



www.viserdata.com

智能城市应用

SMART CITY APPLICATION

月刊

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2630-5305(online) 2717-5391(print)

中国知网 (CNKI) 收录期刊
RCCSE权威核心学术期刊

2025

1

第8卷 总第57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

2025年·第8卷·第1期（总第57期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2630-5305 (online)

2717-5391 (print)

发行周期：月刊

出版时间：1月

数据库收录：中国知网收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

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

学术主编：王高捍

责任编辑：刘艳利

学术编委：王亚飞 陈慧珉 徐业强

杜可普 杨超 李荣才

尹晓水 谭成军 李培营

陈惠芳 蔡成涛 贾鹏飞

美工编辑：李亚 Anson Chee

印制：北京建宏印刷有限公司

定价：SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目 录

CONTENTS

城乡规划

浅谈高度城镇化地区的生态空间统筹落位与实施.....
..... 王海霞 1

市政园林

合肥市公园绿地地被植物资源调查与应用初探.....
..... 陆中惠 5

路桥与交通

地铁保护区关键地铁保护技术应用实践..... 滕令晓 8

高速公路桥梁伸缩缝的施工工艺和质量控制.. 李建兴 11

路桥交通工程施工管理影响因素及策略评价.. 李威 14

公路隧道土建结构病害养护处治策略与实践探索.....
..... 张煦 17

人工智能在公路路面病害自动识别中的应用研究.....
..... 王薇 20

公路桥梁施工中的应力监测与安全管理..... 李宏伟 23

公路路基沉降变形病害与注浆加固技术分析... 李平 26

无损检测技术在公路工程检测中的应用分析.. 林果 29

高速公路日常养护工程施工管理与质量控制优化研究..
..... 王漾博 32

高速公路裂纹分析与防治措施研究..... 赵睿龙 35

通讯通信技术

云网协同时代运营商 IP 承载网发展探索..... 杨正琴 38

施工技术

高速路桥梁工程中沉降段路基路面施工工艺研究.....
..... 马继文 41

温拌沥青技术在沥青路面施工中的应用研究.....
..... 王彬彬 44

高速公路桥梁施工中的高墩的施工技术要点探讨.....
..... 刘亚鹏 47

深基坑桩基围护施工技术要点及实践经验... 刘恒 50

高速公路隧道施工技术与质量控制研究..... 马永伟 53

高速公路隧道与桥梁衔接段施工技术难点分析.....

..... 裴立 56

高速公路隧道施工技术及质量控制研究..... 薛广彬 59

工程管理

房建工程造价预结算问题及审核思路探讨.... 丁梁康 62

建筑工程质量安全监督潜在问题及对策..... 漆楚军 65

机电机械

人工智能背景下汽车维修技术发展探析..... 张伟林 68

辊压机轴承系统的润滑与故障诊断研究.....

..... 邱亚青 张辉 71

计算机应用技术

基于警务业务的低代码组件化颗粒度分析.....

..... 张铁龙 姚叙辰 李巧霞 赵全举 杜林佳 74

信息技术在汽车维修领域的应用现状与发展前景研究..

..... 林文杰 79

基于仿生学原理的智能台灯设计... 尤奎 王旭 82

自动化技术

建筑给排水工程中智能化技术应用研究..... 王海洋 86

自动化收放卷装置的设计与优化... 张辉 张小同 89

智慧数据分析

客流为王背景下城市轨道交通客流引流策略研究.....

..... 李鲁梁 93

配电网智能化管理与优化策略..... 李兴海 96

物联网技术在智慧城市中的应用现状与未来趋势探讨..

..... 刘扬 刘唯广 99

基于人工智能的漏电流计量技术发展与应用前景分析..

..... 杨小霞 103

物联网技术在高速公路机电智能化中的应用与探索...

..... 李桂荣 106

基于 STM32 的智能消毒门垫设计... 任金成 尹江平 109

石油化工

警剔埋地储罐“黑天鹅”..... 左春生 113

石油钻井行业中电气设备的管理与维护.....

..... 王明永 孙长征 116

勘察测绘

边坡稳定性分析中的岩土勘察数据可靠性研究.....

..... 杨疆东 119

无人机航空摄影测量影像数据快速处理技术.....

..... 乔燕英 123

工业制造

以新质生产力为引领，加快推进新型工业化.....

..... 万刚 熊吉昌 许毅鹏 126

浅谈高度城镇化地区的生态空间统筹落位与实施

王海霞

北京舜土规划顾问有限公司, 北京 100070

[摘要]随着建设的城市规模和数量越来越多,当前我国的城市化进程正在持续不断地推进,出现了许多高度城镇化的地区。高度城镇化地区的人口更加密集,城市建筑更加拥挤,对生态空间的需求更大,要求更高。生态空间是国土空间的重要组成部分,也是人们生产、生活不可或缺的空间。对高度城镇化地区进行生态空间的统筹落位,合理安排建设空间与非建设空间,尤其是合理安排非建设空间内田、林、水的布局显得尤为重要。要将生态空间统筹规划工作与城市建设发展相结合,根据该地区原有的生态资源空间布局以及区域发展需求,进行富有针对性的地区生态空间统筹落实工作,以此来实现建设良好生态环境的目标,使得生态空间建设和高度城镇化发展能够实现和谐共赢。文章将简要介绍高度城镇化及生态空间的含义以及高度城镇化地区的生态空间特点,探讨高度城镇化地区实施生态空间统筹落位的必要性,并对高度城镇化地区的生态空间统筹落位与具体实施进行深入的研究。

[关键词]高度城镇化地区;生态空间;特点;统筹落位;具体实施

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15060

中图分类号: F327

文献标识码: A

Brief Discussion on the Coordination and Implementation of Ecological Space in Highly Urbanization Areas

WANG Haixia

Beijing Suntop Planning Consulting Co., Ltd., Beijing, 100070, China

Abstract: With the increasing scale and quantity of cities under construction, the urbanization process in China is continuously advancing, and many highly urbanized areas have emerged. The population in highly urbanized areas is denser, urban buildings are more crowded, and there is a greater demand for ecological space with higher requirements. Ecological space is an important component of national territory and an indispensable space for people's production and life. It is particularly important to coordinate the ecological space in highly urbanized areas and arrange the construction space and non construction space reasonably, especially the layout of fields, forests, and water in non construction spaces. In order to integrate the overall planning of ecological space with urban construction and development, targeted implementation of regional ecological space coordination should be carried out based on the original ecological resource spatial layout and regional development needs of the area, in order to achieve the goal of building a good ecological environment, and to achieve a harmonious and win-win situation between ecological space construction and highly urbanized development. The article will briefly introduce the meaning of high urbanization and ecological space, as well as the characteristics of ecological space in high urbanization areas. It will explore the necessity of implementing ecological space coordination in high urbanization areas and conduct in-depth research on the ecological space coordination and specific implementation in high urbanization areas.

Keywords: highly urbanized areas; ecological space; characteristic; overall planning and positioning; specific implementation

引言

在我国发展社会经济的过程中,生态文明建设以及城镇化建设都是十分重要的举措,也是发展中国式现代化的重要途径与要求。社会的发展也就是提升社会生产力的过程,发展社会生产力也就必然会促进城镇化发展。随着我国不断推进城镇化建设工作,城市中聚集了大量的人口以及工业产业,使得国家的城镇化水平得到了迅速的提升,进而有力促进了我国的社会发展和经济增长。然而,在高度城镇化地区,随着城镇化率的提升,也带来了生态资源消耗严重、土地资源短缺以及生态资源错配等问题,这些问题对城市的可持续发展带来严重的不良影响。因此,为

了解决这个问题,需要对高度城镇化地区加强生态建设,实现生态空间的统筹落位,发展新型城镇化建设,通过提高城镇的生态建设使该地区能够具有更加宜居的生态环境,从而能够进一步实现城镇化的和谐发展。

1 高度城镇化及生态空间的含义

生态空间是指主要功能是提供生态服务以及生态产品的具有自然属性的国土空间,生态空间包含的自然地理类型很多,有草地、河流、森林、湿地、海洋、湖泊等等,需要对这些生态空间做好保护工作以及合理地利用^[1]。因此,除了城镇空间以外,其他的我国所有的国土空间都可以看作是生态空间。而高度城镇化地区具有城镇空间密集,

人口多的特点,这种地区所具有的耕地资源和其他自然资源多呈现零碎分布的形式,生态空间的统筹规划工作十分困难。

2 高度城镇化地区的生态空间特点

2.1 生态空间受建设空间侵蚀较重,生态空间管控压力大

在高度城镇化地区,该地区的建设十分密集,作为建设用途的地块占比较大,并且该地区还吸纳了大量的人口,具有较高的人口密度,正是由于高度城镇化地区的这些特点,该区域往往具有十分强烈的发展市场意愿,该地区的生态资源会更加严重地受到发展建设用途地块的侵占威胁,同时为了保障城市居民生活和出行的便捷,其他的配套设施建设必不可少,这些建设用地将会大量地挤占现状的生态空间亦或是规划的生态空间,使得生态空间会受到一定的干扰和阻碍。因此,高度城镇化地区进行的生态资源维护工作具有更大的压力。

2.2 耕地和永久基本农田保护任务不容有失,资源有待整合

当前,国家十分重视耕地资源,将耕地和永久基本农田保护置于首位,在划定耕地和永久基本农田保护空间的基础上,对地块实施严格管理,坚决遏制耕地“非农化”,防止耕地“非粮化”。高度城镇化区域城市建筑十分密集,建设空间的需求较大,建设用地的收益远大于耕地及其他生态空间的收益。高度城镇化区,受建设空间及非耕生态空间的侵蚀影响,耕地资源的集聚程度往往较低,通常耕地资源总量较少,布局比较零散,规模化经营地块有限,这就使得要想对高度城镇化地区的耕地资源空间进行统筹和规划具有较大的难度^[2]。但,城市发展应对土地资源进行统筹规划与安排,合理布局各类用地空间,促进城市高质量发展。

2.3 城市居民对生态环境的要求越来越高

由于高度城镇化地区的人口密度高,人口数量多,因此这种地区对生态资源的需求量也更高,在对其生态空间规划统筹的过程中,需要确保足够的生态空间和资源能为城镇居民提供娱乐休闲的场所,建设一定规模的城市绿心公园,有效解决城市的热岛效应、拥挤问题以及景观分散的问题,同时可降低城市噪声,净化城市空气与水环境,维护生态安全格局。城市居民的自我实现需求对城市的生态环境也提出更高的要求,不只是生态功能健康,而且应该生态格局优美,能够为居民提供的愉悦的身心放松的环境。

3 高度城镇化地区实施生态空间统筹落位的必要性

由于高度城镇化地区的生态资源有限,而城市居民对生产资源的需求更大、要求更高,因此对高度城镇化地区实施生态空间统筹落位工作就十分有必要。首先,受传统

城镇化发展模式影响,人们更加注重空间规划工作对城镇经济发展带来的有利影响,却忽视了城镇化地区的生态建设工作。这就使得原有的自然生态资源受到城镇建设空间的侵蚀占用影响较大,甚至出现建设空间可能超过了当地生态空间的承载能力。这就可以看出,如果当前高度城镇化地区不对空间统筹规划工作进行改变,将会导致城镇的自然生态环境进一步恶化,使得建设生态城镇化区域的目标不能得到实现^[3]。因此,要想构建具有良好生态体系的城镇化区域空间,就需要做好该区域的生态空间统筹落位工作。

其次,对生态空间进行统筹落位工作能够对高度城镇化地区自身的发展要素进行全面的统筹。在城镇化地区的发展过程中,要想对该区域实行有效的空间规划工作,就需要对其经济要素、城市生态要素以及城市资源要素进行统筹规划,而通过对城镇化地区的空间进行全面的统筹规划与实施,促使建设的城镇空间具有更强的协调性。而且当前,人们更加注重生态环境,国家也在大力发展生态城市建设,因此,这就需要对城镇化空间各项要素进行统筹规划,以生态发展为目标,不断对空间的统筹规划工作进行优化和协调。

最后,对高度城镇化地区实施生态空间统筹落位工作也是为了对该区域的生态环境进行保护。随着城镇化进程的不断推进,城市建筑的修建数量越来越多,生态环境将遭到一定程度的破坏。在这种情况下,通过对高度城镇化地区实施生态空间统筹落位工作,以建设优美的自然生态环境为目的,对城镇的生态空间进行统筹和规划工作,随着规划实施工作的推进,使得生态城市规划水平能够得到提高。因此,高度城镇化区域的空间统筹规划工作需要以城镇本底资源为基础,结合城镇发展的实际需求,以构建良好的城镇生态环境为目标,建设出新型的生态城镇。

4 高度城镇化地区的生态空间统筹落位与具体实施

4.1 树立生态优先的城镇化空间统筹理念

在对高度城镇化地区进行生态空间统筹落位的工作中,要想实现高质量的生态空间规划建设,首先需要树立生态优先的城镇化空间统筹理念。在统筹规划空间布局工作中,随着人们越来越重视生态环境,国家也在大力推进生态环境发展建设,需要高度重视生态环境。要树立生态优先的统筹理念,通过对空间合理的规划和统筹来实现城镇化的低碳绿色可持续发展,要将生态保护工作、资源开发工作以及城镇建设工作结合起来,建设同时具有良好经济发展要素以及生态环境要素的新型城镇。其次,还要拓宽当前对生态空间的统筹规划视野,要从全局综合的角度来规划和统筹城镇化空间,对城镇的建设空间、耕地资源、其他生态空间进行平衡,使得高度城镇化的空间资源能够得到高效的利用。

4.2 构建生态空间的统筹落位与保护制度体系

在对高度城镇化地区进行生态空间的统筹落位工作中,还需要有生态文明统筹建设制度体系作为具体实施的保障。首先,要从构建生态城市的目标出发,根据城市的实际需求建立相应的生态指数体系。对城市生态空间进行统筹规划不只是单纯地增加城市中种植植物的面积就行的,对城市生态空间的统筹规划工作需要从多方面来进行,不但要考虑到城市的生产结构、城市人口和城市经济,还需要对城镇中的人与社会关系、人文关系、环境关系和经济关系进行综合的考虑,将构建生态城市作为目标来统筹规划城市的生态空间^[4]。其次,在对生态空间进行统筹落实的过程中,还要建立相应的资源使用制度和生态补偿制度,通过对破坏环境开发工作的责任追究以及惩罚来有效保护对城镇生态资源进行的开发工作,这样能够促进城镇生态环境治理能力的提升,实现现代化的生态环境治理体系。同时还要对环境污染预警机制进行不断地完善,要设置相应的追究责任体系,还要将生态环境保护目标纳入到城镇化的考核体系中。

4.3 树立红线意识,对现有的生态空间资源进行保护

随着城镇化建设工作的不断推进,人们也越来越充分认识到城市生态资源的重要性,因此在对高度城镇化地区进行生态空间统筹落位的工作中,还需要牢固树立红线意识,对该区域现有的生态空间资源进行有效的保护。首先,要对该区域的现有生态空间资源进行调查,明确其具体的分布位置以及面积数量,并在保护该资源的基础上进行具有可行性的生态空间统筹规划计划,有效保护当前城市已有的生态用地以及生态资源,特别是要重视对耕地资源的保护。在城镇空间规划实施过程中,如何协调生态保护与经济发展是关键议题。城市化的迅速推进常伴生资源过度使用与生态环境损害,因此,合理的空间布局需兼顾经济发展需求,尚需充分考量生态环境的负载极限,防止单一追求短期经济利益,忽略生态保护的长期可持续性。在制定城市空间规划时,务必对生态环境资源实施严谨的评估与规划。生态功能区域构成城镇可持续发展的基础,该文为城市带来了新鲜空气、优良水源、绿化景观及生物多样性等自然资源。为了确保生态空间之健全与完整,规划者需依据生态环境现状确定绿地及保护区范围,这些区域是生态环境保护的重中之重,可作为市民休闲空间,提高民众生活水准。因此,必须优先保障这些生态空间得到妥善保护,防止人为损害。

在规划建设空间之际,应重视合理规划与空间规划的协同。一方面,城市发展与建设需确保适应人口增加、经济活动频繁及社会进步的空间需求,保障各类公共设施、住宅区、商业区、工业区等需求满足;另一方面,需预留适当空间,针对未来不确定性发展需求的应对。例如,对新建住宅区及商业区规划事宜,合理预留公共绿地、公共

设施用地及预留扩展空间,城镇建设完毕后,应避免空间拥挤,无法适应长期发展需求。在城市发展历程中,坚定不移贯彻生态文明建设宗旨,在制定新增生态资源空间规划时,务必防止在生态脆弱地带设立污染较重的产业或设施。例如,防止将重污染工业区域布置于邻近自然保护地、水源保护区及关键生态景观区。此外,需对既存污染源实施清除与整治,减轻对生态环境潜在的负面影响。这包括加强现有污染源监管力度,促进清洁生产技术应用,并加强污染源环保整治,防止环境继续遭受污染,维护生态环境空间品质。因此,城镇空间规划关乎国家经济与社会发展需求,更是一项关乎生态环境保护、社会和谐及可持续发展的综合性工程。在开展城市空间布局规划过程中,务必恪守生态优先、绿色发展的原则,综合平衡经济发展、社会进步与环境保护,从而为城市的长期可持续发展奠定坚实基础。

4.4 合理布局城市的生态空间

4.4.1 优先做好红线用地的保护与优化

红线用地是指耕地和永久基本农田、生态保护红线内用地。坚持保护优先,坚决把耕地保护红线、生态保护红线放在首要和优先位置。因此,首先要对城镇的红线用地进行严格的管控,对城镇开发边界、永久基本农田以及生态保护红线进行严格的保护和执行,不能擅自对其进行改变,坚持量质并重,结合规划评估工作,对耕地和永久基本农田、生态保护红线进行优化调整,促进耕地和永久基本农田集中连片;其次,要将重要的生态区域纳入生态保护红线,红线内不合理的现状人为活动逐步有序退出,确需对生态保护红线进行调出的,应充分论证其确实符合调出要求,对生态系统的稳定性以及完整性进行保护。最后,要对国土空间用途以及规划许可制度进行健全,对城镇红线用地加强监管,确保其工作的权威性以及严肃性,如果有出现违反红线用地管理规定的行为,需要追究其责任。

4.4.2 统筹布局蓝绿空间与建设空间

蓝绿空间包括城镇中的绿地以及水体空间,对于构建城镇生态空间,维持城市生态平衡具有十分重要的作用。因此在对城市生态空间进行合理布局时,需要做好对蓝绿空间的统筹布局工作,坚持生态优先、绿色发展,合理确定各类用地规划,保障蓝绿空间,构筑城市绿色本底。同时还要对城市的建设空间进行统筹布局,实现建设空间与生态空间的统一协调,坚持节约集约利用土地,统筹安排供需,优化配置,满足城市建设需求,构建和谐自然的国土空间格局。探索功能复合利用,制定生态空间的正负面清单,管控建设占用,对城市中的废弃地进行利用改造,对城市生态环境进行改善。

4.4.3 提升建设空间内的生态品质

首先要做好城市景观的规划落位工作。要在规划生态景观的过程中将生态环境突出出来,因地制宜地对其进行

分类和分区,通过结合不同区域的功能来进行规划工作,将其优势充分发挥出来。以城市原有的溪、湖、江、河以及森林资源为基础,设计好城市广场、城市公园等优美的城市生态环境,使得城镇的生态效益能够得到提高,让建设的城市景观能够在居民中共享^[6]。在设计城市自然生态景观的过程中,不但要做好完善的基础设施设计,更需要将景观的生态功能充分发挥出来。

其实还需要做好居住区内空间的统筹工作。对城镇居住区空间位置进行合理布局保障居住区的绿化率,通过垂直绿化、屋顶绿化、水体坡岸绿化的方式来构建居住区的绿色空间,使得城镇居民能够享受到优美的自然生态环境。

然后还应做好城镇产业空间的统筹设计,以绿色生态为目标,发展具有先进生产力的产业以及绿色产业。重视农业产业的布局,依托区域内的耕地、林地、水域等生态空间,发展绿色产业,同时将生态理念融入到产业的空间规划统筹中,城镇的产业空间发展不要与生态空间产生冲突。

5 结语

综上所述,在对高度城镇化地区进行生态空间统筹

落位和实施的工作中,要秉持生态优先的原则,合理规划好城镇中各个部位的空间位置和布局,以此来实现城镇的生态化发展,实现建设生态城镇的目标,促进城镇高质量发展。

【参考文献】

- [1]张平平.基于城镇转型的国土空间规划探讨[J].新城建科技,2024,33(4):44-46.
- [2]林良国,赵耀龙,柯恩童.面向城市更新的地理空间信息技术研究现状与展望[J].地球信息科学学报,2024,26(4):898-914.
- [3]王子尧,高宇,李锋,等.国土空间规划背景下城市生态空间研究进展[J].中国园林,2024,40(4):22-28.
- [4]李建兴,陈锦富,陈藻.城镇化进程中涉农社区乡土文化空间重塑研究[J].华中建筑,2024,42(3):170-174.
- [5]黄征学,吴九兴.加快构建高质量国土空间开发保护格局[J].城市与环境研究,2023(2):99-112.

作者简介:王海霞(1986.11—),女,汉族,本科,毕业于中国矿业大学(北京)现就职于北京舜土规划顾问有限公司,职务为北京分公司土地规划部部门经理。

合肥市公园绿地地被植物资源调查与应用初探

陆中惠

合肥市包河区园林绿化管理中心, 安徽 合肥 230001

[摘要]随着中国城市化进程的加快,人们对环境和城市景观的要求日益提高,园林绿化越来越受到重视。地被植物作为现代园林绿化建设的重要组成部分,其具有良好的适应性、维护成本低、综合效益较高等优点,被愈来愈多地运用于园林绿化建设中。文中调查研究合肥市主要公园绿地地被植物植物资源及应用情况,经调查统计,已有的地被植物种类共计159种,其中草本地被植物77种、低矮灌木类66种、矮生竹类3种、藤蔓类11种、蕨类2种,分析存在问题并给出建议,为合肥市公园绿地进一步加强地被植物的应用提供参考。

[关键词]地被植物;资源调查;应用现状;存在问题;建议

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15088

中图分类号: S688.4

文献标识码: A

Preliminary Investigation and Application of Plant Resources in Park Green Spaces of Hefei City

LU Zhonghui

Hefei City Baohe District Landscape and Greening Management Center, Hefei, Anhui, 230001, China

Abstract: With the acceleration of urbanization in China, people's demands for the environment and urban landscape are increasing, and landscaping is receiving more and more attention. Ground cover plants, as an important component of modern landscaping construction, have the advantages of good adaptability, low maintenance costs, and high comprehensive benefits, and are increasingly used in landscaping construction. This paper investigates and studies the ground cover plant resources and application of the main parks in Hefei. According to the investigation and statistics, there are 159 ground cover plant species, including 77 grass native plants, 66 low shrubs, 3 dwarf bamboos, 11 vines, and 2 ferns. It analyzes the existing problems and gives suggestions to further strengthen the application of ground cover plants in parks and green spaces in Hefei.

Keywords: ground cover plants; resource investigation; application status; there are problems; proposal

1 研究背景及意义

1.1 研究背景

随着我国经济的不断发展及城市化进程的不断推进,环境污染问题时有发生,人们对环境的要求越来越高,风景园林建设面临着诸多挑战。如何在满足人们对环境质量需求的同时,实现城市可持续发展,成为了一个亟待解决的问题。为了能够改善城市环境,提高空气质量,园林绿化事业得到了蓬勃的发展,地被植物作为园林绿化当中的重要环节,得到了广泛的应用。公园、居住区、道路、河道等园林绿化项目中,地被植物与乔木、灌木及草坪有机结合,形成稳定的植物群落,不仅丰富植物的景观层次,还降低环境污染,是提升环境品质的有效措施之一。

为了进一步改善城市人居环境,提升园林绿化品质。2016年以来,合肥市积极推进花境景观在城市园林绿化中的运用,各辖区在地被植物新品种应用上做了有益尝试,并取得了一些成果。随着2023年合肥市成功举办第十四届中国合肥园林博览会,大量新优地被植物被广泛地应用,极大丰富了绿地景观,提升城市绿地的品质。

1.2 研究意义

该研究旨在分析合肥市公园绿地中常见地被植物应用现状,为合理选择及科学配置地被植物、选育优良品种、

繁殖提供理论支持和实践指导,为园林从业者和管理者提供参考。

1.3 地被植物的概念

地被植物是指株丛密集、株型低矮、能以茎叶覆盖地表且可成片种植。种类包括一年生、二年生、多年生草本植物,低矮灌木、矮生竹类、藤蔓类植物及蕨类植物。

2 调查与分析

2.1 调查方法

本次调查采用实地调查与查阅资料相结合的方法,从合肥市公园绿地中选取几个具有代表性的公园作为调查对象,全面了解合肥市公园绿地地被植物资源及应用现状。

2.2 调查统计结果

为了对地被植物作进一步的了解,笔者对合肥市骆岗公园、环城公园、逍遥津公园、杏花公园、庐州公园、庐州铁线公园、花冲公园、天乐公园、蜀峰湾公园、四季花海公园、劳动公园、望湖公园、淝河智慧公园、南淝河码头公园、蜀山区南淝河绿道等公园的地被植物进行实地调查,并进行归纳整理并统计。

统计表明,一些建设较早公园的地被植物应用较少,以麦冬、吉祥草、葱兰、常春藤、海桐、金丝桃、毛鹃、迎春、云南黄馨、南天竹、八角金盘、桃叶珊瑚等为主。

近些年来,为推动园林绿化高质量发展,践行“公园城市”理念,合肥市加大了资金投入,不断推进“十大公园”建设、口袋公园建设、绿道建设及垂直绿化建设。通过这些项目的新建改造提升,合肥市公园游园扩大观花、观果、色叶或季相变化明显树种种植的比例,增花添彩,地被植物也应用广泛,品种较为丰富,实现“四季有花、季相分明”。新建提升改造的公园绿地,除了应用了一些传统的地被植物品种,同时一些具备观赏价值、适应本地区生长的地被植物品种被推广应用,如金叶大花六道木、金焰绣线菊、火焰南天竹、亮晶女贞、银姬小蜡、金叶锦带、水果蓝、八仙花、圆锥绣球、亮绿忍冬、花叶蔓长春、中华常春藤、花叶络石、德国鸢尾、花叶玉簪、紫萼、大吴风草、大花萱草、花叶美人蕉、紫叶酢浆草、紫娇花、常夏石竹、黄金菊、美丽月见草、大花金鸡菊、白晶菊、翠芦莉、柳叶马鞭草、紫叶千鸟花、粉黛乱子草、墨西哥鼠尾草、金叶石菖蒲、金叶苔草、钓钟柳、赤胫散、韭兰、细叶萼距花、佛甲草、八宝景天、丛生福禄考、矾根、虎耳草、活血丹、多花筋骨草、千叶兰、圆叶过路黄等。经统计,已有的地被植物种类共计 159 种,其中草本地被植物 77 种、矮生灌木类 66 种、矮生竹类 3 种、藤蔓类 11 种、蕨类 2 种。

2.3 地被植物应用现状

调查中,环城公园、杏花公园、包公园等一些建设较早的绿地,主要以麦冬、吉祥草、常春藤、八角金盘、桃叶珊瑚等传统的地被植物种类为主,且成片的大面积种植,在公园主要节点有零星的新优地被植物的应用。而在新建提升改造的公园如骆岗公园、逍遥津公园、蜀峰湾公园、庐州公园、四季花海公园、南淝河码头公园等绿地中,在保持传统地被植物应用特色的前提下,新优地被植物被大量推广应用,给人眼前一亮的感觉,这些新优彩叶及开花的新优品种给公园注入新的活力。

合肥市公园地被植物的配置模式随着经济不断发展,人们需求不同而发生变化,由乔木、灌木、地被、草坪的复合层次配置模式,慢慢过渡到以乔木为主,形成乔木+地被植物的种植模式,地被植物以木本灌木及多年生宿根花卉为主,形成舒朗通透的园林景观。地被植物的选择上,除了需要隔离和防护须采用整形的地被植物外,大部分选用无须修剪、自然状态的地被植物为主。

逍遥津公园建设年代较久,植被经过几十年的生长,群落郁闭度达到 0.85 以上,林下灌木、草坪长势不佳,造成斑秃现象。逍遥津公园于 2022 年进行提升改造,地被植物应用较为成功,由过去单一的林下草坪空间变为丰富多样的地被植物景观。在此次提升改造项目中,结合主题分区优化中下层植物,应用大量的耐阴及新优地被植物,地被植物品种达到约 100 多种,不仅丰富绿化景观的层次性,还使树木布局更加合理,疏朗有致,同时以牡丹、芍药、杜鹃等形成植物主题景点,目前成为市民打卡点。公

园提升根据不同立地条件,在路边、水岸、假山边成片群植或小丛栽种牡丹、芍药、杜鹃类、月季类、鸢尾类、玉簪类、萱草类、绣线菊类、八仙花类、迎春、云南黄馨、蔷薇、金钟花、二月兰、紫花地丁等地被植物,使原来比较单调、空旷的绿地,与丰富多彩的乔灌木和面积草坪相映成趣,构成了层次丰富的自然景观。林下配置耐阴的麦冬分别与花叶玉簪、中国石蒜、香石蒜,金边阔叶麦冬与石蒜,麦冬与常夏石竹、紫茉莉与二月兰两种植物混植,开花时节各种配置各有不同的韵味,起到取长补短的效果,解决因夏季部分花卉休眠或秋冬季枯叶造成的不良景观,两者搭配延长了花期,以避免观赏的空白期。

2.4 地被植物应用的品种

2.4.1 草本地被植物

草本地被植物是公园绿地应用最为广泛,尤以一二年生草本和多年生宿根、球根花卉居多。特别是很多草本地被植物有着鲜艳的花果,色彩丰富的叶片,可营造多层次、多色彩的景观,丰富了园林植物的景观配置,满足人们喜花、观花的需求。主要品种有麦冬、兰花三七、金边阔叶山麦冬、萱草、玉簪、紫萼、红花酢浆草、石蒜、葱兰、紫娇花、百子莲、鸢尾、火星花、白车轴草、美人蕉、二月兰、紫茉莉、蜀葵、常夏石竹、美丽月见草、美女樱、柳叶马鞭草、虞美人、宿根福禄考、千鸟花、大吴风草、黄金菊、金鸡菊、波斯菊、活血丹、虎耳草、多花筋骨草、鼠尾草、佛甲草、翠芦莉等。

观赏草由于成型快、抗逆性强,尤其是低维护和粗放管理的特性,非常适合在公园绿化中作为地被植物,构建出丰富的色彩层次和动感景观,合肥新建或提升的公园或多或少能见到它的身影,尤其是成片栽植的粉黛乱子草在秋季成为人们拍照打卡的地方。合肥公园主要应用观赏草有粉黛乱子草、细叶芒、斑叶芒、紫穗狼尾草、小兔子狼尾草、金叶苔草、蓝羊茅、玉带草等品种。

2.4.2 木本地被植物

为了保证冬季的绿量,减少后期更换及养护成本,各大公园绿地的木本地被植物应用较多。如红叶石楠、红花檵木、金森女贞、金叶女贞、金边黄杨、大叶黄杨、海桐、珊瑚树、八角金盘、洒金珊瑚、南天竹、金丝桃、火棘、小丑火棘、雀舌黄杨、金禾女贞、亮晶女贞、银姬小蜡、火焰南天竹、金叶大花六道木、阔叶十大功劳、狭叶十大功劳、毛鹃、夏鹃、大叶栀子、小叶栀子、火焰卫矛、黄金构骨、茶梅、亮绿忍冬、水果蓝、六月雪、云南黄馨、迎春、金钟花、龟甲冬青、李叶绣线菊、菱叶绣线菊、柳叶绣线菊、金焰绣线菊、粉花绣线菊、喷雪花、月季、槭棠、红王子锦带花、矮生紫薇、红瑞木、花叶杞柳、迷迭香、八仙花等品种。

2.4.3 矮生竹类地被植物

低矮丛生的竹类适应性强,终年常绿,有独特的景观。竹叶小型的竹类在合肥公园绿地中也常作为地被应用,如

箬竹、菲白竹、凤尾竹等。

2.4.4 藤蔓类地被植物

藤本植物一般用作立体绿化,当没有支撑物时,在地面横向生长,亦可作地被植物使用。其具有生长速度快、覆盖率高、植株低矮的特点,而且寿命长、管理粗放,可以降低建设和管护成本,更好地解决林下斑秃问题,如常春藤、小叶扶芳藤、金银花、蔓长春、花叶蔓长春、络石、花叶络石、黄金络石、五叶地锦、爬山虎、蔷薇等藤蔓地被植物在公园里大量用于林下或林缘栽植,与乔灌木协调配植,增添了园林景观层次,丰富了园林景观立体感,营造出一种近自然的生态景观效果。

2.4.5 蕨类地被植物

蕨类地被植物因耐阴,一般种植在阴湿的林下,或同其他观花地被紫萁、石蒜属等混植,形成色彩多样化的林下植被,如肾蕨、贯众等,合肥公园里蕨类应用较少。

3 地被植物应用存在的问题

3.1 植物配置不合理

在园林绿化地被植物的设计工作中,很多园林设计师缺乏对地被植物的生态习性、生物学特性等相关知识了解,同时缺少立地条件的深入研究和分析,导致景观效果杂乱无章、配置不当、层次不清。设计时没充分考虑与环境整体协调、植物材料选择没有依据阳光照射强度、地形起伏、土壤酸碱度及湿度等进行配置,出现地被植物后期长势不良、叶枯、灼烧等现象。

3.2 施工管理不规范

部分地被植物在施工过程中,因施工人员水平良莠不齐,比如地形营造不流畅不饱满、种植土壤改良不到位、植物配置不符合设计要求、种植过深或过浅等,导致植物成活率低下,景观效果差。

3.3 日常养护不到位

地被植物因大面积种植,无法精细化养管,基本管理较为粗放,但不代表不养护。部分绿地因为养护费用的降低,造成绿化养护管理不到位,如多年生草本植物花后没有及时修剪残花,影响下一年开花,而过高草本植物容易倒伏,景观欠佳。有的绿地观赏草在早春没有及时修剪老叶,等春季新叶长出,影响整体美观。

3.4 植物种类较为单一

有部分公园绿地简单追求疏林草地景观,忽视地被植物的应用,园林景观过于单调,没有达到预期效果。虽然合肥公园目前已应用的地被植物已达一百五十多种,新优品种的引进和乡土野生品种筛选、培育工作还比较薄弱。

4 建议

4.1 合理配置植物,提高设计效果

合理的地被植物配置关系到整个园林绿化的景观效果。根据绿地不同功能、性质合理配置地被植物,配置要

体现因地制宜、适地适树、经济节约、低维护的原则,注重常绿与落叶搭配、高低层次及色彩的协调,以自然式片植、点植、混植为主,少量的规则式种植为辅。

4.2 提高施工水平,保证园林质量

提高施工人员水平,充分理解设计图纸意图,严格按地被植物施工规范进行实施,做好地形营造、土壤的改良、严控苗木质量关等关键环节,遵循由内而外、自上而下的顺序种植地被植物,要控制好植物的种植间距,确保施工质量。

4.3 加强养护管理,提升绿地品质

加强养护管理是保证地被植物生长健壮、发挥生态效益的关键措施。地被植物生长期中,应根据各类植物的需要,加强水肥管理、定期修剪、病虫害的预防与治理工作,以保持整洁的外观和良好的覆盖效果。除了有些品种能自行更新复壮外,还需根据观赏效果人为进行调整与提高,对一些观花类多年生宿根地被,须每隔几年进行一次分根翻种,否则也会引起自然衰退。

4.4 加大开发利用,丰富植物品种

为满足城市绿化和园林建设对地被植物的大量需求,合肥市应加大乡土品种开发利用和良种选育、新优地被植物的引种和应用研究,尤其具有节水、耐旱、耐寒的优良地被植物引种驯化,以丰富本地地被植物品种。

5 结语

综上所述,地被植物是生态园林建设不可缺少的重要元素,在形成稳定的植物群落中有着举足轻重的地位,是群落中不可或缺的部分,对整个生态环境的改变起到积极重要的作用。如何科学合理配置地被植物、进一步加强建管养水平,达到景观效益与生态效益有机统一,是我们广大园林工作者当前应思考的问题。

[参考文献]

- [1]张玲慧,夏宜平.地被植物在园林中的应用及研究现状[J].中国园林,2003(9):54-57.
- [2]夏宜平.地被植物园林应用的发展趋势[J].园林,2011(2):28-31.
- [3]张群,傅玉兰,李罡.地被植物在合肥市绿地中的应用现状及前景展望[J].农学学报,2010(9):78.
- [4]丁胜,孟艳琼,杨兰菊,等.合肥城市绿地中的地被植物应用调查[J].安徽农业科学,2009,37(12):89.
- [5]杨勇.合肥地被植物在公园中的应用探析[J].安徽建筑,2021,28(4):43-44.
- [6]吴玲.生态园林中的地被植物的应用及配置[J].浙江省花卉协,2008(7):45.

作者简介:陆中惠(1968.1—),毕业院校:安徽农业大学,所学专业:园林,当前就职单位:合肥市包河区园林绿化管理中心,职称级别:高级工程师。

地铁保护区关键地铁保护技术应用实践

滕令晓

天津一号线轨道交通运营有限公司, 天津 300350

[摘要] 地铁保护区是地铁工程建设和运营中的重要组成部分, 其安全与稳定性直接关系到城市交通的顺畅和居民的生命财产安全。文中探讨了关键地铁保护技术在保护区的应用实践, 包括土层监测、沉降控制、振动监测以及施工安全保障措施等。通过分析具体案例, 探讨了这些技术的实际应用效果及其在地铁保护区管理中的重要性。研究表明, 科学合理的保护技术不仅能够有效预防和控制地铁施工对周边环境和建筑物的影响, 还能提升地铁工程的整体安全性和可靠性。最后, 提出了进一步完善地铁保护技术应用的建议, 以推动地铁工程的可持续发展。

[关键词] 地铁保护区; 保护技术; 土层监测; 沉降控制; 振动监测; 施工安全

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15097

中图分类号: U231

文献标识码: A

Application Practice of Key Subway Protection Technologies in Subway Protection Areas

TENG Lingxiao

Tianjin Line 1 Rail Transit Operation Co., Ltd., Tianjin, 300350, China

Abstract: Subway protected areas are an important component of subway engineering construction and operation, and their safety and stability are directly related to the smooth flow of urban transportation and the safety of residents' lives and property. The article discusses the practical application of key subway protection technologies in protected areas, including soil layer monitoring, settlement control, vibration monitoring, and construction safety measures. By analyzing specific cases, the practical application effects of these technologies and their importance in the management of subway protected areas were explored. Research has shown that scientifically reasonable protection technologies can not only effectively prevent and control the impact of subway construction on the surrounding environment and buildings, but also enhance the overall safety and reliability of subway engineering. Finally, suggestions were put forward to further improve the application of subway protection technology to promote the sustainable development of subway engineering.

Keywords: subway protection zone; protecting technology; soil layer monitoring; settlement control; vibration monitoring; construction safety

引言

随着城市化进程的加快, 现代交通系统中, 地铁这一关键组成部分, 其施工规模与日常运营的频次持续攀升。在进行地铁线路的构筑作业时, 其邻近区域及建筑物常常会受到不利的影响, 因此, 确立并执行地铁周边保护区域的构建与监管机制, 变得格外关键。保护技术的有效运用不仅确保了周边建筑及基础设施的安全, 而且提升了地铁施工的总体安全性和效率, 地铁保护技术在实际应用中的关键性及其对保护区管理的重要性将被本研究深入剖析。

1 地铁保护区的定义与范围

地铁保护区是指在地铁建设与运营过程中, 为确保周边环境和建筑物安全而划定的特定区域。其范围通常包括地铁线路、车站及相关设施的周边区域, 涉及地面及地下的建筑物、基础设施以及地下水等自然资源。根据相关法规和标准, 保护区的划分不仅考虑地铁施工的地理位置和深度, 还要结合周围地质条件、建筑结构及其使用情况, 以确保在地铁施工或运营过程中, 能够有效预防或降低对周边环境和居民生活的影响。在城市化快速发展的背景下, 地铁网络的扩展与保护区的合理划分显得尤为重要^[1]。通

常, 保护区的范围可分为三个层次: 第一层是直接受施工影响的区域, 包括地铁施工现场及周边建筑物; 第二层是潜在受影响区域, 即在施工过程中可能出现沉降、振动等影响的建筑物和设施; 第三层是更广泛的环境保护区, 涵盖了可能受到地铁建设和运营影响的生态环境和居民生活区域。有效的保护区管理不仅需要科学地划定标准, 还要结合实时的监测技术, 以确保施工过程中的风险能够得到及时识别与控制。

2 关键地铁保护技术的种类

多种关键地铁保护技术被运用, 其目的在于维护地铁施工的安全并保持周边环境的稳定性。传感器和监测仪器等技术的应用, 对土层监测技术是最为基础的保护措施之一, 这种监测旨在及时识别土层变化、承载力的变化以及水位波动, 以便发现可能存在的地质风险。在地铁建设过程中, 沉降控制技术扮演着关键角色, 它与地基加固、注浆等方法共同使用, 以精确监控施工引起的沉降, 从而保障邻近建筑物的安全, 防止沉降导致的结构损害。

在施工活动中, 采用振动监测技术以评定振动对邻近环境及建筑物所产生的影响。利用安装的振动感知设备,

此技术能够对建筑施工过程中产生的振动强度与频率进行即时跟踪,并通过对照既定的安全准则。对收集到的数据进行分析,进而实施必要的震动减弱手段,施工过程中的安全作业和应急响应,依赖于包括施工现场安全管理、工人培训及应急预案在内的保障技术。信息化管理技术正日益受到广泛关注,借助大数据分析和物联网技术的融合,施工安全监测的实时性和精确性得到显著提升,进而构建起智能化的风险预警体系。地铁建设过程中,逐渐开始考虑将生态保护技术融入其中,目的是减少施工对周边生态环境的不良影响,实施绿色施工方案和可持续发展理念,旨在达到经济效益与生态效益的双重胜利。地铁施工安全的管理依赖于多种类型的关键保护技术,这些技术彼此补充,构成了高效和可持续地铁工程建设的保障^[2]。

3 地铁保护区关键地铁保护技术应用实践

3.1 土层监测技术

在地铁保护区施工时,采用土层监测技术,其关键作用在于最大程度减少对周边环境的负面影响。技术手段主要通过部署在地铁建设工地及其邻近区域的各种监测仪器,实现对土壤物理特性实时监测及其动态变化跟踪,据此为地铁施工的安全性提供坚实的科学数据支持,进行土层监测的目的在于实时追踪土壤的沉降、位移、含水量以及压力等关键参数。这些数据是确保地铁工程安全性以及周边建筑物稳定性的关键因素。在施工的关键节点,通常会有专门的单位执行地面以下水文、土压及位移的精准测量,所采用的工具包括地下水位监测仪、土壤压力传感器以及位移监测仪等,专门的软件被监测人员使用,以分析由这些设备实时发送至监测中心的数据,并据此制作动态监测报告。

通过对土层的持续监测,项目团队可以及时发现异常情况,例如土层的突然沉降或位移。这些异常往往是潜在风险的信号,可能预示着地质灾害的发生。以某地铁建设项目为例,监测数据表明施工过程中地下水位的急剧下降,导致周边土层发生不稳定。根据实时数据,项目管理团队迅速调整了施工方案,采用了注浆加固技术,从而有效遏制了土层的进一步沉降,确保了周边建筑的安全。此外,土层监测技术不仅在施工阶段具有重要意义,在项目的规划和设计阶段同样至关重要。通过前期的地质勘察和监测,能够为工程设计提供参考依据,帮助工程师制定合理的施工方案,最大限度地降低对周边环境的影响^[3]。

在数字化与智能化的大环境中,传统的土层监测方法正逐步转变为智能监测方式。例如,借助无人机和卫星遥感技术,可迅速评估较大区域内的土层状况,随着数据分析技术的进步,大数据处理和机器学习在监测数据分析中的应用逐渐广泛,能够识别海量数据中的潜在风险并提前预警。技术的提升不仅增强了监测的精准与即时性,而且为施工管理决策环节提供了坚实的辅助。多学科协同配合

的实施,对土层监测技术的有效性至关重要,将土木工程、地质学、环境科学等领域的专业知识与技术手段进行融合,共同构筑起一个全面的监测体系。项目组往往与领域内的资深人士达成深度合作,对所收集的监测数据展开全面多角度的剖析,以此确保每项施工方案都能依据科学分析结果进行优化调整。监测所得到的数据不仅为施工现场的即时决策提供了方向,同时也为之后的维护和管理环节注入了数据动力。

3.2 沉降控制技术

沉降控制在地铁建设中至关重要,其主要目的是有效防止和控制因施工活动引发的地表及周边建筑物的沉降现象。该技术通常通过综合应用监测、预防和补救措施,确保施工过程对周边环境的影响降至最低。在具体实施中,进行详尽的地质勘察,了解土壤的物理性质和承载力,从而为后续的施工方案提供基础数据。施工单位会设置多个沉降监测点,使用高精度的沉降监测仪器,实时记录土层的变化情况。这些监测点不仅设置在施工现场,还包括周边关键建筑物,以便及时发现潜在的沉降风险。

针对建筑领域中的结构下沉现象,采用一系列技术手段进行控制,其中,对基坑进行加固处理、利用注浆技术填补缝隙,以及通过排水方法排除水分,是典型的处理措施。在某地铁建设过程中,采用注浆工艺加固地基,显著增强了土壤的承重力,从而减少了沉降的可能性。为了防止土层松动及其引发的沉降问题,必须建立排水系统,对地下水进行有效控制^[4]。

近年来,为了强化沉降过程的管理,科学性和精确性,信息化技术的先进性已被逐渐引入到沉降监测与控制领域。施工单位通过建立数据管理平台,能够实时分析沉降监测数据,从而迅速识别沉降异常情况,并采取相应的应对措施。借助数据驱动的方法,增强了建筑施工的安全保障,并确保了工程项目的顺畅执行,在地铁工程建设过程中,对沉降进行精确控制是至关重要的,它通过精确地监测和干预,维护了周围环境的稳定性和安全,进而推动了城市交通基础设施的持续发展。

3.3 振动监测技术

振动监测技术在地铁建设中至关重要,旨在确保施工活动对周边环境和建筑物的影响保持在安全范围内。随着城市化进程的加快,地铁建设频繁,施工过程中产生的振动可能对邻近建筑物及基础设施造成潜在威胁。因此,实施有效的振动监测措施是确保工程安全和维护周边环境的重要手段。施工单位会在施工区域及其周边的关键建筑物上安装振动传感器,这些传感器能够实时记录施工期间的振动频率、幅度及持续时间,确保及时获取数据^[5]。

在实际运用场景里,若监测系统检测到的振动水平超越了预设的安全极限,系统便会启动预警机制。通过警报的方式,通知现场作业人员需要对施工技巧或施加的力量

进行适当的调整,通常,承担施工任务的组织会定期执行数据分析工作,以便辨认出施工过程中的潜在高风险区域。在进行的某地铁线路建造作业中,检测到振动强度超过了标准限制,项目的专业人士立即行动,通过改进施工机械和作业流程,成功减轻了振动对周边环境的影响,确保了邻近建筑物的安全无虞。专业的振动监测技术的执行,不仅依赖于尖端监测设备,而且需要技术人员的协助,设备校准是监测团队定期执行的任务,其目的是保证所收集数据的准确性与可靠性。建立一个用于监测振动的资料库,使得项目组能在历史资料的基础上进行分析,辨识出在建筑过程中经常出现的振动根源,并据此采取有效的管理手段。例如,开展振动监测,配合诸如声级检测、土层观察等其他环境评估方法,共同构筑起一个全方位的环境监控网络^[6]。

3.4 施工安全保障技术

在具体实施中,施工单位通常设立专门的安全管理岗位,负责现场的安全巡查和隐患排查,以确保每个环节都符合安全标准。施工前,项目团队会对所有参与施工的人员进行系统的安全培训,提升其安全意识和应急处理能力。此外,针对高风险作业,如深基坑开挖、高空作业等,施工单位会制定详细的安全操作规程,确保每位工人都能遵循规范进行操作,最大程度地降低事故风险。

现代化管理手段的运用,对施工安全保障技术的有效性具有决定性作用,引入信息化技术,使得在安全监控与管理活动中,效率得到显著提升。管理者借助视频监控和环境监测传感器等安全监测设备,能够实时监控施工现场的动态情况,及时识别并处理潜在的安全隐患。在某一地铁线路的建设过程中,运用先进的信息化管理技术,项目组成员有效识别并彻底消除了多项安全隐患,保障了工程建设的连续性和安全性。施工实体机构设立了应对突发事件的快速反应体系,当事故或不安全情况出现时,能够立即激活相关预设方案,指挥相关人员前往事故地点进行紧急处理,以此方式力求将损害降至最低限度。

为确保施工过程中的安全,定期进行的安全性评估及检查是关键环节,定期举行安全生产审核,对施工单位实施评估,监督安全措施得到实施,以保证安全性能的持续增进与改善、利用数据处理技术,精确找出频繁发生事故的环节,并针对这些环节拟定改善计划,进而使安全管理能够根据实际情况做出灵活调整^[7]。

3.5 信息化管理技术

信息化管理技术还在安全监测和风险控制方面展现出其独特优势。通过在施工现场部署传感器和监控设备,

管理者能够实时获取环境参数和施工动态,如振动、沉降和气候变化等。这些数据通过信息化平台进行分析,能够及时识别潜在风险,为决策提供科学依据。此外,信息化技术的引入还增强了各部门之间的协同工作能力。在项目实施过程中,各相关方如设计单位、施工单位和监理单位通过信息化平台共享数据,提高了沟通效率,减少了因信息不对称造成的错误和延误。

信息技术的集成管理在提高工作流程效率的同时,也为确保项目的长期进展提供了稳固的辅助。项目管理组通过审视过往记录与实时数据,能够改进资源的分配,减少能源与财务的消耗,进而达到盈利最大化的目标。利用信息技术,项目实施过程变得更加公开,使得相关各方能够实时了解工程进度,这进一步加深了公众对地铁工程建设的信赖与支持。

4 结束语

综上所述,地铁保护区关键地铁保护技术的有效应用,不仅提升了地铁施工的安全性,也为城市的可持续发展提供了保障。随着技术的不断进步,这些保护措施将更加完善,助力城市地铁建设的顺利进行,为市民提供更安全、便捷的交通服务。

[参考文献]

- [1]张菲,金芳芳.地铁保护区建筑物沉降预测方法研究[J].测绘与空间地理信息,2024,47(10):212-215.
 - [2]刘传磊,张贺,杨贺.地铁保护区智能化巡查系统开发及应用研究[J].现代城市轨道交通,2024(9):23-30.
 - [3]张宇星.富水砂性地层地铁保护区某深基坑工程监测与成果分析[J].建筑安全,2024,39(6):14-20.
 - [4]徐庆辉,吴军,李耀,等.地铁保护区内爆破施工对既有地铁隧道结构的振动影响[J].城市轨道交通研究,2023,26(11):79-84.
 - [5]师小瑜,马亮,杨硕.智慧科技在地铁安全保护区综合管理平台建设中的应用[J].铁路技术创新,2023(3):190-194.
 - [6]张冬冬,代长顺,刘友博,等.地铁保护区信息化管理智能巡查系统研究[J].科技创新与应用,2023,13(16):10-15.
 - [7]高帅,任干,马全明.自动化监测技术在地铁保护区工程中的应用研究[J].价值工程,2023,42(10):131-133.
- 作者简介:滕令晓(1985.1—),男,云南省文山市,汉族,专科,助理工程师,就职于中国铁建天津地铁一号线运营公司,从事保护区巡视与管理工作。

高速公路桥梁伸缩缝的施工工艺和质量控制

李建兴

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]高速公路桥梁伸缩缝作为桥梁结构的重要组成部分,起着连接不同桥段、调节温度和荷载变化引起的桥梁变形的关键作用。桥梁的安全与寿命受伸缩缝施工质量之影响,因此,采用恰当的施工技术及执行严格的质量监管措施乃重中之重。文中对高速公路桥梁伸缩缝的施工方法及设计、材料选用等关键工艺进行了深入研究,对施工中频发的质量疑点及其成因进行了剖析,并就环境监管、工序规范、检测力度加强等方面,提出了一系列具体有效的质量控制手段。

[关键词]高速公路桥梁;伸缩缝;施工工艺;质量控制

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15091

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

Construction Technology and Quality Control of Expansion Joints in Highway Bridges

LI Jianxing

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

Abstract: As an important component of bridge structures, expansion joints in highway bridges play a crucial role in connecting different bridge sections, regulating bridge deformation caused by temperature and load changes. The safety and service life of bridges are affected by the construction quality of expansion joints, therefore, adopting appropriate construction techniques and implementing strict quality supervision measures are of utmost importance. The article conducts in-depth research on the construction methods, design, material selection, and other key processes of expansion joints in highway bridges. It analyzes the quality doubts and their causes that occur frequently during construction, and proposes a series of specific and effective quality control measures for environmental supervision, process standardization, and strengthened testing efforts.

Keywords: highway bridges; expansion joints; construction technology; quality control

引言

高速公路桥梁作为交通运输的重要基础设施,其结构安全性直接关系到行车安全与通行能力。在桥梁结构中,桥梁伸缩缝扮演着关键角色,伸缩缝的设计和施工质量对于桥梁的长期使用和维护至关重要。随着交通量的不断增加和桥梁的老化,伸缩缝的施工质量问题逐渐成为影响桥梁使用寿命的关键因素之一。因此,对高速公路桥梁伸缩缝施工工艺及质量控制方法进行研究与归纳,旨在为工程实施提供理论支撑与实际借鉴,从而显著增强桥梁结构的整体安全与持久性。

1 高速公路桥梁伸缩缝的功能与设计要素

高速公路桥梁伸缩缝是桥梁结构中至关重要的组成部分,主要用于桥梁两侧段落之间的连接,旨在应对因温度变化、荷载变化、地震作用及其他外力引起的桥梁结构变形。其主要功能是补偿桥梁结构因热胀冷缩、桥梁荷载变化以及使用过程中地基沉降等原因产生的伸缩变形,确保桥梁各段落之间能够自由运动而不影响桥梁的整体结构稳定性。同时,伸缩缝能够有效分散和吸收外部冲击力,防止因伸缩变形过大导致的桥面破坏、裂缝或其他严重损伤,进而延长桥梁的使用寿命。因此,伸缩缝的设计与施工质量直接关系到桥梁的安全性、稳定性及耐久性^[1]。

桥梁的结构特性、交通负荷、气候状况以及潜在荷载变动等因素,共同决定了伸缩缝的适宜类型与构造形态,其设计需综合考量这些要素。桥梁结构中,橡胶伸缩缝、刚性伸缩缝以及组合式伸缩缝等不同类型的伸缩缝,各自适用于特定的桥梁与环境。在规划设计中,需细致考量伸缩缝的宽度设定、安装点选、持久性指标、防水效果、密封特性等关键要素,以确保结构在长时间使用中能保持稳定运行,并展现出优越的适应性和抗老化特性。

2 高速公路桥梁伸缩缝的施工工艺

2.1 施工准备阶段

施工准备阶段是确保高速公路桥梁伸缩缝施工质量的基础环节,涵盖了从设计图纸的审查到施工材料的准备,以及现场施工条件的确认等多个方面。在当前阶段,详尽审查设计图纸并实施技术交底,以保证施工实际需求与设计相符。施工单位与设计人员及监理单位需就伸缩缝类型、具体位置、宽度尺寸及施工技术要点等进行详尽交流,以确保关键技术要求得以明确。实施全面技术交底,详尽探讨施工事宜,旨在确保施工人员对施工的每一个细节均有透彻理解,从而杜绝因技术问题引发的施工质量风险。

施工准备阶段还包括对施工材料的准备与检验。桥梁伸缩缝的材料选择至关重要,通常包括橡胶、钢材、密封

胶等。这些材料需根据伸缩缝的类型、桥梁的设计要求以及施工环境的特殊性来选定。严格的质量检验是所有材料投入使用的前提,它确保了这些材料与设计规范和既定质量标准的一致性,其中对橡胶材料的耐候性和钢材的抗腐蚀性等关键指标尤为重视。施工前,对现场条件必须进行周密评估与充分准备,涵盖机械、工具的检验,道路通行能力的评估,以及场地平整度的考量,旨在保障施工流程畅通无阻且高效推进。在施工准备阶段,必须执行人员培训与技术准备的双重工作,对伸缩缝施工领域,施工队伍需参加特定培训,掌握施工流程、规范操作、质量管控和安全管理的具体措施。任务分配工作由施工现场负责人负责实施,旨在明确施工团队中各环节人员的职责,确保协作过程流畅无阻,在施工环节前,充分进行准备,是实现后续工程顺利开展的关键^[2]。

2.2 施工过程

在施工过程中,精细的操作与严格的质量控制是确保桥梁伸缩缝施工质量的关键。在施工环节中,伸缩缝的安装、定位、固定及接缝等过程,均对伸缩缝的功能表现及使用寿命产生直接影响。依据设计图纸的规范,伸缩缝的布置需精准,务必保证其宽度、形态及布局与交通流线协调一致,无任何抵触。桥梁接缝处的施工人员须精确实施定位作业,保障伸缩缝与桥面保持平行状态,且在桥梁长期使用中实现无阻碍伸缩。

对于橡胶伸缩缝,施工人员需注意橡胶垫片的铺设,确保其不受拉伸和挤压变形,并且与桥面完美契合。对于刚性伸缩缝,则要保证钢材与桥面之间的焊接质量,避免因焊接不当引起的强度不足或裂纹等问题。此外,密封材料的选择与填充对于伸缩缝接缝处理的优劣影响深远,需严格依据设计规范,以确保接缝处既防水又防尘,并具备良好的耐腐蚀性能。桥梁伸缩缝的施工质量至关重要,需对焊接接头强度、橡胶密封条弹性与密封性能等方面实施严格把控。在监理单位的严格监督下,所有施工环节必须严格执行,确保各项操作与规范要求相符。在施工过程中,为确保伸缩缝的稳定与耐久,需关注温度及湿度对材料作用的动态变化,进而实施有效的温控策略,以防气候条件诱发的伸缩缝形变与损坏。

2.3 施工后的养护与检测

施工后的养护与检测是确保桥梁伸缩缝长期有效功能的关键环节,它能够有效地预防因施工不当或外部环境因素引起的质量问题。伸缩缝安装完成后,需要对其进行适当的养护,特别是橡胶和密封胶类材料。橡胶伸缩缝由于材料的特殊性质,在施工后需要经过一定的养护期,以确保其弹性和抗老化能力。在此期间,应避免交通过度密集,防止伸缩缝表面被压实或损坏,影响其正常功能。同时,密封材料应保持完整,避免因外力损伤导致密封不严^[3]。

施工后的检测环节不可忽视。完成施工的每座桥梁,

其伸缩缝部分均须实施全面的质量检验程序,对伸缩缝的平整度、密封性、牢固性及耐久性等项目进行全面检测。对于保障其整体性能至关重要,参数如伸缩缝的宽度、形状与安装位置,均需借助精密测量工具严格检验,务求其与既定设计规范相吻合。在长期使用过程中,必须对伸缩缝的耐久性进行定期检测,关注其是否存在开裂、变形、松动等问题,确保能够及时发现并处理潜在隐患。确保桥梁使用中的伸缩缝处于良好状态,必须定期执行检查与保养作业,以适应各类环境变化并维持其正常运行。对伸缩缝实施长期养护与维护,其技术支撑不可或缺,需智能化技术鼎力相助。桥梁伸缩缝的运行状态,通过智能监测系统得以实时掌握,一旦发现问题,便能在第一时间启动应急处理程序。桥梁安全管理得以有效强化,得益于智能传感器对温度波动、承载状态及伸缩缝变形的实时监控,进而助力管理部门预防风险于未然。融合当代技术途径,显著提升了伸缩缝的维护效能,并显著增强了其持续使用的期限。

3 高速公路桥梁伸缩缝的质量控制

3.1 施工前的质量检查

施工前的质量检查是确保高速公路桥梁伸缩缝施工质量的第一道防线,涵盖了对设计图纸、施工方案、材料设备等多个方面的详细检查。施工环节旨在预先识别潜在的质量风险,保障后续工程得以依照标准流程有序推进,在施工启动前,必须对设计图纸进行周密审视,以核实其中伸缩缝的设计是否切合工程实际需求。例如,在桥梁设计过程中,对于伸缩缝的选定、布局、尺寸及所用材料等方面,需确保其与桥梁的实际用途及所处环境相契合。施工方与设计人员需携手商讨,确保方案无疏漏且准确无误,尤其关注桥梁接缝等关键细节,以免设计缺陷对施工阶段产生不良影响^[4]。

在施工准备阶段,必须对施工现场的详尽准备状况实施严密审查,涵盖对施工机械的全面检验及调试过程。施工桥梁伸缩缝,往往需借助各类专业设备,诸如焊机、橡胶压缩机以及测量仪器等。施工过程中所使用的设备,其工作状态之良好至关重要,确保施工的高效与精准,对于施工所必需的橡胶、钢材、密封胶等,其质量检验必须严谨执行,施工所用的伸缩缝材料质量至关重要,其优劣直接影响着伸缩缝的使用周期及桥梁的整体安全性能。为确保工程品质,施工前务必验证材料是否满足国家及行业标准,并持有合格的质量检验文件。

施工人员的资质也是施工前质量检查的重要内容。只有经过培训并持有相关资质的技术人员,才能进行桥梁伸缩缝的施工。施工单位应组织施工人员进行技术交底,确保每个环节的操作符合要求,避免因操作不当导致质量问题。此外,施工现场的安全管理也应在施工前进行规划,确保施工过程中人员安全和工程质量的保障。通过这些前期的质量检查,可以有效规避施工过程中可能出现的

技术问题, 确保施工顺利进行。

3.2 施工过程中的监督与管理

施工过程中的监督与管理是保证桥梁伸缩缝施工质量的核心环节, 贯穿整个施工阶段, 旨在通过实时监控和严格管理, 确保每一个施工步骤都符合规范要求。施工过程中, 监理单位应全程跟踪施工进度与质量, 确保施工单位严格按照设计图纸和施工规范执行^[5]。

在施工过程中, 对于伸缩缝施工的质量监管必须予以高度重视。在施工全流程中, 对每一个步骤实施实时监控及数据登记至关重要, 尤其是对于焊接作业的精确度、密封条安置以及橡胶垫片的平铺等关键步骤。施工人员在焊接作业时, 务必确保焊缝之均匀性与焊质强度, 以免焊接瑕疵对桥梁的稳定安全构成威胁。在施工过程中, 务必保证密封条与橡胶垫片的铺设质量, 避免因拉伸、压缩或变形导致材料与桥面无法完美贴合, 从而引发密封性能下降, 造成水流渗透和污物积累等问题。在施工过程中, 对伸缩缝接头的妥善处理构成了至关重要的步骤, 为确保接头处严密封闭, 施工人员需严格把关, 以防接头松动或密封不足, 导致未来出现裂缝或渗漏等状况。

在施工环节, 实施全面的质量监控, 涉及对所用材料的不间断检测以及对施工现场环境的严格管控。为确保伸缩缝使用的橡胶材料持续满足设计规范, 必须定期对其耐久性能与弹性指标进行严格检测。施工场地需对环境实施即时监测, 特别关注温度、湿度等关键因素对工程作业的潜在影响。施工质量易受温度波动影响, 过高或过低温度均能引发材料性能波动, 进而对施工品质构成威胁。

3.3 施工后的质量验收与检测

施工后的质量验收与检测是保证桥梁伸缩缝施工质量的最终环节, 主要目的是通过全面的检查和评估, 确认伸缩缝施工是否符合设计要求以及是否达到使用标准。施工完成后, 必须进行全面的质量验收。验收工作通常由施工单位、监理单位以及相关技术人员共同进行, 所有检查项目包括伸缩缝的外观质量、安装位置、结构强度、密封性能等都必须符合设计规范要求。

在工程竣工后, 检测工作对伸缩缝的功能性能进行全面细致的评估。在检测过程中, 通过执行包括拉伸测试、密封性测试、耐久性测试在内的多项功能性测试, 以验证伸缩缝在未来应用中是否能够妥善执行其预定功能, 进行

密封性检测以验证伸缩缝能否有效阻隔水流浸入, 以此预防桥面因水渍侵蚀或伸缩缝因水浸入而发生的变形等不良后果。在验收过程中, 对伸缩缝的持久性与抵抗老化特性的评估, 成为一项关键的质量检验标准。为确保伸缩缝在长期应用过程中的稳定性, 需对其开展老化检测, 以评估其使用寿命^[6]。

施工后的质量验收与检测还需对桥梁伸缩缝的长期使用效果进行评估。此时可以通过智能化监测系统, 实时监控伸缩缝的工作状态, 捕捉任何异常变化。例如, 伸缩缝受温度波动及湿度变迁的影响, 其荷载变动亦可能引发损害, 桥梁的整体安全性得以保障, 依赖于定期进行的维护与隐患检测, 以预防后期问题的产生。因此, 验收不仅是一个静态的检查过程, 而应当与后期的长期监控和管理紧密结合。通过这些严格的质量验收和检测, 确保桥梁伸缩缝的质量达到设计标准, 保障桥梁的使用安全。

4 结语

伸缩缝的施工质量控制不仅关乎工程质量的达标, 更关系到后期桥梁的长期运行安全。通过精确的施工工艺和全面的质量控制, 能够保证桥梁在使用过程中能够适应环境变化、承受交通荷载, 并保持良好的密封性能和使用寿命。这对于提高桥梁的整体安全性、降低维护成本、延长服务年限具有重要意义。

[参考文献]

- [1]刘锐生. 高速公路桥梁伸缩缝施工工艺及支座维修措施研究[J]. 运输经理世界, 2021(13): 69-71.
 - [2]王建文. 高速公路桥梁伸缩缝病害原因及维修更换工艺分析[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(22): 125-126.
 - [3]陈超. 公路桥梁伸缩缝的施工工艺和质量控制的研究[J]. 交通建设与管理, 2019(6): 82-83.
 - [4]常肖露. 公路桥梁伸缩缝的施工工艺和质量控制分析[J]. 绿色环保建材, 2019(10): 97-98.
 - [5]邓科尧. 公路桥梁伸缩缝的施工工艺和质量控制分析[J]. 地产, 2019(18): 106.
 - [6]杨建华. 高速公路桥梁伸缩缝施工工艺及质量控制措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017(31): 168.
- 作者简介: 李建兴(1990.6—), 毕业院校: 吉林大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 中级工程师。

路桥交通工程施工管理影响因素及策略评价

李威

湖北省路桥集团有限公司, 湖北 武汉 430051

[摘要] 目前在我国经济水平高速发展的社会背景之下, 路桥交通工程作为我国重要的基础设施建设工程, 为了提升人民群众的满意度, 进一步优化施工单位的经济效益, 因此需要掌握现阶段路桥交通工程施工管理工作存在的不足和缺陷, 并制定出针对性的解决策略, 保障工程项目的施工质量以及安全可靠, 为后续施工建设打下坚实的基础。针对路桥交通工程施工管理的实施原因以及影响路桥交通工程管理的因素, 进行了分析和探讨, 并提出了一系列解决措施, 以供参考。

[关键词] 路桥交通工程; 施工管理; 影响因素; 策略

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15075

中图分类号: F323

文献标识码: A

Evaluation of Influencing Factors and Strategies for Construction Management of Road and Bridge Traffic Engineering

LI Wei

Hubei Road & Bridge Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430051, China

Abstract: In the context of rapid economic development in China, road and bridge transportation engineering is an important infrastructure construction project. In order to improve the satisfaction of the people and further optimize the economic benefits of construction units, it is necessary to grasp the shortcomings and deficiencies in the current construction management of road and bridge transportation engineering, and formulate targeted solutions to ensure the construction quality and safety reliability of engineering projects, laying a solid foundation for subsequent construction. An analysis and discussion were conducted on the implementation reasons and factors affecting the management of road and bridge traffic engineering construction, and a series of solutions were proposed for reference.

Keywords: road and bridge traffic engineering; construction management; influencing factors; strategy

引言

路桥交通工程在现代基础设施建设中占据重要地位, 承担着促进经济发展与提升交通效率的核心职能。然而, 施工管理面临的复杂因素, 已对工程质量、进度及成本等多个方面产生了深远的影响。在施工过程中, 科学性与规范性管理直接决定了项目的成败。随着社会经济的不断发展与技术进步, 路桥交通工程的施工管理面临着更加严峻的挑战, 诸如施工人员素质不足、成本上升、安全管理薄弱、环境保护压力增大等问题, 已成为亟待解决的难题。诸如此类问题的存在, 不仅阻碍了项目的顺利推进, 还可能对工程质量及其后期运营安全带来负面影响。施工管理的加强与管理策略的优化, 已被视为提升路桥交通工程整体效益与质量的迫切需求。为此, 本研究旨在深入剖析影响路桥交通工程施工管理的各类因素, 探讨当前管理中存在的主要问题, 并评估相应策略实施的效果。通过对施工管理影响因素的全面分析, 期望为提升路桥工程施工管理水平提供理论支持与实践指导, 推动行业管理水平的提升, 从而确保工程项目能够高效、安全、优质地完成。

1 路桥交通工程施工管理的重要性

路桥交通工程的施工管理在整个建设过程中, 发挥着至关重要的作用。作为基础设施的重要组成部分, 路桥的

施工质量不仅关系到交通安全、社会经济发展, 还直接影响着人民生活的便捷性。高效的施工管理能够确保工程在规定的时间内按质、按量完成, 并在此过程中有效地控制成本, 避免资源浪费, 提升资金使用效率。在项目实施阶段, 施工管理涵盖了众多环节, 如人员调度、材料配置、工艺控制、质量监控、安全保障等。各方资源的协调、施工进度优化, 以及工作有序地推进, 都能够确保工程的顺利进行。同时, 路桥工程的施工复杂性与多样性要求项目管理者具备较高的技术能力与丰富的实践经验, 以应对现场中出现的各类不可预见的挑战。科学合理的管理方式, 能够在最大程度上减少施工中的风险, 降低事故发生的可能性, 从而保障工程质量的稳定提升。更为关键的是, 随着国家对基础设施建设要求的不断提高, 施工管理的规范性与科学性, 已被视为判断路桥工程项目成功与否的关键因素。施工管理的强化, 不仅是确保工程质量的基础, 也是保证交通设施长期稳定运行、服务社会发展的根本保障。

2 路桥交通工程施工管理的影响因素

2.1 现场施工人员素质存在不足

现场施工人员素质的不足, 成为影响路桥交通工程施工管理的关键因素之一。一方面, 部分施工人员缺乏必要的专业技能, 对复杂施工工艺、技术要求以及现代施工设

备的操作掌握不够,这直接导致了施工过程中技术环节的失误,甚至可能引发质量问题。例如,不当的施工操作或不合规的材料使用,会严重影响路桥结构的稳定性和安全性。另一方面,施工人员的经验和培训普遍不足,致使他们在面对突发状况时,缺乏有效应对的能力,无法及时解决技术难题,进而影响项目进度。同时,部分工人对施工规范与安全标准的理解不够深入,增加了施工现场的安全隐患。沟通与协调机制的缺乏,使得施工团队在执行任务时,易出现效率低下或工作交接不畅的情况,这无疑增加了管理上的难度。

2.2 成本管理

成本管理在路桥交通工程施工管理中,占据着至关重要的地位。路桥工程通常具有规模庞大、施工周期长、资金需求高等特点,这使得项目的成本控制面临巨大挑战。在施工过程中,原材料采购、人工费用、设备使用、施工工艺以及不可预见的风险等多个因素,都会直接影响工程的成本支出。然而,施工现场管理松散、预算不精确以及物资浪费等问题,常常导致成本超支。特别是在工程中期,若管理层未能有效监控预算执行,可能会出现资金使用无序或重复投入的情况,从而威胁项目的资金链稳定^[1]。此外,项目中缺乏完善的成本核算与跟踪机制,导致一些费用未能及时发现或调整,进而增加了项目管理的难度。在某些情况下,为了降低成本,施工单位可能会选择降低施工标准或忽视质量控制,这不仅可能带来后续的维护费用,还可能导致安全隐患,从而进一步加重了项目的成本压力。

2.3 安全监管不到位

安全监管不到位,成为路桥交通工程施工管理中的突出问题,直接影响到施工人员的生命安全以及工程的顺利推进。施工现场常常存在诸多潜在的安全隐患,如高空作业、重型机械操作、电气设备使用、施工材料堆放等,若监管不到位,容易引发事故。例如,现场安全设施的缺失、施工人员未佩戴必要的安全装备、机械设备未经过严格检验等,都可能导致工人受伤甚至死亡。此外,部分施工单位对安全监管的重视程度不足,未能制定完善的安全操作规程,或者在执行过程中出现疏漏,未能及时发现并整改潜在的安全隐患。与此同时,安全培训的不足,也是导致事故频发的一个重要因素。面对突发的安全问题时,施工人员缺乏应对能力,反应迟缓或处理不当,进而增加了事故发生的风险。

2.4 质量管理

质量管理在路桥交通工程施工管理中,占据着核心地位,直接影响工程的使用寿命、安全性以及经济效益。在施工过程中,任何疏忽或不规范的操作,都可能引发质量问题,甚至导致严重的安全事故。质量管理的薄弱,通常表现在多个方面,例如,施工材料的质量未能得到有效控制、施工工艺执行不严格、施工标准不符合规范等。尤其对于路桥这种复杂的基础设施项目而言,任何细微的质量问题,都可能引发严重后果。例如,若基础设施的施工质

量不合格,可能会削弱道路的承载能力或影响桥梁的结构稳定性,从而威胁交通安全及人民的生命财产安全。此外,若施工过程中的质量检测与监督环节存在漏洞,未能及时发现问题,质量问题的积累与扩展,必将进一步影响项目的整体质量和可持续性。施工队伍若缺乏足够的质量意识,或未建立完善的质量控制体系,可能导致频繁返工或维修,进而增加工程的时间与成本消耗。

3 加强路桥交通工程施工管理的策略

3.1 加强施工环节的质量管控

3.1.1 做好施工原材料质量管理

确保施工原材料的质量管理,是保障路桥交通工程施工质量的关键基础。原材料的质量直接关系到工程结构的安全性与耐久性,尤其在复杂的路桥工程中,材料的性能与稳定性,对工程最终质量具有决定性影响。例如,若水泥、钢筋、沥青、混凝土等关键材料的质量无法得到有效控制,可能导致路面或桥梁结构出现裂缝、沉降或变形,严重时甚至可能引发安全事故。因此,在施工前,所有原材料必须经过严格检验并验收,确保其符合国家或行业的质量标准。施工过程中,应定期抽样检测原材料,确保其性能稳定,以防材料问题引起的工程质量事故。此外,施工单位还应建立完善的原材料采购、存储与使用管理制度,确保材料存放环境适宜,避免潮湿、污染等因素影响其质量^[2]。同时,供应商的合作应加强,确保所提供的材料符合质量要求,并对整个材料供应链进行全程追踪管理,确保材料来源可追溯,从而有效保障工程质量的可控性。

3.1.2 做好施工工艺管理

施工工艺管理,是确保路桥交通工程施工质量的核心环节之一,其直接关系到工程质量的优劣。任何在工艺环节上的疏忽或不当操作,都有可能导致工程质量下降,甚至引发安全隐患。例如,在桥梁建设中,混凝土浇筑、钢筋绑扎、模板支设等工艺环节,若施工工艺不规范,可能导致混凝土强度不足、钢筋未按设计要求铺设、结构受力不均等问题,从而影响路桥的稳定性及使用寿命。因此,施工单位必须严格按照设计图纸与施工规范,制定详细的工艺流程,并在每一环节进行严格控制。每一道工序,必须进行细致检查,确保所有操作符合技术要求,并通过现场监督、技术交底等方式,增强施工人员对工艺要求的理解与执行力。此外,工艺管理应着眼于工艺的持续改进与创新,面对施工过程中遇到的特殊情况或难点,工艺流程应及时调整或采取新的技术措施,从而确保工程施工质量与进度的最佳状态。

3.2 提高施工人员的技术水平

提高施工人员的技术水平,是确保路桥交通工程顺利推进及质量达标的重要保障。路桥建设涉及的施工技术繁杂且多样,涵盖土建、桥梁、隧道、路面等多个专业领域,每个环节都需要专业知识与技能的支持。如果施工人员技术水平不足,施工质量可能会引发,甚至带来安全隐

患。为了提升施工人员的技术能力,必须加强培训与教育,使其更好地理解并掌握新技术、新材料及新工艺。在施工过程中,施工人员应定期接受技术指导,尤其在关键工序与复杂施工内容中,确保人员能够熟练操作并具备判断能力。此外,施工人员应熟悉最新的行业标准与规范,掌握相关技术要求,以确保在实际施工中遵循正确的操作流程,减少人为错误。在高风险岗位(如高空作业、深基坑施工等)上,技术要求尤为严格,相关人员必须经过专业培训并获得相应资质才能上岗作业。施工单位还应通过组织技术交流、专家讲座、现场演示等方式,促进施工人员间的经验交流与学习,从而提升团队的整体技术水平。

3.3 加强施工安全管理

加强施工安全管理,是确保路桥交通工程顺利完成的基本保障,它不仅关乎施工人员的生命安全,也是项目顺利推进的前提。在路桥工程施工过程中,复杂的施工环境与较高的作业风险,特别是在高空作业、深基坑作业及大型机械设备操作等环节,显著的安全隐患往往隐藏其中。若安全管理措施不当,施工事故不仅可能发生,还会引发严重的人身伤害和财产损失,甚至延误工期,增加项目成本。因此,施工单位必须高度重视安全管理,制定严格的安全管理制度及应急预案,确保施工现场的各项安全措施得以落实。为了确保施工安全,完善的安全生产责任制应建立,明确每位管理人员与施工人员的安全职责,确保所有岗位的人员对自身的安全责任有清晰的认知,并严格履行相关义务。定期开展安全培训与应急演练,能够有效提高施工人员的安全意识及应急处理能力,使其在面对突发事件时,能够快速应对,最大限度地减少伤害^[3]。同时,施工现场的安全检查与监管应加强,特别是在高风险区域,确保设立清晰的安全标识,并进行全天候的监控与巡查。所有施工操作必须严格遵守安全规程,确保使用的机械设备符合安全标准,避免设备故障或操作失误引发事故。

3.4 注重成本管理

成本管理是路桥交通工程顺利推进的关键因素之一,它直接影响项目的经济效益及企业的可持续发展。在路桥建设中,施工成本涵盖多个方面,包括材料费、人工费、设备使用费以及管理费用等。若成本控制不当,项目预算可能超支,进而影响企业的资金流动,甚至可能导致工程延期及质量问题。因此,精细化成本管理在施工管理过程中显得尤为重要。在项目启动阶段,根据工程量、设计要求及市场行情等多方面因素,详细的成本估算与预算编制应进行,以确保预算既合理又具可操作性。施工期间,各项费用的管控应加强,定期进行成本核算与分析,潜在的成本风险应及时发现,并采取有效措施加以调整。同时,项目经理及相关管理人员应特别关注采购环节,通过优化采购策略,降低原材料及设备的采购成本,尽量确保所采购的物资符合工程质量要求,避免因低成本采购而产生的

质量问题或返工现象。在人工费用方面,工人应根据施工进度与任务量合理安排,避免不必要的人员浪费。此外,施工工艺的优化及工作效率的提高,可以有效降低人工及设备使用成本,从而进一步降低整体施工成本。

3.5 重视绿色施工管理

绿色施工管理在现代路桥交通工程中占据重要地位,提升工程的可持续发展,它不仅能够,还能有效减少环境污染、节约资源,并增强社会的环保意识。在施工过程中,要求项目方遵循环保原则,采取多种有效措施,尽量降低对环境的负面影响,绿色管理。施工现场,应严格控制扬尘、噪音及废弃物的排放,洒水、覆盖和隔音等措施应实施,以减少施工期间对环境的污染。同时,环保型材料及节能设备,应优先选择,如低能耗建筑机械和可再生建筑材料,以最大限度地减少资源浪费和能源消耗^[4]。对于水资源的管理,重要同样是,废水的直接排放应避免,必须采取有效的水处理措施,确保废水排放符合环保标准。绿色施工还强调工艺优化与施工效率提升,资源消耗与环境影响,通过合理缩短工期,降低。例如,应用数字化技术和BIM(建筑信息模型)技术,施工的精细化管理可实现,有效减少不必要的材料浪费,提升资源的使用效率。

4 结语

路桥交通工程的施工管理面临着众多挑战,涉及多个方面,如施工人员素质、成本控制、安全监管及质量管理等,这些因素直接决定了工程能否顺利推进及最终效果的达成。为应对这些问题,施工管理必须得到加强,且需要实施针对性的应对措施。通过加强质量管控、提升人员技术水平、强化安全管理以及优化成本控制等手段,施工效率与质量可得到有效提升,从而确保项目按计划完成,并达到预期目标。本文深入分析了施工管理中的关键影响因素,并提出了一系列切实可行的解决策略,初步评估了这些策略的实施效果。当前施工管理中的困难,这些措施不仅有助于解决,也为未来类似项目的管理提供了有益的经验。随着施工技术的持续发展与管理模式的不断创新,路桥交通工程的施工管理将逐步实现更高效、更科学的运作,推动行业向更高的发展水平迈进。

【参考文献】

- [1] 郑惠. 影响路桥交通工程施工管理的主要因素及策略分析[J]. 内蒙古公路与运输, 2022(4): 49-52.
- [2] 罗小龙. 影响路桥交通工程施工管理的主要因素及其策略[J]. 人民交通, 2019(1): 90.
- [3] 梁磊. 路桥交通工程施工管理影响因素及策略探究[J]. 四川建材, 2020, 46(7): 174-175.
- [4] 吕彬. 影响路桥交通工程施工管理水平的主要因素及对策研究[J]. 运输经理世界, 2024(15): 61-63.

作者简介: 李威(1991.6—), 男, 路桥中级职称, 籍贯: 湖北省麻城市。

公路隧道土建结构病害养护处治策略与实践探索

张煦

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210002

[摘要]公路隧道土建结构在长期运营过程中,受环境、交通等因素的影响,常出现裂缝、渗漏、沉降等病害问题。为确保隧道的安全性和使用寿命,需对其进行定期养护与处治。结合实际案例,通过对隧道结构病害的分类、成因分析及养护方法进行探讨,尤其针对隧道土建结构渗漏水提出了一系列针对性养护处治措施。实施这些措施能有效延缓结构老化,提升隧道运行的安全性和稳定性。

[关键词]公路隧道; 土建结构; 养护处治策略; 安全性

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15078

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Exploration and Practice of Maintenance and Treatment Strategies for Civil Structure Diseases in Highway Tunnels

ZHANG Xu

Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210002, China

Abstract: During the long-term operation of highway tunnel civil structures, problems such as cracks, leakage, and settlement often occur due to environmental and traffic factors. In order to ensure the safety and service life of the tunnel, regular maintenance and treatment are necessary. Based on practical cases, this paper discusses the classification, cause analysis, and maintenance methods of tunnel structural diseases, and proposes a series of targeted maintenance and treatment measures, especially for the leakage of tunnel civil structures. Implementing these measures can effectively delay structural aging and improve the safety and stability of tunnel operation.

Keywords: highway tunnels; civil engineering structure; maintenance and treatment strategies; safety

引言

随着公路隧道的广泛应用,隧道土建结构病害问题逐渐凸显,给隧道的安全运营带来了巨大的挑战。裂缝、渗漏、沉降等病害,不仅影响通行安全,还可能导致维修成本的不断攀升。如何有效预防和处置这些病害,成为当前公路隧道管理中的一项关键任务。通过深入分析隧道结构病害的成因与特点,探索科学的养护和处治策略,不仅能延长隧道使用寿命,还能确保公路交通的安全高效运行。

1 公路隧道土建结构病害现状与分类

公路隧道作为重要的交通基础设施,在长期运行过程中,由于受环境因素、交通荷载、地质条件等多种因素的影响,土建结构病害问题日益突出。隧道结构病害的类型多种多样,常见的包括裂缝、渗漏、沉降、混凝土老化等问题。这些病害不仅影响隧道的安全性和稳定性,还可能加速结构老化,增加维护成本,严重时甚至可能导致隧道的使用寿命缩短,威胁交通的正常运行。因此,识别并分类隧道土建结构病害,成为隧道管理和养护中的一项重要任务。

裂缝是公路隧道中最常见的土建结构病害之一,主要由荷载作用、地质变化、温度变化等因素引起。裂缝的发生通常会导致水渗透,使得隧道内部环境恶化,进一步加剧混凝土的腐蚀,甚至影响到隧道的结构稳定性。此外,隧道内部的排水系统如果设计不当或老化,极易出现渗漏

现象,水分长期浸泡可能导致混凝土的膨胀和脱落,形成严重的病害。沉降问题也是公路隧道常见的病害之一,尤其是在地质条件复杂或者隧道开挖不当的情况下,沉降不仅会影响隧道结构的安全性,还会导致隧道线形的变化,影响交通安全。

针对不同类型的病害,其成因各异,影响因素较为复杂。外部环境条件如地下水位变化、气候波动、地震等自然因素都会直接或间接导致土建结构的损坏。施工过程中,若设计不合理或施工质量不达标,隧道的结构抗压性、抗裂性等性能将会大打折扣。此外,隧道长时间的交通荷载以及车辆频繁通过,也会使得隧道结构承受持续的压力,增加了病害发生的风险。隧道病害的分类与成因分析,是有效开展养护和处治工作的基础。通过准确识别病害类型并深入分析其成因,可以为后续的养护方案提供科学依据。

随着隧道使用年限的增加,病害问题将愈加突出,对隧道的养护管理提出了更高的要求。对公路隧道土建结构病害的现状与分类进行深入分析,有助于制定针对性的养护策略,延长隧道的使用寿命,确保其在长时间运营中的安全性和稳定性。这不仅对提升隧道的综合效益具有重要意义,也为保障道路交通安全提供了有力支持。

2 隧道结构病害的成因分析

隧道结构病害的成因复杂多样,主要受到环境、施工

质量、设计因素以及使用过程中荷载的共同作用。首先环境因素对隧道结构的影响非常显著。地下水的渗透和湿度的变化容易引发混凝土的腐蚀,尤其在地下水位较高或长期暴露在水分环境中的隧道,水分的不断侵蚀会导致钢筋锈蚀,进而降低混凝土的抗压强度。温度变化和气候波动也是导致隧道结构病害的一个重要因素,尤其在寒冷地区,水分进入裂缝后冻胀作用加剧了混凝土的破裂。此外,地下隧道开挖过程中,土壤的湿度、温度、压力等因素变化也会对隧道的结构稳定性造成影响。

隧道建设中的设计与施工质量问题是结构病害的重要成因。在设计阶段,若未充分考虑隧道所处的地质环境和未来的交通荷载变化,可能导致隧道的结构不够合理,无法有效承受长期运营中的压力。例如,设计不合理的排水系统会导致积水无法及时排出,长时间的水积累容易引发混凝土的膨胀和剥落。施工阶段,若施工技术不过关或材料质量不达标,也会直接影响隧道的使用寿命。比如,施工过程中浇筑不密实、养护不到位,都会导致混凝土强度不够,增加了结构损坏的风险。

隧道长期使用中的荷载作用和老化现象也是导致结构病害的重要因素。隧道在使用过程中,车辆荷载持续作用于隧道结构,尤其是超载车辆的通行,会对隧道的承载能力造成很大压力,导致结构的变形、裂缝甚至沉降。长期的交通流量增加和交通荷载超标,可能使隧道出现不可逆的结构变形,影响整体安全性。另外,随着时间的推移,隧道的材料老化和功能下降也是病害的重要原因。即便隧道的设计和施工质量较好,但在长时间的运营过程中,结构材料也会逐渐退化,导致其承载能力逐步下降,形成裂缝、渗漏等病害。因此,隧道结构病害的成因是多方面的,涵盖了环境影响、设计施工问题以及长期荷载作用等因素。了解这些成因并进行深入分析,有助于更好地制定针对性的养护和修复方案,延长隧道的使用寿命,保障交通的安全性和隧道结构的稳定性。

3 公路隧道土建结构的常见病害及其影响

公路隧道土建结构的常见病害种类繁多,其中裂缝、渗漏、沉降和混凝土老化是最为典型的几种。裂缝是隧道土建结构中最常见的病害之一,通常由外部荷载、温度变化、地质沉降等因素引起。裂缝的出现不仅直接影响隧道的美观,还可能成为水渗透的通道,导致进一步的腐蚀和损坏。裂缝的加剧可能导致混凝土内部钢筋锈蚀,使结构强度降低,从而增加了维修和加固的难度。隧道中的裂缝如果得不到及时修复,可能引发更为严重的结构性损伤,影响隧道的安全性和长期使用。

渗漏问题是隧道结构病害中另一个常见且影响深远的隐患。隧道内的渗漏主要由结构裂缝、排水系统设计不当或老化引起。渗漏水不仅能加速混凝土和钢筋的腐蚀,还会影响隧道内部环境的湿度,造成设备设施的损坏,增

加了隧道养护的难度。特别是地下水丰富的地质条件下,渗漏问题尤为严重,渗漏水长时间侵蚀结构表面,可能导致混凝土的表面剥落,降低整体承载能力。此外,渗漏水的积聚还会对隧道的通行安全产生威胁,尤其是在低温环境下,渗漏水可能结冰,影响路面的摩擦系数,增加交通事故的风险。

沉降问题也是公路隧道常见的结构性病害之一,尤其是在地质条件复杂或隧道建设过程中未充分考虑地质因素时,沉降现象会更为显著。隧道的沉降可能会导致隧道线形发生变化,影响交通安全。沉降带来的不均匀沉降会加剧隧道结构的变形,可能导致局部区域承载能力下降,进一步引发裂缝和变形,影响整体稳定性。随着沉降的持续,隧道结构的应力状态发生变化,可能导致更多的病害产生。尤其在隧道运行多年的情况下,沉降效应逐渐积累,可能形成较为严重的局部变形,需要通过加固等措施进行修复。

综上所述,公路隧道的常见病害如裂缝、渗漏、沉降等,都会对隧道的结构安全和使用寿命产生深远影响。裂缝不仅影响美观,还可能成为水渗透的渠道,渗漏水存在则加剧了腐蚀和设备损坏,沉降问题则可能导致隧道变形,影响交通安全。识别和修复这些病害,不仅能确保隧道的结构安全,还能有效延长隧道的使用寿命,减少后期维护成本。

4 隧道渗漏水病害处治技术措施

隧道病害的养护与处治技术措施中,针对渗漏问题的处理是一个至关重要的环节。渗漏通常是由于隧道的外部防水层失效、结构裂缝或周围地下水渗透所引发,长时间的渗水不仅会降低隧道的耐久性,还可能导致结构腐蚀、电气设施损坏等安全隐患。因此,针对渗漏的修复需要采取科学的技术措施。

首先,渗漏的检测和定位是处治的前提。在隧道病害的养护过程中,利用利用相关的无损检测技术,精确定位渗漏源和渗漏路径,避免过度修复和浪费材料。对于渗漏的检测和评估,应结合隧道的实际情况,选择适合的检测工具和技术,以确保准确性。

一旦确定渗漏位置,常见的处理方法包括注浆加固法和表面防水修复法。注浆加固法是一种通过向渗漏部位注入高压浆料(如水泥基浆料、环氧树脂等)来填充空隙,封闭裂缝,防止水分进一步渗透的技术。注浆材料选择时,要根据渗漏部位的性质、结构的需求以及环境的变化来决定。例如,对于软土层和砂层,注浆材料需要具备较强的渗透性和凝固性,以确保水分不再渗透;而对于硬化混凝土和岩层,则需要选择具备较高强度和抗压性能的材料。

另外,对于表面修补,采用的材料通常是防水涂料或高分子复合材料,这些材料可以形成一层有效的屏障,避免水分浸入结构内。此方法常用于隧道暴露在外部的结构层修复,尤其是在隧道外表面已有明显裂缝或水渗透的情

况下。通过涂刷防水材料，不仅能够有效封闭渗水路径，还能增强隧道表面的抗冻性和抗老化能力，提高隧道的长期使用性能。

对于渗漏较为严重或难以通过常规修复技术解决的情况，可以考虑采用更为先进的技术手段，例如气压注浆技术或注入膨胀性胶体材料。这些材料具有较强的自愈能力，能够在接触水后发生膨胀，封闭裂缝，从而防止渗漏现象的发生。此外，部分隧道在水压较高或地下水渗透强度较大的情况下，还可以考虑增设内衬系统，例如采用聚氯乙烯（PVC）或高密度聚乙烯（HDPE）板等防水材料，为隧道提供额外的防水保护层。

为确保渗漏问题的长效解决，定期检查和养护是必不可少的措施。隧道养护过程中应设置专门的防水监测系统，实时监控隧道的渗漏情况，提前发现潜在的病害隐患。通过综合采取裂缝修补、注浆加固、表面防水涂层修复等技术手段，可以有效防止渗漏问题的反复发生，延长隧道结构的使用寿命，确保隧道的安全运营。

5 公路隧道养护管理的优化策略与实践

公路隧道养护管理的优化策略与实践是确保隧道安全性、延长使用寿命并降低维护成本的关键。养护管理的优化需要建立科学的监测和评估体系，通过定期检查和实时监控隧道的结构健康状态，及时发现潜在病害。常见的监测方法包括裂缝监测、沉降监测和渗漏监测等，通过设置传感器和数据采集系统，可以实现对隧道结构的全方位实时监控。与此同时，利用智能化设备和大数据技术，能够快速识别隧道病害的类型和发展趋势，为养护管理决策提供依据。通过对隧道结构健康状态的定期评估，可以制定更为合理的养护计划，避免盲目和重复性的维修工作。

养护管理的优化还需要加强隧道病害的预防与早期干预，减少大规模修复所带来的高成本和安全隐患。通过引入先进的养护技术，可以提高病害处治的效率和精准性。例如，采用自愈合材料进行裂缝修补，能够在裂缝出现的初期进行自我修复，延缓病害的进一步发展。智能排水系统可以根据实时监测数据自动调节排水量，防止水分积聚导致的渗漏问题。这些技术手段不仅能够提高养护效率，还能降低人工成本和材料浪费，从而实现更加精细化和科学化的养护管理。

优化隧道养护管理还需要加强养护人员的专业培训

与管理，提升整体养护队伍的技术水平和响应能力。随着隧道病害类型的日益复杂，养护人员不仅要掌握基本的维修技术，还需熟悉新型修复技术和设备的使用。此外，优化养护管理还需要建立完善的应急预案和响应机制，在发生突发病害或灾害时，能够迅速调动资源进行修复，最大程度降低对隧道运营的影响。合理安排养护周期和优先级，确保对影响安全性和运营效率的病害进行及时处理，进而保障隧道在长期运营中的安全稳定。

综上所述，公路隧道养护管理的优化策略包括科学监测、病害预防、技术创新和人员培训等方面。通过整合先进技术与管理方法，不仅提升了养护效率和精准度，还能延长隧道使用寿命，确保安全运行。这些优化措施将为隧道的可持续发展提供有力支持，推动公路隧道管理水平不断提升。

6 结语

公路隧道土建结构的病害防治与养护管理对保障隧道安全性、延长使用寿命至关重要。通过科学的监测和评估、先进的修复技术及精细化的养护管理，可以有效预防和处治各类病害，确保隧道长期稳定运营。未来，随着技术的不断进步，隧道养护管理将更加智能化和精细化，为交通安全和公共基础设施的可持续发展提供有力支持。只有持续优化养护管理策略，才能应对隧道面临的各种挑战，确保其在复杂环境中的安全性与高效运行。

[参考文献]

- [1]夏铃.公路隧道养护管理信息及其技术评价系统研究[D].重庆:重庆交通大学,2011.
 - [2]《高速公路隧道结构安全养护管理系统研究开发》课题组.高速公路隧道结构安全养护管理系统研究开发[J].广东公路交通,2012(3):152-154.
 - [3]王立琛.高速公路隧道土建结构建设通病与后期养护对策[J].住宅与房地产,2019(34):184.
 - [4]魏拓.在役公路隧道定期检查及养护科学决策研究[J].北方交通,2024(7):58-61.
 - [5]陈园园,项彦茂,李俊,等.公路隧道土建结构病害分析及养护建议[J].工程技术研究,2024,9(8):124-127.
- 作者简介:张煦(1993.11—),男,河南工业大学;土木工程专业,江苏现代路桥有限责任公司,中级工程师(土木工程施工)。

人工智能在公路路面病害自动识别中的应用研究

王 薇

陕西省西安市公路局, 陕西 西安 710003

[摘要]在日常养护路面病害识别方面, 大多采用肉眼观测实际路面的方式, 随着科技的发展, 为降低劳动强度, 发展为利用路面影像人工判读进行病害识别。无论怎样, 人工用肉眼识别病害都存在漏检现象, 准确率低, 工作效率低。为解决此问题, 以人工智能代替肉眼进行路面病害识别, 并进行路面病害的可视化管理。基于人工智能的路面病害自动识别系统研发与应用, 显著提升了路面病害识别效率, 为路面病害自动化识别技术的发展做出了贡献, 提高了养护管理科技水平。

[关键词]人工智能; 公路路面; 病害自动识别; 应用

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15072

中图分类号: U41

文献标识码: A

Research on the Application of Artificial Intelligence in Automatic Identification of Road Surface Diseases

WANG Wei

Xi'an Provincial Highway Bureau, Xi'an, Shaanxi, 710003, China

Abstract: In the daily maintenance of road surface disease identification, the method of observing the actual road surface with the naked eye is mostly used. With the development of technology, in order to reduce labor intensity, it has been developed to use manual interpretation of road surface images for disease identification. No matter what, there is always a phenomenon of missed detection when manually identifying diseases with the naked eye, with low accuracy and low work efficiency. To solve this problem, artificial intelligence is used instead of the naked eye for road surface disease recognition, and visual management of road surface diseases is carried out. The development and application of an automatic recognition system for road surface diseases based on artificial intelligence have significantly improved the efficiency of road surface disease recognition, contributed to the development of automatic recognition technology for road surface diseases, and improved the level of maintenance management technology.

Keywords: artificial intelligence; road surface; automatic identification of diseases and pests; application

引言

随着城市化进程的加快及交通需求的不断增长, 公路作为现代交通网络的重要组成部分, 其养护管理的质量对道路的安全性、通行能力及使用寿命起着至关重要的作用。在公路养护管理中, 路面病害作为常见的难题, 随着时间的推移, 逐渐增多。交通安全不仅受其影响, 养护成本也因此增加。依赖于人工巡查和手工记录的传统路面病害检测方法, 存在效率低、准确性差及工作量大的问题, 尤其是在面对大规模路网时, 这些传统方式已无法满足日益增长的检测需求。由此, 如何在保证高效率的同时, 精确识别路面病害, 成为了亟需解决的核心问题。近年来, 人工智能技术, 尤其是机器学习、深度学习及图像识别技术的迅速发展, 为公路路面病害的自动识别提供了可能性。利用计算机视觉与图像处理算法, 基于人工智能的路面病害自动识别技术, 对路面图像或视频数据进行自动化分析与分类, 从而实现了高效且精确的病害检测。与传统方法相比, 检测效率得到了显著提升, 识别准确度也大幅提高, 病害的早期发现与精准定位得以实现, 为公路养护的精细化管理奠定了基础。本文将探讨人工智能在公路路面病害自动识别中的应用, 分析其在实际应用中的优势与挑战, 并通过

实验验证该技术在提升检测效率与准确性方面的实际效果。

1 公路路面病害类型与特点

1.1 常见路面病害

公路路面病害种类繁多, 常见的病害包括裂缝、坑槽、车辙、隆起以及沉陷等。这些病害的形成通常受到多种因素的影响, 诸如交通荷载、气候变化、施工质量不达标或养护不及时等。裂缝, 作为最为常见的病害之一, 通常可分为纵向裂缝、横向裂缝及斜裂缝。产生的原因, 可能与温度变化、路基沉降或交通压力过大等因素密切相关。坑槽, 表现为路面局部沉降, 严重时, 行车安全可能会受到威胁, 尤其是在车流量大或排水不良的路段, 较为常见。车辙, 由重型车辆长期反复碾压所导致的纵向凹槽, 尤其在沥青路面上, 显得更加显著。隆起, 则是路面局部出现的凸起现象, 通常由冻胀、路面材料不均匀或基础不稳定等原因引起。沉陷, 表现为路面局部或整体的下沉, 通常与地基沉降不均匀或排水问题相关。

1.2 路面病害的检测难点

公路路面病害的检测面临诸多挑战, 其中之一为病害的多样性与复杂性。不同类型的病害, 其表现形式各异, 发展过程也各不相同, 如裂缝、坑槽及车辙等。每种病害

不仅在形态上有所差异,且其病变的程度与范围亦各不相同。此外,许多路面病害具有渐进性,初期表现通常较为微小或隐蔽,传统人工检测方法往往难以及时发现这些早期症状。另一方面,路面病害的发生,与外部环境因素密切相关,如气候变化、交通荷载以及地基条件等。由于这些因素的波动,病害的形成过程充满了不确定性,进一步增加了检测工作的难度。现有的人工检测方法,也面临一定的局限性^[1]。由于依赖于人为经验,人工巡查不仅效率较低,且容易受到检测人员主观判断的影响,致使检测结果难以保证全面性与精准性。随着公路规模的不断扩大及交通压力的日益增加,传统的检测手段已逐渐显得不足以满足需求,亟需更为科学、高效的自动化检测方法,以提高检测的准确性与效率。

2 基于人工智能的病害识别方法

2.1 人工智能技术在病害识别中的应用框架

基于人工智能的路面病害识别方法在公路检测中的应用,涉及数据采集、预处理、特征提取、模型训练与优化以及结果评估与反馈等关键环节。作为人工智能病害识别的基础,数据采集通常依赖于高精度传感器与高清摄像设备,路面图像或视频数据被收集。这些数据,为后续的分析与识别提供了原始信息。接下来的数据预处理阶段,通常包括去噪、图像增强及尺寸归一化等处理,确保采集到的原始数据能够顺利应用于后续分析。在此基础上,特征提取环节,将原始数据转化为具有代表性的特征。常用的计算机视觉技术,如边缘检测、纹理分析等,能有效提取出病害的关键视觉特征,例如裂缝的宽度、深度及方向等。特征提取后,依据所提取的特征,适当的人工智能模型将被选择进行训练,常见的模型包括深度卷积神经网络(CNN)、支持向量机(SVM)及决策树等。通过大量标注数据的学习,模型能够逐步掌握不同病害的特征,并在分类与预测方面逐步提高准确性。模型训练完成后,优化通常还需进行,以提升其在实际应用中的稳定性与准确度。最终,在病害识别结果的评估与反馈阶段,模型的识别结果将通过与人工检测结果对比进行验证。通常,准确率、召回率、F1值等性能指标将被使用来评估其效果,依据评估结果,模型性能将进一步优化。

2.2 基于图像识别的路面病害识别方法

基于图像识别的路面病害检测方法,作为人工智能技术在公路病害识别中的关键应用之一,已被广泛采用。路面表面图像数据,通常通过高清摄像设备或无人机等工具进行采集,随后,通过计算机视觉技术对这些图像进行处理与分析,进而实现路面病害的自动识别。具体而言,图像识别方法的第一步,通常是图像预处理,包括去噪、增强对比度及灰度化处理等,以提升图像质量并消除拍摄过程中的干扰。接下来,通过特征提取算法,重要的信息与路面病害相关,例如裂缝的长度、宽度、深度,坑槽的形

状等,将从图像中提取出来。边缘检测、纹理分析、角点检测等技术手段,常用于获取这些信息,将原始图像转化为机器能够理解的结构化数据。基于这些特征,深度学习中的卷积神经网络(CNN)等模型,将用于对提取的特征进行分析与分类。图像中的特征模式,CNN能够自动学习,并准确识别不同类型的病害,如裂缝、坑洞及车辙等。相较于传统的人工检测方法,基于图像识别的检测技术,具有高效、快速及非接触式等显著优势。快速巡检大规模路段,能够减少人为误差,且能够显著提高病害检测的精度与可靠性。此外,图像识别方法,能通过实时监控系统,动态跟踪路面病害的演变过程,为路面养护与维修提供精准的数据支持,从而优化养护资源的配置与管理。

2.3 基于机器学习的病害分类与预测模型

基于机器学习的路面病害分类与预测模型,作为人工智能在公路病害识别中的重要应用,已得到广泛关注。通过构建数学模型及算法,利用大量历史数据进行训练,能够实现针对不同类型路面病害的分类与预测。通常,机器学习模型的构建需要收集包含病害类型、严重程度、位置以及相关环境因素的标注数据。在数据预处理阶段,清洗、标准化与归一化等处理,原始数据需经过,以确保输入数据的一致性和准确性。接下来,通过选择适当的特征,模型训练可采用监督学习或无监督学习的方法。常用的监督学习算法,包括支持向量机(SVM)、随机森林(RF)及决策树(DT)等,能够通过分析标注数据中的规律,自动识别不同类型的路面病害并进行分类。对于复杂病害类型的识别,深度学习方法,尤其是基于神经网络的深度神经网络(DNN)与卷积神经网络(CNN),也开始得到广泛应用。这些方法,通过多层次网络结构,能够自动提取复杂的特征,从而提高识别准确性^[2]。除了分类功能,机器学习方法,还能够预测病害的发展趋势。通过回归分析或时间序列预测模型,结合历史数据与环境因素,能够预测某一病害的扩展趋势或修复周期,为路面养护提供科学依据。通过这一方法,机器学习能够帮助工程师提前识别潜在的路面病害风险,优化养护决策,从而降低维修成本、延长路面使用寿命,同时提升公路的安全性与舒适性。

2.4 深度学习在路面病害识别中的应用

深度学习在路面病害识别中的应用,凭借其强大的自动特征提取能力,已被证明是人工智能领域中最领先且高效的技术之一。特别是卷积神经网络(CNN),其多层次的神经网络结构,能够自动从大量原始数据中学习并提取复杂的高层特征,使得它在图像识别任务中展现出了卓越的性能。对于路面病害识别,深度学习方法能够实现对面图像数据的端到端处理,整个过程从输入图像到最终分类或定位结果,均由神经网络自动完成,从而大幅减少了人工干预与特征工程的复杂性。具体而言,图像数据,首先通过网络初层卷积层进行处理,基本的低级特征,如边缘、

纹理及角点等,将被提取。随后,经过多层卷积与池化操作后,网络逐步构建出对复杂病害类型(如裂缝、坑洞、车辙、沉降等)的高级表示。在这一过程中,关键信息的识别,无需人工预设特征,网络能够自主完成,从而展现出对多种路面病害的高效识别能力。在深度神经网络的训练过程中,借助大量标注数据与高性能计算资源的结合,模型的权重参数能够不断优化,从而提升识别的准确性与鲁棒性。相比传统的机器学习方法,深度学习能够更好地应对病害识别中的复杂场景,例如不同光照条件、拍摄角度以及环境变化等因素的影响。此外,深度学习还可应用于病害的定位与量化分析,裂缝的宽度、深度,或坑槽的面积等,能够被精确测量。这对于路面养护决策与修复方案的制定,具有重要意义。

3 实验与结果分析

在实验与结果分析部分,主要通过对比不同人工智能算法在路面病害识别中的表现,评估其在实际应用中的有效性与精度。实验流程通常包括数据准备、模型训练、验证以及性能评估等环节。数据准备阶段,首先,大量的路面病害图像数据被采集,并进行标注,确保数据涵盖各种病害类型,同时考虑到不同的拍摄角度、光照条件及天气因素,从而增强模型的泛化能力。随后,合适的人工智能算法,如卷积神经网络(CNN)及其他深度学习模型,便被选中进行训练。在模型训练过程中,数据增强技术的常用,以扩大训练集的多样性,并进行不同模型及参数设置的对比,力求找到最优的识别效果。实验环节中,交叉验证与测试集的使用,确保了模型在未知数据上的表现稳定。在评估模型时,准确率、精确率、召回率、F1值及ROC曲线等多个指标,通常用于全面衡量模型的性能,尤其是在处理复杂病害类型及细节时的能力。实验结果表明,基于深度学习的模型,在识别病害时,相较于传统图像处理方法,展现出了更高的准确性与鲁棒性。通过自动特征提取,深度神经网络,尤其在高噪声环境下,能够准确识别并定位各种病害区域,展现了明显的优势。然而,当数据集较小或标注信息不充分时,模型的效果便有所下降,这提示数据的质量与数量,对于模型性能的影响,具有重要意义。通过对不同模型与技术的对比,实验结果揭示了深度学习在路面病害识别中的潜力与局限性^[3]。在处理大规模路面数据时,深度学习方法,不仅能在高效率下保持较高的识别精度,而且对于某些复杂或微小病害的识别,仍需结合其他技术进行优化。

4 公路路面病害自动识别技术的应用前景

随着人工智能与机器学习技术的迅猛发展,公路路面病害自动识别技术在近几年展示了巨大的应用潜力。随着交通量的持续增长及公路使用年限的延长,路面病害的检

测与维护,已成为公路管理中的重要任务。效率较低的传统人工检测方法,且容易受到人为因素的影响,导致识别精度的不足。相比之下,显著提高路面病害检测的准确性与效率,减少人工巡查的工作负担,及时发现潜在的病害问题并提前预警的任务,能够通过基于人工智能的自动识别技术完成,为公路的维护管理提供科学且精准的支持。随着深度学习及图像识别技术的不断进步,基于人工智能的路面病害识别技术,正逐步从实验阶段迈向实际应用。未来,广泛应用于公路日常巡检与灾后恢复工作,尤其是在偏远地区或交通繁忙的城市道路上,便有望这项技术在无人机、自动驾驶车辆或地面移动平台上,通过采集路面数据,实时进行病害检测与分析。这不仅能够大幅提升检测的覆盖范围,还能确保检测过程的实时性与高效性^[4]。此外,随着数据采集技术的不断提升,路面病害识别技术,将有望与其他公路管理系统实现更高层次的协同工作。结合大数据分析,人工智能系统,能够为路面病害的预测与修复提供数据支持,进一步实现病害发展过程的动态预测与管理。长期来看,成为智能交通系统重要组成部分的公路病害自动识别技术,将推动公路管理向数字化与智能化的方向发展。

5 结语

人工智能技术在公路路面病害自动识别中的应用,展现出显著的优势,能够显著提升检测效率与准确性,降低人工成本,并为公路养护提供有力的技术支持。通过图像识别、机器学习及深度学习等先进技术,能够快速准确地发现路面病害,自动识别系统的精度与及时性得以增强,进一步优化养护工作的质量。然而,当前仍面临若干挑战,包括数据采集的质量、算法优化的难度以及系统在不同环境条件下的适应性问题。随着技术的不断发展与进步,越来越重要的作用,人工智能将在公路病害检测中发挥,为公路养护的智能化与高效化,提供强有力的支撑。

[参考文献]

- [1]余俊,吴海军,王武斌,等.基于深度学习的公路路面病害智能化检测系统[J].公路工程,2022,47(5):71-77.
- [2]赵云.高速公路路面病害成因及养护施工技术研究[J].运输经理世界,2024(29):116-118.
- [3]丁攀,翟晓成,苟晓锋,等.基于AI的路面病害自动识别系统研发与应用[J].公路,2024,69(9):336-342.
- [4]吴加伦.基于公路快检图像的路面病害智能检测方法研究[D].江苏:东南大学,2023.

作者简介:王薇(1981.8—),女,毕业院校北京交通大学,学历本科,所学专业公路工程管理,职务工程师,职务工程师及所在职务的年限工程师三级4年,职称级别10级。

公路桥梁施工中的应力监测与安全管理

李宏伟

山东高速工程建设集团有限公司, 山东 济南 250000

[摘要] 公路桥梁施工中, 应力监测与安全管理对确保工程质量和施工安全至关重要。施工过程中, 桥梁结构面临不同的外力作用, 导致应力变化, 可能引发安全隐患。常见的应力监测方法包括应变片法、光纤传感法等, 这些技术可实时采集桥梁的应力数据, 及时发现潜在问题。同时, 科学的安全管理体系能有效识别施工过程中的安全风险, 并采取相应的控制措施。优化应力监测与安全管理可提升桥梁施工安全性, 减少事故, 确保工程顺利完成。

[关键词] 公路桥梁; 应力监测; 安全管理; 智能化技术; 施工安全

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15068

中图分类号: U445.4

文献标识码: A

Stress Monitoring and Safety Management in Highway Bridge Construction

LI Hongwei

Shandong Hi-speed Engineering Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: Stress monitoring and safety management are crucial for ensuring engineering quality and construction safety in highway bridge construction. During the construction process, the bridge structure is subjected to different external forces, resulting in stress changes that may pose safety hazards. Common stress monitoring methods include strain gauge method, fiber optic sensing method, etc. These technologies can collect real-time stress data of bridges and detect potential problems in a timely manner. Meanwhile, a scientific safety management system can effectively identify safety risks during the construction process and take corresponding control measures. Optimizing stress monitoring and safety management can enhance the safety of bridge construction, reduce accidents, and ensure the smooth completion of the project.

Keywords: highway bridges; stress monitoring; safety management; intelligent technology; construction safety

引言

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分, 其施工安全直接关系到交通畅通与人民生命财产安全。然而, 桥梁施工过程中面临多种安全管理挑战, 如结构受力复杂、施工环境不确定等。应力监测技术在实时掌握桥梁应力状态、预防安全隐患方面发挥着关键作用。国内外在桥梁施工中的安全监测技术已有一定发展, 但仍存在数据精度不足、实时性差等问题。文章通过分析应力监测技术与安全管理体系的现状与发展趋势, 旨在提出优化措施, 提升桥梁施工安全性与施工质量。

1 公路桥梁施工中的应力监测技术

1.1 应力监测的基本原理与方法

应力监测是通过技术手段实时监测桥梁施工过程中结构所承受的应力和变形, 以确保结构安全。桥梁施工期间, 外力和内部反应可能导致裂缝或变形, 因此及时有效的应力监测至关重要。常见的应力监测技术包括应变片法和光纤传感法。应变片法通过粘贴应变片在结构表面, 测量形变并转换成应力数据, 适用于传统桥梁监测。光纤传感法利用光纤传输特性, 适合大范围高精度监测, 特别是在复杂施工环境中。监测系统由传感器、数据采集单元和数据分析系统组成, 传感器实时采集数据并传输至数据采

集单元, 最终通过数据分析系统进行处理, 及时发现潜在的安全隐患^[1]。

1.2 桥梁施工过程中应力监测的关键点

在桥梁施工过程中, 应力变化呈现阶段性特征, 尤其在结构安装和负载逐渐增大的过程中, 往往伴随有明显的应力变化。关键施工阶段如桥墩施工、梁体架设及桥面铺设等, 均需密切监测应力状态, 以确保结构的稳定性和安全性。应力监测的重点区域包括桥墩、桥面以及接缝等重要部位。桥墩是承载主要荷载的部位, 其应力变化直接关系到桥梁的整体稳定性; 桥面受交通荷载及环境变化影响, 应力分布复杂; 接缝处常常为应力集中区域, 容易发生裂缝或破坏。因此, 这些部位的监测至关重要。环境因素如温度、湿度和风力等会影响桥梁应力, 需综合考虑这些因素对监测数据的干扰。

1.3 应力监测数据分析与评估

应力监测数据的采集与处理是确保监测准确性和可靠性的关键。数据采集过程中需确保传感器精度, 并通过合适的时间间隔进行数据记录, 以便获取连续的应力变化趋势。数据处理方法包括噪声滤波、数据平滑以及基于数学模型的插值等, 确保获得高质量的应力数据。应力分析模型的建立与验证是数据分析的核心步骤, 常通过有限元

分析等数值模拟手段，对监测数据进行验证和对比，判断监测数据的合理性。最终，通过应力监测结果进行安全评估与预测，评估桥梁的安全状态，并及时作出调整和加固措施，防止结构失稳或发生灾难性事故。这些评估模型可以根据实际情况进行动态调整，形成预警机制，确保桥梁施工的安全与稳定。

2 桥梁施工中的安全管理体系

2.1 安全管理体系的组成与框架

桥梁施工的安全管理体系通常包括风险识别、控制措施、应急响应、监督检查等多个环节。安全管理的基本内容包括施工过程中的危险源识别、风险评估、作业安全措施的制定与执行、事故应急预案的编制与实施等。实施流程从项目立项阶段开始，经过详细的安全计划制定、现场实施、监督检查和安全评估等步骤，形成闭环管理。桥梁施工安全管理的特殊性主要体现在复杂的施工环境和多变的施工工序上，如高空作业、大型机械设备操作及恶劣天气等因素，因此，安全管理必须针对具体情况进行调整。常见的安全管理体系如 ISO 45001，要求通过系统性方法识别、评估和控制安全风险，确保工人健康与施工安全。

2.2 安全风险评估与控制措施

桥梁施工中的主要安全风险来自施工设备、施工环境及作业人员的操作不当。设备故障、吊装失误、高处作业的坠落、混凝土浇筑过程中的人员伤害等均为潜在隐患。施工环境方面，气候变化、地质条件不稳定等也可能导致事故发生。风险评估方法包括定性分析与定量分析，定性分析通过专家判断和经验识别风险，定量分析依赖历史数据与概率分析量化风险。根据评估结果，采取相应的控制措施，如加强设备检查、合理安排工序、为高风险岗位提供安全培训等，以降低事故发生的可能性^[2]。

2.3 安全管理的组织与协同机制

桥梁施工中的安全管理需要一个完整的组织体系，确保各环节有序协调。项目安全管理团队通常由项目经理、安全员、技术负责人和现场安全管理人员组成，确保各层级安全监控与管理到位。不同职能部门之间的协作与沟通至关重要，施工人员、管理人员、监理人员需密切合作，及时反馈安全状况与问题。在桥梁施工中，应急管理同样不可忽视。应急管理体系包括事故预防、应急响应与后期处理，需制定应急预案，明确岗位职责并定期进行应急演练，提高现场人员应急处置能力。有效的协作与组织管理能最大限度减少事故发生，提高施工安全保障能力。

3 应力监测与安全管理的协同作用

3.1 应力监测在安全管理中的角色

应力监测在桥梁施工安全管理中起着至关重要的作用，尤其在安全风险预警方面，能够及时发现结构潜在的应力变化，从而为施工安全决策提供数据支持。通过实时监测桥梁结构的应力和变形情况，能够准确评估施工过程中

中的结构稳定性，及时预测并预警可能的安全隐患，如应力集中或裂缝扩展等。监测数据在安全管理中的应用，不仅帮助决策者及时调整施工方法，还能优化施工安排。例如，监测数据可以揭示高风险区域，为施工人员提供精准的安全防护指导。此外，实时数据监控与反馈机制能够确保监测信息及时传达至管理层和现场人员，实现迅速响应和有效控制，极大提高施工安全性^[3]。

3.2 结合应力监测的安全管理优化策略

结合应力监测技术，桥梁施工中的安全管理可以得到显著优化。基于应力监测数据的安全隐患预警系统是关键组成部分，通过集成传感器和实时数据处理平台，系统能够自动识别潜在的危险信号，如应力异常或变形超标，并及时报警，为施工管理人员提供决策依据。智能化技术，如大数据分析和人工智能，在桥梁施工中逐步得到应用，通过海量数据的分析与学习，能够精准预测施工过程中可能出现的安全问题。此外，桥梁施工中应力监测与安全管理的联合优化有助于实现施工安全的动态管理，通过数据实时监控、智能预警和管理人员的协调行动，有效避免事故发生。

3.3 案例分析：应力监测与安全管理的成功应用

在国内的某大型跨江公路桥梁施工项目中，采用了应力监测技术与安全管理系统的协同工作，取得了显著的成果。该项目在桥梁结构的关键部位安装了光纤传感器与应变片，通过对结构应力和变形的实时监测，及时发现了桥梁在施工阶段出现的局部应力过大问题。监测数据显示，某一桥墩承受的荷载较预期值偏高，系统即时发出警报并通过安全管理平台进行反馈，施工团队根据监测结果调整了施工方案，避免了可能的安全事故。此外，项目还将大数据分析技术与人工智能算法应用于监测数据分析，进一步提高了预警的精准度。通过这一协同机制，该桥梁施工项目实现了零事故的目标，不仅确保了施工安全，还为类似项目提供了宝贵的经验。成功经验表明，应力监测与安全管理融合是提升桥梁施工安全性与效率的关键。

4 桥梁施工中的新技术与发展趋势

4.1 新型应力监测技术的应用前景

随着科技的发展，新型应力监测技术逐渐应用于桥梁施工中，提升了施工精度与安全性。光纤传感技术作为一种新兴的应力监测手段，能够实时、精准地监测桥梁结构的应力变化，具有高灵敏度、耐高温及抗干扰能力强等特点，广泛应用于大跨度桥梁和复杂结构的监测。此外，无人机监测技术的应用也为桥梁施工提供了新的解决方案，利用无人机搭载传感器，能够对难以到达的施工现场进行空中监测，实现全面覆盖。无线传感技术的优势在于其无需布设传统电缆，便于安装、拆卸与移动，尤其适合于动态监测及大范围施工监测。新技术的应用，不仅提高了施工精度，还极大增强了桥梁结构监测的实时性和全面性，

有助于提前发现潜在问题，防止安全事故的发生。

4.2 智能化安全管理的未来发展方向

智能化安全管理系统正在成为桥梁施工管理的重要发展方向。BIM（建筑信息模型）技术在施工中的应用，能够为桥梁施工提供一个完整的数字化转型，通过模拟施工过程，提前识别潜在的安全隐患并优化施工方案。人工智能技术的应用，特别是监控系统中的智能分析功能，使得施工现场的安全管理更加高效和精确。施工现场的实时数据通过云平台进行集中管理，所有数据可以实时上传和分析，确保及时掌握安全动态并做出反应。智能化管理还能够通过大数据分析对施工安全进行预测，进行科学的风险评估与预警，进一步提升施工安全性^[4]。

4.3 绿色施工与应力监测技术的结合

绿色施工理念强调施工过程中的环境保护、资源节约和可持续发展，要求施工中的所有技术和措施都应减少对环境的负面影响。应力监测技术在绿色施工中的应用，除了保证桥梁施工安全外，还应关注其对环境的影响。例如，光纤传感器和无线传感器等新技术，不仅能够提高监测精度，也能减少传统监测设备对环境的干扰，符合绿色施工的要求。此外，绿色技术的应用还将促进施工过程中的能效管理、废物回收等，确保施工过程更加环保。通过优化施工方案、精准控制施工质量与安全，绿色技术可以提升桥梁施工的可持续性，确保长期的安全性与稳定性，推动桥梁工程向更加环保、智能和高效的方向发展。

5 应力监测与安全管理在实际项目中的应用与挑战

5.1 技术手段实现数据实时监控与反馈

在实际公路桥梁施工中，利用先进的应力监测技术可以实现对桥梁结构的实时数据监控。通过布设光纤传感器、应变片和无线传感设备，施工方能够实时采集桥梁结构在不同阶段的应力和变形数据。这些数据通过无线网络实时传输至监控平台，施工团队可以在第一时间掌握桥梁的应力状态，及时发现异常情况。以某大型跨江公路桥梁为例，通过光纤传感技术的应用，施工方能够远程监控桥梁主梁和桥墩的受力情况，确保施工的每一步都在安全可控范围内^[5]。

5.2 现场环境对监测结果的影响及解决方案

桥梁施工现场环境复杂，气候变化、温度波动、施工设备振动等因素都可能影响应力监测数据的准确性。例如，极端天气条件下，温度的变化可能导致传感器的误差，进而影响应力数据的读取。为应对这些挑战，施工单位采取

了多种应对措施。通过加强传感器的校准工作，采用具备高温抗干扰性能的传感器，并结合环境补偿算法进行数据修正，确保监测数据的准确性。此外，现场环境对监测系统的稳定性也是一个挑战，定期维护和校准设备、加强技术人员培训成为关键。

5.3 应力监测系统的稳定性与数据准确性保障

在复杂的施工条件下，确保应力监测系统的稳定性和数据准确性至关重要。在某桥梁施工项目中，由于施工场地的空间限制和施工设备的频繁变化，系统的稳定性面临较大压力。为此，项目团队通过搭建稳定的通信网络，采用高可靠性的无线传输技术，并配备多通道数据备份系统，以应对设备故障或通信中断的情况。此外，数据分析平台还引入了自动化校正和故障检测算法，对监测数据进行实时验证，确保最终的分析结果能够反映桥梁的真实受力状态。这些措施不仅提升了系统的稳定性，也增强了监测数据的可靠性，为桥梁施工安全提供了有力保障。

6 结语

公路桥梁施工中的应力监测与安全管理是确保施工安全与工程质量的关键。随着新技术的不断应用，智能化监测和安全管理体系的协同作用能够显著提升施工过程中的风险预警和决策效率。然而，施工现场环境的复杂性和技术系统的稳定性仍面临挑战，需通过技术创新和优化管理模式加以解决。未来，随着智能化技术和绿色施工理念的深度融合，桥梁施工的安全性、精度和可持续性将进一步得到提升，为工程建设提供更加坚实的保障。

[参考文献]

- [1]唐少英,张瑜.公路桥梁施工中预应力检测技术的应用分析[J].新型工业化,2019,9(3):103-106.
 - [2]傅莉.预应力检测技术在公路桥梁施工中的应用[J].交通世界,2020(12):82-83.
 - [3]唐涛,蔡华俊.公路桥梁施工中应变监测相关技术研究[J].四川水泥,2021(10):263-264.
 - [4]李方甫.桥梁施工应力监测分析与维修加固技术研究[J].北方交通,2021(3):28-35.
 - [5]王林.公路桥梁施工控制及技术研究[A].冶金工业教育资源开发中心.第四届钢铁行业数字化教育培训研讨会论文集[C].冶金工业教育资源开发中心:冶金工业教育资源开发中心,2024.
- 作者简介:李宏伟(1980.8—),男,毕业院校:山东交通学院,专业:土木工程,当前就职于:山东高速工程建设集团,职务:分公司副总经理,职称:高级工程师。

公路路基沉降变形病害与注浆加固技术分析

李平

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要]随着公路交通量的不断增加,路基的沉降变形病害问题逐渐成为影响公路工程质量与安全的重要因素。路基沉降这一病害现象,往往与土壤的物理属性、施工过程的品质以及周围环境的状况等众多要素紧密相连。公路的沉降变形不仅对通行效率造成负面影响,而且可能引发结构性的损坏,进而严重威胁交通安全。在解决此问题的过程中,注浆加固技术,作为一种成熟的地基加固手段,已逐步被广泛应用于公路路基沉降病害的治理实践中。本篇论文将剖析公路路基发生沉降变形的诱因及其后果,深入阐述注浆加固技术的运作机制、优越性、实施步骤和操作流程,并对该技术在实际应用中的成效和所面临的难题进行深入剖析。将理论与实践分析以及案例研究相结合,旨在为公路路基沉降病害问题的解决提供科学依据与技术支撑。

[关键词]公路;路基;沉降变形;注浆加固技术;分析

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15081

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Analysis of Settlement and Deformation Diseases of Highway Subgrade and Grouting Reinforcement Technology

LI Ping

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: With the continuous increase of highway traffic volume, the problem of settlement, deformation and disease of roadbed has gradually become an important factor affecting the quality and safety of highway engineering. The phenomenon of roadbed settlement is often closely related to many factors such as the physical properties of the soil, the quality of the construction process, and the condition of the surrounding environment. The settlement and deformation of highways not only have a negative impact on traffic efficiency, but may also cause structural damage, thereby seriously threatening traffic safety. In the process of solving this problem, grouting reinforcement technology, as a mature method of foundation reinforcement, has gradually been widely applied in the treatment practice of highway subgrade settlement diseases. This paper will analyze the causes and consequences of settlement and deformation of highway subgrades, and delve into the operational mechanism, advantages, implementation steps, and procedures of grouting reinforcement technology. It will also analyze the effectiveness and challenges faced by this technology in practical applications. The combination of theoretical and practical analysis, as well as case studies, aims to provide scientific basis and technical support for solving the problem of highway subgrade settlement diseases.

Keywords: highway; roadbed; settlement deformation; grouting reinforcement technology; analysis

引言

在国家基础设施的序列中,公路扮演着承载关键交通职责的角色。道路运输需求不断攀升,公路建设正逐渐深入至地质条件复杂、基础薄弱等环境,路基沉降变形问题随之愈发凸显。桥梁隧道的稳定性及路面平整度,均可能受到路基沉降变形的严重影响,甚至引发结构安全隐患。在公路建设不断推进的背景下,传统的路基加固手段虽已缓解了路基沉降问题,然而,如何甄选适宜的加固技术已成为亟须克服的关键技术挑战^[1]。地基加固领域的高效经济手段——注浆加固技术,自进入公路工程领域以来,其应用范围日益广泛。采用注浆技术对路基进行处理,有效增强其承载能力,显著降低沉降变形风险,确保路基稳定与持久性能得以维护。注浆加固技术在实际应用中,其效果易受多因素制约。技术执行阶段亦面临诸多挑战,对公路路基沉降形成因及注浆加固技术与公路工程质量间关联的深入剖析,

对确保公路建设品质、维护交通安全至关重要。

1 公路路基沉降变形病害

在公路工程领域,路基在长期荷载影响下所呈现的沉降与不均匀形变,构成了这一行业普遍遭遇且结构复杂的病症之一。路面出现凹陷、裂缝等路基沉降变形现象,不仅影响道路通行安全,更甚者,还会引发桥梁、隧道等附属结构的稳定性危机。沉降变形现象往往与诸多要素紧密相连,其中土壤属性、工程品质及环境状况为主要考量,淤泥、黏土、砂土等构成的软弱土壤,其承载能力较弱,往往在荷载作用下易出现压缩性沉降现象。水分含量、粒径分布以及孔隙结构等土壤特性,均对沉降变形的引发具有显著影响,在软土地带,路基的沉降现象尤为突出。

施工过程中若对土层夯实或加固不充分,抑或填土不均,将引发局部区域沉降变形现象。路基不均匀沉降的成因,诸如施工工艺的缺陷,包括不合理的填土手段以及过

高的填土层,这些因素均可能导致路基出现不均匀沉降现象。路基沉降现象,其成因亦包括环境因素的作用。不良水文地质状况,水位起伏不定,气候因素导致土壤膨胀与收缩,均能显著增强沉降与形变作用^[2]。

2 注浆加固技术概述

以浆液为介质,注入土壤或岩石,注浆加固技术旨在提升地基的力学性能及承载力。治理公路路基沉降变形,注浆技术已成为一项关键的解决策略,土壤结构及物理性质的改变,有效提升了路基的稳定性,显著防止了沉降病害的生成与加剧。地基加固采用注浆方法,涉及将浆液(诸如水泥浆、化学浆、树脂浆等)借助特定注浆装置注入,随后浆液与土壤产生相互影响,以此提升土体的强度与刚度。

注浆加固技术根据施工工艺的不同,可以分为高压注浆、低压注浆和深层注浆等类型。加固深层地基,高压注浆法以其短时高效性,往往能迅速达成预期目标;路基加固工程中,低压注浆技术常被采用以表层或浅层加固,旨在优化土壤渗透性及增强其抗压性能;路基加固过程中,深层注浆技术常被应用于应对沉降或软土问题的大范围处理。在非软土地区及各类极端气候环境,注浆加固技术对于提升路基地基的长期稳定性及承载效能具有显著作用,路基使用寿命与安全性显著提升,土壤沉降变形问题得以大幅减少,注浆技术的应用功不可没^[3]。

3 注浆加固技术在公路路基沉降病害中的应用

在公路路基沉降病害治理过程中,注浆加固技术发挥关键作用,旨在提升路基土体承载力,以阻止或防止沉降变形的发生。在地质条件欠佳的软土及湿陷性黄土地带,注浆加固技术已经成为一项关键的应对策略。土壤的强度与稳定性得以提升,路基力学性能优化,注浆施工手段有效阻遏沉降病害的加剧趋势,软土路基通过注浆加固技术,其承载力得以显著提升。具备高压缩性及弱强度的软土,其大面积沉降现象易于出现,将高浓度浆体注入土壤层,可在较短时日内构建出分布一致的加固带,以此有效降低地面沉降及变形风险。运用深层注浆技术,浆液得以有效渗透至软土层,进而强化土体结构,显著提升软土的承载与沉降性能。

注浆技术在公路路基沉降治理中的应用,能够有效减少路面和路基的裂缝,防止沉降病害引起的路面破坏。路基在沉降变形显著的情况下,特别是在承载重载的交通环境下,不仅会损害路面的平整性,还可能诱发路基裂缝及严重结构损伤。在路基沉降的初始阶段,采用注浆加固技术进行及时干预,能够有效防止沉降状况的加剧,进而保障路基与路面的稳固性。在注浆加固技术的实际运用过程中,遭遇诸多考验。在处理地质条件复杂引发的沉降变形过程中,精确选择注浆材料和控制注浆压力至关重要,若处理不当,将可能导致加固效果不达预期,甚至引发二次沉降。在注浆作业中,对土体扰动及浆液扩散方向实施严

格控制,乃是为了保障加固效果的均一与耐久^[4]。

4 公路路基沉降变形与注浆加固技术的优化

4.1 提高注浆材料的性能

在公路路基沉降变形问题的处理中,注浆加固技术是一项关键手段,其成效显著受到所选用注浆材料及其性能的直接影响。提高注浆材料的性能是确保加固效果的关键措施,不仅能够提升施工质量,还能显著提高加固效果的稳定性和持久性。随着科技的进步,新型注浆材料的研发和应用已成为行业发展的趋势。

针对地质条件与加固需求的不同,注浆材料的选择须因人而异。水泥浆、化学浆以及聚合物浆液等,均构成注浆材料这一类别,各自特性及适用领域各异。在中低强度地基加固中,水泥浆以其卓越的强度和快速硬化特性被广泛采用,然而,其对于湿润土壤或含水量较高的土壤类型,适应性却显得相对不足。针对弥补存在的不足,近期涌现了化学浆及聚合物浆液,其渗透力显著,硬化期延长,在复杂地质环境中的加固性能更胜一筹。例如,土壤颗粒与化学浆液中特定的高分子材料发生互动,此过程涉及一系列化学反应,最终形成一种具有高强度的固体结构,此举显著提升了土壤的稳定性能。

对注浆材料性能的优化,不但需考量其强度与适用范围,更应重视其环境适应能力和耐用程度。在生态环境保护的背景下,一种新型的环保型注浆材料随之诞生,所涉材料低毒环保,降解性能佳,既降低了施工污染,又增强了加固效果的耐久性。例如,某些聚合物浆液,在经历一段硬化过程后,可被自然环境逐步分解,有效避免了土壤的长期污染。在分子化学工程技术不断进步的背景下,新型材料的应用显著提升了加固的精准度,有效规避了传统水泥浆材料可能引发的加固过度的风险^[5]。

在施工阶段,必须确保注浆材料的质量,同时亦需评估其长期应用效能,路基的长期稳定性对注浆材料的抗冻性、抗渗性和耐老化能力提出了关键要求。注浆材料在严寒地带的加固作用易受路基土壤冻融现象影响,其抗冻性能的增强,是确保加固持久性的关键所在。注浆材料在抗渗性与抗腐蚀性方面表现尤为关键,尤其在地表水位较深的地域,地下水对材料的侵蚀作用有可能削弱其功能,进而影响路基加固的成效。

研究注浆材料的性能提升,传统物理化学手段之外,改性技术亦成为领域内的热门研究方向。例如,运用纳米技术对注浆材料进行优化处理,显著提升了其密实度,并有效改善了其渗透及附着性能,从而大幅增强了注浆加固的效果。纳米材料与土壤颗粒之间构筑起稳固的化学纽带与物理桥梁,有效提升了路基的整体加固性能及其耐久性。在注浆材料领域,自愈性研究已成为一项关键课题,通过引入具备自愈能力的物质,确保注浆材料在出现裂缝时能够自行进行修复,从而防止因材料损害而引起的加固效能

衰退。注浆材料性能的提升,不仅强化了路基的承载与稳固性能,亦使得施工得以在应对土壤与环境的多样性挑战时更加得心应手。

4.2 完善施工工艺与监控体系

注浆加固技术的有效性不仅依赖于材料的性能,还与施工工艺的合理性和监控体系的完善密切相关。施工工艺的选取、流程的掌控及实时监控系统的运用,均为至关重要的关键要素,施工质量的保证与路基稳定性的持久,离不开对施工工艺与监控体系科学合理规划和设计的精心考量。注浆效果之保障,源自施工工艺的科学性。在施工环节,传统的注浆工艺涵盖了钻钻、浆液配制、注浆及停浆等基础步骤,而现代注浆技术则需在作业过程中融入更为丰富的科技元素^[6]。实施施工前,必须对路基土层实施全面勘探及细致分析,以精准把握土层的构造、物理特性及地下水位状况,从而为择定恰当的注浆物料及确定注浆压力提供坚实依据。对于各式土壤,我们采纳了多元化的注浆手段与技术路径,诸如高压、深层、双液注浆等。在挑选适宜的施工技术时,必须综合考虑土层状况、施工时长、环境状况以及经济投入等要素。

在注浆加固的施工工艺中,必须强调施工全过程的精细化管理,严格控制注浆过程中的压力及浆液流量,并精准定位注浆位置。例如,在注浆作业中,若压力超限,浆体将急剧膨胀,致使加固效果出现不均现象;当压力过低时,加固效果将难以显现,甚至难以渗透至土壤深层,注浆工艺的实时调整,需由施工团队对土层状况进行细致监测,以确保加固效果的高效与均衡。在实施注浆施工期间,必须严格控制施工环境,特别是气温与湿度等要素,它们对注浆效果具有显著影响。

注浆加固作业的质效得以稳固,依赖于施工监控体系的健全。在传统施工中,注浆作业多依赖人工观测与测量,这导致难以及时把握土体加固的实际成效与浆液流动的具体状况。在当代注浆加固的施工实践中,通过运用智能化监测技术与自动化控制系统,确保了对注浆全过程的实时监控与即时反馈。施工团队通过部署传感器、监测仪器以及数据采集系统,得以实时掌握土壤压力、浆液流量、注浆深度等关键参数,进而对施工工艺进行动态调整,以实现注浆效果的一致性与稳固性^[7]。

例如,在进行深层注浆时,可以利用孔隙压力计、位移传感器等设备,实时监测土体的变形情况。一旦发现土体发生异常位移或沉降,施工人员可以立刻采取应急措施,调整注浆工艺,避免问题的扩展。此外,在施工领域,通

过运用建筑信息模型(BIM)技术,施工团队得以获取直观的施工计划与动态数据监督,借助数字化平台,各项施工资讯得以即时互通与同步迭代,以此保障各环节资讯的流通与施工进度的和谐并进。施工过程应用信息化手段实施智能化管理,显著增强了施工安全系数,并且显著提高了施工质量水平。在构建施工监控体系过程中,对注浆作业完成后所呈现的成效进行细致评估至关重要。对注浆加固过程实施持续监测与数据解析,以准确评估其实施效果,进而判定是否需采取进一步的加固措施,有效预防注浆不均或加固成效不佳等问题的发生。施工过程中,设立反馈机制至关重要,它确保了设计团队能够实时捕捉并针对施工过程中显现的问题作出及时响应,进而进行针对性优化调整,以实现施工质量的全面提升。

5 结语

注浆加固技术作为公路路基沉降变形病害处理的有效手段,具有良好的发展前景和应用价值。在今后的公路工程建设中,随着施工工艺和注浆材料的不断创新,注浆加固技术的效果将更加稳定,适用范围也将进一步扩大。通过科学合理的技术选择与工艺控制、完善的监测体系和施工管理,注浆加固技术必将在公路路基的沉降病害处理与长期稳定性维护中发挥更加重要的作用,推动公路建设向着更高质量、更高安全性的方向发展。

[参考文献]

- [1] 吴昊. 基于物联网的公路路面路基沉降变形监测方法[J]. 物联网技术, 2024, 14(11): 28-30.
 - [2] 王福满, 孙珂, 胡志文. 高速公路软土路基沉降变形及加固措施优化的数值模拟研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(12): 139-141.
 - [3] 刘刚刚. 公路软土路基沉降分析与处理对策研究[J]. 交通世界, 2024(15): 129-131.
 - [4] 倪晓明. 公路路基沉降变形病害与注浆加固技术分析[J]. 运输经理世界, 2024(12): 130-132.
 - [5] 王世容, 韦纯国. 高速公路路基沉降观测及填筑施工技术探讨[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(8): 116-118.
 - [6] 赵春喜. 改扩建公路常见路基病害成因及预防措施[J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46(9): 23-25.
 - [7] 付贵华. 公路桥梁沉降段路基主要病害的处理技术研究[J]. 黑龙江交通科技, 2018, 41(5): 125-126.
- 作者简介: 李平(1989.8—), 毕业院校: 中国地质大学, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 中级。

无损检测技术在公路工程检测中的应用分析

林果

金华市天平交通工程试验检测咨询有限公司, 浙江 金华 321000

[摘要] 作为我国基础设施的关键部分, 公路的质量对交通安全与效率具有至关重要的影响。传统的检测方法往往会对路面结构造成一定程度的破坏, 因此, 亟需引入更为先进的无损检测技术。该技术已经广泛应用于沥青路面的检测, 能够精确测量路面厚度、车辙、平整度等多个关键指标, 为公路工程的质量保障与优化管理提供了坚实的数据支持。

[关键词] 无损检测技术; 公路工程; 道路检测

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15067

中图分类号: U459.2

文献标识码: A

Application Analysis of Non-destructive Testing Technology in Highway Engineering Inspection

LIN Guo

Jinhua Tianping Traffic Engineering Testing and Inspection Consulting Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

Abstract: As a key part of Chinese infrastructure, the quality of highways has a crucial impact on traffic safety and efficiency. Traditional detection methods often cause a certain degree of damage to road structures, therefore, it is urgent to introduce more advanced non-destructive testing technologies. This technology has been widely applied in the detection of asphalt pavement, which can accurately measure multiple key indicators such as pavement thickness, rutting, and smoothness, providing solid data support for the quality assurance and optimization management of highway engineering.

Keywords: non-destructive testing technology; highway engineering; road inspection

引言

随着交通需求的持续增长, 公路工程的质量在很大程度上决定了道路的使用寿命与安全性。尽管传统的检测方法局限性小, 但往往存在检测效率低和破坏性。无损检测技术的出现为公路工程带来了高效且精准的解决方案, 在不破坏路面结构的前提下, 关键数据能够被实时采集, 为道路的建设、维护及管理提供了可靠的科学依据。

1 无损检测技术在公路工程检测中的作用

无损检测技术在公路工程检测中的应用显著提升了检测效率, 确保了施工质量, 并优化了养护管理。通过该技术, 精准数据如路面厚度、平整度、车辙深度等关键指标得以迅速获取, 且在不破坏路面结构的前提下, 提供了科学依据用于工程的施工与验收。与传统检测方式相比, 无损检测不仅缩短了检测周期降低了成本, 还避免了可能对路面造成的损伤, 从而有效延长了路面的使用寿命。由于具备实时监测能力及广泛覆盖范围, 早期损坏的预测与修复已成为可能。尤其在大规模项目中, 其高效性与准确性为公路质量控制提供了强有力的支撑, 且为后续的养护与运营决策提供了宝贵的依据。

2 无损检测技术的分类与特点

2.1 超声波检测技术

超声波检测技术利用高频声波传播的特性来探测材料内部的缺陷, 已在公路工程中得到广泛应用, 尤其在评估沥青路面的结构损伤、裂缝以及层间黏结质量方面。基

本原理为通过传感器发射超声波信号, 当信号遇到不同的材料层或缺陷时会产生反射, 反射信号被接收后, 经过时间、强度与波形变化的分析, 可以判断路面结构的完整性及缺陷位置。这种技术具有非破坏性、高精度及高灵敏度等显著优势, 能够有效测量路面厚度、裂缝长度, 并探测到微小缺陷, 特别是在深层结构的检测中表现尤为突出。超声波检测操作简便, 检测结果可迅速获得, 适合大范围、快速的质量评估, 值得注意的是超声波检测对表面条件较为敏感, 若表面粗糙或存在积水时, 检测准确性可能受到影响。因此, 确保良好的环境条件对于提高其检测效果至关重要。

2.2 探地雷达检测技术

探地雷达 (GPR) 检测技术依托于高频电磁波穿透路面并反射回接收器的原理, 用于探测地下结构。在公路工程中, 探地雷达被广泛应用于评估路面厚度、构造层次以及潜在的缺陷, 通过向路面下方发射电磁波, 波遇到不同介质时会产生反射信号, 这些反射波被雷达接收器接收后, 通过对信号的时间延迟、幅度和波形变化的分析, 能够判断出路面结构的层次及异常位置, 该技术的显著优点在于能够实时、无损地探测路面下的各类结构, 无需进行挖掘或破坏, 这使它在桥梁检测、地下管线调查以及路面层间剥离等领域中具有显著的优势。探地雷达还可以提供较为准确的深度信息, 并且对于复杂结构的适应性较强。但探地雷达的检测精度会受到信号传播速度、土壤类型及设备

分辨率的影响。例如，湿润或黏土层可能会导致信号的衰减，从而影响检测结果的准确性。因此，在实际应用中，需根据具体的地质条件及检测要求，合理选择设备的频率与参数设置。

2.3 红外热成像技术

红外热成像技术通过捕捉物体表面辐射的红外热量来生成图像，从而分析路面或结构的温度分布。在公路工程中，这项技术常被用于识别路面潜在缺陷、结构不均匀性及温度异常。由于不同材料的热传导性差异，或受外部环境因素的影响，路面常常出现温度不均的现象，通过热图像的分析，潜在的裂缝、脱落层、基层不均匀或热损伤等问题得以精确揭示。该技术的主要优势在于其非接触式操作及快速检测能力，能够覆盖较大范围，仅需将红外摄像头对准路面，设备便能实时采集温度数据并生成热图，帮助检测人员迅速识别问题区域。此外，红外热成像技术可在不干扰交通流的情况下进行快速检测，尤其适合在夜间或低能见度环境中进行路面检查。尽管该技术对表面温度变化极为敏感，天气、环境温差及路面表面物质等因素可能会影响检测效果。例如，在温差较小的环境中，一些微小的结构性问题可能难以被发现。因此，结合其他检测手段进行综合评估，有助于提高检测结果的准确性。

2.4 激光扫描技术

激光扫描技术通过测量激光束反射回来的光波时间或强度，精确捕捉物体表面三维信息。在公路工程中，激光扫描被广泛应用于路面几何形态的测量、平整度分析、裂缝检测及其他结构变形的识别，工作原理是利用激光扫描仪快速扫描路面表面获取大量点云数据，从而准确反映路面的三维轮廓、表面缺陷及不均匀性。该技术的突出优势在于高精度、快速性与全面性，与传统方法相比，激光扫描能够在较短的时间内完成大范围区域的扫描，生成密集的点云数据，从而实现精确的测量与分析。尤其在复杂的道路环境中，它能够提供更详细的表面信息，帮助检测微小的结构变形或磨损。此外，激光扫描操作简便，且能够在不干扰交通流的情况下进行，显著提高了工作效率。尽管如此，激光扫描对环境条件具有较高的敏感性，强光、雨雪天气或较高的表面反射率均可能干扰扫描效果。因此，实际应用时，应根据环境特点选择合适的设备与操作时机。

3 无损检测技术在公路中的应用

3.1 厚度检测

厚度检测是无损检测技术在公路工程中不可或缺的一项应用，主要用于测量路面或路基材料的厚度，以确保符合设计规范。在公路建设中，路面材料的厚度对道路的耐用性、承载能力及行车舒适性起着至关重要的作用，准确测定这些厚度显得尤为重要。超声波检测技术是常见的厚度测量方法之一，通过向路面发射超声波信号，信号在不同材料之间传播速度的差异引发反射波的变化，根据反

射波的时间差，检测设备可精确计算出材料的厚度，这种方法具有高精度、非破坏性及广泛的适用范围，特别适合已施工完成的路面检测，避免了对原有结构的破坏。探地雷达（GPR）技术同样是进行厚度检测的有效手段，借助高频电磁波反射原理，GPR能够实时获取路面下层结构的详细信息，并精确测量各层的厚度。与超声波检测相比，GPR在复杂地质条件或多层路面结构中，表现出更强的适应性，能提供更加全面、详尽的数据。

3.2 车辙检测

车辙检测在公路工程中至关重要，主要作用是评估路面的性能与高温稳定性。车辙是由长期交通荷载作用引起的局部沉陷或凹陷现象，若不加以处理，严重时不仅会影响行车安全，还可能加速路面的损坏，通过及时检测车辙的深度与范围，能够有效评估路面承载能力、抗车辙能力，以及是否需要进行修复或重铺。常见的车辙检测方法包括激光扫描技术与高精度车辙深度测量仪的应用，激光扫描技术利用高精度的激光扫描仪捕捉路面表面的三维形态，迅速获取大范围的车辙信息，并生成精确的三维数据，这为工程师分析车辙的分布与形态提供了有力支持。与传统人工测量相比，激光扫描不仅效率更高，还能更加全面地获取车辙数据，特别适合大范围路面检测^[1]。此外，车辙检测还可结合数字影像分析、探地雷达技术等手段，综合考虑路面温度、湿度及交通流量等因素，进一步分析车辙的形成原因与发展趋势，这些技术不仅能够准确评估车辙的现状，还能预测未来潜在的车辙问题，为相关部门提供有力的预防性维护依据。

3.3 平整度检测

平整度检测是评估公路路面质量的重要指标之一，直接关系到驾驶的舒适性与行车安全。路面平整度反映了路面表面的光滑度，任何不均匀的起伏都可能对车辆行驶产生不良影响，甚至带来潜在的安全隐患。因此，确保路面平整度符合设计要求，采用高效且精准的无损检测技术显得尤为重要。目前，激光扫描技术与路面平整度测量仪是常用的检测手段，激光扫描技术通过高精度设备记录路面的纵向与横向形态生成点云数据，进而通过对这些数据的分析，精确识别路面起伏的变化，该技术的优势在于能够在短时间内完成大范围的平整度检测，且无需与路面接触，避免了人工测量可能带来的误差。路面平整度测量仪则通过车载设备在道路上行驶，实时监测路面的不平整情况，测量数据经过分析后能够生成详细的平整度报告，帮助工程师迅速定位问题区域，这些设备通常配备高精度传感器与数据处理系统，确保检测结果的准确性与可靠性。平整度检测不仅能够判断路面是否符合建设标准，还为后续养护工作提供了科学依据。定期进行平整度检测，路面变形的趋势能够及时发现，从而采取有效的修复和加固措施，避免路面进一步损坏。

3.4 弯沉检测

弯沉检测是评估公路路面承载能力与结构健康的关键方法。弯沉现象指路面在车辆荷载作用下发生的垂直变形,通常表现为轻微下沉或弯曲,此类现象在公路使用过程中较为常见,且过大的弯沉会影响行车稳定性,甚至可能带来交通安全风险,通过弯沉检测潜在的路面损坏或结构问题能够及时发现,并采取必要的维护措施。常用的弯沉检测技术包括静载试验与动态载荷试验,静载试验通过弯沉仪在路面上施加一定的静载荷,进而测量路面的沉降量,通过对不同位置的弯沉数据进行对比,路面承载能力是否均匀以及是否存在软弱区能够得出结论。动态载荷试验则通过车辆或专用设备施加动态荷载,模拟交通荷载对路面的影响,真实地反映路面实际的承载状况。随着技术的进步,激光扫描技术与探地雷达已逐渐应用于弯沉检测,激光扫描技术通过非接触式扫描,能够快速获取路面弯沉的精确数据,适用于大范围、长期的弯沉监测^[2]。而探地雷达则通过分析路面下层结构的变化,帮助工程师全面评估弯沉的深度及影响范围。定期开展弯沉检测不仅能够有效监控道路使用情况,还能及时发现潜在问题并进行修复,从而确保道路的长期安全使用。

3.5 构造深度检测

构造深度检测是评估水泥混凝土路面或沥青路面表面构造深度的重要手段,构造深度是指一定面积的路表面凹凸不平的开口孔隙的平均深度,主要用于评定路面表面的宏观粗糙度、排水性能及抗滑性能。路面构造深度直接影响车辆的行驶安全,构造深度越大路面的抗滑性能越好,较大的构造深度可以提供更好的抓地力,减少车辆在行驶过程中的打滑和侧滑现象,从而提高行车的安全性。然而,过大的构造深度也可能导致车辆在行驶过程中产生较大的震动和噪音,影响驾驶体验。常见的构造深度检测方法包括手工铺砂法、电动铺砂仪法,虽然该方法具有较高的精度与适应性,但该方法很大程度上取决于检测人员技术水平,检测效率低,劳动强度大。随着无损检测技术的不断发展,激光扫描技术逐渐成为更加常见的选择,激光扫描技术通过精密的光束扫描,能够快速获取路面形态变化,其输出的测试结果是沿测线断面一定间距长度内的平均深度数据,从而高效地获取路面构造深度。无论选择哪种检测方法,构造深度的监测为路面养护与质量评估提供了重要的数据支持。通过定期检测,路面结构的变化能够及时发现,避免因构造深度不足而引发的高交通事故率,从

而有效提高道路的安全性与耐用性。

3.6 横向力系数检测

横向力系数检测是评估沥青路面与车辆轮胎之间摩擦特性的关键手段,主要用于测量路面在行车过程中的抗滑能力。横向力系数指车辆轮胎与路面之间横向摩擦力与垂直力的比值,直接影响车辆的操控性、稳定性及安全性,尤其在湿滑、冰雪或雨天等不良天气条件下,较低的横向力系数可能导致打滑或侧翻,从而严重危及行车安全^[3]。常见的横向力系数检测方法依赖于专用设备,如横向力测定仪和摩擦测试车等,这些设备能够模拟车辆行驶时与路面的接触情况,在不同的行驶条件下测量摩擦力的变化,进而计算横向力系数,通过在不同路段与不同时间段进行测试,路面的抗滑性与耐久性能能够被全面评估,尤其对于弯道和坡道等特殊路段的检测至关重要。随着技术的不断发展,激光扫描与红外成像等新技术也已被引入横向力系数检测领域,显著提升了数据采集的精确性与测试的非破坏性。无损且实时的检测方式使得路面性能变化得以精准监测,并及时识别路面磨损、油污或水膜等因素对摩擦性能的影响。横向力系数的定期检测不仅有助于交通部门识别潜在的安全隐患,还为路面的维护与改进提供了有力的数据支持,通过有效监测,道路维持最佳摩擦性能的确保得以实现,从而保障司机在各种天气条件下的行车稳定性与安全性。

4 结语

无损检测技术在公路工程中的应用日益广泛,尤其在沥青路面检测方面,检测的准确性与效率得到了极大的提升。通过超声波、探地雷达、红外热成像、激光扫描等技术,路面的性能能够被精确评估,潜在问题得以及时发现,从而采取有效的养护措施,减少对路面造成的破坏。随着技术的持续发展,预计无损检测将会被更加广泛地应用于道路建设与养护工作中,从而进一步保障道路的质量与安全,推动公路工程朝着更加高效与智能的方向不断发展。

[参考文献]

- [1]韩莹.无损检测技术在公路工程检测中的应用分析[J].时代汽车,2024(5):195-197.
- [2]高菊.无损检测技术在建筑工程检测中的应用分析[J].工程与建设,2022,36(4):1031-1032.
- [3]葛世儒.地质雷达检测技术在公路工程检测中的应用分析[J].运输经理世界,2022(5):34-36.

作者简介:林果(1992.3—),男,职称:工程师,籍贯:浙江武义。

高速公路日常养护工程施工管理与质量控制优化研究

王漾博

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210000

[摘要]近年来,随着我国社会经济水平的进一步提高,各项基础建设项目都在紧锣密鼓地进行着,尤其是我国道路基础设施建设方面均获得了迅猛发展,相应地各相关部门也对高速公路的重视程度提升到一个崭新的高度。在我国交通运输业中,高速公路占据着举足轻重的地位,它对促进我国经济建设水平的进一步提高起到非常重要的作用,因此,为有效保障高速公路的使用年限,就必须加强高速公路的养护与管理工作,文中就主要针对如何切实有效地开展高速公路养护管理工作展开论述,为促进我国交通运输业的稳定发展提供一些帮助。

[关键词]高速公路;日常养护;施工管理;质量控制;优化策略

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15064

中图分类号: U418.2

文献标识码: A

Research on Optimization of Construction Management and Quality Control for Daily Maintenance Projects of Highways

WANG Yangbo

Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: In recent years, with the further improvement of Chinese socio-economic level, various infrastructure projects have been carried out intensively, especially in the construction of road infrastructure in China, which has achieved rapid development. Correspondingly, relevant departments have also increased their attention to highways to a new height. In Chinese transportation industry, highways play a crucial role in promoting the further improvement of the country's economic construction level. Therefore, in order to effectively ensure the service life of highways, it is necessary to strengthen the maintenance and management of highways. This article mainly discusses how to effectively carry out highway maintenance and management work, providing some help for promoting the stable development of Chinese transportation industry.

Keywords: highways; daily maintenance; construction management; quality control; optimization strategy

引言

随着我国交通网络的不断扩展,高速公路在国家交通运输体系中占据着重要地位,承载着日益增长的交通流量。高速公路的养护与维修工作,对于保障行车安全、延长道路使用寿命、降低维护成本,至关重要。日常养护工程,作为保障公路设施长期高效运行的关键措施,涵盖了路面修复、桥梁检查、排水系统维护等多个方面。有效的施工管理与严格的质量控制,是确保养护工程顺利推进的基础。然而,在实际操作过程中,施工管理的复杂性与质量控制的难度,常常成为工程实施中的主要障碍。具体而言,滞后的施工管理机制、标准不统一,以及施工要素的质量管控不等问题,普遍存在。这不仅影响了养护工程的施工效率,还可能对公路的使用安全带来潜在风险。因此,如何通过优化施工管理及质量控制措施,提高养护工程的整体质量与效益,已成为当前高速公路养护领域亟待解决的核心问题。本文将对高速公路日常养护工程中的施工管理与质量控制问题进行探讨,分析其中的不足之处,并提出相应的优化策略,以确保养护工程的顺利实施及公路设施的长期安全运行。

1 高速公路养护工程的特点

高速公路养护工程,具有独特的技术要求与挑战,其

实施过程复杂且高度专业化。涉及的工作内容,广泛而多样,包括路面、桥梁、排水系统以及交通设施等多个方面的维护与修复。由于高速公路长期承受大量交通压力,尤其是重型车辆的频繁通行,路面及其他设施的损坏,较为常见。因此,养护工作需定期进行,且持续性要求较高。施工时间通常较为紧张,必须在保证安全与质量的基础上,施工单位最大限度地减少对正常交通流的影响。交通管制与疏导,成为施工中的重要考量因素。养护工程的施工环境,较为复杂,涉及的路段面积大,且地理差异、气候变化、交通密度等因素,直接影响施工进度与质量。养护工作的技术性要求较高,不同类型的损坏,需采用不同的修复技术与施工方法。例如,沥青路面的修复、桥梁结构的加固等,都依赖于专业技术人员的精准操作与判断。

2 高速公路日常养护工程施工内容

高速公路日常养护工程,涵盖多个方面,主要包括路面养护、设施维修、桥梁检查与修复,以及排水系统的维护等内容。路面养护,作为日常养护工作的核心,其主要任务包括裂缝修补、坑槽修复、平整度调整以及沥青路面表面处理等。由于路面长期受到车辆反复碾压,裂缝、沉降或坑洞,常常会出现,定期的检查与修复工作,因而而不

可或缺。高速公路上的桥梁结构,因长期承受车辆荷载及自然环境的影响,容易发生裂纹、锈蚀或其他结构性损伤。桥梁养护,涉及修补桥面板、加固桥墩与支座、更换伸缩缝以及修复防水层等任务。此外,排水系统的维护,也是至关重要的,排水沟、管道等设施的畅通无阻,必须确保,以防止积水对路面质量或结构造成不良影响。除路面与结构维护外,交通设施的管理,同样是养护工程的重要组成部分,其中包括对路标、标线、信号灯及照明设施的检查与更换。交通标志与标线的及时修复,不仅能提升道路通行效率,还能确保驾驶员的行车安全^[1]。最后,绿化带、隔离带等环境设施的维护工作,亦是日常养护的一部分,涵盖植物修剪、垃圾清理以及防护网的检查与修复等任务。

3 高速公路养护施工管理与质量控制存在的问题

3.1 施工管理机制滞后

高速公路养护施工管理机制滞后,已成为当前养护工程中普遍存在的问题。具体表现为管理模式不健全、协调机制欠缺以及工作流程不畅等方面。许多高速公路养护施工单位,仍沿用传统的管理方式,未能有效采用现代项目管理方法。这样一种状况,使得在施工过程中,科学调度与资源的高效配置,难以实现。管理机制滞后的结果,是信息传递不及时,导致各部门之间的沟通与协作缺乏有效保障,进而影响了施工进度与质量控制的统一性。在部分养护项目中,缺乏系统化的规划与严格的管理制度,项目责任分配不清晰,施工人员的岗位职责与工作流程,也未得到明确界定,执行标准与作业规范,难以落实到位。与此同时,管理层对施工现场的监督检查力度不足,未能及时发现并处理施工中的问题,导致一些隐患,未能在初期得到有效遏制。由于缺乏长远的养护计划与预算管理,养护工程的资金投入与人员配置,常处于不稳定状态,进而影响了项目的可持续性与稳定性。

3.2 标准不统一

高速公路养护施工管理中的标准不统一,常常导致各地及不同施工单位在执行养护任务时,缺乏统一的技术依据,从而影响整体工程的质量与效果。在实际操作中,不同地区或部门,可能依据地方性规定、行业标准或企业自定义标准进行施工,而这些标准之间的差异,使得养护工程的实施,缺乏协调与规范。例如,在路面修复、桥梁加固等关键环节,不同施工单位,可能选择不同的施工方法、材料以及质量控制标准,进而导致施工质量不一致。由于缺乏统一的技术规范,部分施工单位,在没有明确标准的情况下,往往依赖经验或个人判断进行施工,这样容易出现失误或潜在的质量问题。在施工验收与质量监督过程中,由于标准不统一,不同地区或单位对工程质量的评判标准差异较大,进而影响了工程的可靠性与一致性。

3.3 施工要素质量管控不严格

在高速公路养护施工中,施工要素质量管控不严格,

已成为普遍存在的问题,主要表现在材料、工艺、设备等关键要素的管理未能做到精细化与规范化。在材料方面,部分施工单位,在采购、验收及使用过程中,未能严格把关,可能会使用不合格或未经充分检验的材料,从而影响养护工程的整体质量。例如,若沥青、砂石等基础材料未进行严格的质量检验,可能导致路面修复后耐久性差,甚至出现裂缝或脱落等问题^[2]。在施工工艺控制方面,部分工程在施工过程中,未能精准执行技术规范,施工人员往往未严格按照要求操作,造成施工质量不符合标准。例如,在路面铺设过程中,摊铺温度、摊铺厚度等关键参数未得到有效监控,导致路面平整度不足,甚至出现局部沉降或不均匀的现象。此外,施工设备的管理,亦是一个薄弱环节。许多养护工程未能对施工设备进行定期检查与维护,设备的精度与性能,得不到保障,从而影响施工质量。若摊铺机、压路机等关键设备出现故障或运行不稳定,将直接导致施工质量的严重偏差。

4 高速公路日常养护工程施工管理与质量控制措施

4.1 健全日常养护工程施工管理机制

健全高速公路日常养护工程的施工管理机制,是确保养护工作高效、安全进行的关键。首先,一个清晰的管理架构,必须建立,明确各级管理人员的职责与分工,确保每个岗位都有明确的责任。项目管理团队,应由经验丰富的专业人员组成,团队成员包括项目经理、技术负责人、施工管理人员、质量监控人员等,并根据项目的规模与复杂性,建立多层次的监督体系。责任落实,是管理机制的核心,确保每个环节都有人负责,能够有效监控施工的质量、进度与成本。施工管理机制,此外,应积极推动信息化与数字化应用,利用现代科技手段如建筑信息模型(BIM)与施工管理软件,提升管理的精确度与实时性。借助这些工具,施工过程中的各种数据和进度,能够及时记录与分析,项目管理团队,可在第一时间发现潜在问题并进行调整,从而提高工作效率与透明度。同时,施工过程中的标准化管理,应加强,确保每项养护工作都严格按照技术规范与施工标准进行,避免因操作不当或标准不统一导致施工质量问题。质量监控机制,要常态化,定期对施工质量进行检查与评估,实施全过程、全方位的质量控制,确保工程质量达到规定的标准要求。在此基础上,施工现场的环境与安全管理,也至关重要,确保安全防护措施到位,以降低施工过程中可能出现的安全事故与隐患。此外,建立灵活高效的沟通协调机制,不同部门与施工单位之间的顺畅协作,对于提高施工效率与确保工程质量,至关重要。最后,管理机制,必须具备应急响应能力,能够迅速应对突发事件,如恶劣天气或交通状况变化,确保施工计划能够顺利实施。

4.2 推进日常养护工程标准化施工

推动日常养护工程标准化施工,是提高工程质量、确

保施工有序高效进行的重要途径。标准化施工,有助于统一操作流程和技术规范,确保每项养护任务,都按照严格标准执行,从而增强施工的稳定性与可控性。以路面修复为例,标准化施工能够明确操作流程,规定材料选择、施工工艺、施工深度及质量检测等具体要求,避免由于施工人员经验差异或随意操作带来的质量波动。推行标准化施工,还能够提升施工人员的操作规范性,确保每个施工环节的技术要求明确,减少人为失误。此外,标准化施工,也涵盖对施工设备与工具的统一管理,确保所有设备达到规定性能标准,并按照标准化操作规程使用,从而保证施工过程的精确性与高效性。在工程管理方面,标准化施工有助于质量控制与监督工作的实施。通过标准化,项目管理团队能够对施工的各个阶段及细节进行针对性检查与监督,确保所有施工任务,严格按照设计图纸与技术规范执行,避免因操作不规范或标准不统一而影响工程质量^[3]。面对突发情况,如遇到不合格材料或需调整工艺时,标准化施工能够提供有效的质量控制与纠正方法。进一步讲,推进标准化施工,有助于提高整体项目管理水平,使施工过程更加透明、规范,减少人为因素对施工进度、质量及成本控制的影响,从而提升工程实施的效率与效益。

4.3 加强日常养护工程施工要素质量管控

加强日常养护工程施工要素的质量管控,是确保高速公路养护工程顺利进行的核心环节,涉及材料采购、施工工艺、设备管理等多个方面。材料质量,直接决定了施工质量的基础。每批次材料进场时,必须严格进行验收,确保其符合相关国家或行业标准。对于沥青、砂石、水泥等常用材料,应通过实验室检测或委托第三方检测机构进行全面检验,以确认其物理性能与化学成分符合规定要求。与此同时,材料的储存管理至关重要,防潮、防污染、防变质的措施,应采取,以确保在施工过程中使用的所有材料都符合规范标准。在施工工艺的管控方面,施工单位应根据项目的具体技术要求,制定详尽的施工工艺标准,并确保全体施工人员严格按照统一的技术流程进行操作。例如,在进行路面修复时,应确保施工人员在摊铺过程中严格控制摊铺温度、摊铺厚度与压实度等关键技术参数,以保证路面的平整度与耐久性符合设计标准。此外,先进的设备与技术应选用,提升施工精度与效率,确保作业质量。对于施工设备的管理,定期检查与维护是必不可少的环节。设备性能的稳定性,对施工质量与进度有着直接影响,尤其是在精细施工任务中,设备的精确度决定了最终的工程质量。因此,施工单位应指派专业技术人员负责设备的调试与维护,确保设备运行中的各项参数满足要求。质量监控与检测工作亦不容忽视。专门的质量监督人员,应设立,进行全过程监督及抽样检查,确保各施工环节均符合质量要求。通过定期巡检与抽查,潜在问题,应及时发现并纠

正,确保项目质量得到有效保障,避免任何影响工程质量的隐患。

4.4 提升质量监控与检测技术

提升质量监控与检测技术,作为确保高速公路日常养护工程顺利进行的核心举措,不容忽视。随着现代养护工程对精度与实时性要求的不断提高,传统的质量监控方法逐渐无法满足需求。为此,先进的监控设备与技术手段,如智能化检测仪器、无人机巡检系统、物联网技术等,已被广泛应用于施工过程的数据实时跟踪。这些技术的应用,不仅显著提升了检测精度,且数据分析效率得到了极大提高,使得潜在问题能够在施工过程中及时发现,从而减少了人为因素导致的干扰与遗漏^[4]。此外,通过运用建筑信息模型(BIM)技术,施工过程得以进行数字化建模与模拟,质量问题可在项目实施前得到预测,并采取相应的预防措施。结合定期质量检查、抽样检测及过程控制,施工的每一环节均能得到严格监管,确保其完全符合设计要求与行业标准。最终,这些措施的实施,将进一步提高施工质量,确保养护工作能够稳定持久地保障公路设施的安全运行。

5 结语

高速公路日常养护工程的施工管理与质量控制是确保公路设施长期安全、高效运行的关键。本文通过对当前高速公路养护工程施工管理和质量控制现状的分析,揭示了存在的主要问题,如管理机制滞后、标准不统一、施工要素质量管控不严格等。针对这些问题,提出了健全管理机制、推进标准化施工、加强施工要素质量管控以及提升质量监控技术等优化措施。这些优化策略的实施,不仅能够提高施工质量和效率,延长高速公路的使用寿命,还能显著降低养护成本,提升道路的安全性与通行能力。随着我国交通基础设施的不断发展,未来高速公路养护工程的管理模式必将向更加科学、规范、智能化的方向发展,为实现可持续交通建设目标提供有力支持。

[参考文献]

- [1]吴澄.高速公路日常养护工程施工及质量控制[J].工程建设与设计,2024(20):223-225.
- [2]高策.高速公路养护施工注意要点分析[J].汽车周刊,2024(8):36-38.
- [3]回达鹏.高速公路日常养护工程施工及质量控制[J].交通世界,2022(19):155-157.
- [4]陶德忠.高速公路日常养护管理存在问题及对策[J].低碳世界,2019,9(6):256-257.

作者简介:王漾博(1996.11—),男,毕业院校:扬州大学;所学专业,建筑与土木工程,当前就职单位:江苏现代路桥有限责任公司,职务:技术员;职称级别:助理工程师。

高速公路裂纹分析与防治措施研究

赵睿龙

新疆兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着高速公路交通量的不断增加和交通荷载的不断加重, 裂纹问题成为影响道路质量与安全的重要因素之一。裂纹不仅影响道路的使用寿命, 还直接关系到行车安全。针对高速公路上裂纹的成因进行深入剖析, 文中探讨了裂纹形成的基本原理, 并基于现有裂纹防治技术, 综合提出了科学合理的防治策略, 对裂纹进行分类探讨, 深入研究其检测与加固技术。文中提出了一套涵盖预防、修复、材料选材、施工质量把控等多维度的全面防治策略。通过具体案例及对比试验, 证实了所提策略在提升道路品质、拉长使用年限及减少维护费用上的实际效用, 高速公路裂纹控制研究, 其成果构筑了坚实的理论基石与技术保障。

[关键词]高速公路; 裂纹分析; 裂纹防治

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15095

中图分类号: U418.4

文献标识码: A

Research on Analysis and Prevention Measures of Cracks on Highways

ZHAO Ruilong

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

Abstract: With the continuous increase in traffic volume and traffic load on highways, crack problems have become one of the important factors affecting road quality and safety. Cracks not only affect the service life of roads, but also directly affect driving safety. In depth analysis is conducted on the causes of cracks on highways, and the basic principles of crack formation are discussed in the article. Based on existing crack prevention and control technologies, scientific and reasonable prevention and control strategies are comprehensively proposed. Cracks are classified and discussed, and their detection and reinforcement technologies are deeply studied. The article proposes a comprehensive prevention and control strategy that covers multiple dimensions such as prevention, repair, material selection, and construction quality control. Through specific cases and comparative experiments, the practical effectiveness of the proposed strategy in improving road quality, extending service life, and reducing maintenance costs has been confirmed. The research on crack control on highways has built a solid theoretical foundation and technical support.

Keywords: highways; crack analysis; crack prevention and control

引言

高速公路作为现代交通网络的重要组成部分, 其结构质量直接影响着道路的通行能力和安全性。高速公路路面承受着由交通荷载增长以及车辆重量和速度提升带来的巨大压力, 交通事故频发, 道路裂纹这一病害愈发常见, 它不仅侵蚀着路面的平整与舒适, 更可能催生事故隐患。荷载作用、环境因素以及施工质量问题等多元因素交织, 往往导致裂纹生成^[1]。裂纹若严重, 不仅会削弱路面强度与稳定性, 甚至可能引发路面大规模破坏, 对高速公路裂纹的形成机理进行深入研究, 并寻求有效的裂纹防治策略, 这对于确保高速公路的通行能力和安全水平具有极为关键的实践价值。

1 高速公路裂纹的分类与成因

高速公路裂纹的分类与成因涉及多个因素, 通常可以根据裂纹的类型、位置、形成原因等方面进行分类。从裂纹的形态来看, 常见的类型包括纵向裂纹、横向裂纹、网状裂纹和斜裂纹等。纵向裂纹主要沿路面长方向延伸, 通常与交通荷载、温度变化以及材料疲劳等因素密切相关,

尤其是在高速公路的车道中心区域较为常见。横向裂纹则通常与路面结构设计、施工质量以及温度应力等因素有关, 尤其是在不同材料层的接缝处, 温度变化和荷载作用容易造成横向裂纹的形成。网状裂纹多见于路面老化或材料不均匀的区域, 裂纹呈现交叉网格状, 往往是由于路面在长时间的使用过程中, 材料的老化、疲劳以及温湿度变化引起的。斜裂纹则多见于不均匀沉降的地基上, 常常是在局部地段出现, 尤其是由于不良施工和路基不均匀沉降所引发的应力集中, 造成路面发生斜裂纹。

裂纹的形成因素众多, 通常与自然因素、交通荷载、施工质量以及材料特性等诸多方面紧密相扣。裂纹的产生, 交通荷载起着关键作用, 尤其在高速公路领域, 重型车辆频繁驶过, 导致路面承受巨大压力, 长期反复负荷作用下, 材料疲劳累积, 裂纹逐渐显现。在温差显著的区域, 路面材料受温度波动影响显著, 热胀冷缩效应易引发裂纹的形成, 路面在酷暑膨胀。在严寒中收缩, 正是这种温差造成的应力集聚, 成了裂纹出现的常见诱因。

路基若存在不均匀沉降, 尤其是软土或地基不稳定的

情况下，此类沉降会致使路面应力聚集，从而诱发裂纹产生。在施工过程中，若出现施工质量未达标准、材料配比失误或压实作业不足等状况，将诱发裂纹出现，尤其是在路面基层与表层接缝地带，裂纹的发生尤为频繁，裂纹的形成，路面材料的老化扮演了关键角色^[2]。

2 高速公路裂纹的检测与监测技术

保障高速公路结构安全与寿命延长的关键，在于对其裂纹进行精准的检测与连续的监测。公路交通量不断攀升，道路老化加剧，裂纹问题日益凸显，成为制约道路性能的致命要害。在裂纹的早期发现与趋势评估中，采用精确的科学检测与监测手段，并据此实施高效的修复策略，是至关重要的。高速公路裂纹检测，涉及人工、机械以及自动化等多种技术手段，人工检测操作虽简便易行，却往往受限于人工经验，效率低下且准确度不高，科技进步推动下，机械化与自动化检测技术日益占据主导地位。

专用设备扫描、拍摄或激光测量路面，通过机械化检测方法，获取路面裂纹的图像与数据。路面裂缝检测车、激光扫描仪等设备，具备高精度与效率，可对广阔路面实施实时检测，装备有高精度成像仪及 GPS 导航系统的路面裂缝检测车辆，依托其快速拍摄与数据处理功能，精准锁定路面裂缝的具体位置、尺寸等参数，并对道路裂纹的整体分布状况进行全面分析。采用激光技术进行路面扫描的激光扫描仪，能迅速搜集道路表面的形状及裂纹详情，对裂纹的深浅度进行精确评定，检测领域因自动化监测技术的引入，其连续性与精准度得以显著增强。道路裂纹的变化状况，通过智能传感器网络与无人机监测系统的协同作用，得以实现实时跟踪。路面与路基间，智能传感器布设其间，肩负起实时监测应力、温度、湿度等环境参数的重任，而后通过数据传输网络将这些关键信息精准送达监控中心，以实现高效的数据分析与故障诊断。红外成像技术搭载的无人机，对道路裂纹实施空中巡检，尤其适用于广域及偏远地带，显著提升了监测的效率和精确度^[3]。

在裂纹监测技术的进步历程中，大数据与人工智能的助力不可或缺。运用大数据技术对所采集的裂纹检测数据施行长期保存与细致剖析，揭示裂纹演变的规律及其走势。运用人工智能技术，依托图像识别与机器学习算法，能实现裂纹类型的自动识别与分类，对裂纹进行自动分析与预测，从而助力养护部门作出科学决策。随着高速公路的裂纹检测与监测技术持续进步，其正朝着更高效、更精准、更智能化的方向演变。

3 高速公路裂纹防治措施

3.1 裂纹预防措施：合理设计、材料选择、施工工艺优化

高速公路裂纹的预防是确保路面质量、延长使用寿命的重要环节。通过在设计阶段、材料选择和施工工艺方面采取有效的预防措施，可以大大减少裂纹的发生，并减少

后期的养护成本。合理的设计方案是预防裂纹的首要步骤。在设计阶段，应充分考虑路基和路面的承载能力、环境条件、交通荷载等因素，确保设计的合理性。尤其是在软土、膨胀土或易变形地基的地区，应采用加固处理技术，如深层搅拌桩、钻孔灌注桩等，以增强路基的稳定性和承载力，从源头上避免路面因基础不均匀沉降或裂缝而导致的损坏^[4]。

裂纹预防，其直接影响源自材料选择，采用优质沥青与集料配比。路面抗裂性能得以显著增强，新型材料，如改性沥青与弹性沥青，在提升路面抗车辙、抗疲劳性能的同时，亦显著增强对温度波动的适应力，有效遏制温度裂缝的产生。预防裂纹的关键因素之一在于对路面混合料的科学配比以及对其水泥含量与颗粒分布的严格把控。在高温环境下，改性沥青材料展现出出色的流动性；而在低温条件下，其表现出卓越的抗裂性能，这两者对于抵御温度波动导致的裂缝产生具有至关重要的防护作用。

在裂纹防范过程中，对施工工艺的优化起着关键作用。施工阶段，路面施工质量之确保，为工程之关键所在，于沥青铺设作业启动之先，必须对基层实施彻底整治，确保其表面之平顺与紧密程度得以达标。在摊铺作业中，必须精准调控温度与压实程度，以防因摊铺不均或压实不到位，而产生空隙与裂缝现象，摊铺作业完成后，精心挑选压路机型号及压实手段，力求路面密实均匀，以免路面不均沉降引发裂缝。精心设计规划，严选优质材料，并优化施工流程，均能显著遏制裂缝生成，显著提升高速公路的耐用性，并大幅削减养护开销。在整个工程建设过程中，需始终贯彻实施预防措施，并将之与后续的养护工作紧密融合，以此保障公路的运行安全与结构稳定^[5]。

3.2 裂纹修复方法：灌缝技术、表面涂层、加固技术

在高速公路的使用过程中，裂纹的发生是不可避免的。因此，针对已经出现的裂纹，采取有效的修复技术是保障路面结构和功能、延长路面使用寿命的必要手段。常见的裂纹修复方法包括灌缝技术、表面涂层和加固技术，它们各有优缺点，适用于不同类型的裂纹修复需求。灌缝技术是处理裂纹的常用方法之一，特别适用于裂缝较小、较浅的情况。该方法通过将热沥青或高黏度材料灌注进裂缝内，填充裂缝空隙，形成一个牢固的密封层，从而阻止水分和杂质进入裂缝，防止裂缝进一步扩展或加深。灌缝技术具有施工简便、成本低廉的优点，适用于大规模的公路裂缝修复工作。通过灌缝，不仅可以有效地封闭裂缝，还能够防止路面进一步破损。值得注意的是，在进行灌缝修复时，需要确保裂缝内部的清理和预处理工作，如清除裂缝中的泥沙和杂物，以提高修复效果和灌缝材料的黏结性。

裂纹表面涂布保护性涂层，系表面涂层修复技术之一，旨在提升路面抵御裂纹扩展的能力。沥青浆料、改性沥青与聚合物涂层等，这些材料以其卓越的黏附性能和弹性特质，显著提升了路面对于温度波动、湿度状况及交通

负荷的应对能力。裂缝封闭之外,表面涂层更能显著提升路面抵御老化及紫外线侵袭的能力,有效遏制裂纹的进一步蔓延。在存在细微裂缝或分散表面裂痕的路段,采用表面涂层作为修复方式,既经济又高效^[6]。

加固技术主要用于裂缝较深、影响较大的情况,尤其适用于承载力不足的路段。该技术更是显示出其独特的适用性,路面强化措施,诸如铺设加固材料(例如钢筋网、钢板、纤维材料等)或结构加固,旨在提升路面的综合强度与承重能力,在工程实践中,路面注浆加固、喷射混凝土加固及纤维增强材料应用等加固手段,扮演着关键角色。实施这些加固措施,旨在显著提升路面抵御裂缝的能力,从而有效遏制其进一步损坏,同时还能显著增强路面抵抗车辙和疲劳损伤的性能。适用于那些受交通荷载影响尤为显著的公路路段,对灌缝技术、表面涂层及加固技术分别应用,鉴于裂缝类型与损害程度不一,相应地采纳修复策略。此举旨在极大程度地减缓裂缝扩散,并确保公路安全无虞,公路养护管理领域内,将修复技术融入日常工作中,旨在达成持久稳定的维护成效。

4 裂缝防治技术的实践应用与效果

裂缝防治技术的实践应用在高速公路的维护管理中具有至关重要的作用。随着交通量的增加和公路使用年限的延长,裂缝问题成为影响路面结构安全与服务功能的主要因素。针对裂缝的防治,结合多种技术手段进行综合管理,能够有效降低裂纹发生的概率,延长道路的使用寿命,并且减少后期的维修成本^[7]。

裂缝防治的根本在于施工设计的合理。在规划设计阶段,必须深入考究地质状况、评估交通压力以及综合考量环境要素,以抉择适宜的建筑材料和施工技术,从而保障路基及路面的承载力和抗裂特性达到设计要求。施工阶段对工艺的严格控制至关重要,它关乎沥青摊铺的温度、厚度与压实度,旨在杜绝因施工质量问题的早期裂纹现象。对施工工艺进行优化,特别是采用改性沥青及聚合物添加剂,显著增强了路面的抗裂性能,从而对裂纹的防治产生了显著的正面影响。在路段出现裂纹的情况下,灌缝与表面涂层修复技术已成为裂缝修复的常用手段,采用灌缝技术对裂缝进行填充,旨在阻止水分与杂质的侵入,有效遏制裂缝的进一步蔓延。该技术以其施工成本低廉与优异的修复性能而著称,路面表面涂层技术显著提升其抗老化性能与耐温变化能力,有效遏制裂缝扩散,显著延缓路面老化进程,在气候剧变的区域,应用表面涂层在遏制温

度裂缝方面表现尤为卓越。

在深层裂缝与严重损坏的路段,加固技术已展现出显著成效。采用钢筋网、纤维材料及类似增强物质对路面进行加固,显著增强路面整体强度,遏制裂缝蔓延,同时恢复路面承载性能。在面临高流量或特定环境挑战的公路建设中,此技术展现出显著优势,尤其是在加固与修补深层裂缝领域,对公路实施裂纹防治技术,显著增强了其使用安全性与耐久度,大幅降低了裂缝导致事故隐患及长期养护开销,相较于传统裂纹修复手段。实施预防策略,可从源头上大幅削减裂纹生成概率,确保道路功能得以持续稳定运行,公路养护领域裂纹防治技术的实际运用,显著提高了养护作业的效能,并对于保障公路的长期可持续运行发挥了至关重要的作用^[8]。

5 结语

总之,高速公路裂纹防治的研究涵盖了从裂纹成因分析到防治技术实施的全过程。通过合理的设计、优化的施工工艺、先进的检测技术和针对性的修复措施,可以有效减少裂纹的发生,延长公路使用寿命,降低养护成本。随着技术的进步,未来裂纹的防治将更加精细化、系统化,并为实现高速公路的长期稳定运行提供更加科学的技术支持。

[参考文献]

- [1]官志文. 高速公路裂纹分析与防治措施研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(20): 88-90.
- [2]郭伟彤. 高速公路桥梁施工中混凝土裂缝的防治措施[J]. 四川建材, 2024, 50(10): 190-192.
- [3]谢小琼. 某高速公路改扩建路面纵向裂缝成因及修复养护措施[J]. 汽车画刊, 2024(9): 221-223.
- [4]冯毅. 高速公路沥青路面面层裂缝的成因及防治[J]. 工程技术研究, 2024, 9(18): 115-117.
- [5]王文精. 纤维沥青碎石柔性下封层在高速公路建设中的应用[J]. 交通世界, 2024(26): 53-55.
- [6]刘晓琴. 高速公路多片式带裂缝空心板桥承载力评估方法研究[J]. 中国水运, 2024(9): 143-145.
- [7]桑晓, 王钰权. 高速公路沥青混凝土路面纵横向裂缝修补技术研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(17): 143-145.
- [8]周勤龙. 高速公路路面反射裂缝机制及预防技术[J]. 汽车画刊, 2024(8): 109-111.

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

云网协同时代运营商 IP 承载网发展探索

杨正琴

中国电信股份有限公司南通分公司, 江苏 南通 226001

[摘要] 运营商 IP 承载网作为网络服务的基础, 随着网络需求的日益复杂, 已无法满足新兴要求, 通过整合虚拟化、SDN、NFV 等前沿技术, 云网协同技术帮助运营商优化了资源配置提升了网络性能, 同时更加高效地支持了大数据与实时应用的传输, 新的活力正是通过这一技术的引入, 为运营商 IP 承载网的创新与发展注入的。

[关键词] 云网协同; IP 承载网; 发展

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15092

中图分类号: TP393.0

文献标识码: A

Exploration on the Development of IP Bearer Networks for Operators in the Era of Cloud Network Collaboration

YANG Zhengqin

Nantong Branch of China Telecom Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226001, China

Abstract: As the foundation of network services, the operator's IP bearer network can no longer meet emerging requirements with the increasing complexity of network demands. By integrating cutting-edge technologies such as virtualization, SDN, and NFV, cloud network collaboration technology helps operators optimize resource allocation and improve network performance, while more efficiently supporting the transmission of big data and real-time applications. The introduction of this technology injects new vitality into the innovation and development of operator's IP bearer network.

Keywords: cloud network collaboration; IP bearer networks; development

引言

随着云计算、大数据、人工智能及物联网等技术的快速进步, 传统运营商 IP 承载网在高效性、灵活性和服务质量等方面正面临着严峻的挑战, 应运而生的云网协同技术, 已成为应对这些挑战的关键解决方案。通过将云计算与网络基础设施深度融合, 这一技术为运营商提供了更智能、更高效的网络管理与优化手段, 能够有效支持日益复杂的业务需求。

1 云网协同时代运营商 IP 承载网的发展现状分析

随着云计算、大数据、人工智能等技术的迅猛发展, 传统运营商 IP 承载网正面临前所未有的挑战。过去 IP 承载网主要专注于基础数据传输功能, 强调带宽扩展与网络可靠性。但在云网协同的背景下, IP 承载网的角色发生了深刻变化, 随着云计算推动大规模分布式计算与存储需求的增长, 网络对性能、稳定性及扩展性的要求也随之提高。尤其是在 5G 技术的应用下, 运营商不仅需要提供更宽的带宽, 还必须确保低延迟与更强的网络灵活性。传统 IP 承载网架构在应对云服务快速发展时暴露出了诸多瓶颈, 未能充分发挥网络资源的利用效率, 数据流量的时效性需求也未得到有效满足。当前的网络架构缺乏灵活性, 无法有效应对各种应用需求, 难以支持复杂的云应用与网络需求的融合。尤其在物联网与智能设备等应用场景中, 网络需要展现出更高的自适应性及灵活性。面对这些挑战,

IP 承载网不再仅仅是一个传输平台, 而是需要转型为一个智能、灵活、可扩展的网络体系, 以支持云计算、大数据与人工智能等技术的无缝接入。为此, 越来越多的运营商正在探索新一代 IP 承载网架构, 运用虚拟化、软件定义网络 (SDN) 与网络功能虚拟化 (NFV) 等先进技术, 以期提升网络资源管理与调度能力, 解决传统架构中面临的各种瓶颈。

2 云网协同对运营商 IP 承载网的推动作用

2.1 提升网络资源利用效率

在云网协同框架下, 运营商 IP 承载网的资源利用效率得到了显著提升。传统的 IP 承载网通常依赖固定的网络架构与静态资源分配, 这种方式在流量需求波动较大时往往导致资源利用率低下。而云网协同的引入, 特别是云计算与虚拟化技术的应用, 使得网络资源可以根据实时需求进行动态调度和调整, 从而显著提升了资源的使用效率。借助网络切片、负载均衡等技术, 云网协同实现了对不同类型流量的精准管理, 带宽在不同服务与应用之间的灵活分配, 资源的浪费或不足问题得到了有效避免。例如, 当某些区域的带宽需求较低时, 剩余带宽能够迅速调配至需求更高的区域, 从而确保了网络资源的合理分配。通过引入 SDN (软件定义网络) 与 NFV (网络功能虚拟化) 技术, 云网协同还使网络设备的配置与管理变得更加灵活。控制层与数据层的分离, 使网络能够根据实时流量变化自动调整架

构与配置，从而进一步提升了网络资源的动态利用效率。

2.2 优化网络架构与提升服务质量

云网协同不仅优化了运营商 IP 承载网的架构，还显著提升了网络的服务质量。传统网络架构通常依赖静态硬件设备与固定服务流程，这种模式在面对复杂多变的业务需求时，常常缺乏足够的灵活性，且容易形成服务质量瓶颈。云网协同的引入，特别是虚拟化、SDN 与 NFV 等新技术突破了这一局限，使网络架构变得更加灵活与动态，能够智能地根据不同业务需求进行实时调整。SDN 技术通过集中控制层对网络资源进行动态分配，能够根据流量变化自动调整带宽与路由，进而提升了网络资源的利用效率，NFV 技术将传统网络功能虚拟化，减少了对专用硬件的依赖增强了网络的弹性。由此，网络得以更快速地响应各类应用需求，确保高质量的服务体验。更为关键的是云网协同促进了网络层与应用层之间的深度融合，借助智能流量调度与质量保障机制，运营商能够为不同业务提供量身定制的服务质量保证。例如，针对延迟敏感的应用，如高清视频或云游戏，网络能够优先保证带宽并降低时延从而保障流畅的用户体验，而对于一般数据传输业务，网络则能够灵活调整避免资源浪费。

2.3 支撑大数据、人工智能与物联网的需求

云网协同为运营商 IP 承载网提供了坚实的支撑，满足了大数据、人工智能（AI）与物联网（IoT）等新兴技术日益增长的需求，这些技术对网络的带宽、延迟与处理能力提出了前所未有的挑战，传统的 IP 承载网架构难以高效应对。借助云网协同，运营商能够将网络、计算与存储资源深度融合，从而构建出更为灵活与智能的网络体系，有效支撑这些前沿技术的高效运作。大数据的广泛应用推动了对海量实时数据流处理能力的需求，要求传输低延迟与高带宽，通过网络切片与虚拟化技术，云网协同能够根据不同数据流的类型与需求动态分配资源，确保大数据传输的稳定性与高效性。同时，随着 AI 的普及对实时计算与数据分析能力的要求不断提高，运营商的 IP 承载网通过与云计算资源的无缝对接，提供了强大的计算支持，满足了 AI 应用对低延迟与高效处理的需求。物联网作为连接大量智能设备的网络，这些设备所生成的数据需要迅速且安全地传输至云端进行处理与分析。云网协同的优势在于其智能化的网络管理与调度机制，能够保障海量物联网设备之间的高效通信，网络不仅能处理来自各类设备的数据流，还能精准地分配带宽避免拥塞与延迟，从而确保物联网服务的稳定性与实时性。

3 云网协同时代运营商 IP 承载网的新技术分析

3.1 虚拟化技术

在云网协同的时代，虚拟化技术在运营商 IP 承载网中扮演了至关重要的角色。传统的网络架构中，硬件与网络功能通常是紧密绑定的，这种依赖物理设备的资源分配

方式不仅限制了网络的灵活性，还增加了运维的复杂性。虚拟化技术的引入，通过解耦网络功能与物理设备，使网络资源得以独立于硬件进行虚拟化管理与调度，从而显著提升了网络的灵活性与可扩展性。虚拟化技术使运营商能够将传统上固定的网络功能，如路由、交换、防火墙等转变为软件定义的形式，进而支持在虚拟化环境中灵活部署，这意味着网络架构不再受制于传统硬件的限制，运营商能够根据需求动态调配计算、存储与带宽资源，极大地提高了资源的利用效率。虚拟化技术不仅增强了网络资源的管理能力，还有效降低了运营成本，专用硬件的依赖得以减少，运营商可在同一物理设备上部署多个虚拟网络实例，从而显著降低设备投资与维护开支。此外，虚拟化技术还简化了网络运维流程，网络管理员可通过集中化管理平台进行统一配置与监控，提升了管理效率及网络的可靠性。

3.2 SDN 技术

在云网协同的环境中，SDN（软件定义网络）技术已成为优化运营商 IP 承载网的关键手段。传统网络中控制层与数据层的紧密耦合，导致了网络管理与配置的复杂性、灵活性不足，且响应速度较慢，而通过将网络控制功能从物理设备中解耦，SDN 使网络的管理与配置得以集中化，从而显著提升了灵活性与效率。控制层与数据转发层的分离，使运营商能够通过软件编程全面管理网络，打破了传统硬件设备的物理限制。借助 SDN，运营商能够实现精确的流量控制与资源调度，通过集中化的控制平台，网络管理员可以动态配置带宽、路由以及 QoS（服务质量）等参数迅速响应实时网络状态，从而优化网络性能。例如，SDN 能够根据业务流量的变化立即调整路由路径避开网络拥塞点，确保关键业务的优先处理，这对于保障大数据、AI 等实时应用的网络质量至关重要。SDN 技术的自动化与智能化网络管理，进一步减少了人工干预降低了错误率，同时加快了网络扩展与调整的速度。凭借其高度灵活的网络架构，运营商能够迅速应对变化的业务需求，无论是在扩展网络容量还是在部署新业务时，SDN 都能够提供高效支持。

3.3 NFV 技术

在云网协同的背景下，NFV（网络功能虚拟化）技术成为提升运营商 IP 承载网灵活性与效率的核心技术之一。传统网络架构依赖专用硬件来实现路由、防火墙、负载均衡等功能，这种对硬件的依赖不仅增加了成本，也限制了网络的扩展性与灵活性。而 NFV 技术则通过将这些网络功能转化为虚拟化的软件模块，运行于标准服务器上，从而彻底改变了这一传统模式。借助 NFV，网络功能不再受限于特定硬件设备，而是可以在虚拟化环境中灵活部署与管理。根据实际需求运营商能够在短时间内增加或减少网络功能，显著提升了网络的灵活性与扩展性。例如，当某一区域的网络负载增加时，额外的网络功能可迅速在云端部署，而无需新购硬件设备，不仅显著提高了资源的利用率，

而且缩短了响应时间。除了降低网络建设与维护的成本外，NFV 与 SDN 技术的结合，进一步增强了网络的智能化水平。提供了集中控制的平台的 SDN，与为 SDN 提供灵活网络功能支持的 NFV，二者的协同作用使得运营商能够实现更加高效、动态的资源管理。

4 云网协同时代运营商 IP 承载网的发展趋势分析

4.1 架构优化

在云网协同的新时代，运营商 IP 承载网的架构优化成为了提升网络性能、应对日益增长的业务需求的关键。随着数据流量的急剧增加以及对低延迟与高可靠性要求的提升，传统网络架构已难以满足复杂应用场景的需求。由此，必须对网络架构进行深度优化，以提升其灵活性、可扩展性和智能化水平。架构优化的核心在于摆脱传统硬件绑定的模式，将网络功能虚拟化，并借助云计算、SDN、NFV 等先进技术实现软硬件的解耦，通过这种方式网络资源的配置更加灵活，不仅能够快速响应市场变化，还大大增强了网络的弹性，支持更复杂、多样的应用需求。在云平台的支撑下，运营商能够实现计算、存储与带宽等资源的池化管理，优化资源调度，显著减少了传统架构中的资源浪费与管理复杂性。随着网络需求的不断演变，运营商 IP 承载网的架构优化，还需实现更智能的流量调度与优化机制^[1]。例如，借助 AI 技术进行网络流量预测与分析，潜在的网络拥堵得以提前识别并采取缓解措施，从而提升了网络的自适应能力。通过这一智能化的优化，运营商不仅能够保障高清视频、云游戏等高优先级业务对低延迟的需求，还能确保普通数据流量的平稳传输，从而全面提升用户体验。

4.2 IP-传输协同

在云网协同的时代，IP-传输协同技术的引入发挥了至关重要的作用，对于提升运营商 IP 承载网的效率。传统架构中，IP 网络与传输网络往往被独立设计，这导致了网络资源分配与流量调度的灵活性不足，且难以应对大规模数据传输和实时应用的挑战，通过深度融合 IP 层与传输层的功能打破了这一瓶颈，IP-传输协同技术从而显著提升了网络的整体性能与效率。实现网络资源的动态优化是 IP-传输协同的关键，能够根据实时流量状况在不同层级间进行灵活调度^[2]。在 IP 层，流量通过智能引导的路由协议得以调整，而在传输层，带宽、延迟等关键参数则可根据需求进行即时调整，通过这种协同网络资源的利用率不仅能够最大化，传统架构中可能出现的资源浪费和传输瓶颈问题也能得到有效避免。在网络故障恢复方面，IP-传输协同也展现出了更高效的优势，传统网络架构中故障恢复往往依赖人工干预与手动调整，而在 IP-传输协同的模式下，网络可自主进行故障检测与修复，通过动态

选择最佳路径并重新分配资源，网络能够保证服务的持续性与稳定性。

4.3 网络-应用协同

在云网协同的新时代，网络-应用协同技术已成为运营商 IP 承载网发展的关键驱动力。传统网络架构中，网络层与应用层通常独立运行，缺乏实时反馈和协调机制，这导致了网络资源分配无法灵活响应应用需求。由于这种分离，网络难以根据具体应用场景进行资源优化，从而影响了服务质量，尤其在大数据、云计算及物联网等对高带宽、低延迟支持要求较高的应用场景中，传统网络架构的局限性变得更加明显，通过促进网络与应用的紧密结合，网络-应用协同使网络能够根据实时需求做出动态调整^[3]。例如，云平台上的应用可向网络层发出优化请求，基于其带宽、流量及延迟需求，促使网络进行带宽调配并选择适当的路径。根据这些请求，网络层自动调整资源，确保高优先级应用能够获得足够带宽与低延迟保障。在视频流、语音通信及在线游戏等实时应用中，网络-应用协同尤其能够有效避免因延迟过高或带宽不足而引发的用户体验问题。除了资源调配，网络-应用协同还显著增强了智能化的负载均衡与资源调度能力，提升了应用的弹性及网络的自适应能力。面对流量激增时，网络能实时感知流量变化并通过负载均衡技术将流量合理分配到不同节点，从而避免单点压力过大，保障应用的稳定运行，这一协同模式显著提升了服务质量，并减少了因网络瓶颈或不稳定性引发的中断风险。

5 结语

云网协同技术为运营商 IP 承载网带来了前所未有的创新机遇，通过架构优化、虚拟化技术、IP-传输协同及网络-应用协同，网络资源得到了更加高效的利用，服务质量也得以显著提升，同时新兴领域如大数据、人工智能及物联网等的需求也得到了充分满足。但技术融合与安全保障等方面仍面临着挑战，成为未来发展的关键制约因素。随着技术的不断创新与完善，运营商 IP 承载网将在智能化、灵活化的方向上持续发展，最终将成为数字化转型的核心支撑。

【参考文献】

- [1]刘泳平.云网协同时代运营商 IP 承载网发展探索[J].数字通信世界,2020(12):106-107.
 - [2]代长征.浅谈云网协同时代运营商 IP 承载网发展[J].中国新通信,2019,21(19):128.
 - [3]马伟超,郭惠军,张大伟.IP 承载网需求分析与建设方案设计[J].中国新通信,2021,23(22):12-13.
- 作者简介:杨正琴(1981.9—),女,硕士,主要从事城域网、宽带接入网维护与优化工作。

高速路桥梁工程中沉降段路基路面施工工艺研究

马继文

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]随着高速公路网络的不断扩展,桥梁工程的建设需求日益增加,沉降段路基路面施工工艺的研究显得尤为重要。特殊路段即沉降段,其施工品质对高速公路的安全性与乘坐舒适度具有决定性作用。文中聚焦于高速公路桥梁建设中,路基路面在沉降区段的施工技术、关键工艺以及相应的质量监管策略,分析沉降段产生的原因,掌握施工工艺流程和技术手段,进而拟定施工方案,保障路基路面在沉降影响下的稳定与持久。研究成果显示,通过应用恰当的建设方法和先进技术,能够显著减少沉降区域对路面造成的损害,进而增强高速公路的运行效能。

[关键词]高速公路;桥梁工程;沉降段;路基路面;施工工艺;质量控制

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15094

中图分类号: U41

文献标识码: A

Research on Construction Technology of Settlement Section Roadbed and Pavement in Expressway Bridge Engineering

MA Jiwen

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

Abstract: With the continuous expansion of the expressway network, the demand for bridge engineering construction is increasing day by day, and the research on the construction technology of settlement section subgrade and pavement is particularly important. The construction quality of special sections, namely settlement sections, plays a decisive role in the safety and ride comfort of highways. The article focuses on the construction technology, key processes, and corresponding quality supervision strategies of roadbed and pavement in the settlement section of highway bridge construction. It analyzes the causes of settlement, masters the construction process and technical means, and then formulates a construction plan to ensure the stability and durability of roadbed and pavement under the influence of settlement. The research results show that by applying appropriate construction methods and advanced technologies, the damage caused by settlement areas to the road surface can be significantly reduced, thereby enhancing the operational efficiency of highways.

Keywords: highway; bridge engineering; settlement section; roadbed and pavement; construction technology; quality control

引言

高速公路作为现代交通的重要组成部分,其建设质量直接关系到国民经济的发展和人们日常生活的便利性。在高速公路的建设过程中,桥梁工程的质量控制,特别是沉降段路基路面的施工技术,是保障整个工程质量的决定性因素。路基路面施工中,沉降段主要由土壤的物理化学特性、地基压缩性及外部环境变化等因素引起,这些因素使得施工过程充满挑战^[1]。因此,探究沉降段施工技术及其影响因素,对高速公路整体性能和安全性的增强具有显著作用。

1 沉降段的特点与影响因素

沉降段在高速公路和桥梁工程中是一个重要的概念,其特点和形成影响因素直接关系到工程的安全性和使用性能。沉降段通常指的是由于土壤的不均匀沉降或地基的沉降而形成的特殊路段。这些路段在施工及使用过程中可能会出现路面凹陷、裂缝等现象,严重影响交通安全和行驶舒适性。沉降段的主要特征包括沉降速率的变化、路面不平整,以及可能导致的结构性损伤等。其沉降速率往往受到多种因素的影响,例如土壤的物理性质、地基承载力、

外部荷载及施工工艺等。在地基处理过程中,土壤的含水量、粒径分布及其力学特性是影响沉降段形成的重要因素。土壤中含水量的变化会导致土壤颗粒间的相互作用发生变化,从而影响土壤的压缩性和承载力,进而影响沉降情况^[2]。同时,土壤的粒径分布也对沉降段的稳定性起着关键作用,细颗粒土壤由于其较高的孔隙率和流动性,在荷载作用下容易发生沉降。另一个影响沉降段形成的重要因素是外部荷载。高速公路上重型车辆的频繁通行会加大地基的压缩,造成沉降的加剧。

在进行沉降段的构建及其施工操作时,必须充分考虑地下水位的波动因素。地下水位的变化会作用于土壤的有效应力,进而改变土壤的沉降行为。例如,在雨季或融雪期间,地下水位的上升会使得土壤中的孔隙水压力增加,进而引起土壤强度的减弱,最终导致沉降现象的加剧。对于沉降段区域,实施地下水情的持续监控,是保持土壤稳定性的关键措施,气候变化因素显著影响着沉降段,极端天气状况能引发土壤水分急速变动,进而作用于土壤的物理性质与稳定性。在进行的某项工程中,负责施工的单位

需要密切监控气候变迁如何影响某个沉降区域,并且依据气象局的预报来适当变动施工的安排。

沉降段的出现并不意味着工程的失败,而是需要在后续运营维护中给予足够的重视。定期的路面检测和监测可以及时发现沉降段的问题,并采取有效措施进行修复和加固。高速公路路基路面沉降的实时监控,需工程管理者构建完善的监测体系,并采用科学方法,以保障道路使用的安全性。沉降段特性与受影响因素构成的系统工程较为复杂,该领域的研究交叉融合了土壤力学、工程技术、气象环境等领域。设计高速公路与桥梁工程时,深入分析沉降段产生的原因及其特性,对工程的顺畅进行和长期安全运作至关重要^[3]。

2 沉降段路基路面施工工艺

沉降段路基路面的施工工艺是确保高速公路和桥梁工程质量的重要环节,涉及多个技术要素和工序的合理组合。施工工艺的设计首先需要对沉降段的特性进行详细分析,包括土壤类型、承载力、含水率以及周围环境因素等,这些都是影响施工质量和路面稳定性的关键因素。在此基础上,施工准备阶段尤为关键,要求制定全面的施工计划,进行现场勘查和数据收集,以便为后续施工提供科学依据。根据土壤的物理性质,选择合适的材料与施工技术是保证施工质量的前提。例如,对于承载力较低的软土层,通常需要采用加固措施,如堆载预压或深层搅拌等,以提高土体的承载能力,防止沉降过大。进入施工阶段,路基处理是首要任务。针对沉降段,通常采用分层填筑的方法,将填料分层铺设,并通过机械压实来提高密实度。

在路面施工中,应重视施工工艺的衔接。沉降段的路面应采用合理的结构层设计,通常由基层、面层和铺装层组成。通常涵盖基层、面层以及铺装层的三层构造。在施工过程中,应用摊铺机对基层进行铺设,严格把控其平整度和厚度,以满足设计规范,保障铺设的整体均匀性与一致性^[4]。在路面施工过程中,对混合料温度、摊铺速度及压实度等关键工艺参数进行严格控制,是防止裂缝、凹陷等质量缺陷产生的必要措施。在进行施工活动时,应安排各施工工序,防止工序间相互影响,保证各施工环节能够顺畅过渡。在沉降段路基路面施工过程中,质量控制扮演着至关重要的角色,施工单位必须构建起一套完备的质量管理体系。针对施工的各个环节执行动态监控以及详实记录,在建筑作业期间,需要对道路的基础结构和地表的下沉状况进行周期性的检查,以便实时了解沉降动态,并依据检测数据来适时修改建设计划。针对施工过程中所使用的材料,必须进行严格的检验,以验证其是否满足既定的国家规范以及工程设计的标准。

在建筑施工的过程中,采取环境保护的策略至关重要,这样可以有效避免或减少其对邻近环境的负面作用。在建筑施工过程中,合理安排施工现场的隔离设施,严格限制

噪声与粉尘的产生,以维护施工阶段的环境和人员安全。完成道路建设后,为确保其基础和表层的长期稳固,全面养护作业是必不可少的。在道路保养过程中,采用浇水或遮盖等方法,能够降低水分挥发与温度波动对路面造成的效应。路基路面的沉降段施工,包含准备、处理、铺设等多个环节,属于一项系统工程,其质量控制至关重要。采用合理的建筑施工技术,以及实施严格的质量监督,能显著降低地基下沉对国家级公路及其桥梁结构的负面影响,从而保障了交通基础设施的安全稳定性与预期使用年限。未来在施工领域,伴随持续的技术革新及其在实践中的应用,针对沉降区间路基路面的施工工艺将得到进一步的改良,从而为我国高速公路的建设提供更为稳固的底层支撑。

3 质量控制措施

3.1 施工过程中的质量监测

在山区高架桥工程中,施工过程中的质量监测是确保工程安全和质量的关键环节,涉及多个方面的监测技术与措施。质量监测应在施工的各个阶段进行,包括施工前的准备阶段、施工过程中的实施阶段以及施工后的评估阶段。在准备阶段,需进行详尽的地质勘察和现场分析,以获取关于土壤类型、地下水位及周围环境的基本信息。这些数据为后续的施工质量控制提供了重要依据。在施工实施过程中,质量监测应聚焦于原材料的检测、施工工艺的监督以及各类施工参数的控制。对所使用的原材料,如混凝土、钢材和填土等,需进行严格的取样检测,确保其符合设计标准与国家规范。此外,施工过程中的关键工序,如混凝土浇筑、路基填筑及桥墩施工等,均需进行实时监测,确保施工质量的稳定性。在施工过程中,应用现代化的监测技术,诸如无损检测、传感器监测和实时数据采集系统,可以显著提高监测的效率与准确性^[5]。

在施工后评估阶段,需对已完成的结构进行全面的检测,评估其承载能力、稳定性和使用性能。通过定期进行的项目监测与评价,能及时排查并解决异常,保障工程持久的安全性与功能性。系统化整理和分析施工过程中的监测数据,旨在为未来的工程项目提供参考依据,数据的持续累积不仅优化了施工管理的流程,而且为后续的工程建设和设计提供了极具价值的实践教训。在整个建设项目的生命周期内,实施质量监控构成了一种系统化的过程,它对工程的质量进行了全面的跟踪与评估。实施精准的监控方法,不仅有助于快速辨识并处理隐藏的质量隐患,而且能保障高架桥梁的稳固与持久性,进而加强交通出行的安全防护。实践质量监控,能显著促进山区高架桥梁建设管理能力的提高,达成工程高品质与效率化的追求。

3.2 沉降监测与数据分析

沉降监测与数据分析是高速公路和桥梁工程中至关重要的环节,尤其在沉降段路基路面的施工中更显其重要

性。沉降监测的主要目的是实时掌握路基和路面的变形情况,及时发现潜在的安全隐患,从而保障工程的安全和稳定。在工程施工前期,需要对沉降监测点进行合理布置,以确保监测数据的代表性和有效性。这些监测点通常设置在关键的结构位置和可能发生沉降的区域,通过高精度的测量仪器,如水准仪、全站仪等,定期记录各个监测点的高程变化^[6]。

基于数据采集,对数据进行深入解析,是沉降观测不可或缺的一环。通过分析采集到的沉降数据,能够辨识沉降的发展趋势与规则,掌握其速度与幅度,进而评价其对工程结构的影响。在数据分析的过程中,应用了统计学和数学建模的方法,例如时间序列分析、回归分析等,以识别沉降的主要影响因素及其相互关系。综合地质调查成果、气候状况以及工程建设技术等多方面信息,构建一个包含多个角度的沉降趋势预测架构,从而为地表下沉的管理与抑制提供坚实的科学支撑。

沉降监测与数据分析的最终目标是确保工程在使用过程中的安全性和耐久性。因此,在分析过程中,应当与施工单位保持及时沟通,若发现异常情况,应迅速采取应对措施,如调整施工方案、加强现场管理或进行加固处理等,将监控所得的数据与建筑工程的具体施工进度和所用材料的特性进行相关性分析,以此来评估各种施工技术对于地基下沉的效应,并据此为未来的建筑施工提供优化建议。针对工程项目的稳定性评估,需对沉降数据进行详尽的记录与深入分析,进而整合成一份周全的监测报告,这将为工程最终的验收环节及未来的维护工作提供关键性的参考资料^[7]。

3.3 施工后的养护与管理

施工后的养护与管理是高速公路和桥梁工程中不可忽视的重要环节,它直接关系到工程的使用寿命和安全性。有效的养护与管理策略不仅能够延长路基和路面的使用周期,还能减少后期维护的成本,确保交通的顺畅与安全。在施工完成后,应制定详细的养护计划,明确养护的内容、频率和责任人。养护内容主要包括定期的检查、清洁、修复和加固等,尤其是在雨季、寒冬等特殊气候条件下,路面和结构的检查频率应适当增加,以及及时发现并解决潜在问题^[8]。

在养护过程中,特别需要关注路基的沉降情况、路面裂缝、病害等问题。通过定期进行环境检查,以便及时发现并处理,防止潜在风险的扩大。为了维持路面的优秀状态及其承载力,应当根据使用状况与环境变迁,及时对路面实施洒水、清理、裂缝填充以及加固等一系列维护

措施。在此基础之上,对于施工完毕后的管理活动亦应给予同等关注,这包括对负责养护工作人员的教育培训、对养护工具的保养与技术升级,以及有关养护过程记录的整理归档工作。通过建立健全的管理体系,实现对养护工作流程的规范化与系统化改进,从而显著提高养护服务的品质。养护与管理领域正越来越多地应用信息化技术,这一趋势日益显著,利用先进的智能监控设备与高效的信息管理系统,能够达成对路基及路面实际状态的即时监控,进而实现数据的自动搜集与深度分析,这为道路养护的决策制定环节提供了坚实的数据支撑。通过大数据技术的应用,能够对路面病害的成因及其影响因素进行深入分析,进而有助于形成更加合理有效的道路养护方案。同时,定期对养护效果进行评估和反馈,根据实际情况调整养护方案,以确保工程始终处于最佳状态^[9]。

4 结语

综上所述,高速路桥梁工程中沉降段路基路面的施工工艺研究涉及从前期勘探到施工、监测及后期养护的全过程,只有通过科学的管理与技术手段,才能确保沉降段路基路面的安全性、稳定性和耐用性,从而实现高速公路和桥梁工程的高效运营与可持续发展。

[参考文献]

- [1] 闫瑞雪. 路桥沉降段路基施工要点分析[J]. 交通世界, 2024(8): 134-136.
 - [2] 林龙强. 路桥沉降段路基路面施工技术要点分析[J]. 运输经理世界, 2023(31): 62-64.
 - [3] 朱威. 路桥过渡段路基路面沉降处理措施研究[J]. 工程建设与设计, 2023(16): 212-214.
 - [4] 刘建利. 路桥沉降段路基路面施工技术要点分析[J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46(7): 51-53.
 - [5] 邹其, 刘婷. 关于路桥过渡段路基沉降问题的研究[J]. 建筑与预算, 2023(6): 71-73.
 - [6] 罗帅. 市政路桥沉降段路基路面施工技术探索[J]. 科学技术创新, 2023(16): 161-164.
 - [7] 熊宽. 复杂山区路桥过渡段路基沉降控制加固设计研究[J]. 四川水泥, 2023(1): 244-246.
 - [8] 范富城. 道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J]. 居舍, 2022(14): 55-58.
 - [9] 李政柏, 李德均. 道路桥梁沉降段路基路面施工技术及其质量控制[J]. 汽车周刊, 2024(10): 252-254.
- 作者简介: 马继文(1990.6—), 毕业院校: 北京工业大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 工程师。

温拌沥青技术在沥青路面施工中的应用研究

王彬彬

江苏东交智控科技集团股份有限公司, 江苏 南京 210002

[摘要] 随着我国基础设施建设的不断推进, 路面材料的性能要求日益严格。温拌沥青作为一种有效的解决方案, 其应用范围不断扩大, 从城市道路延伸至高速公路等多个领域, 展示出优异的适应性与耐久性。文章将围绕温拌沥青的材料选择、施工工艺及质量检测等方面进行探讨, 为相关研究者与从业人员提供参考。

[关键词] 温拌沥青; 沥青路面; 混合料设计; 施工工艺; 质量检测

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15096

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Research on the Application of Warm Mix Asphalt Technology in Asphalt Pavement Construction

WANG Binbin

Jiangsu Easttrans Intelligent Control Technology Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210002, China

Abstract: With the continuous advancement of infrastructure construction in China, the performance requirements for pavement materials are becoming increasingly stringent. Warm mix asphalt, as an effective solution, has continuously expanded its application range from urban roads to highways and other fields, demonstrating excellent adaptability and durability. The article will explore the material selection, construction technology, and quality inspection of warm mix asphalt, providing reference for relevant researchers and practitioners.

Keywords: warm mix asphalt; asphalt pavement; mixture design; construction technology; quality inspection

引言

温拌沥青技术的提出, 源于对传统沥青施工中高温作业所带来的环境与安全隐患的重新审视。传统沥青的施工温度一般维持在 160°C 至 180°C 之间, 这不仅消耗大量能源, 还可能对施工人员的健康产生潜在威胁。为了解决这一问题, 温拌沥青技术逐渐受到重视。在全球对环保与可持续发展愈加重视的背景下, 各国纷纷加强建筑材料的环保标准。温拌沥青作为一种低能耗、低排放的施工材料, 逐渐赢得了政府与业界的青睐。随着我国在交通基础设施建设上持续投入, 温拌沥青的应用范围不断扩大。因此, 深入分析温拌沥青技术的工程特性及应用效果, 对于推动我国交通基础设施建设的绿色转型具有重要的理论与实践意义。

1 温拌沥青混合料设计

1.1 原材料性能

1.1.1 沥青

在温拌沥青混合料的设计过程中, 低黏度的沥青在较低温度下能够保持良好的流动性, 从而简化拌合与摊铺的过程。同时, 沥青的软化点也是一个重要参数, 它决定了沥青在高温环境下的抗变形能力。施工通常要求的温度范围在 130°C 至 160°C 之间, 因此, 所选沥青必须在这一范围内具备适当的黏度与流动性。对温度变化的敏感性各有不同, 合理的沥青类型能够显著提升混合料的施工性能及后续效果。沥青与矿料之间的相容性也同样重要, 影响混合料的长期稳定性^[1]。因此, 选用时需综合考虑这些因素,

以确保最终混合料的均匀性与强度。

1.1.2 集料

集料的性能对温拌沥青混合料的整体质量有着显著影响。集料的级配, 即粒径分布, 直接关系到混合料的密实度与抗压强度。颗粒的形状与粗细程度同样重要, 碎石的形状及表面特征会直接影响沥青的黏结效果与混合料的稳定性。在施工过程中, 通常会选用坚硬、稳定且表面粗糙的集料, 以增强混合料的抗变形与抗剥落性能。此外, 集料的强度也不容忽视, 若强度不足, 混合料的耐久性可能会下降, 进而影响路面的使用寿命。因此, 选择集料时, 需对其质量进行严格把控, 以确保满足设计要求并适应施工环境的变化。

1.1.3 矿粉

在温拌沥青混合料中, 矿粉的填充与黏结作用起着至关重要的作用, 显著提升了混合料的稳定性。矿粉的颗粒度、形状及化学成分会影响其在混合料中的表现。细矿粉可以有效填充集料之间的空隙, 从而提高混合料的密实度与抗水侵蚀能力。矿粉与沥青之间的相容性直接影响混合料的性能, 良好的相容性能够增强沥青的黏结效果, 确保混合料的坚固性。研究表明, 某些类型的矿粉, 特别是石灰石矿粉, 表现出良好的活性, 能够增强混合料的抗剥离性能与长期耐久性^[2]。因此, 在选择矿粉时, 需综合评估其与沥青的相互作用, 以优化混合料设计。

1.1.4 温拌剂

温拌剂要的功能是降低沥青的拌合温度, 同时确保混

合料的工作性与黏结性。选择合适的温拌剂时,需关注其对沥青性能的改善效果,包括流动性、抗剥离性及耐高温特性。市场上提供的多种温拌剂类型,应根据沥青特性及施工环境进行选择。研究显示,适当的温拌剂能够有效提升沥青的流动性,使得混合料在较低温度下依然能够达到理想的拌合效果。温拌剂的用量与添加方式对混合料的最终性能具有显著影响,过量或不足的添加可能导致性能下降。在选用温拌剂的过程中,应通过严格的实验验证,确定最佳用量与添加工艺,从而保障混合料的整体质量。

1.2 配合比设计

配合比设计是温拌沥青混合料制作的重要环节,直接关系到最终混合料的性能及使用效果。根据沥青与集料的特性,初步的配合比试验可实现设计所需的抗压强度、抗剥离性及抗变形能力。在配合比制定中,重视材料之间的配比关系,避免因相互制约而导致性能下降至关重要。温拌沥青混合料的设计同样需关注施工的可操作性与经济性,通过调整沥青与集料的比例,寻找适合当地施工条件与经济水平的平衡点。在实际操作中,采用“试配-评估-调整”的循环过程,通过不同配合比的试验逐步优化,以确定最优配合比。随着新技术的发展,配比设计软件与材料测试设备的应用日益普遍,这提高了设计的准确性与效率,确保最终得到的温拌沥青混合料具备优异的工程性能与较长的使用寿命。同时,新材料的开发与研究,如纳米材料及其复合材料的应用,进一步改善了混合料的性能,满足日益严格的工程要求。科学的配合比设计为温拌沥青混合料的施工奠定了坚实基础,展现出良好的经济性与环境适应性,为路面的长期使用提供了可靠保障。

2 温拌沥青技术工程特性

相比传统沥青材料,温拌沥青的改性沥青具备良好的延展性,有效抵御因温度变化引发的应力集中,显著降低裂缝发生的可能性。通过精细控制沥青的流动性与黏度,温拌技术使得沥青在较低施工温度下依然能够保持优良的黏结性能。温拌沥青的抗疲劳性同样不容忽视。疲劳破坏往往出现在沥青路面,主要由于重复加载所致的损伤。经过优化设计的温拌沥青显著提高了混合料的韧性与耐久性,交通荷载对路面的损伤进程得以减缓。与传统沥青相比,温拌沥青的疲劳寿命显著延长,使其在高交通量区域的应用更加广泛。较低的施工温度也降低了能源消耗与温室气体排放,契合了可持续发展的要求。在施工性能方面,温拌沥青显示出明显的优势。其拌合温度通常设定在130℃至160℃之间,相较于传统沥青低30℃,这种温度不仅减少了施工设备的热损耗,还降低了工人接触高温材料的风险。由于较低的施工温度,温拌沥青在运输与摊铺过程中保持了良好的工作性与成型能力,从而简化了拌合与摊铺的操作难度^[3]。采用温拌技术后,生产过程中对燃料的需求显著降低,二氧化碳排放得以减少。此外,常添

加于温拌沥青中的改性剂与温拌剂,增强了沥青的黏结性与抗水损伤能力,进一步提升了其耐久性。

3 温拌沥青技术的实际应用

3.1 原材料

3.1.1 沥青

在温拌沥青的应用中,必须确保所选的温拌沥青具备特定的物理性能,以保证在施工期间良好的工作性得以维持。特别是在较低温度下,沥青必须展现出足够的流动性与黏结性,从而确保混合料的均匀性与一致性。在选用时,需重点关注沥青的软化点、黏度及温度敏感性等关键特征。通常情况下,改性沥青被广泛用于温拌沥青的配制,因其通过添加聚合物等材料显著提高了高温下的稳定性与低温抗裂性能。研究已表明,合适的沥青成分能有效改善混合料在各种气候条件下的性能,确保路面的耐久性与安全性。此外,沥青的质量控制在施工过程中也同样不可忽视,只有确保其符合相关标准,最佳施工效果与长久路面性能才能实现。改性沥青不仅增强了温拌沥青在高温下的稳定性,也提升了其在低温下的韧性。对于寒冷或温差较大的地区,选用此类沥青显得尤为重要。在实际应用中,除了关注沥青的性能外,来源与生产工艺也需加以考虑,以确保所选沥青符合环保要求。随着环保标准的提升,越来越多的研究开始探索可再生沥青的使用,为温拌沥青的应用提供了更广泛的选择。

3.1.2 矿料

在选择矿料时,必须关注颗粒形状、表面粗糙度及强度等,以确保混合料具备良好的骨架结构。优质矿料的使用能够有效提升混合料的密实度,改善其力学性能,增强抗变形能力。在实际应用中,石灰石与玄武岩等材料通常被选用,这些矿料不仅具备优良的力学特性,还能提高混合料的耐久性。矿料的表面粗糙度与沥青的相容性直接影响混合料的黏结性能。选用合适的矿料可降低水对路面的侵蚀,增强路面的耐久性。此外,矿料的来源需遵循环保标准,以确保使用过程中不会对环境造成负面影响^[4]。新技术的引入,如再生矿料的应用,能够进一步提升温拌沥青的性能与经济性,推动绿色建设的发展。

3.1.3 温拌剂

温拌剂的合理使用构成了温拌沥青技术的重要部分。温拌剂种类繁多,包括聚合物、表面活性剂及其他化学添加剂,其主要目的在于改善沥青的流动性与黏结性能。在实际应用中,应根据具体的沥青类型与施工要求,合理调配温拌剂的用量。实验研究已表明,温拌剂的使用不仅能够降低能耗,还能提高混合料的抗水损伤能力与耐久性。温拌剂的添加对混合料的温度控制起到积极作用,从而确保在较低温度下施工的有效性。合理使用温拌剂,能够提升温拌沥青在各种施工条件下的适应性,从而提高整体工程质量。新型温拌剂不仅降低拌合温度,还改善沥青与骨料的相容性,从而提升混合料的抗水损伤能力与强度。

3.1.4 级配

在温拌沥青的应用中,级配直接影响混合料的密实度、抗变形能力及整体工程性能。科学设计级配能够优化不同粒径骨料之间的填充关系,从而提升混合料的力学性能与稳定性。适宜的级配设计可有效减少混合料的孔隙率,增强其抗水损伤能力,同时提升混合料在施工过程中的稳定性。在实际操作中,应依据具体的工程需求与环境条件,设计符合标准的级配方案显得尤为重要。良好的级配设计不仅能提升混合料的密实度,还能够增强其在施工过程中的稳定性。利用计算机模拟与优化算法,能够实现更加精确的级配设计,进一步提升混合料的性能。

3.2 施工工艺

3.2.1 施工准备

在施工前,所有材料必须经过全面检查,以确保其符合设计标准及质量要求。材料检查应涵盖沥青、矿料及温拌剂的成分、性能以及储存条件。同时,施工人员需经过系统的培训,掌握温拌沥青的施工技术及安全操作规程,培训内容应包括施工流程、设备操作及应急处理措施。在使用前,确保施工设备处于良好状态,能有效避免因设备故障而影响施工进度。在实际操作中,详细记录设备的维护与检修情况,能够有效预防故障的发生。此外,施工现场的安全管理也应得到落实,以确保所有人员了解相关安全规定,降低事故风险。

3.2.2 混合料拌和与运输

在混合料的拌和与运输过程中,需严格控制各项条件,以确保混合料的性能稳定。拌和的温度、时间及运输条件,对最终路面的质量有显著影响。在拌和过程中,沥青与骨料的充分混合是必须的,以实现良好的黏结性能。控制拌和时间显得尤为重要,过长的拌和时间可能导致材料性质的变化,从而影响混合料的整体质量。运输工具的选择同样关键,需使用具备良好保温性能的车辆,以确保混合料在运输过程中的稳定性。

3.2.3 混合料摊铺

在摊铺过程中,特别需要关注摊铺机的性能及操作技巧,以确保混合料均匀摊铺。摊铺机的选择应依据具体施工条件及混合料特性,确保其适用性与有效性。操作人员需熟练掌握摊铺技术,控制适当的摊铺速度与厚度,从而确保摊铺质量。在实际摊铺过程中,摊铺机的平衡必须保持,以防止混合料的偏移与不均匀摊铺。同时,应实时监测混合料的温度,确保其在合理范围内,从而影响最终路面的密实性与抗变形能力。考虑到天气因素对施工的影响,针对高温或降雨天气,应采取相应措施,如调整施工时间或设置遮蔽装置,以避免环境对混合料性能的不利影响。

3.2.4 混合料碾压

碾压是确保路面密实性与稳定性的关键步骤,其合理性直接影响路面的使用性能。在此过程中,应根据混合料

温度的变化,适时调整碾压机的工作参数,以达到最佳的碾压效果。操作人员应具备较高的技术水平,熟悉不同碾压方式的优缺点,以确保碾压过程规范。合理的碾压时间与压力将直接影响最终路面的密实度,需在施工中灵活调整。碾压完成后,必要的质量检查应进行,以确保路面密实度符合设计要求^[5]。科学的碾压工艺能够有效提升混合料的抗变形能力及整体耐久性。在混合料温度下降时,其可塑性减弱,过低的温度可能导致碾压效果不佳。因此,定期检查混合料的温度,有助于确保碾压效果的稳定及质量。

3.3 质量检测

在施工过程中,混合料必须经过严格的质量检测,以及及时发现并处理施工过程中的不合格情况。质量检测项目应涵盖混合料的密实度、抗压强度、抗水损伤能力等关键指标,以确保其符合工程标准。科学的检测方法及设备必须得到充分应用,以确保结果的准确性与可靠性。施工人员应重视质量检测,定期对检测数据进行分析与总结,以发现潜在问题并及时进行改进。通过建立完善的质量检测体系,温拌沥青施工能够达到高标准与高质量,显著提高路面的使用寿命及安全性。运用信息化手段,可实现施工过程中的数据采集与分析,从而及时调整施工策略,确保整体施工质量的稳定。同时,建立有效的质量反馈机制,为今后类似项目的施工提供宝贵的经验与教训,推动温拌沥青技术的持续改进与创新。

4 结论

综上所述,凭借卓越的性能与环保特性,温拌沥青技术逐渐成为现代路面材料施工的重要选择。在材料选择、施工工艺及质量检测等多个方面的优化,促使温拌沥青在实际应用中展现出更高的稳定性与耐久性。这项技术的推广,除了有助于降低施工成本,提高工程效率外,也在环境保护与资源节约方面显示出显著的社会价值。随着技术的持续发展,未来温拌沥青在公路建设中的应用前景将更加广阔。如何进一步完善温拌沥青的施工技术及质量管理,依然是当前研究的重点方向。

【参考文献】

- [1]李鸥.低温环境下温拌沥青混合料的施工控制[J].交通世界,2024(1):74-76.
 - [2]董志华.SBS改性沥青路面施工技术[J].工程机械与维修,2024(6):53-55.
 - [3]马健.电气石负离子改性剂在公路沥青养护施工中的应用[J].交通建设与管理,2024(3):110-112.
 - [4]张琴丽.多碎石沥青混凝土SAC-10在路面养护中的应用[J].交通世界,2024(24):79-81.
 - [5]林姜昕.温拌沥青混凝土薄层罩面技术在公路养护施工中的应用[J].运输经理世界,2024(25):132-134.
- 作者简介:王彬彬(1989.5—),工作单位:江苏东交智控科技股份有限公司,毕业学校南京航空航天大学。

高速公路桥梁施工中的高墩的施工技术要点探讨

刘亚鹏

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]高速公路桥梁作为现代交通运输的关键基础设施之一,其施工质量直接影响着交通安全和通行效率。高速公路桥梁的建设过程中,高墩作为关键的支撑结构,尤其在河流、峡谷或地形复杂区域,其作为支撑手段的应用已日渐普遍。施工高墩时,面对其承载需求与复杂施工条件,探讨相应的施工技术极具研究价值。在高速公路桥梁建设领域,对高墩施工技术进行深入研究,涉及高墩设计、施工工艺、材料选用、施工设备操作及安全管控等多个方面,对其关键技术要点进行了详尽剖析。桥梁施工中,若能合理的设计方案与精确的施工工艺巧妙融合,无疑将显著增强施工的安全性、稳定性和经济效益,进而确保工程质量达到预期标准。

[关键词]高速公路;桥梁;高墩;施工技术

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15093

中图分类号: U445.559

文献标识码: A

Discussion on the Key Construction Technology of High Piers in Highway Bridge Construction

LIU Yapeng

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

Abstract: As one of the key infrastructure of modern transportation, the construction quality of highway bridges directly affects traffic safety and efficiency. In the construction process of highway bridges, high piers serve as key supporting structures, especially in rivers, canyons, or complex terrain areas, and their application as a means of support has become increasingly common. When constructing high piers, it is of great research value to explore corresponding construction technology in the face of their bearing requirements and complex construction conditions. In the field of highway bridge construction, in-depth research has been conducted on high pier construction technology, involving multiple aspects such as high pier design, construction technology, material selection, construction equipment operation, and safety control. The key technical points have been analyzed in detail. In bridge construction, if a reasonable design scheme can be cleverly integrated with precise construction technology, it will undoubtedly significantly enhance the safety, stability, and economic benefits of construction, thereby ensuring that the project quality meets the expected standards.

Keywords: highway; bridge; high piers; construction technology

引言

随着交通网络的不断发展,高速公路的建设逐渐成为现代交通基础设施建设的核心内容。在高速公路工程中,桥梁扮演着至关重要的角色,其使命在于跨越河流、山谷及城市等不同地形。在地质条件复杂或地形不稳定的特定地域,桥梁的建设常常依赖于高墩这一关键支撑结构,桥梁高墩的设计与施工,显著增强了结构的稳定性与负荷承载能力。尽管其技术要求严格,涉及诸多领域,包括结构设计、施工技术、材料选用以及设备配置等。

1 高速公路桥梁高墩施工的特点与挑战

高速公路桥梁高墩的施工具有独特的技术特点和较高的施工挑战性。高墩桥梁通常用于跨越河流、峡谷或复杂地形区域,这使得其施工环境复杂且特殊。高墩的设计和施工不仅需要满足传统桥梁建设的要求,还要考虑到桥墩本身的高度、稳定性和承载能力。因此,高墩桥梁的施工需要在地质条件、环境因素、施工方法等多方面进行综合考虑^[1]。

在高墩施工过程中,作业于高空,施工人员必须接受

严格的安全管理措施。施工过程中,高空作业尤须防范,尤其在操作大型起重设备、进行混凝土浇筑与钢筋绑扎环节,施工安全显得尤为关键。此外,在实施高墩施工时,鉴于土方开挖与基坑支护环节的繁复特性,施工前必须进行周密的准备,以保证施工流程中的各步骤得以顺畅推进。

地理环境的差异以及施工条件的具体状况,显著影响着高墩建设的工期与经济投入。特定地质区域,如山区及江河交汇之处,施工方须采纳多样化施工技术及手段,在高水位、强风频发或多雨地带,施工的进展常常受制于外界气候因素,这不仅加剧了工程进度的难度,亦对质量监管提出了更高的要求。

2 高墩设计与施工准备

高墩设计与施工准备阶段是高墩桥梁建设的核心环节。高墩的设计需要根据地质条件、环境因素、桥梁功能等多个方面进行优化。设计时,需要对施工现场的地质条件进行详尽勘察,包括土壤类型、地下水位、地震等潜在风险因素。这些信息是进行高墩设计的基础,设计者需要根据实际情况确定桥墩的基础形式、结构类型和承载能力。

施工过程的顺利执行是设计阶段不可或缺的考量要素，其中结构设计亦需兼顾施工可行性，以保障方案得以顺畅实施。在设计和施工桥墩墩柱时，务必重视高空作业的安全性及施工设备与作业环境的匹配度。在施工准备阶段，对施工场地进行详尽勘察，实施精确测量，并对施工区域进行周密布置，以确保施工范围明确，并落实必要的安全防护措施。施工过程中需对潜在风险进行详尽剖析，并预先设定一系列应对之策，以保障施工过程得以顺畅推进^[2]。

施工准备阶段还包括施工设备和施工工艺的选择。在高墩施工中，施工设备的选型至关重要。由于施工的特殊性和高难度，施工设备不仅要求满足高墩的重量承载需求，还需要具备较高的稳定性和安全性。施工工艺的选择应根据具体情况进行调整，特别是对于高墩的基础和柱体施工，需要充分考虑到混凝土浇筑、钢筋绑扎、模板支撑等技术要求。

3 高墩施工工艺及关键技术

施高墩桥梁的施工工艺是确保施工质量和施工进度度的关键。在实施高墩施工环节，必须首先进行基础施工，该基础作为桥墩稳固的根本，其承载能力和稳定性必须得到充分保障。施工基础工程时，桩基及深基础方案被广泛运用，且需依据地质状况挑选适宜之选。基坑开挖作业完成后，必须对基础进行强化加固，包括对软土层进行换填作业或采用高强度混凝土，目的在于提升基础的稳固性。在主体施工过程中，高墩的构建涉及模板支撑、钢筋作业、混凝土浇筑及后期养护等一系列至关重要的步骤。浇筑高墩时，墩柱体量较大，施工时模板支撑与稳固性尤须严谨把关，以杜绝混凝土浇筑期间发生偏移或塌陷情形。在钢筋绑扎作业中，必须严格把握钢筋之间的距离及绑扎强度，以防因钢筋位移或绑扎松懈，造成混凝土浇筑不均匀，进而损害墩柱的结构稳固性。

在实施混凝土浇筑作业过程中，必须分层进行，并且及时进行振动处理，以此保障混凝土结构密实且无任何空隙存在。浇筑作业完成后，混凝土须接受必要的养护，维持适宜的湿度与温度环境，从而促使混凝土强度得以稳步提升。在施工阶段，混凝土的浇筑品质与强度之掌控，乃工程质量优劣的枢纽要素，因此必须对混凝土品质实施严密的监测与管理。施工高墩阶段，必须采纳若干独到技术措施，施工领域，高性能混凝土和加强钢筋的应用，辅以特制施工机械，显著提高了作业效率并加固了工程质量^[3]。

4 高墩施工中的设备选型与技术支持

高墩施工中，设备的选型与技术支持对施工质量和安全性至关重要。在高墩施工过程中，通常需要使用大型起重机、混凝土泵车、吊装设备和模板系统等高效设备。起重机的选型要根据高墩的高度和墩体的重量进行合理匹配，确保起重设备能够安全、稳定地完成吊装工作。同时，施工现场可能存在特殊地形或狭窄的工作空间，因

此，起重机的作业半径、起重能力以及灵活性是设备选择的重要因素。

在高墩施工环节，混凝土泵车承担着将混凝土高效输送到指定位置的重任，此作业尤为关键。在施工过程中，混凝土泵车的作用在于保障浇筑作业的连贯性与成品质量，显著提升工程作业的效能。为确保高墩建造的精确度，必须依赖特制的模板支撑体系，以杜绝施工中模板发生位移或变形，进而保障墩体质量不受损害。在执行高墩施工工程时，对设备的选择必须充分考量其与施工环境的匹配度。例如，在山区施工时，可能需要特殊的设备来适应复杂的地形和环境条件。设备的安全性能和操作简便性也是选型时的关键考虑因素。

5 高墩施工中的质量控制与监测

高墩桥梁的施工质量直接影响到桥梁的使用寿命和安全性，因此，质量控制和监测在施工过程中占据着重要地位。在施工前，应对施工现场进行详细的勘察和评估，特别是对土壤、地下水和地质条件进行充分分析，为后续的质量控制提供基础数据。在施工过程中，应对各个环节的施工质量进行严格检查和监控，包括基础施工、钢筋绑扎、混凝土浇筑等工序^[4]。

在高墩施工中，混凝土质量的控制是决定工程质量和施工安全的关键因素之一。在复杂地形如峡谷、山岭及水域等特殊地理区域，高墩桥梁的建设往往面临着更为严格的施工挑战，结构庞大的高墩，其承载能力与稳定性对混凝土质量提出了严格要求，此为确保其耐久与安全不可或缺。在混凝土工程中，对配合比进行精准设计、严格进行强度检测、确保浇筑时振捣质量优良、模板支撑稳固、钢筋绑扎精细，每一环节均需精心筹划与严格监管。确保混凝土品质，配合比设计占据至关重要的地位。混凝土性能的优劣，与其配合比设计的合理性密切相关，直接影响其强度、耐久性以及抗渗透性等重要指标。

配合比的优化不仅仅要考虑混凝土的强度，还要兼顾施工的方便性与成本效益。施工高墩时，为了缩短工期及降低费用，通常采纳自密实混凝土（SCC）或是高性能混凝土（HPC）的应用。在混凝土浇筑过程中，自密实混凝土因其卓越的流动性与自密实性能，无需过多振捣即可充盈模板，显著降低空洞与离析风险，特别是在大体积和高墩结构浇筑中，其优势尤为凸显。在施工环节中，对混凝土强度进行检测，是确保质量控制的关键步骤。在执行高墩施工过程中，对混凝土强度变化的判定，常规的养护样本检测往往难以及时反映出其变化，因此需采取特殊手段。混凝土浇筑作业中，实时监测强度是关键，而现场无损检测技术为这一监控提供了有力保障。所述技术诸如超声波检测与回弹仪检测等，能即时反映混凝土强度变化，便于施工人员早期识别问题，并对混凝土浇筑的厚度及均匀性实施实时调节。

混凝土浇筑过程中,振捣质量的控制尤为关键。在高墩建筑施工阶段,混凝土浇筑作业常需跨越较大高度,若振捣作业未达标。混凝土内部易发生空洞与离析现象,从而对结构整体强度与稳定性构成负面影响。因此,施工团队需选用高效振捣工具,确保各层混凝土得以彻底振实。在混凝土振捣过程中,需严格调控振动时间与频率,以防因振捣过当而导致混凝土表层损毁或钢筋外露。依据多样化的施工条件,施工单位必须选用相应的振动设备,包括内振器与外振器等,以保障混凝土浇筑作业的优质完成。在确保高墩施工质量的过程中,钢筋绑扎及模板支撑的质量控制显得尤为关键。在执行高墩构建作业时,墩柱因横截面宽广、高耸,钢筋的配置需遵照既定设计图严格实施,以保证钢筋间距离、弯曲角度及位置均与设计规范相吻合^[5]。

由于高墩的高度较大,模板的支撑系统必须具有较高的稳定性和承载力。在高墩施工中,模板支撑不当可能会导致模板位移或坍塌,从而影响混凝土的浇筑质量。因此,为保障大体积混凝土的重量得到充分支撑,模板支撑的设计必须做到合理,规范拆除模板,务必确保拆除作业中对混凝土无任何损害。在施工过程中,采纳先进的现代化质量监测技术,相较于传统手段,显得尤为关键。技术革新使得全站仪、激光扫描仪、应力传感器等先进的监测工具在高墩施工领域得到了普遍运用。施工过程应用全站仪与激光扫描仪,实时监控墩柱变形与沉降等关键信息,并能迅速捕捉高墩施工中微小的偏差,进而实施相应调整措施,毫米级的高精度监测设备,显著提升了施工的精确度与效率。

应用应力传感器技术能够实时监测高墩桥梁结构在施工过程中的应力变化,尤其是在混凝土浇筑和养护过程中,能够为结构的稳定性提供有效的数据支持。桥墩柱体的应力与应变,应力传感器能实时监测,工程师借此及时掌握结构状态,以判断是否存在过载或结构损伤,从而保障工程质量与安全。施工单位在施工环节融合了现代化监测技术与传统质量控制方法,从而实现了施工过程数据的全面、精准采集,并提前对可能存在的质量风险进行预警。桥梁的后期使用安全,高墩施工进度得以保障,得益于施工团队对方案的实时监控与及时调整。在构建高墩桥梁的过程中,对施工质量控制这一系统工程实施精准把控,关乎混凝土配合比设计、钢筋绑扎、模板支撑、振捣质量等关键环节的优化与保障。

6 高墩施工中的常见问题与解决对策

在高墩施工过程中,常常会遇到一些技术性和管理性的问题,这些问题如果不及时解决,会对工程质量、施工进度以及安全性造成不良影响。高墩施工中常见的问题包括模板支撑不稳定、混凝土浇筑不均、钢筋绑扎不符合要求等。针对这些问题,施工单位应在施工前做好充足的准备工作,包括详细的施工方案、严格的技术交底和充分的设备调配。

在施工活动进行期间,存在着发生意外事故的风险,诸如物体从高处坠落、机械设备出现故障等问题。在高墩施工过程中,施工单位需强化安全管理,尤其是针对高空作业和重型起重作业,必须遵循安全操作规程,定期对设备进行检查与维护,保证设备始终处于最佳工作状态。施工过程可能受到诸如天气、地震以及突发自然灾害等外部环境的干扰,此类干扰可能造成施工进度的推迟或工程质量的下降。在面临诸多不可预见的因素影响时,施工方必须制定应急措施,以便在极端气候条件下灵活调整施工计划,确保工程进度的连续与稳固^[6]。

7 结语

高速公路桥梁中的高墩施工技术不仅要求高精度的施工工艺,还需全方位的质量控制体系。通过对设计、施工准备、混凝土质量、钢筋绑扎、模板支撑、设备选型、质量监控和养护等各个环节的严格把控,可以确保高墩施工的顺利进行,进而为桥梁的长期安全运行提供有力保障。

[参考文献]

- [1]刘家兴. 高速公路桥梁施工中高墩施工技术的应用研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(15): 59-61.
- [2]陈耀文. 高速公路桥梁施工中高墩施工技术的应用[J]. 工程机械与维修, 2024(7): 72-74.
- [3]安星如. 高墩施工技术在高速公路桥梁工程施工中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(13): 63-65.
- [4]周建. 高速公路桥梁施工中的高墩施工技术应用探析[J]. 产品可靠性报告, 2024(6): 123-124.
- [5]刘树生. 高墩施工技术要点及其在高速公路桥梁施工中的应用[J]. 建筑技术开发, 2024, 51(6): 119-121.
- [6]高照民. 翻模施工技术在高速公路桥梁高墩施工中的应用[J]. 四川水泥, 2024(5): 194-196.

作者简介: 刘亚鹏(1991.5—), 毕业院校: 武汉理工大学, 所学专业: 建筑工程, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 中级工程师。

深基坑桩基围护施工技术要点及实践经验

刘恒

青海省第八地质勘查院, 青海 西宁 810000

[摘要]随着现代城市化进程的加速,深基坑桩基围护施工技术被广泛应用,成为确保基坑稳定性与周边环境安全的关键手段。深基坑施工涉及复杂的土壤条件、地下水管理以及周围建筑物保护等多重因素,这使得施工过程充满挑战。如何有效保障基坑稳定,防止对周边环境造成影响,成为项目成功的决定性因素。桩基作为支撑基坑的重要结构,其设计与施工工艺直接影响施工效果。尤其在地质条件复杂的情况下,合理选择桩基类型及围护结构,能够有效提升基坑的安全性与施工质量。文中探讨深基坑桩基围护施工的关键技术要点,旨在为工程实践提供指导意见,探索提升施工效率、安全性及环境友好性的技术方法。

[关键词]深基坑; 桩基围护; 施工技术; 土壤力学; 基坑稳定性; 围护结构

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15085

中图分类号: TM7

文献标识码: A

Key Points and Practical Experience of Deep Foundation Pit Pile Foundation Enclosure Construction Technology

LIU Heng

The Eighth Geological Exploration Institute of Qinghai Province, Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract: With the acceleration of modern urbanization, the construction technology of deep foundation pit pile foundation enclosure has been widely applied, becoming a key means to ensure the stability of the foundation pit and the safety of the surrounding environment. The construction of deep foundation pits involves multiple factors such as complex soil conditions, groundwater management, and protection of surrounding buildings, which makes the construction process full of challenges. How to effectively ensure the stability of the foundation pit and prevent any impact on the surrounding environment has become a decisive factor in the success of the project. As an important structure supporting the foundation pit, the design and construction process of pile foundation directly affect the construction effect. Especially in complex geological conditions, reasonable selection of pile foundation types and enclosure structures can effectively improve the safety and construction quality of foundation pits. The article explores the key technical points of deep foundation pit pile foundation enclosure construction, aiming to provide guidance for engineering practice and explore technical methods to improve construction efficiency, safety, and environmental friendliness.

Keywords: deep foundation pit; pile foundation enclosure; construction technology; soil mechanics; stability of foundation pit; enclosure structure

引言

伴随城市化进程的推进,深基坑施工的规模不断扩展,施工深度逐步加深,随之而来的技术难题也日益增多。桩基围护结构在这些工程中起着至关重要的作用,通过合理设计与施工,能够有效确保基坑稳定,避免土体崩塌及地下水渗透等潜在问题。在复杂的地质条件下,选择适宜的桩基类型与围护结构,不仅保障施工的顺利进行,更是确保工程安全与质量的根本。近年来,建筑信息建模(BIM)技术及智能监控系统的应用,显著提高了施工效率与质量,确保了施工过程中的安全性。同时,新型环保材料的应用,不仅提升了施工质量,也减少了对环境的负面影响。随着这些技术的不断进步,深基坑桩基围护施工技术正在向更加智能化、环保化的方向发展,推动地下空间的可持续开发。

1 深基坑桩基围护概述

1.1 深基坑与桩基围护简介

随着城市建设的不断发展,地下空间的开发已成为建筑

项目中的一个重要组成部分。然而,深基坑施工不仅需要解决土体稳定性等技术难题,还必须考虑周围建筑物、地下管线等因素,以保证施工期间周围环境的安全。桩基围护系统通过将桩基支护结构与基坑围护结构相结合,能够有效地支撑基坑,防止开挖过程中土体发生不稳定现象如崩塌或位移^[1]。桩基的设计与类型选择应根据土壤条件、地下水位、地质结构等多方面的因素来确定。常见的桩基类型包括灌注桩、预应力桩及摩擦桩等。一个合理的桩基围护系统设计不仅能增强基坑的稳定性,还能减少施工过程中对周围建筑物的影响。在选择桩基的数量、深度及类型时,必须结合具体施工条件进行综合分析,以确保施工的顺利进行与工程安全。

1.2 施工流程概述

深基坑桩基围护施工涉及多个环节,每个环节的精准实施都是确保施工质量与安全的基础。在勘察设计阶段,土壤力学性质、地下水位等地质信息的获取是整个施工的基础。精确的勘察结果为后续设计提供了至关重要的数据支持。勘

察的精度直接影响到设计方案的合理性,因此,必须遵循严格的操作规范进行。在此基础上,设计人员根据勘察结果选择适合的桩基类型及围护结构形式,并制定详细的施工方案,确保施工过程中的潜在风险能够得到有效控制。桩基施工紧接着进行,它是实现设计方案的关键环节。通过使用先进的机械设备进行打桩或灌注作业,确保桩基的垂直度与深度符合设计要求。在此过程中,施工质量受到土壤条件与地下水水位等因素的影响,特别是在地下水水位较高的地区,降水措施至关重要,以保证桩基施工顺利进行。围护结构的设计需根据基坑深度及周围环境的安全需求来选择合适的支护方式,如地下连续墙或钢板桩等。在施工过程中,围护结构需要实时监控其稳定性,一旦出现异常变形,及时采取相应的调整措施,确保施工安全。在开挖过程中,必须严格控制土体的稳定性,通过支护措施避免塌方或位移等事故。同时,排水与防水系统的设计与实施也应同步进行,尤其是在地下水丰富的地区,良好的排水系统可以有效减少地下水对基坑稳定性的影响,从而确保施工的顺利进行。

2 施工前准备

2.1 基坑勘察与设计

基坑施工前的勘察工作至关重要,勘察内容包括土壤力学特性、地下水水位、地质情况以及周围环境的评估。通过对土壤承载力、摩擦力及沉降特性的实验,设计人员可依据这些数据合理选择桩基类型与围护结构。地下水位的变化也不容忽视,较高的水位可能对基坑稳定性造成威胁,因此排水措施的设计至关重要。对周围环境的影响评估同样重要,特别是在基坑附近的建筑物或设施可能因施工产生不利影响。勘察数据为设计人员提供了依据,以调整设计方案,避免对周围环境的破坏。最终,基于勘察结果,设计人员将确保桩基与围护结构的设计科学合理,能够有效保障施工过程中的安全与稳定。

2.2 施工方案制定

施工方案是确保工程顺利实施的重要保障。根据基坑的实际情况,施工方案的编制必须全面考虑施工顺序、工艺选择、资源配置与安全措施等因素。施工顺序的合理安排至关重要,它能确保各环节之间的紧密衔接,避免由于协调不当而导致的进度延误或资源浪费。在施工工艺的选择上,应根据现场条件,如土壤类型与地下水水位等因素,科学决策。如遇到较高地下水水位的情况,应提前采取降水措施,确保基坑施工过程中不受地下水影响。合理的施工工艺不仅能提高施工效率,还能确保施工质量,避免因工艺不当而导致的返工。人员安排应根据施工任务的不同阶段进行调整,确保各阶段的工作能够顺利完成^[2]。机械设备的选型应根据施工任务的特点,确保设备能够高效工作并减少故障。材料采购则需提前规划,确保所有必需材料能按时到达,保证施工进度连续性。识别施工过程中可能存在的风险,并提前做好应急预案。同时,施工现场的安全设施需要定期检查与维护,确保施工人员在安全的环境下工作,减少事故的发生。

2.3 材料准备与采购

在施工前,所有材料必须严格符合设计要求,并且应确保按时采购到位。提前完成材料采购可以有效避免施工过程中出现因材料不足或质量不合格导致的工程延期或质量问题。特别是对于桩基、围护结构等关键材料,必须经过严格的质量检验,确保其符合标准。材料采购应与施工进度同步,合理安排材料的供应,以免在施工过程中因物资短缺造成延误。所有材料在到场后需进行质量检查,确保其符合设计标准。如发现不合格的材料,应立即更换,避免影响施工进度与质量。所有采购的材料应符合相关环保规定,施工过程中不得对施工人员的健康或周围环境造成危害。材料的选择必须遵循国家法规,确保施工过程中环保要求的落实。

3 深基坑桩基围护施工技术要点

3.1 桩基设计与施工准备

根据基坑的深度、土层结构以及荷载需求,选择适当的桩基类型至关重要。常用的桩基类型包括预应力桩、摩擦桩及冲击桩等。每种类型的选择应依据现场具体情况进行综合评估,同时,土壤力学特性分析也不可忽视。针对施工过程中可能出现的荷载与位移,制定的施工方案应全面涵盖桩基施工工艺、深度控制及抗拔设计等内容^[3]。此时,考虑施工期间的动态荷载情况,桩基的预应力及抗拔能力设计尤为关键。通过合理设计这些因素,可以保证桩基在施工过程中保持稳定,避免桩基发生倾斜或位移,确保项目顺利推进。

3.2 桩基施工技术要点

施工时,确保桩基垂直度与承载力的精准控制至关重要。采用机械化设备可显著提高施工的精度与效率,确保施工质量。在施工的每个环节中,需密切关注桩基垂直度的变化,避免任何偏差对后续工程产生负面影响。基坑支护结构的设计,应结合基坑的深度、土壤条件以及周围环境进行合理选择。例如,泥浆墙、钢支撑等支护方式能够有效防止土体崩塌,确保基坑的稳定性。在支护结构施工中,必须注重安全管理,施工前应对相关工作人员进行详细安全培训,施工过程中,则要对现场进行严格监管,及时发现并解决潜在的安全隐患。常见的降水方式如井点降水与降水井等,能够有效控制地下水水位,防止基坑内积水影响施工进度。在施工期间,地下水水位变化可能影响基坑稳定性,因此,选择合适的降水方式及其监控措施至关重要。

3.3 围护结构施工要点

围护结构作为深基坑施工的重要组成部分,常见的围护结构材料有钢筋混凝土、钢板桩等,因其具备较高的强度、耐久性 & 抗渗性,广泛应用于基坑围护工程中。在设计围护结构时,需考虑土层条件及周围环境的影响,以保证其结构强度与稳定性。围护结构的施工方法选择,应根据设计要求与现场条件进行合理决策。例如,钢板桩打入法、地下连续墙施工法等,均为常用的施工技术。这些方法能够有效防止基坑开挖过程中土体位移,从而保障基坑的安全。在施工过程中,安全管理显得尤为重要,施工人员需经过充

分培训,确保施工过程中的每一环节都符合安全标准。围护结构施工中的变形监测通过安装变形监测设备,可以实时掌握围护结构的变形情况,及时采取措施进行调整。动态监测则是应对施工过程中突发地质或环境变化的有效手段,能够根据实时数据调整施工方案,确保围护结构的稳定性。

3.4 基坑土体与周边环境保护技术

基坑开挖过程中,通过对土壤的稳定性进行评估,可以有效预防土体滑移或塌方等安全问题。土体稳定性是基坑施工能否安全进行的基础,针对性加固措施的设计能够在一定程度上避免不良后果的发生。基坑开挖时,尤其在基坑与周围建筑物接近的情况下,必须加强支护设计,确保周围建筑的安全。同时,基坑周边的环境保护措施也不可忽视,合理设计排水系统,能够有效防止基坑积水,特别是在雨季施工时,必须确保排水设施的正常运行。科学的排水设计能够有效防止基坑内积水,保证土体稳定。降水技术应用需根据地下水位的变化进行动态调整,以确保基坑在施工过程中不受水位波动的影响。

3.5 综合施工管理与质量控制技术

施工进度合理安排与资源调度,能够确保工程按时完成。施工中,必须对每个环节进行细致的协调,以保证项目顺利推进。项目经理需要时刻关注施工进展,调整计划以应对可能的突发情况。每个环节都应进行严格的质量检测与验收,确保每一项工作都符合相关规范,避免潜在的质量问题影响工程整体进度。在安全管理方面,通过明确安全责任与管理机制,可以确保施工现场的安全性。对施工过程中的每个环节进行实时监控,及时发现问题并进行整改,确保工人及周围环境的安全。每个施工人员都应明确自己的安全责任,施工过程中任何潜在的安全隐患都能得到及时处理,确保项目顺利进行。

4 深基坑桩基围护施工技术优化措施

4.1 提升施工效率与精度

在深基坑桩基围护工程中,采用建筑信息建模(BIM)技术对设计与施工管理进行精确把控,可以显著减少误差并提升施工效率。通过BIM技术,能够在施工之前建立起三维模型,全面整合设计、施工及运营的所有信息。BIM系统的引入为施工进度提供了实时跟踪与动态监控的能力,工程项目中每一阶段的进展可以通过数据反馈进行调整,确保各项工序紧密衔接^[4]。相比传统管理模式,BIM技术能够提前识别潜在问题,及时调整施工方案,最大程度减少资源浪费。此外,施工的精度控制,如桩基的深度、位置与垂直度等,得以通过BIM的精确管理得到保障,从而减少了施工中的误差,确保了工程质量的稳定。借助BIM技术,施工中的每个细节都能够通过数字化手段进行精准控制,避免了传统方法中因信息不对称导致的资源浪费或工期延误。

4.2 施工工艺与材料优化

在深基坑桩基围护施工中,采用先进的施工工艺与优化材料不仅提升了施工质量,还在减少环境影响方面发挥了重

要作用。新型环保材料的应用,使得工程项目在确保强度与耐久性的同时,也具有更好的抗渗性及稳定性。在施工工艺方面,现代技术的采用同样带来了显著的进步。例如,地下连续墙施工与钢板桩打入技术,成功取代了传统的桩基打入工艺。新的技术方案提高了施工精度,缩短了施工周期,同时减小了对周围环境的影响,尤其在噪音与振动方面,表现出了更为显著的优势。在降水技术上,采用智能化控制系统根据地下水位动态调整降水方案,有效避免了地下水渗透对基坑稳定性的影响。优化后的降水技术,确保了施工过程中的基坑稳定,同时也为后续的施工奠定了坚实的基础。

4.3 强化安全管理与监控

在深基坑桩基围护施工中,现代施工现场,通过引入智能安全监控技术,能够实时收集各类数据,及时对现场进行安全预警。通过安装传感器与监控设备,土体稳定性、围护结构的变形情况以及施工现场的环境变化都能得到实时监控。该安全监控系统不仅能够准确追踪围护结构的动态变化,还能对施工过程中可能出现的异常进行预警,确保问题能够在发生之前得到解决。同时,监测系统的及时反馈也为施工方案的实时调整提供了基础,确保了施工进度与安全管理的同步进行。施工人员能够根据监测数据的变化,及时做出相应的调整,避免了突发的安全隐患。施工人员需经过全面的安全培训,并在施工过程中严格按照安全操作规程执行。对施工现场的定期检查与隐患排查确保了各项潜在安全问题能够被及时发现并解决。

5 结语

本文围绕桩基设计、施工工艺、围护结构建设及施工安全管理等方面,深入分析了深基坑桩基围护施工的核心技术要点。为了应对复杂施工环境中的技术挑战,提出了优化施工工艺与管理的建议,特别是在信息化与智能化技术的应用上。借助新材料与先进技术的支持,深基坑桩基围护施工不仅提升了整体施工水平,也为城市地下空间的开发奠定了坚实基础。随着技术的不断创新,深基坑桩基围护施工将朝着更加智能化、环保化以及可持续发展的方向发展,为未来的建筑工程提供了有力的技术保障。

【参考文献】

- [1] 齐道正,高路恒,王炳监. 装配式深基坑桩墙复合围护结构施工关键技术研究[J]. 新型建筑材料,2023,50(11):153-155.
- [2] 赵艳霞. 三轴水泥土搅拌桩在深基坑围护施工中的应用[J]. 建筑安全,2024,39(3):21-24.
- [3] 朱苗苗,王宏俊,刘海峰. 装配式深基坑桩-梁-墙-锚杆预应力围护结构施工关键技术研究[J]. 科学技术创新,2024(11):133-136.
- [4] 张毅. 低净空沉桩技术在城市更新施工实践中的应用研究[J]. 建筑施工,2024,46(8):1281-1284.

作者简介:刘恒(1988.3—),男,南京工业大学,土木工程,青海省第八地质勘察院,项目经理,中级。

高速公路隧道施工技术与质量控制研究

马永伟

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要] 公路交通建设领域, 隧道工程伴随高速公路建设的脚步不断前行, 其地位愈发凸显。对隧道建设而言, 处理地质环境与实施施工过程中, 需应对技术挑战及确保质量管控的艰巨任务, 高速公路隧道施工技术发展态势的探究, 对其发展现状及质量控制关键环节进行深入剖析, 通过对高速公路隧道施工过程中所遭遇的围岩稳定性、施工安全与进度管理等方面的问题进行深入剖析, 进而形成了一套切实可行的技术应对措施与质量控制手段。在隧道建设过程中, 科学选取施工技术, 构建完善的质量监管体系, 并强化施工期间的实时监控与即时反馈。对于保障隧道工程品质至关重要, 针对高速公路隧道施工领域, 本研究所提供的理论依据和实践指导, 对技术创新与质量提升起到了关键作用。

[关键词] 高速公路隧道; 施工技术; 质量控制; 围岩稳定性; 安全管理

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15080

中图分类号: U455.91

文献标识码: A

Research on Construction Technology and Quality Control of Highway Tunnels

MA Yongwei

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: In the field of highway transportation construction, tunnel engineering has been continuously advancing with the pace of highway construction, and its position has become increasingly prominent. For tunnel construction, dealing with geological environment and implementing construction process requires tackling technical challenges and ensuring quality control. The exploration of the development trend of highway tunnel construction technology deeply analyzes its current development status and key quality control links. Through in-depth analysis of the problems encountered in the stability of surrounding rock, construction safety, and progress management during highway tunnel construction, a set of practical and feasible technical response measures and quality control methods have been formed. In the process of tunnel construction, scientifically select construction techniques, establish a sound quality supervision system, and strengthen real-time monitoring and feedback during the construction period. It is crucial to ensure the quality of tunnel engineering. In the field of highway tunnel construction, the theoretical basis and practical guidance provided by this research institute have played a key role in technological innovation and quality improvement.

Keywords: highway tunnels; construction technology; quality control; rock stability; safety management

引言

高速公路作为国家交通网络的关键组成部分, 伴随着交通设施飞速进步, 正肩负起满足日益上升的交通需求的重任。在复杂地质条件与自然环境约束之下, 高速公路隧道成为不可或缺的工程设施, 其频繁涌现于山区、河流及城市等地形复杂地带^[1]。在隧道施工过程中, 地质条件构成了巨大挑战, 同时围岩稳定性、施工安全、施工进度与成本控制等诸多技术问题亦亟待解决。为确保高速公路隧道工程的安全与稳步推进, 提升隧道施工技术水平与强化质量控制已成为至关重要的举措。隧道施工的顺利推进, 离不开技术的高效运用与质量控制的不懈执行, 二者并驾齐驱, 构成了工程进展的坚实基础。科技的飞速发展催生了隧道施工技术的革新, 而先进设备与监控系统的广泛应用, 显著提升了施工质量精细度。在施工过程中, 随着质量体系的持续优化, 管理效率得以显著提升, 从而保障了施工进度平稳推进。

1 高速公路隧道质量控制体系

高速公路隧道作为重要的交通设施, 其施工质量直接

关系到隧道的安全性、使用寿命以及道路的通行能力。因此, 建立科学、系统的质量控制体系对于确保隧道施工质量至关重要。隧道施工的质量控制不仅涉及施工过程中的每一个环节, 还涵盖了设计、施工、验收等多个阶段。为了确保隧道施工质量, 必须在全过程中实施严格的质量管理, 从而有效预防和消除可能的质量隐患。

实施高速公路隧道施工项目时, 普遍采纳 ISO 9001 等国际标准体系, 并融入国家与地方相应质量管理规范, 构建覆盖全流程、涵盖全员的质量管理架构。该项目所涉体系, 全面覆盖设计、施工、监理及验收等各个步骤, 旨在确保各环节质量控制措施得以有效施行。在设计阶段, 设计机构需参照地质勘探文件与施工条件之规定, 审慎选取隧道架构样式及施工程序, 以确保后续建设之品质安全。施工阶段, 施工单位依据设计图纸及施工方案, 务必确保所用材料和工艺均满足规范要求。施工操作须严格遵守标准流程, 防止因操作失误或材料质量不达标引发质量问题, 质量管理人员需在施工过程中专设岗位, 全过程监督与管

理。在施工环节,通过周期性巡查、常规巡视及专项审核等多种方式,对材料、设备、工艺流程及环境因素实施严格监控和细致检验^[2]。

质量控制的技术手段和先进设备的使用,能够有效提高施工质量的监控能力。技术不断进步,现代隧道施工领域越来越多地采纳高科技手段以强化质量控制。在隧道建设过程中,所采用的数字化监控系统凭借实时传感器技术,对围岩状态实施严密监控,并将监测数据通过信息化途径即时传输至施工管理平台,以便项目负责人及监理机构审阅。隧道施工领域日益广泛地采用建筑信息模型,即 BIM 技术,借助 BIM 技术,以虚拟建模为手段。通过对隧道方案设计、施工流程与进度实施全维度模拟,旨在预先揭示设计及施工环节中潜在问题,进而提升施工品质。在隧道施工工程圆满结束后,务必执行严谨的验收流程,以保障隧道各项技术参数与既定设计及规范相吻合。实施隧道结构质量审核、施工成效评价及安全设施检视等一系列行为,构成验收工作的主要内容。正式投入使用的先决条件是隧道质量需满足既定标准,质量管理部门与施工单位需协同构建一套实时监控与反馈的质量管理体系。

2 高速公路隧道施工技术的挑战

交通需求的持续增长使得隧道这一关键交通节点在建设过程中遭遇了诸多挑战。针对高速公路隧道施工领域,确保施工品质、保障施工安全、攻克地质挑战、优化施工节奏,这些已成为工程建设领域亟待破解的难题。众多隧道工程路径横跨山岭、河流及错综复杂的地下岩石层,若遭遇不稳定围岩或地下水灾害,施工安全与进度将遭受严重影响。在地质条件复杂的区域,诸如软弱围岩地带、断层以及地下水丰富的区域。隧道施工过程中,常常遭遇坍塌、涌水等风险,这些问题给工程安全埋下巨大隐患。在隧道施工领域,探讨如何高效实施地质勘察与预判,以便在施工前预见并处理可能出现的地质难题,构成了一个关键议题。在施工过程中,工作人员通常运用诸如超前地质预测、锚杆加固以及喷射混凝土等方法以实现结构加固,然而,这些方法往往因技术复杂性高、经济投入大等难题而备受挑战^[3]。

在隧道施工过程中,由于环境密闭、通风不佳、施工空间受限,施工人员需承受高温、高湿及地下水渗透等多重风险,一旦发生事故,不仅可能造成人员伤亡,亦可能导致设备损毁。严格的安全管理是隧道施工过程中爆破作业、机械操作及地下水处理环节的必要前提。在深层次隧道挖掘作业中,由于围岩的不稳定性以及施工流程的繁复性。施工环节蕴含着诸多难以预料的潜在风险,施工现场的安全防护措施强化与施工人员安全意识提升,辅以现代科技如智能监控与实时数据传输技术,构成施工安全监测的关键路径。

隧道建设周期长、工程复杂,施工进度受多种因素影

响,包括天气变化、设备故障、人员流动等。工程延误不仅增加了项目的成本,还可能影响到高速公路整体的建设计划。众多工程项目采纳项目管理信息系统(PMIS)与建筑信息模型(BIM)等前沿技术,以数字化手段强化进度监控与资源分配,从而优化施工规划,确保工程进度严格遵循预定时间表推进。对于确保工程质量的同时,如何有效遏制工程成本的增长,并对施工费用进行科学规划。

在隧道开挖作业中,施工产生的噪声、振动、粉尘及废弃物处理,均对周边环境产生了不可忽视的负面影响。日益严苛的环保法律框架下,项目施工过程中如何降低对邻近生态环境的负面影响,已成为建设主体亟需应对的难题。施工过程中,项目往往须编制严谨的环境影响评价文件,并执行包括噪声排放管控、渗漏水控制以及废弃物处理在内的多项环保行动^[4]。

3 现代信息技术在隧道施工中的应用

3.1 数字化、自动化施工技术

在高速公路隧道施工领域,数字化与自动化施工技术的运用正日益凸显其重要性,它们共同构成了提高施工效率、保证施工品质、降低安全风险的基础。信息技术与工程技术的进步,促使隧道施工模式从传统走向数字化、自动化,为工程管理及施工流程带来了全新的解决方案。全面监控与优化施工进度,信息化手段在数字化施工技术中扮演关键角色;而自动化施工技术借助智能设备与自动化系统,显著提高施工操作的精确度与效率。

监控与管理施工过程,数字化施工技术凭借计算机、传感、云计算、大数据等高科技手段,居于核心地位。在隧道建设环节,施工人员依托实时采集的数据手段,对地质条件、工程进度、人民生命安全实施全方位的动态监控,确保各施工阶段的作业得以精确执行。实施地质监测设备安装,实时跟踪围岩稳定性及地下水位变化等关键参数,以保障隧道施工过程的安全可控。施工过程中,数字化技术的应用显著增强了工程的可视性。借助数字化平台,施工人员与管理者得以实时监控施工进度、预算管控与人员调配状况,并据此做出迅速调整,以最大限度地减少施工过程中的误差与资源浪费。

运用现代机械设备与机器人,自动化施工技术得以实现,此技术显著降低人工操作,并大幅提升施工的精确度和安全性。在隧道开挖作业中,借助自动化钻孔机、液压支护系统、喷射混凝土机等关键设备,能够在较短周期内高效完成大规模的施工项目,并确保施工的精确度。在施工环节,自动化设备借助自动控制系统实施实时调节,旨在确保其始终保持最优工作状态,进而有效提升作业效率并大幅减少设备故障发生率。在实施高风险作业环节时,采用自动化施工技术,有效减少了人工操作的必要性,显著降低了事故发生概率,从而极大提升了施工作业的安全性^[5]。

3.2 智能监测系统与实时质量反馈

在高速公路隧道施工领域,智能监测系统及实时质量反馈技术的运用,显著提升了施工的安全性以及施工质量的可控程度。在隧道施工领域,面对复杂的地质状况以及突发性的环境变迁,无疑对工程的安全性与品质构成了极大的挑战。实施智能监测系统,实时收集隧道施工过程中的各项数据,迅速响应施工中的异常情况,从而保障施工过程的安全与规范运行。

智能监测系统是基于现代传感技术、无线通信技术、物联网技术等多项技术集成的系统,能够实时监控施工现场的各类动态数据。安装于施工场地的各类传感器,诸如温度、压力、位移、应变等,能够对围岩稳定性、施工材料品质及设备运作状况等关键数据进行实时跟踪,实时分析处理数据任务,中央控制平台依托无线网络,由管理人员担当。施工过程中,该智能监测系统能有效抑制由施工失误或设备故障诱发的各类安全危机,同时迅速实施调整措施,保障施工环境始终维持安全态势。质量反馈功能由智能监测系统实时提供,它协助施工单位迅速识别施工过程中的问题,进而实施相应的整改策略。在隧道施工阶段,施工单位运用智能监测系统,对围岩变形、支护结构稳定性及开挖进度进行实时监控,以确保各项施工质量指标均处于可控区间内。在监测数据呈现异常状况之际,系统即刻触发预警信号,以便相关人员能迅速介入分析并实施应急措施,防止因问题未能及早发现而演变成更为严重的质量事故^[6]。

3.3 BIM技术在隧道施工中的应用

在隧道施工领域,BIM技术这一创新的工程技术手段,近年来已被广泛采纳,展现出其独特的应用价值。隧道施工中,BIM技术凭借其构建的三维建筑模型,有效整合了设计、施工及运维信息,大幅增强了数据支撑与决策效能。在现代隧道施工领域,其应用显著提高了施工效能,并优化了质量控制、风险管理以及协同作业等多个方面,从而确立为关键技术之一。三维模型构建是BIM技术核心,它能集成隧道结构、地质条件、施工工艺及材料信息,进而营造出一个虚拟施工场景。借助此模型,施工人员得以在工程动工前对施工全流程进行仿真,对潜在问题进行预判,并据此制定应对预案。施工隧道时,BIM模型能够对围岩变动进行仿真,同时监控支护结构状况及施工机械运行状况,进而助力施工人员科学制定施工计划,有效保障施工环节的安全与效率。

实施质量控制,BIM技术为各施工环节精准导航,力

保施工依照既定标准和规范稳妥推进。BIM技术凭借与其他信息系统的融合,实现了对施工质量的实时监控,从而确保各道工序的标准得以严格执行。在施工环节中,一旦出现质量问题,BIM系统便会即刻触发警报,并迅速与现场施工人员取得联系,旨在快速定位问题根源,确保及时进行纠正措施。对隧道施工而言,设计、施工与监理等环节间的交流多依托于二维图纸与书面资料,常导致信息不对等及沟通阻塞现象,实时可视化的数字模型,由BIM技术提供,使所有参与方能在统一平台上同步查看、编辑与交流信息,显著增强了团队协作效能。无论是涉及设计调整、物料选型、工程进度的调整,抑或质量把控,BIM技术的应用使得管理过程变得更为清晰,有效降低了信息传递过程中的失误与拖延^[7]。

4 结语

高速公路隧道施工技术 and 质量控制的研究,涉及多个方面的创新和提升。从施工技术到质量管理体系的完善,再到智能化、数字化技术的应用,都为提升隧道施工质量和效率提供了新的解决方案。未来随着技术的不断进步,更多先进的施工技术和质量管理手段将会应用于隧道施工中,进一步提高隧道建设的安全性、效率和可持续性。因此,隧道施工领域的技术创新和质量管理将继续成为推动基础设施建设现代化的重要动力。

[参考文献]

- [1]范传景,李俊,黄浩.高速公路隧道施工安全管理策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(31):61-63.
 - [2]王刚.高速公路隧道施工安全管理与事故预防措施[J].汽车周刊,2024(11):171-173.
 - [3]徐青原.高速公路隧道施工管理存在的问题及应对措施分析[J].工程建设与设计,2024(3):248-250.
 - [4]窦晨阳.高速公路隧道施工技术与质量控制分析[J].工程建设与设计,2023(22):149-151.
 - [5]张成雷,王松,石海龙,等.高速公路隧道施工技术及管理控制要点[J].工程技术研究,2023,8(21):50-52.
 - [6]郭光义,王芳文.高速公路隧道施工中的技术及质量控制[J].四川建材,2023,49(6):192-194.
 - [7]袁永毕.高速公路隧道施工技术与质量管理分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(15):107-109.
- 作者简介:马永伟(1989.4—),毕业院校:河南城建学院,所学专业:给排水,当前工作单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级。

高速公路隧道与桥梁衔接段施工技术难点分析

裴立

湖北省路桥集团华晟通建设工程有限公司, 湖北 武汉 430000

[摘要] 由于高速公路路基、桥梁以及隧道的施工方法和断面长度存在着一定的差异, 倘若无法有效控制其断面长度, 很容易造成交通事故的发生。因此, 分析其断面宽度之间的区别及其可能产生的问题, 设计三者衔接的有效方案, 可以为施工过程提供保障, 从而提高道路交通安全性。

[关键词] 高速公路隧道; 桥梁衔接段; 施工技术; 技术难点; 难点分析

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15074

中图分类号: U448

文献标识码: A

Analysis of Technical Difficulties in the Construction of the Connection Section between Highway Tunnels and Bridges

PEI Li

Huashengtong Construction Engineering Co., Ltd. of Hubei Road & Bridge Group, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: Due to the differences in construction methods and section lengths of highway subgrades, bridges, and tunnels, if their section lengths cannot be effectively controlled, it is easy to cause traffic accidents. Therefore, analyzing the differences in cross-sectional width and the potential issues that may arise, and designing effective solutions to connect the three, can provide guarantees for the construction process and improve the safety of road traffic.

Keywords: highway tunnels; bridge connection section; construction technology; technical difficulties; difficulty analysis

引言

高速公路隧道与桥梁的衔接段, 作为连接两种不同结构形式的过渡部分, 承担着重要的技术职责。该段在高速公路工程中常被视为关键节点, 其设计与施工面临着诸多挑战。隧道通常位于地下, 受到土体稳定性及地下水的影响, 而桥梁则为高架结构, 施工过程中往往会受到气候、交通荷载等外部因素的干扰。由于两者在结构性质上的差异, 隧道与桥梁的衔接段设计与施工显得尤为复杂。复杂的地质条件、不同的施工工艺以及结构衔接问题, 尤其是基坑支护、土体加固、地下水渗透等技术难题, 均在这一过渡段的施工中体现得尤为突出。随着高速公路建设的加速, 隧道与桥梁衔接段的施工难度不断增加, 尤其是在复杂地质环境、恶劣气候条件及施工现场环境较为严峻的情况下, 施工过程中不可见的风险因素也显著增多。因此, 如何有效应对这些技术难点, 确保工程质量与安全, 已成为隧道与桥梁衔接段建设中不可忽视的课题。本文将深入分析隧道与桥梁衔接段施工中常见的技术问题, 并探讨相应的解决措施, 以期对未来高速公路项目的顺利实施提供有益的参考。

1 高速公路隧道与桥梁衔接段的设计特点

高速公路隧道与桥梁衔接段的设计, 因隧道与桥梁在功能、结构及受力方式上的显著差异, 具有较高的复杂性。作为地下结构, 隧道具备较强的封闭性与抗压能力, 而桥梁则为高架结构, 其承载力依赖于支撑或悬挂方式。这一结构性质的差异决定了衔接段设计时, 荷载的传递、振动及应力的分布必须经过精确计算, 以确保两者能够平稳过

渡, 避免由于连接不当而带来的安全隐患。此外, 隧道与桥梁衔接段的位置, 通常位于不同的地质环境中, 可能涉及软土、砂土或岩层等多种复杂地质条件, 进一步增加了设计的难度。在这种背景下, 地基的承载力、稳定性及沉降情况必须被充分考虑, 适当的基础处理措施也需被选用, 以确保结构的稳定性。考虑到隧道与桥梁在功能上的不同, 衔接段的设计需兼顾两者的特点, 尤其是在处理动态荷载、地震效应及温度变化对结构的影响时, 显得尤为重要。特别是在过渡段的路面设计中, 不同温度和湿度条件下, 隧道与桥梁的变形特性对衔接段的潜在影响, 亦需被充分考虑。

2 高速公路隧道与桥梁衔接段施工技术难点分析

2.1 地质条件复杂性对施工的影响

在高速公路隧道与桥梁衔接段的施工过程中, 复杂的地质条件对施工进度及安全性产生了显著影响。该过渡段通常横跨多个地质单元, 涉及软土、砂土、岩石等多种土质类型, 甚至可能存在断层、滑坡或地下水丰富等不稳定因素。这些复杂条件不仅增加了勘察与设计的难度, 也对施工工艺、方法及安全管理提出了更高的要求。尤其是在隧道开挖阶段, 地质突变的引发可能由不同土层之间的切换而起, 进而增加了地层变形、塌方或涌水等潜在风险。同时, 桥梁基础的建设, 同样受地质条件的直接影响。在软弱土层上, 桥台基础的不稳定可能会出现, 而在岩层较为坚硬或存在裂缝的区域, 则可能影响施工设备的选型及作业效率。因此, 在施工过程中, 必须充分评估地质环境, 采取相应的技术措施, 确保工程的顺利进行。

2.2 基坑支护与土体稳定性问题

在高速公路隧道与桥梁衔接段的施工过程中,基坑支护与土体稳定性问题构成了关键技术难题。由于该过渡段通常位于复杂的地质环境中,基坑开挖时常会遭遇土体不均匀、地下水位高及土质松软等问题,这些因素直接影响基坑支护的安全性及土体的稳定性。在基坑施工阶段,若支护结构设计不合理或施工不到位,基坑坍塌、土体变形,甚至周围结构受损,可能会发生。严重情况下,隧道或桥梁的安全性也可能受到威胁。尤其在软弱土层或饱和土层中,土体的承载力较低,支护结构的压力分布不均,局部失稳的引发,极易发生^[1]。此外,基坑周围的地下水流动会改变土体的有效应力,从而加剧土体的不稳定,导致滑移或沉降,进而影响施工进度与工程质量。

2.3 隧道与桥梁过渡段的结构衔接难题

高速公路隧道与桥梁衔接段的结构衔接,作为施工过程中面临的重大技术难题,具有极高的复杂性。隧道与桥梁分别属于两种不同的结构体系,各自具有独特的设计要求与施工特点。隧道通常承受地下压力及土体的约束,而桥梁的受力方式则更加复杂,主要承受垂直荷载与横向力。在过渡段,隧道与桥梁结构形式及受力状态的差异,使得衔接部分的设计与施工面临不小的挑战。为了确保隧道与桥梁之间能够实现平稳过渡,接合部的设计必须考虑土壤与结构的相互作用、地基沉降、温度变化引发的结构变形等多重因素。若结构衔接设计不当,可能导致过渡段出现沉降不均、裂缝及变形等问题,进而危及隧道与桥梁的整体稳定性与安全性。此外,过渡段所在的地质条件、地下水的影响及土体的可压缩性等因素,也使得结构衔接更为复杂。在两种截然不同的结构体系之间实现平衡,确保结构顺畅过渡,成为这一技术难点的关键所在。

2.4 地下水、气候条件等自然因素对施工的影响

在高速公路隧道与桥梁衔接段施工中,地下水、气候变化等自然因素对施工进度与质量产生了深远影响。地下水的存在,不仅增加了土体的湿润度,还可能导致基坑渗水或积水,从而对基础施工、支护结构的稳定性以及土体的承载力产生不利影响。尤其在隧道施工阶段,地下水涌入往往增加了施工难度,严重时,水害等突发事件可能会被引发。气候条件的变化,同样对施工工艺构成了挑战。极端天气如高温、低温、暴雨或冰雪等,均会对施工材料的性能、设备的正常运转及施工人员的安全带来潜在威胁。在高温环境下,混凝土的水化反应加速,强度分布得不均匀,可能导致,进而影响结构质量;而在低温环境中,混凝土或土体可能发生冻胀,从而影响施工进度。暴雨天气则会引发基坑积水、材料受潮等问题,严重时,工程的整体进度与施工安全,可能会被干扰。

2.5 施工过程中技术与管理的协调难度

在高速公路隧道与桥梁衔接段施工过程中,技术与管理的协调问题成为了一个重要的挑战。隧道与桥梁的施工

各自具有独立的技术要求,隧道施工需重视地下环境及地质结构的稳定性,而桥梁施工则更多关注上部结构与桥台的设计与建设。这两种工程在施工过程中所涉及的工艺、设备、材料及施工方法存在差异,且对技术人员的要求亦各不相同。由于隧道与桥梁施工往往同步进行并相互交织,技术人员的精确协调是必需的,以确保各工序的顺利衔接。与此同时,施工管理也面临着巨大的压力。施工现场需多个工种、不同部门与工程团队之间的密切配合,如何在保障施工质量与进度的前提下,资源合理调配、施工方案优化,已成为管理者的重要职责^[2]。特别是在突发状况或复杂施工环境下,管理层必须能够快速做出决策,及时有效地协调解决技术与管理之间的冲突。

3 高速公路隧道与桥梁衔接段施工中的技术措施与应对策略

3.1 施工前期的地质勘察与设计优化

高速公路隧道与桥梁衔接段施工的前期地质勘察与设计优化,构成了确保施工顺利进行的关键环节。地质勘察为施工提供了准确的地下条件信息,帮助项目团队掌握土壤类型、地下水位、岩层分布及潜在地质灾害风险。这些数据对隧道与桥梁设计至关重要,为后续施工工艺与技术措施的制定提供了可靠依据。通过深入的地质勘察,能够及时识别地质条件的特殊性,如软弱土层或地下水丰富区,从而为应对复杂地质环境制定合适的设计方案。设计优化,基于勘察结果,对初步设计进行必要调整的过程,涉及优化结构形式、施工方案及材料选用,以提高结构的稳定性与安全性,并减少因地质条件变化而带来的施工风险与成本增加。在优化设计时,隧道与桥梁的结构协调性,必须综合考虑,确保二者能够顺利衔接。此外,借助先进的计算软件与模拟技术,设计团队可以在多种工况下进行模拟分析,提前预判可能出现的技术难题,为实际施工提供更加科学的解决方案。

3.2 基坑支护与土体加固技术

在高速公路隧道与桥梁衔接段施工中,基坑支护与土体加固技术是确保施工安全与土体稳定性的关键措施。基坑支护系统的设计与施工,需根据地质勘察数据、基坑深度及周围环境条件,选择最合适的支护方式。常用的支护技术,如锚杆支护、钢板桩支护和喷射混凝土支护等,能够有效防止土体崩塌与基坑变形。特别是在软弱土层及地下水位较高的区域,支护结构的稳定性与抗渗性能,必须得到充分保障。土体加固技术,通过对土层进行强化处理,能够提升土体的承载力与稳定性,从而减少沉降和变形的风险。常见的加固方法,如深层搅拌、灌浆加固及土工格栅加筋等,能够增强土体的整体性,避免施工过程中出现不均匀沉降或位移,确保隧道与桥梁衔接段的结构安全。尤其在隧道与桥梁交界处,由于两种结构形式的差异,地基土壤的承载能力与变形特性可能大相径庭,合理应用基坑支护与土体加固技术,有助于降低施工中的潜在风险,

保障施工质量与人员安全。此外,这些技术措施,必须与周围环境变化相协调,以防止施工对周边建筑物或设施产生影响,避免其出现沉降或损坏。

3.3 隧道与桥梁衔接段的结构设计与施工方案

高速公路隧道与桥梁衔接段的结构设计与施工方案,是确保项目顺利推进与质量控制的关键环节。由于隧道与桥梁在结构形式、受力特性及施工环境上存在显著差异,因此,衔接段的设计方案需根据具体地质条件、设计标准及施工技术要求,合理选择过渡结构形式,以确保其在长期使用过程中的稳定性与安全性。在结构设计方面,过渡段的设计通常采用柔性 with 刚性结构的结合方式。考虑到隧道与桥梁的不同受力特点,适当的过渡段设计,必须设置以减缓两者之间的变形差异,避免不均匀变形导致裂缝或结构损伤。该设计不仅需考虑隧道与桥梁间的垂直与水平过渡,还应充分考虑抗震性、耐久性以及温度变化对结构应力的影响。

在施工方案方面,根据设计图纸与施工现场的具体条件,施工顺序应合理安排,力求缩短过渡段的施工周期,从而减小对周围环境的影响。特别是在基坑开挖、支护结构设置与土体加固等关键工序中,过渡段施工期间土体的稳定性与支护体系的安全性,必须得到特别关注^[3]。此外,由于隧道与桥梁的过渡段常位于地下水丰富或气候复杂的区域,施工过程中,有效的防水措施必须被采取,防止地下水渗透对衔接段结构安全构成威胁。施工质量控制同样至关重要,混凝土的配比、浇筑过程与养护条件,必须严格监控,确保结构的强度与耐久性符合设计要求,从而确保衔接段在施工过程中的稳定性与长期安全性。

3.4 施工过程中的质量控制与监测手段

在高速公路隧道与桥梁衔接段的施工中,实施有效的质量控制与监测手段,作为确保工程质量与安全的核心环节,显得尤为重要。设计图纸与技术规范必须严格遵循,确保每一项施工操作精准到位。对于基坑开挖、支护施工、土体加固、结构浇筑等关键工序,现场质量检查必须严格进行,同时对施工材料的全面检验也不可忽视,以确保其符合相关标准。监测手段的运用同样至关重要,尤其是在实时监控土体变形、沉降及桥梁与隧道衔接段的位移等方面。通过这些监测数据,潜在的质量问题能够及时被揭示,从而促使工程技术人员及时调整施工方案或采取应急措施。此外,利用高精度的监测设备,如自动位移传感器、振动监测仪与地下水位监测系统等,可以对隧道与桥梁衔接段的结构安全进行连续、实时的数据采集,确保施工过程中潜在的安全隐患被迅速识别并消除。质量控制不仅限于监测与检查,还涉及施工队伍的技术培训与管理。施工人员应充分了解并熟悉相关施工规范与操作规程,避免因操作不当而导致的质量问题。在混凝土浇筑过程中,采用先进的质量控制技术,实时监控混凝土的配比、温度与湿度等环境条件,从而确保混凝土的强度符合要求。同时,

加强对混凝土养护过程的管理,裂缝或其他结构缺陷应避免出现,从而保障工程质量。

3.5 应对地下水渗透与气候变化的技术措施

在高速公路隧道与桥梁衔接段的施工过程中,地下水渗透及气候变化常作为关键且常见的施工难题出现。影响土体稳定性的地下水渗透,可能导致基坑积水,增加施工难度,甚至引发安全隐患。为应对这一问题,详细的地质勘察必须进行,以准确了解地下水位的分布情况及其变化规律,从而为排水系统的合理规划提供依据。常用的技术措施包括在基坑周围设置深层降水井或井点降水,同时通过注浆加固土层,地下水水位得以降低,从源头上防止水流渗透进入施工区域。此外,防水毯、土工布等防水材料也可以在施工过程中使用,进一步增强防水效果。应对气候变化,尤其是在极端天气条件下的影响,同样是施工过程中不可忽视的环节。为此,完善的气象监测与预警系统需建立,并根据气候变化提前采取相应措施。例如,在高温天气中,施工进度可通过调整合理安排,避免高温时段施工,从而减少混凝土因温度过高而产生的裂缝^[4]。而在冬季施工时,采取有效的保温措施至关重要,防止混凝土发生冻结或冻胀问题。气候变化还可能导致土体膨胀或收缩,进而影响结构的稳定性。为此,选择适当的土壤改良技术,诸如膨胀土的固化处理,可以有效提高土体的强度与稳定性,从而确保衔接段施工过程中的结构安全。

4 结语

高速公路隧道与桥梁衔接段的施工技术难点,涵盖了诸多挑战,如复杂的地质条件、土体稳定性以及地下水渗透等问题。每一项技术难题,都需要通过精心设计、科学施工方法与严格质量控制来加以解决。随着工程技术的不断进步,施工单位能够通过优化施工方案、加强技术创新及完善管理手段,确保工程顺利推进。面对未来将更加复杂的技术要求,隧道与桥梁衔接段的施工将持续面临更多挑战。项目各方需不断努力,克服施工中的技术难题,以确保项目按期完成,达到高质量标准。保障项目安全与稳定,不仅能够实现,更将为高速公路建设积累宝贵经验,进一步推动交通基础设施的提升与发展。

[参考文献]

- [1]李太平. 高速公路路基、桥梁、隧道衔接方案研究[J]. 运输经理世界, 2024(2): 89-91.
- [2]冯傲. 高速公路桥隧连接段混合结构施工研究[D]. 陕西: 长安大学, 2017.
- [3]项坚, 陈荣. 高速公路路基、桥梁与隧道的衔接方案探讨[J]. 黑龙江交通科技, 2015, 38(11): 126.
- [4]卢玉强. 高速路桥梁、隧道及路基断面的成因分析[J]. 中国住宅设施, 2019(3): 117-118.

作者简介: 裴立(1991.3—), 男, 职称: 目前中级路桥, 籍贯: 湖北黄冈。

高速公路隧道施工技术及其质量控制研究

薛广彬

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要]保障交通流畅与提高运输效能,高速公路隧道这一关键交通构造发挥着至关重要的作用,确保隧道工程顺利完工与使用安全,隧道施工技术与质量控制是至关重要的环节。现代隧道建设对施工技术与地质条件应对日益增长的交通量提出了新的挑战,传统质量管理已显力不从心。针对高速公路隧道施工所遭遇的技术难题,文中融合了近年来的先进施工技术与质量控制策略,深入研究了适配多样化地质环境的施工技术路线。在隧道施工领域,文章系统性地对质量控制进行了深入研究,着重剖析了施工环节中实施的质量检测技术与管控策略,特别是在围岩监控、喷射混凝土作业、支护结构稳固性等关键领域的质量把控。本篇文章致力于为高速公路隧道施工项目构建坚实的理论支撑与详尽的技术指引,旨在确保隧道工程实现高品质、高安全与长寿命。

[关键词]高速公路隧道; 施工技术; 质量控制; 围岩监测; 喷射混凝土

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15079

中图分类号: U455.91

文献标识码: A

Research on Construction Technology and Quality Control of Highway Tunnels

XUE Guangbin

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: In order to ensure smooth traffic and improve transportation efficiency, highway tunnels, as a key transportation structure, play a crucial role in ensuring the smooth completion and safe use of tunnel projects. Tunnel construction technology and quality control are crucial links. Modern tunnel construction poses new challenges to the construction technology and geological conditions to cope with the increasing traffic volume, and traditional quality management is no longer sufficient. In response to the technical difficulties encountered in the construction of highway tunnels, this article integrates advanced construction technologies and quality control strategies in recent years, and deeply studies the construction technology route that adapts to diverse geological environments. In the field of tunnel construction, this article systematically conducts in-depth research on quality control, focusing on analyzing the quality inspection techniques and control strategies implemented in the construction process, especially in key areas such as surrounding rock monitoring, shotcrete operations, and support structure stability. This article is dedicated to building solid theoretical support and detailed technical guidance for highway tunnel construction projects, aiming to ensure that tunnel engineering achieves high quality, high safety, and long service life.

Keywords: highway tunnels; construction technology; quality control; surrounding rock monitoring; sprayed concrete

引言

随着我国高速公路网络的快速扩展,隧道工程在高速公路建设中的重要性日益增加。运输功能与施工过程并重,高速公路隧道建设需严格遵循两项标准,诸多挑战伴随隧道施工,如地质环境的复杂性、施工设备的局限性与施工过程的安全风险等。确保隧道建设成功的要害,在于对高效隧道施工技术的深入研究与掌握,以及质量控制环节的强化^[1]。施工中的这些难题不仅威胁到了工程本身的进度与品质,甚至可能危及交通安全和公众生命财产安全。因此,本文将深入剖析高速公路隧道施工领域,重点关注技术应用与质量控制两大关键环节,旨在探讨如何借助先进的施工技术提高隧道施工的品质,以及如何运用科学的质量控制策略保障隧道工程的安固性与耐久性。

1 高速公路隧道施工技术概述

在交通基础设施的构建过程中,高速公路隧道的施工

环节至关重要,其进行往往受制于多变的地质状况与施工设备的配置。施工周期的长短、工程的安全性及经济效益,均与隧道施工技术的选型紧密相连,盾构法、喷射混凝土法、开挖法以及顶管法等,构成了隧道施工技术的常见类别。在建筑领域,各类施工方法均须契合特定条件,并各具利弊。在现代隧道施工领域中,盾构法技术因其适用性而成为主流,尤其在城市地下隧道和软土层隧道建设中占据重要地位。

喷射混凝土法是一种常见的隧道支护技术,广泛应用于软弱围岩或渗水地质条件的隧道施工中。初期支护,采用喷射混凝土技术于开挖面,对围岩实施有效稳定,以阻止隧道发生塌方现象,施工过程中采用喷射混凝土技术虽能显著提高作业效率,然而其结构稳定性相较于其他方法有所不足,因此在实际操作中需辅以其他支护措施以保障工程安全^[2]。

2 高速公路隧道质量控制体系

在高速公路隧道建设中,确保质量控制成为维系工程安全与顺利推进的枢纽。在隧道施工阶段,质量问题不仅制约了工程进度的推进,亦对隧道后续的运用安全与持久性构成显著威胁。为确保品质,构建一套健全的管控体系实属当务之急。在隧道施工过程中,对围岩实施监测,此环节至关重要,隧道的施工进度与品质,深受围岩的稳定性所牵连。在构建质量控制体系中,对围岩实施持续监测至关重要,可实时追踪围岩变形与支护结构的稳定性状况,若隧道出现任何异常形态变化或破损的征兆,则亟需迅速实施加固行动,诸如注入浆液、喷射混凝土等措施,从而保障隧道的安全性。

喷射混凝土质量控制至关重要。在隧道施工过程中,喷射混凝土作为一种重要的支护工具,其施工质量直接关系到隧道的支护成效与安全系数。为确保喷射混凝土施工质量,必须严格遵循设计要求,对混凝土配比及施工工艺进行精准控制;施工期间需严格规范喷射作业,对速度、距离及层厚实施精确控制,以此保障混凝土的均质密实,防止形成空洞或裂痕^[3]。

3 高速公路隧道施工技术的实际应用

高速公路隧道施工领域,对多种施工方法的综合运用及具体技术的执行,构成了其实际应用的核心内容。在多样化的施工场景与地质状况下,选择恰当的施工技术与管理控制手段,对提升施工效能与确保隧道品质至关重要。在城市及软土区域,盾构法在隧道施工领域的应用已日趋广泛。在山区或城市地下隧道施工过程中,广泛运用盾构技术进行隧道掘进,同时构建支护结构。在应用盾构机施工过程中,务必依据多样化的地质状况,精准调节土压与平衡盾构的推进速率,软弱土层中盾构机推进,力需精准调节,以防范涌土情形出现。

在高速公路隧道施工过程中,支护工程采纳了喷射混凝土技术,在复杂的软弱围岩区域,该工程初期支护采用喷射混凝土技术,辅以钢拱架加固措施,施工过程中运用喷射混凝土技术,不仅显著提升了工程进展速度,亦大幅增强了支护结构的稳定性。在施工实践中,对喷射混凝土的质量进行严密监控,项目团队依据严格的配比规范,对喷射工艺实施细致监督,以此确保支护结构的整体质量得到稳固保障。

项目团队在实施某山区隧道工程时,采纳了钻爆这一开挖法以执行隧道施工任务。在隧道工程中,鉴于坚硬岩石地质层特性,开挖作业进展缓慢,为确保工程安全,我们采纳了前沿的岩石裂隙探测技术,用以实时监控围岩的稳定性,并根据监测结果灵活调整开挖策略。在施工阶段,强化了对作业人员的安全教育,有效保障了作业的高效率与安全性。在城市道路下方进行隧道施工时,项目组选用了顶管技术进行地下隧道的挖掘作业,施工阶段务必精准

定位管道,以防止对地下设施造成损害^[4]。

4 高速公路隧道施工中的常见问题及对策

4.1 围岩破碎与复杂地质条件的处理对策

在高速公路隧道建设领域,施工环节往往遭遇多样化的地质条件,而围岩破碎及复杂地质环境则是施工阶段频繁遭遇的挑战。隧道施工的顺利与否及安全性,直接受到围岩稳定性的直接影响。在软弱围岩或破碎地质环境下,对隧道支护结构实施独特设计及处理措施,对保障工程稳定性与施工安全至关重要。在软弱围岩施工期间,围岩变形与塌方现象尤为频繁,构成了施工中的常见问题。施工伊始,务必经过详尽的地质勘察与勘探数据分析,以精确评估围岩的稳定性。在隧道施工过程中,坚持先实施支护措施,再进行开挖作业,运用喷射混凝土及钢支撑等手段,旨在确保开挖期间的隧道结构稳定。

对于破碎地质条件,传统的开挖法往往难以应对,容易导致围岩坍塌或产生较大的地面沉降。在这种情况下,隧道施工中常常采用分段掘进法或小断面开挖法。这种方法可以分阶段进行挖掘和支护,不仅减少了地质破坏的范围,也降低了对周围环境的影响。与此同时,对于破碎带及大断面区域,应加大支护强度,及时补充支护,避免破碎带突然崩塌。此外,现代技术的应用也为复杂地质条件下的施工提供了有效对策。地质雷达探测技术、隧道测量仪器以及智能化监控系统可以实时监测围岩的稳定性,及时发现异常情况。这些技术的应用能够帮助施工人员更加精确地应对复杂地质条件,提高施工过程中的安全性和效率。

4.2 施工安全风险管理

在隧道建设过程中,鉴于其作业环境的特殊性,安全风险相对较高,施工安全管理因此成为隧道建设领域的一项关键任务。实施有效的安全风险管理工作,既可保障施工人员生命安全,亦能确保施工进度免受意外事故之扰。施工现场的安全风险,包括塌方、火灾、爆炸、设备故障、人员误操作等。施工单位需全面识别并评估。施工安全隐患源于地质条件复杂,如围岩破碎及地下水位变动等因素,故地质条件评估亟需予以高度重视^[5]。

施工隧道期间,突发状况诸如设备失效与天灾频发,不容忽视。因此,在施工过程中,施工单位务必构建一套周密的应急策略,以便于遭遇突发状况时,能即刻启动并执行一系列高效应对行动。各类风险事件,如火灾、爆炸、塌方和突水等,均需在应急预案中详细列出,同时需明确定义各类应急事件的处理流程、责任分配及协调策略。实施严格的安全教育与培训,旨在增强施工人员的安全意识。施工现场必须确保安全防护设施完善无缺,诸如在隧道口设立醒目的安全警示标识,同时要求人员配备必要的安全防护装备等。定期对施工设备实施检查与维护,以保证其处于优良的工作状态。在作业规程的严格执行下,尤其是涉及爆破设备、开挖机械以及电气设备的操作,务必要保

证操作者接受过专业培训并持有相应资格证书。施工期间,必须强化对周边环境的监测,施工隧道过程中,若遭遇突发地下水涌入及环境突变,亟须对施工区域周边实施即时监控,并部署相应防护手段,以确保施工人员与周边设施免受潜在威胁。

4.3 施工进度与成本控制

高速公路隧道建设领域,施工进度和成本控制环节扮演着至关重要的角色,隧道工程因施工条件复杂及存在诸多不确定性。因此,确保施工进度合理并控制成本,对于项目的圆满完成至关重要。确保施工进度控制的关键在于科学合理地计划和实时跟踪。工程开始前,施工单位需要根据施工任务、技术要求、资源配置等因素,制定详细的施工计划,并明确各个阶段的进度目标。施工期间,必须对进度实施周期性的审查与评价,务必保证各环节准时按计划推进。当项目推进出现延误,务必深入挖掘延误的根源,并迅速实施有效的纠正策略以弥补不足。通过甘特图、关键路径法等工具的应用,能够直观、有效地跟踪施工进度^[6]。

地质环境、施工方法与周期等多重因素交织,对隧道工程的成本波动产生显著影响。针对成本这一重要环节,实施有效的控制策略,必须从多个维度着手,施工筹备阶段,必须对项目所需各项费用实施精确预估,以防止后续施工过程中发生预算超支现象。合理调配施工阶段之材料购置与设备应用,以规避闲置与多余开销之现象。施工实际需求导向下的材料采购,旨在规避库存过剩引发的资金占用问题,成本管理领域,对施工人员的管理与劳动力成本的控制同样占据着举足轻重的地位。实施科学合理的劳动力配置与人力资源调度策略,旨在确保各项任务能够按预定时间与质量要求顺利完成,有效规避因人员配置失误所引起的工程延误或成本攀升。在施工过程中,必须充分预见并应对诸如恶劣气候、设备故障以及现场突发的诸多不确定性因素,诸多不确定因素潜藏风险,足以引发工程延期或成本攀升,故而施工规划中需预先设定时间与预算的弹性空间,以便妥善应对各种意外状况。

4.4 环境影响与生态恢复

在高速公路隧道施工阶段,所产生的噪声、振动、尘土、废水等污染,对周边生态环境及系统施加了诸多压力。实施隧道施工项目时,务必确保工程进度与质量双达标,同时必须全面评估施工对周边环境可能造成的冲击,并采纳切实可行的环保手段,实施生态修复工作。在隧道施工环节,爆破作业与机械设备的运用,均引发了显著噪声及振动现象,为有效降低施工噪声。施工单位需实施一系列

降噪策略,包括选用低噪音的设备,并对相关设备进行隔音处理等措施,为降低噪声的扩散范围,须设置隔离带与缓冲区,以防止对周边居民与生态环境产生负面影响^[7]。

在隧道施工环节,尤其是进行开挖作业时,将产生数量可观的尘土。在施工场地,施工单位可部署喷雾降尘设备以减轻尘土污染,实施定期的场地清洁,并运用湿法作业手段抑制尘埃飘散。此外,在干旱或风大的气候环境中,应严格规避施工活动,施工过程中产生的废水与废弃物,需遵循环保规定的指导原则予以妥善处理,在排放前,对含有油污和化学物质的废水必须经过沉淀池、过滤池等净化型设施的严格净化程序,对废弃物进行分类,确保其得到及时清理,从而有效防止环境污染,隧道施工圆满结束后,生态恢复成为一项不容忽视的重要步骤,施工告一段落,务必对施工场地及毗邻的生态环境进行生态修复,选择恰当的植物进行栽种,修复土壤构造,阻遏水土流失现象,力图使施工前后的生态景观得以最大程度还原。

5 结语

本论文聚焦于高速公路隧道施工技术的进步及质量控制领域的最新进展,深入剖析了多样化的施工技术,并详尽探讨了相应的质量控制策略,旨在为施工现场提供坚实的科学与实用的操作指导。技术不断进步,施工经验日益丰富,我国未来高速公路隧道建设在效率、安全与品质方面将不断优化,助力高速公路建设迈向更高水准。

【参考文献】

- [1]王鼎.高速公路路基施工技术及其质量控制[J].汽车画刊,2024(9):218-220.
 - [2]李顺兵.高速公路隧道施工技术与质量控制分析[J].交通科技与管理,2024,5(16):76-78.
 - [3]杨颖斐,顾敏,潘嵩崧.高速公路隧道施工技术与质量控制研究[J].工程建设与设计,2024(12):218-220.
 - [4]肖大强.高速公路隧道施工技术与质量控制研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(18):138-140.
 - [5]李开鹏.论公路隧道施工质量控制的关键技术[J].全面腐蚀控制,2024,38(5):43-45.
 - [6]郑海东.高速公路隧道施工技术与质量安全控制策略研究[J].运输经理世界,2024(11):80-82.
 - [7]窦晨阳.高速公路隧道施工技术与质量控制分析[J].工程建设与设计,2023(22):149-151.
- 作者简介:薛广彬(1991.2—),毕业院校:塔里木大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级。

房建工程造价预结算问题及审核思路探讨

丁梁康

湖州经开投资发展集团有限公司, 浙江 湖州 313000

[摘要] 房建工程预结算管理在项目实施中起着至关重要的作用,但在实际操作中却面临许多挑战,如预算编制不准确、工程量不明确及价格波动等问题。随着信息技术的不断进步,现代管理工具,如 BIM 与大数据等,已为预结算管理提供了新的解决方案。如何有效地结合这些新技术优化管理流程,从而提高预结算的准确性,已成为行业亟待解决的关键课题。

[关键词] 房建项目; 工程造价; 预结算; 审核

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15089

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Discussion on the Budget and Settlement Issues and Audit Ideas of Housing Construction Project Cost

DING Liangkang

Huzhou Economic Development Investment Group Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313000, China

Abstract: budget and settlement management of construction projects plays a crucial role in project implementation, but it faces many challenges in practical operation, such as inaccurate budget preparation, unclear project quantities, and price fluctuations. With the continuous advancement of information technology, modern management tools such as BIM and big data have provided new solutions for budget and settlement management. How to effectively integrate these new technologies to optimize management processes and improve the accuracy of budget and settlement has become a key issue that urgently needs to be addressed in the industry.

Keywords: housing construction project; project cost; budget and settlement; audit

引言

随着房建工程规模的不断扩展,造价管理在项目实施中的作用愈加突出。作为工程造价的核心,预结算对项目的资金控制及成本核算具有直接的影响。在实际操作中,常常面临数据偏差、工程量与定额不符、材料价格波动等问题,导致预结算难以准确反映项目的实际情况。提升预结算管理的准确性与效率,已成为亟需解决的关键问题。

1 房建工程造价预结算中存在的问题

1.1 预结算编制中的数据偏差

在预结算编制中,数据偏差主要体现在工程量计算及定额应用的准确性上。现场的实际工程量常常与设计图纸上标注的数量不符,设计阶段的遗漏、未及时更新的变更,或施工过程中实际操作与设计要求不一致。此外,定额标准与项目实际需求之间存在脱节,特别是在材料规格、工艺要求或特殊施工条件等方面,定额未能完全覆盖实际情况,导致预结算数据与实际成本之间的差距。部分编制人员专业素养的不足或审核流程中的疏漏,可能引发数据录入错误或重复计算,进一步加剧数据偏差问题,这些因素的叠加使预结算结果难以准确反映工程的真实造价,从而为后续审核及合同履行带来潜在风险。

1.2 定额和实际工程量的矛盾

定额与实际工程量之间的矛盾,主要由定额标准的通用性与项目个性化需求之间的差异所引起。作为预算编制

的关键依据,定额通常基于行业的平均水平制定,难以充分满足不同项目的特殊施工条件及现场实际情况。例如,在复杂地质环境下进行基础施工,或是在制作非标准化构件时,实际消耗的工时、材料和机械费用往往与定额存在显著偏差。部分定额未及时调整,未能反映市场价格的波动或新型施工工艺的变化,使得在预结算中套用的定额工程量与实际发生量之间存在不一致,由此产生的矛盾不仅导致了工程造价评估的失真,也为结算审核过程带来了更多的争议。

1.3 材料价格波动带来的影响

材料价格波动对预结算工作的影响,主要体现在成本估算的准确性以及合同执行的公平性上。在市场价格频繁波动的环境下,预结算中所使用的材料价格往往滞后于实际采购成本,从而导致预算出现偏差。当大宗材料价格大幅上涨时,预算金额可能无法覆盖实际采购费用,进而给施工单位带来经济压力。反之,若材料价格下跌,预结算中使用的价格过高,则可能导致业主对工程款的支付产生异议,材料价格波动还可能引发合同双方对价格调整条款的不同理解,增加合同履行过程中出现的争议与冲突,从而影响工程进度及结算工作的顺利进行。

1.4 工程变更与签证管理缺失

工程变更与签证管理的缺失是预结算问题的关键原因之一。由于设计调整、施工条件变化或业主需求变动,

工程变更在实际施工中往往频繁发生。在许多项目中,变更管理缺乏规范流程,相关记录不全或未能及时形成有效签证,导致实际工程量与原设计图纸之间的差异较大。此外,部分施工单位在变更发生后未按规定进行申报或因管理不严格,未能准确保留变更内容的详细数据,这直接影响了预结算的准确性与完整性。缺乏有效管理不仅增加了结算审核的难度,还可能引发合同双方的争议,进而影响项目资金的流动与收尾阶段的顺利完成。

1.5 施工单位和业主之间的争议问题

施工单位与业主之间的争议,主要集中在工程量确认、材料价格调整以及变更费用结算等方面。由于在合同签订与执行过程中,双方对相关条款的理解存在差异,工程量核定时往往缺乏统一标准,特别是在复杂项目中争议更为突出。材料价格波动时,双方对价格调整机制的适用范围及幅度往往存在不同看法,进一步加剧了矛盾。同时,工程变更或追加项目的费用分担问题也成为争议的焦点,施工单位常寻求增加费用以弥补成本,而业主则倾向于严格控制预算,导致难以达成共识。结算进度的延误不仅由此产生,信任危机也可能因此引发,影响项目最终的交付效果。

2 房建工程造价预结算的审核思路

2.1 审核工作的重要原则

审核工作必须遵循客观、公正、全面与细致的原则,确保预结算数据的准确性与可信度。客观性要求审核人员严格依据事实与规范进行核实,排除个人偏见与外部干扰;公正性则要求在审核过程中保持中立,依照合同条款及行业标准进行,避免任何一方的偏袒。在全面性方面,审核工作应当覆盖所有费用项目与工程量,确保不会遗漏重要内容或忽视关键细节。细致性强调,核对数据时每一项均需进行深入分析,尤其是在材料价格、工程量计算及变更签证等容易出错的环节需特别关注。只有严格遵循这些原则,预结算结果才能够真实可靠,从而为工程造价管理提供坚实保障。

2.2 数据真实性和完整性的核对

数据的真实性与完整性核对是预结算审核中的核心环节。真实性核对要求逐项比对预结算中的工程量、材料价格、人工费用等数据,以确保这些数据与施工现场的实际情况及市场价格变化相符,从而避免因虚报或遗漏导致结果失真。完整性核对则侧重于确认预结算的内容是否全面,是否涵盖所有相关费用项目,包括工程变更、签证记录及合同中约定的各项支出,尤其是那些容易被忽视的隐蔽工程和非标构件。在此过程中,必须确保数据来源清晰、可追溯,相关文件与材料齐全,保证在出现审核争议时,能够提供充足的证据支持,这个过程与预结算结果的准确性以及合同双方结算工作的顺利进行息息相关。

2.3 工程量复核的方法与重点

工程量复核是预结算审核中至关重要的环节,主要目

的是确保计算结果的准确性。复核工作通常通过现场实测、设计图纸对比、工艺流程分析以及历史数据对照等方式进行。审核人员需根据施工图纸、施工记录以及现场实际情况,逐项核查每项工程量,确保实际施工与设计图纸相符。对于技术要求较高或工艺复杂的工程,复核时应特别注意施工工艺的变化,分析这些变化是否影响到工程量的计算方式。与此同时,通过对比历史项目中类似工程的数据,有助于识别常见的计算误差或遗漏。在复核过程中,隐蔽工程、大幅度变化的工程量及施工过程中存在不规范记录的部分应特别关注,因为这些因素对最终结算的准确性至关重要。

2.4 材料和设备价格的市场对比分析

市场对比分析在材料与设备价格核查中的作用至关重要,它确保了预结算成果的准确性。在材料与设备价格频繁波动的背景下,预结算中使用的单价往往无法完全反映实际采购成本。为了有效进行市场价格对比,审核人员需要调查当前市场上的主要供应商报价,深入了解各类材料与设备的实际价格,尤其是那些采购量较大或价格波动剧烈的项目,通过对比多个供应商的报价,审核人员能够判断是否存在价格偏差或供应商定价过高的情况。同时,运输费用、税费等附加费用也应被考虑,以全面评估材料与设备的实际采购成本。此过程不仅有助于识别潜在的价格差异,还为合同双方提供了公平、公正的结算依据,避免了因价格不符而引发的争议。

2.5 变更与签证的规范化审核

变更与签证的规范化审核在预结算审核中占据关键地位,目的是确保变更内容的合规性与费用的准确性。在施工过程中,由于设计变更、技术调整或不可抗力等因素,工程量及项目内容常常需要作出相应修改,每一项变更必须有正式书面记录及签证,且签证内容应与实际施工情况相符,这一点在审核过程中至关重要。变更后的工程量与费用应经过细致核对,审核人员需确保其计算方法与依据符合规范,避免出现重复计量或遗漏项目的现象。对于涉及材料价格及施工工艺的变更项,市场对比还应被用来确认这些变更是否符合行业标准及实际成本水平。通过实施规范化的变更与签证审核,预结算的公正性得以有效保障,进一步减少了合同履行过程中可能发生的争议与纠纷。

2.6 分部分项费用的合理性评估

分部分项费用的合理性评估在预结算审核中起着至关重要的作用,确保费用分配的公正性与科学性。在评估过程中,项目的实际情况必须与各分部分项费用的分析相结合,审核人员需逐项确认费用是否与施工过程中实际工作量、工艺要求及市场行情相符,对于人工费、材料费、机械使用费等基础费用,必须核实是否根据实际消耗量进行计算,避免低估或高估的情况发生。特别需要关注的是各分部分项费用之间的平衡,确保没有某一项费用被过度

膨胀或低估,从而影响结算的公平性。对于具有特殊工艺或高难度施工的部分,费用应合理地反映在预算中。通过合理性评估,预算的准确性不仅能得以提高,还能为后续结算提供可靠依据,从而减少可能出现的纠纷与误解。

3 房建工程造价预结算管理优化建议

3.1 强化信息化技术的应用

信息化技术的深化应用是提升房建工程造价预结算管理效率的核心途径。随着信息技术的飞速发展,传统的手工计算与数据记录方式已难以满足现代工程项目对精度与效率的高要求,通过引入建筑信息模型(BIM)、大数据分析及云计算等先进技术,工程数据得以实现实时共享与动态更新,从而大幅提高造价管理的透明度与精准性^[1]。特别是BIM技术,在施工图纸与预结算数据匹配过程中,能够帮助审核人员提前识别潜在的工程量差异与定额偏差,避免人工计算中常见的遗漏。结合大数据与人工智能技术,市场价格波动与材料需求等关键因素能够在预结算阶段被准确预测,从而提升决策的科学性与前瞻性。全面应用信息化手段不仅增强了数据的真实性与完整性,还有效优化了审核流程,减少了人为失误,推动房建工程造价管理朝着更高效、精准的方向发展。

3.2 完善造价管理制度与流程

完善造价管理制度与流程是提高房建工程预结算管理效率与质量的基础,通过建立一套健全的造价管理制度,能够明确各方职责,规范预结算的编制、审核及变更管理流程,从而确保各环节顺畅衔接。同时,管理流程应细化每个阶段的操作步骤与审核标准,特别是在材料采购、工程量确认与费用计算等环节,应制定明确的操作规范以减少人为干扰,提高流程的透明度与一致性。在此基础上,科学的监督机制应设立,定期对管理流程的执行情况进行评估与反馈,及时发现并解决瓶颈问题或不足之处推动流程的优化^[2]。造价管理的规范化还应加强与相关部门的协调与配合,确保设计、施工、采购等各方信息的顺畅传递,避免因信息不对称而产生预算偏差或纠纷。通过完善的管理制度与流程,不仅能够提高工程造价管理的系统性,还能增强项目的可控性与财务透明度,从而有效减少工程项目中的风险与不确定性。

3.3 提高造价人员的专业能力

提升造价人员的专业能力是确保房建工程造价预结算管理质量的关键所在。预算编制与审核的基本技能,造价人员不仅需掌握还应具备较强的市场分析能力与风险预测能力。随着建筑行业技术的迅速发展,造价人员应及

时学习BIM、信息化管理等新兴技术,以适应数字化、智能化带来的行业变革,造价人员还需深入理解合同条款、工程变更及相关法规政策,以便在预结算编制与审核过程中准确应对各种复杂情况,避免因知识盲区或经验不足而导致的错误。定期开展培训与职业资格认证是提升专业能力的有效途径,而实践经验的积累也至关重要,造价人员应通过参与不同类型的项目,全面理解项目全生命周期,提升应对预算过程中各类挑战的能力。

3.4 推进业主、施工单位与造价审核方的协同合作

推动业主、施工单位与造价审核方之间的协同合作,能够显著提升房建工程造价管理的效率,并减少潜在的纠纷。项目的顺利进行依赖于各方的独立操作的同时,更需要在各环节中保持高效的沟通与协作。紧密配合的业主、施工单位以及造价审核方,有助于确保预结算的准确性与及时性,避免因信息不对称或沟通不畅而产生误解与争议。在项目启动阶段,预结算审核的标准与流程业主应明确,并与施工单位共同评估预算的合理性;施工单位则需提供详实的工程量与施工计划,确保数据的准确与完整^[3]。与此同时,造价审核方应定期与业主及施工单位进行交流及时反馈审核结果,遇到疑问时进行讨论,以确保问题得到及时解决。通过多方协作,不仅能够预先识别潜在风险,还能有效减少施工变更或合同争议带来的造价偏差,确保项目预算的精准控制与顺利完成。

4 结语

房建工程造价预结算管理,对项目的经济效益及顺利实施具有直接的影响。通过优化审核流程、引入信息化技术、完善管理制度、提高专业素质以及促进各方的协作,预结算的精确性与效率能够显著提高。随着技术的不断发展和管理模式的创新,在解决现有问题的基础上,未来将推动精细化管理,为工程造价控制提供更加稳固的保障,从而确保项目的顺利进行,最大限度地实现利益。

[参考文献]

- [1]李婧.房建工程造价预结算问题及审核思路探讨[J].住宅与房地产,2023,11(9):88-90.
 - [2]刘涛.房建工程造价预结算问题及审核思路探讨[J].中国建筑金属结构,2021,12(1):40-41.
 - [3]詹晓钰.房建工程造价预结算问题及审核思路探讨[J].河南建材,2019,12(5):146-147.
- 作者简介:丁梁康(1996.2—),毕业院校:重庆大学城市科技学院,所学专业:工程造价,当前工作单位:湖州经开投资发展集团有限公司,职称级别:初级。

建筑工程质量安全监督潜在问题及对策

漆楚军

宣汉县建设工程质量安全监督站, 四川 达州 636150

[摘要] 建筑工程项目涉及的领域广泛且复杂, 建设、设计、施工、监理等多个方面共同作用, 由于协调不足与监管不力, 质量安全事故屡见不鲜。在实际操作中, 监督体系的不完善、管理意识的缺乏以及制度执行不到位等问题, 导致了建筑工程质量与安全无法得到充分保障。随着技术的不断进步, 传统的监督方式已难以满足现代建筑工程的要求。信息化技术的应用、人员素质的提高以及跨部门协作的加强, 已成为解决当前问题的有效途径。强化建筑工程质量安全监督, 探索更加科学与高效的管理策略, 已成为提升质量安全管理水平的紧迫任务。

[关键词] 建筑工程; 质量安全; 监督管理

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15059

中图分类号: TU712.3

文献标识码: A

Potential Problems and Countermeasures in Quality and Safety Supervision of Construction Projects

QI Chujun

Xuanhan County Construction Engineering Quality and Safety Supervision Station, Dazhou, Sichuan, 636150, China

Abstract: Construction projects involve a wide and complex range of fields, with multiple aspects such as construction, design, construction, and supervision working together. Due to insufficient coordination and ineffective supervision, quality and safety accidents are not uncommon. In practical operation, the imperfect supervision system, lack of management awareness, and inadequate implementation of systems have led to insufficient guarantee of construction project quality and safety. With the continuous advancement of technology, traditional supervision methods are no longer able to meet the requirements of modern construction projects. The application of information technology, the improvement of personnel quality, and the strengthening of cross departmental collaboration have become effective ways to solve current problems. Strengthening the supervision of construction quality and safety, exploring more scientific and efficient management strategies, has become an urgent task to improve the level of quality and safety management.

Keywords: construction projects; quality and safety; supervision

引言

建筑工程的质量与安全,直接关系到人民的生命财产安全及社会的发展水平。随着城市化进程的加速,建筑工程的规模与复杂性持续增加,如何在众多工程中确保质量与安全已成为亟待解决的重要课题。作为确保工程质量安全的首要防线,建筑工程质量安全监督发挥着至关重要的作用。随着行业的不断发展,传统监督模式面临着诸多挑战,监督管理过程中暴露出的问题,已影响了质量控制的有效实施。为此,探索新的监督管理策略,提高质量安全监督的效能显得尤为迫切。

1 建筑工程质量安全监督的重要性

建筑工程质量安全监督在整个施工过程中扮演着至关重要的角色,其影响不仅局限于工程的安全性、质量与使用寿命,还延伸至施工单位的经济效益及社会声誉,通过有效的质量安全监督,施工过程中潜在的隐患与质量问题能够被及时识别,从而防止重大事故的发生,确保工程按照设计要求与相关法规标准执行。此外,质量安全监督对于推动建筑行业的规范化发展同样具有深远意义,随着建筑技术与材料的不断进步,施工的难度与复杂度逐渐增

加,传统的监督手段已无法满足现代工程管理的需求。在此情况下,提升质量安全监督的效率已成为确保建筑工程顺利推进的关键。若监督不到位不仅会导致工程质量未能达到标准,更有可能引发严重的安全事故,给社会带来重大隐患与损失。由此可见,实施科学而严格的监督措施,已成为保障建筑工程质量与施工安全的根本。

2 建筑工程质量安全监督的潜在问题

2.1 监督体系不健全

建筑工程质量安全监督体系中,建设、施工等单位过度依赖政府监督体系,项目自我监督体系不健全,已成为行业普遍存在的突出问题。在许多建筑项目的实际操作中,监督体系常常缺乏清晰的职责分工与完善的流程规范,从而导致监督工作中存在盲区与漏洞。部分项目的监督机构设置不完善,甚至出现监管职能重叠或缺失的情况,这直接影响了监督工作的高效实施。个别同时,监督体系内部缺乏有效的协调机制,导致各相关部门之间的信息沟通不畅,问题未能及时发现及处理。在一些地区或项目中,监督机构的资金投入不足,监管人员数量的短缺以及专业能力的不足,无法满足日益复杂的施工要求,这些问题的综

合作用，使质量安全监督难以实现全面覆盖与细致管理，为施工过程中可能出现的安全隐患与质量问题留下了可乘之机。

2.2 管理意识的缺失

管理意识的缺失已成为影响建筑工程质量安全监督的关键因素之一。在部分施工单位及管理层中，质量安全监督常常被视作可有可无的环节，未能充分认识到其对工程成败的决定性作用。通常，项目负责人和施工队伍在实际工作中将进度与成本控制置于更为重要的位置，忽视了质量安全管理所带来的深远影响。这样的短视管理理念削弱了监督的力度降低了执行效果，在某些情况下部分管理人员甚至对质量安全监督缺乏基本认知，未能及时落实必要的安全措施与质量控制标准。管理意识的缺乏不仅使得安全隐患长期得不到关注，还导致项目在监督过程中未能获得应有的重视，从而影响了工程的整体质量与安全保障。

2.3 制度的执行不到位

制度执行不到位，已成为建筑工程质量安全监督中的一个常见且严重问题。尽管大多数建筑项目已建立了相应的安全质量管理体系，然而在实际操作过程中，许多制度往往流于形式，未能得到有效落实。部分管理人员对制度执行的重要性缺乏足够的认识，导致在执行过程中存在走过场的现象，且缺乏必要的监督与检查。此外，面对各类压力时，部分企业与项目常在执行制度时做出妥协，忽视了关键环节的质量安全要求。制度执行不力直接导致了安全生产责任的缺失，使质量管理措施难以在现场严格贯彻，进而大幅增加了事故发生的概率。没有有效考核机制的制度执行，使管理层对执行情况未能及时得到反馈，进而导致管理松散与混乱。

2.4 监督管理技术水平低

监督管理技术水平低已成为当前建筑工程质量安全监督中的一个关键瓶颈。随着建筑行业技术的迅速发展，传统的监督管理方法已无法满足日益复杂的施工需求。许多建筑项目的监督管理仍然停留在相对落后的阶段，依赖人工巡查与经验判断，缺乏科学技术的支撑与现代化的管理工具，未能充分利用信息化技术的监督人员，导致质量安全监督的精准性与效率显著下降。尤其是在处理大规模或复杂项目时，传统管理方式容易出现盲点，潜在的质量安全隐患未能及时发现或处理。技术水平的不足不仅限制了问题的预警能力与响应速度，还使得监督工作在细节处理上缺乏精确的数据支持，进而影响了整体监督效果。

2.5 没有设立相应的监管部门

在许多建筑项目中，建设、施工等各方面缺少专门的监管部门已成为普遍存在的问题。部分项目在启动初期，未能设立独立的质量安全监管机构，导致监管职能由多个部门分担，甚至未设专门团队负责质量安全管理。在这种情况下监督职责常常不明确，责任划分模糊，进而导致监

督工作无法深入开展。尤其是在规模较小或管理松散的项目中，缺乏有效的监管机构使安全隐患和质量问题未能及时发现或处理。没有专门监管部门的项目，往往无法进行全程跟踪或系统管理，最终导致质量安全问题频发。

3 建筑工程质量安全监督实施策略

3.1 完善监督体系与机制

完善的监督体系与机制正是保障建筑工程质量与安全的关键所在。一个健全的监督体系，不仅应当具备清晰的组织结构与职责分工，还应有系统的工作流程与标准化的操作规范。根据工程的规模与特点应专门设立质量安全监督部门，以确保在项目中的独立性与权威性，避免其他部门职能的干扰。同时，监督机制应具备灵活性与可操作性，以便根据施工进度、现场状况及技术要求进行实时调整，从而确保各个环节得到有效监督。除制度的完善外还应建设有效的反馈与考核机制，以确保监督工作的执行效果能够实时反馈，进而及时发现问题并采取相应对策。通过优化监督体系与机制不仅能够提高监督效率，还能增强各方责任意识，从而减少安全事故与质量问题的发生。

3.2 重视技术交底工作

技术交底工作作为确保建筑工程质量与安全的核心环节，具有至关重要的作用，它不仅涉及施工图纸与方案的传递，更是一个确保所有施工人员充分理解并掌握技术要求、施工方法及安全措施的关键过程，通过有效的技术交底，施工人员能够明确施工过程中关键技术要点、潜在风险及防范措施，从而减少因操作不当或理解偏差所引发的质量问题与安全隐患。在一些项目中，技术交底的真正意义往往被忽视交底工作流于形式，甚至出现内容不充分、沟通不畅的现象。这样表面化的交底往往导致施工人员在实际操作中未能准确理解设计要求，进而影响工程的质量与安全。加强技术交底的深度与全面性，不仅能提升施工人员的技术水平，还能有效避免因信息不对称引起的错误操作，确保项目规范、安全、高效地推进。

3.3 创新监督管理方式

创新监督管理方式作为提升建筑工程质量与安全的关键途径之一，愈发显得至关重要。随着技术的不断进步与管理需求的日益变化，传统的监督方法逐渐无法满足现代施工的复杂性。为提高监督效率与精准度，更加灵活且智能化的管理手段亟待探索，例如借助信息化技术，施工现场的全天候监控得以实现，实时数据采集、监控与分析系统能够及时发现潜在问题并进行预警。同时，移动互联网技术的应用，使现场监督人员能够随时上传施工数据，远程专家也能实时提供指导与建议，从而突破了传统现场监管的局限性。大数据分析人工智能技术的结合使施工进度、质量与安全等多个方面的数据可以进行深度分析，预测潜在风险，并提前制定应对措施。创新的监督方式除了显著提升工作效率，还能增强监管的透明度与准确性，

从而为项目的顺利推进提供更加有力的保障。

3.4 提高监管制度的可操作性

提升监管制度的可操作性,作为确保建筑工程质量与安全生产有效实施的关键显得尤为重要。尽管许多建筑项目已制定相关监管制度,这些制度往往因过于抽象、条款冗长,缺乏实际操作指导,使现场管理人员难以正确理解与执行。因此,监管制度应在简洁明了的基础上,更加紧密地与实际操作结合,从而确保每一项规定都能具备清晰的实施细则^[1]。例如,在质量检查与安全检查的过程中,检查标准、频次及责任人必须明确,并且要设定清晰的处理流程与反馈机制,以便在问题出现时能迅速响应并及时解决。此外,监管制度应具备一定的灵活性,能够根据项目的具体情况进行调整,避免采取一刀切的方式。通过增强监管制度的可操作性不仅能够显著提升其执行力,还能确保质量安全监督的每个环节顺利落实,从而保障工程项目的顺利完成。

3.5 应用现代技术,建立信息化监督机制

引入现代技术构建信息化监督机制,成为提升建筑工程质量与安全管理效率的有效途径。随着信息技术的迅速发展,传统的人工监督方式已无法满足当前建筑工程日益复杂的需求。通过借助物联网、大数据、云计算等先进技术,施工现场全过程的监控与实时数据收集得以实现。监管人员不仅能够实时了解工程进展、质量和安全状况,而且通过数据分析,潜在风险和问题也能被及时预测。例如,建筑材料的质量变化能够通过传感器实时检测,而视频监控则提供全天候监控,确保任何安全隐患能够迅速被识别并及时处理^[2]。与此同时,云平台的应用促进了信息共享与远程协作,使各部门与人员能够随时访问项目的最新数据,从而提升决策效率与响应速度。通过建立信息化监督机制,不仅能显著提高监管精度与工作效率,而且使项目的质量与安全管理更加透明且可追溯,从而减少人为疏漏与失误的发生。

3.6 强化人员培训管理,提高全员素质

提升人员培训管理,增强整体素质成为确保建筑工程质量与安全的关键。只有具备扎实的专业知识与技能,管理人员与施工人员方能在实际工作中及时识别问题并采取有效对策。针对不同岗位的需求应定期开展技术培训与安全教育,确保工作人员不仅掌握行业标准及操作规范,还能增强质量与安全意识^[3]。例如,工程质量控制、施工进度管理及风险识别等内容,应重点培训项目管理人员;而一线施工人员则需强化安全生产、危险源辨识以及应急处置等方面的技能。此外,培训内容应与实际工作紧密结合,

通过模拟实战与案例分析,帮助员工提升应对突发情况的能力,从而确保能够灵活应变。通过加强培训管理不仅全员的专业素养与责任感得以提升,还能有效减少人为失误,为建筑工程的顺利实施与质量安全提供有力保障。

3.7 加强部门协同性

提升建筑工程质量安全效果的关键,在于加强各部门之间的协作。建筑工程涉及多个环节,涵盖设计、施工、监理、材料采购等多个部门,每个部门在其职能范围内承担着不同任务。然而,信息流动不畅以及协调缺失,常常导致工作重复、责任不清,甚至引发质量安全问题。为解决这一问题,打破部门间的壁垒,推动更加紧密的合作显得尤为必要。定期举行跨部门沟通会议与项目协调会,可确保项目进展与潜在问题得以及时共享,使各部门在关键时刻保持一致,通过信息化平台的支持,数据共享与实时更新得以实现,从而确保各部门随时掌握最新的工程动态及质量安全状况。强化部门之间的协作有助于形成全员、全程、全方位的质量安全监管合力,确保每一个环节都在有效监控之下,避免因沟通不畅而产生的管理漏洞。

4 结语

建筑工程的质量与安全生产在保障工程顺利推进及公共安全方面,具有至关重要的作用。当前许多项目依然面临监督体系不完善、管理意识缺乏以及制度执行不到位等问题,这些因素严重影响了工程的质量与安全。为有效应对这些挑战,一系列措施亟需采取,诸如健全监督体系与机制、强化技术交底、创新监督管理手段、提升监管制度的可操作性、构建信息化监督机制、加强人员培训管理,以及增强部门协同等。通过实施这些措施,质量安全监督的效果得以全面提升,潜在的安全隐患将被减少,从而确保工程项目在保证质量的前提下按期完成。质量与安全作为建筑工程的根本保障,只有通过不断优化监督管理体系,方能为社会提供更加坚固、安全的基础设施。

[参考文献]

- [1]李志伟. 建筑工程质量安全监督潜在问题及解决策略[J]. 低碳世界, 2023, 13(12): 73-75.
 - [2]张力. 建筑工程质量安全监督潜在问题及解决策略[J]. 大众标准化, 2022, 11(4): 32-34.
 - [3]许传军. 建筑工程质量安全监督管理问题及对策分析[J]. 中国住宅设施, 2020, 10(10): 67-68.
- 作者简介: 漆楚军 (1990.7—), 毕业院校: 西昌学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 宣汉县建设工程质量安全监督站, 职称级别: 助理工程师。

人工智能背景下汽车维修技术发展探析

张伟林

江门市新会技师学院, 广东 江门 529100

[摘要]人工智能的快速发展为各行各业的技术革新提供了有力支持,汽车维修技术也在朝着智能化方向转型。目前,人工智能技术已在汽车维修领域得到广泛应用,推动了汽车维修技术的突破性进展。通过智能识别和数据分析等技术构建的智能化汽车诊断系统,能够对汽车故障进行精准检测,并提供科学合理的维修方案。然而,从整体来看,人工智能背景下的汽车维修技术仍然存在较大的发展空间。基于此,文章从人工智能的角度出发,分析了当前我国汽车维修技术发展中存在的问题,并探讨了汽车维修技术改进与优化的具体措施。

[关键词]人工智能;汽车维修;维修技术;技术发展

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15086

中图分类号: TP18

文献标识码: A

Analysis of the Development of Automotive Maintenance Technology under the Background of Artificial Intelligence

ZHANG Weilin

Jiangmen Xinhui Technician College, Jiangmen, Guangdong, 529100, China

Abstract: The rapid development of artificial intelligence provides strong support for technological innovation in various industries, and automotive maintenance technology is also transforming towards intelligence. At present, artificial intelligence technology has been widely applied in the field of automobile maintenance, promoting breakthrough progress in automobile maintenance technology. The intelligent automobile diagnosis system constructed through technologies such as intelligent recognition and data analysis can accurately detect automobile faults and provide scientific and reasonable maintenance plans. However, overall, there is still significant room for development in automotive maintenance technology under the background of artificial intelligence. Based on this, the article analyzes the problems in the current development of automotive maintenance technology in China from the perspective of artificial intelligence, and explores specific measures for improving and optimizing automotive maintenance technology.

Keywords: artificial intelligence; automobile maintenance; maintenance technology; technological development

引言

随着人工智能技术的迅速发展,汽车维修行业正经历一场深刻的变革。传统的维修方式,尽管能够满足基本维修需求,仍主要依赖技师的经验和人工操作。然而,在故障诊断的准确性、维修效率以及资源优化方面,显著的不足依然存在。人工智能的引入,尤其是智能诊断系统、数据分析和机器学习等技术,为汽车维修带来了全新的视角。借助这些技术,车辆状态能够被实时监测,潜在故障得以预测,且精准的维修方案可被生成,从而显著提升了故障诊断的精确度与维修效率。与此同时,维修流程的自动化也得到了推动,资源调度与管理被优化,从而进一步提高了维修站点的运营效率。然而,尽管人工智能在汽车维修领域展现出巨大的潜力,依然面临着一些挑战。智能诊断模型的构建复杂性较高,数据碎片化问题十分严重,且算法的可解释性较低,这些问题限制了AI技术的全面应用。因此,深入探讨人工智能在汽车维修中的现状、发展潜力以及技术难题,提出切实可行的改进措施,显得尤为重要。本文将从多个角度对AI在汽车维修中的应用进行分析,探讨其未来发展路径,并为行业的智能化转型提供理论支

持与实践参考。

1 人工智能对汽车维修行业的影响

人工智能(AI)在汽车维修行业的应用,正在推动行业经历一场深刻的变革。随着AI技术的引入,维修流程变得更加高效、精准。智能诊断系统的应用,使得车辆故障的检测实现了自动化,显著减少了对人工操作的依赖,同时提高了故障排查的准确性。与传统依赖技师经验和手动诊断的方式不同,AI技术能够通过大数据分析、机器学习以及车辆的历史数据、传感器反馈与实时信息,迅速识别故障原因,维修时间得以显著缩短,且因人为因素引起的错误风险得到了有效降低。在此基础上,维修设备的智能化升级也得到了推动。传统的繁重人工操作,逐步被自动化修理及机器人技术所取代,维修效率被极大提高。与此同时,AI技术的应用,使得维修服务得到了个性化提升。通过对车辆使用数据的深入分析,车主能够获得更加精准的定制服务,潜在故障得以预测,预防性维护建议被提出。这不仅提升了汽车的整体运行效率,也帮助车主以更低的成本维持车辆状态,从而延长了汽车的使用寿命。此外,AI的应用也推动了技术人员技能的提升。在AI工

具的辅助下, 维修技师能够更快速地学习并掌握新技术、新设备, 进而提供更加精确与高效的服务。服务质量得以改善, 行业整体水平也在不断提升。然而, AI 技术的引入远不止于提升维修效率和服务质量。它正在推动行业的转型升级。随着 AI 技术的不断成熟, 汽车维修行业有望朝着更加智能化、自动化的方向发展。传统的维修模式, 将逐步转变为基于数据驱动的智能维修模式, 维修服务不再局限于传统车间, 而是扩展至更加灵活、广泛的车联网平台, 线上线下相结合的全新服务网络正在逐步构建。

2 人工智能背景下汽车维修技术发展中的问题

2.1 智能诊断模型构建困难

在人工智能的背景下, 智能诊断模型的构建面临着多重挑战。汽车维修的复杂性, 使得故障诊断变得异常困难。现代汽车配备了大量的传感器与电子控制单元 (ECU), 这些系统之间的交互关系极为复杂, 且故障通常是由多个因素的叠加所引发。由此, 单一的诊断模型往往难以全面且准确地识别故障问题。与此同时, 智能诊断模型的训练, 依赖于大量高质量的数据。然而, 汽车维修数据的收集过程, 充满了诸多困难, 且实际获取的数据, 通常存在碎片化、不完整等问题, 导致模型的训练效果未能达到预期的水平。尽管现有的机器学习与深度学习算法在一定程度上能够提高诊断精度, 但其高度依赖数据质量的特点, 使得数据偏差或不足时, 模型的性能会大幅下降^[1]。除此之外, 汽车故障的多样性及个体差异, 也使得智能诊断模型的普适性难以保证。不同品牌与车型的诊断规则及特点, 存在显著的差异, 这使得相同的模型在不同汽车上可能表现出不同的诊断效果。因此, 如何确保智能诊断模型在各种复杂情况下的准确性与普适性, 仍然是一个亟待解决的难题。

2.2 汽车行业数据碎片化严重

在人工智能的应用背景下, 汽车行业正面临着严重的数据碎片化问题, 这已成为制约技术发展的关键瓶颈。各类数据, 如维修数据、用户反馈、传感器信息、维修记录等, 往往分散在不同的系统与平台中, 缺乏统一的标准与规范。这些数据来源广泛, 包括车辆制造商、第三方维修服务商、车主以及智能诊断设备等, 但由于格式不统一、存储方式各异, 导致不同类型的数据之间难以有效关联与整合。尤其在传统的维修流程中, 大多数汽车维修站点依赖手工记录与局部系统管理, 数据的获取与更新, 往往受到人工因素的干扰, 进而严重影响了数据的准确性与时效性。此外, 跨平台的数据互通机制的缺乏, 使得各个数据孤岛之间的隔阂更加明显, 进而限制了行业构建全面、系统的数据流动网络的能力。人工智能技术在汽车维修中的深入应用, 由此受到了极大的制约。

2.3 算法的可解释性相对较低

在人工智能技术的应用中, 算法的可解释性较低, 已

成为汽车维修技术发展的重大挑战。随着深度学习与复杂神经网络算法的广泛应用, 尽管这些算法在故障诊断与预测方面取得了显著进展, 其“黑箱”特性却使得维修技术人员难以理解和追溯其决策过程。智能诊断系统能够准确识别故障点, 然而, 做出这一判断的逻辑与依据, 往往难以作为人类所解读。缺乏可解释性的情况, 不仅降低了技术人员对系统的信任度, 还可能在遇到疑难故障时, 导致无法根据算法结果做出有效调整或干预^[2]。此外, 低可解释性的算法使得维修过程缺乏透明度, 一旦发生误诊或漏诊, 问题的根源通常难以迅速定位, 进一步加深了对算法系统的依赖, 进而限制了维修过程的优化与自我改进。

3 人工智能背景下汽车维修技术发展的改进措施

3.1 加强算法研究完善智能诊断模型

加强算法研究以完善智能诊断模型, 是提升人工智能在汽车维修技术应用效果的关键途径之一。智能诊断模型的精确度, 直接受到算法选择与优化的影响。目前, 许多现有的诊断系统, 尽管主要依赖传统机器学习算法, 能够识别一些常见故障, 但在应对复杂或隐蔽故障时, 仍表现出明显的局限性。要提升智能诊断模型的能力, 核心在于增强算法的多样性与精确度, 从而扩展其诊断范围。具体来说, 深度学习与强化学习等先进算法的引入, 能够使模型更有效地处理复杂的多维数据, 如车辆传感器数据与环境信息等, 从而提高潜在故障的识别准确性。随着大数据技术的不断发展, 智能诊断模型也需在海量历史维修数据的支持下持续优化。这不仅要求算法具备处理多源数据的能力, 还应具备较强的适应性, 以便在不同品牌与车型的故障诊断中, 保持较高的泛化能力。此外, 智能诊断算法的优化, 还需解决实时性与准确性之间的平衡问题。高效的计算方法与算法架构的引入, 能够在保证诊断准确度的同时, 减少对计算资源的过度依赖, 从而提升故障诊断的实时性。随着算法不断优化与升级, 智能诊断模型将能够在更多复杂场景下, 提供准确的故障诊断建议, 进而推动汽车维修行业向更加智能化的方向发展。

3.2 提升数据质量构建统一大数据集

在人工智能的背景下, 提升数据质量并构建统一的大数据集, 是推动汽车维修技术智能化的重要措施。当前, 汽车维修领域的数据来源广泛, 涵盖了车辆传感器的实时数据、维修记录、驾驶行为、环境因素及车主反馈等多种类型。这些数据, 常常面临碎片化、非结构化及缺乏标准化的问题, 导致各系统、平台间的数据难以有效整合, 从而影响智能诊断系统的性能与应用效果。为提升数据质量, 首先需确保数据的准确性与一致性。在数据采集阶段, 传感器的精度应严格控制, 维修历史及故障日志也需进行精准记录。数据清洗与预处理环节, 噪声数据应被剔除, 缺失值应得到填补, 数据格式应统一, 以确保后续分析与模型训练的顺利开展。与此同时, 构建统一的大数据集, 不仅仅是清理

与整合数据,更应关注数据的多样性与全面性。数据在时间、空间及维度上的高度统一,必须得到保证。举例来说,来自不同车型或制造商的车辆数据,必须通过统一标准进行整合,以确保不同品牌、类型的汽车数据能够在同一平台上有效分析与应用。此外,数据集的构建应覆盖汽车生命周期中的各类信息^[3]。从初次诊断到日常维护、故障修复,甚至车主的使用行为等,都应纳入其中,形成一个广泛且持续更新的数据池。如此,统一的大数据集将为人工智能算法提供全面、真实的数据支持,使智能诊断系统在面对复杂故障时,能够更加精准,从而提高故障预测与预防的准确性。

3.3 提高算法可解释性强化算法能力

提升算法的可解释性与增强其能力,是推动人工智能在汽车维修技术中更有效应用的关键。尽管许多基于深度学习与神经网络的智能诊断系统,在故障检测与预测方面表现出色,但它们往往被视为“黑箱”模型,缺乏透明度与可解释性。正是这种特性,导致维修人员对算法的信任度较低。在实际应用中,技师常常难以理解模型的判断依据,从而影响其有效性与普适性。因此,提高算法的可解释性,显得尤为重要。一方面,具备良好可解释性的算法,有助于维修人员理解故障诊断结果及背后的逻辑,进而能够基于这些结果作出更加合理的决策。另一方面,增强算法可解释性,不仅能够帮助技术人员快速发现并修正诊断中的错误,还能提升算法的准确度与可靠性。除了加强可解释性,提升算法本身的能力,也是增强人工智能技术在汽车维修中应用效果的重要方面。智能诊断算法的能力,不仅体现在故障识别的准确性上,还应包括对多样化数据的适应性、处理速度及实时响应能力。例如,汽车维修中的故障诊断,往往涉及大量复杂的多维数据,传统的机器学习算法,可能难以在有限的时间内处理如此庞大的信息量。因此,提升算法在大数据处理中的能力,成为实现高效智能诊断的必要条件。此外,实时性也是一个至关重要的因素。随着车载传感器技术的不断进步,车辆实时数据的采集与传输,要求智能诊断系统必须在短时间内处理大量数据并快速给出诊断结果。

4 人工智能推动汽车维修行业的智能化转型

人工智能的引入,正促使汽车维修行业发生深刻变革,推动行业朝着智能化方向转型。前所未有的行业转型,已随着 AI 技术的不断进步而展开,传统的汽车维修模式正逐步被智能化、自动化服务所取代。故障诊断与预测的精准度与效率,因人工智能的应用而得到显著提升,传统依赖技师经验的诊断方法,已难以满足日益复杂的汽车故障检测需求。通过机器学习与大数据分析, AI 能够迅速处理大量车辆传感器数据、维修记录以及历史故障信息,从

中提取出规律,进而实现故障检测的自动化与诊断的精准性。维修时间因此大幅缩短,故障排查的准确性显著提高,人为错误与漏诊的风险得到了有效减少。此外,智能维修系统,由人工智能赋能,为车主提供了更加个性化、定制化的服务。车辆的运行状态在持续监控中, AI 能够预测潜在故障并提前发出预警,促使车主进行预防性维护,而不再仅仅依赖于定期维修。这种“按需维修”模式,不仅提升了车辆的使用效率,还显著降低了维修成本与突发故障所带来的不便。人工智能在优化维修流程与资源配置方面,也发挥了重要作用^[4]。根据实时数据,智能调度系统能够合理分配维修工单,确保维修站点的设备与技师资源得到最优化利用,从而减少了空闲与等待时间。随着人工智能技术的普及,汽车维修行业将迎来更加智能化的服务体验。自动化机器人与智能维修设备的引入,使得传统手工操作的维修流程能够自动化完成,这不仅提升了工作效率,也降低了人工操作的风险。更为重要的是, AI 技术的不断创新,推动着整个行业朝着数字化、数据驱动的方向发展,维修服务将更加依赖实时数据与智能分析,从而形成一个更加高效、透明且互动的维修生态系统。

5 结语

人工智能在汽车维修技术中的应用,展现出了极大的潜力,已成为推动行业智能化转型的重要力量。智能诊断、数据分析以及自动化技术的借助,使得汽车维修的精准度与效率得到了显著提高。然而,当前行业仍面临诸多挑战,包括智能诊断模型的构建、数据整合的复杂性以及算法的可解释性等问题。随着技术的不断进步,逐步得到解决的这些问题,有望使得人工智能在未来更加深刻地重塑汽车维修行业的发展格局。通过进一步优化智能化服务,行业将能够提供更高效、更精确的维修服务,同时提升车主的整体维修体验。持续推动汽车维修技术的优化与智能化,必将成为未来发展的核心方向。

[参考文献]

- [1]冯永超,郭勇,李忠虎.人工智能背景下汽车维修技术发展探析[J].汽车维修技师,2024(18):29-30.
- [2]高敏.智能诊断在汽车维修技术中的应用[J].时代汽车,2021(11):170-171.
- [3]邓登云.人工智能背景下汽车维修技术发展研究[J].汽车测试报告,2023(14):91-93.
- [4]陈云.人工智能检测诊断技术在汽车维修中的应用[J].南方农机,2019,50(24):28.

作者简介:张伟林(1985.3—),毕业院校:长沙理工大学,所学专业:交通运输,当前就职单位:江门市新会技师学院,职称级别:初级。

辊压机轴承系统的润滑与故障诊断研究

邱亚青 张辉

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要]在现代制造业中,提升机器的性能和可靠性已成为各企业关注的重点,尤其是在重型设备如辊压机的领域中。在这些复杂系统中,轴承组件至关重要,其直接影响设备的整体运行效率和稳定性。为了确保生产过程中的顺畅和高效,企业需要制定科学合理的润滑策略,以降低摩擦和磨损。此外,及时而准确的故障诊断也是关键一环,它可以帮助识别潜在问题,从而减少停机时间和维护成本,最终实现设备使用寿命的有效延长,提升整体生产效益。

[关键词]辊压机轴承系统; 润滑; 故障诊断; 研究策略

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15063

中图分类号: TQ172

文献标识码: A

Research on Lubrication and Fault Diagnosis of Roller Press Bearing System

QIU Yaqing, ZHANG Hui

Xingtai Naknor Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: In modern manufacturing, improving the performance and reliability of machines has become a focus of attention for various enterprises, especially in the field of heavy equipment such as roller presses. In these complex systems, bearing components are crucial as they directly affect the overall operational efficiency and stability of the equipment. In order to ensure smooth and efficient production processes, enterprises need to develop scientifically reasonable lubrication strategies to reduce friction and wear. In addition, timely and accurate fault diagnosis is also a crucial step, as it can help identify potential problems, thereby reducing downtime and maintenance costs, ultimately achieving effective extension of equipment lifespan and improving overall production efficiency.

Keywords: roller press bearing system; lubrication; fault diagnosis; research strategy

引言

辊压机作为一种重要的工业设备,广泛应用于锂电、矿业、冶金、化工等领域。其轴承系统是辊压机的核心部件之一,对设备的正常运行起着至关重要的作用。因此,对辊压机轴承系统的润滑与故障诊断进行研究,对于提高设备效率、降低故障率具有重要意义。本文将重点探讨辊压机轴承系统的润滑与故障诊断研究策略,并通过数据和表格展示相关研究成果。

1 辊压机轴承系统润滑研究

1.1 润滑方式

辊压机在机械行业中是一种常用的加工装置,用于电池极片、板材或型材的轧制加工。其关键组成部分之一是轴承系统,该系统对辊压机器的整体工作稳定性、效能以及寿命有着重大影响。辊压机轴承系统的润滑,主要是通过油润滑和脂润滑两种方式进行。油润滑是借助润滑剂循环的连续性和压力,为辊压机上的轴承及其他重要部件提供全面的润滑。油润滑的优点在于其较高的冷却效率和清洗功能,适用于高速高精度工作的机器^[1]。例如,在大型连铸连轧线中的精轧辊使用油润滑体系时,通常选择高质量的合成润滑油。这是因为合成油具有更高的温度稳定性和氧化稳定性,以及优异的热传导性能,能有效散热同时延长润滑油更换周期。据研究数据,在相同条件下采用

高级合成油作为润滑油的生产线与普通矿物油相比,故障率低5%,平均能耗减少3%。但油润滑也有其缺点,即在密封不严的情况下可能引起润滑不足,或是因为水分污染导致润滑油变质,从而降低润滑效果和缩短轴承寿命。接着来看脂润滑,其通过注入油脂到轴承的特定位置实现润滑目的。这种润滑方式较为简易,适用于低速重载的设备。油脂的黏滞性较大,能够有效防止灰尘和污垢的渗入,具备良好的阻断效果。尤其对于一些粉尘较多、容易受到环境污染且工作周期较长的辊压设备,脂润滑发挥了其独特优势。以极片辊压机为例,考虑到其工作环境中存在大量灰尘和颗粒物,采用高效脂润滑可以在保证有效润滑的同时,提供一定的防护作用,减少外界污染对设备的影响。特别是在钢铁工业生产现场,使用耐磨损的复合锂基润滑脂可以显著提升设备性能。通过对比数据发现,在应用了高效防尘润滑脂后的极片辊压机中,设备整体运转更加流畅,停机维护时间比常规设备平均减少了10%以上。这一改进不仅提升了设备的可靠性,也延长了其使用寿命,显著提高了生产效率。

1.2 润滑油的选择

选择高质量的润滑油是保障辊压机高效、长周期运行的基石。这些油液必须不仅在物理参数上满足标准——比如黏度、闪点和倾点——更应该在其功能属性上体现专业

优势。例如，考虑抗氧化性方面：理想的润滑油能够在高温和长期使用条件下保持稳定。研究表明，采用具有良好抗老化性的润滑剂能使辊压机的使用寿命平均增加 15%，这意味着每年能节约近 12 万元于维护、修复成本上（假设一台典型大型工业机器一年内的保养修复费用平均在 75 万元左右）。这还仅仅是成本节省的一端，高稳定性也意味着更稳定的生产环境、更高的产品产出质量以及减少生产停顿，最终提高生产线效率。辊动轴承在持续的压力下运作，润滑油层厚度和稳定性对其工作表现至关重要。实验结果显示，采用含有极压添加剂的高品质油液的辊压机，轴承表面损伤降低了约 27%。换言之，在同样工作周期内可有效降低维修、更换的频率，并节省至少 65,400 元的维修成本（假设平均单次更换轴承和修理的费用约为 24,000 元左右），从而大幅提升工厂的运营效率与经济效益。抗泡沫性和低温流动性是润滑效果的另外两个关键因素。当压缩和振动使空气引入系统内时，产生泡沫会使油膜破坏，降低润滑效率。一项研究指出，当使用低泡添加剂的润滑油在压力下工作比没有添加此类化学成分的产品产生更少的泡沫（减少了 38%—42%），从而减少了由于泡沫造成对辊压机的潜在损害。此外，低温性能优异的润滑油能够使辊压机在极端环境下也能正常运行且无问题出现——例如，当工作温度低至零下 25° C（温度测试显示这类高性能润滑膏体在如此温度下仍保持液体状态和适当黏度）^[2]。

1.3 润滑策略的制定

科学合理的润滑策略是轴承系统的长期稳定、高效率运行不可或缺的保障。这一策略涉及的要素主要包括润滑周期的确定、适量的润滑油投入和选用有效的润滑方式进行应用。合理的润滑周期能够最大程度避免设备过度或缺润滑的风险。一般而言，基于日常运行情况和设备负载量的评估来确定最适的润滑时间间隔。举例而言，在轻负荷操作条件下，润滑周期可能设定为每月 1 到 2 次检查；对于重型、连续工作或长时间处于满载条件下的设备，则可能需要每日或每周进行润滑维护。通过安装监控系统收集相关设备性能数据（例如运转噪音、热应力等变化），可以动态调整润滑计划。比如一个实时传感器网络监测到特定区域过热时立即提供预警，可以作为调整润滑频率的有效依据之一。基于大数据分析预测，若某一区域内轴承运行超过预定阈值，则可能在几天而不是标准周内就需要额外润滑，这将大大提高维护响应效率^[3]。

润滑不足导致的干摩擦可能会迅速损伤辊动部件和减少轴承使用寿命；润滑过多可能导致热量积聚难以释放，同样加速故障累积。通常而言，建议遵循产品规格书上推荐的润滑油脂加量指南，或者采用更精细的方法来确定实际所需油脂量：如采用重量计量或体积测量等技术手段定期精确补充。此外，对于大型机械而言，实施循环供油系

统，通过连续而非定点加油来保证各部位得到均匀、充分覆盖也是有效的措施。结合智能监测系统的先进润滑方式正在被越来越多的企业采用。智能感应设备可以连续记录温度、振动、油脂品质变化等关键指标，一旦偏离预设范围立即生成告警信息。这些技术能够帮助工程师们提前发现和预防潜在的润滑失效，将损失和中断的可能性减至最低，甚至无需现场人员即时到场即能做出反应，提高了整体维护管理的敏捷性和效率性。通过将精确的润滑计划、适度的润滑量投入以及智能化的监视系统三者有机结合，企业能够建立一套既经济又能确保安全可靠的设备维护体系，从而最大化地延长轴承系统的工作周期和工作效率，并降低潜在的技术性停机带来的经济损失。

2 辊压机轴承系统故障诊断研究

2.1 故障模式

辊压机是一种常用的重机械，在材料粉碎和处理领域广泛应用。其核心组件之一——轴承系统，不仅影响了设备的生产效率与使用寿命，同时也直接决定了最终产品的质量。在实际运行中，轴承系统往往面临的三大主要故障模式——磨损、疲劳、断裂——成为分析设备故障的焦点。轴承的磨损往往是由于摩擦引起的表面损伤。当两表面之间存在微量运动和微动摩擦时，会导致微观粒子逐渐从一个表面被刮走到另一个表面，这一过程通常称为“磨损”^[4]。长时间运行后，磨损累积，可能会引发严重的轴承损坏。据机械工业出版社出版的相关手册指出，合理调整运行速度和压力可有效降低 30%—50% 的磨损速率。通过定期检查轴承表面的磨损深度和磨损速度（以单位时间内的表面面积减少或深度增加来衡量），可提前判断出必要的维修或更换时机。轴承的另一种常见问题为材料疲劳，这种疲劳现象发生在轴承承受长期、反复的荷载周期过程中。长时间的工作会使得材料结构发生逐渐的裂变，如果疲劳度超过某一临界点，则可能会导致裂纹的扩展并最终导致完全的断裂。依据《机械工程手册》的数据，在确保高负荷下正常运转的情况下，延长使用年限的关键在于采用抗疲劳性强的钢质，并确保其表面硬度符合规范要求。定期对轴承载荷分布和温度进行监控，能有效预防因材料疲劳引起的意外断裂。对于断裂而言，其原因多样复杂，包括材质本身的缺陷（如杂质、内部裂缝）、加工质量不佳、热应力作用，以及过量负载和极端运行条件。一旦断裂发生，其后果可能是毁灭性的，包括机器停机损失生产效率，严重者可能导致整个系统的破坏^[5]。

2.2 故障诊断方法

常见的故障诊断方法涵盖了声音诊断、振动诊断与温度诊断，它们通过深入研究设备运行中的各种物理现象，并借助数据分析工具来揭示设备的工作状态。声音诊断，即噪声诊断，基于声音在不同工况下对机器性能的影响进行评估。通过安装声音传感器在设备的关键部位，在其工

作时收集声音信号，并应用频率分析（如频谱图）或使用声音识别技术对异常信号做出反应。例如，当电动机运转出现异常杂音时，可能会伴随高共振频率峰值，表明电机内有部件损坏。此外，特定的故障类型如轴承损坏或磨损会导致特定频率的噪声增加，这在维护计划中被视为重要的指标^[6]。

振动分析是一种通过测量物体在一定时间尺度上的位移或加速度的变化来评估机械健康状况的技术。高灵敏度的加速度传感器被布置在机械设备的關鍵部位，收集振动数据后经过分析。例如，在工业中，振动幅度突然增加通常预示着轴承即将失效或者转子对轴不对准的问题存在，通过波形和频谱图可以清晰分辨各种异常。这种非侵入式的监测方式有助于及时发现问题并防止潜在的大规模故障发生。温度诊断涉及监控关键点温度分布及温度随时间和工作负载的变化模式，以预测故障。利用热像仪、红外温感器或其他温度传感技术，获取温度数据。高温通常提示部件正在经历过度摩擦或冷却不足导致散热效率低下的问题。比如，如果电机绕组过热，则可能导致电流通过时发热加剧，长此以往可能会导致绝缘层失效，造成短路乃至火灾。通过定期的热检测与基准温度比较分析，可以有效预测可能的失效点和进行预防性维修。

表1 辊压机轴承系统故障模式及诊断方法

故障模式	可能原因	诊断方法
磨损	润滑油不足、污染	声音诊断、振动诊断
疲劳	长时间运行、过载	振动诊断、温度诊断
断裂	材料缺陷、疲劳累积	振动诊断、外观检查

2.3 故障预防与修复

针对辊压机的轴承系统是生产设备中重要组成部分之一，它的稳定运行对于整条生产线的高效与安全性至关重要。据统计数据显示，由于轴承故障导致的生产线中断现象在全球制造业中占有显著比例。因此，有效识别并预防轴承系统可能出现的问题变得尤为重要。依据轴承所处的具体运行环境及机械负载大小选择合适的润滑油尤为重要^[7]。例如，在干燥或灰尘较大的工业环境中使用高粘度和抗磨损油类可以更有效地保护轴承。同时，根据设备的生产时间设定润滑油更换周期表可以最大限度减少因润滑不当导致的故障发生率。除了日常的维护工作之外，定期的轴承健康检查也非常重要。可以通过采用在线振动监测和热成像检测技术进行设备状况评估。通过实时分析轴承运转时发出的振动频率和热能分布图像，能够及早发现潜在故障信号。根据某研究指出，利用热像仪每年进行一次全生产线扫描，能有效检测高达85%以上的可能引起

严重故障的早期异常点。

对于已经出现的故障现象，快速准确定位问题来源并针对性地修复同样不可或缺。比如当轴承发出异响或运行过程中温度急剧上升时，可能是磨损或是外部异物造成的后果，技术人员需要及时停机检查，通过精密测量和必要的探针检查法来找出具体的故障位置。例如，日本某金属加工企业引入激光传感器与红外成像结合，使得故障识别准确度从传统人工检查的70%提升至85%，极大缩短了修复周期，并减少了意外停机的可能性。通过实施定期库存盘点、紧急备件储备及多技能团队建设可以极大地减少因等待替换零件导致的停工损失，并确保在任何时刻都能够迅速响应并解决问题，将生产影响降至最低^[8]。

3 结语

辊压机轴承系统的润滑与故障诊断对于设备的正常运行具有重要意义。本文通过分析辊压机轴承系统的润滑方式和故障诊断方法，提出了相应的研究策略。在实际应用中，应根据设备的工作环境和工况，选择合适的润滑方式和故障诊断方法，确保设备的正常运行。

[参考文献]

- [1]张旭泽. 静压系统故障下磁液双悬浮轴承动力学研究[D]. 秦皇岛:燕山大学,2023.
 - [2]赵裕聪. 自动变速箱控制系统故障诊断自动化测试研究[J]. 建筑机械化,2022,43(11):37-40.
 - [3]廖小军,冀谦谦,王艺. 单级高速离心鼓风机油润滑系统故障诊断及解决方法[J]. 科技与创新,2021(11):80-81.
 - [4]杨子臻,左彦飞,邵化金,等. 基于显式有限元的转子不平衡与轴承故障耦合分析[J]. 轴承,2021(2):8-13.
 - [5]蒋冬青,刘明红. 辊压机振动的原因分析及处理措施[J]. 新世纪水泥导报,2020,26(5):67-70.
 - [6]曹家瑜,于洪亮,闫锦,等. 基于全频谱技术的油膜诱发转子失稳的故障诊断[J]. 集美大学学报(自然科学版),2020,25(3):202-207.
 - [7]侯方羊,敖火平,钟良伟,等. 轧辊轴承座拆装机液压系统故障分析及改进[J]. 设备管理与维修,2018(19):73-74.
 - [8]孙攀龙. 转子轴承系统油膜失稳状态分析及辨识[D]. 陕西:西安工业大学,2018.
- 作者简介:邱亚青(1991.5—)女,汉族,河北省邢台市巨鹿县,机械工程师,2015.6月毕业于武汉理工大学,能源与动力系统及自动化,本科,专业:能源动力系统及自动化。

基于警务业务的低代码组件化颗粒度分析

张铁龙¹ 姚叙辰¹ 李巧霞² 赵全举² 杜林佳²

1. 河北雄安新区公安局, 河北 雄安 071000

2. 北京安融畅信息技术有限公司, 北京 102300

[摘要]文中旨在探讨基于警务业务的低代码组件化颗粒度分析。随着信息技术的不断发展,警务工作也在积极寻求创新与变革。低代码开发平台的出现为警务业务的信息化建设提供了新的途径,而组件化设计则有助于提高系统的可维护性和可扩展性。文中将深入剖析警务业务的特性,综合考虑多种因素,构建科学合理的低代码组件化颗粒度分析模型,并通过警情处置案例验证其有效性提高警务工作效率。

[关键词]警务业务;低代码;组件化;颗粒度分析

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15090

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

Particle Size Analysis of Low Code Componentization Based on Police Business

ZHANG Tielong¹, YAO Xuchen¹, LI Qiaoxia², ZHAO Quanju², DU Linjia²

1. Public Security Bureau of Hebei Xiong'an New Area, Xiong'an, Hebei, 071000, China

2. Beijing Anrongchang Information Technology Co., Ltd., Beijing, 102300, China

Abstract: This article aims to explore low code component-based granular analysis based on police operations. With the continuous development of information technology, police work is also actively seeking innovation and change. The emergence of low code development platforms provides a new approach for the informatization construction of police operations, while component-based design helps to improve the maintainability and scalability of the system. In this article, we will deeply analyze the characteristics of police operations, comprehensively consider various factors, construct a scientific and reasonable low code component-based granular analysis model, and verify its effectiveness through police case handling to improve police work efficiency.

Keywords: police business; low code; componentization; particle size analysis

引言

低代码开发平台因快速开发、易维护等优点在警务领域渐获应用,同时引入的组件化设计可分解复杂警务业务系统为独立组件。低代码组件化应用于警务业务时,核心在于确定组件化颗粒度,即界定组件大小、功能范围与抽象层次等,其合适与否对打造优质、易维护且可灵活扩展的警务低代码应用系统起决定性作用。组件化颗粒度若太粗糙,组件功能庞杂、逻辑难懂难维护,复用性差,业务有变时也难针对性调整优化;而颗粒度太精细,会提升组件交互复杂度,催生系统性能瓶颈,还让开发人员在选组、组合时决策更纠结,致开发效率降低。因此,对基于警务业务的低代码组件化颗粒度进行深入分析与研究,探索适合警务业务特点的最佳组件化颗粒度策略,对于充分发挥低代码开发在警务信息化建设中的优势,提升警务业务应用系统的整体质量和适应性具有极为关键的理论与实践意义。

1 低代码开发在警务业务中的应用

1.1 低代码的定义与特点

低代码开发是一种通过可视化界面和少量代码来快速构建应用程序的开发方式。它具有模块化、可视化以及

灵活开发等特点。在警务业务中,低代码开发可以降低开发成本,满足不断变化的业务需求,全面提升开发效率。

1.2 警务业务中的低代码应用场景

警务业务里,低代码应用丰富。在案件管理中,接警到结案流程借助它高效流转、文书规范生成;交通执法支持现场快速处理、线上操作;应急指挥一键调配资源;装备管理扫码出入库,精准预警。

2 组件化设计在警务业务中的重要性

组件化是将一个复杂的系统分解为多个独立的组件,每个组件都具有明确的功能和接口。在警务业务中,组件化设计具有以下优势:

2.1 提高系统的可维护性

当系统出现问题时,快速定位到具体的组件进行修复,而不会影响整个系统的运行。

2.2 增强系统的可扩展性

可以根据业务需求的变化,方便地添加或替换组件,实现系统的功能扩展。

2.3 提高开发效率

开发人员可以复用已有的组件,减少重复开发的工作量,提高开发效率。

3 颗粒度分析在低代码组件化中的作用

3.1 颗粒度的概念与分类

颗粒度是指组件的大小和功能的细化程度。颗粒度可以分为粗颗粒度、中颗粒度和细颗粒度。粗颗粒度的组件功能较为强大，但灵活性较差；细颗粒度的组件功能相对单一，但灵活性较高。

3.2 颗粒度对低代码组件化的影响

3.2.1 对系统性能的影响

颗粒度的大小会影响系统的性能。细颗粒度的组件可以提高系统的灵活性和可扩展性，但会增加系统的复杂度和开发成本。粗颗粒度的组件可以降低系统的复杂度和开发成本，但会降低系统的灵活性和可扩展性。

3.2.2 对开发效率的影响

合理的颗粒度划分可以提高开发效率。如果颗粒度过细，开发人员需要花费大量的时间进行组件的组合和调试；如果颗粒度过粗，开发人员可能需要进行大量的重复开发工作。

4 构建警务业务低代码组件化颗粒度分析模型

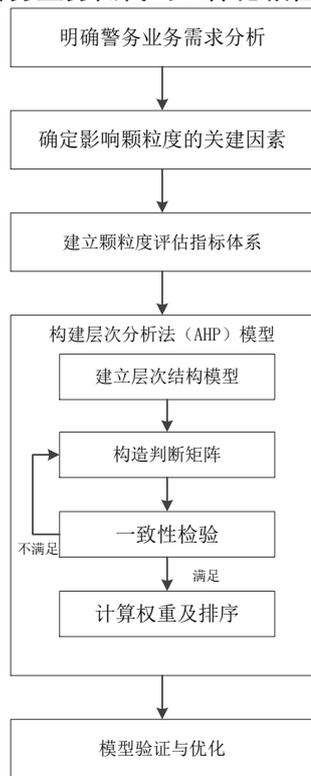


图1 构建警务业务的低代码组件化颗粒度分析模型流程图

4.1 明确业务需求和目标

4.1.1 梳理警务业务流程

以治安管理为例，明确业务流程。

治安管理流程：包括日常巡逻任务分配、巡逻路线规划、治安事件接警、现场处置、案件移交等环节。

4.1.2 明确业务目标

高效执法目标、信息共享目标、公众服务目标。

4.2 确定影响颗粒度的关键因素

4.2.1 业务功能复杂性

对于简单功能，可以考虑合并到一个组件中，如将警员信息查询和警员排班信息展示合并为一个“警员管理”组件；对于复杂功能，如案件综合分析，可能需要进一步细分，如将线索整合、数据分析、结果呈现等分别作为小组件。

4.2.2 复用性需求

如身份验证功能，在治安、刑事、交通执法等警务场景均需用到，可作独立组件复用。复用若跨地区，像全国追逃系统的在逃人员信息查询功能，为适配各地接口与规则差异，组件颗粒度应设计得更精细。

4.2.3 数据关联性

紧密关联：在案件侦查过程中，案件线索管理和嫌疑人信息管理功能都与案件数据库紧密相关，这些功能可以考虑放在一个较大颗粒度的“案件侦查数据管理”组件中，以减少数据交互的复杂性。

独立数据：警务装备管理功能主要涉及装备的采购、库存、维护等信息，与案件和人员数据相对独立，可划分成独立的组件，避免与其他组件的数据干扰。

4.2.4 业务变化频率

治安巡逻任务分配规则可能根据季节、治安形势等因素经常变化，对于这种业务变化频繁的功能，应采用较小的颗粒度进行组件化，以便快速修改任务分配算法等内容。如果一个业务变化会导致多个功能的联动修改，如法律条文更新可能影响案件侦查、治安处罚等多个环节的业务规则应用，那么这些相关功能可能需要适当整合为一个组件，方便统一更新。

4.3 建立颗粒度评估指标体系

4.3.1 功能完整性指标

4.3.1.1 业务功能覆盖度

评估低代码组件所涵盖的警务业务功能占全部相关业务功能的比例。对于每个业务功能点，检查组件是否提供了足够详细的操作支持。

4.3.1.2 功能深度

衡量组件对于单一业务功能的处理精细程度。以人员信息查询组件为例，不仅要能查询基本身份信息，如姓名、身份证号等，还应能深入查询关联信息，如犯罪记录、亲属关系、出入境记录等。可以根据能够查询的信息层次数量来评估，层次越多，功能深度越强。

4.3.1.3 功能准确性

通过测试用例来验证组件功能的准确性。准确性可以通过错误率来衡量，即错误操作或错误数据产生的次数占总操作次数的比例。

4.3.2 可维护性指标

4.3.2.1 代码可读性

检查低代码组件代码，看结构是否清晰、变量命名是

否合理、注释是否完整。虽其代码量少，但良好可读性利于后续维护与修改，可经代码审查评估，关键变量、函数命名清晰，注释阐释主要功能与逻辑，越符合编写规范，可读性越强。

4.3.2.2 修改便利性

业务需求变化时，考量组件修改难易，以巡逻路线规划组件为例，遇巡逻区域、重点改变，从修改耗时、代码量及技术难度评估能否便捷调整路线参数，若仅微调参数、无需复杂代码重构，修改便利性便高。

4.3.2.3 更新兼容性

考虑组件更新与其他组件、系统兼容性，版本更新(安全补丁或功能增强)时，测试是否影响集成组件(数据共享、报表生成等)正常运行。若组件高度耦合，像报警受理组件与多组件紧密交互且缺清晰接口文档，一旦出故障(如报警信息丢失)，定位难度便大增。

4.3.3 组件复用性指标

4.3.3.1 复用频率

记录组件一定时段(月或季)复用次数，复用多即通用性、实用性强，像身份验证组件在接处警、户籍管理常被用，复用频率高。可分等级，月超100次为高频，10~99次中频，不足10次低频。

4.3.3.2 复用范围

统计组件在多警务场景复用情况，如数据加密组件，用于内部存储与外部交互加密等，依复用场景数量、类型打分，越广则分越高；同时考量组件于不同警种(刑侦、治安、交通等)业务复用可能，像地图定位组件助交警定位事故、治安追踪嫌疑人，复用范围广。

4.3.4 性能效率指标

4.3.4.1 响应时间

测量组件执行操作(查询、提交、更新等)的响应时间，警务实时性强业务(如指挥调度位置更新组件)要尽量缩短，用性能测试工具测平均响应时间(以毫秒计)，还测高并发场景(大型活动人员信息查询组件)，超5秒或影响执法。依业务设响应阈值，像紧急报警处理组件须3秒内，超时会致业务延迟。

4.3.4.2 资源占用率

评估组件运行时的CPU使用率、内存占用等系统资源占用情况，多组件同运行的警务系统里，过高会致卡顿、崩溃，可用监控工具获取数据，如大数据分析组件，运行时CPU平均30%、内存占2GB，对比系统总量，判断占用是否合理。

4.3.5 开发效率指标

4.3.5.1 组件开发时间

用项目管理工具记录“报警信息处理”组件开发各环节(需求分析、代码编写、测试、文档编制)耗时，对比开发粗颗粒度多功能报警组件与细颗粒度分功能(接收、分类、初步处理)组件的时间差别。

4.3.5.2 组件集成难度

衡量将一个新开发的“移动警务终端数据同步”组件集成到现有警务系统中的难易程度。如果该组件需要对多个现有组件的接口进行适配，并且要进行复杂的数据转换，如将移动终端的数据格式转换为后台系统的格式，那么其集成难度就较高。

4.3.6 组件安全性指标

4.3.6.1 数据安全

评估组件的数据保护能力，涵盖加密、访问控制，像存敏感警务信息(卧底警员信息)的组件，看加密算法强度与访问权限设置合理性，采用如AES-256位加密且严格划分访问权限，数据安全性便高。

4.3.6.2 安全漏洞风险

定期扫描组件安全漏洞，统计数量与严重程度(如SQL注入、XSS等)，用专业工具扫描，依出现的中、低风险漏洞数量评估其安全风险。

4.3.7 组件接口标准化指标

4.3.7.1 接口规范性

检查组件接口是否符合行业或内部规范(参数命名、数据类型、调用方式等)，警务系统集成时，依接口文档对比评估，合规参数占比越高，规范性越强。

4.3.7.2 接口兼容性

验证组件接口与他组件兼容性，多组件集成时这至关重要，如视频监控与分析组件接口对接，要实现数据流畅传输分析。经接口集成测试评估，以测试成功场景数占总测试场景数比例衡量兼容性。

4.4 构建层次分析法(AHP)模型

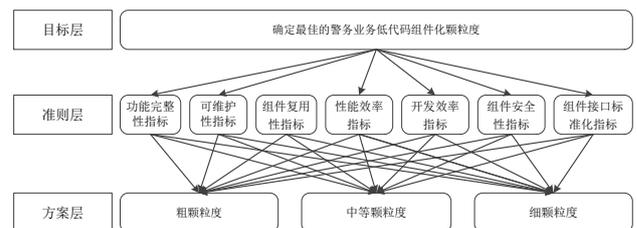


图2 构建层次分析法(AHP)模型

4.4.1 确定决策目标与层次结构

4.4.1.1 目标层

确定最优的警情处置低代码组件化颗粒度方案，旨在平衡组件通用性、业务契合度与开发成本，提升警情处置效率与系统灵活性。

4.4.1.2 准则层

复用性准则: 衡量组件在不同警情类型(刑事、治安、求助等)、辖区场景(城市繁华区、城乡结合部、乡村)及警种(刑警、交警、治安警)应用的重复使用频次与适用性，高频复用利于资源节约与快速搭建。

业务耦合度准则: 评估组件与警情处置核心业务逻辑、警务规范流程(接警登记、处警调度、现场处置、办结审

核)的紧密关联程度,强耦合需精细适配业务,弱耦合可追求通用灵活。

开发维护成本准则:考量组件初始开发人力(程序员工时、算法专家投入)、技术难度(涉及复杂算法如智能警情分类、地理信息集成)及后续迭代(数据更新、功能优化、故障修复)耗费资源。

4.4.1.3 方案层

针对警情处置关键环节提出多种组件颗粒度方案,如细颗粒度(功能高度原子化、单一功能封装)、中颗粒度(适度聚合关联功能)、粗颗粒度(大模块集成多功能,业务针对性强)。

4.4.2 构造判断矩阵

警务专家、一线警员、低代码开发工程师组成专家组,通过两两比较方式,按1~9标度法(1表示同等重要,9表示绝对重要)对准则层各因素相对目标层重要性打分,构建判断矩阵A。专家组认为复用性比业务耦合度稍重要,赋值3;业务耦合度比开发维护成本略重要,赋值2,得到:

$$A = \begin{bmatrix} 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 2 & 1 \\ 1/5 & 1/2 & 1/3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

针对每个准则层因素,对方案层各颗粒度方案两两比较构造判断矩阵。以复用性准则下为例,专家认为细颗粒度在复用场景更多、适用性强于中颗粒度,赋值3;中颗粒度比粗颗粒度复用稍好,赋值2,构建矩阵:

$$B_{\text{复用性}} = \begin{bmatrix} 1/3 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 1 & 1/3 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$B_{\text{业务耦合度}} = \begin{bmatrix} 1/5 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 1 & 1/2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$B_{\text{开发维护成本}} = \begin{bmatrix} 1/5 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 1 & 1/2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

4.4.3 层次单排序及一致性检验

4.4.3.1 计算权重向量

利用方根法计算判断矩阵最大特征根对应的特征向量,归一化后得各因素相对权重。对矩阵A,经计算复用性、业务耦合度、开发维护成本相对目标层权重分别为 $W_A = [0.5396146, 0.1634241, 0.2969613]^T$ 。

算出各准则下方方案层相对权重:

$$W_{B_{\text{复用性}}} = [0.648329, 0.2296508, 0.1220202]^T \quad (5)$$

$$W_{B_{\text{业务耦合度}}} = [0.5472164, 0.1897093, 0.2630742]^T \quad (6)$$

$$W_{B_{\text{开发维护成本}}} = [0.5815521, 0.1094523, 0.3089956]^T \quad (7)$$

4.4.3.2 一致性检验

计算一致性指标 $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$, (λ_{\max} 为最大特征根, n 为矩阵阶数),查找对应平均随机一致性指标, $RI=0.58$,计算一致性比例 $CR = CI/RI$,若 $CR < 0.1$,则判断矩阵满足一致性要求。经计算,上述矩阵均通过一致性检验。

复用性 λ_{\max}

$$= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix} [0.648329, 0.2296508, 0.1220202]^T$$

$$= 2.993578629$$

业务耦合度 λ_{\max}

$$= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix} [0.5472164, 0.1897093, 0.2630742]^T$$

$$= 3.32066158$$

开发维护成本 λ_{\max}

$$= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix} [0.5815521, 0.1094523, 0.3089956]^T$$

$$= 3.704629$$

$$\text{复用性 } CR = CI/RI = \frac{(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)}{RI} =$$

$$\frac{(2.993578629 - 3)/(3 - 1)}{0.58} = -0.00321 < 0.1,$$

$$\text{业务耦合度 } CR = CI/RI = \frac{(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)}{RI} =$$

$$\frac{(3.32066158 - 3)/(3 - 1)}{0.58} = 0.05366 < 0.1,$$

$$\text{开发维护成本 } CR = CI/RI = \frac{(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)}{RI} =$$

$$\frac{(3.704629 - 3)/(3 - 1)}{0.58} = -0.16864 < 0.1,$$

经计算,上述矩阵均通过一致性检验。

4.4.4 层次总排序及综合评价

4.4.4.1 计算综合权重

将方案层在各准则下权重向量与准则层相对目标层权重向量加权组合,得方案层各颗粒度方案相对目标层综合权重。

$$\text{设 } W_{\text{综合}} = [W_{\text{细}}, W_{\text{中}}, W_{\text{粗}}]^T$$

$$W_{\text{细}} = 0.53961460 \times 0.648329 + 0.1634241 \times 0.5472164 + 0.2969613 \times 0.5815521 = 0.611975$$

$$W_{\text{中}} = 0.53961460 \times 0.2296508 + 0.1634241 \times 0.1897093 + 0.2969613 \times 0.1094523 = 0.187429$$

$$W_{\text{粗}} = 0.53961460 \times 0.1220202 + 0.1634241 \times 0.2630742 + 0.2969613 \times 0.3089956 = 0.200596$$

4.4.4.2 比较综合权重大小,权重最大者对应颗粒度方案最优

$$W_{\text{综合}} = [0.611975, 0.187429, 0.200596]^T$$

细颗粒度权重最高,表明在当前警情处置业务与专家认知下,细颗粒度组件方案利于低代码平台构建,更契合整体目标。

4.5 模型验证与优化

4.5.1 案例验证

选择实际的警务业务场景进行验证,应用评估指标体系对系统进行评估。比较三种方案下系统的可维护性、复用性、性能和开发效率等指标。如在实际运行一段时间后,统计粗颗粒度方案下系统故障定位的平均时间、中等颗粒度方案下组件的复用频率等数据。

4.5.2 反馈与优化

根据案例验证的结果,收集反馈信息。如果发现某个评估指标的权重设置不合理,或者模型没有考虑到某些重要因素,如在验证过程中发现数据安全因素对组件化颗粒度有重要影响,及时调整模型。

4.5.3 持续改进

随着警务业务的发展,如新技术在警务中的应用(如人工智能辅助侦查技术)、新的执法要求的出现,不断更新和完善分析模型。重新审视模型中的关键因素和评估指标,确保模型始终能够准确地指导低代码组件化颗粒度的确定。

5 结论

基于警务业务的低代码组件化颗粒度分析意义重大,应用低代码开发平台与组件化理念,能助警务信息化建设提效。分析时要综合考量性能、可维护、可扩展与开发效率等因素,合理界定组件颗粒度。未来,随信息技术发展,

其在警务业务应用会更广,颗粒度分析也将持续完善,助力警务创新发展。

[参考文献]

- [1]张宇,王强.基于组件化的警务系统开发实践与思考[J].信息通信技术与政策,2020(8):66-70.
 - [2]陈晨,赵亮.低代码开发平台的组件化设计与实现[J].软件导刊,2019,18(7):23-26.
 - [3]刘峰,马杰.警务业务系统中组件复用性的研究与应用[J].中国安防,2022(4):75-78.
 - [4]王浩,李阳.基于层次分析法的警务系统组件化评估模型研究[J].科技管理研究,2020,40(12):201-206.
- 作者简介:张铁龙(1981.11—),男,河北省保定市人,汉族,专科学历,任职于河北雄安新区公安局,从事公安信息化相关工作;姚叙辰(1998.12—),男,河北省保定市人,汉族,本科学历,任职于河北雄安新区公安局,从事公安信息化相关工作;李巧霞(1997.5—),女,内蒙古乌兰察布市人,汉族,本科学历,就职于北京安融畅信息技术有限公司,从事软件开发相关工作;赵全举(1985.11—),男,河北石家庄人,汉族,本科学历,就职于北京安融畅信息技术有限公司,从事软件开发相关工作;杜林佳(1987.7—),男,河北石家庄人,汉族,研究生学历,中级工程师,就职于北京安融畅信息技术有限公司,从事软件开发、警务技术、智能交通相关工作。

信息技术在汽车维修领域的应用现状与发展前景研究

林文杰

江门市新会技师学院, 广东 江门 529100

[摘要]随着我国经济的不断发展,人们的生活水平也随之提高,汽车产量及销量都在迅速上涨。在大数据时代到来之际,信息化技术逐渐走进人们的生活,走进各行各业,在汽车维修方面,信息化技术更是作为不可小觑的力量之一,帮助检修、分析汽车的各种故障,节省了时间和人力。众所周知,各个行业目前信息化技术经验仍有不足,对于汽车维修,更是如此。文章对我国信息技术在汽车维修中的应用现状及问题进行分析,并提出一些策略,为相关专业人士总结经验,提供参考。

[关键词]信息技术; 汽车维修; 技术应用; 应用现状; 发展前景

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15076

中图分类号: U472

文献标识码: A

Research on the Application Status and Development Prospects of Information Technology in the Field of Automotive Maintenance

LIN Wenjie

Xinhui Technician College, Jiangmen, Guangdong, 529100, China

Abstract: With the continuous development of Chinese economy, people's living standards have also improved, and the production and sales of automobiles are rapidly increasing. With the advent of the big data era, information technology has gradually entered people's lives and various industries. In the field of automobile maintenance, information technology is one of the important forces that cannot be underestimated, helping to repair and analyze various faults of automobiles, saving time and manpower. As is well known, there is still a lack of experience in information technology in various industries, especially for automotive maintenance. The article analyzes the current situation and problems of the application of information technology in automobile maintenance in China, and proposes some strategies to summarize the experience and provide reference for relevant professionals.

Keywords: information technology; automobile maintenance; technology application; application status; development prospects

引言

随着科技的飞速发展,信息技术已渗透至各行各业,汽车维修行业亦未能例外。传统的汽车维修方式往往依赖人工操作及经验判断,导致诊断精度低、维修效率不高以及信息传递速度慢等一系列问题。近年来,随着互联网、大数据、人工智能及物联网等技术的迅猛发展,汽车维修行业经历了深刻的变革。智能诊断系统、远程故障检测技术及维修管理软件的广泛应用,使得维修过程更加精准与高效,服务质量与客户满意度得到了显著提升。引入信息技术,不仅优化了维修流程,也推动了维修人员技能水平的提高与工作效率的提升。借助信息技术,维修行业能够实时获取故障信息,分析维修需求,并自动进行任务分配,进而节约了时间成本并提高了维修的精度。此外,随着远程诊断与云服务平台的普及,维修服务不再受到地域限制,为车主提供了更为便捷的技术支持。然则,信息技术在汽车维修行业的应用也面临着技术人才匮乏、设备更新滞后及数据安全等挑战。为实现信息技术在该行业的全面普及,技术研发与推广的力度亟需加大,同时,维修人员的培训与管理亦需进一步加强。本文旨在深入分析信息技术在汽车维修中的应用现状,评估其带来的优势与挑战,并展望未来发展前景,力图为汽车维修行业的数字化转型提供理论依据与实践指导。

1 信息技术在汽车维修中的应用价值

1.1 提高维修效率

信息技术的应用,在汽车维修行业中显著提升了维修效率,已成为推动行业现代化发展的关键因素之一。通过引入先进的信息管理系统与智能诊断工具,维修流程得到了大幅优化。维修人员可以迅速查阅车辆的历史维修记录、故障代码及相关技术资料,繁琐的传统手工记录与反复查找得以避免,从而大大节省了时间。智能化故障诊断系统,通过与车辆电子系统的联动,实时获取故障数据并进行精准分析,问题的迅速定位得以实现,依赖经验与反复试探的低效操作被有效避免。与此同时,维修管理的数字化转型,也在信息技术的推动下加速进行。通过利用维修管理软件,维修企业能够实时监控与调度维修任务、工时、配件消耗等各个环节,从而提高了 workflow 效率,减少了不必要的等待与资源浪费。远程技术支持与在线诊断系统的应用,使得维修人员能够及时获得技术指导与解决方案,维修周期得以缩短,服务响应速度得到了显著提升。

1.2 降低维修成本

信息技术在汽车维修中的应用,在降低维修成本方面发挥了至关重要的作用。借助智能化诊断系统与数据分析工具,故障能够更为精准地被定位,维修人员减少了不必

要的拆卸与重复检查，从而显著降低了人工成本。同时，维修流程的效率得到了提升，信息化管理系统实现了从维修预约、配件管理到工时计算等各环节的自动化与数字化管理，资源浪费的发生得以避免，避免了因信息沟通不畅或操作失误而引起的浪费^[1]。通过维修管理软件，企业得以实时监控与优化库存管理，零部件积压或过期的情况得以避免，从而减少了配件采购相关成本。此外，精准的成本控制得到了信息技术的助力。通过对历史数据的深入分析，企业能够优化维修工艺与操作流程，减少无效操作与资源浪费，从而在提升服务质量的同时，有效降低了整体维修成本。

1.3 提升服务质量

信息技术在汽车维修中的应用，显著提升了服务质量，主要体现在修复的准确性、响应速度以及客户体验的优化。智能诊断系统的引入，使得故障根源能够迅速被识别，避免了传统方法中由于经验不足或判断失误导致的修复错误，从而提高了修复质量。与此同时，依托大数据与云平台的维修管理系统，维修进度得以实时跟踪，客户能够随时了解车辆维修的最新状态，透明的信息共享增强了服务的透明度与客户的信任感。此外，在配件与材料选择上的精确性，也得到了信息技术的支持，减少了不必要的浪费与错误决策，从而提升了修理的精确性与可靠性。借助互联网问诊、远程技术支持等手段，客户无需亲自到场，便可获得专业的技术支持与指导，从而使得维修企业能够提供更加便捷且个性化的服务，客户满意度得以大幅提升。

2 汽车维修行业现状

当前，汽车维修行业正处于转型与升级的关键时期。过去几十年中，汽车维修依赖人工经验与传统诊断手段，服务模式单一，技术水平不一，导致了维修效率低、质量不稳定的问题。随着汽车技术的不断发展，尤其是电动汽车、智能网联汽车及自动驾驶技术的出现，传统维修模式已无法满足日益增长的市场需求。在此背景下，朝着高技术、高效率及智能化方向，汽车维修行业正加速迈进。一方面，维修设备的技术水平得到了不断提升，许多汽车维修企业已开始采用先进的诊断仪器与高精度维修工具，以提高维修效率与质量；另一方面，随着信息技术的普及，越来越多的维修企业借助互联网、大数据、云计算等技术手段优化服务质量与管理效率。全流程数字化的实现，从预约、维修到支付，已使得许多企业显著提升了客户的体验感。然而，行业整体技术水平仍存在差距，尤其是中小型维修企业在设备投入、技术人才储备及管理模式方面较为薄弱，信息化水平亟待提升。与此同时，人才短缺问题尤为突出，尤其是高级技术人才以及懂得信息化管理的复合人才的匮乏，制约了行业的进一步发展。随着汽车保有量的增加以及消费者对维修质量和体验要求的提升，行业的竞争愈加激烈。未来，技术创新与信息化发展，将成为汽车维修行业更加重视的方向，尤其是在自动化设备、智能诊断工具及远程服务等方面的应用，这些技术的引入，预计将显著提升行业整体服务水平与运营效率。

3 信息技术在汽车维修中的应用策略

3.1 利用信息技术建立技术资料信息库

在汽车维修行业中，技术资料信息库的建立，已成为提升维修效率与质量的关键手段。随着汽车技术的快速发展，所需的技术资料与维修规范变得愈加复杂，涵盖了从零部件、系统结构到故障诊断与维修流程等多个方面。传统的纸质资料存储与人工查询方式，已难以满足现代维修需求。通过信息技术，建立一个数字化、系统化的技术资料信息库，维修人员的工作效率与准确性得以显著提高。该信息库中将包含车辆品牌、型号、零部件、维修手册、技术标准、故障案例等详细资料，所有信息都统一存储在数据库中，维修人员只需通过计算机或移动终端，即可快速检索所需的技术文件。相比纸质资料，信息库中的数据可以随时更新与修改，确保维修人员始终能够获得最新的技术要求与操作规范。通过云计算技术，技术资料不仅得以跨区域共享，且能够实现远程访问，尤其是在面对结构复杂或技术要求较高的车型时，维修人员能够随时随地获取技术支持与指导，从而减少了信息传递的延迟与遗漏。在实际操作中，信息技术支撑下的技术资料库，不仅提升了技术查询的便捷性，也促进了维修过程的标准化。例如，针对某一车型的特殊故障，维修人员可以通过信息库查阅对应的故障排除流程，确保维修方案的科学性与有效性^[2]。与此同时，技术资料信息库的建立，为企业积累了宝贵的维修数据，这些数据不仅能为未来的技术研发提供支持，还能为培训工作提供有力依据，进一步推动了汽车维修行业向信息化与智能化方向的发展。

3.2 充分运用维修信息管理软件

在汽车维修行业，管理水平与维修流程的提升，已由维修信息管理软件充分利用推动。随着汽车技术不断进步以及车辆种类日益增多，传统的维修方式逐渐无法满足现代化管理的要求。信息技术的引入，特别是维修信息管理软件的应用，为解决这一问题提供了有效的解决方案。维修过程中产生的各类数据，能被维修信息管理软件实时监控与记录，包括客户信息、车辆维修历史、维修进度、零部件库存及工时管理等多个环节。通过对这些信息的集中管理，全面的数据跟踪、分析与优化得以在维修站实现，极大提高了工作效率，并减少了信息传递中的错误与遗漏。具体而言，维修信息管理软件能自动生成维修订单、故障诊断报告、维修方案及成本估算，减少了繁琐的人工录入工作，提高了操作的准确性。维修进度也能被实时监控，确保各项任务按预定计划进行，而信息共享与实时更新，使维修人员能够及时获取最新的车辆信息与技术支持，从而避免因信息延误或误传引发的操作失误。此外，维修信息管理软件借助大数据分析功能，识别常见故障类型及维修瓶颈，为维修企业提供改善管理与服务质量的有效依据。在管理方面，软件还具备精细化财务管理功能，帮助企业更好地掌握维修成本、利润及库存状况，从而做出更加科学的决策。零部件消耗情况可通过软件自动计算，及时提

示零件采购需求,从而避免库存不足导致的维修进度延误。通过对维修过程与客户反馈的分析,企业能够通过该软件优化维修方案,提升客户满意度与忠诚度。

3.3 运用互联网问诊进行维修

在现代汽车维修行业中,逐步成为一种高效便捷的技术应用方式,互联网问诊已。通过互联网平台,车主在遇到故障时,能够通过手机、电脑等设备与专业维修人员进行远程沟通,描述汽车故障的症状,并上传相关部位的照片或视频,以帮助维修人员进行初步诊断。迅速获得专业建议,不仅能通过这一远程问诊模式,车主还能够显著减少因故障而前往维修站点的时间和费用,尤其适用于一些轻微故障或非紧急问题。随着车载诊断系统(OBD)与互联网技术的深度融合,车辆故障信息及实时数据,可以通过网络即时传输至维修站点。通过分析这些数据,能够更加准确地诊断问题并提出解决方案,维修人员。而在某些情况下,故障修复,甚至通过远程控制或调试来完成。更多选择为车主提供,互联网问诊还,如对多个维修站点的信息进行比较或提前预约服务,从而避免了长时间等待,提高了维修效率。

3.4 做好维修人员培训

在信息技术逐渐渗透到汽车维修行业的背景下,维修人员的培训变得尤为关键。随着智能化与数字化技术的飞速发展,传统的机械技能已不再是汽车维修的唯一依赖,越来越多的高科技设备和信息技术工具被广泛应用于维修工作中。由此,维修人员不仅需要具备坚实的汽车基础知识,还必须掌握新兴技术及设备操作技能。例如,车载诊断系统(OBD)必须熟练操作,且高精度自动化检测仪器的使用方法也需掌握,甚至有时还需通过互联网平台进行远程诊断与技术支持。与此同时,随着汽车电子技术、智能系统与自动驾驶技术的不断革新,定期的技术更新培训对维修人员来说必不可少,确保了他们能够跟上行业发展的步伐^[3]。为了提升培训效果,现代信息技术手段可被维修企业广泛借助,如在线培训平台、虚拟仿真技术及互动式学习工具,它们提供了更为灵活且高效的培训方式,帮助维修人员在快速变化的行业环境中保持竞争力。

3.5 汽车维修远程指导系统

汽车维修远程指导系统,作为信息技术在汽车维修行业中的重要应用,显著提升了维修效率与服务质量。通过这一系统,在遇到复杂问题时,维修人员能够实时与专家或技术支持中心进行远程连接,从而获得及时的技术指导与解决方案。依赖于互联网技术,该系统结合了视频会议、实时数据传输及远程控制等手段,使维修人员能够通过在线平台向专家请教,分享车辆信息,甚至在专家的远程协助下,进行汽车电子系统的调试或故障诊断。对于那些技术要求较高或需要专业设备支持的维修任务,地域限制能够被远程指导系统突破,快速解决维修过程中的技术难题。尤其是在偏远地区,汽车维修人员可能面临技术水平不足的问题,而远程指导能够弥补这一短板,显著提升维修服务的整体质量。此外,智能诊断功能还被系统具备,能够

提前分析故障原因,提供个性化的维修方案,从而节省维修时间,降低错误操作的发生。

3.6 汽车故障检测仪器应用

在现代汽车维修中,汽车故障检测仪器的应用至关重要,尤其在提高故障诊断效率与准确性方面,发挥了关键作用。随着汽车技术的持续发展,传统的人工检查方法已无法满足高效且精准的维修需求。相比之下,汽车故障检测仪器通过先进的电子与计算机技术,能够迅速而准确地对车辆各系统进行全面诊断。这些检测仪器通常通过与车载诊断系统(OBD)接口连接,实时读取故障代码、传感器数据以及各个工作状态,从而帮助维修人员精准地定位问题所在。无论是发动机、刹车系统、排放控制,还是电气系统、气囊、空调等功能模块,潜在故障均能被检测仪器有效识别,并提供详细的诊断报告^[4]。与传统人工检查相比,这些仪器不仅大大缩短了故障排查时间,还减少了人为判断误差,从而提高了维修过程的准确性与可靠性。随着信息技术的不断进步,现代故障检测仪器已加入智能化功能,如远程诊断、数据存储与分析、故障预测等,进一步提升了诊断的精确度与维修效率。此外,检测仪器的高效性与便捷性,使得维修人员能够在更短时间内处理更多车辆,从而缩短了维修等待时间,显著提升了客户满意度。

4 结语

信息技术在汽车维修领域的应用展现了巨大的潜力,不仅提高了维修效率和服务质量,也有效降低了维修成本,推动了行业的智能化与现代化转型。随着技术不断进步,汽车维修行业将加速向自动化、智能化和信息化的方向发展。新兴技术,如远程诊断、智能设备与大数据分析的广泛应用,将使维修过程更加精准高效,并为消费者提供更加便捷的服务体验。然而,信息技术在汽车维修行业的全面普及仍面临诸多挑战,诸如技术更新、人才短缺与数据安全等问题亟待解决。为了推动信息技术的深度应用,行业发展亟需政府、企业及科研机构的共同努力。通过增加研发投入、提升从业人员的技术能力、加强行业标准化建设等手段,现有的困难将能够得到克服。展望未来,随着信息技术的持续发展与整合,汽车维修行业将迎来更为广阔的前景,为汽车后市场带来创新与变革,开辟全新的发展机遇。

[参考文献]

- [1] 费军峰. 信息技术在汽车维修中的应用[J]. 汽车维修技师, 2024(20): 21.
- [2] 葛周军. 信息化在汽车维修与保养中的应用[J]. 时代汽车, 2023(20): 180-182.
- [3] 郭金元. 信息技术在汽车维修中的应用探究[J]. 内燃机与配件, 2021(20): 149-150.
- [4] 宋朋. 汽车维修技术的特点及完善措施[J]. 内燃机与配件, 2021(24): 179-181.

作者简介: 林文杰(1988.12—), 毕业院校: 北京理工大学珠海学院, 所学专业: 车辆工程, 当前就职单位: 江门市新会技师学院, 职称级别: 中级。

基于仿生学原理的智能台灯设计

尤奎 王旭*

电子科技大学成都学院 智能制造系, 四川 成都 611731

[摘要]台灯是日常生活和学习都有一定需求的生活用品,随着智能产品的不断普及,为了设计出一款受大众喜爱的智能台灯,在搜集了几种方法之后,采用了设计周期较短的仿生学原理设计方法,通过对各类宠物的观察分析,确定了以小猫为模拟物的设计方案,确定了以小猫外形为台灯的基本框架,完成了造型和智能功能的设计。良好的问卷调查结果表明,该智能台灯的外形和功能设计是合理的,同时也验证了产品越接近生活中的常见事物,用户的接受度和亲切感越强,用户也更加愿意购买。

[关键词]智能台灯; 仿生学; 外观形态; 自动调光; AI 语音

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15069

中图分类号: TM923.44

文献标识码: A

Design of Intelligent Desk Lamp Based on Bionics Principles

YOU Kui, WANG Xu*

Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Department of Intelligent Manufacturing, Chengdu, Sichuan, 611731, China

Abstract: Desk lamps are daily necessities that have certain needs in both daily life and learning. With the continuous popularization of smart products, in order to design a popular smart desk lamp, several methods were collected, and the bionics principle design method with a short design cycle was adopted. Through observation and analysis of various pets, a design scheme using cats as simulation objects was determined, and the basic framework of the desk lamp was determined based on the shape of cats, completing the design of the shape and intelligent functions. The good survey results indicate that the appearance and functional design of the smart desk lamp are reasonable, and also verify that the closer the product is to common things in life, the stronger the user's acceptance and familiarity, and the more willing users are to purchase.

Keywords: smart desk lamp; bionics; appearance and morphology; automatic dimming; AI voice

引言

仿生学作为一门古老而年轻的学科,通过研究和模仿生物体的结构与功能,为机械设计中的仿生学原理及其应用研究^[1]提供了许多的灵感。这种科学方法不仅帮助我们理解自然界的奥秘,还推动了诸多领域的技术进步,基于“仿生设计”理念的灯具造型设计研究^[2]为产品的外形设计和功能实现提供了全新的视角和可能性。

智能台灯的设计,不仅仅是满足基本的照明需求,更是要融入用户的生活环境,提升用户的生活质量和健康感受。在这一理念的指导下,基于仿生学原理的智能台灯外形设计应运而生。这种设计不仅注重台灯的功能性,更强调其美学价值和生态环保性,力求在形态、色彩和材质上都能与自然环境和谐共融。

在仿生学原理的指导下,借鉴动物仿生理念在儿童家具设计中的实现^[3]智能台灯的外形设计可以借鉴自然界中各种生物的独特形态和美学特征。例如,可以从鸟类的轻盈姿态中汲取灵感,设计出具有流线型外观的台灯,既美观又实用;也可以从海洋生物如水母的形态中寻找设计元素,创造出充满柔素质感的台灯作品。这些设计不仅赋予了台灯独特的生命力,还使得用户在使用时能够感受到

来自大自然的亲近与舒适。

1 仿生学原理概述

仿生学就是模仿生命有机体和自然过程的科学,主要研究范畴为学习生物结构和功能的工作原理,获得新的启示、工艺和科学技术,制造更加优秀的工具、材料、设备、产品等,解决人们实际应用中的问题。

2 模型的构建

2.1 模拟对象的选定

仿生台灯设计理念是以生物学原理为基础,通过模拟自然环境、注重光照可调节性、关注照明与健康之间的关系、强调节能环保和追求美学艺术,为用户提供更健康、舒适、节能环保和追求美学艺术,为用户提供更健康、舒适、节能环保的照明体验。这样的设计理念将台灯从简单的照明工具提升为能够增进用户生活质量和满足审美需求的重要家居用品。以青少年儿童为使用对象设计的宠物拟态智能台灯,结合日常生活环境,模拟对象确定为小猫,原因在于猫咪从生理特征到行为特征,再到对人类健康的积极影响和文化联系,猫咪在各个方面都展现出了其独特的魅力。其可爱的外观深受青少年儿童的喜爱,形似猫咪的产品,让用户内心更有亲切感,部分设计要素见下表 1。

表 1 设计参考要素

模拟对象	照明部分	连接部分	创新部分	备注
小猫	可调节 LED	猫尾采用柔性材料可自由调节照明角度	猫尾端连接一个设计的猫爪状灯源	智能 AI 交流 互动语音助手, 环境自适应灯光调节

2.2 色彩的设计

如表一所示的小猫智能台灯主结构是借鉴了小猫的外形, 在色彩上面, 为了满足男性客户与女性客户的不同需求设计了两款配色, 对于男性客户猫身使用黑白配色, 猫眼设计一个红色的 LED, 整体采用赛博朋克的风格, 对于女性客户猫身使用粉白配色, 猫眼设计一个暖色的 LED, 整体采用少女风的风格, 两种设计分别给不同的受众群体以不一样的视觉体验^[4], 照明灯光采用白光和暖光可切换式光源, 白光照明更清晰暖光照明更护眼, 给用户多种照明选择。

2.3 小猫台灯三维模型的构建

当智能台灯的外形设计方案确定后, 将进行产品各个部分的绘制。建模形态按照表 1 所示参考要素进行, 绘制基本流程为: (1) 绘制出小猫的头部, 利用旋转凸台、拉伸切除、绘出头部基本形状, 利用扫描和镜像绘出小猫的耳朵, 利用分割线、等距曲面、曲面加厚、镜像绘出小猫的眼睛, 利用分割线、等距曲面、曲面加厚绘出小猫的鼻子; (2) 绘出小猫的猫身, 利用旋转凸台、拉伸切除绘出小猫的猫身和猫爪部分, 并用拉伸切除在猫身底部留出主控芯片的放置位置, 在猫爪上留出充电口; (3) 利用扫描功能绘出小猫与照明部分连接的尾部; (4) 绘制出产品的照明部分, 利用放样、拉伸凸台、拉伸切除绘制出一个大猫爪; (5) 完成绘图后, 分别对作品的各个部分上渲染上本文所确定的颜色。

作品的形态如下图所示:

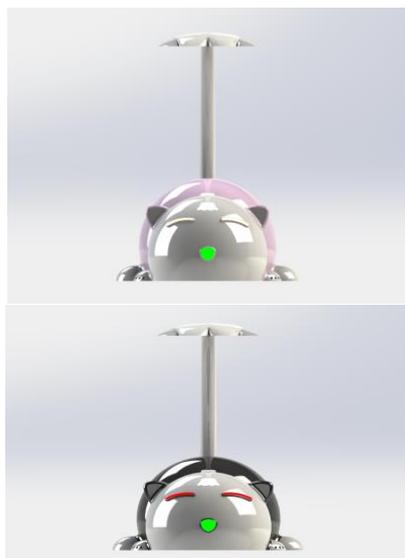


图 1 两种不同配色的台灯正面外形渲染图

从上面的图片看出, 台灯的底座采用了小猫的形态模拟设计方案, 这是仿生学中的一种结构设计方案, 即模拟小猫的一种趴卧的形态来进行智能台灯的设计, 小猫眼部的 LED 灯为电源感应式的, 可随着电源电量的变化从而变亮或变暗, 从而给人一种生动灵活的体验感。

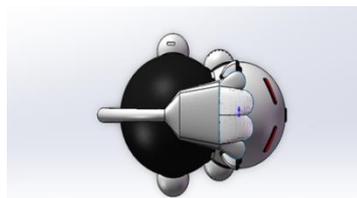


图 2 台灯的灯源外形图

从上面的图片可以看出, 本台灯未使用传统的灯源外形, 传统的灯源外形与本台灯的整体设计元素并不搭配, 因此灯源形状我借鉴小猫爪子的外形, 对台灯的灯源外形进行了再创作, 使整体的设计元素得到融合, 同时也增加了整个台灯的亲和力。



图 3 台灯的整体侧面外形图

由上面的智能台灯的整体外形侧面图可见, 照明部分与底座通过模仿猫尾所绘制的长杆相连, 长杆内部中空并且采用柔性可支撑材料, 用以布置智能台灯所需的用电线路和控制线路同时也可以自由调节照明角度, 在底座的后爪上绘制出了智能台灯的 type-c 充电口, 在底座的前爪上绘制出了声音的发音孔并在此处安装相关的语音交互设备, 可以进行语言聊天的智能台灯更能引发顾客的兴趣从而吸引消费者。

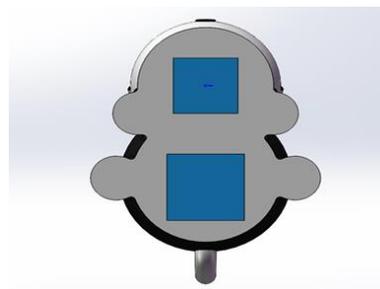


图 4 台灯底面造型图

在台灯的底座所示的蓝色区域我留了两块空的地方, 一处用来放置台灯的控制芯片, 一处用来放置台灯的电池, 足够的空间可以容纳的电池也更大这样可以保证产品的续航时间。

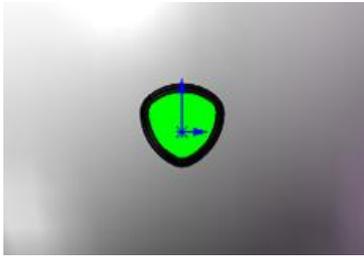


图 5 台灯的控制按键

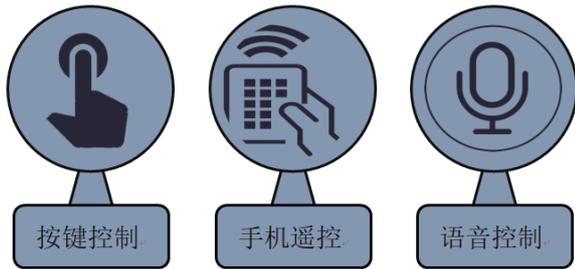


图 6 台灯的控制方式

台灯采用多种控制方式，最基本的是按键开关控制方式，将小猫的鼻子设计为按键开关的同时也是红外遥控接收器，用户可根据不同的情景需求选择不同的控制方式，多样的控制方式也是本产品的一大亮点可以用来其应客户。

3 智能功能的实现

3.1 基于传感器的环境自适应灯光亮度调节

根据表 1 所确定的功能对台灯的环境自适应灯光调节进行实现其基本流程为：

(1) 硬件选择

光照传感器：选择合适的光照传感器（如光敏电阻、LDR、PHOTODIODE 等）来检测环境光照强度^[5]。

微控制器：选用单片机^[6]（如 Arduino、Raspberry Pi 等）作为控制中心，处理传感器输入并控制灯光亮度。

调光器：使用合适的调光设备（如 PWM 调光模块）来调节灯光的功率。

(2) 系统设计

传感器布置：确定传感器的安装位置，确保其能够有效地感知环境光照变化。

控制逻辑：设计控制逻辑，例如：
当环境光照强度高时，降低灯光亮度；
当环境光照强度低时，提升灯光亮度。

(3) 软件实现

读取传感器数据：编写代码读取传感器的光照强度数据。

处理数据：根据预设的阈值或比例，计算灯光的最终亮度值。

控制灯光输出：通过 PWM（脉宽调制）^[7]或其他方法调节灯光的具体亮度。

3.2 智能 AI 交流互动语音助手

通过智能 AI 语音助手例如天猫精灵、小爱同学等以

此来实现语音控制和语音交互，以小爱同学为例：

(1) 硬件连接

给智能台灯配备支持 Wi-Fi 或蓝牙等无线通信方式的微控制器（如 ESP32 或 ESP8266），通过小爱同学智能音箱与台灯进行连接，通常是通过 Wi-Fi 网络实现。

(2) 软件设置与编程

在小爱同学的手机 App（如小米智能家居 App）中，添加并设置智能台灯设备，为台灯设备命名，以便通过语音指令进行识别和控制，编写或配置微控制器上的固件代码，以处理来自小爱同学的语音指令。

(3) 语音控制

用户通过小爱同学说出语音指令，如“打开台灯”“关闭台灯”或“调亮台灯”，小爱同学将语音指令转换为文本，并通过 Wi-Fi 网络发送给智能台灯的微控制器，微控制器解析指令后，控制台灯的开关和亮度^[8]。

同时智能语音助手对于用户群体还可以起到许多的积极意义，可以激发用户群体的学习兴趣、个性化学习体验、培养自主学习能力、促进语言发展^[9]、辅助家庭教育^[10]。

4 产品效果追踪

为判断智能台灯的设计方案是否合理，拟采用问卷调查的方式收取用户的反馈意见，随机选取 100 名用户进行问卷调查。

根据一定的调研和采访确定了问卷调查的主要内容包括：（1）您的性别？（2）对于小猫台灯的外观设计形态，您觉得外形是否具有新颖性？（3）该智能台灯的外形和颜色是否具有有良好的视觉体验？（4）两种颜色的搭配您更喜欢哪一种？（5）智能台灯的功能是否满足您对工作、学习和生活的需求？（6）您对该产品是否有购买的意愿？

表 2 问卷调查结果

问题	选项	人数
1	男/女	48/52
2	是/否	91/9
3	是/否	86/14
4	黑色/粉色	43/57
5	是/否	87/13
6	是/否	90/10

由表 2 结果可知，调查的男性有 48 人女性有 52 人，对于此次智能台灯的设计方案，觉得外形非常新颖的用户比为 91%；觉得智能台灯的外形和颜色具有良好的视觉体验的用户比为 86%；男性用户和女性用户喜欢的颜色与调查人数基本一致；觉得智能台灯的功能满足对工作、学习和生活的需求的用户比为 87%；具有购买意愿的用户高达 90%。从调查结果可见，大部分用户对以小猫为仿生对象的智能台灯的外观设计和光照效果给予了较高的评价，智能功能也得到了的一致好评，达到了最初

的设计目的。

5 结论

本文介绍了一种通过仿生学原理的智能台灯设计方案,以仿生学为设计理念,通过对使用对象的特点进行分析,该问卷调查的结果表明,以小猫为仿生对象的智能台灯在设计、智能功能及用户体验上均表现良好,但在技术稳定性、价格和设计多样性等方面仍有改进的空间,未来可以考虑扩大产品线,推出更多设计与功能丰富的智能灯具,以吸引更多广泛的用户群体。

[参考文献]

- [1]武效强. 机械设计中的仿生学原理及其应用研究[J]. 中华建设,2024(2):99-101.
[2]张俊兰. 基于“仿生设计”理念的灯具造型设计研究[D]. 唐山:华北理工大学,2022.
[3]秦文锦,连琳,田雨晓. 基于仿生设计学的儿童用品设计研究[J]. 包装世界,2023(6):7-9.
[4]黄薇. 小家电产品设计中色彩选择对市场营销效果的

影响探讨[J]. 色彩,2024(7):1-3.

- [5]钟柱培. 光照度传感器在智能家居照明系统中的应用[J]. 传感器世界,2022,28(7):12-16.
[6]王丽艳. 单片机技术在智能化电子产品中的应用[J]. 集成电路应用,2023,40(10):176-177.
[7]侯云亭. 基于单片机PWM控制的装饰用LED灯设计[J]. 光源与照明,2024(6):53-55.
[8]原卓亮. 基于语音识别的智能家电控制系统设计[J]. 电子技术,2022,51(5):12-14.
[9]王星辉. AI 智能语音助手对学前儿童语言学习的影响研究[J]. 中国新通信,2023,25(19):165-167.
[10]李帆. 以智能语音助手为主的初中语文学习辅助工具设计与开发研究[J]. 玩具世界,2024(4):209-211.

作者简介:尤奎(2002—),男,四川内江人,本科生,主要从事电气工程及其自动化专业的学习与研究;*通讯作者:王旭(1982—),男,四川成都人,教授,硕士,主要从事机器人工程方面的教学与研究。

建筑给排水工程中智能化技术应用研究

王海洋

中汽研汽车试验场股份有限公司, 江苏 盐城 224171

[摘要] 经过了长期的城市建设与发展, 我国的基本社会基础设施框架已经形成。而随着时代进步和物质资源的极大丰富, 我国的基础设施领域也取得了较大的发展。而曾经过于追求建设的速度忽略了质量和环保性, 在现在的许多基础设施项目当中往往出现许多问题, 比如高能耗、排出与供给水不畅通等, 因此我国现在开始寻求智能化的解决方式, 开启我国在“绿色”基础设施方面的探索阶段, 这对于我国建筑给排水工程今后的发展来说都是十分重要的。因此文章主要分析建筑给排水工程存在的问题, 探索建筑智能化技术的具体应用措施。

[关键词] 建筑给排水工程; 智能化技术; 技术应用

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15077

中图分类号: TU855

文献标识码: A

Application Research on Intelligent Technology in Building Water Supply and Drainage Engineering

WANG Haiyang

China Automotive Proving Ground Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224171, China

Abstract: After long-term urban construction and development, Chinese basic social infrastructure framework has been formed. With the progress of the times and the great abundance of material resources, Chinese infrastructure sector has also made significant progress. However, in the past, there was an excessive pursuit of construction speed that neglected quality and environmental protection. Many problems often arise in current infrastructure projects, such as high energy consumption and poor drainage and supply of water. Therefore, China is now seeking intelligent solutions and embarking on an exploratory stage in "green" infrastructure. This is very important for the future development of Chinese building water supply and drainage engineering. Therefore, the article mainly analyzes the problems existing in building water supply and drainage engineering, and explores specific application measures of building intelligence technology.

Keywords: building water supply and drainage engineering; intelligent technology; technical application

引言

随着城市化进程的加速推进, 建筑给排水系统的规模与复杂性逐渐增大, 传统的给排水模式已难以满足现代建筑在水资源管理及能源效率方面的高标准需求。智能化技术的引入, 为建筑给排水工程提供了全新的解决思路。通过集成传感器、自动化控制系统与物联网等先进技术, 智能化给排水系统能够实时监控水流、压力、流量等重要数据, 系统运行状态自动调节, 水资源的使用效率得以优化, 节能减排效果得到增强, 同时系统的运行效能与安全性也得到了提升。人工干预得以减少, 管理效率提高, 同时, 当系统出现故障时, 及时的预警将被发出, 从而确保系统的稳定与可靠运行。这些技术的推广, 有助于更好地应对现代建筑在水资源高效利用及可持续发展方面的需求。尽管如此, 在实际应用过程中, 智能化给排水技术仍面临诸多挑战, 包括技术适配性、设备成本及操作人员技术水平等问题。本文旨在探讨智能化技术在建筑给排水工程中的应用现状, 分析其优势与挑战, 并提出相关的优化建议, 以期未来技术创新与实践应用提供参考。

1 智能化技术在建筑给排水工程中的作用

智能化技术的应用极大地提升了建筑给排水工程的

运行效率、节能减排效果、管理优化及系统的质量与安全性。通过集成先进的传感器、自动控制系统及数据分析平台, 水流、压力、温度等关键参数能够实时监控与调节。这不仅使水资源得到了精确控制与高效利用, 同时有效减少了传统给排水系统中普遍存在的能源浪费问题, 优化了能耗, 推动了节能减排的进程。自动化调控的智能设备(如水泵、阀门及管道)大幅减少了人工干预和操作误差, 使系统在保持高效运行的同时, 避免了过度供水和能源的过度消耗。此外, 远程监控与故障预警功能也被智能化系统具备, 从而优化了管理与维护流程。系统运行状态能够被工作人员实时获取, 潜在问题能够被及时发现并修复, 从而避免了因巡检不及时而导致的停机与维修成本。数据分析与趋势预测功能也被智能化系统具备, 这帮助管理人员在设备老化或发生故障前, 提前采取干预措施, 延长了设备使用寿命, 降低了突发故障带来的损失。最为重要的是, 建筑给排水工程的质量与安全性显著提高了, 智能化技术的应用使得精确的监控与自动调节功能有效减少了人为操作失误, 降低了因设备故障或异常引发的安全隐患。同时, 供水与排水质量得到了不断优化, 水源的稳定性与洁净度也得以保证, 进而增强了整体工程的安全性及可持续

性。智能化技术的应用,不仅提升了建筑给排水系统的运行效率与节能效果,还优化了管理、维护及安全保障,推动了建筑行业向绿色、智能与可持续发展方向不断迈进。

2 智能化技术在建筑给排水中的应用问题

2.1 行业监管不够规范

尽管智能化技术在建筑给排水工程中的应用日益增多,但行业监管的不足依然是一个亟待解决的问题。目前,统一的标准和完善的监管体系在智能化技术应用中尚未建立,这使得在设计、施工、调试以及后期维护等多个环节中,执行偏差或技术应用不到位的情况时有发生。智能化设备的技术性和专业性较强,然而,许多企业在实施过程中对相关技术规范的理解不够深入,导致设备选型不当、系统集成不完善等问题^[1]。此外,智能化技术在建筑给排水工程中的应用,监管部门对其关注与支持的力度仍显不足,相关的检查与监督机制尚未健全,导致部分工程在实施过程中面临合规性不足、质量不达标等潜在风险。

2.2 规划理念不够系统

在建筑给排水工程中,智能化技术的应用常常受到规划理念不够系统的制约。许多建筑项目在规划阶段未能充分考虑智能化技术与给排水系统的整体性与协同效应,致使设计方案显得零散,缺乏系统性和前瞻性。智能化技术的引入,往往是针对某些具体问题进行的,而缺乏对建筑整体水系统的长远规划与综合考虑。这种片面的规划思路,使得智能化设备与传统设施的融合面临挑战,导致信息流与水流之间的对接无法实现无缝衔接,从而影响了系统的整体效率与稳定性。与此同时,由于规划理念的局限性,智能化技术的功能未能得到充分发挥,系统的可扩展性与适应性也未被充分考虑,最终导致后期工程在面对技术需求与使用环境变化时,缺乏灵活的调整与更新能力。

2.3 设计过程与实际脱节

在建筑给排水工程中,智能化技术的设计与实际应用之间常存在一定的脱节问题,尤其在施工与后期运营阶段尤为突出。设计阶段通常侧重于技术的先进性与创新性,而未能充分考虑与实际操作环境、使用条件及后期维护的匹配度。许多智能化技术在设计时,未能充分预见现场施工的复杂性与限制,导致一些设备与系统在安装过程中出现适应性问题,甚至未能实现预期功能。此外,设计与实际需求之间的差距,也体现在对建筑给排水系统运行状况准确把握得不足。尽管智能化技术具有较高的自动化水平,但若设计阶段未充分考虑实际的用水需求、流量波动及管网状况等关键因素,系统的调节与控制能力往往难以充分发挥。

2.4 智能化技术方面人才专业素质有待提升

在建筑给排水工程中,智能化技术的有效应用离不开高素质的专业人才。然而,当前行业中从事智能化技术设计、实施与维护的人员整体素质尚存在一定差距。尽管许

多工程师和技术人员在传统给排水系统方面积累了丰富的知识与经验,但对新兴智能化技术的理解较为浅显,缺乏必要的跨学科知识储备。特别是在智能传感、自动化控制、数据分析与处理等领域,相关人才的技术能力尚未与智能化技术的快速发展相适应^[2]。由此,智能化技术在实际应用中常常出现不规范操作、系统运行效率低下以及故障修复不及时等问题。更为突出的是,在设计、施工及运维各阶段,技术支持与专业指导的不足,限制了智能化技术的潜力,进而影响了建筑给排水系统的整体效果与性能。

3 智能化技术在建筑给排水工程中的应用要点

3.1 优化建筑给排水系统智能化技术设计系统

在建筑给排水工程中,优化智能化技术设计是确保系统高效、智能化以及可持续运行的关键环节。设计优化的核心,在于根据建筑的实际需求、功能用途及结构特征,制定精准的技术方案。这要求设计人员不仅深入分析建筑的规模、层数、用途及水资源使用模式,还应充分考虑周边环境因素,如气候条件、城市水网接入情况等。通过对这些因素的全面评估,最合适的智能化技术与设备能够被科学选择,从而确保给排水系统在满足用水需求的同时,实现高效节能与减少资源浪费。智能化系统的设计,需整合多项技术并实现协同工作。物联网(IoT)、大数据分析、云计算及自动控制技术的应用,使得水流、水质及设备状态能够被实时监控,为后续的调度与管理提供精确的数据支持。技术的结合,使得管网的实时监控与故障预警成为可能,问题发生之前便能迅速响应,最大限度地减少人为干预与系统停运时间。同时,系统设计还需具备高度的灵活性与可扩展性,以便在未来进行技术更新或设备替换时,能顺利进行系统集成与无缝对接。在设计过程中,合理的管网布局、设备选型与智能控制系统的选择至关重要。例如,水泵自动调节、智能水表与漏水检测技术的应用,水流量能够被精准控制,不必要的水资源浪费得以减少,确保系统在不同负荷条件下都能稳定运行。智能化技术的优势,除了体现在实时监控上,还在于通过数据分析进行预测与优化。通过收集与分析水压、水质、流量等关键数据,潜在的故障风险能够被提前识别,运行参数自动调整,以保持系统在最佳运行状态。

3.2 提高相关人员的综合素质

随着智能化技术日益成为建筑给排水工程的核心组成部分,提高相关人员的综合素质显得尤为关键。智能化给排水系统的高效运行,不仅依赖于先进的技术设备,还要求操作、管理及维护人员具备更高的专业能力与综合素质。相关人员必须深入理解智能化技术,掌握其工作原理、系统结构与设备功能。这不仅要求他们具备基础的水利工程知识,还需熟悉物联网、大数据分析、云计算等现代科技应用,能够利用这些技术有效优化系统设计与管理。随着智能化技术的迅猛发展,技术人员应具备持续学习的能

力,确保及时掌握新兴技术与设备,从而使技术始终保持前瞻性与适应性。与此同时,跨学科的协作能力,在智能化技术应用中显得尤为重要。建筑给排水工程涉及水利、自动化、计算机、通信等多个领域,相关人员需具备较强的沟通与协调能力,确保各技术环节能够顺畅衔接。在设计阶段,水利工程师、自动化控制工程师与数据分析师等多个专业人才,必须密切配合,确保智能化技术的顺利实施;在运行阶段,维护人员应熟练操作各种智能化系统,能够迅速识别系统异常并采取有效的应对措施^[3]。管理人员也需具备较强的决策与统筹能力,能够有效监控智能化系统的运行状况,并及时调整,以确保系统的高效与稳定运行。此外,安全意识与责任心,作为智能化给排水系统运营中的核心素质,显得尤为重要。由于系统的运行对水质、水量及环境的控制要求非常高,任何故障或操作失误,都可能导致严重后果。因此,相关人员必须保持高度的责任感,严格遵循操作规程,及时排查隐患并采取防范措施,防止潜在风险的发生。

3.3 建立健全智能化建筑给排水管理体系

建立完善的智能化建筑给排水管理体系,是推动智能化技术有效应用的关键环节,系统运行效率显著提升,同时也保障了建筑给排水工程的高效、安全与可持续发展。智能化管理体系应通过物联网技术、传感器、云计算等先进手段,实现给排水系统的实时监控与智能调度。通过安装传感器,水流量、压力、水质等数据能够被实时采集,并传输至集中控制平台。借助大数据分析 with 人工智能算法,系统能够自动优化运行参数,确保水资源的高效利用与系统稳定运行。同时,根据不同需求,供水与排水方案能够自动调整,减少人工操作错误,并实时监控设备状态。故障一旦发现,能够及时进行修复,从而避免因系统停运而带来的不必要损失。此外,智能化管理体系还应具备强大的数据处理与共享功能,将各类数据整合至统一平台,形成多维度分析模型,为管理人员提供科学的决策支持。通过对数据的综合分析,系统的运行状态能够实时掌握,潜在问题能够精准预测,后续的维修与升级也能得以依据。水质监测系统,例如,可以提前预警水源污染,压力监测系统则能够根据需求自动调整供水压力,从而避免水管破裂等突发事件的发生。

3.4 提高验收标准

提高验收标准,是确保智能化技术在建筑给排水工程中有效应用的核心环节。随着智能化技术的不断进步,给排水系统的复杂性与技术要求日益提高,传统的验收标准已难以满足现代智能化建筑给排水系统的需求。因此,验收标准的优化应从多个维度进行,系统的稳定性与技术的完全集成,需确保不被忽视。验收过程中,涵盖系统的硬件、软件及数据集成等多个方面,必须得以全面检查。例

如,传感器、执行器与控制设备的安装与调试质量,需严格审核,以确保其在实际应用中能稳定高效地运行。此外,软件部分,如数据采集与处理平台、智能分析模块等,也应进行详细的功能测试。特别是在不同环境条件下,软件系统的运行稳定性、灵活性与扩展性,必须得到充分验证,确保系统能够适应未来的技术升级与需求变化^[4]。同时,验收标准应特别关注系统模块的互动性与联动性。建筑给排水系统中的各子系统协调性至关重要,智能化技术的成功应用,依赖于各环节数据的实时共享与反馈。因此,检查不同设备与系统之间的通讯及联动能力时,特别应重点关注,确保数据传输顺畅、响应机制准确及时。此外,系统的应急响应能力,也是验收的关键内容之一。智能化系统必须能够迅速识别潜在风险与故障,并及时采取应对措施,以确保系统的可靠性与安全性,避免事故发生。在提升验收标准时,节能减排效果的验证,也不可忽视。智能化建筑给排水系统具备显著的节能潜力,能够通过精准控制水量与优化能耗管理,显著降低建筑能耗。因此,验收时,应增加对节能效果的监测与评估,通过系统的能源消耗与水资源利用数据,确保智能化系统能够实现节能减排目标,符合绿色建筑的要求。

4 结语

智能化技术在建筑给排水工程中的应用,具有深远的意义,能够显著提高系统的运行效率、减少能源消耗,同时优化管理与维护流程,增强工程的安全性及可持续性。随着技术的持续发展,智能化技术,逐渐成为提升建筑给排水系统整体性能的关键因素。然而,尽管在实际应用中,智能化技术已取得了一定成效,设计标准、技术整合及人才培养等方面,仍面临诸多挑战。因此,行业需加强技术创新与研发,完善相关管理机制,并持续推进专业人才的培养与储备。展望未来,随着技术的不断革新及管理体制的逐步完善,智能化技术,将在建筑给排水工程中发挥更加重要的作用。这不仅将推动行业技术的创新,还将促进其可持续发展。

[参考文献]

- [1]黄进贤.建筑给排水工程中智能化技术应用研究[J].新城建科技,2024,33(11):4-6.
 - [2]洪建谦.建筑智能化技术在建筑给排水工程中的应用[J].四川水泥,2021(9):213-214.
 - [3]马浙飞.建筑给排水工程中智能化技术的应用研究[J].智能城市,2023,9(6):117-119.
 - [4]强永辉.建筑给排水工程中智能化技术的应用研究[J].产品可靠性报告,2024(5):77-78.
- 作者简介:王海洋(1986.10—),毕业院校:盐城工学院,所学专业:给水排水工程,当前就职单位:中汽研汽车试验场股份有限公司,职称级别:中级工程师。

自动化收放卷装置的设计与优化

张辉 张小同

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要] 自动化收放卷装置在我国制造业中的重要性日益凸显, 广泛应用于纺织、包装、印刷及锂电池等多个领域。随着智能化生产需求的不断增长, 传统的人工操作逐渐被先进的自动化设备所取代, 从而推动了技术的持续进步。然而, 在设计及优化过程中, 面临的挑战仍然不容忽视, 例如设备的稳定性、控制精度及适应性问题。尽管一些企业已开始引进国际先进技术, 整体水平与发达国家相比, 依然存在明显差距。此外, 缺乏统一的标准与规范也对设备性能的提升造成了负面影响。文章将探讨在设计及优化过程中亟待解决的关键问题, 旨在为提升国内制造业整体竞争力提供有效的参考与建议。

[关键词] 自动化; 收放卷装置; 机械设计; 优化

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15065

中图分类号: TP23

文献标识码: A

Design and Optimization of Automated Winding Devices

ZHANG Hui, ZHANG Xiaotong

Xingtai Naknor Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: The importance of automated winding devices in Chinese manufacturing industry is increasingly prominent, widely used in various fields such as textiles, packaging, printing, and lithium batteries. With the continuous growth of demand for intelligent production, traditional manual operations are gradually being replaced by advanced automation equipment, thus promoting the continuous progress of technology. However, the challenges faced in the design and optimization process cannot be ignored, such as equipment stability, control accuracy, and adaptability. Although some companies have begun to introduce international advanced technology, there is still a significant gap in overall level compared to developed countries. In addition, the lack of unified standards and specifications has also had a negative impact on the improvement of equipment performance. The article will explore the key issues that urgently need to be addressed in the design and optimization process, aiming to provide effective references and suggestions for enhancing the overall competitiveness of the domestic manufacturing industry.

Keywords: automation; automated winding devices; mechanical design; optimization

引言

在现代制造业中, 各类生产设备的创新得益于自动化技术的快速进步。作为关键工业设备之一, 自动化收放卷装置主要负责卷材的收卷与放卷, 显著提升生产效率、降低人工成本及改善产品质量的优势不容小觑。然而, 面对市场需求的不断变化以及生产工艺的复杂性, 传统收放卷装置面临的挑战包括性能不足、能耗高及维护困难等。因此, 对该装置进行设计与优化显得尤为重要。本研究将探讨自动化收放卷装置的设计原理与优化策略, 重点分析机械结构、驱动系统及支撑导向系统的设计。同时, 将结合先进的优化技术, 如参数优化与拓扑优化, 研究如何在保证性能与安全性的前提下, 提高装置的工作效率与经济性。通过对装置性能的全面测试与验证, 旨在为自动化收放卷装置的应用提供理论支持与实践指导, 推动其在智能制造领域的进一步发展。

1 自动化收放卷装置的重要性

自动化收放卷装置在现代工业生产中的重要意义体现在提升生产效率、降低劳动强度及确保产品质量等多个方面。随着自动化技术的持续进步, 传统的人工操作逐步

被智能设备所取代, 从而使生产流程变得更加高效且灵活。该装置能够实现快速、精准的材料收放, 人为因素带来的误差与风险显著减少, 从而增强了产品的一致性与可靠性。此外, 集成了先进传感器与控制系统的自动化收放卷装置, 能够实时监测运行状态, 并及时调整工作参数, 以适应不同的生产需求。其应用不仅有效降低了生产成本, 还提升了企业的竞争力, 推动了整个行业技术的进步与发展。

2 自动化收放卷装置的机械结构设计

2.1 收放卷机构设计

2.1.1 链条式传动

在自动化收放卷装置的机械结构设计中, 收放卷机构的设计至关重要, 而链条式传动作为这一机构的核心组成部分, 发挥着关键作用。链条式传动系统通过链条和链轮的相互作用, 实现了高效、可靠的动力传递, 其主要特点在于能承受较大的负载, 同时保持较高的传动效率。在设计过程中, 需要选择合适的链条类型, 如滚子链或平板链, 并根据卷材的特性和工作环境, 合理确定链条的节距、宽度及材料。链轮的设计同样重要, 链轮的齿形、直径及材料选用需与链条相匹配, 以确保良好的啮合和摩擦性能。

为了实现稳定的运转，链条的张紧装置必须设计合理，确保链条在工作过程中始终保持适当的张力，防止因松弛导致的打滑或脱落。此外，链条式传动系统还应配备适当的润滑系统，以降低摩擦，延长链条和链轮的使用寿命。在结构布局上，应确保链条的运动路径顺畅，避免不必要的弯曲或干涉，以减少能量损耗并提高运行效率。

2.1.2 力学分析

在自动化收放卷装置的机械结构设计中，力学分析被视为收放卷机构设计的重要环节，旨在确保装置在操作中具备良好的强度、稳定性及安全性。该分析主要涉及对各部件承受载荷的计算与评估，包括卷轴、支撑结构及传动系统等。必须对机构在不同工作条件下的受力情况进行明确，例如卷绕与放出材料时产生的轴向力、径向力及扭矩。通过建立力学模型，运用静力学与动力学原理进行相应计算，能够有效分析这些力^[1]。此外，还需评估材料特性与工作环境对各部件的应力分布与变形情况，以确保在工作负载下不会出现屈服或失效。在实际应用中，力学分析同样应关注振动与冲击对结构的影响，尤其是在高速运转或频繁操作的场合。通过采用有限元分析（FEA）等计算方法，机构在不同工况下的力学行为得以模拟，从而优化结构设计，提高整体刚度与耐久性。

2.2 驱动系统设计

在自动化收放卷装置的机械结构设计中，驱动系统的电机选择被视为确保设备高效与稳定运行的关键。电机的类型、功率与转速需根据具体应用进行综合评估，以满足卷绕与放出材料的要求。材料的特性与厚度必须被考虑，这直接影响所需的扭矩与功率。例如，对于卷径较大，材料较重的收放卷，使用高功率的电机，以克服在卷绕过程中产生的额外阻力。此外，电机的转速应与卷轴直径及材料收放速度相匹配，以确保操作中实现平稳、均匀的卷绕效果。电机类型的选择通常包括三相异步电机和伺服电机。三相异步电机以其结构简单、维护成本低以及适合长时间运行的特点而广泛应用于各种工业领域。这种电机的工作原理基于电磁感应，能够在较高的负载条件下保持稳定的转速，适用于需要持续运转的场合。此外，三相异步电机的控制系统相对简单，能够降低整体系统的复杂性，使得其在很多低至中等精度要求的应用中表现优异。然而，伺服电机则以其高精度、高响应速度和良好的控制性能而受到青睐，适用于需要精确位置控制和动态响应的应用场合。尽管伺服电机的成本和维护要求相对较高，但在对性能要求较高的应用中，伺服电机的优势显而易见。

2.3 支撑与导向系统设计

2.3.1 材料选择

在自动化收放卷装置的机械结构设计中，支撑与导向系统的材料选择对确保装置的稳定性、耐久性与工作效率至关重要。合适的材料不仅影响结构的刚性与强度，还直

接关系到装置的使用寿命及维护成本。常见的材料包括高强度钢、铝合金与工程塑料等。高强度钢因其优异的强度与韧性，广泛应用于承受较大载荷的支撑结构中，有效抵御操作过程中的冲击与振动。然而，其较大的重量可能增加装置的整体负担，因此在设计时，需合理优化结构，减少不必要的材料使用。铝合金因其轻量、高强度与良好的耐腐蚀性，适合于需要减轻设备重量的同时保持足够强度的场合。此外，铝合金的优良加工性使得复杂结构设计的实现更加便捷。在某些对重量与成本敏感的应用中，工程塑料也是一个有效选择，其耐磨性与自润滑性能适合滑动与导向部件，但相对较低的承载能力限制了其应用。材料选择时，工作环境因素如温度、湿度与化学腐蚀等亦需被考虑，以确保材料在各种工况下的性能稳定。

2.3.2 刚度与稳定性分析

在自动化收放卷装置的机械结构设计中，支撑与导向系统的刚度及稳定性分析被视为确保设备安全高效运行的关键环节。刚度是指结构抵抗变形的能力，这直接影响装置在工作过程中的外部载荷响应。在收放卷机构中，若刚度不足，材料卷绕不均的可能性将增加，进而影响产品质量。因此，在设计阶段，需通过有限元分析等方法对支撑结构进行应力与变形的评估，以确保其在各种工作条件下具备足够的刚度。同时，稳定性分析亦为重要环节，主要关注结构在负载下的失稳行为。例如，在高负荷或动态环境中，应保持支撑与导向系统的稳定，避免倾斜或振动现象，以防影响设备的运行效率及安全性^[2]。通过合理的支撑布局与连接设计，整体结构的稳定性可显著提升，振动传递也将减少。此外，选用高强度材料与合理的结构形状，如加强筋或框架结构，有助于增强刚度与稳定性。

3 自动化收放卷装置的优化设计

3.1 优化设计的必要性

在自动化收放卷装置的设计过程中，优化设计显得尤为重要，体现在多个方面。随着工业自动化水平的提升，对设备的性能、效率及可靠性，市场提出了更高要求。通过优化设计，装置的工作效率能够显著提高，能耗得以降低，从而提升整体生产效率。此外，材料使用的减少与制造成本的降低，亦有助于使产品在激烈的市场竞争中保持成本优势。该过程也能改善设备的稳定性与安全性，故障率的降低将减少停机时间与维护成本。随着技术的不断进步，自动化收放卷装置的功能日益复杂，因此，优化设计能够增强系统的灵活性，使其更有效地适应不同工作环境与操作需求。

3.2 优化方法

3.2.1 参数优化

在自动化收放卷装置的优化设计过程中，参数优化作为一种有效手段，通过调整关键设计参数来提升整体性能与效率。该过程涉及多个参数的系统分析，包括电机功率、

卷轴直径、材料厚度及传动比等。通过对这些参数的调整，设备工作效率能够显著提高，能耗得以降低，并确保在不同负载条件下的稳定性。为实现最佳效果，通常采用数值模拟与实验结合的方法。数学模型的建立及计算机仿真技术的应用，使得不同参数组合的影响能够快速评估，从而筛选出最优方案。此外，借助遗传算法、粒子群优化等先进的优化技术，多目标优化问题能够有效应对，实现在性能与成本之间的最佳平衡。

以下表格展示了一些关键参数及其对装置性能的影响：

表 1 参数装置性能表

参数	描述	对性能的影响
电机功率	驱动系统的功率	影响卷绕速度，材料的卷重和卷径
卷轴直径	卷轴的直径	影响收放过程的稳定性
材料厚度	处理材料的厚度	影响所需的扭矩和功率
传动比	电机与卷轴之间的传动比	决定输出转速与扭矩
张力	材料在收卷与放卷过程中的张力	影响所需的扭矩和功率

3.2.2 拓扑优化

在自动化收放卷装置的优化设计中，拓扑优化作为一种先进且高效的方法，旨在通过最佳材料配置提升结构性能。该过程始于基于使用条件、载荷情况与支撑方式构建数学模型，随后利用有限元分析技术，对结构的刚度、强度及其他性能指标进行模拟。拓扑优化的应用，使得在特定边界条件下能够识别出哪些区域需增加材料以承受载荷，而哪些区域则可以去除材料以减轻重量，从而实现材料的高效利用。通过迭代计算，生成多种结构配置方案的能力，使设计师能够直至找到最优设计。这种方法不仅显著降低了装置的自重，提升了运行效率，还减少了生产成本，因而降低了材料使用与加工工序^[3]。同时，拓扑优化为设计师提供了保持结构性能的同时进行创新的机会，推动了新型自动化收放卷装置的发展。

3.2.3 仿真与分析工具应用

在自动化收放卷装置的优化设计过程中，仿真与分析工具的使用至关重要。这些工具帮助设计师在早期阶段识别潜在问题，并评估不同设计方案的性能。常用的仿真工具包括有限元分析软件（如 ANSYS、Abaqus）、多体动力学仿真工具（如 ADAMS）。通过构建详细模型，深入分析结构在各种工况下的响应，能够对设计参数进行优化，从而提升结构的强度与稳定性。仿真过程使得设计师能够在实际操作条件下模拟载荷、应力与变形，从而快速评估材料选择与结构布局的合理性。此外，仿真结果为优化设计提供了依据，指导进一步地改进与调整，确保最终设计不仅满足性能要求，还具备良好的经济性与可制造性。

以下表格展示了几种常用仿真与分析工具及其主要功能：

表 2 分析工具及功能表

工具	功能描述	应用场景
ANSYS	有限元分析，进行应力、变形和热分析	结构强度和刚度评估
Abaqus	复杂的非线性分析和多物理场耦合	动态载荷及材料非线性分析
ADAMS	多体动力学仿真，分析运动系统的动力学行为	运动机构和机械传动系统的设计验证

4 性能测试与验证

在自动化收放卷装置设计完成后，性能测试与验证至关重要，确保其功能与可靠性。通过系统的测试过程，装置在实际工作条件下的表现可以得到评估，确保满足设计要求及行业标准。性能测试通常分为静态测试与动态测试。静态测试用于评估设备在静止状态下的强度与刚度，以确认其能够承受设计载荷而不发生过度变形或破坏。动态测试则聚焦于装置在工作过程中对冲击、振动及疲劳的响应，尤其是在高速运转或变化载荷条件下，其长期使用的稳定性与安全性被评估。在测试过程中，高精度传感器与数据采集系统被采用，以实时监测关键参数，如载荷、速度、温度与振动等。这些数据为后续的性能分析奠定基础，帮助设计师识别潜在问题，判断是否需要进一步优化或改进^[4]。此外，装置操作可靠性的评估也包含在性能测试中，以确保其在实际应用中能够持续稳定运行，避免出现故障或性能衰退。

5 自动化收放卷装置预测性维护的设计

在自动化收放卷装置的预测性维护设计中，显著提高设备运行可靠性与维护效率的技术包括增加轴承震动传感器、轴承温度传感器、气缸运动时间监测及零部件易损坏预测。实时监测振动信号的轴承震动传感器，能够对轴承的运行状态进行准确分析，识别出不平衡、对中不良以及磨损等故障隐患。合理的振动阈值设定与频谱分析相结合，能够实现早期故障的精准识别，从而有效降低因设备故障导致的停机时间。在监测设备工作温度时，轴承温度传感器发挥了关键作用。温度的升高常常预示着润滑不良或过载工作，长时间处于高温状态则可能导致材料疲劳或设备损坏。通过对温度数据的实时采集与分析，可以及时发现潜在的润滑问题，帮助维护人员在故障发生前实施必要的预防性维护。气缸运动时间的监测提供了关于气缸性能的重要信息。每次运动所需时间的记录结合数据挖掘技术，能够揭示运行效率的变化趋势。当运动时间出现异常延长时，通常意味着摩擦增加或气缸密封不良等问题，这种情况需引起重视并进行检修。最后，零部件易损坏预测依赖于上述传感器数据的综合分析，结合先进的机器学习算法，能够建立设备健康状态模型，实现对零部件故障概率的预测。通过这种预测性维护方法，不仅降低了意外故障发生的可能性，同时提升了设备的使用寿命与生产效率，为整个生产流程的顺畅运行提供了坚实的保障。

6 结语

本文深入探讨了自动化收放卷装置的设计与优化,涉及关键的机械结构、驱动系统及支撑导向系统等多个方面。通过系统分析与应用先进的优化技术,如拓扑优化与参数优化,装置的性能与效率得到了显著提升,能耗与制造成本也得到了有效降低。研究表明,合理的设计策略能够显著增强装置在实际应用中的稳定性与可靠性,满足现代工业对高效率、高精度及低能耗设备的迫切需求。此外,全面的性能测试与验证已被实施,以确保装置在不同工作条件下的安全性与有效性。这些实证数据为后续设计迭代提供了坚实基础,也揭示了未来优化的潜在方向。随着智能制造与自动化技术的快速发展,自动化收放卷装置的应用前景广阔,能够在多个行业中发挥重要作用。期待未来在此领域的深入探索,以推动更高效、智能与可持续的自动化解决方案,从而应对不断增长的市场需求与行业挑战。

[参考文献]

- [1]王宏斌. 车牌半成品自动化生产线反光膜放卷张力控制[D]. 广东: 广东工业大学, 2007.
 - [2]石贤可. 收放卷张力自适应控制及应用研究[D]. 山西: 中原工学院, 2019.
 - [3]王勇. 工业机器人在工业制造自动化生产线上的创新应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(8): 155-157.
 - [4]南亮生, 关正伟. 智能制造发展背景下自动化技术在高端制造业生产中的应用研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(6): 186-188.
- 作者简介: 张辉(1992—)男, 民族: 汉, 籍贯: 河北省邢台市信都区, 现职称: 机械工程师, 2015年6月毕业于河北科技师范学院; 专业: 机械设计制造及其自动化最高学历: 本科, 现在邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司从事辊压分切一体机的设计工作。

客流为王背景下城市轨道交通客流引流策略研究

李鲁梁

台州畅行轨道交通运营管理有限公司, 浙江 台州 318000

[摘要] 随着我国城市化进程的不断推进, 城市轨道交通已成为公共交通的重要组成部分。客流引流策略是城市轨道交通运营管理的关键环节, 对于提高轨道交通运营效率、优化城市交通结构具有重要意义。文中以客流为王背景, 针对城市轨道交通客流引流策略展开研究, 分析客流引流的影响因素, 提出针对性的策略建议, 以期为我国城市轨道交通运营管理提供参考。

[关键词] 客流为王; 城市轨道交通; 客流引流; 策略研究

DOI: 10.33142/sca.v8i1.1509

中图分类号: U231.3

文献标识码: A

Research on Passenger Flow Diversion Strategy of Urban Rail Transit under the Background of "Passenger Flow Is King"

LI Luliang

Taizhou Changxing Rail Transit Operation Management Co., Ltd., Taizhou, Zhejiang, 318000, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization in China, urban rail transit has become an important component of public transportation. The passenger flow diversion strategy is a key link in the operation and management of urban rail transit, which is of great significance for improving the efficiency of rail transit operation and optimizing the urban transportation structure. In the context of passenger flow as the king, this article conducts research on passenger flow diversion strategies for urban rail transit, analyzes the influencing factors of passenger flow diversion, and proposes targeted strategy suggestions, in order to provide reference for the operation and management of urban rail transit in China.

Keywords: passenger flow is king; urban rail transit; passenger flow diversion; operational research

引言

城市轨道交通作为城市公共交通的关键, 其发展水平直接关系到城市居民的出行便利性和城市交通拥堵问题。近年来, 我国城市轨道交通取得了显著的成果, 但同时也面临着客流少的问题。因此, 如何有效引流客流, 提高城市轨道交通的运营效率, 成为当前亟待解决的问题。本文从客流为王的角度出发, 对城市轨道交通客流引流策略进行研究, 旨在为我国城市轨道交通的发展提供参考。

1 城市轨道交通客流特点与现状分析

1.1 客流特点

城市轨道交通作为现代都市的公共交通方式, 其客流特征显著地反映了城市居民的出行模式和生活节奏。在一天的运行周期中, 轨道交通的客流呈现出明显的潮汐效应, 即早晚高峰时段人流如织, 而非高峰时段则显得较为宽松, 该现象主要由城市居民的上下班出行习惯所决定, 同时也与学生的上下学时间有关。城市内部不同区域的发展程度和人口密度差异, 造成轨道交通客流的地理分布不均。一般来说, 市区线路由于覆盖了商业中心、行政中心和居住密集区, 因此客流量相对较大; 而郊区线路, 因服务于人口较少的区域, 客流自然较小。这种地域性的客流差异, 要求城市轨道交通在规划和运营时, 必须考虑不同区域的需求, 合理安排运力, 以提高服务效率。

轨道交通网络中的换乘站, 往往是线路交汇和人流集散的核心地带, 因此这里的客流量也远大于普通站点。换乘站的客流特点要求轨道交通系统在设计时就要考虑到换乘的便捷性, 比如设置清晰的指示牌、优化换乘通道的布局, 以及提供充足的信息服务等, 以减少乘客换乘时的混乱和等待时间。除日常的通勤需求, 轨道交通的客流还受到节假日、周末以及特殊事件的影响。在节假日期间, 轨道交通客流量会有明显的波动, 如在春节、国庆等长假期间, 客流量会显著增加。此外, 对于城市举办的重大活动, 如体育赛事、文化活动等, 轨道交通部门也需要提前做好客流预测和调度, 以应对突发的大规模出行需求。

总体来说, 城市轨道交通客流的特点是多方面的, 既包括时间分布上的不均衡, 也体现了空间分布上的差异性。因此, 要求城市交通管理部门必须充分了解和把握这些特点, 科学合理地制定运营策略, 提高公共交通的服务质量和效率, 为广大市民提供更加便捷、舒适的出行体验。

1.2 客流现状

2023 年的数据显示, 我国城市轨道交通的总体客流呈现出连续上升的态势。其中, 一线城市及部分经济发达的二线城市, 如北京、上海、广州、深圳等, 其地铁客流量更是占据了城市公共交通的绝对主导地位。与此同时, 部分线路的客流已经接近或达到承载饱和的状态, 尤其是

在高峰时段,地铁车厢内的拥挤程度成为了市民出行时必须面对的问题^[1]。在城区中心地带,由于商业繁荣、就业集中,线路的客流压力极大,相反,在城市的远郊区域,由于居住人口相对较少,线路的客流就显得较为稀疏。这种不平衡的客流分布,对城市轨道交通的运营管理提出了更高的要求。如何在确保中心城区高强度客流需求得到满足的同时,也兼顾到远郊区域的出行需求,成为了行业亟待解决的问题。此外,城市轨道交通的客流波动性亦不容忽视。特殊事件,如节假日、大型活动、突发事件等,都会造成客流的短期剧烈波动。以2023年的数据为例,春节期间的地铁客流量相比平日会有显著增加,而一旦发生如自然灾害、公共卫生事件等特殊情况,则可能导致客流量在短时间内出现断崖式下降。这种波动性的存在,对于城市轨道交通的调度和运营提出了挑战,需要运营部门具备快速响应和灵活调整的能力。

针对这一现状,国办发〔2018〕52号文明确提出,新建城市轨道交通线路的初期客运强度应不低于0.7万人次/公里·天,以此确保线路建设的合理性和可行性。国家发改委〔2021〕1302号文进一步强调,已建成线路若客流未达到既定标准,将不予审批新线路的建设。同时,新报建的轨道交通线路沿线人口岗位密度必须达到1.2万人/平方公里,以此引导城市轨道交通建设与城市发展实际需求相匹配。因此,在城市规划和交通建设中,继续深化对客流特征的研究,科学规划线路,合理调配资源,以期构建更加高效、便捷、舒适的城市轨道交通系统。

2 客流引流影响因素分析

2.1 线路规划与布局

(1)线路的规划必须紧密围绕城市的发展需求展开。城市的发展方向、人口分布、经济活动等都应在线路规划中得到充分考量,轨道交通线路才能真正满足人们的出行需求,发挥其应有的作用,同时线路的规划还应具有一定的前瞻性,能够适应城市未来的发展变化^[2]。此外,线路规划与布局还应充分考虑与其他交通方式的协调发展。轨道交通与其他交通方式的衔接,对于提高整体交通系统的效率具有重要意义。因此,在轨道交通的规划与布局中,应加强与公交、出租车、私家车等交通方式的协调,提供便捷的换乘条件,实现各种交通方式的优势互补。

(2)线路的布局应科学合理。这包括线路的走向、换乘的设计、站点的分布等方面。线路的走向应尽量与人们的出行需求相吻合,避免不必要的绕行。换乘的设计应简洁明了,方便乘客快速换乘。站点的分布应均匀,避免出现某些区域站点过于密集,而某些区域则站点稀疏的情况。

2.2 换乘便捷性与服务质量

(1)完善的换乘设施、清晰的导向标识、高效的换乘组织等,都能有效提高乘客的换乘体验,吸引更多乘客选择轨道交通。换乘便捷性是影响客流引流的重要因素。

首先,换乘设施的完善程度直接关系到乘客的换乘体验,如果换乘设施齐全、布局合理,乘客可以轻松完成换乘,从而提高轨道交通的吸引力;其次导向标识的清晰度对于乘客换乘也很重要,清晰的导向标识可以帮助乘客快速找到换乘位置,减少换乘过程中的迷茫和不确定感;最后高效的换乘组织也是提高客流引流的关键因素,通过合理调度、优化换乘流程,可以提高乘客的换乘效率,吸引更多乘客选择轨道交通。此外,乘客在选择出行方式时,安全性是首要考虑的因素。轨道交通作为一种公共交通工具,具有较高的安全性。通过加强安全管理、提高安全保障措施,可以进一步增加乘客对轨道交通的信任,提高客流引流效果。

(2)优质的服务质量是吸引和保持乘客的关键因素,直接影响客流。服务不佳可能导致乘客满意度下降,进而减少客流。如闸机设备通行效率、运能组织、便民服务、优惠措施等层面,需要通过提升服务质量(含核心层、形式层以及扩大层)、优化产品结构(含丰富票种及优惠)、加强宣传等手段,在保留既有消费者的基础上来吸引更多的消费者,从而增加客流量。

3 城市轨道交通客流引流策略研究

3.1 优化线路布局

首先,优化线路布局需要充分考虑城市发展需求和客流特点。城市的发展不断推进,新的商业区、居住区、工业区等不断涌现,该区域的交通需求各不相同,需要轨道交通线路布局与之相匹配。此外,不同区域的客流特点也各有差异,如市中心区域客流密集,而郊区客流相对分散,这些都需要在优化线路布局时进行全面考虑。只有根据城市发展需求和客流特点进行优化,才能使轨道交通线路布局更加合理,提高线路覆盖范围,减小线路空白区域,提升线路运营效率。

其次,优化线路布局应注重发挥线路的互补性。不同线路在功能上应有所区分,形成互补,以满足不同区域、不同乘客群体的出行需求。如在市中心区域,可以设置高密度的线路网络,以满足大量乘客的出行需求;而在郊区,可以设置相对稀疏的线路,以覆盖更多区域,满足居民的出行需求。通过优化线路布局,发挥线路的互补性,可以提升轨道交通的整体运营效率,提高对客流的吸引力。

最后,优化线路布局需要考虑长远发展。城市轨道交通线路布局优化是一个长期的过程,需要根据城市规划、人口增长、交通需求等因素进行长远规划。只有考虑长远发展,才能确保轨道交通线路布局优化工作的持续性和有效性,为城市轨道交通的持续发展奠定基础。

3.2 交通需求管理,培养客流

依据自身城市特点,研究并实施多样化的需求管控政策,逐步推进小汽车需求管理和通行管理。其中,小汽车停车分区及不同分区配建标准和收费标准是一个值得探讨的问题。例如,在核心区轨道站点1公里内,原则上不

应提供 P+R 停车,同时,核心区小汽车的配建标准应从严控制,停车收费费率也应进行优化。对于路内停车,应进行严格的管理,并加大处罚力度,以防止乱停车现象的发生。此外,还应强化 P+R 停车换乘优惠政策、定价与补贴机制,给予选择公共交通出行的市民更大的优惠力度。在小程序设计中,可以增加 P+R 停车场的位置、泊位和收费情况查询功能,方便市民出行前进行查询和规划,从而更好地引导市民选择公共交通出行。通过以上措施,以有效缓解城市的交通拥堵和环境污染问题,提高市民的出行质量,实现城市的可持续发展。

3.3 多网融合衔接,便捷客流

通过合理规划地铁、公交、共享单车的布局,使其在空间上形成紧密的网格状分布,提高各种交通方式的覆盖范围和换乘便利性。同时,要注重线路的差异化规划,满足不同区域、不同客流需求的交通需求。其次,要加强各种交通方式之间的换乘衔接。建设多功能的换乘站点,提供便捷的换乘通道,缩短换乘时间,降低换乘成本。此外,还要提高换乘信息的透明度,通过设立换乘指引牌、提供手机 APP 等方式,方便乘客获取换乘信息。

在提高公共交通服务水平的时候,还应加强客流引导,提高客流引流效果。一方面,可以通过优惠票价、优惠政策等措施,鼓励市民选择公共交通出行。另一方面,要加强对客流数据的分析,实时调整公共交通运营策略,提高客流的疏散速度。综上所述,多网融合衔接策略的实施,需要从优化线路规划、加强换乘衔接、提高公共交通服务水平以及加强客流引导等多方面入手,以提高客流引流效果,缓解城市交通拥堵,促进城市交通可持续发展。

3.4 线上线下宣传,营造氛围

根据城市轨道交通线路开通时间,提前向沿线小区挂宣传横幅、投放电梯海报、商圈的 LED 大屏广告及地下停车库广告,向居民信箱投递绿色出行宣传单页,同时策划公交接驳主题营销活动,做好市民试乘活动,通过招募到的“轨道交通社区绿色出行志愿者”,在小区网格群内推送新线相关推文,票价优惠政策、公交接驳信息、地铁行车服务信息等,线上线下共同营造浓浓的开通氛围。不断拓展宣传渠道。一是应建立官网、微信、微博、今日头条及抖音等官方宣传平台,并针对受众群体的不同,不断完善优化平台内容;二是加强与政务官微号、大 V 号、新媒体的合作与互动。利用网络宣传、口碑宣传、营销宣传等多元化的宣传手段,在地铁周边和重要时间节点集中力量进行宣传,达到引流目的;三是利用综合商业体线下引流。提前与地铁站周边即将开业的大型商超洽谈地铁营销活动,利用开业期间的高流量,宣传带动绿色出行。另外,

轨道公司内部应精心组织实施拓流立功竞赛,树立典型,激发员工拓流工作的积极性和主动性。加强合作单位的引导宣贯,持续挖掘客流提升潜力,增加客运收入。

3.5 加强多网票务融合和多元化支付手段一体化融合

在当今快速发展的城市交通系统中,推行“一卡通”“一码通”的策略,已成为提升公共交通服务的关键步骤,不仅涉及到地铁、公交、自行车等交通工具的无缝对接,还应包括对共享单车的接入以及 P+R 停车支付系统的整合^[3]。乘客通过简单的电子支付方式,如市民卡或乘车码,便能轻松享受便捷的出行体验和票价优惠。

实现“一码通”的过程中,相关部门需加强技术研发和系统对接,确保各项交通工具之间的支付系统能够顺畅切换,并支持换乘优惠。这种全面整合的支付体系,不仅方便了乘客的出行,还大幅提升了公共交通系统的运行效率。此外,换乘优惠的制定和实施,是鼓励市民利用公共交通工具,减少私家车使用,缓解城市交通压力的有效手段。为此,研究制定一套全面的公共交通换乘优惠政策,这包括扩大优惠人群范围、增加优惠力度,以及优化换乘优惠系统的操作流程,使其更加人性化和便捷。通过这些措施,以进一步激发市民使用公共交通工具的积极性,从而有效改善城市交通状况。同时,公共交通系统还应研究并推出多元化的票种体系,以满足不同乘客群体的需求。例如,为团体、企业员工和家庭提供专门的优惠票种,如团体票、企业福利票和家庭票等。这样的票种设计不仅能吸引更多群体选择公共交通,还能为特定人群提供更加贴心的服务,进而提升整个公共交通系统的吸引力。

4 结语

本文针对客流为王背景下的城市轨道交通客流引流问题,分析客流特点与现状,提出了针对性的客流引流策略,并对策略的实施效果进行评估。希望本研究能为我国城市轨道交通的发展提供参考,进一步提高城市轨道交通的运营效率,满足乘客出行需求。

[参考文献]

- [1]王存兰.城市轨道交通线路客流分析及引流策略研究——以苏州 5 号线为例[J].城市建设理论研究(电子版),2024,11(9):211-213.
- [2]刘泽昊,金辉,李再帛,等.基于分形理论的城市轨道交通客流动态特征研究[J].物流科技,2024,47(3):61-65.
- [3]管恩丞.基于深度学习的城市轨道交通客流短时预测方法研究[D].江苏:扬州大学,2023.

作者简介:李鲁梁(1988.7—),毕业院校:北京交通大学,所学专业:交通运输,当前就职单位:台州畅行轨道交通运营管理有限公司,职称级别:经济师。

配电网智能化管理与优化策略

李兴海

国网郑州供电公司, 河南 郑州 450000

[摘要] 配电网智能化管理与优化策略主要针对现代配电系统中面临的复杂问题, 提出了一种基于智能化技术的优化管理方案。通过引入人工智能、大数据分析和物联网技术, 实时监测配电网的运行状态, 实现故障预警、负荷预测和设备健康管理, 从而提高电力系统的可靠性和经济性。该策略不仅提升了网络的自动化程度, 还能在节能减排的背景下, 优化电力分配, 减少能源浪费, 为智能电网的发展提供有力支持。

[关键词] 配电网; 智能化; 优化策略; 人工智能; 负荷预测

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15087

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

Intelligent Management and Optimization Strategies for Distribution Networks

LI Xinghai

State Grid Zhengzhou Power Supply Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: The intelligent management and optimization strategy of distribution network mainly addresses the complex problems faced in modern distribution systems, and proposes an optimization management scheme based on intelligent technology. By introducing artificial intelligence, big data analysis, and Internet of Things technology, real-time monitoring of the operation status of the distribution network is achieved to achieve fault warning, load forecasting, and equipment health management, thereby improving the reliability and economy of the power system. This strategy not only enhances the automation level of the network, but also optimizes power distribution and reduces energy waste in the context of energy conservation and emission reduction, providing strong support for the development of smart grids.

Keywords: distribution networks; intelligent management; optimization strategy; artificial intelligence; load forecasting

引言

随着电力需求的不断增长和能源结构的转型, 传统配电网面临着越来越多的挑战。智能化技术的引入为配电网的管理和优化提供了全新的解决方案。通过融合人工智能、大数据和物联网等技术, 不仅能够实现对配电系统的精确监控和动态调整, 还能有效提高电力供应的可靠性与经济性。智能化成为实现高效、绿色电力网络的重要途径, 推动着现代电力系统向更加智能、灵活的方向发展。

1 配电网智能化管理的背景与意义

1.1 电力需求与网络发展现状

随着全球经济的快速发展与工业化进程的推进, 电力需求呈现出快速增长的趋势。尤其在城市化进程加速以及新能源的广泛应用下, 电力需求和供电压力更加复杂多变。传统的配电网结构已经难以适应现代社会对电力系统的高效、灵活、可靠要求。传统的配电网通常依赖人工操作和线性规划, 存在响应速度慢、预测不准确、故障修复时间长等问题。与此同时, 电力系统面临诸如电力资源分配不均、过载、故障频发等一系列挑战, 亟需一种更加智能化的管理方法来提高整体效率与可靠性^[1]。

1.2 智能化管理的必要性与优势

智能化技术为配电网提供了一种全新的解决

方案。借助人工智能、大数据、物联网等先进技术, 配电网能够实时监控运行状态, 进行高效的数据处理与分析, 从而优化电力分配和故障检测。智能化管理的最大优势在于其动态适应性与自我调整能力, 通过实时获取设备状态、负荷信息、天气变化等多种数据, 智能系统可以提前预测和识别可能的故障点, 极大地提高了故障响应速度与维修效率。此外, 智能化能够进行负荷预测和调度优化, 从而平衡电力供需, 提高电网的稳定性和经济性。

智能化配电网还具有较强的资源节约和环境保护功能。通过智能化技术的运用, 可以精准调节电力供应, 有效减少能源浪费和二氧化碳排放, 为绿色发展和可持续能源利用创造有利条件。智能化使配电网不仅能提高电力系统的安全性, 还能在节能减排的背景下实现资源的最优配置, 推动智能电网的发展和现代化电力系统的构建^[2]。

2 配电网优化管理技术概述

2.1 人工智能技术在配电网中的应用

人工智能(AI)技术在配电网中的应用, 主要体现在故障预测、负荷预测、设备健康管理等方面。通过深度学习、机器学习等算法, AI能够分析大量电力系统的数据, 识别系统的运行规律和潜在的故障风险。故障预测是AI技术在配电网中的一个重要应用领域, 传统的故障

检测依赖人工巡检和固定程序，响应时间较长，而 AI 能够实时监测并自动诊断设备状态，及时发现隐患，提前做出预警，从而提高电网的安全性与稳定性。

负荷预测是另一项关键应用，AI 通过对历史数据的学习与分析，可以准确预测不同时间段的电力需求，帮助系统在需求高峰期间进行合理调度，避免系统过载，并提高能源的利用效率。同时，AI 技术还可以通过对设备运行状态的监控，识别出潜在的设备故障，并预测其剩余使用寿命，提前进行维护或更换，以确保配电网络的稳定运行。

2.2 大数据与物联网在配电系统中的集成

大数据与物联网 (IoT) 技术为配电系统提供了强大的数据采集、传输和分析能力。通过在配电网络中的关键节点部署传感器和监控设备，物联网可以实时收集电力设备的运行数据、负荷变化、气候条件等信息。这些数据通过高速网络传输至数据中心，为后续的分析、预测和决策提供基础。

大数据技术则主要应用于对海量数据的处理与分析，帮助管理者识别潜在问题并作出科学决策。通过大数据的分析，可以深入了解配电网络的运行特点和发展趋势，实现系统优化和智能调度。大数据还可以在网络规划和负荷管理方面发挥重要作用，帮助电力公司精确预测未来的电力需求和可能的系统瓶颈，从而提前做好准备，避免出现系统故障或过载。

大数据与物联网的集成，使得配电系统能够在多个层面进行智能化管理，不仅提高了运行效率，也增强了系统的应急响应能力。在智能电网的背景下，二者的协同应用为配电网络的优化管理提供了更为全面、科学的支持。

3 智能化管理策略的关键技术

3.1 故障诊断与自愈技术

故障诊断与自愈技术是智能化配电网络管理中的核心组成部分，它通过高效的故障识别、定位和恢复机制，确保系统的稳定性和可靠性。传统的故障检测往往依赖人工巡检和传统的自动化设备，存在响应速度慢、处理不及时等问题。而现代的故障诊断与自愈技术借助人工智能、传感器技术和自动化控制手段，可以在配电系统中实现实时监测与自动故障定位。

故障诊断技术基于传感器和智能化算法，通过对配电网络中各类设备（如变压器、开关设备、电缆等）的状态进行实时监控，能够迅速识别出故障类型、位置和原因。一旦发生故障，系统会自动启动自愈机制，通过控制开关设备的快速切换，自动隔离故障区域并恢复电力供应，最大限度地减少停电时间和影响范围。自愈技术的应用不仅可以提高电力系统的安全性，还能大幅降低运维成本和人员需求。

结合大数据分析，故障诊断与自愈技术能够预测潜在的设备故障，提前进行维护或替换，减少突发故障对电力

系统的影响。基于机器学习的智能算法，能够从历史故障数据中提取规律，优化诊断模型，使故障检测更加精准。通过智能化的故障自愈技术，配电网络能够在发生故障时迅速恢复，为电力用户提供更加稳定可靠的电力供应。

3.2 负荷预测与能源调度优化

负荷预测与能源调度优化是智能化配电网络管理中不可或缺的技术，它确保了电力系统的高效运作，优化了能源的利用效率，降低了运营成本。负荷预测是基于历史数据和实时信息，对未来一段时间内电力需求进行准确预测，帮助电力公司提前做好负荷调度计划。通过分析电力负荷的季节性、时间段波动和突发事件等因素，负荷预测可以为电网的调度提供有力的支持，避免出现电网过载或者电力供应不足的情况。

智能化负荷预测技术通常依赖于机器学习和数据分析技术，通过对电力系统中各类负荷的变化规律进行建模，结合天气、节假日等影响因素，精准预测未来的电力需求。这种技术不仅提高了负荷调度的准确性，还能有效减少能源浪费，避免在负荷低谷期间的过度发电。

能源调度优化技术则通过智能算法对电力资源进行合理配置，最大限度地提高能源使用效率。在智能电网中，能源调度不仅要考虑到传统电力来源，还要整合可再生能源如风能、太阳能等的波动性。通过实时监控和数据分析，智能系统能够根据负荷预测和能源供应情况，自动调整能源的调度策略，确保电网在满足用户需求的同时，能够合理利用不同类型的能源，降低碳排放，促进绿色发展^[3]。

结合人工智能、大数据和优化算法，负荷预测与能源调度优化技术能够实现对配电网络的精确管理。通过智能化的调度策略，不仅可以提高电力系统的经济性和稳定性，还能提升能源使用的灵活性和智能化水平，为构建高效、绿色的电力网络提供技术支持。

4 配电网络智能化管理的实现框架

4.1 系统架构设计与功能模块

配电网络智能化管理体系的实现需要一个完善的架构设计，以支持系统的高效运作和各项功能的协同工作。一般来说，配电网络智能化管理体系可分为感知层、网络层和应用层三个主要层次^[4]。

感知层负责数据采集与监控，通过传感器、智能设备等硬件采集配电网络中的各类数据，如电流、电压、负荷变化、设备状态等。物联网技术在这一层起到了关键作用，确保了数据的实时性和准确性。

网络层则负责将感知层获取的数据进行传输和处理。该层通常采用高速数据传输技术、云计算平台及大数据处理系统，确保数据能快速、安全地传输至数据中心进行存储和分析。云计算技术的引入，可以对大量的历史数据进行集成分析，并实时更新配电网络的运行状态。

应用层则是智能化管理体系的核心部分，集成了多种

智能技术，如人工智能、自动化控制、负荷预测、能源调度优化等功能模块。每个功能模块协同工作，确保配电系统的稳定、高效运行。例如，故障诊断与自愈技术能够实时监控电网运行，自动发现并定位故障点；负荷预测与能源调度优化模块则根据实时数据做出最佳调度决策，避免过载和能源浪费。

4.2 智能化管理平台的构建与应用

智能化管理平台是配电网智能化管理的核心，它集成了系统架构的各个层次与功能模块，并通过统一的平台进行集中管理与控制。该平台通常包括数据采集、数据分析、监控与预警、智能调度等功能，并具备较强的决策支持能力。

构建智能化管理平台时，首先需要确保平台具备强大的数据处理与分析能力。平台通过与物联网设备、传感器的深度集成，实时采集和分析配电网的运行数据。此外，平台还需要具备强大的可视化功能，便于操作人员及时查看电网的运行状态、故障预警信息和能源调度方案，并做出快速反应。

在实际应用中，智能化管理平台能够在配电网出现故障时提供精准的故障定位与解决方案，同时对负荷变化和电力需求进行预测，为能源调度和电力分配提供科学依据。通过与人工智能、大数据分析技术的结合，平台还能够不断优化运行策略，实现全局最优的配电管理。平台还可以支持设备的远程监控与维护，减少人工干预，提升管理效率。

5 配电网智能化优化策略的应用与前景

5.1 实际案例分析与效果评估

配电网智能化优化策略已经在多个地区和项目中得到了应用，并取得了显著成效。例如，在某些城市的智能配电网项目中，通过引入基于人工智能的故障诊断与自愈技术，能够实现系统故障的快速检测与自动修复。以某城市智能配电网为例，该系统通过监测到的实时数据，结合人工智能算法，成功预测并处理了多个潜在的系统故障，减少了停电时间和区域范围，提升了电力供应的稳定性。

在负荷预测与能源调度优化方面，智能化管理策略也取得了显著成果。通过大数据分析，配电网能够实时调整负荷分配，避免了电力资源浪费和过载现象。某些地区采用智能化平台进行能源调度，使得电网的负荷更加均衡，极大提高了电力使用的效率，并为可再生能源的并网提供了技术支持。

通过对这些实际案例的评估，结果表明，智能化优化策略能够有效提升配电网的运行效率、降低运营成本，并增加电力系统的可靠性。系统的故障率大幅度下降，停

电时间显著缩短，电力负荷调度得到了更精确的优化，整体效益得到了充分的体现。

5.2 智能化管理在未来配电网中的发展趋势

随着智能电网技术的不断进步，配电网的智能化管在未来将呈现出更加多样化和高效化的发展趋势。随着5G通信技术的成熟，配电网的实时监控与数据传输将更加快速和稳定。人工智能和机器学习技术的进一步发展，将使得故障诊断与预测更加精准。未来的配电网不仅能够故障发生前做出预警，还能通过深度学习不断优化算法，提高预测的准确性。此外，人工智能还将实现更为复杂的负荷调度和能源管理策略，为配电网的节能减排做出更大贡献。

在可再生能源的推动下，配电网将更多地整合风能、太阳能等新能源资源。智能化管理平台将能够实时监测这些波动性能源的供电状况，并实现高效的调度与存储。未来，配电网的智能化优化将更加关注电力供应与需求的动态平衡，促进能源的可持续利用。

总体来看，未来配电网的智能化管将更加高效、灵活和绿色，能够在确保电力供应安全的同时，推动能源的优化配置和环境保护，进一步促进智慧城市和绿色电力系统的发展。

6 结束语

配电网的智能化管与优化策略为现代电力系统提供了高效、可靠的解决方案。通过人工智能、大数据、物联网等技术的融合，配电网不仅能够实现故障诊断、负荷预测与调度优化，还能大幅提升电力系统的安全性与经济性。未来，随着技术的不断进步，智能化管理将推动配电网向更加灵活、高效、绿色的方向发展，助力能源的可持续利用与智能电网的全面建设。

[参考文献]

- [1] 李艾民, 苏荻, 王月茹, 等. 计及可观测性的配电网自动化终端优化配置探究[J]. 自动化应用, 2024, 65(23): 157-160.
- [2] 王继仪, 赵凯. 基于配电网通信的5G电力通信终端方案设计研究[J]. 信息记录材料, 2024, 25(12): 185-187.
- [3] 吴天雄. 物联网技术在配电网智能化检测中的应用[J]. 集成电路应用, 2024, 41(10): 208-209.
- [4] 吴天雄. 物联网技术在配电网智能化检测中的应用[J]. 集成电路应用, 2024, 41(10): 208-209.

作者简介: 李兴海(1980.5—), 男, 河南省郑州市人, 汉族, 大专生, 助理电力工程师, 就职于国网郑州供电公司, 从事配电运检工作。

物联网技术在智慧城市中的应用现状与未来趋势探讨

刘扬¹ 刘唯广²

1. 青岛万科房地产有限公司, 山东 青岛 266000
2. 青岛华堂建筑设计有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要] 随着科技的飞速发展, 作为现代城市管理的核心工具, 物联网不仅有效提高了城市运营的智能化水平, 还优化了居民的生活质量。通过实现设备与传感器的互联互通, 物联网使得各类数据得以高效收集、分析与共享, 从而提升了资源的合理配置和管理效率。在智慧城市的多个领域, 物联网技术表现出了巨大的应用潜力, 涵盖了交通管理、能源优化、公共安全、医疗健康等方面。文中探讨物联网在智慧城市中的应用现状, 分析其未来发展趋势, 并讨论在实施过程中遇到的主要挑战, 旨在为智慧城市的建设提供理论支持。

[关键词] 物联网技术; 智慧城市; 智慧交通; 暖通空调; 智能化发展

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15082

中图分类号: U67

文献标识码: A

Discussion on the Application Status and Future Trends of Internet of Things Technology in Smart Cities

LIU Yang¹, LIU Weiguang²

1. Qingdao Vanke Real Estate Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China
2. Qingdao Huatang Architectural Design Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: With the rapid development of technology, as the core tool of modern urban management, the Internet of Things not only effectively improves the intelligence level of urban operations, but also optimizes the quality of life of residents. By achieving interconnectivity between devices and sensors, the Internet of Things enables efficient collection, analysis, and sharing of various types of data, thereby improving the rational allocation and management efficiency of resources. In multiple fields of smart cities, Internet of Things technology has shown tremendous potential for application, covering areas such as traffic management, energy optimization, public safety, and healthcare. The article explores the current application status of the Internet of Things in smart cities, analyzes its future development trends, and discusses the main challenges encountered in the implementation process, aiming to provide theoretical support for the construction of smart cities.

Keywords: Internet of Things technology; smart city; smart transportation; HVAC system; intelligent development

物联网技术自提出以来, 已迅速发展成为全球范围内推动城市智能化的重要技术手段。从最初的工业自动化到如今在智能家居、智慧医疗、智能交通等多个领域的应用, 物联网的核心目标始终是通过网络连接各类设备, 实时采集数据并进行处理, 以此提升城市管理的智能化水平。在智慧城市的构建过程中, 物联网的应用涵盖了交通流量监控、能源消耗管理、环境质量检测等多个方面。城市管理者通过物联网实现资源的高效调度与精确管理, 提高了公共服务的响应速度与城市运营的综合效能。与此同时, 许多城市也将物联网技术作为推动绿色低碳发展、实现可持续发展的重要支撑。然而, 物联网在实际应用中仍面临着技术标准不统一、数据安全问题、隐私保护等多个挑战, 制约了其在智慧城市中的广泛推广。如何解决这些问题, 将是物联网技术能否真正改变城市面貌的关键。

1 物联网技术概述

1.1 物联网技术的基本概念与组成

物联网 (IoT, Internet of Things) 通过智能设备、

先进的通信技术及数据处理能力, 实现了现实世界的全面感知与智能化管理。物联网通常由感知层、网络层与应用层构成, 其中感知层负责采集来自物理环境的数据, 常通过传感器、射频识别 (RFID) 等设备实现; 数据传输则由网络层进行, 主要依靠低功耗广域网 (LPWAN)、互联网及移动通信技术来保障信息的快速流转; 最后, 应用层通过云计算、大数据处理以及智能算法对数据进行分析, 生成智能决策, 从而在各类智能应用中发挥重要作用。

1.2 物联网通信协议与关键技术

在物联网应用中, 常用的通信协议包括 MQTT (消息队列遥测传输协议)、CoAP (受限应用协议) 以及 NB-IoT (窄带物联网), 这些协议针对低带宽、高延迟和低功耗的应用场景进行了优化。低功耗广域网 (LPWAN) 技术在此领域中起到了重要作用。尤其是 NB-IoT 与 LoRaWAN, 作为目前物联网通信的主要技术, 凭借其在能效、覆盖范围与成本控制方面的优势, 在全球范围内得到了广泛应用, 特别是在智慧城市、智能农业与工业物联网等领域。在国

内，NB-IoT 技术得到了中国三大运营商——中国移动、中国联通与中国电信的强力支持，迅速推动了基础设施的建设。截至目前，已在全国范围内部署超过百万基站，其应用广泛覆盖了智能水表、远程医疗、共享单车定位等多个领域。与此同时，LoRaWAN 凭借其灵活性与低成本，在一些特定领域如智慧农业与工业监测中展现出了独特优势。根据市场分析，尽管 LoRaWAN 在某些细分领域有优势，但 NB-IoT 的快速发展及其广泛部署，使其在国内的应用前景更加广阔。

1.3 物联网技术在智慧城市中的应用特点

在智慧城市的构建过程中，物联网技术展现出其在数据实时采集、精确分析与高效协作方面的独特优势。广泛部署的传感器设备不断收集来自环境、交通、建筑及公共安全等领域的数据，这些信息经过云平台的智能处理后，被转化为可操作的决策依据。物联网突破了传统单一系统的限制，促进了不同领域之间的高效数据共享与系统协同。在这一技术的支持下，城市的各项管理工作变得更加智能化，资源利用更加高效，公共服务的质量与响应速度也得到了显著提升。物联网技术通过其灵活性与适应性，推动了智慧城市的全面发展，使其在提高城市运行效率的同时，更好地服务于市民的生活需求。

2 智慧城市中的物联网技术应用现状

2.1 智慧交通系统中的应用

在智慧交通领域，物联网技术的应用可谓至关重要，尤其在智能交通管理与共享出行服务方面发挥着显著作用。通过车联网设备与各种传感器的协作，这些系统能够实时采集交通流量、车辆速度等多项关键数据。基于这些信息，交通信号灯的时序可以根据实时路况进行智能调整，从而实现交通流的优化，避免了交通高峰期间的拥堵问题。与此同时，借助 GPS 技术与数据分析的支持，共享出行服务不断提升其用户体验，不仅有效缓解了城市交通压力，还极大地减少了私家车的使用，从而有助于降低交通拥堵与污染水平。随着技术的不断进步，智能交通系统不仅局限于常规的信号灯控制，已经延伸至智能停车、道路安全等多个领域，形成了多维度的智慧交通管理体系。

2.2 智慧电网与能源管理中的应用

2.2.1 智能供配电系统

在现代供配电领域，先进传感器与监测设备的使用，使系统能够实时采集并分析关键数据，包括负载状态、电力分配以及需求变化等。通过物联网技术的引入，系统运行的精确监控得以实现，动态调整成为可能，从而有效满足民用负荷需求，并提升电能调配的灵活性和效率。这些技术手段不仅显著提升了运行效能，还有效减少了能源浪费^[1]。依托实时数据的深度分析，供配电系统在应对用电高峰期需求变化时展现出极强的适应能力，负载过载与电力闲置等问题被成功避免。智能技术的深度集成，使系统

能够在故障隐患出现前及时预警，并在异常状况下迅速完成修复，从而显著增强运行的稳定性和可靠性。特别是在绿色建筑与民用场景中，智能供配电技术与“双碳”目标的结合已成为实现节能减排及提升能源利用率的重要方式。

2.2.2 智能照明控制

物联网技术在城市照明系统中的应用，使得智能路灯系统成为了提高城市能源利用效率的有效工具。通过内置的光照强度传感器，智慧路灯能够根据环境光照强度自动调整亮度，确保不同的光照条件下提供合适的照明。与此同时，路灯的智能控制系统允许远程操作，使得城市管理人员能够实时监控并调整照明设备的状态，进一步提升了能源利用效率。此外，物联网技术在照明系统中的应用还帮助减少了设备故障率，提升了维护效率。

2.3 智慧建筑与家居中的应用

2.3.1 建筑智能化系统设计

在现代建筑领域，物联网技术已被广泛应用于楼宇自动化系统的设计中。这些智能化系统通过集成安防、照明、暖通空调等多个功能模块，实现了对建筑内部环境的全面管理，极大地提升了建筑物的安全性与舒适性^[2]。利用物联网技术，建筑能够自动调节温湿度、光照强度以及空气质量等参数，以创造一个更适宜的居住或工作环境。此外，这些智能系统还可根据使用情况自动优化能耗，最大限度地减少了能源浪费。随着建筑智能化程度的不断提高，越来越多的建筑开始使用物联网技术进行能效管理与设备维护。这些系统能够实时监控设备的运行状态，确保其在最佳状态下工作，从而延长建筑设备的使用寿命，减少维修频率。

2.3.2 暖通空调系统智能化应用

在暖通空调系统中，通过物联网传感器实时监控温湿度及空气质量，HVAC 系统能够自动调节室内环境，以提供最佳的居住或工作条件。此外，智能控制系统还能根据建筑物的实时需求自动调节设备的工作状态，避免了能源的过度消耗。在设备管理方面，系统能够在出现故障时发出警报，并通过远程监控诊断问题，减少了维护停机时间，提高了设备的运行效率。物联网技术的应用使得暖通空调系统能够精确控制能耗，同时保持舒适的环境，显著提高了建筑物的能源使用效率。

2.4 智慧医疗与健康健康管理中的应用

在智慧医疗领域，物联网技术通过可穿戴设备、智能健康监测平台等实现了对患者健康数据的实时采集与管理。通过这些设备，医疗机构能够及时获得患者的健康数据，如心率、血压等指标，从而提供个性化的健康管理方案。物联网技术的应用还推动了远程医疗的发展，患者可通过智能设备与医疗专家进行实时沟通，避免了就医的时空限制，改善了医疗服务的可达性。借助物联网技术，医

生可以对患者进行实时监控,及时发现潜在的健康问题并进行干预,提高了诊断的准确性与治疗的及时性。随着技术的进步,远程医疗服务的普及不仅提升了医疗资源的使用效率,还增强了偏远地区患者获得优质医疗服务的机会。此外,物联网技术还推动了健康管理的智能化,医疗机构能够更加精准地管理患者的健康状况。

2.5 智慧环境与城市管理中的应用

物联网技术通过部署各种智能传感器,物联网能够实时监测空气质量、水质、噪声等环境参数,为政府部门提供了精准的决策支持,有助于在污染严重时及时采取有效措施,改善空气质量与水资源管理^[3]。此外,物联网技术还广泛应用于垃圾管理、公共安全等领域。通过实时数据分析,城市管理能够更准确地掌握城市的运行状况,进而采取更加精确的管理措施。

3 暖通空调系统中的物联网技术应用

3.1 暖通空调系统的运行特性与优化需求

暖通空调系统在建筑中占据了重要的能耗比重,其独特的运行特性体现在高能耗和复杂的动态控制需求上。由于建筑对舒适环境的要求,暖通空调的能效管理始终是提升建筑整体节能性能的关键。传统的管理方式往往无法满足当今节能减排的要求,能耗监控和调节也多依赖于人工干预。随着物联网技术的发展,实时监测与自动化调节变得可行。通过在系统中部署传感器,环境数据得以精确采集,而智能控制系统则依据这些数据自动优化运行策略,不仅增强了能源的使用效率,还能够实现更高效的建筑环境调节,进而减少不必要的能源浪费,推动建筑节能目标的实现。

3.2 物联网技术在暖通空调能耗管理中的应用

物联网技术在暖通空调能耗管理中的作用愈加突出。借助其高效的数据采集与实时分析能力,系统能够精准掌握各个设备的运行状态与环境变化。通过传感器监测温度、湿度等数据,并对外部天气因素进行预判,暖通空调系统能智能调节设备运行,以避免过度能源消耗。例如,结合气象数据对温度变化的预测,系统能够提前对室内温控设备进行调节,从而有效防止能耗的无效增加,能够根据实时数据的变化动态优化运行模式,从而减少能源浪费,提高系统整体能效。

3.3 基于物联网的暖通设备监测与故障诊断

在关键设备上安装传感器,能够实现设备运行状态的全程监测。监测数据会被传送到集中平台进行实时分析,系统通过对设备的状态进行动态评估,能够在设备出现异常时迅速发出警报。更为重要的是,借助数据分析与故障预测模型,系统能够提前识别潜在故障,防止问题的扩展,避免设备停机或损坏。与传统的定期维护方式不同,物联网技术使得设备管理更加智能化、精细化,最大限度地减少了因设备故障而导致的运营中断及高昂的维护成本,从

而提高了暖通空调系统的稳定性与持续运行能力。

4 物联网技术与智慧城市发展的挑战

4.1 技术瓶颈与标准化问题

在物联网技术迅速发展的背景下,设备间的兼容性与互操作性不足成为制约其大规模应用的主要障碍。由于物联网设备采用不同的技术架构,导致它们的协作变得复杂,效率也受到影响。与此同时,缺乏统一的技术标准和规范,加剧了系统集成的难度,进而拖慢了智慧城市建设的步伐。

4.2 数据安全与隐私保护问题

随着物联网技术在智慧城市中的深入应用,随之而来的是数据安全和隐私保护的挑战。大量敏感信息的采集、传输与存储,如果没有有效的安全防护措施,将面临被攻击或泄露的风险。这不仅威胁到个人隐私,还可能对社会秩序造成影响。

4.3 跨专业协作的难点

智慧城市的建设涉及多个领域,如交通、能源、建筑等。不同专业间存在着技术语言、需求和解决方案的差异,这使得跨领域合作的效率大打折扣。信息孤岛的存在,增加了各领域间协作的复杂性,也导致资源的浪费与效率低下。

4.4 智能化与实际需求的适配问题

尽管智能化设计在物联网应用中受到重视,但过度依赖智能化技术而忽视实际需求,往往会导致资源浪费及技术滞后。智慧城市中的物联网应用,必须更加注重技术与现实场景之间的适配性。如果技术开发未能紧密结合用户需求,容易出现功能不匹配或过度复杂化的现象。

5 物联网技术在智慧城市中的未来发展趋势

5.1 物联网技术与人工智能的深度融合

未来,物联网与人工智能将实现更加紧密的融合,共同推动城市管理朝着更加智能化的方向发展。通过物联网采集的实时数据,人工智能将能够利用大数据分析与机器学习技术,在各个领域中做出更加精准的决策。在交通管理方面,结合 AI 与物联网的技术,可以实时分析交通流量,预测交通状况,动态调整交通信号灯,从而避免拥堵并提升整体通行效率。

5.2 基于物联网的全生命周期城市管理

物联网技术将深刻改变城市管理的各个阶段,从规划到建设再到运营及维护,整个生命周期都将受益于实时数据的采集与分析。通过物联网技术,可以在城市建设过程中实施精确的数据监控,确保资源的合理使用,减少浪费。在运营阶段,城市管理者能够对建筑设施进行持续跟踪,及时发现并处理潜在问题。

5.3 智能化能源管理与绿色城市发展

在未来的智慧城市中,物联网技术将成为实现能源高效利用与绿色发展的核心工具。物联网能够实时监控与分析能源使用情况,优化能源分配,确保每一单位能源都得到高效使用。这一技术的应用将大幅减少能源浪费,并为

智慧城市中绿色建筑与清洁能源的普及提供强有力的支持^[4]。通过物联网的智能化能源管理,未来的城市将能够有效推进碳中和目标的实现,为全球低碳社会的建设提供可行路径。

5.4 暖通空调系统的智慧升级方向

随着物联网设备的部署,系统能够动态调整运行模式,根据环境变化自动优化室内温度、湿度等参数,确保最佳舒适度。同时,基于用户的个性化需求,系统将提供量身定制的服务,避免资源浪费。云平台的远程监控功能将进一步提升设备管理效率,能够及时发现设备故障并进行快速处理。这种智能化的升级不仅有效降低了建筑能耗,还能提高使用者的舒适度,成为推动智慧城市建设的的重要组成部分。

6 结语

物联网技术在智慧城市的发展中无疑发挥着越来越重要的作用,它为城市管理带来了智能化、数字化的变革。通过物联网的广泛应用,城市各领域的管理水平得到显著提升,城市运行效率显著改善。在交通、能源、环境等多个方面,物联网已帮助城市实现了更高效、绿色和可持续发展。然而,尽管物联网在智慧城市的建设中已取得一

定进展,仍面临着技术标准、数据隐私、跨领域协作等多重挑战。随着人工智能、大数据等先进技术的融合发展,物联网将在智慧城市的建设中发挥更加重要的作用。

[参考文献]

- [1]王伊瑾,李亚南,尹辉娟,等.“智慧城市”虚拟仿真实验平台设计与实现[J].电气电子教学学报,2024,46(4):233-235.
 - [2]刘洋.基于5G的物联网技术在智慧城市建设中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024,11(10):47-49.
 - [3]韩玮.信息技术在城乡规划与智慧城市建设中的应用[J].数字通信世界,2024,12(10):181-183.
 - [4]孙垂莲,何辰,郭磊.基于“数字孪生”的智慧城市建设路径研究[J].潍坊学院学报,2024,24(5):97-103.
- 作者简介:刘扬(1981.6—),毕业院校:青岛理工大学,所学专业:自动化,当前就职单位:青岛万科房地产有限公司,职务:工程师,职称级别:中级;刘唯广(1981.7—),毕业院校:天津大学,所学专业:建筑环境与设备工程,当前就职单位:青岛华堂建筑设计有限公司,职务:工程师,职称级别:中级。

基于人工智能的漏电流计量技术发展与应用前景分析

杨小霞

西南计算机有限责任公司, 重庆 400060

[摘要]漏电流计量技术在控制和保护电力设备中占据重要地位,但传统的漏电流检测技术面临诸多挑战,如误报率高,检测速度慢等问题。近年来,人工智能方法的引入给漏电流计量技术带来新的可能。本研究从人工智能的角度,深入分析了人工智能在漏电流计量技术中的应用现状和发展趋势。研究表明,机器学习和深度学习等人工智能技术在检测精度、故障识别、漏电流预测等方面,都表现出了较强的优势。基于人工智能的漏电流计量技术能提高漏电流的检测精度,减少误报率,提高检测速度,提升经济效益。但同时,该技术的应用也面临着训练数据少,训练时间长等挑战,需要继续进行深入研究。本研究针对这些问题,提出了一些切实可行的解决方案。据此,认为基于人工智能的漏电流计量技术有着广阔的应用前景。本研究结果为科研人员了解漏电流计量技术的新动向,指导实际应用,以及未来研究提供了一定参考。

[关键词]人工智能;漏电流计量;机器学习;深度学习;故障识别

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15066

中图分类号: TP181

文献标识码: A

Development and Application Prospect Analysis of Leakage Current Measurement Technology Based on Artificial Intelligence

YANG Xiaoxia

Southwest Computer Co., Ltd., Chongqing, 400060, China

Abstract: Leakage current measurement technology plays an important role in controlling and protecting power equipment, but traditional leakage current detection technology faces many challenges, such as high false alarm rate and slow detection speed. In recent years, the introduction of artificial intelligence methods has brought new possibilities to leakage current measurement technology. This study deeply analyzes the current application status and development trends of artificial intelligence in leakage current measurement technology from the perspective of artificial intelligence. Research has shown that artificial intelligence technologies such as machine learning and deep learning have demonstrated strong advantages in detection accuracy, fault recognition, and leakage current prediction. The leakage current measurement technology based on artificial intelligence can improve the detection accuracy of leakage current, reduce false alarm rate, improve detection speed, and enhance economic benefits. However, at the same time, the application of this technology also faces challenges such as limited training data and long training time, which require further in-depth research. This study proposes some practical and feasible solutions to address these issues. Based on this, it is believed that leakage current measurement technology based on artificial intelligence has broad application prospects. The results of this study provide researchers with new trends in leakage current measurement technology, guide practical applications, and provide certain references for future research.

Keywords: artificial intelligence; leakage current measurement; machine learning; deep learning; fault identification

引言

电力设备的安全使用是我们的生活和生产活动必须重视的问题,其中,漏电流计量技术对于识别和防止设备故障、确保设备安全运行发挥了举足轻重的作用。然而,传统的漏电流计量技术在检测过程中误报率较高,检测速度较慢,无法高效、准确地确保电力设备的安全运行。近年来,随着人工智能技术的大力发展及其在诸多领域的成功应用,人们充满期望的将其视角引向了漏电流计量技术的领域,以期借助人工智能技术的力量,提升漏电流检测的精度和速度,降低误报率,进一步保障电力设备的安全稳定运行。尤其是,人工智能技术中的机器学习和深度学习方法,以其出色的数据处理和学习能力,在预测及识别漏电流方面展现出了显著的优势和广阔的发展前景。然而,虽然前景无限,但基于人工智能的漏电流计量技术实践过

程中也暴露出了一些问题,如训练数据量的不足、训练时间较长等,需要我们进一步研究和突破。本研究将围绕这些问题,探求有效的解决策略,提升基于人工智能的漏电流计量技术的实际应用效果。

1 漏电流计量技术的重要性

1.1 漏电流计量技术的基本概念与应用

漏电流计量技术是确保电力系统安全稳定运行的重要环节,其基本概念可归纳为对电力设备或线路中不正常电流泄露或泄漏现象的检测与量化^[1]。漏电流的存在可能导致设备性能下降、能量损耗增加,甚至引发电气火灾或触电事故,从而对电力系统的安全性和可靠性构成威胁。精准、高效地计量漏电流成为电力设备控制和保护的关键需求。

在实际应用中,漏电流计量技术主要用于监测电气设备的绝缘状态及线路状况^[2]。通过及时发现并定位漏电故障,

相关技术可辅助电网运行人员采取有效措施,预防事故发生。该技术在智能电网、工业控制系统和家庭用电安全中也发挥着重要作用。随着电力电子技术和能源系统复杂性的提高,漏电流计量技术的应用范围持续扩展,其重要性愈发凸显。

1.2 传统漏电流计量技术的挑战

传统漏电流计量技术在实际应用中面临诸多挑战,这直接影响了其在电力系统中的广泛推广与应用。其一,检测精度不足是主要问题之一。传统技术依赖于固定阈值或简单算法,难以处理复杂工况下的非线性漏电流现象,易导致检测结果偏差。其二,误报率较高,对正常设备状态产生误判,致使相关保护装置频繁动作,影响电力系统的稳定运行。其三,检测响应速度较慢,难以在瞬态故障发生时给出迅速而准确的反应,增加了用电设备和人员的安全风险。传统技术在应对大规模数据和实时处理方面的效率较低,不适应现代智能化电力系统的需求。亟需改进与创新以解决现有技术短板。

1.3 漏电流计量技术的发展需求

漏电流计量技术的发展需求主要源于电力系统安全性和效率的提高。随着现代电力设备和系统的复杂性不断增加,对漏电流的精准监测和快速响应成为必要。传统技术常因误报率高与检测速度慢,无法满足现代工业和家庭用电安全的要求。在此背景下,发展漏电流计量技术成为关键。这不仅涉及到提高检测精度,降低误报率,还需要优化检测速度,提高系统的经济效益,以便在更广泛的应用领域中实现有效的电力设备保护和控制。

2 人工智能与漏电流计量技术的结合

2.1 人工智能的基本原理

人工智能是计算机科学的一个分支,旨在模拟人类智能行为,使机器具备感知、学习、推理和决策的能力。其核心包括机器学习和深度学习。机器学习通过算法从数据中提取模式和规律,实现自适应的模型构建和预测能力。这种方法依赖于数据驱动,通过历史数据训练模型以进行未来的数据分析和判断。深度学习是机器学习的一个子领域,利用多层神经网络结构处理复杂的输入数据,擅长图像、语音等非结构化数据的识别与分类。此技术受生物神经网络启发,以层层提取特征的方式实现高层次的数据抽象。人工智能的这些特性在不同领域展现出了强大的应用潜力,特别是在需要高精度和鲁棒性的漏电流计量技术中,能够有效地进行数据处理与异常检测,使其与传统方法相比,更具效率和准确性。通过人工智能技术的引入,漏电流计量可望进一步实现智能化和自动化,使电力系统的安全性和稳定性得到显著提升。

2.2 人工智能在漏电流计量技术中的应用

人工智能技术在漏电流计量技术中的应用已经显现出显著成效。基于机器学习的方法能够通过分析历史数据,从中提取漏电流模式,在复杂电网环境中实现准确的故障识别与分类。深度学习技术通过多层神经网络的高效建模能力,可对大规模非线性漏电流信号进行特征提取,提高检测灵敏度与准确性。结合智能算法的实时信号处理系统,能够快速

响应漏电情况,显著缩短故障检测时间^[3]。自适应学习技术使得漏电流计量系统可以在不同运行条件下调整参数,增强鲁棒性。这些人工智能方法的应用有效弥补了传统漏电流检测技术的不足,为电力设备的安全运行提供了技术支撑。

2.3 人工智能改变漏电流计量技术的方式

人工智能通过引入机器学习和深度学习算法,增强了漏电流计量技术的精准度与响应速度^[4]。尤其是在实时数据处理与异常模式识别方面,人工智能技术能够快速解析复杂数据,从而有效减少误报率,提升系统的整体可靠性与安全性。

3 AI在漏电流计量技术中的优势

3.1 提高漏电流的检测精度

人工智能技术在漏电流计量中的应用能够显著提高检测精度,这主要得益于其在数据处理和模式识别方面的卓越能力。机器学习算法可以通过对大量历史数据的训练,提取和识别出复杂电流信号中的细微变化,从而准确识别漏电流信号。这种算法能够自动适应数据中的非线性和噪声影响,比传统统计方法更具鲁棒性。深度学习技术通过构建多层神经网络,可以处理更大规模的数据,并从中提取深层次特征,提高了漏电流检测的准确性。通过采用先进的人工智能模型,漏电流计量技术可以有效降低漏电流检测中的误差,提高设备的运行可靠性。这不仅提升了电力系统的安全性,也为电力设备的维护与管理提供了更精确的技术支持。这一技术优势为电力行业实现智能化监管和控制奠定了坚实的基础。

3.2 减少误报率和提高检测速度

人工智能技术在漏电流计量中,通过先进算法的应用,有效减少了误报率并显著提升了检测速度。传统漏电流检测方法容易受到设备噪声、环境干扰等因素的影响,导致误报频发。人工智能通过引入深度学习和模式识别技术,能够自主学习正常运行状态与异常状态的特征模式,从而在复杂场景中实现精准分类,减少了误报的可能性。在提高检测速度方面,人工智能模型可以实时处理大量数据,显著缩短异常信号的识别时间。特别是在涉及海量电力设备监控时,AI技术能够处理多路信号输入,快速定位问题点。通过智能优化和自适应调整,人工智能提升了漏电流计量系统在实际应用中的效率,为提高供电系统的安全性和可靠性提供了重要支持。

3.3 提升经济效益

基于人工智能的漏电流计量技术在经济效益方面展现出显著优势。通过提高检测精度和速度,能够有效降低维护和运行成本。减少误报率直接减少了设备停机时间和检修工时,提高了设备的利用率。精准的故障识别和预测能力降低了因漏电导致的事故损失。整体而言,该技术提高了电力系统的运营效率,带来了显著的经济收益。

4 人工智能在漏电流计量技术中的挑战与解决方案

4.1 面临的挑战

在探讨人工智能在漏电流计量技术中的应用时,需要面对若干挑战。训练数据的匮乏是一个突出问题。在现有的电力系统中,漏电流事件相对少见,导致缺乏足够的高

质量数据用于训练人工智能模型,使得模型的泛化能力受到限制。训练人工智能模型通常需要大量的计算资源和时间,而这对于许多企业和实验室来说可能难以负担,尤其是在对实时性要求较高的应用场景中。不同环境下的噪声及外部干扰可能影响模型的准确性和可靠性。这些挑战需要在模型开发和应用过程中得到充分考虑,以便充分发挥人工智能在漏电流计量中的潜力。有效解决这些问题将有助于推进该技术的应用,提升电力系统的安全性和效率。

4.2 提出的解决方案

在面对人工智能应用于漏电流计量技术中存在的挑战时,可采取若干有效的解决方案。针对训练数据不足的问题,可通过数据增强技术对现有数据集进行扩展,或采用迁移学习方法,从相关领域模型中获取有用知识,以补充数据匮乏的现状。为缩短模型训练时间,通过模型优化和简化,可减少计算复杂度,并利用先进的硬件设施如GPU和TPU加速训练过程。对于算法的鲁棒性与安全性,可引入集成学习和对抗训练等技术,提升模型对噪声与异常情况的抵御能力。选择性地采用联邦学习等分布式学习策略,有助于在保护数据隐私的同时提高模型的泛化能力。这些解决方案为推动人工智能在漏电流计量技术中的广泛应用提供了重要支持。

4.3 未来的研究方向

未来的研究方向应关注以下几个方面:需开发更高效的算法,以缩短人工智能模型的训练时间,提高实时性。扩大和优化训练数据集以克服数据稀缺的问题,通过多源数据融合提升模型的泛化能力。在提升技术的可解释性上,应进行深入探讨,以增加其在工业界的接受度^[5]。进一步研究如何有效集成新型传感器技术与人工智能模型,以提高漏电流计量系统的综合性能。注重构建标准化的测试和评估体系,以规范技术应用,推动其广泛应用。

5 基于人工智能的漏电流计量技术的应用前景

5.1 未来的应用领域

基于人工智能的漏电流计量技术具有广阔的应用前景,在多个领域展现出巨大的潜力。智能电网是该技术的核心应用领域,借助人工智能,可以实现对漏电流的精准监测和快速响应,从而提升电网的运行效率和安全性。在工业控制领域,其优势体现在复杂环境下对设备状态的实时检测和故障诊断,有助于提高生产过程的自动化水平和设备的可靠性。在新能源领域,人工智能技术可用于光伏发电、风力发电等系统中的漏电流监测,保障新能源设备的稳定运行。在公共基础设施中,该技术可用于轨道交通、数据中心等对漏电监测需求较高的场景,为电力系统的安全运行提供保障。在家庭用电安全领域,基于人工智能的漏电监测技术能够为家用电器提供更高效的保护,降低电气火灾等事故风险。随着相关技术的不断发展,其应用领域将进一步拓展,形成更加智能化的电力管理体系。

5.2 应用的潜力与可能性

基于人工智能的漏电流计量技术具有广阔的应用潜力,可显著推动电力系统与设备监控的智能化升级。人工

智能技术能够以更高的效率和精度分析电网中复杂的漏电流数据,为实时监控和故障诊断提供可靠支持。在智能电网中,此技术适用于动态负载环境,能够识别潜在安全隐患并自动报警。人工智能算法的预测能力为配电系统的优化和维护提供了科学依据,有助于减少因漏电引发事故损失。该技术还可在新能源领域发挥作用,如风能、太阳能设备的故障检测,提升其运行可靠性。随着人工智能与电力工业的进一步融合,这一技术将在智能家居、电动汽车充电桩、高风险工业场景等多个领域展现应用前景。

5.3 对后续研究的影响

基于人工智能的漏电流计量技术将指导后续研究方向,其在数据优化和算法改进方面的重要性不容忽视。研究需注重完善机器学习模型的适应性以及提高大数据处理能力,以解决当前面临的技术瓶颈,加速技术在实际应用中的推广与发展。

6 结束语

本研究总结和评价了人工智能在漏电流计量技术中的应用现状和发展趋势,并提出了基于人工智能的漏电流计量技术明显改善了检测精度、误报率和检测速度,具有较好的经济效益。然而,本项技术在实际应用中依然面临着训练数据稀缺、训练时间长等挑战,尚需进一步优化和提升。对于这些挑战和问题本研究也给出了切实可行的解决方案,希望未来能有更多科研人员基于这些解决方案进行改良和优化,以推动人工智能在漏电流计量技术中的应用进一步发展。同时,基于人工智能的漏电流计量技术在未来应用中,需要兼顾技术发展和经济效益,做到稳妥布局,量力而行。此外,由本研究的结果,可以得出基于人工智能的漏电流计量技术在未来有着十分广阔的应用前景,对科研人员在理论研究和实际应用中都有着很大的指导意义和参考价值。希望靠着本研究的结果,能推动更多科研人员从实际出发,关注和参与到这个研究领域中,从而推动该领域的研究进一步深化和发展。

[参考文献]

- [1]徐跃勇.人工智能与机器学习[J].成功密码:综合版,2021(6):11-12.
- [2]贾雪芳李润玮.深度学习与人工智能[J].内江科技,2020(6):78-78.
- [3]王廉.基于深度学习的人工智能发展与应用[J].无线互联科技,2022,19(6):114-115.
- [4]胡津玮.基于机器学习算法的人工智能技术发展与应用[J].工程技术,2022(8):11-12.
- [5]陈堪宜.浅谈人工智能识别技术发展及其应用[J].大众商务,2020(7):155.

作者简介:杨小霞(1981—),女,汉,重庆人,高级工程师,硕士,西南计算机有限责任公司,2006年参加工作,2006—2015年从事电磁兼容和环境可靠性测试,2016年至今,主要从事无线电,电学,电工电子产品专用仪器计量。

物联网技术在高速公路机电智能化中的应用与探索

李桂荣

广西交通投资集团梧州高速公路运营有限公司, 广西 梧州 543000

[摘要] 物联网技术通过将传感器、网络 and 数据处理平台连接, 实现设备的智能感知与远程控制, 广泛应用于交通、医疗、制造等领域。在高速公路机电智能化中, 物联网显著提升了系统的自动化和信息化水平, 克服了传统系统的局限性和效率问题。通过物联网技术, 智能化收费、监控和交通流量管理等领域得以优化, 提升了道路运行效率和安全性。文章研究了物联网在高速公路机电智能化中的应用, 探讨其技术架构及实际效果, 旨在为高速公路智能化的进一步发展提供理论依据与实践经验。

[关键词] 物联网; 智能化; 高速公路; 交通管理; 系统优化

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15073

中图分类号: TP3

文献标识码: A

Application and Exploration on Internet of Things Technology in the Mechatronics Intelligence of Highways

LI Guirong

Guangxi Communications Investment Group Wuzhou Expressway Operation Co., Ltd., Wuzhou, Guangxi, 543000, China

Abstract: Internet of Things technology connects sensors, networks, and data processing platforms to achieve intelligent perception and remote control of devices, and is widely used in fields such as transportation, healthcare, and manufacturing. In the intelligentization of highway electromechanical systems, the Internet of Things has significantly improved the automation and informatization level of the system, overcoming the limitations and efficiency issues of traditional systems. Through Internet of Things technology, intelligent toll collection, monitoring, and traffic flow management have been optimized, improving road operation efficiency and safety. The article studies the application of the Internet of Things in the electromechanical intelligence of highways, explores its technical architecture and practical effects, aiming to provide theoretical basis and practical experience for the further development of highway intelligence.

Keywords: Internet of Things; intelligentization; highway; traffic control; system optimization

引言

物联网技术通过连接传感器、通信网络和数据平台, 实现设备智能感知与远程控制, 广泛应用于交通和智能城市等领域。高速公路机电系统涵盖收费、监控、信号控制等环节, 但仍面临系统集成度低和数据处理效率不足的问题。物联网的引入为智能化管理提供了新解决方案, 提升了系统效率和安全性。文章将探讨物联网在高速公路机电智能化中的应用潜力与技术架构, 分析其实际效果, 并展望未来发展与挑战。

1 物联网技术概述

1.1 物联网的基本构成与工作原理

物联网 (IoT, Internet of Things) 通过传感器和设备利用网络技术实现物理世界与数字世界的连接。其基本构成包括感知层、网络层和应用层。感知层由传感器和采集设备组成, 实时采集环境数据; 网络层通过无线通信技术将数据传输至远程服务器或云平台进行处理; 应用层根据处理结果提供决策支持与反馈信息。物联网的工作原理通过传感器采集数据, 并通过不同的通信技术 (如 LoRa、NB-IoT 等) 传输到网络中, 最后通过数据处理技术进行分析与输出^[1]。

1.2 物联网的核心技术

物联网的核心技术包括感知技术、网络技术和数据处理与云平台。

(1) 感知技术: 感知层依赖传感器 (如温湿度、红外、加速度、摄像头、GPS 等) 采集数据。随着技术进步, 传感器的精度、耐用性和响应速度得到显著提升, 广泛应用于高速公路上的车流量监控和道路状况监测等。

(2) 网络技术: 物联网设备之间的通信依赖于 Wi-Fi、蓝牙、ZigBee、LoRa、NB-IoT 等协议, 这些协议满足不同应用需求的传输速度、距离和功耗特性。NB-IoT 适合大范围低功耗设备连接, LoRa 适合长距离、低带宽场景。

(3) 数据处理与云平台: 物联网设备生成的海量数据需要高效的处理能力, 结合大数据分析和人工智能技术进行处理, 云平台提供强大的数据存储与分析能力, 支持全球范围内的物联网应用。

1.3 物联网技术的关键挑战

(1) 安全性与隐私问题: 物联网设备的广泛应用使数据传输和存储成为隐私泄露和网络攻击的潜在风险。通信加密、数据存储和严格的安全防护措施至关重要。

(2) 网络覆盖和通信稳定性: 物联网设备通常位于

户外或远离基站的环境,如何保证设备在复杂环境下稳定连接,尤其是高速公路等广阔区域,仍是技术瓶颈。

(3) 数据存储和处理能力:随着设备数量和数据量的增加,如何高效存储、处理和分析海量数据,尤其在高密度场景中,成为物联网面临的重大挑战。

物联网技术有巨大的应用潜力,特别是在智能交通和智慧城市等领域,能够推动相关行业朝着更高效、更智能的方向发展。

2 高速公路机电智能化系统概述

2.1 高速公路机电系统的构成

(1) 收费系统:主要包括自动收费与电子收费功能,通过车牌识别、ETC(电子不停车收费)等技术,实时进行收费处理。其核心功能是提高通行效率,减少人工收费的时间浪费,同时也保证了收费的透明性与准确性^[2]。

(2) 监控系统:采用视频监控、交通感知设备等技术,实时监控高速公路的交通流量、车速、车况等信息,及时发现交通事故或异常情况,保障道路安全。

(3) 交通信息发布系统:利用电子显示屏、广播、短信等方式向驾驶员提供实时的交通信息,包括路况、天气、事故、限速等,帮助司机及时调整行驶路线或速度。

(4) 智能交通信号控制系统:通过数据采集与分析,动态调节交通信号灯的控制策略,以优化交通流量,减少交通拥堵。

2.2 现有高速公路机电智能化系统的局限性

当前高速公路机电智能化系统虽然在一定程度上提高了交通管理效率,但仍存在以下局限性:

(1) 传统系统的单一性与自动化水平低:大多数高速公路的机电系统功能较为单一,智能化程度较低。各个子系统之间的协同不够紧密,不能实现全面的动态调度和优化。

(2) 数据采集、传输与处理的效率与准确性问题:传统的交通监控系统和收费系统主要依赖人工或简单的自动化设备,数据采集的实时性和准确性较差。信息传输过程中的延迟与丢包问题,也影响了数据处理和响应效率。

2.3 高速公路机电智能化发展趋势

随着科技的进步和需求的提升,高速公路机电系统正向着智能化与自动化的方向发展:

(1) 智能化与自动化系统的融合:未来的高速公路机电系统将通过集成多种智能技术(如人工智能、物联网、大数据分析等),实现更加自动化和智能化的交通管理。例如,智能化的路况预测、自动化的车流量调节和智能收费等功能将更加普及。

(2) 基于物联网的智能交通管理系统的前景:物联网技术在高速公路上的应用将极大提升系统的智能化水平。传感器、摄像头、智能标志牌等设备将通过物联网网络连接,实现对道路状态、车流信息的实时监测与反馈,并通过数据分析和预测,动态调整交通信号和管理措施,

从而提高道路通行效率和安全性。

通过物联网与其他先进技术的融合,高速公路的机电系统将逐步迈向全面智能化、自动化的时代,提升交通管理的智能化水平,优化资源配置,推动智慧高速公路的发展。

3 物联网技术在高速公路机电智能化中的应用

3.1 智能交通监控系统的物联网应用

物联网技术在智能交通监控系统中的应用主要体现在实时监控与数据采集方面。通过在高速公路沿线布置各种传感器和摄像头,能够实时监控路面情况,收集交通流量、车速、道路状态等数据。这些数据通过无线通信网络传输至云平台进行处理和存储,为交通管理部门提供实时的交通状况信息。

物联网还可以实现智能化的交通流量监控与预测。利用大数据分析和人工智能技术,物联网可以对交通流量进行实时分析,并根据历史数据与实时信息预测未来的交通状况。这使得管理部门能够提前做出响应,避免交通堵塞或事故发生,提升道路运行效率^[3]。

3.2 智能收费系统的物联网应用

基于物联网技术的智能收费系统在提升电子收费管理和调度效率方面发挥了重要作用。该系统通过实时监控各个收费站的运行状态,能够动态调整收费通道的开放数量与分配,以适应不同流量需求。尤其在交通高峰时段,系统可以自动识别交通状况,优化通道配置,确保车流畅通无阻,避免因收费站通道不足而导致的车辆排队和拥堵问题。此外,物联网技术的应用还使得系统能够通过远程控制 and 自动化管理,减少人工干预,提高收费效率与准确性。这种智能化的管理方式不仅提升了交通流畅性,也有效提高了收费站的运营效率和服务质量。

3.3 智能交通信号控制与交通流量优化

物联网技术还广泛应用于智能交通信号控制与交通流量优化。通过传感器和摄像头,物联网能够实时收集道路交通流量、车速等信息,并将这些数据传输至交通管理平台。通过大数据分析,系统能够对交通流量进行准确评估,预测交通需求,并根据道路使用情况动态调整信号灯周期,实现更高效的交通流量管理。

基于物联网的动态交通信号控制与智能调度可以显著提高交通系统的响应速度。系统可以根据实时路况自动调整交通信号的时间,减少交通拥堵并提高道路通行效率。此外,通过物联网设备的实时监控,交通管理中心可以对交通事件进行及时响应,采取相应措施来疏导交通,保障行车安全。

4 物联网技术在高速公路机电智能化中的实际案例

案例一:某地区智能化高速公路收费系统

某地区智能化高速公路收费系统采用了物联网技术,通过部署智能感应设备、实时监控系统和自动化调度平台,实现了高速公路收费管理的智能化升级。该系统通过传感器和摄像头实时采集路面交通数据,并将这些数据上传至中央

处理系统。系统能够根据实时流量数据，动态调整收费通道的开放数量，优化车道分配，确保高峰时段的通行效率。

同时，物联网技术还帮助实现了无人工干预的自动收费，车辆经过收费站时，系统通过车载设备与收费站间的无线通信自动完成费用结算，减少了人工操作的误差和时间消耗。该系统还具备异常状况自动报警功能，当出现故障或交通异常时，系统会及时通知相关人员进行处理，确保了收费站的平稳运行。通过这一智能化系统，某地区的高速公路在提高通行效率的同时，也大幅度降低了人工成本和运营风险^[4]。

案例二：智能交通监控系统的应用

系统架构与数据采集方式：某高速公路的智能交通监控系统通过布置道路传感器、摄像头以及无人机等设备，实时监测高速公路上的车速、车流量、路况信息。所有设备通过无线网络将采集到的数据传输到中央监控平台。

物联网带来的监控效率提升与交通安全保障：该系统能够实时收集高速公路上每个车道的流量和速度数据，并通过大数据分析，发现潜在的交通事故隐患或路况变化。物联网技术使得监控数据采集更加精准，实时反映道路情况，有效提高了对交通事故、紧急情况响应速度，显著提升了交通安全性。

案例三：交通流量优化与信号控制系统的物联网应用

基于物联网的实时流量监测与优化控制：在某繁忙高速公路段，部署了基于物联网的交通流量监测与信号控制系统。通过布置车辆检测器、摄像头和传感器，实时监测道路上车辆的流动情况。数据被传输到交通管理平台进行处理后，平台依据实时数据，对交通流量进行预测，并调整高速公路的通行策略。

案例中的成果与经验总结：该系统有效减少了高峰时段的交通拥堵，避免了交通堵塞的发生。通过数据分析，物联网技术的应用让交通管理更加智能化和精确化，为提升高速公路的整体运行效率和安全性提供了坚实的技术支持。经验表明，物联网技术的应用使交通流量管理更加智能化，减少了交通瓶颈，提高了整个系统的效率和安全性。

这些案例展示了物联网技术在高速公路机电智能化中的成功应用，证明了物联网可以在提高交通效率、保障安全、优化资源配置等方面发挥重要作用，为未来更多高速公路智能化项目提供了宝贵的经验。

5 物联网技术在高速公路机电智能化中面临的挑战与发展前景

5.1 技术挑战

在高速公路机电智能化系统中，物联网技术的应用面临着多个技术挑战。首先是高速公路网络环境下的通信稳定性与覆盖问题。由于高速公路通常跨越广阔的区域，传统的通信网络可能无法满足高速移动中的设备连接需求。因此，如何确保物联网设备在复杂的网络环境中保持稳定

的连接与数据传输，是一大挑战。

其次，数据处理与存储的挑战也不容忽视。高速公路上的传感器、监控设备会产生海量的实时数据，尤其在大规模数据分析应用中，如何高效地存储、处理与分析这些数据，避免系统延迟或崩溃，是目前技术发展的瓶颈之一^[6]。

5.2 安全性与隐私问题

物联网在高速公路中的应用也带来了安全性与隐私问题。大量的实时数据传输和设备互联增加了网络攻击的风险。黑客可能通过攻击交通监控系统或收费系统篡改数据或造成系统瘫痪。因此，确保数据的安全性与隐私保护成为一个关键问题。加密通信、身份验证、访问控制等技术需要得到进一步加强，以防止敏感信息泄露和恶意攻击。

5.3 未来发展趋势与展望

未来，高速公路机电系统将向全面智能化发展，集成更多智能化功能，如自动驾驶车辆的接入、智能路况预测与动态调整等。物联网与5G的结合将进一步提升数据传输速度与网络容量，为高速公路智能化提供更强大的支持。与此同时，人工智能将在交通流量预测、事故检测等方面发挥重要作用，实现更加精准和高效的管理。

政策支持与市场需求也将推动技术创新。随着政府对智能交通和智慧城市的的支持不断加强，物联网技术将在高速公路机电系统中得到更加广泛的应用，助力交通管理的现代化与智能化。

6 结语

物联网技术在高速公路机电智能化中的应用取得了显著成效，提升了系统的自动化、智能化和效率。通过实时监控、智能收费和交通流量优化，物联网有效地提高了高速公路的运行效率，降低了管理成本，并增强了交通安全性。未来，随着5G、人工智能等技术的深度融合，物联网将在高速公路机电智能化中迎来更广泛的创新性发展，推动高速公路向全面智能化、自动化迈进，进一步提升交通管理的智能化水平和道路使用安全性。

[参考文献]

- [1] 宋洪. 试分析物联网技术在高速公路隧道机电设备维护管理中的应用[J]. 居舍, 2020(28): 65-66.
 - [2] 张璇. 高速公路机电管理系统中物联网技术的应用研究[J]. 交通世界, 2022(7): 125-126.
 - [3] 杨玉涛. 基于物联网技术的高速公路机电智能化管控系统研究[J]. 湖南邮电职业技术学院学报, 2022, 21(2): 19-22.
 - [4] 柯永雄. 物联网支持下的高速公路机电智能化管控系统应用[J]. 设备管理与维修, 2023(20): 135-136.
 - [5] 洪春媛. 物联网技术在高速公路机电系统建设中的应用[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(3): 192-194.
- 作者简介：李桂荣（1993.8—），男，广西交通投资集团梧州高速公路运营有限公司，广西苍梧县。

基于 STM32 的智能消毒门垫设计

任金成¹ 尹江平²

1. 四川工业科技学院 电子信息与计算机工程学院, 四川 德阳 618500

2. 电子科技大学成都学院 智能制造工程系, 四川 成都 611731

[摘要] 随着新冠疫情的全球爆发, 后疫情时代预防病毒传播的需求越来越迫切。本论文设计并实现了一种基于 STM32 的智能消毒门垫, 旨在提供更有效、更方便的消毒措施以保障公共场所的卫生安全。通过整合传感器和控制系统, 该门垫可以自动检测人员到来并释放适量消毒液, 实现对底部鞋底的消毒。实验结果表明, 该智能消毒门垫具有高效、快速的消毒效果, 并为公共场所的疫情防控工作提供了可靠的解决方案。

[关键词] 智能消毒门垫; STM32; 消毒模块; 重力传感器

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15062

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Design of Intelligent Disinfection Door Mat Based on STM32

REN Jincheng¹, YIN Jiangping²

1. School of Electronic Information and Computer Engineering, Sichuan Institute of Industrial Technology, Deyang, Sichuan, 618500, China

2. Department of Intelligent Manufacturing Engineering, Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, Sichuan, 611731, China

Abstract: With the global outbreak of the COVID-19 epidemic, the need to prevent virus transmission in the post epidemic era is increasingly urgent. This paper designs and implements an intelligent disinfection door mat based on STM32, aiming to provide more effective and convenient disinfection measures to ensure the hygiene and safety of public places. By integrating sensors and control systems, the door mat can automatically detect the arrival of personnel and release an appropriate amount of disinfectant, achieving disinfection of the bottom sole of the shoe. The experimental results show that the intelligent disinfection door mat has efficient and fast disinfection effect, and provides a reliable solution for epidemic prevention and control in public places.

Keywords: intelligent disinfection door mat; STM32; disinfection module; gravity sensor

引言

在后疫情时代, 公共场所的消毒工作显得尤为重要。然而, 传统的手动消毒方法存在效率低下、易被忽略的问题。因此, 本研究提出了一种基于 STM32 的智能消毒门垫, 旨在通过自动化、智能化的方式, 为公共场所提供更高效、便捷的消毒方式。就目前主要的消毒方式来看, 还是以喷洒消毒液为主, 除了会造成消毒液残留等环境污染问题外, 对周围环境大范围的消毒, 也会导致成本过高。研究表明, 绝大部分室内的细菌和病毒主要是通过人从外面进入室内而带入^[1-2]。因此, 只要在人进入室内之前完成消杀动作, 则能够较大幅度地减轻室内的病毒量。因此, 对智能消毒门垫进行研究, 能够有效地将病毒隔绝在室外, 且采用喷洒酒精消毒技术, 能够彻底解决消毒液消耗过大和残留的问题, 即节约成本的同时, 缓解了环境污染的问题。

1 系统的基本布局

根据文献^[1]的研究结论, STM32 的特点比较与智能消毒门垫的基本功能适配。因此, 本文选择 STM32 为主控芯片。本系统由 STM32 主控芯片、传感器模块、消毒液喷洒释放装置等组成。STM32 主控芯片用于实现数据采集、处理和 控制功能, 传感器模块用于检测人员到来, 酒精消毒

液喷洒释放装置用于控制酒精消毒液的喷洒, 通过主控程序的控制来实现各模块的正常运行。

在系统的基本布局中, 根据门垫的运行原理, 即当人的脚踩到门垫上时, 压力传感器感应到下压力, 主控模块立即指示消毒模块进行工作。同时, 系统还需要实时显示消杀等情况, 实现人机交互。因此, 由上述工作原理可以将系统确定为 4 个子模块, 分别为: 酒精消毒模块、重力感应模块、定时模块以及显示模块, 这些模块与 Stm32 单片机共同构成整体的系统框架, 具体如图 1 所示。

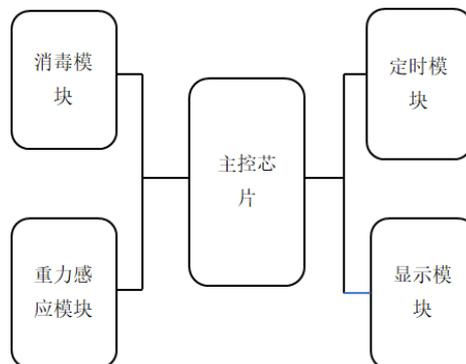


图 1 系统框架

2 系统的硬件设计

智能消毒门垫的基本工作流程为：(1) 应力感应。当没有人的脚作用在门垫上时，即门垫未感应到力的作用时，系统处于待机状态。而当人的脚作用在门垫上时，门垫内的重力传感器感应到力的形变，将其转换为电信号，并传递给主控模块；(2) 酒精消毒模块工作。当 Stm32 主控芯片接收到信号后，系统通过信号分析，将信号传送到驱动装置，指示酒精喷洒泵按照程序设定的时间开始动作；(3) 显示模块实时更新工作情况。显示器接收控制芯片的数据，显示工作开始、等待工作完成、工作结束。同时，显示模块还能够显示消毒时间、蓄电池剩余电量等。

2.1 消毒门垫三维模型的建立

根据系统的基本布局情况，可以确定消毒门垫的基本结构，主要包括：酒精消毒装置、门垫本体、重力感应模块、人机交互模块等。在基本结构确定后，首先需要完成智能消毒门垫的设计和三维模型的建立，其具体的操作流程为：(1) 根据确定的主要模块，初步选定模型的基本参数，包括形状、尺寸等；(2) 按照门垫的基本尺寸标准，确定其具体尺寸和基本形状；(3) 在门垫的基本形状基础上，考虑到自动控制元器件的布置，故将门垫划分为上盖板和下盖板两个部分，同时在下盖板根据各主要零部件的形状和尺寸，预留安装孔；(4) 分别建立消毒门垫各主要模块的三维模型；(5) 将构建的消毒门垫三维模型通过装配操作，使其组装为一个整体。构建的智能消毒门垫三维模型，如图 2 所示。

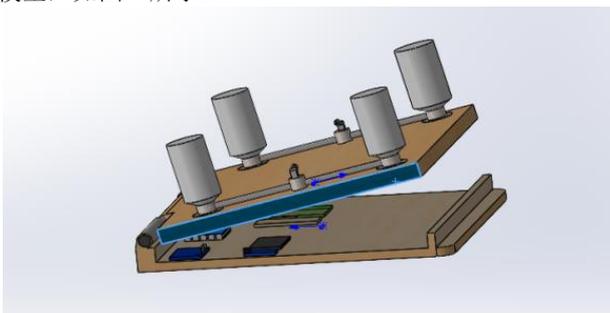


图 2 消毒门垫三维模型

2.2 重力传感器模块的设计

在智能消毒门垫的重力传感器模块设计中，首先需要确定传感器的类型^[2]，具体参数如表 1。主要考虑的因素包括：(1) 能够感应的应力范围。根据正常人的平均体重数据，传感器的量程区间可以确定在 [20kg, 90kg] 的区间^[3]；(2) 传感器的精度。若要比较准确地感应门垫上面力的作用，并指示杀毒模块进行动作，选择的传感器需要具备合理的精度，根据文献^[4]的研究结果，保持在 ±0.15% 区间的精度，就能够满足重力传感器的使用需求；(3) 传感器的线性度。线性度是传感器性能指标的一个核心参数，在重力传感器的选择中，线性度也是考虑的主要因素之一。通常情况下，选择几种传感器进行比较，将线性度最佳的传感

器作为选择对象；(4) 传感器的形状和体积。传感器设置在门垫内部时，需要考虑门垫的整体结构、重量以及传感器和门垫之间的配合关系等因素。若传感器体积过大，则会增加门垫的体积和质量，增加经济成本。综合上述因素，本文拟选择薄膜压力传感器作为重力传感器的类型^[5]，该传感器主要采用 PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）制成，适应于多种形状能够较好地与门垫结构配合，且传感器的厚度比较薄，也适应于门垫小厚度的特点。重力传感器模块电路如图 3 所示。

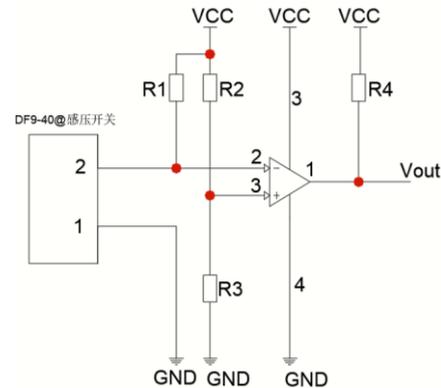


图 3 重力传感器模块

表 1 重力传感器参数表

量程	材料	工作温度范围	温度补偿范围	激励电压
100kg	铝合金	-20~60	-10~40℃	5~15V

2.3 消毒模块的设计

对于消毒模块而言，考虑到减轻消毒液的残留，保护室内环境的因素。本文采取安全无害的酒精消毒杀菌方式。这种类型的消毒方式，在避免污染环境的同时，一定程度上可以进一步减轻门垫的重量。酒精消毒模块的电路如图 4 所示。

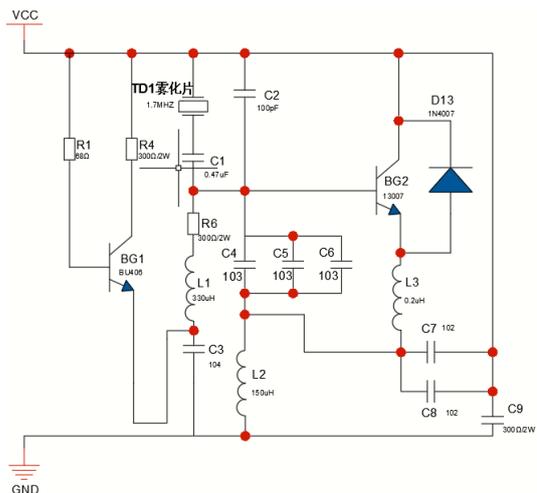


图 4 酒精消毒模块

2.4 单片机类型的选择

对于整个系统而言，由于信号传输仅依靠薄膜压力传

感器来进行。因此,对于单片机的选择主要考虑两点因素:低功耗和长时间待机。通过对比,本文拟选择 STM32F103 单片机作为主控制系统^[6]。该单片机在满足上述需求的基础上,还具有能够高效完成信号分析、输出输入等特点。STM32F103 主要参数如表 2 所示。

表 2 STM32F103 主要参数表

指标	存储器	工作温度	最高频率	内置 Flash	晶振
参数	512KB	-40℃~+85℃	168MHZ	1M	16Hz/32Hz

2.5 液晶显示器设计

为比较便捷地实现人机交互功能,同时也方便用户使用了解门垫的实时工作进程,系统设置了显示模块。根据门垫的主要功能,显示模块主要显示的内容包括:重力传感器是否动作、消毒模块是否工作及进度、门垫的剩余电量以及充电的进度等。在液晶显示器的设计中,本文采用 TFT-LCD 液晶显示器,因为该类型的显示器具有良好的环保特性、宽泛的适用范围、轻薄化的结构以及低功耗等优点^[7]。TFT-LCD 液晶显示器的引脚如图 5 所示。

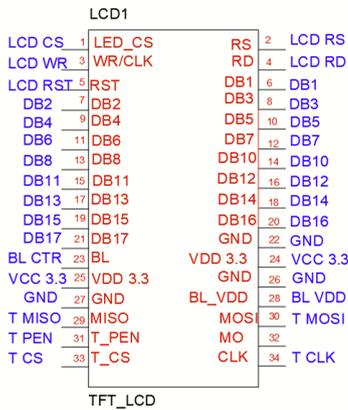


图 5 TFT-LCD 引脚图

3 系统的软件设计

智能消毒门垫的硬件设计完成后,要让系统正常运行,还需要进行系统的软件设计。其具体的操作步骤主要包括:建立自动控制系统运行流程以及编写系统运行代码。

3.1 自动控制系统运行流程

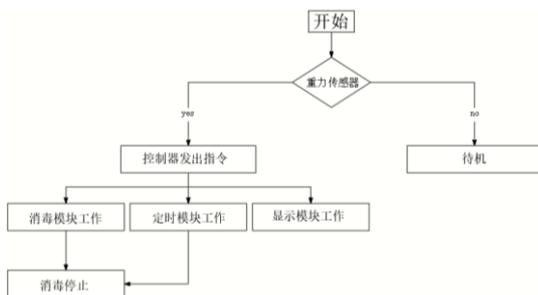


图 6 自动控制系统运行流程

对于智能消毒门垫而言,其基本的消毒流程为:(1)当人站在门垫上时,重力感应装置感受到了力的变化,

便向主控制器发送指令;(2)主控制器收到指令后,指示消毒设备、定时设备以及显示设备同时动作,对人体进行消毒处理;(3)当定时系统倒计时结束后,再向控制器发出指令,使其指示消毒模块停止消杀,即整个消毒过程完成,系统恢复待机状态。自动控制系统的运行流程如图 6 所示。

3.2 系统运行程序的编写

根据图 6 所示的系统运行流程,编写系统运行程序。本文在程序的编写中,采用的集成开发环境为 Keil,因为在该平台下可以比较良好地完成 Stm32 的程序编译等操作。同时,该环境还支持在线仿真、调试等操作。受限于篇幅,编写的部分程序为:

```
#include "dht11.h"
#include "delay.h"
void DHT11_Rst(void)
{
    DHT11_IO_OUT();
    DHT11_DQ_OUT=0;
    delay_ms(20);
    DHT11_DQ_OUT=1;
    delay_us(30);
}
u8 DHT11_Check(void)
{
    u8 retry=0;
    DHT11_IO_IN();
};
.....
```

在完成流程建立以及程序编写后,将编写的程序烧录至 Stm32 单片机中,便可以使控制器可发出指令让智能消毒门垫按照流程正常运行。

4 结论

在智能门垫设计过程中,从功能和应用的角度出发,本文选择了 Stm32 为系统的控制芯片,并设计了重力传感模块、消毒模块、定时模块以及显示模块。将主控芯片与各个模块相连接,构成了一个系统整体。并完成了系统的硬件和软件设计。下一步工作,是对该门垫系统进行性能测试,在结合测试数据的基础上,完成进一步的优化改进,使之能够更加高效、稳定地运行。

[参考文献]

[1]潘建西. 基于 STM32 的智能消毒门垫控制系统设计[J]. 电子制作, 2022, 30 (23): 32-34.
[2]张思琪, 王旭. 基于专家评价法的智能消毒门垫设计[J]. 机电技术, 2021 (2): 28-30.
[3]张中沉, 张军. 基于 STM32 单片机的大学生体能监测仪设计与实现 [J]. 计算机测量与控

制, 2022, 30(2): 292-298.

[4] 陈青华, 单洪瑜, 和蕾, 等. 基于 STM32 的智能家用消毒机器人的设计 [J]. 信息技术与信息化, 2020(11): 202-204.

[5] 王青萍, 姜胜林, 熊龙宇, 等. 薄/厚膜压电参数测量方法的研究进展 [J]. 材料导报, 2009(21): 96-100.

[6] 苏建国, 王博, 王嗣朝, 等. 基于 STM32F407 的智能管家

机器人设计 [J]. 工业控制计算机, 2022, 35(11): 146-148.

[7] 吕延晓. 液晶显示器 (LCD) 产业的迭代演进 [J]. 精细与专用化学品, 2018, 26(2): 5-12.

作者简介: 任金成, 男, 四川广安人, 中级工程师, 主要从事物联网及嵌入式方向的研究; 尹江平, 男, 四川巴中人, 电子科技大学成都学院学生, 本科在读, 主要从事机器人工程方面的学习与研究。

警剔埋地储罐“黑天鹅”

左春生

广东金泰达安全科技有限公司, 广东 广州 510220

[摘要]直埋式地下储罐(简称埋地储罐)与地上储罐相比,有良好的防火防爆、较小防火间距要求,广泛用于化工企业的原辅材料、成品罐区储存,文章列举了部分埋地储罐“黑天鹅”现象,提出了风险控制措施,供同类企业参考。

[关键词]双层罐;安全防护距离;禁忌物;安全管理

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15084

中图分类号: X932

文献标识码: A

Police Remove Buried Storage Tanks "Black swan"

ZUO Chunsheng

Guangdong Jintaida Safety Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510220, China

Abstract: Compared with above ground storage tanks, buried underground storage tanks (referred to as underground storage tanks) have good fire and explosion prevention, and require smaller fire separation distances. They are widely used for storing raw and auxiliary materials and finished product tanks in chemical enterprises. This article lists the "black swan" phenomenon of some buried storage tanks and proposes risk control measures for reference by similar enterprises.

Keywords: double layered tank; safety protection distance; taboos; safety management

引言

随着新建化工项目必须进入产业集中区或化工园区、人民对安全期望越来越高以及企业高质量发展,要求节约投资成本,减少占地面积,结构简单紧凑,减少蒸发的损耗等因素,埋地储罐应势而出,主要用于储存原辅材料、成品,而对于埋地卧式储罐的设计、制造、安装,国内没有相关的标准和规范,随着工作时间、作业项目、安全核查等长期积累,笔者遇到一些埋地储罐设置不合理现象,希望给相关的工程设计人员、制造安装、企业管理人员提供相关的参考。

1 单层钢质储罐无罐池埋地现象

容量不大于 50m³ 单层式埋地储罐储存易燃液体设置较多,应用广泛。

企业在收料进罐过程中发生溢罐,易燃液体流进罐体周边沙土之中,不清理增加了罐区火灾风险,频繁清理更换储罐周边沙土增加罐区作业风险,若溢流易燃液体量大可能影响水质、土壤。单层钢质储罐由于施工时焊接质量把控不严、防腐没有做好发生渗漏,由于没有设置罐池、没有设置观测井等渗漏检测,长时间渗漏对于水质、土壤等相关的地下资源来说,会构成巨大的污染源,同时也会对人类的健康构成威胁。

环境与安全风险: 单层钢制储罐由于长期埋设于地下,容易受到地下水气的侵蚀和电解腐蚀,导致储罐壁体逐渐变薄,最终发生渗漏。这种渗漏不仅会污染土壤和地下水,还可能对周边环境和人体健康造成严重危害。例如,石油类污染物中的芳香烃、多环芳烃等物质具有致癌、致畸和

致突变的“三致效应”。此外,单层钢制储罐的设计寿命通常只有 10 年左右,而实际使用中,许多储罐在 4-7 年内就出现明显的腐蚀现象。

政策与法规要求: 随着我国环保要求的提高,《水污染防治法》等法律法规明确规定,加油站等的地下油罐应当使用双层罐或者采取建造防渗池等其他有效措施,并进行防渗漏监测,防止地下水污染。

技术与经济可行性: 双层油罐相较于单层油罐具有更高的耐腐蚀性和安全性。通过在单层钢制储罐外附加一层玻璃纤维增强塑料(FRP)或其他防渗材料,可以有效防止泄漏物直接污染土壤和水源。此外,FRP 内衬技术是一种工期短、成本低、安全环保的旧油罐改造技术,能够最大限度地减少加油站改造中的经济损失。

实际案例与经验: 多个加油站的改造实践表明,将单层钢制储罐更换为双层储罐是切实可行的。例如,广东省广州市、佛山市、肇庆市等均成功完成了加油站单层钢制储罐的改造,并采用了双层油罐及油气回收系统。这些改造不仅提高了储罐的安全性和环保性,还符合国家地方的相关规定。

技术成熟度与推广价值: 双层罐技术已经非常成熟,并且具有良好的推广价值。通过独特的结构设计与施工工艺,可以有效解决单层钢制储罐的腐蚀问题,并提高其耐久性和安全性。此外,双层罐的泄漏检测系统能够 24 小时全程监控,进一步保障了埋地油罐的安全运行。

建议易燃液体储罐: ①设置双层埋地储罐,可采用双层钢制油罐、内钢外玻璃纤维增强塑料双层油罐,内外层

之间保留一定空间,采用渗漏检测技术对实况进行实施监测。②单层钢质储罐设防渗池,防渗池应采用防渗钢筋混凝土整体浇筑,防渗池的池壁顶高于池内罐顶标高,池底低于罐底标高 200mm,墙面与罐壁之间的间距不应小于 500mm,防渗池设检测立管,用于检测储罐有无渗漏。

2 埋地储罐液位显示、报警、联锁设置不合理

企业设置了磁致伸缩液位传感器、雷达液位传感器,将储罐液位远传至控制室,控制室内设置有液位报警,埋地储罐罐区没有设置液位显示器,缺少液位高低报警,现场操作人员仅靠对讲机与控制室人员联系操作。

有的企业设置投入式液位计,将储罐液位远传至控制室,罐区没有设置仪表显示与储罐液位对应换算表,装卸作业人员不清楚储罐准确液位。

液位传感器可以采用多种技术,包括超声波、雷达、电容、磁致伸缩等。例如,超声波液位传感器通过发射声波并接收其反射波来计算液位高度,适用于低粘度液体的点式液位测量。雷达液位传感器则利用电磁波的传播特性,通过发射微波并接收反射波来测量液面高度,适合高温、高压和腐蚀性介质的测量。磁致伸缩液位传感器基于磁致伸缩效应,通过测量脉冲电流与扭转波的时间差来确定液面位置,具有高精度和高重复性。

液位显示通常通过 LCD 显示屏实现,例如在自动液位监控系统中,液位显示通过 LCD1602 实现,同时结合超声波测距模块进行非接触式测量。另外,一些液位传感器还支持通过 PC 或其他显示设备远程监控液位数据,例如基于 LabVIEW 的远程可视化液位过程控制系统。

建议:①储罐设置现场液位显示器,能清晰显示储罐液位情况并远传至中控室,在现场设置液位高低报警仪,保持中控室、现场作业人员能同时接收到报警信号,预防储罐进出料作业时出现溢罐或抽空风险。②设置浮球防溢阀,物料达到油罐容量 95%时,浮球防溢阀内浮球升起,通过压力可以自动停止油料继续进罐。或者在进料管设置紧急切断阀,当物料达到油罐容量 95%时,联锁切断紧急切断阀,预防溢料事件发生。

3 埋地储罐通气管设置

企业埋地储罐通气管刚高出地坪以上、有的设置高出埋地储罐地面 1.0m,有的将通气管通入一个剩水的容器中。

埋地储罐的通气管是用于调节储罐内外压力平衡的重要设施,其设计和安装需符合相关规范和标准。

通气管设置:埋地储罐的通气管管口应高出地面至少 4m,以确保油气能够顺利排放,同时避免对周围环境造成影响。此外,通气管的管口还应高于建筑物顶 1.5m 以上。通气管通常采用钢塑复合管材,具有耐腐蚀、导静电等特性。埋地敷设的钢制管道应采用焊接连接,而复合管材则采用专用接头连接。各个储罐通气管应分开设置,以防止不同油品之间的混油事故。通气管宜集中布置在储罐区旁或沿

周边建筑敷设。所有通气管的管口必须安装阻火器,以防止火焰进入储罐内部。对于储存甲 B、乙类液体的储罐,通气管上还应装设呼吸阀,以减少油气损耗。通气管的横管应坡向储罐,坡度不应小于 5%。埋地钢质工艺管道外表面应进行防腐处理,采用加强级防腐绝缘保护层,以延长使用寿命并防止腐蚀。通气管的公称直径不应小于 50mm。

通气管日常维护:呼吸阀每 1~3 个月需检查正负压阀盘工作是否灵活。正常工作时,会发出“嘶-嘶-嘶”的泄压排气声。若无此声音,需检查阀盘是否出现“卡盘”现象,导杆上是否有污垢,以及阀座密封面是否有磨损。如有问题,需及时清理或更换,确保呼吸阀正常安全运行。阻火器每 3~6 个月检查一次,检查阻火层芯子是否堵塞、变形、腐蚀等。发现被堵塞的阻火层芯子应清洗干净,确保芯子上的每个孔眼畅通,对于变形和腐蚀的阻火层应更换。清洁内部部件,如阀盘、阀座、导杆、导孔和弹簧,必要时使用煤油清洗。定期拆下波纹阻火层,清洗干净,保证每个孔畅通。检查压盖衬垫是否严密,必要时替换并给螺栓加油。使用超过三年后,需更换内部阀盘、导杆及阀座密封面,以保证正常工作和储罐安全运行。

4 液化石油气、二甲醚埋地储罐

4.1 安全防护距离不足

A 企业设置了一个 50m³ 液化石油气埋地储罐、一个 50m³ 二甲醚埋地储罐,设置在同一罐区。

液化石油气的主要成分是丙烷和丁烷。外观与性状:无色气体或黄棕色油状液体有特殊臭味。密度:液态液化石油气 580kg/m³, 气态密度为: 2.35kg/m³, 气态相对密度: 1.686 (即设空气的密度为 1, 天液态液化石油气相对于空气的密度为 1.686), 引燃温度: 426~537℃, 爆炸上限 (V/V): 9.5%, 爆炸下限 (V/V): 1.5%, 燃烧值: 45.22~50.23MJ/kg。液化石油气第一个特点也是最大的特点就是液化石油气的易爆性。一般当发生液化石油气安全事故的时候都会出现爆炸的情况,而且在燃烧之前爆炸。主要的原因是因为液化石油气的热值比较高,单单从热值来进行比较液化石油气要比普通的煤气的热值要高出好几倍,所以当液化石油气出现安全事故时就会出现爆炸的情况。在爆炸之后就会出现燃烧现象,液化石油气的燃烧也与爆炸的威力相似,破坏性大。

二甲醚,是一种有机化合物,标准状态下为无色有气味的易燃气体,化学式是 C₂H₆O。外观:无色气体,有醚类特有的气味,沸点:-29.5℃,密度(液体):0.666g/cm³, 密度(气体):1.97kg/m³, 爆炸上限 (V/V): 27%, 爆炸下限 (V/V): 3.4%, 与空气混合能形成爆炸性混合物,接触热、火星、火焰或氧化剂易燃烧爆炸。接触空气或在光照条件下可生成具有潜在爆炸危险性的过氧化物,密度比空气大,能在较低处扩散到相当远的地方,遇火源会着火回燃。若遇高热,容器内压增大,有开裂和爆炸的危险。

表1 危险化学品重大危险源辨识表

单元	原辅料/产品	名称	危险性分类	临界量 Q (t)	最大储存量 q (t)	qn/Qn	Σ qn/Qn	是否构成重大危险源
储存单元液化石油气区	原辅料	液化石油气	表1 列明物质	50	29	0.58	1.24	是
		二甲醚	表1 列明物质	50	33	0.66		

《精细化工企业工程设计防火标准》(GB 51283—2020)4.1.6 液体烃罐区与周边企业建构筑物的防火间距,符合要求。《精细化工企业工程设计防火标准》(GB 51283—2020)对埋地储罐(区)要求:4.2.9 总平面布置的防火间距,不应小于表 4.2.9 的规定,注:4 按罐区总容积或单罐容积较严格者确定。埋地储罐的防火间距不应小于相应储量地上储罐防火间距的 50%。液化石油气、二甲醚储罐与建构筑物防火间距符合要求。

按照《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218—2018)的规定,该企业危险化学品重大危险源辨识详见表 1 所示。

《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T 37243—2019)第 4.3 条,装置或设施涉及毒性气体或易燃气体,且设计最大量与其在且其设计最大量与 GB18218 中规定的临界量比值之和大于或等于 1,选用定量风险评价法确定外部安全防护距离。《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T 37243—2019)固定带压容器泄漏场景分为小孔泄漏、中孔泄漏、大孔泄露、完全破裂,按照标准列出露天储罐场景 A 企业周边有其他非危险化学品工业企业(一般化工企业)当班人数 100 人以下的建筑,划分为三类防护目标,经定量风险计算有防护目标个人风险大于 3×10^{-5} ,社会风险处于不可接受区,储罐外部安全防护距离不足。

4.2 压力容器检验检测

液化石油气储罐、二甲醚储罐为固定式压力容器,使用单位每年应对压力容器的本体、接口(阀门、管路)部位、焊接接头有无裂纹、过热、变形、泄漏、机械接触损伤等进行检查,应对外表面有无腐蚀、有无异常结霜、结露等进行检查,每年应对隔热层有无破损、脱落、漏气,检漏孔是否通畅进行检查;每年应对支承或者支座有无损坏,基础有无下沉、倾斜、开裂,紧固件是否齐全、完好进行检查。

金属压力容器一般于投用后 3 年内进行首次定期检验。以后的检验周期由检验机构根据压力容器的安全状况等级进行检验。定期检验需要进行检验的表面,特别是腐蚀部位和可能产生裂纹缺陷的部位,彻底清理干净,露出金属本体,需要进行壁厚测定、表面缺陷检测、强度校核等。

从外部安全距离防护确定、企业日常维护、每年检查、有资质单位定期检验等诸多不利因素,建议方面液化石油气、二甲醚设置为露天储罐。

5 禁忌物质同一罐组埋地储存

B 企业设置一个 30m^3 双氧水储罐、一个 30m^3 N-N 二甲

基-1,3 丙二胺埋地储罐,同设在一个罐组,两个储罐间设有没有超过罐壁的分隔墙,双氧水进料管道沿 N-N 二甲基-1,3 丙二胺埋地罐顶敷设,送往生产车间的输料泵在各自储罐端头地沟内设置。

双氧水又名过氧化氢水溶液,氧化性物质,具有腐蚀性。N-N 二甲基-1,3 丙二胺,闪点为 $20.6 \pm 0^\circ\text{C}$,无色透明液体,为易燃液体,须避免接触的物质:氧化剂,酸。

N-N 二甲基-1,3 丙二胺,密度: $0.8 \pm 0.1\text{g}/\text{cm}^3$,沸点: $145.0 \pm 0.0^\circ\text{C}$ 分子式: $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$,分子量: 102.178,闪点: $20.6 \pm 0.0^\circ\text{C}$,透明无色液体。稳定性:避免与氧化物、酸、二氧化碳接触。

2018 年,河南省郑州高新技术开发区的河南恒生中科化工股份有限公司发生了一起爆炸事故。事故原因是由于公司管理混乱,将双氧水和其他化学物品堆放在一起。双氧水泄露后引起升温,最终引发了爆炸。

氧化性物质与易燃液体互为禁忌物品不能混存,不应设置在同一罐区。

6 埋地储罐其他安全要求

储罐设置安全阀,安全阀与储罐之间设置阀门,阀门在正常操作时处于铅封开启状态。

可燃液体的埋地储罐(区)的设施应静电接地,可燃液体管道系统有法兰的须做静电跨接。在埋地储罐的根部阀门后按相关规范要求安装绝缘法兰。

埋地罐区的所有防爆电气设备应根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058—2014)的要求选型。

埋地罐区的设备布置是一项综合性系统性的工程设计工作,要求设计人员对规范、企业现实风险、技术知识综合考虑,储罐安装、使用应结合储存物料,研判运营过程风险,从源头上采取本质安全设置,警惕埋地储罐“黑天鹅”现象,有效管控企业风险,以达安全稳定生产。

[参考文献]

- [1] 寇小文,喻黎明,李兵.埋地储罐的设计及安装[J].化工设计通讯,2019,45(1):98-99.
 - [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB 51283—2020 精细化工企业工程设计防火标准[S].北京:中国计划出版社,2020.
 - [3] 住房和城乡建设部.GB 50156—2021 汽车加油加气加氢站技术标准[S].北京:中国计划出版社,2021.
- 作者简介:左春生(1974.5—),本科,专业:化学工程与工艺,职务:副总经理,目前就职于广东金泰达安全科技有限公司。

石油钻井行业中电气设备的管理与维护

王明永 孙长征

中石化胜利石油工程有限公司渤海钻井总公司, 山东 东营 257020

[摘要]在石油钻井行业中, 电气设备被广泛应用于钻机的动力系统与自动化控制系统等多个领域。随着技术的不断发展, 现代钻井作业对电气设备的依赖性逐渐增强, 设备的稳定性、智能化水平以及维护管理的及时性都直接影响作业的顺利进行。当前电气设备的管理与维护仍面临诸多挑战, 包括缺乏系统化与标准化的维修管理、管理人员专业能力不足, 以及故障诊断与处理不够及时等问题。设备运行不稳定、生产成本增加的局面, 已由这些问题所引起, 同时, 也可能对作业安全构成潜在威胁。因此, 提升电气设备的管理与维护水平, 优化管理模式, 已成为增强钻井行业竞争力的重要举措。

[关键词]石油钻井; 电气设备; 管理; 维护

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15061

中图分类号: TE92

文献标识码: A

Management and Maintenance of Electrical Equipment in the Petroleum Drilling Industry

WANG Mingyong, SUN Changzheng

Bohai Drilling Company of Sinopec Shengli Petroleum Engineering Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257020, China

Abstract: In the oil drilling industry, electrical equipment is widely used in various fields such as the power system and automation control system of drilling rigs. With the continuous development of technology, the dependence of modern drilling operations on electrical equipment is gradually increasing. The stability, intelligence level, and timely maintenance and management of equipment directly affect the smooth progress of operations. The management and maintenance of current electrical equipment still face many challenges, including a lack of systematic and standardized maintenance management, insufficient professional skills of management personnel, and inadequate timely fault diagnosis and handling. The situation of unstable equipment operation and increased production costs has been caused by these issues, and may also pose a potential threat to job safety. Therefore, improving the management and maintenance level of electrical equipment and optimizing management models have become important measures to enhance the competitiveness of the drilling industry.

Keywords: petroleum drilling; electrical equipment; management; maintenance

引言

随着全球能源需求的持续增长, 石油作为一种关键能源, 在全球经济中发挥着至关重要的作用。石油钻井作业是石油开采过程中的核心环节, 其效率与安全性对油田的开发效益具有直接影响。作为钻井作业的核心支撑, 电气设备的稳定性与可靠性, 在保障作业顺利进行中起着至关重要的作用。因此, 如何提升电气设备的管理与维护水平, 已成为石油钻井行业亟需解决的重大问题。通过有效的电气设备管理, 不仅可以减少故障的发生、延长设备的使用寿命, 还能够提高作业效率与保障安全。分析石油钻井行业中电气设备管理与维护的现状与问题, 并探讨改进措施, 期望为提高设备管理水平、确保钻井作业的高效与安全提供理论支持。

1 强化钻井电气设备管理维护的必要性

随着石油需求不断上升, 钻井开采任务愈加繁重, 电气设备在钻井作业中的应用也越来越广泛。此时, 加强电气设备的管理显得尤为关键。电气设备管理不仅是提升整体管理水平的重要环节, 也是适应时代发展需求的必然选择。在当今快速发展的背景下, 传统的管理模式已无法满足现代钻井作业的高效与安全要求, 尤其是在电子信息技

术日益普及的环境中, 传统以人为为主的粗放式管理显得不够高效。因此, 将现代化管理理念与传统管理模式结合, 最大化自动化与智能化技术的优势, 已成为提升电气设备管理水平的必要措施。通过规范化、专业化与标准化管理, 不仅能提升管理效率, 还能够推动新设备的研发与应用。电气设备的智能化和自动化水平的提升, 将有效提高设备的运行效率与安全性, 弥补传统管理方式的不足。与此同时, 简洁且高效的管理方法能确保设备的顺利运行, 从而为钻井作业提供坚实保障。电气设备的有效管理还是确保生产安全的基础, 在石油钻井过程中, 电力系统的稳定性至关重要, 设备的正常运行直接影响到作业的安全性。只有确保电气设备的稳定与高效, 生产才能顺利进行, 避免设备故障带来的停产风险, 最大程度地减少安全隐患。因此, 通过强化电气设备的管理, 不仅能够提高设备的运行效率, 还能有效降低潜在的安全风险, 为油田开发的顺利进行提供有力保障。

2 钻井行业电气设备维护管理中存在的主要问题

2.1 缺乏对电气设备维修管理工作的重视

在钻井行业中, 电气设备的维修管理往往未得到足够

重视,导致潜在风险与隐患的积累。部分企业对电气设备维护的重要性认识不足,常将其视为次要任务,未能为其提供必要的资源与精力。在日常运作中,设备故障的预防与维修工作常常被忽视,许多关键设备即便出现小故障,也未得到及时检查与修复。此外,维修管理中缺乏明确的责任分配与有效监督机制,执行力度因此不足。维修人员的工作往往缺乏有效监管,致使设备故障率上升,甚至出现长期未解决的问题。同时部分钻井企业在设备维护管理上过于依赖经验,忽视了技术标准与科学方法的应用,且对设备运行状态的监测与分析未能做到精准。上述问题不仅降低了设备的运行效率,还增加了事故发生的风险,严重威胁到钻井作业的安全与效率。

2.2 缺乏完善的电气设备维修管理制度

在钻井行业中,电气设备维修管理制度的不完善已成为亟待解决的突出问题。许多企业未能制定系统化、规范化的维修管理制度,导致维修工作缺乏统一标准与操作规范。在缺乏明确制度保障的情况下,电气设备的维修常常由各部门或个人自行决定,结果管理混乱,执行缺乏一致性。更为严重的是,缺少有效的记录与追踪机制,设备的维修历史难以查询,故障原因亦无法追溯,这为后续维修工作带来了极大困难。与此同时,部分企业在执行维修管理制度时的力度不足,导致制度执行不到位,设备维护工作因此缺乏长效性,设备问题往往未能及时发现与解决。缺乏完善制度保障的情况下,许多维修工作仅停留在应急修复阶段,未能进行系统的检查与预防,从而严重影响了电气设备的长期稳定运行。

2.3 电气设备维修管理的专业性不足

在钻井行业电气设备维修管理中,显著的专业性不足问题依然存在。许多企业在维修过程中,通常依赖一般技术人员而非专业电气工程师,这导致维修工作缺乏针对性与精确性。部分维修人员对电气设备的工作原理与故障分析理解不深,从而难以准确判断故障原因,且无法根据设备类型提出有效的维修方案。由于缺乏足够的专业培训与技术支持,维修人员常常依赖经验进行判断,而在面对复杂或新型设备的维修任务时,处理能力显得力不从心。电气设备维修管理对技术要求较高,缺乏专业化的管理模式,导致维修措施往往不当,甚至未能有效预防潜在故障,进而影响设备的正常运行,最终威胁到生产安全。

2.4 电气设备操作与维护管理脱节

在钻井行业中,电气设备的操作与维护管理之间,常常存在明显的脱节现象。主要原因在于操作人员与维修人员之间信息交流的不足,这导致设备故障发生时,维修工作无法及时展开。通常操作人员对设备的运行状态掌握不全,未能在故障初期及时发现潜在问题或发出警示;与此同时,维修人员在接到维修任务时,常常缺乏足够的设备运行数据和操作反馈,致使问题根源的精准判断变得困难。

操作与维修之间的协作不足,直接导致了维修效率的低下,设备故障的诊断与修复往往被拖延,从而增加了设备停机时间,进而影响了生产进度。在此过程中,操作人员往往未严格遵循操作规范,进一步增加了设备故障的风险,使得维修管理面临更大的挑战。由此,操作与维修管理脱节的现象不仅降低了电气设备的工作效率,还显著提升了意外故障发生的概率。

3 石油钻井行业中电气设备的管理与维护

3.1 对电气设备进行质量管理工作

在石油钻井行业中,电气设备的质量管理工作至关重要,直接影响到钻井作业的效率与现场安全保障。因此,必须确保设备在采购、安装及使用的各个环节都受到严格的质量控制。在采购阶段,选择具备优良质量的可靠电气设备供应商是基础性工作,这需要全面评估供应商的技术标准、生产工艺及市场信誉。进入设备使用阶段后,建立科学完善的质量管理体系显得尤为重要。除了对设备的安装与调试进行严格检查外,还应定期监测设备的运行状态并进行性能评估。质量管理必须与生产计划紧密结合,通过数据分析与定期巡检,潜在问题可被提前识别并采取相应的预防措施^[1]。与此同时,设备的使用寿命与维护记录也构成了质量管理的重要组成部分,维护方案需定期更新与审查,以确保设备在整个生命周期内始终保持高效且稳定的运行状态。通过全面有效的质量管理,设备故障率可显著降低,从而提高钻井作业的整体效率与安全性。

3.2 做好电气设备维护管理的监督与评价

确保电气设备的长期稳定运行,关键在于维护管理的监督与评价的加强。为此,必须建立明确的监督机制,确保所有电气设备的维护工作严格按照标准与流程执行。此过程需由专门的监督部门或人员负责,并通过定期检查、审计及现场巡查等方式,确保各项维护任务的及时完成并达到预期效果。在监督过程中,实时记录设备的维修情况、维护质量以及出现的问题至关重要。构建一个完整的评价体系也显得尤为必要,维护工作的评价应综合考虑多个因素,如设备的运行状况、故障率与维修周期,借此衡量维护管理的有效性。此外,定期回顾与总结维护效果,及时发现管理中的薄弱环节,调整相应的维护策略与方案,从而不断优化维护流程。通过高效的监督与评价,电气设备管理水平将得到提升,故障发生率将降低,钻井作业的安全与高效性得以保障。

3.3 提高电气设备维护管理人员综合素质

提升电气设备维护管理人员的综合素质,是确保设备管理水平提升及设备稳定运行的关键所在。维护管理人员应具备扎实的专业知识与技术能力,能够迅速诊断并解决电气设备故障。随着现代电气设备朝智能化与自动化方向发展,维护人员需不断更新技术掌握新工具,以适应日益复杂的设备维护需求。除了专业能力,管理人员在跨部门

合作中的沟通与协调能力同样至关重要,确保信息能够准确传递并实现高效协作,顺利完成维护任务^[2]。同时,安全意识的提升亦不容忽视,只有在维护过程中树立安全优先的理念,才能最大程度地规避潜在风险。定期组织培训与技术交流,不仅能激发人员的学习兴趣,也能提升他们解决问题的能力与创新思维,从而促进技术与管理的全面发展。通过不断增强维护管理人员的综合素质,设备管理的专业性将得到显著增强,钻井作业的效率与安全性也将有效提升。

3.4 强化电气设备维护管理的管控力度

强化电气设备维护管理的管控力度,对确保设备长期稳定运行及降低故障率至关重要。建立健全的管理制度,并对每项维护任务实施严格的监督与考核,确保所有维护措施的有效落实,是实施管控的基础。明确的责任分工,以及具体的工作标准与操作流程的制定,能有效减少人为差错。定期检查维护效果应由管理层负责,以便及时发现潜在问题并采取纠正措施。此外,借助现代信息技术,如远程监控与数据分析工具可实时跟踪设备状态,提前预警故障风险,从而增强管控的前瞻性与精准度。在应急管理方面,管控力度的增强也至关重要。设备出现故障时,迅速采取有效措施,防止事态进一步扩展是至关重要的应对策略。通过强化管控,设备管理的效率将得到提升,故障发生率得以有效降低,整体工作流程的可靠性也将得到提升,为钻井作业的顺利进行提供坚实的保障。

3.5 提升故障诊断与事故处理的能力

提升故障诊断与事故处理能力,对于保障电气设备的高效运作及避免生产中中断至关重要。在石油钻井行业中,若电气设备故障未能迅速且精准地诊断与处理,作业延误甚至安全事故的发生常常是难以避免的。为了提高故障诊断能力,维护人员应当掌握扎实的电气专业知识,熟悉设备的工作原理及常见故障的表现,确保在故障发生时能够迅速识别问题的根源。此外,设备数据采集与分析工作也不容忽视,借助智能化工具进行故障预测与预警,有助于提前识别潜在风险。在事故处理方面,人员应具备冷静应对突发事件的能力,并能够在最短时间内采取有效措施,防止事态进一步恶化并尽量减少损失。定期进行故障诊断及事故处理演练,不仅能提升人员的应急处理能力,还能够优化应急响应流程,确保在实际问题发生时,快速且准

确地作出反应,从而有效保障生产过程的持续安全。

3.6 充分利用电气设备维护管理的档案资料

充分利用电气设备维护管理中的档案资料,是提升设备管理效率与优化决策的关键途径。电气设备的维护档案不仅记录了维修历史、故障情况及处理过程,还包括设备的性能数据及维护周期等重要信息,这些数据在设备的长期管理与优化过程中至关重要。通过对维护档案的系统整理与分析,管理人员能够全面了解每台设备的运行状况及历史问题,从而为未来的维护工作提供科学依据。此外,档案资料还能够揭示设备在不同阶段的运行特点及潜在风险,进而帮助管理人员采取有效的预防措施,避免突发故障的发生^[3]。在日常管理过程中,合理利用这些档案数据,有助于优化维护计划、精确设定检修周期,进而提高资源配置的合理性。通过对档案资料的持续更新与分析,设备管理能够实现智能化和数据驱动,进一步为电气设备的高效管理与事故预防提供有力支持。

4 结语

在石油钻井行业中,电气设备的有效管理与维护对确保生产安全与提高工作效率起着至关重要的作用。通过加强设备管理,当前存在的问题得以解决,并且维护人员的专业技能得以提升,这将显著减少故障的发生、延长设备的使用寿命,从而保证钻井作业的顺利进行。随着技术的不断发展,智能化与自动化控制手段的引入为设备管理带来了新的机遇,同时也提出了更高的管理要求。未来,电气设备管理将更加依赖于数据分析与远程监控,从而进一步提升管理的精度与响应速度。通过持续优化管理流程、提升管理人员的能力,以及充分利用维护档案数据,才能在激烈的市场竞争中保持竞争力,推动钻井行业的可持续发展。

[参考文献]

- [1] 薛冰. 石油钻井行业中电气设备的维护管理[J]. 石化技术, 2020, 27(10): 229-230.
 - [2] 罗臻. 石油钻井行业中电气设备的管理维护及故障排除[J]. 石化技术, 2019, 26(4): 173-175.
 - [3] 周俊军. 钻井行业中电气设备的维护管理分析[J]. 化工管理, 2022(6): 111-113.
- 作者简介: 王明永(1984.2—), 毕业院校: 德州学院, 所学专业: 计算机科学与技术, 当前就职单位: 中石化胜利石油工程有限公司渤海钻井总公司, 职称级别: 工程师。

边坡稳定性分析中的岩土勘察数据可靠性研究

杨疆东

五家渠农六师勘测设计研究有限责任公司, 新疆 五家渠 831300

[摘要] 边坡稳定性分析是土木工程领域中的关键环节, 岩土勘察数据的可靠性直接影响分析结果的准确性与可靠性。在工程项目的安全性、设计精度以及施工质量中, 数据的准确性起着决定性作用。然而, 在岩土勘察的过程中, 数据质量常常受到多种因素的制约。尽管科技进步带来了更精确的勘察技术, 但数据的不确定性依然存在较大挑战。文章探讨影响岩土勘察数据可靠性的主要因素, 分析现有的可靠性评估方法, 并提出相应的改进措施, 从而为边坡稳定性分析提供更为精确的支撑, 确保工程的安全性与可行性。

[关键词] 边坡稳定性分析; 岩土勘察数据; 可靠性分析; 数据质量; 误差控制

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15071

中图分类号: U652.2

文献标识码: A

Reliability Study on Geotechnical Survey Data in Slope Stability Analysis

YANG Jiangdong

Wujiaqu Sixth Agricultural Division Survey, Design and Research Co., Ltd., Wujiaqu, Xinjiang, 831300, China

Abstract: Slope stability analysis is a key link in the field of civil engineering, and the reliability of geotechnical investigation data directly affects the accuracy and reliability of analysis results. The accuracy of data plays a decisive role in the safety, design precision, and construction quality of engineering projects. However, in the process of geotechnical investigation, data quality is often constrained by various factors. Although technological advancements have brought about more precise surveying techniques, the uncertainty of data still poses significant challenges. The article explores the main factors affecting the reliability of geotechnical investigation data, analyzes existing reliability assessment methods, and proposes corresponding improvement measures to provide more accurate support for slope stability analysis, ensuring the safety and feasibility of the project.

Keywords: slope stability analysis; geotechnical survey data; reliability analysis; data quality; error control

引言

岩土勘察数据在土木工程中的应用至关重要, 尤其在边坡稳定性分析、地下水流动研究及基础设计等方面, 其可靠性直接影响工程设计的科学性与实施效果。然而, 岩土勘察过程中面临着众多不确定因素, 尤其是传统勘察手段与设备的限制, 常常导致数据质量的波动。随着新型勘察技术和设备的引入, 尽管可以在一定程度上提高数据的精度, 但数据的误差仍然无法完全避免。不同种类的岩土勘察数据, 如土体力学特性、地下水位、土层分布等, 对分析结果的影响程度各异。因此, 如何在实际应用中综合运用先进技术与严格的质量控制措施, 提高数据的准确性与可靠性, 已成为亟待解决的关键问题。

1 边坡稳定性分析基础

1.1 边坡稳定性分析的基本理论

边坡稳定性分析旨在综合考虑边坡的几何形状、岩土体的物理力学特性以及外部荷载等多种因素, 评估在不同荷载作用下边坡是否处于稳定状态。为了判断边坡是否存在滑坡或崩塌的潜在风险, 常用的方法包括极限平衡法、有限元法和滑坡稳定性系数法等。极限平衡法通过假设破坏模式, 运用力学平衡方程进行分析, 通常用于快速地初步评估。有限元法通过详细模拟边坡体的应力与变形情况,

尤其适用于地质条件复杂的区域, 提供精确的分析结果。滑坡稳定性系数法则通过计算稳定性系数来量化边坡的稳定性, 常用于评估潜在滑坡发生的概率。在实际工程中, 选用合适的分析方法能够根据不同的地质环境、设计需求以及边坡风险等级, 进行科学合理的评估。

1.2 边坡稳定性影响因素

边坡的稳定性受到多种因素的综合影响, 其中包括岩土体的物理力学性质、地下水情况、坡度、坡形以及外部荷载等。岩土体的抗剪强度、抗压强度等参数是影响边坡稳定性的主要因素。如果岩层不均或土体结构松散, 边坡的稳定性将大大降低。地下水的存在及其流动作用会改变土体的强度, 尤其是水位的变化可能导致边坡失稳。坡度的大小对边坡的稳定性起着决定性作用, 坡度越大, 稳定性越差, 特别是在地质条件不稳定的情况下, 崩塌的风险更为严重^[1]。此外, 外部荷载, 如建筑物或交通荷载, 亦会对边坡造成影响, 特别是在长期荷载作用下, 土体的强度会逐步降低, 导致稳定性下降。环境因素, 如降水或温度变化等, 也可能影响边坡稳定性。

1.3 常见的边坡稳定性分析方法

对于边坡稳定性的分析, 常用的分析方法包括极限平衡法、有限元法以及滑坡稳定性系数法等。极限平衡法是

通过对边坡假设破坏模式进行分析,通常适用于初步的稳定性评估。此方法的优点在于计算简便、速度较快,适合进行快速的工程筛选。有限元法则通过对边坡体的细致建模,能够准确分析边坡的应力、变形及位移,尤其适用于复杂地质条件下的精确分析。滑坡稳定性系数法则是通过计算稳定性系数来量化边坡的稳定性,常用于量化评估边坡发生滑坡的可能性。不同的方法适用于不同的工程背景,选用合适的分析方法能够提高边坡稳定性评估的准确性,从而为工程的设计与施工提供科学依据。

2 岩土勘察数据的基本概述

2.1 岩土勘察的概念与内容

岩土勘察是对地下岩土层、地基土体及地下水等因素进行详细调查与分析的过程,其目的是为工程项目提供必要的地质资料。岩土勘察的主要内容包括地质勘探、地下水位监测、土层剖面分析以及岩土力学性能测试等。通过钻探取样,勘察人员能够获取地下岩土层的分布特征及其物理力学性质。这些数据对于工程的安全性、稳定性评估及设计方案具有至关重要的作用。此外,地下水位监测有助于评估地下水的变化对边坡稳定性的影响,土层剖面分析揭示了不同深度土层的力学特性,而岩土力学试验则进一步提供了关于土体抗压强度、剪切强度等的具体数据,帮助工程师全面了解地下环境状况。

2.2 岩土勘察数据的种类与采集方法

岩土勘察过程中,所采集的数据主要包括岩土的物理力学特性、地下水位变化以及土层分布等。物理力学性质数据通常涵盖土体的密度、孔隙率、抗压强度、抗剪强度及弹性模量等,这些参数对于评估土体在外力作用下的行为至关重要。地下水位数据则能够帮助分析水流对土体强度的影响,地下水的渗透作用可能改变土体的结构,从而影响边坡稳定性。常见的岩土勘察数据采集方法包括钻探取样、地质雷达勘测及地震波探测等。钻探取样是一种传统且有效的勘察方法,能够提供精确的地下数据。地质雷达和地震波探测则采用非破坏性的方法,能够在不破坏地下结构的前提下,获取有关地下岩土层及水文条件的详细信息。

2.3 岩土勘察数据的分析与处理

岩土勘察数据的通常采用统计分析、回归分析及数值模拟等方法,旨在从采集到的数据中提取出有价值的信息。统计分析可揭示数据的趋势与规律,帮助工程师识别土体的力学特性与边坡稳定性之间的关系。回归分析则通过建立数学模型,量化岩土参数之间的相互影响,为边坡稳定性评估提供支持^[2]。数值模拟方法则通过计算机模拟地下水流动、土体变形等现象,预测不同情况下的边坡稳定性。

2.4 岩土勘察中常见的误差来源

岩土勘察过程中,可能会受到多种误差来源的影响,这些误差可能影响数据的准确性与可靠性。常见的误差来

源包括仪器的精度误差、样本采集误差及数据处理误差等。仪器精度误差通常由设备的性能、操作过程中的细节问题以及校准状况等因素引起,可能导致测量结果出现偏差。样本采集误差主要源于取样位置选择不当或样品的代表性不足,这可能导致数据的失真。数据处理误差则通常发生在数据输入、处理或分析方法的选择不当时,影响结果的准确性。其他如地质复杂性、环境变化及人为操作等因素,也可能对数据产生干扰。因此,在岩土勘察过程中,采取严格的质量控制措施,及时识别并解决这些误差问题,是确保数据可靠性的关键。

3 岩土勘察数据的可靠性分析方法

3.1 数据可靠性的基本概念

数据可靠性是指在规定的条件下,数据能够维持其真实性、一致性与有效性的能力。对于边坡稳定性分析而言,岩土勘察数据的可靠性是评估分析结果可信度的基础。进行可靠性分析的核心目的在于识别数据中的不确定性因素,确保使用数据的准确性与有效性,保障数据能够在后续应用中为实际决策提供支持的基础。

3.2 影响岩土勘察数据可靠性的主要因素

岩土勘察数据的可靠性受到多个因素的共同影响,其中包括设备精度、采样方法、数据处理技术以及外界环境等。设备精度对数据的准确性起着决定性作用,若精度不达标,则可能使所采集的数据无法准确反映实际情况。采样方法的科学性同样至关重要,若方法不当,将无法全面或代表性地反映岩土的真实性。数据处理技术的质量与先进性也显著影响数据的最终可靠性。此外,外部环境的变化,如气候、地下水位波动等,亦会对数据的稳定性产生一定影响。

3.3 可靠性评估方法与技术

岩土勘察数据的可靠性评估方法多种多样,其中包括误差分析法、敏感性分析法以及统计分析法等。误差分析法通过对数据误差的量化,揭示其对整体分析结果的影响,帮助分析不确定性的来源。敏感性分析则通过识别哪些数据对分析结果有着显著影响,为采集与处理关键数据提供指导。统计分析法则对大量数据进行系统分析,揭示其中的规律与一致性,为评估提供科学依据。与此同时,利用现代仪器设备及多源数据融合技术,也可提高数据的精度,增强其可靠性,进而为分析结果提供更加可靠的支撑。

3.4 岩土勘察数据质量控制

确保岩土勘察数据质量的控制措施至关重要。有效的质量控制应包括定期校验仪器设备,严格遵循规范的采样与测试方法,并实施标准化的数据处理流程。仪器设备定期校验有助于确保其精度,避免由设备问题引起的数据偏差。规范的采样与测试方法能够保证数据的代表性,减少由操作不当或选择不当引起的误差。数据处理的标准化流程则确保了每一步操作的一致性,降低人为因素对数据质

量的影响。

4 岩土勘察数据对边坡稳定性分析的影响

4.1 数据不确定性对边坡稳定性分析的影响机制

岩土勘察数据的不确定性对边坡稳定性分析有着直接且深远的影响。不确定性主要表现为测量误差、采样误差及环境变化等因素,这些都可能引起分析结果出现偏差,从而影响对边坡稳定性的判断。例如,岩土力学参数的估计误差会导致安全系数偏离实际值,从而对设计的安全性产生影响。地下水位波动、土体的空间异质性等因素,也会在不同程度上影响岩土数据的可靠性。

4.2 不同类型数据对分析结果的影响

在岩土勘察过程中,不同类型的数据对边坡稳定性分析结果的影响各异。例如,岩土的力学参数、地下水位及土层分布等,都会对分析结果产生不同程度的影响。岩土力学参数直接影响边坡的强度与稳定性,因此其准确性至关重要。地下水位的变化对边坡稳定性影响较大,特别是在高水位或多雨地区,地下水的升降会影响土体的强度与稳定性^[3]。因此,在分析过程中,必须根据不同数据类型的重要性,合理设置权重并加以评估,从而确保分析结果的准确性。

4.3 数据误差对边坡稳定性评价的敏感性分析

敏感性分析通过识别对分析结果影响较大的关键数据,为数据采集与处理提供重要指导。通过对这些关键数据的精确控制,能够有效减少误差对评价结果的干扰,提升分析的准确性。加强对这些关键数据的管理和优化,有助于提高整体分析结果的可信度,从而为边坡稳定性评价提供更为科学、可靠的依据。

5 提高岩土勘察数据可靠性的策略与方法

5.1 勘察方案优化

优化勘察设计通过科学合理的勘察方案,可以确保采样点具备充分的代表性,同时选择合适的采样深度,从而有效降低数据的不确定性。这一阶段对岩土特征及工程需求的充分分析,保障了数据采集的合理性,并为后续的数据分析提供了坚实的基础。优化后的勘察设计,不仅提升了数据的准确性,也增强了数据的可靠性。

5.2 先进勘察技术的应用

随着技术的不断进步,遥感技术、地质雷达探测与钻探技术等先进勘察手段的应用,显著提升了岩土勘察数据的精度。这些技术提供了更加细致、准确的勘察数据,增强了数据的可靠性。遥感技术能够通过卫星或航空影像获取广泛的地质信息,地质雷达则能深入地下探测水位与土层情况,而高精度钻探设备则确保了对土层特性的详细了解。

5.3 数据采集与处理的质量控制

确保数据可靠性,必须严格控制数据采集与处理的质量。定期校准测量仪器、标准化操作流程及采用高效可靠

的分析软件,均能有效保障数据质量。在实际操作中,校准设备能够减少仪器误差,标准化流程确保了操作的统一性与一致性,而使用先进软件进行数据分析,有助于保证处理结果的精确性。

5.4 提高数据准确性的常见措施

提高岩土勘察数据准确性的常见方法包括优化采样方案、选择高精度设备以及进行多次测试验证。通过调整采样方案,可以避免数据偏差并确保采样点的代表性;高精度仪器的使用能显著降低测量误差,特别是在复杂的地质环境下,精密设备能够提供更为准确的数据。此外,实施多次测试可对数据进行验证,有效排除偶然误差,进一步提高数据的可靠性。操作人员的专业培训也对减少人为误差至关重要,从而进一步提升数据准确性。

6 边坡稳定性分析中岩土勘察数据可靠性的提升方法

6.1 多源数据融合技术

多源数据融合技术是提高边坡稳定性分析可靠性的有效途径。通过整合来自不同来源的数据,可以充分发挥各类数据的优势,减少由单一数据源可能引发的偏差。遥感、地质雷达与传统钻探数据的结合,使得分析过程中能够获得更加全面、准确的地质信息,极大提升了边坡稳定性分析的可靠性。不同类型数据的融合,不仅增强了分析的精确度,也为稳定性评估提供了更加坚实的数据支持。

6.2 高精度勘察仪器与设备的应用

高精度勘察仪器和设备的应用,为岩土勘察数据的准确性提供了有力保障。利用精确的钻探设备与地质雷达,可以显著减少测量中的误差,提高数据的精度。钻探设备能深入土层获得准确的物理参数,而地质雷达则帮助探测地下水位与土层结构。借助这些高精度设备,勘察数据的精确度得到了大幅度提升,为后续分析提供了坚实基础。

6.3 边坡稳定性分析中数据质量监控系统的构建

数据质量监控系统的构建,是确保岩土勘察数据准确性的重要措施。通过实时监控数据采集与处理的全过程,能够对数据质量进行动态管理,及时识别和纠正数据中的异常^[4]。在边坡稳定性分析中,实时数据监控系统能够有效保障所使用数据的高质量,从而确保分析结果的可靠性。此类监控系统为数据的精准控制提供了强有力的技术支持,确保了边坡稳定性评估的高效性与精度。

6.4 持续监测与动态数据分析

实时监测与动态数据分析,为岩土勘察数据的时效性与准确性提供了保障。通过建立动态监测系统,能够持续跟踪岩土条件的变化,并及时发现潜在问题。实时数据的采集与分析使得勘察数据始终处于动态更新状态,提高了数据的时效性,同时减少了因时间滞后而引发的误差。动态监测与数据分析的结合,不仅增强了分析的准确性,也为边坡稳定性评估提供了可靠依据。

7 结语

如果未能有效控制数据的不确定性,分析结果可能出现显著偏差,从而危及工程的安全性。为了提升岩土勘察数据的可靠性,必须从多个方面进行改进:优化数据采集与分析方法,结合现代科技提升勘察精度。通过合理设计勘察方案、引入高精度仪器设备以及加强质量管理,能够有效提高数据的可靠性,进而增强分析结果的可信度。

[参考文献]

- [1]李培顺.港口岩土工程勘察中的填方边坡稳定性分析[J].四川水泥,2022(5):79-81.
- [2]黎德波.岩土工程勘察中赤平投影判断边坡稳定性分析的应用[J].冶金与材料,2023,43(5):178-180.
- [3]王宇江.基于岩土工程勘察结果的边坡稳定性分析[J].石材,2024(6):147-149.
- [4]陈桂红.岩土勘察中边坡稳定性分析与评价——以南平建阳中心加油站项目为例[J].技术与市场,2024,31(7):114-117.

作者简介:杨疆东(1990.4—),毕业院校:西安理工大学,专业:水文与水资源工程,当前就职单位名称:五家渠农六师勘测设计研究有限责任公司,现职称:中级。

无人机航空摄影测量影像数据快速处理技术

乔燕英

山东省国土测绘院, 山东 济南 250000

[摘要]近年来,随着无人机技术的快速发展,众多行业开始积极采用无人机进行各种测量与数据采集。在地理信息系统(GIS)、环境监测以及灾后评估等多个领域,无人机航空摄影测量技术已展现出显著的应用优势。与传统的卫星遥感及地面测量方法相比,无人机能够在极短的时间内完成大范围区域的数据采集,并在同一时刻进行高精度影像的获取与传输。文章探讨无人机航空摄影测量技术的主要优势,并讨论数据采集与处理过程中所面临的挑战,力图为未来技术的改进与应用提供新的思路。

[关键词]无人机航空摄影测量; 数据采集; 自动化处理; 精度提升

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15070

中图分类号: P231

文献标识码: A

Rapid Processing Technology for Unmanned Aerial Vehicle Aerial Photogrammetry Image Data

QIAO Yanying

Shandong Provincial Institute of Land Surveying and Mapping, Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: In recent years, with the rapid development of drone technology, many industries have actively adopted drones for various measurements and data collection. Drone aerial photogrammetry technology has demonstrated significant application advantages in multiple fields such as geographic information systems (GIS), environmental monitoring, and post disaster assessment. Compared with traditional satellite remote sensing and ground measurement methods, unmanned aerial vehicles can complete large-scale data acquisition in a very short period of time, and obtain and transmit high-precision images at the same time. The article explores the main advantages of drone aerial photogrammetry technology and discusses the challenges faced in data acquisition and processing, aiming to provide new ideas for the improvement and application of future technologies.

Keywords: unmanned aerial vehicle aerial photogrammetry; data collection; automated processing; precision improvement

引言

无人机航空摄影测量技术的出现,是对传统测量手段的有效补充。过去,传统的航空摄影测量方法受限于天气、飞行条件以及高昂的成本,难以满足大范围、低成本、高效率的数据采集需求。而无人机技术则打破了这一局限,凭借其灵活的飞行能力及搭载高分辨率传感器,极大地提高了测量精度和工作效率。无人机的灵活性使其能够快速适应各种复杂地形,而配备的自动化处理系统能够实时传输数据,保障了信息的及时性。当前,无人机航空摄影测量技术已经广泛应用于灾害评估、精准农业、城市规划等多个领域。在自然灾害发生时,传统的人工勘察需要较长时间才能完成,而无人机能够迅速进入灾区,采集高清影像,为救援提供实时信息支持。在农业领域,借助无人机获取的精准数据,能够为农业种植提供重要参考,优化作物管理与资源配置。随着技术的不断成熟,预计无人机将渗透到更多行业,成为关键的数据采集工具。

1 无人机航空摄影测量系统概述

1.1 硬件系统组成

无人机航空摄影测量系统的硬件部分主要由机载系统与地面监控系统两大组件构成。机载系统的核心组成包括无人机平台、数字摄影设备、通信设施及飞行控制系统。

执行任务时,无人机根据预定航线进行自主飞行,并持续采集飞行过程中产生的数据,如飞行高度、速度等。这些数据通过无线通信技术实时传输给地面监控系统,确保飞行过程中的各项关键参数可以及时掌握。地面监控系统由接收设备、飞行控制设施以及计算机等组成,主要任务是接收无人机发回的各类飞行信息,精确标定其飞行轨迹、速度及位置等参数,并根据监测数据及时调整飞行计划。

1.2 软件系统组成

无人机航空摄影测量系统的软件结构由两个关键组成部分构成:航线设计软件与数据接收处理软件。航线设计软件负责设定飞行任务的各项参数,包括飞行高度、测量区域、相机分辨率及拍摄重叠度等,确保无人机能够在规定的飞行范围内高效完成任务^[1]。与此同时,数据接收与处理软件负责接收无人机采集到的影像数据及飞行信息,并对其进行一系列必要的处理。处理过程包括影像拼接、几何校正、正射影像生成及三维模型构建等步骤,确保最终生成的数据准确、可用且符合高精度要求。通过这些集成化的软硬件组合,能够在较短时间内完成复杂数据的高效处理,为后续分析与应用提供了坚实的基础。

2 无人机航空摄影测量技术的主要优势

随着无人机技术的快速发展,其在航空摄影测量领域

的应用已成为一种重要的测量手段,尤其在与传统测量技术对比时,卓越的时效性、简便的操作流程、快速的数据采集能力,还体现在较低的成本投入上,使得无人机成为越来越多领域中地理信息采集的首选技术。

2.1 时效性强

无人机航空摄影测量技术,凭借其较传统方法显著的时效性优势,已经成为紧急场合数据采集的重要工具。传统的测量技术,如人工测量与卫星遥感,通常需要较长的时间才能完成数据的采集、处理及传输^[2]。而无人机可以在非常短的时间内完成大范围的影像采集任务,且数据采集后几乎能立即传输至地面进行处理。一次飞行任务能够覆盖数十至数百平方千米的区域,且影像数据的传输与处理几乎是实时完成的。传统航空摄影平台通常需要相对复杂的操作程序,并且受气候和飞行条件的限制,导致数据采集的时效性无法得到保证。而无人机由于其灵活的飞行方式,可以在短时间内迅速部署,并快速完成数据采集任务。这种优越的时效性使无人机成为处理紧急情况、应急救援等任务的理想工具,特别是在大规模灾难或突发事件中的迅速反应中表现尤为突出。

2.2 操作简便且高度可靠

与传统航空测量方法相比,无人机飞行平台在控制上要求较低,经过简短的培训,操作员便能够熟练掌握其飞行与控制技术。这相较于传统的航空测量技术,减少了对高技能飞行员的依赖,降低了操作难度。在很多复杂环境下,无人机的操作可以更加高效,且能够保证任务的稳定执行。现代无人机技术不断发展,使其在低空飞行的过程中能够适应多种环境条件。气候因素对无人机的影响相较于传统航空平台小得多,且飞行控制系统已达到较高的稳定性。许多无人机平台配备了先进的自动飞行控制系统,能够有效应对复杂的飞行环境,如强风、低能见度等。高精度的飞行控制系统使得无人机能够更加精确地完成数据采集任务,从而保证了采集数据的质量与可靠性。

2.3 数据采集速度快

传统的航空测量技术往往需要较长时间才能完成数据采集,而无人机通过其高分辨率传感器,能够在短时间内覆盖大片区域并实时获取高清影像^[3]。借助无线传输技术,采集到的影像数据会迅速上传至地面系统,而后通过自动化处理生成精确的正射影像与三维地形模型。在整个数据采集与处理流程中,无人机的高效性体现在两个方面:首先,采集过程中的飞行路径与角度经过精心规划,能够确保全面、精准的影像获取;其次,数据的实时传输使得图像处理几乎同步完成,大大缩短了数据的传输与处理时间。得益于更高效的传感器、更优化的飞行路径规划以及更先进的数据处理技术,未来的无人机能够在更短的时间内完成数据采集任务,且精度将更高,适应复杂任务的能力也会进一步增强。

2.4 成本低廉

与传统的航空摄影技术或卫星遥感技术相比,使用无人机进行地理数据采集所需的投入成本远低于前者。传统航空平台不仅需要高昂的设备采购费用,还需要复杂的维护程序以及大量的人力资源。而无人机的采购成本相对适中,且其维护费用与操作成本远低于传统航拍设备。此外,操作无人机的人员也远少于传统航空平台,减少了大量的人工成本。在许多小型或资源有限的项目中,传统测量手段往往无法满足高效、低成本的需求。而无人机凭借其成本效益优势,能够在相对较低的预算下完成复杂的地理数据采集任务。随着技术的不断成熟与普及,未来无人机的采购与运营成本将进一步降低,使得更多中小型项目能够以较低的预算进行高效的数据采集。借助于无人机,越来越多的中小规模项目能够用较低的成本实现大范围地理数据采集,极大提升了项目的可执行性与经济性。

3 无人机航空摄影测量影像数据快速处理技术

随着无人机航空摄影测量技术的迅速发展,在这些应用中,影像数据处理的精确度与效率成为关键。Agisoft Photo Scan 软件凭借其强大的自动化三维建模技术,极大地提升了无人机影像数据的处理能力。该软件涵盖了一系列处理流程,包括数据准备、影像导入与对齐、密集点云生成、几何图元编辑、数字高程模型(DEM)生成、数字化正射影像生成及成果导出等内容。

3.1 数据准备

无人机所搭载的摄影设备、GPS及IMU系统所记录的影像数据格式多种多样。因此,在进行数据处理之前,必须将其转换为Agisoft Photo Scan软件所支持的格式。无人机的IMU与GPS系统通常会在航拍过程中记录飞行姿态与位置数据。这些数据往往直接嵌入影像文件的EXIF信息中,而Photo Scan能够自动读取这些位置信息,并确保数据在后续处理中的空间定位准确。值得注意的是,尽管飞行姿态数据对于精确建模至关重要,但在某些情况下,这些数据并非每次都需要导入。相比之下,位置信息对于处理过程至关重要,因此它必须确保得到准确地传输与使用。此外,POS数据的格式可能会因无人机型号不同而有所差异,因此在数据准备阶段,通常需要对数据格式进行转化,以确保其与Photo Scan兼容。

3.2 影像导入与对齐

影像导入与对齐是无人机影像数据处理过程中的重要步骤,所有影像数据被导入到Agisoft Photo Scan软件中,随后进行对齐处理。对于较大规模的航拍区域,通常将影像划分为若干个较小区域独立处理,这不仅能够更好地利用计算资源,还能提高整个数据处理过程的效率。影像导入后,Photo Scan会根据图像间的空间关系进行对齐。软件自动计算每张影像的姿态、位置以及其他相关参数,从而实现影像的绝对定向、相对定向与内定向。对

齐精度可按不同级别进行调整,精度越高,处理所需的时间也越长。用户可以根据实际需求,在精度与处理效率之间找到合适的平衡点,确保最终数据的准确性。

3.3 密集点云生成

在影像对齐之后,通过结合每张影像中的深度信息以及相机位置,Photo Scan 能够将多个视角下的点云数据合并,形成一个统一的三维点云模型。根据需要,用户可以选择不同的点云质量等级。在点云质量较高的情况下,处理速度可能较慢,但能够获得更精细的三维模型。相反,在一些对速度要求较高的紧急任务中,例如灾害勘测,适当降低点云质量能够有效提升处理效率。对于某些特殊情况下的点云数据,Photo Scan 还提供了剪裁或删除冗余点云的功能。这使得用户可以根据需求精确控制数据处理范围。在一些只需生成 DEM 或正射影像的应用中,点云数据可能无需进一步处理或网格构建,简化了后续的工作流程。

3.4 几何图元编辑

在密集点云生成后,进行几何图元的编辑是对三维模型进一步优化的过程。在这一阶段,用户可以删除多余的面片、填补网格中的孔洞,并进一步完善三维模型的质量。特别是在某些航拍影像中,由于拍摄重叠度不足或角度不佳,生成的网格可能存在缺陷或空洞。Photo Scan 提供了强大的修补工具,能够自动填充这些空洞,从而确保最终生成的三维模型无缝且完整。同时,几何图元编辑阶段还涉及到纹理映射的生成。纹理映射可以为三维模型赋予更加真实的外观,使得该模型在后续的可视化与分析中具有更高的实用价值。用户可以根据需要对模型中的几何图元进行调整,进一步优化模型的外观与结构。

3.5 DEM 生成

数字高程模型 (DEM) 的生成是在无人机影像数据处理中至关重要的一环。通过 Photo Scan, 用户能够利用密集点云或网格模型生成精确的 DEM。生成过程通常依赖于高质量的点云数据, Photo Scan 通过对这些数据的细致计算,构建出反映地形起伏的数字高程模型。DEM 的生成过程中,用户可以根据需求调整分辨率,确保数据的精度与计算效率之间的平衡^[4]。此外,对于一些特殊区域的精度要求较高的任务,Photo Scan 提供了加密点云数据的功能,能够精确标定特定区域的高程信息。通过这一技术,可以有效提升该区域 DEM 模型的精度,使其更加符合精细化需求。

3.6 数字化正射影像生成

数字化正射影像生成是无人机航空摄影测量中的核心任务之一,涉及将影像数据从倾斜视角转化为正射影像。在这一过程中,Photo Scan 通过使用 DEM 对影像进行几何校正,消除因拍摄角度不同而产生的畸变,确保影像中的每个像素都能够精确对应地面上的实际位置。正射影像

能够提供精确的地理信息,广泛应用于土地规划、环境监测、灾后评估等领域。在生成正射影像时,影像的原始分辨率与所选区域的面积将作为输入依据,Photo Scan 会根据这些参数自动计算出合适的影像尺寸。在某些情况下,软件还允许用户自定义正射影像的尺寸,确保其满足不同应用场景的需求。

3.7 成果导出

最后,经过处理的影像数据需要导出以便后续使用。Photo Scan 支持多种数据格式的导出,包括 GeoTIFF、PNG、JPEG 等,用户可以根据需要选择合适的格式。对于 DEM 模型的导出,用户可以根据任务的具体需求调整像素大小与地理投影。当 DEM 数据的范围较大时,导出过程可能会占用较多的内存资源,这时用户可以通过调整分辨率或导出范围,优化导出过程。对于数字化正射影像的导出,其设置方法与 DEM 的导出类似,用户同样可以选择合适的格式与输出参数。例如,若需要在 Google Earth 中查看成果,KMZ 格式便是一个常见的选择,用户可以通过这种方式将生成的影像直接导入到 Google Earth 进行查看与分析。

4 结束语

无人机航空摄影测量技术在数据采集速度、成本效益与精度等方面所展现的优势,逐步改变了传统测量方法的局限。该技术不仅能在复杂环境中执行任务,还能快速获取大范围区域的精确数据,广泛应用于多个行业,为相关决策提供高效支持。随着硬件设备的进一步优化及技术的日益成熟,无人机技术的应用前景广阔,尤其是在地理信息采集、环境监测及灾后评估等领域。然而,在数据处理与分析环节,仍然存在一定挑战,尤其是在自动化处理与大规模数据的精确建模等方面。尽管硬件性能逐步提升,但如何在数据处理过程中有效减少误差,提升处理效率,依然是未来发展的重点。随着算法优化与飞行路径规划的不断进步,预计无人机航空摄影测量技术将在未来得到更广泛的应用,推动各行业的数字化转型与决策水平的提升。

【参考文献】

- [1] 俞健康. 无人机倾斜摄影测量在立交桥三维重建中的应用[J]. 测绘通报, 2020(10): 106-109.
 - [2] 王丽. 无人机航空摄影测量影像数据快速处理技术分析[J]. 数字通信世界, 2022(9): 89-91.
 - [3] 祖为国, 谭金石, 刘丽. 无人机低空摄影构建影像点云的线路巡检方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2023, 46(10): 22-25.
 - [4] 刘建军, 宋利奎, 刘亚青, 等. 无人机航空摄影测量技术在大比例尺数据获取中应用[J]. 信息记录材料, 2024, 25(1): 182-184.
- 作者简介: 乔燕英(1967.10—), 单位名称: 山东省国土测绘院, 毕业学校: 济南大学, 专业: 计算机科学与技术。

以新质生产力为引领，加快推进新型工业化

万刚¹ 熊吉昌² 许毅鹏²

1. 江西省数字产业集团，江西 南昌 330108

2. 中国联合网络通信有限公司江西省分公司，江西 南昌 330038

[摘要]全面推进新型工业化是加快夯实中国式现代化强大物质技术基础的战略选择。从新质生产力和新型工业化基本定义切入，分析其阶段性特征，从转型发展和技术创新多个维度，研究新质生产力与新型工业化之间的内涵关系，剖析了新质生产力在战略性新兴产业和未来产业领域给新型工业化带来的新机遇，总结了新质生产力对促进我国经济转型升级，提高产业核心竞争力，实现新型工业化高质量发展的重要作用。

[关键词]新质生产力；引领；新型工业化

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15083

中图分类号: F120.3

文献标识码: A

Guided by New Quality Productivity, Accelerate the Promotion of New Industrialization

WAN Gang¹, XIONG Jichang², XU Yipeng²

1. Jiangxi Digital Industry Group, Nanchang, Jiangxi, 330108, China

2. Jiangxi Branch of China United Network Communications Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330038, China

Abstract: Comprehensively promoting new industrialization is a strategic choice to accelerate the consolidation of the strong material and technological foundation of Chinese path to modernization. Starting from the basic definitions of new quality productivity and new industrialization, this paper analyzes their stage characteristics, studies the connotation relationship between new quality productivity and new industrialization from multiple dimensions of transformation and technological innovation, analyzes the new opportunities that new quality productivity brings to new industrialization in strategic emerging industries and future industries, and summarizes the important role of new quality productivity in promoting Chinese economic transformation and upgrading, improving industrial core competitiveness, and achieving high-quality development of new industrialization.

Keywords: new quality productivity; guide; new industrialization

引言

“新质生产力”的概念有别于传统生产力的定义，新质生产力作为一种全新质态的生产力，是以创新理念引导发展，以创新科技驱动发展，从而引领和发展战略性新兴产业以及未来产业的新型生产力的一种统称^[1]。在新质生产力的定义中，需要指出的是创新将是起到主导作用的核心命题，构建一种融合传统与现代元素的新型经济增长模式，开辟一条独具特色的生产力发展道路。这一模式的显著标志在于，它依托于高科技的驱动、高效能的运作以及高质量为基准的先进生产力形态。

习近平总书记2024年1月31日主持召开中共中央政治局第十一次集体学习指出，“发展新质生产力是推动高质量发展内在要求和重要着力点”，“必须继续做好创新大文章，推动新质生产力加快发展”，提出实施新型工业化是当务之急。

新型工业化是信息化与工业化相辅相成的一种新型工业发展模式。信息化将起到带动工业化的作用，而工业化的发展则将有力地推动信息化建设，拉动和改变现有工业体系的发展路径，实现高科技创新、高附加值产品的高经济效益、绿色低碳制造、机器换人等一系列优势得到充

分发挥的发展道路。我国目前仍是发展中国家，在发展的道路上，不会也没有必要重走西方工业发展过程中的传统工业化道路，信息化与工业化融合、创新引导和绿色发展的可持续工业化道路方为我国工业发展的必由之路。

在新型工业化过程中，新质生产力能够促进产业升级和科技创新，提高产业韧性和安全水平，也能提高劳动素质和人才吸引力。就新型工业化目前的形势来看，我国工业如需实现新型工业化，仍存在诸多挑战，包括严峻的国际形势、薄弱的产业结构、参差不齐的劳动力等。面临当下推进新型工业化难题，以新质生产力为重点，是当前最优“突破口”，讲能够为新型工业化的发展开辟新机遇，拓展新空间。

本文着重讨论新质生产力概念，对新型工业化发展过程中遇到的各种困难进行分析，同时结合考虑新质生产力对新型工业化发展的新机遇，对推进新质生产力及促进新型工业化发展发挥一定的参考及启发作用，以期促进我国经济转型，提升产业竞争力，实现新型工业化高质量发展。

1 新质生产力和新型工业化基本定义与阶段性特征

1.1 新质生产力

新质生产力即新质态生产力，是在科技创新的资源转

化、整合框架下，由战略性新兴产业和未来产业发展所产生的高效能、高质量的自然资源、改造自然能力^[1]。“新质生产力”的提出是习近平经济思想的又一理论贡献，是继承与创新了中国共产党经济思想^[2]；其整合并优化相关科技创新资源，引领并带动战略性新兴产业和未来产业发展；与传统生产力相比，新质生产力领域新颖、技术含量高、创新驱动性强，是一种重大飞跃，科技创新具有引领和主导作用，新质生产力的提出以科技创新作为驱动产业革新升级的新途径，更深层面体现了通过产业升级打造新的竞争力建立发展主导权的战略远见。

新质生产力是数字化、网络化、智能化深度融合的结晶，是当代先进生产力的生动体现，是科技创新跨域、跨层面交叉、深度聚合而生成的根本性变革之义。新质生产力中的“新”，是“新技术革命、新兴模式、全新产业形态、未开垦领域、强劲增长动力”之汇，新质生产力中的“质”，是“物质基础发生巨变、质量标准定位升级、本质特征焕然一新、卓越品质精益求精”之总。新质生产力中的“生产力”，是解放和发展社会生产力最为活跃的因变量，是社会主义的最高命题——解放和发展社会生产力。

新质生产力，特点在“新”，关键在“质”，落脚在“生产力”。要把推进数字技术创新驱动作为主攻方向，培育和发展新质生产力。当务之急是实现数字技术自立自强。必须给予基础研究与原始创新以高度的重视，紧密聚焦于那些具备先发优势、有望成为关键技术的潜力领域，以及能够引领未来产业发展方向的前沿技术，尽早开展战略性的规划布局与前瞻性的部署安排。重点方向是瞄准产业升级。秉持数字技术创新驱动的理念，充分利用数字技术的高连接性和强大渗透力，加速推进数字技术与传统产业之间的深度融合与协同发展。

1.2 新型工业化

新型工业化是发展经济学概念，知识化、信息化、全球化和生态化是其本质特征^[3]。2002年，党的十六大首次提出了一个概念，即：“通过信息化来推动工业化的发展，并利用工业化来促进信息化的进程，探索一条科技含量高、经济效益好、资源消耗少、环境污染低，并充分发挥人力资源优势的新型工业化道路。”新型工业化是实现现代化的关键路径，加快建立现代化产业体系是推动高质量发展的首要任务。在全面考量中华民族伟大复兴的战略全局以及世界正经历的百年未有之大变局后，党中央作出了推进新型工业化的这一重大而深远的决策部署。

习近平总书记指出，实现中国梦在工业领域最直接的表现就是要加快推进新型工业化。当前，我国产业发展正处于“后发追赶、由大到强”的转型期，技术与资源是制约我国工业体系正常运转的关键壁垒和瓶颈制约，加快推进新型工业化，需要多维度在技术上、在资源上、在能耗上、在安全上破难突围才能实现新型工业化量变到质变的跨越^[4]。走到今天，新型工业化现阶段展现出一些鲜明的“新”的特征：（1）新发展目标：实现产业安全自主可控，

实现产业基础高级化，持续提升中国产业在国际市场上的竞争力；（2）新发展要求：以国内循环为主，国内国际循环相互促进，高质量推进对外开放，参与、指引全球产业链和供应链重构。（3）创新发展模式：创新是第一动力，产业结构向高精尖方向转型升级，区域布局向集群化方向转型升级，产业组织结构向协同化方向转型升级，形成高效协同的产业生态圈；（4）主要发展路径：将制造业高质量发展作为经济高质量发展的主攻方向，是建设现代产业体系，推进新型工业化、加快建设制造强国的根本路径；

（5）发展动力：科技创新是新型工业化的强大引擎，是新型工业化的内在本质，坚持创新驱动，为新型工业化高质量发展注入源源不断的发展动力；（6）发展成效：产品不断高端化，生产过程不断高效化，不断追求最大化的生产效益，进而有效提升人均可支配收入，扩大中等收入群体规模，为实现共同富裕目标提供雄厚的财力和物力基础。

2 新质生产力与新型工业化的内涵关系

新质生产力和新型工业化都是以科技为主要生产的增长动力，以摆脱传统工业实现高质量发展的生产力，都是融合了数字产业化的生产力，两者具有内涵上的密切关系^[5]。新质生产力是突破传统增长模式以科技创新为第一生产力，契合高质量发展要求的生产力形式，建立在数字时代的大背景下，具有更强的融合性和更加丰富的内涵，标志着生产力发展进入到新阶段。现代工业化是以技术创新为导向，对传统行业进行改进和提升，发展和培育具有战略性意义的新兴行业，着力推进数字化产业和产业数字化的双重同步发展^[6-7]。

新型工业化是新质生产力赖以生长的坚实基础，支撑着新质生产力的成长并为其提供保障，形成了新质生产力得以实现的关键前提。新型工业化采取了一系列现代科技手段和生产方式，以提高生产效率、降低生产成本、提升产品质量，推动生产要素发生变革形成突破性生产力；或者以推动相关产业协同发展的方式形成各自行业群簇和产业链，进而推动各行业生产力协同发展。

新质生产力是新型工业化的基础和支撑。新质生产力具有创新性、高效性、智能性等特点，能够为新型工业化提供强大的科技支撑和生产力基础。新型工业化需要的先进科技手段和生产方法等条件，都来自于新质生产力。同时，新质生产力还能够提高生产效率，降低成本，提高产品质量，为新型工业化提供更加可靠、高效的生产力保障。

新质生产力和新型工业化相辅相成，相互依存。新型工业化需要新质生产力作支撑，而新质生产力也需要新型工业化的引领和带动。两者良性促进互动，有利于完善生产要素配置和助推生产方式升级创新，有力地推动了经济社会的高质量发展。

3 新质生产力给新型工业化带来的新机遇

习近平总书记指出，引领战略性新兴产业和未来产业发展，加快形成新质生产力。当前，我国还是在科技创新方面仍不足、战略性新兴产业尚不成熟的瓶颈，被西方发达国家在产业体系的核心领域和重心产业最关键的工业技术所卡

脖子,对现代化产业体系建设和高质量发展形成阻碍,因此,新质生产力的“新”体现在通过关键性颠覆性技术,抢占战略性新兴产业和前沿型未来产业,并在突破卡脖子的技术竞争中大力提升我国自主创新自立自强的实力水平。

战略性新兴产业是推动新型工业化的强大推手,包括生物技术、新能源、信息技术、高端装备制造业和新材料产业等,这些产业特点突出高技术含量、高附加值、高增长潜力,是新型工业化的主要构成部分,发展战略性新兴产业能够加快产业结构调整、提高产业水平、提高产业竞争力,推动经济高质量发展^[8-9]。

未来产业是指潜力巨大的新兴产业^[10],如量子计算、生物技术与基因编辑、人工智能与机器学习、5G/6G 通信技术、可持续能源与储能技术等领域。这些产业具有技术迭代快、市场需求大、产业规模增长迅速等特点,是拉动经济发展的重要动力,有利于领跑未来市场,培育新的经济增长点,推动经济持续健康发展。

新质生产力与新型工业化之间相互依存、相互促进的内涵关系,能够为新型工业化提供更加广阔的发展空间和机遇,从而更好地实现新型工业化的升级发展、促进技术研发和创新、协同推进和融入企业,推动新型工业化的进一步深度应用和向实发展。在战略性新兴产业和未来产业领域,新质生产力给新型工业化带来的新机遇非常广阔,将为新型工业化带来诸多的新机遇,主要体现在以下 4 个方面:(1) 带动产业优化升级:战略性新兴产业、未来产业等新型产业本身是兼具高附加值、高科技含量、环保等特点的产业类型,有利于带动当地传统产业的转型优化升级,推进传统产业向高端、高附加值转型升级,甚至一些新型产业也势必形成相关的运营模式、产业链、产业集群等,为新型工业化提供更为健全的匹配性服务与应用场景。(2) 促进技术创新和研发:新的运营模式和优化的产业链更能为企业的技术创新和研发提供更好的环境。例如,通过新的运营模式,企业的资源可以更好地整合和协调优化,促进研发效率和便捷化,有利于加快技术研发和产品创新的效率。而通过产业链的优化,能够为企业提供更好的精细化的运营管理服务和支撑,有利于企业的生产加工水平和生产效率,提高整个企业的管理水平。(3) 推动企业合作协同发展:战略性新兴产业、未来等产业,企业合作协同发展。战略性新兴产业、未来产业等新型产业形态往往是集多个企业合作的协同,共同推进产业化发展。(4) 促进工业大数据的应用和发挥:战略性新兴产业发展、未来产业等新型产业形态需要大量的数据支持,其中工业大数据就有待开发。企业通过应用工业大数据可以更充分地了解市场需求及发展趋势,使企业的生产更有效率,企业的管理水平更高。工业大数据也能够为企业提供更精妙的运营管理,帮助企业在市场变化和市场压力面前不会失控。

战略性新兴产业、未来产业的发展为新质生产力带来契机和机遇,能够为新型工业化带来更好的发展,促进产业

升级和转型、技术创新和研发、企业合作和协同发展,推动新型工业化进一步的深度应用和向实的发展。

4 结语

新型生产力及新型工业化是我国经济转型发展和产业竞争力的新引擎,是我国经济实现高质量发展的重要依托。以新型生产力为底层结构,大力推动新型工业化是我国经济高质量发展的必由之路,我们必须自觉坚决地学习和贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想,深刻理解和准确领会新生产力的内涵及作用,以新型工业化发展中的“堵点”“卡点”为抓手,攻坚克难,解决新型工业化发展中所遇到的问题,抢抓新型生产力带来的新型工业化发展红利,在新型工业化发展中的产业创新、技术创新、生态合作创新、应用创新等各个方面整合科技创新资源,打造发展新质生产力,在数字技术与传统产业的深度融合以及产业链上下游企业协同发展等方面推动新型工业化高质量发展。

【参考文献】

- [1]张林,蒲清平.新质生产力的内涵特征、理论创新与价值意蕴[J].重庆大学学报(社会科学版),2023,29(6):137-148.
- [2]徐政,郑霖豪,程梦瑶.新质生产力赋能高质量发展的内在逻辑与实践构想[J].当代经济研究,2023(11):51-58.
- [3]任保平,李婧瑜.以数实融合推动新型工业化的阶段性特征、战略定位与路径选择[J].经济与管理评论,2024,40(2):5-16.
- [4]罗盈盈,王骁,吴文昊.“AI+工业互联网”赋能新型工业化[J].通信世界,2024(5):17-19.
- [5]谢中起,索建华,张莹.数字生产力的内涵、价值与挑战[J].自然辩证法研究,2023,39(6):93-99.
- [6]汪雪敏.以新型工业化推动高质量发展[J].唯实,2023(8):62-64.
- [7]陶元,窦克勤,王程安.推进新型工业化背景下制造业数字化转型的定位、态势和路径[J].新型工业化,2023,13(6):5-11.
- [8]李德轩,许召元,柯俊强.新阶段我国新型工业化发展的若干思考[J].理论探索,2023(1):98-105.
- [9]钞小静,王清.新质生产力驱动高质量发展的逻辑与路径[J].西安财经大学学报,2024,37(1):12-20.
- [10]胡迟.加快形成新质生产力 大力推进新型工业化——2024 年中国企业走势前瞻[J].上海企业,2024(2):5-12.

作者简介:万刚(1976.7—),男,高级工程师,江西省数字产业集团数字创研部部长,江西江投数字经济技术有限公司总经理,工信部 5G 应用产业方阵推进组专家、南昌大学产业教授,江西省政府虚拟现实产业链专家,江西省数字经济学会理事,江西省工业互联网智库专家、江西省 03 专项工业组组长、“5G+智慧工厂”项目专家库专家。

征 稿

《智能城市应用》由新加坡Viser Technology Ptd Ltd主办, ISSN: 2717-5391 (印刷)。本刊长期以来注重质量, 编排规范, 选稿较严格, 学术水平较高, 深受高校教师及科研院所研究人员的青睐。本刊为开源 (Open Access) 期刊, 出刊的所有文章均可在全球范围内免费下载, 中国知网、维普网等权威数据库收录。

期刊以“平面媒体+网络传播”方式互动, 内容聚焦智能城市建设, 解读行业政策, 传播行业技术标准; 组建权威的业内专家团队, 为期刊提供精粹的观点、尖端技术解读; 以科技成果传播为核心, 关注自主创新, 宣传展示各地智能城市建设成就; 剖析各领域典型应用案例, 分享最新技术理论与产品, 全方位深度覆盖诸多物联网与智能城市应用领域, 为相关信息化管理部门及广大设计院、系统集成商、建筑工程公司、房地产开发商、物业管理公司、产品生产厂商等相关单位提供各类参考资料。

《智能城市应用》期刊的主要栏目有:

城乡规划、市政园林、路桥与交通、通讯通信技术、施工技术、节能环保、机械机电、计算机应用技术、自动化技术、智慧数据分析、工业制造、勘察测绘等。

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。(附个人简历、邮箱、联系方式及详细收件地址, 如: 省、市、区、路)。

(3) 论文篇幅: 字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址: www.viserdata.com



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址

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

官方网站

www.viserdata.com

ISSN 2717-5391



9 772717 539258