以降低资源消耗和环境影响。

### 3.2 交通信号系统技术

交通信号系统技术是城市道路与交通工程设计中的重要组成部分。它包括交通信号灯设计与定时、智能交通管理系统以及交通信号优化算法。交通信号灯的设计与定时需要根据不同道路和交叉口的特点来协调交通流量,以降低拥堵和提高通行效率。智能交通管理系统可以监控和管理交通流量,通过实时数据分析来优化信号控制。交通信号优化算法采用计算机模拟和数据分析工具来提高信号系统的性能。这些技术的应用可以显著提高城市交通系统的效率和安全性。

### 3.3 道路建设与维护技术

道路建设与维护技术是确保道路系统的长期可用性和安全性的关键因素。这包括道路施工方法、质量控制与

监测,以及道路维护与管理。道路施工方法必须在最短的时间内完成,以减少对道路的交通干扰。质量控制与监测确保了道路建设的质量,减少了后续的维护成本<sup>[4]</sup>。道路维护与管理涉及定期检查、修复和改进现有道路,以确保其安全性和功能性。这些技术的综合应用有助于确保城市道路系统的可持续性,减少交通中断和提高道路的寿命。

### 3.4 交通工程模拟与分析工具

交通工程模拟与分析工具在城市道路与交通工程设计中扮演着关键的角色。这包括交通流模拟软件、交通数据分析工具以及预测模型和决策支持系统。交通流模拟软件可以帮助规划师模拟不同交通场景,以评估交通系统的性能<sup>[5]</sup>。交通数据分析工具用于收集和分析交通数据,以识别拥堵点和改进信号控制。预测模型和决策支持系统利用数据来预测未来的交通需求和趋势,帮助决策者制定更好的城市规划策略。这些工具的应用有助于更好地满足城市交通需求,提高道路系统的效率和可持续性。

## 4 结语

本文着重关注城市道路与交通工程设计技术的核心原则,强调其在城市规划和发展中的关键作用。随着全球城市化的不断加速,城市交通系统的需求变得越来越复杂,需要更多的创新和可持续性解决方案。城市道路与交通工程设计技术是应对这些挑战的重要工具。通过这项研究,我们的目标是城市规划者、交通工程师和政策制定者提供指导,以更好地满足城市交通需求,提高城市的可持续性和居民的生活质量。城市道路与交通工程设计技术的不断创新和应用将有助于塑造更加宜居、可持续和智能的城市,以适应不断增长的城市挑战。

### [参考文献]

- [1] 吕庆礼. 城市道路交通工程的设计现状及优化对策探讨[J]. 工程技术研究, 2023, 8(8): 178-180.
- [2] 张扬. 道路交通分析与交通工程设计技术要点[J]. 大众标准化, 2022(18): 152-154.
- [3] 王义兵. 城市道路交通分析与交通工程设计技术研究[D]. 江苏: 南京林业大学, 2007.
- [4] 马卫东. 城市道路交通分析与交通工程设计技术问题研究[J]. 青海交通科技, 2022, 34(2): 31-35.
- [5] 孙元泽. 城市道路交通工程设计原则与思路研究[J]. 运输经理世界, 2022(4): 5-7.

作者简介: 邢桐(1997.3—), 女, 单位名称: 河北新丰工程检测有限公司; 毕业学校和专业: 河北工业大学城市学院 交通工程。

# GIS 在公路路线设计中的应用探讨

白红玉

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]**随着科技的不断发展,地理信息系统(GIS)在公路路线设计中的应用正逐渐成为一个备受关注的领域。本研究旨在探讨GIS在公路规划和设计中的多方面应用,从基础知识的介绍、传统设计流程到GIS集成设计流程的比较分析,再到GIS在公路规划设计中的数据应用。进一步,关注于GIS在环境敏感区域的识别、生态系统评估与保护,以及对空气质量和噪音影响的分析。通过对GIS在公路路线设计中的多层次应用的综合探讨,为工程师、规划者以及GIS专业人员提供深入了解和更好应用GIS技术于公路设计的参考,推动公路交通系统的可持续发展。

**[关键词]**GIS技术;公路路线设计;地理信息系统

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10512

中图分类号: U412.366

文献标识码: A

## Discussion on the Application of GIS in Highway Route Design

BAI Hongyu

XPCC Surveying and Designing Institute Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** With the continuous development of technology, the application of Geographic Information Systems (GIS) in highway route design is gradually becoming a highly concerned field. This study aims to explore the various applications of GIS in highway planning and design, from the introduction of basic knowledge, the comparison and analysis of traditional design processes to GIS integrated design processes, and finally to the data application of GIS in highway planning and design. Furthermore, focus on the identification of GIS in environmentally sensitive areas, ecosystem assessment and protection, as well as the analysis of its impact on air quality and noise. Through a comprehensive exploration of the multi-level application of GIS in highway route design, it provides engineers, planners, and GIS professionals with in-depth understanding and better reference for the application of GIS technology in highway design, promoting the sustainable development of highway transportation systems.

**Keywords:** GIS technology; highway route design; geographic information systems

### 引言

随着城市化的加速和交通需求的不断增长,公路网络的规划与设计对于城市和地区的可持续发展至关重要。在这一背景下,地理信息系统(GIS)作为一种强大的空间数据分析工具,逐渐成为公路路线设计领域的关键技术之一。GIS在公路设计中的应用不仅能够提高规划与设计的效率,更能有效降低环境影响,实现更加智能、绿色的交通基础设施建设。通过对GIS技术在公路路线设计中的综合探讨,为公路规划设计的相关专业人员提供深入洞察和实际应用的指导,促进交通系统的可持续发展。这一领域的不断创新和技术进步将为城市交通带来更智能、高效、环保的未来。

### 1 GIS 基础知识

GIS,或地理信息系统,是一种强大的技术工具,它的基础知识涵盖了多个方面,共同构建了这一领域的理论和实践基础。首先,GIS的核心在于地理数据,它包括位置信息和各种地理属性。这些数据可以来自卫星、GPS设备、勘测工具等多种来源,形成一个庞大的、多维度的信息网络。GIS的强项之一是空间分析,它能够通过复杂的算法和模型,深入挖掘地理数据之间的关系,识别出空间模式,并提供对地理问题的优化解决方案。通过这种分析,

我们能够更全面、深入地理解地理空间现象<sup>[1]</sup>。地图制图是GIS的另一重要方面。GIS通过将地理数据以可视化方式呈现,创造出地图,这为人们提供了一个直观、易于理解的工具,以便更好地交流和理解地理空间关系。这种图形化表达大大促进了对地理信息的有效利用。GIS的数据管理能力也不可忽视。由于地理数据的复杂性和多样性,GIS必须能够有效地管理这些数据,包括存储、查询、更新和分享,以确保数据的准确性和一致性。GIS还涉及到数据投影和坐标系统的使用,以及一系列组成部分,包括硬件、软件、数据和专业人员。这些组成部分共同构建了GIS这一综合性工具。最后,GIS不仅在地理学领域有着广泛的应用,还渗透到城市规划、环境科学、交通规划、农业、应急管理等多个领域。其多功能性使其成为解决各种地理问题的重要工具,为实现可持续发展提供了强大支持。在公路路线设计中,GIS的应用正是基于这一广泛而深厚的基础知识,为更智能、高效、环保的交通基础设施建设提供了前景广阔的可能性。

### 2 公路路线设计流程

#### 2.1 传统设计流程

传统的公路路线设计流程通常包括几个主要步骤。首

先是项目可行性研究,包括地形调查和初步设计。接着是详细的地形测量,规划人员根据地形特征和地质条件确定道路走向。设计者需要考虑土地使用、环境敏感区域、水文条件等多个因素。设计的下一步是绘制初步设计图,然后进行可行性评估和优化。最终,完成详细设计,准备施工图。

## 2.2 GIS 集成设计流程

GIS 集成设计流程通过将地理信息系统引入公路设计中,实现了更高效、智能的设计过程。首先,通过 GIS 获取空间数据,包括地形、地貌和环境要素。这些数据为规划人员提供了全面的地理信息基础。接着, GIS 利用空间分析工具协助选址和路线规划,考虑土地利用、地形、水文条件等多个因素。在设计的不同阶段, GIS 可以为平面设计、纵断面设计和横断面设计提供实时的空间信息支持。最终, GIS 集成设计流程通过数字化、智能化的手段提高了设计效率和质量。

## 2.3 比较分析

比较传统设计流程和 GIS 集成设计流程,可以明显看出 GIS 的优势。传统流程通常更为独立、线性,而 GIS 集成设计流程更强调数据的综合利用和实时空间分析。GIS 流程具有更高的灵活性,能够更好地适应不同地理环境和项目需求。同时, GIS 在数据采集、处理和分析上更为高效,为设计决策提供更全面的信息。比较分析有助于更好地理解两者之间的优劣势,为公路设计的技术选择提供参考。

# 3 GIS 数据在公路规划设计中的应用

## 3.1 数字高程模型 (DEM) 在地形分析中的应用

数字高程模型 (DEM) 在公路路线设计中扮演着至关重要的角色,为规划者和设计师提供了深入洞察地形特征的强大工具。DEM 是一种数字化的地形表面模型,通过离散的高程点数据建立地形的三维表示。以下是 DEM 在地形分析中的关键应用方面:首先, DEM 提供了精确而高分辨率的地形信息。通过激光雷达、雷达干涉测量等技术获取的数据, DEM 能够准确描绘地表的高低起伏,捕捉山脉、河流、丘陵等地貌特征。这使得规划者能够更全面地了解工程区域的地理形态,为道路的合理布局和设计提供了基础。其次, DEM 在地形分析中的一项重要应用是可视化地形特征。通过 DEM 生成的地形图,规划者能够直观地观察和理解地区的地势起伏、坡度分布等情况。这为路线选择和规划提供了直观的参考,有助于确定最佳路径,避免复杂地形和地质条件对道路建设带来的挑战。此外, DEM 还为水文分析提供了基础。通过对 DEM 数据进行水流累积分析,可以模拟雨水径流的路径,识别潜在的洪水风险区域。这项分析有助于规划者确定合适的桥梁和涵洞位置,提高设计的安全性。最后, DEM 在地形分析中的应用还包括土地稳定性评估。通过分析地形的坡度和坡向, DEM 可以帮

助评估地表的稳定性,提前发现潜在的滑坡、崩塌等地质风险,从而指导规划者在设计中采取合适的地质工程措施。

## 3.2 地理数据的采集与处理

地理数据的采集与处理是 GIS 在公路路线设计中的关键环节,对于确保数据的准确性和可用性至关重要。这一过程涵盖了多个步骤,从数据收集的方法到数据处理的技术,每一步都直接影响着最终的规划和设计质量。首先,地理数据的采集通常涉及到多种技术手段。卫星遥感、激光雷达、全球定位系统 (GPS)、航空摄影等先进技术能够提供高分辨率、大范围的地理数据。这些数据源能够捕捉到地表的详细信息,包括地形、土地覆盖、建筑物等。同时,传统的地面调查和勘测也是重要的数据采集手段,通过实地测量获取精准的地理信息。采集到的原始地理数据需要经过一系列的处理步骤,以满足公路设计的需求。首先,数据清理和过滤是必要的,以排除掉可能存在的噪声和不准确的数据。然后,数据配准和投影转换是为了将来自不同数据源的信息整合在一个一致的空间参考框架中,确保数据的一致性和可比性。数据处理还包括地理信息系统 (GIS) 中的空间分析。这涵盖了地理数据的空间关系、模式识别、地理统计等方面的分析。例如,通过 GIS 可以识别地形的斜坡、坡向,进行流域分析,评估地表的稳定性和水文特性。这些分析结果为规划者提供了深入了解工程区域的地理特征的重要依据。

## 3.3 空间数据分析在路线选择中的作用

在公路路线设计中,空间数据分析在路线选择阶段扮演着关键角色。通过地理信息系统 (GIS) 进行高程分析,规划者能够准确获取地形数据,包括山脉、丘陵和水体等地貌特征。这有助于确定最佳的路线,避免复杂地形对道路建设的不利影响,提高道路的稳定性和安全性。土地利用分析通过 GIS 工具提供了对工程区域内土地利用情况的清晰了解<sup>[2]</sup>。规划者可以识别农田、城市区域、自然保护区等,以选择最小程度干扰土地利用的路线,减少对生态环境和社会经济的负面影响。此外,空间数据分析有助于考虑环境敏感区域。通过分析野生动植物栖息地、水源保护区等环境因素,规划者能够谨慎规划道路,最小程度地干扰自然生态系统,实现公路建设与环境保护的平衡。

## 3.4 路线平面设计

公路平面设计是在完成选线后,对道路的线性进行具体设计的阶段。在平面设计中,主要运用了直线、圆曲线和缓和曲线。圆曲线的设计位于公路转弯处,其半径 (R) 可以通过以下公式计算:  $R = V^2 / [127 (\mu + i)]$  其中, R 为圆曲线的半径, V 为设计行车速度 (km/h),  $\mu$  为横向力系数, i 为超高率。优选较小的横向力系数和超高率值可以使得圆曲线半径最大,从而保证路线设计的合理性。对于直线段的设计,它主要位于公路路线的直线部分。而缓和曲线的设计则位于直线与圆曲线之间,通过缓和曲线可

以确保公路曲线段与车辆行驶的重心轨迹吻合。在回旋型的设计中,圆曲线、直线和缓和曲线相互组成,以保证车辆行驶的平稳性。在路线平面设计中, GIS 技术通过计算机系统发挥了关键作用。借助计算机技术的辅助,设计人员能够快速准确地计算曲线的各个要素,并直观地呈现在计算机上<sup>[3]</sup>。通过直接观察计算机显示的结果,设计人员可以确定平面设计的各个要素,并对不同参数的设计进行对比分析,从而找到最佳的路线平面设计。这一过程通过 GIS 技术的应用,提高了设计的效率和准确性,为公路建设提供了科技支持。

### 3.5 路线纵断面设计

在公路路线设计中,除了平面设计外,还包括路线横、纵断面的设计。路线纵断面设计主要关注路线纵断面上竖曲线半径、路线坡长、坡度等参数的确定。竖曲线的设计位置通常在公路路线的变坡点,其设计形式为二次抛物线。竖曲线半径(R)的计算通过特定的公式得出。一旦确定了竖曲线半径 R 和变坡脚 w,设计人员就可以利用这些参数计算其他相关要素,包括竖曲线的外距 E、切线长度 T、长度 L 等。通过这些计算得知的参数,可以获得路线纵断面设计图。在路线纵断面设计中, GIS 技术发挥了关键作用。设计人员可以利用 GIS 计算机系统,根据路线中各个平曲线点的坐标和高程信息,得到路线的线状纵断面。然后,设计人员可以使用 GIS 进行纵断面的拉坡处理,直至获得最为合理的纵断面图。当某一坡点发生变化时,可能会导致其他变坡点的增减,甚至坡长也会发生变化。在这种情况下, GIS 系统中的 ARC/INFO 会提供提示内容,设计人员可以根据提示信息进行纵断面的修改,直至设计达到合理为止。

### 3.6 路线横断面设计

在路线横断面设计中,首先进行公路的横向截面绘制,然后结合设计要求与标准进行路线结构性的断面设计。横断面设计中的主要参数包括公路边坡、边沟的尺寸与位置,公路路基的宽度、深度、长度等。这个设计工作复杂,设计周期长,需要设计人员进行反复地勘测和绘制,以确保横断面设计的合理性。然而,利用 GIS 技术进行横断面的设计可以有效地提升设计人员的工作效率,同时保证设计的准确度与合理性。GIS 技术设计横断面的原理为:首先,将计算得知的横断面相关参数输入 GIS 系统中。然后,利用 GIS 的计算机系统,对获取的数据进行自动核算分析<sup>[4]</sup>。同时,将横断面的设计以图形结构呈现出来。设计人员通过对横断面模型的分析对比,能够明确横断面设计中的不足之处。通过调整相关参数的形式,实现对横断面设计结构的修改与处理。最终,设计人员可以获得满足设计要求与标准的路线横断面。这一整个过程结合了 GIS 技术的自动化分析与图形展示,使得横断面设计更加智能化和高效,

确保了设计的科学性与可调整性。

## 4 GIS 在环境评估中的角色

### 4.1 环境敏感区域的识别

环境敏感区域的识别是环境评估的重要步骤之一。通过 GIS 技术,规划者可以对项目区域进行精细化分析,识别出对生态系统、文化遗产等方面敏感的区域。这些信息为规划者提供了在设计中避免或减轻对敏感区域影响的基础。

### 4.2 生态系统评估与保护

生态系统评估与保护是确保公路建设与自然环境协调发展的重要环节。通过评估生态系统的结构和功能,可以更好地了解工程对生物多样性、水资源、土壤等生态要素的影响<sup>[5]</sup>。保护生态系统不仅有助于维持环境的健康,还有助于提高公路项目的可持续性。

### 4.3 空气质量和噪声影响分析

公路建设对空气质量和噪声环境有潜在的影响,因此需要进行详尽的分析。通过模型和监测手段,规划者可以评估公路交通对周边空气质量的影响以及可能引起的噪声水平。这样的分析有助于制定控制措施,减少负面影响,保护周围居民和生态环境的健康。

## 5 结语

GIS 技术在公路路线设计中的应用为规划注入了新的活力与效率。通过 GIS 在地理数据处理、空间分析、可视化展示等方面的优势,设计人员能更全面、科学地考虑地形、地貌、土地利用等因素,从而优化路线设计、提高设计质量。GIS 的计算机系统加速了数据处理与分析过程,降低了设计周期,使公路规划更灵活智能。综合考虑环境评估、生态系统、空气质量、噪声等因素,规划者在设计阶段能预测、评估可能的环境影响,并采取措施减小负面影响,确保项目可持续性发展。GIS 技术和环境评估的融入为公路规划提供了更科学、更可持续的解决方案,为建设更安全、更环保、更符合社会需求的道路网络奠定了坚实基础。

### [参考文献]

- [1]王桐.浅谈 GIS 在公路路线设计中的应用[J].产品可靠性报告,2023(9):140-142.
  - [2]郭睿.公路路线设计中 GIS 技术的应用分析[J].中华建设,2020(6):80-81.
  - [3]李泓韦.GIS 在公路路线设计中的应用探讨[J].交通科技与管理,2023,4(20):23-25.
  - [4]李鑫.GIS 技术在公路路线方案比选中的运用[J].青海交通科技,2021,33(1):43-46.
  - [5]王锋,张艳军.公路路线设计中 GIS 技术应用[J].黑龙江交通科技,2019,42(12):261.
- 作者简介:白红玉(1982.3—),男,汉族,乌鲁木齐人,硕士,路桥工程师,从事路桥设计工作。就单位名称:新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司。

## 关于路桥工程设计阶段的造价管理

张兴凌

盐城市交通规划设计院有限公司, 江苏 盐城 224000

**[摘要]**随着城市化进程的加速和基础设施建设的不断推进, 路桥工程作为城市交通体系的重要组成部分, 其设计阶段的造价管理显得尤为重要。在此阶段, 准确的成本估算和高效的沟通协作对项目的成功实施至关重要。基于此, 本篇文章旨在深入探讨路桥工程设计阶段的造价管理问题, 并提出相应的对策建议。首先, 分析了该阶段造价管理的重要性, 强调了准确的成本估算和高效的沟通协作对项目成功的影响。其次, 针对当前面临的挑战, 包括缺乏详细成本估算、设计团队与造价团队沟通障碍、未能及时评估和控制设计变更成本以及变更管理流程不高效等问题, 提出了引入专业造价咨询、设立专门沟通机制、制定设计变更评估标准和建立迅速反应机制等对策。

**[关键词]**路桥工程; 设计; 造价管理

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10510

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

## Cost Management during the Design Phase of Road and Bridge Engineering

ZHANG Xingling

Yancheng Transportation Planning and Design Institute Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224000, China

**Abstract:** With the acceleration of urbanization and the continuous advancement of infrastructure construction, road and bridge engineering, as an important component of the urban transportation system, cost management in its design phase is particularly important. At this stage, accurate cost estimation and efficient communication and cooperation are crucial for the successful implementation of projects. Based on this, this article aims to deeply explore the cost management issues in the design stage of road and bridge engineering, and propose corresponding countermeasures and suggestions. Firstly, the importance of cost management in this stage was analyzed, emphasizing the impact of accurate cost estimation and efficient communication and collaboration on project success. Secondly, in response to the current challenges, including a lack of detailed cost estimates, communication barriers between the design and cost teams, failure to timely evaluate and control design change costs, and inefficient change management processes, measures such as introducing professional cost consulting, establishing specialized communication mechanisms, developing design change evaluation standards, and establishing a rapid response mechanism have been proposed.

**Keywords:** road and bridge engineering; design; cost management

### 引言

随着城市化的迅猛发展和基础设施建设的日益复杂, 路桥工程在城市交通体系中的地位日益凸显。在该进程中, 路桥工程设计阶段的造价管理成为确保项目成功实施的重要环节。本研究旨在深入探讨该阶段的造价管理问题, 着眼于如何在设计阶段有效地进行成本估算、协同沟通和变更管理, 以提高项目的经济效益和整体成功实施的性。路桥工程设计阶段的造价管理不仅涉及成本预测, 更关乎项目在后续施工和运营阶段的可持续性。通过该内容的深入研究, 期望为行业提供有价值的指导, 促进工程项目在经济、技术和可持续性方面取得更为优异的综合效益。

### 1 路桥工程设计阶段的造价管理的重要

首先, 设计阶段的造价管理不仅有助于实现成本的合理控制和优化, 而且在该阶段的精准分析和预测中扮演着关键的角色。通过对工程的各个方面进行更为详细的分析, 包括物料、劳动力、技术要求等, 能够更准确地估算项目的总成本。此种精准的成本估算为项目后续的实施过程提

供了有力的经济基础, 确保项目不会超出预算, 有效保障资源的最大程度利用。同时, 通过优化设计, 即便在不影响项目质量和功能的前提下, 也能降低建设成本, 从而在整体经济效益方面实现更为显著的提升。其次, 设计阶段的造价管理在及时应对设计变更带来的影响方面发挥着重要作用。设计变更在项目实施过程中难以避免, 而此类变更对项目造成不同程度的经济影响。通过在设计阶段及时评估设计变更对造价的潜在影响, 团队可以有效地掌握项目的经济风险, 迅速采取相应的控制和调整措施, 确保项目不会因设计变更而产生不必要的成本增加。此种灵活而高效的变更管理策略有助于项目更好地应对复杂多变的实施环境, 确保项目能够顺利推进<sup>[1]</sup>。最后, 设计阶段的造价管理对于项目整体的风险控制和经济效益的最大化至关重要。通过深入的成本分析和全面的风险评估, 能够全面识别与项目相关的各种风险, 包括技术、市场、法律等多方面的潜在风险。制定科学合理的风险管理计划, 不仅有助于降低项目实施过程中的不确定性, 还能确保项

目按计划有序推进, 最终实现预期的经济效益和社会效益。此种全面而系统的风险管理手段为项目的可持续发展奠定了坚实的基础, 使项目在面临多变复杂的外部环境时能够更具韧性和适应性。

## 2 路桥工程设计阶段的造价管理面临的挑战

### 2.1 缺乏设计阶段的详细成本估算

路桥工程设计阶段的造价管理面临着多重挑战, 其中一项主要挑战是缺乏设计阶段的详细成本估算。该挑战源于设计阶段项目信息的不完整性和变动性, 导致对项目建设成本的准确估算变得十分困难。初步预算的依赖于一般性的参数和粗略的数据, 无法全面考虑工程项目各个方面的复杂性, 从而导致对实际成本的精确预测存在巨大的不确定性。在设计阶段缺乏详细成本估算的情况下, 项目管理团队难以提前识别和解决潜在的经济风险, 导致在项目实施过程中出现资金不足的问题, 从而延误工程进度, 甚至导致工程无法按计划完成<sup>[2]</sup>。此外, 缺乏详细成本估算也影响了设计变更对造价的潜在影响的评估。由于设计阶段的不充分, 项目团队难以全面了解设计变更对工程造价的具体影响, 从而难以制定相应的应对策略, 导致在变更发生时, 项目团队无法迅速做出准确的决策, 增加了项目成本的风险。

### 2.2 设计团队与造价团队之间的沟通障碍

首先, 设计团队通常专注于实现项目的技术和功能目标, 强调设计的创新和质量。与此同时, 造价团队更注重项目的经济效益和成本控制, 两个团队之间的不同关注点和专业术语的差异导致沟通障碍, 阻碍双方理解和接受对方的观点。其次, 设计团队与造价团队存在信息不对称的问题。设计团队没有充分的了解项目的预算限制和经济目标, 而造价团队对设计方案的技术要求和复杂性缺乏深入的理解。此种信息不对称导致在设计过程中制定的方案与实际的成本预算存在较大的偏差, 从而引发后续的沟通和协调问题<sup>[3]</sup>。此外, 设计团队和造价团队在专业背景和文化上也存在差异, 进一步加剧了沟通障碍。设计师通常受到艺术和创造性思维的影响, 强调设计的独特性和创新性, 而造价师更注重工程的经济性和可实施性。此种差异导致双方在解决问题和制定决策时存在分歧, 影响了团队之间的协作和合作。

### 2.3 未能及时评估和控制设计变更的成本

首先, 设计变更对项目的成本结构和规模产生深远的影响。由于设计变更通常会导致工程范围、材料需求、施工方法等方面的调整, 未能及时评估此类变更的成本, 导致对项目整体成本的准确把握出现偏差, 不仅影响了项目的财务计划, 还增加业主的财务负担, 对项目的可行性产生负面影响。其次, 未能及时控制设计变更的成本导致项目实施过程中的延误。设计变更通常需要时间来评估、调整和重新规划, 推迟项目的进度。项目进度的延误导致工

期费用的增加, 同时也使得项目无法按照原定计划为社会提供基础设施服务, 从而对公众和相关利益相关者产生负面影响。最后, 未能及时评估和控制设计变更的成本还在一定程度上影响项目的质量。设计变更涉及工程方案的重新调整, 如果此类变更未经过充分评估和控制, 会影响工程的整体质量和稳定性, 对工程的长期运营和维护带来隐患, 增加了未来的维护成本。

### 2.4 变更管理流程不够高效

首先, 设计阶段变更管理的不高效源于对变更的及时识别和评估不足。在设计过程中, 新的需求、技术变革或者利益相关者的要求引发设计变更, 而如果变更不能及时发现, 就难以采取迅速而合适的应对措施, 导致在后续的实施阶段, 因为未考虑到变更所带来的成本和时间影响, 项目面临额外的压力和困难。其次, 变更管理流程不高效受到沟通不畅和信息不透明的影响。设计阶段通常涉及多个团队和专业领域的合作, 如果沟通渠道不畅, 设计变更的信息流动受阻, 使得变更的传递和分析过程缓慢, 难以及时响应。更重要的是, 如果设计团队之间缺乏透明度, 难以共享和理解变更的影响, 那么导致对变更的误解, 最终影响变更管理的质量和效果。最后, 变更管理流程不高效也受到规范和流程设计不合理的制约。缺乏明确的变更管理流程和标准化的操作程序导致变更处理的混乱和不一致性, 使得项目团队在处理设计变更时缺乏指导和框架, 难以高效地进行评估、批准和执行变更。

## 3 路桥工程设计阶段的造价管理的对策建议

### 3.1 引入专业造价咨询提前参与

首先, 专业造价咨询公司具备深厚的经验和专业知识, 能够在设计阶段的早期就全面、系统地评估项目的成本。通过提前介入, 专业造价咨询团队可以对工程的各个方面进行详细分析, 提供准确的成本估算, 帮助项目团队在制定初步预算时更具有针对性和可操作性。其次, 专业造价咨询的提前介入有助于更好地应对设计变更对造价的潜在影响。专业造价咨询团队可以在设计变更发生时迅速评估其对项目造价的具体影响, 并提供专业的建议和解决方案, 有助于项目团队更加高效地应对变更, 避免因变更而导致的额外成本和延误。最后, 引入专业造价咨询提前参与可以促进项目各方之间的更加紧密的合作。专业造价咨询团队作为独立的第三方, 能够在项目团队之间提供客观、公正的成本信息, 促进各方更加透明地共享信息, 减少因信息不对称而引发的问题, 有助于建立更加健康和合作的项目管理环境。

### 3.2 设立专门的沟通渠道和会议机制

首先, 该措施有助于促进团队内外的信息共享和流通。在一个设计团队涉及多个专业领域和相关方时, 确保信息的畅通对于及时发现和解决问题至关重要。通过设立专门的沟通渠道, 可以为团队成员提供一个有序、便捷的信息

传递平台,使得设计过程中产生的重要信息能够迅速传达到相关人员,从而加强协作和及时响应。其次,专门的会议机制有助于定期评估设计进展和的变更。通过定期召开专门的会议,设计团队可以汇报项目的最新动态、成本估算情况以及的设计变更,不仅有助于项目管理团队全面了解项目的状况,还为及时调整和优化设计提供了机会。此外,会议也为相关利益相关者提供了一个了解项目进展的渠道,增进了透明度,有助于更好地协调项目各方面的利益。最后,设立专门的沟通渠道和会议机制有助于构建一个高效的变更管理流程。通过在会议中专门讨论和评估设计变更,可以提前发现潜在的问题,及时分配资源和调整计划,以降低变更对项目造价的不良影响。此种系统化的变更管理流程有助于规范变更的审批和执行过程,提高处理变更的效率。

### 3.3 制定明确的设计变更评估标准

首先,明确地设计变更评估标准有助于提高对变更的识别和评估的准确性。通过建立具体而清晰的标准,可以为项目团队提供明确的指导,使其能够更精确地判断何种变更是必要的、合理的,以及对项目造价的具体影响是什么,为团队提供了一个明确的框架,有助于在设计阶段更及时地发现并适当地回应变更。其次,制定明确的设计变更评估标准有助于提高团队之间的沟通和合作效率。标准的明确性可以消除不同专业领域和团队之间对于变更的理解差异,降低信息传递和交流的障碍。如此一来,设计团队能够更迅速而准确地共享变更信息,减少误解,提高团队的整体协同效率,对于设计变更的及时评估和处理至关重要。最后,明确的设计变更评估标准有助于提高变更管理的透明度。透明的评估标准可以被所有相关利益相关者理解和接受,包括项目业主、设计师和其他相关方,有助于建立信任和共识,确保设计变更的评估过程公正、客观,并且符合项目整体目标。透明度还能够提高项目的可控性,减少潜在的争议和纠纷。

### 3.4 针对设计变更建立迅速反应机制

首先,设计变更往往是项目进展中的常态,因此建立一个迅速反应的机制至关重要。项目管理团队应该设定明确的变更识别流程,确保在设计阶段所有相关方都能迅速发现变更的迹象,包括定期的项目评审、团队会议以及专门的变更检测工具,以及对项目文档的细致监测。通过此

类手段,可以提高对潜在变更的感知能力,使项目管理团队能够更早地了解到变更的发生。其次,建议在团队内部和与相关方之间建立高效的沟通机制。充分的沟通是迅速响应设计变更的关键。通过定期的团队会议、沟通渠道的畅通以及透明的信息分享,可以确保设计团队对于变更的相关信息了解清楚,并能够及时做出反应,也有助于避免信息断层和误解,提高整个团队对于变更的共识。最后,为了确保变更得到及时审批和执行,建议建立一个迅速的变更评估和批准流程,包括设定明确的变更评估标准、建立专门的变更评审小组,并设立合理的时间框架以确保变更能够在不拖延项目进度的前提下得到有效处理。同时,对于较小的变更,可以考虑建立简化的流程,以加速变更的审批过程。

## 4 结论

综上所述,路桥工程设计阶段的造价管理是确保项目成功实施的关键环节。通过对当前面临的挑战进行深入分析,发现缺乏详细成本估算、沟通障碍和设计变更控制不力等问题直接影响了项目的经济可行性和整体效益。通过引入专业造价咨询、设立沟通机制、制定评估标准和建立迅速反应机制等对策,可以有效地解决此类问题,提高项目的成功实施概率,确保在设计阶段就能够建立起经济稳健的基础。未来的研究方向应该侧重于深化造价管理在设计阶段的方法和工具,进一步提高成本估算的精准度和设计团队与造价团队之间的协同效率。同时,还可以探讨数字化技术在设计阶段的应用,以提高变更管理的效率。此类努力将有助于推动路桥工程设计阶段的造价管理水平不断提升,促使更多项目在经济、技术和可持续性方面取得更为优异的综合效益。

### [参考文献]

- [1]王超男. 路桥工程造价成本控制管理对策[J]. 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.[出版者不详], 2022(3): 246-247.
  - [2]饶亮. 路桥工程造价成本控制管理措施研究[J]. 工程与建设, 2022, 36(1): 266-268.
  - [3]张敏. 路桥工程造价成本控制管理措施分析[J]. 运输经理世界, 2021(30): 61-63.
- 作者简介: 张兴凌(1988.1—), 男, 毕业院校: 徐州工程学院, 单位: 盐城市交通规划设计院有限公司, 设计师。

## 现代项目管理在通信工程中的有效应用

敬晓辉<sup>1</sup> 陈国镜<sup>2</sup>

1 中国铁塔股份有限公司西安市分公司, 陕西 西安 710075

2 陕西世藩商贸服务有限公司, 陕西 西安 710075

**[摘要]**现代项目管理在通信工程中的有效应用对于确保项目的成功和高效实施至关重要。通信工程通常涉及复杂的技术、多样的需求和不断变化的市场, 因此现代项目管理方法的应用变得至关重要。其中, 敏捷项目管理方法在通信工程中得到广泛应用, 它强调迭代开发、快速反馈和适应性, 允许项目团队更好地应对变化和客户需求。同时, 项目管理方法还强调跨项目的整体协调和资源管理, 以确保多个相关项目可以协同工作, 实现整体目标。这种方法有助于减少资源浪费, 提高项目的效率和一致性。因此, 现代项目管理方法的应用可以帮助通信工程项目团队更好地满足客户需求, 提高项目成功的概率, 降低风险, 以适应不断发展的通信技术和市场趋势, 使通信工程更具竞争力。

**[关键词]**现代项目管理; 通信工程; 管理制度; 有效应用

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10526

中图分类号: F623

文献标识码: A

## Effective Application of Modern Project Management in Communication Engineering

JING Xiaohui<sup>1</sup>, CHEN Guojing<sup>2</sup>

1 Xi'an Branch of China Tower Corporation, Xi'an, Shaanxi, 710075, China

2 Shaanxi Shifan Trading Service Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

**Abstract:** The effective application of modern project management in communication engineering is crucial for ensuring the success and efficient implementation of projects. Communication engineering often involves complex technologies, diverse requirements, and constantly changing markets, making the application of modern project management methods crucial. Among them, agile project management methods are widely used in communication engineering, emphasizing iterative development, rapid feedback, and adaptability, allowing project teams to better respond to changes and customer needs. At the same time, project management methods also emphasize overall coordination and resource management across projects to ensure that multiple related projects can work together to achieve overall goals. This method helps reduce resource waste, improve project efficiency and consistency. Therefore, the application of modern project management methods can help communication engineering project teams better cope with changes and customer needs, so as to better meet the needs of customers, increase the probability of project success, reduce risks, and adapt to the constantly evolving communication technology and market trends, making communication engineering more competitive.

**Keywords:** modern project management; communication engineering; management system; effective application

### 引言

通信工程是一个关键领域, 它涉及到建设和维护通信网络基础设施, 为现代社会的互联互通提供支持。在这个快速发展和竞争激烈的领域, 项目管理变得至关重要, 以确保项目按时、按预算、按质量完成, 同时适应不断演进的通信技术和市场需求。现代项目管理方法的有效应用在通信工程中具有关键意义, 它不仅提高了项目的成功率, 还有助于降低风险、提高资源利用效率, 并满足客户不断演化的需求。本文将探讨现代项目管理在通信工程领域的有效应用, 特别关注敏捷项目管理、水平项目管理和其他相关方法, 以强调它们如何有助于通信工程项目的高效实施和成功交付。

### 1 现代项目管理的意义

现代项目管理在当今社会具有重要的意义, 它是有效实现项目目标和交付可持续价值的关键工具。首先, 项目

管理有助于确保项目的成功完成。通过明确定义项目的目标、范围、时间表和资源, 项目管理帮助团队有效地规划和执行任务, 减少了项目失败的风险。其次, 项目管理可以提高资源利用效率, 确保资源得到最佳利用, 从而减少浪费。这不仅可以节省时间和金钱, 还可以减少对环境的负面影响。另外, 项目管理也促进了团队协作和沟通, 有助于减少误解和冲突, 提高工作效率。此外, 项目管理有助于监控和评估项目进展, 及时纠正问题, 确保项目按计划执行。最重要的是, 项目管理有助于实现战略目标, 帮助组织适应快速变化的市场和环境, 保持竞争优势。因此, 现代项目管理在各个领域都具有重要的意义, 不仅可以提高项目的成功率, 还可以提高组织的绩效和竞争力。

### 2 当前通信工程项目管理存在的问题

#### 2.1 项目管理模式的更新迭代较为落后

当前通信工程项目管理领域存在一些问题, 其中一个

主要问题是项目管理模式的更新迭代较为落后。随着技术和市场的快速发展,传统的项目管理方法已经无法满足当今复杂多变的需求。传统的瀑布模型项目管理方法过于刚性,难以应对快速变化的需求和技术创新,导致项目进度滞后、成本超支以及无法满足客户需求的情况频发。相比之下,敏捷和迭代式项目管理方法已经在其他领域得到广泛应用,但在通信工程项目管理中的推广较为有限。更新迭代的项目管理方法更加灵活,能够更好地适应需求变化,提高项目交付的速度和质量。

## 2.2 施工技术与通信工程需求存在差距

当前通信工程项目管理领域面临一个显著问题,即施工技术与通信工程需求之间存在差距。通信工程的快速发展和技术创新要求项目团队具备最新的技术知识和能力,以满足日益增长的通信需求。然而,在一些情况下,施工技术与实际通信工程需求之间存在不协调或不匹配的情况。这可能导致项目中的施工过程不适应新的通信标准、网络拓扑或安全要求,导致项目的成本增加、进度延误和性能下降。

## 2.3 项目管理手段与通信工程建设范围存在落差

当前通信工程项目管理领域面临一个显著问题,即项目管理手段与通信工程建设范围之间存在落差。通信工程的复杂性和多样性要求项目管理团队拥有广泛的知识和技能,以有效地规划、执行和交付项目。然而,在一些情况下,项目管理方法和工具未能充分适应通信工程的实际建设需求,导致项目进度延误、成本超支和交付不符合质量标准的问题。

# 3 通信工程的现代项目管理制度建设

## 3.1 项目计划管理

通信工程的现代项目管理制度建设是至关重要的,其中项目计划管理是其中一个关键领域。项目计划管理在通信工程项目中扮演着至关重要的角色,它涵盖了项目的规划、进度控制、资源分配和风险管理等方面。首先,项目计划管理需要在项目启动阶段制定清晰的项目计划,明确定义项目的目标、范围、时间表和可交付成果。这个计划应该是可衡量的、可跟踪的,以便确保项目的方向和目标得以明确。其次,在项目执行阶段,项目计划管理涉及资源的分配和进度的监控。项目经理和团队需要有效地分配人力、物力和财力资源,以确保项目按计划进行。同时,通过定期监测和报告项目的进展情况,可以及时发现和纠正问题,以避免进度延误和成本超支。另外,项目计划管理还包括风险管理,即在项目计划中识别潜在的风险,并制定相应的风险应对计划。这有助于降低不确定性对项目的不利影响,并确保项目能够应对突发情况<sup>[1]</sup>。最后,项目计划管理也需要考虑变更管理,因为通信工程项目可能会在执行过程中面临需求变更或技术创新。因此,项目计划应具有灵活性,能够适应变化,同时要确保变更是经过审慎考虑和文档化的。

## 3.2 安全与造价管理

通信工程的现代项目管理制度建设不仅要注重项目计划管理,还需要充分关注安全与造价管理,这两个方面在项目成功实施中至关重要。首先,安全管理在通信工程

项目中具有极高的重要性。通信设施通常位于关键的基础设施位置,而且涉及到电力、无线通信和网络技术等多个领域,因此项目安全风险较大。现代项目管理制度应该着重规划和执行安全管理策略,确保工作场所和施工过程符合法规和标准,以最大程度降低事故和损害的风险。这包括培训项目团队成员,采取适当的安全措施,以及建立应急响应计划,以确保项目进展过程中的安全性。其次,造价管理也是项目成功的关键因素。通信工程项目通常涉及大量的资金和资源,因此对成本的有效控制至关重要。现代项目管理制度应该强调预算编制、成本估算和成本控制。这包括建立详细的项目预算,监控成本的变化,确保资源的有效利用,并寻求成本节约的机会。

## 3.3 人力资源管理

通信工程的现代项目管理制度建设需要特别关注人力资源管理,因为项目的成功与团队的组织、培训和有效利用密切相关。在这方面,现代项目管理制度应包括以下几个重要方面:首先,招聘和组建合适的团队是至关重要的。通信工程项目通常需要多个专业领域的专家,包括工程师、技术人员、项目经理和管理人员。现代项目管理制度需要确保项目团队的成员具备必要的技能和经验,以胜任项目的要求。这可能需要积极的招聘和培训计划,以吸引并留住优秀的人才。其次,团队的培训和发展也是关键。通信工程领域不断发展,要求团队成员不断更新他们的知识和技能。现代项目管理制度应该包括培训计划,以确保团队成员跟上最新的技术和最佳实践。这可以通过内部培训、外部培训课程和认证来实现。此外,人力资源管理也包括激励和绩效管理。项目管理团队应该建立激励机制,以鼓励团队成员积极参与和努力工作<sup>[2]</sup>。同时,对团队成员的绩效应该定期评估和反馈,以确保他们能够充分发挥他们的潜力。最后,沟通和团队协作也是人力资源管理的一部分。现代项目管理制度需要建立有效的沟通渠道,以确保团队成员之间和与利益相关方之间的信息流畅通,从而提高项目的透明度和成功交付的概率。

## 3.4 通信设计与流程管理

通信工程的现代项目管理制度建设中,通信设计与流程管理是一个至关重要的方面。通信设计涉及到项目的技术规划和网络拓扑,而流程管理则关注项目的实施和维护过程,这两个方面需要密切协调以确保项目的成功。首先,通信设计是项目的基础。它涉及到网络拓扑、系统架构、硬件设备和软件应用的规划和设计。现代项目管理制度应该促进跨职能合作,确保设计与项目的整体目标和客户需求一致。这包括详细的设计文档,以便在项目的后续阶段进行参考和验证。其次,流程管理是确保项目按计划进行的关键环节。它涉及到项目的执行、监控和控制。现代项目管理制度需要建立透明的流程,确保项目进度可跟踪,资源得到最佳利用,并能够及时发现和解决问题。这包括项目进度管理、变更管理、风险管理以及质量管理等各个方面。另外,通信设计与流程管理需要不断迭代和改进。

随着技术和市场的快速变化,通信工程项目需要不断适应新的需求和挑战。因此,现代项目管理制度应鼓励持续改进和学习,以确保项目在整个生命周期内保持竞争力。

### 3.5 项目评价体系的管理

通信工程的现代项目管理制度建设需要一个健全的项目评价体系的管理。这一体系对于确保项目的质量、效率和成功至关重要。在项目评价体系中,有几个重要方面需要考虑:首先,项目评价体系应包括清晰的项目目标和关键绩效指标。这些指标应该与项目的范围、时间表、成本和质量等相关,以便能够度量项目的整体表现。明确定义的目标和指标有助于项目团队明确工作重点和客户期望。其次,项目评价体系需要建立有效的数据收集和监测机制。现代项目管理依赖于数据驱动的决策,因此项目评价体系应包括数据采集和监测的方法,以跟踪项目的进展和绩效。这可以通过项目管理软件、报告工具和定期审查会议来实现。另外,项目评价体系还应包括定期的项目审查和评估。这些审查可以涵盖项目的各个方面,包括进度、成本、质量、风险和变更等。通过定期审查,项目管理团队可以识别问题、制定纠正措施,并确保项目按照计划进行。最后,项目评价体系需要强调持续改进<sup>[3]</sup>。通过定期的项目绩效评估,项目管理团队可以识别成功实践和改进机会,以提高未来项目的表现。这有助于项目管理体系的不断演进,以适应新的挑战 and 机遇。

### 3.6 项目管理方法

通信工程的现代项目管理制度建设需要考虑采用先进的项目管理方法,以更好地应对项目的复杂性和挑战。一种常用的现代项目管理方法是敏捷项目管理。敏捷项目管理强调迭代开发、快速反馈和适应性。在通信工程项目中,这意味着将项目分解为小的可管理的部分,通常称为迭代或冲刺。每个迭代都包含规划、设计、执行和评审的环节,以确保项目团队能够快速响应变化和客户需求。这种方法还鼓励紧密的团队协作和客户参与,以确保项目交付的成果符合客户期望。另一个现代项目管理方法是水平项目管理。在通信工程中,涉及多个相关项目的情况很常见,例如建设一个新的通信网络系统。水平项目管理将关注点放在跨多个项目的整体协调和资源管理上,以确保它们能够协同工作,实现整体目标。这种方法有助于减少资源浪费,提高项目的效率和一致性。在通信工程的现代项目管理制度建设中,项目管理方法的选择应根据项目的性质、规模和需求来确定。无论采用敏捷、水平,还是其他方法,关键是确保项目管理团队能够灵活应对项目的需求和变化,以确保项目按时、按预算、按质量完成,满足客户的需求,适应快速变化的通信技术和市场趋势。

### 4 现代项目管理在通信工程中的有效应用的前景

随着通信工程领域的不断进化和技术革新,现代项目

管理方法将继续在这一领域发挥至关重要的作用。未来,我们可以预见到一系列关键趋势和展望。首先,随着5G技术和物联网的广泛部署,通信工程将面临更复杂的项目和更高的需求,因此项目管理将需要更多地关注新技术的集成和高效部署,以支持超高速数据传输和庞大数量的互联设备。其次,网络安全将继续是焦点,随着通信网络的日益重要,项目管理将需要更强调网络安全的规划和实施,以应对不断增加的网络威胁。数字化转型将继续推动通信运营商和企业提供更多数字化服务,这将要求项目管理更加灵活,以满足数字化世界的需求。自动化和人工智能将在通信工程中扮演更大的角色,项目管理需要结合自动化工具和智能分析,以提高项目的效率和决策制定<sup>[4]</sup>。同时,可持续性和环保因素将成为更加重要的关注点,项目管理将需要考虑如何减少对环境的不良影响,促进可持续发展。

### 5 结束语

现代项目管理方法的有效应用对通信工程领域具有深远的影响。通信工程项目在其本质上是复杂和多样的,需要在快速变化的技术和市场环境中成功交付。通过采用现代项目管理方法,如敏捷项目管理和水平项目管理,通信工程项目可以更好地应对这些挑战,提高项目的成功率和客户满意度。现代项目管理方法强调适应性、快速反馈、跨项目协作和资源优化,这些原则有助于确保项目按计划进行,满足客户需求,降低风险,并提高资源利用效率。在不断变化的通信技术和市场竞争中,这种方法对通信工程项目的成功至关重要。然而,现代项目管理的应用也需要团队的培训、有效的工具和持续改进。通过不断学习和适应,通信工程项目管理团队可以更好地应对未来的挑战,为通信工程领域的发展和 innovation 做出贡献。因此,现代项目管理方法的应用不仅是通信工程项目的成功之道,也是为建设更强大、更可靠的通信基础设施作出贡献的一部分。

### 【参考文献】

- [1]周兵,宋宜泽,韩世东.现代项目管理在通信工程中的应用[J].信息系统工程,2023(8):40-43.
- [2]李玉芬.现代项目管理在通信工程中的应用[J].无线互联科技,2020,17(23):1-2.
- [3]耿滨.探析现代项目管理在通信工程中的应用[J].通讯世界,2018(8):109-110.
- [4]覃炜革.现代项目管理在通信工程中的应用[J].数码世界,2019(1):23-24.

作者简介:敬晓辉(1988.2—),男,毕业院校及专业:西安邮电大学,信息与计算科学专业,就任单位:中国铁塔股份有限公司西安市分公司,职务:部门副主任,职称:初级;陈国镜(1995.11—),男,毕业院校及专业:西安交通工程学院,建筑工程管理,就任单位:陕西世藩商贸有限公司,职务:设计员,职称:初级。

## 路面水稳施工信息化的运用与研究

周华军

江苏东交智控科技集团股份有限公司, 江苏 南京 211100

**[摘要]**路面水稳施工是公路建设中的重要环节,直接影响到路面的质量和使用寿命。探讨了路面水稳施工信息化的运用与研究。文章首先介绍了路面水稳施工的现状和问题,然后分析了信息化技术在路面水稳施工中的应用,文章以某高速标路面技术服务水稳施工工作为例,最后提出了路面水稳施工信息化的发展趋势。

**[关键词]**路面水稳施工; 信息化技术; 公路建设; 施工质量; 使用寿命

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10500

中图分类号: TU712+3

文献标识码: A

### Application and Research of Informationization in Road Surface Water Stability Construction

ZHOU Huajun

Jiangsu Easttrans Intelligent Control Technology Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 211100, China

**Abstract:** Road surface water stability construction is an important link in highway construction, which directly affects the quality and service life of the road surface. Explored the application and research of informationization in road surface water stability construction. The article first introduces the current situation and problems of road surface water stability construction, and then analyzes the application of information technology in road surface water stability construction. Taking a certain high-speed road surface technology service water stability construction work as an example, the article finally proposes the development trend of road surface water stability construction informatization.

**Keywords:** road surface water stability construction; information technology; highway construction; construction quality; service life

#### 1 路面水稳施工的现状和问题

目前,路面水稳施工主要存在以下现状:

如施工中对水稳拌合楼数据生产数据不够重视、对施工前的水稳拌合楼的静态进行标定、而忽视动态计量的标定等。为了解决这些问题,我们探索了信息化技术在路面水稳施工中的应用,以提高施工质量和效率。

存在以下问题:

**施工精度低:**传统的路面水稳施工方法主要依靠人工操作,无法精确控制施工参数,导致施工精度低。

**质量控制不严格:**由于缺乏有效的质量检测手段,传统的路面水稳施工质量控制不严格,容易造成施工质量不稳定。

**施工效率低:**由于缺乏有效的信息反馈,存在施工效率低,无法找到存在影响效率的关键流程。

#### 2 信息化技术在路面水稳施工中的应用

针对以上问题,我们探索了信息化技术在路面水稳施工中的应用。具体来说,我们采用了以下几种信息化技术:

**物联网技术:**我们将物联网技术应用于路面水稳施工中,通过传感器等设备实时监测施工参数,提高了施工精度和质量。如水稳拌和站生产数据采集、运输车辆运输轨迹,运输时间采集,摊铺设备的摊铺桩号,摊铺机的速度,时间,摊铺长度等信息采集,现场的碾压轨迹,碾压遍数

等采集。

**数据分析技术:**我们运用数据分析技术对采集的数据进行深入分析,找出影响施工质量的关键因素,从而有针对性地采取措施提高施工质量。

**云计算技术:**我们运用云计算技术构建了路面水稳施工信息化平台,实现了数据共享和协同操作,提高了施工效率及质量控制,针对关键信息采集参数采用预警阈值,及时知道施工环节中出现的問題,针对問題能及时进行整改。

以某高速为例技术服务单位 10 月中旬对已施工完成水稳进行排查。具体排查情况如下:

LM1 标施工底基层总长度为 23253 米,发现裂缝段落 4 处,合计裂缝段落长度 1587 米,占施工长度的 6.8%。LM1 标总共发现裂缝 17 条,其中 8 月 6 日施工段(试验段)裂缝较为密集,当天总共施工 393 米,出现 7 条裂缝,平均裂缝间距为 56 米/条。

LM2 标施工底基层总长度为 22731 米,发现裂缝段落 4 处,合计裂缝段落长度 1118 米,占施工长度的 4.9%。LM2 标总共发现裂缝 11 条,其中 8 月 20 日施工段落中 K36+830-K36+960 段裂缝较为密集,该段落总长 130 米,出现 5 条裂缝,平均裂缝间距为 26 米/条。

(2) 根据排查情况,裂缝具体情况如表 1 和表 2 所示。

表 1 LM1 标基层裂缝调查结果表

序号	施工日期	桩号位置	施工长度 (m)	裂缝形态		周期 (d)
				裂缝形态	裂缝形态	
1	2023. 8. 6	K0+870 左幅	393	横向裂缝	贯穿	65
2		K0+885 左幅		横向裂缝	贯穿	
3		K0+943 左幅		横向裂缝	贯穿	
4		K1+027 左幅		横向裂缝	贯穿	
5		K1+112 左幅		横向裂缝	贯穿	
6		K1+140 左幅		横向裂缝	贯穿	
7		K1+170 左幅		横向裂缝	贯穿	
8	2023. 8. 13	K0+920 右幅	393	横向裂缝	未贯穿	58
9		K1+023 右幅		横向裂缝	未贯穿	
10		K1+080 右幅		横向裂缝	未贯穿	
11	2023. 8. 19	K0+137 左幅	460	横向裂缝	未贯穿	52
12		K0+200 左幅		横向裂缝	未贯穿	
13		K0+215 左幅		横向裂缝	未贯穿	
14		K0+345 左幅		横向裂缝	未贯穿	
15		K0+447 左幅		横向裂缝	未贯穿	
16	2023. 8. 21	K0+270 右幅	340. 6	横向裂缝	未贯穿	50
17		K0+350 右幅		横向裂缝	未贯穿	

表 2 LM2 标基层裂缝调查结果表

序号	施工日期	桩号位置	施工长度 (m)	裂缝形态		周期 (d)
				裂缝形态	裂缝形态	
1	2023. 8. 19	k54+515 右幅	141	横向裂缝	贯穿	39
2		k54+565 右幅		横向裂缝	贯穿	
3		k54+589 右幅		横向裂缝	贯穿	
4	2023. 8. 20	K36+830 左幅	408	横向裂缝	贯穿	49
5		k36+840 左幅		横向裂缝	贯穿	
6		k36+930 左幅		横向裂缝	贯穿	
7		k36+940 左幅		横向裂缝	贯穿	
8		k36+960 左幅		横向裂缝	贯穿	
9	2023. 8. 21	k37+200 左幅	170	横向裂缝	贯穿	48
10		k37+300 右幅		横向裂缝	贯穿	
11	2023. 9. 10	k47+440 左幅	398. 5	横向裂缝	贯穿	29

(3) 因下基层水稳基本在 9 月下旬进行施工, 暂时未发现裂缝现象。

## 2.2 裂缝处混合料情况

### (1) 混合料级配、水泥剂量及含水量情况

根据裂缝产生的段落, 对生产当天所施工的水稳混合料级配、水泥用量、含水量进行整理分析, 具体数据如表 3、表 4 所示。

表 3 LM1 标水稳混合料筛分结果

施工日期	下列筛孔 (mm) 通过百分率 (%)							
	31. 5	26. 5	19. 0	9. 5	4. 75	2. 36	0. 6	0. 075
2023. 8. 6	100	98. 5	81. 3	49. 3	32. 3	24. 8	12. 4	5. 0
2023. 8. 13	100	96. 8	75. 8	47. 3	29. 7	22. 5	10. 2	4. 3
2023. 8. 19	100	97. 7	75. 1	47. 4	29. 9	21. 2	9. 9	3. 8
2023. 8. 21	100	97. 4	78. 3	47. 3	30. 3	18. 8	9. 4	4. 3
无裂缝段落	100	97. 2	76. 5	48. 1	30. 2	20. 5	10. 4	4. 1
生产配合比	100	97. 7	76. 5	45. 4	29. 0	21. 8	10. 0	3. 6
级配上限	100	100	86	62	42	30	15	4. 5
级配下限	100	95	68	44	27	18	8	0

表 4 LM2 标水稳混合料筛分结果

施工日期	下列筛孔 (mm) 通过百分率 (%)							
	31. 5	26. 5	19. 0	9. 5	4. 75	2. 36	0. 6	0. 075
2023. 8. 19	100	97. 5	76. 6	45. 0	28. 0	21. 2	9. 5	4. 1
无裂缝段落	100	96. 5	77. 1	46. 2	29. 1	20. 2	9. 4	4. 2
生产配合比	100	98. 3	77. 9	44. 0	27. 8	21. 4	8. 2	3. 5
2023. 8. 20	100	95. 5	68. 9	51. 5	29. 3	22. 0	10. 3	3. 5
2023. 8. 21	100	96. 4	70. 8	51. 5	30. 7	21. 8	10. 5	3. 6
2023. 9. 10	100	96. 8	70. 3	51. 2	30. 8	22. 2	11. 2	3. 8
无裂缝段落	100	95. 8	71. 2	52. 4	31. 2	21. 9	11. 6	4. 1
生产配合比	100	95. 5	69. 7	51. 1	29. 9	22. 1	11. 2	3. 9
级配上限	100	100	86	62	42	30	15	4. 5
级配下限	100	95	68	44	27	18	8	0

表 5 基层水泥稳定碎石水泥剂量及含水量试验结果

LM1 标	水泥剂量 (%)	含水量 (%)	LM2 标	水泥剂量 (%)	含水量 (%)
序号			序号		
1	3. 0(试验段)	5. 0	1	2. 5	4. 5
2	2. 6	4. 3	2	2. 6	4. 5
3	2. 6	4. 4	3	2. 6	4. 6
4	2. 6	4. 3	4	2. 6	4. 5

### (2) 混合料强度情况

表 6 基层水泥稳定碎石强度试验结果

LM1 标	无侧限抗压强度 (MPa)	LM2 标	无侧限抗压强度 (MPa)
序号		序号	
1	2. 8	1	3. 2
2	3. 2	2	3. 2
3	2. 9	3	3. 0
4	2. 8	4	3. 0
技术要求	≥2. 5 (MPa)		

### (3) 拌和楼生产情况

根据裂缝段落施工时间, 结合物联网监控系统, 对施工当天拌和楼生产情况进行统计, 统计情况如下:

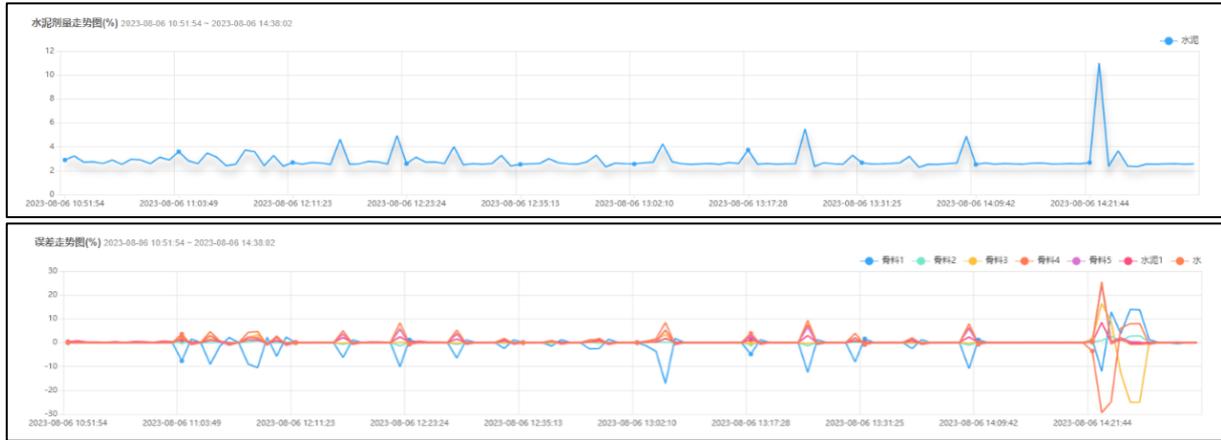


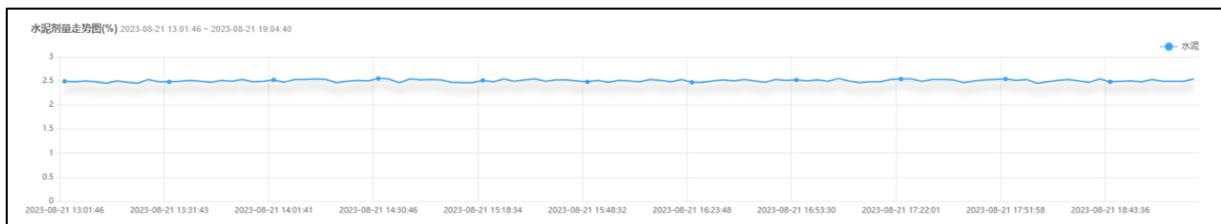
图 1 LM1 标 8 月 6 日水泥用量及材料用量波动图



图 2 LM1 标 8 月 13 日水泥用量及材料用量波动图



图 3 LM1 标 8 月 19 日水泥用量及材料用量波动图



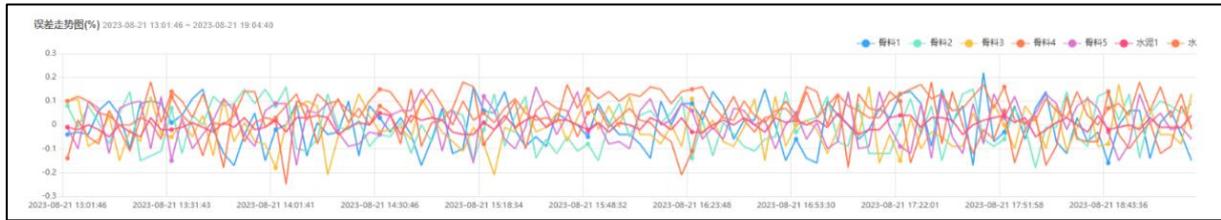


图 4 LM1 标 8 月 21 日水泥用量及材料用量波动图

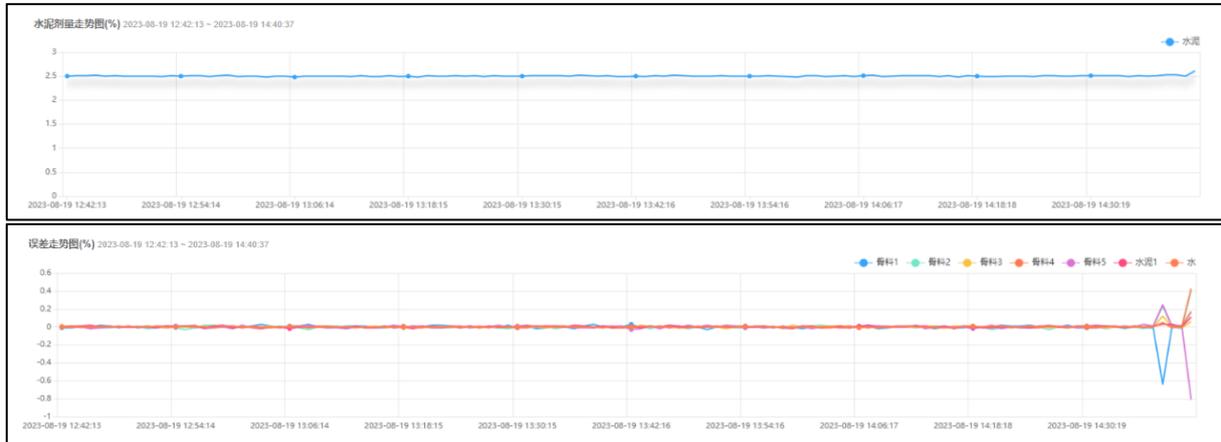


图 5 LM2 标 8 月 19 日水泥用量及材料用量波动图

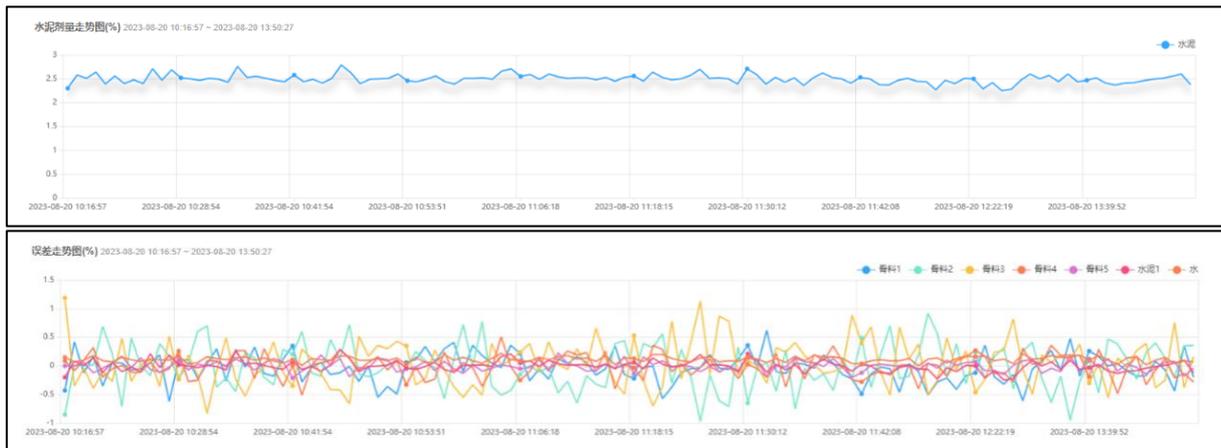


图 6 LM2 标 8 月 20 日水泥用量及材料用量波动图



图 7 LM2 标 8 月 21 日水泥用量及材料用量波动图



图 8 LM2 标 9 月 10 日水泥用量及材料用量波动图

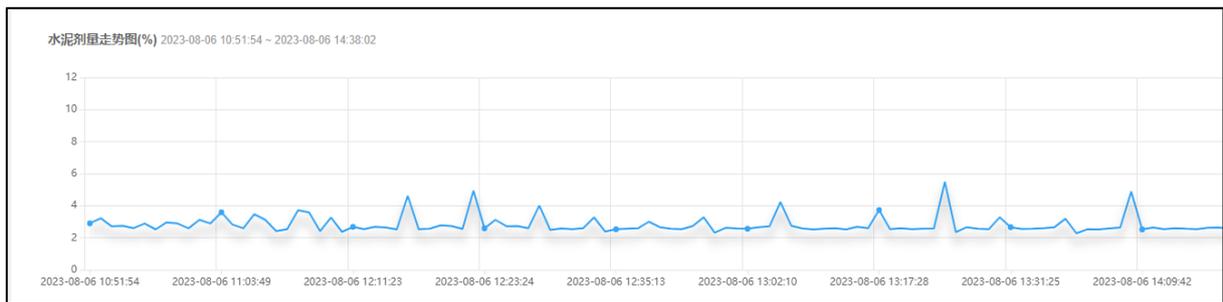


图 9 LM1 标底基层试验段水泥剂量走势图

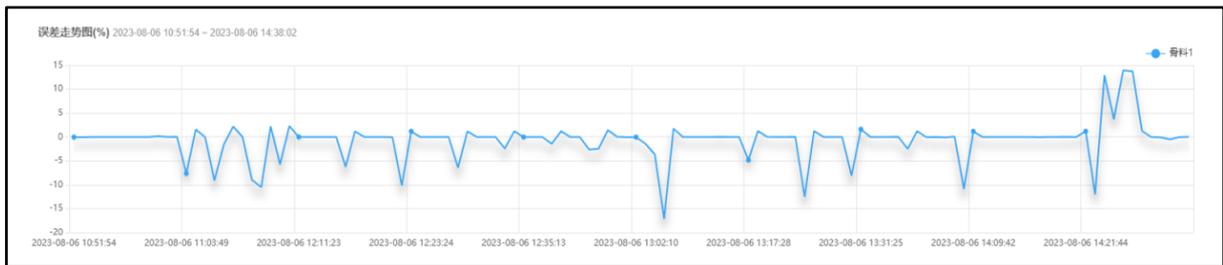


图 10 LM1 标底基层试验段 5#料误差走势图

根据分析结论:

(1) LM1 标 8 月 6 日(试验段)混合料水泥用量偏高,且根据物联网数据显示,水泥用量波动性较大;

(2) LM1 标 8 月 13 日、19 日、21 日所施工底基层水稳级配与生产配合比及无裂缝段落级配基本一致,均满足技术文件要求。

(3) LM2 标 8 月 19 日、20 日、21 日和 9 月 10 日所施工底基层水稳级配与生产配合比及无裂缝段落级配基本一致,均满足技术文件要求。

(4) 根据两个标段抗压强度检测结果表明,无侧限抗压强度满足技术文件要求。

(5) 根据物联网监控系统,裂缝段落除 LM1 标 8 月 6 日(试验段)拌和楼生产数据波动较大以外,其余段落生产数据波动较小,水泥用量误差基本控制在 2.4%~2.7% 之间,材料误差基本控制在 1% 以内。

### 2.3 裂缝产生原因分析

(1) 混合料水泥用量不稳定。

LM1 标 1 号站初期状态不稳定,导致 8 月日试验段生产过程中水泥用量、细集料用量出现较大波动,底基层水泥剂量设计为 2.5%,生产过程中水泥用量在 2.3%~5.5% 之间,原材料 5#(0-2.36mm)因长期堆压形成团块,对料斗造成堵塞,导致细集料级配在(-12,+13)%波动,以上情况极易造成底基层出现裂缝现象。如图 9~图 10。

(2) 温缩裂缝。

水稳底基层施工于 2023 年 8 月下旬至 10 月底,最高气温 36℃,最低气温 6℃,经过炎热高温和寒冷低温后,水稳基层收缩产生温缩裂缝。此类裂缝缝宽较小,一般均小于 3 mm,有的产生横向局部裂缝,有的产生贯穿半幅的横向裂缝,温缩裂缝在外观上多表现为路表等距离的横向裂缝。



图 11 近期气温统计图

### (3) 干缩裂缝。

LM2 标 8 月 20 日上午施工现场突遇下雨，导致当天上午所施工的段落混合料含水量偏大。此情况易造成后期水稳出现干缩裂缝。



图 12 当天气情况

## 3 信息化不足之处

**技术应用难题：**一些施工企业缺乏专业的信息技术人才，无法有效地运用信息技术来提高施工效率。此外，部分施工人员可能对新技术持怀疑态度，不愿意接受新的工作方式，这也阻碍了施工信息化的发展。

**信息化基础设施不足：**要实现施工信息化，必须有良好的信息化基础设施支持。然而，一些施工现场可能缺乏稳定的网络连接和先进的硬件设备，导致信息化应用难以推行。

**数据共享与协同难题：**在施工过程中，各个部门和参与方之间需要频繁地交换和共享数据。然而，由于缺乏统一的数据标准和共享平台，数据共享和协同变得困难，影响了施工效率。

**信息化投入成本较高：**引入先进的信息化技术和设备需要较大的资金投入。对于一些规模较小的施工企业来说，这可能是一笔不小的开销，因此他们可能对施工信息化持保守态度。

**安全与隐私挑战：**随着信息化的推进，施工现场的数据安全和隐私保护问题也日益凸显。如何确保数据的安全传输和存储，防止数据泄露和被篡改，是施工信息化过程中必须面对的挑战。

**综合应用与分析：**施工信息化能提供大量的基础数据，并能进行数据汇总，但是仍需进行人为统计，不能有效的结合天气情况，或者增加很多现场的实际情况进行综合分析。仍需技术咨询人员对现场的情况，生产情况进行统计分析。

## 4 路面水稳施工信息化的发展趋势

随着信息化技术的不断发展，路面水稳施工信息化也将迎来新的发展机遇。继续深入研究信息化技术在路面水稳施工中的应用，进一步提高施工质量和效率。信息化通过物联网、互联网、云计算、智能传感等技术，全面感知工地各领域信息，实现各子系统间的信息共享和协同运作，实现工地作业互联协同、辅助决策、智能生产、科学管理等功能。做到施工质量可知、可控、施工过程可视、智能，工程管理协同、高效，施工数据实时、共享。并提供施工环节参数添加，AI 分析，施工优化等，为决策提供依据。

### [参考文献]

- [1] 廖津和. 高速公路沥青路面施工质量监控方法与体系研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2016.
  - [2] 赵秀娟, 朱蕊, 刘林, 等. 沥青路面施工质量管理信息化技术应用研究[J]. 市政技术, 2018, 36(3): 3.
- 作者简介: 周华军 (1986.10—), 男, 单位名称: 江苏东交智控科技股份有限公司; 毕业学校和专业: 河海大学, 土工工程。

# 市政道路工程沉降路段施工技术探析

胡运有

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]**在市政工程领域,道路沉降问题一直是一个备受关注的话题。市政道路作为城市交通的重要组成部分,承载着大量车辆和行人的交通压力。然而,由于地质条件、施工质量、地下水位等多种因素影响,市政道路常常出现沉降现象。道路沉降不仅影响了交通的顺畅流通,还可能导致交通事故,甚至影响周边建筑物的稳定性。因此,研究市政道路沉降问题,寻找有效的施工技术,对于提高城市交通安全、保障基础设施稳定性具有重要意义。

**[关键词]**市政道路;沉降路段;施工

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10516

中图分类号: TU99

文献标识码: A

## Analysis of Construction Technology for Settlement Sections in Municipal Road Engineering

HU Yunyou

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

**Abstract:** In the field of municipal engineering, road settlement has always been a topic of great concern. As an important component of urban transportation, municipal roads carry a large amount of traffic pressure from vehicles and pedestrians. However, due to various factors such as geological conditions, construction quality, and groundwater level, settlement phenomena often occur on municipal roads. Road subsidence not only affects the smooth flow of traffic, but may also lead to traffic accidents and even affect the stability of surrounding buildings. Therefore, studying the settlement problem of municipal roads and seeking effective construction techniques is of great significance for improving urban traffic safety and ensuring the stability of infrastructure.

**Keywords:** municipal roads; settlement section; construction

### 引言

随着城市化进程的不断推进,对于道路的需求也在不断增加。为了适应城市发展的需要,市政道路的修建、改建和扩建工程层出不穷。然而,在这个过程中,合适的施工技术和方法显得尤为关键。不同地区的地质条件、气候特点以及交通流量的差异性,使得市政道路工程面临着多样性和复杂性的挑战。针对道路沉降问题,许多研究者和工程师们进行了大量的实地调查、理论研究和工程实践,提出了各种解决方案。然而,在实际施工中,仍然面临着如何选择合适的施工技术、如何提高工程质量、如何降低施工成本等挑战。因此,对于市政道路工程沉降路段施工技术的深入探讨和研究,对于提高道路工程质量、确保交通安全、促进城市可持续发展具有积极的意义。

### 1 市政道路沉降原因与影响

市政道路沉降问题是城市基础设施领域中的一个常见挑战,它可能影响道路的使用寿命、交通安全性以及周边环境的稳定性。了解市政道路沉降的定义、分类、原因和影响,对于制定有效的施工技术和维护方案至关重要。

#### 1.1 市政道路沉降的定义与分类

市政道路沉降指的是道路表面或者地基下降的现象,通常可以分为自然沉降和人工沉降两大类。自然沉降主要由地质构造、地下水位变化等自然因素引起,而人工沉降则是由于施工质量、荷载变化、地下工程活动等人为因素引发。

#### 1.2 沉降原因分析

市政道路沉降是一个复杂的地质工程问题,其引发的原因多种多样。沉降的主要原因可以分为自然因素和人为因素两大类。①自然因素包括地下水位变化、土壤压缩、腐蚀侵蚀等。地下水位的变化是引发沉降的重要自然因素之一。当地下水位下降或者上升时,会导致土壤颗粒之间的结合力减小,从而引发沉降。土壤的压缩也是常见的自然因素,土壤在受到荷载作用后,可能发生压缩,使得地面沉降。此外,土壤中含有腐蚀性物质,会导致地下结构物体的腐蚀侵蚀,进而引发地表沉降。②人为因素主要包括地下开挖、建筑施工、地下水抽取、交通荷载等。地下开挖工程如地铁、隧道等会改变地下水位、土体压力分布,引发周围土壤沉降。建筑施工时,施工荷载会使得地下土体发生压缩或者挤压,引发沉降。地下水抽取会导致地下水位下降,使得土壤密度下降,引发沉降。交通荷载是市政道路沉降的主要人为因素,车辆的运行会对道路表层土壤造成挤压,使得土体变形,引发沉降。

市政道路沉降问题是受到多种因素综合作用的结果。在施工和规划过程中,需要充分考虑地下水位、土壤类型、施工荷载等因素,采取科学合理的设计和施工措施,以最大程度地减少沉降问题的发生,确保道路的安全稳定运行。

#### 1.3 沉降对市政道路的影响

市政道路的沉降是一个常见但严重的问题,它对道路

的安全性、可靠性和舒适性产生了广泛的影响。在市政道路工程中,沉降可能由多种因素引起,包括地下水位变化、土壤类型、交通荷载、自然灾害等。这种沉降现象,如果不得当地处理,会引发一系列问题。首先,沉降会导致道路表面不平整,出现坑洼、凹陷等情况,增加了车辆行驶的不稳定性,降低了行车的舒适度,甚至可能引发交通事故。道路不平整还容易积水,影响行车安全,尤其在雨雪天气中,容易造成路面湿滑,增加驾驶风险。其次,沉降还可能影响道路的排水系统。沉降会导致排水设施的坡度和排水方向发生变化,造成积水、泛滥等问题。长期积水不仅会破坏路面结构,还会影响周围建筑物的基础稳定性,加速路面的老化和损坏。另外,沉降还可能导致道路结构的变形和破坏。沉降会改变土体内部的力学特性,可能导致路基和路面的沉降不均匀,产生裂缝、塌陷等问题。这些问题一旦出现,需要进行及时的修复和加固工作,增加了维护成本,影响了道路的使用寿命。最重要的是,沉降还可能影响周围居民的生活质量。道路沉降会引发噪音、震动等问题,影响周围居民的居住环境,降低了生活品质。总之,市政道路的沉降问题不容忽视,它会直接影响交通安全、道路结构稳定性和周围环境。因此,在市政道路工程中,必须采取科学合理的施工措施,加强对地质条件和沉降风险的认识,提高工程设计和施工质量,以保障道路的可持续发展和社会的整体安全。

## 2 市政道路工程沉降段施工技术

### 2.1 搭板设置

在工程施工中,确保道路通畅至关重要。为了达到这个目标,在施工前,项目方应该对交通组织方案进行充分的优化和调整,并将其上报给监理人员进行审批。考虑到道路上车辆的大量流动,路面结构容易在荷载作用下发生变化,因此补救作业的流程相对较为复杂。为了解决这个问题,搭板设置成为一种有效的方法。搭板可以避免车辆在路基结构和过渡带上行驶时造成的冲击和破坏,有助于延长工程的使用寿命。具体的沉降段搭板设置模式如图1所示。

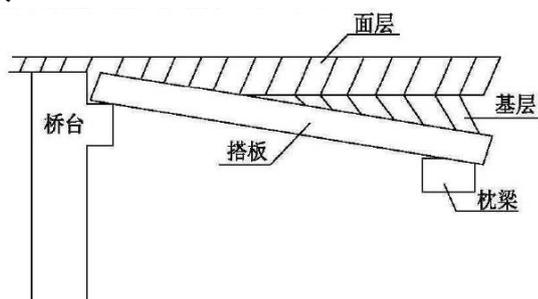


图1 沉降段路基路面搭板

在设置搭板时,需要确保搭板和桥台顶面保持齐平,宽度与桥面相同。在路基和桥梁的衔接处,也应该选择齐平的方式进行搭建,保证搭板和路基面的高度相同,以确

保路面的通行顺畅。此外,考虑到桥头路堤可能出现一定坡度的情况,需要根据沉降数值确定坡度的大小,并且在设计时要留出足够的空间,以便安装反向坡度。通过精心设计和施工,搭板设置可以在保障道路通畅的同时,提高道路的使用安全性,确保车辆和行人的顺利通行。

### 2.2 钻孔

钻孔作业是市政道路沉降段施工中的关键步骤,它直接影响到工程的稳定性和耐久性。在进行钻孔作业前,必须进行详细的规划和准备工作。首先,在进行钻孔作业前,必须彻底清理路面上的各类杂物,确保施工区域干净整洁。如果作业区域位于陡坡位置,应在工作台下方通过枕木等方式进行整平,为后续钻孔设备的进出提供稳定基础。在整平处理完成后,根据设计要求,确定具体的测量控制点,并布置控制网,放出中心线。然后,根据孔洞位置,在地面上开挖沟槽和集水坑,为钻孔作业创造必要的条件。在施工前,必须了解地下管道网络线路分布状况,并标注具体的分布位置,以防止施工时给地下管道造成损害。在进行钻孔作业时,必须选择合适的钢护筒,并确保其内径大于孔洞直径。埋设深度应大于1米,并在埋设后对周围区域进行回填,优先选择黏土,并逐层夯实。此外,必须控制护筒和孔洞之间的偏差在5厘米以内,倾斜角度偏差小于1%。在钻孔作业完成后,需要对孔径、垂直度以及深度进行仔细检查,确保质量符合要求。随后,开始制作注浆管。注浆管的材料通常为直径为3.3厘米的钢管,搭设7厘米的花眼。连接时,使用套丝加直接头将注浆管连接起来。连接完成后,按照分段的方式逐一放入钻孔内部,并填注水泥碎石混合料,要求混合料的级配在3厘米以内,确保充实度和稳定性。通过以上详细的操作流程,可以保障钻孔作业的质量和安全性,为后续的施工工作奠定良好基础。

### 2.3 灌浆

在市政道路沉降段施工中,灌浆是一项关键步骤,它直接影响着路面的稳定性和耐久性。以下是详细的灌浆作业流程:首先,在进行灌浆处理前,必须仔细检查管道线路和设备是否正常运行,确保灌浆活动能够持续进行,避免中途停止。完成检查后,需准备水泥浆液,其配比应符合施工设计要求。通过多次试验确定水泥比,并在配比后对浆液进行持续搅拌,搅拌时间应不少于3分钟。搅拌完成后,进行过滤,使用滤网将杂物滤除。如果遇到降雨天气,应加入水玻璃,保持水玻璃波美度在38~45。在进行灌注作业时,采用间隔跳跃法,首先向外围灌注浆液,之后再向内部灌注。灌注压力应控制在0.4~0.6MPa范围内。在灌注作业过程中,必须做好封口处理,可以选择使用橡胶栓塞进行封闭处理。同时,需要对灌浆孔口位置状况进行分析和记录,检查浆液和灌浆情况,根据实际状况对泵压进行调整,以提高灌浆质量。如果灌浆注入率低于1L/min、第1段浆液灌注压力为0.2MPa、第2段为0.5MPa,

应当持续灌注，灌注时间为 10 分钟。之后，利用微膨胀混凝土对顶部进行封闭处理，封闭位置应在顶部 70cm 左右。在施工过程中，如果路面出现裂缝或者边坡漏浆现象，必须立即停止灌注。如果产生窜浆问题，可使用止浆器进行处理，然后再封闭灌浆口继续进行灌注作业。完成浆液灌注后，根据变形观测要求进行观测作业。观测点的间隔应为 10cm，在防撞栏以及路沿石等位置选择观测点，每周观测 1 次，连续观测 60 天，以便掌握灌注效果，确保施工质量和安全。

#### 2.4 排水板打设

在桥台段沉降处理过程中，选择合适的排水方法至关重要。为了避免地基变形、缩颈以及断颈问题，常常采用塑料排水板法。这种方法能够及时将软土地基内的多余水分排出，确保路基结构整体稳定。在施工过程中，需严格落实排水板的打设要点，以下是详细的施工流程：首先，选择符合要求的排水板，其板材重量应为 15N/m，具备高强度和耐腐蚀等特点，同时具备一定的柔韧性，以便进行弯曲和回折处理<sup>[1]</sup>。在排水板放入地基之前，根据其特点和插深深度选择合适的机械设备，确保排水板插入的准确性。如果插入深度在 15~25 米之间，建议选用 PC300 履带式专用插板机。为了增加摩擦力并防止套管，可以选择反铲机改进插板机，并利用液态系统完成排水板的打设。施工前，地表必须清理干净，然后在预拱土层上层铺设中粗砂，确保不含其他杂质，含泥量需控制在 5% 以内。铺设厚度应控制在 30 厘米左右，为后续排水板的打设打下良好基础。在正式插板时，对排水板的底部端头进行回折处理，与“H”形锚销形成稳定的连接模式，并进行封堵处理，以防淤泥进入。当排水板插入地基后，务必防止受到外界污染和影响。需要清除附近的泥土，并使用砂料对井眼进行填筑处理，将超出垫层的排水板割除。通过以上严格的施工措施，可以确保排水板的稳定性和排水效果，为桥台段的沉降处理提供可靠保障。

#### 2.5 冲击压实

冲击压实是一种常用的路基处理方法，通过冲击压路机对路基路面进行碾压，采用冲击联合滚轮的方式进行压实处理。在使用该工艺时，冲击能量会持续作用在路基填料上，冲击波会向土体深层递进，使土体颗粒之间的接触更加紧密，解决土体颗粒分散的问题<sup>[2]</sup>。小颗粒也会逐渐进入大颗粒孔隙内部，持续对土体进行压实，从而避免后期路基路面出现变形或者开裂的现象，表 1 为基床压实标准 7。在进行压实作业前，首先需要将软土地基挖除，并向其中填充适当的材料。填充材料的选择应根据施工具体情况和路基要求确定，确保材料的密实度和承载能力，各项材料的压实指标如表 2 所示。为了保证压实作业的效果，每次压实的速度应控制在 12.5km/h 左右，压实的长度通常为 500 米。此外，还需要注意路基边缘间距，保持在 1~

1.5 米的范围内，以确保整体压实效果的均匀性和一致性。

表 1 基床地层压实标准

土壤类型	地基系数 (≥) (/MPa/m)	动态变形模量 (≥) (/MPa)	压实系数 (≥)	检验数量
化学改良土	130	40	0.95	每压 10 层共对 6 个点位进行检查，每填高 90cm 检验 4 个点
砂类土及细粒土	150	40	0.95	
砂石类及粗砾土	150	40	0.95	

表 2 材料压实指标

材料	压实后容重 (/ kN/m <sup>3</sup> )	最大干容重 (/ kN/m <sup>3</sup> )	比重	压实后最小孔隙比
粉煤灰	14.0-14.5	9.0-10.5	1.95-2.15	1.10-1.20
砂性土	19.2-20.2	16.1-18.1	2.64-2.68	0.61-0.71
粘性土	19.0-20.5	16.0-18.5	2.71-2.75	0.51-0.71

在实际作业中，施工人员需要密切观察压实效果，确保路基的稳定性和均匀性。如果发现有不规则或者不均匀的压实现象，需要及时调整作业方式和设备参数，确保整体的压实质量。通过精心的冲击压实作业，可以有效提高路基的密实度和承载能力，确保道路的长期稳定使用。

#### 2.6 养护管理

养护管理是市政道路沉降段施工完成后的关键环节，它直接影响道路的使用寿命和安全性。充分的养护管理可以保持道路结构的稳定性，延长道路的使用寿命，提高交通安全水平。以下是详细的养护管理流程：①施工完成后的道路需要进行全面的检查和评估。检查包括路面平整度、排水系统是否正常、路基是否稳定等。评估需要根据实际情况，确定道路是否需要修补、加固或其他维护措施。②建立定期巡查制度。定期巡查可以及时发现道路的问题，包括裂缝、坑洼、排水系统堵塞等<sup>[3]</sup>。巡查频率可以根据道路的使用情况和气候条件确定，通常在每季度或每半年进行一次。③及时进行维护和修复。发现问题后，需要立即采取措施进行修复。修复措施可以包括填补裂缝、修复坑洼、清理排水系统等。在进行修复时，需要选择合适的材料和技术，确保修复效果持久稳定。④加强排水系统的维护。道路的排水系统是保持道路结构稳定的重要因素。定期清理排水沟、雨水篦子等设施，确保排水系统畅通。在雨季或大雨前后，需要特别注意排水系统的情况，及时清理积水，防止水损害道路结构。⑤加强交通标线和标志的维护。交通标线和标志是指引车辆行驶和保障交通秩序的重要设施。定期检查标线的清晰度和标志的完整性，及时进行维护和更新，确保驾驶员能够清晰明了地了解道路情况。⑥建立健全的档案和记录系统。对道路的养护情况进行详细记录，包括养护时间、养护内容、使用的材料和

设备等。建立健全的档案可以为今后的养护工作提供参考，也方便日常管理和监督。

### 3 结语

市政道路工程沉降路段施工技术的研究和应用，不仅需要具备扎实的理论基础，还需要灵活运用各种施工技术，根据具体情况制定科学合理的施工方案。只有在理论与实践相结合的基础上，我们才能够更好地应对市政道路沉降问题，确保道路的安全性和可持续性发展。希望我们的研究成果能够为市政道路工程的施工提供有益的参考，推动市政道路施工技术的不断创新与发展。

### [参考文献]

- [1]王寅生. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J]. 建筑与预算, 2022(5): 74-76.
  - [2]武威. 探究市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J]. 中国建材科技, 2023, 32(2): 113-114.
  - [3]刘晓娟. 市政道路工程中沉降段路基路面施工技术分析[J]. 散装水泥, 2023(5): 122-124.
- 作者简介: 胡运有(1981.11—), 男, 西安交通大学毕业, 土木工程专业, 现任职于新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 道路桥梁工程师, 中级职称。

# 城市地下隧道工程防水控制研究

于春福

北京市第五建筑工程集团有限公司, 北京 100102

**[摘要]**随着城市化进程的不断加快,城市地下土地的使用与建设逐渐成为一种趋势,而城市地下隧道工程的防水控制就显得格外重要。城市地下隧道工程防水控制研究是一个涉及土木工程、材料科学、化学工程等多个领域的复杂课题,其关注点主要在于如何保证隧道工程的密闭性、耐水性、抗渗漏性以及长期稳定性。文中将对城市地下隧道工程防水控制研究进行综述,从多个角度分析该领域的主要研究成果及发展趋势。

**[关键词]**城市地下隧道工程; 工程建设; 防水控制

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10508

中图分类号: U455.4

文献标识码: A

## Research on Waterproofing Control of Urban Underground Tunnel Engineering

YU Chunfu

Beijing No.5 Construction Engineering Group Co., Ltd., Beijing, 100102, China

**Abstract:** With the continuous acceleration of urbanization, the use and construction of urban underground land has gradually become a trend, and the waterproofing control of urban underground tunnel engineering is particularly important. The research on waterproofing control of urban underground tunnel engineering is a complex topic involving multiple fields such as civil engineering, materials science, chemical engineering, etc. Its focus is mainly on how to ensure the airtightness, water resistance, leakage resistance, and long-term stability of tunnel engineering. The article will provide a review of the research on waterproofing control in urban underground tunnel engineering, and analyze the main research achievements and development trends in this field from multiple perspectives.

**Keywords:** urban underground tunnel engineering; engineering construction; waterproofing control

### 引言

随着城市建设的不断推进,越来越多的城市地下隧道工程被建设出来。地下隧道工程作为城市基础设施的重要组成部分,承载着各种交通、能源、通讯等重要的基础设施功能,是城市快速发展的必要条件。然而,地下隧道工程建设中可能会遭受到来自地下水、雨水、地表水等多种水源的侵袭,导致工程受损,甚至造成严重的安全事故。因此,如何对地下隧道工程进行有效的防水控制,成为了当前城市地下隧道工程建设的一个重要问题。地下隧道工程的防水控制涉及到多个学科领域,包括土木工程、岩土工程、地质工程、水文学、水利工程等,需要多方共同协作,进行有效的综合防水控制。防水控制不仅涉及到工程建设阶段的施工质量控制,同时还需要进行长期的维护和管理。

### 1 地下工程防水原理和技术

#### 1.1 隧道工程的防水原理

隧道工程的防水主要是指防止地下水和地面水通过隧道壁、洞口和地面交界处进入隧道内部,从而避免因渗漏引发的水害问题<sup>[1]</sup>。隧道防水的原理主要是岩体与隧道衬砌共同构成一道防水屏障,起到阻止地下水渗漏的作用;通过合理的排水系统,将隧道内部积水排出隧道,避免积水对隧道的侵蚀和损坏;通过防水材料的选择和施工,避免地下水和地面水对隧道衬砌的侵蚀和渗漏;通过设计合

理的隧道入口和出口,尽量避免地下水和地面水进入隧道内部。

#### 1.2 防水技术的应用和实践

防水技术主要包括预防性防水技术、隧道衬砌防水技术以及排水系统技术,其中,预防性防水技术主要是指在隧道开挖前,通过地下钻探、地质勘查等手段,对隧道周围的地质情况进行全面的了解,预测出可能存在的水源和渗漏问题,并在隧道建设过程中采取相应的防水措施,以避免水害的发生。隧道衬砌防水技术是隧道防水的一种关键技术,其主要目的是在隧道开挖后,通过隧道衬砌的建设,构建一道坚固的防水屏障,以抵御地下水和地面水的渗漏<sup>[2]</sup>。排水系统技术主要是指在隧道建成后,通过设计合理的排水系统,及时、有效地排出隧道内部的积水和地下水,以保持隧道内部干燥,减少地下水和地面水对隧道的侵蚀和损坏。

#### 1.3 地下隧道防水控制的基本原理

地下隧道防水控制的基本原理是通过采用合理的防水措施,将地下隧道周围的水源隔离开来,使得地下隧道系统始终保持干燥状态,保证隧道的正常使用和安全性。隧道防水控制的基本原理包括水源控制原理,地下隧道往往处于水文地质复杂的地区,地下水、地表水、降雨等都会对隧道造成潜在的危害。因此,对于隧道周围的水源需要采用合理的控制措施,防止水源渗入隧道,有害物质的

渗入进入隧道,同时也可以避免地下水流动对隧道结构产生影响。其次是防水层原理,隧道防水控制中,最基本的措施就是在隧道内部、周围采用防水措施,保证隧道周围的水源不能渗透进入隧道结构,这就需要使用防水层。防水层的作用是阻挡地下水的进入,同时也可以阻挡其他形式的水源渗透,起到隔离作用。最后是排水原理,地下隧道的排水系统是地下隧道防水控制的重要组成部分,它能有效地将隧道周围的水源排出,保证隧道始终处于干燥状态。隧道排水系统包括内排水和外排水,其中内排水是指隧道内部的排水系统,包括排水管道、排水沟、排水孔等。外排水则是指隧道周围的排水系统,主要包括排水沟、水沟、排水管道等。

## 2 地下隧道工程防水控制概述

### 2.1 地下隧道工程漏水形成的原因

(1)设计和施工不当。城市地下隧道工程的设计和施工质量直接关系到其防水效果,如果设计和施工不当,如施工质量不达标、防水材料使用不当、防水措施不完善等,则会导致漏水问题。(2)城市地质条件不良。城市地下隧道工程需要穿越各种地质条件不同的地质层,如果遇到地质条件不良的地方,如破碎带、断层、节理等,就容易造成漏水。(3)城市地下水位高。城市地下隧道工程一般都在地面之下,如果城市地下水位较高,就会对隧道结构产生巨大压力,从而造成水渗漏和渗透。(4)地下管网密集。城市地下管网密集,如自来水管网、排水管网等,如果这些管网出现破损或渗漏,也会导致城市地下隧道出现渗漏问题。(5)自然灾害。城市地下隧道同样存在自然灾害的风险,如地震、洪水等,这些自然灾害也会对隧道结构造成破坏,从而引发漏水问题。

### 2.2 地下隧道工程结构渗水的危害

城市地下隧道工程一旦出现结构渗水,可能导致隧道内部积水,增加隧道内部压力,从而导致隧道结构失稳,引发安全事故。隧道内部积水、滞留污水等会影响周围环境,影响居民的日常生活和健康,同时也会对地下水环境造成污染。城市地下隧道结构渗水后,需要进行修复和维护工作,这不仅需要大量的人力、物力和财力,还可能会影响城市交通和市民生活。城市地下隧道一旦出现结构渗水,可能会造成路面湿滑、积水等情况,从而影响车辆和行人的通行安全。城市地下隧道内通常会安装各种设备,如电缆、通讯线路等,如果结构渗水,这些设备可能会遭受损坏,从而影响正常运行和使用<sup>[3]</sup>。

## 3 地下隧道防水控制的挑战与机遇

### 3.1 地下隧道防水控制的挑战分析

城市地下隧道通常位于地下水位较高的区域,地下水的渗流压力对防水结构构成了较大的挑战。需要通过合理的防水设计和施工工艺,抵御地下水的压力和渗漏。城市地下隧道通常经过多种地质条件,包括不同类型的土层、

岩石、断层等。地质条件的复杂性对防水设计和施工提出了更高的要求,需要针对不同地质条件采取相应的防水措施。地下隧道施工过程中,可能会产生地表沉降、地下水位变化等动态影响。这些影响对防水结构的稳定性和密闭性提出了挑战,需要在设计和施工中充分考虑,并采取相应的补偿措施。地下隧道防水结构通常位于地下深处,对于维修和维护提出了较高的要求和困难。需要考虑防水结构的可维护性和易检修性,确保日常维护和应急维修的顺利进行。地下隧道防水施工质量的控制是一个复杂的任务。防水材料的选择和施工工艺的操作对防水效果有直接影响,需要严格的施工质量控制和监督检查。地下隧道通常是长期使用的工程,要求防水结构具有较长的使用寿命和可持续性。需要选择合适的防水材料和施工工法,并加强维护和检修管理,确保防水效果的长期稳定性。

### 3.2 地下隧道防水控制的机遇分析

随着科学技术的不断进步,出现了许多先进的防水材料和技术。例如,新型的防水膜、防水涂料、防水胶等,可以提供更好的防水效果和使用寿命。随着施工工艺和设备的改进,地下隧道防水施工过程更加高效和精确。例如,现代化的喷涂设备和机械化的施工工法,可以大大提高施工效率和质量。隧道防水控制可以借助智能化监测和维护系统来实现更加及时和精确的监测和维护。例如,采用传感器网络和数据分析技术,可以实时监测防水结构的状态,并提供预警和维修建议。随着可持续发展的理念的普及,地下隧道防水控制也需要考虑环境友好和节能减排。例如,选择环保的防水材料,减少对自然资源的消耗,提高工程的可持续性。随着城市化进程的推进,城市地下空间的利用越来越重要。地下隧道作为城市交通和基础设施的重要组成部分,对防水控制的需求也将增加。

## 4 城市工程施工防水控制措施

### 4.1 城市地下隧道工程防水控制要点

#### 4.1.1 防水层材料选择

防水涂料是常用的防水材料,可分为水性涂料和溶剂型涂料。选择时需要考虑涂料的耐候性、耐化学性、附着力和柔韧性等性能,确保其适用于具体工程条件。防水膜通常采用聚合物材料,如PVC、HDPE、TPO等。选择时需要考虑膜材料的耐老化性、耐高温性、耐化学性和抗冲击性等性能,以及膜的厚度和连接方式等。防水胶粘剂用于粘接防水卷材、防水板等材料。选择时需要考虑胶粘剂的粘接强度、耐候性、耐化学性和耐水性等性能,确保其与防水材料的粘接牢固和耐久。防水卷材通常包括聚合物卷材、橡胶卷材和沥青卷材等。选择时需要考虑卷材的耐候性、耐化学性、耐老化性和柔韧性等性能,以及卷材的厚度和连接方式等。还有一些特殊应用的防水材料,如喷涂型聚氨酯、灌浆材料、水泥基防水涂料等。选择时需根据具体工程需求和材料性能来确定使用。

#### 4.1.2 施工质量控制

在施工开始之前,进行必要的准备工作,包括检查施工图纸和设计方案,确认材料的质量和数量,准备好所需的施工设备和工具等。确保施工人员具备必要的技术知识和经验,针对防水施工的要求进行培训,保证其能够正确操作防水材料和施工工艺。对防水材料进行严格的验收,检查其质量和规格是否符合要求;同时,合理存储材料,避免受潮、受污染等情况。根据施工图纸和设计要求,严格按照施工工艺进行操作,包括施工顺序、施工步骤、材料的使用量和混合比例等。建立施工现场管理制度,包括施工人员的进出、材料的使用和存放、施工设备的使用等方面;同时,加强现场监督,及时发现和解决施工过程中的问题。在施工过程中进行质量检验,包括安装和连接的质量、防水材料的厚度和涂层的均匀性等方面;完成施工后,进行最终验收,确保防水结构的质量符合要求。在施工过程中,记录施工的各项数据,包括施工日期、施工人员、材料使用量、质量检验结果等,以备查档和追溯。

#### 4.1.3 排水系统设计

合理布置排水系统的位置和排水管道的走向。需要考虑到地形地势、结构布局、地下水位等因素,确保排水系统可以有效地排除隧道内的积水<sup>[4]</sup>。根据设计流量和排水要求,确定排水管道的尺寸和材料。需要考虑到预计的水流量、水的流速、排水能力等因素,选择合适的管径和材料。在设计排水管道布置时,需要保证合适的坡度,以确保水流能够顺利流动。一般情况下,排水管道的坡度应大于1%。设置合适数量和位置的排水口,确保水能够顺利排出隧道。排水口可以设置在地面上,也可以设置在隧道内的低洼处。排水系统的管网连接需要合理,并采取适当的连接方式,如橡胶密封环、法兰连接等。确保排水系统的连通性和密封性。排水系统的维护和清洁对于保持其良好工作状态非常重要。定期进行排水系统的检查、清理和维护,排除堵塞物和杂物,确保排水系统的畅通。在排水系统设计中,还需要考虑到可能出现的洪水情况。根据地区的洪水历史数据和防洪标准,合理预留排水容量,确保排水系统在洪水情况下能够有效工作。

#### 4.2 工程施工防水控制设计原则与要点

进行地下水位和渗流分析,了解地下水位的高低和水流的方向,确定防水层的位置和厚度,以及采取相应的防水措施。根据隧道工程的具体条件和使用要求,选择适合的防水材料和施工工法。常用的防水材料包括防水混凝土、

防水膜、防水涂料等,施工工法则包括预埋法、贴面法、喷涂法等。在防水设计中,要考虑隧道结构的接缝和变形对防水层的影响。合理设置伸缩缝和变形缝,采取防止渗漏的措施,避免结构变形和温度变化对防水层的破坏。与隧道施工防水设计相结合,设计合理的排水系统,包括防水层下部的排水设施和雨水排泄系统,确保地下水 and 雨水的及时排除。在设计中,要重点考虑细节部位的防水处理。加强隧道墙、底板和顶板的防水垫层设计,密封接缝处和过渡部位,以防止渗漏和空气侵入。设计中要明确防水施工的质量控制要求。包括设定施工工艺和施工规范,要求施工过程中进行质量检验和验收,确保防水施工质量符合要求。在施工期间和项目结束后,进行必要的监测和维护。对防水施工的质量进行监测,及时发现并修复施工质量问题;对防水层的定期检查和维修,确保其长期的防水效果。

#### 5 结束语

防水控制在地下隧道工程中扮演着至关重要的角色,对后续工程结构的寿命、实用性和耐用性有着直接影响。因此,确保防水控制的施工水平和质量至关重要。在实际施工过程中,应该根据相关的技术规范和标准,制定具体的施工标准,确保防水施工符合规范要求。同时,应不断完善和优化防水控制技术与施工工艺,采用先进的防水材料和工法,提高施工质量和效率。质量控制也是关键的一环,应加强对防水工程的质量控制和检验。例如,在施工过程中进行现场质量检查和监督,确保施工质量符合要求。同时,还应加强施工人员的培训和技术指导,提高他们的技能水平和施工质量。

#### [参考文献]

- [1]刘云翀.城市地下隧道工程防水控制研究[J].工程技术研究,2020,5(17):84-85.
- [2]张著芳.城市隧道工程地下防水施工技术研究[J].交通世界,2020(18):98-99.
- [3]张伟,赵海峰.城市隧道工程地下降水和管涌处理施工技术的应用研究[J].建筑技术开发,2019,46(16):48-49.
- [4]黄春光.城市隧道工程地下防水施工技术探讨[J].四川水泥,2019(6):256.

作者简介:于春福(1982.11—),毕业院校:北京大学,所学专业:法学,当前就职单位:北京市第五建筑工程集团有限公司,职务:项目部技术负责人,职称级别:助理工程师。

# 土木工程房屋建设中深基坑支护技术的应用探究

张剑

辽宁东地建筑岩土有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着我国城市土木工程的快速发展,深基坑支护技术的应用对住宅建设的质量和稳定性有很大的影响。经过深入研究和开发,当前技术水平保障了土木住宅建设的质量和稳定性,同时对未来住宅建设具有重要影响。基坑支护技术作为土木工程的关键组成部分,主要应用于地下工程建设。文章将探讨深基坑支护的关键技术,为土木工程领域提供创新和提升的参考。

[关键词]土木工程; 房屋建设; 深基坑; 支护技术

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10503

中图分类号: TU753

文献标识码: A

## Exploration on the Application of Deep Foundation Pit Support Technology in Civil Engineering Housing Construction

ZHANG Jian

Liaoning Dongdi Construction Geotechnical Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

**Abstract:** With the rapid development of urban civil engineering in China, the application of deep foundation pit support technology has a great impact on the quality and stability of residential construction. After in-depth research and development, the current technological level ensures the quality and stability of civil and residential construction, and has an important impact on future residential construction. Excavation support technology, as a key component of civil engineering, is mainly applied in underground engineering construction. The article will explore the key technologies of deep foundation pit support, providing innovative and improved references for the field of civil engineering.

**Keywords:** civil engineering; housing construction; deep foundation pit; support technology

### 引言

随着城市建设的不断发展,土木工程领域对于高效可靠的基坑支护技术的需求日益增长。深基坑支护作为保障工程稳定进行的关键环节,不仅关系到工程的施工效率和质量,也直接影响着周边环境的安全和稳定。在这一背景下,各种先进的基坑支护技术应运而生,为工程实践提供了丰富的选择。

### 1 深基坑支护技术在土木工程房屋建设中的应用

#### 1.1 灌注桩支护技术

灌注桩支护技术是土木工程房屋建设中常用的一种基坑支护手段。该技术通过在地下形成一定深度的灌注桩,使其承受来自土体的水平和垂直荷载,从而有效地支撑和保护基坑的稳定性。灌注桩的施工过程包括预钻孔和灌注浆料两个主要步骤,在预钻孔阶段,施工人员使用适当的设备在地下形成孔洞,确保桩的直径和深度符合设计要求,接着通过压送浆料的方式将混凝土灌注到预钻孔中,形成坚固的灌注桩。灌注桩的优势之一在于其施工速度快、适用范围广。灌注桩可以适应不同地层条件,包括砂、粉土和岩石等,使其成为一种灵活且可靠的基坑支护选择。灌注桩支护技术具有较强的承载能力,能够有效地分散基坑周边土体的荷载,减小基坑周围土体的沉降风险。因其出色的承载性能,灌注桩在高层建筑、地铁工程等领域得到广泛应用。

#### 1.2 地下连续墙深基坑支护技术

地下连续墙深基坑支护技术是一种有效保障基坑稳定的土木工程手段。该技术通过在基坑四周挖掘形成一道连续的深墙结构,以防止土体失稳,确保施工过程中的安全和高效进行。在施工中,首先进行基坑边缘的连续墙挖掘,形成一道垂直的、具有一定深度的墙体。通常采用的支护形式包括钢筋混凝土墙或者深层搅拌桩,这样的结构不仅具备足够的抗侧压能力,还能有效地减小基坑的变形和沉降。地下连续墙深基坑支护技术的优势之一在于其适用范围广泛,可针对不同地质条件和基坑规模进行调整。这种灵活性使其在城市建设和地下工程中得以广泛应用,特别是在地铁、大型商业建筑等工程中,发挥着关键作用。由于连续墙的结构特点,其施工过程较为简单,能够较快速地完成,符合土木工程对高效施工的要求。该技术在支护过程中对基坑周围环境的影响较小,有助于降低对周边建筑和地下管线的影响。

#### 1.3 土钉墙支护

土钉墙支护技术是在土木工程中被广泛采用的基坑支护手段。核心原理是通过在土体中预埋锚杆,再将锚杆与墙体连接,形成一种具有较强抗拉能力的支护结构。选择适宜的锚杆长度和直径,然后在基坑周边挖孔,将锚杆埋设在土体中,并注入高强度的灌浆材料,确保锚杆与土体紧密结合。接着在挖掘的基坑边缘设置墙体结构,将墙体与锚

杆连接, 形成一个整体的支护系统。土钉墙支护技术施工周期较短, 适用于需要迅速完成基坑支护的项目。由于锚杆的抗拉性能强, 能够有效地防止土体失稳, 减小基坑的沉降和形变风险。土钉墙支护适用于不同地质条件下的基坑工程, 具有较强的适应性。在实际应用中, 土钉墙支护技术广泛应用于城市建设、地铁工程以及道路桥梁等领域。经济、高效、灵活的特点使其成为基坑支护中备受青睐的技术手段。

## 2 土木工程房屋建设中深基坑支护施工技术概要

### 2.1 融合工程地质和水文条件进行支护设计

融合工程地质和水文条件进行支护设计是深基坑工程中至关重要的一步, 充分理解并应对特定工程场地的地质和水文特性, 制定科学合理的支护方案, 确保基坑施工的安全和稳定。在支护设计中, 首先需要详细调查和分析工程地质条件。这包括确定土体的种类、层序、厚度、坚固程度等地质参数, 以及地下水位、地下水渗流方向等水文条件。通过综合分析地质资料, 确定基坑开挖过程中可能面临的地质问题, 如不稳定的土层、地下水渗流对土体的影响等<sup>[1]</sup>。基于对地质条件的深入了解, 进行合理的支护设计。这可能涉及选择适当的支护结构, 如灌注桩、连续墙以及土钉墙等, 以及确定支护结构的尺寸和布置。在水文条件方面, 需要考虑基坑开挖对地下水位的影响, 采取必要的排水措施, 以保证基坑施工期间的排水稳定。融合工程地质和水文条件进行支护设计的优势在于对工程实际情况的精准把握, 有助于最大程度地减小基坑施工风险。这种综合考虑地质和水文条件的设计方法, 不仅提高了支护方案的科学性, 还为基坑施工提供了可操作性和可控性, 确保工程的安全有序进行。

### 2.2 重视基坑支护过程中的监测

在深基坑支护工程中, 重视基坑支护过程中的监测是确保工程安全、有效进行的关键环节。监测系统的实施目标是实时获取地下工程施工过程中的各项数据, 包括地下水位、土体变位、支护结构变形等, 以便及时发现问题、进行预警和采取必要的调整措施。通过设置合适的水位监测点, 可以实时监测地下水位的变化趋势。这有助于判断地下水对基坑工程的影响, 提前预测可能发生的水文问题, 为合理的排水设计提供依据。土体变位监测是保障基坑工程稳定的关键, 通过在支护结构周边设置变位监测点, 实时监测土体的变形情况。这种监测手段能够及时发现土体的位移情况, 判断是否存在不稳定的迹象, 为采取进一步的支护措施提供重要信息。支护结构变形监测是对基坑支护结构稳定性的直接监测, 通过设置支护结构上的测点, 监测支护结构的变形情况, 及时发现可能存在的问题, 采取相应的加固或调整措施, 确保支护结构的稳定性和安全性。在整个监测过程中, 信息的实时传递与数据的及时分析十分重要。通过建立完善的监测体系, 利用现代化的监测技术和信息系统, 实现对监测数据的实时采集、传输和

分析, 使相关人员能够在第一时间了解到工程的实际状况, 及时做出相应决策。

### 2.3 完善深基坑周边土坡的修复策略

完善深基坑周边土坡的修复策略是确保基坑工程周边地质环境稳定的关键措施。在进行深基坑开挖和支护过程中, 土坡的稳定性直接关系到工程的安全和周边环境的保护。首先, 进行全面的土坡稳定性评估。通过对周边土坡的地质特征、土体性质、坡度等进行详细调查和分析, 确定土坡的稳定性状况。这包括采用合适的地质勘察方法, 测定土壤的工程性质, 评估土坡的稳定性和潜在的滑坡风险。其次, 采取有效的土坡修复措施。根据土坡评估的结果, 制定相应的修复方案, 选择合适的土坡支护措施。这可能包括但不限于植被覆盖、加固梯田、设置护坡结构等。在实施修复措施时, 需确保其符合工程地质和水文条件, 能够有效地提高土坡的稳定性。通过建立土坡监测体系, 对修复后的土坡进行定期的变形监测和评估, 及时发现问题并采取预防性的维护措施。这有助于确保土坡长期的稳定性, 防止可能的地质灾害发生。最后, 加强与土坡修复相关的社会管理与宣传。与当地社区和政府进行充分沟通, 提高周边居民的安全意识, 确保他们了解土坡修复的目的和效果。同时, 建立健全的应急预案, 以应对可能的地质灾害, 确保基坑工程的安全施工和社区的安全。通过完善深基坑周边土坡的修复策略, 可以有效减少土坡的稳定性风险, 确保基坑工程的稳定和周边环境的安全。这需要综合考虑地质条件、工程特点和社会影响, 制定科学合理的修复方案, 以实现土坡修复的全面、可持续管理。

## 3 土木工程房屋深基坑支护施工质量控制措施

### 3.1 施工监督工作的落实

施工监督工作的落实是深基坑支护施工质量控制的核心环节。有效的监督体系可以及时发现问题、纠正错误, 确保施工过程的合规性、安全性和质量可控性。

建立健全的监督机制是关键, 通过明确监督责任人员、建立监督工作计划和流程, 确保监督工作全面、有序开展。监督人员应具备专业知识和实际施工经验, 能够全面理解施工方案和要求, 确保施工过程中的每个环节都得到有效监督。加强对施工过程的实时监控, 利用现代化的监控技术, 对施工现场进行实时监控, 包括但不限于视频监控、传感器监测等手段<sup>[2]</sup>。这有助于监督人员随时获取施工现场的实际情况, 及时发现问题并采取相应措施, 确保施工的安全性和质量。加强与相关部门的沟通协调, 监督工作需要与设计方、施工方和监理方保持密切的沟通协调, 及时了解设计方案的调整、施工方案的变更等信息。这有助于及时调整监督计划, 确保监督工作的及时性和准确性。建立监督记录和报告机制, 监督人员应详细记录每次监督的内容、发现的问题、纠正措施等信息, 形成监督报告。这不仅有助于监理部门的整体评估, 也是对施工方的合理

督促，确保问题的追溯和整改。

### 3.2 土木施工准备和材料设备质量的严格控制

土木施工准备和材料设备质量的严格控制是深基坑支护施工质量控制的重要环节。通过确保施工前的准备工作和所使用的材料设备具备高质量和合规性，可以有效预防施工中的质量问题，确保工程的稳定性和可靠性<sup>[3]</sup>。首先，施工前的准备工作包括对工程地质条件、水文情况的详细调查和分析。在此基础上，制定合理的施工方案，并对施工过程中可能遇到的问题提前进行充分的风险评估。准备工作还包括对施工人员的培训和技能提升，确保他们具备应对复杂工程条件的能力。其次，对所使用的材料设备进行严格的质量控制。选用符合国家标准和工程要求的建筑材料，确保其性能和技术指标符合设计要求。对设备的选用也要充分考虑其适用性和稳定性，避免因设备故障引发的施工质量问题。建立完善材料设备进场验收和管理制度，在材料设备进场时，进行全面的验收，确保其质量合格、完整无损。建立明确的材料设备档案，记录其生产厂家、生产日期、质量检验报告等信息，以便日后追溯使用情况。另外，强化现场管理和监督。通过建立专业的现场管理团队，对施工现场进行全面监督和管理，确保施工按照规范进行。定期进行现场巡检和检查，发现问题及时整改，确保施工的质量和安全。

### 3.3 建立高素质专业技术人才队伍

建立高素质专业技术人才队伍是确保深基坑支护施工质量的核心措施。这一队伍的组建需要充分考虑工程的特殊性和复杂性，以保障施工过程中的技术高效性和专业性。明确人才需求，根据工程的规模和特点明确所需专业技术人才的种类和数量。这包括工程师、技术员、监理工程师等不同层次和专业领域的人员，确保团队的全面性和专业性。进行科学合理的招聘和选拔，在招聘过程中，要注重候选人的专业背景、工作经验和实际能力，确保每一位成员都具备相应的专业素养和实践经验。通过面试、考核等方式全面评估候选人的综合素质。建立有效的培训机制也是关键，通过内外部培训、实际操作演练等方式，不断提升团队成员的专业水平和技术能力。特别是结合深基坑支护工程的特殊要求，强化团队在应对复杂地质条件、施工工艺等方面的专业知识和技能<sup>[4]</sup>。激励机制的建立是吸引和留住高素质人才的重要手段。提供具有竞争力的薪酬福利、晋升机会、培训发展等激励措施，以激发员工的工作热情和责任感，增强团队的凝聚力。在团队管理上，注重团队协作和沟通。建立开放的沟通渠道，促使团队成员之间形成良好的协同工作机制。定期组织技术交流、经

验分享等活动，促进团队学习和进步。

### 3.4 加强深基坑支护技术的创新

加强深基坑支护技术的创新是推动土木工程发展的关键因素。创新不仅可以提高工程施工效率，降低成本，还能够增强工程的可持续性和安全性。首先，针对传统的支护材料和方法，可以通过引入新型材料进行创新。例如，采用高强度、轻质、耐腐蚀的新型支护材料，如玻璃纤维增强聚合物（GFRP）或碳纤维增强聚合物（CFRP），以替代传统的钢材，提高支护结构的耐久性和抗腐蚀性。其次，在支护工艺方面，可以借鉴先进的施工技术和自动化设备。引入先进的施工机器人和无人机技术，实现对深基坑支护施工过程的实时监测和控制，提高工程的施工精度和安全性。此外，数字化技术的应用也是创新的一大方向。采用建筑信息模型（BIM）技术，通过三维建模和仿真分析，可以在设计阶段发现潜在问题，优化支护方案，减少施工中的调整和改动。对于基坑支护设计，可以考虑采用智能化的监测系统，实时监测基坑变形、土体应力等参数，及时预警潜在风险，确保支护结构的稳定性。

## 4 结语

深基坑支护技术在我国城市土木工程的发展中扮演着至关重要的角色。通过对其关键技术的深入探讨，更好地理解了在住宅建设中对质量和稳定性的重要性。随着技术的不断创新和提升，深基坑支护已经成为保障土木住宅建设质量和推动未来发展的关键手段。在未来，期待深基坑支护技术能够继续演进，满足日益复杂的土木工程需求。深基坑支护技术的不断发展为城市土木工程注入了新的活力，同时也为住宅建设提供了可靠的支持。期望未来在这一领域取得更多创新成果，为城市化进程提供更安全、高效的土木工程解决方案。

### 【参考文献】

- [1] 阳靖文. 房屋建设中深基坑支护技术探讨[J]. 居舍, 2020(5): 80.
- [2] 张贝贝. 土木工程建设中的深基坑支护技术分析[J]. 智能城市, 2020, 6(24): 135-136.
- [3] 冯桎伟. 房屋建设中的深基坑支护技术运用[J]. 居舍, 2019(6): 69.
- [4] 陈晓喻. 土木工程房屋建设中深基坑支护技术的应用分析[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊), 2018(8): 127-128.

作者简介：张剑（1982.3—），毕业院校：沈阳大学，所学专业：项目管理，当前就职单位名称：辽宁东地建筑岩土有限公司，职称级别：副高级工程师。

# 浅析采矿工程中的绿色开采技术

任绍勇

中国黄金集团江西金山矿业有限公司, 江西 上饶 334200

**[摘要]**随着全球人口的增长和经济的发展,对矿产资源的需求日益增加,采矿工程在现代社会中扮演着至关重要的角色。然而,传统的采矿方法通常伴随着对环境的破坏,包括土地资源的破坏、水资源的污染和空气的污染等,给生态环境带来了巨大的压力。在这种背景下,绿色开采技术逐渐成为采矿业发展的关键方向。绿色开采技术旨在通过科学的手段和创新的方法,实现对矿产资源的高效开发利用的同时,最大程度地减少对环境的损害,保护生态系统的完整性。文章探讨采矿工程中绿色开采技术的应用,旨在为推动绿色矿业的发展提供理论支持和实践指导。

**[关键词]**采矿工程;绿色开采技术;矿山

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10519

中图分类号: X383

文献标识码: A

## Brief Analysis of Green Mining Technology in Mining Engineering

REN Shaoyong

China National Gold Group Jiangxi Mining Co., Ltd., Shangrao, Jiangxi, 334200, China

**Abstract:** With the growth of global population and economic development, the demand for mineral resources is increasing day by day, and mining engineering plays a crucial role in modern society. However, traditional mining methods are often accompanied by environmental damage, including land resource destruction, water resource pollution, and air pollution, bringing enormous pressure to the ecological environment. In this context, green mining technology has gradually become a key direction for the development of the mining industry. Green mining technology aims to achieve efficient development and utilization of mineral resources through scientific means and innovative methods, while minimizing environmental damage and protecting the integrity of ecosystems. The article explores the application of green mining technology in mining engineering, aiming to provide theoretical support and practical guidance for promoting the development of green mining.

**Keywords:** mining engineering; green mining technology; mining

### 引言

在传统采矿方法中,大规模开采通常伴随着土地资源的破坏。矿山的开发往往导致了大片的植被被清除,土壤被扰动,采空区的形成,影响了当地的生态系统。此外,采矿活动还常常引发水资源的污染,工业废水和酸性矿渣流入河流和湖泊,破坏了水体的生态平衡。同时,矿山内的爆破和矿石破碎操作释放出大量的粉尘和有害气体,加剧了空气污染问题。面对这些挑战,绿色开采技术应运而生,通过引入先进的技术手段和管理方法,努力降低采矿活动对环境的影响。

### 1 采矿工程中绿色开采技术应用的重要性

采矿工程中绿色开采技术的应用至关重要,这是因为传统的采矿方法通常伴随着严重的环境污染和资源浪费。在现代工业快速发展的同时,采矿业成为国家经济的支柱产业,但其对环境造成的影响也日益凸显。因此,引入和推广绿色开采技术成为保护环境、实现可持续发展的迫切需求。首先,采矿工程中绿色开采技术的应用可以最大限度地减少对土地资源的破坏。传统采矿常常需要大规模的土地开垦,这导致了植被丧失、土壤侵蚀、生态平衡破坏等问题。而绿色开采技术,例如充填开采技术,通过回填

采空区域,减少了土地的裸露,降低了土壤侵蚀的可能性,保护了生态系统的稳定性。其次,采矿工程中的绿色开采技术能够有效减少对水资源的消耗和污染。传统采矿通常需要大量水资源用于矿石提取、洗选和冲刷等过程。过度开采地下水可能导致地下水位下降,湖泊和河流干涸,同时还可能引发水质污染。绿色开采技术,如保水开采技术,通过科学管理地下水资源、合理利用水源,实现了水资源的节约和保护。此外,绿色开采技术还可以降低空气污染<sup>[1]</sup>。传统采矿过程中产生的废气和粉尘可能含有有害物质,对周围环境和人体健康带来危害。采用绿色开采技术,如矸石处理技术,能够减少废气排放,有效控制粉尘污染,改善空气质量。

采矿工程中绿色开采技术的应用,不仅有助于保护自然环境,维护生态平衡,还能够提高矿山的生产效率,降低生产成本,推动矿业行业向可持续发展的方向迈进。因此,政府、企业和科研机构应当共同努力,加大对绿色开采技术的研发和推广力度,确保采矿业的可持续发展,保护地球环境,造福人类社会。

### 2 传统采矿技术对环境产生的破坏

#### 2.1 土地资源破坏

土地资源破坏是当代工业和城市化进程中普遍存在

的问题。大规模的采矿、城市扩张、基础设施建设以及农业活动等,导致了广泛的土地开发和破坏。这种破坏通常包括了植被的清除,土壤的扰动,采空区的形成,以及土地的污染。在采矿业中,山体剥离和采矿活动导致了大片森林被清除,草原被覆盖,这不仅影响了当地的生态平衡,也使得野生动植物失去了栖息地。在城市化过程中,高楼大厦、道路和工厂的建设需要大量土地,导致了农田和自然生态系统的遭受压迫。这种土地破坏不仅威胁到生态系统的稳定性,也限制了土地的其他可持续利用方式,影响了周围社区的发展和人们的生活质量。

## 2.2 水资源破坏

水资源破坏是一个严峻的环境问题,主要源于过度使用、污染和不可持续利用。工业、农业和城市生活等领域对水资源的需求日益增加,导致了大规模的水资源开发。过度的灌溉、工业用水和城市用水,使得河流、湖泊和地下水位不断下降。这种现象在干旱地区尤为明显,水源的枯竭威胁着当地居民的生计和农业生产<sup>[2]</sup>。此外,工业排放、农业化肥和农药的流入水体,导致水质污染,威胁到了人类的健康和生态系统的平衡。水资源破坏还表现在一些地区的水体生态系统受到破坏,水生动植物种类减少,湿地逐渐消失,导致生态系统的失衡。这些问题共同引发了水资源的紧缺,不仅威胁到人类社会的可持续发展,也损害了地球生态系统的稳定性。

## 2.3 空气污染

空气污染是现代工业社会面临的严重环境挑战之一。工业排放、交通尾气、农业活动和城市化进程中的燃烧等行为都会排放大量污染物进入大气中,污染空气质量。这些污染物包括颗粒物(PM<sub>2.5</sub>和PM<sub>10</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、挥发性有机化合物(VOCs)和臭氧(O<sub>3</sub>),它们不仅影响人类健康,还对生态系统和动植物造成危害。空气污染对人体健康产生严重影响。颗粒物和臭氧等污染物可引发呼吸系统疾病,导致哮喘、支气管炎和肺癌等疾病的发生率增加。长期暴露于污染空气中的人们也更容易患上心血管疾病和呼吸道感染。特别是老年人、儿童和患有基础疾病的人,更容易受到空气污染的威胁。除了对人类健康的影响,空气污染还损害了生态系统。大气中的污染物被吸收到植物叶片上,导致叶片腐烂,影响光合作用,从而影响植物生长和产量。污染空气也影响动物,尤其是空气中的氮氧化物可能形成酸雨,损害水域生态系统,导致鱼类死亡和水生植物减少。此外,空气污染对环境造成腐蚀,影响建筑物和文化遗产的保持<sup>[3]</sup>。金属、石材和建筑物表面受到污染物腐蚀,导致文化和历史遗产的破坏。总的来说,空气污染不仅对人类的健康产生直接威胁,还破坏了生态平衡,损害了环境质量,是一个迫切需要解决的问题。

## 3 采矿工程中绿色开采技术的应用分析

### 3.1 充填开采技术

充填开采技术是一种环保和可持续发展的矿山开采

方法。在传统采矿中,矿石被开采出后,往往会留下一个巨大的空洞,称为采空区。采空区不仅对地表造成了严重的塌陷,还可能导致地下水位下降,植被死亡,生态系统受损。为了解决这些问题,充填开采技术应运而生。充填开采技术的基本思想是将采空区填充起来,以支撑地表,减少地表塌陷的风险。这种技术主要分为两种类型:一种是采用固体废弃物(如矿渣、尾矿等)填充采空区,另一种是采用液态充填材料(如水泥浆)填充。固体充填通过将废弃物回填到矿井中,不仅减少了废弃物的排放,还能实现废弃物的资源化利用。液态充填则通过将水泥浆等材料注入采空区,形成坚固的充填体,避免了地表沉降,保持了地表的稳定性。充填开采技术不仅可以减轻地表沉降的风险,还能够维护地下水位的稳定。通过合理设计充填方案,可以防止地下水位下降,维持周围地下水生态系统的平衡。此外,充填开采技术还可以避免采空区空间的浪费,提高矿山的开采率,实现了矿山资源的最大化利用。充填开采技术不仅降低了矿山开采对环境的影响,还实现了资源的高效利用,是一种环保、高效的绿色开采技术。在当今环保意识日益提高的背景下,充填开采技术将在矿业领域发挥越来越重要的作用,为可持续发展提供了可行的解决方案。

### 3.2 保水开采技术

保水开采技术是一种绿色采矿方法,旨在最大程度地减少地下水资源开采对周围水文环境的不利影响。传统的矿山开采常常伴随着地下水的大规模抽取,导致地下水位下降,甚至引发地下水资源枯竭。这不仅影响周围居民的生活用水,还可能破坏生态系统,导致植被凋落、土壤侵蚀等问题。在保水开采技术中,矿山企业采用一系列措施,维持周围地下水位的稳定状态,确保地下水系统的平衡。这种技术的关键在于合理管理和利用地下水资源。采取的措施包括定期监测地下水位,科学调配水源,避免过度抽取,以及实施人工注水、排水等控制地下水水位的方法。通过这些措施,保水开采技术既能确保矿山的正常生产,又能最大程度地减轻了地下水资源开采对周围环境和生态系统的压力<sup>[4]</sup>。保水开采技术的应用不仅有利于维护周围居民的饮用水安全,还能保护湿地、维持水体生态系统的稳定性,减轻对生态环境的破坏。此外,通过合理管理地下水资源,保水开采技术还能够提高矿山的长期可持续发展性。采取保水开采技术,矿山企业能够更好地履行社会责任,实现资源的可持续利用,为绿色、可持续发展提供了可行性方案。因此,保水开采技术的推广和应用对于矿业行业的可持续发展和生态环境的保护至关重要。

### 3.3 煤和瓦斯共采技术

煤和瓦斯共采技术是一种绿色开采方法,旨在有效降低煤矿瓦斯(甲烷)的排放,减少温室气体的释放,同时提高矿山的安全性。在传统煤矿开采中,瓦斯常常是一种危险的废气,不仅对矿工的生命安全构成威胁,还会导致

爆炸等严重事故。煤和瓦斯共采技术利用了这种废气,将瓦斯从煤层中抽采出来并加以利用。通常,瓦斯会被收集到地面,然后经过处理,可以用作工业燃料或发电,甚至注入天然气管道进行销售。这不仅实现了瓦斯资源的有效利用,降低了企业的能源成本,也大大减少了温室气体的排放,对应对气候变化产生了积极影响。此外,煤和瓦斯共采技术还有助于提高矿山的安全性。通过及时、有效地收集和处理瓦斯,减少了爆炸和火灾的风险,保障了矿工的生命安全。同时,降低了瓦斯浓度,也减少了矿井通风系统的负担,提高了通风效率,为矿山生产创造了更安全的工作环境。

煤和瓦斯共采技术不仅是一种环保和节能的方法,同时也是一种提高煤矿生产效益和安全性的的重要手段。通过这种技术的应用,煤矿企业可以实现资源的最大化利用,保障生态环境,提高经济效益,实现了经济与环保的双赢。因此,在煤矿开采中,推广和应用煤和瓦斯共采技术具有重要的意义。

### 3.4 矸石处理技术

矸石处理技术是一种关键的绿色开采方法,旨在最大程度地减少和处理矿石开采过程中产生的废弃物,实现废弃物的资源化利用和环境保护。传统矿石开采会产生大量矸石,这些矸石通常被堆放在露天场地,占用大片土地,不仅浪费了资源,还可能导致土壤和水体的污染,对周围环境造成长期影响。矸石处理技术通过一系列工艺过程,对废弃的矸石进行破碎、筛分、选矿等处理,将其中有用的矿石提取出来,而废弃物则进行处理或填埋。有用矿石的提取可以最大程度地实现资源的回收利用,而对剩余废弃物的合理处理则减少了环境污染的风险。这种技术的应用带来了多重好处。首先,矸石处理技术实现了资源的综合利用,提高了矿石开采的经济效益。其次,它减少了对土地资源的占用,减轻了土地压力,降低了土地资源的开发成本。同时,合理的矸石处理也有助于保护地下水资源,防止矿石中的有害物质渗入地下水,减缓了地下水污染的风险。此外,减少了露天堆放的矸石,降低了对大气和水体的污染,提高了周围生态环境的质量。

矸石处理技术的应用不仅实现了资源的可持续利用,降低了环境污染的风险,还促进了矿山企业的可持续发展。在当今环保和可持续发展的背景下,矸石处理技术的推广和应用对于矿业行业的发展具有重要意义,为实现绿色、低碳、可持续的矿业发展提供了可行的解决方案。

### 3.5 生态修复技术

生态修复技术是在采矿工程中广泛应用的一种绿色

开采方法。在矿山开采活动结束后,通常会留下大片裸露的土地,植被被清除,土壤质量受损,生态系统遭受破坏。为了恢复和改善这些受损的生态系统,生态修复技术被引入,旨在促使矿区重新成为具备生态功能的自然环境。生态修复技术包括了多种方法和措施。首先,植被恢复是其中关键的一环。通过重新植树造林,种植当地适应性强的植物,促使植被逐渐恢复,提供野生动植物栖息地,改善土壤稳定性。此外,还可以采用湿地恢复的方法,重新建立湿地生态系统,促进水体净化和生物多样性。其次,土壤修复也是生态修复的重点。受矿山开采影响的土壤通常贫瘠,缺乏养分。生态修复过程中,可以通过添加有机肥料、植物覆盖和土壤固化等手段,改善土壤质量,提高植被覆盖率,促进土壤生态系统的恢复。此外,生态修复还包括水体修复。矿山开采可能导致附近水体受到污染,水质下降。生态修复技术中的水体修复方法包括水体生态系统的恢复,采用湿地植物净化水体,减少污染物含量,改善水质。

生态修复技术的应用不仅仅改善了受矿山开采影响的区域生态环境,还提供了生态系统服务,如水源涵养、土壤保持、气候调节等。这些措施不仅为当地居民提供了良好的生活环境,也为自然生态系统的恢复和保护提供了有力支持。

## 4 结束语

绿色开采技术在采矿工程中的应用是实现可持续发展的重要途径。通过采取适当的绿色开采技术,我们不仅可以降低采矿过程对环境的破坏,还能提高资源利用效率,实现经济与环境的双赢。然而,推广和应用绿色开采技术仍面临诸多挑战,需要政策支持、技术创新以及企业合作等多方面的努力。未来,我们应继续深入研究和探索,推动绿色开采技术在采矿工程中的应用与发展,为构建美好的生态环境和促进可持续发展做出贡献。

### [参考文献]

- [1]崔晓刚. 浅析采矿工程中的绿色开采技术[J]. 矿业装备, 2023(6): 114-115.
- [2]王云. 浅析采矿工程中绿色开采技术的应用[J]. 能源与节能, 2019(4): 80-81.
- [3]张瑞庆. 采矿工程中绿色开采技术的应用[J]. 能源与节能, 2023(9): 120-122.
- [4]陈飞, 刘见见. 关于采矿工程中绿色开采技术的应用分析[J]. 冶金与材料, 2023, 43(8): 85-87.

作者简介: 任绍勇(1989.11—), 男, 辽宁科技学院, 中国黄金集团江西金山矿业有限公司, 部长助理, 采矿工程师。

## 直接空冷系统喷雾装置优化分析

刘惠逢 李卫国 白静平 姚丽峰 李东

国电电力大同发电有限责任公司, 山西 大同 037000

**[摘要]** 喷雾系统能够极大地改善空冷机组的运行特性, 提高空冷系统在极端高温条件下的降温性能, 但空冷机组喷雾系统存在布置方式不合理, 导致喷淋效果差, 雾化效果不佳的问题, 造成局部区域冷却效果不明显, 文中采用数值模拟方式分析直接空冷系统喷雾装置的运行特性, 喷嘴之间的布置方式采用修正后的正三角形式, 在此基础上分析水压、喷雾角度对喷雾系统增湿降温效果的影响。

**[关键词]** 直接空冷系统; 雾装置; 优化分析

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10511

中图分类号: TK264.1+1

文献标识码: A

## Optimization Analysis of Spray Device in Direct Air Cooling System

LIU Huifeng, LI Weiguo, BAI Jingping, YAO Lifeng, LI Dong

PowerChina Datong Power Generation Co., Ltd., Datong, Shanxi, 037000, China

**Abstract:** The spray system can greatly improve the operating characteristics of the air cooling unit and the cooling performance of the air cooling system under extreme high temperature conditions. However, the spray system of the air cooling unit has an unreasonable layout, resulting in poor spray effect, poor atomization effect, and poor cooling effect in local areas. In this paper, the operation characteristics of the spray device of the direct air cooling system are analyzed by means of numerical simulation. The arrangement of nozzles is in the form of a modified triangle. On this basis, the influence of water pressure and spray angle on the humidification and cooling effect of the spray system is analyzed.

**Keywords:** direct air cooling system; spray device; optimization analysis

### 引言

喷雾系统能够提高高温条件下直接空冷机组的换热效果, 其工作原理是对除盐水施加一定压力, 通过喷嘴向特定方向喷射雾状的细小水滴颗粒, 通过轴流风机的吹动而向翅片散热器流动, 流动过程中空气与夹杂着的雾滴相互接触, 从而形成汽、气、水的混合物。通过雾滴的蒸发能够使空气降温, 并带走一部分翅片管换热器的温度, 从而提高直接空冷的冷却效果。

喷雾系统在众多设备上广泛应用, 针对空喷雾系统的研究主要涉及到喷嘴的布局设计等方面。何青等<sup>[1-2]</sup>运用射流动力学和计算流体力学理论分析喷嘴结构和喷嘴到翅片的距离对喷嘴射流能力的影响, 提出距离越大, 翅片入口的空气速度越小, 射流面积则先增大后减小; 惠雪松等<sup>[3]</sup>基于 SIMPLE 算法, 采用  $k-\epsilon$  模型分析喷嘴位置、喷雾方向、喷嘴孔径及喷雾压力对空冷凝汽器压力的影响, 研究结果表明压力越大喷雾增湿效果越明显; 刘彦丰等<sup>[4-5]</sup>基于计算流体力学理论, 提出雾化压力、流量系数和雾化角对冷却效果有很大的影响, 而喷嘴孔径对冷却效果的影响却不大。石维柱等<sup>[6]</sup>提出喷淋系统的喷雾越均匀, 雾滴覆盖范围越大, 喷淋冷却系统的性能越好; 王松岭等<sup>[7]</sup>基于标准湍流模型和离散相模型, 利用流体动力学方法对喷雾系统进行数值模拟, 研究雾滴的雾化过程和雾滴在空

冷单元内热湿交换效果。通过对喷雾系统的研究, 了解了喷雾降温的机理, 但为进一步地贴合工程实际, 本论文将基于已投运的直接空冷机组的喷雾系统进行分析, 研究影响冷却效果的因素。

通常喷雾结构按照一定形式将喷嘴布置在散热器下方, 由于存在雾滴无法触及到的区域, 并且雾化效果不均匀, 造成了除盐水的大量浪费, 同时降温效果不均匀, 造成局部强化, 需要强化部位并未冷却, 因此, 在考虑不同环境温度、环境风速和风机运行条件下, 基于空冷单元流体模型分析结果优化喷雾结构的布置位置、喷嘴雾化角度等, 在降低直接空冷机组建造成本的同时, 使直接空冷机组的冷端降温程度和均匀度得到合理优化。

### 1 喷雾装置增湿降温效果分析

#### 1.1 雾化喷嘴的工作原理

喷雾系统的雾化喷嘴能够将除盐水等液体雾化喷出, 工作过程是通过高压使液体撞击喷嘴内部的铁片, 从而形成微米级的雾化颗粒从喷嘴喷出, 喷出的雾滴能够从两方面提高空冷机组冷却效果, 一是经过喷嘴雾化后的雾滴与空气接触, 可降低空气的温度, 从而提高直接空冷机组的换热效果; 另一方面是雾化后的雾滴在轴流风机的驱动下, 直接接触到空冷单元的换热器, 而雾滴在蒸发过程中能够吸收一部分热量。水的传热能力要优于空气的传热能力,

且水蒸发为水蒸汽后所吸收的热也远远超过其自身的焓值,通过这两种途径能够有效的提高直接空冷机组的冷却效果。通过对相关研究资料的整理,影响喷雾系统增湿降温效果的因素归纳为:空气质量流速的影响,喷水系数的影响和喷嘴布置方式的影响。

### 1.2 喷嘴的布置形式

许多学者对喷嘴雾化性能的研究大多是针对单个喷水装置而言,但实际的直接空冷机组中的冷却区域是由大量喷嘴交叉与重叠,通常直接空冷机组的喷嘴布置方式是如图 1 所示的正方布置为主,这种结构安装与维护方便,应用较为广泛。

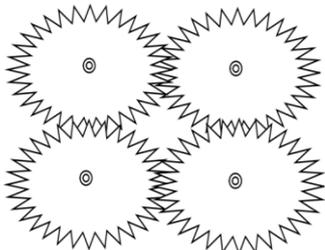


图 1 喷嘴布置形式和范围

当喷嘴成组布置时,喷水区域的交叉重叠决定了雾化的均匀性和温度变化特性。喷嘴喷雾均匀性采用公式(1)所示的波诺马林科经验公式:

$$K_n = \varphi \cdot \sigma \left( \frac{f_0}{h \cdot r} \right) \leq 0.3 \quad (1)$$

其中,计算结果小于等于 0.3 的喷雾具有均匀性;  $\varphi$  的值与喷嘴距离换热器高度有关;  $f_0$ : 喷嘴喷雾范围,等于总喷淋水面积除以喷头数,多喷嘴时必须进行修正,其修正系数:

$$\lambda = \left( \frac{f_0}{f_m} \right)^{0.33} \quad (2)$$

其中,  $f_m$  可以利用喷嘴的具体形式进行计算。

不同的布置方式使得喷嘴之间重叠区域不同,如图 2 所示的部分重叠区域降温效果加强,合理的喷嘴间隔能够有效提高降温效果,对局部区域进行加强,但也会造成冷却区域的浪费,应基于空冷单元的冷却效果分析,对需要强制换热的区域加强雾化操作。

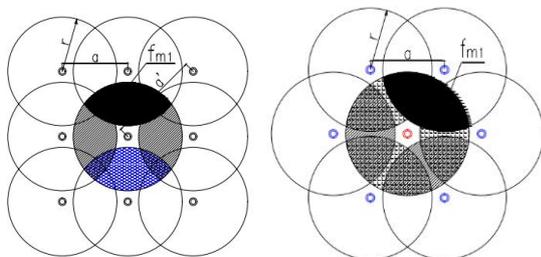


图 2 喷雾系统的喷嘴布置方式

通过图 2 的示意图可以看出正三角形喷雾范围大于正方形,并且通过经验公式计算得到三角形的修正系数小,均匀性优于正方形。所以本工程喷雾系统采用图 3 所示的正三角形布置方案。

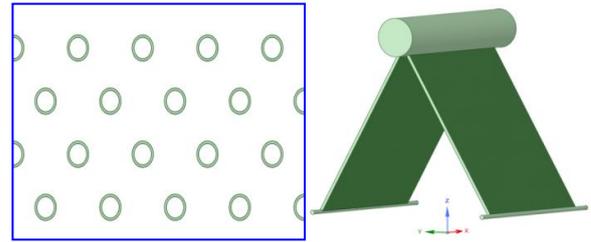


图 3 喷嘴三角形布置方式

本项目喷雾系统的喷嘴平行翅片布置,高度距离翅片 0.5~1.0m,具体高度和数量根据现场实际确定。在确定喷嘴布置形式的前提下,建立喷雾增湿系统的仿真模型,以分析喷嘴角度、喷嘴水压对雾化效果的影响。

## 2 喷雾增湿系统仿真模型

### 2.1 建立仿真模型

基于气液两相流的传质传热理论,在 FLUENT 建模过程中,将雾化后的雾滴用离散相模型计算,该模型更适用于求解直接空冷机组喷雾增湿的效果,其中采用欧拉法对连续相模型进行求解,并采用拉格朗日法对离散相进行数值计算,分布在连续相中的离散相由雾滴颗粒构成。而流体在空冷单元内的运动较为复杂,气液两相的传热传质不规律,导致对空冷单元的流场仿真精度较低,因此,将空冷单元内的流体沿翅片管部件的运动看作是在多孔介质内的流动,从而提高仿真精度。利用 FLUENT 建立喷雾增湿系统的流体模型,选择软件自带的旋流喷嘴模型模拟实际的雾化过程,设置流体区域的边界条件,计算域初始状态下空气保持静止,当喷嘴从计算域上表面雾化产生液滴时,将引起计算域内空气的流动。将喷嘴所在的上表面设置为压力入口边界,初始时刻保持静止;基于直接空冷系统的结构特点,将计算域四周边界设置为压力出口;底部的表面特征为绝热壁面;周围的环境温度以及壁面温度都按照常温 20℃ 设置。数值模拟过程中,选择 Realizable k- $\epsilon$  湍流模型,采用 coupled 算法,压力及动量采用二阶迎风格式。

### 2.2 不同前水压的雾化分析

基于实际运行的水压值,针对不同喷嘴前水压情况下的雾化效果,分别分析了 1MPa、1.5MPa 和 2MPa 的雾化情况,得到如图 4 所示的雾化云图。

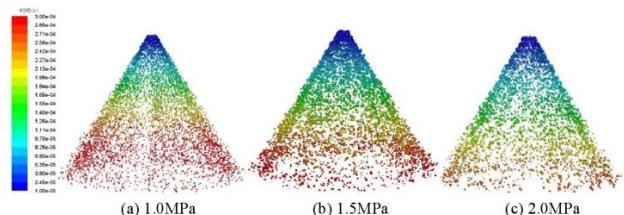


图 4 不同压力下雾化云图

通常喷嘴前水压越大，液体流出的初速度也就越大，因此，雾化云图中 2MPa 情况下的速度最大，进一步地研究雾化过程的机理，出口压力越大时喷嘴出口处液膜与空气相对速度也就越大，气体对液膜的剪切作用较强，导致液膜变薄，破碎状态下的液膜速度较大，使得液滴穿过空冷单元内的流场时间也越短，在相同的喷嘴布置形式下，2MPa 压力下液滴的平均停留时间最短。

直接空冷系统的翅片换热器与喷雾系统配合使用，而喷嘴距离翅片管区的距离直接影响降温效果，如图 5 所示的不同高度情况下的喷嘴雾化范围。

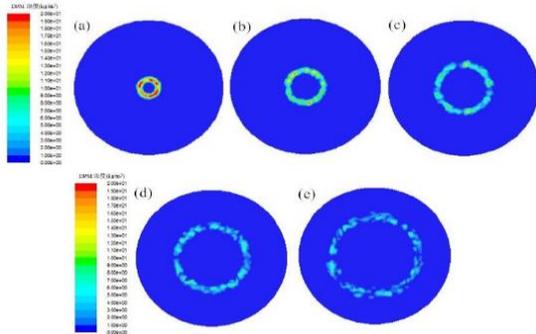


图 5 喷嘴不同高度下雾化范围

不同的喷雾高度使得液滴所能覆盖的翅片管区域随之改变，结合现场喷雾管的压力，对喷嘴距离翅片管的高度进行优化，以满足实际的冷却要求。

### 2.3 不同喷射角度的仿真分析

喷雾角度影响着喷雾系统的雾化效果，在固定喷雾高度和水压的情况下，获得不同夹角的喷雾系统雾化效果。如图 6 所示的喷嘴倾斜度示意图。

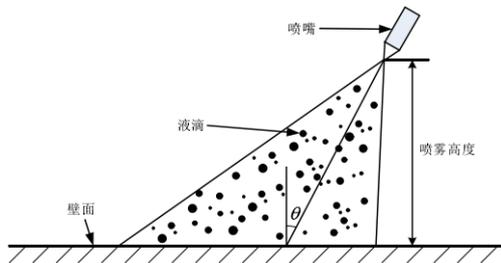


图 6 喷嘴倾斜度的影响

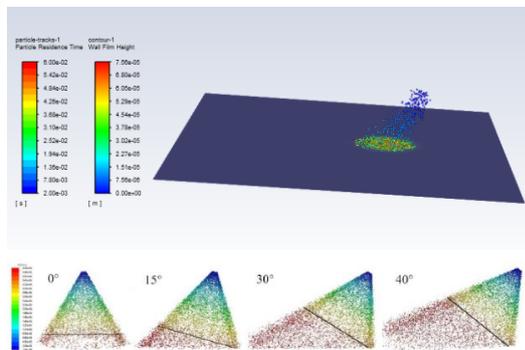


图 7 喷嘴不同角度下的云图

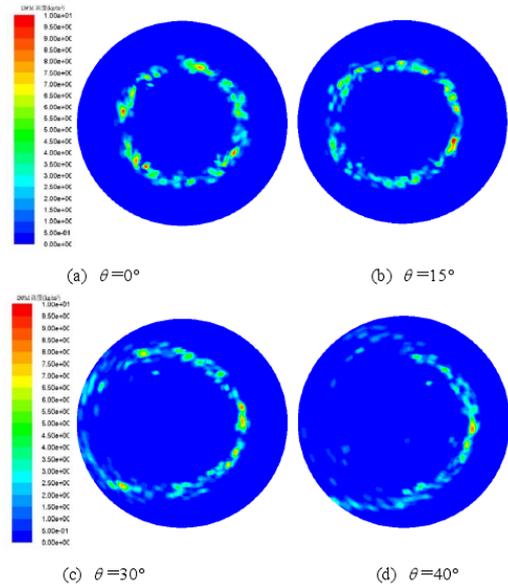


图 8 不同喷嘴角度的横切面云图

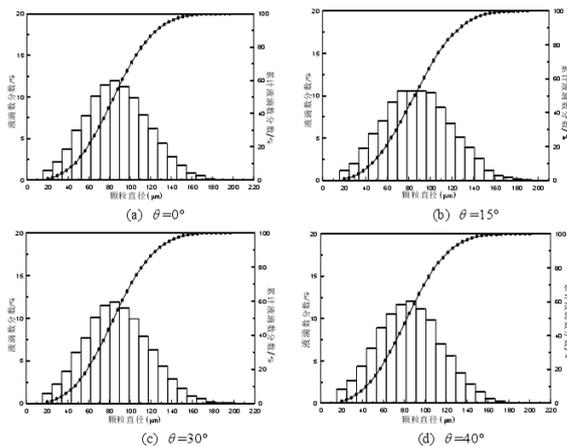


图 9 不同倾角下液滴直径分布

采用控制变量的方式研究倾斜射角对雾化效果的影响，图 6 中的夹角  $\theta$  表示液体喷射轨迹的中心线与竖直方向的夹角。在保证喷嘴的前水压和喷射高度固定不变的情况下，得到如图 7 所示的雾化云图，分别是喷雾角度为  $0^\circ$ 、 $15^\circ$ 、 $30^\circ$  和  $40^\circ$  时的雾化效果，通过对不同喷雾角度的分析以获得最佳雾化效果。

通过不同喷嘴角度的颗粒直径分布图可知，当倾角  $\theta=15^\circ$  时，直径在  $75\ \mu\text{m}$  到  $100\ \mu\text{m}$  范围内的液滴所占比例接近，而其他倾斜角度的液滴直径范围主要集中在  $90\ \mu\text{m}$  附近。颗粒大小较为均匀的雾滴能够使降温效果更好<sup>[6]</sup>，而喷嘴与翅片管的夹角不同影响着液滴分布，后期结合现场实际，喷嘴倾斜角度不大于  $15^\circ$  时的降温效果较为明显。

### 2.4 喷嘴布置间距的仿真分析

合理地布置喷嘴之间的间距，以使喷雾系统达到最佳的工作状态，如图 10 所示给出了双喷嘴的示意图。双喷

嘴同时进行雾化作业时，雾滴的运动轨迹存在干涉区域，干涉区域内的雾滴密度更大，可提高换热效果，但也会存在未被完全蒸发的雾滴形成水滴直接下落的问题。

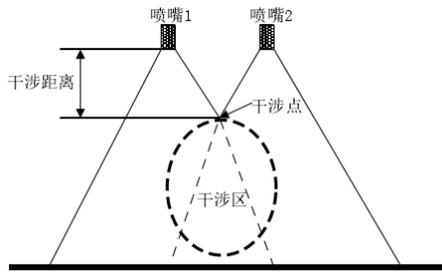


图 10 双喷嘴干涉区域

间距过小会造成水雾的重叠，降低降温范围，但可以实现局部的雾化加强；间距过大会使降温范围变大，减少喷嘴数量，节约成本，可根据实际使用情况对直接空冷机组进行流场分析，对需要加强降温的区域设置较小的喷嘴间距，以达到最佳的降温效果。

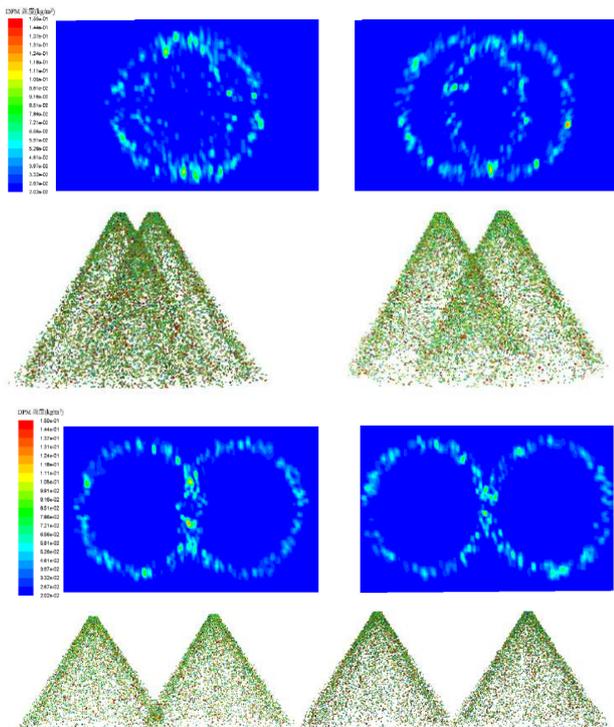


图 11 双喷嘴交叉重叠

通过图 11 给出的四种不同双喷嘴交叉重叠云图，后期结合现场施工位置，为喷嘴厂家提供雾化角度等参数，在不同的位置设置相应的合理间距。

### 3 结论

通过对直接空冷系统的喷雾装置进行雾化效果分析，喷嘴前水压值越大，雾化效果越好，喷嘴前水压达到 2MPa

压力时，液滴的平均停留时间较短。而喷嘴与翅片管的夹角小于  $15^\circ$  时雾化的液滴直径更为均衡；通过双喷嘴重叠效果的分析，为实际的喷雾系统布置提供参考依据。

### 【参考文献】

[1]何青,张暎,杜冬梅,等.直接空冷凝汽器干式吹扫系统的喷嘴流场特性[J].中南大学学报(自然科学版),2017,48(11):3108-3115.  
 [2]何青,刘婧,赵晓彤,等.直接空冷凝汽器干式吹扫系统喷嘴结构特性[J].中国电机工程学报,2015,35(13):3351-3357.  
 [3]惠雪松,孙会亮,马少帅.直接空冷机组空冷单元内喷雾增湿系统的结构优化[J].东北电力技术,2012,33(8):27-31.  
 [4]刘彦丰,张京卫,云昆.喷嘴流量特性对直接空冷机组喷雾增湿系统冷却效果影响的数值研究[J].华北电力大学学报(自然科学版),2012,39(3):83-87.  
 [5]刘彦丰,张京卫,李宏伟.直接空冷机组喷雾增湿系统喷嘴布置位置数值研究[J].电力科学与工程,2011,27(12):54-58.  
 [6]石维柱,安连锁,张学镭,等.直接空冷机组喷淋冷却系统的数值模拟和性能分析[J].动力工程学报,2010,30(7):523-527.  
 [7]王松岭,赵文升,刘阳,等.直接空冷机组雾化增湿系统的数值研究[J].中国电机工程学报,2008(29):28-33.  
 [8]邹文重,温济铭,胡相杰,等.开放式空冷余热排出系统影响因素敏感性研究[J].哈尔滨工程大学学报,2023,44(7):1175-1180.

**作者简介:** 刘惠逢 (1987.8—), 毕业院校: 山西大学工程学院, 所学专业: 热能与动力工程, 就职单位: 国电电力大同发电有限责任公司, 当前职务: 生技部汽机专责职称级别: 助理工程师; 李卫国 (1970.1—), 毕业院校: 武汉水利电力学院, 所学专业: 电厂热能动力, 就职单位: 国电电力大同发电有限责任公司, 当前职务: 生产副总经理, 职称级别: 高级工程师; 白静平 (1984.6—), 毕业院校: 太原理工大学, 所学专业: 热能与动力工程, 工作单位: 国电电力大同发电有限责任公司, 当前职务: 总工程师, 职称级别: 工程师; 姚丽峰 (1983.2—), 毕业院校: 华北电力大学, 所学专业: 动力工程, 就职单位: 国电电力大同发电有限责任公司, 当前职务: 生技部主任, 职称级别: 工程师; 李东 (1988.10—), 毕业院校: 合肥工业大学, 所学专业: 热能与动力工程, 就职单位: 国电电力大同发电有限责任公司, 当前职务: 汽机车间主任助理 (主持工作), 职称级别: 工程师。

# 江山水务智慧化转型探索

陈斌滨

江山市城市建设投资集团有限公司, 浙江 衢州 324100

**[摘要]**随着科技的不断进步和社会的发展,智慧水务成为了实现水务行业数字化、智慧化转型的关键。传统的水务管理方式已经无法满足当今社会对高效、可持续和智能化管理的需求。因此,引入智慧水务管理系统成为了一个必然趋势,可以帮助水务企业提高运营效率、节约资源、提供更好的服务质量,并实现可持续发展,江山水务从2020年踏上智慧化建设探索之路,文章回顾江山水务智慧化探索已经取得阶段性成果,已取得成效,还有哪些局限性,以及从江山水务实际出发,还需要在哪些方面进行提升。

**[关键词]**智能化;水务智能化;智能化转型

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10532

中图分类号: TV-39

文献标识码: A

## Exploration on the Intelligent Transformation of Jiangshan Water Affairs Affairs

CHEN Binbin

Jiangshan Urban Construction Investment Group Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324100, China

**Abstract:** With the continuous progress of technology and the development of society, smart water management has become the key to achieving the digital and intelligent transformation of the water industry. Traditional water management methods can no longer meet the needs of today's society for efficient, sustainable, and intelligent management. Therefore, the introduction of a smart water management system has become an inevitable trend, which can help water enterprises improve operational efficiency, save resources, provide better service quality, and achieve sustainable development. Jiangshan Water Affairs has embarked on the path of intelligent construction exploration since 2020. This article reviews the phased achievements and achievements of Jiangshan Water Affairs's intelligent exploration, and what are the limitations, as well as starting from the actual situation of Jiangshan Water Affairs, what areas need to be improved.

**Keywords:** intelligence; intelligent water management; intelligent transformation

### 1 阶段性成果

江山水务2020年6月启动建设智慧水务一期,于2021年7月完成建设,作为江山水务首个一体化信息建设项目,项目包括一个智慧控制平台和数万只各类型物联感知设备(智能水表、智能流量计、智能单村水站、智能泵站、智能液位计等),智慧控制平台既是水务公司综合信息平台,也是聚焦核心业务的智慧管控系统<sup>[1]</sup>。平台集成了生产调度系统、DMA分区控漏系统、管网巡检抢修系统、设备维护管理系统、移动端应用系统、调度中心大屏,将业务管理、数据分析、指挥调度融为一体,实现了水务业务“一平台监控、一终端管理、一张图调度”,为水务公司的科学决策、高效管理奠定了基础,

### 2 已取得成效

#### 2.1 在生产方面

实现全流程监测、定位、报警、分析、处置、统计,在4座规范化水厂、1座污水厂、80座泵站、50座二供泵房、70座单村水站,113个农污终端的生产节点主要控制、监测环节均布设了智能物联设备,实现制水自动化、厂站无人值守、远程控制,减少一线巡检人员30人,直接节约成本450万元。

#### 2.2 在DMA管理方面

实现分区管理、分区控压、漏损处置,构建降漏、控漏长效机制,自DMA分区建成以来,漏损率逐年降低,由2020年的40%降至2022年的30%,每年减少漏损近400万吨,减少经济损失880万元。

#### 2.3 管网管理

管网巡检、维修、检漏、外业工单全流程、动态化管理。巡检及维修工单从创建、受理、完成闭环管理,全过程监督,事件的闭环率提升200%,工单平均响应时间下降100%、平均处理时间下降60%。

#### 2.4 水利抄表方面

户表远传抄表管理,掌握用水情况,减少偷水漏水,自2020年以来年售水量每年增加11%,降低人员成本,截止目前有5万支水表自动抄表,减少抄表人员10人,节约成本150万元。

### 3 现存不足与局限

自智慧管控平台建成已满两年,随着江山水务具体情况的转变,例如智能设备指数增加、二供业务的新增、业务模块与实际运用中碰撞出新需求,要整合好业务板块便利市民用水、融合好用水数据形成公共资产,服务智慧城

市建设,包含智慧控制平台的智慧水务一期建设就开始显现出不足与局限:

### 3.1 缺乏对感知设备的整合与分析。

在智慧水务一期项目建设时,管网监测点的数量相较于现在差距较大,一期建设的智慧控制平台对感知数据的定位主要是展示为主、分析为辅。但是随着公司业务发展的需要,近几年对感知设备投入不断增加(目前有近6万个设备),由缺乏对感知设备统一管理,导致不能统筹管理全网感知设备,不能从全局的角度对感知数据进一步整合,通过多维分析、联动分析等手段,充分发挥大数据的价值,来为公司的生产经营提供决策性支撑。

### 3.2 缺乏对水务大数据清理与融合

近年来,我们陆续建设了近20个系统,包括营销系统、报装系统、客服热线、短信系统、智慧控制平台等。然而,由于信息化建设的时间跨度较大,尚未建立统一的技术标准和数据标准,导致各系统间的数据难以无障碍流通,严重限制了工作的协同性。这局面也直接影响到生产调度、运营分析以及智慧场景等方面,因为这些工作缺乏数据支持。在实际工作中,我们迫切需要建立水务数据中台,以实现数据的一体化、便捷化、规范化和流程化处理。这将有助于实现智慧水务各系统之间信息的畅通流通,显著提高信息化在水务各系统中的应用程度,提升各系统应对质检的响应速度,实现更为精准和主动的服务水平。

### 3.3 业务板块整合与串联程度不足。

当前已建设的系统仅仅在统一入口上进行了集成,建设的独立的信息系统形成了信息孤岛,没有统一用户登录,没有统一权限分配。数据的分散,也就无法支撑起公司对水务信息化发展的高要求和业务部门业务开展的快速响应。特别是随着后续系统的不断增多,业务人员从“数据海洋”中寻找有效信息将更加困难,必然需要从更高的层面进行业务的规划和数据的有效集成,从而真正提高业务人员的工作效率。

### 3.4 业务发展倒逼系统升级

随着公司水务信息化的不断发展,公司各业务部门也逐步过渡到使用一期建设的信息化平台进行业务处理,在使用过程中结合公司实际的业务操作和管理流程,提出了部分软件平台界面不够友好、操作流程不规范等问题。因此,需要结合各部门具体需求升级一期系统平台功能,以达到易用、好用的目的,打造一套符合江山水务实际业务和管理流程且具有江山水务特色的智慧水务平台。

### 3.5 加强外延服务应用建设

水务是整体智慧城市建设过程中的一个部门,而水务的信息化数据,也不可能仅仅只是在自己的内部进行流转和分享,需要与外部城市、政府、公众产生交互,真正实现水务数据的社会化外延服务,产生“共享增值”作用。水务社会化外延服务需要具体实现共享供水水情数据、水

质数据等业务数据,可实现与道路视频监控、综合执法问题事件、市政管网数据、气象数据的交互,以及和城市应急指挥中心的联动,促进不同部门、不同层级的数据共享,共同推动城市服务提质增效,最终达成“智慧水务”与“智慧城市”的双向支撑。

## 4 提升方向

从江山水务角度要实现两大目标,对外改善饮水质量,提升市民满意度,优化营商环境,保障全市安全供水安全,助力江山社会高质量发展,对内从生产管控、运营决策、管理协同、用户服务四大层面实现降低成本、增加效益、优化服务,

### 4.1 大数据及物联网平台建设

打造水务数字化基座,连接市、省厅数据共享平台支撑平台应用,以数据中台和物联网平台为载体,实现所有业务数据、水务物联网感知数据汇聚、综合,建立水务数据资源体系,建成“实用、先进、安全、可靠”的水务中台层,建立和完善持续稳定的数据更新机制,实现水务数据内外部系统有序共享、适度开放,有效打破信息孤岛,深化水务大数据应用。建立大数据标准体系和数据交换体系,完善数据质量,提高数据协同能力,通过资源整合,实现各业务系统数据全面共享,沉淀数据资产和共性能力,通过资产管理与数据治理服务把数据资产变成数据服务能力,服务于水务集团具体业务,同时聚焦业务协同,提升集团数据共享能力。通过数据安全治理、运营运维体系保障大数据平台长期健康持续运转。

### 4.2 业务管理及应用平台建设

对供排水核心业务管理的系统化、信息化升级,通过一期建设内容的不断升级、完善、集成,以及新建供排水业务支撑系统,实现对供排水业务的全面管理和支撑。

### 4.3 综合管理平台建设

通过建设可视化大屏、业务场景应用实现一屏统管、跨域联动,通过建设综合管控中心、舆情监管系统、智能辅助工具融合三端应用,完成数据、业务与应用的连接,通过强大的大数据分析工具,挖掘海量数据间的潜在关联,并通过多维度立体化展示,为管理层提供决策依据,提高数据利用率;通过建设水务外延服务应用,为公众提供数据增值服务。

### 4.4 硬件设备建设

以信息系统、数据机房的建设现状、安全现状、实际需求、等级保护制度规范和技术要求为基本依据,打造水务企业内部网络安全态势感知体系。完善机房基础设施设备,充分考虑大数据量吞吐能力,提升数据中心整体硬件支撑能力和算力<sup>[2]</sup>。同时为了保障信息安全、网络安全、数据安全,以二级等级保护为机房建设主要要求,更换和增加部分安全加固设备,加强信息安全保障和服务能力,与原有设备形成统一的信息安全态势感知和处置体系。

## 5 预期效益

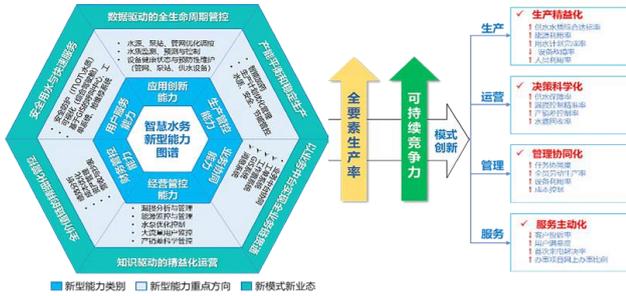


图1 智慧水务系统

通过智慧水务中远期建设,促使江山水务在生产管控能力、业务协调能力、经营管理能力、财务管控能力、用户服务能力、应用创新能力方面的全面提升,帮助管理者、决策者完成由静态管理向动态管理、事后管理向事前控制的转变,是显著提升城市管理水平和客户服务水平的重要途径。

以水务集团数字化改革/“十四五”规划为总抓手,整合提升现有水务集团智慧水务一期建设成果,深化信息技术与水务业务融合,建设基础支持平台,推进智慧水务总体框架搭建,最终达成生产精益化、决策科学化、管理协调化、服务主动化,实现提升效率、降低成本、提高安全供水水平,全面加强水务集团管控能力,优化集团资源配置,降低整体经营成本,打造成水务领域建设的行业“智慧标杆”。

### 5.1 生产精益化

#### 5.1.1 提高供水水质综合达标率

通过物联网技术的应用,水质在线监测设备被部署于各个关键节点,包括水源地、水厂、管网、供水节点、二次供水、污水处理厂、农村污水终端、单村水站以及用户端等地。这些设备实时监测着水质指标,如余氯、氨氮、总氮、COD、TDS等,并具备能力进行实时数据传输。这种技术的应用实现了超标情况的快速报警,并促使迅速采取维修措施,从而有效的抑制污染事件的发生,同时,对水源的养护、水厂自动化、管网养护、泵站管理和二供管理等系统,进而全面地保障水厂的进出水、网管的输送以及水龙头到户的全部流程都是安全可靠的。通过这一综合措施,能够更好地提高水站供水以及排水的水质,为市民创造更高的供水水平以及饮用水环境,从而确保全年的水质都能够达标。

#### 5.1.2 提高节能降耗水平

通过一系列的措施,例如:源水调度、管网调度、错峰蓄水系统的运用,从而实现供水能力和用水质检的平衡,从而得水资源能够得到合理的分配,更好地降低消耗,此外,水厂智能加药系统也发挥着重要的作用,可以更好地根据水质的情况对药物的用量进行调整,从而使得铝盐、铁盐、二氧化氯、次氯酸钠、臭氧等药剂的使用,确保药剂的使用和储存安全。通过设备管理和二供管理系统的协

同,优化设备配置,减少不合理的浪费,从而更好地提高水能源的利用,这一系列的措施,能够更好地使得供水单位的综合电耗、药耗、水耗能够降低到更低,可以使得每吨水的成本能够由2.2元每吨降低到1.5元每吨。

### 5.2 决策科学化

#### 5.2.1 提高供水保障率

通过广泛应用智慧水务系统,首要职能在于迅速发现并降低安全事故与突发事件所引发的潜在损失,以最大程度地确保社会大局的安全和市民的生活不受干扰。此系统在减轻高峰期用水需求造成的“抢水”现象方面起到了关键作用,通过源水调度、管网调度以及错峰调蓄等系统的协调应用,实现了水资源的更为合理分配。同样,通过DMA分区管理、漏损分析与管理、产销差管理,以及水表管理等多方面的系统,我们能够迅速预警并采取处理措施来处理漏损事件,高效率地进行修复,从而有效降低了漏损率,并提升了漏损修复的效率。

通过引入GIS和官网水力模型作为工具,可以更好地了解供水网的运行情况,有利于决策者可以根据实际情况制定科学的管理策略,采用事故预警预测功能和工单系统,可以更好地激活事件预警机制,从而可以自动创建和分配维修工单,以便能够提高应急事情的处理能力,达到保障供水使用的情况。同时,广大用户也可以通过公共检测平台或者移动在线平台等渠道,对可能出现的水质不达标、水污染的问题进行举报,从而是得水质的问题能够第一时间发现解决,确保用水的安全。



图2 供水水质综合达标率提升分析



图3 能源利用率提升分析



图4 供水保障率提升分析

#### 5.2.2 提高运营效率

在针对水务公司的管理现状和供水安全性方面,为了能够更好地为居民提供高效、便捷、舒适的供水服务,供

水企业在运营管理的时候,应该更加智能化,从而提升企业的运营效率,确保城市用水的安全,这一措施能够更好地提高水资源的利用率。特别是在智慧城市用水和排水方面,能够更好地实现节能环保,减少水资源的浪费,提高利用率。同时,在针对洪水这一情况,也提供了有效的应对策略,我们将水务业务智能化,以为城市居民提供更为高效便捷的服务,通过智慧水务系统的运用,实现了实时、自动的水务服务。

### 5.3 管理协同化

通过建设设备统一接入平台,成功实现了物联网接入的稳定、高效以及可拓展性,为物联网设备提供了基础信息的一体化管理和维护。通过设备管理平台,全面实现了“水源-水厂-泵站-管网-用户”全流程设备的统一管理,同时对各设备进行全生命周期的管理,包括科学预测设备的寿命并提示更换,从而降低了供水设备寿命预测的不准确性,提高了设备的利用率。借助数据中台,实现了数据采集、传输、存储、处理以及缓存的统一化,打破了各系统之间数据孤岛的壁垒,提高了信息资源的有效利用。公共服务基础支撑中台的运用,实现了不同业务系统之间的紧密协同,提高了各业务部门之间信息的同步共享,实现了水务应用的一体化管理,从而提高了任务的协同度。

这一系列举措推动了信息技术从被动支撑管理的角色向融入水务管理模式的演变,进一步推进了水务业务流程的优化和再造。这不仅有助于更加合理地利用水资源,确保水量、水质、水压和供水安全,还能提升水务公司的运维水平,同时维持合理的运维成本,从而减轻了供水成本上升对水价的压力。这一系列措施对于水务管理的现代化和高效化具有积极的推动作用。

### 5.4 服务主动化

#### 5.4.1 提高服务水平

通过微信网上营业厅和浙里办江山水务网厅这两个服务窗口,为市民提供了一站式用水业务服务,涵盖了报装接水、缴费、过户、信息变更、日用水量查询、异常用水提醒等 16 项功能。这一创新举措大幅提高了水务公共服务水平<sup>[3]</sup>。它不仅改善了传统供水公司与用户之间的交流方式,还提高了资源的有效利用效率,为高效合理的信息传递提供了便捷的渠道。



图5 任务协同度提升分析

#### 5.4.2 用户满意度提升

借助网上营业厅系统以及服务热线,成功构建了城市居民与水务企业之间的桥梁,有力地解决了城市取水、供水和用水等方面的问题与矛盾,显著提升了用户服务的便捷性。运用营业收费管理系统和客户信息管理系统,精确记录客户信息,为水务企业提供了所需的统计分析数据,进一步提高了服务质量,实现了智能客户服务。同时,通过营销类工单系统、报装管理系统、抄表管理系统、工程管理系统、表务管理系统等工具,快速提高了任务响应速度,高效派发工单,极大地提升了工单及时完成率,加速了报装和抄表的效率,同时实现了计量表具的及时维修和更换。通过智能控制平台的前置服务,对智能计量表上传的数据进行深度分析,有效识别用户异常用水情况,快速判断室内漏水或供水异常,最终降低了水资源浪费和异常水费的发生,在显著提高用户满意度方面发挥了积极的作用。

#### 5.4.3 首次来电解决率提高

借助客户信息管理、抄表管理、服务热线、设备管理等系统,江山水务公司实施了智能化数据分析,顺应了大数据时代的潮流。这一举措有助于建立以客户为核心的个人用水信息画像,以更为精密和动态的方式管理水资源的生产、经营以及服务的各个环节。通过充分采集、记录和展示客户信息,公司能够快速排查用户来电的原因,从而显著提高了用户首次来电问题的解决率。

## 6 结语

智慧水务的战略目标是确保供水安全和实现水务管理的精细化,借助新技术的应用促进了水务信息化技术水平的全面提升。江山水务公司明确了数字化和智能化转型过程中不断增长的价值效益,涵盖生产运营的优化、服务创新以及业务模式的转变。公司在主营业务增长的基础上,通过服务创新,积极拓展了业务增量的发展空间,获得了新的业务领域、服务延伸以及附加值,实现了业务模式的转型。公司依托产业合作伙伴共同构建的开放价值生态系统,在数字新业务和可持续绿色发展等领域取得更大的价值效益和社会效益。

### [参考文献]

- [1] 陈吉. 以数字化转型为契机, 打造水务智慧大屏体系[J]. 中国信息化, 2023(4): 84-85.
- [2] 卢双锋, 董虹. 智慧水务在数字化改革中的应用[J]. 建设科技, 2023(10): 19-21.
- [3] 罗志逢, 黄泽, 陈婷婷. 城市智慧水务建设策略分析[J]. 电子技术, 2023, 52(5): 310-312.

作者简介: 陈斌滨(1984.8—), 毕业院校: 浙大宁波理工学院, 所学专业: 国际经济与贸易, 当前就职单位: 江山市城市建设投资集团有限公司, 职务: 党委委员、副总经理。

## 基于大数据的无线网络优化模式研究

李福江 刘德亮 于祥渠 刘海成 程文华

山东中移通信技术有限公司, 山东 济南 250000

**[摘要]**随着移动互联网和物联网技术的普及,无线网络已经深入到社会的每一个角落,从智能手机、智能家居到工业自动化等各个领域。这种普及度带来了巨大的数据流量和多样化的服务需求,使得无线网络面临前所未有的压力。要满足这种日益增长的需求,仅仅依赖传统的网络规划和优化手段已经远远不够。大数据,作为当下技术发展的另一大趋势,为我们提供了新的视角和手段。无线网络中产生的海量数据,无论是网络日志、用户行为还是设备状态,都可以被视为宝贵的“原材料”。如果能够合理地挖掘和分析这些数据,我们有可能对网络进行更加精准的优化,甚至实现自动化的、实时的网络管理和调整。

**[关键词]**大数据;无线网络;网络优化;优化模式

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10529

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

### Research on Wireless Network Optimization Mode Based on Big Data

LI Fujiang, LIU Deliang, YU Xiangqu, LIU Haicheng, CHENG Wenhua

Shandong China Mobile Communication Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

**Abstract:** With the popularization of mobile internet and Internet of Things technology, wireless networks have penetrated into every corner of society, from smartphones, smart homes to industrial automation and other fields. This popularity has brought huge data traffic and diverse service demands, making wireless networks face unprecedented pressure. In order to meet this growing demand, relying solely on traditional network planning and optimization methods is far from enough. Big data, as another major trend in current technological development, provides us with new perspectives and means. The massive amount of data generated in wireless networks, whether it is network logs, user behavior, or device status, can be regarded as valuable raw materials. If we can mine and analyze this data reasonably, we may optimize the network more accurately, and even achieve automated and real-time network management and adjustment.

**Keywords:** big data; wireless network; network optimization; optimization mode

#### 引言

随着无线通信技术的快速发展,无线网络已经成为日常生活和工作中不可或缺的部分。然而,随之而来的网络复杂性和用户需求的增长也为无线网络的管理和优化带来了挑战。同时,大数据技术的崛起为解决这些问题提供了新的思路 and 机会。本研究探讨了如何利用大数据技术优化无线网络的性能和可靠性。通过收集和分析大量的网络流量数据、用户行为数据和设备状态数据,我们识别出无线网络中的瓶颈和问题点,并提出了基于数据的优化策略。通过对大数据分析,可以有效地提高无线网络的覆盖范围、减少干扰、平衡网络负载,从而提高用户体验。本研究为无线网络的管理者和研究者提供了一个全新的、数据驱动的网络优化框架,有助于未来无线网络的持续优化和发展。

#### 1 无线网络概述

无线网络,作为近年技术进步的一大代表,已经渗透并影响了全球数十亿人的生活和工作方式。与传统的有线网络相比,无线网络通过无线电波来传输信息,从而消除了物理连线的需求,为用户提供了空前的移动性和灵活性。其起源可以追溯到20世纪初的无线电通信,但真正的普及则是在最近几十年,特别是随着Wi-Fi、3G、4G和现在的5G技术的出现和迅速发展。现代的无线网络不仅仅局

限于传统的手机通信,还包括家庭和企业的宽带接入、物联网设备之间的连接及各种新兴的应用如自动驾驶汽车、无人机和智慧城市等。随着技术的演进,无线网络已从简单的文本和语音传输发展到能够处理高清视频流、复杂的在线游戏和大规模数据传输。而其所带来的便捷性、广泛的覆盖范围和高速的连接能力,使得无线网络已经成为现代社会不可或缺的基础设施。

#### 2 大数据技术概述

大数据技术,近年来作为科技领域的明星概念,已经在众多行业中发挥了革命性的作用。这种技术主要关注的是如何收集、存储、处理、分析和解释数据量巨大、种类繁多并且更新速度极快的数据集合。随着社交媒体、物联网、移动设备和在线交易等的发展,我们处在一个每天都产生数以万亿字节数据的时代,而大数据技术就是为了挖掘这些数据背后的深层次信息与知识。传统的数据库和数据处理工具很难有效地处理如此巨量的数据,因此新的技术和方法,已经应运而生。这些技术使得企业和研究机构能够对数据进行快速的分析和实时的决策。而从应用的角度来看,大数据已经渗透到健康医疗、金融、零售、交通等几乎所有领域,帮助各个行业实现优化、发现新的商业机会、并为社会的进步和人类的福祉作出了巨大的贡献。

简而言之，大数据技术不仅仅是一种新的计算方法，更是当今时代科技进步与创新的重要驱动力。

### 3 无线网络优化的核心问题

#### 3.1 覆盖与容量问题

无线网络优化的核心问题中，覆盖与容量问题无疑是最为关键的。覆盖，简单来说，是指无线信号能够到达的地理区域，确保用户在这个范围内可以接入并使用网络；而容量则是网络在特定区域内能够支持的最大数据传输速率，这直接关系到用户的上网体验，尤其在高流量需求场景下。随着无线技术的发展，特别是4G和5G的广泛应用，用户对于网络速度和稳定性的要求也日益增长。然而，由于物理环境、建筑物遮挡、用户密度变化等多种因素，实际的网络覆盖往往出现“盲点”或“弱点”，导致信号不稳或中断；同时，当过多的用户集中在一个小区内上网时，可能会导致网络拥堵，使得数据传输速度大大降低<sup>[1]</sup>。为了解决这些问题，无线网络的规划与优化需要精确地考虑基站的布局、频率的分配以及多用户的资源调度等多种策略，确保在满足覆盖的同时，也能提供足够的容量，满足用户的实际需求。

#### 3.2 干扰管理

在无线网络优化的众多核心问题中，干扰管理显得尤为重要。干扰是指在无线通信中，由于多个信号同时在相近或相同的频率上进行传输，导致信号之间的相互影响，从而降低了接收端的信号质量。在一个密集的网络环境中，如城市的核心区域，多个无线设备和基站可能会在相邻的通道上广播，容易产生同频干扰或邻频干扰。除此之外，其他电子设备也可能成为干扰的源头。有效的干扰管理是确保无线网络高效运行的关键。这需要通过精确的频率分配、智能的基站和终端调度、先进的信号处理技术以及合适的网络规划来实现。总之，为了保证用户获得清晰、稳定的通信体验，有效地管理和减少网络中的干扰是无线网络优化不可或缺的一环。

#### 3.3 资源分配

在无线网络优化的多个关键环节中，资源分配显得至关重要。资源分配涉及如何在有限的频率、时间和功率资源中，为每一个用户或终端设备分配最适合其当前需求和环境条件的通信资源。在一个动态变化的无线环境中，用户的数量、位置、速度以及其数据需求都可能发生快速的变化，这就要求资源分配策略具有高度的灵活性和实时性。不合理的资源分配可能导致频繁的网络拥堵、服务延迟和用户体验的下降。为了实现高效的资源分配，网络需要综合考虑各种因素，如用户的信道质量、服务优先级、网络负载以及预期的服务质量等。使用先进的算法和策略，如基于学习的资源分配、动态频谱接入和用户公平性考虑，可以确保在满足用户需求的同时，实现网络资源的最大化利用，从而提高整体网络性能和用户满意度。简言之，资源分配是无线网络优化的核心环节，决定着网络的性能和效率。

#### 3.4 负载均衡

在无线网络优化中，负载均衡是一个至关重要的核心问题。负载均衡，顾名思义，是指确保网络中的各个基站或接入点承担相对均衡的用户和数据流量，防止某一部分网络过载而其他部分闲置。随着移动互联网和物联网的广泛应用，用户和设备的接入模式、地点和时间都可能发生快速和随机的变化，这可能导致某些基站出现流量高峰，而其他基站却相对空闲。没有合适的负载均衡机制，过载的基站可能会出现信号延迟、掉线或者服务质量下降，影响用户体验。为了解决这一问题，网络需要通过动态的用户管理、智能的流量调度和高效的资源重新分配策略来实现负载均衡。例如，用户可以被鼓励或引导从高负载基站切换到低负载基站，或者在多个基站之间分配传输的数据流量。有效的负载均衡不仅可以提高网络的整体性能和稳定性，还可以延长设备的使用寿命，并为未来的网络扩展和升级提供更大的灵活性。总的来说，负载均衡是无线网络优化的关键环节，直接决定了网络的健康、效率和长期可持续性。

### 4 基于大数据的无线网络优化策略

#### 4.1 数据驱动的网络优化方法

基于大数据的无线网络优化策略中，数据驱动的网络优化方法正逐渐成为前沿研究的焦点。这种方法核心在于通过收集、分析和解读大量的网络操作数据，来直接指导网络的优化决策，而非依赖传统的经验或模型驱动方法。在日常操作中，无线网络会产生大量的日志、性能指标和用户行为数据。这些数据，经过适当的处理和分析，可以揭示网络的运行状态、用户需求、瓶颈、故障以及其他隐藏的模式。数据驱动的方法通过深入挖掘这些数据，可以实时地发现和预测网络问题，自动地调整网络参数或重新分配资源，从而实现网络性能的持续优化。例如，通过对历史数据的分析，可以预测某个时段或区域的流量需求，然后提前进行资源调度和分配。或者，通过实时分析用户行为和移动模式，网络可以动态地调整信号覆盖和频率分配，以减少干扰和提高吞吐量<sup>[2]</sup>。总之，数据驱动的网络优化方法为无线网络提供了一种更加智能、灵活和自适应的优化策略，充分利用了大数据技术的潜力，为提高用户体验和网络效率开辟了新的途径。

#### 4.2 用户行为分析与网络优化

在基于大数据的无线网络优化策略中，用户行为分析与网络优化是一个核心且具有深远影响的领域。这种策略认识到，用户的行为模式、移动轨迹、应用使用习惯等信息都为网络优化提供了宝贵的指引。通过对这些用户行为数据进行深入分析，网络运营商可以更精准地了解哪些区域的流量需求可能会激增，哪些时间段用户活跃度最高，或是某款应用的流行趋势如何，从而提前进行资源调配或网络配置调整。例如，如果分析发现每天的某个特定时段，某个商业区的网络流量急剧增加，那么可以提前将更多的

带宽或频率资源分配到该区域,以确保用户体验。同样,对于一款新兴的、数据传输密集的应用,通过实时跟踪其使用情况,网络可以动态地优化相关的参数,减少延迟并提高响应速度。此外,用户行为分析还可以协助运营商预测新的服务需求,为未来的网络扩展或升级提供决策支持。总的来说,用户行为分析与网络优化紧密结合,利用大数据的深度洞察,为无线网络提供了更为人性化、高效和预见性的优化策略。

#### 4.3 大数据在网络预测中的应用

在基于大数据的无线网络优化策略中,大数据在网络预测的应用已经展现出强大的潜力和实践价值。网络预测主要指的是根据历史和实时的网络数据,预测网络的未来行为,包括流量趋势、设备故障、用户需求变化等。大数据技术,尤其是机器学习和深度学习算法,为此提供了强大的工具。通过对大量的网络日志、用户行为、设备状态等数据进行分析,可以建立精确的预测模型,从而提前识别和应对可能出现的网络问题。例如,通过分析用户在特定时段的上网习惯和应用使用模式,可以预测未来的流量高峰,并据此提前进行资源调度和网络参数优化。同样,通过对设备运行数据的长期追踪,可以预测设备的故障概率,并提前进行维护或更换,从而降低网络中断的风险。此外,大数据在网络预测中的应用还可以帮助网络运营商更准确地评估新技术或新服务的市场需求,为战略决策提供数据支持。总之,利用大数据技术进行网络预测,为无线网络提供了一种更为前瞻、灵活和高效的优化策略,确保网络始终处于最佳状态,满足用户的持续变化的需求。

#### 4.4 使用大数据进行的无线网络故障检测与诊断

在基于大数据的无线网络优化策略中,使用大数据进行无线网络故障检测与诊断已逐渐成为一个创新的核心领域。随着无线网络的复杂性增加,传统的故障检测手段往往在效率和准确性上受到限制。而大数据技术,利用从无线网络中实时收集的海量数据,可以为我们提供更为深入和全面的故障诊断视角。通过对基站日志、网络流量、设备状态等数据的连续监控和分析,我们不仅可以实时地发现网络中的异常行为,还可以追溯故障的原因,从而实现快速和准确的故障定位与修复。例如,某个基站的性能下降或中断可能是由于硬件故障、软件配置错误、外部干扰或其他多种因素造成的;通过大数据分析,我们可以快速地筛选和确定这些可能的原因,并采取相应的措施进行干预<sup>[3]</sup>。此外,利用机器学习等先进算法,系统还可以学习和总结历史的故障模式,提前预测并防止可能的故障发生。总体来说,基于大数据的无线网络故障检测与诊断为网络维护提供了一种更为智能、自动化和高效的解决方案,显著提高了网络的稳定性和可靠性。

## 5 未来发展趋势

在基于大数据的无线网络优化模式研究中,其未来前景呈现出广阔的展望和无限的可能性。随着5G和即将到来的6G技术的发展,无线网络将承载更加丰富和多样的应用,从超高清视频、虚拟现实、增强现实到物联网、无人驾驶汽车和智慧城市等,这都需要无线网络提供更快速、更稳定、更低延迟的连接。在这种背景下,大数据技术的应用将变得更为关键。未来的无线网络优化不仅仅是为了满足当前的需求,更需要预测并应对未来的挑战。这需要海量的数据进行实时分析,实现网络的自我学习、自我调整和自我修复。此外,随着人工智能和机器学习技术的进一步发展,我们可以期待一个更加智能和自动化的网络管理系统,能够自动地分析用户行为、预测流量变化、调整资源分配并及时响应各种网络故障<sup>[4]</sup>。同时,随着量子计算、边缘计算和云计算等新技术的融合,大数据在无线网络优化中的应用将呈现出更高的计算效率和更低的延迟。总的来说,基于大数据的无线网络优化模式研究将为未来的无线通信技术和应用打下坚实的基础,为实现一个全球互联、高效可靠的无线网络世界提供强大的技术支持。

## 6 结束语

基于大数据的无线网络优化模式不仅为当前的无线通信系统带来了创新和改进,更为未来的通信技术发展铺设了坚实的基石。随着无线技术的日益复杂和用户需求的多样化,传统的网络优化手段已面临巨大的挑战。而大数据,作为当下技术领域的杰出代表,为我们提供了一种新的、更为智慧的优化策略。通过对海量数据的深入挖掘和分析,我们可以更准确地理解网络的运行状态,预测未来的趋势,从而实现更为高效、稳定和用户友好的网络服务。然而,这仅仅是开始。随着人工智能、云计算、边缘计算等技术的不断进步,大数据在无线网络优化中的潜力还有待进一步发掘。期待在不远的未来,我们能够实现一个真正智慧、自适应和高效的无线网络,满足全球用户的各种需求,为信息社会的持续发展贡献力量。

### 【参考文献】

- [1] 司春波,赵志强,高春超等.基于大数据的无线网络优化模式研究[J].长江信息通信,2022,35(11):187-189.
  - [2] 卢山.无线网络优化中大数据的应用分析[J].中国新通信,2021,23(20):68-69.
  - [3] 宋雷.大数据分析在无线网络优化中的应用[J].中国新通信,2019,21(3):96-97.
  - [4] 张汝东.通信大数据在无线网络优化中的应用浅析[J].中国新通信,2019,21(1):7.
- 作者简介:李福江(1978.9—),汉族,山东济南人,本科,研究方向:无线优化。

## 智慧水利防汛会诊系统设计与实现

张咪咪<sup>1</sup> 耿嘉遥<sup>2</sup> 卓寒<sup>2</sup>

1 徐州市供排水管理中心, 江苏 徐州 221000

2 徐州市水利工程运行管理中心, 江苏 徐州 221018

**[摘要]** 智慧水利防汛会诊系统的设计和实施在提高水利防汛管理的效率和准确性方面扮演着至关重要的角色。文中全面回顾了水利防汛系统的发展历程以及系统设计与方法的应用。详细探讨了系统的总体架构, 包括基础设施、共享服务和业务应用层的设计, 以及各个模块的功能, 如数据采集、存储、处理、决策支持和安全通信。系统的功能实现包括防汛会诊大屏、GIS地图应用、即时水情监测、防汛资源管理以及其他功能细节。通过采用前沿技术, 智慧水利防汛会诊系统有望提升水灾管理的效率和紧急响应能力, 更好地保障了人民的生命和财产安全。

**[关键词]** 水利防汛; 智慧系统; 会诊; 技术应用

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10530

中图分类号: TV87

文献标识码: A

## Design and Implementation of a Smart Water Conservancy Flood Prevention Consultation System

ZHANG Mimi<sup>1</sup>, GENG Jiayao<sup>2</sup>, ZHUO Han<sup>2</sup>

1 Xuzhou Water Supply and Drainage Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

2 Xuzhou Water Conservancy Engineering Operation Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221018, China

**Abstract:** The design and implementation of a smart water conservancy flood control consultation system plays a crucial role in improving the efficiency and accuracy of water conservancy flood control management. The article comprehensively reviews the development history of water conservancy flood control systems and the application of system design and methods. It discusses in detail the overall architecture of the system, including the design of infrastructure, shared services, and business application layers, as well as the functions of each module, such as data collection, storage, processing, decision support, and secure communication. The system's functional implementation includes flood control consultation screen, GIS map application, real-time water monitoring, flood control resource management, and other functional details. By adopting cutting-edge technology, the intelligent water conservancy flood prevention consultation system is expected to improve the efficiency and emergency response capability of flood management, better ensuring the safety of people's lives and property.

**Keywords:** water conservancy and flood prevention; smart system; consultation; technology application

### 引言

水是生命之源, 然而, 洪水等水灾却可能危及人们的生命和财产。随着气候变化和城市化的不断发展, 水灾问题变得越来越严重。传统的水利防汛方法主要依赖于人工观测, 这种方式效率低下, 容易受到主观因素和地理限制的制约。为了更好地监测、预防和应对水灾事件, 智慧水利防汛会诊系统的设计与实现成为当务之急。本研究的目标是设计和实现一个智慧水利防汛会诊系统, 以提高水利防汛管理的效率和准确性。本文将回顾水利防汛系统的历史以及介绍相关技术和方法。系统架构包括基础设施、共享服务和业务应用层, 同时也详细描述了各个模块的设计和系统功能实现方面。通过这些功能的整合和应用, 期望提高水利部门在水灾事件应对中的效率, 更好地保护人民的生命和财产安全。

### 1 文献综述

#### 1.1 水利防汛系统综述

水利防汛系统在水资源管理中扮演着至关重要的角色。传统的水利防汛方法主要依赖于人工观测和经验判断, 这种方式已经不能满足现代社会对高效、准确防汛管理的

需求。水利防汛系统的综述将回顾其历史发展, 强调其在水灾防控中的重要性, 以及为什么需要更智能化和综合化的方法来提高效率和应对新的挑战。

#### 1.2 相关技术和方法

相关技术和方法部分将讨论在智慧水利防汛会诊系统中可能使用的关键技术和方法。这可能包括传感器技术、遥感技术、数据分析和大数据处理方法、人工智能技术, 以及决策树算法等。了解这些技术和方法将有助于我们更好地选择适用于系统的工具和策略。

#### 1.3 系统设计与实现

系统设计与实现部分将详细描述整个系统的总体架构, 包括基础设施、共享服务和业务应用层的设计。还将介绍各个模块的功能, 如数据采集、存储、处理、决策支持和安全通信。这个部分的目标是为读者提供一个全面的系统概览, 以便更深入地了解智慧水利防汛会诊系统的设计 and 实现过程。

## 2 智慧水利防汛会诊系统架构

### 2.1 系统总体架构

系统总体架构是智慧水利防汛会诊系统的核心设计,

它为整个系统提供了稳固的基础。该架构包括三个主要层次：基础设施层、共享服务层和业务应用层。基础设施层构建了系统的物理基础，包括服务器、传感器、通信设备和网络基础设施。服务器用于存储和处理大量的数据，传感器负责实时采集水情信息，通信设备确保数据的及时传输，而网络基础设施则连接所有这些组件，形成一个协同工作的整体<sup>[1]</sup>。这一层次为整个系统提供了强大的数据采集和存储能力，确保数据的实时性和可靠性。共享服务层充当了系统的中央枢纽，提供了数据存储、处理和分发的核心功能。在这一层次，数据被存储、管理和分析，以便在业务应用层中供用户使用。共享服务层的关键任务是确保数据的可用性和可靠性，同时为用户提供一致的数据访问接口。业务应用层是最终用户与系统交互的界面，提供了各种功能，如防汛大屏、GIS 地图应用、即时水情监控、防汛资源管理和移动应用。这些功能使水利部门能够更好地监测、分析和应对水灾事件，实现更高效的决策和响应。整个系统的总体架构旨在提供一个全面、高效且可靠的解决方案，以加强水利防汛管理的效率和准确性。

## 2.2 系统模块设计

系统模块设计在智慧水利防汛会诊系统的开发中具有关键作用。通过精心设计的模块，系统可以更高效地完成各项任务，从数据采集到实时决策支持，从而提高水利防汛管理的效率和准确性。模块设计涵盖了各个系统组成部分的规划和架构，确保它们能够协同工作以实现系统的整体目标。不同的模块负责不同的任务，如数据采集、数据存储、数据处理、决策支持和安全通信。这种模块化的设计有助于提高系统的可维护性和扩展性，使系统能够适应不断变化的需求和技术。每个模块都有其特定的功能和职责，但它们也需要紧密协作，确保数据在系统内部流畅传递和处理。这种模块化的方法有助于降低系统的复杂性，使开发和维护更加高效。系统模块设计的成功实施是智慧水利防汛会诊系统能够有效满足水利部门需求的关键因素之一。

## 2.3 数据通信与安全

数据通信与安全在智慧水利防汛会诊系统中至关重要，涉及数据的传输、存储和保护，确保数据的机密性、完整性和可用性。该模块旨在满足以下关键需求：首先，数据传输必须高效而可靠，以包括实时监测数据、分析结果和决策信息。这包括广域网、局域网和移动网络等多种通信渠道，旨在确保数据的及时性，以供决策者实时获取关键信息<sup>[2]</sup>。其次，大量数据需要安全存储以备将来的查询和分析。因此，高效的数据存储技术必不可少，同时需要确保数据不受损害，备份和冗余存储也是必要的，以保护数据免受硬件故障和灾难性事件的影响。此外，数据的机密信息需要加密，以确保数据在传输和存储过程中的安全性。加密技术可以保护敏感信息，即使在数据传输过程中发生数据泄露，攻击者也无法理解数据内容。另外，身份验证和访问控制是防止未经授权的访问和维护数据完整性的关键手段。只有经过授权的用户可以访问系统中的

数据，这进一步强化了数据的安全性。最后，数据通信与安全模块还需要包括防御措施，以抵御可能的网络攻击，如 DDoS 攻击、恶意软件和入侵尝试。

## 3 智慧水利防汛会诊系统关键技术

### 3.1 数据采集技术

数据采集技术在智慧水利防汛会诊系统中扮演着关键的角色。它包括各种方法和设备，用于收集水文、气象、地质、人工观测和其他与水利防汛相关的数据。传感器技术是其中的重要组成部分，可以实时监测水位、降雨量、气温、湿度等关键参数<sup>[3]</sup>。此外，无人机技术提供了一种灵活的数据采集手段，可以对灾害区域进行快速侦察，获取高分辨率的图像和视频数据。卫星遥感技术也发挥着重要作用，可以提供广域范围的数据，用于监测地表水情和气象情况。数据采集技术的不断创新和进步有助于提供更准确和全面的数据，为智慧水利防汛会诊系统提供了强大的信息基础。

### 3.2 数据存储与管理技术

数据存储与管理技术是确保数据有效、安全地存储和管理的关键组成部分。由于系统产生的数据量巨大，高效的数据存储是必要的。云存储技术提供了灵活的存储解决方案，可以扩展存储容量，同时提供数据备份和冗余。大数据处理技术用于管理和分析大规模的数据，帮助水利部门更好地理解 and 利用数据。数据存储与管理技术还需要考虑数据的安全性，确保数据不受损害或泄露。综合而言，数据存储与管理技术在系统的数据管理方面起着至关重要的作用，有助于提供高效的数据存储和管理解决方案。

### 3.3 数据处理与分析技术

数据处理与分析技术用于从海量数据中提取有用的信息和知识。数据挖掘技术帮助识别模式和趋势，从而更好地理解水文气象数据。人工智能技术，如机器学习和深度学习，可以用于建立预测模型，提前警报可能的水灾事件。模型建立与预测技术帮助水利部门预测水情发展趋势和风险。数据处理与分析技术的应用有助于提高对水灾事件的认识和决策支持，使水利部门能够更有效地应对潜在的威胁。

### 3.4 决策支持技术

决策支持技术是智慧水利防汛会诊系统的核心，它将数据转化为决策所需的信息。决策树算法帮助决策者根据数据制定决策流程，指导应对水灾事件。专家系统集成领域专家的知识，提供了智能化的建议和决策。数据可视化技术以图形化方式呈现数据，帮助决策者更好地理解情况。这些决策支持技术共同作用，提供了可靠的决策信息，支持水利部门在水灾事件中作出明智的决策。

## 4 系统功能实现

### 4.1 防汛会诊大屏幕

防汛会诊大屏幕是智慧水利防汛系统的核心组成部分之一。它为水利部门提供了一个综合的信息呈现平台，用于监测和分析水文气象数据、洪水预测、风险评估等。通过大屏幕，用户可以实时查看洪水情况，包括水位、雨量、堤坝状态等数据。系统还可以根据这些数据提供汛情

分析和决策建议,以便水利部门更好地了解当前的水灾情况,制定相应的防汛措施,协调资源和人员,提高响应速度。

#### 4.2 GIS 地图应用

GIS(地理信息系统)地图应用是智慧水利防汛系统中的另一个重要模块。它允许用户在地图上查看实时和历史的水文气象数据,包括洪水风险区域、堤坝位置、河流走势等。通过GIS地图应用,水利部门可以更好地了解地理空间中的水文情况,对不同地区的水灾风险进行评估,协调救援和抢险资源的分配。这种可视化的地图工具为用户提供了更清晰的信息,帮助他们更好地理解 and 解释水灾数据。

#### 4.3 即时水情监控

即时水情监控模块用于实时监测水文情况。它能够采集、分析和显示水位、雨量、河流流量等数据,以及堤坝状态和洪水风险<sup>[4]</sup>。这些数据的实时监控使水利部门能够快速做出决策,例如提前预警、疏散人员、加固堤坝等,以减轻水灾的影响。即时水情监控是系统中的重要组成部分,它提供了水文气象事件的实时信息,有助于及早采取行动,最大程度地减少损失。

#### 4.4 防汛资源管理

防汛资源管理模块旨在协助水利部门有效管理和调度救援和防汛资源。这包括人员、装备、物资等资源的分配和调动。系统通过收集和分析水灾数据,帮助用户识别和确定资源需求,提供资源调度的建议,以确保资源能够及时到位。这有助于提高资源利用效率,确保水利部门在应对水灾时能够快速行动。

#### 4.5 移动应用功能

##### 4.5.1 首页和工作界面

移动应用的首页和工作界面提供了用户与系统互动的的主要界面。首页通常为用户呈现了一个概览,包括当前的水文情况、洪水预测、重要通知等关键信息。这个界面的目的是使用户能够在一眼之内了解当前的水情状况,以便快速作出决策。首页上通常包括简洁的图表、摘要信息和快速链接,使用户能够迅速导航到所需的功能。用户还可以通过首页访问工作界面。工作界面是移动应用的核心界面,提供更详细和具体的信息。用户可以在工作界面查看实时数据,如水位、雨量、河流流量等,以及洪水风险分析。这个界面通常提供更多的图表和地图可视化,以帮助用户更深入地了解水灾情况。用户可以在工作界面上执行各种任务,如设置预警、查看历史数据、协调资源分配等。这个界面通常具有可定制性,以满足不同用户的需求。

##### 4.5.2 移动GIS地图

移动GIS地图应用是移动应用中的一个重要功能。它允许用户在移动设备上查看地理信息、水文数据和洪水风险区域。通过地图,用户可以直观地了解地理空间中的水文情况,如洪水预测、堤坝位置、河流走势等。这种可视化工具有助于用户更好地理解 and 解释水灾数据,以支持决策制定。用户可以在地图上放大、缩小、平移,查看特定地区的详细信息,并与地图上的数据进行交互,如查看具

体水位、风险区域等。

##### 4.5.3 实时通知

实时通知功能允许系统向用户发送实时信息和通知。这些通知可以包括洪水预警、应急信息、重要通知等。实时通知是确保用户能够及时了解紧急事件和采取必要行动的关键工具<sup>[5]</sup>。用户可以根据他们的偏好和需求设置通知的类型和阈值,以确保他们只会接收到最相关的信息。这有助于提高用户对紧急情况的敏感度和响应速度。

##### 4.5.4 个人设置

个人设置功能允许用户根据其个人需求和偏好进行自定义设置。这包括选择接收哪些类型的通知、设置预警阈值、调整地图显示设置等。通过个人设置,用户可以根据其工作流程和需求对应用进行个性化配置,以使其更适应其工作方式。这提高了用户体验,并增加了应用的适用性,使其能够满足不同用户的需求。

## 5 结语

本文旨在提高水利防汛管理的效率和准确性,通过智慧水利防汛会诊系统的设计与实现。文中回顾了水利防汛系统的历史以及介绍了各种关键技术和方法的应用。系统总体架构包括基础设施、共享服务、和多个关键模块。这些核心功能如防汛会诊大屏幕、GIS一张图应用、即时水情监测和防汛资源管理,以及其他功能如首页和工作界面、移动GIS地图、实时通知和个人设置,都为决策者提供了高效和便捷的工作环境,以更好地应对水灾事件。系统还包括一些附加功能,如数据导出和共享、历史数据检索、多语言支持、用户培训和支持,以提高系统的实用性和用户满意度。智慧水利防汛会诊系统代表了现代技术与水利管理的结合,有望进一步提高水灾管理的效率,保障人民的生命和财产安全。

### [参考文献]

- [1]马舒文.水利信息化管理平台的设计与研究[J].科技创新与应用,2022,12(7):75-77.
  - [2]钟金武.水利技术创新对提高水利管理的作用研究[J].中国设备工程,2021(21):227-228.
  - [3]高原.基于传感器集群的水利信息采集与反馈系统的设计与实现[J].电子设计工程,2020,28(19):130-137.
  - [4]王静.水利工程建设中水利防汛信息技术的应用[J].工程技术研究,2020,5(10):118-119.
  - [5]贾海鹰.水利防汛智能化控制系统设计[J].河南水利与南水北调,2019,48(10):84-85.
- 作者简介:张咪咪(1992.1—),毕业院校:南京信息工程大学,所学专业:电气工程与自动化,当前工作单位:徐州市供排水管理中心,职务:无,职称级别:工程师;耿嘉遥(1981.7—),毕业院校:天津大学,所学专业:工程造价,当前工作单位:徐州市水利工程运行管理中心,职务:安全科科长,职称级别:中级;卓寒(1990.1—),毕业院校:安徽工业大学,所学专业:电气工程,当前工作单位:徐州市水利工程运行管理中心,职务:工程师,职称级别:专技10级。

## 信息技术在互联网金融中的应用研究

尹斌

中电智恒信息科技服务有限公司, 江苏 南京 210000

**[摘要]**信息技术在互联网金融领域的应用一直备受关注, 其研究涵盖广泛的领域, 从大数据分析、人工智能、区块链技术到数字支付和金融科技创新。研究表明, 这些应用已经在金融领域带来了深远的影响。大数据分析和人工智能技术的广泛应用提高了金融机构的决策效率和客户体验, 使他们能够更好地理解市场趋势和客户需求。同时, 区块链技术的引入改善了金融交易的安全性和可追溯性, 减少了欺诈风险。数字支付和互联网金融平台的兴起改变了传统银行业务模式, 推动了金融科技的创新。总体而言, 信息技术在互联网金融领域的应用研究为金融行业带来了更大的效率、便捷性和安全性, 同时也挑战了传统金融模式, 促进了金融科技领域的不断发展。未来的研究将继续关注这一领域, 以探索更多创新和应用, 以满足不断变化的金融需求。

**[关键词]**信息技术; 互联网金融; 技术应用

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10531

中图分类号: F832

文献标识码: A

### Research on the Application of Information Technology in Internet Finance

YIN Bin

PowerChina Zhiheng Information Technology Service Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

**Abstract:** The application of information technology in the field of Internet finance has always been of great concern, and its research covers a wide range of fields, from big data analysis, artificial intelligence, blockchain technology to digital payments and financial technology innovation. Research has shown that these applications have had a profound impact in the financial field. The widespread application of big data analysis and artificial intelligence technology has improved the decision-making efficiency and customer experience of financial institutions, enabling them to better understand market trends and customer needs. Meanwhile, the introduction of blockchain technology has improved the security and traceability of financial transactions, reducing the risk of fraud. The rise of digital payments and Internet finance platforms has changed the traditional banking business model and promoted innovation in financial technology. Overall, the application research of information technology in the field of Internet finance has brought greater efficiency, convenience, and security to the financial industry, while also challenging traditional financial models and promoting the continuous development of the fintech field. Future research will continue to focus on this field to explore more innovations and applications to meet evolving financial needs.

**Keywords:** information technology; Internet finance; technology application

#### 引言

随着互联网的普及和信息技术的快速发展, 互联网金融已成为金融业的一场革命性变革。信息技术在互联网金融领域的应用已经引发广泛的研究兴趣, 因为这一领域的变革不仅对金融业产生深刻的影响, 还对整个经济生态系统带来了重大变化。从大数据分析和人工智能的应用, 到区块链技术的革命性潜力, 再到数字支付和金融科技的兴起, 信息技术已经改变了金融服务的提供方式、市场竞争规则以及消费者的金融体验。在本文中, 我们将探讨信息技术在互联网金融中的应用, 以及它们对金融行业和经济体系的意义, 为后续的研究提供一个全面的背景。

#### 1 信息技术的特点

信息技术具有多个显著特点, 它们共同塑造了现代社会和经济的面貌。首先, 信息技术是高度动态和不断演进的, 这意味着它不断推动着科技领域的变革。新的硬件和

软件技术层出不穷, 不仅提供更快的计算速度和更大的存储容量, 还不断改进用户体验和提供更多功能。其次, 信息技术的普及性极高, 几乎渗透到了各个领域, 包括医疗、教育、商业、娱乐等。这使得信息技术成为了社会各个层面的基础设施, 为人们提供了广泛的信息获取和沟通手段。另一方面, 信息技术具有高度互联性, 它们构成了互联网的核心, 使全球范围内的设备和系统能够互相通信和协作。这种互联性催生了全球化的商业和文化交流, 同时也带来了安全和隐私方面的挑战。此外, 信息技术的快速演进和广泛应用产生了大量数据, 这些数据被广泛用于决策制定和问题解决。大数据和数据分析技术已经成为信息技术领域的一个重要分支, 帮助组织和政府更好地理解趋势、识别问题并制定战略。

最后, 信息技术也面临着安全和隐私的挑战。随着数字化的普及, 网络犯罪和数据泄漏等问题变得更为突出。

## 2 信息技术在互联网金融领域的具体应用

### 2.1 应用于风险管理

信息技术在互联网金融领域的应用已经深刻地改变了金融行业的面貌，特别是在风险管理方面，其具体应用更是显著。互联网金融机构利用大数据分析、人工智能、区块链等先进的信息技术，实现了更高效、精确的风险管理。首先，大数据分析在风险管理中发挥了关键作用。互联网金融机构可以汇集来自各个渠道和数据源的大量数据，包括客户信用记录、交易历史、市场数据等等，然后通过高级数据分析算法对这些数据进行深度挖掘，以识别潜在风险。这有助于精确评估客户的信用风险，从而更好地制定信贷政策和风险管理策略。其次，人工智能技术的应用也使风险管理更加智能化。互联网金融公司可以使用机器学习算法来预测客户的信用违约风险，通过自动化的决策系统来实时监测交易，快速识别潜在的欺诈行为，并及时采取措施<sup>[1]</sup>。这不仅提高了风险管理的效率，还减少了误判和人为因素的干扰。最后，区块链技术在互联网金融领域也具有重要应用，尤其是在身份验证和交易确认方面。区块链可以提供去中心化、不可篡改的账本，确保交易的安全和可追溯性。这有助于减少身份盗用和交易纠纷，提高了整体的风险管理水平。

### 2.2 应用于金融创新

信息技术在互联网金融领域的应用对金融创新产生了深远的影响。互联网金融借助信息技术，推动了金融行业的创新，为消费者和企业带来了许多全新的金融产品和服务。首先，互联网金融通过在线支付、移动银行、电子钱包等技术应用，改变了传统金融交易方式。消费者可以方便地进行在线支付、转账、理财等操作，无需前往银行分支机构，大大提高了金融服务的便捷性和效率。此外，虚拟货币和数字资产的兴起也是信息技术推动的金融创新之一，它们为全球范围内的跨境交易提供了新的选择，推动了国际贸易和金融的全球化。其次，大数据分析和人工智能技术的广泛应用使金融市场更加智能化。金融机构可以分析大量的数据，了解客户的消费习惯、风险偏好和信用记录，从而更好地个性化定制金融产品。同时，机器学习算法也用于市场预测和风险管理，帮助金融机构更好地应对市场波动和风险事件。另外，区块链技术的引入为金融创新带来了革命性的变革。区块链提供了去中心化的账本，确保交易的安全性和透明性。这为跨境支付、智能合约、数字身份验证等领域提供了新的解决方案。它还有助于减少金融诈骗和交易纠纷，提高了整体的金融体系的可信度。

### 2.3 应用于整合优化资源

信息技术在互联网金融领域的应用对整合和优化资源具有显著的影响。互联网金融机构借助信息技术，有效地整合和优化了金融资源，从而提高了效率、降低了成本，并为用户提供更多多样性的金融产品和服务。首先，信息

技术在互联网金融中的资源整合表现在了金融产品和服务的多样性。通过数字化渠道和智能算法，金融机构能够整合多个金融产品，例如存款、贷款、投资、保险等，提供全方位的金融解决方案。这种多元化的产品组合允许客户更好地满足其个人或业务需求，提高了金融资源的有效利用。其次，信息技术在互联网金融领域推动了资源的优化配置。通过大数据分析和智能风险评估，金融机构可以更准确地评估客户信用风险，从而更精确地定价贷款和保险产品。此外，自动化流程和智能合同技术使得交易和合同管理更加高效，减少了人力和时间成本。这有助于优化金融资源的配置，降低了运营成本，并提供了更具吸引力的金融产品。另外，信息技术还促进了资源的共享和互联互通<sup>[2]</sup>。互联网金融平台能够将金融资源与大众更广泛地连接，使投资者和借款人之间的交流更加顺畅，促进了资源的共享。区块链技术的应用进一步增强了资源的透明度和可追溯性，从而提高了金融市场的信任 and 安全性。

### 2.4 应用于信息处理技术

信息技术在互联网金融领域的应用在信息处理技术方面发挥了重要作用。互联网金融机构依赖信息技术的先进工具和技术，以处理和分析大规模金融数据，提供更快速、准确和个性化的金融服务。首先，大数据处理技术是信息技术在互联网金融领域的一项重要应用。互联网金融公司通过收集和存储庞大的数据集，包括客户交易记录、市场数据、社交媒体信息等，然后利用大数据分析工具，如 Hadoop 和 Spark，以及数据挖掘算法，来挖掘其中的有用信息。这有助于了解市场趋势、客户行为，以及识别潜在风险和机会。其次，机器学习和人工智能技术也在信息处理方面发挥着关键作用。互联网金融机构利用这些技术来创建智能系统，用于自动化决策、客户支持和风险管理。例如，机器学习算法可以分析客户信用风险，自动核准或拒绝贷款申请，并根据客户的历史行为个性化推荐金融产品。这提高了服务效率，减少了人为错误，并提供更好的用户体验。另外，区块链技术的应用也在信息处理方面产生深远影响。区块链提供了去中心化的分布式账本，确保了金融交易的安全性和透明性。这一技术改善了信息处理和交易确认的过程，减少了金融纠纷和欺诈。同时，它也有助于数字身份验证和合同管理，提高了信息的安全性。

## 3 信息技术应用于互联网金融的意义

### 3.1 有效提高资金流通效率

信息技术在互联网金融中的应用具有重要意义，其中之一是有效提高资金流通效率。通过数字化渠道和先进的金融科技工具，互联网金融机构能够将资金的流通过程变得更加迅速、便捷和高效。首先，在线支付和电子银行等互联网金融服务使客户能够轻松进行各种金融交易，无论是转账、支付账单还是投资理财。这消除了传统银行分支机构的时间和地理限制，使用户能够随时随地访问其金融账户，从而加速了资金的流动。其次，信息技术的大数据

分析和人工智能应用使金融机构能够更好地理解客户需求和市场动态。通过分析客户的交易历史和行为模式,金融机构可以提供个性化的金融产品和服务,帮助客户更好地管理其资金。这不仅提高了客户的满意度,还有助于优化资金的分配<sup>[3]</sup>。另外,区块链技术的应用提高了交易的透明性和安全性,减少了交易的结算时间和风险。交易的快速确认和不可篡改的账本有助于减少中间商的需求,从而降低了交易成本,并提高了金融交易的效率。

### 3.2 提升金融机构经营管理水平

信息技术在互联网金融领域的应用对提升金融机构的经营管理水平具有深远意义。首先,信息技术提供了更快速、准确和可靠的数据处理能力,使金融机构能够更好地监控和分析市场趋势、客户行为和风险因素。这有助于更精确地制定战略决策,包括产品定价、风险管理和市场营销策略,从而提高了经营的敏捷性和决策的科学性。其次,信息技术的大数据分析和人工智能应用使金融机构能够更好地了解客户需求,并提供个性化的金融产品和服务。通过分析客户的历史交易数据和行为模式,金融机构可以更好地满足客户的需求,提高了客户满意度和忠诚度。这有助于扩大客户基础和增加市场份额,从而提升了经营管理水平。另外,信息技术的自动化流程和数字化化转型也改善了运营效率。金融机构可以通过自动化处理和智能合同技术来简化复杂的业务流程,减少了人工干预的需求,降低了运营成本。这允许金融机构更好地分配资源,提高了经营效率和盈利能力。最后,区块链技术的应用提高了金融交易的安全性和透明性。交易的不可篡改性和去中心化账本确保了交易的真实性,减少了欺诈风险和纠纷。这有助于改善金融机构的声誉和信誉,提高了经营管理的水平。

### 3.3 激发金融业多元发展

信息技术在互联网金融中的应用激发了金融业的多元发展,具有深远的意义。首先,互联网金融提供了更开放和平等的金融服务渠道,使更多人能够参与金融市场。通过在线银行、投资平台、数字支付等技术,个体投资者和小型企业可以获得更多的金融工具和资源,促进了金融市场的多元化。其次,信息技术促进了新型金融产品和服务的涌现。互联网金融机构利用大数据分析、人工智能和区块链等技术创新,开发了更具创意和个性化的金融产品。这包括智能投资咨询、P2P 借贷平台、数字货币和智能合同等,这些产品丰富了金融市场的多元性,为客户提供更多选择,满足不同需求。另外,信息技术推动了金融领域的跨界合作和创新生态系统的形成。金融科技初创公司、数字支付提供商、传统银行和科技巨头之间的合作使金融生态系统更加多样化和蓬勃发展。这种合作有助于整合不同行业的资源和专长,推动了金融领域的创新和多元化。最后,信息技术应用提高了金融市场的竞争和效率。互联网金融的数字化特性使市场更透明,降低了信息不对称,从而

提高了市场竞争<sup>[4]</sup>。金融机构通过优化流程、降低成本,提供更有吸引力的金融产品,促进了金融市场的效率提升。

### 3.4 推动金融机构组织形态优化

信息技术在互联网金融中的应用推动了金融机构的组织形态优化,具有深远的意义。首先,互联网金融引入了数字化渠道,减少了传统银行分支的重要性,从而推动了金融机构的组织结构变革。金融机构逐渐调整其战略,投资更多资源在在线渠道上,以满足数字化时代的客户需求。这导致了更加灵活和敏捷的组织形态,减少了大规模实体分支的运营成本。其次,信息技术的大数据分析和人工智能应用使金融机构能够更好地理解客户需求,提供个性化的金融产品和服务。这推动了金融机构的业务模型从传统的标准化服务向更具个性化服务的方向发展。金融机构逐渐采用客户中心的方法,将客户需求置于核心,优化产品和服务以满足客户需求,进一步改善了组织形态。另外,互联网金融也催生了金融科技初创公司,这些公司利用信息技术创新开发了新的金融产品和服务。传统金融机构纷纷与这些初创公司合作或进行收购,以融合创新技术和商业模式。这种合作推动了金融机构的组织形态更加灵活,加速了创新的推出。最后,区块链技术的应用改善了金融交易的安全性和透明性,减少了中间商的需求。这对金融机构的组织形态也带来了挑战和机会。金融机构正在考虑如何重新设计其业务流程,以适应去中心化的趋势,推动了组织形态的优化和创新。

## 4 结束语

信息技术在互联网金融中的应用已经展现出巨大的潜力,不仅在金融领域引发了创新,也对整个社会和经济体系带来了深刻的影响。这一研究领域不仅关注技术本身的发展,还强调了技术如何改变了金融行业的面貌,以及它们对个人、企业和政府的影响。信息技术的应用已经提高了金融服务的效率、可访问性和安全性,为全球金融体系带来了更多机会和挑战。然而,随着技术的不断演进,我们也需要不断关注随之而来的风险和监管问题,以确保互联网金融的可持续和稳健发展。

### 【参考文献】

- [1] 郭子铭. 信息技术在互联网金融中的应用研究[J]. 中国商论, 2021(7): 56-58.
- [2] 殷雄. 信息时代大数据技术在互联网金融领域的应用[J]. 今日财富(中国知识产权), 2020(10): 31-32.
- [3] 王嘉仪. 大数据在互联网金融风控中的应用探讨[J]. 信息系统工程, 2018(7): 81.
- [4] 李之衡. 5G 新技术对互联网金融的影响研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2022.

作者简介: 尹斌(1982.1—), 男, 单位名称: 中电智恒信息科技有限公司; 毕业学校和专业: 南京理工大学计算机应用技术。

# 使用 Python 编程开发 5G 和 LTE 无线小区数据和邻区脚本制作软件的设计与实现

吕雪冬 崔振堂 张增栋 樊玄飞 佟耀华  
山东中移通信技术有限公司, 山东 济南 250000

**[摘要]**随着 5G 技术和通信设备的快速发展, 通信运营商、网络优化公司逐步意识到拥有自己独立开发的程序, 对于完成实际工作中的依靠人力从事重复和易出错的无线小区数据制作工作的重要性。对于非技术人员而言, 开发一个批量生成无线 5G、LTE 无线小区数据和邻区脚本的程序可能会面临诸多困难。本论文旨在介绍使用 Python 编程语言开发华为、中兴、爱立信等厂家的通信设备无线小区数据制作软件的设计与实现。无线小区数据制作软件设计的开发初始即定位于满足爱立信 5G、LTE 集中软控小区数据自动生成的需求。本文将首先介绍无线小区数据制作软件的背景和意义, 然后提出了基于 Python 的无线小区数据制作软件的设计与实现, 并介绍了软件的主要功能和特性。最后, 通过实际案例和用户反馈, 验证了该软件的可行性和实用性, 并探讨了未来的发展方向。

**[关键词]**Python 语言; 无线小区数据和邻区脚本制作软件; 智能化; 批量生产; 可行性

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10528

中图分类号: TP393.09

文献标识码: A

## Design and Implementation of 5G and LTE Wireless Cell Data and Neighbor Script Production Software Using Python Programming

LYU Xuedong, CUI Zhentang, ZHANG Zengdong, FAN Xuanfei, TONG Yaohua  
Shandong China Mobile Communication Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

**Abstract:** With the rapid development of 5G technology and communication equipment, communication operators and network optimization companies have gradually realized the importance of having their own independently developed programs for completing the repetitive and error prone wireless cell data production work in practical work. For non-technical personnel, developing a program that generates wireless 5G, LTE wireless cell data and neighboring cell scripts in bulk may face many difficulties. This paper aims to introduce the design and implementation of wireless community data production software for communication equipment developed by manufacturers such as Huawei, ZTE, and Ericsson using Python programming language. The development of wireless community data production software was initially aimed at meeting the needs of Ericsson's 5G and LTE centralized soft expansion for automatic generation of community data. This article will first introduce the background and significance of wireless community data creation software, then propose the design and implementation of a wireless community data creation software based on Python, and introduce the main functions and characteristics of the software. Finally, the feasibility and practicality of the software were verified through practical cases and user feedback, and future development directions were discussed.

**Keywords:** Python language; wireless community data and neighboring script production software; intelligence; mass production; feasibility

随着 5G 技术和通信设备的快速发展, 通信运营商、网络优化公司逐步意识到拥有自己独立开发的程序, 对于完成实际工作中的依靠人力从事重复和易出错的无线小区数据制作工作的重要性。对于非技术人员而言, 开发一个批量生成无线 5G、LTE 无线小区数据和邻区脚本制作的程序可能会面临平台、开展软件制作通常需要一定的编程知识, 并且功能较为有限。因此, 作者和项目团队成员开发了一个基于 Python 语言, 易于使用、功能丰富的 5G、LTE 无线小区数据和邻区脚本制作软件, 填补了国内现网设备的小区脚本自动生成能力的空白, 在全市范围内率先实现了完全替代软扩人员手动编写制作脚本的能力, 并已在系统内部单位使用, 对于今后的自治网络、网络智能的发展具有重要意义。诸多困难。现有的设备制造商研发的网管

### 1 Python 语言的优势与特点

Python 是一种广泛应用于文件、数据处理和分析领

域的编程语言。它拥有丰富的开源库和工具, 如 OS、hashlib、NumPy、Pandas、SciPy、Matplotlib 和 Seaborn 等, 可以帮助我们快速处理、分析和可视化数据。基于 python 语言的强大功能, 提升办公效率, 正契合当下企业降本增效, 员工能力提升的主题。

Python 语言作为一种高级编程语言, 具有简洁、易读易写的特点, 同时拥有丰富的第三方库和强大的社区支持。这使得 Python 成为了开发 5G、LTE 无线小区数据和邻区脚本制作软件的理想选择。Python 语言还拥有良好的跨平台性, 可以在多种操作系统环境下运行, 这进一步提高了软件的灵活性和可用性。

### 2 基于 Python 的 5G、LTE 无线小区数据和邻区脚本制作软件的设计与实现

本论文基于 Python 语言开发了一款 5G、LTE 无线小区数据和邻区脚本制作软件系统, 利用 Python 完全面向

对象的编程优势,直接调用成熟的动态连接库和用户自有方法函数,可运行在微软 windows 系统,无需单独安装其他插件或程序,运行环境安全、简单、易实现。该系统的开发,从需求调研开始,系统架构、参数设计、代码编写,数据核查验证、程序调试、算法优化等环节,均为完全独立自主开发。

关键实现过程:

```
import pandas as pd
import numpy as np
file_path = "./starbucks_store_worldwide.csv"
df = pd.read_csv(file_path)
print(df.head(1))
print(df.info())
grouped = df.groupby(by="enodebid")
# print(grouped)

#DataFrameGroupBy
#可以进行遍历
for i,j in grouped:
    print(i)
    print("-"*100)
    print(j, type(j))
    print("*"*100)
df[df["enodebid"]=="cell_logo"]
#调用聚合方法,统计求和

enodebid_count = grouped["Brand"].count()
print(enodebid_count["cell_logo"])
print(enodebid_count["bts_logo"])

#统计基站的数量
bts_data = df[df["enodebid"]=="bts_logo"]
grouped = bts_data.groupby(by="State/xianqu").count()["Brand"]
print(grouped)

#数据按照多个条件进行分组,返回 Series
grouped = df["Brand"].groupby(by=[df["enodebid"],df["State/xianqu"]]).count()
print(grouped)
print(type(grouped))

#数据按照多个条件进行分组,返回 DataFrame
grouped1 =
```

```
df[["Brand"]].groupby(by=[df["enodebid"],df["State/xianqu"]]).count()
grouped2=
df.groupby(by=[df["enodebid"],df["State/xianqu"]])["Brand"].count()
grouped3=df.groupby(by=[df["enodebid"],df["State/xianqu"]]).count()["Brand"]
print(grouped1, type(grouped1))
# print("*"*100)
# print(grouped2, type(grouped2))
# print("*"*100)
# print(grouped3, type(grouped3))
```

#索引的方法和属性

print(grouped1.index) Pandas 是 Python 的核心数据分析支持库,提供了快速、灵活、明确的数据结构,旨在简单、直观地处理关系型、标记型数据。pandas 模块的部分功能依赖于以下三个模块:fsspec、xlwt 和 xlrd 运行”,因此除了需要在程序中直接调用 pandas 与 os 模块以外,还需要基于 Pip 服务在 Python 开发框架中部署 fsspec 模块、xlwt 和 xlrd 模块,为 pandas 对数据表文件进行读取和保存操作提供支持。

程序利用 Python 窗体设计界面,用户只需在 EXCEL 模板中填入规划好的工程参数,即可批量生产爱立信 5G、LTE 集中软扩小区数据和邻区脚本,完全替代软扩人员手动编写制作脚本。

将软扩小区的规划数据保存至 EXCEL 模板中,使用 Python 语言中 openpyxl 模块的 Workbook 函数导入保存好的规划数据;然后使用 Python 调入自定义的函数将 mos 脚本文件转换为 txt 文本文件,调用文本的 contents.replace() 函数,将规划好的小区数据写入脚本文件,完成此操作后再调用自定义的转换函数,将 txt 转为 mos 脚本文件。

系统运行界面,见下图:

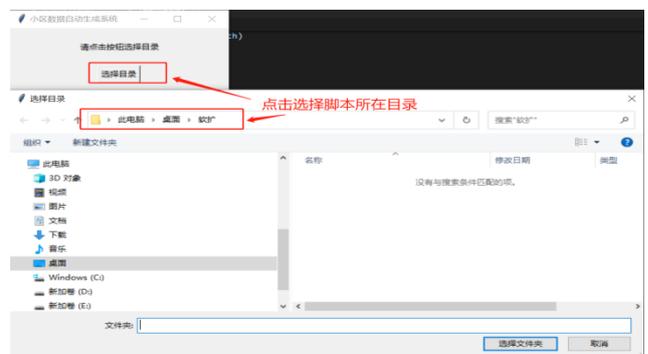


图 1 系统运行界面

自定义函数源代码:

```

printer > ruankuo.py >
3 from openpyxl import Workbook
4 from openpyxl import load_workbook
5 def xitugejiaboben(sq_path,jb_path,cellID):
6     def txt2file(path):
7         fileList=os.listdir(path)
8         for i in fileList:
9             if i.endswith('.mos'):
10                oldname=path+os.sep+i
11                newname=path+os.sep+i[:-4]+'.txt'
12                #print(type(i))
13                os.rename(oldname, newname)
14     def tomosfile(path):
15         fileList=os.listdir(path)
16         for i in fileList:
17             if i.endswith('.txt'):
18                oldname=path+os.sep+i
19                newname=path+os.sep+i[:-4]+'.mos'
20                #print(type(i))
21                #newname=path+os.sep+
22                os.rename(oldname, newname)
23     if __name__ == '__main__':
24         path = input("请输入文件目录:")
25         cols=sheet1.max_column
26     for cellID in fileList:
27         print("!!!!!!")
28         if cellID.endswith('.txt'):
29             print(cellID[5:15])
30             for i in range(1,rows+1):
31                 if sheet1.cell(row=i,column=1).value == cellID[5:15]:
32                     txtpath = path + os.sep + cellID
33                     with open(txtpath, 'r') as f:
34                         contents = f.read()
35                         for j in range(i,i+8):
36                             old = sheet1.cell(row=j,column=2).value+str(sheet1.cell(row=j,column=3).value)
37                             new = sheet1.cell(row=j,column=2).value+str(sheet1.cell(row=j,column=4).value)
38                             new_contents = contents.replace(old,new)
39                             print(old,"====>",>new)
40                             contents = new_contents
41                     with open(txtpath, 'w') as f:
42                         f.write(new_contents)
    
```

图2 自定义函数源代码

### 3 软件的主要功能和特性

本论文中设计的5G、LTE无线小区数据和邻区脚本制作软件具有以下主要功能和特性：程序利用Python窗体设计界面，用户只需在EXCEL模板中填入规划好的工程参数，即可批量生成各个厂家的5G、LTE集中软扩小区数据和邻区脚本，完全替代软扩人员手动编写制作脚本。该软件系统技术自主度比例为100%，在2/4/5G集中开站和开站脚本数据制作项目中较之前人工制作开站数据，可节省大量数据制作人员，提升效率300%以上。特别是在5G小区及硬件扩容方面，可有效实现开拓新业务，推动新技术的发展。目前作者公司中尚无具有实现同功能的软件。与之前纯人工单条制作数据对比，可大幅提升工作效率，节省时间和人员，有效实现公司全年降本增效的目标。

5G、LTE无线小区数据和邻区脚本制作软件的开发完成，突破了数据制作时，无线设备开站脚本制作方面的能力限制，摆脱了对厂家脚本制作限制的依赖，可实现批量智能化的5G、LTE无线小区数据和邻区脚本制作。邻区自动规划功能，在技术上优于设备厂家制作的脚本，节省了邻区优化时的人工投入，降低了成本，真正地响应公司降本增效的号召。在数据共享、文档资料留存方面，可实现施工档案的存储，便于今后查找记录。综上，无论在实用方面，数据安全方面，还是降本增效方面，5G、LTE无线小区数据和邻区脚本制作软件都有较高的实用价值。进行革新后，本系统的研发，突破了脚本制作的技术性限制，变不可能为可能，工具对规划和用户输入数据进行安全性校验，保证输入数据的安全有效。操作简单，运行速度快，可多样性地导入规划，多版本输出标准数据脚本，邻区一键规划并将写入开站脚本，同步完成邻区的添加，节省了

后期优化的人工时间投入。系统信息共享功能，在本地和服务器会同步备份生成工参、开站工单信息等数据，以备后期实现数据的互查共享。

### 4 实际案例和用户反馈

为了验证该5G、LTE无线小区数据和邻区脚本制作软件的可行性和实用性，我们开展了一系列的实际案例和用户调研。结果显示，大部分用户对该软件的易用性和功能性进行了积极的评价。他们表示软件的操作界面清晰简洁，功能丰富，能够满足5G、LTE无线小区数据和邻区脚本制作项目多功能、多制式的数据制作的需求，可以有力支撑需要进行集中扩容工作的项目使用。本系统完美适配各个通信设备制造商的现网设备2/4/5G无线小区数据和邻区脚本制作项目，满足5G、LTE集中软扩小区数据、邻区数据自动生成的需求，最大程度上节省了人员和时间投入，在保证无线小区数据和邻区脚本制作进度和质量的同时提升了工作效率。用户只需在EXCEL模板中填入规划好的工程参数，即可批量生产各个厂家的5G、LTE集中软扩小区数据和邻区脚本，完全替代软扩人员手动编写制作脚本。界面流程化的脚本输出，也可作为数据制作项目的学习资料，指导新入项目的人员进行学习。系统中各重要参数的输入，都设置了安全性、合规性校验算法。界面流程化的脚本输出，代替传统手工配置脚本，免去了人工的重复操作。本系统使用后，通过统一的数据安全及合规性校验算法，保障各种场景或设备类型的脚本准确性和可执行性，提升了脚本质量，最大程度降低人员因素造成数据出错的概率。

后续本系统将继续开发支持集中硬扩和700M设备的新功能，更好地适配通信运营商和网络优化公司无线优化集中化的工作需要。

### 5 讨论与展望

本论文中设计的基于Python的5G、LTE无线小区数据和邻区脚本制作软件在提高无线小区数据和邻区脚本制作进度和质量方面取得了良好的效果。然而，目前的软件还存在一些不足之处，例如对于设备厂家的新型设备的支持程度还有待提高，对支持集中硬扩和700M设备的新功能还有待开发和实践。

为了进一步提高无线小区数据和邻区脚本制作的功能和性能，作者和项目团队计划从以下方面进行改进：

- 引入自然语言处理技术，提供智能的无线小区数据和邻区脚本制作功能；
- 增加自动化测试和部署功能，提高软件的稳定性和效率；
- 支持集中硬扩和700M等新型设备的小区数据和邻区脚本制作功能。

未来，我们将进一步改进和完善软件，并扩大其使用范围和用户群体。

## 6 结论

本论文介绍了一种基于 Python 语言开发的 5G、LTE 无线小区数据和邻区脚本制作软件,旨在帮助无线小区开通人员更轻松地、智能化地进行小区数据和邻区脚本的批量制作和修改。通过实际案例和用户反馈,验证了该软件的可行性和实用性。未来,我们将持续改进软件,并扩大其影响力,以满足不同用户的需求。

### [参考文献]

- [1]李超,熊桢,蒋俊康.基于机器学习的流量预测及基站配置选择研究[J].科学技术创新,2021(16):37.  
[2]施巍巍,谷俊江,赵波.高速铁路移动无线网络全方位

智能分析[J].江苏通信,2020,36(5):20-26.

[3]冯堪为.5G 移动通信技术的特点及应用探讨[J].通讯世界,2018(11):026.

[4]张良均.Python 数据分析与挖掘实战[M].北京:机械工业出版社,2015.

[5](美)Wes McKinney.利用 Python 进行数据分析[M].北京:机械工业出版社,2013.

作者简介:吕雪冬(1983.1—),男,汉族,山东济南,山东中移通信技术有限公司区域优化中心,主要研究方向:无线网络优化、5G、LTE 无线小区数据和邻区脚本制作等。

## 计算机网络技术在电子信息工程中的应用研究

陶亮

江苏洋井公用管廊有限公司, 江苏 连云港 222000

**[摘要]** 计算机网络技术作为信息传输和通信的关键基础, 已经深刻改变了电子信息工程的方式和效率。文中通过详细分析互联网、局域网、无线通信、云计算和物联网等计算机网络技术在电子信息工程中的应用案例, 揭示了其在数据交流、资源管理、安全性和未来趋势等方面的积极影响。此外, 我们还关注电子信息工程和计算机网络技术的融合, 强调了数据传输、信息管理以及安全与隐私保护的重要性。研究结果表明, 电子信息工程领域对计算机网络技术的依赖不断加深, 而计算机网络技术也为电子信息工程提供了更广阔的发展空间。这一研究将为电子信息工程从业者和研究者提供有益的见解, 以更好地利用计算机网络技术, 推动电子信息工程领域的创新和进步。

**[关键词]** 计算机网络技术; 电子信息工程; 电子信息工程应用

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10521

中图分类号: TP393.09

文献标识码: A

### Research on the Application of Computer Network Technology in Electronic Information Engineering

TAO Liang

Jiangsu Yangjing Public Pipe Gallery Co., Ltd., Lianyungang, Jiangsu, 222000, China

**Abstract:** Computer network technology, as a key foundation for information transmission and communication, has profoundly changed the way and efficiency of electronic information engineering. This article analyzes in detail the application cases of computer network technologies such as the Internet, local area networks, wireless communication, cloud computing, and the Internet of Things in electronic information engineering, revealing their positive impact on data exchange, resource management, security, and future trends. In addition, we also pay attention to the integration of electronic information engineering and computer network technology, emphasizing the importance of data transmission, information management, security, and privacy protection. The research results show that the dependence of computer network technology in the field of electronic information engineering continues to deepen, and computer network technology also provides broader development space for electronic information engineering. This study will provide electronic information engineering with broader development space. Engineering practitioners and researchers provide useful insights to better utilize computer network technology and promote innovation and progress in the field of electronic information engineering.

**Keywords:** computer network technology; electronic information engineering; electronic information engineering application

#### 引言

在当今数字化时代, 计算机网络技术已经成为电子信息工程领域的重要组成部分。电子信息工程依赖于先进的通信和信息技术, 以促进数据传输、资源管理、安全保障和创新发展。同时, 计算机网络技术的不断演进和应用扩展, 为电子信息工程带来了全新的机遇和挑战。本研究旨在深入探讨计算机网络技术在电子信息工程中的广泛应用和潜在价值。我们将着重研究互联网、局域网、无线通信、云计算和物联网等关键计算机网络技术在电子信息工程领域的实际应用案例, 并分析它们在数据交流、资源管理、安全性和未来趋势方面的影响。此外, 还将关注电子信息工程与计算机网络技术的融合, 强调数据传输、信息管理以及安全与隐私保护的重要性。这一研究的目的是为电子信息工程从业者和研究者提供深入洞察, 以更好地利用计算机网络技术, 推动电子信息工程领域的创新和进步。

#### 1 计算机网络技术概述

计算机网络技术作为信息和通信领域的核心组成部分, 已经在现代社会中扮演着不可或缺的角色。它是一种用于连接各种计算机设备和系统的技术, 使它们能够共享数据、资源和信息。这项技术的历程可以追溯到 20 世纪 60 年代初的 ARPANET, 它是互联网的前身, 最初是由美国国防部资助, 旨在实现分布式通信和信息共享<sup>[1]</sup>。如今, 计算机网络技术已经成为全球互联网的基础, 它使人们能够跨越国界, 实时通信和共享各种形式的信息, 从文字和图片到音频和视频。计算机网络技术的关键特点之一是其分层结构。它通常被分为多个层次, 每个层次负责不同的任务和功能。这种层次结构有助于提高网络的可扩展性和可维护性, 同时也有助于不同类型的设备和应用程序之间的互操作性。其中, 最重要的网络协议体系结构是 TCP/IP (传输控制协议/互联网协议), 它规定了互联网通信的基本规则。

## 2 电子信息工程概述

电子信息工程是一门跨学科领域,它融合了电气工程、通信工程、计算机科学和信息技术等多个学科的知识,以研究和应用电子设备、通信技术和计算机系统,用于处理和传输信息。这门领域被视为现代信息社会的支柱之一,它不仅在根本上改变了人们的生活方式,还推动了产业、商业和社会的不断发展。

### 3 计算机网络技术在电子信息工程中的应用

#### 3.1 互联网在电子信息工程中的应用

互联网作为计算机网络技术的杰出代表,在电子信息工程中扮演着至关重要的角色。它已经在多个方面深刻地影响和改变了电子信息工程的运作方式和效率。首先,互联网为电子信息工程提供了广阔的信息获取和共享平台。通过互联网,人们可以轻松获取和传播各种信息,包括文本、图片、音频和视频等。这使得电子信息工程领域的研究人员和从业者能够迅速获取所需的信息和资源,从而加速了研究和创新的进程。其次,互联网促进了电子信息工程中的协作和远程工作。团队成员可以分散在不同地理位置,但通过互联网进行协作,共同推动项目的进展。这种远程协作方式有助于提高工作效率,减少了时间和地理限制。此外,互联网为电子信息工程提供了广泛的市场和商机。电子商务平台和在线市场使企业能够全球化地销售产品和服务,从而拓宽了商业领域。此外,互联网还推动了数字广告和在线销售的发展,使企业更容易与潜在客户互动和推广产品。在电子信息工程中,互联网的应用还包括云计算、大数据分析和物联网等领域。云计算技术通过互联网提供计算和存储资源,使电子信息工程领域能够更高效地处理大规模数据和应用程序。大数据分析则利用互联网收集的大量数据,提供了有关用户行为和趋势的宝贵见解。物联网则通过互联网连接各种设备和传感器,实现实时监控和远程控制。

#### 3.2 局域网技术在电子信息工程中的应用

局域网(LAN)技术在电子信息工程中扮演着至关重要的角色,它为组织和企业提供了高效的内部通信和资源共享平台。以下是局域网技术在电子信息工程中的一些重要应用:局域网为组织内部提供了高速数据传输和通信渠道,员工可以通过LAN连接的计算机和设备之间快速传递信息、文件和多媒体内容,从而提高了内部协作和生产效率。局域网技术的快速数据传输速度对于需要大规模数据处理和传输的电子信息工程项目尤为重要<sup>[2]</sup>。此外,局域网技术还允许组织内部的员工共享文件和资源,包括共享中央文件存储库、打印机、扫描仪和其他设备,员工可以轻松访问和协作编辑文档,从而提高了工作效率。电子信息工程中通常需要大规模的数据中心和服务器来存储和管理大量数据和应用程序,局域网技术用于连接这些服务器,使其能够高效地与其他部门和终端设备通信,这对于确保数据的安全性和可靠性至关重要。此外,局域网技术

支持组织内部的电子邮件和即时通信系统,员工能够实时交流,快速传递信息,并有效地解决问题,这对于电子信息工程项目需要高效的沟通和协作至关重要。最后,局域网技术允许组织实施安全性控制措施,以确保敏感信息的保护和限制对特定资源的访问,这对于维护数据和系统的安全性至关重要,尤其是在处理敏感信息的电子信息工程项目中。

### 3.3 无线通信技术在电子信息工程中的应用

#### 3.3.1 移动通信

无线通信技术在移动通信领域扮演了关键的角色,如2G、3G、4G和5G网络。这些网络使人们能够随时随地进行语音通话、短信和互联网访问。移动通信已经成为现代社会不可或缺的一部分,它不仅改变了人们的沟通方式,还推动了移动应用和服务的繁荣,包括社交媒体、在线购物和导航服务。

#### 3.3.2 互联设备和物联网

无线通信技术支持各种互联设备的连接,包括智能手机、平板电脑、智能家居设备和传感器。这些设备之间的通信和数据传输构成了物联网(IoT)的基础,物联网将物理世界与数字世界相连接,为电子信息工程带来了许多新的应用机会,如智能城市、智能健康和智能交通系统。

#### 3.3.3 无线局域网(Wi-Fi)

Wi-Fi技术允许设备通过无线网络连接到互联网。在电子信息工程中,Wi-Fi广泛用于家庭、企业和公共场所,提供高速互联网访问。它为用户提供了更大的灵活性和便捷性,使他们可以随时连接到网络,无须受到有线连接的限制。

#### 3.3.4 无线传感网络

无线传感网络是一种由传感器节点组成的网络,用于监测和收集各种环境数据,如温度、湿度、气体浓度等。这些网络在电子信息工程中用于环境监测、农业、工业自动化和智能交通等领域,有助于实时数据采集和分析。

#### 3.3.5 无线电视和广播

无线通信技术也支持广播和电视传输。它使电视节目、广播电台和流媒体服务能够覆盖更广泛的地理区域,为观众提供更多的娱乐和信息选择。

### 3.4 云计算技术在电子信息工程中的应用

云计算技术在电子信息工程中的应用领域日益广泛,它为组织和企业提供了重要的计算和数据管理解决方案。通过云计算,组织可以将数据存储在云端,确保数据的安全性和可靠性,尤其是在需要处理大规模数据的电子信息工程项目中。此外,云计算还提供了弹性的计算资源,允许组织根据需要扩展或缩减计算能力,这对于满足项目需求至关重要。在应用程序开发和测试方面,云计算为开发人员提供了强大的工具和平台,加速了电子信息工程项目的开发周期,使应用程序能够更快地上线<sup>[3]</sup>。云上的开发环境还促进了团队之间的协作和版本控制,有助于提高工

作效率。云计算采用虚拟化和容器化技术,提高了应用程序的可伸缩性和稳定性,这对于大规模的电子信息技术项目至关重要,其中需要高度可用的服务。另外,云计算为大数据分析提供了强大的计算能力,支持项目中的数据收集和分析工作,使其更加高效和精确。物联网(IoT)应用也受益于云计算技术,因为它允许连接到云的传感器和设备上传数据进行处理和分析。这在电子信息技术项目的智慧城市、智能健康和智能工厂等领域发挥了关键作用。最后,云计算模式有助于组织更好地管理IT成本,因为它通常采用按需付费的方式提供服务。这为电子信息技术项目提供了更好的成本控制机会,使组织能够根据实际需求来管理和优化IT支出。

### 3.5 物联网技术在电子信息技术中的应用

物联网(IoT)技术在电子信息技术中扮演着至关重要的角色,已经成为许多领域的关键创新推动力。IoT是一种连接各种设备和传感器的技术,使它们能够实时收集和共享数据。智慧城市方面,IoT技术在城市规划和管理中发挥着关键作用,通过连接交通系统、垃圾桶、路灯、能源网络等基础设施,城市可以实现更高效的资源管理和提供更便捷的公共服务,从而改善生活质量和增进可持续性。在医疗领域,IoT技术支持健康监测设备,如可穿戴设备、医疗传感器和远程医疗服务,实时监测患者的生理数据,并将数据传输到云端,供医生和患者进行分析和采取相应措施。在工业领域,IoT技术用于连接生产设备、机器人和传感器,实现智能制造和自动化生产线,提高了生产效率、产品质量和工作安全性,有助于电子信息技术项目的成功实施。在农业领域,农民可以借助IoT技术中的传感器监测土壤湿度、气象条件和作物健康状况,从而优化农业生产,提高农产品质量和产量<sup>[4]</sup>。此外,IoT技术还应用于智能交通系统,包括智能交通信号、车辆跟踪和交通管理,以降低交通拥堵、提高交通安全性,并提升交通运输的效率。这些应用领域展示了IoT技术在电子信息技术中的多样化作用,为人们的生活和工作带来了更多便利和机会。

## 4 计算机网络与电子信息工程的融合

### 4.1 计算机网络技术与电子信息工程的交叉点

计算机网络技术在电子信息技术中扮演着关键角色,它是电子信息技术传输和通信的基础。电子信息技术的一个关键交叉点是构建和维护计算机网络,这些网络可用于数据传输、通信和资源共享。计算机网络使得电子信息技术项目中的各种设备和系统能够互相连接,以实现数据交换和协作。这包括局域网(LAN)、广域网(WAN)、互联网和云计算平台,它们提供了多种连接和通信选项,为电子信息技术项目提供了多样性和灵活性。计算机网络技术还涵盖了网络拓扑设计、协议管理、网络安全和性能优化等领域,这些都是电子信息技术的重要组成部分。

### 4.2 数据传输与信息管理

数据传输和信息管理是电子信息技术的核心任务之一。数据传输涉及将信息从一个地方传送到另一个地方,通常通过计算机网络或通信系统来实现。这包括数字数据、语音通信、图像和多媒体内容的传输<sup>[5]</sup>。信息管理涉及收集、存储、组织和分析数据,以便有效地管理和利用信息资源。在电子信息技术项目中,数据传输需要高效的通信协议、网络基础设施和数据传输设备。信息管理则需要数据库系统、存储解决方案、数据分析工具和信息安全措施。这两个领域的交叉点在于确保数据可以有效传输、存储和管理,以支持项目的目标和需求。

### 4.3 安全与隐私保护

安全和隐私保护对于电子信息技术项目至关重要。在计算机网络和数据传输中,安全性问题涉及保护数据的机密性、完整性和可用性。电子信息技术项目通常处理敏感信息,如个人身份信息、财务数据和知识产权,因此需要有效的安全措施,以防止未经授权的访问、数据泄露和网络攻击。隐私保护关注的是确保个人隐私信息不被滥用或泄露。这牵涉到合规性、数据加密、身份验证和访问控制等措施,以确保个人信息得到妥善保护。电子信息技术项目必须综合考虑安全性和隐私保护,以确保数据和信息的安全、合规和隐私。

## 5 结语

计算机网络技术在电子信息技术中的应用研究,正如前面所提到的,涵盖了广泛的领域,从互联网通信到数据传输和安全管理。这些应用的不断发展和创新不仅为电子信息技术带来了更多便利和效率,还为未来的科技进步提供了坚实的基础。这一领域的研究和应用潜力巨大,我们可以期待更多的创新和发展,以满足不断增长的需求和挑战。在这个数字时代,计算机网络技术将继续引领电子信息技术的发展,推动我们走向更加互联和数字化的未来。

### [参考文献]

- [1]肖云虹,刘硕.计算机网络技术在信息工程中的应用探析[J].数字通信世界,2023(7):132-134.
- [2]政娜.计算机网络技术在信息工程中的应用[J].电子技术,2023,52(2):310-312.
- [3]卢德林,徐晓灵,王瑜琳等.探究计算机网络技术对电子信息工程的积极作用[J].科技风,2022(27):70-72.
- [4]刘金明.基于电子信息技术中计算机网络技术的实践分析[J].网络安全技术与应用,2022(7):162-163.
- [5]王维佳.电子信息技术中关于计算机网络技术的应用[J].数字技术与应用,2022,40(6):106-108.

作者简介:陶亮(1986.5—),毕业院校:南京理工大学,所学专业:网络工程专业,当前就职单位:江苏洋井公用管廊有限公司,职务:信息化项目经理,职称级别:助理工程师。

## 物联网技术在企业安全生产管理中的应用探索

卢鹏飞

西安高新技术产业开发区应急管理局, 陕西 西安 710000

[摘要]随着科技的迅速发展,物联网技术在企业安全生产管理中的应用正逐渐成为推动生产安全、效率和智能化的关键力量。物联网以其连接性和数据收集的优势,为企业提供了全新的管理方式,极大地改变了传统生产方式。在这一背景下,文章探究物联网技术在企业安全生产中的具体应用,探讨其在实时监测、应急响应、数据分析和决策支持等方面的优势和具体实践。

[关键词]物联网技术;企业安全生产;应用

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10517

中图分类号: TE28

文献标识码: A

### Exploration on the Application of Internet of Things Technology in Enterprise Safety Production Management

LU Pengfei

Emergency Management Bureau of Xi'an High-tech Industrial Development Zone, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

**Abstract:** With the rapid development of technology, the application of Internet of Things technology in enterprise safety production management is gradually becoming a key force in promoting production safety, efficiency, and intelligence. With its advantages of connectivity and data collection, the Internet of Things provides a new management model for enterprises, greatly changing traditional production methods. In this context, the article explores the specific application of Internet of Things technology in enterprise safety production, and explores its advantages and specific practices in real-time monitoring, emergency response, data analysis, and decision support.

**Keywords:** Internet of Things technology; enterprise safety production; application

#### 引言

企业安全生产管理一直是企业运营中至关重要的一环。传统的安全管理方式往往受限于人为监测和有限的的数据获取手段,难以全面、即时地了解生产现场的状况。随着工业化进程的不断加深和全球竞争的不断激烈,安全生产管理面临更为严峻的挑战。物联网技术的崛起为解决这一问题提供了全新的可能性。通过将传感器、设备和系统互联,物联网技术可以实现对生产环境的实时监测、数据采集和智能分析,为企业提供更准确、全面的安全管理手段。

#### 1 物联网技术概述

物联网(Internet of Things, IoT)技术是一种基于互联网、传感器和通信技术的创新型技术,其核心理念是通过连接和数据共享,使各种物理设备、传感器和系统能够实现信息的智能交互和协同工作。物联网构建了一个广泛的网络,使得实体世界中的各种对象能够相互通信和协同工作,从而实现智能感知、数据采集、信息传递和自主决策的能力。

物联网的基本架构包括感知层、传输层、数据处理层和应用层。感知层涵盖了各种传感器、执行器和数据采集设备,用于感知和采集物理世界的信息。传输层通过各种网络技术,如互联网、无线通信等,将感知层采集的数据传输至数据处理层。数据处理层对传输的数据进行处理、分析和存储,以生成有用的信息<sup>[1]</sup>。最终,应用层利用这些信息来支持各种具体的应用场景,如智能家居、智能交

通、工业自动化等。物联网技术的特点之一是实现了设备之间的即时通信和数据共享。通过将各种设备连接到互联网,物联网实现了实时数据传输,使得用户能够迅速获取和共享信息。此外,物联网技术还具备高度的自动化和智能化能力,使得设备能够根据环境变化和特定条件做出自主决策,从而提高了系统的整体效率和响应速度。

#### 2 物联网技术在安全生产管理中的优势

##### 2.1 实时监测与数据采集

实时监测与数据采集是物联网技术在企业安全生产管理中的重要优势之一。通过部署各类传感器和监测设备,物联网系统实现了对生产过程和工作环境的实时监控。这种实时性监测的关键性质使企业能够迅速获取准确的数据,包括但不限于温度、湿度、气体浓度、设备运行状态等多方面的信息。实时监测为企业创造了一种即时响应的机制。例如,在生产过程中,温度传感器可以实时检测到设备运行时的温度变化,而气体传感器能够实时感知到危险气体的浓度。这些数据通过物联网系统传输到中央控制中心,使管理人员能够随时随地监控生产现场,及时发现潜在的问题并迅速采取措施,从而防止事故的发生。实时监测为预防设备故障提供了有效手段,在关键设备上部署传感器,物联网系统能够连续监测设备的运行状态。一旦传感器检测到异常,系统及时发出警报,使得维护团队能够迅速响应并进行必要的检修和维护。这不仅减少了设备停工的可能性,也提高了设备的整体可靠性和寿命。实时

监测还为企业提供了全面的数据采集能力,在生产环境中广泛部署传感器,企业能够收集到大量的数据,这些数据可用于分析生产效率、员工工作条件以及设备运行状况等方面。通过对这些数据的深入分析,企业能够发现潜在的优化空间,提高生产效率,降低资源浪费,同时保障员工的安全。

## 2.2 预警与应急响应

预警与应急响应是物联网技术在企业安全生产管理中的关键优势,为应对潜在风险和紧急情况提供了高效的手段。物联网技术通过建立智能化的预警系统,使企业能够在潜在危险发生之前快速做出反应。传感器和监测设备实时收集的数据被用于设定触发警报的条件,一旦系统检测到与这些条件相关的异常情况,即刻向相关人员发送预警通知。例如,气体传感器监测到危险气体浓度超标,系统可以立即发出警报,使得员工能够迅速采取措施,如撤离工作区域或佩戴防护设备,以防范潜在的危险。物联网技术通过自动化的应急响应系统,提高了企业应对突发情况的速度和准确性。一旦收到预警通知,系统可以自动触发应急响应计划,执行事先设定的紧急措施。例如,在火灾预警的情况下,系统可以自动启动灭火系统、关闭相关设备,同时向员工发送紧急撤离指令<sup>[2]</sup>。这种自动化的应急响应不仅缩短了响应时间,也降低了人为因素对应急措施执行的影响,有效减缓潜在事故的发展。物联网技术还提供了远程监控和指挥的能力,使管理人员可以在事发地点无法立即到达的情况下,通过远程控制和通信手段实现对事故的实时监视和指导。这种远程协同能力对于跨地域、跨部门的企业安全生产管理具有重要意义。

## 2.3 数据分析与决策支持

数据分析与决策支持是物联网技术在企业安全生产管理中的关键优势,通过深度挖掘实时监测数据,为企业管理层提供科学的决策支持。物联网技术通过数据分析,将大量的实时监测数据转化为可用于决策的有意义信息。数据分析不仅包括对当前生产状态的实时监测,还可以对历史数据进行深入挖掘,形成全面的数据视图。例如,通过分析设备运行数据,系统可以预测设备的维护周期,提前进行维护,降低了设备故障的可能性。通过对事故发生前的数据模式进行分析,系统还能够建立更准确的风险评估模型,为事前防范提供科学依据。数据分析为企业管理层提供了更全面的安全生产指标和性能评估,通过监测员工工作环境、生产设备运行状况等多个方面的数据,管理层可以全面了解企业的运营状况。例如,对事故发生前的数据分析可能揭示了潜在的安全隐患,从而引导企业制定相应的安全改进措施。此外,数据分析还可以揭示生产过程中的效率瓶颈,为提高生产效率和降低生产成本提供指导。基于实时监测数据和历史信息,决策支持系统能够为管理层提供准确、可靠的信息,帮助其做出明智的决策。

这包括对安全投资的决策、应急计划的调整、员工培训需求的识别等方面。通过深度分析,管理层能够更好地理解企业的运营状况,制定符合实际情况的战略和政策,从而提高整体的安全生产水平。总之,数据分析与决策支持是物联网技术在企业安全生产管理中的关键一环,为企业提供了从实时监测数据中获取洞察、形成战略决策的有效途径,有助于推动企业的安全管理体系不断优化和创新。

## 3 物联网技术在企业安全生产中的具体应用

### 3.1 在企业生产中的应用

在企业生产中,物联网技术的应用深刻改变了传统生产模式,为企业提供了全面的实时监测和智能化管理。通过在生产设备上部署各类传感器,物联网系统能够实时监测设备的运行状态、温度、湿度等关键参数。实时监测不仅有助于提前发现潜在的故障和设备异常,还能够优化设备的维护计划,减少停机时间,提高生产效率。物联网技术在物料和产品追踪方面发挥了关键作用。通过在物料和产品上植入可感知的标签或使用 RFID 技术,企业可以实现对物流和生产流程的智能化追踪。这使得企业能够实时了解物料的位置、生产进度和产品质量,有助于降低错误率,提高生产过程的可控性。在生产计划方面,物联网技术通过数据的实时收集和分析,帮助企业更灵活地调整生产计划。通过监测关键指标,如原材料库存、订单状况以及生产线效率,系统能够自动优化生产计划,实现生产资源的最优配置,确保生产过程的顺畅运行。此外,物联网技术还在质量管理方面发挥了关键作用,实时监测和数据采集,系统可以及时发现生产中的质量问题,提高产品质量控制的精确度。这有助于减少次品率,降低生产成本,并提升企业产品的整体竞争力。总之,物联网技术在企业生产中的应用,通过实现实时监测、智能化追踪和灵活生产计划等方面的功能,为企业提供了更高效、可控的生产管理手段,使其能够更好地适应市场需求和变化。

### 3.2 在企业管理中的应用

在企业管理中,物联网技术的广泛应用使得管理层能够更全面、实时地了解企业运营状况,同时提供了智能化的数据分析和决策支持。物联网技术通过实时监测员工工作环境、设备运行状态等数据,为管理层提供了全面的运营信息。实时的数据收集和监测使得管理层能够迅速掌握生产现场的情况,实时了解生产过程的健康状况。例如,通过监测设备的运行数据,管理层可以预测可能的设备故障,采取相应的维护措施,保障生产的连续性。物联网技术为企业管理层提供了更精准的员工绩效和安全管理手段。通过在员工工作区域部署智能传感器,系统可以实时监测员工的工作效率和行为。这有助于管理层更科学地评估员工的绩效水平,并提供个性化的培训计划,以提高员工的安全意识和工作效率。在生产计划方面,物联网技术通过数据分析为管理层提供了更准确的信息。系统可

以通过分析生产数据、供应链信息等,提供实时的生产状况报告和趋势分析,使管理层能够更好地制定和调整生产计划,以适应市场需求的变化。此外,物联网技术的应用还使得企业管理层能够更好地与供应商和合作伙伴进行信息共享和协同工作。通过共享实时的供应链信息,企业可以更好地协调物料采购和生产计划,提高整体供应链的效率。总之,物联网技术在企业管理中的应用,不仅为管理层提供了更多元、实时的数据,还通过数据分析和智能决策支持系统,使得企业管理能够更迅速、科学地做出决策,实现生产运营的优化和智能化管理。

### 3.3 在应急救援中的应用

物联网技术在应急救援领域的应用为企业提供了高效而精确的安全响应机制。通过在关键区域和设备上部署各类传感器,物联网系统能够实时监测生产环境的变化,包括温度升高、气体浓度异常等情况。一旦系统检测到潜在的安全隐患,自动触发预警机制,及时通知相关人员。在事发时,物联网技术通过自动化的应急响应系统提高了救援的速度和准确性。例如,在火灾或泄漏情况下,系统可以自动启动灭火设备、关闭相关设备,并向事发区域的员工发送紧急撤离指令。这种自动化的应急响应不仅减少了人为因素对应急措施执行的影响,也缩短了事故处理的反应时间,有力地降低了事故的影响<sup>[3]</sup>。物联网技术还为救援人员提供了远程监控和指挥的能力。通过实时传输事故现场的图像和数据,救援人员可以迅速了解事故的状况,制定更为有效的救援计划。这对于跨地域、跨部门的企业来说尤为重要,因为救援人员可能无法立即抵达事故现场,而远程监控则使他们能够实时指导现场应急处理。此外,物联网技术也为应急救援提供了数据支持。通过实时采集和记录事故发生时的各项数据,系统可以生成详细的事故报告,为事后的调查和分析提供有力的支持。这有助于企业总结救援经验、改进应急响应计划,并防范未来潜在的安全风险。总体而言,物联网技术在应急救援中的应用提高了企业对突发事件的感知和响应速度,为救援工作提供了全方位的支持。这种智能化的应急救援系统不仅保障了员工的安全,也有效减轻了事故可能带来的生产中断和财产损失。

### 3.4 在监控系统中的应用

在监控系统中,物联网技术的应用为企业提供了全面、实时的生产环境监视和管理。首先,通过在关键区域和设备上部署各类传感器和监测设备,物联网系统实现了对生

产现场的实时监控。包括温度、湿度、气体浓度等环境参数的监测,以及设备运行状态、生产效率等关键性能的实时采集。监控系统的应用不仅提高了对生产过程的实时感知,还通过实时传输数据,使得管理人员能够远程监控生产现场的实时情况。这种远程监控的能力为企业管理层提供了及时的决策支持,使其能够迅速响应生产中的异常情况,并采取必要的措施。其次,监控系统通过智能摄像头的应用提高了对员工安全和生产流程的实时评估。摄像头可以用于监测员工的工作行为,预防事故的发生。例如,在危险区域部署摄像头,系统可以自动检测员工是否佩戴必要的防护设备,以及是否遵守安全操作规程。这种实时监控不仅提高了员工的安全意识,也有助于事故的预防和管理。监控系统的应用还包括对生产过程的实时评估和优化。通过对生产数据的分析,系统可以识别生产流程中的瓶颈和优化空间。这使得企业能够迅速调整生产计划,提高生产效率,降低资源浪费。总之,物联网技术在监控系统中的应用为企业提供了实时的环境监测和生产状态评估。通过智能传感器和监控设备的部署,企业能够更好地了解和控制生产过程,提高生产效率,降低生产风险,实现生产管理的智能化和优化。

## 4 结语

实时监测与数据采集使企业能够即时获得准确的信息,提高了生产环境的感知能力。预警与应急响应通过自动化系统,强化了对潜在风险的快速应对和员工安全的有效保障。数据分析与决策支持则为企业管理层提供了更科学、精准的决策基础,助力安全管理体系的不断优化。物联网技术在企业安全生产管理中的应用不仅提升了生产效率、降低了风险,更构建了一个更为智能、高效的安全管理体系。随着技术不断进步,物联网将持续发挥关键作用,为企业创造更安全、可持续的生产环境。这一技术的不断创新将推动企业安全管理迈向更为智能、精细化的未来。

### [参考文献]

- [1]任天宇,王小虎,郭广鑫,等.基于多级身份验证和轻量级加密的电力物联网数据安全系统设计[J].南京邮电大学学报(自然科学版),2020,40(6):12-19.
- [2]邵峰.物联网技术在企业安全生产管理中的应用探索[J].网络安全技术与应用,2022(7):129-130.
- [3]雷志军.物联网技术在企业安全生产中的应用[J].数码世界,2018(4):206.

作者简介:卢鹏飞(1989.2—),男,本科学士学位。

## 多网协同下的无线网络规划设计及优化分析

刘海成 李福江 刘德亮 于祥渠 程文华

山东中移通信技术有限公司, 山东 济南 250000

**[摘要]**随着移动互联网、物联网、智能设备等技术的迅猛发展,无线网络在现代社会中扮演着不可或缺的角色。然而,在不同类型的无线网络共存的多网协同环境下,网络规划和优化面临了更加复杂的挑战。不同类型网络(如4G、5G、Wi-Fi等)之间的互联互通,频谱资源的合理利用,以及服务质量的保障,都需要深入研究和创新方法。因此,本文探讨在多网协同环境下的无线网络规划、设计和优化问题,以提高网络性能、用户体验,并满足现代通信需求。

**[关键词]**多网协同;无线网络规划设计;无线网络优化

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10527

中图分类号: TN9

文献标识码: A

### Wireless Network Planning, Design, and Optimization Analysis under Multi Network Collaboration

LIU Haicheng, LI Fujiang, LIU Deliang, YU Xiangqu, CHENG Wenhua

Shandong China Mobile Communication Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

**Abstract:** With the rapid development of technologies such as mobile Internet, Internet of Things, and smart devices, wireless networks play an indispensable role in modern society. However, in a multi network collaborative environment where different types of wireless networks coexist, network planning and optimization face more complex challenges. The interconnection and interoperability between different types of networks (such as 4G, 5G, Wi-Fi, etc.), the rational utilization of spectrum resources, and the guarantee of service quality all require in-depth research and innovative methods. Therefore, this article explores wireless network planning, design, and optimization issues in a multi network collaborative environment to improve network performance, user experience, and meet modern communication needs.

**Keywords:** multi network collaboration; wireless network planning and design; wireless network optimization

#### 引言

随着移动设备的普及和网络应用的增加,无线网络的需求呈现爆发式增长。然而,传统的无线网络设计方法已难以满足高密度、大容量、低时延等方面的需求。多网协同环境下,各种无线网络类型相互交织,网络资源分配和性能优化变得更加复杂。同时,用户对于无线网络性能的期望也不断提高,这使得我们需要更加智能、高效的网络规划和设计方法,以满足未来通信技术发展的需求。

#### 1 无线网络规划概述

无线网络规划是一项关键性的技术活动,旨在设计和构建无线通信系统,以满足用户需求并优化网络性能。在当今数字化时代,无线通信技术得到广泛应用,包括移动通信、互联网接入、物联网等领域。无线网络规划的主要目标是在有限的频谱和资源下,实现高效的数据传输、稳定的连接、低时延和高容量。为实现这些目标,规划过程涉及多方面的考虑,包括覆盖范围的确定、频率规划、信道分配、天线配置、功率控制等<sup>[1]</sup>。在无线网络规划中,首先需要进行覆盖范围与容量需求分析。这一步骤包括对特定地区或区域内用户需求的了解,以确定网络需要覆盖的面积和用户密度。基于这些需求,规划人员可以确定基站的布设位置和数量,以及各个基站的覆盖范围。接下来,频率规划与信道分配是无线网络规划中的关键环节。由于

频谱资源有限,不同的无线通信系统需要合理分配频段和信道,以避免干扰和提高网络容量。频率规划涉及选择合适的频段,而信道分配则确保不同基站之间及与用户设备之间的频道互不干扰,从而实现稳定的通信连接。在多网协同的环境下,无线网络规划面临更大的挑战。不同类型的网络(例如Wi-Fi、蜂窝网络等)需要协同工作,以实现无缝切换和优化用户体验。因此,在规划设计中,需要考虑不同网络之间的互操作性和协同性,以确保用户在不同网络之间的平滑切换,并且在切换过程中保持连接的稳定性。此外,无线网络规划还需要关注天线配置与布局优化和功率控制策略。天线的合理配置可以有效地扩大覆盖范围,减少信号盲区,提高网络性能。功率控制策略则可以在保持良好通信质量的前提下,降低功耗,延长设备续航时间,提高网络的能效。

#### 2 多网协同的技术特点分析

多网协同(Multi-network Collaboration)是指不同类型的无线网络在特定场景下相互合作,以提供更好的服务质量、覆盖范围和用户体验。多网协同的技术特点主要体现在以下几个方面:多网协同具有网络异构性(Network Heterogeneity)。异构网络包括了各种不同类型的无线通信技术,如4G LTE、5G、Wi-Fi、蓝牙等。这些网络在频段、传输速率、覆盖范围和容量等方面存在差

异。多网协同需要处理来自不同网络的数据流，并在这些异构网络之间实现无缝切换和传输，以实现高效的数据交换。多网协同还具有资源共享性（Resource Sharing）。不同网络在同一区域内可能共享相同的频谱资源。在频谱资源有限的情况下，多网协同需要合理分配和共享频段，以避免互相干扰，提高频谱利用率。此外，多网协同还需要考虑网络设备、基站和传输链路等资源的共享，以实现资源的最优利用。多网协同涉及到智能化管理（Intelligent Management）和协同决策（Collaborative Decision Making）。通过智能化的管理系统，不同网络可以根据实时的网络状态和用户需求进行动态调整，以实现最佳的网络性能。协同决策涉及到不同网络之间的信息交互和共享，以实现网络资源的共同管理和优化配置。多网协同还需要具备较高的安全性（Security）和隐私保护（Privacy Protection）。由于涉及到多个网络之间的数据传输和共享，必须确保数据的安全性，防止信息泄露、恶意攻击和网络入侵。因此，在多网协同设计中，安全性需置于首要位置，采用加密、身份认证和访问控制等手段来保障网络的安全性。

### 3 相关研究进展和问题分析

近年来，随着无线通信技术的飞速发展，多网协同下的无线网络规划设计及优化问题引起了广泛关注。在相关研究方面，学术界和产业界已经取得了一些重要的进展。研究者们致力于开发新的网络拓扑结构和协议，以实现不同类型网络之间的高效协同。例如，提出了一些智能切换策略和跨网络资源管理算法，以提高网络的容量和覆盖范围<sup>[2]</sup>。研究人员还关注无线网络中的功率控制问题，提出了一些智能功率控制策略，以降低网络干扰，提高系统的能效。此外，研究者还关注了多网协同下的安全性和隐私保护问题，提出了一些新的加密算法和身份认证机制，以保护用户的隐私信息和网络安全。然而，尽管取得了一些进展，多网协同下的无线网络规划设计及优化仍然面临着一些挑战。首先，不同类型网络之间的互操作性和协同性问题仍然没有得到充分解决。在实际应用中，各种无线网络通常混杂存在，如何使它们更好地协同工作，是一个亟待解决的问题。其次，多网协同下的资源分配和调度问题也是一个具有挑战性的课题。不同网络间的资源共享需要高效的算法和机制来实现，以充分利用有限的频谱和设备资源。此外，随着物联网技术的发展，大规模设备连接也给多网协同带来了新的问题，如何在高密度设备连接下维持网络性能是一个亟待解决的问题。

## 4 无线网络规划设计

### 4.1 网络规划基本概念

在无线网络规划中，准确的网络规划是确保网络性能和用户体验的基础。

#### 4.1.1 覆盖范围与容量需求分析

覆盖范围与容量需求分析是无线网络规划的首要任

务。覆盖范围的确定需要考虑特定区域的地理和人口分布，以便确定网络需覆盖的面积。容量需求分析则侧重于了解网络用户的数量、使用行为和数据需求，从而确定网络的容量要求。在覆盖范围分析中，规划者需要考虑地形、建筑物、自然障碍物等因素，以确定信号覆盖的边界。通过使用地理信息系统（GIS）等工具，规划者可以精确绘制覆盖范围地图，确定哪些区域需要更强的信号覆盖，以满足用户需求。同时，容量需求分析则需要考虑网络的瞬时和持续的数据流量，以便确定网络的带宽和吞吐量需求。这可以通过历史数据分析、用户行为建模等方法来实现。

#### 4.1.2 频率规划与信道分配

频率规划与信道分配是无线网络规划中的关键步骤。在有限的频谱资源下，规划者需要选择合适的频段，并合理分配信道，以避免干扰和提高网络容量。频率规划涉及选择合适的频段，考虑到不同频段的传输特性、穿透能力和覆盖范围。规划者需要遵循国家和地区的频率分配规定，以确保合法使用频谱资源。信道分配则是将可用频段划分为不相互干扰的信道，以便不同基站和用户设备之间的通信。在多网协同的环境下，信道分配更显复杂，需要考虑不同网络类型之间的干扰问题，以及如何实现无缝切换。

覆盖范围与容量需求分析以及频率规划与信道分配是无线网络规划中的关键基本概念。通过深入分析和科学合理的规划，网络规划者可以确保网络在特定区域内提供稳定、高效、高容量的无线通信服务。

### 4.2 多网协同下的网络规划挑战

多网协同下的网络规划面临着复杂而严峻的挑战。不同类型的无线网络存在异构性，拥有各自不同的技术标准和频段，这导致了网络之间互操作性的问题，例如无缝切换和资源共享。频谱资源是有限的，各种网络需要在有限的频谱中共存。频谱的合理分配和干扰管理成为关键，规划者必须避免不同网络间的干扰，同时确保频谱资源的高效利用。用户设备可能需要在不同类型的网络之间频繁切换，如何实现无缝切换和负载均衡成为一项技术挑战，要保持通信的连续性和稳定性。在多网络环境下，信息安全和用户隐私保护也变得尤为重要，网络规划者需要采取加密措施，确保用户数据的安全性。建立有效的网络管理与维护体系也是一项挑战，需要处理不同网络设备和技术的异构性，以保障整个系统的稳定性和可靠性。因此，在多网协同下的网络规划中，网络规划者需要综合考虑各种因素，采用智能算法和先进技术，以实现高效、稳定和安全的无线通信网络，同时随时适应不断变化的通信环境和用户需求。

### 4.3 无线网络设计方法与模型

在无线网络设计中，拓扑结构设计、天线配置与布局优化，以及功率控制策略是三个关键方面。它们共同构成了一个健全的网络设计，保障了网络的性能、覆盖范围和用户体验。

#### 4.3.1 拓扑结构设计

拓扑结构设计涉及到网络中各个组成部分的布局 and 连接方式。在多网协同的环境下，拓扑结构设计必须灵活应对不同类型网络的交互。采用分布式拓扑结构，例如 Mesh 网络，可以增强网络的容错性，避免单点故障。此外，拓扑结构设计也需要考虑网络的层级结构，以便在大范围内实现高效的数据传输和管理。

#### 4.3.2 天线配置与布局优化

天线配置与布局优化对于网络的覆盖范围和性能至关重要。通过精确的天线配置，规划者可以控制信号的覆盖范围，提高覆盖范围的均匀性，减少信号盲区<sup>[3]</sup>。天线的高度、方向和增益都是需要精心考虑的因素。布局优化则关乎天线的部署位置，考虑到地理条件和用户密度，以实现最佳的网络覆盖。采用智能的天线优化算法，如遗传算法或模拟退火算法，可以帮助规划者找到最优的天线布局方案。

#### 4.3.3 功率控制策略

功率控制策略是为了在保持良好通信质量的前提下，降低功耗，延长设备续航时间。在多网协同的环境中，不同网络间可能存在干扰问题。智能功率控制策略可以根据网络拓扑和负载情况，动态调整信号功率，降低干扰，提高信号质量。采用自适应功率控制算法，网络可以更好地适应不同工作环境，确保稳定的通信连接，同时最小化功耗。

拓扑结构设计、天线配置与布局优化，以及功率控制策略是无线网络设计中不可或缺的组成部分。通过科学合理的设计和精细调优，网络规划者可以实现高效、稳定和可靠的无线通信网络，为用户提供卓越的通信体验。

### 5 多网协同下无线网络的规划优化策略方法

多网协同下的服务业务分担策略和组网方案设计需要综合考虑各种因素，包括服务类型、用户需求、网络拓扑结构等。采用差异化的服务质量策略和灵活多样的组网方案，可以实现多网协同下的高效、稳定和可靠的无线通信网络。

#### 5.1 无线网络优化策略

无线网络优化策略是确保网络性能和用户体验的基础。这包括信号覆盖的优化、容量的增加、降低网络时延等。通过利用现代优化算法，如遗传算法或粒子群算法，网络规划者可以在现有资源下优化天线布局和功率分配，以最大化覆盖范围，提高网络容量。同时，实时监测网络性能，并根据监测数据动态调整网络参数，是保持网络优化状态的关键策略。

#### 5.2 多网协同下无线网络规划方法分析

多网协同下的无线网络规划方法需要考虑网络异构性和频谱共享等复杂因素。采用智能化的规划方法，如基

于机器学习的算法，可以根据历史数据和实时环境信息，预测网络负载，优化频谱资源的分配。此外，网络虚拟化技术也是一种有效的方法，它允许不同类型的网络共享同一物理基础设施，提高资源利用率。

#### 5.3 多网协同下的服务业务分担策略

在多网协同的无线网络环境中，服务业务分担策略至关重要，它直接影响到用户体验和网络性能。一种有效的策略是基于服务类型的差异化分配。不同类型的服务（例如语音、视频、数据传输）具有不同的带宽需求和时延要求。网络规划者可以采用服务质量（QoS）保障机制，为不同服务类型设定不同的优先级和资源分配策略。例如，对于实时性要求较高的语音和视频服务，可以分配更多的带宽和较低的时延，以保证流畅传输；而对于数据传输服务，可以更注重带宽的合理分配，降低传输时延。

#### 5.4 设计多网规划的组网方案

设计多网规划的组网方案需要综合考虑网络拓扑、连接需求、安全性和成本等因素。一种常见的方法是采用分层组网结构，将不同类型的网络分隔开，然后通过智能网关实现交互。此外，网络切片技术是一项新兴的方法，它允许将网络划分为多个独立的逻辑网络，每个网络切片可以根据特定需求进行定制化设计，从而实现多样化的服务和连接。

### 6 结语

在无线网络技术的快速发展和普及的背景下，多网协同下的无线网络规划与优化已经成为无线通信领域的一个关键挑战。多网协同网络的规划需要综合考虑网络异构性、频谱共享、用户体验、安全性等多重因素，采用智能算法和先进技术，以实现网络性能的最大化。在未来的发展中，随着 5G 和 6G 等新一代无线通信技术的推进，多网协同网络将更加普遍和复杂。因此，我们需要持续关注新技术的发展，不断创新网络规划与优化策略，以适应不断演变的通信需求。通过不断的研究和实践，我们可以构建出更加高效、智能和安全的多网协同无线通信网络，为人们的生活和工作提供更好的无线连接体验。

#### [参考文献]

- [1] 王照宇, 索小新, 张晨宇, 等. 一种基于大数据的 5G 无线网络规划策略研究 [J]. 广东通信技术, 2021, 41(11): 36-38.
  - [2] 黄高云. 基于不同场景的 5G 无线网络规划分析 [J]. 长江信息通信, 2022, 35(5): 178-179.
  - [3] 梁荣案. 无线网络多网协同下的规划优化 [J]. 电子测试, 2017(9): 60-61.
- 作者简介: 刘海成 (1982.9—), 男, 大学本科, 中级工程师。

## 在线陪诊预约系统的设计与实现

张子钰 石康荣 沈智霖 李仕杰  
西京学院, 陕西 西安 710000

[摘要] 随着时代的进步, 信息化技术逐渐融入各行各业, 目前各大医院把就医流程与信息化技术相结合, 简化病人的就医过程, 然而存在特殊群体对信息化技术掌握程度低, 在就医过程中面临重重阻碍, 反而增加了负担。因此, 本文旨在开发一个在线陪诊预约系统, 为用户提供线上预约医院陪诊员的功能, 通过陪诊员专业的陪诊服务, 解决特殊群体就医困难的问题。

[关键词] 陪诊服务; 信息化技术; 就医; 陪诊员

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10507

中图分类号: R197.32

文献标识码: A

### Design and Implementation of Online Companion Appointment System

ZHANG Ziyu, SHI Kangrong, SHEN Zhilin, LI Shijie  
Xijing University, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

**Abstract:** With the progress of the times, information technology has gradually integrated into various industries. Currently, major hospitals combine medical processes with information technology to simplify the patient's medical process. However, there is a special group with low mastery of information technology, which faces numerous obstacles in the medical process and increases the burden. Therefore, this article aims to develop an online companion appointment system that provides users with the function of making online appointments for hospital companions. Through the professional companion services of the companions, the problem of difficult medical treatment for special groups can be solved.

**Keywords:** companion services; information technology; seek medical attention; companion

#### 引言

目前中国国内的医疗体系完整, 医疗资源丰富, 但随着信息化技术与就医流程的结合, 导致一些特殊群体不愿主动去看病<sup>[1]</sup>, 尤其是独居且文化程度低的老年群体, 不懂信息化技术, 面对医院繁琐的流程, 在就医过程中会耗费大量时间<sup>[2]</sup>。除此以外, 一些人在异地, 周围没有亲友, 或者存在生理缺陷, 不便行动的人, 在就医过程中, 如果没有人陪同, 也会存在就医困难的问题<sup>[3]</sup>。

针对以上问题, 本文采用 Python、Mysql、腾讯云服务器等技术, 设计并开发一个在线陪诊预约系统, 使特殊群体通过本系统, 能够在线预约专业陪诊员<sup>[4]</sup>, 在陪诊员的专业服务下, 提供更加高效的就医流程, 该系统有助于减轻患者就医的压力, 有利于解决特殊群体就医困难的问题, 促进医疗服务的进一步发展<sup>[5]</sup>。

#### 1 相关技术

##### 1.1 开发语言

Python 是一种高级编程语言, 具有简洁、易读和功能强大的特点, 它被广泛应用于软件开发、数据分析和人工智能等领域, 而且提供了众多框架<sup>[6]</sup>, 有效提高系统开发效率, 因此本系统采用 python 作为开发语言。

Python 提供了 BeeWare 工具集, 帮助开发者使用 Python 语言构建跨平台的本地移动应用、桌面应用和 Web 应用。BeeWare 允许使用相同的 Python 代码库开发应用,

然后将其部署到多个平台, 包括 iOS、Android、Windows、macOS 和 Linux 等, 减少了开发的复杂性和维护成本。而且 BeeWare 允许创建原生用户界面, 有利于不同平台构建与自身风格和体验一致的应用, 因此本系统采用 BeeWare 开发系统前端。

Python 提供了 FastAPI 开发, 这是一种后端框架, 并以高性能和自动文档生成著称, 适用于开发移动应用的后端 API<sup>[7]</sup>。FastAPI 能够自动验证请求参数和请求体, 以及自动序列化响应数据, 减轻了前后端数据传输和解析的工作负担。还内置了安全性特性, 防止常见的安全漏洞出现, 如 SQL 注入和跨站脚本攻击等, 有助于确保 API 和移动应用的安全性。FastAPI 也可以与其他 Python 库和框架集成, 如 Pydantic 用于数据验证、SQLAlchemy 用于数据库操作等, 非常灵活, 因此本系统采用 FastAPI 开发后端功能<sup>[8]</sup>。

##### 1.2 数据库

MySQL 是一种关系型数据库管理系统, 它提供了稳定、可靠的数据存储和管理功能, 支持表格化的数据存储, 使得数据管理和查询变得相对简单; 支持跨平台<sup>[9]</sup>, 可以在多种操作系统上运行, 适用于不同移动应用的后端服务器; 支持数据同步和备份功能, 以确保数据的可用性和完整性。在开发系统时, 将数据库部署在后端服务器上, 通过 API 与数据库进行通信, 有助于分离前端应用和数据存储, 提

高应用的可维护性和扩展性,因此本系统采用 MySQL 作为数据库,进行数据的存储和管理<sup>[10]</sup>。

### 1.3 服务器

腾讯云为开发者提供云服务<sup>[11]</sup>,能够连接数据库,使移动端与服务器建立通信,提供了安全工具和服务,确保了系统安全性,还能通过腾讯云监控和日志服务,跟踪服务器性能、应用程序健康状态和日志记录等进行故障排查,因此本系统采用腾讯云来部署服务端<sup>[12]</sup>,有效保证系统服务器正常运行。

## 2 系统设计

### 2.1 系统模块设计图

在线陪诊预约系统,主要由用户,管理员,陪诊员三个模块构成,系统整体结构如图 1 所示:

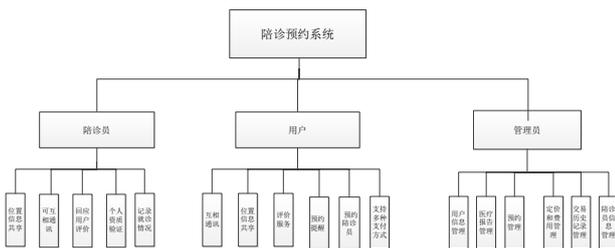


图 1 系统结构图

### 2.2 功能模块设计

本系统功能模块设计是系统开发的关键部分,对各个模块的功能进行了详细的功能说明,也是后续实现系统功能的重要依据。

#### 2.2.1 管理员模块

在系统中,管理员具有最高管理权限,对系统中的各个信息具备管理的功能,可以管理用户和陪诊员的相关信息,主要功能如下:

- (1) 预约管理:管理用户的预约信息。
- (2) 医疗报告管理:收集用户的就诊信息并保存。
- (3) 定价和费用管理:管理陪诊员的陪诊服务价格。
- (4) 交易历史记录管理:管理用户的历史交易记录。
- (5) 用户及陪诊员信息管理:管理用户和陪诊员的个人信息。

#### 2.2.2 陪诊员模块

在系统中,陪诊员负责服务用户,通过系统与用户交流,获取用户需求并给予用户优质的陪诊服务,主要功能如下:

- (1) 位置信息共享:在用户许可范围内获取双方位置信息,方便展开服务。
- (2) 通讯功能:可以在线与用户进行沟通,了解用户的情况,方便展开服务。
- (3) 个人资质验证:验证是否具备专业的陪诊能力,保证陪诊员的专业性。
- (4) 回应用户评价:查看用户对自己陪诊服务的评价并予以回应。

价并予以回应。

(5) 记录就诊情况:在就诊时记录用户就诊状况并实时分享给用户。

#### 2.2.3 用户模块

在系统中,用户通过本系统查找陪诊员,筛选合适的陪诊员,并对其进行预约,获取陪诊员后续的陪诊服务,主要功能如下:

- (1) 搜索和预约陪诊员:检索系统中的陪诊员信息,并进行线上预约。
- (2) 通讯功能:可以在线与陪诊员进行沟通,说明自己的情况,为陪诊员提供针对性的服务。
- (3) 位置信息共享:在用户许可的情况下与陪诊员共享位置信息,方便对彼此进行定位。
- (4) 用户对陪诊员评价:用户对陪诊员的陪诊服务进行评价。
- (5) 预约提醒和通知:通过弹窗的形式提醒用户的陪诊预约信息,提醒用户及时就医。

(6) 支持多种支付方式:支持支付宝、微信、银行卡储蓄卡和信用卡支付等方式。

### 2.3 数据库 E-R 图

数据库在系统中具有重要作用,用于存储系统中的一系列数据,因此要合理分析系统中各个角色及其联系,然后在数据库中进行管理,本系统数据库中的相关表格联系如图 2 所示,主要实体有用户、陪诊员、管理员。

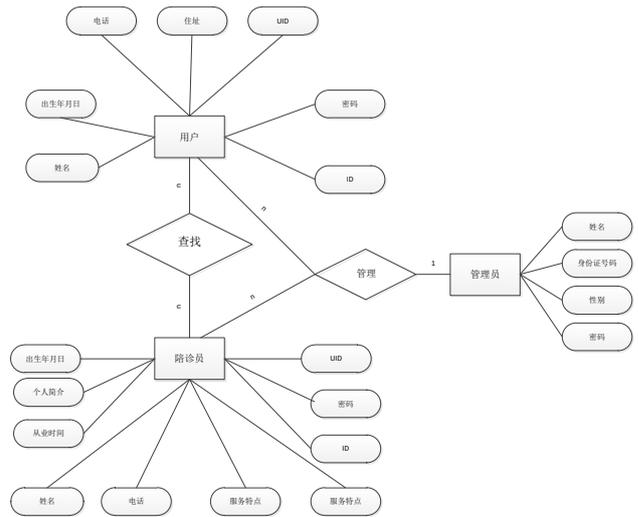


图 2 数据库 E-R 图

## 3 系统实现

在线陪诊预约系统根据系统功能模块,主要使用者有管理员、用户、陪诊员,因此将根据这三个模块,依次实现各个模块中的界面及其功能。

### 3.1 管理者主界面

管理者主界面如图 3 所示,管理者权限较多,可以对

系统中的所有信息进行统一管理,通过该界面,管理员不仅可以查看黑名单陪诊员和交易记录,还能对用户信息、陪诊员信息、个人信息进行管理。



图3 管理员界面图

### 3.2 陪诊员主界面

陪诊员主界面如图4所示,当用户发出预约请求后,管理员通过该界面查看预约信息,并针对用户的预约进行同意或拒绝,该界面还提供聊天功能,方便陪诊员与用户进行沟通,了解用户情况。



图4 陪诊员界面图

### 3.2 用户主界面

用户主界面如图5所示,该界面会向用户推荐一些评价较好的陪诊员,用户也可以自行在系统中查找与预约陪诊员,该界面同时还提供了其他功能,如在线挂号、查看名医、护工招募等功能,为用户提供更多的就医服务,提高用户的就医效率。



图5 用户界面图

## 4 结语

本文研究目前医疗服务中的陪诊服务现状,发现一些特殊群体在就医过程中,由于自身的多方面因素,不能顺畅地完成各个就医流程,因此需要专业人士陪同进行就诊,帮助特殊群体解决就医过程中遇到的困难,提高就医效率。基于上述情况,本文决定设计在线陪诊预约系统,将系统分为管理员模块、用户模块、陪诊员模块,确定了各个模块的功能,构建系统数据库中的主要实体及其之间联系,最后采用 Python, BeeWare, FastAPI, MySQL 等技术实现该系统,特殊群体通过本系统可以在线预约专业的陪诊员,提高自己的就医效率,本研究也为医疗服务领域,提供了新的思路和方案。

系统目前仍留有部分问题需要解决,如防火墙的强度依赖于腾讯云本身,定位系统也不够精确,系统同一时段负载量有限等问题,将来会采用更先进的服务器、定位技术等,进一步完善该系统,以期提供更好的服务。

### [参考文献]

- [1] 薛原. 杭州智慧医疗化解改革难题[J]. 中国卫生, 2017(10).
- [2] 唐旭, 郭宇飞, 陈曦等. 智慧医疗环境下老年慢性病病人技术焦虑现状及影响因素[J]. 护理研究, 2023, 37(21).
- [3] 杨仕可, 何慧婷, 涂诗格等. 关于“互联网+康复治疗”平台构建的可行性研究[J]. 互联网周刊, 2022(22).
- [4] 董文清. 陪诊服务网站设计与实现[J]. 华东科

技, 2023(5): 46-48.

[5] 梁璐璐. 老年医疗陪诊服务平台设计研究[D]. 山东: 山东工艺美术学院, 2023.

[6] 宗艳. Python 语言与应用[J]. 小学教学研究, 2023(30).

[7] 刘瑜, 安义, 陈逸怀, 等. Python FastAPI Web 开发从入门到项目实战: 视频版[M]. 湖北: 华中科技大学出版社, 2022.

[8] (法)沃龙(Voron, Francois). Python FastAPI 构建数据科学应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2022.

[9] 李艳杰. 基于 MySQL 数据库的数据安全应用设计[J]. 现代信息科技, 2023, 7(12).

[10] 李瑞祥, 王晓东, 王乐乐. 使用 MySQL 对工单数据进行分类汇总统计[J]. 网络安全和信息化, 2023(9): 165-166.

[11] 余杰, 郭鹏飞. 基于云开发银企绿色融资平台小程序的设计与实现[J]. 河北企业, 2023(6): 38-40.

[12] 石菲本刊记者. 盘活医疗数据, 腾讯云连接智慧医疗服务[J]. 中国信息化, 2022(8).

作者简介: 张子钰(2002.8—), 男, 毕业学校和专业: 西京学院 计算机科学与技术; 石康荣(2002.12—), 男, 毕业学校和专业: 西京学院 计算机科学与技术; 沈智霖(2003.2—), 男, 毕业学校和专业: 西京学院 计算机科学与技术; 李仕杰, 男, (2003.8—), 毕业学校和专业: 西京学院 计算机科学与技术。

## 智能变电站继电保护技能培训平台开发及应用

郭永鑫<sup>1</sup> 曹盛楠<sup>1</sup> 刘文斌<sup>2</sup> 郝晓明<sup>1</sup> 高洋<sup>3</sup>

1 国网吉林培训中心, 吉林 长春 130000

2 国网吉林省电力有限公司, 吉林 长春 133000

3 国网吉林省电力有限公司长春供电公司, 吉林 长春 130000

**[摘要]**电力系统作为现代社会不可或缺的基础设施之一, 承担着能源传输和供应的巨大责任。在这个系统中, 变电站继电保护起着至关重要的作用, 它是确保电网安全运行的最后一道防线。传统的继电保护技能培训方法存在一系列问题, 包括培训周期长、实际操作机会有限以及学员个性化需求难以满足等。这些问题导致继电保护专业人才在实际工作中面临较大的适应压力, 降低了电力系统的整体可靠性。因此, 为了适应电力系统的快速发展和提高继电保护人才的培养效果, 本研究旨在开发一种创新的智能变电站继电保护技能培训平台。文章对电力系统领域的培训需求进行了分析, 旨在通过引入先进的信息技术, 构建一个智能、灵活、高效的培训平台。

**[关键词]**智能变电站; 继电保护; 培训平台

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10506

中图分类号: TM63

文献标识码: A

## Development and Application of Intelligent Substation Relay Protection Skills Training Platform

GUO Yongxin<sup>1</sup>, CAO Shengnan<sup>1</sup>, LIU Wenbin<sup>2</sup>, HAO Xiaoming<sup>1</sup>, GAO Yang<sup>3</sup>

1 State Grid Jilin Training Center, Changchun, Jilin, 130000, China

2 State Grid Jilin Electric Power Co., Ltd., Changchun, Jilin, 133000, China

3 Changchun Power Supply Company of State Grid Jilin Electric Power Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

**Abstract:** As one of the indispensable infrastructure in modern society, the power system bears a huge responsibility for energy transmission and supply. In this system, substation relay protection plays a crucial role and is the last line of defense to ensure the safe operation of the power grid. The traditional training methods for relay protection skills have a series of problems, including long training cycles, limited practical operation opportunities, and difficulty in meeting the personalized needs of students. These problems have led to significant adaptation pressure for relay protection professionals in practical work, reducing the overall reliability of the power system. Therefore, in order to adapt to the rapid development of the power system and improve the training effectiveness of relay protection talents, this study aims to develop an innovative intelligent substation relay protection skills training platform. The article analyzes the training needs in the field of power systems, aiming to build an intelligent, flexible, and efficient training platform by introducing advanced information technology.

**Keywords:** intelligent substation; relay protection; training platform

### 引言

电力系统作为现代社会不可或缺的关键基础设施, 负责能源传输和供应, 对社会经济的发展起到至关重要的支撑作用。其中, 变电站继电保护是电力系统中保障运行安全和设备保护的关键组成部分。继电保护系统的主要任务是在电力系统发生故障时迅速切除故障部分, 保障电力系统的安全运行。随着电力系统的不断升级和智能化发展, 对继电保护专业人才的需求日益增长。

### 1 智能变电站继电保护技能培训概述

随着电力系统日益复杂化, 智能变电站继电保护技能培训崭露头角。这一培训形式的兴起源于对维护人员应对电力系统故障和变电站保护系统日益复杂挑战的需求。维护人员需要具备对继电保护系统深入理解的技能, 以迅速而准确地应对各种情况。智能变电站继电保护技能培训的

概述旨在深入研究培训的背景、目的, 以及智能技术在此领域的应用前景。

#### 1.1 变电站继电保护技能培训

变电站继电保护技能培训是一门涵盖广泛知识领域的专业课程。从基础知识到高级技能, 培训旨在使维护人员能够全面了解继电保护装置的原理、设备运行和维护。这包括对各种继电保护装置的操作、故障诊断和紧急修复的全面培训, 确保维护人员在实际工作中能够胜任各种复杂的情况。

#### 1.2 智能变电站

智能变电站代表了电力系统的技术前沿, 它通过引入先进的传感器、通信技术和数据分析算法, 为变电站赋予了更高的自动化和智能化水平<sup>[1]</sup>。这一小节将深入研究智能变电站的特征, 包括其自动化程度、数据处理能力以及

对继电保护系统性能的提升。智能变电站如何推动继电保护技能培训的发展也将在这一部分详细讨论。

### 1.3 现有培训平台和技术

现有的培训平台和技术是本研究背景的重要组成部分。通过对当前培训平台和技术回顾，我们能够评估它们在继电保护技能培训中的应用效果，并为智能变电站继电保护技能培训平台的设计提供宝贵经验。这一部分将深入探讨现有技术的优点和局限性，以及它们如何适应电力系统日益变化的需求。

## 2 智能变电站继电保护技能培训平台开发

### 2.1 平台架构设计

在智能变电站继电保护技能培训平台的开发中，平台架构设计是确保系统稳健性和可扩展性的基石。该设计通过模块划分和数据流程图的建立，以确保平台各部分协同工作，提供高效的培训环境。

#### 2.1.1 系统模块划分

平台的系统模块划分旨在确保每个模块在整个系统中有明确定义的角色，并实现高内聚低耦合的原则。其中，关键模块包括：①教学内容管理：该模块负责课程内容的组织和更新。通过高效的内容管理系统，确保学员能够便捷地访问到最新、最相关的继电保护技能培训资料。这包括文字、图形、视频等多维度的学习资源。②学员信息管理：该模块专注于维护学员的培训记录和个人信息。学员的学习历程、成绩、个性化学习路径等信息将被妥善记录，为个性化学习路径生成和实时反馈提供有力支持。③继电保护仿真引擎：这是平台的核心模块，负责模拟实际场景进行培训。通过先进的仿真算法，该引擎能够在虚拟环境中还原继电保护系统的运行情景，提供实时反馈和评估，使学员能够通过实际操作提高技能水平。④用户界面模块：该模块是学员与平台互动的主要入口，提供直观友好的操作界面。通过符合人机工程学的设计，确保学员能够轻松浏览学习资源、参与实时仿真体验，并直观地获取实时反馈。这些模块的协同工作使得平台能够以高效、有机的方式提供全面的继电保护技能培训，满足学员个性化的学习需求，并确保学习体验的一致性和流畅性。

#### 2.1.2 数据流程图

数据流程图清晰展示了平台内信息的流动和处理。首先，用户的需求和指令通过用户界面输入到系统中。这些数据随后流向教学内容管理模块，检索相应的培训内容。学员信息管理模块负责存储和更新学员的培训记录。同时，继电保护仿真引擎模块与教学内容管理模块协同工作，根据学员需求生成相应的仿真场景<sup>[2]</sup>。最终，通过用户界面模块，学员接收并参与培训，同时系统将学员的学习情况反馈至学员信息管理模块，形成良性的学习闭环。

通过明确系统模块划分和数据流程，平台架构设计旨在实现系统的高效运行和用户友好性，为后续的用户界面

设计和智能算法应用提供有力支持。

### 2.2 用户界面设计

用户界面设计是智能变电站继电保护技能培训平台中至关重要的组成部分。通过深入的用户需求分析和贴近设计原则，我们可以确保平台提供直观、友好且高效的交互体验，有助于学员更好地理解和应用培训内容。

#### 2.2.1 用户需求分析

在设计用户界面之前，进行全面的用户需求分析是关键步骤。这包括对维护人员的背景、技能水平和学习偏好的深入了解。例如，是否存在特定的培训重点、他们对仿真环境的期望以及他们的学习节奏。通过这一分析，我们能够更好地满足用户期望，提供个性化的培训体验，从而提高学习效果。

#### 2.2.2 界面设计原则

在用户界面设计中，遵循一系列设计原则对于创造直观、易用的界面至关重要。①可用性：设计应注重直观性和易用性，确保学员能够轻松找到所需的功能和信息。②一致性：维持界面元素的一致性，包括图标、按钮风格等，以降低学员的认知负担，使其更容易适应和理解界面。③反馈性：提供及时的反馈，确保学员了解其操作的结果，促进学习过程中的及时调整。④可定制性：考虑到不同维护人员的学习需求，设计一个允许用户个性化定制界面的系统，以满足不同学员的偏好和要求。⑤简洁性：精简界面，突出关键信息和功能，避免信息过载，使学员能够专注于培训核心内容。⑥导航性：提供清晰的导航路径，确保学员可以迅速找到所需的培训内容和功能。通过综合考虑用户需求和设计原则，用户界面设计旨在提供直观、易用的平台，以促进学员对智能变电站继电保护技能的高效学习和掌握。

### 2.3 智能算法应用

智能算法在智能变电站继电保护技能培训平台中的应用具有重要的意义。通过深入研究人工智能在技能培训中的潜在应用，以及在平台中的算法选择和优化，可以有效提升学员的学习效果和培训体验。

#### 2.3.1 人工智能在技能培训中的应用

人工智能在技能培训中的广泛应用为学员提供了更为个性化和高效的学习体验。通过采用智能辅助学习，系统能够根据学员的学习进度和表现调整培训内容，提供个性化的学习路径。此外，人工智能还可以模拟实际场景，创建虚拟情境以供学员实践，从而提高实际操作技能。这种个性化和实践结合的方式能够更好地满足不同学员的学习需求，增强培训效果。

#### 2.3.2 算法选择和优化

在智能变电站继电保护技能培训平台的设计中，合适的算法选择和优化是确保系统性能的关键因素。首先，需仔细考虑采用的算法类型，例如机器学习算法、深度学习

算法等,以适应培训平台的特定需求。算法的选择应基于其在模拟和学习过程中的准确性和效率。其次,通过对算法的优化,提高系统的实时性和稳定性,确保培训平台能够在不同场景下顺畅运行。优化算法还可以包括对学员表现的实时监测,以调整培训难度和内容,保持学习的流畅性。算法的优化还可通过考虑系统的可扩展性,以适应未来的技术发展和培训需求的变化。通过综合考虑算法选择和优化,确保在智能变电站继电保护技能培训平台中引入人工智能的同时,平衡了系统的性能和灵活性。总之,智能算法在智能变电站继电保护技能培训平台中的应用,不仅能够提供更个性化、高效的学习体验,还能够通过合理的算法选择和优化,保证系统在实际应用中的稳定性和可扩展性。这为培训平台的发展和学员的学习提供了全新的可能性。

### 3 智能变电站继电保护技能培训平台应用

#### 3.1 实时仿真实验

实时仿真实验是智能变电站继电保护技能培训平台的重要特色,为学员提供了一种身临其境的学习方式。通过先进的智能仿真引擎,学员可以在虚拟环境中模拟真实的继电保护场景,体验真实工作中可能面临的各种情境。使学员能够在安全的虚拟环境中进行实际操作,提高操作技能和应对复杂情境的能力。通过实时仿真,学员可以迅速应对各类挑战,巩固理论知识,并在实践中加深对继电保护系统运行原理的理解。这样的实时学习体验不仅缩短了学员从理论到实际操作的转化时间,还增加了学习的深度和实用性。实时仿真实验还为学员提供了犯错误而无风险的机会。在虚拟环境中,学员可以尝试不同的解决方案,了解错误可能导致的后果,从而在实际工作中避免类似的错误。这种实践中的学习方式提高了学员在真实场景中的应变和决策能力。

#### 3.2 个性化学习路径

智能变电站继电保护技能培训平台的独特之处在于其引入了基于人工智能的个性化学习路径,为学员提供了定制化的学习体验。通过深度分析学员的学习进度和表现,系统能够动态调整培训内容,使每位学员能够按照自身的学习节奏和需求进行学习。这种个性化学习路径的实施使学员更加主动地参与学习过程,因为他们感受到培训内容与自身水平相匹配。学员不再受制于传统线性学习路径,而是能够根据个体差异定制适合自己的学习计划。这种高度个性化的培训方式不仅提高了学员的学习效率,还使学习更加有趣和贴近实际需求。个性化学习路径同时也为学员提供了更灵活的学习选择。学员能够专注于自己感兴趣或者需要加强的领域,而无需过多关注已经掌握的知识。这种学习路径的灵活性使得学员更容易保持学习的积极性和动力,为提高继电保护技能水平创造了更为有利的学习环境。

#### 3.3 实时反馈和评估

实时反馈和评估机制是智能变电站继电保护技能培训平台的精华之一,为学员提供了关键的学习支持。通过实时监测学员的学习过程,系统能够迅速而精准地提供反馈,使学员在学习的每个阶段都能及时了解自己的表现。这一机制的实施不仅促使学员在学习中持续保持高度的参与度,也为他们提供了个性化的学习路径。学员能够通过及时的反馈了解自己的强项和待提升之处,有针对性地调整学习策略。同时,实时评估机制也为培训机构提供了有力的数据支持,以更好地了解学员的学习进度和需求。通过这个机制,学员不再感到在学习中孤立无援,而是能够得到及时的指导和鼓励。这种个性化的学习支持有助于激发学员的学习热情,提高其对培训内容的理解和掌握程度。实时反馈和评估机制因其有效性和灵活性而成为培训平台的亮点,为学员提供了更加个性化、高效的学习体验。

#### 3.4 多维度学习资源

智能变电站继电保护技能培训平台突显了多维度学习资源的重要性,为学员提供了丰富的学习体验。这一特色在培训过程中发挥了关键作用,通过不同形式的资料呈现,满足了学员的多样化学习需求。文字资料为学员提供了理论知识的基础支持,清晰解释了继电保护系统的概念和原理。图形和图表通过直观的方式呈现了复杂概念,帮助学员更容易理解抽象的技术内容。而丰富的视频资源则通过实际操作展示了继电保护系统的工作过程,为学员提供了具体的操作示范。这样的多维度学习资源不仅在形式上多样,更在内容上全面,使学员能够更全面地理解和掌握继电保护技能<sup>[3]</sup>。通过综合运用文字、图形和视频等多媒体形式,学员在学习过程中能够更容易地保持专注,提高对培训内容的理解和记忆效果。这样的学习资源设计不仅满足了学员的不同学习偏好,也提升了培训的趣味性和实用性。多维度学习资源的有机结合为智能变电站继电保护技能培训平台的成功应用提供了坚实的基础。

#### 3.5 实际场景模拟

智能变电站继电保护技能培训平台通过实际场景模拟,为学员提供了在虚拟环境中进行实际操作和决策的机会。这种模拟性质的学习体验是平台的关键亮点之一。学员能够在虚拟环境中面对真实的工作场景,模拟解决各类问题,从而提高在实际工作中的应变能力和技能水平。通过这种亲身参与的方式,学员可以更深入地理解和应用继电保护技能,增强实际操作的信心和熟练度。实际场景模拟不仅提供了学员在安全环境中进行实际操作的机会,还强化了他们在紧急情况下的冷静应对能力。这种模拟不同于传统的理论学习,而是通过真实感的虚拟场景,使学员能够更贴近实际工作中可能遇到的各种情况。通过模拟实际场景,学员将更好地理解并应用所学的继电保护技能,为他们的实际工作提供了宝贵的实践经验。这样的学习方

式既增加了培训的实用性,也提高了学员在真实工作中的适应性和应变能力。

#### 4 结语

智能变电站继电保护技能培训平台的研发和应用标志着电力系统培训领域的一次重要创新。平台提供的多维度学习资源和实际场景模拟为学员提供更为全面的学习体验,使培训更具趣味性和实用性。引入人工智能技术使得平台具备了持续发展和适应性强的特点,为电力系统维护人员的职业发展开辟了新的道路。展望未来,我们期待该平台不仅能够满足当前电力系统的培训需求,还能够与时俱进,适应电力行业的技术变革和业务挑战。通过不断创新和优化,这一智能培训平台将成为电力系统维护人员培训领域的引领者,为电力行业的可持续发展作出积极的贡献。

#### [参考文献]

- [1]方磊,谢骏,易妍,等.智能变电站继电保护技能培训平台开发及应用[J].电气工程学报,2019,14(2):43-46.
  - [2]韩林洁.具有参数适应性的直流电网功率硬件在环仿真接口算法研究[D].黑龙江:哈尔滨工业大学,2022.
  - [3]纪巍,王琪,贺鸿鹏,等.基于VLAN技术的二次安全防护装置调试培训平台设计[J].内蒙古电力技术,2019,37(5):79-82.
- 作者简介:郭永鑫(1987.8—),男,国网吉林培训中心,高级工程师;曹盛楠(1989.11—),女,国网吉林培训中心,工程师;刘文斌(1986.5—),男,国网吉林省电力有限公司,高级工程师;郝晓明(1994.4—),男,国网吉林培训中心,助理工程师;高洋(1986.8—),男,国网吉林省电力有限公司长春供电公司,高级工程师。

## 基于人工智能的 5G 无线网络智能规划和优化

刘德亮 于祥渠 刘海成 李福江

山东中移通信技术有限公司, 山东 济南 250000

[摘要]随着物联网和大数据产业的崛起, 5G 技术正在成为社会生活的关键部分。这一技术将深刻影响各个领域, 特别是物联网和大数据。同时, 人工智能为各领域带来新的动力。结合 5G 与人工智能将促进新的应用与创新。本文将探讨 5G 中的人工智能集成, 其在网络规划与优化中的应用, 以及面临的挑战和未来趋势。

[关键词]5G 通信系统; 人工智能; 网络规划; 网络优化

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10525

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

### Intelligent Planning and Optimization of 5G Wireless Networks Based on Artificial Intelligence

LIU Deliang, YU Xiangqu, LIU Haicheng, LI Fujiang

Shandong China Mobile Communication Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

**Abstract:** With the rise of the Internet of Things and big data industry, 5G technology is becoming a key part of social life. This technology will profoundly affect various fields, especially the Internet of Things and big data. At the same time, artificial intelligence will bring new impetus to various fields. The combination of 5G and artificial intelligence will promote new applications and innovation. This article will explore the integration of artificial intelligence in 5G, its application in network planning and optimization, as well as the challenges and future trends it faces.

**Keywords:** 5G communication system; artificial intelligence; network planning; network optimization

#### 引言

随着科技的进步, 我们进入了万物互联的新时代。物联网 (IoT) 不仅带来新的通信模式, 还为多个行业和日常生活带来变革。同时, 大数据正在改变我们处理数据的方法。这两大技术的结合在各种场景中都有广泛应用, 如智能农业、智慧交通和家居设备。但这也带来了安全性、隐私和数据管理等挑战。本文将探讨物联网的趋势、应用和挑战, 并结合人工智能, 寻求为未来互联生态提供更智能和高效的解决方案。

#### 1 人工智能技术概述与 5G 无线网络基础知识

##### 1.1 人工智能技术概述

###### 1.1.1 人工智能的基本概念

人工智能是一门研究如何使机器模拟或实现人类认知功能的学科。它旨在开发出能够从经验中学习、适应不确定性、理解自然语言、感知环境或解决复杂问题的算法和模型。

###### 1.1.2 人工智能技术分类

人工智能技术可以分为多种子领域, 包括机器学习、深度学习、神经网络、自然语言处理、计算机视觉、强化学习等。其中, 机器学习和深度学习由于其在多个应用场景中的杰出表现, 尤其受到了广泛关注。

###### 1.1.3 人工智能的发展趋势

随着技术的进步, 人工智能正从简单的任务自动化发展到真正的认知能力。新的算法、更强大的计算硬件以及

海量的数据共同推动了这一变革<sup>[1]</sup>。未来, 人工智能将更加普及, 与更多的设备、应用和服务无缝集成, 为个人和组织创造更大的价值。

#### 1.2 5G 无线网络基础知识

##### 1.2.1 5G 无线网络的重要性

5G, 作为第五代移动通信技术, 不仅仅是其前身 4G 的升级版。其高速、低延迟和大连接数的特点预示着通信技术的一次巨大飞跃。5G 技术的出现不仅将极大地提高移动网络的下载和上传速度, 而且有望为实时通信、远程医疗、自动驾驶车辆等提供关键的技术支持。更重要的是, 5G 网络将作为物联网技术的重要支撑, 使数十亿的设备得以连接并实时通信, 从而彻底改变我们的工作、生活和娱乐方式。

##### 1.2.2 人工智能在无线网络中的应用概述

人工智能与 5G 无线网络的结合为无线通信带来了无数新的可能性。AI 技术可以用于无线网络的规划、运营和维护, 例如通过预测网络流量来动态分配资源, 或通过实时分析网络状态来预防和解决故障。此外, AI 也可以提高无线网络的安全性, 例如通过机器学习来检测和防止网络攻击。在 5G 网络的推动下, 边缘计算也日益受到关注, 这使得 AI 技术可以更接近数据源地进行处理, 从而提高响应速度并减少数据传输的延迟和成本。综上所述, AI 技术在 5G 无线网络中的应用不仅可以提高网络性能, 还有助于创造全新的业务和服务。

## 2 5G 无线网络的规划和优化挑战

### 2.1 传统方法的局限性

传统的无线网络规划和优化方法,多是基于固定的算法和预设的参数,往往在复杂的、动态变化的网络环境中难以满足性能需求。这些方法通常缺乏自适应能力,因此在网络流量突增或当面临不同的网络条件时,很难做出快速和准确的决策。此外,传统方法在处理大规模数据、实时性要求高以及需要复杂计算时,往往面临效率低下和响应延迟的问题。

### 2.2 5G 网络规划的关键挑战

5G 网络,与其前任们相比,引入了许多新技术和新概念,如网络切片、大规模 MIMO 和密集型网络部署等。这些新技术在带来巨大性能提升的同时,也带来了新的规划挑战。例如,如何合理地分配和使用频谱资源,如何进行网络切片以满足不同业务的需求,以及如何在高频段(如毫米波)中进行有效的覆盖和连接等,都是 5G 网络规划中需要克服的关键问题。

### 2.3 5G 网络优化的核心问题

与规划相伴随的是 5G 网络的运营优化问题。随着用户数量和业务量的增长,网络面临的流量压力也随之增加,这就需要实时地进行网络优化以确保服务质量。关键的优化问题包括:如何根据实时流量动态调整网络资源,如何在保证用户体验的同时最大化网络吞吐量,以及如何有效地进行故障检测和恢复等<sup>[2]</sup>。这些问题需要网络具有高度的自适应性和智能化,以满足 5G 时代对网络性能的高要求。

## 3 人工智能的 5G 无线网络智能规划和优化实践

### 3.1 人工智能算法选择与优化

在 5G 无线网络规划和优化中,选择并优化合适的人工智能算法至关重要。根据特定的网络场景和需求,不同的 AI 算法有其独特的优势和适用性。例如,对于网络流量预测,基于时间序列的深度学习模型可能是一个好的选择;而对于动态的资源分配,强化学习可能更具优势,因为它可以实时调整策略以优化网络表现。但选择了合适的算法并不意味着任务就此结束。为了在实际的 5G 环境中获得最佳表现,算法需要经过精细的调优,这可能包括参数选择、特征工程以及模型结构的调整。此外,由于 5G 网络环境和流量模式可能随时间发生变化,持续的模型更新和再训练也是必不可少的。

### 3.2 数据驱动的网络规划方法

在传统的网络规划过程中,决策往往基于经验和预设的模型。然而,随着 5G 网络的复杂性不断增加,这种方法变得难以满足现实需求。数据驱动的网络规划方法应运而生,它利用大量的实际网络数据来指导和优化规划决策。首先,通过对大量的历史和实时网络数据进行分析,可以更准确地预测未来的流量需求、设备故障率以及用户行为模式。这种预测为网络资源的分配和管理提供了坚实的数据基础,从而可以更好地满足用户需求,同时避免资源的

浪费。其次,数据驱动的方法允许网络自适应地调整其配置。例如,通过对数据进行实时分析,网络可以在高流量时段自动增加资源,而在低流量时段相应减少,从而实现资源的动态管理。此外,数据驱动的规划方法也为网络提供了更强的故障预测和诊断能力。通过对故障数据的深入分析,可以预测哪些设备或网络段可能出现故障,并及时进行维护,从而大大提高了网络的稳定性和可靠性。

### 3.3 5G 网络在城市规划中的应用

随着智慧城市理念的普及和技术的进步,5G 网络逐渐在城市规划中占据了重要地位。这一代无线通信技术不仅仅为个人用户提供了更快速、更稳定的连接,还为城市基础设施和服务的创新与升级铺设了基础。首先,5G 网络为城市的交通管理提供了巨大的帮助。借助 5G 高速和低延迟的特点,城市交通信号系统可以实时响应路况变化,自动调整信号时长以减少交通拥堵。同时,与自动驾驶技术结合,5G 也能为无人驾驶公共交通工具如公交和出租车提供实时数据交换和远程控制。其次,在公共安全方面,5G 网络也起到了关键作用。高清摄像头和传感器可实时传输街道、公园或其他公共区域的图像和数据至指挥中心,确保迅速应对各种突发情况,如火灾、事故或犯罪活动<sup>[3]</sup>。再者,5G 网络也为公共服务带来了创新。例如,垃圾回收和管理现在可以通过智能传感器实时监控,确保及时清理;公共照明系统可以根据实际需要自动调整亮度,节省能源。此外,5G 在文化和娱乐领域的应用也不容忽视。高速网络使得虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术在公共艺术和历史展览中得以应用,为市民提供沉浸式的体验。

### 3.4 动态网络优化与自适应调整

#### 3.4.1 单站点优化

单站点优化主要关注单个基站或通信节点的性能提升。通过实时收集和分析该站点的数据(如信号强度、干扰水平、用户连接数等),优化算法可以调整发射功率、信道分配和调制方式等参数,以确保用户获得最佳的通信体验。此外,当检测到特定的问题或故障时,系统还可以自动进行故障排除或转移用户到其他健康的基站,从而最大化服务的可用性和稳定性。

#### 3.4.2 分簇优化

在更宏观的层面,分簇优化考虑的是一组相互关联的基站或节点。这些基站可能共享相同的资源,如频谱和传输链路,因此需要协同工作以确保整体网络的性能。通过对这些基站的联合数据分析,系统可以确定如何最优地分配资源、平衡用户负载以及减少相互之间的干扰。例如,当某一基站过载时,相邻的基站可以提供额外的资源支持,或者吸引部分用户以减轻负载。

#### 3.4.3 分区优化

分区优化涉及的是整个网络的大范围区域,如一个城市或大型设施。在这一层面,优化策略需要考虑多种因素,如用户密度、地理信息、历史流量模式等,以制定整体的

网络部署和管理策略。例如，系统可以预测某一地区在特定时间的流量高峰，并提前调整网络配置以应对这一需求。同时，分区优化也可以为未来的网络扩展和升级提供重要的参考信息，确保网络始终能够满足用户的需求。

### 3.5 故障检测和预测

在复杂的 5G 网络环境中，故障检测和预测成为了确保网络正常运行的关键环节。由于 5G 网络的高密度部署、大规模设备连接和多样化的业务需求，传统的故障管理方法面临着巨大的挑战。这要求网络不仅能够快速响应已发生的故障，而且还需要具备预测潜在故障的能力。使用先进的机器学习和人工智能技术，系统可以实时分析大量的网络数据，如信号质量、数据传输速率和设备状态等，从而及时发现异常表现。当检测到与正常工作模式不符的数据模式时，系统会立即触发故障报警，并提供可能的故障原因和解决建议。更为重要的是，这些技术还可以进行故障预测。通过分析历史数据和当前网络状况，算法可以预测某个设备或网络段在未来的某个时间点可能出现的故障<sup>[4]</sup>。这种早期预警不仅可以为网络运维团队提供宝贵的时间来采取预防措施，而且还可以避免因故障导致的业务中断和经济损失。

### 3.6 基于 AI 的 5G 网络规划与性能优化实践

5G 网络因其广泛的应用场景和复杂的技术构成而备受关注。随着网络日益复杂化，传统的规划和优化手段已难以满足高效、稳定的网络运行需求。人工智能 (AI)，作为当前的前沿技术，为 5G 网络的规划和性能优化提供了全新的思路 and 手段。基于 AI 的 5G 网络规划首先是在预测方面取得了显著的进展。通过深度学习模型，可以准确预测未来的网络流量，这对于资源配置、网络拓扑设计等方面都有着至关重要的意义。例如，对于一个大型公共活动，如音乐会或体育赛事，AI 模型可以预测出活动期间的流量高峰，从而指导运营商提前进行资源的扩充和调整。性能优化方面，AI 技术同样展现出了巨大的潜力。传统的性能优化通常依赖于经验规则，但在 5G 环境中，这些规则可能不再适用<sup>[5]</sup>。而 AI，特别是强化学习，可以在实际运行中自动调整和优化网络参数，实现动态的资源分配和流量调度。例如，当某一区域的用户数量突然增加时，AI 系统可以自动分配更多的资源至该区域，确保用户体验。此外，基于 AI 的方法还可以实现更智能的故障定位和恢复。当网络中出现故障时，AI 系统可以快速定位故障原因，并自动采取措施进行恢复，大大缩短了故障恢复时间。

## 4 未来发展趋势及挑战

### 4.1 5G 与 6G 的过渡期

5G 网络虽然仍处于早期部署阶段，但科研和工业界

已经开始研究 6G 技术。预计在本世纪 30 年代，6G 将正式商用。这意味着，很快将进入一个 5G 和 6G 并存的过渡时期。这个时期将面临诸多挑战，例如如何确保两个技术的平滑集成、如何最大限度地利用 5G 设备和基础设施，以及如何为用户提供无缝的网络体验。同时，6G 预计将引入更多的创新技术，如更高频率的信号传输、更先进的人工智能应用等，这也将对网络规划和优化提出新的要求。

### 4.2 人工智能在更高级网络中的潜在应用

随着网络技术的进步，人工智能的作用将变得更为关键。在 6G 和更高级的网络中，AI 不仅将用于网络规划和优化，还可能直接参与到通信过程中，如智能调制解调、自适应编码等。此外，随着端到端的 AI 通信技术的发展，未来的通信网络可能会完全基于 AI，从信号传输到数据处理，都将由 AI 系统自主完成。这将极大地提高网络的效率和灵活性，但同时也带来了更高的设计和实施复杂性。

### 4.3 技术与伦理的平衡

随着 AI 技术在通信网络中的广泛应用，技术与伦理的问题也逐渐浮出水面。例如，为了提高网络性能，AI 系统可能需要收集和分析大量的用户数据，这涉及到用户隐私和数据安全的问题。此外，当 AI 系统拥有更多的决策权时，如何确保其公正、透明和可靠也成为了一个重要问题。为了解决这些挑战，未来的研究和实践需要更加重视伦理和社会价值，确保技术的发展真正造福于人类。

## 5 结语

随着 5G 技术的普及和与人工智能的融合，全球通信领域正面临巨大变革。这不仅标志着技术的进步，还预示着生活和工作方式的转变。但这种进展也带来了挑战，如网络稳定性和伦理隐私问题。展望未来，随着 6G 等技术的发展，通信的前景令人充满期待。我们相信，这些技术将为人类构建一个更加连接和智能的未来。

### [参考文献]

- [1]黄宗伟. 基于人工智能的 5G 无线网络通信速率优化系统设计[J]. 电子设计工程, 2022, 30(22): 165-168.
  - [2]董敬磊. 人工智能视角下 5G 无线网规划和优化研究[J]. 信息记录材料, 2022, 23(9): 186-188.
  - [3]王浩, 赵伦. 人工智能在 5G 无线网络优化中的设计与实现 [J]. 武汉工程职业技术学院学报, 2021, 33(4): 21-24.
  - [4]杨焱. 人工智能视角下的 5G 无线网络智能规划和优化 [J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11(4): 103-104.
  - [5]何治东, 黄欢. 人工智能视角下 5G 无线网规划和优化 [J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2019(2): 180-181.
- 作者简介: 刘德亮 (1984.1—), 男, 大学本科。

## 智能化技术在电气工程自动化控制中的具体应用探析

柳 栋<sup>1</sup> 朱志成<sup>2</sup> 郭瑞鹏<sup>2</sup> 王学英<sup>1</sup> 寇尊棋<sup>1</sup>

1 内蒙古承泰建设工程科技有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017400

2 内蒙古伊泰化工有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017400

**[摘要]** 电力产业作为国民经济支柱, 在社会发展中面临着不断增长的电力需求。随着制造业和其他领域市场的扩展, 对电力及相关产业的需求也迅速增加。智能技术的崛起为电气工程带来了革命性变革。智能化技术的应用使传统的重复性生产活动变得更高效, 减轻了人工劳动负担。文章介绍了智能化技术的基本概念和电气工程自动化的背景, 接着探讨了智能技术在电力产业中的优势, 以及详细分析了电气工程自动化控制中智能化技术的多个应用领域。最后, 展望了电气工程自动化控制中智能化技术的未来前景, 包括工业变革的加速、与信息技术深度融合和可持续绿色电力工程的发展。电气智能是推动电力及相关产业不断发展的关键因素, 也将塑造未来工业和社会的格局。

**[关键词]** 智能化技术; 电气工程; 自动化控制; 具体应用

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10536

中图分类号: TM76

文献标识码: A

### Analysis of the Specific Application of Intelligent Technology in Electrical Engineering Automation Control

LIU Dong<sup>1</sup>, ZHU Zhicheng<sup>2</sup>, WU Ruipeng<sup>2</sup>, WANG Xueying<sup>1</sup>, KOU Zunqi<sup>1</sup>

1 Inner Mongolia Chengtai Construction Engineering Technology Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

2 Inner Mongolia Yitai Chemical Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

**Abstract:** As a pillar of the national economy, the power industry is facing increasing demand for electricity in social development. With the expansion of manufacturing and other markets, the demand for electricity and related industries is also rapidly increasing. The rise of intelligent technology has brought revolutionary changes to electrical engineering. The application of intelligent technology has made traditional repetitive production activities more efficient and reduced the burden of manual labor. The article introduces the basic concepts of intelligent technology and the background of electrical engineering automation, then explores the advantages of intelligent technology in the power industry, and analyzes in detail the multiple application fields of intelligent technology in electrical engineering automation control. Finally, the future prospects of intelligent technology in electrical engineering automation control were discussed, including the acceleration of industrial transformation, deep integration with information technology, and the development of sustainable green power engineering. Electrical intelligence is a key factor driving the continuous development of the power and related industries, and will also shape the future industrial and social landscape.

**Keywords:** intelligent technology; electrical engineering; automation control; specific application

### 引言

随着科技的不断进步和社会的持续发展, 电气工程自动化领域正迅速演变并融入到日常生活和各个产业中。电力产业, 作为国民经济的重要支柱, 扮演着关键的角色, 满足着不断增长的电力需求。同时, 制造业和其他领域也在迅速扩展, 对电力及相关产业提出了更高的要求。在这个变革时代, 智能化技术的兴起为电气工程带来了新的机遇和挑战。

本文的主要目的是探讨电气工程自动化领域中智能化技术的应用和发展。首先将介绍智能化技术的基本概念, 同时回顾电气工程自动化的历史和背景。随后, 将深入研究智能技术在电力产业中的各种优势, 包括简化操作、提高控制性能、改进数据处理准确性、优化资源利用以及提升安全性。接下来, 将详细探讨电气工程自动化控制中智能化技术的多个应用领域, 包括日常操作、故障诊断、设

计优化和能源管理。最后, 展望了电气工程自动化控制中智能化技术的未来前景, 包括推动工业变革、与信息技术深度融合以及促进可持续绿色电力工程的发展。全面地理解了电气工程自动化控制中智能化技术的重要性, 以及它如何塑造未来的电力产业和社会。随着智能时代的到来, 电气智能将继续引领技术的进步和社会的发展。

### 1 智能化技术及其电气工程自动化概念

在电气工程自动化领域, 智能化技术是一项重要的创新, 它重新定义了电力系统的运行和控制方式。智能化技术基于先进的计算和通信技术, 以及人工智能和机器学习等前沿概念, 用于实现自动化系统的智能化和优化。这一节将介绍智能化技术的基本概念以及它如何应用于电气工程自动化中。

智能化技术, 顾名思义, 是指使系统具备智能行为和决策能力的技术。它包括了多个关键要素, 如传感器和数

据采集、实时数据分析、自动控制和决策制定。在电气工程自动化中，这些要素结合起来，使得电力系统能够感知环境、分析数据，以及自动调整操作参数，以满足不断变化的需求和条件。

电气工程自动化的概念是将现代自动化技术应用于电力系统的各个方面，从电力生产到分配和消费。它旨在提高电力系统的效率、可靠性和可维护性，同时降低操作和维护的成本。电气工程自动化的关键是实现电力系统的监测、控制和优化，以使其能够适应不断变化的电力需求和条件。

## 2 在当前电气工程自动化控制中运用智能技术的优势

### 2.1 操作流程简化

在现代电气工程自动化中，智能技术极大地简化了操作流程，带来了许多显著优势。传统的电力系统操作需要大量的人工干预和监控，操作员需要持续监视系统状态并手动调整参数以满足电力需求。然而，随着智能化技术的应用，这些繁琐的任务得以自动化执行。智能化系统能够通过实时监测和数据分析来识别电力系统中的变化和请求，例如电力负载的变化。一旦检测到这些变化，系统可以自动调整发电机的输出、开关设备的状态以及电网配置，以适应新的运行条件，而无需人工干预<sup>[1]</sup>。这使得电力系统的操作变得更加高效、响应更加迅速，同时减少了人为错误的风险。此外，智能化系统还能够进行实时的预测和优化，以确保电力系统的稳定性和可靠性。它可以分析历史数据和实时信息，以确定最佳操作策略，并根据需求进行动态调整。这意味着电力系统可以更好地应对快速变化的电力需求，提高了系统的灵活性和适应性。

### 2.2 提高电气工程系统的控制性能

智能技术在电气工程自动化中不仅简化了操作流程，还显著提高了电气工程系统的控制性能。这方面的优势是多方面的，涵盖了以下几个关键方面：首先，智能系统能够实时监测电力系统的状态和运行情况。通过传感器和数据采集设备，系统可以收集大量的实时数据，包括电压、电流、频率等参数。这些数据被送入智能控制算法进行分析，以识别任何潜在问题或异常情况。这种实时监测和分析的能力使系统能够更快速地做出反应，防止故障的发生或迅速应对故障。其次，智能系统可以根据实际需求自动调整电力系统的参数。无论是电力负载的变化、新的电源接入还是网络配置的调整，智能系统都可以迅速做出相应的决策和控制。这提高了电力系统的灵活性，使其能够适应不同条件下的需求，无论是高峰时段还是非峰时段。此外，智能化技术还能够进行预测性控制。通过数据分析和预测算法，系统可以预测未来的电力需求和系统负载，并提前采取措施以确保系统的稳定性。这种预测性控制有助于减少紧急情况的发生，提高了系统的可控性和可靠性。

### 2.3 能够确保各项数据处理的准确性

在电气工程自动化中，智能技术的应用确保了各项数

据处理的高准确性。这一点对于电力系统的可靠运行和决策制定至关重要。以下是智能技术在确保数据准确性方面的关键优势：首先，智能系统通过自动化数据采集和传输，减少了数据输入错误的风险。传感器和监测设备可以实时捕获电力系统的各项参数，将数据自动传输到中央控制系统，避免了手动输入数据时可能出现的人为错误。这样可以确保数据的准确性和一致性。其次，智能系统通过数据分析和验证算法，能够自动检测和纠正异常数据。如果某个数据点超出了正常范围，系统会自动发出警报，并进行数据修正或标记，以确保后续决策基于可信的数据。这降低了因数据异常而导致的错误决策的风险。另外，智能系统还能够整合多个数据源，进行数据关联和综合分析。这有助于消除数据不一致性和冲突，提供更全面的信息，以支持更高质量的决策制定。最后，智能系统可以建立历史数据记录和存档，以便后续审查和分析。这有助于监督系统性能、识别潜在问题，并进行故障排查。历史数据的准确性和可访问性对于系统维护和改进至关重要。

### 2.4 优化资源利用

在电气工程领域，资源的有效利用是至关重要的。智能化技术在这方面发挥了关键作用，通过实时监测和优化来提高资源的利用率。以下是智能技术在优化资源利用方面的具体优势：首先，智能系统能够实时监测电力系统中各种资源的使用情况，包括电力、燃料和设备。它可以分析不同资源的需求模式，并根据需求进行动态调整。例如，系统可以根据电力负载的变化来调整发电机的输出，以确保资源的有效利用，减少不必要的浪费。其次，智能系统可以进行资源的预测性分析。通过历史数据和预测算法，系统可以预测未来资源需求的趋势，并提前做好准备。这有助于避免资源短缺或过剩，提高了资源的合理配置和利用效率。另外，智能系统还能够进行跨资源的协同优化。它可以综合考虑电力、燃料、设备和人力等多个资源因素，找到最佳的资源配置方案。这有助于降低运营成本、提高效率，并促进可持续性资源管理。

### 2.5 提高安全性和可靠性

除了资源优化外，智能技术还在电气工程自动化中提高了安全性和可靠性。以下是智能技术在这方面的关键优势：首先，智能系统能够自动检测和识别电力系统中的异常情况。它可以监测电力设备的状态、电力负载的变化以及网络故障等因素，一旦发现异常，系统将立即采取措施，如切断电源或自动调整操作，以减小故障或安全风险。其次，智能系统可以进行安全性分析和风险评估。它能够识别潜在的安全威胁，并提前采取措施来降低风险。这有助于预防事故的发生，保障电力系统的安全运行。最后，智能系统还提高了电力系统的可靠性。它可以自动进行故障诊断和恢复操作，减少了系统停机时间，确保了持续供电。这对于电力系统的可靠性和鲁棒性至关重要，特别是在面临突发故障或恶劣环境条件时。

### 3 电气工程自动化控制中智能化技术的应用探析

#### 3.1 电气设备的日常操作过程中的应用

智能化技术在电气工程中的日常操作中发挥了重要作用。通过自动化控制系统,电力设备如变压器、发电机和开关设备可以实现远程监控和自动调节。这意味着操作人员可以更轻松地管理电力系统的运行,减少了人工操作的需求。此外,智能化系统还可以实时监测设备的状态,并在出现异常情况时采取及时的措施,提高了设备的可靠性和安全性。

#### 3.2 智能化技术在故障诊断技术的相关应用

故障诊断对于电气工程的运行至关重要。智能化技术可以应用于故障检测和诊断,通过数据分析和机器学习算法,系统能够检测设备故障的迹象,并提前警示操作人员。这有助于减少设备的停机时间,提高了电力系统的可用性<sup>[2]</sup>。此外,智能化系统还可以为故障的快速定位和修复提供支持,缩短了维修周期。

#### 3.3 用于优化设计的智能技术

在电气工程的设计阶段,智能化技术也发挥着重要作用。它可以用于优化电力系统的设计,包括电网拓扑、设备配置和输电线路规划<sup>[3]</sup>。通过模拟和仿真,系统可以评估不同设计方案的性能,从而帮助工程师做出更明智的决策。这有助于降低工程成本,提高系统效率,实现资源的更好利用。

#### 3.4 能源管理和优化

智能化技术在电气工程中的能源管理和优化方面发挥了关键作用。它可以实时监测电力系统的能源消耗,并根据需求进行调整,以最大程度地减少能源浪费。此外,智能系统还可以协助电力公司实施负荷管理策略,以平衡供求关系,降低高峰负荷的风险,提高电力系统的稳定性。

#### 3.5 温度和湿度监控

温度和湿度监控在电气工程中具有重要意义,特别是在维护设备的可靠性和安全性方面。智能化技术在温度和湿度监控方面提供了精确的工具,以下是其应用的详细描述:电气设备的运行过程中,温度和湿度的变化可以对设备的性能和寿命产生重大影响。智能化系统可以实时监测设备所在环境的温湿度情况,并将数据传输到中央控制系统进行分析。如果温度或湿度超出了设定的安全范围,系统将发出警报并采取必要的措施,如自动启动降温或加湿设备,以确保设备的正常运行。此外,温度和湿度监控也有助于防止设备过热或过冷。系统可以自动调整设备的工作状态,以避免温度超出安全范围。这对于电力设备的保护和维修至关重要,可以延长其寿命并减少故障的风险。智能化系统还能够记录温度和湿度数据,用于后续分析和报告。这些数据可以用于制定更有效的设备维护计划和优化设备的运行条件。同时,它们还可以用于满足监管要求和报告需求,确保设备的运行符合标准和规定。

### 4 智能化技术在电气自动化控制中的应用前景

#### 4.1 电气工程及其自动化技术的高频发展

电气工程自动化领域正迅速发展,并且未来的前景充

满了潜力。随着电力需求的不断增长和能源行业的不断演变,电气工程自动化将继续高频发展。未来的电力系统将需要更高效、更可持续、更智能的解决方案,以满足社会的需求。这将催生更多的创新和技术进步,包括智能化技术的更广泛应用,以实现更高水平的电力系统自动化。

#### 4.2 电气工程及自动化技术将与信息技术深度融合

未来,电气工程自动化技术将与信息技术深度融合,形成更为综合和协同的系统。互联网、大数据、云计算和人工智能等信息技术将与电力系统相互交织,为智能电气工程提供更多的机会。这种深度融合将改变电力系统的运行方式,提高系统的智能性和可控性<sup>[4]</sup>。例如,智能电网将能够实现分布式能源管理、智能负荷预测和自动化的电力市场运营,以更好地满足未来的电力需求。

#### 4.3 可持续性和绿色电气工程

可持续性和绿色电气工程将成为未来的主要发展方向。随着环境意识的提高和对碳排放的关注,电力产业将更加注重可持续发展。智能化技术将在实现可再生能源集成、电力系统优化和能源效率提高方面发挥关键作用。未来的电力系统将更加清洁、高效,并更好地适应可再生能源的波动性。

### 5 结语

在电气工程自动化控制领域,智能化技术的应用已经展现出了巨大的潜力和重要性。智能技术展现了在电力产业及相关领域中的多重优势,包括操作流程简化、提高控制性能、确保数据处理的准确性、优化资源利用以及提高安全性和可靠性。详细分析了智能化技术在电气工程自动化控制中的多个应用领域,包括日常操作、故障诊断、设计优化、能源管理以及温度和湿度监控。随着智能时代的到来,电气智能将继续推动电力及相关产业的发展。电气工程及其自动化技术将在未来迎来高频发展,与信息技术深度融合,推动工业变革的加速,并促进可持续绿色电力工程的发展。让我们期待智能化技术的不断创新和应用,以满足电力领域不断增长的需求,塑造更加智能、高效和可持续的电力未来。电气工程自动化领域将继续发挥关键作用,引领着技术的进步,推动社会的发展,迎接智能时代的挑战。

#### [参考文献]

- [1]夏正杰. 电气工程自动化系统中的智能化技术分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(8): 322-323.
- [2]黄剑. 电气工程及其自动化的智能化技术应用与发展[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(9): 114-116.
- [3]赵云. 电气工程及其自动化的智能化技术应用实践[J]. 中国高新科技, 2022(8): 14-16.
- [4]高思远. 基于电气工程自动化的智能化技术应用探讨[J]. 专用汽车, 2021(12): 60-63.

作者简介: 柳栋(1990.10—), 学历: 本科, 目前职务: 电气工程师。

## 自动化技术在机械设计制造中的应用分析

巩刘彦

甘肃省陇南市宕昌县职业中等专业学校, 甘肃 陇南 748500

**[摘要]** 自动化技术在机械设计与制造领域的发展具有至关重要的关键作用, 能够显著提升设计与制造的效率、确保产品质量与工作安全, 同时有助于简化流程并降低能源消耗。机械设计制造企业能够充分应用自动化技术中的虚拟化、数字化控制和电子智能化技术, 同时强化柔性应用和集成化应用, 以优化制造工艺并提升生产技术水平。文中将全面探讨自动化技术在机械设计与制造领域的关键作用, 深入分析其价值与具体应用, 并展望了新时期我国机械制造自动化的发展趋势, 为业界提供了重要的指导与参考。

**[关键词]** 自动化技术; 机械设计制造; 应用

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10537

中图分类号: TH12-42

文献标识码: A

### Application Analysis of Automation Technology in Mechanical Design and Manufacturing

GONG Liuyan

Gansu Longnan Tangchang Vocational Secondary Vocational School, Longnan, Gansu, 748500, China

**Abstract:** Automation technology plays a crucial role in the development of mechanical design and manufacturing, significantly improving the efficiency of design and manufacturing, ensuring product quality and work safety, and helping to simplify processes and reduce energy consumption. Mechanical design and manufacturing enterprises can fully apply virtualization, digital control, and electronic intelligence technologies in automation technology, while strengthening flexible and integrated applications to optimize manufacturing processes and improve production technology levels. The article comprehensively explores the key role of automation technology in the field of mechanical design and manufacturing, analyzes its value and specific applications in depth, and looks forward to the development trend of mechanical manufacturing automation in China in the new era, providing important guidance and reference for the industry.

**Keywords:** automation technology; mechanical design and manufacturing; application

#### 引言

自动化技术的应用在机械设计制造领域中具有重要意义, 它不仅可以提高生产效率, 还能够降低生产成本, 提高产品质量, 并在制造流程中引入创新。本文将探讨自动化技术在机械设计制造中的关键作用, 还分析了自动化技术在降低人工成本、提高生产效率、降低设备能耗和促进创新设计方面的价值。详细介绍自动化技术在机械设计制造中的具体应用, 包括集成化、数字化、柔性化、数控加工、智能化和虚拟化应用。最后部分将关注新时期中国机械制造自动化的发展趋势, 包括数字化、全球化、虚拟化、智能技术、人力资源整合以及数据安全与防护。通过深入探讨这些关键领域, 更好地理解自动化技术对机械设计与制造行业的重要性以及其未来发展趋势。

#### 1 机械设计制造中应用自动化技术的重要性

##### 1.1 实现生产装配自动化

实现生产装配自动化在机械设计制造领域具有显著的重要性。通过引入自动化装配系统, 企业能够大幅提高产品装配的效率和准确性。这意味着在装配过程中, 不再需要依赖人工操作, 从而降低了人为错误的风险。此外, 自动化装配系统还能够处理复杂的装配任务, 包括微小零

件的安装和精密零件的调整, 这些任务对于人工操作来说可能会非常困难。总的来说, 实现生产装配自动化不仅提高了生产速度, 还提高了产品质量, 同时减少了生产过程中的人工成本。

##### 1.2 拓展自动化系统应用

拓展自动化系统应用是机械设计制造领域中的一项目标关键举措。这包括将自动化技术扩展到生产线的不同阶段, 以覆盖整个生产过程。通过综合应用自动化系统, 企业可以实现无缝的协作和信息流通, 从而提高生产效率并减少生产周期。例如, 自动化系统可以将设计数据直接传递给生产设备, 从而消除了手动数据输入的错误和延迟。此外, 拓展自动化系统应用还有助于生产计划的优化和资源利用的最大化, 使企业更具竞争力。

##### 1.3 实现自动化控制管理

实现自动化控制管理是确保生产过程稳定性和一致性的关键因素。自动化控制系统可以监测并调整生产参数, 以确保产品在规定的质量标准下生产。这对于高精度和高要求的机械制造非常重要, 如航空航天和医疗设备制造。自动化控制管理还可以迅速响应生产中的问题, 减少生产停机时间。此外, 它可以记录和存储生产数据, 用于质量追溯和改进<sup>[1]</sup>。

总的来说,实现自动化控制管理有助于确保制造过程的可控性和可重复性,从而提高了产品质量和客户满意度。

## 2 自动化技术应用于机械设计制造的价值

### 2.1 降低人工成本

自动化技术在机械设计制造中的应用带来了显著的人工成本降低。通过引入自动化系统,企业可以减少对大量劳动力的依赖,尤其是在重复性高、繁琐的生产任务上。机器人、自动化装配线和数控机床等自动化设备能够代替人工完成许多工序,从而降低了劳动力成本。此外,减少了人工操作还有助于减少人为错误,提高了产品质量,降低了废品率。总之,降低人工成本是自动化技术在机械设计制造中的一项重要价值,有助于提高企业的竞争力。

### 2.2 提高生产效率

自动化技术的应用显著提高了生产效率。自动化系统能够以高速且高精度执行任务,比人工操作更快更准确。这意味着生产能力可以大幅提升,生产周期缩短,客户订单能够更快地交付。此外,自动化系统可以在连续生产中工作,减少生产停机时间,进一步提高了生产效率。通过实时监控和控制,自动化技术还能够迅速应对生产过程中的变化,确保生产稳定性。因此,提高生产效率是自动化技术应用于机械设计制造的另一个关键价值。

### 2.3 降低设备能耗

自动化技术还有助于降低设备能耗,有利于可持续生产。自动化系统通常可以精确控制设备的运行,使其在需要时运行,而在空闲时自动关闭或进入低能耗模式。这有助于节省电力、燃料和其他资源,减少了生产过程的环境影响。此外,自动化技术还可以通过优化生产计划和资源利用来减少能源浪费。这不仅降低了生产成本,还有助于企业履行可持续发展的社会责任。

### 2.4 促进创新设计

自动化技术的应用不仅仅是生产效率和成本的改进,还有助于促进创新设计。自动化系统可以加速产品开发过程,使设计师能够更快地进行原型制作和测试。虚拟化技术和数字化模拟使得设计变得更加灵活,可以快速尝试不同的设计方案<sup>[2]</sup>。此外,自动化控制和数据分析技术使得产品性能的监测和改进变得更加容易。因此,自动化技术不仅改善了生产过程,还有助于创新设计,使企业能够不断推出具有竞争力的新产品。

## 3 自动化技术在机械设计制造中的具体应用

### 3.1 集成化应用

集成化应用在机械设计制造领域扮演着至关重要的角色。这一领域旨在将不同的自动化组件和系统整合在一起,以实现生产流程的无缝协同工作和信息共享。集成化应用的关键是建立一个高度协调的生产生态系统,其中包括生产计划系统、物流管理系统、自动化生产线以及其他关键组件。例如,当生产计划系统与物流管理系统紧密集成时,生产计划可以更准确地响应市场需求的变化。这允许企业实现Just-In-Time (JIT) 生产,减少库存水平和浪费。此外,

生产计划系统可以与自动化生产线无缝连接,确保生产过程的高效性和准确性。集成化应用还有助于实现定制化生产。通过将自动化系统整合,企业可以轻松地在生产过程中进行更改,以满足客户特定的订单需求。这种灵活性是满足现代市场需求的关键,因为客户越来越追求个性化的产品。

### 3.2 数字化应用

数字化应用在机械设计制造领域具有关键作用,它代表了将设计、制造和测试过程数字化的趋势,旨在更好地管理和优化这些关键环节。这一趋势的核心在于创建数字化模型和虚拟环境,以改善产品开发和制造流程的效率和质量。首先,数字化应用通过数字化模型的使用,降低了对物理原型的需求。设计师可以利用计算机辅助设计(CAD)工具创建精确的数字模型,进行设计验证和性能仿真,减少了制造物理原型的时间和成本。这不仅加速了产品开发周期,还减少了制造过程中的试错机会。其次,数字化应用还包括数字孪生技术的应用。这意味着实际产品与数字模型之间建立了密切的联系,实时监测和比较产品在运行时的性能与数字模型的预期性能。这使得制造企业能够更好地预测和诊断问题,提高产品质量,并及时采取措施进行调整和改进。最重要的是,数字化应用改善了协同工作和信息共享。设计团队、制造团队和测试团队可以在数字环境中协同工作,即使在地理位置分散的情况下也能进行实时协作。这种协同工作有助于减少沟通和信息传递的延迟,提高了决策的速度和准确性。

### 3.3 柔性化应用

柔性化应用在机械设计制造领域具有重要意义,它代表了自动化系统的灵活性,有能力适应多样化的生产需求和快速变化的产品要求。这种应用通过可编程的机器人、自动化装配线以及多功能工作单元的使用,使生产过程变得更加灵活、高效,具有适应性。首先,柔性化应用的核心是可编程的机器人技术。这些机器人可以快速地适应新产品的装配需求,无需繁重地重新设置或更换装配线。这使得企业能够更迅速地推出新产品,满足市场的多样化需求,从而提高了市场竞争力。此外,可编程机器人还能够处理高度定制化的生产,为客户提供定制化的解决方案。其次,柔性化应用有助于降低生产停机时间。传统的生产线通常需要较长的停机时间来适应新产品或更改生产任务,而柔性化自动化系统可以实现快速切换和调整,减少了生产线的无效停机时间。这意味着生产效率得到提高,生产能力得到充分利用<sup>[3]</sup>。最重要的是,柔性化应用支持定制化生产。现代市场对于个性化和定制化产品的需求不断增加,因此制造企业需要具备灵活性,以满足客户多样化的需求。柔性化自动化系统可以根据客户的具体要求进行调整,从而生产出符合客户期望的产品。这种个性化生产有助于提高客户满意度,同时也为企业创造了竞争优势。

### 3.4 数控加工应用

数控加工应用是自动化技术在机械制造中的传统应用之一。数控机床能够根据数字化设计图纸精确加工工件,

无须人工干预。这不仅提高了加工的精度和一致性，还降低了加工时间和废品率。数控加工应用广泛用于制造各种零部件和组件，包括航空发动机零件、汽车零件和精密仪器。数控技术的不断发展使得加工能力越来越高，为高精度和复杂性的产品制造提供了关键支持。

### 3.5 智能化应用

智能化应用涉及将自动化技术与人工智能(AI)相结合，以实现更智能的制造过程。智能机器人、自动化视觉系统和智能监控系统能够实时收集和分析生产数据，以进行决策和优化。例如，自动化视觉系统可以用于检测产品缺陷，而智能监控系统可以预测设备的维护需求，减少突发故障。智能化应用不仅提高了生产的稳定性和可靠性，还为制造企业提供了数据驱动的决策支持。

### 3.6 虚拟化应用

虚拟化应用涉及使用虚拟技术创建虚拟模型和仿真环境，以进行设计验证和工艺规划。虚拟化应用可以用于虚拟原型制作、工艺仿真和生产线规划。通过虚拟模拟，制造企业可以在实际生产之前发现并解决潜在的问题，从而节省时间和资源。此外，虚拟化应用还支持工艺优化和流程改进，以提高生产效率和质量。这种应用在大规模生产之前提供了重要的测试和验证手段，有助于降低开发成本和风险。

## 4 新时期我国机械制造自动化发展趋势

### 4.1 机械制造数字化

在新时期，我国机械制造业正积极迎接数字化转型的浪潮。数字化制造涉及将整个生产过程数字化，包括设计、制造、测试和监控。这一趋势将使企业能够更好地管理和优化生产过程，提高生产效率和质量<sup>[4]</sup>。数字化制造还促使机械设计制造企业采用先进的设计和仿真工具，如计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助工程(CAE)，以便更快地开发新产品。此外，数字化制造还支持实时数据分析，有助于快速决策和生产过程的持续改进。

### 4.2 机械制造全球化

机械制造全球化是我国机械制造业的另一个显著趋势。随着全球供应链的不断发展和国际市场的扩大，机械设计制造企业将不得不适应跨国生产和国际市场需求。这可能涉及到建立国际化的合作伙伴关系、跨国生产基地的建设以及全球供应链的管理。机械制造全球化不仅为企业提供了更广阔的市场，还带来了国际竞争的挑战，要求企业不断提高自身的竞争力和创新能力。

### 4.3 机械制造虚拟化与智能技术

虚拟化和智能技术在机械制造中的应用也是一个重要的趋势。虚拟化技术允许企业在虚拟环境中进行设计、仿真和测试，以减少物理原型的需求和开发成本。智能技术，如人工智能和机器学习，使生产设备能够更好地自我优化和自我维护。智能监控系统可以实时分析生产数据，以预测潜在的故障并提前采取措施。这些技术的应用将使机械制造过程更加智能、高效和可靠。

### 4.4 人力资源整合与发展

机械制造业的自动化趋势将对人力资源产生深远影响。企业将需要培训和吸引拥有数字化和自动化技能的人才，以适应新的生产方式。此外，人力资源整合将涉及到将自动化技术与人力协同工作相结合，以实现更高的生产效率和质量。机械制造企业将需要重视员工的技能发展和职业培训，以确保他们能够适应自动化工作环境。

### 4.5 数据安全与防护

数据安全和防护是机械制造自动化发展的不可忽视的方面。随着生产过程数字化的推进，企业将面临越来越多的数据存储和共享需求。因此，保护生产数据的安全和防止恶意攻击将成为至关重要的任务。企业需要建立强大的网络和数据安全体系，采用加密和安全协议，以确保数据不被未经授权地访问和损坏。同时，灾难恢复计划也应该得到充分关注，以应对可能的数据丢失或破坏事件。

## 5 结语

自动化技术在机械设计制造领域的广泛应用已成为当前和未来的主要趋势。综合分析突显了自动化技术在提高生产效率、降低成本、提高产品质量以及促进创新等方面的关键作用。详细探讨了从实现生产装配自动化、拓展自动化系统应用到实现自动化控制管理等多个方面的自动化技术解决方案，为机械制造企业提供了有力支持。更深入研究了集成化应用、数字化应用、柔性化应用、智能化应用和虚拟化应用等自动化技术领域。最后，展望了新时期我国机械制造自动化的发展趋势，包括数字化、全球化、虚拟化与智能技术、人力资源整合与发展以及数据安全与防护等方面。这些趋势将引领我国机械制造业不断创新，提高其在全球市场中的地位。自动化技术在机械设计制造中的广泛应用将继续塑造未来的制造业。通过积极应对自动化技术的发展，机械制造企业将能够更好地适应不断变化的市场需求，实现可持续增长和竞争优势。

### [参考文献]

- [1]张菊. 自动化技术在机械设计制造中的应用实践[J]. 机械管理开发, 2022, 37(2): 308-309.
  - [2]黄建峰. 自动化技术在机械设计制造中的应用价值[J]. 黑龙江科学, 2021, 12(22): 116-117.
  - [3]陈新伟. 智能自动化技术在机械设计制造中的应用研究[J]. 中国高新科技, 2021(18): 60-61.
  - [4]李国峰. 新形势下机械自动化技术在机械设计制造中的应用分析[J]. 华东纸业, 2021, 51(3): 79-82.
- 作者简介: 巩刘彦(1990.11—), 男, 甘肃兰州理工大学技术工程学院毕业, 本科学历, 机械设计制造及自动化专业, 现任甘肃省陇南市宕昌县职业中等专业学校教师, 中专讲师, 先后获得陇南市中等职业学校学生技能大赛优秀指导教师、陇南市创客教育大赛宕昌县分赛优秀工作者、宕昌县职业中专先进工作者、优秀培训教师、优秀班主任等荣誉称号。

## 变电站电气自动化安全运行的对策探讨

寇尊棋<sup>1</sup> 朱志成<sup>2</sup> 李宗源<sup>2</sup> 柳栋<sup>1</sup> 王学英<sup>1</sup>

1 内蒙古承泰建设工程科技有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017400

2 内蒙古伊泰化工有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017400

**[摘要]** 电气自动化技术崭露头角, 成为提高电力系统安全性和可靠性的关键手段。电气自动化技术通过引入先进的传感器、控制器和自动化系统, 实现了电力系统的智能监测、自动控制和远程管理。它不仅提供了精准的实时数据, 还实现了电力系统在各种异常和故障情况下的快速响应, 有效降低了操作风险, 提高了系统运行的可控性和安全性。文章旨在探讨电气自动化技术在变电站电力安全运行中的关键作用。

**[关键词]** 变电站; 电气自动化; 电力安全

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10535

中图分类号: TM7

文献标识码: A

### Discussion on Countermeasures for Safe Operation of Electrical Automation in Substation

KOU Zunqi<sup>1</sup>, ZHU Zhicheng<sup>2</sup>, LI Zongyuan<sup>2</sup>, LIU Dong<sup>1</sup>, WANG Xueying<sup>1</sup>

1 Inner Mongolia Chengtai Construction Engineering Technology Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

2 Inner Mongolia Yitai Chemical Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

**Abstract:** Electrical automation technology has emerged as a key means to improve the safety and reliability of power systems. Electrical automation technology has achieved intelligent monitoring, automatic control, and remote management of power systems by introducing advanced sensors, controllers, and automation systems. It not only provides accurate real-time data, but also enables rapid response of the power system in various abnormal and fault situations, effectively reducing operational risks and improving the controllability and safety of system operation. The article aims to explore the key role of electrical automation technology in the safe operation of substation power.

**Keywords:** substation; electrical automation; electricity safety

#### 引言

随着社会经济的快速发展, 电力作为现代工业和生活的支柱性能源, 其稳定、高效、安全的供应已成为国家经济发展的关键保障。在这样的背景下, 变电站作为电力系统的关键节点, 承载着电力传输、分配和保护的重要职责, 其稳定运行直接关系到整个电力系统的可靠性和安全性。然而, 面对日益复杂多变的电力环境, 如何保障变电站电力系统的安全运行成为了一个迫切需要解决的问题。电气自动化技术作为当今先进工程领域的代表, 以其智能化、自动化的特点, 成为提高电力系统安全性和效率的重要手段。电气自动化技术的应用不仅能够实现对电力系统各种参数的精准监测, 还能够在系统出现异常时实现快速、准确的响应, 有效避免了人为操作误差带来的风险。

#### 1 变电站电气自动化对电力安全运行的重要性

变电站电气自动化在现代电力系统中扮演着至关重要的角色, 对电力安全运行具有不可替代的重要性。随着电力需求的不断增长和电力系统规模的扩大, 传统的手动操作已经无法满足复杂电网的需求。电气自动化系统通过引入先进的控制技术、传感器和计算机系统, 使得变电站的运行、监测和控制实现了智能化和自动化。首先, 电气自动化系统具备高效、精确的数据采集和处理能力, 能够

实时监测电力系统的各种参数, 包括电流、电压、频率等, 确保电力系统的稳定性和可靠性。通过对系统数据的分析, 可以提前发现潜在问题, 采取相应的措施, 防止事故的发生, 从而确保了电力系统的安全运行。其次, 电气自动化系统在故障检测和处理方面具有独特优势。系统能够迅速识别电力系统中的故障点, 并自动隔离受影响的部分, 保障其他区域的正常供电。这种快速的响应能力大大缩短了故障处理时间, 提高了电力系统的可靠性和稳定性, 保障了用户的用电需求<sup>[1]</sup>。此外, 电气自动化系统还具备远程监控和操作的能力。通过远程控制中心, 运维人员可以随时随地监测电力系统的运行状态, 并进行远程操作和调整, 提高了对电力系统的实时管理水平。这种远程监控功能不仅提高了工作效率, 还降低了运维人员的工作强度, 确保了电气设备的长期稳定运行。变电站电气自动化系统的应用, 不仅提高了电力系统的运行效率和管理水平, 更重要的是保障了电力系统的安全运行。在现代社会中, 电气自动化已经成为电力系统不可或缺的一部分, 为人们的生活和生产提供了可靠的电力保障。

#### 2 变电站电气自动化及电力安全运行实现

##### 2.1 构建合理的电气自动化控制系统

构建合理的电气自动化控制系统是变电站电气自动

化及电力安全运行的基础保障。在现代电力系统中，一个可靠的控制系统是确保电力系统稳定运行的关键。首先，合理的控制系统需要采用先进的硬件设备和高精度的传感器。这些硬件组件负责实时监测电力系统的各项参数，包括电流、电压、频率等，确保数据的准确性和实时性。同时，系统应该具备良好的扩展性，能够容易地适应未来的系统扩展和升级需求，保障系统的可持续发展。系统架构的设计也是至关重要的。一个合理的架构应该具备高度的灵活性，使其能够根据电力网络的变化进行实时调整和优化。灵活性意味着系统能够随时增加或减少控制节点，适应电网拓扑结构的动态变化，确保系统的稳定性。此外，控制系统还应当具备自动化诊断和故障恢复功能。当系统出现故障时，控制系统应该能够快速定位问题并采取自动化措施，以保证电力系统的连续供电，提高系统的可靠性。

## 2.2 分析设计软件系统的情况

电气自动化的软件系统在变电站的运行中扮演着至关重要的角色。首先，分析设计软件系统需要关注用户体验。用户界面应该设计得直观友好，使操作人员能够轻松进行监控和控制。一个清晰、易用的界面可以大大提高操作人员的工作效率，降低操作错误的概率。同时，软件系统的稳定性也是设计的重中之重。在长时间运行中，软件应该能够保持稳定，不容易崩溃或产生错误，以保障系统的持续运行<sup>[2]</sup>。安全性方面，软件系统应当具备多重保障措施。权限管理是其中一项重要措施，确保只有经过授权的人员才能够进行敏感操作。另外，数据加密也是必不可少的，特别是对于涉及到敏感信息的数据，采用加密算法保护数据的传输和存储，避免数据被恶意篡改或窃取。综合而言，软件系统的设计需要充分考虑用户需求、系统稳定性以及数据安全性，以提供可靠的软件基础，保障电气自动化系统及电力安全运行的顺利进行。

## 2.3 加强对变电站管理人员的培训

电气自动化系统的稳定运行关键在于拥有经验丰富且高效能的管理团队。为此，加强对变电站管理人员的培训显得至关重要。培训内容应涵盖电气自动化系统的基础原理、设备操作与维护、系统故障诊断与应急处理、安全管理等。培训课程应由资深专家主持，结合实际案例和现场操作，使管理人员深入了解系统运行的方方面面。培训形式可采取多样化措施，包括课堂授课、现场指导、案例分析等。此外，邀请行业专家进行讲座和组织参观交流活动，可以拓宽管理人员的视野，提高他们的学习兴趣。持续性地培训更新课程，确保管理人员始终了解最新技术和发展趋势。通过系统性的培训，管理人员将提高对电气自动化系统的操作熟练度，增强对紧急情况的应变能力，从而确保电气自动化系统的持续、安全、高效运行。这种投入不仅提高了管理人员的专业水平，也为变电站的安全性和稳定性提供了坚实基础。

## 2.4 分析整体架构的设计和各个模块的功能

电气自动化系统的整体架构设计是确保系统高效运行的关键。在设计阶段，系统的可扩展性、灵活性和稳定性是必须考虑的关键因素。典型的电气自动化系统通常包括数据采集模块、控制模块、通信模块和人机界面模块。数据采集模块扮演着获取电力系统实时数据的关键角色，包括电流、电压、频率等信息。该模块的准确性和实时性直接影响到后续的决策和控制过程。控制模块则根据数据采集模块获取的信息进行分析和处理，实现对电力系统的智能控制。该模块由逻辑控制单元和执行单元组成，负责制定控制策略、调节设备运行状态，确保电力系统的稳定运行。通信模块负责与其他设备或系统进行数据交互，它可以通过各种网络，包括局域网、广域网甚至云平台，实现数据的传输与共享，从而提高了系统的远程监控和管理能力。这种能力使得系统能够更加灵活地适应不同环境下的需求，并迅速响应各种变化。人机界面模块为操作人员提供直观的操作界面，使其能够清晰地了解电力系统的运行状态，并进行监控、控制和故障处理。界面应该具备友好、易用的特性，同时提供实时数据和历史数据的可视化展示，以便操作人员能够基于准确的信息做出及时的决策。通过这些模块的协同作用，电气自动化系统能够保持高效稳定地运行，确保电力系统长期安全运行。

## 2.5 加强电气自动化及电力运行管理

加强电气自动化及电力运行管理是确保电气系统长期稳定运行的重要保障。这不仅涉及到系统的日常维护，更需要建立系统性的管理策略，以适应电力系统不断变化的需求。首先，建立健全的维护体系至关重要。定期的设备巡检、保养和维修计划是维护体系的关键组成部分。通过定期的维护，可以及时发现潜在问题，采取预防措施，确保系统的稳定性和可靠性。维护工作的规范执行，可以降低电气设备的故障率，延长设备的使用寿命，提高系统的可靠性。其次，建立完备的备份和恢复机制是保障系统数据安全的关键。定期进行系统数据的备份，并建立可靠的数据恢复机制，可以防止因意外情况导致的数据丢失，确保系统的数据完整性。在系统发生故障或数据丢失时，能够迅速恢复数据，最大程度减少系统运行中断的时间。引入智能化技术，如人工智能和大数据分析，可以极大地提高系统的自动化水平。这些技术可以帮助系统实现自动学习和优化运行策略，提高系统的效率和稳定性。通过分析大数据，系统可以预测潜在问题，采取智能化措施，预防故障的发生，提高系统的可靠性和安全性。最后，持续改进和优化是保持系统最佳状态的关键。根据实际运行情况和用户需求，定期进行系统性能评估，找出系统的瓶颈和问题。针对问题，采取相应的优化措施，确保系统始终处于最佳状态。持续的改进和优化工作，可以提高系统的适应性和灵活性，确保系统在不断变化的环境中保持高效

运行。通过以上管理策略的综合应用,电气自动化系统及电力运行得以更加安全、稳定和高效地运行。

### 3 变电站电力安全运行方案

#### 3.1 电气自动化应用在数据采集和处理系统中

电气自动化技术在数据采集和处理系统中的应用,彻底改变了传统手动采集数据的方式,提供了高效、准确和实时的数据处理解决方案。传感器和监测设备通过自动化系统实时采集电力系统的各种参数,包括电流、电压、频率、温度等多个关键指标。这些数据以高速被传输到中央处理单元,自动化系统利用先进的算法和模型对数据进行实时分析和处理。

在数据采集方面,电气自动化系统能够实现高密度、多点位的数据采集,减少了人工采集误差,确保了数据的准确性。而在数据处理方面,系统利用数据分析技术,能够实时监测电力系统的运行状态。当系统参数偏离正常范围时,系统自动发出警报,提醒操作人员采取相应的措施。此外,电气自动化系统还能够将历史数据与实时数据相结合,为运营人员提供详尽的电力系统性能分析和评估报告,帮助他们做出科学决策,预测潜在问题,从而提高系统的稳定性和安全性。

#### 3.2 电气自动化应用在计算机保护系统中

电气自动化技术在计算机保护系统中的应用,实现了电力系统的自动化保护,是确保系统稳定运行和设备安全的重要手段。在计算机保护系统中,自动化技术可以实时监测电力系统的各项参数和状态。当电力系统出现过载、短路或其他故障时,自动化系统能够迅速响应,自动启动保护措施,例如断路器的自动跳闸、保护装置的启动等。这种自动保护措施的快速响应,大大提高了系统的抗干扰能力和故障应对能力,保障了电力系统的安全稳定运行。

此外,电气自动化系统还能够进行智能分析和学习,通过历史数据分析,预测潜在问题,提前采取保护措施,避免故障的发生。而且,系统具备远程监控和控制的功能,运维人员可以在任何时间、任何地点对电力系统的运行状态进行实时监测,及时发现问题并进行处理。通过这种智能化和远程化的保护机制,电气自动化系统提供了高效、可靠的计算机保护方案,确保了电力系统的安全性和稳定性。

#### 3.3 电气自动化应用在技术改进中

电气自动化技术在技术改进方面发挥着关键作用,帮助变电站实现设备和技术的持续升级,从而提高系统的性能和效率。首先,自动化系统可以通过实时监测电力系统

的运行数据,发现设备的瓶颈和问题。这些数据可以用于进行故障模式分析,帮助工程师们找出设备的问题所在,从而指导技术改进的方向<sup>[3]</sup>。其次,自动化系统可以应用于智能设备的控制和管理。智能设备通常具备自诊断和自修复功能,能够在出现问题时自动进行故障排查和修复,提高了设备的可靠性和稳定性。而且,自动化系统还可以进行设备的远程监控和维护,实现远程升级和维修,大大减少了人工干预的需求,降低了运维成本。

#### 3.4 电气自动化应用在计算机监控系统中

在计算机监控系统中,电气自动化技术提供了全面的监控和管理,确保电力系统的稳定运行。自动化系统通过实时监测各个设备和系统的运行状态,包括变压器、开关设备等,提供详尽的运行数据。操作人员可以通过直观友好的界面,随时随地监控系统的运行情况。当系统出现异常或故障时,自动化系统会发出警报并提供详细信息,帮助操作人员快速定位问题并采取应对措施,确保电力系统的安全运行。

此外,电气自动化系统在计算机监控方面还具有智能分析的能力。系统可以通过大数据分析,预测潜在问题,提醒操作人员采取预防措施,避免故障的发生。智能分析还可以帮助优化系统运行策略,提高系统的效率和性能。通过这种智能化监控,电气自动化系统大幅提高了系统的可靠性和安全性,确保了电力系统的长期稳定运行。

### 4 结语

电气自动化技术在变电站电力安全运行中发挥了关键作用,为电力系统提供了智能、高效、可靠的解决方案。电气自动化技术的广泛应用为电力系统的安全运行提供了坚实基础,为实现电力供应的稳定、高效、安全奠定了可靠的技术保障。在未来的发展中,我们应该不断学习、创新,推动电气自动化技术的进一步发展,确保电力系统始终处于最佳状态,以满足社会对稳定、高效电力供应的需求。

#### [参考文献]

- [1]张旭东. 变电站电气自动化与电力安全运行分析[J]. 工程建设与设计,2021(20):41-44.
  - [2]康彦彪. 变电站电气自动化与电力安全运行探析[J]. 电力设备管理,2021(4):113-114.
  - [3]李海,王慧,李瑛等. 变电站电气自动化与电力安全运行研究[J]. 现代制造技术与装备,2021,57(7):202-203.
- 作者简介:寇尊棋(1987.9—),学历:本科,目前职务:电气工程师。

## 电梯检验检测工作及检测现场的安全管理研究

吕媛媛 孙博

西安特种设备检验检测院, 陕西 西安 710065

**[摘要]**随着城市化和建筑物数量的增加, 电梯在日常生活中的重要性不断增加, 然而, 电梯故障和事故仍然存在, 可能对乘客和维护人员的生命安全造成威胁。电梯技术不断发展, 新型电梯系统、自动化控制和数字化监测等技术的应用正在改变电梯的工作方式, 这些技术的发展需要不断研究和更新安全管理策略, 以适应新的电梯系统。定期维护和检验对于电梯的安全至关重要。不合格的维护和检验可能导致故障和事故, 因此, 研究如何有效管理维护和检验过程, 以确保电梯持续安全运行, 成为一个重要的研究领域。电梯中的乘客在紧急情况下可能会被困, 因此研究如何高效地处理这种情况, 包括紧急撤离和救援, 对于电梯安全管理至关重要。总之, 电梯检验和检测工作以及检测现场的安全管理的研究涵盖了多个方面, 旨在提高电梯的安全性、可靠性和合规性, 以保护乘客和维护人员的生命和财产安全。

**[关键词]** 电梯; 检验检测; 现场; 安全管理

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10505

中图分类号: X947

文献标识码: A

## Research on Elevator Inspection and Testing Work and Safety Management of Inspection Sites

LYU Yuanyuan, SUN Bo

Xi'an Special Equipment Inspection Institute, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

**Abstract:** With urbanization and the increase in the number of buildings, the importance of elevators in daily life continues to increase. However, elevator failures and accidents still exist, which may pose a threat to the safety of passengers and maintenance personnel. Elevator technology is constantly evolving, and the application of new elevator systems, automation control, and digital monitoring technologies is changing the way elevators work. The development of these technologies requires continuous research and updating of safety management strategies to adapt to new elevator systems. Regular maintenance and inspection are crucial for elevator safety. Unqualified maintenance and inspection may lead to malfunctions and accidents, therefore, studying how to effectively manage the maintenance and inspection process to ensure the continuous and safe operation of elevators has become an important research field. Passengers in elevators may be trapped in emergency situations, so studying how to efficiently handle such situations, including emergency evacuation and rescue, which is crucial for elevator safety management. In summary, research on elevator inspection and testing work, as well as safety management at testing sites, covers multiple aspects aimed at improving the safety, reliability, and compliance of elevators to protect the lives and property of passengers and maintenance personnel.

**Keywords:** elevator; inspection and testing; on-site; security management

### 引言

电梯作为现代城市生活中不可或缺交通工具, 其安全性与性能一直备受广泛关注。电梯的安全性和性能不仅取决于其设计和制造质量, 还取决于日常的维护和定期的检验。电梯检验检测工作及检测现场的安全管理成为确保电梯安全性的关键环节。从电梯的安全设计、制造、安装、运行、维护到检验, 都需要系统性的管理和严格的合规性。本论文旨在探讨电梯检验检测工作及检测现场的安全管理策略。通过深入研究和讨论, 旨在为电梯安全管理提供有益的见解, 以确保乘客和维护人员的生命安全, 并促进城市电梯系统的可持续发展。

### 1 电梯检验检测工作的主要内容

**电梯机房和设备检查:** 检验员会检查电梯机房内的设备, 包括电机、制动系统、控制器和安全装置, 以确保它们正常工作。**绳索和悬挂装置检查:** 检验员会检查电梯的绳索、吊

卡和悬挂装置, 以确保它们没有损坏或磨损, 并可以承受额定负载。**电气系统检查:** 电梯的电气系统, 包括控制面板、按钮、开关、电缆和连接等, 都需要进行检查, 以确保它们正常工作。**安全装置检查:** 这包括紧急制动、限速器、安全门系统、超速保护器等安全装置的检查, 以确保它们在紧急情况下可以正常工作。**负载测试:** 在负载测试中, 电梯会承载额定负荷进行测试, 以验证电梯的各种组件是否正常工作。这包括测试电梯的加速和减速过程。**速度和平稳性测试:** 测试电梯的运行速度和起停平稳性, 以确保它们符合规定要求, 不会对乘客造成不适。**门系统检查:** 电梯的门系统, 包括开门和关门的速度、闭合力和门锁系统等, 需要进行检查, 以确保它们符合安全标准。**声音和振动测试:** 检查电梯的运行是否产生异常的声音或振动, 这可能是故障的迹象。**紧急情况下的测试:** 模拟紧急情况, 如停电或紧急制动, 以确保电梯在这些情况下可以安全地停下。<sup>[1]</sup>

## 2 关于电梯检验检测工作及检测现场的安全管理

电梯需要定期接受检验和维护,以确保其安全性和性能。检验员应遵循相关法规和标准,进行定期的检查和测试。所有维护和检验工作应有详细的记录,包括检查结果、维护措施和更换部件的情况。这些记录对于追踪电梯性能和安全历史非常重要。电梯检验员和维护人员应接受培训,了解如何处理紧急情况,如乘客被困或火警。应有紧急撤离计划和救援程序。电梯检验员需要接受专业培训和获得资格认证,以确保他们具备必要的技能和知识。这些认证通常由相关机构颁发。电梯检验现场需要严格管理,包括清除危险物质、维护清洁、使用适当的个人防护装备等。安全标志和警示标志也应得到妥善使用。在检验现场进行风险评估,识别潜在危险,并采取措施降低这些风险。高处作业、电气风险和机械设备操作风险需要特别关注。现场工作人员需要可靠的通信设备,以便在需要时与其他团队成员联系,报告问题或紧急情况。制定工作许可制度,确保只有经过培训和授权的人员可以进入电梯检验现场,并只能在符合安全程序的情况下进行工作。定期进行现场监督和审查,以确保安全管理策略的有效性和合规性。<sup>[2]</sup>

## 3 电梯检验检测关键技术分析

### 3.1 无损检验检测技术

超声波检测是一种广泛应用于电梯检测的技术。它通过发送高频声波束来检测零部件中的缺陷或裂纹。当声波遇到问题区域时,它们会反射回来,从而提供了有关零部件状况的信息。液体渗透检测用于检测电梯零部件表面的裂纹或孔洞。这种方法涉及将液体渗透到零部件表面的问题区域,然后通过应用染色剂和开发剂来观察任何液体渗透的迹象。磁粉检测通常用于检测电梯零部件的裂纹和缺陷。这种方法涉及在零部件表面涂覆磁粉,然后使用磁场来吸引粉末,从而揭示问题区域的存在。X射线检测是一种高级的无损检测方法,通常用于检测电梯电缆和金属零部件中的内部问题,如腐蚀或疲劳裂纹。这需要专业的设备和培训。磁性粒子检测用于检测电梯零部件的表面和近表面裂纹。它涉及在零部件上涂覆磁性粒子,然后使用磁场来观察粒子的分布。<sup>[3]</sup>

### 3.2 声音和振动测试技术

#### 3.2.1 声音测试要点

使用专门的声音检测装置,如声音分析仪,以记录电梯运行时产生的声音。将收集到的声音信号进行频率分析,以识别不寻常的声音。正常运行电梯应该产生一致的声音模式。建立声音数据库,包括正常运行时的声音记录,以与实际测试结果进行比较。检测电梯零部件的阻尼,以确定是否存在不寻常的振动和声音。声音测试应在电梯运行各种状态下进行,包括上升、下降、停止和开关门等。

#### 3.2.2 振动测试要点

使用振动传感器来记录电梯零部件的振动情况。这些

传感器通常可安装在电梯各个部件上,如电机、轮组和导轨。进行振动信号的频率分析,以识别不寻常的振动模式。正常运行电梯应该具有特定的振动频率。将实际测得的振动数据与预先建立的基准值进行比较。如果振动超出了正常范围,可能需要进行进一步的调查和维护。除了频率,还应检查振动的幅度和速度,以评估问题的严重性。振动测试应在电梯运行的各种状态下进行,以模拟不同的工作条件。

### 3.3 电气系统测试技术

检验员应仔细检查电梯电气系统的所有连接点,包括电缆、接线端子、插头和插座,确保它们没有松动或氧化。确保所有电气设备都正确接地,以减少电气故障的风险。检查电缆的外部状态,确保它们没有破损或裸露的导线。测试电梯内的按钮、开关和指示灯,确保它们可以正常工作。测试紧急停车按钮的功能,以确保在紧急情况下可以停止电梯运行。测试电梯的门系统,包括开门、关门和门锁功能,以确保它们工作正常。检查电梯控制器的运行状态,包括检查控制器面板上的指示灯和警报。测试限速器的工作,确保在速度超出安全范围时可以触发。测试安全门系统的功能,包括门的开启和关闭速度、闭合力和反弹检测。测试电梯机房内的监控设备,以确保检测到任何异常情况。模拟电梯突发停电情况,确保电梯在这种情况下能够安全停止并打开门,以便乘客的紧急撤离。

## 4 电梯检验检测工作安全管理优化策略

### 4.1 制定详细的作业程序和风险评估

编写详细的电梯检验检测工作程序,包括每个步骤的说明、所需工具和设备、时间表以及相关文件和表格。确保所有检验员了解和遵守相同的操作标准。这有助于减少混淆和提高操作的一致性。包括紧急情况的应对程序,例如火警、电梯故障或乘客被困。确保检验员知道如何采取紧急措施。提供培训,确保检验员了解程序和安全要求。培训应包括电梯设备、工具的使用方法,紧急情况的处理,以及其他必要的技能。建立文件和报告的标准格式,以记录检验和测试结果。确保文件的准确性和及时性。定期审查和更新作业程序,以反映最新的法规和标准,以及经验教训。识别电梯检验检测工作可能涉及的潜在危险,如高处作业、电气风险、机械设备操作等。对每种潜在危险进行评估,确定其严重性和可能性。这可以通过建立风险矩阵来实现。确定降低风险的控制措施,如使用个人防护装备、遵循特定的程序、设立安全区域等。制定应对紧急情况的计划,包括火警、电梯故障、乘客被困等。确保检验员了解如何应对这些情况。<sup>[4]</sup>

### 4.2 定期检查和维修电梯设备

根据电梯的类型、使用频率和法规要求,制定定期检查计划。通常,电梯需要进行每月、季度和年度的不同级别的检查。确保你的电梯检验员是经过专业培训和合格认

证的。他们应具备足够的专业知识和经验来进行检查。创建详细的检查项目清单,包括电梯的各个部件,如电机、绳索、门系统、控制器、安全装置等。确保清单覆盖了所有必要的检查项目。在每次检查时建立详细的记录,记录每个检查项目的状态和结果。这些记录对于跟踪电梯设备的状态和性能非常重要。特别关注电梯的安全装置,如限速器、超速保护器、安全门系统等。确保它们都正常工作。根据电梯类型和使用情况,制定定期维护计划。这通常包括每季度或每年的维护工作。与专业的电梯维护公司签订维护合同。确保维护公司具备必要的经验和资质,并能够按时履行合同。确保电梯的机械部件定期润滑和清洁。这有助于减少磨损和提高性能。根据维护计划和检查结果,及时更换磨损或受损的部件,以防止进一步故障。根据需要,更新电梯设备以满足最新的法规和安全标准。这可能包括更换老化的部件或系统。确保维护人员接受定期培训,了解最新的电梯技术和维护方法。

### 4.3 安全审查和监督

制定每年的安全审查计划,以确保电梯检验检测工作的合规性和安全性。计划应包括审查的范围、频率和责任人。确保电梯检验检测工作符合当地和国家法规、标准以及行业最佳实践。审查过程应核查合规性。检查所有与电梯检验检测工作相关的文件和记录,包括检查报告、维护记录、培训记录和安全程序。确保记录的准确性和及时性。审查员工的安全培训记录,确保他们已经接受了必要的培训,了解安全程序和最佳实践。审查潜在的风险和已经采取的控制措施。确保已经识别了潜在危险并采取了适当的措施。审查电梯检验检测工作的紧急情况计划,包括火警、电梯故障或乘客被困的应对程序。确保这些计划是有效的。进行定期的现场检查,以监督电梯检验检测工作的实际执行情况。

## 5 电梯检验检测现场安全管理优化策略

### 5.1 定期进行演练和模拟培训

建立年度演练和模拟培训计划,包括不同类型的情景,如火警、电梯故障、乘客被困等。确保计划涵盖了各种紧急情况。选择具体的模拟情景,并明确定义每个情景的目标和要点。这些情景应该是与电梯检验检测工作相关的,以帮助工作人员应对潜在的问题。根据风险评估和特定需要,确定演练的频率。通常,至少每季度进行一次演练是合理的。将相关的工作人员召集到演练现场,包括检验员、维护人员和紧急情况应对团队。根据选定的情景,在现场模拟紧急情况的发生。确保情景模拟真实可信,模拟各种因素如时间、环境、人员和电梯状态等。要求参与人员根

据情景模拟的情况采取适当的行动,包括采取紧急措施、通信、救援和报告等。观察演练的执行情况,确保工作人员按照安全程序和最佳实践行动。提供反馈和评估结果。根据演练的结果,制定改进计划,提供必要的培训,纠正不足之处,以提高工作人员的紧急应对能力和安全意识。

### 5.2 做好安全防护准备工作

确保工作人员配备适当的个人防护装备,如安全帽、护目镜、耳塞、手套、安全鞋等,根据工作需要提供。为检验员和维护人员提供稳固的工作平台和扶手,以便他们可以安全地接近电梯设备。安装安全栏杆和明显的警示标志,以防止未经授权的人员靠近工作区域。保持急救设备和灭火器的易于访问,以应对紧急情况。确保在电梯井道和机房中有紧急通信装置,以便在需要时能够与外界联系。建立详细的安全程序,包括工作程序、紧急情况应对程序和事故报告程序。确保工作人员了解和遵守这些程序。为工作人员提供定期的安全培训,包括电梯安全、紧急情况处理和个人防护装备的使用方法。定期进行紧急情况演练,以确保工作人员了解如何应对火警、电梯故障或乘客被困等情况。

## 6 结语

本研究深入探讨了如何在电梯检验检测工作中实施安全管理措施,通过这些安全管理实践,可以有效地降低电梯检验检测工作中的风险,提高工作人员的安全意识和应对能力,从而确保电梯设备的安全性和可靠性。在未来,需要继续致力于提高电梯安全标准,持续改进管理措施,以应对不断变化的挑战,为乘客和工作人员提供更安全的出行和工作环境。电梯安全事关大众生活,也是我们共同的责任。

### [参考文献]

- [1]倪贝尔. 电梯检验检测工作及检测现场安全管理分析[J]. 大众标准化, 2022(21): 174-176.
  - [2]刘毅, 杨旭. 电梯检验检测中的相关问题与对策分析[J]. 大众标准化, 2022(21): 180-182.
  - [3]黄晓晨. 浅议电梯检验检测技术的应用及发展[J]. 中国设备工程, 2022(20): 156-158.
  - [4]毕陈帅, 戴光宇, 牛卫飞. 电梯井道视作有限空间时检验检测作业的风险管控[J]. 中国电梯, 2022, 33(17): 40-44.
- 作者简介: 吕媛媛(1990—), 女, 汉族, 陕西宝鸡, 大学本科, 中级工程师, 研究方向: 机电类特种设备检验检测; 孙博(1986—), 男, 汉族, 陕西渭南, 大学本科, 中级工程师, 研究方向: 机电类特种设备检验检测。

## 电气工程及其自动化及其节能设计的应用探究

白文贤<sup>1</sup> 朱志成<sup>2</sup> 邬瑞鹏<sup>2</sup> 李宗源<sup>2</sup> 柳栋<sup>1</sup>

1 内蒙古承泰建设工程科技有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017400

2 内蒙古伊泰化工有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017400

**[摘要]** 随着科技的迅猛发展, 电气工程自动化技术已经成为现代社会不可或缺的重要组成部分。电力系统、制造业、交通系统等领域的自动化应用不断推陈出新, 为提高生产效率、降低能源消耗、保障安全稳定运行提供了强有力的支持。在这一背景下, 电气工程自动化技术的研究和应用显得尤为重要。文章将探讨电气工程自动化技术的现状与发展, 重点关注其在节能设计方面的应用。

**[关键词]** 电气工程; 自动化及; 节能设计

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10534

中图分类号: U491

文献标识码: A

### Exploration on the Application of Electrical Engineering and Its Automation and Energy-saving Design

BAI Wenxian<sup>1</sup>, ZHU Zhicheng<sup>2</sup>, WU Ruipeng<sup>2</sup>, LI Zongyuan<sup>2</sup>, LIU Dong<sup>1</sup>

1 Inner Mongolia Chengtai Construction Engineering Technology Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

2 Inner Mongolia Yitai Chemical Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

**Abstract:** With the rapid development of technology, electrical engineering automation technology has become an indispensable and important component of modern society. The automation applications in fields such as power systems, manufacturing, and transportation systems are constantly innovating, providing strong support for improving production efficiency, reducing energy consumption, and ensuring safe and stable operation. In this context, the research and application of electrical engineering automation technology is particularly important. The article will explore the current situation and development of electrical engineering automation technology, with a focus on its application in energy-saving design.

**Keywords:** electrical engineering; automation and; energy-saving design

### 引言

电气工程自动化技术的核心目标之一是提高系统的智能化水平。通过引入先进的传感器、控制器和信息处理技术, 电气系统能够实现对电能的高效利用和管理。自动化系统不仅能够实现远程控制, 还能够进行实时数据采集和分析, 从而更好地适应不断变化的需求。此外, 电气工程自动化技术在提高系统的安全性、可靠性和稳定性方面也发挥着关键作用。在电力系统中, 自动化技术可以实现对电网的快速监测和故障定位, 提高了电网的抗干扰能力和自愈能力。在制造业中, 自动化生产线能够实现高精度、高速度的生产, 大大提高了生产效率。

#### 1 电气工程自动化技术概述

当代电气工程自动化技术是一个融合了自动控制、电气工程和计算机科学的综合领域。其核心在于构建自动化控制系统, 这一系统包括了传感器、执行器、控制器以及通信网络等组成部分。通过这些设备, 系统能够实时地采集信息, 并自动地对设备进行控制和调节。在这一领域中, PLC(可编程逻辑控制器)是一种常见的自动化控制设备, 被广泛用于电机、阀门等设备的控制。同时, DCS(分散控制系统)能够整合各个子系统, 广泛应用于大型工业过

程的监控和控制。与此同时, SCADA(监控与数据采集系统)则通过实时监测和远程控制, 为分布式过程提供了高效的解决方案。电力系统仿真技术在电气工程中扮演着重要角色, 它通过模拟电力系统的运行行为, 分析系统的稳定性、短路分析以及电压稳定性等问题, 为电气工程的设计和优化提供了有力支持。而智能电网技术的引入, 使得电力系统的监控和管理变得更加智能化。智能电网具有自愈能力、分布式能源管理和用户参与等特点, 大幅提高了电力系统的安全性和可靠性。这些先进技术的不断发展推动了电力系统的现代化和智能化, 为社会提供了高效、安全、可靠的电力服务, 也为未来电气工程的创新和发展提供了坚实基础。

#### 2 电气工程自动化及其节能技术的应用原则

##### 2.1 安全性原则

安全性是电气工程自动化及其节能技术应用中的首要考量。在系统设计和运行过程中, 必须确保设备和人员的安全。首先, 系统应该具备高度稳定性, 能够在各种极端工况下正常运行, 避免因电力系统故障引发的危险情况。其次, 采用双重甚至多重的安全措施, 例如备份控制系统, 确保即使主要系统故障, 备用系统也能够及时接管, 防止

生产中中断。此外,设备应配备自动断电装置,能够在发现异常情况时立即切断电源,减少事故扩大的可能性。紧急停机按钮也是必不可少的,能够在紧急情况下立即停止设备运行,保障操作人员的安全。

## 2.2 可持续发展原则

可持续发展是电气工程自动化及其节能技术应用中的核心原则。在设计和实施电气工程自动化系统时,必须考虑系统的可持续性。这包括使用环保型材料,降低系统对资源的依赖,以及设计更加高效的能源利用系统。引入可再生能源是可持续发展的关键,例如太阳能和风能等。此外,应用能源回收利用技术,将废弃能源转化为可再生能源,减少对自然资源的消耗。可持续发展还意味着系统的寿命周期应该尽可能长,减少废弃设备对环境的影响。通过全面考虑环境、经济和社会因素,实现电气工程自动化系统的可持续发展。

## 2.3 智能化原则

智能化是电气工程自动化及其节能技术应用的关键要素。智能化系统具备高度的自动化和智能化特性,能够自动识别和适应不同的工作环境和负载需求<sup>[1]</sup>。这种智能化程度可以通过引入人工智能技术、大数据分析和机器学习算法来实现。其中,人工智能可以帮助系统实现智能决策,根据实时数据分析制定最佳的控制策略。大数据分析技术可以处理庞大的数据集,从中挖掘出有价值的信息,为系统提供智能化的决策依据。机器学习算法使系统能够自动学习并适应新的数据和情境,实现系统性能的优化。

## 2.4 科学性原则

科学性原则是电气工程自动化及其节能技术应用的基石。在系统设计和运行中,必须遵循科学性原则,即依靠科学的理论和技术来指导决策和操作。这包括对电力系统性能的科学评估,通过先进的模拟和仿真工具进行系统设计和优化。科学性原则还要求紧跟电气工程领域的最新研究和发展,保持与技术前沿的同步。通过持续学习和引入最新科技成果,确保电气工程自动化系统在设计、建设和运行中达到最高的科学水平。这种基于科学性原则的方法,可以保证系统的可靠性、稳定性和高效性,确保系统能够在复杂多变的环境中稳定运行。

# 3 电气工程自动化技术存在的问题

## 3.1 智能化技术应用不广泛

尽管智能化技术在电气工程领域具备巨大潜力,其广泛应用仍面临多重挑战。首先,智能化技术的应用需要大规模数据支持,但在某些领域,数据采集和处理相对困难,限制了其推广。数据质量、准确性和实时性要求高,而设备老化、传感器故障等因素可能影响数据采集,降低系统性能。其次,智能化技术需要高水平技术人才,包括人工智能、机器学习等领域的专业知识。目前,人才培养滞后于技术需求,制约了技术的实际应用。法律法规和标准体系尚未完善,智能化技术缺乏规范,企业在引入系统时存

在法律风险。在传统行业,保守观念和文化传统也抑制了智能化技术的推广。企业担心高额投资和新技术带来的不确定性。因此,普及智能化技术需要加强宣传教育,提高社会认知度和接受度。最后,智能化技术的研发和应用中,安全性和隐私问题也是制约因素。系统需要处理大量敏感数据,数据泄露可能带来严重损失。

## 3.2 信息化水平不高

在电气工程自动化技术的应用中,信息化水平不高是一个普遍存在的问题。信息化水平不高主要表现在数据采集、传输和处理的效率和质量上。在许多传统电气系统中,数据采集主要依赖于传统的传感器和仪器,这些设备的数据采集速度和准确性相对较低,难以满足实时控制和监测的需求。此外,在数据传输方面,传统的通信协议和网络设施可能无法支持大规模数据的高速传输,导致数据延迟和丢失的问题。信息化水平不高还表现在数据分析和处理的能力上。许多传统电气系统中缺乏高效的数据分析和处理工具,无法对大规模数据进行快速准确地处理。在数据分析方面,传统统计方法和手动分析已经无法满足对复杂数据关系的深入挖掘需求。这种信息化水平的不足导致了系统在决策制定、故障诊断和优化调度等方面的能力受限,影响了系统的整体性能。

## 3.3 功能不全面

在一些传统电气系统中,自动化技术主要集中在基本的控制和监测功能上,缺乏高级功能的支持。例如,在电力系统中,一些传统的自动化系统只能实现基本的负荷调度和设备控制,缺乏智能优化和预测性维护等高级功能。在制造业中,一些自动化生产线可能只能完成简单的装配和加工任务,无法实现复杂的自适应生产和灵活生产调度。这种功能的不全面性使得系统在面对复杂多变的环境和需求时显得力不从心。在电力系统中,功能不全面可能导致电能分配不均衡,影响电网的稳定性。在制造业中,缺乏灵活的自适应生产功能可能导致生产效率低下和资源浪费。因此,提高电气工程自动化技术的功能全面性,包括智能化控制、预测性维护、自适应调度等高级功能,是当前亟待解决的问题。

## 3.4 节能效果不理想

尽管电气工程自动化技术在节能方面具有潜力,但实际应用中,节能效果常常不如预期。这一问题的根源在于多方面,包括系统设计、设备选择、运行管理等方面存在的挑战。首先,系统设计阶段的不足是导致节能效果不佳的关键因素之一<sup>[2]</sup>。在一些项目中,系统设计未能充分考虑到负载变化和系统稳定性之间的平衡。过度设计或者设计不足,都会导致系统运行时的能源浪费。例如,电机的选用与实际负载不匹配,或者配电系统的容量远远超过实际需求,导致系统在低负荷时运行效率低下。而在高负荷时,系统又无法满足需求,导致能源的不合理分配。其次,设备选择和使用不当也是影响节能效果的因素。老旧设备

的更新速度较慢,仍然在使用中,这些设备的能源利用率较低,无法发挥现代化设备的节能潜力。而在一些企业中,设备的维护和保养不及时,导致设备性能下降,能源浪费增加。此外,一些设备可能在非高效状态下运行,例如电机在无负载或者轻载状态下运行,造成了不必要的能源浪费。再者,运行管理方面的问题也影响了节能效果。缺乏有效的能源管理和监测体系,导致能源的使用情况无法清晰了解,无法及时发现和处理能源浪费的问题。缺乏科学的运行策略和调度计划,使得系统在高峰时段运行效率较低,浪费了大量宝贵的能源。

## 4 节能设计在电气工程自动化系统中的应用

### 4.1 降低电能损耗

降低电能损耗是电气工程自动化系统中的一项重要任务。电能损耗主要发生在电气设备的传输、转换和分配过程中。为了降低电能损耗,首先需要合理规划和设计电气系统。采用优质导线和电缆,降低电阻,减少线路损耗。此外,选择高效率、低能耗的电气设备和元件,如高效电机、变频器等,确保在设备运行中能量转化的效率最大化。智能化系统在实时监控负荷变化的同时,调整设备的运行状态,确保设备在最佳效率点运行,减少能量转换时的损耗。定期检查和维护设备,确保其性能处于最佳状态,也是降低电能损耗的有效途径。通过综合应用这些策略,电气工程自动化系统能够显著降低电能损耗,提高系统的能源利用效率。

### 4.2 科学选择变压器

科学选择变压器是实现节能的关键步骤。在电气工程中,变压器是常用的电能转换设备,负责将高压电能转换为低压电能,或者反之。合理选择变压器的容量和类型,可以减少转换过程中的能量损耗。选择具有高能效等级的变压器,确保在电能转换过程中损耗最小。不仅如此,智能化系统能够根据系统负荷需求,动态调整变压器的运行状态,避免无谓的能量转换,提高系统的能源利用效率。此外,定期对变压器进行维护和检测,确保其运行正常,也是保障系统能量转换效率的关键。通过科学选择和合理运行变压器,电气工程自动化系统能够最大程度地降低能量转换损耗,实现节能目标,为可持续发展提供稳定的电力支持。

### 4.3 应用无功功率补偿技术

应用无功功率补偿技术是电气工程自动化系统中的一项关键策略,旨在改善电力系统的功率因数,减少无功功率流动,提高系统的能源利用效率。在传统电力系统中,电感性负载会引发无功功率,降低系统的功率因数。无功功率补偿技术通过引入无功功率补偿装置,如电容器或STATCOM(静态同步补偿装置),可以迅速响应电网波动,提供所需的无功功率,使得系统的功率因数接近1,减少

了系统中无效功率的传输,降低了线路和设备的损耗。智能化系统能够根据系统负荷的变化,自动调整无功功率补偿装置的容量和运行状态,确保系统在不同负荷下的功率因数始终保持在理想水平,提高了系统的稳定性和可靠性。

### 4.4 优化配电系统的设计

配电系统的设计直接影响着电气工程自动化系统的能源利用效率。通过优化配电系统的设计,可以降低线路损耗、提高设备利用率,并确保系统在不同负荷下的稳定运行<sup>[3]</sup>。优化配电系统的关键在于科学合理的电路布局和设备配置。合理选择导线的规格和材料,减小线路电阻,降低线路损耗。在设备配置方面,应根据负荷需求和变压器容量选择合适的配电设备,如断路器、隔离开关等,确保系统在正常运行和故障时能够及时切换,减少能量损失。智能化系统能够根据实时监测数据,分析系统负荷的变化,自动调整配电系统的运行参数,实现最佳的能源分配,提高了系统的运行效率。

### 4.5 提高系统工程的监控能力

提高系统工程的监控能力是实现节能的关键环节。智能化监控系统可以实时监控系统各个部分的运行状态和能耗情况。通过传感器和数据采集装置,实时收集各个设备的运行数据,包括电流、电压、功率等参数。这些数据经过智能分析和处理,形成系统的实时运行图,显示系统各部分的能耗情况。监控系统还能够预测系统的运行状况,发现潜在的问题,并及时发出警报,提醒操作人员采取措施。通过提高系统工程的监控能力,系统的运行状况始终在操作人员的掌握之中,及时发现和解决问题,确保系统在最佳状态下运行,最大程度地减少能源浪费。

## 5 结语

电气工程自动化及其节能设计是电力系统领域中的关键研究方向,它不仅提高了电力系统的效率和稳定性,还为可持续发展提供了重要支持。在未来,随着科技的不断进步和智能化技术的广泛应用,我们有信心克服目前存在的问题,进一步提高电气工程自动化技术的水平,推动电力系统向着更加高效、可靠、节能、环保的方向发展。通过不懈努力,我们可以建设出更加智能、绿色、可持续的电气工程体系,为社会经济的可持续发展贡献力量。

### [参考文献]

- [1]夏林. 电气工程自动化及其节能设计的应用探讨[J]. 智慧中国, 2020(11): 77-78.
  - [2]马建. 电气工程自动化及其节能设计的应用研究[J]. 设备管理与维修, 2021(14): 156-157.
  - [3]李文雅, 梁启凡. 电气工程自动化及其节能设计的应用研究[J]. 中国设备工程, 2021(15): 105-106.
- 作者简介: 白文贤(1988.10—), 学历: 本科, 目前职务: 电气工程师。

## 煤制油工艺及煤制油残渣综合利用综述

袁克伟 朱成

陕西未来能源化工有限公司, 陕西 榆林 719000

**[摘要]** 此次研究综述了煤制油工艺及煤制油残渣的综合利用。对于煤制油技术, 包括煤直接液化技术、煤间接液化技术、煤基甲醇制油技术和煤焦油加氢制油技术进行了介绍。在煤制油残渣的部分, 对其进行了分类和物化性质的分析, 主要包括煤直接液化制油残渣、煤间接液化制油残渣和煤焦油加氢制油残渣。此外, 还讨论了煤直接制油残渣的利用途径, 其中包括燃烧、热解、制备沥青类产物以及气化等方法。通过对煤制油残渣的综合利用, 可以实现资源的最大化利用和环境污染的减少, 具有重要的意义。

**[关键词]** 煤制油; 工艺技术; 残渣

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10518

中图分类号: TQ536

文献标识码: A

### Overview of Coal to Oil Process and Comprehensive Utilization of Coal to Oil Residues

YUAN Kewei, ZHU Cheng

Shaanxi Future Energy and Chemicals Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

**Abstract:** This study summarizes the coal to oil process and the comprehensive utilization of coal to oil residue. Coal to oil technology, including direct coal liquefaction technology, indirect coal liquefaction technology, coal based methanol to oil technology, and coal tar hydrogenation to oil technology, is introduced. In the part of coal to oil residue, it has been classified and analyzed for its physicochemical properties, mainly including coal direct liquefaction to oil residue, coal indirect liquefaction to oil residue, and coal tar hydrogenation to oil residue. In addition, the utilization pathways of coal to oil residue were discussed, including combustion, pyrolysis, preparation of asphalt products, and gasification methods. The comprehensive utilization of coal to oil residue can achieve maximum resource utilization and reduce environmental pollution, which is of great significance.

**Keywords:** coal to oil; process technology; residues

#### 引言

在当前全球能源需求不断增长的背景下, 煤作为一种丰富的化石能源资源, 一直以来被广泛应用于能源供应领域。然而, 传统的煤燃烧方式存在着严重的环境问题和能源效率低下的局限性。因此, 开发和利用更加清洁、高效的煤能源转化技术成为迫切需求。煤制油作为一种可行的替代能源技术, 具有将煤转化为液体燃料的潜力, 为实现煤资源的高效利用提供了新途径。在煤制油过程中, 除了得到主要产品外, 也会产生大量的煤制油残渣。这些残渣的处理和综合利用对于实现煤资源最大化利用、节约能源和减少环境污染具有重要意义。此次研究旨在综述煤制油工艺及煤制油残渣的综合利用, 以为相关领域的研究和应用提供参考。通过综合利用煤制油残渣, 可以实现资源的最大化利用、能源的高效利用和环境污染的减少。随着煤制油技术的不断发展和完善, 相信在未来会有更多创新的方法和策略来提高煤制油工艺的经济性和可持续性。

#### 1 煤制油技术

##### 1.1 煤直接液化技术

煤直接液化技术是一种将煤直接转化为液体燃料的方法, 通过在高温高压条件下对煤进行催化氢解和氢化反应。煤直接液化工艺一般包括煤浆制备、煤浆加压、煤浆

气化、气化产物净化、合成气转化、催化剂再生等步骤。关键的反应过程包括煤的气化、气化产物的合成气转化以及合成气的合成反应。在煤直接液化过程中, 煤经过破碎和粉煤机械活化处理后, 与溶剂(通常为轻柴油或重油)混合形成煤浆。然后, 在高温高压下, 煤浆与氢气和催化剂一起进入液化反应器, 发生氢解和氢化反应<sup>[1]</sup>。煤中的大分子结构被断裂并转化为较小的可液化成分, 生成液体产品。催化剂在煤直接液化过程中起着重要作用。它能够降低反应温度和压力, 促进反应速率, 并减少副生成物的生成。常用的催化剂包括镍、铁、钨等金属催化剂, 以及具有催化裂解和氢迁移功能的磷酸盐类催化剂。煤直接液化的主要产品是液体燃料, 如合成柴油、合成汽油和液化石油气等。此外, 还会产生一些副产物, 如焦油、气体和固体残渣。这些副产物需要经过相应的处理和利用, 以提高资源的综合利用效率<sup>[2]</sup>。

##### 1.2 煤间接液化技术

煤间接液化技术是一种将煤转化为液体燃料的方法, 通过先将煤气化产生的合成气转化为合成液体燃料。煤间接液化工艺主要包括煤气化、气化产物净化、合成气转化、催化剂再生以及合成液体燃料的分离和精制等步骤。关键的反应过程包括煤气化、合成气的合成反应以及合成气的转化为液体燃料。在煤间接液化过程中, 通过高温高压条件下的煤气

化反应，将煤转化为合成气，合成气由一氧化碳（CO）和氢气（H<sub>2</sub>）组成<sup>[3]</sup>。煤气化反应可以采用多种气化剂，如氧气、蒸汽或二氧化碳。合成气经过净化处理后，进入合成反应器进行转化反应。在催化剂的作用下，一氧化碳和氢气发生合成反应，生成一系列的碳链化合物，即液体燃料。常用的催化剂包括铁、钴和镍等金属催化剂。通过分离和精制的步骤，可以从合成气转化产物中提取出液体燃料，如合成柴油、合成汽油和合成甲醇等。这些液体燃料具有较高的能量密度和可替代性，可以广泛应用于交通运输和工业领域。

### 1.3 煤基甲醇制油技术

煤基甲醇制油技术是一种将煤转化为液体燃料的方法，其中煤通过气化和化学反应转化为合成气，然后经过催化反应生成甲醇，并最终通过加氢过程将甲醇转化为液体燃料。煤基甲醇制油技术首先需要将煤进行气化，将固态煤转化为合成气。气化过程可以采用不同的气化剂，如氧气、蒸汽或二氧化碳，使煤发生热解和气化反应，生成一氧化碳和氢气的混合气体<sup>[4]</sup>。产生的合成气还含有杂质和硫化物等不纯物质，需要经过一系列净化步骤去除杂质，例如使用吸附剂和催化剂进行脱硫和脱氮处理，以保证后续催化反应的有效进行。清洁的合成气进入甲醇合成反应器，通过催化剂的作用，一氧化碳和氢气发生合成反应生成甲醇。常用的催化剂包括铜-锌-铝催化剂或铜-铝-硅催化剂。该反应是一个温度和压力敏感的过程，需要维持适宜的条件以实现高产率和选择性。甲醇作为中间产物，可以进一步进行加氢处理，将其转化为液体燃料，如合成柴油或合成汽油。这通常涉及去除甲醇中的氧原子，并与氢气进行反应来形成长链烃化合物，以达到液体燃料的要求。

### 1.4 煤焦油加氢制油技术

煤焦油加氢制油技术是一种将煤焦油转化为液体燃料的方法，其中煤焦油经过加氢反应，将其分解成较小的分子，并生成可用于制造燃料的化合物。煤焦油是在炼焦过程中产生的副产品，通常由煤炭在高温下分解形成。煤焦油主要由多环芳烃和其他有机化合物组成，含有较高的碳、氢、氮和硫等元素。煤焦油加氢制油技术的核心步骤是将煤焦油经过加氢反应。在加氢反应中，煤焦油与氢气反应，通过催化剂的作用进行分解和重构，将大分子芳香烃和杂原子化合物转化为较小的烃类化合物。加氢反应产生的混合物需要经过分离和处理步骤来获取目标产品。这包括通过蒸馏将产物分离成不同馏分，如燃料油、柴油和液化气等。此外，还需要对产物进行后处理，如脱硫、脱氮和脱酸等操作，以确保最终产品符合燃料标准<sup>[5]</sup>。

## 2 煤制油残渣的利用

### 2.1 煤制油残渣分类和物化性质

#### 2.1.1 煤直接液化制油残渣

煤直接液化制油残渣是在煤直接液化过程中产生的副产品。它是由无法完全转化为液体燃料的煤残渣、未被溶解的固体杂质以及反应废物等组成的残留物。油残渣可

以作为能源进行回收利用。通过适当的燃烧技术，可以将其转化为热能或电能，用于供热、发电或其他工业用途。这种能源回收方式可以有效地减少能源浪费，并减少对传统能源资源的依赖。利用催化裂化或加氢裂化等技术，可以将制油残渣分解、裂解或重整为更有价值的产品。例如，可以将残渣转化为液体燃料（如汽油、柴油）、化工原料（如石脑油、苯、甲醇）或其他高附加值产品。这种催化转化的方法有助于提高制油残渣的经济价值和利用效率。制油残渣中的固体部分可以作为填料或添加剂用于建材、水泥、沥青等领域。通过混合制油残渣和其他材料，可以生产强度高、耐久性好的复合建材产品。此外，制油残渣还可以加入到沥青中用于道路修复和建设，提高路面的强度和抗老化能力。部分煤直接液化制油残渣含有大量杂质和有害物质，需要进行适当的环境处理和处置，以减少对环境的影响。例如，可采用固化、稳定化、焚烧、气化等方法对残渣进行处理，以降低其对土壤、水源和大气的污染风险。

#### 2.1.2 煤间接液化制油残渣

煤间接液化是一种将煤转化为液体燃料和化学品的技术过程。在这个过程中，煤先被加热和气化，产生合成气体，然后通过催化反应转化为液体燃料和化学品。在煤间接液化制油过程中，产生的残渣是指在反应器中未完全转化为液体产品而得到的固体或凝胶状物质。这些煤间接液化制油残渣含有高分子量的物质，它们通常富含芳香烃、脂肪酸、杂环化合物等。由于其高分子结构和复杂性，这些残渣通常具有较高的黏度和相对较低的可流动性。因此，直接利用这些残渣作为燃料存在一定的技术难题。另一个利用煤间接液化制油残渣的方法是将其用作建筑材料或填充材料。由于残渣具有较高的黏度和黏附性，它们可以与其他材料结合，用于制造沥青混凝土、路面修复材料、护坡材料等。此外，这些残渣可以通过热解和氧化反应进行改性，提高其稳定性和耐久性，使其更适合在建筑和道路领域中使用。

#### 2.1.3 煤焦油加氢制油残渣

煤焦油加氢制油残渣是煤制油过程中产生的一种副产品，具有较高的经济价值。通过对煤焦油进行加氢处理，可以获得高质量的燃料油和化工原料，同时产生一定量的煤焦油加氢制油残渣。煤焦油加氢制油残渣的主要成分包括：氢化反应产生的固体废物、催化剂、油品中的杂质等。其中，固体废物和催化剂可以经过处理后再次利用，油品中的杂质则需要进一步处理才能达到环保要求<sup>[6]</sup>。

首先，固体废物和催化剂可以经过处理后再次利用。固体废物中的金属催化剂可以通过磁选、筛分等方法进行分离，回收其中的金属元素，作为催化剂的原料再次使用。此外，固体废物中的非金属催化剂可以通过化学方法进行处理，转化为有用的化工产品。其次，油品中的杂质需要进一步处理才能达到环保要求。这些杂质主要包括：重金属、有机物、氮氧化物等。对于重金属，可以采用化学沉淀、离子交换等方法进行去除；对于有机物，可以采用活

性炭吸附、生物处理等方法进行去除；对于氮氧化物，可以采用脱硝剂进行还原处理。

## 2.2 煤直接制油残渣利用途径

### 2.2.1 燃烧

作为一种传统的处理方式，燃烧是煤直接制油残渣的一种重要利用途径。通过燃烧处理，煤直接制油残渣可以转化为热能和灰分，实现能量的回收和利用。在燃烧过程中，煤直接制油残渣中的有机物会被氧化为二氧化碳和水，释放出大量的热能。这些热能可以用于发电、供暖等工业生产和民用领域，实现能源的高效利用。同时，燃烧过程中产生的水蒸气还可以用于热力循环，进一步提高能源利用效率。燃烧后的煤直接制油残渣会留下一定量的灰分，灰分中的无机物可以经过处理后作为建筑材料、化肥等产品的原料再次利用。例如，灰分中的氧化硅、氧化铝等可以用于生产水泥、陶瓷等建筑材料；灰分中的氧化铁、氧化钙等可以用于生产化肥、冶金等化工产品。然而，燃烧处理也存在一定的环境问题。燃烧过程中会产生一定量的二氧化碳、氮氧化物等温室气体和大气污染物。为了减少这些环境问题，可以采用燃烧优化技术，如燃烧控制、脱硝处理等，降低燃烧过程中的污染物排放。

### 2.2.2 热解

热解是一种将煤直接制油残渣转化为可燃气体的方法，这种方法具有高效、环保和资源利用率高等优点。在热解过程中，煤直接制油残渣在无氧或低氧条件下被加热至一定温度，从而分解产生一定量的气体，主要包括一氧化碳、氢气、甲烷等。这些气体可以作为燃料或化工原料进行利用。热解产生的气体中，一氧化碳和氢气可以作为燃料直接利用。在工业生产中，这两种气体可以用于发电、加热等过程，实现能源的高效利用。同时，这两种气体还可以经过处理，转化为其他化工产品，如甲醇、合成氨等。其次，热解产生的甲烷是一种重要的天然气资源。甲烷可以作为燃料，用于发电、供暖等过程，也可以作为化工原料，用于生产合成气、氢气等。此外，甲烷还可以进一步处理，转化为液态燃料，如汽油、柴油等。但是热解过程中也存在一些环境问题。例如，热解产生的气体中可能含有一些有害物质，如苯、甲苯等，这些物质需要进行处理才能达到环保要求。此外，热解过程中可能产生一些固体废物，也需要进行合理处理。

### 2.2.3 制备沥青类产物

在煤直接制油残渣制备沥青类产物的过程中，可以通过化学方法和物理方法进行处理。化学方法主要包括热解、加氢、氧化等，物理方法主要包括蒸发、离心、干燥等。这些方法可以改变煤直接制油残渣的物理和化学性质，从而得到不同性能的沥青类产物。制备沥青类产物可以用于道路建设、建筑防水、防腐涂料等众多领域。例如，煤直接制油残渣制备的沥青可以作为道路沥青使用，具有良好的抗老化、抗疲劳、抗水损害等性能。此外，煤直接制油残渣制备的沥青还可以用于建筑防水、防腐涂料等领域，具有良好的应用前景。

### 2.2.4 气化

煤直接制油残渣气化是一种将煤直接制油残渣转化为可燃气体的方法，这种方法具有高效、环保和资源利用率高等优点。在气化过程中，煤直接制油残渣在高温、高压条件下与水蒸气或氧气等气体混合，发生化学反应生成一定量的可燃气，主要包括一氧化碳、氢气、甲烷等。这些气体可以作为燃料或化工原料进行利用。在煤直接制油残渣气化过程中，产生的可燃气可以作为燃料直接利用。在工业生产中，这些气体可以用于发电、加热等过程，实现能源的高效利用。同时，这些气体还可以经过处理，转化为其他化工产品，如甲醇、合成氨等。气化过程中产生的气体中，甲烷是一种重要的天然气资源。甲烷可以作为燃料，用于发电、供暖等过程，也可以作为化工原料，用于生产合成气、氢气等。此外，甲烷还可以进一步处理，转化为液态燃料，如汽油、柴油等。

## 3 结语

煤制油工艺及煤制油残渣的综合利用是实现煤资源高效利用和环境可持续发展的重要领域。通过本文的综述，我们深入探讨了不同类型的煤制油技术及其特点，以及煤制油残渣的分类、性质和综合利用途径。这些研究为促进煤制油工艺的发展和煤制油残渣的有效利用提供了有益的参考。在未来的研究中，需要继续深化对煤制油技术的理解，并针对不同技术的优化与集成，以提高能源转化效率和产品质量。同时，对于煤制油残渣的综合利用，应进一步探索创新的处理方法和高值化利用技术，以实现资源循环利用和减少环境污染的目标。此外，政府、企业和科研机构应加强合作，推动煤制油技术的产业化进程，并建立相应的政策支持和法规框架，为煤制油工艺及煤制油残渣的综合利用提供良好的发展环境。

### [参考文献]

- [1] 李泽根. 煤制油液化化工工艺研究[J]. 山西化工, 2023, 43(3): 85-86.
- [2] 贾众杰, 阿格茹. 探讨煤制油加氢残渣的综合利用[J]. 云南化工, 2020, 47(10): 25-26.
- [3] 徐宏伟. 煤制油残渣直接入炉气化制氢技术[J]. 陕西省煤化工工程技术研究中心, 2019(9): 19.
- [4] 张瑞, 李峰, 石磊等. 煤制油加氢残渣的综合利用研究[J]. 化学工程师, 2015, 29(2): 33-35.
- [5] 王治华, 王秀芬. 神华煤制油项目原料煤、液化残渣及粗细煤泥的成浆性实验研究[J]. 煤化工, 2014, 42(4): 63-66.
- [6] 杨丽萍. 对煤制油液化化工工艺的全面探析[J]. 科技与企业, 2013(9): 325.

作者简介：袁克伟（1972.2—），男，毕业院校：山东科技大学，所学专业：化学工程与工艺，目前在陕西未来能源化工有限公司水务车间工作，职务：主管，职称级别：助理工程师。

## 城镇燃气计量误差与改进措施分析

柳洪磊

江阴中石油昆仑天力天然气管网有限公司, 江苏 无锡 214400

**[摘要]** 此次研究对城镇燃气计量误差与改进措施进行了分析。首先, 介绍了城镇燃气计量的现状, 指出存在的问题。其次, 探讨了导致城镇燃气计量误差产生的主要原因, 包括宽量程计量误差、气压力和气流波动的影响、供气条件差异的影响等。在改进方面, 提出了一系列措施。首先是改进调压方式和计量工艺, 通过优化调压系统和改进计量装置, 降低计量误差。其次是提升计量仪器精度, 包括采用更高精度的仪表和传感器, 提高计量的准确性。第三个措施是实时检测燃气组分, 通过引入在线监测系统, 及时获取燃气组分数据, 减少计量误差。此外, 还强调了燃气质量管理的重要性, 通过加强燃气质量监测与控制, 提高计量的可靠性与准确性。最后, 建议将能量流量作为主要计量对象, 以能量计量为导向进行改进, 更准确地反映实际消耗情况。这些改进措施可以为城镇燃气行业提供参考, 促进计量技术的发展与应用。

**[关键词]** 城镇燃气; 计量误差; 改进措施

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10523

中图分类号: TU996.6

文献标识码: A

## Analysis of Urban Gas Measurement Errors and Improvement Measures

LIU Honglei

Jiangyin PetroChina Kunlun Tianli Natural Gas Pipeline Network Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 214400, China

**Abstract:** This study analyzed the errors and improvement measures of urban gas metering. Firstly, the current situation of urban gas metering was introduced, and the existing problems were pointed out. Secondly, the main causes of urban gas metering errors were explored, including wide-range metering errors, the impact of pressure and airflow fluctuations, and the impact of differences in gas supply conditions. In terms of improvement, a series of measures were proposed. Firstly, it is necessary to improve the pressure regulation method and measurement process, by optimizing the pressure regulation system and improving the measurement device, in order to reduce measurement errors. Next is to improve the accuracy of measuring instruments, including the use of higher precision instruments and sensors to enhance the accuracy of measurement. The third measure is to detect gas components in real time, by introducing an online monitoring system to timely obtain gas component data and reduce measurement errors. In addition, the importance of gas quality management was emphasized, and by strengthening gas quality monitoring and control, the reliability and accuracy of measurement can be improved. Finally, it is recommended to make energy flow the main measurement object and improve it based on energy measurement to more accurately reflect the actual consumption situation. These improvement measures can provide reference for the urban gas industry and promote the development and application of measurement technology.

**Keywords:** urban gas; measurement errors; improvement measures

### 引言

城镇燃气作为一种重要的能源供应形式, 广泛应用于工业、商业和居民领域。然而, 随着能源计量的关键性日益凸显, 城镇燃气计量误差成为一个亟待解决的问题。准确的燃气计量对于保障用户权益、提高能源利用效率以及节能减排具有重要意义。此次研究旨在通过对城镇燃气计量误差与改进措施的分析, 深入探讨当前存在的问题, 并提出相应的解决方案。通过对城镇燃气计量误差与改进措施的深入研究, 我们期望能够为城镇燃气行业提供技术支持和指导, 促进计量技术的进步与应用。同时, 我们也希望引起相关部门和企业的重视, 加强对城镇燃气计量的监管与管理, 确保计量的准确性和可靠性, 为用户提供优质的燃气服务。

### 1 城镇燃气计量现状

城镇燃气计量的现状是一个关乎能源供应和用户权

益的重要问题。随着城镇化进程的加速和能源需求的增长, 城镇燃气作为一种重要的能源供应形式, 在工业、商业和居民领域广泛应用。然而, 当前存在的城镇燃气计量误差问题仍然具有一定的严重性和普遍性<sup>[1]</sup>。

首先, 宽量程计量误差是城镇燃气计量中常见的问题之一。由于市区内的用户涵盖了大范围的燃气使用量, 传统计量设备在高负荷和低负荷条件下的准确度存在差异。这导致了计量数据的不精确性, 影响用户实际消费和费用结算。其次, 气压力和气流波动对燃气计量造成了一定的影响。燃气输送管道中的气压波动、管道分布系统的非均匀性以及用户端的变化负荷都可能引起燃气流量的不稳定性, 从而导致计量误差的产生。特别是在高峰期和异常情况下, 计量误差可能更加显著。此外, 供气条件的差异也是城镇燃气计量误差的原因之一。不同区域和用户的供

气条件可能存在差异,包括燃气压力、温度、湿度等因素。这些供气条件的差异会对计量精度产生影响,使得计量数据与实际能源消耗之间存在偏差。另外,燃气自身的质量和性质也可能引起计量误差。燃气中的杂质、含水量以及组分变化等因素都可能导致计量的不准确性。而且,由于燃气供应链的复杂性,燃气的来源和品质也可能存在波动和不确定性,进一步增加了计量误差的出现概率。

## 2 城镇燃气计量误差产生的原因

### 2.1 宽量程计量误差

宽量程计量误差是城镇燃气计量中常见的问题之一,宽量程计量误差与传统计量设备的设计和技术限制有关。传统的燃气计量设备通常采用容积表或涡轮流量计等机械式计量装置,这些装置在不同负荷条件下的准确度存在差异<sup>[2]</sup>。在低负荷条件下,往往由于测量精度的限制造成计量误差较大;而在高负荷条件下,由于流量过大可能导致仪表堵塞或压力损失,也会引发计量误差。宽量程计量误差还与计量装置的动态响应特性有关。城镇燃气供应系统中,用户从低负荷到高负荷的燃气使用变化可能较为迅速。然而,由于计量装置的惯性和响应速度有限,无法实时跟踪和适应这种变化,导致计量数据滞后和不准确。特别是在快速负荷变化和突发事件下,计量误差更加显著。宽量程计量误差还受到计量装置内部结构和流体力学特性的影响。例如,燃气流量计量装置中可能存在的漏气、渗漏或压力损失等问题都会引起计量误差的产生。而且,由于计量装置内部存在一定的阻力和惰性,流体在通过计量装置时可能发生非均匀流动或湍流现象,进一步增加计量误差。最后,宽量程计量误差还可能与使用环境和条件变化有关。不同区域和用户的供气条件可能存在差异,包括燃气压力、温度、湿度等因素。这些供气条件的差异会直接或间接地影响计量装置的测量精度,使得计量数据与实际能源消耗之间存在偏差。此外,城镇燃气系统中可能存在压力波动、管道分布系统的非均匀性以及用户端的变化负荷等因素,也会对燃气计量产生干扰和影响。

### 2.2 气压力和气流波动的影响

城镇燃气计量误差的产生与气压力和气流波动密切相关。气压力的变化是城镇燃气计量误差产生的重要原因之一。燃气供应系统中,气体在输送过程中会受到不同区域和时间段的气压力变化影响<sup>[3]</sup>。当气压力发生变化时,传统的燃气计量装置可能无法及时调整来适应新的工作条件,从而导致计量误差产生。例如,当气压力降低时,计量装置可能会出现流量减小但未能准确反映实际气量消耗的情况,造成计量偏差。相反,当气压力升高时,计量装置可能会出现流量增加但未能准确反映实际气量消耗的情况,也会导致计量误差。气流波动也是城镇燃气计量误差的一个重要因素。燃气供应系统中,由于用户的燃

气使用模式和负荷变化,气流波动是不可避免的。这种波动可能是由于用户的燃气设备开关、燃气用量突发变化或系统供气压力调整等引起的。当气流出现波动时,传统的计量装置由于惯性和响应速度的限制,无法实时准确地跟踪和测量这些变化,从而造成计量误差的产生。特别是在快速的气流波动下,计量装置往往无法及时反应,导致计量数据与实际能源消耗存在偏差。

### 2.3 供气条件差异的影响

不同区域和用户的供气条件差异会直接影响燃气计量的准确性。燃气供应系统中,不同地区的供气压力、温度、湿度等因素可能存在差异。这些供气条件的变化会直接影响传统计量装置的测量精度,使得计量数据与实际能源消耗之间存在偏差。例如,当供气压力较低时,计量装置可能无法准确测量流量,导致计量偏差。同样,当供气温度或湿度发生变化时,计量装置也可能出现计量误差。供气条件差异还可能导致城镇燃气系统中管道分布的非均匀性,进而影响燃气计量的准确性。在供气管道网络中,由于管道长度、直径、布局等因素的不同,不同用户的供气条件可能存在差异<sup>[4]</sup>。这种非均匀性会影响燃气的流动特性,导致部分用户处于高压区域,而其他用户处于低压区域。这样,计量装置在不同用户之间的计量数据也可能存在差异,进一步导致计量误差产生。此外,供气条件差异还可能随着时间发展而变化,例如季节性变化或负荷波动引起的供气条件变化。在冬季或高负荷时期,燃气系统通常会面临更高的供气需求和压力波动,这可能会对计量装置的准确性产生影响。类似地,突发事件或紧急情况下的供气调整也可能导致供气条件的剧烈变化,使得传统计量装置无法及时适应新的工作条件,从而引发计量误差。

## 3 城镇燃气计量的改进措施

### 3.1 改进调压方式和计量工艺

要改进城镇燃气计量的准确性和可靠性,可以改进调压方式和计量工艺。首先,改进调压方式是提高城镇燃气计量准确性的重要手段之一。传统的城镇燃气系统中常用的调压方式是通过调节调压阀来实现,但在面对供气条件差异和用户负荷变化时,这种方式可能无法及时精确地调整供气压力。因此,可以考虑采用智能调压装置或自适应调压技术来改进调压方式。这些技术利用传感器、反馈控制和自学习算法等,能够实时监测供气压力并自动调整调压阀的开度,以保持稳定的供气压力。通过使用这些新型调压方式,可以更好地适应不同供气条件和用户负荷变化,减小调压过程中的波动,从而提高计量准确性<sup>[5]</sup>。其次,改进计量工艺也是提高城镇燃气计量准确性的关键措施。传统的计量装置在面对气压力和气流波动时,存在响应速度较慢、测量精度有限的问题。为了解决这些问题,可以采用先进的计量技术和设备来改进计量工艺。例如,采用

高精度的超声波流量计或质量流量计,能够实时准确地测量燃气流量,并且对气压力和气流波动具有较好的适应性。此外,引入先进的数据处理和分析技术,如物联网、大数据和人工智能等,能够实时监测、分析和校正计量数据,提高计量准确性和稳定性。另外,进行合理的供气条件校正也是改进城镇燃气计量的一项重要措施。通过对供气参数(如压力、温度、湿度等)进行准确测量和校正,可以消除供气条件差异对计量准确性的影响。同时,根据不同用户和区域的供气特点,制定相应的校正方法和规程,确保计量装置能够准确反映实际能源消耗。

### 3.2 提升计量仪器精度

要提升城镇燃气计量的准确性,关键的改进措施之一是提升计量仪器的精度。要选择高精度的计量仪器是提升城镇燃气计量准确性的首要步骤。传统的计量仪器可能存在测量误差,无法达到较高的精度要求。因此,可以考虑采用先进的计量仪器,如超声波流量计、质量流量计或指针式数字表等,这些仪器具有更高的测量精度和响应速度。通过使用高精度的计量仪器,可以显著降低计量误差,提高城镇燃气计量的准确性。其次,进行定期的仪器校准和检验工作也是提升计量仪器精度的重要手段。随着时间的推移,计量仪器可能会出现漂移或退化,导致测量结果偏离实际值。因此,定期对计量仪器进行校准和检验,确保其准确性和可靠性非常重要。校准可以通过与标准设备比对来验证计量仪器的测量精度,而检验则可以检查仪器的功能和性能是否正常。通过定期的校准和检验,可以及时发现并纠正计量仪器的偏差,保证城镇燃气计量的准确性。

### 3.3 实时检测燃气组分

城镇燃气计量的改进措施之一是实时检测燃气组分。传统的燃气计量系统通常采用定期抽样测试的方式来监测燃气质量,这种方法存在一定的局限性。实时检测可以提供即时的燃气组分信息,使运营人员能够及时了解燃气质量的变化情况,快速做出反应。其次,实时检测系统可以自动记录和报告异常情况,提高了故障发现和处理的效率。第三,实时检测可以降低人为误差,提高数据的准确性和可靠性。另外,实时检测还可以与智能化管理系统相结合,实现远程监测和控制。通过无线通信技术,相关数据可以传输到中心监控平台,运营人员可以随时随地监测和管理燃气计量系统,提升管理的便捷性和精确性<sup>[6]</sup>。

### 3.4 燃气质量管理

燃气质量管理是指通过采取一系列措施和技术手段,确保供应的燃气符合规定的质量标准,并提高计量系统的准确性和可靠性。燃气质量管理需要建立完善的监测体系,包括设置适当的监测点位和安装监测设备,以实时监测燃气的组分、压力、流量等关键参数。监测数据可以通过自动化系统进行采集、记录和分析,以便及时发现和处理异常情况。其次,燃气质量管理需要制定严格的质量标准和

监管要求。相关政府部门和行业组织应根据国家标准和法规制定适用的燃气质量标准,并加强对供应商和运营商的监督检查。同时,对于违反质量标准的情况,应有相应的处罚和制裁措施,以保证燃气供应的质量和安。燃气质量中还管理需要加强技术手段和设备的更新和升级,可以使用先进的计量设备和技术,如超声波流量计、气体色谱仪等,可以提高计量系统的准确性和稳定性。此外,引入智能化管理系统和远程监控技术,可以实现对燃气质量的实时监测和数据分析,并及时采取相应的措施进行调整和优化。此外,燃气质量管理还包括加强运营人员的培训和技能提升。操作人员应具备相应的专业知识和技能,能够熟练操作和维护计量设备,并正确使用监测数据进行决策和处理。定期的培训和考核可以提高操作人员的专业水平,降低由人为因素引起的计量误差。

### 3.5 将能量流量作为主要计量对象

传统的燃气计量系统通常以体积流量为计量对象,即通过测量燃气通过管道的体积来进行计量。然而,随着能源行业的发展和技术的进步,将能量流量作为主要计量对象已被广泛应用,并在城镇燃气领域得到采纳。将能量流量作为主要计量对象的优势在于更准确地反映用户实际的能源消耗情况。通过测量燃气的能量流量,可以考虑到燃气的压力、温度等因素对能源消耗的影响,从而提高计量的准确性。这种方法尤其适用于需要准确监测和计费场景,如工业生产和商业建筑等。另外,将能量流量作为主要计量对象还有助于节约能源和提高能源利用效率。通过实时监测和分析能量流量数据,可以及时发现能源损失、漏气等问题,并采取相应的措施进行调整和优化。这有助于降低能源浪费,提高能源利用效率,从而实现可持续发展的目标。为实现将能量流量作为主要计量对象的改进措施,需要更新和升级计量设备和技术。例如,引入具有高精度和稳定性的热量表和热量计等先进设备,以实现能量流量的准确测量和监测。此外,结合智能化管理系统和远程监控技术,可以实时获取能量流量数据,并进行分析和处理,提高计量系统的自动化水平和运行效率。

## 4 结语

此次研究对城镇燃气计量误差与改进措施进行了综合分析和讨论。通过对现有问题的梳理和原因的深入剖析,我们提出了一系列改进措施,旨在提高城镇燃气计量的准确性和可靠性。然而,改进城镇燃气计量并非一蹴而就的任务,需要各方共同努力。政府部门应加强监管与标准制定,推动技术创新和应用;燃气企业应优化设备和工艺,并加强培训与管理;科研机构 and 学术界应开展深入研究,提供科学依据和技术支持。同时,用户也应加强对燃气计量的监督和理解,积极参与能源节约和环保行动。通过共同努力,有信心克服城镇燃气计量误差带来的挑战,实现燃气计量的准确、高效和可持续发展。这将为能源行业健

康发展、经济社会可持续发展作出积极贡献。

**[参考文献]**

- [1]刘兴伟,陈婷婷,法曙光.城镇燃气计量仪表智能化标准发展探讨[J].煤气与热力,2022,42(5):44-46.
- [2]徐云鹏.燃气计量误差与改进措施[J].化学工程与装备,2022(4):97-98.
- [3]李振悦.城镇燃气计量误差与改进措施分析[J].智能城市,2021,7(10):85-86.
- [4]孙宁.燃气企业计量标准化管理的探讨[J].城市燃气,2020(9):44-49.
- [5]员娟宁.城镇燃气计量误差与改进措施[J].石化技术,2020,27(1):117-119.
- [6]胡炜.城镇燃气计量误差及改进方式探寻[J].科技风,2019(23):242-243.

作者简介:柳洪磊(1989.5—),男,毕业院校:辽宁石油化工有限公司,专业:大学本科,工作单位:江阴中石油昆仑天力天然气管网有限公司,岗位及年限:生产运行岗5年,目前职称:工程师。

## 碳中和背景下的绿色建筑设计理念应用研讨

汪凯俊

江西省商业建筑设计院有限公司, 江西 南昌 330000

**[摘要]**在全球气候变化的大背景下,碳中和已经上升为一个紧迫的议题,对各个产业都提出了新的挑战。建筑行业作为全球能源消耗和碳排放的主要来源,其在碳中和目标中扮演着至关重要的角色。因此,如何在建筑设计中融入绿色理念,以达到更高的能效和更低的碳足迹,已经成为业界的关注焦点。本研讨旨在探索碳中和背景下的绿色建筑设计理念如何应用于实际建筑项目,涉及的内容包括节能技术的融合、生态友好材料的选择,以及如何在设计中优化建筑与自然环境的关 系。通过深入分析,我们希望能够提供一个清晰的框架,为建筑师、工程师和其他相关人员提供在碳中和目标下进行绿色建筑设计的有 效策略和方法。

**[关键词]**碳中和;绿色建筑;设计理念;技术应用;绿色发展

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10524

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

### Discussion on the Application of Green Building Design Concepts in the Context of Carbon Neutrality

WANG Kaijun

Jiangxi Commercial Building Design Institute Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

**Abstract:** In the context of global climate change, carbon neutrality has become an urgent issue, posing new challenges to various industries. As the main source of global energy consumption and carbon emissions, the construction industry plays a crucial role in achieving carbon neutrality goals. Therefore, how to integrate green concepts into building design to achieve higher energy efficiency and lower carbon footprint has become a focus of industry attention. This seminar aims to explore how green building design concepts in the context of carbon neutrality can be applied to practical building projects. The topics covered include the integration of energy-saving technologies, the selection of eco-friendly materials, and how to optimize the relationship between buildings and the natural environment in design. Through in-depth analysis, we hope to provide a clear framework for architects, engineers, and other relevant personnel to provide effective strategies and methods for green building design under carbon neutrality goals.

**Keywords:** carbon neutrality; green buildings; design concept; technology application; green development

### 引言

随着人类对地球气候和生态系统的影响逐渐显现,全球性的碳中和目标成为了各国和地区的共同追求。建筑行业,作为全球最大的能源消费者之一,自然成为实现碳中和目标的关键领域。传统的建筑设计方法和实践已经无法满足当前对环境保护和可持续性的要求,因此,一个新的设计理念应运而生——绿色建筑设计。它不仅仅是建筑技术和材料的创新,更是一种全新的思维方式,强调与自然和谐共生,追求建筑与环境、社会、经济三方面的可持续发展。在这样的大背景下,我们将对绿色建筑设计理念在碳中和背景下的应用进行深入的研讨,探索其价值、挑战和未来的发展方向,希望为建筑行业和相关领域提供有益的参考和启示。

#### 1 绿色建筑设计理念的概况

绿色建筑设计理念是一种在建筑领域中注重可持续性、生态友好性和人与自然和谐共生的设计思维。该理念认为,建筑不仅仅是一个用于居住或工作的物理空间,更是与周围环境互动的生态体系。绿色建筑重视在设计、建设和运营各个阶段减少对环境的负面影响,如减少能源

和水资源的消耗、选择可再生和低影响的建筑材料以及优化室内环境的质量,从而确保对居住者和大自然双方的益处。此外,绿色建筑也强调与当地气候、地形和文化的适应性,推动在设计中实现节能、高效和生态平衡。随着全球对气候变化和环境问题的日益关注,绿色建筑设计理念已经从一个边缘话题逐渐成为现代建筑设计的核心内容,指引着建筑行业走向更加可持续和绿色的未来。

#### 2 绿色建筑设计理念的重要性

绿色建筑设计理念在当今时代的重要性已逐渐被全球各界所认识和重视。随着气候变化和环境恶化的问题愈发突出,我们开始认识到传统建筑方式对自然资源的过度消耗和对环境的负面影响。而绿色建筑设计理念,作为一个旨在提高建筑物能效、减少资源消耗、并与自然环境和谐共生的思路,为我们提供了一种应对这些全球挑战的切实可行的方法。这种理念强调的是全面、系统的观念,不仅仅局限于建筑的单一环节,而是贯穿于建筑的整个生命周期,从选址、设计、建设到使用、维护乃至废弃<sup>[1]</sup>。通过这种方式,绿色建筑不仅能为居住和使用 者提供健康、舒适的室内环境,还能在长期内为业主带来经济效益,如

降低运营和维护成本。更为重要的是,绿色建筑作为一个具有创新和前瞻性的领域,它鼓励技术进步、材料再利用和可再生能源的使用,从而推动了整个建筑产业的持续进步。

### 3 绿色建筑设计理念的应用原则

#### 3.1 尊重自然原则

绿色建筑设计理念在其应用中始终坚守一系列的核心原则,其中“尊重自然原则”占据了至关重要的位置。这一原则强调建筑设计和构造过程中,应当充分考虑和融入自然环境,确保建筑与其周围的自然景观、生态系统和气候条件和谐共生。尊重自然意味着不采取过度的开发和干预,而是要尽可能地减少对土地、水源、动植物的破坏,保护当地的生物多样性。例如,在选址时,应避免侵占生态敏感区域,如湿地、森林或其他有生态价值的区域。在建筑设计阶段,应当充分考虑日照、风向、地形等自然因素,使建筑与自然环境形成互补,达到节能和舒适的效果。此外,采用本地的建筑材料和技术,可以进一步减少对远程运输和非再生资源的依赖,同时也有助于建筑与其所在地的文化和环境更为融洽。

#### 3.2 节能环保原则

在绿色建筑设计理念中,“节能环保原则”是一个核心的指导思想,它不仅体现了对资源的珍惜和高效利用,还突显了对环境的尊重与保护。这一原则要求建筑在整个生命周期中,从设计、施工到运营和废弃,都应追求最低的能源消耗和最小的环境破坏。在设计阶段,应通过优化建筑的取向、形态和结构,利用被动设计策略,如自然通风、日照利用和热质量管理,来降低对机械制冷和制热的依赖。选择高效、持久且可回收的材料,以及应用高效的建筑系统和技术,如太阳能、雨水收集和再利用系统,进一步确保建筑的能源效率和环境友善性。在施工和运营过程中,应持续监测和调整建筑的能源表现,确保其长期保持高效和节能状态。此外,推广和鼓励绿色建筑的使用和维护,如定期的绿色维护和管理,也是实现节能环保原则的关键。

#### 3.3 以人为本原则

“以人为本原则”在绿色建筑设计理念中占据着核心的地位,强调建筑不仅要满足功能和经济性的要求,更要关注人的身心健康、舒适性和整体生活质量。这一原则认为,建筑首先是为人服务的,因此设计过程中应充分考虑人的需求、习惯和情感,确保绿色建筑为其使用者创造一个健康、安全、舒适和愉悦的环境。例如,通过合理的空间布局和设计,确保室内有足够的自然光照和新鲜空气,从而提高人们的工作和生活效率,减少对人体健康的潜在风险<sup>[2]</sup>。同样,使用无毒或低毒的建筑材料和饰面,可以有效降低室内空气污染,保护人们的呼吸健康。此外,绿色建筑应当与其周围的环境和社区和谐相融,提供丰富的公共空间和绿色植被,以满足人们的社交、休闲和亲近自

然的需求。

### 4 碳中和背景下的设计挑战

#### 4.1 技术限制

在碳中和的背景下,建筑设计面临的主要挑战之一是技术限制。尽管过去几年我们已经看到了大量关于低碳技术的研究和开发,但很多技术仍然处于其初级阶段,尚未成熟到可以在大规模或商业化的场景中应用。例如,某些先进的节能技术和材料,虽然在实验室环境中展现出了优异的性能,但在实际应用中可能因为成本、耐用性或其他系统的兼容性问题而受到限制。此外,即使某些技术已经相对成熟,其安装和维护也可能需要专门的技能和知识,这在很多地区可能难以获取。再者,对于复杂的建筑系统,如智能能源管理系统和集成的可再生能源技术,可能还存在与现有基础设施、标准和法规的匹配问题。

#### 4.2 经济成本高

在追求碳中和的建筑设计过程中,高昂的经济成本无疑是一个巨大的挑战。尽管绿色和低碳技术有着长远的环境和社会效益,但在初期,它们往往伴随着更高的投资成本。例如,采用先进的节能材料、设备和技术,如太阳能光伏板、高效隔热材料或智能管理系统,在前期投资中可能会比传统方法贵很多。此外,对于那些需要专业知识和技能进行设计、安装和维护的技术,其劳务成本也可能更高。这使得许多开发商和业主在面对短期经济利益和长期环境效益时往往选择前者。尽管随着技术的成熟和规模化生产,某些成本正在逐渐降低,但在许多情况下,高昂的经济成本仍然是阻碍碳中和建筑广泛推广的关键因素

### 5 绿色建筑设计理念在建筑设计中的实际运用研究

#### 5.1 在规划建筑面积方面的运用

绿色建筑设计理念在建筑设计的各个环节中都有深远的影响,其中在规划建筑面积方面的运用尤为显著。面积规划不仅与建筑的功能和美观性直接相关,更与建筑的能效、资源消耗和生态足迹密切挂钩。在绿色建筑设计中,建筑师在规划建筑面积时,首先考虑的是如何最大限度地提高空间的使用效率。这意味着优化空间布局,确保每一平方米都被合理和高效地使用,从而避免不必要的浪费和过度建设。同时,建筑师还会考虑建筑的方向、形状和结构,确保建筑能够充分利用自然光和通风,从而减少对人工照明和空调的依赖<sup>[3]</sup>。此外,通过合理的建筑面积规划,可以有效地降低建筑的材料消耗和施工成本,同时也有利于减少建筑运营过程中的能源消耗和维护成本。

#### 5.2 在优化平面布局方面的运用

绿色建筑设计理念在建筑设计的诸多方面都有所体现,而在优化平面布局上的应用则尤为关键。平面布局是决定建筑功能和使用体验的重要环节,而在绿色设计中,其目的不仅是提供合理、舒适的空间,更在于创建一个能

效高、资源使用最优化的环境。为实现这一目标，建筑师会从多个角度进行思考和设计。首先，他们会根据建筑的朝向和所在地的气候条件，合理安排各个功能空间，确保尽可能多的使用空间能够享受到充足的自然光照和通风，这样既能节省能源，又能提供健康的室内环境。其次，绿色设计鼓励开放和多功能的空间布局，可以减少不必要的墙体和隔断，从而减少建材的使用和浪费。此外，通过合理的空间组织和流线设计，可以减少过度的交通空间，提高建筑的使用效率。绿色建筑还会考虑如何在平面布局中融入绿色植被和水体，以达到调节室内温湿度、净化空气并增强人与自然的连接。

### 5.3 在节约建筑材料方面的运用

绿色建筑设计理念对于节约建筑材料的强调体现了对环境的尊重和对资源的可持续性的追求。在建筑设计的实践中，节约建筑材料已经成为了一项核心任务。首先，设计师在选材时，会优先考虑使用回收、可再生和持久的材料，这不仅减少了对新资源的消耗，还降低了因制造和运输新材料而产生的碳排放。例如，利用回收的混凝土、钢材或木材，以及采用生态板、竹制品等可再生材料，都在实践中得到了广泛的应用。其次，在建筑结构和形式设计阶段，通过合理的优化和创新，可以实现材料的最大化利用和最小化浪费，例如采用跨度更大、结构更为经济的设计方案，或利用模块化、预制构件来减少现场施工中的材料损失。再者，设计师也会考虑建筑的拆卸和再利用性，确保在建筑达到使用寿命后，其主要材料和构件都可以被回收或再利用。这种设计策略不仅有助于延长材料的使用寿命，还能降低建筑废弃物对环境的影响。

### 5.4 在提升节能技术方面的运用

绿色建筑设计理念在建筑设计的实际运用中，对于提升节能技术的应用给予了特别的重视。这是因为建筑的能源消耗在全球能源消耗中占据了很大的比例，而绿色建筑旨在显著降低这一数字。为实现这一目标，设计师积极探索和融入最新的节能技术。例如，采用高性能的建筑外壳系统，如双层或三层低辐射玻璃、高效隔热材料等，可以大大减少建筑的热损失或热增益。再如，利用先进的暖通空调系统和智能楼宇管理系统，可以根据室内外的实际条件动态调节设备运行，达到最佳的能源效率。太阳能技术、风能技术和地热技术等可再生能源技术也被广泛地整合到建筑设计中，为建筑提供绿色、清洁的能源。另外，绿色建筑还强调建筑的被动设计，如利用自然通风、日光照明和热质量策略，从而减少对机械系统的依赖，实现真正的节能。这些技术的综合应用不仅显著降低了建筑的能源消耗和运

营成本，同时也为室内环境带来了更高的舒适性和健康性。

### 5.5 在建筑景观方面的运用

绿色建筑设计理念在建筑设计中的实际运用，特别是在建筑景观方面，展现了与环境和谐共生的设计哲学。景观设计不再仅仅是为了审美或装饰，而是成为了建筑与自然之间桥梁的重要组成部分。首先，绿色建筑的景观设计强调与当地的生态环境和文化融为一体，倡导使用本地的植物种类和自然材料，这样不仅能降低维护的难度和成本，还能为当地的生物多样性做出贡献。其次，景观设计会采用生态的方法来处理和循环建筑产生的废水，例如设立雨水花园、人工湿地和绿色屋顶等，这些都可以有效地过滤和再利用雨水，降低洪水风险并为建筑提供附加的保温效果。再者，绿色景观设计也强调提供多功能空间，为人们提供休闲、运动和社交的场所，同时也创造了与大自然亲近的机会<sup>[4]</sup>。例如，屋顶花园和露台不仅为居住者提供了宜人的休憩空间，还为城市带来了宝贵的绿色空间。

## 6 结束语

随着碳中和目标的确立，我们站在了一个重要的历史节点上，面对前所未有的挑战和机遇。绿色建筑设计理念的应用已经从一个单纯的概念，发展为实践中的必要策略。在此研讨中，我们探讨了这一理念如何在碳中和的背景下为建筑行业带来变革。绿色建筑不仅代表了一种对自然和谐的生态设计方法，更是对未来生活方式的一种愿景和追求。虽然在实际的建筑设计与实施过程中仍然存在许多挑战，但随着技术的进步、政策的鼓励和公众意识的觉醒，我们有理由相信，绿色建筑将会成为未来城市的主流，为实现全球的碳中和目标贡献关键的力量。最后，希望此次研讨能为广大建筑行业的同仁提供启示和思考，鼓励更多的人投身于绿色建筑的设计和实践中，共同为创造一个更加可持续、绿色和和谐的未来努力。

### [参考文献]

- [1] 胡海涛. 碳中和背景下的绿色建筑设计理念应用研讨[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(6): 127-129.
  - [2] 郑溢峰. 基于“碳达峰、碳中和”目标下的绿色建筑发展与建筑节能[J]. 大众标准化, 2023(1): 4-6.
  - [3] 赵辉. 碳中和背景下的城市绿色发展效率研究[J]. 节能, 2022, 41(8): 59-61.
  - [4] 刘戈, 付英杰. 碳中和背景下绿色建筑运营管理创新路径与策略研究[J]. 建筑经济, 2022, 43(4): 98-104.
- 作者简介: 汪凯俊(1976.4—), 男, 学历: 大学本科, 从事专业: 建筑学。

## 建筑结构实体质量检测技术及工程案例分析

焦同喜

东海县建设工程质量检测中心, 江苏 连云港 222300

[摘要] 建筑物的结构实体质量不仅关系到人们的生命安全, 也直接影响到建筑工程的耐久性和可靠性。在这种背景下, 建筑结构实体质量检测技术应运而生, 成为确保建筑质量的关键手段。本篇文章旨在研究和分析建筑结构实体质量检测技术及其在实际工程中的应用。

[关键词] 建筑结构; 检测技术; 工程案例

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10522

中图分类号: TU712.3

文献标识码: A

### Solid Quality Testing Technology for Building Structures and Analysis of Engineering Cases

JIAO Tongxi

Donghai County Construction Engineering Quality Testing Center, Lianyungang, Jiangsu, 222300, China

**Abstract:** The structural entity quality of buildings is not only related to people's life safety, but also directly affects the durability and reliability of construction projects. In this context, building structural entity quality detection technology has emerged as a key means to ensure building quality. This article aims to study and analyze building structural entity quality detection technology and its application in practical engineering.

**Keywords:** building structure; detection technology; engineering cases

#### 引言

随着城市化进程的加速和建筑规模的不断扩大, 建筑结构形式和材料种类也日益复杂多样。在这种背景下, 传统的质量检测手段已经不能完全满足现代建筑工程的需要。为了更好地确保建筑结构的质量, 提高工程的可靠性和安全性, 各种先进的建筑结构实体质量检测技术应运而生。这些技术涵盖了混凝土楼板厚度检测、钢筋保护层厚度检测、混凝土强度检测和砌筑砂浆强度检测等多个方面, 不仅可以快速准确地获取结构质量数据, 而且能够在不破坏建筑结构的前提下完成检测过程。

#### 1 建筑工程质量控制的作用与方法

建筑工程质量控制是确保建筑项目按照设计要求、标准和规范进行施工, 保证建筑结构安全、稳定, 以及使用性能满足要求的重要环节。质量控制的作用主要包括以下几个方面: ①建筑工程质量控制能够确保建筑结构的安全性。合格的建筑工程质量控制能够及时发现和纠正施工中的安全隐患, 保障施工现场的安全, 降低工程事故发生的可能性, 确保施工人员和周围居民的生命安全。②质量控制可以保证建筑工程的使用性能。建筑工程需要满足各种使用要求, 包括承载能力、隔热保温性能、防水性能等。通过质量控制, 可以确保建筑材料的选用、施工工艺的符合设计要求, 从而保证建筑结构的各项性能指标达标。③质量控制还能够提高建筑工程的耐久性。合格的材料选择和施工工艺可以延长建筑结构的使用寿命, 降低维护和修复成本, 保障建筑长期稳定运行。

为了实现以上作用, 建筑工程质量控制采取了多种方

法。其中包括建立严格的质量管理体系, 明确各个施工环节的质量责任; 制定详细的施工组织设计和施工方案, 确保施工过程按照规定进行; 加强对施工现场的监督和检查, 及时发现和纠正施工中的质量问题; 进行质量检测和试验, 确保建筑材料和施工质量符合标准和设计要求; 加强施工人员的培训, 提高施工人员的技术水平和质量意识等。通过这些方法, 建筑工程质量控制得以全面、系统地实施, 确保了建筑工程的质量和安

#### 2 建筑结构实体检测内容与技术要点

##### 2.1 混凝土楼板厚度检测

混凝土楼板厚度检测在建筑结构实体检测中扮演着至关重要的角色, 它直接影响到建筑物的承载能力和使用安全。传统的测量方法通常涉及凿开构件或使用电钻进行孔洞测量, 然而, 现代技术的发展使得使用楼板厚度检测仪成为一种更为高效和准确的方法<sup>[1]</sup>。现代的楼板厚度检测仪器采用了先进的无损检测技术, 其中包括超声波检测和电磁感应检测。超声波检测通过发送超声波信号, 并测量信号传播时间来确定混凝土楼板的厚度。这种方法具有高度精确性, 测量精度通常可控制在偏差±0.1厘米的范围内。另一方面, 电磁感应检测则利用电磁感应原理来测量混凝土楼板的厚度, 同样也具备高度的准确性。相较于传统方法, 现代的楼板厚度检测仪器具有许多优势。首先, 它们能够高效快速地获取楼板厚度数据, 提高了施工效率。其次, 这些无损检测技术不会破坏建筑结构, 确保了建筑物的完整性, 减少了资源浪费和维修成本。此外, 为了提高检测精度, 现代方法通常采取在楼板两条对角线上进行多点测量的

策略,相较于以往的3点测量,这种方法更加准确可靠。

## 2.2 钢筋保护层厚度检测

钢筋保护层厚度检测是建筑结构实体检测中的关键环节,它直接关系到混凝土结构的耐久性和安全性。合格的钢筋保护层厚度能够有效保护钢筋免受腐蚀,同时确保钢筋与混凝土之间的黏结性能,保障建筑结构的稳定性。为了进行钢筋保护层厚度检测,常常采用无损检测技术,如电磁感应法或混凝土探伤雷达。在实际检测中,专用的扫描仪被广泛应用于定位混凝土结构中的钢筋,并测量对应点上的混凝土保护层厚度。特别值得注意的是,对于负弯矩钢筋,尤其是悬挑构件板的负弯矩钢筋,控制其混凝土保护层厚度的难度较大。为了确保检测的准确性,现行规定通常要求至少选取6根承受纵向力的钢筋,并在每根钢筋上至少选择3个具有代表性的测量点进行保护层厚度检测。通常的做法是在板的垂直方向上布点进行检测,对于普通钢筋,每个方向的测量长度应大于或等于100厘米,而对于负弯矩钢筋,设计间距通常为10厘米。通过遵循这些规定和做法,可以确保检测的准确性和可靠性,从而保障建筑结构的质量和安全性。这样的布点和测量方式能够全面、准确地反映钢筋混凝土构件的实际情况<sup>[2]</sup>。无损检测技术在这一过程中显得尤为重要。电磁感应法通过电磁感应原理来测量钢筋与混凝土表面的距离,而混凝土探伤雷达则利用雷达波在混凝土中的传播速度来获取钢筋保护层厚度。这些无损检测技术具有高精度、非破坏性的特点,能够提供准确的保护层厚度数据,为后续施工和维护提供了重要参考。因此,在建筑工程中,钢筋保护层厚度检测是确保结构安全和耐久性的不可或缺步骤。

## 2.3 混凝土强度检测

混凝土强度检测是评价混凝土质量的重要手段,直接关系到建筑物的安全性和耐久性。混凝土的强度通常通过抗压强度来表示,即单位截面积承受的压力极限值。混凝土强度的检测通常采用无损检测技术,其中包括超声波传播速度法和回弹法。超声波传播速度法利用超声波在混凝土中的传播速度来估测混凝土的强度。这种方法通过超声仪器测量构件内声波频率,然后基于已绘制的测强曲线,即可推算出混凝土的抗压强度。回弹法则是通过测量钢珠在混凝土表面弹跳的高度来推测混凝土的强度。这两种无损检测技术具有操作简便、快速高效的特点,尤其适用于现场快速检测,为施工和验收提供了便利。需要注意的是,为了确保检测准确性,混凝土强度检测必须建立在准确的测强曲线基础上。

## 2.4 砌筑砂浆强度检测

砌筑砂浆强度是指砂浆材料抵抗压缩力的能力,它直接影响到砌体结构的牢固程度和稳定性。砌筑砂浆强度检测通常通过取样试验进行,将砂浆样品制作成试块,在一定养护条件下进行压缩试验,以确定砂浆的抗压强度。在现场施工中,也可以采用现场试验法,如刮削试验或颜色变化试验。刮削试验通过用刮板在砂浆表面刮取,观察刮削的难

易程度来判断砂浆的强度,而颜色变化试验则通过观察砂浆试块颜色的变化来推测砂浆的强度。这些现场试验方法操作简便,适用于施工现场的快速检测,为施工质量提供了保障。

## 3 建筑结构实体检测案例分析—以S工程为例

### 3.1 工程概况

S工程共34层,采用框架剪力墙结构,基础采用钻孔灌注桩,委托方和见证单位共同进行结构实体检测,其中我们将以该工程中的17号楼为检测主体进行分析。S工程混凝土的强度标号有所不同:地下室底板和侧壁采用C30p6/C45p6,13层采用C55,47层采用C50,811层采用C45,1215层采用C40,1619层采用C35,20层及以上采用C30。此外,楼板的设计厚度也有所区别:负12层的板厚为12厘米,车库顶板为16厘米,标准层平层为12厘米,标准层空洞层为10厘米。钢筋保护层的厚度在不同部位也有所调整:地下室底板为2.0厘米,柱与墙的迎水面为2.5厘米,梁为2厘米,柱为2厘米,板墙为1.5厘米。这些详细的设计要求和标准在实际施工和结构实体检测中起着关键作用。通过委托方和见证单位的共同努力,对于这座高层建筑的结构实体进行精确的检测,确保了建筑的安全性和稳定性。在实际施工中,严格遵守这些设计要求,以及进行准确的结构实体检测,是保障工程质量和安全的重要保障措施。

### 3.2 结构实体检测依据

在该工程的施工质量验收过程中,我们参考了一系列相关标准和规范,以确保施工质量达到预期水平。这些标准包括《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2015)、《回弹法检测高强混凝土抗压强度技术规范》(DB64/T 1647—2019)、《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2019)、《混凝土质量控制标准》(CB50164—2011)、《砌体工程现场检测技术标准》(GB/T50315—2011)、《混凝土强度检验评定标准》(GB/T50107—2010)以及《工程测量规范》(GB 50026—2007)。我们还仔细遵循了该工程的承包合同、施工组织设计、施工图纸、强制性条文以及其他章程文件<sup>[3]</sup>。这些标准和规范为我们提供了明确的施工方向和验收标准,帮助我们确保了施工过程的合规性和质量。通过遵循这些规定,我们可以更好地控制施工质量,保障了工程的安全性和可靠性。在整个施工过程中,我们将继续严格遵守这些标准和规范,以确保工程质量得到充分的保障。

### 3.3 检测时间、范围与人员

#### 3.3.1 检测时间

结构实体质量检测在各主体结构分部工程测收前进行,确保在建筑物结构完工前进行全面检测。

#### 3.3.2 检测范围

本次结构实体质量检测涵盖了所有涉及混凝土结构安全的重要部位,具体包括混凝土强度、砌筑砂浆回弹强度、楼板厚度、钢筋保护层厚度以及其他在工程合同中约

定的项目。这些检测项目涉及建筑结构的安全性和稳定性，确保了结构的质量和可靠性。

### 3.3.3 检测人员

在检测过程中，建设单位项目专业负责人将进行见证，同时至少有2名项目监理人员将全程监督，以确保检测工作的准确性和可靠性。通过施工项目、技术总工、实验室负责人和监理人员的共同配合，我们将保障结构实体质量的可靠性和准确性。

## 3.4 检测内容与方法

### 3.4.1 混凝土楼板厚度检测

本次楼板厚度检测采用非破损法，使用HC-HD850型楼板厚度检测仪进行。检测的数量按照CB50204—2015附录E的要求，详见表1。在悬挑板的情况下，取中心位置和长度、宽度方向的支座处各5个点，其他板取中心位置和对角线两端各10厘米处共5个点。板厚允许的偏差范围为-0.5厘米到+0.8厘米。

表1 S工程17#钢筋混凝土楼板厚度检测部位表

楼层	构件名称	部位
1层	板	12/13~s/v
2-34层	板	15/19~A/D

合格标准方面，要求检测结果的合格率达到80%以上。如果合格率在70%~79%之间，将采取同样的抽取数量进行二次检测。最终的合格率应为两次抽样总和计算后达到80%以上，以确保楼板厚度的符合设计要求和标准。这样的严格检测程序保障了楼板结构的稳定性和安全性。

### 3.4.2 钢筋保护层厚度检测

本次钢筋保护层厚度检测采用非破损法，使用R650混凝土钢筋检测仪进行。检测的数量按照GB50204—2015附录E的要求，具体的检测部位和构件数量如下：对于非悬挑构件的梁板，抽取其中的2%且不少于5个；悬挑梁抽取其中的5%且不少于10个；悬挑板抽取其中的10%且不少于20个。每层的抽样数量根据图纸现场随机抽取（详见表2），每个选定的构件中，至少抽取6根受纵向力作用的钢筋，每根钢筋至少取3个具有代表性的部位进行测量。钢筋保护层厚度的检测误差限定在±0.1厘米内，允许偏差范围为：纵向受力的梁类构件的钢筋保护层厚度为-0.7~+1.0厘米，板类构建为-0.5~+0.8厘米。

表2 S工程17#钢筋保护层厚度检测部位表

楼层	构件名称	部位
1层	板	12/12-s/v
	梁	14-E/G
2层	板	7/8-A/E
	梁	12-A/E
3-34层	板	15/19-A/D
	梁	6-E/G

合格标准方面，要求合格率达到90%以上，并且每次

抽样中不合格点的最大偏差应该在允许偏差的1.5倍以内。如果合格率在80%~89%之间，将采取同样数量的构件进行二次检测，两次抽样总和计算后的合格率应该达到90%以上，且每次不合格点的最大偏差未超过规定允许偏差的1.5倍。这样的严格标准和程序确保了钢筋保护层厚度的准确性和符合设计要求。

### 3.4.3 混凝土强度检测

本次混凝土强度检测采用非破损的回弹法，使用HT550型回弹仪进行。抽检数量要符合CGB/T50107—2010此标准的实际要求。具体方法是：在相同的混凝土等级、原材料配比、成型工艺等条件下，选取7层及以下的建筑随机抽取4个构件进行单个检测；而7层以上的建筑则随机抽取3个构件进行单个检测（详见表3）。抽检数量应大于等于构件总数的30%且不少于10件。

表3 S工程17#混凝土强度检测结构部位表

楼层	构件名称	部位
1层	柱	6-E/G
	梁	14-E/G
2-34层	柱	8-E/G
	梁	12-A/G

### 3.4.4 砌筑砂浆强度检测

本次砌筑砂浆强度检测同样采用非破损的回弹法，使用ZC5型砂浆回弹仪进行。墙面的抽检数量需要按照CB/T50315—2011标准的要求进行。每一单位工程，不同等级的砌筑砂浆取1组，每组检测单位至少包含6个检测区和至少有5个检测位点。在测量前，需保持墙面干净，进行平整打磨，打磨掉表面大约0.5~1.0厘米厚的砂浆层，再进行测量（详见表4）。在测量中，测点的选择应避开预埋件和洞口附近，测位面积需大于等于40平方厘米。

表4 S工程17#砌筑砂浆回弹检测部位表

楼层	构件名称	部位
1层	墙	12-A/E
2-34层	墙	8-E/G

## 3.5 检测结果

经过检测，S工程的17号楼的混凝土强度以及砌筑砂浆回弹强度和楼板厚度、钢筋保护层厚度等的指标合格率均已符合标准要求，合格率超过了90%。这表明该工程的建筑结构在安全性和稳定性方面得到了充分保障，符合设计和标准要求。这样的结果为工程的顺利进行提供了可靠的基础，同时也保障了建筑物的使用寿命和安全性。

## 4 结束语

随着科技的不断进步和建筑行业的快速发展，建筑结构实体质量检测技术也将迎来更为广阔的发展前景。未来建筑结构实体质量检测技术将在智能化、环保化和国际化方向上不断发展。通过不断创新和技术突破，建筑结构实

体质量检测技术将为建筑工程提供更加可靠的保障,推动建筑行业的健康发展。我们期待着在未来的建设中,这些先进技术的应用能够为人们创造更加安全、舒适和可持续的生活环境。

#### [参考文献]

- [1]格艳,格菁.规范工程建设管理,加强全过程质量与安全监管[J].人民黄河,2020,42(1):215-216.  
[2]程国忠,周绪红,刘界鹏等.复杂超高层结构尺寸质量

智能化检测方法[J].建筑结构学报,2022,43(7):264-271.

[3]张国威.浅析建筑工程质量控制中的工程检测工作[J].房地产世界,2022(18):124-126.

作者简介:焦同喜(1983.3—),男,毕业院校:北京航空航天大学;所学专业:土木工程,当前就职单位:东海县建设工程质量检测中心,职务:质量负责人,职称级别:中级。

## 砌体结构加固改造技术的探讨

李志新

河北建研建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]** 砌体结构是用砖砌体、石砌体和砌块砌体建造的结构, 又称砖石结构, 是建筑工程的主要构成结构。在中国, 人们广泛采用砌体结构作为建筑方式。这是因为砌体结构使用的建筑材料简单, 结构耐久性和经济性良好, 并具备优异的稳定性。此外, 它还拥有出色的隔热和降噪性能。砌体结构的明显缺点在于它本身强度性能较差, 因为墙砖、石块、块体材料以及混合砂浆颗粒之间的相对附着力较弱, 未经强化的砌体材料具有较低的抗拉伸、弯曲和剪切冲击强度。同时随着时间的推移, 这些结构可能会出现各种问题, 如裂缝、破损等, 这可能导致安全风险和功能障碍。因此, 对砌体结构进行定期的检查、维修和加固是必要的。针对此, 文中就砌体结构的加固改造技术进行分析探究, 仅供参考。

**[关键词]** 砌体结构; 改造技术; 探究分析

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10520

中图分类号: TU3

文献标识码: A

## Exploration on Strengthening and Renovation Technology for Masonry Structures

LI Zhixin

Hebei Jianyan Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Masonry structure is a structure constructed with brick masonry, stone masonry, and block masonry, also known as brick and stone structure, and is the main constituent structure of construction engineering. In China, masonry structures are widely used as building methods. This is because the building materials used in masonry structures are simple, with good structural durability and economy, and excellent stability performance. In addition, it also has excellent insulation and noise reduction performance. The obvious disadvantage of masonry structures is their poor strength performance, as the relative adhesion between wall bricks, stones, block materials, and mixed mortar particles is weak. Unreinforced masonry materials have lower tensile, bending, and shear impact strength. Over time, these structures may encounter various issues such as cracks, damage, etc., which may lead to safety risks and functional impairments. Therefore, regular inspection, maintenance, and reinforcement of masonry structures are necessary. In response to this, the article analyzes and explores the reinforcement and renovation technology of masonry structures, for reference only.

**Keywords:** masonry structure; transformation technology; exploratory analysis

建筑本身质量和建筑物的结构密不可分, 对于考虑修复一些具有国家历史保护价值的古老建筑, 保护建筑结构本身变得尤为关键。为了保持建筑物的基本体态, 同时增强其稳定性, 在制定加固方案之前, 有必要深入研究建筑物的砌体结构, 并结合其特性来制定计划, 进一步提高砌体结构的强度, 实现砌体结构的稳定。

### 1 对砌体结构进行加固的原因

#### 1.1 本身物理力学性能的不足

砌体结构, 又称为砖石结构, 具有许多实用优点。首先, 它施工容易, 可以就地取材, 来源简单方便, 价格也低廉合理。其次, 在进行施工砌筑材料时, 不需要购买特殊、专用的浇注设备配件和施工模具, 可以明显节约工程成本。此外, 在冬季进行保温施工时, 也不需要购买特殊专用的混凝土保温技术措施, 从而实现更明显的节能减排效果等。这些明显的优势也使得目前在某些特殊地区, 砖石结构的安装使用越来越常见。然而, 近年来钢筋混凝土结构迅速兴起, 虽然在某些性能方面超越了砌体混凝土结构, 但砌体混凝土的整体强度系数较低, 构件本身的有效

截面尺寸误差较大, 材料的消耗却较大。此外, 砌体建筑的基本施工方式主要依赖人工劳动, 劳动力资源消耗也较大, 实际工作效率可能不高; 由于砌体材料的结构抗压强度一般难以充分发挥, 抗弯压能力极低等等。相较于其他钢筋混凝土制品, 砌体材料的结构抗剪、抗压及强度性能明显不及水泥, 因而在建筑使用条件上饱受严重限制<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 抵抗自然灾害的迫切要求

近年来, 自然灾害如地震的发生, 对现代建筑的综合抗灾能力提出了新的要求。汶川地震事件后, 人们意识到了现代建筑结构整体稳固程度的重要性, 有关部门也将我国各地区现有建筑群体的综合抗震设计等级提升了。而目前已有的无外圈梁架的砌块楼房住宅的抗震性能十分差, 基本上可以被视为“一震即倒”。在某些极端恶劣的天气条件下, 特别是在局部地区, 这些房屋很有可能无法经受住狂风暴雨等极端天气的巨大考验。随着人类社会的不断发展, 对于适应人们生活、工作和使用的工程楼房的长期耐用性和地震安全性提出了更高的要求。这些楼房需要具备抵御多种自然灾害影响的防灾能力, 这将成为人们选择

加固房屋建筑物性质的重要判断标准。因此,加强对于现有砌体结构房屋建筑物的综合加固设计变得急切。

## 2 砌体房屋结构抗震的加固原则

随着国家社会经济技术的发展,人们日益关注砌体结构抗震防护的效果。但在进行砌体结构补强加固施工时,应同时遵循一定的原则。首先,相关部门需要确保整个建筑物的安全性。在保证安全的前提下,不要直接破坏原有房屋的构件。建筑物整体的抗震性主要取决于所有主体结构部位共同承受地震产生的压力。如众所周知,抗震设计不仅能够有效地提升房屋的整体抗震性能,还能在一定程度上减轻局部结构坍塌引起的严重后果。其次,在后期进行砌体结构整体加固工程时,应考虑使用能够满足总体抗震要求的主要材料。如果原有设计的砌体结构或其他材料无法达到设计抗震性能要求,相关单位应及早对其进行补强加固,以确保其能够继续发挥良好的结构抗震作用<sup>[2]</sup>。此外,在进行建筑工程二次抗震补强加固施工时,相关部门的工作人员需要特别关注许多技术问题。例如,在施工加固过程中,建筑设计可能会同时面临以下问题:施工质量荷载分布不均匀,导致局部施工系统发生刚性强度突变,以及其他各种潜在的隐患。因此,相关专业人员必须积极修复并改善现场情况,以防止再次发生类似事故的潜在隐患。对于采用非刚性结构体系建造的房屋建筑单位而言,有关技术人员要求在进行地震加固处理时,应尽可能制定更合理适用的施工方案。在进行抗震工程检查和加固施工的实践中,必须认真遵循基本的防震加固原则,只有按照这些规律才能充分有效地发挥建筑工程的抗震设防功能。

## 3 砌体结构加固改造的方法

### 3.1 墙体裂缝的处理

在进行砌体结构加固及改造工作时,相关设计人员应进一步总结多年设计经验,确立当前房屋建筑施工中存在的技术薄弱环节,并采用更有效、科学实用的改造优化措施。这样才能同时实现砌体结构整体抗震能力的提高和改造效果的全面合理提升。随着居住时间的增加,房屋结构中已有的砌体结构中出现的各种裂缝问题频率也变得越来越高,这些裂缝问题对整体住宅的稳定效果造成了严重的破坏。如果不及时进行科学修复处理,就会进一步加剧这种破坏,那会直接对人们的生活质量、人身安全和建筑体系的总体稳定性产生进一步影响。因此,在砌体结构维修改造施工的后期,必须把修缮加固这方面作为首要考虑,全面考虑提高结构整体安全的效果。在需要对建筑墙体裂缝问题进行整体处理设计时,常见的加固方式主要是通过对外墙进行局部裂缝问题的整体密封灌浆处理,或者在外墙进行密封灌浆设计之后,在整个墙体裂缝外侧再加上钢筋网层。这两种传统加固方式虽然可以完全抑制墙体裂缝的发生,然而,对于因外墙温度和变形而导致严重建筑设计墙体裂缝问题的处理加固效果并不理想。因此,仍需继

续采用这些最新技术的墙体设计和方法,以全面提高建筑设计整体墙的加固效果<sup>[3]</sup>。

为了实现外墙加固施工效果的完善,可以考虑使用墙壁黏结碳纤维布等方法。需要先进行房子墙壁缝隙的打磨处理,为了提高墙壁整体加固的处理效率,可以使用抹灰机仔细将墙壁两边的裂隙剔平,宽度约 50 厘米以下。随后,对整个外墙缝进行完整的清洗和研磨。在处理墙壁时,必须根据具体情况及时进行精确的清洗和研磨。这种方法可以进一步提高墙壁加固的处理效率。如果墙体结构、房屋楼板发生严重的塌陷,建议尽快使用高规格标号的水泥砂浆,待水泥砂浆强度达到一定水平后再进行表面打磨抛光处理,以达到最佳外墙管理效果。在灌浆后期养护工作开始时,通常首先处理墙体裂缝宽度。如果发现裂缝宽度较大,应考虑采用压力灌浆;如果裂缝宽度仍较小,可不必进行灌浆处理。然后需根据现场具体裂缝情况进行碳纤维布设计。每层侧面碳纤维布应控制在 30 厘米宽以下。同时,在进行真实裂缝覆盖时,需要注意不同部位的裂缝位置,以便垂直方向上适当调整施工缝的粘贴,为了避免侧纤维布接缝与真实墙体裂缝的重叠,应确保纤维布的黏结方向与裂缝的宽窄方向是垂直的。在进行上述基本操作后,首要任务是对墙面进行抹灰,以逐步完善整体施工的设计工作流程。在制定外墙设计方案时,应首先考虑墙体裂缝的大小,并确定适合外墙贴合的位置。随后,需要严格按照科学调配的施工参数来逐步实施整体施工设计方案,以达到良好的外墙加固效果。

### 3.2 包钢加固

在包钢加固体系中,通常用于加固窗体间的墙柱和墙砖柱之间的结构,无需特别进行后期加固养护,亦可立即发挥结构体系的功能优势。为了提高砌体结构的结构承载力,并避免因脆性或破坏性问题对整个砌体建筑的延续性造成进一步影响,在不调整结构尺寸的情况下,可以适当采取措施,在进行砌体实际设计建造时,通常需要先利用内部水泥砂浆将厚度较高的材料粘贴在整个砌体结构的四角处进行结合。然后,利用焊接结合的技术施工,使砌体的外观形成较为完整和统一的建筑整体<sup>[4]</sup>。接下来,可以逐步进行砌筑外围的水泥砂浆层的施工和打磨。通过这样的步骤,可以基本确保砌筑的外表平整,并有助于避免墙面出现质量问题,如生锈和老化。如果窗体间的墙壁长度差异较大,可以在墙壁的中间部分添加修饰条,同时利用穿墙螺栓来加固墙体结构,以达到加固和补强的目的。接下来,可以根据不同材料的加固部位结构,采取更完善、科学、高效的整体加固处理措施。例如,在下部设置加入适当的材料,同时上部也通过利用这些加固材料的组合,以达到整体加固的良好效果。这样可以确保每种加固材料都能充分发挥其加固价值,从而持续有效地提高整体工程的综合加固水平。在进行加固设计改造方案的实施时,必须根据砌体结构的功能

特点来确定需要加固的部位,并综合在加固结构中的各个薄弱环节,以完善整体结构的改造设计方案,通过这样的综合方法来提高加固整体工程改造的实际效果。

### 3.3 钢筋混凝土面层加固法

钢筋混凝土面层加固法是一种常见的加固方法,该方法具有施工简单、耐久性好、受力可靠等优点,被广泛应用于砌体结构的加固中。钢筋混凝土面层加固法的原理是在原有墙体的基础上,通过黏结剂将钢筋网片和混凝土面层结合起来,形成一个整体的结构。以增加结构的承载能力和刚度。在荷载作用下,钢筋网片和混凝土面层共同承担外力的作用,将加固层与原结构紧密结合,形成整体共同受力。从而提高墙体的受压、受剪承载力,以及刚度和抗震性能。同时,钢筋混凝土面层还可以有效地防止墙体的开裂和变形,提高墙体的耐久性。

地基加固法是一种常见且有效的改良设计新技术,它通过减少基础砌体构件的面积,提高地基承载力,以实现稳定的基础加固施工效果,在基础灌浆的加压效果下,灌浆中包含了旋喷桩体加固法和灌浆体加固方法等,使浆液逐渐填充下部基础土体孔隙层并凝固上层基础土,最终整体加固了上层基底砌体构件。近年来,我国对灌浆技术进行了深入研究,并不断扩展应用。针对天然土层的加固处理,也提出了各种有针对性的灌浆处理加固方案。然而,由于天然土层情况的复杂性,这一技术仍面临着一些挑战,因此,在制定加固方案时,需要根据工程现场的实际情况进行大量科学的理论实验计算,以合理确定浆液颗粒的扩散分布范围和选择灌浆处理时间点。同时,还需要考虑对砌体结构压力分布进行科学调整,以达到最终的加固效果。为了避免施工对整个加固体系产生不利影响,需要根据此原则来合理确定整体加固的施工设计或方案<sup>[5]</sup>。

### 3.4 钢筋网水泥砂浆层加固

在外墙结构的部分加固设计时,常考虑去除表面装修及粉刷水泥砂浆层,然后贴上钢筋混凝土网片,并重新喷涂混凝土,以实现墙体的组合补强设计效果,提升墙体承载力。通常情况下,施工之前,需要对砌体结构的房子外墙进行适当的湿润处理,以增加水泥砂浆面层的黏附性。而在喷涂抹面混凝土砂浆之前,也应完成对外墙表层的湿润和处理。在进行基层加固时,应优先采取分阶段强化施工的方式,然后实施较为全面而密实的基础加固措施。每个基层加固的厚度应稍微超过基础厚度的15毫米,以确保整体压实工作效果稳定可靠。若墙壁存在碱化或损坏等情况,则应优先进行局部拆除修复和补救。在实施保护墙技术时,一般采用钢筋网水泥砂浆层。这种技术在较大面积墙面砖中得到了全面有效的保护,但不适用于壁厚超过

24毫米的空心斗墙砖结构。应具体问题具体分析,逐步提高结构整体抗震加固效果<sup>[6]</sup>。

### 3.5 地基加固

地基加固法是一种常见且有效的改良设计新技术,它通过减少基础砌体构件的面积,提高地基承载力,以实现稳定的基础加固施工效果,在基础灌浆的加压效果下,灌浆中包含了旋喷桩体加固法和灌浆体加固方法等,使浆液逐渐填充下部基础土体孔隙层并凝固上层基础土,最终整体加固了上层基底砌体构件。近年来,我国对灌浆技术进行了深入研究,并不断扩展应用。针对天然土层的加固处理,也提出了各种有针对性的灌浆处理加固方案。然而,由于天然土层情况的复杂性,这一技术仍面临着一些挑战,因此,在制定加固方案时,需要根据工程现场的实际情况进行大量科学的理论实验计算,以合理确定浆液颗粒的扩散分布范围和选择灌浆处理时间点。同时,还需要考虑对砌体结构压力分布进行科学调整,以达到最终的加固效果。为了避免施工对整个加固体系产生不利影响,需要根据此原则来合理确定整体加固的施工设计或方案<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

砌体结构建筑加固是一项重要的工程实践,在提高建筑使用寿命和抗震性能方面具有重要意义。在选择加固方法和技术时,应根据实际情况进行综合考虑,选择最合适的加固方案。同时,加强施工过程中的质量控制和管理也是保证加固效果的重要措施。通过对砌体结构建筑的加固改造,可以延长建筑的使用寿命,提高其安全性和使用性能,为社会的可持续发展做出贡献。

### [参考文献]

- [1]吴呈哲,崔庆军,卢自强,等.砌体结构加固改造施工技术[J].建筑技术,2023,54(12):1483-1486.
- [2]刘海兴,商吴江,黄婷,等.砌体结构在加固改造中存在的难点分析及应用研究[J].福建建设科技,2022(1):36-40.
- [3]黄兵华.建筑工程结构加固改造技术应用探讨[J].绿色环保建材,2019(8):137-138.
- [4]王超,孔凡林.既有砌体结构建筑物增层加固改造技术应用实例[J].重庆建筑,2017,16(3):47-50.
- [5]张爱彬.托换技术砌体结构加固改造设计与应用[J].工程建设与设计,2015(1):44-46.
- [6]佟喜宇.碳纤维布加固技术在砌体结构改造工程中的应用[J].住宅产业,2014(7):45-48.

作者简介:李志新(1984.11—),毕业院校:河北科技大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北建研建筑设计有限公司,职称级别:高级工程师。

# 土木工程施工技术的创新及发展探究

陈朋

中国水利水电第三工程局有限公司, 陕西 西安 710024

**[摘要]**在我国社会经济飞速发展、城镇化进程加快的背景下,土木工程体系建设迎来崭新的阶段,伴随着土木工程施工技术的新进展。这使得工程质量与进度显著提升,经济效益与社会价值进一步凸显。然而,尽管取得了显著成就,但当前土木工程在施工技术和质量管理等方面仍存在一系列问题,严重制约着我国土木工程建设的速度和发展。文章对土木工程施工技术的创新与发展进行了全面分析与探究,旨在为相关人员和企业提供借鉴,希望通过深入研究解决当前存在的问题,推动土木工程行业朝着更为先进、高效和可持续发展的方向迈进,以满足我国不断增长的建设需求。

**[关键词]**土木工程;工程技术;技术创新;创新发展

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10515

中图分类号: TU82

文献标识码: A

## Exploration on Innovation and Development of Civil Engineering Construction Technology

CHEN Peng

Sinohydro Bureau 3 Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710024, China

**Abstract:** Against the backdrop of rapid socio-economic development and accelerated urbanization in China, the construction of civil engineering system has entered a new stage, accompanied by new advances in civil engineering construction technology. This has significantly improved the quality and progress of engineering, and further highlighted economic benefits and social value. However, despite significant achievements, there are still a series of problems in construction technology and quality management in current civil engineering, which seriously restrict the development speed and innovation of construction technology in Chinese civil engineering construction. The article comprehensively analyzes and explores the innovation and development of civil engineering construction technology, aiming to provide reference for relevant personnel and enterprises, and hopes to solve current problems through in-depth research, promote the civil engineering industry to move towards a more advanced, efficient, and sustainable direction, and meet the growing construction needs of China.

**Keywords:** civil engineering; engineering technology; technological innovation; innovative development

### 引言

随着我国社会经济的蓬勃发展,土木工程建设正迎来前所未有的历史机遇。这一新时代背景下,土木工程施工技术的创新与发展成为行业迫切关注的焦点。在过去的几十年里,我国土木工程不仅在规模上不断壮大,而且在技术水平上也取得了显著的进展。工程的质量和效益得到显著提升,为社会经济的可持续发展提供了坚实支撑。然而,随着建设规模的扩大和工程复杂性的增加,土木工程所面临的挑战也愈发显著。施工技术、质量管理等方面的问题逐渐显露,严重制约着土木工程的发展速度和质量水平。因此,深入分析土木工程施工技术的创新与发展,解决现存问题,助推行业朝着更加智能、绿色、高效的方向迈进,已成为当前需要解决的问题。本文将探讨土木工程施工技术的创新,为相关从业人员和企业提供启示与借鉴,推动土木工程行业迎接更高水平的发展挑战。

### 1 土木工程施工技术创新的意义

土木工程施工技术创新对整个建筑行业和社会发展具有深远的意义。首先,技术创新可以显著提高施工效率。通过引入先进的施工设备、自动化系统和信息化技术,工

程团队能够更迅速、更精准地完成各个施工阶段的任务。这不仅有助于缩短工程周期,降低人力成本,还能够提高整体的工程产值。其次,技术创新对提升土木工程的质量起到关键作用。新技术的运用往往伴随着更精密、更可靠的施工方法和材料,有助于降低施工过程中出现质量问题的风险。例如,结合先进的建模和仿真技术,可以在工程开始之前模拟各种施工场景,提前发现潜在问题并加以解决,从而保障工程的高质量完成。此外,技术创新对土木工程的可持续发展至关重要。引入环保、节能的施工技术,包括可再生能源的应用、建筑材料的绿色选用等,有助于减少对环境的不良影响,推动土木工程向更为可持续的方向发展。这符合社会对可持续建筑和绿色工程的日益增长的需求。另一方面,技术创新还能够提高土木工程的安全性。智能监测系统、无人机巡检、虚拟现实等新技术的应用,使得工程施工过程更加安全可控。通过远程监测和实时数据分析,可以及时发现施工现场的潜在危险,并采取预防措施,减少事故发生的可能性,提高工程的整体安全水平。

### 2 土木工程施工技术的基本特点

土木工程施工技术具有几个基本特点,这些特点不仅

反映了施工领域的实际情况,也是推动工程行业不断发展的关键因素。首先,土木工程施工技术具有高度复杂性。不同类型的土木工程,如桥梁、隧道、高楼大厦等,都需要采用专门的施工技术,考虑到地质差异、结构要求、环境条件等多方面因素。这使得土木工程施工技术在应对复杂多变的施工环境时显得尤为关键,需要工程团队具备丰富的经验和高水平的专业知识。其次,灵活性是土木工程施工技术的重要特点。由于土木工程的施工环境常常受到天气、地质、交通等多方面因素的影响,施工团队必须具备快速应变的能力。灵活的施工技术可以根据具体情况进行调整和优化,以确保工程的顺利进行。另外,创新性是土木工程施工技术的不可或缺的特点。由于社会科技的不断进步,新材料、新工艺、新设备的不断涌现,要求施工技术不断创新以适应新的挑战。创新性的施工技术能够提高效率、降低成本,并使工程更加符合可持续发展的要求<sup>[1]</sup>。最后,安全性是土木工程施工技术的基本保障。在施工过程中,特别是在高风险领域,安全性始终是首要考虑的因素。土木工程施工技术应当具备科学、可行的安全措施,以保障工程人员的生命安全和施工现场的整体安全。

### 3 土木工程施工技术控制过程中存在的问题

#### 3.1 施工人员的专业技能和综合素质

在土木工程施工技术控制的过程中,施工人员的专业技能和综合素质是一个至关重要的方面,但同时也是一个可能存在问题的关键点。施工人员的专业技能直接影响到工程的质量和效率,而综合素质则关系到他们在应对复杂工程环境和危机时的应变能力。首先,可能存在的问题之一是施工人员的专业技能水平不均衡。由于土木工程的多样性和复杂性,施工团队往往包括各种专业背景的人员,如土木工程师、电气工程师、机械工程师等。如果这些人员的专业技能水平存在差异,可能导致在协同作业和问题解决上出现困难,从而影响整体的施工质量。其次,综合素质的不足也可能成为施工技术控制的障碍。土木工程的施工环境通常复杂多变,需要工程人员具备较强的沟通能力、团队协作能力以及应急处理能力。如果施工人员在这些方面的综合素质不足,可能导致信息传递不畅、协作困难,甚至在面对紧急情况时无法迅速、有效地应对。

#### 3.2 施工材料问题

在土木工程施工技术控制的过程中,施工材料问题是一个至关重要且常见的方面,其直接关系到工程的质量和持久性。施工材料问题可能涉及材料的选择、质量监控、存储、运输等多个环节,存在一系列潜在的挑战。首先,可能面临的问题是材料的质量不稳定。由于市场上存在各种品牌和制造商提供的材料,质量的差异可能导致施工中材料的性能不一致。质量不稳定可能影响工程的整体性能,增加了施工风险和后续维护成本。其次,可能存在的问题是供货延误或交货不及时。施工过程中,按计划获取所需

材料是确保工程顺利进行的关键因素。如果存在供货延误或交货不及时的问题,可能导致施工进度延误,增加了工程的整体成本,并可能影响项目的完工时间。另外,施工材料可能存在不合格或伪劣产品的问题。由于市场上监管不善或供应链不透明,一些不法分子可能会推出不符合标准的建筑材料,这对工程的耐久性和安全性构成威胁。

#### 3.3 施工环境不达标

土木工程施工技术控制过程中,一个常见而重要的问题是施工环境不达标。施工环境的不达标可能包括多个方面,如工地安全、卫生条件、气候状况等。首先,可能存在的问题是施工现场的安全条件不足。在土木工程施工中,施工现场通常涉及到大型机械、高处作业、危险化学品等,如果安全措施不到位,可能导致工人受伤或发生严重事故。不达标的施工环境安全可能会对整个工程造成不可挽回的损失。其次,可能存在的问题是卫生条件不佳。施工现场的卫生状况关系到工人的健康和工程的整体形象<sup>[2]</sup>。不良的卫生条件可能导致环境污染、职业病的发生,同时也可能影响到工程的形象和接受程度。另外,气候状况不利也是一个可能存在的问题。天气因素对土木工程的施工进度和质量有着重要影响,例如恶劣的天气可能导致施工暂停、工程进度延误等问题,从而影响工程的整体进展。

### 4 土木工程施工技术创新及发展策略探究

#### 4.1 加强施工人员专业技能和专业素养的培养

在土木工程施工技术的创新与发展过程中,加强施工人员的专业技能和专业素养的培养至关重要。施工人员作为工程实施的主体,其专业水平和素养直接影响到工程的顺利进行、质量的提升以及创新能力的发挥。首先,加强施工人员的专业技能培养是关键的一环。随着土木工程的不断发展,新的施工技术、工艺和设备层出不穷,要求施工人员具备更高水平的专业技能。通过系统的培训和学习,施工人员能够更好地掌握新兴技术,适应不同工程环境,提高工程施工的效率和质量。其次,注重施工人员的专业素养培养同样至关重要。专业素养包括工程管理能力、团队协作精神、沟通能力等多个方面。在复杂多变的施工环境中,施工人员需要具备解决问题的能力,善于团队协作,具备高效的沟通和协调能力。这些素养的提升有助于施工团队更好地应对挑战,确保工程的顺利进行。为实现这一目标,施工企业可以通过制定专业技能培训计划,包括定期的培训课程、实际操作经验的分享与学习,以及参与行业交流和学术研讨等方式,提升施工人员的专业水平。同时,建立健全的绩效考核和激励机制,鼓励施工人员积极参与专业素养的提升,形成厚德载物的良好职业风气。

#### 4.2 结合项目实际情况创新施工技术

在土木工程施工技术的创新与发展中,结合项目实际情况创新施工技术是一项至关重要的策略。每个工程项目都具有独特的特点,包括地理环境、工程规模、材料要求

等方面的差异,因此需要因地制宜地开展施工技术的创新,以最大程度地适应项目实际情况。首先,结合项目实际情况创新施工技术能够提高工程效率。不同项目可能涉及到不同的工程难题,因此需要根据实际情况采用更为精准、高效的施工技术。通过对地质、气候、材料等因素的深入了解,可以制定出更科学、更合理的施工方案,提高施工效率,确保工程按计划进行。其次,结合项目实际情况创新施工技术有助于提高工程的质量。项目的实际环境和条件对材料的选择、结构设计等方面都有直接的影响,因此需要基于实际情况进行技术创新<sup>[3]</sup>。通过运用先进的建模和仿真技术,结合项目的特殊要求,可以更好地预测施工过程中可能出现的问题,提前进行优化和改进,从而提高工程的整体质量水平。另外,结合项目实际情况创新施工技术还有助于降低成本。因为定制化的施工技术更加符合项目的实际需求,能够减少不必要的资源浪费,降低施工过程中的人力成本、材料成本等,提高工程的经济效益。在实践中,施工团队可以建立项目实际情况评估机制,通过多方面的调研和分析,了解项目所处环境的各个方面因素。在此基础上,可以启动创新性的研发工作,探索适用于特定项目的施工技术和工艺。此外,加强团队协作,促进工程设计、管理和施工各个环节的有机衔接,以确保施工技术的创新真正贴合项目的实际需求。

### 4.3 贯彻绿色环保理念,提高施工质量

贯彻绿色环保理念并提高施工质量是土木工程施工技术创新与发展的关键策略之一。随着社会对环境保护和可持续发展的日益关注,土木工程行业也需要积极响应,将绿色环保理念贯穿于施工技术创新的全过程。首先,绿色环保理念的贯彻对土木工程施工的影响体现在材料的选择和使用上。倡导使用可再生、环保的建筑材料,减少对自然资源的过度开发和浪费。通过技术创新,研发更为环保的施工材料,能够降低施工过程对环境的不良影响,从而实现绿色建筑的目标。其次,引入绿色施工技术有助于减少能源消耗和废弃物产生。采用先进的能源管理系统、智能建筑技术等,可以提高能源利用效率,减少施工现场的碳排放。合理规划施工过程,实行资源循环利用,最大限度地减少废弃物的产生,符合绿色环保理念。此外,贯彻绿色环保理念还涉及到施工现场的环境管理。采用低噪音、低污染的施工设备,科学规划工地布局,减少对周边环境的影响。通过植树造景、水土保持等手段,维护施工现场的生态平衡,确保施工过程中对自然环境的侵害最小化。

### 5 土木工程施工技术发展趋势

土木工程施工技术正面临着迅猛的发展,未来的趋势将呈现多方面的创新和进步。首先,数字化技术在土木工

程施工中的广泛应用将成为一大趋势。通过引入建筑信息模型(BIM)、无人机、传感器等先进技术,施工团队可以更准确地进行设计、规划和监测。BIM技术不仅可以提高工程的设计质量,还能够在施工过程中实现更精准的协同作业,从而降低错误率、提高效率。其次,智能化设备和机械的广泛应用将成为土木工程施工的发展方向。自动化施工设备、智能化机械将取代传统的人力劳动,提高施工效率,减少人为误差。例如,智能挖掘机、无人驾驶运输车等设备的引入将使得土木工程的施工过程更为高效和安全。另外,可持续发展的理念将深刻影响土木工程施工技术的发展方向。采用环保材料、推动绿色建筑,以及在施工过程中减少对环境的不良影响,都将成为土木工程施工的重要目标。工程施工团队将更加注重资源的可再生性和循环利用,以实现更加可持续的土木工程发展<sup>[4]</sup>。此外,虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术的应用也将成为土木工程施工的新亮点。这两项技术可以在设计和规划阶段提供更直观、全面的信息,帮助工程师和施工人员更好地理解工程要求,从而减少施工中的错误和改动。

### 6 结语

在土木工程施工技术的创新与发展中,我们深刻认识到技术的不断进步对行业的推动作用。尽管面临着一些挑战,但同时也有着广泛的发展机遇。通过本文的探究,我们不仅理清了当前存在的问题,更为未来的发展描绘了一幅充满希望的图景。土木工程作为城市建设的骨架,其施工技术的创新至关重要。数字化、智能化等技术的应用将为土木工程带来更高效、更精准的施工方式,从而推动整个行业向着更为可持续和智能的方向发展。我们深信,通过不断创新、学习和合作,土木工程将迎来更为辉煌的明天。让我们共同努力,为土木工程的发展贡献力量,致力于创造更为安全、高效、绿色的建设环境。未来充满挑战,但也蕴藏着丰富的机遇,期待我们携手共进,共同书写土木工程施工技术创新与发展的新篇章。

### 【参考文献】

- [1]王逊.土木工程施工技术的创新及发展分析[J].居舍,2022(4):88-90.
  - [2]王恒平.关于土木工程施工技术及其未来发展探究[J].农家参谋,2020(9):117.
  - [3]李旭东.土木工程施工技术分析与发展创新[J].建筑技术开发,2019,46(11):68-69.
  - [4]王彬.关于土木工程施工技术的创新及发展分析[J].门窗,2019(10):75-79.
- 作者简介:陈朋(1990.8—),男,单位名称:中国水利水电第三工程局有限公司,毕业学校:西北工业大学。

## 房建工程建设中现场进度管理与质量控制策略

宋思仪

北京首城通建建设有限公司, 北京 100126

**[摘要]**房建工程作为企业工作验收的关键成果,其成功与否直接反映了企业的管理实力。确保房建工程的成功完成需要对现场进度和质量进行精确的控制,而这些因素无不体现了企业卓越的管理工作。文章强调了房建工程不是简单的任务,我国在房建工程施工中面临着各种问题,其中质量问题的影响最为深远。在施工过程中,必须按照步骤进行规划和实施,强调先规划后实施、先下土后地上、先结构后细致维护等有序推进的原则。整个施工过程必须在质量保障的基础上完成,并根据实际情况灵活调整和完善实施计划。因此,房建工程的成功完成既代表了企业的管理能力,也强调了对质量的高度重视。通过在实际施工现场的规范管理和不断的优化实施,企业能够确保房建工程最终达到高标准的成功交付。

**[关键词]**房建工程; 工程建设; 进度管理; 质量控制

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10513

中图分类号: TU722

文献标识码: A

### On-site Progress Management and Quality Control Strategies in Building Construction Projects

SONG Siyi

Beijing Shoucheng Tongjian Construction Co., Ltd., Beijing, 100126, China

**Abstract:** As a key achievement of enterprise work acceptance, the success of building construction directly reflects the management strength of the enterprise. Ensuring the successful completion of building construction requires precise control of on-site progress and quality, and these factors all reflect the excellent management work of the enterprise. The article emphasizes that building construction is not a simple task, and China faces various problems in building construction, among which quality issues have the most profound impact. During the construction process, it is necessary to plan and implement according to the steps, emphasizing the principle of orderly progress such as planning before implementation, laying soil before ground, and structure before detailed maintenance. The entire construction process must be completed on the basis of quality assurance, and the implementation plan must be flexibly adjusted and improved according to the actual situation. Therefore, the successful completion of the construction project not only represents the management ability of the enterprise, but also emphasizes the high importance of quality. By implementing standardized management and continuous optimization on actual construction sites, enterprises can ensure that building projects ultimately achieve high standards of successful delivery.

**Keywords:** building construction engineering; engineering construction; progress management; quality control

#### 引言

在房建工程的复杂环境中,现场进度管理与质量控制是确保项目成功交付的关键因素。随着建筑行业的不断发展,对工程进度和质量的要求也日益提高,因此,有效的管理策略成为确保施工过程顺利、高效进行的关键。本文将探讨在房建工程建设中的现场进度管理与质量控制策略,旨在为项目团队提供有效的指导,以确保项目能够按计划顺利完成,同时保障建筑质量达到预期标准。

#### 1 房建工程建设中现场进度管理与质量控制的重要性

在房建工程建设中,现场进度管理与质量控制的重要性不可忽视,它们直接关系到工程项目的顺利推进和最终交付的质量水平。首先,现场进度管理是确保项目按计划进行的关键因素之一。通过有效的进度管理,项目团队能够合理分配资源、避免延误,从而保证施工过程的高效性和经济性。合理的施工计划和及时的进度监测能够使团队

更好地应对潜在的问题和挑战,确保工程在规定时间内完成,减少额外的成本和资源浪费。其次,质量控制在房建工程中同样至关重要。建筑质量直接关系到工程的可持续性和用户的满意度。通过制定严格的质量计划、设定明确的质量标准,并通过监测和评估确保其执行,可以有效防范和解决施工过程中可能出现的质量问题。合格的建筑质量不仅提升了项目的可靠性和耐久性,也为业主提供了更优质的使用体验,建立了可靠的企业声誉。

#### 2 影响房建工程质量的要素

##### 2.1 房建工程施工程序的复杂性

房建工程质量受多方面因素影响,其中之一是施工程序的复杂性。房建工程的施工过程涉及众多环节和程序,包括设计、采购、施工、监理等多个阶段,这些阶段的复杂性直接影响到最终建筑的质量。首先,复杂的施工程序要求项目团队在不同阶段进行高效的协调和沟通,确保各项工作有序推进。这涉及到不同专业领域的专业人才协同

合作,例如建筑师、结构工程师、电气工程师等,他们需要在设计和施工中密切合作,确保设计方案的质量在施工中得以实现。其次,复杂的施工程序涉及到大量的技术细节和专业经验,包括材料选用、结构设计、工程施工方法等。施工过程中的每一个步骤都需要高度的技术水平和专业经验,一旦在任何环节存在疏漏或错误,都可能对最终建筑的质量产生不良影响。因此,项目团队必须对施工程序中的每一个细节有清晰的认识,并采取相应的质量控制措施,以确保每个阶段的工作都符合设计和标准要求。此外,复杂的施工程序还增加了项目管理的难度<sup>[1]</sup>。项目经理需要有效地规划和调度不同工序的顺序,确保施工过程中的协调一致性,以避免延误和质量问题的发生。同时,项目经理还需要随时应对可能发生的变更和风险,及时调整计划并采取相应措施,以确保最终交付的建筑质量达到预期标准。

### 2.2 房建工程施工中管理的严格性

房建工程的质量受到施工管理的严格性直接影响。在整个建筑生命周期中,施工阶段是质量管理的关键环节之一。管理的严格性直接反映了项目团队对工程质量的关注程度,对施工过程进行全面、系统的管理是确保建筑质量达标的基础。首先,施工管理的严格性体现在对施工过程的全面监管。全面监管有助于及时发现并解决施工中的问题,确保每个阶段的工作都符合设计要求和质量标准。通过建立有效的监测体系,项目管理团队可以更好地了解施工进度、材料使用情况以及工人的技术水平,从而及时采取纠正措施,防范潜在的质量风险。其次,施工管理的严格性还表现在对施工人员的培训和资质要求上。在管理严格的工程项目中,对施工团队的素质和技能要求更为严格,确保每位工程人员具备必要的专业知识和经验,通过培训和考核,提高施工团队的整体素质,有助于减少人为因素对工程质量的潜在影响。

### 2.3 房建工程设计的严谨性

房建工程设计的严谨性是影响工程质量的关键要素之一。设计阶段直接决定了建筑的结构、功能、美观性等方面,因此设计的严谨性对于确保整个建筑项目的质量具有重要意义。首先,设计的严谨性涉及到方案的科学性和合理性。设计团队需要深入了解项目需求,结合土地条件、法规标准以及可行性研究等因素,制定出科学、合理的设计方案。严谨的设计应该考虑到结构的稳定性、功能的实用性、建筑的可持续性等多个方面,以确保建筑在使用寿命内安全可靠。其次,设计的严谨性还包括对材料和施工工艺的精准要求。在设计阶段,需要明确规定使用的材料种类、规格,以及施工过程中的工艺要求。通过对材料和工艺的明确要求,可以保证施工过程中的质量可控,防止因为使用不合格材料或施工不规范导致的工程问题<sup>[2]</sup>。此外,设计的严谨性还要求考虑建筑的可维护性和可管理性。合理的设计应该便于后期的维护和管理,包括设备的易检修性、管线的布局合理性等。这样有助于降低后期运营成本,延长建筑的使用寿命。

## 3 房建工程施工过程中存在的一些问题

### 3.1 施工管理制度不健全

房建工程施工过程中存在施工管理制度不健全的问题,这是直接影响工程质量和进度的重要因素之一。不健全的施工管理制度可能导致项目执行过程中的混乱、误导,增加了施工风险和质量隐患。首先,施工管理制度的不健全可能导致施工计划的不科学和不合理。缺乏明确的施工管理制度会使项目管理团队难以规划和实施合理的施工计划,从而增加了工程进度的不确定性。没有清晰的工程计划和管理流程,项目团队难以有效地分配资源、监控进度,最终可能导致工程延期和额外成本的发生。其次,不健全的施工管理制度可能引发沟通和协作问题。有效的沟通和协作对于施工团队的整体配合至关重要,然而,如果管理制度不明确,沟通渠道不畅通,项目各方之间的信息流动可能受阻,导致信息不对称和误解。这可能导致误导施工人员,增加了工程实施中的风险。另外,不健全的施工管理制度也容易导致监管不力。缺乏明确的监管措施和规范,项目管理团队难以对施工现场进行有效监控,及时发现和解决问题。这可能导致施工过程中的质量问题未被及时发现和处理,最终影响工程的整体质量。

### 3.2 建筑人员专业技能不扎实

在房建工程施工过程中,建筑人员专业技能不扎实是一个普遍存在的问题,直接影响着工程的施工质量和安全性。专业技能的不足可能导致施工中出现各种问题,从而影响整个项目的顺利进行。首先,建筑人员专业技能不扎实可能导致施工质量不达标。在建筑施工中,各个工种的工作都需要高度的专业技能和经验。如果建筑人员的专业技能不足,可能会导致施工过程中出现误差、质量缺陷,甚至可能引发安全隐患。例如,在建筑结构施工中,不熟练的操作可能导致结构不牢固,从而影响建筑的整体稳定性。其次,建筑人员专业技能不扎实也可能增加施工事故的风险。在建筑工地,存在各种危险因素,需要建筑人员具备相应的安全技能和应急处理能力。如果建筑人员的专业技能不足,可能会在施工中发生意外事故,危及工人的生命安全,同时也对工程进度和成本造成不可逆的影响。另外,建筑人员专业技能不扎实也会影响施工效率<sup>[3]</sup>。缺乏专业技能的工人可能需要更多的时间来完成任务,同时容易在工程过程中遇到困难,导致工程进度滞后。这不仅增加了项目的施工周期,还可能引发其他相关问题,如额外的成本支出和项目交付延误。

### 3.3 施工过程不科学

房建工程施工过程中存在施工过程不科学的问题,这一问题直接关系到工程的效率、质量和安全。施工过程的不科学可能涉及到计划制定、资源分配、工艺流程等多个方面,其负面影响可在项目的各个阶段体现。首先,施工过程不科学可能导致施工计划的不合理性。缺乏科学合理的施工过程规划,可能造成资源的浪费和施工进度的混乱。未经充分考虑的施工过程可能导致交叉作业、物料短缺等问题,进而影响整个施工计划的执行。这不仅增加了项目的

成本,还可能导致施工周期的延误。其次,不科学的施工过程可能影响施工质量。合理的施工流程和工艺是确保工程质量的关键。如果施工过程缺乏科学性,可能导致施工现场操作不规范、工艺疏漏等问题。这可能引发结构、装饰、设备等多个方面的施工缺陷,最终影响到工程的整体质量。另外,不科学的施工过程也可能增加安全风险。在施工现场,各种施工活动同时进行,如果施工过程不科学,容易导致工人操作失误、设备故障等意外情况。这不仅威胁到工人的生命安全,还可能引发施工现场的火灾、事故等严重后果。

#### 4 提升房建施工质量管理与控制水平的策略

##### 4.1 加强施工图纸的审核及技术交底管理

提升房建施工质量管理与控制水平的一个重要策略是加强施工图纸的审核及技术交底管理。施工图纸是工程建设的基础,对其进行严格的审核和有效的技术交底管理,对于确保施工过程中的质量、进度和安全至关重要。首先,加强施工图纸的审核是防范施工质量问题的关键手段。通过对施工图纸进行严格的技术审核,可以发现和纠正设计中存在的潜在问题,确保设计符合相关法规和标准要求。合格的图纸审核不仅可以避免在施工过程中因设计不合理而引发的问题,还有助于提前发现和解决可能存在的施工难题,为工程的顺利实施提供了坚实的基础。其次,技术交底管理是确保所有相关方对施工图纸和设计意图有清晰理解的关键环节。通过有效的技术交底,可以确保设计意图得以准确传达给施工人员,避免在施工中由于对设计理解不足而产生的误差。此外,技术交底还有助于建立施工团队的共识,提高团队协作效率,减少因沟通不畅而引起的问题。为了实施这一策略,项目管理团队需要建立完善的图纸审核和技术交底管理流程。这包括明确审核和交底的负责人、制定详细的审核标准和程序、定期组织技术交底会议等。

##### 4.2 健全施工管理体系与制度

提升房建施工质量管理与控制水平的重要策略之一是健全施工管理体系与制度。一个完善的施工管理体系和制度是确保施工过程高效、有序进行以及质量可控的关键。这一策略旨在建立一套科学、规范、可操作的管理框架,涵盖了施工项目从计划阶段到竣工验收的全过程。首先,健全施工管理体系意味着建立清晰的组织结构和责任体系。明确项目组织结构,确定各个岗位的职责和权限,确保信息在团队内流动畅通,避免信息传递中的误差和延误。清晰的责任体系有助于提高团队协同效率,确保每个岗位的工作有序进行,为质量控制提供有力支持。其次,制定明确的施工管理制度是重要的一环。这包括施工计划、安全管理、质量控制、变更管理等方面的具体规定。通过制定详细的制度,可以规范施工流程,明确每个阶段的任务和标准<sup>[4]</sup>。合理的施工计划制定、科学的安全管理、规范的质量控制制度有助于在整个施工过程中降低风险,提高工程执行效率。另外,建立有效的监控与反馈机制也是施工管理体系中的重要组成部分。通过实施实时的监测系统,可以迅速发现和解决施工过程中的问题,防范潜在的风险。

同时,建立健全的反馈机制,通过总结经验教训,不断优化施工管理体系,实现持续改进。

##### 4.3 不断提升质量管理人员的素质水平

不断提升质量管理人员的素质水平是提升房建施工质量管理与控制水平的至关重要的策略。质量管理人员在工程项目中担负着监督和保障工程质量的关键角色,他们的专业素养和管理水平直接影响整个施工过程的质量和成功交付。首先,质量管理人员应具备深厚的专业知识。了解建筑工程相关法规、标准和技术规范是质量管理人员的基本要求。他们需要理解各种建筑材料和工程技术,具备对施工过程中可能出现的质量问题进行准确判断和解决的能力。因此,不断提升专业知识水平,关注行业前沿技术和规范更新,是质量管理人员不断提升素质的必要途径。其次,领导和沟通能力也是质量管理人员必备的素质。他们需要与不同专业背景的团队、设计师、业主等多方进行有效沟通,确保每个阶段的工作都得以顺利协同。具备良好的领导能力,能够组织和激励团队成员,是保障施工现场高效运作的关键。通过不断培养和提升领导和沟通能力,质量管理人员可以更好地推动团队朝着共同的质量目标努力。此外,质量管理人员需要具备问题分析和解决问题的能力。在施工过程中,可能会出现各种复杂的问题和挑战,需要质量管理人员迅速做出决策,并采取有效的解决措施。通过培训和实战经验的积累,质量管理人员可以提高应对问题的灵活性和准确性。最后,质量管理人员要具备不断学习意识。建筑行业日新月异,新的技术和管理方法层出不穷。质量管理人员需要保持学习的热情,不断更新自己的知识储备,以适应行业的发展和工程管理的新需求。

#### 5 结语

在房建工程建设中,现场进度管理与质量控制策略是决定项目成功与否的关键要素。通过精确的进度把控和质量管理,我们能够确保工程有序进行、高效完工,从而提升项目的竞争力和可持续性。在不断变化的建筑环境中,灵活应用先进的管理理念和技术工具至关重要,以确保项目始终保持在正确的轨道上。通过对现场进度和质量的精准掌控,我们不仅实现了项目目标,也体现了企业卓越的管理实力。在未来,继续关注和改进这两个方面的策略将是确保房建工程成功的关键,为建筑行业的发展注入更多活力。

#### [参考文献]

- [1] 郑传链. 房建工程建设中现场进度管理与质量控制策略[J]. 河南建材, 2020(3): 91-92.
- [2] 杨坤, 王玉芳. 房建工程建设中现场进度管理与质量控制策略分析[J]. 砖瓦, 2023(4): 115-118.
- [3] 洪才能. 房建工程建设中现场进度管理与质量控制策略[J]. 居业, 2021(12): 253-254.
- [4] 高增恩. 房建工程建设项目中的现场施工管理策略分析[J]. 城市建筑, 2020, 17(27): 193-194.

作者简介: 宋思仪(1975.9—), 女, 单位名称: 北京首城通建建设有限公司; 毕业学校: 郑州航空工业管理学院。

## 建筑钢结构工程全过程的造价控制管理

廉永广 任凯 钟金鑫

中国新兴建设开发有限责任公司, 北京 100071

**[摘要]**在当今建筑领域中, 建筑钢结构工程因其卓越的性能和灵活的设计特性而成为备受青睐的建筑解决方案。随着城市发展的不断推进和建筑行业对效率和可持续性的追求, 钢结构的应用逐渐成为满足多样化建筑需求的理想选择。随之而来的是对这一技术领域更高水平的要求, 需要全过程的精细管理和严格的造价控制。文章研究建筑钢结构工程的全过程造价控制管理, 致力于探讨在设计、施工和竣工阶段如何更好地平衡性能、经济性和可持续性。

**[关键词]**建筑; 钢结构工程; 阶段造价

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10499

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

## Cost control Management of the Entire Process of Building Steel Structure Engineering

LIAN Yongguang, REN Kai, ZHONG Jinxin

China Xinxing Construction and Development Co., Ltd., Beijing, 100071, China

**Abstract:** In the current field of architecture, steel structure engineering has become a favored building solution due to its excellent performance and flexible design characteristics. With the continuous promotion of urban development and the pursuit of efficiency and sustainability in the construction industry, the application of steel structures has gradually become an ideal choice to meet diverse building needs. Along with this comes a higher level of demand for this technological field, which requires meticulous management throughout the entire process and strict cost control. The article studies the entire process cost control management of building steel structure engineering, aiming to explore how to better balance performance, economy, and sustainability during the design, construction, and completion stages.

**Keywords:** architecture; steel structure engineering; stage cost

### 引言

建筑钢结构工程的发展背景源于对建筑结构优化、施工效率提高和资源利用效率提升的追求。相对于传统的混凝土结构, 钢结构具有自重轻、施工速度快、可塑性强等优点, 使其在多种建筑类型中得到广泛应用, 包括商业建筑、工业厂房、体育场馆等。钢结构的优越性能不仅在结构设计和施工方面体现, 同时也对工程的整体经济性和可持续性产生积极影响。

### 1 建筑钢结构工程的应用领域

建筑钢结构工程的应用领域多种多样, 涵盖了建筑领域的各个方面。首先, 在高层建筑中, 建筑钢结构以其轻质、抗震的特性成为高层建筑的首选结构体系。其次, 商业综合体和工业厂房中也广泛使用建筑钢结构工程。由于钢结构能够提供大跨度的自由空间, 使得商业场所和工业厂房更加灵活适用于不同的功能需求<sup>[1]</sup>。此外, 桥梁工程中的应用也是建筑钢结构的典型体现。桥梁通常需要承受复杂的力学环境, 而建筑钢结构的高强度和韧性使得其在桥梁工程中表现出色, 大跨度的桥梁结构中, 钢结构能够更好地满足工程的设计要求。

### 2 建筑钢结构材料选择中的工程成本控制

在建筑钢结构项目中, 材料选择是影响工程成本的一个关键因素。正确的材料选择不仅能够满足设计和质量要

求, 还能在一定程度上控制工程成本。以下是在建筑钢结构材料选择中实施工程成本控制的一些关键策略:

#### 2.1 材料性能与成本平衡

在材料性能与成本平衡的考虑下, 需要综合考虑钢材的强度、耐腐蚀性、可焊性等性能, 并与其造价进行平衡。选择高性能的钢材能提高结构的抗力和耐久性, 但相应的成本也较高, 反之, 如果选择低性能的钢材, 成本虽然会降低, 但是结构的抗力和耐久性也会相应降低, 这涉及到对不同材料和规格的成本效益分析, 以找到最经济的组合。选择具有良好可循环性和可再利用性的材料, 有助于降低环境影响, 符合现代建筑对可持续性的要求, 需要综合考虑材料的生命周期成本和环保性能, 以实现材料性能与成本的平衡。

#### 2.2 优化截面设计

截面设计是建筑钢结构工程中的关键环节, 直接影响结构的承载能力和使用性能。通过优化截面设计, 可以在保证结构安全的前提下最小化材料使用, 从而实现造价的优化。常采用更高效的截面形式, 例如采用更深而狭窄的梁截面, 以提高抗弯能力, 减小截面尺寸, 降低材料使用, 这不仅有助于降低材料成本, 还有助于减轻结构自重, 提高整体效益。另外, 通过采用新型的截面形式和构造方式, 如减震构造、空间网架等, 也可以实现截面设计的优化。

### 2.3 批量采购与供应链优化

在建筑钢结构工程中,通过批量采购和供应链优化,可以有效降低材料成本和提高施工效率。批量采购通常意味着大宗物料的集中采购,可以享受规模经济的优势,获得更有竞争力的价格,通过与供应商建立长期的合作关系,还可以进一步优化供应链,确保材料的及时供应和质量稳定<sup>[2]</sup>。通过优化运输和仓储方案,减少运输成本和库存成本,可以在一定程度上降低整体造价,及时的供应链管理有助于避免工程延误,加快施工进度,从而减少由于时间成本引起的额外费用。

### 2.4 可回收材料和可持续性考虑

在材料选择和使用阶段,考虑可回收材料和可持续性促使建筑钢结构工程实现环保和经济效益的关键因素。通过采用可回收材料,可以实现材料的再利用,降低新材料的采购成本。此外,环保型材料可能在一定程度上享受政府的环保补贴或减免税收,为项目提供财政支持。

### 2.5 质量控制与减少后续维护成本

通过严格的质量控制措施,可以减少施工中的错误和缺陷,提高结构的整体质量,从而减少日后的维护和修复成本。在施工阶段,实施全面的质量管理体系,包括定期检查、测试和验收程序,有助于发现和纠正潜在的质量问题。合格的施工和材料质量可以减少结构在使用阶段出现的问题,降低后续维护成本。此外,选择耐久性强、抗腐蚀性好的材料,如防腐涂层,也是减少结构维护成本的有效手段。

## 3 建筑钢结构工程施工阶段造价控制

### 3.1 施工过程中的造价控制要点

合理规划施工活动的先后顺序,合理安排资源和人力,可以有效避免因为施工计划混乱而导致的额外成本。材料和设备的及时采购,可以避免由于等待和延误而引起的施工周期延长,从而减少了劳动力和临时设施的使用时间,降低了成本。培训和监督施工人员,提高工作效率,减少人为差错,对于成本的控制至关重要。及时处理和记录所有的施工变更,确保变更的合理性和必要性,并与相关方进行有效的沟通,以避免因为变更而导致的不必要的成本增加。

### 3.2 施工进度与成本控制

施工进度与成本密切相关,因此在建筑钢结构工程中,有效的施工进度管理是保持成本控制的关键。在项目启动阶段,应该根据工程的复杂性和规模,以及可用资源的情况,制定详细的施工进度计划,包括每个施工阶段的开始和结束时间,以及相关的关键路径和关键活动。通过使用现代化的项目管理工具和技术,可以实时监控施工进度,及时发现并解决可能导致进度延误的问题,有助于防止额外的成本。及时评估和记录任何变更,并与相关方进行充分的协商和沟通,以确保变更得到适当的控制,合理分配人力、材料和设备资源,确保它们在正确的时间和地点,

以最大限度地提高施工效率,避免资源浪费,对于降低成本至关重要。

### 3.3 施工变更与索赔管理

在建筑钢结构工程中,施工过程中的变更是不可避免的,而有效的变更管理对于控制成本至关重要。首先,建立明确的变更管理流程,包括明确变更提出的程序、审批的流程以及变更后的合同调整。在变更提出阶段,要求详细的变更说明,包括对成本和进度的影响进行全面评估。在变更管理中,同文本清晰明了,包括对于变更的定义、计价方式、支付条款等相关内容。另外,确保各方在变更过程中及时共享信息,理解变更的原因和影响,有助于减少变更引起的不必要的纠纷。对于索赔管理,及时而精确的成本核算是至关重要的。建立详细的成本核算系统,包括对直接成本和间接成本的准确估算。与此同时,要求承包商提供充分的证据和支持文件,以确保索赔的合法性和合理性。最终,进行认真的谈判和协商,争取达成双方认可的索赔解决方案,避免因索赔引起的额外成本和工程延误。

### 3.4 安全与质量对造价的影响

安全培训和执行严格的安全标准,有助于减少事故发生的可能性,进而减少相关的赔偿费用、停工时间和项目延误所带来的成本。在造价控制中,将安全和质量考虑为项目成本的一部分,而不是看作附加费用,有助于更好地理解安全和质量对于项目整体成功的价值,避免将其视为可削减的开支。

## 4 竣工阶段的工作流程

### 4.1 竣工阶段造价核算流程

竣工阶段的造价核算是建筑钢结构工程的最后一步,是确保项目最终成本准确反映实际情况的关键环节。该过程通常始于项目实际完成,即工程各项施工工作和验收程序都已完结,核算人员会进行实际成本的梳理,包括劳动成本、材料成本、设备成本等,确保每项支出都被正确记录。核对合同金额,确保实际支出与合同约定的费用一致,考虑在竣工阶段发生的任何变更和索赔,确保它们在造价核算中得到合理计算和体现。核算人员还需要进行质量和安全方面的审核,确保工程符合相关法规和标准,没有出现因为质量问题导致的返工或修复费用<sup>[3]</sup>。最后,进行最终的核算和总结,将所有的成本项目进行综合,得出项目的总成本,还要撰写报告,向相关方呈现项目的最终成本情况。

### 4.2 竣工结算中的主要问题与挑战

在竣工结算阶段,需要确保合同中的各项约定得到准确执行,包括付款方式、进度支付、工程变更的计价方式等。同时,合同中可能存在的歧义需要进行解释,确保双方对于各项约定的理解一致。如果在验收和交付过程中发现质量问题,可能需要进行额外的修复工作,这将导致额外的成本。审计是确保成本核算的准确性和合法性,而验

收是确保工程的质量和完工标准符合合同要求。

### 4.3 竣工结算的法律法规与标准

建筑行业通常受到国家和地方政府颁布的法规的监管,这些法规规定了建筑工程合同、支付、索赔等方面的规定,结算时必须确保项目符合这些法规的要求,以免引发法律责任。另外,国家和行业还颁布了相关的标准和规范,用于指导建筑工程的结算流程,在进行竣工结算时,需要遵循这些标准,以确保结算的准确性和合规性。合同中包括了工程验收标准、变更和索赔的计价方式等,因此在竣工结算时,要仔细审查合同条款,确保结算的合法性和合规性。

### 4.4 竣工阶段成本数据的分析与总结

在竣工阶段,对成本数据进行仔细的分析和总结是确保项目经济的关键步骤。首先,对实际发生的费用进行详细的分类和整理,包括劳动成本、材料成本、设备成本等,有助于清晰地了解项目的支出结构,为后续的决策提供基础。进行变更和索赔的核实和计算,确保对变更和索赔进行了合理的计价,包括对相关文件和支持文件的审核,有助于防止额外费用的漏算或不合理计价。通过分析实际支出与预算的差异,可以识别出造成额外成本的原因,为今后的项目提供经验教训,也有助于调整未来类似项目的预算和成本控制策略。

## 5 建筑钢结构工程造价控制的优化策略

### 5.1 优化建筑钢结构工程设计阶段的造价

在建筑钢结构工程的设计阶段,通过有效的优化措施,可以在不影响工程质量的前提下实现造价的合理控制。通过对结构、材料和施工工艺的初步了解,设计团队可以在最早的阶段评估不同设计方案的造价,有助于在设计方向确定之前就掌握项目的预算情况。设计师和工程师应与施工专业人员共同探讨设计方案,以了解不同设计对施工过程和造价的影响,通过有效的沟通和协作,可以在设计阶段解决一些可能导致施工成本增加的问题,提前考虑施工的可行性和经济性。使用 BIM 等先进技术,可以更准确地模拟和分析结构的性能,提前发现设计中的问题,避免后期的修改和额外成本。最后,选择合适的材料和结构形式,考虑到成本、性能和可持续性,有助于在设计阶段就实现造价的优化。

### 5.2 优化建筑钢结构工程施工阶段的造价

通过详细的施工计划,合理安排工程的先后顺序和工序,避免施工的交叉和重复,提高资源利用效率,从而减少不必要的成本。通过精准的材料和设备采购、库存管理,避免材料的浪费和过多的库存,有助于降低施工现场的成本,合理使用先进的建筑技术,如预制和模块化建筑,也可以在施工阶段降低劳动力和时间成本。确保施工人员具备专业技能,提高工作效率,减少施工过程中的错误和返工。在施工过程中,变更是难以避免的,但合理处理和控

变更可以降低额外费用,及时评估变更对进度和成本的影响,与相关方进行沟通和协商,以避免不必要的纠纷和争议。

### 5.3 优化建筑钢结构工程竣工阶段的造价

在建筑钢结构工程的竣工阶段,造价的优化需要考虑到最终结算和项目经济效益。首先,确保所有的成本项目都被充分记录和核实,包括劳动成本、材料成本、设备成本以及变更和索赔等,通过仔细地核算,可以避免造成造价的遗漏和错误。此外,与承包商和其他相关方进行充分的沟通,处理可能存在的争议和差异,以达成双方认可的结算方案。在协商中,可以考虑采用灵活的方式,如探讨支付方式的优化和合同条款的合理调整,以实现双赢的结果。

### 5.4 风险管理与造价控制的协同优化

在建筑钢结构工程中,风险管理和造价控制需要协同优化,以确保项目的经济成功和可持续发展。首先,通过全面的风险评估,识别潜在的风险因素,包括设计变更、市场波动、自然灾害等。在设计和施工阶段,建立有效的风险管理计划,采取措施降低风险的发生概率和影响程度。将风险因素纳入成本估算和预算中,确保在项目预算中有足够的储备用于应对可能发生的风险,建立灵活的变更管理机制,以适应可能发生的不可预见的情况,避免因风险导致的额外成本。同时,建立有效的沟通和信息共享机制,确保风险信息能够及时传达给项目团队的各个层面。最后,通过对项目历史的总结和对经验教训的深刻反思,形成一个不断学习和改进的循环,有助于不断提升团队对风险和造价控制的认识,为未来的项目提供更加精准的预测和更有效的管理。

## 6 结语

建筑钢结构工程的造价控制是确保项目成功实施和经济效益的关键要素。从工程的设计阶段到施工和竣工阶段,通过全面的管理和优化策略,可以有效降低成本、提高效率、减少风险,从而实现项目的可持续发展。通过不断总结经验、引入先进技术、强化团队合作,可以不断提高项目的经济效益,为建筑行业的可持续发展贡献力量。在未来,随着技术和管理的不断创新,建筑钢结构工程的造价控制将迎来更多机遇和挑战,需要不断适应变化,追求卓越。

### [参考文献]

- [1]唐昕.影响建筑钢结构造价的因素及控制方法[J].中国建筑装饰装修,2023(7):140-142.
  - [2]姜伟.建筑钢结构设计现状及存在问题研究[J].门窗,2015(4):140.
  - [3]高珊.影响建筑钢结构造价的因素及方法分析[J].建材发展导向,2021,19(20):71-72.
- 作者简介:廉永广(1985.3—),男,单位名称:中国新兴建设开发有限责任公司;毕业学校:中国矿业大学(北京)。

## 国土空间规划背景下的城市设计方法探讨

张义新

河北广川城市规划设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**在我国,随着经济的高速发展,新型城镇化的不断推进以及国土空间规划体系的建设,城市设计面临着诸多挑战和问题。从传统的规模扩张到生态保护,从单一的空间形态设计到多元化的社会需求,城市设计的复杂性和多样性不断增加。同时,城市设计的质量直接关系到城市形象和居民生活品质,如何在国土空间背景下更好地满足居民不断增长的需求,是当前城市设计面临的主要问题之一。文中分析当前城市设计面临的问题和挑战,探讨现有城市设计方法的局限性,以及如何在新时期背景下更好地应对这些挑战。

**[关键词]**城市设计;国土空间规划;城市设计方法

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10509

中图分类号: TU9

文献标识码: A

### Exploration on Urban Design Methods under the Background of National Spatial Planning

ZHANG Yixin

Hebei Guangchuan Urban Planning and Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** In China, with the rapid development of the economy, the continuous promotion of new urbanization, and the construction of the national spatial planning system, urban design faces many challenges and problems. From traditional scale expansion to ecological protection, from single spatial form design to diversified social needs, the complexity and diversity of urban design continue to increase. At the same time, the quality of urban design is directly related to the image of the city and the quality of life of residents. How to better meet the growing needs of residents in the context of national land space is one of the main problems currently faced by urban design. The article analyzes the problems and challenges faced by current urban design, explores the limitations of existing urban design methods, and how to better respond to these challenges in the context of the new era.

**Keywords:** urban design; national spatial planning; urban design methods

### 引言

随着全球城市化进程的不断加速,城市设计在塑造现代社会面貌、提升居民生活质量方面扮演着关键角色,逐渐成为备受重视的领域。城市不再仅仅是人们生活的空间,更是文化、历史、经济的交汇点,是社会发展的缩影。在此背景下,科学合理的城市设计不仅影响着居民的舒适度和幸福感,也对城市的可持续发展和未来社会的和谐产生深远影响。这一挑战性任务背后,国土空间规划提供了基础支持,为城市设计提供了指导原则,确保了城市在迅猛发展的同时,能够保持生态平衡、传承文化、提高居民生活质量,实现可持续发展和社会和谐。

#### 1 我国城市设计发展历程回顾

我国城市设计的发展历程可以追溯到古代文明时期,但在现代化进程中,城市设计经历了深刻的变革和发展。20世纪初,我国的城巿设计主要受到传统文化和外来建筑风格的影响。上世纪五六十年代,我国城市设计开始受到社会主义规划理念的引导,更多地关注公共设施、居住区划和基础设施建设。改革开放以来,我国的城巿设计经历了迅猛的发展。在1980年末和1990年初,城市设计逐渐引入了国际化的观念,开始关注环境保护、社区规划和文化遗产。随着城市化进程的加速,无论是大城市还是中

小城市,都在不断进行城市设计和规划,以适应日益增长的人口和经济需求。21世纪初,随着信息技术的普及和可持续发展理念的兴起,我国的城巿设计逐渐转向智慧城市、生态城市和低碳城市的方向发展。城市设计不再仅仅是空间布局和建筑风格的问题,更注重人文关怀、可持续性发展和城市治理体系的建设。在这一演变过程中,国土空间规划扮演着至关重要的角色,为城市的发展奠定了坚实基础,引领着我国城市设计走向智慧、生态、可持续的未来。

#### 2 现阶段城市设计的不足

##### 2.1 工作视野局限于城市建设区

当前城市设计的一个主要问题在于工作视野的狭隘性,过度局限于城市建设区域,而忽视了城市周边及其影响范围的重要性。城市的发展不仅仅受限于市中心,它与周边乡村地区、自然生态环境之间有着密切的关联。然而,在城市设计实践中,往往只关注特定区域的发展,而忽视了这些区域之间的相互作用和影响<sup>[1]</sup>。这种局限性导致了城市规划方案的片面性,难以全面解决城市及其周边地区的可持续发展问题。

##### 2.2 研究内容过于侧重空间形态设计

在当前城市设计研究中,存在一个明显问题,即过度

侧重于空间形态设计,而忽视了城市发展中的其他重要因素。虽然空间形态是城市设计的重要组成部分,但过度聚焦于此方面研究,可能导致对城市社会、经济和文化层面的需求和挑战缺乏全面的认知。这种局限性使得设计方案往往停留在外部表现上,忽略了城市内在的复杂性和多样性。因过度关注空间形态,研究者可能会忽略城市居民的日常生活需求、社区关系、文化认同等因素。城市设计应该是一个综合性的过程,需要将空间形态与社会文化、经济发展、生态环境等因素相结合,以满足城市居民多样化的需求。而当研究内容偏重空间形态设计时,难以完整地考虑这些方面的复杂关系,可能导致城市设计方案与实际需求脱节,最终影响城市的可持续发展和社会和谐。

### 2.3 成果形式与法定规划体系脱节

在城市设计领域,一个显著的问题是成果形式与法定规划体系之间存在明显的脱节。城市设计的成果通常以详细的规划图纸、三维模型或概念性报告等形式呈现,但这些成果往往与实际的法定规划体系并不紧密相连。法定规划体系通常由政府主导,具有法律约束力,包括城市总体规划、土地利用规划、区域规划等,是城市发展的指导性文件。然而,在实际的城市设计过程中,设计成果往往不够贴近规划体系,导致设计成果难以被完整、有效地纳入城市的长期规划和发展中。这种脱节可能导致城市设计成果的实际执行受到限制,因为它们可能与法定规划体系中的规定不一致。此外,成果形式与法定规划体系的脱节也可能导致设计者的努力未能被充分转化为具体政策和实践,从而影响到城市发展的方向和质量。这种不协调可能还导致城市设计的创新性受到限制,因为设计师可能受到法定规划体系的制约,难以提出符合未来发展需要的创新性方案。因此,解决成果形式与法定规划体系之间的脱节,是实现城市设计成果真正落地的关键挑战之一。

### 3 国土空间规划体系下的城市设计角色定位

在国土空间规划体系下,城市设计的角色定位至关重要,它不再局限于单纯的空间形态规划,而是一个更广泛、更复杂的系统性工作。城市设计应在国土空间规划中扮演促进经济发展和社会进步的引领者角色。通过深入挖掘和合理规划城市资源,优化产业布局,推动城市经济的创新和升级,使城市成为国土空间中经济增长的核心引擎。城市设计在国土空间规划中具有生态保护和可持续发展的导向性作用<sup>[2]</sup>。面对不断加剧的环境问题,城市设计师应当注重生态系统的保护,合理规划绿地、水系、自然景观等元素,实现城市与自然的和谐共生。城市设计要通过生态规划的手段,减少对生态环境的影响,推动城市向着绿色、低碳、可持续的方向发展。城市设计在国土空间规划中的角色还包括社会公平和人民福祉的保障者。城市是人民生活的载体,因此,城市设计应注重社区规划、公共服务设施的规划,促进城市内部的公平发展,保障城市居民基本生活需求,提高城市居民的生活质量。城市设计要关心弱势群体的需求,推动城市发展成果更加平衡地惠及每

一个市民。在国土空间规划的指导下,城市设计不仅塑造城市面貌,更致力于实现经济繁荣、生态健康和社会公平的有机统一。

## 4 新时代背景下的城市设计方法

### 4.1 着眼全域全要素,强调“三生”空间的整合

在新时代的城市设计中,我们必须摒弃以往狭隘的视角,将城市规划范围扩大至整个区域,包括城市、乡村、自然生态系统等。城市设计不再是简单地规划城市中心区域,而是应该强调“三生”空间的整合:即生产空间、生活空间和生态空间的有机结合。这种整合意味着我们要在城市设计中综合考虑产业发展、居民生活、自然生态等多方面因素,以实现经济可持续发展、社会公平和生态保护的有机统一。通过整合各种空间,我们可以最大程度地减少资源浪费,提高资源利用效率,实现城市与自然环境的和谐共生。

### 4.2 建构城乡特色框架,优化国土空间发展结构

在新时代的城市设计方法中,我们应该建构城乡特色框架,以优化国土空间的发展结构。每个城市和乡村都有其独特的文化传统、自然景观、产业特色等。城市设计师应该深入挖掘这些特色,将其纳入规划考虑,以打造具有个性和吸引力的城市形象。同时,在城乡发展中,我们应该强化城市与乡村的互补性,形成良好的城乡一体化发展格局。通过建构城乡特色框架,我们可以推动城乡资源的合理配置,促进城市和乡村共同繁荣,实现国土空间的可持续发展。在这两方面,新时代的城市设计方法注重整体性、可持续性和创新性,力求在城市发展中实现经济效益、社会公平和生态友好的平衡。通过整合各种要素,建构特色框架,我们可以为未来城市的健康发展奠定坚实基础,使城市不仅是人们居住的地方,更是人与自然和谐共生的乐园。

### 4.3 关注存量价值资源,引导空间有机更新发展

在新时代城市设计方法中,关注存量价值资源成为至关重要的策略。城市中存在着丰富的历史建筑、文化遗产、老旧工业区,甚至是废弃空间,这些都是宝贵的存量价值资源。城市设计师应当深入挖掘这些资源的内在价值,将其转化为可持续发展的动力。而不是简单地采取拆除重建的方式,这样的做法既浪费资源,又破坏了城市的历史文化底蕴。引导空间的有机更新发展意味着要在保护存量资源的基础上,进行巧妙的规划和改造,使得旧有建筑和新兴需求能够和谐共存。可以通过文化创意产业的引入、功能性改造、艺术品装置等方式,将历史建筑和老旧工业区转化为创意产业园区或文化艺术中心,赋予它们新的生命。同时,在城市更新中,还要注重生态环境的保护,引入绿色植被、生态水体等元素,使得城市在更新过程中更加环保、宜居。

### 4.4 运用多元技术方法,促进空间资源科学配置

在新时代城市设计中,运用多元技术方法是实现空间资源配置的关键。现代技术手段如地理信息系统(GIS)、人工智能(AI)、大数据分析等,为城市设计提供了全新的视角和解决方案。通过GIS技术,我们可以精

确获取土地利用、地形地貌等信息,为规划提供准确的数据支持。人工智能则可以帮助模拟城市发展的各种情景,预测人口增长、交通流量等,为规划提供科学依据。大数据分析在城市规划中的应用,使得城市设计师可以更好地了解市民生活习惯、交通流动情况、商业需求等。通过深入分析这些数据,规划者可以制定更符合实际需求的城市发展策略,避免了传统规划中的盲目性和随意性。此外,虚拟现实技术也可以帮助规划者将设计方案以更直观的方式呈现,使得相关利益相关者更容易理解和参与规划决策。综合利用这些多元技术方法,可以实现城市空间资源的科学配置。通过数据分析,规划者可以了解城市各区域的资源利用状况,预测未来的发展趋势。基于这些信息,规划者可以制定合理的土地利用政策、交通规划,促进城市各项资源的均衡分布和科学利用。同时,这种方法还能够为城市的灾害防治、环境保护等方面提供重要支持,实现城市资源的可持续利用和科学管理。这种多元技术方法的运用不仅提高了城市设计的科学性和精准性,还为城市的可持续发展提供了可行性和保障。

#### 4.5 健全管控传导体系,深化国土空间用途管制

在新时代的城市设计中,健全管控传导体系和深化国土空间用途管制是确保城市可持续发展的关键一环。管控传导体系包括城市设计、规划和实施阶段的全面管理,以确保规划的科学性、合理性能够在实际建设中得以贯彻执行。传导体系需要确立清晰的责任分工和信息传递机制,使得各级政府部门、企事业单位和居民都能明确自身在城市发展中的角色和责任。同时,科技手段如物联网、大数据、人工智能等技术的应用,使得城市管理更加高效智能,能够实时监测城市发展情况,及时调整规划和政策<sup>[3]</sup>。在深化国土空间用途管制方面,城市设计需要更具前瞻性和战略性。科学合理的土地利用规划能够确保土地资源的合理配置,避免因无序开发造成的浪费。这需要引入生态、经济、社会等多维度的评估体系,考虑到自然生态系统的稳定性、城市的经济发展需求以及社会公平的要求。深化国土空间用途管制也意味着需要更严格的土地利用政策和法规,确保所有开发活动都符合可持续发展的原则,防范土地过度开发和环境破坏。健全管控传导体系和深化国土空间用途管制是实现城市可持续发展的基础和保障。通过科学的管理和精准的管控,可以最大限度地发挥城市空间的效益,实现经济繁荣、社会公平和生态友好的和谐统一。这不仅为当前城市的发展提供了科学指导,也为后续的规划和决策提供了重要经验。

#### 4.6 贯穿“规建管”过程,践行全生命周期工作机制

在新时期城市设计中,贯穿“规建管”过程,践行全生命周期工作机制是确保城市发展长期稳定性和可持续性的重要策略。这一方法强调城市设计、规划和管理应该是一个持续不断的、互相补充的过程,而不是独立的阶段性任务。它意味着从规划、建设到管理的全过程都应该被综合考虑,确保城市的发展在各个阶段都能够保持平衡和

协调。贯穿“规建管”过程意味着城市设计应该立足于规划阶段。规划不再是一个静态的文件,而是一个动态的、不断修正的过程。城市设计者需要在规划阶段就考虑到未来的可能性,预见可能的发展方向和需求。这就要求规划者具备较强的前瞻性和战略性,考虑到城市长期发展的方向,为未来的建设和管理提供科学依据。践行全生命周期工作机制要求城市设计和建设阶段充分考虑到未来的管理需求。新建项目的设计和施工应该符合未来的可持续发展要求,包括节能减排、资源利用、环境保护等方面。而且,设计和建设阶段应该与管理部门密切合作,充分了解城市的管理需求,确保建成项目能够顺利交付使用,并且在使用过程中能够满足城市居民的需求,同时保持可持续发展的特性。贯穿全生命周期的工作机制强调了城市管理的重要性。城市的可持续发展不仅仅依赖于规划和建设,更需要有效的城市管理。城市管理者应该具备综合治理能力,不断调整城市的发展策略,保障城市的和谐运行。此外,城市居民也应该积极参与到城市管理中,形成政府、企事业单位和市民共同参与的城市管理模式,实现城市的共建共治共享。

#### 5 结语

在城市设计的发展演进中,我们迫切需要更加注重综合性、持续性和可持续性。只有在全面考虑城市各方面需求的基础上,将技术手段与人文关怀相结合,将规划方案与法定规划体系相衔接,城市设计才能真正实现其使命,为人们创造出更美好、更宜居的城市生活环境。此外,国土空间规划的制定与实施也愈发显得至关重要。它为城市设计提供了整体性的框架和方向,引导着城市的可持续发展。在这个背景下,城市设计和国土空间规划的有机结合,为城市的未来奠定了坚实基础。城市设计的未来既是一项巨大的挑战,也是巨大的机遇。我们必须不断探索、创新,才能真正建设出具有文化底蕴、生态友好、社会和谐的城市,造福于千千万万的城市居民。通过在国土空间规划的指导下,城市设计可以更好地融入国家发展战略,实现经济繁荣、生态健康和社会公平的有机统一。这不仅是对城市设计者的责任,也是对我们共同城市未来的承诺。在这个共同奋斗的过程中,让我们携手前行,共同打造更具活力、更宜居、更可持续的城市明天。

#### 【参考文献】

- [1]何斌,任婧,丁汀.国土空间规划背景下总体城市设计管控实施策略研究[J].上海城市规划,2022(5):74-79.
- [2]申晨,韩靖北.国土空间规划背景下“融入式”总体城市设计的设想与架构[J].规划师,2023,39(4):86-92.
- [3]刘力飞,黄思瞳,周瀚.国土空间规划下的市域层面总体城市设计方法探索——以南昌市为例[J].城市规划,2023,47(5):97-105.

作者简介:张义新(1996.10—),毕业院校:河北工程大学,所学专业:城乡规划,当前就单位:河北广川城市规划设计有限公司,职务:职员,职称级别:助理工程师。

# 大数据时代下的智慧城市及城乡规划探讨

王莹

海东市乐都区城市管理综合执法局, 青海 海东 810700

**[摘要]**在大数据时代的背景下, 智慧城市及城乡规划成为推动城市可持续发展的重要战略。文章旨在深入研究大数据时代下智慧城市与城乡规划的关系, 以推动城市可持续发展。首先, 通过对智慧城市的概念和发展历程的概述, 明确其对城市演进的影响。随后, 重点研究大数据在城市规划中的关键角色, 包括在城市交通、环境和建设规划中的具体应用, 揭示大数据对城市规划的深刻影响。技术层面上, 文章聚焦于智慧城市建设的关键技术, 如物联网、人工智能、云计算和边缘计算, 展示它们在实现智慧城市愿景中的关键作用。同时, 分析智慧城市与城乡一体化发展之间的关系, 强调大数据在城乡规划整合中的作用, 以及智慧城市对城乡一体化的积极促进作用。

**[关键词]**智慧城市; 大数据时代; 城乡规划; 城乡一体化发展

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10504

中图分类号: TU9

文献标识码: A

## Exploration on Smart Cities and Urban Rural Planning in the Era of Big Data

WANG Ying

Haidong City Ledu District Urban Management Comprehensive Law Enforcement Bureau, Haidong, Qinghai, 810700, China

**Abstract:** In the context of the big data era, smart cities and urban-rural planning have become important strategies to promote sustainable urban development. This article aims to deeply study the relationship between smart cities and urban-rural planning in the big data era, in order to promote sustainable urban development. Firstly, by summarizing the concept and development process of smart cities, clarify their impact on urban evolution. Subsequently, the key role of big data in urban planning will be studied, including its specific applications in urban transportation, environment, and construction planning, so as to reveal the profound impact of big data on urban planning. On the technical level, the article focuses on the key technologies of smart city construction, such as the Internet of Things, artificial intelligence, cloud computing and edge computing, and demonstrates their key roles in realizing the vision of smart city. At the same time, analyzing the relationship between smart cities and urban-rural integration development, emphasizing the role of big data in urban-rural planning integration, as well as the positive promoting effect of smart cities on urban-rural integration.

**Keywords:** smart city; in the era of big data; urban and rural planning; integrated urban-rural development

### 引言

在大数据时代的浪潮中, 智慧城市及城乡规划正成为引领城市可持续发展的战略支点。大数据的涌现为城市规划和城市发展带来了前所未有的机遇, 使得城市管理者 and 规划者能够更准确、更全面地洞察城市的运行状况, 为决策提供有力支持。智慧城市的概念逐渐崭露头角, 以其整合信息技术、互联网、物联网等手段, 助力城市实现高效、智能、可持续的发展。本文旨在深入研究大数据时代下智慧城市与城乡规划的关系, 聚焦大数据在城市规划中的关键角色, 以及智慧城市建设的关键技术。通过对智慧城市概念、大数据应用以及关键技术的探讨, 旨在为城市规划和城市发展提供更深层次的理论支持和实践指导。这一研究将不仅有助于我们更好地理解大数据时代下智慧城市的发展趋势, 也将为构建更智能、更宜居的城市环境提供新的思路与策略。

### 1 智慧城市的概念和发展

智慧城市是随着信息技术、互联网和大数据时代的到来而崭露头角的概念, 旨在通过综合运用先进的数字技术,

构建一个高度智能化、信息化的城市系统, 以提升城市的可持续性、生活品质和经济效益。智慧城市的概念首次于20世纪90年代提出, 其发展不仅标志着城市管理模式的转型, 更代表了城市化进程中的一项创新实践。智慧城市的核心理念包括数据驱动、智能互联、可持续发展。数据驱动强调通过大数据技术, 收集、处理和分析城市各个方面的数据, 从而更加深入地理解城市运行的规律和需求。智能互联强调各类智能设备和系统之间的高效沟通, 使城市各个要素能够实时协同运作。可持续发展则体现在通过科技手段, 更加有效地利用资源、降低能耗, 实现城市经济社会的可持续增长。随着物联网、人工智能、云计算等技术的逐步成熟, 智慧城市在全球范围内得到了迅速推广。从交通管理、环境监测到市民服务, 智慧城市的应用领域涵盖方方面面。例如, 智能交通系统通过实时监测交通流量、优化交通信号, 提高了交通效率; 智慧环境监测通过感知城市环境的各类数据, 及时响应并改善空气质量、水质等方面的问题<sup>[1]</sup>。智慧城市的发展既面临挑战, 也蕴含巨大机遇。在充分发挥数字技术的同时, 需要关注数据隐

私、城市安全等伦理和法律层面的问题，以确保智慧城市的可持续、健康发展。在不断追求创新的道路上，智慧城市的演进将继续引领着城市规划和发展的新方向。

## 2 大数据在城市规划中的角色

### 2.1 大数据对城市规划的影响

大数据在城市规划中的应用对城市发展产生了深远的影响。首先，大数据为城市规划提供了前所未有的数据量和多样性，通过实时收集、整合和分析城市各个领域的数据，规划者能够更全面地了解城市的运行状况。这包括但不限于交通流量、人口分布、环境质量等多个方面的数据。这种全面的数据视角使城市规划者能够做出更为准确、基于实际情况的决策，从而优化城市布局、交通设计和资源配置。其次，大数据技术的应用使得城市规划更加灵活和实时。传统的城市规划可能会基于固定的时间周期和静态的数据进行，而大数据技术的引入使得规划能够更具动态性。通过实时监测和分析城市的运行数据，规划者可以更快地应对城市面临的挑战，例如交通拥堵、环境变化等。这种实时性有助于更灵敏地调整城市规划策略，以满足城市持续变化的需求。另外，大数据对城市规划的影响还体现在更为精准的目标定位和效果评估上。通过大数据分析，规划者可以更精确地识别城市的问题和需求，有针对性地进行规划和改进。同时，大数据还提供了更可靠的评估手段，使规划的实施效果更具科学性和可控性。这有助于规划者更好地了解其决策的成效，进而进行及时调整和优化。

### 2.2 大数据在城市交通规划中的应用

在城市交通规划中，大数据的应用为实现智慧交通提供了有力支持。通过实时监测车辆、行人和其他交通要素的移动轨迹，大数据技术能够提供准确的交通流信息，使规划者更全面地了解城市交通状况。这种信息的及时性和精确性为交通规划和管理者提供了更灵活的手段，使其能够更有效地调整信号灯、优化道路布局，以降低拥堵并提高整体交通效率。此外，大数据还促进了智能交通系统的发展，通过实时监控和预测交通流变化，进一步提高了城市交通网络的智能化和响应速度。

### 2.3 大数据在城市环境规划中的应用

大数据在城市环境规划中的应用为更可持续的城市发展提供了关键洞察。通过收集、分析和解释大量的环境数据，规划者能够深入了解城市的空气质量、噪音水平、绿化覆盖等关键环境指标。这种深度理解有助于规划者制定更科学的绿化策略、减缓空气污染、优化噪音控制措施。大数据技术的运用也为城市的生态系统管理提供了先进的工具，使城市规划更注重环境可持续性和居民生活质量。

### 2.4 大数据在城市建设规划中的应用

在城市建设规划中，大数据的应用涉及到更高效的资源分配和更智能的城市布局。通过收集有关土地利用、建筑结构、人口分布等方面的大量数据，规划者可以更好地

理解城市的建设需求和潜在挑战。大数据还可用于优化城市基础设施规划，包括道路、供水、供电等，从而提高城市的抗灾能力和基础设施的可持续性。此外，大数据还为城市更新提供了更精准的方向，通过分析历史建设数据和未来趋势，规划者能够更好地预测城市的发展方向，为可持续的城市建设提供有效的战略指导。

## 3 智慧城市建设的核心技术

### 3.1 物联网技术

物联网(IoT)技术在智慧城市建设中扮演关键角色，通过互联网连接和交互各种物理设备、感知器和信息技术，实现设备间的数据共享和智能化决策。在城市规划和管理中，物联网技术为实现智慧城市愿景提供强大支持。首先，物联网通过连接城市中各类传感器和设备，实现了城市信息的实时采集和传输，包括交通监测器、环境传感器、智能计量设备等。这不仅为城市规划者提供了全面准确的运行状态信息，也为大数据分析提供了庞大的数据来源，支持科学的城市发展策略。其次，物联网提供了设备之间的互联互通，实现了城市各个领域的智能协同。通过智能交通系统、智能能源管理系统等，物联网技术实现了城市子系统的整合和协同管理，例如，基于物联网的智能交通灯能够根据实时交通流量智能调整信号，快速缓解交通拥堵<sup>[2]</sup>。这种智能协同性使城市运行更加高效便捷。此外，物联网技术为居民提供了智能化城市服务，从智能家居到智能健康监测，使居民生活更便利舒适。例如，智能垃圾桶通过实时监控垃圾填充情况提醒居民何时需要清理，实现了资源有效利用和垃圾分类的智能管理。

### 3.2 人工智能技术

人工智能(AI)技术在智慧城市建设中扮演关键角色，为城市规划和管理提供前所未有的智能化和自动化解决方案。AI 是一种模拟和复制人类智能行为的技术，广泛应用于智慧城市的多个方面。首先，AI 技术具有强大的数据处理和分析能力。通过深度学习、机器学习等技术，AI 能够从大规模城市数据中提取模式、识别趋势，为规划者提供深刻的洞察。例如，通过分析城市交通数据，AI 可以预测交通流量高峰，提前采取交通管理措施以降低拥堵。其次，AI 在智慧城市的交通管理方面发挥着重要作用。智能交通系统借助 AI 技术，通过实时监控交通状况、分析行车模式，智能调整红绿灯时序、优化交通流动，提高城市交通的效率和安全性。AI 还应用于自动驾驶技术，使得城市交通更加智能化和自主化。此外，AI 技术也为城市安全提供新的解决方案，通过智能监控系统、人脸识别技术等实现对公共区域的实时监控，预防和处理潜在的安全问题。这种智能安全监控系统不仅提高了城市的安全性，同时也为规划者提供了更为精细的数据用于改进城市规划。

### 3.3 云计算技术

云计算技术在智慧城市建设中扮演关键角色，提供高

效的数据存储、处理和共享平台。通过网络提供计算、存储和应用服务,云计算使城市能够更好地处理大规模数据和资源管理挑战<sup>[3]</sup>。首先,云计算为城市规划者提供强大的数据存储和处理能力。城市数据包括交通流量、环境监测、居民信息等,云计算通过将数据存储存储在云端服务器上,实现对大规模数据的实时存取和高效处理,支持复杂城市规划。其次,云计算实现了城市数据的高效共享和协同处理。不同部门和系统的分散、异构数据通过云计算的数据平台无缝集成,促进跨部门、跨系统的信息共享,提高子系统的协同运作效率,如交通管理系统、环境监测系统。云计算还为城市提供弹性计算资源,根据实际需求自动调整计算资源,使城市能更高效应对突发事件、大型活动等场景。

### 3.4 边缘计算技术

边缘计算技术是一种新型计算模式,将计算资源和数据处理能力从中心化的云端转移到靠近数据源的网络边缘。在智慧城市建设中,边缘计算技术关键支持更快速、实时的数据处理和决策。首先,通过将计算任务推向边缘设备,边缘计算减少了数据传输的延迟,尤其适用于需要实时响应的场景,如智能交通管理和城市安全监控。边缘设备上的本地处理实现了更快速的决策响应时间,提高了城市各系统的实时性和效率<sup>[4]</sup>。其次,边缘计算技术降低了对云计算中心的网络负担。传统云计算需要所有数据经过云端服务器处理,导致大量网络流量和能源消耗。边缘计算通过在边缘设备上本地处理,减轻了云端负担,降低了网络拥塞风险,提高了整体系统的稳定性和可靠性。边缘计算技术还在保护用户隐私方面具有优势,通过在本地处理数据减少了对云端传输敏感信息的需求,降低了数据泄露和隐私侵犯的风险,为智慧城市提供更安全可控的数据处理方案。

## 4 智慧城市与城乡一体化发展

### 4.1 智慧城市与城乡规划的关系

智慧城市与城乡规划密切相关,相辅相成。城乡规划是智慧城市建设的基础,智慧城市则为城乡规划提供了新的工具和思路。智慧城市的发展需要更为精细和科学的规划,涉及交通、环境、建设等多个领域。城乡规划通过明确城市发展的方向、空间布局和资源配置,为智慧城市的建设提供了指导<sup>[5]</sup>。同时,智慧城市的实施也为城乡规划注入了新的动力,通过大数据、物联网等技术手段,使得规划更为灵活、实时,更好地适应城市的动态变化。

### 4.2 大数据在城乡规划中的整合

大数据在城乡规划中的整合为规划提供了更为全面和深入的数据支持。通过整合城市和乡村的大量数据,规划者可以更好地了解不同地区的发展现状、人口分布、资源利用情况等。这种全面的数据整合有助于规划者制定更为科学、可行的城乡规划方案。同时,大数据的分析和预

测能力也为规划者提供了更准确的决策依据,使得规划更具前瞻性和可持续性。大数据整合在城乡规划中的应用,推动了城乡一体化发展战略的实施,实现了资源的优化配置和城乡间的协同发展。

### 4.3 智慧城市对城乡一体化的促进作用

智慧城市的建设对城乡一体化发展起到了积极的促进作用。首先,智慧城市的技术手段能够弥补城乡信息不对称的问题,通过数字化手段让城市和乡村之间的信息更加对等,促进资源的合理配置。其次,智慧城市的智能化管理提高了城市和乡村的运行效率,加强了城乡之间的联系。例如,智慧交通系统的建设可以提高农产品从乡村到城市的物流效率,促进农村经济的发展。智慧城市还可以通过数字化农业、智能环保等手段,推动农村现代化,实现城乡一体化的协同发展。智慧城市的发展为城乡一体化战略提供了有力支持,为建设更加和谐、宜居的城乡共同体奠定了基础。

## 5 结语

在大数据时代的推动下,智慧城市及城乡规划展现出前所未有的发展机遇。本文深入探讨了大数据时代下智慧城市的发展与城乡规划的关系,聚焦大数据在城乡规划中的关键角色以及智慧城市建设的核心技术。通过对智慧城市概念和发展历程的梳理,以及大数据在城市交通、环境和建设规划中的应用探讨,我们更全面地理解了智慧城市的内涵和对城市演进的深刻影响。智慧城市建设中的物联网、人工智能、云计算和边缘计算等关键技术的详细剖析揭示了其在实现智慧城市愿景中的不可替代地位。同时,我们分析了智慧城市与城乡一体化发展的关系,强调了大数据在城乡规划整合中的作用以及智慧城市对城乡一体化的积极促进作用。智慧城市的崛起不仅为城市管理者提供了更科学的决策依据,也为居民提供了更便捷、智能的生活体验。

### [参考文献]

- [1]蔡凤麟.大数据时代背景下智慧城市规划的理论与实践[J].城市建设理论研究(电子版),2023(5):150-152.
  - [2]周明行.大数据时代的智慧城市管理研究[J].智慧中国,2022(8):62-65.
  - [3]辛德正.大数据时代的城乡规划与智慧城市[J].建设科技,2022(1):113-115.
  - [4]曹蓉.大数据时代的城乡规划与智慧城市[J].砖瓦,2021(8):77.
  - [5]周培诚.大数据时代的智慧城市建设[J].中华建设,2021(2):62-63.
- 作者简介:王莹(1986.1-),毕业院校:河南平顶山工学院,所学专业:城市规划,当前就职单位名称:海东市乐都区城市管理综合执法局,职称级别:助理工程师。

## 跨孔地震 CT 在地铁岩溶勘探中的应用

曹伟光 赵腾跃 李浩然 孔维旭

北京市政路桥股份有限公司, 北京 100068

**[摘要]**跨孔地震 CT 是利用地震波在不同的介质中的传播速度差异, 通过算法反演出地层内部结构的技术, 该技术能够有效帮助探测地下溶洞, 减少由岩溶产生的危害。文中简述了跨孔地震 CT 的基本原理及运用过程, 并结合浙江某市地铁岩溶勘探项目, 采用单孔激发、多孔接收方式, 获取了多组剖面高精度数据, 揭示岩溶发育程度、形态以及规律, 并且对于不同岩质的分界线也可以进行探明, 为项目施工提供了有效的施工技术指导。本次研究成果可为地震 CT 探测技术在复杂地质条件下的工程应用提供了一定参考。

**[关键词]**跨孔地震 CT; 岩溶; 地铁; 应用研究

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10502

中图分类号: P631

文献标识码: A

## Application of Cross Hole Seismic CT in Subway Karst Exploration

CAO Weiguang, ZHAO Tengyue, LI Haoran, KONG Weixu

Beijing Municipal Road and Bridge Co., Ltd., Beijing, 100068, China

**Abstract:** Cross hole seismic CT is a technique that utilizes the difference in propagation speed of seismic waves in different media and uses algorithms to invert the internal structure of strata. This technology can effectively help detect underground karst caves and reduce the harm caused by karst. The article briefly describes the basic principle and application process of cross hole seismic CT, and combines it with the karst exploration project of a subway in Zhejiang Province. By using single hole excitation and porous reception methods, multiple sets of high-precision profile data were obtained, revealing the degree, morphology, and laws of karst development. The boundary lines of different rock types can also be explored, providing effective construction technical guidance for project construction. The research results of this study can provide a certain reference for the engineering application of seismic CT detection technology in complex geological conditions.

**Keywords:** cross hole seismic CT; karst; subway; application research

### 引言

随着社会的不断发展, 城市交通的压力也与日俱增, 越来越多的城市为了减轻交通压力选择了地铁线路建设。然而地铁线路的增多也带来了许多地铁建设问题, 其中以岩溶问题最为突出。岩溶指在水作用下, 对可溶性岩石进行化学侵蚀和物理剥蚀所产生的一种地质作用及其产生的各种现象的总称<sup>[1]</sup>。在地铁建设中遇到岩溶问题将会导致隧道塌方、涌水, 不仅会造成工期拖延、经济浪费, 还会对施工人员的生命安全产生威胁。因此隧道超前预测具有重要的工程指导意义<sup>[2-6]</sup>。

在重大工程建设中, 明确岩溶发育状态对工程顺利开展及安全稳定性至关重要。早在 20 世纪 70 年代 Chapman 首次将医学 CT 技术运用到工程上, 为地震 CT 技术奠定了基础<sup>[6]</sup>。20 世纪 80 年代, 地球物理学家利用全球三维地震层析成像技术对地球进行了勘测, 构建了三维图像。20 世纪 90 年代, 地震层析成像技术被广泛应用于地理勘探领域<sup>[7]</sup>。薛龙等<sup>[8]</sup>对提出基于能量最小化原理的弹性波 CT 成像频域有限元反演算法, 并将所创建模型与反演计算结果进行了多角度对比分析, 结果表明 CT 技术具有效率高、可靠性强等诸多优点。刘振明等<sup>[9]</sup>充分发挥地震映像法和地震 CT 法的优点并互相补充, 确定采空区粗略空间展布,

并进一步依据地震 CT 技术, 精细探查了采空的空间展布, 研究充分证明了借此探测方法的有效性。潘乐苟等<sup>[10]</sup>采用地震 CT 探测技术探究了某区域浅部覆盖层及岩溶或溶蚀裂隙与下伏基岩之间的速度差异, 对实测数据进行反演层析成像, 并进一步结合钻孔资料进行综合分析, 证明了此探测方法具有高精度及适应性强的特征。杨永龙等<sup>[11]</sup>总结了跨孔地震 CT 技术的技术关键, 并将此技术应用到桥梁基础勘察中, 获取了基岩面的埋深、形态以及地下溶洞区域的位置、尺度、形态等关键信息, 为桥梁的设计和施工提供了可靠、有效的地质数据。邱庆程等<sup>[12]</sup>介绍了跨孔地震 CT 层析成像的原理, 指出了常规工程地质勘察方技术对在岩溶发育地区适用性较差的现实问题, 其通过工程实例分析发现, 在面对岩溶勘查问题时, 跨孔地震 CT 层析成像技术具有效率高、成本低、抗干扰能力强等特点, 应用前景广泛。本文简述了地震 CT 层析成像技术的基本原理、工作方式及特点, 通过浙江省某地铁勘探项目岩溶强发育特殊地段的工程应用, 验证了跨孔地震 CT 技术具有较好的工程效果与应用前景。

### 1 跨孔地震 CT 技术原理

跨孔地震 CT 技术是主要探测地震波在岩土介质中的传播速度差异, 体现在地震记录上为旅行时的差异, 进一步可结合地震波传播规律转换为速度进行层析成像, 从

而精确刻画出探测区域地质目标体的结构和物性特征<sup>[13]</sup>。电火花震源放电后会产生光和热，震源周围的液态水高温气化产生气泡，而气泡往外扩散从而发出地震波。地震波在岩层中传播时，会因为介质的密度、弹性模量、剪切模量等的不同而产生传播速度的差异<sup>[14]</sup>。一般来说，密度大、弹性模量大的物体中地震波的传播速度快，密度小、弹性模量小的物体中地震波的传播速度。因此，跨孔地震 CT 技术可以有效地反映各类介质的边界及破碎情况。

## 2 外业采集与数据处理

### 2.1 使用设备

本次地震勘探使用的仪器为北京同度工程物探技术有限公司生产的 TDS/TD-Sparker 系列电火花震源、地震信号检波器以及配套的光纤触发器，震源激发装置最高可存储至 40KJ 的能量，工作电源为 AC 220±10V，频带为 50~1500Hz，光纤触发同步误差小于 100 微秒。

### 2.2 测孔布置

为了探测一定区域内的土层情况，需要让测孔连线能够交叉，因此本次勘探采取了沿溶洞可能存在区域周边，按多边形布置的方法进行测孔布置，每个测孔间隔 10m 左右。

为防止测孔坍塌，在测试开始之前需要对测孔进行加固，本次勘探采用的是将 PVC 管放入测孔的方式进行加固。通过在 PVC 管纵向上按每 25cm 一个孔，横向上隔 90° 一个孔的打孔方式来确保能在保持测孔完整的同时，管内能与外界连通，管内能够保持足够的水位。为防止泥浆从 PVC 管底进入，使得测距减少，需要将 PVC 管底部封住。

### 2.3 工作方式

本次地震 CT 技术采集时采用单发多收采集方式，在地震 CT 勘探中以一个钻孔为激发孔，另一个孔为接收孔。单发多收采集方式就是在采集时在激发孔内一点激发地震波，在接收孔内等间距的多点同时进行接收。一个激发点完成后，震源向上移动相同的间距，再次进行激发，直至整个激发孔上点都完成，组成一个密集交叉的网格。收集到的数据并不能立刻得到土层结构图像，需要对数据进行后期分析，通过迭代反演获得速度分布，绘制二维的波速图像，通过对图像的分析来研究两孔之间测线上一定深度的岩体中岩溶发育情况<sup>[15]</sup>。跨孔地震 CT 观测系统见图 1。

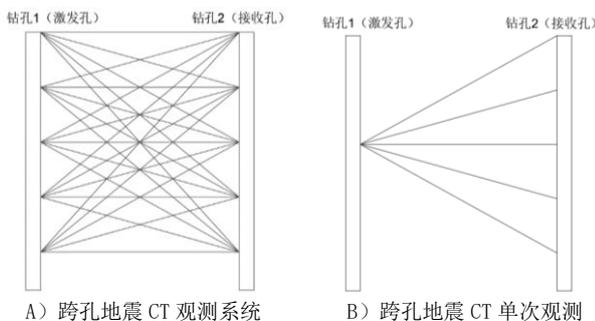


图 1 跨孔地震 CT 观测系统及单次观测

## 3 工程实例

浙江省某市地铁勘探项目长约 20.3km，其中某段路线区间内通过岩溶强发育地区。该地区属于典型的软土岩溶共生地层，路线下伏基岩为灰岩，属于可溶岩类；上伏土层厚度约 15.0~25.5m，土质以粉质黏土为主，局部地区存在灰色淤泥质土，土体受扰动易变为流态，强度迅速降低。

通过前期的勘探结果表明该项目地层中的岩溶数量众多，在该区间内已经探明 140 个大小不等、形态各异的溶洞区域，岩溶分布区钻孔见洞率为 53.15%，浅岩溶率为 10.6%，而且溶洞的发育十分复杂。首先本场地溶洞产出形式众多，包含了溶沟、溶槽和溶洞以及开口溶洞等种类。其次溶洞大小不一，溶洞大小最小 0.1m，最大 9.7m，洞高小于 2m 的小型溶洞约占总溶洞数量的 64%。溶洞中多充填松散~稍密状含黏性土碎石、流塑~软塑状粉质黏土等，局部为空洞（充水）。

通过对勘测所得的数据反演和分析处理，可以较为明显地看出地下岩层的基本情况。本次研究以 ZK1、ZK2 为例进行说明。根据图 2 ZK1~ZK2 跨孔地震 CT 波速图及地质纵断面可以看出，波速介于 1000~6000m/s，在波速图像中大致呈现一个波速从上往下之间变大的趋势，但在图像左侧-25m 的位置左右，波速降至 1600m/s 以下，因此，可以断定图 2 波速图中-25m 位置存在溶洞区域。通过与基本地质勘查资料相对比，ZK1~ZK2 之间岩层存在规模为 3.8m 左右的溶洞区域。纵断面资料中基岩顶部形状与波速图中波速下降形状基本一致。地震 CT 解释与地质纵断面资料相吻合。部分揭露溶洞情况见表 1。

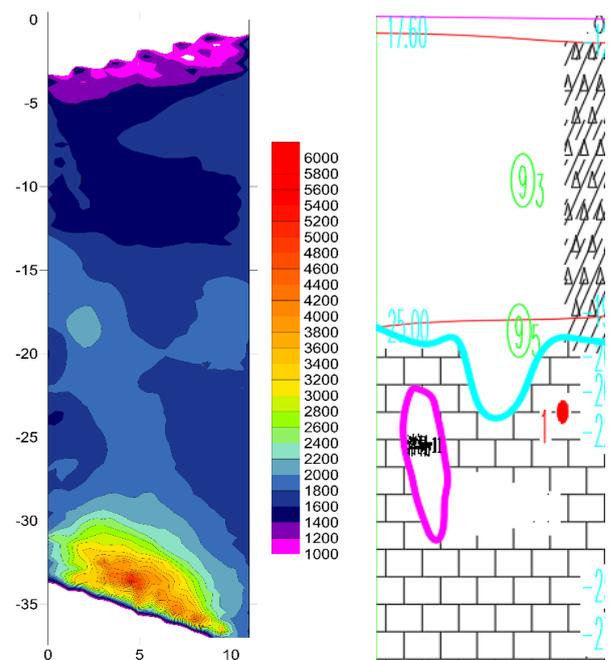


图 2 ZK1~ZK2 跨孔地震 CT 波速图及地质纵断面

表1 溶洞相关参数

剖面	溶洞编号	洞顶/m	洞底/m	宽/m	高/m	填充物特性
ZK1~ZK2	R1	-20.7	-24.5	0.9	3.8	推测为全填充黏土
ZK2~ZK3	R2	-20.5	-22.0	1.1	1.5	推测为全填充黏土
ZK2~ZK3	R3	-25.9	-27.1	1.1	1.2	推测为全填充黏土
ZK3~ZK4	R4	-12.2	-18.1	2.1	5.9	推测为全填充黏土

#### 4 结论

跨孔地震 CT 在本次工程中的应用表明, 此技术可以有效地分辨出地层中的岩溶情况, 较好揭示岩溶发育程度、形态以及规律, 并且对于不同岩质的分界线也可以进行探明。该方法具有采集精度高、测试效率高等诸多特点, 有效补充了传统钻探技术的不足, 能够为地铁建设提供可靠的地质依据, 其具有极高的工程应用前景。

#### [参考文献]

- [1] 朱和保. 钻探与物探在岩溶勘察中的综合应用[J]. 江西建材, 2020(9): 61-62.
- [2] 刘建国, 林之恒, 袁东等. 隧道施工期岩爆超前地质预报方法探讨[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2023, 50(4): 445-453.
- [3] 李卫卫, 熊鑫, 蒙爱军. 跨孔地震 CT 探测基岩面附近岩溶研究[J]. 工程地球物理学报, 2022, 19(1): 6-15.
- [4] 江权, 宋磊博. 3D 打印技术在岩体物理模型力学试验研究中的应用研究与展望[J]. 岩石力学与工程学报, 2018, 37(1): 23-37.
- [5] 陈燕. 隧道岩溶地层超前预注浆技术应用研究[J]. 交通科技, 2021(6): 101-105.
- [6] 杨永龙, 褚金桥, 吴迪帆, 刘伟. 跨孔地震 CT 技术在工程勘察中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2021, 18(2): 178-185.
- [7] 黄飘, 张晓峰, 黄毓铭. 跨孔电磁波 CT 成像技术在岩溶勘查中的应用[J]. 科技广场, 2015(10): 132-135.
- [8] 薛龙, 刘天云, 张建民. 基于能量最小化原理的弹性波 CT 成像频域有限元反演算法[J]. 地震工程学报, 2018, 40(2): 376-383.
- [9] 刘振明, 刘世奇, 唐筱蝉. 地震 CT 结合地震映像法综合物探应用研究[J]. 铁道工程学报, 2014(2): 11-14.
- [10] 潘乐荀, 董亚, 任川. 地震 CT 探测技术在岩溶勘察中的测试应用[J]. 承德石油高等专科学校学报, 2023, 25(3): 56-61.
- [11] 杨永龙, 褚金桥, 吴迪帆等. 跨孔地震 CT 技术在工程勘察中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2021, 18(2): 178-185.
- [12] 邱庆程, 李伟和. 跨孔地震 CT 层析成像在岩溶勘察中的应用[J]. 物探与化探, 2001(3): 236-240.
- [13] 王琪琪. 跨孔地震 CT 在地铁勘察中的研究[J]. 中国科技信息, 2022(14): 125-127.
- [14] 史晓忠. 跨孔地震 CT 在地铁岩溶勘察中的应用[J]. 城市道桥与防洪, 2018(7): 306-331.
- [15] 黄子龙. 跨孔地震 CT 在地铁岩溶勘察中的应用[J]. 资源信息与工程, 2019, 34(3): 111-112.

作者简介: 曹伟光, 1984 年 12 月生, 本科学历, 工程师、主要从事道路、桥梁、轨道交通工程的施工管理工作。

# 煤田地质钻探中钻孔漏失及堵漏问题的分析

杨新江

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

**[摘要]**煤田地质钻探作为一项关键的勘探活动, 在揭示地下结构、矿层分布和煤田地质特征方面具有不可替代的作用。钻孔漏失问题往往会成为工程进行的一个严峻挑战, 漏失的发生可能导致地下液体的渗透, 不仅对钻孔的稳定性造成威胁, 也直接影响到数据的准确性和地质信息的获取。文章将深入研究钻孔漏失的类型、其对煤田地质钻探的影响, 以及常见问题形成的原因。同时, 将着重分析发生钻孔漏失时的堵漏情况, 并详细探讨预防和应对漏失的技术手段。

**[关键词]**煤田地质钻探; 煤田; 钻孔漏失; 堵漏

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10501

中图分类号: P634

文献标识码: A

## Analysis of Drilling Leakage and Sealing Problems in Coalfield Geological Drilling

YANG Xinjiang

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

**Abstract:** Coalfield geological drilling, as a key exploration activity, plays an irreplaceable role in revealing underground structures, ore distribution, and coalfield geological characteristics. The problem of drilling leakage often becomes a serious challenge in engineering. The occurrence of leakage may lead to the infiltration of underground fluids, which not only poses a threat to the stability of drilling, but also directly affects the accuracy of data and the acquisition of geological information. This article will delve into the types of drilling leakage, their impact on coalfield geological drilling, and the causes of common problems. At the same time, it will focus on analyzing the sealing situation when drilling leakage occurs, and explore in detail the technical measures to prevent and respond to leakage.

**Keywords:** coalfield geological drilling; coalfield; drilling leakage; sealing leakage

### 引言

煤田地质钻探的背景中存在多种因素, 包括地层的差异性、岩层的复杂性、地下水体的存在以及地质构造的多样性。这些因素相互作用, 使得在进行钻孔时, 地下液体可能会通过孔隙、裂缝或溶洞进入钻孔, 导致漏失问题的产生。漏失不仅会威胁到钻孔的稳定性, 还可能使获取的地质数据失真, 影响后续工程的决策和实施。

### 1 钻孔漏失的类型

#### 1.1 渗透性漏失

渗透性漏失是煤田地质钻探中的一种常见现象, 是地层的微观孔隙结构限制了水分、泥浆或其他液体在钻孔周围的渗透, 给钻孔的稳定性和地质数据的准确性带来负面影响。漏失的发生与地层的孔隙度、孔隙结构, 以及岩石或煤层的渗透性密切相关, 当地层孔隙度低、孔隙结构复杂或地层渗透性较差时, 渗透性漏失更容易发生, 地质层中存在的高地层水压力也可能推动水分通过孔隙, 增加渗透性漏失的风险, 尤其是在孔隙度较大的地质层中。

#### 1.2 裂隙性漏失

裂隙性漏失是在煤田地质钻探也是较为常见的, 其原因是地层中存在的裂缝或断层, 为液体或泥浆提供了通道, 导致在钻孔周围发生大量液体损失<sup>[1]</sup>。这类漏失的特征是

漏失路径通常沿着裂缝传导, 而这一路径的不确定性使得裂隙性漏失更为复杂, 源头主要包括天然裂缝和地质断层。天然裂缝和断层的存在为裂隙性漏失提供了便捷的通道。与渗透性漏失不同, 裂隙性漏失的路径不太容易预测, 裂缝的复杂性和分布不均可能导致漏失路径的不确定性, 地质断层也可能导致地层的局部扰动, 形成漏失通道, 使得漏失更加集中和突然。裂隙性漏失对钻孔的稳定性提出了更高的要求, 它不仅会导致液体的大量损失, 还可能扰动地质样本, 降低采集到的地质数据的准确性, 从而影响后续工程决策的可靠性。

### 2 煤田钻孔漏失影响

煤田钻孔漏失对地质钻探工作产生广泛而显著的影响, 这些影响涉及到钻孔质量、数据准确性以及后续工程决策的可靠性等方面。

#### 2.1 钻孔质量的下降

煤田钻孔漏失直接影响钻孔的质量。漏失导致地层变得湿润, 可能引起地层崩塌、孔壁塌陷等问题, 进而降低钻孔的稳定性, 不仅增加了施工难度, 还可能导致钻孔的非正常扩展, 影响地质样本的采集。

#### 2.2 地质数据的失真

漏失引起的液体或泥浆流失可能会扰动地质样本, 使

得采集到的地质数据变得不准确。裂隙性漏失还可能导致样本的局部缺失,使得地层的结构和性质无法全面、准确地被记录,对后续的地质分析和资源评估造成严重影响。

### 2.3 工程决策的不可靠性

煤田地质钻探的主要目的之一是为后续的工程决策提供可靠的地质信息。然而,漏失导致的地质数据失真使得任何基于这些数据做出的工程决策都变得不可靠。例如,在煤层气勘探或煤矿开采规划中,如果地质数据存在严重的漏失影响,可能导致对煤层储量、气体含量等关键参数的错误估计,从而影响工程的可行性和安全性。

### 2.4 施工周期的延长和成本增加

煤田地质钻探中,钻孔漏失问题可能导致施工周期的延长和成本的增加。漏失的发生会迫使施工人员采取紧急措施来解决问题,这可能包括停工、调整施工计划以及实施额外的修复工作。这些应对措施不仅会导致原计划的延误,还可能涉及到更多的人力和物力资源。延长的施工周期和增加的成本直接影响到整个地质钻探项目的效率和经济性,可能对项目的可行性产生负面影响。

### 2.5 安全隐患的加剧

钻孔漏失问题不仅对施工周期和成本造成负面影响,还可能加剧安全隐患。漏失导致的地层不稳定性可能会使钻孔周围的环境更加危险。例如,地层的塌陷可能导致钻孔附近的设备或工作区域不稳定,增加工作人员发生事故的风险。此外,漏失可能使地质条件变得不可预测,增加了作业人员的安全隐患,如泥浆喷发、设备卡钻等问题可能进一步威胁到工作人员的生命安全。

## 3 常见问题形成原因

### 3.1 地层结构胶结性较差

地层结构的胶结性差是导致煤田钻孔漏失的一个常见问题。当地层中的岩石或煤层胶结性较差时,地层的稳定性降低,容易发生孔隙的扩张和变形,从而增加了渗透性漏失的风险<sup>[2]</sup>。胶结性较差的地层可能缺乏足够的黏结物质来填充孔隙,使得地层更容易受到外部液体或泥浆的渗透。

### 3.2 存在天然裂缝和溶洞

天然裂缝和溶洞的存在是另一个导致煤田钻孔漏失的重要因素。这些裂缝和溶洞可能是地质演化过程中形成的,为液体提供了便捷的通道,使其更容易渗入钻孔周围的地层,裂缝通常与地层的构造活动和变形有关,而溶洞则可能是由于地下水溶解岩石而形成。

### 3.3 地层压缩导致漏失

地层压缩是一种可能引发煤田地质钻探漏失的地质现象。地层压缩通常是由于上覆地层的重力作用、岩石的自重和地下水位变化等因素引起的,地层变形可能导致原本密实的地层发生变化,产生新的孔隙和通道,使地下水或其他液体进入钻孔,引发漏失问题。①地下水位变化:地下水位的升降可能导致地层的变形和压缩。当地下水位下降时,地层可能会发生挤压,形成新的孔隙通道;反之,

地下水位上升可能导致地层压实,增加地层的渗透性。这种地下水位变化引起的地层压缩是漏失发生的一个潜在原因。②地层固结性差:一些地质条件下,地层的固结性较差,容易发生压缩。例如,在部分含有黏土或黏土矿物的地质环境中,由于水分变化和压实作用,地层可能会发生较大的压缩变形,产生新的孔隙,增加漏失通道。③地层岩性变化:地层中的岩性变化也可能引发地层的压缩。当地质构造中存在断层、褶皱等地层变形的情况,地层可能因岩石的收缩或伸展而发生压缩,形成漏失通道。④长期矿山开采:在煤田地区进行长期的矿山开采活动,地下空洞的形成和地层的塌陷都可能导致地层的压缩。

### 3.4 施工技术方面存在影响

在煤田地质钻探中,漏失问题的发生往往与施工技术的实施密切相关。不同的施工技术选择、操作不当或不合理的工程执行都可能对钻孔的完整性和稳定性产生直接影响,从而引发漏失问题。①不适当的钻进参数选择:施工过程中,选择不适当的钻进参数,如进给速度、转速、泥浆密度等,可能导致地层扰动加剧,进而增加漏失的风险。过大的进给速度和转速可能使岩土层面遭受不必要的冲击,造成破裂和裂缝,增加液体渗透的可能性。②泥浆性质不当:施工过程中使用不当的泥浆,如黏度、密度不匹配,可能影响泥浆在地层中的封闭效果。泥浆的黏度和密度要根据具体的地质情况进行调整,以确保其在漏失通道中形成有效的封堵屏障。③钻孔的稳定性缺乏保障:施工技术中缺乏对钻孔稳定性的充分保障,包括不合理的钻头选择、不足的套管保护等,可能导致孔壁的塌陷,使液体更容易渗透到钻孔中,从而引发漏失。④缺乏实时监测和调整:施工过程中缺乏实时监测漏失情况以及施工参数的调整,使得在漏失发生时无法及时采取对策。⑤不合理的孔内设备布置:孔内设备的布置不合理,如泥浆循环系统设置不当、套管安装不严密等,都可能造成漏失的发生。合理设计和布置施工设备是防范漏失的重要一环。

## 4 发生钻孔漏失时的堵漏情况分析

发生钻孔漏失时的堵漏是至关重要的一项工作,它直接影响到地质钻探的顺利进行和数据的准确获取。首先,当漏失发生时,迅速而准确地分析漏失的类型和原因至关重要。是渗透性漏失、裂隙性漏失,还是其他因素导致的漏失,需要有针对性地制定堵漏方案。

## 5 煤田钻孔堵漏策略要点

### 5.1 增阻堵漏技术

增阻堵漏技术是一种有效的煤田钻孔漏失防治手段,其核心思想是通过添加特殊的防漏液体,提高液体在地层中的封闭能力,以减缓或阻止漏失的扩散。在应对漏失问题时,采用增阻堵漏技术需要注意以下要点:①类型选择:首先要根据漏失的性质选择合适的防漏液体。不同的漏失类型可能需要不同类型的液体来最大程度地提高封堵效果。特殊泥浆、添加化学物质的泥浆或其他特制的防漏液

体都可以根据具体需要进行选择。②精准注入：为了确保防漏液体充分渗透到漏失通道，需要进行精准地注入，根据漏失的位置和地层的特性，调整注入参数，采用适当的注入方式，确保防漏液体能够有效填充漏失通道，形成稳固的封堵屏障。③实时监测：在注入防漏液体的过程中，需要进行实时监测漏失情况。通过安装监测设备，实时了解液体的扩散情况以及防漏液体的渗透和封堵效果，根据监测结果，及时调整注入参数，确保堵漏工作的精准性和有效性。④适应性考虑：要考虑防漏液体的适应性，确保其在不同地质条件下都能够发挥良好的封堵效果。防漏液体的黏度、密度等参数需要根据地层特性进行调整，以适应复杂多变的地质环境。⑤效果评估：在堵漏工作完成后，需要进行效果评估。检查封堵屏障的形成情况，评估防漏液体的渗透和封堵效果。根据评估结果，调整并改进堵漏方案，以提高防治的长期效果。

### 5.2 注浆固结技术

注浆固结技术是一种常用的煤田钻孔漏失防治手段，其基本原理是通过注入固结材料，如水泥浆，来填充漏失通道，提高地层的稳定性<sup>[3]</sup>。在应对漏失问题时，采用注浆固结技术需要注意以下关键点：首先，固结材料的选择应根据地层的性质和漏失的具体情况进行。水泥浆是一种常用的固结材料，其硬化后能够形成坚固的封堵体，适用于大多数地层。在选择水泥浆时，需考虑其黏度、流动性和硬化时间等参数，以便满足不同地质条件的需求。其次，注根据漏失的位置和地质特征，采用适当的注浆方式，确保固结材料能够充分填充漏失通道，提高封堵效果，注浆的速度和压力需要谨慎控制，以避免漏失材料未能有效地渗透到漏失通道中。最后，在注浆完成后，需要对封堵效果进行评估，检查固结体的形成情况，评估封堵效果的牢固程度。如有需要，可以进行地层的监测，以确保漏失问题得到有效解决。

### 5.3 套管隔离技术

套管隔离技术是一种通过设置套管隔离带，防止液体通过裂缝和溶洞传导到钻孔中的有效手段。首先，套管需要选择具有足够强度和耐腐蚀性的材料，以确保其能够有效地阻隔漏失通道，套管材料包括合金钢、不锈钢等，其耐腐蚀性能能够满足地下环境的要求。其次，套管需要完整、密实地覆盖漏失区域，防止液体通过裂缝和溶洞的传导，设置套管的深度和固定方式需根据地质勘探数据和漏失情况进行详细考虑。最后，在套管设置完成后，需要进行定期监测，确保套管的完好无损。如有需要，进行维护和修复，以保持隔离效果，防止套管自身引起的漏失问题。总之，注浆固结技术和套管隔离技术是两种常用且有效的煤田钻孔漏失防治技术。通过科学的选择、合理的设置方式和有效的监测维护，这些技术能够在防治漏失问题上发挥重要作用，确保地质钻探工作的成功进行。

## 6 预防漏失措施

预防煤田钻孔漏失是地质钻探工作中至关重要的一环，采取科学合理的措施可以有效减少漏失的发生概率。①地质勘查和分析：在进行钻探前，进行详细的地质勘查和分析是预防漏失的首要步骤。了解地层的结构、胶结性、裂缝分布等情况，可以帮助确定潜在的漏失风险，并有针对性制定预防措施。②合理设计钻探方案：根据地质勘查结果，合理设计钻探方案是预防漏失的关键，调整钻进参数，如钻进速度、泥浆密度等，以适应不同地层条件，减小地层的扰动和破坏，从而降低漏失风险。③注浆加固地层：在易发生漏失的地质条件下，采用注浆固结技术可以加固地层，提高其稳定性，通过注入固结材料，如水泥浆，填充孔隙，减缓地层的变形，有效防止漏失的发生。④套管隔离：在存在裂缝和溶洞的地质条件下，采用套管隔离技术可以防止液体通过这些通道进入钻孔，选择适当的套管材料，根据地质特征设置套管，形成有效的隔离层，减小漏失风险。⑤定期检查和维修：钻探过程中，定期检查设备、泥浆系统以及漏失防治设施的状态，确保其正常运行，对于已经进行注浆、套管隔离等措施的地区，进行定期维护和检测，防患于未然。⑥培训与意识提升：钻探人员需要接受专业培训，提高对漏失问题的识别和处理能力，加强漏失预防意识，通过培训和技术交流，使钻探人员具备科学应对漏失的能力。⑦数据实时监测：在钻探过程中，实时监测地层的状态、泥浆性质以及钻孔的稳定性等关键参数，通过数据监测，及时发现潜在的漏失迹象，采取紧急措施防止漏失的扩散。

## 7 结语

在煤田地质钻探工作中，漏失问题是一个常见但严重影响工程进展和数据准确性的挑战。预防漏失是一个综合性、系统性的工作，需要多方面的配合和协同。通过持续不断地改进技术手段、强化培训、加强监测和提高应急响应能力，我们能够更好地应对煤田地质钻探中的漏失问题，确保工程的顺利实施，为地质勘探和资源开发提供可靠的数据支持。

### 【参考文献】

- [1] 闻家俊. 煤田地质钻探中钻孔漏失与堵漏情况分析[J]. 科技风, 2018(21): 135.
  - [2] 王博. 煤田地质钻探中钻孔漏失及堵漏问题分析[J]. 中国新技术新产品, 2019(4): 50-51.
  - [3] 吕彦军. 地质钻探堵漏新技术的应用及效果分析[J]. 中国建材科技, 2018, 27(3): 79.
- 作者简介：杨新江（1982.6—），毕业院校：长安大学；所学专业：资源勘查工程；当前工作单位：新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第八地质质大队；职务：院长助理；职称级别：探矿工程副高级工程师。

# 征 稿

《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：

市政工程、交通工程、通讯工程、城市建设、施工技术、节能环保、装饰装修、机械机电、计算机应用、自动化技术、信息工程、城乡规划、建筑工程等。

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](http://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](http://www.viserdata.com)