

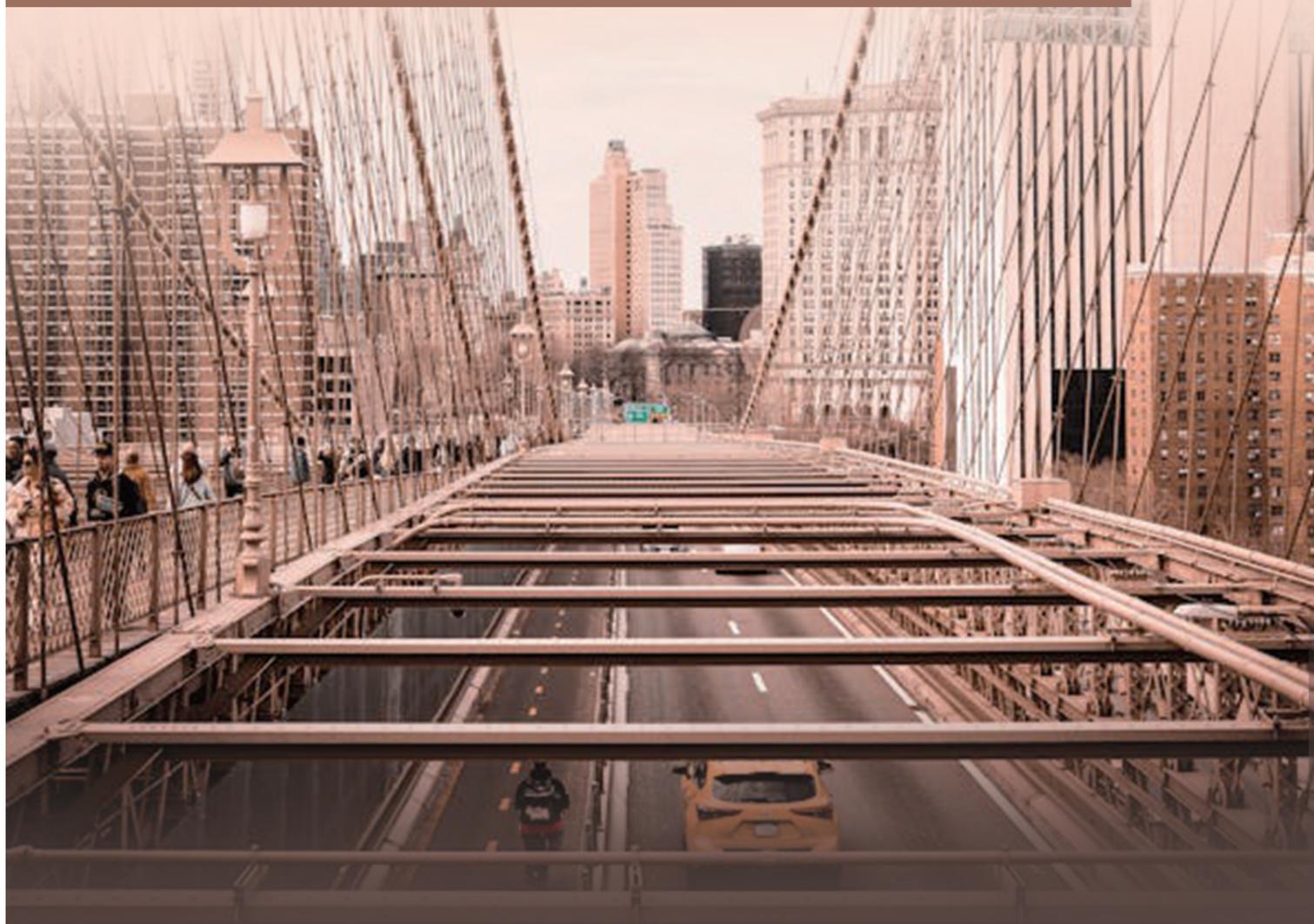
公共交通与建设



01
2025

公共交通与建设

Volume 4 Issue 1 February 2025 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



Volume 4 Issue 1 February 2025 ISSN 3060-8872 (Print) 2811-0390 (Online)



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.

Database Inclusion



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 4 Issue 1 February 2025
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 公路路堑边坡防护治理对策分析
/ 陈颖 陈泌宏
- 4 城市轨道交通机电安装工程施工质量控制策略思考
/ 任亚峰
- 7 对于公路交通安全设施养护与维修的几点思考
/ 霍凤雷
- 10 高速公路交通运输安全问题分析与对策
/ 尤虹霞
- 13 公路桥梁沥青路面接缝施工处理技术研究
/ 孙强强
- 16 公路工程附属设施施工中的安全管理与风险控制
/ 何岩玲
- 19 高速公路声屏障设计与降噪效果评估研究
/ 张中祥
- 22 预应力技术在道路桥梁施工中的应用研究
/ 曾祥征
- 25 交产融合评价体系研究
/ 吴娟 孟祥昌 罗少康
- 30 商用车制动系统可靠性评估及预测性维护方法研究
/ 洪吉发 吴茂伟
- 33 公路养护管理中的预防性维护策略研究
/ 王润枫
- 36 气压焊轨车作业效率与质量的优化模型研究
/ 李胜文
- 39 高速公路隧道安全管理水平与应急处置能力提升策略研究
/ 马喜军
- 42 基于服务质量差距模型的高速铁路市场营销策略研究
/ 赵珍
- 45 高铁快运网络优化与运营模式创新路径分析
/ 王小强
- 48 分析城市轨道交通行车安全影响因素及对策
/ 曹国梁
- 51 关于地铁信号系统电源设备的配置问题思考
/ 游锦鑫
- 54 基于微波测振技术的高铁道岔连续梁形变监测研究
/ 王澄 郑腰华
- 60 高铁馈电线除冰车的设计与应用
/ 杨贺轩
- 64 路基路面工程施工质量管控与对策
/ 伊力扎提·艾力
- 67 高速声屏障设计与降噪效果研究
/ 李镰
- 70 复杂地质条件下山区公路工程勘察实践研究
/ 陈俊
- 73 铁路货车转向架关键部件的可靠性与寿命评估方法
/ 顾遐邦
- 77 关于铁路信号设备可靠性的策略分析
/ 余亚峰
- 80 声屏障材料在高速中的应用与优化
/ 郝龙
- 83 城市轨道交通列车运行调度策略研究
/ 赵鑫
- 86 地铁轨道线路的养护维修现状及改善措施
/ 陈林
- 89 铁路工务系统管理结构设计 - 组织结构控制与分段管理数据的协同
/ 路前程 汤智星 刘书含 盛磊 高云
- 92 研制分体式高温、高压机车清洗机
/ 熊文华
- 95 城市轨道交通项目施工风险管理探讨
/ 于乾
- 98 地铁施工中地下管线迁移与保护技术研究
/ 汪振
- 101 旅游交通视角下区域路网交通组织优化策略
/ 霍建州 霍思妤
- 104 基于绿色运输理念的铁路运输安全管理策略
/ 岳亮
- 107 铁路行车调度指挥安全工作存在的问题及对策探讨
/ 孟飞
- 110 铁路调度集中区段行车指挥安全风险管控对策研究
/ 张证博
- 113 场内专用机动车辆事故分析及措施建议
/ 陈亮
- 116 道路交通事故痕迹鉴定中常见问题与处理方法研究
/ 李虹华
- 119 地铁运营环境下连接器失效模式分析及预防性维护策略优化
/ 智伯雄 曾进瑶 徐金汉
- 122 重载铁路工务设备智慧运营管理研究
/ 康超超
- 125 公路交通工程安全防护设施的作用和质量控制
/ 杨慧
- 128 试析公路路基灾后抢通及保通方法
/ 丁维民
- 131 公路工程质量控制中的无损检测技术应用
/ 迪丽拜·地力木拉提
- 134 铁路车务系统外部环境安全隐患排查整治
/ 刘志强

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 1 | Analysis of highway cutting slope protection and management countermeasures
/ Ying Chen Bihong Chen | 48 | Analyze the influencing factors of urban rail transit traffic safety and its countermeasures
/ Guoliang Cao |
| 4 | Thinking on construction quality control strategy of Urban Rail Transit
/ Yafeng Ren | 51 | Thinking about the configuration of power supply equipment in subway signal system
/ Jinxin You |
| 7 | Several thoughts on the maintenance and repair of highway traffic safety facilities
/ Fenglei Huo | 54 | Research on continuous beam deformation monitoring of high-speed rail turnout based on microwave vibration measurement technology
/ Cheng Wang Yaohua Zheng |
| 10 | Analysis and Countermeasures of Transportation Safety Issues on Highways
/ Hongxia You | 60 | Design and application of high-speed railway feeder network line deicing truck
/ Hexuan Yang |
| 13 | Research on the Construction and Treatment Technology of Asphalt Pavement Joints in Highway Bridges
/ Qiangqiang Sun | 64 | The impact of subgrade pavement construction quality control on traffic and transportation safety
/ Yilizati Aili |
| 16 | Safety management and risk control in the construction of ancillary facilities in highway engineering
/ Yanling He | 67 | Study on high-speed sound barrier design and noise reduction effect
/ Lian Li |
| 19 | Study on highway sound barrier design and noise reduction effect evaluation
/ Zhongxiang Zhang | 70 | Practical research on highway engineering survey in mountainous areas under complex geological conditions
/ Jun Chen |
| 22 | Research on the application of prestressed technology in road and bridge construction
/ Xiangzheng Zeng | 73 | Reliability and life assessment method of key components of railway truck bogie
/ Xiabang Gu |
| 25 | Research on production fusion evaluation system
/ Juan Wu Xiangchang Meng Shaokang Luo | 77 | Strategy analysis on the reliability of railway signal equipment
/ Yafeng Yu |
| 30 | Research on the reliability assessment and predictive maintenance method of commercial vehicle brake system
/ Jifa Hong Maowei Wu | 80 | Application and optimization of sound barrier materials in high-speed systems
/ Long Hao |
| 33 | Study on preventive maintenance strategy in highway maintenance management
/ Runfeng Wang | 83 | Research on the Operation and Scheduling Strategy of Urban Rail Transit Trains
/ Xin Zhao |
| 36 | Study on the optimization model of operation efficiency and quality of pneumatic welded rail car
/ Shengwen Li | 86 | Maintenance and maintenance of subway rail lines and improvement measures
/ Lin Chen |
| 39 | Research on the improvement strategy of expressway tunnel safety management level and emergency response ability
/ Xijun Ma | 89 | Design of Railway Public Works System Management Structure - Coordination of Organizational Structure Control and Segment Management Data
/ Qiancheng Lu Zhixing Tang Shuhan Liu Lei Sheng Yun Gao |
| 42 | Research on marketing strategy of high-speed railway based on service quality gap model
/ Zhen Zhao | 92 | Development of a Split-Type High-Temperature and High-Pressure Locomotive Cleaning Machine |
| 45 | Analysis of network optimization and operation mode innovation path of high-speed rail express
/ Xiaoqiang Wang | | |

- / Wenhua Xiong
- 95 Discussion on construction risk Management of Urban Rail Transit Project
/ Qian Yu
- 98 Research on underground pipeline migration and protection technology in subway construction
/ Zhen Wang
- 101 Optimization strategies for regional road network traffic organization from the perspective of tourism transportation
/ Jianzhou Huo Siyu Huo
- 104 Railway transportation safety management strategy based on green transportation concept
/ Liang Yue
- 107 The problems and countermeasures of railway traffic dispatching and command
/ Fei Meng
- 110 Research on safety risk control countermeasures of traffic command in railway dispatching centralized area
/ Zhengbo Zhang
- 113 Accident analysis of special motor vehicles in the field and suggestions on measures
/ Liang Chen
- 116 Study on the common problems and treatment methods in the trace identification of road traffic accidents
/ Honghua Li
- 119 Connector failure mode analysis and preventive maintenance strategy optimization in subway operating environment
/ Boxiong Zhi Jinyao Zeng Jinhan Xu
- 122 Research on intelligent operation management of heavy haul railway engineering equipment
/ Chaochao Kang
- 125 The role and quality control of safety protection facilities in highway traffic engineering
/ Hui Yang
- 128 Trial analysis of highway subgrade after the disaster and protection method
/ Weimin Ding
- 131 Application of nondestructive testing technology in highway engineering quality control
/ Dilibai·dilimulati
- 134 Investigation and rectification of hidden dangers in the external environment of railway traffic system
/ Zhiqiang Liu

Analysis of highway cutting slope protection and management countermeasures

Ying Chen Bihong Chen

Surveying and Mapping Geographic Information Center of Sichuan Geological Survey Institute, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

The effective implementation of the highway cutting slope protection and management work will play a vital impact on extending the service life of the highway, protecting the ecological environment and ensuring the traffic safety, Combined with the actual situation of highway cutting, It is very necessary to choose the highway cutting slope protection and treatment technology scientifically, This article also focuses on this point, Mainly from the necessity of highway cutting slope protection and treatment and the implementation path of highway cutting slope protection and treatment, Hope that through the discussion and analysis of this article can provide more reference and reference for the relevant units, Scientific selection of highway cutting slope protection and treatment technology, Improve the quality of road cutting slope protection and treatment, Ensure the stability and reliability of the highway cutting slope.

Keywords

highway cutting; slope protection and treatment; technical analysis; traffic safety

公路路堑边坡防护治理对策分析

陈颖 陈泌宏

四川省地质调查研究院测绘地理信息中心, 中国·四川成都 610000

摘要

公路路堑边坡防护治理工作的有效落实对于延长公路的使用寿命、保护生态环境、确保交通安全都会起到至关重要的影响, 结合公路路堑实际情况, 科学选择公路路堑边坡防护治理技术是十分必要的, 本篇文章也将目光集中于此, 主要从公路路堑边坡防护治理的必要性和公路路堑边坡防护治理落实路径等多个维度展开论述, 希望通过本篇文章的探讨和分析可以为相关单位提供更多的参考与借鉴, 科学选择公路路堑边坡防护治理技术, 提高公路路堑边坡防护治理质量, 确保公路路堑边坡稳定性和可靠性。

关键词

公路路堑; 边坡防护治理; 技术分析; 交通安全

1 引言

经济社会的迅速发展带动了交通事业的发展, 现阶段人们交通出行需求变得越来越高, 在这样的背景下我国交通运输线路在不断完善, 公路工程建设规模越来越大, 而在公路工程建设中有效落实公路路堑边坡防护工作是十分必要的。

2 公路路堑边坡防护治理的必要性

在分析公路路堑边坡防护治理必要性时可以从以下几个角度着手展开讨论, 如图1所示。首先, 公路路堑边坡防护工作的有效落实可以更好地延长公路的使用寿命, 路堑是公路的重要基础, 有效落实公路路堑边坡防护工作可以更好

地保障公路路堑边坡的稳定性和可靠性, 否则很容易会因为公路路堑稳定性不足引发崩塌、土体流动、石块坠落等相应问题, 进而导致高速公路出现倾斜、凹凸不平等相应病害, 严重影响公路工程的使用寿命, 同时也会增加后续维修保养所需要消耗的成本和资源。

其次, 公路路堑边坡防护治理工作的有效落实可以更好地保护生态环境。在上文中也有所提及, 如果公路边坡稳定性不足则很容易会引发水土流失、土体流动、石块坠落等相应问题, 这些都会严重影响周边植物, 进而导致大面积的植被死亡, 对生态系统造成较大的影响和破坏。

最后, 公路路堑边坡防护工作的开展也是保证交通安全的应有之义, 公路工程作为人们交通出行的承接载体, 如果公路工程出现倾斜、凹凸不平等相应情况, 则很容易会影响驾驶环境, 进而导致驾驶人员在驱车行驶的过程中面临的安全风险 and 安全隐患增加, 很容易引发车祸等相应安全事

【作者简介】陈颖(1990-), 男, 中国四川广安人, 硕士, 高级工程师, 从事水文地质、工程地质和环境地质研究。

故。由此可见，有效落实公路路堑边坡防护治理工作、科学选择公路路线边坡防护治理方法是十分必要的。

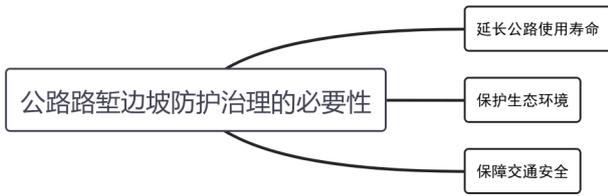


图 1：公路路堑边坡防护治理的必要性

3 公路路堑边坡防护治理策略

就现阶段来看在公路路线边坡防护治理上可供借鉴和选择的技术方法是相对较多的，大体可以将防护技术划分为植物防护和工程防护两大类，如图 2 所示。

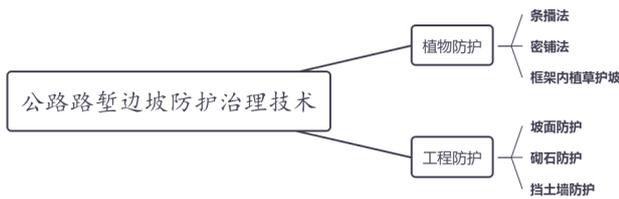


图 2：公路路堑边坡防护治理技术

3.1 植物防护

植物防护顾名思义是在公路路堑边坡上种植草丛和树木，发挥植物根系水土保持的功能，固结边坡，提高边坡稳定性。植物防护技术是现阶段公路路堑边坡防护治理过程中的常用技术，一方面其损耗成本相对较低，技术难度相对较低，可以较好地保障防护质量，另外一方面植物防护技术可以有效绿化生态环境，维护生态平衡，更好地协调经济发展与环境保护之间的矛盾，这也符合我国可持续发展的原则。而在植物防护技术应用的过程中种植草种是较为常见的，但是在草种选择时需要保证草种具备茎叶低矮、耐寒耐旱、根系发达的特性，只有这样才可以更好地保障植物防护的防护效果。在植物防护技术选择和应用的过程中，可以从条播法、密铺法、框架植草护坡的多个维度展开讨论。

3.1.1 条播法

条播法是指在公路路线边坡防护工作落实的过程中需要结合该地区的气候特点和公路路线边坡的实际情况，具体问题具体分析，科学选定草种，并且结合草种的生长需求将草籽与土肥混合料按特定比例混合并成条状铺设在边坡上，通过单播或混播的方式利用草丛提高边坡稳定性，而在条播法应用的过程中需要关注以下几点问题。首先，为了更好地保障草丛生长质量，确保公路路线边坡的稳定性和可靠性，在条播法应用的过程中应当科学控制条状宽度，一般情况下可以将宽度数值控制在 10cm 左右^[1]。其次，在条播结束以

后需要盖土洒水并拍实，更好地保障草种的生长质量。最后，虽然在草种选择的过程中会尽可能选择耐寒耐旱植被，但是一般情况下如果环境温度低于 5℃，草皮生长速度会明显减缓甚至停止生长，而如果环境温度低于 10℃那么即便采用了条播法并且做好技术控制，保障条播法的应用规范性，但是草种也不会发芽。此外，如果环境温度过高则会导致土壤中水分蒸发较快，草皮存活率也会因此受到较大的影响，因此在植被防护技术应用的过程中需要做好环境温度的考察和分析，科学选择条播种时间。

3.1.2 密铺法

在应用密铺法展开公路路线边坡防护治理的过程中需要关注以下几点问题。首先，需要在植被种植之前做好坡面整理工作，观察坡面是否存在细沟、坑洼等相应问题，及时填平，为植被种植提供良好的客观环境。此外还需要通过洒水浸湿来为后续植被种植奠定良好的基础。其次，种植草皮的过程中可以将草皮间搭接，避免草皮之间出现缝隙的情况。最后，在采用密铺法展开公路路线边坡治理的过程中需要确保草皮根部能够紧密贴合坡面。同时在密铺法应用的过程中需要充分考量边坡坡度问题，如果边坡相对较陡则可以通过加钉固定的方式来保障边坡防护质量。一般情况下，如果边坡超过了 1:1.5 则需要加钉固定。此外，为了更好地保障施工效率和施工质量，提高边坡治理水平，在草皮切块的过程中需要做好尺寸控制，一般情况下在草皮切割的过程中可以将长、宽、厚数值分别控制为 25cm、40cm 和 5cm，进而达到较好的公路路堑边坡防护治理效果^[2]。

3.1.3 框架内植草护坡

受地势地形等多重因素的影响，部分公路在建设的过程中其路堑边坡坡度是相对较陡的，且受土质因素影响及其受容易出现风化等相应问题，这时则可以通过框架内植草护坡的方式来达到较好的护理效果，而框架内植草护坡又可以划分为浆砌片石框架护坡、锚杆护架等不同类型。如果采用浆砌片石框架护坡，这时则需要紧抓间距、条宽、嵌入坡面等相应参数加强技术控制，可以将其数值控制在 2~4m、0.3~0.5m 和 0.3m。如果采用锚杆框架护坡技术，这时则需要预制混凝土框架梁，并保障其梁断面和长度分别为路堑 cm×16cm 和 1.5m。在此基础之上引入钢筋，确保钢筋两头露出 5cm，在杆件接头处伸入锚杆，并通过浇筑混凝土的方式进行固定，然后在框架内种植植被，发挥植被水土保持的功能，提高边坡稳定性。

3.2 工程防护

在公路路线边坡防护治理的过程中植被防护技术的应用虽然可以较好地保证边坡的稳定性，同时也可以起到调节小气候、美化环境、维护生态系统的功能，但是并非所有公路路线边坡都适用于该种技术，如果公路路线边坡风化严重或以碎石土为主，这就意味着客观环境无法满足植被生长需求，这时则需要通过工程防护的方式来进行解决，而常见的

工程防护技术主要包含坡面防护、砌石防护、挡土墙防护等不同类别^[1]。

3.2.1 坡面防护

坡面防护又可以划分为抹面防护、锤面防护等不同类别,如果公路路线边坡以千枚岩、泥灰、页岩为主,这时采用抹面防护则可以达到较好的防护效果,可以通过抹面防护在公路路线边坡表面添加一层耐风化表层,更好地避免因为公路路线边坡以软质岩石为主导致风化严重、无法保证公路前边坡稳定性的问题。一般情况下,在坡面防护的过程中可以通过水泥砂浆、石灰混合料、硅胶等相应抹面材料的有效应用保障防护效果。此外在坡面防护的过程中需要加强对抹面厚度的控制,可以将其数值控制到3~7cm达到较好的防护效果。

从锤面防护的角度来分析,该种防护技术与抹面防护有着较高的共通性,是通过石灰、水泥以及石灰、炉渣、粘土拌合的三合土配合沙粒形成的四合土捶打成型,抵御雨水对坡面所产生的影响。相较于抹面防护,锤面防护的厚度更高达到了10~15cm,且在锤面防护的成本也是相对较低的,但是多以手工作业为主,施工周期相对较长^[4]。

3.2.2 砌石防护

砌石防护又可以从护面墙、干砌片石防护、浆砌片石防护等多个维度展开讨论。首先从护面墙展开分析,该种技术方法是利用浆砌片石修建墙体对边坡进行防护,如果在施工建设的过程中缺乏石料,还可以通过现浇混凝土的方式达到较好的防护效果,该种防护技术的应用不仅可以保障边坡稳定性,且可以保证边坡防护的美观性。

其次,为干砌片石防护,该种防护技术更适用于风化或雨水侵蚀较为严重的边坡,可以先设置碎石层或砂砾垫层,在此之后通过砌片石结构进行边坡防护,达到较好的防护效果,但是在实践应用的过程中需要结合土质情况分析干砌片石坡脚的埋深深度。

最后为浆砌片石防护,该种防护技术也是一种常见的

公路路线边坡防护技术,在防护工作开展的过程中相关人员需要用水泥砂浆填满片石缝隙,进而共同受力,降低外界因素对于边坡所产生的影响和冲击,保障边坡稳定性。其优势在于施工难度相对较低、材料成本相对较低且防护效果也是相对较好的,因此在现阶段公路路堑边坡防护中得到了广泛应用。

3.2.3 挡土墙防护

挡土墙防护又可以划分为重力式挡土墙、锚杆挡土墙和锚钉墙等不同类别,不同挡土墙防护技术的适用范围、应用优势存在着较大的差异,必须结合公路路线防护的实际需求和客观环境具体问题具体分析对挡土墙防护技术做出科学选择。例如重力式挡土墙,施工难度相对较小,但工程量相对较大。因此更适用于挡土墙高度在5~6m的小型工程当中。而锚钉墙的适用范围更广,可以配合锚杆对边坡进行加固处理达到较好的加固效果^[5]。

4 结语

公路路线边坡防护工作的有效落实对于延长公路工程使用寿命、保障交通安全甚至稳定周边生态系统平衡、调节小气候都会起到至关重要的影响,需要结合实际情况分析公路路线边坡防护治理目标,在此基础之上科学选择植物防护或工程防护技术,提高公路路线边坡防护质量和防护效果。

参考文献

- [1] 邹宇坛. 公路路堑边坡防护与治理措施分析 [J]. 运输经理世界, 2024, (07): 113-115.
- [2] 姚莉. 公路路堑边坡防护治理分析 [J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46 (08): 26-28.
- [3] 李博. 黑龙江省绥大高速公路路堑边坡稳定性分析研究[D]. 东北林业大学, 2023.
- [4] 王百新,杨硕,李毅,等. 高速公路路堑边坡植物防护施工技术 [J]. 居舍, 2022, (01): 80-82.
- [5] 胡江龙,王振克. 基于市政公路路堑边坡防护治理对策 [J]. 建筑技术开发, 2019, 46 (23): 150-151.

Thinking on construction quality control strategy of Urban Rail Transit

Yafeng Ren

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

Abstract

In the process of urbanization, in order to alleviate the urban traffic congestion, rail transit has gradually become the development direction of urban traffic. Compared with the traditional forms of transportation, rail transit has the advantages of more passengers and fast speed, which has become the key to the development of the industry. However, the scale of rail transit is large, and it is prone to quality problems. In order to ensure its function, the quality control of mechanical and electrical installation of rail transit is very necessary. This paper starts from the urban rail transit, analyzes the construction difficulties of mechanical and electrical installation, and formulates the targeted quality control measures to ensure the quality of the project.

Keywords

urban rail transit; mechanical and electrical installation; quality control

城市轨道交通机电安装工程施工质量控制策略思考

任亚峰

中交机电工程局有限公司, 中国·北京 100027

摘要

城市化进程中,为了缓解城市的交通拥堵状况,轨道交通逐渐成为城市交通的发展方向。相较于传统的交通形式来说,轨道交通具有载容量较多而且速度较快的优势,成为行业发展的关键。然而轨道交通规模较大,容易出现质量问题,为保证其功能,轨道交通机电安装的质量控制就十分必要。本文就从城市轨道交通入手,分析机电安装的施工难点,并且结合工程需要制定针对性的质量控制措施,以保证工程质量。

关键词

城市轨道交通;机电安装;质量控制

1 引言

城市轨道交通是采用轨道结构进行承重和导向的车辆运输系统。城市轨道交通是城市公共交通的骨干,具有节能、省地、运量大、全天候、无污染又安全等特点,属绿色环保交通体系,特别适应于大中城市。然而城市轨道交通本身里程较长,而且规模较大,工程的技术要求就较高,实际施工环节就还存在机电安装方面的难点,影响工程的质量。此背景下,就需要施工人员加强对轨道交通机电设备的重视,根据设备的类型对其安装方式进行分析,并且合理控制安装流程,保证机电设备安装的质量。而且为了进一步保证安装质量,还要求相关人员开展质量控制,通过专业的机械设备应用以及技术选择,对可能存在的安全隐患进行分析,方便后续的治理。

2 城市轨道交通机电安装概述

城市轨道交通的机电安装是指在地铁、轻轨等城市轨道交通系统中,涉及电气和机械设备的安装工作。这些设备包括但不限于列车的电力系统、信号系统、通信系统、安全系统等。这些安装工作是确保轨道交通系统安全运行和乘客舒适乘坐的重要环节。具体来说,城市轨道交通的机电安装主要涉及列车电力系统安装、信号系统安装、通信系统安装、安全系统安装以及车站设备安装等。在进行机电安装时,需要严格遵循设计规范和 standards,确保设备的稳定性、可靠性和安全性。此外,还需要考虑设备的维护和日常运营管理,以确保整个轨道交通系统能够长期安全、高效地运行^[1]。总的来说,城市轨道交通的机电安装是一个综合性工程,涉及多个专业领域的协同作业,对城市交通运输的发展和乘客的出行安全至关重要。

【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。



图1 城市轨道交通机电设备

3 城市轨道交通机电安装工程存在的难点

城市轨道交通机电安装工程面临多方面的难点，影响机电安装的质量，需要相关人员结合实际进行分析。

3.1 技术要求复杂

城市轨道交通系统涉及电气、机械、自动控制等多个专业领域，各个子系统如电力系统、信号系统、通信系统等技术要求极为复杂。这些技术的高度集成和协调是难点之一。

3.2 安全标准较为严格

城市轨道交通系统是大型公共交通设施，安全性是首要考虑的因素。机电设备的安装必须符合严格的安全标准和规范，而且在施工过程中要确保工作人员和乘客的安全。

3.3 施工空间和条件有限

轨道交通系统通常在有限的隧道、车站等空间内进行安装工作，这要求施工组织和技术手段能够在狭窄的空间中高效操作，而不影响系统的运行和乘客的使用。

3.4 供电系统复杂

城市轨道交通的供电系统对于列车的牵引、制动和辅助设备的供电都有特殊要求，需要确保电力稳定、能效高，同时要考虑到与城市电网的接口和互操作性。

3.5 管理与协调的挑战

机电安装工程涉及多方面的合作与协调，包括设计、施工、监理、供应商等各方，需要高效的项目管理和沟通协调能力，以确保工程的按时按质完成。

4 城市轨道交通机电安装工程的施工质量控制的重要性

4.1 保障了安全性

轨道交通系统的安全性直接关系到乘客和工作人员的生命安全。合格的施工质量控制可以有效减少安全事故的发生概率，确保系统在运营中稳定可靠。

4.2 保证了设备性能与可靠性

轨道交通的机电设备直接影响列车的运行效率和安全性。通过严格的质量控制，可以确保设备的性能达到设计要求，提高设备的可靠性和持久性，减少故障发生率。

4.3 保证工程符合标准和规范

轨道交通机电设备的安装必须符合国家和行业的相关

标准和规范，包括建筑、电气、机械等方面的技术标准。质量控制可以确保施工过程中符合这些标准，避免因标准不符而引发的后续问题和额外成本。

4.4 可以延长设备寿命

通过高质量的安装，可以减少设备的磨损和损坏，延长设备的使用寿命，降低运营和维护成本，提升设备的经济性和可持续性。

4.5 降低后期维修成本

施工阶段的质量控制可以有效降低后期维修和维护的成本。合格的安装工作能够减少因设备缺陷或安装不良而导致的额外维修工作和停运时间。

5 城市轨道交通机电安装工程施工质量控制策略

5.1 完善施工管理体系

一是要明确项目的质量目标和符合的标准，如国家标准、行业标准等。并且制定具体的质量控制措施和方法，确保每个施工阶段都有相应的质量检查和验收；第二，应审查并确认所有施工所需的技术文件和设计文件的准确性和完整性。并且确保所有使用的材料和设备符合规定的标准和要求，并具有相应的证明文件；三是要建立现场质量管理和监督机制，定期进行现场巡查和检查，确保施工过程符合规范和标准。还需要对施工过程中的关键环节进行过程控制，如安装、调试、联调等，记录每个环节的质量控制情况和结果；第四，需要制定详细的质量检验计划，包括工序检验和最终验收。并且制定严格的设备和系统验收程序，包括静态验收和动态试运行，确保设备和系统达到可操作和安全的状态；五是要记录和分析施工过程中出现的质量问题和非合格项，及时采取纠正措施。还需要建立持续改进的机制，通过分析问题根源和经验教训，优化质量管理流程和施工方法^[2]。建立和执行这样的质量管理体系，能够有效地保证城市轨道交通机电安装工程的施工质量，确保设备安全可靠、性能优良，最终保障城市轨道交通系统的正常运行和乘客的安全出行。

5.2 应控制施工团队以及施工人员

城市轨道交通机电安装工程的施工质量控制需要一个专门的团队和合适的人员配置，以确保施工过程中的质量和安全，要求单位通过以下手段进行设计。需要配备项目经理、质量控制工程师、安全工程师、现场监理、专业技术人员、质量检验员以及文件管理员等岗位职能。在团队组建时，需要根据项目规模和特点，合理配置以上人员和角色，并确保他们之间的有效协作和沟通，以保证施工质量的全面管理和控制。

5.3 落实监控记录

城市轨道交通机电安装工程的施工质量控制需要实施有效的实时监控和记录，以确保施工过程中质量符合标准，

并能及时发现和解决问题,需要单位通过以下手段进行设计。首先,要重视现场巡查和记录,质量控制工程师和现场监理应定期进行现场巡查,检查施工质量和进度。还需要记录现场情况,包括发现的问题、解决方案和改进措施;其次,应重视实时数据监测,应对关键设备和系统的运行状态进行实时数据监测,如电气设备、机械设备、控制系统等。还需要使用传感器和监测设备收集数据,确保设备运行正常和符合设计要求;之后,应在每个施工工序完成后进行实时的质量检验。还需要检查施工质量是否符合施工图纸和技术要求,记录检查结果和问题。应对安装完成的设备和系统进行动态试运行,实时监控其性能和运行情况。并且记录试运行过程中的各项数据和测试结果;然后要重视施工日志和报告,每日记录施工过程中的重要事件、工作进展和质量问题。还需要撰写施工日志和实时报告,描述施工现场的情况和采取的措施。通过这些实时监控和记录措施,可以有效地提升城市轨道交通机电安装工程的施工质量管理水平,确保项目按时完成、符合质量标准,并提升设备和系统的可靠性和安全性。

5.4 开展安全教育培训

城市轨道交通机电安装工程的安全教育培训至关重要,可以确保施工人员理解并遵守安全规范,从而最大程度上减少事故风险。以下是安全教育培训落实的关键步骤和方法:第一,应在项目启动阶段,制定详细的安全教育培训计划。考虑到施工工序、风险评估结果和相关法规要求。还需要确定培训的内容、目标、时间安排和参与人员;第二要选择合适的培训形式,理论培训可以通过课堂讲解、视频教学等方式进行,涵盖安全意识、操作规程、应急处理等内容。实地操作培训则侧重于实际工作中的安全操作技能培养,如正确使用个人防护装备、设备操作等;三是要确定培训内容,应强调施工现场的特殊安全要求,如高空作业、电气安全、化学品管理等。还需要指导员工认识常见的安全风险和事故原因,以及如何预防和应对;此外还需要建立安全文化,应培养和促进安全文化,使安全意识深入到每个员工的工作中。还需要鼓励员工主动参与安全管理,提出改进建议和安全优化措施。通过以上步骤和方法,能够有效地落实城市轨道交通机电安装工程施工质量控制的安全教育培训,提升施工现场的安全水平,减少事故发生的可能性。

5.5 应建立应急预案

城市轨道交通机电安装工程的应急预案可以全面覆盖各种可能出现的突发情况和安全风险,确保在紧急情况下能够迅速响应并有效处理,也就成为机电安装质量控制的关键,需要相关人员通过以下手段进行设计;一是要设立应急指挥中心,并明确各级责任人员和职责。还需要制定清晰的指挥调度程序和沟通机制,确保信息传递及时和准确;二是要制定应急响应流程图和应急处置步骤,包括警报触发条件和响应时间要求。还需要确定各类应急事件的分类和处理措

施,如火灾、泄漏、设备故障等;三是要建立安全疏散和救援措施,应制定详细的安全疏散计划和路线图,包括各种设备和人员的安全撤离指南。并且配备必要的应急救援装备和设施,如灭火器、急救箱等,确保及时处置事故;第四,要开展应急演练和培训,需要定期组织应急演练,模拟各类可能发生的紧急情况,检验应急预案的有效性和员工的应急反应能力。还需要对施工人员进行应急处理技能培训,包括火灾逃生、急救技能等;第五,应重视危险源管控与监测,应针对施工过程中可能存在的危险源,制定管控措施和监测计划。并在此基础上实施现场安全检查和风险评估,定期监测和记录相关数据,及时发现和消除潜在安全隐患。城市轨道交通机电安装工程的应急预案需要与当地应急管理部门进行沟通和协调,确保符合地方性法规和标准要求,并定期更新和调整,以应对不断变化的施工环境和风险因素。

5.6 应重视供应链管理

城市轨道交通机电安装工程的施工质量控制涉及供应链管理,对于工程的成功实施至关重要,需要施工单位进行设计。首先,在城市轨道交通机电安装工程中,供应链管理的目标是确保物资和设备按时到达现场,并符合工程质量要求;其次,需要选择可靠的供应商和承包商,评估其技术能力、质量管理体系和交货能力。还需要考虑供应商的历史记录和可靠性,确保其能够按时供应高质量的材料和设备;然后要重视合同管理,应确定清晰的合同条款和条件,包括供货时间、质量标准、验收标准等。并且确保合同的履行和交付符合工程进度和质量要求;然后要重视物流与运输管理,应管理物资的运输和交付,确保在合适的时间将材料送达施工现场。还需要建立有效的物流计划,减少延误和损失,优化供应链的效率^[3]。通过有效的供应链管理,不仅有助于减少风险和成本,还能确保工程能够按时完成并符合设计要求,从而提升项目的整体成功率和可靠性。

6 结语

在城市轨道交通建设中,机电安装工程是十分重要的部分,相关施工单位应该提高重视程度。文中所提到的技术人员专业能力的提高、施工前的材料与方案准备以及施工中的督察等可以对城市轨道交通机电安装工程施工质量进行控制的内容,在此基础上,我们可以进行更深入的研究,保证安装质量。

参考文献

- [1] 奚庆潮,户甲冀,陈煜宏,等. 轨道交通机电安装与装饰装修工程施工安全风险研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29 (S2): 863-864.
- [2] 刘升岩. 城市轨道交通机电设备安装质量的影响因素和方法分析[J]. 中国设备工程, 2022, (15): 205-207.
- [3] 诸葛磊. 城市轨道交通机电安装工程施工质量控制研究[J]. 住宅与房地产, 2021, (34): 154-155.

Several thoughts on the maintenance and repair of highway traffic safety facilities

Fenglei Huo

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

Abstract

In the rapidly developing transportation environment, highway traffic safety facilities can maintain road order and ensure driving safety. However, with the passage of time and the increase in frequency of use, these facilities will inevitably encounter some damage problems. Therefore, it is necessary to pay attention to maintenance and repair to maximize their functions, which is also the main issue facing current traffic management. This article first studies the basic development of highway traffic safety facilities and the role of strengthening the maintenance and repair of highway traffic safety facilities. Then, by analyzing the main content of highway traffic safety facility maintenance and repair, the specific process of highway traffic safety facility maintenance and repair work is proposed. Finally, several practical suggestions are given. I hope that these thoughts can help improve the overall efficiency of maintenance and repair work, while ensuring road safety and extending the service life of facilities.

Keywords

highway traffic safety; Facility maintenance; repair; reflection

对于公路交通安全设施养护与维修的几点思考

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

在高速发展的交通环境中, 公路交通安全设施可以维护道路秩序, 还能保障行车安全, 但是随着时间的推移以及使用频率的增加, 这些设施不可避免地会出现一些损坏问题, 所以要注意做好养护维修, 以最大限度地发挥功能, 这也是当前交通管理面临的主要课题。本文首先研究了公路交通安全设施的发展基本情况以及加强公路交通安全设施养护与维修工作的作用, 然后通过分析公路交通安全设施养护与维修的主要内容, 提出了公路交通安全设施养护与维修工作的具体流程, 最后给出了几点实际建议。希望通过这些思考可以帮助提升养护和维修工作的整体效率, 在保障道路安全的同时延长设施的使用寿命。

关键词

公路交通安全; 设施养护; 维修; 思考

1 引言

随着交通流量的增加, 再加上道路使用强度的提升, 这些设施的维护修复工作显得更加重要, 注意做好养护维修才能延长设施的使用寿命, 还能显著降低交通事故发生的风险。随着技术的进步, 需要重视科学合理地进行公路交通安全设施的养护与维修。

2 公路交通安全设施的发展基本情况

在早期阶段, 公路交通安全设施以基础设施建设为主, 交通流量的增加让传统的设施逐渐暴露出不足之处, 特别是

在城市道路和高速公路上的应用效果不尽如人意, 为了应对这一挑战, 相关单位逐步引入了更多先进的技术和设备, 这些技术的应用也极大地提高了交通管理的智能化水平, 使得交通流量的调节和事故的预警更加高效。近年来交通事故频发和道路安全问题的突出, 国家对公路交通安全设施的重视程度显著提升, 相关部门不断出台新的政策标准来规范设施的设计、施工和维护, 例如《公路交通安全设施设计规范》和《公路交通标志和标线》标准的制定, 就让各类安全设施的配置更加科学合理, 这些规范有设施的基本要求, 还对其在不同道路条件下的应用提出了具体指导意见, 因此可以增强设施的适应性^[1]。

在设施类型上, 公路交通安全设施种类也很繁多, 这些设施的应用已经覆盖了从城市主干道到乡村道路的各类公路, 交通标志和标线作为基础设施, 在引导驾驶员和行人、提高交通流畅性方面有明显的作用, 护栏和减速带则主要用

【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公路附属设施施工安全监督管理研究。

于提高道路安全性，特别是在高风险区域如弯道、交叉口和施工区域。近年来在交通安全设施的现代化进程中也有很明显的成效，例如智能交通系统（ITS）的引入就让交通管理变得更加精准，注意对道路情况的实时监测和数据分析，交通管理部门才可以及时调整交通信号，并优化交通流量，像高速公路上的车流量检测系统和可变信息标志，就可以根据实时交通状况提供动态的行车指导，以此帮助司机避开拥堵路段。

3 加强公路交通安全设施养护与维修工作的作用

3.1 降低交通事故率

交通安全设施在道路安全中不可取代，它们通过引导驾驶员、行人及骑行者的行为确保道路秩序，这可以减少意外事故的发生，但是这些设施随着时间的推移和交通流量的增加会出现磨损、老化或功能失效的现象，要是不能及时对其进行养护维修，设施的效果将大打折扣，这就容易导致交通事故的增加，比如磨损严重的交通标线会使驾驶员难以判断车道位置，因此会增加车道偏移的风险，定期的养护和维修可以促使这些设施保持良好的工作状态，从而降低事故发生的概率。

3.2 提升交通效率，缓解交通拥堵

公路交通安全设施关系到安全，也影响到交通的流畅度，设施的损坏或功能失效容易导致交通流量的不均衡、交通信号的混乱，因此容易引发交通堵塞，比如交通信号灯的故障导致交叉口的交通流量无法有效管理，进而引发拥堵，通过定期检查和维修这些设施来保障正常运转，从而优化交通信号的控制，同时还要注意让养护工作做好对交通流量监测设备的维护，结合这些设备可以提供实时的交通数据，为交通管理部门提供决策依据^[2]。

3.3 延长设施的使用寿命

交通设施的建设和安装需要较大的财政投入，这些设施因为没有能够得到及时的养护和维修就容易失效，会增加额外的经济负担，因此重视建立完善的养护和维修体系，就可以发现解决设施中的问题，从而避免因设备老化或故障所带来的昂贵维修费用。长期来看，这种预防性维护措施也能显著降低总体维护成本，并最大化地发挥设施的使用价值。

3.4 提升公众对交通管理部门的信任

加强设施的养护与维修工作，可以保障设施始终保持良好的工作状态，进而提升公众对交通管理工作的满意度，显然良好的服务体验才能帮助树立交通管理部门的形象，也可以增强社会对交通安全工作的支持配合。

4 公路交通安全设施养护维修的主要内容

4.1 安全护栏的养护与维修

安全护栏的主要功能是防止车辆失控后冲出道路，减

少事故对车内乘员的伤害，安全护栏的不同材质护栏有不同的养护需求，钢制护栏在使用过程中就容易出现腐蚀问题，特别是在湿润或盐分较高的环境中，所以要注意定期检查护栏的表面是否出现锈蚀是维护工作的重点，对于出现的锈蚀部分要及时进行处理，利用打磨除锈或是涂刷防锈漆的方式，同时要注意检查护栏的连接部位和固定装置，让它们可以没有松动或损坏，一旦发现问题就应该立即进行加固或更换，进而提高护栏的安全性能。混凝土护栏容易出现裂缝和脱落的情况，尤其是在受到撞击后，所以可以定期检查护栏的结构完整性，尤其是在易受撞击的路段如高速公路出入口和急转弯处，对于发现的裂缝就需要进行及时的修补，以此防止裂缝进一步扩大。针对塑料护栏，这类型虽然耐腐蚀性能较好，但在高温或严寒天气下出现变形或脆裂，所以也要重视在对塑料护栏进行检查时注意外观是否正常，是否存在变形或破损现象，并针对发现的这些问题做好修复，及时更换破损部分或调整护栏的固定方式^[3]。

4.2 交通标志的养护与维修

交通标志的表面因污染、风化而影响整体的可视性，因此需要定期清洗标志表面，清洗时使用专业的清洁剂，避免使用强酸或强碱，以免损坏标志的反光材料，对于标志上的反光膜如出现脱落或褪色的现象，就需要及时更换，以此保障标志在夜间和恶劣天气条件下的可视性。标志的固定支架和基础部分也需定期检查，对于发现的支架松动问题要注意做好加固处理，必要时重新固定，标志的定位特别是在道路改建或施工后必须做好标识的位置和方向符合当前交通情况。

4.3 交通标线的养护与维修

标线的磨损是常见的问题，尤其是在车流量大的路段和交通繁忙的区域，所以也要注意定期检查标线的宽度和颜色是否符合标准，只要发现标线褪色或模糊不清，就应该及时做好重新标记，通常交通标线的涂料需要根据使用情况定期更换，以此来保持其鲜明的颜色或清晰的边界。同时当发现标线的反光材料出现脱落或失效时，也要做好修复或更换，选择使用高质量的反光涂料和标线材料来提高标线的耐久性，从而减少频繁维修的需求量。

4.4 防眩设施的养护与维修

防眩设施如遮光屏和防眩板主要用于减轻道路上光线反射对驾驶员视线的干扰。这些设施的养护与维修重点是保障整体的功能的正常发挥，避免光线干扰对交通安全的影响。防眩设施的表面因长期暴露于风吹雨淋而出现污垢或损坏，定期清洁防眩设施的表面以去除积尘和污垢，对于损坏的部分要及时修复或更换，保证防眩设施的有效性。检查防眩设施的固定装置时需要保障它不会因风力或其他外力影响而移动或倾斜，而且防眩设施的设计和安装位置也需要定期评估，让其可以有效遮挡强光，并减少对驾驶员的视觉干扰。

5 公路交通安全设施养护与维修工作的具体流程

养护与维修工作的第一步是进行需求评估,注意做好对公路交通安全设施的现状检查,找出需要修复或维护的内容,检查结果会形成详细的报告,报告中包括设施的具体问题、损坏程度以及具体的优先处理建议。基于需求评估的结果制定养护维修计划,计划的制定也要注意结合考虑到设施的使用频率、受损程度及其对交通安全的影响,从而优先处理那些影响较大的问题,计划的实施需要协调不同部门和专业人员,以便保障工作的顺利进行。

在确定了养护与维修计划后,接下来就是做好资源准备,资源准备要完成采购必要的维修材料和设备以及组织维修人员,针对不同类型的设施准备相应的材料和工具,例如对于交通标志的维护就应该准备清洁剂、反光材料等,要是安全护栏的维修就需要使用钢材、焊接设备和防锈涂料。同时要求工作人员掌握相应的技能知识,以便保障在维修过程中能够按照规范操作,利用培训来提高维修人员的专业水平,减少操作失误。

资源准备和人员培训完成后就正式进入实施阶段,实施工作主要是完成实际的维修和养护操作,维修工作应按照制定的计划规范进行,让所有维修任务都能按时完成并达到预期的效果。实施过程中对设施进行逐项检查,发现问题后及时处理,比如对于交通标志的维修就要首先清洁标志表面,并及时检查反光材料是否完好,然后才开展必要的更换和修复工作。

完成了维修工作后必须做好相应的质量检查验收工作,这一阶段的主要任务是确认所有维修和养护工作都是按照计划完成的,让设施的功能和安全性得到有效改善,要求在质量检查过程中由专业的工程师或管理人员进行,他们会对设施的各项指标进行检测。在进行验收时就要注意对所有修复和维护的设施做好实地检查,让它们符合相关的技术标准。只要发现问题就需要及时整改直至满足验收标准。验收合格后才能正式将设施交付使用。

接下来是对整个过程做好详细记录并编写维护报告,通过完善维修工作的具体内容,及时做到对问题的发现和处理情况,并注意使用的材料和设备,这些记录可以帮助完成后续的跟踪和管理,也可以为今后的养护工作提供参考。在报告中应详细描述每项维修任务的执行情况并总结经验教训,以便在未来的养护维修工作中加以改进,注意定期对这些记录进行归档,以便后续建立完善维护档案,便于管理部门开展统计分析工作。

最后为了确保设施在维修后能够保持良好的工作状态,也需要完成后续跟踪和反馈,重视对设施的使用情况开展定期检查,能够及时发现新的问题并进行处理,然后还要注意收集使用者和公众的反馈意见,了解设施的实际效果和存在的问题,进而改进未来的维护工作。

6 加强公路交通安全设施养护与维修效率的实际建议

通过定期检查及时发现设施的损坏情况,并根据问题的严重程度和影响范围制定优先级,这种方法主要为了能够在资源有限的情况下将重点放在最需要维护的设施上,从而提高整体效率。在计划中明确维修的具体内容、时间安排和所需资源。计划应包含风险管理策略,考虑到自然灾害、交通事故等突发情况对设施的影响制定应急预案,以此提高处理突发问题的能力,通过预先设定应对措施在面对意外情况时迅速响应,减少设施损坏带来的影响。此外还要注意使用现代技术,重视利用数据采集和分析技术对设施进行实时监测,及时安装传感器和摄像头来实时收集设施的状态数据如交通标志的反光程度等,使用这些数据再结合智能分析系统进行处理,及时发现设施的异常情况。最后,在进行资源配置的优化工作时,要注意根据设施的重要性和损坏程度合理配置资源,尤其是要注意对关键交通设施如主要道路的交通标志和护栏,优先投入资源进行养护维修,通过对资源进行优先级排序让最重要的设施得到及时的维护,避免因资源不足影响交通安全。

7 结语

在公路交通安全设施的养护维修工作中,要注意提高设施的可靠性,结合相应的措施来做好科学的计划制定,并学会应用现代技术做好精细化管理,以此提升养护和维修工作的效率,虽然每种措施的实施都需要投入时间和资源,但其带来的长远效益将大大超过这些投入。因此更要重视加强对交通安全设施的管理,注意降低事故发生的风险并提高交通流畅度,以此保障道路使用者的安全。

参考文献

- [1] 王珊珊,李辉,胡晓庆,樊超,张肖.公路交通安全设施智能养护决策系统研发与应用[J].山东交通科技,2023,(06):27-30.
- [2] 赵大同.公路交通安全设施标准化现状研究分析[J].质量与市场,2023,(16):184-186.
- [3] 谭艳桃.公路交通安全设施养护与维修思考[J].运输经理世界,2022,(21):114-116.

Analysis and Countermeasures of Transportation Safety Issues on Highways

Hongxia You

Handan City Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment Expressway Comprehensive Law Enforcement Brigade, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

As an important component of modern transportation systems, the safety of highways is crucial for ensuring traffic order and public safety of life and property. This article delves into the origins of highway safety issues and outlines the main challenges currently faced, including inadequate road design, varying levels of vehicle technology, and non-standard driver behavior. After in-depth analysis of the research object, this article proposes specific measures and improvement suggestions, involving improvements in road layout and supporting equipment, enhancement of vehicle safety performance, improvement of driver education and supervision system, and extensive integration and application of intelligent transportation technology. This study aims to provide theoretical support and practical guidance, with the goal of optimizing the safety status of highways and promoting the sustainable development of the transportation system.

Keywords

expressway; Transportation; Security issues; Road design; Intelligent transportation system; Vehicle technology

高速公路交通运输安全问题分析与对策

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

高速公路作为现代交通运输系统的重要组成部分,其安全问题对保障交通秩序和公众生命财产安全至关重要。本文对高速公路安全问题的起源进行了深入探讨,并概述了当前面临的主要难题,包括道路设计不足、车辆技术水平不一、驾驶员的不规范行为等。本文在深入剖析研究对象后,提出了具体应对措施及改进建议,涉及道路布局与配套设备的改进、车辆安全性能的增强、驾驶人员的教育与监督体系的完善,以及智能交通技术的广泛融合运用。本研究致力于提供理论支持和实践指导,目的是优化高速公路的安全状况,进而推动交通系统的持续发展。

关键词

高速公路; 交通运输; 安全问题; 道路设计; 智能交通系统; 车辆技术

1 引言

作为现代物流系统的关键要素,高速公路承担着繁重的运输职责,对经济腾飞产生了显著的促进作用。面对高速公路交通运输领域所涌现出的各类挑战,必须对其中涉及的安全问题进行彻底研究,进而制订出具体有效的应对策略。本研究通过一种系统性的方法来探究高速公路安全问题的根本原因,并且在此基础上提出了一些改进措施,目的是增强高速公路的交通安全性,为未来的交通安全工作提供参考和借鉴。

2 高速公路交通运输安全问题的挑战

高速公路的交通运输领域遭遇多重安全挑战,这些挑战对交通安全与效率产生了负面影响。在高速公路行驶过程中,若车辆存在设计上的瑕疵,则可能引发控制失灵、翻滚等致命交通事故,路面不平整以及标线不清晰等道路施工质量问题,将会提升行车过程中的风险程度。车辆技术以及维护问题构成了安全隐患的生成要素,车辆技术水平的参差不齐,加之维护检修工作的不到位,增加了故障及事故的发生概率。在高速公路上快速移动时,刹车系统的故障或轮胎严重磨损可能导致安全风险的出现^[1]。

在驾驶员的培训与监管领域,存在的不足之处,亦成为众多挑战中的一个重要因素。在交通流的复杂性面前,管理工作的挑战是不可轻视的,在高速公路上,尤其在高峰时段,交通流量波动显著,导致拥堵和追尾事故频发,智能交

【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。

通系统的采用虽带来一定改良,但在流量管理及交通信息的及时反馈上,仍旧显露缺陷。在高速公路交通运输领域,安全挑战的应对须从道路设计、车辆技术等多角度进行系统分析,并据此完善改进策略,以保障交通安全运行。

3 解决高速公路交通运输安全问题的对策与建议

3.1 优化道路设计与设施

高速公路安全性的提升,关键在于对道路设计及其配套设施的优化,道路的几何形态及其标志和标线的合理安排构成了交通安全的基本保障,涉及交通设施的整体规划^[1]。采用现代交通安全规范进行设计,能显著降低事故发生风险,在设计道路的弯道及坡度时,须保证车辆在行驶中能够维持必要的视线距离和适宜的转弯半径,防止由于转弯过急或坡度过大导致车辆失控。为了提高道路的通行效率及保障行车安全,必须依据交通量和道路级别,对路面的纵横倾斜程度、宽度以及车道数量进行科学配置^[2]。

对于道路基础设施,进行必要的保养和现代化改造,这是保障其功能性和安全性的关键环节。平整的道路表面、鲜明的标线以及正常工作的交通信号灯,三者共同构成了保障交通安全的关键要素,定期对道路进行细致检查,并对磨损或损坏的设施进行更换,此举能显著降低由设施故障引起的交通事故发生率。在道路使用中,科学配置速度限制、警告以及导引等交通标识,对于引导司机正确操作,降低信息误解引发的错误动作,具有显著效果。智能交通系统能够对实时交通流量、天气变化及道路状况进行监测,并通过信息发布系统为驾驶员提供即时路况信息和预警,以此提高道路的安全性。

3.2 提升车辆安全技术

高速公路交通安全的保障,离不开车辆安全技术的提高,这一技术提升涵盖了车辆的设计、生产、维护及驾驶人员的操作等多个关键环节。在车辆的生产过程中,融入先进的安全技术是必不可少的,这不仅涉及设计层面,也包括生产实践。例如,现代汽车通常集成了防抱死刹车、电子稳定性控制以及先进气囊等多项安全技术,这些装备在车辆急停、迅速变向及碰撞事件中,能显著增强乘员的安全保障。例如,自适应巡航控制、车道保持辅助等智能驾驶辅助系统,正致力于提高车辆的主动安全性能,此类系统能够对车辆所处环境进行即时审视与评估,助力驾驶者执行更为稳妥的行车行为,有效下降事故发生的可能性。

对于车辆而言,周期性的技术检查和修理是增进行驶安全关键措施之一。在高速公路上行驶时,车辆发生故障可能造成恶劣影响,故车主需依据生产厂家的指导进行定期的维护工作,对可能出现的问题需及时进行修理,质量控制和检测标准的严格实施,是车辆技术进步的一个重要体现,其目的在于确保每一辆行驶车辆的安全性。在此基础之上,对

于车辆的管理以及监管的强化,也是不容忽视的一个环节,实时对车辆状况进行监控,并通过诊断系统提供故障预警,这对提升车辆的安全性起到了关键作用。技术的持续升级,为车辆在高速公路快速移动时的稳固与安全提供了显著增强,同时大幅减少了因技术问题引发的交通事故的可能,进而强化了高速公路的运行保障^[3]。

3.3 加强驾驶员培训和管理

高速公路交通安全的提升,关键在于对驾驶人员进行全面培训与严格管理,这涉及教育体系、行为规范、健康状况的持续监控及其再教育等多个关键环节。策略的应用能显著提高驾驶员的驾驶技能,同时对驾驶行为进行规范化,有效降低了交通事故的发生率。对驾驶员进行系统化培训,是提升其综合能力的根本途径,为了确保道路安全,必须对参与培训的人员进行交通规则的教育,同时,提高其操纵车辆的技能,并强化对安全的警觉性。对驾驶人员进行有关交通规则的训练,不仅要求其掌握最新的法律条文,更着重于领悟这些条文所蕴含的安全观念。比如,对于驾驶者而言,认识到超速、酒驾、疲劳驾车等违规行为可能导致的危害至关重要,同时,他们应当熟知确保行车安全的基本规则,这包括保持适当的车距、合理地进行车道变换以及恰当地使用车辆灯光等。实操训练对于驾驶员至关重要,它包含了在多种驾驶环境下的练习,如城市道路、高速公路以及恶劣天气条件,旨在提升驾驶员面对突发状况时的应对技巧。通过模拟驾驶训练,驾驶员能在安全的环境下,学习并体验处理各种复杂情境的技巧,进而在真实驾驶情况下,能够更加自如地应对。

针对驾驶人员,对其行为进行严格把控,这对确保交通安全至关重要,制定完善的驾驶员行为管理制度,涉及对其绩效的系统评价、违规行为的处理程序以及激励手段,这有利于标准化驾驶员的操作动作。对驾驶人员,其操纵车辆的记录需周期性检查,以评价其行为的可靠性,旨在及时识别并修正潜在的驾驶陋习。为了保持驾驶行为的规范性,实施严格的违章处理制度,对违法行为采取相应惩罚措施,并辅以教育培训,以促使驾驶员纠正不当行为。通过建立奖励制度,对那些在驾驶过程中表现杰出的司机进行表彰,此举能够促进他们持续维持高标准的行驶安全^[4]。

对驾驶人员进行健康状况的持续监测是至关重要的,因为他们的生理状态会直接作用于操控车辆的安全性,对于从事驾驶职业的人员,周期性地开展健康评估,以保证其生理状态适应驾驶活动,此举必不可少。对驾驶人员的视觉功能进行评估,以及对听觉和神经反应的测试,是为了保证其在操纵车辆时能够迅速做出应急反应。对驾驶人员而言,对其精神状况实施细致的监测至关重要,因为过度疲劳可能会引发车祸,成为交通事故的主要诱因。企业需促进工作与休息之间的平衡,防止驾驶员因长时间驾车而导致的疲劳,确保其得到充分的休息以及保持良好的精神状况。为了增进

驾驶员在长期职业生涯中的安全驾驶水平，有效的办法是实施连续的教育培训，对驾驶人员进行定期的安全意识和技能提升训练，有助于深化其对交通规则及安全要领的掌握。在交通环境和法规持续演变的大背景下，对于机动车驾驶者而言，掌握必要的更新知识和技能是适应不断更新的驾驶准则的必要条件。现代技术工具，诸如网络平台和虚拟现实设备，为驾驶员培训带来了灵活性与效率，使得学习过程能够摆脱时空限制。

在管理层面，强化对驾驶员的管理，是提高道路安全性的关键途径之一。其中包括运用智能技术进行深度加强，利用装载的监控设备与数据分析软件，对操作者的操纵习惯进行连续记录，涵盖车辆行驶速度、紧急制动频率及驾驶时长等指标，此类记录能够为管理机构生成详尽的分析文档，进而辅助辨识出可能存在的安全风险。利用此数据，可以对驾驶员进行定制化训练及干涉，从而显著提高其安全驾驶技能。涉及驾驶员的全面培训以及严格管理，涵盖系统化的教学过程、行为规范的管控、健康状况的持续监测以及不断更新的教育。建立科学的培训体系和严格的管理制度，能够显著提高驾驶员的综合素质和安全驾驶能力，进而降低交通事故发生的概率，提高高速公路的整体安全标准。

3.4 应用智能交通系统

智能交通系统的应用是提高高速公路安全和效率的主要策略，它利用尖端技术监控并管理实时交通流量、路况以及安全状况，智能交通系统利用信息技术、数据分析和通信技术，实现交通管理的智能化和自动化。其核心在于此，智能交通系统利用传感器和其他监控设备，对路面状况进行实时监测，获取数据如车流量、车辆速度、交通拥堵程度以及环境状况等信息。中央控制系统即时分析这些数据，以达到动态调整交通流量的目的，例如，采用基于流量信息的信号灯调控机制，能够对红绿灯显示周期进行动态调整，此方法有助于减轻交通压力，进而提高交通流的顺畅度。智能交通系统为驾驶者提供即时交通状况和潜在危险警告，从而支持他们作出更加稳妥的选择，道路信息发布系统为驾驶员提供关于路况、天气变化、事故发生及道路封闭等重要信息，使其能够提前采取绕行或调整行驶策略，从而降低由突发情况引发的交通事故。在高速公路环境中，自动事故监测与响

应系统的运用至关重要，该系统能即时识别交通事故，并迅速通知交通管理部门，同时激活紧急响应流程，有效调度救援队伍及清理事故现场，从而减轻事故对车流造成的干扰。涉及智能交通的领域，涵盖了高效的智能泊车管理及结算体系，该体系利用自动识别与支付技术，显著降低了人工干预的失误率，同时优化了停车与付费流程的效率。

智能停车管理系统能够实时提供车位信息，从而协助驾驶者迅速寻找到停车位，有效降低了由于搜寻停车位而产生的交通堵塞问题。智能交通系统在促进车辆与基础设施之间协同作业的过程中，扮演了至关重要的角色，其应用范围远远超出了此前的想象。利用车联网技术，实现车辆与道路基础设施的实时数据交互，使车辆能够接收到道路基础设施发送的安全警示和导航资讯，从而提升行车的安全性能。先进技术手段的集成和应用使得智能交通系统能够对高速公路上的交通流量和道路状况进行实时监控与管理，从而在很大程度上提高了其安全性和效率。该技术的广泛推广，显著降低了道路交通事故的发生率，并为交通规划提供了科学支持，进而促进了现代交通系统的智能化升级。

4 总结

为了增强高速公路的安全性，必须综合考虑道路的结构布局、车辆的先进技术，以及驾驶者的操作习惯，并融入智能交通的控制策略。实施包含多项措施的方案，如改进道路布局与配套设备，增强车辆安全功能，以及强化驾驶员的教育与监督，同时整合智能交通技术，旨在降低高速公路上的事故发生率，并增强交通的流畅性与安全性，确保高速公路运营的稳固性。

参考文献

- [1] 唐智慧,黄镜入,张南.基于复杂网络的高速公路交通事故风险动态演化模型[J].深圳大学学报(理工版),2024,41(04):433-443.
- [2] 朱晓东,罗瑞琪.高速公路二次事故风险预警与可变限速控制策略研究[J].交通与运输,2024,40(02):30-34.
- [3] 王玉鹏.高速公路超限超载违法运输行为治理调查与思考——建立长效机制,保障交通运输经济安全发展[J].现代商贸工业,2024,45(02):208-210.
- [4] 刘尧,李珊珊.高速公路重点路段行车安全保障设施建设分析[J].运输经理世界,2023(29):140-142.

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

Qiangqiang Sun

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

Abstract

With the continuous acceleration of urbanization in China, the construction scale of urban road engineering is also continuously expanding. Among them, the joint construction technology of asphalt pavement is one of the most common technologies in highway bridge construction projects. The application of this technology not only ensures the safety and comfort of drivers during the driving process, but also is the most critical construction technology to ensure the quality of highway bridge engineering construction. Therefore, in the current era where the scale of highway bridge construction continues to expand, further exploration of joint construction technology for asphalt pavement of highway bridges is of great significance. This article mainly analyzes the application value and different joint technology characteristics of asphalt pavement joint technology in the construction process of highway bridges, and explores the practical application of joint construction technology for asphalt pavement of highway bridges, hoping to provide reference opinions for ensuring the construction quality of highway bridge projects.

Keywords

highway and bridge engineering; Asphalt pavement; Joint construction technology

公路桥梁沥青路面接缝施工处理技术研究

孙强强

平顶山市佳洋路桥工程有限公司, 中国·河南·平顶山 467000

摘要

随着我国城市化的发展速度不断地加快,城市道路工程的建设规模也在持续地扩展。其中,沥青路面的接缝施工技术是公路桥梁施工项目中最为常见的技术之一,这项技术的应用,不仅能够确保行车过程中驾驶人员的安全性以及行车的舒适度,同时也是保障公路桥梁工程建设质量最关键的施工技术。因此,在公路桥梁工程建设规模持续扩展的当今时代,进一步探究公路桥梁沥青路面的接缝施工技术更显得意义重大。本篇文章主要分析了公路桥梁的沥青路面接缝技术在施工过程中的应用价值及不同的接缝技术特征,并且就公路桥梁沥青路面的接缝施工技术实践应用进行了探究,希望能够为保障公路桥梁工程的建设质量提供参考意见。

关键词

公路桥梁工程; 沥青路面; 接缝施工技术

1 引言

在城市化发展速度不断加快的当今时代,随着汽车人均保有量的提升,公路桥梁工程的建设质量要求更加严格。而这些公路桥梁项目对于区域之间经济和文化的交流意义非凡。但公路桥梁项目在建成之后,也会由于现场的施工技术以及后续的使用等各类因素的影响,导致公路桥梁工程的使用寿命缩短。通过研究发现,目前公路桥梁工程存在的沥青路面翻浆以及裂缝等各类型病害问题发生的比例极高,这些问题不仅严重地影响到了道路行驶的安全性,同时还会随着时间的推移和拓展而出现大规模的路面坍塌等延伸性路

面病害问题。因此,更应当在公路桥梁工程施工的过程中,结合工程开展的实际现状,针对常见的公路裂缝问题展开进一步的分析,从而确保公路桥梁工程的整体施工质量。

2 公路桥梁工程中沥青路面接缝施工技术的作用价值

2.1 增强驾驶的舒适度

考虑到公路路面的建设项目关系到了后续的行车通行安全性,因此,在建设的前期,设计阶段就需要考虑到后期施工品质的保障和行车驾驶的真实需求。在设计的阶段中,必须考虑到驾驶人员的行车感受、营造更加安全的交通环境以及路面运行状态的稳定性,这几个方面。而通过沥青路面接缝施工技术的应用,则能够有效地避免由于裂缝过大或车轮接触路面过于颠簸而引发的各类风险问题。通常情况下,

【作者简介】孙强强(1990-),男,中国河南平顶山人,本科,工程师,从事道路桥梁研究。

沥青路面在铺设的过程中会采用具备一定弹性的特殊建设材料,而接缝技术在应用过程中,利用这些建设材料也能够有效地抵御路面,在外界温度环境下发生的各类型病变问题,从而确保驾驶员的行车安全性以及路面的通畅性。除此之外,接缝施工技术的应用还能够有效地抹平路面,存在的不均匀或凹陷区域,尽可能地减少了交通事故发生的概率。由此可见,接缝施工技术不仅能够有效地保障驾驶人员的行车舒适度,同时也为车辆的安全行驶提供了技术支持^[1]。

2.2 提高公路桥梁施工质量

通过合理地运用先进的道路建设技术手段,我们可以在根本上显著提升公路建设项目的效果和质量。同时,这种方法还能尽可能地降低在各个阶段的相关费用开支。在实际的公路建筑过程中,对沥青路面的连接工艺进行有效的管理,能够有效地增强其自我检查的能力,从而更好地适应公路建设的特殊需求。确保在符合公路建设标准的条件下,它能在后期维护期间保障交通安全与稳定性。这不仅有助于加强公路项目建设的基础设施,而且还能显著增加路面的承重能力和耐压性能。这对于公路建设项目的使用年限也有着积极的影响,可以减缓路面各种问题的出现,从而有助于保持国家的经济发展稳定。通过这种方式,我们不仅能够提高公路建设的整体效率,还能确保在长期使用过程中,公路能够承受更大的交通负荷,减少维修频率和成本,进而为社会经济的持续发展提供有力的基础设施支持。

3 沥青路面接缝施工技术的类型和特征

3.1 横向接缝

深入探讨和分析公路沥青路面建设的现状以及当前的施工情况时不难发现,在整个公路建设过程中,存在着大量的横向连接点。这些横向连接点的形成,主要是由于公路建设项目本身所面临的巨大工作压力所导致的。为了在既定的时间内完成施工任务,确保施工的效率和质量,项目团队必须在规定的时间内完成既定的施工进度。因此,为了实现这一目标,项目管理者通常会将整个公路工程划分为若干个独立的标段,以便于管理和施工。在这些标段之间,为了满足实际施工的需求,必然会形成一些横向连接点。这些连接点是各个标段在施工过程中相互衔接的关键部位^[2]。此外,对于那些采用分阶段建设模式的公路项目来说,横向连接点更是不可避免地出现在沥青铺设区域的内部。根据这些连接点的具体形态,我们可以将它们进一步分类为斜连结或水平连结。具体来说,如果连接点的轴线与整个公路路线的轴线呈现出一定的角度关系,那么这种连接点就被归类为斜连结;反之,如果连接点的轴线与路线轴线基本平行,那么这种连接点就被归类为水平连结。这种分类和设置横向连接点的策略,通常被应用于公路各个沥青层、中间层或底层部分的施工过程中。其主要目的是有效地管理和控制地下水的流动,从而确保公路基础结构的稳定性和耐久性。通过合理设计和

施工这些横向连接点,可以有效地防止地下水对公路基础的侵蚀和破坏,从而延长公路的使用寿命,确保公路的安全和畅通。

3.2 纵向接缝

由于道路本身的车流量极大,若采用传统的摊铺设备来完成作业,一次性全面覆盖的可能性几乎为零。当整体宽度未能达到规定的要求时,必然会出现严重的不规则横向裂纹现象。这些裂纹不仅会影响道路的美观,还会对道路的使用寿命产生负面影响。如未实施现有的解决方案或未立即执行针对性解决方法,可能导致路面的两边产生高低差异等情况,这会对行车的安全和稳固构成极大的风险。不规则的高低差异会导致车辆在行驶过程中产生颠簸,甚至可能导致车辆失控,进而引发交通事故。因此,为了确保行车的安全和道路的稳固,必须采取有效的措施来解决这一问题^[3]。

4 沥青路面接缝施工技术在公路桥梁中的具体应用对策

以我国的某公路工程为例,该公路工程在前期的规划以及建设阶段中预计全长为92.2km,公路平均宽度为33.4m。该项目在前期设计的阶段,考虑到此地公路的车流通行量相对较大,因此,设计了双向八车道,希望能够容纳更多的车辆出行。结合该项目建设所在区域的地下围岩结构和地基结构现状,项目初始阶段选择将水泥稳定碎石的路基厚度大约控制在38cm左右,并且在路基结构厚度控制的前提下,分别在此公路施工过程中的上面层、中面层以及下面层利用了沥青碎石的混合材料以及规格为AC-20的沥青混合料作为辅料,有效地确保了公路路面的整体铺设质量和行车安全性。而在厚度控制方面,上面层、中面层以及下面层的厚度分别为6cm、7cm和9cm。在现场的路面摊铺施工过程中,也需要结合现场施工的具体情况以及当地的气候条件,选择同时通过两台摊铺机设备进行操作,从而确保了路面铺料的整体铺设效率和平整度。而在路面的接缝处也需要按照符合规格要求的接缝施工技术进行针对性的处理和应用。

4.1 横向冷接缝施工

因为出现了中断建设的事实,造成横向冷凝裂缝的产生,当道路铺装和压路工作结束后,因材料自身温度下降而引起了热胀冷缩效应。这使得前后的建筑区域产生了严重分隔现象,难以形成有效黏合。因此,在建设过程中,应尽量采取持续的方法来操作。若必须暂停建设,需考虑与地面内部分布状况相结合,并合理地设定横向接头位置于较为稳定的地下构件附近。间隔超过1m以上,并在顶部构造中作出适当安排。实际操作时,可采用斜接缝方法,解决纵向结构的问题。鉴于整层的厚度,我们应该严格控制对接的长度。根据此项目的真实情况,我们可以使用0.5-0.9m作为基本控制准则。用平接法把牛皮纸或细砂放在前面结束点的尾端

地方。确保所选切割设备满足实际需求，并对带有牛皮纸或细砂的部分做针对性处理，通过垂直接缝的方式将其连接起来。在开始下一个路段的建设之前，应对接口表面进行彻底清洁，并将底部的或反面的粘层沥青均匀涂抹到其上。一般而言，需要在新材料上方设定约5—40cm的范围作为覆盖区域，并对此类新混合物重新堆叠。采用手工清除的方法执行此任务，通过使用微粒物质有效地填补空隙，这有助于确保道路本身的平坦程度。应严密监控接头处的松散厚度等问题。全面检查切口的高度，计算相关的比率并做进一步分析，从而确立实际的摊铺厚度。一般来说，可以通过手动测试方法，针对性地验证整体厚度的均一性。比较计算的结果，移除位于表面层过多的混合物。当滚压的时候，常用的设备是钢轮压实器，而在应对接合点部位时，可采取跨越裂缝静态压力法，即首先进入20cm后逐步深入至1.5m^[4]。

4.2 纵向冷接缝施工

对于道路建设工程而言，如果主要采用单侧作业模式的话，可以通过横向冷冻对接方式来实施；而若是以双层次构建形式为基础则需确保上下的内部间距相隔一段合理的长度，大约是35cm左右较为合适。为了使护栏布置得更加精确和高效，我们应使用剪刀将其裁切成合适的形状并保持其表面光滑且功能良好。至于剩下下来的改良型柏油材料，我们要采取针对性地覆盖方法：首先清除掉接口处残留物，然后用胶水把它们刷匀，注意温度不能过高。一般来说加热后的深度应该维持在一个区间范围内即5~10cm以内比较适宜。接下来就是给已完成的部分做一下前期的加温准备工作以便于与新的混凝土融合在一起——这个过程叫作“融汇”或称之为“熔合”；另外还要先去清扫干净那些刚才浇筑完的地方然后再开始正式启动滚筒式推土机的推进程序。按照接缝的方向有序地进行碾压作业，并针对上下层接缝位置进行有效控制，确保彼此之间的错开距离适当。通常控制在30~40cm范围内，错开距离大约在15cm左右即可。错开距离的具体大小可以根据实际情况进行有针对性的调整。

4.3 跨缝压实工艺

对于冷接缝跨缝压实的执行过程来说，确保压实效果的关键在于使用双钢轮压路机的实施。一般而言，主要采用的是静压方式，即对已设置好的压路机位置施加压力。先从20cm新铺设的混合材料开始压实，然后每隔20cm继续压实一次，直到到达2/3的轮宽点就应立即停下。碾压范围需保持在2m以内，此举旨在尽量防止因过度的碾压而导致的混合材料产生严重凹陷现象。当跨缝压施工完毕之后，可运

用纵向碾压法来检查接缝处的平整程度。若发现有凸起等问题，则应依据实际需求适当地增大碾压频率。如遇填充量不够的问题时，应适量添加混合物用量，以便维持碾压工程的连续运行直至满足基本的碾压要求为止^[5]。

4.4 纵向热接缝工艺

因为处在高温环境里，接缝自身受到的热量差异较少。基于此，两个摊铺区域产生的各种裂缝，最终会被逐步消解。在此前提下，双摊铺设备团队在执行任务时，一般倾向于主要依靠临近摊铺区来完成无缝对接。同时，前后压路机在作业过程中，往往会在彼此间预留大约15cm的空间，用作摊铺的基础参考点。根据实际情况确定主导宽度，使得混合物能有足够的空间互相叠加，从而防止整体压路过程中的严重凸起现象发生。在摊铺机械的具体操作环节上，需要确保其既能保持稳定的行驶速度，又能在最大程度上维持连接的整洁与高效，并在处理好跨缝缝痕之后，才能开始下一阶段的压实工作等等。

5 结语

接缝施工在公路桥梁工程中扮演着至关重要的角色，它是确保路面行车质量和平整性最为关键的施工技术之一。因此，在进行接缝施工的过程中，我们必须更加细致和谨慎，根据公路桥梁接缝施工的不同类型，选择适合的横向接缝或纵向接缝施工技术。同时，我们还需要对现有的接缝施工方案进行持续的优化和升级，以适应不断变化的工程需求和技术进步。只有这样，才能真正保障公路桥梁路面的整体使用寿命，确保其在长期使用过程中能够保持良好的行车条件和稳定性。通过不断改进施工技术和方案，我们能够有效减少路面损坏和维修频率，从而降低维护成本，提高公路桥梁的整体经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 傅琴华. 公路沥青路面接缝施工处理技术[J]. 交通世界, 2021(30): 108-109.
- [2] 张鑫. 沥青路面接缝施工技术在公路桥梁工程中的应用[J]. 工程机械与维修, 2021(03): 246-247.
- [3] 王朋升. 公路沥青路面接缝施工处理技术分析[J]. 运输经理世界, 2021(02): 111-112.
- [4] 陈丽. 公路沥青路面接缝施工处理技术分析[J]. 工程技术研究, 2020,5(20): 62+163.
- [5] 李爱国, 耿东山. 公路桥梁沥青路面接缝施工技术探讨[J]. 绿色环保建材, 2020(04): 114+117.

Safety management and risk control in the construction of ancillary facilities in highway engineering

Yanling He

Handan Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

The construction of ancillary facilities is an important work content in highway engineering construction, which includes drainage systems, road markings, protective guardrails, traffic signs and other construction contents. The construction quality of ancillary facilities can directly affect the overall quality of highway engineering. In this study, the author will conduct an in-depth analysis of safety management and risk control issues in the construction of ancillary facilities for highway engineering. In practical research, the author will first introduce the significance of safety management in the construction of ancillary facilities for highway engineering, then clarify the existing problems in safety management, and finally propose safety management and risk control measures for the construction of ancillary facilities for highway engineering. It is hoped that this can provide some reference for relevant personnel to carry out their work.

Keywords

highway engineering; Ancillary facilities; Construction safety; Risk Management

公路工程附属设施施工中的安全管理与风险控制

何岩玲

邯郸市交通运输综合行政执法支队, 中国·河北 邯郸 056000

摘要

在公路工程施工中附属设施施工属于重要工作内容,其包含排水系统、路面标线、防护护栏、交通标志等施工内容,附属设施施工质量能够直接影响公路工程整体质量。在本次研究中笔者将深入分析公路工程附属设施施工中的安全管理与风险控制问题,在实际研究中笔者将首先介绍公路附属设施施工安全管理的意义,然后明确公路工程附属设施施工安全管理存在的问题,最后提出公路工程附属设施施工安全管理与风险控制措施,希望能够为相关人员开展工作提供一定参考。

关键词

公路工程; 附属设施; 施工安全; 风险控制

1 引言

在整个公路建设过程中公路工程附属设施施工属于重要环节,相关人员落实附属设施施工的质量能够直接影响公路的行车安全以及整体性能。近年来,部分人员表现出不重视公路附属设施施工管理工作的的问题,导致在施工期间有时会出现安全事故,在一定程度上降低了企业效益,在此种情况下深入探讨公路附属设施施工安全管理与风险控制问题非常有必要。

2 公路附属设施施工安全管理的意义

公路附属设施施工安全管理具有非常重要的意义,其

主要体现在以下几方面:第一,保障人员生命安全。公路附属设施施工现场存在非常复杂的环境,有时相关人员需要临时用电、操作机械设备等,在施工期间可能出现很多安全风险^[1]。在施工安全管理过程中相关人员通过建立健全安全管理制度、提供专业的安全防护工具、组织安全教育培训等措施,能够大幅度降低公路附属设施施工中出现安全问题的概率,为相关人员生命安全提供有效保障;第二,保证工程质量与效率。安全管理不但可以对安全事故起到预防作用,而且是保证顺利推进施工活动的重要基础。相关人员通过科学规划施工组织设计、完备的安全管理措施,能防止由于安全事故导致的返工、停工等不良问题,从而保证施工的质量与效率;第三,控制经济损失。公路附属设施施工安全事故发生后相关施工企业大多会面临工期延误、赔偿费用、设备损失、医疗费用等方面的额外支出。企业通过规范落实安全管理工作,可对各类施工安全事故进行有效的预防与控制,从而对相关经济损失进行控制;第四,树立良好企业形象。

【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。

公路附属设施施工企业的安全管理情况能够反映出企业的社会责任感,这种责任感同样可转化为企业竞争力。相关人员通过强化安全管理工作,可以帮助企业树立良好的社会形象,使得更多公众信任企业,为企业可持续发展提供助力。

3 公路工程附属设施施工安全管理存在的问题

3.1 从业人员安全意识淡薄

很多公路工程附属设施施工企业在管理过程中将施工进度放在首要位置,希望借此实现自身经济效益的提升,但是却忽视了培养从业人员安全意识的工作。究其根源是公路工程附属设施施工管理人员缺乏足够高的安全意识。公路工程附属设施施工中的施工人员主要为农民工,他们大多并未经过系统的安全知识与安全技术培训,仅存在较为薄弱的安全认知,在具体施工过程中对于保护自身安全和企业财产不重视,在一定程度上提升了公路附属设施施工出现安全问题的概率。因为从业人员缺少足够强的安全意识,不重视作业安全性,使得公路工程附属设施施工存在安全隐患,不仅会在一定程度上影响施工质量,还会延缓施工进度。

3.2 安全管理体系不完善

想要使公路工程附属设施施工达到较高质量需要保证管理体系足够完善,现如今公路工程附属设施施工之所以时常出现安全事故,主要原因就是缺乏足够完善的安全管理体系。当公路工程附属设施施工缺乏足够明确的作业要求与规定时,虽然专业化施工团队能游刃有余地处理各种施工问题,但是对于普通的施工团队来讲,若是没有一套完善的管理体系,有非常大的几率出现各种问题。在缺乏健全安全管理体系的情况下,公路工程附属设施施工管理人员大多会凭借自身经验制定施工人员作业规范,在安全把控层面可能会出现不科学、不合理的情况,而且部分管理人员不重视安全操作与安全作业,只有在已经出现问题后才会关注,无法满足公路工程附属设施施工安全管理要求。在管理者安全意识薄弱和安全管理体系不完善的综合影响下,极有可能出现无法有效监管工程施工的问题,致使施工中的不安全因素爆发。由于安全管理体系不完善,缺乏足够全面、合理的风险防范与预防控制措施,当面临真正的安全问题时无法有效控制,使得公路工程附属设施施工存在安全隐患。

3.3 安全管理环境差

与公路工程相同,其附属设施施工同样存在复杂性与系统性的特点,在施工期间会涉及较为广泛的流程与地区,这也决定了相关人员需要面临各种各样的施工环境。在特定施工环境中,若是管理人员并未实施有针对性的安全管理措施,有很大概率出现严重的安全漏洞。对于公路工程附属设施施工来说,相关人员大多是在露天环境下进行作业,因此在施工中极易受到各种外在因素的影响,加剧了安全隐患对于施工安全管理的影响。现如今,很多公路工程附属设施施工企业并未正确认识到安全管理环境对保证施工安全的重要

性,导致安全管理环境较差,影响了安全管理工作效果。

3.4 安全管理方法落后

公路工程附属设施施工安全管理工作中还存在安全管理方法落后的问题,具体来讲部分人员对于传统的安全管理方法过度依赖,并未结合时代发展实际情况实施技术与方法层面的创新与应用。此种传统的管理方式大多系统性与科学性不足,无法有效管理附属设施施工中的各类安全风险。这就需要相关人员积极学习和掌握先进的安全管理技术,提高对新技术和新方法的应用能力,以确保公路工程附属设施施工的安全性和可靠性。

4 公路工程附属设施施工安全管理与风险控制措施

4.1 持续提升从业人员安全责任意识

想要所有从业人员都能以保证安全为基础开展各项公路工程附属设施施工活动,首先需要确保所有从业人员具有足够强的安全责任意识。在企业实际运行过程中,管理人员应该从上岗培训制度和安全管理机制入手,确保管理机制覆盖所有流程,从而使自身具有更强的安全施工风险防控能力。在公路工程附属设施施工过程中,管理人员应定期组织研讨工作,在研讨会中深入分析附属设施施工中经常出现的隐患,由于附属设施施工同样需要较长时间才能完成,并且需要应对各种外界因素的影响,致使其很多时候会出现安全问题,在公路工程附属设施施工期间相关人员应利用多种方式加强施工人员的安全认知能力,使其能够识别以及预防危险施工环境^[2]。例如在进行排水系统施工时,相关人员应该在深入了解其施工流程的基础上,要求施工人员高质量开展排水管道质量检测的工作,针对需要井下作业的情况,相关人员应规范落实管理与监督井下环境风险的工作,同时还需要规范落实监测管道及井下水体质量的工作,以确保施工人员安全为前提落实施工活动。不仅如此,附属设施施工企业应该积极推进引入高素质施工管理人员的工作,将更多资源投入人才引进与培养中,在企业内部定期组织教育培训工作,同时借助会议等方式将安全理念与安全意识传达给从业人员,全方位提升从业人员的安全意识与责任意识,防止施工安全事故风险。

4.2 完善安全管理体系与风险防控机制

在公路工程附属设施施工安全管理与风险控制工作中,相关人员应该将安全问题放在首位,从而为增强施工安全控制能力提供保障。首先,施工企业必须保证各项安全管理规划和管理制度落到实处。开展安全管理工作时,相关人员需要在充分考虑工程规划方案的基础上,规范落实控制风险和安全管理的工作,确保安全风险管控实效性。其次,施工企业需要持续完善施工安全管理制度。在实际工作中相关人员可以根据附属设施施工实际情况制定安全检查制度、安全生产责任制、安全操作规程等安全管理制度。在此过程中,施工

企业务必以国家相关法律法规为依据,结合企业实际情况与行业标准,只有这样安全管理制度才会变得更加科学、合理。同时,施工企业需要明确安全生产责任,结合各个部门以及各级人员的实际工作内容明确其在安全管理过程中需要肩负的责任,进而实现层层负责、责任到人。最后,企业应该制定全过程安全管理机制。自施工准备阶段开始落实排查与整改施工现场安全隐患的工作,在实际施工企业规范落实定期检查与日常巡检,确保及时发现和解决安全隐患。除此之外,施工企业需要建立有效的风险防范机制,在附属设施施工项目启动阶段应该利用信息技术精准评估与风险施工过程中存在的风险,之后结合风险识别情况制定详尽的风险管理规划,制定有针对性的风险规避策略,如风险转移、风险规避、风险减轻等。相关人员还应强化风险监测与预警。具体为使用传感器、监控设备等现代科技手段,实时监测施工现场实际情况。构建全面的风险预警系统,用于预测和预警在未来一定时间内有概率出现的安全事故,针对安全事故实际情况实施规避措施。出于进一步提升安全施工风险防控能力的目的,相关人员还需要制定应急预案,在全面考量各种可能产生安全事故的基础上,制定出与之相适宜的应急预案与应急响应流程,并且每隔一段时间实施一次应急演练工作,使得相关人员可以更为快速有效地处理附属设施施工中各类安全事故。

4.3 优化安全控制环境

想要使公路工程附属设施施工拥有更好的安全控制环境,首先相关人员需要做好施工现场安全防护设施配置工作。相关人员需要在充分考虑施工现场实际情况的基础上,对附属设施施工区域进行合理规划,适当调整施工场地布局,确保道路顺畅及材料堆放整齐。在此过程中,相关人员应按照相关要求规范设置安全提示牌与警示标志等,提升相关人员对于施工安全的重视程度。同时,应将安全防护设施检查与维护作为重要工作内容,主要检查维护对象为防护棚、安全网以及防护栏等,保证他们能够正常发挥作用,有效保证施工现场安全。其次,相关人员应加大监督检查施工现场的力度。此项工作要求具有完善的监督检查制度,之后相关人员严格按照制度要求落实排查安全隐患的工作,从多个角度检查施工现场存在的安全问题,及早发现可能存在的安全隐患^[1]。最后,针对已经发现的安全隐患,相关人员必须督促责任人及时整改,并提出详细的整改负责人与整改时

间,以此保证可以及时有效地处理各种安全隐患。为了保证整改实效性,相关人员还应重视跟踪复查整改的工作,防止在施工期间再次出现相同的安全问题。

4.4 加强技术创新应用

在公路工程附属设施施工过程中相关人员应始终坚持技术先行的原则,深入分析以及研究工程技术专项机制,在施工安全管理与风险控制工作中应用各种先进技术,提升安全管理与风险控制工作质量。首先,相关人员需要强化安全监督管控方面的信息化建设力度,将监督管控范围延伸到整个施工过程,确保各项管理工作落到实处。其次,针对一些拥有较高危险系数的工作,相关人员应强化监督管控施工现场的力度,具体方法为综合运用多种施工技术,如安全生产技术、信息技术、BIM技术等,利用二维码和BIM技术优化多项施工安全管理工作,推动安全生产工作拥有更高的信息化水平。最后,在落实附属设施施工管理工作期间,相关人员应加强各种新方法以及新技术的应用与实践,促进创新技术与优化工艺等工作,借此将施工活动中的安全风险控制在更低水平,达到提高技术安全管理水准的目的。作为施工企业管理人员,需要持续增强从业人员技能培养与职业素养教育工作,同时推出严格合理的绩效考核工作,促进整个人才团队健康发展。

5 结语

综上所述,公路工程附属设施施工安全管理工作在保障人员生命安全、保证施工质量与效率、降低经济损失、树立良好企业形象等方面具有重要意义。但是在现有安全管理工作中存在从业人员安全意识淡薄、安全管理体系不完善、安全管理环境差、安全管理方法落后等问题,相关人员应采取持续提升从业人员安全责任意识、完善安全管理体系与风险防控机制、优化安全控制环境、加强技术创新应用等措施加强安全管理与风险控制,保证公路工程附属设施施工安全。

参考文献

- [1] 罗松.公路工程施工中的安全管理与风险控制研究[J].汽车周刊,2024,(07):203-205.
- [2] 陈志英.高速公路机电工程施工中的安全管理与风险控制策略[J].工程技术研究,2023,8(20):117-119.
- [3] 于涛源,钟凯.公路工程施工中的安全管理与风险控制方法分析[J].城市建设理论研究(电子版),2022,(26):49-51.

Study on highway sound barrier design and noise reduction effect evaluation

Zhongxiang Zhang

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

Abstract

With the rapid development of social economy and the acceleration of urbanization process, the scale of expressway construction is constantly expanding, which greatly promotes the economic connection and personnel flow between regions. In the noise control of expressway, the design and optimization of sound barrier are conducive to improving the noise reduction effect. This paper analyzes the design principle of the structure of acoustic barrier and discusses the design and noise reduction effect of expressway.

Keywords

highway; sound barrier; design; noise reduction

高速公路声屏障设计与降噪效果评估研究

张中祥

江苏金阳交通工程有限公司, 中国·江苏 盐城 224000

摘要

随着社会经济的快速发展和城市化进程的加速, 高速公路建设规模不断扩大, 极大地促进区域间的经济联系和人员流动。高速公路的快速发展也带来日益严重的噪声污染问题, 对沿线居民生活质量和健康产生了不良影响。声屏障作为降低道路噪声污染的有效手段之一, 其通过隔声和吸声两种方式, 对车辆运行中产生的噪声进行反射、吸收及衍射, 从而阻隔噪声的传播并降低敏感点的声压。声屏障以其显著的降噪效果、灵活的安装方式、节约土地资源以及较强的环境适应性, 在国内外得到了广泛应用。在高速公路的噪声控制中, 声屏障的设计与优化, 有利于提升降噪效果。本文结合高速公路噪声产生机理, 分析声屏障结构设计原则, 探讨高速公路声屏障设计与降噪效果。

关键词

高速公路; 声屏障; 设计; 降噪

1 引言

高速公路作为现代交通体系的重要组成部分, 其建设规模与交通量不断增加。然而, 高速公路的快速发展, 在极大便利人们出行的同时, 也带来不容忽视的噪声污染问题。噪声污染不仅影响沿线居民的生活质量, 还对人们的健康造成长远损害, 如听力受损、耳鸣、头痛甚至失眠等。因此, 对高速公路进行有效的噪声控制, 成为当前亟待解决的重要课题。

2 高速公路噪声产生机理

高速公路噪声产生机理, 主要与车辆运动、路面特性以及环境因素密切相关。车辆在高速行驶过程中, 尤其是重型车辆, 其发动机噪声、轮胎与路面的摩擦声以及空气动力噪声共同作用, 形成复杂的噪声源^[1]。高速公路产生机理如

图1所示。



图1 高速公路产生机理

2.1 发动机噪声

车辆在加速、减速及行驶过程中, 发动机运转产生的声音会随速度的增加而增强。尤其在重型卡车和公交车等大型车辆中, 发动机噪声的贡献更为显著。此外, 车辆的排气系统设计不当, 也可能导致噪声的进一步增加^[2]。

2.2 轮胎与路面之间的摩擦声

轮胎在与路面接触时, 受到的力和摩擦的变化, 会产生不同频率和强度的噪声。不同类型的路面材料(如沥青、混凝土等)对噪声的产生具有不同的影响。粗糙的路面会增加轮胎与路面的摩擦, 从而产生更大的噪声^[3]。此外, 轮胎

【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。

的设计和材料,也会影响噪声的产生,低噪声轮胎相较于普通轮胎,有效降低噪声水平。

2.3 空气动力噪声

空气动力噪声主要与车辆在高速行驶时,与空气的相互作用有关。随着车速的增加,车辆前方的空气阻力增大,车体周围的气流会产生涡流,这些涡流在与车身的接触过程中会产生额外的噪声。在高速公路上,尤其是在隧道和桥梁等特定环境中,空气动力噪声的影响更为显著^[4]。

2.4 环境因素

地形、植被、气象条件等都会影响声波的传播和衰减,开阔的地形容易使噪声传播至更远的地方,而植被以及建筑物则能起到一定的声屏障作用,减轻噪声对周围环境的影响。

3 声屏障结构设计原则

3.1 声屏障的高度和长度

声屏障的高度和长度是设计中的重要参数,根据声源和接收点之间的距离,合理确定声屏障的高度,通常需确保声屏障上缘高于噪声源的发声点,以有效遮挡声波的传播路径。此外,声屏障的长度,应足够覆盖噪声源的宽度,避免因局部遮挡造成的噪声反射和绕射。

3.2 材料的选择

声屏障通常采用高密度、低透声性的材料,如混凝土、钢材或复合材料,有效吸收和反射声波,降低噪声传播。设计时,还应考虑材料的耐候性和抗腐蚀性,以延长声屏障的使用寿命。

3.3 结构的稳定性

声屏障需具备足够的抗风压能力,确保在恶劣天气条件下仍能保持稳定。设计过程中,应进行风洞试验和有限元分析,评估声屏障在不同风速下的受力情况,确保其结构安全性。

3.4 美观性

在美观性方面,声屏障的外观设计应与周围环境相协调。采用不同的颜色、形状和表面处理技术,使声屏障在功能性与视觉效果之间取得平衡,减少对景观的负面影响。例如,采用绿化或艺术装置的方式,既能实现噪声控制,又能美化环境,提升区域的整体形象。

4 高速公路声屏障设计与关键技术

4.1 新型材料在声屏障中的应用

新型材料在声屏障中的应用日益受到重视,尤其是在高速公路建设中,材料的选择直接影响声屏障的降噪效果和整体性能。采用新型材料,声屏障不仅有效减弱噪声传播,还能在耐久性、环保性和美观性等方面表现优越。聚合物材料是新型声屏障中应用广泛的一类,其轻质、高强度的特性,使得聚合物材料在不增加结构负荷的情况下,提供良好的声学性能。例如,一些聚乙烯和聚氨酯材料被用于声屏障的制

造,这些材料具有优良的吸声特性,有效降低中高频噪声。在实际案例中,某高速公路项目采用聚合物复合材料构造的声屏障,经过现场监测,降噪效果明显,尤其在车辆通过的高频噪声方面表现突出;金属材料也是新型声屏障设计中的重要组成部分。铝合金和镀锌钢板因其良好的强度和耐候性被广泛应用。与传统混凝土声屏障相比,金属声屏障的安装更为方便,且实现更复杂的形状设计,以适应不同的环境需求。此外,金属表面进行涂层处理,提高其耐腐蚀性和美观性。在某些城市高速公路中,采用铝合金声屏障,结合绿化设计,不仅达到降噪目的,还提升了城市景观;复合材料的使用也逐渐增多。复合材料通常由不同物质的结合,结合各类材料的优点。例如,某些声屏障采用混合聚合物纤维与矿物材料的复合设计,增强声屏障的吸声能力和结构稳定性。这种材料在降噪的同时,具有良好的隔热效果,适应复杂气候条件下的使用需求。

4.2 声屏障安装与维护注意事项

在高速公路声屏障的设计与实施过程中,应遵循以下注意事项:首先,选择合适的安装位置。声屏障应尽量靠近噪声源,且必须考虑到地形和周边环境的影响。安装高度应足够,以确保声屏障能够有效阻挡噪声传播。此外,声屏障的倾斜角度,也需按照设计规范进行设置,以优化声波的反射和衰减效果;其次,材料选择与安装工艺,应符合相关标准。声屏障的材料需具有良好的隔音性能、耐候性和抗腐蚀性,例如,使用高强度的混凝土或特种塑料材料。同时,在安装过程中必须确保连接点的牢固性,使用合适的紧固件和密封材料,避免因风吹雨打导致的材料老化或连接松动;第三,加强声屏障维护。定期检查声屏障的结构完整性,是保障其功能的重要措施。检查内容包括材料的磨损情况、连接点的紧固情况以及表面涂层的完整性。在发现问题时,应及时进行修复,以防止小问题演变为大的隐患。例如,若发现表面涂层剥落,应立即进行重新涂装,以防止锈蚀。此外,清洁也是维护工作的一部分。清除声屏障表面的污垢、植物生长等障碍物,有助于保持声屏障的美观及功能。特别是在雨季,植物的生长会影响声波的传播,定期清理可确保声屏障保持最佳的工作状态。

5 高速公路声屏障降噪效果评估

5.1 评估方法

评估高速公路声屏障的降噪效果,通常采用现场检测和数据分析相结合的方法。现场检测涉及实地测量声屏障前后噪声水平的变化,以获取真实的降噪效果数据。这一过程通常包括选择不同的测量点,确保测量的全面性和代表性。测量设备一般采用声级计,记录在不同时间段、不同交通流量条件下的噪声水平。在现场检测中,需科学选择测量点,通常在声屏障的正前方、侧方以及背后设置多个测点,以便全面评估声屏障的影响区域。测量过程中,需考虑到环境因

素,如天气情况、风速、温度等,对噪声传播产生影响。因此,测量应在相对稳定的天气条件下进行,以确保数据的准确性;在数据分析部分,需加强对现场检测数据的整理与处理。结合统计分析,比较声屏障前后的噪声级差,利用统计学方法评估降噪效果的显著性。常见的分析方法包括方差分析(ANOVA)和t检验等,有效判断不同条件下声屏障的降噪能力。此外,使用声学模型对数据进行模拟分析,进一步理解声屏障的降噪机制。

5.2 评估指标

降噪效果评估的指标,是评判高速公路声屏障设计是否有效的重要依据,主要包括降噪量、频谱特性以及可听性三个方面。降噪量是指声屏障在特定位置对交通噪声的抑制效果,通常通过比较声屏障前后的声压级计算,声压级的变化通过现场检测获得,常用的单位为分贝(dB)。例如,某高速公路声屏障设计在安装后,前方测得的声压级为85dB,而声屏障后方测得的声压级为75dB,计算得出的降噪量为10dB。这一数值在实际应用中被认为是显著的降噪效果,有效改善居民的生活环境;频谱特性分析涉及对噪声频率分布的研究,噪声的频谱特性影响声音的感知和干扰程度,对交通噪声进行频谱分析,可了解声屏障对不同频率噪声的抑制能力。例如,某些声屏障对低频噪声(如大型卡车产生的低频噪声)具有较好的抑制效果,而对高频噪声的抑制效果则相对较弱。在评估中,采用频谱分析仪器,测量声屏障前后不同频率的声压级变化,从而获得详细的频谱特性;可听性是指噪声对人耳的影响程度,涉及人们对噪声的感知和反应。即使降噪量较大,如果噪声的频谱特性或时域特性不佳,仍会造成居民的不适感。因此,在评估声屏障的降噪效果时,需结合主观听感调查与客观测量数据,了解居民对噪声的感知程度。调查包括问卷形式,询问居民对噪声的接受程度以及对声屏障效果的满意度。

5.3 降噪效果

在实际评估中,降噪效果主要现场测量和对比分析获取数据。降噪效果的具体表现通常通过降噪量来衡量。降噪

量是指声屏障设置前后,特定地点的噪声级别变化。例如,在某些高速公路项目中,声屏障的建设前,交通噪声的音量可达到80分贝(dB),而设置声屏障后,相同地点的噪声水平下降至65分贝,降噪量达到15分贝。这一结果显示声屏障在控制噪声传播方面的显著作用。此外,降噪效果还受到声屏障高度、材料特性、设置位置等因素的影响。在一些案例中,较高的声屏障有效阻挡来自高速公路的噪声,特别是在多车道行驶情况下,声波的反射和衍射现象会进一步增强降噪效果。采用吸声材料的声屏障,相较于传统硬质材料,在高频噪声的处理上表现更佳,进一步提升整体降噪效率;不同类型声屏障的降噪效果也值得关注。例如,采用透明材料的声屏障,能在保护视线和美观的同时,保持良好的降噪性能。在某些城市环境中,这种声屏障的应用不仅减少噪声污染,还提升了周围环境的视觉美感。例如,某城市在新建高速公路时,设置多种类型的声屏障,评估结果显示,基于混合材料的声屏障在不同频段的降噪效果,均优于传统混凝土屏障,尤其在中高频段表现突出,为后续声屏障的设计与选择提供重要依据。

6 结语

综上所述,优化声屏障的设计,有利于提升高速公路的降噪效果,降低噪声污染对沿线居民的影响,改善人们的生活环境,为高速公路噪声控制提供理论依据和技术支持,推动相关领域的科研和技术进步。

参考文献

- [1] 王立璇. 高速公路声屏障降噪效果研究[J]. 北方交通,2022(5): 64-67.
- [2] 郝龙,林倩,宋迎前,等. 高速公路声屏障降噪有限元仿真研究[J]. 现代交通与冶金材料,2023,3(1):89-93.
- [3] 张湾. 高速公路声屏障设计方法研究[J]. 工程建设与设计,2021(4):63-65.
- [4] 张轩. 高速公路声屏障设计研究[J]. 交通世界(上旬刊),2020(9):26-27.

Research on the application of prestressed technology in road and bridge construction

Xiangzheng Zeng

Yancheng Dafeng District Traffic Holding Group Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224100, China

Abstract

As an important technical means to improve the overall performance of road bridge structure, prestress technology has been widely used in bridge construction. This study systematically analyzes the application of prestressed technology in road and bridge construction, using the method of field investigation and case analysis, focusing on the construction process, benefits and existing problems of prestressed. It is found that prestressing technology can significantly improve the bearing capacity and durability of Bridges, reduce the use of materials, and reduce the safety risks in construction. However, in the process of technology application, there are also challenges of complex construction and high technical requirements. It is suggested to further promote the application of prestressed technology in bridge construction through technological innovation and management optimization, so as to improve the overall quality and economic benefits of bridge engineering. This study has important theoretical and practical significance for promoting the further application and development of prestressed technology in the field of bridge construction.

Keywords

prestressing technology; Roads and Bridges; Construction process; Technology application; Economic benefit

预应力技术在道路桥梁施工中的应用研究

曾祥征

盐城市大丰区交通控股集团有限公司, 中国·江苏 盐城 224100

摘要

预应力技术作为提高道路桥梁结构整体性能的重要技术手段,已广泛应用于桥梁建设中。本研究系统分析了预应力技术在道路桥梁施工中的应用情况,采用实地调研与案例分析相结合的方法,着重探讨了预应力的施工过程、效益及存在的问题。研究发现,预应力技术能显著提升桥梁的承载力和耐久性,降低材料使用量,并减少施工中的安全隐患。然而,技术应用过程中也存在施工复杂、技术要求高等挑战。建议通过技术创新和管理优化,进一步推广预应力技术在桥梁施工中的应用,以提升桥梁工程的整体质量和经济效益。本研究对于推动预应力技术在桥梁建设领域的进一步应用与发展具有重要的理论和实践意义。

关键词

预应力技术; 道路桥梁; 施工过程; 技术应用; 经济效益

1 引言

预应力技术,作为提高桥梁建设质量和经济效益的重要手段,已逐渐成为道路桥梁施工中的重要工艺。利用预应力技术特点,不仅可以显著提高桥梁的承载能力和耐久性,还能降低材料使用,确保施工安全,然而,此项技术在实际应用过程中,却面临着诸如施工复杂、技术要求高等一系列挑战。因此,透过对多个案例的系统分析和实地调研,将预应力技术在道路桥梁施工中的应用情况做一深入研究,并着手解决在应用过程中出现的问题,是对该研究领域具有重要影响力的重大课题。本文旨在通过对预应力技术的探

究,提出创新和优化的建议,以推动其在桥梁工程中的进一步应用,从而有效提升桥梁工程的整体质量和经济效益。

2 预应力技术在桥梁施工中的概况

2.1 预应力技术简介

预应力技术在桥梁工程中的应用是一种通过预先施加应力以增强结构性能的技术手段,广泛运用于现代桥梁建设领域^[1]。其核心思想是在混凝土或其他建筑材料未受外部荷载作用之前,通过张拉钢筋或钢缆来预先施加一定的压力,弥补混凝土等材料的抗拉强度不足,从而提高整体结构的承载能力和耐久性。

预应力技术主要分为预张拉和后张拉两种形式。预张拉是在预制场地内进行,将高强度钢筋在浇筑混凝土之前进行张拉,随后浇筑混凝土并待其硬化后释放钢筋,使混凝土

【作者简介】曾祥征(1990-),男,中国江苏丰县人,本科,工程师,从事道路交通工程项目管理研究。

承受预应力。后张拉则是在现场施工中进行，铺设未张拉的钢绞线并浇筑混凝土，当混凝土强度达到设计要求后，通过特定装置对钢绞线进行张拉，并施加预定的应力。

预应力技术的施加方式多种多样，具体包括直线预应力和曲线预应力筋。直线预应力筋指预应力钢束沿直线设置，通常用于受拉较均匀的结构中。曲线预应力筋是将钢束布置成一定曲线形状，适用于受力复杂的桥梁结构。在具体施工中，预应力技术通过系统的设计计算和严格的施工管理来确保施加预应力的准确度和均匀性。例如，需要对钢绞线的张拉力进行精确控制，并通过体系化的监测手段确保预应力分布的合理性。预应力材料的选择和施工工艺的掌握也对施工效果有着至关重要的影响。在施工过程中，加强质量监控与检验，确保每一个细节的精准执行，是预应力技术成功应用的关键^[2]。

2.2 预应力技术在道路桥梁工程中的应用概况

预应力技术作为一种先进的桥梁建设方法，显著提高了桥梁结构的整体性能，已在全球范围内的道路桥梁工程中广泛应用。在道路桥梁工程中，该技术能够有效改善结构受力状态，使结构在运营期间更加稳定和安全。预应力技术主要通过施工阶段施加预定的应力，来抵消作业载荷引起的应力，从而减小或消除桥梁结构的拉应力，提高结构的抗拉能力和耐久性。

预应力技术在道路桥梁工程中的应用，涵盖了从小跨度到大跨度桥梁的广泛范围^[3]。对于小跨度桥梁，预应力技术可用于预制梁板和箱梁，通过预应力钢筋或钢绞线的张拉，提高梁板的抗弯、抗剪性能。在中大型跨度桥梁的建设中，通过应用预应力技术，可合理地分配荷载，提高主梁和桥面的抗扭刚度及抗弯性能，进而降低桥墩和基础的内力。

在拱桥、大跨度连续梁桥和斜拉桥等结构中，通过应用预应力技术，不仅可以提高结构的抗疲劳性能，还能有效地减小桥梁自重，优化桥梁的整体受力状况。这种技术的广泛应用，不仅在经济上具有显著的节约效果，还能延长结构的使用寿命，减少后期维护成本。

伴随着信息技术和材料科学的发展，预应力技术在现代桥梁设计与施工中不断进步，如采用新型高强度预应力材料、先进的张拉设备和科学的施工工艺，提高了施工作业精度和效率。这些进展使得预应力技术在道路桥梁工程中的应用变得更加成熟和广泛，进一步推动了桥梁工程的现代化发展。

3 预应力技术的施工过程与效益分析

3.1 预应力技术的具体施工步骤与方法

预应力技术在道路桥梁施工中的具体施工步骤与方法是一个复杂且需要高度精确的过程。施工步骤一般包括以下几个关键环节。

是预应力材料的准备与检验阶段^[4]。预应力钢绞线、

锚具和各种建材需严格按照设计要求采购和检测，以确保其质量符合标准。在材料到场后，需要进行详细的检查和验收，合格后方可用于施工。

钢绞线的布设是施工的重要环节。按照设计图纸，确定预应力钢绞线的铺设位置和形状。布线过程中，应确保钢绞线的张力和位置均匀分布，以避免局部应力集中，从而可能导致结构的局部失效。一般情况下，钢绞线应严格按照施工规范进行弯曲和铺设，并用专门的固定装置进行定位。

在预应力钢绞线布设完毕后，进行张拉作业。张拉设备一般包括千斤顶和张拉机等，施工人员需严格按照设计张拉力进行操作。张拉过程中，需要对每一根钢绞线进行应力监测，并逐根记录张拉数据，确保张拉力均匀分布，避免结构在使用过程中出现裂纹或应力集中问题。

随后是锚固和灌浆工序。锚固作业一般在张拉完成后进行，将钢绞线固定在预定的锚座上。固定后需进行灌浆，填充预留孔道，灌浆材料一般选用强度高、抗渗性能优良的水泥基材料。灌浆过程需严格控制灌浆速度和压力，确保无气泡、空隙存在。

以上施工步骤的每一个环节都需充分重视，确保施工质量和安全性，才能使预应力技术在桥梁建设中发挥最大的效益。

3.2 预应力技术对桥梁承载力与耐久性的影响

预应力技术对桥梁承载力与耐久性的影响显著。通过施加预应力，可以有效减少桥梁构件在使用过程中的拉应力，提高结构的抗剪、抗弯能力，显著提升桥梁的整体承载力。预应力技术在减小结构裂缝方面也具有优势，预应力束的应用可以将混凝土结构中的裂缝控制在微观范围内，避免宏观裂缝的出现，从而延缓混凝土材料的腐蚀进程，增强结构的耐久性。预应力技术通过合理的设计与施工，能够有效减少桥梁构件的截面尺寸，从而减轻自重，这不仅有助于提高桥梁的跨度，还有助于减少地基承载压力，进一步延长桥梁的使用寿命。预应力技术在提升道路桥梁结构性能方面具有不可替代的作用。

3.3 预应力技术在减少材料使用和提升施工安全性方面的贡献

预应力技术在道路桥梁施工中的应用，不仅有效地减少了材料的使用量，还显著提升了施工的安全性。预应力技术通过在混凝土构件中施加预应力，使得构件在使用阶段能够更好地抵抗外部荷载，从而减少了需要使用的混凝土和钢筋量。这种材料减量不仅降低了工程成本，还减少了施工过程中的资源消耗和环境影响。预应力技术在提升施工安全性方面的贡献则体现在其加固结构和减少裂缝的能力上。预应力的引入减少了因荷载或变形导致的裂缝生成，从而提高了桥梁的整体稳定性和安全性^[5]。施工过程中的应力管理和施工控制技术也进一步确保了施工人员的安全，减少了事故发生的可能性。

4 预应力技术的挑战与未来发展方向

4.1 在应用预应力技术过程中遇到的主要挑战和问题

预应力技术虽然在道路桥梁施工中展现出显著的优势,但其应用过程中也面对诸多挑战和问题。施工复杂性是一个显著问题。预应力技术涉及的工序繁多,从预应力筋的张拉、锚固到后期的养护,每一个环节都需要高度精确和严格地操作。如果施工人员在某一环节操作不当,可能导致结构性能未达预期,甚至影响桥梁的整体安全性。

技术要求高也是一个不可忽视的挑战。预应力技术需要施工人员具备较高的专业素质和技术水平,这对人力资源提出了更高的要求。目前在桥梁施工领域,专业技术工人的培训和储备仍显不足。施工团队常常需要长时间的培训和实践经验积累,才能达到预应力施工的标准,这在一定程度上制约了技术的广泛应用。

预应力技术的设备和材料成本较高也构成一大挑战。预应力施工需要使用专用的张拉设备、高强度钢筋等,这些设备和材料的成本显著高于常规桥梁施工。虽然预应力技术在长期使用过程中能减少材料消耗和维护成本,但前期高昂的投入常令一些项目在预算上无法承受,对技术的推广产生了阻碍。

质量控制和检测也是预应力技术应用中的关键问题。预应力施工要求在工序完成后进行准确的质量检测,如张拉力的检测、混凝土的强度测量等,以确保结构的受力状态和整体性能。目前很多检测手段和设备在精准度和普适性上还不够,无法完全满足预应力技术的高标准要求。这些不足可能导致施工过程中出现质量隐患,给桥梁的长久安全埋下隐患。

在技术应用过程中,环境和外界因素的影响不容忽视。预应力桥梁的施工环境通常较为复杂,恶劣的气候条件、复杂的地质环境以及水文条件等,都可能对预应力施工产生重大影响。例如,强烈的温度变化会造成预应力筋的应力变化,进而影响结构的应力分布和承载力。

4.2 通过技术创新和管理优化解决上述挑战的可能方案及其可行性分析

为了应对预应力技术在施工过程中遇到的复杂性和高技术要求的挑战,可以通过技术创新和管理优化来寻求解决方案。技术创新方面,可以引入先进的预应力设备和自动化技术,以减少人工操作的不确定性,提高施工精度。比如,

采用智能张拉设备和自动化测量系统,有助于实时监控和调整预应力施加过程,确保预应力的准确性和一致性。新型材料的研发也能在一定程度上简化施工流程,提高施工效率。比如,高强度、高耐久性的预应力钢材和高性能混凝土的应用,能够减少施工步骤和难度,提高结构的整体性能。

在管理优化方面,应加强施工现场的组织与协调,通过科学的管理模式提高施工效率。一方面,可以通过信息化手段建立施工管理平台,实现施工进度、质量、安全等要素的实时监控和动态管理。另一方面,强化技术培训和操作规程的规范化,提升现场施工人员的技术水平和专业能力,确保施工过程符合设计要求。通过上述措施,预应力技术的应用效率和质量将得到显著提升,有助于克服施工复杂性和高技术要求带来的种种挑战。

5 结语

本研究针对预应力技术在道路桥梁施工中的应用进行了深入研究,发现其在提高桥梁结构整体性能上起到了重大的作用,对于提升桥梁承载力、降低材料使用量、提高工程经济效益等方面都有显著的效果,具有广泛的应用价值和实际意义。然而,该项技术在施工过程中难度较大,技术要求高,需要进一步提高施工技术和完善相关管理。为此,建议通过技术创新和管理优化来进一步推广预应力技术在桥梁施工中的应用,以提高我国道路桥梁工程的整体质量和工程经济效益。本研究为预应力技术在道路桥梁战略施工中的进一步应用提供了理论支撑和研究基础,期待更多的研究者和工程技术人员在本研究的基础上,深入挖掘预应力技术的潜力,推进其在桥梁施工中的广泛应用。

参考文献

- [1] 高志霄.预应力技术在道路桥梁施工应用[J].产城:上半月,2021(06):0118-0118.
- [2] 贾珂.预应力技术在道路桥梁施工的应用[J].中国科技期刊数据库 工业A,2021,(07).
- [3] 潘旭晨.道路桥梁施工预应力技术应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023,(06):0113-0116.
- [4] 张正国.道路桥梁施工中预应力技术的应用[J].新材料·新装饰,2019,1(01):76-76.
- [5] 王贺.道路桥梁施工中预应力技术[J].乡镇企业导报,2020(04):0224-0225.

Research on production fusion evaluation system

Juan Wu¹ Xiangchang Meng² Shaokang Luo¹

1. Yunnan Provincial Transportation Investment and Construction Group Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China
2. Yunnan Yunling Expressway Engineering Consulting Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Transportation and production integration refers to the deep integration and coordinated development between the transportation industry and other industries, such as manufacturing industry, service industry, agriculture, etc., aiming to improve the overall economic and social benefits through resource integration and mutual promotion and interaction. In order to ensure the benign development of production, production and finance, it is necessary to establish a scientific and effective evaluation system. This paper puts forward the basic principles of the construction of evaluation system, and establishes a complete multi-level evaluation system of the integration of transportation and industry, which has a certain guiding role in promoting the development of transportation and production.

Keywords

evaluation system construction; delivery and production integration; evaluation index description

交产融合评价体系研究

吴娟¹ 孟祥昌² 罗少康¹

1. 云南省交通投资建设集团有限公司, 中国·云南 昆明 650000
2. 云南云岭高速公路工程咨询有限公司, 中国·云南 昆明 650000

摘要

交产融合是指交通运输行业与其他产业如制造业、服务业、农业等之间的深度交融与协同发展,旨在通过资源整合和互促互动,提高整体经济效益和社会效益。为了保证交产融合的良好发展有必要建立一套科学有效的评价体系。本文提出了评价体系构建的基本原则,并建立了完整的交通+产业融合的多级评价体系,对促进交产融合发展具有一定的指导作用。

关键词

评价体系构建; 交产融合; 评价指标说明

1 引言

高速公路作为我国现代交通体系的重要组成部分,其建设与运营对区域经济发展、产业结构调整及人民生活水平的提升具有举足轻重的作用。传统的高速公路运营模式已难以满足新时代背景下对高效、绿色、可持续发展的需求^[1],迫切需要探索能带来增量发展的新模式。基于上述背景,结合《交通强国建设纲要》中关于加速新业态、新模式发展的相关要求^[2],交产融合的概念应运而生。交产融合是指交通产业与沿线产业或相关产业之间,通过资源共享、优势互补、协同创新等方式,实现深度的融合与协同发展。这种融合不仅涉及交通基础设施的建设与运营,还包括与交通相关的产业链上下游的延伸与拓展,以及与其他产业的交叉融合。

通过“高速+产业”的融合发展模式,如“高速+物流”“高速+光伏”等,高速公路成为连接生产、加工、销售等各个环节的重要纽带,推动了产业链的延伸和扩展^[3]。同时,高速公路沿线的土地、资源等也得到了更加充分的开发和利用,提升了产业的附加值和竞争力,促进产业深度融合。在高速公路和沿线产业融合发展中,通过高速公路,人流、物流、信息流和资金流得以快速流动,产业活力不断提升,能够有效推动区域经济发展^[4]。

为了提高交产融和发展过程中的管理水平、生产效率、促进业务优化,增强企业和组织的竞争力,有必要建立一套科学有效的评价体系。它可以让人们看到企业或组织现在的状态,并通过对数据的搜集、分析、评估和比较得出一些有理有据的结论,来指导企业或组织的未来发展方向。

2 交产融合评价体系构建

2.1 基本原则

2.1.1 全面性原则

要选择能够描述、评价和分析交通+产业融合的外部

【作者姓名】吴娟(1982-),女,中国云南元阳人,本科,高级工程师,从事高速公路资产管理、高速公路沿线资源盘活开发利用研究。

驱动指标（如政策法律环境、交通便利程度、地区生产总值和行业技术要求等）和内部驱动指标（如企业创新能力、成本水平、盈利能力和服务质量等），这些指标应涵盖交通、经济、社会、环境等多个维度，全面地反映高速公路交通与产业融合的各个方面。

2.1.2 科学性原则

所选取的指标要具有代表性，不繁琐重叠，指标体系应客观实际地反映交产融合的发展态势及其产生的社会经济收益。指标数据应易于获取，指标计算要有迹可循，以确保评价结果的客观真实，降低信息不对称的风险。

2.1.3 定性定量相结合原则

为保证评价结果的可信度和真实性，评价指标的选取应满足定性定量相结合的设计原则。定性评价指标如政策法律环境、地理资源地位等可查阅相关政府文件、文献资料等进行大致了解，也可借助交产融合成功案例的评价作为参考进行评估；定量评价指标如成本水平、相对利润率等可以以行业基准值作为评价标准，对收集到的数据直接量化分析。

2.1.4 简明性原则

评价指标应该突出重点，选择能够有效反映核心目标的指标。指标数量要适中，避免过多的评价指标，建议聚焦于3~5个关键指标，这样既能保证覆盖全面，又可减少信息的复杂性。

2.2 评价指标初选

构建评价指标体系时，首先需要明确评价目标。本文所构建的高速公路交通+产业融合评价指标体系的总目标为“衡量高速公路交通+产业融合发展水平，评价产业发展形势，指导交产融合高质量发展”。

为了达到这一总体目标，本研究针对交产融合发展的核心要素，将评价总目标细化为三个关键准则：市场吸引力、区域经济活力以及业务竞争力。在此基础上，进一步将这些准则拆解为八个具体分目标，包括区位优势、市场优势以体现市场吸引力，用于反映产业的发展环境、整体规模和业务发展状况；区域经济、社会保障和生态效益以反映区域经济活力。其中，区域经济指标用于反映地区经济发展现状，社会保障指标体现社会保障体系对产业发展的支持与保障作

用，生态效益指标用于评估产业的自身环保水平和可持续发展能力；创新能力、经济效益及客户效益则共同构成了业务竞争力的核心组成部分，创新能力指标用于反映产业创新资源、人才投入、成果产出状况及市场竞争力，经济效益指标用于反映产业的盈利和偿债能力，客户效益指标用于反映客户的满意度和忠诚度。通过这样的分解，有助于本研究全面而深入地评估交产融合发展的多维度成效。

2.3 体系构建

基于对高速公路交通+产业融合的发展现状及影响因素的综合考察，选取了合理并同时能反映当地发展特色的评价指标。本部分将以对高速公路交通+产业融合的评价为指引，以市场吸引力、区域经济活力和业务竞争力为核心评价准则，构建包含8项一级指标和36项二级指标的多级评价指标体系。最终确立的高速公路交通+产业融合多级评价指标体系结构如表1所示。此体系旨在通过多维度、多层次的指标设置，为高速公路交通与产业融合发展的综合评估提供坚实支撑。

2.4 权重确定

层次分析法则通过构建层次结构模型，将复杂问题分解为多个组成因素，并基于因素间的相对重要性进行两两比较，最终计算出反映总排序权重的综合指标，该方法将主观判断转化为客观数据，使得分析过程简单量化。本研究构建的评价指标体系具有多层次、多标准和定性因素较多的特点，因此采用层次分析法会更加简易科学，具体操作步骤如下。

2.4.1 建立层次结构

本文按目标层、准则层、指标层三个层面构建评价的层次结构，如图2所示。

2.4.2 构造判断矩阵

组织专家针对体系每一层级的指标进行成对比较，判断它们在实现整体目标中的相对重要性，并根据表2所示的判断矩阵重要性标度进行打分（打分表见附录一），然后将各项得分取几何平均，据此构造判断矩阵。假设层级C中的指标 C_1, C_2, \dots, C_n 等指标针对上一层级中的指标 B_k 两两比较时，若使用相对标度来描述，则可构造如图3的判断矩阵。

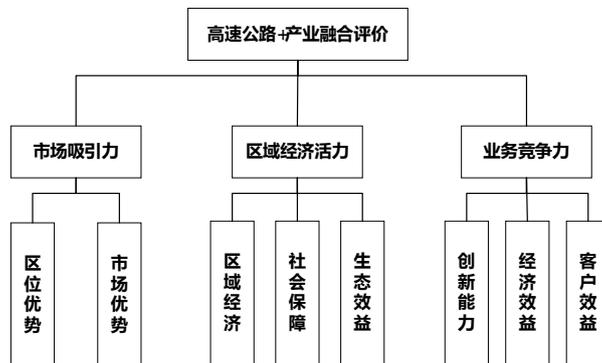


图2 高速公路交通+产业融合评价层次结构

表 2 判断矩阵重要性标度

相对标度	重要性含义
$C_{ij}=1$	元素 i 与元素 j 同等重要
$C_{ij}=3$	元素 i 比元素 j 稍重要
$C_{ij}=5$	元素 i 比元素 j 重要
$C_{ij}=7$	元素 i 比元素 j 明显重要
$C_{ij}=9$	元素 i 比元素 j 重要得多
$C_{ij}=2,4,6,8$	元素 i 与元素 j 重要性介于上述标准之间
$C_{ij} = \frac{1}{n}, n = 1,2,\dots,9$	当且仅当 $C_{ij}=n$

B_k	C_1	C_2	...	C_n
C_1	C_{11}	C_{12}	...	C_{1n}
C_2	C_{21}	C_{22}	...	C_{2n}
...
C_n	C_{n1}	C_{n2}	...	C_{nn}

图 3 判断矩阵形式

所建成的判断矩阵具有以下特点 $C_{ij} > 0; C_{ij} = \frac{1}{C_{ji}}, (i \neq j); C_{ij} = 1, (i = j)$ 。

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{W_i} \quad \text{式 (3)}$$

2.4.3 单层次排序与一致性检验

单层次排序是指针对上一层次某个指标将本层次的所有指标重要性排序的过程。

其中, $(AW)_i$ 表示向量 AW 中的第 i 个指标。

④一致性检验。

在层次分析法中, 计算一致性指标 $C.I.$ 来进行判断矩阵的一致性检验, 计算公式如下。

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \text{式 (4)}$$

①将判断矩阵各行元素求积, 再开 n 次方根。

$$\bar{W}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n C_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad \text{式 (1)}$$

其中, n 为该层次指标个数; $C.I.=0$ 表示判断矩阵完全一致, $C.I.$ 越小表示判断矩阵一致性越好, 反之不一致程度越大。

②将进行归一化处理。

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{W}_j} \quad \text{式 (2)}$$

然后, 根据随机一致性指标 $R.I.$ (取值见表 3) 和 $C.I.$ 计算一致性检验系数 $C.R.$ 。

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad \text{式 (5)}$$

③计算判断矩阵最大特征根。

表 3 随机一致性指标 $R.I.$ 取值表

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R.I.$ 值	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

当 $C.R.<0.1$ 时,表明判断矩阵 A 一致性较为满意;当 $C.R.>0.1$ 时,则需要对判断矩阵 A 进行适当修正,直至其通过一致性检验。

2.4.4 层次总排序

层次总排序是自上而下、逐层计算各个指标对目标层相对重要性的权值。

2.4.5 权重计算结果

邀请 10 位专家根据自身经验填写各级指标重要性打分表,归纳整理后,可得准则层判断矩阵和一级指标判断矩阵。对判断矩阵进行一致性检验,当一致性检验中随机一致性比率 $C.R.<0.1$,满足一致性要求,判断矩阵合理。通过加权算法可以得到高速公路交通+产业融合指标体系的最终权

重系数,这可以反映在高速公路交通+产业融合评价体系中各部分的相对重要性。

3 评价方法

本研究采用 SWOT 分析法和模糊综合评价法对高速公路交通+产业融合进行评价。首先通过 SWOT 分析明确融合发展的战略定位和方向;然后利用模糊综合评价法在已构建的评价体系基础上,对交产融合的实际发展水平进行量化评估;最后根据评估结果制定针对性的改进策略和发展规划。这种定性定量相结合的综合评价方法既考虑了内部和外部环境的复杂性,又实现了评价结果的量化和可比性,为高速公路交通与产业融合发展的科学决策提供了有力支持。

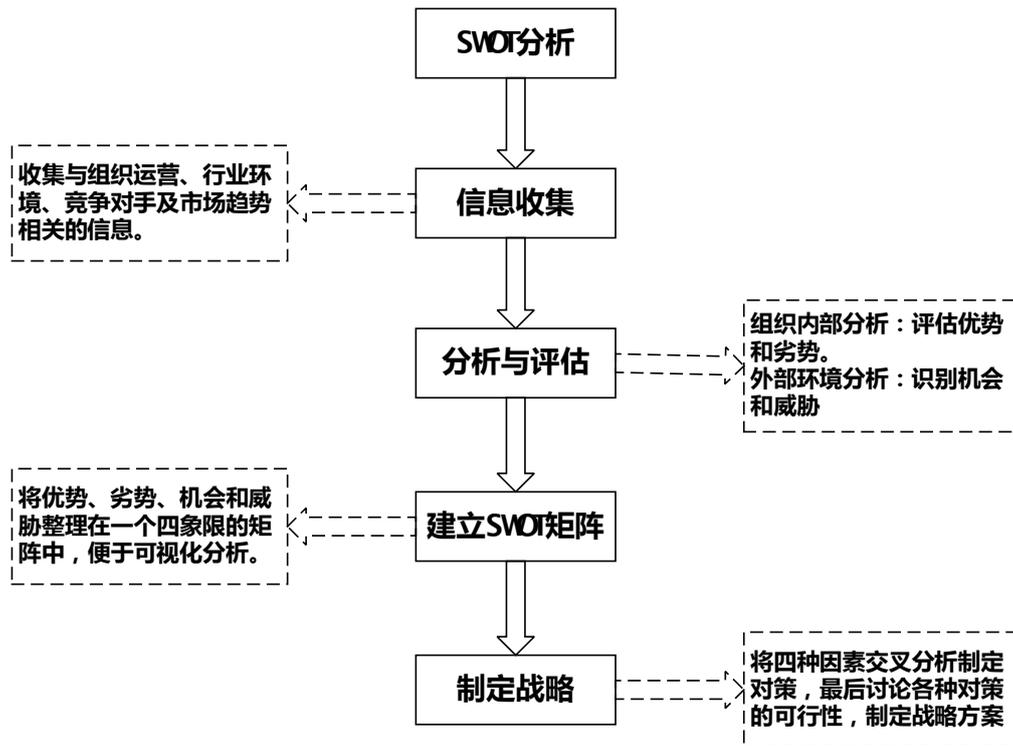


图 4 SWOT 分析法操作步骤

SWOT 模型是一种对企业发展内外部环境进行综合评价,广泛用于企业战略规划和决策制定的分析工具。它可以根据企业内部竞争能力与外部市场环境相结合的结果,帮助企业系统地识别高速公路交通与产业融合过程中的内部优势(S)和劣势(W),以及外部面临的机会(O)和威胁(T),最终采取相应的对策进行匹配。SWOT 模型的优势是将影响企业发展战略的四类因素放置在一张二维表格中,企业内部的优劣势和外部的机会和威胁之间的匹配一目了然,对企业的发展现状提供了一个清晰简洁的概述,我们可以清晰地了解当前融合发展的现状,明确哪些因素促进了融合进程,哪些因素可能构成阻碍,以及未来可能的发展方向 and 潜在风险。通过识别这些领域,有助于企业制定针对性的策略,以最大化利用优势、克服劣势、抓住机遇并应对威胁。

构建指标体系时常会面临各种不确定性和模糊性,诸如指标间的复杂交互影响、评价数据本身的不确定性等,而模糊综合评价法是应对这些挑战的有效工具。一方面,该方法可以巧妙运用模糊数学理论,将原本模糊、难以量化的信息转化为可操作的数学模型,显著提升评价结果的准确性和可靠性;另一方面,它全面地考虑了多个评价因素及其之间的相互关系,通过科学、系统的分析框架,可以为评价体系提供了强有力的支撑。通过模糊综合评价,可以得到对高速公路交通与产业融合的实际效果的量化评估,该方法能够综合考虑多个评价指标,通过构建模糊关系矩阵和进行模糊合成运算,得出一个综合评价值,以全面反映高速公路交通与产业融合的发展状况。模糊综合评价法的基本思路是:首先确定较低级别指标的评价价值,然后逐级提升至较高级别指

标,最终得出综合评价价值,从而获得最终的评价结论。

4 结语

交产融合是指交通运输行业与其他产业如制造业、服务业、农业等之间的深度交融与协同发展,旨在通过资源整合和互促互动,提高整体经济效益和社会效益。为了保证交产融和的良性发展有必要建立一套科学有效的评价体系。本文以高速公路+产业评价体系为目标层,以市场吸引力、区域经济活力和业务竞争力3个指标作为准则层,以区位优势、市场优势、区域经济8项一级指标和36项二级指标作

为指标层,建立了完整的交通+产业融合的多级评价体系。

参考文献

- [1] 王婷婷,常承宗,王龙.路衍经济促进公路交通行业转型升级的影响机制与对策研究[J].综合运输,2024,46(06):68-72.
- [2] 本刊编辑部.交通强国建设纲要[J].铁道技术监督,2019,47(10):1-4.
- [3] 秦璐,葛喜俊.高速公路服务区物流节点布局规划方法及实证研究[J].物流科技,2007(01):12-5.
- [4] 熊平.高速公路路衍经济综合开发四维分析研究[J].物流工程与管理,2020,42(06):127-8+79.

Research on the reliability assessment and predictive maintenance method of commercial vehicle brake system

Jifa Hong Maowei Wu

Jiangling Automobile Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract

This paper explores reliability evaluation and predictive maintenance methods for commercial vehicle braking systems. Initially, it introduces the importance and basic structure of commercial vehicle braking systems. Subsequently, it analyzes several techniques for assessing the reliability of braking systems, including statistical analysis and failure mode analysis. In terms of predictive maintenance, the paper investigates various data-driven and model-driven approaches and their advantages in enhancing system reliability. Finally, the practical implementation strategies and challenges of these methods are discussed, including technological implementation complexity and data acquisition issues. The study demonstrates that integrating advanced predictive maintenance technologies can significantly improve the reliability and safety of commercial vehicle braking systems, helping to reduce maintenance costs and extend equipment lifespan.

Keywords

Commercial vehicles; braking systems; reliability assessment; predictive maintenance; failure mode analysis; data-driven

商用车制动系统可靠性评估及预测性维护方法研究

洪吉发 吴茂伟

江铃汽车股份有限公司, 中国·江西南昌 330000

摘要

本论文探讨了商用车制动系统的可靠性评估和预测性维护方法。首先,介绍了商用车制动系统的重要性和基本构成。接着,详细分析了几种用于评估制动系统可靠性的技术,包括统计分析和故障模式分析等。在预测性维护方面,本文研究了基于数据驱动和模型驱动等多种方法,以及其在提高制动系统可靠性方面的优势。最后,讨论了这些方法的实际应用策略及面临的挑战,包括技术实施难度和数据获取问题。研究表明,结合先进的预测性维护技术可以显著提升商用车制动系统的可靠性和安全性,有助于降低维护成本和延长设备使用寿命。

关键词

商用车; 制动系统; 可靠性评估; 预测性维护; 故障模式分析; 数据驱动

1 引言

在现代物流和运输行业中,商用车扮演着不可或缺的角色。这些车辆从事着长时间、高负荷的运输任务,其安全性直接关系到公共交通的安全和货物的保交付。因此,确保商用车的高效可靠运营成为业界及科研人员共同关注的重点。其中,作为车辆安全核心的制动系统,其可靠性尤为重要。制动系统的突然失效不仅会导致车辆的运行中断,更有可能引发严重的交通事故,造成财产损失和人身伤害。

随着科技的进步,自动化和智能化逐渐渗透到车辆制造和维护领域。传统的定期维护模式逐渐暴露出其不足之

处,特别是在应对不可预见的故障时。因此,如何通过先进的工具和技术手段来提高商用车制动系统的稳定性和安全性,成为一个亟待解决的问题。

2 商用车制动系统概述

2.1 制动系统分类及功能

商用车的制动系统是确保车辆能够安全减速和停下的关键部件。根据驱动介质的不同,商用车制动系统主要分为气压制动系统和液压制动系统。

①气压制动系统:这种系统常见于大型商用车,利用压缩空气传递制动力,具有传递力量大、反应迅速的特点。典型构造包括空气压缩机、储气罐、制动阀和制动气室等。

②液压制动系统:多用于中小型商用车,通过液压油传递制动力。系统组件主要包括制动泵、制动油管、制动钳和刹车片。液压制动系统具有传动平稳、制动力均匀的优势。

两种制动系统均具备减速、停车、防滑等功能,是保

【作者简介】洪吉发(1987-),男,中国江西南昌人,本科,工程师,从事汽车设计、汽车产品研发或者汽车零部件等研究。

障商用车行驶过程中的核心安全系统。

2.2 制动系统的组成部件

商用车的制动系统由多个关键部件组成，各部件合作以实现高效制动：

①制动器：负责将制动信号转化为制动车辆的实际动作，常用形式有碟式制动器和鼓式制动器。

②制动钳及刹车片：通过液压力或气压作用，使刹车片与制动盘或制动鼓产生摩擦，从而实现减速或停车。

③制动液：用于液压制动系统中，传递来自制动踏板的力。其品质、状态直接影响制动效能。

④制动阀和气压：在气压制动系统中，用于生成和调节制动气压。

2.3 当前制动系统存在的问题

尽管现代商用车制动系统的技术已有显著进步，但其可靠性及性能仍面临多方面挑战：

①故障多发：制动系统的频繁使用及复杂环境使其成为故障高发区域，常见问题包括空气泄漏、液压系统漏油、磨损不均等。

②维护难度大：由于商用车运行环境复杂、工作强度大，制动系统的部件容易磨损并且不易检测，增加了维护的难度和成本。

③应急能力不足：在极端情况下，如载荷过重或长时间下坡时，制动系统可能会难以提供足够的制动力，存在安全隐患。

总的来说，商用车制动系统的重要性不言而喻，其可用性与可靠性直接影响车辆的安全和经济性能。因此，对制动系统的深入分析与优化维护至关重要。通过引入先进技术和方法，提升制动系统的可靠性和稳定性，将有效保障商用车运输工作的安全性与效率。

3 制动系统可靠性评估

3.1 可靠性理论基础

制动系统的可靠性评估是确保商用车在运行过程中安全性和性能稳定性的关键一环。可靠性理论为我们提供了评价系统表现的框架。在这一部分，我们将探讨与制动系统可靠性相关的一些基本概念和指标。

可靠性是指产品或系统在规定条件下和规定时间内执行规定功能的能力。其衡量指标中，平均无故障时间(MTBF, Mean Time Between Failures)和故障率最为常用。MTBF反映了系统在两个连续故障间平均能够正常运行的时间，而故障率则是单位时间内发生故障的频率。为了保障商用车的安全运行，高MTBF和低故障率是制动系统设计和维护的重要目标。

3.2 评估方法

可靠性评估方法多种多样，其中包括统计分析、失效模式及影响分析(FMEA)以及可靠性测试与数据收集等。

①统计分析：通过收集和分析大量制动系统的维修和

故障数据，可以识别出常见问题和故障趋势。借助统计软件，可以对数据进行深度挖掘，以预测潜在的故障模式并提高系统的整体可靠性。

②失效模式及影响分析(FMEA)：FMEA是一种系统化的方法，用于识别和分析系统可能出现的潜在故障及其后果。通过对故障模式(如制动器磨损、液压泄漏等)进行分析，可以提前制定预防措施，减少故障发生的可能性及其影响。

③可靠性测试与数据收集：进行实际操作和测试，是评估制动系统可靠性的一种直接方法。可靠性测试通常在实验室中进行，通过模拟各种操作环境测试系统的耐久性和失效点。数据收集则涉及对实地操作过程中出现的故障进行详细记录，为进一步的分析和改进提供基础数据。

4 预测性维护方法

4.1 预测性维护概述

预测性维护是指通过采集设备运行状态数据，利用数据分析技术对设备故障进行预测，从而在设备故障发生之前进行必要的维护。这种方法与传统的周期性维护和事后维护相比，具有更高的效率和更低的维护成本。传统的维护方法通常依赖于预定的维修时间表或在设备故障后进行修复，而预测性维护则通过实时监测设备运行情况，预测可能的故障，实现“预防为主”的维护策略。

4.2 预测性维护技术

4.2.1 传感器技术及数据采集

在预测性维护中，传感器技术起着至关重要的作用。通过安装在商用车制动系统中的各种传感器，可以实时采集数据，包括温度、压力、振动等。这些数据对于评估制动系统的健康状况至关重要。传感器技术的发展使得数据采集更加精准和可靠，为后续数据分析提供了坚实的基础。

4.2.2 机器学习与大数据分析的应用

机器学习和大数据分析技术是预测性维护的核心工具。通过对大量历史数据的分析，机器学习算法能够识别出设备运行规律，预测未来的故障发生。应用机器学习的几种常用算法包括神经网络、支持向量机、随机森林等，这些算法能够处理非线性和复杂的数据集，从而提供准确的故障预测。

4.2.3 远程监控与诊断

远程监控技术使得对商用车制动系统的实时监控成为可能。通过无线通信技术，采集到的运行数据可以实时传输到中央数据库中进行分析和诊断。这种远程监控技术不仅提高了数据分析的效率，还能够实现快速响应，有效减少制动系统的故障停机时间。

4.3 预测模型构建

4.3.1 数据预处理与特征提取

数据预处理是预测模型构建的第一步。通过清洗和转换原始数据，去除噪声和异常值，可以提高模型的精度。特征提取则是从原始数据中提取出有意义的特征，以帮助模型更好地进行预测。

4.3.2 模型选择

预测模型的选择是决定模型性能的关键因素。常用的模型包括决策树、神经网络和随机森林等。决策树易于解释，但可能过拟合；神经网络能够处理复杂的模式，但需要大量数据和计算资源；随机森林作为集成模型，通常能够在精度和稳定性之间达到良好平衡。

4.3.3 模型训练与验证

模型训练是利用历史数据训练预测模型的过程，模型的验证则是评估其在未见过的数据上的表现。通过交叉验证和测试数据集，验证模型的泛化能力和准确性，以确保其能够可靠地预测制动系统的潜在故障。

5 实施策略与挑战

5.1 实施预测性维护的步骤

在商用车制动系统中实施预测性维护需要系统的规划和执行，其主要步骤包括：

①需求分析与规划。首先，需要对商用车制动系统进行需求分析，明确预测性维护的目标。这包括识别关键性能指标，如制动效率、组件磨损以及故障发生率。规划阶段需要整合企业的商业目标和操作流程，确保预测维护策略的实施能提高系统的可靠性并降低维护成本。此外，需评估所需资源，包括人力、技术和财务支持。

②系统集成与部署。在明确需求后，下一步是系统集成，将传感器、数据采集系统与现有的制动系统相结合。成功的集成要求硬件与软件的无缝协作，确保能够实时监测和预警制动系统的状态。部署过程中，应确定数据采集的频率、模型的训练与验证周期，以及维护的具体操作流程。同时，需进行系统测试，以验证系统的功能和可靠性，并根据反馈进行优化。

5.2 实施中可能面临的挑战和对策

即便有详细的实施策略，在实际操作中依然会面临诸多挑战：

①数据隐私与安全。在预测性维护中，收集和分析大量的数据是必不可少的，这也带来了数据隐私和安全的挑战。为了保护数据，企业需要建立健全的数据管理政策，使用先进的加密技术保护数据传输和存储。同时，获得用户的明确同意，并确保信息的使用符合相关法规。对于可能的数据泄露事件，也需要制定快速响应计划。

②技术瓶颈与解决方案。实施过程中可能遇到的技术瓶颈包括传感器可靠性不足、数据传输延迟、模型准确性受限等。为克服这些瓶颈，可采用高精度传感器并优化数据传输网络。在建模方面，需不断优化算法，提升故障预测的准确性。同时，引入人工智能技术以增强模型的自我学习能力，从而改善预测准确性和系统适应性。此外，培训技术人员，提高其对新技术的接受度和适应能力，也是解决技术难题的重要策略之一。

通过以上策略的有效实施以及对潜在挑战的积极应对，

可以显著提高商用车制动系统的维护效率和可靠性。

6 结语

本研究详细探讨了商用车制动系统可靠性评价及预测性维护方法的重要性。随着交通运输行业的不断发展，车辆的安全性能直接关系到乘客和货物的安全。其中，制动系统作为核心安全部件，其可靠性直接影响车辆的整体安全性能。因此，通过提高制动系统的可靠性，可以有效减少故障发生的概率，降低维护成本，提高车辆的使用稳定性。在本研究中，我们从可靠性分析、故障预测、维护策略优化等方面进行了深入研究，提出了系统化的解决方案。这不仅能够帮助维护人员更好地掌握系统状态，还能通过预测性维护策略的实施，提前预知系统可能的故障点，从而在问题出现之前采取相应措施，大大减少突发故障带来的风险。

随着科技的进步，新技术在商用车制动系统的可靠性评估与维护中将扮演日益重要的角色。物联网（IoT）技术的发展使得实时监控和数据采集变得更加高效。通过传感器网络可以实现对制动系统实时状态的追踪与数据分析，为预测模型提供准确的数据支撑。此外，人工智能（AI）在大数据分析中的应用可以提高故障预测的准确性和维护策略的合理性。

未来，跨领域的合作和标准化发展也将成为趋势。交通领域的复杂性决定了单一学科的研究难以全面解决制动系统的所有问题。因此，需加强机械工程、材料科学、计算机科学等多学科的交叉融合，促进可靠性评估和预测性维护技术的发展。同时，行业标准的统一与规范化可以推动技术成果的广泛应用，确保新技术的安全性和适应性，为交通运输行业的持续发展提供强有力的技术保障。

参考文献

- [1] 变环境试验下车辆可靠性增长评估方法研究. 徐泽宇.南京林业大学,2022
- [2] 高炉炼铁工序能效评估软件实现. 吕仓.冶金自动化研究设计院,2018
- [3] 城市道路建设工程生命周期评估软件的研究及应用. 冯述青.复旦大学,2014
- [4] 组网雷达系统性能评估软件的设计与实现. 何凯鸽.西安电子科技大学,2021
- [5] 既有建筑可靠性评估理论及系统软件开发研究. 熊博文.长沙理工大学,2015
- [6] 基于失效数据的软件可靠性评估及分析工具的实现. 姚珍.电子科技大学,2007
- [7] 电网运行可靠性评估分布式算法研究及软件实现. 杨飞虎.合肥工业大学,2006
- [8] 基于云模型的可靠性评估方法及软件开发. 陈景龙.哈尔滨工业大学,2014
- [9] 基于试验技术的发动机可靠性评估. 潘高平.江西理工大学,2016
- [10] 雷电风险评估软件的设计及实现. 李海雷.山东大学,2013

Study on preventive maintenance strategy in highway maintenance management

Runfeng Wang

Xinjiang Trading and Maintenance Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

As an important part of national infrastructure, the good maintenance and management of highway is of great significance to ensuring traffic safety and promoting economic development. Traditional road maintenance management often focuses on post-repair and lacks effective preventive maintenance strategies. In recent years, with the continuous progress of technology, preventive maintenance has become the innovation direction of highway maintenance and management. Starting from the concept of preventive maintenance, this paper analyzes its application status and problems in highway maintenance management, and discusses the strategies to improve the efficiency of highway maintenance management combined with modern technology. Research shows that implementing preventive maintenance not only can prolong highway service life and reduce maintenance costs, but also can effectively improve highway traffic safety. In the end, the paper proposes that the future road maintenance management should combine big data, Internet of Things and artificial intelligence technology to promote the comprehensive application of preventive maintenance strategies.

Keywords

highway maintenance; preventive maintenance; strategy; management; technology application

公路养护管理中的预防性维护策略研究

王润枫

新疆交投养护集团有限责任公司，中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

公路作为国家基础设施的重要组成部分，其良好的养护管理对于确保交通安全和促进经济发展具有重要意义。传统的公路养护管理往往以事后修复为主，缺乏有效的预防性维护策略。近年来，随着技术的不断进步，预防性维护已成为公路养护管理的创新方向。本文从预防性维护的概念出发，分析其在公路养护管理中的应用现状与问题，结合现代技术手段，探讨提升公路养护管理效率的策略。研究表明，实施预防性维护不仅能够延长公路使用寿命，降低养护成本，还能够有效提升公路交通安全性。文章最后提出，未来公路养护管理应结合大数据、物联网和人工智能技术，推动预防性维护策略的全面应用。

关键词

公路养护；预防性维护；策略；管理；技术应用

1 引言

公路是现代交通系统的重要基础设施，它连接了不同地区，促进了人员和物资的流动，推动了社会经济的快速发展。然而，随着公路使用年限的增长，公路的老化、损坏以及交通流量的增加，都对公路的安全性和通行能力造成了严峻挑战。为应对这一问题，公路养护管理必须不断提升其效率和科学性。

传统的公路养护管理方式多为事后修复型，即在公路发生损坏或出现安全隐患后，才进行修复或维护。这种方式不仅成本高，而且修复周期长，常常影响交通通行，导致社

会经济损失。近年来，随着技术的发展，越来越多的国家和地区开始探索和应用预防性维护策略，试图通过科学的养护管理手段，在公路问题发生之前进行干预，延长公路的使用寿命，提高其通行能力。

本文将从预防性维护的概念入手，分析其在公路养护管理中的应用现状与存在的问题，结合大数据、物联网等现代技术，提出创新的公路养护预防性维护策略。通过对这些策略的深入研究，旨在为公路养护管理提供新的思路和实践方案，以实现更高效、低成本的公路维护。

2 预防性维护的理论基础与概念

2.1 预防性维护的定义

预防性维护（Preventive Maintenance, PM）是指在公路设施出现问题之前，通过定期检查、监测和预测，采取措施

【作者简介】王润枫（1979-），男，中国江苏人，本科，高级工程师，从事公路工程研究。

防止设备或设施的故障，避免其功能退化。相对于传统的事后维护，预防性维护能够显著降低修复成本，提高设备的可用性和寿命。对于公路养护管理来说，预防性维护主要指的是通过科学的监测手段，对公路的各种基础设施进行定期检查、修复和保养，从而避免公路的严重损坏。

2.2 预防性维护的实施原理

预防性维护的实施主要基于设备、道路和环境的健康监测。通过对公路的使用情况、交通流量、气候变化等因素的全面分析，结合实际的数据反馈，制定科学合理的维护计划。预防性维护的核心在于对潜在问题的提前发现和干预。例如，通过对路面裂缝、沉降、磨损等问题的及时监测，能够在问题扩展前采取相应的维护措施，从而避免大规模修复所带来的高昂成本 [1]。

2.3 预防性维护的主要特点

与传统的维护模式相比，预防性维护具有明显的优势。首先，它能够减少突发性故障和事故的发生，保障交通安全。其次，预防性维护有助于延长公路设施的使用寿命，降低长期养护成本。最后，通过定期的检查和监测，能够及时发现并解决潜在问题，提高养护工作的效率。

3 公路养护管理现状及存在的问题

3.1 传统养护管理模式的局限性

公路养护管理的传统模式主要依赖人工检查和事后修复。这种模式的局限性主要体现在以下几个方面：首先，传统的养护模式反应时间较长，往往是在公路设施出现明显问题后才进行修复，导致修复成本较高，且修复时间较长，影响了交通安全和通行效率。其次，传统养护计划的制定缺乏科学性和针对性。养护活动多依赖经验和定期检查，往往无法根据道路的实际使用情况和损害程度进行个性化干预，造成资源浪费和不必要的施工。此外，传统养护模式缺乏对养护效果的量化评估，难以形成长期有效的养护管理机制。没有系统的数据支持，难以评估养护效果的持久性与质量，进一步影响了养护决策的优化。随着科技的进步，传统模式的弊端愈发显现，推动了以预防性维护为主的养护新模式的出现。

3.2 预防性维护在公路养护中的应用现状

随着信息技术的进步，越来越多的公路管理部门开始尝试引入预防性维护理念。这种理念的核心是在问题发生之前通过持续监测与数据分析，主动识别潜在的养护需求并采取预防性措施。然而，由于技术水平、资金投入等因素的限制，预防性维护在公路养护中的应用仍处于起步阶段。在一些大规模的公路项目中，已经开始通过路面监测系统、传感器网络等技术手段，收集路面状况、交通流量、环境温度等数据，为养护决策提供支持。这些数据能够帮助管理部门对路面损坏进行预警，并安排及时的养护措施。尽管如此，整体应用范围和效果仍有限，许多地方由于缺乏足够的技术支持

和资金投入，尚未完全实现全程监控和智能决策。数据收集和分析能力的不足，也限制了预防性维护的全面推进 [2]。

3.3 现有问题的解决难点

虽然预防性维护在部分公路养护中已经取得了一定成效，但仍面临许多问题和挑战。首先，缺乏有效的数据支持和技术手段，导致养护决策难以基于真实数据进行，影响了决策的科学性。例如，部分地区依赖人工检查和传统设备，缺乏实时数据采集系统，无法及时发现路面潜在问题，从而延误了维护时机。其次，技术投入和人才培养等方面存在较大挑战。由于预算限制和技术人才匮乏，许多地方难以实现全面数字化养护，特别是在小型地方或交通量较少的路段，数字化技术的应用往往受到经济效益的制约。此外，养护管理的标准化程度不高，各地在实施预防性维护时缺乏统一的规范和流程，导致维护效果的不稳定。例如，不同地区的养护流程不同，某些地方未能按照统一的标准进行数据采集和分析，使得维护工作的协调性和统一性受到影响。这些问题的解决亟待通过政策支持、技术创新和人员培训等手段逐步改善。

4 预防性维护的创新策略

4.1 大数据与智能化养护管理

大数据技术的发展为公路养护管理提供了新的机遇。通过对历史数据的积累和分析，公路养护部门可以提前识别潜在的养护需求，并预测未来的养护趋势。具体来说，大数据可以帮助分析不同路段的使用频率、损坏情况、气候条件等因素，建立起更为精确的养护模型。此外，结合智能化技术，如物联网、传感器等，可以实时监控公路设施的使用情况，及时发现问题并采取预防性措施。例如，通过对路面温度、湿度、沉降等数据的实时采集，结合人工智能算法进行分析，可以预测出可能发生的路面破损区域，从而提前进行修复。通过数据分析，公路养护管理部门能够优化资源配置，制定出科学、精准的养护计划，不仅提升了管理效率，还降低了维护成本。大数据的应用不仅为传统养护管理方式注入了新的活力，更为实现智能化养护管理提供了技术支撑 [3]。

4.2 智能监控与物联网技术的应用

物联网技术通过传感器和网络将公路设施与管理系统连接，能够实时采集公路的各类数据，包括路面状况、交通流量、气候变化等。这些数据为制定科学的养护计划提供了可靠依据。通过智能监控系统，管理部门可以远程监控公路设施的状况，及时发现潜在的安全隐患，并采取有效的干预措施，从而实现早预警、早干预。通过传感器布设在公路的各个关键节点，可以实时监测路面温度、湿度、压力等变化，准确把握路段的健康状况。此外，基于物联网的智能监控系统能够对交通流量进行分析，进而合理预测路段的使用强度，提前采取适当的养护措施。这些监测数据不仅为日常养护工作提供了技术依据，还能够帮助管理部门进行科学的养

护资源配置,避免盲目性和浪费,进一步提升养护效率。

4.3 综合决策支持系统的构建

在预防性维护中,科学决策至关重要。构建一套完善的决策支持系统,可以帮助公路养护管理人员根据实际数据和预设模型,科学制定养护计划。系统应具备数据采集、信息分析、决策建议等功能,能够根据公路的实际状况,提出针对性的维护方案。例如,系统可以根据路面的实际损伤情况、交通流量、气候因素等数据,为养护人员提供不同类型的维护建议,明确不同道路的优先级,确保资源的合理分配。此外,该系统还具有动态调整功能,能够根据实时数据的变化,灵活调整养护计划,提高维护效果。例如,系统可以根据雨季或冬季天气变化预测养护需求,从而提前采取应对措施,减少路面破损或交通事故的发生。通过集成数据分析、智能决策和动态调整,综合决策支持系统不仅提高了养护管理的科学性和精细化水平,也为公路养护的可持续发展提供了有力保障[4]。

5 预防性维护的挑战与对策

5.1 资金投入与技术支持的挑战

尽管预防性维护具有显著的长远效益,但初期的技术投入和资金支持仍然是其推广的主要障碍。公路养护管理体系的转型,尤其是从传统的事后修复向预防性维护的转变,需要大规模的技术投入。除了购买高端设备和软件平台,初期的培训、技术开发以及后期的维护支持也需要大量的资金投入。为此,政府应加大对公路养护的资金支持,尤其是在初期阶段,同时鼓励社会资本参与公路建设和养护。此外,政府可通过政策扶持,激励技术企业加大创新力度,推动更为经济高效的技术产品进入市场,降低公路养护部门的技术应用成本,提升其整体运营效益。通过这些举措,预防性维护可以逐步克服高投入问题,实现长远的养护效益。

5.2 技术人才的短缺与培训问题

预防性维护的顺利实施离不开技术人才的支持。当前,公路养护领域的技术人才相对匮乏,尤其是在智能化、信息化技术方面,相关人才的培养迫在眉睫。随着技术的快速发展,现有的养护技术人员面临巨大的知识更新压力,传统的技能和管理理念已无法满足现代化养护管理的需求。因此,政府和教育机构应加强与行业的合作,提供针对性的课程与培训,培养更多具备实践能力的技术人才。同时,公路养护管理部门也应定期组织技术培训,提升现有工作人员的技术

水平和信息化应用能力,特别是对大数据、人工智能、物联网等前沿技术的培训。通过这些措施,公路养护管理部门能够建设一支专业化、高素质的技术人才队伍,保障预防性维护的顺利实施。

5.3 标准化与数据共享的难题

不同地区和单位的公路养护管理水平存在差异,导致预防性维护的标准化实施面临挑战。一方面,不同地方的养护流程和标准不统一,导致工作效率低下,难以形成规模效益。另一方面,由于缺乏统一的技术规范和管理模式,跨地区、跨部门的协作难度较大。为了提高维护效果,公路养护管理部门应推动行业标准的统一,建立规范化的养护流程。这不仅有助于提升整体效率,还能保证各地区养护工作的质量一致性。此外,跨地区和跨部门的数据共享平台应尽早建立,推动信息的互通互联。这一平台的建设将使得公路养护管理更加科学化、精细化,同时也为决策者提供更多的依据,从而提高公共资源的利用效率。通过技术和标准化的推动,预防性维护的实施能够取得更好的效果。

6 结语

随着技术的不断进步,预防性维护在公路养护管理中的应用前景广阔。通过大数据、物联网、人工智能等技术的深度应用,公路养护管理不仅能够提高工作效率,还能降低养护成本,延长公路使用寿命,确保交通安全。然而,要全面实现预防性维护的目标,还需要克服资金、技术、人才等多方面的挑战。政府应加大政策支持,推动技术创新和信息共享,以促进整个行业的智能化发展。未来,公路养护管理应紧跟技术发展潮流,推动管理模式创新,以实现公路设施的可持续发展。同时,应注重提升从业人员的专业素质和技能水平,确保预防性维护战略的成功实施。只有通过全面的技术支持和体制创新,才能实现公路养护管理的高效、智能化发展,为社会经济的稳定运行提供有力保障。

参考文献

- [1] 王茂健.公路养护施工质量管理中存在的问题与解决对策[J].运输经理世界,2024,(21):139-141.
- [2] 程晓凯.TJ高速公路公司隧道养护成本控制研究[D].桂林电子科技大学,2022.
- [3] 王鹏.高速公路机电设备的养护与维修管理研究[J].黑龙江科学,2020,11(08):112-113.
- [4] 乔贵.基于费用分配的高速公路沥青路面中长期养护决策研究[D].重庆交通大学,2017.

Study on the optimization model of operation efficiency and quality of pneumatic welded rail car

Shengwen Li

Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Yuanping Branch, Xinzhou, Shanxi, 034200, China

Abstract

This study focuses on the operation efficiency and quality of air-pressure welded rail vehicles in railway construction. By analyzing the shortcomings of the traditional operation mode, the mathematical modeling method is adopted to optimize the operation process and build a systematic optimization model. On this basis, the quality evaluation system is developed combined with machine learning technology, and the key influencing factors in the welding process are quantitatively analyzed and dynamically adjusted. The results show that the optimized operation mode significantly improves the welding efficiency in the actual engineering, the welding quality is effectively guaranteed, the construction period is significantly shortened, and the waste of resources is significantly controlled. The application case of the model further verifies the practical feasibility and effectiveness, and provides an important reference for the efficient rail welding operation in the railway line construction. This study is innovative in the combination of theory and practice, and has far-reaching significance for the improvement of railway construction technology and the optimization of construction management.

Keywords

pneumatic welded rail car; operation efficiency; welding quality

气压焊轨车作业效率与质量的优化模型研究

李胜文

朔黄铁路发展有限责任公司原平分公司, 中国·山西 忻州 034200

摘要

本研究围绕铁路建设中气压焊轨车作业效率与质量问题展开深入探讨。通过分析传统作业模式的不足, 采用数学建模方法优化作业流程, 构建了系统化的优化模型。在此基础上, 结合机器学习技术开发质量评估体系, 对焊接过程中的关键影响因素进行量化分析和动态调整。研究结果表明, 优化后的作业模式在实际工程中显著提高了焊接效率, 焊接质量得到了有效保障, 同时施工工期明显缩短, 资源浪费得到显著控制。模型的应用案例进一步验证了其实际可行性与有效性, 为铁路线路施工中的高效焊轨作业提供了重要参考。本研究在理论与实践结合方面具有创新性, 对铁路建设技术改进和施工管理优化具有深远意义。

关键词

气压焊轨车; 作业效率; 焊接质量

1 引言

铁路建设规模不断扩大使气压焊轨施工技术面临更高要求。传统作业方式在效率与质量控制方面显现诸多不足, 需要创新工艺流程与管理模式。本研究从工程实践出发, 运用数学建模与人工智能技术, 探索建立一套科学合理的优化方案, 以期提升气压焊轨施工水平提供技术支撑。

2 气压焊轨车作业效率与质量的现状分析

2.1 国内外研究现状

国外铁路发达国家在气压焊接技术方面积累丰富经验。

德国研发的数字化焊接控制系统实现工艺参数实时监控与自动调节。日本开发智能化焊轨设备, 采用机器视觉技术进行焊缝检测。国内气压焊轨技术起步较晚, 近年来通过引进消化吸收国外先进技术, 在装备制造与工艺改进方面取得显著进展。中国铁建、中铁工程装备研究院等单位开发新型焊轨设备, 推动焊接工艺向智能化方向发展^[1]。

2.2 作业效率问题

2.2.1 时间延误的原因分析

气压焊轨作业中时间延误主要源于以下方面: 设备准备时间过长, 每次作业前需要进行复杂的调试与校准。轨温测量与控制耗时较多, 需要反复确认达到焊接要求。焊接操作人员技术水平参差不齐导致操作效率低下。工序衔接不紧凑造成等待浪费。天气因素影响作业进度, 雨雪天气无法施

【作者简介】李胜文(1975-), 男, 中国山西忻州人, 高级技师, 从事大型气压焊轨车气压焊发展研究。

工。这些问题导致工期延长并增加施工成本。

2.2.2 浪费资源与作业效率低下

资源浪费主要表现在人力资源配置不合理，人员闲置现象严重。设备利用率低下，经常处于待机状态。材料准备不充分造成重复采购。能源消耗控制不当，电力与燃料使用效率低。工艺用水循环利用率低，造成水资源浪费。这些问题增加施工成本并降低企业效益。

2.3 焊接质量问题

2.3.1 焊接接头的缺陷类型

气压焊接头常见缺陷包括：焊缝偏移导致轨道中心线偏差。焊接温度控制不当造成金属组织异常。接头处硬度不均匀引起应力集中。表面气孔与夹渣影响外观质量。焊缝处出现裂纹威胁运行安全。这些缺陷降低焊接强度并缩短使用寿命。

2.3.2 质量控制中的难点

焊接质量控制面临诸多挑战：焊接工艺参数难以精确控制，温度与压力波动影响稳定性。环境因素干扰较大，风速与气温变化影响焊接效果。检测手段单一，无法及时发现内部缺陷。质量评估标准不统一，缺乏科学量化指标。人为因素影响显著，操作人员经验差异导致质量波动^[2]。

3 优化模型的构建

3.1 优化目标的确定

3.1.1 提高作业效率

铁路建设工程中气压焊轨车作业效率关系到整体施工进度。当前气压焊轨施工面临工序衔接不紧凑而造成时间浪费的问题。工序之间等待时间过长导致设备闲置浪费。因此优化目标首要确定为缩短施工等待时间进而提升作业效率。可通过观察施工现场发现诸多影响效率的因素需要统筹考虑。其中设备调试与维护占用大量时间需要建立科学的设备管理制度。工人技能水平参差不齐也影响施工进度需要加强培训提高整体素质。材料供应不及时同样导致效率下降应当优化供应链管理。此外施工现场环境因素如天气变化也会影响施工进度。根据这些实际情况确定提高作业效率应当从工序优化与资源调配两个方面入手。

3.1.2 提升焊接质量

焊接质量直接决定铁路运营安全性与轨道使用寿命，目前焊接质量控制过程中存在操作标准执行不到位的问题。施工人员对工艺参数把控不够严格导致焊缝质量波动较大。因此优化目标需要着重考虑焊接工艺参数的精确控制。焊接过程中温度控制精度不足会影响金属组织形成。压力控制不当则可能造成焊缝缺陷。焊接区域保护不到位容易引入杂质影响焊缝性能。针对这些问题需要建立完整的质量控制体系。从原材料检验到焊后检测形成闭环管理保证每道工序质量达标。通过工艺参数优化与操作标准化来稳定提升焊接质量^[3]。

3.2 数学模型的建立

3.2.1 影响因素的量化分析

建立优化模型首先需要确定关键影响因素并进行量化分析。通过现场调研发现影响气压焊接效率与质量的主要因素包括环境温度预压力焊接压力升温速率与冷却速率。环境温度会影响金属预热时间与冷却过程。预压力决定钢轨端部接触状态对焊缝成形质量有重要影响。焊接压力则直接决定焊缝成形效果与强度。升温速率影响焊接区域金属组织演变。冷却速率则关系到焊缝最终性能。

这些因素之间存在着复杂的相互作用关系，环境温度与预压力共同影响预热效果。焊接压力与升温速率决定焊缝成形质量。升温速率与冷却速率则共同影响金属组织。通过实验数据分析可建立这些参数之间的关联关系。以温度与压力为例两者呈现正相关关系。随着温度升高需要适当增加压力来保证焊缝质量。这种关系可用简单的线性方程表达从而为后续优化提供依据。

3.2.2 作业流程的优化模型

气压焊轨作业流程涉及多个工序需要合理安排工序顺序与时间。整个焊接过程主要包括轨位测量端部打磨预热施压保压打磨检测等工序。这些工序之间存在严格的先后顺序关系同时部分工序可以交叉进行。因此可建立基于工序时间的简单线性规划模型。模型的目标是最小化总作业时间同时确保工序之间的合理衔接。在模型中每道工序的时间作为变量。工序之间的时间间隔作为约束条件。例如预热工序完成后需要立即进行施压因此两道工序之间间隔应当最小。而打磨工序则需要等待焊缝冷却到合适温度才能进行。通过设定合理的时间约束确保工序安排既保证质量又提高效率。同时考虑到现场可能发生的各种突发情况模型中还应当预留一定的机动时间。

3.2.3 焊接质量的评估模型

焊接质量评估需要考虑多个指标建立综合评价体系。主要评估指标包括焊缝外观探伤结果硬度分布与金相组织。这些指标反映焊接质量的不同方面需要统筹考虑。焊缝外观能直观反映焊接质量但无法评价内部缺陷。探伤结果可以发现内部缺陷。硬度分布反映焊接区域性能均匀性。金相组织则体现焊接工艺参数的合理性。针对这些指标可以建立简单的加权评分模型。对每个指标按照其重要程度赋予不同权重。焊缝外观虽然重要但权重可以相对较低因为其主要影响美观性。探伤结果则需要较高权重因为内部缺陷直接影响使用安全。硬度分布与金相组织同样重要因为这关系到焊缝的长期使用性能。通过合理设置权重确保评估结果能够全面反映焊接质量^[4]。

3.3 优化方法的选择

3.3.1 线性规划与非线性规划

针对作业流程优化可以采用简单的线性规划方法。线性规划模型容易理解且求解方便适合现场应用。模型的目标

函数为最小化总作业时间。约束条件包括工序时间限制工序间隔要求以及资源限制。例如每道工序都有最短完成时间的要求这构成了时间约束。工序之间的衔接要求形成了间隔约束。现场设备与人员数量则构成了资源约束。而对于一些非线性特征明显的优化问题如温度场优化则需要采用非线性规划方法。温度与时间压力等参数之间往往存在非线性关系。这时可以采用二次规划方法进行求解。通过建立温度与其他参数之间的二次函数关系来描述实际工况。虽然计算相对复杂但能更准确地反映参数之间的关系。

3.3.2 遗传算法与模拟退火

针对作业流程优化可以采用简单的线性规划方法。线性规划模型容易理解且求解方便适合现场应用。模型的目标函数为最小化总作业时间。约束条件包括工序时间限制工序间隔要求以及资源限制。例如每道工序都有最短完成时间的要求这构成了时间约束。工序之间的衔接要求形成了间隔约束。现场设备与人员数量则构成了资源约束。对于一些非线性特征明显的优化问题如温度场优化则需要采用非线性规划方法。温度与时间压力等参数之间往往存在非线性关系。这时可采用二次规划方法进行求解。可利用建立温度与其他参数之间的二次函数关系来描述实际工况。虽然计算相对复杂但能更准确地反映参数之间的关系。

3.3.3 数据驱动模型

随着计算机技术发展数据驱动的优化方法变得越来越重要。通过收集分析历史生产数据可以建立简单的预测模型。模型输入为工艺参数输出为预测的质量指标。这种方法不需要复杂的理论推导直接利用实际数据进行优化。最简单的方法是建立基于历史数据的回归模型。通过分析工艺参数与质量指标之间的关系建立数学表达式。这种模型容易理解且计算简单适合现场应用。随着数据积累模型精度会不断提高。同时还可以根据新的数据及时更新模型保持其实用性。

根据对一些施工过程中的数据分析,焊缝平直度的合格率达到98%以上,这一数据显著高于传统焊接方法的

90%。平均每个接头的焊接时间为25分钟,相较于传统方法缩短了15%的时间,进一步提高了整体的施工效率。通过该次施工实践,施工团队积累了丰富的经验,包括对气压焊轨车的定期维护,保证设备处于良好状态以减少故障率;加强操作人员的技术培训,来提升其技能水平保证焊接质量与作业效率;并根据现场情况灵活调整施工工艺,进一步保证焊接质量。^[4]

综上所述,GPW-1200型气压焊轨机在大准铁路换轨施工中的表现可圈可点。通过优化施工模式和加强管理,该设备显著提升了焊接质量与作业效率,为铁路建设提供了强有力的支持。这一成功案例充分说明了现代化设备与科学管理模式在铁路施工中不可或缺的重要性。

4 结语

本研究通过构建气压焊轨车作业效率与质量的优化模型,结合数学建模与数据分析,提出了针对性的优化方案。优化后的作业模式不仅有效提高了焊接效率,缩短了施工时间,还显著提升了焊接质量,确保了铁路的运行安全性。通过实际工程的应用验证,优化方案取得了显著成效,展示了智能化技术在铁路建设中的巨大潜力。随着铁路建设需求的不断增长,进一步优化气压焊轨车作业流程及质量控制方法,将为提升整体施工效率和降低成本提供持续的技术支持,对推动铁路施工技术的进步具有重要意义。

参考文献

- [1] 史正鹰.自行式气压焊轨车在换铺无缝线路大修施工的应用研究[D].兰州交通大学,2019.
- [2] 刘岩.气压焊轨车现场施工模式及应用研究[J].科技资讯,2019,17(21):37-38.
- [3] 孟维刚.气压焊轨车在大列换枕后焊复施工工艺及组织研究[J].上海铁道科技,2018,(03):153-154.
- [4] 李正浩.气压焊轨车现场施工模式及应用研究[D].西南交通大学,2017.

Research on the improvement strategy of expressway tunnel safety management level and emergency response ability

Xijun Ma

China Railway 12th Bureau Group Municipal Engineering Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730000, China

Abstract

With the accelerating speed of social and economic development today, the construction scale of highway engineering is also getting bigger and bigger. In the process of highway construction, tunnel construction belongs to underground excavation project, the construction site is narrow, the construction personnel is concentrated, and is easy to be affected by hydrogeological conditions and other unforeseen factors, the frequency of construction safety accidents is very high. It is of great significance to strengthen the safety management and emergency disposal in the process of expressway tunnel construction and reduce the occurrence of various construction safety accidents. Based on this, this paper focuses on the construction engineering case of Baiyashan tunnel, and analyzes the expressway tunnel safety management level and the improvement strategy of emergency response ability in detail.

Keywords

highway; tunnel construction; safety management; emergency response

高速公路隧道安全管理水平与应急处置能力提升策略研究

马喜军

中铁十二局集团市政工程有限公司, 中国·甘肃·兰州 730000

摘要

在社会经济发展速度不断加快的今天, 高速公路工程的施工规模也越来越大。在高速公路工程施工过程中, 隧道施工属于地下暗挖工程, 施工场地狭窄、施工人员集中, 且容易受到水文地质条件及其他不可预见因素的影响, 施工安全事故的发生频率非常高。加强高速公路隧道施工过程中的安全管理和应急处置, 减少各种施工安全事故的发生, 具有十分重要的意义。基于此, 本文重点结合白崖山隧道施工工程案例, 针对高速公路隧道安全管理水平与应急处置能力提升策略进行了详细的分析。

关键词

高速公路; 隧道施工; 安全管理; 应急处置

1 引言

隧道施工是高速公路工程施工中非常重要的组成部分, 具有施工难度大、施工场地小、施工人员集中、施工风险高等特点, 发生施工安全事故的概率非常高。并且, 一旦发生施工安全事故, 不仅会影响高速公路工程进度的正常推进, 还会对现场施工人员的生命安全产生威胁, 使施工单位遭受巨大的经济损失。所以, 必须对高速公路隧道施工安全管理工作的开展予以高度的重视, 持续提高隧道安全管理水平和应急处置能力。

2 白崖山隧道施工工程概况

白崖山隧道位于临潭县羊永镇它哇村-卓尼县咯尔钦

镇坡岔村段, 隧道进出口附近有 S306 省道通过, 交通较便利。根据《公路工程技术标准》JTG B01-2014 和《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》JTG 3370.1-2018 的规定, 该隧道按左、右线分离式设计, 间距约 37m。双向四车道, 设计行车速度 80km/h。隧道进口桩号 K71+900, 出口桩号 K75+580, 全长 3680m 属特长隧道, 围岩级别为 IV、V 级, 工程地质隧道进出口主要为粉质黏土, 褐红夹褐灰色, 硬塑, 土质不均, 进口段发育 HP24 它哇 1 号滑坡体, 该滑坡为黄土泥岩混合推移式老滑坡, 需要采取清除部分挖方设置抗滑桩或其他措施进行治理; 隧道洞身段主要为强风化、中风化、弱风化泥岩, 褐红色, 泥质胶结, 遇水易软化。洞口段采用明挖法施工, 洞身采用暗挖施工, 开挖地质揭示与设计图纸地质岩性基本相符且无水。图 1 为白崖山隧道内轮廓。

【作者简介】马喜军(1982-), 男, 中国陕西榆林人, 本科, 工程师, 从事建筑施工安全管理研究。

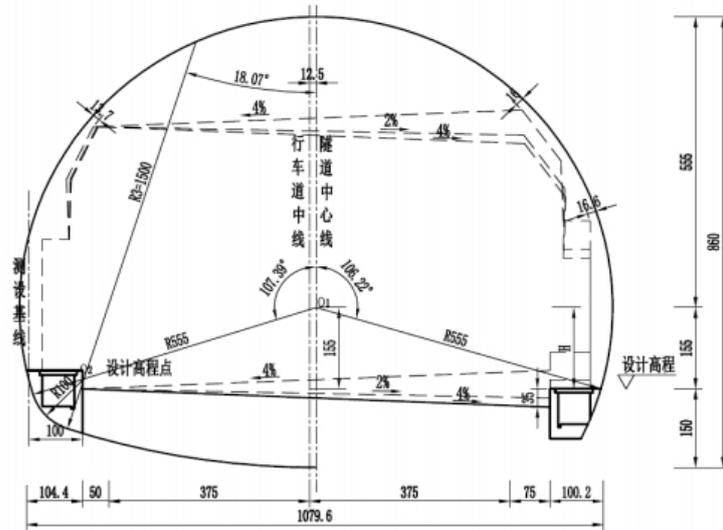


图 1: 白崖山隧道内轮廓

3 高速公路隧道安全管理水平与应急处置能力提升影响因素

3.1 人的因素

在高速公路隧道工程施工过程中,人是最活跃的因素,对于隧道安全管理水平和应急处置能力的提升影响最大。例如,如果施工人员的安全意识不高、安全施工技术应用水平偏低,在施工过程中经常出现各种不规范作业行为,那么现场安全事故的发生概率必然较高。要想提高隧道安全管理水平和应急处置能力,就必须加强现场人员的管理与控制,从思想层面提高其安全施工意识,确保其充分意识到安全施工的重要性与必要性。同时,从技术层面帮助其掌握正确的安全施工技巧。

3.2 设备因素

施工设备对于高速公路隧道施工安全的影响也非常大。如果施工设备的运行性能较差,在施工过程中出现各类故障的概率非常高,那么必然会对隧道施工安全产生影响。其次,如果施工机械设备(挖机、装载机、混凝土喷射机、二衬台车)在使用完后没有得到妥善养护,致使后期带病运行,也会因为各种故障隐患的出现,而对高速公路隧道施工安全管理产生威胁。所以,要想提高隧道安全管理水平和应急处置能力,就必须加强施工设备的养护与管理,提升施工设备的运行性能。再次,对设备操作人员进行培训,提升其对施工设备的操作水平,确保其能够严格按照相关要求,对施工设备进行规范化操作。最后,施工单位还要加强市场上先进施工设备的关注,及时根据隧道工程的安全管理需求,引进先进的施工设备,淘汰现场功能过于老旧、性能过差的施工设备。

3.3 环境因素

施工现场的环境,对于白崖山特长隧道安全管理与应急处置的影响也非常大。例如,一是隧道长洞内施工粉尘汽车尾气排放量大,光线暗、施工噪声大,施工环境空气能见度过低,通风效果差,作业人员劳动强度大、隧道施工工序

复杂、干扰大,施工环境恶劣,容易让工人产生疲劳作业,造成人员伤亡;二是隧道位于高寒地区如果遇到雨雪、大雾等恶劣天气造成路面结冰、湿滑给隧道洞外车辆运输等带来较大的安全隐患使得现场安全事故的发生概率也会相对较高。对此,施工单位必须加强隧道内通风设备、洞内灯光的照明度、优化施工工序、洞内设置警示、提示等安全防护标志,配备应急防护物资等改善隧道内的施工作业环境,同时与当地的气象部门保持密切沟通,及时了解当地的气候变化情况。然后根据实际情况,采取针对性的应急处置措施。

3.4 管理因素

人员、设备及环境等都属于高速公路隧道安全管理与应急处置的外部影响因素,管理因素属于内部影响因素。如果施工管理部门及相关管理人员没有做好管理工作,必然会增加现场安全事故的发生频率。所以,必须对管理人员进行必要的培训,提升其安全管理意识和能力,确保其能够借助现代化的安全管理手段,提高隧道安全管理水平和应急处置能力。

4 高速公路隧道安全管理水平提升策略

4.1 加强安全管理制度的完善与优化

要想提高高速公路隧道安全管理水平,需要对相应的安全管理制度进行重点完善与优化。首先,在隧道施工管理过程中,构建完善的安全管理规章制度,使安全管理人员严格按照相关规范和标准落实安全管理措施。在这一过程中,需要明确现场每一位人员的安全管理责任与义务,做到权责分明、专人管理、全员参与^[1]。其次,项目经理是隧道安全管理的第一责任人,要加强隧道施工进程的监督与管理,保证安全管理规章制度的有效落实;要加强现场安全记录的检查,及时发现施工过程中存在的安全隐患,并采取针对性的应对措施。最后,加强施工人员的安全培训,提高施工人员的安全施工技术应用水平和安全施工意识。

4.2 加强隧道施工的安全检查

要想提高高速公路隧道安全管理水平,需要加强施工

过程中的安全检查,确保各项安全保护措施落实到位。首先,在正式开始施工之前,对隧道施工的规划进行检查,确保隧道施工规划科学合理,能够对施工工序的顺利实施提供指导作用。其次,在隧道施工过程中,对隧道的地质条件进行分析,并根据实际情况采取针对性的安全防护措施。例如,白崖山隧道进口处存在滑坡地质灾害的可能。为了降低滑坡灾害对隧道施工安全的影响,施工单位决定从滑动面下部进洞,两侧边坡采取整体削方减载,下部平台设置抗滑桩支挡以及坡脚布设路望墙防护相结合的工程措施,以防其失稳或增加其安全储备;隧道上方仰坡采取整体削方减载+锚索框架支护+排水+坡面防护工程措施。滑坡治理完成后施作明洞及反压回填,之后再行暗洞施工。穿越滑坡段施工期间应加强隧道和地表的变形监控量测。最后,加强安全管理资金的落实,以免安全管理经费被挪为他用。

4.3 加强施工技术的安全管理

要想提高高速公路隧道安全管理水平,需要加强施工技术的管理。首先,在正式开始施工之前,加强隧道及其周围的地质勘测,及时发现对施工安全产生影响的不良地质条件。其次,对地质勘测工作的精准度进行重点提升,消除勘测误差,并以此为基础优化隧道施工设计方案,调整隧道施工方法,从整体上提高隧道施工质量。施工过程严格按照“管超前、严注浆、短开挖、强支护、早封闭、勤量测”组织施工,白崖山隧道设计参考“以人为本,安全至上,全寿命整体安全”的设计理念,综合考虑公路隧道的功能、行车安全、自然环境等因素,给出了一系列五大安全设计。例如,对隧道洞口临时边仰坡较高的洞口,均增加了喷、锚、网等临时支护措施,保证施工过程中边仰坡的稳定;对地质条件较差的地段,采用超前预加固、套拱等各种辅助工程措施,保证隧道施工时洞室的稳定;对隧道可能出现涌水、断层破碎带等不良地质的段落,采取TSP203等超前预报手段,加强事先预报,并提出相关处理措施;对其他各种不良地质地段,均采取相应的对策措施等。

4.4 加强隧道工程监督与管理

要想提高高速公路隧道安全管理水平,需要加强隧道工程监督与管理。首先,对施工过程中需要使用的材料、设备与技术等因素进行重点监控。特别控制隧道施工掌子面至仰拱步距、仰拱至二次衬砌的安全步距,坚决不能超设计及规范要求,对安全事故发生概率较高的例如掌子面等部位进行重点管理。其次,对隧道施工人员设置芯片人员定位系统,时刻跟踪进洞人员信息,加强洞口门禁管理及安全音视频宣传等信息化安全管理手段,防止闲杂人等随意进出爆破施工区域^[2]。最后,在采取爆破方法时,要制定针对性的爆破施工方案,并做好相应的监督。本文工程案例中,为了及时掌握围岩在开挖过程中的动态变化和支护结构的稳定状态,提供隧道施工全面、系统的信息资料,为评价和修改初期支护参数以及确定二次衬砌的施作时间,确保施工安全与支护结构的稳定,结合本隧道特点,开展了地质超前预报、隧道围

岩变形量测、支护结构变形监测等。

5 高速公路隧道应急处置能力的提升策略

5.1 完善应急组织机构

针对高速公路隧道应急处置能力的提升,建议优先完善应急组织机构。首先,在高速公路管理部门负责人的带头下,成立应急管理小组。其次,在隧道施工现场设置应急保障联络点,相关负责人要在联络点,对隧道施工安全管理产生影响的各种不确定因素进行研究和分析,并采取针对性的管控措施。本文案例中,就针对现场情况制定出了隧道施工塌方预防措施及其他事故预案,从掌子面至二衬处设置了逃生钢管。再次,与当地的应急部门联合设置应急小组,加强隧道应急事故的联动处理,通过资源共享、人员联动来提高高速公路隧道应急处置能力。最后,引进一批专业的应急专家和人员,组建一支专业化的应急管理队伍。

5.2 制定应急机制落实政策

制定应急机制落实政策,细化应急机制内容,完善应急处置配套措施,能够显著提高高速公路隧道应急处置能力。首先,加强应急队伍建设费用的落实,保证应急队伍基地、设备、演练、救援以及教育工作的顺利开展^[1]。其次,对应急队伍管理、指挥、调度、协作与演练制度进行完善,提升应急队伍调度与应急装备运送的统一性。最后,完善应急检查机制,确保隧道施工过程中的各种应急事故能够得到有效的处理。

5.3 构建应急处置平台

针对应急处置平台的构建,建议从以下几方面入手。首先,将公路交警系统、沿线公安系统、消防系统、医院系统和路政系统等整合到应急处置平台上,确保应急事件发生后,相关部门能够及时出现在事故现场发挥作用。其次,高速公路安全管理部门应当拥有紧急调度权力。这样,在隧道施工过程中发生突发事故后,能够在第一时间做出应急反应。

6 结语

综上所述,在多方面因素的影响下,高速公路隧道安全管理水平与应急处置能力还有很大的提升空间。要想有效提高高速公路隧道安全管理水平,需要加强安全管理制度的完善与优化、隧道施工的安全检查、施工技术的安全管理以及隧道工程监督与管理。要想提高高速公路应急处置能力,需要完善应急组织机构、制定应急机制落实政策、构建应急处置平台。

参考文献

- [1] 白家瑞,李亚斌.高速公路隧道施工安全管理与应急处置能力探究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(7):2805-2806.
- [2] 张东.高速公路隧道安全管理与二次事故预防探析[J].科技创新与应用,2020(6):185-186.
- [3] 王仁军.高速公路隧道安全管理与应急响应机制研究[J].越野世界,2024(19):55-56.

Research on marketing strategy of high-speed railway based on service quality gap model

Zhen Zhao

China Railway Jinan Bureau Group Company Yanzhou Depot, Jining, Shandong, 272100, China

Abstract

In order to explore the effective way to explore the marketing strategy of high-speed railway based on the service quality gap model, improve the status and service quality of high-speed railway in the market competition, and meet the needs of passengers. This paper combs the theoretical framework of the service quality gap model, combines the characteristics of high-speed railway industry, builds an analysis framework, and discusses the optimization path of high-speed railway marketing strategy through market research and data analysis. It is pointed out that the marketing strategy of high-speed railway should improve service quality, strengthen brand building and innovate service mode, so as to narrow the gap of service quality and improve passenger satisfaction. Through the implementation of targeted marketing strategies, high-speed railway enterprises can effectively enhance market competitiveness, meet the needs of passengers, and achieve sustainable development.

Keywords

service quality gap model; High-speed rail; Marketing strategy

基于服务质量差距模型的高速铁路市场营销策略研究

赵珍

中国铁路济南局集团公司兖州车务段, 中国·山东 济宁 272100

摘要

为探索基于服务质量差距模型探讨高速铁路市场营销策略的有效途径, 提高高速铁路在市场竞争中的地位和服务质量, 满足旅客需求。文章对服务质量差距模型的理论框架进行梳理, 结合高速铁路行业特点, 构建分析框架, 通过对市场调研、数据分析等方法, 探讨高速铁路市场营销策略的优化路径。研究结果指出, 高速铁路市场营销策略应从提升服务质量、加强品牌建设、创新服务模式等方面入手, 以缩小服务质量差距, 提高旅客满意度。通过实施针对性的市场营销策略, 高速铁路企业可以有效提升市场竞争力, 满足旅客需求, 实现可持续发展。

关键词

服务质量差距模型; 高速铁路; 市场营销策略

1 高速铁路产品与普通客运产品营销策略的差异性

1.1 突出以旅客需求为中心

在营销策略中, 高速铁路产品以旅客需求为中心, 关注旅客的出行体验。通过深入了解旅客的需求, 提供更加便捷、舒适、高效的出行服务。高速铁路服务正在向为旅客提供个性化定制服务方向发展, 例如, 特定需求购票服务, 进出站专人引导服务等。普通客运产品在营销策略中, 也以旅客需求为中心, 但相较于高速铁路产品, 更注重普众化的基本出行需求的满足, 如安全、准时、经济等^[1]。

1.2 更注重形式产品和附加产品

在营销策略中, 高速铁路产品更注重形式产品和附加

产品, 如高铁车站的现代化设施、高铁列车的舒适快速、订餐服务的多样性等。通过提升旅客的出行体验, 增加旅客对高速铁路产品的认可度和忠诚度。普通客运产品在营销策略中, 虽然也关注形式产品和附加产品, 但受限于普速铁路车站服务设备设施陈旧, 客车车型服役时间较长等限制, 无法提供类似高速铁路的附加产品, 因此更侧重于提供基本服务、基本服务和价格竞争力。如普速车站公共候车区域面积较大, 可以满足旅客饮用水、环境卫生等基本出行需求, 车票票价贴合大众旅客心理需求标准等。

1.3 价格的差异性

高速铁路作为一种新型的交通工具, 其建设成本较高, 运营维护成本也相对较高, 因此其票价通常比普通客运产品要高。高速铁路票价主要由建设成本、运营成本、维护成本和盈利预期等因素构成, 而普通客运产品票价则主要由车辆购置成本、运营成本和盈利预期等因素构成^[2]。高速铁路票

【作者简介】赵珍(1981-), 女, 中国山东济宁人, 本科, 工程师, 从事旅客运输研究。

价对市场需求的变化较为灵活,当市场需求变化时,铁路运输企业可以快速反应,灵活调整票价。而普速客运产品的票价,则受定价政策的限制,调整范围非常有限。

1.4 列车开行灵活性

高速铁路具有极高的运输组织灵活性,能够根据客流情况快速调整列车开行数量和编组。高速铁路实行“周末运行图”“高峰运行图”和“一日一图”等运行图,以适应不同时间段的客流需求。如周末运行图,每周五、六、日开行,周二、三、四停运,以应对周末旅游高峰。高速铁路可根据客流需求,灵活增减列车开行数量。如遇节假日或特殊活动,可临时加开列车以满足旅客出行需求。高速铁路列车编组技术先进,调整难度小,能够快速响应客流变化。而普速铁路在运输组织方式上相对僵化,对市场变化的反应速度较慢。普速铁路运行图相对固定,难以适应客流波动。普速客车数量有限,增开列车速度较慢。普速铁路列车编组技术作业繁琐,调整难度较大,难以适应客流变化。

2 高速铁路服务质量差距模型分析

为了达到这种效果,首先分析下面的服务质量差距模型(图1),只有明确差距,才能综合运用一些灵活的营销策略组合,使旅客感到满意,从而打开市场。

在高速铁路行业中,服务质量是赢得旅客满意度和市场竞争力的关键因素。为了全面分析服务质量,可以借助服务质量差距模型(图1)来识别和缩小服务差距。具体如下。

2.1 期望与实际感知服务差距

在服务质量差距模型中,首先需要关注的是期望与实际感知服务之间的差距。旅客在出行前对高速铁路服务有着一定的期望,如准时、舒适、便捷等。而实际服务过程中,如果旅客感知到的服务质量与期望存在较大差距,就会导致旅客不满。为了缩小这一差距,高速铁路企业应深入了解旅客需求,通过市场调研、客户反馈等方式,了解旅客对高速铁路服务的期望。优化服务流程,确保旅客在购票、候车、乘车、下车等各个环节都能获得优质服务。

2.2 期望与服务设计和标准差距

期望与服务设计和标准差距是指消费者在接触高速铁路服务前对其的期望与实际服务设计和标准之间的差距。服务设计和标准包括服务流程、服务内容、服务质量标准等;消费者期望包括消费者对高速铁路服务的认知、期望、评价等;信息不对称是消费者在购买前对高速铁路服务设计和标准的了解程度、信息获取渠道等;外部环境包括政策法规、市场竞争、经济环境等。消费者在购买前对高速铁路服务设计和标准的期望与实际服务设计和标准之间的差距。产生的原因分析,包括服务设计和标准、消费者期望、信息不对称、外部环境等因素。对消费者满意度、忠诚度、口碑传播等方面的影响。

2.3 管理者与服务提供者之间的差距

管理者与服务提供者之间的差距是指管理者制定的服

务标准与实际服务提供者所执行的服务之间存在差异。为了缩小这一差距,高速铁路企业应明确服务标准,确保管理者与服务提供者对服务质量有共同的认识。加强员工培训,提高服务提供者的专业技能和服务意识^[1]。

2.4 服务提供者与实际服务之间的差距

服务提供者与实际服务之间的差距是指服务提供者按照标准提供的服务与旅客实际感受到的服务之间存在差异。为了缩小这一差距,高速铁路企业应加强现场监督,确保服务提供者按照标准提供服务。建立投诉处理机制,及时解决旅客提出的问题,提高服务质量。

2.5 实际服务与外部沟通之间的差距

实际服务与外部沟通之间的差距是指旅客感知到的服务与高速铁路企业对外宣传的服务之间存在差异。为了缩小这一差距,高速铁路企业应优化对外宣传,确保宣传内容真实、准确。建立良好的客户关系,加强与旅客的沟通,提高旅客满意度。

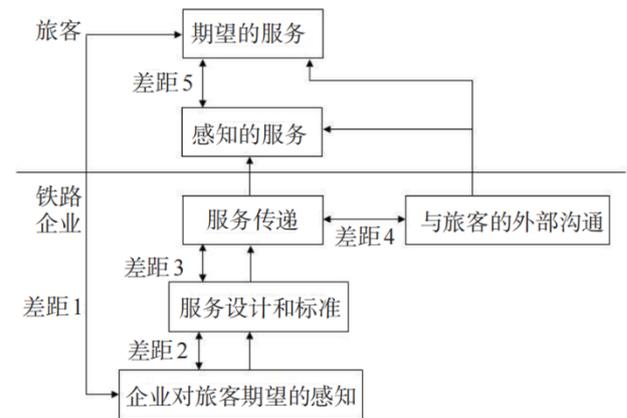


图1 服务质量差距模型

3 基于服务质量差距模型的高速铁路市场营销策略

3.1 缩小顾客期望与管理者认知的差距

3.1.1 加强市场调研,了解乘客需求

定期进行乘客满意度调查,收集乘客对高速铁路服务的意见和建议。深入分析乘客出行目的、出行频次、出行偏好等,了解乘客对速度、舒适度、安全性等方面的需求。关注乘客在出行过程中遇到的痛点问题,为改进服务提供依据。跟踪行业动态,了解国内外高速铁路发展趋势,为制定符合市场需求的服务策略提供参考。

3.1.2 建立乘客反馈机制,及时掌握乘客期望

设立乘客服务热线,方便乘客随时反映问题,确保问题得到及时解决。在高速铁路车站、列车车厢内设置意见箱,鼓励乘客提出意见和建议。利用社交媒体、官方网站等渠道,开展线上线下互动,了解乘客心声。对收集到的乘客反馈进行分类、整理和分析,为制定针对性的市场营销策略提供依据。

3.2 缩小管理者认知与服务质量规范的差距

3.2.1 制定科学合理的服务质量标准

铁路运输企业应根据国家相关法律法规、行业标准以及企业自身实际情况,制定一套全面、科学、合理的服务质量标准。这些标准应包括服务流程、服务内容、服务态度、服务设施等方面,确保服务质量达到国家标准和客户期望。针对不同服务环节,设定具体的服务质量指标,这些指标应具有可衡量性和可操作性,便于管理者对服务质量进行监督和评估。随着市场环境和客户需求的变化,铁路运输企业应定期对服务质量标准进行修订和完善,确保其始终符合客户期望和行业发展趋势。

3.2.2 加强员工培训,提高服务意识

通过开展服务意识培训,使员工认识到服务质量对企业形象和市场竞争的重要性,激发员工主动提升服务质量的主观能动性。针对不同岗位,开展针对性的业务技能培训,提高员工的服务水平。设立服务质量奖励制度,对表现优秀的员工给予物质和精神上的奖励,激发员工的工作积极性和创造性。定期组织员工进行服务质量经验交流,分享优秀案例,提高员工的服务意识和技能。

3.3 缩小服务质量规范与服务传递的差距

3.3.1 优化服务流程,提高服务效率

对服务流程进行梳理,找出影响服务效率的环节,进行优化和改进。利用信息化手段,如移动支付、在线预订等,简化购票、乘车等环节,提高乘客体验。加强内部培训,提高员工的服务意识和技能,确保服务流程的顺畅。设立服务监督机制,对服务流程进行实时监控,确保服务效率的持续提升。

3.3.2 加强服务质量管理,确保服务质量的稳定性

建立完善的服务质量管理体系,加强对服务人员的选拔和培训,提高服务人员的综合素质。开展服务质量评估,对服务过程中存在的问题进行及时整改。引入第三方评估机构,对服务质量进行客观、公正的评价。加强与乘客的沟通,了解乘客需求,持续改进服务质量。

3.4 缩小服务传递与外部沟通的差距

3.4.1 加强营销宣传,准确传达服务信息

明确服务宗旨和目标,确保宣传内容真实、客观、准确。利用多渠道进行宣传,包括社交媒体、官方网站、户外广告、电视媒体等,扩大宣传覆盖面。制作图文并茂的宣传资料,如海报、手册、宣传片等,强化宣传效果。加强与各大媒体的合作,邀请知名人士、网红等进行宣传推广。定期举办线上线下活动,提升乘客的参与度和体验感。

3.4.2 建立良好的品牌形象,提高乘客的信任度

注重服务质量,确保列车运行安全、准时、舒适。提

升员工服务水平,培训员工具备良好的沟通能力、服务意识,确保乘客满意度。加强与政府、社会团体、企事业单位的合作,提升品牌形象。积极参与公益活动,传递社会责任感,树立良好的企业形象。关注乘客反馈,及时改进不足,提升乘客满意度。

3.5 缩小顾客期望与顾客感知的差距

3.5.1 提供个性化的服务,满足乘客的特殊需求

针对商务旅客、休闲旅客、家庭旅客等不同乘客群体,提供个性化服务方案。例如,为商务旅客提供快速安检、专属候车区、商务座等;为休闲旅客提供休闲餐饮、娱乐设施等;为家庭旅客提供儿童座椅、婴儿车租赁等。根据乘客需求,提供定制化服务,通过手机APP、微信公众号等渠道,与乘客保持实时沟通,了解乘客需求,及时调整服务方案,确保乘客在旅行过程中的满意度。还可以积极引入AI智能技术,为高等级常旅客提供人工智能AI服务,如从规划行程、购票、旅行中服务、返程等全链条、无缝衔接专人服务。

3.5.2 加强售后服务,提高乘客满意度

设立专门的客服热线、在线客服等,为乘客提供便捷的售后服务。对乘客在旅行过程中遇到的问题,承诺在一定时间内给予答复和解决。在乘客旅行结束后,利用向旅客赠送积分、礼品等方式通过电话、短信等方式进行回访,了解乘客对服务质量的评价,及时收集乘客的意见和建议。鼓励乘客在旅行结束后,通过官方网站、微信公众号等渠道提交反馈意见。对乘客提出的意见和建议进行整理和分析,为改进服务质量提供依据。

4 结论

高速铁路服务质量问题主要表现在服务设计、服务传递和服务感知等方面,需要铁路企业引起高度重视。高速铁路市场营销策略应优化服务设计,关注顾客需求,提高服务品质。加强服务传递,提高服务质量,提升顾客满意度。强化服务感知,关注顾客体验,提升顾客忠诚度。创新市场营销手段,拓展市场空间,提高市场占有率。本研究为高速铁路企业提供了基于服务质量差距模型的市场营销策略参考,有助于提升高速铁路企业的市场竞争力,推动高速铁路行业的健康发展。

参考文献

- [1] 郝丽娜.基于客票数据的郑西高铁客流特征分析[J].烟台职业学院学报,2023,18(03):13-21+58+87.
- [2] 张金丽.“双循环”背景下淮安建设高铁快运物流基地的策略[J].铁路采购与物流,2023,18(08):43-45.
- [3] 杨茂森.旅客联程运输背景下TC公司出行服务营销策略研究[D].北京交通大学,2023.

Analysis of network optimization and operation mode innovation path of high-speed rail express

Xiaoqiang Wang

China Railway Express Co., Ltd. Lanzhou Branch, Lanzhou, Gansu, 730000, China

Abstract

In recent years, high-speed rail express network has developed rapidly in China. With its advantages of high speed and punctuality, it has shown great potential in the field of logistics and transportation. However, there are still some problems in the actual operation of the high-speed rail express network, which needs to improve efficiency and service quality through network optimization and operation mode innovation. This paper analyzes the problems existing in the high-speed rail express network, and puts forward the corresponding optimization strategy, operation mode innovation path, service quality control method and sustainable development strategy.

Keywords

high-speed rail express; Network optimization; Operation model innovation

高铁快运网络优化与运营模式创新路径分析

王小强

中铁快运股份有限公司兰州分公司, 中国·甘肃 兰州 730000

摘要

高铁快运网络近年来在中国迅猛发展, 凭借其高速、准点的优势, 在物流运输领域展现出巨大潜力。然而, 高铁快运网络在实际运作中仍面临一些问题, 需要通过网络优化与运营模式创新来提升效率和服务质量。本文分析了高铁快运网络存在的问题, 并提出了相应的优化策略、运营模式创新路径、服务质量控制方法及可持续发展策略。

关键词

高铁快运; 网络优化; 运营模式创新

1 引言

随着高铁网络的迅速扩展, 高铁快运作为一种新兴的物流通道, 受到广泛关注。高铁快运不仅提高了运输效率, 还带来了显著的环保效益。然而, 要实现高铁快运的长期发展, 需要不断优化网络结构和运营模式, 提升服务质量, 并制定可持续发展的策略。

2 高铁快运网络存在问题分析

2.1 运输成本高昂

高铁快运相较于传统铁路货运, 在运输成本上显得尤为突出。这主要体现在列车运维成本、装卸设备投入以及站点运营成本等多个方面。在专列货运模式下, 由于需要单独为货物运输配置列车, 且这些列车往往采用先进的动车组技术, 其购置、维护及运营费用均远高于传统货运列车。此外, 货物装卸与中转环节也是成本高昂的重要原因之一。高铁货

运站点大多位于大中型城市中心区域, 这些地区的土地和设施成本本身就较高, 再加上对装卸设备的特殊要求, 使得整体成本进一步攀升。高昂的运输成本不仅限制了高铁快运的市场竞争力, 也对其大规模推广和应用构成了挑战。因此, 如何有效降低运输成本, 成为高铁快运网络优化中亟待解决的问题。

2.2 货物装卸效率低下

高铁站点在设计之初主要侧重于客运服务, 因此其货物装卸设施相对有限, 难以满足大规模货物运输的需求。为了应对高铁快运的发展, 往往需要临时增设专用的货物装卸设备, 这不仅增加了操作的复杂性和难度, 还显著提升了时间成本。此外, 多数高铁站点并未设立专门的货运专区, 货物与旅客的流线设计往往存在交叉, 这不仅影响了旅客的出行体验, 也限制了货物的处理效率^[1]。更为关键的是, 由于缺乏专业的物流团队, 高铁站点在货物装卸、分拣及中转等环节上的处理速度相对缓慢, 难以满足市场对高效物流的需求。这些问题不仅影响了高铁快运的服务质量, 也制约了其进一步的发展。因此, 提升货物装卸效率, 成为高铁快运网

【作者简介】王小强(1991-), 男, 中国甘肃庆阳人, 本科, 从事铁路货运研究。

络优化中亟待解决的关键问题。

2.3 运输安全性与风险控制不足

高铁以其高速、高效的特点著称，但在快运领域，这种速度却带来了运输安全性与风险控制的新挑战。由于高铁速度快，运输过程中任何微小的碰撞或震动都可能对货物造成不可逆转的损害，特别是对于易碎、贵重物品而言，这种风险尤为显著。此外，高铁快运还面临着突发事件带来的不确定性。极端天气、自然灾害等不可抗力因素可能导致列车延误或停运，这不仅会影响货物的准时到达，还可能引发一系列后续问题，如货物积压、客户索赔等。因此，如何在保证速度的同时，确保运输的安全性和风险控制，成为高铁快运网络优化中必须面对的重要课题。加强货物包装、完善应急预案、提升风险控制能力等措施，都是解决这一问题的有效途径。

3 高铁快运网络优化策略

3.1 完善基础设施

为了优化高铁快运网络，首要任务是加快高铁快运基础设施的建设步伐。这不仅意味着要增加高铁线路和站点数量，更重要的是要实现高铁快运与普通铁路、既有物流公司之间的互联互通，构建一个无缝衔接的物流网络。通过技术手段和标准化流程，确保不同运输方式之间的顺畅转换，从而提高整体运输效率。同时，车站装卸站台、机具及仓储等设施的完善也是不可或缺的一环。高铁快运需要配备先进的装卸设备和高效的仓储系统，以应对日益增长的货物运输需求。这不仅能够提升货物处理能力，还能减少货物在装卸和存储过程中的损耗，进一步降低运输成本。

3.2 优化运输组织

优化运输组织是提升高铁快运网络效率的关键。首先，需要合理安排线路和发车时间，通过科学预测货物需求和运力供给，减少列车空载现象，确保每一趟列车都能满载运行，最大限度地利用运输资源。同时，探索“点到点”直达货运模式也是优化运输组织的重要方向。传统铁路货运往往需要经过多次中转和编组，这不仅增加了货物的在途时间，还提高了运输成本。而“点到点”直达货运则能够减少中间环节的耗费，使货物能够更快速、更直接地到达目的地，提高运输时效性和客户满意度。

3.3 提升信息化与智能化水平

在高铁快运网络优化中，提升信息化与智能化水平是提升整体运营效率和服务质量的重要手段。通过引入物联网技术，可以实现对货物状态的实时追踪，从货物装载、运输到卸载的每一个环节都能被准确记录，大大提高了物流过程的透明度和可控性。同时，智能调度系统的引入也是优化运输组织的关键。借助人工智能和大数据分析技术，系统能够实时分析运输需求、列车运行状态和线路拥堵情况，从而动态调整列车调度和线路安排，确保运输资源的合理配置和高

效利用。这种智能化的调度方式不仅提高了运输效率，还能有效应对突发事件，保障物流网络的稳定运行^[1]。

4 高铁快运运营模式创新

4.1 多式联运

高铁快运运营模式创新的关键在于推动多式联运的发展。通过结合高铁与公路、水路、航空等多种运输方式，可以实现货物的无缝衔接和高效运输。这种综合运输体系能够充分发挥各种运输方式的优势，提高物流效率，降低运输成本。为了进一步优化物流成本结构，推动多式联运“一单制”至关重要。这意味着在整个物流过程中，只需一份单据即可完成货物的托运、中转和交付，大大简化了运输流程，减少了中间环节的费用和时间消耗。通过实施“一单制”，高铁快运将能够更好地满足客户的多样化需求，提高市场竞争力，实现可持续发展^[1]。

4.2 灵活安排货运时间

高铁快运的一大优势在于其班次频繁且运营时间灵活，这为灵活安排货运时间提供了可能。通过充分利用这一特点，高铁快运能够满足不同客户的多样化需求，无论是紧急货物的快速运输，还是定时定点的常规配送，都能得到妥善安排。为了进一步提升服务质量和市场竞争力，高铁快运应致力于打造一线多点、多线成面的服务网络。这意味着在主要运输线路上设置多个装卸点，同时拓展多条运输线路，形成覆盖面广、连通性强的物流网络。

4.3 深化与快递企业的合作

高铁快运在运营模式创新上，还需深化与顺丰、京东等国内领先快递企业的合作。通过强强联合，双方可以共同构建智能化、数字化的高铁物流网络，实现物流信息的实时共享和资源的优化配置。在此基础上，双方还可以共同开发铁水联运、铁空联运等全程物流产品，为客户提供更加多样化、便捷化的物流服务。这种跨运输方式的合作不仅能够提升整体运营效率，还能有效降低物流成本，提高市场竞争力。通过不断深化合作，高铁快运与快递企业将共同推动中国物流行业的转型升级，为客户提供更加高效、优质的物流服务。

5 高铁快运服务质量控制

5.1 引入尖端安检技术

为确保高铁快运服务的质量与安全，必须引入尖端安检技术作为首要保障。在货物装载前，通过高精度、高效率的安检设备对货物进行全面、彻底的检查，确保任何危险品及违规品都无法混入运输流程，从源头上消除安全隐患。同时，安全监管系统的应用也是不可或缺的。该系统能够实时监控装卸操作的全过程，及时发现并纠正不规范操作，有效防止货物在装卸过程中因操作不当而损毁或遗失。通过尖端安检技术与安全监管系统的双重保障，高铁快运能够为客户提供更加安全、可靠的物流服务，进一步提升客户满意度和信任度。

5.2 制定应急预案

高铁快运在面临天气、灾害等不可控因素时，必须有一套周全的应急预案以应对潜在风险。这包括但不限于备用运输方案的制定，确保在突发情况下能够迅速调整运输计划，保障货物的及时送达。同时，深化与保险公司的合作也是关键一环。通过购买全面的货物保险，高铁快运能够在遇到意外损失时获得相应的赔偿，从而有效分担风险，减轻经济损失。这种风险管理的做法不仅是对客户负责的表现，也是高铁快运提升自身稳定性和可持续发展能力的重要举措。通过制定应急预案和深化保险合作，高铁快运能够在复杂多变的市场环境中保持稳健运营。

5.3 加强员工培训

高铁快运服务质量的持续提升，离不开一支高素质、专业化的员工队伍。因此，加强员工培训，不断提升员工的专业技能和职业素养，是高铁快运提升服务质量的关键举措。通过设计并实施系统的培训课程，高铁快运能够确保员工在操作技能和工作效率上达到行业领先水平。这些课程不仅涵盖了基本的物流操作知识，还注重培养员工的标准化和高效化工作意识，从而有效减少人为失误和资源浪费。同时，培训还应着重提升员工的服务质量意识。通过深入讲解服务的重要性和客户期望，激发员工对优质服务的追求和敬业精神。只有当员工真正认识到服务品质对于客户满意度和企业形象的重要性时，他们才能在日常工作中时刻保持高度的责任心和热情，为客户提供更加贴心、细致的服务。通过加强员工培训，高铁快运能够塑造出一支既专业又高效的团队，为提升整体服务质量奠定坚实的基础，进一步巩固和扩大其在物流行业的竞争优势^[4]。

6 高铁快运可持续发展策略

6.1 推动绿色物流

高铁快运在可持续发展策略中，应充分利用其电力驱动的优势，积极推动绿色物流的发展。相较于传统燃油驱动的运输方式，高铁以其清洁、高效的能源利用方式，显著减少了碳排放，为环境保护做出了积极贡献。在此基础上，高铁快运还应进一步优化运输流程，通过科学规划线路、提高装载率、减少空驶等措施，进一步降低能源消耗和环境污染。同时，积极引入环保材料和节能设备，提升物流过程的绿色化水平。通过推动绿色物流，高铁快运不仅能够实现经济效益与生态效益的双赢，还能为行业树立绿色发展的典范。

6.2 政策支持与法规保障

高铁快运的可持续发展离不开政府的政策支持和法规保障。为了突破现有的政策与法规束缚，高铁快运企业应积极与政府部门沟通协作，争取更多的政策倾斜和扶持，以推

动行业的快速发展。一方面，高铁快运企业应争取政府在基础设施建设、资金补贴、税收优惠等方面的支持，以降低运营成本，提高市场竞争力。另一方面，高铁快运企业还应积极参与相关法律法规的制定和完善工作，确保自身在运营过程中的合法权益得到充分保障。同时，政府也应加强对高铁快运行业的监管，规范市场秩序，打击不正当竞争行为，为高铁快运的健康发展提供良好的法治环境^[5]。通过政策支持与法规保障的双重推动，高铁快运将在更广泛的市场中展现其独特的优势和潜力。

6.3 促进区域经济一体化

高铁快运网络的完善与发展，不仅提升了物流效率，更在促进区域经济一体化方面发挥着重要作用。通过高铁快运，偏远地区与发达地区之间的商品交换变得更加便捷，有助于打破地域限制，缩小区域发展差距，实现资源的优化配置。

同时，高铁快运的发展还拉动了仓储、运输设备制造、信息技术等相关产业链的发展。随着高铁快运需求的不断增长，这些产业链将迎来新的发展机遇，推动相关产业的转型升级和创新发展。此外，高铁快运网络的拓展和运营也创造了大量的就业机会。从高铁快运的装卸、分拣、配送等环节，到相关产业链的生产、研发、销售等领域，都需要大量的人力资源支持。通过促进区域经济一体化，高铁快运不仅为地区经济发展注入了新的活力，也为社会创造了更多的就业机会，实现了经济效益与社会效益的双赢。

7 结论

高铁快运网络优化与运营模式创新是提升高铁快运效率和竞争力的关键。通过完善基础设施、优化运输组织、提升信息化与智能化水平等策略，可以有效解决高铁快运网络存在的问题。同时，通过多式联运、灵活安排货运时间、深化与快递企业的合作等运营模式创新，可以进一步提升高铁快运的服务质量。此外，加强服务质量控制和制定可持续发展策略，将推动高铁快运的长期稳定发展。

参考文献

- [1] 镇璐,张念祖,兰楷,等.高铁快运网络优化模型与算法研究[J].工程管理科技前沿,2023,42(04):9-17.
- [2] 许双松,刘康琳.基于分布式鲁棒优化的高铁快捷货物运输网络优化设计方法[J/OL].中国管理科学,1-11[2024-12-22].
- [3] 马春山,廖正文.基于服务网络的高铁快运基地选址及规模优化方法[J].铁道科学与工程学报,2023,20(02):463-472.
- [4] 邓晓臻.快递运输需求空间演化下高铁快递专列运输网络优化研究[D].西南交通大学,2021.
- [5] 王铭飞.高铁快运背景下空铁联运枢纽网络优化设计[D].西南交通大学,2019.

Analyze the influencing factors of urban rail transit traffic safety and its countermeasures

Guoliang Cao

Beijing Metro Operation Co., Ltd. Operation Command Center, Beijing, 100101, China

Abstract

As an important part of modern urban public transportation, the driving safety of urban rail transit is faced with multiple challenges, such as the aging equipment, personnel error, environmental impact and insufficient technical management. Track cracks, signal failure, driver fatigue, extreme weather and lack of management are common sources of safety risks, which directly threaten the stability of train operation and passenger safety. In order to deal with these problems, this paper systematically analyzes the four main influencing factors of equipment, personnel, environment and technology management, and puts forward the corresponding countermeasures, including strengthening equipment update and maintenance, optimizing personnel training and management, establishment of environmental monitoring system, promotion of intelligent technology and construction of safety culture. The comprehensive implementation of these measures can effectively reduce safety risks, improve operational efficiency, provide a safer and more reliable guarantee for urban rail transit, and lay a solid foundation for the sustainable development of the transportation system.

Keywords

rail transit; traffic safety; influencing factors

分析城市轨道交通行车安全影响因素及对策

曹国梁

北京市地铁运营有限公司调度指挥中心, 中国·北京 100101

摘要

城市轨道交通作为现代城市公共交通的重要组成部分,其行车安全面临设备老化、人员失误、环境影响和技术管理不足等多重挑战。轨道裂纹、信号故障、驾驶员疲劳、极端天气以及管理缺失是常见的安全隐患来源,直接威胁列车运行的稳定性和乘客安全。为应对这些问题,本文系统分析了设备、人员、环境及技术管理四个主要影响因素,并提出了相应对策,包括加强设备更新与维护、优化人员培训和管理、建立环境监测体系、推广智能化技术及构建安全文化。这些措施的综合实施能够有效降低安全风险,提升运营效率,为城市轨道交通提供更加安全、可靠的保障,也为交通系统的可持续发展奠定坚实基础。

关键词

轨道交通; 行车安全; 影响因素

1 引言

随着城市化发展,轨道交通凭借高效、环保、运载能力强的优势,成为现代城市交通的中坚力量。然而,行车安全问题已成为影响轨道交通运行的重要因素。近年来,因设备老化、人员失误及自然灾害引发的事故时有发生,如列车脱轨、信号故障及暴雨导致的线路中断。这些问题不仅威胁乘客安全,还影响交通系统的效率和公共信任。行车安全的提升需从设备管理、人员培训、环境应对及技术革新等方面入手。本文分析轨道交通行车安全的主要因素,探讨优化措

施,为构建安全、高效的轨道交通体系提供参考。

2 城市轨道交通行车安全影响因素

2.1 设备因素

设备因素是影响城市轨道交通安全的重要因素。比如轨道状况,轨道出现裂缝或变形,可导致列车不稳定或脱轨。常见轨道异物,如落叶、石块,尤其在风大或建设频繁地区,增加安全风险。电气设施问题,如供电线路老化或接触不良,可能引致列车突停或行驶中断;列车维护关注结构完整性及制动和动力系统。不当维护可能导致制动系统失效或动力系统不稳,增加紧急情况下的事故风险。信号系统的可靠性对于安全行车至关重要,硬件或软件故障可能发出错误信号,增加高峰期或复杂路段的风险;设备老化和维护不当,如忽视常规检查、清

【作者简介】曹国梁(1969-),男,中国山西太原人,本科,工程师,从事轨道交通行车组织、安全管理研究。

洁和部件更换,会大幅增加事故风险。例如,冷却系统因缺乏定期清洁积聚灰尘杂物可能引发过热和火灾^[1]。

2.2 人员因素

驾驶员和维护团队的专业技能、经验以及心理状况是保障运行安全的关键因素。例如,驾驶员需要接受系统的专业培训,掌握列车操作、故障诊断及紧急应对技能。安全协议的熟知与执行能力是他们日常工作的基础,这包括正确解读信号系统信息,如红绿灯信号、速度限制标志等,任何解读失误都可能引发不按规定行驶的情况,导致严重事故;操作错误也是城市轨道交通事故中的常见原因,如速度控制不当可能在转弯区域导致列车脱轨,或在站台停车时超速导致与前车碰撞。驾驶员的工作强度也不容忽视,长时间的连续驾驶会导致疲劳积累,从而影响驾驶员的判断力和反应速度。例如,过度疲劳的驾驶员可能无法快速响应紧急制动的需要,或是在夜间驾驶中出现注意力分散;心理状态的影响同样显著,驾驶员如果承受过多的工作压力,或是在个人生活中遭遇压力事件,可能导致其工作时精神不集中、情绪波动,这种心理状态下的操作失误是导致事故的潜在因素。例如,一个正经历家庭困扰的驾驶员可能在高压的工作环境下无法保持冷静,从而在处理突发情况时做出错误决策。

2.3 环境因素

环境因素对城市轨道交通安全的影响是多方面的,特别是在极端天气条件下。例如,2021年7月,郑州遭遇特大暴雨,这次事件高度体现了极端天气对城市轨道交通安全的巨大威胁。在北方城市,暴风雪可能覆盖轨道,严重时甚至可能冻结转轨设备,导致列车无法正常行驶。大雾天气中,能见度降低会增加列车司机判断轨道状况的难度,增加碰撞事故的风险;自然灾害如地震和洪水对城市轨道交通系统构成直接威胁。地震可能导致轨道基础设施损坏,如轨道错位或桥梁倒塌,严重影响列车的安全运行。洪水则可能淹没低洼的轨道区域,影响电气设备的正常运行,长期暴露在水中还可能导致轨道结构腐蚀;城市建设活动也是影响城市轨道交通安全的一个重要因素。例如,在轨道附近进行的建设可能涉及重型机械操作,这些活动产生的振动可能对地下的轨道结构产生影响,甚至引起轨道的微小移位。施工区域的不当管理可能导致建筑材料、工具或其他设备误入轨道区域,如未及时清理,可能造成列车脱轨或其他严重事故^[2]。

2.4 技术与管理因素

城市轨道交通系统是一个复杂的整体,从管理角度来看,安全体系的核心在于风险识别与预防,通过定期开展安全审计,核查安全协议和操作标准的执行情况,并对发现的问题及时整改。事故模拟训练是提高紧急响应能力的重要方式,模拟火灾、列车碰撞等场景,有助于完善突发事件的处理机制。同时,积极构建安全文化,强化全员安全意识,使“安全第一”成为工作准则;技术层面,引入自动化控制系统可有效降低人为失误,这些系统能够实时监控列车状

态,自动调整速度和运行间隔,从而提升安全性和运行效率。为防止故障,需定期对系统进行全面检查和更新,使其始终处于良好运行状态。紧急预案的制定与落实是应对突发事件的关键,快速疏散乘客、与紧急救援部门协作及事故后的快速恢复运营是其中的重要环节;技术更新和数据分析的重要性日益凸显,针对监控数据,及时处理异常状况,并利用趋势分析预测潜在故障,提前采取维护措施,从而有效保障系统的连续性和可靠性。

3 提高城市轨道交通行车安全的对策

3.1 设备更新与维护

想要提高城市轨道交通的行车安全,必须严格执行设备更新与维护制度,使运行系统始终处于最佳状态。首先,制定明确的设备检查和故障诊断计划,定期对信号系统、轨道及列车控制系统等核心设备进行检测。例如,每月使用超声波检测轨道裂纹,每周检查轨道表面磨损,结合红外技术实时监控设备温度变化,以发现潜在隐患。检查过程需记录具体问题,如设备磨损程度、可能的故障类型,并根据问题的紧急程度,迅速采取修复或更换措施;对于检测到的设备磨损或故障,应立即进行维修或更换。如发现轨道裂纹,可使用焊接工艺修复,而超出使用年限的信号灯控制器或轨道系统,应及时进行全面更换,尤其是高频次运行线路上的设备,以减少突发性故障的可能性。快速响应和处理机制是降低安全风险的重要保障;技术更新是提升设备性能和检测效率的关键。轨道可选用高耐久性材料,如耐腐蚀合金钢,提高抗磨损和抗疲劳性能;自动化检测设备,如激光扫描仪和振动监测装置,能实时获取轨道平整度和列车运行数据,显著提升问题识别的精度和效率。此外,定期升级故障预测和诊断软件,通过大数据分析和人工智能技术,实现对设备状态的精准预测。例如,当信号系统参数出现异常波动时,软件可以提前报警,提醒维护团队采取行动,从而防患于未然^[3]。

3.2 人员培训与管理

人员培训与管理是保障城市轨道交通安全的重要基础。为提升全体员工的专业素养和应急能力,应定期为驾驶员和技术支持人员组织系统的安全培训,不管是最新的行车规则、突发状况的应急响应操作以及事故处理的标准程序。在培训过程中,可采用案例教学法,通过分析实际事故案例帮助员工深刻了解潜在风险和应对策略。同时,应加强模拟训练,结合仿真技术模拟不同环境下的操作场景,使操作人员熟练掌握设备使用和应急处置方法,以减少实际工作中因技术不熟练导致的安全隐患;为了预防疲劳操作引发的事,需实施科学的疲劳管理制度。合理设计驾驶员的工作班次和休息时长,确保在高强度工作后获得充分的恢复时间。还可以配备驾驶监控设备实时分析驾驶员的状态,如眼动监测、心率分析等指标,及时发现并提醒驾驶员注意疲劳迹象,从技术手段上降低人为失误风险;与此同时,还必须严格执行

操作规范,强化管理监督机制。通过定期检查与抽查,使每一位员工都能够按照既定规程操作设备与处理事件。同时,建立奖惩分明的管理制度,对于遵守规范表现优秀的员工给予表彰,对违规行为进行纠正和教育。多重保障之下,全员共同维护安全行车环境,最终实现城市轨道交通的高效与安全运营目标。

3.3 应对环境风险

建立全面的环境监测系统,对天气变化和自然灾害进行实时监控,是提升城市轨道交通安全的重要措施。通过在沿线安装高精度传感器和监测设备,可对暴雨、雪、大雾等天气条件及地震、洪水等自然灾害进行精准跟踪。当暴雨引发积水风险时,监测系统应立即发出预警,列车调度中心可迅速调整运行计划,降低列车速度、延长发车间隔和增加列车间距,从而最大限度地降低事故风险。在雪天情况下,应提前启动除雪设备,对轨道积雪进行清理,同时加强轨道电路的防冻保护,以避免系统失灵。对于大雾天气,可优化信号系统,利用自动化驾驶技术提高列车运行的精准性,并通过语音和灯光提醒保障安全;在地震和洪水高发地区,应制定专项加固计划。轨道和桥梁应采用防震设计,选用抗震等级高的建筑材料,并定期进行结构安全检查。洪水风险较高的地区应优化排水系统设计,暴雨或洪水发生时水流能够快速排出,避免对轨道基础造成侵蚀。还需规划紧急撤离通道和备用运输方案,以减少突发情况下对乘客和列车运行的影响;为提升决策的准确性,应与气象部门建立紧密合作关系,实时接收高精度天气预报数据,并结合轨道交通的大数据分析系统,快速评估天气对运营的潜在影响。

3.4 技术创新与智能化应用

推广智能化管理系统,引入自动驾驶辅助系统,可结合精准算法与传感器实现列车速度控制、停车精准定位及自动刹车功能。系统实时监控运行轨迹,减少人为误操作导致的风险。实时监控预警系统依托沿线安装的高清摄像头和传感器,全天候监测列车运行状态和轨道设施。例如,传感器检测到轨道变形或设备异常时,会立刻发出警报,将信息传送到指挥中心以便迅速处理问题;大数据和人工智能技术用于行车数据和乘客流量的动态分析,优化列车运行计划和调度策略。通过分析历史客流数据和实时信息,系统可合理调整发车间隔和班次安排,如高峰时增加班次,低谷时减少发车数量,从而提高资源利用效率。调度系统还可实时监测线

路运行,自动调整列车间距,避免因突发状况导致拥堵;先进监控设备为系统运行提供保障。关键区域部署的高性能传感器和摄像头,可监测列车运行异常,如温度传感器监控设备过热,振动传感器识别轨道震动异常,有效预防事故。自动化控制系统减少人为干预,提高运行精准性,复杂条件下保持高度安全;设备的定期升级与维护是智能化系统正常运转的基础。硬件需定期检测与更换老化部件,软件及时更新以修复漏洞并优化性能。操作人员应接受专业培训,熟悉设备功能,快速处理异常情况。

3.5 强化安全文化

强化安全文化需要从管理层到普通员工共同参与,将安全理念融入日常工作和行为中。管理层应以身作则,主动倡导安全优先的原则,制定严格的安全规章制度并督促执行到位。员工则需定期参加安全教育和技能培训,掌握必要的安全知识与操作规范。例如,针对设备使用、紧急情况处置等关键内容,可开展实际操作演练,使员工熟练应对各种潜在风险,避免因操作不当引发事故;公众教育是提高整体安全水平的重要环节。在媒体、地铁站、公交车站等公共场所设置宣传屏幕或发放安全手册,向乘客普及应急逃生、自救互救等安全知识。

4 结语

城市轨道交通行车安全关乎乘客生命财产安全和交通系统的稳定运行。通过分析设备老化、人员管理不足、环境风险及技术短板等问题,本文提出了设备更新与维护、优化人员培训与管理、建立环境监测系统、推广智能化技术和强化安全文化的系统性对策。未来,随着轨道交通规模的持续扩展和技术的飞速发展,安全保障工作将面临更高要求。政府、企业和社会需协同努力,通过政策引导、资金投入和技术创新,不断提升安全管理水平,确保轨道交通系统高效、稳定运行,为市民提供安全、便捷的出行服务,助力城市轨道交通体系的可持续发展。

参考文献

- [1] 周荣.城市轨道交通运营行车安全的双重预防机制分析[J].人民公交,2024,(18):108-110.
- [2] 武晓雪.城市轨道交通车站客运组织的安全管理与控制浅述[J].时代汽车,2024,(11):165-167.
- [3] 黄虎.浅析城市轨道交通行车安全影响因素及对策[J].科学技术创新,2019,(26):129-130.

Thinking about the configuration of power supply equipment in subway signal system

Jinxin You

Xiamen Metro Operation Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 361000, China

Abstract

In the subway operation, the signal system is the key to control the safe operation of the trains. To ensure the stable operation of the signal system, it is necessary to provide a stable and reliable power supply. After years of development, China has a solid power equipment technology reserve and continuous technical innovation ability, in the emerging power equipment configuration has a strong market competitiveness. The optimal configuration of the power supply equipment in the subway signal system can maximize the stable operation requirements of the signal system in the development process of the subway modernization. Based on this, this paper focuses on the configuration analysis of power equipment in subway signal system for reference.

Keywords

subway; signal system; power supply equipment; configuration

关于地铁信号系统电源设备的配置问题思考

游锦鑫

厦门地铁运营有限公司, 中国·福建 厦门 361000

摘要

在地铁运行中, 信号系统是控制列车安全运行的关键。要保证信号系统的稳定运行, 需要为其提供稳定可靠的电源。经过多年的发展, 我国已经拥有了扎实的电源设备技术储备和持续的技术创新能力, 在新兴电源设备配置方面具有较强的市场竞争力。对地铁信号系统中的电源设备进行优化配置, 能够最大限度地满足地铁现代化发展过程中信号系统的稳定运行需求。基于此, 本文重点针对地铁信号系统电源设备的配置问题进行了详细的分析, 以供参考。

关键词

地铁; 信号系统; 电源设备; 配置

1 引言

地铁信号系统是地铁一级负荷的关键设备, 对于供电方面的要求非常苛刻。地铁信号系统对整个地铁线路的运转有着直接的控制作用。如果供电不稳定影响地铁信号系统运行, 将有可能出现地铁线路运行中断, 甚至会导致生产安全事故, 造成严重的社会影响, 使企业遭受难以挽回的损失。所以, 必须对地铁信号系统的电源设备进行优化配置, 最大限度地保障地铁信号系统的运行质量。

2 地铁信号系统电源设备配置的重要性

地铁信号系统是确保地铁安全运行的关键设备, 影响着地铁服务质量和运营效率。电源设备是地铁信号系统稳定运行的基础保障, 为地铁信号系统的自动列车控制子系统、计算机联锁子系统、列车自动监控子系统、数据通信子系统、

车载信号系统和轨旁信号系统提供可靠电源, 只有对电源设备进行科学合理的设计与配置, 才能够为地铁信号系统的稳定运行提供保障。近几年来, 地铁信号系统的电源设备配置, 受到地铁建设和运营单位的高度重视。在对地铁信号系统电源设备进行配置时, 必须制定出科学合理的配置方案, 并且在电源设备出现故障问题时, 在极短时间内快速修复, 恢复地铁信号系统的稳定运行。只有保证地铁信号系统长时间处于安全稳定运行状态, 才能够保证列车的正常运行。否则, 一旦地铁信号系统电源设备出现故障, 可能导致信号系统无法保证列车运行安全, 行车组织将降级为人工组织行车, 影响运营效率, 地铁线路运营将有可能陷入瘫痪。此时, 如果恰好处于客流高峰期, 将影响乘客转运, 必然造成客流积压。所以, 必须对地铁信号系统中的电源设备配置予以高度的重视, 提升信号电源设备的运行质量。

3 地铁信号系统电源设备的配置方案

3.1 地铁信号系统电源设备的配置要求

地铁信号系统电源设备的配置, 在满足城市轨道交通

【作者简介】游锦鑫(1985-), 男, 中国福建龙岩人, 本科, 工程师, 从事地铁运营管理研究。

信号系统运营技术规范外，需要综合考虑安全性、可靠性、可维护性及智能化。首先，要考虑安全性，加强对信号系统电源设备的安全防护，配置具备漏电检测、电源隔离、过压/过流保护和防雷等功能，保护系统免受雷电、外部电气设备等干扰。其次，要考虑可靠性，电源设备应采取冗余设计，且采用模块化配置，采用模块化管理模式，做好热机备份，在电源模块发生故障时，能够快速自动切换或更换故障模块，恢复电源正常运行。再次，要考虑可维护性，要优先使用无损伤热插拔技术，实现快速在线替换，为后续的维护和故障处置工作开展提供便利。最后，要考虑电源设备的智能化管理，地铁信号系统电源设备可以通过监测手段监控设备运行状态，重视电源设备的网络化建设和智能化建设，对各站点电源设备进行集中监测组网，能够对电源设备故障进行集中化、远程化监控，实现电源设备运行状态在线监控，让工作人员在第一时间发现电源设备故障，又能够及时锁定故障位置，为后续的故障处理提供便利。

3.2 地铁信号系统电源设备的配置方案

在地铁信号系统中，电源系统主要由电源屏、UPS（不间断电源）、蓄电池、配电柜、防雷与接地系统、监控与管理系统等组成。针对电源屏建议选择智能型交流稳压电源屏和直流电源屏，集成自动切换、电压调节、滤波、过载或短路保护等功能，采用双路冗余输入，确保电源输出稳定。对于UPS设置旁路开关，在UPS出现故障时，就可以自动切换到市电，建议设置双UPS双母线，降低电源设备故障率，提升运行可靠度。对于蓄电池建议采用长寿命的铅酸蓄电池或锂电池，确保蓄电池运行质量。对于配电柜根据实际负载设计，应具备IP54或更高等级的防护，具有防水和防尘功能。对于防雷与接地系统从提高系统电磁兼容性和浪涌保护进行配置。对于监控与管理系统实现远程监控管理和故障报警功能进行配置，对电源设备运行电压、电流、环境温度湿度等关键参数的监控。图1为电源设备配置方案。

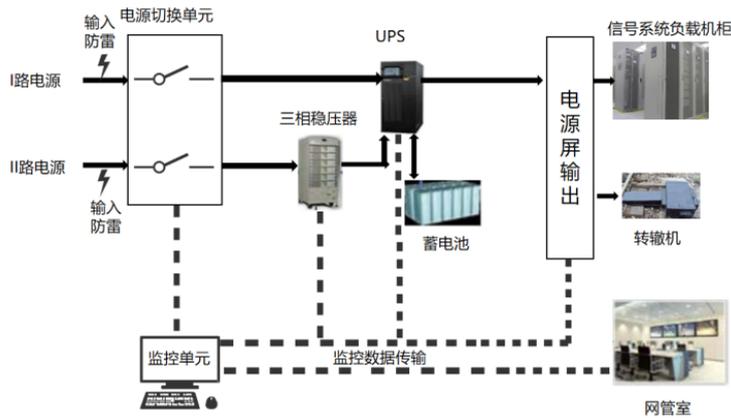


图1 电源设备配置方案

4 地铁信号系统电源设备的配置策略

4.1 加强地铁信号系统电源设备的安全防护

为了保证地铁信号系统的稳定安全运行，在对地铁信号系统电源设备进行优化配置的过程中，需要从多个不同的角度，对电源设备进行安全防护，保障电源设备的运行性能。

4.1.1 漏电防护

对电源设备进行漏电检测，借助精细化的检测设备，判断整个地铁信号系统覆盖范围内是否存在漏电电流，以免地铁信号系统在运行过程中出现各种故障隐患。在漏电电流检测过程中，建议将电源信号的引入端作为检测起始点。如果发现异常信号，可以对异常点的位置进行锁定。另外，在漏电电流检测中，设定合理的标准值，如果超出这一标准值，就代表电源设备存在故障隐患。

4.1.2 隔离防护

对电源设备进行优化配置的过程中，还需要做好电源设备的隔离处理工作。如果是交流电源设备，建议利用变压器进行隔离；如果是直流电源设备，建议利用高频进行隔离；

如果是滤波电容等可能发生过热爆裂的元器件，建议做好隔离防护，减少对周边板卡的影响。

4.1.3 过压过流防护

在地铁信号系统运行过程中，如果操作人员出现操作失误，引起电源设备过压过流现象，将有可能发生某些电子元器件受损、电容爆炸等事故。只有做好过压过流保护，确保在电源设备出现过压过流现象时能够触动开关，进行跳闸，才能够降低电源设备的故障率。

4.1.4 防雷保护

地铁信号系统的电源设备防雷保护非常重要，遇到雷电天气时，将有可能出现瞬间过压和浪涌电流损害。建议建立完善的接地防护网，并在电源入口处设置浪涌保护装置，保护后端设备不受雷电或其他电气设备的冲击。

4.2 加强电源设备监控组网的建设

为了加强地铁信号系统中电源设备的统一监督与管理，需要对电源设备的监控组网建设，确保在提高电源设备管理效率的同时，降低电源设备的维护管理成本。对现阶段地铁

信号系统中电源设备的运行情况进行分析,对电源设备监控进行预防。目前,电源设备监控组网方式主要有三种,如表开展需求研究,针对电源设备配置不足的问题利用监控手段1所示。

表 1: 三种电源设备监控组网方式对比

电源设备监控组网方式	优势	劣势
利用公共电话交换网拨号,实现电源监控组	设备简单易操作、投资少(成本低)	运行速度慢、时效性差、稳定性差
利用计算机技术,实现专用局域网组网	传输速率高、稳定可靠	投资大(成本高)
利用专业的通信技术,实现传输网时隙插入组网	传输速率高、结构简单,运行稳定安全	不同设备之间的兼容性不够高

4.3 加强现代化通信技术与通信方案的应用

在地铁信号系统的电源设备配置中,还需要加强现代化通信技术与通信方案的应用。因为在地铁信号系统中的电源设备运行过程中,会产生一些电压信号、电流信号。通信技术的主要作用就是对这些信号进行传递,帮助监控人员更好地把控整个电源设备的运行状态。在对地铁信号系统中的电源设备进行优化配置时,可以对先进的通信服务方案进行合理应用,并加强通信模式的改造与升级。

4.4 加强人员配置的优化

提升地铁信号系统电源设备运行的安全性与稳定性,还需要对专业人员结构进行优化,对人员的电源设备维护、监控能力进行训练和提升。例如,在人员上岗之前,对其进行专门的电源设备监控技能培训,并对其进行考核,考核通过之后,再将其安排到工作岗位上。在人员上岗后,对其进行定期的技能培训和素养考核,制定电源设备检修计划,对电源设备的检修内容、检修流程、检修要求进行明确,确保人员能够对电源设备进行标准化的检查与维修。

4.5 加强相关工作制度的完善

从规划、设计、采购、安装、调试、运行维护及报废的电源设备管理全生命周期,建立健全地铁信号电源设备管理制度,分析电源设备各环节运行的薄弱点,从整体上提高电源设备配置的科学合理性。积极学习借鉴国外地铁信号系统中电源设备的配置与管理经验,对地铁信号系统电源设备进行优化配置。同时,根据电源设备运行风险进行分析,制定电源设备故障的应急预案,包括但不限于电源故障判断以及故障电源模块更换等应急处置流程,确保设备故障快速修复。

4.6 加强智能化技术的应用

提升地铁信号系统中的电源设备运行管理,要加强智能化技术的应用。利用大数据技术与数据挖掘技术,将电源设备运行中产生的数据进行搜集、处理和分析,以此来提高电源设备的监控力度,强化电源设备的监控智能化水平。在

电源设备出现运行故障的时候,工作人员就可以直接利用智能化手段,对故障位置进行确定,安排专业人员进行现场维修,使电源设备快速恢复正常。同时,对地铁信号系统中的电源设备进行智能化监控,加强智能化电源设备的运用,提高电源设备的运行管理能力,降低电源设备后期维护方面的成本与难度。最后,对电源设备进行创新管理,对电源设备配置和管理制度进行持续的优化和完善,为地铁信号系统电源设备配置水平的持续提高提供支持。

5 结语

综上所述,地铁信号系统的运行状态是否安全、稳定,直接关系到整个地铁列车运行的安全性,关系着地铁事业发展的可持续性。加强地铁信号系统电源设备的配置与管理,不仅要做好地铁信号系统电源设备的安全防护工作,加强电源设备监控组网的建设和现代化通信技术与通信方案的应用,还要对相关制度完善、智能化技术引入与人员结构优化予以重视。与此同时,还要持续借鉴国内外优秀的电源设备配置经验与方法,并根据国内现状,持续提高地铁信号系统电源设备配置水平,为地铁事业的稳定发展奠定基础。

参考文献

- [1] 杜晓菲. 大连地铁信号电源系统配置方案分析[J]. 通信电源技术,2021,38(7):150-152.
- [2] 高燕林. 地铁信号电源系统的配置分析[J]. 装饰装修天地,2021(8):280.
- [3] 江义飞. 地铁信号电源系统冗余配置方案探究[J]. 数码设计(下),2020,9(2):64.
- [4] 赵思宇. 地铁通信信号电源系统设备维护策略研究[J]. 电脑爱好者(普及版),2022(3):203-205.
- [5] 王田田. 地铁信号系统电源设备的优化配置[J]. 通讯世界,2016(3):87-87.
- [6] 赵晓风. 地铁信号系统电源设备的优化配置[J]. 城市建设理论研究(电子版),2016(16).

Research on continuous beam deformation monitoring of high-speed rail turnout based on microwave vibration measurement technology

Cheng Wang Yaohua Zheng

Shentie Fangyuan Testing Technology Co., Ltd., Shanghai, 201802, China

Abstract

A large number of deformation and vibration measurements existing in large-span Bridges and large engineering structures often require physical contact structures, resulting in complex installation and limited coverage to meet the comprehensive monitoring requirements of large-scale structures. This paper presents a measurement system based on microwave vibration measurement to the continuous beam of high speed railway. By constructing the measurement system based on microwave vibration measurement technology in the continuous beam of ballastless concrete turnout along the south Yangtze River, the static dynamic deflection change of the turnout continuous beam is analyzed, and the data collected at each measuring point is reconstructed in three dimensions. The results show that the microdeformation data of multiple measuring points can continuously feedback the change law of turnout continuous beam deformation, and can provide clear data changes for different stages of high-speed railway construction process.

Keywords

microwave sensing; microwave vibration measurement; deformation monitoring; turnout continuous beam

基于微波测振技术的高铁道岔连续梁形变监测研究

王澄 郑腰华

申铁方圆检测科技有限公司, 中国·上海 201802

摘要

大跨度桥梁及大型工程结构中存在的形变及振动测量, 往往需要物理接触结构, 导致安装复杂, 且覆盖范围有限, 难以满足大规模结构的全面监测需求。本文提出了一种基于微波测振技术的测量系统对高速铁路连续梁进行精确形变与振动监测方法。通过在南沿江城际铁路无砟轨道预应力混凝土道岔连续梁搭建基于微波测振技术的测量系统, 分析道岔连续梁静态挠度变化, 对各测点采集的数据进行三维重构。结果表明: 多个测点的微形变数据, 可以连续反馈道岔连续梁形变的变化规律, 能够为高速铁路建设过程不同阶段提供清晰的数据变化佐证。

关键词

微波感知; 微波测振; 形变监测; 道岔连续梁

1 引言

高速铁路建造过程中, 大跨度桥梁监测系统技术从总体上而言已经趋于成熟和规范, 而对于大跨度桥梁结构健康监测与预警系统的设计缺乏整体和规范性的指导原则, 还没有建立一个科学、统一的设计标准。因此, 针对大跨度桥梁工程结构长期变形监测, 为了解决现有监测仪器成本高、便携性差、测试环境要求高、体积和功耗大及适用范围受限等技术问题, 需要研发一套完备、高效、高精度、高可靠性、智能化的大型桥梁结构监测系统, 获取桥梁关键状态参数和长期跟踪监测性能指标^[1]。

当前对高铁道岔连续梁变形监测主要依靠精密水准仪、全站仪进行人工不连续、间断测量, 效率低下, 且无法获取长时间连续测量结果, 难以对施工和后期运维提供关键传感与测量数据, 而桥梁上无砟轨道铺设对桥梁连续梁的形变和沉降具有严格的要求。针对桥梁工程中存在的大量形变及振动测量需求, 传统形变及振动测试方法除了自身的局限性, 它们亦面临一系列难以突破的挑战。所以, 研发基于微波测振技术的桥梁形变监测系统是一种突破口。

本文依托南沿江城际铁路站前工程, 采用微波雷达振动与形变监测技术和专用仪器在无砟轨道预应力混凝土道岔连续梁施工中应用, 实现了大跨度桥梁高铁轨道铺设支撑结构的长时间连续、全天时全天候、多点同步高精度的形变与振动监测关键技术, 为解决高速铁路道岔梁结构铺轨过程中的形变控制与调整难题提供了解决方案。

【作者简介】王澄(1979-), 男, 中国海南澄迈人, 本科, 高级工程师, 从事工程测量技术研究。

2 微波形变与振动测量原理

微波测振是通过发射特定形式的连续波微波信号，并接收目标散射的电磁回波信号，基于相位调制与干涉测量实

现多目标振动信息反演，具有高精度、宽量程、低频响应佳、低功耗、高可靠性（全天时、全天候）、微型化等优势。典型的微波测振硬件及测量示意图如图1所示，能够准确测量目标的振动或形变位移时域信息。

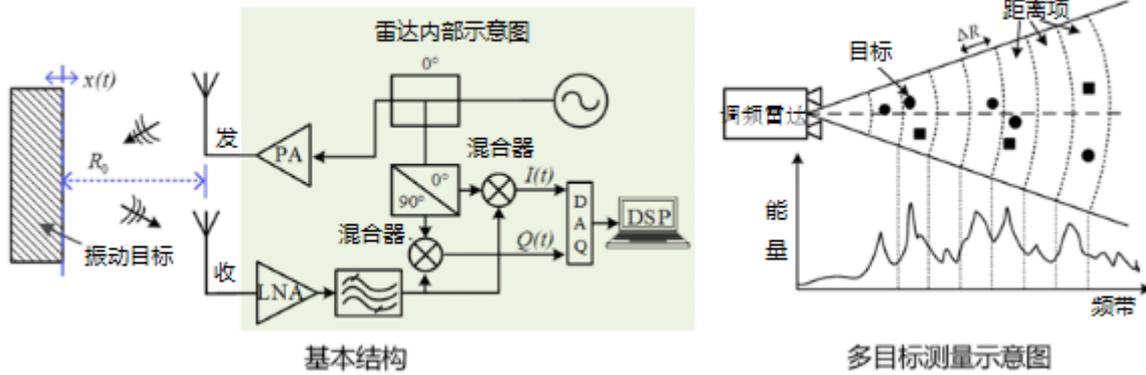


图1 微波测振基本原理示意图

基于LFMCW雷达的振动测量是基于振动会对电磁波信号产生非线性调制的基本原理，通过跨越多扫频周期的干涉相位估计与振动信息反演实现振动位移时域信息的提取。如图2(a)所示，采用锯齿波频率调制的LFMCW雷达进行非接触式振动感知，使用复数形式进行简化描述，以单目标感知为例，每个扫频周期发射信号和接收信号的数学模型可定义为：

$$S_t(t) = A(t) \exp[j(2\pi f_0 t + \pi K t^2 + \varphi_0)],$$

$$S_r(t) = B(t) \exp\{j[2\pi f_0 (t - 2\frac{R_0 + x(t)}{c}) + \pi K (t - 2\frac{R_0 + x(t)}{c})^2 + \varphi_0]\},$$

其中 $K = \frac{B}{T}$,

式中 $A(t)$ 为发射信号的幅值， $B(t)$ 为接收信号的幅值， f 为信号初始频率， K 为调制斜率， φ_0 为初始相位， t 为时间， c 为电磁波传播速度， B 为信号带宽， T 为单个扫频周期时间，为雷达到目标之间的初始距离， $x(t)$ 为目标物体的振动位移^[2]。

由于扫频周期往往较短，单个扫频周期时间 T 内振动位移的变化量非常小，因此可假定在一个扫频周期内物体的位移 $x(t)$ 为常数，则第 i 个扫频周期时间内，基带差拍信号可表示为：

$$S_b(iT+t) = C_i \exp\{j[\frac{4\pi K R_0}{c} t + \frac{4\pi f_0 R_0}{c} + \frac{4\pi(f_0 + K(t))}{c} x(iT)]\}$$

$$\approx C_i \exp\{j[\frac{4\pi K R_0}{c} t + \frac{4\pi f_0 R_0}{c} + \frac{4\pi f_0}{c} x(iT)]\}$$

$$= C_i \exp[j(2\pi f_b t + \varphi_i)],$$

其中 $f_b = \frac{2BR_0}{cT}$, $\varphi_i = \frac{4\pi f_0 R_0 + 4\pi f_0 x(iT)}{c}$,

式中， C_i 为第 i 个扫频周期基带差拍信号的幅值， f_0 为中心载波频率， f_b 为差拍频率， φ_i 为 $x(iT)$ 分别为第 i 个扫频周期时间内差拍信号的初始相位和目标振动位移时

间序列。通过上述信号模型表示和公式推导，可以看出基带信号的干涉相位信息与目标物体的振动位移时域信息成线性关系。通过基带信号的干涉相位演变追踪可以得到相邻扫频周期振动位移时域信息的变化量为：

$$\Delta x(t) = \frac{\lambda}{4\pi} \Delta \varphi(t) / \cos \phi$$

其中， $\Delta x(t)$ 为相邻扫频周期基带信号振动位移的变化量， ϕ 为目标振动方向与雷达波束视线的夹角，进而由位移变化量反演目标振动位移时域信息。

3 工程应用

3.1 工程概况

南沿江城际铁路2标无砟轨道预应力混凝土道岔连续梁位于195~200#墩，箱梁全长155.15m，桥梁宽14.908~18.140m，底宽11.653~5.238m。设计最高时速350km/h。

3.2 监测方案

3.2.1 测点布设

微波测振监测方案采用断面测点等效法，等效测量道岔梁6个测量断面，在道岔梁两侧飘檐下侧安装角反射器（观测点），整座道岔梁位移测点共安装12个，分别在支点、中跨跨中及边跨1/4跨附近设置。

3.2.2 设备安装

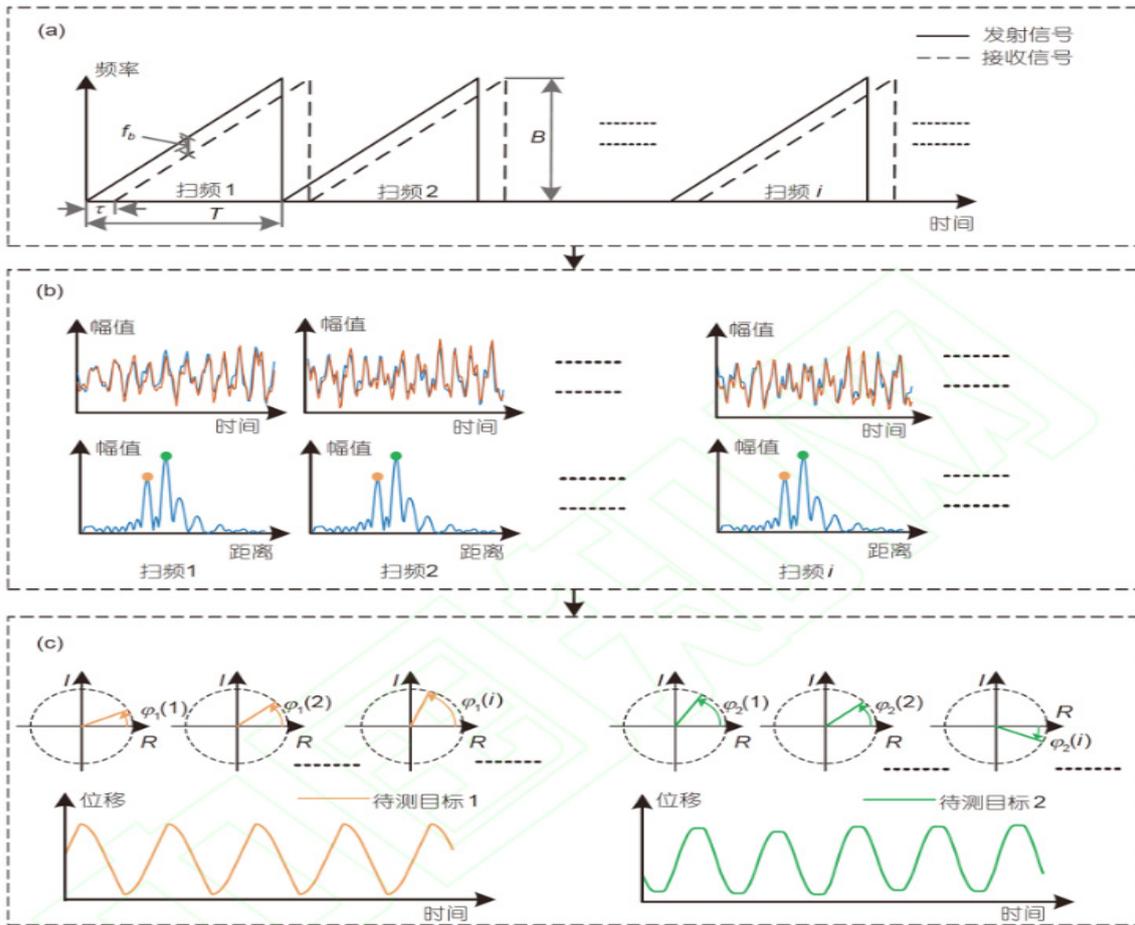
“微波测量仪”设备安装在道岔梁两侧的桥墩，使用制造特殊的安装支架将设备向外侧探出，用于监测道岔连续梁多维形变与振动信息。针对每一个测点，使用了3个雷达来监测对应方向的位移信号，其中雷达1监测X方向的位移信号，雷达2监测Y方向的位移信号，雷达3监测Z方向的位移信号。雷达1与雷达2之间的间隔为1000mm，雷达1与雷达3和雷达2与雷达3之间的间隔均为800mm。

雷达安装如图3(a)所示。

角反射器俗称靶标,通过与桥梁刚性连接,在增强信

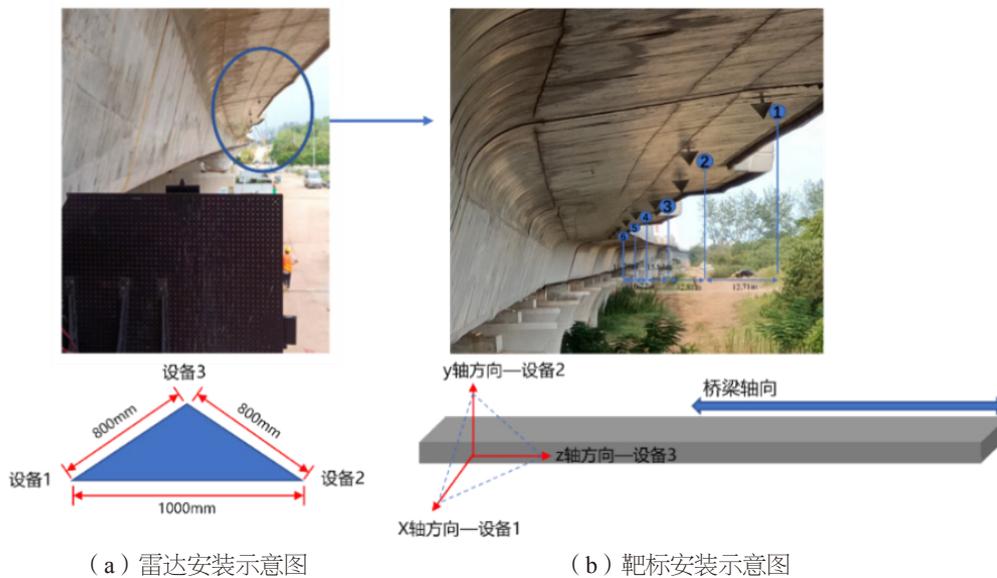
号强度的同时用于反馈桥梁的微形变与振动信息,靶标安装

具体如图3(b)所示。



(a) 锯齿波调制 FMCW 雷达发射与接收信号瞬时频率率示意图; (b) 多扫频周期基带差拍信号及其距离像示意图; (c) 多点同步振动位移提取示意图

图2 基本原理示意图



(a) 雷达安装示意图

(b) 靶标安装示意图

图3 现场桥梁测量设备安装示意图

3.3 监测结果及分析

为分析道岔连续梁静态挠度变化，对各测点采集的数据进行三维重构以及相应的图形绘制，经数据处理软件分析出各测点在三个维度上的位移结果数据，得出测点 M2、测点 M3 及测点 M4 位移结果数据如表 1。

对各测点计算完成的 X、Y、Z 方向的位移数据，软件呈现测点位移变化的曲线图，测点 M2 合成数据曲线图如图 4 所示：

测点位移变化的曲线图，如图 5 所示，设备 1 采集的测点 M2 的单点数据，可以发现：微形变振幅区间约为 4.7mm，且形变规律符合因 24 小时温度变化（设备平均 30 s 采集一次数据，24 小时约为 2880 个数据点）带来的桥梁形变规律。

采集的多个测点的单点微形变数据，不难发现，单点采集的数据符合变化规律，并能够反映道岔连续梁在未做铺轨工序每天 24 小时结构随温度及支架沉降变化的形变状态。如图 6 所示，采集的多个测点的单点微形变数据，数据显示，单点采集的数据符合变化规律，并能够反映每天 24

小时结构随温度变化的形变状态。图 6 纵轴为形变位移，单位 mm；横轴为时间，单位 h。

如图 7 所示，两台设备采集的多个测点的单点数据，可以发现：数据点可以连续反馈道岔连续梁形变的变化规律，为高铁路线建设过程不同阶段提供了清晰的数据变化佐证。图 7 纵轴为形变位移，单位 mm；横轴为时间，单位 h。

通过构建微波感知技术形成的非接触形变与振动监测系统，结合先进的反演构建算法，实现在铁路道岔连续梁不同的建筑阶段，进行简洁、实时、高精度的形变与振动数据收集，结合整体测试过程对比和精度验证，微波测振技术在铁路道岔连续梁形变与振动监测方面可行。

基于微波感知技术形成的非接触形变与振动监测系统或者方案，有效减少传统验收测试过程光学设备的种种缺陷，提高作业效率；也可简单、连续同步反馈高铁铁轨铺设过程对道岔连续梁形变与振动的变化趋势；为高铁道岔连续梁在铺轨及建设验收方面提供整体安全后期评估及实时评估建立了可能。

表 1 分析结果

测点编号	左右 (X 方向) 位移 (mm)	上下 (Y 方向) 位移 (mm)	前后 (Z 方向) 位移 (mm)
测点 M2	0.856	0.876	0.878
测点 M3	0.856	0.876	0.878
测点 M4	0.856	0.876	0.878

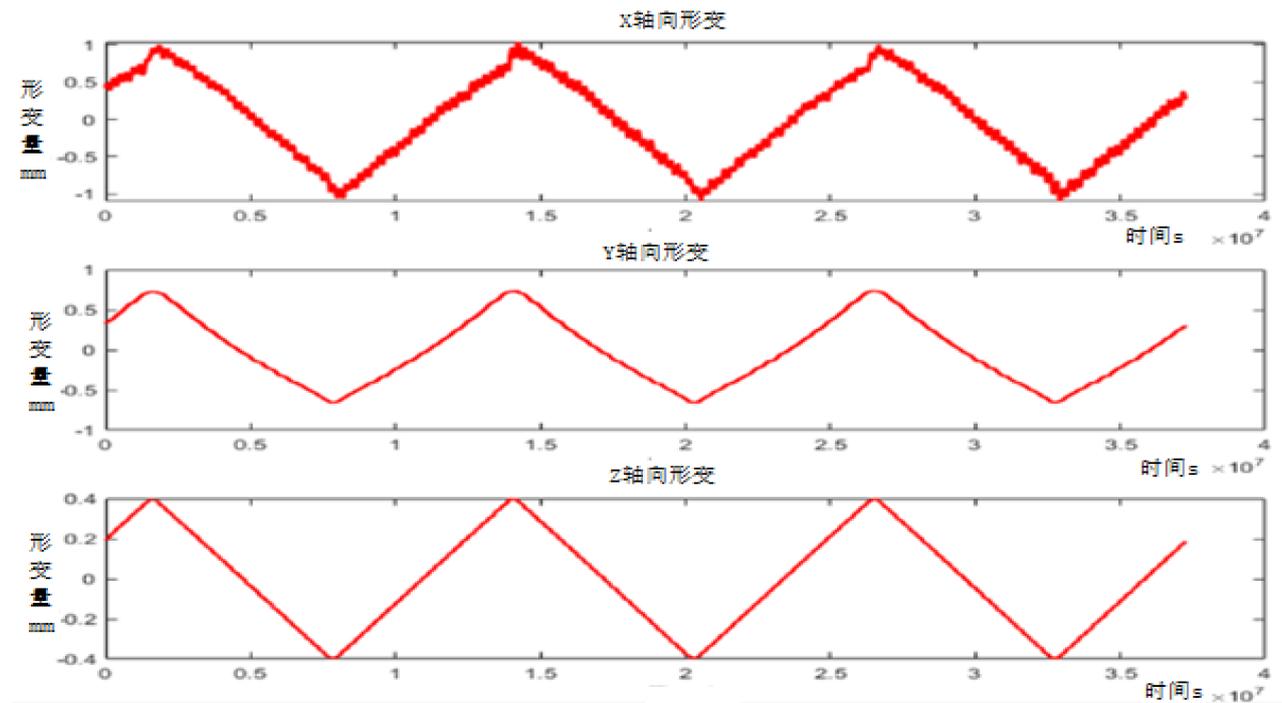


图 4 测点 M2 合成数据曲线图

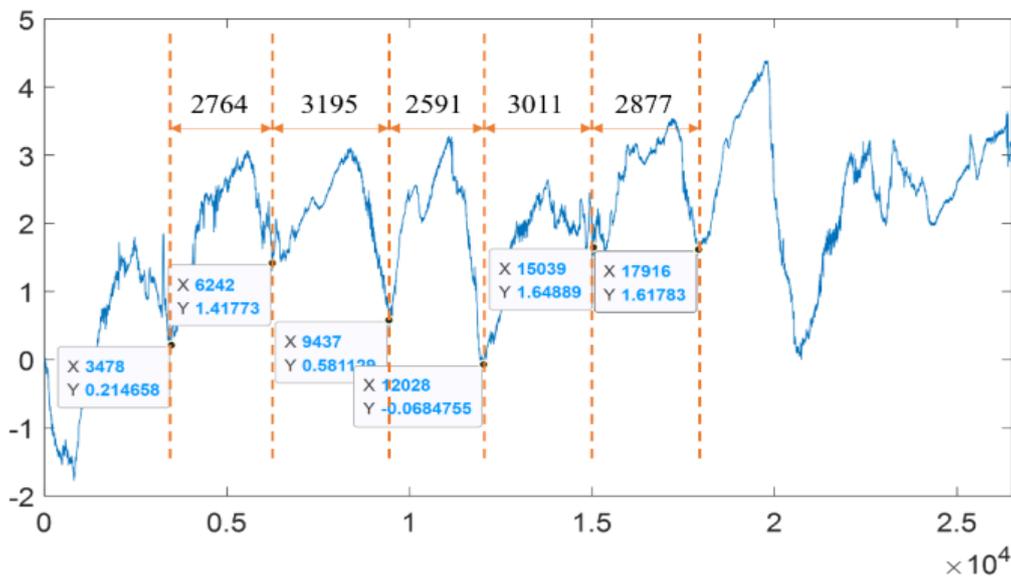


图5 测点 M2 位移曲线图

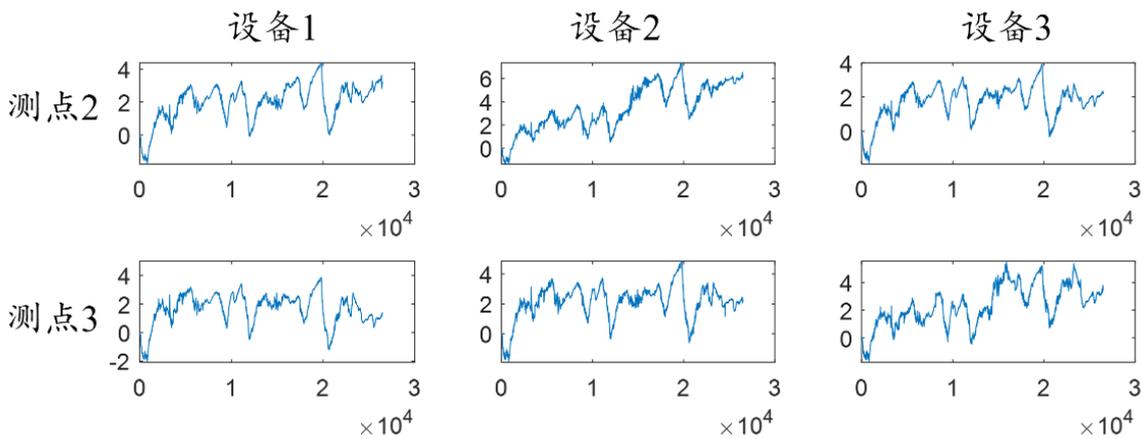


图6 测点微形变数据曲线图

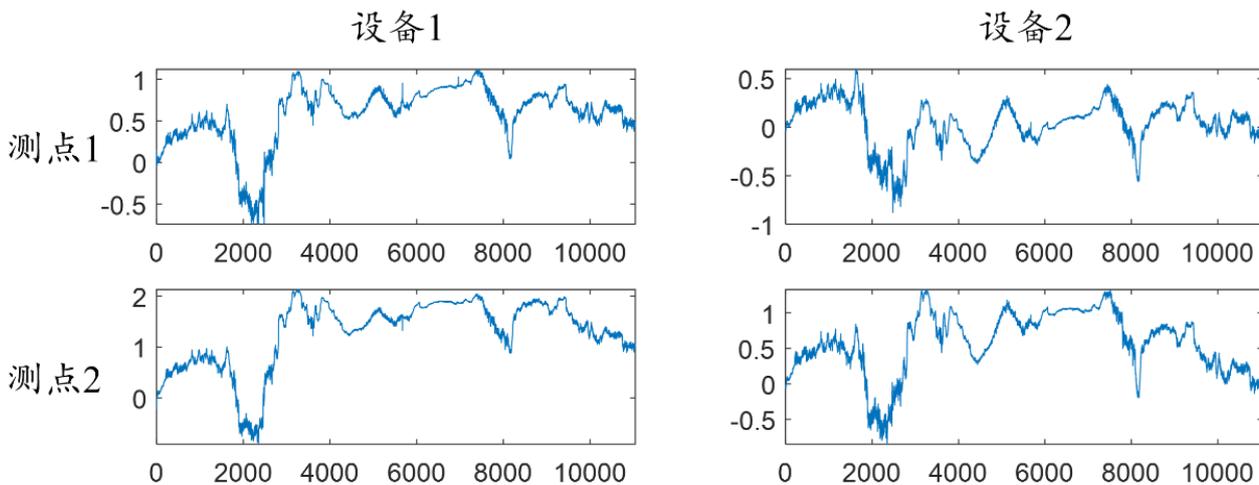


图7 测点微形变数据曲线图

3.4 精度验证测试

为监测桥梁梁体的平面形变和垂直形变，根据安装在桥梁横板底部的靶标，对应在桥梁防撞墙上埋设 CP III 点，CP III 点作为水准测量观测点，同时也作为全站仪坐标法观测点。

3.4.1 采用精密水准测量

利用每公里观测高差中误差为 $\pm 0.3\text{mm}$ 的徕卡 LS10 电子水准仪测量测点标高，采集的测点垂直方向的数据。测点 M2 ~ M4 数据显示，所有测点误差都在 1mm 以内，满足无砟轨道梁体徐变控制标准要求。

3.4.2 采用全站仪坐标法

利用测角精度为 $\pm 0.5''$ 、测距精度为 $\pm (1\text{mm}+1\text{ppm})$ 的徕卡 TS60 全站仪测量测点二维坐标，采集的测点 X、Y 方向的数据。测点 M2 ~ M4 数据显示，所有测点累计位移小于 1mm，满足梁体横向变形的相对位移不大于 1mm 的要求。

将微波监测设备和现有成熟监测设备结果进行比较，微波测量仪测量的三个维度与传统的精密水准测量、全站仪测量结果接近，进一步证实了微波远程形变监测技术应用于高速铁路连续梁形变监测的可行性与精度的可靠性。

表 2 分析结果

测点编号	沉降变化量 (mm)		
	本周变量	本周日变化速率	累计变量
M2	-0.31	-0.01	-0.38
M3	-0.24	-0.01	-0.14
M4	-0.75	-0.03	-0.15

说明：1. 沉降“-”表示沉降，“+”表示上升。

表 3 分析结果

测点编号	X 方向 (mm)		Y 方向 (mm)	
	X 本次位移	X 累计位移	Y 本次位移	Y 累计位移
M2	-0.19	-0.54	-0.06	-0.99
M3	-0.04	0.79	-0.04	-0.23
M4	-0.10	0.29	-0.10	0.62

说明：位移“-”表示上升，“+”表示沉降。

4 结论

①基于微波感知的形变与振动测量技术简称“微波测振”技术，是一种新的非接触式形变与振动监测技术，具有高精度、宽量程、低频响应佳、低功耗、高可靠性（全天时、全天候）、微型化及环境适应性强等优势。

②微波感知技术形成的非接触形变与振动监测系统，可轻量化、实时、高精度的反馈高铁道岔连续梁结构验收实施过程中各断面的形变与振动数据收集，减少传统验收测试过程光学设备的种种缺陷，提高作业效率，为高铁整体建设安全提供有力佐证。

③基于微波非接触感知能力及柔性场景适应性，微波感知技术形成的非接触形变与振动监测系统可延伸至高铁建设涉及形变与振动采集的其他项目；另外也可将技术及方案应用于高铁路基、桥梁、轨道等的安全监测，为高速铁路整体搭建安全运营提供科学数据源及改进依据。

参考文献

[1] 冯正霖, 对我国桥梁技术发展战略的思考, 中国交通报, 20150520.
 [2] 熊玉勇, 李松旭, 吴高阳等.基于毫米波感知的形变及振动多

点同步测量理论与方法, 中国科学: 技术科学, 2021.51.

[3] 熊玉勇, 李松旭, 彭志科.基于微波感知的挠性结构动态响应监测, 振动与冲击, 2020第39卷.
 [4] 王静, 芜湖长江大桥梁体挠度随拉索损伤变化规律研究, 石家庄铁道大学硕士论文, 20140101.
 [5] 张弥, 夏禾, 冯爱军.轻轨列车和高架桥梁系统的动力响应分析[J].北京交通大学学报, 1994(1):1-8.
 [6] 宋超智, 陈翰新等.大国工程测量技术创新与发展, 北京: 中国建筑工业出版社出版, 2019.
 [7] 刘春,程起军,李俊义,等.基于地基干涉雷达的大型桥梁动态挠度监测与分析[J].1, 工程勘察, 2017,45(1): 53-58.
 [8] 张恒, 姚森杰, 董曦.基于步进频连续波雷达的多目标识别方法[J].舰船电子对抗, 2015, 38(4):66-69.
 [9] 岳建平,田林亚等.变形监测技术与应用[M].北京:国防工业出版社, 2014:35-42.
 [10] TB 10621-2014《高速铁路设计规范》.北京: 中国铁道出版社, 2014.
 [11] Q/CR 9230-2016《铁路工程沉降变形观测与评估技术规程》.北京: 中国铁道出版社, 2016.

Design and application of high-speed railway feeder network line deicing truck

Hexuan Yang

Beijing First Construction Engineering Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

The icing of high-speed rail feed network line is a common phenomenon of natural climate disasters in winter, which will lead to the failure of high-speed rail trains to operate normally, and seriously affect the efficiency and safety of railway transportation. In fact, this problem is also common in other electrified railway networks. Therefore, the deicing of high-speed rail feed network line has become an urgent problem to be solved. In view of this problem, this paper innovatively invented a "high-speed rail feed network line deicing car". The equipment and tools, using advanced technology and design concepts, aim to partially solve the problem of high-speed rail feed network line icing. So as to ensure the safety and smooth of railway transportation.

Keywords

high-speed rail feed network line; icing; deicing car

高铁馈电网线除冰车的设计与应用

杨贺轩

北京第一建筑工程有限公司, 中国·北京 100000

摘要

高铁馈电网线结冰是冬季气候自然灾害的一种常见现象会导致高铁列车无法正常运行, 严重影响了铁路运输的效率和安。事实上, 这一问题在其他电气化铁路网线也普遍存在。因此, 高铁馈电网线除冰成为一个亟待解决的问题。针对这一问题, 本文创新性地发明了一种“高铁馈电网线除冰车”。这种设备及工具, 采用先进的技术和设计理念, 旨在部分解决高铁馈电网线结冰的难题。从而保障铁路运输的安全和顺畅。

关键词

高铁馈电网线; 结冰; 除冰车

1 高铁馈电网线除冰车的综合性能特点

①除冰车具有高等级绝缘性能, 确保作业人员安全工作。②其次, 除冰车耐气候性强, 能适应低温, 潮湿气候下稳定地连续工作一个周期(约6个月)。③除冰车可不使用吊车等起重设备, 用人工即可以实现快速安装及拆卸。④除冰车的打击头部, 设有双摄像头, 双照明灯便于观察除冰效果; 在前进方向配置“距离探测雷达”, 可探测前方网线出现的分叉线, 提前采取措施, 减速停车进行越线操作; 前、后面设置有一对托举轮, 两侧面设置有两对具有翻转功能的导向轮。一对托举轮能跟踪网线高度变化并托举起网线, 使网线保持在一个稳定的高度。⑤除冰车支撑机架的各部件均为销轴或螺栓快速联结。杆件均为绝缘材料, 单件重量较轻, 手搬、肩扛较容易。拆装过程均在远离高压线区域。⑥除冰车的刹车系统分为两套刹车系统。即脚踏刹车及手拉刹车系

统。脚踏刹车为电动车刹车盘及夹钳组成。前、后车轴均设刹车盘。紧急情况下脚踏、手拉两种刹车并用。夹轨钳还可设置为前后各一对。⑦除冰车的操控系统及电机: 除冰车的电机为较大型的电动车电机(自行车三轮车), 0.5kW 无刷电机。变频调速器为电动车调速器。操控台设在座椅前面, 操控台上设有各种控制开关。操控台的显示屏监控打冰效果。操控台上还设有打击头运转开关、前进、后退开关, 加、减速手柄、照明灯开关等。

高铁馈电网线除冰车分为两种: 一种是适用于两站间馈电网线的电动除冰车, 另一种是适用于车站内馈电网线的简易手动除冰车(含手动打冰杆)。

两车站之间的馈电网线电动除冰车(以下简称: 电动除冰车)主要技术性能参数:

①除冰方式: 双弓式弹性打击棒。②打击棒头部质量: 0.6kg。③打击频次: 750X2 /min。④打击电机功率: 500W 电压直流 60V。⑤铁轨面至网线高度: 5.5~6.5m。⑥支撑架尺寸: 1.7m×1.7m×3.0m。⑦底盘尺寸: 2.0m×3.5m。⑧

【作者简介】杨贺轩(1944-), 男, 中国河北雄安人, 工程师, 从事电力机械研究。

托举弓支撑杆可升降高度：1.0m。⑨车轮直径：405mm。
⑩行进速度：30km/h。⑪行走电机功率：500W 直流无刷电机 60V。⑫脚踏刹车：电动车前后轴刹车盘系统。⑬手刹车：
杠杆式夹轨钳。⑭整机质量：730kg。

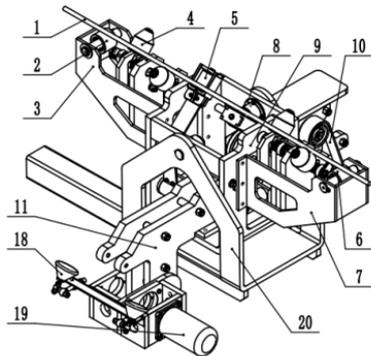
以下按“电动网线除冰车示意图”中给定的零部件序号名称，简介各主要零部件结构性能特点。

1.1 电动网线除冰车示意图中序号2——打冰头

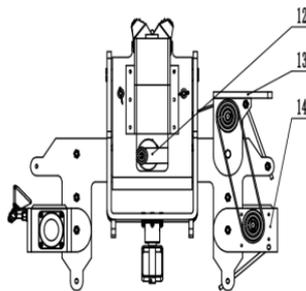
打冰头是关主件。打冰头质量 110kg。下面给出了打冰头图 1.2.3。图 1. 打冰头 3D 示意图，图 2. 打冰头主视图，图 3.

打冰头侧视图。3 张视图，统一编号：件号对应名称如下：
件号 1. 馈电网线。件号 2 和 6. 托举轮。件号 3 和 7. 左、右机架。件号 4. V 型可翻转导向轮。件号 5. 打击弓及打击棒体。件号 8. 轴承座。件号 9. 内机架。件号 10. 齿形驱动带。件号 11. 驱动架，（双偏心轮，驱动带轮支架）。件号 12. 偏心轮及连杆。件号 13. 上摆动架。件号 14. 下摆动架。件号 15. 打击棒连杆。件号 16. 驱动电机。件号 17. 托举弓杆。件号 18. 照明灯，摄像头。件号 19. 电机对称侧配重体。件号 20. 外机架。

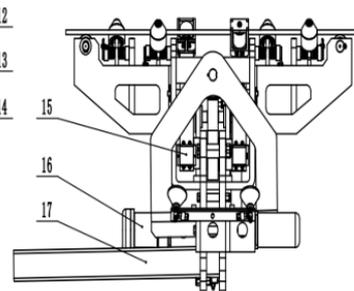
打冰头图1. 3D图



打冰头图3. 侧视图



打冰头图2. 主视图



①托举轮特点：托举轮为一对，前后设置。托举轮由尼龙外套、尼龙轴、轴承及端盖组成。托举轮托举起网线，为打击冰层提供合适的高度位置。托举轮托在网线的冰层上或直接托举网线。网线上结冰层的半径影响托举高度，打击弓与打击棒的弹性变形能够吸收这一高度变化。灵活转动的尼龙托举轮与网线有时是紧贴接触，托举轮的滚动，摩擦系数极小，使网线磨损最小。托举轮磨损直径变小，高度变化由托举弓跟随补偿。

②左、右机架特点：左、右机架成对布置。设置左、右机架是便于加工、装配及维修。每个机架上安装有单件托举轮及 V 形导向轮。机架上设有 V 形轮角度止挡，此止挡能够限制 V 形轮最小角度。左右机架跟随内机架旋转。

③ V 形导向轮特点：V 形导向轮所用材料与托举轮相同。V 形导向轮同样是圆柱轮体，顶端加了一个 V 形帽。

圆柱轮体内，轮轴的安装位置与网线形成一夹角，这一夹角是用来躲开网线吊索的。V 形帽的作用是形成的更大夹角，打冰头接触网线时更容易捕捉夹持网线。V 形轮的最小夹角是通过限制轮轴位置的止挡实现。V 形轮轴具有旋转功能，V 形轮轴的旋转功能是通过扭簧扭动 V 形轮轴实现的。

当网线冰层厚度发生变化时，导向轮夹角自行调整。网线遇到分叉线 V 形导向轮被分叉线挤压翻转到 90 度，即水平位置，网线即脱离导向轮束缚，两者不会发生碰撞损坏。

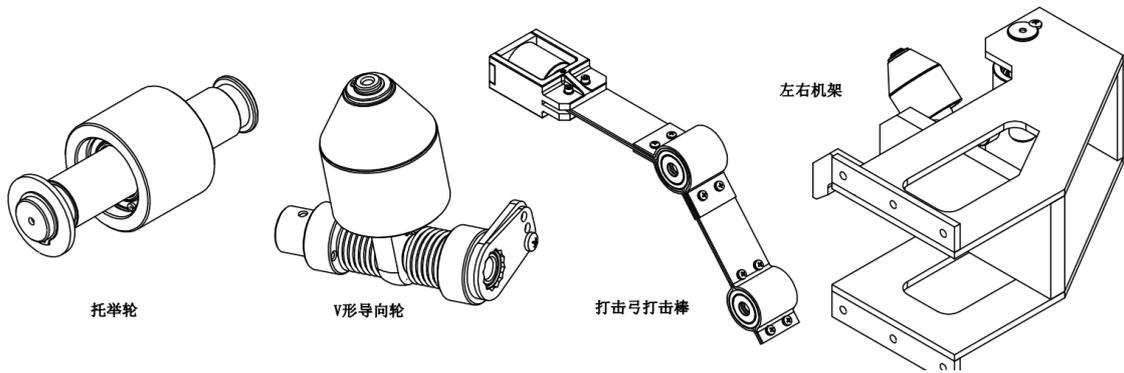
扭簧角度位置可调，扭簧扭矩平衡点可调。V 形轮的旋转固定轴上设有扭簧平衡调节机构。

④打击弓及打击棒体特点：打击弓的材料为热塑玻纤复合增强板。3 厚度双层板组成，此材料绝缘性能好，高弹性，高强度。两层板中间夹持有中心轴承套，一端夹持连杆轴承套。另一端联结打击棒。打冰动作如同“弹簧锤”。

打击棒接触冰层部分为圆柱棒体，为适应震动工况棒体四周用支架维护。尼龙材质的圆柱棒体是为了保护网线免受击伤，棒体能够旋转，棒体接触网线时减少摩擦损耗。打击力度可更换不同重量的打击棒来调整。打击棒可实现双棒同时打击及交错打击，只需要将偏心轮轴的键槽改换不同的位置即可调整。

⑤轴承座：打击头部各转动部位均设置了轴承座以适应气候与结冰。轴承座有三种，为内机架水平旋转为一对双轴承的轴承座。

其余，打击头驱动部分用同一种单轴承的轴承座 6 件。偏心轮轴用一对、上摆动架传动轴用一对、下摆动架轴用一对。另外，垂直托起打击头重量并旋转的轴承座，因为有轴向力，轴承座内设置了一个圆锥滚子轴承。轴承座的外套均为尼龙，内装轴承为普通钢制轴承或尼龙轴承，轴承通过密封端盖用卡环定位。轴承座用螺钉紧固在机架孔上。这种布置，轴承型号、卡环、密封盖互换，为装配维修提供了方便。

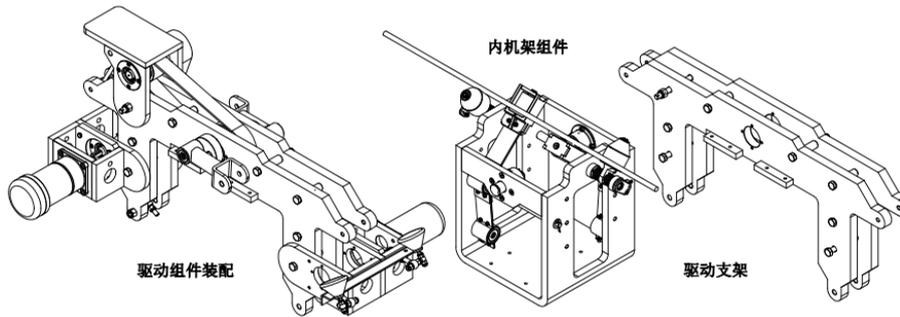


⑥内机架：内机架为可旋转机架。左右机架与内机架安装为一体。通过托举轮跟踪网线水平高度的变化。内机架上安装有驱动机构，打击弓打击棒。驱动机构随内机架旋转，当网线高度出现大幅度变化时托举弓升降进行调整补偿，最大可适应高度变化设计为 1m。当网线高度变化超过 1m 的高度，可通过改变托举弓的初始高度来实现。内机架的可转动角度是在外机架的开孔范围内进行的。

⑦齿形驱动带：打击棒驱动采用 2 条齿形带传动。其

中一条是第一级，把电机与网线的垂直距离拉开，第二条为第二级，拉开电机与网线的水平距离。因为齿形带是绝缘材料。利用齿形带的长度使电机远离高压网线。

⑧驱动架：驱动架为尼龙组件，驱动架由两件倒置 U 型板、垫套、联接螺栓组成。驱动架中部安装偏心轮轴，及一对偏心轮。驱动架的一端安装上下摆动架，上、下摆动架内设有带弹簧的拉杆，弹性拉杆给齿形带提供一个稳定适合的拉力。

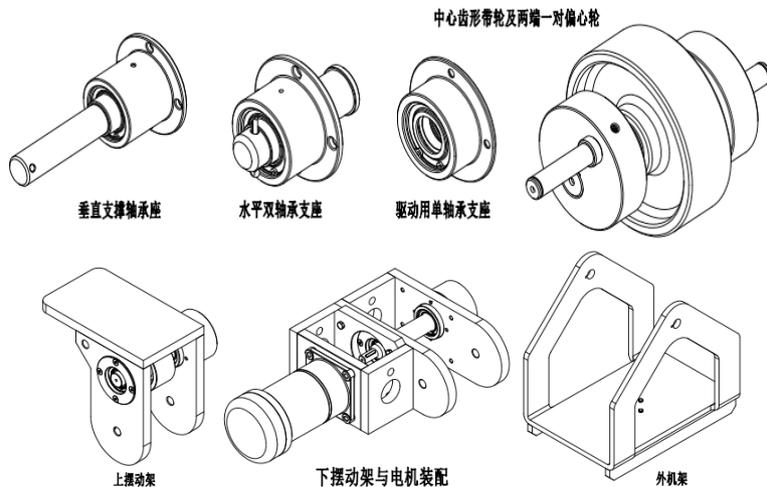


⑨偏心轮及连杆：偏心轮为一对布置，偏心轮通过连杆带动打击弓及打击棒。一对偏心轮的正中心部位，为第二级齿形带驱动轮。第一级齿形带的两个驱动轮安装在驱动架外侧。第二级两个驱动轮在驱动架中心。

⑩上、下摆动架：上摆动架用来张紧二级驱动两齿形带轮，下摆动架张紧一级驱动两齿形带轮，一级与二级动

力传导时改变齿形带轮的直径比，进行变速。本机为 $\phi 150/\phi 100$ ，速比 1.5 减速。上摆动架安装冰雪护罩。一侧的下摆动架安装电机、联轴器，及扭矩限制器。另一侧的下摆动架安装配重体、灯支架、雷达支架等。

⑪连杆：一对连杆为尼龙件。有轴承盒的一端与偏心轮装配，另一端的 U 型联结环用销轴与打击弓联结。



1.2 电动网线除冰车示意图中序号3——托举弓

托举弓质量78kg。托举弓同为关键件，托举弓犹如一台小型抱杆起重机。以中心轴为支点，托举臂可左右旋转，上下旋转。托举弓下部为弓的支撑杆，支撑杆是个可升降的“抱杆”，支撑杆的升降是通过卷扬机在序号5支撑架顶部设置滑轮实现的。钢绳通过滑轮拉动支撑杆“抱杆”上面的卡子，支撑杆即沿支撑架主杆升降，升降距离1m。这1m的距离对拆装的安全性非常重要！

托举臂上、下旋转可实现打冰头跟踪网线高度的变化，跟踪高度1m；托举臂左、右旋转可实现跟踪网线的左右摆动。

托举弓的弹簧：安装打冰头的方向为两根不锈钢压簧，对面为两根拉簧，拉簧代替配重铁功能。下一步弹簧均改用热塑玻纤材料制作弓形弹簧、拉簧，使托举弓绝缘性能更好。

1.3 电动网线除冰车示意图中序号5——支撑架

支撑架质量210kg。支撑架为托举弓，打冰头提供稳定的支撑。支撑架上设有托举弓支撑杆升降用的立柱。支撑架为一种快速安装架，各节点均用销轴或螺栓定位。支撑架用塑料及尼龙方管型材制成，方管规格100X100mm。刚性好，性能非常稳定。支撑架安装时，男工安装可从底盘面板前后支座上安装前后单片架，直接推举单片架旋转竖直，女工安装利用手摇卷扬机将前后单片拉起竖直，再联结横撑及斜撑。从图中能观测到底盘盘面上部的托举弓升降立柱及空间、手摇卷扬机、座椅、操控台。

1.4 电动网线除冰车示意图中序号9——底盘结构

底盘结构由底盘结构架及底盘面板组成。底盘尺寸规格：3.5X2.0m。底盘结构架用塑料方管组成，底盘面板上面配钻好各种零件安装孔。

底盘结构架的底部需要安装，前后车轴车轮、行走电机、刹车支架、刹车夹轨钳支架等。底盘面板为热塑玻纤复合增强板或尼龙板组成。

1.5 电动网线除冰车示意图中序号10——手刹车机构

手刹车机构主要由拉杆、杠杆系统和提闸式夹轨钳组成，刹车蹄为耐磨铸铁件。

1.6 电动网线除冰车示意图中序号11——车轴车轮

车轴车轮为尼龙件。前后各设一套车轮车轴，车轴中心部为尼龙管材，两端头静配合压入实心尼龙轴并加销轴定位。每个车轴在铁轨内侧两端用一对轴承座支撑，每个轴承座中心部位设一销轴，便于快速拆装。每个车轴上安装一个驱动链轮及一套脚踏刹车盘系统。两套车轴车轮中间部位安装一套传动轴，传动轴上设有3套72齿链轮用一对轴承座支撑。靠轴中心部一套链轮由电动机通过链条驱动，链条节距12.7，摩托车链条。传动轴上另外两套链轮分别通过链条驱动前后车轴车轮。

2 车站手动简易网线除冰车

车站手动简易网线除冰车由两部分组成：①用手推动沿轨道移动的简易小车。②手持式电动打冰杆。两者装配在一起既是手动简易网线除冰车。

手持式电动打冰杆也可单独使用，单独使用时，具有快捷、灵活机动的优点。

手动简易网线除冰车综合技术性能特点：

①手动网线除冰车具有高等级绝缘性能，确保安全工作。②体积小、重量轻能迅速拆装，整机质量200kg，可压配重质量100~200kg。③手动简易网线除冰车可用人力快速安装及拆卸。联结点均为扣件联结。④手持式打冰杆顶部为打冰棒，打冰棒上部有托举轮，导向叉，用于跟踪网线高度，及左右方向。⑤轨面至网线高度5.5~6.5m。⑥手持式电动打冰杆的托起定位是由托举扣件承担的，托举扣件在小车中部上方定位，托举扣件高度距轨面1.5m。托举扣件支撑点为内外套管结构，扣件上有支撑转轴可使打冰杆具有左右旋转的功能。扣件、套管上部有弹簧，打冰杆可上下运动。扣件上的转轴能使打冰头跟随网线左右摆动时，中心杆可转动。中部扣件支撑点的底部设有长槽板，打冰杆可沿长槽摆动，长槽的长度能够满足打冰杆摆动量的需求。⑦简易小车规格尺寸：宽度1.57m×长度2.2m。⑧小车联结杆件材料：底架横向管、纵向管、为热塑玻纤复合增强管 $\phi 50X4$ ，竖向支撑管 $\phi 30X4$ 材质相同。扣件为尼龙扣件，或不锈钢扣件。⑨小车的横向、纵向杆件上钻有销轴孔，轮距由横向扣件上的销轴定位；纵向轴距由车轮架上的销轴定位，可实现快速、准确定位安装。⑩小车车轮直径 $\phi 85$ ，车轮由车轮架支撑，车轮架由扣件卡子在纵向管上定位。

3 高铁馈电网线除冰车的制作工艺要点

高铁网线除冰车选材基本为塑料、尼龙材质。这种材料的加工切割，宜采用激光、电热丝，金属锯床进行切割。孔的机加工宜采用钻、绞孔，加工精度为H7，箱体为注塑件。轴类加工精度为h6。刀具的平均使用寿命比加工金属件提高5-10倍。

4 高铁馈电网线除冰车的使用、储存及管理

高铁馈电网线除冰车是养兵千日用兵一时的项目。使用时，进行快速拆装，两车站间（60km）宜两辆车同时作业，两小时疏通这一站间网线。车站内用手动简易除冰车，宜4辆并进或更多辆并进。死角部位，配合使用手持式网线打冰杆进行除冰。两个小时拿下整个两站间除冰作业。除冰车经过一个季节使用后应立即进行检修，试车验收后入库保存。参与操控使用除冰车的人员需经过严格培训，达到技术精通，召之即来，来之善战。随着高铁馈电网线除冰车的不断更新与完善，高铁馈电网线结冰这一自然灾害，有望被高铁馈电网线除冰车缓解或解除。

参考文献

- [1] 同济大学. 基于图像识别的高速铁路接触网智能除冰系统及方法:CN202410339576.4[P]. 2024-06-04.
- [2] 桂林理工大学. 一种基于交流加热高铁供电线路分段除冰的系统:CN202410573085.6[P]. 2024-08-23.
- [3] 上海爱科锐特控制技术有限公司. 一种高铁动力线路除冰装置:CN202410206173.2[P]. 2024-05-07.

The impact of subgrade pavement construction quality control on traffic and transportation safety

Yilizati Aili

Xinjiang Transportation Research Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

The construction of subgrade pavement is an important part of highway construction, and its construction quality control is of great significance to ensure construction safety and transportation safety. With the in-depth advancement of China's infrastructure construction, the scale of highway construction continues to expand, and higher requirements are put forward for the quality of roadbed pavement, and the safety, durability and economy of the road directly affect the use effect of the road. Starting from the impact of subgrade pavement construction quality control on traffic and transportation safety, this paper discusses the methods to improve the construction quality of subgrade pavement, and puts forward the current problems and optimization suggestions in subgrade pavement construction from the aspects of construction management, cost control, materials and supervision.

Keywords

subgrade pavement construction; construction quality; transportation safety; Project management; Highway construction

路基路面工程施工质量管控与对策

伊力扎提·艾力

新疆交通科学研究院有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

路基路面的施工是公路建设的重要环节,其施工质量控制对保证施工安全和交通运输安全具有重要意义。随着我国基建的深入推进,公路建设规模不断扩大,对路基路面的质量也提出了更高的要求,道路的安全性、耐久性和经济性直接影响着道路的使用效果。本文通过对路基路面施工质量控制过程中影响因素的分析,探讨提高路基路面施工质量的方法,并从施工管理、施工工艺、材料、监管等方面提出当前路基路面施工中的问题以及优化建议。

关键词

路基路面施工; 施工质量; 交通运输安全; 项目管理; 公路建设

1 引言

随着经济的快速发展和公路工程建设规模不断扩大,对路面施工技术及质量提出了更高要求。对于路基路面施工来说,质量问题永远排在第一位,只有保证施工质量,才能确保交通运输的安全性以及人民的生命和财产安全。而施工质量的优劣,也关系着企业的竞争力与口碑。在路基路面施工中,对施工质量造成影响的有材料、工艺、环境、设备、施工人员的专业度、监管等多个方面,因此,路基路面的施工质量控制需要针对以上要素进行有效的监督和管理,不仅是要严格依照相关的要求和规定进行,还需要充分考虑成本、工期等多个方面,采用科学有效的措施,确保公路建设工程的顺利完成。

【作者简介】伊力扎提·艾力(1987-),男,维吾尔族,中国新疆乌鲁木齐人,在职硕士,工程师,从事路基路面现场检测或质量控制研究。

2 路基路面施工质量控制的意义

路基路面施工质量控制对交通运输安全的重要性主要体现在四个层面。首先,路基路面施工质量控制能够提升道路的稳定性和耐久性。通过科学选择路基材料,严格遵循施工工艺与压实工艺,能够有效预防路基沉降、变形和破损等问题,延长道路使用寿命,减少后期维护成本及因路面损坏引发的交通事故。其次,路基路面施工质量控制能够提升行车的安全性和舒适性。路面的平整度能够减少行车颠簸,增强驾驶稳定性。同时,优质的路基路面施工质量能够有效预防车轮打滑,在雨雪等恶劣天气条件下保障行车安全,降低车辆失控导致的交通事故风险。再次,路基路面施工质量控制能够提升交通运输的通行效率。优质的道路施工需确保道路标志线、路牌、交通设施等标识清晰、完善,这有助于驾驶员准确判断路况,减少交通堵塞,确保道路的高效通行。最后,路基路面施工质量控制对提升城市形象及交通运输和城市的可持续发展具有重要意义。通过提升道路质量和安全

性，能够有效降低交通事故率和交通拥堵程度，提高交通运输效率和服务水平。

3 路基路面施工质量管控工作中的影响因素

3.1 人为因素

在路基路面质量管控的过程中，人为因素扮演着极其重要的角色。施工人员的专业技能、工作态度以及责任心，都直接关系到道路施工的质量。一方面，我们注意到，部分施工人员由于缺乏必要的专业技能培训，对施工工艺和质量标准的理解不够深入，这可能导致施工质量无法达到预期的标准。另一方面，我们还发现，部分施工人员存在工作态度不端正、责任心不强等问题，他们在对待工作时往往敷衍了事，缺乏追求卓越、精益求精的精神，这种态度同样会对施工质量产生严重的负面影响。因此，为了提升路基路面质量管控的水平，我们必须加强施工人员的培训和管理，提高他们的专业技能和工作责任心，这是确保施工质量、提升整体管控水平的关键环节。

3.2 设备因素

在路基路面质量控制过程中，机械设备的的作用不容小觑。这些设备的技术性能、运行状况以及操作方式对工程质量产生直接影响。首先，设备的技术性能是确保工程质量的关键因素之一。技术先进的设备能够更精确地完成施工任务，提升施工效率，并有效保障工程质量。反之，技术性能低下的设备可能导致工程质量下降，甚至可能诱发安全事故。

设备的运行状况亦是影响工程质量的关键因素。若设备在使用过程中缺乏适当的维护与保养，可能会出现故障或性能衰退，进而影响工程质量。因此，建立完善的设备管理制度，定期进行设备维护与保养，确保设备始终处于最佳工作状态，是至关重要的。

设备的操作方式亦是不可忽视的因素。施工人员需熟练掌握各类设备的操作技巧，并严格遵守操作规程，以防止因操作失误而对工程质量产生不利影响。

3.3 自然环境因素

自然环境因素，包括气候、地质、水文等，对路基路面质量控制产生显著影响。例如，极端天气事件，如暴雨、高温、严寒等，可能导致施工材料性能降低、施工机械故障率上升，进而对施工进度与质量造成影响。地质条件的复杂多变性，如盐渍土、软土地基、滑坡地带等，为施工带来重大挑战，需采取特殊技术措施以确保路基稳定性与路面平整性。水文因素亦至关重要，地下水位的高低、水流速度及方向等，均可能对路基截水与排水、边坡稳定性等产生直接作用。因此，在施工前应应对施工区域自然环境进行详尽的勘察，并制定针对性的施工方案与现场处置方案，以降低自然环境对施工质量的潜在负面影响。

4 路基路面施工质量控制与管理对策

4.1 全面落实质量责任制

各国机构出台多项策略性文件，以确保在基建领域实施工程质量的永久责任承担机制，旨在强化质量终身责任的切实履行。建设项目的质量控制需长期坚持、常态化施行，需持续紧抓不放松，要求构建健全的质量追责体系。在施工阶段，需成立专门的质量管控小组，全方位执行质量责任管理体制，指派明确的质量责任人员，确保各项质量管理职责得到履行，切实执行主体责任。必须确保质量管理工作成为各部门、各岗位及每位员工的本职工作和应履行职责，坚守质量这一重要关口，严守各自的“责任地”。

4.2 工程可行性研究及施工图设计质量控制

在路基路面施工项目中，工程可行性研究及施工图设计的质量控制不仅是基础性工作，更是确保项目成功的关键环节。工程可行性研究必须深入细致，全面考虑地质条件、气候因素、交通流量等多方面因素，确保施工方案的科学与合理，避免因设计初期考虑不周全而导致的施工过程中出现难以克服的难题或严重的质量问题。研究过程中，应组织多学科专家进行反复论证，确保每一个细节都经过严谨的推敲和验证。

施工图设计作为施工的具体指导文件，其精准性和详尽性直接关系到施工质量。设计图纸不仅要明确标注各项施工参数和技术要求，还需详细说明施工步骤、材料选用、工艺流程等，为现场施工人员提供清晰、详尽的操作指南。在此过程中，设计团队应建立严格的审核与校验机制，确保每一张图纸都经过多级审核，杜绝任何设计上的疏漏或错误。

通过科学严谨的工程可行性研究、精准详尽的施工图设计以及高素质设计团队的共同努力，可以从源头上有效把控路基路面施工质量，为项目的顺利推进和交通运输安全奠定坚实基础。

4.3 现场施工工艺的控制

在路基路面施工过程中，严格遵守施工工艺规范是确保工程质量达到预期标准的关键，需从多个方面实施精细的控制与管理。在路基填筑工序启动前，必须彻底清除地表植被、杂物及淤泥等，随后进行压实作业，旨在保障路基的稳定性与承载能力，为后续施工奠定坚实基础。其次，在选择路基填筑材料时，应选用符合工程要求的石料、砂土等，并严格监控填筑厚度与压实度，以避免潜在的不均匀沉降问题。在路面施工阶段，确保沥青混凝土的均匀性与密实性至关重要，需精确控制摊铺厚度与温度，并精心管理碾压工艺，这些措施旨在提升路面耐久性与行车舒适度。加强路基路面排水处理亦是不可或缺的，必须确保排水设施的畅通，以防止水害对路基路面造成损害。通过这些精细的措施与管理，能够有效控制路基路面施工工艺流程，显著提升施工整体质量。

4.4 加强对原材料的控制

在道路建设过程中，路基与路面的施工质量对道路的使用寿命及行车安全具有决定性影响。因此，必须强化对施工过程中所采用原材料的质量控制。这不仅涵盖对砂石、水泥、沥青等主要材料的来源、品质和规格的严格筛选与检验，还包括对其他辅助材料的全面质量监控。通过执行标准化的材料采购流程和质量检测程序，能够有效规避劣质材料的使用，从而保障工程质量，延长道路的使用寿命，并确保公众的行车安全。

为了进一步提升道路建设的质量，除了对原材料进行严格控制外，还需构建完善的材料追溯体系。该体系应能详细记录每批材料的来源、批次、使用位置以及相关的质量检测报告。通过这样的追溯机制，一旦发现材料存在问题，可以迅速定位并采取措施，防止问题材料影响到更广泛的区域。此外，施工团队应定期接受专业培训，提高对材料质量重要性的认识，确保在施工过程中能够正确使用材料，并遵循施工规范。

4.5 提升人员技术能力

在路基路面施工质量控制过程中，提升施工人员技术能力至关重要。为确保施工团队高效、安全地完成施工任务，应定期组织技术培训活动，确保每位员工均具备扎实的专业知识和娴熟的操作技能。培训内容应广泛涵盖最新施工技术、各种材料的正确使用方法、严格的安全规范以及精确的质量控制标准等多个方面。通过系统性培训，施工人员不仅能够深入理解施工各项要求，而且能够显著提高施工效率，有效减少因操作不当或技术不熟练导致的质量问题，从而确保整个施工过程的质量和安全性。

4.6 完善路基路面施工质量监督

为了进一步强化路基路面施工的质量控制，完善施工质量监督体系显得尤为关键。应构建一套科学、全面且具有可操作性的监管机制，这一机制不仅要明确各级管理人员的具体职责与权限，还要确保监管工作能够有序、高效地进行。监管机制应涵盖定期的质量检查、不定期的随机抽查以及关键施工环节的实时监控，通过多层次、多维度的检查手段，确保施工中的每一个细节都符合质量标准，及时发现并纠正潜在的质量问题。

引入第三方质量检测机构进行独立评估，是提升监管公正性和客观性的重要举措。这些机构不仅应具备专业的检

测设备和先进的检测技术，还应拥有丰富的行业经验和高度的职业操守，能够对施工质量进行全面、细致、准确的评估。通过第三方机构的独立检测，可以为施工团队提供更为可靠的质量保障，增强各方对施工质量的信任。

充分利用现代信息技术手段，如物联网、大数据、云计算等，实现施工质量的智能化监管，也是未来发展的必然趋势。通过在施工现场部署传感器、摄像头等智能设备，实时采集施工数据，利用大数据分析技术对海量数据进行深度挖掘，可以精准识别施工过程中的异常情况，及时发现潜在的质量风险。同时，借助云计算平台，可以实现施工数据的集中管理和远程监控，为施工决策提供全面、及时、科学的数据支持，进一步提升施工质量管理的效率和水平。

在这一过程中，还应注重提升监管人员的专业素质和业务能力，定期组织专业培训和技能考核，确保监管人员能够熟练掌握最新的监管技术和方法，更好地履行监管职责。通过不断完善监管机制、引入第三方评估和利用现代信息技术，可以构建一个全方位、多层次、高效能的施工质量监督体系，为路基路面施工质量提供坚实保障，确保交通运输安全。

5 结语

对于路基路面施工而言，项目管理及其质量控制无疑是一个极具挑战性的任务，它既影响着企业的可持续发展，也直接影响着道路交通安全以及每一个从业人员的生命和生命。因此，加强对施工质量的把控，是提升交通运输安全的有效措施。路基路面施工质量控制，是一个全面、细致、复杂且多变的工作，它贯穿于施工全过程，这就需要从施工质量管理体系入手，建立完善的运行机制，加强施工质量管理、风险管理、流程管理、技术管理，为路基路面施工质量控制提供有力支撑，通过不断提高路基路面的质量确保交通运输的安全性及稳定性。

参考文献

- [1] 姬子涵. 交通工程安全防护设施的作用与质量控制分析[J]. 科技资讯, 2023, 21(06): 103-106.
- [2] 李信. 公路路基路面质量通病成因及施工加固技术[J]. 四川建材, 2024(003): 050.
- [3] 王金志. 道路桥梁沉降段路基路面施工技术分析[J]. 中国高新科技, 2024(6): 49-50.

Study on high-speed sound barrier design and noise reduction effect

Lian Li

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

Abstract

With the rapid development of modern traffic, the traffic flow of expressway is increasing day by day, and the traffic noise pollution is becoming increasingly serious, which has many adverse effects on the living, working and learning environment of residents along the road. As the key facility to reduce traffic noise, the scientific design and the accurate study of noise reduction effect are particularly important. This paper conducts in-depth research on high-speed sound barrier, expounds the design principle of sound barrier, including acoustic principle, structural design, material selection, etc., and comprehensively evaluates its noise reduction effect through field monitoring and data analysis. The results show that the reasonably designed high-speed sound barrier can significantly reduce the traffic noise, provide effective noise protection for the surrounding residents and the environment, and also provide scientific basis and practical guidance for the optimal design and wide application of the sound barrier.

Keywords

high-speed sound barrier; design principle; noise reduction effect; traffic noise

高速声屏障设计与降噪效果研究

李镰

江苏金阳交通工程有限公司, 中国·江苏 盐城 224000

摘要

在现代交通飞速发展的当下, 高速公路车流量与日俱增, 随之而来的交通噪声污染问题日益严峻, 对沿线居民的生活、工作和学习环境产生了诸多不良影响。高速声屏障作为降低交通噪声的关键设施, 其科学设计与降噪效果的精准研究显得尤为重要。本文针对高速声屏障展开深入研究, 详细阐述了声屏障的设计原理, 包括声学原理、结构设计、材料选择等方面, 并通过实地监测和数据分析, 全面评估了其降噪效果。研究表明, 合理设计的高速声屏障能够显著降低交通噪声, 为周边居民和环境提供有效的噪声防护, 同时也为声屏障的优化设计和广泛应用提供了科学依据和实践指导。

关键词

高速声屏障; 设计原理; 降噪效果; 交通噪声

1 引言

高速公路是现代交通中重要的基础设施, 虽然促进了经济发展与区域交流, 但也引发了交通噪声污染等消极问题。交通噪声不但干扰沿线居民正常的生活、学习及工作, 而且对人体健康也有不利影响, 例如引起听力下降、睡眠障碍及心血管疾病。为有效治理交通噪声传播、保护周边环境、提高居民生活质量, 高速声屏障是目前应用较为广泛的重要降噪措施之一。但不同声屏障设计其降噪效果是不一样的, 所以对高速声屏障设计及降噪效果进行深入研究有实际意义及理论价值, 其目的是找到一种更加高效合理的声屏障设计

方案, 以达到有效治理交通噪声、促进环境可持续发展的目的。

2 高速声屏障设计原理

2.1 声学原理

声屏障降噪效果, 主要是根据声波反射、透射、衍射原理。声波与声屏障相遇后, 部分声波将反射回到声源的方向上, 部分声波将穿过声屏障不断扩散, 声波将绕过声屏障的边缘出现衍射现象。通过对声屏障高、长、形及材料声学性能等方面进行合理设计, 可使声波反射与衍射损耗最大化, 声波透射减小, 进而实现噪声传播减小。如基于惠更斯-菲涅耳原理将声屏障边缘形状设计为弧形, 可有效降低声波衍射并增强降噪效果^[1]。

2.2 结构设计

声屏障结构设计要兼顾稳定性、耐久性、安全性等, 从结构形式看, 常用直立式、折板式和弧形。直立式声屏障

【作者简介】李镰(1995-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 助理工程师, 从事高速公路声屏障、高速交通安全设施研究。

具有构造简单、易于建造的特点，适合大部分地形条件；折板式声屏障改变声波传播路径，使声波反射次数增多，降噪效果增强；弧形声屏障不仅在外观设计上更具吸引力，而且在声学 and 视觉效果方面也表现得相当出色。

2.3 选材方面

声屏障选材直接关系到声屏障声学性能及使用寿命。常见的有金属、混凝土、木材和吸声材料。金属声屏障强度高、耐久性强、易于安装，但是声学性能比较差，一般需与吸声材料复合；混凝土声屏障具有稳定的结构和良好的隔音效果，但其自重较高，且施工困难；木材声屏障声学性能好、自然美观，但是需防腐防火。玻璃棉、岩棉和泡沫塑料等吸声材料能有效吸收声波能量，并增强声屏障降噪效果。

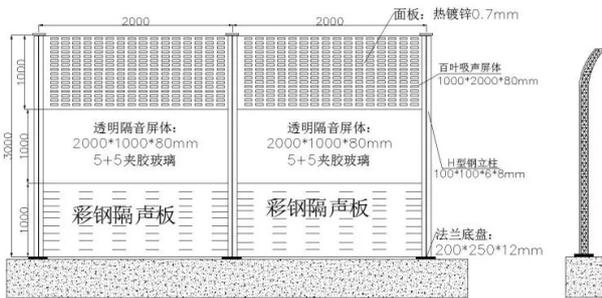


图 1 选材设计

3 高速声屏障设计方法

3.1 声学性能的优化设计

高速声屏障设计时，声学性能的优化是一个核心因素，关键是合理选用材料和精心设计结构，才能使声屏障阻隔吸收交通噪声能力最大化，其中选材很关键，在吸声材料方面，例如玻璃棉，具有丰富的内部纤维结构和高孔隙率。当声波进入时，可以通过摩擦和粘滞作用将声能转换为热能并消耗掉。一般情况下，使用容重 48kg/m^3 ，厚 50mm 离心玻

璃棉板就能达到中高频段吸声系数较大，吸声系数均值能达到 0.8 以上^[2]。为了确保玻璃棉的安全并增强其声学特性，会在其表面铺设一层微小的穿孔金属板，确保穿孔的比例在 $2\% \sim 3\%$ 之间，而孔的直径则控制在 $0.8 \sim 1\text{mm}$ 范围内，这种结合不仅可以确保透声性好，而且可以避免雨水和灰尘腐蚀吸声材料。

在声屏障外形设计中，顶部折角或者弧形的设计可以有效提高声学效果。举例来说，当声屏障的顶端被设计成 45° 的折角，基于声波的反射和衍射机制，可以有效地引导声波向上反射，从而降低声波向声屏障背后区域的扩散。经过实际试验，与传统的直立式声屏障相比较，距声屏障 50m 的折角式声屏障能够提高噪声降低量 $3 \sim 5\text{dB(A)}$ 。另外，声屏障高度对声学性能有重要影响。一般来说，对于车流量较大、车速较高的高速公路路段，声屏障高度应设置在 $3.5 \sim 5\text{m}$ 之间。举例来说，在那些日均车流量高达 5 万辆、平均车速为 100km/h 的路段上，如果设置一个 4.5m 高的声屏障，可以有效地降低道路两侧 100m 范围内的噪声值 $10 \sim 15\text{dB(A)}$ ，本实用新型有效降低了交通噪声对周围环境的影响，给住户提供了一个较为宁静的居住空间。

3.2 结构力学稳固设计

高速声屏障需要有坚固的结构来抵抗各种外力作用，并保证长期服役时的安全可靠，在基础设计中，针对不同地质条件，采取了对应形式^[3]。在软土地基的区域，通常会选择使用桩基础，桩的直径通常在 $0.6 \sim 1\text{m}$ 之间，而桩的长度则是根据地质勘察的结果来确定的，通常介于 $8 \sim 15\text{m}$ 之间，为了保证声屏障能稳定地立于基础之上，以免由于基础沉降造成声屏障的偏斜或者坍塌。对于地质状况较为优越的区域，可以考虑扩大基础，其基础的埋藏深度应在 $1.5 \sim 2\text{m}$ 之间，而底部的面积则应根据声屏障的高度和其自身重量来确定，通常每平方米所受压力不得大于 200kN ，以确保基础能均匀分散声屏障重量并提供充分支撑力。

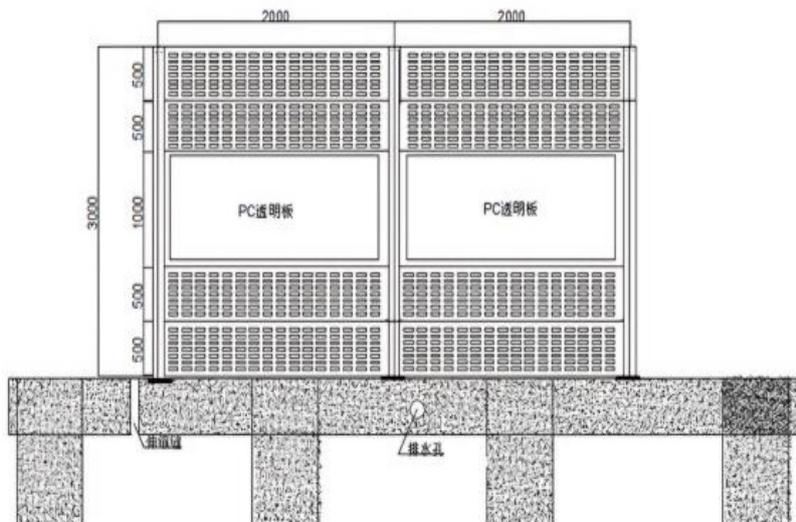


图 2 结构设计

声屏障主要受力构件——立柱的设计同样至关重要，常见的立柱材料是 Q235 或 Q345 钢材，截面形状通常是矩形或圆形。矩形立柱的截面尺寸可以是 100mm×150mm~150mm×200mm，而圆形立柱的直径范围是 100~150mm，壁厚则是 4~6mm。经过精确的结构分析，确定了立柱之间的距离应为 2~3 米，这不仅确保了声屏障的整体稳固性，还在满足力学标准的同时，实现了材料成本的节约。在联接部分，例如立柱和基础，立柱和屏体等，用高强度螺栓联接，螺栓的规格以 M16~M20 为宜，以保证联接牢固，避免风荷载、车辆行驶振动及其他外力的作用发生松动或者脱落。通过模拟计算及实际工程验证表明：按以上设计参数施工的声屏障在风力小于 12 级时，结构的位移及应力都处于安全许可范围之内，确保了周围环境及过往车辆安全。

3.3 外观与环境适配的设计

高速声屏障在外观设计上既要符合美学要求又需要与周围环境和諧统一，并融入地方自然、人文景观。选择颜色时，要以周围环境主色调为基础。比如在山区附近、植被较多的地段，可以利用绿色或者灰色系声屏障与自然环境相融合，以降低视觉突兀感。城市周边或者工业园区内，可以综合考虑建筑风格及功能需要，选用银灰色、米白色等朴实大方的色彩，以体现现代感与工业气息。

从造型设计上看，除普通直立式、折板式造型外，也可以结合地方特色文化元素创新设计。例如在历史文化底蕴深厚的区域，声屏障顶端可以设计为仿古建筑屋檐造型，用木质或者仿木材料装饰，不仅可以达到降噪的效果，还可以作为展现地方文化的景观。从材质的纹理来看，对居民区或者商业区附近的地段，可以选择表面平整、纹理细腻的材质，比如铝合金或者是精细处理过的混凝土板等，以增强整体美观；并且在自然环境比较原始的地区，可以使用有质感的石材或者粗糙质地的混凝土材料来创造一种与自然协调相处的氛围。另外声屏障景观绿化设计是一个重要步骤。声屏障底部或者中部留出一定空间栽植攀缘植物如爬山虎和常春藤。这类植物既可美化声屏障外观，又可不同程度地吸收噪声，净化空气，调节当地小气候。例如，爬山虎在一年的成长过程中，能够覆盖声屏障表面的 60%~80%，从而形成一个绿色的屏障，并且在夏天还能使声屏障表面的温度下降 5℃~10℃，给周围环境增添了生机和活力，将高速声屏障打造成高速公路中具有实用功能和景观价值双重功能的装置，改善了公路沿线整体环境质量。

4 高速声屏障设计的降噪效果

高速声屏障降噪效果显著，在提高高速公路周围声环境质量方面发挥着至关重要的作用，汽车在高速公路行驶过

程中会发出大量的噪声，并以声波方式向周围扩散，声屏障的建立有效地阻隔了声波直接扩散的途径。

由实际监测的数据可知，设置声屏障之后，不同距离处、不同频段的降噪效果都得到了明显的反应。在与高速公路相对接近的地方，例如在距离路肩 30 米的区域，噪音可以减少大约 10~15dB(A)。这就意味着本来喧闹的环境大大改观，比如本来因为交通噪声很难明确沟通的状况有所减轻，住户可以在户外更舒适地对话和休息。在距离高速公路 50~100 米的范围内，声屏障仍然能够有效降低噪声，通常可以将噪声减少 6~10dB(A)，这对于周边学校来说是非常有益的，也为周边医院和其他需要声环境的地方提供一个比较宁静的环境来帮助学生学习，患者恢复和医护人员工作。

在频段上，声屏障在中高频噪声降噪效果特别明显。中高频噪声来自汽车发动机高频运转声、轮胎和路面摩擦声及高速行驶气流声。声屏障在反射、吸收及衍射过程中能有效地消减上述中高频噪声的传播。通常，在中到高频范围内，声屏障能够使噪声降低 8~12dB(A)，这大大减少了尖锐和刺耳的噪声成分，从而提高了周围环境的声学质量。

不同地形及交通条件下声屏障降噪效果存在差异。空旷平坦地形条件下，声屏障降噪效果比较稳定，容易预测；并且在地形起伏大或者有障碍物地区，声屏障可以与地形特点相结合，例如利用山坡阻挡作用来进一步提高降噪效果等。在交通流量大，速度快的时间段，尽管噪声源强度加大，但是声屏障降噪效果也愈加显著，可以有效减轻交通繁忙对噪声污染的压力，对沿线居民及生态环境起到了重要保护作用，促进了交通和环境协调发展，改善了全区宜居性及生态质量。

5 结语

本文对高速声屏障设计及降噪效果进行研究，阐明声屏障设计原则、降噪效果，认为高速声屏障是控制交通噪声的有效措施，并在实践中发挥着重要作用。但是在交通技术不断发展以及人们对于环境质量的要求越来越高的今天，还需进行更深入的研究与创新来不断地优化声屏障设计与表现，以更好地解决高速公路交通噪声污染问题，为人们创造一个安静、舒适的生活和工作环境，推动交通与环境的协调发展。

参考文献

- [1] 蔡涛. 赣深高速铁路桥上半封闭式声屏障设计[J]. 工程建设与设计, 2024(07): 112-115.
- [2] 林向楠, 乔小龙, 王琳. 京津冀地区高速公路车辆噪声分析与声屏障设计研究[J]. 交通世界, 2024(07): 7-9.
- [3] 周继超, 郑博文. 高速铁路声屏障通透隔声板选型设计研究[J]. 铁道勘察, 2024, 50(01): 8-15.

Practical research on highway engineering survey in mountainous areas under complex geological conditions

Jun Chen

Chongqing Luwei Civil Engineering Design Co., Ltd., Chongqing, 400060, China

Abstract

Road engineering in mountainous areas often includes large bridges, long tunnels, deep cuttings, high embankments, etc. The terrain along the project is complex. Therefore, in the survey process, a comprehensive approach combining geological mapping, geophysical exploration, drilling, pit exploration, and indoor testing is used to improve the scientific and reasonable exploration plan, effectively reduce risks during the construction process, and ensure the safety and stability of the project. At present, exploration methods are becoming increasingly mature, but in practice, it is still necessary to adopt comprehensive and flexible exploration methods based on different geological characteristics in order to fully grasp the specific situation of the project and propose reasonable construction plans. This article analyzes and discusses the practical exploration of highway engineering in mountainous areas under complex geological conditions.

Keywords

complex geological conditions; Mountain roads; Engineering survey; practice

复杂地质条件下山区公路工程勘察实践研究

陈俊

重庆路威土木工程设计有限公司, 中国·重庆 400060

摘要

山区道路工程多设置有大桥、长隧道、深路堑、高路堤等, 工程沿线地形复杂, 因此在勘察过程中, 采用地质调绘、物探、钻探、坑探等与室内试验相结合的综合手段进行勘察工作, 既有利于提升勘探方案的科学、合理, 又能有效减少建设过程中的风险, 保证项目的安全性和稳定性。目前勘探手段日趋成熟, 但是在实践中仍然需要根据不同的地质特征采取综合灵活的勘探方法, 才能充分把握工程的具体情况, 并提出合理的建设计划。本文就复杂地质条件下山区公路工程勘察实践, 展开分析和论述。

关键词

复杂地质条件; 山区公路; 工程勘察; 实践

1 引言

随着我国社会发展水平不断提高, 山区道路的建设显得越来越重要。但由于其特殊的地理环境, 如山区地貌多变, 难以预料, 导致其工程地质情况极为复杂, 其中包括断裂、滑坡、泥石流等, 给道路的设计与建设带来极大困难, 同时该类工程对勘测精度与综合性的需求也越来越大。在复杂的地质条件下, 常规勘探手段难以有效应对, 且存在着大量的数据缺失和错误判断等问题。为了保障山区道路建设的安全性和可持续发展, 迫切需要对其进行深入的理论研究以及技术的实践应用, 保证该类工程的因地制宜与可持续发展。

2 复杂地质条件下山区公路工程的界定和特点

复杂地质环境其特点包括地质构造、岩土特性和水文地质等方面的多样性。①将地质状况划分为两种不同类型, 即稳定性与非稳定性。所谓稳定性, 就是在没有受到明显的风化和应力干扰的情况下, 承载能力比较强的地层。而诸如滑坡、泥石流等非稳定性地质条件, 往往与地质结构、断裂、褶皱、节理等不良地质结构、不利的水文地质(如地下水)等密切相关。②在对复杂地质情况进行刻画的基础上, 提出了不同类型的地质结构、不同类型的岩土工程特性、复杂的水文地质环境, 并对其进行分析。由于复杂岩体中包含了大量的岩体, 并且经历了一定的风化、变质等因素, 造成了岩体的非均质性。另外, 地下水流的出现以及动态、静态的变化也会导致岩土工程的物理、力学特性发生显著的变化, 从而增大了工程建设的不确定性与风险性。③在山区道路建设过程中, 因地形起伏大、高低差异大, 常需通过非稳定性地

【作者简介】陈俊(1985-), 男, 中国四川遂宁人, 本科, 高级工程师, 从事山区公路工程地质勘察研究。

层,或挖深路堑、隧洞等,给勘测与设计带来较高难度^[1]。

因此,在复杂地质条件下山区公路工程进行地质勘探时,应综合运用地质雷达、三维地震等现代勘探手段,对地质环境进行精确监测。同时,在山区高速公路建设中,需要对工程中的地质情况进行实时监控,并通过设置应变计、倾斜仪等观测手段,及时对工程建设计划进行动态调整,以应对可能出现的地质灾害。比如为加强边坡及地基的稳定,可采取锚碇、加筋、抗滑桩及喷锚支护等措施,根据实际情况灵活应变,保证工程的安全与耐用。

3 复杂地质条件下山区公路的项目概况

项目背景:某山区高速公路处于一条典型的褶皱—断裂带上,该地区的地质结构类型繁多、是一条重要的地质断层。为了保证资料数据的完整性和准确性,应采取钻探、槽探和物探等多种勘查方式。勘探工作中,应充分考虑整个地区的地质特点和风险,特别是对容易发生的地质灾害地区进行了重点分析。该项目已完成200多个钻探,累计掘进3500余m,包括15个物探、高密度测井,获取了大量的地质构造资料。①该项目的工程地质情况十分复杂,以山区和丘陵为主体,形成了一系列的切割峡谷、山区平原和喀斯特地貌。由于两条巨大的断层带控制了该地区的地质结构,使得该地区的地质结构不稳定,容易发生滑坡和崩塌等地质灾害。②该套地层为寒武系泥岩、石炭系泥灰岩及少数煤系,其沉积时代跨越时间较长,且具有较强的褶曲构造特征,实测资料表明,最大的厚度可以达到5m以上。由于土体的高度变异性,导致其具有较高的收缩、较小的承载力,从而给地基带来安全隐患。一般情况下,砂土颗粒的密度在1.8克/厘米立方左右,且具有5~10MPa的抗压强度,说明颗粒状粘土更容易受荷。③该区大多数农田已进行了改良,其耕作深度以30~50cm为主,压实度在85%~90%左右。但是,由于耕地的土壤理化特性具有明显的区域差别,某些区域压实度可达75%,严重影响到土壤的整体稳定性。④该区还发育有强烈的风化泥页岩、泥页岩及煤系地层。泥岩强风化后,岩石表现出较低的硬度,表层的风化速率加快,其单轴压缩强度普遍低于10MPa;与之相比,泥灰具有比较好的结构性,其抗压强度一般为20~30MPa。但是,这一地区的夹矸也增加了滑坡的危险性。⑤通过对该地区的调查,发现该地区的煤系地层厚在0.5~2m左右,部分区段内煤系较为集中,从而增大了该地区的滑坡危险性。

4 复杂地质条件下山区公路工程勘察实践

4.1 地质勘察技术的实践应用:地质测绘、地球物理勘探

结合上述工程概述,应用地质测量技术,是复杂地形山区公路工程建设的初步一步,利用GPS及卫星定位等方法来获得地球表面的地质结构、岩性分布以及地质构造样式

等。在复杂的地质环境中,尤其是在断层带、岩溶区或滑坡区,对其进行高精度的测绘,往往利用高精度的卫星图像和3D地貌建模,准确把握其微观结构,保证对地质情况的整体把握。而物探技术可以是利用地震波、重、磁、电等物性参数的改变来进行深部构造的研究,是一种有力的辅助手段。其中,利用反射波法和瞬变电磁方法,对隐蔽断裂及地下水的勘探具有重要意义,其资料经反演后可获得米量级的物理性质,并可对地下结构及异常进行有效识别。

与此同时,钻井取样是实现地面勘查与物探成果转换的重要环节。针对复杂地质环境,采用正循环钻井、反循环钻探和岩心取样等方法,可在不破坏土体结构的前提下,对其进行取样,并对其进行岩石物理性质测试,并对其组成进行研究。利用GIS、3D模型等现代数据处理方法,实现对勘测成果的可视化显示,极大提高了测绘工作的辅助决策能力,保障了项目施工的安全性及经济性。(表1:初次勘探结果参数)

表1:初次勘探结果参数

勘察项目	数量/次	深度	测线长度	主要发现
钻探	200	3500米	识别潜在滑坡体	岩层厚度变化明显
物探	15	-	确定断层位置	高密度测井显示岩层不连续区域
槽探	若干	-	补充钻探数据	-

4.2 遥感技术与三维建模技术的工程分析

结合工程地理实际,公路处于一条典型的褶皱—断裂带上,该地区的地质结构类型繁多、是一条重要的地质段,因此采用高科技勘探手段,其中以高光谱、多光谱图像为主要研究对象的遥感探测方法,可以实现对地物的快速、准确的辨识。比如,利用卫星遥感技术,可以利用地面反射系数的不同,迅速确定可能存在的危险性。该方法特别适用于大面积、不易到达的地区,为随后的地表调查工作提供了关键的决策支持。同时,GIS是一种综合的空间分析手段,它可以整合和分析多源空间数据,以达到对地学信息的高效管理和仿真。地理信息系统不但可以建立准确的地理空间数据库,而且可以将地层、构造和水文等多个方面的信息进行叠加,从而达到对整个地下构造进行立体显示的目的。利用GIS对该地域进行综合评价,可以实现对矿床的精确描述,并对其进行储量预测。

与此同时,三维模型及解析方法将数学仿真与地质模型结合起来,为复杂地质问题的动力学研究和预报奠定基础。本项目拟采用数值计算、数值模拟、数值仿真等手段,研究围岩在各种受力状态下的受力特性,进而研究围岩的稳定及变形规律,研究人员可以通过建立相应的数值计算方法,实现对围岩的合理控制,以为工程规划、设计和施工等领域的未来发展奠定基础。

4.3 注重地质灾害的识别与防范

由于山区地貌和地质结构的变化,容易导致滑坡和泥石流等地质灾害的发生。为此,本项目拟采用高分辨率遥感与DEM相结合的方法,开展大尺度的区域地质灾害辨识,并结合GIS对地貌要素的综合分析,对可能发生的灾情进行判定。利用工程地质测绘与钻探、槽探相结合的方法,对重要断层带、软弱层及滑动面的位置、规模和活动性进行了详细的描述。在方法上,利用ERT、瞬变电磁法等多种物探手段,查明滑坡中不同类型的地下水分布特征,揭示滑坡发育过程中的时空变化规律,为滑坡的预测预报和预测奠定理论基础。此外,将有限元法应用于滑坡力学模型,模拟不同降雨和地震作用下的坡体变形失稳机理,评价其稳定因子。

以典型滑坡为研究对象,开展滑坡等工程地质问题的研究,采用概率与统计学相结合的方法,对滑坡的危险性进行了定量评价。通过对该区的地质勘察,实测资料表明,该区域内的粉砂层从1~5m以上,存在较大的非均质性,导致土体具有较高的压缩强度、较小的承载力,从而增大了滑坡的危险性。此外通过对实际施工资料的统计,发现该地区粉土的平均密度为 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$,且具有5~10MPa的抗压强度,说明该地区在受荷时具有较强的塑性变形能力。因此在3.5m以下的粉砂层,其失稳概率明显增大,最高可达40%;对于4.5m以下的土层,这种可能性可以提高到65%。所以提出主动防护网、锚索加固、挡墙等技术手段,完善监控与预警体系,实现对高风险区的动态分析与预警,提升防灾减灾的时效性与精度^[2]。

4.4 提高调查准确性和资料的可信度

在山区道路调查中,勘探的准确性和资料的可信度是评价与设计的关键依据。山区环境复杂多变,使得勘测工作中存在着大量的观测和资料的偏差。为提升勘探精度,需构建高密度勘探点网格,综合运用地质雷达、三维激光扫描等多种探测手段,精细描述地质构造。该方法不但可以获得精细的地层序列及构造,而且可以利用多源观测资料进行多源资料的整合与整合,提升资料的可信度。其中,地质雷达可以在不损伤地面的情况下,准确刻画5~30m以下地层的地质结构,适合评价弱地质地层的连续性,同时利用3D激光扫描获取厘米级以上的地貌信息,为滑坡、崩塌等灾害预报奠定基础。

但受山区高陡、地下水位动态变化、断层隐伏分布等

复杂地质条件影响,常规勘探手段难以满足实际需求。这个时候,利用卫星图像分辨方法,对不同时期的卫星遥感资料进行分析,可以对地面形变和地下水流进行定量反演,弥补传统调查方法的缺陷。另外,为了保证资料的高可信度,需要将资料的不确定度进行研究。基于蒙特卡罗仿真与贝叶斯修正等方法,实现对岩土工程中各因素变化规律的研究,并对其进行定量描述,从而为工程设计提供理论依据。

在此基础上,对该区土壤性质和对项目施工产生的作用进行了较为详尽的研究。植被类型以泥质土,杂填土,第四系堆积土及残留堆积层为主。尤其是粉砂地层,其厚度有明显的差异,有些地段的土层厚度可达5m以上。通过一系列的实验与仿真,定量地分析了该结构在地基中的作用。①对砂土进行了密实度及抗压系数的测定。当压缩模量为5~10MPa时,其平均密度是 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。②采用有限元法对地基进行了变形计算,仿真时假定地基为 100m^2 ,外加150kPa的均匀载荷。③通过对各土层的压缩模量值进行估算,得到了各土层的沉降值。对于5m厚度最大的粉砂层,其沉降范围为4.5~9cm,表现出显著的压缩系数差别。④模拟计算也显示,若将沙层的深度减至3m,则可明显降低3~5.5cm的沉降量。⑤该产品以工程废弃物为主,其密度在 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 立方左右,具有4MPa的抗压强度。此外在资料处理上,利用地理资讯系统(GIS)技术,将勘测资料及施工过程中的实时监控资料进行融合,进而为项目的规划建设提供持续性支撑^[1]。

5 结语

综上所述,复杂地质环境其特点包括地质构造、岩土特性和水文地质等方面的多样性,因此,结合工程概述,应用地质测量技术,是复杂地形山区公路工程建设的根本一步,研究人员可以通过建立相应的数值计算方法,实现对围岩的合理控制,此外研究人员可以通过建立相应的数值计算方法,实现对围岩的合理控制,以及提高调查准确性和资料的可信度,提高调查准确性和资料的可信度具有实际作用。

参考文献

- [1] 尚云. 公路工程勘察设计现状及应对策略[J]. 工程技术研究, 2022, 7 (8): 203-205.
- [2] 黄星. 复杂地质条件下山区公路工程勘察实践[J]. 山西建筑, 2022, 48 (5): 54-57+60.
- [3] 郝萌. 公路勘察设计新理念在山区公路设计中的应用[J]. 新型工业化, 2020, 10 (10): 70-71.

Reliability and life assessment method of key components of railway truck bogie

Xiabang Gu

Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi, Xinjiang, 830023, China

Abstract

This paper focuses on the availability and durability of the core components of railway truck bogies (bearings, brakes, friction pins, etc.). Based on the actual operation data, it carries out reliability analysis and life assessment based on statistical analysis and life cycle model. Given the bogie reliability and maintenance, material, operating condition is closely linked, the paper for the key components available time evaluation derived method, such as bearing with distribution model, brake behavior chain model, to effectively evaluate the component reliability and life, power optimization maintenance strategy, authors efficiency, to improve bogparts reliability and safety has important reference value.

Keywords

railway truck bogie; reliability and life assessment; maintenance strategy foreword

铁路货车转向架关键部件的可靠性与寿命评估方法

顾遐邦

新疆工程学院, 中国·新疆 乌鲁木齐 830023

摘要

本论文聚焦铁路货车转向架核心元件(轴承、制动器、摩擦销等)的可用性与耐用性,以实际运行数据为基,借统计分析与生命周期模型开展可靠性分析和寿命评估。鉴于转向架可靠性与维修、材质、运行状况紧密相连,论文为关键元件可用时间评估推导出方法,如轴承用韦氏分布模型、制动器用行为链模型,以此有效评估部件可靠性和寿命,助力优化维护策略、降本增效,对提升转向架部件可靠性和安全性具有重要参考价值。

关键词

铁路货车转向架; 可靠性与寿命评估; 维护策略

1 引言

铁路货车的行驶稳定性和安全性,一直都是铁路运输系统无法忽视的核心问题。视转向架为其核心组件,它赋予货车行驶平顺以及确保运输过程的安全,而这些又与其主要部件的持久性及耐用程度息息相关,这些因素,共同决定了铁路货车的运行品质和安全状况。特别是轴承、制动器、摩擦销等部分,其稳健的性能,可能就直接涉及到车辆的运行状态与安全问题。对这些关键部件进行深度的可靠性调查及使用寿命评估,显然地,这对实际运营上的指导,改善维护策略,提高设备使用年限,降低运营花费有着极其重要的理论和实践价值。然而,严格的运行环境和变化多端的外部条件使得这些关键部件面临着复杂的抗衡问题。如何科学地评估关键部件的可靠性和寿命,并针对不同类型的部件制定相应的评估方法呢?本文将基于实际运行数据,并运用

统计分析和寿命模型,对此进行深入研究,期望能为相关主题提供新的研究思路和方法。

2 铁路货车转向架关键部件概述

2.1 转向架的结构与工作原理

铁路货车的转向架,是车辆运作体系中的核心构件,负责支持并引领车辆稳健前行。它主要由框架、轴箱、弹簧悬浮系统、制动系统以及链接车体的装置等组织起来。在运作过程中,转向架这个组件承载整台车辆的重量,并利用弹簧悬浮系统缓解轨道不平带来的震动。至于轴承,则在车轮与轴箱之间提供了低摩擦的转动,有效地维护了车辆运动的稳定性。制动器负责提供必要的制动力量,以确保车辆得以安全地迅速停止。摩擦销的应用在于抑制不必要的结构移动。正确和科学的转向架设计以及其功能,对车辆运行的稳定性和安全性起到重大的作用,挑选合适的构造布局和材料,满足运行安全的同时,有助于增进系统的功能表现。如果关键部件出现故障,不仅会影响车辆的运行效率,还可能带来严重的安全隐患。深入研究转向架结构与工作原理,对

【作者简介】顾遐邦(2001-),男,中国河北唐山人,本科,从事机械设计制造及自动化研究。

于铁路货运安全和经济效益至关重要。

2.2 关键部件轴承制动器摩擦销的作用与重要性

轴承、制动器和摩擦销是铁路货车转向架的关键部件，其性能直接影响车辆的安全性和运行稳定性。轴承，一项轮轨之间磨损减少与噪音降低的关键器件，负责支撑车辆荷载与转向架的涡旋运动。其次，制动器担当着车辆降速和停驻的职能，在紧急时刻，其强大的可依赖性对于避免灾难起了决策性的效用。此外，摩擦销在转向架的联动和旋动中发挥了主要作用，保障系统的活性和稳定性。这些关键部件是维护转向架整体功能可靠运行的基本要素，从而使其寿命和可靠性构成铁路安全运行的根基。

3 关键部件的可靠性评估

3.1 轴承的可靠性评估

轴承作为铁路货车转向架的核心部件，其可靠性直接关系到车辆的安全性与稳定性。进行轴承的可靠性评估时，需重点分析其在各种运行条件下的失效概率与性能退化趋势。通过收集大量实际运营数据，利用统计分析技术，可以有效识别影响轴承可靠性的主要因素。

假设收集到某型号轴承在不同运行里程下的失效数据，以运行里程为自变量，失效数量为因变量，进行统计分析。以下为部分统计数据示例（表1）：

表 1 某型号轴承运行里程与失效数量统计

运行里程（万公里）	失效数量
10	5
20	8
30	12
40	18
50	25

基于这些数据，构建韦布尔分布模型：

韦布尔分布的概率密度函数为：

$$f(x) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{x}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x}{\eta}\right)^\beta}$$

该模型能够评估轴承不同阶段的失效率，从而了解其在实际应用中的可靠性水平。这一过程有助于制定合理的维护和更换策略，确保轴承的长寿命和高效运行，为提升铁路货车整体性能提供科学依据。

3.2 制动器的可靠性评估

铁路货车转向架关键部件制动器的稳定性直接决定车辆的平稳运行。故而，要衡量制动器的稳定性，分析其中存在的故障类型和失效原因是必要的。利用统计手段，可以获得制动器在各类运行状态下的故障信息，这为稳定性的研究奠定了基础。

以某铁路货车运行数据为例，统计不同制动次数下制

动器的故障情况（表2）：

表 2 某铁路货车制动器制动次数与故障次数统计

制动次数	故障次数
100	2
200	5
300	8
400	12
500	18

利用与制动器特性匹配的 Markov 链模型，可以清晰地展示其状态的变更过程，详细包含运行环境和负载因素的复杂性和多元性。设 Markov 链有个状态 $S_1, S_2, S_3, \dots, S_K$ ，状态转移概率矩阵为 $P=(p_{ij})_{k \times k}$ ，其中 p_{ij} 表示从状态 S_i 转移到状态 S_j 的概率。

通过对模型参数进行精确计算并做出适当调整，能够达到量化在使用过程中的制动器的失效率和可靠度。仔细关注运行数据并进行长久的追踪与趋势分析，对于发现并识别隐藏的稳定性问题大有裨益，同时也能为设定理性的维护计划提供必要的支撑信息。提升系统的稳定性和安全性并不排除优化维护成本的可能，二者可以兼顾。

3.3 摩擦销的可靠性评估

评估摩擦销的可靠性，主要看它在使用中的疲劳和磨损情况。需要收集摩擦销在各种运行环境下的失败数据，用统计分析的手段，研究它的失败模式和分布特征。摩擦销材料的磨损抵抗力、工作的热度以及负担等因素，也要考虑在内，借助寿命数据模型进行评价。

假设收集到摩擦销在不同工作温度 T 和负载 F 下的磨损量 W 数据（表3）：

表 3 摩擦销不同工作温度、负载下的磨损量统计

工作温度 T (°C)	负载 F (kN)	磨损量 W (mm)
50	10	0.1
60	15	0.15
70	20	0.2
80	25	0.25
90	30	0.3

借助像泊松过程这样的或者其他适合的概率模型，可以预测摩擦销长期使用的可靠性。泊松过程的概率质量函数为： $P(X=k) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}$ 其中 X 表示在时间 t 内发生的事件数（如摩擦销失效次数）， λ 为事件发生的速率。

这样的评价结果，可以帮助改良摩擦销的设计和优化维护策略，这对提高转向架整体的运行安全性有极大的帮助。

4 关键部件寿命模型与评估

4.1 轴承寿命评估及其韦布尔分布模型

对于轴承寿命的探讨,大部分研究者会使用韦布尔分布模型。这是一个有优点的统计工具,因为它能够很有效地表述轴承寿命相关的不确定因素。模型中的形状参数和尺度参数所扮演的角色是对轴承故障行为的具象表现,前者定义了故障出现的频率的变化趋势,后者则阐明了特定环境下轴承的平均寿命。为了精确创造这个模型,实际运行数据的收集就显得异常重要,这包括载荷大小、运转速度以及周边环境下轴承的失效时长。多采用最大似然估计法或最小二乘法等统计手段,就能够获取这个模型的参数,然后预测轴承的剩余寿命与故障出现的可能性。经过一定的模型校准和验证,可以使对轴承使用寿命的评估更加精确,为设定维修策略提供更科学的理据。

4.2 制动器寿命评估及其马尔科夫链模型

制动器作为铁路货车转向架的关键部件,其可靠性和寿命直接影响车辆的制动性能及运行安全。基于马尔科夫链模型的制动器寿命评估方法,通过转向架的实际运行数据,考虑到不同状态下制动器的可能转移情况,对各状态的转移概率进行建模分析,以此预测制动器从初始状态到失效状态的时间。在模型中,每个状态对应制动器的一个性能状态,从而可以量化地描述制动器的劣化过程。通过计算系统的稳态概率,可以估计出制动器的平均寿命及其可靠性指标。运用该模型,可为制定更加科学的维护策略提供依据,避免过早或过迟维修,进而在保持高安全水平的实现成本效益的最大化。该评估方法的应用有助于提升转向架维护的精准性和经济性。

4.3 摩擦销寿命评估及其相关模型

摩擦销作为转向架关键部件之一,其寿命评估主要依赖于复杂的机械应力和磨损过程。这一部分研究中,摩擦销的寿命模型采用应力-应变模型和磨损分析相结合的方法。通过评估其在不同工况下的磨损特性,结合疲劳应力数据,建立摩擦销的寿命预测模型。模型验证表明,该评估方法对摩擦销的寿命预测具有较好的精确度,为维护策略的制定提供了科学依据。

5 影响关键部件可靠性与寿命的主要因素

5.1 维护策略

对铁路货车转向架的关键部分而言,其寿命和可靠性受维护策略的影响。如何能稳定其性能表现?次要措施看来就是定期进行检查和适时更换已经磨损的部分。一个科技引领的维护计划有助于降低意外故障的可能性,推动设备的长期有效运作。关注到轴承、制动器和摩擦销这些部分,正需要将定期的润滑、检查加进维护计划中,同时,故障的预知和诊断也应时刻准备齐全,保证其以最佳状态完成工作。使用数据驱动的健康管理技术,可以实现预防性的维护,通过

深入分析运行数据,找出潜藏的问题源头。最理想的维护策略不但可以延长部件的使用寿命,更能有效降低操作成本,确保运输安全无虞。实现这个策略,需要详尽评估出每一个部分的特征和使用环境,并根据独特要求,制定具有品质的维护方案,以达到最优结果。

5.2 材料特性

材料特性对铁路货车转向架关键部件的可靠性与寿命有深远影响。材料的强度、硬度及耐磨性能是决定部件承载能力和抗疲劳性能的关键指标。微观结构的不均匀性、材料中的杂质和缺陷可能导致应力集中,进而引发裂纹扩展,缩短部件寿命。材料的耐腐蚀性能也是影响可靠性的重要因素之一,尤其在恶劣环境中运行时,腐蚀会加速部件老化。材料的热处理工艺和制造加工精度也直接关系到部件的耐用性。选择合适的材料和优化加工工艺是提升关键部件性能的有效途径,有助于延长使用寿命和减少故障率。

5.3 运行条件

运行条件对铁路货车转向架关键部件的可靠性和寿命影响显著。高负载环境可能会加速轴承的疲劳损耗,频繁的制动操作可能导致制动器过热,从而减少其使用寿命。温度、湿度等环境条件也会对摩擦销的磨损程度产生影响,极端气候可能会加剧材料老化。轨道条件如曲率半径和轨道不平度等可影响转向架部件的应力分布及其疲劳寿命。通过优化运行条件与合理的轨道维护,可以有效延长关键部件的使用寿命并提高其可靠性。

6 优化设备维护策略提高关键部件的可靠性与寿命

6.1 针对轴承的优化维护策略

在轴承的维护中,优化策略的制定至关重要。应定期进行轴承的状态监测,以便及时识别潜在问题。振动分析和温度检测是关键手段,能够在早期发现故障迹象。采用高性能润滑剂可以降低摩擦和磨损,延长轴承使用寿命。重视润滑剂的质量和更换频次,确保润滑效果持久。根据轴承的实际运行条件,制定具体的维护计划,这包括精确的间隔时间和操作步骤,以最大限度地减少设备停机时间。必须根据运行数据持续优化这些计划,以适应不断变化的操作环境。准确的负载评估能够帮助选择合适的轴承类型和材料,提高可靠性。定期培训维修人员,提升其故障识别与处理能力,也是减少因轴承故障导致的非计划停机时间的有效措施。通过以上措施,可以有效提高轴承的可靠性与寿命,降低维护成本。

6.2 针对制动器的优化维护策略

在制动器的优化维护策略中,需重点考虑其可靠性与寿命的提升。采用定期检查与状态监测相结合的方法,可有效预防潜在故障。优化检查周期和方法,利用现代技术进行制动器状态实时监测,及时发现异常情况。根据马尔科夫链

模型的分析结果,识别和预测制动器的使用阶段和潜在故障模式,有针对性地实施维护。选用高性能材料以提高制动器耐磨性,减少损耗。应考虑运行环境对制动器性能的影响,采取隔热措施防止恶劣环境导致的性能下降,通过科学管理与持续优化,确保制动器的可靠运行与长寿命。

6.3 针对摩擦销的优化维护策略

摩擦销作为转向架关键部件,其可靠性至关重要。优化维护策略需关注定期检查摩擦销的磨损程度,采用先进材料以提高耐用性。定期润滑是保障摩擦销正常运作的有效手段。应使用振动监测技术识别早期损伤,及时更换存在潜在故障的摩擦销,防止意外停车。在不同运营条件下,调整维护周期和方法,以确保最佳使用寿命并降低运营成本。加强员工培训,确保维护工作精确到位。

7 结语

本研究对铁路货车转向架关键部件的可靠性和寿命进行了细致深入的研究。通过对实际运行数据的统计分析和寿

命模型的应用,以及对不同部件采用不同的寿命评估方法,成功开阔了关于铁路货车转向架部件可靠性和寿命评估的研究思路。然而,本文仍存在局限性,如运行数据的获取和筛选,以及模型的适用性和准确性等方面还需要进一步改进和完善。同时,部件的可靠性和寿命受多种因素影响,材料特性、运行条件等对部件寿命的影响也值得更深入的研究和探讨。在未来的研究中,我们期望能够进一步集成和发展更精细的寿命评估方法,以进一步提高设备的可靠性和安全性。

参考文献

- [1] 王洪昆,操琴,蒋增强.无失效转向架侧架贝叶斯可靠性评估方法[J].武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2021,43(04):346-351.
- [2] 余妍金戈,王俊勇,傅茂海.1067mm轨距货车转向架侧架可靠性分析[J].机械工程与自动化,2020,(04):72-73.
- [3] 王世猛.铁路货车的转向架检修方法分析[J].内燃机与配件,2019,(14):198-199.

Strategy analysis on the reliability of railway signal equipment

Yafeng Yu

Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034101, China

Abstract

Railway signal equipment is the key technical facilities to ensure the safe operation of trains and improve the transportation efficiency. However, in the research and development, operation and maintenance of railway signal equipment, reliability problems are still prominent, these problems will increase the operation cost, but also easy to bring potential safety risks. In the background of the expansion of railway transportation scale, accelerating the improvement of the reliability of signal equipment is bound to become the focus of the industry. This paper mainly starts from the reliability situation of railway signal equipment, analyzes the existing problems and discusses the optimization strategies, hoping to provide certain support for the reliability improvement of railway signal equipment, and lay a more solid foundation for the realization of the safety and efficiency of railway transportation.

Keywords

railway signaling equipment; reliability; strategy

关于铁路信号设备可靠性的策略分析

余亚峰

朔黄铁路发展有限责任公司, 中国·山西忻州 034101

摘要

铁路信号设备是保障列车安全运行、提升运输效率的关键技术设施,但是目前在铁路信号设备的研发、运行和维护过程中,可靠性问题仍然较为突出,这些问题会增加运营成本,还容易带来潜在的安全隐患。在铁路运输规模扩大的背景下,加快提升信号设备的可靠性必然成为行业关注的焦点。本文主要从铁路信号设备的可靠性现状出发,分析存在的问题并探讨优化策略,希望可以为铁路信号设备的可靠性提升提供一定的支持,为实现铁路运输的安全高效打下更加坚实的基础。

关键词

铁路信号设备; 可靠性; 策略

1 引言

铁路网络的扩展和列车运行密度的提升,信号设备的可靠性成为保障铁路系统稳定运行的关键因素,但是在实际运行中,信号设备会因技术老化、环境影响或维护不足而出现故障,威胁到列车运行的安全性。为了应对这些挑战,必须重视提高信号设备的可靠性。

2 铁路信号设备的定义与作用

铁路信号设备是铁路运输系统中用于控制列车运行、保障列车安全的技术装置。它的主要功能是传递信息和指令,协调列车与线路之间的关系,让列车按照规定的路径和速度运行。信号设备覆盖了列车运行的全过程,包括车站、区间、道岔及其他关键节点,它的应用贯穿铁路调度指挥、列车运行控制、故障应急处理多个方面,是铁路系统运行的中枢之一。从技术角度来看,铁路信号设备有车载设备

和地面设备两大类,车载设备主要指列车自动控制系统(如ATP、ATO)及相关传感器,主要用于监测和调整列车运行状态,地面设备涵盖了信号机、轨道电路、联锁系统、列控中心等,主要负责向列车传递运行信息并对线路状态进行实时监控,注意二者的有机结合,让铁路信号系统可以做到列车间的动态隔离、运行调度和紧急制动的功能^[1]。

铁路信号设备的作用体现在以下几个方面。首先它是列车运行安全的基础,它会实时监控列车位置、速度和行驶方向,信号设备在发现异常时迅速发出警报或指令,避免列车追尾、侧撞等事故的发生。其次它可以提升铁路运输的运行效率,注意合理规划列车的运行路径和间隔,信号系统就能减少线路资源的浪费,增加铁路运输的通过能力。而且信号设备还为铁路系统的现代化提供了技术支持。在高铁及城市轨道交通领域,先进的信号设备如通信列车控制系统(CBTC)可以做到全自动化运行,这样就能大幅提高列车调度的精确性。

【作者简介】余亚峰(1994-),男,中国山西忻州人,本科,助理工程师,从事铁路信号设备维护工作。

3 我国铁路信号设备可靠性研究中出现的问题

3.1 可靠性规范很少且要求简单的问题

铁路信号设备的种类繁多,从基础的轨道电路到复杂的列车控制系统,每种设备的功能、工作环境和技术特点各不相同,但现行的可靠性规范采用通用性较强的描述,而没有针对不同设备类型制定精细化的可靠性要求,这就让设计单位和生产企业在研发阶段没有明确的目标和约束,会因规范的模糊性忽视某些关键环节,进而对设备的实际可靠性造成影响。要求简单的问题进一步加剧了规范的实际执行效果不足,一些现有标准仅对设备的平均无故障时间(MTBF)等基本指标作出笼统的规定,而未细化对故障模式、故障影响和维修策略的要求,这种“单一指标化”的规范形式容易让企业在实际设计和测试中为了满足表面指标而忽视其他关键因素。特别是在复杂系统中,单一指标无法全面反映设备的可靠性特性,掩盖潜在的系统性问题,从而增加设备在实际运行中的故障风险。

3.2 用于状态评估的可靠性模型和具体实际不符的问题分析

可靠性模型的构建依赖于理想化的假设条件,尤其是常用的指数分布模型假定故障发生是完全随机的,且设备的故障率在整个生命周期内保持恒定,但是在实际运行中,铁路信号设备的故障分布受到多种因素的影响如环境条件、运行负荷以及维护策略,特别是在长期使用的设备中,故障率呈现先上升后下降的趋势而非恒定不变,要是模型没有考虑这些实际情况,那么评估结果低估设备的潜在风险,无法为决策提供可靠依据。在我国铁路信号设备的状态评估中,数据采集和处理存在不足,比如一些关键设备的运行数据因采集手段落后或记录不完整而存在偏差,同时数据分析过程中也没有及时对异常数据的筛选和校正,这会让评估模型的输入参数失真^[2]。

3.3 可靠性指标不完善的问题分析

铁路信号设备的运行状态复杂多变,其可靠性与设备的本体性能相关,还受到外部环境和长期运行状态的影响,但因为目前的可靠性指标体系更多关注设备初始性能如平均无故障时间(MTBF)和平均修复时间(MTTR),但是对设备运行中的动态特性如性能退化速率或是短期故障趋势关注较少,这种静态指标为主的评价方式无法反映设备的实际可靠性,尤其在高密度运行的线路中,动态特性的缺失会让潜在风险受到忽视。此外,铁路信号设备的可靠性评价涉及多个层面,从单一设备的性能评估到整个系统的综合可靠性分析,每个层面都要明确的指标支撑,然而在现有体系中时常出现单一指标难以兼顾不同层次需求的情况,尤其是设备级指标与系统级指标之间的衔接不够紧密,就会让设备可靠性较高时,系统可靠性仍因交互问题而降低。

4 提高铁路信号设备可靠性的策略

4.1 制定科学的铁路可靠性标准

在标准制定过程中注意对设备全生命周期的每个环节进行系统性分析,明确各阶段出现的可靠性问题,并据此提出针对性的技术要求,因此要求在设计阶段会失效模式分析和风险评估方法确定设备的潜在薄弱环节,在设计初期对关键技术参数进行优化,在生产阶段又要注意对生产工艺和质量控制环节提出具体的可靠性要求,让设备性能的一致性得到保障,在测试阶段应建立科学的试验规范,对设备的性能指标进行严格验证,从而暴露潜在故障模式,等到了运行和维护阶段,注意结合设备的实际使用环境和运行条件设定合理的可靠性评价指标和检修策略,通过覆盖全生命周期的规范设计,做好可靠性标准对设备性能的全面指导。因为铁路信号设备由多个子系统和部件组成,所以要求可靠性标准的制定要从系统角度出发,综合分析设备的整体性能表现,尤其是需要结合系统建模的方法建立信号设备的可靠性框图或故障树,分析系统各部分之间的相互关系及其对整体可靠性的影响。在此基础上再针对系统中的关键部件和薄弱环节提出具体的可靠性要求,从而提高设备整体的性能水平。在制定标准时还需注重不同设备之间的兼容性,避免因设备间的接口问题或性能差异导致系统可靠性降低,同时应针对设备面临的环境变化和负荷波动提出动态可靠性要求,例如设定设备在极端气候条件下的工作性能指标或规定设备在高频使用情况下的性能衰减限值,这种系统性和动态性的标准设计可以更真实地反映铁路信号设备的实际运行状况,从而提升标准的实用性。在制定可靠性标准时,要认识到铁路信号设备的可靠性评估高度依赖于实际运行数据,这就要求在标准制定过程中建立完善的数据采集和分析机制,让所用数据能够全面反映设备的性能状态。^[3]

4.2 选择科学的可靠性模型

信号设备的运行具有高度复杂性,其故障分布受到多种因素的综合影响,这要求在选择可靠性模型时分析设备在不同阶段的性能变化,对于生命周期较短、故障概率较为恒定的设备,可以选择简单的指数分布模型来描述其可靠性特性而对于生命周期较长、故障率随时间变化的设备,就要及时采用更复杂的非恒定模型如泊松过程模型,以便更加真实地反映故障发生的动态规律,在选择模型的过程中明确设备的故障特性是第一步,注意对设备的运行数据和历史故障记录进行分析,这样才能可以为模型选择提供支持。

4.3 构建系统的可靠性指标体系

在设计指标体系时要注意考虑设备的运行模式和潜在故障类型,注意分析设备的故障模式、故障原因和故障影响,找准不同指标对设备可靠性评估的意义,例如将故障发生频率、故障持续时间和故障影响范围作为基础指标,注意统计分析设备运行中的关键数据,量化其可靠性表现,同时应针

对设备运行过程中出现的特定问题设计针对性的评估指标,例如设备在高频操作、恶劣环境或极端负荷条件下的性能表现指标,从而为可靠性提升奠定基础。在构建可靠性指标体系时注重指标之间的层次性和逻辑关联性,要求指标体系按照层次结构划分为设备级、系统级和网络级三个层面,在设备级层面重点分析单个设备的基本性能指标如平均无故障时间(MTBF)、平均修复时间(MTTR)等,在系统级层面又要关注设备之间的交互关系和系统整体性能,在这一过程中,指标之间的逻辑关联性要注意通过明确指标间的相互关系,来做好从单一设备性能到系统整体表现的全面评估,例如建立单个设备故障对系统可靠性影响的量化模型,以此来分析设备级指标与系统级指标之间的转换关系,从而在指标体系中实现上下层次的有机衔接。值得注意的是,可靠性指标体系的设计不能一成不变,而是需要根据实际运行条件和设备性能的动态变化进行调整,因此要注意通过实时监测设备的运行状态和故障数据来分析指标的适用性,并根据数据分析结果对指标体系进行优化更新,同时注重指标的可操作性和量化表达,不要出现过于复杂或抽象的指标无法在实际应用中实施^[4]。

4.4 研制适合的铁路行业的可靠性分析软件

铁路信号设备作为保障列车运行安全的关键设施,它的可靠性分析要覆盖设备设计、生产、测试、运行和维护等全生命周期的关键环节,因此软件开发应以全面的可靠性需求分析为起点,考虑设备在不同阶段的性能表现和故障特征,在设计阶段要利用软件实现设备的可靠性预测和失效模式分析,在运行阶段,软件也要具备实时监测和故障诊断功能,到了维护阶段,应该注意支持设备寿命评估和优化检修策略,利用这种全生命周期的覆盖性设计,来让软件在铁路行业的实际应用中具备较高的适应性。在明确可靠性需求的基础上,研制可靠性分析软件要重点关注数据处理能力和算法设计的科学性。

4.5 加强地面信号设备可靠性建设

信号设备的设计阶段应严格遵循铁路行业标准,对关键部件进行强化设计,增加系统的抗干扰能力,选材上应优先选择耐腐蚀、抗氧化和高强度的材料,减少设备因自然环境影响而出现性能下降的可能性,生产环节中应实施严格

的质量检验程序,利用精密加工技术提升设备的整体精度,设备在使用过程中要注意增加智能化监测功能,结合数据采集与分析及时发现设备运行中的异常状况,降低故障发生的几率,例如应用物联网技术构建地面信号设备的实时监控网络,将运行数据上传至后台系统,结合智能算法分析判断设备状态为维护人员提供精准的预警信息,从而及时排查和处理潜在问题。在日常管理中应建立全面的设备档案系统,记录设备的安装位置、运行参数、维修记录的信息,这种信息化的管理方式可以做到设备状态的全生命周期追踪,还可为设备故障的根因分析提供数据支持,此外还应制定科学的维护计划,对地面信号设备实施分级管理,将设备分为关键设备和普通设备,按照其重要性制定不同的巡检频率和维护措施,尤其是对于涉及列车运行安全的关键设备应增加巡检频率,并通过专业工具进行定量检测,普通设备要注意采用常规检测手段,在设备管理过程中强化责任追溯机制,对设备的每一次维护操作做好记录,明确责任人和完成情况,从而避免因管理不善导致的问题。

5 结语

综上所述,铁路信号设备的可靠性是保障铁路系统安全、高效运行的基础,注意分析现存问题,抓住可靠性管理的重点领域,并从标准制定、模型选择、指标构建和技术工具开发方面提出系统化策略,以此来应对设备运行中的挑战。在研究发展中还需进一步加强理论与实际的结合,继续加快完善技术手段和管理模式,从而适应铁路运输日益复杂的需求。同时应强化数据驱动和智能化方向的探索,为设备可靠性提升提供更精准的解决方案。

参考文献

- [1] 张长福.铁路综合维修中信号设备故障诊断技术的研究与应用[J].高科技与产业化,2024,30(09):79-80.
- [2] 曹文帅.极端天气条件下铁路信号系统的稳定性研究[J].当代矿工,2024,(06):27-29.
- [3] 韩昶.铁路信号设备的可靠性设计与维护策略研究[J].运输经理世界,2023,(35):166-168.
- [4] 赵嘉兴.铁路信号设备可靠性研究[J].中国设备工程,2021(21):81-82.

Application and optimization of sound barrier materials in high-speed systems

Long Hao

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

Abstract

With the increasing of highway traffic flow, the problem of traffic noise pollution is increasingly prominent, and the sound barrier as an effective noise reduction measure has been widely used. This paper introduces the new carbon fiber materials used in highway sound barrier, including its acoustic properties, mechanical properties, durability and application way in the design of sound barrier structure, comparing the advantages of traditional sound barrier materials, and discusses the challenges in the practical application and future development prospects, aims to provide reference for the design, construction and material selection, promote the innovation and development of sound barrier technology, in order to better solve the problem of highway traffic noise pollution.

Keywords

highway; sound barrier; carbon fiber; new materials

声屏障材料在高速中的应用与优化

郝龙

江苏金阳交通工程有限公司, 中国·江苏盐城 224000

摘要

随着高速公路交通流量的不断增加, 交通噪声污染问题日益突出, 声屏障作为一种有效的降噪措施得到了广泛应用。本文重点介绍高速公路声屏障中使用的碳纤维新材料, 包括其声学性能、力学性能、耐久性以及在声屏障结构设计中的应用方式等方面, 对比与传统声屏障材料的优势, 并探讨其在实际应用中面临的挑战和未来的发展前景, 旨在为高速公路声屏障的设计、施工和材料选择提供参考, 推动声屏障技术的创新与发展, 以更好地解决高速公路交通噪声污染问题。

关键词

高速公路; 声屏障; 碳纤维; 新材料

1 引言

高速公路在促进区域经济发展和交通便利的同时, 也带来严重的交通噪声污染, 对沿线居民的生活和工作环境产生不良影响。声屏障作为一种常见的降噪手段, 其性能的优劣直接关系到降噪效果的好坏。传统的声屏障材料如金属、混凝土等在长期使用中暴露出一些局限性, 而碳纤维新材料的出现为声屏障的发展带来新的机遇。碳纤维具有高强度、低密度、耐腐蚀、耐疲劳等优异性能, 将其应用于高速公路声屏障领域, 有望提高声屏障的综合性能, 实现更好的降噪效果和更长的使用寿命。

2 碳纤维声屏障的声学性能

2.1 吸声性能

碳纤维本身具有一定的吸声能力, 其多孔结构和纤维

特性, 使声波在材料内部发生多次反射和散射, 从而将声能转化为热能等其他形式的能量而消耗掉。对碳纤维材料进行适当的表面处理和结构设计, 如制备成多孔碳纤维复合材料或在碳纤维表面涂覆吸声涂层, 可进一步提高其吸声性能。研究表明, 经过优化设计的碳纤维吸声材料在中高频段具有较好的吸声系数, 能有效吸收交通噪声中的高频成分, 对于降低高速公路噪声的尖锐感和刺耳程度具有显著效果^[1]。

2.2 隔声性能

碳纤维材料的致密结构和高弹性模量, 使其具有良好的隔声性能。当声波传播到碳纤维声屏障时, 大部分声波能量会被反射回去, 只有少量声波能透过声屏障继续传播, 从而实现噪声的有效阻隔。与传统的金属声屏障相比, 碳纤维声屏障在相同厚度和质量的情况下, 提供更高的隔声量, 尤其是在低频段, 其隔声优势更为明显。对于阻挡高速公路车辆行驶产生的低频噪声, 如发动机轰鸣声、轮胎滚动声等具有重要意义, 为沿线居民提供更加安静舒适的生活环境。

【作者简介】郝龙(1988-), 男, 中国江苏盐城人, 硕士, 工程师, 从事高速公路声屏障、高速交通安全设施研究。

3 碳纤维声屏障的耐久性

3.1 耐候性

由于碳纤维具有优异的化学稳定性和耐紫外线性能，碳纤维声屏障在长期暴露于户外的恶劣气候条件下，如高温、高湿、严寒、强风、紫外线照射等，不易发生老化、褪色、变形、开裂等问题。其材料性能保持相对稳定，确保声屏障在长时间内持续发挥降噪作用，减少因材料老化而导致的降噪效果下降和维护成本增加等问题。在一些气候多变的地区，经过多年使用后，碳纤维声屏障的外观和结构性能依然能够保持良好状态，为高速公路周边环境的长期稳定降噪提供了可靠保障^[2]。

3.2 抗疲劳性能

高速公路上车辆行驶产生的振动和气流脉动等动态荷载，会对声屏障造成长期的疲劳作用。碳纤维材料具有出色的抗疲劳性能，能承受数百万次甚至更多的循环加载而不发生疲劳破坏。在声屏障的设计使用寿命内，碳纤维材料能稳定地抵抗这些动态荷载，保持其结构的完整性和声学性能的稳定，避免因疲劳损伤而引发的声屏障失效问题，提高声屏障的可靠性和安全性，减少因维修和更换声屏障而对交通运营造成的干扰和成本支出。

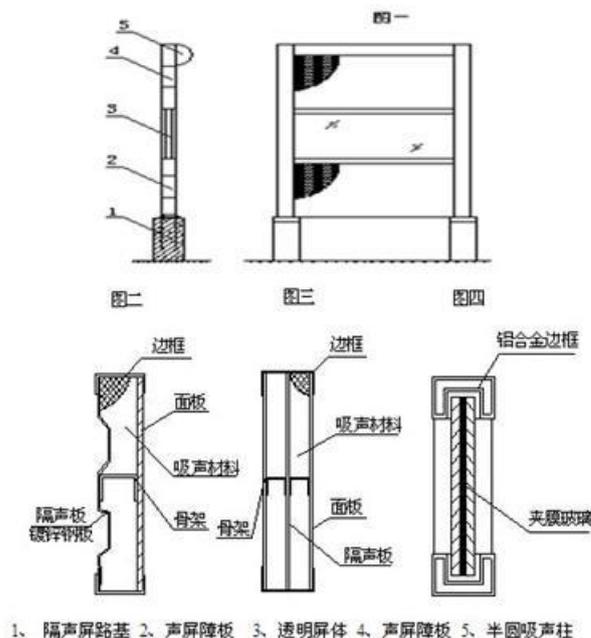
4 碳纤维声屏障的结构设计与应用

4.1 面板设计

碳纤维声屏障的面板可采用碳纤维复合材料制成，借助模压、缠绕等工艺制备成具有一定形状和厚度的板材。面板的设计应考虑其声学性能、力学性能和美观性等因素。在声学性能方面，面板的表面可进行穿孔处理或采用特殊的纹理设计，以增加声波的反射和散射，提高吸声和隔声效果。在力学性能方面，根据声屏障的高度、跨度和所承受的风荷载、车辆碰撞荷载等，合理设计面板的厚度、加强筋结构和连接方式，确保面板具有足够的强度和刚度，能稳定地承受各种外力作用。同时，面板的颜色和外观可根据周边环境进行定制，使其与周围景观相协调，提高声屏障的视觉效果^[3]。

4.2 支撑结构设计

支撑结构是声屏障的重要组成部分，承担着将面板固定在适当位置并传递荷载的作用。对于碳纤维声屏障，支撑结构可以采用钢管、钢梁等金属材料与碳纤维复合材料相结合的方式，充分发挥金属材料的强度和碳纤维材料的耐腐蚀、轻质等特性。在设计支撑结构时，应根据声屏障的高度、长度、地形条件和安装位置等因素，合理确定支撑柱的间距、截面尺寸和基础形式，确保支撑结构具有足够的稳定性和承载能力，能够抵抗风荷载、地震荷载等各种自然力的作用，同时保证声屏障的整体垂直度和水平度符合设计要求，为声屏障的长期安全使用提供可靠保障（如图1）。



1、隔声屏路基 2、声屏障板 3、透明屏体 4、声屏障板 5、半圆吸声柱

图 1 声屏障材料结构设计

4.3 连接方式设计

碳纤维声屏障各部件之间的连接方式，影响声屏障的整体性能和稳定性。常见的连接方式包括螺栓连接、焊接、铆接和胶粘剂连接等。在选择连接方式时，应考虑连接的可靠性、施工的便利性和对材料性能的影响等因素。对于碳纤维复合材料与金属部件的连接，可采用特殊的连接件和胶粘剂，确保连接部位具有足够的强度和密封性，防止雨水、灰尘等杂质进入连接部位，影响连接的可靠性和材料的耐久性。同时，连接部位的设计应尽量减少应力集中，避免因连接不当而导致声屏障在使用过程中出现开裂、松动等问题，确保声屏障的整体性能和使用寿命^[4]。

5 碳纤维声屏障与传统声屏障材料的对比

5.1 性能优势

碳纤维声屏障在吸声和隔声性能方面优于许多传统声屏障材料，尤其是在低频和高频段都能实现较好的降噪效果，更有效降低高速公路交通噪声对周边环境的影响，为居民提供更加安静的生活和工作环境；同时，碳纤维材料的高强度、高模量和低密度特性，使其在力学性能上远超传统的金属和混凝土声屏障材料。在承受风荷载、车辆碰撞荷载等外力作用时，碳纤维声屏障能够更好地保持结构的稳定性和完整性，减少因结构损坏而导致的降噪效果下降和安全隐患，提高了声屏障的可靠性和耐久性；此外，碳纤维材料的耐候性和抗疲劳性能优异，在恶劣的自然环境和长期的动态荷载作用下保持良好的性能，延长声屏障的使用寿命。相比之下，传统的金属声屏障容易受到腐蚀和疲劳损伤，混凝土声屏障出现开裂、剥落等问题，需要更频繁的维护和更换，

增加使用成本和对交通运营的干扰。

5.2 成本比较

虽然碳纤维材料的原材料成本相对较高,但其在性能和使用寿命方面的优势,在一定程度上弥补成本上的不足。从全生命周期成本来看,碳纤维声屏障由于其较低的维护成本和更长的使用寿命,在长期运行中具有与传统声屏障相当甚至更低的成本。传统金属声屏障需要每隔几年进行一次防腐处理和维修,而碳纤维声屏障在其设计使用寿命内,通常可达 20 - 30 年甚至更长,基本无需进行大规模的维护,减少人工、材料和交通管制等方面的费用支出。此外,随着碳纤维材料生产技术的不断进步和规模化生产的实现,其成本有望进一步降低,从而提高其在声屏障市场中的竞争力。

6 碳纤维声屏障应用面临的挑战与优化措施

6.1 成本问题

尽管从全生命周期成本考虑,碳纤维声屏障具有一定的优势,但目前其初始投资成本仍然较高,这在一定程度上限制了其大规模应用。为解决这一问题,一方面需进一步优化碳纤维材料的生产工艺,降低原材料成本和制造成本。改进碳纤维的制备技术,提高生产效率,减少生产过程中的能源消耗和原材料浪费,从而降低碳纤维的价格。另一方面,可优化声屏障的结构设计,合理选用碳纤维材料的规格和用量,在保证声屏障性能的前提下,降低材料成本。同时,政府和相关部门可出台一些鼓励政策,如补贴、税收优惠等,支持碳纤维声屏障的研发和应用,促进其市场推广。

6.2 设计与施工技术问题

碳纤维声屏障的设计和施工需要特殊的技术和经验,与传统声屏障相比,其结构设计和连接方式更为复杂,对施工人员的技术水平要求较高。目前,相关的设计规范和施工标准还不够完善,这给碳纤维声屏障的推广应用带来一定的困难。为解决这一问题,需加强对碳纤维声屏障设计与施工技术的研究和开发,制定完善的设计规范和施工标准,为工程实践提供指导。同时,加强对施工人员的技术培训,提高其对碳纤维材料特性和施工工艺的掌握程度,确保声屏障的

设计和施工质量。此外,建立专业的技术服务团队,为碳纤维声屏障的应用提供技术支持和咨询服务,及时解决设计和施工过程中出现的问题。

6.3 防火性能问题

碳纤维属于有机纤维材料,虽然其本身具有一定的阻燃性能,但在高温环境下仍存在燃烧的风险,这对于高速公路声屏障的防火安全提出了挑战。为提高碳纤维声屏障的防火性能,可以采用以下措施:一是对碳纤维材料进行阻燃处理,添加阻燃剂或采用表面涂层等,提高其阻燃性能,使其在遇到火灾时延缓燃烧速度,减少火灾的蔓延和危害。二是在声屏障的结构设计中,考虑设置防火隔离带或采用防火性能好的辅助材料,如防火板材、防火涂料等,增强声屏障的整体防火能力。同时,加强对声屏障的防火管理,制定相应的防火预案,定期进行防火检查和维护,确保声屏障在火灾发生时发挥一定的防火作用,保障人民生命财产安全。

7 结论

高速公路声屏障碳纤维新材料凭借其优异的力学性能、声学性能、耐久性和独特的材料特性,在解决高速公路交通噪声污染问题方面展现出了巨大的潜力和优势。与传统声屏障材料相比,碳纤维声屏障在降噪效果、结构稳定性和使用寿命等方面具有明显的优势,尽管目前在应用过程中面临着成本、设计施工技术和防火性能等方面的挑战,但不断的技术创新、成本控制和标准完善,这些问题有望逐步得到解决。随着碳纤维材料技术的不断发展和应用经验的积累,相信碳纤维声屏障将在未来的高速公路建设中得到更广泛的应用。

参考文献

- [1] 王立璇. 高速公路声屏障降噪效果研究[J]. 北方交通,2022(5):64-67.
- [2] 郝龙,林倩,宋迎前,等. 高速公路声屏障降噪有限元仿真研究[J]. 现代交通与冶金材料,2023,3(1):89-93.
- [3] 张湾. 高速公路声屏障设计方法研究[J]. 工程建设与设计,2021(4):63-65.
- [4] 张轩. 高速公路声屏障设计研究[J]. 交通世界(上旬刊),2020(9):26-27.

Research on the Operation and Scheduling Strategy of Urban Rail Transit Trains

Xin Zhao

Urumqi Urban Rail Transit Group Co., Ltd. Operation Branch, Urumqi, Xinjiang, 830001, China

Abstract

Urban subway train operation scheduling is a key link to ensure efficient and smooth operation of the transportation network. With the continuous expansion of urban subway construction, improving scheduling plans, enhancing train operation efficiency, and reducing delay rates are urgent tasks. This article analyzes the current situation of urban rail transit scheduling, explores the main problems in the scheduling process, and proposes corresponding improvement strategies. Research has shown that accurate train running time forecasting, appropriate vehicle configuration planning, and the use of intelligent scheduling systems can effectively improve the operational efficiency of urban subways. Finally, this article elaborates on the development potential of intelligent scheduling systems based on data analysis, aiming to provide theoretical support and practical guidance for efficient operation of urban rail transit.

Keywords

urban rail transit; Train operation scheduling; Scheduling strategy; Intelligent scheduling; operating efficiency

城市轨道交通列车运行调度策略研究

赵鑫

乌鲁木齐城市轨道交通集团有限公司运营分公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830001

摘要

城市地铁列车运行调度是确保交通网络高效、平稳运作的关键环节。随着城市地铁建设持续扩大,改进调度方案、增强列车运营效能、降低晚点率系当务之急。本文通过分析当前城市轨道交通调度现状,探讨了调度过程中的主要问题,并提出了相应的改进策略。研究表明,精确的列车运行时间预报、恰当的车辆配置计划及智能调度系统的运用,有效提高城市地铁运营效能。最后,本文阐述了以数据分析为基石的智能化调度系统的发展潜力,旨在为城市轨道交通高效运营提供理论支撑与实践指南。

关键词

城市轨道交通; 列车运行调度; 调度策略; 智能调度; 运行效率

1 引言

随着城市地铁建设迅速推进,提高列车调度效能、降低运行时延问题日益凸显。优化调度策略可显著增强运输效能,仍能显著降低能源使用量,为促进城市持续发展提供保障。本文旨在剖析现时城市地铁交通调度所存问题,提出改进措施及优化对策,为助力城市轨道交通未来进步,探寻创新思路及技术保障。

2 城市轨道交通列车运行调度概述

城市地铁交通系统系现代都市公共交通关键构成,肩负着日常高频率的旅客运输职责。随着城市化步伐的持续加速,城市地铁建设规模持续增长,游客数量骤增,列车运行

调度工作的复杂性与挑战程度不断加大。列车调度运行是轨道交通系统运作的关键环节,涉及列车时刻表、行车路径、车辆装备及突发事件的应急应对等多个领域,直接影响到系统的运输能力、运行效率和服务质量。

城市地铁列车的调度职责通常包括两大主要环节:日常调度和应急调度。常规运营下的日常调度,依据客流量、列车运作状况及线路规划等因素,对列车开行时间、运行线路及车辆编组进行部署。

随着城市地铁网络持续拓展,传统人工调度模式无法满足日益复杂的运营需求。现代化的城市地铁交通系统普遍运用计算机辅助列车调度系统(CADS)及各类智能化调度技术,提升调度精确度与效能。这些系统可实时跟踪列车运行状况及调度命令执行进度,通过数据剖析预测客流量,为决策调度提供支撑。

【作者简介】赵鑫(1989-),男,中国山东济南人,本科,工程师,从事城市轨道交通研究。

3 城市轨道交通列车运行调度的问题

3.1 调度精度不足

随着城市地铁网络持续拓展，客流量迅猛攀升，列车运行调度承受的压力日益增大。调度准确度是评判城市轨道交通运行效能的重要标准之一，但现阶段众多城市轨道交通领域，调度精确度问题依然显著，损害了系统的整体运行效能。

调度精度不足通常体现在列车发车时刻、运行速度、列车停站时间等方面的不准确。在列车发车时刻的安排上，很多系统依然依赖传统的人工调度方式，缺乏对客流需求和交通状况的实时监测和预测。此类情形导致列车启程时刻偏差显著，特别是在高峰期，列车运行间隔异常，无法及时满足旅客需求。列车运行速度及停靠站点时长未充分考究实情。例如，列车运行速度偏高或偏低，列车到达下一站时间可能提前或延迟，影响列车整体运行协调，进一步扩大列车间距不均程度^[1]。

3.2 车辆调配不合理

车辆调配是城市轨道交通系统中非常重要的一环，合理的车辆调配可以有效提高系统的运营效率和服务质量。然而，目前众多城市轨道交通领域，车辆配置仍有不合理现象，引发了资源耗费与服务质量下滑，车辆配置不当常显于高峰期车辆短缺。在非高峰期间，出现车辆供过于求的现象，鉴于城市地铁客流量呈现显著时段性变化。

大多数城市轨道交通系统中，某些线路的车次较多，而另一些线路的车次则较少。此类状况往往源于调度人员未能准确预估客流波动，或系设计阶段未充分考量各线路客流量特点。特别是一些地处偏远或客流量较少的线路，可能因车辆配置不足，无法满足日常运输需求，运营效能不彰。反之，主要线路及客流量多的线路，车辆资源配置过于集中，也可能存在车辆超载情况，乘客出行体验有所下降。在部分城市地铁交通领域，车辆类型配置未达最优匹配，部分站点或路段客流量较多，应该配备大容量的列车，而某些客流量较少的线路则仍使用小容量列车，导致资源无法得到充分利用，影响了系统的整体运作效率^[2]。

3.3 系统运维问题

系统运维是保证城市轨道交通稳定运营的基础，涉及设备的维护、故障处理以及系统的正常运行。然而，在某些城市地铁交通系统中，运维工作中仍有诸多问题存在，这些问题亦对系统可靠性构成了影响，可能引发安全风险，甚至造成运营效能的降低。随着城市地铁建设与发展不断推进，众多轨道交通设施已投入运营多年，部分设备老化严重，维修成本高昂。在这些老旧设备中，尤其是信号系统、轨道系统、供电系统等关键设施，一旦发生故障，可能会导致全线停运或出现长时间的停运，影响列车的正常运行。

在一些城市地铁交通体系中，运维管理流程及制度较为滞后，尤其于紧急故障情形下，欠缺完善的应急预案及快

速恢复能力。出现故障情况，可能需耗时较久方能查明问题并加以解决，此亦造成众多列车停驶，可能导致旅客遭遇较大不便及不快。此外，部分系统在常规的设备检验与保养工作中，未按期进行常规巡查，欠缺主动防范故障的认识，系统故障风险提升。系统运维的关键因素之一是运维人员的技术及管理能力。轨道交通系统运营维护需具备高水准的专业能力，部分系统运维人员培训不够，运维工作未能达到预期标准。

4 城市轨道交通列车运行调度优化策略

4.1 精准时刻预测

精准时刻预测是城市轨道交通系统高效运行的关键因素之一，能够有效解决列车调度中的各种问题，提高列车运行的时效性和效率。随着城市轨道交通的规模不断扩大，客流量波动也日益显著，精准时刻预测成为调度决策的重要支撑。

精准时刻预测能够帮助调度员根据实时的客流量、车站情况、交通状况等多维度信息，合理安排列车的发车时刻。常规的列车时刻编排往往依托既定的时刻表，此法难于应对客流波动及交通变动。通过对时间节点的精确预测，调度人员可依据实时信息灵活调整列车开行时间与频次。例如，在高峰期，系统可依据车站客流及进站状况，调整列车发车时刻，确保客流疏散顺畅，防止列车候车时间过长。而在低谷时段，调整时刻表可防止列车空驶，降低能源消耗，提高系统运行效能。精确预测时间点有助于缩短城市轨道交通列车运行间隔，增强线路的运输效能。在城市地铁运营中，列车发车间隔为衡量运输效能的关键要素，时间跨度过大，乘客候车时间可能过长；而相隔时间较短，可能导致列车拥堵，影响旅客乘坐感受。通过精准时间预判，系统可在满足客流需求的前提下，调整列车运行间距，保障列车运行的高效与安全^[3]。

然而，时刻预测的精准性要求较高。需要充分利用历史资料、即时监控信息及交通态势等多重资讯，集合大数据分析 with 人工智能技术，构建科学预测模型。凭借这些模型，系统可预判客流量波动，据此对列车运行时间表进行相应调整。同时，精准时间预估需与智能调度平台相融合，达成整体性的即时优化。为确保精确时间预判，系统需具备卓越的数据搜集与处理功能，保障信息时效性。此外，调度人员的实际操作经验和判断能力亦不容小觑，人工智能与自动化设备辅助，可助力调度人员作出更为精准的判断，提升整体调度效能。

4.2 合理车辆调配

车辆调配是城市轨道交通系统优化运行的重要组成部分，它关系到资源的高效利用和乘客的出行体验。在城市轨道交通的运行过程中，合理的车辆调配能够减少运营成本，提高系统的运输能力，并有效应对不同时间段的客流需求。

合理车辆调配的核心在于根据实时客流情况灵活调整列车数目和类型。高峰时段期间,游客数量剧增,若车辆分配失当,列车可能发生超载现象,甚至导致乘客需求无法得到满足。此时,需增配列车或调整至高容量列车,确保旅客顺利出行。而在非高峰时期,游客数量偏低,过多车辆将造成资源损耗,提升系统运维费用。优化车辆配置可有效缓解此类问题,调整列车运行班次或优化高峰时段列车配置,实现资源的高效配置,合理调配车辆需兼顾各线路客流量不同,部分城市地铁线路,部分主要线路客流量较高,部分线路客流稀少。此时,系统应依据客流量变动,优化配置各类线路的运力。例如,对客流量较大的主要交通线路,系统可提升列车运行密度,增强运输效能;在客流量较少的次级线路,减少车辆调配,杜绝资源闲置。此外,车辆种类及载量需适应线路客流量而定,确保每趟列车均能在确保旅客舒适性的前提下,大幅提升运输效能。

车辆调配不仅仅是根据实时客流做出的动态调整,还需要与其他交通工具(如公交、出租车等)的调度协调,确保不同交通方式之间的无缝衔接。在交通网络体系内,城市轨道交通系统与各类交通方式紧密相连,车辆配置的合理性关乎轨道交通运行效能,亦直接作用于乘客的整体出行感受,为确保车辆资源合理分配,轨道交通系统需依托高效调度管理系统,实时搜集并解析车站人流量数据、列车运行状况及系统负荷状况。结合大数据分析 with 人工智能技术,系统可依客流需求、气候状况、突发情况等要素,机动调整车辆规模及行进模式。此外,合理车辆配置需统筹各方需求,涉及设备养护、驾驶员调配及站点管理等方面,保障运营全过程的流畅与高效。

4.3 智能化调度系统应用

智能化调度系统是现代城市轨道交通系统中不可或缺的核心技术,它通过利用大数据、人工智能、物联网等先进技术,提升调度的自动化、精确化和智能化水平,极大地提高了轨道交通系统的运营效率与安全性。智能化调度系统可依托实时数据收集与分析,协助调度人员实时掌握列车行驶状况、地铁网络负荷状况及客流变化等资讯,形成更为精准与高效的决策。借助传感器与通信技术,智能化调度系统可实时掌握列车位置、运行速度及晚点状况等关键信息,并与各类相关数据(包括气象、交通、设施运作等)融合。这些信息的汇总与剖析助力调度人员精确掌握系统总体运作态

势,改进列车开行时间、车辆分配、旅客引导等各项环节的决策。

智能调度系统显著增强列车调度灵活性及应急响应能力。在城市地铁交通网络中,突发情况与难以预料的变动频发,例如设施故障、天灾或人流量激增等。智能化调度系统可依实时监控信息进行调度,及时调整运行方案。例如,当某条线路发生故障时,系统可实现自动对其他线路进行调配,防止大规模交通中断。运用人工智能手段,系统具备自学与优化能力,不断提升应对复杂局面的能力,降低人工判断错误概率。

智能化调度系统还能够通过大数据分析,提前预测和识别潜在的运行问题,做到预防性维护和优化。通过深入剖析历史数据,系统可识别人流量变化、设备故障发生频次等常态,及时洞察潜在风险并做出相应调整,保障系统稳定运行。例如,智能调度系统可依据气象预报及节假日客流分析,调整列车运行间隔及车型,减轻高峰期交通拥堵现象。智能化调度系统亦能增强跨系统协同作战效能,推动城市地铁与各类公交系统实现无障碍换乘,推动跨系统数据交流与智能联动,轨道交通系统可与公交、出租车等交通方式实现衔接,提升出行效能。智能化调度系统的运用显著提升了城市轨道交通的运营效能与服务品质,系统应急响应能力显著提升,优化了整体出行感受。随着人工智能、大数据、物联网等前沿技术的持续进步,未来城市地铁交通将更趋智能化、精确化和高效性。

5 结语

城市轨道交通的列车运行调度优化不仅关乎系统的效率,也直接影响到市民的出行体验。通过精准的時刻预测、合理的车辆调配和智能化调度技术的应用,能够显著提升城市轨道交通的运营效率,降低能源消耗,减少乘客等待时间。随着技术的不断进步,未来的调度策略将更加智能化、自动化,为城市轨道交通的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 曹驰.高峰时段城市轨道交通列车调度策略研究[J].人民公交,2024,(20):73-75.
- [2] 滕飞.城市轨道交通列车运行调整策略研究[J].现代城市轨道交通,2022,(11):75-79.
- [3] 蒲茜.考虑多目标优化的城市轨道交通列车运行控制策略研究[D].北京交通大学,2021.

Maintenance and maintenance of subway rail lines and improvement measures

Lin Chen

Xiamen Railway Construction and Development Group Co., Ltd. Operating Company, Fujian, Xiamen, 361000, China

Abstract

the subway as a common means of transportation, need to realize the vehicle, so the quality of the rail line will directly affect the development of the subway, need to relevant personnel to study the subway rail line, analyze the difficulties of track in use link and potential safety hazard, study the causes of hidden dangers and develop feasible solutions, to ensure the quality of the track, ensure the passage of the subway. This paper analyzes the maintenance and maintenance of the subway track lines, combines the environmental conditions of the subway transit area and the surrounding areas, expounds the possible problems in the operation of the track lines, analyzes the maintenance status, and then improves these problems to comprehensively ensure the quality of the track.

Keywords

subway rail line; rail maintenance; quality control

地铁轨道线路的养护维修现状及改善措施

陈林

厦门轨道建设发展集团有限公司运营公司, 中国·福建 厦门 361000

摘要

地铁作为常见的交通工具, 需要借助轨道实现车辆的行驶, 所以轨道线路的质量就直接影响地铁的发展, 需要相关人员对地铁轨道线路进行研究, 分析轨道在使用环节存在的难点以及可能出现的安全隐患, 研究隐患的成因并且制定切实可行的解决方式, 以保证轨道的质量, 保证地铁的通行。本文就从地铁轨道线路入手, 对地铁轨道线路养护维修进行分析, 结合地铁经行区域与周边的环境状况, 阐述轨道线路运行过程中可能遇到的问题, 对其维修现状进行分析, 然后结合这些问题进行改善, 全面保证轨道的质量。

关键词

地铁轨道线路; 轨道养护; 质量控制

1 引言

地铁轨道线路作为在地下穿行承担地铁通行的设施, 一般结构较为复杂而且里程较长, 再加上地铁车辆施加的压力较大, 轨道线路设备容易受到损坏, 出现裂纹以及位移等状况, 不仅影响地铁通行, 还可能造成安全隐患。为了保证轨道线路的质量, 就需要地铁维修人员加强对轨道线路设备养护的重视, 根据轨道可能受到的影响, 制定针对性的养护手段, 保证轨道线路设备质量。而针对轨道线路的复杂性, 维护人员还需要了解维护环节的限制与不足, 及时进行调整, 以保证维护工作的顺利开展。

2 地铁轨道线路概述

2.1 概念

地铁轨道线路是指在城市轨道交通系统中, 专门用于城市内地铁列车运行的轨道通道。它通常由一系列轨道系统、信号系统、供电系统、车站及相关设施构成, 用以承载地铁列车的日常运营。地铁轨道线路的主要功能是提供安全、快速、便捷、稳定的城市公共交通服务, 连接城市的各个区域, 缓解地面交通的拥堵^[1]。

2.2 结构类型

轨道结构方面, 地铁轨道线路一般由道岔、钢轨、轨枕、道床以及连接零件等部分组成, 确保列车运行的平稳性。线路类型方面, 大部分地铁线路位于地下, 避开地面交通, 适用于人口密集和土地有限的城市中心区域。在一些城市的外围或交通不太繁忙的地区, 地铁线路可能架设在高架桥上, 避免与地面交通发生冲突。少数地铁线路位于地面, 通常铺设在城市的外围或特定的区域。

【作者简介】陈林(1985-), 男, 中国福建厦门人, 本科, 工程师, 从事地铁轨道维护研究。

2.3 特点

地铁轨道线路具有诸多特点，主要体现在以下方面。首先是独立性，地铁轨道线路通常与地面交通分开运行，可以避免道路上其他交通工具的干扰，保证运行的高效率和准时性；其次是高运能，地铁轨道每次可运载大量乘客，所以承受压力就较大，容易出现伤损；然后是精密性，轨道线路一旦出现伤损，就可能造成严重的安全隐患，需要专业人员对其质量加强盯控，开展养护维修作业。图1为地铁轨道线路养护维修现场图。



图1 地铁轨道线路养护维修现场图

3 地铁轨道线路的养护维修现状

地铁轨道线路的养护维修是保障地铁系统安全、稳定、高效、准点运行的关键工作。随着城市轨道交通的快速发展，地铁轨道的养护维修面临着更高的要求和挑战，地铁管理人员就需要对现阶段的养护管理现状进行分析，了解养护维修的实际状况，为后续维护计划的制定奠定基础。

3.1 养护维修内容现状

地铁轨道线路的养护维修的内容随着时间的变化主要包括以下几个方面：第一，需要定期对轨道的钢轨、道岔、道床、轨枕等进行检查，查看是否存在伤损、磨损、裂纹、几何尺寸超限等问题，并进行修复；第二，要检查道床的稳定性，确保没有沉降、裂缝等现象，尤其是在地下线路中，从而确保轨道的平稳性；第三，应定期检查供电系统、架空电缆、第三轨等设备，保证电力供应的稳定性；第四，需要对地铁信号设备和通信系统进行定期维护，确保运行中的调度指挥系统和列车安全系统的正常运行；第五，还需要对地铁列车、制动系统、轮轨关系等进行检查和维护，确保车辆的运行安全；此外，还需要确保地下轨道的排水系统通畅，避免水灾对轨道造成影响。

3.2 养护维修技术现状

随着科技的发展，地铁轨道线路的养护维修逐步实现了自动化、智能化和系统化，常见的技术主要包括以下几种。一是智能巡检系统，利用无人机、机器人等先进技术进行轨道巡检，可以快速发现轨道、道床、接触网等部分的损坏或潜在故障，并及时报告，减少人工巡检的时间和成本；

二是自动化检测设备，可以利用网轨检测车通过传感器实时监控轨道的状态，包括轨道几何形态、接触网的运行状态等，并利用大数据分析技术进行诊断，提前预测潜在的故障问题；三是先进的维修机械，如轨道焊接车、钢轨打磨车、轨道铣刨车等可以对钢轨进行修整或更换，达到更高的精度和效率。

3.3 养护维修现存的问题

养护维修环节，由于地铁轨道线路本身结构较为复杂，再加上养护要求较高，养护维修现阶段还存在一些难点。首先，随着地铁线路的运行年限增加，设备老化问题逐渐显现，尤其是在一些早期建设的地铁线路，维修压力较大，需要更多的资源和资金投入；其次，现代城市地铁普遍面临高密度的运行需求，养护维修通常要在较短的时间内完成。尤其是高峰期运行频繁的地铁线路，养护维修时间窗口非常有限，往往只能在夜间或非高峰时段进行；之后，对于地下线路的养护来说，由于地下水位、土壤性质等多种因素的影响，轨道稳定性和维护难度较大，尤其在老化或沉降严重的地区，可能导致轨道的变形或损坏；然后，地铁系统复杂，涉及的设备和技术要求较高，需要大量专业技术人员进行维护和维修，部分城市面临着专业人才短缺的困境^[2]；此外，部分城市地铁系统的维护资金不足，难以应对不断增加的养护需求，可能导致部分线路的维护不到位，进而影响安全运行。

综上，地铁轨道线路的养护维修是确保地铁系统安全高效运行的基础性工作。随着技术的进步，养护维修逐步向智能化、自动化发展，现有的养护方法和设备也在不断升级。然而，面对高频次运行、设备老化、资金不足等问题，地铁轨道的养护维修仍需不断改进和创新，以满足日益增长的城市轨道交通需求。

4 地铁轨道线路养护维修的改善措施

4.1 重视智能化与自动化技术的应用

随着科学技术的发展，智能化与自动化技术逐渐成为各行业的发展关键，地铁轨道线路养护维修环节，就需要积极引进智能化技术与自动化技术，首先，需要引进智能巡检系统，采用无人机、机器人等高科技设备对轨道进行自动巡检。无人机可以通过搭载高清摄像头及传感器，快速扫描轨道、道床、接触网等部件，及时发现潜在的裂缝、磨损、变形等问题，减少人工巡检的工作量和安全隐患；其次，也需要引进自动化检测与维修设备，可以引入轨道状态检测车、轨道磨耗检测车等专业设备，通过传感器实时监测轨道的几何状态、钢轨表面情况等，自动判断是否需要修复，并能进行自动化修复或调整^[3]。还需要使用机器人或自动化设备对损坏的轨道、道床等进行快速修复，例如采用自动焊接车进行钢轨焊接，轨道铣刨车进行轨道几何调整等。图2为地铁智能运维平台。



图2 智能运维平台

4.2 要实现大数据与人工智能的结合

地铁轨道线路由于里程较长，养护维修环节很难对破损位置进行精确定位，就要求相关人员引进大数据技术，并实现其与人工智能技术的结合。一是要实现数据驱动的预测性维护，可以通过大数据分析将各类运行、检查、维护的数据进行整合，使用人工智能（AI）技术对轨道的磨损、变形、受损等情况进行预测，提前发现潜在问题，减少突发故障的发生。也需要结合历史数据、传感器反馈和实时运行数据，建立轨道健康管理信息系统，进行生命周期管理，科学规划维修和更换周期；二是要进行智能化调度与养护计划优化，养护人员需要基于大数据分析的养护决策系统，优化轨道养护的时间和资源配置。例如，系统可以结合列车运行图、客流量和维护所需资源，合理安排轨道养护的时段和频次，避免影响正常运营。

4.3 合理引进新技术与设备

新技术与设备是提升地铁轨道线路养护维修水平的关键，就需要相关人员合理进行设备与技术的引进。一是引进无损检测技术，需要推广和普及无损检测技术（如超声波、磁粉探伤、激光扫描等），这些技术可以高精度地检测出轨道、接触网、道床等部件的微小缺陷和潜在损伤，提前进行维修或更换，减少事故隐患。无损检测技术具有重要意义，能够在不破坏原有结构的情况下全面评估轨道的安全性。二是要实现轨道维修设备的现代化，需要进一步引进和推广高效的轨道维护设备，如轨道铣刨车、轨道压实车、轨道钢轨更换车等，利用这些设备可以更加精确和高效地完成轨道的修整、修复或更换。还需要推动轨道维修的“集成化”作业，即将轨道修整、钢轨焊接、道床清理等工作结合在一台设备中完成，从而提升工作效率。

4.4 需要强化养护人员的培训与管理

人员是保证地铁轨道线路养护维修水平的关键，行业管理人员就需要加强对养护人员的培训，提升其技术水平。首先，需要实施定期培训与技术更新，随着技术的进步和养护需求的变化，加强养护人员的技术培训尤为重要。应定期举办各类培训课程，提升养护人员的专业技能和对新技术的理解，确保他们能熟练操作新型检测和维修设备。还需要加强对自动化、智能化设备的操作培训，使养护人员能够熟练使用先进工具，快速发现并解决问题；其次，需要优化养护人员管理，在养护工作中，尤其是复杂或高风险的环节，应优化人员的分工与管理。通过细化岗位职责、优化工作流程，确保各项工作环节的协同配合与高效执行^[4]。还需要推行智能化管理平台，实时监控养护工作的进度和质量，保证每一项维修任务的顺利完成。

4.5 需要强化资金的投入

地铁轨道线路里程较长，养护维修需要的资金较多，再加上维修技术与设备的要求较多，就更需要资金的支持。政府和地铁运营公司应加大养护维修的资金投入，确保养护工作能够持续顺利进行。资金投入应优先用于老旧线路和高风险区段的维修，及时更换老化设备，并进行技术升级，以确保轨道的安全性。

5 结语

地铁轨道线路的养护维修是一项复杂且至关重要的工作，涉及多个技术层面和管理细节。通过智能化、自动化、大数据等现代技术的应用，结合提高设备的维护和人员的管理，可以显著提升养护维修的效率和质量，确保轨道的安全性和运营的稳定性。此外，加强资金投入和更新养护设备、提升应急响应能力，也是应对日益增长的地铁需求和维护压力的重要手段。

参考文献

- [1] 王利博, 逯旭, 王昊, 等. 城市轨道交通轨道维修常见问题及对策[J]. 中国高新科技, 2022, (20): 76-78.
- [2] 乔海锋. 地铁轨道线路的养护维修措施[J]. 大众标准化, 2022, (20): 97-98+102.
- [3] 杨鑫. 成都地铁轨道设备维保管理优化研究[D]. 西南交通大学, 2022.
- [4] 吴宏, 庞婷婷. 浅谈运营地铁轨道改造维修施工的关键技术[J]. 中国新通信, 2018, 20 (14): 161.

Design of Railway Public Works System Management Structure - Coordination of Organizational Structure Control and Segment Management Data

Qiancheng Lu Zhixing Tang Shuhan Liu Lei Sheng Yun Gao

Sichuan Southwest Jiaotong University Railway Development Co., Ltd., Gongyi, Henan, 451200, China

Abstract

As an important national transportation infrastructure, railway undertakes a huge task of passenger and cargo transportation, and its safe and efficient operation plays a vital role in economic development and social stability. The Railway Public Works system, as the cornerstone of the safety and efficiency of railway transport, is responsible for the routine overhaul and periodic maintenance of infrastructure such as lines, Bridges and tunnels. With the continuous expansion of railway network and the continuous progress of technology, the traditional railway management mode is facing many challenges, including how to improve the efficiency of operation, how to effectively manage safety risks, and how to adapt to the changes brought by technological development. Therefore, to optimize the organizational design of railway public works system is not only an inevitable requirement to improve the quality of railway transport service, but also an important measure to ensure the safety of railway transport.

Keywords

railway works; System management; Practical application

铁路工务系统管理结构设计 – 组织结构控制与分段管理数据的协同

路前程 汤智星 刘书含 盛磊 高云

四川西南交大铁路发展股份有限公司, 中国 · 河南 巩义 451200

摘要

铁路作为国家重要的交通基础设施,承担着巨大的客货运输任务,其安全、高效运行对于经济发展和社会稳定具有至关重要的作用。铁路工务系统,作为铁路运输安全和效率的基石,负责线路、桥梁、隧道等基础设施的日常检修和周期性维护工作。随着铁路网络的不断扩大和技术的不断进步,传统的铁路工务管理模式面临着诸多挑战,包括如何提高作业效率、如何有效管理安全风险、以及如何适应技术发展带来的变革。因此,对铁路工务系统的组织机构进行优化设计,不仅是提升铁路运输服务质量的必然要求,也是保障铁路运输安全的重要措施。

关键词

铁路工务; 系统管理; 实际应用

1 引言

组织机构设计的重要性不言而喻。一个科学合理的组织结构能够提高管理效率,减少资源浪费,并且能够快速响应市场和技术的变化。在铁路工务系统中,组织机构设计不仅关系到日常维护工作的效率和质量,还直接关系到铁路运输的安全和可靠性。随着信息技术的快速发展,如何将现代技术融入组织机构设计,实现数据的高效管理和风险的有效控制,已成为铁路工务管理领域亟待解决的问题。此外,组织机构设计中的权限管理和角色控制对于保障数据安全、提

高操作合规性同样至关重要。

优化铁路工务系统的组织机构设计对于提高系统的效率和安全性具有深远的影响。首先,通过优化设计,可以提升工务系统的响应速度和作业效率,减少因管理层次过多或职责不明确导致的延误和资源浪费。如文献所述,标准化作业和先进的设备引进可以显著提高现场作业的安全性和工作效率。其次,优化的组织结构有助于加强安全风险管控,通过事前防治和技术创新,提前规避作业现场可能出现的各种问题,从而减少事故发生,提高铁路运输的安全性。此外,如文献所指出的,随着铁路运营里程的增加,建设规模增长、设备老化、人员成本增加等问题逐渐凸显,铁路工务线路的养护维修成本也随之增长,因此,优化组织机构设计对于

【作者简介】路前程(1987-),男,中国河南巩义人,硕士,工程师,从事精密工程测量研究。

控制成本和提高资源利用效率同样重要。

本论文旨在探讨铁路工务系统中组织机构设计的优化策略，特别是管理单位与实施单位分离的模式，以及如何通过角色控制和数据访问限制来提升系统的安全性和效率。通过对铁路工务系统的重要性和组织机构设计重要性的深入分析，本研究将提出一种新的组织机构设计方案，以期为铁路工务管理的现代化提供理论支持和实践指导。

2 铁路工务系统概述

铁路工务是确保铁路线路安全和稳定运行的关键。铁路线路的基础结构由桥梁、隧道、路基、涵洞等构筑物组成，这些构筑物在长时间的列车运行及自然地质变化条件等情况下可能会发生沉降或水平变形，影响线路轨道的平顺性，进而可能导致列车运行的不稳定和安全隐患。因此，铁路工务的主要工作职责是对运营线路的轨道线型进行维护，通过测量轨道线型状态，发现存在不平顺性的区域，并对线型进行高低、左右的重新调整，以恢复轨道的平顺性，确保列车的稳定和安全运行^[1]。

传统上，铁路工务维护工作流程尚未完全信息化，这限制了维护效率和响应速度。随着国家“数字铁路”发展战略的推进，铁路工务系统的开发变得尤为重要，标志着铁路运营数字化转型的实践和开端。通过集成先进的信息技术，铁路工务系统能够实现维护工作信息化、作业流程化、数据统一化管理等功能，提高维护工作的效率和准确性，优化资源分配和维护计划。

铁路工务系统的开发对于提高铁路运营的信息化水平至关重要。它能够实现维护任务管理统一化下发，各项任务实施人员的计划作业，生产数据质量控制，成果数据的版本迭代管理等功能，并且为工务管理人员提供数据驱动的决策支持。这一系统的开发和实施，将为铁路行业的可持续发展奠定坚实的基础。

3 现行组织机构设计分析

当前铁路工务信息化系统的开发思路中，组织机构的设计在很大程度上决定了用户的操作权限。这种权限划分方式限制了对部门内管理人员和实施人员的细分，导致页面及按钮权限无法独立分开。这种设计不仅限制了系统的灵活性，而且在数据库表设计上多采用外键强耦合关联，使得系统功能难以适应新的需求。若新功能与现有组织机构功能发生冲突，往往需要大规模重构系统底层，这不仅增加了系统的扩展难度，也带来了高昂的成本消耗。此外，重要数据之间的隔离也无法灵活实现，这对于保障数据安全和准确性构成了挑战。例如，当一个工务段下的不同车间管理同一条线路的不同里程范围时，若数据权限不能进一步细分，将导致数据隔离困难，可能引发数据管理混乱。

进一步引入实施单位管理后，同样的问题也会出现。

实施单位的数据是后续成果更新数据的生产数据，对这些数据的精准控制至关重要，以避免错误的成果数据更新等重大问题。然而，现行的组织机构设计无法满足这一需求，导致数据权限管理的粗放，增加了数据错误和安全风险的可能性。

综上所述，现行的组织机构设计已经无法满足工务基础数据、成果数据、作业项目、作业流程的综合管理需求。这种设计不仅限制了系统的灵活性和扩展性，也影响了数据的安全性和准确性。为了适应铁路工务信息化的发展，迫切需要对现有的组织机构进行重新设计和优化，以提高系统的灵活性，降低维护成本，并确保数据的安全和准确^[2]。

4 组织机构设计原则

在组织机构设计中，我们首先采取了将设备管理单位与工程管理单位分离的策略。这种分离旨在明确各自的职责范围，提高管理效率和专业性。设备管理单位涵盖了从平台到国铁、路局、站段、车间等不同层级，负责日常的设备维护和监管工作。而工程管理单位则包括评估单位和测量单位等层级，专注于工程项目的评估和实施。通过这种分离，我们能够更加精确地分配资源和权限，确保每个单位能够专注于其核心职能。

在数据库设计方面，我们遵循完全解耦的原则，以增强系统的灵活性和可扩展性。通过引入关联表，我们减少了不同数据表之间的直接依赖，从而在增加新功能或调整现有功能时，能够避免大规模的数据库重构。这种设计不仅简化了开发过程，还降低了维护成本，使得系统能够快速适应变化的需求。

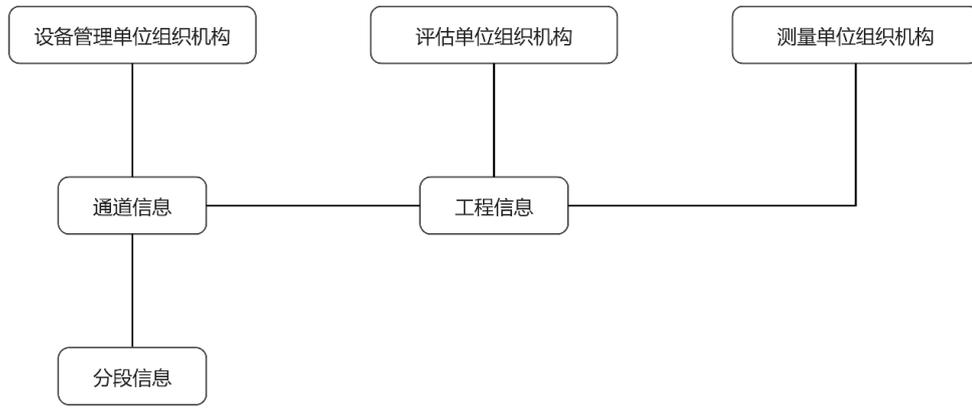
为了实现对用户页面访问权限的灵活控制，我们在系统中加入了用户角色的概念。用户角色允许我们根据用户的具体职责和需求，在同一个组织机构节点下定制化地分配权限，从而确保用户只能访问与其工作相关的页面和功能。这种基于角色的权限控制不仅提高了数据安全性，也提升了用户体验。

在组织机构的节点设计中，我们通过线路里程的分段管理来进一步细分下挂用户的数据查询条件。这种细分使得用户能够根据其管理的具体线路里程范围，查询和处理相关数据。这样的设计不仅提高了数据查询的精确性，也加强了数据的隔离性，确保了数据的安全性和准确性。

综上所述，本章提出的组织机构设计原则旨在通过分离管理职责、解耦数据库设计、引入用户角色控制以及细分数据查询条件，来构建一个更加灵活、高效和安全的铁路工务管理系统。

5 实际应用

我们按照以上设计原则进行数据库的开发，关联关系示意图如下：



5.1 创建组织机构

我们首先分别创建了设备管理单位和工程管理单位的组织机构。设备管理单位包括平台、国铁、路局、站段、车间等层级，而工程管理单位则包括评估单位和测量单位等层级。这些组织机构的建立，为后续的业务流程和数据管理提供了清晰的框架。

5.2 通道信息与分段设置

通过通道信息，我们将设备管理单位组织机构与工务段及其下属车间进行了关联，并进行了分段设置。这一步骤确保了数据的精确管理和访问控制，使得每个车间只能访问和管理其负责的线路里程范围的数据^[3]。

5.3 工程任务与单位关联

利用通道信息，我们创建了工程任务，并在工程管理单位中定义了评估单位和测量单位的角色。这使得工程任务的管理更加有序，同时也加强了不同单位间的协作和信息共享。

5.4 全面关联与数据整合

所有单位现已能够通过通道信息进行全面关联，实现了数据的整合和流通。这种关联不仅提高了数据的一致性和准确性，也为跨部门协作提供了便利。

5.5 业务模块设计与功能目录树

在后续业务模块的设计中，我们采用了功能目录树的设计方法。通过关联关系传递 ID 信息，并结合用户角色、租户 ID 以及分段信息，我们可以准确地过滤和查询相关信息。这种方法极大地简化了业务流程，提高了数据处理的效率。

5.6 基础层级逻辑查询关系

为后续新增的业务模块提供了最基础的层级逻辑查询关系，这为系统的扩展性和灵活性奠定了基础。无论未来业务如何发展，这一基础架构都能够支持新的业务需求，无需进行大规模的系统重构。

综上所述，本章描述了组织机构设计优化方案的实际应用过程，展示了从组织机构创建到业务模块设计的实施步骤。通过这些具体的实施措施，我们不仅提高了铁路工务系统的管理效率和数据安全性，还为未来的业务扩展提供了坚实的基础。

6 结论与建议

本文通过对铁路工务系统的组织机构设计进行了深入分析和优化，提出了一系列创新的设计方案。我们首先识别了现行组织机构设计中存在的问题，包括权限划分不明确、数据库设计缺乏灵活性以及数据隔离困难等。针对这些问题，我们提出了分离设备管理与工程管理、数据库完全解耦、引入用户角色控制以及通过线路里程细分数据查询条件等优化原则。这些原则旨在提高铁路工务系统的管理效率、数据安全性和系统灵活性^[4]。

在实际应用章节中，我们展示了如何根据这些原则开发和实现了新的组织机构和基础信息功能。通过创建设备管理单位和工程管理单位的组织机构、利用通道信息进行关联和分段设置，以及设计功能目录树以简化业务流程，我们成功地实现了组织机构设计的优化。这些措施不仅提高了数据处理的效率，还为后续业务模块的扩展提供了坚实的基础。

在对铁路工务系统组织机构设计进行优化后，我们建议未来的工作应关注数据库解耦带来的潜在查询效率问题。虽然解耦后的数据库架构允许我们根据业务需求灵活添加关联表，从而增强系统的灵活性和可扩展性，但这也可能导致连表查询增多，影响数据检索的速度。因此，我们建议采取以下措施来解决这一问题：首先，优化数据库索引策略，确保关联表的查询效率；其次，评估并优化查询语句，减少不必要的连表操作；此外，考虑引入缓存机制，减轻数据库负担；最后，定期进行性能监控和调优，确保系统在高负载下仍能保持高效运行。通过这些综合措施，我们可以在保持系统灵活性的同时，也确保了数据查询的效率。

参考文献

- [1] 孙美,郭年根,沈鹏. 铁路工务安全生产管理信息系统的设计与实现[J]. 铁路计算机应用,2013,22(8):23-27.
- [2] 周萍. 工务现场作业管理系统的设计与实现[J]. 哈尔滨铁道科技,2014(2):23-24,31.
- [3] 聂良涛,易思蓉,林俊. 高速铁路工务工程基元模型库系统研究与应用[J]. 铁道标准设计,2015(5):5-10.
- [4] 孙雷,余朝刚,冯超,等. 铁路工务维修辅助平台的研究与应用[J]. 计算机与数字工程,2020,48(4):974-979.

Development of a Split-Type High-Temperature and High-Pressure Locomotive Cleaning Machine

Wenhua Xiong

Xiangtang Locomotive Depot, Nanchang Railway Bureau Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330201, China

Abstract

At present, the railway locomotive in order to provide high quality locomotive outside the real, external maintenance and cleaning equipment is particularly important, railway electric power, diesel locomotive models are more, internal combustion east wind, power harmony. The main cleaning of the bottom of the locomotive, front and rear end, left and right end, through the water temperature, water pressure, cleaning agent and cleaning brush chemical action and physical action of the combined cleaning method. For now Germany card pool import high temperature, high pressure integrated locomotive cleaning machine analyzes the problems in the process of use, from maintenance, labor safety, economy, efficiency, environment, energy saving, comprehensive consideration, put forward the reasonable solution, really good repair, use, the effect is good, worth the depot reference, promotion.

Keywords

locomotive high temperature; Development of high-pressure cleaning machine; Suitable for fixed cleaning stations

研制分体式高温、高压机车清洗机

熊文华

南昌铁路局集团有限公司向塘机务段, 中国·江西 南昌 330201

摘要

目前铁路机务机车为了外美内实, 提供优质机车, 外部保养清洗设备尤为重要, 铁路电力、内燃机车机型较多, 有内燃东风、电力和谐。主要清洗机车的底部, 前后端, 左右端, 通过水温、水压、清洗剂及清洗刷的化学作用和物理作用相结合清洗方法。针对现德国卡池进口高温、高压一体机车清洗机在使用过程中存在的问题进行了分析, 从维修、劳动安全、经济、效率, 环境、节能等全方位考虑, 提出了合理解决办法, 真正做到了好修、好用, 效果不错, 值得各机务段借鉴、推广。

关键词

机车高温; 高压清洗机研制; 适用固定清洗台位

1 引言

我段有 116 台内燃机车, 每年需要做春、秋鉴定, 机车保养环节自然少不了, 机车固定在向塘整备场中三道进行外壳和底部冲洗保养, 清洗保养使用的设备是德国移动式凯驰高温高压一体清洗机, 单台购置成本 5 万元。该设备清洗效果还是不错的, 主要问题是工作环境恶劣, 该设备靠柴油燃烧加温, 导致设备加温模块故障频发。由于是进口设备, 配件昂贵难购置, 故障点难找, 维修成本较高, 一旦坏了, 影响生产; 同时该设备经常产生柴油燃烧不充分, 工作场所浓烟滚滚, 污染环境; 同时该设备较重(设备加配套管路自重约 100KG), 从工作间到清洗机车旁靠人推, 还要过道口, 即费力还影响安全。还要经常加机油和柴油, 费人工, 为解决以上问题, 段领导非常重视, 需求设计一款新型内燃机车

外部清洗机, 来替代凯驰高温高压清洗机满足日常内燃机车保养生产需求。

2 凯驰清洗机使用现状

2.1 设备故障统计

2022 年 02 月至 2023 年 02 月段内凯驰高温高压清洗机故障记录, 有记录故障 26 条, 其中高压管路漏水故障 8 条, 故障原因为密封件老化, 密封连接部位经常拆卸使用造成高温高压密封件损坏漏水; 水温加热炉故障 17 条, 故障原因为喷油嘴堵塞, 高压打火包损坏、油滤堵塞、进气口堵塞等; 增压泵故障 1 条, 故障原因为控制主板坏。设备结构复杂, 维修困难。根据故障统计可知, 清洗机故障主要为水温加热炉不点火, 要想降低故障率, 新内燃机车清洗机可以从更换水温加热方式来降低故障率。至于保证清洗效果, 从原使用的凯驰高温高压清洗机性能参数可知, 新清洗机只要保证清洗枪出水压力达到 250-300Bar 就可以确保清洗效果。

【作者简介】熊文华(1970-), 男, 中国江西人, 工程师, 从事铁路机务设备维修研究。

2.2 耗油统计

该设备是段机车春、秋年鉴保养机车外部清洁的重要设备，利用率高，基本一天清洗2台机车。每天使用耗柴油30KG。

2.3 设备操作情况

因设备较贵，只有2台清洗机，当需要清洗机车对面时，需要将清洗枪从机车底部穿到对面，容易造成枪、软管损坏。设备上沾满了机、柴油，不利于设备保养。

3 研究可行性方案

3.1 将一体机改为分体机

一体机结构复杂，故障难判断，体积大且笨重。为了维修简单化、降低故障率，同时减轻设备重量，考虑将水压和水温设备分开安装。

3.2 燃油加热改为电加热

电加热更环保，零污染。也不需要每天加油，省时省力，避免了维修或设备损坏时，漏油、冒黑烟造成场地污染。电加热方式：大功率电热管加热2吨水到60-70°需要2-3个小时，加热时间过长。采用即热式电热水器，一打开就是热水，便于随时洗车用，即热式电热水器采用民用料。

3.3 提高清洗效率，增加设备数量

将2台进口清洗机变为4台国产高水压清洗机，原只能清洗1台机车1个面，现可清洗1台机车2个面。

3.4 水路改造

因原2台设备增加到4台设备，2个出水口显然不够4台清洗机使用，还需增加2个出水口。

总之改造完成后可产生好处如下：1) 设备维修简单，配件都是国产货，购买方便、便宜，不受商家和进口配件控制，更利于设备维修。2) 设备成本节约4万元、燃料成本节约1.5万元、设备维修成本节约近万元，一次性节约共计6.5万元。后期每年可节约费用近3万元。3) 铁路机车清洗效率可提高1倍。4) 节能、环保。5) 固定清洗机台位，不需要移动清洗机，避免造成设备损坏及减少劳动作业安全隐患。

4 具体实施

4.1 设备工作原理设计

水源→水阀→电热水器→水阀→水箱→增压泵→高压水泵→高压水枪。

4.2 高压水泵选型

根据原凯驰高温高压清洗机选择4台压力280MPA，流量20L/min的国产高压水泵。

4.3 热水器、水箱设计

水泵流量计算公式： $Q=Pn/2.73H$ 。根据1台水泵排水20L/min，2台水泵需要40L/min，即热式热水器1台出水10L/min，2台20L/min。考虑热水器直接供热水，水流量不够，根据清洗机最大出水量20L/min，30分钟洗一台车需要水600L，应考虑洗地面，需要700L水箱（0.7吨）。2台热水器出水量20L/min，35分钟注满水箱，可清洗1台车。

4.4 增压泵选型

根据高压水泵启动所需3KG压力，为此高压水泵前增加了一台全自动变频增压泵来二次增压，确保清洗机高压水泵大于启动所需的3KG压力。

4.5 电路设计

该设备用电分为两部分，一是增压泵用电、二是电热水器用电。选用四台三相电即热式电热水器（出水60°，1台10L/min），两台电热水器1组，确保出水量够用，同时有一主一备功能作用。根据电热器功率计算： $KW = V \times A$ ，主线采用50mm²三相四线70米，25mm²三相四线20米。

4.6 现场设备布置图

认电源位置，根据现场环境初步确认电线路走向及电热水器安装位置。在段中间棚24、25道之间南、北两头安装加热水箱，电源线需开挖15米，安装4台热水器、2个保温水箱、2个电源箱、2个热水器箱、2路水。

5 主材料选择

见表1。

表1

所需材料	产品比较	型号	产品性能	选择结果
电热水器	220V电热水器	即热式电热水器220V/5.8KW	出水量小，体积小，无法满足洗车机用水量	不选择
	380V电热水器	即热式电热水器380V/21KW	出水量大，体积小，能满足洗车机用水量	选择
水箱	304不锈钢水箱	1000*700*1000	耐高温、耐腐蚀、使用寿命长、易二次改装加工	选择
	尼龙材质水箱	1000*700*1000	耐腐蚀、使用寿命短，不易改装加工	不选择
高压清洗机	商用超高压洗车机增压泵380v	YLQ9350G/380V	出水压力高、价格贵、不易移动、能满足洗车压力	选择
	220V全自动便携式洗车机泵	220V/3KW	出水压力低、价格低、易移动、不能满足洗车压力	不选择
供水管	PPR管	dn25	便于施工、易维修保养、价格低，能满足供水压力	选择

续表

所需材料	产品比较	型号	产品性能	选择结果
供水管	镀锌管	dn25	价格高, 维修成本高、使用寿命长, 耐压、不易施工、能满足供水压力	不选择
电热水器	220V 电热水器	即热式电热水器 220V/5.8KW	出水量小, 体积小, 无法满足洗车机用水量	不选择
	380V 电热水器	即热式电热水器 380V/21KW	出水量大, 体积小, 能满足洗车机用水量	选择
水箱	304 不锈钢水箱	1000*700*1000	耐高温、耐腐蚀、使用寿命长、易二次改装加工	选择
	尼龙材质水箱	1000*700*1000	耐腐蚀、使用寿命短, 不易改装加工	不选择
高压清洗机	商用超高压洗车机 增压泵 380v	YLQ9350G/380V	出水压力高、价格贵、不易移动、能满足洗车压力	选择
	220V 全自动便携式洗车机泵	220V/3KW	出水压力低、价格低、易移动、不能满足洗车压力	不选择
供水管	PPR 管	dn25	便于施工、易维修保养、价格低, 能满足供水压力	选择
	镀锌管	dn25	价格高, 维修成本高、使用寿命长, 耐压、不易施工、能满足供水压力	不选择

6 现场安装完成实物



单冷高压水泵



水箱和二次增压泵



即热式电热水器



配电箱

相比于高温高压凯驰清洗机可节约设备维修保养费约 0.8 万元/年。技术效益: 通过本次活动, 使小组成员积累了机械、电气设计装配经验, 为后期设备研制、改造、维修工作打下坚实的技术基础, 具有明显的技术效益。环境效益: 新制电加热机车清洗机相比于凯驰高温高压清洗机, 避免了柴油燃烧气味及燃烧不充分对环境的污染。安全效益: 设备固定清洗, 避免了设备移动过股道产生安全隐患。清洗效率提升: 单边清洗变成两边同时清洗, 效率提高一倍。同时新制机车清洗机清洗效果也非常好, 达到了目标值。



清洗效果图

7 取得效果

通过改造完成后, 新、旧机车清洗机同期一年相比, 故障件数由 26 件减少到 3 件, 故障率大大降低。维修简单, 故障容易判断, 要不泵头坏、要不热水器坏, 故障一目了然, 基本不需维修经验。经济效益: 新购四台高温高压凯驰清洗机约 24 万元, 设计制造新电加热机车清洗机费用 4.255 万元, 直接节约 19.745 万元, 从交付使用后维修保养情况来看,

参考文献

- [1] 徐灏, 机械设计手册。北京: 机械工业出版社, 1992年
- [2] 赵承荻, 李乃夫, 实用电工手册。北京: 高等教育出版社, 2007年
- [3] 杨刚、刘旭东、周强《地铁列车自动清洗机》哈尔滨铁道科技出版社2003年10月版

Discussion on construction risk Management of Urban Rail Transit Project

Qian Yu

Beijing Urban Construction Boiler Pipeline Installation Co., Ltd., Beijing, 100143, China

Abstract

As an important part of modern urban infrastructure construction, urban rail transit project has become an important means to relieve the urban traffic pressure and improve the comprehensive carrying capacity of cities. However, the construction of rail transit projects involves high technical complexity, complex construction environment, long construction cycle and huge capital investment. Therefore, there may be many risk factors in the construction process. These risks may not only lead to project delays and cost overrun, but may also have a serious impact on project quality, safety and environment. Therefore, effective construction risk management plays a vital role in ensuring the smooth implementation of urban rail transit projects. Therefore, this paper mainly discusses the construction risk control of urban rail transit projects, aiming to fundamentally improve the quality of projects and provide guarantee for urban traffic safety.

Keywords

urban rail; transportation project; construction risk; management discussion

城市轨道交通项目施工风险管理探讨

于乾

北京城建锅炉管道安装有限公司, 中国·北京 100143

摘要

城市轨道交通项目作为现代城市基础设施建设的重要组成部分,随着城市化进程的加快,越来越成为缓解城市交通压力、提升城市综合承载能力的重要手段。然而,轨道交通项目建设涉及的技术复杂性高、施工环境复杂、施工周期长、资金投入巨大,因此,施工过程中可能面临诸多风险因素。这些风险不仅可能导致项目工期延误、成本超支,还可能对项目质量、安全以及环境产生严重影响。因此,有效的施工风险管理对于保障城市轨道交通项目的顺利实施具有至关重要的作用。因此,本文主要就城市轨道交通项目施工风险管控进行探讨,旨在从根本上提升项目质量,为城市交通安全提供保障。

关键词

城市轨道交通; 交通项目; 施工风险; 管理探讨

1 引言

伴随社会经济蓬勃发展,城市轨道交通工程逐渐规模化。它是一个建设周期长、投资规模大的系统化工程,不仅施工工艺复杂,工序及协调组织亦具有挑战性,可见,在整个施工阶段隐藏的不确定因素较多。如果缺乏完善的风险管理体系,将大大制约城市轨道交通项目施工效率,所以必须要予以充分重视。

2 城市轨道交通项目施工风险管理

2.1 工程项目风险识别

风险识别是实施城市轨道交通项目风险管理的首要任务。只有准确识别风险类型、级别,才能制定针对性风险措

施。具体而言,自动收集、整合多项信息,涵盖历史数据、环境条件、制约项目进展因素和项目规划方案等。当然,这些信息与假设前提必须依托标准化程序完成,旨在确保信息来源的完整性和精确性,为风险识别提供理论基础。例如,对于项目规划文件的分析着重在项目实施路径与总体设计目标方面,以期从根本上识别每一个关键节点上潜在风险;而环境调查包括人群密集程度、周边设施和地质条件等,结合施工特点,可以有效评估潜在威胁、干扰的影响程度;提取风险经验则是历史资料的重要优势,为甄别风险种类、危险系统提供有益参考。目前,SWOT分析法、德尔菲法、头脑风暴法等为常用建筑工程项目风险识别方法,识别方法的选择应视具体情况而定。

2.2 工程项目风险评价

风险转移、风险缓解等措施均离不开工程项目风险评价的支持。只有做好风险评价工作,明确风险损失、发生概

【作者简介】于乾(1989-),男,中国山东德州人,本科,助理级工程师,从事城市轨道交通线路研究。

率,才能为科学决策提供理论支撑,实现风险分级管理。在这一过程中,涉及系统评价模型的建立。首先,充分考虑施工环境特殊性、技术要求等特征,以明确风险评价的重点和范围,从而形成风险评价闭环。在此框架下,融入风险管理计划必不可少,使责任分配、监控措施精细化,这样有助于风险评价体系在统一操作标准与框架指导下运行。其次,风险评价是依托在风险识别成果上进行的,如风险成因、风险清单等对风险评价结果的可靠性起决定性作用,因此必须严格执行风险识别制度,进一步提升风险评价有效性。另外,风险评价不是固化不变的,其更新周期应与工程进展保持一致,如根据风险暴露程度、不同阶段、时期实时评估,赋予评价结果时效性。目前,主观概率评分法、故障树分析法和层次分析法为工程项目风险评价常用方法。

3 优化城市轨道交通项目施工风险管理对策

3.1 建立重大风险评估体系

第一,制定分级分类管理和年度风险排查机制。首先,遵循层次化、系统化原则至关重要。在交通项目前期阶段,建设单位应设立多学科风险评估队伍,由项目负责人、安全管理人员及工程技术专家牵头组成,主要负责风险排查活动安排。例如,严格审阅设计图纸的合理性、可操作性,并以施工计划、地质勘察报告为导向,采用ETA(事件树分析)或FMEA(影响分析)和失效模式,对潜在安全风险、影响施工质量因素进行识别,包括设备故障、材料供应延误和地质滑坡等。在评估过程将这些指标量化,有利于在风险识别框架上提升评估结果可靠性。举个例子,分析影响程度、风险概率过程中采用风险矩阵,能够将风险分为四个等级,分别为极高、高、中和低。然后根据优化各级分层管控工程项目,如高风险项目、重点项目由总部或中心部门负责;而风险较低项目交由项目部负责,旨在确保人力、资源配置高效化。此外,编制定制化风险应对计划至关重要,有利于确保在职责分工框架下,各层级安全保障方案、施工工序设计趋于科学化。例如,技术交底、优化复杂工程方案是中心部的核心内容;而统筹调配内、外部资源、制定全局视角应急预案则需总部提供技术支持。此外,落实年度风险排查制度,一旦发现风险点,需建立详尽台账,详细描述问题、影响程度、拟采取措施等,并动态跟踪核查整改情况。

第二,强化责任追溯机制。在城市轨道交通项目风险管理中,责任追溯机制有助于提升项目施工效率。在这一过程中,施工部门、项目监理部门须认真执行风险排查计划,明确人员分工、重点区域与排查范围,并定期生成月度、季度、年度等风险清单。值得注意的是,为了确保风险信息可靠性,需要采用多维交叉验证途径。例如,施工记录联合现场巡视核查或采用问卷调查与匿名访谈方式积极收集潜在风险反馈,特别是一线施工人员意见。接下来,识别风险点后,须设立风险公示牌,并根据不同位置区别描述,内容包

括防控措施、责任人、责任部门及风险类型,以便大众互相监督,同时紧急情况下可快速联系相关部门与个人。此外,针对争议较大且复杂的风险点,建筑单位应组织开展专项技术研讨会,邀请承包商、外部专家、内部工程师等共同研究最佳解决方案。当然,解决方案不是一蹴而就,需要根据实施效果不断调整整改措施,可引入KPI体系(施工风险管理)对解决方案的实际效果、整改进展进行量化评估,同时在月度总结会议上披露,促进“识别—改进—评价—优化”循环管理机制的形成,为全员风险协同模式的优化奠定基础。

3.2 充分发挥工程项目建设单位的优势和资源力量

第一,推动施工工艺优化和技术创新。伴随信息化时代的到来,全面应用BIM技术(建筑信息模型)已然成为发展趋势。在此背景下,建筑单位应积极推广此项技术。特别是针对复杂性、高风险工程,BIM技术展现出卓越性。首先,在施工和设计阶段可构建三维可视化建模,旨在识别可能存在冲突并预先进行优化。这对验证施工方案的可操作性具有重要意义。具体而言,在施工准备阶段,采用BIM技术模拟实际施工场景,通过多场景切换,寻找高风险区域并重点标注,使每一道施工步骤的执行路径清晰化。其次,推进无人化施工技术在施工工艺、设备等方面的应用。举个例子,在激光导航辅助下,引入无人隧道掘进设备,这样不仅实现了动态监测,还确保了掘进精度与现场人员操作安全,使施工风险最小化。此外,无人化施工技术的优势还体现在混凝土喷涂工序,如智能机械臂的应用,它不仅能够精准控制喷涂路径,还有效避免了喷涂不均匀、手动操作误差等弊端。最后,建筑单位应针对新型工艺、技术制定统一应用标准,可以组建专门的技术专家队伍,制定故障应对预案、设置技术参数以及操作流程、设备选型等说明,最大程度提升技术创新的实用性与稳定性。

第二,促进现场实践与专家指导联动机制。在这一过程中,需精细化管理技术支持工作流程。首先,定期组织行业专家进行现场诊断,主要针对材料使用、复杂施工节点以及高风险工序等关键问题,并结合项目特点进行讲解,通过数据分析与实际观察带领施工团队攻克施工瓶颈,同时给予改进建议,包含引入先进监测技术、优化材料配比、调整施工顺序等。当然,确保施工人员熟练操作专业技术、工具与改进措施至关重要,行政部门应制定技术人员、施工人员、监理部门培训计划与考核制度。最大程度确保职能部门、人员的专业性持续更新。与此同时,针对分包项目建筑单位应定期安排技术骨干到施工现场检查分项质量与进度,并依照技术标准、施工计划审核施工执行状况,尤其是高风险监测节点,涵盖高空作业、特种设备安装和深基坑支护等环节。另外,监理在城市轨道交通项目施工风险管理中发挥重要作用。因此,每次核查结束后应自动生成《现场指导报告》,一方面为后期风险管控绩效考核提供理论依据,另一方面为风险策略提供改进方向。值得注意的是,必须以书面形式详

细记录技术人员、专家指导轨迹并同步至信息化平台,实现各个工序有效衔接。

4 重视施工后期阶段的验收及监督工作

第一,制定详细验收计划。具体而言,将整体工程分解成多个可执行计划,这一步骤需要结合施工合同、项目设计要求进行,旨在确保子计划的合理性,然后一一匹配验收方案。其中,明确时间节点、责任主体与验收标准是验收方案的基本要素,同时将验收需要的配套准备措施、条件纳入考量范围。举个例子,就拿轨道平整度验收来说,确保其平整度与设计标准一致是关键,可在轨道表面采用高精度激光平整度检测设备,进行逐米扫描,以此提升平整度数据精确性;而在验收隧道防水效果中,明确渗漏检查标准是核心。但基于不同施工部位面临压力、荷载不同,因此检查标准应呈现出个性化。例如,对于防水层完整性的评估可以采用负压测试或满水试验等。其次,召开验收准备会议需要详尽的验收指南、验收任务清单作支撑,因此要求相关单位协同配合,如监理单位提供完整的监控流程、记录;设计单位提供设计图纸等依据;对于施工单位提供的自检结果则需要设计与监理单位共同验证。为了提升验收过程的透明性与可溯性,可推进电子化验收管理工具,实现验收流程自动化。如自动记录时间戳、录入验收数据等,同时全程抓拍影像资料备案。除此之外,电子化验收管理工具的另一个显著优势是,一旦发现验收问题,记录将以问题清单形式呈现,包含明确责任主体、整改期限、改进要求及问题描述等,整改结束后,施工单位还需要提交影像记录与复核资料,使核查闭环处理的成效最大化。

第二,完善施工期间监督机制。首先,确保监督机制全面覆盖、执行,需要成立一个专门监督小组。通常小组成员涉及多学科且具有丰富经验,旨在满足不同施工阶段、专业的监督职能。举个例子,以施工特点进行分工,监督轨道施工的小组应着重核查轨道拼装精度;而对于监督隧道施

工的小组则以检查防水涂层施工质量为主。在监督过程中,各小组需要持续更新日常巡查计划,确保高风险作业与施工现场关键节点无遗漏、全时段监控。一般情况下,巡查内容涵盖安全隐患排查、工艺流程监督与材料质量检查等。为了提升监督效率,施工单位可提升智能化技术手段应用水平,如利用无人机技术全景扫描隧道外部结构,同时辅以高分辨率摄像设备提升画面质感;或者进行设备安装时,可引入各种监测设备采集关键数据,如物联网传感器等,实时监测设备的振动频率、运行温度等,这样有助于及时识别异常。巡查结束后,监督小组还需要针对存在问题,二次验证整改效果,确保其与技术标准高度契合。

5 结语

综上所述,通过对城市轨道交通项目施工风险管理进行深入探讨,我们明确了风险识别、风险评价及优化管理对策在实际工程中的重要性。通过系统化、科学化的风险管理不仅能够全面收集信息,在此框架下结合工程实际,还能够落实多层次责任,形成分级管理机制,为有效规避潜在风险奠定基础。与此同时,通过现代信息技术及专家资源充分利用,实现了施工全过程的精细化监控与技术支持,为提升工程质量与安全提供了保障。当然,优化后的管理策略需注重理论与实践的有机结合,确保在复杂施工环境中成果可追溯、施工可持续、风险可控,为城市轨道交通工程的稳健推进打下坚实基础。

参考文献

- [1] 王会会,贾娜.城市轨道交通建设工程施工安全风险信息管理信息化系统研究[J].中国住宅设施,2023(5):109-111.
- [2] 宋鹏.城市轨道交通土建工程施工中风险管理[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023.
- [3] 王涛.控制风险源的城市轨道交通施工工作探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(4):3.
- [4] 马子贺.风险管控视域下开展大标段地铁安全施工技术研究[J].工程机械与维修,2024(6):50-52.

Research on underground pipeline migration and protection technology in subway construction

Zhen Wang

China Railway 12th Bureau Group Fourth Engineering Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 714000, China

Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the subway construction has become an important part of the modern urban transportation system. However, during the process of subway construction, the migration and protection of underground pipelines is always one of the key factors affecting the construction progress and quality. Through the study of underground pipeline migration and protection technology in subway construction, this paper discusses the necessity of underground pipeline migration and protection, analyzes the main problems faced in the current subway construction, and puts forward several optimization technical methods. Through case analysis and practical experience summary, a series of strategies for the migration and protection of underground pipelines suitable for subway construction are put forward, which provides theoretical basis and practical guidance for improving the efficiency of subway construction and ensuring the safety of underground facilities.

Keywords

subway construction; underground pipeline; migration technology; protection technology; construction safety; technology optimization

地铁施工中地下管线迁移与保护技术研究

汪振

中铁十二局集团第四工程有限公司, 中国·浙江 杭州 714000

摘要

随着城市化进程的不断加快, 地铁建设已成为现代城市交通体系的重要组成部分。然而, 地铁施工过程中, 地下管线的迁移与保护问题始终是影响施工进度与质量的关键因素之一。本文通过对地铁施工中地下管线迁移与保护技术的研究, 探讨了地下管线迁移与保护的必要性, 分析了当前地铁施工中面临的主要问题, 提出了几种优化的技术方法。通过案例分析与实践经验总结, 提出了一系列适用于地铁施工的地下管线迁移与保护的策略, 为提升地铁施工效率、保障地下设施安全提供了理论依据与实践指导。

关键词

地铁施工; 地下管线; 迁移技术; 保护技术; 施工安全; 技术优化

1 引言

随着我国城市建设的迅猛发展, 地铁作为解决城市交通压力的一项重要基础设施建设, 日益受到重视。尤其在大城市中, 地铁施工不仅面临着地面上复杂的交通状况, 还需应对地下空间资源的紧张问题。地下管线作为城市基础设施的重要组成部分, 在地铁施工过程中常常面临拆迁、改移及保护的需求。由于地铁施工规模大、施工周期长, 且受城市地下管网复杂性等因素的影响, 地下管线的迁移与保护成为施工中的关键问题。处理不当, 不仅会延误工期, 还可能对周围环境和城市正常运作造成负面影响, 甚至引发安全事故。

【作者简介】汪振(1994-), 男, 中国安徽太和人, 本科, 助理工程师, 从事地铁施工研究。

地铁施工中地下管线迁移与保护技术的研究, 旨在为相关部门提供更加科学、系统、合理的解决方案, 提升地铁建设质量与效率, 确保地下管线在迁移和施工过程中的安全与稳定。因此, 如何科学地规划地下管线的迁移与保护, 成为地铁建设中不可回避的技术难题。本文将从地下管线迁移与保护技术的现状出发, 分析技术瓶颈及其解决策略, 为未来地铁施工中的管线管理提供参考。

2 地下管线迁移与保护的现状与问题

2.1 地下管线迁移的挑战与问题

在地铁施工过程中, 地下管线的迁移通常是不可避免的。尤其在城市密集地区, 地下管线的种类繁多, 涉及给水、排水、电力、通信、燃气等多个领域。管线的迁移面临诸多挑战:

复杂的管线布局: 城市地下管网的布局较为复杂, 管

道走向错综复杂，且常常存在未标识或标识不清的问题，这给管线的精准定位和迁移带来困难。

施工对原有管线的干扰：地铁施工过程中，施工区域与管线位置存在重叠，往往需要对原有管线进行拆除或调整，而管线的迁移需要高水平的技术支持和施工经验，确保迁移过程中不影响周边环境和其他设施。

预算与时间限制：管线迁移往往需要额外的资金支持，并且与地铁施工的进度密切相关。一旦迁移出现延误，不仅会影响整体施工进度，还会增加工程成本。

2.2 地下管线保护的困难

除了迁移，地下管线的保护同样是地铁施工中的一项重要任务。由于施工过程可能会对地下管线造成物理碰撞、地面沉降等影响，因此对管线的保护显得尤为重要。保护过程中遇到的困难主要包括：

施工期间对管线的影响：地铁施工涉及深基坑开挖、土方作业等，这些施工活动可能对周围的地下管线产生压力，导致管道变形、破损，甚至发生泄漏。

地质条件差异：不同地区的地质条件差异较大，施工环境复杂多变，有些地区土质松软、地下水位较高，可能加剧管线受损的风险。

保护措施的有效性：尽管采用了一些防护措施，如加固、绕行等，但有时难以完全避免管线在施工中的损害。因此，需要针对性地研究和实施管线保护措施。

2.3 现有技术方案的不足

目前，许多地铁施工项目采用的地下管线迁移与保护技术方案存在一定的局限性。常见的不足之处包括：

技术方案的单一性：许多项目依赖传统的迁移与保护手段，如简单的管道绕行或加固措施，缺乏针对具体情况的灵活调整。

缺乏全面的风险评估：在地铁施工前，往往缺乏对地下管线风险的全面评估。许多情况下，管线的迁移与保护措施仅限于施工期间的应急处理，未能系统化、精细化地进行规划与管理。

技术和管理的脱节：地下管线的迁移与保护不仅仅是技术问题，更涉及项目的管理和协调。现有的管理体系往往无法实现施工、设计与管线管理部门之间的高效协同，影响了技术方案的实施效果。

3 地下管线迁移与保护技术的研究与应用

3.1 新型地下管线迁移技术

随着科技的发展，地铁施工中地下管线迁移的技术不断创新。近年来，一些新型的管线迁移技术得到了应用和推广，主要包括：

定向钻进技术：该技术通过地下定向钻进设备，能够在不破坏地面或现有地下设施的情况下完成管道的穿越。这种技术能够显著减少对地面环境和现有管线的影响，适用于

城市中心或复杂地质条件下的施工。

管道接驳与加固技术：通过先进的管道接驳技术，对老旧管道进行加固，确保管道在迁移过程中不发生断裂或泄漏，降低管线迁移过程中的风险。

预应力管道技术：使用预应力技术可以有效提高管道的抗压性能，使其在地下环境中承受较大的压力，适用于地下空间狭窄且施工难度较大的区域。

3.2 地下管线保护技术

针对地下管线保护问题，近年来多种保护技术也得到了广泛应用，这些技术主要集中在以下几个方面：

管道加固技术：对于地铁施工区域内的老旧管道，可采用环氧树脂加固、钢管加固等技术手段增强管道的承载能力，从而防止在施工过程中出现破损。

监测与预警技术：借助智能传感器和监测设备，对地下管线进行实时监控。通过数据分析，能够及时发现管道变形、受损等风险，并采取应急措施，防止事故的发生。

土质加固技术：针对土质松软或地下水位高的地区，可采用土壤加固技术，增强土壤的稳定性，减轻施工过程中对地下管线的压力。

3.3 综合管线迁移与保护管理系统

随着信息技术的发展，基于BIM（建筑信息模型）技术的综合管线迁移与保护管理系统已经逐步应用于地铁施工中。该系统可以对地下管线进行全生命周期的管理，包括管线的设计、施工、运行和维护。通过BIM技术，能够实现管线信息的可视化、数字化，帮助施工人员更准确地定位管线，优化迁移与保护方案，确保施工过程中的安全与高效。

4 案例分析

4.1 某地铁项目地下管线迁移技术应用

在某大型地铁项目的建设过程中，由于施工区域内存在大量复杂的地下管线，项目组采用了定向钻进技术来完成管线的迁移。通过这一技术，施工方成功绕过了多个重要管道，避免了对现有设施的破坏，同时有效控制了施工成本和时间。

4.2 某地铁项目地下管线保护技术应用

在另一个地铁施工项目中，由于施工区域土质松软，项目组采用了土质加固技术和智能监测系统对管线进行保护。通过对土壤的加固处理和实时数据监控，管线在施工过程中未发生任何损害，有效保障了施工的顺利进行。

5 地下管线迁移与保护技术的优化策略

5.1 技术创新与跨学科合作

随着城市化进程的不断推进，地铁施工已经成为大规模基础设施建设中的重要一环。在这一过程中，地下管线的迁移与保护面临着巨大的技术挑战。传统的管线迁移与保护技术在面对复杂的施工环境和日益严苛的安全要求时，往往显得力不从心。因此，技术创新在地铁施工中扮演着至关重要

要的角色。新型材料和新技术的应用,可以有效提升管线迁移与保护的效率和安全性。

首先,新型管道材料的应用是技术创新的一个重要方面。例如,近年来采用的高性能复合材料在管道保护中的应用,可以显著增强管道的抗压和抗腐蚀能力,提升其在地铁施工环境中的适应性。采用智能传感器嵌入管道中,能够实时监控管道的运行状态,预警潜在的风险,减少事故发生的概率。智能监测系统不仅能够提高施工过程中管道的保护效果,还能为后期的维护提供精准的数据支持。这些新型材料和技术的引入,使得地铁施工中的地下管线保护更为高效、安全。

其次,跨学科合作也是提升地下管线迁移与保护技术的重要手段。现代地铁施工不仅仅是土木工程的问题,还涉及管理、信息技术、环境科学等多个领域。通过这些学科的协同工作,能够在管线迁移与保护中提供更加综合和系统的解决方案。例如,管理学科可以提供高效的项目调度与风险控制方案,信息技术可以通过大数据与人工智能技术对地下管线进行精准定位和预测,从而大大降低了施工过程中的不确定性和风险。

5.2 完善的风险评估机制

在地铁施工过程中,地下管线的迁移与保护不仅仅依赖于技术手段,完善的风险评估机制也是确保施工安全和顺利进行的重要保障。地铁施工环境复杂,涉及地下空间资源的紧张和多种管线设施的交织,因此,对地下管线进行详细、系统的风险评估是前期准备工作中至关重要的一步。

首先,风险评估机制的核心目标是识别出施工过程中可能会影响地下管线安全的所有风险因素,包括地质条件、施工工艺、管线位置、施工方案等。针对不同的施工环境和管线种类,需要制定个性化的风险评估方案。例如,在软土地区,地下水位较高的地方,管线迁移过程可能面临较大的土壤沉降和水压问题,这就需要对风险进行详细的分析,提出具体的应对措施。同时,施工方法和技术手段的选择也与风险评估密切相关。采用合适的施工方法可以有效规避潜在的风险,确保管线在施工过程中的安全。

其次,完善的风险评估机制不仅仅是单纯的风险识别,还包括对风险的量化和管理。通过使用现代化的工程风险评估工具,如有限元分析、Monte Carlo 仿真等方法,可以对潜在风险进行量化,并为项目管理者提供决策支持。这些技术手段能够模拟不同施工条件下地下管线的表现,预测可能

发生的危险情况,从而提前制定应急预案。此外,实时监测技术的引入,可以使风险评估机制更具时效性和动态性。在施工过程中,利用物联网技术和大数据分析系统,对地下管线进行实时监控,能够及时发现潜在的风险并采取相应的应对措施,避免事故的发生。

6 结语

地下管线迁移与保护技术在地铁施工中占据着至关重要的位置。随着城市化的加速发展,地铁建设越来越成为各大城市的重要交通枢纽。然而,在地铁施工过程中,地下管线的复杂性和不确定性使得管线迁移与保护成为工程中的重点难点问题。通过本文的研究与探讨,我们可以看到,随着新技术的不断涌现和跨学科合作的深入,地铁施工中的地下管线迁移与保护已经进入了一个新的阶段。

首先,技术创新为地下管线的迁移与保护提供了更高效、更安全的解决方案。新型材料、智能监测技术,以及定向钻进等新技术的应用,大大提高了施工效率,减少了对周围环境的影响,为管线迁移与保护提供了有力保障。其次,跨学科合作也使得地下管线的管理和保护更加科学与精准。通过工程、管理、信息技术等领域的协同合作,地铁施工中的地下管线问题得到更全面、系统地解决。

然而,技术的进步仅仅是解决问题的一部分,完善的风险评估机制同样不可或缺。通过对地下管线迁移与保护过程的全面风险评估,可以在施工前就识别出潜在风险,并根据评估结果制定合理的应对措施,从而确保施工的顺利进行。

综上所述,地下管线迁移与保护技术的不断创新和优化,是地铁施工能够高效、安全进行的重要保障。随着技术和管理水平的不断提高,未来地铁施工中的地下管线迁移与保护将变得更加科学、智能、高效,为推动城市交通基础设施的可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 奚正波,常志军,元亚明,等.城市轨道交通特种设备双重预防机制建设[J].中国特种设备安全,2024,40(12):31-35.
- [2] 刘剑飞.市政施工中深基坑支护施工技术探讨[J].建设机械技术与管理,2024,37(06):121-123+126.
- [3] 李秋.地铁车站软土深基坑开挖变形控制技术[J].价值工程,2024,43(36):78-80.
- [4] 田泽民,贾鹏飞.地铁施工监测技术与安全风险管理的分析[J].云南水力发电,2024,40(12):141-144.

Optimization strategies for regional road network traffic organization from the perspective of tourism transportation

Jianzhou Huo Siyu Huo

Guangzhou Transportation Planning Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510030, China

Abstract

With the rapid development of the tourism industry, regional road network traffic organization is facing increasing pressure, especially during peak and tourist seasons, where traffic congestion, traffic safety, and other issues become more prominent. To address the above challenges, this article explores optimization strategies for regional road network traffic organization from the perspective of tourism transportation. Firstly, by analyzing the characteristics and demands of tourism transportation, the impact of traffic flow fluctuations and tourist travel patterns on the road network is revealed. Secondly, combined with modern traffic management technology, a series of optimization measures are proposed, including traffic demand management, application of intelligent transportation systems, optimization of road network structure, and improvement of transportation facilities. By utilizing technologies such as big data and artificial intelligence, we aim to improve road capacity and tourist travel efficiency. At the same time, strengthening tourism traffic safety management to improve tourists' travel experience, and promoting more efficient and smooth operation of regional road networks. The research provides theoretical basis and practical guidance for promoting the sustainable development of tourism and regional economy.

Keywords

Tourism transportation; Regional road network; Traffic organization; Optimization strategy

旅游交通视角下区域路网交通组织优化策略

霍建州 霍思好

广州市交通规划研究院有限公司, 中国·广东 广州 510030

摘要

随着旅游业的迅速发展, 区域路网交通组织面临着日益增长的压力, 尤其是在高峰期和旅游旺季, 交通拥堵、交通安全等问题愈加突出。为应对以上挑战, 文章从旅游交通的角度出发, 探讨了区域路网交通组织的优化策略。首先, 通过对旅游交通特点和需求的分析, 揭示交通流量波动和游客出行模式对路网带来的影响。其次, 结合现代交通管理技术, 提出包括交通需求管理、智能交通系统应用、路网结构优化和交通设施改善等一系列优化措施。通过大数据、人工智能等技术, 提高道路通行能力和游客出行效率。同时, 强化旅游交通安全管理改善游客出行体验, 推动区域路网更加高效、畅通地运行。研究为促进旅游业与区域经济的可持续发展提供了理论依据和实践指导。

关键词

旅游交通; 区域路网; 交通组织; 优化策略

1 引言

旅游业的快速发展带来了大量的人流和车流, 对区域路网交通组织提出了新的要求。旅游交通具有明显的季节性和时段性特点, 对路网的承载能力和交通管理提出了更高的要求。因此, 优化区域路网交通组织, 提高旅游交通的服务质量, 已成为当前交通管理的重要课题。

2 旅游交通的特点与需求分析

2.1 特点分析

旅游交通的季节性和时段性是其最显著的特点之一。在特定的季节和假期, 如暑期、国庆节和春节等假期, 旅游交通需求会显著增加, 导致交通运输系统面临较大的压力。此时, 游客数量的激增不仅增加了对交通工具的需求, 还使得交通基础设施和服务的负荷达到了极限。尤其是热门景点和交通枢纽周边, 交通流量往往呈现爆发式增长, 容易导致交通拥堵、排队等现象, 从而影响游客的出行体验。除此之外, 旅游交通的需求也会随着季节的变化发生波动。春秋季节通常是旅游的淡季, 此时旅游交通流量较少, 交通系统的压力较小; 而在冬夏季节, 尤其是寒暑假期间, 旅游流量急

【作者简介】霍建州(1993-), 男, 中国山西吕梁人, 硕士, 工程师, 从事交通规划研究。

剧上升,这时如何合理调配资源和安排交通流线成为交通管理的重要课题^[1]。因此,在旅游业快速发展的背景下,交通管理部门必须根据季节性和时段性的变化提前做好准备,科学预测交通需求,以便及时调整交通运输的运力和服务模式,确保游客能够顺畅、安全地到达目的地。

旅游交通的集中性、分散性和多样性是其又一重要特点。旅游活动的集中性表现为大批游客倾向于前往某些知名景点或区域,这些景点通常具备较高的吸引力,因此游客的流动往往集中在这些区域。例如,一些著名的历史遗址、自然景区或文化活动中心常常吸引大量游客,形成短期内极为集中的交通流量。这种集中性带来的问题是,交通枢纽和景区周边道路常常出现拥堵,导致游客的出行时间延长,甚至可能影响其旅游体验。然而,旅游交通又具有分散性,尤其是在一些非热门景点或较为偏远的地区,游客的分布相对分散,这意味着部分区域的交通需求较为均衡,交通压力相对较小。因此,如何在分散的区域和集中的区域之间平衡交通资源,成为交通管理的主要挑战。另一方面,旅游交通还表现出多样性,游客根据不同的需求和出行方式,选择自驾、旅游巴士、出租车或旅游专线等多种交通工具。交通方式的多样化不仅增加了出行的选择性,也要求交通管理系统具有更高的灵活性和适应性,能够协调各种交通方式的衔接与合作,从而提升整体交通效率和游客的出行便利性。

2.2 需求分析

旅游交通需求的分析主要包括安全、便捷和舒适等方面的需求。安全需求是旅游交通中的首要任务,游客在选择交通方式时,最基本的考虑就是交通工具的安全性,因此旅游交通的基础设施、管理措施和应急响应机制需要保障游客在旅行过程中的人身安全。其次,便捷需求是指游客希望能够快速、高效地到达目的地,因此,交通系统需要提供多元化的选择,并且要具备高效的运营能力,缩短等待时间,减少换乘环节,尽可能避免游客在交通过程中的不便^[2]。舒适需求也是游客在选择旅游交通时的重要考虑因素,尤其是长途旅行中,游客希望享受到较为舒适的乘车环境和服务,这就要求交通工具不仅要具备足够的空间和设施,还需提供贴心的服务,如座椅舒适度、空调、娱乐设施等。

3 旅游交通视角下区域路网交通组织优化策略

3.1 旅游交通需求管理与引导优化

旅游交通需求管理是提升区域路网效率和保障游客出行顺畅的关键因素。随着游客数量的不断增加,尤其是在假期或旅游旺季,交通流量的剧烈波动对现有交通系统提出了更高的要求。为了应对这一挑战,采用大数据和人工智能技术进行旅游交通流量的科学预测已成为一种行之有效的方

式。通过对游客流动数据的采集与分析,可以准确识别交通高峰时段、热门景区的流量波动等关键因素,从而提前预测交通需求。这些数据可以帮助交通管理部门在旅游旺季前合理调配路网资源,优化交通规划。尤其是在节假日或特殊活动期间,通过大数据和人工智能进行实时流量分析与预警,能够有效避免某些路段的过度拥堵,提高道路通行效率,并为交通管理人员提供应急预案的参考。借助先进的技术手段,交通流量的预测更加精准,能为交通组织和调整提供有力的数据支持,降低交通拥堵风险,确保游客能够高效、安全地到达目的地。

除了流量预测外,旅游交通的引导也是缓解拥堵、提升效率的重要手段。通过建立完善的信息发布系统,可以在旅游高峰期

3.2 交通基础设施优化与路网结构改进

为游客提供实时的交通状况、道路拥堵信息以及替代路线,引导游客合理选择出行路径,分散交通压力。智能化技术和互联网的

结合,使得交通管理部门能够及时发布交通信息,帮助游客避开高峰路段,实现更合理的路线规划。例如,旅游景点和主要交通枢纽可以通过电子屏幕、手机应用等多种方式,实时更新交通状况,指引游客选择顺畅的路线。通过这些措施,交通流量可以得到有效分流,避免某些道路因游客集中而出现交通堵塞。此外,智能化的交通引导系统还能根据交通流量的变化,自动调整信息发布策略,确保信息及时、准确地传达给游客。通过这样的系统优化,不仅能够提高路网的整体运行效率,还能增强游客的出行体验,减少因道路拥堵引发的时间浪费和不满情绪。

提升旅游交通流畅性,交通基础设施的优化不可忽视,尤其是路网结构的优化。针对游客的集中流动区域,合理规划

统,不仅有助于提高游客的出行效率,还能够提升整体交通管理的效果。例如,在热门景点或高峰时段,合理设置信息板、实时交通指示和警示标志,有助于游客及时调整行程,选择更优的出行路线。此外,景区周围的停车设施、公交站点等便利设施的增加,也是提升交通设施建设的重要组成部分。这些设施的优化不仅为游客提供了便捷的出行选择,也减轻了交通枢纽的压力,为整体交通的顺畅运行提供保障。

3.3 智能交通系统与交通管理优化

随着科技的发展,智能交通系统(ITS)在旅游交通管理中的应用越来越广泛。智能交通系统通过实时监控和动态管理,可以有效提升交通流量的调控能力。利用高科技手段,如交通流量监测、交通信号控制、实时数据分析等,交通管理部门可以随时掌握交通状况,并根据实时情况调整交通控制策略,确保道路的通畅。例如,智能红绿灯控制系统可以根据交通流量的变化自动调整信号周期,保证交通流动性。同时,交通管理部门通过实时监控,可以在交通出现异常时及时采取应急措施,如调度临时交警,进行交通疏导。智能交通系统的应用不仅提高了道路的通行效率,还能有效降低因人工管理而可能带来的疏漏或延误。在智能交通的辅助下,交通管理人员能够更加精准地掌握交通状况,并迅速响应交通突发事件,保障游客的安全出行。除了智能交通系统的建设,交通组织优化措施同样至关重要。对于一些旅游景点周边的道路,采用单向交通、临时交通管制等措施可以有效减少交通拥堵,提升道路通行能力。单向交通可以使车流更加顺畅,避免交叉路口和交错车流带来的混乱,临时交通管制则可以在特定的时段或特殊情况下,控制车流的分布,减少高峰时段的交通压力。这些交通管理优化措施能够有效提高路网的通行能力,保障游客能够更加快速、顺利地到达目的地。

3.4 旅游交通服务提升与便利设施改善

旅游交通服务的提升是增强游客出行体验的重要方面。随着旅游业的发展,游客对于交通服务的要求越来越高,除

了便捷的出行方式外,舒适度和便利性也是游客选择交通工具时的重要因素。因此,建立完善的旅游交通信息服务系统是提升旅游交通服务的首要步骤。通过该系统,游客可以实时获取关于交通状况、道路信息、景区开放时间、旅游专线运行情况等信息,从而有效规划出行路线和时间,减少因信息不对称而造成的出行不便。此外,信息服务系统还可以提供旅游指南,帮助游客更好地了解目的地的交通和周边设施,为其提供全面的出行服务,提升游客的出行满意度。为了进一步提升旅游交通的便利性,增设相关的交通设施也是一项必要的举措。比如,增加旅游巴士站点、停车场等设施,可以让游客更加方便地选择交通工具,避免长时间的等待或找不到车位的困扰。特别是在旅游景点周边,增设旅游专用停车场,不仅可以缓解游客自驾出行时的停车难题,还能减少游客因寻找停车位而造成的交通拥堵。此外,合理设置旅游巴士站点,提高巴士运力和班次,也能为游客提供更加便捷的公共交通选择,使他们能够快速到达景区。这些设施的增设将大大提升游客的出行舒适度,为旅游交通的顺畅和高效提供保障。

4 结论

综上所述,本文从旅游交通的视角出发,分析了旅游交通的特点和需求,并提出了相应的区域路网交通组织优化策略。通过实施这些策略,可以有效提高旅游交通的服务质量,保障旅游交通的安全与畅通,促进旅游业和区域经济的可持续发展。

参考文献

- [1] 卢鹏,代聪,陈庭宇.区域交通与旅游融合发展规划框架及应用研究[J].公路,2023,68(11):218-227.
- [2] 常欣然.旅游交通适应性评价——以辽宁省旅游交通为例[J].黑龙江交通科技,2023,46(07):150-152.
- [3] 潘雯,鞠爽,刘青,李贵才.高铁网络化下云南省区域旅游交通格局及客源市场演变[J].地理科学,2022,42(12):2141-2149.

Railway transportation safety management strategy based on green transportation concept

Liang Yue

Railway Transportation Branch of Shaanxi Binchang Mining Group Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 713500, China

Abstract

This paper focuses on the in-depth exploration of the technical strategy of railway transportation safety management under the concept of green transportation. On the basis of analyzing the connotation of green transport concept and its importance to railway transport safety management, this paper comprehensively reviews the current situation and technology application of railway transport safety management, and points out the dual challenges of environmental protection and security. And then put forward a series of innovative technical strategies, covering the application and upgrade of advanced transport equipment, the application of safety monitoring and early warning technology, transport organization optimization and safety management, personnel training and safety culture construction, for the sustainable development of railway transport to provide a strong technical support and practical experience, help railway transport towards a more green, safe and efficient new era.

Keywords

green transportation concept; Railway transport; Safety management; Technical strategy

基于绿色运输理念的铁路运输安全管理策略

岳亮

陕西彬长矿业集团有限公司铁路运输分公司, 中国·陕西 咸阳 713500

摘要

本文聚焦于绿色运输理念下铁路运输安全管理技术策略的深入探究。在剖析绿色运输理念内涵及其对铁路运输安全管理重要性的基础上, 全面梳理当前铁路运输安全管理现状及技术应用情况, 指出其面临的环保与安全保障双重挑战。进而提出一系列创新技术策略, 涵盖先进运输设备的应用与升级、安全监测与预警技术的应用、运输组织优化与安全管理以及人员培训与安全文化建设, 为铁路运输的可持续发展提供了有力的技术支持与实践经验借鉴, 助力铁路运输迈向更加绿色、安全、高效的新时代。

关键词

绿色运输理念; 铁路运输; 安全管理; 技术策略

1 引言

在全球生态环境问题突出的当下, 可持续发展成为共识。交通运输行业作为能耗和排污重点领域, 面临巨大转型压力。铁路运输虽凭借大运量、低能耗等优势在综合交通体系中地位关键, 但随着环保和运输安全要求提高, 其发展问题渐显。传统技术在能源利用、废弃物处理等方面难以满足严格环保标准, 现有安全管理技术在复杂环境和增长需求下, 保障运输安全的能力也显不足。因此, 将绿色运输理念融入铁路运输安全管理, 通过技术创新寻求可持续发展路径, 成为铁路行业亟待解决的重要课题。本研究旨在结合绿色运输理念, 探索提升铁路运输安全管理技术的有效策略。通过分析改进现有技术、引入应用新兴技术, 解决铁路运输

在环保与安全方面的双重困境, 为铁路企业提供可行技术方案, 助力降低事故率, 实现高效用能与减排, 推动铁路运输向绿色、安全、可持续方向发展。

2 绿色运输理念与铁路运输安全管理的内涵和重要性

绿色运输理念旨在降低运输活动对环境的负面影响, 提升资源利用效率, 实现经济与环境效益的双赢。它涵盖减少能源消耗、控制污染物排放, 以及合理规划运输路线、整合运输资源等方面, 推动运输行业可持续发展。铁路运输安全管理则是通过建立完善的制度、运用先进技术和强化人员培训, 确保铁路运输过程中人员、设备和货物的安全。二者均意义重大。绿色运输理念促使铁路运输采用清洁能源、优化运营流程, 降低能耗与污染, 契合环保需求, 提升铁路行业竞争力。铁路运输安全管理是保障生命财产安全的关键防线, 也是维护社会稳定、促进经济发展的重要支撑。安全的

【作者简介】岳亮(1989-), 男, 中国陕西合阳人, 本科, 工程师, 从事铁道运输研究。

铁路运输能确保物资高效流通,为经济增长注入动力。只有将绿色运输理念与铁路运输安全管理紧密结合,才能让铁路运输在可持续发展道路上稳健前行。

3 铁路运输安全管理现状

当前,我国铁路运输安全管理体系已相对完备。国家铁路主管部门通过《中华人民共和国铁路法》《铁路运输安全保护条例》等法规,明确各方权利义务,规定设备、人员、监管等关键要素标准。各铁路局及基层站段依据法规和自身情况,细化完善安全管理制度,涵盖行车组织、设备维护、人员管理、应急处置等环节^[1]。但制度执行存在问题。部分工作人员对制度重视不足,违规操作时有发生。而且铁路系统庞大,部门间协调不畅,跨部门处理故障或应急事件时,常出现职责不清、沟通不畅等问题,影响制度执行。在技术应用上,信号控制和安全检测技术广泛应用,保障运输安全。自动闭塞系统和列车运行控制系统(如CTCS)防止列车追尾,实现自动控制。钢轨探伤仪、车辆轴温探测系统等设备,对基础设施和机车车辆全面检测。物联网技术也用于设备状态远程监测与预警。然而,现有技术面临挑战。部分设备老化、性能下降,早期信号设备难以满足需求。不同技术系统兼容性和协同性差,影响数据共享与融合。面对复杂环境和新风险,如恶劣天气、新型设备检测,技术手段需创新完善,以适应安全管理新要求。

4 绿色运输理念下的铁路运输安全管理技术策略

4.1 先进运输设备的应用与升级

在绿色运输理念下,推广新型机车对煤炭铁路运输意义重大。积极推广使用电力机车或混合动力机车,能够有效减少燃油消耗和废气排放。传统燃油机车在运行过程中消耗大量能源,且排放的废气中含有多种污染物,对环境造成严重污染。而电力机车以电力为动力,零排放无污染;混合动力机车则结合了燃油与电力的优势,在降低燃油消耗的同时,大幅减少了废气排放^[1]。这些新型机车不仅具备高效节能、低污染的特点,还能凭借先进的动力系统,提高运输动力,保障列车在复杂路况和满载情况下稳定运行,极大地提升了运输安全性,为绿色运输奠定坚实基础。运用智能传感器、自动化控制系统等前沿技术,对运输设备进行智能化升级也是关键举措。以列车为例,安装智能监测系统后,能实时采集车辆运行状态数据,如速度、温度、震动频率等,同时密切关注货物装载情况,包括货物重心是否偏移、捆绑是否牢固等。一旦监测数据出现异常,系统会立即触发报警机制,通知工作人员及时采取制动、调整等相应措施,有效提高运输安全的可控性,将潜在安全隐患扼杀在萌芽状态。建立完善的设备维护制度。定期对运输设备进行全面检查,运用专业检测工具排查潜在故障;按照规定周期进行保养,为设备关键部件添加润滑剂、清洁污垢,确保设备性能稳定。

一旦发现老化、损坏的部件,及时进行更换,避免因小故障引发大事故。同时,紧密跟踪运输需求变化和技术发展趋势,适时更新运输设备,使设备性能始终符合安全和绿色运输要求,为煤炭铁路运输的高效、安全运行保驾护航。

4.2 安全监测与预警技术的应用

在煤炭铁路运输安全管理中,利用卫星定位、视频监控、传感器网络等先进技术,构建全方位的安全监测系统十分关键。卫星定位技术可精准追踪列车位置,实时反馈其运行轨迹,确保列车按预定路线行驶。视频监控分布在铁路沿线、车站、列车车厢及关键运输节点,对铁路线路、桥梁、隧道等基础设施进行24小时不间断监控,及时发现异常情况,如线路损坏、桥梁变形等。传感器网络则密布于轨道、车辆等部位,收集列车运行状态数据,如速度、加速度、车厢温度等,实现对运输全过程的动态监控。通过对海量监测数据的深度分析和处理,结合大数据、人工智能技术,建立运输风险预警模型^[2]。大数据技术可整合多源数据,挖掘数据背后的潜在规律,而人工智能算法则能对数据进行快速分析与学习。该模型能够提前预测设备故障,比如通过分析列车关键部件的运行数据,预判其是否即将损坏。对于自然灾害,如暴雨引发的洪水、山体滑坡等,模型可结合气象数据、地理信息进行预测。一旦预测到潜在安全风险,系统会及时发出预警信号,为安全管理决策提供科学依据,使管理人员提前采取应对措施。制定完善的应急预案同样不可或缺。针对不同类型的安全事故和风险,如火灾、脱轨、货物泄漏等,明确详细的应急处置流程,从事故报告、现场救援到后期恢复,每一步都有清晰的操作指南。同时,明确各部门和人员的责任分工,避免救援时职责不清。加强应急救援队伍建设,定期组织专业培训,提升队员的救援技能。配备必要的应急救援设备和物资,如消防器材、破拆工具、急救药品等。定期开展应急演练,模拟各类事故场景,让救援人员在实战中积累经验,提高应对突发事件的能力,保障煤炭铁路运输安全。

4.3 运输组织优化与安全管理

在煤炭铁路运输中,路线规划与运输计划的优化至关重要。首先,需根据煤炭产地、需求地以及铁路网络布局,借助先进的优化算法和地理信息系统(GIS)技术,科学规划煤炭铁路运输路线。在规划时,全面考量线路安全性,如避开地质不稳定、易发生山体滑坡等自然灾害频发区域,降低因自然因素导致的运输风险。同时,充分考虑运输效率,选择距离较短、路况良好且铁路设施完备的线路,减少运输时长。而且,高度重视对环境的影响,尽量避开生态敏感区,防止运输活动对生态环境造成破坏。结合煤炭生产和销售情况,合理安排列车开行计划也不容忽视。通过精准分析生产节奏和市场需求,灵活调整列车开行时间和频次,避免运输高峰时段的过度集中,减少列车等待时间,降低运输成本。同时,优化列车编组,减少空驶里程,提高运输资源的利用

率^[3]。通过这些优化措施,不仅能提高运输效率,还能有效降低能源消耗,减少碳排放,践行绿色运输理念,同时降低安全风险。建立健全运输过程中的安全管理制度同样关键。加强对列车司机、调度员等工作人员的管理和监督,定期组织培训和考核,提升他们的专业素养和安全意识。严格执行操作规程,利用先进的监控技术,加强对列车运行速度、间距等的控制,确保运输过程中的安全有序,为煤炭铁路运输的安全与高效提供坚实保障。

4.4 人员培训与安全文化建设

针对铁路运输工作人员,定期开展全面且深入的专业技能培训是极为必要的。在设备操作培训环节,通过理论讲解与实际操作相结合的方式,让工作人员熟悉各类运输设备的性能、特点及操作流程,确保他们在实际工作中能够精准、高效地操控设备。故障排除培训则模拟多种常见及疑难设备故障场景,传授工作人员故障诊断方法与维修技巧,使其在面对突发设备问题时能迅速判断并解决。安全应急处理培训更是设置火灾、脱轨等紧急情况演练,教导工作人员在面对突发情况时如何沉着冷静应对,保障人员和货物安全。通过这些系统性培训,工作人员的业务水平与操作技能显著提升,足以熟练应对复杂多变的工作场景与各类安全问题。安全意识教育同样不容忽视。安全讲座邀请业内专家分享安全运输知识与最新安全法规,让工作人员及时了解行业安全动态。案例分析则选取真实发生的铁路运输安全事故,深入剖析事故原因与后果,以直观且震撼的方式敲响安全警钟。安全演练模拟各种事故场景,从初期应急响应到后期事故处理,让工作人员在实践中掌握应急操作,强化安全意识与责任意识。营造良好的安全文化氛围也是关键一环。企业将安全理念融入日常管理,从工作流程制定到绩效考核标准,都贯穿安全原则。开展安全文化活动,如安全知识竞赛、安全主题征文等,激发员工学习安全知识的积极性^[4]。设立安全奖励机制,对在安全工作中表现突出的员工给予物质与精神

奖励,激励全体员工积极参与安全管理,最终形成人人关注安全、人人参与安全的良好局面,为煤炭铁路运输安全提供坚实保障。

5 结语

在绿色运输理念日益深入人心的当下,煤炭铁路运输安全管理技术策略的实施,已然成为实现煤炭安全、高效、绿色运输的核心关键。在先进运输设备应用上,新型电力、混合动力机车的投入,既降低能耗与污染,又提升运输动力;安全监测与预警方面,全方位监测系统与智能预警模型,让安全风险无所遁形。优化运输组织时,科学规划路线与开行计划,提高效率的同时减少能源浪费。强化人员培训与安全文化建设,能提升员工素养与安全意识。这些策略协同发力,有效降低煤炭铁路运输安全风险,减少对环境的负面影响,提升运输效率,进而提高经济效益,为煤炭行业的可持续发展筑牢根基。未来,随着科技飞速发展,如5G、物联网等技术不断迭代,绿色运输理念也在持续深化^[5]。煤炭铁路运输安全管理技术策略必须与时俱进,不断创新完善,探索更多智能化、绿色化管理模式,以契合新的发展需求,在保障运输安全的同时,推动行业迈向更高质量发展阶段。

参考文献

- [1] 王常旭,秦洪卫.铁路运输安全管理的现状与思考[J].铁路节能环保与安全卫生,2024,14(2):60-64.
- [2] 钟盼.铁路通信技术对铁路运输安全的影响与探索[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(6):0169-0172.
- [3] 王敬斋.论如何建构铁路运输安全风险预控管理体系[J].中国科技期刊数据库 工业A,2021(6):185-185.
- [4] 刘志强.铁路运输管理中行车组织质量提升的策略[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023(7):1-4.
- [5] 吕浩宇.探讨铁路运输安全管理及其提升措施[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(9):8-9.

The problems and countermeasures of railway traffic dispatching and command

Fei Meng

Goneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Cangzhou, Hebei, 062350, China

Abstract

Railway traffic dispatching command is very important to the efficient and safe operation of railway transportation, In order to better promote the orderly development of the railway traffic dispatching and command safety work, This paper first analyzes the existing problems, Including uneven personnel quality, equipment technical failure, lax implementation of rules and regulations, emergency response capacity is insufficient four aspects, Then put forward targeted to strengthen personnel training management, improve equipment reliability and technical level, strengthen the implementation of rules and regulations, improve the emergency response system these corresponding countermeasures, To provide some reference for enhancing the orderly development of railway dispatching command, We will promote the safe and stable development of the railway transport industry.

Keywords

railway traffic; dispatching command; safety issues

铁路行车调度指挥安全工作存在的问题及对策探讨

孟飞

国能朔黄铁路发展有限责任公司, 中国·河北 沧州 062350

摘要

铁路行车调度指挥对于铁路运输能否高效安全的运行至关重要, 为了更好地促进铁路行车调度指挥安全工作的有序开展, 本文首先分析其中存在的问题, 包括人员素质参差不齐、设备技术故障、规章制度执行不严、应急处置能力不足四个方面, 进而有针对性地提出加强人员培训管理、提升设备可靠性和技术水平、强化规章制度落实、完善应急处置体系这些相应对策, 借此来为增强铁路行车调度指挥工作的有序开展提供一定参考, 推动铁路运输事业安全稳定的发展。

关键词

铁路行车; 调度指挥; 安全问题

1 引言

铁路是国家的重要基础设施, 是大众化的交通工具, 在整个社会经济发展过程中起到至关重要的作用。铁路行车调度指挥系统会负责协调组织列车的运行安全, 工作成效直接影响着铁路是否能正常运行, 也威胁着旅客的生命财产安全。近些年来, 伴随着我国交通网络体系的不断完善, 铁路运输事业取得了飞速发展的成效, 覆盖密度不断增加, 技术设备也不断更新, 而铁路行车调度指挥安全工作自然也面临着新的机会和挑战。针对铁路行车调度指挥安全工作中存在的问题进行探索和分析, 是保障铁路运输安全的应有之义。

2 铁路行车调度指挥安全工作存在的问题

2.1 人员素质参差不齐

首先, 一些负责铁路行车调度的工作人员对于铁路运输的专业知识理解不够深入, 掌握不够扎实, 特别是涉及信号系统原理、铁路线路布局、列车编组规则等多个方面的知识可能会存在疏漏, 导致他们处理复杂的停车情况时, 就无法做出精准决策, 可能会出现调度失误的现象, 比如在调整列车运行图时, 工作人员对线路的通过能力以及车站的作业能力认知不够深刻, 调整之后的运行图并不合理, 影响到了列车正常运行的顺序。其次是一些负责铁路行车调度工作的人员态度散漫, 工作消极, 责任心不强, 在工作中麻痹大意, 列车的调度指挥本应是以一个认真专业的工作, 但工作人员并未严格按照规章制度执行操作, 随意简化流程, 敷衍了事, 对于其中存在的安全隐患视而不见, 比如在下达调度命令时, 没有对信息做认真核对就处理工作, 导致命令错误, 列车面临着安全风险^[1]。

【作者简介】孟飞(1993-), 男, 中国河北石家庄人, 本科, 助理工程师, 从事铁路交通运输的调度指挥研究。

2.2 设备技术故障

首先,铁路行车指挥调度往往依靠着通信系统来完成信息的传输和命令的下达,但是现实中通信设备可能会出现信号中断、杂音干扰、通信延迟等多元化的问题,他们导致列车的调度员以及列车的司机之间无法及时联系,调度意图不能及时传输,司机也不能反馈列车的具体运行情况,影响着行车的安全。比如在山区等信号覆盖较弱的地区,可能通信质量并不稳定,它更容易出现信号丢失的情况,导致列车调度指挥面临着极大的困难。其次是列车中可能会出现信号设备的故障,作为列车运行的重要指示装置,信号设备的故障带来了信号显示错误甚至不显示信号的后果,列车司机根据错误的信号做出错误的判断,造成列车冲突或追尾的事故,比如列车信号灯灯泡老化、灯丝熔断或信号机控制电路故障,都可能致使信号灯显示异常,伴随着铁路技术的持续性发展,信号系统的自动化程度已经越来越高,但是新系统在运行的初期就可能会出现稳定性问题,需要做及时的调试和完善。另外则是列车调度指挥系统软件出现漏洞,铁路行车调度指挥系统负责整个列车运行计划的编制和调度命令的生成执行这些功能。但是软件系统可能存在数据处理错误、兼容性问题以及安全防护不足的漏洞,一旦遭遇黑客的攻击,可能会出现重要数据丢失或混乱的局面,干扰整个调度指挥工作的正常开展,甚至引发铁路安全事故^[2]。

2.3 规章制度执行不严格

首先,一些铁路调度员为了自己方便简化了工作流程,违反了规章制度,办理列车闭塞手续时可能并未严格按照规定的程序执行各项操作,跳过了一些必要的检查环节,导致列车的运行留下了安全隐患。如果出现突发情况时,由于前期的操作比较简单,就无法准确掌握列车的运行状态,影响着应急处置效果。其次是一些列车的调度员在指挥运行时,可能并没有严格遵循既定规则,超越自己权限进行指挥,在列车的运行顺序本身已经比较紧张的局面之下,为了满足特殊需求而不合理的安排列车加塞的任务,干扰了正常的运行,导致列车发生冲突的风险增长,也正是这样的操作行为,违反了铁路行车规章制度,威胁到了行车安全。另外则是一些经验不足的调度人员对于铁路行车调度的规章制度理解不是非常深入和透彻,在自己的实际工作中可能无法正确运用规则处理各类突发的情况,比如某些特殊情况之下,列车的运行限制条件以及调度指挥的方式,他们只是一知半解,遇到类似的情况时只会做出错误的决策,行车安全无法保障。

2.4 应急处置能力不足

首先,部分铁路部门对于应急演练的重视度不足,安排演练的流程、内容以及形式都比较单一,可能只是走一个过场,而没有真正提高应急处置的能力及效果,演练时各部门之间的配合不够密切,协同作用不强,相互之间推诿扯皮。比如在组织列车火灾应急演练时,本身需要消防部门、车站

工作人员以及列车乘务人员之间相互沟通交流,但是他们之间的联系不够密切,无法做到及时完成灭火工作以及人员疏散工作,演练的效果就会受到影响。其次是面对突发事件时,充足的应急物资是保证应急处置工作有序开展的条件,但一些铁路单位的应急物资储备并不充分,包括救援设备发生老化以及损坏,这之后又不能及时进行补充,可用的防护用具数量不足,因此在应急处理环节就可能会由于物资短缺而影响救援工作的及时性开展,延误事故的正确处理时间,造成了难以预计的损失。另外是在发生突发事件之后,往往需要列车的调度员做出准确的应急决策回应,从而减少事故的损失,但是当前部分铁路行车调度指挥系统的应急决策支持系统并不全面,调度员在面对复杂情况时,可能只能凭借个人经验和有限信息来完成决策的要求,缺乏科学的判断依据,致使最终的决策不合理,也不能有效地应对突发事件,最终事故带来的影响进一步增大。

3 解决铁路行车调度指挥安全工作问题的对策

3.1 加强人员培训与管理

首先应当建立更加全面而系统的行车调度员培训体系,其中涵盖调度员的入职培训,岗位培训,专项培训等多个方面。开展入职培训主要是要强化涉及铁路运输基础知识以及行车调度指挥规则等多个方面和岗位内容相关的学习任务,以确保新入职的人员可以快速熟悉工作环境和业务要求。开展岗位培训则需要结合日常工作实际情况,针对调度指挥中所遇到的一些新问题和新技术进行培训,让调度员的业务能力不断精进^[3]。专项培训主要是针对于特定的突发事件或技术难题做深层次的讲解和模拟演练,比如针对列车脱轨事故做应急处置培训,以及针对新型信号系统的操作培训。其次是需要加强列车调度员的职业道德和工作责任心建设,通过开展职业道德讲座以及先进事迹宣传的活动,使之树立正确的价值观念,在工作中产生更强的责任感和使命感,可以建立健全调度员工作的考核机制,主要是在其中融入工作态度、人员责任心以及规章制度遵守执行情况等相关的指标,对调度员提供适当的奖励,以赞扬在工作中有着突出优秀表现的调度人员,同时严肃处理在工作中有违反纪律道德的人员,在整个环境内形成良性的工作氛围和积极上进的效果。

3.2 提升设备可靠性与技术水平

首先应加强对于设备的维护和更新,特别是定期开展对通信信号指挥调度系统等设备的巡视和检验,发现其中存在的隐患并制定计划进行消除,让老旧设备得以淘汰,先进的设备得以引进,实现整个设备的稳定性提升目标。比如可以用到有着更高可靠性以及抗干扰能力的通信设备升级信号系统的智能控制模块,优化调度指挥系统的软件算法,来保证铁路运输发展的需求得到满足。其次是要提高设备的技术保障能力,应加强对设备技术人员的培训和支持,组建高素质的人才队伍,鼓励人员完成技术创新和设备改造活动,

攻克设备运行中所出现的问题,让人员的自主维修能力得以提升。同时需要加强和设备供应商之间的联系,获得定期的设备升级和维护服务,以确保出现故障时可得到及时的消除和有效的恢复。另外还要采取科学的安全防护措施,避免设备受外部因素干扰,比如对通信和信号设备做电磁屏蔽处理,避免电磁干扰而影响到设备的正常运行,加强对设备机房的安全化管理,主要安装防火、防盗、防水措施,实现物理层面的设备安全,还应该加强对调度指挥系统软件的安全防护工作,定期对系统中的漏洞做扫描和修复,并安装专业的防火墙和入侵检测系统,避免黑客攻击或恶意软件的侵入而威胁到设备运行安全。

3.3 强化规章制度落实

首先需要组织列车的调度员深层次学习和铁路行车调度指挥相关联的各项规章制度,可以开展专题讲座、知识竞赛等形式,让调度员的业务能力更强,理解能力更高,将规章制度印发成小册子,发放到每一位列车调度员的手中,方便他们随时翻阅学习,也能利用内部网络或宣传栏的渠道,对规章制度的执行要求进行宣传,形成一种人人遵守制度的良好环境。其次是要执行监督检查机制,要加强对调度指挥工作的日常检查和不定期检查,主要通过查看调度记录监听调度通话以及检查作业流程、执行情况等不同的方式,发现其中违反规章制度的具体行为,对相应人员做出严肃的处理,若情况严重可对其进行批评教育或其他处罚,确保规章制度能得到严格的执行。另外还应该不断优化和完善规章制度,使其符合铁路运输发展的客观需求,可以征集调度员以及其他部门人员的意见,对制度中存在的合理之处做明确和升级,让规章制度的科学性以及可操作性更强,具有良好的时效性。

3.4 完善应急处置体系

首先,在铁路行车调度指挥工作中需要定期开展应急演练工作,制定和实战更贴合的应急演练方案,对演练内容及形式进行丰富,让演练工作更加真实而复杂。除了常规的单项演练之外,也需要开展多部门协同参与的综合演练项目,模拟突发的事件场景,增强各部门之间的协调配合能力,在演练过程中可以设置一些突发情况和意外事件,考验调度员以及其他应急救援人员的决策能力和应变能力,而在演练工作结束之后,则要认真的总结和评估,对演练中发现的问

题进行整改和完善,让应急预案更合适。其次要加强应急物资储备管理,结合铁路运输中可能会发生的突发事件类型,确定应急物资的储备种类和数量,构建完善的应急物资储备库,加强对应急物资的检查、维护和更新,保证物资的完好性。还要建立应急物资的快速调配机制,确保物资的供应商能够及时给予相对应的资源和条件,保证发生突发事件时能够迅速补充应急物资,让应急处置工作有序开展。另外还应该借助于大数据技术、人工智能技术和云计算技术等,建立铁路行车调度指挥智能应急决策支持系统,这个系统可以分析和采集铁路运输中的各类数据,包括列车的运行位置、速度和设备的状态等,结合应急预案以及历史案例,用智能算法为调度员提供更加科学合理的决策建议,比如发生列车故障时,系统就能迅速分析故障的类型、影响范围以及可靠的处置方案,让调度员获得最合适的救援路径、资源调配方案和其他建议,促使应急决策的准确性和及时性更强,确保铁路运输安全得到充分的保障。

4 结语

铁路运输安全目标的实现需要依靠铁路行车调度指挥工作的开展,这影响着人民群众的生命财产安全和国家经济社会的稳定性。面对在当前列车指挥调度中存在的人员素质不齐,设备技术故障,规章制度执行不严,应急处置能力不足等问题,需要采取行之有效的措施,包括加强人员培训管理,提升设备可靠性和技术水平,强化规章制度落实和完善应急处置机制等,进而实现铁路行车调度指挥安全性、可靠性提升的目标。但是现实中铁路运输的环境往往富于变化,特别是在新技术更新和运输需求增长的情况之下,会不断的出现新的安全问题,这就需要铁路部门对实际情况做定期的判断和分析,加强安全管理和技术创新的实际成效,让安全保障措施的作用更加明显,为铁路运输事业的稳定发展提供重要支撑。

参考文献

- [1] 王永灵.高速铁路行车调度应急指挥优化建议[J].交通科技与管理,2023,4(22):28-30.
- [2] 代志军.铁路行车组织及调度指挥授权管理问题分析[J].运输经理世界,2023,(14):166-168.
- [3] 刘海彬,魏光南,李绍龙,师林,许志亮.铁路行车调度指挥职业能力分析及养成探讨[J].中国储运,2022,(08):150-151.

Research on safety risk control countermeasures of traffic command in railway dispatching centralized area

Zhengbo Zhang

Energy Shuohuang Railway Dispatching Command Center, Cangzhou, Hebei, 062350, China

Abstract

With the rapid and stable development of railway transportation, the application of dispatching centralized system in driving command is more and more extensive and in-depth, which greatly improves the convenience and safety of transportation. However, there are still many safety risk factors in the face of the traffic command problem in the centralized train dispatching area. This paper first in-depth analysis of these security risk factors, found that there are equipment failure risk, artificial operation risk, scheduling command risk and external environment risk, and then strengthen the equipment technical support, personnel training management, improve the scheduling command system and improve emergency management countermeasures, strive to achieve the safety and reliability of railway dispatching section command, to lay a solid foundation for the sustainable and stable development of railway transportation industry.

Keywords

railway transportation; centralized dispatching; operation command; safety risk control

铁路调度集中区段行车指挥安全风险管控对策研究

张证博

国能朔黄铁路调度指挥中心, 中国·河北 沧州 062350

摘要

伴随着铁路运输事业的快速稳定发展, 调度集中系统在行车指挥中的应用愈发广泛深入, 极大地提升了运输的便捷性和安全性。但是面对列车调度集中区段的行车指挥问题, 仍旧存在着诸多安全风险因素。本文首先对这些安全风险因素进行深度剖析, 发现其中存在着设备故障风险、人为操作风险、调度指挥风险和外部环境风险, 进而给出加强设备技术保障、强化人员培训管理、完善调度指挥制度和提升应急处置能力的的风险管控对策, 力求达成铁路调度集中区段行车指挥安全性和可靠性的目标, 为铁路运输行业的持续稳定发展筑牢根基。

关键词

铁路运输; 调度集中; 行车指挥; 安全风险管控

1 引言

铁路运输作为国家经济与社会发展的重要环节, 其调度指挥系统的高效、安全运行至关重要。通过铁路调度集中系统的应用能够实现联锁、列控以及区间闭塞等信号设备的集中控制处理, 能够让行车组织的自动化水平得到显著的提, 对于我国铁路行业的进一步发展有着一定的积极意义。近年来随着我国高速铁路以及客运专线里程数量的不断增加, 其调度集中区段的里程数量也得以提升, 对于集中区段行车指挥安全的重要性也就提出了更高的要求, 相关的铁路调度人员应进一步加强对调度集中区段行车指挥安全风险管控措施的研究力度。因此, 深入探究铁路调度集中区段行车指挥的安全风险及其管控策略, 对于增强铁路运输的整体

安全性与效率具有深远意义。

2 铁路调度集中区段行车指挥安全风险因素分析

2.1 设备故障风险

铁路调度集中控制系统中包括服务器、交换机以及通信线路等不同的硬件设备, 运行中有可能出现设备的性能下降以及部件破损老化等问题, 其中常见的有服务器硬盘故障导致的数据丢失, 影响行车计划下达以及列车运行状态的监控, 而通信线路的中断则会导致调度人员和车站以及列车之间失去应有的联系, 进而出现指挥中断的局面, 也会影响铁路运输的秩序^[1]。其次是 CTC 软件系统可能会存在着设计上的缺陷以及程序的兼容性问题。例如, 在系统升级后若未进行充分的测试, 可能会出现新的漏洞, 导致系统运行的稳定性不足, 产生数据错误、功能异常, 甚至系统死机等不同的情况。在列车车次号的自动跟踪功能中若是软件算法

【作者简介】张证博(1987-), 男, 中国河北保定人, 本科, 工程师, 从事铁路列车调度指挥安全研究。

出现一些漏洞,那么车次号就可能会丢失,也会出现错误显示的情况,对于调度员的指挥决策造成影响,行车安全风险相应增长。另外调度集中控制区段的信号灯以及道岔转辙机等设备设施,往往保障着列车的安全稳定运行,设备故障致使信号显示错误,岔道无法正常转换,也会引发列车冲突和追尾等严重事故,比如信号灯灯泡老化损坏,致使红灯显示不亮,列车司机误判信号,引发了一些不必要的危险。

2.2 人员操作风险

首先是存在着调度员的失误风险。作为整个行车指挥的核心人员,调度员在工作中面临着繁重的压力和任务,可能会出现精神紧张或疲劳的问题,进而引发操作的失误。比如说在调度员下达列车运行调整命令时,可能由于自身的疏忽而选错了车次,或者输入了错误的运行参数,致使列车运行的秩序发生混乱。此外,调度员对于 CTC 系统的操作不够熟练,当遇到突发紧急事件时就不能做出应急处置操作,行车安全风险也会上升。其次在行车组织的过程中,车站值班员与调度员进行协同作业并负责站内的行车组织工作,如果车站值班员未严格执行作业标准和规程,未及时确认调度命令或擅自办理列车接发作业。这可能导致列车错误运行,破坏正常的运输秩序。更加严重的情况是如果车站值班员没有得到调度员的许可就提前开放了信号,可能会造成列车冲突、脱轨等严重安全事故。另外部分铁路职工对于新技术以及设备的掌握不充分,自身缺乏系统和全面的培训,特别是在对 CTC 系统进行更新和升级之后,可能一部分操作人员并没有及时对其具体的操作流程进行熟悉,在实际工作中就可能会出现误操作的情况。培训的内容不合理也会影响到培训的效果,致使人员的业务能力参差不齐,不能满足调度集中区段行车指挥安全性的要求。培训内容若缺乏针对性和实用性,职工在实际工作中将难以应对各种复杂情况^[2]。

2.3 调度指挥风险

首先,在铁路列车运行计划的编制方面存在着一定不合理性,一般而言编制工作开展需要考虑到列车的运行图以及车站的作业能力,还有施工线路等不同方面的因素,若是计划编制人员并没有充分考虑到各方面的信息,就可能会导致列车的运行计划不合理,致使列车密集到发或作业之间相互干扰,让行车的难度以及安全风险上涨,比如在某个时间段内,如果安排过多的列车在同一个车站完成技术作业,但是作业人员本身较为局限,就可能会出现列车积压或延误的情况,甚至会引发安全事故。其次,对于突发的自然灾害以及设备故障等紧急情况的应急处置能力不足,如果调度指挥人员缺乏充分的经验,不了解应急处置的预案,无法迅速的做出有效的决策,采取合适的措施,会导致事故的影响进一步扩大,比如在遇到强风天气导致接触网发生故障时,若是调度人员无法及时的组织列车的停运和抢修人员的处理,会引发大面积的列车停运事故,而干扰整个铁路运输的秩序。另外是调度集中区段往往会涉及到不同的部门以及岗位人

员之间的沟通交流,包括调度员、车站值班员、列车司机和电务人员等,如果信息的传递不及时,必然会影响到行车指挥的准确性和协同性。如工务部门在线路施工时,如果没有及时反馈和传达施工进度以及影响的范围,调度员就可能会安排列车正常的通过施工区域,进而引发安全事故。

2.4 外部环境风险

地震、台风、暴雪等自然灾害,对于铁路线路桥梁、隧道的基础设施会造成严重的破坏,干扰铁路的行车安全,比如说地震带来轨道变形、桥梁坍塌事故,致使列车无法正常运行,洪水造成铁路线路的淹没事故、冲毁路基以及桥墩,造成列车的脱轨事故。此外,自然灾害的出现还会导致电力供应中断和通信故障问题,让行车指挥的困难度增长,安全风险升高。其次,铁路沿线可能会有广告牌或塑料大棚等被风吹入到铁路的界限内,引发列车的撞击事故,损坏列车设备,甚至出现列车脱轨事实。在调度集中区段列车的运行速度一般比较快,异物侵入对于行车安全的威胁不容忽视,这种事件通常具有突发性以及不可预测的特性,对于行车指挥人员的应急处置有着极高的要求。另外是铁路运输情况受社会环境因素的限制和影响,在社会活动中,道路施工或居民非法穿越铁路等都可能对铁路行车安全造成威胁,如果是道路施工,有可能会在施工中破坏铁路周围的防护设施,让居民更容易非法穿越铁路,让列车和行人碰撞的风险增长^[3]。

3 铁路调度集中区段行车指挥安全风险管控对策

3.1 加强设备技术保障

首先要完善设备维护体系,应健全 CTC 系统以及相关信号设备的日常维护、定期检修和故障抢修制度,明确整个工作中相关人员的职责以及流程,要增加关键设备巡检频次,借助于先进的检测技术和方式,发现设备潜在的故障和隐患,并对其进行处理。比如可用智能监测系统对 CTC 设备的硬件设备进行实时的监测,掌控服务器 CPU 的使用率、内存占用率等关键指标,一旦指标超出了正常的范围,就能够及时发出预警信息,并安排专业的维修人员做出处理。其次是在设备进行选型和采购时,可以优先选择技术更加成熟、口碑更加良好的优秀产品,应加强对设备供应商的管理和监督,保证设备的售后服务质量符合要求,适合标准。涉及到关键的设备,可用冗余设计以及备份技术来切实提升设备的可靠性和容错能力。比如在 CTC 系统的服务器配置环节用到双机热备技术,如果主服务器发生故障,那么备用服务器就可以自动接管主服务器的工作,保证系统的不间断运行。另外是对软件系统做及时的更新,要关注 CTC 软件系统的技术发展动态,对相应的软件做更新和升级,让已知的缺陷和漏洞做到及时的修复,更新软件之前需要工作人员加强软件兼容性测试,确保不同系统和设备之间的互联互通。在进行系统升级或新设备接入时,要进行全面的兼容性测

试,避免出现系统冲突和故障,确保软件的更新符合要求。

3.2 强化人员培训与管理

首先,铁路调度集中区段行车指挥安全离不开对人员的专业性教育,应结合不同岗位人员的工作特性以及实际需求来制定个性化的人才培训计划和课程体系,培训过程中的内容应当涵盖铁路运输基础知识、CTC系统操作技能以及行车规章制度和应急处置方法等不同的方面,培训时要遵循理论和实践相结合的原则,可借助案例分析和模拟演练的技术,让培训的效果更高,例如,针对于列车调度员的培训,可以设置模拟调度指挥场景,让调度员在实际操作中能灵活地应对不同的突发情况,使其应急处置能力以及决策能力得到同步增长;针对车站值班员岗位,加强CTC系统操作、作业标准等方面的培训。其次是要组织铁路职工参加安全意识教育活动,安排职工观看安全警示教育片,分析典型事故案例的途径,可帮助职工深层次的体会到行车安全的重要意义,增强他们的安全责任意识 and 风险防范意识。同时也应该建立安全文化激励机制,针对在安全工作中有着突出表现的员工个人和集体提供奖励,形成更加舒适、健康的安全文化氛围。另外还要优化人员的配置管理,可以妥善地安排铁路职工的岗位及时间,防止出现人员过度疲劳和工作压力过大的现象,要建立健全人员考核评价机制,针对职工的业务能力、工作态度、安全绩效等不同方面的内容做定期的评价考核,将员工的考核结果和他们的薪酬待遇以及职务晋升相互关联,使员工能持续不断地提高自身的业务素质。

3.3 完善调度指挥制度

首先要建立科学的列车运行计划编制流程和措施,充分发挥大数据技术和人工智能技术的优势,基于前沿数据对列车的运行情况做科学的分析和精准的预测,让计划编制更加准确合理,编制计划时应该考虑到车站的作业能力、线路通过能力以及施工维修计划等不同因素的影响,对列车的开行时刻、停靠站点以及行车路径做规划,避免发生列车运行计划之间的冲突以及不合理性问题。其次是需要针对在行车过程中可能会出现各类突发事件制定可操作的应急处置方案,要明确各单位及部门在实际工作中应当承担的职责任和完成的任务,定期组织开展应急演练活动,对应急预案是否有效进行检验,并对其中的细节做优化和升级,让调度指挥人员以及各部门之间的应急协作能力大幅度增长,实战效果

得到保障,还要对应急预案做动态化的管理,需要结合每次演练的实际效果做优化和升级。

3.4 提升应急处置能力

首先,铁路部门需要组建一支专业素质水平更高、应急处置能力更强的应急救援队伍,并在其中配备专业的应急救援设备和工具,包括接触网抢修车、抢险救援列车等,也要加强对这支应急救援队伍的专业培训,使他们掌握和熟悉不同类别的突发事件的应急处置方法,切实增强救援队伍的实战能力,使其在面对突发事件时能快速做出反应。其次是建立应急资源储备和调配机制,结合铁路运输的实际情况以及应急处置的现实要求,完成包括通信设备、信号器材,还有抢修材料、药品、食品等相关应急物资的储存工作,建立完善的应急物资管理制度,加强各个环节的管理工作,以保证发生紧急事件时应急物资能得到及时的供应和正确的使用。另外还需要加强铁路运输部门以及其他部门的外部救援力量之间的紧密协作,包括当地的消防部门、医疗单位等外部救援力量都是铁路运输部门针对于应急事故进行处理的有效帮手,通过和他们之间的配合,共同制定联合应急救援预案,定期开展联合演练活动,增强协同作战能力,发生重大突发事件时就能迅速集合外部救援力量,形成一种紧密的救援合力机制,最大程度上升降低损失和影响。

4 结语

铁路调度集中区段行车指挥安全风险管控具有系统性和复杂性,要实现风险管控的目标就需要加强设备技术保障、人员培训管理、调度指挥制度完善和应急处置能力提升等多个方面的精准处理,实现综合管控,促进铁路调度集中区段行车指挥安全性和可靠性提升的目标和要求,让铁路运输工作安全稳定的开展,为国民经济的发展提供坚实的保障。

参考文献

- [1] 商要威.铁路行车调度指挥安全工作存在的问题及思考[J].价值工程,2020,39(34):26-27.
- [2] 张证博.铁路行车调度指挥安全工作存在的问题及思考[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019,(12):75-76.
- [3] 刘建洲.铁路行车调度员行车指挥安全风险控制研究[J].决策探索(中),2019,(03):6-7.

Accident analysis of special motor vehicles in the field and suggestions on measures

Liang Chen

Anhui Special Equipment Testing Institute, Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract

In order to improve the safety of special motor vehicles in the field and reduce the occurrence of accidents. This paper aims to systematically sort out the cause of the accident, explore the cause of the accident and propose effective preventive measures to improve the safety performance of the special motor vehicle and reduce the accident rate by analyzing the accident cases of the special motor vehicle and combining the methods of on-site investigation and accident cause tracing. It is found that the accidents of special motor vehicles are mainly caused by human factors, vehicle factors, environmental factors, poor management and so on. According to the cause of the accident, measures and suggestions were put forward, including strengthening driver training, improving equipment maintenance, optimizing site management, strengthening safety supervision, etc., in order to improve the safety of special motor vehicles in the field and effectively reduce the accident.

Keywords

on-site special motor vehicle; Vehicle accidents; Reason analysis; Preventive measures

场内专用机动车辆事故分析及措施建议

陈亮

安徽省特种设备检测院, 中国·安徽 合肥 230000

摘要

为提高场内专用机动车辆的安全性,减少事故发生。本文旨在通过分析场内专用机动车辆事故,通过对场内专用机动车辆事故案例的深入分析,结合现场调查、事故原因追溯等方法,对事故原因进行系统梳理,探究事故发生的原因,并提出有效的预防措施,以提升场内专用机动车辆的安全性能,降低事故发生率。研究发现,场内专用机动车辆事故主要由人为因素、车辆因素、环境因素、管理不善等多方面原因导致。针对事故原因,提出了包括加强驾驶员培训、完善设备维护、优化现场管理、强化安全监管等在内的措施建议,以期提高场内专用机动车辆的安全性,有效减少事故发生。

关键词

场内专用机动车; 车辆事故; 原因分析; 防范措施

1 引言

随着我国经济的快速发展,场内专用机动车辆在各类工程建设、物流运输、仓储管理等领域得到了广泛应用。然而,近年来场内专用机动车辆事故频发,不仅给企业带来经济损失,还严重威胁到人员生命安全。本文通过对场内专用机动车辆事故的案例分析,对事故发生的原因进行了深入探讨。

2 场内专用机动车辆的定义和分类

场内专用机动车辆是指在特定场所、特定区域内使用的,专门用于运输、搬运、装卸、施工等作业的机动车^[1]。根据用途和结构特点,场内专用机动车辆可以分为轮式车

辆、轨道车辆、液压式车辆及其他车辆。轮式车辆包括叉车、观光车等;轨道车辆包括铁路平板车、轨道式堆高车等;液压式车辆包括液压式起重机、液压式叉车等;其他车辆包括高空作业车、挖掘机、装载机。

3 场内专用机动车辆事故原因分析

3.1 人为因素

人为因素主要包括操作人员违规操作、安全意识淡薄、疲劳作业等。操作人员由于缺乏专业培训、对操作规程理解不透彻、疏忽大意或为追求效率而采取违规操作,导致场内专用机动车辆事故的发生。违规操作会导致车辆性能不稳定,增加事故风险,甚至造成人员伤亡和财产损失。部分操作人员由于对安全的重要性认识不足,或因长期从事同一工作而形成惯性思维,导致安全意识淡薄。安全意识淡薄会使操作人员忽视安全操作规程,增加事故发生的可能性,严重时会引起严重后果。疲劳作业主要是由于工作强度大、工作

【作者简介】陈亮(1987-),男,中国安徽合肥人,本科,工程师,从事特种设备检验检测、质量技术监督研究。

时间长、休息时间不足等原因造成的^[2]。疲劳作业会导致操作人员反应迟钝、判断力下降,从而增加事故发生的风险,甚至造成严重事故。

3.2 车辆因素

针对场内专用机动车辆事故中车辆因素的问题,主要体现在车辆维护保养不到位及车辆故障两个方面。车辆维护保养不到位方面,部分使用者对车辆维护保养的重要性认识不足,忽视了对车辆日常保养的重要性,导致车辆在长时间使用过程中出现各种隐患。车辆维护保养操作不规范,如不及时更换机油、冷却液等,使得车辆在运行过程中出现磨损、过热等问题,增加了事故发生的风险。部分使用者未按照车辆使用说明书或厂家建议进行定期维护保养,导致车辆在关键部件出现故障时未能及时发现并处理。车辆故障方面,车辆在设计和制造过程中可能存在缺陷,如零部件强度不足、结构不合理等,导致车辆在运行过程中出现故障。零部件在制造过程中可能存在质量问题,如焊接不良、材料性能不稳定等,使得车辆在运行过程中容易出现故障。使用者在使用过程中可能对车辆进行不当操作,如超载、超速等,导致车辆部件承受超出设计范围的负荷,从而引发故障。

3.3 环境因素

环境因素包括作业场地条件不良及天气因素影响等两个方面。作业场地布局混乱,车辆通行例如,路线不清,易导致车辆行驶过程中发生碰撞或碰撞其他障碍物,引发事故。场地内缺乏必要的警示标志、减速带、隔离设施等,导致驾驶员视线受阻,反应不及时,容易发生事故。地面不平整,存在坑洼、积水等情况,影响车辆行驶稳定性,增加事故风险。同一区域内存在多个作业点,车辆、人员交叉作业频繁,易发生碰撞事故。雨雪天气会导致路面湿滑,车辆制动距离延长,驾驶员视线受阻,容易发生事故。另外,高温天气下,车辆容易出现故障,驾驶员易出现疲劳驾驶,增加事故风险。大风天气影响车辆稳定性,容易发生侧翻事故。雾霾天气导致能见度降低,驾驶员视线受阻,容易发生追尾事故。

3.4 管理因素

管理因素包括安全管理制度不完善及安全培训不足两个方面。安全管理制度不完善表现为部分场内专用机动车辆的安全管理制度过于笼统,未能针对不同车型、不同作业环境制定具体的安全操作规程,导致实际操作中存在安全隐患。安全管理制度在执行过程中存在漏洞,如部分管理人员对安全管理制度重要性认识不足,导致制度执行不到位,从而引发事故^[3]。对场内专用机动车辆的安全管理监督检查力度不够,未能及时发现和纠正安全隐患,导致事故发生。安全培训不足体现在安全培训内容过于简单,未能涵盖场内专用机动车辆操作的全过程,导致操作人员对安全知识掌握不足。安全培训方式过于单一,如仅采用理论讲解,缺乏实践操作,导致操作人员在实际操作中难以运用所学知识。安全培训时间安排不合理,部分操作人员因工作繁忙,未能充

分参加培训,导致安全意识淡薄。对安全培训的效果评估不够,无法有效了解操作人员对安全知识的掌握程度,导致培训效果不佳。

4 场内专用机动车辆事故防范措施建议

4.1 加强人员管理

4.1.1 提高操作人员素质

在选拔场内专用机动车辆操作人员时,要注重其专业素养和实际操作能力,确保所选人员具备胜任岗位的能力。定期组织操作人员参加专业培训,提高其业务水平,包括驾驶技能、安全知识、应急处理等方面的培训。在实际工作中,指导操作人员进行实地操作,使其在实际环境中提高应对复杂情况的能力。定期对操作人员进行考核评估,确保其业务水平不断提高,为场内专用机动车辆的安全运行提供保障。

4.1.2 强化安全意识教育

定期举办安全知识讲座,使操作人员充分认识到场内专用机动车辆安全的重要性。通过事故案例分析、警示教育片等形式,让操作人员深刻认识到违反操作规程可能导致的严重后果。通过培训、宣传栏、网络等多种渠道,普及场内专用机动车辆安全操作知识,提高操作人员的安全意识^[4]。明确各级人员的安全职责,形成人人重视安全、人人参与安全的良好氛围。

4.1.3 合理安排作业时间

严格遵守作业时间规定,确保操作人员有充足的休息时间,避免疲劳驾驶。根据作业需求,合理安排作业时间,避免连续长时间作业,确保操作人员的身心健康。适当调整作业班次,确保操作人员在作业期间保持良好的精神状态。加强夜间作业管理,确保操作人员在夜间作业期间有足够的照明和休息时间。

4.2 加强车辆管理

4.2.1 定期进行车辆维护保养

建立完善的车辆维护保养制度,确保每辆车辆按照规定周期进行保养。采用专业的保养工具和设备,保证保养质量。做好保养记录,便于跟踪车辆状况,及时发现潜在问题。加强车辆安全检查,确保车辆符合安全标准。定期对车辆进行安全性能测试,确保车辆处于良好状态。建立完善的车辆保险制度,降低事故损失。

4.2.2 及时排除车辆故障

建立车辆故障处理流程,确保故障车辆得到及时维修。配备专业的维修人员,对车辆进行定期检查,及时发现并排除故障。加强对维修人员的技术培训,提高其故障诊断和维修能力。做好故障维修记录,便于分析故障原因,为后续预防提供依据。

4.3 改善作业环境

4.3.1 优化作业场地布局

合理规划场地,确保车辆行驶路线清晰,减少交叉作业,降低事故发生的风险。设置明显的警示标志,如减速带、禁

行区域等,引导驾驶员遵守交通规则。在作业区域设置隔离设施,如围栏、警示桩等,防止无关人员进入作业区域。合理安排作业区域内的临时停车场,确保车辆停放整齐,避免占用通道。定期检查和维护场地设施,确保其安全可靠。

4.3.2 做好恶劣天气的防范措施

加强对驾驶员的培训,提高他们在恶劣天气下的驾驶技能和应对能力。在恶劣天气来临前,提前做好预防措施,如清理场地积雪、铺设防滑材料等。在恶劣天气期间,合理安排作业计划,尽量减少场内专用机动车辆行驶。加强对车辆的检查和维护,确保其在恶劣天气下的安全性能。建立应急响应机制,一旦发生事故,能够迅速启动救援措施。

4.4 完善安全管理制度

4.4.1 建立健全安全管理制度

制定场内专用机动车辆安全管理规定,明确车辆使用、维护、保养、检验、报废等各个环节的安全要求。建立车辆使用登记制度,对每台车辆进行编号、登记,确保车辆信息准确、完整。制定车辆操作规程,明确驾驶员、操作人员的安全操作标准,确保车辆安全运行。建立车辆维护保养制度,定期对车辆进行检查、保养,确保车辆技术状况良好^[5]。制定应急预案,针对可能发生的各类事故,制定相应的应对措施,确保事故发生时能够迅速、有效地进行处置。建立安全教育培训制度,定期对驾驶员、操作人员进行安全教育培训,提高其安全意识和操作技能。

4.4.2 加强安全监督检查

设立安全检查小组,负责对场内专用机动车辆的安全管理进行监督检查。定期开展安全检查,对车辆、驾驶员、操作人员的安全情况进行全面检查,发现问题及时整改。加强对车辆维护保养的监督检查,确保车辆技术状况符合安全要求。对驾驶员、操作人员进行考核,确保其具备相应的安全操作技能和素质。建立安全信息反馈机制,及时收集、整理、分析安全信息,为安全管理提供依据。对违反安全管理制度的行为进行严肃处理,确保安全管理制度得到有效执行。

4.5 加强应急管理

4.5.1 制定应急预案

针对场内专用机动车辆可能发生的各类事故,如火灾、交通事故、机械故障等,制定相应的应急预案。成立由各

部门负责人组成的应急小组,负责事故的应急处理和协调工作。针对不同事故类型,制定相应的应急措施,包括现场救援、人员疏散、设备保护、信息发布等。明确应急预案的启动条件、应急响应级别、应急处理流程等,确保事故发生时能够迅速、有序地开展应急工作。根据应急预案内容,制定应急演练方案,包括演练时间、地点、参演人员、演练内容等。

4.5.2 定期进行应急演练

根据应急预案,制定年度应急演练计划,确保应急演练的全面性和有效性。按照演练计划,定期组织应急演练,检验应急预案的可行性和应急队伍的实战能力。应急演练内容应涵盖应急预案中的各项应急措施,包括现场救援、人员疏散、设备保护、信息发布等。演练结束后,对演练进行评估,总结经验教训,对应急预案进行修订和完善。将演练总结报告提交给相关部门,对演练过程中存在的问题进行反馈,提高应急队伍的应急能力。

5 结论

针对场内专用机动车辆事故发生的原因,企业应加强对驾驶员的专业培训,提高驾驶员的操作技能和安全意识。对场内专用机动车辆进行定期检验,确保车辆性能良好,消除安全隐患。建立健全场内专用机动车辆管理制度,加强对驾驶员的考核和监督,提高安全意识。在场内地内设置警示标志、限速标志等安全防护设施,提高驾驶员的安全意识。制定场内专用机动车辆事故应急预案,提高事故应急处理能力。通过以上措施,有望提高场内专用机动车辆的安全性,减少事故发生,为企业和社会创造良好的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 覃予春,韦清映,郑云琴,等.场(厂)内专用机动车辆安全质量提升探讨[J].中国检验检测,2023,31(05):76-78.
- [2] 柴兴,邱郡,陈梁胜.场(厂)内专用机动车辆事故分析及措施建议[J].中国特种设备安全,2023,39(S1):49-52+59.
- [3] 邢丽媛.场(厂)内专用机动车辆常见故障分析及预防措施[J].中国设备工程,2023,(11):189-191.
- [4] 任发才.场(厂)内专用机动车辆事故统计分析及防范措施[J].劳动保障,2023,(02):59-61.
- [5] 胡延军.场(厂)内专用机动车辆事故原因分析及措施研究[J].甘肃科技,2021,37(13):87-88+103.

Study on the common problems and treatment methods in the trace identification of road traffic accidents

Honghua Li

Guangdong Zhongzhi Trace Judicial Identification Institute, Foshan, Guangdong, 528000, China

Abstract

Trace identification method is a common way in road traffic accident identification, which has the advantages of simple and accurate operation. This paper discusses the common problems in the identification of road traffic accidents and its treatment methods. Using the literature research method, the paper first analyzes the common problems such as field damage, improper trace extraction and preservation, and incomplete analysis of identification results. In view of these problems, the treatment methods such as strengthening the field protection and exploration, standardizing the trace extraction and preservation, and strengthening the analysis of identification results are put forward. The aim is to improve the accuracy and effectiveness of road traffic accident trace identification and provide strong technical support for the fair treatment of traffic accidents.

Keywords

traffic accident; trace identification; problem and treatment method

道路交通事故痕迹鉴定中常见问题与处理方法研究

李虹华

广东中智痕迹司法鉴定所, 中国·广东 佛山 528000

摘要

痕迹鉴定法是道路交通事故鉴定工作中的常用方式, 具有操作简便、准确的优势。本文深入探讨了道路交通事故痕迹鉴定中的常见问题及其处理方法。文章运用文献研究法等, 首先分析了现场易受破坏、痕迹提取与保存不当、鉴定结果分析不全面等常见问题。针对这些问题, 提出了加强现场保护与勘查、规范痕迹提取与保存、强化鉴定结果分析等处理方法。旨在提高道路交通事故痕迹鉴定的准确性和有效性, 为交通事故的公正处理提供有力的技术支持。

关键词

交通事故; 痕迹鉴定; 问题; 处理方法

1 引言

道路交通事故痕迹鉴定, 就是通过对事故现场留下的各类痕迹的科学分析与研究, 查明发生的过程、车辆的行驶状况、碰撞点的地点等, 从而为事故的处置提供必要的基础^[1]。其可以辅助交通警察还原交通事故现场, 确定交通事故的责任, 为交通事故的调解、仲裁、诉讼等提供强有力的技术支持。

痕迹鉴定的主要内容包括车辆痕迹鉴定、人体痕迹鉴定、地面痕迹鉴定以及其他痕迹鉴定。汽车痕迹鉴定主要是指汽车的碰撞痕迹、轮胎痕迹和车身损伤痕迹等, 根据这些痕迹的分析, 可以推断出汽车的行驶速度, 撞击角度, 撞击力等。人体痕迹鉴定可揭示出受伤者遭受的损伤部位、损伤的严重性以及与事故车辆的接触细节, 这对于明确事故发生

时的人员受伤原理及责任划分具有重要作用。地面痕迹鉴定通过对刹车印痕、轮胎滑动轨迹以及散落物的分布状况进行细致观察与鉴定, 可以揭示出事故发生时车辆的运动路径及制动状态。其他痕迹鉴定, 如交通标志、标线的损坏情况^[2]。基于以上认知, 下面对道路交通事故痕迹鉴定中常见问题与处理方法展开深入分析。

2 道路交通事故痕迹鉴定中的常见问题

2.1 现场容易受破坏, 痕迹鉴定不完整

在交通事故中, 由于各种原因, 往往会造成现场的某些关键线索缺失或被破坏, 从而给后续的鉴定工作造成一定的难度^[3]。如在事故发生之后, 周围的人会不自觉地对现场进行破坏, 比如踩踏, 触碰或者移动现场的物品, 这样就会改变原有的轨迹。医务工作者在救治伤者时, 可能会搬动交通工具, 或者其他物品, 这些都有可能对痕迹的完整性造成影响。

此外, 由于道路交通事故往往具有一定的时效性, 测

【作者简介】李虹华(1993-), 男, 中国广西陆川人, 从事司法鉴定车辆安全性能鉴定研究。

试车辆往往要在较短的时间内进行测试，这就造成了某些关键线索的缺失。在突发事件中，往往不能有足够的现场进行全面细致的勘查，这就会影响到现场的取证与记录。图1为道路交通事故现场的刹车痕迹。



图1 交通事故现场的刹车痕迹

2.2 痕迹提取与保存不当

各类痕迹的收集需对应适宜的方法，若方法选用错误，可能会造成痕迹的毁损或沾染。比如说，针对那些易蒸发的液体痕迹，如果不能迅速并且正确地实施搜集手段，就可能让它们蒸发消失，进而无法实施准确的检测分析。此外，一旦提取痕迹，其储存条件若不达标，将对痕迹的稳定性和使用价值造成不利影响。例如，某些生物遗迹必须在低温度和干燥状况下妥善存放，若未能如此，它们可能会腐败或分解，进而降低鉴定结果的精确度。

2.3 痕迹鉴定技术与仪器设备存在限制

现阶段，尽管痕迹鉴定技术有了显著的进步，但依旧面临着若干限制。比如说，在处理某些复杂的事故现场时，仅使用传统的痕迹鉴定手段或许无法精确地重现事故的详细过程，这时候就必须借助额外的技术方法来进行全面的分析和推断。

此外，部分检测仪器的准确度和敏感度存在不足，这限制了其对细小痕迹的高精度检测与评估能力，进而可能对鉴定结果的精确度造成不利影响。譬如，在评估车辆撞击痕迹的深度与角度时，若仪器准确度较低，便可能产生较大的测量偏差，这将对事故责任的认定造成干扰^[4]。

2.4 勘查人员专业素质不足

个别勘查工作者在痕迹鉴定方面缺少系统的理论知识和实际操作技巧，这在现场勘查过程中导致他们无法精确和全面地识别及搜集痕迹，进而对痕迹的完整性与可用性造成了负面影响。譬如，他们对各类车辆在碰撞后留下的痕迹在形状、大小、方向等特征上的差异和规律缺乏认识，这使得他们难以对事故现场遗留的痕迹进行准确的性质判定和来源追溯。

此外，痕迹的采集作业对技术要求极高，它要求侦查人员掌握精湛的操作技巧。有些侦查人员因缺乏足够的实际操作经验，在进行痕迹采集的过程中，其手法可能不够标准，这有可能对痕迹造成损害或者使其受到污染，进而损害痕迹的完整性与可用性。例如，在采集车辆表面的油漆残留时，若采用不恰当的工具或手段，可能会引发油漆剥离或与其他杂质相混合的问题。

2.5 鉴定结果分析不全面

在分析痕迹鉴定报告的过程中，偶尔会遇到证据之间的联系不够紧密的情况，也就是说，难以将鉴定的成果与案件的其他线索紧密联系起来，进而影响鉴定结论的置信度。譬如，即便已通过痕迹分析锁定了车辆相撞的具体位置，假如不能和其他证据形成联动验证，便很难精确地确定事故的过错方。

在处理部分错综复杂的交通事故时，单凭痕迹检验的结论往往不足以全面重现事故发生的具体情况，必须融合其他技术和专业理论知识来共同推断。但在实际操作过程中，由于缺少高效的事故重建技术和设备，往往造成事故过程的精准复位变得极为困难，这直接影响了鉴定结论的精确度及其可信度。

3 道路交通事故痕迹鉴定问题的处理方法

3.1 加强现场保护与勘查

在事故发生后，必须立即着手进行现场的保全工作，避免任何人为及自然因素对现场遗留痕迹的破坏。通过设立隔离带、指派专人负责看护等手段，来维护现场痕迹的完整性与可信度^[5]。

具体做法包括：在抵达事故现场后，执勤交警需严格遵循《道路交通事故处理程序规定》及相关技术准则，迅速展开以下应急处理动作：进行现场封闭、确保安全防护以及及时救助受伤者等。可划设警示区域，并指派专人监管，杜绝非相关人员踏足，以免现场遭受破坏。针对那些易于消失的道路标记和散落物品，需用塑料布、遮阳网、草席等材料进行覆盖保护。若因救治伤员而需移动车辆，须事先做好记号，例如用白板笔或石笔在车轮外侧的中间位置，垂直于地面划出“T”字形，以标定车辆停放的确切位置。同时，应保持危险报警灯的闪烁状态，并在车辆前方50米远处设立警示标志，以预防后续交通事故的发生。在勘查人员进行

现场勘查作业期间,他们应当配备必要的个人防护用品,例如戴好帽子、手套等,以防对现场证据产生污染。

2.2 规范痕迹提取与保存

针对不同类型的痕迹,应选用恰当的提取方法。例如,在处理液体类痕迹时,可运用吸收或粘附等手段来搜集;而在固体痕迹的处理上,则可利用摄影、复制、分割等技巧进行搜集。在整个提取动作中,需谨慎操作,以防对痕迹造成破坏或使其受到污染,以保障痕迹的完整程度和可用性不受影响。

在留存相关痕迹时,需依据痕迹的特性和本质,挑选适宜的存放方式。针对易蒸发的液态痕迹,需迅速实施密封措施,并将其存放于阴冷且干燥的区域;而对于生物类痕迹,则应迅速实施冷藏或干燥处理,以避免其品质蜕变或损坏。此外,还需构建一套完整的痕迹储存管理体系,对痕迹的储存、提取、应用等流程实施严谨的监管,以保障痕迹的完好与安全。

2.3 引进先进技术与精密设备

为提高现场痕迹鉴定的准确性与有效性,要不断加强技术方法创新。如在现场事故处理中,可积极采用虚拟现实、三维激光扫描、人工智能等先进的技术手段,用先进技术为痕迹鉴定工作赋能,提高痕迹鉴定结果的可信度。另外,针对传统的鉴定手段难以支持事故重建的问题,可利用三维激光扫描技术准确、快速地扫描现场,获取现场三维数据,再做进一步的重建工作。

除不断创新技术方法外,还要不断更新、优化相关仪器设备。利用高精度测量设备,能够对车辆撞击后留下的痕迹实施更为准确的测定,从而为确定交通事故责任提供更为精确的数据基础。此外,必须重视对鉴定工具的定期检修与养护工作,以保证其稳定运作,从而提升鉴定作业的效率与成效。

2.4 强化对勘察人员的知识与技能培训

强化对勘察人员的系统训练与知识培训,提升工作人员能力素质,为相关工作的开展提供保障。可以定期举办勘察人员的专业提升课程和技术研讨活动,吸收前沿的勘察理念与技术手段,以提升他们在现场勘查方面的专业素质和工作效率。如组织人员参加“2024年文书和痕迹鉴定理论与实践培训班”,此类培训由权威机构如司法鉴定科学研究院与地方司法鉴定协会联合举办,邀请来自最高人民检察院检察技术信息研究中心、中国人民公安大学、中国刑事警察学院等单位的权威专家和学术带头人进行专题授课。参加这类

培训班对人员能力素质的提升有很大作用。

另外,培训内容中应当融入最新科技和前沿技术的内容教授,例如全息投影测量、远程感知探测等,旨在助力探测人员迅速习得创新手段和技术,从而提升勘探作业的效率 and 精准度。与此同时,确立一套标准化的管理体系,强化对探测人员的评估与奖励,激励、促进工作人员能够持续提高职业技能,进而提升事故现场痕迹鉴定的准确性与有效性。

2.5 强化鉴定结果分析

在分析痕迹检验报告时,必须结合其他各类证据进行综合研判,比如现场勘察记录、目击者陈述、以及监控画面等,以此构建起闭合的证据体系,从而增强鉴定结论的可信度。譬如,将痕迹检验的发现与监控资料中的车辆动态路线进行对照研究,有助于更加精确地确定交通事故的责任归属。

可以借助尖端事故重建技术,如物理模型、计算机模拟等手段,对事故现场实施复原,重现事故发生的详细情形。借助事故复原的结果,能更加清晰地呈现事故的演变过程,为确定事故责任提供坚实的证据支撑。

3 结语

道路交通事故痕迹鉴定是一项复杂而细致的工作,对于还原事故真相、明确责任划分具有重要意义。本文通过对痕迹鉴定中常见问题的深入分析,提出了相应的处理方法,旨在提升痕迹鉴定工作的科学性和准确性。在实际工作中,应不断加强现场保护与勘查,规范痕迹提取与保存流程,积极引进先进技术与精密设备,持续强化勘察人员的专业培训,并注重鉴定结果的全面分析。只有这样,才能确保痕迹鉴定结果的可靠性和有效性,为交通事故的公正处理提供坚实的技术保障。

参考文献

- [1] 龚菲.道路交通事故中车辆痕迹鉴定技术研究综述[J].法制博览,2024,(34):109-111.
- [2] 梁展华.道路交通事故中的痕迹鉴定运用[J].法制博览,2024(22):111-113.
- [3] 王超,何景亨.交通事故痕迹物证综合鉴定中图像测量技术的应用[J].法制博览,2024,(22):117-119.
- [4] 刘新羊.道路交通事故车辆碰撞痕迹位置案例分析[J].法制博览,2024,(19):90-92.
- [5] 邵智存,秦伟超,周伯贞,等.浅析车体痕迹鉴定在道路交通事故中的应用[J].汽车实用技术,2021,46(16):204-206.

Connector failure mode analysis and preventive maintenance strategy optimization in subway operating environment

Boxiong Zhi Jinyao Zeng Jinhan Xu

Avic Optronics Huayi (Shenyang) Electronic Technology Co., LTD., Shenyang 110000, China

Abstract

With the continuous promotion of modern urban construction, the subway has become a key part of China's urban rail transit system by virtue of its efficient, fast and large transportation characteristics. The acceleration of urbanization has led to an increasingly prominent problem of urban traffic congestion. Subway construction provides convenient and punctual travel services for citizens by relieving the pressure of surface traffic, which is crucial to improving the efficiency of urban traffic. The safe and stable operation of urban rail transit system depends on the cooperative work of multiple subsystems, among which connectors, as the core components, assume the important responsibilities of connecting electrical equipment, transmitting electrical energy and signals. This study focuses on the analysis of fault modes of electrical connectors in subway operation and the optimization of preventive maintenance strategies.

Keywords

subway; Connector; Failure mode; Preventive maintenance

地铁运营环境下连接器失效模式分析及预防性维护策略优化

智伯雄 曾进瑶 徐金汉

中航光电华亿(沈阳)电子科技有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110000

摘要

随着现代城市建设的持续推进,地铁凭借其高效、快速、大运量的特点,已成为我国城市轨道交通系统的关键一环。城镇化进程的加速导致城市交通拥堵问题日益突出,地铁建设通过缓解地面交通压力,为市民提供了便捷、准时的出行服务,对提升城市交通效率至关重要。城市轨道交通系统的安全稳定运作依赖于多个子系统的协同工作,其中,连接器作为核心组件,承担着连接电气设备、传输电能与信号等重要职责。本研究聚焦于地铁运行中电接头的故障模式分析以及预防维修策略的优化。

关键词

地铁; 连接器; 失效模式; 预防性维护

1 引言

城市轨道交通系统的顺畅运行离不开各子系统的协同合作,连接器作为核心部件,在电气设备连接、电能与信号传输中发挥着关键作用。从牵引、制动到通信、控制、车站供电、信号等系统,连接器无处不在,其性能直接关系到地铁的安全、可靠与高效运行。一旦连接器发生故障,将引发信号传输中断、设备失效乃至列车停运,严重影响旅客出行与城市运行。因此,深入探究地铁系统中连接器的失效模式,并优化预防维修策略,具有极为重要的现实意义。

2 连接器失效模式分析

2.1 电接触失效

2.1.1 接触电阻增大

在地铁运行过程中,接头因氧化、腐蚀及磨损等因素导致接触电阻上升是一个常见现象。尤其是在湿度较高的环境下,接头金属接触面容易与空气中的氧气发生反应,形成高阻抗的氧化物,从而阻碍电流的顺畅传输,进而使接触电阻增大。例如,在滨海地区的地铁交通系统中,由于大气中盐分含量较高,接头的腐蚀速度加快,氧化膜生成更为迅速,接触电阻增加的问题尤为显著。

此外,地铁运营过程中,接插件的接触面会持续受到摩擦与振动的作用,导致接触面磨损。摩擦系数增大时,触点面积会相应减小,进而增大接触电阻。而接触电阻的上升又会导致接头内部温度升高,加速触点的氧化与磨损,形成一个不断恶化的循环。

【作者简介】智伯雄(1989-),男,中国辽宁沈阳人,硕士,工程师,从事轨道交通连接器研究。

2.1.2 接触力下降

随时间推移,弹性体材料会逐步老化,回弹力减弱,从而导致触点压力不足。而随着温度的升高将会进一步加速弹性体老化,加剧接触力下降问题。此外,在列车经过道岔、弯道时,接头会受到强烈冲击,使弹性体发生塑性变形,影响接头的力学性能。触点压力的下降会降低触点质量,进而影响接头的导电性能,严重时甚至引发停电事故^[1]。

2.2 绝缘失效

2.2.1 绝缘性能减弱

受环境温度高、污染严重以及绝缘材料老化等多重因素影响,绝缘电阻呈现出下降趋势。在潮湿闷热的地铁隧道环境中,水分容易渗透进接头内部,附着并侵入其表面及内部,导致电阻率缩减,进而使得绝缘电阻值降低。此外,空气中的尘埃、油污等杂质也会沉积在绝缘材料表面,形成导电通道,加剧绝缘电阻的下降。随着使用时间的增长,绝缘材料逐渐老化,分子结构发生变化,绝缘性能逐渐衰退,进一步导致绝缘电阻的降低,在地铁线路中,绝缘电阻的下降可能引发线路短路、漏电等故障,对城市轨道交通的安全运行构成严重威胁。当绝缘电阻降至临界值时,电流可能穿透绝缘层,造成电器设备损坏,严重时甚至引发火灾危害。

2.2.2 绝缘击穿

在城市轨道交通系统中,雷击、电气设备运行异常等因素可能导致过电压现象频发,久而久之,当接头所承受的电压超过其绝缘材料的耐受极限时,将发生绝缘击穿。同时,如果连接件存在尖角、孔洞等设计缺陷,将引发电场强度集中,降低其耐压能力,增加绝缘失效的风险。

地铁线路绝缘击穿是影响地铁运营安全的关键因素之一,可能导致设备损坏、列车停运等后果,严重时甚至危及行车安全。不仅如此,绝缘击穿发生时,巨大电流瞬间穿透绝缘层,产生高温及电弧,对连接件及周边电器造成严重损害^[2]。

2.3 机械连接失效

2.3.1 接头不稳

振动、摇晃以及不当的安装方式均可能导致接头出现不稳现象。地铁列车在高速行驶过程中,会产生持续的振动与冲击,使得接头连接部位反复受力,进而引发接头松动。若连接件在安装时未能按照规定的力矩拧紧,或安装位置存在偏差,也可能导致接头在使用过程中变得不稳。接头的这种不稳定状态会降低连接的稳固性和可靠性,严重时甚至会导致接头脱落,进而引发电器故障。在列车通讯系统中,连接件的不稳可能导致信号传输中断,对行车计划和安全监控造成不利影响。

2.3.2 零件破损

材料的疲劳、应力集中以及过大的外力均可能成为零件破损的诱因。在长期的运行过程中,连接件的力学部件会经历多次受力,一旦应力超过材料的疲劳极限,便可能产生

疲劳裂纹,并随着裂纹的扩展导致零件破损。若连接件存在设计上的缺陷,如尖角、缺口等,将引发应力集中,从而降低零件的强度,增加破损的风险。在列车发生碰撞、脱轨等意外情况时,连接件会承受巨大的外力,进而导致其机械部件破损。这种破损将使连接件完全失去连接功能,对地铁的安全运营构成严重威胁。在列车刹车系统中,若接头的机械部分发生破损,轻则导致刹车失效,重则危及行车和乘客的安全。

3 预防性维护策略的优化升级

3.1 基于状态监测的维护策略

3.1.1 监控技术选择策略

我们选用振动监控技术,通过为连接件装配振动传感器,实时捕获列车运行状态下连接件的振动信号。地铁运行时振动频繁,振动幅值、频率及相位的变化能够直观反映接头的机械连接状态。例如,连接件松动会导致振动信号幅度增大、频率改变。分析这些振动信号,我们可以检测潜在的松动、磨损等问题,从而及时采取紧固或更换措施,预防机械连接故障。

同时,为了有效规避这种现象,可以采用电参数监控技术,实时监测连接器的电压、电流和电阻等关键参数。通过监控触点电阻的变化,能够直接了解连接件电触点的性能,当触点电阻异常增加时,便会出现触点氧化、腐蚀或松动等问题,需立即处理。通过结合多种监控手段,能够及时发现异常现象,实现对接头多维度、全面且精确的监控,为预防性维护工作提供了坚实的数据基础。

3.1.2 数据收集与深度分析

采用压电式振动传感器、热敏电阻温度传感器、霍尔电流传感器等高精度传感器,通过有线或无线方式实时传输振动、温度和电气参数等信息至数据采集系统。在数据采集过程中,确保传感器正确放置且能真实反映连接器工作状态至关重要。为了直观获取振动信息,还应将振动传感器安装在连接器壳体或连接处;为了确保测温精度,传感器需与插件发热点紧密接触。

在此基础上,可以运用机器学习中的SVM算法和人工神经网络等方法对收集到的数据进行深度挖掘,即在故障发生后,利用该模式进行诊断并预测故障发展趋势。例如,SVM算法能在高维空间中寻找最优分类超平面,有效区分正常与异常数据,从而准确判断接头状态。

3.1.3 维护策略制定

当监控数据显示某一连接件的某项参数达到或超过预设阈值时,系统会发出警报,提示维修人员进行进一步检查。例如,若检测到连接器振动幅度持续增大并超过临界值,维修人员应立即拧紧连接器或检查连接部位磨损情况。根据警报的严重程度和连接件的实际状况,确定维修工作的优先级和时间表。对于可能引发重大故障的警报,立即安排维修人

员处理；对于轻微故障，根据具体情况灵活调整维修计划，适时提前或延迟维修^[3]。

3.2 维护资源的优化配置

3.2.1 人力资源与物资配置优化

维修人员不仅需要扎实的机电知识基础，还需熟练掌握振动监测、温度监测等多种监控手段以及数据分析软件的应用，以便准确判断接头故障并实施有效维修。依据维修任务的复杂程度和工作量，合理调配维修人员资源。面对地铁线路长、站点多的情况，适当增加维修人员数量，确保各站点接插件得到及时维护。同时，加强对维修人员的技能培训，定期组织培训与考核，不断提升其维修能力，以满足维修工作的实际需求。

在物资管理方面，优化零部件库存管理，根据连接件使用频率、故障率及采购周期等因素，科学设定合理的库存量。对于常用接头类型和易损零件，保持适量库存，确保故障发生时能够迅速替换。通过库存管理系统的应用，实时监控备品备件的库存量和出入库情况，实现动态管理。与供应商保持紧密联系，缩短采购周期，降低库存成本。在库存不足时，及时补充，避免因备件短缺导致的维修延误。

3.2.2 维护计划灵活调整策略

在城市轨道交通运营过程中，应结合实际情况灵活调整维修计划。列车故障、线路施工等因素可能导致工作环境变化，增加故障发生概率。面对这种情况，应迅速调整维修计划，加强对相关连接件的监控与维修。在施工期间，针对振动、粉尘等可能对邻近接插件造成的影响，应提前安排维修人员进行检测与保护，确保设备正常运行。

通过连接器运行状态监控与失效预测，弹性调整维修方案。在监控过程中，若发现某连接器性能逐渐下降，虽未失效但存在隐患，也应及时安排检修或更换工作，预防失效发生。相反，若某连接器运行状态持续良好，且监控数据表明其稳定可靠，适当延长维修周期，合理配置维修资源。通过灵活调整维修计划，使维修工作更加贴合地铁运营实际需求，提高了维修工作的针对性和实效性。

3.3 人员培训与技术提升

3.3.1 专业维修技能培育

通过实际操作演示和图解说明，维修人员能够直观了解连接器内部结构，如插头、插座、绝缘材料等部件的功能及其相互作用，从而增强对连接器整体构造的认识。

在维修技能培训课程中，重点教授维修人员如何通过细致观察、精确测量及深入分析，准确判断连接器故障类型

及其成因。例如，面对接触不良问题，维修人员需学会观察接触点外观，测量接触电阻，以判断是否为氧化、腐蚀或松动等因素所致。同时，通过典型故障案例分析，维修人员能够更全面地了解各种故障的表现形式及应对策略，进而提升其故障诊断与解决能力。

3.3.2 创新技术应用教育

在“智能监控技术”专题培训中，特邀业内专家或厂商技术人员，为维修人员详细解读智能监控装置的工作原理、安装步骤、调试方法及操作流程。针对振动监测、温度监测等智能化监控设备，指导维修人员正确安装、设置监控参数，并利用监控软件实时查看与分析监控数据。通过实践操作和实例演示，维修人员能够熟练掌握智能监控技术的使用方法，实现对连接器的实时高效监控。

在数据分析技能培训方面，应根据维修人员的实际需求，选择合适的数据处理软件，如 Python、Excel 等，开展针对性培训。培训内容涵盖数据收集、数据清洗、数据分析及数据可视化等多个环节。例如，教授维修人员如何利用 Python 编写程序处理与分析监控数据，完成统计分析与趋势预测；同时，利用 Excel 软件进行数据可视化处理，以图形化方式直观展示分析结果，帮助维修人员更清晰地了解连接器的工作状态。通过这一系列培训，维修人员的专业知识水平得到显著提升，对维修工作的认识更加深入，维修效率也随之提高。

4 结语

因此，在地铁运行所面对的复杂多变环境中，电连接器的故障已成为影响地铁运行安全性和可靠性的重要因素。基于对其失效原因的深度剖析，我们识别出电接触失效、绝缘失效以及机械连接失效这三种主要形式。这些失效方式的发生，不仅与连接器本身的设计和制造质量密切相关，同时也深受地铁特有的工作环境所影响。本文所取得的研究成果，将为确保地铁的安全可靠运行提供坚实的理论支撑和重要的技术支持。

参考文献

- [1] 郜建涛,王西召,耿彦超,等.腐蚀损伤下复杂构型平台刚性连接器极限强度的时变可靠性分析[J].船舶,2023,34(05):106-112.
- [2] 安维峰.多因素耦合下水下卡箍连接器金属密封机理及结构可靠性分析[D].中国石油大学(北京),2023.
- [3] 郭鸿杰.高温振动应力下电连接器的可靠性试验评估[D].浙江理工大学,2023.

Research on intelligent operation management of heavy haul railway engineering equipment

Chaochao Kang

Yuanping Branch of Guoneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034100, China

Abstract

The traditional heavy-haul railway engineering equipment operation mode is faced with many challenges, such as low manual operation efficiency and high safety risk. The development of intelligent operation of heavy-haul railway engineering equipment is the demand of The Times, which will bring revolutionary changes to railway transportation. In order to improve the transportation efficiency and safety of heavy-haul railway engineering equipment, the application of intelligent operation has become an inevitable trend. This paper systematically analyzes the intelligent operation system architecture of heavy haul railway public works equipment, discusses the protection strategy of key facilities such as public works equipment from the aspects of intelligent operation and maintenance, intelligent maintenance, intelligent detection and intelligent construction, and further summarizes the detection method based on multi-source data fusion. Through the actual case verification, it shows that intelligent operation can effectively improve the transportation efficiency, reduce the failure rate of equipment, and provide theoretical support for the intelligent upgrade of heavy-haul railway engineering equipment.

Keywords

intelligent operation; Intelligent operation and maintenance; Intelligent maintenance; Intelligent detection; Intelligent construction

重载铁路工务设备智慧运营管理研究

康超超

国能朔黄铁路发展有限责任公司原平分公司, 中国·山西 忻州 034100

摘要

传统的重载铁路工务设备运营模式面临着诸多挑战,如人工操作效率低下、安全风险较高等。重载铁路工务设备智慧运营的发展是时代的需求,它将为铁路运输带来革命性的变化。为了提高重载铁路工务设备的运输效率和安全性,智慧运营的应用成为了必然趋势。本文系统分析了重载铁路工务设备智慧运营体系架构,从设备智慧运维、智慧养护、智慧检测及智慧施工等方面,探讨了工务设备等关键设施的保护策略,进一步总结了基于多源数据融合的检测方法。通过实际案例验证,表明智慧运营可有效提升运输效率,降低设备故障率,为重载铁路工务设备的智能化升级提供理论支撑。

关键词

智慧运营; 智慧运维; 智慧养护; 智慧检测; 智慧施工

1 引言

随着经济的快速发展,货物运输需求不断增长,重载铁路工务设备作为一种高效的运输方式,在现代物流体系中发挥着重要作用。本文通过对相关技术的研究和应用,提高重载铁路工务设备的运行效率和安全性,为经济发展提供有力的支持。

2 重载铁路工务设备智慧运维

线路设备智慧运维系统主要由数据采集模块、传感器

与检测设备、数据处理与分析模块、预警与报警模块、维修决策与执行模块及人机交互界面几部分组成。数据采集模块负责实时采集线路设备的状态信息,如轨道几何状态、钢轨温度、轨距变化等。传感器与检测设备用于检测线路设备的运行状态,如振动、噪声、温度等。数据处理与分析模块对采集到的数据进行处理和分析,识别潜在故障和异常。预警与报警模块根据分析结果,对潜在故障和异常进行预警和报警,提醒维护人员及时处理。维修决策与执行模块根据预警信息,制定维修方案,并指导现场维修人员进行操作。人机交互界面提供维修人员与系统交互的平台,便于查看设备状态、维修进度等。线路设备智慧维修系统对线路设备进行实时监测,及时发现异常情况。

【作者简介】康超超(1990-),男,中国山西忻州人,本科,助理工程师,从事重载铁路、智慧运维、智慧检查、智慧养护研究。

3 重载铁路工务设备智慧养护

3.1 轨道电路与绝缘节保护

ZPW-2000A 无绝缘轨道电路凭借其独特的阻抗匹配与陷波滤波技术,有效降低了分路不良的风险。在日常维护中,技术人员需定期对轨道电路进行检测和调试,确保其性能稳定。通过对阻抗的精准匹配和对干扰信号的有效滤波,该轨道电路能够为列车运行提供可靠的信号传输,保障重载铁路工务设备的安全运行^[1]。以朔黄铁路为例,该铁路应用紫外成像仪对绝缘节进行检测,及时发现电蚀损伤等潜在问题。配合使用纳米涂层材料,显著延长了绝缘节的使用寿命,使其寿命达到8年之久。

3.2 轨道几何形位检测与调整

轨道几何形位检测采用全站仪、激光扫描仪等先进设备,对轨道的平面、高程、曲线半径、轨距等参数进行精确测量。检测过程中,需对轨道进行分段检测,确保检测数据的准确性。检测数据通过无线传输至后台处理系统,实现实时监控和数据分析。根据检测数据,对轨道进行针对性调整,确保轨道几何形位符合国家标准。调整方法包括:轨距调整、高低调整、方向调整等。调整过程中,需采用专业的调整工具和设备,确保调整精度。调整完成后,需对轨道进行复测,确保调整效果^[1]。

3.3 道床养护与维修

道床是重载铁路工务设备的重要组成部分,它直接关系到列车运行的平稳性和安全性。在自动化线路养护技术体系中,道床的养护与维修是至关重要的环节。利用现代化检测技术,如激光、摄像、图像处理、非接触测量等,对道床进行实时监测。监测内容包括道床高度、平整度、坚实度等,以确保列车平稳运行。针对监测到的道床病害,如沉陷、开裂、排水不畅等,及时采取整治措施。具体方法包括:(1)道床翻修:对严重病害的道床进行翻修,更换新的道床材料,确保道床的稳定性和承载能力。(2)病害修复:对轻微病害的道床进行修复,如填充裂缝、平整表面等,以恢复道床的原有功能。(3)排水设施维护:对道床排水设施进行检查和维护,确保排水系统畅通,防止道床积水。

随着列车运行和自然因素的长期作用,道床材料可能会出现老化、磨损等问题。定期对道床材料进行更新,以保证道床性能。利用压路机、振动机等设备对道床进行压实,确保道床的密实度和稳定性。同时,对压实度进行检测,确保符合设计要求。运用自动化养护设备,如道床清筛机、道砟整形机等,提高道床养护效率。这些设备能自动完成道床材料的筛选、整形、压实等工作。

3.4 钢轨养护与修理

钢轨养护与修理主要采用钢轨探伤技术、钢轨打磨技术、钢轨涂油润滑、钢轨更换技术等。钢轨探伤技术利用钢轨探伤车、超声波探伤仪等设备,对钢轨进行定期探伤,检测钢轨内部是否存在裂纹、锈蚀、剥离等缺陷。通过自动化

检测技术,提高检测效率和准确性,确保钢轨安全运行。钢轨打磨技术针对钢轨表面出现的波纹、磨损等缺陷,采用钢轨打磨车进行打磨处理。自动化打磨技术可确保打磨均匀,提高钢轨使用寿命。对钢轨进行定期涂油润滑,减少钢轨与轮对的摩擦,降低磨损,延长钢轨使用寿命。自动化涂油设备可实现定量、定时、定位涂油,提高养护效率。当钢轨出现严重缺陷或磨损时,需进行更换。采用自动化钢轨更换技术,可实现快速、准确、安全的更换作业。钢轨切割利用自动化切割设备,快速、精确地切割损坏钢轨。钢轨吊装采用自动化吊装设备,将新钢轨吊装到指定位置。钢轨焊接利用自动化焊接设备,实现钢轨的快速、高质量焊接。定期对钢轨轨距进行调整,确保列车平稳运行。检查轨枕是否有损坏、变形等情况,及时更换损坏轨枕。清理道床上的杂物,确保排水畅通,减少钢轨磨损。

4 重载铁路工务设备智慧故障检测

4.1 先进故障检测技术与方法

4.1.1 无损检测技术

无损检测技术是一种在不对被检测物体造成损害的情况下,对材料、结构进行检测的方法。在铁路自动化故障检测中,无损检测技术主要包括以下几种:(1)超声波检测:通过超声波在材料中传播的速度、衰减、反射等特性,判断材料内部是否存在缺陷。在铁路自动化故障检测中,超声波检测可用于检测钢轨、桥梁、隧道等结构。(2)射线检测:利用X射线、 γ 射线等射线对材料进行穿透,通过观察射线穿透后的图像,判断材料内部是否存在缺陷。在铁路自动化故障检测中,射线检测可用于检测钢轨、桥梁、隧道等结构。(3)磁粉检测:利用磁粉吸附在材料表面,通过观察磁粉分布情况,判断材料内部是否存在缺陷。在铁路自动化故障检测中,磁粉检测可用于检测钢轨、桥梁、隧道等结构。(4)涡流检测:利用涡流在材料表面产生的磁场变化,判断材料内部是否存在缺陷。在铁路自动化故障检测中,涡流检测可用于检测钢轨、桥梁、隧道等结构^[2]。

4.1.2 智能监测技术

智能监测技术是利用人工智能、大数据、云计算等技术,实现对铁路设备、系统、环境等方面的实时监测和故障预警。在铁路自动化故障检测中,智能监测技术主要包括传感器监测、图像识别技术、物联网技术等。传感器监测通过在铁路设备、系统、环境等关键部位安装传感器,实时采集数据,分析设备运行状态,实现故障预警。如温度、湿度、振动、压力等传感器。图像识别技术利用图像识别技术,对铁路设备、系统、环境等进行实时监控,发现异常情况。如利用摄像头对钢轨、桥梁、隧道等进行监控,发现裂纹、变形等异常情况。

4.1.3 故障诊断与预测模型

在铁路自动化故障检测与应急管理中,可以采用机器

学习模型、深度学习模型、专家系统、可解释性故障诊断等先进模型诊断故障。例如,在机器学习模型中,线性回归模型通过分析历史数据,建立故障与相关特征之间的线性关系,实现故障预测。支持向量机(SVM)针对非线性关系,利用核函数将数据映射到高维空间,寻找最佳分割超平面进行故障分类。随机森林通过集成多个决策树,提高预测的准确性和鲁棒性。深度学习模型中,卷积神经网络(CNN)通过提取图像特征,对故障图像进行分类,如裂纹、变形等。循环神经网络(RNN)通过处理时间序列数据,预测未来一段时间内的故障发生概率。专家系统中,基于规则的故障诊断:通过专家经验,构建故障规则库,实现故障诊断。基于案例推理的故障诊断:利用历史故障案例,通过类比推理进行故障诊断。可解释性故障诊断中,针对复杂模型,如深度学习模型,通过可视化、解释模型决策过程,提高故障诊断的可信度^[3]。

4.2 检测技术融合创新

4.2.1 多模态传感器网络

在重载铁路工务设备故障检测中,多模态传感器网络发挥着重要作用。通过融合振动、声发射、电流等多维度数据,能够实现对钢轨裂纹等问题的精准检测。该技术可提高定位精度。例如,当钢轨出现裂纹时,振动传感器可以检测到钢轨的振动变化,声发射传感器能够捕捉到裂纹产生的声波信号,电流传感器则可监测电流的异常情况。多模态传感器网络将这些数据进行融合分析,从而准确地定位和诊断钢轨裂纹问题。

4.2.2 数字孪生诊断平台

数字孪生诊断平台为重载铁路工务设备的故障诊断提供了新的思路和方法。以神华集团为例,他们构建了线路-车辆耦合模型,通过仿真轮轨力异常工况,提高了诊断准确率。该模型能够模拟重载铁路工务设备在实际运行中的各种情况,包括线路条件、车辆状态以及运行环境等。通过对这些因素的综合分析,数字孪生诊断平台可以提前发现潜在的故障隐患,并及时采取相应的措施进行处理,从而有效提高了重载铁路工务设备的运行安全性和可靠性^[4]。

4.3 典型故障案例分析

钢轨波浪磨耗是钢轨轨头踏面在长度方向上出现的周期性不均匀塑性变形和磨耗,导致钢轨整体呈现出波浪状的不平整。在波磨的波谷位置,塑性变形显著,使得踏面宽度增加或出现辗边现象,同时轮轨接触的光带也随之变宽。相比之下,波峰处的踏面塑性变形量较小,接触光带较窄。此

外,波峰与波谷踏面的光带明暗程度也存在差异。

在钢轨波浪磨耗事件中,通过时频分析成功锁定了激振源。时频分析作为一种有效的信号处理技术,能够将时域和频域信息相结合,精确地找出问题所在。随后,采用铣磨车对受损钢轨进行修复。

5 重载铁路工务设备智慧施工

为了减轻维修工的劳动力负担,提高设备质量,可以采用高精度、自动化检测设备对铁路轨道、桥梁、隧道等基础设施进行全面预估,实时掌握设备状态,提前发现潜在问题。利用先进大型机械,实现施工、维修等工作的自动化、标准化,降低维修工的劳动强度及操作疏忽带来的风险。利用BIM(建筑信息模型)技术,对施工过程进行三维建模,实现施工方案的优化,提高施工质量。通过无人机等设备对施工现场进行实时监控,确保施工安全、规范。利用大数据、人工智能等技术,对施工进度、资源分配进行智能化调度,提高施工效率^[5]。

6 结论

随着科技的不断进步,重载铁路工务设备智慧运营的实现为我国铁路运输事业带来了革命性的变化。通过引入先进的自动化装备和智能化管理系统,不仅提高了铁路运输的效率与安全性,更有效保障了铁路线路的稳定运行。线路养护与故障检测技术的革新,使得铁路工务部门能够更加精准、高效地处理线路问题,极大降低了故障发生的频率和影响范围。未来,应继续深化智慧运营的研发与应用,不断提升铁路运输的整体水平,为推动我国铁路事业的持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 马子钦,刘洋.重载铁路工务设备轨道机械设备故障检测数据加密存储方法研究[J].电子元器件与信息技术,2024,8(08):201-205+209.
- [2] 杨戈辉.重载铁路工务设备智慧运营的实现及线路保护与故障检测[J].内蒙古科技与经济,2023,(13):111-112+116.
- [3] 陈子豪.基于深度学习的重载铁路工务设备扣件缺陷辨识方法研究[D].北京交通大学,2023.
- [4] 王毅.重载铁路工务设备电化区段信号机械设备故障自动检测方法[J].机械与电子,2023,41(04):35-40.
- [5] 惠蓬勃.重载铁路工务设备电子开关自动过相分系统研究——以SS重载铁路工务设备工程为例[J].光源与照明,2022,(01):234-236.

The role and quality control of safety protection facilities in highway traffic engineering

Hui Yang

Huashe Design Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210014, China

Abstract

Highway transportation engineering is an important component of modern transportation systems and plays a crucial role in them. In order to effectively ensure transportation safety, highway traffic engineering not only includes a large number of transportation facilities, but also many safety protection facilities. Safety protection facilities play an important role in highway transportation engineering and are an important defense line to ensure transportation safety. Therefore, it is necessary to do a good job in quality control of safety protection facilities for highway traffic engineering, which is an important measure to maintain the safety of the transportation system and promote the continuous development and progress of China's transportation industry. This article provides an in-depth discussion and exploration of the role and quality control strategies of safety protection facilities in highway traffic engineering. Based on reality, scientific and reasonable suggestions are proposed to provide support and assistance for promoting the development and construction of China's transportation industry.

Keywords

highway; Transportation engineering; Security protection; Facilities; Quality Control

公路交通工程安全防护设施的作用和质量控制

杨慧

华设计集团股份有限公司, 中国·江苏南京 210014

摘要

公路交通工程是现代交通系统的重要组成部分,在现代交通系统中发挥着至关重要的作用。为了切实保证交通运输安全,在公路交通工程中,不仅包括大量的交通运输设施,同时还包括许多安全防护设施。安全防护设施在公路交通运输工程中发挥着重要作用,是保证交通运输安全的重要防线。因此,必须要做好公路交通工程安全防护设施的质量控制工作,这是维护交通系统安全,推动我国交通事业不断发展进步的重要措施。本文对公路交通工程安全防护设施的作用和质量控制策略进行深入讨论和探究,立足实际提出科学合理的建议,为促进我国交通事业发展建设,提供支持和帮助。

关键词

公路; 交通工程; 安全防护; 设施; 质量控制

1 引言

在公路交通运输过程中,是具有一定风险性的。因此,为了保证公路交通运输安全,必须在公路交通工程中设置各种安全防护设施,从而有效确保道路交通安全、降低交通事故发生率,有效维护交通流畅性,提高公路交通工程的运输能力,为社会经济建设与广大人民群众的日常生活,提供更强大、便利的交通运输服务。公路交通工程安全防护设施主要包括路标、标线、护栏、交通信号灯等等,为些设施不仅对公路中行驶的车辆起到了保护和引导作用,有效疏通交通,提高了交通运输的安全性和流畅性,同时也对驾驶员和行人的安全起到了非常重要的保护作用。因此,必须对

公路交通工程安全防护设施的作用进行深入探讨,还要对公路交通工程安全防护设施的质量控制工作进行深入研究,从而更好的保障公路路交通安全,这对加强我国现代交通系统建设,推动我国交通事业不断发展进步,也具有极其重要的意义。

2 公路交通工程安全防护设施的作用

2.1 提升公路交通的安全性

公路交通工程安全防护设施的主要作用,就是保障公路交通安全。公路交通工程安全防护设施能够对各种公路交通事故起到良好的预防作用,在发生事故时,公路交通安全防护设施还能有效减轻事故后果。在公路交通工程中,通过科学合理的配置和安装各种安全防护设施,如道路标志、标线、护栏系统等等,能够为行人、驾驶员等群体及时各种交通信息,如提供明确的车道指示,在发生事故时,为人们的

【作者简介】杨慧(1990-),女,中国江苏南京人,本科,工程师,从事交通安全研究。

安全提供有效的碰撞保护,从而实降低事故的发生率,减轻事故造成的损害,保护广大人民群众的生命安全。

例如,交通标志可以提醒驾驶员注意陡坡、急弯、学校区域等潜在危险,标线可以引导车辆在复杂的交通情况下安全行驶,而护栏则可以防止车辆冲出道路或与对向车流相撞。公路照明系统、紧急通道等也都有助于帮助行人和驾驶员人员更好的应对夜间行驶、恶劣天气和紧急情况下的安全问题,对保证交通安全,能够起到至关重要的作用。

2.2 提升公路交通的流畅性

完善的公路交通工程安全防护设施,能够为行人和驾驶员人员提供明确的交通指示,从而有效疏散交通,使交通更加流畅,减少交通拥堵现象的发生。例如,在高速公路的出入口、交叉口以及复杂的路段,通过设置合理的标志和标线,驾驶员可以迅速获取道路信息,明确行驶方向,避免不必要的停车和变道,进而减少交通瓶颈的形成。同时,护栏系统不仅能够防止车辆失控,还能引导失控车辆安全返回道路,减少对正常交通流的干扰。此外,智能交通设施如交通信号灯、监控摄像头等,也能够实时调控交通流量,优化交通信号配时,进一步提升公路交通的流畅性。

另外,随着科学技术的快速发展,智能化交通系统越来越完善,自动化控制、人工智能等技术与应用于公路交通工程安全防护设施之中,能够更好的监控和管理交通,更及时的应对交通事件,减少等待时间,提高公路交通的通行效率,使公路交通变得更加流畅^[1]。

2.3 保护公路交通基础设施

保护好公路工程的基础设施,是维护交通安全,保证交通通畅,降低交通成本,提高交通效益的重要措施。而公路交通工程安全防护设施对保护基础设施也能起到积极的作用,公路交通工程安全防护设施不仅有助于延长公路和桥梁等交通基础设施的使用寿命,通过降低交通事故发生率,减轻交通事故造成的不良影响,能够有效交通工程基础设施的维护和修复成本,使交通基础设施的耐久性得到显著提高,大幅度降低因交通事故和自然灾害导致的设施损坏问题。

例如,诸如护栏和路肩等公路交通工程安全防护设施,能有效防止车辆偏离道路或撞击道路基础设施等事故的发生。各种公路交通工程安全防护设施能够对车辆起到明确的指示和引导作用,使车辆行驶在正确的路线上,有效避免车辆与道路边缘或桥梁墩柱等基础设施的直接碰撞,进而减少各种公路交通工程基础设施的损坏,使公路交通工程基础设施的使用寿命能够得到有效延长,并减少修复和重建需求,降低修复与重建成本,提高交通效益。除此之外,对于隧道环境,更需要各种各样的公路交通工程安全防护设施来保障安全,隧道安全防护设施主要包括通风系统、灭火设备等等,有效减少火灾和其他紧急情况的发生,既保护了隧道内的基础设施质量,还切实提高了隧道交通的安全性。同时,做好

定期安全检查和维护工作,提前发现隧道中潜在问题和风险隐患,有助于进一步提高隧道安全性,降低隧道维护成本。

3 公路交通工程安全防护设施的质量控制

3.1 提高公路交通工程安全防护设施的施工管理质量

要做好公路交通工程安全防护设施质量控制工作,不断提高公路交通工程安全防护设施,从而使其充分发挥作用,切实提高公路交通运输能力与安全性,就必须在公路交通工程安全防护设施施工建设阶段,全面做好管理工作,从而有效保证施工质量,从根本上做好公路交通工程安全防护设施的质量控制工作,保证这些安全防护设施的质量和性能。

在公路交通工程安全防护设施施工过程中,为了提高施工质量,应从以下几个方面,做好施工管理工作。

首先,必须建立一套完善的施工管理体系。这一体系需要明确施工的每一个流程,包括但不限于施工前的准备、施工过程中的操作以及施工后的检查与维护。同时,对于施工团队中的每一个成员,都应当明确其责任分工,确保每个人都清楚自己的职责所在。此外,制定严格的质量标准是不可或缺的,它将作为施工过程中每一项工作的评判基准,确保每一步施工都严格按照规范进行,从而保障施工质量。

其次,必须对施工人员加强培训和教育。通过定期的培训课程和实际操作演练,可以提高施工人员的专业素养和质量意识。这样,施工人员不仅能够熟练掌握施工技能,还能在实际工作中严格按照施工图纸和技术要求进行施工,减少因操作不当导致的施工错误。

最后,必须对公路交通工程安全防护设施的施工现场加强组织管理。施工现场的组织管理是确保施工顺利进行的关键。这涉及到对施工资源的合理分配,如人力、物力和财力,以确保施工效率。同时,制定详细的施工计划,并严格按照计划执行,可以有效避免施工过程中的混乱和延误。此外,加强施工现场的安全管理也是至关重要的,通过设置安全警示标志、进行安全检查以及提供必要的安全防护设备,可以最大程度地减少施工事故的发生,保障施工人员的安全。

3.2 保障公路交通工程安全防护设施的材料质量

在公路交通工程中,安全防护设施的材料质量是确保整个工程安全运行的基石。材料质量的优劣,不仅影响着设施的耐久性和功能性,更在很大程度上决定了其在紧急情况下的表现和可靠性。所以,必须从源头抓起,对材料的质量进行严格把控,其中包括对供应商的资质审查、材料的入库检验,以及在施工过程中的质量监督等。每一个环节都必须遵循严格的标准和程序,以确保材料的品质符合甚至超过行业规范。此外,通过定期对材料进行抽检和评估,可以及时发现并解决潜在的质量问题,从而避免因材料问题导致的安全隐患。只有这样,我们才能确保公路交通工程安全防护设

施的质量,为公众提供一个更加安全、可靠的交通环境^[2]。

在进行供应商资质审查时,相关单位不仅要关注供应商提供的材料是否符合国家和行业的标准,还会深入考察供应商的生产能力和历史业绩,确保其有能力持续提供高质量的材料。在入库检验环节,应采用先进的检测设备、任用经验丰富的检验人员,对每一批次的材料进行细致的检查,确保材料的性能和质量达到设计要求。在施工质量监督方面,应派遣专业的质量监督团队,对施工过程中的每一个细节进行监控,确保施工工艺和操作符合规范,防止任何可能导致工程质量下降的行为。

此外,针对材料质量控制工作,还应根据公路交通工程安全防护设施的建设要作,建立完善材料质量跟踪系统,对材料从采购、入库到使用全过程进行记录和追踪。定期的抽检和评估工作由第三方专业机构执行,以保证评估结果的客观性和公正性。这些措施共同构成了一个严密的质量保障体系,确保了公路交通工程安全防护设施的高标准和高质量。通过这些努力,不仅能够为公众提供了一个更加安全、可靠的交通环境,同时,也能为整个交通工程行业树立质量标杆,推动整个行业健康发展,这对我国建设现代化交通事业,具有重要的现实意义。

3.3 做好公路交通工程安全防护设施维护工作

对公路交通工程安全防护设施做好维护工作,不仅对延长其使用寿命起到了关键性作用,更是有效控制公路交通工程安全防护设施的重要措施。维护工作的实施,应涵盖定期检查、及时维修以及必要的更新改造等方面。具体措施如下:

首先,通过定期进行检查和维修,我们可以及时地发现设施中潜在的问题,这些问题可能包括但不限于部件的磨损、设备的老化以及各种形式的损坏。采取这样的预防措施,可以有效地避免那些原本可能只是小问题的情况,因为没有得到及时处理而演变成更为严重的故障。这样不仅能够保证设施的正常运行和使用寿命,而且还能减少突发故障带来的风险和成本。

其次,维修的及时性,也是保障公路交通工程安全防护设施质量的关键方法。一旦发现问题,应立即组织专业团队进行维修,确保设施迅速恢复正常状态。这种迅速响应的维修策略,对于维护道路使用者的安全至关重要。它不仅

够减少因设施损坏带来的潜在风险,还能延长公路安全防护设施的使用寿命,从而在经济上为相关机构节省大量维修和更换成本。想象一下,在一个风雨交加的夜晚,一辆汽车因为缺少足够的照明而无法看清前方的路障,这时,如果安全防护设施能够及时得到修复,就能有效避免可能发生的交通事故。因此,专业团队的快速反应不仅关乎效率,更是对公众安全的一种承诺。此外,定期的检查和维护计划也是确保公路交通工程安全防护设施长期稳定运行的重要组成部分。通过这些措施,我们可以确保每一项安全设施都能在关键时刻发挥其应有的作用,为公路交通的安全保驾护航。

最后,对于那些已经显得老旧或者技术上已经落后的交通设施,我们有必要采取更新改造的措施,以确保它们能够适应现代交通的需求和挑战。这样的更新不仅能够提升公路交通的整体安全性,而且还能确保交通系统的顺畅运行。此外,在维护工作方面,我们应当更加注重预防性维护的重要性。通过运用科学的预测技术和评估方法,我们可以提前制定出周密的维护计划,从而有效地降低突发性维护事件的发生,减少维护成本,同时提高维护工作的效率。通过实施这些综合性的措施,我们可以确保公路交通工程中的安全防护设施始终处于最佳的工作状态,进而为公众提供一个既安全又高效的交通环境^[3]。

4 结语

综上所述,公路交通工程中,安全防护设施的重要性是不言而喻的,是保障交通安全的重要设施。因此,必须对公路交通工程安全防护设施的重要作用提出重视,对其进行深入研究,进而严格实施施工质量控制和维护管理,切实提高公路交通工程安全防护设施的质量水平。此外,还要做好养护和维修工作,以确保公路交通工程安全设施的耐久性,保证其功能正常,能够充分发挥作用,切实提高公路的安全性,降低交通事故的发生率。

参考文献

- [1] 温丽娟. 公路交通工程安全防护设施的主要作用和质量控制方法[J]. 科技创新导报,2022,19(29):221-224.
- [2] 许福强. 公路交通工程安全防护设施的作用与质量控制分析[J]. 大众标准化,2024(11):29-31.
- [3] 袁金琛. 基于公路交通工程安全防护设施的作用与质量控制[J]. 电脑校园,2023(18):190-192.

Trial analysis of highway subgrade after the disaster and protection method

Weimin Ding

Jilin Provincial Transportation Department, Highway Traffic Emergency Support Center, Changchun, Jilin, 130021, China

Abstract

highway subgrade disaster rob and bao work effective implementation can better restore traffic, reduce the impact of highway subgrade disasters and loss, relevant units should adhere to the principle of adjust measures to local conditions to rob and bao method to make effective optimization and adjustment, this article will also focus on this, mainly from the road subgrade disaster, highway subgrade rob and bao method and highway subgrade disaster rob and protect quality assurance measures in three aspects, hope that through this article discussion and analysis can provide more reference and reference for related units. Key words: highway subgrade; post-disaster treatment; access; protection

Keywords

highway subgrade; post-disaster treatment; access; protection

试析公路路基灾后抢通及保通方法

丁维民

吉林省交通运输厅公路交通应急保障中心, 中国·吉林 长春 130021

摘要

公路路基灾后抢通及保通工作的有效落实可以更好的恢复交通,降低公路路基灾害所带来的影响和损失,相关单位应坚持因地制宜原则对抢通及保通方法作出有效优化和调整,本篇文章也将目光集中于此,主要从公路路基灾害、公路路基灾后抢通及保通方法和公路路基灾后抢通及保通质量保障措施三个方面展开论述,希望通过本篇文章的探讨和分析可以为相关单位提供更多的参考和借鉴。

关键词

公路路基; 灾后处理; 抢通; 保通

1 引言

相较于公路的建设周期,公路的使用周期是相对较长的,而在公路投入使用以后很容易会受各种因素影响出现路基灾害,影响公路的正常使用,为此必须优化抢通及保通方法更好地应对各类路基病害问题,相关单位必须引起关注和重视确保强通保通工作质量和水准,而在分析公路路基灾后抢通保通方法之前首先需要了解公路路基常见灾害。

2 公路路基灾害分析

公路路基本体典型灾害包括但不限于路基开裂沉陷、路基错台隆起、震后滑移等等。首先从路基开裂沉陷的角度来分析,引发路基开裂沉陷灾害的原因是相对较多的,例如地震的出现则很容易会导致路基出现不规则塌陷、不均匀挤

密,引发路基开裂沉陷,再例如若公路所处区域降雨量过高,洪水浸泡下也很容易会引发路基开裂沉陷的问题。而路基错台隆起主要集中于活动断裂带附近,在地震等相应自然灾害因素影响下路基出现不均匀沉降或横向挤压,导致路面拱曲、穹窿。路基塌陷滑移则是指在自然灾害影响下路基边坡出现失稳,引发滑移问题。

除此之外,在自然因素影响下路堑边坡也很容易会出现变形开裂、边坡滑移、垮塌等相应的灾害问题,公路支挡防护结构也会受到较大的破坏和影响,同时。在地震强降雨等相应自然灾害爆发以后还会产生各类次生地质灾害,如崩塌、泥石流、滑坡等等,这些都会影响道路的正常运行,同时也会严重威胁周边居民的人身安全和财产安全,在出现公路路基灾害以后必须及时落实抢通及保通工作,最大化的降低公路路基灾害所带来的影响和损失,而在公路路基灾后抢通及保通工作落实的过程中应抓住如下几个关键点。

【作者简介】丁维民(1973-),中国吉林长春人,中级经济师,从事公路应急抢通抢险的日常训练及应用研究。

3 公路路基灾后抢通及保通工作方法

3.1 落实应急调查

不同地区公路在不同自然灾害因素影响下其灾情是存在较大区分的,想要更好地落实公路抢通及保通工作,就需要获得完整的信息数据,通过灾害应急调查明确实际情况,对抢通及保通工作方案作出适当调整,而在应急调查的过程中需抓住如下几个关键点。首先,为更好地获得实际信息,明确公路灾损情况,相关工作人员应结合勘探需求引入遥感技术、无人机技术等相应现代化技术,确保灾损信息完整真实可靠,例如吉林省公路交通应急保障中心对于灾后应急调查给予的关注和重视就是相对较高的,尤其是对无人机空中侦察与研判以及灾害发生后无信号状态下应急通讯包自主网络的影音通讯联络等相应科目给予了极高的关注和重视,定期展开专业技能考核和评估。可见这些现代化技术在应急调查中有效应用十分必要,其次,需做好调查内容的调节与完善,紧抓路基地质资料、主要特殊路基资料、历史养护维修资料、路基基本背景资料等相应的资料信息展开调查,这些都可以为公路路基灾害评估、灾损分析提供更多的借鉴和参考,在此基础上,相关工作人员则需要对抢通保通技术及方案作出适当调整,保障抢通保通工作落实的针对性与有效性^[1]。

3.2 抢通技术要点

在公路路基灾后抢通工作落实的过程中常见的工作技术包含如下几种,首先,可以通过开挖便道的方式来更快地恢复交通,降低公路路基灾害所产生的影响,该技术较为适用于路基灾害出现时公路上阻塞物体积量相对较大或在清除坍塌体时可能会引发次生灾害、存在较大安全隐患的情况。在开挖便道的时候可根据阻塞物的体积来对抢通技术作出适当调节,若阻塞物段落长度在百余米以内且坡度相对较陡时,可引入多辆挖掘机对向作业,完成便道开挖工作,而若阻塞物段落相对较长,超过了百米距离,这时在便道开通的过程中应当先保障便道能够满足重型机械的行动需求,打通重机路,然后进行分段作业,为重型机械功能和优势的发挥提供更多的助力。此外,在该环节也需着重关注阻塞物的坡度特点,若坡度数值在60度以下,这时则可引入一台挖掘机和装载机相互搭配同时作业,提高抢通效率,而若阻塞物坡度数值超过60度,这时则需增加挖掘机的数量并让挖掘机爬升到恰当位置,伸长机械臂,坚持由远至近原则落实开挖作业。

其次,在抢通工作落实的过程中可通过土石填筑恢复路基,即是指在公路路基灾害出现以后相关工作人员可根据原有路基的实际情况和周边的实际情况填筑土石恢复交通,该项技术更适用于路基灾害影响较小、路基塌滑体规模相对较小的情况,而为了更好的保障填筑质量,一方面可通过分层施工填土压实来提高填充效果,另外一方面可以引入铅

石笼、钢筋笼、袋装土来保障路基稳定性达标。在填筑过程中可通过缩小路基宽度提高抢通速度。若在抢通过程中发现坍塌段落较长,取土较为困难,这时相关工作人员则可以引入凹形竖曲线通过法,保障抢通工作质量和水平^[2]。

再次,可通过新修便道来恢复交通,满足交通需求,在公路路基灾害影响相对较大时,抢通工作面临的问题和困境是相对较多的,这时则可以通过重新修建便道的方式来更好地降低抢通工作落实过程中所需要投入的成本,提高抢通效率。而在修建新便道的过程中相关工作人员需要注意的则是尽可能开发原有道路,就地取材,降低成本,同时在新修便道时需要尽可能规避农田耕地和重要建筑物。此外还可以通过搭设便桥的方式来满足交通需求。

最后,可通过轻质泡沫混凝土填筑修复来提高抢通效果,个别地区受地质环境、水文环境、地势地形等相应因素的影响,采用土石填筑等相应方法进行抢通工作往往无法满足抢通要求,这时相关工作人员则可以引入轻质泡沫混凝土对路基进行填注修复,充分发挥其质量相对较轻、操作难度相对较低的优势,达到较好的填充效果^[3]。

3.3 保通技术要点

在抢通工作落实结束之后公路已经具备了一定的通行能力,但是不能否认的是抢通工作结束以后,公路路基灾害问题并未得到有效解决,很容易会爆发次生灾害影响交通安全,甚至威胁周边地区居民的人身安全和财产安全,因此还需通过保通工作的有效落实进一步整改,而在保通工作落实的过程中常见技术包含如下几种。

首先,可通过临时支挡的方式保障路基陆地的稳定性,而在临时支挡的过程中可供借鉴和选择的方法是相对较多的,例如较为常见的则是铅丝石笼临时支挡和钢筋笼挡墙临时支挡,这些临时支挡手段都可以适当的拓宽路基宽路并且保证对应路段的稳定性和可靠性^[4]。

其次,可通过剖面柔性防护的方式来避免次生灾害的出现,而在柔性防护之前需先落实清危工作,即通过实地勘探和抢通工作数据来明确哪些地区存在危岩、落石和松动破碎带的具体位置,及时清除,在此之后则需构建柔性防护系统。通过钢柱、网片、钢绳、锚杆等相应产品的有效应用对各类浅表层病害问题进行防治,避免出现滑坡等相应问题。此外还需观察挡土墙是否存在开裂、外倾、膨胀等相应问题,若存在该类问题则需通过框架梁锚杆加固挡墙,保障挡墙的功能有效发挥,避免挡墙倒塌等相应问题。如果在保护工作落实的过程中观察到路基开裂情况则可以引入钢管桩对其进行加固处理。

最后,在保通工作落实的过程中可通过机械成孔抗滑桩来更好的保障公路的稳定性,尤其是在地震等相应自然灾害出现以后公路边坡可能会出现失稳等相应问题,这时相关工作人员则可引入旋挖机械设置钢筋混凝土抗滑桩,提高公路稳定性和可靠性^[5]。

4 公路路基灾后抢通及保通质量提升保障措施

为更好地保障公路路基灾后抢通及保通工作落实的科学性、规范性和有效性,提高抢通保通工作质量,相关单位还可从如下几方面着手做出优化和调节。首先,可推动公路灾害报警与信息服务技术的应用,提高公路路基灾害的预警能力和监测能力,为灾情判定及抢通保通方案优化调节提供更多的信息参考,例如吉林省公路交通应急保障中心在2025年2月13日就颁布了公路灾害报警与信息服务技术方案,指出可以借助现有ETC门架、视频监控系统、通信网络及电力设施提高公路灾毁报警能力,利用信息技术收集完整数据,指导交通安排,帮助车辆有效规避危险区域,同时也利用信息技术提前预警灾害刺激分析应对方案,规避次生灾害。相关单位可在公路灾毁报警与信息服务技术应用的过程中结合地方实际情况和历史数据明确公路路基灾害的常见类型、构成原因及所造成的影响和容易引发的次生灾害,在此基础上建立应急预案,配合大数据技术、人工智能技术等相应现代化技术智能研判监测数据,当监测信息超过安全阈值范围时系统会自动触发警报并对接数据库,寻找相应的应急预案,将信息推送到相关工作人员手中,由相关工作人员第一时间做好资源人力的协调,为抢通保通、灾害预防、交通指挥提供更多的助力^[6]。

其次,必须加强人才队伍建设,公路路基灾害抢通保通工作的技术性、综合性、突发性相对较强,在实践工作落实的过程中对于相应工作人员的综合素养要求相对较高,在这样的背景下则必须加强人才建设,确保相应工作人员对于抢通保通技术方法及落实要点有较为全面的了解。一方面,相关单位可通过提高人才准入门槛的方式招收更多专业性人才走入到对应的工作岗位。另外一方面可通过技能培训比武等多种方式让相关工作人员在不断培训比武中熟练掌握相应的技术方法。例如吉林省公路交通应急保障中心会定期召开技能大比拼,锻炼相关工作人员的综合素养,确保相关工作人员的素养能力达标,掌握了相应的技术方法,能够结合极寒天气、洪涝灾害等相应特殊灾害后的灾损情况合理调

整抢通保通技术方案,提高抢通保通工作质量。

最后,可通过定期开展公路桥梁检查的方式更好地守护公路通行安全,及时的发现公路桥梁存在的风险,避免因公路桥梁自身因素导致在出现自然灾害时公路路基灾损严重,例如在自2024年起吉林省公路交通应急保障中心公开招标了10家检测单位,对全省的重点桥梁隧道公路展开检测,及时的发现了存在的风险问题并对其进行解决,既延长了公路桥梁的使用寿命,同时也提高了公路桥梁的抗风险能力^[7]。

5 结语

公路路基灾后抢通及保通工作的有效落实可以更好地恢复交通,降低路基灾后影响,减少灾损,需引起关注和重视,相关工作人员需紧抓灾情判定、抢通技术、保通技术等相应关键点落实抢通保通工作,在此基础上相关单位还可通过加强信息化建设、落实公路桥梁隧道检查、做好人才建设等多种方式来为公路路基灾后抢通及保通工作落实提供更多的保障。

参考文献

- [1] 刘剑. 太行山区高速公路高填深挖路基灾变防控技术研究. 河北省, 中电建冀交高速公路投资发展有限公司, 2023-09-07.
- [2] 赵大闯,赵啟扬,张一凡. 淤区高填方公路路基灾变防控关键技术研究及应用[J]. 人民黄河, 2023, 45 (S1): 15-16.
- [3] 朱文静,胡雪梨,仇思军,等. 现役高速公路路基灾毁段组合防护研究——以防冲墙锚杆护面墙为例[J]. 四川建材, 2022, 48 (09): 161-163.
- [4] 山区公路路基灾变过程控制理论与动态调控技术[J]. 中国公路, 2021, (11): 59.
- [5] 汪晓锋,向波,何云勇,等. 四川山区公路路基水毁特征及恢复重建措施[J]. 四川建筑, 2020, 40 (05): 119-122.
- [6] 向波,何云勇,蒋劲松,等. 公路路基灾后抢通及保通技术研究[J]. 公路, 2020, 65 (03): 174-183.
- [7] 赵亚杰,王威,李家春. 公路路基灾害防治对策系统的研究[J]. 路基工程, 2012, (04): 27-29.

Application of nondestructive testing technology in highway engineering quality control

Dilibai·dilimulati

Tacheng Highway Development Center Tacheng Maintenance Institute, Tacheng, Xinjiang, 834700, China

Abstract

The quality of highway construction is the key guarantee of highway use, safety and life span. This paper mainly discusses the application of nondestructive testing technology in highway engineering quality control. Firstly, the basic principle of nondestructive testing technology and its applicability in highway engineering. Then, the specific application of several common nondestructive testing methods, such as geological radar detection, infrared thermal image detection and ultrasonic echo detection in highway engineering quality control are analyzed, and their advantages and disadvantages are expounded. The research shows that the nondestructive testing technology can effectively detect the quality problems on the highway surface and interior, and predict the potential structural risks, so as to provide accurate information for the highway repair decisions. Finally, it puts forward the current problems existing in nondestructive testing of highway engineering, such as high equipment cost and high operation difficulty, and suggests to improve them by developing new technologies and improving the skill level of operators. This study provides a new technical means and a reference idea for realizing the effective control of highway engineering quality.

Keywords

highway engineering quality; nondestructive detection technology; geological radar detection; infrared thermal image detection; ultrasonic echo detection

公路工程质量控制中的无损检测技术应用

迪丽拜·地力木拉提

塔城公路事业发展中心塔城养护所, 中国·新疆塔城 834700

摘要

公路建设质量是公路使用、安全及寿命的关键保证。本文主要探讨无损检测技术在公路工程质量控制中的应用。首先,介绍了无损检测技术的基本原理以及其在公路工程中的适用性。然后,分析了几种常用的无损检测方法,如地质雷达检测、红外热像检测、超声波回波检测等在公路工程质量控制中的具体应用,并阐述了它们的优缺点。研究表明,无损检测技术能有效检测公路表面及内部的质量问题,以及预测潜在的结构风险,从而为公路修复决策提供准确信息。最后,提出了针对目前公路工程无损检测存在的问题,如设备成本高、操作难度大等,并建议通过研发新技术和提升操作人员技能水平等方式进行改进。此研究为实现公路工程有效质量控制提供了新的技术手段和参考思路。

关键词

公路工程质量; 无损检测技术; 地质雷达检测; 红外热像检测; 超声波回波检测

1 引言

公路工程的质量控制在公路建设中占有重要地位,它关系到公路的使用性能、安全性能以及服务寿命等多方面的综合指标。然而,传统的公路工程质量检测方式,往往无法对公路工程的内部质量进行准确、有效地分析和评估,因此很难对公路工程的整体质量状态做出准确的判断。无损检测技术作为一种新型的质量检测技术,可以通过对公路工程进行全方位、多角度的质量探测,从而达到对公路工程质量全面控制的目的。然而,该技术在公路工程质量控制中的应用

尚处于初级阶段,其应用效果、适用范围以及限制因素等方面的研究还有待进一步深入。基于此,本文以无损检测技术的公路工程质量控制应用为研究对象,旨在通过科学、系统地分析,探寻该技术在公路工程质量控制中的具体应用效果以及可能存在的问题,为公路工程质量控制的进一步研究提供理论依据和参考方向。

2 无损检测技术在公路工程质量控制中的重要性

2.1 公路工程质量概述

公路工程质量是公路建设与维护中的核心因素,直接影响到公路的使用寿命、安全性和服务水平^[1]。公路工程质量涉及多个方面,其中包括路基质量、路面结构层质量、桥

【作者简介】迪丽拜·地力木拉提(1979-),女,哈萨克族,中国新疆塔城人,本科,工程师,从事公路工程研究。

梁和涵洞的施工质量等。为确保公路工程质量,需要进行全面的工程设计、严格的施工和科学的质量检测。

在路基工程中,质量控制主要关注路基的压实度、平整度和承载力,这些因素直接影响到整个公路结构的稳定性和使用寿命。路面的质量控制则重点在于保证路面材料的均匀性、铺设的密实性以及各种层间的良好结合,以提高路面的耐久性和抗疲劳性能。桥梁和涵洞的施工质量控制则需要确保混凝土的强度和抗裂性能、钢筋的布设及防腐措施的完善。

传统的公路工程质量检测方法依赖于采样和实验室测试,这些方法虽然能够提供一定的质量控制方法,但存在检测速度慢、检测范围有限以及对结构的破坏性等缺点。在公路工程质量日趋重要的背景下,迫切需要更加高效、快速且非破坏性的检测手段。

无损检测技术以其非破坏性、快速和高效的特点,正成为公路工程质量控制的重要手段。这些技术不仅能够在不破坏公路结构的情况下进行质量检测,还能够大范围、深层次地探测公路内部的缺陷和潜在风险。通过无损检测技术的数据分析,可以及时发现和解决公路建设中的问题,提高公路工程的整体质量。

纵观公路工程质量的内涵和现状,确保公路质量不仅仅是建设阶段的任务,而是一项贯穿整个公路使用周期的重要工作。无损检测技术的应用,有助于实现这一目标,从而为社会提供更为可靠、安全的交通基础设施。

2.2 无损检测技术及其基本原理

无损检测技术是一类用于检测材料和结构内部缺陷或特性的技术手段。其基本原理是通过物理方法在材料或结构内部传播信号,并解析信号反馈,以判断被检测对象的内部状态。无损检测技术无需破坏或干扰材料的正常使用状态即可获取内部信息,在众多领域得到了广泛应用。地质雷达检测借助电磁波在介质中的传播特性,通过回波信号来探测地下结构和缺陷。红外热像检测利用不同材料在热辐射下的温度差异来识别缺陷或异物。超声波回波检测则依赖于超声波在介质中的传输和反射特性,通过分析回波信号来判断材料内部的缺陷和不均匀性。上述无损检测技术的应用,极大地提高了公路工程质量控制的精度和可靠性,为实现高效、可靠的公路建设提供了重要的技术保障。

2.3 无损检测技术在公路工程质量控制中的应用

无损检测技术在公路工程质量控制中的应用已显著提升。地质雷达检测可通过电磁波反射分析路面内部结构,检测裂缝、空洞和层间脱空等问题。红外热像检测利用温差反映路面下部缺陷,能快速识别沥青路面中潮湿区和不均匀度^[1]。超声波回波检测通过声波传导传播速度与缺陷匹配的方式,能精确判断混凝土等硬质材料内部裂隙和脱空的位置及规模。无损检测技术提供实时、准确的数据,有助于提前预判和修复结构风险,确保公路长久安全使用。

3 详细探讨无损检测技术在公路工程质量控制中的应用

3.1 地质雷达检测在公路工程质量控制中的应用

地质雷达(Ground Penetrating Radar, GPR)检测是一种高效的无损检测方法,广泛应用于公路工程质量控制中。该技术利用高频电磁波对公路结构进行扫描,通过反射波的特性来获取地面以下的结构信息。其基本原理是当电磁波穿透不同介质时,由于介质电性(如介电常数、导电性)的差异,部分电磁波会在界面处发生反射,通过接收这些反射波,可以重建地下结构的图像。

在公路工程中,地质雷达检测主要应用于评估路基、路面和地下设施的质量及完整性。该技术能快速、直观地判定路面厚度、检测裂缝、空洞和剥离等缺陷,并能识别地下埋设物,如管线和电缆的精确位置与状态。这些信息对保证公路长期使用性能至关重要。

地质雷达检测具备高分辨率、操作便捷、不破坏结构等优点。其高分辨率性能可以获取近乎精细的地下横截面图,使工程技术人员能够准确识别和定位结构问题。地质雷达设备相对轻便,易于在现场操作,且无需对公路结构进行任何破坏,在不影响交通运行的情况下即可完成检测。

尽管地质雷达检测具备多种优势,但其在应用中也面临一些限制。比如,当地下介质较为复杂或含有大量水分时,电磁波的穿透能力和反射数据的准确性可能受限。数据的解读需要专业的知识和经验,这对操作人员提出了较高要求。通过不断研发提升设备性能及操作人员技能水平,可以更好地克服这些限制,提高地质雷达检测在公路工程质量控制中的应用效果。

3.2 红外热像检测在公路工程质量控制中的应用

红外热像检测技术通过感知物体辐射的红外线能量,形成热图像,揭示温度分布和异常区域。该技术在公路工程中应用广泛,主要用于识别沥青路面或混凝土道路下的空洞、湿气、裂缝以及其他潜在结构缺陷。红外热像检测具有检测速度快、非接触、成像直观等优点,能够在不破坏道路结构的前提下快速获取道路表面及其内部温度异常信息。

红外热像检测在公路检测中,常用于监测路面温度场的均匀性,评估热铺沥青混合料施工质量,并检测桥梁、隧道及其他公路基础设施的隐蔽缺陷。其灵敏度高,可在早期发现潜在问题,避免因微小缺陷扩展引起的道路大修和交通中断。红外热像检测受环境温度和检测表面状态影响较大,易出现误判。设备成本高且操作者需具备相应的技术技能,这些都是需要面对并解决的问题。

3.3 超声波回波检测在公路工程质量控制中的应用

超声波回波检测技术利用高频声波在材料中传播的特性,通过监测反射波的变化来分析材料的内部结构和缺陷。此技术在公路工程中应用广泛,能够有效检测混凝土路面的裂缝、分层和孔洞等问题。超声波回波具有精度高、深度检测强和非破坏性等优点,适用于检测厚度较大的公路结构

层^[1]。超声波回波检测对操作人员要求较高,设备成本较高且在检测不均匀材料时效果可能受限。提升检测效率和精度,可以通过改进设备和培训操作人员技能来实现。

4 面临的挑战和解决方案

4.1 公路工程无损检测的主要挑战

公路工程无损检测技术在质量控制中尽管具有显著优势,但在实际应用中仍面临诸多挑战。设备成本居高不下是首要问题之一,特别是高精度的无损检测设备,如地质雷达、红外热像仪和超声波回波检测仪,需要较高的投资。这使得中小型工程项目在经济上难以负担,从而限制了这些技术的普及和应用。

操作难度大是另一重要挑战。无损检测设备的操作往往需要专业技能和丰富经验。操作人员不仅需熟悉设备的使用,还要能够准确解读检测结果。许多工程项目招聘和培养具有上述能力的专业人员存在一定困难,特别是在偏远地区或资金不足的情况下,专业人员的匮乏会显著影响检测结果的准确性和可靠性。

检测结果的准确性和稳定性也受到施工环境的影响。例如,在复杂的地质条件下,地质雷达检测可能会遇到信号反射和衰减问题,导致数据失真。天气因素对红外热像检测的影响尤为显著。温度、湿度变化都会对红外热成像的准确性产生干扰,导致误判或漏判工程问题的可能性增加。

当前无损检测技术缺乏统一的标准和规范,使得不同设备和方法的检测结果难以对比和统筹评价。这限制了检测数据在工程决策中的应用,增加了决策的不确定性。

公路工程无损检测面临上述挑战,亟须在设备、人员培训和标准化等方面进行提升,以实现更高效、可靠的质量控制。

4.2 基于新技术研究的解决方案

公路工程无损检测技术面临的主要挑战之一是现有方法的准确性和适用范围有限。针对这一问题,开发新型无损检测技术尤为重要。例如,多传感器融合技术通过集成多种检测方法,如地质雷达、红外热像和超声波回波,可提高检测精度和全面性。借助人工智能和机器学习算法,可以更准确地分析检测数据,从而提高缺陷识别的准确性与效率。先进材料科学的进步使新型传感器材料得以开发,这些材料在更加苛刻的环境中也能保持高效性能,从而拓宽检测的应用范围。无线传感器网络技术的运用可以实时监控公路状

态,并通过数据云存储和处理,实现快速响应和远程诊断。基于大数据分析技术的广泛应用,可以从海量检测数据中提取有价值的信息,预测公路潜在的结构风险并提前制定修复方案。通过上述新技术的研究和应用,可以显著提升公路工程无损检测的整体效能,为公路质量的长期稳定提供坚实保障。

4.3 通过提升操作人员技能水平的解决方案

提升操作人员的技能水平是解决公路工程无损检测领域存在问题的重要方法之一。操作人员的专业技能直接影响无损检测设备的使用效果以及检测数据的准确性。针对这一情况,应制定系统性培训计划,涵盖无损检测技术的基础知识和实际操作。定期开展技能等级考核,以检验操作人员的技术水平和进步情况。推广虚拟现实(VR)技术模拟训练,帮助操作人员在低风险环境中积累实际操作经验。利用在线平台提供持续的技术支持和最新发展动态的交流,确保操作人员始终掌握前沿技术。

5 结语

本文从理论和应用两个层面探讨了无损检测技术在公路工程质量控制中的应用。通过介绍无损检测技术的基本原理及其在公路工程中的应用,深化了人们对这一技术的理解和认识。同时,本文也结合几种常用的无损检测方法在公路工程质量控制中的实例,进一步证明了无损检测技术对于公路工程质量控制的重要性,对今后的研究和发展具有指导性价值。此外,本研究也对现有的技术难题提出了相关解决方案,以期更好地推动无损检测技术的研发和应用,为确保公路工程安全稳定,提高公路使用效率和寿命提供重要支撑。然而,还需进一步深入研究与及时跟踪国内外新技术、新成果,不断提升公路工程无损检测技术的应用水平和广度。总的来说,本文对于公路工程质量控制中无损检测技术的研究,为该领域新的技术应用路径的探索,提供了宝贵的理论知识和实践经验。在未来,本领域还将对无损检测技术进行更深入地研究,进一步提升公路工程质量控制的水平。

参考文献

- [1] 何洪铁.公路工程检测技术在公路工程质量控制中的应用[J].你好成都(中英文),2023,(20):0010-0012.
- [2] 苗艳阳.无损技术在公路工程质量检测中的应用[J].中国战略新兴产业,2019,(46):132-133.
- [3] 武亚南.公路工程检测在公路工程质量控制中的应用[J].幸福生活指南,2020,(47):0207-0207.

Investigation and rectification of hidden dangers in the external environment of railway traffic system

Zhiqiang Liu

China Railway Taiyuan Bureau Group Co., Ltd. Taiyuan North Railway Station, Taiyuan, Shanxi, 030003, China

Abstract

As an important part of the national economy, the safety of railway transportation directly affects the production and life of the country and the safety of people's life and property. The investigation and remediation of the external environmental safety hidden danger is the key to ensure the safe operation of railway transportation. By analyzing the types and causes of the hidden dangers in the railway external environment, this paper discusses the current situation and main problems of the hidden dangers investigation and remediation, and puts forward a series of optimization measures. The research shows that by strengthening the investigation of external environmental safety hazards and the formulation of scientific and effective remediation plan, it can effectively reduce the threat of external environment to the safety of railway transportation, so as to improve the safety and efficiency of railway transportation.

Keywords

railway vehicle service system, external environment, safety hidden danger, investigation, remediation

铁路车务系统外部环境安全隐患排查整治

刘志强

中国铁路太原局集团有限公司太原北站, 中国·山西 太原 030003

摘要

铁路运输作为国民经济的重要组成部分,其安全性直接影响到国家的生产生活与人民的生命财产安全。外部环境安全隐患的排查与整治,是保障铁路运输安全运行的关键。本文通过分析铁路外部环境安全隐患的种类与成因,探讨了当前隐患排查与整治工作的现状及存在的主要问题,并提出了一系列优化措施。研究表明,通过加强外部环境安全隐患排查,制定科学有效的整治方案,能够有效降低外部环境对铁路运输安全的威胁,从而提高铁路运输的安全和效率。

关键词

铁路车务系统; 外部环境; 安全隐患; 排查; 整治

1 引言

铁路运输是国家现代化产业体系中的重要支柱,随着铁路网的不断扩展和运输需求的日益增长,铁路运输的安全性愈发受到社会各界的广泛关注。车务系统作为铁路运输的核心组成部分,其运行的安全性直接关系到铁路运输的稳定与乘客的生命安全。

因此,加强铁路外部环境安全隐患的排查与整治,是提高铁路运输安全水平、保障公众出行安全的关键环节。本文将深入探讨外部环境安全隐患的类型、成因及其防治措施,并对现行安全管理体系中的不足进行分析,为铁路运输的安全性提升提供有效的参考和支持。

2 铁路外部环境安全隐患的类型与成因

铁路运输安全不仅受到天气因素和自然灾害的影响,其周边环境的安全隐患同样对铁路运输的稳定性构成了重大威胁。随着铁路运输系统的不断扩展,周围环境的安全问题日益显现,尤其在城市与乡村交界、山区和偏远地区,外部环境的隐患愈发复杂。外部环境的安全隐患涉及的领域广泛,主要包括漂浮物、大型牲畜养殖、非法通行、树木、非法烧荒等因素,具体类型和成因如下:

2.1 硬漂物和轻飘物

铁路沿线的硬漂物和轻飘物,如防尘网、塑料袋、彩钢瓦等,会随风飘浮进入线路、挂网(砸网)。这些漂浮物虽然在表面上看似不具备威胁,但在列车高速行驶时,这些物品可能被风吹到铁路线路上,影响列车的正常运行。尤其是风力较大的天气中,漂浮物易被吹挂在接触网上,可能导致接触网损坏,影响供电,进而引发停运等事故。长此以往将增加设备故障的发生概率。

【作者简介】刘志强(1982-),男,中国山西忻州人,本科,工程师,从事交通运输研究。

案例：在某些铁路沿线，防尘网、塑料袋等物品进入到电力设备和接触网上，导致设备短路；彩钢瓦等硬漂物上线后，易侵限刮坏机车或是砸断接触网线路，造成设备故障的概率大大增加，最终导致电力设备瘫痪，影响了整个列车运营系统。

2.2 大型牲畜养殖及放养牲畜

一些铁路沿线的农业区存在大量牲畜养殖，尤其是放养牲畜未能得到有效管理，可能会侵入铁路线路，直接威胁到铁路安全。牲畜，尤其是大型动物如牛、马、羊等，容易进入铁路线路，阻挡列车的运行，造成列车与牲畜的碰撞。特别是在较为偏远的地区，铁路与牧场的交界处，牲畜进入铁路线路的情况时有发生，极大增加了交通事故的风险。放养不规范的牲畜进入铁路线路，不仅影响列车行驶的安全，还可能导致交通中断，造成时间损失和经济损害。

案例：某乡村铁路段，放养的牛群进入铁路线路，导致列车与牛群相撞，造成列车脱轨并导致货物损毁，铁路部门对该段铁路加设了防护设施，进一步加强了牧场管理和牲畜围栏建设。铁路部门还与地方农牧民合作，定期检查和放养牲畜的区域，确保铁路运输的安全。

2.3 树木、植物类隐患

铁路沿线的树木、灌木丛及其它植被也是铁路系统外部环境安全隐患的重要组成部分。树木在生长过程中可能伸展到线路或电力设备区域，尤其是经过长时间的风雨侵袭后，枝干可能断裂或被风吹落，落入铁路道床，造成事故隐患。此外，植被过度生长不仅影响列车驾驶员的视距，尤其是在拐弯或桥梁附近，增加了行车的难度，极易引发安全事故。特别是在山区铁路，暴雨、雪灾等恶劣天气会使树木更容易倒伏，影响列车的正常通行。

案例：某条山区铁路，由于树木过多，导致的遮挡视距问题在暴风雪中变得尤为突出，导致列车发生刹车不及时事故，随后，铁路部门对该段铁路进行了“清障”作业，定期修剪树木，防止了类似事故的发生。清障措施有效改善了沿线视距，减少了与自然环境相关的安全风险。

2.4 非法通行与烧荒

铁路沿线的非法通行问题也是不可忽视的安全隐患，尤其是一些铁路周边居民或农民，出于某些便利，频繁穿越铁路道口、跨越轨道。此外，非法烧荒和农民为取暖在铁路周围焚烧农田的草木，也会对铁路系统造成威胁。火灾的发生不仅可能导致铁路设备的损坏，还可能延误列车的运行，甚至引发火灾蔓延，造成交通中断。非法通行不仅加剧了与铁路设施的碰撞风险，也给铁路设施的管理带来困扰，增加了对人员安全的潜在威胁。

案例：在某铁路沿线，因非法烧荒导致的火灾波及铁路道床，损坏了部分电力设备，导致列车长时间停运，影响了铁路的正常运行。铁路公司加强了与地方政府的沟通，开展了“非法通行与烧荒整治”活动，规范了铁路周边的土地

管理，增设了防火警告标识和巡查队伍，显著减少了火灾发生的频率。

3 铁路车务系统外部环境安全隐患排查与整治现状

3.1 现行排查机制

铁路车务系统外部环境的安全隐患排查目前主要通过定期巡查、设备检测、社会反馈等多种手段进行。铁路部门对沿线环境实行全面覆盖的隐患排查，检查内容涉及漂浮物、牲畜管理、植物生长、非法通行、非法烧荒等方面。为了及时识别和排查外部安全隐患，铁路部门与气象、公安、消防、地方政府等相关部门加强合作，建立了联动机制，确保铁路外部环境安全隐患能够得到有效的监控和处理。定期的巡查制度与检查确保了铁路设施周围环境的安全情况得到及时掌握。此外，铁路部门还利用现代化的技术手段，如监控设备、无人机巡查等，加强对偏远地区和山地铁路线路的监控，提高了隐患排查的精度与效率。同时，铁路部门还依托智能化系统，结合人工智能和大数据分析，对沿线环境进行实时监控，进一步提高了对安全隐患的响应速度和处理能力。

3.2 存在的问题与挑战

尽管铁路部门采取了定期巡查和隐患排查制度，依赖于各类监控和检查手段，但在实际实施过程中，仍然存在以下问题和挑战，亟待改进：

1. 监控手段不足：铁路沿线特别是偏远地区的监控系统覆盖面仍然存在不足。在一些人口稀少的农村或山区，铁路公司未能在所有区域部署足够的监控设备。这导致一些潜在的环境安全隐患难以及时发现，尤其是在恶劣天气或夜间视野不良等环境下，安全隐患的排查更显困难。此外，监控设备的安装和维护成本较高，部分偏远地区的监控设施建设受限，影响了整体安全监控水平。

2. 非法活动监管薄弱：虽然铁路方面已采取多项措施，但仍存在部分铁路沿线非法通行、非法烧荒等现象未能得到有效监管的问题。非法穿越铁路道口、随意放养牲畜、焚烧农田等行为，时常增加了铁路设施被损坏的风险，严重时还会导致列车的运行受到影响。铁路部门在管理过程中，尤其是在与地方政府合作中，往往面临协调不畅、执法不严等问题，这使得一些非法行为难以及时得到制止和整治。特别是在一些没有完善监管机制的地方，非法活动容易蔓延，给铁路运输安全带来严重威胁。

3. 环境整治滞后：对于一些已知的环境隐患，如铁路沿线的杂草丛生、树木过密等，虽然铁路部门会定期进行检查和整治，但仍有部分地区的整治工作未能及时到位，尤其是在一些山区、风沙大或者气候恶劣的地方，植被生长和自然环境变化较快，影响了安全隐患的及时消除。铁路设施周边的环境治理经常受到资源限制、人员不足等因素影响，

未能做到全面彻底的整治。尤其是在一些未开发的乡村和农村地区,由于人力、物力的不足,导致铁路沿线环境治理的滞后,潜在的安全隐患未能及时消除,影响了铁路运输安全运行。

这些问题和挑战的存在,使得铁路系统外部环境的安全管理面临很大的压力,如何提升排查效率、强化非法活动监管、完善环境整治是当前亟需解决的重要课题。

4 铁路车务系统外部环境安全隐患排查整治的优化措施

4.1 加强技术手段的应用

未来铁路外部环境安全隐患的排查工作亟需进一步加强现代技术手段的应用,特别是物联网技术、大数据分析、无人机等实时监测技术。这些技术能够显著提高隐患排查的效率与精度,帮助铁路部门更好地识别并预警潜在的安全风险。通过这些技术,铁路部门不仅能够实时监控环境的变化,还能对可能对铁路安全造成威胁的漂浮物、障碍物、恶劣天气等问题进行动态评估,确保及时发现并处置隐患。此外,物联网技术结合传感器和高清摄像头等设备能够全天候、无死角地监控铁路线路与设备状况,特别是在暴风天气和高风险区域,能有效避免人为检查时可能遗漏的安全隐患,从而最大化地降低事故发生率。

措施:安装智能传感器、高清摄像头和多维度监测设备,全面覆盖铁路沿线,并对重要的危险区域进行重点监控。通过实时数据传输与分析,及时发现并上报漂浮物、现场环境变化等问题,确保能够快速反应并进行处置,避免事故的发生。

4.2 完善环境隐患预警系统

为了更有效地排查和治理铁路周边环境安全隐患,应建立起更加完善的环境隐患预警系统,尤其是与地方政府和气象部门的联动机制,确保可以对潜在的安全隐患进行早期警告和预测。通过加强与地方农牧部门、城市建设管理部门等的合作,铁路方面能够及时获取关于放养牲畜、非法通行、建筑施工等信息,避免这些因素对铁路安全带来威胁。此外,通过建立全程信息化管理平台,结合大数据分析,能够有效整合和分析多源数据,进一步提高预警的准确性和效率。

措施:加强与气象、交通、公安等部门的实时信息共享,建立联动机制,并通过智能预警系统对可能的安全隐患进行评估与预测,确保可以提前采取措施。此外,还可以通过多渠道发布预警信息,提高铁路员工和地方群众的安全防范意识,提前准备应急措施,降低隐患发生的风险。

4.3 强化安全文化培训和社会参与

铁路车务系统的安全管理不仅依赖于技术手段,还需要全员的安全意识和社会参与的支持。因此,铁路方面应进一步加强全员安全教育,提升员工的安全意识和防范能力,

特别是在沿线的居民和农民中开展铁路安全宣传活动,使他们更加了解铁路沿线的安全隐患及非法穿越铁路道口、放养牲畜等可能造成的后果。通过强化社区居民的安全培训和教育,能够让更多的人理解铁路安全的重要性,并自觉地避免一些危险行为,最终形成群防群治的安全文化,最大限度地提升社会对铁路安全的关注和参与程度。

措施:定期在铁路沿线的乡村和社区举办铁路安全宣传和教育活动,配合政府和社区组织,增加群众对铁路安全隐患的认知。通过悬挂宣传横幅、发放宣传资料和开展互动式讲座,增强居民的铁路安全意识。鼓励群众在发现安全隐患时及时报告,通过设立举报热线或互联网平台,使社会各界能够更积极地参与到铁路安全工作中。

4.4 完善应急响应与处理机制

铁路系统外部环境安全隐患一旦发生突发事件,需要强有力的应急响应能力。在应对极端天气、非法活动、自然灾害、设备故障等突发情况时,铁路部门必须能够迅速调动相关部门共同应对,最大限度地减少事故发生的概率并快速恢复正常运营。为此,铁路部门应加强应急响应与处理机制的完善,特别是在自然灾害频发的区域,建立并定期演练应急响应预案,提升各相关部门的协同作战能力。

措施:定期组织铁路员工与相关部门的应急演练,模拟不同突发事件的处理,确保每个环节都能迅速执行。铁路部门可以与地方政府、公安、消防等部门加强联动,建立跨部门协调机制,一旦发生突发事件,能够快速调配资源,进行统一指挥和处理。此外,还应根据历史案例和可能的风险类型,不断优化应急预案和处理流程,提升应急响应的及时性和有效性。

5 结语

随着铁路运输的日益发展,铁路周边外部环境的日益变化,对铁路运输安全的环境排查与整治工作提出了更高的要求。通过加强技术手段的应用、完善应急响应机制和强化安全文化建设,可以有效地减少外部环境因素对铁路系统安全带来的威胁,保障铁路运输的安全与顺畅。未来,铁路部门应继续加大对外部环境安全隐患排查整治的力度,为全国铁路运输的高效、安全运营提供强有力的保障。

参考文献

- [1] 刘俊.铁路运输调度现代化发展策略研究[J].铁道运输与经济,2025,47(02):1-5+24.DOI:10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.2025.02.01.
- [2] 张润宝.多措并举可靠供电有力保障铁路高质量发展——在国铁集团供电工作会议上的报告[J].电气化铁道,2025,36(01):1-8.DOI:10.19587/j.cnki.1007-936x.2025.01.001.
- [3] 王诗璇,姚佼,梁益铭,等.区域一体化背景下面向公交化运营的铁路客运安全监管对策研究[J].物流科技,2025,48(01):107-110+131.DOI:10.13714/j.cnki.1002-3100.2025.01.022