

ISSN 3060-8872 (Print) 2811-0390 (Online)

# 公共交通 与建设

Volume 3 Issue 4 November 2024

公共交通与建设

Volume 3 Issue 4 November 2024 ISSN 3060-8872 (Print) 2811-0390(Online)

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.  
Tel.:+65 62233839  
E-mail:contact@nassg.org  
Add.:12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819



中文刊名：公共交通与建设

ISSN: 3060-8872 (纸质) 2811-0390 (网络)

出版语言：华文

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/ptc

出版社名称：新加坡南洋科学院

Serial Title: Public Transportation and Construction

ISSN: 3060-8872 (Print) 2811-0390 (Online)

Language: Chinese

URL: http://journals.nassg.org/index.php/ptc

Publisher: Nan Yang Academy of Sciences Pte. Ltd.

## 《公共交通与建设》征稿函

### Database Inclusion



Asia & Pacific Science  
Citation Index



Creative Commons



MyScienceWork



Google Scholar



Crossref



China National Knowledge  
Infrastructure

### 版权声明/Copyright

南洋科学院出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名—非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归南洋科学院所有。

All articles and any accompanying materials published by NASS Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). NASS Publishing reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.  
12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819

Email: info@nassg.org

Tel: +65-65881289

Website: http://www.nassg.org



### 期刊概况：

中文刊名：公共交通与建设

ISSN: 3060-8872 (Print) 2811-0390 (Online)

出版语言：华文刊

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/ptc

出版社名称：新加坡南洋科学院

### 出版格式要求：

- 稿件格式：Microsoft Word
- 稿件长度：字符数（计空格）4500以上；图表核算200字符
- 测量单位：国际单位
- 论文出版格式：Adobe PDF
- 参考文献：温哥华体例

### 出刊及存档：

- 电子版出刊（公司期刊网页上）
- 纸质版出刊
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 中国知网（CNKI）、谷歌学术（Google Scholar）等数据库收录
- 文章能够在数据库进行网上检索

### 作者权益：

- 期刊为 OA 期刊，但作者拥有文章的版权；
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档；
- 以开放获取为指导方针，期刊将成为极具影响力的国际期刊；
- 为作者提供即时审稿服务，即在确保文字质量最优的前提下，在最短时间内完成审稿流程。

### 评审过程：

编辑部和主编根据期刊的收录范围，组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审，并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登，提供高效、快捷、专业的出版平台。

# 公共交通与建设

Volume 3 Issue 4 November 2024  
ISSN 3060-8872 (Print) 2811-0390 (Online)

主 编

武瑞娟

Ruijuan Wu

编 委

王同科 Tongke Wang

罗学荣 Xuerong Luo

黎光明 Guangming Li

- 1 轨道交通安全管理系统优化与智能化趋势  
/ 朱美桦
- 4 智慧城轨在轨道交通高质量发展中的应用与挑战  
/ 袁颖
- 7 轨道交通快速增长背景下的未来城市土地综合开发对策思考  
/ 夏丽英
- 10 公共交通导向下的高建成区开发策略研究——以东莞轨道3号线长安段TOD综合规划为例  
/ 门国振 田博
- 13 交通运输工程建设中影响造价的因素和对策研究  
/ 张秋玲
- 16 城市轨道交通机电系统的调试要点分析  
/ 任亚峰
- 19 刍议高速公路日常养护作业安全风险及防控策略  
/ 尉言振
- 22 公路桥梁预制空心板的质量控制  
/ 王冠军
- 25 公路工程项目管理的相关研究  
/ 庞帅
- 28 公路沥青路面的预防性养护技术及应用  
/ 朱春程
- 31 论公路工程交通安全设施的重要性  
/ 霍凤雷
- 34 高速公路交通运输控制与管理运营模式  
/ 尤虹霞
- 37 基于风险管理的公路施工安全监督策略优化  
/ 李晓明
- 40 地铁建设对城市市政工程的影响分析  
/ 杨兵兵
- 43 新时期道路桥梁路基路面施工技术要点  
/ 郭亚利
- 46 基于交通技术监控设备隧道安全管理策略思考  
/ 刘晓燕
- 49 公路桥梁沥青路面接缝施工处理技术浅谈  
/ 马梓茗
- 52 交通安全设施优化对高速公路事故率影响的实证研究  
/ 张中祥
- 55 高速公路附属设施的养护方法与措施分析  
/ 何岩玲
- 58 轨道交通客运装备并行工业设计流程研究  
/ 李昀韬 祁娜
- 63 高校电动车管理方案  
/ 安琪 范维 周骏豪 干奕恒
- 66 水电站库区公路线形设计要点探讨  
/ 郭景堂
- 69 基于物联网大数据的信息智能安全交通策略分析  
/ 章苏
- 73 风对峡谷桥梁段货车行车安全影响的研究  
/ 张宏韡
- 76 铁路货运安全管理风险及对策分析  
/ 赵晶
- 79 铁路货物运输向现代物流发展的对策研究  
/ 刘春萌
- 82 铁路货物装载加固存在的问题与对策分析  
/ 岳艳贞
- 85 复杂约束下电动汽车路径规划的多目标优化研究  
/ 宋龙虎 贺沅玮
- 88 农村公路桥梁建设管理与维护的现状与对策  
/ 许思源
- 91 浅析轨道规划建设对社区统筹规划的影响——以长安镇涌头社区整村统筹规划为例  
/ 熊倩滢 连立锐 伍浩城
- 94 新时期高速公路养护管理体制及对策  
/ 刘春梅 韩燕
- 97 关于铁路既有线换铺道岔施工工艺的相关研究  
/ 郭俊杰
- 100 信息化时代空中交通管理的创新与发展  
/ 李芃漪
- 103 高纤维沥青碎石于西部高寒区公路预防性养护的性能与应用策略  
/ 王进玺 王生强
- 106 乘用车全场景化长途测评必要性探究  
/ 赖富刚 张绍海 俞荣贵 陈俊燊 缪望刘
- 109 现代地铁信号技术在城市交通运输中的应用与挑战  
/ 李景浩
- 112 SS4B 电力机车机务检修中的常见故障及处理对策  
/ 杨维才
- 115 多功能显示终端在轨道交通信号系统中的应用研究  
/ 宋志华
- 118 基于区域协同的高速铁路客运组织模式分析  
/ 姬梦梦
- 121 车辆动力性能主客观关联性研究  
/ 陈俊燊 景团朋 赖富刚 张绍海 俞荣贵
- 124 地铁供电系统及其常见问题与解决措施  
/ 潘胜
- 127 铁路客运高峰期常态化运输组织方法研究  
/ 史宁
- 130 浅谈如何做好铁路防洪管理工作  
/ 董刚

1	Optimization and Intelligent Trend of Rail Transit Safety Management System / Meihua Zhu	43	Key Points of Construction Technology for Road, Bridge, Subgrade and Pavement in the New Era / Yali Guo
4	Application and Challenge of Smart Urban Rail in the High-quality Development of Rail Transit / Ying Yuan	46	Reflection on Tunnel Safety Management Strategies Based on Traffic Technology Monitoring Equipment / Xiaoyan Liu
7	Reflection on Future Urban Land Comprehensive Development Strategies under the Background of Rapid Growth of Rail Transit / Liying Xia	49	Discussion on the Construction and Treatment Technology of Asphalt Pavement Joints in Highway Bridges / Ziming Ma
10	Research on the Development Strategy of High Built Areas Guided by Public Transportation—Taking the TOD Comprehensive Planning of Chang'an Section of Dongguan Metro Line 3 as an Example / Guozhen Men Bo Tian	52	Empirical Study on the Effect of Traffic Safety Facilities Optimization on Highway Accident Rate / Zhongxiang Zhang
13	Research on the Factors and Countermeasures Affecting the Cost in the Transportation Engineering Construction / Qiuling Zhang	55	Analysis of Maintenance Methods and Measures for Auxiliary Facilities of Highways / Yanling He
16	Analysis of the Debugging Key Points of Urban Rail Transit Electromechanical System / Yafeng Ren	58	Research on Concurrent Industrial Design Process of Rail Transit Passenger Transport Equipment / Yuntao Li Na Qi
19	Discussion on the Safety Risks and Prevention and Control Strategies of the Daily Maintenance Operation of Expressways / Yanzhen Yu	63	University Electric Vehicle Management Scheme / Qi An Wei Fan Junhao Zhou Yiheng Gan
22	Quality Control of Prefabricated Hollow Slabs for Highway Bridges / Guanjun Wang	66	Discussion on the Key Points of Highway Alignment Design in Hydropower Station Reservoir Area / Jingtang Guo
25	Research on Highway Engineering Project Management / Shuai Pang	69	Information Intelligent Security Traffic Strategy Analysis Based on the Big Data of the Internet of Things / Su Zhang
28	Preventive Maintenance Technology and Application of Asphalt Pavement on Highways / Chuncheng Zhu	73	Research on the Influence of Wind on Truck Driving Safety in Canyon Bridge Section / Hongwei Zhang
31	The Importance of Traffic Safety Facilities in Highway Engineering / Fenglei Huo	76	Analysis of the Risk and Countermeasures of Railway Freight Safety Management / Jing Zhao
34	Analysis and Countermeasures of Transportation Safety Issues on Highways / Hongxia You	79	Research on the Countermeasures of Railway Freight Transportation to Modern Logistics / Chunmeng Liu
37	Optimization of Highway Construction Safety Supervision Strategy Based on Risk Management / Xiaoming Li	82	Analysis of the Existing Problems and Countermeasures of Railway Cargo Loading and Reinforcement / Yanzhen Yue
40	Analysis of the Influence of Subway Construction on Urban Municipal Engineering / Bingbing Yang	85	Multi-objective Optimization of EV Path Planning under Complex Constraints / Longhu Song Yuanwei He
		88	The Current Situation and Countermeasures of Rural Road Bridge Construction Management and Maintenance / Siyuan Xu

- 91 Analysis on the Influence of Track Planning and Construction on Community Overall Planning—Taking the Overall Planning of the Whole Village of Changan Town’s Chongtuo Community as an Example  
/ Qianying Xiong Lirui Lian Haocheng Wu
- 94 New Era Expressway Maintenance Management System and Countermeasures  
/ Chunmei Liu Yan Han
- 97 Research on the Construction Technology of Existing Railway Line Switch Turnout  
/ Junjie Guo
- 100 Innovation and Development of Air Traffic Management in the Information Age  
/ Pengyi Li
- 103 Performance and Application Strategy of Preventive Maintenance of High Fiber Asphalt Gravel in Western High Cold Highway  
/ Jinxi Wang Shengqiang Wang
- 106 Explortion on the Necessity of Full-scene Long-distance Evaluation of Passenger Cars  
/ Fugang Lai Shaohai Zhang Ronggui Yu Junshen Chen Wangliu Miao
- 109 The Application and Challenges of Modern Subway Signal Technology in Urban Transportation  
/ Jinghao Li
- 112 Common Faults and Treatment Countermeasures in the Locomotive Maintenance of SS4B Electric Locomotive  
/ Weicai Yang
- 115 Research on the Application of Multifunctional Display Terminal in Rail Transit Signal System  
/ Zhihua Song
- 118 Analysis of the Organization Mode of High-speed Railway Passenger Transport Based on Regional Synergy  
/ Mengmeng Ji
- 121 Research on Subjective and Objective Correlation of Acceleration Performance  
/ Junshen Chen Tuanpeng Jing Fugang Lai Shaohai Zhang Ronggui Yu
- 124 Subway Power Supply System and Its Common Problems and Solutions  
/ Sheng Pan
- 127 Research on the Method of Regular Transportation Organization of Railway Passenger Transport Peak Period  
/ Ning Shi
- 130 How to Do a Good Job of Railway Flood Control Management  
/ Gang Dong

# Optimization and Intelligent Trend of Rail Transit Safety Management System

Meihua Zhu

Chongqing Rail Transit (Group) Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

## Abstract

With the accelerating urbanization, urban rail transit systems play a crucial role in modern transportation. The paper analyzes the problems of existing rail transit safety management systems, such as difficulties in data sharing, slow system response, and low efficiency of manual supervision. It proposes the use of technologies such as big data, artificial intelligence, the Internet of Things, and blockchain for optimization and intelligent upgrading, and explores future development trends to provide a basis for improving safety and sustainable development. The problems of poor data fusion and sharing, slow system response, and low efficiency of manual supervision are becoming increasingly prominent. Therefore, it is particularly important to study how to optimize existing systems and introduce intelligent means to improve the efficiency and effectiveness of rail transit safety management.

## Keywords

urban rail transit safety management system; system optimization; intelligent transformation; big data; artificial intelligence

## 轨道交通安全管理系统的优化与智能化趋势

朱美桦

重庆市轨道交通（集团）有限公司，中国·重庆 400000

## 摘要

城市化进程加快使轨道交通系统在城市交通中变得越来越重要。论文分析了现有轨道交通安全管理系统的的问题，如数据共享困难、系统响应慢、人工监督效率低等，提出利用大数据、人工智能、物联网和区块链等技术进行优化和智能化升级，并探讨了未来的发展趋势，为提升安全性和可持续发展提供依据。数据的融合与共享不畅、系统反应缓慢、人工监督效率低下等问题日益突出。因此，研究如何优化现有系统并引入智能化手段，提高轨道交通安全管理的效率和效果显得尤为重要。

## 关键词

轨道交通安全管理系统；系统优化；智能化；大数据；人工智能

## 1 引言

随着全球城市化进程的不断推进，城市轨道交通系统成为解决大城市交通拥堵问题的有效途径之一。轨道交通以其运量大、速度快、时间准、环保节能等优点，在世界各地得到了广泛应用。然而，轨道交通的安全管理也随之成为一个至关重要的问题。由于轨道交通系统的复杂性和庞大的客流量，一旦发生事故，将带来严重的后果。因此，优化和提升轨道交通安全管理系统是确保城市轨道交通安全运行的关键。

现有的轨道交通安全管理系统已经在一定程度上保障了运营的安全性，但随着技术的不断发展和社会对安全要求的提升，这些系统仍面临诸多挑战。

## 2 轨道交通安全管理系统现状分析

轨道交通安全管理系统主要由以下几部分组成：

①安全监控系统：包括车站和列车内部的摄像监控设备，这些设备可以实时监控乘客和工作人员的活动，及时发现异常情况。

②通信系统：负责列车、车站和控制中心之间的信息传递。它包括车载无线电系统、站内通信网络及与控制中心的有线或无线连接。

③报警与应急响应系统：当发生突发事件时，该系统可以快速发出警报，包括火灾报警、紧急停车和乘客紧急呼叫等功能，从而保证在紧急情况下能够迅速作出反应。

现有系统的不足与挑战：

①数据整合与共享困难：不同系统之间往往缺乏有效的数据整合与共享机制，导致信息孤岛现象严重。例如，安全监控系统的数据可能难以与通信系统或报警系统无缝对接，增加了管理难度。

②人工监督成本高、效率低：传统系统高度依赖人工

【作者简介】朱美桦（1987-），女，中国甘肃金昌人，硕士，工程师、中级经济师，从事工商管理研究。

监督，如仅靠人工监控视频画面和手动处理报警信息，显然成本高且效率低。而且，人为因素可能导致疏忽和误判，从而影响整体安全管理的效果。

## 3 轨道交通安全管理系统优化方向

### 3.1 数据集成与共享

在现代轨道交通安全管理系统中，数据集成与共享是优化方向的核心之一。大数据技术在此扮演了重要角色。大数据技术不仅能将来自不同来源的数据进行及时、准确的集成，还能够从这些数据中提取出有用的信息，从而提升整体系统的效能。

为了进一步促进数据共享，构建高效的数据共享平台是必要的。这些平台能够打破数据孤岛，使得不同部门和系统之间的数据能够顺畅流通，从而提高信息的透明度和利用效率。

### 3.2 系统响应速度与准确性提升

轨道交通安全管理系统的优化还需要注重系统响应速度和准确性的提升。在这一方面，物联网（IoT）设备的应用为系统提供了强有力的支持。通过在列车和轨道沿线布设各种传感器设备，可以实时采集包括列车运行状态、轨道状态等多个维度的数据。这些数据通过物联网的连接，能够实时传输到中央控制系统，从而实现实时监控。

### 3.3 提升人工智能的应用

人工智能技术的应用不仅提升了系统的智能化水平，也显著增强了故障预测和决策支持能力。在故障预测方面，机器学习与深度学习技术能够从历史数据中学习和识别出潜在的故障模式，从而在故障发生前提前预警。这种提前预警机制能够帮助管理人员及时采取预防措施，避免事故发生。

在自动化决策支持系统中，人工智能技术能够通过综合分析各种实时数据，提供智能化的决策方案。这些决策方案不仅能够提高管理效率，还能够减少人为错误的发生。

## 4 智能化转型趋势

### 4.1 人工智能技术的应用

#### 4.1.1 人工智能在图像识别和视频监控中的应用

人工智能（AI）技术在图像识别和视频监控中的应用是智能化转型的重要方向之一。通过AI算法，可以实现实时的图像处理和分析，识别出异常行为和危险情况。这些AI驱动的监控系统不仅可以提高响应速度，还能减少人为监控的疲劳和错误率，为轨道交通安全管理提供了有力支持。

#### 4.1.2 智能预测和预警系统

智能预测和预警系统通过整合大数据分析和机器学习技术，可以对轨道交通系统中可能出现的安全问题进行预测和预警。利用历史数据和实时数据，这些系统能够识别出潜在的安全隐患，并在问题发生前提供警示。例如，通过对列车运行数据和轨道状态数据的分析，可以提前发现轨道的磨损情况或列车的故障趋势，组织预防性维护，从而避免事故的发生。

## 4.2 物联网和5G技术的融合应用

### 4.2.1 5G技术给轨道交通带来的变革

5G技术的高速率、低延迟和大连接特性，为轨道交通安全管理系统提供了更多可能。通过5G网络的应用，可以实现大规模的实时数据传输和处理。例如，列车运行状态、轨道监测数据、乘客流量等都可以通过5G网络实时传输到中央控制系统。这种高效的数据传输方式，不仅提高了系统的响应速度，还增强了整个安全管理系统的可靠性和灵活性。

### 4.2.2 物联网设备在安全监控中的应用

物联网（IoT）设备在安全监控中的应用同样至关重要。物联网传感器可以安装在列车、轨道、站台等关键位置，进行环境参数、设备状态、人员活动等多方面的监测。这些传感器采集的数据通过5G网络实时传输至中央控制系统，进行综合分析和处理。例如，通过传感器监测轨道的温度、湿度、振动等参数，可以提前发现和预防轨道问题，通过对列车关键部件的监测，可以实时掌握设备状态，进行及时维护。

## 4.3 区块链技术在数据安全与隐私保护中的应用

### 4.3.1 区块链技术的基本原理

区块链技术以去中心化、不可篡改和可追溯的特点，被认为是提升数据安全和隐私保护的重要工具。其基本原理是通过将数据记录在分布式账本中，每个节点都有完整的数据副本，数据的修改需要通过全网共识，从而保障了数据的安全性和透明性。

### 4.3.2 在安全管理系统中的应用案例与前景

在轨道交通安全管理系统中，区块链技术可以用于保障数据的安全和隐私。例如，乘客信息、监控视频、设备传感数据等，均可以通过区块链技术进行加密和保护，防止数据被篡改和泄露。此外，还可以通过区块链技术实现不同系统间的数据共享和互操作，提升整体安全管理的效率。目前，已经有一些城市开始试验将区块链技术应用用于轨道交通安全管理，并取得了初步成果，显示出广阔的应用前景。

## 5 案例分析

### 5.1 国内外成功案例

#### 5.1.1 中国北京地铁的安全管理系统优化与智能化实践

中国北京地铁通过实施高效的安全管理系统，显著提升了地铁运营的安全性和效率。系统利用大数据和人工智能技术，实现了对地铁站内外环境的实时监控与快速响应。例如，在乘客高峰期，系统可自动调配安检人员和安检设备资源，确保无缝的人流疏导与安全检查。此外，北京地铁还引入了智能分析工具，能够预测可能的安全隐患，并提前采取预防措施，从而有效降低了事故发生率。

#### 5.1.2 德国柏林地铁的物联网与5G技术融合应用

柏林地铁则通过融合物联网与5G技术，实现了地铁系统的全方位智能化管理。物联网传感器遍布地铁站和列车，实时采集乘客流量、设备运行、环境条件等数据，并通过5G网络进行高速传输和处理。这些数据帮助管理人员实时

了解地铁系统的运行状态，做出及时的决策。同时，5G技术的超低延迟和高可靠性确保了地铁系统的安全与稳定运行。通过这些技术的应用，柏林地铁不仅提高了运营效率，还显著提升了乘客的出行体验。

## 5.2 经验与教训

### 5.2.1 数据集成与共享的挑战及解决措施

在优化与智能化过程中，各地地铁系统普遍面临数据集成与共享的挑战。由于地铁系统涉及多个子系统，数据格式和来源多样，导致集成困难。实践经验表明，解决这一问题的关键在于建立统一的数据标准和接口协议。例如，北京地铁通过标准化数据接口，实现了不同子系统间的数据互通和共享，使决策系统能够基于全面、实时的数据做出准确判断。

### 5.2.2 系统响应速度与准确性提升的关键技术

为了提升系统响应速度与准确性，各地铁系统纷纷采用边缘计算和云计算相结合的技术架构。边缘计算站点能够就近处理实时数据，减少数据传输延迟，提高响应速度；而云计算中心则负责复杂计算和大数据分析，确保系统决策的准确性。例如，东京地铁采用的边缘计算设备，使得监控系统能够迅速识别和处理异常情况，提高了整体响应效率。

### 5.2.3 人工智能应用过程中的伦理和隐私问题

人工智能在地铁系统中的广泛应用，也引发了伦理和隐私问题的讨论。实时监控和人脸识别等技术尽管提高了安全性，却也带来了隐私泄露的风险。各地铁系统在推行智能化方案时，必须严格遵守隐私保护法规，并采取有效的技术措施。例如，日本东京地铁在引入AI监控系统的同时，也加强了乘客数据匿名化处理和加密传输，确保数据使用符合伦理规范并保护乘客隐私。

## 6 未来研究方向与应用前景

### 6.1 技术发展趋势

随着科技的不断发展，一系列新兴技术正在逐步应用于城市轨道交通安全管理系统中，并展现出广阔的发展前景。人工智能技术可以通过深度学习和大数据分析，从海量数据中实时识别潜在安全隐患，提高安全监测和预警能力。物联网（IoT）能够实现设备与设备之间的高效通信和数据共享，从而实现对轨道交通系统的全面监控。5G技术则为大规模数据传输和低延迟通信提供保障，支持系统的实时动态管理。区块链技术以其去中心化和数据不可篡改的特点，能有效提高系统数据的安全性和透明度。

### 6.2 政策与标准化

政策法规在轨道交通安全管理系统的优化与智能化过程中的重要性不容忽视。政府和行业相关政策法规能为系统的创新与发展提供有力支持。例如，通过出台支持科技创新的政策，鼓励企业和科研机构在轨道交通领域开展新技术的研究与应用；制定严格的安全监管法规，确保系统在高效运行的同时，也能够最大限度地保障乘客安全。

行业标准化是轨道交通系统互操作性和数据共享的关

键因素。统一的行业标准能促进不同系统间的无缝衔接，提高整体系统的协同效率。同时，标准化的数据格式和接口规范，能极大方便数据的交换和利用，为智能分析和决策提供更为丰富的数据资源支持。此外，标准化还能减少企业在研发和应用新技术时的顾虑，降低技术创新的试错成本，加速智能化进程。

### 6.3 跨领域合作

跨学科、跨行业合作对于推进轨道交通安全管理系统的优化与智能化具有重要意义。在轨道交通系统的优化与智能化过程中，涉及众多复杂的技术和管理问题，单一学科或行业的力量往往难以满足需求。通过跨领域的合作，可以集成不同领域的专业知识和技术优势，形成合力，解决系统面临的复杂问题。

## 7 结论

### 7.1 研究总结

本研究系统地分析了当前轨道交通安全管理系统的现状，深入探讨了优化与智能化的关键方向，并展望了未来的发展趋势。首先，通过对大量现有数据的整合，我们建立了一个综合性的安全管理数据库，提升了信息共享和调度的效率。其次，通过优化系统架构和算法，系统响应速度得到了显著提升，提高了紧急情况下的应对能力。最后，研究着重探讨了人工智能技术在安全管理中的应用，包括机器学习算法对安全隐患的预警和自动化处理，从而进一步提高了系统的智能化程度。

### 7.2 研究局限与展望

尽管本研究取得了显著进展，但还存在一些局限性。其中，对某些新兴技术应用的探讨尚不够深入，特别是对区块链技术和物联网在轨道交通安全中的具体应用仍需进一步研究。此外，虽然提供了一些优化方案，但这些方案在实际应用中的效果还需长时间跟踪和验证。

未来研究应继续深入探讨新兴技术的应用，尤其是在实地环境中的有效性。同时，应加强对系统长时间运行数据的收集和分析，以验证并优化所提出的方案。

### 参考文献

- [1] 邓紫轩.城市轨道交通安全管理模式及应急管理研究[J].建材发展导向,2022,20(4):115-117.
- [2] 高毅松.北京轨道交通TIAS系统信息安全管理分析[J].网络安全技术与应用,2023(6):115-117.
- [3] 刘聪.城市轨道交通再生制动回馈系统设计与节能探讨[J].电工技术,2023(12):21-25+29.
- [4] 芮学宝.城市轨道交通装配式车站综合接地系统优化设计[J].中国新技术新产品,2021(3):89-91.
- [5] 李光.城市轨道交通供电系统安全管理及设备维护措施分析[J].运输经理世界,2023(30):1-3.
- [6] 吕培印.城市轨道交通建设安全保障技术现状与发展[J].都市轨道交通,2017,30(1):7-11+40.

# Application and Challenge of Smart Urban Rail in the High-quality Development of Rail Transit

Ying Yuan

Nantong Rail Transit Group Co., Ltd. Operation Branch, Nantong, Jiangsu, 226000, China

## Abstract

The integration of advanced technologies in smart city rail has played an important role in improving operational efficiency, enhancing passenger experience, reducing operating costs, and promoting environmental protection. However, it also faces challenges in technology, economy, society, and management. In the future, smart metro will develop towards more advanced technology, stronger policy support, and closer cooperation, injecting new impetus into the high-quality development of urban rail transit. The global urban rail transit system is increasingly becoming an important component of urban public transportation. Faced with the trend of population growth and intensified urbanization, the burden and pressure on the rail transit system are also constantly increasing. In order to improve the operation efficiency and service quality of the rail transit system, the smart city rail arises at the historic moment.

## Keywords

smart metro; urban rail transit; high-quality development; application; challenges

## 智慧城轨在轨道交通高质量发展中的应用与挑战

袁颖

南通轨道交通集团有限公司运营分公司, 中国·江苏 南通 226000

### 摘要

智慧城轨融合先进技术, 在提升运营效率、增强乘客体验、降低运营成本和促进环境保护方面起到了重要作用, 但也面临技术、经济、社会和管理等挑战。未来, 智慧城轨将向更先进的技术、更有力的政策支持 and 更紧密的合作方向发展, 为城市轨道交通的高质量发展注入新的动力。全球城市轨道交通系统日益成为城市公共交通的重要组成部分, 面对人口增长和城市化加剧的趋势, 轨道交通系统的负担和压力也不断增加。为了提升轨道交通系统的运营效率和服务质量, 智慧城轨应运而生。

### 关键词

智慧城轨; 轨道交通; 高质量发展; 应用; 挑战

## 1 引言

本研究旨在探讨智慧城轨在促进轨道交通高质量发展中的具体应用, 分析其在运营效率、乘客体验、运营成本和环境保护等方面的实际效果。同时, 通过分析智慧城轨在具体应用过程中面临的技术、经济、社会及政策等挑战, 提出相应的解决方案和发展建议。

## 2 智慧城轨的概念与技术构成

### 2.1 智慧城轨的定义

智慧城轨, 是指通过融合新一代信息技术(如人工智能、大数据、物联网等), 提升城市轨道交通系统的自动化、智能化和信息化水平, 从而实现高效、安全、绿色和可持续发展的轨道交通系统。其核心在于综合运用先进的技术手段,

优化运营管理和服 务, 提高整体效率和乘客体验。

### 2.2 核心技术构成

#### 2.2.1 智能调度系统

智能调度系统利用大数据分析和人工智能技术, 实现对列车运行状态的实时监控和动态调度。它能够根据实时客流数据和交通状况, 自动调整列车发车间隔、优化列车路径以及协调各线路间的衔接, 从而提高运输效率和运营灵活性。

#### 2.2.2 无人驾驶技术

无人驾驶技术是智慧城轨的重要组成部分, 通过高精度传感器、先进算法和强大的计算能力, 实现列车的自动驾驶。这一技术不仅能够提高列车运行的安全性和准点率, 还能降低人力成本, 减少人为错误。

#### 2.2.3 车联网和物联网技术

车联网和物联网技术将轨道交通系统中的各类设备、设施和列车进行互联, 形成一个高度集成的智能网络。通过这一网络, 可以实现对列车、轨道、信号系统、站台设备等的全方位监控和管理, 从而提高系统的整体协调性和响应速度。

【作者简介】袁颖(1989-), 女, 中国重庆人, 本科, 工程师, 从事城市轨道交通运营服务研究。

这些核心技术的集成应用,构成了智慧城轨的技术基础,使其在提升城市轨道交通系统运营效率、提高乘客体验、降低运营成本、促进环境保护等方面具备巨大潜力。同时,智慧城轨的建设和发展也推动了轨道交通行业的技术进步和创新。

### 3 智慧城轨在轨道交通高质量发展中的应用

智慧城轨作为现代轨道交通发展的重要方向,通过引入先进技术和优化管理手段,为提升运营效率、增强乘客体验、降低运营成本以及促进环境保护和可持续发展作出了巨大贡献。以下是智慧城轨在轨道交通高质量发展中的具体应用。

#### 3.1 提升运营效率

##### 3.1.1 智能调度与实时监控

智慧城轨通过大数据和人工智能技术,对列车运行状态实现全方位的实时监控。利用传感器和监控系统,可以实时掌握列车位置、速度和运行状况,从而使调度系统能够根据当前数据动态调整发车间隔和优化列车路径,提升运输效率和灵活性。

##### 3.1.2 高效的客流管理

通过大数据分析和预测模型,智慧城轨能够提前预估不同时段的客流量,从而优化列车编组和运行频率。此外,车载传感器和站台的监控系统可以实时监测客流动态,系统会根据实际情况即时调整运营策略,避免因客流集中导致的拥挤或等待时间过长,最大限度提升乘客出行体验。

#### 3.2 增强乘客体验

##### 3.2.1 个性化服务推荐

大数据分析技术能够深入了解乘客的行为习惯和喜好,从而提供更加个性化的服务。例如,通过分析乘客的历史出行数据和偏好,系统可以向乘客推荐最佳出行路线或时间,甚至提前预订车票和座位。此外,利用移动互联网和智能终端,乘客可以获得实时的行程规划和导航服务,方便他们随时了解列车的运行状态和站点信息。

##### 3.2.2 安全性和便捷性提升

智慧城轨借助无人驾驶技术,提高了列车运行的安全性和准点率。无人驾驶列车能够更加精确地控制速度和停靠站时间,有效减少人为操作导致的误差。对于乘客来说,移动支付和自助服务终端的普及大幅提升了购票和检票的便利性,减少了排队时间,优化了出行体验。

#### 3.3 环境保护与可持续发展

绿色技术的应用:智慧城轨在环境保护方面也发挥了重要作用。通过采用电力驱动和氢燃料电池等新能源动力系统,列车的碳排放量大幅减少。同时,轻量化设计和节能技术的应用,使得列车的能源利用效率得以提升。例如,列车车身采用轻量化材料,可以减轻自重,降低运行能耗。

### 4 智慧城轨应用过程中面临的挑战

智慧城轨作为轨道交通高质量发展的重要推动力,在实际应用过程中也面临着一系列技术、经济、社会和管理等方面的挑战,这些挑战需要引起高度重视和有效应对。

#### 4.1 技术挑战

##### 4.1.1 数据安全与隐私保护

智慧城轨的运行依赖于大量的数据采集和分析,如何确保这些数据的安全性和隐私性是一大挑战。在智能传感器、通信网络、数据中心等多个环节,都存在数据泄露的风险。针对这一问题,需要建立健全的数据安全管理体系,采取全面的防护措施,如加密技术、数据脱敏技术、访问控制策略等,确保数据在传输、存储和处理过程中的安全。

##### 4.1.2 系统的稳定性与可靠性

智慧城轨系统涉及多个子系统的高度集成,如自动控制系统、数据采集系统、通讯系统等,任何一个环节出现问题都可能影响整体运行的稳定性。因此,保障系统的稳定运行和故障应急处理能力是关键。为此,需要优化系统架构设计,增强软硬件之间的兼容性,采用冗余设计和故障检测技术,提升系统的可靠性。

#### 4.2 经济挑战

##### 4.2.1 高额的初期投资成本

建设智慧城轨需要大量的资金投入,包括先进设备设备的采购、系统集成和软件开发等,这对经济实力较弱的城市是一大负担。为解决这一问题,需要采取政府与企业共同分摊成本的方式,通过规模化效应和技术进步,努力降低设备和技术的采购成本,减轻初期投资压力。

##### 4.2.2 资金回报周期长

智慧城轨的投资回报周期较长,需要一定的时间才能体现显著的经济效益。这对投资方的资金回笼和预期收益提出了挑战。为此,可以制定合理的投资回报模式,如分阶段投资、政府提供财政补贴和税收优惠等,增强投资方的信心和耐心。

#### 4.3 社会与政策挑战

##### 4.3.1 法规与标准的制定

智慧城轨应用大量新兴技术,而当前的法规和标准体系尚不完善,需要加快制定适用于智慧城轨的相关法规和标准。政府部门应牵头组织相关专家和企业共同参与标准制定工作,确保法规和标准的科学性、适用性和前瞻性,为智慧城轨的健康发展提供制度保障。

##### 4.3.2 社会接受度与公众认知

智慧城轨引入的新技术和服务模式,部分公众可能存在担忧和抵触情绪,因此需要加强公众教育和宣传,提高社会各界对智慧城轨的认知水平和接受度。同时,及时听取公众意见和建议,优化服务模式和措施,提升公众的信任感。

### 5 案例分析

#### 5.1 成功案例分析

智慧城轨的成功案例主要集中在中国的一些一线城市。这些城市在智慧城轨建设方面采用了先进的技术和管理理念,取得了显著的成效。

北京地铁在智慧城轨建设中采用了诸如自动驾驶、智能调度和乘客信息系统等多种创新技术。例如,北京地铁16号线率先使用了全自动运行系统(UTO),实现了无人

驾驶。通过先进的列车控制系统和大数据分析，提升了运营效率和服务质量。此外，北京地铁还引入了智能安检系统和车站设施监控系统，确保乘客的安全和舒适。

上海地铁是全球最繁忙的地铁系统之一，在智慧城轨建设方面也走在前列。上海地铁上线了智能客服机器人和智能票务系统，大幅提高了乘客出行的便利性。同时，还部署了先进的环境控制系统，实现了车站和车厢内环境的智能调节。此外，上海地铁还建立了综合运营管理平台，通过大数据分析提高了运营决策的科学性。

成功案例的关键因素：

①政策支持：政府的大力支持和投入为智慧城轨的建设提供了有力保障。②技术创新：不断引进和应用最新的技术，如全自动运行系统、大数据和人工智能。③管理变革：通过建设综合运营管理平台，实现了从传统管理模式向智能化管理的转变。

## 5.2 失败案例分析

在智慧城轨建设的过程中，也有一些城市面临了各种问题，导致其建设和应用未达到预期效果。以下是几个典型的失败案例及其原因分析。

### 5.2.1 系统兼容性差

某些城市在推广智慧城轨系统时，由于不同系统间的兼容性问题，造成了严重的运营障碍。例如，有的地铁线路因采用不同厂商的设备，导致各子系统之间难以协同工作，使得整个系统的效率大打折扣。

### 5.2.2 成本过高

在某些城市，智慧城轨项目因为计划不周、预算控制不力，导致建设成本大幅超支。尤其是一些核心技术和设备依赖进口，造成成本居高不下，最终导致项目资金链断裂或不得不缩减规模，影响整体项目的实施。

### 5.2.3 公众接受度低

某些城市在实施智慧城轨项目时，忽视了公众的实际需求和接受程度。一些新技术和新系统虽然从技术角度看是先进的，但因缺乏用户友好性，难以获得乘客认同，导致使用率低。例如，某城市引入的智能票务系统因操作烦琐，乘客普遍反映使用困难，最终不得不重新设计和优化。

改进建议：①在系统建设初期就要充分考虑各子系统的兼容性，加强整体规划和协调。②加强预算管理，通过精确计算和严格控制各项开支来确保成本在可控范围内。③增加公众参与，通过调查、试运行等方式了解乘客需求，改进系统设计和服

## 6 未来发展趋势与展望

### 6.1 技术创新与发展路径

在未来，智慧城轨的发展将离不开新兴技术的融合应用。5G赋予的高速率低延迟、物联网提供的广泛连接、人工智能带来的决策支持三者结合，可大幅提高城轨运营的智能化水平。同时，数字孪生技术能够对城轨系统进行全生命周期的管理和优化，通过虚拟仿真实现精准预测和预防性维护。

增强现实技术则可以提升乘客服务体验，优化维修保养流程。

### 6.2 政策支持与行业规范

政府的政策引导和支持对于智慧城轨的发展至关重要。未来，政府将出台更加明确的发展规划和支持政策，通过加大财政投入和提供税收优惠，鼓励企业积极参与到智慧城轨建设中。同时，加强对技术开发和应用的支持力度，促进技术创新。建立健全的安全管理和数据保护机制，确保智慧城轨系统的安全性和可靠性，保护乘客隐私和数据安全。

### 6.3 跨界合作与国际交流

智慧城轨的发展不仅依赖于技术和政策，还需要跨界合作与国际交流。未来，将加强设备制造商、系统集成商和运营商之间的深度合作，通过产学研用的紧密结合，推动技术的快速转化和应用，实现共赢。

## 7 结论

### 7.1 总结智慧城轨在轨道交通高质量发展中的重要性

智慧城轨作为技术创新的前沿，通过提升运营效率、增强乘客体验、降低运营成本和促进环境保护等方面的实际应用，为轨道交通的高质量发展作出了重大贡献。例如，先进的数据分析和智能调度系统不仅优化了列车运行时间和系统维护，还提升了整体服务水平，满足了乘客的多元化需求。同时，通过智能监控和节能技术的广泛应用，有效降低了能源消耗和碳排放，为城市的可持续发展提供了有力支持。

### 7.2 归纳智慧城轨应用面临的主要挑战

在智慧城轨的应用过程中，仍面临许多挑战。技术挑战方面，数据安全和隐私保护成为重点问题，系统的稳定性和可靠性也是关键；在经济方面，智慧城轨的建设需要高额的初期投资，且资金回报周期较长，这对经济压力提出了新的要求。此外，社会与政策层面也存在法规和标准尚未完善，社会对新技术的接受度和公众认知有待提高的问题。

### 7.3 展望未来：智慧城轨的美好前景

面向未来，智慧城轨具有广阔的发展前景。新兴技术的融合应用，将进一步提升智慧城轨的运营效率和服务水平。政策支持和行业规范方面，将为智慧城轨的发展提供坚实的基础。跨界合作与国际交流方面，加强企业间的合作，借鉴和交流国际经验，不仅能推动本土智慧城轨的发展，还能在全球范围内实现技术和管理的全面提升。

## 参考文献

- [1] 蔡昌俊,WU Shang.加速“智慧城轨”建设助力城市轨道交通高质量发展[J].城市轨道交通研究,2023,26(12):10001.
- [2] 华路捷.智慧管控系统在城市轨道交通检修中的应用[J].智慧轨道交通,2024,61(3):69-76.
- [3] 田飞,李岩辉.基于“绿色+智慧”协同的城市轨道交通发展思路研究[J].中国铁路,2024(5):124-130.
- [4] 王博.“一带一路”这十年城轨交通驶向高质量共建新阶段[J].城市轨道交通,2023(11):8-9.
- [5] 徐成永,李斌,佟鑫,等.中国城市轨道交通高质量发展对策与实践[M].北京:中国铁道出版社,2022.

# Reflection on Future Urban Land Comprehensive Development Strategies under the Background of Rapid Growth of Rail Transit

Liying Xia

Shenzhen New Land Tool Planning and Architectural Design Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

The paper conducts a systematic study on the relationship between rail transit and urban development, analyzes the impact of rail transit on urban spatial layout, economic development, and social structure, and uses case analysis to explore successful experiences in comprehensive land development of rail transit surrounding cities at home and abroad. It proposes urban land comprehensive development strategies that are suitable for the development of rail transit. Research has found that rail transit not only promotes the spatial expansion and functional reorganization of cities, but also promotes urban economic prosperity and the improvement of social living standards. Based on this, the paper suggests that in the future, the comprehensive development of land in cities along the railway should focus on the application of TOD mode, strengthen the coordination between public transportation and land use, improve the accessibility and agglomeration of urban infrastructure, and promote innovation in urban governance and community participation. The research results provide theoretical support and practical guidance for urban planners and decision-makers, which helps to achieve high-quality urban development.

## Keywords

rail transit; comprehensive development of urban land; spatial layout; TOD; high-quality development

# 轨道交通快速增长背景下的未来城市土地综合开发对策思考

夏丽英

深圳市新城市规划建筑设计股份有限公司, 中国·广东 深圳 518000

## 摘要

论文通过对轨道交通与城市发展的关系进行系统研究,分析了轨道交通对城市空间布局、经济发展和社会结构的影响,采用案例分析的方法,探讨了国内外成功的轨道周边城市土地综合开发经验,提出了适应轨道交通发展的城市土地综合开发策略。研究发现,轨道交通不仅促进了城市的空间扩展和功能重组,还促进了城市经济繁荣和社会生活水平的提升。基于此,论文建议未来轨道沿线城市土地综合开发应注重TOD模式的应用,强化公共交通与土地利用的协调,提高城市基础设施的可达性和集聚性,推动城市治理创新与社区参与。研究成果为城市规划者和决策者提供了理论支持和实践指导,有助于实现城市的高质量发展。

## 关键词

轨道交通; 城市土地综合开发; 空间布局; TOD; 高质量发展

## 1 引言

随着科技的快速发展和人口的持续增长,轨道交通成为越来越多城市的重要交通方式,并且对城市的发展及其空间结构产生了深迹可鉴的影响。它既改变了城市的空间布局,广泛调动了经济活力,又影响了社会结构,改善了居民的生活质量。然而,伴随城市经济和社会结构的变化,新旧城区土地功能面临新的挑战,需要通过优化既有城市土地功能,适应轨道交通快速发展带来的城市需求变化,并提出反

哺轨道建设的可能。论文通过对轨道交通与城市发展关系的系统研究,从空间布局、经济发展和社会结构等角度分析轨道交通的影响。同时,借鉴国内外的成功经验,提出适应轨道交通发展的城市土地综合开发策略。在此基础上,建议未来城市土地综合开发应注重交通导向开发(TOD)模式的应用,强化公共交通与城市土地功能的协同协调,提高城市公共基础设施的可达性和空间利用效率。希望通过此次研究,为城市规划者和决策者提供理论支持和实践指导,推动轨道交通快速增长下的城市高质量发展。

【作者简介】夏丽英(1990-),女,中国福建三明人,本科,工程师,从事城乡规划研究。

## 2 轨道交通与城市发展关系梳理

### 2.1 轨道交通对城市空间布局的影响

轨道交通对城市功能和空间布局的影响是多方面的，主要表现为城市空间结构的重塑、功能分区的优化以及土地利用效率的提升。

轨道交通的建设促使城市结构从传统单中心格局向多中心、多节点的发展模式转变，城市内部的各种功能区得以更加合理地配置，形成了相对独立但又高效联系的城市组团。

轨道交通节点及沿线地区往往成为城市发展的热点地区，商业、办公、居住以及休闲娱乐设施在这些区域迅速集聚，形成了城市发展的新核心。这一过程有效促进了区域经济的集约化和现代化，带动了周边区域的快速增长。通过轨道交通网络的构建，原本因距离等因素相对孤立的区域能够更加便捷地与市中心及其他重要区域联系，从而实现资源合理分配和均衡发展。

轨道交通的建设还推动了土地使用性质和开发强度的变化。高效的轨道交通系统提高了土地的可达性，使得沿线及周边的土地价值得到显著提升，进而吸引了大量投资，推动了地区的再开发。传统意义上的低效或低密度的土地利用方式逐渐被高效、紧凑的开发模式所取代，城市土地复合化程度逐渐提升<sup>[1]</sup>，城市的整体空间布局更加集约节约。这种空间布局的再造不仅提升了城市的功能组织效率，也引导了人口的合理分布，减少了交通拥堵和环境污染等问题，进而提升了居住环境的舒适度和城市居民的生活质量。

轨道交通在引导都市空间优化配置过程中，扮演着极其重要的角色，对于实现城市的高质量建设和可持续发展具有重要意义。

### 2.2 轨道交通对城市经济发展的贡献

轨道交通的迅猛发展显著推动了城市经济的繁荣<sup>[2]</sup>。轨道交通通过改善交通条件，降低了城市内部和城市之间的运输成本，增强了物流效率和商业活动的便利性，为商业贸易和服务业提供了坚实的基础。轨道交通沿线区域逐渐成为商业和住宅地产的热点，吸引了大量投资，地产开发带动关联产业的快速发展，进一步刺激了地方经济的增长。轨道交通的发展提升了城市的整体吸引力，促进了人口的流入，增加了劳动力供应和消费需求，进而推动了城市经济的整体提升。经济活动的多样化和产业结构的优化因轨道交通的发展得到了极大的促进，为城市的可持续经济发展奠定了基础。轨道交通不仅带来了直接的经济效益，还通过提升城市的竞争力，促使经济结构转型升级，为实现高质量的经济增长提供了重要动力。

### 2.3 轨道交通对城市社会结构的调整

轨道交通的发展对城市社会结构产生了显著调整。一方面，轨道交通的便利性促使人口向交通枢纽地区集中，形成新的城市居住热点，缓解了传统市中心的居住压力。另一

方面，轨道交通站点周边区域由于高频次的流动人口和商业活动，带动了区域经济的繁荣，形成了新的经济增长极。更具包容性的公共交通系统改善了不同社会阶层的出行条件，缩短了工作与居住地之间的距离，促进了社会的流动与融合，对沿线社区的社会资源配置也提出了新的挑战与机遇。

## 3 基于轨道交通的城市土地综合开发经验与启示

### 3.1 中国城市轨道交通沿线土地综合开发案例分析与总结

近年来，随着轨道交通的快速发展，许多中国城市通过优化沿线城市土地开发方案，实现了功能提升和空间优化，不仅重塑了城市空间格局，也推动了经济和社会的全面发展。

中国深圳市以龙岗大运枢纽片区为例<sup>[3]</sup>，通过轨道交通的建设和扩展，推动了城市土地功能的转变，实现从传统商业区、旧工业区向现代化综合性商务区、重点研发产业汇聚区的转型。轨道交通不仅提升了该区域的交通可达性，还带动了沿线的商业地产开发、办公楼宇建设和研发能力提升，吸引了大量企业入驻，大运片区从城市边缘区域逐渐转变为城市节点中心，并向深圳东部中心转型。以龙华区为例，伴随轨道交通4、5、6号线的进入，沿线城市土地开发尤其是二次开发不断推进，推动了北站片区、红山片区商业服务业和现代服务业的发展，实现片区进一步繁荣，同时大量无关内就业人口居住压力释放至龙华，为龙华经济发展带来大量红利，同时北部观澜片区也随着轨道五期的进入，产业不断繁荣，从城市边缘区域逐渐向城市中轴节点转型。

中国上海市则以虹桥枢纽片区为代表，作为城市型TOD综合开发的代表，集国铁、城轨、航空于一体，突破以往以站点为中心的周边式开发，转变为站点上方+周边区域的立体式开发，建立一体化的地上地下分层系统，实现区域通道全方位衔接<sup>[4]</sup>。通过轨道交通的便捷连接，虹桥商务区吸引了大量国内外企业和机构进驻，成为长三角地区的重要经济增长极。

这些案例显示了轨道交通在推动城市土地综合开发中的重要作用。轨道交通不仅改善了城市的公共交通状况，提高出行便捷度，还促进了地区产业转型、土地集约利用和经济活跃发展。通过科学规划和有效实施，轨道交通成为实现城市土地高效集约开发的关键力量，推动了城市的可持续发展。

### 3.2 国际城市轨道交通沿线土地综合开发经验借鉴

国际城市中，不乏轨道站点周边城市土地综合开发的成功经验。为应对轨道交通快速增长下的城市土地综合开发提供了宝贵的借鉴。

新加坡以交通枢纽为核心，结合轨道交通站点层级特征，理性地进行土地结构优化配置。建设紧凑、高效的社区，提升了公共交通系统的使用效率和居民出行的便利性，提升居民的生活质量和社会融合度，有效推动了城市空间布局和

经济发展的均衡。以纬壹科技城为例，依托轨道提升重点片区价值，区将商业与商务功能布置于离地铁最近的区域，较远的区域则布置居住等配套功能，实现重点片区加速发展，实现一个汇集研发、创新和实验平台于一体的创新热点和产业集群，打造一体化服务的产业城区。同时，新加坡还结合轨道站点培育了15min生活圈，实现多样化公共服务设施的合理布局与整合。

中国香港以高密度开发与轨道交通网络建设相结合，形成了具有高度效率的城市空间结构。地铁沿线的新建项目注重多功能混合使用，通过商业、居住、办公等功能的综合布局，提高了土地使用效率和城市活力。中国香港城市建设过程中，高度重视公共交通设施的可达性和连通性，以尖东为例，以地铁车站为核心，形成立体多层次的人行动线组织系统，推动了居民出行模式的转变。

这些国际城市的成功实践表明，轨道交通在城市开发建设过程中不仅发挥了提升交通效率的作用，还促进了土地利用优化、社会出行方式的转变。

## 4 面向未来的城市土地综合开发策略与对策

### 4.1 交通导向开发（TOD）模式在城市土地综合开发中的应用

TOD以公共交通枢纽为核心，通过提升交通可达性和便利性，促进城市空间的集约利用和功能重组。轨道交通的便捷性吸引了大量的人流、物流和资金流，为城市节点注入了新的活力，通过合理规划高开发强度、高功能混合度的开发区，使住宅、商业、办公和娱乐设施集中布置，形成多样化的城市生活圈，提升了土地利用效率和城市空间品质。

强调步行和非机动车的优先地位，鼓励居民使用公共交通，减少对私人汽车的依赖，从而降低交通拥堵和环境污染。在规划和设计过程中，注重与轨道交通站点的无缝连接，通过步行道、自行车道和公共空间的建设，优化人流和交通流的转换。交通枢纽附近的高密度开发不仅提升了土地价值，还为城市基础设施和公共服务设施的集约化建设提供了基础。

通过政策引导、利益共享机制和多方协作，推动政府、开发商和社区居民之间的良性互动。在实施过程中，通过制定合理的土地政策和规划法规，保障开发项目的可行性和可持续性，实现经济效益、社会效益和环境效益的协调发展。TOD不仅是城市土地开发策略，更是实现城市空间优化和宜居环境的重要手段。

### 4.2 轨道交通与城市功能协同协调策略

公共交通，尤其是轨道交通与城市功能的协同协调是

实现城市高质量发展的关键。合理的城市功能与高效的公共交通体系相结合，不仅可以缓解城市交通压力，还能优化城市空间结构，提升居民生活质量。应注重TOD模式在规划中的深度应用，以轨道站点、公交枢纽为核心，形成集约节约的枢纽开发区域和城市公共配套核心。这些区域应包括住宅、商业、办公和休闲设施，使居民能够在短时间内到达必要的服务和设施。以此提高公共交通的覆盖率和水平，确保各类人群都能够方便接入各种公共资源。

城市规划应通过合理的土地政策，鼓励在公共交通节点周边进行高强度开发，以充分利用土地资源，制订严密的交通需求管理策略，有效引导公共交通出行，减少交通拥堵和污染，实现更加高效、有序和高质量的发展。

## 5 结语

本研究探索与深入研究了轨道交通快速发展对城市土地综合开发带来的影响，分析了轨道交通在城市空间布局、经济发展和社会结构中的角色，展示了轨道交通如何通过推动城市空间扩展、功能重组以及提升城市经济活力和居民生活质量，并影响城市规划建设决策的过程。通过对国内外轨道对城市土地综合开发影响的研究，论文提出了适应轨道交通发展的城市土地综合开发策略，主推交通导向开发模式，强调公共交通与土地利用的协调，提高城市公共基础设施的可达性和集聚性，推动城市治理创新与社区参与。然而，研究中也存在一些局限性，如我们需要进一步探讨如何更具体地在不同城市背景下具体实施这些策略。尽管如此，研究成果对于城市规划和决策者提供了宝贵的借鉴和参考，有助于他们更好地处理城市土地开发与轨道交通的关系，实现城市的高质量发展。在未来的研究中，我们将进一步探索和研究面临快速轨道交通发展的各大城市如何能更好地进行土地开发，尤其是二次开发和城区改造，以更好地适应未来存量开发趋势，实现城市的经济、社会以及环境的可持续发展。

### 参考文献

- [1] 刘玮,叶昌东,米继洋.轨道站点周边建设用地复合模式研究——以广州市为例[J].城市发展研究,2024,31(5):80-90.
- [2] 刘琪.基于VAR模型的武汉轨道交通建设对城市经济发展带动效应研究[J].综合运输,2024,46(2):18-23.
- [3] 肖靖宇,吕国林,刘焯,等.轨道枢纽的“站城一体”发展模式研究——以深圳龙岗大运枢纽为例[J].交通与运输,2020,33(S2):161-166.
- [4] 周玲娟.上海TOD综合开发的实践路径与设计演进[J].建筑技艺,2020,26(9):62-65.

# Research on the Development Strategy of High Built Areas Guided by Public Transportation—Taking the TOD Comprehensive Planning of Chang'an Section of Dongguan Metro Line 3 as an Example

Guozhen Men<sup>1</sup> Bo Tian<sup>2</sup>

1. Shenzhen New Land Tool Planning and Architectural Design Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China
2. Shenzhen Longgang District Planning and Land Development Research Center, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

In the highly developed urban environment, the construction of rail stations is connected with urban planning and other fields for forward-looking development. The mixed use design of residential, office, commercial, public space and other land is emphasized within the easily walkable range of the station, in order to further tap the value of land along the line, activate the development function of the urban area, lead the integrated development of rail stations and surrounding urban construction, achieve a high degree of integration of transportation and land use, attract more high-quality enterprises, research and development platforms and talents to settle in, accelerate the process from “manufacturing” to “intelligent manufacturing”, and provide spatial support and action points for guiding the orderly growth of urban space in Chang'an Town, efficiently and intensively utilizing the surrounding land of the station, and enhancing Chang'an Town's comprehensive competitiveness in the Guangdong Hong Kong Macao Greater Bay Area of China.

## Keywords

public transport; TOD mode; development strategy; potential evaluation; stock land

# 公共交通导向下的高建成区开发策略研究——以东莞轨道3号线长安段 TOD 综合规划为例

门国振<sup>1</sup> 田博<sup>2</sup>

1. 深圳市新城市规划建筑设计股份有限公司, 中国·广东 深圳 518000
2. 深圳市龙岗区规划国土发展研究中心, 中国·广东 深圳 518000

## 摘要

在高度建成的城区环境中, 将轨道站点建设与城市规划等领域相衔接进行前瞻式开发, 在站场易于步行的范围内强调居住、办公、商业、公共空间等用地的混合使用设计, 以期进一步挖潜沿线土地价值, 盘活城区发展功能, 引领轨道站点与周边城市建设一体化发展, 实现交通与土地利用的高度整合, 从而吸引更多优质企业、研发平台和人才入驻, 加快从“制造”走向“智造”的过程, 为引导长安镇城市空间的有序增长, 高效集约地利用站场周边土地, 提升长安镇在中国粤港澳大湾区的综合竞争力提供空间支撑和行动抓手。

## 关键词

公共交通; TOD模式; 开发策略; 潜力评价; 存量用地

## 1 引言

东莞轨道3号线不仅是强化区域交通联系, 完善长安综合交通体系的重要工具, 更是链接周边产业平台, 带动长安创新资源集聚, 完善产业链和区域功能组织的重要发展轴带。东莞轨道3号线线路起于长安新区南站、止于企石

博厦站, 全长70km, 设站25座, 与多条城际轨道互联互通, 链接了长安产业园、松山湖高新技术产业园、东部工业园和粤海装备技术产业园等东莞市内重要的工业园区以及水乡新城等多个商务商业核心, 是实现东莞市内空间统筹、生产协作、产城融合的重要手段, 其中长安镇内设海悦花园站、汽车总站(拟接深圳轨道11号线)、步行街站、乌沙村站、金沙站(拟接穗莞深城际线)和建安路站, 沿莞长路、S358省道以及靖海西路等干道贯穿长安南北。

【作者简介】门国振(1991-), 男, 中国安徽淮南人, 本科, 工程师, 从事城乡规划与设计研究。

## 2 TOD 模式内涵

TOD(以公共交通为导向的发展模式)的发起者彼得·卡尔索普认为公共交通导向发展模式应该有一个高密度、由居住、商业、办公、服务及公共空间等功能用地组成的中心,而区域公共交通场站就是这个中心的核心。步行可达的圈层化的空间发展形态是该模式的主要载体,圈层中心的高层建筑底层用作商业和服务等用途,高层部分可用作居住和办公等用途,中心周边范围内还可以适当分布一些与居住、医疗、教育等环境敏感性设施不相冲突的产业空间,整体组织在一个居民步行5~10min可达范围内(一般不超过600m)。在设计理念上,公共交通导向发展模式主张小尺度、功能混合、适宜步行、公共交通导向及清晰的社区边界和中心。为了促进人们从主要使用小汽车转向更多的使用公共交通,公共交通导向发展的各个中心必须由高质量、高密度的公共交通网络相连,而高密度和混合使用的土地是这种公共交通网络的基础。

## 3 站点周边现实发展困境

依据《东莞市轨道交通站场 TOD 与 TID 规划研究技术指引》(试行),城际轨道站点以站点周边 800m 半径范围为基础、城市轨道站点以站点周边 500m 半径范围为基础划定 TOD 规划控制区,依据规划路网、用地权属、地形等要素综合确定,原则上要包含站点半径 800m 或 500m 范围内的全部用地。东莞市轨道 3 号线长安镇段涉及 6 座站点,其中金沙站规划城际轨道站点,海悦花园站、汽车总站和步行街站等 5 座均为城市轨道站点,站点及其周边现状条件具体如下。

### 3.1 土地空间增量硬约束, 存量难挖潜

站点所处区域功能区位较好,开发价值较高,但是整体层面缺乏规划统筹,单位土地产出效率低下,良好的区位条件不能转化为发展的动力。站点周边主要以集体已建土地为主,国有土地分布相对零散,部分站点涉及争议地,总体来说增量空间十分受限,而存量空间基于现状复杂的产权信息使得整合难度加大,进一步带来了配套设施难落实、集体经济后劲不足、城镇发展缓慢等问题。

### 3.2 产业用地分布较分散, 低效难盘活

站点所处区域产业园区建设时间早,产业类型以电子信息、五金模具等大量低端装配制造的产业体系为主,呈现劳动密集型、高耗能、低产出的特点,园区缺乏统一规划,整体功能单一、配套不足,与当前创新、协调、绿色的园区发展理念不符,且以镇村为单位的集体土地供应方式也难以满足引进大型企业的落户需求,片区产业转型升级面临瓶颈,未来发展难以为继。

### 3.3 交通组织衔接不畅通, 拥堵成常态

站点所处区域依托莞长路、S358 省道以及靖海西路等干道,可实现对外的快速通达,但片区内部交通体系不健全,

路网密度较低,基础设施建设不完善,大量车流拥挤于现有的几条干道而不能合理分流,造成部分路段拥堵严重,交通引领作用未凸显,城市交通问题显著,难以支撑周边新一轮改造提升后带来的增量人口的出行需求,路网结构和停车设施成为滞后城市发展的新矛盾,与实现区域交通枢纽目标存在较大差距。

### 3.4 基础型配套设施不足, 品质型缺失

站点所处区域小型公共配套分布不均且不完善,服务优质企业、优质人才的品质型公共服务设施建设相对滞后,不能满足人民日益增长的物质和精神需求。结合分析已编、在编法定规划,80%以上新增公共服务设施需要通过城市更新来实现,设施落地建设难度相对较大,亟须通过各站点 TOD 综合开发规划系统盘点梳理、校核完善公共服务设施的类型、规模、布局以及用地供给模式,为片区配套升级带来巨大的转变契机。

### 3.5 生态价值未识别, 文化资源被忽视

长安镇外缘区域山环水润、城岭相依,生态环境良好,但站点周边建成程度高、建设密度大,城市广场、社区公园、街头绿地呈点状式散布,公共空间资源渗透性不足,且缺乏有效开发利用,环境质量整体欠佳。围绕长安“山、河、湖、海”生态网络格局,以及部分站点周边历史文脉资源的独特性,系统识别挖潜生态环境资源和历史文化资源价值是当前规划的热点与重点。

## 4 站点 TOD 综合开发策略

规划采取“调查研究一定性分析—统筹规划—分步实施”的总体工作思路,即通过对站点现状特征、相关规划、先进案例等方面进行研究,定性分析 TOD 规划控制区内的资源特征,综合识别站点功能定位,同时兼顾片区交通属性与用地属性两个方面进行统筹考虑,描绘“站城一体”的规划开发方案。最后,规划浅谈了站点开发建设与运营管理模式,策划建议投融资方案,研判资金平衡路径,通盘考虑 TOD 综合开发规划与建设的经济可行性。

### 4.1 系统盘点站点周边土地建成情况, 预测未来土地供应及分布, 把握土地潜力对站点建设的支撑度

站点周边土地资源禀赋缺乏,集约利用水平不高,且增量空间非常有限,原有土地粗放扩张式的城市发展模式需要改变。规划通过梳理站点周边的现状土地利用类型、建设状态、产权信息等基本情况,评估“三规”引导要求、生态保护红线、水源保护线与工业保护线等控制要求以及更新改造意愿、更新单元分布与意向改造方案等市场条件,深入解读省、市轨道交通建设管理、更新开发和投融资等相关政策,综合考虑站点周边片区发展目标,根据土地获得的难易程度、开发利用程度、土地利用性质等多个维度对站点周边土地开发潜力进行筛选,明确可开发潜力较高、一般及建议保留整治等区域,立足保留整治提升、存量更新改造、增量

创新开发等模式<sup>[1]</sup>，整体提高土地使用效率，推动土地利用模式全面转型，为后续土地利用规划布局、开发建设规模、土地储备建议等相关指标管控体系的确定提供基础支撑。

#### 4.2 精准把握站点周边建设发展基础，细分多层次因子分析研判，识别站点规划功能定位及优化原则

站点选址主要位于长安镇干道沿线，周边建设早期存在“重产轻城”的倾向，镇中心区与南部片区站点周边发展落差较大，城市空间割裂发展现象显著。规划通过宏观政策解读、城市发展特征分析以及上位规划校核三个方面研判各站点功能定位与发展方向，明确优化城市空间布局<sup>[2]</sup>、提高产业发展质量、加大公共设施供给、多模式交通无缝衔接以及实现市场效益最大化等整体目标。在功能方面，优化产业发展环境，强化城市服务功能，从单一向复合转变，提供与长安产业发展所需的人力资源相匹配的生活和发展环境，促进高效益产业和高素质人才集聚；在服务方面，加快各类生活服务、交往空间的复合建设，强化商业设施、教育、医疗、文体等硬件设施的投入，完善邻里服务中心及商业网点的布局，提升服务的便捷性和质量，最终构建以产促城、以城带产、协调发展的多元空间融合的空间格局。

#### 4.3 高效协同交通与用地规划，建设与之匹配的路网体系、公交接驳体系及慢行体系，提升通行效率

站点沿线公共交通覆盖率不足，慢行交通环境有待改善。规划通过站点周边开发体量、服务客流量的科学预测，对交通通行需求进行综合分析，以此为基础，一方面，梳理内部路网系统，在既有内部道路的基础上通过打通断头路、升级低等级道路等措施，强化道路衔接，增加路网密度，优化调整道路结构、重大节点及城市交通组织，改善内部支路网微循环，提升道路通行效率，营造良好的城市交通环境；另一方面，优先发展公共交通，通过“点一线一面”相结合的方式以及“整治一更新”等手段<sup>[3]</sup>，构建“轨道为主体、常规公交广泛覆盖、多样化公交补充、慢行为延伸”的公共交通体系，采取差异化的交通发展模式应对 TOD 交通发展需求，完善多种交通方式之间的无缝接驳、换乘模式，将零换乘、人性化交通、绿色交通理念贯彻到衔接方案的实处，合理构建主次分明的一体化轨道交通体系，提高片区交通通行效率。

#### 4.4 科学制定多功能配比比选方案，结合理想模型及经济测算进行论证，合理确定各项用地开发指标

规划在各站点发展定位研判的基础上，立足自身发展基础，把握轨道建设机遇，依据各站点周边功能发展诉求，对标先进地区相似定位的 TOD 综合开发案例，以 TOD 圈层理论为核心，优化站点周边功能结构，即场站及邻近地块应优先布局各类交通接驳设施，周边地块应优先布置商业、办公及商务公寓等功能，整体形成以站场为中心，建立集公共交通、商务办公、商业街区、教育医疗、品质宜居于一体的城市功能区。地块开发鼓励合理的用地功能混合使用，充

分利用垂直空间提高用地功能的混合度，并利用轨道交通站场及交通接驳设施用地进行综合开发，结合空间理想模型<sup>[4]</sup>与经济测算评估结果，站场核心区范围内采用较高的开发强度，形成以轨道站场为核心，由内向外，开发地块容积率呈逐级递减的空间布局，以充分挖掘土地内在潜力，合理确定各项用地开发指标。

#### 4.5 全盘统筹规划实施路径，合理安排近期行动计划，分类引导开发建设，盘活土地、保障实施

规划在研究现有政策机制的基础上，建立规划实施管理工作框架，拟定各相关责任部门工作界面，浅析政府、社区和市场间多方参与的反馈机制，并根据项目土地一级开发投资、出让收益的量化评估模型结果，对 TOD 综合开发规划方案进行反馈校核，保证项目经济可行性<sup>[5]</sup>。综合土地开发潜力筛选结果，探索各地块计划收储、综合整治、更新改造等不同实施路径，并协调站点周边建设时序，近期依托拟政府计划收储用地、镇属企业低效闲置用地，优先解决道路交通疏解、配套设施改善、公共空间植入以及环境品质提升等问题，以针对未来人口结构的变化，前瞻性开展长安高质量发展示范片区建设，为优质企业和人才提供个性化、精准化的服务，撬动长安城市整体升级提质。最后，规划围绕空间尺度范围、用地功能控制、城市设计引导、交通设施布局、地下空间开发、整治更新建议等方面制定实施导向的设计控制导则，强化空间精细化管理依据，成为长安协调控制站点周边建设开发的重要抓手。

## 5 结语

TOD 综合开发规划是长安镇融入湾区一体化发展的重要一环，也是解决其自身长期面临交通拥堵的重要举措。它既是发展工程，也是城市建设补短板的工程；既是响应市委、市政府的战略部署，也是解决长安镇自身发展问题的主动谋划，将直接影响长安镇今后长期的城市发展与建设任务。整体规划策略着重从宏观湾区角度出发，深入剖析长安镇未来的发展趋势与重要抓手，明确轨道站点对长安的积极意义，同时在实施角度方面，充分贴合各站点自身发展实际，系统评估各站点规划控制范围内的土地收储及开发潜力，提出明确的开发策略与实施路径，保障项目落地。

## 参考文献

- [1] 戴子文,孙永海,覃晴.深圳市存量用地与城市轨道交通TOD综合开发[J].城市交通,2023,21(4):23-31.
- [2] 吴滢颖.基于TOD模式的土地利用综合评价及规划优化[J].智能城市,2022,8(8):94-96.
- [3] 陈章,张羽飞.共享理念下TOD区域内老旧小区交通空间更新研究[J].城市建筑,2024,21(10):46-49.
- [4] 刘玉亭,王浚洋,魏宗财.TOD导向下的城市轨道交通站区用地绩效评价——以广州若干地铁站区为例[J].规划师,2024,40(5):51-57.
- [5] 陈海伟,刘人嘉,刘尔辉.轨道交通TOD综合开发的困境与进阶——以南京市为例[J].交通与港航,2024,11(2):75-79+85.

# Research on the Factors and Countermeasures Affecting the Cost in the Transportation Engineering Construction

Qiuling Zhang

Hainan CCCC Expressway Investment and Construction Co., Ltd., Haikou, Hainan, 570000, China

## Abstract

With the rapid development of China's economy, the construction scale of transportation projects is increasingly expanding, and its cost control problem has also become the focus of the industry. This paper deeply analyzes the influencing factors of the cost of highway engineering, including design, construction, market, policy and management. On this basis, the corresponding cost control countermeasures covering design optimization, construction management, market response, policy improvement and talent training are put forward. The practical effect of these measures has been verified by case analysis. The research shows that the multi-dimensional and whole-process cost control strategy can provide important support for the sustainable development of transportation projects, effectively reduce the project cost and improve the investment efficiency.

## Keywords

transportation engineering; cost factors influencing cost; cost control; case analysis

## 交通运输工程建设中影响造价的因素和对策研究

张秋玲

海南中交高速公路投资建设有限公司, 中国·海南海口 570000

## 摘要

交通项目的建设规模随着中国经济的高速发展而日益扩大,其成本控制问题也成为业界关注的焦点。论文对包括设计、施工、市场、政策、管理等方面的公路工程造价影响因素进行了深入剖析。在此基础上,提出了涵盖设计优化、建设管理、市场应对、政策完善、人才培养等多个方面的相应成本控制对策。这些措施的实际效果,已经通过案例分析得到了验证。研究显示,多维度、全过程的造价控制策略可以为交通项目的可持续发展提供重要支撑,有效降低项目成本,提高投资效益。

## 关键词

交通运输工程; 造价影响因素; 造价控制; 案例分析

## 1 引言

交通运输工程是国民经济发展的基础设施,其建设质量和投资效益直接关系到经济社会的协调发展。近年来,随着中国交通网络的不断完善,工程建设规模持续扩大,造价控制面临着诸多挑战。合理的造价控制不仅能够提高资金使用效率,还能确保工程质量和进度,对于推动行业健康发展具有重要意义。然而,影响交通运输工程造价的因素错综复杂,涉及设计、施工、市场环境等多个方面。因此,深入研究这些影响因素,并提出有针对性地控制对策,对于优化资源配置、提升工程经济效益具有重要的理论和实践价值。

## 2 公路工程造价影响因素分析

### 2.1 设计因素

设计因素在贯穿工程全生命周期的公路工程造价中起着举足轻重的作用。线路选择直接决定了土石方工程量和地基处理成本,而不当选线在地形复杂的情况下,可能会造成成本的急剧增加。大型构造物如桥梁、隧道等的设计标准同样具有重要意义,标准过高导致投资浪费,标准过低则可能导致后期维护费用的增加。频繁更改设计不仅直接增加费用,还可能造成工期延误,这也是设计变更的另一重要因素。材料选择和结构设计对成本的影响同样不可忽视,虽然在整个生命周期内,创新材料和先进结构往往能取得较好的经济效益,但会增加初始投资。另外,设计的标准化程度、与周边环境的协调性以及对未来发展的预见性都是影响造价的重要方面<sup>[1]</sup>。

### 2.2 施工因素

施工因素直接显著地影响了公路工程的成本控制。施

【作者简介】张秋玲(1990-),女,中国海南东方人,本科,工程师,从事工程造价研究。

工组织方案的科学性决定了资源利用效率和工期进度,不合理地安排可能导致人力、设备闲置,增加间接成本。施工工艺和工艺的选择对成本的影响是深远的,先进的技术往往可以提高效率,减少材料损耗,尽管初期投入可能需要更高的成本。建筑质量管理与返工率有直接关系,质量问题不仅增加成本,还可能造成工期延误。现场管理水平,包括材料管理、设备调度、劳动力安排等,同样会直接影响资源利用效率<sup>[2]</sup>。此外,影响最终成本的重要因素还包括建筑安全管理、技术创新应用以及与设计单位沟通协调的效果等。

### 2.3 市场因素

公路工程造价受市场因素影响具有普遍性和不确定性。钢材、水泥、沥青等主要建筑材料的价格变动对工程成本的直接影响是原材料价格波动最直接的影响因素。劳动力市场变化同样重要,人工成本上涨已成为影响造价的关键因素。大型机械依赖程度较高的公路项目受设备租赁市场波动影响明显。招标价格受市场竞争环境的直接影响,竞争过大可能造成工程质量受到低价中标的影响。金融市场变化,如利率波动、融资条件变化等,影响项目融资成本。能源价格变动,尤其是油价波动,对运输和机械使用成本产生重大影响。供应链稳定性也是重要因素,供应中断可能导致工期延长,增加间接成本。

### 2.4 政策与管理因素

政策与管理因素在公路工程造价中发挥着宏观调控和微观指导的双重作用。政府财政政策直接影响建设投资规模和资金来源,进而影响项目造价。税收政策变化,如增值税率调整,直接影响材料采购和工程结算成本。环保政策日益严格要求采用更高等级的环保措施,可能增加初期投资。质量标准提高同样可能导致造价上升,但有利于降低全生命周期成本。土地政策影响征地拆迁成本,是前期重要的造价影响因素。行业管理政策,如招投标制度、合同管理规范等,直接影响造价控制过程。地方政府的区域发展政策可能要求项目承担更多社会功能,增加附加设施投资<sup>[3]</sup>。此外,项目管理水平,包括风险管理能力、变更控制效率、成本核算准确性等,直接关系到造价控制效果。

## 3 公路工程造价控制对策

### 3.1 设计阶段造价控制

设计阶段在公路工程造价控制中起着至关重要的作用,其影响贯穿整个项目生命周期。优化线路方案是控制造价的核心策略,为了减少土石方工程量和不良地质处理费用,设计团队应充分利用先进的地理信息系统和三维设计技术,进行多方案比选,选择最优线位。这一点在海南等地形复杂的地区尤为重要,可以有效减少土石方工程量和不良地质处理费用。合理确定技术标准同样关键,设计人员需要对工程性能和经济性进行权衡,选择最适合的结构形式和跨度组合,尤其是在大型构造物设计中,如桥梁、隧道等。在海南等沿

海地区,还需特别考虑抗台风、防腐蚀等因素,选择适应当地气候特点的设计方案。推广新技术、新材料应用也是降低成本的有效方式<sup>[4]</sup>。采用高强度钢材可以消减用量,采用预制构件能加快施工速度,应用智能交通系统则可以提高道路通行效率。这些创新技术在海南自由贸易港建设中的应用,不仅可以降低成本,还能提升工程质量和运营效率。另外,还要强化设计的规范性,确保与周围环境的协调性,以及对今后发展的预见性。例如,在海南的旅游公路设计中,应充分考虑景观效果和未来交通需求的增长。

### 3.2 施工阶段造价控制

公路工程造价控制中,施工阶段是关键一环,优化施工组织方案是有效控制建设阶段成本的首要任务。这需要制定科学合理的施工组织方案,确保人力、设备和材料等资源的高效利用。具体措施包括:建立健全的项目管理制度,明确各岗位职责和 workflows;运用先进的项目管理软件,实现资源调配的可视化和精细化;定期召开施工协调会,及时解决施工中的问题,避免资源浪费。特别是在海南等地区,由于气候条件特殊,更需要科学安排施工季节,合理调配资源,如在雨季来临前完成关键工序,避免返工和窝工。严格控制设计变更和现场签证也是控制施工阶段成本增加的重要手段。通过制定严格的变更审批制度、建立变更影响评估机制、实施变更限额管理,可以显著降低施工成本。对于海南等地的重点项目,可以探索建立第三方造价咨询制度,对重大变更和签证进行独立评估,确保其必要性和合理性。最重要的是还要完善质量管理体系,减少返工和质量缺陷。这需要建立全面的质量管理制度,覆盖从原材料进场到工程竣工的全过程;实施质量责任制,明确各方质量责任;加强现场质量检查和监督,及时发现和纠正质量问题<sup>[5]</sup>。对于海南等沿海地区的项目,还需特别注重耐腐蚀、抗台风等方面的质量控制,制定针对性的质量标准和检查制度。

### 3.3 加强市场因素应对

有效应对市场因素,在公路工程造价控制中必不可少。在复杂多变的市场环境面前,应对市场波动的基础是建立完善的物资价格信息监测机制。项目经营班子要组建专门的价格监测团队,负责收集和分析各类建材、设备的市场价格信息;构建覆盖全国主要建材市场的价格信息网络,实现信息的实时更新;开发价格预警系统,对可能出现的大幅波动提前预警。同时,要注重区域特性,如中国海南省可以重点关注岛内建材供应情况和运输成本变化,建立适合本地的价格信息库。针对不同类型的物资和设备,还要采取差异化的采购策略<sup>[6]</sup>。如对于大宗物资,锁定价格,降低成本,可以采取集中采购和战略协作的方式;对于规模较小的零星物资,询价比价等方式可以灵活运用,择优选购。还可以探索建立区域性的材料集中采购平台,如中国海南省可以利用自由贸易港政策,建立面向东南亚的建材采购中心,扩大采购渠道,增强议价能力。在合同谈判阶段,为公平分担市场风险,应

充分考虑市场因素,采用物价指数法等合理设置调价条款。这样既可以使双方的利益得到保障,又可以增强契约的弹性和应变能力。对于海南等地的重点项目,可以探索“成本加激励费用合同”等创新模式,在合理控制成本的同时,调动承包方的积极性。

### 3.4 完善政策与管理措施

公路工程造价控制的重要保障是完善政策和管理措施。针对当前存在的问题,可以从以下几个方面着手改进:一是建立健全全过程造价管理机制。具体措施包括:制定详细的造价管理规范,明确设计、施工、监理等各方在造价控制中的职责;建立造价动态监控系统,实时跟踪项目成本变化;定期召开造价分析会议,及时发现和解决问题。以海南省为例,可以借鉴其在海南自由贸易港建设中推行的“全过程工程咨询”模式,将造价管理贯穿于项目全生命周期。二是完善工程造价数据库和指标体系。可以组织专业队伍,系统收集和整理各类公路工程造价数据;建立覆盖全国各地区、各类型公路工程的造价数据库;定期更新和发布造价指标,为造价编制和控制提供可靠依据。同时,要注重地区差异,如海南省可以结合其特殊的地理环境和气候条件,建立适合本地区的造价指标体系<sup>[7]</sup>。三是要创新项目管理模式。为此可以制定相关政策,鼓励和规范新型管理模式的应用;培养具备综合管理能力的项目经理;建立与新型管理模式相适应的考核评价体系。通过以上措施,可以从政策和管理层面为交通运输工程造价控制提供有力支撑,推动行业向更高质量、更高效的方向发展。

### 3.5 强化人才培养与团队建设

高素质的造价管理人才和高效的团队是实现精确造价控制、提高投资效益的关键因素。为此,首先需要构建系统化的培训体系。这个体系应涵盖工程技术、经济管理、法律法规等多个领域的知识。具体可以通过建立内部培训学院,定期邀请行业专家进行专题讲座,组织案例研讨等方式,使造价管理人员全面掌握相关知识。同时,鼓励员工参与外部培训和继续教育,如参加高校举办的造价管理专业课程,或参与行业协会组织的培训认证。通过这种多层次、多维度的培训体系,培养具备全面知识结构的复合型人才。与此同

时,还可以实施导师制度,将经验丰富的资深造价管理人员与新人配对,形成“一对一”或“一对多”的指导关系。导师不仅传授专业知识和实践经验,还要帮助新人快速融入团队,了解公司文化。通过定期交流、共同参与项目等方式,促进知识传承和经验积累。这种制度既能加速新人成长,又能激发资深员工的责任感和使命感,从而建立起一个良性循环的学习型组织。最后,可以设立激励机制,鼓励员工提出新的造价控制方法或开发造价管理工具。对于有价值的创新成果,可以给予物质奖励并提供将其付诸实践的机会。通过这种机制,不仅能激发员工的创新潜能,还能培养团队的创新文化,持续推动造价管理水平的提升。

## 4 结语

交通建设工程的工程造价控制是一个复杂的系统工程,要求有全过程多维度的综合管理,论文通过对影响工程造价的各种因素进行分析并提出相应的应对措施,旨在为交通运输工程的造价控制提供全面的解决方案。未来随着技术的不断应用及管理水平的不断提升,工程造价控制也面临着新的机遇与挑战。因此,为了更好地促进交通运输工程的高质量发展,建议进一步加强造价管理的信息化和智能化工作,建立更加科学合理的造价控制制度,为促进交通运输工程的可持续发展提供有力支撑。

### 参考文献

- [1] 高菲菲.公路工程建设全过程造价影响因素与控制措施研究[J].交通科技与管理,2024,5(10):165-167.
- [2] 于雪洁.工程建设中影响造价的因素和对策[J].建筑技术开发,2022,49(2):106-108.
- [3] 龙炫予.交通工程建设中影响造价的因素和对策分析[J].工程建设与设计,2021(22):218-219+222.
- [4] 李倩伟.公路工程造价影响因素分析[J].交通世界,2020(25):154-155.
- [5] 潘闻星.工程造价专业建设的关键影响因素[J].居舍,2020(13):180.
- [6] 龚锦涛.公路工程建设中路基智能压实施工技术研究[J].新城建科技,2024,33(5):115-117.
- [7] 付计兵.新改扩建交通运输工程施工管理与质量控制策略探究[J].交通建设与管理,2024(1):92-94.

# Analysis of the Debugging Key Points of Urban Rail Transit Electromechanical System

Yafeng Ren

CCCC Mechanical and Electrical Engineering Bureau Co., Ltd., Luoyang, Henan, 100027, China

## Abstract

In the installation and construction of the electromechanical system of the urban rail transit, it is necessary to do a good job in the system debugging, especially to optimize the debugging of the communication system, basic equipment, signal system, etc., effectively improve the installation quality of the mechanical and electrical system, and promote the high-quality development of the urban rail transit industry. Based on this, it is necessary to do a good job in the operation and maintenance support system, improve the professional ability and comprehensive quality of the maintenance personnel, improve the fine management standards, realize the flexible debugging of the electromechanical system, and further improve the debugging effect of the electromechanical system. This paper mainly analyzes the key points of the electromechanical system of urban rail transit, so as to ensure the safety and reliability of the overall urban rail electromechanical system, ensure the safety of passengers, and lay a good foundation for the long-term development of the urban transportation industry.

## Keywords

urban rail transit; electromechanical system; commissioning key points

# 城市轨道交通机电系统的调试要点分析

任亚峰

中交机电工程局有限公司, 中国·河南 洛阳 100027

## 摘要

在城市轨道交通机电系统安装施工中, 需要做好系统调试工作, 尤其要对通信系统、基础设备、信号系统等进行优化调试, 有效提升机电系统安装质量, 促进城市轨道交通行业的高质量发展。基于此, 要做好运维保障体系, 提升检修维护人员的专业能力和综合素养, 完善精细化管理标准, 实现机电系统的弹性调试, 进一步提升机电系统调试效果。论文主要对城市轨道交通机电系统的调试要点进行分析, 进而保障整体城市轨道交通机电系统的安全可靠性运营, 保障乘客生命安全, 为城市轨道交通业的长远发展奠定良好基础。

## 关键词

城市轨道交通; 机电系统; 调试要点

## 1 引言

随着城市化进程的加快, 城市人口日益增加, 同时对城市交通系统带来了极大的压力。其中城市轨道交通的发展, 可以进一步拓展城市交通系统的覆盖范围, 增加城市交通系统承载能力, 保障城市经济的顺利建设发展。因此, 需要做好城市轨道交通机电系统的规范性安装和调试, 对各个关键部件进行全面性检测和评估, 优化调试思路, 保障机电设备标准化安装和安全性运营, 减少安全事故的出现几率。

## 2 城市轨道交通机电系统调试工作的重要性

在城市轨道交通建设中, 通过机电系统的规范性调试,

不仅可以对所有子系统进行高效化调试, 保障其带负荷稳定运行, 且能够确保不同子系统之间的接口保持正确的协调关系, 实现协调性运行。由此可见, 通过机电系统调试工作的开展, 能够确保整体轨道交通的配合性和协调性, 进一步提高运输能力, 优化服务质量, 增加社会效益和经济效益<sup>[1]</sup>。此外, 通过机电系统的安装调试, 能够确保各个安装环节都能够符合标准质量要求, 实现不同子系统间的协调性, 尤其要对核心部件进行定期检查、调试, 必要时更换部件, 从而保障整体轨道交通系统的安全运行, 减少安全隐患, 保障乘客生命安全。机电系统调试工作涉及客车调试、通信调试、监控系统调试等工作, 可以为检验、验收工作的开展奠定良好的基础, 确保轨道交通正常运营获得良好的技术支撑。在机电系统调试工作背景下, 能够提高轨道交通工作效率, 实现各类交通信号的精准性、快速性传输, 以便实现城市轨道的优化操控, 减少外界因素的干扰。通过机电系统的

**【作者简介】**任亚峰(1989-), 男, 中国河南洛阳人, 本科, 工程师, 从事城市轨道交通机电系统研究。

重复性调试、评定,能实现整体系统的最优化运行,增加轨道系统的运行效益。

### 3 城市轨道交通机电系统的调试问题

#### 3.1 技术标准不精细

随着城市高速建设和发展,城市轨道交通系统建设规模日益拓展,涉及的技术种类、设备类型越来越多样化和复杂化,一定程度上加大了机电系统安装调试工作难度。但是当前,中国城市轨道交通机电系统安装调试工作缺乏统一化、精细化的技术标准,且在技术执行不到位,对基础设施分类不准确,缺乏精细化的检测标准,尤其是在跨子系统检测调试中缺乏必要的参考标准,严重降低了机电系统的调试质量和效率<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 人员专业性不足

在城市轨道交通机电系统设计与建设过程中,往往需要若干个复杂的技术接口相互连接形成,整体结构较为复杂,同时对安装调试人员的专业能力提出了更高的要求,即要求具有专业化的技术技能和丰富的知识储备。但是当前,中国缺乏专业的安装调试人员,现有调试人员的专业技能不足,难以实现机电系统调试工作的协调性开展,难以对突发情况进行积极应对和处理,很大程度上降低了彼此依托感,加大了调试工作难度<sup>[3]</sup>。

### 4 城市轨道交通机电系统的调试内容

#### 4.1 供电牵引系统

在城市轨道交通运营中,供电牵引系统是重要的动力源泉,其中由牵引供电系统、动力照明系统、高压电源系统等构成。在调试作业中,要对车辆、牵引供电系统开展短路试验;需要对供电系统与 SCADA 系统、主时钟接口运行状态进行测试,才能保障所有子系统的联动运行;要对系统最大行车密度、低压满负荷状态下的供电能力进行测试,并开展谐波测试工作。

#### 4.2 信号系统

信号系统在城市轨道交通机电系统中发挥重要作用,需要实现信号系统的精确调试,确保信号发送、接收过程时效性和精准性;同时检查动力系统与供电系统能够对信息传递进行精准回应,从而防止出现子系统调试失误问题。其中,城市轨道交通信号系统如图 1 所示。

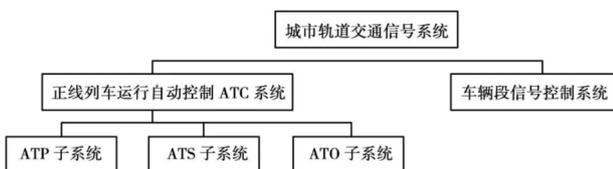


图 1 城市轨道交通信号系统

#### 4.3 通信系统

通信系统的应用,能够实现不同类型的信息进行有效

传递,其中涉及语言、图像、文字等信息。在对该系统进行调试过程中,需要综合性调试相互关联的子系统,如自动化办公系统、FAS 系统等<sup>[4]</sup>。此外,还需要对信号接收装置、信号发送装置等进行精准检测,以便实现轨道车辆运行数据的实时性反馈。

#### 4.4 自动售/检票系统

该系统主要包含中央计算机、编码系统、车站 AFC 终端等组合而成,进而实现统一结算、打印 IC 卡、单程售票等。在调试作业中,需要与通信系统联合调试,才能进一步提高自动售/检票系统的调控能力。

#### 4.5 基础设备系统

机电基础设备在整体城市轨道交通体系中发挥重要作用,一旦该设备机组出现故障问题,很有可能引起严重的交通事故。所以,需要做好基础设备系统安装调试工作,其中主要是通过特定的传感仪器,对机电运行潜在问题进行精准判断,进而制定针对性、最优化的调试方案和思路,其中主要的调试内容为开关结构、供电设备、机电连接线路等<sup>[5]</sup>。

#### 4.6 应急预警系统

信号预警配备系统在轨道交通车站运行中占据重要地位,一旦发现紧急状态,就可以第一时间启动信号预警系统,保障轨道车辆乘客生命安全,保障城市轨道交通系统的安全性和可靠性发展。因此,要做好应急预警机电系统的调试工作,即检测轨道车辆安全性能等内容,其中主要方式就是使用弹性调试的专业方法,对该系统灵敏度进行详细性调试。

### 5 城市轨道交通机电系统的调试要求

#### 5.1 提升人员素养

为了提升城市轨道交通机电系统调试工作质量和效率,需要提升工作人员的专业能力,定期组织开展培训活动,确保工作人员具有较高的专业技能和丰富的知识储备量,确保工作人员能够熟练掌握机电系统在子系统运行中的运行路径;要优化人员审核工作,提高人员聘用标准<sup>[6]</sup>。要成立专门的人员管理机构,实现工作人员的统一性分配和调度,进一步提高整体工作效率,最大程度上发挥工作人员的职能作用。此外,需要按照实际需求对不同人员进行合理分配,结合系统对人员进行合理分类,优化不同工种的合理分类,确保调试工作高效完成,避免出现延误工期的问题。要实现工作人员的合理使用,对监控系统、通信系统进行交叉、安装调试,对不同工作人员的责任区进行合理划分,制定针对性的责任制度,确保不同设备的相互配合与协调。

#### 5.2 优化验收工作

完成机电系统设备安装与调试工作后,需要做好机电系统试运行工作,做好全方位、多角度的设备验收工作,且要严格按照国家、行业相关标准、规范进行操作,并要施工图纸与设计规划比较分析,及时发现施工安装工作中的问题,尤其要做好线路验收工作,只有通过验收后才能交付运行<sup>[7]</sup>。

### 5.3 做好机电系统弹性调试工作

不同的城市人口密度不同,因此交通压力、不同时间段峰值存在很大差异性,因此,在进行机电系统调试工作前,需要对各个城市的交通现状进行全方位调查分析,充分掌握不同城市交通密度峰值,了解不同时间段人流密度,以此为依据,制定针对性的弹性调试方案,满足各个时间段的交通需求,为轨道交通的安全可靠性运行奠定良好基础。

### 5.4 完善运维保障体系

为了提升机电系统安装调试工作水平和效率,需要结合实际情况,完善机电系统运维监管体系,同时制定可行性、完善性的保障体系,对所有线路的轨道交通车辆都可以进行良好的运维安全保障,减少安全事故的出现几率。在实际工作中,需要结合实际情况,制定精细化的车站系统的运维检修管理模式,对具体管理人员的职责责任进行明确划分和具体落实,强化工作人员的责任意识,真正落实和执行精细化管理模式<sup>[8]</sup>。此外,还需要强化各个岗位人员的互动性,促进各项工作的协调性开展,为机电系统调试工作创建良好的基础条件。

### 5.5 完善技术标准

精细化的技术标准是提升机电系统安装调试工作水平的重要保障,且能够提升整体轨道交通的安全可靠性运行,且能够帮助工作人员第一时间发现核心部件可能存在的不足之处,进而提出针对性的整改措施,保障机电系统的安全可靠性运行。现代化城市轨道交通系统覆盖范围较大,机电系统体系结构较为复杂,涉及车辆供电设备、信号反馈设备、信号接收设备等,不同设备的技术要求存在一定的差异性,需要结合实际情况,明确精细化管理要求,以便为安装调试工作的开展提供参考标准,并保障调试工作行为的规范性,减少人为主观因素的干扰,有效提升机电系统安装调试工作效率,减少安全隐患。

### 5.6 完善调试计划

为了充分发挥机电系统调试工作的功能作用,需要结合城市轨道交通安装工程的实际情况,制定科学合理的调试计划,确保能够定期组织开展机电系统调试工作,为后续整体城市轨道交通的安全可靠性运行奠定良好的基础。现代化机电系统包含大量的元件构成,且不同元件之间保持相互协调关系,只有这样才能实现交通系统的安全可靠性运行<sup>[9]</sup>。由于不同元件的功能作用存在很大差异性,在运行过程中的

损耗率、使用率也有所不同。针对这种情况,需要制定针对性、可行性的机电系统调试计划,一旦在调试中发现潜在隐患,需要第一时间进行维修、调整、更换,确保机电系统可靠性运行。

## 6 结语

综上所述,在现代化社会经济发展背景下,城市建设速度加快,城市人口密度增加,同时对城市交通带来了极大的压力,因此城市轨道交通建设力度加大,且机电系统往往超负荷运行,需要对其进行科学合理的安全调试工作,才能保障城市轨道交通的正常可靠运行。其中,机电系统调试内容包含供电牵引系统、通信系统、信号系统、自动售/检票系统、应急预警系统等。但是当前机电系统调试工作中还存在一定的问题如技术标准不完善、人员素养不足,需要进一步优化调试策略。由于城市轨道交通往往需要涉及大量的知识技能,对调试人员的专业能力要求较高,需要加大对调试工作的重视程度,同时要提升调试人员的综合素养,完善运维安全保障体系,优化验收工作,制定弹性调试机制,制定可行性的调试方案和计划,进一步提升机电系统调试质量,促进城市轨道交通的安全可靠性运行。

## 参考文献

- [1] 张立良,严志权.城市轨道交通智能机电系统调试要点和预控要素研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(34):97-99.
- [2] 薛振华.城市轨道交通机电系统的安装调试分析[J].建材与装饰,2019(29):269-270.
- [3] 鲁金鑫.基于城市轨道交通机电系统的安装调试分析[J].数字通信世界,2019(10):119.
- [4] 张永兴.基于城市轨道交通机电系统的安装调试分析[J].门窗,2019(18):224.
- [5] 黄水金.城市轨道交通机电系统的安装调试分析[J].山东工业技术,2019(7):152.
- [6] 孙悦.城市轨道交通机电系统调试策略探讨[J].电子测试,2018(18):125-126.
- [7] 郭和平,彭大鹏.关于城市轨道交通机电系统安装调试的研究[J].山东工业技术,2017(14):115.
- [8] 贾萍.城市轨道交通机电系统的安装调试[J].铁道通信信号,2016,52(3):89-91.
- [9] 许大伟.城市轨道交通机电系统调试策略探讨[J].科技与企业,2014(15):149.

# Discussion on the Safety Risks and Prevention and Control Strategies of the Daily Maintenance Operation of Expressways

Yanzhen Yu

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

## Abstract

Up to now, many regions in China have successfully established relatively complete highway maintenance and management systems and related regulations. However, some maintenance measures also carry many safety hazards, especially in environments with congested traffic and complex climate, where these safety issues have become more prominent. Therefore, it is of great scientific and practical significance to deeply explore the safety risk management of expressway in the daily maintenance operation. This paper deeply explores various safety problems that may exist in the daily maintenance of expressways, including traffic accidents in the working area, injured personnel, equipment failures and other hidden dangers caused by environmental changes. In order to effectively respond to such latent dangers, this paper develops multiple prevention and interventions designed to provide strong decision support for relevant management and construction teams.

## Keywords

expressway; daily maintenance; safety risk; prevention and control strategy

## 刍议高速公路日常养护作业安全风险及防控策略

尉言振

江苏现代路桥有限责任公司, 中国·江苏 南京 210000

## 摘要

至今, 中国许多地区已经成功地建立了相对完整的公路养护和管理系统及其相关制度, 尽管如此, 有些养护措施也带有许多安全隐患, 尤其在交通拥挤、气候复杂的环境中, 这些安全问题的出现变得更加突出。因而, 深入探究高速公路在日常养护作业中所面临的安全风险管理具有极为重大的科学和实践意义。论文深入探索了高速公路日常养护中可能会存在的各种安全问题, 其中包括在工作区发生的交通意外、受伤的人员、设备的故障以及其他由于环境变化造成的隐患。为了有效应对这类潜伏的危险, 论文制定了多种预防和干预措施, 旨在为相关管理部门和施工团队提供有力的决策支持。

## 关键词

高速公路; 日常养护; 安全风险; 防控策略

## 1 引言

近些年来, 高速公路经常会发生事故, 造成了许多人员的损伤和财物损失, 这种情况对道路的正常运营和民众的日常生活造成了严重的不良影响。因此, 在进行高速公路日常养护时, 全面分析可能出现的安全风险, 并据此构建科学且适当的防护与管理策略, 对于减少事故的发生并确保司机们的生命安全显得尤为重要。论文从高速公路日常养护任务的特点出发, 进行了深入的潜在风险分析, 旨在为相关的管理部门和施工方提供有价值的建议, 进一步推动高速公路养护工作的规范化和安全性。

【作者简介】尉言振(1993-), 男, 中国安徽宿州人, 本科, 助理工程师, 从事高速公路日常养护作业及专项工程作业研究。

## 2 高速公路日常养护作业的安全风险分析

### 2.1 交通事故风险

#### 2.1.1 交通流量大对作业区的影响

在高速公路上, 由于车辆流量通常非常庞大, 特别是在交通流量高峰期, 车辆过度密集的行驶对公路的养护造成了严重的负荷(图1)。因为道路状况和不良路面等多种因素的制约, 一些路段经常出现交通压力和拥堵的情况。在高速公路的行驶过程中, 车辆往往保持高速, 而为了养护施工, 通常要在路面上设立特定的施工区域, 这样可以确保车辆可以快速绕行或降低速度通过。鉴于当前的交通状况, 尽管可以采取必要的交通管理策略, 但在经过施工区域时, 由于车辆过快或多车流的存在, 车辆可能无法迅速避让, 从而导致安全事故。所以, 对高速公路上如何安全驾驶的研究对确保交通的安全性至关重要。



图1 道路养护

### 2.1.2 驾驶员注意力分散引发的事故

在公路养护过程中，司机的注意力也被认为是影响交通事故的主要因素之一。高速公路以其“高速”的特性为标志，包括高速运行、单一的道路情况以及较为宽泛的交通管理措施，这些因素共同使得驾驶员很难维持高度的专注力。鉴于高速公路的行驶模式往往显得相对单调，当驾驶员驾驶了很长一段时间后，他们会变得相当疲劳，并且他们的注意力也会受到严重的影响。在发生突发事件时，司机们的不适当的处理可能导致重要的安全隐患。此外，高速公路上的广告牌、电子显示屏等设施或元素很可能吸引驾驶员，导致他们在途经养护地带时不够集中精神。此外，道路表面的不规则性、复杂的路面状况和恶劣的交通环境也是造成行车视觉障碍的关键因素<sup>[1]</sup>。这些客观条件可能导致驾驶员对驾驶方向和速度产生不清晰的认识，从而进一步威胁道路的安全运营。养护的日常操作同样可能成为驾驶员无法保持注意力的关键因素。除此之外，恶劣的天气条件或其他的人为原因可能会导致驾驶员视线不清，这可能会增加驾驶的安全隐患。由于施工车辆上的施工信号灯和警告灯稳定性不高，再加上作业人员的各种动作，这些都可能在某些特定环境中引起驾驶员的关注。这种注意力可能会导致驾驶员在高速运行时短暂地失去对车辆的控制，这种分心状态可能会触发重大的交通事故。

### 2.2 作业人员风险

在进行高速公路的保养时，养护人员不得不在车辆移动频繁的场合完成任务，这样的场景极大提高了人员和车辆相互碰撞和接触的可能性。考虑到道路的通行受限，交通密集度增加可能导致广泛的拥挤<sup>[2]</sup>。当施工人员进行道路修复、重新画线以及养护其他设备时，往往要站在车道旁边或接近车道操作。如果在此时有交通事故发生的话，作业人员与车辆发生意外碰撞或其他突发状况的可能性非常高。虽然已经采纳了护栏和警示标志这类的安全策略，但车辆至操作员的实际距离仍然很近，任何双方发生的细微失误都可能导致重大事故的发生。

### 2.3 设备风险

为了保持高速道路的持续运行，在养护过程中需要用到许多机械设备，这包括但不限于沥青铺布机、路压机、挖掘机和设立交通标志的车辆。因为所使用的这些建筑设备均为大型的工程机械，加上它们工作在恶劣环境、操作过程复杂且具有高风险的特性。在长时段及强度较高的运行过程中，这批设备可能会面临不同级别的损坏。在机械出现故障的情况下，必须迅速进行修理或更换其零部件，以确保机械能够无缝连接，同时保障公路的建设质量达到了预定的设计标准。

### 2.4 环境风险

天气情况被视作对高速公路养护活动安全性有重大影响的关键因素之一。良好的气象状况对于确保驾车活动的安全性是至关重要的，然而，对公路建设企业来说，在不同的气候条件下如何科学而有效地进行工作安排就具有特别的重要性。在阳光灿烂的日子，工作的环境通常会相对安稳，但在如暴风雨、暴雪、狂风和冰雹这种极端天气中，工作场所可能会面临很大的挑战。这类不太好的天气环境可能会直接导致道路表层产生如水渍、泥痕、裂痕、坑洼以及塌陷等缺陷。

### 2.5 照明条件不足对夜间作业的影响

为了减轻对交通系统的不良干扰，高速公路的养护措施往往选择在夜间执行。在晚间，工作区里的天然光线非常有限，大多数时间都依赖于人造照明设施进行照明。由于照明强度有限，工作区域的视野极其狭窄，这导致操作员在地面上观察车辆和行人的实际信息时遭遇了困难。然而，诸如照明设备的布局、灯光亮度以及覆盖面等各种要素可能会对工作安全性产生不良影响。而且，因为作业场地位于开放的露天位置，所以存在着一部分的潜在安全风险。假如一个场地的光线不够充足，员工可能难以清晰地识别所处的环境以及潜在的风险，这可能会触发不可预期的伤害。因此，对于夜间工作的交通问题，不能掉以轻心。考虑到日间建筑活动需要大量的光源，夜晚时通常会采用路灯或其他光源来为道路和车辆提供光源。但在夜间工作时，光线的缺乏或许会带来多种安全问题。为了确保工作人员和车辆在施工期间的绝对安全，应该安置必要的安全检测设备，以确保施工团队和车辆在行驶中的人身不受损害。

## 3 高速公路日常养护作业的安全防控策略

### 3.1 优化作业区布设与管理

#### 3.1.1 设置明确的交通导向标志和警示标志

在进行高速公路的日常养护时，确保道路交通的清晰指向和放置预警标识显得尤其重要。当前在中国，许多区域已经开始运用交通灯等照明设备来对道路进行实时警告或提示。这些建议指标不仅仅是为了让驾驶员提前掌握前面作业区域的情况，而且也是为了确保他们能安全地通过前方的作

业地。为了保证驾驶者有足够的时机来调节速度和行驶路线，应该将交通导向标志放在离操作区域较为遥远的位置上<sup>[1]</sup>。

### 3.1.2 合理规划作业区范围和布设

为了保障保养工作的流畅执行，对作业地区进行合理布局和布设是极其关键的。根据工作的具体内容以及现场的实时情况，来合理地划定作业区。这不仅意味着确保所有工作人员与器材都有充分的安全措施，而且还要尽量降低其对交通稳定性的不良影响。在确保道路状况良好的同时，还需要注意减少交通拥挤或避免潜在交通事故的发生。当规划和设计作业区的时候，务必细致考虑到诸如车辆流速率、行车速度以及道路宽度等关键变量，以保障作业区内交通的畅通，同时也尽可能降低交通拥堵和意外事故发生的风险。

### 3.2 实施严格的作业安全规程

为了保证高速公路养护作业的操作安全，作业安全规程在制度方面具有强有力的保障效果（图2）。中国公路行业现阶段对于作业安全规定的执行显得不够严格，这也是一些安全事故发生的原因之一。为了减少可能出现的安全危机，需要制定并严格按照作业安全的规范来进行操作。



图2 道路养护作业

### 3.3 强化设备管理与维护

随着科技的不断前进，采纳新的安全技术和器材有助于大幅度提升养护过程的安全和效果。在最近几年内，众多前沿的技术已开始被应用于道路建设领域，其中自然也催生了各式各样的新产品。例如，当车辆接近工作区域的时候，智能碰撞防范系统会自动降低运行速度并发送警告，从而减

少车辆或操作人员发生碰撞的风险。当前，中国的一些企业已经开始尝试使用无人驾驶系统来采集公路隧道内的交通数据，这一做法有效地减少了事故发生的概率，同时也提升了工作的工作效率。

### 3.4 应急预案的制定与执行

#### 3.4.1 建立健全应急预案体系

确立应急计划体系被认为是保障养护任务安全进行的主要方法之一。为了确保在驾驶活动中员工的生命与财产安全，必须拟定科学和合适的紧急应对预案。应急预案必须涵盖一切可能遭遇的紧急情况，其中不仅包括自然灾害和设备的故障，还要覆盖交通事故，并且对各种情况都制定清晰的应对策略和操作流程。在紧急情况下，制定预案时应当深入考虑实际任务的独特性。例如，当面临严重的交通事故时，应急响应计划应明确注明在事故现场实施的紧急封锁、伤者援助、道路导向等详细步骤。

#### 3.4.2 定期开展应急演练

应急模拟演练不只是一个评价应急预案有效性的主要手段，而且是提高员工面对突发事件的应急处理能力的關鍵手段。随着国家对于公众安全问题的日益重视，各种行业已经采用应急演练这种持续的工作流程，这也成为各级政府在其履行其社会职责的同时，强化应对机制建设的基石制度措施。通过定期地执行紧急模拟演练，员工可以更准确地了解应对多种紧急状况的流程，进一步加速了他们在紧急情况下的反应速率和团队合作的效能。根据不同种类的灾害情况，应当实行相应的演练计划。

## 4 结语

综上所述，只有实行科学性强、多角度以及系统化的安全防护与管理方法，才能在不断演变和复杂化的工作场景里，最大程度地减少安全事故发生的可能性，以保证道路能够持续稳定地运行。

### 参考文献

- [1] 昂蕾. 刍议公路沥青路面日常养护中病害的识别及形成原因[J]. 工程技术:引文版, 2016(6):88.
- [2] 邓月荣. 刍议公路施工养护技术管理及防治措施[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2020(3).
- [3] 许波. 铁路线路常见病害原因及养护刍议[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(9):200-201.

# Quality Control of Prefabricated Hollow Slabs for Highway Bridges

Guanjun Wang

Pingdingshan Jiayang Road and Bridge Engineering Co., Ltd., Pingdingshan, Henan, 467000, China

## Abstract

This study focuses on the quality control issues of prefabricated hollow slabs for highway bridges, and explores in depth the quality management strategies for the entire process from production to installation. As a key component of modern bridge construction, the quality of prefabricated hollow slabs directly affects the safety and durability of the bridge. Through literature review and field research, this paper systematically analyzes the quality control points of key processes such as raw material selection, proportioning design, pouring and forming in the production of prefabricated hollow slabs. At the same time, potential quality risks during transportation and installation were investigated, and corresponding prevention and treatment measures were proposed. The study also summarized common quality issues in the industry, such as cracks, deformation, and insufficient concrete strength, and proposed targeted improvement plans. The research results of this article aim to provide theoretical guidance and practical reference for the quality management of prefabricated hollow slabs for highway bridges, promote the progress of bridge construction technology and the improvement of engineering quality.

## Keywords

highway bridges; prefabricated hollow slabs; quality control

## 公路桥梁预制空心板的质量控制

王冠军

平顶山市佳洋路桥工程有限公司, 中国·河南 平顶山 467000

## 摘要

本研究聚焦公路桥梁预制空心板的质量控制问题, 深入探讨了从生产到安装的全过程质量管理策略。预制空心板作为现代桥梁建设的关键构件, 其质量直接影响桥梁的安全性和耐久性。通过文献综述和实地调研, 论文系统分析了预制空心板生产环节的原材料选择、配比设计、浇筑成型等关键工序的质量控制要点。同时, 考察了运输和安装过程中可能出现的质量风险, 提出了相应的预防和处理措施。研究还总结了行业内常见的质量问题, 如裂缝、变形和混凝土强度不足等, 并针对性地提出了改进方案。论文的研究成果旨在为公路桥梁预制空心板的质量管理提供理论指导和实践参考, 推动桥梁建设技术的进步和工程质量的提升。

## 关键词

公路桥梁; 预制空心板; 质量控制

## 1 引言

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分, 其建设质量直接关系到国民经济发展和人民生命财产安全。随着桥梁建设技术的不断发展, 预制空心板因其优良的力学性能、较轻的自重和快速施工的特点, 在现代桥梁工程中得到广泛应用。然而, 预制空心板的质量控制一直是工程界面临的重大挑战。质量问题不仅会影响桥梁的使用寿命, 还可能导致严重的安全事故。因此, 对预制空心板全生命周期的质量控制研究具有重要的理论和实践意义。论文基于大量工程实践

和研究数据, 深入分析了预制空心板从生产到安装各个环节的质量控制要点, 旨在为提高预制空心板的整体质量水平提供系统性的解决方案, 为桥梁工程的可持续发展贡献力量。

## 2 公路桥梁预制空心板的概述

公路桥梁预制空心板是现今桥梁工程中尤为重要的构件, 因其结构效率高、自重轻、施工便捷等优势, 广泛应用于各类桥梁建筑。其整体由高强度预制混凝土与预应力钢绞线或钢筋构成, 内部设有规则排列的空腔, 减轻自重的同时不降低承载能力, 有效提高结构性能。预制空心板在生产过程中, 首先注重材料的选择和配比。混凝土材料选择高标号水泥、优质细骨料和外加剂, 科学配制混凝土, 使其在保证强度的同时具备良好的抗裂防水性能<sup>[1]</sup>。钢绞线或钢筋作为

【作者简介】王冠军(1981-), 男, 中国河南平顶山人, 本科, 从事道路桥梁研究。

预应力构件的主要受力部分,需具备高抗拉强度和低松弛特性。生产工艺中,高精度模具的使用确保了预制空心板的尺寸和形状精度,通过振动成型和蒸汽养护等工序,确保混凝土的密实性和强度。此外,张拉钢绞线或钢筋时,采用先进的张拉设备和控制技术,精确控制张拉力和伸长量,以保证预应力的均匀分布和施加。在运输和安装阶段,及时而有效的防护措施至关重要。采用专用运输车并在支撑点进行软垫保护,减少运输过程中的震动和撞击。安全高效的吊装技术,通过科学设计吊具和吊点,避免吊装过程中对预制空心板造成应力集中和损伤。安装过程中精确定位、平稳就位,以及细致的后续处理,如接缝处的灌浆,确保了桥梁整体的结构性和耐久性。预制空心板具有多方面的优势,施工速度快、质量稳定、节约成本,且其模数化生产符合工业化和标准化施工的趋势。广泛的应用范围不仅限于普通公路桥梁,在高速公路、城市高架桥以及大型跨河桥梁等工程中亦表现出色。随着技术的不断进步,预制空心板在未来桥梁工程中将扮演更加重要的角色,为现代桥梁建设提供更加坚实的基础。

### 3 预制空心板生产过程中的质量控制

公路桥梁预制空心板的生产过程质量控制涉及原材料控制、生产工艺控制和成品检验三个关键方面。原材料控制是确保最终产品质量的基础,对水泥、骨料、外加剂和钢材等原料进行严格把关。水泥的选择需考虑其强度等级、凝结时间和抗硫酸盐性能,通过实验室试验确定其适用性。骨料的品质直接影响混凝土的强度和耐久性,需对其粒径分布、含泥量和有害物质含量进行检测。外加剂的选用应与水泥的相容性良好,并通过试配确定最佳用量。钢材作为预应力构件的核心,其力学性能和耐腐蚀性能尤为重要,需进行抗拉强度、弹性模量和松弛特性等测试。原材料进场时,建立完善的抽样检验制度,确保每批次材料都符合设计和规范要求。生产工艺控制是保证预制空心板质量稳定性的关键环节。混凝土配合比设计需考虑强度、工作性和耐久性等多方面因素,通过试验确定最优配比。模具制作和安装精度直接影响构件的几何尺寸,采用高精度数控加工设备制作模具,并定期进行校准维护。钢筋笼绑扎和预应力钢绞线布置需严格按照设计图纸进行,确保保护层厚度和钢筋间距的准确性。混凝土浇筑过程中,采用分层浇筑法,并结合高频振动台和插入式振动棒,确保混凝土的密实度。养护阶段采用温湿度可控的蒸汽养护系统,精确控制养护温度曲线,促进混凝土早期强度的发展。预应力张拉是生产过程中的重要环节,使用智能张拉设备,实时监控张拉力和伸长量,确保预应力的均匀分布。

成品检验是生产质量控制的最后一道防线,包括外观检查、尺寸测量和力学性能测试。外观检查主要关注构件表面的平整度、蜂窝麻面和裂缝等缺陷。尺寸测量采用高精度

三维激光扫描技术,全面检测构件的长度、宽度、高度和预埋件位置等参数。力学性能测试包括混凝土强度检测和预应力有效性验证。混凝土强度通过回弹法和钻芯法相结合的方式,确保构件强度满足设计要求。预应力有效性通过测量混凝土应变和挠度来验证,必要时进行静载试验。此外,建立完善的质量追溯系统,记录每个构件从原材料到成品的全过程数据,便于质量问题的溯源和改进。通过这些全面而严格的质量控制措施,公路桥梁预制空心板的生产质量得到有效保障,为桥梁工程的安全性和耐久性奠定坚实基础。质量控制不仅是技术问题,更是责任和使命的体现,每一个环节的严谨把控都直接关系到桥梁的寿命和使用安全。持续优化生产工艺,提升质量管理水平,是预制空心板生产企业不断追求的目标,也是推动桥梁工程技术进步的动力源泉<sup>[2]</sup>。

### 4 运输与安装过程中的质量控制

公路桥梁预制空心板的运输与安装过程是确保桥梁质量的关键环节,涉及运输方案制定、吊装技术应用和安装精度控制三个重要方面。

#### 4.1 运输环节的质量管控

选择合适的运输车辆至关重要,通常采用低平板半挂车,车辆应配备减震系统以降低运输过程中的振动影响。装车前,在空心板支撑点处放置橡胶垫或木垫,防止局部应力集中导致的损伤。捆绑固定时,使用软质材料如尼龙绳或专用绑带,避免钢丝绳等硬质物直接接触板面造成磨损。运输路线的选择需避开颠簸路段,并考虑限高、限宽等因素。长距离运输时,应制定详细的中途检查计划,及时发现并处理可能出现的问题。抵达施工现场后,卸车操作需格外谨慎,使用专业的吊装设备,确保起吊点分布均匀,防止板体变形或开裂。

#### 4.2 吊装技术

根据空心板的规格和现场条件,选择适当的起重设备,如履带式起重机或塔式起重机。吊具的设计和选用尤为重要,常用的有钢丝绳吊具和专用吊梁,需根据空心板的重心位置和受力特点进行精心设计。吊装前,对吊具进行全面检查和载荷试验,确保其安全可靠。吊装操作应由经验丰富的专业人员执行,严格控制起吊速度和平衡,防止空心板产生扭转或摆动。在空中转向时,采用缓慢平稳的操作,避免突然的加速或减速。对于大型或特殊形状的空心板,可考虑使用多点吊装技术,通过精确控制多个吊点的受力,实现空心板的平稳就位。

#### 4.3 安装精度控制

安装前,需对支座和梁端进行详细检查和清理,确保接触面平整无杂物。使用高精度测量仪器如全站仪和水准仪,对空心板的纵横向位置、高程和倾斜度进行实时监测和调整。安装过程中,采用微调装置如千斤顶和楔块,实现空心板的精确定位。对于多片空心板并列安装的情况,需特别

注意板间缝隙的均匀性和连续性。安装完成后,进行全面的几何尺寸检测,包括板间高差、横坡和纵坡等参数,确保符合设计要求。对于预应力连接的空心板,张拉作业需严格按照设计顺序和力值进行,并实时监测板体的变形情况。灌浆是安装过程的最后一道工序,选用高性能灌浆料,确保灌浆饱满无空隙,提高结构整体性。通过这些精细化的质量控制措施,公路桥梁预制空心板的运输与安装质量得以有效保障,为桥梁的长期安全服役奠定了坚实基础。

## 5 预制空心板质量控制中的常见问题与解决方案

公路桥梁预制空心板的质量控制过程中常见问题及其解决方案涉及四个关键方面:混凝土质量问题、预应力问题、尺寸偏差问题和运输安装损伤问题。混凝土质量问题是预制空心板生产中最为棘手的挑战之一,主要表现为强度不达标、裂缝、蜂窝麻面等缺陷。强度不达标通常源于水泥品质不佳、配合比设计不当或养护不足。针对这一问题,可通过严格筛选水泥供应商,定期进行水泥活性测试,优化配合比设计,特别是调整水胶比和掺合料用量来提高强度。同时,采用智能养护系统,精确控制温湿度,确保混凝土强度的均匀发展。裂缝问题往往由温度应力、收缩应力或荷载应力引起,解决方案包括优化混凝土配合比以减少水化热,采用分段浇筑技术降低整体收缩应力,以及合理布置钢筋网片增强抗裂性能。对于蜂窝麻面问题,可通过改进振捣方式,如采用高频振动台配合插入式振动棒,提高混凝土的密实度。此外,使用自密实混凝土技术也是解决这类问题的有效途径,通过提高混凝土的流动性和粘聚性,实现无需振捣即可达到高密实度的效果<sup>[1]</sup>。

预应力问题,其主要包括预应力损失过大、钢绞线锚固滑移和张拉不均匀等问题。预应力损失过大往往由混凝土徐变、收缩以及钢绞线松弛引起,解决方案包括选用低松弛钢绞线,优化混凝土配合比以减少徐变和收缩,同时在设计阶段充分考虑预应力损失,适当增加初始张拉力。钢绞线锚固滑移问题可通过改进锚具设计,如采用楔形锚具并确保其与钢绞线的紧密配合来解决。对于张拉不均匀的问题,可引入智能张拉系统,实时监控每根钢绞线的张拉力和伸长量,确保张拉过程的精确控制。同时,采用分级张拉法,逐步增加预应力,可有效减少应力集中,提高张拉均匀性。

尺寸偏差问题,其主要表现为长度、宽度、高度以及预埋件位置的偏差。解决这类问题的关键在于提高模具的

制作精度和使用寿命。采用高精度数控加工设备制作钢模,并定期进行模具校准和维护,可显著提高构件的尺寸精度。对于长度偏差,可通过在模具端部设置可调节挡板来精确控制。宽度和高度偏差则可通过优化混凝土浇筑工艺,如采用分层浇筑和精确控制每层厚度来解决。预埋件位置偏差问题可通过使用三维定位装置和激光导向系统来确保安装精度。此外,建立完善的尺寸检测系统,包括使用三维激光扫描技术进行全方位尺寸检测,能够及时发现和修正偏差。

运输安装损伤问题,其主要包括运输过程中的碰撞损伤、吊装过程中的应力开裂以及安装过程中的磨损和碰撞。针对运输损伤,可通过优化运输方案,如选用气垫减震系统的专用运输车,并在关键支撑点设置弹性缓冲材料来减少振动和冲击。同时,制定详细的运输保护方案,包括使用防护罩和边缘保护装置,有效降低碰撞风险。吊装过程中的应力开裂问题可通过优化吊点设计,采用多点吊装技术,并使用柔性吊具如吊带代替刚性吊具来缓解局部应力集中。安装过程中的磨损和碰撞可通过改进安装工艺,如采用导向装置和缓冲系统来实现精准定位和平稳就位。此外,在关键接触面使用高强度耐磨材料,如聚乙烯板或聚氨酯涂层,可有效减少安装过程中的磨损。通过这些全面而系统的解决方案,公路桥梁预制空心板的质量控制问题得以有效解决,为桥梁工程的安全性、耐久性和经济性提供了强有力的保障。

## 6 结语

本研究通过系统分析公路桥梁预制空心板的质量控制全过程,揭示了从生产到安装各环节中潜在的质量风险和应对策略。研究表明,预制空心板的质量控制是一个复杂的系统工程,需要从原材料选择、生产工艺、运输方式到安装技术等多个方面进行全面把控。通过实施严格的质量管理体系,可以显著降低预制空心板的质量缺陷率,提高桥梁工程的整体质量和安全性。然而,研究也发现,当前预制空心板质量控制仍存在一些难点,如环境因素对混凝土性能的影响、预应力损失的精确控制等,这些问题需要工程界和学术界继续深入研究。

### 参考文献

- [1] 刘孝.桥梁工程中预应力钢筋混凝土空心板施工质量控制[J].技术与市场,2022(6):131-132.
- [2] 周刚成.桥梁预应力简支空心梁板预制施工的过程控制[J].汽车周刊,2023(11):109-111.
- [3] 魏方谦.桥梁空心板预制及安装施工技术分析[J].江西建材,2023(5):265-266.

# Research on Highway Engineering Project Management

Shuai Pang

Shanxi Provincial Transportation Planning Survey and Design Institute Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

## Abstract

Highway engineering project management is a complex and systematic process that covers various aspects from project initiation, design, bidding, construction to acceptance, aiming to ensure the quality, progress, and cost control of highway engineering. It centers on the project manager responsibility system, based on engineering contracts, and follows the inherent laws of engineering project management to manage the project in terms of scope, time, cost, quality, human resources, risk, communication, procurement and contract management, as well as comprehensive management. This paper summarizes and analyzes the current situation of highway engineering project management, and discusses it based on research on highway engineering project management.

## Keywords

highway engineering; project management; construction acceptance

# 公路工程项目管理的相关研究

庞帅

山西省交通规划勘察设计院有限公司, 中国·山西太原 030000

## 摘要

公路工程项目管理是一个复杂而系统的过程,它涵盖了从项目立项、设计、招投标、施工到验收等各个环节,旨在确保公路工程的质量、进度和成本控制。它以项目经理责任制为中心,以工程合同为基本依据,并依照工程项目管理的内在规律,对项目进行范围、时间、费用、质量、人力资源、风险、沟通、采购与合同管理以及综合管理等多方面的管理。论文针对公路工程项目管理的现状,进行总结归纳分析,基于公路工程项目管理的研究展开论述。

## 关键词

公路工程; 项目管理; 施工验收

## 1 引言

公路工程项目管理是指受工程项目业主方委托的企业<sup>[1]</sup>,为工程建设全过程或者分阶段提供专业化管理和服务活动的一项管理活动。如果项目管理措施落实不到位,就会严重干扰或改变公路工程项目的实施和管理效果,因此,有必要对公路工程建设项目的现状进行调研,分析公路工程项目管理过程中存在的影响因素和隐患,提出项目管理对策建议,实现公路工程项目的可持续发展。

## 2 公路工程项目管理的特点

### 2.1 路线较长,流动性较大

公路工程项目往往跨越多个地区,公路工程路线较长且流动性较大的特点,确实给工程项目的组织、管理、施工等方面带来了诸多挑战。这种特点主要体现在以下几个方面,并需要相应的应对策略来确保项目的顺利进行<sup>[2]</sup>:

①施工组织与管理难度增加:由于路线长,不同路段的施工条件、地质环境、气候等差异可能较大,因此需要更加细致的施工组织 and 设计方案。流动性大意味着施工队伍和机械设备需要频繁调动,增加了物流协调和管理的难度。需要建立高效的沟通机制,确保信息在项目部、施工队伍、供应商之间及时传递。

②质量控制与监督难度提升:路线长使得质量监督人员难以全面覆盖所有施工点,容易出现监督盲区。需要制定严格的质量控制标准和流程,并通过定期检查、抽检等方式确保施工质量。利用现代科技手段,如无人机巡查、远程监控等,可以提高监督效率和准确性。

③安全管理挑战增大:流动性大可能导致施工人员对当地环境不熟悉,增加安全风险。需要在施工前进行全面的安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和自我保护能力。建立完善的安全管理制度和应急预案,确保在发生紧急情况时能够迅速响应和处理。

### 2.2 涉及面广

公路工程涉及面非常广,它不仅局限于道路本身的建造和维护,还涉及多个领域和方面。以下是一些公路工程涉

【作者简介】庞帅(1985-),女,中国山西太原人,硕士,高级工程师,从事道路桥梁设计研究。

及的主要方面:

①工程技术:公路工程需要运用多种工程技术,包括道路设计、路基处理、路面铺设、桥梁建设、隧道开挖、交通工程等。这些技术需要综合考虑地质条件、气候条件、交通流量、行车安全等多种因素<sup>[1]</sup>。

②地质勘察与环境评估:在公路工程建设前,需要进行详细的地质勘察和环境评估。地质勘察主要是为了了解建设区域的地质构造、土层分布、地下水位等情况,以便为设计提供准确的数据。环境评估则是为了评估公路建设对当地生态环境的影响,并制定相应的环境保护措施。

③材料科学:公路工程需要使用大量的建筑材料,如沥青、水泥、砂石、钢筋等。这些材料的选择、采购、加工和使用都需要考虑其性能、成本、环保性等因素。同时,随着科技的发展,新型材料在公路工程中的应用也越来越广泛。

④施工机械与设备:公路工程建设需要大量的施工机械和设备,如挖掘机、装载机、压路机、摊铺机等。这些机械和设备的选择、使用和维护都需要专业的知识和技能。

⑤交通规划与组织:公路工程的建设和运营都需要进行交通规划和组织。这包括道路网规划、交通流量预测、交通信号控制、交通事故处理等方面。合理的交通规划和组织可以提高道路通行能力,减少交通拥堵和事故。

### 2.3 施工工艺复杂

公路工程包括路基、路面、桥梁、隧道等多个分项工程,每个分项工程都有其独特的施工工艺和技术要求。公路工程施工工艺的复杂性主要体现在多个方面,以下是一些导致公路工程施工工艺复杂的主要因素:

①多样化的施工环境:公路工程往往穿越不同的地理环境和气候条件,如山区、平原、河流、湖泊、沼泽、沙漠等。每种环境都有其独特的施工难点和要求,需要采取不同的施工工艺和技术措施。

②地质条件的复杂性:地质条件是决定公路工程施工难度和工艺选择的关键因素之一。不同地区的地质条件差异很大,如软土、湿陷性黄土、岩溶、滑坡、泥石流等地质问题都可能对公路工程建设造成严重影响。因此,施工前需要进行详细的地质勘察,并根据勘察结果制定相应的施工工艺和方案。

③多样化的结构形式:公路工程不仅包括道路本身的建设,还包括桥梁、隧道、涵洞、边坡防护等多种结构形式。每种结构形式都有其独特的施工工艺和要求,需要采用不同的施工技术和方法。

④多工种协同作业:公路工程施工涉及多个工种和专业的协同作业,如土方工程、石方工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程、交通工程等。各工种之间需要密切配合,确保施工进度顺利推进和工程质量的有效控制。

⑤施工技术的不断创新:随着科技的进步和工程实践

的发展,公路工程施工技术也在不断创新和完善。新材料、新工艺、新设备的应用使得公路工程施工工艺更加复杂和多样化。同时,对施工技术人员的专业素质和技能水平也提出了更高的要求。

### 2.4 工程量大,要求标准高

公路工程由于其庞大的规模和广泛的涉及面,通常伴随着巨大的工程量,并且对工程质量和技术标准有着极高的要求。这种高要求主要体现在以下几个方面:

①工程量巨大:公路工程往往涉及长距离的道路建设,包括路基、路面、桥梁、隧道等多个部分,需要投入大量的人力、物力和财力。工程量大意味着施工周期长,施工过程中需要持续进行各种资源的调配和管理,以确保工程的顺利进行。

②技术标准高:公路作为重要的交通基础设施,其建设质量直接关系到行车安全、通行效率和使用寿命。因此,公路工程在设计、施工、验收等各个环节都有严格的技术标准和规范。这些标准包括道路几何尺寸、路面结构层厚度、材料强度、平整度、抗滑性等多个方面,要求施工单位必须严格按照标准进行施工,确保工程质量达到设计要求。

### 2.5 专业性强,人员相对分散

公路工程项目管理需要各专业的技术人员共同参与,而人员往往分散在不同的施工现场。因此,公路工程专业性强且人员相对分散,这是该行业独有的特点,主要体现在以下几个方面:

①专业性强:公路工程涵盖了道路设计、路基处理、路面铺设、桥梁建设、隧道开挖、交通工程等多个专业领域。每个领域都有其独特的技术要求和专业知识,需要专业人员来负责。随着科技的不断进步,新材料、新技术、新工艺不断涌现,公路工程领域的技术更新速度也越来越快。这就要求从业人员必须不断学习新知识、掌握新技能,以适应行业发展的需要。

②人员相对分散:由于公路工程项目往往涉及长距离的道路建设,施工区域广泛,因此施工人员需要分散在各个施工点进行作业。这种分散性使得施工管理和人员调度变得更加复杂。施工人员之间的沟通和协作也变得更加困难。为了确保施工进度的顺利推进和工程质量的有效控制,需要建立高效的沟通机制和协作平台,以便及时传递信息和解决问题<sup>[4]</sup>。

## 3 公路工程项目管理存在的问题

公路工程项目管理是一个复杂而多方面的过程,涉及技术、组织、财务等多个领域。在这个过程中,存在着一系列的问题,这些问题可能影响到项目的进度、成本、质量和安全。以下是一些主要的问题:

①管理人员素质与意识问题,专业水平不足:管理人员的专业水平和工作意识有待提高,对施工成本、进度、质

量的全面掌控不足,导致现场管理存在安全隐患。这可能会直接影响到项目的执行效率和成果质量。管理意识淡薄:部分管理人员缺乏现代管理理念和方法,对项目的重要性认识不足,导致管理松散,无法有效应对项目中的各种问题。

②设计变更与施工变更问题,设计变更频繁:公路工程的设计变更往往具有突发性,难以预测,对施工进度和成本造成较大影响。设计变更的频繁发生可能导致项目延期、成本超支等问题。施工变更管理不善:在施工过程中,由于各种原因(如地质条件变化、材料供应问题等)可能需要进行施工变更。如果施工变更管理不善,可能会导致工程质量下降、安全隐患增加等问题。

③合同管理问题,合同条款不公平:有些业主在合同中添加霸王条款,损害施工单位的利益。同时,一些业主不遵循合同条款中的要求,拖延提供施工场所的材料以及工程技术资料的时间,严重影响公路施工项目的进展。承包考核制度不完善:承包考核制度不完善可能导致现场精细化管理不足,材料使用浪费严重,增加项目成本支出。

④成本管理问题,成本管理意识差:部分工程单位的成本管理体系不健全,成本管理意识淡薄。在项目实施过程中,如果不能有效控制成本,可能会导致项目经济效益下降。材料采购与管理不善:材料采购占工程成本比重很大,但部分项目人员对材料的采购不够重视,没有进一步控制成本。同时,在材料使用过程中也存在浪费现象,增加了项目成本。

⑤安全管理问题,安全意识不足:部分施工人员和管理人员安全意识淡薄,对安全生产的重要性认识不足。在施工过程中可能存在违规操作、忽视安全隐患等问题。安全管理制度不完善:部分项目缺乏完善的安全管理制度和应急预案,一旦发生安全事故无法及时有效应对。

⑥协调与沟通问题,内部协调不足:项目内部各部门之间缺乏有效的沟通与协调机制,可能导致信息不畅、决策滞后等问题。外部协调困难:与地方政府、社区居民等相关方的协调工作也存在一定困难,可能影响项目的顺利实施。

## 4 公路工程项目管理的对策

针对公路工程项目管理中存在的问题,可以采取以下对策:

①提升工程质量:有效的项目管理能够确保施工过程中的各个环节严格按照设计标准和技术规范进行,从而减少施工错误和质量问题,提高公路工程的整体质量。高质量的公路不仅能够延长使用寿命,还能提升行车安全性和舒适度。

②控制成本与节约资源:通过精细化的项目管理和科学的资源配置,可以实现对工程成本的有效控制,避免不必要的浪费和过度投资。同时,优化设计方案和施工方法,还

能减少材料消耗和能源消耗,促进可持续发展。

③缩短工期,提高效率:合理的项目计划、高效的施工组织管理和有效的沟通协调机制,能够加速工程进度,缩短建设周期。这对于缓解交通压力、提前发挥项目效益具有重要意义。

④增强风险管理能力:项目管理中的风险管理模块能够帮助识别、评估并应对项目实施过程中可能遇到的各种风险,如自然灾害、设计变更、资金短缺等。通过提前制定应对策略,可以降低风险对项目的不利影响,保障项目顺利进行。

⑤推动技术创新与应用:项目管理过程中,为了提高施工效率和质量,往往需要引进和应用新技术、新材料、新工艺。这种技术创新的推动,不仅有利于提升公路工程的整体水平,还能促进相关产业的发展和升级。

⑥提升行业管理水平:通过对公路工程项目管理的研究和实践,可以总结出一套科学、系统、高效的管理方法和经验,为整个行业的管理水平提升提供借鉴和参考。这有助于推动行业规范化、标准化发展,提升行业整体竞争力。

## 5 公路工程项目管理的研究意义

公路工程项目管理的研究意义是一个涉及多个环节和方面的复杂过程。通过科学规划、良好组织和精细管理,可以确保公路工程建设的质量、进度和成本控制,为社会的发展和人民的出行提供便利和安全。

这意义深远且广泛,它不仅关乎工程本身的顺利实施与高质量完成,还直接影响到经济社会的发展、人民生活的改善以及国家基础设施建设的整体水平。

## 6 结语

综上所述,公路工程项目管理的研究在于提升工程质量、控制成本、缩短工期、增强风险管理能力、推动技术创新与应用、促进社会经济发展以及提升行业管理水平等多个方面。通过不断探索研究和创新,为公路工程建设提供更高效率、更有力的支持。以实现公路工程项目建设的可持续发展<sup>[5]</sup>。

### 参考文献

- [1] 李昂.公路工程项目全过程咨询模式研究[J].交通世界,2023(28):178-180.
- [2] 文宁.探讨公路工程管理中的问题与对策[J].中国管理信息化,2023,26(14):94-96.
- [3] 伍贾琨.浅谈如何加强和规范高速公路工程项目管理[J].大众科技,2023,25(6):24-27.
- [4] 王仕友.新形势下公路工程管理模式的的路径分析[J].四川建筑,2022,42(1):223-224.
- [5] 董威,李鸿涛.公路工程管理中的问题与对策分析[J].运输经理世界,2021(34):55-57.

# Preventive Maintenance Technology and Application of Asphalt Pavement on Highways

Chuncheng Zhu

Jinhua Xinchang Highway Maintenance Engineering Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

## Abstract

Highway plays a vital role in the transportation system, and is an important guarantee for the development of social economy and social people's livelihood. As the main type of current highway pavement, asphalt pavement inevitably causes loss after a long time of use. In addition to the influence of asphalt pavement structure and external environment, the emergence of pavement collapse, fracture and other problems have a negative impact on the safety and stability of traffic operation. Therefore, it is of great practical significance to do well in the maintenance and management of highway asphalt pavement. This paper gives a relevant overview of the maintenance of highway asphalt pavement, according to the types and causes of highway asphalt pavement diseases, and discusses the practical application of preventive maintenance technology, hoping to provide a useful reference for improving the effectiveness of highway asphalt pavement maintenance, reducing the cost of highway operation, and ensuring the safety of highway operation.

## Keywords

highway asphalt pavement; maintenance engineering; preventive maintenance technology

## 公路沥青路面的预防性养护技术及应用

朱春程

金华市鑫畅公路养护工程有限公司, 中国·浙江·金华 321000

## 摘要

公路在交通运输系统中发挥着至关重要的作用, 是社会经济与社会民生发展的重要保障。沥青路面作为当前公路路面的主要类型, 其在经过长时间的使用之后, 不可避免地产生损耗, 再加上公路沥青路面自身结构、外部环境等的影响, 路面塌陷、断裂等问题的出现对交通运行的安全、稳定产生不良影响。因此, 做好公路沥青路面的养护管理有着极为重要的现实意义。论文对公路沥青路面养护进行了相关概述, 针对公路沥青路面病害的类型及成因, 探讨了预防性养护技术的实际应用, 希望能够为提高公路沥青路面养护的有效性, 降低公路运行成本, 保障公路运行安全等工作提供了有益参考。

## 关键词

公路沥青路面; 养护工程; 预防性养护技术

## 1 引言

公路路面养护工程的预防性养护, 主要是借助对各种养护技术、措施的合理运用, 确保公路工程总体运行的良好状态, 有效降低病害影响, 使得公路工程及相关设施的功能、效用得到最大限度的发挥。做好公路养护工程的预防性方案设计是公路养护的关键, 沥青路面作为当前公路工程的主要类型, 其预防性养护方案的设计必须遵循科学、细致原则, 合理划分养护路段, 明确各个路段的精确养护需求, 结合养护的适用条件以及养护措施使用性能等因素的考虑, 确定科学的养护时机, 并在养护方案中进行充分明确, 确保公路路面工程养护效益最大化。

## 2 公路路面预防性养护的相关概述

随着中国国民经济的快速发展, 公路作为基础保障性设施其运行面临较大压力, 建设与维护工作压力也在不断提升。相关调查显示, 一旦公路路面达到使用期限 17% 时开始养护, 能够实现养护效果最大化。随着预防性养护观念的不断深入与发展, 许多预防性养护技术在公路路面养护中的应用取得了较为显著的效果, 在延长公路工程使用寿命方面发挥着十分重要的作用。预防性养护阶段作为公路路面工程第一寿命阶段, 关键在于对于路面隐患的识别与查找, 进而采取有效措施实现对公路路面工程病害初期的有效养护, 有效避免病害的进一步发展, 为提高公路设施的使用性能和使用寿命提供保障。

对此, 需要重视做好对公路路面运行情况的定期检查, 准确把握公路工程各项使用性能情况, 尤其是要明确公路运行技术指标的变化, 为预防性养护工作提供依据。除此之外,

【作者简介】朱春程(1980-), 女, 中国浙江金华人, 本科, 工程师, 从事公路养护工程研究。

公路路面的预防性养护还需要遵循合理性原则。相关单位、部门需要针对公路路面预防养护工作成立专门的工作小组,采取有效措施实现对公路路面养护时间、措施等进行合理控制。尤其是在对养护方案制定过程中需要立足公路路面实际情况,准确评估各项技术参数,结合对区域气候、地质、地理等相关条件的全面分析,对养护时间、措施及相关技术的应用进行准确判断,确保养护方案的科学、合理,降低养护成本的同时获得较好的养护成效。

因此,简单来说:预防性养护是以公路结构整体对路面进行全面的养护管理,采用预防与治理相结合的方式,实现公路工程路面养护的降本增效,实现较好的养护效果。

### 3 公路沥青路面常见病害原因分析

#### 3.1 路面变形

路面变形是公路沥青路面较为常见的病害之一,会对交通的正常出行与安全产生较大影响。一般来说,导致路面变形的主要原因有以下三个方面:一是地基填料质量较差,填筑夹层的稳定性不足,进而出现基层结构失稳、变形,导致公路路面出现损坏;二是沥青路面施工用料质量不合理,材料使用配比不科学,路面施工完工之后的路面承载能力不足,进而在运行过程中出现变形问题;三是缺乏对路面维护工作的高度重视,许多必要的养护措施未能得到及时、有效落实,许多微观变形得不到及时遏制,进而发展导致严重的路面变形问题。

#### 3.2 路面出现局部松散剥落

沥青公路路面出现松散、剥落等问题也是公路路面使用过程中较为常见的问题。导致这一问题的主要原因主要包括以下四个方面:一是沥青混合料的生产过程中材料配比不合理,混凝土黏性等质量不达标,进而导致路面施工完成后投入使用出现松脱问题;二是冬季施工温度较低,温差裂缝出现的风险较高,路面结构的稳定性受损,加上车辆荷载的反复作用,进而出现了表面材料的局部脱落;三是集料的使用存在以次充好的现象,骨料杂质较多,导致与其他材料之间的黏合度不足,在后期使用过程中出现了集料脱落的问题;四是在路面铺筑施工中水量的使用把握不准确,地基中渗入了大量水分,进而导致了公路运营过程中出现路面松动的问题。

### 4 公路沥青路面预防性养护技术的应用分析

#### 4.1 稀浆封层技术

公路工程的快速发展,建设、养护的技术含量也在不断提升。在对沥青路面问题深入分析的基础上,结合实际情况运用稀浆封层技术,能够有效提高公路路面的耐磨性,同时降低路面积水问题发生概率,并且能够实现对路面损坏部位的有效修补。在实际的沥青路面养护过程中需要重视结合实际施工作业以及养护工程实际情况将稀浆封层技术合理

运用于后期养护当中,有效消除路面细小裂缝问题,避免其进一步扩大发展,确保公路路面使用的质量。

#### 4.2 微表处养护技术

微表处养护施工技术得以经营,主要是按照相关规定对乳化沥青、矿物质、添加剂等进行合理配比、搅拌,制作形成养护原料。然后结合路面实际情况采用单层或双层铺设摊铺施工,实现对路面的有效养护。在实际应用中需要做好对石料坚硬程度、强度等的严格检测,确保符合施工标准要求,获得较好的摊铺施工效果,提高路面的整体强度与抗震性能,有效改善路面松散、裂缝等问题,同时也是一种成本较低的养护技术,加上施工较为简便,在农村等地区的公路路面养护工程中有着较为广泛的应用。

#### 4.3 热沥青再生技术

热沥青再生技术在沥青路面裂缝快速修补、养护方面有着较为明显的应用优势,能够提高公路的养护性能。这一技术的应用需要对修复路面的范围进行明确划定,借助工具进行破碎,通过热再生沥青设备将废料进行搅拌、熔融,进而达到重复利用的标准。热沥青再生技术的应用能够实现沥青混合料的现场生产,能够实现对温度问题的有效控制,在实际应用中优势较为显著,主要体现在以下四个方面:一是可以实现对原始路面旧料、冷料的现场热加工,实现资源的再生利用;二是适用性较好,适用于多种路面的养护,包括高速公路、市政公路等;三是养护成本较低,施工也较为灵活便捷,养护效率较高,且不受时间限制;四是施工对于外部环境温度的适应性较强,能够实现对受损公路路面的快速修复与抢修。

#### 4.4 雾封层技术

水的控制不当是导致沥青公路路面出现破损的重要原因,加强对水损坏的防控也是公路预防性养护的重要措施。借助雾封层技术能够实现对沥青的微小颗粒化处理,然后喷洒在公路路面上,增加路面厚度,实现对雨水渗透影响的有效防控,在出现松脱、细微裂缝、渗水等沥青路面的养护中有着较为明显的作用,但是会对路面的抗滑性能产生不良影响。对此,需要联合其他安全防护措施进行使用,来确保公路使用安全。

#### 4.5 裂缝处理技术

公路路肩的预防性养护需要重视对路面开裂问题的防控,达到延长路面使用寿命的效果。其中,灌缝技术的应用通过采用密封胶、沥青材料对裂缝进行填充、压实的方式对裂缝进行处理。这些填缝材料的粘稠性能较好,在凝固之后能够实现对断开裂缝的有效粘黏,在整体上进行路面修复,避免雨水、粉尘等渗透到路基当中造成更为严重的破坏。一般来说,对于宽度小于2mm的裂缝,可采用乳化沥青进行直接浇灌的方式进行修补处理。对于宽度在2~6mm的裂缝问题,则可采用密封胶、裂缝贴等进行修复处理,尤其是裂缝贴的应用操作较为便捷,施工用时较短,且具备较好的抗

低温性,施工强度也较好,在沥青公路裂缝的处理施工中有较为广泛的应用。对于宽度在6~12mm的裂缝,由于开裂的宽度较大,无法直接进行填补施工,而是需要先采用沥青料填罐的方式进行裂缝填补,然后将石粉等材料摊撒在裂缝表面,直至沉降凝固之后才能恢复使用,其间禁止车辆通行。对于宽度超过12mm的裂缝则需要采用全面的预防性修复、养护技术进行处理,如可通过在填缝料当中添加一些矿料物质等,以及结合路面开裂的实际情况采取相应的修复技术,直至获得较好的修复效果为止。

#### 4.6 薄层罩面技术

在公路路面养护过程中,薄层罩面技术也是应用较为广泛的养护技术之一,这一技术的应用也是主要以热沥青混合料为主进行养护施工,在原有路面上加铺一层厚度不超过2.5cm的热沥青混合料,施工较为简便。薄层罩面可以有效地防止性能正在下降的路面继续恶化,改善其平整度,恢复路面的抗滑阻力,校正路面的轮廓,对路面有一定的补强作用,但养护费用较高。薄层罩面技术在实际施工中的应用难点在于层面较薄、轻易冷却又不宜使用振动压路机,极易出现密实度不达标现象。因此,正确的混合料设计、温度控制、碾压工艺和压路机选型显得尤为重要。所以,薄层罩面技术在公路路面预防性养护中的实际应用仍需进一步完善与提升。

#### 4.7 智能化养护技术

科技的不断发展,在公路路面养护领域也产生了智能化路面养护技术,通过将GPS定位设备等安装在道路保洁养护车辆上,对清扫的路径、里程等进行记录,以及采用考核标准设计等方式来提高保洁率。借助设备中的可视化探头对路面存在的裂缝、坑槽等病害进行探查,形成统一养护维修工单进行按类别分发处理。还可采用在道路上安装NFC卡片等方式,借助APP扫码的方式完成和记录养护作业过

程,同时将检查、养护情况在电子地图上进行反映,有利于对修复前后路面情况的图像对比,实现对公路路面养护的监管考核。也可以通过在桥梁等位置安装无线摄像头的方式实现对路面监控图像的实时传输,及时发现违章堆积物或者路面障碍物,提高路面通行的安全性。还有,借助大数据技术、云计算技术等现代信息化技术建立路面预防性养护决策分析系统,为相关公路路面预防性养护作业方案的制定提供保障,提高公路路面养护质效。

## 5 结语

综上所述,公路沥青路面在经过较长时间的运行使用之后,在本身施工质量、外部环境等的影响下极易出现裂缝、凹陷、塌陷等问题。对此,相关单位、部门必须重视做好公路沥青路面的预防性养护工作。结合对公路沥青路面问题及成因的分析,灵活运用各种预防性养护技术,制定科学、合理的预防养护方案,实现对公路路面的有效养护,提高公路工程的运行质量,为社会经济发展提供保障。

## 参考文献

- [1] 苏文超.公路路面养护工程中的预防性养护技术[J].运输经理世界,2023(25):128-130.
- [2] 刘建兵.路面养护工程中的预防性养护技术[J].运输经理世界,2020(5):40-42.
- [3] 王海玉.公路路面工程中的预防性养护技术[J].黑龙江交通科技,2019,42(1):50-51.
- [4] 刘献民.超薄罩面在高速公路路面预防性养护工程中的应用研究.河北省,中建路桥集团有限公司,2018-09-30.
- [5] 石春花.公路路面养护浅层铣刨维修施工技术[J].运输经理世界,2023(28):133-135.
- [6] 宁建军.高速公路路面养护微表处技术应用研究[J].运输经理世界,2023(31):140-142.

# The Importance of Traffic Safety Facilities in Highway Engineering

Fenglei Huo

Handan Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment, Handan, Hebei, 056001, China

## Abstract

Traffic safety facilities in highway engineering include road markings, traffic signs, and signal lights, as well as structures such as guardrails and barriers. Their role far exceeds that of general traffic control tools. Their actual function is to reduce the incidence of traffic accidents and ensure the overall safety of the road through layout and reasonable configuration. With the increasing complexity of road conditions, it is necessary to arrange effective traffic safety facilities in highway engineering to improve the driving environment. This paper first explores the importance of traffic safety facilities in highway engineering, then studies the design and configuration principles of traffic safety facilities, and finally analyzes the arrangement of traffic safety facilities in highway engineering.

## Keywords

highway engineering; traffic safety facilities; importance

## 论公路工程交通安全设施的重要性

霍凤雷

邯郸市交通运输综合行政执法支队, 中国·河北 邯郸 056001

## 摘要

公路工程中的交通安全设施涵盖了道路标线、交通标志和信号灯, 还涵盖护栏、隔离带等结构, 它们的作用远超一般的交通控制工具, 其实际作用是通过布局 and 合理配置来降低交通事故的发生率, 保障道路的整体安全性。随着道路条件的复杂化, 需要做到公路工程中有效的交通安全设施安排, 进而改善驾驶环境。论文首先就对公路工程交通安全设施的重要性做出了探讨, 然后研究了交通安全设施的设计与配置原则, 最后分析了公路工程交通安全设施安排。

## 关键词

公路工程; 交通安全设施; 重要性

## 1 引言

当前交通流量的增加和车辆种类的多样化, 让单一的安全措施无法满足现代道路的需求, 因此在公路设计与施工过程中, 要重视做到合理的配置优化, 因为这关乎行车安全, 也会影响到交通效率和事故发生率。

## 2 公路工程交通安全设施的重要性

公路是连接城市、乡村及其他区域的通道, 车辆和行人利用公路进行日常的交通活动, 但是交通流量大, 特别是在交通高峰期和恶劣天气条件下, 驾驶者的注意力容易分散, 这就会让交通事故发生的概率大幅增加, 交通安全设施通过规范驾驶者的行为、引导交通流向措施减少驾驶者的错

误操作, 降低发生事故的风险, 像如标志和标线是交通安全设施中的基础要素为驾驶者提供了行车方向、车速、路况信息, 使驾驶者能够及时作出正确的驾驶判断。

现代社会的快速发展要求道路具备承载大流量车辆的能力, 还要求在保证安全的前提下做好交通流量的顺畅流通, 合理的交通安全设施布局才可以优化交通流线, 减少车辆停滞和交通拥堵。同时要求在高速公路或城市快速路上合理设置加速车道、减速车道设施, 引导车辆安全有序地进出主干道, 减少车速变化带来的安全隐患, 使得道路的通行能力得到明显提升<sup>[1]</sup>。

此外, 根据研究表明, 大多数交通事故的发生与驾驶者的判断失误、道路设施的缺陷以及环境因素有关, 注意完善优化交通安全设施, 才可以在一定程度上弥补这些不足, 从而减少交通事故的发生, 尤其是要注意在容易发生交通事故的危险路段增加警示标志和减速带, 以此来提醒驾驶者小心驾驶, 降低事故发生的概率, 再如在视线不良的弯道和交叉口, 安装凸面镜或设置转向标志可以帮助驾驶者更好地预

【作者简介】霍凤雷(1985-), 男, 中国河北邯郸人, 本科, 助理工程师, 从事公路附属设施的维护与管理及施工安全监督管理研究。

判路况,减少事故发生的性。

### 3 交通安全设施的设计与配置原则

#### 3.1 根据道路类型和功能进行设计

不同类型的道路如高速公路、城市主干道承担的交通任务和使用条件各不相同,因此要根据其功能定位进行针对性的设计,高速公路主要承载长途运输车辆,它的交通安全设施就要重点考虑高速行驶下的安全性如车道分隔带和宽阔的车道设计。城市主干道主要是兼顾行人与非机动车的安全,它的交通安全设施设计应做好明确的车道划分,同时完成交通信号控制以及人行道和非机动车道的设置,次干道和支路则需要更为细化的交通管理措施,做到小范围的交通标志和车速限制,所以要注意针对不同道路类型的功能需求完成设施设计,以此提升道路的安全性。

#### 3.2 考虑交通流量和交通密度

高交通流量的道路应该更严格的交通管理措施,可以使用智能交通系统和动态交通信号控制来避免交通拥堵和事故。相反,低交通流量的道路就需要使用简化的交通标志和基础设施。设计时还应该考虑到交通流量的变化如高峰期和低谷期的差异,并采用可调节的交通信号灯和实时监控系統来应对交通流量的波动。对于交通密度较高的路段,特别要注意交通标线的清晰度和标志的可见性,以此保障所有道路使用者都能及时获取必要的交通信息,进而提高整体的行车安全<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 安全性

所有交通安全设施的设计都必须以提高道路使用者的安全性为最终目标,所以要注意在设置交通标志时保障整体的颜色、形状和大小符合国际标准,进而增强其在各种天气条件下的可见性,道路标线要定期维护更新,让它在行车过程中始终保持清晰。同时,还要注意到路段设计中的视距问题,特别是在弯道、交叉口和视线障碍物较多的区域,必要时安装反光镜或设置提前警示标志来提高道路的可视性。在桥梁、隧道等特殊道路段配备必要的应急设施,以此保障在发生事故时可以及时响应。

#### 3.4 考虑不同交通工具的需求

随着交通工具种类的多样化,各类交通工具的行驶速度和行为特点不同,对交通安全设施的要求也有所不同,在城市道路中,就要求设置专用的自行车道和人行道保障非机动车和行人的安全。到了高速公路,就应该考虑到高速行驶的车辆对车道宽度和车速限制的特殊需求。因此,要求设计时综合考虑各种交通工具的需求,让不同交通工具在同一道路上可以促进安全共存。

### 4 公路工程交通安全设施安排

#### 4.1 道路标线及标志的设置

了解道路的设计要求和交通需求,接着做好标线和标志的具体布置安装,最后完成检查维护。在开始道路标线和

标志的设置之前对道路的功能、结构以及交通流量做好分析,这一阶段要对道路进行勘查,并了解道路的基本情况如车道数量等,利用这些信息确定道路标线和标志的种类和位置,以此保障在高速公路上的车道分隔线和行车标线更加明显维持高速行驶下的安全,要是在城市道路中,就要注意让行人过街线、停车线等标线根据交通流量和道路宽度进行设计,对于交叉口、弯道等复杂路段特别设计交通标志和标线来引导车辆安全通行,在这一阶段应该借助交通流量模型和道路设计软件做好模拟。完成前期分析后,就要注意在布置标线时考虑道路的实际使用情况和交通规则,要求车道分隔线的设置遵循道路设计规范,让车道宽度的合理性得到保障,并保证车辆能够在车道内顺畅行驶。要是在交通流量较大的路段还要设置引导线来帮助驾驶员正确选择车道在标线和标志的安装阶段,通过选择适当的材料和技术保证整体的长期稳定功能,道路标线一般采用热熔标线涂料或冷喷标线涂料,前者适用于交通流量大、摩擦力大的道路,后者就可以用到交通流量相对较少的道路。在标线施工过程中要让标线涂料的均匀涂抹和干燥,避免出现褪色或剥落的情况,在标志安装过程中严格按照设计图纸进行操作,让标志的位置、角度和高度符合规定,以此保证有效性。完成标线和标志的安装后,要注意标线和标志在长期使用过程中容易受到交通流量、气候变化因素的影响,所以必须注意定期检查维护,注意对标线重新涂刷,注意做好标志的清洁修理,同时定期检查发现标线的褪色、标志的损坏这类问题并及时处理。维护工作的开展需要按照一定的周期进行如每年进行一次全面检查,每季度进行一次局部检查,进而让交通安全设施始终处于良好的状态<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 护栏以及隔离带的配置

设计团队注意从道路的种类、车速限制、交通流量方面做好详细的调研,完成对道路类型的分类,帮助决定护栏和隔离带的具体设计要求,高速公路要设计高强度的护栏以应对高速行驶带来的撞击力,城市道路就应该注意结合步行和非机动车流量来设计综合性的隔离带,在规划阶段考虑到道路的曲线、坡度以及交叉口这样的特殊地段,这些地方需要特殊设计的护栏以及隔离带来应对交通风险。在确定了道路类型和设计要求后,设计团队则要注意选择合适的护栏类型和隔离带方案,护栏的选择要根据道路的具体需求来决定,在高速公路上常见的护栏类型有钢制护栏、混凝土护栏,选择这些护栏是因为它们具备足够的强度和韧性,所以可以承受高速撞击的力量。

在设置隔离带时,要求根据车道分隔、行人保护和交通流线设计,像绿化带、带状人行道、混凝土隔离带等这些隔离带就可以分隔不同的交通流,还能美化道路环境。在选择了护栏和隔离带的类型后,设计人员结合绘制详细的设计图纸对护栏和隔离带的布置精准计算,这一阶段主要是通过交通流量模型和道路设计软件完成模拟,确认护栏和隔离带

的配置方案是否符合实际需求,要注意绘制完成的设计图纸应经过专业的审查批准,以便提高设计方案的合理性。完成设计后就开始进入护栏和隔离带的施工阶段,施工前就对施工现场做好准备,要求在施工过程中按照设计图纸做好对护栏和隔离带的安装,护栏的安装要确保基础牢固,支柱的埋设深度和间距应符合设计要求,安装过程中严格控制护栏的高度,让其可以起到隔离保护作用。施工完成后就开始全面的检查验收,检验护栏的牢固性、安装的准确性以及实际的隔离带的平整度,验收过程中模拟实际使用条件进行测试,确认护栏和隔离带的功能是否达到设计要求。一旦发现问题就需要及时开展调整修复,让护栏和隔离带可以正常发挥作用,验收合格后将相关的维护和管理记录整理归档,以便为后续的维护工作提供参考。

### 4.3 交通信号灯及监控系统

在安装交通信号灯和监控系统之前,通过收集道路使用情况的数据为交通信号灯和监控系统的设计提供依据,注意与交通管理部门密切合作,根据实际交通需求和道路条件制定合理的信号灯和监控系统布局方案,在绘制详细的设计图纸时要注意完成相关审批,以便保障设计方案的可行性。在设计方案确定后就可以开展现场准备工作,要求施工前检查施工区域的电力供应情况,让电源能够满足交通信号灯和监控系统的需求,接下来完成对交通信号灯的安裝,要求在支架的搭建过程中必须保障整体的稳定性,以便信号灯能够在适当的位置、角度提供清晰的信号,在信号灯安装过程中注意控制好信号灯的顏色、亮度和位置符合相关标准,以便驾驶员能够准确接收交通信号。安装交通信号灯的过程中还需完成对电缆铺设以及接线工作,要求电缆的铺设按照设计图纸进行,而接线工作则应该特别注意电缆的接头和连接点,防止接触不良或短路现象,在完成电缆铺设和接线后就需要做好信号灯的初步调试,让信号灯可以正常工作,信号周期设置符合设计要求并能够正确显示红灯、绿灯、黄灯的不同状态。接下来的工作是监控系统的安装调试,要求摄像头的安装需要覆盖监控的范围和角度,必须覆盖到关键的交通区域如交叉口、弯道以及拥堵路段,在搭设支架时要求做好对摄像头的稳固,以便获得最佳的监控效果,在安装摄像头的过程中将摄像头的电源线和信号线连接到中央控制系统并进行线路测试。摄像头安装完成后要调整摄像头的拍摄角度,让监控范围覆盖到预定的区域,图像清晰度的调节

则应该根据实际情况进行,让监控画面的清晰度满足管理要求。在开展系统的正式投入使用和交接工作时,要求交接过程中将交通信号灯和监控系统的操作手册、维护指南资料交付给管理部门进行系统的操作培训,让相关人员能够熟练掌握系统的使用方法。

### 4.4 加强维护管理交通安全设施

依据设施的使用情况制定维护周期以及检查标准,要求维护计划详细列出每类设施的维护任务,明确每项任务的实施时间和责任人,制定维护计划时考虑到设备的使用寿命以及具体的技术标准,让维护工作的科学性得到保障,同时要求计划的制定经过专业人员审核批准。维护计划制定后需要实施定期检查,要求定期检查按照维护计划的要求进行,在检查过程中要记录设施的实际状况并进行必要的拍照和记录,以便后续的处理跟踪,而定期检查的结果应整理成报告,报告中注意将检查发现的问题、建议的维修措施和处理方案涵盖在内。在发现问题后就要立即进行及时维修,道路标线的损坏或褪色要进行重新标线,让其可以清晰可见,要是交通标志出现了损坏或偏移,则应该做好修理或更换,以此保障标志能够正常显示引导。值得注意的是,要求在维修过程中及时通知相关部门和公众,避免影响交通流量和安全,同时还要求完成维修后对维修情况做好相应的记录和报告,以此逐步更新维护计划中的相关信息。

## 5 结语

综上所述,在公路工程中的交通安全设施工作中,从标线和标志的设置到护栏和隔离带的配置,作为交通管理的基础,需要预防并减少交通事故。它们注意优化交通流线,也需要提高能见度和增强驾驶员的安全感,以此来降低事故发生率。面对复杂的道路环境,更要注意做到设施更新维护,让这些交通安全设施在长期内发挥其应有的作用,保障每一位交通参与者的安全。

### 参考文献

- [1] 蔡娜娜.基于公路工程交通安全设施隐患的安全处置对策[J].交通科技与管理,2023,4(2):101-103.
- [2] 臧亚因,韩焱.公路工程交通安全设施竣工验收检测技术[J].山东交通科技,2022(4):127-129+133.
- [3] 熊献斌.论公路工程交通安全设施的重要性[J].住宅与房地产,2018(7):277.

# Analysis and Countermeasures of Transportation Safety Issues on Highways

Hongxia You

Handan Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment High Speed Highway Comprehensive Law Enforcement Corps, Handan, Hebei, 056000, China

## Abstract

With the rapid development of the social economy and the continuous increase in the number of vehicles, highways, as important transportation channels, play a crucial role in economic development. On the basis of analyzing the current reality of highway transportation operation, this paper analyzes how modern transportation management and operation modes have a positive effect on the transportation efficiency and service quality of highways, as well as the joint application of intelligent transportation systems and modern operation modes. In the context of highways, the efficiency and safety of traffic have been significantly improved, resource allocation has been optimized, and the overall level of transportation services has been enhanced. The conclusion drawn from the paper is not only of great theoretical significance for improving traffic control on highways and enhancing their operational efficiency, but also has significant value in practical operations.

## Keywords

expressway; transportation control; management and operation; intelligent transportation system; big data analysis

## 高速公路交通运输控制与管理运营模式

尤虹霞

邯郸市交通运输综合行政执法支队高速公路综合执法大队, 中国·河北 邯郸 056000

## 摘要

随着社会经济的快速发展和车辆数量的不断增加,高速公路作为重要的交通运输通道,在经济发展中发挥着至关重要的作用。论文在剖析当前高速公路交通运营现实基础上,分析了现代交通管理与运作模式如何对高速公路的运输效率及其服务品质产生正面效应,以及智能交通系统与现代化运营模式的联合应用。在高速公路场景中,显著提高了通行的效率与安全性,优化了资源分配,同时提高了交通服务的整体水平。论文得出的结论对于改进高速公路的交通控制以及提高其运营的效率,不仅在理论层面上有重要意义,同样在实际操作中也具备显著价值。

## 关键词

高速公路; 交通运输控制; 管理运营; 智能交通系统; 大数据分析

## 1 引言

在现代交通系统中,高速公路扮演着至关重要的角色,它负责转移大量的人员与物资,经济的持续扩张与城市化快速推进,使得高速公路系统承受了更大的车流量,进而引发了一系列交通堵塞问题以及与之相关的安全隐忧。对于高速公路交通的有序流动及其服务水平的提升,探寻有效的控制与增进措施,是交通管理学中一个迫切需要解答的关键问题。本研究致力于对高速公路交通控制与管理现代化的运营模式进行探讨,同时对其应用现状及发展动向进行剖析,旨在为高速公路的管理工作提供理论上的科学依据和实践上的有效指导。

【作者简介】尤虹霞(1978-),女,中国河北邯郸人,本科,工程师,从事交通运输工程研究。

## 2 高速公路交通运输控制与管理的现状

在当前状况下,对于高速公路的流动管控,依旧以固定的监控设备、电子缴费机制以及人工的巡视检查为主要手段,尽管这些方式已经在缓解交通压力与保障行车安全方面发挥了积极作用,但依旧存在着明显的缺陷。在现有的交通管理框架下,应对实时路况和紧急状况的适应性调整往往不够迅速,导致流量分配不够合理,无法有效处理意外情况,在交通领域,信息流的时效性受限,这影响了拥堵管理和事故案例的迅捷处理。

近年来,智能交通系统、大数据分析以及人工智能技术的进步,对传统的管理模式形成了逐步的挑战并促使其改进,实时的交通信息由ITS技术提供,这一功能支持交通管理部分在调控交通流量及预防事故方面作出决策。通过大数据分析技术,可以精确地预测交通流量,进而优化资源的分

配。引入人工智能技术,能够提升交通控制系统的智能程度,进而对交通流量及安全状态进行智能化分析与处理。新技术的推广应用,尚需克服技术融合、数据互通和系统配合等方面的挑战,此过程须在实际操作中持续勘探与完善。在高速公路领域,交通运输的控制与管理方面,尽管已实现技术上的某些提升,但现代技术的进一步融合仍不可或缺,目的是提升管理效率及服务水平,面对的是越发繁杂的交通场景和需求。

### 3 智能交通系统的应用

在现代高速公路管理中,智能交通系统(ITS)的应用已经转变为提升交通效率与安全的关键工具。集成系统ITS,融合尖端通信、信息处理与自动控制技术,通过即时数据搜集与解析,达成对交通网络的全方位监管与高效管理,交通流量观测、信号控制、信息发布、事故自动侦测与紧急反应。在高速公路系统中,安装感应装置、图像采集设备以及管控设施,使得该系统具备即时收集路面行驶车辆的数量、速度以及交通拥堵情况的性能,随后将这些数据发送至交通控制中枢。处理后的数据使得交通管理机构能够实时评价道路情况,并实施必要的管理行为。例如,通过智能系统对交通信号灯的时序进行实时调整,以应对不同时段及交通流量的变化,进而有效降低交通拥堵状况。智能交通系统能够通过其配置的自动检测与报警机制,在诸如道路交通事故的突发交通事件发生时,迅速识别事故发生的具体位置,并通知相关的救援机构,从而提升事故处理的效率,并减轻事故对交通流畅性的负面作用<sup>[1]</sup>。

智能交通系统在交通安全领域的运用产生了显著影响,道路安装的监控设备,包括摄像头与传感器,能实时追踪驾驶行为,如超速与违反规则,并利用即时数据传输发出警告,以此促进驾驶员对行车安全的重视。智能运输系统(ITS)装备了能够实时更新道路状况、气象动态和施工通告的智能标志与显示屏,此功能助力驾驶者作出敏锐的驾驶选择,有效降低了由信息不平衡引发的交通事故发生率。ITS通过运用大数据分析和人工智能技术,能够预测交通流量、识别瓶颈、进行资源配置,进而优化交通流线,显著提高道路的使用效率。

智能交通系统在优化高速公路的管理效能上展现出突出的特点,然而,在实际运用该系统时,同样遭遇了多重考验。巨额资金的需求,对于实施和维护智能交通系统,对某些地方政府与交通管理部门构成了显著的经济压力,智能交通系统(ITS)的广泛采纳受到技术融合及系统一致性问题

与保护规则是至关重要的,其目的在于规避数据不当外泄及不当利用的风险。现代高速公路交通管理得益于智能交通系统的应用,通过实时数据监控、动态交通管理和智能预警,实现了交通效率和安全的显著提升。在未来,高速公路交通系统的现代化和智能化发展将越来越多地依赖于ITS技术的应用和完善,这些技术的持续进步和解决方案的迭代优化,正为交通管理提供坚实的支撑<sup>[2]</sup>。

### 4 大数据分析在高速公路管理中的应用

在高速公路管理领域,大数据分析的应用正逐步革新既有的交通管理方式,通过对大规模交通信息的深入挖掘与分析,显著增强了交通流量的预见性、拥堵控制及资源配置的效率,路段传感器与车载设备、交通信号系统协作,能让高速公路交通管理部门汇集车流量、车速、道路及气象信息等数据,汇总与加工后,各类数据构建起了一个综合的交通信息数据库,从而为大数据分析奠定了基础。借助机器学习及预测算法,得以对不同时段、不同天气条件及特殊事件所影响之交通流量进行预测,进而协助交通管理机构预先制定调整策略,达到优化交通流动的目的。

在交通事故的预防措施和紧急应对领域,大数据分析扮演了至关重要的角色,对事故数据与交通流量模式进行深入分析,有助于辨识出潜在的高风险道路区段及交叉口。基于此可实施相应预防策略,以降低事故发生风险,事故发生之后,系统迅速提供相关数据及道路状况,助力管理机构及时高效地响应,以此降低事故对交通流之干扰。

在信息处理领域,数据本身的品质以及其全面性是两个至关重要的考量因素,高质量和完整的数据收集是确保分析结果准确性的关键,这依赖于传感器与监控设备的准确可靠性。针对数据进行操作和解析时,必须遵循一系列具体的技术规范 and 标准,执行大数据分析时,必须依赖繁复的计算和算法,这无疑对计算能力与技术水平提出了较高的要求。在当前信息化浪潮中,隐私保护与数据安全成为两大关键议题,其重要性不言而喻。在浩瀚的交通数据集中,个人识别信息的存在引发了对数据私密性和防止数据非法外泄的关注,这成为当前迫切需要解决的技术与管理挑战。在高速公路管理领域,大数据分析技术的运用为交通管控赋予了全新智能化的工具,它通过精确预测车流量、高效管理拥堵状况以及合理分配资源,实现了交通效率和安全性显著提高。在大数据领域,分析技术正逐步突破数据质量、技术标准及隐私安全等难题,其作用在高速公路的管理中日益显著,为现代交通系统的完善与进步提供了坚实的技术支撑。

### 5 人工智能技术在高速公路管理中的应用

在高速公路管理系统中,引入人工智能技术,如深度学习、机器视觉和自然语言处理,能够对交通流量进行监测,预防交通事故,缓解拥堵状况,以及优化资源分配,从而在多个关键领域发挥其关键效用。实时监控道路状况的图像识

别和视频分析技术,是AI技术在交通流量监测领域的应用,利用高分辨率摄像头与先进的视频分析技术,可以精确计算交通流量、车速,以及评估道路拥堵程度,同时能够辨识出超速行驶和非法变道等交通违章行为。借助AI算法,能够对数据进行实时分析,进而迅速调整交通信号配时,有效缓解交通拥堵问题,同时提升道路的通行效率<sup>[1]</sup>。

通过智能预警系统,人工智能技术显著提高了应对事故的响应效率,人工智能系统能够处理和分析过往及当前的交通信息,进而辨识出交通事故频发的地点及其危险因素。在检测到任何异常或潜在风险的情况下,系统能够立即启动预警机制,并自动向相关部门发出通知,视频资料在事故发生后,可被AI技术快速解析,进而辅助指挥调控及救援行动,有效缩短事故处理时长,并能减轻对交通流量的负面作用。借助人工智能技术,通过数据深度分析和前瞻性模型构建,已能对交通流量进行更为精确的预测,这在交通拥堵控制及资源配置优化领域具有重要意义。分析历史与实时数据,以及交通模式,AI能够预测交通流量的未来趋势,并据此优化交通资源的配置。通过智能化的流量预测和管理技术,可以显著降低交通拥堵状况,并提升道路的使用效率,如在交通高峰期,人工智能系统能够实时调整交通信号灯的配时计划,通过车流量数据分析,相应调整红绿灯显示时间,从而实现各道路车流平衡,缓解交叉口的交通拥堵问题。在高速公路管理系统中,人工智能技术的融入正逐步革新传统的交通管理方式,借助智能监控、预警以及管理,有效提高了交通的效率与安全性。

## 6 综合管理方案与运营模式创新

数据的全局整合与深入分析构成了综合管理方案的轴心,高速公路管理部门运用智能交通系统、大数据分析以及人工智能技术,实现了对交通状况的实时监控、流量变化的预测,以及迅速地应对措施。各种传感器和摄像头所收集的数据,通过一个专门设计的系统进行汇总,随后由先进的数据处理技术,包括基于人工智能的算法,进行深入分析,进而生成一份全面反映交通情况的报告。实时流量监控与事故

预防仅为这些资料的应用范畴之一,而其更深远的意义在于为交通路线的布局与政策的制定提供了严谨的科学支撑。历史数据分析助力管理者识别交通瓶颈与高风险区域,进而制订改善措施,旨在优化交通流线,增进道路使用效率。

创新性变革在运营模式中起到了至关重要的影响,智能化的运营模式正在被逐步应用于高速公路,使得服务多样化,发展方向趋向综合化,智能化的交通运营模式。借助智能交通信号控制、自动收费系统以及车联网技术的集成,实现了交通流量的优化管理和资源的高效配置,采用根据实时交通流量来调整的动态收费机制,能够对尖峰时段的路面拥堵问题起到舒缓作用。车联网技术通过车辆之间信息的互相传递和协同操作,有效提高了道路行驶的安全性以及交通效率。在现代高速公路管理中,更侧重于服务化的提升,以此来实现服务质量的优化,智能服务站的建设,多种便捷服务的提供,以及道路设施的改善,共同促进了驾驶员使用体验的提升。举例而言,商业联合体和增值服务开发正成为多元化运营策略发展的体现,这一策略旨在开拓收入渠道并塑造创新的经营方式。

## 7 结语

创新性的综合管理方案与运营模式,通过整合前沿技术、改进操作流程以及提高服务水准,为高速公路的经营管理领域开辟了新的可能性,同时也带来了新的考验。数据处理智能化、大数据分析以及人工智能技术的综合应用,显著提高了交通管理的效率及其成效,未来高速公路的管理和发展,依赖于对技术整合的深入探索,数据隐私保护的有效解决,以及创新方案与运营模式的有力支持。

### 参考文献

- [1] 齐建宇,马浩,李宇轩,等.高速公路风险防控主动交通管理系统及应用[J].交通工程,2021,21(3):26-35.
- [2] 李焯,王炜,邢璐,等.自动巡航与可变限速协同控制对高速公路基本路段通行效率的改善[J].吉林大学学报(工学版),2017,47(5):1420-1425.
- [3] 张英.高速公路长大隧道交通事故应急控制预案模型研究[D].西安:长安大学,2015.

# Optimization of Highway Construction Safety Supervision Strategy Based on Risk Management

Xiaoming Li

Handan Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment High Speed Highway Comprehensive Law Enforcement Corps, Handan, Hebei, 056000, China

## Abstract

The importance of risk management is increasingly prominent in the safety supervision of highway construction. An effective risk management strategy can not only identify and evaluate potential risks, but also optimize resource allocation through real-time monitoring and adjustment mechanisms, improving the efficiency and accuracy of safety supervision. Currently, the main challenges faced by highway construction include the lag in risk identification, insufficient effectiveness of supervision and implementation, limitations in technology application, and shortcomings in systems and mechanisms. To improve these issues, it is recommended to optimize the risk management framework, enhance supervision and execution capabilities, strengthen technical support and information technology construction, and enhance human resources and safety culture. Through the selection and application of pilot projects, as well as feedback and adjustments in practice, safety supervision strategies can be continuously optimized and improved to ensure the safety and efficiency of highway construction.

## Keywords

risk management; highway construction; safety supervision

## 基于风险管理的公路施工安全监督策略优化

李晓明

邯郸市交通运输综合行政执法支队高速公路综合执法大队, 中国·河北 邯郸 056000

## 摘要

在公路施工安全监督中, 风险管理的重要性日益凸显。有效的风险管理策略不仅能识别和评估潜在风险, 还可以通过实时监控和调整机制优化资源配置, 提高安全监督的效率和精度。当前, 公路施工面临的主要挑战包括风险识别的滞后性、监督实施的有效性不足、技术应用的局限性, 以及制度与体制的弊端。为改善这些问题, 建议优化风险管理框架, 提升监督执行力, 加强技术支持和信息化建设, 并强化人力资源与安全文化。通过试点项目的选择和应用, 以及实践中的反馈与调整, 可以不断优化和完善安全监督策略, 确保公路施工的安全性和效率。

## 关键词

风险管理; 公路施工; 安全监督

## 1 引言

公路施工项目面临着复杂的施工条件和多样的风险因素, 传统的安全监督策略往往难以全面应对这些挑战。为了提高施工安全性, 减少事故发生, 采用基于风险管理的安全监督策略显得尤为重要。论文旨在通过优化风险识别、评估机制以及提升监督执行力, 结合现代技术手段, 构建一套更加科学有效的公路施工安全监督体系, 为施工安全提供坚实保障。

【作者简介】李晓明(1986-), 男, 中国河北邯郸人, 本科, 助理工程师, 从事公路附属设施的维护与管理及施工安全监督管理研究。

## 2 风险管理在公路施工安全监督中的重要性

在公路建设过程中, 安全监督工作对风险管理扮演着至关重要的角色, 在进行公路建设时, 此类项目往往面对着错综复杂的施工条件、众多技术规范以及不可估量的不确定外部元素, 导致施工阶段不可避免地伴随着安全风险, 在安全领域, 依赖于资深人士直觉推断以及发生后的挽救措施的管理方式, 显示出明显的系统缺陷与预见性不足, 这往往使得潜在风险难以被及时识别与处理。系统化的风险管理通过识别和评估施工前期的潜在风险因素, 并实施控制措施, 有效减少安全事故的可能性, 在公路建设过程中, 科学和有效地进行安全监管的提升, 以及资源的优化配置, 得益于风险管理措施的实施, 这使得人力资源、物质资源和财务资源得到了更加合理的分配, 在施工的各个阶段, 通过实时的风险

监控与灵活的调整机制,可以对潜在的安全威胁进行连续的追踪与管理,保障施工安全始终保持在可管理的范围内<sup>[1]</sup>。风险管理通过推进安全管理的细化和数字化,有效提高了管理效率和决策的精确度,为了提高公路施工的安全性能,确保工人的人身安全以及工程的顺利进行,关键在于实施基于风险管理的监督策略。

### 3 公路施工安全监督策略的问题分析

#### 3.1 风险识别和评估的滞后性

在公路建设过程中,安全监管措施对于风险的及时识别与评估显得至关重要,但目前所采用的策略在这一点上明显落后于施工进度,在工程项目的初期阶段,通常借助历史案例与标准化的审查程序来辨识潜在的风险,但此方法缺少一套完整的风险评估体系与专业工具,在项目管理过程中,传统的风险识别方法往往难以全面捕获项目特有的环境、技术和管理等多方面的潜在风险,尤其是针对复杂地质条件、不确定的天气变化以及施工技术创新应用的情况下,这种方法在风险评估的准确性和全面性方面存在严重不足,在建筑施工的各个阶段,风险评估是一个重要的环节,它对于实时揭示潜在风险,适应施工动态变化具有不可替代的作用,由于风险识别与应对的延迟,施工过程中潜藏众多安全隐患,从而提高了事故发生的可能性。

#### 3.2 监督实施的有效性不足

在公路建设活动中,实际执行安全监管职能时,普遍遭遇监督成效不理想的问题,监督效能的实现受限于监管架构的缺陷、专业技术人员的缺乏以及执行层面的薄弱,在监督体系架构内,各个部门之间的职能界定模糊,这使得一旦出现安全事件,责任的归属变得含糊,进一步影响了协调和工作效率,在一些施工现场,监管人员的专业能力存在显著差异,其中部分人员不仅缺少必要的专业知识和实践经验,而且面对施工过程中可能出现的安全隐患,他们既难以及时识别,亦缺少实施有效整改措施的能力。在施工现场,安全隐患由于缺乏严格的监督与实质性整改,常常不能得到有效的控制,监督措施的实施仅仅趋于形式,在公路建设领域,显而易见的执行力短缺问题已对施工安全与工程品质造成了直接冲击,若要改善现状,务必着力于监管体系的强化及其机制的优化<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 信息化程度和技术应用不足

在各行业中信息技术已经普遍部署,唯独公路建设的安全监管领域,信息化水平及其技术运用尚显不够,在众多建筑施工活动中,持续采用人工观测与手工记录的方法,不仅降低了数据采集、分析与处理的效率,而且也影响了安全监管的实时性和精确度,在整个建设工地,尤其是那些规模宏大或地形复杂的工地,传统的监管方法无法做到全方位覆盖,这一局限性在这些场合尤为突出,管理人员在对现场安全状况进行综合评定时,受到不完整且滞后的监控数据的约

束,这延迟了他们对潜在安全威胁的及时识别与应对,如无人机巡检、物联网传感器等先进技术手段的缺失,限制了安全监督向现代化和科学化发展的进程。

#### 3.4 制度与体制的局限性

策略实施在公路施工的安全监管中,还受到制度和体制层面的限制,尽管现行的法律及政策文本为施工安全确立了基础的规范与指南,实际操作层面却常见实施细则的缺失与执行机制的不足,在安全问题面前,现行政府及监管部门职责的分界不甚清晰,相应的协调机制亦不完善,从而影响了应对此类问题的快速且高效的反应能力,刚性的监管制度往往滞后于施工现场的复杂多变,难以适应其动态变化的需求<sup>[3]</sup>。当创新的施工技术和工艺涌现时,现行监管体制往往未能及时跟进修订,进而引致安全监管的迟滞与不匹配现象,在监督机制的实施过程中,权责不对等的现象对其有效性产生了制约,在公路施工的安全监管领域,现行的监督策略由于深受制度和体制的限制,其执行效率和实际效果均受到明显影响,为实现有效监督,必须探索制度层面的创新以及体制结构的改革。

### 4 基于风险管理的公路施工安全监督策略优化

#### 4.1 优化风险识别与评估机制

在公路建设过程中,施工安全受到监督的关键在于,首先对潜在风险进行准确识别与科学评估,在施工阶段,依靠经验直觉和固定标准的评估方法,往往难以实现对风险的实时与全方位捕捉,为了全方位预测和辨识风险,推荐建立一个系统化的风险识别框架,该框架应整合如大数据分析、人工智能等现代技术手段,建立一个数据库以管理风险,通过合并历史、环境及技术相关数据,创建了一个能够识别和预估建设过程中可能出现风险的综合评估模型,引入动态风险评估机制,成为关键环节,至关重要,采用实时的数据监控以及高级的算法技术,可以对建筑工地面临的潜在风险进行实时评定,并且根据评估结果及时调整监管策略,确保能够妥善应对施工现场环境及技术的持续变动。

#### 4.2 提升监督执行力与响应速度

为了保证公路建设安全管理策略的有效执行,关键在于提高监督行为的执行力度以及提升应对突发情况的反应速度,执行力的提升,依赖于精细化管理的深入实施及流程的优化调整,对现行的监督流程进行详尽分析,剔除不必要的环节,从而达到精简流程的目的,保障每个环节责任分明且有效执行,建立多级监管体系,作为增强执行力的关键策略,通过跨部门的合作与监管协同,能够提升监督的全面性与效率,有效消除因沟通障碍或职责划分不明确所引起的监管盲点及执行无力状况。

#### 4.3 技术支持与信息化建设

技术支持与信息化建设是现代化安全监督管理的核心支撑。引入信息化管理平台可以显著提升公路施工安全监督

的效率和精度。通过构建一体化的信息管理平台,将施工现场的各类数据,如人员、设备、材料和环境条件等,集中整合到一个系统中进行实时监控和分析。这种信息化平台不仅能实现施工全流程的透明管理,还能通过数据挖掘和智能分析,发现潜在的安全隐患并提出预警。此外,先进监测技术的应用也至关重要。例如,利用无人机巡检,可以对大规模或复杂地形的施工区域进行高效、全面的监控,而物联网传感器的引入则可以实现对关键施工节点的实时监测,如温度、压力、振动等参数的动态感知。这些技术的集成应用,不仅提高了安全监督的覆盖范围和深度,还为管理者提供了精准、实时的数据支持,从而提升决策的科学性和有效性<sup>[4]</sup>。

#### 4.4 强化人力资源与安全文化建设

强化人力资源与安全文化建设是确保风险管理理念深入落实的重要保障。一方面,加强专业培训与人才培养至关重要。公路施工项目的安全监督需要专业化、高素质的管理人员,这就要求定期开展风险管理和安全监督相关的专业培训,提升监督人员的专业能力和风险识别技能。同时,应建立完善的人才培养机制,通过合理的职业发展规划和持续的教育培训,确保监督团队的专业素质不断提升。另一方面,建设以安全为核心的企业文化也是长效机制的重要组成部分。通过在企业内部推行安全文化建设,使得每一位员工都能树立强烈的安全意识,将安全作为日常工作的核心要素。这种安全文化不仅能够提高全员的安全责任感,还能在潜移默化中推动整个组织形成自觉遵守安全规范的良好氛围,从而有效减少安全事故的发生,确保公路施工的顺利推进。

## 5 基于风险管理的公路施工安全监督策略优化的实践应用

### 5.1 试点项目的选择与应用

为了验证基于风险管理的公路施工安全监督策略优化的实际效果,选择具有代表性的公路施工项目进行试点应用是必要的步骤。试点项目的选择应考虑多方面因素,包括施工环境的复杂性、技术应用的多样性以及项目规模的大小。例如,选择在地质条件复杂、气候变化剧烈的山区公路施工项目进行试点,可以全面检验优化策略在高风险环境中的适应性。在试点项目中,首先要全面引入优化后的风险识别与评估机制,通过建立动态风险评估系统,对施工过程中可能出现的各种风险进行实时监控和预警。同时,利用信息化平台和先进监测技术,对施工现场的安全状况进行全天候监控。

### 5.2 优化策略的效果评估

在试点项目实施过程中,效果评估是确保优化策略科学性和可行性的关键环节。通过设定量化评估指标,可以对优化策略的实施效果进行客观分析。主要评估指标包括施工事故发生率的变化、监督响应时间的缩短、施工效率的提升,以及技术应用对安全管理的影响。例如,通过对比试点项目与传统管理模式下项目的数据,分析优化策略在减少安全事故、提升施工进度和节约成本等方面的实际效果。如果数据表明优化策略显著降低了事故发生率,提高了施工效率和管理精度,这表明策略具有良好的推广价值。此外,评估过程中还应关注不同施工环境和技术条件下策略实施的适应性,尤其是在复杂和高风险项目中的应用效果。

### 5.3 实践中的反馈与调整

在实践应用过程中,持续的反馈与调整是确保优化策略在不同环境下都能取得良好效果的重要环节。施工现场的实际情况复杂多变,因此在优化策略的实施过程中,必须建立起有效的反馈机制,及时收集来自现场的第一手信息。这些反馈信息包括现场监督人员的意见、施工人员的操作体验、技术设备的使用效果等。例如,现场管理人员可能会发现某些技术手段在实际操作中存在不便,或某些管理流程在紧急情况下响应不足,这些问题需要通过反馈机制迅速传达给决策层。

## 6 结语

通过分析公路施工安全监督中的现存问题,提出并验证了基于风险管理的监督策略优化方案。优化后的策略显著提升了施工安全性和管理效率,有效减少了事故发生率。试点应用结果表明,这些策略具备良好的推广价值。未来,需要进一步完善和推广这些优化措施,以应对更复杂的施工环境,确保公路施工项目的安全顺利完成。

### 参考文献

- [1] 文思.高速公路隧道施工安全管理策略[J].运输经理世界,2024(21):115-117.
- [2] 明德会.公路工程路基施工安全管理要点研究[J].运输经理世界,2024(21):127-129.
- [3] 李亚莉.高速公路交通标志养护施工技术要点[J].科学技术创新,2024(15):115-118.
- [4] 虞朗.特大公路桥梁施工安全总体风险评估[J].黑龙江交通科技,2024,47(7):90-92.

# Analysis of the Influence of Subway Construction on Urban Municipal Engineering

Bingbing Yang

China Railway 12th Bureau Group Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215000, China

## Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the subway as the main form of public transport, its construction has gradually accelerated. Through quantitative and qualitative methods, this paper studies the influence of subway construction on urban municipal engineering, urban planning and design. The results show that subway construction optimizes the urban traffic structure, improves the travel efficiency of citizens, reduces the urban air pollution, and contributes to the sustainable development of the city. But at the same time, subway construction also causes a certain pressure on urban municipal engineering, such as civil pipeline relocation, the safety of surrounding buildings and other problems. The study also found that subway construction and urban municipal engineering are highly related, and subway construction should cooperate with urban municipal engineering to form a coordinated development pattern. Therefore, the long-term impact of subway construction should be fully considered in urban planning and design. This research has certain theoretical and practical significance for guiding the future urban subway construction, optimizing the municipal engineering management, and creating a harmonious and sustainable urban environment.

## Keywords

subway construction; urban municipal engineering; urban planning and design; traffic structure optimization; urban sustainable development

## 地铁建设对城市市政工程的影响分析

杨兵兵

中铁十二局集团有限公司, 中国·江苏苏州 215000

## 摘要

随着城市化进程的加快, 地铁作为公共交通工具的主要形式, 其建设逐渐加快。通过定量和定性的方法, 论文研究了地铁建设对城市市政工程、城市规划设计等方面的影响。结果表明, 地铁建设优化了城市交通构架, 提升了市民的出行效率, 减小了城市空气污染, 有助于城市的可持续发展。但同时, 地铁建设也对城市市政工程造成一定的压力, 如民用管道搬迁, 周边建筑的安全性等问题。研究还发现, 地铁建设和城市市政工程的关联度很高, 地铁建设应与城市市政工程相互配合, 形成协调发展的格局, 故城市在规划设计时, 应充分考虑地铁建设的长远影响。此研究对于指导未来城市地铁建设, 优化市政工程管理, 创建和谐可持续的城市环境具有一定的理论和实践意义。

## 关键词

地铁建设; 城市市政工程; 城市规划设计; 交通构架优化; 城市可持续发展

## 1 引言

随着城市化的日益加速, 各城市的交通拥堵问题日趋严重, 公共交通由此显得越来越重要。尤其在大城市, 地铁作为公共交通的重要组成部分, 被越来越多地应用并得到了广泛的扩展。在城市规划及开发中, 地铁不仅重塑着人们的出行模式, 同时对城市市政工程的发展产生了深远的影响。然而, 地铁建设是否会对城市市政工程产生正向还是反向的影响, 一直是一个具有争议和广泛研究的问题。本研究通过定量和定性的研究方法, 探讨了地铁建设对城市市政工程

影响, 尝试从中寻找两者之间的相互关系, 为未来的城市地铁建设和市政工程规划提供参考和借鉴。

## 2 城市化进程中地铁建设的重要性

### 2.1 城市化进程加快对交通构架的影响

近年来, 城市化进程的加速导致了城市交通需求的急剧增加, 而地铁的建设在这一过程中扮演了至关重要的角色<sup>[1]</sup>。随着城市人口的不断膨胀, 传统的地面交通体系面临着严重的拥堵问题, 不仅影响市民的日常出行效率, 还加剧了城市的环境污染和能源浪费。在这种背景下, 地铁, 作为一种高效的大容量公共交通工具, 以其准时、便捷、安全、环保等众多优点, 逐渐成为解决城市交通问题的重要手段。

地铁建设不仅能够极大地改善城市交通体系, 还能够

【作者姓名】杨兵兵(1991-), 男, 中国河南漯河人, 本科, 工程师, 从事城市地铁研究。

促进城市布局的合理化和科学化。其高效且稳定的运营特性,使得地铁能够承担起更多的通勤需求,缓解地面交通的负荷。地铁线路和站点的分布也对城市功能区的分布产生了深远的影响,促进了城市核心区与周边区域的均衡发展,减少了市中心的交通压力。通过对城市空间结构的优化,地铁建设还能够带动城市副中心和新城区的发展,实现城市空间的合理分配和资源的最优配置。

地铁的基础设施建设过程亦对城市交通构架产生了深远的影响。地铁线路的施工和扩建需要对现有的道路系统进行调整和改造,这种过程不仅可以优化现有的交通组织方式,还为未来的交通管理和控制系统提供了新的技术支持。地铁建设的加快还推动了智能交通系统的发展,为城市交通构架的现代化和智能化奠定了坚实的基础,使得城市交通体系更加高效和可持续。

城市化进程中的地铁建设对城市交通构架产生了深远而重要的影响,完善了城市交通体系,促进了城市的可持续发展,并为未来的城市规划和交通管理提供了重要的参考依据。

## 2.2 地铁作为公共交通工具的优势

地铁作为现代城市交通的重要形式,具有显著的优势,体现在其高效性<sup>[2]</sup>。地铁系统运行速度快,通常能够避免地面交通堵塞,提供准时的出行服务。地铁的运载能力大,单次运输可以容纳大量乘客,极大地缓解了地面交通压力,提高了城市交通的整体效率。地铁采用电力驱动,能源利用率高且排放低,有助于减少城市空气污染,推进环保目标的实现。地铁线路固定且相对较长,可以稳定地服务于城市的主要商业区、住宅区和办公区,提升城市的综合经济效益。地铁还有助于土地资源的合理利用,通过地铁站的规划建设,可以带动周边区域的开发,提高城市空间的利用效率。总的来说,地铁不仅具备便捷、安全、环保等多重优势,还在促进城市经济和社会发展的多个层面发挥了重要作用。

## 2.3 地铁建设对优化交通构架的贡献

地铁建设作为城市交通网络的重要组成部分,对交通构架的优化具有显著贡献。地铁系统通过提供高效、便捷的公共交通服务,减少了地面交通的拥堵,分流了大量的私家车出行需求,缓解了交通压力。地铁线路的设置与城市交通枢纽的连接,使得不同交通方式间的换乘更加顺畅,大幅度缩短了市民的出行时间。地铁站点周边区域的发展也促进了商业区和居民区的合理布局,增强了城市各区域间的联系,进一步提升了城市整体交通系统的运行效率。

# 3 地铁建设对城市市政工程的影响

## 3.1 市民出行效率的提升与空气污染的减少

地铁建设对市民出行效率的提升和空气污染的减少具有显著的积极影响。地铁作为城市公共交通体系中的核心组成部分,其高效便捷的特点使得市民出行更加迅速和可靠。

地铁系统通常具有较高的准时率和较短的等候时间,能够有效减少市民的出行时间。地铁线路覆盖面广、站点分布密集,提供了多样化的出行选择,大幅提升了城市内部的交通流动性,缓解了传统地面交通的压力。

从环境角度来看,地铁的推广使用大幅减少了城市交通的尾气排放。传统内燃机交通工具是城市空气污染的主要来源之一,尤其是在早晚高峰时期,交通拥堵导致的急速运行进一步加剧了污染物的排放。地铁作为一种电力驱动的交通方式,其运行过程几乎不产生废气排放,不仅能够有效降低二氧化碳、一氧化碳等有害气体的排放量,还能减少颗粒物和其他污染物对大气环境的影响。研究表明,多数大城市在地铁建设和运营后,空气质量得到了不同程度的改善,尤其是呼吸道疾病和其他与空气污染相关的健康问题明显减少。

与其他公共交通方式相比,地铁还能促进市民低碳出行理念的形成,进一步推动城市向可持续发展的方向迈进。地铁作为绿色交通的典型代表,不仅改善了市民出行条件,还为构建清洁、健康的城市环境提供了坚实保障。地铁建设在优化市民出行效率和减少空气污染方面发挥着不可替代的重要作用,其综合效益对于城市规划和市政工程的协调发展具有深远的意义<sup>[3]</sup>。

## 3.2 地铁建设造成的城市市政工程压力分析

地铁建设在优化城市交通构架、提升市民出行效率等方面取得显著成效也对城市市政工程带来了多重压力。地铁施工需要大规模开挖和掘进,导致部分城市基础设施如水、电、气、通信等管线的搬迁和改建,增加了工程时间和成本。地铁建设过程中可能会对周边建筑物的结构安全性造成一定影响,尤其在地质条件复杂和老城区密集建筑区域,这种影响尤为显著。施工震动和地面沉降成为建筑安全的主要威胁,可能导致地基不均匀沉降和墙体开裂。地铁站点和线路的选址还需考虑与现有市政设施的协调,避免扰动现有交通流和市民日常生活。地铁建设规划需综合考量市政工程的现状和未来发展,制定科学合理的施工计划,确保城市市政工程的稳定运行和市民的生活质量不受负面影响。结合工程实例和案例分析,有助于更全面地认识地铁建设对市政工程的多层次影响,为后续规划提供重要依据。

## 3.3 从民用管道搬迁和建筑安全性角度论述地铁建设对市政工程的影响

地铁建设过程中,民用管道搬迁是不可避免的挑战。管道的重新安置涉及复杂的管线规划和施工技术,可能对城市供水、燃气、通信等基础设施产生临时影响。地铁隧道的挖掘和施工对周边建筑的安全性提出了较高要求。挖掘过程中可能引发地基沉降、墙体裂缝等问题,需要采取强化监测和预防措施,以确保建筑物的结构安全。合理规划和工程技术的协调显得至关重要,以减小对现有市政工程的负面影响,保证城市功能的持续运行。

## 4 地铁建设与城市规划设计的协调发展

### 4.1 地铁建设与城市市政工程的关联度分析

地铁建设与城市市政工程的关联性在现代城市发展进程中愈发显著。地铁系统作为城市公共交通的重要组成部分,其建设和运营不仅直接影响到交通枢纽的布局和辐射范围,还对周边的市政基础设施产生深远影响。从地铁线路的规划、施工到最终的运营,每个阶段都需要与市政工程密切配合,以确保城市交通网络的无缝衔接和市政设施的稳定运行。

地铁线路的铺设往往涉及大规模的地下工程,这对城市现有的市政管线如给排水管道、燃气管道、电力电缆等提出了高要求。地铁施工需要对这些管线进行搬迁和保护,稍有不慎,便会对城市的市政系统造成破坏,影响市民的日常生活功能。地铁站点的建设与运营,还涉及地下空间的利用和地面设施的合理配置,这要求市政工程在设计和实施时提前做出调整,以适应地铁建设的需求。

地铁建设过程中,需要动用大量的人力、物力和财力,对周边的建筑物和现有的市政设施也会造成不同程度的影响。地铁施工振动和地下水位变化可能影响周边建筑物的结构安全,需要工程技术人员通过科学的手段进行监测和防护。工程设计和施工过程中的协调工作至关重要,确保地铁工程与市政工程设施保持同步发展和相互补充,是优化城市综合交通和基础设施的关键。

地铁工程作为城市发展的骨干项目,其与市政工程的协调发展,在施工技术、项目管理和城市规划上都提出了更高的要求。地铁建设不仅需要考虑自身的技术和经济效益,更需要与市政工程形成有机结合,以实现城市空间资源的高效利用和市政建设的科学合理。这种关联性的分析,对未来城市地铁与市政工程的协同发展提出了更高层次的指导和实践要求。

### 4.2 如何使地铁建设与一体化的城市规划设计相结合

要使地铁建设与一体化的城市规划设计相结合,需要在规划设计过程中注重多个方面的协调配合。应实现地铁线路与城市功能区的紧密衔接,通过优化站点布局,确保地铁站点覆盖重要公共设施、商业区和居民区,提升公共交通的便利性。在建设过程中应与其他市政工程项目统筹安排,合理规划地下空间,预留民用管道和公共设施位置,减少建设过程中的相互干扰。应综合考虑地铁建设对周边建筑物和

基础设施的影响,通过科学设计和技术手段,保障周边建筑的安全和稳定性。地铁周边区域还应结合景观设计和绿化工程,营造良好的城市环境,提升市民生活质量。通过综合以上方面的努力,可以实现地铁建设与城市规划设计的有机结合,促进城市的可持续发展。

### 4.3 针对未来城市地铁建设和市政工程的优化建议

针对未来城市地铁建设和市政工程的优化建议,需从多方面入手,以确保二者和谐发展。其一,建立完善的协调机制,推动地铁建设与市政基础设施同步规划、同步实施,减少重复施工和资源浪费。其二,加强多部门协作,确保管线搬迁、排水系统改造等工程与地铁施工协调进行,降低施工风险。其三,利用先进技术进行施工管理与监控,提高施工精细度,保障周边建筑的安全性。其四,引入生态设计理念,将绿色环保措施融入地铁工程,推动城市可持续发展。

## 5 结语

论文通过定量和定性的方法,对地铁建设与城市市政工程的关系进行了深入研究。研究发现,地铁建设对促进城市可持续发展,优化城市交通系统,提高市民出行效率等方面产生了积极的影响。同时,指出了地铁建设对城市市政工程的挑战,如民用管道的搬迁,周边建筑的安全性等问题。该研究也揭示了地铁建设和城市市政工程的高度关联性,强调了两者在城市规划设计中应相互配合,形成协调发展的框架。因此,未来的城市规划设计应充分考虑地铁建设的长远影响,确保地铁建设与城市市政工程的和谐协调。总的来说,这一研究对指导未来城市的地铁建设,优化市政工程管理,以及创建和谐、可持续的城市环境具有重要的理论和实践参考价值。然而,如何在实践中更好地将以上发现应用到地铁建设和市政工程中,仍需进一步的实地研究和实践探索。希望这一研究可以为相关领域的研究提供理论依据和实践借鉴,为推动我国地铁建设和市政工程的可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1] 王振武.城市市政工程的建设与管理分析[J].市场调查信息:综合版,2019(12):51.
- [2] 陈建萍.城市市政工程规划建设与规划管理[J].建筑工程技术与设计,2021(30):46-47.
- [3] 郭伟.城市市政工程的建设及管理分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2019(5).

# Key Points of Construction Technology for Road, Bridge, Subgrade and Pavement in the New Era

Yali Guo

Pingdingshan Yingrui Civil Airport Co., Ltd., Pingdingshan, Henan, 467000, China

## Abstract

As a project that benefits and benefits the people, road and bridge engineering not only plays an important role in the development of the national economy, but also provides many convenient conditions for people's daily travel. Especially in the new era of sustained development of the national economy, the development and construction speed of road and bridge engineering has shown strong momentum. As an important component of road and bridge engineering, the selection of appropriate construction techniques for roadbed and pavement directly affects the overall quality of road and bridge engineering. Based on this, this paper will focus on the key points of roadbed and pavement construction techniques for road and bridge engineering, and analyze some problems that exist in the construction process of roadbed and pavement, aiming to emphasize the professionalism and importance of roadbed and pavement construction techniques.

## Keywords

roads and bridges; construction surface; technical analysis

## 新时期道路桥梁路基路面施工技术要点

郭亚利

平顶山鹰瑞民用机场有限公司, 中国·河南 平顶山 467000

## 摘要

道路桥梁作为一项利民、惠民工程,不仅在国民经济发展进程当中扮演着重要角色,并且也为人们的日常出行提供了诸多便利条件,尤其在国民经济持续发展的崭新时期,道路桥梁工程的发展与建设速度更是表现出了强劲势头。而路基路面作为道路桥梁工程的重要组成部分,其施工技术的选用是否得当,则直接关系到道路桥梁工程的整体质量,基于此,论文将着重围绕道路桥梁路基路面施工技术要点展开论述,并对路基路面施工过程中存在的一些问题予以分析,旨在强调路基路面施工技术的专业性与重要性。

## 关键词

道路桥梁; 施工面; 技术分析

## 1 引言

在道路桥梁工程的路基路面施工中,经常会出现路基不均匀沉降、路面凹凸不平或者裂纹等质量问题,如果不及时予以解决,将很容易埋下重大的安全隐患,甚至会引发一系列交通安全事故。为此,施工企业应当在熟练掌握路基路面施工技术要点的同时,不断采取技术创新策略,以最大限度地避免各类质量事故与安全事故的发生。

## 2 道路桥梁路基路面施工特点分析

路基施工不仅涉及排水工程、防护工程,并且与桥涵、隧道、小型构造物等路面附属设施相互交错,因此路基施工质量直接关系到道路桥梁工程的整体质量。而路面主要包括

垫层、基层与面层,其承载力的大小事关道路桥梁工程的稳定性。在实际施工当中,路基路面施工的主要特点主要包括:工程量大、投资大、工期长、涉及面广。例如,在路基施工中,首先需要考虑路基的稳定性与自身的承载能力,这就要求建设单位在开工之前应当对施工地点的地质条件、水文条件、地貌特征进行勘察与评估,进入施工阶段以后,施工单位应当正确选择土方开挖技术、土方填筑技术与路基碾压技术,如果施工工艺落后或者运用不当,则会严重影响施工期与施工质量。尤其在土方开挖环节,施工单位需要做好生态环境保护工作,最大限度地减少对周边环境的破坏,否则将给施工单位带来巨大的经济损失。

## 3 道路桥梁路基路面施工存在的主要问题

### 3.1 路基失稳引发不均匀沉降

在路基施工阶段,一旦路基稳定性降低,势必会引发路基、路面不均匀沉降等安全事故,尤其在汽车保有量逐年

【作者简介】郭亚利(1987-),女,中国河南平顶山人,本科,工程师,从事道路桥梁研究。

递增的背景下,车辆荷载给路基路面施加的压力也越来越大,无形当中便加快了路基的沉降速度。而不均匀沉降不仅仅缩短了路基路面的使用寿命,并且还会增加各类安全事故的发生概率。首先,在路基路面自重以及外界车辆荷载的双重影响下,路基路面的局部区域极易出现蠕变现象,尤其在道路与桥梁的连接部位,发生蠕变的概率更大,进而引发路面的不均匀沉降事故,随着沉降速度的加快,车辆行驶到沉降路段,则极易出现路车问题,如果不及时予以处理,路基路面的使用寿命将大打折扣。与此同时,如果高等级路面出现路基路面不均匀沉降现象,那么,高速行驶的车辆发生交通事故的风险将大幅上升。试验数据表明,如果桥梁与道路接触面的沉降差达到15mm以上,车辆在行驶过程中产生的跳车现象将非常明显,而发生交通事故的概率也会显著增加<sup>[1]</sup>。

### 3.2 路面破损与裂缝

在道路桥梁工程竣工以后,受到材料配比、积水侵蚀、阳光暴晒、外界荷载等因素的影响,路基、路面、桥面的局部区域极易出现破损现象,如果破损严重,势必会影响车辆的通行安全,并且也会缩短道路桥梁工程的使用寿命。另外,裂缝作为道路桥梁工程的常见病害,不仅影响路面的美观度,同时也会增加行车风险。引起路面裂缝的原因主要包括三个方面:第一,路面厚度设计不足,随着道路通行量的不断增加,路面所承受的车辆荷载越来越大,而在设计过程中,往往遵循“经济性”原则,而使路面厚度过小,这就给纵向裂缝的出现埋下了重大的风险隐患。第二,在道路桥梁施工阶段,如果沥青材料存在质量缺陷、配合比失衡、摊铺工艺落后或者施工技术水平有限,都会加快裂缝的产生速度。第三,基层材料强度不足,如果基层材料质量不过关,强度指标无法满足道路通行需要,那么在长时间外界荷载的影响下,路面出现裂缝的概率也会大幅增加。

### 3.3 路面平整度不达标

路面不平整主要表现为凹凸不平、表面起拱、波浪、碾压车辙等,一旦出现这些病害,势必会影响行车安全。引发这一情况的主要原因包括三个方面:第一,基层不平,使得摊铺层厚度不均匀。第二,桥梁台背填料与台身刚度差较大,施工过程中,由于桥头、涵洞两侧及桥梁伸缩缝的位置作业空间狭小,导致碾压不到位。第三,桥梁、涵洞与路基接合处常常会产生细小的裂缝,在雨水及地表水的长期侵蚀下,该位置发生不均匀沉降,使得路面出现不平整的问题。另外,施工当中所使用的摊铺机,如果工艺参数无法满足作业需要,也会出现路面不平的情况,如摊铺机基准线控制不当、行驶速度不均匀、操作失误都会使路面出现起伏较大的波浪或者凹凸不平的现象。

## 4 路基施工技术要点

### 4.1 场地清理与土方开挖

在进驻施工场地以后,施工人员需要对场地内部的树根、腐殖土、淤泥、垃圾进行清理,清理厚度应当保证在

地面以下100~300mm的范围之内。如果路堤与填方高度不足1m,需要挖除施工区域的树根,并通过土方回填与夯实的方法将坑穴填平。在土方开挖阶段,多采用“分层纵挖”的方法,开挖过程中需要采取路堑防护措施,防止路堑受损。针对挖掘出来的土方可以利用推土机等运输设备进行集中清理,如果运输距离超过100m,则可以选择推土机与自卸汽车相结合的清运方法。需要注意的是:开挖土方时,不得出现超挖、欠挖的问题,在开挖至零填、路堑、路床部位后,应当及时进行路床施工,并在路床顶部事先预留出大于300mm厚的保护层。

### 4.2 路基填筑

在填筑施工中,不得使用腐殖土、生活垃圾,或者含有树根、草皮的土壤。淤泥土、冻土、膨胀土以及有机质土也不允许直接用于路基填料。填筑土方时可以分层、分段的方法,同一个水平层的路基需要使用同一种填料,如果使用混合填料,将严重影响路基强度。在分层碾压施工阶段,每一种填料的连续厚度应当在500mm以上,填筑至路床顶部的最后一层时,碾压厚度不得超过100mm。在填筑路堤时,为了提高路堤的整体强度,施工人员需要逐层压实,如果地面纵坡达到12%以上,则需要参照施工设计图纸挖出宽度在2m以上的台阶,以便于后续施工能够顺利进行<sup>[2]</sup>。

### 4.3 路基排水

路基排水方法主要包括边沟、截水沟、急流槽、盲沟等,以截水沟这种排水方式为例,一般情况下,截水沟的沟壁与沟底多采用M7.5浆砌片石,在土方开挖阶段,挖出的土方主要用作修建路堑与土台,并在台顶的位置修筑一道倾角为2%的横坡,由于截水沟是路基工程当中极为重要的排水设施。因此,截水沟的出水口位置需要具有较强的牢固性。针对透水性好或者裂隙较多的区域,施工单位应当采取有效的防渗漏措施来提高截水沟的密实性。

### 4.4 路基防护

受到自然气候条件以及外界车辆荷载等多重因素的影响,路基在使用过程中很容易受到损坏,进而使道路桥梁工程的使用寿命大幅缩减。为了避免这一情况的发生,施工单位应当采取有效的防护措施来提高路基稳定性。首先,针对路基边坡可以采取砌石防护或者种草防护的方法。其中,砌石防护的类型主要包括方形框、菱形框、拱形框、M形框,修建砌石框架以后,可以在框架内部直接播撒草籽与肥料,这对路基加固、保护自然生态环境都将起到积极的促进作用。另外,路基防护也可以通过修建挡土墙的方式进行,如果路基所在区域石料资源丰富、墙体高度较小,则可以就地取材,修建重力式石砌挡土墙。如果取材困难、墙体较高,施工单位需要修建钢筋混凝土结构的悬臂式挡土墙,这样也可以防止路基边坡遭到破坏。

## 5 路面施工技术要点

目前,道路桥梁路面工程多以沥青路面为主,受到沥

青混凝土配合比、车辆荷载、自然气候条件、施工技术水平等因素的影响,在路面工程竣工以后极易出现裂缝、破损等现象,因此,在路面施工开始之前,施工单位应当编制一套科学合理的施工技术方案,进而将各类病害与质量缺陷出现的概率降到最低点。

### 5.1 沥青混合料运输

热拌沥青混合料运输需要使用吨位较大的运料车,在车辆行驶过程中应当避免出现急刹车、超载运输以及急转弯掉头的情况,以免损伤沥青封层,为了防止混合料出现离析现象,运送混合料的车辆应当保持充足,在摊铺施工时,摊铺机前方应当始终有运料车原地等候。每一次运料之后,施工单位需要对运料车进行集中清理,并在车厢底部与侧板的位置涂刷一层隔离剂,以防止沥青混合料与车厢黏结在一起。在运料车进入摊铺场地以后,应当停靠在距离摊铺机100~300mm的位置,并将车辆挂入空挡,借助于摊铺机的辅助推动作用来促使车辆缓慢前行卸料,每一次摊铺时,运料车当中不得留有余料,如果发现剩余,需要及时予以人工清理。

### 5.2 沥青混合料摊铺

目前,在路面摊铺作业中多使用履带式摊铺机,在混合料摊铺之前应当在受料斗的位置涂刷一层隔离剂,防止沥青混合料与料斗粘连。一般情况下,摊铺机的铺筑宽度应当介于6~7.5m,如果采用两台以上的摊铺设备,每一台摊铺机前后需要错开10~20m的距离,并以梯队作业方式共同完成摊铺任务。摊铺过程中,两幅的间隔距离以30~60mm为宜,上下层搭接位置的错开尺寸应当在200mm以上。为了保证路面摊铺质量,在摊铺施工开始前,熨平板需要提前预热,预热时间在0.5~1h,使熨平板温度达到100℃以上。需要注意的是:摊铺机应当始终匀速、缓慢前行,不得出现中途停止或者变速的情况,这样可以大幅降低混合料出现离析的概率,摊铺机的行驶速度一般控制在2~6m/min,如果使用改性沥青混合料,则需要适当地降低行进速度。一旦发现沥青混合料出现离析、裂缝或者机械拖痕时,现场施工人员需要及时进行处理,以消除潜在质量隐患。在人工摊铺与整平阶段,施工人员所使用的铁锹、刮板等工具应当事先进行加热处理,或者涂刷隔离剂,刮平作业时应当严格控制刮平次数,这样可以有效避免离析现象的发生<sup>[3]</sup>。

### 5.3 路面碾压

沥青路面的压实度与平整度应当满足施工设计标准要求,压实层的厚度应当保持在100mm以下,如果采用沥青稳定碎石混合料,最大压实厚度不得超过120mm。在碾压施工开始之前,施工单位需要配备足够的碾压设备,对于高等级路面,压路机的配备数量应当在5台以上,如果施工区

域的外界气温较低、风速较大、碾压层较薄,则可以适当地增加压路机数量。在碾压过程中,压路机应当匀速、缓慢行驶,以轮胎压路机为例,初压时的行进速度以2~3km/h为宜,复压时的行进速度以3~5km/h为宜,终压时的行进速度以4~6km/h为宜。碾压区域的长度应当保持恒定,两侧的折返位置需要跟随摊铺机的行进方向缓慢向前推进。初压时,一般选取钢轮压路机并采取静压的方式,静压次数以1~2次为宜,压路机的驱动轮应当面向摊铺机,并从路面的外侧向中心碾压,如果遇到坡度较大的区域,压路机应当由低处向高处碾压。经过初压的路面如果表面不平整,或者出现严重的质量缺陷,施工单位应当及时予以修整。复压工序应当在初压以后进行,碾压段的总长度不得超过80m,为了保证路面压实度,每一台压路机需要进行全幅碾压。终压时主要选择双轮钢筒式压路机,碾压次数应当在两次以上,直到碾压路段没有明显的轮迹为止。

### 5.4 接缝处理

摊铺与碾压施工中需要事先预留接缝,接缝表面应当平滑、紧密,不得出现明显的离析问题,上下层的纵缝的错开距离在150mm以上,而冷接缝的错开距离不得低于300mm。路面相邻两幅以及上下层之间的横向接缝应当错开1m以上的距离。以纵向接缝为例,如果摊铺施工采用梯队作业模式,预留的纵向接缝尽量采用热接缝,已经摊铺完成的部分应当留出100~200mm长度的区域不予碾压,以作为后续摊铺区域的基准面。如果采用半幅施工模式,施工单位可以采用冷接缝,在沥青混合料未完全冷却之前,施工单位可以利用镐刨切割的方式来剔除接缝毛茬,碾压时,压路机可以从周边向中间碾压,并预留100~150mm的接缝,最后再将新铺的沥青层压实。

## 6 结语

新时期,随着道路桥梁工程数量的逐年递增,路基路面施工技术也不断创新和完善,在这一背景之下,施工单位应当始终秉持“与时俱进”的态度,在积极采用新技术、新工艺、新材料的同时,及时查找出路基路面施工当中存在的问题与不足,进而为社会奉献出更多的优质工程与精品工程。

### 参考文献

- [1] 孙慧英.道路桥梁工程路基路面振荡压实施工技术[J].科学技术创新,2024(6):179-182.
- [2] 杨增福.道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].交通世界,2022(15):104-105+110.
- [3] 胡燕红.市政道路路基路面施工实践思考研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(20):199-201.

# Reflection on Tunnel Safety Management Strategies Based on Traffic Technology Monitoring Equipment

Xiaoyan Liu

Shanxi Transportation Holding Group Co., Ltd. Yuncheng Expressway Branch, Yuncheng, Shanxi, 044000, China

## Abstract

The development link of the transportation industry, the tunnel, as a common transportation facility, is located in the cave, the construction needs to ensure the structure of the tunnel itself and ensure its coordination with the mountain, there are some difficulties in the construction link, it is easy to have problems. In view of this, the safety management of the tunnel is very necessary, requiring the relevant units and personnel to design according to the needs, analyze the possible tunnel safety problems, and formulate targeted management measures to ensure the quality of the tunnel. This paper starts with the tunnel safety management, analyzes the safety problems existing in the tunnel, expounds the role of the monitoring equipment in this link, and then combines with the monitoring equipment, to formulate the targeted safety management norms.

## Keywords

traffic technology; monitoring equipment; tunnel construction; safety management

# 基于交通技术监控设备隧道安全管理策略思考

刘晓燕

山西交通控股集团有限公司运城高速公路分公司, 中国·山西 运城 044000

## 摘要

交通行业发展环节, 隧道作为常见的交通设施, 由于位于山洞内部, 施工需要在保证隧道本身结构的同时保证其与山体的协调, 施工环节存在一些难点, 很容易出现问题。针对此, 隧道的安全管理就十分必要, 要求相关单位以及人员根据需要进行设计, 分析可能存在的隧道安全问题, 制定针对性的管理措施, 保证隧道的质量。论文就从隧道安全管理入手, 分析隧道存在的安全问题, 阐述监控设备在该环节的作用, 然后结合监控设备, 制定针对性的安全管理规范。

## 关键词

交通技术; 监控设备; 隧道施工; 安全管理

## 1 引言

交通行业发展环节, 隧道安全管理直接影响工程的安全与功能, 需要相关人员结合实际开展安全管理。然而隧道本身涉及面较广, 再加上影响因素较多, 安全管理的落实就还存在一些难点。此背景下, 就需要相关单位加强对隧道安全管理的重视, 分析交通技术监控设备在安全管理环节的优势, 并且制定针对性地应用策略, 以实现对隧道的安全管控, 保证隧道质量。

## 2 隧道安全管理概述

隧道安全管理是指在隧道的整个生命周期中, 采用一系列措施和管理方法, 以确保隧道结构和使用环境的安全性, 防范和减少各种可能的安全风险。其核心目标是保障隧

道使用者的生命安全和隧道设施的可靠性。安全管理的主要内容包括风险评估与管理、设计和施工、运营和维护以及应急管理等内容。综合来看, 隧道安全管理是一个动态的过程, 是一个系统工程, 涉及设计、建设、施工、运营各个阶段, 需要多方面的措施和管理手段来确保隧道的安全运行和使用者的安全。需要根据实际情况不断调整和完善, 以应对可能出现的新风险和挑战<sup>[1]</sup>。通过系统化的管理措施, 可以有效地保障隧道的安全运营。

## 3 隧道安全管理的难点

隧道安全管理面临多种难点, 主要涉及技术、管理和人员因素。首先, 隧道建设通常需要穿越多种地质构造和岩层, 地下水、断层、软弱地层等因素都可能影响隧道的稳定性和安全性。而且地质灾害如地震、滑坡等可能对隧道安全构成威胁, 难以预测和防范。其次, 隧道通常用于承载高强度的交通负荷, 如车辆的频繁穿行和重型车辆的运输, 这增加了隧道结构的应力和疲劳风险。而且高速公路隧道因为车

【作者简介】刘晓燕(1989-), 女, 中国山西稷山人, 本科, 工程师, 从事道路与桥梁研究。

辆速度和交通密度高,事故发生的可能性增加。然后,隧道安全所需的监测设备、通风系统、排水系统等技术设备需要高水平的工程技术支持和维护。设备的复杂性和大规模运行需要大量的资金和专业技术支持,增加了管理的复杂性和成本。最后,长期使用老旧隧道面临结构老化、设备更新、技术更新等问题,需要进行定期维护和现代化改造,管理和资金的挑战较大。综上所述,隧道安全管理是一项综合性、持续性的工作,面临多种技术、管理和人为因素的挑战。隧道安全监控体系如图1所示。

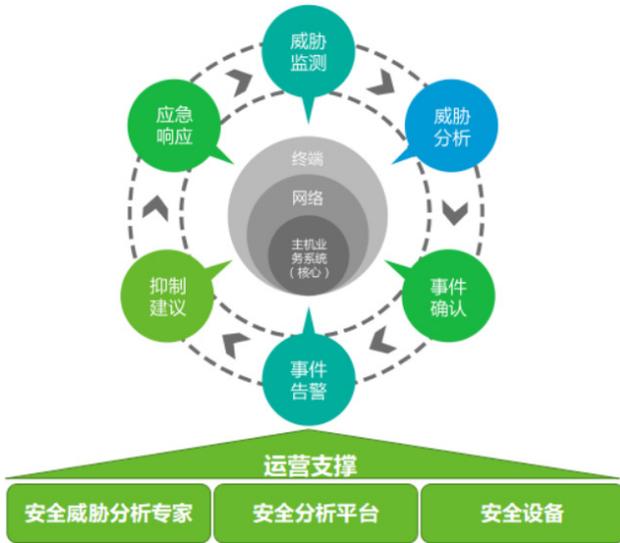


图1 隧道安全监控体系

## 4 交通技术监控设备在隧道安全管理环节的优势

### 4.1 实时监测能力

交通技术监控系统可以实时监测隧道内的交通状况,包括车辆流量、车速、车辆类型等。通过实时数据的采集和分析,能够及时发现交通拥堵、异常情况或事故发生,并快速采取响应措施。

### 4.2 提升响应速度

当事故发生时,监控系统能够迅速通知隧道管理人员和应急救援队伍。这样可以大幅缩短应急响应时间,增加救援成功率,减少事故造成的损失和影响。通过监控系统,管理人员可以实时了解隧道内的安全状况,包括火灾、烟雾、水浸等预警信号。这些信息有助于提前预防事故的发生,及时采取预防和控制措施。

### 4.3 提供视频监控

视频监控是交通技术监控系统的重要组成部分,可以实时监视隧道内的交通情况和人员行为。视频监控不仅可以用于事故现场的录像取证,还能够帮助管理人员进行违规行为为监控和安全事件的分析。

### 4.4 提供智能分析和预测

一些先进的交通技术监控系统具备智能分析和预测功

能,能够基于历史数据和实时信息进行交通流量预测、事故风险评估等。这些预测分析有助于制定更科学的交通管理策略和应急预案。

综上所述,交通技术监控在隧道安全管理中通过实时监测、响应加速、安全感知、视频监控、智能分析等多方面的优势,提升了隧道安全管理的效率和水平,为保障隧道安全运营提供了重要支持。隧道综合检测系统如图2所示。

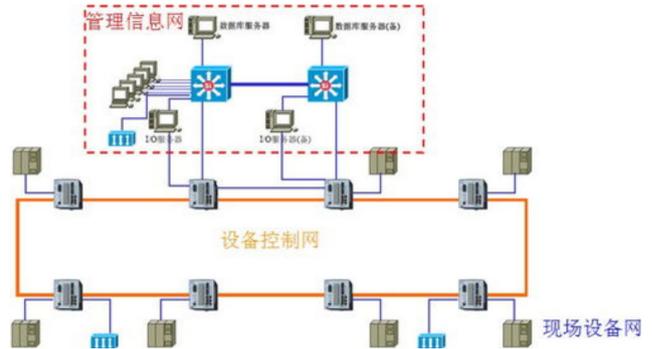


图2 隧道综合检测系统

## 5 基于交通技术监控设备的隧道安全管理策略

### 5.1 实时监测预警

基于交通技术监控的隧道安全管理,实时监测与预警非常关键,主要体现在以下方面:首先,需要进行实时的交通流量监测,交通技术监控系统能够实时监测隧道内的交通流量,包括车辆的数量、车速、车型等信息。通过这些数据,可以分析交通拥堵的情况,预测交通流量的变化,为交通管理提供科学依据。其次,监控系统能够及时检测到隧道内的交通事故,如碰撞、火灾等突发事件。一旦系统检测到异常,会自动发出警报并通知相关的管理人员和应急救援团队,以便他们迅速采取行动,减少事故的影响和扩散。再次,除了交通状况,监控系统还可以实时监测隧道内的环境参数,如温度、湿度、烟雾等。这些数据对于预警火灾、爆炸等危险情况具有重要意义,及时预警并采取相应的应急措施。最后,交通技术监控系统具备智能分析和预测功能,能够基于历史数据和实时信息进行交通流量的预测、事故的风险评估等<sup>[2]</sup>。这些分析预测能力有助于制定更有效的交通管理策略和应急预案。这些系统不仅可以减少事故的发生,还能够最大程度地减少事故造成的损失和影响。

### 5.2 实现视频监控与安全管理

监控设备还实现了隧道状况的视频化处理,可以直观展现隧道状况,方便安全管理作业的落实,需要相关人员通过以下手段进行设计:其一,需要在隧道内布置多种类型的摄像头,包括高清摄像头、夜视摄像头和全景摄像头等,以覆盖隧道的各个角落。这些摄像头可以实时捕捉和记录隧道内的交通情况和环境变化。通过实时视频监控,管理人员可以随时查看隧道内的实时画面,及时发现交通流量的异常、事故发生、设备故障等问题。监控系统会将视频数据进行录

像和存储,保留事故发生的全过程及相关证据。这些录像资料可以用于事故调查、责任判定以及法律诉讼。其二,视频监控系統能够实时识别异常情况,如交通事故、火灾、烟雾等。通过自动化的事件检测算法,系統可以迅速发出警报,并通知相关人员进行快速响应。而且监控系统可以分析交通流量,识别拥堵区域,优化交通信号控制,确保通行效率。通过全面的视频监控和智能化的安全管理措施,可以显著提高隧道的安全性、效率和管理水平。

### 5.3 利用监控设备的智能分析与预测

基于交通技术监控的隧道安全管理可以通过智能分析与预测,实现对隧道运行状态和潜在风险的准确预测和及时响应。第一,应重视数据采集与整合,可以通过安装在隧道内的各种传感器和监控设备,实时采集隧道内的交通流量、车速、环境条件(如温度、湿度)、设备状态等数据。并且对来自不同设备和传感器的数据进行整合和清洗,确保数据的质量和一致性,以便后续的分析 and 建模使用。第二,应重视智能分析技术,可以利用机器学习和数据挖掘技术对历史数据进行分析,识别隧道运行中的模式和规律,如交通高峰时段、事故发生的潜在原因等。并且通过实时数据分析和模型预测,监测隧道运行状态的变化,并预警可能的安全风险,如交通拥堵、车辆异常行为、设备故障等。还可以利用异常检测算法,快速识别隧道内的异常情况,如突发事件、非正常交通模式等,以便及时采取措施应对。第三,应基于预测结果,系統能够实时响应隧道内的变化情况,如调整交通信号灯、增派巡逻车辆或者向用户发送实时路况信息。并且根据智能分析和预测结果,优化隧道的安全管理策略和应急预案,提升应对突发事件的能力和效率<sup>[3]</sup>。综上所述,基于交通技术监控的隧道安全管理的智能分析与预测,利用先进的数据科学技术和预测模型,能够提升隧道安全管理的效率和精度,减少事故发生的可能性,为隧道运营提供更安全和可靠的保障。

### 5.4 应用在应急响应与灾后恢复中

基于交通技术监控的隧道安全管理在应急响应和灾后恢复方面具有重要作用,主要涉及以下几个关键方面:

一是应急响应,隧道内安装的各类传感器和监控设备能够实时监测交通流量、车辆速度、环境条件等信息。当检测到异常情况(如交通拥堵、事故、设备故障等),系統

能够立即发出预警信号,通知相关的管理人员和应急服务单位。然后通过智能分析技术,快速识别和分类隧道内发生的事件,如车辆碰撞、火灾、烟雾等,以便进行针对性的应急处理。根据预设的应急预案,系統能够自动或者手动启动相应的应急措施,包括调度救援车辆、向车辆发送警示信息、调整交通信号灯、限制隧道入口等。还需要通过监控系统追踪和管理应急响应人员的位置和行动,确保其安全参与应急救援工作。

二是灾后恢复,在事故或灾难发生后,监控系统能够提供详细的现场损害评估和清理情况,帮助决策者快速制定恢复计划。可以通过预测模型和实时监测数据,优化交通管理策略,快速恢复隧道通行能力。可以根据交通流量预测调整交通信号控制、实施临时交通管制措施等,最大限度地减少交通拥堵和延误。而且监控系统能够实时监测隧道内各种设备的状态和运行情况,提供设备维修需求的优先级和详细信息,以便快速进行维修和恢复正常运行。还可以通过历史数据分析和事件回顾,系統能够识别事故的根本原因和常见模式,为未来的安全管理和预防措施提供有力支持。

综上所述,基于交通技术监控的隧道安全管理在应急响应和灾后恢复中,通过实时监测、智能分析和预测模型的应用,能够显著提升响应速度和恢复效率,保障隧道运行的安全性和可靠性。

## 6 结语

隧道施工安全管理意义重大,不仅关系着国家建设发展,更关系着工作人员的生命安全,隧道施工安全管理必须引起高度重视。加强对信息化技术的应用。还需要增强施工人员安全意识,对隧道施工中违反正常操作以及施工流程的施工人員给予严肃处理,再结合监控设备的功能,保障隧道施工安全管理职能的实现。

### 参考文献

- [1] 杨维.基于交通技术监控设备的隧道安全管理方法探究[J].防灾减灾工程学报,2023,43(1):190.
- [2] 汪世虎.基于交通技术监控设备的隧道交通安全管理方法研究[J].中国设备工程,2023(3):219-221.
- [3] 吴昌成,华佳峰,陆宇,等.基于交通技术监控设备的隧道交通安全管理方法研究[J].中国人民公安大学学报(自然科学版),2019,25(4):50-56.

# Discussion on the Construction and Treatment Technology of Asphalt Pavement Joints in Highway Bridges

Ziming Ma

Pingdingshan Jiayang Road and Bridge Engineering Co., Ltd., Pingdingshan, Henan, 467000, China

## Abstract

In highway and bridge engineering, the joints of asphalt pavement are the core components, and their construction quality will directly determine the performance and service life of the road. In the process of constructing asphalt pavement for highway bridges, joint treatment techniques mainly include hot joints, cold joints, and joint sealing methods. Each method has its unique usage background, advantages, and disadvantages, and choosing the appropriate joint technology is the key to ensuring engineering quality. Although research on asphalt pavement joint treatment technology has been conducted, with the continuous emergence of new materials and construction technologies, further in-depth exploration is needed on how to optimize the quality of joint construction, extend the service life of roads, and reduce maintenance costs. This study aims to systematically evaluate and analyze current joint treatment technologies to provide more scientific and practical engineering guidance, with the aim of improving the overall performance and performance of asphalt pavement on highway bridges.

## Keywords

highway bridges; asphalt pavement; joint construction treatment technology

## 公路桥梁沥青路面接缝施工处理技术浅谈

马梓茗

平顶山市佳洋路桥工程有限公司, 中国·河南·平顶山 467000

## 摘要

在公路和桥梁工程中, 沥青路面的接缝是核心组成部分, 其施工质量将直接决定道路的使用性能和使用寿命。在进行公路桥梁的沥青路面建设过程中, 接缝处理技术主要包括热接缝、冷接缝以及接缝密封等方法。每种方法都有其独特的使用背景及其优势和缺点, 选择适当的接缝技术是确保工程质量的关键。虽然关于沥青路面接缝处理技术的研究已有展开, 但随着新型材料及施工技术的不断出现, 如何更进一步优化接缝施工的质量、延长道路的使用寿命以及降低维护成本等问题还需进行进一步的深化探讨。本研究旨在系统地评估和分析目前的接缝处理技术, 以提供更为科学和实用的工程指导, 旨在提高公路桥梁沥青路面的整体性能和表现。

## 关键词

公路桥梁; 沥青路面; 接缝施工处理技术

## 1 引言

随着交通量的日益增加和重载车辆的频繁通行, 公路桥梁的沥青路面接缝问题已逐渐成为对道路使用效能和行驶安全产生重大影响的核心问题。接缝部位的损坏不仅可能降低交通的舒适度, 还可能引发更严重的道路病害, 如坑槽、车辙等, 这将导致道路维护成本的增加以及道路使用寿命的缩减。

## 2 热接缝施工技术

热接缝施工技术是沥青路面施工中的一种重要技术,

它主要应用于沥青混合料的接缝处理, 特别是在连续摊铺作业中, 用于确保路面接缝处的平整度和强度, 减少因接缝引起的早期损坏。热接缝技术的核心在于通过加热和压实, 使新旧沥青混合料之间形成良好的粘结, 从而达到无缝或近似无缝的效果<sup>[1]</sup>。

### 2.1 施工原理

热接缝技术的施工原理基于沥青混合料的热塑性。当沥青混合料处于高温状态时, 其具有良好的可塑性和粘结性。在摊铺新沥青混合料时, 通过加热设备对已铺设的沥青混合料边缘进行加热, 使得该边缘区域的沥青软化, 然后将新铺设的热沥青混合料与之紧密接触并压实。新旧沥青混合料之间可以形成一个连续的、强度较高的整体, 有效避免了接缝处的应力集中和水损害。

【作者简介】马梓茗(1989-), 男, 中国河南平顶山人, 本科, 工程师, 从事道路与桥梁研究。

## 2.2 工艺流程

热接缝的施工过程主要涉及几个关键步骤：①前期准备：在正式进入热接缝的施工阶段之前，有必要对施工区进行彻底清洁，清除表面积聚的灰尘、异物及积水，以保证该区域始终保持清洁和干燥。②对于旧的材料进行预热：采用加热工具，例如红外加热器和热风枪，以实现已经布置好的沥青混合材料边缘的均质加热。为了确保旧材料边缘能够充分地软化并且不被焦糊，通常控制在略高于沥青混合料的软化点，介于 $120^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$ 。③铺设新的材料：当旧料正在加热时，新的沥青混合物也被运送到施工现场，并开始了预热程序，确保新旧料之间温度适中，这有助于进行粘合。在摊铺过程中，新材料应该与旧材料的边缘保持极佳的接触，以形成无缝的接合层。④碾压处理方式：一旦摊铺作业完毕，便迅速启动振动压路机来完成碾压工作。碾压过程应当从接缝的边界开始，并逐步向外侧扩展，确保在接缝位置的压强满足设计的预期标准。在碾压的过程当中，我们应当非常重视接缝位置的平整与压实程度，以确保不会发生接缝错位或产生任何空缺<sup>[2]</sup>。⑤冷却和检查阶段：当碾压完成后，应让路面自然冷却至环境温度，以保证沥青混合物能够完整地固化。路面冷却之后，应对接缝进行全方位的质量检查，涵盖其平整性、紧固程度以及密封性能等方面，以确保接缝达到设定的质量要求。

## 2.3 适用条件

热接缝技术适用于连续摊铺作业，特别是在气温较高、施工条件良好的情况下效果最佳。它适用于长距离直线段和缓和曲线段的接缝处理，尤其适用于高速公路、机场跑道等对平整度和强度要求较高的工程。在低温或恶劣天气条件下，热接缝施工的难度会增加，因此需要采取额外的加热和保温措施。

## 2.4 优缺点分析

热接缝技术的优点在于能够形成强度较高、耐久性好的接缝，减少接缝处的早期损坏，延长道路使用寿命。此外，热接缝施工能够有效减少接缝处的噪声和振动，提高行车舒适性。由于接缝质量高，后期维护成本相对较低。然而，热接缝技术也存在一些缺点：首先，热接缝施工对设备和操作人员的技术要求较高，需要专业的加热和压实设备，以及经验丰富的施工队伍。其次，热接缝施工成本相对较高，特别是在能源消耗和设备折旧方面。最后，热接缝施工对环境温度有一定要求，低温条件下施工难度大，质量难以保证。

## 3 冷接缝施工技术

冷接缝施工技术是沥青路面施工中的一种重要技术，它主要应用于不能进行热接缝施工的场所，如气温较低、施工时间紧迫或设备条件限制等情况。冷接缝技术的核心在于通过物理和化学方法，增强新旧沥青混合料之间的粘结力，从而达到良好的接缝效果<sup>[3]</sup>。

## 3.1 特点

冷接缝技术的主要特点在于其施工不受温度限制，可以在较宽的温度范围内进行，且施工速度快，适应性强。与热接缝相比，冷接缝施工不需要加热设备，因此能耗较低，成本相对较低。然而，由于冷接缝不涉及加热软化旧沥青混合料的过程，其接缝处的粘结强度通常低于热接缝，因此对材料和施工工艺的要求更为严格。

## 3.2 施工方法

冷接缝施工方法主要包括以下几个步骤：施工方法是确保冷接缝质量的关键环节，涉及多个步骤，每个步骤都需要精确的操作和严格的质量控制。以下是冷接缝施工方法的详细展开：①施工前准备：在开始冷接缝施工之前，必须对施工区域进行彻底的检查和准备。这包括清除旧沥青路面接缝处的松散材料、尘土、积水和其他杂物。确保接缝区域干净、干燥是至关重要的，因为任何残留物质都可能影响新旧沥青混合料之间的粘结效果。②切缝与清理：使用专用的切割设备沿旧沥青路面的边缘进行精确的切缝。切缝的目的是创造一个干净、整齐的接缝面，以便新旧沥青混合料能够更好地结合。切缝深度通常为新铺设沥青层厚度的 $1/3\sim 1/2$ ，以确保新旧料有足够的接触面积。切缝后，使用压缩空气或刷子彻底清理切缝内的灰尘和杂物，确保接缝处干净无污染。③涂刷粘结剂：在新旧沥青混合料接触面上均匀涂刷专用的冷接缝粘结剂是提高接缝强度的关键步骤。粘结剂的选择至关重要，它需要具备良好的粘结性能和耐久性，以确保新旧料之间的有效粘结。粘结剂的涂刷应均匀且适量，避免过量或不足。过量可能导致粘结剂溢出，影响新铺设沥青的粘附性；不足则可能导致接缝粘结力不足。④摊铺新料：新沥青混合料的摊铺是冷接缝施工的下一个重要步骤。摊铺前，应确保新材料的温度和类型与原有路面相匹配，以保证良好的结合。摊铺时，应使用摊铺机进行均匀、平整的铺设，确保新旧材料紧密接触。摊铺过程中，操作人员需要密切注意摊铺机的行进速度和方向，以避免出现离析或不平整现象。⑤碾压作业：摊铺完成后，立即使用振动压路机进行碾压作业。碾压应从接缝边缘开始，逐渐向外扩展，确保接缝处的压实度达到设计要求。碾压过程中，应特别注意接缝处的平整度和压实度，避免出现接缝错台或空隙。碾压顺序和次数应根据沥青混合料的类型和现场条件进行调整，以达到最佳压实效果。⑥冷却与检查：在完成碾压作业之后，路面需要自然降温到周围环境的温度，这样便于沥青混合物达到完全固定的状态。当路面降温后，需要对接缝的质量进行全面检查，包含其平坦度、压缩性及密封性等各方面，以确保接缝完全达到所设定的质量标准。在检查的时候，所有不满足规范的地方都需要尽快进行修正。按照上述流程的严格执行，冷接缝施工可以达到与热接缝相近的性能，特别是当热接缝无法实现时，冷接缝技术为我们提供了一个高效的选择。然而，冷接缝施工对操作人员的技术水平和施工管理要

求较高,这就要求施工团队拥有足够的专业知识和实践经验来确保工程质量。

### 3.3 材料要求

冷接缝施工对材料有特定的要求。首先,所使用的粘结剂必须具备良好的低温性能和耐久性,能够在较宽的温度范围内保持稳定的粘结力。其次,新铺设的沥青混合料应具有的工作性和压实性,以确保摊铺和压实作业的顺利进行。最后,为了提高接缝的耐久性,新旧沥青混合料的类型和性能应尽量保持一致。在冷接缝施工过程中,可能会遇到以下问题:一是由于冷接缝不涉及加热软化旧沥青混合料的过程,新旧料之间的粘结力可能不足,导致接缝强度低,容易出现早期损坏。二是在摊铺和碾压过程中,如果新旧沥青混合料的高程控制不当,可能会导致接缝处出现错台现象,影响行车舒适性和路面的使用寿命。三是如果接缝处的密封性不好,水分可能会渗透到接缝内部,导致水损害和路面损坏。四是施工质量控制难度大,冷接缝施工对操作人员的技术水平和施工管理要求较高,质量控制不当可能会导致接缝质量不达标。

## 4 接缝密封技术

接缝密封技术是确保沥青路面长期性能和耐久性的重要措施之一。通过在接缝处填充适当的密封材料,可以有效防止水分、杂物的侵入,减少接缝处的损坏,延长道路使用寿命。以下将详细探讨接缝密封材料的选择、密封工艺、效果评估及维护策略。

### 4.1 接缝密封材料的选择

选择合适的接缝密封材料是确保密封效果的关键。密封材料必须能够与沥青路面材料良好粘附,即使在温度变化和交通荷载作用下也不易脱落。粘附性是接缝密封材料的基本要求。密封材料必须能够与沥青路面材料形成牢固的粘结,即使在温度变化和交通荷载作用下也不易脱落。因此,选择的密封材料通常需要与沥青具有良好的化学相容性,以确保长期的粘附效果。柔韧性对于密封材料来说至关重要,因为它需要适应路面因温度变化而产生的膨胀和收缩。在寒冷的气候条件下,路面收缩可能导致接缝变宽,而高温可能导致路面膨胀,密封材料必须能够在这种动态变化中保持其完整性,避免开裂或断裂。耐老化性是评估密封材料性能的另一个重要指标。由于密封材料长期暴露在外界环境中,它必须能够抵抗紫外线、臭氧和各种化学物质的侵蚀。这要求密封材料具有稳定的化学结构和良好的抗氧化、抗紫外线能力。常见的接缝密封材料包括热塑性橡胶、硅酮密封剂、聚氨酯密封剂等。热塑性橡胶因其良好的柔韧性而被广泛使用。硅酮和聚氨酯密封剂则因其优异的耐老化而适用于特定

的环境条件。

### 4.2 密封工艺

接缝密封工艺包括以下几个主要步骤:①接缝准备:首先,需要对接缝进行彻底的清理,去除旧的密封材料、灰尘、杂物和积水。使用压缩空气、刷子或高压水枪清理接缝,确保接缝干净、干燥。②接缝开槽:根据接缝宽度和深度的要求,使用专用的开槽机对接缝进行开槽。开槽的目的是提供足够的空间容纳新的密封材料,并确保密封材料与接缝壁有足够的接触面积。③填充背衬材料:在接缝中填充背衬材料(如泡沫棒)可以防止密封材料在深度方向上被压缩,确保密封材料在接缝中均匀分布。④涂刷底漆:在填充密封材料之前,对接缝壁涂刷底漆可以增强密封材料与接缝壁的粘附力。底漆应选择与密封材料相容的类型。⑤填充密封材料:使用专用的密封枪将密封材料均匀地填充到接缝中。填充时应确保密封材料与接缝壁紧密接触,避免产生空隙。⑥表面处理:在密封材料固化之前,可以使用刮板或专用工具对密封材料表面进行修整,确保接缝表面平整、美观。

### 4.3 维护策略

在接缝密封后的维护策略中,我们主要考虑的是定期的检查以及及时的修复。通过定期的检查,能够及早识别接缝密封中存在的缺陷,包括密封材料的损伤或是其老化的迹象。在问题暴露之时,应该迅速进行修复或者重新将其封锁,以免问题进一步恶化。在修复的时候,需要完全清理原有的密封材料,并遵循前述的密封工艺方法,再次注入新材料。对于交通流较为繁忙的道路而言,可以思考采用更加耐磨和耐久的密封材料,或者增强这些密封材料的厚度,以确保接缝部分的持久性。在气候条件异常恶劣的区域,比如炎热、寒冷或紫外线强烈的地方,选择具有相应耐候性的密封材料显得至关重要。

## 5 结语

综述,对于公路桥梁的沥青路面接缝施工处理技术的浅层探讨是极具重要性的。对热接缝、冷接缝以及接缝密封的施工技术进行详细的分析,这不仅为公路桥梁工程提供了高度的安全和稳定保障,还为未来更多工程项目打下了坚实的基石。

### 参考文献

- [1] 高瑞.高速公路改性沥青路面施工工艺研究[J].运输经理世界,2024(13):22-24.
- [2] 蔡金龙,焦淑波.公路工程沥青路面施工技术与管理控制策略分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(35):156-158.
- [3] 丁文玲,王进.道路施工中沥青路面平整度影响因素及控制方法[J].天津建设科技,2023,33(4):35-37+40.

# Empirical Study on the Effect of Traffic Safety Facilities Optimization on Highway Accident Rate

Zhongxiang Zhang

Jiangsu Jinyang Traffic Engineering Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224000, China

## Abstract

As an important part of the modern traffic system, the distribution density and accessibility of expressway are constantly improved, which greatly promotes the communication and integration of regional economy. Its design, construction and maintenance quality are directly related to the driving safety of expressway. The rapid development of expressway is also accompanied by the increasingly prominent traffic safety problems. Compared with conventional roads, expressways have the characteristics of fast speed, large traffic flow and serious accident consequences, especially in special sections such as expressway tunnels, which have strong concealment and complex environment, and are more prone to traffic accidents. Therefore, how to improve the traffic safety level of expressway and tunnel and reduce the occurrence of traffic accidents has become an important problem to be solved in the current traffic field. It is an important way to reduce the accident rate of expressway and protect the safety of people's life and property to optimize the design of traffic safety facilities and improve the safety of people's life and property. This paper mainly analyzes the influence of traffic safety facility optimization on expressway accident rate.

## Keywords

traffic safety facilities; highway; accident rate

## 交通安全设施优化对高速公路事故率影响的实证研究

张中祥

江苏金阳交通工程有限公司, 中国·江苏 盐城 224000

## 摘要

高速公路作为现代交通体系的重要组成部分,其分布密度和通达度不断提高,极大促进区域经济的交流与融合,其设计、施工及维护质量直接关系到高速公路的行车安全。高速公路的快速发展也伴随着交通安全问题的日益凸显。相比常规道路,高速公路具有车速快、车流量大、事故后果严重等特点,尤其是高速公路隧道等特殊路段,其隐蔽性强、环境复杂,更容易发生交通事故。因此,如何提升高速公路及其隧道交通安全水平,减少交通事故发生,成为当前交通领域亟待解决的重要问题。对交通安全的设施进行优化设计,提升设施的合理性和有效性,是降低高速公路事故率、保障人民生命财产安全的重要途径。论文主要分析交通安全设施优化对高速公路事故率影响。

## 关键词

交通安全设施; 高速公路; 事故率

## 1 引言

随着经济的快速发展和城市化进程的加速,高速公路作为现代交通体系的重要组成部分,其建设规模与运行效率不断提升,极大促进区域经济的交流与融合。然而,高速公路的快速发展,也伴随着交通事故的频发,给人民群众的生命财产安全带来严重威胁。据统计,中国高速公路交通事故发生率显著高于普通公路,事故死亡率也居高不下,这一现状引起了社会各界的广泛关注。

## 2 交通安全设施优化的具体措施

### 2.1 防撞护栏的优化

在高速公路等高风险路段,有效的防撞护栏,不仅减少交通事故的发生,还能降低事故带来的伤害和损失。优化措施包括材料选择、设计改进和安装规范三个方面。在材料选择上,采用高强度、耐腐蚀的钢材或复合材料,可显著提高防撞护栏的抗冲击能力<sup>[1]</sup>。例如,某些高性能钢材在经过特殊处理后,在极端条件下保持其强度和韧性,延长使用寿命。此外,使用轻量化材料,可减少护栏的自重,降低对路基的负担,从而在设计上更具灵活性。在设计改进方面,护栏的高度、宽度、形状及其与路面的角度均需精心设计。研究表明,护栏的高度应根据不同路段的交通流量和车速进行

【作者简介】张中祥(1976-),男,中国江苏盐城人,工程师,从事高速公路声屏障、高速交通安全设施研究。

调整。在高速公路上，护栏的高度一般应不低于1.2m，以有效防止车辆翻越。同时，护栏的形状应采用弯曲设计，在车辆撞击时有效分散撞击力，降低其对车体的损害。此外，安装规范亦是优化防撞护栏的重要一环，确保护栏安装的牢

固性和稳定性是关键，护栏的固定桩应深埋于路基中，以增强其抗撞击能力。在安装过程中，需严格遵循国家及地方的相关标准，确保护栏的间距、角度与路面相匹配，避免因安装不当而导致的安全隐患<sup>[2]</sup>。防撞护栏优化设计如图1所示。

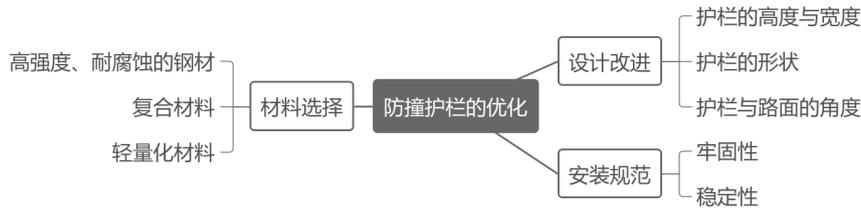


图1 防撞护栏优化设计

## 2.2 标志标线的优化

合理的标志和标线，能有效指导驾驶员的行为，减少交通事故的发生。优化标志标线主要包括以下方面：第一，标志的设置，应考虑到交通流量和道路特性。在交通流量较大的路段，增加交通标志的数量，尤其是警告标志和指示标志。对于弯道、交叉口等事故多发区域，应明显标示出相关的交通标志，以提醒驾驶员注意行驶安全。例如，在急弯处设置“注意急弯”标志，并结合反光材料以提高夜间的可见性<sup>[3]</sup>。第二，标志的设计应符合国家标准，并考虑到不同驾驶人需求。对于老年驾驶员和视力障碍者，标志的字体、颜色和大小要进行适当调整。采用高对比度的色彩组合以及清晰的字体，确保所有驾驶员在不同天气条件下，都能清晰辨识标志信息。例如，使用黄色和黑色组合的警告标志，在大雾天气中提供更好的可见性。第三，标线的优化，应确保道路标线的清晰度和连续性，避免因标线模糊而导致的误导。对于重要路口和车道分隔线，应使用耐磨性强的材料进行标线涂刷，以延长使用寿命。定期检查和维护标线，及时补涂或重划，确保其保持良好的视觉效果。第四，施划标线时应考虑到行车速度和交通流向，合理安排车道分布，避免因车道设置不当引发的交通拥堵或事故。交通标志和标线的优化还应与智能交通系统相结合。使用电子显示屏和动态交通标志，可实时更新交通信息，提醒驾驶员注意路况变化。例如，在道路施工或事故发生时，利用电子标志提示驾驶员变更行驶路线，减少因信息滞后造成的交通延误和事故风险。标志标线的优化如图2所示。

墙因其重型结构和耐久性，适用于高速公路，而金属护栏则常用于城市道路。塑料隔离设施则因其轻巧和可塑性，适合在临时交通管制中使用。隔离设施的布局设计应充分考虑交通流的特点<sup>[4]</sup>。对于交叉口和高风险路段，采用更为坚固的隔离设施，如高防撞墙，以减少车辆冲出道路的风险。在校园周边和居民区，应设置低矮的视觉隔离设施，既能保护行人安全，又能兼顾美观。最后，交通标线与交通信号灯的配合，也是隔离设施优化的重要环节。在隔离设施的两侧设置明确的交通标志，指引驾驶员遵循交通规则，可有效提高道路安全性。研究发现，合理的标线设置，能提升驾驶员的注意力，减少因不清晰标线导致的交通事故。

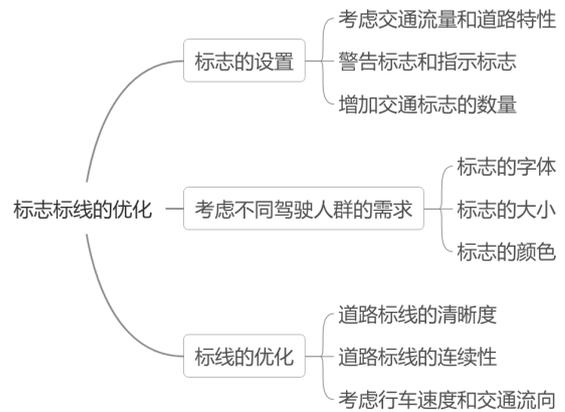


图2 标志标线的优化

## 2.3 隔离设施的优化

在高速公路和城市道路中，隔离设施的设计与实施需考虑多个因素：首先，隔离带的宽度和高度，应根据车速和路段特性进行合理设置。研究表明，在高速公路上，宽度至少应达到1.5m，以有效阻挡高速行驶车辆的误入。此外，高度应确保有效阻隔视线，避免驾驶员因视线受阻而造成的判断错误。其次，隔离设施的材料选择至关重要，目前，常见的隔离设施材料包括混凝土、金属和塑料等。混凝土隔离

## 3 交通安全设施优化对事故率的影响

### 3.1 减少事故发生的可能性

首先，优化交通安全设施，可有效提升道路的可视性。道路标志、标线以及其他引导设施的清晰度和可见性，直接关系到驾驶员的判断与反应能力。例如，在高速公路的转弯处，设置清晰的标识和适当的警告标志，可提醒驾驶员减速驾驶，从而降低因超速或判断失误造成的事故发生率。其次，防撞护栏的合理设置，有助于避免车辆因失控而冲出道路。

研究表明,防撞护栏有效阻止车辆驶入对向车道或坠落到路边,从而减少多车相撞和单车事故的发生。对于高风险区域,如桥梁、急弯等地段,增设护栏和其他隔离设施,能显著降低事故概率。最后,在交叉口或复杂路段,合理配置交通信号灯和指示灯,能引导车辆和行人有序通行,降低因信号不明确而导致的交通冲突。特别是在夜间或恶劣天气条件下,信号灯的亮度和位置优化提高其识别度,减少因视线不清而引发的事故。

### 3.2 降低事故严重程度

在事故发生时,受伤程度通常与道路条件、交通设施的设计和配置密切相关。对交通安全设施的优化,能有效减少事故造成的损害,保护驾驶员和行人的生命安全。首先,优化的防撞护栏,可显著降低车辆在碰撞时的冲击力。传统护栏在设计时,未能充分考虑到高速碰撞的情况,容易导致车辆穿越护栏或翻覆。现代护栏采用更为先进的材料和设计,如使用高强度钢材和柔性材料,以吸收冲击能量。研究表明,经过优化的护栏,将碰撞时的冲击力降低50%以上,从而减轻事故对车内乘员的伤害。其次,标志标线的优化,在事故发生时引导驾驶员迅速作出反应,降低事故的严重性。清晰且符合规范的交通标志和标线,能有效提示驾驶员注意路况变化、限速要求和危险区域。例如,在经过复杂交叉路口或施工区域时,设置醒目的警示标志和引导线,可引导车辆安全通行,减少因驾驶员判断失误而导致的事故发生。最后,交通信号灯的优化配置,对于事故的严重程度也有直接影响。科学合理的信号灯周期设计,可提高交叉口的通行效率,减少因交通拥堵而导致的追尾事故。此外,引入智能交通系统,能实时监测交通流量和路况,及时调整信号灯的工作状态,避免因信号灯失灵或不合理设置而引发的事故。

### 3.3 提升道路通行能力

首先,清晰的标志标线,可有效引导驾驶员的行驶路线,减少不必要的变道或减速行为。例如,在交叉口设置合理的交通信号灯和指示牌,可确保车辆有序通过,降低车辆在交叉口的停留时间,从而提升整体通行效率。此外,科学合理的车道划分和标线设置,能减少因车道变更造成的交通冲突,保持车辆流畅通行。其次,防撞护栏的优化设计,有助于提升道路的安全性和通行能力。对道路两侧及中央隔离带进行合理的护栏布置,可有效防止车辆失控造成的事故,不仅保护行车安全,也避免了因事故引发的交通阻塞。例如,在高速公路上,采用高强度的防撞护栏,在事故发生时减少车辆的偏离,从而保持其他车辆的正常通行。最后,智能交通系统(ITS)的应用,实时监测交通流量和路况信息,

及时调整信号灯的配时和车道的使用情况,从而提高道路通行能力。例如,利用传感器和摄像头收集的实时数据,动态调整交通信号灯的周期,使得高峰时段的通行能力得到有效提升。

## 4 实证研究案例

在对交通安全设施优化对事故率影响的研究中,通过实证案例的分析,更清晰体现出优化措施的有效性。例如,在某高速公路段,实施防撞护栏、标志标线及隔离设施的综合同优化措施后,事故发生率明显下降。

具体案例中,某省份的高速公路在2019年进行一次全面的交通安全设施评估。评估结果显示,该段公路由于缺乏有效的防撞护栏和清晰的标志线,导致多起交通事故的发生。为改善这一情况,交通管理部门决定进行设施优化,主要包括在事故多发地段增设高标准的防撞护栏,重新绘制标志标线,并在路面设置隔离带。

优化实施后的统计数据显示,2020年该段公路的交通事故率下降35%。在事故类型分析中,追尾事故和侧面碰撞事故的发生率均有显著下降。这一变化不仅表明交通安全设施优化的直接效果,同时也提高了道路的通行能力和驾驶安全性。

在事故多发区域增设的提示标志和警示标线,驾驶员的警觉性明显提高,减少因疏忽大意导致的事故。此外,案例还表明,交通事故的严重程度也得到降低。经过优化后,涉及人员伤亡的事故比例下降了20%。

## 5 结语

交通安全设施的优化,对于降低高速公路事故率具有显著作用。无论是标志标线的清晰设置、护栏的加固提升,还是防眩设施的有效应用,均可改善道路使用者的行车环境,减少因视线不清、失控撞击等导致的交通事故。在优化交通安全设施的同时,还需要综合考虑其他相关因素,形成协同作用,以最大程度地降低事故率。

### 参考文献

- [1] 张智.高速公路交通事故调查与安全设施优化分析[J].山西建筑,2020,46(24):181-183.
- [2] 白玉凤.高速公路隧道交通安全设施优化设计研究[J].山东交通科技,2021(3):81-83.
- [3] 吕金芬.高速公路交通安全设施的养护及改进优化研究[J].中国储运,2024(3):186-188.
- [4] 简注清.复杂通行条件下的高速公路交通安全设施优化设计[J].中国公路,2020(1):98-99.

# Analysis of Maintenance Methods and Measures for Auxiliary Facilities of Highways

Yanling He

Handan Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment, Handan, Hebei, 056001, China

## Abstract

With the continuous progress of society, highways have become the key to ensuring people's travel safety and promoting sustainable economic development. In view of this, the maintenance of ancillary facilities has become increasingly important. Roads, bridges, and other ancillary facilities of highways require the use of different technologies and methods for maintenance due to their significant structural differences, in order to ensure the safety and stability of highways. However, at present, the maintenance of ancillary facilities on highways has not received a certain degree of attention. Over time, this will not only affect the safe operation of highways, but also easily lead to safety accidents. This paper aims to explore the maintenance methods and measures of highway ancillary facilities, in order to provide theoretical reference and practical value for research in related fields.

## Keywords

expressway; ancillary facilities; maintenance methods and measures

## 高速公路附属设施的养护方法与措施分析

何岩玲

邯郸市交通运输综合行政执法支队, 中国·河北邯郸 056001

## 摘要

随着社会的不断进步, 高速公路已成为保障人们出行安全和促进经济持续发展的关键。鉴于此, 附属设施的养护变得越来越重要。道路、桥梁等都属于高速公路的附属设施, 因它们在结构上具有较大的差异, 所以需要运用不同的技术和方法进行养护, 以达到确保高速公路安全和稳定的目的。然而, 现阶段, 高速公路的附属设施的养护并未受到一定程度的重视, 长此以往, 不仅会影响高速公路的安全运行, 还容易引起安全事故的发生。论文旨在对高速公路附属设施的养护方法与措施进行探讨, 以为相关领域的研究提供理论参考和实践价值。

## 关键词

高速公路; 附属设施; 养护方法与措施

## 1 引言

目前, 高速公路已成为各地区紧密联系的枢纽, 因此为满足快速发展的需求, 高速公路的数量越来越多, 规模也越来越大。高速公路可以确保车辆的安全行驶和高速运行, 所以, 其建设的标准要比普通公路高出许多, 附属设施的养护也较为复杂和繁琐。由此可见, 对高速公路附属设施的养护方法与措施进行探讨是非常有必要的。

## 2 高速公路附属设施养护的目的

高速公路附属设施养护的目的主要集中在以下几个方面: ①确保行车安全: 高速公路附属设施如护栏、标线、光源设备和监测系统等, 在引导交通方向、警示危险、提供方向指示和供给相关信息上都起到了关键的作用。通过周期性的维护工作, 确保相关设施保持在优良运营模式下, 这样可以在很大程度上防止交通事故的发生, 从而确保驾驶员与乘客双方的安全。②维护道路性能稳定: 附属设施是否良好直接影响到高速公路的整体运行效果。例如, 当排水系统顺畅时, 可以避免积水、结冰并保护道路; 照明设施的正常工作确保了夜晚驾驶的安全性。养护工作人员可以及时修复破损设备, 增加它们的使用年限, 并确保道路流畅无障碍。③提高路况的服务质量: 养护附属设施可以增强驾驶者的行车感受, 并缓解因设备损坏或缺失造成的困扰。例如, 明确的道路标线以及精确的交通标志能够帮助驾驶员避免犹豫和错误行驶, 进而减少交通拥堵的风险。④降低长期维护成本: 实行预防性的养护手段有助于预防因设备遭受损害而发生的意外大修, 进而能够减轻长时间维护的经济负担。相较于修复性养护, 预防性养护通常不仅成本更经济, 还可以延长

【作者简介】何岩玲(1978-), 女, 中国河北保定人, 本科, 助理工程师, 从事交通运输工程公路附属设施的维护与管理研究。

相关设备的使用年限。⑤符合法律法规和标准：确保高速公路相关的附属设施遵守国家以及地方的各项法律、技术规范和要求是养护工作的一环。这不只是与道路的运营是否合法有关，更体现了对大众的责任感。⑥适应交通发展需求：伴随着交通量的上升以及车辆性能的优化，高速公路相关的维护与养护工作也必须与新的交通需求保持一致。举个例子，由于新能源车型的急剧增长，高速公路的服务区域内如充电设施等都亟待进行更新和增建<sup>[1]</sup>。

## 3 养护方法

### 3.1 定期巡查

定期巡查是高速公路附属设施养护的关键环节，它包含一系列精心策划和执行的步骤，确保道路附属设施的完整性。巡查任务不只是简单的巡查活动，它更是一个需要整体关注的过程，要求维修团队对高速公路的所有细节都进行深入观察和评价。

首先，巡查任务应当有条理并计划性地进行。这就代表着养护部门需要拟定一份翔实的巡查方案，该方案需综合考虑诸如不同季节、气候状况和流量变化对设备造成的各种影响。在规划中，会明确规定巡查的频率，如一些核心设施可能要日常检查，而其他设施可以选择每周或每月检查。预先规划的巡查路线和时间表将确保各个区域都被妥善安排，并防止不必要的交通干扰。

其次，为了保障巡查任务的执行质量，巡查团队的组织与培训显得至关重要<sup>[2]</sup>。养护人员需具备识别各种可能出现的问题的能力，这包括对材料老化、结构损坏等各种情况的准确识别。他们也需要熟悉如何在高速公路上安全地执行巡查作业，尤其在这种情况下，确保安全显得尤为关键。培训的内容应涵盖关于各式各样的附属设备的认识、检验方法、记录数据的技巧，以及在紧急情境下应如何应对的手段。在巡查期间，养护工作人员会运用多种工具以提升工作效率和准确率。例如，他们有可能利用移动工具来捕捉并分享巡查的资料，采用无人机来进行空中的检查以探索那些他们觉得难于触及的地带，或者利用地理信息系统（GIS）来整理和管理设备的数据以及巡查的反馈。这些技术的运用不仅有效提升了巡检工作的效益，还加强了数据准确度与可追溯性。在巡查过程当中，详细记录并报告巡查的成果是至关重要的部分。执行巡查的工作人员必须细致地记录他们所观察到的每一环节，这涵盖了设施的现状、存在的瑕疵、损害的程度以及它的精确位置。这些信息会被整理成报告，并及时更新到养护管理信息系统中。这样的记录不仅有助于制定维修计划，还能为未来的养护决策提供数据支持。在巡查过程中，如果巡查到急需解决的问题，那么养护部门需要立即给予回应。这意味着必须有一套快速响应机制，以便当问题被察觉时立刻采取行动，比如放置警告标识、实施短期修复或组织维护任务，从而避免事故再次发生。

最后，周期性的评价和调整的巡查计划成为确保养护工作持续优化的关键途径。养护部门能够通过巡查数据，来判断现行方案的实用性，然后依据实际操作和以往经验作出恰当的调整。这样有助于增强养护工作的整体效益<sup>[3]</sup>。

### 3.2 维护保养

维护保养是高速公路附属设施养护中至关重要的环节，它涉及一系列细致且系统的活动，旨在确保这些设施能够持续发挥其应有的功能，保障道路使用者的安全，并延长设施的使用寿命。维护保养工作不仅仅局限于对损坏部分的修复，它更是一个全面的、预防性的管理过程。首先，日常的设备维护和保养工作应从基本的清洁工作开始，因为很多设备的性能减退通常是由表面上看起来不那么重要的污渍、灰尘或者其他杂物累积等原因导致的。譬如，驾驶员对交通标志的清晰度有一定的要求，因而定期进行清洁可以清除污渍以及障碍物。此外，为了维持护栏和隔音墙等相关设备的结构的完好度和外部的整洁度，它们的定期去锈和保养是至关重要的。定期检查是维护保养工作的核心，它要求养护人员对所有附属设施进行细致的检查，以发现潜在的问题。检查过程中，养护人员会寻找裂缝、变形、腐蚀、松动等迹象，并对设施的结构完整性和功能状态进行评估。对于照明设施，养护人员会检查其是否正常发光；对于监控设备，会检查其是否能够提供清晰的实时信息。这些检查不仅限于设施的外观，还包括对设施功能的测试，确保其在关键时刻能够正常运作。在发现问题后，及时的小修小补是维护保养工作的重要组成部分。小修小补包括更换损坏的部件、填补裂缝、重新涂漆或标记等。这些工作可以防止问题扩大，避免未来需要进行更昂贵的大修。例如，轻微的裂缝如果不及时修补，可能会导致更严重的结构损坏；松动的螺丝如果不及时紧固，可能会在极端天气条件下造成更大的安全隐患。功能测试是确保附属设施能够正常运作的关键步骤。对于那些具有特定功能的设施，如照明系统、监控摄像头、紧急电话等，需要定期进行功能测试，以确保它们在需要时能够正常工作。例如，监控摄像头可能需要定期检查其图像质量，确保监控系统能够提供清晰的实时信息。随着技术的发展和交通需求的变化，某些附属设施可能需要更新或升级以满足新的标准或提高效率。例如，老旧的照明设施可能需要更换为更节能的LED灯具；过时的监控系统可能需要升级为高清视频监控；交通标志可能需要更新以反映新的交通法规。这些更新或升级工作不仅能够提升设施的功能，还能够提高整个道路系统的安全性和可靠性。预防性维护是维护保养策略中的重要组成部分，它要求养护人员根据设施的使用情况和历史数据来预测潜在问题，并在问题发生前采取措施。例如，对于经常发生积水的路段，可以提前进行排水系统的升级或改造，以防止未来可能发生的水毁事故。维护保养工作的每一步骤都需要详细记录，并妥善保存相关文档。这些记录不仅包括维护保养活动的日期、地点、内容和结果，还应包括

任何更换部件的规格和来源。良好的文档管理有助于追踪设施的历史状况，为未来的维护保养决策提供依据。最后，安全管理是维护保养工作中不可忽视的一环。在进行维护保养工作时，安全始终是首要考虑的因素。养护人员需要遵守严格的安全规程，使用适当的安全装备，并在必要时设置安全警示标志，以确保工作人员和道路使用者的安全。

## 4 保养措施

### 4.1 加强设施的加固工作

加固设施是高速公路附属设施养护的一个核心环节，其目的是增加设施的稳定性和持久性，保证在不同的环境和条件下都能维持其功能性和安全性，从而保证设施的可靠运作。加固的过程往往包括对当前设施的结构性能进行评定，紧接着实施针对性的加固措施，以避免可能出现的结构损坏风险。加固工作开始之前，首要任务是对现有的设备进行深入的评估和检测。该过程主要涉及对设备的材质、构造、使用历史和环境条件的全面审查。譬如，护栏可能需要进行加固来承载更大的冲击力，而排水系统可能需要加固以应对极端天气带来的高流量水流。评估过程中，养护人员将寻找可能造成设备损坏的潜在脆弱点，如裂缝、腐蚀、磨损或结构扭曲等问题。基于评估结果，养护团队将构思并实施一整套加固措施。加固措施可能包括增加一些附加支撑结构，如在护栏中添加额外的立柱或是选用更稳固的材料来替代原有的基础材料。对于路面标线，可能需要使用更耐磨的材料或增加标线的厚度来提高其耐久性。在某些情况下，可能需要对整个设施进行重新设计，以满足新的安全标准或适应增加的交通负荷。加固工作还可能涉及对设施的安装和固定方式进行改进。例如，交通标志和信号灯的支架可能需要更牢固地固定在地基中；为了防止排水系统在水冲击下出现位移或损坏的情况，管道的固定与连接可能需要进一步加强。在执行加固措施时，养护团队会采用合适的方法和材料。为了增强设备的结构稳定性，有可能采用高强度的钢材、混凝土或者其他复合材料。在一些特定情境下，可能还会使用高级工程技术，如预应力方法或是纤维强化聚合物（FRP）的固化技术，以增强设备的承载力和耐久性。加固工作完成后，养护团队还需要进行一系列的测试和检查，以确保加固措施达到预期的效果。这可能包括对加固后的设施进行负载测试、稳定性测试和耐久性测试。此外，加固之后的附属设施需要进行持续的检查和保养，以保证它长时间处于良好的运行状态。加固附属设施不仅可以提高其安全性和可靠性，还有助于减少长期维护的总费用。实施预防性的加固措施，有能力降低由于设施破损带来的紧急修复和更换需求，从而降

低交通干扰，提升养护工作的经济效益。

### 4.2 加强高速公路的环境卫生

在养护道路的工作中，加强高速公路的环境卫生是一项至关重要的任务。这不仅影响到道路使用者的满意度，更直接决定了道路的稳固和其附属设施的使用年限。第一，保持路面清洁是实现环境的关键基础。定期的路面清洁能够去除路上的灰尘、油渍和其他杂质，如若不迅速处理，有可能妨碍车辆行驶，或导致排水受阻，造成积水和路面损坏。清扫工作可以手工进行，也可以使用清扫车等机械设备，特别是在交通流量较小的时段进行清扫作业，以减少对交通的影响。第二，绿化带的维护也是环境卫生工作的重要组成部分。高速公路两旁的绿化带不仅提升了环境的美感，同时也有助于降低噪声和空气污染，而且还可以防止水土流失。因此，有必要定期对绿化带进行修整、浇灌及给予肥料，同时应迅速去除杂草和病虫害。在寒冷的冬季，有必要去除雪和冰，以保持道路的畅通和安全。第三，排水系统的清洁和维护对于保持高速公路的环境卫生至关重要。为了确保雨水和融雪水能够顺畅排出，需要定期对排水沟和集水井进行清洁工作。尤其是在雨季或雪季来临之际，需要进行严格的检查和清理，以满足可能逐渐增加的排水工作。第四，服务区和停车区的环境卫生同样不容忽视。这些区域是驾驶者休息和补给的重要场所，因此需要保持清洁和整洁。垃圾箱应定期清空，厕所和休息区应保持清洁卫生，同时还要定期检查和维修这些区域的照明、供水和排水设施。第五，高速公路环境卫生的一部分也涵盖了对事故发生地点的迅速清理，和对非法丢弃垃圾的监控和管理活动。为了降低对交通造成的干扰并预防再次事故，事故现场的整治措施需要立刻启动。在面对非法丢弃垃圾的情况时，必须增强我们对其的监督和执法工作，确保垃圾不会给环境或道路带来危害。

## 5 结语

总结而言，高速公路的相关设施的维护需要一个持续的过程，这涉及养护机构、技术专家、政府机关及广泛民众的集体努力。在不远的将来，凭借持续的投入和创新，我们有望看到一个更为安全、高效率且对环境友善的高速路网络。

### 参考文献

- [1] 程涛.高速公路养护施工管理与养护措施分析[J].浙江工艺美术, 2022(23):40-42.
- [2] 代阿芳.高速公路附属设施的养护方法与措施分析[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(8):2398-2399.
- [3] 万航.山区高速公路平行式避险车道设置研究[D].西安:长安大学,2020.

# Research on Concurrent Industrial Design Process of Rail Transit Passenger Transport Equipment

Yuntao Li Na Qi\*

School of Art and Design, Xihua University, Chengdu, Sichuan, 610039, China

## Abstract

Rail transit represents a country's technological strength and innovation capability, involving numerous departments and a long development cycle. In order to improve the research and development efficiency of rail transit passenger transport equipment and meet development needs, this paper analyzes multiple domestic and foreign rail transit passenger transport equipment manufacturing enterprises, sorts out their industrial design processes, adopts a hierarchical development model, divides design tasks, and focuses on the design content of the four core modules of the head, body, driver's cab, and passenger compartment. On this basis, this paper proposes an industrial design process for rail transit passenger transportation equipment under concurrent engineering. This process not only significantly improves design efficiency and strengthens the collaborative ability of the design team, but also presents new challenges and requirements for enterprise collaborative management.

## Keywords

rail transit passenger transportation equipment; concurrent engineering; industrial design process

## 轨道交通客运装备并行工业设计流程研究

李昀韬 祁娜\*

西华大学美术与设计学院, 中国·四川成都 610039

## 摘要

轨道交通代表着一个国家的技术实力与创新能力, 涉及部门众多且开发周期漫长。为提高轨道交通客运装备研发效率, 满足发展需求, 论文分析了国内外多家轨道交通客运装备制造企业, 梳理其工业设计流程, 采用分级开发模式, 划分设计任务, 聚焦于头型、车身、司机室、客室四大核心模块的设计内容。在此基础上, 论文提出了并行工程下的轨道交通客运装备工业设计流程。这一流程不仅显著提升了设计效率, 强化了设计团队的协作能力, 同时对企业协同管理等方面提出了新挑战与新要求。

## 关键词

轨道交通客运装备; 并行工程; 工业设计流程

## 1 引言

轨道交通是现代城市交通运输体系中不可或缺的一部分, 具有高效、便捷的特点和巨大的经济效益和社会效益<sup>[1,2]</sup>。《“十四五”新型城镇化实施方案》中强调提高都市圈交通运输连通性便利性, 统筹利用既有有线与新线因地制宜发展城际铁路和市域(郊)铁路, 有序发展城市轨道交通<sup>[3]</sup>。

轨道交通客运装备设计是一项复杂而关键的任务, 需要充分考虑用户需求、技术要求和市场竞争等因素。在这个过程中, 工业设计流程的引入起到了至关重要的作用, 通过

深入了解用户需求、提供创新的设计方案、评估工程化和制造可行性, 以及确保设计规范和标准的实施, 从而推动轨道交通客运装备的创新和发展, 提升产品的市场竞争力和用户满意度。

然而, 在客运装备研发制造过程中, 设计部门多、需求资源量大, 导致现阶段中车轨道交通产品在工业设计(头型、客室部分)方面的开发周期、设计评估周期漫长, 严重影响项目进度。因此, 从工业设计流程的角度对客运装备研发制造进行统一规划和协调管理变得尤为重要。对轨道交通客运装备工业设计流程进行优化, 旨在通过提升设计效率、缩短设计周期、强化团队协作与沟通, 以及确保设计质量与市场需求的精准对接, 从而推动客运装备设计的创新与发展。优化流程不仅有助于提升产品的市场竞争力, 更能满足用户日益增长的需求, 为轨道交通行业的持续发展注入新动力。

【作者简介】李昀韬(2000-), 男, 中国江苏常州人, 在读硕士, 从事工业设计研究。

【通讯作者】祁娜(1981-), 女, 中国河南周口人, 博士, 副教授, 从事工业设计研究。

## 2 现有轨道交通客运装备工业设计流程

轨道交通客运装备研发流程复杂，从建立到投入使用涉及多门学科的交叉，而工业设计在其中的应用主要包括外观设计和室内设计两大部分，具体涵盖轨道交通客运装备的概念设计、外观造型、内部装饰、司机室设计及动画制作、虚拟现实展示、人机工程分析、表面处理等内容<sup>[4]</sup>。

中车集团、庞巴迪—阿尔斯通、西门子、IDA 设计集团、IDIS 工业设计室是目前国内外具有完备的工业设计流程的企业。中车集团、庞巴迪—阿尔斯通、西门子的工业设计流程如图 1 所示。三者相同之处在于开始阶段的设计定位，需要对客户的需求进行详细分析和理解，包括乘客的出行需求、运输能力要求等；效果图输出，以供后续方案评审或制造；仿真评估分析，对设计内容进行工程分析防止错误；工程化实施，将设计内容与制造工艺相结合，保证产品在生产过程中的质量控制和检测。差异在于中车集团完全采用串

行设计路线，前一部门需要等待后续部门完全通过后进行新的设计任务。庞巴迪—阿尔斯通采用内饰与外观同时并行设计，使内部各部门之间同时进行设计任务，统一输出效果图再进行建模，而此时专项设计部门能够进行其他工作。而西门子进行工业设计时采取完全并行的方法，由总部向各地部门派发任务，分公司方案上交后再由总公司进行仿真分析，各地生产零件后运输到项目当地进行组装下线。

IDA 设计集团和 IDIS 工业设计室是分别位于悉尼和芬兰的专项设计公司，商业化程度更高，工业设计流程如图 2 所示。两者在进行轨道交通客运装备设计时首先进行需求分析，往往是与甲方进行沟通，包括乘客的出行需求、运输能力要求等。两家公司均在设计阶段采用并行设计路线，以获得更高效<sup>[5,6]</sup>。IDIS 将内外部造型设计进一步划分为装饰设计、机械设计和 UI（人机交互）设计，使核心业务能力进一步凸显，各部门之间任务划分更加明确。

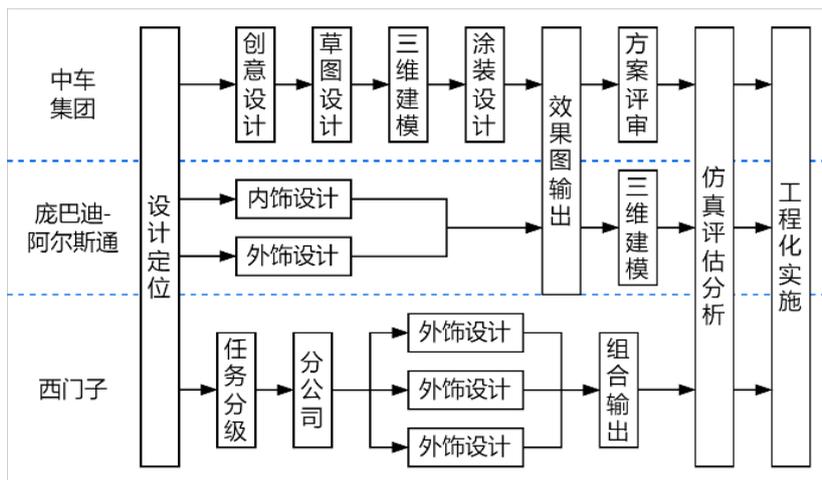


图 1 中车、庞巴迪 - 阿尔斯通、西门子的工业设计流程

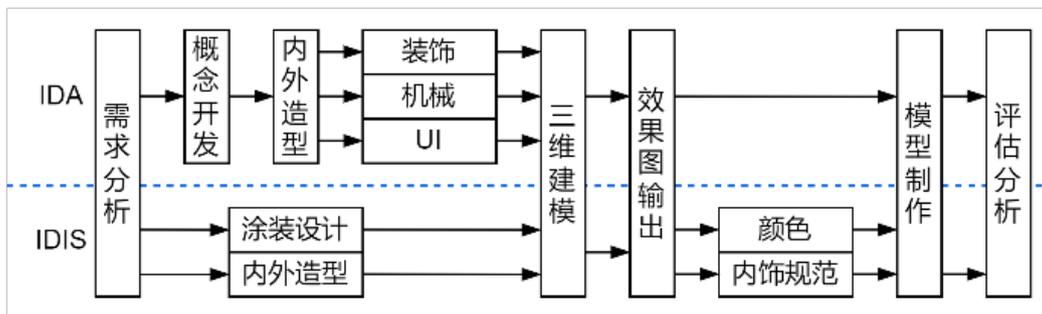


图 2 IDA、IDIS 的工业设计流程

通过对上述五家企业的工业设计流程进行分析，尽管这些企业在设计流程上存在差异，但他们都强调了设计定位的重要性，即深入理解和分析客户需求，包括乘客的出行需求和运输能力要求等。在流程的执行上，中车集团坚持传统的串行设计路线，虽稳定但设计周期长；庞巴迪—阿尔斯通则在内饰与外观设计上并行推进，提高了设计效率；西门子则采用了完全并行的设计模式，实现了高效的全球协同设

计。IDA 设计集团和 IDIS 工业设计室作为专项设计公司，同样采用了并行设计路线，并在设计过程中进一步细化了任务划分，使设计更为精准高效，获得了更大的商业价值。

## 3 轨道交通客运装备分级开发模式

确定分级开发模式是进行并行工程的前提和框架，分级开发模式能够将复杂的设计任务分解为多个相对独立且

相互关联的层级，每个层级都有其特定的目标和功能，从而确保设计的整体性和协调性。参照轨道交通客运装备各部分工业设计的特点、工况特点以及开发设计难度、成本等相关因素，将轨道交通客运装备的设计开发分为 S1、S2、S3、S4 四个级别，开发设计内容、难度由 S1 级逐渐递增，到达 S4 级时开发设计内容最多、改动最大的全新开发设计。将分级开发模式运用于轨道交通客运装备的工业设计中，就可以得到初步的轨道交通客运装备分级设计开发的工业设计

流程，如图 3 所示。

通过将轨道交通客运装备的设计进行分级管理分类，在之后的轨道交通客运装备的设计研发中就可以在明确设计任务后，依照开发级别深度进行相应开发内容的快速设计更新，这样也便于具体的设计工作任务的展开，更加具有针对性，可以达到轨道交通客运装备研发更新的规范化设计管理的目的，提升设计管理效率。

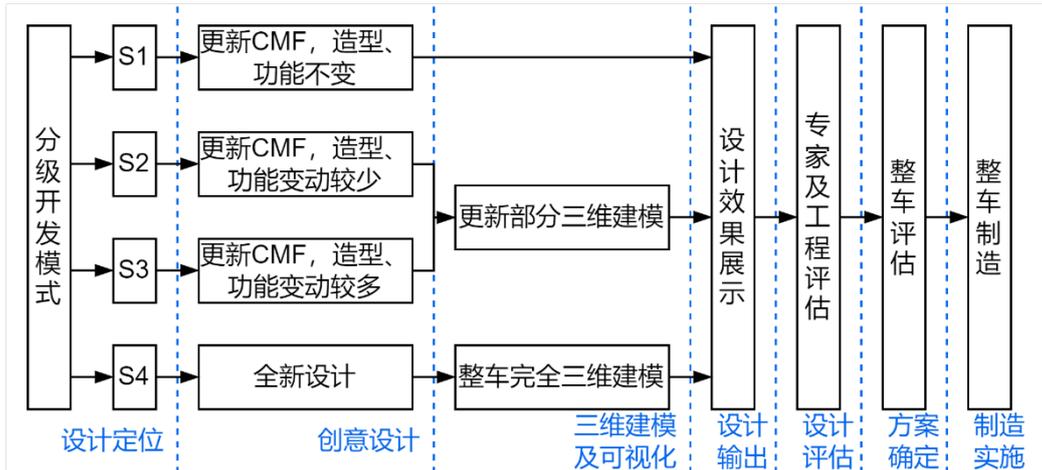


图 3 轨道交通客运装备分级设计开发工业设计流程（作者自绘）

## 4 并行工程

并行工程是适应现代市场竞争日益激烈、动态多边特性而出现的新的设计手段<sup>[7]</sup>。并行设计开发模式强调产品开发的各个功能环节之间实现最大限度地交叉、并行及协调<sup>[8]</sup>。所谓并行设计，并不意味着同时进行，而是逐步交替实现设计、工艺规划和管理等活动。在设计阶段的每个步骤中，并行设计尽可能考虑到与之相关的约束条件，并在初期就协调解决，如可制造性、可装配性和制造资源等。这种方法对于创新产品的开发设计具有实用价值，可以缩短开发周期、降低生产成本，并降低错误产生数量以及修改错误所占用的时间<sup>[9]</sup>。

并行工程在航空、航天等领域的设计制造过程中应用广泛。李伦未等整合了航空发动机的并行协同研制流程，实现了设计和制造的同步开展，经数学模型分析后能够缩短试制周期约 2~3 个月<sup>[10]</sup>。陈宇以新一代运载火箭为案例，从组织模式、协同环境、研发流程和数字化技术升级四个方面分析了运用并行协同模式进行设计到制造全流程的应用实践<sup>[11]</sup>。

### 4.1 基于并行工程的轨道交通客运装备工业设计流程

轨道交通客运装备工业设计按照设计内容可划分为头型设计、车身设计、司机室设计和客室设计。

头型是关乎列车识别性的重要因素之一，其设计是客运装备工业设计流程的重点。除了满足空气动力性能的要求之外，头型设计还需考虑车体结构、内部空间、人机工程要求以及制造工艺的便捷和造型的美观。头型造型在这些具

体约束条件下可选择采用流线型、仿生型、几何型这几种形式，以降低气动阻力、节约能耗、提高运行的稳定性，同时通过不同的造型手法，使得轨道车辆头型造型变化多样富有灵性。

车身设计内容包括造型设计、涂装设计两个方面，在具体的设计流程中需要综合考虑美学价值、文化价值、功能价值和商业价值。车身造型设计在造型截面确定后就能根据尺寸约束条件确定车身的整体造型，然后再进行车窗车门等功能模块的造型设计。

司机室设计是车辆头型外观设计确定后的关键任务，包括内部的相关要求及标准、司机室操纵台设计、司机室附属设施设计（如空调、照明等设施）、司机室座椅设计和司机室车窗车门设计。设计内容涵盖了从内部设施设计到人机匹配仿真的全过程，确保司机室既美观又符合人机工程学原理，最终与工程管理部门对接，实现设计制造。

客室设计主要集中在以下四部分：客室各部件造型设计、客室门窗系统设计、客室照明系统设计、信息系统设计。虽然各部分的具体设计内容不同，但是各部分之间并不存在前后条件约束，均为不同任务模块。

将设计内容进行模块划分，各模块之间的设计相互协同，这样多模块任务并行设计有助于缩短轨道交通客运装备设计研发周期。结合分级设计模式中的不同阶段和任务，并行设计流程可以进一步细化为横向并行设计和纵向并行设计，如图 4 所示。

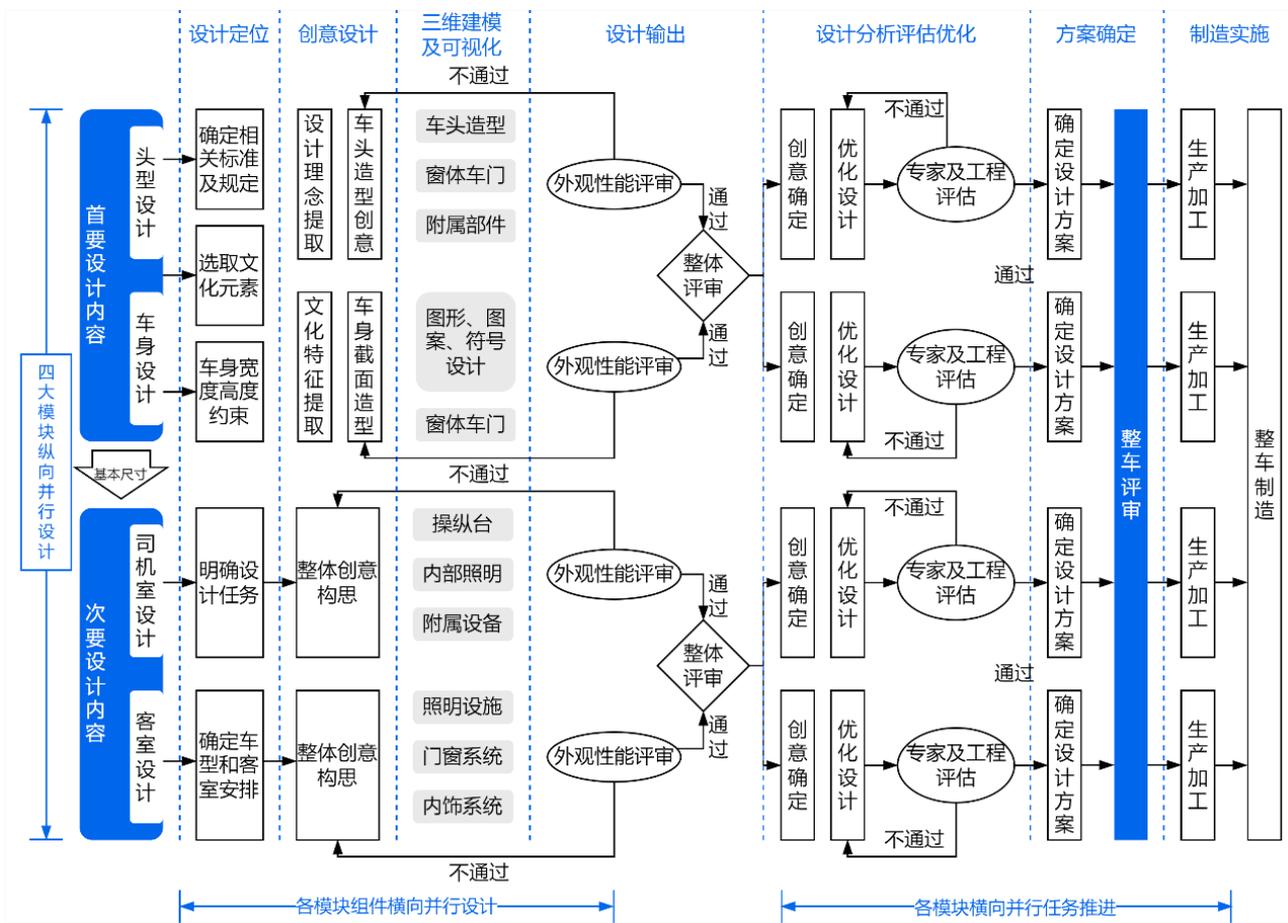


图4 轨道交通客运装备并行工业设计流程（作者自绘）

该流程中，纵向并行设计将整体设计内容细化为一级模块，包括头型设计模块、车身设计模块、司机室设计模块和客室设计模块。每个模块都有其独特的设计标准和设计内容，因此都有与之相对应的分级设计流程，针对划分的不同模块进行标准化设计准备，首先明确设计任务，接着设计进行阶段是构思与方案制作，方案完成后依据评估结果进行迭代优化，最后方案确定进入加工制造阶段。而横向并行设计使得构成各个模块的子部件可以根据需求再次进行同时段并行设计。这种设计方式可以充分利用设计资源，提高设计效率。完成设计后，所有部件统一进行评审，确保整体设计的协调性和一致性。

#### 4.2 轨道交通客运装备并行工业设计流程的优点与难点

轨道交通客运装备并行工业设计流程展现出了显著的优点：

①提高整车任务设计效率。将复杂的轨道交通客运装备设计任务划分为多个相对独立的模块，如头型设计模块、车身设计模块、司机室设计模块和客室设计模块等。每个模块都有专业的设计团队负责，他们可以在同一时间段内并行开展工作。这种任务分解的方式避免了传统串行设计中各个阶段之间的等待和依赖，使得设计过程更加高效。

②并行设计促进了不同模块之间的信息共享和协同工作。设计团队之间可以在协同工作的过程中共享资源和信息。这种协同工作的方式有助于及时发现和解决设计中存在的问题，减少了后期修改和迭代的次数。同时，在制定统一的标准和规范下进行设计的前提下，可以实现设计元素的快速复用和组合，减少设计过程中的重复劳动和不必要的修改。这种标准化的设计方法有助于提高设计的一致性和可靠性。

并行工业设计流程在实际应用时也存在以下难点：

①设计任务划分与协同难度大。并行设计流程要求将整体设计任务划分为多个并行进行的模块，每个模块之间既相互独立又需紧密协同。设计任务划分时，如何确保各模块之间的接口一致、信息流通，以及如何在模块间实现有效的协同工作，是并行设计流程面临的重要挑战。这不仅需要设计师具备跨领域的专业知识和技能，还需要具备高度的团队协作精神和沟通能力。

②轨道交通客运装备设计任务本身具有高度的复杂性。由于并行设计涉及多个设计团队或部门同时工作，如何确保各团队之间的有效沟通和协作成为一个挑战。不同团队可能拥有不同的设计理念和方式，需要在设计过程中进行充分的交流和讨论，以确保设计的协调性和一致性。此外，还需要

建立有效的协同工作机制和工具,支持团队之间的信息共享和实时反馈,提高协同效率。

③设计冲突与迭代的处理。并行设计流程中,不同模块的设计团队可能会提出不同的设计方案,这些方案之间可能存在冲突或不一致的情况。如何有效处理这些设计冲突,确保设计的整体性和协调性,是并行设计流程需要解决的另一个难点。此外,由于设计过程中的迭代和修改是不可避免的,如何在并行设计流程中高效处理迭代问题,避免设计反复和延误,也是一项具有挑战性的任务。

## 5 结语

随着轨道交通技术的快速进步,设计理念、设计工具、设计水平不断提高。企业对产品性能、研制周期以及研制成本等要求也越来越高。传统的串行设计制造模式已无法满足市场和行业的需求。通过对多家轨道交通制造企业的设计流程进行梳理,通过分级设计模式拆解复杂设计任务,提出了以并行工程将头型、车身、司机室、客室四大设计内容同时进行的工业设计流程。通过该流程,能够大大提高轨道交通设计效率,同时增强设计团队信息共享与协同工作能力。毋庸置疑,并行工业设计流程同样对企业提出了协同管理等新要求,企业需要建立完善的协同管理机制,确保各设计团队之间的有效沟通与协作。综上,轨道交通客运装备并行工业设计流程具有显著的优越性和广阔的应用前景,通过不断优化和完善并行设计流程,期待能够进一步推动轨道交通客运装备工业设计水平的提升,为轨道交通行业的持续发展做出

更大的贡献。

## 参考文献

- [1] 丁景贤,左建勇,任利惠.基于等效故障注入试验的列车风源系统故障影响规律与分析[J].仪器仪表学报,2023,44(5):44-52.
- [2] 张依婧,谢乐龙,汪涛,等.环状轨道交通廊道网络效能与枢纽体系解析——以东京山手线为例[J].上海城市规划,2023(1):128-133.
- [3] 2022年中国城市轨道交通行业十件大事[J].城市轨道交通,2023(1):12-15.
- [4] 杨令.基于BP神经网络的有轨电车形态设计研究[D].成都:西南交通大学,2022.
- [5] IDA. Transport Design Service[EB/OL]. [2023.10.10]. <https://www.id-alliance.com.au/cap-transport-home/>.
- [6] IDIS. Tampere Tram[EB/OL]. [2023.10.10]. <https://www.idisdesign.fi/works/tampere-tramway/>.
- [7] 赵广涛,吴洪才.舰载雷达适装性研究[J].雷达与对抗,2010,30(1):44-46+56.
- [8] 张东.面向订单生产客车企业敏捷制造应用及关键技术研究[D].吉林:吉林大学,2013.
- [9] 张涂,张光明.基于时间Petri网的船舶并行设计过程建模及评价[J].科学技术与工程,2011,11(35):8810-8814.
- [10] 李伦未,邓迪,王晶,等.航空发动机设计制造并行协同方案研究[J].航空制造技术,2019,62(7):62-67+73.
- [11] 陈宇.我国运载火箭并行协同设计制造的理论与实践[J].工业工程与管理,2019,24(6):201-209.

# University Electric Vehicle Management Scheme

Qi An Wei Fan Junhao Zhou Yiheng Gan

Shanghai Shanda College, Shanghai, 200000, China

## Abstract

With the increasing number of electric vehicles in universities, the phenomenon of electric vehicle violations on campus has become prominent, seriously affecting the campus environment and posing safety hazards. Although many schools have actively formulated relevant regulations to regulate the installation of speed bumps and the division of parking areas, it is still difficult to effectively control the series of problems caused by the proliferation of electric vehicles. Therefore, how to maintain the order of electric vehicle management in universities to the maximum extent, integrate relevant resources, save management costs, and enable schools to quickly and efficiently solve electric vehicle management problems is becoming increasingly important. It is urgent to build a campus electric vehicle safety management system, improve the level of campus transportation management. This paper proposes a management plan for university electric vehicles using the Internet of Things, radio frequency identification technology, data processing, and intelligent application technology.

## Keywords

electric vehicle management solution; Internet of Things; radio frequency identification technology; data processing and intelligent application technology

# 高校电动车管理方案

安琪 范维 周骏豪 干奕恒

上海杉达学院, 中国·上海 200000

## 摘要

随着高校电动车数量的增加, 校园内电动车违规现象突出, 严重影响校园环境, 存在安全隐患<sup>[1]</sup>。虽然很多学校已积极制定相关规定以规制, 铺设减速带与划分停车区, 但仍难以有效管制电动车泛滥而带来的一系列问题。故如何以最大限度维护高校电动车管理秩序, 整合相关资源, 节约管理成本而使学校能够迅速、高效地解决电动车管理问题, 其重要性日益凸显, 急需建设校园电动车安全管理系统, 提升校园交通管理水平。论文利用物联网、射频识别技术、数据处理及智能化应用技术提出一套高校电动车的管理方案。

## 关键词

电动车管理方案; 物联网; 射频识别技术; 数据处理及智能化应用技术

## 1 项目建设目标

### 1.1 校园出入口

电动车合法性判断, 校内车辆无感通行、校外车辆禁止入内(已预约审批除外)。

### 1.2 停车带

规范停车: 违停系统告警并自动推送信息给车主及安保人员。

僵尸车清理: 长期未停入停车带车辆, 超期限告警。

车辆防盗: 车主可通过小程序设置停车区为安全区域, 超出区域, 系统将自动推送信息给车主, 避免车辆丢失<sup>[2]</sup>。

停车区热力分布: 车主通过小程序可查询周边停车带停车热力分布, 方便车主将车停入空闲区; 后勤工作人员

亦可根据月报停车热力分布情况, 合理规划停车带数量及位置。

车辆查询: 车主可通过小程序实时查询自己车辆所停停车区。

### 1.3 电动车

电瓶防拆: 防止电动车违规拆卸电瓶。

## 2 项目建设方案

### 2.1 方案概述

高校电动车安全管理整体解决方案以物联网技术为核心, 融合云计算、大数据、人工智能、自动控制、移动互联网等技术为依托。方案主要由电动车标签、校园读写设备及后台管理系统组成, 通过给高校的每辆电动车发放电子标签打造智慧校园非机动车辆信息库, 并结合校园内部的读写器设备及后台安全管理平台应用, 实现溯源追踪、乱停乱放治理、出入管控、违规充电、违章行车、车辆防盗安防等一体

【作者简介】安琪(1993-), 女, 中国湖北襄阳人, 硕士, 助教, 从事机器人技术、机械设计及其自动化研究。

化智能管控<sup>[3]</sup>，从准确性、安全性，便捷性，到管理效率的全面提升。其拓扑结构如图 1 所示。



图 1 拓扑结构图

## 2.2 技术原理

电动车安全管理系统以射频识别技术、网络传输技术，以及数据处理及智能化应用技术为支撑，实现高校电动车的安全管理。具体包括如下三部分：

①射频识别技术：射频识别主要包括电子标签和读写器设备，电子标签具有全球唯一的 ID 号码，可以实现对所有电动车的身份唯一性鉴定<sup>[4]</sup>。同时，校园内各区域设置读写器，能够自动采集电子标签 ID 号码并传输到数据库进行身份验证。其工作原理是，当电动车进入装有读写器的区域时，射频标签会发出加密的载波信号，这个信号被读写器的天线接收后，经过处理就能获取到标签上的全部信息。这种非接触式的双向通信方式，使得电动车的识别过程快捷、简单，并且可以同时识别多个射频标签。

②网络传输技术：网络传输主要涉及电子标签和读写

器间的数据传输、读写器与后台数据服务器间的数据传输两方面。其中电子标签和读写器间采用无线通讯技术，主要是 125KHz & 2.4GHz 双频 RFID 技术进行数据传输<sup>[5]</sup>。这种技术的核心在于利用无线电波进行数据的自动识别和存储，具有低功耗、低工作电压、识别范围可控、抗干扰性强等特点。读写器与后台数据服务器间通过校园内部安防有线专网将采集到标签信息以内部通讯协议规定的格式进行传输，确保数据高效性和安全性。

③数据处理及智能化应用技术：主要包括车辆信息数据库管理和电动车安全管理应用系统。车辆信息数据库存有所有电动车辆的基本信息，如车主、车型、牌照号码、电子标签号码等。管理应用系统将实现对车辆的登记、注销、补发、过户、报失、防盗监管等一系列管理功能，并提供各种查询和统计功能。

## 3 出入口方案

### 3.1 电动车车辆标签

车身标签采用带防拆开关的分体式 2.4G & 125K 双频防水 RFID 电子标签，将标签主体安装于电动车脚踏板下方，并将防拆开关安装于电动车电池上。其中标签主体主要用于电动车在进出校门、停车带、禁停区域时的车辆识别与定位，防拆开关在电池被拆下时会推送报警，及时通知后台管理人员。防拆开关不可自行恢复，即使电池拆下后被重新安装，后台仍能收到报警信息，车主无法自行消除报警。车辆标签介绍如表 1 所示。

车辆标签安装位置如图 2 所示。

表 1 车辆标签介绍

设备名称	单位	主要参数	图片
车辆识别电子标签	张	频段: 2.4G+125K; 识别距离: 2.4G ≥ 100m, 125K ≥ 3m; 使用寿命: ≥ 4年; 工作温度: -40° ~85° ; 防拆卸、防水	



(a) 电动车电池防拆开关安装 (A 端)



(b) 电动车电池防拆标签安装 (B 端)

图 2 车辆标签安装位置

### 3.2 出入口方案

在已规划好的指定高校出入口对 RFID 感应天线（可采用 125K 地感天线或棒状天线）进行预埋，形成出入口的“停车感应线”。当电动车移动至提前预埋了 RFID 感应天线的“停车感应线”上时，在每辆电动自行车踏板底部放置的 RFID 电子标签会直接感应，并通过触发型读写器将识别到的电子标签 ID 编号传输给后台，后台经过分析研判，进而判断出电动自行车是否为合法。如果读写器无法现场取电的话，也可通过太阳能帆板给读写器供电。

当识别到合规电动车时，系统自动识别，并记录进出数据会上传到系统中。根据学校目前电动车出入状况，出入口建议可根据实施条件的主选方案如下：

①出入口双向安装闸机，射频识别联动开闸。

②闸机区分进、出不同通道通行。常规时段识别合规电动车开闸，不合规电动车禁止通行；早高峰电动车大流量时段通行时，进校闸机为无障碍通行，闸机常开（其他时段

为识别合规电动车后自动开闸放行），出校闸机为识别合规电动车开闸，不合规电动车禁止通行。对于不合规电动车，由保安确认身份后手动遥控通行，并及时告知其办理登记手续。

该方案可以有效监管电动车进出校区的过程，保障合规车辆进入，同时在车辆离校时也可对在校期间有过违规行为的车辆进行拦截。

### 3.3 停车带方案

在已规划好的指定停车点对 RFID 感应天线进行预埋，形成停车区的“停车感应线”。当用户将电动车移动至提前预埋了 RFID 感应天线的“停车感应线”上时，在每辆电动自行车踏板底部放置的 RFID 电子标签会直接感应，并将识别到的电子标签 ID 编号传输给后台，后台经过分析研判，进而判断出电动自行车是否已经准确停入停车区。

部署设备清单如表 2 所示。



图 3 指定停车点

表 2 部署设备清单

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	触发型读写器	台	1	1 套 /50 米
2	太阳能帆板	套	1	1 套 /4 台读写器，读写器可直接取电时无需选配
3	125K 地感线	米	101 米	以 50 米停车带为例，计算方式 50×2+1
4	125K 棒状天线	根	25	同上（与地感线二者选一）

## 4 结语

该方案应用物联网，使校内所有电动车的实时数据传递给 PC 管理平台，用户注册的移动端也可以实时查询所属电动车的状况。该方案已经实施并取得了较好效果。

### 参考文献

[1] 刘银芬,陈春君,彭伍,等.高校学生电动车使用与管理调查研究[J].现代营销(经营版),2020(2):67-68.

[2] 王瑞欣.电动车位置信息管理平台.陕西省,陕西西路电子科技有限公司,2022-03-23.

[3] 刘润滋.智能车辆防盗防丢看护系统.山东省,山东活点物联网技术有限公司,2013-12-26.

[4] 贾赞星.深圳市路内停车管理技术优化及工程化验证[J].交通与运输,2024,40(2):78-82.

[5] 袁卫.双频RFID技术下区域物流移动检测定位研究[J].物流技术,2014,33(15):426-429.

# Discussion on the Key Points of Highway Alignment Design in Hydropower Station Reservoir Area

Jingtang Guo

Southwest Survey and Planning Institute of State Forestry and Grassland Administration, Kunming, Yunnan, 650031, China

## Abstract

The paper explores the key points of highway alignment design in the hydropower station reservoir area, analyzes the layout principles of alignment design, emphasizes the optimization of route direction by fully considering terrain and geological conditions, hydrological characteristics of the reservoir area, and stability analysis of the reservoir bank, reasonably setting up tunnels, bridges and other structures to ensure the safety and reliability of the project, and paying attention to the coordination between the project and the surrounding environment. The research results can provide reference for the design of road alignment in the hydropower station reservoir area, and have practical significance for improving the quality and efficiency of road alignment engineering in the reservoir area.

## Keywords

reservoir area road; linear design; key points for discussion

## 水电站库区公路线形设计要点探讨

郭景堂

国家林业和草原局西南调查规划院, 中国·云南昆明 650031

## 摘要

论文探讨了水电站库区公路线形设计的关键要点, 分析了线形设计的布置原则, 强调在充分考虑地形地质条件、库区水文特征以及库岸稳定分析来优化路线走向, 合理设置隧道、桥梁等构造物, 确保工程的安全度和可靠度, 并注重项目与周边环境的协调。研究结果可为水电站库区公路线形设计提供参考, 对提高库区公路选线工程质量和效益具有实际意义。

## 关键词

库区公路; 线形设计; 要点探讨

## 1 引言

水电站建设是国家能源战略的重要组成部分, 而库区公路作为水电工程的重要配套设施, 其设计质量直接影响工程建设和后期运营。库区公路线形设计面临诸多挑战, 如复杂的地形地质条件、水位变化的影响、生态环境保护要求等, 这些因素使得传统公路设计方法难以完全适用。近年来, 随着中国水电事业的快速发展, 库区公路建设规模不断扩大, 其设计水平亟待提高。然而, 目前国内外关于库区公路线形设计的专门研究相对匮乏, 实践中往往依赖工程经验, 缺乏系统的理论指导<sup>[1]</sup>。因此, 深入探讨库区公路线形设计要点, 对于提升设计质量、优化工程方案、降低建设成本具有重要意义。

## 2 水电站库区公路线形设计要点探讨的意义

深入探讨水电站库区公路线形设计要点具有重要意义。通过优化设计, 可以全面提升工程质量, 实现安全、经济、环保的多重目标。这不仅有利于水电工程的顺利建设和长期运营, 还能为类似复杂环境下的公路设计提供有益借鉴, 推动相关技术的进步与创新。

### 2.1 提高工程安全性和可靠性

水电站库区公路线形设计直接关系到工程的安全性和可靠性。合理的线形设计可以有效应对库区复杂的地形地质条件和水文环境, 减少地质灾害风险, 提高公路的抗灾能力和使用寿命。

在沿澜沧江水电站库区公路的设计中, 沿江高边坡地段, 设计者采用了“上高下低”的线形布置原则。公路主线避开不稳定高边坡, 布置在相对稳定的山体中上部, 而在坡脚设置保护道路, 既保证了主线安全, 又便于边坡监测和维护。这种设计显著降低了地质灾害对公路的威胁, 提高了工

【作者简介】郭景堂(1976-), 男, 中国云南昆明人, 本科, 高级工程师, 从事公路工程的规划、咨询及设计研究。

程整体安全性。此外,在库区跨河段的桥梁设计中,充分考虑水位变化和泥沙淤积等因素,合理确定桥梁跨度和墩台位置,可以有效提高结构可靠性。

## 2.2 优化工程经济性和施工可行性

科学合理的线形设计可以在满足功能要求的前提下,有效降低工程造价,提高经济效益,良好的线形设计也能够提高施工的可行性,减少施工难度和工期。

以黄登水电站库区公路为例,设计团队通过优化线形,合理设置隧道和桥梁,有效减少了大填大挖工程量。在一处地形特别复杂的峡谷段,原方案需要修建多座高墩大跨桥梁,造价高昂。经过反复论证,最终采用了长隧道方案,虽然隧道投资较大,但比原桥梁方案节省了近2亿元,同时还缩短了工期,提高了冬季施工的可行性<sup>[2]</sup>。另一个典型案例是溪洛渡水电站库区的巴塘至理塘高速公路。该路段地形十分崎岖,海拔落差大。设计团队通过精心布置线形,合理利用地形,设置了多处长大隧道和高架桥,有效降低了纵坡,减少了土石方工程量。其中,全长13.3km的海子山隧道穿越了青藏高原东缘的横断山脉,不仅克服了高海拔、高地应力等技术难题,还大幅缩短了行车距离,体现了线形设计对工程经济性和可行性的重要影响。

## 2.3 促进生态环境保护和可持续发展

水电站库区往往位于生态敏感区域,公路线形设计需要充分考虑环境保护要求,最大限度减少对自然生态系统的破坏,促进区域可持续发展。

以白鹤滩水电站库区公路为例,设计团队在线形布置时,特别注重对珍稀动植物栖息地的保护。在一段穿越国家级自然保护区的路段,通过优化线形,采用隧道和高架桥等方式,最大限度减少了对地表植被和野生动物活动的影响。同时,在关键节点设置了生态廊道,保证了动物迁徙通道的连通性<sup>[3]</sup>。另一个值得关注的案例是小湾水电站库区公路。该项目在沿江段采用了生态型护坡设计,选用当地植物进行边坡绿化,不仅增强了边坡稳定性,还实现了与周边自然环境的和谐统一。在跨越重要支流时,桥梁造型与周围山水相协调,最大限度减少了视觉污染。

## 3 当前水电站库区公路线形设计所存在的问题

水电站库区公路线形设计是一项复杂的系统工程,需要全面平衡安全、经济、环保等多方面因素。通过深入研究和总结经验教训,不断改进设计方法和技术,才能更好地应对挑战,提高工程质量和效益。

### 3.1 地质灾害风险评估不足

水电站库区地质条件复杂,易发生滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。然而,当前部分库区公路线形设计中,对地质灾害的风险评估不够全面和深入,导致后期运营中面临安全隐患。

以某西南地区的水电站库区公路为例,在初期设计阶

段,由于地质勘察不充分,低估了库水浸泡对岸坡稳定性的影响。公路通车后不久,遇到强降雨天气,导致多处边坡失稳,引发大规模滑坡,造成交通中断和巨大经济损失<sup>[4]</sup>。事后分析发现,如果在线形设计阶段充分考虑库水浸泡效应,采用更保守的线形布置或增加防护措施,可以大大降低灾害风险。

另一个典型案例也是沿澜沧江水电站某段公路,设计时未充分考虑库水升降对河岸软弱地层的影响。蓄水后,由于水位周期性变化,导致公路沿线多处出现缓慢蠕变,不仅增加了维护成本,还影响了行车安全。这凸显了库区公路线形设计中地质灾害长期风险评估的重要性。

### 3.2 水文条件变化适应性不足

水电站蓄水后,库区水文条件发生显著变化,如水位大幅上升、岸线改变、局部水流速度变化等。部分库区公路线形设计未能充分考虑这些变化,导致适应性不足。

以某中型水电站库区公路为例,设计阶段未充分考虑蓄水后的回水影响。结果是,在汛期高水位时,部分路段出现了严重的积水问题,影响交通安全。此外,由于未预留足够的防洪余地,个别路段在遇到特大洪水时甚至面临被淹风险。这反映出线形设计中对水文条件长期变化考虑不足的问题<sup>[5]</sup>。

另一个案例是某大型水电站库区的跨江大桥。桥梁设计时低估了水库蓄水后的泥沙淤积效应,导致桥墩周围出现严重淤积,影响了桥梁的安全性和耐久性。这表明在库区公路线形设计,特别是跨河构造物布置时,需要更全面地考虑水文条件的长期变化。

### 3.3 生态环境保护措施不到位

水电站库区往往生态环境敏感,然而一些公路线形设计中,生态环境保护措施考虑不足,导致对环境的负面影响较大。

以某山区水电站库区公路为例,线形设计过于追求直线化,导致大量高填深挖,严重破坏了原有植被和地貌。特别是在穿越一处珍稀动物栖息地时,由于缺乏必要的生态通道设计,对当地野生动物活动造成了显著阻隔效应。这反映出线形设计中对生态系统整体性考虑不足的问题。

另一个值得关注的案例是某水电站库区的沿江公路。设计中过分强调景观效果,在临水侧设置了大量观景平台和停车区。然而,这些人工设施不仅增加了工程造价,还对河岸生态系统造成了不必要的干扰。特别是在鱼类产卵期,人类活动的增加对水生生物造成了显著影响。这说明库区公路线形设计需要在功能需求和生态保护之间寻求更好的平衡<sup>[6]</sup>。

## 4 水电站库区公路线形设计的有效策略

水电站库区公路线形设计的有效策略应该是多方面的综合考虑。通过灵活多样的线形组合,可以更好地适应复杂地形,减少工程量;通过与水文条件的协调设计,可以提高公路的安全性和耐久性;通过强化生态环保和景观协调,可

以最大限度减少对环境的影响,实现可持续发展。

#### 4.1 采用灵活多样的线形组合方案

水电站库区地形复杂,传统的单一线形难以满足要求。有效的策略是采用隧道、桥梁、高填深挖等多种形式灵活组合,以适应复杂地形并最大限度减少对环境的影响。

以三峡库区的巫山至巫溪公路为例,设计团队面对峡谷地形的挑战,创新性地提出了“桥隧相连、以隧减桥”的设计理念。在一段约10km的路段内,设计了4座特大桥和5座隧道交替布置。其中,香溪特大桥全长1170m,跨越深V型峡谷;紧接着的望霞隧道长2680m,穿越岩溶发育区。这种组合不仅避开了地质条件差的地段,还大大减少了土石方工程量,降低了对生态环境的影响<sup>[7]</sup>。

另一个典型案例是溪洛渡水电站库区的金沙江大桥及连接线。设计团队创新性地采用了“桥隧一体化”设计,将跨江大桥与两岸的长隧道有机结合。大桥采用三塔四跨悬索桥方案,主跨1386m;两岸分别设置了长度超过5km的隧道。这种设计不仅克服了大跨度过江和两岸陡峭地形的双重挑战,还最大限度地保护了沿江的自然景观<sup>[8]</sup>。

#### 4.2 注重与水文条件的协调

水电站库区水文条件复杂多变,线形设计需要充分考虑水位变化、泥沙淤积、岸坡稳定等因素,确保公路长期安全运营。

以白鹤滩水电站库区公路为例,设计团队创新性地提出了“柔性适应”的设计理念。在预测水位变化范围内的路段,采用了可调式路基结构。该结构由预制混凝土块件组成,可根据水位变化进行高程调整。这种设计不仅适应了水位变化,还便于后期维护和更新,大大提高了公路的适应性和耐久性。

另一个值得关注的案例是乌东德水电站库区的金沙江大桥。设计团队通过详细的水文分析和泥沙研究,创新性地采用了“高墩深基础”方案。桥墩高度达到200m以上,基础采用超大直径钻孔灌注桩,深入基岩30m以上。这种设计不仅有效应对了水位变化和泥沙冲刷,还考虑了地震作用,确保了大桥的长期安全<sup>[9]</sup>。

#### 4.3 强化生态环保和景观协调

水电站库区往往生态敏感,线形设计需要最大限度减少对环境的影响,并与周围自然景观协调统一。

以龙滩水电站库区公路为例,设计团队提出了“生态选线”的创新理念。在穿越一处国家级自然保护区时,通过优化线形,采用了长大隧道方案,有效避开了珍稀植物集中分布区。隧道出入口处,采用了仿生态设计,使用当地植物进行景观恢复,最大限度减少了对生态系统的干扰。

另一个典型案例是小湾水电站库区的沿江公路。设计团队创新性地提出了“依山就势、顺势而为”的设计理念。在线形布置上,充分利用地形,减少大填大挖;在边坡处理

上,采用生态型护坡和植被恢复技术,如喷播植草、植生袋等,既确保了边坡稳定,又实现了与自然环境的和谐统一。特别值得一提的是,在一处临江观景区段,设计了悬臂式观景平台,既满足了观景需求,又最大限度减少了对河岸生态的影响。此外,溪洛渡水电站库区公路在跨越金沙江支流时,创新性地采用了“透明桥”设计理念。桥梁采用全透明的ETFE膜结构作为防雨棚,不仅减轻了结构自重,还最大限度保留了原有景观视线,实现了工程与自然的和谐统一<sup>[10]</sup>。

## 5 结论

综上所述,水电站库区公路线形设计在满足工程安全、经济效益、生态环保等多重目标的过程中具有重要意义。通过优化平面、纵断面和横断面布置,合理设置隧道和桥梁等构造物,有效应对复杂的地形地质条件和水文变化,提升公路的安全性和耐久性。防洪、排水、边坡防护等技术措施的采用,进一步确保了工程的可靠性。此外,注重生态环境保护,促进可持续发展,有助于减少对自然生态系统的破坏,实现与周边环境的协调。整体而言,科学合理的库区公路线形设计能够提升工程质量与效益,为类似环境下的公路建设提供有益的借鉴。

### 参考文献

- [1] 陈校宁,李国兵.水库库区复建公路总体设计方案比选及设计要点——以泸定水电站国道318复建工程为例[J].四川水泥,2023(2):77-79.
- [2] 杨群,谢立广,沈习文.双江口水电站库区G317线复建公路深挖路基稳定性[J].公路交通科技(应用技术版),2018,14(9):146-147.
- [3] 刘顺.水电站库区复建公路路线方案确定研究[D].西安:长安大学,2018.
- [4] 樊宇,周柯帆.浅析枕头坝一级水电站库区S306线复建公路工程的移交[J].四川水力发电,2015,34(6):76-78.
- [5] 刘运龙.水电站库区公路隧道合同能源管理项目实践与体会[J].科技资讯,2015,13(18):152-153.
- [6] 伍勇吉,昌盛,欧阳智子.库区公路高挡墙软弱地基处理方法浅析[C]//中国水力发电工程学会水库专业委员会,水电水利规划设计总院,水利部水利水电规划设计总院,水利水电工程建设征地移民安置论文集2016,中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司,2016:3.
- [7] 伍勇吉,欧阳智子,欧阳慧子.浅析旋挖桩在库区公路高挡墙软弱地基处理中的应用[J].山东工业技术,2016(3):85.
- [8] 俞谦,周鹏.基于线形设计一致性公路线形研究[J].运输经理世界,2024(15):13-15.
- [9] 邹小龙,牛圣宽,郑璐,等.乌东德水电站右岸对外交通安全评价[J].交通世界,2019(32):133-134.
- [10] 郭贵兵.水电站厂内交通专用公路路基高边坡防护技术[J].时代农机,2019,46(12):71-72+75.

# Information Intelligent Security Traffic Strategy Analysis Based on the Big Data of the Internet of Things

Su Zhang

Beijing Ruubypay Science and Technology Co., Ltd., Beijing, 100088, China

## Abstract

With the acceleration of urbanization, urban traffic problems become an important factor restricting the development of social economy, the application of the Internet of big data technology for intelligent transportation system provides a new solution, through its can effectively collect and analyze traffic data, real-time monitoring of traffic status, improve the utilization rate of road, reduce traffic congestion. This paper mainly analyzes the intelligent transportation strategy based on the big data of the Internet of Things, which then helps the city to realize intelligent travel, and provides reference for the intelligent development of urban transportation in the future. At present, the urban traffic problems are increasingly prominent, mainly manifested as traffic congestion, frequent accidents, serious pollution and other problems, these problems affect the daily life of citizens and the city image, and the traditional traffic management methods have been difficult to cope with the challenge of modern urban traffic.

## Keywords

big data; intelligent transportation; Internet of Things

## 基于物联网大数据的信息智能安全交通策略分析

章苏

北京如易行科技有限公司, 中国·北京 100088

## 摘要

随着城市化进程的加快, 城市交通问题成为制约社会发展的重要因素, 物联网大数据技术的应用为智能交通系统提供了新的解决方案, 通过其可以有效收集和分析交通数据, 实时监控交通状态, 提高道路利用率, 减少交通拥堵。论文主要分析了基于物联网大数据的智能交通策略, 进而帮助城市实现智慧出行, 为未来城市交通的智能化发展提供参考。当前城市交通问题日益突出, 主要表现为交通拥堵、事故频发、污染严重等问题, 这些问题影响了市民的日常生活和城市形象, 而传统的交通管理方法已经难以应对现代城市交通的挑战。

## 关键词

大数据; 智能交通; 物联网

## 1 引言

随着信息技术的飞速发展, 物联网 (Internet of Things, IoT) 和大数据已经成为当今社会变革的重要驱动力。在交通领域, 物联网技术的广泛应用使得交通系统产生了海量的数据, 这些数据蕴含着巨大的价值, 但同时也带来了严峻的信息安全挑战。基于物联网大数据技术为解决城市交通问题提供了新的思路和方法, 能够通过各种传感器和设备收集大量的交通数据, 并提取有价值的信息, 为交通管理和决策提供科学依据。因此, 应注重研究基于物联网大数据的智能交通策略, 进而缓解城市交通压力、提升交通管理水平。

## 2 基于物联网大数据的智能交通概述

基于物联网大数据的智能交通系统架构主要包含感知层、网络层、数据处理层等, 其中感知层可以通过各种传感器、摄像头等设备, 实时监测道路交通流量、车速、路况等信息, 网络层负责传输感知层收集的数据到数据处理层, 通过网络通信技术实现数据的快速传输, 如图 1 所示。数据处理层主要是对收集的数据进行实时处理和分析, 为应用层提供数据支持, 此外应用层是根据实际需求, 开发各种交通管理应用, 如智能信号灯控制、智能停车管理等。近年来, 随着技术的不断发展, 智能交通系统融合了大数据技术、云计算等技术, 可以对海量数据的处理和分析, 挖掘出有价值的信息, 能够提高道路通行效率, 还可以减少交通拥堵和环境污染。例如, 智能信号灯, 可以根据实时交通情况, 智能调整信号灯、停车位等资源, 提高道路通行效率, 智能停车管理可以通过大数据分析, 实现对停车场的智能管理, 提高停车效率<sup>[1]</sup>。

【作者简介】章苏 (1977-), 男, 中国浙江鄞县人, 硕士, 从事大数据、网络安全和人工智能研究。



图 1

### 3 基于物联网大数据的智能交通策略

#### 3.1 整合信息资源

当前时代背景下数据信息资源较为重要，智能系统构建中应顺应时代的发展趋势，建立数据资源整合平台，通过跨部门的信息资源整合平台，打破各部门之间的信息孤岛，实现数据的共享和互通，还应整合不同行业产生的交通相关数据，如公共交通、出租车、物流等，进而获得更全面的交通信息，实现高效的交通运输资源配置，为交通管理、决策、规划与运营提供更加有效的支撑。整合信息资源中应制定明确的数据开放时间表，逐步推进数据开放，确保数据的安全性和隐私保护，并明确数据使用方式，如明确数据可以用于哪些用途，保障数据使用的合规性。此外，还应将来自不同来源的数据进行融合分析，例如将交通监控数据与社交媒体数据结合，以获得更全面的交通态势感知，积极运用机器学习和人工智能技术，对融合后的数据进行深度挖掘和分析，提取有价值的信息。相关部门应对收集到的数据进行清洗，去除错误和重复数据，确保数据的准确性，建立定期更新机制，保持数据的时效性和准确性，避免使用过时数据造成误判，还应采用先进的数据传输和加密技术，确保数据在共享过程中的安全和完整性<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 智能交通控制系统

为了实现交通系统的智能化管理，应重视智能交通控制系统的应用，可以在城市和高速公路的关键节点积极部署各种先进的传感器设备。例如，感应线圈可以被埋设在道路表面，用于检测过往车辆的数量和速度，无线电波设备和微波雷达则可以用来监测车辆的实时位置和运动轨迹，这些传感器能够 24 小时不间断地收集交通数据，为交通流量的分析和预测提供坚实的数据基础，如图 2 所示。高清摄像头应安装在交通灯、立交桥或路边，实时捕捉道路交通情况的图像信息，这些图像信息经过压缩和编码后，可以传输到交通管理中心，供交通管理人员实时监控和分析，此外通过图像识别技术，系统甚至可以自动识别车牌号码、车型以及交通

违规行为，从而提高交通管理的效率和精确度。收集到的交通数据需要通过嵌入式主控设备进行分析和处理，这些设备通常具备强大的数据处理能力和快速的响应速度，能够对大量数据进行实时分析，识别交通拥堵、事故、路面状况等关键信息，通过算法优化，系统可以预测交通流量变化趋势，为交通控制提供科学依据。为了确保数据及时性和准确性，应将收集到的数据通过网络实时传输到数据处理中心，可以利用现有的通信网络，如 4G、5G、光纤等，确保数据传输的高速和稳定。数据处理中心则负责整合和分析来自不同传感器和摄像头的的数据，通过大数据分析技术，为交通管理决策提供支持，实现交通系统的智能化管理，有效缓解交通拥堵，提高道路使用效率<sup>[3]</sup>。

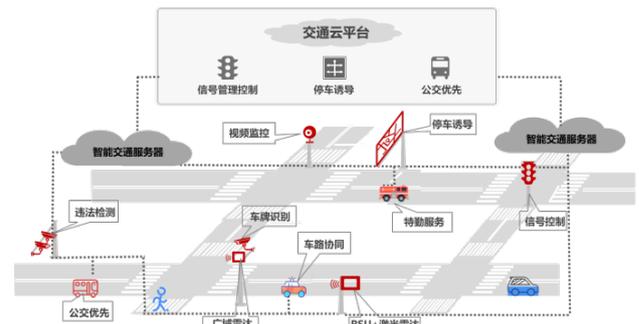


图 2 智能交通控制系统

智能交通控制系统中应具备数据分析功能，可以对收集到的数据进行清洗、缺失值填充、归一化等预处理操作，并从预处理后的数据中提取关键特征，如车辆数量、速度、流量等，为后续分析提供基础，此外通过机器学习和人工智能技术，识别交通数据中的模式和规律，进而提高交通系统的安全性、效率和可控性。智能控制中心可以根据实时交通数据，自动调整交通信号灯的亮灭时间，优化交通流量分配，减少拥堵，而且通过智能控制车道门的开关状态，实现对车道使用的有效管理，提高道路利用效率。为了提高系统的运行效果，应确保各种传感器、摄像头、数据传输设备之

间的无缝连接，实现设备间的数据共享和协同工作，积极构建统一的智能交通控制平台，整合不同来源和类型的数据，提高系统的集成性和可操作性，并通过各种信息发布渠道，如交通广播、电子显示屏等，向公众提供实时交通信息和出行建议，还应基于历史数据和实时监测数据，预测未来交通状况，为出行者提供合理的出行建议。随着技术的不断进步和应用范围的不断扩大，智能交通控制系统将在城市发展中发挥更大的作用，因此相关企业和部门应跟踪最新的物联网和大数据技术发展，不断引入新技术和新算法，定期对智能交通控制系统的性能进行评估，根据评估结果进行系统优化和升级，并建立应急响应机制，当系统检测到异常交通事件时，能够迅速做出反应，降低事故风险，进而实现交通系统的智能化管理，为提高城市交通的效率和安全性提供了有力支撑。

### 3.3 智能网联汽车

智能网联汽车主要是通过车辆的智能化和网联化，提升交通安全与效率，系统架构设计中应构建一个统一的车路协同技术标准与测试评价体系，实现车辆、道路和云平台的高效协同工作，提升车载终端装配率，推动智能化路侧基础设施和云控基础平台的建设。为了实现驾驶功能与硬件设施的协调融合，应开发具备环境感知、智能决策、协同控制等功能的智能车辆平台，确保车载终端与城市级平台互联互通，面向真实交通环境中的人、车、路多因素耦合，提升

ICV的功能技术智能化水平，并利用传感器、控制器等装置，实现对周围环境的实时感知，包括其他车辆、行人、障碍物等，同时基于大数据分析和人工智能技术，实现智能决策，优化行驶路径和驾驶行为。智能网联汽车中应涵盖多种关键功能技术，其中感知技术通过高精度传感器和摄像头，实现对周围环境的实时感知，包括其他车辆、行人、障碍物等，利用北斗高精度位置导航服务，提高车辆定位的准确性和可靠性，如图3所示。决策技术主要是基于大数据分析和人工智能算法，对收集到的数据进行实时处理，制定最优驾驶策略，这包括路径规划、避障策略、速度控制等，此外控制技术可以根据决策结果，精确控制车辆的加速、减速、转向等动作，并通过车联网技术，实现车与车、车与路、车与云的信息交换和协同控制。例如，英国伦敦的希思罗机场推出了自动驾驶巴士服务，连接了机场的五个航站楼，这些巴士配备了高精度GPS和传感器，能够实现精准的定位和导航，同时通过车载通信系统与机场交通管理系统实时交互，确保行车安全和准时性。广州市推出了智慧公交系统，通过车载传感器和路边设施的协同工作，实现公交车优先通行、智能调度等功能，这些公交车在特定路段能够自动行驶，提高了公共交通的效率和吸引力。长沙市启动了车路协同示范项目，覆盖了城市主要道路，通过安装的路侧设备和车载终端，实现了车与路、车与车的实时信息交互，提升了道路安全性和通行效率。



图3 数据的智能监管

### 3.4 智能公路管理系统

智能公路管理系统构建中应在公路沿线部署大量的传感器，包括视频摄像头、微波雷达、Wi-Fi 嗅探器等，这些设备共同构成了一个密集传感器网络，能够实时收集交通流量、车辆速度、道路状况等关键信息，并所有收集到的数据被实时传输到数据处理中心，通过大数据分析和机器学习算法，对交通流进行精确建模和预测，进而为交通管理和控制提供了科学依据，如图三所示。该系统可以根据实时数据动态调整交通信号灯的时序和时长，优化交通流动，减少拥堵，这种自适应控制系统在实际应用中表现出色，大大提高

了道路通行能力，而且该系统能够实时监测交通事故的发生，并立即调整信号灯，引导车辆绕开事故区域，同时启动紧急救援程序。该系统通过车载信息系统、手机应用、电子路牌等多种渠道，向驾驶员提供实时交通信息，包括路况、事故、施工、推荐路线等，进而帮助驾驶员做出更明智的行驶决策，通过车路协同技术，实现车与路的无缝对接，为自动驾驶车辆提供必要的道路和交通信息，支持智能驾驶。当前我国经济迅速发展，公路建设中还应注重养护管理，可以利用BIM技术，实现公路资产的数字化管理，通过对公路设施的全生命周期管理，系统可以根据监测数据自动识别

并预警潜在的养护需求，并引入无人机和自动化巡检车辆，对公路进行全面的定期检查，确保道路状况始终处于最佳状态。例如，沪宁智慧高速针对无锡苏州段日均流量大的特点，构筑了“感知—决策—控制”饱和流量管控示范段，采用主线车道级管控、匝道智能管控、可变限速控制等技术，实现了特殊条件下灵活动态的饱和流量管控，通行效率提升了20%以上。杭绍甬高速公路集成了多种智慧交通应用场景，有效缓解了杭甬高速公路的交通压力，项目从规划之初就高度重视智慧高速公路建设，基于大数据、物联网、交通仿真等技术，创新打造了浙江版的协作式智能交通管理系统，形成集主动交通管理、准全天候通行、智慧隧道、智慧服务区等场景于一体的智能化道路交通环境。五峰山未来高速在正谊枢纽至北主线收费站之间布设了车道级雾天行车诱导系统，通过地面诱导灯和激光测距车检器等设备，强化车道轮廓，实现车辆通行精细化诱导，该系统适用于易发生团雾且道路线性较差的路段，尤其是交通流量较大的路段。无锡342省道智慧公路示范工程针对内外场机电设备众多、养护运维压力较大的特点，建设了智慧运维模块，实现对外场机电设备和后台硬件设备的统一监管、远程诊断和一般问题的远程解决，系统可实时分析设备种类、设备总数、设备在线率、不同设备的具体情况、设备故障率趋势等，支撑维保人员快速开展运维工作。

### 3.5 智能停车系统

基于物联网大数据的智能停车系统是一种结合了物联网技术和大数据分析的智能交通应用，智能停车系统的整体架构是其高效运行的基础，系统应包括硬件设备如传感器、监控设备和道闸，以及软件平台用于数据处理和用户界面展示，系统设计应注重实用性、可靠性和可扩展性，进而实现高效的停车场管理和车辆调度，并确保信息的安全和系统的稳定性。智能停车系统应使用传感器来监控停车位的使用情况，通过红外传感器可以检测停车位是否被占用，进而提升停车效率和用户体验。智能停车系统应提供直观的用户界面，通过移动APP或Web平台使驾驶员能够轻松地找到和预约停车位，为确保系统的稳定性和可靠性，应进行全面

的测试，如硬件的耐用性测试和软件的功能性测试，并定期评估系统性能，确保系统响应迅速并且能够处理高峰时段的大量车辆，通过性能评估帮助及时发现并解决潜在问题，保持系统的最佳运行状态。智能停车系统应采取严格的安全措施来保护系统免受未经授权的访问和攻击，并确保用户数据（尤其是车牌信息和支付信息）的隐私性。例如，怀化市为缓解城区机动车保有量快速增加而造成的停车压力，引进了“智慧e+停车”系统，该系统通过对停车大数据的掌握和智能化设备的应用，传递泊位状态，引导车主向空位停车，从而提高车位资源利用率和周转率，提升了城市治理水平和城市形象。深圳交警与华为公司联合创新，推出鹏城交通智能体，以解决交通拥堵及停车难问题，该方案基于视频云、大数据、人工智能等技术，全面规划和提升城市交通体系，实现统一、开放、智能的交通管控系统，该系统大幅提升了交通运行的调控管理能力，有效提高了市民出行组织效率，并在深圳多个区域实现了信号优化自适应管控。

## 4 结语

综上，基于物联网大数据的智能交通系统是城市交通管理的新方向，可以减少交通拥堵和环境污染，提升城市交通运行质量。相关企业和部门应积极整合信息资源，建立跨部门、跨行业、跨区域的信息资源整合平台，明确数据开放进程、范围边界、使用方式，促进信息互通和资源共享，并利用智能视频分析技术，实时监控道路交通情况，自动识别交通异常事件，实现交通信号的自适应调节，优化交通流量分配。智能交通系统构建中还应推动自动驾驶技术的发展和应用，通过车辆自主控制和协同控制，提高道路通行效率和安全性。

### 参考文献

- [1] 米雪,任倩.浅析物联网在交通运输中的应用[J].中国航务周刊,2024(34):66-68.
- [2] 李佳钰,朱嘉钰,王瀚霄.物联网技术在智慧交通中的应用[J].智慧中国,2024(6):87-88.
- [3] 王文辉,曾蕴锐,吴晓.基于物联网大数据的智能交通策略分析[J].电子技术,2023,52(6):96-97.

# Research on the Influence of Wind on Truck Driving Safety in Canyon Bridge Section

Hongwei Zhang

Hebei University of Engineering, Handan, Hebei, 056000, China

## Abstract

The bridge, tunnel and bridge section of mountainous expressway, the terrain is complex, the environmental conditions are changeable, the traffic flow speed is unstable, and the traffic safety problem is increasingly prominent, which has a great impact on the expressway traffic operation environment. When cars pass through highly variable roads such as canyons or mountain passes, wind speeds tend to reach about 10 times the surrounding wind speed, creating strong artificial gusts. Canyon winds have a larger impact on large buses and trucks. This is because these vehicles have a higher center of gravity and a larger transverse surface area. When a car is driving out of the tunnel or toward a windy bridge or a high embankment, it will often suddenly encounter a strong crosswind, which is not conducive to driving safety.

## Keywords

bridge; traffic safety; pneumatic characteristics

## 风对峡谷桥梁段货车行车安全影响的研究

张宏韡

河北工程大学, 中国·河北 邯郸 056000

## 摘要

山区高速公路桥隧桥梁路段, 地形复杂, 环境条件多变, 交通流速度不稳定, 其交通安全问题日益突出, 对高速公路交通运行环境造成很大的影响。当汽车穿过峡谷或山口等地形变化较大的道路时, 风速往往会达到周围风速的10倍左右, 从而形成强烈的人工阵风。峡谷风对大型巴士和卡车的影响更大。这是因为这些车辆的重心较高, 横向表面积较大。汽车在驶出隧道或驶向风吹过的桥梁或高路堤时, 往往会突然遭遇强劲的侧风, 不利于行车安全。

## 关键词

桥梁; 行车安全; 气动特性

## 1 引言

论文以行驶于山区高速公路上桥隧桥梁段上的货车为研究对象, 采用 GAMBIT 软件建立简化模型。流场计算域定为: 距模型中心 500m 的正方体。

## 2 风环境对峡谷桥隧桥梁段行车安全影响研究

### 2.1 建立峡谷桥隧桥梁段模型

由于桥梁高度为 50m, 设置梯度风随高度变化, 速度入口最小风速为 2.44m/s, 随着高度增大, 最大风速为 25.63m/s。本研究以中国一汽解放 J7 重卡为研究对象, 计算模型按 1 : 1 尺寸建立, 车身尺寸为 16.5×2.55×4m。利用 GAMBIT 建立三维立体模型, 忽略车身上存在的如后视镜等的细小部件。整个流场区域选择空间四面体形式, 采用

非结构网格对其进行划分, 为了保证可以使用计算机来计算数据, 网格数量在 2000 万左右, 流场网格在模型周围加密, 远离模型网格逐渐变稀疏, 如图 1-1 所示。

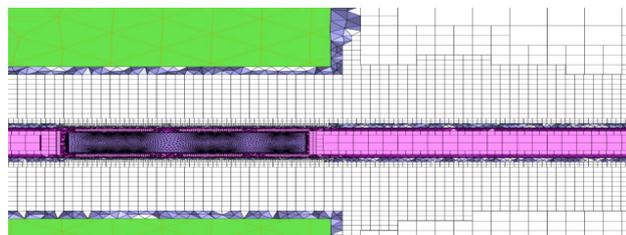


图 1 货车模型及网格

### 2.2 峡谷间距对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

只改变峡谷间距的工况下, 峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云图。

六分力系数分析见图 2。

【作者简介】张宏韡 (1999-), 男, 中国山西晋中人, 硕士, 从事交通运输、公路运输、汽车工程研究。

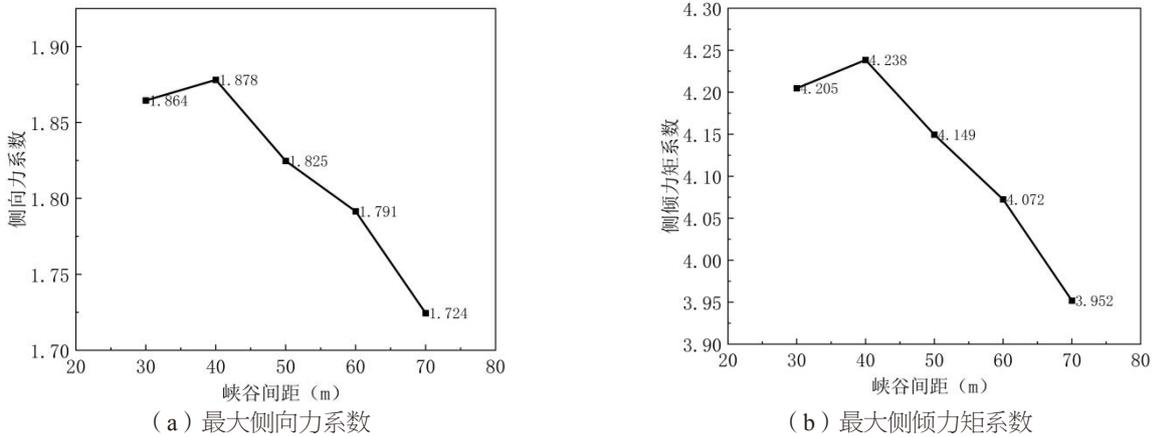


图 2 只改变峡谷间距时货车行车六分力系数

由图 2 分析货车处于不同峡谷间距下的最大六分力系数可知,间距越小,货车的最大侧向力系数和最大侧倾力矩系数越大,但 30m 峡谷间距的最大侧向力系数和最大侧倾力矩系数均小于 40m 峡谷间距。

货车行驶在不同峡谷间距下,货车车身表面压力分布通常相同,且车身最大压力随着峡谷间距的增加而增加。侧风会在车辆前部产生一个压力增大区,随着前部压力的增大,压力增大区不断向后延伸。因此,左侧的压力作用点靠近车身前部。而且由于风区中心前后货车的形状不同,会产生相对于形心有一定距离的风压中心,当风压中心在前侧,会迫使货车转向顺风向偏移,当在后侧会迫使货车转向风向逆风向偏移<sup>[1]</sup>。

### 2.3 车速对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

本节只改变货车车速的工况下,峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云二研究工况,分析货车处于不同车速下的最大六分力系数可知,随着货车车速的增大,货车的最大侧向力系数、最大阻力系数、最大侧倾力矩系数、最大升力系数、最大横摆力矩系数全都增大,唯有最大纵倾力矩系数在货车车速降为 40km/h 时,快速减小至 5.2 左右。

同货车行驶在不同峡谷间距的工况一样,货车车身表面压力分布相同,但车身最大压力随着货车车速的增加而增加,最大压力出现在车前部。当货车车速增加时,车辆前部压力增大,且压力增大区不断向后延伸。因此,左侧的压力作用点靠近车身前部。

#### 2.3.1 风向角对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

本节只改变来流风风向角,得到峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云图。

分析图 3 可知,当来流风风向角为垂直于货车前进方向时,货车承受最大六分力系数。当风向角变化为  $\pm 15^\circ$  时,货车所受的六分力系数变化极小,六分力曲线与  $0^\circ$  风向角时基本一致,但当风向角向  $\pm 60^\circ$  逐渐发展时,货车所受的六分力逐渐减小,且变化程度随着角度变化越大而越大,当风向角为  $\pm 60^\circ$  时,货车的六分力系数到达最小值。

当来流风风向角从  $0^\circ$  到  $-60^\circ$  变化时,车辆前部压力减小,且在  $0^\circ$  到  $-45^\circ$  区间内明显减小,但从  $-45^\circ$  到  $-60^\circ$  区间内,车前部压力变化极小,这是由于来流风风向角为  $-60^\circ$  时,流经峡谷桥梁段的风被峡谷两侧山体阻挡;当来流风风向角从  $0^\circ$  到  $60^\circ$  变化时,车辆前部压力也在减小,但在  $15^\circ$  时车前部压力达到最大值。

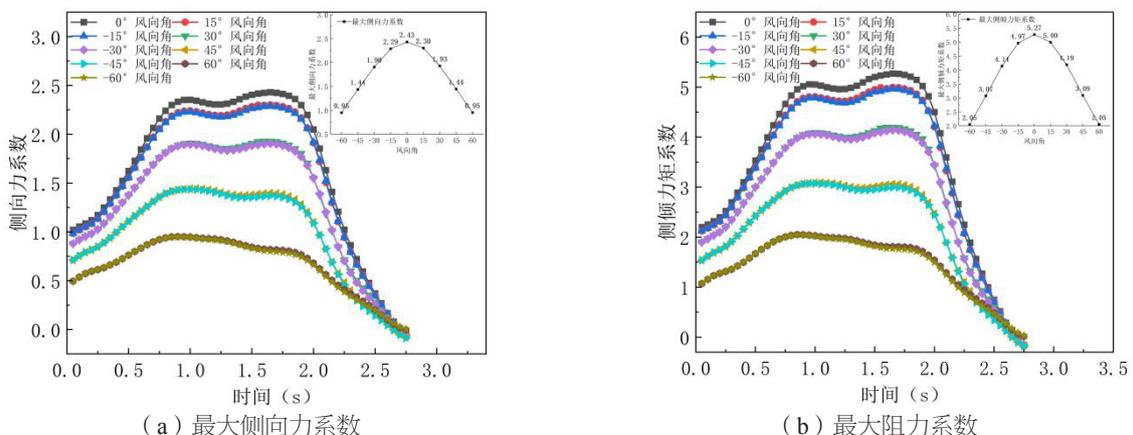


图 3 只改变来流风风向角时货车行车六分力系数

### 2.3.2 风攻角对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

本节只改变来流风风攻角,得到峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云图。

当来流风风攻角从 $-15^\circ$ 到 $0^\circ$ 变化时,车辆前部压力增大;当来流风风攻角从 $0^\circ$ 到 $15^\circ$ 变化时,车辆前部压力逐渐增大,在 $15^\circ$ 时车前部压力达到最大值,这是由于来流风风攻角为 $15^\circ$ 时,来流风流经峡谷时被峡谷加速,且由于山体上窄下粗,来流风的风攻角逐渐增大时,受到的阻碍越来越小,所以流速更大,货车行车过程中所受风荷载更大<sup>[2,3]</sup>。

### 2.4 并行、会车状态对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

本节只改货车行车状态,得到峡谷桥隧桥梁段货车行车时的六分力系数及行车压力云图。

#### 2.4.1 双车并行、会车

当双车接近时,在靠近风速入口一侧的车辆车身受到的压力较大,不利于行车安全;当两车基本重合时,每辆货车的气动效应进一步复杂,湍流动能更大,能量消耗增加,两辆货车的内侧压力进一步减小,车前涡流收敛至最小,车尾倒涡发展至最大;而当两车逐渐远离时,两车内侧涡流和车前涡流逐渐增大,车尾倒涡逐渐减小并消失。

当货车处于双车并行状态时,两辆货车的最大阻力系数和最大纵倾力矩系数变化趋势与单车状态相似,但速度入口侧的货车侧向力系数、升力系数和侧倾力矩系数均大于单车状态,压力出口侧货车的数值小于单车状态。

当货车处于双车会车状态时,侧向力系数侧倾力矩系数在双车在驶出隧道时出现波峰,在双车接近时剧烈下降,当两车基本重合时下降至最小值,而当两车逐渐远离时又陡然上升,出现一个波峰。

#### 2.4.2 超车状态对桥隧桥梁段货车瞬态气动特性影响

当速度入口侧货车车速 $80\text{km/h}$ ,压力出口侧货车车速 $40\text{km/h}$ 时,在超车前,前车迎风侧受到的压力较大,货车前部与背风侧有两个明显的涡流,随着货车逐渐驶出隧道,车前部的涡流向货车背风侧发展,而背风侧的涡流向货车尾部发展,不利于行车安全;在超车时,前车迎风面受到的压力减小,背风侧的负压逐渐增大,后车压力分布与单车状态相似,背风侧的涡流,逐渐从车头向车尾发展,并与前车的尾涡相互影响,湍流动能更大,不利于行车安全。

当速度入口侧货车车速 $80\text{km/h}$ ,压力出口侧货车车速 $40\text{km/h}$ 时,侧向力系数和侧倾力矩系数均大于单车状态,同时由于压力出口侧货车所受风荷载大部分被速度入口侧货车阻挡,所以其安全性更大。

## 3 结论

①峡谷间距越小,货车的最大侧向力系数和最大侧倾力矩系数越大;货车车速越大,货车的六分力越大,最大纵倾力矩系数在货车以 $50\text{km/h}$ 以上车速行驶时均为 $6.2$ 左右,唯有货车车速为 $40\text{km/h}$ 时快速减小至 $5.2$ 。

②当来流风风向角为垂直于货车前进方向时,货车承受最大六分力系数。当风向角变化为 $\pm 15^\circ$ 时,货车所受的六分力系数变化极小,六分力曲线与 $0^\circ$ 风向角时基本一致,但当风向角向 $\pm 60^\circ$ 逐渐发展时,货车所受的六分力逐渐减小;当风攻角由 $0^\circ$ 向 $15^\circ$ 发展时,货车所受的六分力逐渐减小,且变化程度随着角度变化越大而越大,当风攻角由 $0^\circ$ 向 $15^\circ$ 发展时,货车的六分力系数逐渐增大,其最大侧向力系数、最大阻力系数、最大侧倾力矩系数、最大横摆力矩系数在风攻角为 $15^\circ$ 时达到最大值;而最大升力系数和最大纵倾力矩系数在风攻角为 $10^\circ$ 时达到最大值。

③并行状态下两辆货车的最大阻力系数和最大纵倾力矩系数变化趋势与单车状态相似,但速度入口侧的货车数值大于单车状态,压力出口侧货车的数值小于单车状态

④当货车处于双车会车状态时,侧向力系数侧倾力矩系数在双车在驶出隧道时出现波峰,在双车接近时剧烈下降,当两车基本重合时下降至最小值,而当两车逐渐远离时又陡然上升。

⑤货车处于超车状态,当速度入口侧货车车速 $80\text{km/h}$ ,压力出口侧货车车速 $40\text{km/h}$ 时,侧向力系数和侧倾力矩系数均大于单车状态,同时由于压力出口侧货车所受风荷载大部分被速度入口侧货车阻挡,所以其安全性更大。

## 参考文献

- [1] 王露.风环境下山区高速公路峡谷桥梁段行车安全影响研究[D].西安:长安大学,2014.
- [2] 吴远栋.高速公路隧道火灾应急救援研究[J].消防界(电子版),2021,7(11):43-45.
- [3] 杨海波.基于空气动力学的汽车行驶安全性研究[D].成都:西华大学,2009.

# Analysis of the Risk and Countermeasures of Railway Freight Safety Management

Jing Zhao

Guoneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Cangzhou, Hebei, 061000, China

## Abstract

With the rapid development of railway transportation industry, the status of railway cargo transportation in the economic field is increasingly strengthened. However, the maintenance system of railway cargo transportation has encountered many challenges, including outdated facilities, personnel training and control, natural conditions and potential emergencies during transportation periods. Many dangerous factors not only restrict the transportation efficiency, but may also cause serious accidents and cause obvious economic losses. The data application analyzes the main challenges faced by the railway transportation guarantee governance structure, and forms the corresponding countermeasures, including strengthening the equipment maintenance and improvement, improving the standardized management of employees, enhancing the level of responding to emergencies and improving the transportation procedures. Through the implementation of a series of strategies, we can significantly improve the safety level of railway cargo transport, ensure the stability of the transport quality level, and give strong support for the sustained economic growth of the country.

## Keywords

railway freight; safety management; risk analysis; management countermeasures

## 铁路货运安全管理风险及对策分析

赵晶

国能朔黄铁路发展有限责任公司, 中国·河北 沧州 061000

## 摘要

随着铁路运输行业的飞速发展, 铁路货物运输在经济领域内地位日益强化。但是, 铁路货物运输的维护体系遭遇诸多挑战, 涉及设施陈旧、人员培训与管控、自然条件和在运输时段潜在的紧急事件等, 诸多危险因素不仅制约运送效率, 还可能引发严重意外, 造成明显的经济损失。数据应用剖析铁道运送保障治理架构面临的主要挑战关卡, 形成了相应的对策方案, 包含了强化设备保养与改进、完善员工标准化管理、提升应对突发情况的水平和改善运输程序。通过对我们制定一系列策略的执行, 可以显著提高铁路货物运输安全保障水平, 确保运输质量水平稳定性, 为国家发展和经济持续增长给予强大支持。

## 关键词

铁路货运; 安全管理; 风险分析; 管理对策

## 1 引言

铁路货运是国家物流运输的重要组成部分, 凭借其运量大、成本低、环保性强等优势, 在国民经济发展中占据着不可替代的地位。但是, 伴着运输需求量持续上升, 铁路货物运输监管机制遭遇的考验也更加明显地显露出来。近几年, 国内外地域地区出现频繁铁路货运事件显露现今安全监管存在许多难题, 如设施陈旧、管理缺失、应急措施不当等, 各种困难全方位制约了铁路货运进步, 从而导致严重事故, 巨大的经济损失和社会不良影响。所以, 探究铁路货物运输

的安全监管难题并制定切实有效解决方案, 具备着极高现实意义。文本将聚焦于铁路货运的现状探究, 分析安全防控环节主要风险点, 并针对地提出建议和优化方案, 旨在为铁路货运安全监管框架提供理论支撑与操作指南。

## 2 铁路货运安全管理的现状

铁路货运安全管理是确保铁路运输系统高效运行的重要环节, 直接关系到公共安全和经济发展。当前, 铁路货运安全管理面临着复杂而多变的挑战。铁路货运量的持续增长对安全管理提出了更高的要求。随着全球化进程加快, 国际铁路货运量也在增加, 导致铁路网络承载压力增大, 安全隐患随之增加。铁路货运安全管理体系虽然不断完善, 但仍存在一定的漏洞和不足。现有的安全管理措施主要集中在货物

【作者简介】赵晶(1993-), 女, 中国山西阳泉人, 本科, 助理工程师, 从事铁路货运安全管理研究。

装载、运输和卸载等环节，而对货运过程中的动态监控和实时预警系统的建设相对滞后。此外，铁路货运安全管理的标准化程度有待提升，各地区和部门在执行安全规程时可能存在不一致现象，从而影响整体安全水平<sup>[1]</sup>。

在技术层面，铁路货运安全管理逐渐引入先进的信息化和智能化技术，如GPS定位、视频监控和大数据分析等，这些技术的应用提高了对铁路货运过程的实时监控能力，有效预防和降低了安全事故的发生概率。然而，技术的更新换代和系统的整合问题仍然存在，尤其是在偏远地区，技术应用的普及度和稳定性还有待进一步提升。同时，铁路运输中的危险品管理也是一大难点。虽然国家对危险品运输制定了严格的规章制度，但实际操作中，如何有效防范和应对可能发生的泄漏、爆炸等事故仍需加强。人员培训和管理也是铁路货运安全的重要组成部分。安全管理的人员需要具备高度的专业素养和应急处理能力，但目前部分地区，安全管理人员的培训和素质提升仍未达到最佳状态，这在一定程度上影响了安全管理的效果。铁路货运安全管理需要在强化制度建设、提高技术水平、完善培训体系等方面不断努力，以确保铁路货运系统的安全性和稳定性。通过综合施策，提升铁路货运的整体安全管理水平，将有助于实现铁路运输的可持续发展<sup>[2]</sup>。

### 3 铁路货运安全管理的主要风险

铁路货物运输安全控制中关键风险因素可以总结为设施耗损、人力资源管理缺陷、环境条件以及意外事件等四个领域。设备磨损是铁路货物运输安全监管最为突出的安全缺陷之一表现，随着时间的推移，铁路网络的长期运作，诸多设备逐步显现老化征兆磨损情况，引起设备故障时常出现。在这种情况下，设备稳定性和可靠度显著下降，提高了运送期间出现意外的概率，虽然铁路网络中定期审查和维护流程已被设立，但经费制约、经营不善弊端，诸多设施未能按时更换难以匹配衰老速度，产生了重大安全漏洞。

工作人员的技术水平和安全意识直接影响到运输的安全质量。然而，现实中，因人员培训不足、实际操作经验欠缺或管理层面的问题，工作人员在日常操作中常常会出现错误或忽视细节，这些操作错误可能导致严重的安全隐患。工作人员的技能 and 经验对于铁路货运的安全至关重要。尽管大多数铁路部门会对新员工进行培训，但实际工作中，培训的深度和广度往往不足以涵盖所有可能的突发情况。新手员工或经验不足的工作人员在处理复杂情况时，容易因判断失误或操作不当导致安全事故。例如，在装卸货物时，如果操作不当，可能导致货物移位或损坏，进而影响列车的稳定性和安全性。在调度过程中，不适宜的调度命令可能引发列车追尾或错车事故，而司机在面对突发状况时的不当处理也可能导致事故发生。一方面，铁路货运的管理层可能未能有效监督和评估下属工作人员的操作，导致错误的操作行为未能及

时纠正。另一方面，一些管理措施和安全规程的执行不到位，例如对操作规范的遵循程度不够严格，使得实际操作中存在一定的随意性。这些管理上的疏漏可能导致操作过程中的细节被忽视，从而增加了安全风险。

自然环境的不可预测性也被视作铁路货运体系的安全保障体系中安全漏洞的一方面，铁路运输过程中经常穿越多种的地形和气候区，受自然条件影响较为显著。举例来说，狂风暴雨、冰雪灾害、山洪暴发等自然灾害或许对交通设施引起严重影响，伴随整个气象变动态势不断加剧，异常气候事件频繁发生，导致铁路货运遭遇的挑战不断上升<sup>[3]</sup>。

意外事件和应对措施是铁路货物运输安全防护之中需考虑的重要因素，铁路货物运输中，意外事件如机械损坏、事故等屡见不鲜，倘若应对策略出现缺陷，甚至不能立即应对或迟延，导致诸多意外事件或许会恶化为重大事故，引发巨大经济损失和人员伤亡事故。这表明铁路货运在应对突发事件及风险控制上仍存在显著缺陷，迫切需要提高应对突发事件的效率及反应速度，以妥善应对运输途中可能遭遇的各种风险情况，铁路货物运输安全控制需要关注的关键问题涵盖设备、人员、气候与环境 and 突发状况多个领域，诸多风险要素可能或许对铁路货物运输的安全稳定性造成严峻威胁，需要依靠全方位管理措施和有效的风险控制方法予以解决。

### 4 铁路货运安全管理对策

#### 4.1 加强设备维护与更新，提升运输安全性

强化设备保养和升级是增强铁轨货物运输安全性能领域关键方法的其中一种。铁路交通工具的稳固性能与可靠度直接关系到涉及交通安全的保障及效率保持，随着物流运输的稳定增长和耐用性提高。诸多重要设施比如机车、铁轨、信号设备等逐步呈现衰老和损耗状况，若干陈旧故障可能会引起设备故障风险上升提高，甚至形成重大安全缺陷。因此，执行有效的设备管理与升级策略显得尤为重要，经常性的机械检验和保养是确保机器设备顺畅运转的基本做法，拟定制定详尽的保养方案和检修规范，保障每一个关键设备获得适时的保养，有助于显著增加机器的使用年限，降低出故障的可能性，保修作业包括针对机车动力装置、制动系统、车轮轴系等若干主要组件执行检验和保养，针对性对铁轨执行清除和修整，以及针对信号设备执行调整和更新等等。

针对一些陈旧设施的改良同样也是确保运输安全系数的重要手段，伴随着科技发展和机械产生，许多现代的机器在性能指标和稳定性能上显示出明显优点。运用时常更新老旧硬件，采用尖端技术、新型器材，有助于明显地提高运作体系中全面稳定性能和效率性。举例来说，运用先进的检测设备和自动化管理平台，有助于增强设备的运行稳定性，并且运用远程监控和数据处理，迅速识别即时处理隐藏的安全风险。为了保障设备维护与更新工作的有效性，还需要加强对相关人员的培训，增强他们的专业技能和安全意识，确保

设备维护和操作符合标准,充足的资金投入和科学的资源配置也是保证设备维护与更新工作的顺利进行的重要保障<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 完善员工管理与训练体系,防止主观失误发生

优化人员管理与教育体系是降低铁路货运领域由于人为操作失误的重要对策,铁路运输的安全不仅关联于基础设施的状态,也跟操作人员的能力和管理能力密切相关,完善监管体系是保障工作稳定关键所在。铁路货物运输涉及众多岗位,例如火车驾驶员、调度员、装卸工等,这些岗位的工作人员必须具备相应的专业技能和安全意识,利用制定明确职责范围和操作流程,明确各项执行标准任务要求,能够有效减少失误发生。与此同时,制定精细的考核与激励体系,激励职员严格遵守操作流程,保障安全管理优秀实践得到有效执行,强化员工训练是降低职场错误的部分,培训应涵盖以下几个方面:核心是基本技能培养,保证所有人员熟练必需技能和理论知识点,如车技、物资搬运、信号辨认等等;紧接着是安全观念的培育,通过阐释安全事件实例和操作规程,增强工作人员对安全意识和风险控制能力;最后是急救训练,增强职员在意外情况危急时刻应对突发状况的能力和处置能力。

人事管理部门还应重视员工工作表现与心理状况的维护,长期的高压力劳动易于引起疲惫和精神不集中,这可能对工作安全形成风险。所以,科学分配工作时间和规划,保障充分休息时间和调整时间,保障工作者工作过程中维持高效率,是增强工作安全的关键举措。设立职员情感指导体系,有利于员工减轻工作压力,保障其心理状态健康,同时防止因心理因素导致的失误发生。借助完善人员管理机制、加强教育与注重员工福利,铁路货运的安全监管能够明显减少人为错误。这明显增强了提高了工作规范化程度和安全性能,还提升了员工的担当精神和防范意识,从而确保了铁路货物运输全方位安全标准<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 建立健全的应急处理体系,提高突发事件的应对能力

构建全面的应急机制是增强铁路货物运输紧急情况应对效率的重要措施。铁路货运过程中,突发事件如机械故障、自然灾害、事故等,时有发生,其复杂性和不可预测性要求铁路管理部门具备高效的应急处理能力,拟定周密的应急响应计划是应急管理核心部分,制定出的应对方案需要包含潜在所有紧急情况,涉及机器故障、交通意外、自然灾害等,并依据各种情况制定配套的应对策略和执行步骤,制定应急响应计划需要根据实际情况,确立分配所有应急响应职责,规划明确的操作步骤及协同机制,保障在紧急情况出现之际,各部门能迅速做出反应,有序应对和处理事件。

强化应急演练和教育培养是增强应对突发状况技巧关键的必要步骤。时常进行应急演练,有助于员工熟悉应急措施操作流程,提高其应对紧急情况实务操作能力,培训内容应全面覆盖各类紧急情况,借助模仿尽可能真实地呈现灾况场景,检验应急响应预案的实施成效,进而培训成效进行适当合适的调整与完善。在此过程中,对有关员工开展进行应对措施紧急情况的专业训练,涵盖了应急操作、现场救护、灾后重建等,保证其拥有应对各种紧急情况技能与能力,锻炼和实践不仅提升了员工对抗压能力,还增强了员工面临意外情况发生之时的信心和沉着应对。

完备周全的应对策略和手段同样是应急管理体系关键组成部分,铁路货物运输需要装备紧急救援装备,如救援车、急救箱、通讯工具等,以便于紧急情况发生的时候有能力和条件迅速给予后援支持,救助物品的分配应依据实际需求执行周到计划,保证其在紧要关头得以准时到达设定地点。与此同时,设立应急指挥中心和信息管理系统,以实时监控和调度各种应急物资,提升应急反应速度和效率。采用制定出周密的应对方案、增强应急演练、全面的应急资源,能够显著增强铁路货物运输遭遇紧急情况发生之际应对效率,这考虑兼顾可以最大程度降低意外情况对交通安全风险,且确保铁路货运系统的稳定运作和公众安全保护<sup>[6]</sup>。

## 5 结语

总的来说,铁路货运安全管理风险涉及设备、人员、环境和突发事件等多个方面。通过加强设备维护与更新、完善人员管理与培训、关注环境因素影响以及建立应急处理体系,可以有效应对这些风险,提高铁路货运的安全性。这些对策的实施不仅有助于保障运输的顺畅和安全,还能提升铁路货运系统的整体运行效率,为经济发展和社会稳定提供坚实的保障。

### 参考文献

- [1] 何苗.铁路货运安全隐患管理研究[J].中国设备工程,2022(8):130-132.
- [2] 杨楠.铁路运输安全管理主要问题与铁路货运管理体制探讨[J].中国设备工程,2021(19):82-83.
- [3] 刘伟达.关于提升专用线货运安全管理水平的探讨[J].铁道技术监督,2021,49(7):45-48.
- [4] 孙光怡.铁路货物运输安全管理评价研究[D].大连:大连交通大学,2021.
- [5] 帕拉提江·沙力.铁路货运安全管理的影响因素及对策[J].综合运输,2021,43(5):41-47.
- [6] 李政.铁路货物运输安全分析与风险防范探讨[J].中国市场,2021(13):152-153+158.

# Research on the Countermeasures of Railway Freight Transportation to Modern Logistics

Chunmeng Liu

Guoneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd. Logistics Branch, Cangzhou, Hebei, 061000, China

## Abstract

With the acceleration of the global economic integration process, modern logistics has become an important means to improve transportation efficiency and reduce operating costs. Railway cargo transportation is one of the most important ways of logistics in China. In following the traditional logistics means, there are many challenges in the efficiency bottleneck and the rigid application of service mode. This paper studies the transformation strategy of railway freight to modern logistics, and discusses the current situation in the field of railway transportation and the development direction of modern logistics. This paper puts forward the strategy of improving the development of railway freight industry, covering the application of information in railway freight, promoting the coordination with other modes of transportation, improving the level of logistics service, promoting the combination of railway freight and the combination with modern logistics management. The research shows that only by relying on the implementation of the comprehensive strategy, the railway transportation enterprises can successfully meet the requirements of contemporary transportation and improve the transportation efficiency and service quality level, so they win the dominant position in the fierce transportation competition environment.

## Keywords

railway; goods; transportation; modern logistics; development

## 铁路货物运输向现代物流发展的对策研究

刘春萌

国能朔黄铁路发展有限责任公司物流分公司, 中国·河北 沧州 061000

## 摘要

随着全球经济一体化进程的加快, 现代物流已成为提高运输效率和降低运营成本的重要手段。铁路货物运输作为中国重要的物流方式之一。在遵循传统的物流手段中, 遭遇效率瓶颈、服务模式刻板信息技术应用存在缺陷诸多挑战。论文在研究铁路货运向现代化物流领域转型策略方案, 经过探讨铁路运输领域现状和现代物流发展方向。提出了改进铁路货运业发展策略, 涵盖提升信息化运用在铁路货运、促进与其他运输方式协调、提升物流服务水平、促进铁路货运和与现代化物流管理结合等。研究显示, 唯有依赖全方位策略实施, 铁道运送企业方能够顺利符合当代运送要求, 提升运送效能服务品质水平, 故此激烈的运输竞争环境中赢得优势地位。

## 关键词

铁路; 货物; 运输; 现代物流; 发展

## 1 引言

随着经济全球化的市场体系的迅猛拓展, 物流行业在经济增长过程中地位逐渐明显上升, 铁路运输系统作为中国物流领域关键环节, 展现出运输效率高、经济性好等特点。但是, 随着消费需求多元化和当代物流手段快速提升, 陈旧的铁路货运体系现已显现诸多问题。比如信息科技应用程度不足、运送效率低效、服务便捷性不足等。为了适应物流行业标准和市场需求, 铁路货运须采取革新策略与提高, 期望于探究铁路货运遭遇的挑战, 根据当前物流发展态势, 提出

了解决方案切实可行的解决方案和改进措施, 目的是达成现代化铁路货运系统, 提升整个物流行业的效率和服务质量标准。

## 2 铁路货物运输现状

铁路运输作为关键要素国家交通系统的支柱, 在促进国家经济增长与物流行业的进步发挥了极其重要的作用。地下铁物资输送依赖其运送能力强大无比、成本相对较低、绿色环保性佳诸多优势, 长久以来一直是物资迁移重要手段。但是, 伴着财富快速增长与商业领域持续变革, 铁轨商品运送情况也显现多个难题, 传统的铁轨物品运输方法依然一以贯之的特有的运送方式作为着根本手段, 这导致铁路货运在多个领域显露短缺, 无法满足当下物流行业对高效率和方便

【作者简介】刘春萌(1987-), 女, 中国河北保定人, 助理工程师, 从事货物运输研究。

需求准则<sup>[1]</sup>。

铁路货运在与其他途径运输手段配合运行领域显现不足,尽管铁道物品输送具备运送众多物料,但其在近程物流和一条龙服务模式在该范畴短板导致其在综合运输体系位置上存在感不足显著体现。众多制约因素导致铁路货运无法有效发挥潜力,尤其在面临集装箱运输领域和综合物流服务竞争压力下表现为心有余而力不足,城市轨道交通物料运送的服务质量准则同样需要提升,以往的物流系统服务流程较为复杂。信息反馈较为迟缓,用户反馈及问题解决速率较低,这导致铁道货品运送服务项目用户感受不太理想,难以符合不断扩大的市场需求和客户期望。

### 3 现代物流对铁路货物运输的要求

目前物流领域对铁路货运制定了更为精密的标准体系,以便应对不断变化且多元的商业物流需求。信息技术的进步是当代物流领域对铁路货运基本需求,当代供应链体系管理着重强调及时信息的取得和加工,以完成对运送流程的全方位监督与改善。铁路货物运输须采用先进的信息科技手段,构建高效率的信息处理平台,涵盖了货物追踪、实时调度以及数据处理等多个功能单元,旨在提升运输效能及精准度,这甚至有能够加快降低信息传递过程的延时,并行地提高反应速度,增强用户体验。

当代运送注重联合运输的有效配合,传统的铁路货物运输多依赖其独立的铁路运输系统。现代物流行业要求将铁路运输与其他多种运输方式如陆地、航空、水路等紧密联结起来,为了满足迎合这一要求,铁路货物运输业务需求改进和运输途径的衔接点和流程,保障货物不同交通方式之间顺畅对接。这不仅能够提高运输过程整体效能,还能赋予额外灵活性和便利性,符合不同客户需求。服务水平的提高同样是现今物流领域对铁路货运物资关键需求,当下供应链管理重视用户感受,务必要供应链治理服务品质需要保持高水准的稳定性、可靠性与灵活性,铁路货物运输需优化服务流程,精简操作流程,缩减货物处理时长,并提升对客户需求的响应效率,服务的定制化服务也应转变为为提升服务质量的关键发展态势,以满足各式各样的顾客特定要求与喜好<sup>[2]</sup>。

当下物流领域提倡在物流管理体制达成革新,现在物流调控格外重视提出供应链体系各个环节协同协调,应当铁路货运需求与供应链的其他部分,如仓储服务、配送服务、库存管理等紧密配合。为了满足这一要求,铁路货物运输需要采用现代化的管理理念和技术,如智能调度系统、优化的库存管理方法等,以提高整体运营效率和资源利用率。

## 4 铁路货物运输向现代物流发展的对策

### 4.1 提升信息化水平

提高技术信息能力是铁道货品运送现代化转变核心之处,信息技术的改良不止可以明显提高运送效率,还能改善管理环节、降低开支和提升用户感受,铁路货运须构建高

效信息管理系统。这涵盖实时货物跟踪系统、动态分配机制和综合数据处理系统,实时商品追踪系统能够利用GPS和RFID技术,实现对商品的全方位追踪与监管,及时更新商品所在及状况,确保信息的精确传递和清晰度。这也能降低物品遗失风险的可能和延迟概率,进而提升顾客对物流环节信心和满意程度。

及时设计结构的建立也极其重要,它具有运用整合了高效的计算方法和数据管控,及时改善列车调度的优化和货物分配的优化任务工作。利用剖析历史纪录片和最新数据,高效调度体系能够预估运输需求量、优化分配运输资源,迅速执行操作意外事件。该种原理运用效果显著明显减少空驶率和提高运输效能,因此降低总体物流成本,资料汇总剖析平台则依据对处理掉海量资料和评估,输出决策辅助,助力决策层制定出明智可行的商业策略,经由整理和分析物流信息、消费需求、用户反馈等各类信息处理,有利于发现现有问题提升空间,优化工作流程服务水准<sup>[3]</sup>。

信息技术的进步仍然需要重视整体统筹与统一性标准,各类信息媒介之间存在需要完成无阻碍连接,用来保证信息畅达传输和共享特性保持。这需要关联铁路货物运输公司在优化处理流程过程中,重视技术规范一致性和接口兼容性,防止信息壁垒情况和数据重复提交相关问题,依然需要对员工进行全方位训练,提升其对新技术掌握操作技能,确保信息管理体系正常运作,提升技术层面水平对铁路货运的发展至关重要。应用搭建即时物流监管平台、高效率转运枢纽和全方位信息管理系统,并重视整体优化与灵活性,铁路货运业务预测明显提升运输效能、精细化管理环节、降低费用,并提升客户满意度,此举亦有利于增强公司竞争力,同时为全体物流行业现代化改造过程建立了坚实的基础支撑体系。

### 4.2 加强与其他交通方式的联动

强化和物流手段协同是提高铁路货物运输的效率性服务水准重要策略,铁路货物运输在远程及大批物资运输领域具有显著优点,但是短途配送与居家配送服务经常难以满足需求方要求。所以,完成各类运输方式顺畅连接,是提高全面运输效率、符合多元市场需求唯一途径,铁路运送需要与公路运送体系建立高效率的综合化运送网络,这得以借助设立铁路物流基地和公路中转站得以实现,铁路货物抵达铁路货站后,便能迅速转至公路交通网,以便完成终端配送环节,这种沟通方式不仅能够缩短商品运送期间等候时间,并且增强总体运送的灵活度和便捷度<sup>[4]</sup>。

与空中物流的配合同样重要关键性,有的敏感性较强的物品,如急用物资或贵重物品,铁路运输部门可以运用与航空物流体系协同联结,提供更高效的运送服务。举例来说,交通运输线路能够将物资运送至重要的航空枢纽,随后利用航空运输运送物资抵达目的地,这种协作模式能够提高运输效率,并且能够拓宽铁路货运服务范围和服务领域,符合不同客户需求。铁路运输行业需要与水上交通系统达成有效

联结,特别是在海滨地区和内陆水域,水路运输在大批物资的运输扮演着关键角色,铁道与水道运输的协作可以通过构建物流集散枢纽和综合性运输网络得以实施,铁路物流拥有实力能够把商品运送至码头,接着借助海运实施长途运输。

促进各方协作核心来自创建及其优化配套设备和运作步骤,必须实施修建轨道和运输工具的转换站点。如物资换乘枢纽、综合性物流枢纽等,借此提高运输效率,在此过程中,需制定一致操作准则和信息互通机制,保障各种交通方式之信息传播畅通无阻和协调运行。采用各类手段,铁轨商品运送能够更加有效地融入当代供应链系统,提高总体运送效能与服务质量。改进铁路货运与各种运输方式合作,有利于显著提高供应链的运作效率、削减运输费用,并符合市场对多元与快捷物流的需求,借助改进衔接设施设备、优化作业程序和数据交互平台,轨道商品运送能够完成与道路、空中货物运输、水上等运输手段无间隔联结,构建更高效率更高和灵活性更强的综合物流系统平台网络体系系统<sup>[9]</sup>。

#### 4.3 改进物流服务质量

铁路运输中对货物的安全监管需要加强,涉及全方位的装卸及运输各个阶段安全防护措施,保障货物在旅途中保持完整与安全。在此过程中,应构建物资管理体系,采用即时监管和信息记载,迅速识别和处理运输难题,以降低物资损耗和延迟风险,铁路货物运输需要提高效率,改善中转环节,进而减少运送耗时,应用实施尖端的物流手段,如智能调度技术和自动化卸载工具,提升运输效能和精准度。与此同时,提高车辆行驶准时率同样是重要因素之一,降低因车辆晚点引起的乘客不便问题。

铁路运送需要依据各式顾客个别需求,制定专门定制的服务计划。举例来说,能够按照客户的特殊要求提供专门运输路线、综合服务项目种类等个性化服务。另外,成立专项客户服务小组,供应答疑解惑、难题解决和后续支持,有助于显著提高客户满意感受和忠诚程度,提升客户交流与信息共享能力和服务品质升级关键要素。轨道交通行业需建立高效率的资讯交流平台,保证顾客可以达成实时了解货物流转情况和信息,利用搭建网络平台和数据管理系统,用户能够任意时刻查看货品所在提高对物流环节的监控效能。

#### 4.4 推动物流管理模式的融合

惯例的轨道运输主要承担远程及大量运输任务,一般依靠固定路线与时刻表安排运行。在当前数字化管理规范化处理方式则着重强调提出信息流动、物资流通和资本运作的顺畅无阻,利用整合各类资源和合理配置,达成物流运作的灵活性特点和高效率特点,利用将该两种手段结合,铁路货

物运输可以在确保货物的稳定运输和高效输送并加快市场需求的响应速率。传统的铁路运输主要关注物流的运输过程,供应链管理优化则致力于整个供应链的全面优化,涵盖采办、制造、库存管理和分发等多个环节的协调一致,应用将供应链管理思想整合入铁路货运配送系统,达到对运输全程全面优化,提升整体作业效能。举例来说,铁路货运有潜力与供应链体系内其他部分实现信息互通,改善库存控制和订单作业,提升资源利用效率。

推进铁路货运业务与信息技术的深度结合也提高物流管理系统的平台效率,信息技术的进步推动物流行业的管理能够执行更为高阶的智能化的操作任务和自动化流程控制。运用综合数据处理技术、智能方法和通信技术,铁路货运可以实时监控运输情况、预估运输需求进而实施即时调整。举例来说,利用大量信息剖析,能够对运送路径实现改善,降低运送时间耗费和成本开支;借助网络连接手段,能够完成对货物即时跟踪和监管,提高运送过程的清晰度和安全水平。推进多样化交通的调和同样是完成物流管理方法协同的重要部分,铁路运输体系与陆地、空中通道、水上航线等运输方式的协同运作有利于构建更加顺畅物流系统供应链体系网络结构,借助打造优化物流枢纽和联合运输中心,达成各种运输手段彼此有效配合,从而提高全面物流运作效率和灵活应变能力,举例来说,铁轨可以用于运送货物运达关键的物流枢纽,之后运用各种交通工具实施终极配送工作,完成直面对点服务活动。

## 5 结语

总体来看,铁路货运向现代物流领域演变战略性讨论涵盖多个领域,包含现状评估、物流领域的需求、具体优化方案和执行成果。通过综合施策和系统推进,铁路货物运输可以在现代物流环境中实现更高效、更灵活的发展,为现代物流体系的优化和升级作出重要贡献。

### 参考文献

- [1] 李静.铁路货物运输向现代物流发展的对策研究[J].中国物流与采购,2023(16):61-62.
- [2] 全德武.现代铁路货物运输在物流发展策略[J].智能城市,2017,3(7):136.
- [3] 解勇.现代物流条件下铁路货物运输的市场应对研究[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2017(2):85-86.
- [4] 刘海升.铁路货物运输发展现代物流探讨[J].现代国企研究,2016(24):152.
- [5] 张伟.铁路货物运输物流总包模式及作业优化研究[D].兰州:兰州交通大学,2016.

# Analysis of the Existing Problems and Countermeasures of Railway Cargo Loading and Reinforcement

Yanzhen Yue

Guoneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

## Abstract

The process of filling track materials is an important link in ensuring the safety and efficiency of material transportation. However, in practical activities, railway freight loading and unloading and stable handling encounter numerous challenges, such as non-standard loading operations, inappropriate fixing methods, inappropriate selection of reinforcement materials, etc., which may also cause damage to goods and various safety incidents during transportation. Through the research on strengthening strategies for railway freight transportation, the main reasons for the challenges faced were sorted out, and corresponding response strategies were formulated based on specific cases. To address and solve transportation non-compliance issues, more specific transportation regulations and operating procedures were proposed; Make adjustments to address the issue of inappropriate methods during the rectification period, and propose to strengthen and enhance technical training and popularization; Targeting the problem of improper selection of reinforcement materials, it is proposed to enhance the understanding and application skills of reinforcement material characteristics, and to use thorough analysis and response strategies to improve railway freight efficiency and reduce risk damage during transportation.

## Keywords

railway; cargo; loading; reinforcement technology; problems; countermeasures

## 铁路货物装载加固存在的问题与对策分析

岳艳贞

国能朔黄铁路发展有限责任公司, 中国·天津 300000

## 摘要

轨道物料填充过程是保障物料传输的安全性与效率性的重要环节,但是,在实践中,铁路货运装卸与稳定处理遭遇众多挑战,如装载操作不规范、固定手段不恰当、加固材料的挑选不恰当等,还可能引发运送期间货品损毁和多种安全事件的产生,通过对铁路货运强化策略调研工作,梳理了面临的主要挑战原因,依据具体案例制定了相应的应对策略,针对处理解决运输不合规问题,提议拟定更加具体的运输规定和操作流程;针对解决整改期间方式不恰当的问题作出调整,提议强化提升技术性培训与普及;针对性地处理强化材料选用不当的难题,提议增强对强化材料特性理解和应用技能,运用彻底剖析和应对策略提议,目的在于用以提高铁路货运效率,降低运输过程中风险损害。

## 关键词

铁路; 货物; 装载; 加固技术; 问题; 对策

## 1 引言

铁路运输作为一种重要的物流方式,其运输效率和安全性直接影响到经济发展和社会稳定,在铁路运送领域物资运输中,装卸稳固是确保物资完好无损的重要职责步骤,但是,伴随运输需求的增长和运输工作的复杂化,铁路货物装载环节与加固步骤遭遇着不断增加的考验,摆放不规范、固定方式不妥当和稳定剂选择不恰当等弊端时常出现,这不仅影响了运输过程中货物安全,乃至可能导致经济损失和环境损害,所以,研究铁路物料运输强化面临的问题和处理策略

具有非常现实意义,论文将铁路货物装载状况展开探讨,指出缺陷所在,进而提出解决策略,旨在提高安全性和效率,供相关机构和部门参考。

## 2 铁路货物装载加固的现状

铁路物料捆绑作业是保障货物在运送途中稳固是重要步骤。目前呈现显著的规范性增强的发展趋势,但是涌现诸多待解决的问题,在具体实践中,铁路运输货物时一般遵守既定的规范和标准,以确保货物在运输过程中的稳定性和安全性,但是,伴着运输需求量持续增加不断上升和货品种类繁多,惯例的运输与加强稳固手段也遭遇着新的挑战,现在的装载作业任务强化保障实施步骤中,部分公司执行装载作业标准常有不完全符合标准的情况,使得装载成效降低,在货

【作者简介】岳艳贞(1988-),女,中国山西阳泉人,本科,助理工程师,从事铁路运输装载加固研究。

物运输过程中可能会发生位移或倾斜甚至可能导致损坏<sup>[1]</sup>。

固定方法的技术水平和实际应用效果呈现不同,若干公司选择了不适当的固化方法,未保障商品的安全状态,另外,加固剂挑选和应用持续更新,但对它们特性理解和应用能力仍然不足,这导致一些公司在其加固剂应用过程中显示出自发性和不和谐性,导致加固成效的稳固性和可信度。虽然近几年铁路运输领域在装载加固技术及设备上取得了一定进展。

### 3 铁路货物装载加固存在的问题

在铁路货物装卸过程中,实际操作遭遇了不少难题,这些问题相当程度上制约了铁路货物运输的安全性和效率保证,转变不符规则属于普遍难题。在铁路运输行业中,虽然发布了相应的装载标准规章,但有些企业未严格遵守,造成装载环节出现违规情况。例如,货物的排列不合理、超载或不均匀装载等情况,都会导致货物在运输过程中出现位移、倾斜甚至破损,明确方法不妥同样地再次关键问题,某些存在一些固定模式加载过程中应用的技术手段尚需优化,选用的特定设备缺少兼容性考虑,造成加载不稳定问题,在此情况下,物品于运送期间或许会产生晃动或位移,提高了物品受损的可能性<sup>[2]</sup>。

提升装备的挑选和使用错误同样是严重难题,尽管市面有诸多强化剂可供挑选,但部分公司于挑选用品时缺少充分根据,未按照各种运送物品具体需要挑选适宜强化材料,这明显降低了改进效果,甚至可能引起财务及物资资源的浪费,铁路货物装载时面临的主要挑战涵盖装载作业不规范、固定方法不合适以及加固材料的选择不妥当,这些挑战的存在对货物运输安全性和效率带来了重大影响。

### 4 铁路货物装载加固问题的成因

铁路货物搭载稳定性缺陷难题原因多种多样,关键环节制度执行不充分、技术能力参差不齐和管理体制存在不足等范畴,填充不符合规范的原因关键源自来自于一些公司对填充标准与标准规定的履行不够严格,从一个新的视角,现行的装载规则虽然已被制定,但是标准化训练和宣传活动尚不充足,工作人员在理解与执行规范上存在偏差,导致在实际操作中出现了解决方案不符合规定的现象。在此同时,一些公司目的是旨在节约时间和成本,可能装卸步骤任意改变程序,忽略了货物运输的安全规则,拟定方法不妥难题起因技术能力和运用不平衡,一些公司在日常运营中技术运用,缺少对新设备和技术的掌握,选用和运用传统机器不合适,没有完全保证产品质量的可靠性。

加强材料选择不恰当方面则关联到对材料特性认知不足,诸多公司等挑选防腐剂时,没有根据合适综合评估,没有依据商品属性和物流要求,挑选出最佳适配的成分,这致使了稳定性的问题,甚至可能导致原料的浪费,铁路货物固

定问题的根源所在涉及规范执行不彻底、技术能力不一以及对加固材料理解不够深入等诸多层面,这些问题需要采取严格执行规范、提高技术能力和改进材料选用方式等对应策略进行解决。

## 5 铁路货物装载的对策

### 5.1 制定严格的装载标准和操作规范

制定出严苛的装载规范和操作流程是提升铁路货物装载的安全性核心策略,这一措施显著效果体现为优化步骤、提高安全防护和减少风险发生可能等多方面,清晰具体详细完整运送标准是保障物品安全运输的核心要素。现在,虽然已经制定了装载标准,但之所以如此如此规范不够详细也没有符合新型物品和涉及运输方式更新换代,在实际操作中时常出现问题执行准则不一贯,为了彻底处理该难题,必须拟定和执行更为具体和明确的装载作业标准,这些标准应包括各种种类货物装载要求项、稳固方式和强化材料类应用规范,采用形成细致规程,可给予员工制定出具体的指令,降低因为操作失误引起的货损或运输故障<sup>[3]</sup>。

拟定与实施操作流程同样关键,操作指南不但包含了详细装载程序和固定技术,还应涵盖操作者的培训资料包、检验程序以及验收步骤等多个环节,执行标准化的程序流程,有助于提高工作统一性和稳定性和可信度,保证每次搬运工作都能依据预设规范执行,从而降低人工干预对安全方面的隐患作用。与此同时,高效地落实务必强化监管体系,公司应时常对填充过程进行审核,保证职员依据标准操作,立刻识别和改正不满足既定标准作业步骤。只要处于严格监督环境下,装配规范和操作步骤才能实现执行切实履行,制定完备的装载规范与操作流程,还需依据实际状况进行持续的优化和调整,考虑到物品种类繁多且性质各异和运输手段更新,现在的装载规范可能已不适应满足不断变化的要求,所以,相关机构和公司需要定期对装载标准进行检查和更新,保证其和最新运输手段和实际操作需要相符合,尤其在面临崭新商品和特性鲜明的物流场景时,需要制定出特定规则和规范,以便满足不断上升需求量。

在制定以及执行严格填充规定与操作流程的标准化步骤之中,公司同时也需要注重对员工进行培训和教育,职员的专业技能可能关乎装载作业安全,所以,公司需要制定完备的培训体系,对新进员工实施入门培训,对现有员工实施周期性培训,保证员工熟悉最新的装载作业技术和操作标准,借助训练增强,能够增进员工技能水平和操作技能,所以优化装载平稳性,制订严格装载作业规范和操作流程规范是提高铁路运输货物装载稳固性效率关键措施,这种手段同时具备改进作业流程、确保货品安全,也降低运送期间危险,应用提炼及完善流程、增强执行规范化流程、时常升级规范教育员工,公司能够显著提高高装运稳定性,确保铁轨货运安全和效率<sup>[4]</sup>。

## 5.2 加强固顶技术的培训与推广

强化优化技术途径的训练与普及是增进铁道物料填充物稳定性效率至关重要方法诸多措施之一,涉及技术人才能力提升、技术应用推广和操作标准健全,坚实技能手段的训练教程应归类为铁路货物搬运控制工作核心步骤。现阶段,众多公司于现有技术运用方面呈现差别,一些职员对新式固定技巧理解不够,使得固定成果未达预期,所以,公司需要创立完善的培训体系,时常对员工实施专业训练。培训内容应包含扎实的基础技术理论、前沿技术的具体运用、设备的恰当挑选和使用等多个方面,旨在提高操作人员的技术操作技能和技术应用能力,经历系统训练,员工可以熟悉先进的装配技术步骤,因此显著地提高装配效率和货物保护性,稳固技术方式的普及同样关键,除了培训,公司还需要主动宣传尖端的稳固设施和器械,伴着科技手段的进步,尖端的增强工具与系统持续出现,诸多技术和设备在增强稳定性、降低物料损耗领域展现出明显优点,但技术推广和运用依然遭遇诸多挑战,如一些公司对新科技认识不够、使用决心不强等,所以,组织应利用各类渠道宣传先进的稳定技术方法,涵盖举行技术研讨会、展出高端设备以及研发成果、请学者发表演讲等方法,增进技术认知水平和使用频率。

在提高稳固化技术能力层次整体性培训课程与推广活动期间,并且必须关注技术使用情况的反馈信息精确优化,培养和普及并非仅仅是单一的阶段,还必须重视细致运用之间环节问题环节难题所在及反馈信息,公司应设立技术交流平台,汇总员工工作过程中反馈的疑问和改进建议,针对性地对当前技术状况实施改善提升,采用持续手段改善,能够提高现在技术范畴内应用范围与效率,所以更加有效地符合实际需求领域。加强扎实素质的培育与推广还须融合实践应用详尽操作过程,各类与物品相关运送环境对配送技术的详细需求各不相同,所以在技术推广与培训环节必须思索执行人员实际操作能力差异,编制适应具体实际的操作指南培训材料。

## 5.3 提升对改善材质性质理解和应用技巧

加强对强化物资理解执行应用技术是确保铁路运输货物稳固效果重要因素,选择合适加固材料和运用对确保运送物品的安全性稳固性产生重要影响。但是,现在在加固材料的运用过程中,诸多公司对它们的特性及适用范围理解不够,导致加固效果不稳定和物品损坏的风险,公司需要加强对各类强化材料性能参数的了解,涵盖其坚固度、持久性、适用性等,多种多样强化剂如金属棒、塑料条、木制支架等,其属性与应用场景各有不同。所以,公司需要对材料的物理参

数及应用需求执行深入分析及评价,比如说,部分物品可能呈现潮湿环境中表现较差,另一方面材料在这种情况下在重载条件下表现更为优异,运用细致剖析特性,公司依据具体要求挑选最适宜的强化材料,因此提升商品稳定效能指标<sup>[9]</sup>。

增进加强原料运用效率属性其次关键点层面上是改善原料性质应用方式,纵使对添加剂已然建立全面理解,纵使其运用方式不当,依然难以展现材料的最大潜力,所以,组织应拟定及普及合理强化产品使用标准及操作步骤程序,保障所有物品被依据最适宜使用环境得到使用,举例来说,针对坚硬金属材料带使用,务必保证其拉力程度满足规范,用来实现最佳稳定特性。面对着繁多产品和物流状况,公司需制定使用指南,指出适当的不同产品操作方法和安全提示,进而降低由于误操作引起的结构稳固性下降,公司还应时常评定改善提升产品效能效率,伴着技术手段的提升及材料技术的突破性进展,众多强化材料不断出现,目前使用的材料未来可能会逐步被替代提升,公司应设立物料性能评价体系,对库存物料执行定期审查,掌握其实际表现和缺陷所在,经历审核,能够即时识别材料应用阶段中缺陷,依据审核结论执行改善或替换,保证提升成效的持久稳固,在此同时,公司还应该关注到业界趋势,掌握最新的研发成果新材料研发和应用前景,及时引入先进强化材料的使用,用来提高强化效果。

## 6 结语

总的来看,处理铁路货运装载和稳固问题所在,需要从拟定清晰的规程性要求和详尽的规范、提升技术培训及推广实施、增强对材料的认识和应用能力和加大监管力度多个角度着手解决,若干措施的执行有助于显著增进铁路货物装载均衡的效率,增强安全性,减少货损和运输事故,因此达到铁路货物运输安全与效率兼备的标准。

## 参考文献

- [1] 刘柄全.铁路集装箱箱内典型货物品类装载加固策略[J].铁道货运,2024,42(3):42-47.
- [2] 丁晔.强化货物装载加固确保铁路运输安全的探讨[J].新型工业化,2022,12(10):192-195.
- [3] 孔庆玮,李楠,张卓.基于可视化建模的铁路货物装载加固方案研究[J].铁路计算机应用,2020,29(5):53-56.
- [4] 胡淦,赵有国,马玉坤.铁路散堆装货物运输撒漏治理研究[J].铁道货运,2022,40(3):54-58.
- [5] 孙意军.浅析铁路阔大货物装载加固方案比选研究[J].青海交通科技,2021,33(3):55-58.

# Multi-objective Optimization of EV Path Planning under Complex Constraints

Longhu Song Yuanwei He\*

Hunan Traffic Engineering College, Hengyang, Hunan, 421009, China

## Abstract

With the increasingly severe global shortage of resources and environmental pollution, as well as the rapid development of new energy vehicle technology, electric vehicles (Electric Vehicles, EVs) in logistics distribution, urban travel and other fields of increasingly extensive applications. However, the short range of electric vehicles, the long charging time and the few charging facilities make the problem of path planning of electric vehicles complicated and challenging. This paper focuses on the path planning of electric vehicles under complex constraints, and puts forward a multi-objective optimization strategy, aiming to reduce logistics cost, improve distribution efficiency and reduce carbon emission through scientific and reasonable path planning, and provide theoretical support and practical guidance for the wide application of electric vehicles.

## Keywords

complex constraints; electric vehicle; path planning; multi-objective

# 复杂约束下电动汽车路径规划的多目标优化研究

宋龙虎 贺沅玮\*

湖南交通工程学院, 中国·湖南 衡阳 421009

## 摘要

随着全球资源紧缺与环境污染问题的日益严峻,以及新能源汽车技术的快速发展,电动汽车(Electric Vehicles, EVs)在物流配送、城市出行等领域的应用日益广泛。然而,电动汽车的续航里程短、充电时间长、充电设施少等特性,使得电动汽车的路径规划问题变得复杂且具有挑战性。论文聚焦于复杂约束下的电动汽车路径规划问题,提出多目标优化策略,旨在通过科学合理的路径规划,降低物流成本、提高配送效率、减少碳排放,为电动汽车的广泛应用提供理论支持和实践指导。

## 关键词

复杂约束; 电动汽车; 路径规划; 多目标

## 1 引言

随着城市化进程的加快和电子商务的蓬勃发展,城市物流配送需求急剧增加,城市交通拥堵和尾气污染问题日益严重。在此背景下,电动汽车作为一种环保、节能的交通工具,逐渐受到人们的关注和青睐。然而,电动汽车的广泛应用仍面临诸多挑战,其中路径规划问题尤为关键。

【基金项目】2024年湖南省自然科学基金项目《复杂约束下的电动汽车路径规划方法研究》(项目编号: 2024JJ8051)。

【作者简介】宋龙虎(1989-),男,中国湖南衡阳人,硕士,副教授,从事计算机、电子商务研究。

【通讯作者】贺沅玮(1988-),男,中国湖南邵阳人,硕士,副教授,从事智能制造研究。

## 2 复杂约束条件对电动汽车路径规划的影响

复杂约束条件对电动汽车路径规划的影响是显著且多方面的。这些约束条件不仅增加了路径规划的复杂性,还直接影响了电动汽车的行驶效率、续航里程以及充电需求等方面。以下是一些主要复杂约束条件及其对电动汽车路径规划的具体影响。

### 2.1 电量与续航里程约束

电动汽车的续航里程相比传统燃油车较短,且受电池性能、驾驶习惯、路况等多种因素影响,因此在规划路径时,必须充分考虑电动汽车的剩余电量和预计行驶距离,以避免在行驶过程中出现电量耗尽的情况。由于续航里程有限,电动汽车在行驶过程中可能需要中途充电。这要求路径规划系统能准确识别充电站的位置,并合理规划充电站点和充电时间,以确保车辆能按时到达目的地并满足后续的行驶需求<sup>[1]</sup>。

### 2.2 时间窗约束

在物流配送等应用场景中,电动汽车需要在指定的时间窗内完成配送任务。这要求路径规划系统能够灵活调整行

驶路线和速度，以确保车辆能够在规定时间内到达各个配送点。此外，时间窗约束还涉及到充电时间的安排。在规划路径时，需要考虑到充电桩的充电效率、车辆排队等待时间等因素，以最小化对配送时间的影响。

### 2.3 道路交通与行驶环境约束

道路拥堵会延长电动汽车的行驶时间，增加能耗和充电需求。路径规划系统需要能够实时获取交通信息，并避开拥堵路段，以提高行驶效率。同时，不同的行驶环境对电动汽车的能耗和续航里程有不同的影响。例如，上坡路段会增加能耗，而下坡路段则可以通过能量回收系统为电池充电。因此，在规划路径时，需要充分考虑这些环境因素。

### 2.4 车辆载重与能耗约束

车辆载重越大，行驶过程中的能耗也会相应增加。因此，在规划路径时，需要根据车辆的实际载重情况来调整行驶速度和路线，以优化能耗和续航里程。

### 2.5 充电设施与充电策略约束

**充电设施分布：**充电设施的分布直接影响电动汽车的充电便利性和充电效率。在规划路径时，需要充分考虑充电桩的位置、数量和充电速度等因素，以确保车辆能够及时充电并满足行驶需求。

**充电策略选择：**不同的充电策略对电动汽车的行驶效率和成本有不同的影响。例如，快速充电虽然可以缩短充电时间，但可能会对电池造成一定的损害；而慢速充电则对电池更为友好，但充电时间较长。因此，在规划路径时，需要根据实际情况选择合适的充电策略。

## 3 在复杂约束下电动汽车路径规划的多目标优化方法

随着电动汽车的普及和交通网络的复杂化，电动汽车路径规划已成为一个多目标、多约束的优化问题。这一问题的解决不仅关系到能源的有效利用，还涉及环境保护和用户满意度的提升。在复杂约束下，如何设计有效的多目标优化方法，是当前研究的热点之一。

### 3.1 问题定义与目标建模

首先，明确电动汽车路径规划的目标函数。通常包括以下几个方面：

- ①最小化能耗：电动汽车的能耗是路径规划中的重要考量因素，直接关系到电池的续航能力。
- ②最小化行驶时间：用户通常期望行程时间最短，这要求规划的路径能够避开拥堵和延误。
- ③最小化经济成本：包括电费、过路费等直接经济成本。

同时，问题定义中还需要考虑一系列约束条件：

- ①电池电量约束：路径规划必须确保车辆在到达目的地时仍有足够的电量。
- ②充电站约束：路径中可能需要包含充电站，以补充电池电量。
- ③时间窗口约束：某些任务或目的地可能有特定的时间要求。
- ④交通规则约束：遵守交通法规，如单行道、限速等<sup>[2]</sup>。

### 3.2 多目标优化算法的选择

针对上述问题的复杂性，传统的单一目标优化算法往

往难以胜任。因此，需要采用多目标优化算法，如遗传算法、粒子群优化、模拟退火等。这些算法能够在多个目标之间寻找平衡解，提供一个帕累托最优解集，供决策者选择。

### 3.3 约束处理技术

在多目标优化过程中，如何处理约束是一个关键技术。常见的约束处理方法包括：

**惩罚函数法：**将约束条件转化为目标函数的惩罚项，通过调整惩罚系数来控制约束的严格程度。

在外罚函数法中，近似最优解一般只能近似地满足约束条件，对于某些实际问题这样的近似最优解释不可接受的。内罚函数法是一类保持严格可行性的方法。其基本思想是：严格要求迭代点在可行域内移动，当迭代点接近可行域边界时，有无穷大的障碍，迫使迭代点返回可行域的内部。

考虑不等式约束的优化问题，可行域内部记做：

$$D^0 = \{x \in R^n | c_i(x) < 0, i = 1, 2, \dots, l\}$$

记：

$$B(x) = - \sum_{i=1}^l \ln(-c_i(x))$$

定义如下的内罚函数：

$$P(x, r) = f(x) + rB(x) = f(x) - r \sum_{i=1}^l \ln(-c_i(x)) = f(x) - r \sum_{i=1}^l \ln(-c_i(x))$$

其中， $r > 0$ 是参数。显然，当 $x$ 在可行域内部时， $B(x)$ 为整数，当 $r \rightarrow 0$ 时， $P(x, r)$ 的极小点就会趋近优化问题的极小点。至少有一个 $c_i(x) \rightarrow 0$ ，会导致 $B(x)$ 剧烈增大，迫使极小值点落在可行域内部。原优化问题转化为以下形式：

$$\min P(x, r), x \in R^n$$

$$s. t. c_i(x) < 0, i = 1, 2, \dots, l$$

使用内惩罚函数时，可行域由 $D = \{x \in R^n | c_i(x) \leq 0, i = 1, 2, \dots, l\}$ 变为 $D^0$ 。内罚函数称为内点法。 $B(x)$ 为对数障碍函数。

**修复算法：**在种群迭代过程中，对违反约束的解进行修复，使其满足约束条件。

**多目标进化算法中的约束处理：**通过特定的遗传操作和选择机制，保证新生成的解满足所有约束。

### 3.4 算法实现与验证

在算法设计完成后，需要在实际场景中进行验证。通过收集真实数据，构建模拟环境，对算法进行测试和调整。同时，可以与其他算法进行对比分析，评估其在不同情况下的性能表现。

## 4 复杂约束条件分析

在电动汽车路径规划中，了解和各种复杂约束条件是设计有效优化方法的前提。以下是对这些约束条件的详细分析。

### 4.1 电动汽车技术特性约束

在电动汽车路径规划的复杂约束条件分析中，电池续航里程限制和充电站分布与充电时间要求是两个关键性的因素，它们对电动汽车的行驶路线和效率有着决定性的影响。

电池续航里程限制：电动汽车的电池容量是衡量其续航能力的主要指标。单次充电后，电动汽车能够行驶的最大距离受到电池容量的限制。这意味着在路径规划时，必须确保车辆在电池电量耗尽之前能够到达下一个充电站或者最终目的地。这一约束要求路径规划系统必须能够准确预测电池消耗，考虑到实际行驶中的各种影响因素，如路况、天气、驾驶模式等，以及预留出足够的电量应对突发情况。此外，路径规划还应该考虑到电池的剩余电量，避免因电量不足而导致的行程中断或延误<sup>[3]</sup>。

## 4.2 运营环境约束

在电动汽车路径规划的复杂约束条件分析中，道路交通状况和时间窗口限制是两个核心要素，它们对路径规划的效率和效果有着直接而深远的影响。

### 4.2.1 道路交通状况

道路交通状况的多变性对电动汽车的行驶速度和能耗构成了挑战。拥堵路段会导致车辆长时间低速行驶，这不仅增加了行程时间，还可能因为频繁的起停而增加能源消耗。施工区域的存在则可能迫使车辆绕行，增加了行驶距离和潜在的能耗。限行政策可能会限制某些车辆在特定时间和地点的通行，这需要路径规划时预先规避这些区域。因此，路径规划系统需要具备实时或预测性的交通信息处理能力，通过智能算法动态调整路线，以避开拥堵、施工区域和限行路段，从而避免不必要的延误和能源浪费。

### 4.2.2 时间窗口限制

时间窗口限制是指客户对服务或交付有特定的时间要求，例如必须在某个时间段内到达或离开某个地点。这种限制要求路径规划不仅要考虑空间上的最优路径，还要考虑时间上的合理安排。如果电动汽车不能在规定的时间内到达或离开，可能会导致服务失败，影响客户满意度，甚至产生额外的成本（如延迟罚款）。因此，路径规划系统需要能够精确计算行程时间，考虑到交通状况、充电时间以及可能的意外情况，确保能够在客户要求的时间窗口内完成任务，从而提高服务质量和客户满意度。

## 4.3 经济与社会约束

在电动汽车路径规划的复杂约束条件分析中，运营成本和环保要求是两个至关重要的方面。

### 4.3.1 运营成本

电动汽车的运营成本不仅仅是一个经济指标，它还直接关联到企业的盈利能力和市场竞争力。能耗是运营成本的主要组成部分，它与电动汽车的行驶距离、载重、驾驶习惯等因素密切相关。充电费用则受到电价、充电站费率、充电效率等因素的影响。此外，电动汽车的维护成本，包括定期保养、更换部件等，也是不容忽视的经济因素。在优化路径时，需要综合考虑这些成本因素，通过选择最优的行驶路线、合理安排充电计划、提高车辆维护效率等方式，实现成本的最小化，从而提升运营的整体效益。

### 4.3.2 环保要求

在全球气候变化的背景下，减少碳排放已成为国际社会的共同目标。电动汽车作为一种清洁能源交通工具，其推广使用有助于减少对化石燃料的依赖，降低温室气体排放。然而，仅靠电动汽车的推广是不够的，路径规划时还需要考虑如何进一步优化能源使用，比如通过智能充电管理减少电网高峰负荷、利用可再生能源充电、优化行驶速度以减少能耗等方式，来减少环境影响。此外，路径规划还可以结合城市交通规划，通过设计低排放区域、鼓励拼车、优化公共交通系统等措施，共同推动城市交通系统的绿色转型。

## 5 多目标优化模型构建

在构建电动汽车路径规划的多目标优化模型时，我们需要考虑多个相互关联且可能相互冲突的目标，以确保整体规划的经济性、效率和环境友好性。以下是一些关键的优化目标设定：

①最小化总行驶距离：通过优化路径，减少不必要的行驶距离，从而降低能源消耗和运营成本。②最小化总充电时间：合理规划充电站点和充电时机，减少因充电等待时间对总体行程的影响。③最大化客户满意度：确保按时交付货物或服务，满足客户的时间和质量要求，提升服务质量和品牌形象。④能耗最小化：通过优化驾驶策略和路径选择，减少能源消耗，降低运营成本，同时也有助于环境保护。⑤碳排放最小化：优化路径和驾驶方式，减少碳排放，符合绿色环保的社会发展趋势。

在实际应用中，这些目标可能需要根据具体情况进行权衡和调整。例如，在某些情况下，为了保证客户满意度，可能需要牺牲一定的行驶距离或充电时间。因此，多目标优化模型应具备灵活性，能够根据不同的应用场景和需求进行调整。

此外，模型的构建还需要考虑实际操作中的约束条件，如道路交通状况、时间窗口限制、车辆和电池的性能限制等。通过综合考虑这些因素，可以构建出更加实用和高效的多目标优化模型，为电动汽车的实际运营提供科学指导。

## 6 结语

综上所述，在复杂约束条件下，对电动汽车的路径规划进行了深入探讨，充分认识了电动汽车在续航里程、充电时间、充电站位置、车辆载重限制等多方面的独特性及其对路径规划的影响。这些复杂性不仅增加了路径规划的难度，也推动了我们对于新型路径规划理论的迫切需求。

## 参考文献

- [1] 潘丽.基于机器学习的智能新能源汽车路径规划算法研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2024,42(5):156-159.
- [2] 马浩东.基于深度强化学习的智能汽车路径规划研究[D].吉林:吉林化工学院,2024.
- [3] 衣承志.面向复杂场景的自动驾驶汽车路径规划算法研究[D].长春:长春工业大学,2024.

# The Current Situation and Countermeasures of Rural Road Bridge Construction Management and Maintenance

Siyuan Xu

Lianyungang Highway Development Center, Lianyungang, Jiangsu, 222000, China

## Abstract

With the continuous development of China's rural economy, the construction and management of rural roads and bridges have become a key concern of the country. However, due to historical legacy issues and imperfect systems, the management and maintenance of rural road bridges face some challenges. This paper conducts a detailed investigation into the current situation of rural road and bridge construction management, and finds that there are problems such as insufficient funds, lack of technology, and inadequate management system. This paper proposes specific measures to address these issues, including increasing investment, improving technological applications, and optimizing management systems. At the same time, we should actively promote the upgrading of highway bridge facilities and improve the maintenance quality and efficiency of highway bridges. Based on this, this paper studies the current situation and countermeasures of rural road bridge construction and maintenance, providing reference for promoting the process of rural road bridge construction and management in China.

## Keywords

rural road bridges; construction management; maintain the current situation; suggestions for countermeasures; technology application

## 农村公路桥梁建设管理与维护的现状及其对策

许思源

连云港市公路事业发展中心, 中国·江苏·连云港 222000

## 摘要

随着中国农村经济的持续发展,农村公路桥梁的建设和管理成为国家重点关注的问题。然而,由于历史遗留问题和制度不完善,农村公路桥梁的管理和维护面临了一些挑战。论文通过对农村公路桥梁建设管理的现状进行详尽的调研,发现存在资金不足、技术缺乏、管理体制不健全等问题。针对这些问题,论文提出了具体对策,包括加大投资力度,提升技术应用,优化管理体制等。同时,要积极推进公路桥梁的设施更新,提升公路桥梁的维护质量和效率。据此,论文对农村公路桥梁建设管理与维护的现状及其对策进行研究,为推动中国农村公路桥梁建设与管理的进程提供参考。

## 关键词

农村公路桥梁; 建设管理; 维护现状; 对策建议; 技术应用

## 1 引言

农村公路桥梁作为国家和地方基础设施建设的重要组成部分,关乎农村地区的交通通畅,对于推动农村经济发展具有十分关键的作用。近年来,随着中国农村经济的持续发展,国家对农村公路桥梁建设和管理的关注度日益提升。然而,由于历史的原因和制度不完善,农村公路桥梁的建设和管理问题引起了广泛关注。这些问题主要包括资金不足、技术缺乏、管理体制不健全等,严重影响了农村公路桥梁的建设和使用安全。有鉴于此,研究农村公路桥梁的建设和管理,提出现状改进和问题解决的对策就显得尤为必要。

【作者简介】许思源(1993-),女,中国江苏连云港人,本科,助理工程师,从事农村公路与桥梁建设管理、维护养护等研究。

为必要。

## 2 农村公路桥梁建设管理的现状

### 2.1 农村公路桥梁建设的重要性与挑战

农村公路桥梁在推动农村经济社会发展中具有重要作用<sup>[1]</sup>。农村公路桥梁是农村交通网络的关键组成部分,连接乡村与城市之间的交通要道,直接影响农产品运输、人员流动和信息交流的效率与成本。农村公路桥梁的建设不仅有助于减少物流成本,提升农产品的市场竞争力,还能促进农村地区的旅游业发展,吸引投资,推动农村经济多样化,激发农村发展的内生动力。

农村公路桥梁的建设和管理面临诸多挑战<sup>[2]</sup>,资金缺乏是最主要的问题之一<sup>[3]</sup>。由于农村地区经济基础相对薄弱,地方政府在公路桥梁建设和维护上的资金筹措能力有限,致使一些桥梁项目难以顺利实施,已建成桥梁的维护和修缮工

作也受到影响。技术力量的不足也严重制约了农村公路桥梁建设的质量和效率。农村地区普遍存在技术人才匮乏、施工设备落后、施工技术水平不高的问题,这些因素直接影响了桥梁的设计、施工及后期维护。

管理体制不健全也是一大瓶颈。农村公路桥梁的建设和管理涉及多个部门和层级,由于缺乏统一协调,往往出现责任不清、职能交叉、监管不到位等问题,致使“三不管”现象较为普遍,影响了公路桥梁的建设进度和质量。

存在的这些问题和挑战不仅制约了农村公路桥梁的建设步伐,也对农村经济社会发展的长期效益产生了不利影响。如何克服这些挑战,推动农村公路桥梁建设与管理的优化,成为亟须解决的课题。通过系统调查和深入分析,试图为这些问题提供可行的对策,以期促进农村公路桥梁建设的可持续发展。

## 2.2 历史遗留问题影响对农村公路桥梁的管理

历史遗留问题对农村公路桥梁的管理产生了深远影响。一方面,早期的农村公路桥梁建设往往缺乏统一的规划和标准,导致部分桥梁存在设计不合理、施工质量不达标等问题。由于当时的技术水平和材料条件有限,许多桥梁在使用过程中频繁出现安全隐患。建设初期的资金投入不足,使得一些桥梁的维护和修缮得不到及时进行,久而久之,这些桥梁逐渐老化,面临着较大的安全风险。

另外,早期农村公路桥梁管理体制不完善,缺乏明确的管理权责划分和有效的监督机制,这使得许多桥梁在建设完成后得不到有效的管理和维护。历史上留下的这些问题,积重难返,给当前的农村公路桥梁管理带来了沉重的负担。

## 2.3 农村公路桥梁建设管理的主要问题及其成因

在农村公路桥梁建设管理中,主要问题包括资金不足、技术短缺和管理体制不健全。资金匮乏导致许多项目无法按计划推进,影响了桥梁建设的质量。技术短缺主要表现为专业人才不足,使施工和维护过程中的技术要求难以达到标准。管理体制不健全则使项目协调和管理效率低下,不利于资源的合理调配和使用。这三大问题相互作用,进一步加剧了农村公路桥梁建设与管理的困难。

# 3 农村公路桥梁建设管理现状分析与对策

## 3.1 资金投入不足的问题分析与对策

资金投入不足是农村公路桥梁建设管理中的一个关键问题。由于农村地区经济发展相对滞后,政府和社会资本的投入常常不足,导致桥梁建设和维护的资金短缺。这一问题在以下几个方面表现得尤为明显<sup>[4]</sup>。

资金来源渠道有限是首要问题。农村政府经费主要依赖于上级财政拨款和地方税收,但农村地区税收基础薄弱,使财政拨款成为资金的主要来源。由于拨款具有不确定性和不足性,导致项目资金无法及时到位,影响了公路桥梁建设和维护的正常进行。

缺乏专项资金机制也是资金不足的重要原因。当前,农村公路桥梁的建设和维护往往与其他交通基础设施建设项目争夺有限的财政资源,缺乏固定的专项资金支持。一些地方甚至存在挪用公路建设资金的现象,进一步加剧了资金不足的问题。

社会资本的参与度低也是致因之一。由于农村地区项目回报低且风险高,社会资本不愿意投入农村公路桥梁建设和维护中。缺乏适当的激励政策,无法吸引社会资本和民间资金的参与,导致资金来源更加单一和匮乏。

为了解决资金投入不足的问题,应采取以下对策。政府需增加对农村公路桥梁建设和维护的财政支持,设立专项资金,确保资金及时足额到位。建立健全多渠道资金筹措机制,通过发行地方债券、引入PPP模式等途径,吸引社会资本和民间资本的参与。完善资金使用和监管机制,确保资金使用的公开、透明和高效,杜绝资金挪用和浪费现象。只有这样,才能有效缓解资金投入不足的问题,保障农村公路桥梁建设和管理的顺利进行。

## 3.2 技术应用的问题分析与对策

农村公路桥梁建设管理中的技术应用问题主要体现在技术手段落后、专业技术人员不足和技术标准缺乏统一性。技术手段的落后使得桥梁建设质量难以保证,进而影响到桥梁的耐用性和安全性。解决这一问题,应引入先进的桥梁建设与检测技术,加强对现有桥梁的技术改造,提升整体技术水平。农村地区缺乏专业技术人员,使得桥梁的设计、施工和维护不到位。要加强技术培训,培养和引进更多专业人才,提高技术队伍水平。技术标准的不统一导致桥梁建设质量参差不齐,难以达到规范要求。应建立和完善统一的技术标准和规范,确保桥梁建设的规范性和科学性。通过这些措施,能够有效提升农村公路桥梁技术应用的水平,为桥梁建设与管理提供坚实的技术保障。

## 3.3 管理体制不健全的问题分析与对策

农村公路桥梁建设管理中,管理体制不健全是一个显著问题。体制不健全主要表现在管理权限分散、协调机制不完善、责任界定模糊等方面。这导致了在项目实施过程中,各级部门间缺乏有效地沟通与协调,进而影响工程质量和进度。为解决这些问题,需要建立统一的管理机构和健全的协调机制,明确各部门职责与分工。引入科学的管理模式和先进的信息技术,加强监督和考核机制,确保各项工作高效有序地进行。通过优化管理体制,能够提升农村公路桥梁建设和维护的整体效能。

# 4 农村公路桥梁设施更新与维护质量提升

## 4.1 公路桥梁设施更新的重要性及具体实施对策

公路桥梁设施更新在农村公路基础设施建设与维护中占据着至关重要的位置。更新设施不仅提升了公路桥梁的承载能力和安全性能,还有效延长了其使用寿命,减少了后期

维护的频次与成本。随着农村经济及交通运输需求的不断增长,公路桥梁的老旧与负荷不堪重负问题日益显现,急需实施设施更新以适应现代化需求<sup>[9]</sup>。

更新实施对策方面,应优先进行全面的现状调查与科学评估,精准确定需要更新的桥梁设施,并建立优先级排序,以合理分配资源。具体实施过程中,可以采取分阶段分区域推进的方式,将有限的资金和技术资源集中投放到急需改造的桥梁项目上,避免资源分散导致工程质量下降。

资金方面,需要加大财政支持力度,积极吸引社会资本,探索 PPP 模式以弥补资金缺口。技术方面,需引进和推广先进的建设与维护技术,特别是基于大数据、物联网等现代科技的桥梁监测与管理技术,这将大幅提升设施更新的科学性和效率。确保更新过程中采用优质且环保的材料,既能提高桥梁使用寿命,又促进绿色发展。

管理体制的优化同样重要,通过建立健全相关法规和标准,明确更新项目的审批、实施、监督等各环节的职责与流程,确保更新工程的顺利实施。在组织管理中,倡导协调各方利益相关者,高效决策和快速响应,保障设施更新的执行力和效果。

通过公路桥梁设施的持续更新,不仅能有效提升交通网络的整体服务水平,还为农村经济发展提供了坚实的基础支持,为农业生产、农村生活等多方面创造了便利条件。

#### 4.2 农村公路桥梁维护质量的现状与问题

近年来,农村公路桥梁的维护质量面临诸多挑战。主要问题包括维护资金不足和技术手段落后,整体维护标准不高。维护经费紧缺限制了定期检修的频率和质量,导致一些老旧桥梁隐患无法及时排除。部分地区技术人员缺乏专业培训,维护过程中技术标准不统一,检修手段单一,无法有效评估和监控桥梁的实际状况。部分维护工作流于形式,长期积累的结构性问题未能彻底解决,维护质量难以保证。安全监测系统和维护设备陈旧、缺乏,进一步加剧了桥梁质量管理难度。这些问题亟待通过增加资金投入和技术改进来有效解决,以提升桥梁的整体维护质量与安全性能。

#### 4.3 维护质量与效率提升的关键因素与具体步骤

维护质量与效率提升的关键因素主要包括技术手段、人员培训与管理制度。技术手段方面,需采用先进的监测和检测设备,如结构健康监测系统,以便及时发现桥梁的潜在隐患。人员培训方面,需定期开展专业技术培训,提高维护

人员的专业技能和问题处置能力。管理制度方面,应建立健全的维护管理体系,制定科学的维护计划,合理安排维护时间和资源,确保维护工作的有序进行。

在具体步骤上,需进行详细的桥梁状况评估,建立桥梁档案,记录其使用情况和维护历史。根据检测结果,制定阶段性的维护计划,明确重点维护对象和周期。实施维护工作,要注意使用高效的养护材料和技术,并严格按照标准操作。需加强日常巡查和定期检修,及时处理发现的问题。建立长效机制,持续跟踪和评估维护效果,完善维护策略和措施,确保桥梁长期安全和稳定运行。

## 5 结语

农村公路桥梁建设管理与维护的问题早已成为影响中国农村公路建设的一大瓶颈。本研究通过翔实调查和深入研究,发现中国农村公路桥梁建设管理与维护当前面临资金不足、技术缺乏、管理体制不健全等问题。有针对性地提出了增加投资、提升技术、优化管理体制等对策。然而,由于实践中的诸多因素,这些对策的实施还需进一步的研究和试验。同时,公路桥梁设施更新,以及维护质量和效率的提升,也是目前亟待研究和解决的问题。本文为农村公路桥梁建设管理与优化提供了一定的理论和实践参考,有助于推动中国农村公路桥梁建设与管理工作的进展。然后,农村公路桥梁建设管理与维护的研究还存在着很大的研发空间和前景,未来研究更需深化和扩宽,包括与之相关联的经济、社会、环境等因素也应纳入研究之中,从更为全面的角度去推动中国农村公路桥梁建设管理与维护工作的进步。

## 参考文献

- [1] 赵文.加强农村公路桥梁建设和维护的措施[J].山西建筑,2019,45(4):178-180.
- [2] 王瑾鑫.农村公路桥梁养护管理对策分析[J].中国科技纵横,2020(4):141-142.
- [3] 李海雄.农村公路桥梁养护管理的现状与对策分析[J].建筑·建材·装饰,2020(2):84-85.
- [4] 龙云.农村公路桥梁的养护管理对策研究[J].交通世界,2020(24):147-148.
- [5] 巫容初.浅谈农村公路桥梁的养护管理对策[J].科学技术创新,2019(20):120-121.

# Analysis on the Influence of Track Planning and Construction on Community Overall Planning—Taking the Overall Planning of the Whole Village of Changan Town's Chongtou Community as an Example

Qianying Xiong Lirui Lian Haocheng Wu

Senzhen New Land Tool Planning and Architectural Design Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

Chongtou community is located in the south of Changan Town, Dongguan City, Guangdong Province. To the south of the community is Bao'an District, Shenzhen City, which is an important gateway to Dongguan City and Shenzhen. The Chongtou community plans two subway stations, namely Haiyue Garden Station and Changan bus terminal. Among them, Haiyue Garden Station is located in the northwest of the community, which is the interchange station of Dongguan Metro Line 3 and Line 10. Changan Bus Terminal is located in the southwest of the community, as a station of Dongguan Metro Line 3, planned to connect with Shenzhen Metro Line 11 extension line, in order to promote the integration of Shenzhen-Dongguan rail transit. This paper will analyze the planning and construction of rail lines and stations in Chongtou community, the background and planning scheme of the overall planning of the whole village, to explore the role and influence of track planning and construction in the overall planning of the whole village.

## Keywords

rail transit; Shenzhen-Dongguan city; overall planning of the whole village; TOD development

# 浅析轨道规划建设对社区统筹规划的影响——以长安镇涌头社区整村统筹规划为例

熊倩滢 连立锐 伍浩城

深圳市新城市规划建筑设计有限公司, 中国·广东 深圳 518000

## 摘要

涌头社区位于广东省东莞市长安镇南部, 社区往南为深圳市宝安区, 是东莞市对深的重要门户。涌头社区规划地铁站两个, 分别为海悦花园站和长安汽车总站。其中, 海悦花园站位于社区西北侧, 为规划东莞地铁3号线与10号线的换乘站; 长安汽车总站位于社区西南侧, 为东莞地铁3号线站点, 规划与深圳地铁11号线延长线衔接, 以促进深莞轨道交通一体化。论文分析涌头社区轨道线路和站点的规划建设情况、开展整村统筹规划的背景和规划方案, 探究轨道规划建设在社区整村统筹规划中的作用及影响。

## 关键词

轨道交通; 深莞同城; 整村统筹; TOD开发

## 1 引言

2021年发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中提到, 要加快建设交通强国, 推进城市群都市圈交通一体化, 加快城际铁路、市域(郊)铁路建设, 有序推进城市轨道交通发展, 基本建成京津冀、长三角、粤港澳大湾区轨道交通网<sup>[1]</sup>。

东莞市是粤港澳大湾区的组成城市之一, 涌头社区位

于东莞市南部, 紧邻深圳, 是东莞市对深的重要门户。《广东省沿海经济带综合发展规划(2017—2030年)》中将广州、深圳定义为中心性城市, 其中, 深圳的定位为全国经济中心城市、国家创新型城市、国家科技和产业创新中心、21世纪海上丝绸之路战略支点。深圳在高速发展的同时, 其经济影响力也延伸至邻近城市区域, 并将其纳入经济版图, 如深圳与东莞东部和南部的融合<sup>[2]</sup>。

在城市群都市圈交通一体化建设的大背景下, 论文将以轨道交通的规划建设为切入点, 分析轨道线路和站点的规划如何影响社区的整村统筹规划。

【作者简介】熊倩滢(2000—), 女, 中国广东梅州人, 本科, 助理工程师, 从事城乡规划研究。

## 2 项目背景

### 2.1 社区概况

长安镇涌头社区位于广东省东莞市长安镇南部，与深圳市交界，辖区面积约390公顷。在区域功能重构的背景下，得益于湾区重大发展平台的落子，长安各社区积极开展项目，目前茅洲河经济发展带沿线新民社区已率先开展茅洲河产城融合头雁计划，以激活临深片区的产业外溢资源。涌头社区作为湾区的第一梯队、长安临深门户，随着茅洲河沿线的周边社区的逐步崛起，自身头部优势逐步流失，亟须重新审视自身发展条件，快速盘整社区资源。

### 2.2 涌头社区开展整村统筹规划

为进一步深化改革，推动更高质量的发展，强化政府对土地一级市场的统筹主导，东莞市强化规划引领，构建适应城市发展的规划管控体系，建立“三旧”改造专项规划—片区统筹规划—单元规划的规划管控体系。

涌头社区开展的整村统筹规划，属于片区统筹规划，将作为项目实施的协调平台与管控抓手，统筹片区内规划布局、交通路网、公建配套、开发容量、单元划分和实施时序等内容，构建优质的生活、产业社区。

本次规划充分衔接空间规划体系，从更大广度、更高视角出发，承接上层规划战略意图，引领下层单元实施。在策略引导方面，制定土地开发策略，通过城市更新、连片微改、盘活闲置等方式，有计划地盘活集体资产，壮大社区经济实力；在时序引导方面，制定符合社区发展实际的渐进式滚动开发实施计划项目库，以保障近远期的土地供应计划。同时，依托轨道站点的价值高地优势，强化传统优势资源，联动区域发展，补足高端发展端，构建产业高端、配套完善、环境优美、全面协调可持续发展的社区发展新典范，塑造为东部聚核、长安门户。

### 2.3 TOD 站点规划

长安汽车总站规划为莞深城市门户，长安综合服务核心，将围绕站点建设城市综合体，打造莞深城市门户。主要业态为商务综合服务、生活公共服务。

海悦花园站规划为长安镇北部中心城片区的科技创业及综合服务中心，是服务长安镇、服务辐射珠三角科创产业的助推器，是站成一体的城市门户和社区综合服务中心。站点主要服务于长安科技商务区及长安北部周边居民、就业人员的镇际出行。

## 3 轨道交通发展情况

### 3.1 轨道交通规划

东莞地铁3号线起于东莞东站，终于滨海湾新区，在涌头社区设长安汽车总站、海悦花园站两个站点；东莞地铁10号线起于虎门，终于长安，在涌头社区设海悦花园站一个站点；深圳地铁11号线起于深圳市福田区，其北延线将在涌头社区的长安汽车总站设站，与东莞市的轨道交通系统

进行连接。

### 3.2 规划实施情况

#### 3.2.1 东莞地铁3号线

2022年3月17日，国家发展改革委正式批复东莞市城市轨道交通第二期建设规划调整，原则同意对《东莞市城市轨道交通第二期建设规划（2013—2019年）》方案进行适当调整，规划期调整为2022—2027年。涌头社区涉及的两个站点均为3号线一期规划站点。

3号线一期起于交椅湾站，终于东莞东站，全长51.5km，项目建设工期6年。

#### 3.2.2 深圳11号线北延线（东莞段）

2024年6月18日，《东莞市城市轨道交通第二期建设规划调整（2022—2030年）》的环境影响评价首次信息公开。规划方案在第一次调整的基础上，增加了包括深圳11号线北延线（东莞段）在内的6条延伸线。

#### 3.2.3 深圳11号线北延线（深圳段）

2023年6月26日，深圳市公布国家部委批准轨道五期线路，包括了深圳11号线北延线（深圳段）在内的11条线路，五期工程预计于2028年全部建成通车。

#### 3.2.4 东莞地铁10号线

东莞地铁10号线暂未获批，属于远期规划线路，暂未进入建设准备阶段。

### 3.3 小结

就建设的预期而言，东莞地铁3号线一期已获批进入建设筹备阶段，预计为涌头社区设计的轨道线路中最先落实的线路。与深圳11号线的衔接需两市协调，但深圳段与东莞段的建设都已进入报批阶段，需耐心等待。东莞地铁10号线的建设则仍为愿景。东莞市城市轨道交通第二期建设规划调整方案示意图如图1所示。

### 3.4 建成效益

东莞地铁3号线连接东莞西南部的滨海湾片区和东部产业园片区，途经大岭山、松山湖、大朗、东坑、常平镇等镇，加强了沿线各镇区之间的交通联系与资源要素流通，串联了东莞“中心城区—松山湖—滨海湾新区”三核，进一步加强市内联系，方便居民生活。而与深圳地铁11号线的衔接，亦将进一步加强东莞市，尤其是虎门镇、长安镇区、东莞市滨海湾新区与深圳市、香港特别行政区的交通联系。

## 4 方案衔接情况

### 4.1 结合站点打造站城融合城市发展廊

社区计划抓住轨道建设带来的机遇，以站促城，站城一体，打造长安东部站城融合城市发展廊，放大站点辐射效能，构建长安东部轨道经济增长极。

在社区西侧的国道107沿线，充分利用轨道交通建设带来的区位优势，培育沿线城市发展廊，以达到圈层效应。放大海悦花园站和长安汽车总站的双极辐射效能，提高轨道沿线土地资源价值和资源配置效率，带动涌头社区全面高质量发展。

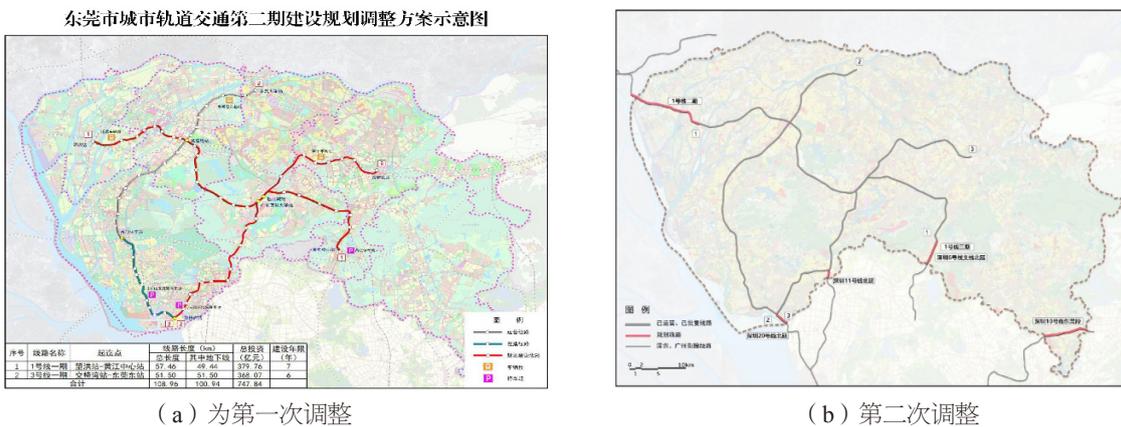


图1 东莞市城市轨道交通第二期建设规划调整方案示意图

在社区层面，提前谋划，预留发展空间。充分利用轨道站点带来的区位优势，形成核心发展区，带动周边发展。挖掘轨道站点价值，进行“站城一体化”建设，完成“轨道+产+商+城+居+人”的一体化全盘高阶塑造。强调片区内的功能多元化以及地块的多维混合开发，保证片区的活力，形成长安镇东部的轨道经济增长极。

#### 4.2 与 TOD 站点规划的衔接

海悦花园站周边规划用地呈圈层式布局，站点周边地块优先布置商业、办公及商务公寓等功能，在外围可布置产业功能，形成以轨道站场为核心，由内向外，开发地块容积率呈逐级递减的空间布局。本次规划基本落实海悦花园站 TOD 规划。

长安汽车总站 TOD 规划未考虑现状建成条件，设施落地不可行，本次综合评估，进行优化调整。

#### 4.3 更新单元捆绑实施

本次整村统筹规划有多个更新改造单元，其中有若干更新改造单元将在远期捆绑 TOD 进行开发建设。

### 5 影响方式

#### 5.1 提高社区定位

轨道线路及站点的规划为社区注入了新的动力，促进社区的高质量转型升级。轨道交通三号线衔接周边重大平台，为涌头社区的高质量转型升级提供了契机。依托东莞地铁三号线、十号线，亦将加强涌头社区与长安中心区、长安镇重点发展片区的联系，实现联动发展。涌头社区因轨道交通的规划建设，被赋予了更高的定位和期待。

#### 5.2 提升规划视野

东莞市期望以“TOD”理念打造以公共交通为主导的“公交都市”，成立了轨道交通局，协调制定多个政策推进站点的高质量发展。从更高的视角出发，对轨道站点的布局、定位和功能进行统筹规划，能够更好发挥每个站点的优势，避免各站点定位重叠。

TOD 站点规划的编制，亦将影响社区发展。社区基于站点规划，结合现状对 TOD 站点规划进行判断，与现状不冲突的基本落实，有冲突的则优化调整，能够有效衔接 TOD 站点规划的内容，助力社区发展。

#### 5.3 提供实施路径

东莞市根据《广东省人民政府关于深化改革加快推动“三旧”改造促进高质量发展的指导意见》、轨道交通建设及 TOD 综合开发“1+N”政策和城市更新相关政策等文件精神，结合实际，发布了《东莞市轨道交通 TOD 范围内城市更新项目开发实施办法》<sup>[4]</sup>，位于 TOD 站点规划范围内的更新单元按照本法实施，为社区更新单元的实施提供了新的路径。

### 6 结语

在城市群都市圈交通一体化建设的背景下，粤港澳大湾区的轨道交通网络的建设被提出了要求，而深莞轨道交通一体化正是粤港澳大湾区轨道交通网络建设的重要一环，涌头社区位于深莞边界，其轨道站点的建设是社区规划的重要前提。基于涌头社区位置的特殊性及东莞市对建立公平透明的“三旧”改造（城市更新）公开市场的需求<sup>[1]</sup>，论文从涌头社区轨道线路和站点的规划建设情况以及社区开展整村统筹规划的背景、目标和规划方案出发，简要分析了轨道建设对社区统筹规划的影响以及影响方式，就涌头社区的整村统筹规划而言，轨道规划建设能够提高社区定位、提升规划视野、提供实施路径，推动社区的高质量发展。

#### 参考文献

[1] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[Z].  
 [2] 李伟恒.粤港澳大湾区对区域城市轨道交通规划建设的影响分析[J].交通与港航,2018,5(3):54-61.  
 [3] 东莞市关于聚焦先进制造打造高品质空间全面加快“三旧”改造的实施意见[Z].  
 [4] 东莞市人民政府关于印发东莞市轨道交通TOD范围内城市更新项目开发实施办法的通知[Z].

# New Era Expressway Maintenance Management System and Countermeasures

Chunmei Liu<sup>1</sup> Yan Han<sup>2</sup>

1. Xinjiang Transportation Investment (Group) Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China
2. Xinjiang Transportation Investment (Group) Co., Ltd. Operating Branch, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

## Abstract

With the rapid expansion of China's highway network, maintenance and management are facing unprecedented challenges. The existing management system has exposed many shortcomings in dealing with complex traffic environments and increasing maintenance needs, and institutional innovation and management mode reform have become an inevitable trend. This paper deeply explores the current situation and challenges of the maintenance management system of highways in the new era, elaborates on the necessity of institutional innovation, and proposes countermeasures such as graded maintenance management, introduction of third-party evaluation, and diversified financing. On this basis, the application of new technologies and materials in highway maintenance was analyzed, aiming to provide reference for promoting sustainable maintenance management of highways.

## Keywords

highway maintenance and management; institutional innovation; hierarchical management; third party evaluation

# 新时期高速公路养护管理体制及对策

刘春梅<sup>1</sup> 韩燕<sup>2</sup>

1. 新疆交通投资(集团)有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000
2. 新疆交通投资(集团)有限责任公司运营分公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

## 摘要

随着中国高速公路网络的快速扩展, 养护管理面临着前所未有的挑战。现有管理体制在应对复杂的交通环境和日益增长的维护需求时暴露出诸多不足, 体制创新与管理模式改革已成必然趋势。论文深入探讨了新时期高速公路养护管理体制的现状与挑战, 阐述了体制创新的必要性, 提出了分级养护管理、引入第三方评估以及多元化融资等对策。在此基础上, 重点分析了新技术与新材料在公路养护中的应用, 力求为推动高速公路的可持续养护管理提供参考。

## 关键词

高速公路养护管理; 体制创新; 分级管理; 第三方评估

## 1 引言

随着交通运输业的飞速发展, 高速公路成为国民经济的重要组成部分。然而, 伴随路网扩展和交通流量的急剧增加, 公路养护压力日益加大, 现有管理体制已难以适应新的需求。传统的养护管理模式存在效率低、资源浪费严重等问题, 亟须通过体制创新和技术手段提升养护工作的精细化管理水平。

## 2 新时期高速公路养护管理体制创新

### 2.1 管理体制的现状与挑战分析

现有管理体制依赖传统的养护流程和评估手段, 导致

了效率低下和资源浪费问题, 特别是在交通流量不断增加、路面老化加剧的背景下, 这一问题尤为突出。从管理的组织架构上看, 高速公路养护的职责分散于多个部门, 彼此之间缺乏紧密的协调和统一的标准, 这种体制导致了养护工作的重复和资源的浪费, 各部门之间的信息不对称加剧了路面养护效率的低下。现行管理体制依旧是以人为主的判断为基础, 难以通过系统化手段预先发现道路隐患。这种依赖于经验和事后维护的模式无法适应交通负荷日益复杂和多样的高速公路网络, 在应对突发状况时显得滞后, 养护计划往往滞后于道路的实际损坏进程。

在技术手段更新迅速的今天, 尽管智能化监控与大数据分析技术已经在其他领域展现出显著成效, 但在高速公路养护中, 现有的系统缺乏对实时路面信息的高效捕捉与反馈, 导致路面问题无法得到及时有效的预警和处理。这样的技术落后性, 导致养护作业缺乏针对性和预见性, 仅依靠传

【作者简介】刘春梅(1980-), 女, 副高级工程师, 从事公路养护管理、公路养护信息化建设、养护工程新技术新材料应用研究。

统的人工巡查和定期维护方式，不仅错失了精准施策的机会，也在整体上拉低了养护管理的效率<sup>[1]</sup>。技术与管理模式脱节使得高速公路养护系统难以在动态、多样的路面环境中保持灵活响应，进一步加剧了道路老化、损坏问题的积累，导致养护工作的滞后性和被动性。

## 2.2 体制创新的必要性

从现代交通实践来看，现行管理体制中的纵向部门划分过于僵化，各部门间的协同效率低下，尤其在应对突发状况和长期维护规划时，缺乏灵活的应对机制。这导致了管理流程的冗长、决策的滞后，进一步加剧了养护滞后的问题。以路面监测和数据分析为例，尽管相关技术已经相对成熟，但在传统体制中，这些技术的应用往往局限于局部领域，未能在管理体制中充分发挥其应有的作用。因此，创新体制的关键还在于提升管理体制的弹性与适应性，以应对不断变化的外部条件与养护需求，在传统模式下，养护计划往往按照固定的时间表进行，缺乏针对实际路况的灵活调整能力。这种僵化的管理方式无法适应道路使用情况的动态变化，特别是在面对频繁的极端天气或突发事件时，现有体制的反应速度极为滞后。而创新型体制则应强调数据驱动下的动态调整，基于实时路况数据制定灵活的养护计划，从而最大化地提高道路使用寿命。通过技术创新与管理模式的革新相结合，体制创新能够提升管理效率，有效缓解现有资源分配不均的问题，真正实现精准化的道路养护。

## 2.3 管理模式改革方向

现代高速公路的复杂性和技术性要求管理模式必须能够实时捕捉、分析并反馈路面状态、交通流量和气象变化等多维度数据。现行的依赖人工巡检和定期评估的模式已无法适应这种复杂性。因此，改革的一个关键方向在于引入基于大数据和物联网的智能化监控系统，将传统被动的养护模式转变为主动预防和预测性维护，通过这种转变，管理者可以实时掌握路况信息，还能根据大数据分析结果提前预测道路可能出现的问题，制定科学的养护计划。智能化决策系统与管理模式的深度融合，将使得道路维护从“问题出现后再解决”向“问题发生前预防”迈进，从而有效延长道路寿命，优化养护成本。

新的管理模式应建立在数据驱动的资源分配机制之上，将资金、设备、人员的调配与道路使用状况、损坏程度等实际需求进行精确匹配，避免资源浪费和不均。同时改革模式应引入多元化的社会参与机制，借助 PPP 模式或其他市场化手段，让社会资本和专业技术力量更广泛地参与到高速公路的养护管理中，这有助于缓解财政压力，引入更多创新性的养护技术和管理经验，从而提高整体管理的专业性和可持续性。

## 3 新技术与新材料在高速公路养护中的应用

### 3.1 智能监控与大数据分析技术的应用

智能监控与大数据分析技术的应用已成为新时期高速公路养护管理的重要组成部分，其意义在于实现对道路全生命周期的精确监控与预测。通过实时数据采集与分析，智能监控系统能够在第一时间反馈路面状态、交通流量、气象变化等关键信息，为养护决策提供精准依据。这一技术突破了以往依赖人工巡查的低效模式，将数据与养护工作紧密结合，使得养护计划不再依赖固定周期，而是基于实际路况的动态变化。

大数据通过对历史养护数据、交通量、天气状况等多维数据的深度挖掘和建模，管理者可以提前预测路面损坏的趋势和潜在的风险，进而采取针对性的预防措施。大数据的优势在于其能够处理海量、多维度的数据，通过算法和模型，揭示出传统养护管理手段难以察觉的规律。例如，不同的路面材料在不同气候条件下的老化速度差异，某些路段因交通量的突然激增可能面临的损坏风险，这些都可以通过大数据的实时分析和模拟得出有效结论，从而确保养护措施的及时性和科学性<sup>[2]</sup>。正是这种数据驱动的预测能力，使得大数据分析技术不仅在提升现有养护决策质量方面发挥作用，更为长期战略性养护规划奠定了基础，形成了科学与管理高度融合的创新模式。

### 3.2 新型材料的推广应用

新材料的引入要求技术团队在施工和养护中进行新的工艺改进，这并非简单的技术替换，而是需要从材料性能的本质出发，设计出与之匹配的施工程序。例如，高性能沥青具有较强的耐磨性，但其铺设要求较高的温度控制与密封工艺。因此，在新型材料的推广中，必须同步进行技术工艺的优化与施工标准的提升，确保材料的性能能够在实际使用中得到充分发挥，这一过程需要技术研发的支持，还需管理层面的统筹与协调，确保从材料选择、技术改进到施工实施的全流程协同运作。

从管理层面上看，有效的推广策略应该建立在全生命周期成本管理的基础上，通过经济模型与技术模型的融合，制定合理的推广方案。此外，推广过程中还应通过大规模的工程验证和数据反馈，动态调整材料选择与应用策略，以确保新型材料能够适应不同区域的气候与使用环境。

### 3.3 养护设备的现代化

传统的养护设备在实际操作中往往存在功能单一、自动化程度低、操作复杂等问题，严重影响了养护效率，特别是在应对大规模、高强度的高速公路养护任务时，传统设备的局限性更加凸显。而现代化养护设备的引入，为整个养护体系带来了显著的变化，以智能化养护机械为例，这类设备

具备自动监测、精准施工、数据反馈等功能,使得高速公路的养护工作不仅更加高效,还能做到精准、可控。而且现代化设备的引入也促使高速公路养护在效率和安全性上实现了跨越式提升,诸如智能灌缝机、自动沥青摊铺机等设备可以在作业速度上远超传统设备,且能在施工过程中通过传感器和智能算法实时调整操作参数,保证施工质量的一致性和精准性。这种自动化、智能化设备的普及,可以降低对人工技术水平的依赖,同时减少了人力投入和安全隐患。此外,这类设备通常配备了远程监控和操作系统,使得管理者可以通过平台实时监控设备的工作状态、施工进度,甚至能够远程调整操作方案,这种“远程协同”的能力,使得分散作业能够被纳入统一调度体系中,有效提升资源配置效率。

## 4 高速公路养护管理对策与实施方案

### 4.1 分级养护管理机制的建立

为了有效建立分级养护管理机制,必须构建一套科学的评估体系,针对高速公路的交通流量、路面结构、环境条件以及使用年限等多个维度进行综合分析,这种评估体系应当基于大数据和智能监控技术的支持,能够实时监测路面的使用情况和损坏程度,并结合历史数据进行损坏趋势的预测。这一评估体系可以将高速公路划分为不同的等级,分别对应于不同的养护频率和养护方式,如对于交通流量大、路面承载压力大的主要干道,应采用高频次的检测和养护措施,确保其处于最佳运营状态。而对于流量较小、使用相对轻度的支线或次要路段,可以根据路面实际状况适当延长养护周期,以节省不必要的资源浪费。

分级养护管理机制的有效实施要求在管理层面进行全面的制度化安排:①各个分级养护层次必须有明确的执行标准和操作规范,以保证养护工作的统一性和连续性。②管理者需要在资源分配上进行精细化管理,确保不同级别的养护项目都能够得到适配的资金、设备与人力支持。③应设立动态调整机制,根据实时监测结果和实际养护效果,对不同路段的养护级别进行灵活调整,避免因外界因素变化而导致的养护失衡。

### 4.2 引入第三方评估与管理

第三方机构通过先进的技术手段,如无人机巡检、激光扫描等方式,能够更加全面和精准地获取路面损坏情况的第一手数据<sup>[1]</sup>。与传统的人工检查方式相比,这种技术手段不仅提高了检查的精度,还减少了人为因素导致的评估误差。而且这类数据的积累结合大数据分析,可以为养护管理者提供更加详细的养护建议,确保养护工作的针对性和及时性。

此外,第三方评估机构能够为高速公路的不同路段提

供分级别的建议,根据交通流量、路面结构等因素,制定最优的养护方案,避免过度养护带来的资源浪费,防止因养护不足导致的潜在安全隐患。

最后,第三方机构的独立性意味着其评估结果可以作为公正、透明的依据,既为养护工作提供了外部监督,也为政府监管部门制定政策和调整资金分配提供了可靠的参考。在这一机制下,养护企业或承包商的工作绩效也能够得到客观评价,鼓励优质的养护服务和更加高效的运营管理。同时,评估结果的公开透明也有助于提高公众对高速公路管理的信任度和满意度,进一步推动养护管理工作的社会效益提升。

### 4.3 资金管理与多元化融资

传统的公路养护资金主要依赖于政府的财政拨款,但随着路网规模的不断扩大,单一的资金来源无法满足日益增长的维护需求。因此,在融资模式上,可以引入PPP模式(公私合作模式),通过政府与社会资本合作,共同承担高速公路的建设与养护责任,以此能够减轻政府的财政负担,还可以借助私营企业的资金、技术和管理经验,提高项目的运营效率和管理质量。还可以将高速公路的未来收益作为证券化资产进行融资,有效激活存量资产,盘活资金流动性,从而解决公路维护过程中资金周转不灵的问题。除此之外,多元化融资渠道的引入需要与科学的资金管理相结合,确保每一笔资金都能高效地应用于实际项目中。在这方面,可以利用信息化手段,构建一个全流程可追溯的资金管理平台,实时监控资金的使用情况,确保资金分配与实际需求相匹配。同时,这种透明的资金管理体系可以为社会资本提供安全感,减少融资过程中对资金流向不确定性的担忧,从而吸引更多资本的注入。

## 5 结语

综上所述,通过体制改革和管理模式的重构,实现分级养护、引入第三方评估、拓展多元化融资渠道等措施,可以显著提升高速公路的管理效率与安全性。与此同时,结合智能监控、大数据分析和新材料的广泛应用,能够进一步优化资源配置,确保道路的长期可持续运营。未来的高速公路养护管理必须在制度、技术与经济手段的深度融合中找到平衡,以应对不断变化的挑战并确保其高效、稳定的运行。

### 参考文献

- [1] 吴巍.高速公路路面养护施工工艺及安全管理措施[J].汽车周刊,2024(10):37-39.
- [2] 矫涛涛,隋喜忠.高速公路沥青路面早期病害成因及预防措施[J].汽车周刊,2024(10):52-54.
- [3] 吴勇志.高速公路日常养护工程标准化施工及质量控制研讨[J].汽车周刊,2024(10):61-63.

# Research on the Construction Technology of Existing Railway Line Switch Turnout

Junjie Guo

National Energy Group Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034100, China

## Abstract

The construction of the existing railway line for paving turnout is a technical and complex operation project, involving the laying of the new turnout, the installation of related ancillary facilities and the safety protection measures in the construction process. This paper systematically studies and analyzes the key links in the process of turnout change, expounds each step from the assembly, placement, adjustment of the new turnout to the line, and emphasizes the importance of accurate construction. In order to ensure the smooth construction and the safety of railway operation, this paper proposes several optimization construction strategies, including the prefabricated assembly of new turnout, accurate measurement and lofting of the construction site, synchronous installation of turnout auxiliary facilities, and effective safety protection measures. Through these improvement methods, we not only improve the construction efficiency, but also reduce the impact on the normal operation of the railway, and provide valuable experience and theoretical support for the railway engineers and technicians in practice, which is of great significance to improve the standardization and standardization of the railway construction.

## Keywords

existing line; turnout construction; changing technology

## 关于铁路既有线换铺道岔施工工艺的相关研究

郭俊杰

国家能源集团朔黄铁路发展有限责任公司, 中国·山西忻州 034100

## 摘要

铁路既有线换铺道岔施工是一项技术性、操作复杂的工程, 涉及新道岔的铺设、相关附属设施的安装以及施工过程中的安全防护措施。论文针对道岔换铺过程中的关键环节进行了系统的研究和分析, 详细阐述了从新道岔的组装、放置、调节到上线的每个步骤, 强调了精准施工的重要性。为确保施工的顺利进行和铁路运营的安全, 论文提出了若干优化施工策略, 包括新道岔的预制组装、施工现场的精确测量与放样、道岔附属设施的同步安装, 以及有效的安全防护措施。通过这些改进方法, 不仅提高了施工效率, 还降低了对铁路正常运行的影响, 为铁路工程技术人员在实践中提供了宝贵的经验和理论支持, 对提升铁路施工的标准化和规范化具有重要意义。

## 关键词

既有线; 道岔施工; 换铺工艺

## 1 引言

随着铁路运输的快速发展, 铁路道岔作为轨道交通的关键组成部分, 其运行性能对铁路整体运营效率至关重要。道岔换铺施工是铁路维护和改造中的重要环节, 尤其在既有线运营环境下进行换铺施工, 技术难度较大, 安全要求极高。因此, 研究如何提高既有线换铺道岔施工工艺的效率和精度, 对于保障铁路安全运行、提升轨道使用寿命具有重要的现实意义。

## 2 新道岔铺设工艺

新道岔铺设工艺是整个施工的核心步骤, 也是决定施工成功与否的关键所在。下面详细描述了在道岔铺设前、中、后的具体工艺流程。

### 2.1 道岔铺设前的准备

#### 2.1.1 新道岔的预拼装及检验, 确保各部件匹配

道岔组装环节是整个铺设工艺的基础, 在施工现场附近的平整场地上, 技术人员要按照设计图纸规范对新道岔进行精确的预拼装, 此过程中包括了各部件的匹配检查。然后预拼装期间, 工程师们会特别关注道岔的轨距、水平、高低等几何尺寸关键参数, 确保其符合设计要求。而且还要对道岔的转换性能进行全面测试, 如测试转辙器的灵活性、转辙部分的导向性能等。只有严格的预拼装检验, 才能保证道岔各

【作者简介】郭俊杰(1986-), 男, 中国山西忻州人, 本科, 二级技师, 从事既有线道岔换铺技术研究。

部件之间的完美配合为后续的铺设工作奠定坚实基础<sup>[1]</sup>。

### 2.1.2 道岔各部分按顺序摆放，便于推行

在预拼装完成后，道岔各部分基本已形成一个整体结构，确保各部件在施工现场的快速组装与安装。此时，现场需要合理规划铺设顺序，将道岔各部分按照施工计划和实际需要顺序摆放在轨道附近，便于后续推入既有线的铺设位置。由于道岔在预拼装时已经大致完成了结构整合，在推运过程中，需要使用起重设备或轨道推移设备，将整体结构缓慢推进到指定位置，减少临时拼装工作量，确保施工高效进行。在道岔推进过程中，施工人员需特别注意各部分连接的稳定性，保证在移动过程中不会出现部件错位或松动情况。

## 2.2 铺设道岔

进入实际铺设阶段大型推行设备的应用是保证道岔精准就位的关键，与传统的吊装方式相比，推行技术能够更好地保护道岔结构，减少变形和损伤的风险。所以，操作人员需要根据事先标定的基准点，精确控制推行设备的移动轨迹，保证道岔组件能够平稳准确地滑入预定位置。而在这个过程中，激光定位系统的使用可极大地提高定位精度，使道岔的初始位置误差控制在毫米级别。

## 2.3 道岔调节与固定

道岔调节与固定是整个铺设工艺的最后一个环节，也是最为关键的步骤之一：一方面，利用专业的轨道调整设备，例如，液压千斤顶和轨道捣固机对道岔进行精细的水平及高程调整。此过程需要反复测量，直到道岔的几何参数完全符合设计要求。随后工程人员会使用高精度扭力扳手，按照规定的力矩值对轨道扣件进行紧固来保证道岔位置的稳定性，还能为后续的列车运行提供可靠的支撑。另一方面，转辙机的安装和调整是保证道岔正常工作的重要环节，技术人员要根据设计图纸准确地安装转辙机及其附属装置，如融雪装置、轨距拉杆等。安装完成后要进行一系列的调试工作，例如，转换力的测试、行程的调整、锁闭装置的检查等<sup>[2]</sup>。

通过以上详细的工艺流程，新道岔的铺设工作得以高质量完成。这种精细化系统化的施工方法能够保证道岔的几何精度为后续运营安全提供坚实的基础。然而，技术团队也要认识到，在实际施工过程中可能会遇到各种突发情况，如天气变化、地质条件复杂等。因此，施工团队需要具备快速应变，来保证在各种条件下都能高质量地完成道岔铺设任务。

## 3 防护体系的建立

既有线施工的最大特点是需要在列车运营的间隙完成施工，这意味着施工现场不仅需要面对复杂的作业环境，还必须对安全防护提出更高要求，为此，施工防护体系的建立尤为重要。

### 3.1 断电、断线及安全确认

断电断线及安全确认是整个防护体系的基础，在开始任何实质性的施工工作之前，必须严格执行断电程序，还要考虑到邻近线路可能存在的感应电流风险，故而，施工团队

应与铁路电力部门密切协作制定详细的断电方案，并设置明确的断电区域边界。断电完成后，专业的电力技术人员需要使用高精度的电压检测设备，对施工区域进行全面的电气安全检查，保持所有设备和线路均处于无电状态，而且还要在断电区域的关键位置设置醒目的警示标志，并派专人进行现场监督防止误操作导致的意外送电。另外，安全确认环节同样不容忽视，施工负责人要组织全体参与人员召开安全技术交底会议，详细讲解施工潜在风险点以及应急处置措施，每个工作人员都应该明确自己的职责熟悉安全撤离路线和紧急联系方式<sup>[3]</sup>。

## 3.2 道岔及相关部件拆除

### 3.2.1 拆除旧轨、转辙机、岔枕、扣件等部件

随着有效的防护体系建立，便可以着手进行旧道岔及相关部件的拆除工作，拆除转辙机、连接零件等相关部件，这些部件的拆除要按照特定的顺序和方法进行。例如，拆除转辙机时先需要断开所有电气连接，然后才能进行拆卸。连接零件的拆除要使用专业的拆卸工具，来提高效率并减少人员劳动强度。

### 3.2.2 使用专业设备进行旧道岔的切割和拆卸

使用专业的轨道切割设备对旧道岔进行精确切割，切割位置的选择要考虑到旧料装载的要求，通常会在既有道岔上按要求切割位置进行标记。切割完成后，使用机械，将旧道岔部件移出，这个过程需要专人引导机械配合作业，保证机械在移动、旋转过程中保持平稳避免突然倾斜或跌落，此外还要注意保护周边的既有设备防止发生碰撞或刮蹭。

### 3.2.3 废旧材料的清理和转运

随着拆除工作的进行废旧材料的及时清理和转运也变得尤为重要，工作人员要在现场设置临时的材料分类区域，将可回收利用的部件与需要报废的材料分开存放。对于一些特殊的废弃物，如含油污的零部件或电子元件，则要按照环保要求进行专门处理。

## 3.3 道床清理

### 3.3.1 彻底清理道床上的旧石碴、道砟及杂物

在旧道岔拆除完毕后，道床上的旧石碴、道砟及其他杂物必须全部清理干净，保证新的道岔铺设时不会受到任何阻碍。例如，使用大功率的道砟清筛机对道床进行彻底的清理，去除积累的污泥和杂物。这个过程不仅能够改善道床的排水性能，为新道岔提供稳定的支撑基础。另外清筛后的道床还需要进行精细的平整处理，使用专业的平整设备，一定要保持道床表面的平整度和坡度符合设计要求<sup>[4]</sup>。

### 3.3.2 清理后的道床进行平整及压实处理

平整完成后还需要对道床进行压实处理，通常使用大型振动压路机或专用的道床压实设备进行，压实过程需要按照特定的路线进行，在一些特殊区域，如道岔关键部位的下方，可还需要采用人工夯实的方法来达到更好的压实效果。而且在整个防护体系的建立过程中，技术团队还要特别注意

与相邻线路的协调,由于铁路既有有线通常处于繁忙的运营状态,施工活动不可避免地会对邻近线路产生一定影响。因此,要制定详细的施工时间表尽可能选择在列车运行相对较少的时间段进行高风险作业。而且在施工区域与运营线路之间设置可靠的防护屏障,如活动式隔离栅栏或临时防护墙来防止施工过程中的碎屑意外落入运营线路。此时还要安排专人负责与调度部门保持实时沟通,及时了解列车运行情况,必要时可以请求临时降速或采取其他安全防护措施。注意,在防护体系建立的各个环节中都要充分考虑到环境保护的要求。在进行道床清理和废旧材料处理时,要采取有效措施防止粉尘污染,使用喷淋设备或覆盖防尘网等。对于产生的废水则要设置临时的沉淀池和过滤装置,保证排放的水质符合环保标准。

## 4 道岔附属设施安装

道岔的铺设不仅是道岔本体的更换,同时还包括一系列附属设施的安装。这些设施的正常运行直接影响道岔的使用效果。

### 4.1 道岔初步调试

在道岔铺设和基本固定完成后,初步调试工作是保证道岔正常功能的关键环节。而且技术人员需要对道岔的各个部分进行全面检查和初步调试,保证其能够满足设计要求并顺利运行。一方面,要对道岔的几何形状进行精确调整,包括轨距、水平和高程等关键参数。另一方面,施工人员需要使用全站仪和轨距尺等高精度测量工具,进行道岔的逐步调节,确保其与线路的几何尺寸完全吻合。而且对道岔的转换部分进行初步调试,保证转辙器动作灵活。接下来,转辙机及其他控制设备的调试也是初步调试的重点之一。在安装好转辙机后,技术人员要通过模拟操作,测试其转换行程、锁闭性能以及电气系统的响应速度,确保转辙机能够准确无误地完成道岔转换。需要特别注意的是,初步调试阶段对电气系统的检查,必须保证所有电缆连接正确且稳定,保证信号传输正常,不会因为接触不良或外部干扰影响设备的正常工作。初步调试完成后,还需进行一系列的安全测试,包括转辙机的锁闭力测试、故障检测以及紧急情况应对测试,以保证道岔在各种运行条件下的安全可靠。这一阶段的调试,为后续道岔的全面调试和正式启用打下了坚实的基础<sup>[5]</sup>。

### 4.2 信号系统调试

信号系统的调试是道岔安全运行的关键环节,其中含有轨道电路的调整、道岔表示器的安装和调试,以及与车站联锁系统的对接等多个方面。一方面,技术人员要对新安装的道岔进行全面的电气特性测试,如导通性能。然后要根据实际情况调整轨道电路的参数,保证其能够准确检测列车占用状态。另一方面,道岔表示器的安装位置需要精心选择,既要让信号灯光清晰可见,又不能影响列车驾驶员的视线。所以在与车站联锁系统对接时,要进行大量的模拟测试和现场验证,保证道岔的转换指令、位置反馈等信息能够准确无

误地传输和执行。

### 4.3 排水设施的设置

排水设施的设置虽然常常被忽视,但对于道岔的长期稳定运行至关重要。良好的排水系统能防止道床积水,所以在设计排水系统时,要充分考虑当地的气候特征和地形条件。例如,在道岔区域设置纵向和横向排水沟,并保证它们与既有的排水系统有效连接。另外在一些特殊地点,如低洼地带或者易积水区域,还要设置额外的集水井或泵站,最终保证关键部位不会因积水而影响正常工作。

### 4.4 其他附属设施的安装

除了上述主要设施外,还有许多其他附属设施需要安装。例如,道岔加热系统是在寒冷地区保障道岔正常工作的重要设备。安装时要考虑加热元件的均匀分布,保证关键部位得到充分加热。同时还要注意加热系统的控制装置安装位置,既要便于操作和维护,又不能影响道岔的正常工作。还有道岔区域的照明设施也需要合理布置,既要确保夜间施工和检修时有足够的照明度,又不能对列车运行产生干扰。例如,在安装各种附属设施的过程中要特别注意设备之间的协调性,如说不同设备的电源需求可能不同,要设计一个统一的供电系统,既能满足各设备的功率需求,又要考虑到系统的可靠性。而且各种设备的控制系统也需要进行统一规划,尽可能实现集中控制来提高系统的整体效率。

在整个附属设施安装过程中,质量控制和安全管理始终是我们需要关注的重点。每一个安装步骤都需要有详细的操作规程和质量检查标准。从自检、互检到专业质检人员的抽检,要每一个细节都符合要求。最后还要建立完善的施工记录系统,详细记录每一个设备的安装过程和测试结果,为后期的维护以及排查提供依据。

## 5 结语

铁路既有有线道岔换铺施工是一项复杂而系统的工程,它需要通过新道岔的组装、铺设、调整与固定,以及防护体系的建立和附属设施的安装,确保施工的顺利推进与铁路运营的安全性。通过规范化的施工工艺,既能有效缩短施工时间,又能提高施工质量,从而为铁路运输的安全性和高效性提供坚实保障。

### 参考文献

- [1] 胡文博.铁路既有有线成组更换道岔施工技术探讨[J].科技与创新,2021(9):58-59.
- [2] 解志强.关于铁路既有有线车站改造施工技术的分析[J].居舍,2021(9):43-44+50.
- [3] 赵彬.重载铁路既有有线插铺道岔施工方法探讨[J].工程技术研究,2018(13):229-230.
- [4] 赵强.既有铁路电化区段狭窄地域换铺道岔施工技术[J].中国高新技术企业,2017(7):141-143.
- [5] 李长伟.铁路既有有线成组更换道岔施工技术探讨[J].科技与创新,2017(3):66+69.

# Innovation and Development of Air Traffic Management in the Information Age

Pengyi Li

Northeast Regional Air Traffic Administration Bureau, Shenyang, Liaoning, 110043, China

## Abstract

In the information age, air traffic management is facing unprecedented challenges. However, this challenge also brings opportunities for the innovation of management mode. The research takes information as the leading role, and discusses the innovation and development of air traffic management. Firstly, it analyzes the current situation of air traffic management under the background of information, and reveals the problems of backward management means and insufficient application of information technology. Secondly, through the application of information technology, a new management mode of air traffic is put forward, including intelligent air route management, data-driven decision-making method, and security monitoring mechanism based on big data analysis. The results show that this new management mode can not only improve the operation efficiency of air traffic, but also effectively improve its safety and stability. Finally, this paper expounds the far-reaching influence of this cross-border integration innovation on the field of air traffic management in China, in order to provide reference for the information reform of air traffic management in China.

## Keywords

informatization; air traffic management; management mode innovation; intelligent air road management; big data analysis

## 信息化时代空中交通管理的创新与发展

李芃漪

民航东北地区空中交通管理局, 中国·辽宁 沈阳 110043

## 摘要

在信息化时代, 空中交通管理面临着前所未有的挑战。然而, 这种挑战同时也为管理模式的创新带来了机遇, 研究以信息化为主导, 探讨了空中交通管理的创新与发展。首先, 分析了信息化背景下空中交通管理的现状, 揭示出管理手段落后、信息技术应用不足等问题。其次, 通过信息技术的运用, 提出了空中交通的新型管理模式, 其中包括智能化航路管理, 数据驱动的决策方法, 以及基于大数据分析的安全监控机制等。结果表明, 这种新型管理模式不仅可以提升空中交通的运行效率, 还能有效地提高其安全性和稳定性。最后, 阐述了这种跨界融合创新为我国空中交通管理领域带来的深远影响, 以期能为我国空中交通管理的信息化改革提供参考。

## 关键词

信息化; 空中交通管理; 管理模式创新; 智能化航路管理; 大数据分析

## 1 引言

随着信息化时代的到来, 各行各业都面临着深刻的变革, 空中交通管理也不例外。空中交通管理是社会经济活动中的关键环节, 对于保障人民生命财产安全, 促进社会经济快速发展, 具有至关重要的作用。但是, 在信息化背景下, 传统的空中交通管理方式显得力不从心, 既不能满足日益增长的航空运输需求, 也难以应对日益复杂的空中交通场景。这使得空中交通管理面临着前所未有的挑战, 急需寻找新的解决方式和办法。面对这种挑战, 信息技术的广泛开展, 为

我们揭示了空中交通管理新的发展方向 and 路径。通过信息化技术的运用, 我们可以构建更加合理, 也更加高效稳定的空中交通管理模式, 有效提升空中交通的运行效率, 提高其安全性和稳定性。此方面的研究有着重要的理论意义和实践价值。因此, 论文主要以信息化为主导, 结合空中交通管理说明其面临的问题和挑战, 再探讨如何通过信息化去求解, 以达到提高效率和安全性的目的。

## 2 信息化背景下的空中交通管理现状

### 2.1 空中交通管理的重要性与挑战

信息化背景下, 空中交通管理的重要性与挑战主要体现在以下几个方面<sup>[1]</sup>。空中交通管理作为航空运输体系的核心, 保障了航班运行的安全性与高效性。随着航空运输业的

【作者简介】李芃漪(1982-), 男, 中国辽宁沈阳人, 本科, 工程师, 从事空中交通管理研究。

快速发展，飞行密度增加，航路复杂化，空中交通管理的重要性愈发凸显。空中交通管理系统通过实时监控与调度，确保航班按计划运行，并在出现突发状况时及时作出有效应对，以避免潜在的安全风险。面对日益增多的航班数量与复杂的飞行环境，传统管理手段的局限性显现出来。

在信息化时代，空中交通管理面临的挑战愈加严峻。传统的管理手段往往依赖人工操作与经验判断，容易导致信息延迟和误差<sup>[2]</sup>。这种模式在应对复杂飞行变化和突发事件时存在显著不足，不仅难以保障高效运行，还可能引发安全隐患。技术的滞后使得信息共享和决策响应不够及时，无法充分满足现代航空运输的需求。现有的技术设备和软件系统在数据处理及信息集成方面尚存在不足，导致空中交通管理的信息化水平不高，尝试创新与优化的空间巨大。

面对上述挑战，信息技术的应用显得尤为重要。通过引入智能化和自动化技术，空中交通管理可以实现更高效、更精准地运行，进而提升整体安全性和稳定性。信息化背景下的空中交通管理不仅需要更新技术手段，更需要全面提升信息化生态系统，以应对日益复杂的飞行环境和增长的航空需求。这种系统性的提升将为未来空中交通管理的创新发展奠定坚实基础，有效应对信息化时代的诸多挑战。

## 2.2 管理手段的落后问题

信息化背景下，空中交通管理的传统手段面临诸多问题。现有管理手段多依赖于过时的技术和手工操作，导致信息传递速度缓慢、数据准确性不足。空中交通管制员需监控多个复杂系统，难以实时掌握全面的空域动态，从而增加了人工错误的风险。不同系统之间的信息交互和共享不充分，无法形成有效的统一管理。调度决策依赖于经验判断，缺乏科学依据，难以应对突发事件及复杂航行环境的挑战。管理手段落后直接影响了空中交通管理的效率和安全性，迫切需要引入先进的信息技术进行全面革新。

## 2.3 信息技术在空中交通管理中的应用不足

在空中交通管理领域，信息技术的应用仍处于初级阶段，存在诸多不足。现有的信息系统往往缺乏互联互通能力，导致各类信息数据难以实现实时共享和综合利用，限制了决策效率。多数空中交通管理系统依赖于传统的雷达和无线电通信技术，信息获取和传递速度滞后，无法满足现代航空交通日益增长的需求。数据分析和处理技术的落后也是一大瓶颈，导致无法充分挖掘和利用已有的飞行数据，未能实现智能化管理和精细化操作。总体来看，信息技术在当前空中交通管理中的应用不足，不仅制约了管理效率，也影响了航空安全和运行稳定性<sup>[3]</sup>。

# 3 信息化时代空中交通管理的创新与发展

## 3.1 智能化航路管理的创新与应用

智能化航路管理的创新与应用在信息化时代为空中交通管理带来了显著的变革。智能化航路管理通过整合先进的

信息技术，实现了对航路资源的优化配置和实时动态调整。在这一管理模式中，智能化系统发挥了关键作用，通过大数据、人工智能等技术手段，能够对航班运行情况进行实时监控和分析，从而在航路规划与调整中做出科学决策。

智能化系统不仅能够提高空中交通运行的效率，还能显著提升航路管理的精准度。通过对历史飞行数据的积累和分析，系统可以预测高峰时段并提前做出调整，减少拥堵和延误<sup>[4]</sup>。人工智能技术的引入，使得系统能够处理复杂的数据模型和预测逻辑，从而在航路规划上更加灵活，应对突发状况时更加高效。

智能化航路管理的实现还依赖于各类传感器和通信技术的发展。这些技术的应用，使得空中交通管理系统能够获取更为全面、准确的飞行数据，并通过高效的通信网络进行传输和共享，确保各方及时获得必要的信息，提升整体协同能力。

智能化航路管理在实际应用中也展现出多重优势。例如，通过优化航路设计和动态调整，可以有效减少燃料消耗和碳排放，推动空中交通的绿色发展。系统的自动化水平提高，减少了人为因素的干扰与差错，为空中交通的安全性提供了保障。

智能化航路管理的创新与应用不仅为空中交通管理系统注入了新的活力，更为未来的持续发展提供了坚实的技术保障。

## 3.2 数据驱动的决策方法在空中交通管理中的运用

数据驱动的决策方法在空中交通管理中发挥着重要作用，通过大数据技术的应用，实现了对空中交通行为的精细化分析和实时监控。数据驱动的决策方法主要包括基于历史数据的模式识别与趋势分析、实时数据的动态调度与预测，以及多源数据融合的综合分析。利用这些数据，空中交通管理部门可以及时获取航班运行状态、天气状况、空域使用情况等信息，进而进行科学的调度和部署<sup>[5]</sup>。数据驱动的方法还能通过机器学习算法实现对异常情况的预警和处理，提高空中交通管理的反应速度和准确性。综合来看，数据驱动的决策不仅提升了空中交通管理的效率，还增强了其安全性和稳定性，实现了空中交通管理的现代化转型。这一创新举措为提升航空运输服务质量和应对复杂空域环境提供了有力支持。

## 3.3 基于大数据的安全监控机制的实施与效果

基于大数据的安全监控机制在空中交通管理中发挥着关键作用。通过实时收集与分析航班运行、气象信息、飞机状态等海量数据，能够及时预测并预防潜在风险。利用机器学习算法，可以识别异常航班动态，提供早期预警和应急响应。该机制的实施显著提高了决策的准确性与时效性，保障了空中交通的安全运行。研究表明，采用大数据技术进行安全监控，不仅能减少事故发生率，还极大地提升了空中交通管理的整体效能。

## 4 信息化改革对中国空中交通管理的影响及意义

### 4.1 提升空中交通运行效率的可能性

信息化改革在提升空中交通运行效率方面具有显著潜力。通过智能化航路管理系统的应用,可优化航路设计与规划,从而减少航路拥堵现象。这种系统利用实时数据进行航班调度和路径选择,能够有效降低等待时间和燃油消耗,提高航班准点率。基于信息技术的统一指挥调度中心,可以实现更精准的数据分析与实时监控,从整体上提升空中交通管理的协同效率。这样的调度系统不仅能够快速响应突发状况,还能通过数据驱动预测模型提前预判潜在问题,进一步提升运营效率。

另外,大数据技术的引入为空中交通管理提供了更为详尽和精准的数据支持。通过对大数据的采集与分析,管理者能够更准确地掌握航班运行状态、天气条件和空域使用状况等关键因素,进而进行更科学的决策。这不仅能优化资源配置,减少不必要的飞行延误,还能预估未来航班需求,进行更为高效的规划。

这些信息化手段的运用,使得空中交通管理从原本孤立的、分割的管理模式向更为统一、高效、协同的现代化管理模式转变。信息化改革在提升空中交通运行效率方面的潜力,已经得到了初步验证,并将随着技术的进一步发展,继续为空中交通管理带来深远影响。

### 4.2 提高空中交通安全与稳定性的有效途径

信息化改革对提升空中交通安全与稳定性具有重要作用。信息技术的应用能够增强空中交通安全监控能力,预防和减少空中事故的发生。通过实时数据采集和分析,航空管理部门可以及时获取飞行器的状态和运行环境,快速响应突发状况。智能化系统能够综合多源信息,预判潜在风险,提供预警机制,从而减少人为失误的可能性。大数据分析技术可以对海量历史飞行数据进行挖掘,识别潜在的安全隐患,并通过机器学习算法优化运行策略,提升整体安全水平。通信、导航、监视等技术的集成应用,可以实现飞行器间的信息共享与协同,保障飞行器在高负荷情况下的稳定运行。信息化系统的自动化和智能化功能还能减少飞行员和管制员的工作负荷,提高操作精确度和应急处置能力。信息化改革为空中交通管理提供了从源头到过程全方位的安全保障,显著提升了空中交通的安全性及稳定性。

### 4.3 信息化改革对中国空中交通管理未来发展的影响

信息化改革对中国空中交通管理的未来发展具有深远

影响。信息化提升了系统的集成度和自动化水平,通过智能化和数据驱动的方式强化了对航班的全流程管理,显著提高了空中交通运行效率和精准度。通过大数据分析挖掘,可以有效预测和预防潜在安全隐患,提升运行决策的科学性和透明度,从而增强空中交通管理的安全性与稳定性。信息化改革推动了跨界技术的融合与应用,如人工智能、物联网等先进技术,这不仅为空中交通管理提供了更多技术支持,还激发了行业内外的协同创新,促进了整个航空业的现代化进程。信息化改革为我国空中交通管理的未来发展提供了坚实的技术基础和广阔的发展前景。

## 5 结语

此次研究首次探索了信息化背景下的空中交通管理模式,将信息化和空中交通管理紧密结合,不仅以信息化为引领,对已有的空中交通管理理论进行了全新的诠释,同时也尝试对信息化技术在空中交通管理实际应用中的问题进行阐述和解决方案提出。通过引入智能化航路管理,数据驱动的决策方法,以及基于大数据分析的安全监控机制等,为中国空中交通管理领域开创了新的发展方向,同时也拓宽了其应用领域。然而,此次研究虽在理论和实证分析上取得一定的突破,但仍存有一定的局限,如空中交通管理的具体实施,还需要根据中国实际空中交通系统情况进行微调和改良;信息化技术的具体应用还需在未来工作中通过大量实证分析来验证其效果等。总体而言,研究结果充分表明了信息化技术运用至空中交通管理的重要性,为理论和实践提供了有益的启示。我们期待未来有更多的研究者在信息化技术与空中交通管理结合应用的实证研究,以进一步推动中国空中交通管理的科学化、智能化和信息化发展。

## 参考文献

- [1] 曾维成,苗晟源,邹俊志.浅谈智慧交通管理信息化建设[J].交通科技与管理,2020(6):118-119.
- [2] 韩皓.空中交通管理中大数据的应用[J].中国航班,2019(23):106-107.
- [3] 孙会勇,牛志国.大数据下的智能化交通管理[J].中华建设,2019,179(6).
- [4] 金邵钰.智能化交通管理中大数据的发展趋势[J].交通科技与管理,2021(29):6-7.
- [5] 胡淼,胡永梁.交通管理信息化建设路径研究[J].信息周刊,2020(1):186-187.

# Performance and Application Strategy of Preventive Maintenance of High Fiber Asphalt Gravel in Western High Cold Highway

Jinxi Wang<sup>1</sup> Shengqiang Wang<sup>2</sup>

1. Longdong University, Qingyang, Gansu, 745000, China

2. Qingyang City Xinhe Architectural Design Institute, Qingyang, Gansu, 745000, China

## Abstract

The highway maintenance in the western alpine region is facing the dual challenges of extreme climate and complex geographical conditions. The traditional asphalt gravel materials are often difficult to meet the performance requirements of long-term use under these conditions. This paper explores the performance of preventive maintenance and its application strategy of high fiber asphalt gravel in this environment. This paper evaluates the low temperature crack resistance, high temperature stability and water damage resistance of high fiber asphalt gravel, and the results show that the high fiber asphalt gravel has superior low temperature performance and significant high temperature stability, which can effectively improve the crack resistance and prolong the service life of the road surface. At the same time, the study also found that the material has a good resistance to water damage, which can strengthen the integrity and durability of the road surface. Based on these results, the application strategy of high fiber asphalt gravel for preventive maintenance of high cold highway is proposed, which provides new ideas and technical support for highway maintenance.

## Keywords

highway in western alpine region; high fiber asphalt gravel; preventive maintenance performance; maintenance and preventive maintenance; high temperature stability

## 高纤维沥青碎石于西部高寒区公路预防性养护的性能与应用策略

王进玺<sup>1</sup> 王生强<sup>2</sup>

1. 陇东学院, 中国·甘肃庆阳 745000

2. 庆阳市信合建筑设计院, 中国·甘肃庆阳 745000

## 摘要

西部高寒区公路维护面临着极端气候和复杂地理条件的双重挑战, 传统沥青碎石材料在这些条件下往往难以满足长期使用的性能要求。论文以西部高寒地区公路为研究对象, 探究高纤维沥青碎石在该环境下的预防性养护性能及其应用策略。论文评估了高纤维沥青碎石的低温抗裂性、高温稳定性和耐水损伤性能, 结果表明, 高纤维沥青碎石具有优越的低温性能和显著的高温稳定性, 能有效提高路面的抗裂性和延长使用寿命。同时, 研究还发现该材料具有良好的抗水损伤能力, 能够加强路面的整体性和耐久性。基于这些结果, 提出了针对高寒区公路预防性养护的高纤维沥青碎石应用策略, 为公路养护提供了新思路和技术支持。

## 关键词

西部高寒区公路; 高纤维沥青碎石; 预防性养护性能; 维护和预防性养护; 高温稳定性

## 1 引言

论文讲的是在中国西部的高寒地区, 天气非常冷, 这

【基金项目】2022年度庆阳市科技计划项目《深厚黄土地区沥青路面预防性养护策略研究》(项目编号: QY-STK-2022A-083)。

【作者简介】王进玺(1980-), 男, 中国甘肃白银人, 硕士, 副教授, 从事公路工程地基处理、路基路面结构优化设计及维修养护相关研究。

给修建和保养公路带来了很大的挑战。往常用的路面材料在这么冷的地方容易坏, 这就需要经常修理, 费用很高。为了解决这个问题, 研究者们发现了一种新的材料叫作“高纤维沥青碎石”, 这种材料在冷和湿的条件下表现得很好, 不容易坏。通过实验, 研究者们比较了新旧两种材料, 并发现这种新材料更适合用在高寒地区的公路上。这项研究的目的是找到一个既经济又有效的解决方案, 帮助那些高寒地区的公路更好地修建和维护, 这对于那些地区的人们来说是非常重要的。

## 2 西部高寒区公路的环境特性与维护挑战

### 2.1 高寒区公路的环境特性

高寒区公路所处的环境具有独特的气候和地理特性，这些特性对公路的建设和维护提出了严峻挑战<sup>[1]</sup>。高寒区通常位于海拔较高、纬度较高的地区，这些地区的气温冬季极低，且昼夜温差大。长时间的低温环境和频繁的冻融循环对公路材料的耐久性构成了严峻考验，容易导致路面材料的疲劳损坏和裂纹形成。

高寒地区的降水形式主要为雪，这导致冬季路面面积雪结冰，对交通安全造成威胁。春季融雪期间大量的地表水会导致路基土体的饱和，增加了路基的不稳定性，易引发路基沉降或滑坡。高寒区的高原环境还伴随着较强的紫外线照射和高风速，这些环境因素共同作用，促进了沥青材料的老化和路面表层的风化。

地理特性方面，高寒区地形复杂，山地、峡谷、丘陵等地形交错分布。地形的复杂性进一步增加了公路规划和施工的难度，需要克服多种地质障碍，如岩石破碎带、冰川沉积物等。这些地质条件不但增加了施工难度，也对公路的结构稳定性提出了更高要求。高寒区生态环境脆弱，公路建设和维护过程中的环境保护也是一大工作难点。

在这种独特的环境特性下，高寒区公路的材料选择和养护策略需要特别考量，以应对低温、冻融、积雪、融水等多种不利因素，保证公路的安全性和耐久性。

### 2.2 高寒区公路的维护挑战

在高寒区公路的维护过程中，面临的挑战主要源于该地区极端气候和复杂地理环境对路面材料和结构的严苛考验。高寒区的极端低温会导致路面的冻胀和收缩现象，导致沥青碎石出现裂缝和断裂，从而降低路面的整体性能和使用寿命。高寒地区的温度骤变引起的热胀冷缩作用，使得沥青材料在高温下易于软化，在低温下则易于脆化，加剧了路面结构的损伤。

积极应对极寒气候的影响还需要考虑降水对公路的冲刷和积水问题。频繁的降雪和冰冻使得路面长期处于湿滑状态，增加了路面材料的水损伤风险，降低了公路的耐久性。需要具备良好耐水性能的材料，以确保路面能够在频繁降水和冰冻循环中保持稳定。

高寒区地理条件复杂，多山地和高海拔地区，施工难度大，维护成本高。在这样的地理环境中，常规沥青碎石材料难以满足长期使用要求，快速老化和频繁维修成为公路维护的主要问题<sup>[2]</sup>。寻找能够适应高寒地区特殊气候和地理条件的新型材料，并制定有效的预防性养护策略，是解决高寒地区公路维护问题的关键。

高寒区公路的维护挑战主要集中在应对极端气候变化和复杂地理条件对路面材料的影响，需要具备优良性能的新型材料和科学的养护策略，以确保公路的长期性能和安全运行。

### 2.3 常规沥青碎石材料在高寒区公路维护中的问题与局限

常规沥青碎石材料在高寒区公路维护中存在显著的短板。低温环境下，材料易出现脆裂和剥落现象，导致路面损坏。高温时期，材料软化流动，无法提供持久的稳定性。频繁的冻融循环和降水侵蚀加剧了材料的水损害，整体耐久性和使用寿命严重受限<sup>[3]</sup>。

## 3 高纤维沥青碎石的性能研究

### 3.1 高纤维沥青碎石的基本性能

高纤维沥青碎石是一种在传统沥青混合料中引入高性能纤维材料的新型路面材料，具有显著的优越性能。基本性能的研究是其应用推广的基础，包括其物理性能、力学性能以及环境适应性。

物理性能方面，高纤维沥青碎石的密度更高，具有更好的均匀性和粒度分布，这保证了其在施工过程中的稳定性和施工质量。引入的纤维材料能够在混合料中形成三维空间网络结构，有效地增强了沥青混合料的黏聚力和内摩擦角，从而提高材料的整体强度和抗剪切性能。

力学性能的研究显示，高纤维沥青碎石的抗拉强度和抗压强度显著增强，这主要是由于纤维材料在沥青基质中的均匀分布，使得受力状态更加均匀，避免了应力集中的现象。纤维材料的引入还有效地提高了其抗疲劳性能，使得路面在长期荷载作用下依然能够保持良好的结构完整性。

在环境适应性方面，高纤维沥青碎石对温度变化具有更好的适应能力。低温环境下，纤维材料能够有效阻止裂缝的扩展，提高抗裂性能；高温环境下，其高温稳定性被显著增强，能有效抵御高温引起的变形问题。

综合上述分析，高纤维沥青碎石由于其独特的三维空间网络结构和优异的力学性能，表现出卓越的基本性能，为在西部高寒区的广泛应用奠定了良好的基础。这些性能研究结果不仅为后续的低温抗裂、高温稳定性及耐久损伤综合性能研究提供了坚实的理论基础，也为制定科学合理的应用策略提供了数据支持。

### 3.2 高纤维沥青碎石的低温抗裂性和高温稳定性研究

高纤维沥青碎石的低温抗裂性和高温稳定性在西部高寒区的应用具有显著优势。通过一系列室内试验，研究了高纤维沥青碎石的低温抗裂性能。结果显示，该材料在-20℃及更低温度条件下，具有较低的裂缝倾向。其原因在于高纤维材料能够有效增强沥青的韧性，从而在低温环境中减少裂缝产生。

高温稳定性方面，通过车辙试验和动稳定度试验评估了高纤维沥青碎石在高温条件下的性能表现。结果表明，高纤维沥青碎石在60℃以上高温条件下表现出优异的抗车辙能力和较高的动稳定度，远优于传统沥青碎石。这主要归因于高纤维材料对沥青混合料的加筋效果，有效抑制了高温条

件下的流动变形,确保了路面的高温稳定性和耐久性。

高纤维沥青碎石在低温条件下表现出较强的抗裂性能,在高温条件下具备优异的车辙抗力和稳定性,适用于复杂气候条件下的公路养护。

### 3.3 高纤维沥青碎石的耐水损伤性能研究

高纤维沥青碎石在耐水损伤性能方面展现出显著优势,通过室内试验评估其抗水损伤能力。利用浸水残留稳定性试验和冻融劈裂试验,分析不同条件下高纤维沥青碎石的表现。试验结果显示,该材料在水浸及冻融循环后的强度保持率明显高于常规沥青碎石。高纤维的引入提升了沥青混合料的内部结构稳定性,有效降低了水分浸入导致的路面损伤风险。研究表明,高纤维沥青碎石在提高路面抗水损伤能力、延长道路使用寿命方面具有重要应用价值。

## 4 高纤维沥青碎石在西部高寒区公路预防性养护中的应用策略

### 4.1 高纤维沥青碎石在预防性养护应用的闸口

高纤维沥青碎石在西部高寒区公路预防性养护中的应用策略,需要明确其具体应用的闸口。在高寒区公路的特殊环境中,由于长期的低温和季节性的极端温度变化,传统沥青碎石材料往往难以满足耐久性的要求。高纤维沥青碎石作为一种新型材料,以其优越的低温抗裂性能、高温稳定性以及良好的耐水损伤特性,在预防性养护中具有显著的应用潜力。

预防性养护的关键在于提前防范各种潜在问题,延长路面的使用寿命。从高纤维沥青碎石的低温抗裂性能来看,该材料在高寒区的低温环境下能够有效防止裂纹的产生与扩展,从而减少由于低温开裂引起的路面损坏。该材料在高温条件下表现出的高温稳定性,能够显著提高路面的抗车辙能力,减少因高温变形带来的损害。

至于耐水损伤方面,高纤维沥青碎石能够有效阻止水分渗入路基,避免了雨雪天气对路面的长期侵蚀,通过增强集料与沥青的黏结性来提高路面的整体强度和耐久性。这些性能特性表明,采用高纤维沥青碎石进行预防性养护,能够全面提升路面的抗裂、抗变形、抗水损伤能力,从而延长使用寿命,减少养护成本。

合理选择应用时机和区域,可以在路面初显老化迹象但尚未严重损坏时进行高纤维沥青碎石的覆盖或修补,能够最大程度发挥其预防性养护的优势。这种应用策略不仅能够提高路面的服务性能,还能大幅降低长期的维护费用,为西部高寒区公路提供更为可靠和经济的维护方案。

### 4.2 高纤维沥青碎石在西部高寒区公路养护的优势

高纤维沥青碎石在西部高寒区公路养护中具有显著优势,主要体现如下。其优越的低温抗裂性能可有效预防因寒冷气候引起的路面裂缝,延长公路使用寿命。在高温环境下,

高纤维沥青碎石展示出卓越的高温稳定性,能够抵抗高温变形,提高路面结构的稳定性。其优异的耐水损伤性能,有效防止雨雪融水等渗透至路面内部,减少内部结构损坏,增强路面整体耐久性。高纤维的加入,不仅提高了材料的黏结性,还增强了材料的结构细度与均匀性,形成更为致密的路面结构。高纤维沥青碎石材料的施工过程相对简便,对现有施工技术要求较低,有利于在现阶段迅速推广应用。它为高寒区公路提供了一种经济高效且环境适应性强的养护材料,减少道路养护频次和成本,提高公路整体运行效果。利用高纤维沥青碎石在西部高寒区公路养护中表现出显著优势,提供了新的解决方案。

### 4.3 高纤维沥青碎石进行预防性养护的实践策略与技术支持

高纤维沥青碎石在西部高寒区公路预防性养护中的应用需要结合实际地理和气候特征,制定科学的施工工艺和维护方案。建议在施工前进行详细的路况和环境评估,选择合适的纤维种类和掺量,确保材料在低温和高温下均具有良好的稳定性和抗裂性。在施工过程中,应严格控制温度和压实度,以保证材料的均匀性和密实度。定期进行路面检测和维修,及时修复因气候变化引起的微小裂缝和坑洞,从而延长路面使用寿命,提升整体性能。

## 5 结语

论文针对西部高寒区域公路养护的实际需求,系统探讨了高纤维沥青碎石材料的预防性养护性能及应用策略。研究通过室内外试验和分析对比,证实高纤维沥青碎石在低温抗裂性、高温稳定性和耐水损伤性方面具有显著优势,这不仅提高了路面的整体性能,同时延长了公路的使用寿命。另外,论文提出的应用策略为高寒地区公路的预防性养护实践提供了科学的指导和依据,具有较强的适用价值和较广泛的推广前景。然而,研究也存在一定的局限性,例如,在实验条件与实际高寒区公路环境差异、材料与结构耦合作用的模拟等方面还需要深入研究。将来的研究需进一步关注不同区域差异对预防性养护策略的影响,探索适应各类极端天气情况的材料改性和养护工艺,以实现更加精确和高效的养护方案。此外,从生态、经济、社会效益综合评估高寒区公路养护材料的可持续发展性,也是未来研究和实践中不可忽视的重要方向。总之,本研究的成果对于提高西部高寒区公路的养护水平和保障道路交通安全运行具有重要意义。

### 参考文献

- [1] 兰华.分析高寒地区沥青公路的预防性养护[J].科技创新导报,2019,16(8):22-23.
- [2] 李福贵.高寒地区沥青公路的预防性养护[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2020(11).
- [3] 蔡山.沥青公路路面预防性养护分析[J].建材发展导向,2023,21(4):63-65.

# Exploration on the Necessity of Full-scene Long-distance Evaluation of Passenger Cars

Fugang Lai Shaohai Zhang Ronggui Yu Junshen Chen Wangliu Miao

Geely Automobile Research Institute (Ningbo) Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315336, China

## Abstract

With the continuous development of China's passenger car market and the increasing diversification of market demand, traditional performance verification methods are no longer able to fully meet consumers' requirements for vehicle performance and applicability, especially in some special usage scenarios. This paper delves into the necessity of scenario based long-distance evaluation for passenger cars. Based on scenario settings, the article analyzes the various practical situations that vehicles face during actual use and their important impact on consumer experience through long-distance, long-term, and multi working condition usage experiences. The paper elaborates on the key role of scenario based long-distance evaluation in vehicle comprehensive performance evaluation, problem identification, and consumer demand fit, and analyzes specific cases to provide a more comprehensive and practical evaluation method and standard reference for the automotive industry.

## Keywords

passenger car; full-scene; long-distance evaluation

## 乘用车全场景化长途测评必要性探究

赖富刚 张绍海 俞荣贵 陈俊燊 缪望刘

吉利汽车研究院(宁波)有限公司, 中国·浙江 宁波 315336

## 摘要

随着中国乘用车市场的不断发展和市场需求的日益多样化,传统的性能验证方式已难以全面满足消费者对车辆性能和适用性的使用要求,尤其是一些特殊的使用场景。论文深入探讨了乘用车全场景化长途测评的必要性,按照场景设定,通过长距离、长时间、多工况的使用体验,分析车辆在实际使用过程中面临的各种实际情况以及对消费者使用体验的重要影响,阐述了场景化长途测评在车辆综合性能评估、问题点识别、消费者需求契合度等方面的关键作用,并结合具体案例进行分析,旨在为汽车行业提供更全面、更贴近实际使用的测评方法和标准参考。

## 关键词

乘用车; 全场景化; 长途测评

## 1 引言

近年来,中国各汽车企业在全中国范围内的竞争异常激烈,市场份额不断变化,产品价格一再下探,各企业面临着巨大的压力。消费者对汽车的需求呈现出多元化、个性化、高品质的特点,市场要求汽车企业提供更加精准、贴心的产品体验感。在汽车研发、生产以及市场推广过程中,测评是至关重要的环节。然而,传统的测评方法往往侧重于实验室数据指标测定、封闭场地的专项性能验收以及短距离试驾,虽然能够在一定程度上评价车辆的基本性能,但对于车辆在日常真实使用场景下的表现缺乏科学、全面的评估。为了适应市场需求,开展乘用车场景化长途测评,可以更准确地反映汽车在实际使用过程中的表现,并在产品上市前进行针对

性的优化,有助于提高汽车的品质和竞争力。

## 2 测评方案

### 2.1 场景定义

汽车最初作为单纯的交通工具,主要是解决从一地到达另一地的问题,使用场景单一,随着社会的发展和人们生活场景的多元化,汽车作为人们日常生活的必需品也需要满足多场景需求,即用户的使用场景决定了汽车的功能和形态。根据人们使用场景不同,乘用车的使用归纳起来主要可分为六个主要场景,分别是日常通勤、短途郊游、长途自驾、越野探险、商务接待以及网约车服务(见图1)。

日常通勤场景,主要指上下班、接送小孩上下学、商场购物等,其场景特点为以市区或市郊为主,每次行驶距离较短,使用频率较高,中低速的情况偏多;用户的主要关注点有动力性、驾控感、舒适性以及基础功能使用的便利性,对于一般乘用车来说,该场景使用频率最高,为用户买车的

【作者简介】赖富刚(1979-),男,中国四川温江人,高级工程师,从事汽车研究。

主要用车场景。

短途郊游场景，主要指周末户外露营、景点游玩等，其场景特点为用车距离基本为中短途，中高速为主，路况以国道居多；用户主要关注点有中高速的动力性、空间及使用便利性、悬架舒适感、娱乐功能以及如对外放电等一些附加功能。

长途自驾场景，主要是节假日出游、回乡探亲等，其场景特点为高速公路为主，行驶速度较快，行驶时间较长；用户的主要关注点有高速行驶稳定性、座椅舒适性、隔音效果、乘坐空间及装载能力、能耗及补能便利性、导航体验、安全配置等。

越野探险场景，主要指自驾穿越兼顾日常使用的轻越

野和用于丛林、沙漠或封闭场地纯娱乐的重越野，其场景特点主要针对非铺装路面和特殊地形的应对能力，用户的主要关注点有通过性、扭矩大小、脱困能力、驾驶模式多样性、可改装性等。

商务接待场景，主要指商务车用途，用于企业接送客人或参加会议等，其场景特点为用车地点包括机场或车站以及一些机关单位，中短途为主，路况良好，主要关注点有乘坐空间、座椅舒适性、隔音效果和高级配置等。

网约车服务，主要指专门或兼职从事网约车服务，其场景特点以中短途为主，使用地点多为市区或机场、高铁站等，主要关注点为能耗续航、补能便利性以及乘坐空间等。



图 1 乘用车使用六大场景

## 2.2 测评内容及路线规划

根据场景定义结合车型定位制定相应的测评内容，测评内容应尽可能包含在相应场景下用户日常能使用到的所有性能和功能，如动力性、操控性等常规动态性能，空调、娱乐等基础功能，座椅、空间等舒适性以及辅助驾驶、智能座舱等科技表现等。各项测评内容应设定相应的真实场景，如对行李厢的使用便利性，需要按照长途自驾或郊游所带的相应物品进行装载，以得到车辆真实的体验感。

评价路线尽可能覆盖不同的环境和地理条件，如南方到北方，平原到山区，干燥地区到湿热地区等，尽可能涵盖不同的使用环境，以便更全面地评测车辆在不同条件下性能和功能的稳定性。同时，高速路况、市区路况、国道、山路、非铺装路、雨天以及夜间道路里程分配也应和车型定位相匹配，以便真实反映出车辆的使用特点。

## 3 测评结果及应用

测评结果应包含前面定义的每个主场景表现，评价车辆应使用最高配置车型，以便全面地展现出产品特点，并准备相应的市场核心竞品车进行同条件的测评。测评结果应包含三方面内容：①综合产品竞争力对比，即车辆在每个主场景下的使用体验感表现对比；②长途测评相关问题点识别，通过长距离和长时间体验，整理出影响日常使用的问题点，并按严重程度分类并制定相应的整改计划；③产品亮点挖掘，

通过每个场景的使用体验，提炼出车辆令人印象深刻的实用性表现。

### 3.1 产品竞争力对比

产品竞争力对比结果可以通过分析各场景对车辆表现的期望和最终契合度评估出六大主场景得分高低来表示车辆表现，并根据主要子场景的具体性能或功能表现描述车辆在该场景下使用的优势项和不足点。通过对产品竞争力对比结果的分析，一方面可以验证开发车型是否满足项目开发目标，同时可以全面了解开发车型在使用过程中的优势项和不足点，对于后期改款或换代提供优化方向。

### 3.2 测评问题点

长途测评的另一个目的是提前发现潜在问题，在车型开发过程中会在各阶段进行各项性能相应的专项验证，但由于专项验收有一定的局限性，如大多在封闭的场地进行，与实际使用场景有出入，或者是短时间的感知并不能代表长时间使用的需求等。通过场景化长途测评，可以在车辆上市前提前发现这些潜在问题，并及时进行改进和优化，避免消费者在购买后遇到问题而影响使用体验和对品牌的信任度。此外，对于一些新车型或新技术的应用，场景化长途测评也可以起到验证和完善的作用，确保车辆在实际使用中的可靠性和安全性。

### 3.3 产品体验亮点

一般来说，产品的亮点在产品定义阶段就已经明确，

长途测评的作用在于通过真实场景去体验产品亮点的实际表现，而不仅在于广告宣传的画面感上。不同的亮点一定要体现在具体的使用场景上，如对于车内的储物空间，不仅是尺寸上或数量上的优势，还应该有实际使用过程中的便利性体验的呈现，让用户有明显的代入感，从而给用户真正有意义的购车参考。

## 4 案例分析

下面以一款纯电动车（E车）为例，介绍其全场景化长途测评过程及结果应用。该车型定位为A0级纯电代步车，目标用户以新一线城市的女性为主，依据产品定位可以确定测评一级场景以日常通勤为主、兼顾短途郊游和长途自驾，同时设计车辆使用二级场景包括上下班、接送小孩、购物、郊游、探亲等。最终完成的长途测评路程约为1600公里，总用时6天，覆盖市区、国道、高速、山路以及非铺装路，同时兼顾夜间和雨天，使用时间以市区和郊区场景为主，地点涵盖学校、商场、车站、机场、景点、郊外、高速公路以及服务区等。评价内容以满足场景需求为目的，分别进行各性能和功能的体验测评，如上下班过程中的驾控表现、泊车便利性，行驶过程中空调或娱乐设备的操作，郊游出行时的空间使用等。

本次长途测评用的竞品车是比亚迪海鸥，通过测评结果可以看出，E车在产品竞争力方面，总体优势明显，凭借出色的加速性能、轻便的转向、灵活的操控感、优秀的隔音效果以及悬架舒适性，在日常通勤和短途郊游场景表现出色。在长途自驾场景，E车的乘坐空间和装载能力也有着较大优势，充电速度也优于海鸥，不足之处在于高速时转向力偏轻，以及语音清晰度方面略差。另外，在越野、商务接待和网约车几个场景下，两车的定位都不太符合，差异表现较小，E车由于充电速度更快、离地间隙更大，略有优势（见图2）。

对于本次长途测评结果，应进行三方面的应用：①对各场景的产品竞争力综合对比分析，明确E车的优势点在于城市通勤的驾控感和舒适性以及使用空间，不足点在于高速车内噪声偏大，总体表现符合产品定位，满足产品开发目标；②对于长途测评中发现的问题，进行严重度分级，确定整改计划，如导航中出现的系统卡顿问题必须在车辆上市前进行优化，对于部分体验类和风格类问题可以持续关注，根据市场反馈在中期改款和换代时进行升级优化；③对于产品亮点，应在长途测评过程中进行场景化表现，提炼出用户强

感知的点，提供给市场部门用于产品宣传，使用户产生更强的代入感，从实际情况考虑车辆的适用性，从而为用户提供更合理、更适用的产品。

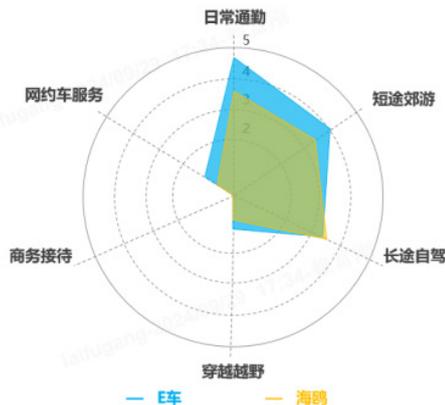


图2 E车与海鸥各场景表现对比

## 5 结语

乘用车场景化长途测评在汽车开发过程中是非常必要的，通过模拟用户真实的使用场景，全面评估车辆在具体场景中的表现，通过不同的实际场景需求来评估动力性、操控性、舒适性、制动性能等传统动态属性的适用性以及能耗、车内环境与空间实用性等方面的表现，可以更准确地反映车辆的综合性能和实际使用价值，更好地满足消费者的真实需求。同时，场景化长途测评还可以提前发现潜在问题，避免上市后出现批量问题，为汽车厂商的产品研发、改进和市场推广提供有力的支持。结合具体案例分析可以看出，场景化长途测评能够为汽车厂商提供有针对性的改进建议，促进产品质量的提升和市场竞争力的增强。因此，汽车行业应重视和加强乘用车场景化长途测评工作，建立科学、规范的测评体系和方法，不断提高测评的质量和水平，为消费者提供更优质、更可靠的产品。

## 参考文献

- [1] 万远威.基于汽车使用场景的体验设计探索[J].汽车世界, 2019(20).
- [2] 雷斌.基于消费者用车场景的乘用车性能评价研究[J].北京汽车, 2020(2).
- [3] 刘学松.一种基于消费者用车场景的乘用车动力性评价研究[J].中国汽车,2020(1).
- [4] 中国汽车行业发展报告[R].2024.

# The Application and Challenges of Modern Subway Signal Technology in Urban Transportation

Jinghao Li

Taiyuan Rail Transit Line 1 Construction and Operation Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

## Abstract

Modern subway signal technology plays a crucial role in urban transportation. With the widespread application of train control systems (CBTC), autonomous driving subway technology, and signal integration systems, the operational efficiency, safety, and intelligence level of subway systems have significantly improved. However, with the application of these advanced technologies, new challenges have also emerged. The maintenance challenges brought about by system complexity require technical personnel to have higher operational skills; Network security threats continue to escalate, and signal systems face risks of data transmission interruptions and hacker attacks; During the process of technological upgrading, compatibility issues between existing devices and new technologies gradually emerge, affecting the overall coordination of the system. This paper analyzes these issues and explores the future development direction and response strategies of subway signal technology, providing ideas and references for urban traffic management.

## Keywords

subway signal technology; automatic train control system; autonomous driving; signal integration system

## 现代地铁信号技术在城市交通运输中的应用与挑战

李景浩

太原轨道交通一号线建设运营有限公司, 中国·山西太原 030000

## 摘要

现代地铁信号技术在城市交通运输中扮演着至关重要的角色。随着列车自动控制系统（CBTC）、自动驾驶地铁技术和信号集成系统的广泛应用，地铁系统的运行效率、安全性与智能化水平显著提升。然而，随着这些先进技术的应用，新的挑战也随之出现。系统复杂性带来的维护难题要求技术人员具备更高的操作水平；网络安全威胁不断升级，信号系统面临数据传输中断和黑客攻击的风险；技术升级过程中，旧有设备与新技术之间的兼容性问题逐步显现，影响系统的整体协调性。论文通过分析这些问题，探讨地铁信号技术的未来发展方向与应对策略，为城市交通管理提供思路与参考。

## 关键词

地铁信号技术；列车自动控制系统；自动驾驶；信号集成系统

## 1 引言

现代城市交通的飞速发展，推动了地铁系统的技术革新，尤其在信号技术的应用上，变革尤为显著。从CBTC的引入，到全自动驾驶地铁的逐步推广，再到信号集成系统的深入应用，城市轨道交通变得更加智能和高效。这些技术不仅改善了列车的调度和控制，也优化了整体运营能力。然而，伴随技术进步而来的，是一系列复杂的新问题。

## 2 现代地铁信号技术在城市交通运输中的应用

### 2.1 列车自动控制系统（CBTC）的应用

传统的地铁信号系统依赖轨道电路，基于固定的分区

控制列车进出，而CBTC则突破了这一局限，它的核心优势在于移动闭塞技术的应用，打破了传统的“固定块区”模式，实现了列车之间的动态间隔控制。具体而言，CBTC通过连续监测每列车的速度、位置及加速状况，实时调整列车间的安全距离，使列车运行不再受到固定区段的限制，从而大大缩小了列车间的间隔时间，这种动态调整不仅提高了线路的通过能力，尤其在客流高峰时段，更能显著增加单位时间内的载客量，优化城市地铁系统的运行效率。

此外，现代城市的交通密集度不断增加，列车安全性的保障成了一个极为紧迫的问题。通过精准的定位和速度监控，CBTC能够快速检测并响应突发状况，提前介入以避免列车追尾、碰撞等事故。CBTC系统中的列车保护功能使得地铁运营时，任何异常情况都能立即触发应急制动，确保系统的高安全性，同时，系统具备自检与诊断功能，能够自动排除或提示潜在的故障，减少因人为操作失误导致的安全隐

【作者简介】李景浩（1995-），男，中国山西运城人，本科，助理工程师，从事交通运输地铁信号研究。

患。而且CBTC的应用在节能环保方面的潜力也逐渐显现,通过智能化控制列车加速、制动的过程,CBTC能够优化能耗,尤其是在能量回收机制上,系统可以在列车减速过程中将动能转化为电能回馈至电网,减少整体能源消耗。

## 2.2 自动驾驶地铁技术的发展

自动驾驶地铁技术的核心在于其高度集成的感知与决策能力,通过多种传感器,如激光雷达、超声波传感器和摄像头,系统可以对地铁周边环境进行实时监测,这包括对轨道和列车运行状态的监控,还涉及对车内外复杂环境的感知,比如列车密度、天气状况、乘客流量等。所有这些数据被快速传递至控制中心,由强大的算法系统进行处理和分析,进而生成精确的指令,实现对列车行驶全过程的自动控制,这种感知与决策的闭环设计使列车运行更加高效、安全,尤其是在高峰时段,自动驾驶系统能够根据实时客流情况调整发车间隔,有效避免了传统手动操作带来的延误和拥堵问题。与此同时,传统地铁系统依赖于人工操作,尽管司机受过专业培训,但仍可能因为疲劳、注意力分散等人为因素导致操作失误。而自动驾驶系统通过连续监测列车位置、速度、加速度等关键数据,并结合预设的安全参数,能够在任何可能出现危险的情况下主动介入,进行紧急刹车或减速等操作,最大限度地降低事故发生概率。例如,系统能迅速识别前方轨道上的障碍物或异常状况,并根据情况采取相应的安全措施,而不依赖于人工判断。

传统地铁需要大量司机、调度员和维护人员,尤其是长时间、连续运行的情况下,对人力的需求极为庞大,但是在自动驾驶系统下,列车的运营几乎完全实现自动化,司机的角色逐步被系统替代,调度也由智能系统完成,这可以减轻人力成本,提高系统的可靠性和稳定性,避免人工操作的波动性。自动驾驶技术还为城市交通运营提供了更灵活的模式,比如在乘客流量较少的时段,可以通过智能调度减少列车的发车次数,从而达到节能降耗的目的。

## 2.3 信号集成系统的应用

信号集成系统的核心在于将轨道交通系统中的各种信号设备、列车自动化控制系统(如CBTC)、调度控制中心,以及轨道、站台监控系统进行有效的整合,形成一个统一的综合管理平台。通过这种系统,地铁运营者可以实时监控整个网络的运行状态,精确掌控列车的运行、停靠和发车等细节,如列车的速度调节、停车位置、与其他列车的安全距离等细节,不再依赖于分散的局部信号系统,而是通过统一的集成系统进行整体协调。而且在传统的地铁系统中,不同线路或区域的信号设备相互独立运行,调度员需要手动进行操作和协调,容易出现信息滞后或调度失误。而在信号集成系统的支撑下,所有运行信息可以在瞬时内被采集和分析,调度指令也能被实时传递至列车和相关设备,这意味着,无论是常规运营中的列车调度,还是突发情况下的应急指挥,集成系统都能通过对全网实时数据的分析,做出最优的决策,

比如,当某一列车出现故障时,集成系统可以迅速识别问题,自动调整其他列车的运行计划,避免网络瘫痪或大面积延误。

## 3 现代地铁信号技术在应用中的挑战

### 3.1 系统复杂性带来的维护难题

现代地铁信号技术涉及多种高精度的设备,如列车自动控制器、无线通信模块、复杂的轨道传感系统等,所有这些子系统都必须在一个高度集成的环境中协同工作。例如,CBTC系统的无线通信模块与列车控制系统密切相关,当通信信号受到干扰或中断时,列车的自动控制功能就会受到影响。这种情况下,维护团队需要迅速识别问题的根源,结合多个技术领域,进行全面的故障排查和修复。同时,信号集成系统作为地铁运营的神经中枢,将多个独立的信号控制子系统连接在一起,实现了不同技术平台的融合和协调,然而,这种集成性的背后也意味着任何一个子系统的升级或调整,都会对整个信号系统产生深远影响,在实际维护中,系统更新或软件升级往往需要进行全系统的兼容性测试,确保所有子系统能够继续保持无缝连接<sup>[1]</sup>。这种测试过程不仅烦琐,还涉及大量的模拟运行和故障排查工作,任何细微的疏漏都可能引发系统瘫痪,因此,维护团队在进行技术升级时,不仅需要熟练掌握各个子系统的运行原理,还必须具备全局视角,能够预判系统之间的可能冲突,并通过严谨的测试与验证,确保升级过程中不会产生新的问题。

此外,随着地铁系统的不断扩展,维护工作的复杂性进一步加剧,地铁网络的不断扩展意味着信号系统的覆盖范围越来越广,设备的数量和种类也越来越多,新的线路引入到既有的地铁网络中,往往需要进行大量的信号设备兼容性调试和系统整合工作。不同的线路可能使用不同的信号设备和技术标准,这就要求维护团队在处理日常故障时,不仅需要应对设备种类的多样性,还必须考虑不同设备之间的兼容性问题。例如,某些旧线路可能采用的是传统的信号系统,而新线路则使用了更加先进的CBTC技术,这种情况下,如何在保持旧设备正常运行的同时,确保新设备能够与现有系统无缝集成,成为维护工作中的一大难题,这种复杂性无形中增加了日常维护的工作量,也对维护团队的技术整合能力提出了更高的要求。

### 3.2 网络安全问题的威胁

当前,地铁信号系统中的数据传输主要通过无线网络实现,车站与列车、列车与列车之间的协调,依靠着不断流动的海量数据。这一机制本质上需要系统保持极高的连通性和可靠性,然而,这种实时传输的数据链一旦被恶意入侵或篡改,整个地铁运营将面临失控的风险。黑客通过破坏网络通信、操控信号指令或植入恶意代码,可能导致列车位置信息的错误传递或列车调度的紊乱。在这种情况下,列车的自动化系统无法判断出错指令是否为恶意攻击的结果,

从而可能导致错误的列车速度控制、轨道切换异常等严重事故，如恶意攻击者如果通过破解 CBTC 系统，干扰列车之间的通信，将极有可能引发列车追尾或脱轨事故。这种网络攻击的隐蔽性和难以防范性，给地铁系统的安全运行蒙上了巨大的阴影<sup>[2]</sup>。而且不同的信号子系统、调度中心和设备制造厂商，往往采用各自不同的通信协议和安全机制，这为网络安全的统一防护带来了巨大挑战，现代地铁系统在扩展和升级的过程中，不同系统之间的接口和兼容性可能成为网络攻击的突破口。例如，在旧有线路与新建线路的融合过程中，可能出现的网络接口不兼容问题，导致某些子系统的防护能力不足，被攻击者乘虚而入。恶意软件或病毒一旦通过某个薄弱环节渗透到信号系统内部，便能快速传播并影响整个系统的运作。

更为复杂的是，地铁系统不仅涉及通信网络的安全，还要面对物联网设备与工业控制系统的安全风险，物联网设备（如传感器、摄像头）负责收集大量与列车、轨道及车站设施相关的数据，这些数据被整合进信号控制系统中，实时决定列车的运行状态。物联网设备一旦遭受攻击，可能导致数据篡改、信号干扰或系统瘫痪。例如，攻击者通过篡改传感器数据，让信号系统错误判断列车的速度或位置，进而发出错误的调度指令，造成列车撞击或脱轨事故。

针对这些潜在的威胁，地铁信号系统的网络安全防护需要从根本上进行重构和强化，传统的防火墙、加密措施和访问控制虽然能够在一定程度上提供基础防护，但面对越来越复杂和高技术化的网络攻击手段，仍然存在防护不足的问题。有效的防护策略应当包括多层次、多维度的防御机制。例如，在信号系统内部设置冗余防护结构，当某一层防护被突破时，系统能够依赖其他冗余机制继续保持正常运行。同时，实时的人侵检测与智能监控机制，可以通过 AI 算法与大数据分析，及时发现和拦截异常数据传输与异常操作行为。通过对系统数据流的持续监控，能够提前识别潜在的攻击信号，并采取应急措施，将潜在威胁消除在萌芽状态。

### 3.3 技术升级带来的兼容性问题

技术升级带来的兼容性问题首先表现在新老设备间的技术标准差异上，老旧线路常常采用不同厂商的设备，其设

计标准和通信协议可能与新技术的要求存在显著差异，例如，传统的轨道电路技术依赖于固定的分区控制，而 CBTC 系统则采用移动闭塞技术，这种本质上的差异导致新老设备在信息传递和处理方式上难以协调。这意味着任何新技术的引入，都需要对既有系统进行大规模的改造和调整，这种改造并非只是简单的硬件替换，更多涉及复杂的系统重新架构和接口调整。而且地铁信号系统通常由多个独立的子系统组成，包括列车控制、轨道监控、调度管理等，技术升级往往伴随着软件版本的更新，新系统引入的同时，旧有软件的代码兼容性问题也随之而来。例如，自动驾驶地铁技术的引入需要对现有的控制软件进行重新设计，而老旧系统的软件架构可能并不支持这种高层次的自动化操作<sup>[3]</sup>。不同的版本、不同的厂商之间，如何协调接口协议，确保数据传输的稳定性和准确性，成为技术升级中的关键难题。软件的升级一旦处理不当，可能会引发系统指令延迟、数据丢失甚至误操作的风险，这种风险在信号系统中尤为致命，可能直接影响列车运行的安全性。

## 4 结语

综上所述，现代地铁信号技术的快速发展，为城市轨道交通提供了前所未有的便利与安全保障，然而，伴随这些技术应用而来的复杂问题，同样不容忽视。系统的复杂性带来了高成本的维护压力，网络安全问题则使得智能系统面临潜在的巨大风险，技术升级过程中的兼容性挑战则进一步加剧了系统管理的难度。为了实现地铁信号技术的长远发展，城市轨道交通管理者需要在技术选择、系统维护及安全防护方面进行深入思考，并通过灵活的策略与科学的规划，化解这些新兴挑战，实现地铁交通的高效与稳定。

## 参考文献

- [1] 邵东波,焦爱莉,倪麒麟.基于LTE-M技术改造既有地铁信号专用无线通信系统的研究[J].铁道通信信号,2024,60(8):64-69.
- [2] 翟阿南.探究地铁信号系统的维护方法与维修技术[J].通讯世界,2024,31(6):139-141.
- [3] 夏建勇.地铁信号系统信息安全防御技术研究[J].电气化铁道,2024,35(3):82-85+89.

# Common Faults and Treatment Countermeasures in the Locomotive Maintenance of SS4B Electric Locomotive

Weicai Yang

Xinshuo Railway Locomotive Company Maintenance Workshop, Ordos, Inner Mongolia, 010300, China

## Abstract

SS4B electric locomotive plays an important role in China's railway transportation, but with the long time operation, the locomotive electrical, traction, braking, control and mechanical system faults often occur. Based on these common faults, combined with the actual maintenance experience, this paper analyzes the causes of all kinds of faults in detail, and puts forward the targeted countermeasures to ensure the safe and efficient operation of the locomotive. Through the in-depth analysis and maintenance suggestions of locomotive electrical system, traction system, brake system and other components, it is helpful to improve the technical level of locomotive maintenance, reduce locomotive operation faults, and improve the reliability of railway transportation.

## Keywords

SS4B type electric locomotive; fault handling; electrical system

## SS4B 电力机车机务检修中的常见故障及处理对策

杨维才

新朔铁路机务公司检修车间, 中国·内蒙古·鄂尔多斯 010300

## 摘要

SS4B型电力机车在中国铁路运输中发挥着重要作用,但随着长时间运行,机车的电气、牵引、制动、控制及机械系统等方面常会出现各类故障。论文基于这些常见故障,结合实际检修经验,详细分析了各类故障的原因,并提出了针对性处理对策,以保障机车的安全、高效运行。通过对机车电气系统、牵引系统、制动系统及其他部件的深入剖析和检修建议,有助于提升机车检修的技术水平,减少机车运行故障,提高铁路运输的可靠性。

## 关键词

SS4B型电力机车; 故障处理; 电气系统

## 1 引言

SS4B型电力机车作为中国铁路系统的中坚力量,广泛应用于重载货运线路上,尤其在煤炭大宗物资的长距离运输中,发挥着不可或缺的作用。然而,随着机车服役时间的增长和重载运行的高频次,各类故障问题逐渐显现并对铁路的运行效率和安全性构成了潜在威胁。这些故障不仅增加了设备的维护成本,还可能导致运输的中断,甚至影响铁路网的整体调度。机车的电气系统、牵引系统、制动系统及机械结构等各个部分均可能产生不同程度的故障。因此,基于机务检修人员的实际工作经验,深入剖析这些常见故障的成因和处理对策显得尤为必要。论文结合SS4B型电力机车的使用特点,详细探讨其各类故障的表现及应对方法,为机车的日常维护和检修工作提供理论依据和技术支持,提升铁路运输的安全性及可靠性。

【作者简介】杨维才(1985-),男,中国内蒙古鄂尔多斯人,本科,从事机务检修研究。

## 2 SS4B 电力机车机务检修中的常见故障

### 2.1 电气系统故障

SS4B型电力机车的电气系统故障在实际操作中较为频发,主要表现在供电中断和过载保护器频繁动作。供电中断的原因可能源于线路老化或者接触不良或设备故障。而且由于电流过大过载保护器经常被触发,导致设备自动断电影响运行效率。在某些情况下,电机绝缘老化或者短路也会导致电气故障。此类的问题通常影响机车的正常运行尤其是在重载运行时<sup>[1]</sup>。

### 2.2 牵引系统故障

牵引系统是SS4B型电力机车的动力核心负责驱动车轮前进。例如,在牵引系统中常见的问题包括牵引力不足和速度异常波动等情况。牵引力不足可能由牵引电机性能下降、传动部件磨损或控制系统失灵引起。速度波动则多与电气控制系统的异常以及牵引电机的瞬时功率输出不稳有关。

### 2.3 制动系统故障

SS4B型电力机车的制动系统出现问题,会直接影响列

车的安全停车。常见的制动故障包括制动力不足和制动响应迟缓等问题。制动力不足可能由气压系统漏气引起，尤其在长时间使用后制动系统容易产生摩擦力减弱的现象。制动响应迟缓则多与制动控制系统的响应时间延迟和信号传递错误有关。

## 2.4 通信及控制系统故障

机车的通信及控制系统在运行中，常见问题包括信号中断和控制系统失灵。信号中断可能由线路老化或接口接触不良引发，特别是在高速运行中控制系统的故障会导致整列车失去指令响应，严重影响行车安全。控制系统失灵则多由于传感器故障或线路干扰等问题造成。

## 2.5 机械系统故障

机械系统故障主要包括异响震动和轮对异常磨损等问题。由于机车长时间处于高负荷运转状态，机械部件易出现过度磨损，尤其是轮对和轴承部分。轮对磨损严重不仅会导致机车行驶不稳，还可能对轨道造成损伤。机械系统中的异常震动和异响通常意味着机车内部部件磨损或润滑不足，如果这些问题如果不及时解决，可能会引发更严重的机械故障<sup>[2]</sup>。

# 3 SS4B 电力机车常见故障的处理对策

## 3.1 电气系统故障处理

### 3.1.1 定期检查电气设备，更新老化线路

定期检查电气设备和更新老化线路是确保 SS4B 电力机车电气系统正常运行的关键举措，尤其在电气故障频发的情况下，这类维护工作显得尤为重要。一方面，电气设备的定期检查有助于发现潜在问题，能提前预防故障的发生。定期检查时应特别关注供电线路的老化情况，因为老化线路可能导致电气设备运行不稳定，进而影响整个机车系统的安全性。另一方面，老化线路的更新工作应被纳入机车维护的常规流程中，提前发现老化迹象，如电缆的磨损、绝缘材料的破损等能够有效减少电气故障的发生频率。对于老化的线路和重要的电气接触器，建议制定预防性更换计划，而不是等到故障发生后再进行维修。预防性维护可降低故障的频率，进一步提高设备的运营效率。另外注意，在制定更换老化线路的计划时，要根据设备的实际使用情况、环境条件以及线路的使用寿命等多重因素进行综合考虑。例如，在高温或高湿度环境下工作的线路，其老化速度往往更快，因此更换周期也应适当缩短。而且过载保护器频繁动作也是电气系统潜在故障的一个信号，应在检查中予以重点关注。通过合理规划线路更新周期，结合实际工况及时进行更换可有效减少机车因电气故障导致的停机问题。

### 3.1.2 加强绝缘检测与维护，减少短路及漏电风险

电气系统的绝缘性能是确保电机正常运行的关键，定期检测绝缘状况，可有效避免短路和漏电故障。检测时应结合绝缘电阻测试和漏电流测试，利用多手段确保绝缘性能符合标准。高压部件的绝缘测试应尤其严格，定期的测试数据可以作为判断绝缘老化程度的依据。当发现绝缘性能有所下

降时必须立即进行修复或更换。与此同时，过载保护器的定期校验也非常重要。比如调整保护器的设定参数，保证其能够在适当的电流条件下工作，避免因参数不匹配导致的误动作。而且过载保护器的灵敏度应根据设备的实际运行负荷进行适时调整，既要避免因误动作导致的停机也要保证在真正过载时能够及时切断电源<sup>[3]</sup>。

## 3.2 牵引系统故障处理

### 3.2.1 定期测试牵引电机性能，检查变流器状态

牵引系统作为电力机车的核心动力装置，其维护应在精准测试的基础上进行。牵引电机的负载能力直接决定了机车的牵引性能，因此，定期进行负载测试是必要的。例如，通过对比历史的负载曲线数据能够及时发现电机的性能下降或异常输出问题。负载曲线的微小变化往往预示着电机内在问题的积累，特别是在长时间运行后，电机的电流输出稳定性会受到不同程度的影响。对于变流器的检测，同样需定期进行。变流器的输入输出电流平衡是保证牵引系统稳定运行的重要指标。利用实时检测电流的平衡状态，能够及时发现并解决电流失衡的问题避免控制系统因电流波动而产生故障。

### 3.2.2 检查传动系统零部件磨损情况，及时更换磨损件

牵引系统中的传动部件在高负荷下容易出现磨损尤其是齿轮和联轴器的磨损更为明显，为了确保传动系统的可靠性，必须通过超声波检测等手段对关键零部件进行实时监测。当磨损超过限值时马上更换部件。传动系统的平稳运行关于牵引力的输出，还与机车运行的整体稳定性息息相关。故而，在检测过程中特别要注意部件之间的协作关系，保证传动系统在负荷波动情况下依然能够平稳输出牵引力。对于牵引电机与控制系统的联动性，应定期进行校验防止因系统响应迟缓或信号延迟导致牵引力异常<sup>[4]</sup>。

## 3.3 制动系统故障处理

### 3.3.1 定期清理空气管路，确保气压系统正常工作

定期清理空气管路对于 SS4B 电力机车气压系统的正常运行至关重要，在实际操作中，空气管路的清理应包括对所有管道、接头和阀门的检查，特别是在环境较为恶劣的条件下，灰尘、油污或杂质可能会沉积在管路内，导致气流不畅。这类杂质如果不及时清除会影响气压系统的效率，可能加剧管路的磨损，缩短设备的使用寿命。因此，定期清理管路内的积垢、保持气流顺畅，可以有效防止气压不足的情况发生。另外，空气制动系统中的密封件随着时间的推移会逐渐老化尤其是在长期高频率使用后，密封件的老化会导致漏气问题。漏气会影响气压系统的正常运行，还会导致制动效能下降，严重时甚至可能引发制动失灵。因此，对制动阀制动缸以及各连接部位的密封性进行定期检查十分重要。一旦发现密封件有老化或损坏的迹象，应立即进行更换或修复来保证系统的密封性和气压稳定性。

### 3.3.2 维护制动阀及制动缸，及时修复泄漏点

对于制动阀和制动缸的维修除了检查密封性外，还要定期检测制动盘和制动衬块的磨损情况。比如测量制动盘和

衬块的厚度能够准确判断其磨损程度，并在超出限值前及时更换。另外，制动盘磨损过度会导致制动力不足，还会引发机车在制动时的抖动和异响。定期更换制动部件能够有效避免这些问题的发生，保证机车在各种复杂工况下的安全运行。

### 3.4 通信及控制系统故障处理

#### 3.4.1 定期校验控制模块，确保信号传输稳定

SS4B 电力机车的通信和控制系统承担着指挥的职责，任何微小的故障都可能对机车运行产生严重影响。因此，控制模块的校验应当非常严谨，所以定期对控制模块进行全面检查，保证信号传输的稳定性。例如在机车高速运行时通信信号的连续性和抗干扰性显得尤为重要。然后使用频谱分析仪器检测通信线路的信号干扰源，可及时发现干扰点并进行有效屏蔽。而且线路连接部分容易受到外界因素的影响而松动，因此在每次检修中，必须对所有连接接口进行加固处理防止信号传输因接口松动而中断<sup>[5]</sup>。

#### 3.4.2 加强线路连接，防止接口松动和干扰

在复杂的控制系统中，线路连接的稳定性至关重要。若线路或接口出现松动会导致系统运行的不稳定，还可能引发设备故障甚至安全事故。因此，保证线路连接稳固是系统维护的重要环节之一。针对接口松动或干扰问题可采用多种方法来提升系统的可靠性。首先定期检查线路连接状态，尤其是在振动频繁或环境条件复杂的情况下，如高温、潮湿或粉尘较多的工作环境。使用质量优良、抗干扰能力强的接插件与线路材料，能够有效减少接口松动和信号干扰的概率。而且在线路布局设计时应尽量避免电缆过长或绕线过多来减少信号传输的延迟损耗，保证信号的稳定传输。

另外控制模块的校验过程中，对响应时间和执行精度的测试也至关重要。通过模拟不同的运行工况，可以提前发现控制系统潜在的性能问题。例如，若传感器信号出现延迟或执行机构反应不灵敏，这可能导致机车的控制系统失效，进而引发安全隐患。因此，联动性测试在维护计划中必不可少。联动性测试能够综合检测通信和控制系统在复杂工况下的表现，验证其能否在各种极端情况下迅速准确地响应指令。定期进行全流程的通信校验，可发现潜在的线路连接问题，避免因接口松动或干扰导致的突发故障。

### 3.5 机械系统故障处理

#### 3.5.1 定期润滑机械部件，避免过度磨损

SS4B 电力机车的机械系统同样需要定期维护尤其是各

关键部件的润滑情况。机械部件长时间运行后，润滑油脂会逐渐耗尽，导致摩擦增加、部件磨损加剧。检修时，必须对齿轮箱、轴承等关键部位进行全面的润滑检查，确定要润滑油的充足供应。齿轮箱内部的齿轮需要保持足够的润滑油量，防止因摩擦产生的过度磨损。其工作状态直接影响机械系统的振动吸收效果，进一步影响行驶稳定性<sup>[6]</sup>。

#### 3.5.2 检查车轮磨耗情况，及时进行轮对维护

车轮的磨耗情况直接决定了机车的平稳行驶能力，车轮长时间与轨道接触后会产生不规则磨耗，甚至出现轮缘偏移的问题。这要定期使用专业的设备对轮对的直径和圆度进行测量，可有效监控车轮的磨耗情况。当发现轮缘偏移或车轮直径差异过大时应立即进行车床加工处理，恢复车轮的正常形状。而且轮对的螺栓和紧固件也应定期检查，避免因松动导致的车轮偏摆，保证机车在高速行驶时的稳定性。

## 4 结语

SS4B 型电力机车作为铁路运输中的关键设备，长期高负荷运作下不可避免会出现各种故障。为了确保机车的稳定、安全运行，故障的预防和处理尤为重要。通过定期检修和精细化维护，可以最大限度地延长机车各系统的使用寿命。在电气系统中，需重点关注线路老化和绝缘性能，合理安排检测和更换周期；牵引系统则需要通过精准的负载测试和实时监控确保牵引力的稳定输出；制动系统的管路和制动元件的定期更换是维持制动力的重要手段；通信与控制系统中的信号传输稳定性则通过定期校验和防干扰措施得以保障。对于机械系统，润滑和车轮维护不可或缺，防止因部件磨损带来的行车安全隐患。

### 参考文献

- [1] 龚菊芳,彭志勇.基于网络计划技术的和谐型电力机车检修流程优化探讨[J].电力机车与城轨车辆,2021,44(6):69-73.
- [2] 杨璐婷.基于BOM映射的机车检修计划方法研究[D].大连:大连理工大学,2021.
- [3] 何得峰.基于模糊层次分析的青藏线电力机车检修能力研究[D].北京:中国铁道科学研究院,2021.
- [4] 高翔宇.电力机车检修问题与科学方法应用研究[J].科技风,2020(29):110-111.
- [5] 姚银春.SS7E型电力机车漏雨问题分析与改进措施[J].现代工业经济和信息化,2020,10(8):137-138+142.
- [6] 孙宇平.浅谈和谐机车接地装置检修细则及故障分析[J].内蒙古科技与经济,2016(23):76+79.

# Research on the Application of Multifunctional Display Terminal in Rail Transit Signal System

Zhihua Song

Shanghai Deuta Electronic and Electrical Equipment Co., Ltd., Shanghai, 201203, China

## Abstract

With the rapid development of urban rail transit, the multifunctional display terminal is increasingly widely used in the rail transit signal system. This study focuses on the application of multifunctional display terminals in rail transit signal systems. Multifunctional display terminal, taking type A as an example, integrated advanced hardware configuration, such as AMD low power CPU processor, mainstream DDR memory, as well as rich input and output functions, such as touch screen, audio output, A variety of communication methods, such as serial port, Ethernet, CAN, MVB, Profibus, etc., to meet the needs of users of different systems. The application of multifunctional display terminal can significantly improve the information display ability, interactivity and safety of the signal system, which is of great significance to optimize the operation efficiency of rail transit and ensure the driving safety. The purpose of this study is to explore the technical characteristics of multifunctional display terminal and its practical application in rail transit signal system.

## Keywords

multi-function display terminal; rail transit; signal system; information display

## 多功能显示终端在轨道交通信号系统中的应用研究

宋志华

上海德意达电子电器设备有限公司，中国·上海 201203

## 摘要

随着城市轨道交通的迅猛发展，多功能显示终端在轨道交通信号系统中的应用日益广泛。本研究聚焦于多功能显示终端在轨道交通信号系统中的应用。多功能显示终端，以A型号为例，集成了先进的硬件配置，如采用AMD低功耗CPU处理器、主流DDR内存等，以及丰富的输入输出功能，如触摸屏、音频输出，多种通信方式，如串口、以太网、CAN、MVB、Profibus等，满足不同系统用户的需求。多功能显示终端应用能够显著提升信号系统的信息显示能力、交互性及安全性，对优化轨道交通运营效率、保障行车安全具有重要意义。本研究旨在深入探讨多功能显示终端的技术特性及其在轨道交通信号系统中的实际应用效果。

## 关键词

多功能显示终端；轨道交通；信号系统；信息显示

## 1 引言

轨道交通信号系统作为保障列车安全运行的关键环节，其性能的稳定性和可靠性至关重要。多功能显示终端凭借其出色的硬件配置、丰富的输入输出功能、多种通信方式以及卓越的安全环保特性，在轨道交通信号系统中发挥着越来越重要的作用。

## 2 多功能显示终端技术介绍

论文中提到的多功能显示终端是指用于轨道交通信号系统中的设备，其工作方式简单来说就是接收来自车辆总线

的信息或操作人员的指令，进行解析和处理后以文本、图形、音视频等形式输出到，如屏幕、扬声器等外设上，帮助操作人员获取行车信息。论文以A型号多功能显示终端为例，可将其分为接口模块、显示模块、PC处理模块、功能模块，见图1。

其中，接口模块负责与总线交互并将读取的信息交由PC处理模块解析和处理。显示模块主要有两方面作用，一方面显示需要显示的PC处理结果，另一方面将触摸屏接收到的指令传递给PC处理模块。PC处理模块为核心模块可将其视为定制化的个人电脑，包括CPU、内存、扩展储存、通信电路、多媒体等功能，其将收到的数据进行解析和处理，并将结果传递至对应的外设。功能模块主要作用是检测环境温度、环境光线等辅助功能，如检测到环境温度不在正常工作范围内则按预设程序切断PC部分的供电，待温度适合后

【作者简介】宋志华（1972-），男，中国江苏盐城人，硕士，工程师，从事轨道交通信号设备研究。

令其恢复正常工作；检测环境光并随之自动调节屏幕显示亮度，确保操作者能够清楚读取屏幕信息。

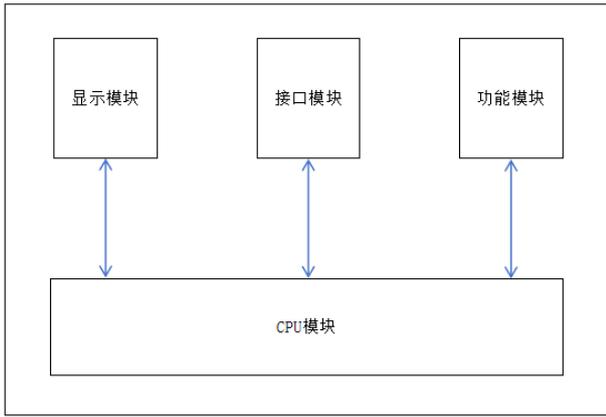


图1 A型号多功能显示终端结构框图

A型号多功能显示终端集成了先进的技术特性，为用户提供了卓越的信息显示、交互控制及数据处理能力。其PC部分搭载了AMD主流处理器，作为一款高性能、低功耗的处理器，1GHz时钟频率和4GB的DDR内存确保流畅且高效的数据处理能力。高达16GB的存储卡可满足市场上绝大多数的客户应用存储需求。该终端具备触摸屏功能，用户可以直观地通过触摸屏幕进行操作，提升了交互体验。在输出功能方面其具备蜂鸣器及音频输出，可连接扬声器满足了用户对多媒体信息的需求，更加直观地接收行车信息。通信方面该终端提供了包括RS485、RS422、以太网、MVB、CAN、Profibus等多种选择，基本涵盖市场上主流通信需求。在安全环保特性方面，多功能显示终端采用无铅焊工艺，且产品满足RoHS2.0等环保要求。使用高可靠性元器件及独特的产品设计确保其长时间运行下的稳定性和耐用性。同时，该终端产品在EMC（电磁兼容性）防护方面表现出色，各项指标到达A级，既能有效遏制自身电磁干扰的产生又能有效抵御外部电磁干扰，从而在恶劣的电磁干扰环境下确保产品信息显示、交互控制及数据处理等功能的准确性和稳定性，为各种应用场景提供了坚实的技术保障。

### 3 轨道交通信号系统的重要性

#### 3.1 保障行车安全

轨道交通信号系统在保障行车安全方面发挥着至关重要的作用，它是轨道交通领域的“神经中枢”，能够实时控制列车的运行状态，确保列车在既定轨道上安全、有序地行驶。信号系统通过信号灯、标志牌以及无线通信等多种方式，向列车驾驶员和调度员传递列车的运行位置、速度以及前方轨道状态等重要信息。这些精准无误的信息传递，能够避免因驾驶员操作失误或设备故障导致的列车相撞、追尾等严重安全事故。信号系统还具备出色的容错能力和自我诊断功能，一旦发生故障或异常情况，系统会立即采取安全措施，如停车、减速或改道等，以最大程度地减少潜在的安全风险。

信号系统还能够根据列车客流和交通状况进行实时调整，保持行车间隔的合理与安全，进一步提高了整个轨道交通系统的安全水平。

#### 3.2 提升运营效率

信号系统通过精确控制列车的发车间隔、行驶速度及至站时间，使得列车运行更加流畅、紧凑。这减少了列车之间的等待时间，避免了不必要的延误和空驶，从而大幅提高了运输能力。信号系统能够实时监控列车的运行状态和轨道占用情况，智能地调整列车运行计划，以应对突发情况和客流变化。在繁忙的轨道交通网络中，信号系统更是发挥着不可替代的作用。它能够实现列车的自动追踪和调度，使得列车之间保持最佳的运行间距，减少了对人工干预的依赖，提高了运行效率。这种高效的运营模式不仅提升了乘客的出行体验，也为轨道交通运营商带来了更高的运营效益和更强的竞争力。

#### 3.3 实现智能化管理

信号系统能够集成先进的传感器技术、数据分析算法和人工智能决策支持系统，对轨道交通进行全面的监控和管理。这不仅可以实时获取列车运行数据、轨道状态信息和乘客流量等关键数据，还能对这些数据进行深度分析和挖掘，发现潜在的安全隐患和运营瓶颈。基于这些数据和分析结果，信号系统能够自动调整列车运行计划、优化资源配置，甚至预测和防范可能发生的故障。这种智能化的管理方式不仅提高了运营效率，还大大增强了轨道交通的安全性和可靠性。再者，信号系统还能够与其他交通系统进行信息共享和协同工作，实现综合交通管理和优化，为乘客提供更加便捷、高效的出行服务。

## 4 多功能显示终端在轨道交通信号系统中的优化策略

#### 4.1 提升信息显示能力

提升信息显示能力是优化多功能显示终端在轨道交通信号系统中的核心，目前轨道交通通用多功能显示终端的显示分辨率主流为VGA，而A型号多功能显示终端为更高的SVGA分辨率，同时XGA的分辨率技术也已具备。此外，该产品内建环境光感应器，可根据环境光强度自动调节屏幕显示亮度，确保了在不同光照条件下都能保持良好的可视性。除了高分辨率显示屏外，产品还具备强大的数据处理能力，它能够实时采集列车运行过程中的各种数据，并通过内部的高效算法进行快速处理和分析。这些处理后的数据，不仅为显示屏提供了丰富、准确的信息源，还为系统的整体优化和升级提供了有力的数据支持。例如，在列车运行过程中，该显示终端可实时监测到列车的速度、位置、信号状态等信息，并将这些信息以图表、文字等多种形式显示在屏幕上。并且它还能根据预设的规则和算法，对采集到的数据进行智能分析，及时发现潜在的故障或安全隐患。并且它还支持多

种通信协议和接口,能够与系统中的其他设备进行无缝连接和数据交换,进一步提升了整个系统的信息显示能力和综合性能<sup>[1]</sup>。

#### 4.2 增强交互控制功能

轨道交通信号系统中,多功能显示终端的交互控制功能对于提升列车驾驶员的操作体验和效率至关重要。对此,A型号多功能显示终端更加着重增强其交互控制功能,旨在实现更加直观、便捷的信息交互。通过集成触摸屏功能为列车驾驶员提供了一个直观的操作界面。驾驶员只需轻轻触摸屏幕,即可实现对信号系统的各种控制操作。这种操作方式不仅简化了传统的按键或旋钮操作,还使驾驶员能够更加直接地了解和控制列车的运行状态。例如,在列车即将进站时,驾驶员只需在屏幕上轻触“减速”按钮,系统便会自动调整列车的速度,确保安全停靠。除了触摸屏功能,其还支持语音输入和输出功能,为驾驶员提供了更加便捷的信息交互方式。通过优化界面设计、简化操作流程以及提供个性化的设置选项,使驾驶员能够更加轻松地适应和使用。例如,界面设计采用直观的图、表和清晰的文字说明,使驾驶员能够快速了解各项功能;操作流程则经过精心简化,避免了烦琐的步骤和重复的操作;同时,系统还支持驾驶员根据个人喜好进行界面布局、字体大小等个性化设置,提高了使用的舒适性和便捷性<sup>[2]</sup>。

#### 4.3 优化数据处理能力

多功能显示终端作为轨道交通信号系统中的核心显示与控制设备,其数据处理能力的优化对于提升整个系统的运行效率和安全性具有不可忽视的作用。该设备搭载了高性能处理器与先进算法技术,这样的硬件配置为其卓越的数据处理能力奠定了坚实的基础。在实时数据采集方面,其通过其丰富的接口和高速的数据传输通道,能够实时地获取列车运行过程中的各类数据,包括但不限于速度、位置、信号状态等。这些数据对于列车的安全运行至关重要,而其高效数据采集能力确保了数据的准确性和实时性,为后续的存储和分析提供了可靠的基础。在数据存储方面,它还支持储存卡的扩展,为海量数据的存储提供了可能。这样的存储配置使得A型号多功能显示终端能够轻松应对长时间、大数据量的存储需求,确保数据的完整性和可追溯性。在数据分析方面,它利用其强大的处理能力,结合数据挖掘和智能分析技术,能够对采集到的列车运行数据进行深度挖掘和分析。通过对数据的统计、比较和关联分析,可以及时发现列车运行过程中的异常情况和潜在的安全隐患。例如,通过对速度数据的分析,可以识别出列车超速或低速运行的情况;通过对信号

状态数据的分析,可以判断信号系统的稳定性和可靠性<sup>[3]</sup>。这些分析结果不仅为列车驾驶员提供了实时的运行信息,也为信号系统的优化和升级提供了有力的数据支持。

#### 4.4 加强安全防护措施

轨道交通信号系统作为列车运行的神经中枢,其安全性与稳定性直接关系到乘客的生命财产安全以及整个交通系统的顺畅运行。该终端作为这一系统中的关键设备,在设计之初就充分考虑到了特殊环境下的安全防护需求,并采取了多项有效措施来确保系统的安全可靠。其具备较高的防护等级,能够有效抵御恶劣天气和复杂环境的挑战。其坚固的外壳和精密的密封设计,如产品自带的独特压力调节单元,使得产品整体防护能力高达IP54,正面更是高达IP65。这使得设备在潮湿、高温、多尘等恶劣条件下依然能够稳定运行。这样不仅延长了设备的使用寿命,也确保了信号系统在关键时刻的可靠性。在抗电磁干扰能力方面,其同样表现出色。它采用了先进的电磁兼容性和抗干扰技术,能够有效抵御来自外部环境的电磁干扰和雷击等威胁。例如,在材料选择方面,它优先采用了可回收、无毒无害的材料,以减少对环境的负担。同时,在设备的设计和制造过程中,也充分考虑了节能减排的需求,通过优化电路设计和提高能源利用效率等方式,降低了设备的能耗。A型号多功能显示终端在安全防护和环保方面采取了多项有效措施,确保了轨道交通信号系统的安全可靠和可持续发展<sup>[4]</sup>。这不仅提升了乘客的出行体验,也为轨道交通行业的绿色发展做出了积极贡献。

### 5 结论

多功能显示终端在轨道交通信号系统中的应用,显著提升了信息显示、交互控制及数据处理能力。通过优化策略的实施,进一步提高了轨道交通信号系统的稳定性和可靠性。未来,随着技术的不断进步和应用需求的不断变化,多功能显示终端将继续在轨道交通信号系统中发挥更加重要的作用,为城市轨道交通的安全、高效运行提供有力保障。

#### 参考文献

- [1] 韦人胜.城市轨道交通信号系统的智能优化与集成管理[J].中国储运,2024(4):167-168.
- [2] 谭兆海,贾磊,白帆,等.轨道交通多功能列车总线智能安全监测系统的设计[J].机车车辆工艺,2022(1):42-44+48.
- [3] 李景虎.混合现实技术在轨道交通全自动线路运营中的应用探讨[J].隧道与轨道交通,2021(S1):66-69.
- [4] 冯浩楠,黄苏苏,付伟,等.城市轨道交通全自动运行系统多功能仿真平台设计与实现[J].实验技术与管理,2020,37(1):238-241+249.

# Analysis of the Organization Mode of High-speed Railway Passenger Transport Based on Regional Synergy

Mengmeng Ji

Taiyuan Railway Bureau Group Co., Ltd. Jiexiu Vehicle Depot, Jinzhong, Shanxi, 032000, China

## Abstract

With the increasing demand for transportation, especially the rapid development of high-speed railway, it provides a new opportunity for the regional connection. The organization mode of high-speed railway passenger transport based on regional coordination aims to realize the efficient linkage inside and outside the region by optimizing resource allocation. This mode not only improves the convenience and comfort of passenger travel, but also promotes the coordinated development of regional economy. Based on the analysis of the division of labor mode of high-speed railway passenger transport operation, this paper discusses the organization mode of high-speed railway passenger transport, the idea of high-speed train operation map compilation and the organizational guarantee measures under regional coordination, hoping to provide useful reference for the optimization of high-speed railway passenger transport system in China.

## Keywords

regional collaboration; high-speed railway; passenger transport organization mode; analysis

## 基于区域协同的高速铁路客运组织模式分析

姬梦梦

太原铁路局集团有限公司介休车务段, 中国·山西 晋中 032000

## 摘要

随着交通运输需求日益增长,尤其是高速铁路的快速发展,为区域间的联系提供了新的契机。基于区域协同的高速铁路客运组织模式,旨在通过优化资源配置,实现区域内外的高效联动。这种模式不仅提升了旅客出行的便捷性和舒适性,还促进了区域经济的协调发展。论文基于对高铁客运运行分工模式分析,探讨了区域协同下高铁客运组织模式、高铁列车运行图编制思路及组织保障措施,希望能够为优化我国高铁客运体系提供有益参考。

## 关键词

区域协同; 高速铁路; 客运组织模式; 分析

## 1 引言

无论是从资源经济发展角度,还是从环境保护的可持续发展战略实施方向来说,高速铁路的建设与运行都有着至关重要的作用,并且较传统的运输模式表现出明显优势。高铁已然成为了各大城市重要的交通运输工具。在社会经济快速发展的推动下,人们经济水平不断提升,区域旅客的流动性也在明显增加,高铁的建设不但是适应经济、民情发展需要,更是推动了中国国情与路情的快速变化、发展。高铁客运较高的区域协同效应下,普通铁路运输、长途直达运输的组织模式应用表现出了较大的不适应性,必须结合区域协同的客运需求以及高铁运输环境特性,对高铁客运组织模式进行创新优化,才能充分发挥出高速铁路客运优势,更好地满

足人们出行与经济发展需求。

## 2 国外高铁客运组织模式分析

日本作为高铁客运建设与运行的发达国家之一,其高速客运线自成体系,别具特色。直达客运模式优势在新干线中的应用得到了充分体现。此外,日本新干线更是充分考虑了乘客跨线换乘需要的实际情况,将全程高速换乘应用在各个沿线大站的换乘运输组织模式当中,甚至可以实现与普速干线之间的同站换乘。德国高铁则更为重视列车换乘便利性,将高铁的快捷性与普铁的通达能力进行了有效整合,甚至为了提高换乘的便利性,不惜以降低高铁运行速度与正点率为代价。德国高铁路网布设主要是采用中心城市分散型体系的模式,整个路网的布设密度较高,高铁开行实施的是节拍式模式,借助 ICE 间的快速换乘,建设形成国内、欧洲城际高效、快速的客运能力,甚至可以与短途列车进行换乘,实现与乡村之间的快速通达。法国的高铁线路的建设质量较

【作者简介】姬梦梦(1993-),女,中国山西高平人,本科,助理工程师,从事高速铁路客运管理研究。

高,主要是以城际直达的客运组织模式为主,基于高质量线路运输尽可能地扩大高铁客运服务范围,以达到提高出行效率的目的<sup>[1]</sup>。总的来说,国外先进国家的高铁开行主要采用了直达与中转换乘相结合的客运组织模式。

### 3 中国高铁与普铁分工现状

据相关统计显示,当前中国的高铁运营里程已经超过了4.5万km,居世界高铁运营总里程前列,结合与普铁构筑的快运客网也已超15.9万km。相对于其他国家而言,中国高铁客运更为复杂,承受着大规模的客运压力,需要结合中国特殊国情、路情,建设高度适应的高铁客运组织模式。以前,中国旅客出行受到经济条件的限制,日出行率较低,平均出行距离较长,所以客运模式主要是以直达式为主,尤其是将客运组织的重点放在了大型站点之间的直达线路建设方面。然而,在中国经济的快速发展的推动下,人们生活水平的不断提升,出行欲望的不断增强使得区域客流量激增,同时也推动了中国高铁体系建设的进一步发展,至此我国的国情与路情均发生了巨大变化。若是高铁仍然奉行普铁开行理念,以长途跨线列车的客运为主,则会出现长途线路运行中的大量短途旅客,长途旅客座率偏低而短途客运能力虚浮,就座率偏低等现象,如此,无论是短途还是长途,高铁的客运能力都将受到较大制约,尤其是多向长途跨线高铁的本线运输能力会遭到严重限制。同时高铁的开行列数变少,旅客出行的灵活性也会遭到削弱,甚至某条线路会出现有流没车的现象<sup>[2]</sup>。这就要求高铁与普铁客运任务分工需要作出重新调整,以及对各自的开行范围进行科学划分。

#### 3.1 影响中国高铁与普铁分工的相关因素

##### 3.1.1 旅客需求

近年来,中国高铁列车数量有了较大幅度的增长,普铁列车在数量上则出现了一定程度的减少。相关调查显示,中国运行时间在8h以上的动车组中的旅客主要是以中短途旅客为主,全程旅客约为定员的30%左右,普铁短途上座率普遍较低,路网效能需待进一步挖掘。同时,随着路网建设的不断完善,新增跨线列车数量增加,原来上座率较高的本线核心列车的运行图框架也受到了较大影响。如此,多变的列车运行图结构,影响了旅客对列车运行规律的掌握与记忆,在一定程度上会影响出行。

##### 3.1.2 通过能力

一直以来,先直通后管内的顺序,都是中国高铁运行图编制的重要依据。通道型高铁衔接线路建成落地之后,成为了各条线路提高运行品质的重要依仗,高铁客运的服务范围也因此得到了大幅拓宽,同时也导致了跨线列车数量快速增加的现象。例如,当前京沪高铁跨线列车数量远超本线列车数量的情况是完全出乎京沪高铁建设初期设计的意料情况。与其他高铁线路相比较,接口车站数量较多是通道型高铁客运组织模式的显著特点,也是跨线列车运行时间、范围

受限的主要原因,并且各方向跨线列车运行区段设计失衡的现象越发常见,对通道型高铁线路客运能力造成较大限制,严重时还会出现某一跨线列车只能小范围开行的情况,跨线列车的开行能力遭到严重浪费。如果跨线与本线列车之间的运行速度差异较大,会进一步降低本线列车的客运能力。当前中国的高铁运行速度受到铁路线路修建等级不统一的影响仍有着明显差异,需要针对不同类型高铁做好运行范围的合理划分,才能充分发挥出不同类型列车的较高通行能力<sup>[3]</sup>。

##### 3.1.3 列车运行干扰

相比于普铁快运,高铁的行车密度、频率等较大,行车间隔时间较短,整个运行图中的某一趟列车出现晚点都将会导致后续站点的晚点问题,甚至出现某条线路停运的现象。尤其是需要跨线路、多线路运行的长途动车组,其运行范围将会受到较大干扰,一旦出现上线晚点,本线列车的运行将会出现明显的晚点,甚至停运问题。此外,运营调度的科学性与合理性对列车运行干扰起到关键作用。在高铁与普铁并行的线路上,调度需要精确计算各类列车的行驶时间、停靠时刻以及交会情况,确保列车运行的顺畅。调度不当可能导致列车之间的间隔缩短,造成运营风险。

##### 3.1.4 动车组运用

当前,中国的高铁运行天窗仍然是以矩形综合维修天窗为主,时间约为4h,若是动车组的运行时间为8h,仅有少数几趟列车可以做到当天折返,大部分列车当天仅能完成本线区段的单程运行。这样的情况下,这些列车如果无法实现跨线路运输任务承接,整个动车组将处于较低效率状态,不利于高铁客运资源的充分利用。除此之外,动车组的运用范围也会受到维修程序与维修制度的较大影响,动车的长途跨线运行比例较大,整个动车组的运维管理难度也会增加,甚至部分动车组刚刚完成一次跨线运输便进入检修状态,动车组未能得到充分而高效的运用。

#### 3.2 中国高铁与普铁铁路分工

和既有线路平行建设,是当前中国的高铁线路建设的主要方式,但是新建线路与原来的线路在客运模式未能得到很好地区分,进而出现较为激烈的客运竞争,这也是当前中国高铁本线客流需求虚置的重要原因。并且长途跨线会对高铁的通过能力产生较大影响,增加了对动车组运行的干扰,不利于动车组运作效率的提升。为充分发挥高铁与普铁的运输效率,中国的高铁与普铁铁路分工应建设形成高铁以中短途客运为主,普铁以长途客运与货运为主的分工模式,更好地为旅客提供更为优质的列车出行服务。

### 4 区域协同下的高铁客运组织模式分析

结合对高铁中短途客运为主的分工分析,当前中国的高铁路网建设区域划分,主要是基于对路网结构、客流需求、站点设置、检修点分布等因素的考虑,尽可能地实现区域内客运直达。针对跨区域客流,则主要结合了对时间、经济、

旅客体验价值等因素的综合考虑,对跨区域直达/换乘的模式进行合理选择。在跨区域换乘模式设计过程中,主要明确了旅客最小候车时间的目标,对各个区域列车衔接进行合理设计,配置高效、合理的换乘列车<sup>[4]</sup>。针对跨区域直达的列车客运则需要合理编制不同跨区域直达行车路线。如此,高铁客运实现了跨区域直达、跨区域换乘、区域内直达的有效结合,提高了高铁客运组织的跨区域协同效益。

## 5 区域协同下的列车运行图编制

传统的高铁客运组织模式下,主要采用先整体后局部的方式对高铁列车运行图进行编制,整个路网布设呈现互相交织的状态,不但难以实现对单个高铁线路列车运行图的独立编制,而且会对线路运行产品的优化设计造成较大限制。而当高铁客运组织模式发生变化,需结合区域协同对高铁运行图进行创新编制。区域协同下的高铁列车运行图编制,需从高铁路网整体着手对(若干)区域子网进行合理划分,基于子网内较为繁忙的干线运行,构建出运行规范的、旅客满意度高的、列车组能力效用最大化的高效益的列车运行图;基于区域间换乘的客运组织模式应对换乘时间实际的合理信息予以充分考虑,针对不同的选线方式对跨区域换乘列车队进行合理设计。通过合理选线,在跨线列车较少的路网区域中,短途列车之间的线路衔接变得更为合理、高效,以此为基础构建新的长途跨线运行图。以此类推,完成对其他线路运行图的编制。

相反,在对既有列车运行图编制过程中,则主要是按照先编制长途列车,再编制本线列车的顺序进行编制。也就是在先编制出全路运行图框架的基础上对本线列车运行图进行插线编制。但是若是出现不合理的跨线列车运行线编制,则需从头开始对整张路网的运行图进行重新编制。这种路网互相交织的运行图编制方式较为复杂,且需要确保环环相扣,编制与后续的运行控制难度都较大。基于区域协同的高铁客运运行图编制,需要将全路列车运行图划分为合适的几个区域,再对各个区域进行单独编制,如此妥善解决以上问题。这种跨区域列车运行线的编制模式,为优化成网条件下高铁运行图的协同编制提供了有效保障,能够有效提高区域协同下高铁运行图编制效率,提高运行图的可靠性、可操

作性,以及确保较好的通用性,为中国各类高铁列车的运行图编制提供了有效参考。

## 6 区域协同下高铁客运组织保障措施

区域协同机制下,采用跨线换乘和直达相结合的客运组织模式,有利于提高本线动车组的发车频率,但是需要针对换乘操作,设置相应的配套措施,以实现对换乘产生的时间风险等各种负面影响的有效控制。对此,需要从以下几个方面着手,尽可能地实现换乘之间的“无缝衔接”:一是要加强对旅客流线的合理优化。充分利用换乘车站的衔接场所作用设计高效率的旅客车站通行路线,尽量实现同台换乘。对此需要根据车站的整个换乘系统运作,合理设计乘客流线。车站规模越小,客流流线设计越简单,换乘能力也相对充足,尽可能创造小站换乘的有利条件,缩短换乘距离与时间。二是要加强对换乘设备的合理配置。车站换乘设施的完备性、布局的合理性会对换乘效率产生直接影响,需要加强对售票窗口、检票通道、通行设施等合理布置,实现高效换乘。三是要优化列车运行图编制。其中区域列车开行密度控制、列车换乘时间衔接控制至为关键,各方向的换乘时间确保在20~30min以内,并结合实际情况设计合理的列车到发线方案,尽量实现同台换乘设计<sup>[5]</sup>。四是要加强对调度指挥方法的有效创新。尽可能避免出现列车晚点,合理调整等待前行列车,提高列车组的正点率,优化旅客换乘体验。五是要优化票务管理。换乘增加会使得售票、改签、退票等业务量增加,进一步优化票务管理,也是优化区域协同高铁客运组织模式的重要措施。

### 参考文献

- [1] 王岁红,张园园.高铁车站客运组织效率提升研究[J].西安交通工程学院学术研究,2023,8(4):77-80.
- [2] 夏雨.提高高铁车站客运组织效率的对策及思考[J].上海铁道科技,2018(3):2.
- [3] 郭苏明,夏兵.整合策略在高铁综合客运枢纽地段交通组织中的应用[J].2015.
- [4] 周颖.基于区域协同的高速铁路换乘组织研究[D].成都:西南交通大学,2021.
- [5] 王晶,张忠国.高铁客运枢纽周边快速集散系统规划组织模式与要点探讨[J].综合运输,2015(7):10.

# Research on Subjective and Objective Correlation of Acceleration Performance

Junshen Chen Tuanpeng Jing Fugang Lai Shaohai Zhang Ronggui Yu

Geely Automobile Research Institute (Ningbo) Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315336, China

## Abstract

Acceleration performance is one of the important indicators of vehicle dynamic performance, the more demanding the performance of the vehicle's demand for power will be higher, such as supercar will use high-horsepower V8, V12 and other engines, in order to meet the larger power needs. For family cars, the two most important indicators of acceleration performance are power response and acceleration ability, but for performance cars, maximum speed is also very important. This paper briefly introduces subjective and objective evaluation methods of dynamic performance and representative indicators, and correlation analysis can determine the degree of correlation between two variables. Through correlation analysis of subjective and objective dynamic indicators, representative objective indicators are locked in order to establish a dynamic performance database and facilitate data analysis and comparison.

## Keywords

subjective and objective correlation; acceleration performance; respond; accelerate ability; relevance

## 车辆动力性能主客观关联性研究

陈俊燊 景团朋 赖富刚 张绍海 俞荣贵

吉利汽车研究院(宁波)有限公司, 中国·浙江 宁波 315336

## 摘要

动力性是车辆动态性能表现的重要指标之一, 越是要求性能的车辆对动力的需求就会越高, 如超跑会采用大马力V8、V12等发动机, 就是为了满足较大的动力需求。对于家用车来说, 代表动力性能最重要的两个指标就是动力响应和加速能力, 但对于性能车来说, 最高车速也十分重要。论文简单介绍了动力性能的主客观评价方法以及代表性指标, 而相关性分析能够确定两个变量之间的相关程度, 通过对主客观动力性指标进行相关性分析, 锁定具有代表性的客观指标, 以便建立动力性能数据库, 便于进行数据分析对比。

## 关键词

主客观关联; 动力性; 响应; 加速感受; 相关性

## 1 引言

随着最近几年新势力的加入, 动力变得越来越廉价, 百公里加速时间动不动就 3s, 这是之前大马力发动机很难企及的能力区间。随着技术的不断进步, 车辆的动力性能越来越好, 主观评价的要求也在不断提高。但时间间隔较长时, 车辆的主观评价结果的对比性就没那么强了。比如前年的某款车型动力响应为 8 分, 加速感受为 8 分, 而今年的电动车很轻松就能达到这种动力感受, 主观评价结果可能就只有 7.5 分, 所以两年前的 8 分和现在的 8 分所对应的车辆表现是不一样的。而客观指标只要保持相同的测试要求, 相同的计算方法, 它所代表的含义是不会随时间变化而改变, 数据可对比性较强。然而主观感受是评价一辆车性能表现好

坏的客户评价标准, 代表了客户对车辆性能预期程度, 简单来说就是车好不好是人说了算, 所以我们需要找到能够代表主观评价结果的核心客观评价指标, 以便建立数据库进行对比分析。

## 2 主客观评价方法

### 2.1 起步加速性能

从静止开始起步, 关闭 auto hold, 分别以小油门(30%开度)、中油门(50%开度)、大油门(70%开度)和全油门(100%开度)进行加速, 感受加速响应快慢和加速能力的大小。

### 2.2 超车加速性能

滑行至车速 40km/h, 分别以中油门(50%开度)、大油门(70%开度)和全油门(100%开度)进行加速, 感受加速响应快慢和加速能力的大小。

【作者简介】陈俊燊(1986-), 男, 中国四川遂宁人, 本科, 工程师, 从事汽车研究。

## 2.3 客观指标

### 2.3.1 响应时间

从踩下油门踏板开始计时，直到车辆的纵向加速度第一次达到  $1\text{m/s}^2$  所需要的时间。

### 2.3.2 加速推背感

从车辆的纵向加速度第一次达到  $1\text{m/s}^2$  开始计时，3s 内纵向加速度对时间的积分值，即车速变化量。

## 3 主客观评价结果

### 3.1 主观评价结果

按照动力性主观评价方法，我们对 7 台车进行了主客观评价，主观评价评分依据为 SAE 的十分制标准，评价结果见表 1。

### 3.2 客观结果

按照前文所述测试方法，对这 7 台车进行了客观测试，并计算了各油门开度下起步和超车时的响应时间和加速推背感指标。

## 3.3 主客观结合直方图

将主观评价结果与客观测试指标制作直方图，起步加速响应结果见图 1，起步加速能力结果见图 2，超车加速响应结果见图 3，超车加速能力结果见图 4。

## 4 相关性分析

### 4.1 相关性

利用 Excel 中数据分析，计算主观评价结果与客观测试之间的相关系数，相关性系数取值范围为 -1 到 +1 之间，绝对值越大，说明相关性越强，负号代表负相关，正号代表正相关。一般来说，绝对值超过 0.85 说明两个参数之间的相关性较强。还将主观评价结果与客观测试指标进行回归分析，计算客观测试指标与主观评价结果的显著性水平 F，即弃真概率。并通过弃真概率计算出置信度，弃真概率越低，置信度越高。一般要求置信度要大于 99.0%。最后选取相关性较高且置信度较高的客观测试参数，作为主观评价关联性最高的客观指标进行数据库统计。

表 1 主观评价结果

序号	项目	车 1	车 2	车 3	车 4	车 5	车 6	车 7
	动力总成	2.0T+7AT	1.5T+CVT	2.0T+9AT	2.0T+8AT	1.3T+7DCT	2.5L+ECVT	1.5T+ECVT
1	起步加速响应	7.25	5.00	7.25	6.75	6.50	7.50	8.00
2	起步加速能力	7.25	6.50	7.50	7.50	7.00	7.25	7.50
3	超车加速响应	6.75	6.00	7.50	6.75	6.75	7.00	8.00
4	超车加速能力	7.25	6.00	7.50	7.50	7.00	7.25	7.50

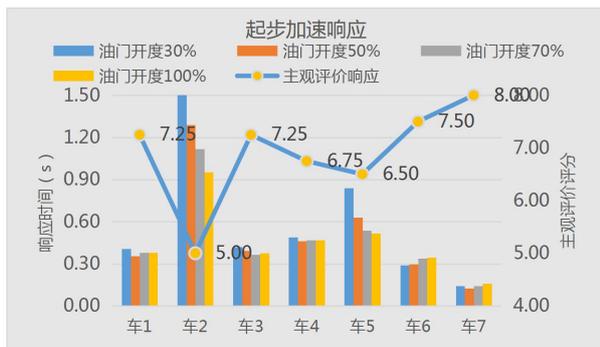
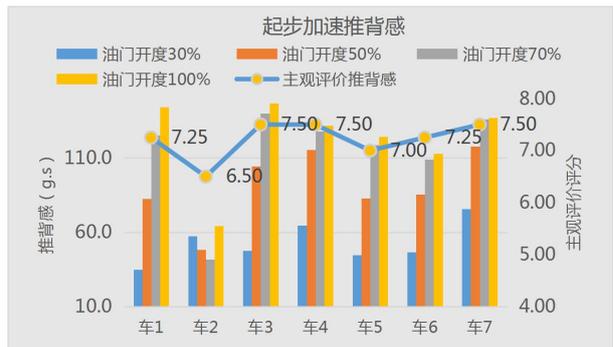


图 1 起步加速响应曲线图



2 起步加速能力曲线



图 3 超车加速响应曲线图



4 超车加速能力曲线

#### 4.2 起步加速响应相关性分析

起步加速响应与起步加速时间相关性分析结果见表2。起步加速响应与中油门、大油门、全油门起步响应时间的相关性超过了-0.99,说明起步加速响应与这几个油门开度的起步响应时间完全负相关,且置信度超过了99.9%。

#### 4.3 起步加速能力相关性分析

起步加速能力与起步加速推背感相关性分析结果见表3。起步加速能力与中油门起步加速推背感的相关性最高,

达到了0.95,说明起步加速能力与中油门开度加速推背感正相关,且置信度达到了99.9%。

#### 4.4 超车加速响应相关性分析

超车加速响应与超车加速时间相关性分析结果见表4。超车加速响应与大油门和全油门超车响应时间的相关性达到了-0.88,说明超车加速响应与这两个油门开度响应时间相关性较强,且为负相关,置信度水平达到了99.1%。

表2 起步加速响应相关性

序号	起步加速响应	小油门起步	中油门起步	大油门起步	全油门起步
1	相关性系数	-0.91	-0.99	-0.99	-0.99
2	显著性水平	0.005	0.000	0.000	0.000
3	置信度	99.5%	100.0%	100.0%	100.0%

表3 起步加速能力相关性

序号	加速能力	小油门起步	中油门起步	大油门起步	全油门起步
1	相关性系数	0.21	0.95	0.93	0.89
2	显著性水平	0.659	0.001	0.002	0.007
3	置信度	34.1%	99.9%	99.8%	99.3%

表4 超车加速响应相关性

序号	超车加速响应	中油门超车	大油门超车	全油门超车
1	相关性系数	-0.81	-0.88	-0.89
2	显著性水平	0.027	0.009	0.007
3	置信度	97.3%	99.1%	99.3%

#### 4.5 超车加速能力相关性分析

超车加速能力与超车加速推背感相关性分析结果见表5。超车加速能力与大油门超车加速推背感的相关性达到了0.89,说明超车加速能力与大油门开度超车加速推背感正相关,且置信度达到了99.3%。

表5 超车加速能力相关性

序号	超车加速能力	中油门超车	大油门超车	全油门超车
1	相关性系数	0.73	0.89	0.77
2	显著性水平	0.065	0.007	0.042
3	置信度	93.5%	99.3%	95.8%

所以超车时选取大油门开度的加速时间和加速推背感作为超车加速性能关键数据建立数据库。综上所述,车辆的动力性核心客观指标为中油门起步加速响应时间、中油门起步加速推背感、大油门超车加速响应时间和大油门超车加速推背感。

#### 参考文献

- [1] 周欣.基于用户使用模式的乘用车驾驶性量化评价方法[D].吉林:吉林大学,2016.
- [2] 刘普辉,章桐.汽车驾驶品质主客观测试评价及相关性分析[J].中国工程机械学报,2015,13(5).
- [3] Dorey R E, Martin E J. Vehicle driveability-the development of an objective methodology [J]. Society of Automotive Engineering, 2000(1):13-26.
- [4] 朱翔宇.车辆起步加速驾驶性客观评价及优化[J].汽车工程学报,2022(1).
- [5] 田晓雪.汽车主观性能评价方法研究[J].中国学位论文全文数据库,2014(1).
- [6] 张军英.典型相关分析算法理论及其在模式分类中的应用[D].中国优秀硕士学位论文全文数据库,2005.

### 5 结语

通过上文相关性和回归分析,我们发现起步时加速响应和加速能力与中油门起步加速时间和加速推背感相关性最高,所以起步时选取中油门开度的加速时间和加速推背感作为起步加速性能关键数据建立数据库。而超车时加速响应和加速能力与大油门超车加速时间和加速推背感相关性最高,

# Subway Power Supply System and Its Common Problems and Solutions

Sheng Pan

Beijing Metro Operation Co., Ltd., Beijing, 100082, China

## Abstract

With the increasing of per capita vehicles in China year by year, the pressure of urban ground traffic is also increasing, and the construction of rail transit not only provides people with more diversified ways of travel, but also becomes the most critical entry point to relieve the pressure of urban ground traffic. In the process of rail transit operation, the power supply system can be said to bear the important energy responsibilities of the normal running of the train, safe opening and closing, and command and control. Once the safety risks occur in the power supply system, the stable operation of the rail transit train will be affected. Therefore, it is of great significance to further explore the stable operation and maintenance scheme of the subway power supply system. This paper mainly analyzes the common problems in the subway power supply system, and explores the solutions to the common problems in the subway power supply system, hoping to provide reference opinions for ensuring the stable operation of the subway.

## Keywords

rail transit; power supply system; solution countermeasures

## 地铁供电系统及其常见问题与解决措施

潘胜

北京市地铁运营有限公司, 中国·北京 100082

## 摘要

随着中国人均持车辆的逐年攀升,城市地面交通的压力也在不断地加大,而轨道交通的建设不仅为人们提供了更加多元化的出行方式,更成为了缓解城市地面交通压力最关键的切入点。在轨道交通运行的过程中,供电系统可谓承担着列车正常行驶、安全开关门、指挥控制等多个方面的重要能源责任,一旦供电系统出现安全隐患,就会影响到轨道交通列车的稳定运行。因此,进一步探究地铁供电系统的稳定运行和维护方案更显得意义重大。论文分析了地铁供电系统中常见的问题,并且就地铁供电系统常见问题的解决对策进行了探究,希望能够为保障地铁的稳定运行提供参考意见。

## 关键词

轨道交通; 供电系统; 解决对策

## 1 引言

在地铁运行的过程中,供电系统主要是为地铁车辆的运作提供电力能源,同时,也为地铁系统的管理提供了相应的电力服务。目前,城市轨道交通已经成了人们日常出行的首选方式,其具有效率较高、客流量较大、运行繁忙等多方面的特征。而地铁供电系统的供应终端在轨道交通运行过程中也较为复杂和多元,大致可以包括外部电源、主变电所以及牵引供电系统、弱电系统这四大部分。考虑到电力能源的稳定供应是保障轨道交通列车顺利运行和安全管理最关键的一步,因此,如何能够有效地维护供电系统的正常运转,便成了轨道交通行业发展过程中应当关注的重要话题。

## 2 地铁供电系统的概述

地铁的供电系统主要是为地铁车辆的运转、地铁系统的监督和管理提供电力能源的重要系统,其在运作的过程中主要包括以下四个方面的内容。

### 2.1 外部电源系统

外部电源系统事实上外部城市电网电源为地铁运转所提供的重要电力来源,考虑到外部电源的供电方式有所差异,因此,根据供电方式的差异性,可以将其大致分为分散式的供电模式、集中供电模式、分散与集中混合供电模式三种类型。目前,在中国的许多一线大型城市中,地铁线路采用的外部电源大多数为集中式的供电方式<sup>[1]</sup>。

### 2.2 主变电所

主变电结构主要是针对地铁供电系统在运转过程中的电力电压进行有效的控制,在绝大多数的情况下,为地铁线路供应的电力电压通常控制在10kV,但也会根据不同地铁

【作者简介】潘胜(1974-),男,中国北京人,本科,高级工程师,从事轨道交通供电及电力系统调度指挥研究。

线路的具体构架、具体用电需求灵活地调整。而主变电所在地铁供电过程中，所接收和输出的电压通常情况下较高，这部分高电压能够被充分地转化和应用到地铁的运行中。但想要实现安全的电力传输，就需要对变电所的电压进行调整和改变，再采用环网系统将其输送到用电终端。

### 2.3 牵引供电系统

牵引供电系统主要是对主变电所提供的一些高电压进行灵活调整和处理的系统。在正常的地铁运转过程中，电压供应相对较高，能够达到750V的直流电压，经过主变电所之后，传输电压基本需要控制在10kV，那么主变电所是如何对高电压进行调节的呢？其中就引入了牵引供电系统，牵引供电系统能够有效地对高电压进行调节，通过将高电压转化为用电终端所需要的正常电压，保障整个地铁系统用电的安全性。

### 2.4 其他供电系统

考虑到地铁的用电终端种类繁多，在地铁运行过程中，除了供车辆运行的外部电源、主变电所以及牵引供电系统之外，还包含了供地铁工作人员和乘客需要的照明供电系统、一些杂散电流的防腐系统等。以照明系统为例，照明系统是整个轨道交通列车在运行过程中最关键的构成部分之一，其承担着提供视觉照明、保障车辆运行以及监督管理安全性的职责。而杂散的电流防腐系统则主要是针对由牵引系统导致的电流泄漏进行控制。通过上文描述可知，牵引供电系统主要是针对主变电所接收的高电压进行转化处理，在转化处理的过程中不免会产生一些杂散电流的泄漏问题，而这些杂散电流在轨道交通内部的乱流和乱窜，会对车道或车站的钢筋结构造成一定的电力腐蚀问题。通过杂散电流的防腐控制，则可以有效地针对这些杂散的微电流进行处理，从而不断提升轨道交通基础设施的整体使用寿命<sup>[2]</sup>。

## 3 地铁供电系统中存在的故障问题与解决对策

随着我国城市地面交通压力的不断增大，人们在日常的出行高峰期经常青睐于选择地铁作为出行方式，地铁具有出行效率更高、单次承载量较大、运行安全等多方面的优势，这也让地铁成为了市民出行的最优选择。但考虑到地铁系统在长期的运作条件下，其供电线路由于外部原因或老化等现象，也会出现各方面的安全问题，通过经验性的总结，可以大致将地铁供电系统的常见故障问题概括为以下五个方面：第一，主变电所的故障问题。主变电所的故障问题通常表现为主变电所的电压值显示为零，除此之外，也可能由于各类类型的外部原因导致主变电所供电的开关无法正常闭合，最终致使整个地铁系统出现局部断电的情况。第二，变压器的故障问题。变压器是整个供电系统中最关键的构件与环节，一旦变压器出现故障问题，就会由于跳闸而引发电压失衡、电流切断等情况。变压器的故障现象以内部故障问题为主，常见的内部故障主要包括变压器部件温度过热、漏磁等。第三，电缆线路存在的故障问题。电缆线路存在的故障问题，

大多数是由于长期使用老化或外力碰撞导致的线路问题，一旦线路在运行过程中出现局部漏电或断裂的现象，就会立刻触动保护性的跳闸。第四，直流短路故障问题。直流短路故障问题，大多数会在地铁供电系统压力负荷过大的情况下发生，当地铁运行用电量过高、供电压力过大，就会导致线路长时间的超负荷运转，从而引发直流短路故障。第五，地铁电缆处的故障现象。地铁电缆处的故障现象可能是由于安装过程中引发的电缆问题，比如在电缆的接口处处理不当，就可能会由于接口处的衔接不稳而出现故障问题。再比如，电缆由于长时间的应用也会出现线路老化、绝缘故障，尤其是考虑到轨道交通电缆长期处在较为恶劣的运行环境中，极有可能会引发电缆的老化与其他故障问题，最终影响到主变电所与牵引变电系统的正常运转<sup>[3]</sup>。

而针对上文描述的常见故障问题，也可通过对应性的解决措施保障地铁供电系统的稳定运行。第一，在日常的运行维护检查工作中，多针对容易出现故障问题的主变电系统、变压器系统进行维护与检测。以变压器系统为例，在检查工作中，应当确保供电采用的电压在变压器的运行负荷能够承受的范围之内，确保变压器能够发挥稳定的调节作用。除此之外，还应当针对变压器的绝缘油使用情况进行检测，当绝缘油用量不足时，就应当及时添加，通过日常的清洁维护、损伤检测等方式，保障变压器设备的稳定运转。第二，针对直流短路等故障问题，应当在日常的维护管理工作中，确保直流一侧保护装置的工作性能，可通过定期检测与不定期抽检相结合的方式，有针对性地对直流短路故障预判。第三，针对电缆的老化以及衔接问题。首先，需要在电缆施工的过程中，确保施工人员的专业素质，保障电缆接口的规整性。其次，在电缆正式通电使用之前，查看电缆的接口是否完好、是否存在裂痕或破损的问题。最后，在电缆投入运行之后，也需要时常进行针对性的排查工作，针对其中存在的老化部分或裂痕部分，应当及时进行更换处理。第四，针对接触网进行防范。接触网区域应当始终保持干净与清洁，同时，在安装施工的过程中，也不可强硬地采用外力进行处理，不能导致接触网出现弯曲、膨胀等情况。第五，作为轨道交通的供电系统运行和监督工作部门来说，应当注重日常的维修检测与监督管理工作，能够承担维修检测与监督管理的责任与义务，确保整个供电系统能够实现高质量的安全供电。

## 4 加大地铁供电系统管理力度的有效路径

### 4.1 对供电设备定期检测与维护

考虑到地铁的供电系统在运转的过程中离不开设备的安全运作，一旦其中的衔接设备环节出现问题，地铁的供电将会失去稳定性。因此，如何做好对于供电设备的定期检测与维护工作，就成为了地铁供电系统管理过程中应当关注的重要问题。而目前，常见的供电系统设备问题主要是由于设备长期应用老化、设备运行环境恶劣所引发的问题，针对这样的情况，一方面，在供电设备运行检测的过程中，检测人

员应当做好对于每一次设备情况的记录工作,能够将设备存在的问题、设备的新旧情况记录在案,从而为后续设备的管理与更换提供有效的参考数据。另一方面,还应当通过定期检查、排查的方式,对于一些老旧的设备、存在问题的设备或线路进行及时的更换,确保设备在无障碍的情况下正常运转,通过提早排查,确保设备能够在供电过程中稳定运行,从而为人们的安全出行提供供电保障<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 提升供电系统管理人员的专业素质

地铁供电系统的运转与管理工作的对于管理人员的专业素质要求极为严格,不仅仅需要管理人员在工作过程中具备高强度的专业素质和相关知识,更需要其秉持着认真以及严谨的工作态度,才能及早地发现并排查供电系统在运转过程中存在的各类细节问题。尤其是考虑到我国城市轨道交通的建设规模持续地扩大,在供电系统运转的过程中,其中包含的设备以及线路繁杂众多,在监管的过程中如果监管人员在态度上懈怠,就容易出现管理不到位、监管盲点的现象。而很多年龄偏大的供电系统办公人员,在日常监管的过程中由于缺乏专业素质和相关的理论知识,无法更好地满足供电系统在检修工作中的真实需求,尤其是应对一些突发性的断电或短路情况时,也无法第一时间找到问题源头,不能对突发性的供电问题采取合理的解决方式。而针对这样的现象,作为轨道交通供电系统的检修管理部门来说。首先,要持续提升供电系统检修管理人员的专业素质,能够通过日常的远程视频学习、常见案例学习等方式,针对一些常见的短路断路问题、电力设备运转问题进行了解,从而能够在第一时间发生供电问题时排查源头。其次,要加大职业道德教育工作力度,针对轨道交通列车存在的一些供电事故进行公开学习,让供电系统的安全检测人员了解到供电系统在轨道交通列车运行过程中扮演的重要价值,从而帮助其树立严谨认真的工作态度,不放过任何一个监管的细节。最后,应当持续提升监督管理工作人员的检查水平与监督力度,进一步完善与健全地铁供电系统设备相关管理的规范以及体系,能够让监督管理工作的开展有据可依,同时,在发现供电系统运行问题时能够及时反馈,在第一时间解决问题<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 加强防范与预警

考虑到轨道交通的供电系统规模庞大,在供电的过程中涉及的供电终端、电力设备以及电缆线路众多,因此在日常的排查过程中,则应当加强对于电力系统运作问题的防范

力度。以电力线缆的故障问题为例。首先,在日常的防范过程中,应当针对电力线缆和电力设备铺设的图纸归纳清晰,能够在检修过程中熟悉不同设备、不同线缆以及不同控制盘柜的具体安装位置。其次,了解电路线缆中的电力输送的具体类型。分辨不同电力线缆在运作过程中属于交直流电路、电力运行的电压高低,从而在故障问题发生的第一时间,准确地找到线缆故障位置。最后,在前期的电缆敷设过程中,考虑到线缆众多在接口区域应当前后错开,不同电缆的接头处也应当具有明确的标志,标注牌应明确不同线路的具体编码,如果线缆并无编码,也应当在标志牌上标明线缆的具体型号、电缆采用的规格、电缆敷设的起始地点,通过这样的防范方式能够在线缆敷设前期就保障线缆敷设的正确性以及衔接的稳定性,避免空间上的交叠。这样不仅能够达到电力线缆敷设整齐美观的作用,同时,还能够为后续的检修管理工作提供更加开阔的检修空间。

### 5 结语

随着城市化的速度持续的加快,轨道交通的建设规模也在不断地扩大。目前,轨道交通已经成为广大市民日常出行最优的选择,而地下轨道交通系统的兴起也让城市交通出行更加便捷。但轨道交通的运行离不开供电系统的稳定运转,只有确保供电系统的安全科学供电,才能为轨道交通列车的正常运行提供重要的电力来源。因此,在轨道交通地铁供电系统的管理工作中,更应当通过定期检测供电设备运行情况、提升检测人员专业素质、做好预警预判等多措并举的方式,从源头上规避供电系统存在的各类型故障问题,为轨道交通的稳定运转保驾护航。

#### 参考文献

- [1] 胡子超.地铁接触轨供电系统安全性能评估方法研究[J].中国储运,2024(10):207-208.
- [2] 左大军.地铁供电系统的可靠性和安全性分析方法研究[J].冶金管理,2023(17):82-84.
- [3] 穆泓冰,王永利,杨宇鹏.地铁车辆电气系统中牵引与辅助供电系统的故障与检修方法[J].中国设备工程,2023(11):182-184.
- [4] 谷梦勤.地铁牵引供电系统的评估和故障处理研究[D].上海:上海应用技术大学,2023.
- [5] 范广.地铁供电系统变压器保护及故障分析[J].中国设备工程,2023(8):157-159.

# Research on the Method of Regular Transportation Organization of Railway Passenger Transport Peak Period

Ning Shi

China Railway Urumqi Bureau Group Co., Ltd. Passenger Transport Department, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

## Abstract

With the rapid development of China's economy and the continuous improvement of people's living standards, the demand for railway passenger transport shows a trend of continuous growth, especially in the peak of holiday season, tourist season and student holidays, the railway passenger volume is increased sharply, bringing great challenges to the railway passenger transport organization. The traditional transportation organization method is difficult to meet the current transportation needs, so it is particularly important to explore and implement the normal transportation organization method in the peak period of railway passenger transport. In view of this, the following will study the normal transportation organization method of railway passenger transport peak period based on the relevant literature research and work practice for reference.

## Keywords

railway passenger transport; peak period; normal transportation organization; method; research

## 铁路客运高峰期常态化运输组织方法研究

史宁

中国铁路乌鲁木齐局集团有限公司客运部, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

## 摘要

随着中国经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,铁路客运需求呈现出持续增长的趋势,尤其是在节假日、旅游旺季以及学生放假等高峰期,铁路客运量更是急剧增加,给铁路客运组织带来了巨大的挑战。传统的运输组织方法已难以满足当前的运输需求,因此,探索和实施铁路客运高峰期的常态化运输组织方法显得尤为重要。有鉴于此,下文将基于相关文献研究及工作实践情况,就铁路客运高峰期常态化运输组织方法展开研究,以供参考。

## 关键词

铁路客运; 高峰期; 常态化运输组织; 方法; 研究

## 1 引言

随着社会经济的迅速发展和人民出行需求的不断增加,铁路作为重要的交通工具,承担着日益繁重的客运任务。在各大城市和区域经济中,铁路客运已经成为承载大量流动人口的重要方式,特别是在各大假期、春暑运等特殊时间段,铁路客运的运输压力极为巨大。如何科学、合理地组织高峰期的客运运输,已经成为铁路部门在客运服务中亟待解决的一个重要课题。

## 2 铁路客运高峰期运输现状分析

当前,相较于一般时期,铁路客运高峰期运输现状有以下几方面:第一,激增的客流导致运力饱和,尤其是铁路系统的运力往往难以满足,如节假日、春暑运和特定时段的

大规模出行需求。这种情况下,列车超员现象时有发生,这不但造成旅客乘车舒适度下降并且铁路运营安全隐患增大。第二,车次安排与客流分布不匹配,造成部分线路拥挤,有的则出现浪费资源现象。高峰时段,部分热门线路车票提前售完,而另一些次要线路则面临有车无人的窘境。这种铁路客运资源配置的不合理性,造成经济和社会效益双失。第三,铁路运输服务方式较为传统,难以有效应对高峰期客运需求。尽管近年来铁路部门通过加开临时客车、动态调度等方式使部分压力有所缓解,但这些措施往往带有应急性质,缺乏长效机制,同时也伴随着衔接不畅、信息不对称等问题<sup>[1]</sup>。第四,现阶段铁路运输信息化管理水平仍显不足,部分运输决策仍依赖人工经验和传统手段,导致铁路客运组织效率在客流激增的情况下难以得到保证,比如热门线路一票难求的现象时有发生。这些情况不仅对高峰期的客运服务质量造成影响,同时也造成铁路运行安全风险增加,因此做好高峰期常态化运输组织十分必要。

【作者简介】史宁(1981-),男,中国新疆乌鲁木齐人,本科,工程师,从事铁路客运组织管理研究。

### 3 铁路客运高峰期常态化运输组织方法

#### 3.1 运输需求与客流预测

建立并运用精确的运输需求与客流预测模型是有效地应对铁路客运高峰期激增压力的关键一步。铁路部门可以结合现代机器学习技术建立准确的客流预测系统,通过多维度的数据分析,对高峰时期的客流情况进行科学的预测,并据此对资源进行合理的调度。具体实践中,首先需要对包括不同节假日、季节性变化、节庆活动等因素下的客流数据予以收集,其中还应包括历史运输旅客数量、人员与运力变化曲线图等数据。铁路部门可以利用这些历史数据,为预测模型提供可靠来源,从而识别客流波动的规律。具体来说,预测模型要能够计算出未来客流,这是建立在历史数据与高峰期时间节点二者结合基础上的。这不能仅限于某一线路或某一时期,而是要在客流预测上向车站等级、具体车站以及车次的范围拓展。同时,铁路部门还应结合机器学习中的深度神经网络、随机森林、支持向量机等算法,运用回归分析、时间序列预测等传统统计学方法,提高预测模型的精确性。这些算法可以对未来客流的预测精度进行多维度、多变量的复杂数据进行处理。比如,基于历年春运数据以及考虑到外部因素的影响,铁路部门运用深度学习模型预测不同地区、不同方向的客流变化情况,以此做好运输组织安排。需注意除历史数据外,在客流预测中气象因素的作用也很大。针对大风、降雨、降雪、极端气温等天气状况对客流的影响,铁路部门可将天气变化与客流实时关系纳入模型。在模型运转中通过实时监测天气变化情况和历史数据分析,对列车运行时刻、车厢编组、加开临客等措施进行调整,以有效疏导突发天气造成的客流高峰。另外,突发事件对客流的影响也要考虑到实际的预测模型设计中。例如,大规模客运客流或旅游需求急剧增加,这些可能由某一地区自然灾害或重大事件、季节性出行变化等因素引起。铁路部门可以通过与地方政府、交通管理等部门的合作来获得这些突发事件即时数据,并利用模型对短期内客流量的波动进行预测,随后据此实时调整运输组织安排<sup>[2]</sup>。为了保证资源的最优利用,模型还应能识别出特殊节假日和大型活动等高峰特征,并在这一基础上对运输资源配置进行调整。此外,铁路部门还可以利用大数据技术和云计算平台,达到对大量数据的快速处理和实时分析,以增强模型的实时性和精确性。比如车站内以及列车上客流量、旅客的购票行为、社会媒体的有关话题热度等数据,都可以成为预测模型输入的一部分,通过这些信息进行交叉分析,铁路部门对某一时段、某一线路或某一车站的客流压力进行更精确地预测,从而为后续运输组织安排提供更准确的数据支撑。

总的来说,铁路部门建立一个结合大数据分析、机器学习算法和多种因素的运输需求与客流预测模型能够让自己针对高峰期客流情况予以准确预测,并以此为基础高效地开展运输组织安排,实现包括运力、人员等各种资源的科学

调度和优化配置。

#### 3.2 动态车流分配与优化调度

传统运输调度方式,在铁路客运高峰期,特别是长假、春暑运等时期,往往不能有效应对瞬时变化的客流及运力需求。为此,利用实时数据和优化算法对车次及资源进行灵活调度,保证运输高效运行,因而铁路部门需要引进动态车流分配和优化调度方法。具体做法是:首先获取各车站客流、列车运行状况及车站容量等关键信息,这需要借助于高频次的数据采集和实时监控系统来完成。随后将这些数据发送至动态调度系统。基于这些数据,铁路部门能够对客流进行实时预测分析,基于人工智能与机器学习然后对列车的发车时刻、班次、车种以及其他站内资源的调配进行调整。举例来说,某条线路在特定时间内,如果客流量突增,系统会自动提高该线路列车的发车频率,或者对列车的编组长度进行调整,从而使这条线路的运能得到改善。同时,铁路调度平台可实时监控高峰期各路线运行情况,为分散繁忙时段的压力,避免列车间过于密集或稀疏的时段安排,可通过自动优化算法对列车的发车顺序和时刻安排进行合理调整。这样就有效地平衡了站、线的负荷,减少了旅客滞留、因列车未及时发车或过于集中而造成的资源浪费。调度系统中除列车发车频次与时刻调节外,在动态车流分配中,还应与车站客流引导系统紧密结合。如某车站的客流量超过预期,可在相邻其他车站按实时情况自动调度分流,甚至对车辆的停靠站点进行调整,使旅客的上下车流程得到优化,从而使高峰期运输组织客流达到最佳状态<sup>[3]</sup>。另外,候车大厅、站台等车站的资源,也要根据客流的实时情况,有针对性地进行动态调整。如果某一站台某些时段旅客过多,为了减少拥挤的状况,调度系统要及时将列车的停靠位置调整到空闲的站台或增设临时车区。通过这一系列的动态调整,铁路运输系统在保证列车准时运行、旅客出行顺畅的情况下,能够灵活地应对高峰期间的各种突发状况。

#### 3.3 高峰期专用列车与高效集疏运网络

铁路部门为应对高峰期巨大的客流压力,提高运力,优化资源配置,可采用专用列车和高效集疏运网络。在具体执行中,铁路部门首先应结合高峰期客流预测识别需求最多的线路和车次,特别是高峰期热门长途、高频的城市间短途线路。例如,在春运期间,铁路部门为了保证返乡旅客能够及时乘车且与其他常规列车的时刻发生冲突,需特别针对返乡的高峰需求增加专用列车。其次,铁路部门针对高峰期专用列车编组结合线路及客流实际情况灵活予以增加。比如在热门路线上结合客流数据动态监控结果增加列车编组或者是更换大载客量车型、增加列车数量等方式最大程度解决运力要求。另外在构建高效集疏运网络上,铁路部门针对城市与各大交通枢纽之间建立一个高效的连接体系。为此,铁路部门要与当地交通管理部门、公共交通企业以及网约车行业等联合起来,通过对节假日、春暑运等高峰期客流量数据

进行全面分析以及出行调度,合力构建一个覆盖面广、衔接顺畅的交通网。例如,铁路与地铁,在诸如北京、广州、上海等一些大城市的交通枢纽中,二者开设专门的“绿色通道”让旅客换乘时间大幅缩短,甚至可以实现无缝对接。另外,铁路部门能够利用现代化的交通监控和调度系统,对不同的交通方式之间的衔接问题进行提前预测和动态调整,这样才能保证旅客在高峰时段换乘的便捷程度更高。借助于这种高效的集疏运网络建设,不仅可以分流旅客,而且可以提高整体运输效率,降低由于旅客滞留而产生的交通压力,因此,在具体实践过程中,应当结合实际情况加以应用。

### 3.4 精细化的旅客引导与分流

车站高峰时由于客流量过大而容易出现拥堵、旅客滞留等情况,所以采取精细化引导与分流非常必要。对此,我们可以通过以下措施实现旅客的高效引导和分流。首先车站内部客流管理系统应具有实时监控功能。通过传感器、摄像机等设施安装在车站各重要位置,并对客流数据进行实时采集和分析。该系统可以自动识别高风险区域,并根据实时客流的密度,将具体的分流指引和乘车安排通过电子显示屏、语音广播、车站导向牌等方式发布给旅客,以避免人群盲目的聚集。车站内布局也要根据客流密度的不同而做出适当的调整与优化。比如针对高峰时期,在车站里可以多建立几个分流通道,使旅客有序排队、按不同列车车次等候列车运行。铁路部门应在不同的时期对候车区的分布进行灵活调整,使人群尽可能分布在较空旷区域,从而避免由于旅客通行不顺而导致滞留的现状。同时,车站的员工以及志愿者利用移动设备实时掌握站内客流状况,一旦发现非检票聚集人群时立即引导他们到较为空旷的候车区或者站台上,以此减少拥挤。针对多趟列车并发的情况,对于长途或热门列车的旅客,车站应开通临时的快速通道供他们优先检票,以降低排队时

间<sup>[4]</sup>。当列车即将到达站台时,车站要事先做好乘车引导工作,保证旅客在规定时间内顺利乘车,在列车进站时避免产生不必要的拥堵现象。同时,铁路部门还可以提升车站数字化管理水平以及利用大数据技术预测车站各时间段客流量,并根据结果对车站人员调度、设备配置进行调整,以此保证客流量最高峰时段运行效率。此外,为了更好地应对车站内旅客需求的波动,我们还需要在节假日等特殊时期增设临时服务窗口以及便民设施等,这样不但能确保高峰期间顺利运行,同时有助于提升整体服务质量。

## 4 结语

综上所述,上文针对铁路客运高峰期所遭遇的运输组织难题,提出了一系列方法。其涵盖:精确预测客流量、实施灵活的动态调度机制、部署专用列车、构建高效的集疏运网络以及采取精细化的旅客引导与分流措施。通过整合大数据、人工智能和现代信息技术,不仅能显著提升运输组织的效率,还能有效缓解高峰期的运输压力。此外,构建全面的应急管理体系和增强车站与列车调度能力对于保障高峰期运输安全和旅客顺畅出行具有重要意义。通过这些综合优化措施,铁路部门能够实现高峰期运输的常态化,从而提高铁路运输系统的服务质量和运行效率。

## 参考文献

- [1] 刘宁馨,徐利民,杨瑜,等.铁路枢纽客运站分工方案协调性评价研究[J].铁道运输与经济,2022(6):44.
- [2] 万瑞.铁路旅客运输组织存在的问题与对策[J].高铁速递,2022(1):127-128.
- [3] 王映清.铁路客运高峰期常态化运输组织方法分析[J].文渊(中学版),2022(3):634-636.
- [4] 田秘,李福星,王梓,等.铁路客运线路供给水平度量研究[C]//京沪高铁运营10周年学术论文集,2022.

# How to Do a Good Job of Railway Flood Control Management

Gang Dong

Daqin Railway Co., Ltd. Houma North Works Section, Houma, Shanxi, 043000, China

## Abstract

In recent years, with the intensification of global climate change, severe and extreme weather phenomena have frequently appeared, and the flood control work is facing unprecedented pressure. Houma North Works Section is well aware of the importance of flood control work, and always adheres to the working principle of “combining civil air defense, physical defense and technical defense”, and takes comprehensive measures to deal with the changing climate challenges. In the flood control work of the section, we should actively explore and implement standardized management, improve the flood control emergency plan, and strengthen the inspection and maintenance of flood control facilities. At the same time, the work section, through refining the responsibility system, implements every flood control measure, and carries out regular flood control drills to improve the flood control emergency response capacity of all staff. In practice, the works section also found the weak links in the management, found the problems and rectified them in time, effectively preventing potential risks.

## Keywords

hidden dangers; flood season; safety; flood control management

## 浅谈如何做好铁路防洪管理工作

董刚

大秦铁路股份有限公司侯马北工务段, 中国·山西 侯马 043000

## 摘要

近年来,随着全球气候变化的加剧,恶劣和极端天气现象频繁出现,防洪工作面临着前所未有的压力。侯马北工务段深知防洪工作的重要性,始终坚持“人防、物防、技防”相结合的工作原则,采取综合措施以应对不断变化的气候挑战。段内在防洪工作中积极探索和实施标准化管理,完善防洪应急预案,并加大对防洪设施的检查和维修力度。同时,工务段通过细化责任制,落实每一项防洪措施,定期开展防洪演练,提升全员的防洪应急响应能力。在实践中,工务段还深入查找管理中的薄弱环节,发现问题及时整改,有效防范了潜在的风险。

## 关键词

隐患排查;汛期;安全;防洪管理

## 1 引言

铁路防洪要牢固树立“安全第一”的思想,实行全员防洪、科学防洪,把控“汛前、汛期、汛后”三个重点防洪管理阶段,有序开展防洪工作,确保汛期铁路行车安全和增强铁路设备的抗洪能力。

## 2 汛前积极预防,整治隐患

汛前全面、准确、仔细的排查是全年工作的“开头戏”,是全年防洪工作的基础。充分吸取历年来防洪工作的经验与教训,彻底改变以往汛期工作“靠天吃饭”和“应急抢险”上,本着“防在前、想在前、干在前”的思路,以11项排查整治工作为重点,即山体及高大挡护设施检查、高土质路堑检查、搜山扫石、高大挡护设备整修、涵洞清淤、清理“三

沟”、清理护坡杂草、清理危树与杂树、路基塌坑及排水设施病害整治、周边环境排查、无人机山体排查。2024年,侯马北工务段通过汛前全方位的隐患排查,累计排查到排水设施淤积、破损、断裂,路堑护坡外鼓、塌陷,山体危石、违建违占等防洪隐患问题466处,随后分轻重缓急分类进行了处理,为汛期设备打好了基础。

为保证汛期抢险应急到位,侯马北工务段一是备齐料具,以备汛期不时之需,从防洪物资料具名称、规格、数量、地点进行统一规范化管理,专库存放,专人管理,特别是对各车间配备的抽水泵、发电机、探照灯等提前进行试运转,并保证在出现险情水害时能随时调用、状态良好。二是积极储备应急抢险力量,与铁路周边村镇及个人签订《汛期联防协议》25份,落实支援抢险1000人,储备挖掘机35台、装载机57台、铲车34台,确保发生水害时,能够快速调动地方抢险力量。

一是为发挥铁路灾害群防群控作用,加大路地联防,

【作者简介】董刚(1984-),男,中国甘肃白银人,本科,工程师,从事既有普速铁路桥路维护研究。

信息共享,印制防洪宣传海报、宣传卡片,开展专项宣传活动,对沿线村镇、学校、社区进行广泛宣传、发放,使用漫画的形式向群众直观地说明可能影响行车安全的12种险情(崩塌落石、挡墙垮塌、滑坡、土质边坡溜塌、泥石流、墩台歪斜、水淹道床、水冲道床、涵渠下沉、基础冲空、大型漂浮物、杂树杂竹)。二是在铁路沿线重点防洪地点、公跨铁路立交桥涵、公铁并行路段、有通行机动车处所、居民活动处所、村庄路口等醒目位置喷涂、粘贴安设应急电话标牌,公布铁路灾害应急电话“96111”,确保做到“有险必报、有电必接、核实必奖”。

为解决高大路堑护坡、山体检查不便,人工排查无法通行的困难,侯马北工务段一是对高风险路堑护坡地段安装视频监控装置24个、山体落石报警装置2套、异物侵限监测系统装备6套,实现远程控制。二是利用无人机多方位角度排查,扩大防洪隐患排查范围,对侯月线K95+000-K147+000区段设备拍摄视频,隧道进出口、防洪地点、桥梁等重点设备建立VR模型。三是建立设备“一图一表”基础台帐,结合防洪隐患排查项目、内容,重点突出设备底数清、现场环境清,对157处挂板护坡、37处山体危石、46座隧道进出口、69处防洪地点、侯月线258处高路堤建立设备台帐,保证设备底数清晰。

为有序、高效、快速的水害处置,分线编制南同蒲线、侯月线、侯西线3条线的应急预案,对2处Ⅰ级、2处Ⅱ级防洪地点,有针对性地制定“一点一预案”,完善防洪预警响应制度,全面补强防洪能力。特别是南同蒲线K643+400-K644+700Ⅰ级防洪地点,结合现场实际制定《工务Ⅰ级防洪地点看守人员岗位作业指导书》、应急预案及检查巡回周期、检查频次等事项,确保防洪地点守机联控制度的有效执行,及时发现水害险情及正确应急处置,保证铁路行车安全。

近年来,铁路发生多起因路外隐患引起的水害事故,比较典型的有南同蒲线昌源河大桥由于地方修建水坝引发河水集中冲刷路基及桥梁基础的水害、“7.17”西安宝成线安河桥桥梁垮塌事故。对扩大基础、木桩基础桥梁及行洪桥梁33座,安装水位标尺50个,明确设计防洪水位、限速警戒水位、看守警戒水位,并制定巡查看守措施,责任到人,确保每座防洪桥梁有人管。

### 3 汛期严防死守,过程控制

#### 3.1 精准预警,提早做好准备

侯马北工务段一是与集团公司防洪办、山西省气象服务中心、气象、水利(水库)部门加强联系,每日密切关注气象预报,并结合分析卫星云图走向和云团逼近情况,预判降雨路径、雨量等级、强度变化和覆盖区域,及时发布预警信息。二是安排专人值守,“24小时监控、不断刷新”,实时跟踪和研判雨情灾情,尤其加强对小区域、强对流暴雨

天气的预警,做好各项准备工作。

#### 3.2 科学施策,主动避险管理

为解决重点区段高陡山体、欠稳定陈旧挡墙护坡溜塌影响行车安全隐患,对部分区段(如南同蒲线下行K566+900-K570+800、下行K686+600-K688+700、K839+000-K840+200高陡山体)采取降低客车行车速度至60km/h,确保遇见险情时能够及时停车;对防洪风险较高的防洪关键处所,进行雨量警戒升级管理,降雨达到雨量出巡警戒时,实行“以守代巡”雨中雨后看守检查,确保汛期行车安全。

#### 3.3 落实制度,全面检查隐患

一是落实防洪重点设备和薄弱环节的检查,主要包括:Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级防洪地点、高路堤、高路堑、山体、路基下沉点、高大挡护设施、集中水流汇集地点、排水不畅处所、路堤开挖电缆沟槽路径、邻近营业线施工地段、周边环境不良安全隐患、线路两侧树木茂密处所,合理安排巡检方向及班次,全覆盖检查,以确保第一时间发现水害险情。二是为了提高汛期雨中雨后设备检查效果,给69处防洪地点安装“二维码”,要求雨中雨后巡检人员利用手机扫码确认现场设备病害,及时录入检查结果、现场设备照片及视频。三是全面推行巡检App的使用,雨检时打开巡检轨迹及检查里程,保障雨检真实,全覆盖检查。

#### 3.4 有序组织,全力做好抢险

发生水害后,坚持“先通后固”,优先采用大型机械、机具,安排抢险人员、机具、物资运输,缩短抢修时间;开通线路后,符合列车放行条件方能开通,杜绝冒险放行;统筹考虑相邻水害地点的抢修;抢修通车后,继续做好线路及设备的加固与整修工作,兼顾后续复旧的工程条件,做到逐步提速,尽快恢复正常运输;抢险过程中坚持水害未抢通不撤离,线路未恢复不撤离,列车未通过不撤离,隐患未排除不撤离,在抢险过程中各司其职,各尽其责。为激励广大干部、职工在雨中雨后检查中发现设备问题积极性,下发《防洪通报》5期,对雨中雨后检查发现水害险情、抢险处置规范有功的干部职工及时通报奖励,水害奖励507人次/123400元,考核8700元,全面激发广大干部职工的防洪安全意识,确保我段汛期设备的安全与稳定。

### 4 汛后总结分析,强化设备

#### 4.1 汇总水害,分析原因

针对影响行车安全的水害问题,侯马北工务段严格落实“一水害一分析”制度,确保每一起水害事件都能得到及时、科学、有效的应对。具体来说,每次发生水害事件后,工务段会组织相关人员对事件进行全面分析,重点从降雨情况、设备状态、周边地形、地质条件、设备排水能力等多个方面进行详细梳理。通过分析降雨强度、持续时间及其对区域内水位变化的影响,评估水害对设备和行车安全的潜在威胁。在分析过程中,工务段特别重视周边地形和地质条件对

水害形成的影响。例如,分析水流是否因地形变化而聚集,是否有山洪暴发等现象发生,或者地质层是否容易发生塌方和滑坡等自然灾害。同时,还会对设备的排水能力进行专项检查,确保排水系统能够有效应对突发的降水,避免因排水不畅引发设备故障或线路损毁。此外,侯马北工务段也十分注重举一反三,通过对每一起水害事件的深入分析,查找出日常管理和设备维修中暴露出的问题。例如,发现某些设施的防水设计不足,或者某些区域的排水系统存在堵塞等隐患。在此基础上,工务段会有针对性地进行整改,完善防水排水设施,加强设备巡查和维护,防止类似问题的再次发生。

#### 4.2 全面总结,总结经验

为了全面掌握雨水对防洪工作的影响,侯马北工务段每年都对当年的降雨情况进行详细统计,确保数据的完整性和准确性。统计内容包括累计降雨量、连续降雨天数、二十四小时降雨量、一小时最大降雨量、十分钟最大降雨量等多项指标。此外,还会对每月降雨量进行分析,特别是重点监测不同铁路分线的降雨量变化,实时跟踪降雨对各个区域防洪能力的影响。同时,对降雨引发的报警数量也进行统计,记录各类防洪报警事件的发生频次及其处理情况。这些数据不仅为当年防洪工作提供了科学依据,也能为后续工作提供借鉴。在完成当年降雨数据统计的基础上,工务段将其与往年的降雨量进行对比,分析降雨模式的变化以及对防洪工作的影响。例如,是否存在较为极端的降雨事件,是否出现连续暴雨或极短时间内的强降水,这些都会对设备、设施和行车安全造成较大压力。通过比较分析,工务段能够识别出防洪工作的优缺点,尤其是某些薄弱环节和需要加强的领域。在总结经验的同时,工务段也会深入分析当年防洪工作中的教训及典型水害事例。例如,某些设施由于老化或设计缺陷未能及时应对突发的强降雨,造成了设备损毁或行车中断。通过总结这些事件,工务段能够更加明确防洪工作中的短板,提出改进意见,如提升设施的抗洪能力、加强排水系统建设、完善应急处置流程等。

#### 4.3 水害复旧,恢复设备

针对当年发生的各项水害,侯马北工务段高度重视设备病害修复工作,及时委托经验丰富的设计单位对受影响的病害区域进行现场调查。通过详细的现场勘察,设计单位能够全面了解水害发生后设备和设施的具体损坏情况,包括设备老化、排水系统不畅、基坑积水等问题。基于现场调查结

果,设计单位根据实际情况编制合理且具有操作性的设计方案,确保修复方案具备可执行性和长效性,能够最大限度地恢复设备的既有状态。设计方案的核心内容包括设备维修、加固和防水防洪设施的提升。例如,针对设备设施可能存在的渗水问题,设计方案会提出加强防水层的施工方案;对于排水系统的不畅,设计方案将包括优化排水管道布局和提升排水能力的措施。所有方案均注重科学性和可操作性,以确保在较短时间内完成修复工作,同时具备一定的抗洪能力。修复工作实施过程中,工务段对每项修复进度进行跟踪,确保设计方案得到准确执行,及时恢复设备正常运行,保障铁路运输的安全性和稳定性。此外,通过此次修复工作,侯马北工务段总结出抗洪工作的经验和教训,逐步提升抗洪能力和应对水害的综合管理水平。

### 5 取得的效果

铁路防洪工作是一项艰巨的任务。2024年侯马北工务段按照防洪隐患“抓小防大”的工作思路,从防洪管理工作流程环节中细化措施,注重细节管理,把控薄弱环节,卡控重点风险,制定铁路防洪对策,落实“汛前、汛期、汛后”三项制度,确保实现铁路防洪安全的目标。

### 6 结语

综上所述,侯马北工务段通过加强水害分析、完善防洪管理、及时修复受损设备,显著提升了防洪应急能力和行车安全保障。通过“一水害一分析”制度,工务段有效识别和应对了多次水害事件,优化了设备的排水系统和防水设计,确保了设施恢复和设备抗洪能力的提升。结合年度降雨统计与历史对比,工务段不仅总结出防洪工作的经验与不足,还在实践中逐步完善应急预案和管理措施。未来,工务段将继续加大技术创新和设施改造力度,借助智能监测与数据分析进一步提升防洪工作的精准性和响应速度,确保铁路运输的持续安全。

#### 参考文献

- [1] 郭凯生.铁路防洪防汛对运输的影响及对策研究[J].铁道货运,2023,41(6):37-42.
- [2] 范实现,张晶,戚恒.关于铁路防洪工作的实践与思考[J].轨道交通装备与技术,2023(S1):154-156.
- [3] 魏木攀,杨建荣.山区铁路汛期防洪形势分析与对策[J].科技风,2022(12):78-80.