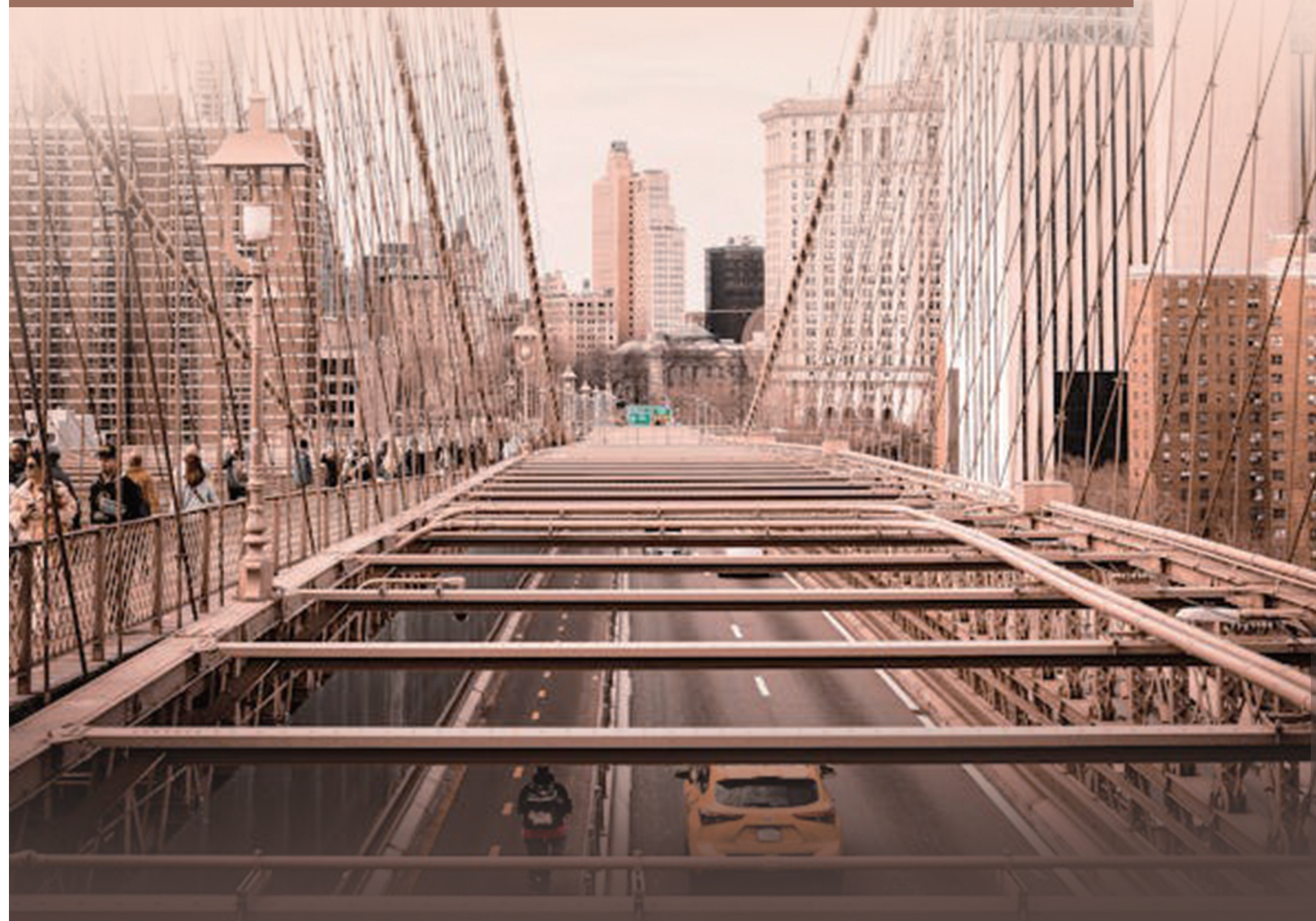


公共交通与建设

Volume 4 Issue 2 May 2025 ISSN 3060-8872 (Print) 2811-0390(Online)



Volume 4 Issue 2 May 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

中文刊名：公共交通与建设

ISSN：3060-8872 （纸质） 2811-0390（网络）

出版语言：华文

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

出版社名称：新加坡南洋科学院

Serial Title: Public Transportation and Construction

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

Language: Chinese

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

Publisher: Nan Yang Academy of Sciences Pte. Ltd.

《公共交通与建设》征稿函

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

Database Inclusion



Google Scholar



Crossref



China National Knowledge Infrastructure

版权声明/Copyright

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

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

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

Email: info@nassg.org

Tel: +65-65881289

Website: http://www.nassg.org



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 2 May 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	公路和城市道路互通式立体交叉设计差异性分析 / 张恩华		
4	基于大数据技术的公路运营监测与预测研究 / 王润枫	52	浅议杭州市城市轨道交通系统对城市旅游发展的影响 与对策 / 邵萍 范贵洋 韩彦
7	基于精检细修的地铁车辆标准化维保模式研究 / 顾飞 黄迪 谭庭亮 龙顺	55	内河水上交通安全风险源识别与防控策略研究 / 连德丽
10	某机动车道路面塌陷原因分析 / 赵正文	58	国土空间规划背景下交通规划体系的融合与发展 / 程磊
13	水泥混凝土路面材料选择与配合比优化对路用性能的影响 / 唐志国	61	铁路信号联锁设备的故障分析 / 段斌
16	提升铁路运输调度指挥能力的措施分析 / 朱济宁	64	高速公路低碳服务区评价体系研究 / 孙岩 王鹏
19	浅谈低温环境对 JC 型常接触弹性下旁承组成的影响 / 郝培	67	智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用研究 / 迪丽拜·地力木拉提
22	城市轨道交通地下线路施工关键技术探讨 / 武占文	70	试论如何提高铁路复杂工程施工计划编制工作 / 徐桂彬
25	复杂地形条件下路线平交的合理选型与设计方法探讨 / 袁亚光	73	浅析铁路客运管理存在的问题与策略 / 付艳强
28	铁路货车制动阀的故障判断与处理方法研究 / 熊天林	76	关于对海外高速动车组受电弓监控屏图像黑屏故障的研究分析及对策 / 霍伟
31	城市轨道交通变电站智能运维系统设计 / 代一平	79	多式联运系统优化与发展策略研究 / 闫柯兴
34	5G 技术在智能新能源汽车自动驾驶系统中的创新应用 / 郑登骅	82	关于铁路风险预控管理的研究 / 郝崇凯
37	提高铁路列车调度工作质量与应急处理能力的研究 / 温天祥	85	面向高速公路的高效录像处理系统研究与应用 / 李彬 王培焰 梁宇
40	沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用分析 / 图尔洪·阿卜拉	88	智能铁鞋在铁路系统的创新应用与效能提升 / 陆晓威
43	大数据技术支持下的物流运营管理措施研究 / 吴冰冰	91	新时期成都市物流配送绿色高质量发展研究 / 刘沁怡
46	智能安检技术在铁路车站安检查危中的应用与展望 / 张娜	94	公路工程施工不良路段路基加固方法分析 / 毕作东 孙思远
49	关于铁路专用线货运安全管理探究	97	铁路运输业中铁路货运运营指标的应用 / 管空军

1	Differences and Analysis of Interchange Design between Highways and Urban Roads / Enhua Zhang		Supported by Big Data Technology / Bingbing Wu
4	Research on highway operation monitoring and prediction based on big data technology / Runfeng Wang	46	The Application and Prospect of Intelligent Security Inspection Technology in the Safety Inspection and Dangerous Goods Detection at Railway Stations / Na Zhang
7	Research on Standardized Maintenance Mode of Metro Vehicles Based on Precise Inspection and Meticulous Repair / Fei Gu Di Huang Tingliang Tan Shun Long	49	On the investigation of freight safety management on railway sidings / Qiang Guo Chengyou He
10	Analysis of the causes of road surface collapse of a certain motor vehicle / Zhengwen Zhao	52	A brief discussion on the influence of urban rail transit system on urban tourism development in Hangzhou and its countermeasures / Ping Shao Guiyang Fan Yan Han
13	The influence of material selection and mix ratio optimization of cement concrete pavement on road performance / Zhiguo Tang	55	Identification and Prevention Strategies of Safety Risk Sources in Inland Waterway Transportation / Deli Lian
16	Analysis of the measures to improve the railway transportation dispatching and command ability / Jining Zhu	58	The integration and development of transportation planning system under the background of territorial space planning / Lei Cheng
19	The influence of low temperature environment on JC constant contact elasticity / Pei Hao	61	Fault analysis of railway signal interlocking equipment / Bin Duan
22	Discussion on the key technology of the underground line construction of urban rail transit / Zhanwen Wu	64	Research on the evaluation system of low-carbon service areas for highways in fujian province / Yan Sun Peng Wang
25	Reasonable selection and design method of route level crossing under complex terrain conditions / Yaguang Yuan	67	Application study of intelligent sensing technology in highway slope stability monitoring / Dilbai·dilimulati
28	Study on the fault judgment and treatment method of railway truck brake valve / Tianlin Xiong	70	How to improve the construction plan preparation of railway complex engineering / Guibin Xu
31	Design of intelligent operation and maintenance system for urban rail transit substation / Yiping Dai	73	Analysis of the existing problems and strategies of railway passenger transport management / Yanqiang Fu
34	The innovative application of 5G technology in the autonomous driving system of intelligent new energy vehicles / Denghua Zheng	76	Research and analysis of the failure of pantograph monitoring screen of overseas high-speed EMU / Wei Huo
37	Research on improving the railway train dispatching work quality and emergency handling ability / Tianxiang Wen	79	Review on optimization and development strategies of multimodal transport systems / Kexing Yan
40	Application analysis of asphalt concrete construction technology in highway engineering pavement construction / Tuerhong·Abula	82	Research on railway risk pre-control management / Chongkai Hao
43	Research on Logistics Operation Management Measures	85	Research and application of efficient video processing system for expressway

	/ Bin Li Peiyan Wang Yu Liang		/ Qinyi Liu
88	Innovative Application and Efficiency Improvement of smart iron Shoes in the railway system	94	Analysis of subgrade reinforcement methods for road construction in poor sections
	/ Xiaowei Lu		/ Zuodong Bi Siyuan Sun
91	Research on Green and High-Quality Development of Logistics Distribution in Chengdu under the New Development Phase	97	Application of railway freight operation index in railway transportation industry
			/ Kongjun Guan

Differences and Analysis of Interchange Design between Highways and Urban Roads

Enhua Zhang

Xinjiang Transportation Planning Survey and Design Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830006, China

Abstract

Roads play a very important role in the development of modern society and economy. With the support of roads, the flow of economic factors between regions is faster, and it provides convenience for people's travel. By analyzing the construction requirements and design specifications of highways and urban roads, it can be seen that there are differences between the two, which are particularly evident in the design of interchange nodes. In this study, the author will first briefly introduce the specific concepts of the differences in interchange design between highways and urban roads, then analyze the key points of interchange design between highways and urban roads, and finally explore the differences in interchange design between highways and urban roads and the issues that should be noted in the design.

Keywords

differentiation; Design of interchanges; Urban Rd; highway

公路和城市道路互通式立体交叉设计差异性及分析

张恩华

新疆交通规划勘察设计研究院有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830006

摘 要

在现代社会经济发展中道路扮演着非常重要的角色,在道路支持下各区域之间经济要素流动更加快速,而且为人们出行提供了便利。通过分析公路和城市道路的建设要求与设计规范可知,两者之间存在差异,此种差异在互通式立体交叉节点设计方面表现尤为明显,在本次研究中笔者将首先简单介绍公路与城市道路互通式立体交叉设计差异的具体概念,之后分析公路与城市道路互通式立体交叉设计要点,最后探讨公路与城市道路互通式立体交叉设计差异内容和设计中应该注意的问题。

关键词

差异性; 互通式立体交叉设计; 城市道路; 公路

1 引言

长久以来,我国公路与城市道路设计均存在不同的设计指标,立交设计标准与规范也是如此,再加上现如今国内还没有形成完善的立交设计体系,在实际工作中大多以国外做法为基准,在此情况下难以统一立交设计中所使用的设计理念与标准。在此种情况下,深入了解与分析公路和城市道路互通式立体交叉设计差异性非常有必要。

2 公路与城市道路互通式立体交叉设计差异的具体概念

从最初功能形态方面分析,公路与城市道路均属于交通系统的重要运输服务形式,两者在维持与运营社会交通方面均发挥着重要作用。在我国深入推进城市化进程的过程

中,公路与城市道路也具有越来越高的融合与联通程度,在一定程度上改变了公路及城市道路设计的模式、观念以及技术^[1]。然而公路与城市道路的本质属性存在差异,两者的互通式立体交叉设计需要将两者服务内容与通行范围等方面的差异性纳入考虑范围,从而提升设计与施工的科学性、合理性。

3 公路与城市道路互通式立体交叉设计要点

在现代交通系统运行期间,出于有效整合各类公路的需要,越来越多的道路企业开始关注与应用互通式立体交叉设计问题,此种情况与我国道路交通网络运转质量息息相关。但是,因为公路与城市道路在真实使用过程中拥有不同的特点与功能,交通组成存在较大区别,其中城市道路主要运行小客车,且存在更多的干扰因素。公路则是主要负责点到点交通,通行车辆大部分为大型车辆,提升了相关人员开展互通式立体交叉设计工作的难度。

正常情况下,在设计互通式立体交叉时,相关人员大

【作者简介】张恩华(1979-),男,中国山东巨野人,本科,高级工程师,从事公路勘察设计研究。

多会使用以下两个设计方向，分别为枢纽型互通式立体交叉设计与普通型互通式立体交叉设计^[2]。所谓的普通设计大致可分为两类：一类是将各级普通道路相互衔接的设计，另一类则是将高速公路与一般道路连接的设计，这属于较为普遍的设计模式。至于枢纽设计，其主要针对的是关键或中心干道的互联互通，这类设计在涉及的领域和技术手段上通常更为广泛和复杂。尽管两者在设计方向上有所区别，但在实际操作中，设计人员必须同样深入掌握道路的功能和特性，确保设计方案的高效性和优质性。

4 公路与城市道路互通式立体交叉设计差异内容

4.1 交通服务对象差异

在日常运行期间，公路与城市道路存在不同的服务对象。正常情况下，大部分的公路设计都是中等级别的，在进行设计时，主要是将中小型的机动车纳入其中，而在城市的道路上，则要将市政服务纳入其中，为行人、小型机动车和

非机动车提供服务。正是因为存在此点不同，在设计公路与城市道路互通式立交时必须充分发挥两者的功能，采取适宜的施工措施防范，从而保证两者均能满足质量以及使用周期方面的要求。在开展相关设计实践时，相关人员务必全面考量车辆外观参数、车辆类别以及道路等级等方面的因素，保证所有类型车辆通信需求都能得到满足。在分流非机动车辆与机动车辆方面，相关人员应用较为广泛的方法有混合立体交叉设计与分行立体交叉设计，在确定了道路运输的车型之后，选择了弯道宽度、路面硬指数、横断面宽度和机动车的物性参数等指标。

4.2 主线及匝道设计速度差异

在开展道路设计工作时需根据设计速度确定道路的几何线形，而且道路设计中的纵坡竖曲线半径、视距、超高等指标也与其存在密切联系。设计速度是在具备良好气象条件且只有道路自身条件会影响车辆行驶的前提下，驾驶技术适中的人员可以适应的车辆驾驶速度，公路与城市道路主线设计速度标准如表 1 所示。

表 1 公路与城市道路主线设计速度

公路	公路等级	四级公路	三级公路	二级公路	一级公路	高速公路
	设计速度 km/h	20	40/30	80/60	100/80/60	120/100/80
城市道路	道路级别	支路	次干路	主干路	快速路	-
	设计速度（km/h）	Ⅲ :20	Ⅲ :30/20	Ⅲ :40/30	80/60	-
		Ⅱ :30/20	Ⅱ :40/30	Ⅱ :50/40		
		Ⅰ :40/30	Ⅰ :50/40	Ⅰ :60/50		

在匝道设计速度方面，因为互通立交的主要作用就是在空间层面分隔开两条或者多条交叉道路，其能够借助立交处主要方向交通持续不断地运行，使得车辆在交叉道路地段能更快地行驶，达到降低车辆燃料消耗和缩短运行时间的目的，同时让交叉路口拥有更强的通行能力。在互通式立体交叉中匝道就是用于上下各层公路间的连接道，主要用于车辆转弯。

公路因为整体拥有较快的运行速度，再加上不同等级互通匝道设计速度间存在明显差异，在确定匝道的行车速度时，相关人员不但要将主线行车速度纳入考虑范围，而且还要关注互通立交的服务水平，其简单理解就是车辆驾驶员及乘客在该段道路通行时的感受，在正常情况下，当主线设计行车速度为 60km/h 时，匝道的设计速度在 30~50km/h 之间；当主线设计行车速度为 80km/h 时，匝道的设计速度在 30~60km/h 之间；当主线设计行车速度为 100km/h 时，匝道的设计速度在 35~70km/h 之间；当主线设计行车速度为 120km/h 时，匝道的设计速度在 35~80km/h 之间。对于城市道路来说，当相交道路的行车速度为 40km/h 时，匝道的设计速度为 25km/h；当相交道路的行车速度为 50km/h 时，匝道的设计速度为 20~30km/h 之间；当相交道路的行车速度为 60km/h 时，匝道的设计速度为 20~40km/h 之间；当相交道路的行车速度为 80km/h 时，匝道的设计速度为 30~50km/h

之间；当相交道路的行车速度为 120km/h 时，匝道的设计速度为 40~60km/h 之间^[3]。

4.3 道路行车停车视距差异

在设计公路与城市道路的立体交叉互通时，车辆在行进或刹车时的视线距离呈现出显著的差异。所谓的视线距离，指的是车辆在车道上行驶过程中，遇到前方障碍物而必须紧急制动所需求的距离。鉴于车辆在运动中具有较大的惯性作用，设计人员需尽可能地减少这一刹车距离。在详细讨论这一参数时，应当全面考虑驾驶员的反应距离、安全空间以及车辆的制动距离等因素。

在分析两种道路的视线距离差异时，公路和城市道路都旨在确保车辆顺畅通行，因此在确定刹车距离时所选用的范围大致一致。然而，当车辆以高速行驶或迅速加速时，公路与城市道路的刹车距离就会出现明显的不同。通常情况下，对于一级和高速公路而言，应采用较长的刹车距离；而四级、三级、二级公路则应选择适合货车的刹车距离。如果在设计上采取了分道行驶，则可以选择较短的刹车距离。对于那些位于互通立交进出口区域的公路段，其刹车距离应选取为标准的 1.25 倍。城市道路停车视距仅具有会车视距与停车视距两项考虑内容，立交时同样需要选择 1.25 倍的停车视距。在停车视距反应时间方面公路与城市道路也存在差异，前者为 2.5s，后者为 1.2s，道路十字形交叉口视距示意

图如图1所示。

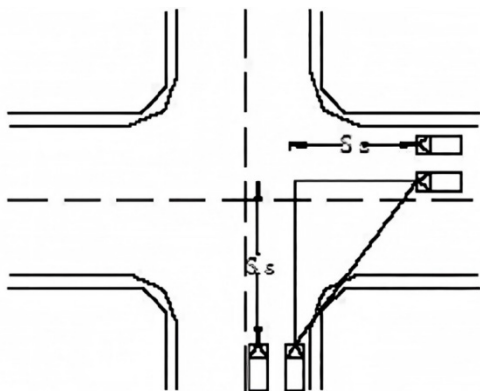


图1 道路十字形交叉口视距示意图

4.4 弧度路面最小半径差异

现代道路工程的设计与建造过程中,相关人员在规划带有弧度的道路时,普遍倾向于采用最小半径值作为计算的基准,这个基准亦被称为竖曲线的临界半径。依据实际操作经验,采用这一半径标准,可以精确打造出与实际条件相匹配的具有特定弧度或倾斜度的道路。进而将行驶状态下车辆所受的冲击控制在更低程度,而且此种设计能够在一定程度上提升驾驶员的视距,促使车辆行驶变得更加安全。但是,因为各种道路工程存在不同的停车视距,公路与城市道路在设计路面坡度与弧度时也适用不同的规范标准。首先,公路大多拥有较高设计速度,这也决定了其满足较高的最小半径要求。以公路工程技术标准为依据,高速公路至少应达到250m的设计半径,相对来说城市道路仅存在较小的设计最小半径,通常处于50~100m范围内。这是因为车辆在公路中行驶速度较快,需要更大的半径保证乘客的舒适性 with 车辆稳定性。其次,城市道路工程存在交通流量大、用地紧张等现实状况,在确定弧度路面的最小半径时也需要考虑实际情况,在设计方面大多会确定更为紧凑的弧度。最后,公路与城市道路的曲线加宽要求也不同。公路在设计弧度路面时,通常需要考虑车辆在高速行驶时的横向稳定性,因此曲线加宽值较大。而城市道路的曲线加宽值相对较小,这是因为城市道路的车辆速度较低,对横向稳定性的要求不如公路严格。

4.5 变速车道长度差异

在公路与城市道路互通式立体交叉时,变速车道属于其中的重要内容,而详细划分变速车道又可分为减速车道与加速车道,其中减速车道主要是布置在驶出公路处的匝道区域,主要作用是降低车辆的行驶速度;加速车道则大多布置在将要驶入公路的匝道区域,主要是提升车辆行驶速度。在

规划互通立交的过程中,相关人员须严格遵循行业规范和设计准则,精确地测定变速车道的实际长度,以避免因车道长度不达标而无法顺畅地完成速度的加减过程。鉴于公路的设计时速通常高于城市道路,因此,公路上的互通立交其加减速车道的设计长度通常会比城市道路上的互通立交更长。

5 公路与城市道路互通式立体交叉设计注意事项

在开展公路与城市道路互通式立体交叉设计工作时,相关人员务必注意以下事项:

①在落实设计工作时,需要全面考量车辆类型、交通流量以及流向等方面的情况,从而制定出实用且合理的立交设计方案;

②合理确定立交形式,以公路与城市道路的特点为依据,选择最合理的立交形式,如城市道路立交可选用环形立交、菱形立交等形式,而公路立交可采取苜蓿叶式、涡轮式等形式;

③严格控制设计速度。在开展设计工作时设计速度属于非常重要的指标,相关人员应严格按照规范设计主线与匝道的速度,防止因为速度过慢或过快引发的安全隐患;

④保证行车停车视距。在开展设计工作期间,相关人员务必充分考虑驾驶员的视线需求,在互通立交区域内保持足够的停车视距;

⑤合理设计变速车道长度,需根据公路与城市道路的实际交通流量、车辆类型及设计速度等因素,进行细致的分析和计算,适当调整变速车道的长度,以确保车辆在加减速过程中能够安全、平稳地完成速度变换,避免因车道长度不足导致的交通事故,保障交通流的高效与顺畅。

6 结语

综上所述,公路与城市道路互通式立体交叉设计存在明显差异,相关差异主要体现在交通服务对象、主线及匝道设计速度、道路行车停车视距、弧度路面最小半径以及变速车道长度等方面,在实际实施设计工作时,相关人员应该充分考虑这些问题,从而提升公路与城市道路互通式立体交叉设计水平,为我国交通事业发展提供助力。

参考文献

- [1] 田广予.城市道路与干线公路互通式立体交叉方案比选研究[J].山西交通科技,2024,(05):66-68.
- [2] 张顺利,周子刚.公路和城市道路互通式立交设计研究[J].运输经理世界,2021,(27):34-36.
- [3] 布文超,薛李松.公路和城市道路互通式立体交叉设计的差别分析[J].运输经理世界,2021,(13):39-41.

Research on highway operation monitoring and prediction based on big data technology

Runfeng Wang

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

Abstract

With the rapid development of big data technology, highway operation monitoring and prediction has become an important research direction in the field of traffic management. Traditional highway operation monitoring relies on manual inspection and traditional monitoring equipment, which has problems such as poor real-time data, low prediction accuracy and poor decision support. The research on highway operation monitoring and prediction based on big data technology, using real-time traffic flow data, weather data, road condition data and other information sources, combined with machine learning and artificial intelligence algorithm, to realize real-time monitoring of highway operation state and accurate prediction of future traffic trends. This study analyzes the application status of big data in highway operation, discusses the key technologies of data acquisition, processing and analysis, and proposes a highway operation monitoring and prediction framework based on big data, and verifies it combined with specific cases.

Keywords

big data technology; highway operation; real-time monitoring; traffic forecast; intelligent transportation system; data analysis

基于大数据技术的公路运营监测与预测研究

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

随着大数据技术的迅速发展, 公路运营监测与预测已成为交通管理领域的重要研究方向。传统的公路运营监测依赖人工巡检和传统的监测设备, 存在数据实时性差、预测准确性低、决策支持不力等问题。基于大数据技术的公路运营监测与预测研究, 利用实时交通流量数据、天气数据、路况数据等多种信息源, 结合机器学习和人工智能算法, 实现对公路运行状态的实时监控和对未来交通趋势的精准预测。本研究分析了大数据在公路运营中的应用现状, 探讨了数据采集、处理、分析的关键技术, 提出了一种基于大数据的公路运营监测与预测框架, 并结合具体案例进行验证。

关键词

大数据技术; 公路运营; 实时监测; 交通预测; 智能交通系统; 数据分析

1 引言

随着社会经济的快速发展和城市化进程的推进, 公路交通网络面临着日益严峻的挑战。交通事故频发、道路拥堵和资源浪费等问题, 严重影响了公路运营的效率 and 安全性。传统的公路运营监测方法, 如人工巡查和传统传感器的应用, 已无法满足现代交通管理的需求。数据的实时采集、分析和预测能力的提高, 促使大数据技术逐渐成为解决这些问题的重要工具。

大数据技术, 凭借其海量数据处理能力、智能化分析能力和高效的预测能力, 在公路运营管理中展现出巨大的潜力。通过实时采集交通流量、气象数据、车载传感器数据等信息, 结合先进的机器学习和数据挖掘技术, 可以有效监测

道路的运营状况, 并对未来的交通趋势进行精准预测。这不仅能够为交通管理部门提供实时的决策支持, 还能够为社会公众提供有效的出行建议, 从而提高道路的通行能力, 减少交通事故的发生。

本研究旨在探讨基于大数据技术的公路运营监测与预测的理论与实践, 分析其在实际应用中的可行性与挑战, 提出一种高效的监测与预测框架, 并通过案例研究验证其实际效果。

2 大数据技术在公路运营监测中的应用

2.1 大数据采集与处理技术

公路运营监测的核心问题之一是数据采集与处理。传统的监测方法通常依赖固定式交通感应器和人工巡查, 无法实现全时段和全范围的数据覆盖。而大数据技术则能够依托物联网技术、车载传感器、智能交通设备等, 实时获取交通流量、车速、车辆种类、气象等多维度数据。这些数据的采

【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。

集能够为公路运营的实时监控和预警提供基础支撑。

现代公路的智能化建设,依赖于各类智能设备和传感器的普及应用。例如,通过部署在道路上的无线传感器、摄像头和雷达等设备,可以实时采集到交通流量、车速、交通信号等数据。而车载导航系统(如GPS设备)和移动应用(如交通导航软件)也能够为公路运营管理提供实时的交通状态数据。此外,利用社会化数据平台,如社交媒体、地图服务等,也可以收集到大量与公路运营相关的数据。

在数据处理方面,大数据技术能够通过并行计算和分布式存储技术,处理海量的实时数据,克服传统单机数据处理的瓶颈。数据清洗、格式转换、去重等步骤可以有效提高数据质量,为后续的分析 and 预测提供可靠的数据基础。

2.2 数据分析与模型建立

大数据技术不仅仅依赖于海量数据的采集,如何通过合理的分析方法,从这些数据中提取有效信息,是公路运营监测的关键。数据分析技术的核心是通过对交通流量、车速、路况、天气等数据进行深入挖掘,找出其内在的规律与关联性,从而实现对公路运营状况的有效预测。

在交通流量预测中,常用的分析方法包括时序分析、回归分析、机器学习和深度学习等技术。例如,基于历史交通流量数据,采用时间序列模型对未来流量进行预测;通过交通流量与天气、事件等因素的关联分析,建立多元回归模型,提高预测准确性。

近年来,人工智能技术的发展,尤其是深度学习的应用,为公路运营监测提供了更高效的分析工具。深度神经网络(DNN)、长短期记忆网络(LSTM)等深度学习模型,能够对非线性、时变的交通流量数据进行建模,提高预测精度。此外,机器学习中的聚类分析、支持向量机(SVM)等算法,也可以有效识别交通模式,预测交通流的变化趋势。

2.3 实时监控与预警机制

实时监控与预警机制是公路运营管理的基础。通过大数据技术,公路管理部门可以实时监测交通流量、车速、道路状况等信息,及时发现交通瓶颈、事故和其他异常情况。例如,结合交通流量与车速数据,监控系统可以实时计算出交通的拥堵指数,并通过智能化系统向驾驶员发布交通拥堵的预警信息,避免交通事故的发生。

此外,基于大数据技术的智能交通系统能够通过历史数据分析,预测未来的交通趋势,提供更精准的交通疏导建议。例如,在节假日、恶劣天气等特殊时期,通过分析历史数据,可以提前预测交通流量的变化,并通过交通信号灯控制、车道调度等方式,优化交通流,减少拥堵和事故的发生[1]。

3 公路运营预测技术的研究与实践

3.1 交通流量预测

交通流量预测是公路运营管理中的核心问题之一。通过对历史交通流量数据的分析,可以预测不同时间段的交通

流量变化,为交通管理部门提供决策依据。交通流量的变化受到多种因素的影响,包括节假日、天气状况、路况等。基于大数据的交通流量预测模型,可以有效地综合各类因素进行预测,并为交通管理部门提供动态决策支持。与传统的交通流量预测方法相比,基于大数据的预测方法能够处理更多维度的数据,并提供更为准确和实时的预测结果。

当前,常用的交通流量预测方法包括统计学模型和机器学习模型。统计学模型如ARIMA模型、指数平滑法等,适用于处理线性变化的交通流量数据;而机器学习模型如支持向量机(SVM)、随机森林(RF)、深度学习等,能够处理非线性、高维度的交通流量数据,具有更高的预测精度。在实际应用中,通过对交通流量、车速、路况等数据的实时监控,可以实现对交通流量的动态预测。模型可以根据实时输入的环境和交通数据进行即时调整,从而提供精准的预测结果。例如,在某一段高速公路上,通过分析历史流量数据、天气预报信息以及节假日等因素,能够预测未来的交通流量,并为交通管理部门提供提前疏导的决策依据,避免拥堵和交通事故。

3.2 交通事故预测

交通事故的预测是公路运营管理中的另一个关键问题。通过对历史交通事故数据和实时路况数据的分析,可以识别出事故发生的高风险区域和时间段。基于大数据技术,交通管理部门能够对这些区域和时间段进行精准预测,从而采取有效的预防措施,减少事故的发生,并优化道路安全管理。随着大数据技术的发展,交通事故预测不仅限于单一因素的分析,还可以结合多种因素进行复杂的建模和分析,以提高预测的准确性和实用性。

通过机器学习算法,如逻辑回归、决策树、神经网络等,可以分析交通事故发生的因素,如天气条件、交通流量、道路状况等。通过对这些因素的综合分析,能够构建起交通事故的预测模型,为交通管理部门提供精准的事故预警。交通事故的预测模型不仅能够识别高风险区域和时段,还可以评估不同因素对事故发生的影响程度。例如,通过对某一段道路的交通流量、车速、天气等数据进行分析,可以提前预测出可能发生事故的时间和地点,从而采取针对性的措施,如增设警示标志、调整交通信号、加强巡逻等,确保交通安全[2]。

3.3 车辆排放与环境监测预测

除了交通流量和事故预测外,车辆排放和环境监测也是公路运营管理中的重要问题。随着环保意识的提高,交通污染和环境保护问题日益成为公路运营管理中的重要课题。大数据技术可以帮助分析不同类型车辆的排放情况,并预测未来的排放趋势,评估交通对空气质量和环境的影响。通过对车辆排放、道路交通流量、气象数据等的综合分析,能够预测空气质量、交通污染等环境问题,为政策制定提供数据支持,推动绿色交通和可持续发展。

具体而言,基于大数据的环境监测预测不仅可以预测

未来的空气质量,还能评估不同交通管理措施对环境的改善效果。例如,通过对不同类型车辆的排放数据进行监控与分析,可以揭示哪些类型的车辆对空气质量的影响最大,进而为制定更加精准的环保政策提供依据[3]。

4 挑战与展望

4.1 数据质量与隐私问题

尽管大数据技术在公路运营监测与预测中展现了巨大潜力,但数据质量和隐私问题仍然是其应用中的重要挑战。首先,数据的质量直接影响到预测结果的准确性,因此如何确保数据采集的准确性、完整性和及时性,是当前研究的关键问题。为此,相关技术需要通过精确的传感器、智能设备和高效的数据清洗与处理手段来保障数据的高质量。例如,利用先进的传感器和GPS技术进行实时监测,可以有效提高数据采集的精度和可靠性,同时减少数据丢失的情况。然而,数据的准确性和可靠性不仅依赖技术本身,还涉及数据存储和传输的安全性问题。因此,构建一套完整的质量控制体系,确保数据流的每个环节都能进行有效的监控,显得尤为重要。

此外,随着大数据技术的广泛应用,隐私保护问题也日益严重。交通流量、车速等信息的实时采集可能涉及驾驶员的隐私,尤其是个人的位置信息。因此,在数据采集和使用过程中,如何平衡数据利用与隐私保护,成为未来研究的重要方向。为了应对这一挑战,数据加密和匿名化技术将成为保护个人隐私的关键手段。同时,政策层面也需要制定相应的法律法规,确保在确保公共安全和提升交通管理效率的同时,尊重和保护个人隐私权[4]。

4.2 技术的集成与应用

大数据技术在公路运营监测中的应用,涉及数据采集、处理、分析和应用等多个环节。为了实现高效的交通监测与预测,需要通过综合应用多种技术手段,包括物联网、云计算、机器学习等,形成一个集成的智能系统。如何将这些技术有机集成,形成一个高效的监测与预测系统,是实现智能交通管理的关键问题。例如,物联网技术可以通过传感器实时采集交通流量、车速、环境等数据,而云计算则可以提供高效的数据存储与处理能力。机器学习算法则能对大数据进行智能分析,进行趋势预测和决策支持。这些技术的深度融

合不仅能提高数据的处理能力,也能显著提升公路运营监测系统的响应速度和预测准确性。

然而,技术的集成不仅仅是单纯的硬件和软件的结合,还需要克服不同技术间的兼容性和协同工作的难题。不同的数据源往往使用不同的数据格式和传输协议,这使得数据的汇聚和整合变得复杂。为此,需要开发出统一的数据交换标准和协议,以实现跨平台的数据互联互通。此外,如何将大数据技术与现有的交通管理系统相结合,提升其实际应用效果,也是未来研究的重要方向。现有交通管理系统大多依赖于传统的实时监控和路网分析工具,如何借助大数据技术对这些系统进行智能化升级,使之能够更高效地应对日益复杂的交通管理任务,将是未来技术发展的关键之一。

5 结语

基于大数据技术的公路运营监测与预测,能够有效提高交通管理效率,优化道路资源配置,降低交通事故发生率。通过大数据的实时监控和精准预测,交通管理部门可以更好地调度资源,预测交通拥堵和事故发生趋势,从而采取更加科学的决策和应对措施。然而,数据质量、隐私保护和技术集成等问题仍然是其广泛应用的挑战。在数据质量方面,如何确保数据的准确性和可靠性,成为实现精准预测的基础;而在隐私保护方面,如何平衡个人隐私与公共利益,将是技术应用过程中必须严格审视的课题;在技术集成方面,如何将不同技术融合并确保系统的高效运作,也对大数据技术在公路运营中的应用提出了更高要求。随着技术的不断发展,未来大数据在公路运营中的应用将更加广泛,为智能交通系统的实现奠定基础,推动交通行业向更加智能化、数据驱动的方向发展。

参考文献

- [1] 王严.广州市交通拥堵治理中的大数据应用研究[D].兰州大学,2020.
- [2] 时文博.大数据技术在智慧高速公路交通运营管理中的应用[J].运输经理世界,2024,(29):55-57.
- [3] 林晓琳.基于大数据的高速公路建设管理信息化应用研究[J].价值工程,2024,43(25):130-132.
- [4] 许乐.大数据技术在高速公路收费数据管理中的探索研究与应用[J].产业创新研究,2024,(16):108-110.

Research on Standardized Maintenance Mode of Metro Vehicles Based on Precise Inspection and Meticulous Repair

Fei Gu Di Huang Tingliang Tan Shun Long

Guiyang CRRC Puzhen Urban Rail Transit Equipment Service Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 550000, China

Abstract

This study focuses on the innovation of metro vehicle maintenance models and establishes a maintenance strategy based on “collaborative maintenance, standardization, and intelligent upgrading.” By integrating industry resources and leveraging the technical expertise of original equipment manufacturers, the strategy enhances resource utilization efficiency, optimizes maintenance management models, and improves system failure prediction capabilities. At the enterprise level, a full lifecycle management system is established to enhance vehicle operational reliability and maintenance efficiency. The findings indicate that this model accelerates the cultivation of multidisciplinary talent, optimizes lean maintenance processes, enhances brand recognition, and effectively shortens the preparation period for new lines, demonstrating its replicability and scalability. Based on this, the study proposes a “manufacturing-service-data” integration model, providing theoretical support and practical paradigms for the upgrading of rail transit maintenance systems.

Keywords

subway vehicles; maintenance; innovation; standardization

基于精检细修的地铁车辆标准化维保模式研究

顾飞 黄迪 谭庭亮 龙顺

贵阳中车浦镇城市轨道交通装备服务有限公司, 中国·贵州 贵阳 550000

摘 要

本研究围绕地铁车辆维保模式创新, 构建“联合维保-标准化建设-智能升级”维保策略。通过行业资源整合与主机厂技术赋能, 提高资源利用效率, 优化维保管理模式, 增强系统故障预测能力。企业层面建立全生命周期管理体系, 提升车辆运行可靠性与运维效率。研究表明, 该模式能够加速复合型人才培养, 优化精益作业流程, 提升品牌影响力, 并有效缩短新线筹备周期, 验证了其可复制性与推广价值。研究提出“制造-服务-数据”融合模式, 为轨道交通维保体系升级提供理论支撑与实践范式。

关键词

地铁车辆; 维保; 创新; 标准化

1 引言

近年来, 我国城市轨道交通快速发展, 据交通运输部数据, 截至 2024 年, 全国地铁运营里程突破 1 万公里, 轨道线路 325 条, 年客运量 28 亿人次^[1]。

车辆是地铁运营的主要载体, 它的安全、稳定是运营服务质量的重要保障。作为轨道交通核心载体的地铁车辆, 其安全性、可靠性直接决定运营服务质量与社会经济效益^[2]。车辆的机械电子零部件众多, 使用频率、寿命周期和出现的故障各不相同。做好车辆维保质量管理、降低车辆故障率、保障车辆运行状态良好是车辆维保部门一项核心的管理工作^[3-5]。地铁车辆维保工作是各地铁运营公司的主要工作,

其维保工作质量直接影响到地铁运营服务的质量, 甚至是公司的经济效益与社会效益。地铁车辆的检修维保质量是建立在地铁车辆本身的可靠性基础上的, 通过各类技术、方法, 以及对地铁车辆实际的运行公里数、牵引能耗、制动能耗、各个系统的故障情况进行统计, 分析出故障发生的概率或故障所造成的影响大小, 进而进行精确的维护保养工作^[6]。这从另一方面也对从事地铁车辆检修维护人员的能力与经验提出一定的要求。

近年来, 我国各个城市的地铁建设均已全面展开, 而地铁车辆的维保模式也是各个地铁运营公司正在面对的一个新的问题。当前行业面临三重挑战包括, 车辆制式多元化对维保标准化提出更高要求; 故障预测精度不足影响预防性维护效能; 人才断层问题突出, 高级技师占比不足。本文通过某城市某条线路的地铁车辆维保方面进行了积极探索, 致力于打造标准化维保模式, 以提高维保质量和效率, 确保地

【作者简介】顾飞 (1988-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 工程师, 从事地铁车辆维保研究。

铁车辆的安全可靠运行，为轨道交通维保体系转型升级提供了理论范式与实践路径。

2 地铁车辆维保概念及类型

2.1 地铁车辆维保概念

地铁车辆维保是指通过周期性维护和检查，确保车辆各系统、部件处于安全可靠状态，以保障列车正常运行和乘客安全。其核心是通过计划性检修，逐步深入排查隐患，并结合里程或时间周期进行预防性维护^[6]。

地铁车辆维保工作与车辆生产、设计、制造等技术的更新紧密相关，其质量直接影响地铁运营服务质量以及公司的经济效益和社会效益。维保工作基于车辆本身的可靠性，通过对车辆运行数据的统计分析，确定维护保养的精确措施，这对维保人员的能力和经验的提出了要求。

2.2 地铁车辆维保类型

目前地铁车辆的维保模式主要有以下三种。

2.2.1 自修模式

在地铁建设运营初期，由运营单位按专业分工，成立不同的组织，各组织采用大而全的管理机制自行负责所有轨道交通设备的维保。

2.2.2 联合维保模式

运营公司与主机厂分工明确，共同保障车辆维保工作。运营公司提供维保环境（设备、场地、能源等），车辆制造企业承担维保业务，成立专门维保部门，派驻专业人员，提供技术、材料等资源，全面负责车辆维修任务，确保车辆长期正常运行。

2.2.3 完全维保模式

运营公司将车辆维保全部交给主机厂，不提供任何资源，主机厂负责解决所有工作环境问题，包括车辆维修任务、设备、场地及能源等。运营公司监督维保状态并验收质量。该模式在一定程度上简化了管理，减少了人员配备，同时在国外已有成熟的经验和运作模式。

3 中车地铁车辆维保服务创新

随着地铁交通和主机厂技术的不断发展和创新，联合维保模式已成为当前地铁车辆维保的主流模式。在此模式下，主机厂不仅提供地铁车辆的生产制造，还通过成立维保服务部门，全面参与到车辆的后续维保工作中，形成从生产到运维的全链条服务闭环。这一模式通过行业与企业的实践创新，从宏观战略到微观执行层面均实现了突破，具体体现如下：

3.1 行业层面

主机厂依托资金、技术及管理优势，为地方政府与运营企业提供专业化维保服务，成为行业新增长点。这一模式通过延伸“制造+服务”链条，推动维保市场向多元化、全生命周期方向转型，未来将进一步吸引更多专业企业参与，加速行业生态升级。

3.2 公司层面

主机厂通过成立子公司，结合车辆故障分析与实时维护，实现全寿命周期管理，显著降低综合成本与故障率。同时，整合供应商、用户及科研资源，优化维修策略与技术标准，推动车辆产品持续升级。深化合作后，主机厂与用户形成零距离服务模式，依托状态监测提升检修效率，并充分利用既有资源减轻政府投资压力，最终实现社会效益与经济效益的双重提升。

4 基于精细化检修的标准化维保模式构建

标准化维保模式的构建分为起步、提升与未来规划三个阶段，通过资源整合、体系优化与技术创新，实现地铁车辆全生命周期的高效管理。

4.1 起步阶段

起步阶段以联合维保模式为核心，明确运营方与维保团队的协作框架。运营分公司负责提供场地、设备等基础资源，维保团队依托技术、人员优势承担全流程检修任务，双方通过合同明确职责边界，确保车辆设备长期稳定运行。在此基础上，维保团队编制详实的筹备计划，形成标准化方案，开展人员招录、培训取证、制度和作业指导书编制等工作，配备人员组织，梳理工器具和物资，为现场进驻奠定基础。

4.2 提升阶段

提升阶段聚焦多维标准化体系建设，涉及人员、技术、安全、质量等关键环节。

4.2.1 人员管理

推行“精兵高效”策略，通过优化班组结构与技能培训，将人车比控制在0.38。班制调整为“两班常白+两班常夜”轮换模式，对比白夜休休制员工月度总工时可节省超800h，灵活匹配检修需求。同步实施半军事化管理，组织全员军事特训，强化纪律性与团队协作能力，打造技能过硬、作风严谨的维保队伍。

4.2.2 技术优化

针对车钩连接环及车门运动部位等核心部件进行工艺优化，旨在提高检修效率和质量，降低故障率，延长设备使用寿命。单次修程作业时长缩短40min至1h，年度降本超10万元。采取标准化作业方式，开展车辆计划性检修等工作，形成标准化模板，达到了精益生产的效果。

4.2.3 安全管理

构建双重预防机制，完成87项风险分级管控，结合定期隐患排查与绩效考评，隐患闭环率达98%。断送电作业划分验电区、接地区等标准化区域，通过双监护模式杜绝操作事故。设立员工反思台，推动自我审查与经验共享，提升全员安全责任意识。

4.2.4 质量控制

落实“四个一致”原则，实现作业规范与记录追溯的一致性。开展“守红线、除陋习”专项行动，通过三级管控机制（日查、点检、督查）实现陋习全部整改。

表 1 检修工艺优化成果

序号	优化项目	优化措施	优化成果
1	车钩连接环检修优化	优化检修方案，对连接环间隙进行喷涂漆膜。	(1)减少消耗料使用量,实现年度降本 11 万元。 (2)单修程减少 1h 作业时长
2	车门压轮检修优化	增加压轮检修工装。	单修程减少 40min 作业时长
3	车门润滑脂包装方案优化	更改包装规格，由 1kg/ 瓶改为 25kg/ 桶。	实现年度降本 0.4 万元。
4	车门检修润滑写实优化	通过写实优化检修工艺，使用润滑专用工具，减少浪费	实现年度降本 2.4 万元

4.3 精益与数字化深化管理效能

4.3.1 精益车间建设

通过构建分层级精益培训体系，系统性覆盖理念宣贯、工具实操及案例研讨，形成全员参与的持续改进文化。在此基础上，通过精益示范区的建设，实施组织机构扁平化改革与目视化看板管理，结合消耗料定额控制策略，显著提升生产效率 15%，年度物料浪费量降低 600kg。

4.3.2 综合标准化

办公区域进行标准文化建设，营造整洁舒适的办公环境，塑造良好的企业形象，规范环境管理，增强职工对单位的责任感和归属感，推动单位日常工作规范化、秩序化。工具取用效率优化 40%，验证了环境与行为协同升级的可行性。同时，通过台账与维保管理制度的标准化建设，基本实现作业记录数字化归档，数据调取响应时间缩短至 10s 以内，异常事件追溯效率提高 60%。此类措施表明，标准化管理可通过降低操作冗余与提升信息可追溯性，强化组织运行稳定性。

4.3.3 数字化平台

应用智能运维系统，实时监测车辆 3000+ 关键参数，故障预警准确率达 92%，平均排查时间从 2h 压缩至 40min。进一步通过 EHS（环境健康安全）、MRO（维护维修管理）、QMIS（质量管理体系）的多系统数据链整合，构建“安全-质量-资产”协同管理平台，使得工单派发效率提高，备件库存周转率得到优化，综合管理成本下降。知识管理层面，构建的故障案例库（800+ 条）与优化方案库（200+ 项）支持智能诊断决策，新人培训周期缩短 30%，决策响应速度提升 40%。研究表明，数据驱动的管理模式可通过降低人工干预依赖性，实现资源配置效率与风险管控能力的双重跃升。

5 标准化维保模式实施成效

5.1 人员方面

标准化维保模式构建了“技术-管理-运维”复合型人才培养体系，形成覆盖全生命周期维保能力的人才梯队。通过岗位技能认证与案例共享机制，新员工技能适应周期缩短 40%，为后续项目拓展提供核心人力资源支撑。

5.2 社会经济价值

标准化维保模式通过资源整合与技术赋能，实现社会

经济价值的系统性提升。在资源集约化层面，依托主机厂设备共享机制，减少政府重复性固定资产投资，车辆段占地面积减少，土地集约化利用率提升，验证了帕累托改进效应在轨道交通领域的适用性。

管理效能方面，运营公司运维团队规模得到了精简，管理成本下降，突破传统科层制组织的效率瓶颈。风险控制方面，通过数据透明化与合同约束机制，实现了运营公司和主机厂车辆运营服务安全，达到了车辆购置维保合同的可靠性目标要求。

5.3 标准化模式的复制

通过模块化设计实现跨项目快速适配，验证其作为行业范式的可扩展性。为维保公司的地铁延伸服务模式积累了经验，在后续项目中可平移精进，达到精益生产管理的作用。

6 结论与展望

本研究通过对地铁车辆维保模式的深入分析，提出了基于精细化检修的标准化维保模式，并在实践中取得了显著成效。通过优化人员管理、技术升级、安全控制、质量标准化及数字化管理，确保工作效率、可靠性和成本控制均得到提升。同时，智能运维系统的应用提高了故障预测能力和资源调度效率，推动了轨道交通维保体系的现代化转型。

未来，标准化维保模式的推广将进一步提升轨道交通行业的管理水平，并为其他城市地铁系统提供借鉴。随着人工智能、大数据等技术的发展，维保管理将向智能化、自动化方向迈进，提高运营安全性和经济效益。此外，人才培养体系的完善和行业标准的建立，将为地铁维保行业的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

[1] 中华人民共和国交通运输部. 全国城市轨道交通年客运量超 322 亿人次[EB]. 2025(2025-01-22). https://www.mot.gov.cn/jiaotongyaowen/202501/t20250122_4162898.html.

[2] 张晓莉, 林茂德. 论城市轨道交通建设对经济发展的拉动作用[J]. 城市轨道交通研究, 2009, 12(1): 1-6.

[3] 顾政华, 李旭宏, 朱彦东, 等. 城市地铁运营管理维保模式的市场化战略探讨[J]. 河北交通职业技术学院学报, 2004, 1(4): 35-39.

[4] 陆万忠, 柳拥军. 关于城市轨道交通车辆检修制度的改革设想[J]. 城市轨道交通研究, 2008, 11(5): 11-14.

[5] 张标. 天津地铁网络化运营车辆维修管理模式设计[J]. 都市快轨交通, 2012, 25(4): 31-34.

Analysis of the causes of road surface collapse of a certain motor vehicle

Zhengwen Zhao

Anhui Construction Engineering Testing Technology Group Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230031, China

Abstract

As an important infrastructure for urban transportation, motor vehicle lanes play a crucial role in the operation of urban traffic. However, due to complex factors such as design, construction, or environmental impact, road collapses can occur. Therefore, timely detection and analysis of the causes of collapsed road surfaces are of great significance. This article focuses on the local collapse of the road surface in a certain motor vehicle lane. Through on-site investigation and systematic testing, it was finally analyzed that the size and reinforcement of the sewage pipe did not meet the standards and could not withstand the external pressure bearing capacity, resulting in the collapse of the road surface.

Keywords

motor vehicle lane; Collapse; testing; cause analysis

某机动车道路面塌陷原因分析

赵正文

安徽建工检测科技集团有限公司, 中国·安徽 合肥 230031

摘 要

机动车道作为城市交通的重要基础设施,对城市的交通运转起着至关重要的作用,然而由于设计、施工或环境影响等复杂因素导致路面塌陷,因此,对塌陷路面及时检测进行原因分析具有重要意义。本文针对某地机动车道路面出现局部塌陷,进行现场勘查与系统检测,最终分析出污水管尺寸及配筋未达标准承受不住外压承载力导致路面塌陷。

关键词

机动车道; 塌陷; 检测; 原因分析

1 引言

在现代城市交通体系中,机动车道作为城市的“动脉血管”,承担着大量的交通流量,对城市的正常运转起着至关重要的作用。然而,近年来道路路面塌陷事故频繁发生,不仅给城市交通秩序带来了极大的混乱,导致交通拥堵加剧,增加了市民的出行时间和成本,还对行人和车辆的安全构成了严重威胁。

从众多工程案例发现,道路路面塌陷的诱因,是多种复杂因素相互交织的结果^[1-4]。从地质条件来看,不同地区的地层结构差异显著,部分区域的土质松软、地下水丰富,使得上方土体失去支撑,这为路面塌陷埋下了隐患;在工程建设方面,周边工程施工可能会破坏地下土体结构的稳定性,施工过程中的不当操作,如过度挖掘、降水不合理等,都可能导致土体位移、失水固结,进而引发路面塌陷。另外,道路自身的设计与施工质量也不容忽视,设计时对交通流量

预估不足、路面结构强度不够,施工中使用劣质材料、施工工艺不达标等,都可能使路面在使用过程中过早出现病害,最终引发塌陷。

因此,对机动车道路面塌陷原因展开深入、系统的分析意义重大。这不仅有助于及时发现潜在的安全隐患,采取针对性的预防措施,保障道路的安全畅通,还能为后续城市道路的规划、设计、施工和维护提供宝贵经验,进一步提升城市基础设施的安全性和可靠性,促进城市的可持续发展。本文将结合现场勘查、科学检测手段,并且对照规范要求全面剖析某地机动车道路面塌陷的原因,为解决这一城市顽疾提供有益的参考。

2 工程概况

某道路为东西走向,道路总长 5268.34m,道路红线宽 50m。设计等级为城市主干道,计算行车速度 50km/h,路面交通等级重型,抗震设防烈度 6 度,设计年限 15 年。设计道路 C 标段机动车道自上而下依次为 40 mm 厚 AC-13C 细粒式改性沥青混凝土、50 mm 厚 AC-16C 中粒式沥青混凝土、70 mm 厚 AC-25 粗粒式沥青混凝土、下封层、玻纤格栅及透层、60 mm 厚 4.5% 水泥稳定碎石层、400 mm 厚级配砂砾石底基层、

【作者简介】赵正文(1996-),男,中国安徽铜陵人,本科,助理工程师,从事材料和市政公路研究。

回填土层、污水管、180° 砂石基础。污水管采用开挖法施工，管材选用钢筋混凝土Ⅲ级防腐管，管材公称内径 1200 mm，管道接口为承插式橡胶圈接口。路基填土压实度自上而下依次为 96%、94%、93%。由于其机动车道处出现塌陷，为此对机动车道塌陷、污水管塌陷和破裂原因进行检测、鉴定。

3 道路施工、塌陷及污水管网使用情况调查

监理单位介绍：道路 B、C 标段污水管网及其上部填土、砂砾层由两家单位施工，工期 50 天，所用污水管由同一厂家生产，污水管 180° 砂石基础未有振捣压实。施工单位介绍：C 标段污水管上方填土用夯实机分层（每层 300 mm 厚）夯实，至超出填土高度一半时用挖掘机压实。未见污水管质保证书、污水管配筋图以及闭水试验记录等施工质保资料。

道路污水管网于 2008 年 12 月 28 日投入使用，污水沿路由西向东流入污水处理厂，2015 年 12 月 1 日发现流入污水处理厂的污水明显减少，2015 年 12 月 3~4 日检查发现 26# 污水检查井积水，积水水面距路面 1.2m，27# 污水检查井仅少量积水位于底部，26#、27# 污水检查井底部沉积了砂、石、砖块和生活垃圾，26#、27# 污水检查井固体沉积物顶部距污水管内壁顶约 200mm。2015 年 12 月 17 日 14:30 发现 C 标段距 26# 污水检查井东侧约 4m 位置发生道路塌陷，塌陷位置位于污水管上部，塌陷处东西向最大长度约 17m、南北向最大宽度约 10m，塌陷深度约 2m，如图 1 所示。



图 1 道路塌陷现场状况

4 塌陷现场勘查

道路塌陷后，相关单位对塌陷处进行了开挖，塌陷处东、西两侧开挖后的污水管状况如下：①塌陷处污水管已破裂成块，开挖至污水管埋深处时仅挖出少量碎块（分析其他碎块移位）；塌陷处东、西两侧污水管顶有纵向裂缝分布，其中东侧污水管顶裂缝宽度约 10mm；塌陷处西侧两节污水管已脱开。②塌陷处东侧污水管已被块石、卵石等固体堵塞，仅管顶有较小空隙。③ 26# 污水检查井东侧污水管固体沉积物顶部距污水管内壁顶约 400mm。④ 26# 污水检查井处的开挖坑有水子污水管外侧往污水管内部倒流；26# 污水检查井处预留的横穿桃溪东路雨水管底混凝土垫层与底部填土间有较大间隙。

5 道路施工质量抽检

5.1 道路构造、层厚及污水管埋深

经过对已开挖的 C 标段 K1+760 处机动车道检测：道路

自上而下依次为 150mm~170mm 厚沥青混凝土、400mm 厚水泥稳定碎石层、360mm 厚砂砾石层、400mm 厚块石、砂、粘土混合填层、约 5900mm 填土层、内径 1200mm 钢筋混凝土污水管、砂砾石层。使用全站仪测得塌陷处东侧污水管顶距沥青路面的距离约为 7250mm。观测污水管接头处有橡胶圈。

5.2 污水管基础

设计污水管为 180° 砂石基础，实测塌陷处东侧的 1 节污水管两侧自管顶以下 1.1m 高度未见砂、石，污水管两侧基础不符合实际要求；观测塌陷处开挖时污水管底基础为砂砾石层。

5.3 填土压实度

从污水管上部取土做击实试验，测得管顶填土最大干密度为 1.79g/cm³，最佳含水率为 16.1%。从污水管上部距管顶 450mm、2100mm 用环刀法取土检测填土的压实度，检测结果汇总于表 1。

表 1 填土压实度检测结果汇总表

取土部位	湿密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	干密度 (g/cm ³)	压实度 (%)
管顶 450mm 处	1.89	22.7	1.54	84.9
管顶 2100mm 处	1.90	24.9	1.52	87.1

环刀法检测表明：管顶填土压实度低于 93%，填土含水率高于其最佳含水率。

6 塌陷处污水管检测

从开挖的道路塌陷处取出 1 节破裂的污水管（见下图 2），对其长度、内径、壁厚、钢筋配置、裂缝分布等进行检测。



图 2 塌陷处污水管

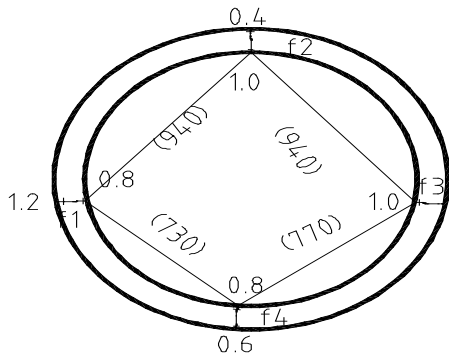
6.1 污水管接头型式与尺寸

观测取出的污水管为钢筋混凝土柔性接口乙型承插管，实测总长 2105mm，有效长度 2005mm，竖向内径 ($f_2 \leftrightarrow f_4$ 向) 1195mm，水平向内径 ($f_1 \leftrightarrow f_3$ 向) 1210mm，管身壁厚 111mm，喇叭口一端壁厚 120mm，另一端壁厚 105mm。被测污水管接头型式符合设计要求，其有效长度符合产品优品要求，但其壁厚负偏差 (-9mm) 超出产品标准合格品要求 (-4mm)。分析 $f_2 \leftrightarrow f_4$ 向因承压变形，内径小于 $f_1 \leftrightarrow f_3$ 向。

6.2 污水管裂缝

取出的污水管有 4 条裂缝沿管长方向分布，4 条裂缝分别编号 f1、f2、f3、f4。4 条裂缝长度即管全长；裂缝均已

贯穿管壁；裂缝宽度管内、外壁有差异，f1、f3 裂缝外壁缝宽大内壁缝宽小，f2、f4 裂缝外壁缝宽小内壁缝宽大。管裂缝剖面分布示意图见图3（括号内数字为裂缝间弦长）。内壁裂缝见图4所示。管裂缝分布位置及内外壁裂缝宽度差异与管因承压变形而致竖向、水平向内径差异对应，裂缝为承受外压受力裂缝。



附图：管裂缝分布及内、外壁裂缝最大宽度示意图
注：（ ）中数字为裂缝间弦长，单位：mm

图3 管裂缝分布及内外壁裂缝最大宽度示意图



图4 管内壁裂缝

6.3 取出的污水管钢筋配置

对取出的污水管钢筋配置进行检测，实测情况如下：

钢筋品种及直径：从钢筋外形估计其为冷拔钢丝，直径为4.6mm；钢筋层数：单层；环向筋：螺距100mm，钢筋骨架两端密缠1圈环向筋；纵向筋：连续5个环向间距500mm、820mm、310mm、400mm、340mm，钢筋根数多于6根；钢筋位置及保护层厚度：破口处环向筋内壁保护层厚14mm（不在管内壁2/5处），管内壁有2处环筋裸露在外并生锈，环筋外侧有防腐涂层。

对照《管体结构尺寸与配筋设计图册》Ⅰ、Ⅲ级管配筋设计和GB/T 11836-2009^[5]：取出的破裂污水管配筋量太低；部分部位环筋位置不符合产品标准要求；各处环筋保护层厚薄不匀，部分部位环筋保护层太薄，甚至在内壁处露筋并锈蚀。

6.4 25# 污水井~26# 污水井间的污水管观测

为便于分析道路塌陷原因，从25# 污水井进入25# 污水井~26# 污水井间的污水管道使用矿灯照明进行观测：管道底部积水，管内壁部分部位积存淤泥和垃圾。自26# 污水井西侧起各节污水管依次编为G1、G2、G3、G4、G5、G6、G7、G8、……，G1管已和G2管脱开并严重塌陷，

G2和G3管脱开（脱开间隙约100mm）且接口处G2管下陷40mm~50mm，G3和G4管接口处G3管下陷约30mm，G4、G5、G6管无积水的管顶有裂缝，管内壁最大缝宽4.0mm。G7以后的其他管接口间隙宽窄不等，甚至同一管接口间隙也宽窄不等，大部分管接口间隙大于20mm；部分管接口处东侧管有轻微下陷。

7 道路塌陷、污水管塌陷、污水管破裂成因分析

根据现场实测、调查结果，综合分析道路K1+760处机动车道塌陷、污水管塌陷和破裂成因如下：

①污水管配筋量太低、部分部位环筋位置不符合产品标准要求、壁厚负偏差较大，使其外压承载力达不到Ⅲ级钢筋混凝土排水管要求，是塌陷处污水管破裂、移位或开裂的主要原因，施工质量对塌陷处污水管破裂、移位或开裂有不利影响。②污水管破裂或开裂后，污水渗入基础致基础沉降进而引起污水管塌陷，污水管塌陷致接口脱开，污水流出加速又加剧了污水管塌陷进而使其破裂、移位或开裂，污水管破裂、移位，污水排出受阻，水位上升，引起路基流失、路面塌陷，堵塞26#、27# 污水井及26# 污水井~27# 污水井间的污水管道。管道开裂后管道中的固体沉积物促使污水渗出对污水管塌陷有影响。

8 结论与建议

经现场调查与分析：机动车道发生塌陷的位置位于污水管的上部，塌陷处污水管已破裂、移位或开裂。污水管配筋量太低、部分部位环筋位置不符合产品标准要求、壁厚负偏差较大，使其外压承载力达不到Ⅲ级钢筋混凝土排水管要求，是塌陷处污水管破裂、移位或开裂的主要原因，施工质量（如基槽回填压实度不满足相应的回填压实和检测要求）对塌陷处污水管破裂、移位或开裂存在不利影响，从而引起路基流失、路面塌陷。

抽查检测表明：除塌陷区外，道路其他位置的污水管也有不同程度的开裂、塌陷等结构和功能缺陷，检测29段有16段有长度不等（各段可测破裂长度6m~60m间）的三级破裂及严重塌陷，有三级破裂及严重塌陷的段数占29段的55.2%。破裂及严重塌陷的污水管应停止使用。间隔破裂及严重下陷的污水管（段数占所测29段的55.2%），在路面工程完工后适修性差，建议W20~W50段污水管报废填实，在机动车道外侧重新采用顶管法施工污水管。

参考文献

- [1] 刘海俊.市政道路埋设塑料排水管道塌陷原因分析[J].山西建筑,2015,41(36):147-148.
- [2] 韩舒.关于城市道路空洞检测及预防道路塌陷工作的探讨[J].山西建筑,2020,46(12):135-136.
- [3] 邓宗梁.某道路工程污水管道塌陷事故的原因分析[J].绿色环保建材,2021,(01):89-90.
- [4] 孙树荣,秦超.关于道路塌陷原因的分析[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2024,42(10):119-121.
- [5] 混凝土和钢筋混凝土排水管: GB/T 11836-2009[S].北京: 中国建筑工业出版社,2009.

The influence of material selection and mix ratio optimization of cement concrete pavement on road performance

Zhiguo Tang

Nanjiang Jinhong Construction Co., Ltd., Bazhong, Sichuan, 636600, China

Abstract

Cement concrete pavement, as a common road material, is widely used in expressway, urban road and other construction projects, and its road performance directly affects the service life and safety of the road. The road performance of cement concrete pavement is affected by many factors, among which the selection of materials and the optimization of mix ratio are the key factors to determine its performance. This paper studies the influence of the choice of different cement concrete materials on the performance of road use, discusses the action mechanism of cement, aggregate, admixture and other materials on the compressive strength, folding strength, durability and freezing resistance of concrete pavement, and proposes the method of mix ratio optimization. By comparing the influence of different material ratio on the performance of cement concrete pavement, the paper provides the theoretical basis for the design and construction of cement concrete pavement, and puts forward the optimization scheme to improve the road performance. The study shows that reasonable material selection and scientific mix ratio optimization can significantly improve the performance and economy of cement concrete pavement.

Keywords

cement concrete pavement, material selection, mix ratio optimization, road performance, durability

水泥混凝土路面材料选择与配合比优化对路用性能的影响

唐志国

南江金虹建设有限公司, 中国 · 四川巴中 636600

摘 要

水泥混凝土路面作为一种常见的道路材料, 广泛应用于高速公路、城市道路等建设项目中, 其路用性能直接影响到道路的使用寿命和安全性。水泥混凝土路面的路用性能受到多种因素的影响, 其中材料的选择和配合比的优化是决定其性能的关键因素。本文研究了不同水泥混凝土材料的选择对路用性能的影响, 探讨了水泥、骨料、掺合料等材料对混凝土路面抗压强度、抗折强度、耐久性、抗冻性等性能的作用机制, 并提出了配合比优化的方法。通过对比不同材料配比对水泥混凝土路面性能的影响, 本文为水泥混凝土路面的设计和施工提供了理论依据, 并提出了改善路用性能的优化方案。研究表明, 合理的材料选择和科学的配合比优化能够显著提高水泥混凝土路面的使用性能和经济性。

关键词

水泥混凝土路面; 材料选择; 配合比优化; 路用性能; 耐久性

1 引言

随着城市化进程的加快和交通运输需求的日益增加, 道路建设逐渐成为基础设施建设中的重要组成部分。水泥混凝土路面作为一种常见的道路材料, 因其耐久性、承载能力和施工方便等优点, 在现代道路建设中得到了广泛应用。水泥混凝土路面的使用性能直接影响道路的服务质量和使用寿命, 因此, 提高水泥混凝土路面的性能是道路建设中的一个关键问题。

水泥混凝土路面的路用性能包括抗压强度、抗折强度、

抗冻性、耐久性、抗滑性等, 这些性能直接决定了路面的使用寿命和交通安全。材料选择和配合比是影响水泥混凝土路面性能的关键因素。水泥的种类、骨料的粒径和级配、掺合料的使用等都会对水泥混凝土的性能产生重要影响。因此, 优化水泥混凝土的配合比, 合理选择材料是提高路用性能的有效途径。

本文将从水泥、骨料、掺合料等材料的选择入手, 分析其对水泥混凝土路面性能的影响, 并结合不同配合比对路用性能的优化效果, 提出改进水泥混凝土路面性能的建议, 旨在为水泥混凝土路面的设计和施工提供理论依据和实践指导。

【作者简介】唐志国(1975-), 男, 中国四川人, 本科, 工程师, 从事工程施工研究。

2 水泥混凝土路面的材料选择与性能

2.1 水泥的选择对路用性能的影响

水泥是水泥混凝土路面中最重要的组成材料之一，其质量直接影响混凝土的强度、耐久性及施工性能。常见的水泥种类包括普通硅酸盐水泥、矿渣水泥、粉煤灰水泥等。不同种类的水泥在水化过程中的反应特性、硬化速度和最终强度等方面有所不同，因此选择适合的水泥种类对混凝土路面性能具有重要意义。

普通硅酸盐水泥具有较快的水化反应速度和较高的强度，适用于大多数的道路建设项目。然而，在一些特殊环境下，如湿热或极寒地区，矿渣水泥和粉煤灰水泥的使用会提高水泥混凝土的抗冻性、抗渗性和耐久性。矿渣水泥和粉煤灰水泥中的矿物成分具有较低的水化热和较好的耐酸碱性能，因此在需要提高混凝土耐久性的项目中，选择矿渣水泥或掺入粉煤灰能够有效延长水泥混凝土的使用寿命，尤其是在抗渗、防冻、防裂等性能方面表现尤为突出。

水泥的选用需要根据实际环境和工程要求来确定。例如，在温差较大的地区，选用抗冻性能较好的水泥种类，能够有效避免水泥混凝土路面由于冻融循环造成的损伤。此外，水泥的品质直接影响混凝土的抗压强度和抗折强度，因此对水泥的选择必须严格控制其质量。

2.2 骨料的选择与配合比对路用性能的影响

骨料是水泥混凝土路面中的第二大组成材料，通常由粗骨料和细骨料两部分构成。骨料的质量、粒径和级配直接影响混凝土的强度、工作性和耐久性。粗骨料通常由碎石、卵石等材料组成，细骨料通常为天然砂或人工砂。

骨料的粒径分布对混凝土的密实性和强度有重要影响。合适的骨料级配能够使混凝土的骨料在体积和重量上得到合理分布，从而提高混凝土的密实性和强度。过细的骨料会导致混凝土的粘度过高，施工难度增大；而过粗的骨料则可能导致混凝土的工作性下降，影响其浇筑和密实度。因此，合理的骨料级配是提高水泥混凝土路面性能的关键。

在骨料的选择上，必须考虑其粒径、形状、表面特性等因素。粒径过大的骨料可能影响混凝土的均匀性，粒径过小的骨料则可能导致混凝土的流动性下降。不同地区的骨料类型和质量差异较大，因此在不同地区施工时，必须选择当地合适的骨料，确保其符合工程要求。

2.3 掺合料的使用与路用性能的提升

掺合料是指在水泥混凝土中加入的其他材料，如粉煤灰、矿渣、硅灰等。掺合料的加入可以改善混凝土的工作性、增强耐久性、降低成本和减少能耗等。掺合料的使用是水泥混凝土配合比优化的一个重要方面。

粉煤灰作为一种常见的矿物掺合料，在水泥混凝土中具有多方面的应用优势。粉煤灰能有效改善混凝土的流动性和可操作性，减少水泥的用量，降低混凝土的热膨胀性和干缩性，增强其抗渗、抗冻和抗化学侵蚀能力。此外，粉煤灰

还能够提高混凝土的耐久性，延长道路的使用寿命。矿渣水泥则在抗高温、抗腐蚀等方面具有明显优势，特别适用于道路建设中的高温或腐蚀性环境。

对于水泥混凝土路面，掺合料的合理选择能够有效提高其抗渗性、抗冻性和抗化学侵蚀能力，改善混凝土的长期稳定性。采用掺合料可以降低对环境的负面影响，并在满足强度要求的同时，提升混凝土的综合性能。

3 水泥混凝土路面配合比优化的策略与效果分析

3.1 配合比优化的基本原则与方法

配合比优化是水泥混凝土设计中的一个核心环节，旨在通过科学调整水泥、骨料和掺合料的比例，达到最佳的混凝土性能。优化水泥混凝土的配合比，不仅能够提高其强度、耐久性、抗冻性等路用性能，还可以有效减少水泥的用量，降低生产和施工成本，提高施工效率，并且能促进资源的节约和环境的可持续发展。

在配合比优化过程中，必须遵循一定的基本原则。首先，在保证混凝土强度和耐久性的前提下，尽量减少水泥的用量。水泥是水泥混凝土中的主要材料，然而水泥生产过程中会产生大量二氧化碳等温室气体，增加环境负担。因此，优化水泥的使用量，不仅能够减少成本，还能有效降低环境污染。其次，提高骨料的使用效率是优化配合比的另一个重要原则。骨料的质量、粒径、级配等对混凝土的强度和工作性有直接影响，因此，合理选择骨料的种类与级配，能够提高骨料的利用率，优化混凝土的性能。

在优化过程中，掺合料的合理使用同样至关重要。掺合料如粉煤灰、矿渣、硅灰等，不仅能够改善混凝土的工作性和抗渗性，还能在一定程度上提高其抗冻性和耐久性。合理选择掺合料的种类与比例，有助于提高混凝土的综合性能，同时降低生产成本。优化配合比的目标是使混凝土在强度、耐久性、流动性和施工性等方面达到最佳平衡，并确保在实际应用中具有足够的稳定性。

配合比优化的实施方法多种多样，常见的优化方法包括试配法、数学优化法和试验分析法等。试配法是通过反复试验，调整水泥、骨料和掺合料的比例，寻找最佳配合比的一种方法。虽然这种方法直观易懂，但过程繁琐且耗时较长。数学优化法则通过数学模型对不同配合比进行计算和分析，快速筛选出符合要求的最佳配合比。试验分析法则结合理论计算和实验数据，分析各种材料对比对混凝土性能的影响，最终确定最优配合比。

在配合比优化的过程中，还需要特别注意水灰比的调整。水灰比对混凝土的强度和耐久性有着决定性影响，通常水灰比越小，混凝土的强度越高，但其工作性也会降低。因此，合理的水灰比是优化配合比时必须综合考虑的重要因素。通过合理调整水泥、骨料、掺合料和水灰比的比例，能

够获得符合设计要求的水泥混凝土,同时降低成本,提高路用性能。

3.2 优化配合比对路用性能的影响

优化水泥混凝土配合比能够显著提高路面性能,并有效延长其使用寿命。在水泥混凝土路面设计中,通过合理的配合比设计,可以提高混凝土的强度、耐久性和抗冻性,进而提升路面的整体性能。例如,优化水泥、骨料和掺合料的比例可以有效地提高混凝土的抗压强度和抗折强度,使得水泥混凝土路面在承载交通荷载时更加耐用。强度提高后的路面能够承受更大的荷载和冲击,减少道路因沉降或开裂而发生的损坏。

此外,合理的配合比设计还能改善混凝土的抗裂性能。混凝土在使用过程中,受到外部荷载、温度变化和湿度波动等因素的影响,常常会出现裂缝。裂缝的存在不仅影响路面的美观,还会导致水泥混凝土路面结构的退化,进而影响其使用寿命。通过优化水泥、骨料和掺合料的比例,合理调控水泥的水化过程和骨料的级配,可以有效减小混凝土的收缩性和膨胀性,抑制裂缝的形成。

优化配合比设计还能够提高混凝土的耐久性,使路面在长期使用中的退化速度显著降低。耐久性是水泥混凝土路面使用性能中的关键因素之一,它直接决定了路面在长期使用过程中的抗渗性、抗冻性、抗化学腐蚀能力等。合理的配合比设计通过调整水灰比和掺合料的比例,可以提高混凝土的密实度,减少孔隙率,进而提高混凝土的抗渗性,减少外界有害物质的渗透,从而提高混凝土路面的耐久性。

优化配合比的另一个重要优势是能够降低生产成本,并减少对环境的负面影响。在配合比优化过程中,通过合理控制水泥的使用量和掺合料的比例,可以在保证混凝土强度和耐久性的基础上,减少水泥的消耗。水泥是生产过程中能源消耗和二氧化碳排放的主要来源,因此,通过减少水泥的使用,不仅能够降低生产成本,还能减轻环境负担。此外,掺合料的使用,如粉煤灰、矿渣等,不仅能改善混凝土的性能,还能充分利用工业废料,降低对自然资源的依赖,实现资源的循环利用。

3.3 配合比优化的实际案例分析

以某城市高速公路项目为例,在该项目的道路建设过程中,工程技术人员针对水泥混凝土的配合比进行了科学优

化,从而显著提升了路面性能。通过对不同水泥、骨料和掺合料的配比进行实验,工程师们选择了最佳的材料组合,最终在保证混凝土强度和耐久性的前提下,达到了优化目标。

经过配合比优化后,水泥混凝土的抗压强度提高了15%,这一提升使得路面能够承受更大的荷载,延长了其使用寿命,并减少了由于路面沉降或开裂导致的维修频率。此外,抗冻性也提高了20%,显著增强了路面在寒冷地区的抗冻耐久性,有效避免了因冻融循环而导致的路面破坏和开裂,从而提高了路面的整体耐久性。

此外,优化后的配合比通过合理调整水泥和掺合料的使用量,成功减少了水泥的消耗。水泥作为水泥混凝土中最重要的组成部分,消耗量的减少不仅有助于降低施工成本,还减轻了对环境的负担。减少水泥的使用量也意味着降低了二氧化碳的排放,有助于实现项目的环境可持续性目标。通过这些优化措施,项目在提高路面性能的同时,确保了经济性,为高速公路建设提供了可靠的技术保障。

4 结语

水泥混凝土路面的材料选择与配合比优化对路用性能的提升具有至关重要的作用。通过合理选择水泥、骨料和掺合料,并优化配合比,能够显著提高水泥混凝土路面的强度、耐久性、抗冻性等性能,进而提升道路的使用寿命和安全性。在未来的道路建设中,科学合理的材料选择和配合比优化将继续发挥重要作用,为实现道路建设的可持续发展提供坚实的技术支持。

参考文献

- [1] 刘刚,钱振东,陈磊磊,等.装配式桥面沥青混凝土铺装结构体系及其接缝构造优化[J/OL].中国公路学报,1-16[2025-03-03].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1313.u.20250228.1404.004.html>.
- [2] 孟志伟,鞠大鹏.水泥混凝土路面改性技术在重载交通公路中的应用研究[J].建筑工人,2025,46(02):7-9.
- [3] 任成强,于杰.硅灰-矿粉改性透水再生混凝土力学性能及耐磨性影响研究[J].水泥工程,2025,(01):91-96.
- [4] 江晨光霞,徐彬皓,袁小林.碱激发胶凝材料温度交变性能研究[J].水泥工程,2025,(01):24-27+33.
- [5] 王书强.基于公路工程建设的沥青混凝土路面施工技术研究[J].中华建设,2025,(02):172-174.

Analysis of the measures to improve the railway transportation dispatching and command ability

Jining Zhu

Jinan Railway Bureau Group Company Dispatch Command Center, Jinan, Shandong, 250031, China

Abstract

In China's transportation system, railway transportation plays a key role for a long time, which has played a crucial effect in promoting regional economic growth and optimizing the flow of people and goods. At present, the railway network covering the whole territory has been basically formed. However, the management instructions of these railway lines still rely on the regional operation of the local railway bureaus, that is, the independent command center within the respective railway bureaus can generally complete the dispatching and management tasks of the local railway lines. In order to improve the dispatching and command efficiency of railway transport on the whole, the railway department should make full use of the operation characteristics of railway transport itself, adopt innovative scientific means, and improve the dispatching and command ability of railway transport in a comprehensive and multi-angle way, so as to ensure the continuous and stable development of China's railway industry.

Keywords

railway transport; dispatching and command ability; meaning; measures

提升铁路运输调度指挥能力的措施分析

朱济宁

济南铁路局集团公司调度指挥中心, 中国 · 山东 济南 250031

摘 要

我国的运输系统中, 铁道运输长期扮演关键角色, 对于地区经济增长和优化人与货物流动起到了至关重要的促进效果。目前, 覆盖全境的铁道通行网已基本形成, 然而, 这些铁路干线的管理指令仍然依靠地方各铁道局的地域化运作, 即一般是通过各自铁路局内部的独立指挥中心来完成当地铁路的调度和管理任务。为了从整体上提升铁道运输的调度与指挥效率, 铁路部门需充分利用铁路运输本身的运作特点, 采纳创新科学手段, 全面、多角度地提高铁道运输的调度指挥能力, 确保我国的铁路行业能够持续稳定地向前发展。

关键词

铁路运输; 调度指挥能力; 意义; 措施

1 引言

自古以来, 铁道运输一直被誉为交通界的“巨头”, 充分体现了其在我国交通系统中所扮演的核心角色。伴随着我国社会经济的持续进步, 铁道运输业也逐步迈向快速发展之路, 其至关重要的地位日益显著。目前, 我国已经建立起一个遍布全境的铁路运输网, 并且实现了管理的信息化。在这个钢铁交通业蓬勃发展的时代, 只有不断完善和提升铁路运输的命令调度工作, 才能充分利用铁路运输的潜力, 确保铁路运输的安全高效。这就要求铁道部门各层面机构齐心协力, 持续增强铁路运输的调度指挥水平。针对我国现阶段铁路运作调控实际状况, 铁路部门需逐步优化调度仪器设备, 并积极融入先进信息技术, 以增进铁路调度的品质与作业效

能^[1]。同时, 应定期对调度工作人员进行教育培训, 提升他们的意识水平, 明晰各自责任, 从而提高他们的整体素质, 确保铁路运输活动能够顺利进行。还要关注建立全网统一的调度指令, 确保铁路调度指挥的统一性, 避免在调度人员更换岗位和地区后出现错漏。

2 铁路运输调度指挥的重要性

在当今经济快速增长、社会发展日新月异的情况下, 铁道运输的地位至关重要。提升铁道运输的指挥控制水平, 改进调度工作的整体效能, 关乎我国铁路行业的持久稳健发展, 同时也能够提升运输效率, 增强铁路系统的协同功效, 全方位提高国家铁道行业的经济和社会贡献。目前来看, 我国铁路运输调度指挥还存在一些问题, 包括: 铁路布局不合理, 部分地区的铁路布设少, 规划不足, 导致调度工作难度大; 调度安全性不足, 调度指挥工作开展的基础是保证安全性, 但实际工作中存在规范性不足的问题, 导致调度指挥效

【作者简介】朱济宁(1970-), 男, 中国江苏江阴人, 助理工程师, 从事铁路调度指挥研究。

果无法充分发挥,也无法保障安全性;部分列车停靠时间长,主要是气候的影响导致部分地区列车可能需要长时间停靠,以及路况、列车设备故障等也会造成一定阻碍,对这方面的调度管理存在很大的不足,一旦发生意外事件,会造成列车长时间停靠,短时间内无法解决,带来一些阻碍;调度指挥制度不够完善,铁路运输系统十分庞大,影响因素众多,设备和技术管理都可能出现不足,管理制度的不完善无法解决这些不足,对调度指挥工作的开展带来一定阻碍^[2]。

铁道运输指挥工作精密而复杂,涉及广泛的全国性轨道网络。任何小差错都可能引起运输调度冲突或运力难以增加的尴尬局面。经验表明,加强铁道运输的调度指挥对实现其功能至关重要。铁道运输的种类通常有客运和货运这两个主要模式,相较而言,客运的结构较为简便。依靠事先经过精心规划的线路图和时刻表,客运可以有条不紊地进行。而货运的调度则更加复杂,需要确保调度指令与运输计划之间的协调和谐。因此,运用科学的铁路调度管理,才能确保每一条线路高效率、有序地运行。科学的运输调度不仅能够完善各类运输计划,还能够为货运和客运领域中每一个运输计划增添效能的重要因素。切实增强指挥水平,并结合铁路实际的载荷与运输需求,合理安排两者之间的关联,不仅能有效实施运输任务,也不会超出轨道系统所能承受的负载。从另一个角度来看,高效的铁路调控系统有利于提升各站点的通行及承载水平。依托于精准调度策略,铁道机构能够依据各站实际承载情况,合理分配可用机组和安排各路段列车运行数量。在明确列车起始站和终点站的前提下,确保列车资源和线路设施得到高效运用。

3 提升铁路运输调度指挥能力的措施

3.1 积极引进先进技术设备

随着我国在科技领域的持续进步,铁路物流体系亦逐步扩展,但是传统铁路安全设施已难以跟上社会发展的步伐,并不能满足现代铁路运输的需要。在最近几年,铁路行驶速度的日益加快和路线铺设的逐渐复杂,导致了铁路安全事件频率的微增。面对这种状况,加强和更新铁路运输的安全技术设施成为迫切的任务,这是符合国家发展动向和铁路运输实际需要的关键措施。在这一变革过程中,我们应当持续改进铁路安全技术,并提升其技术内涵和铁路运输的调度指挥水准,以便我国的铁路运输工作能够有效推进。①持续提升安全技术设备的信息化水平。鉴于目前我国铁路运输的实际情况,必须提升铁路运输的调度指挥能力,而单靠旧有调度指挥体系显然不够。只有在信息技术快速发展的支持下,积极将信息技术整合运用到运输调度指挥中,才能对铁路安全实施全方位监测、管理和规划。通过这种人机协同的操作方式,能够实现全面、全程、全天候的铁路运输安全管理,进而不断强化铁路调度指挥的安全防备和风险预警能力,从根本上增强运输调度指挥的效率^[3]。在实际铁路行

驶情境下,确保安全畅通不可或缺的是先进的安全技术设备与调度指挥水平的持续提升。仅有通过不断增进这些方面的能力,才能有效地推动铁路交通领域的效能提高。②完善铁路运输设施的更新换代。想要增强铁道运输的效能,必须各环节的协同配合。有人曾提出铁路运输工作重在地区布局,实际上,只有提升调度指挥能力,才能显著增强铁路运输的安全水平,这依赖于铁路运输体系中各部分的互相配合、环环紧扣、逐层连接。在这个环节,铁路相关部门需要定期对运输设备进行检修,并及时更换铁路设备、淘汰那些过时及不达标设备^[6]。合理筛选设备供应商,及时淘汰那些不达安全标准的铁路设施,从而确保设备的安全性和可靠性。除此之外,为了增强铁路运输的调度能力,还必须结合铁路的运行状况,彻底执行铁路安全管理、巡检管理以及维修管理等制度。通过现代化的信息技术对运输网络进行全方位监控,同时需要注意,在实现全方位监控的同时,人工巡检的工作也不可忽视,应该将现代技术与人工检查相结合,切实提升铁路运输调度的能力。在那些人工检查难以触及的特殊区域,更需要现代信息技术的辅助,二者配合协同,为加强铁路运输调度能力奠定坚实的基础。

3.2 强化工作人员素质提升

铁道调度任务属于一种科学性高、精确性高、系统性明显的职责,其对于确保铁路安全运营起着至关重要的作用。为了提高调度在铁路运送中的作用效率,必须从各方面对调度员进行深入的专业培养,确保铁路运输活动能够顺利进行,打造坚实的工作基础。①提升铁路调度工作者的思维水平,全方位增进班组素质。在我国铁路运输领域,展开调度任务通常是以团队单元的方式进行。假使这些团队整体的业务能力不显著,或者缺少足够的专业调控意识,就会使得铁道运送的调度效能难以得到有效提升。对班组的整体素质提升至关重要。在此环节中,铁路部门需对团队成员实施定期培养,让成员在思想层面认清工作责任,挑选出具有高度专业素养的安全管理人员。在提升理论知识的同时,也应对调度人手进行实践操作训练。随着时代的飞速进步,铁路机构在推动新观念、新技术的过程中,务必保证调度人员对这些内容的全面掌握与运用。在这一系列环节中不仅注重理论指导,更需开展操作实操演练,全面对调度工作人员实施训练。为了让培训效果达到最优,铁道部门要对调度工作人员进行考核,根据各人的培训表现,不断改善评估体系,并在考核时紧密联系理论与实践,要求不仅能依章办事,还得通过实操测评。针对不同岗位职责的调度工作人员进行有目标的考核,旨在通过考试促进学习、用考核结果指导实践,真正加强行车调度人员在应急情况下的处理能力。铁道运输班组恰似一个微型组织,班组内的人员需持续提升作业技能,并保持严谨与细致的态度,在分配的调度任务中恪守岗位职责。日常工作情景下,班组成员必须掌握团结协作、相互沟通的能力。同时,需确保调度责任人人有责,进而集体提高

组织的业务水准。另外,应对成员的指挥权限进行精细化管理,这样在紧急情况出现时才能迅速应对,顺应指令及时采取行动。每位班组成员还应与安全监督者密切配合,对列车运行状况如超速、路线等进行周密监控,确保铁路运输安全可控。②全面提升调度人员的综合素质。为了增强铁路调度效率,必须根据具体的工作环境提高调度工作人员的业务水平与综合能力。在此背景下,铁路管理部门应该持续进化调度人员的职责定位,让其在平日办公中严肃对待工作,增强责任心。针对当前现实,构筑健全的调度人员培养体系,在调度员的岗位职责和特点基础上,对其执行常规化、系统化、标准化的培训与管理,以此不断打造其职业素养。整个过程中,铁道部门应为调度人员搭建一套全方位的规章体系,促使他们依据这些规则严格行事。企业能够融合激励机制和管理体系,对杰出的调度工作人员给予物质和精神上的奖赏;而对那些工作态度欠缺责任心的调度员,则应实施必要的惩处措施,确保铁道运输调度任务能够顺畅进行。

3.3 打造全网统一调度指令

为了提升铁道运输的指令控制水平,不仅需要增进调度工作人员的专业素质和借助先进的信息技术,还得针对具体状况制定标准化、统一化的指挥令。在进行铁路调度时,指令是最常用且最基础的交流手段,若其存在非规范和统一的问题,便难以获得准确的反馈。提升指挥调度能力的关键,在于首先清晰界定各项指令,严格遵循规章制度,对指令的条款和格式进行标准化整顿,确保其内容全面无缺。鉴于指令的紧迫性质,调度员必须迅速发布明确指令,以期得到精确的响应。另外,必须恪守一对一的发布原则,确保指令详尽具体,避免笼统或抽象,且在涉及紧密相连的任务时,应持守单一事项对应单一指令的方针,将命令直接

明确地传达给特定对象,杜绝口信或间接传递的方式。由于调度指令直接牵扯铁路运输的安全性,其在铁路工作中占据举足轻重的位置。因此,相关的铁路调度指令务必要做到准确无误和迅速传达到位。扎实的调度操作技术和强大的应急处置能力,是现代铁路调度工作者必须掌握的能力,同样也是确保铁路通行安全不可或缺的关键技能。铁道部门需确保从调度职员本人做起,以及从铁道运作的根本规则和规章制度出发,持续对调度工作人员进行铁道运行调控流程的专题培训,进一步优化作业指南以提升其透彻了解火车运转的基本动态与特殊要求,有助于推动铁路运输调度活动的顺畅进行。同时应保持对铁路文献的及时更新与发布,让调度人员不断增强专业知识,明确岗位职责,确保铁道通行的调度任务得到有效执行。

4 结语

铁路运输调度指挥工作是铁路运输的关键环节,也是影响到铁路运输效率的核心要素。面对铁路运输需求不断增长,安全事故频繁的现状,铁路部门需要不断提升调度指挥能力以及具体实施水平,优化列车、线路、人员的搭配和使用,尽量减少环境因素的影响,保证铁路安全、顺利、高效运输。

参考文献

- [1] 曹红伟.提升铁路运输调度指挥能力的措施分析[J].中国储运,2023,(12):96-97.
- [2] 孙浩.提高铁路运输调度指挥能力的实践与创新[J].设备管理与维修,2020,(11):35-37.
- [3] 张明.提升铁路运输调度指挥能力的措施探讨[J].交通世界,2019,(36):125-127.

The influence of low temperature environment on JC constant contact elasticity

Pei Hao

Daqin Railway Co., Ltd. Hudong Rolling Stock Depot, Datong, Shanxi, 037005, China

Abstract

In order to meet the needs of safe transportation of Daqin heavy-haul vehicles and improve the running quality of vehicles, the paper investigates the low temperature performance of the continuous contact elasticity under the PHC elasticity under the normal temperature and -18℃, and the maintenance process of JC-type constant contact elasticity is selected and verified, and provides data support for the selection of appropriate secondary maintenance tolerance. Some preventive measures are proposed to solve the low temperature influence of JC constant contact elasticity. Through a series of investigations, the JC type constant contact elasticity under the lateral composition after maintenance, can meet the operation requirements of railway trucks in low temperature environment.

Keywords

JC type; low temperature environment; low temperature maintenance; preventive measures

浅谈低温环境对 JC 型常接触弹性下旁承组成的影响

郝培

大秦铁路股份有限公司湖东车辆段, 中国 · 山西 大同 037005

摘 要

为满足大秦重载车辆安全运输需要, 改善车辆的运行品质, 针对大秦线高寒地区低温环境中对橡胶件的影响, 开展了 JC 型常接触弹性下旁承组成低温性能的调研; 分析了 JC 型常接触弹性下旁承组成在常温和 -18℃ 工况下回弹比例的变化, 选择和验证低温环境下 JC 型常接触弹性下旁承组成检修流程, 为选择合适的下旁承检修公差提供了数据支撑。提出了解决影响低温状态对 JC 型常接触弹性下旁承组成的防范措施。通过一系列调研, 完成了 JC 型常接触弹性下旁承组成在检修后, 可以满足铁路货车在低温环境下的运行要求。

关键词

JC 型下旁承; 低温环境; 低温检修; 防范措施

1 引言

JC 型弹性下旁承组成是铁路货车的关键零件之一, 支撑着部分车体的重量和载荷, 确保车辆的安全运行。

常接触式弹性旁承的基本作用是在上下旁承间保持稳定一致的正压力, 减小列车运行中的侧滚、点头和摇头等振动, 保证转向架与车体之间合理的回转阻尼, 降低脱轨概率。

在低温环境中, 常接触式弹性旁承检修会出现旁承磨耗板上平面至滚子上部垂直距离减小, 不符合检修要求; 同时检修为合格品的会出现弹性旁承体刚度增加, 装车使用后, 影响车辆的运行品质。

2 JC 型弹性下旁承组成结构与技术指标

① JC 型弹性下旁承组成 (以下简称下旁承) 是由弹性

旁承体、旁承磨耗板、旁承座、滚子、滚子轴等组成。弹性旁承体是主要受力部件。如图 1。

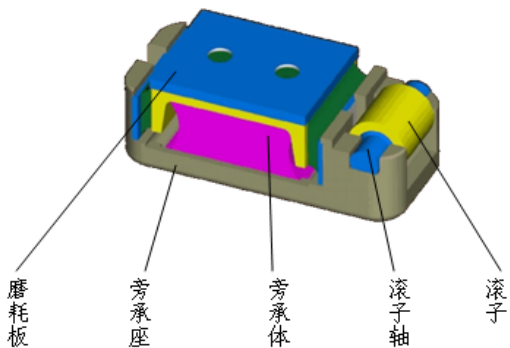


图 1 JC 型弹性下旁承组成结构

【作者简介】郝培 (1972-), 男, 中国山西大同人, 本科, 工程师, 从事铁道车辆研究。

②下旁承技术指标。整车落成时上旁承磨耗板与下旁承滚子顶面间隙 (E 值 $6 \pm 1\text{mm}$), 在新造和检修中需通过相关尺寸链来保证, 一是旁承磨耗板上平面至滚子上部垂直

距离（B 值 15mm）；二是下旁承磨损板上平面与下心盘上平面的距离（C 值 93 ± 2 mm）；三是上心盘下平面到上旁承下平面垂直距离（D 值 76 ± 2 mm）。

③影响旁承体刚度的主要因素：一是配件源头质量；二是环境温度；三是使用时间；四是上下旁承摩擦副状态（摩擦力增大导致旁承体受力结构改变）。当环境温度降低时，橡胶旁承体的高度减小，则刚度增加。

④下旁承装用的弹性旁承体分为检修品和新造两种，主要区别检修品装用的铁件是重复利用的，新造的铁件是新品，检修品和新造的技术指标是一致的。新品下旁承体金属外露颜色为灰色，检修品的颜色为酞蓝。

3 低温和常温环境下检测基本情况

①检测数量。随机选取 2025 年 2 月 8 日至 11 日入线检修的 C80B 型敞车，共计 55 辆份 220 件下旁承进行了比对检测，其中段修 52 辆份 208 件、临修 3 辆份 12 件。

②检测温度。在低温收入 and 库内同温 3 日后两次检测磨损板上平面至滚子上部垂直距离（B 值），收入时室外温度：段修旁承在 $-11^{\circ}\text{C} \sim -18^{\circ}\text{C}$ 之间，临修旁承为 3°C ；同温 3 日后温度约 15°C 。温度差值最小 12°C 、最大 33°C 。

③检测产品。按修程、生产单位、装用段修周期进行统计。220 件下旁承中，按厂家分为：晋中长龙天源 150 件是检修品、江苏铁科 70 件是新造产品。按使用时间分为：装用不足 1 个段修期的 6 件（临修）、1 个段修期的 176 件、超过 1 个段修期但不足 2 个段修期的 6 件（临修），2 个段修期的 30 件、3 个段修期的 2 件（表 1）。

4 数据统计及原因分析

4.1 旁承磨损板上平面至滚子上部垂直距离 B 值受温度影响较大

在随机选取的 220 件下旁承中，有 218 件在同温 3 日后 B 值回弹，占 99.1%；无变化者仅 2 件，装用在临修车上。平均回弹量 1.32mm，最小的 0.4mm、最大的 4.5mm。回弹量小于 1mm 的占 21.36%，1 ~ 2mm 的占 57.73%，2mm 及以上的占 20.91%。

从数据分析 B 值受温度影响较大，尤其是在低温时，说明旁承体的橡胶低温刚度未达到大秦重载车辆的需求，需调整橡胶配方达到精准匹配^[1]。

表 1 调研旁承信息汇总表

生产年份	装用段修周期	晋中长龙（件）	江苏铁科（件）	合计（件）	总计（件）
2017	3.0	0	2	2	2
2020	2.0	30	0	30	30
2021	1.8	1	0	1	1
2022	1.4	5	0	5	101
	1.0	50	46	96	
2023	1.0	58	22	80	86
	0.8	6	0	6	
合计		150	70	220	220

4.2 旁承体永久变形较为明显

随机选取的 220 件下旁承全部存在永久塑性变形现象，随着使用周期延长而趋于严重，装用 1 个、2 个、3 个段修周期的旁承，同温后平均回弹量分别为 1.32、1.2、0.75mm。同温前有 11 件旁承 B 值合格，占 5%；同温后共有 51 件合格，占 23.18%。其中装用 1 个段修期及以下的 182 件，同温合格的 44 件，比例为 24.18%；2 个段修期的 36 件，同温合格的 7 件，比例为 19.44%；3 个段修期的 2 件无法恢复到合格。

从数据分析 B 值回弹量较小，说明旁承体的寿命管理还需调整，确保在使用期间旁承体的质量满足大秦重载车辆需求。

4.3 返厂检修的下旁承总体质量低于新造产品

4.3.1 返厂检修的下旁承受低温影响更大

晋中长龙的 150 件旁承平均回弹 1.41mm，3mm 及以上的 4 件均为该厂生产；回弹量小于 1mm 的占 10.67%，小于 2mm 的占 76.00%，2mm 及以上的占 24.00%；江苏铁科的 70 件旁承平均回弹 1.12mm，最大的 2.7mm；回弹量小于 1mm 的占 44.29%，小于 2mm 的占 85.71%，2mm 及以上的占 14.29%。同温后 B 值平均回弹比例：晋中长龙为 12.04%、江苏铁科为 9.07%（表 2）。

表 2 旁承高度回弹比例对比

装用段修期	晋中长龙				江苏铁科				合计			
	数量	收入平均 B 值	同温后平均 B 值	回弹比例	数量	收入平均 B 值	同温后平均 B 值	回弹比例	数量	收入平均 B 值	同温后平均 B 值	回弹比例
0.8	6	13.58	15.25	12.30					6	13.58	15.25	12.30
1	108	11.67	13.12	12.43	68	12.38	13.51	9.13	176	11.95	13.27	11.05
1.4	5	12.3	13.9	13.01					5	12.3	13.9	13.01
1.8	1	13	14.5	11.54					1	13	14.5	11.54
2	30	11.33	12.53	10.59					30	11.33	12.53	10.59
3					2	11.5	12.25	6.52	2	11.5	12.25	6.52
合计	150	11.71	13.12	12.04	70	12.35	13.47	9.07	220	11.92	13.23	10.99

4.3.2 返厂检修的旁承体高度衰减更为严重

晋中龙共共有 33 件旁承同温后 B 值恢复到 14mm 及以上, 占 22%; 其中装用 1 个段修期的 108 件, 恢复合格 20 件, 比例为 18.52%; 2 个段修期的 30 件, 恢复合格 3 件, 比例为 10%。江苏铁科共有 18 件旁承同温后 B 值恢复到 14mm 及以上, 占 25.71%; 其中装用 1 个段修期的 68 件, 恢复合格 18 件, 比例为 26.47%; 3 个段修期的 2 件无法恢复到合格。

从数据分析 B 值回弹后的合格数量, 晋中龙龙的检修品低于江苏铁科新造产品, 总体来看晋中龙龙的检修品的产品质量仍待提高。

4.4 现场检修

旁承体超期服役: 对规章的理解执行存在偏差。旁承使用寿命判定标准未按走行公里进行折算。目前整车实现了按走行里程扣修, 但零部件中只有轴承是按照每年 20 万 km 折算退卸周期, 其他部件均按年限判定寿命。弹性旁承橡胶体的使用寿命规定为满 6 年或 80 万 km, 按 6 年判定造成部分旁承超期服役约 40 万 km。

5 旁承体质量给配属车运行品质带来风险研判

5.1 运行工况方面

配属车装用的转向架、下旁承均与 70t 级敞车相同, 但车体自重比 70t 级敞车低 5t, 装重后的车体总重却比 70t 级敞车高 5t, 造成下旁承受力较大, 再加上大秦线编组长、载重大、速度快、频率高的运行环境, 导致旁承体弹性衰减、刚度增大, 加快了老化和永久变形速度^[2]。

5.2 运行环境方面

调研显示绝大部分旁承体在低温下受压发生塑性变形, 使橡胶旁承体刚度增大, 因此在冬季更容易造成 TPDS 积分增加。

5.3 源头质量方面

调研结果显示晋中龙龙的产品质量总体低于江苏铁科。晋中龙龙与江苏铁科可能采用不同含碳量的橡胶配方, 导致装用晋中龙龙旁承体的配属车低温环境运用中旁承体刚度增大, 旁承体源头质量带来隐患, 影响车辆运行品质。

5.4 检修质量方面

检修中对旁承质量和整车落成指标控制均不到位。存在旁承超期服役, 旁承 B 值和间隙 (E 值) 控制不严等问题。表现在近期鉴定的 TPDS 预警车辆中多次出现旁承间隙过小 (甚至压死)、旁承座受力变形、断裂等问题, 运用中还有旁承滚子轴折断故障, 都可能造成 TPDS 积分升高。

6 防范措施

6.1 提升旁承体源头质量

一是要求厂家提升返厂检修旁承体质量, 必要时加大

旁承体入段检验比例。二是寻求设计单位帮助, 合理确定适合大秦线全年运行的旁承体刚度指标, 要求供货单位不得随意更改原料配方, 在入段检验中增加刚度检测项目。三是同时建议适当增加新造旁承体使用比例。

6.2 严格执行寿命判定标准

将旁承体使用寿命从现行的按年限判定改为按里程折合年限判定, 防止超期服役。即: 使用 4 年或第 2 个段修期更换新品。

6.3 优化下旁承 B 值和旁承间隙质量控制

增加同温要求, 每年低温期间 (12 月 - 次年 3 月) 检修收入的下旁承不得直接装车, 须在库内同温 24 小时以上, 检测 B 值合格 (15+2 -1mm) 后方可使用; 加严旁承间隙 (E 值) 标准, 全年按 6 ~ 7mm 掌握, 防止出现因旁承刚度增加造成的旁承间隙检测合格, 而上下心盘结合不紧密现象。

6.4 低温期间严格旁承间隙 (E 值) 尺寸链控制

①车体及底架检修: 厂段修时必须检测上心盘下平面到上旁承下平面垂直距离 (D 值), 厂修修竣时必须符合规章要求; 段修非必要不得调整^[3]。

②转向架检修: 装车前全数检测下旁承 B 值, 不符合要求者不得装用; 台车落成时下旁承盒内不加调整垫板。

③整车落成基本要求: 一是 C 值、D 值不得同时大于限度范围; 二是 C 值超过限度范围上限值不得大于 2mm (即 97mm); 三是下旁承必须按原方向组装, 确保上下旁承磨耗板既有摩擦区域相互配合。四是上旁承磨耗板无弯曲变形。

6.5 调整旁承间隙时按以下顺序作业

在旁承盒内无垫板时落车检测旁承间隙 (E 值), 以实测值减 7mm 确定旁承垫板加装厚度。加装垫板后检测下旁承磨耗板上平面与下心盘上平面的距离 (C 值), 符合或小于限度范围时落车。

C 值大于限度要求时, 须核对 D 值检测结果后处置: D 值小于限度范围, 且差值与 C 值超过限度值一致时可落车; D 值符合或大于限度范围时, 须减少下旁承垫板或更换下旁承, 直至 C 值符合或小于限度范围后落车。

检测旁承间隙 (E 值) 须符合要求: 一是过大时重复上述工序调整; 二是过小时, 减少调整垫板或更换下旁承组成, 仍无效时调整上旁承垫板。

参考文献

- [1] 《铁路货车段修规程》, 中国国家铁路集团有限公司, 中国铁道出版社有限公司, [M]2021年·北京。
- [2] 《铁路货车厂修规程》, 中国铁路总公司, 中国铁道出版社有限公司, [M]2019年·北京。
- [3] 《铁路货车站修规程》, 中华人民共和国铁路部, 中国铁道出版社, [M]2012年·北京。

Discussion on the key technology of the underground line construction of urban rail transit

Zhanwen Wu

Beijing SARS International Engineering Consulting Co., Ltd. Beijing Fengtai District, Beijing, 100071, China

Abstract

With the acceleration of urbanization process, the urban rail transit system has become a key way to ease urban traffic congestion and promote sustainable urban development. As a key component of urban rail transit, the construction technology of underground lines has a direct impact on the safety, economy and environmental friendliness of the project. This paper focuses on the key technologies of the underground line construction of urban rail transit, analyzes the characteristics, advantages and applicable conditions of each construction method, and provides a scientific basis for optimizing the construction technology and improving the engineering quality. For the construction of underground urban rail transit, it is necessary to continuously optimize and innovate construction technology, and give full play to the positive role of various technologies, so as to improve the quality of engineering construction.

Keywords

urban rail transit; underground line; construction technology; strategy analysis

城市轨道交通地下线路施工关键技术探讨

武占文

北京赛瑞斯国际工程咨询有限公司, 中国·北京 100071

摘要

随着城市化进程不断加快,城市轨道交通系统变成缓解城市交通拥堵、推动城市可持续发展的关键方式。地下线路作为城市轨道交通的关键构成部分,其施工技术直接对工程的安全性、经济性以及环境友好性产生影响。本文围绕城市轨道交通地下线路施工的关键技术展开研讨,剖析各施工工法的特点、优势以及适用条件,为优化施工工艺、提高工程质量提供科学依据。对于城市轨道交通地下线路施工而言,需要不断优化创新施工技术,最大程度发挥各项技术的积极作用,从而提高工程建设质量。

关键词

城市轨道交通;地下线路;施工技术;策略分析

1 引言

城市轨道交通线路施工在城市交通建设里占据着关键部分,它的关键技术覆盖了勘探、掘进、结构防水以及施工监测等多个领域,文章探讨了明挖法、暗挖法以及盾构法等主要施工方法的特点以及适用条件,剖析了勘探评估、掘进作业、爆破作业以及暗挖施工技术实施要点以及地下结构防水和施工监测技术的关键措施。经过系统研究,可为城市轨道交通线路施工提供理论方面的指导以及实践方面的参考,促进施工技术创新以及工程质量控制。

2 城市轨道交通地下线路施工概述

2.1 地下线路施工类型与特点

城市轨道交通地下工程根据施工条件主要可分为三种典型工法,明挖法采取自上而下的施工顺序,先进行地表开挖形成工作基坑,待完成结构浇筑后再实施覆土回填,这类工法最大的优势在于操作简便、工期可控且质量稳定,但存在道路封闭周期长、施工场地需求大及扬尘噪声污染等问题^[1]。相较于明挖法,暗挖法则采用地下作业方式,依靠超前支护和分部开挖技术减少对地表建筑物的扰动,特别适用于交通繁忙区域,然而其施工精度要求严苛,要对围岩变形实施动态监测,盾构法则依靠全断面掘进设备同步完成土体开挖与管片拼装,兼具施工效率高、安全性强和环境影响小的特点,但存在设备采购和维护成本较高,且前期准备工作复杂等制约因素,特别适用于软土地层中的长距离隧道建设。

【作者简介】武占文(1984-),男,中国内蒙古乌兰察布人,本科,工程师,从事工程管理研究。

2.2 施工方法分类

隧道工程常见工法包含明挖法、暗挖法、盾构法及特殊水域使用的沉管法,明挖施工根据场地条件可选择自然放坡或围护结构支撑两种形式,特别适合地质稳定且埋深较小的区域,暗挖技术体系涉及传统矿山法和现代新奥法,前者在岩质地层中采用分阶段开挖工艺逐步推进隧道成型,后者则主张充分发挥地层自稳特性,凭借精密爆破与锚喷支护协同作业实现安全掘进。盾构工法根据设备工作原理差异可分

为土压平衡与泥水加压两大类型,其中土压盾构借助密封舱内渣土压力调控系统,有效应对黏土、砂层等复合地层,泥水盾构则凭借循环泥浆压力补偿机制,在承压水丰富区域呈现独特优势,针对跨水域工程需求,沉管法则采用预制管节浮运沉放工艺,施工时先在预制场完成管节制作,经水运至设计位置进行水下精准对接,该工法在江河湖海等水下隧道建设中有不可替代性^[2]。

表 1 隧道工程常见工法表

工法类型	特点	适用条件
明挖法	自然放坡或围护结构支撑	地质稳定且埋深较小的区域
暗挖法	传统矿山法和现代新奥法	岩质地层或地层自稳特性较好的区域
盾构法	土压平衡与泥水加压	黏土、砂层等复合地层或承压水丰富区域
沉管法	预制管节浮运沉放工艺	江河湖海等水下隧道建设

2.3 施工流程

工程建设实施流程可分为五大阶段:前期筹备环节需完成地质勘探、施工图深化设计、场地平面布置及施工许可文件申领等基础工作,主体施工阶段根据工法差异呈现不同工序——明挖工法需先行构筑围护体系(如施作钢板桩或地下连续墙),待支护系统成型后按土层特性分层开挖至基底设计标高,继而分步实施混凝土垫层浇筑、柔性防水层敷设、底板结构现浇及侧墙顶板支模作业,暗挖法则以超前支护(管棚搭设与注浆小导管预埋)为先导,严格遵循“开挖一榀、支护一榀”的循环工序,每完成一个开挖断面就立即实施喷射混凝土、锚杆布设与钢拱架安装等临时支护措施,待初期支护体系应力释放稳定之后,方可进行模筑混凝土二次衬砌施工,盾构掘进工艺着重于始发前完成盾构机组装与调试测试,在推进过程中实时拼装预制管片构筑环向支撑,直至精准贯通至接收井完成设备拆解,竣工收尾阶段重点推进隧道内部机电设备安装与轨道敷设,同步开展通风环控、电力供应等系统的联动调试,最终凭借多部门联合验收后投入正式运营^[3]。

3 城市轨道交通地下线路施工关键技术分析

3.1 地质勘探与评估技术

地下工程施工前要建立系统性地质认知体系,采用多源勘探技术组合,包括岩土取样、波速测试、物探成像等手段,全面获取地下三维地质信息,岩芯钻探可揭示垂向地层序列特征,配合孔内摄像技术实现岩体结构面的数字化表征,综合应用地质雷达、地震波反射等物探技术,可构建三维地质异常体分布模型^[4]。基于多参数耦合分析,重点研究岩土力学参数的空间变异性、地下水渗流场特征及构造破碎带展布规律,凭借数值模拟评估软弱夹层、富水裂隙带等潜在风险源对支护结构的力学效应。实践证明,采用地质BIM技术建立的可视化模型能有效指导盾构刀盘配置优化,针对不同围岩等级制定差异化的注浆加固方案,降低隧道掘

进过程中的突水塌方概率,实现复杂地层条件下的安全高效施工。

3.2 隧道掘进技术

3.2.1 盾构法

盾构施工技术主要借助专用机械设备完成隧道掘进作业,该集成化装备将岩土切削、临时支护、渣土运输和结构成型等工序进行智能化整合。在掘进作业中,旋转刀盘对地层实施机械破碎后,创新采用螺旋轨道输送与泥浆压力调控相结合的出渣方式,针对不同地质特征,形成了以土压动态平衡和泥浆压力补偿为代表的两类核心技术体系,前者借助精确控制土仓压力实现地层稳定,后者则利用循环泥浆构建压力屏障。机械液压推进系统与预制混凝土管片的智能拼装技术形成协同作业,实时构筑隧道永久支护结构,该工法在施工效率、环境影响控制及地层适应性方面有较大优势,特别适用于城市建成区的地下空间开发,但需注意其存在的技术经济性挑战,包括大型设备购置成本、精密液压系统维护要求及复合型技术团队培养等现实制约因素^[5]。

3.2.2 钻爆法

钻爆法作为岩层开挖的传统工艺,主要包含钻孔布置、药卷装填和爆破控制等关键步骤,施工人员沿设计断面轮廓线钻设炮孔后,依靠调节药量及起爆顺序实施定向爆破,使岩体按预定形态破碎剥离,完成爆破作业后立即启动通风系统排除有害气体,待烟尘散尽即开展出渣运输,随后实施初期加固措施。该工法在复杂地层中呈现出较大优势,有较高的工艺灵活性且所需机械设备相对简易,但爆破过程产生的振动波可能对邻近建(构)筑物造成累积损伤,飞溅碎石存在安全隐患,同时受地质条件影响容易导致开挖面平整度不足,这些特性使得施工风险管控和围岩稳定性维护成为技术难点。

3.2.3 暗挖法

暗挖施工技术(如图1所示)凭借非开挖方式实现地

下隧道的掘进作业,可有效维持地表结构的完整性,传统矿山工法采取分步开挖策略,分阶段推进隧道断面的成型,而新奥法则注重岩体力学性能的利用,依靠精细化爆破控制减少岩层扰动,并配合锚喷支护技术对围岩进行即时加固,该工法虽有地面交通干扰小、环境破坏可控等优势,但受限于狭窄的作业空间和复杂的工艺环节,其施工进度相对迟缓^[6]。在实施过程中需构建完善的岩体位移监测体系,并依赖高水平的施工组织管理和专业技术团队,才能保证工程安全与质量目标的实现。



图1 暗挖法

3.3 地下结构防水技术

地下结构防水性能直接关系到轨道交通运营安全及工程耐久性,是地下工程建设的核心控制要素。在工程实践中,一般需要将结构本体防水与外部防水层协同应用以形成双重防护体系,结构自防水主要依靠调整水泥用量和掺入膨胀剂等优化混凝土配比参数,同时配合振捣密实、温度调控等施工工艺,有效提高混凝土抗渗等级并抑制裂缝发展。附加防水层体系包含柔性防水材料与刚性防护措施,其中高分子类防水卷材凭借其优异的耐化学腐蚀性和机械强度,施工时采用热熔焊接技术保证接缝部位形成可靠密封,聚氨酯防水涂料则凭借机械喷涂形成无缝弹性膜层,特别适用于异型结构表面处理。在施工冷缝及结构接驳部位,需采用遇水膨胀橡胶止水条配合可注浆管进行补强,并在变形缝处设置多

道止水带形成梯度防水屏障。科学设计防水体系并严格把控施工质量,可阻断地下水渗透路径延缓钢筋锈蚀速率,还可以维持隧道结构干燥环境,保证机电设备稳定运行。

3.4 地下线路施工监测与控制技术

地下工程安全控制体系的核心环节在于施工过程的动态监测与智能调控,采用全站仪、水准仪等精密测量设备对隧道周边建筑物沉降量、地下水位波动及围岩位移量进行动态跟踪,同时基于传感器网络实时采集盾构机掘进参数、支护体系应力应变等关键指标,借助建立三维数值模型对多源异构数据进行融合分析。当建筑物累计沉降达预警阈值80%时,凭借降低盾构推进速率并实施超前注浆加固,可将最终沉降量控制在设计允许范围内。该技术体系依靠构建“监测-预警-决策”闭环机制,能实现施工风险的超前预判,还可根据实时数据动态优化施工工艺,在保证工程结构安全性的最大程度降低施工作业对周边环境的扰动。

4 结语

经过对城市轨道交通地下线路施工关键技术展开系统的探讨分析,本文明确了地质勘探、隧道掘进、结构防水以及施工监测等技术,在保障工程安全以及提升施工效率方面所有的关键作用。随着技术持续进步创新,城市轨道交通地下线路施工技术会朝着更智能化、更绿色化的方向发展。

参考文献

- [1] 温馨. 城市轨道交通线路纵断面设计优化方法研究[D]. 北京交通大学, 2019.
- [2] 何麟辉,赵壹. 城市轨道交通地下线路节能坡设计研究[J]. 现代城市轨道交通, 2019, (01): 38-41.
- [3] 周钺,杨文昕. 城市快速轨道交通线路纵断面节能坡研究[J]. 交通科技, 2018, (04): 30-33+37.
- [4] 王雅群,彭华,陈军华. 城市轨道交通地下线路有砟轨道应用的可行性分析[J]. 铁路技术创新, 2018, (02): 35-39.
- [5] 李继伟,李生鹏,徐炳进,等. 地铁地下线路诱发振动现场测试与数值仿真研究[J]. 广州城市职业学院学报, 2016, 10 (02): 5-10.
- [6] 赵强. 城市轨道交通线路敷设方式研究[J]. 铁道工程学报, 2016, 33 (02): 102-105.

Reasonable selection and design method of route level crossing under complex terrain conditions

Yaguang Yuan

Guangdong Transportation Planning and Design Research Institute Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract

This paper takes the route crossing selection and design under complex terrain conditions as the theme, and discusses the reasonable selection and design of route crossing with systematic analysis method. Firstly, many factors affecting the route level crossing design are studied, including natural environmental factors such as topography, geology and climate, as well as social factors such as economy and traffic flow. Then, based on relevant theory and practical experience, several methods of route adaptation to complex terrain conditions. The results can not only provide a new selection strategy for road design under complex terrain conditions, but also provide theoretical basis and practical guidance for urban road traffic planning.

Keywords

route level cross selection; complex terrain; road design

复杂地形条件下路线平交的合理选型与设计方法探讨

袁亚光

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 中国 · 广东 广州 510000

摘 要

本文以复杂地形条件下的路线平交选型与设计为主题,以系统性的分析方法对路线平交的合理选型和设计进行了一番深入的探讨。首先,研究了影响路线平交设计的诸多因素,包括地形、地质、气候等自然环境因素,以及经济、交通流量等社会因素。接着,基于相关理论和实践经验,提出了几种适应复杂地形条件的路线平交选型方法。研究结果不仅可以为复杂地形条件下的道路设计提供一种新的选型策略,也为城市道路交通规划提供理论依据和实践指导。

关键词

路线平交选型; 复杂地形; 道路设计

1 引言

在全球化的进程中,交通网络的建设日益变得重要。作为交通网络的重要组成部分,公路的设计选型和建设受到了众多因素的影响,尤其是在地形复杂的地区。复杂的地形条件对公路的设计选型和建设提出了极大的挑战,比如怎样选择最适合的平交方案、怎样实现最优的设计等等,这不仅涉及地形、地质、气候等自然环境因素,也牵扯到经济、交通流量等社会因素。基于这一背景,本文将以复杂地形条件下的路线平交选型与设计为研究对象,通过系统性的分析和实践比较,旨在提出一种新的解决策略,从理论和实践两个层面为复杂地形条件下的路线平交选型与设计提供指导,对于当前国内外的公路设计与交通规划具有一定的理论价值和实践意义。

【作者简介】袁亚光(1995-),男,中国湖北咸宁人,硕士,助理工程师,从事道路总体设计研究。

2 地形、地质与气候对路线平交设计的影响

2.1 地形因素对路线平交设计的影响

地形因素在路线平交设计中起着关键作用,尤其是在复杂地形条件下^[1]。起伏多变的地形通常会影响路线的长度、斜度和曲率,从而对平交口的选址和形式产生影响。山地和丘陵地带的路段设计需要考虑不同高度差异对车辆通行的影响,陡坡和急弯可能导致车辆视距受限,提高了交通事故风险。地形变化还可能影响路线的排水设计,增加了对平交口水文条件的复杂性要求。这要求在平交设计中,进行精准的地形测绘和分析,以确保平交口位置选择符合安全和效率要求。平坦地形则提供更大设计灵活性,但仍需关注地形与周边建构环境的协调。总体而言,充分理解和分析地形特点,是实现合理路线平交设计的前提,能够有效提升交通系统的安全性与适用性。

2.2 地质因素对路线平交设计的影响

地质因素在路线平交设计中起着关键作用。地质条件

的复杂性直接影响工程的稳定性和安全性。例如,软土、膨胀土或滑坡区等不良地质条件可能导致路基沉降或路面开裂,进而影响路线平交的功能性和耐久性。详细的地质勘探和分析是路线平交设计的前提,需要准确评估地质构造、岩土性质和潜在地质灾害^[2]。地质条件还影响施工工艺和材料选择,适宜的加固技术和基础处理措施可以显著改善平交处的结构稳定性。不同地质条件下的差异化设计策略能够提升路线平交的适应性和经济性,确保在复杂地形中实现高效的交通连接。

3 社会因素对路线平交设计的影响

3.1 经济因素对路线平交设计的影响

在复杂地形条件下进行路线平交设计时,经济因素扮演着关键角色,直接影响设计方案的可行性和实施效果。经济因素主要包括工程建设成本、土地利用效率和经济发展水平等。工程建设成本是路线平交设计的重要考量之一,不同地形条件下施工难度的差异导致了工程成本的变化。在坡度陡峭或地质条件不稳固的区域,平交设计需要投入更多的资源来实现稳定和安全,从而增加了工程预算。

土地利用效率也是经济考量的重要部分。在城市化快速发展的地区,土地资源尤为宝贵。合理的路线平交选型以及设计能够在满足交通需求的优化土地利用,减少对周边环境 and 土地使用的干扰,实现土地价值的最大化。经济发展水平影响着平交设计的复杂性和先进性。经济较发达地区往往配备更为先进的技术和材料,这使得设计方案在提高交通效率和减少环境影响方面有更大的发挥空间。

总体来看,经济因素不仅仅制约着平交设计的选择和实施,还为道路交通规划提供了实质性的指导。通过综合考虑以上经济因素,能够有效制定出具有成本效益的路线平交设计策略。

3.2 交通流量对路线平交设计的影响

交通流量是影响路线平交设计的重要社会因素。不同交通流量水平要求不同的平交设计,以确保交通安全和通畅。高交通流量通常需要多相信号、复杂的交通控制设施以及更大的交叉口面积,以应对车辆和行人的密集流动。对于中低流量区域,可以采用较为简单的设计方案,如无信号控制交叉口或单环岛设计,以降低成本并提升道路效率。

交通流量的变化不仅影响交叉口的几何设计,还影响交通控制设备的选型和布置。一方面,交通流量的高峰时段要求设置合理的信号配时方案或调整流线,以减少拥堵和提高道路通行能力。另一方面,交通流量预测的不确定性要求在设计阶段充分考虑未来流量增长的潜力,并预留扩展空间和升级设施的可能性。通过对交通流量的细致分析,可以更好地优化路线平交设计,以满足社会发展的需要和提高交通管理效率。

4 复杂地形下的路线平交选型方法

4.1 理论模型处理复杂地形

在复杂地形条件下,路线平交的选型是一个涉及多元化因素的设计挑战。为处理这类复杂性,理论模型提供了一种有效的方法。理论模型的核心在于通过数学和计算手段准确模拟实际地形,从而支持平交方案的选择和优化。使用数学模型如数值分析、优化算法,可以对地形的高度变化、坡度以及相对位置进行精准模拟,进而为平交设计提供精确的数据支持。

地形的复杂形态常常需要借助地理信息系统(GIS)等工具进行三维建模。三维地形模型不但能够展现地形的起伏变化,还可以模拟出不同路线选型对地形环境的影响,为设计者提供直观的参考。理论模型能有效评价不同平交选型在复杂地形下的可行性和风险因素,例如滑坡风险、水土流失等。

在理论模型的基础上,结合仿真软件可以进一步对交通流进行模拟,以预测选型对未来交通压力及流量变化的影响。这种方法确保了选型的科学性和合理性,不仅提升了设计的效率,也降低了潜在的环境和生态风险。通过理论模型的运用,能够更好地协调地形特征与路线平交选型之间的关系,实现设计目标的最优解。

4.2 实践经验在仿真模型中的应用

在复杂地形的道路设计中,实践经验在仿真模型中的应用至关重要。仿真模型能够真实地模拟复杂地形条件下的交通运行情况,提供可靠的设计参考。通过汇集不同地形区域的道路设计经验,可以形成多样化的实践模板,用于仿真模型的构建。这些模板包括对已有项目成功经验的总结,以及对失败案例的深刻反思,确保在设计时能够预见并规避潜在问题。

仿真模型要求高度的精确性,经验的输入必须是详尽且准确的。通过对道路坡度、转弯半径、地质条件等关键参数的细化,可以提高模型的预测能力。实践经验的丰富性还能够帮助设计师在模型中模拟复杂交通流量和多变气候条件下的道路情况。模型运行的结果为设计师提供了设计调整的科学依据,使得最终的路线平交选型更具合理性和适应性。

5 复杂地形下路线平交的设计应用与效果

5.1 道路设计的详细过程

在复杂地形条件下进行路线平交的设计过程中,详细的步骤至关重要。需进行全面的现场勘察,以充分掌握地形特征,包括坡度、起伏、植被密度等因素,这将直接影响设计选型。在勘察基础上,需结合地质状况,进行详细的土壤和岩石分布分析,以评估地基承载能力及潜在的施工风险。设计过程中,气候因素也不可忽视。需充分考虑当地气候特点,尤其是降水量和温度变化对施工及后续使用的影响^[3]。

在完成基础数据收集及分析后,各种因素需整合到路线设计模型中。在模型构建时,需重点应用相关理论模型和实践经验,通过计算机仿真技术模拟不同设计方案的交通流量、通行速度及安全性。需进行动态交通分析,以预测未来可能的交通变化并确保设计的适应性。得到初步设计后,需进行评估,以识别可能的不足并进行修正。后续,还应进行施工方案设计,包括材料选用、施工技术及时序,以确保工程实施的高效性及安全性。通过科学的方法论结合实际案例的经验,能有效提高复杂地形下路线平交设计的精度和可操作性。

5.2 设计输出及其效果分析

设计输出及其效果分析涉及路线平交设计的实际成果及其对交通流和道路使用者带来的影响。通过计算机仿真和现场试验,评估了不同设计方案在复杂地形条件下的适用性。考虑到局部地形的限制,每一种方案被精细调整以保证道路的安全性和通行效率。设计输出包括详细的线路规划图、交通流量预测模型以及环境影响评估报告。这些输出不仅展示了设计的技术细节,还反映了设计方案在应对复杂地形挑战时的科学性和创新性。效果分析表明,优化后的路线平交设计显著提升了交通运输效率,降低了事故发生率,并减少了道路拥堵情况。设计方案在实际应用中表现出的高效性和稳定性,证实了其在复杂地形条件下的实践价值。关键指标显示出交通流通能力的提高和环境影响的减轻,充分表明所采用的设计方法在提升综合交通系统性能方面的有效性。通过一系列验证,设计输出不仅满足了实际应用需求,还为今后类似项目提供了借鉴和指导。

6 平交选型与设计方法的可行性与有效性验证

6.1 典型国内案例的对比分析

对典型国内案例进行对比分析,通过具体的实例验证复杂地形下路线平交选型与设计方法的可行性与有效性。选择多个具有代表性的项目,充分考虑地理特征、经济发展水平以及交通需求等因素,以保证分析的全面性和科学性。

案例一位于山区,地形起伏巨大,设计过程中充分应用了理论模型和实践经验的结合策略,采用立体交叉方案有效减少了地形对路线平交的制约。在施工过程中,通过优化设计方案节省了30%的工程成本,施工时间缩短了20%,极大提高了项目的经济效益和社会效益。

案例二在平原地区,但遭遇复杂的地质问题,高地下水位和软土地基对设计构成了挑战。通过采用地质改良技术和合理的交叉路线设计,成功克服了这一瓶颈。设计方案不

仅提高了路线的安全性与稳定性,也保证了项目的长期运营效果。

案例三处于沿海地区,面对台风多发的气候条件,采用了灵活的选型方案。结合当地气候模式和交通流量特点,拟定了适应性强的平交设计,使得整体交通效率提升15%,降低了自然灾害对交通系统的影响。

对比分析显示,各案例通过因地制宜的设计策略和技术应用,有效地解决了复杂地形条件下的设计难题,验证了路线平交选型方法的实用性与创新性。这些成功经验为其他类似项目提供了可借鉴的实践指导。

6.2 典型国外案例的对比分析

在对国外典型案例进行对比分析时,重点关注了几个具有代表性的复杂地形区域。这些案例中,瑞士阿尔卑斯山区的路线平交设计展现了在高山和陡坡条件下的灵活性,通过引入多层交叉和隧道设计,实现了空间的高效利用和交通流的顺畅管理。另一个例子是日本的山区道路,采用了紧凑型旋转交叉设计,有效减少了占地面积,提升了交叉口的安全性和通行效率。通过对这些案例的综合分析,说明了在复杂地形条件下,合理选型与创新设计的结合能够显著提升路线平交的功能性和适应性。

7 结语

综上所述,通过系统性的分析方法探讨了复杂地形条件下路线平交的合理选型及设计。本研究首先梳理了影响平交设计的自然和社会因素,然后依据理论与实践经验,提出了几种创新的选型方法,并对其设计应用进行了详尽的阐述。通过国内外案例的比较研究,验证了这些方法的有效性和可行性。尽管本研究取得了一定的成果,但在具体实施过程中仍存在一些限制,例如特殊地形下的详细工程适应性问题,以及不同地区经济条件对设计方案的影响等。综上所述,本文的研究为复杂地形下的路线平交设计提供了新的理论和方法支持,这对于提高道路建设的适应性和安全性具有重要意义。希望未来的研究能够在此基础上,进一步深化和优化平交选型与设计方法,为相关领域的发展做出更多的贡献。

参考文献

- [1] 何安生,何颖,廖鑫.复杂山区地形条件下高速公路路线方案研究[J].智能城市,2020,(21):14-15.
- [2] 王玲玲,朱媛.山区复杂地形公路路线设计研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(06).
- [3] 杜艳花.复杂地形条件下高速公路互通方案选型设计[J].山西交通科技,2021,(06):18-21.

Study on the fault judgment and treatment method of railway truck brake valve

Tianlin Xiong

China Railway Wuhan Bureau Group Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441000, China

Abstract

As we all know, railway freight car is the mainstay of China's transportation system, shoulder an important transportation mission. But ensuring its safe operation always faces severe challenges. In the past, the railway truck fault detection mainly relied on manual on-site operation, which has a huge workload and low efficiency. In the high intensity working environment for a long time, the physical and mental staff are under heavy pressure, and it is easy to make omissions or mistakes in the detection process, and these errors will become a major hidden danger threatening the safe operation of the train. In this regard, many enterprises actively participate in the research and development of the automatic fault identification and detection system, and strive to break through the limitations of traditional manual detection, improve the quality and efficiency of detection, and better serve the railway transportation safety guarantee work.

Keywords

railway truck; brake valve; fault judgment; handling

铁路货车制动阀的故障判断与处理方法研究

熊天林

中国铁路武汉局集团有限公司襄阳车辆段, 中国 · 湖北 襄阳 441000

摘 要

众所周知, 铁路货车是我国交通运输体系的中流砥柱, 肩负着重要的运输使命。但保障其安全运行始终面临严峻挑战。过去, 铁路货车故障检测主要依靠人工现场操作, 该方式工作量巨大, 效率低下。长期处于高强度的工作环境, 工作人员身心压力沉重, 检测过程中很容易出现遗漏或失误, 而这些差错都会变成威胁列车安全运行的重大隐患。对此, 许多企业积极投身到铁路货车运行故障自动识别检测系统的研发中, 力求突破传统人工检测的局限, 提高检测质量与效率, 更好地服务于铁路运输安全保障工作。

关键词

铁路货车; 制动阀; 故障判断; 处理

1 引言

当前, 社会经济迅猛发展, 生活节奏逐渐加快, 铁路货运系统也顺应趋势, 不断提升机车运行速度。但在高速运行的背后, 货车制动系统却频繁出现故障, 逐渐成为火车安全运行的重大隐患。在列车行驶时, 其自身庞大的质量加上所载货物的重量, 共同产生强大的运行惯性, 会进一步增加制动系统的负荷, 很容易引发制动故障。一旦发生此类故障, 铁路货车自身安全将受到直接威胁, 甚至导致脱轨等事故。而整个铁路系统的运输秩序也会受到冲击, 引发运输延误、货物积压等问题, 严重影响铁路运输的高效性与稳定性。

2 铁路货车制动系统

在铁路运输体系中, 制动系统是确保列车安全、准时运行的关键, 每一列铁路货车都配备着这一装备, 能帮助司机根据实时的运行情况, 实现对列车运行速度的灵活且准确调控, 保证列车能在指定位置平稳停靠。面对复杂的运输环境, 例如, 在遇到弯道、道口等特殊路段时, 司机能利用制动系统, 进行减速操作, 保障行车安全。而在紧急情况或必要时刻, 制动系统能迅速响应司机的停车指令, 全面守护铁路货车的运行安全, 为整个铁路运输过程筑牢安全防线。不仅如此, 制动系统的功能在车辆停放环节也发挥着重要作用, 能让车辆在停靠时保持平稳且灵活的状态, 可以避免位移或晃动, 确保车辆在静止状态下的稳定性^[1]。

【作者简介】熊天林(1975-), 男, 中国湖北随州人, 从事铁路货车制动研究。

3 铁路货车制动阀的故障

3.1 阀芯卡滞

铁路货车制动阀的阀芯卡滞,是常见且危害极大的故障。制动阀阀芯在频繁制动操作中,承担着切换通路的任务。但许多因素容易致其卡滞。运行环境中的杂质,如,风沙区的沙尘、检修遗留的金属碎屑,会随制动系统介质流入阀内,堆积于阀芯与阀壁间隙,阻碍阀芯滑动。制动阀内部零件长期摩擦产生的碎屑,如果没有被过滤装置清除,也会加剧卡滞风险。另外,润滑不足也是重要因素,高温时润滑油变稀流失、低温时凝固,或维护不及时未补充,都会让阀芯与阀座间摩擦力剧增,阀芯很难顺畅动作。一旦阀芯卡滞,制动阀无法依指令正常开闭,制动系统失控,货车行驶中无法精准调控制动力,运输安全风险大增,严重时还会引发列车脱轨等重大事故。

3.2 阀体泄漏

阀体泄漏会严重威胁铁路货车制动系统的正常运行。制动阀阀体长期受内部高压气体或液体冲击,并面临外部震动、碰撞与机械磨损。内部高压介质侵蚀,让阀体金属材料逐渐疲劳,形成微小裂缝或砂眼。外部频繁震动,让阀体各连接部位密封件松动、变形,如,橡胶垫圈老化、金属密封环磨损。而在恶劣天气下,潮湿环境的水汽渗透,会加速阀体金属腐蚀,削弱结构强度。阀体一旦泄漏,制动系统压力骤降,制动效率也会大幅度降低。另外,货车制动时制动力不足,制动距离延长,紧急制动时甚至无法及时停车,会严重影响铁路运输安全与效率,还会因频繁维修而增加运营成本。

3.3 120 主阀故障

制动缓解异常通常是由滑阀、节制阀密封不严导致漏泄,或局减阀、加速缓解阀出现功能性的故障引发。当滑阀、节制阀密封面磨损,高压空气易渗漏,干扰正常的制动缓解流程。局减阀和加速缓解阀故障,会让压力控制失常,阻碍缓解动作执行。

3.4 紧急阀故障

紧急制动效率低下主要源于紧急活塞密封失效而导致的漏泄,打破系统压力平衡,阻碍紧急制动的有效触发。与此同时,紧急活塞杆缩孔容易被杂质淤积堵塞,干扰气流通路,严重降低紧急制动的响应速率与作用效果。

3.5 制动阀清洁度不达标

清洁度不达标是铁路货车制动阀运行故障的一大因素,对制动阀正常运作产生显著影响,很容易引发意外紧急制动、自然制动异常、缓解不到位等故障情况。当滑阀副间混入异物,滑阀会出现垫起或拉沟情况,严重干扰制动阀精准动作,让制动指令无法准确执行。而相关逆流稳定孔如果被异物堵塞,制动系统内部压力平衡被打破,触发各类制动故障,在一定程度上威胁制动系统的稳定性。而清洁度不达标的根源,主要包含内部与外部两方面因素。在长期使用中,

制动阀内部金属部件受介质侵蚀,不断产生腐蚀碎屑,这些碎屑在阀内循环流动,会逐渐降低系统清洁度。对于外部环境,异物可以通过多种途径侵入,如,排气口反吹带入的沙尘等,进一步加剧清洁度恶化。为改善这一状况,应该采取有效的措施。首先,利用迷宫式排风部对既有阀进行防尘改造,凭借其独特结构有效阻挡外部异物入侵^[2]。其次,在制动阀检修时强化清洗流程,利用专业设备与药剂,彻底清除阀内腐蚀产物和外来异物。通过这些手段保障制动阀清洁度,降低故障发生频率,确保铁路货车制动系统稳定、可靠运行。

4 铁路货车制动阀故障的处理方法

4.1 优化润滑管理

在铁路货车制动阀的维护工作中,要选择适配的润滑油。由于制动阀工作的环境相对复杂,运行状态多变,尤其是高温地区运行的车辆,要选用具备卓越耐高温和抗氧化性能的润滑油。这类油品能有效抵御高温影响,防止黏度降低和流失,保障阀芯和重要部件始终处于理想的润滑状态,确保制动阀稳定、高效运作。与此同时,还应该建立科学的润滑周期制度,综合考虑制动阀的使用频率、行驶里程等因素,运用数据分析模型精准确定润滑油的补充与更换时机。尤其在日常维护中,利用专业检测工具对润滑点进行全面检查,确保润滑油均匀覆盖各运动部件,从根本上减少因润滑不足导致的阀芯卡滞等故障,为铁路货车制动阀的可靠运行提供支持,如下图。



图：日常检查

4.2 卡滞故障处理方法

当制动阀出现阀芯卡滞故障时,必须迅速启动高效的处理制度,先对制动阀进行全面拆解操作,运用专用清洗剂,对阀芯和阀腔内部进行深度清洁工作。清洗剂的选择要根据故障成因及内部杂质特性进行精准匹配,确保能彻底清除因杂质侵入、零件磨损产生的碎屑等导致卡滞的异物。在清洗过程中,适当融入超声波清洗设备,利用超声波的高频振动特性,增强清洗效果,实现对细微杂质的深度清理,不放过任何一个可能影响阀芯运动的微小颗粒^[3]。而针对因磨损导致阀芯表面粗糙度增加、阻碍阀芯滑动的情况,要采用高精度的打磨与抛光工艺进行修复,运用专业打磨工具,严格按

照阀芯的设计精度要求,对磨损部位进行打磨,之后通过抛光处理,恢复阀芯表面的光洁度,降低阀芯与阀壁之间的摩擦力。如果阀芯磨损程度比较严重,超出预先设定的公差允许范围,应该及时更换全新的阀芯,新的阀芯应该经过严格的质量检测流程,确保其各项性能指标符合设计要求。

4.3 120 主阀故障和紧急阀故障的处理办法

120 主阀故障的故障处理。对滑阀与节制阀进行拆解,检查其密封面。如果磨损程度较轻,可以采用专业研磨工具进行修复,恢复密封精度。但磨损严重,则要更换全新的适配磨损件。针对局减阀与加速缓解阀,要检查内部弹簧的弹性和密封件的完整性,弹性不足的弹簧或损坏的密封件应及时更换,确保两阀恢复正常工作状态。

紧急阀故障的处理。面对紧急活塞漏泄,要精准拆解,选用适配密封胶圈进行更换,以此来恢复其密封性能,保障压力稳定传导。针对缩孔堵塞,可以利用特制清理工具,深入缩孔,清除内部杂质,确保缩孔畅通无阻,让紧急制动时气流依设计路径顺利流动,让紧急阀恢复正常工况。

4.4 阀体泄漏的处理方法

面对铁路货车制动阀的阀体泄漏故障,要精准研判泄漏状况,按照严重程度与具体位置,制定针对性处理方案。当阀体表面出现微小裂缝或砂眼,可以进行焊接修复。在焊接以前,利用电动打磨机等专业工具,对泄漏处进行打磨与清洁,彻底清除杂质、氧化物,为焊接奠定基础。之后,根据阀体材质,匹配焊接材料,如,碳钢阀体选用适配碳钢焊条。在焊接时优先采用氩弧焊工艺,来控制热输入,降低对阀体其他部位的热影响,同时还要根据阀体厚度、材质等因素,调控焊接电流、电压和速度,确保焊接质量,防止阀体变形或产生新缺陷,保障修复后阀体的结构完整与密封性能。如果阀体泄漏因密封件老化、损坏,如,橡胶垫圈失效,要及时更换新密封件,确保规格与原品一致,更要注重材质特性,让其具备良好密封与耐腐蚀性能,以此来适应制动阀内部的复杂环境^[4]。

4.5 应用精准维修技术

利用高精度探伤仪、电子显微镜等设备,能精准分析故障。探伤仪运用超声波、射线等物理原理,深入阀体内部,可以探测出微米级的微小裂缝,这些裂缝往往是引发故障的潜在隐患。电子显微镜则凭借高分辨率成像,清晰展现阀芯表面的磨损痕迹与微观缺陷,为故障诊断提供微观层面的依据。在维修过程中,激光熔覆和 3D 打印等先进制造技术的应用,针对磨损阀芯,激光熔覆技术利用高能激光束,将高性能合金粉末快速熔合在阀芯基体表面,形成具备优异耐磨、耐腐蚀性能的熔覆层,恢复阀芯尺寸精度与表面性能,有效延长其使用寿命。而对于难以获取的特殊制动阀零件,

3D 打印技术通过层层堆积材料,能快速制造出符合严格要求的零件,有助于缩短零件制造周期、降低采购成本,还可以实现零件的个性化定制,满足不同制动阀的特殊需求,保障制动阀维修质量与可靠性,提升铁路货车制动系统的稳定性。

4.6 优化作业工序保证制动阀的检修质量

在铁路货车制动阀的维护流程中,优化清洗环节能确保制动阀性能稳定。对于制动阀阀体外观的清洗,要强化对各阀安装面和通路外露口防护工作,在清洗以前,利用钢丝刷细致地清理阀体外部的灰砂和锈皮,将附着的顽固杂质彻底清除,为后续清洗工作奠定基础。之后,把阀体置于外观清洗机中,进行深度清洗操作,让各制动阀的外部清洗质量达到严苛标准^[5]。过去,制动阀零配件与阀体混放在清洗筐内一起清洗、检修这种方式频繁引发配件缺失、相互磕碰等问题,且主阀体内暗道繁杂,经超声波清洗机的清水槽清洗以后,容易存水生锈。对此,优化后的工艺在完成阀体外观清洗以后,不再将制动阀放入超声波清洗机,而是交由专业的制动阀检修人员负责内部清洗。在工艺调整过程中,为避免阀内零配件在清洗和存放时发生碰伤,要按照制动阀内部零配件在形状、大小、体积上的差异,自主研发适配的存放框,可以选用硬质塑料材质制成,具备分格存取功能,来满足清洗、烘干等操作需求。当然,还能与铜质配件一同参与清洗、烘干流程,实现配件的定置摆放,降低相互碰伤的概率,提升制动阀装配环节的质量管控水平。

5 结语

总而言之,对于铁路货车制动阀故障的判断与处理流程,各环节环环相扣且十分重要。在日常维护中,通过定期清洁、合理润滑等措施,有效降低故障发生概率。在故障检测时,要精准定位潜在隐患。而故障维修要根据不同情况采取针对性手段,维修后经严格调试与验证,确保性能达标,以此来保障制动阀稳定运行,大幅度提升铁路货车运输的安全与可靠性,为铁路货运事业的长远发展提供重要支持。

参考文献

- [1] 李明亮.铁路货车120型制动阀的故障判断与处理方法[J].包头职业技术学院学报,2024,25(04):39-43.
- [2] 张玉东.铁路货车超偏载检测装置传感器故障的判断与处理方法[J].铁道技术监督,2006,34(07):34-36.
- [3] 李伟,杨林,罗明洋,等.铁路货车智能铆接系统的研究与设计[J].铁道车辆,2024,62(02):113-117.
- [4] 吕亚博.基于深度学习的铁路货车轴承故障诊断研究[D].辽宁省:大连交通大学,2023.
- [5] 王斌.浅谈关于车辆制动系统的故障判断与应急处理[J].内燃机与配件,2017,(22):87-88.

Design of intelligent operation and maintenance system for urban rail transit substation

Yiping Dai

Chengdu Metro Operation Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610066, China

Abstract

At present, the scale of urban rail transit network construction is expanding. In order to improve production efficiency, building intelligent operation and maintenance system based on equipment online monitoring technology and big data analysis application is becoming the general trend of urban rail transit production mode reform in the future. The subway power supply system is an important core system of rail transit, and the application of information means for online monitoring of key equipment for subway power supply is insufficient. Relying only on the existing power monitoring system, the operation of key equipment cannot be comprehensively and real-time monitored, the key operation data can not be grasped, the hidden trouble of equipment can not be found in time, and the accident can be prevented and dealt with in time at an early stage. There is no unified online monitoring information platform to integrate all kinds of discrete online monitoring equipment resources, and the fault information and emergency assistance capabilities are insufficient. It is urgent to seek new maintenance ideas based on existing automation and information management and rely on new technologies to speed up response efficiency and intelligence. This paper proposes the design of urban rail transit substation intelligent operation and maintenance system based on the current requirements.

Keywords

online monitoring; Informatization; Intelligent operation and maintenance; Rail transit; substation

城市轨道交通变电站智能运维系统设计

代一平

成都地铁运营有限公司, 中国·四川成都 610066

摘要

目前各城市轨道交通网络化建设规模扩大,为了提高生产作业效率,基于设备在线监测技术和大数据分析应用,构建智能运维系统,正成为今后城市轨道交通生产模式变革的大势所趋。地铁供电系统作为轨道交通重要的核心系统,地铁供电专业关键设备在线监测信息化手段应用存在不足,仅依靠现有电力监控系统,无法全方位实时监测关键设备的运行情况,掌握关键运行数据,不能及时发现设备故障隐患,在早期对事故进行及时预防和处理。没有统一在线监测信息化平台整合离散的各类在线监测设备资源,故障信息化、应急辅助能力不足,亟需在既有的自动化、信息化管理基础上,依托新技术寻求新的维保思路,加快响应效率和智能化程度,本文基于现状需求提出城市轨道交通变电站智能运维系统设计。

关键词

在线监测; 信息化; 智能运维; 轨道交通; 变电站

1 引言

随着城市轨道交通网络化建设规模不断扩大,提高生产作业效率成为关键。基于设备在线监测技术和大数据分析应用构建智能运维系统,已成为城市轨道交通生产模式变革的必然趋势。当前,地铁主所、变电所及110kV电缆通道日常巡检主要依靠人工,运维人员需携带手持式巡检设备现场作业。主所每日有人值班巡检,变电所无人值班则每周巡检,110kV电缆通道因保护区施工安全问题实行日巡。由于

变电所数量多、外电路长,人力投入大,巡视针对性不足,难以对重点点位高频次专项巡检。同时,供电系统电力监控系统虽能实时监控变电设备部分状态信息,但部件级核心参数监测不全,关键部件异常信号未纳入在线监测,无法实现状态检修和缺陷预警。因此,结合行业先进技术与变电维保实际需求,设计城市轨道交通变电站智能运维系统,推动维保模式向状态修转变,提升维保管理水平与效益十分必要。

2 设计需求分析

2.1 变电所远程巡检

现有变电所通过电力监控子系统可远程监控主要设备的电压电流、开关位置、运行温度和故障告警等信息,但缺

【作者简介】代一平(1991-),男,中国四川内江人,本科,工程师,从事城市轨道交通高压供电设备运维技术管理研究。

乏可视化功能。像变压器红外成像异常、开关柜表计故障、蓄电池异常等无法通过该系统反馈,故障时仍需人员现场确认设备本体告警信息,远程巡检功能不完善,仍需定期现场巡检。以主所为例,值班员除常规巡视和抄表,还需处理故障录波、电能质量监测等异常信息,部分信息不在电力监控子系统反馈或无法上传,主所无人值守条件尚不具备。

2.2 110kV 电缆通道在线巡检

目前 110kV 电缆通道依靠人工巡视,借助图纸和手机 GPS 定位,精度低,受环境影响难以准确确认电缆位置,未采用电力精准定位技术。已有的分布式光纤测温系统和接地环流系统只能监测电气数据,无法对外部施工或环境异常预警,未运用在线监测技术,风险管控全靠人工。

2.3 重要设备在线监测功能应用

变电所设备虽能通过电力监控子系统监控部分主要设备信息,但监测深度不足以预警设备缺陷和开展状态修复。如 35kV 开关柜,用于识别设备缺陷的 GIS 高压气室局部放电量、断路器分合闸机械特性等数据,设备本体未安装在线监测设备,也未纳入电力监控子系统。

3 设计目标

实现在不停电的情况下,实现对关键供电设备状况进行连续、周期性地自动监视检测,及时发现设备故障隐患,在早期对事故进行及时预防和处理。通过在线监测系统分析功能,建立设备之间的运行关系,建立设备与实时运行数据的关联,实现故障的根因分析、应急辅助。

4 系统方案设计

4.1 系统架构

本系统将用于供电设备设施进行信息化管理,系统应由站级在线监测平台和 35kV 开关柜在线监测、110kV 电缆通道监测、变电所远程巡检等子系统组成,站级在线监测平台是各子系统功能统一展示、数据分析存储的核心。关键设备数据经 35kV 开关柜在线监测、110kV 电缆通道监测、变电所远程巡检等子系统数据分析处理后统一接入站级在线监测平台,并整合主所 FAS、BAS、ACS、环境 SF6 监测、杂散监测终端等既有在线监测子系统数据,同步接入站级在线监测平台,实现各子系统功能统一展示、数据分析存储,由站级在线监测平台结合场景模型实现故障预警、业务联动等功能,并统一向设备管理者进行展示及分析、辅助决策。

该系统架构主要由 5 个层次架构组成。基础层为状态本地监测,通过各类传感器实时采集变电站设备的关键运行参数、温度、振动等数据,为状态分析提供原始信息。智能远程巡视利用高清摄像头、巡检机器人等设备,突破空间限制,实现对变电站全方位、无死角的远程查看,及时发现设备外观异常等情况。智能联动管理可根据预设规则,让不同设备和系统间实现协同工作,提高运维效率。智能诊断决策借助大数据分析、人工智能算法,对采集的数据进行深度挖

掘与分析,快速准确地判断设备状态及故障类型,为运维决策提供科学依据。智能故障预测则通过对设备历史数据和运行趋势的分析,提前发现潜在故障隐患,实现主动运维。5 个系统功能层次相互关联、层层递进,共同构建起一个高效、智能的城市轨道交通变电站运维系统,保障变电站的可靠运行。



图 1 系统架构

4.2 通讯组网

在牵混所新增 35kV 开关柜在线监测系统集中监控柜(内含 35kV 开关柜在线监测系统监控屏、汇聚交换机等),用于 35kV 开关柜在线设备系统数据采集、数据存储分析。

主所新增 110kV 电缆通道监控屏,主所 110kV 电缆通道在线监测系统通过场段间的生产辅助网实现数据传输,上传至站级在线监测平台。

车辆段运维车间新增集中监控屏(站级在线监测平台),用于放置 35kV 开关柜在线监测服务器、变电所远程巡检系统及站级在线监测平台硬件等设备,用于存储及查看 35kV 开关柜在线监测、110kV 电缆通道监测数据、远程巡检主所设备运行情况等,由站级在线监测平台结合场景模型实现故障预警、业务联动等功能,并统一向设备管理者进行展示及分析、辅助决策。

4.3 子系统方案设计

4.3.1 35kV 开关柜在线监测系统

断路器特性在线监测模块:在每台 35kV 开关柜增加 1 台断路器特性在线监测模块,采集储能回路信号、分闸信号、合闸信号等节点;通过 485 通讯上传至数据采集及处理模块,上传合闸线圈电流平均值、合闸时间、合闸次数、分闸线圈电流平均值、分闸时间、分闸次数、储能电流平均值、储能时间、储能次数等信息。

三工位控制器在线监测模块:采用与 35kV GIS 系统兼容设备,替换原控制器,接入控制回路,通过 485 通讯上传开关位置、分合闸次数等信息。

局部放电在线监测模块:采用与 35kV GIS 系统兼容设备,由耦合电容传感器等组成,可设置报警阈值,根据相图决策维护。

避雷器在线监测模块：在开关进线柜或配电变开关柜增加模块，记录避雷器动作次数和安全电流，计算泄漏电流和容性电流，实现实时监测和故障预报警，通过 modbusTCP 协议通讯上传数据。

SF6 气体在线监测模块：在单台 35kV 开关柜增加模块，替换原密度监测装置，将相关信号输入模块，升级原密度继电器为带远传功能模块，通过 modbusTCP 协议通讯上传数据。

4.3.2 110kV 电缆通道监测系统

电缆通道环境感知系统：在 110kV 电缆通道新增探测光缆，当电缆通道保护区附近有人为破坏行为、工程机械施工或钻孔时，通过土层或其他媒介传递的振动信号会被传感光缆感知，通过对信号的判别分析，在振动发生的时候及时报警，并且准确定位。

管线电子标识：在电缆线路关键部位安装无源 RFID 电子标识，预输入线路数据，结合 GIS 技术和移动互联网转换为地理图形显示。

4.3.3 变电所远程巡检系统

① 35kV 开关柜可视化。

采用轨道巡检机器人，机器人由合金轨道、机器人、挂载设备等组成，搭载激光避障模块，前端设备可部署球机或者云台，也可部署其他类型的传感器，通过轨道精确定位和滑触线取电，实现 7*24 小时巡检。利用多节升降模块和双自由度云台，针对变电所内大量预标定采样点进行全覆盖检测；结合智能环境监测系统，全方位、大批量获取设备运行状态、环境信息。

② 变压器红外测温。

在主所主变压器室、电抗器及隔离变压器室内采用壁挂式安装红外测温设备，需使用膨胀螺钉将摄像机固定于墙壁。安装位置参数需满足摄像机到变压器的高度、距离等参数要求，在房间内部接线增加走线槽，参照既有走线位置布置，沿着电缆夹层布置。

③ 高清摄像机。

在主所 110kV GIS 室、SVG 室、站用变压器室、接地变压器室、蓄电池室、电缆井及主所围墙内等设备房采用壁挂式高清摄像机，需使用膨胀螺钉将摄像机固定于墙壁。安装位置参数需满足摄像机到供电设备的高度、距离等参数要求，在房间内部接线增加走线槽，参照既有走线位置布置，沿着电缆夹层布置。

4.3.4 主所既有系统在线监测

在主所新增设备机柜，放置接口服务器和交换机，通过接口服务器整合主所及车辆段牵混所既有电力监控系统、杂散监测终端、主所 GIS 房间 SF6 监测数据、主所故障录波、主变绝缘监测、电能质量监测及主所 FAS 等既有在线监测数据，同时新增 ACS、BAS 系统设备监测数据，统一汇聚上传站级在线监测平台。

4.3.5 变电所在线监测组网辅助设备

在车辆段运维车间办公用房新增集中监控屏，放置相关设备，利用既有屏柜空间和墙插座电源。在车辆段牵混所内新增 35kV 开关柜在线监测系统硬件设备，挂墙布置，利用既有设备空间，由交直流屏供电。在主所新增 110kV 系统在线监测辅助监控屏，放置硬件设备，利用主控室预留屏柜空间，由一体化电源供电。

5 结语

本文对轨道交通设备运维需求和痛点进行了深入分析，提出了城市轨道交通变电站智能运维系统设计方案，将用于供电设备设施信息化管理，系统由站级在线监测平台和 35kV 开关柜在线监测、110kV 电缆通道监测、变电所远程巡检等子系统组成，站级在线监测平台是各子系统功能统一展示、数据分析存储的核心。关键设备数据经 35kV 开关柜在线监测、110kV 电缆通道监测、变电所远程巡检等子系统数据分析处理后统一接入站级在线监测平台，并整合主所 FAS、BAS、ACS、环境 SF6 监测、杂散监测终端等既有在线监测子系统数据，同步接入站级在线监测平台，实现各子系统功能统一展示、数据分析存储，由站级在线监测平台结合场景模型实现故障预警、业务联动等功能，并统一向设备管理者进行展示及分析、辅助决策。设计方案已在某地铁投入工程实践。本设计可为推进地铁供电系统设备维保工作高效化、智能化、精细化，切实为一线维保服务，推动维保模式向状态修复转变，最终实现维保管理水平以及效益的提升提供有力借鉴。

参考文献

- [1] 宋毅, 朱伟强, 郭亮, 等. 城市轨道交通供电系统智能运维关键技术研究[J]. 电气化铁道, 2022, 33(4): 43-47.
- [2] 李明, 王军, 张辉. 基于物联网的地铁智能运维系统设计与实现[J]. 计算机应用与软件, 2021, 38(7): 254-258.
- [3] 赵炯. 基于物联网的 110kV 电缆管井智能监测系统建设与应用[J]. 电力与能源系统学报, 2021, (3): 20-30.

The innovative application of 5G technology in the autonomous driving system of intelligent new energy vehicles

Denghua Zheng

Dehong Vocational College, Mangshi, Yunnan, 678400, China

Abstract

This paper focuses on the innovative application of 5G technology in the autonomous driving system of intelligent new energy vehicles. 5G technology has the significant characteristics of high speed, low delay and large connection, and it enables vehicles to quickly obtain road condition information through real-time data transmission. Through high-precision positioning, precise planning of the driving route; Relying on remote control, it can realize emergency operation in special scenarios, comprehensively improve the performance and safety of the automatic driving system, and bring unprecedented quality travel experience to users. The challenges of network security and signal interference in the application process and the corresponding solutions are discussed. Research shows that the deep integration of 5G technology and autonomous driving technology will promote the transformation of the automotive industry and optimize the transportation system, which is of great significance for future travel and social and economic development.

Keywords

5G technology; Intelligent new energy vehicles; Autonomous driving; innovate

5G 技术在智能新能源汽车自动驾驶系统中的创新应用

郑登骅

德宏职业学院, 中国·云南 芒市 678400

摘要

本文聚焦5G技术在智能新能源汽车自动驾驶系统中的创新应用。5G技术具备高速度、低延迟、大连接的显著特性,它通过实时数据传输,让车辆能迅速获取路况信息;借由高精度定位,精准规划行驶路线;依靠远程控制,实现特殊场景下的应急操作,全方位提升自动驾驶系统的性能与安全性,为用户带来前所未有的优质出行体验。探讨应用过程中面临的网络安全、信号干扰等挑战及相应解决策略。研究表明,5G技术与自动驾驶技术深度融合,将推动汽车产业变革、优化交通系统,对未来出行和社会经济发展意义重大。

关键词

5G技术; 智能新能源汽车; 自动驾驶; 创新

1 引言

随着科技的飞速发展,智能新能源汽车自动驾驶技术成为汽车产业和交通领域的关键变革力量。自动驾驶不仅有望大幅提升交通效率、降低事故风险,还能推动汽车产业向智能化、绿色化转型。5G技术作为新一代移动通信技术,其卓越的性能为智能新能源汽车自动驾驶系统的突破发展提供了可能。二者的融合,使车辆具备更强大的数据处理和交互能力,从而实现更高效、智能的驾驶体验。然而,这一融合过程并非一帆风顺,面临着诸多技术和社会层面的挑战。深入研究5G技术在智能新能源汽车自动驾驶系统中的创新应用、面临的挑战及应对策略,对推动汽车行业和交通领域的可持续发展具有重要的现实意义,也将为未来智慧出行

行的构建奠定坚实基础。

2 5G 技术与智能新能源汽车自动驾驶系统概述

2.1 5G 技术特点与优势

5G技术作为第五代移动通信技术,在众多领域引发创新变革,为智能新能源汽车自动驾驶系统筑牢技术根基。其高速度优势显著,峰值速率达20Gbps,是4G的20倍。对自动驾驶系统而言,车辆实时获取的路况、周边车辆状态等海量信息,依靠5G高速传输,能瞬间接收,为决策和控制提供即时数据支持。低延迟同样突出,5G延迟低至1毫秒,仅为4G的十分之一。在自动驾驶中,遇前方突发障碍物或车辆紧急制动,5G低延迟使车辆能在极短时间内接收传感器信息,并迅速向执行机构发出指令,快速制动或避让,大幅缩短反应时间,保障行车安全。5G还具备大连接特性,连接数密度每平方公里可达100万个,远超4G。在智能交通领域,车辆、交通信号灯、路边传感器等海量设备,可通

【作者简介】郑登骅(1973-),男,中国云南昆明人,本科,副教授,从事汽车维修研究。

过5G实现车辆与车辆、基础设施、人员、网络间的高效通信。

2.2 智能新能源汽车自动驾驶系统解析

智能新能源汽车自动驾驶系统融合多种先进技术，无需人类干预就能安全高效行驶。它主要由传感器、决策算法、执行机构构成。传感器宛如“眼睛”与“耳朵”，负责感知环境。激光雷达发射激光束，精准测量距离生成三维地图；摄像头借图像识别道路标志、行人等；毫米波雷达在各种天气下工作，检测目标物体的距离、速度与角度；超声波传感器用于近距离检测。多类传感器协作，为系统提供全面数据。决策算法是“大脑”，基于传感器数据，运用环境感知、路径规划、行为决策等算法进行分析决策。它常采用深度学习等人工智能技术，经大量数据训练优化决策，提升自动驾驶性能与安全性。执行机构如同“手脚”，将决策指令转化为车辆动作，涵盖动力、制动和转向系统。动力系统依指令调整电机功率控制速度，制动系统控制刹车力度，转向系统控制方向盘转动角度，其响应速度和准确性直接影响自动驾驶效果。相较传统燃油车，新能源汽车在自动驾驶上优势独特。其动力系统简洁，电机驱动响应快，能精准控制动力，快速响应决策指令。电气系统更智能，便于与自动驾驶系统集成，如电池管理系统能为行驶规划提供信息。同时，新能源汽车环保优势与自动驾驶技术契合，自动驾驶可优化驾驶行为，减少能耗与排放。

3 5G 技术在智能新能源汽车自动驾驶系统中的创新应用

3.1 实时数据传输与高效决策

在智能新能源汽车自动驾驶系统里，5G技术的实时数据传输能力至关重要，搭建起车辆与周边环境高效交互的桥梁。车辆借助5G网络，能与其他车辆（V2V）、道路基础设施（V2I）、行人（V2P）及网络云端（V2N）全面通信。V2V场景下，高速路上前车减速，可经5G迅速告知后方车辆，后方车自动驾驶系统瞬间响应调整车速，保持车距，提升行驶协同性与安全性。在V2I方面，交通信号灯、路边传感器等基础设施借5G向车辆实时传输信息。车辆接近路口时，提前获取信号灯剩余时间，合理调速实现“绿波通行”，还能接收路况信息，提前应对。5G实现的V2P通信，让行人手机可向车辆发送位置与运动状态，车辆自动驾驶系统据此识别行人并避让或减速，避免碰撞^[1]。网络云端通过5G接收车辆上传数据，经大数据与人工智能分析后反馈结果。比如预测拥堵，车辆依此调整路线避堵。5G低延迟确保数据及时传输，车辆决策与执行紧密衔接，面对突发情况能快速正确反应，保障行车安全。

3.2 高精度定位与路径规划

在5G网络支持下，智能新能源汽车自动驾驶系统的高精度定位和路径规划能力大幅提升。高精度地图作为关键技术，为车辆提供详尽准确的道路信息，帮助车辆精准了解自

身位置与周边环境。5G的高速率与低延迟，让高精度地图数据能实时稳定传输至车辆。行驶中，车辆依据实时更新的地图信息，精准确定自身位置，误差可控制在厘米级。高精度定位技术与5G结合，进一步增强定位准确性与可靠性。全球导航卫星系统（GNSS）虽重要，但在城市峡谷、高楼密集区等复杂环境，卫星信号易受遮挡导致定位精度下降。而5G网络可辅助GNSS，车辆通过与周边基站通信，利用基站位置与信号强度修正优化定位。基于高精度定位和地图，车辆自动驾驶系统能实现精准路径规划。输入目的地后，系统依据当前位置、实时路况、交通规则及地图信息规划最优路线，综合考虑拥堵、限速、路口通行能力等因素。早高峰时，系统避开拥堵主干道，选择车流量小的次干道或支路。行驶中，车辆实时监测路况，通过5G及时获取突发事故或拥堵信息，动态调整路径，确保在复杂交通环境中高效、安全行驶，提升出行效率。

3.3 远程控制与协同驾驶

5G技术为智能新能源汽车的远程控制与协同驾驶提供有力支撑，极大拓展自动驾驶应用场景与功能。在特殊场景中，远程控制发挥重要作用。如矿山作业，5G低延迟让指令快速准确传至车辆，车辆迅速响应完成前进、装卸等操作，提升作业效率，保障人员安全。物流配送领域同样前景广阔，长途运输驾驶员可在休息站远程驾驶，减少疲劳，提高效率与安全。城市配送的小型车辆，也能通过远程控制完成“最后一公里”配送，缓解交通拥堵与停车难题。5G还让多车协同驾驶成为现实。高速公路上，多车组成车队，借5G网络共享行驶速度、位置等信息，自动调整行驶状态，保持车距与速度一致。前方遇障碍物，领头车及时传递信息，后续车辆同步减速或避让，避免追尾，提升道路通行能力，降低能耗与排放。在智能交通系统里，车路协同是5G支持下协同驾驶的重要应用。车辆与道路基础设施通过5G实时通信，交通信号灯依车辆状态与位置调整信号配时，提供“绿波带”服务。路边传感器监测路况与交通流量，将信息传递给车辆，如遇道路积水或结冰，车辆接收信息后自动降速、调整驾驶模式，确保行驶安全^[2]。

3.4 智能网联与个性化服务

5G技术极大地释放了智能新能源汽车的智能网联潜力，为用户呈上丰富的个性化出行服务与娱乐体验。借助5G网络，车辆能高速连接互联网，实时获取各类信息服务。出行服务层面，车辆依据用户出行习惯与实时路况定制出行规划。用户设定目的地后，智能系统经5G获取路况、停车场空位等信息，结合出行偏好，规划最优路线，涵盖交通方式及换乘方案。遇拥堵时，及时推荐新路线，确保按时抵达。车辆还能与周边服务设施联通，接近加油站时，自动获取油价、优惠信息，用户可在车内完成预约与支付。停车时，通过5G与停车场系统通信，提前预订车位，到达后自动引导，停车后自动缴费，实现便捷停车。娱乐体验上，5G让车载

娱乐系统实现质的提升。凭借高速稳定网络,车辆可流畅播放高清视频、在线音乐。此外,5G支持VR和AR技术应用于车载娱乐。

4 挑战与解决方案

4.1 面临挑战

尽管5G技术在智能新能源汽车自动驾驶领域前景广阔,但推广应用中仍困难重重。网络安全首当其冲。车辆与外界通信频繁,大量数据传输,面临黑客攻击、数据泄露风险。黑客入侵控制系统,车辆可能失控,危及乘客生命;行驶轨迹等数据泄露,侵犯用户隐私。报告显示,2023年全球针对智能汽车的网络安全事件超1000起,形势严峻。信号干扰同样不容忽视。5G高频段信号虽传输速率高,但在城市峡谷、隧道、山区等复杂环境,易受障碍物阻挡,导致信号衰减、中断,影响车辆与外界通信,干扰自动驾驶系统获取准确信息,如山区行驶时,山体阻挡信号,影响路况信息接收。基础设施建设不完善也制约发展。5G基站建设需要大量资金与时间,偏远及农村地区5G覆盖不足。车路协同的智能交通信号灯、路边传感器等设施也有待完善升级,阻碍车辆与道路设施高效通信,限制自动驾驶性能。技术标准与法规不统一也是难题。全球缺乏5G与自动驾驶融合的统一标准和法规体系,不同国家地区存在差异,车辆通信协议、安全认证等无统一标准,增加企业研发成本与市场准入难度,且自动驾驶对现有交通法规在事故责任认定、数据隐私保护等方面提出新挑战。

4.2 应对策略

为推动5G技术在智能新能源汽车自动驾驶系统的广泛应用,需应对诸多挑战。网络安全防护至关重要。汽车制造商与企业应加大投入,运用加密技术、防火墙等,加密通信数据,监测网络流量,阻止黑客攻击。完善安全管理体系,检测更新软硬件。如特斯拉定期推送软件更新修复漏洞。政府与行业协会要强化监管,制定法规标准,提升应急处理能力。解决信号干扰,要优化网络架构。采用多天线、波束成

形技术,增强信号传输与抗干扰能力,还可融合卫星通信、Wi-Fi等技术,实现信号无缝切换。优化基站布局,合理规划位置、增加密度,提高信号覆盖^[1]。针对基础设施不足,需加大投入。政府出台政策支持,如财政补贴、税收优惠,鼓励运营商与企业建设5G基站,推动地区间协调合作。交通管理部门积极推进车路协同设施建设,安装升级智能交通信号灯、路边传感器,实现信息交互。在技术标准和法规方面,加强国际合作,相关组织引导各国专家、企业共同制定统一标准与法规。各国政府结合国情制定政策,明确上路标准、事故责任认定等,加强宣传培训,保障法规有效实施。

5 结语

5G技术为智能新能源汽车自动驾驶系统带来革新,在多方面实现创新应用。它通过实时数据传输助力高效决策,实现高精度定位与精准路径规划,支持远程控制与协同驾驶,提供智能网联及个性化服务,显著提升系统性能与安全性,为用户带来便捷、舒适且高效的出行体验。然而,应用过程中挑战不少。网络安全方面,车辆面临黑客攻击与数据泄露风险;信号干扰致使复杂环境下通信受阻;5G基站及车路协同基础设施建设不完善,制约了技术应用;全球范围内技术标准与法规不统一,增加企业研发与市场准入难度。面对这些挑战,一系列有效策略正逐步解决问题,如加强网络安全防护、优化网络架构、加大基建投入、推动标准法规统一等。展望未来,5G与自动驾驶技术融合将持续深化,提升自动驾驶级别,拓展应用场景,变革汽车产业,优化交通系统,改变出行和生活方式,为社会经济发展注入活力。

参考文献

- [1] 刘红伟,丁明亮.5G技术在智能新能源汽车自动驾驶系统中的创新应用[J].专用汽车,2025(2):48-51.
- [2] 李洪娟.人工智能技术在新能源汽车专业教学中的应用[J].中国科技期刊数据库 科研,2025(1):168-171.
- [3] 吕世明.新能源汽车中5G及智能网联的应用探讨[J].机电工程技术,2022,51(11):142-145.

Research on improving the railway train dispatching work quality and emergency handling ability

Tianxiang Wen

Guoneng Shuohuang Railway Company, Cangzhou, Hebei, 062350, China

Abstract

Railway train dispatching work can be classified as the core link of railway transportation system, and its dispatching efficiency together with the emergency handling capacity is directly related to the safety and operation efficiency of railway transportation. With the increasing of railway transportation demand and the diversification of transportation modes, it is crucial to improve the work quality and emergency response ability of railway train dispatching. Railway dispatching work is faced with problems such as lagging dispatching information processing, slow emergency handling and poor system coordination. It is of great significance to seek and implement effective optimization ways and to ensure the safety and efficient transportation level of railway transportation. With the analysis of the current railway train dispatching system, this paper takes out ways to improve it, and specially studies how to enhance the strength of execution and emergency command level of railway dispatching work by relying on the improvement of technology, management and talents.

Keywords

railway train dispatching; work quality; emergency treatment; optimization strategy; safety management

提高铁路列车调度工作质量与应急处理能力的研究

温天祥

国能朔黄铁路公司, 中国·河北 沧州 062350

摘要

铁路列车调度工作可归为铁路运输系统的核心环节,其调度效率连同应急处理能力直接涉及铁路运输的安全性与运营效率。随着铁路运输需求的逐渐递增与运输方式的多样化,提高铁路列车调度的工作质量及应急处置能力十分关键。铁路调度工作面临调度信息处理滞后、突发事件处置不迅速、系统协调性差等问题。寻求与落实有效的优化途径,提高调度质量与应急反应水平,对保障铁路运输安全且高效运输水平意义重大。文章凭借对现行铁路列车调度体系的分析,拿出改进途径,并专门地研究了怎样依靠技术、管理和人才等层面的提升,增进铁路调度工作的执行力度和应急指挥水平。

关键词

铁路列车调度; 工作质量; 应急处理; 优化策略; 安全管理

1 引言

伴随铁路运输的迅猛演变和现代化进程的推进,铁路列车调度的事务日益繁复,调度工作效率跟应急处理能力组成铁路运输安全管理主要核心。在现有的调度统筹里,仍存在信息滞后、响应不迅捷的问题,危及铁路运输效率与安全,增进调度质量与应急处置本质。因此,保障突发事件可以实现及时高效的处理方式,成为提升铁路运输质量的主攻方向。

2 铁路列车调度工作的重要性

铁路列车调度工作恰是铁路运输系统的核心环节,其

重要性不只是反映在保障列车准时、安全、高效地运行,还跟旅客安全、货物运输质量以及铁路网络的整体协同水平有关系。作为铁路统筹的“中心”,调度工作在平常运营的运行阶段负责指挥列车运行,涉及列车发车、停靠、指挥、线路、方向调整等。调度员理应按照实时的运营情形开展精细监督与调控,以让列车匀速在规定轨道上前行,预防因调度差错而出现事故或拥堵。铁路运输是一种高度依仗时间与效率的事项,列车调度直接关乎运输时效质量水平,不管是客运和货运,铁路列车按时出发与抵达,对乘客和货物的及时运送意义重大^[1]。

铁路运输网络牵扯繁杂的线路和交叉点,当有调度差错,就可能引起事故或让铁路设施损毁,引起严重的社会效果和经济损耗。因此,调度员不光得掌握过硬的业务能力,同样肯定得具备较强的应急反应技能水平,能够在突发紧急险情时迅速做出调整,保障列车行进的安全与顺达。

【作者简介】温天祥(1989-),男,中国山西太原人,本科,助理工程师,从事铁路运输、列车调度安全研究。

现代铁路系统已实现高度的线路合网，牵扯不同的铁路企业、不同的运行线路、不同的设备及设施。在这种复杂的运营环境下，调度员不只得拥有高的专业素养，还必须拥有跨部门沟通协调的本事，以推动各铁路网络彼此的高效对接，保障各类列车的匀速运转。铁路列车调度工作对维护铁路运输安全、提高运输效率、优化资源调配等起着极为关键的作用。

3 目前铁路列车调度的问题

3.1 调度信息处理滞后问题

在现今铁路运输格局里，信息流的快速性与准确性直接关乎列车调度的安全与效率。然而，现今某些铁路调度系统依旧存在信息处理滞后的失误，这在一定程度上造成调度工作实时性与有效性下降。调度信息的滞后往往出自多方面，存在着数据采集、传输、处理和反馈阶段的延迟等。资讯采集阶段，就算现今铁路系统配备了多样监测装置，恰似GPS定位系统、传感装置、视频监控头，用以即时采集列车位置及运行状态，但基于各设备间兼容性问题，部分信息未及时精准地递达调度中心，这便造成调度员没法拿到列车实时数据，从而影响到决策的及时性与精准性^[2]。

信息传输的滞后同样是造成调度信息延迟的主要缘由之一。在局部地带，铁路系统的通信网络依旧面临信号覆盖不周全、网络带宽不宽裕的问题，造成数据的传输速度受局限。尤其是在边远区域或网络设施相对薄弱的地段，信息传播速度或许显著低于预期的水平，造成调度系统的响应阶段延缓。信息滞后的后续结果为，调度员面对突发变故时，说不定会错失最佳时刻，导致不易及时实施列车运行计划调整或采取有效的应对手段。信息处理环节的迟涩也是不可漠视的缘由，现有的铁路调度系统多数依靠人工对信息开展处理和分析，这就极易造成信息处理滞后。

3.2 应急处理能力不足

铁路运输体系遇到诸多无法预料的突发情形，例如地震灾害、设备故障、乘客吵闹等，而应急管控能力方面的缺乏是当前铁路调度工作面临的一大挑战。即便铁路部门早就制定相关预案，但在实际操作阶段里，诸多应急事件的处理依旧存在响应滞后、决策延迟、资源调配不恰当等问题，明显拖累了应急事件的处理水准。如今诸多铁路调度中心的应急响应机制缺少灵活性与应变能力，若遭遇突发状况的时候，调度员多数采用既定的应急方案，而这些预案的应对招数比较固定，难以契合复杂多变的突发情形。若遇上大规模自然灾害（如暴雨、台风等情形）或大规模设备出现故障的情况时，惯用的应急方案往往不能有效调配各方资源，引起列车延误或中断开行，引起大规模的影响。

铁路系统应急资源配置差错同样是应急处理能力不足的原因之一。诸多铁路调度中心在应急状态期间，面临资源消耗紧张的棘手情况。例如，车站、机务段、人员等资源不

易迅速调配妥当，引起应急响应时间加长，造成事件处理的成效变糟了。要是意外情况出现的瞬间点，调度员不光要针对列车的运行实施协调，还得即刻调集全部应急物资，然而现有的调度体系还未充分达成资源的动态配置及智能化管理，引发资源配置效率欠佳。调度员应急处置能力还直接牵扯应急处理成效，全国范围内铁路调度员训练水平差。部分调度员的应急处置经验跟应对突发事件能力存在缺失项，赶上紧急状况的瞬间，部分调度员也许是因经验缺乏或心理压力太大引起，引起处理延迟或错误判定，进一步增添出应急事件的后果^[3]。

3.3 调度系统的协调性问题

铁路运输系统是十分错综的系统，牵扯列车、站点、人员、设备等多层面的协作行动。在这一实施进程，调度系统的配合结果极为关键，现今铁路调度体制在协同性方面存在问题，这些问题屡次引发调度效率低下、列车运行受阻，甚至存在造成安全问题的概率。调度系统协调性相关问题主要呈现出信息流的不同步的不一致性，铁路调度事宜要求多部门、多层次的信息协同，然而在现实操作推进里，各部门彼此间相互的信息共享及沟通多不顺畅。车站调度相关人员、机务段技术相关人员、线路维护单位等，虽然都在开展同一列车调度相关事项，但他们所掌握的信息不是完全吻合。只是信息传递始终存有滞后，该信息不对称一般让调度员在决策阶段无法全面把握列车的实际运行态势，进而影响决策的恰当效果与效率。

4 提高铁路列车调度工作质量与应急处理能力的优化策略

4.1 引入智能化调度系统

随着信息技术的迅猛变迁，智能化调度系统已然成为强化铁路调度工作质量及效率的关键工具。依靠采用智能化调度系统，铁路运输部门可在多个范畴进行精确、高效的调度作业，进而加大整体工作效率，降低人为错漏，提升安全性与应急应对水平。智能化调度系统可完成实时数据自动采集与处理。在平常的调度模式里，数据一般需凭借人工录入或手动查核，这不仅占用工夫，而且极易导致人为差错情形。而智能化调度系统可凭借传感器、GPS定位、自动化监控等途径来做到，实时采得列车的运行数据、轨道状况和气象资讯，且自动对调度信息做更新。此实时更新本领让调度员随时可把握列车运行最新局面，进而采用更恰当的调度决策。

智能化调度系统可高效实现资源配置优化，依靠综合的大数据洞察与算法，系统可自行剖析多种调度要素，涉及列车类型、车站可容纳数量、交通流量、突发变故等，由此为调度员拿出绝优的调度方案。这样，调度员既可以在繁杂的运输网络里快速觅得最优路线，还能在碰到突发麻烦时马上调整办法，减轻列车面临停运或耽搁的风险。

系统可借助历史数据、实时监测信息以及气象预报等资料,对未来列车运行情形开展预判分析,预先洞察潜在的瓶颈与风险点。这种事前预判的本事让调度员能在问题出现前做好恰当预备,有效制止事故发生并减少意外的效应。例如,系统能预判某段轨道或许因天气缘由受影响,从而提前把列车行驶的路线、时间调整恰当,预防了意外事故的降临。要全面发挥智能化调度系统的特长,铁路部门得针对系统建设、设备维护、数据采集等方面投入大量人力物力,调度员同样得经历专门培训,熟练掌握新系统的运用及操作要点。只有将智能化调度系统同人工调度经验相组合,才能够在促进效率与保障安全之际,维持铁路运输的顺畅性。

4.2 加强应急预案与演练

铁路运输系统的复杂局面造成它面临的应急情况繁多且难以预料,因此,制定周全的应急预案并实施有效的演练是提高铁路调度工作应急处理能力的关键。应急预案的科学性与灵活性直接关联到铁路应对突发事件的响应速度及处置效果,通过拓宽应急预案的制定跟演练,可为铁路调度员给予更明晰的应急处置思路及实践经验,由此提高整个系统应对突发情形的应变本事。

针对不同类型的突发事件,铁路调度系统编排不同的应急预案。例如,面临自然灾害、设备故障、人员变动等情形,调度员须依照事件的性质跟影响区间,赶快调整列车运行统筹部署,并沟通援助部门保障应急物资。这就要求预案内容不仅要囊括各类特急出现的应急情形,也应全面细化到每一个环节,保障调度员在事发时可迅速觅得应对方案。当突发情形降临后,一般会遇到预案不能覆盖的新情形或复杂要件,调度员务须按实际情形做出灵活变动。例如,若设备故障呈现了,调度员也许得借助备用装置或临时添挂车厢以应对影响。而预案体现出的灵活性要求调度员可以在保障安全的格局里,急切做出改动,拦阻事态进一步恶化。

为提升应急预案的执行实力,绝对务必定期开展应急演练。按照模拟不同模样的突发灾害,铁路调度员在实际操作执行阶段熟悉预案内容,事先把握应急处置流程,提高应急反应时效及处理水平。

4.3 培养高素质调度人才

高素质的调度人才是推动铁路运输系统高效运行的核心动力。调度员不仅得有扎实的专业素养,同样得具备突出

的应急应对本领、较强的决策水平和较高的心理品质,打造一批具有综合素养的调度员集合。对于优化铁路运输调度工作实施、增强应急处理能力、保障列车安全运转意义重大。铁路调度工作牵扯的内容纷繁,牵涉列车运转、设备管理、交通指挥等多个维度。调度员得掌握系统的铁路专业知识,关系到铁路线路、信号转换、列车制式、非实时时刻表等。伴着信息技术的不停进步,调度员必须掌握一定的计算机操作本领、数据分析水平以及智能化调度系统操作技巧,保证可以顺应现代铁路调度的需求。

当意外险情降临后,调度员得马上做出反应并调整列车运行方案。因此,调度员须具备灵活应变手段与快速决策本领。为此,铁路部门应依照既定体系开展模拟应急演练,带动调度员汇聚应对突发事件的实战经验,增强其应急管控水平,在超高负荷的工作环境当中,调度员需要扛起较大的心理及工作压力。因此,铁路部门要对调度员给予心理坦然支撑,按期开展心理抗压培训,引导调度员增添抗压本事,保有镇定的头脑和明晰的判断本事。铁路行业的技术及管理模式稳步上扬,调度员得马上更新知识,学习新颖的调度手段跟技术。凭借构建成熟的培训机制,造就调度员的专业素质和综合能力,依靠此行动可为铁路运输系统的高效运行提供坚实后盾。

5 结语

提升铁路列车调度工作质量与应急处理能力,是确保铁路运输安全、高效的基础。通过技术创新、系统优化和人才培养等多方面的综合措施,能够有效提升铁路调度工作的整体水平。同时,加强应急管理和预案演练,提升突发事件的响应速度与处理能力,为铁路运输提供坚实的保障。未来,随着信息技术和人工智能的进一步发展,铁路调度工作的质量和应急能力将得到更大幅度地提升,推动铁路运输向更加安全、智能、现代化的方向发展。

参考文献

- [1] 姜家豪.中国神华铁路列车工作计划编制优化技术[D].西南交通大学,2023.
- [2] 方立海,陈南江.铁路列车调度员工作质量评价系统研究[J].铁道货运,2022,40(06):54-58.
- [3] 张毓斌.铁路调度工作质量评价体系研究[D].兰州交通大学,2020.

Application analysis of asphalt concrete construction technology in highway engineering pavement construction

Tuerhong·Abula

Aksu Highway Development Center, Shaya Maintenance Institute, Kuche, Xinjiang, 842000, China

Abstract

In highway pavement construction, asphalt concrete has become one of the most widely used pavement materials because of its good mechanical properties, durability, skid resistance and construction convenience. The development and application of asphalt concrete construction technology is not only directly related to the performance and service life of road pavement, but also profoundly affects the construction cost, environmental protection and the safety and comfort of transportation. Based on this, the author combined with their own work experience and practice summary, the application of asphalt concrete construction technology in highway engineering is analyzed, hoping to be helpful and inspired to the relevant units.

Keywords

rolling; paving; asphalt concrete

沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用分析

图尔洪·阿卜拉

阿克苏公路事业发展中心沙雅养护所, 中国·新疆 库车 842000

摘要

在公路路面施工中, 沥青混凝土因其良好的力学性能、耐久性、抗滑性和施工便捷性等优点已成为最为广泛应用的路面材料之一。沥青混凝土施工技术的发展和运用不仅直接关系到公路路面的使用性能和使用寿命, 还深刻影响着施工成本、环境保护以及交通出行的安全性与舒适性。基于此, 笔者结合自身工作经验与实践总结, 对沥青混凝土施工技术在公路工程中的应用进行剖析, 希望可以对相关单位有所帮助和启发。

关键词

碾压; 摊铺; 沥青混凝土

1 工程概况

广西贺州作为连接华南与西南地区的重要交通枢纽, 近年来交通基础设施建设日新月异, 为进一步提升区域交通能力, 促进地方经济发展, 贺州市政府决定建设一条连接市区与周边重要经济节点的快速通道。该公路工程全长约 36.8km, 设计时速为 80km/h, 采用双向四车道标准, 路面宽度 24.5m (含两侧路肩), 设计等级为一级公路。鉴于项目对路面平整度、耐久性及行车舒适性的要求, 项目团队决定采用沥青混凝土施工技术进行路面铺设。

2 沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用

2.1 施工准备

施工准备阶段是确保路面工程质量的基础环节, 主要

包括材料和设备两大方面的细致筹划与部署。在材料准备方面, 材料质量优劣将直接影响到路面工程的最终品质, 因此, 保证各种规格的施工材料能够紧密、有效地协同工作至关重要。在施工准备阶段, 必须依据目标配合比和生产配合比等核心指标精确计算并合理配置矿料的比例和沥青的用量。同时, 所有施工材料在进场前都必须经过严格的检测程序, 一旦发现质量不合格的材料, 无论其来源或数量如何都一律不得允许进场使用, 对于已入场的材料要按照它们的种类和特性进行分类储存, 并安排专门人员进行管理和监督, 以确保材料不会因变质、受损或失窃而影响使用。在设备准备方面, 应根据沥青混凝土路面施工情况对机械设备进行科学配置, 应尽量选择那些故障率低、技术先进且经济合理的设备。在选择时, 还需充分考虑公路工程的具体等级与要求, 以此来确定所需设备的类型与规格, 例如, 对于强制性间歇设备, 应根据生产能力进行合理选择, 以确保其能够满足施工过程中的实际需求^[1]。

【作者简介】图尔洪·阿卜拉 (1985—), 男, 维吾尔族, 本科, 工程师, 从事公路工程研究。

2.2 测量放样

在沥青混凝土路面施工的前期准备中,测量工作的精确性和完整性对于确保后续施工质量和路面性能至关重要,为此,应组建一支具备专业技能的测量团队并配备先进的测量设备与仪器。具体来说,测量团队必须根据施工的实际需求与设计规范对关键水准点实施加密布设,在浇筑作业中,所有水准点的高程数据需一次性精确测定,并经过严格校验后保证数据的准确无误。同时,在启用测量设备前,还需对其进行周密的标记与复查,确保设备处于最佳状态,满足施工精度要求。考虑到基层的平整度、横坡以及高程等参数对路面工程的质量有着至关重要的影响,因此,在摊铺作业开始之前,必须对基层进行全面的清检工作,主要包括对基层表面的杂物、尘土进行彻底清理,以及检查基层的平整度和横坡是否符合设计要求,以此为后续的摊铺作业提供一个良好的基层条件。此外,试验段的检测工作也必须高度重视,通常选取 150m 长度的路段作为试验段。通过在试验段的实际施工操作,可以测量出混合料的初压、复压、终压温度,以及摊铺和碾压的速度等一系列关键的数据参数,能够为后续的大面积施工提供有力的数据支持和参考依据^[2]。

2.3 混合料拌制

鉴于粗集料与细集料在物理特性和用途上存在显著差异,混合使用会直接影响最终混合料的性能,因此,对于粗集料与细集料必须采取严格的分类堆放措施进行存储与管理,确保它们各自独立存放,避免混杂。同时,两类集料的含泥量均需严格控制,确保低于 1% 的严格标准,任何质量不合格的集料都坚决不能用于混合料的拌制,这是工程质量控制的底线。在拌制过程中需要对所有集料进行烘干处理以去除其中的水分;根据具体的设计要求精确计算并配比沥青、集料和矿粉的比例,确保混合料的成分符合标准。在对沥青实施加热工序时应将温度精确调控在 140℃至 160℃的适宜范围内;石料的加热温度则要略高一些,即在 150℃到 170℃之间进行调整;混合料的出厂温度必须严格限定在 150℃至 160℃的范围内;鉴于改性混合料对性能有着更高要求,在加热过程中需要将温度适度上调,确保在 180℃到 185℃之间。混合料抵达施工现场时必须维持其温度在 160℃以上的状态;同时,还需对混合料进行严格的质量检查,一旦发现过热、含水量高、炭化、气泡等异常情况应立即停止使用,只有确保拌制好的混合料呈均匀状态,颗粒完全被沥青包裹且不存在离析、结块等问题才能投入施工使用^[3]。

2.4 混合料运输

完成混合料的拌制流程后,施工人员需精心挑选专用运输车辆,以迅速且稳妥的方式将刚拌好的材料运至施工现场。这一过程中,为了避免混合料在运输途中遭受外界环境的污染以及防止温度过快散失,施工人员会在装完料后立刻覆盖上一层特制的保温遮盖物,以此来有效地隔绝空气中的尘埃、水分等杂质,发挥良好的保温效果,确保混合料在运

输过程中温度稳定。在混合料从生产线上下来,直至送达工地并开始摊铺的整个过程中,其温度需始终维持在至少 145℃的高水平,为了确保这一标准的达成,运载力在 10 至 15 吨之间的车辆被视为最佳选择^[4]。

2.5 混合料摊铺

在沥青混凝土路面的摊铺施工过程中,热拌和沥青混合料的施工效果很大程度上依赖于所选用的摊铺机械及其操作方式,而这些选择往往会因公路等级的不同而有所差异。例如,在构建等级较高的高速公路时,通常会选用两台或两台以上的摊铺机协同作业,通过它们之间的紧密配合,实现高效、高质量的摊铺效果。在摊铺作业正式开始之前,一项关键的准备工作是对熨平板进行预热,预热时长一般维持在 15 到 20 分钟的合理范围内,旨在确保原路面接缝区域的温度提升至 65℃以上,为新旧路面的良好结合奠定基础。此外,施工人员还需根据路面工程的具体要求合理调整摊铺机械的振动频率及其振幅大小,确保沥青混凝土在完成摊铺作业之后能够达到较高的密实程度,这一指标通常被要求维持在 80% 或以上的水平^[5]。

2.6 混合料碾压

在该公路工程沥青混合料碾压阶段,初压温度应控制在 140℃~150℃之间,复压和终压温度则逐渐降低并高于 110℃~120℃,在此过程中,技术团队需要使用红外线测温仪对混合料温度进行实时监测。初压一般采用钢轮压路机进行微振压或静压,尽量控制机械速度在 2~3km/h 范围内,根据试验段确定的压实效果确定碾压遍数。复压目标在于提高混合料密实度,可以采用振动压路机(时速 3~5km)进行高频低幅振动压实;对于 SMA 等高性能沥青混凝土可以采用轮胎压路机进行揉搓压实。进入终压阶段后需要提升路面平整度与美观度,一般采用钢轮压路机(时速 5~7km)静压 1~2 遍。

3 沥青混凝土施工技术的发展前景

3.1 智能化与自动化

未来我国的公路工程将融入更多科技理念,而沥青混凝土施工技术的革新与发展也将以前所未有的速度推进,其核心将更加注重智能化、自动化元素的加入与提升,以应对日益增长的交通需求和对工程质量的高标准要求。例如:智能摊铺机、压路机以及无人运输车辆等高科技设备的应用将成为施工作业的主要力量,这些智能化设备在经过精密的程序设定后可以实现对施工过程的准确控制,大幅减少因人为因素产生的误差;还能够长时间、高强度的作业环境下保持较高的施工效率与质量,为我国公路工程建设提供重要支持。

同时,物联网、大数据、人工智能等前沿技术的引入也将进一步推动公路工程沥青混凝土施工技术的智能化进程,在物联网技术的加持下,施工现场的各种设备、材料以

及环境参数可以被实时采集和传输并形成一个庞大的数据集。而大数据技术则能够对这些海量数据进行深度挖掘和分析,揭示出施工过程中的潜在规律和问题,为施工策略的优化提供科学依据。此外,人工智能技术的应用可以实现施工过程的智能决策和自动调节,并根据实时数据调整施工参数,确保施工过程的稳定性和可控性。

3.2 绿色化与环保化

随着全球环保意识的不断增强,公路工程施工领域也要积极响应这一趋势,注重对绿色施工技术的应用以最大限度降低施工作业对生态环境的影响。基于绿色化与环保化的沥青混凝土施工也将成为其主要发展方向,施工单位需要更加注重节能减排理念,致力于采用一系列低能耗、低排放的生产设备以及可回收、可降解的材料,力求从根本上降低施工活动对自然环境的负面影响。具体而言,在生产设备选择上要优先考虑那些具备高效能、低能耗特性的机械,比如更加先进的燃油喷射技术和尾气净化装置以减少有害气体的排放;优化设备使用计划,避免不必要的空转和过度使用以降低能源消耗。在材料使用上要推广使用可再生、可降解或易于回收的原材料,减少对传统资源的依赖,通过降低废弃物产生量的方式减轻对生态环境的压力。此外,温拌沥青、冷再生沥青等环保型沥青混凝土的应用正逐渐成为行业新趋势,温拌沥青技术通过添加特定的添加剂,能够在低温环境下实现沥青混合料的拌合与压实;相比传统热拌沥青,能够显著降低施工过程中的能耗和温室气体排放。而冷再生沥青技术则是利用废旧沥青混合料进行再生处理,通过特定的工艺和技术手段使废旧材料重新获得使用价值,降低新材料开采的基础上大幅减少废弃物填埋或焚烧所带来的环境污染,促进了循环经济的发展。

3.3 模块化与预制化

为了提高施工效率、降低成本并保障工程质量,公路工程领域正积极探索和应用模块化与预制化技术,这一趋势也预示未来的施工方式将产生重大变革。基于工厂预制化生

产的沥青混凝土板块或组件在施工现场进行快速组装,这种在建筑施工领域已较为成熟的技术手段在公路工程领域能够大幅缩短施工周期,而减少的现场作业量也能够实现更高效、更环保的建设目标。模块化与预制化技术的核心在于“工厂制造,现场组装”,在工厂环境中利用先进的生产设备和技术精准控制沥青混凝土板块的整个生产过程,确保每个单元的质量稳定且符合设计要求。这种生产方式不仅可以减少现场作业的复杂性和不确定性,还能够在一定程度上避免天气等自然因素对施工进度影响。在现场组装阶段,由于预制件已经完成大部分制造工作,施工人员只需通过简单的拼接和固定就能快速构建起整个工程结构,使得整个施工过程更加标准化、流程化。此外,模块化与预制化技术的应用还有助于减少施工现场的建筑垃圾和废弃物产生,预制件在工厂中制造时能够对材料用量进行精确计算,从而大幅降低材料浪费现象,而预制件在拆卸或改造时也更容易实现材料回收与再利用,符合循环经济和可持续发展的理念。

4 结语

综上所述,本文以具体工程为研究对象,对沥青混凝土的具体应用及发展前景进行分析与讨论,旨在为相关领域的理论研究与实践应用提供参考与借鉴。

参考文献

- [1] 冉玉莲.沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用分析[J].运输经理世界,2024,(13):28-30.
- [2] 辛旭亮.沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用[J].运输经理世界,2022,(22):38-40.
- [3] 胡永书.公路工程路面施工中的沥青混凝土施工技术应用[J].运输经理世界,2021,(36):31-33.
- [4] 刘宏.沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用[J].黑龙江交通科技,2021,44(11):18-19.
- [5] 王旭东,薛斌.沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用的关键点分析[J].居舍,2021,(11):29-30.

Research on Logistics Operation Management Measures Supported by Big Data Technology

Bingbing Wu

Fuzhou College of Foreign Languages and Trade, Fuzhou, Fujian, 350202, China

Abstract

the reasonable application of big data technology in the implementation of logistics operation management can better reduce the operation cost of logistics enterprises and improve customer satisfaction. To provide more assistance for the sustainable development of logistics enterprises and the realization of strategic development goals. This article also focuses on this, mainly from the necessity of the application of big data technology in logistics operations, application scenarios and implementation path three aspects of the discussion, I hope that through the discussion and analysis of this article can provide more reference for relevant units, and make effective optimization and adjustment of logistics operation management.

Keywords

logistics operation management; Big data technology; Application points; sustainable development

大数据技术支持下的物流运营管理措施研究

吴冰冰

福州外语外贸学院, 中国 · 福建 福州 350202

摘 要

在物流运营管理工作落实的过程中合理应用大数据技术可以更好地降低物流企业的运营成本、提高客户满意度, 为物流企业的可持续发展及战略发展目标的实现提供更多的助力。本篇文章也将目光集中于此, 主要从大数据技术在物流运营中应用的必要性、应用场景及实施路径三个方面展开论述, 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与借鉴, 对物流运营管理作出有效优化和调整。

关键词

物流运营管理; 大数据技术; 应用要点; 可持续发展

1 引言

网络购物时代的到来使得物流行业得到了前所未有的发展, 物流线路在不断完善, 相应的物流企业规模也变得越来越大, 而在物流运营管理的过程中合理应用大数据技术是十分必要的。

2 物流运营管理中大数据技术应用的必要性

大数据技术在物流运营管理中的应用价值具体体现在成本控制、效率提升和服务质量提升三个方面, 如图 1 所示。

首先, 大数据技术在物流运营管理中有效应用可以更好地降低物流运营管理成本, 相较于传统的工作技术和工作方法, 大数据技术的融入大大降低了物流运营管理对于人力的依赖性, 可以有效减少人工成本, 同时也可以更好地保障管理决策的针对性、科学性和有效性, 避免因错误决策所带

来的资源浪费和成本浪费。

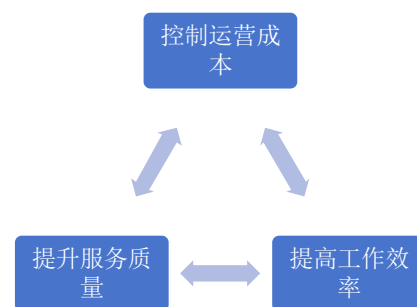


图 1: 大数据技术在物流运营管理中的应用价值

其次, 大数据技术在物流运营管理中有效应用可以更好地提高物流运营管理效率, 缩减时间成本, 尤其是重复性相对较强、计算精度要求相对较高的工作内容都可以交给现代化技术来进行处理, 在保障工作质量的同时缩短工作周期, 提高工作效率, 这也可以从一定程度上减少物流运营成本。

最后, 大数据技术的有效应用可以更好地提高物流服

【作者信息】吴冰冰 (2006-), 女, 中国福建泉州人, 本科, 从事物流管理研究。

务质量,提升客户满意度,这对于物流企业的可持续发展也会起到至关重要的影响。大数据技术可通过数据采集整合及各种算法的有效应用做好各项资源的协调和优化,寻求最短线路和最高的物流运营效率,提升物流服务质量,进而有效提高客户满意度。

3 大数据技术在物流运营管理中的应用场景

3.1 智能仓储

在物流运营管理中仓储管理是十分重要的组成部分,因物流仓库堆积的货物种类相对较多、体量相对较大,因此在仓库管理工作落实的过程中难度也相对较高,而这时相关工作人员可从如下几点着手应用大数据技术,提高仓储管理质量和效能。首先可通过机器学习算法来分析历史数据、实时数据。预测数据趋势,这样做的目的是更好地明确物流产品对于仓储空间的实际需求,在此基础上通过预测需求变化的方式来更好地调整仓储规划,提高库存周转率。此外,部分物流企业如京东物流还会涉及销售商品的问题,企业也可以借助机器学习算法来动态预测不同商品的季节性需求,在此基础上对商品的存储量作出适当调节,配合促销活动,在避免缺货问题的同时有效避免因大量产品积压所产生的库存成本。

其次,可借助互联网技术和视觉识别技术来构建自动化分拣系统,提高物流产品的分拣效率,配合人工智能技术自动调节分拣策略,降低分拣成本。相较于人工分拣货物,以机械设备和智能技术支撑的货物分拣其分拣效率更高且错误率更低。

最后,可借助互联网技术为产品定位提供更多的助力,并通过数据回溯分析的方式来更好地明确是否存在产品遗漏等相应的问题,有效避免物流产品丢失的情况。

3.2 运输调度与路径优化

在物流运输的过程中运输调度与路径优化是十分重要的一环,这对于物流成本和物流运输效率也会产生至关重要的影响,而在运输调度与路径优化的过程中也可以借助大数据技术提高工作质量和工作效率,如图2所示。首先,从路径规划的角度来分析,可以借助大数据技术、人工智能技术收集完整的数据信息,例如不同地区实时的交通流量、天气数据、历史运输记录等等,借助遗传算法和强化学习动态优化运输路径,调整配送路线,进而更好地缩短运输时间。在路线规划的过程中,所需要考量的要素是相对较多的,例如不同路线的运输时间、运输成本及风险问题等等,大数据技术的有效应用则可以综合考量多方要素,保障配送路线的科学性有效性^[1]。

其次,可紧抓运力协同需求来更好的整合零散运力,因物流产品运送的目的地差异相对较大,因此在运送初期可能可以保障车辆装载率,但随着运送工作的开展,车辆装载率会逐渐降低,这时则可通过运力协同的调整来更好的整合

零散运力,这就需要借助互联网技术、大数据技术等相应现代化技术,利用供需匹配算法来更好地明确不同车辆的装载率,在此基础上可借助人工智能技术、AI技术等相应现代化技术来自动分析拼载策略,以此来更好地提高运输车辆的利用率,并有效降低运输成本。相关运输人员在实践工作落实的过程中只需要严格按照AI推送的路线图落实产品配送、运输工作即可^[2]。

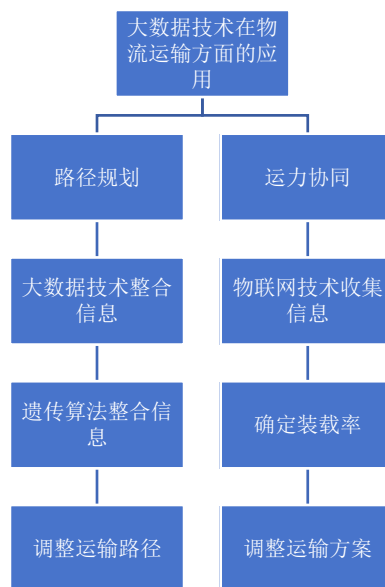


图2: 大数据技术在运输调度与路径优化中的应用

3.3 供应链协同与风险管理

供应链协同管理与风险管理工作的有效落实可以为物流企业的可持续发展及战略发展目标实现提供更多的助力,而在供应链协同与风险管理工作的落实数据技术的合理应用也是十分必要的。首先,可通过大数据技术来完成需求预测,进而为协同计划的制定和调整提供更多的借鉴。相关工作人员可借助大数据技术丰富数据来源,例如社交媒体、销售记录等等,提前预测接下来6~12个月的市场需求,并紧抓与物流相关的关键节点和关键季节来做出预测分析,例如在季节更替期间,换季衣物的包裹量相对较大,再例如双十一等相应特定节日时,包裹量也会显著上升,可以基于已有的历史数据和不同活动的活动特点来更好地预测不同时间段的包裹量。如菜鸟网络就借助了大数据预测技术判断了双十一的包裹量,其准确率达到了95%,而在此基础上,菜鸟网络又对仓储空间做出了适当的调整,进一步提高了仓储资源的利用率^[3]。

其次,可借助大数据技术、人工智能技术等相应现代化技术来加强对供应链节点状态的检测,及时识别潜在风险,分析不同风险的构成原因及应对策略,提高应急响应能力和处理能力。当实时监测数据超过安全阈值范围以后,系统会自动提取关键词,明确风险类别并对接数据库,提取相应的应对策略缩短响应时间。例如京东物流的数字时空平

台“与图”整合了多元数据,提高了供应链风险预警能力,预警准确率达到92%,响应时间缩短了15分钟以内。

4 大数据技术支持下物流运营管理实施路径

4.1 做好数据整合与采集

大数据技术的最大优势在于可以快速完成数据信息的整合分析,提高数据利用率,而这一切的基础和前提则是保障数据信息的完整性,在大数据技术应用的过程中需通过丰富数据来源渠道的方式完成数据整合,例如可将物联网设备、ERP系统和第三方平台相连接,构建物流全链路数据系统,提高数据信息共享能力和整合能力,为后续的数据分析提供更多的信息参考与数据支持。这就需要相应的物流企业结合物流运营模式和在物流运营管理过程中的信息需求来对物流网络平台做出有效优化和调整,将平台对接各个子系统,收集多源数据^[4]。

其次,需做好数据的标准化处理,落实数据清洗工作,不同平台的数据信息因其应用方向以及使用对象的差异导致数据信息的格式存在着一定的差异,这很容易会因格式转换问题导致数据丢失、错漏等相应情况的出现,为了更好地避免这一问题,物流企业可以通过确定数据信息标准的方式来为数据信息整合提供更多的助力和保障。例如明确数据信息上传格式、上传时间、上传要求等等,在此基础之上还可引入ETL工具来对数据进行筛选处理,ETL工具可以及时筛选无效数据,保证数据信息具有一定的借鉴价值。例如顺丰科技的LaaS平台就通过数据脱敏和加密技术的应用在保障数据安全的同时提高了数据采集整合的效率和质量,为后续运营管理决策的调整提供了更多的信息支撑

4.2 平台搭建和算法应用

首先,为更好地突出大数据技术的技术优势,可通过分布式计算框架的有效应用来更好地处理数据信息。例如可以借助spark、Hadoop等相应计算框架来处理物流数据,提高数据处理能力,避免因大数据技术下多源数据收集整合导致数据处理难度相对较高,工作效率拉低。

其次,可通过智能算法的有效应用来更好地解决特定项目问题。例如可以引入机器学习深度学习算法,就不同场景的场景问题展开分析,并给出专业性意见,这就需要从物流运营管理过程中各环节的场景特质出发来对算法结构作出适当调整。例如紧抓仓储环境、运输环境等相应关键点,配合物联网技术、传感器技术更好地监测物流活动开展过程中各场景的场景特性,在此基础之上结合历史数据和实时数据具体问题具体分析,确定不同问题的解决对策和处理方法。这其中机器学习具有不断完善数据库的功能,在出现同

类问题时机器学习会快速收集历史数据,寻找相似问题的解决方案,为相关工作人员运营管理决策的调整和优化提供更多的信息参考^[5]。

4.3 加强组织与人才建设

想要更好地突出大数据技术的技术优势,为物流运营管理的优化和调节提供更多的助力和保障,加强组织和人才建设是十分必要的。首先,从组织的角度来分析,大数据技术下物流企业必须打破部门间的信息壁垒,解决数据孤岛问题,通过数据信息的整合来为物流运营管理质量效能的提升提供更多的助力和保障,因此物流企业应当建立跨部门协同机制,推动部门间的协同合作,可通过规章制度建设、平台功能优化等多种方式,让各部门更好地明确如何配合其他部门的工作开展,形成部门合力。

其次,大数据技术的融入虽然为物流运营管理提供了更多的帮助,但是相关工作人员在实践工作落实的过程中其工作技术、方法、流程发生了明显的转变,这对于很多工作人员而言是一个全新的挑战,为此必须通过人才培养机制的有效优化和调整来确保相关工作人员能够掌握并利用大数据技术、人工智能技术解决实践工作问题。企业可建立完善的培训机制,明确培训周期,优化培训内容,帮助相关工作人员更好地明确大数据系统的操作方法以及不同模块的应用方向,提高相关工作人员的综合素养^[6]。

5 结语

大数据技术在物流运营管理中有效应用可以更好地提高物流的服务质量并降低运营成本、提高物流工作效率,应引起关注和重视,可以从智能仓储管理、运输调度与路径优化、供应链协同与风险管理三大关键点出发应用大数据技术,在此之后通过数据采集与整合、技术平台搭建与算法应用以及组织与人才保障为大数据技术的优势发挥提供更多的助力。

参考文献

- [1] 王奕霖. 大数据驱动下的物流运营管理模式创新与实践 [J]. 经济师, 2025, (02): 275-276.
- [2] 王琳. 基于大数据的国际物流企业智能化运营与管理模式分析 [J]. 电子技术, 2024, 53 (02): 254-255.
- [3] 刘安冬,王文棣. 基于大数据分析的物流企业运营优化策略研究 [J]. 物流工程与管理, 2024, 46 (01): 166-168.
- [4] 李毅晨. 基于大数据的物流企业运营管理研究 [J]. 物流科技, 2023, 46 (22): 41-44
- [5] 廖胜. 大数据背景下智慧物流业务体系构建与运营 [J]. 中国科技信息, 2022, (22): 128-130.
- [6] 吴蓉蓉. 大数据分析在物流管理和运营的研究与应用 [J]. 中国物流与采购, 2021, (15): 76-78.

The Application and Prospect of Intelligent Security Inspection Technology in the Safety Inspection and Dangerous Goods Detection at Railway Stations

Na Zhang

Shijiazhuang Station, China Railway Beijing Bureau Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

With the rapid development of railway transportation and the increasing passenger flow, the safety inspection work at railway stations is facing huge challenges. The traditional safety inspection methods are gradually struggling to meet the requirements in terms of efficiency and accuracy, and intelligent security inspection technology has emerged as the times require. This paper deeply explores the application of intelligent security inspection technology in the safety inspection and dangerous goods detection at railway stations, analyzes its advantages and the challenges it faces, and looks ahead to its future development. By combining practical cases with relevant theories, it expounds on how intelligent security inspection technology can improve the efficiency of safety inspection and enhance security protection, providing theoretical support and practical reference for the intelligent upgrading of the safety inspection work at railway stations.

Keywords

railway station; Intelligent security inspection technology; Security check for potential hazards; artificial intelligence

智能安检技术在铁路车站安检查危中的应用与展望

张娜

中国铁路北京局集团有限公司石家庄站, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

随着铁路运输的快速发展,旅客流量日益增长,铁路车站的安全检查工作面临着巨大挑战。传统安检方式在效率和准确性上逐渐难以满足需求,智能安检技术应运而生。本文深入探讨智能安检技术在铁路车站安检查危中的应用,分析其优势、面临的挑战,并对未来发展进行展望。通过结合实际案例和相关理论,阐述智能安检技术如何提升安检效率、增强安全保障,为铁路车站安检工作的智能化升级提供理论支持和实践参考。

关键词

铁路车站; 智能安检技术; 安检查危; 人工智能

1 引言

铁路作为国家重要的交通基础设施,承担着大量的旅客运输任务。确保铁路运输安全是保障人民生命财产安全、维护社会稳定的关键。安检查危是铁路车站安全管理的第一道防线,其重要性不言而喻。

2 智能安检技术概述

2.1 技术原理

智能安检技术融合了多种先进技术,其中核心的是人工智能中的图像识别技术和机器学习算法。在铁路车站常见的X光安检设备中,通过对大量包含各类物品的X光图像

数据进行标注和训练,让计算机模型学习不同物品在X光图像下的特征。

物联网技术也在智能安检中发挥重要作用,它将安检设备、监控摄像头、信息管理系统等连接成一个网络,实现数据的实时传输和共享。传感器技术用于采集安检过程中的各种物理量数据,如金属探测器检测到的金属信号强度等,为安检判断提供更多维度的信息。

2.2 主要技术类型

2.2.1 人工智能图像识别技术

如前所述,这是智能安检的关键技术。它能够对X光图像进行快速准确的分析,识别出各种物品。与传统依靠人工肉眼识别X光图像的方式相比,人工智能图像识别技术不受人员疲劳、注意力分散等因素影响,能够24小时保持稳定的识别能力,大大提高了安检的准确性和效率。

【作者简介】张娜(1989-),女,中国河北衡水人,硕士,工程师,从事铁路车站客运相关业务研究。

2.2.2 毫米波人体安检技术

毫米波人体安检设备利用毫米波对人体进行扫描，能够穿透衣物，清晰显示人体表面及衣物下藏匿的物品轮廓。毫米波对人体的辐射剂量极低，远低于国际安全标准，不会对人体健康造成危害。

2.2.3 痕量爆炸物探测技术

该技术通过采集空气中或物体表面的痕量爆炸物颗粒，利用先进的分析方法进行检测。常见的检测原理包括离子迁移谱技术等。在铁路车站安检口，当旅客携带爆炸物经过时，即使是极其微量的爆炸物分子也会在空气中扩散，痕量爆炸物探测设备能够捕捉到这些分子并迅速做出反应，发出警报。

3 智能安检技术在铁路车站的应用现状

3.1 设备部署情况

目前，国内许多大型铁路车站已经逐步引入智能安检设备。以北京南站为例，在进站口配备了先进的智能X光安检机，这些安检机采用了最新的人工智能图像识别技术，能够快速准确地识别行李中的违禁物品。

3.2 实际应用效果

3.2.1 安检效率提升

根据相关数据统计，在引入智能安检技术之前，某大型铁路车站每个安检通道每小时大约能够检查150-200名旅客及其行李。而在采用智能X光安检机和毫米波人体安检仪等智能设备后，每个安检通道每小时可检查旅客数量提升至250-300名，安检效率提高了约50%-60%。智能安检设备的快速扫描和自动识别功能，大大减少了人工操作环节和旅客等待时间，有效缓解了车站进站口的客流压力。

3.2.2 违禁物品查获率提高

智能安检技术凭借其强大的图像识别和数据分析能力，显著提高了违禁物品的查获率。在传统安检模式下，由于人工识别X光图像存在一定的局限性，对于一些形状不规则、伪装巧妙的违禁物品容易漏检。

3.2.3 旅客体验改善

智能安检技术的应用不仅提高了安检效率和安全性，还改善了旅客的出行体验。毫米波人体安检仪的无接触式安检方式，避免了传统人工搜身带来的尴尬和不适，让旅客感受到更加人性化的服务。

4 智能安检技术应用的优势

4.1 提高安检准确性

传统安检方式主要依赖安检人员的肉眼观察和经验判断，容易受到主观因素的影响，如疲劳、注意力不集中等，导致安检准确性下降。而智能安检技术基于先进的算法和大数据分析，能够对安检图像和数据进行精确分析和比对。例如，人工智能图像识别技术可以对X光图像中的物品进行多角度、多特征的分析，识别准确率高达95%以上，大大降低了漏检和误检的概率。通过对大量历史安检数据的学习，智能安检系统还能够不断优化识别模型，提高对新型违禁物品和复杂安检场景的适应能力，从而确保安检工作的准

确性和可靠性。

4.2 提升安检效率

智能安检设备具有快速扫描和自动识别的功能，能够在短时间内完成对大量旅客和行李的安检工作。以智能X光安检机为例，其扫描速度相比传统安检机提高了数倍，同时可以自动对图像进行分析并标记出可疑物品，安检人员只需对标记区域进行重点检查，大大减少了人工检查的时间和工作量。此外，物联网技术的应用实现了安检数据的实时传输和共享，各安检环节之间的协同效率得到提高，进一步提升了整体安检效率。

4.3 降低人力成本

传统安检模式需要大量的安检人员来完成图像识别、人身检查、行李检查等工作，人力成本较高。智能安检技术的应用实现了安检工作的自动化和智能化，减少了对人工的依赖。

4.4 实现数据化管理与风险预警

智能安检系统可以实时采集和存储大量的安检数据，包括旅客信息、行李图像、安检结果等。通过对这些数据的分析和挖掘，可以实现对安检工作的全面数据化管理。例如，通过分析不同时间段的安检流量和违禁物品查获情况，合理安排安检人员和设备资源；通过对旅客行为数据的分析，提前发现潜在的安全风险。

5 智能安检技术应用面临的挑战

5.1 技术层面挑战

5.1.1 复杂场景下的识别准确率有待提高

尽管智能安检技术在一般场景下表现出色，但在一些复杂场景下，其识别准确率仍有待提高。例如，当行李中物品摆放过于杂乱，不同物品的X光图像相互重叠时，人工智能图像识别算法可能会出现误判或漏判。

5.1.2 设备稳定性和兼容性问题

智能安检设备涉及多种先进技术和复杂的硬件系统，设备的稳定性是一个重要问题。在实际运行过程中，可能会出现设备故障、软件崩溃等情况，影响安检工作的正常进行。此外，不同品牌、不同型号的安检设备之间以及安检设备与车站其他信息系统之间的兼容性也存在挑战。如果设备之间无法实现良好的互联互通和数据共享，将影响智能安检系统的整体效能发挥。

5.2 数据安全与隐私保护问题

智能安检系统在运行过程中会收集大量的旅客个人信息和行李图像数据，这些数据包含了旅客的隐私信息。如何确保这些数据的安全存储和传输，防止数据泄露和滥用，是智能安检技术应用面临的重要问题。一旦发生数据泄露事件，不仅会侵犯旅客的隐私权，还可能引发社会信任危机。

5.3 人员素质与培训需求

智能安检技术的应用对安检人员的素质提出了更高的要求。安检人员不仅需要具备传统的安检业务知识和技能，还需要掌握一定的信息技术知识，能够熟练操作和维护智能安检设备，对设备运行状态进行监控和故障排查。然而，目

前部分安检人员的信息技术水平较低,难以适应智能安检工作的要求。

5.4 成本投入问题

智能安检设备的采购成本相对较高,一套先进的智能X光安检机价格可能在数十万元甚至上百万元,毫米波人体安检仪等设备的价格也不菲。除了设备采购成本,还需要投入大量资金用于设备的安装、调试、维护和升级。

6 应对策略

6.1 技术创新与优化

加大对智能安检技术的研发投入,鼓励科研机构、高校和企业开展产学研合作,共同攻克技术难题。针对复杂场景下的识别准确率问题,进一步优化人工智能算法,采用深度学习、迁移学习等先进技术,提高算法对复杂图像和新型违禁物品的识别能力。

6.2 数据安全与隐私保护措施

建立完善的数据安全管理体系,采用加密技术对旅客个人信息和安检数据进行加密存储和传输,防止数据被窃取和篡改。加强对数据访问权限的管理,严格限制只有授权人员才能访问敏感数据。同时,制定数据使用规范,明确数据的使用目的和范围,严禁将数据用于与安检工作无关的其他用途。

6.3 人员培训与素质提升

制定科学合理的安检人员培训计划,加强对安检人员的信息技术培训,提高其操作和维护智能安检设备的能力。培训内容应包括智能安检设备的工作原理、操作方法、故障排除、数据管理等方面。同时,定期组织安检人员进行业务技能考核和应急演练,提高其实际工作能力和应对突发事件的能力。

6.4 成本控制与效益分析

在智能安检设备采购过程中,通过招标等方式选择性价比高的产品,降低采购成本。同时,加强对设备维护和管理的成本控制,制定合理的维护计划,延长设备使用寿命。此外,开展智能安检技术应用的成本效益分析,评估其对安检效率提升、安全保障增强、人力成本降低等方面的综合效益。通过优化安检流程、合理配置设备和人员等措施,提高智能安检技术的成本效益,为铁路车站的智能化安检改造提供经济可行性支持。

7 智能安检技术在铁路车站的应用案例分析

7.1 上海虹桥站智能安检实践

上海虹桥站作为国内重要的铁路交通枢纽,在智能安检技术应用方面走在前列。该站引入了一套先进的智能安检系统,包括智能X光安检机、毫米波人体安检仪和智能监控平台。智能X光安检机采用了深度学习算法,能够对行李中的物品进行快速准确的识别,自动标记出可疑物品。毫米波人体安检仪实现了对旅客的无接触式快速安检,大大提高了安检效率和旅客体验。

通过智能监控平台,车站管理人员可以实时监控各个安检通道的运行情况,对安检数据进行分析和管理。例如,

利用大数据分析技术,对不同时间段的安检流量进行预测,合理安排安检人员和设备资源。同时,通过对安检数据的挖掘,发现潜在的安全风险,及时采取防范措施。

上海虹桥站的智能安检实践取得了显著成效。安检效率大幅提升,旅客排队等待时间明显缩短,在高峰时段也能够保障旅客快速进站。违禁物品查获率显著提高,有效保障了车站的安全运营。此外,智能安检系统的应用还提升了车站的管理水平和服务质量,为旅客提供了更加便捷、安全的出行环境。

7.2 案例启示与借鉴意义

上海虹桥站的成功案例为其他铁路车站应用智能安检技术提供了宝贵的经验和启示。首先,智能安检技术的应用需要结合车站的实际情况,选择合适的设备和技术方案。在引入智能安检设备之前,要对车站的客流量、安检流程、场地布局等进行充分调研和分析,确保设备能够满足车站的安检需求。其次,要注重智能安检系统的集成和优化,实现不同设备之间以及设备与信息系统之间的协同工作。同时,加强对安检人员的培训和管理,提高其对智能安检设备的操作和维护能力,确保系统的正常运行。此外,要充分利用智能安检系统产生的数据,开展数据分析和应用,实现安检工作的精细化管理和风险预警。

8 智能安检技术的发展趋势

8.1 多技术融合趋势

未来,智能安检技术将呈现出多技术融合的发展趋势。除了现有的人工智能、物联网、传感器等技术,量子计算、区块链等新兴技术也可能应用于智能安检领域。例如,量子计算技术可以大幅提高安检设备的数据处理速度和分析能力,实现对安检图像的更快速、更准确识别;区块链技术可以用于保障安检数据的安全和可信,确保数据的完整性和不可篡改。多技术的深度融合将进一步提升智能安检系统的性能和功能,为铁路车站的安全检查工作提供更强大的技术支持。

8.2 安检设备小型化与便携化

随着技术的不断进步,安检设备将朝着小型化、便携化的方向发展。这将使得安检工作更加灵活便捷,可以在不同场景下快速部署和应用。

8.3 安检智能化与自动化程度提升

未来,智能安检系统的智能化和自动化程度将不断提高。安检设备将具备更强大的自主学习和自适应能力,能够根据不同的安检场景和旅客特点自动调整安检参数和模式。例如,在旅客流量较大时,安检设备可以自动加快扫描速度,同时保证安检准确性;在检测到可疑物品时,设备可以自动进行二次精准检测,并提供详细的风险评估报告。

参考文献

- [1] 安检设备联网研究及展望[J]. 井冰;芦朋;梅楠;陈俊.中国安全防范认证,2017(06)。
- [2] 铁路旅客安检系统现状及发展研究[J]. 戴贤春;焦志恒;李子华;刘敬辉.铁道技术监督,2016(01)。
- [3] 关于铁路行包安检对策研究[J]. 王婷;刘虹波.铁道货运,2018(01)。

On the investigation of freight safety management on railway sidings

Qiang Guo Chengyou He

Taiyuan Railway Logistics Center, Taiyuan Railway Bureau Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

In the railway network, dedicated railway lines are a relatively important component, significantly compensating for the deficiencies in the basic infrastructure of the railway network. They play a crucial role in cargo transportation and make the functions of the railway network more complete and comprehensive. The freight transport on dedicated railway lines is influenced by various factors such as management, natural conditions, and human factors, leading to a variety of safety issues that significantly impact the efficiency of railway freight and severely constrain regional economic development. Based on this, the article analyzes the main problems in the current safety management of dedicated railway line freight transport and discusses relevant countermeasures, aiming to provide useful references for improving the safety level of dedicated railway line freight transport.

Keywords

railway siding; freight; safety management; strategy

关于铁路专用线货运安全管理探究

郭强 贺成有

中国铁路太原局集团有限公司太原铁路物流中心, 中国·山西 太原 030000

摘要

在铁路网中, 铁路专用线是较为重要的组成部分, 在较大程度上弥补了铁路网基础的不足, 在货物运输过程中发挥着十分重要的作用, 铁路网络的功能变得更为齐全、完整。铁路专用线货物运输会受到诸多因素的影响, 如管理因素、自然因素、人为因素等, 进而引发各种各样的安全问题, 对铁路货运效率产生较大影响, 也严重制约了区域经济的发展。基于此, 文章剖析了当前铁路专用线货运安全管理存在的主要问题, 进而探讨了相关应对策略, 希望能够为提高铁路专用线货物运输的安全水平提供有益参考。

关键词

铁路专用线; 货运; 安全管理; 策略

1 铁路专用线货运安全管理现状概述

1.1 安全管理职责划分

在铁路专用线货运管理过程中, 铁路货运部门、专用线企业都是较为重要的管理主体, 需要严格履行相应的安全管理职责。各个铁路局企业对于铁路专线货运都需要做好相应专用线的检查、规划与管理工作, 尤其是专用线企业需要签署《危险货物运输安全协议》等相关协议。同时, 为确保铁路专用线货运的较高质效, 需要重视加强对专用线货物装载质量的监督、指导, 同时做好对专用线业务的培训工作, 确保专用线货物运输的安全、高效。在铁路专用线货运安全管理方面, 各个货物中心需严格按照要求做好专业人员的配置, 企业所负责的专用线安全管理也需要在货运中心设置相

应的业务部门, 对装卸作业进行实时监督、监控。专用线的使用单位、企业都必须确保铁路货运的安全, 并严格履行协议规定的责任^[1]。在货运网络沟通方面, 各个单位、企业都必须安排专人负责, 做好各项安全管理沟通, 落实安全管理措施, 确保铁路专用线货运装卸的较高质量。

1.2 安全管理制度

铁路专用线货运的安全管理要求铁路货运部门制定相关的安全管理制度。主要包括以下几个方面: 一是在年度协议管理方面。车站仓库需要和专线企业就货运的办理类别、运输里程、运输数量、时间、交货、安全管理等签订各种年度合同, 以协议的方式明确铁路部门与企业之间在安全管理方面的义务与职责。二是在定期培训方面。各个货运中心需要以协议为依据, 对专用线路中的组织管理、运输管理、装卸人员等进行针对性地定期考核。唯有通过考核的人员才能获得“上岗”资格。尤其是在特别线路的安全管理方面需要与企业全员通过培训考核之后, 签订“特别线路运输协

【作者简介】郭强(1988-), 男, 中国山西朔州人, 本科, 助理工程师, 从事货运物流研究。

议”，明确安全管理的内容与责任。三是在检查考核方面。货物中心需要对专用线及辖区实施定期检查，针对铁路专用线货运安全管理实施季度例会制度，对安全管理问题进行定期检查和实时优化，尤其是针对重要安全问题做出相应的预案管理，确保能够在安全问题发生的第一时间采取针对性应对措施。

2 铁路专用线货运安全管理存在的主要问题

2.1 整体安全管理能力不足

一是在装卸业务的安全管理方面。外包模式是装卸业务企业专用线路运营的主要方式。而企业在承运专用线路过程中往往只是安排了直接参与专用线路工作的人员进行相关培训。这就导致了负责铁路装卸的工作人员由于缺乏必要的培训而未能准确、及时了解实际装卸过程中存在的风险以及相关的规范操作流程要求，尤其是缺乏安全管理方面的知识、技能，更是对装卸人员的安全问题应对能力造成了较大制约。再加上成本人员在专用线路安全管理方面的经验不足，在分包企业装卸能力方面也有较大不足，导致了专用线路安全事故频繁发生。二是专用线路企业在安全管理方面缺乏完善的制度保障，未能结合安全管理要求制定明确的操作程序与操作标准^[2]。在货运中心的现场管理方面较为随意，并且在操作、设备应用、安全评价等方面缺乏统一的标准，导致了許多操作的安生管理失去控制的局面。再加上受到专用线企业工作人员经验不足、应急管理能力不足等的影响，导致了应急方案和实际操作的较大偏差，在安全事件的响应方面较为滞后。同时在对应急物资的管理方面也缺乏科学、前瞻的规划，与铁路专用线的货物运输的各个环节联系不够全面、密切。三是铁路专用线企业往往更为重视业务安全，对于装卸运输场地的平整度、调度环境、夜间照明等的安全管理不够重视，进而未能针对安全管理配备完善的安全辅助设备，久而久之操作人员便会降低安全警惕。同时受到装卸装置性能不足、监控系统不完善等的影响，许多安全管理问题未能得到及时发现与妥善处理。

2.2 安全审核力度不足

受到设备不足、人员专业能力不足等的影响，对于专用线安全的审核监管面临诸多限制。主要体现在以下几个方面：一是整个行业的现场作业人员年龄普遍较大，而在货运代理方面的岗位人员有着一定的年龄要求，加上当前的铁路专用线货运安全管理主要是以现场核验的方式为主，人员老龄化、专用线出现结构性短缺，导致铁路专用线的专项现场检查在频率与强度上达不到要求，针对性的安全管控措施更是难以保障，这也是铁路专用线货运企业安全管理问题频发且解决效率较低的重要原因。二是人员的培训质量差强人意。铁路专用线企业对于工作人员的培训由于专业人才不足、经费有限等原因，大多是采用年度、半年度培训的方式，这样的培训方式显然无法完成对所有工作人员及其负责的

事项进行针对性培训。并且大多是采用发放宣传手册、自学考试等较为简单的方式进行培训，培训的力度明显不足。铁路专用线企业的培训管理机制不够完善，限制了企业专用线货运安全管理水平的提升。三是安全管理考核不够完善。部分企业专用线货物运输的安全管理模式与铁路部门的评估机制不相适应，尤其是缺乏完善的安全管理考核机制，无法严格按照铁路部门规定的条件进行安全问题的处理与防范，因此降低了铁路货运部门对专线企业的安全评估的有效性，这无疑会为铁路专用线货运的安全埋下严重隐患。

3 铁路专用线货运安全管理的相关策略

3.1 加强铁路、企业在车辆交接检查方面的制度化、管理

铁路专用线货物运输管理要求，铁路部门与专用线企业必须建立紧密的联系，严格审核车辆交付作业相关事项。运输过程中不同的货物形式，在安全管理方面有着一定的差异性要求，因此，每次都需要对车辆状况及存在问题进行全面审查。尤其是需要重点检查规定项目的返工检修情况，避免问题的重复出现。针对铁路专用线货运安全管理建立转移检验检查管理体系，明确检验事项。整个检查过程需要全面对所有安全要素的审核，在全面掌握装卸作业类型、要求等的基础上制定相应的安全管理方案。整个车辆交接检查需包括车辆型号、阀门锁状态、车身清洁情况、货物加固、车辆施封情况等，确保交接清单与双方规定要求保持一致，并在双方签字确认后完成车辆的安全交接检查^[3]。

3.2 加强现场作业的标准化、管理

铁路专用线货运装卸等作业必须严格按照相关标准进行，充分满足专用线规范经营要求。对此，承包企业需要重视加强安全作业管理方案的科学制定，确保满足现场作业标准要求。在对货运装卸类型、货物属性、运输要求等进行全面分析的基础上，制定出针对性的安全管理预案。以及在深入剖析当前企业日常运营方式的前提下，针对专用线货运安全管理制定相应的指导规范，明确各个工作岗位的具体内容与安全管理责任，严格按照安全管理预案做好各个操作环节的安全排查与问题整改。此外，需要针对铁路专用线运行的不同环境与装卸要求来制定操作程序，明确整个过程的安全要素以及相应的岗位职责，促使操作人员严格按照操作标准，实施标准化的安全操作。

3.3 加快建设一体化监控体系

针对铁路专用线货运安全管理专业人才不足、专用线现场管控松懈等问题，铁路部门与承包企业需要加强密切合作，实现人才、设备等资源的整合，建立现代化视频监控体系，对各条专线装卸等作业地点、线路运行的关键位置等进行实时监控。并且加强与其他货运中心监控系统的联网互动，加强部门、单位之间沟通效率。尤其是需要充分发挥货运中心、营销网络平台、服务热线等沟通渠道优势，完善

铁路专用线的安全监控,采用多层监控的方式来及时发现专用线货运安全的隐藏问题,以便于安全风险的排查与快速处理。

3.4 实施精细化的安全管理

铁路部门、专用线企业的事务管理能力不足,缺乏对专用线货运的高效指导与管理,也是安全问题频发的重要原因。通过对铁路专用线采用动态化的安全管理方式,夯实各方的安全责任,实施精细化的安全管理,提高专线货运的安全管理效率。充分发挥视频会议、电话会议模式优势,开展定期的运输安全管理会议,对例行检查与安全评估等事项进行讨论,敲定安全管理细节。比如,对专用线企业的安全管理检查与安全评估由原来的季度检查、年度检查,拓展至月度检查、每周检查,实施严格的、紧凑的安全管理检查。对专线货运的安全状态进行分批次的现场作业勘察,尤其是针对视频监控反应的弊端、死角等问题进行重点调查,通过将现场检查、内部交流、定期培训等有机结合,不断完善安全管理的细节,优化安全管理方式,切实提高铁路专用线货运的安全管理水平。

3.5 加强针对性培训教育

针对当前专用线企业安全管理水平不高的问题,需要重视加强针对性培训,这也是促进专用线货运运营标准化发展的重要措施,切实提高装卸等人员的技术水平与专业能力,弥补当前装卸相关人员技术能力匮乏的不足。对此,需要整合铁路部门、承包部门、运输企业等的人才、资源优势,加大对作业人员的专业、安全教育培训力度。教育培训的范围应尽可能地扩展至全体人员,并对培训内容进行合理简化,突出安全管理与安全操作规范的培训要求,进一步明确各企业部门、人员等的安全管理职责与作业规范。培训过程中,需要严格按照专用线操作的类别、岗位职责的不同实施合理地分类培训。同时,运输企业有义务帮助专用线企业

做好日常的安管理工作,做好对各个网点的周期性培训与定期审查、评估,为铁路专用线货运安全管理提供保障。

3.6 加强应急管理的信息化建设

社会与科技的不断发展,铁路专用线货运的安全管理也需与时俱进,提高安全管理的信息化水平。加强货运中心数字化、智能化建设,将安全应急管理融入各个环节的信息化管理当中。深入剖析信息化背景下铁路专用线货运安全的应急管理需求,结合不同类型的安全管理问题建立针对性的应急方案。同时需要确保方案的制定实施具备较好的灵活性,这就要求应急方案中需要涵盖各种可能事项,能够针对实际情况进行灵活调整。同时加强铁路部门、专线货运企业、运输企业等在应急物资、设备等的高效整合,建立应急物资平台,实现对应急物资的高效、合理分配,提高对安全事件的响应、处理效率。

4 结语

综述可知,随着铁路专用线路运输的不断发展,其在国民经济发展过程中发挥的作用也越发明显。而运输量的不断增加带来的安全问题也越发受到社会各界的高度关注。对此,相关企业、单位必须对专用线货运安全管理工作予以高度重视,在深入剖析当前铁路专用线货运安全管理现状及存在的主要问题的基础上,积极探索有效的应对策略,切实提高铁路专用线货运的安全管理水平,为铁路专用线货运的持续、稳定发展提供保障。

参考文献

- [1] 崔发生,CUI,Fa-sheng,等.铁路专用线货运安全管理的探讨[J].铁道货运,2017,35(3):5.
- [2] 王晓东.上海铁路局铁路专用线货运安全管理的实践与探讨[J].铁道货运,2017,35(3):4.
- [3] 杨振江.铁路专用线的安全生产管理思路探究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2020.

A brief discussion on the influence of urban rail transit system on urban tourism development in Hangzhou and its countermeasures

Ping Shao Guiyang Fan Yan Han

Zhejiang Changzheng Vocational & Technical College, Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

The rapid development of China's cities puts a severe test on public transport, and in the context of abundant tourism resources and booming tourism industry in major cities in China, this paper considers the coordinated development of urban rail transit and urban tourism industry. Urban rail transit, as an important carrier of modern urban transportation system, plays a positive role in promoting urban development. It has played an important role in influencing urban spatial development, optimizing urban layout and improving urban tourism carrying capacity. This paper analyzes the current situation of Hangzhou metro development, discusses the influence of rail transit public transportation system on Hangzhou tourism, and finally puts forward the development ideas and countermeasures.

Keywords

urban rail transit; Urban tourism; Influence and countermeasures; Hangzhou

浅议杭州市城市轨道交通系统对城市旅游发展的影响与对策

邵萍 范贵洋 韩彦

浙江长征职业技术学院, 中国·浙江 杭州 310000

摘要

我国城市的快速发展对公共交通提出严峻考验以及国内各大城市旅游资源丰富,旅游产业方兴未艾的背景下,本文对城市轨道交通与城市旅游产业协同发展进行了思考,城市轨道交通作为现代城市交通体系中重要的载体,对城市发展起到了积极的助推作用,无论是影响城市空间发展、优化城市布局、提升城市旅游承载量方面都发挥了重要的影响作用。文章分析杭州市地铁发展现状,探讨了轨道交通公共交通系统对杭州市旅游业的影响程度,最后提出了开发的思路及对策建议。

关键词

城市轨道交通; 城市旅游业; 影响与对策; 杭州

1 引言

旅游与交通密不可分,对于旅游者而言没有好的交通工具寸步难行,对于交通行业来讲,旅游业的蓬勃发展可以极大的刺激交通的快速发展,所以交通业与旅游业的融合具有客观必然性。随着社会的发展,人们物质生活水平不断提高,旅游正逐步成为人们追求精神享受上的最方便、最快捷的方式之一。伴随着大众旅游时代的来临,交通行业的快速发展,文旅融合发展的模式越来越普遍。当前我国快速崛起

的大众旅游对交通运输提出了新的挑战,构建“快旅慢游”的旅游交通网络,提高旅游通达性和便捷性是满足新需求的主要手段。在此背景下,城市轨道交通系统对城市旅游的发展影响较为明显。

杭州市是国内外知名的旅游城市,作为浙江的省会城市,在城市交通、各项基础设施等方面相对比较完善。杭州旅游资源丰富,人文古迹众多,西湖及其周边有大量的自然及人文景观遗迹,其中主要代表性的独特文化有西湖文化、良渚文化、丝绸文化、茶文化,以及流传下来的许多故事传说成为杭州文化代表。杭州旅游业也很发达,每年吸引大量的海内外旅游者前来观光旅游,截止 2024 年末,杭州市的 2A 级及以上的旅游景区 114 家,其中 4A 级以上高等级景区 43 家。2024 年上半年杭州市旅游业实现旅游总收入 1786.8 亿元,同比增长 11.9%。2024 年全年接待入境过夜 116.69 万人次,同比增长 107.8%。全年实现国际旅游创汇收入 8.28 亿美元,增长 138.2%。近些年,杭州在旅游产业规模发展成熟的情况下,游客的集散交通工具主要由城市轨

【基金项目】城市旅游产业与城市轨道交通融合研究(项目编号: 2022KYY015); 浙江长征职业技术学院“十四五”第一批教学改革研究项目(项目编号: jg20230714); 浙江长征职业技术学院中高职一体化教师教学创新团队建设(项目编号: 20230114)。

【作者简介】邵萍(1987-),女,中国湖北荆州人,硕士,从事高职院校城市轨道交通类的教育研究。

道交通提供,可见城市轨道交通在杭州旅游业的发展中占据不可估量的作用。本文主要讨论杭州市轨道交通对杭州城市旅游的影响与对策。

2 杭州市轨道交通发展现状

截止2024年末,杭州市内地铁运营线路共12条线路,分别为1号线、2号线、3号线、4号线、5号、6号、7号、8号、9号、10号线、16号线、19号,共设车站262座(换乘站不重复统计),换乘车站46座,市内地铁运营里程达516千米(不含2条市域线),都市圈轨道交通线网总里程约610千米。地铁四期规划建成后运营里程将达到669千米。未来市区主要景点景区基本全部覆盖地铁,这将为市民的出行提供极大的方便,同时也为城市的旅游业发展提供极大的交通保障。

3 杭州城市轨道交通与旅游景区的联系度分析

本文研究范围为杭州市内范围,具体为:上城区、拱墅区、西湖区、滨江区、萧山区、余杭区、临平区、钱塘区、富阳区、临安区10个行政区域,据统计,区域内的4A及以上的景区30个,其中5A级景区2个,4A级景区28个。杭州已开通的12条市内地铁覆盖了杭州很多高等级景区,其中4A级以上景区的覆盖比例高达70%。从调查数据中可以看出,西湖文化广场、武林广场、凤起路、龙翔桥、安定路、湘湖、良渚、西溪湿地南、大运河、市民中心等10个地铁站点与周围的景区联系度比较高,拱宸桥东、之浦路、博览中心、吴山广场等15个地铁站点与景区的联系度居中,我们可以将这些地铁站按照与景区的联系紧密度划分不同级别,比如与景区联系度高的归为一类旅游节点,联系度中等的归为二类旅游节点,服务城市居民的归为三级旅游节点。这样我们在进行旅游集散的时候尽量选择一类、二类节点来进行停靠。三类节点的可以根据游客需求停靠,或者不停靠。

4 杭州城市轨道交通对城市旅游的影响分析

杭州地铁线网的逐步完善对城市路面交通的拥堵情况的缓解起到了很大作用,同时也极大的提升了城市旅游的发展空间,对于旅游形态的布局也产生了一定的影响。轨道交通逐步完善所带来的旅游形式的多样化发展,不仅为城市的发展注入了活力更为城市内部旅游景点的发展提供了更多的机遇与挑战。

4.1 增强了旅游产业发展的要素,促进自助游市场活跃

交通是影响旅游业发展的要素之一,相较于公交车、私家车、客车等大众交通工具而言,地铁具有无污染、速度快、准点率高、运行线路长、等待时间短、乘坐舒适度高等优势,能够大大缓解路面交通的压力,尤其是在旅游旺季人流过大的时候这种优势体现的更加明显,对于城市旅游业的发展来讲我们需要这样的交通工具,同时也可以提升城市旅

游的服务质量。出游交通工具的便捷性很大程度上也助力了自助游的流行,目前很多地铁口都与公交站、地铁站等公共交通无缝接驳,提高了出游者的旅游意愿和出行效率。

4.2 加强了城市与市郊旅游空间的联系,形成特色旅游产品

杭州目前的地铁线路由城市中心向市郊辐射,很多市郊都开通了地铁。而且现在大家的出游意愿也逐步开始向市郊的景点转变,所以地铁线路的合理规划为城市中心与市郊旅游的融合发展模式提供了有利条件。我们可以让游客在短时间内实现不同形式的旅游,根据景区附近地铁的分布情况,打造一些特色的旅游体验,以凸显出杭州的特色文化、城市形象等。以打造“全域旅游、畅游杭州、智慧城市”为契机,串联

西湖、京杭大运河、杭州西溪国家湿地公园、灵隐寺、六和塔、良渚古城遗址、湘湖等东西横向、南北纵向的旅游空间结构,构建“文化+自然”、“城市+乡村”、“室内+室外”类型多样、体验丰富、节奏适中的新型“杭州一日游”旅游产品。杭州地铁的开通不仅为游客在各景点间的自由选择提供了便利,还为游客的快速游览提供了可能。同时也为旅行社开发特色旅游路线提供了条件。

4.3 扩大了城市旅游吸引范围,提升近郊市民的出游率

统计杭州近几年的旅游数据,游客的分布遍布世界各地,国内游客主要来自江苏、安徽、浙江、山东、河南、上海等地,早些年,杭州地铁网络不发达的时候,外地游客来杭州可以通过乘高铁或者飞机,但进入市区之后,他们往往要花费很长的时间才能到达旅游目的地,尤其是西湖景区附近道路狭窄、人流量大,往往到达旅游目的地的“最后一公里”成为制约的瓶颈。近几年随着杭州轨道交通线网的逐步完善,很多景区附近都增设了地铁口,不仅吸引了京沪高铁沿线城市、苏中苏北城市、苏南城市以及沪宁城际线的客源,而且极大地吸引了杭州近郊的居民出游兴趣,在节假日期间乘坐轨道交通线来市区以及风景区游览,停留的时间也会随之延长。

5 杭州城市轨道交通对杭州城市旅游的优化对策

5.1 城市轨道交通线路规划应与城市旅游景点深度融合

线路的停靠要考虑周围的环境,比如周边是否有景点、汽车停车场、场馆等,以便乘客可以根据自己的游玩需求,方便的选择上下车点。

5.2 优化城市轨道交通换乘系统,统筹城市旅游发展空间

城市内的地铁在站内外交通导向标识、进站的安检系统、自动售检票系统、景区信息引导牌、乘客信息系统、乘

客运输系统等方面需要做出优化设计,以便能够快速的引导游客乘车。由于游客初到陌生的城市,他们对旅游目的地的信息了解太少,地铁里面关于旅游的信息对他们来说尤为重要,这些信息将会为他们顺利到达旅游目的地节省不少成本和时间,同时也大大提高了游客的交通服务体验。其次,地铁站点的规划要充分考虑杭州的景点,加强对旅游节点的构建和管理,优化地铁内部的换乘系统,地铁的站点命名以景点命名等,让站点更具文化和地方特色。

5.3 提高城市轨道交通服务质量,有效对接城市旅游需求

对于外地游客而言,城市的亲民、好客的市民市风我们需要展示出来,这就要求城市轨道交通地铁做好服务。具体地,完善地铁内部的便民服务,如无线网络覆盖,加强地铁内的通信信号的传输,改善地铁内信号差的情况;印发旅游宣传册,我们可以在宣传册上标注清楚到达景区的乘车线路图;货币兑换服务,对于一些外地或者境外游客,要确保游客能够方便乘车,如外汇兑换业务、购票业务;刷卡支付服务,以便境外游客能方便刷卡支付;手机充电服务,提供各种充电接口;饮水及卫生间服务,确保卫生间干净卫生、通风良好。针对特殊人群,要提供无障碍设施以及一些应急措施予以保障。针对境外游客,近几年来杭州旅游的境外游客越来越多,国际化的服务需求也越来越重要,最基本的语言、文字的国际化要在地铁里体现,诸如地铁的服务人员需要熟练掌握英语,地图里面的导向标识和地图设计这些都需要采用中英文双语,对于一些图标的设计及颜色的选用尽量采用国际通用的标准。让境外游客能够看懂地铁线路图、发车班次和发车间隔等信息,能够了解紧急情况下如何快速疏散。此外,地铁站及站点区间还可以对地铁沿线的景区情况、特色街区、购物及娱乐场所等信息进行一些宣传,地铁服务人员应该了解旅游相关的信息,针对游客的提问能够进行简单回答以消除旅游者对城市的陌生感。

5.4 强化城市轨道交通旅游营销,塑造美化城市旅游形象

城市地铁对于一个城市的公共交通系统的影响很大,同时也承载着一个城市的发展。乘客和游客在地铁里停留的时间与其它公共交通相比较长,我们可以充分利用这段时间,将城市的旅游氛围和旅游形象进行宣传。具体可以从如下方面展开:

1. 地铁线网图。线网图在地铁里面地应用很广,而且各媒体都会对线网图进行一定的宣传,我们可以在线网图上增加旅游景点的标识,以达到推广城市景区旅游的效果,还可以结合线网图推出一些游览攻略,在各媒体、各社交网络上进行推广,增加吸引力。

2. 地铁站内空间。目前地铁的站内空间比较大,站台层、站厅层有很多空间可以利用起来做城市旅游的宣传。例如进出站口的墙面、站厅层的检票大厅墙面、站台层的隧道墙面这些空间可以张贴一些城市旅游相关的景区海报,这些海报

可以是城市的旅游形象宣传片、景区的特色介绍、各类具有影响力的活动剪辑等。海报的形式可以是静态海报也可以是动态LED广告屏幕。通过这些宣传,充分发掘旅客在车站内等待的时间、以及车厢内坐车的时间价值,以达到最大限度的推广城市景区的目的,同时我们也可以将杭州的“人间天堂”、西湖文化、钱塘江文化、运河文化这些历史文化底蕴的内容在地铁里面体现,将一些景区附近的地铁按照不同的文化主题进行装修,让游客走进地铁里仿佛身临其境游览了一番。

3. 旅游信息的获取。对旅游者而言,出行相关的各类信息的快捷获取很重要,我们可以在地铁里设置城市旅游地理智能信息终端设备,游客通过信息终端设备可以快速获取车站、景区、特色文化街区、休闲场所、住宿等信息,同时覆盖快捷支付和结算功能,实现游客对景区、赛事、演出等的门票购买行为。

4. 地铁商业空间。目前杭州一些大的地铁站会有一些商业空间,大部分都是与商厦打通。我们可以将地铁里面的商业针对城市的旅游做一些特色,比如特色美食、地方特产、娱乐场所、特色文创产品等,充分利用游客达到地铁目的地之后的时间段。

5.5 新技术在城市轨道交通上的应用

增加游客的用户体验感,比如在一些云轨的旅游车辆上可以乘客上车采用人脸识别,车的运行采用无人驾驶,可以大大提高游客上车的效率,同时这种无感乘车的方式还能大大提升游客的游玩体验。

6 结论与讨论

本文对杭州市轨道交通发展与杭州市旅游产业发展的现状进行了描述,在交旅融合的社会背景下,探讨了杭州城市轨道交通对城市旅游业发展的一些影响与对策,分析出地铁站点规划与景区深度融合、优化地铁换乘系统、提高地铁服务质量、强化地铁营销等对策,并进行了较具体的阐述。后续的研究,我将聚焦旅游者视角,从旅游者的角度提出能够满足旅游者需求的城市轨道交通服务。同时,对城市旅游目的地综合发展,城市轨道交通服务质量、满意度等方面进行更为详细的研究。

参考文献

- [1] 李亚蕊,曹玉玲,冀璐.城市轨道交通与城市旅游业融合发展研究[J].中国环境学报道,2020(05).
- [2] 冷明祥,赵俊,唐晓东,李正关,胡月,王兴东.城市轨道交通与城市旅游业融合发展研究[J].天津大学学报(社会科学版),2021(02).
- [3] 李亚男,曹继龙,张智杨.城市轨道交通与城市旅游业融合发展研究[J].中国旅游业学报道,2020(05).
- [4] 程思樟,杨永才,蒋思恒,周伟明.城市轨道交通与城市旅游业融合发展研究[J].北京科技大学学报(社会科学版),2021(02).
- [5] 耿浩渤,曹玲,秦璐.城市轨道交通与城市旅游业融合发展研究[J].中国科技学报,2021(05).

Identification and Prevention Strategies of Safety Risk Sources in Inland Waterway Transportation

Deli Lian

Nanjian Yi Autonomous County Shipping Management Office, Dali, Yunnan, 675700, China

Abstract

As an important component of the comprehensive transportation system, the safe operation of inland waterway shipping plays a key role in regional economic development and livelihood security. Through systematic analysis of the characteristics of inland water accidents, this study establishes a multi-dimensional risk identification framework covering human factors, vessel conditions, environmental conditions, and management systems. Using a combination of case analysis and field research, it reveals the interaction mechanisms of typical risk sources such as non-standard crew operations, insufficient vessel maintenance, and lack of waterway markings. A hierarchical prevention and control system is proposed for the identified risk characteristics: strengthening crew training and emergency drills at the operational level, promoting standardized vessel retrofits at the equipment level, and improving intelligent monitoring systems and joint prevention and control mechanisms at the management level. The research results provide a theoretical basis for inland waterway shipping management departments to formulate safety policies. Through the collaborative innovation of technical and management measures, it helps build a more complete inland water traffic safety guarantee system and promote the sustainable development of the water transport industry.

Keywords

Inland Waterway Transportation; Safety Risk; Risk Identification; Prevention Strategy; Waterway Traffic

内河水上交通安全风险源识别与防控策略研究

连德丽

南涧彝族自治县航运管理所, 中国 · 云南 大理 675700

摘 要

内河航运作为综合交通运输体系的重要组成部分, 其安全运行对区域经济发展和民生保障具有关键作用。本研究通过系统分析内河水域事故特征, 建立包含人为因素、船舶状况、环境条件和管理体系的多维度风险识别框架, 采用案例分析与实地调研相结合的方法, 揭示船员操作不规范、船舶维护不足、航道标识缺失等典型风险源的相互作用机制。针对识别出的风险特征, 提出分级防控体系: 在操作层面强化船员培训与应急演练, 在设备层面推行船舶标准化改造, 在管理层面完善智能监控系统与联防联控机制。研究成果为内河航运管理部门制定安全政策提供了理论依据, 通过技术与管理手段的协同创新, 有助于构建更完善的内河交通安全保障体系, 促进水运行业可持续发展。

关键词

内河航运; 安全风险; 风险识别; 防控策略; 水上交通

1 研究背景与目的

内河航运是我国综合交通体系中的重要组成部分, 承担着大量货物和人员运输任务。与公路、铁路相比, 水运具有运量大、成本低、能耗少等优势, 特别适合大宗货物的长距离运输。近年来, 随着经济快速发展, 内河航运量持续增长, 船舶数量明显增加, 航道交通日益繁忙。与此同时, 内河航运面临的安全风险也日益突出。

当前内河航运安全主要面临三方面挑战: 首先是人为因素带来的风险。部分船员安全意识不足, 操作不规范, 在

复杂水域容易发生判断失误。其次是船舶设备老化问题。一些船只维护不及时, 关键设备存在故障隐患。第三是通航环境变化带来的影响。部分航道标识不完善, 水位变化大, 加上天气条件多变, 都给航行安全带来考验。这些因素相互叠加, 使得传统安全管理模式难以有效应对新形势下的风险。

开展本研究主要基于两个目的: 一是系统梳理内河水上交通面临的主要风险源, 分析各类风险的特征和相互关系。二是针对识别出的风险, 提出切实可行的防控措施, 为提升内河航运安全水平提供参考。研究成果将有助于管理部门制定更科学的安全政策, 也能为航运企业改进安全管理提供指导。通过技术手段和管理创新的结合, 最终目标是构建更完善的内河交通安全保障体系, 促进水运行业健康发展。^[5]

【作者简介】连德丽(1979-), 女, 中国云南大理人, 本科, 高级工程师, 从事内河水上交安管理研究。

2 内河水交通安全风险源识别

2.1 内河水上交主要风险源分类

内河水上交安全风险主要可以归纳为四大类, 这些风险源相互作用, 共同影响着航行安全。第一类是人为因素风险, 这是事故发生的最主要原因。船员在航行中的操作失误、判断错误、疲劳驾驶等情况都可能引发事故。部分船员安全意识不足, 对复杂水域的航行规则掌握不牢, 在遇到突发情况时容易慌乱。此外, 船员之间的配合不当、沟通不畅也会增加风险。

第二类是船舶设备风险。一些船舶由于使用年限较长, 设备老化严重, 特别是关键部件如发动机、舵机等维护不及时, 容易在航行中出现故障。船舶设计不合理、载重超标等问题也会影响航行稳定性。此外, 救生设备、消防器材等安全设施的配备不足或失效, 会大大降低事故应对能力。

第三类是环境条件风险。内河航道受自然环境影响较大, 水位变化、水流湍急、能见度低等情况都会增加航行难度。部分航道标识不完善, 转弯处视线受阻, 容易导致船舶偏离航线或发生碰撞。天气突变如大雾、暴雨等也会显著增加事故风险。

第四类是管理机制风险。这包括航道管理不规范、安全监管不到位、应急机制不健全等问题。部分水域缺乏有效的交通组织, 船舶通行秩序混乱。安全预警系统不完善, 难以及时发现和处置潜在风险。此外, 各部门之间的协调配合不足, 也会影响风险防控效果。

这四类风险源不是孤立存在的, 它们之间往往相互影响。比如, 恶劣天气条件下, 如果船员操作不当, 加上船舶设备存在隐患, 就更容易发生事故。因此, 在识别风险时, 需要全面考虑各类因素的相互作用, 才能准确评估整体风险水平。

2.2 风险源识别方法与技术

内河航运安全风险识别需要采用科学有效的方法和技术手段。常用的风险识别方法主要包括以下几种:

第一种是现场检查法。这种方法最直接, 就是组织专业人员到船舶、码头和航道进行实地检查。检查人员会查看船舶设备是否完好, 消防救生设施是否齐全, 航道标识是否清晰等。通过这种“眼见为实”的方式, 可以及时发现存在的安全隐患。这种方法简单易行, 但需要检查人员具备丰富的经验。

第二种是问卷调查法。通过设计专门的问卷, 向船员、管理人员等发放, 了解他们对安全风险的看法。问卷内容可以包括操作习惯、设备使用情况、遇到的危险情况等。这种方法能收集到大量第一手资料, 但要注意问卷设计要科学合理, 问题要明确具体。

第三种是事故分析法。通过研究过去发生的事故案例, 找出事故原因和规律。比如分析事故报告, 看看是人为失误、设备故障还是环境因素导致的。这种方法能帮助我们吸取教

训, 但要注意案例要具有代表性。

第四种是专家评估法。邀请有经验的航运专家、老船长等, 请他们根据自己的专业知识和工作经验, 指出可能存在的风险点。专家们往往能发现一些容易被忽视的隐患。这种方法专业性强, 但要注意听取不同专家的意见。

随着科技发展, 现在还可以借助一些新技术来识别风险。比如使用视频监控系统, 可以24小时观察航道情况; 安装传感器可以实时监测船舶设备运行状态; 利用计算机模拟技术, 可以预测不同条件下的风险情况。这些新技术让风险识别更加及时准确。

在实际工作中, 通常需要综合运用多种方法。比如先进行现场检查, 再结合问卷调查, 最后请专家评估, 这样才能全面准确地识别出各类风险源。识别出的风险还要进行分类整理, 区分轻重缓急, 为后续的风险防控工作打好基础。

需要注意的是, 风险识别不是一次性的工作, 而是一个持续的过程。因为航运条件在不断变化, 新的风险随时可能出现, 所以要定期开展风险识别, 及时更新风险清单。这样才能确保安全管理措施始终有效。^[1]

3 内河水上交安全风险防控策略

3.1 基于风险源分类的防控措施

针对内河水上交安全风险源的分类特征, 防控措施需要采取针对性策略, 形成多层次、系统化的安全屏障。根据前文识别的人为因素、船舶设备、环境条件和管理机制四类风险源, 防控体系可相应划分为以下四个维度:

在人为因素防控方面, 重点在于提升船员安全意识和操作能力。通过定期开展实操培训和应急演练, 强化船员对复杂航段的应对技能。建立标准化操作流程, 规范船舶避让、靠泊等关键环节的操作要求。同时引入心理评估机制, 避免疲劳驾驶和情绪波动带来的安全隐患。推行“师徒制”培训模式, 让经验丰富的船员传授实际航行技巧, 特别注重培养突发情况下的判断能力。

船舶设备风险的防控以预防性维护为核心。制定严格的船舶检查制度, 对发动机、舵机等关键设备实施定期检修和状态监测。推动老旧船舶标准化改造, 逐步淘汰存在重大安全隐患的船只。完善安全设施配置标准, 确保救生、消防设备数量充足且处于可用状态。建立设备故障快速响应机制, 配备必要的备用零部件, 缩短维修等待时间。

针对环境条件风险, 需加强航道动态监测和预警。在急弯、浅滩等事故多发航段增设助航标志和警示装置。开发水位、气象实时监测系统, 提前发布大风、大雾等恶劣天气预警。对季节性水位变化明显的航道, 建立不同水位期的航行指南。同时优化航标布局, 确保在能见度不良条件下仍能提供有效导航。

管理机制防控着重于完善制度建设和协调联动。建立统一的水上交管理平台, 整合船舶动态、航道状况等信息

资源。明确各部门职责分工,形成海事、航道、气象等多部门协同工作机制。制定标准化的应急预案,定期组织跨部门联合演练。推行船舶信用评价制度,对安全记录良好的船舶给予政策优惠,形成正向激励。

特别需要注意的是,各类防控措施需形成有机整体。例如在改善航道环境的同时,要配套开展船员培训;在升级船舶设备时,需同步完善管理制度。通过建立风险防控效果评估机制,定期检验措施执行情况,及时发现和弥补防控漏洞,形成持续改进的安全管理闭环。这种基于风险源分类的精准防控模式,能够显著提升内河航运安全管理的系统性和有效性。^[2]

3.2 智能化技术在风险防控中的应用

随着科技发展,智能化技术在内河航运安全防控中发挥着越来越重要的作用。这些技术通过实时监测、智能分析和自动预警,大大提升了风险防控的效率和准确性。

在船舶监控方面,智能终端设备可以实时采集船舶位置、航速、航向等数据。当船舶偏离预定航线或接近危险区域时,系统会自动发出警报,提醒船员及时调整。这种技术特别适合在夜间或能见度低的条件下使用,能有效防止船舶误入危险水域。

航道监测系统通过安装在岸边的传感器和摄像头,可以24小时不间断地监测航道状况。系统能够自动识别水位变化、能见度情况以及航道障碍物,并将这些信息实时传送给过往船舶和管理中心。遇到突发情况时,系统会立即启动预警机制,为船舶提供避险建议。

智能分析平台可以整合来自船舶、航道、气象等多方面的数据,通过算法分析预测可能出现的风险。比如根据水位变化趋势预测浅滩位置,或结合气象数据预判大雾出现的时间。这些预测结果可以帮助管理部门提前采取防范措施,避免事故发生。

在应急响应方面,智能系统能够快速定位事故位置,自动调取附近救援资源信息,为救援行动提供最优方案。系统还可以实时跟踪救援进展,根据现场情况动态调整救援策略,显著提高救援效率。

船员培训也开始引入虚拟现实技术。通过模拟各种航行场景和突发情况,让船员在虚拟环境中练习应对技能。这种培训方式既安全又高效,能帮助船员积累处理紧急情况的

经验。

需要注意的是,智能化技术的应用需要与人工管理相结合。技术设备可能出现故障或误报,这时就需要经验丰富的人员进行判断和处理。同时,要定期对系统进行维护升级,确保其稳定可靠运行。

这些智能化技术的应用,使内河航运安全防控从被动应对转向主动预防,大大提升了安全管理水平。随着技术的不断进步,未来还将有更多创新应用出现,为内河航运安全提供更强有力的保障。^[3]

4 研究结论与展望

本研究通过系统分析内河水路上交通安全风险源及其防控策略,得出以下主要结论:首先,内河航运安全风险主要来源于人为因素、船舶设备、环境条件和管理机制四个方面,这些因素相互作用,共同影响航行安全。其次,有效的风险防控需要采取针对性措施,包括加强船员培训、完善船舶维护、改善航道条件和优化管理机制等。最后,智能化技术的应用为风险防控提供了新的手段,通过实时监测和智能预警,显著提升了安全管理水平。

展望未来,内河航运安全防控仍有提升空间。一方面,可以进一步探索人工智能、大数据等新技术在风险识别和预警中的应用,提高防控的精准性和时效性。另一方面,需要加强部门间的协同合作,形成更加高效的综合防控体系。此外,随着环保要求的提高,绿色安全航运也将成为重要发展方向。通过持续优化防控策略和技术手段,内河航运安全水平有望得到进一步提升,为水运行业的可持续发展提供有力保障。^[4]

参考文献

- [1] 程磊,陈卓欧,张金奋.水上交通风险分析方法国内外研究进展 Review on Maritime Transportation Risk Analysis Method.2013,02
- [2] 殷磊,梅深.国家科技支撑计划项目“长江水运安全风险防控技术与示范”启动实施.2016,37:127-127
- [3] 芮浩强,颜忠甲.基于FSA(综合安全评估)桥区水域通航环境安全评价模型构建.2015,101-104
- [4] 王子红,周明耀,邓敏.告急!西江水位创30年最低为确保航道安全畅通,广东各地海事管理部门正加强巡查管理.2010,26-27
- [5] 袁顺才.GB 13851-92《内河交通安全标志》修订工作的必要性和重要意义.2006,40-41

The integration and development of transportation planning system under the background of territorial space planning

Lei Cheng

Shenzhen New City Planning and Architectural Design Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518053, China

Abstract

In recent years, with the gradual advancement of territorial spatial planning in various regions, new demands have been placed on traditional specialized plans such as transportation planning and municipal planning. How these specialized planning systems can be integrated into the overall territorial spatial plan and provide effective support is a crucial reflection of the quality of the master plan. Transportation planning has always been an important component of territorial spatial planning. Clarifying the integration and development path of transportation planning under the background of territorial spatial planning is not only a significant approach to responding to the national “integration of multiple plans” and highlighting the guiding and constraining role of the master plan, but also a powerful measure to enhance the level of planning preparation and ensure the implementability of the plan. This paper mainly discusses the requirements for transportation planning under the background of territorial spatial planning, as well as the integration and development path of the planning system, for reference.

Keywords

transportation planning system; integrated development; territorial space planning; realization path

国土空间规划背景下交通规划体系的融合与发展

程磊

深圳市新城市规划建筑设计股份有限公司, 中国·广东深圳 518053

摘要

近年来随着各地区国土空间规划的逐步推进,对如交通规划、市政规划等各传统专规的发展提出了新的要求,各专规体系如何融入国土空间总体规划,并提供有效支撑,是总规编制质量的重要体现。一直以来交通规划都是国土空间规划中的重要内容,明确国土空间规划背景下交通规划体系的融合与发展路径既是响应国家“多规合一”,凸显总规指导约束作用的重要途径,也是提升规划编制水准,保障规划可实施性的有力措施。本文主要从国土空间规划背景下交通规划要求、规划体系的融合与发展路径展开论述,以供参考。

关键词

交通规划体系;融合发展;国土空间规划;实现路径

1 引言

交通是国家及地方发展运行过程中十分重要的组成部分,做好交通规划是十分必要的,需结合地方特点及国土空间规划内容来对交通规划作出适当的优化和调整,而在分析国土空间规划背景下交通规划体系的融合与发展路径之前首先则需要明确国土空间规划体系对交通规划提出的要求。

2 国土空间规划体系对交通规划提出的要求

结合国土空间规划,在交通规划中应注意如下几点问题。

首先,在交通规划中必须结合国土空间规划规定,做

好各项规划的平衡与融合,即下级国土空间规划应服从上级国土空间规划,专项规划和详细规划应服从总体规划,而国土空间总规划则需与各专项区域空间规划相平衡,进而实现整体发展,保障规划之间的平衡性和融合度,避免因规划冲突导致地方经济发展、社会建设受到较大的影响和冲击。

其次,国土空间规划背景下在交通规划体系的构建、融合与发展中必须建立完善的保障措施,配合综合性交通规划管理制度提高管控能力,以满足城乡建设发展需求、国土空间规划与交通规划和谐发展为目标,对保障措施作出进一步的调整和完善,深化交通专项规划的内容和层级划分,做好各规划间的衔接,为各项工作的高质量建设带来质的保障。

最后,国土空间规划背景下交通规划应坚持可持续发展原则,即在交通规划的过程中不仅需要充分考虑地方经济发展需求以及交通出行需求,同时也需要充分考量生态问

【作者简介】程磊(1989—),男,中国湖北武汉人,硕士,工程师,从事城市交通规划研究。

题,加强对环境资源的保护,构建高品质的规划方案,避免在交通建设及发展的过程中生态环境遭到较大的破坏和影响,无法实现可持续发展的战略发展目标^[1]。

3 国土空间规划下交通规划体系的融合与发展路径

3.1 做好多规划协同

首先,应当做好规划衔接,为了更好地保证规划衔接质量和水平,在规划衔接中应以目标为导向,结合国土空间规划的刚性管控体系分析在地方交通规划体系建设、融合及发展过程中应当达成的核心指标,例如轨道覆盖率、绿色出行比例等等,在此基础上对交通基础设施的布局作出适当调整和优化。同时在规划衔接的过程中应当充分考量国土空间开发保护格局,通过多规合一、相互耦合渗透的方式提高规划质量和规划水平。例如在国土空间开发保护格局中设置了生态保护区边界,在交通规划体系建设中则需充分考量规划道路或设施的线位是否进入到了生态保护区边界。例如2024年2月18日,宜昌市生态环境局秭归县分局发现某公司未取得相关手续私自占林毁林修路,在原机耕道基础上新修道路128米,占用林地面积512平方米,后责令清理并种植树苗进行修复整改,同时启动生态环境损害赔偿鉴定。

其次,在规划设计的过程中应充分考量不同级别规划的相互耦合效果,通过多级规划渗透融合的方式为整体发展提供更多的助力。这也就意味着在规划设计的过程中相关工作人员除了需要充分考量地方的发展需求对交通规划体系作出适当调整和优化以外,还需关注上级规划,分析下级规划与上级规划之间的适配性,判断是否存在规划冲突问题并及时调整,以此为中心构建国家级战略——省级统筹——市县实施三级规划传导机制,在层层递进体系中改良交通规划体系,提高规划质量和规划水平。国家层交通规划会确定综合立体的交通网主骨架布局,而省级规划则会进一步细化,调整跨区域通道衔接方案,市县层面则可通过站点枢纽与城市空间一体化设计在满足地方发展需求的同时与上级规划相衔接^[2]。

3.2 数字化技术赋能

现今时代是信息化时代和数字化时代,信息技术、大数据技术等相应现代化技术的应用为人们的生产生活提供了更多的便捷。在交通规划体系融合与发展的过程中也可充分发挥数字化技术的优势,通过数字赋能的方式提高规划质量,把控规划水准,可抓住如下几个关键要点做出优化和调整。

首先,必须充分发挥信息技术、互联网技术等相应技术的奠基作用,为信息互通交流提供更多的助力和便捷。例如可构建跨部门、跨行业的数据共享平台,更好地整合地理信息、人口分布、交通流量等相应的数据,为交通规划体系的优化和调整提供更多的信息参考和数据支持,避免因数据

不足导致规划的适切性、可行性受到一定的影响。例如重庆市规划和自然资源局联合交通、住建、公安、通信等部门及企业等12家单位,构建交通综合信息平台,实现地理信息、人口活动、交通流量等数据的跨部门共享与深度融合,为国土空间规划编制、交通设施选址、路网优化等提供全流程支撑。平台以“一库一图一箱”为核心,主要包含交通专题时空数据库、交通数据与空间融合底图、交通分析工具箱等相应板块。

其次,可借助智能模型和仿真技术来提高规划设计的科学性、有效性。模拟交通流量并借助智能模型和仿真技术进行可视化分析,对交通网络协同规划进行评价。此外,在数字模拟技术和仿真技术应用的过程中也可借助大数据技术收集更加完整全面的信息数据,建立交通需求预测模型,明确不同地区的交通体系发展需要,根据数字模型以及国土空间规划中土地利用、产业布局等相关要素来调节规划,并借助数字模拟技术分析不同情境、不同规划下交通系统的运行效果,对交通规划体系作出进一步调整^[3]。

最后,可借助传感器技术、人工智能技术等相应现代化技术进行生态敏感性分析,了解哪些区域属于生态敏感区域,并通过构建数字模型及参数调整的方式判断分析在交通系统建设中对于生态环境造成的影响和破坏,在满足经济发展需求以及交通发展需求的同时保护生态环境,平衡好生态效益和经济效益之间的矛盾。

3.3 功能整合

所谓的功能整合是指交通规划体系构建中应充分考量周边空间的使用需求和应用方向,实现土地利用集约化,并推动地方综合全面发展,避免交通规划建设对于周边环境空间及经济发展产生较大的影响和冲击。在功能整合中相关工作人员必须从商业居住、产业功能等多个维度展开分析,判断如何通过交通规划调整实现各功能区的垂直叠加,发挥不同功能区的功能优势。例如在交通枢纽建设以后该地区的经济会得到迅速发展,人流量普遍增加,这时则可通过商业综合体的构建带动区域经济。同理在交通规划中也可紧抓商业综合体对交通枢纽站点做出适当的调节,在便捷人们出行的同时更好的提高交通工程的利用率 and 应用价值。此外在功能整合中,还需通过预留生态缓冲带的方式最大化的保护生态环境和自然环境,这也需要规划人员及主管部门拥有管控意识,对空间协同布局作出适当调节,留出足够的生态缓冲带,并在此基础上对生态修复技术作出适当优化,若遇到生态敏感区则需通过路线调节绕过该区域,避免在交通规划及建设过程中对生态环境和生物多样性造成较大的影响。

3.4 完善机制

交通规划设计中需要考量的要素相对较多,尤其是在国土空间规划背景下想要实现多规合一就必须多部门协调配合,群策群力,保障交通规划体系构建的科学性和有效性,为此加强机制建设十分必要。一方面应当加强跨部门协调机

制建设,紧抓自然资源、交通、生态等关键部门,分析不同部门的职能特点及工作内容,确定不同部门在交通规划体系融合发展中的重要作用和需要完成的工作任务,确定协同工作方案和工作规范,同时也可派遣不同部门骨干人员或管理人员共同组建联合规划委员会,就交通规划体系融合与发展中的规划冲突问题、环境保护问题、经济发展问题等相应问题展开深入分析。另外一方面,在机制建设与完善中需加强动态调整机制建设,形成规划编制——实施监测——评估修订的闭环管理体系,如图1所示,配合手机信令卫星遥感等相应技术,实时收集交通工程的运行数据,同时借助大数据技术、人工智能技术整合国土空间开发需求信息及相应最新的政策规定,对规划方案作出动态调整。

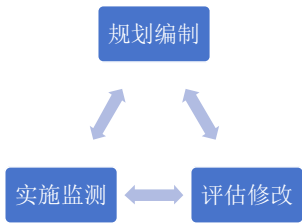


图1：动态调整机制建设要点

4 国土空间规划背景下交通规划体系融合与发展保障措施

为更好地推动交通规划体系融合与发展,还需从如下几方面着手完善保障措施。首先,需加强政策法规建设,政策法规可更好的约束和规范交通规划体系融合与发展行为,是保障各项工作落实科学严谨的重要制度支撑,同时这也可作为交通规划体系融合与发展指明方向,必须引起重视,可通过城乡规划法、公路法、城市公共交通条例、交通国土空间规划协同编制技术指南等相应政策文件的出台和完善来明确交通规划与国土空间规划的衔接要求和注意事项,并通过政策文件出台统一技术标准。

其次,应做好资金与用地保障,可通过成立专项资金、丰富融资渠道的方式为国土空间规划背景下交通规划体系融合与发展提供更多的资金支持。在融资渠道丰富中可紧抓

中央预算内投资、地方政府专项债等相应资金渠道构建,配合社会资本参与获得更多资源,同时也可将土地增值收益作为重要的资金来源反哺交通建设。在此基础之上。交通规划体系融合与发展中必须留出一定的弹性空间,为后续的规划调整提供更多帮助,避免因规划优化调节过程中弹性空间较小、可操作性不足影响后续各项工作的推进。

最后,需通过人才与技术创新为交通规划体系融合与发展提供人才与技术支持,在技术上应紧抓人工智能技术、卫星遥感技术、传感器技术等相应现代化技术,做好技术开发与技术应用,更好地发挥现代化技术的技术优势,提高交通规划体系融合与发展的效率和质量。同时数字化现代化技术的应用也可更好地降低交通规划体系融合与发展所需要消耗的成本,一举多得。而在人才建设中需提高人才准入门槛,招收更多复合型人才,综合考量相关人员是否对于交通工程、城乡规划、地理信息等相应学科有较为全面的了解和认识,还可通过完善培训体系、丰富培训内容的方式帮助相关工作人员掌握更多领域的知识,确保相关工作人员能够得心应手的处理各项工作,以此来培育出更多复合型人才。

5 结语

交通规划体系融合与发展对于提高地方土地资源利用率、促进地方经济发展、维护生态平衡都会起到较大的影响,必须引起关注和重视,而国土空间规划则为交通规划体系融合与发展指明了方向,相关单位应从规划协同、技术创新、功能整合、机制完善等多个维度作出优化和调整,在此基础之上,通过政策法规建设、资金与用地保障、技术与人才保障为交通规划体系融合与发展完善保障体系。

参考文献

- [1] 黄伟,李光红,孙娜. 国土空间规划背景下交通规划体系建构研究[J]. 规划师, 2023, 39 (10): 1-7.
- [2] 马小毅,江雪峰. 国土空间规划与交通规划的融合和协调[J]. 规划师, 2023, 39 (10): 28-33.
- [3] 叶勇,朱晶晶. 区级国土空间规划中交通规划的转型与实践——以襄阳市樊城区为例[J]. 交通企业管理, 2023, 38 (03): 84-86.

Fault analysis of railway signal interlocking equipment

Bin Duan

Urumqi Railway Section, China Railway Urumqi Bureau Group Co., LTD., Urumqi, Xinjiang, 830023, China

Abstract

In the context of rapid economic and social development, China's railway transportation has shown a vigorous growth trend. Railway signaling equipment is a crucial component of railway engineering, essential for train entry and exit from stations and punctual operation. It significantly enhances the capacity and efficiency of railway transportation, thus placing high demands on its reliability and stability. However, due to various subjective and objective factors, railway signaling interlocking equipment is prone to errors. Therefore, it is necessary to conduct fault analysis on railway signaling interlocking equipment and explore solutions to ensure its normal and reliable operation, thereby promoting safer and more orderly transportation.

Keywords

railway; signal interlocking equipment; fault; solution measures; analysis

铁路信号联锁设备的故障分析

段斌

中国铁路乌鲁木齐局集团有限公司乌鲁木齐电务段, 中国·新疆 乌鲁木齐 830023

摘 要

在经济社会高速发展背景下,我国铁路运输呈现出蓬勃发展态势。铁路信号连锁设备是铁路工程重要的组成部分,是列车进出站、正点运行的关键设备,并且对提高铁路运输能力和运输效率具有意义,因而这就对起可靠稳定性提出了较高要求。但现实中由于各种主客观因素导致铁路信号联锁设备难免会出错。因此,就铁路信号联锁设备进行故障分析并探究其解决措施十分必要,以期在保证其正常可靠工作背景下促使运输更安全有序地开展。

关键词

铁路; 信号联锁设备; 故障; 解决措施; 分析

1 引言

铁路运输系统是现代综合交通运输体系重要组成部分,其运行的安全、效率在很大程度上依赖于信号联锁设备的安全稳定可靠,后者通过合理设置联锁关系和联锁方式实现对运行进路进行严格把控,有效避免了冲突、错路及追尾事故的发生,实现列车安全有序调动以及高效运转流畅。同时加之当前我国的交通运输中铁路运输占据主导地位,这使得网规模、线路密度和列车频次不断的增加。在这种背景下要想保证铁路运行安全,就须确保信号联锁设备的正常运行^[1]。但是由于信号联锁设备使用时间长、高强度工作,再加上自然的破坏因素影响不可避免会产生一些故障,继而对铁路列车运行安全带来很大的危害。因此对铁路信号联锁设备的故障解决措施进行探讨,具有重要意义。

2 铁路信号联锁设备概述

铁路信号联锁设备是负责对列车运行进路控制以及预防运行冲突的一个重要专门系统,其有电气联锁、计算机联锁和微机联锁等类型,起着对信号机、道岔以及区间闭塞设备实行控制的作用,一方面保证列车根据确定的进路顺序安全的通过车,另一方面铁路信号联锁设备以逻辑条件为基础防止出现由于因道岔位置不正确、信号显示错误等情况引发的列车运行事故。

在整个铁路系统中,信号联锁设备与道岔等其他设备一同发挥作用才能从根本上保证列车运行安全。以道岔设备为例,其作为铁路运输系统中负责进出线路转换的基础设施之一,它的价值是保证列车得以按规定到达和离去,所以要对其操纵与锁闭等环节做到严格把关,以免出现错误进而造成撞岔或者是列车未进入到设定进路事故。在信号联锁设备工作时,其结合调度指挥中心发送的列车运行计划信号对列车通过岔区时将道岔转换到相应位置并锁闭,如此一来确保列车按照计划线路安全运行。

【作者简介】段斌(1981-),男,中国河南洛阳人,本科学历,助理工程师,主要从事铁道信号设备专业维修、故障分析与处理。

3 铁路信号联锁设备的故障分析

信号连锁设备是铁路运营中的基本设施，它对于列车运行安全运行发挥着积极作用。由研究及工作实践来看，铁路信号联锁设备常见故障有道岔表示异常、信号机显示异常以及进路建立失败等三方面，导致它们产生的原因各异，具体如下：

3.1 道岔表示异常故障

道岔表示异常指的是信号不能够正确反映出道岔的实际位置状态，造成无法通过联锁设备建立正常进路。结合研究与实践来看，该故障诱因主要是由于道岔转换电机问题造成的，比如道岔转换电机卡滞、电路存在接触不良等问题或者是外界干扰产生探测误差等等^[2]。另外有的地区道岔设备因为经常受到长时间的粉尘或雨雪等外界环境因素作用，致使其长期处于潮湿环境中造成检测装置产生锈蚀或者绝缘不良情况，如此一来势必加大了道岔出现故障的概率。一旦出现了道岔表示异常会直接影响到列车建立正常的进路，同时也会造成列车调度指挥错误或者是进路命令误发等情况发生，这极易引发列车脱轨或是产生冲突的严重影响行车安全以及人员生命健康事故。

3.2 信号机显示异常故障

信号机显示异常故障主要包括灯色显示错误、灭灯、灯光闪烁等情况，造成这些异常的因素在于几点：信号电缆绝缘老化、内部电路板损坏、遭遇雷电打击以及外力破坏等。同时有些车站电缆敷设时间较早，经过较长时间工作后线缆接触头电阻值变大或是雨水侵蚀造成受潮，继而造成信号机显示异常的情况。该故障地出现一方面会致使列车司机受到误导而做出错误的操作判断出现列车临停、反向开行等非正常行车情况，另一方面则会导致列车运行风险增加以及出现运输组织混乱现象，轻则影响铁路整体运输效率以及安全防护水平，重则诱发重大列车运行事故。

3.3 进路建立失败故障

进路建立失败故障是指下发调度命令后，由于信号联锁设备不能根据预定逻辑执行道岔转换和信号开放，列车在这种情况下不能根据计划发车或是通过的现象。从研究与实践来看，该故障诱因在于：联锁逻辑单元故障、道岔设备状态信息错误以及有时人工干预输入了错误的操作步骤等。另外特大型枢纽站或者复杂性编组站等区域由于线路排列密集交错，在该情况下若某一时刻进路条件太多的话，进路判定逻辑将十分繁杂，此时出现建立失败故障概率也会大大增加。进路建立失败直接影响了列车的运行图安排，容易出现大批量列车晚点，给铁路枢纽正常的行车作业秩序及运力发挥造成十分严重的影响。

4 铁路信号联锁设备的故障解决措施

4.1 道岔表示异常的解决措施

道岔表示异常故障解决核心在于，要从系统化、规范

化的角度出发采取相关技术与措施保证设备正常工作。一是细化日常维护保养工作，严格落实维保方案有计划地针对道岔转换电机机构内的电动机、齿轮箱和锁闭装置等部件进行油润、紧固、磨损检查，同时需注意使用高性润滑脂；道岔各机械连接处实施力矩管理，以避免出现机械卡滞造成转换动作受阻，甚至无法完成。二是道岔探测回路日常维护上，应该按照维保周期开展对绝缘电阻、接触电阻的测试，具体操作上分别使用兆欧表及微欧计进行探测轨面、连接端子、传感元件等点位的检测。若在上述检测中发现绝缘值小于 $5M\Omega$ 或者接触电阻大于最大规定值，须立即对其进行氧化接触点清洗或者更换相应零部件。三是环境因素影响解决上，一方面针对有环境腐蚀隐患的线路可以选择密封型探测器，同时传感电缆要选择双层屏蔽并带有加强护套结构的防水防尘材质。另一方面则要在探测器、接线端子箱外壳增加一层耐候性的防水防尘罩体，且在内部加装排水结构防止因积水出现短路情况。四是故障检测机定位上，维护人员须借助便携式多功能信号测试仪对探测信号的幅值、波形和稳定性等特征参数予以检测，随后通过对比分析测得的数据和标准波形，从而快速准确地判明故障类型与位置^[3]。五是为进一步提高道岔设备可靠性可采取双重探测冗余设计实现道岔探测逻辑结构优化，这样一来即便主探测回路失效，设备也可以自行切换到备品回路。同时对冗余切换逻辑需要设置防抖动时间和异常确认延时，以防误切换和逻辑震荡。六是还需要加强道岔表示和转换电机动作的校核，当发现探测状态与道岔的位置指令有不一致时，必须及时报告故障，并且切断所有的联锁流程输出，以免发生误引导的风险。

4.2 信号机显示异常的解决措施

在铁路信号联锁设备存在的信号机显示异常故障，其解决措施涉及以下几方面：一是建立分类分级的电缆维护和检修机制，并结合电缆敷设年限、工作环境以及历史故障情况科学制定维保周期。比如针对年限大于10年以上的信号电缆要采用红外热成像检测技术进行局部过热隐患的检测，在检测过程中还要利用交流阻抗谱分析法测定电缆的绝缘老化情况，当判断需要更换电缆时还需要进行直流耐压试验来确认。确定需要更换新电缆后，可选择耐高温（ $>90^{\circ}\text{C}$ ）、防油污、防紫外线以及抗化学腐蚀的新型低烟无卤材料所制电缆，同时通过三层护套来提高电缆自身整体的机械强度和适应性。二是基于规避雷击与感应过高电压导致信号机显示异常问题，可选择IEC61643标准的电源型和信号型浪涌保护器，且确保它们与信号机电源的最大持续工作电压、通流容量参数匹配，随后分别加装至信号机电源输入端与通信信号接口端。此外接地系统设置上采用镀锌钢材质并且按照规范布线，使接地电阻一直保持在小于 1Ω 范围内，在后期维保中定期用三极法接地电阻测试仪进行测量^[4]。三是为了解决信号机光源性能衰减的问题，需要每半年使用高精度亮度计测量信号机各角度下光源的亮度值，即分别在

垂直方向上 30°、60°、90°、120°、150° 的不同观测角下测量其有效发光强度。一旦出现实测亮度值低于出厂规定值 80% 的情况,则应及时更换相应的光源模块,并做好更换单元之后的检查工作和灯具通电调整工作,从而确保信号机显示达到铁路信号灯具相关要求。四是车站重要区域或枢纽区段等配备上备用信号机,以备不时之需。同时备用信号机型号、参数等要和主设备完全一致,还需定时给备用设备通电进行功能切换,这样可以做到当主机出现故障的时候迅速更换上并工作,这样就可以尽量降低列车运行影响。

4.3 进路建立失败的解决措施

针对铁路信号联锁设备进路建立失败故障的解决措施主要有以下五方面:一是成立专项技术小组,并由其完成现有联锁表及逻辑配置文件全面梳理工作。需特别注意对于大型编组站及道岔密集区段为重点对象,依据现场实际运营需求和作业流程对进路设点逻辑、模块化、多层递阶条件触发设计思路予以改进,重点在于一方面尽量简化系统判断逻辑,减少信号联锁条件之间相互关联的影响程度。另一方面则增加相应的进路预先设置以及条件清除的功能来避免出现系统逻辑死锁或者进路建立条件重复的情况造成无法建立进路。二是制定道岔设备集中检验计划,每季度定期开展联动测试,利用多功能道岔检测仪采集转换电机动作响应、锁闭状态、反馈信号的历史工况,经对比分析若发现偏差超限、反馈异常等情况后,及时调整相应执行机构参数并更新道岔限位值,并对该类存在潜在故障隐患的道岔进行跟踪检查与分等级处理。三是联锁主机及重要逻辑部分,每半年进行一次完整性的验证,该项工作内容涉及:逻辑流程核对、信号关系核对以及冗余系统切换测试三方面。验证时借助于双机热备冗余测试平台进行主备逻辑实时同步比较,在单元故障、切换条件满足时,测试响应时间是否符合要求、数据

是否一致,并在回切操作时进行试验,保证故障后系统能够顺利切换到无故障状态。四是加强值班员、调度员标准化作业培训。以最新版信号联锁设备操作规范为核基础,编写进路请求、确认、作废作业指导书,同时再利用仿真推演平台开展定期现场实操考核,严格按照请求→确认→验证三级程序执行,严禁误操作发生进路异常^[5]。五是信号联锁设备设置多级预警模块,根据超时未建成、条件不符、系统异常等类别设置不同等级报警,建立多终端实时推送和日志记录功能,方便运维人员根据报警种类与频次快速准确定位故障点,并对症下药制定针对性恢复措施,有效压缩故障恢复时间和进路中断周期。

5 结语

综上所述,铁路信号联锁设备是一项负责列车运行安全和效率的重要手段,它的稳定与可靠是保证整个运输正常开展的基础和前提。因而这就需要全面分析信号联锁设备常见故障,并制定出针对性措施予以解决,从而在切实减少故障出现几率情况下保证铁路列车运行安全与高效调度。

参考文献

- [1] 王韬.铁路信号联锁设备的故障诊断探讨[J].工程建设与设计,2025(2).
- [2] 陈芳超.浅谈铁路信号联锁系统的发展和故障分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2023(011):000.
- [3] 刘耀军.铁路信号微机联锁系统常见故障及解决方案[J].2023(5):567-569.
- [4] 张勇.铁路车站信号联锁试验模拟装置系统设计研究[J].交通科技与管理,2024.
- [5] 冯俊轩.铁路信号计算机联锁设备维护与管理[J].中国科技期刊数据库 工业A, 2023(3):4.

Research on the evaluation system of low-carbon service areas for highways in fujian province

Yan Sun Peng Wang

Fujian Academy of Metrology, Fuzhou, Fujian, 350003, China

Abstract

This paper investigates the current operational status of expressway service areas in Fujian Province based on their construction and operational characteristics. It analyzes the carbon emission sources in these service areas and establishes an evaluation system for low-carbon expressway service areas from multiple aspects, including carbon measurement, carbon emissions, the proportion of charging pile installations, electricity consumption ratio, site greening, building energy efficiency, energy storage allocation, and energy-carbon management monitoring systems. Finally, a specific instance of a service area was selected for detailed analysis and evaluation. Through a comprehensive assessment of the service area using quantitative indicators, its strengths and weaknesses in achieving low-carbon operations were identified. Based on this analysis, a series of targeted carbon reduction strategies were proposed.

Keywords

low-carbon service area; carbon source flow; carbon measurement; carbon emission reduction

高速公路低碳服务区评价体系研究

孙岩 王鹏

福建省计量科学研究院, 中国 · 福建 福州 350003

摘 要

本文基于福建省高速公路服务区的建设和运营特点,对省内高速公路服务区运营现状进行调研,分析当前服务区碳排放源流,从碳计量、碳排放、充电桩配备占比、电能消费占比、场地绿化、建筑节能、储能配备占比、能碳管理监测系统等多个方面构建高速公路低碳服务区评价体系。最后,选取了实例服务区进行具体分析与评价。通过对该服务区进行量化指标综合评估,识别出其在实现低碳运营方面的优势与不足之处,并据此提出了一系列针对性的碳减排策略。

关键词

低碳服务区; 碳源流; 碳计量; 碳减排

1 引言

2021 年,我国正式启动“双碳”战略,提出力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的总体目标。当前我国正处于“十四五”规划实施阶段,这一时期被明确界定为生态环境质量从量变到质变的攻坚期。作为污染物排放与碳排放控制的核心领域,交通运输行业的低碳化转型已成为实现“双碳”目标的关键着力点,推动行业绿色转型成为必然选择^[1]。

数据显示,我国高速公路服务区建设规模已位居全球

首位,但现阶段仍面临单位碳排放强度偏高、与区域生态协同发展不足等突出问题^[2]。在此背景下,探索高速公路服务区低碳化路径,构建科学的低碳化评价体系,不仅是落实国家“双碳”战略、建设交通强国的重要抓手,更是推进交通可持续发展的必然要求。根据交通运输部发布的《2024 年全国公路服务区工作要点》,行业已明确将“近零碳服务区”建设作为创新方向,要求各地结合双碳目标,切实推进公路交通领域绿色低碳发展^[3]。

本文立足于福建省高速公路服务区发展现状,建立具有区域特色的低碳评价体系,对于提升服务区低碳运营水平、支撑福建省绿色交通网络建设具有重要实践价值。

2 高速公路低碳服务区评价指标体系构建

2.1 评价边界

依据中国交通运输协会发布的《高速公路零碳服务区评价技术规范》(T/CCTAS 36),低碳服务区是指运营阶

【基金项目】福建省科技厅项目《高速公路服务区低碳计量模型构建及数字化应用研究》(项目编号: 2024R10160012)。

【作者简介】孙岩(1991-),女,中国山东莒县人,硕士,工程师,从事能源计量及热工仪器仪表计量研究。

段温室气体净排放量显著低于一般服务区^[4]。该标准明确，服务区低碳化评价范围的划定遵循“运营权属划分原则”，以服务区实际用地边界为基准进行评价，不涵盖服务区过往车辆加油、充电等行为产生的排放。也就是说，评估对象需涵盖服务区完整功能体系，如果公路两侧服务区设施独立运

营（如分属不同管理主体），则应将其视为两个独立的评估单元进行分项评价。

2.2 碳源分析

通过实地调研福建省内多个不同规模的服务区，基本明确了该省高速公路服务区的碳源分布特征，具体详见表 1 所示。

表 1 福建省高速公路服务区运营阶段碳排放源分类

分类	排放类型	排放源名称	排放设施名称
直接排放	化石能源消耗排放	柴油	应急发电机等
		汽油	公务车等
	非能源介质过程排放	制冷剂	空调、冰箱等
		灭火剂	灭火器等
		化粪池有机物	化粪池
		污水处理有机物	污水站
间接排放	净购入能源排放	净购入电力	空调通风、照明、餐饮、计算机网络等

2.3 构建原则

在进行高速公路低碳服务区评价体系构建时应该参照以下原则：

第一，立足本区域发展。评价指标设计应紧密结合本地区服务区建设现状与发展趋势，确保指标具有可操作性和阶段适配性。

聚焦服务区运营阶段特性。在碳排放相关指标设计中，需优先选择能够数据化表征服务区运营过程碳排放特征的量化参数，以真实反映服务区碳排放水平。

第三，强化系统性与差异性。低碳评价应当针对服务区的整体情况，挑选一些具有参考意义的指标，来避免不同指标间的内容重复或冗余，从而全面覆盖评价维度并客观衡量服务区低碳化成效。

3 高速公路低碳服务区评价指标内容分析

结合调研情况及评价体系构建原则，确立本省低碳服务区评价指标体系如下图 1 所示：

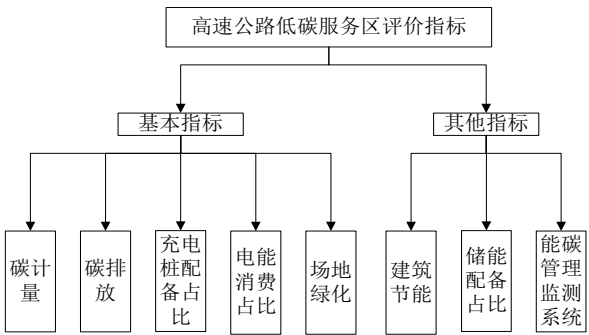


图 1 高速公路低碳服务区评价指标内容

3.1 碳计量

碳计量指标具体需考虑组织要求、人员要求、碳计量器具要求、数据质量要求四个方面。规定服务区应有专门从事碳计量工作的管理人员或主管部门，应建立碳计量管理制度；从事碳计量工作的人员应接受相关培训，了解低碳

服务区的评价原则、要求和评价流程；碳计量器具的配置需满足国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167）的配备率与准确度等级，同时确保设备的有效溯源（按要求定期检定或校准）^[5]；碳排放源的原始数据（能源消耗量、排放因子等）应通过直接计量获取，例如电力数据可采用电网公司结算的电表读数、化石燃料消耗量以能源消费台账或统计报表为准。如无法获取原始数据，可采用由原始数据折算获得的二次数据或来自相似过程的替代数据。

3.2 碳排放

碳排放评价指标主要通过评估服务区在运营过程中减少或抵消的碳排放量与总的碳排放量之间的比值结果（即碳减排率和碳抵消率）来衡量其环保成效。

3.2.1 碳减排率计算公式如下：

$$\text{碳减排率} = \frac{E_{\text{碳减排量}}}{E_{\text{总排放量}}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$E_{\text{总排放量}}$ ——服务区各碳排放源产生的二氧化碳总排放量（ kgCO_2 ），采用排放因子法，排放源参考表 1。（由于逸散型排放源产生的排放占比较小，计算时可不予考虑。）

$E_{\text{碳减排量}}$ ——服务区自产绿电和碳汇对应减少的二氧化碳排放量（ kgCO_2 ），采用排放因子法。由于服务区内的具体绿植种类难以细化统计且大部分植物已在建设阶段完成种植，因此，植物碳汇因子数据可选用上海市生态环境局发布的碳汇因子 $14.5\text{tCO}_2/\text{hm}^2$ ，也可参考《福建碳中和林认定及其碳汇计量监测方法（试行）》所提供的方法。

3.2.2 碳抵消率计算公式如下：

$$\text{碳抵消率} = \frac{E_{\text{碳抵消量}}}{E_{\text{总排放量}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$E_{\text{碳抵消量}}$ ——服务区通过购买碳配额、碳普惠、绿色电力证书等对应减少的二氧化碳排放量（ kgCO_2 ）。

3.3 充电桩配备占比

充电桩配备占比是指服务区中已安装并可投入使用的充电桩车位数量与服务区小车停车位总数之间的比值结果,用于衡量服务区对电动汽车用户的充电设施支持程度。调研中发现存在服务区将部分停车位租借给国家电网或其他运营商来设置充电桩的情况,但是从长远实际所有权或使用权来说,仍建议将该指标纳入评价体系。

3.4 电能消费占比

电能消费占比指电力消耗总量(含使用光伏发电等可再生资源自发电以及外购绿电的实际用电量)占综合能源消耗总量比例,各能源消费量需折算成标煤后再进行计算。折标煤计算公式如下:

$$AC_{i\text{标煤}} = AD_i \times TCE_i \quad (3)$$

式中:

$AC_{i\text{标煤}}$ ——第*i*种能源的标煤消耗量(kgce);

AD_i ——第*i*种能源消耗量;

TCE_i ——第*i*种能源的折标煤系数,数值可参考《综合能耗计算通则》(GB/T 2589)^[6];

3.5 场地绿化

用绿地率指标反映服务区整体绿化程度及其对环境改善的贡献,数值为服务区绿地面积(包括屋顶绿化面积和垂直绿化墙面覆盖面积)与服务区占地总面积的比值结果。

3.6 其他指标

其他指标的设计基于基本指标,作为加分项进行综合考量。建筑节能方面考虑服务区建设阶段因素,要求主体建筑需提供有效的建筑节能评估报告或建筑节能评估表;储能配备占比方面评价的是所配备的储能设施的储能容量占总电能消耗量(例如光伏和风力发电装机容量)的比例,以此反映储能系统在平衡电力供需、提高能源利用效率方面的作用;能碳管理监测系统方面,如果建立了能碳管理平台,则应采用数字化手段实施精细化的能碳管理,不仅要满足数据传输的需求,还要保证响应迅速、操作安全可靠,从而为节能减排目标提供有力支持。

4 实证分析

4.1 服务区概况

该实例服务区位于福建省福州市,是沈海高速公路(G15)沿线的重要服务节点,总占地面积达8.3万平方米,其中绿化景观面积占比约2.0万平方米。服务区采用东西双区对称布局,日均服务车流量约5,000辆次。停车位配置方面,A区设客车位140个,B区设客车位105个,总计245个车位,主要满足中小型车辆停放需求;充电设施方面,A区与B区各配备4个充电桩,合计8个充电位,以支持新能源车辆的充电需求。

主体建筑包含商业服务区(餐饮、超市等)、公共卫生区、基础设施区(污水处理站),此外还配有应急发电机组、路政巡逻车等应急保障体系。

4.2 评价指标分析

基本评价指标中,该服务区碳计量器具整体配备率较高,除统一结算电表外,各功能区块(如照明、餐饮、充电设施等)均设有独立内部电表,但内部电表未建立有效溯源机制;服务区碳排放类型单一,基本为净购入电力产生的间接排放,目前未涉及自发电(如光伏或风电)的使用,也未开展外购绿电的消纳工作。根据文章各指标计算公式可得到,该服务区在2024年度统计期内的量化指标为碳减排率4%;碳抵消率0;充电桩配备占比3%;电能消费占比约100%;绿地率24%。其他评价指标中,服务区目前暂未配备储能设施及能碳监测系统。

5 结论及建议

基于建立的高速公路低碳服务区评价指标体系及具体服务区的实证分析,对服务区的碳减排路径提出以下建议:

第一,完善碳计量管理机制。一是通过细化碳计量点位的构建,确保计量器具能够实现有效的溯源,保证数据质量准确可靠;二是加快推进碳计量管理制度的建立,并同步完善人员培训机制,提升相关人员的专业能力与管理水平,确保碳计量工作能够高效开展。第二,加强可再生能源利用^[7]。当前多数高速公路服务区侧重于电能和化石能源的节约使用,但在可再生能源的建设和应用上仍有差距^[8]。建议规划并实施光伏发电项目或签订外购绿电协议,以增加可再生能源的使用比例,减少间接排放强度。第三,开发碳抵消潜力。通过购买碳配额、参与碳普惠计划或获取绿色电力证书等方式,积极提升碳抵消率。第四,扩容新能源充电设施。提升充电桩配备占比,支持新能源车辆的普及和低碳出行的发展。第五,搭建可视化能碳监测平台。搭建服务区碳排放动态监测平台,可以用热力图、折线图等形式直观展示能耗分布与碳排放趋势,帮助管理者更加清晰直观地发现高耗能环节。

参考文献

- [1] 钱玉宝,杨艳刚.绿色服务区内涵、建设现状研究与展望[J].安徽建筑,2018,24(2):14-15,102.
- [2] 涂志敏,张玉娇,罗赞.高速公路运营期车辆碳排放量化方法研究[J].广东交通职业技术学院学报,2024,23(3):64-67,86.
- [3] 杨涵晞,周宏春.我国交通运输业绿色低碳发展现状与促进对策[J].环境保护,2024,52(07):55-59.
- [4] 高速公路零碳服务区评价技术规范:T/CCTAS 36-2022[S].北京:中国交通运输协会,2022.
- [5] 用能单位能源计量器具配备和管理通则:GB17167-2006[S].北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2006.
- [6] 综合能耗计算通则:GB/T 2589-2020[S].北京:国家市场监督管理总局,2020.
- [7] 卢春颖,简丽,高硕晗,等.零碳服务区建设技术路径探讨[J].交通节能与环保,2024,20(99):30-38.
- [8] 高速公路绿色服务区建设指南:DB34/T 3272-2018[S].合肥:安徽省市场监督管理局,2018.

Application study of intelligent sensing technology in highway slope stability monitoring

Dilbai·dilimulati

Tacheng Highway Development Center Tacheng Maintenance Institute, Tacheng, Xinjiang, 834700, China

Abstract

The application of intelligent sensing technology in highway slope stability monitoring has gradually shown its great potential and practical value. Firstly, the impact of slope stability problems on traffic safety and the current challenges are cited. Next, we adopted intelligent sensing technology, mainly including Internet of Things technology, big data analysis, cloud computing, etc., for real-time monitoring and damage early warning of highway slope. The results show that this method can effectively monitor several key parameters such as slope geological structure, structural slope inclination, slope crack, etc. Through real-time data collection and intelligent analysis, it can predict the time and amount of slope sliding, so as to give early warning and ensure the safety of road driving. Finally, it analyzes that the wide application of intelligent sensing technology will have an important impact on the stability monitoring of highway slope, which not only changes the traditional monitoring method and improves the monitoring accuracy, but also provides a scientific basis for highway construction and operation. This research result is of great guiding significance for the improvement of highway slope stability.

Keywords

intelligent perception technology; highway slope stability; Internet of Things technology; sliding early warning; highway traffic safety

智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用研究

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

智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用逐渐显现出其巨大的潜力和实际价值。首先引述了边坡稳定性问题对交通安全的影响以及目前该问题面临的挑战。接下来, 我们采用了智能感知技术, 主要包括物联网技术、大数据分析、云计算等, 进行公路边坡的实时监测和破坏预警。结果表明, 该方法可以有效监测边坡地质构造、构造面倾角、边坡裂缝等数个关键参数, 通过数据实时采集和智能分析, 可以预测边坡可能发生滑动的时间和滑动量, 从而提前预警, 确保公路行车安全。最后, 分析了智能感知技术的广泛应用将对公路边坡稳定性监测产生重要影响, 不仅改变了传统监测方式, 提高了监测精度, 同时也对公路建设和运营提供了科学依据。这一研究成果对于公路边坡稳定性的提高有着十分重要的指导意义。

关键词

智能感知技术; 公路边坡稳定性; 物联网技术; 滑动预警; 公路行车安全;

1 引言

每年, 由于边坡不稳定性引发的公路交通事故造成了巨大的生命财产损失, 这已经成为全球公路安全问题的一大挑战。这种复杂的地质现象工程主要受地质构造、地震、降雨和人为活动等多种影响因素的共同作用, 在目前的技术条件下, 准确、实时地监测和预测这种现象的发生具有一定的困难, 但这是保障高速公路行车安全的关键一步。最近几年, 随着物联网技术、大数据分析、云计算等信息技术的飞速发展和广泛应用, 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应

用逐渐显现出其巨大的潜力和实际价值。本研究主要从物联网技术、大数据分析、云计算等智能感知技术的角度, 探讨了这些技术在公路边坡稳定性实时监测和破坏预警中的应用, 并落实到关键参数的实时监测和智能分析中, 希望能为公路边坡稳定性的提高提供一些新的方向和建议。

2 公路边坡稳定性问题的背景及挑战

2.1 交通安全与公路边坡稳定性的关系

公路边坡稳定性直接关系到交通安全, 其重要性不言而喻^[1]。公路边坡是指道路两侧由于地形或施工需要而形成的坡面, 这些坡面在受到自然因素如降雨、地震、风化作用等影响下, 可能会发生崩塌、滑坡等地质灾害。这类灾害不仅会损坏道路基础设施, 阻塞交通路线, 还可能导致严重交

【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。

通事故,危害乘客生命财产安全。研究表明,不稳定的边坡往往表现出裂缝、倾角变化及地质结构变形等特征,监测这些特征至关重要。

交通安全与公路边坡稳定性的关系主要体现在三个方面:

边坡失稳会直接影响公路的运行安全。如果边坡在交通高峰期或极端天气条件下出现滑坡或塌方,可能会引发交通堵塞、车辆擦刮甚至重大交通事故,严重影响通行效率和公共安全。

边坡的稳定性对施工和维护产生重要影响。在公路施工及日常维护过程中,确保边坡稳定性是极为重要的环节。如果在设计和施工初期未能有效监控和评估边坡稳定性,可能会导致项目延期和成本增加。

三是公路沿线居民的安全和经济利益也受到边坡稳定性的影响。边坡失稳可能导致公路不可用,影响物流运输、人员流动,对沿线经济发展带来负面影响。

加强公路边坡稳定性监测,对于保障交通安全、提高公路使用寿命及减少维护费用都具有重要意义。有效的边坡监测和预警系统可以提供实时数据,帮助及时发现潜在隐患,制定应急预案,从而大幅降低边坡失稳带来的风险和损失。智能感知技术在此背景下应运而生,其高效和精确的监测能力,为公路边坡稳定性分析提供了科学依据,对交通安全保障贡献巨大。

2.2 当前公路边坡稳定性问题面临的挑战

公路边坡稳定性问题是影响交通安全的重要因素,当前面临诸多挑战。地质条件复杂多变,地震、降雨等自然因素容易触发边坡失稳,增加判读难度。传统的监测手段多依赖人工巡查和简单仪器监控,无法实现全面、实时的数据采集与分析,导致潜在风险难以及时侦察。边坡实际情况千差万别,监测方案需因地制宜,增加了实施复杂度。经济成本亦是关键挑战,高效监测系统投入和维护费用较高,资源匮乏地区更难以推广。缺乏统一的技术标准和规范,导致不同区域、不同项目间的数据难以统一处理和比较,制约了综合分析和预警效率。面对上述挑战,引入智能感知技术显得尤为迫切,不仅有助于在技术层面解决监测难题,更为提升公路边坡稳定性管理提供了重要机遇。

2.3 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的需求和应用

智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的需求和应用日益受到关注^[2]。公路边坡的地质条件复杂多变,传统监测方法难以实时、全面地捕捉地质变化,智能感知技术正好弥补了这一不足。通过物联网技术,传感器和监测设备可以布设在边坡的多个关键位置,实时采集各种地质参数。大数据分析能够处理海量监测数据,识别潜在风险。云计算则为数据存储和处理提供强大支持^[3]。这些智能技术的综合应用,使得边坡稳定性监测更加精准、及时,极大提升了预警能力

和交通安全保障。

3 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用

3.1 物联网技术在公路边坡稳定性监测中的应用

物联网技术在公路边坡稳定性监测中的应用已经展现出其显著的优势,主要通过集成多种传感器和数据通信技术,形成一个智能化、信息化的监测网络。在公路边坡监测中,传感器如位移传感器、应变计、倾斜仪等被广泛使用,用以实时监测边坡的多个关键物理参数,比如地质构造、地面倾角和裂缝变化。这些传感器被部署在边坡的不同位置,通过无线传输技术将数据实时上传至监测中心。

物联网技术的应用使得传统的间歇性、点对点的监测方式被连续性、区域性的观测模式所替代。这不仅提高了监测数据的时效性,还增强了数据的完整性和精确度。例如,位移传感器可以记录边坡细微的位移变化,为边坡滑动的预测提供依据,倾斜仪则能够检测细微的倾斜角变化,预示潜在危险。当传感器检测到异常时,系统可以自动生成预警信息,提醒相关管理部门采取应对措施,避免灾害发生。

物联网技术在公路边坡稳定性监测中的应用,不仅提高了边坡监测的实时性和准确性,还为灾害预警和减灾提供了科学依据,对提升公路安全具有重要意义。

3.2 大数据分析在公路边坡稳定性监测中的应用

大数据分析在公路边坡稳定性监测中的应用,是通过数据的海量采集和处理,提高监测精度和预警能力。公路边坡涉及众多地质参数和环境因素,其中包括地质构造、构造面倾角,以及边坡裂缝等。传感器会收集这些参数,并通过物联网实时传输到数据平台。大数据分析技术可迅速处理和分析这些庞杂的数据,提取出有用的信息和规律。例如,通过对历史数据的回归分析和趋势预测,分析边坡的稳定性变化,识别潜在的滑动危险。针对异常数据的识别,可及时预警,从而避免意外发生。平台还能够结合地理信息系统(GIS)分析边坡的空间分布特征,优化监控点的布设,提高监测覆盖率。大数据分析能够融合气象、水文等多种数据源,建立更加全面的边坡稳定评估模型,增强预警的可靠性。通过整合多种数据及其分析结果,可以精准预测边坡滑动时间和滑动力,从而科学指导公路维护与管理。综合来看,大数据分析在公路边坡稳定性监测中的应用,显著提升了监测效率与预警能力,对于确保公路行车安全具有重要意义。

3.3 云计算在公路边坡稳定性监测中的应用

云计算在公路边坡稳定性监测中的应用至关重要,通过高效处理和分析大量实时数据,实现对边坡地质参数的全面监控。借助云端计算能力,能够快速整合来自各类传感器的数据,进行复杂的地质模型计算和变化趋势分析。云计算平台提供了强大的存储和处理能力,使得大规模数据的存储、管理和访问更加便捷。通过云计算技术,还可以实现多

用户、多部门之间的数据共享和实时协同工作,提升监测决策的准确性和及时性,为公路安全管理提供科学依据。

4 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的预警及影响

4.1 智能感知技术在公路边坡安全预警中的应用

智能感知技术在公路边坡安全预警中发挥着至关重要的作用。其关键在于利用先进的物联网技术、大数据分析和云计算,实时监测和分析边坡的多种参数,从而实现高效预警。

物联网技术用于实现实时数据采集,通过布设在边坡上的传感器网络,实时收集边坡地质构造、构造面倾角、边坡裂缝等多源数据。这些数据通过无线传输技术传送至后台系统,为后续的数据处理和分析提供了坚实的数据基础。

大数据分析在预警系统中起到了数据挖掘和模式识别的重要作用。通过对大量实时监测数据的处理,建立边坡稳定性的评估模型,识别出潜在的危险参数和趋势。利用机器学习算法,可以动态调整和优化评估模型,提高预警的精度和可靠性。

云计算提供了强大的计算能力和存储平台,使得海量数据处理和复杂算法计算得以高效执行。通过云平台,可以快速地进行数据处理和分析,实时生成预警信息。预警系统在发现任何异常时,能够立即发出警报,并通过短信、邮件等多种渠道及时传达给相关管理部门和人员,确保预警信息的迅速传递和有效响应。

智能感知技术的应用不仅提升了监测数据的实时性和准确性,还显著提高了边坡安全预警的效率和可靠性。这一技术手段能够提前预测边坡可能发生滑动的时间和滑动量,从而为决策部门提供了充分的时间采取必要的预防措施,保护人民生命财产安全。智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用,为确保行车安全、减少交通事故提供了科学的解决方案。

4.2 智能感知技术对公路边坡稳定性监测的改变和提升

智能感知技术的引入在公路边坡稳定性监测中带来了显著的改变和提升。通过物联网技术的应用,传感器可以实时采集边坡的多种地质参数,如地质构造、构造面倾角和边坡裂缝等,极大地提高了数据获取的精度和时效性。大数据分析能够处理和分析海量监测数据,通过识别数据中的模式和趋势,可以更加准确地预测边坡滑动的时间和滑动量。云

计算则提供了强大的数据处理和存储能力,使得监测系统可以在短时间内处理和分析大量数据,从而提高监测效率和预测精度。

这些技术的融合应用不仅改变了传统依赖人工和单一设备的监测方法,显著提高了监测的精度和反应速度,还实现了对监测数据的综合分析和智能预警。监测系统可以根据实时数据进行动态调整,提供更加及时和精准的滑坡预警信息,有效提高公路行车的安全性。智能感知技术的应用拓展了监测的广度和深度,能够对不同类型和规模的边坡提供稳定可靠的监测服务,助力公路建设和运营的科学决策。

4.3 智能感知技术的广泛应用对公路建设和运营的影响

智能感知技术的广泛应用对公路建设和运营产生了深远影响。在公路建设阶段,智能感知技术提供了精确的地质数据和实时监测功能,助力科学决策,优化设计与施工过程。在运营阶段,通过持续的数据采集和智能分析,及时发现和预警边坡隐患,显著提升了公路的安全性和可靠性。高效的监测系统降低了维护成本,延长了公路使用寿命,也提升了公路运营管理的科学化和智能化水平。

5 结语

本研究应用先进的智能感知技术,包括物联网、大数据和云计算,对公路边坡进行实时监测和预防。研究发现这一技术有效地监测到了边坡的地质结构、倾斜角度和裂缝等重要信息,能预警滑坡的可能发生时间和规模,确保公路行车安全。该技术的使用改变了传统的检测方法,提高了检测的精度,为公路的建设和运行提供了科学依据。但是,该技术在数据采集的准确性、大数据处理的复杂性以及智能分析技术的准确度等方面还存在挑战,需要在未来的研究中解决。这篇研究只是对该技术在公路边坡稳定性监测中的初步探索,未来还需进一步研究提升系统设计和算法优化,以增加行车安全,保障公路平稳运行。希望深入研究后,能更好地利用这项技术,提高监测的效果和准确度。

参考文献

- [1] 赵念伟.锚杆加固公路边坡稳定性[J].中国新技术新产品,2023(05):84-86.
- [2] 彭勇潘瑞.公路边坡稳定性影响因素分析[J].工程技术研究,2020,5(01):242-243.
- [3] 王鹏.泥岩层公路边坡稳定性评价[J].绿色科技,2019,0(14):259-261.

How to improve the construction plan preparation of railway complex engineering

Guibin Xu

China Railway Shenyang Bureau Group Construction Management Office, Shenyang, Liaoning, 110001, China

Abstract

In recent years, with the large-scale development of railway construction, a series of railway projects have been initiated and under construction. A large number of key and challenging complex projects have emerged, such as new line introductions, station renovations, and crossing railways. These projects are characterized by long construction periods, complex processes, numerous construction interfaces, and difficulties in organizing construction, posing significant safety risks and substantial impacts on transportation. Construction plans serve as crucial references for construction units to schedule production tasks and implement on-site operations. For complex projects, due to their extended construction periods, numerous construction milestones, and wide-ranging impacts, it is extremely difficult to develop accurate and feasible construction plans. The quality of construction plans not only affects construction progress but also relates to construction safety and transportation order. This paper discusses how to improve the preparation of construction plans for complex railway projects, aiming to enhance the accuracy and feasibility of construction plans, lay a solid foundation for on-site operation safety, reduce the impact on transportation, and achieve a win-win situation.

Keywords

construction plan, site survey, transportation adjustment, construction plan preparation

试论如何提高铁路复杂工程施工计划编制工作

徐桂彬

中国铁路沈阳局集团公司施工管理办公室, 中国·辽宁 沈阳 110001

摘要

近年来随着铁路建设大面积开展, 铁路工程项目陆续开工、开建, 一大批重点、难点等复杂工程随之而来, 如新线引入、站场改造、穿跨越铁路等工程施工时间长、工艺复杂、施工结合部多, 施工组织困难, 存在不小的安全隐患, 对运输影响较大。施工计划是施工单位排摆生产任务、实施现场作业的重要依据, 对复杂工程而言, 由于施工工期长、施工节点多、影响范围广, 编制准确、可行的施工计划难度很大。施工计划的质量高低, 不仅影响施工进度, 还关系到施工安全、运输秩序, 本文就如何提高铁路复杂工程施工计划编制工作进行探讨, 以实现施工计划的准确性、可行性, 为现场作业安全夯实基础, 减少对运输的影响, 实现双赢。

关键词

施工方案; 现场踏勘; 运输调整; 施工计划编制

1 复杂工程施工计划编制工作现有的问题

1.1 施工方案编制质量不高

施工方案由施工单位依据批准的设计文件, 并根据施工现场设备状况、施工需求编制, 经相关设备管理单位、车务站段等单位会签后, 上报铁路局集团公司主管业务部室进行审查。施工方案的主要内容应包括: 作业内容、影响范围、列车运行条件、设备变化、技术标准、施工方式、施工过渡方案、施工组织、施工安全和质量的保障措施、应急预案等,

施工计划、现场作业必须符合施工方案。就常规施工而言, 施工方案大都能做到清晰明了、内容全面, 但对复杂的工程, 施工方案编制普遍不高, 主要存在如下问题:

1.1.1 施工方案主要内容不全

部分施工方案中的内容未按照相关规定编制, 造成关键节点遗漏。复杂工程大多涉及施工过渡, 而施工过渡方案往往被遗漏, 造成施工节点的设备变化、施工组织措施交代不清楚, 影响施工方案审查质量。还存在列车运行条件未纳入施工方案的情况, 导致在后续施工计划提报、会签、编制等环节, 施工计划编制人员还需再与设计、工务部门联系、修改、确认, 影响施工计划编制秩序。另外对施工过程中、施工开通后影响设备使用的情况, 主要表现在影响超限货物运输、影响停、限装(卸)的施工, 未能加以说明。

【作者简介】徐桂彬(1982-), 男, 中国辽宁大石桥人, 本科, 工程师, 从事铁路运输专业或调度指挥或铁路施工计划研究。

1.1.2 施工方案流于形式

施工方案审查后,由主管处室下达审查意见后,施工单位方能与设备管理单位签订安全协议,然后会签施工计划。部分施工单位为了能完成施工计划的会签,特别是为了纳入月度施工计划文件,根本不考虑施工方案的可行性、准确性,施工方案草草编制,应付了事,有的甚至照搬别的项目的内容,极不严肃。

1.1.3 施工方案不满足施工实际需求

部分施工方案未执行施工设计文件,未进行现场调查,未能充分研判工期节点,不与设备管理单位进行技术交底,盲目编制,导致在施工方案审查中漏洞百出,不具备指导性,以此施工方案编制施工计划,无法保证施工计划质量。

1.2 施工方案审查质量不高

按照集团公司相关规定,施工方案审查要经过施工单位的自审、项目管理机构的预审、主管部室的审查,形成审查意见,指导现场施工。在方案审查中却发现以下问题:

1.2.1 施工单位自审质量不高

施工方案编制后要由施工单位组织自审,根据现场调查,对照设计文件、技术标准、施工需求、施工工艺、施工工期,由施工单位各部门进行自审,形成施工单位统一意见。但部分施工单位自审质量不高,甚至没有自审,导致施工单位各部门间对施工未形成一致意见,各自为政,体现在施工方案中变现为缺少关键点、内容不全、前后描述不一致,导致施工方案可行性不高。

1.2.2 预审、主管部门审查质量不高

按照集团公司规定,项目管理机构组织行车组织、设备管理、设计、施工、配合、监理等单位参加,对施工方案进行预审,并形成预审意见,然后由集团公司主管部门负责组织审查,形成审查意见。在实际过程中,预审、主管部门审查的质量有待加强。审查时发现部分施工方案的审查未能形成统一意见,一是由于施工单位未提前和设备管理单位进行沟通、现场调查,导致设备管理单位对施工内容不清楚,对现场设备状况不了解,不能提供有效意见。二是部分设备管理单位对施工方案的内容不能研判,未能按照要求提出本专业注意事项、卡控项点,导致方案审查流于形式。

1.3 施工现场踏勘流于形式

施工现场踏勘是施工作业前重要环节,通过现场踏勘可以了解既有设备状况、场地条件,才能采取合理的施工工艺,明确施工影响范围,有针对性的采取措施,做好施工组织。但部分施工单位施工现场踏勘走过场,甚至不去现场踏勘,特别是较复杂工程,往往去现场走马观花地踏勘,了解个大概,未能针对不同施工节点、施工过渡进行动态踏勘,导致施工施工方案、施工计划影响范围不准确。

1.4 施工计划排摆不合理

复杂工程大多数工期比较长,需要施工单位研判施工工期,合理安排施工生产任务,但部分施工单位对施工计划

的排摆不重视,对工期进度不认真研究,对人员、机具使用情况不掌握,未能细化节点工期。同时未能与设备管理单位就施工配合、设备调试进行有效沟通、技术交底,导致施工计划的日期不能明确,影响总体工期。

1.5 施工计划内容不规范

施工计划的内容包括施工项目、施工地点、施工时间、施工内容及影响范围、限速及行车方式变化、设备变化等,施工单位、会签单位需依据施工方案、施工实际需要准确提报、会签,作为指导现场施工作业的重要依据。对于较复杂工程,影响范围广、施工时间长、涉及到配合单位较多,有的复杂工程施工过渡较多,需准确描述设备变化,以便设备管理单位、行车单位掌握。但部分单位对施工计划的内容提报不规范,主要体现在施工项目未能简明了,不符合规定的目录,经常出现施工项目和具体施工内容混淆;施工地点表述不准确、遗漏线别,往往填写的里程超出具体作业地点;施工内容表述未能简单明了、高度概括,重复而没有突出重点;影响范围表述不准确或缺失关键项点,存在“可能影响XX设备”“影响××设备正常使用”等含糊其辞的表述;限速要求描述不准确,未能根据实际需要准确提报限速距离和限速值,对运输影响较大;设备变化是指对运输、机务专业行车产生影响的设备发生的变化,其他设备发生变化不需表述,但是经常发现施工单位提报的设备变化表述不准确,把所有类别的设备变化全部填入,如钢轨型号变更、转辙机类型变化、接触网关节类型改变、道岔辙叉号变化等。

1.6 临时施工计划较多

部分施工单位特别是局外、路外施工单位,对月度施工计划编制流程不清楚,对施工进度不掌握,相关手续办理不及时,导致增加临时施工计划,对既有施工安排、运输秩序造成很大影响,同时造成车务部门需临时召开施工例会,时间紧,不易达成统一意见、合理组织,为施工、行车安全埋下隐患。

2 提高复杂工程施工计划编制工作的措施

针对复杂工程施工计划编制工作中存在的问题,结合施工计划编制工作实际,为提高施工计划编制质量,可采取如下措施:

2.1 高质量编制施工方案

施工单位应就复杂工程科学、合理地编制施工方案,施工方案须依据批准的设计文件,根据施工需要,在掌握现场条件和既有设备的状况下,并需与设备管理单位、行车单位进行技术交底后编制。施工单位应研判工期节点、人员及机具使用、施工安全风险,对施工过渡措施、设备变化要加以明确。施工方案的内容要按规定编制,项点不得遗漏,保证施工方案满足施工作业需要。针对复杂工程工期长、影响范围大、施工节点多的特点,可在统筹考虑施工需求和运输影响后,提前与行车单位及部门研究,通过运输组织调整,

制定施工方案,减少对运输的影响。通常采用的有两种运输调整模式:一是分步开通,在大型站改施工中将车站站场与既有行车线路进行物理隔离,只保留部分线路行车条件,从源头上确保了施工安全。二是大封锁模式,对线路、站场设备连续封锁,集中作业,将施工安全风险降至最低。

2.2 提高施工方案审查质量

施工单位要认真组织本单位进行施工方案的自审,要提前进行现场调查,明确施工中的难点,提出需由设备管理单位及主管部室解决的问题。对危险性较大工程项目,施工单位要按规定编制施工专项方案,并组织铁路相关专业专家组进行论证;对特殊设计,应有第三方同级以上资质的设计单位出具验算结果。设备管理单位在预审和由主管部室组织的方案审查中,与施工单位积极沟通并进行现场调查,对施工内容、工艺、流程全过程掌握,明确本专业关键点、风险点及卡控措施,提出科学、合理意见,主管部室要对施工单位、设备管理单位的意见进行指导、分析,积极协调解决施工单位提出的问题,达成统一意见,形成高度可行的审查意见,从源头上保证施工安全、有序。

2.3 加强施工现场踏勘

施工单位应就复杂工程的施工现场作业条件、既有设备状况,加强施工现场踏勘,研判施工不利因素,明确施工影响范围,制定安全卡控措施。同时对施工过渡引起的设备变化,要动态进行现场踏勘,有针对性的制定施工过渡组织措施,才能高质量地编制施工方案、施工计划。

2.4 精细排摆施工计划

施工单位在编制施工计划前应对生产任务、施工日期、天窗时长精细化排摆,充分研究人员及机具使用、施工日进尺,合理提报施工计划。可参考铁路局集团公司年度轮廓施工计划确定的主要线路(区段)的天窗时长、数量,排摆全年、次月轮廓计划,再与设备管理单位进行配合日期的确认,以提高天窗利用率,避免天窗浪费,保证施工按计划工期进行。

2.5 强化施工计划编制

施工计划编制人员须熟悉现场,业务能力强,对施工节点工期、设备状态要详细掌握,按照施工方案、现场确认单,根据施工需求、施工进度准确提报施工计划内容,根据相关规定、规范填写,不得扩大封锁范围,影响范围、列车慢行、设备变化、开通后行车条件等关键项点务必要准确,

不得遗漏。施工过渡期间的设备变化必须准确填写,符合现场施工条件。会签单位要按照专业负责的原则认真履行会签手续,严格审核,提高施工计划准确性、可行性。

2.6 严控临时施工计划

未纳入月度施工计划的施工项目原则上不准进行施工,特殊情况必须增加临时施工计划时,要按规定履行相关手续。因施工单位现场调查不细、施工进度不掌握而增加临时施工计划的,要对施工单位进行考核。同时在安排临时施工计划时,要充分考虑已安排的施工,避免冲突,还要充分考虑运输能力,结合安排,减少对运输的影响。此外还要给车务部门留出组织施工例会的时间,通过详细研究形成统一意见,合理组织,有针对性的制定安全措施,保证施工安全。

2.7 加强对施工人员的培训

参与施工计划编制人员的业务素质参差不齐,特别是局外、路外单位的施工专职人员对施工计划的编制要求不清楚,对相关的施工规定不掌握,造成施工计划编制质量不高,特别是集团公司现已采用《营业线施工管控信息系统》,施工计划实行网上会签,部分单位不熟悉。集团公司针对施工计划的内容表述不一致的问题,为加强施工计划表述规范,制定了《施工内容表述及填记要求规范(试行)》办法,所以必须定期开展培训,对相关内容进行讲解,使施工单位学习到位、执行到位,保证月度施工计划的编制质量。

3 结语

铁路复杂工程工期时间长、影响范围广、安全隐患大,为从源头上保证施工安全,减少对运输的影响,施工计划编制工作尤为重要,无计划不得施工,施工单位、设备管理单位必须要高度重视,从施工方案编制、现场踏勘、施工计划提报等方面要一丝不苟,严肃认真,才能提高施工计划质量,服务现场,使复杂施工安全、有序进行,保证施工万无一失。各建设单位、主管业务部室同样要加强施工计划内容的把关,切实提高施工计划编制质量,确保行车和施工安全。

参考文献

- [1] 黄成峰,鲍学英,班新林,等. 铁路工程接口工序工期匹配研究[J]. 铁道学报, 2024, 46 (02): 195-204.
- [2] 解亚龙,刘红良,李祯怡,等. 铁路工程施工组织智能化提升关键技术研究与应用[J]. 铁道建筑, 2022, 62 (05): 18-22+35.
- [3] 郭丹. 铁路施工组织与概预算[M]. 化学工业出版社: 202007. 229.

Analysis of the existing problems and strategies of railway passenger transport management

Yanqiang Fu

Shijiazhuang Station, China Railway Beijing Bureau Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

Railway passenger transport management is an important part of railway daily safety management, especially the current railway passenger transport is facing the fierce competition in the critical period of civil aviation, highway and other transportation, but also to strengthen the passenger transport management, to provide a good environment for the development of railway passenger transport. This paper analyzes the main problems existing in railway passenger transport management, and puts forward countermeasures and suggestions. Railway transportation system is the key component of China's transportation system, which is related to the travel of thousands of households. However, there are many problems in the current railway passenger transport management, which has been difficult to fully meet the diversified needs of passengers. In order to further improve the effectiveness of railway passenger transport management and optimize the service level, the problems in railway passenger transport management should be solved in time.

Keywords

Railway passenger transport; Public services; Safety management

浅析铁路客运管理存在的问题与策略

付艳强

中国铁路北京局集团有限公司石家庄站, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

铁路客运管理,是铁路日常安全管理的重要组成部分,特别是当前铁路客运正面临着民航、公路等运输激烈竞争的关键时期,更要加强客运管理,为铁路客运发展提供良好环境。本文分析了铁路客运管理中存在的主要问题,有针对性地提出解决对策建议。铁路运输体系是我国交通运输体系的关键组成,关系到千家万户的出行。但是目前的铁路客运管理存在很多问题,已经难以充分满足旅客的多元化需求,为进一步提升铁路客运管理成效,优化服务水平,要及时解决铁路客运管理中存在的问题。

关键词

铁路客运; 公共服务; 安全管理

1 引言

铁路运输,是我国交通运输体系中的重要组成部分。铁路客运安全,关系到千家万户的出行安全。改革开放以来,我国铁路发生了巨大变化,特别是高铁动车组的大量开通运营,有效改善和提升了旅客出行条件与质量,成为了中国铁路一张靓丽的名片。但笔者从事铁路客运工作多年,目睹了铁路的快速发展和当前铁路客运安全管理存在的问题与不足,需进一步优化和提升铁路客运安全管理与服务水平,以适应旅客多元化需求。

2 铁路客运管理存在的主要问题

2.1 铁路客运管理制度有待完善

一般情况下,铁路客运管理制度包括列车运行安全、旅客和职工安全、消防安全、治安安全、食品安全等。但现阶段,铁路客运管理体制还不够健全,没有形成逐级针对不同区域(线路)的客运管理制度、作业标准和细化措施,尤其是偏远和经济欠发达区域车站客运管理薄弱,导致各项客运管理制度落实效果不佳。

2.2 普速车站和列车设备老旧,存有安全隐患

日常检查分析发现,很多旅客对普速铁路车站和列车设备、卫生条件及车内环境整体不满意。这类现象并非个例,在全国各地的普速车站和列车上都有体现。现阶段,随着公众生活质量的不断提升,普速列车的运营环境以及设备已经难以满足乘客的多元化需求(见下表)。一是很多普速

【作者简介】付艳强,男,中国河北唐山人,本科,工程师,从事客运服务、交通运输、工程施工管理、消防安全管理研究。

车站设备设施不同程度老化,与近年新建高铁车站形成鲜明对比,虽然这些设备还能使用,但是整体降低了旅客对普速车站的印象。二是与动车组相比,普速列车设备设施陈旧,

有些车底已临近淘汰期,即便车厢内打扫得很整洁,也难免旅客抱怨,影响了客运服务质量和旅客对出行的美好期待。三是候车、旅途时间长,也降低了旅客的出行感受。

表1 普速列车客运服务调查满意度表

调查点	满意	良好	一般	较差
普速车站及列车饮用水设备完好、功能齐全	25.8%	30.2%	33.7%	10.3%
普速车站及列车卫生设备完好、功能齐全	20.6%	22.6%	37.8%	19.0%
普速车站候车室环境整洁、舒适	21.8%	38.9%	32.5%	7.0%
普速车站候车室卫生间整洁	22.4%	32.4%	29.2%	16.0%
普速列车车厢环境整洁、舒适	29.1%	33.8%	25.4%	11.7%
普速列车卫生间整洁	28.4%	44.7%	43.5%	11.8%

2.3 人性化服务不完善

一是很多普速列车没有配备母婴室。随着社会文明程度不断提高,车站作为面向公众的重要公共场合,母婴室的需求越来越高。我国城建部对要求常有母婴逗留且建筑面积或客流量超过1万人的公共场所,必须建立独立的母婴室。但目前我国很多普铁车站并没有配备独立的母婴室,一些主城区的大站虽然配备有母婴室,但母婴室的设计面积不符合标准要求。二是没有针对特殊重点旅客制定个性化服务标准。我国历来非常重视弱势群体,要求各个车站必须重点做好弱势群体以及行动困难旅客服务工作。很多车站都大力建设“畅通旅客服务最后一公里”活动,旨在为一些特殊旅客和弱势群体旅客提供相应的服务。但少数客运服务人员在为特殊重点旅客提供服务过程中,由于缺乏服务标准,导致服务方式和服务态度不佳,很难满足特殊旅客的需求。

2.4 普铁客运基础设施落后

普速客车“跑、冒、滴、漏”现象随处可见,增加了客运安全管理难度,虽然专业部门进行了部分动态改造,但运营安全风险并未彻底消除。铁路上水设备的陈旧,不但增加了作业人身安全隐患,也给行车安全带来隐患,同时也造成资源的浪费。

2.5 客运人员综合素质欠缺

部分客运人员的综合素质,难以满足铁路客运发展的需求。一是客运安全无小事的责任意识、危机意识和使命意识不高,没有受过系统客运安全培训,安全应急处理能力弱,一旦发生客运“非正常”情况,很难做到勇于担当、冷静处置、有序执标。二是文化素养不高,履职中服务意识差,纪律性欠缺,客服态度敷衍,严重降低了铁路客运服务水平^[1]。

3 铁路客运安全与管理矛盾原因分析

3.1 个别车站设计不合理

列举某个中间站,其日常办理客运业务150多趟,发送旅客单日最大20000人,且其有3个方向,仅设计二个岛式站台,而检票口仅设计一个(虽后期进行了上下行优化),但旅客误乘时有发生,成为旅客乘降安全的潜在隐患。

3.2 人性化服务不完善

根据12306的投诉统计,作业人员服务意识仍需加强。第一,没有针对特殊重点旅客制定个性化服务标准。很多车站都大力建设“畅通旅客服务”活动,旨在为一些特殊旅客和弱势群体旅客提供相应的服务。但是结合大量的调查分析发现,很多特殊重点旅客对车站提供的服务不够满意。少数客运服务人员针对特殊重点旅客提供服务的过程中,由于缺乏对应的个性化服务标准,整体的服务能力和服务质量薄弱。虽然也有部分车站出台了客运服务质量规范体系,但是是一些客运服务人员在提供服务的过程中,服务方式和服务态度不佳,很难满足特殊旅客的需求。第二,个别较大的车站推出商务座品牌,但一些县市级车站受车站定员、基础设施、地方投入等各方面制约,推进方面仍参差不齐,一些商务座服务人员素质仍待提升。第三,深层次服务理念待提升,近期售票系统对软卧车厢随机分配旅客未兼顾性别的尴尬,点评率较高;建议在旅客特殊需求的基础上,增加旅客性别的智能分配方式。

3.3 铁路客运人员综合素质欠缺

据调查可知,很多铁路客运人员自身的综合素质难以充分满足铁路旅客服务行业的发展需求。一些客运人员文化素养不高,没有接受过系统性的铁路客运管理培训,也缺乏安全管理意识。一旦发生应急事件,部分客运人员往往惊慌失措,不能及时采取应急处理措施。除此之外,部分铁路客运人员在履行自身职能的过程中,纪律性欠缺,服务意识薄弱,在对客服务的过程中,态度敷衍了事,严重降低了铁路客运服务水平^[2]。

3.4 铁路客运安全管理制度有待完善

铁路的先进技术与繁冗的管理制度已形成了鲜明的对比,笔者近期读了一篇《基层减负,难在哪?》深有体会。第一、近期基层减负口号很大,但对基层而言,减的东西变了个样子又回来。第二、方子对引子不对。双重预防机制是一种不错的管理方式,但是梳理后发现很多项点的管控措施,只是空空泛泛而谈,没有真正的管控内涵。第三、个别措施的出台预见性不强,致使漏洞百出,没有贴近现场,不

接地气。

4 提升铁路客运安全管理水平对策建议

4.1 构建完备的安全管理体制

为进一步提升铁路客运安全管理水平,一要从顶层设计入手,健全安全管理体系。铁路客运部门要结合站车实际情况,对管理机制进行优化和完善,不断增强客运干部职工的安全责任感,确保各项规章制度落地落实,全方位提升客运安全管理水平和服务质量。二是要加强对基层客运管理人员和乘务人员个人能力及作业技能的考核,通过制定差异化和多样化的考核指标,激励和约束客运人员的安全管理行为和作业行为。对考核成绩好、安全责任意识强的客运人员,要纳入日后提拔任用人员重点考虑范围。三要确保乘客出行安全万无一失。不断细化和规范客运作业安全行为,满足乘客多元化服务需求,充分保障乘客的出行安全。

4.2 借助信息化工具开展服务

随着互联网技术的不断发展和移动端设备的大范围普及,客运部门要充分借助各类信息化工具,转变服务模式,构建多样化服务场景,充分满足旅客需求。一是铁路客运服务中心要从硬件层面入手,增设对应的信息化设备,进一步提升服务效率,方便旅客出行。二是客运服务人员要进一步深化服务意识,要通过信息化设备了解旅客出游地信息,为游客提供信息引导服务。

4.3 及时做好铁路客运设备检查维护工作

完善的技术支撑,是确保铁路客运安全的重要保障。一是客运管理部门要紧紧把握时代脉搏,及时对客运设备设施进行维护和更新,以技术托底,不断提升设备的服役年限、可靠性、稳定性,从设备设施的招标、设计、采购、施工全过程进行安全控制。二是客运部门要借助先进的信息技术,并采用先进的人工智能技术以及自动化技术,对各类列车机组设备进行远程动态化监测和客运服务,为乘客安全出行创造良好条件,减少人为操作对客运管理产生的负面影响。

4.4 强化客运人员综合素质培养

一是铁路客运主管部门要加强基层客运管理人员的安

全教育培训工作,引导客运管理人员牢固树立安全责任意识,将乘客安全放在各项工作首位,精通铁路客运安全管理及作业标准,有效解决铁路客运管理人员文化素质薄弱问题^[3]。二是客运站段要强化乘务人员客运安全知识和客运综合素质培训,全方位提升乘务人员客运专业水平及服务能力。同时,铁路部门要出台相关规定鼓励基层乘务人员树立终身学习意识,完善客运专业技能评价考核奖惩机制,对“服务之星”及工作热情主动、服务态度积极、受到乘客好评的员工,除给予物质奖励外,还应在年度绩效考核和职称评审时予以倾斜。三是健全完善中层客运管理人员培训机制,每年组织一次铁路中层客运安全管理人员专项培训活动,打造一批集综合素质和安全意识于一体的客运安全管理人才队伍,不断提升中层客运安全管理人员自身管理水平。

4.5 打造品牌化管理模式

一是铁路客运主管部门继续拓展深化服务理念,彰显人性化、合理化、智能化、便捷化,在打造商务座品牌、爱心服务品牌等的同时,引入智能提示、智能服务机器人等便捷服务模式;二是新建高铁的人员准入机制有待提升,努力打造青春靓丽、朝气蓬勃、积极向上的团队模式;三是全面融入现代科技元素,所乘列车晚点短信提示、所乘列车位置定位、晚点原因及退改签提示信息。

5 结语

铁路客运安全与发展事关国计民生,铁路客运部门及客运工作只有不断完善各项管理,提升铁路客运安全管理水平和服务质量,才能为推动我国铁路事业健康发展贡献力量。

参考文献

- [1] 张波.铁路客运服务质量的提升策略探究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022(9):4.
- [2] 米翔.大数据背景下铁路旅客运输服务营销策略分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)经济管理, 2022(6):4.
- [3] 贾梦蛟,王思丰,罗鹏.协作治理视角下的广州城际铁路客运场站综合开发策略[J].规划师, 2022(004):038.

Research and analysis of the failure of pantograph monitoring screen of overseas high-speed EMU

Wei Huo

China Railway International Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

In view of the failure of the pantograph monitoring screen of overseas high-speed EMU, the circuit control principle of video monitoring system is studied, the network transmission protocol between carriages is investigated and analyzed, and the difference between the time superposition information forwarding logic of overseas EMU is compared with the domestic standard EMU is compared. The analysis is that the routing information of the network environment is trampled, and the camera cannot send data to the address of the monitoring screen, resulting in abnormal data transmission and black screen on the monitoring screen. This kind of fault solution is put forward to provide reference for the fault maintenance of the pantograph monitoring screen of the same type of EMU, improve the operation safety and reliability of the EMU, reduce the occurrence of potential safety risks of the pantograph parts, and ensure the product quality.

Keywords

high-speed EMU; video monitoring server; bow network surveillance camera; troubleshooting

关于对海外高速动车组受电弓监控屏图像黑屏故障的研究分析及对策

霍伟

中国铁路国际有限公司, 中国·北京 100000

摘 要

针对海外高速动车组受电弓监控屏黑屏故障, 研究视频监控系统电路控制原理, 调查分析车厢之间网络传输协议, 对比海外动车组时间叠加信息转发逻辑与国内标准动车组的差异项点。分析为网络环境路由信息较大出现踩踏, 摄像机无法向监控屏目的地址发送数据, 导致数据传输出现异常, 监控屏发生黑屏现象。并提出该类故障解决方案, 为同型号动车组受电弓监控屏黑屏故障检修提供参考, 提高动车组运行安全性和可靠性, 减少受电弓高压部件安全隐患的发生, 保证产品质量。

关键词

高速动车组; 视频监控服务器; 弓网监控摄像机; 故障处置

1 引言

海外新建高速铁路沿线自然环境较为复杂, 动物等各类异物较多, 容易发生风筝、猴子、鸟类等异物侵限问题。动车组高压部件存在异物时, 容易产生受电弓拉弧、接触网跳闸等故障。受电弓监控摄像机安装在动车组 03/06 车, 用于监控动车组车顶高压部件外观状态及接触网受流情况。通过实时监控受电弓等车顶高压部件状态, 切除异常单元, 可大大减少接触网跳闸、熔断等安全隐患问题的发生, 保证产品高效安全运行^[1-2]。

2 故障案例描述

高速动车组线上运行时, 随车值乘人员反馈 03/06 车受电弓监控屏黑屏, 复位 05 车视频监控系统主机后故障消除, 查看视频回放无缺失。

3 故障排查情况

3.1 动车组视频监控系统组成

动车组视频监控系统包含两个部分: 动车组车厢视频监控系统和动车组受电弓视频监控系统^[3]。

动车组车厢视频监控系统实现对车厢内公共区域进行有效监视, 确保乘客安全及车厢秩序; 对采集的视频信息进行实时存储; 具有使用外接授权终端设备进行单车厢视频预览、查询、回放及下载的功能。动车组受电弓视频监控系统实现在运行过程中实时监控车顶受电弓和接触网的运行状况^[4], 通过观察受电弓附近的高压设备, 当发生异物撞击或

【作者简介】霍伟(1983-), 男, 中国河南杞县人, 本科, 高级工程师, 从事动车组运用维护研究。

车顶高压设备损坏时,随车值乘人员通过回放监控视频,开展受电弓降弓等弓网故障处置,初步判断故障发生原因后为后续故障处置方向提供重要依据^[5]。

3.2 动车组受电弓视频监控系统电路原理图

动车组受电弓视频监控系统由受电弓摄像机、监控屏、受电弓视频监控服务器、车厢控制器及相关线缆组成^[3]。

受电弓摄像机设置在动车组 03/06 车车顶受电弓附近,摄像机采集车顶高压部件视频数据后,通过 X17 接口将受电弓摄像机监控视频收集并存储至本车视频监控服务器,实时画面由 X18 接口传输给本车车厢控制器进而通过网络传输至 05 车车厢控制器。

监控屏设置在 05 车机械师监控室,工作电源由 X1-Power 接口提供,通过“视频监控控制(JKN)”断路器控制电源,与 05 车视频监控服务器共用同一个电源。05 车车厢控制器供电电源通过“PIS 系统控制(PISN)”断路器控制。监控屏发送与接收的数据均通过 X2 接口与本车车厢控制器 X17 接口进行传输,通过网络传输进行接收 03/06 车受电弓实时监控视频数据或发送受电弓摄像机聚焦、上下左右动作、开关补光灯等操作指令。监控屏具备时间同步和校时功能,同时转发旅客信息服务器发送的里程、日期、时间、车次、速度标记等列车运行信息至视频监控服务器,最终实现受电弓摄像机拍摄画面的信息叠加。

车厢控制器设置在每个车厢内,在视频监控系统中的主要作用是传输各车厢网络数据。车厢控制器供电电源通过“PIS 系统控制(PISN)”断路器控制,网络数据传输通过 X2、X3、X4、X5 口进行连接,内部数据通过 TCP 协议进行传输。

01 车车厢控制器 X3、X5 网线分别与 02 车 X2、X4 口网线连接,02 车车厢控制器 X3、X5 网线分别与 03 车 X2、X4 口网线连接,03 车车厢控制器 X3、X5 网线分别与 04 车 X2、X4 口网线连接,依次逐个车厢连接至 08 车 X2、X4 口网线,最终组成整个动车组的车厢视频网络数据传输链路。

受电弓视频监控服务器通过实时流传输协议(Real Time Streaming Protocol, RTSP)将受电弓摄像机拍摄的实时视频画面传输至监控屏进行显示,监控屏和受电弓视频监控服务器间通过车厢控制器互联互通。

3.3 动车组视频监控系统网络传输协议

3.3.1 实时流传输协议(RTSP)

RTSP 是一种网络协议,专门用于控制流媒体服务器。通过发送控制命令允许客户端与服务器之间进行流媒体的传输控制,如播放、暂停和停止等操作。

流媒体:指的是在互联网上实时传输音频、视频等多媒体内容。

控制命令:RTSP 定义了一系列命令,如 OPTIONS(查询服务器支持的 RTSP 方法)、DESCRIBE(请求获取媒体

描述信息)、SETUP(设置媒体流的传输参数,如端口和传输协议)、PLAY(开始或恢复媒体流的播放)、PAUSE(暂停正在播放的媒体流)、TEARDOWN(终止会话并释放资源)等,用于控制媒体流的播放。

RTSP 取流的基本流程:(1)建立连接:客户端发送 OPTIONS 命令,询问服务器支持的操作。(2)描述流:客户端发送 DESCRIBE 命令,获取媒体流的描述信息(如格式、编码等)。(3)设置流:客户端发送 SETUP 命令,准备流的传输。(4)开始播放:客户端发送 PLAY 命令,开始接收流媒体数据。(5)暂停/停止:客户端可以随时发送 PAUSE 或 TEARDOWN 命令来控制流的状态。

3.3.2 传输控制协议(TCP)

TCP(Transmission Control Protocol)是一种面向连接的、可靠的传输层协议,主要用于在网络中进行数据传输,它确保数据的完整性和顺序,适用于需要高可靠性的设备及应用。

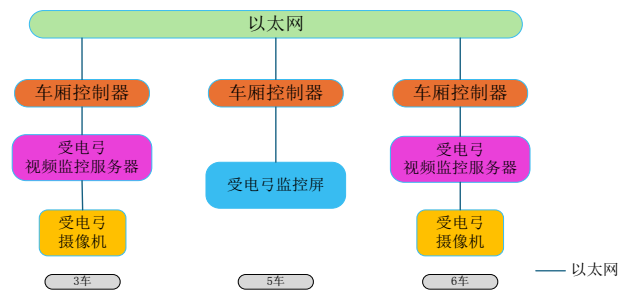


图2 受电弓视频监控系统网络拓扑原理图

3.3.3 网络时间协议(NTP)

NTP(Network Time Protocol)是一种用于在网络中同步时间的协议。它可以使网络中的设备保持准确的时间。在TCP环境下,NTP包含的时间信息存放于TCP报文中的数据部分。

3.4 海外动车组与国内标准动车组差异性对比

国内标准动车组及海外动车组硬件、设备内核及通讯协议均保持一致,差异性详述如下:

(1)显示界面差异:海外动车组受电弓摄像机和监控屏为英文显示界面,而国内标准动车组受电弓摄像机和监控屏为中文显示界面;海外动车组叠加信息为英文,国内标准动车组叠加信息为中文;

(2)叠加信息转发逻辑差异:海外动车组监控屏收到旅客信息控制器时间信息后,先校准监控屏本地时间,再取监控屏校准后的本地时间下发至NVR(受电弓视频监控服务器);国内标准动车组监控屏收到旅客信息控制器时间后,直接转发给NVR。

3.5 地面数据调查

3.5.1 受电弓摄像机

(1)设备内核:设备内核是操作系统的核心部分,负责管理系统资源、硬件交互及提供基本服务。设备内核的设计

影响着系统的性能和稳定性。

(2) 垃圾收集器: 自动管理内存, 识别和回收不再使用的内存块。在设备内核中, 通过有效的内存管理, 防止内存泄漏, 提升系统的整体性能。

(3) IPv4 路由选择缓存: 存储路由信息以快速查找最佳路径。在设备内核中, 减少路由决策的延迟, 提高数据包转发的效率。

3.5.2 数据分析

下载并分析查看两列动车组故障时刻受电弓摄像机球机 (dzlog) 日志, 发现 RTSP 取流报错提示。

查看摄像机详细日志, 发现 RTSP 报同一个错误码 104, 此错误码指 RTSP 在建立会话连接过程中, 受电弓摄像机端未发送数据或通讯接口提前关闭。

进一步排查报 104 错误码的原因, 查看受电弓摄像机详细日志发现设备内核网络模块出现异常, 导致受电弓摄像机向监控屏发流失败。发生异常的节点为路由重定向模块, 由于路由信息较大出现踩踏 (信息踩踏指在网络数据传输过程中, 当路由节点需要处理的信息量过大时, 导致数据包的堆积和传输延迟, 进而引发网络拥堵和服务中断), 导致受电弓摄像机设备内核判断取流连接异常关闭, 而受电弓摄像机无法向目的地址 (监控屏) 传输数据。

进行设备代码反查, 发现设备内核中包含 IPv4 路由选择缓存及垃圾收集器: 前者会对每个流创建一个缓存条目, 通过接收不同地址发送的数据包, 创建大量的路由选择缓存条目; 后者在管理大量路由缓存和增删时逻辑处理复杂且缓慢, 大量的报文导致路由表异常, 使得底层 TCP 报文无法正常发往对应目的 IP 地址, 在路由查询时出现异常。上述两个问题叠加最终导致网络连接异常断开, 从而出现黑屏故障。

结合摄像机发流机理 (摄像机发流使用 TCP 报文进行数据传输, 同时 TCP 报文交互时带有时间戳功能), 查看摄像机球机日志, 发现设备故障时时间戳有偶发跳变现象 ($T2 \leq T1$), 摄像机设备内核判断取流连接出现异常, 取流连接被关闭, 导致网络连接异常断开, 从而出现黑屏故障及引发信息未正常叠加。

4 原因分析

针对海外高速动车组受电弓摄像机监控屏图像黑屏故障, 研究落实视频监控系统电路控制原理, 调查分析车厢之间网络传输协议, 对比海外动车组时间叠加信息转发逻辑与国内标准动车组的差异项点。最终经日志数据分析确认: (1)

由于 IPv4 路由选择缓存创建大量的路由选择缓存条目, 现场网络环境路由信息较大出现踩踏, 摄像机无法向目的地址 (监控屏) 发送数据, 导致数据传输出现异常, 监控屏发生黑屏现象。(2) 由于设备时间戳有偶发跳变现象, 引发摄像机设备内核判断取流连接异常, 导致网络异常断开, 监控屏发生黑屏及时间显示异常现象。

5 系统优化方向及跟踪效果

5.1 优化措施

(1) IP 地址过滤: 针对“现场网络环境中路由信息较大出现踩踏”现象, 对摄像机及监控屏设置专用 IP 地址, 将设备交互地址进行过滤, 避免无用数据对摄像机运行的影响。

(2) 优化监控屏软件: 针对“设备内核判断取流连接异常”现象, 优化叠加信息转发逻辑, 监控屏接收到旅客信息控制器的时间信息后, 直接转发给 NVR, 从而避免因时间信息转发实时性影响导致偶发摄像机时间信息跳变现象。

5.2 跟踪效果

截至 2025 年 1 月, 已完成配属动车组受电弓监控系统软件升级, 并跟踪观察 3 个月。跟踪期间无受电弓监控屏黑屏故障发生, 升级优化措施对故障发生起到很好的预防作用。

6 结论

高速动车组在线上运行过程中多次发生受电弓监控屏黑屏现象。经研究落实视频监控系统电路控制原理、调查分析车厢之间网络传输协议、对比海外动车组时间叠加信息转发逻辑与国内标准动车组的差异项点, 且最终经过日志数据分析明确监控屏黑屏原因。根据优化措施及跟踪情况, 得出结论: 现场实施优化措施对动车组切实有效, 可大大提高动车组平稳安全运行效率。

参考文献

- [1] 廖洋, 邓旺强. 中车四方: 创新打造中国高铁“金名片”[N]. 中国科学报, 2023-11-22(002).
- [2] 张方涛. 中国“智”造 飞驰海外高铁[J]. 施工企业管理, 2023(10): 116-118.
- [3] 王双全, 张贤凯. 动车组视频监控系统概述[J]. 科技创新导报, 2016, 13(23): 2-3.
- [4] 马文龙. 关于动车组受电弓视频监控系统补光灯自动关闭问题的研究以及对策[J]. 科技创新导报, 2020, 17(06): 42-43.
- [5] 梁彦军, 宋国良. 动车组受电弓视频监控系统运用与优化建议[J]. 中国铁路, 2020(10): 66-70.

Review on optimization and development strategies of multimodal transport systems

Kexing Yan

Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning, 116000, China

Abstract

Multimodal transport plays a vital role in world trade and logistics transportation, and has become an important research direction of transportation discipline. This paper is committed to systematically review the research and practice of multimodal transport in the three dimensions of system optimization, influencing factors and development strategies, and reveal the key focus of current research and existing problems. By using the comprehensive method of literature review and case study, the multi-dimensional characteristics and effective experience of multimodal transport system optimization are summarized. According to research, the existing literature mostly focuses on local system optimization, pays insufficient attention to cross-system coordination mechanism and overall efficiency improvement, studies on regional matching of the system are insufficient, and there are problems such as lagging information platform construction for intelligent application. Based on this, this paper proposes that future research should pay more attention to the collaborative development of multimodal transport and the optimization of the whole process, and deepen the application of intelligent technology in the optimization of multimodal transport, so as to provide direction guidance and research reference for the theoretical improvement and practical development of multimodal transport.

Keywords

multimodal transport; Multimodal transport system optimization; Transport mode; Development analysis

多式联运系统优化与发展策略研究

闫柯兴

大连海事大学, 中国 · 辽宁 大连 116000

摘 要

多式联运在世界贸易和物流运输中扮演着至关重要的角色, 已成为运输学科的重要研究方向。本文致力于系统性梳理多式联运在系统优化、影响因素与发展策略三大维度的研究与实践, 揭示当前研究的关键焦点及现存问题。采用文献综述与案例研究的综合方法, 归纳并总结了多式联运系统优化的多维特征及有效经验。据研究, 现有文献多聚焦于局部系统优化, 对跨系统协调机制与整体效能提升关注不足, 对系统区域匹配研究不充分, 智能化应用存在信息平台建设滞后等问题。基于此, 本文提出未来研究应增加对多式联运协同发展和全流程优化的关注, 深化智能化技术在多式联运优化中的应用, 以期多式联运的理论完善和实践发展提供方向指导和研究参考。

关键词

多式联运; 多式联运系统优化; 运输模式; 发展分析

1 引言

多式联运是一种现代化的物流运输方式, 其核心在于不同运输模式的衔接和整个运输过程的统一责任, 它通过整合公路、铁路、水路和航空等多种运输模式, 由一位多式联运经营人全面负责整个运输流程, 实现“门到门”运输服务, 提高运输效率与服务质量, 既能保留传统运输方式在不同运段的优势, 又较之具有运输效率高、运输成本低、灵活性高、低碳环保等特点, 成为支撑全球产业链协同的关键基础设施。随着全球贸易规模持续扩张, 运输需求日益增长,

多式联运已成为世界货物贸易的主要方式, 各国专家学者越来越重视多式联运的发展与优化研究, 围绕多式联运优化, 考虑不同运输方式组合的特点、运输网络与运输方式选择、基础设施建设、政策法规等多方面因素, 从不同领域给出了多式联运系统优化的建议与方案。

目前, 关于多式联运发展及系统优化的文献较为丰富, 有文献整理国外多式联运发展历程, 对比分析国内外多式联运实践的异同, 为我国多式联运发展提供了启示, 也有文献针对不同情境构建了多式联运网络优化、调度优化等模型, 设计相应算法对模型求解, 为多式联运优化实践提供了参考。然而, 现有多式联运系统优化方法综述的研究文献相对较少, 缺乏对影响多式联运发展因素及发展策略的整理分析。因此, 本文将从系统优化、影响因素、发展策略 3 个角

【作者简介】闫柯兴(2004—), 女, 中国山西朔州人, 本科, 从事海上交通运输研究。

度出发,结合现有多式联运实践案例,对多式联运系统优化与发展问题展开综述研究。

2 多式联运系统优化

2.1 多式联运网络优化方法

多式联运网络优化是提高多式联运运输效率、降低成本和减少碳排放的重要方法,张得志等^[1]从低碳视角出发,构建了基于政府层和用户层的水路联运物流网络优化模型,并设计了改进的 NSGA- II 算法进行实证研究;施振等^[2]依据碳排放 ISO14083 国际标准计算方法,以运输成本和碳排放量作为主要优化目标,进行了多式联运路径优化。

2.2 运输组织与调度优化

多式联运的组织与调度在不同运输方式的快速衔接中具有重要作用,目前调度优化通常涉及运输方式选择、转运时间协调和成本优化等方面,曹建^[3]基于联运枢纽的协同调度优化,构建了多设备调度优化模型,针对性地设计混合遗传算法进行优化求解;闫淑贤^[4]创新性地提出广义物流成本的概念,并以广义物流成本和碳排放量为优化目标,构建低碳多式联运路径选择模型,提出基于贪婪-遗传的混合式启发算法求解方法。

2.3 运输工具设施优化

多式联运的发展运作离不开基础设施和运载工具的优化和规范,其中以集装箱标准化和智能物流设备协同为代表,2022 年我国国务院办公厅印发《推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案》,旨在优化多式联运运输结构,提出推广标准化托盘(1200mm×1000mm)应用,加快技术装备研发;何明珂等^[5]从多式联运物流系统接口角度,探讨基础硬件、操作服务、组织管理等结构并建立物流系统接口模型,得出通过标准化协议,可以有效提高物流效率,改善衔接以降低成本。

2.4 信息化与数字化优化

随着技术革新,信息化、数字化技术在多式联运优化中占据了重要地位。马妙明^[6]探讨了我国多式联运信息集成平台的定位、构建思路、功能设计等,指出区块链技术的安全性好、可溯源等优势,提出基于区块链的多式联运数据共享机制;人工智能调度基于机器学习方法,能够打破传统“离线”决策,在运输执行过程中为单个集装箱做出决策,实现有效应对不可预见事件,从而助力公司降低运输成本。

3 多式联运影响因素

3.1 基础设施建设与衔接问题

目前全球多式联运发展面临的主要瓶颈之一是基础设施的建设仍不完善,集中体现在铁路枢纽、港口转运设施以及内河与航道等地方,“最后一公里”问题亟待解决。以我国为例,近年来铁路运输量呈逐年上升趋势,其占比却在逐年下降,铁路运输难以发挥其高效率低成本的优势,运输动力不足,且我国多式联运标准体系未完全成型,难以实

现无缝衔接,多式联运枢纽的基础设施存在设计单一、缺乏专业化等问题,导致多式联运的效率提升缓慢。

3.2 运输组织与管理协调

由于多式联运流程往往涉及多项运输环节及多个经营主体,且缺乏统一的协调机制和管理程序,难以解决全程运输载具和路径的组织调度及优化问题,运输环节的衔接与经营主体间的合作效果均受到影响。目前我国多式联运发展的制约因素之一就是多式联运经营人不足,真正具备对不同运输方式进行全程运输组织和管理协调、提供一站式全程多式联运服务能力的专业多式联运经营人规模较小。

3.3 物流信息共享与技术创新

信息共享和即时物流跟踪平台等技术的应用匮乏也对多式联运的发展产生了显著影响。各运输环节与经营主体间信息共享的不足与滞后,阻碍了实时物流信息的追踪及上下游运输链协同管理的实现,难以保证多式联运全过程的畅通和实时透明,不利于多式联运经营人和交易双方的信息获取。同时,区块链技术、云计算、数字孪生以及信息网络等先进技术尚未在多式联运中得到充分应用,目前的智能化水平仍有很大的提升潜力。

3.4 相关政策与法规支持

尽管目前多个国家和地区已出台多项相关政策与法规以支持和鼓励多式联运发展,如美国冰茶法案,欧盟的多式联运白皮书,我国的《推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案(2021—2025 年)》等,但由于多式联运涉及不同地区和国家,现有国际公约和法律对多式联运相关的调整不足,整体较为粗糙,对多式联运规范和统一的约束以及实际指导仍然难以落实^[8],地区间政策与法规的差异性同样使多式联运发展面临着难题。

3.5 经济成本与市场需求

经济成本与市场需求是多式联运发展的内在驱动力。与单一运输方式相比,多式联运具有更高的运输效率、更低的运输成本和资源损耗,但与之相对的是初始建设资金需求较大,不同运输环节衔接所需成本较高,建立完整的多式联运供应链仍然任重道远。另一方面,经济全球化带来了电商及物流运输的快速发展,多式联运的市场需求逐年增长,“一带一路”等国家战略同样促进了多式联运发展,为其提供了新的机遇。

4 多式联运发展策略

4.1 多式联运发展模式分析

多式联运涉及多种运输方式的有机组合,对基础运输设施、交通网络、物流信息平台等要求较高,同时与地区经济和港口腹地具有密切关系,运输流程依赖多式联运经营人的全程规划与风险管控,各个环节连续运作,共同完成物流运输。目前,多式联运发展模式较为多样,以公铁联运、海铁联运和空陆联运为主,并基于地区特点和运输方式衍生出适用于不同场景的驮背运输、鱼背运输、鸟背运输及路桥运

输等模式,缩短运输时间,提高运输效率及服务水平。

4.2 政府监管与政策扶持

多式联运涉及到多个运输环节和多个经营主体,目前尚未有标准化规范化的多式联运经营体系,运载单元、运输单证及转运设备等尚未统一标准,难以实现“一单到底”“一票到底”全流程运输优势。以我国湖南省岳阳市为例,多式联运体系存在总体规划滞后、运营标准不统一等问题,因此政府需加强对多式联运关键运输环节的监管,推动运营标准统一,明确多式联运经营人代理及承运的权利与义务标准,鼓励扶持多式联运经营企业,建设多式联运示范工程,发挥地区经济特长,推动多式联运健康发展。

4.3 企业合作与市场机制优化

相较于传统运输市场的代理人、承运人的责任划分和规则约束,多式联运经营人需要承担全程的运输责任并组织协调不同运输方式的货物转运和衔接,具有跨越物流环节的整合能力^[9],对物流运输企业提出了更高的要求,单一公司难以满足国际经营网络、国际集装箱场站、信息管理和资金等条件,无法直接承担多式联运经营人的责任。因此,面对多式联运经营人短缺而多式联运处于快速发展期的运输市场,企业应当增强多方面合作交流,探索建立稳定互信共赢的多式联运企业联盟,促进多式联运市场公开公平公正,鼓励专业化运输领域的良性竞争。

4.4 数字化与智能化技术应用

物流信息共享是制约多式联运发展的主要因素之一,各个运输环节的货运信息往往独立于各自的物流信息平台,且在技术兼容和信息更新等方面存在障碍,缺乏统一的多式联运信息平台提供全程运输监测和实时物流跟踪。未来需要加强多式联运经营主体的信息共享水平,利用云计算、大数据及物联网等串联物流信息,以数据驱动服务,如甘肃兰州致力于提供数字化服务,实现软件平台、订单共享和数据平台三位一体,拓展“一脸通、一码通、一证通”智慧物流。

4.5 绿色低碳与可持续发展路径

多式联运的优势之一体现在无缝衔接带来的低碳环保与可持续发展,但相较于世界发达国家,我国的多式联运枢纽仍未完善,“铁路运输进港口”并未得到广泛应用,多式联运流程中存在因考虑经济与时间成本而选择频繁转运的现象,进而增加了碳排放和能源损耗。我国即将迈入“十五五”规划时期,需要推动多式联运枢纽场站、仓储设施、运输载具等升级改造,进一步推动生产企业采用绿色运输方式,加快建设环境友好型运输枢纽,通过优化运输路线、合理堆存集装箱、使用清洁能源等途径减少碳排放。

5 结论与建议

本文从多式联运系统优化、影响因素、发展策略的角度对多式联运优化研究进行了文献综述与案例分析,总结了既有文献与案例在上述3个角度的研究情况:

1) 在多式联运系统优化方面,既有文献对网络优化和

组织调度优化的关注较多,且多从运输成本和时间出发,设定情景建立模型求解,对其他影响因素考虑较少。同时,既有文献未能合理关注到运输工具设施优化和数字化优化,设施标准化实践案例缺乏、政策推行困难,物流信息平台等数字化建设缺少理论指导。

2) 在多式联运影响因素方面,现有文献及案例大多围绕基础设施建设和多式联运枢纽,从多式联运经营人的角度考虑协调管理,对多式联运的技术创新应用、政策规范与支持、市场需求等方面的研究并不深入,未能在分析多式联运现状时进一步探讨新兴技术在多式联运实践的应用,关于政策法规和市场需求的研究较为浅薄。

3) 在多式联运发展策略方面,现有文献关注并分析了多式联运的政策规范、多式联运经营人市场、可持续发展路径等角度的发展前景,提出建议,但对于数字化智能化技术的现实应用分析较少,且现有案例大多重在推进地区物流信息共享平台建设,缺乏与临近地区的合作协调。

针对上述文献及案例综述总结,本文对后续多式联运系统优化研究提出建议:

1) 从多目标优化角度综合考虑运输成本、时间、碳排放、用户需求等影响因素,进行多式联运网络优化与调度优化;进一步讨论运输工具设施优化方向和数字化信息化技术的应用场景,为信息平台建设、区块链及大数据的应用推广提供理论指导。

2) 深入分析在信息革命和人工智能时代背景下,数字化技术的应用对多式联运产生的影响;结合多式联运发展现状,从多个层面分析政策法规对多式联运的规范引导作用,以及市场需求对多式联运发展方向的影响作用。

3) 以现有技术应用案例为基础,深入讨论数字化智能化技术在多式联运系统中的应用方式、预期效果、优势与挑战等,分析临近地区物流信息共享和平台数据互通的可行性,提出发展策略。

参考文献

- [1] 张得志,万卓群,李双艳,等.低碳视角下多式联运网络设计优化问题研究[J].铁道科学与工程学报,2024,21(05):1793-1804.
- [2] 施振,程兆麟.考虑碳排放的多式联运路径优化综述[J].交通节能与环保,2024,20(05):33-36.
- [3] 曹健.多式联运枢纽物流资源协同调度优化[D].中南大学,2023.
- [4] 闫淑贤.基于多班期和运输能力限制的低碳多式联运路径选择研究[D].大连海事大学,2022.
- [5] 何明珂,涂超,王泽鹏.基于物流系统接口模型的多式联运运输优化研究[J].工业技术经济,2016,35(12):11-18.
- [6] 马妙明.多式联运信息集成平台的构建[J].微型电脑应用,2022,38(03):52-54.
- [7] 崔艳萍.自贸区多式联运“一单制”的实践与思考[J].东北亚经济研究,2025,9(01):63-74.
- [8] 田勇立,梁爽,王屏东.国内经济大循环背景下多式联运经营人发展路径及模式研究[J].物流科技,2023,46(18):63-65+79.

Research on railway risk pre-control management

Chongkai Hao

National Energy Group Transportation Safety Inspection Center, Hohhot, Inner Mongolia, 010050, China

Abstract

This paper, based on the analysis of the current status and existing problems in risk pre-control management of railway companies, studies relevant theories of risk pre-control management, as well as the current status of risk pre-control management both domestically and internationally, and methods for risk identification and assessment. Furthermore, using the results of risk identification from various professional fields within railway companies as a foundation, it summarizes and categorizes risk pre-control factors from four aspects: personnel, equipment, environment, and management, and establishes general indicators that can be widely applied to comprehensive risk identification across all professional fields.

Keywords

risk pre-control; risk identification; risk assessment; risk control;

关于铁路风险预控管理的研究

郝崇凯

国家能源集团运输安全监察中心, 中国·内蒙古 呼和浩特 010050

摘要

本文在分析铁路公司风险预控管理现状及存在问题的基础上, 研究了风险预控管理的相关理论、国内外风险预控管理现状及风险辨识、评估的方法; 其次, 以铁路公司各专业风险辨识结果为基础, 从人员、设备、环境、管理四方面将风险预控因素进行总结、归类, 确定了可以广泛运用于各专业全面辨识风险的通用指标。

关键词

风险预控; 风险辨识; 风险评估; 风险控制

1 引言

铁路公司基层单位主要涵盖车务、工务、电务、供电、综合作业等工作内容。这些工作内容都具有潜在的风险因素, 需要综合控制和合理分析, 只有对风险进行了相应的控制, 才能确保持续稳定发展。铁路公司需要确定潜在的高、中、低风险, 建立风险预管理系统。根据风险等级, 评估的发生频率, 实现风险的事前控制。

2 研究背景及意义

基层机构主要实施特定业务, 但对风险预管理的整体认识和风险预管理方法运用还有所不足^[1]。在风险预控管理过程中, 需要找出各种风险产生的原因, 分析具体的人的不安全行为、设备的不安全状态以及管理缺陷, 并根据相应的手段和方法进行修正。针对风险的识别和评价的结果, 并基于风险的预防和控制, 来实施对相关的人员和设备的管理, 并对风险识别方法进行详细的调查和设计, 从而保证对风险

的全面识别, 并根据这些标准和管控措施, 行之有效地减少风险发生的概率。为了从根本上找出造成铁路安全事故的深层次原因, 提升铁路公司安全管理水平, 就要从产生事故的根源出发, 对现有的风险管理模式进行研究, 通过控制或消除铁路运输各个环节的风险, 预防铁路事故的发生^[2]。针对公司运输生产过程中存在的风险因素, 制定出相应的风险预控管理策略, 真正实现从事中、事后管理向事前管理的转变。

3 铁路公司风险预控管理现状及问题分析

3.1 铁路公司风险预控管理现状分析

目前, 铁路公司风险管理基本还处于以纠正职工“三违”(违反劳动纪律、违章指挥、违反操作规程)、隐患排查治理为核心的“事中”管理阶段, 更加注重“奖惩机制”, 且已惩罚为主, 很难调动职工参与风险管理积极性, 安全管理水平远远落后于国外先进的风险预控管理理念^[3]。

3.2 铁路公司风险预控管理存在问题

通过对铁路公司风险预控管理现状的分析发现, 虽然铁路公司对企业的风险管理作出很多积极的研究和探索。但从实际情况来看, 企业的风险预控管理工作主要存在以下几个方面的问题:

【作者简介】郝崇凯(1989-), 男, 中国内蒙古呼和浩特人, 硕士, 工程师, 从事铁路安全管理研究。

(1) 铁路公司的风险因素辨识、评估不全面。其主要原因在于铁路公司的风险辨识工作涉及到车务、电务、工务、供电、综合五个专业，而每个专业都有多个工种，管理人员和基层业务骨干进行风险因素辨识时，受到自身条件限制，辨识人员对自己不熟悉工种或作业环节查找风险因素时，容易出现无从下手和看到什么辨识什么的现象，使风险辨识工作无法全面、系统的进行^[4]。

(2) 风险因素的控制措施落实不到位、整改不及时。主要在于风险管控较为薄弱，风险管理责任没有落实到位，再加上目前的风险预控监督机制还不够完善，部分管理仅停留在管理层到生产一线职工的垂直管控，没有横到边、纵到底的延生管理，这就使风险管理的稳定性、可靠性没有达到要求，导致风险预控的责任难以落实。

4 基于层次分析铁路风险预控管理评估

4.1 评估模型的构建

4.1.1 构建层次结构模型

将铁路公司的安全作为层次分析的总目标层，将人员的不安全因素、设备的不安全因素、管理的不安全因素和环境的不安全因素作为一级子目标层；误操作、不规范操作、违章操作、指挥失误、违章指挥、身体状况不佳、未按规定配备必需的设备、设备选型不符合要求、设备安装不符合规定、设备维护保养不到位、设备超出检修试验周期在用作、设备保护不齐全、设备警示标识不齐全、安全生产责任未落实、职业健康管理不完善、安全投入不足、安全管理规章制度不完善、暴风雨雪不良自然条件、不良或危险的工作环境^[5]、为二级子目标层。建立如图 3-1 所示的风险预控因素指标体系的层次结构模型：

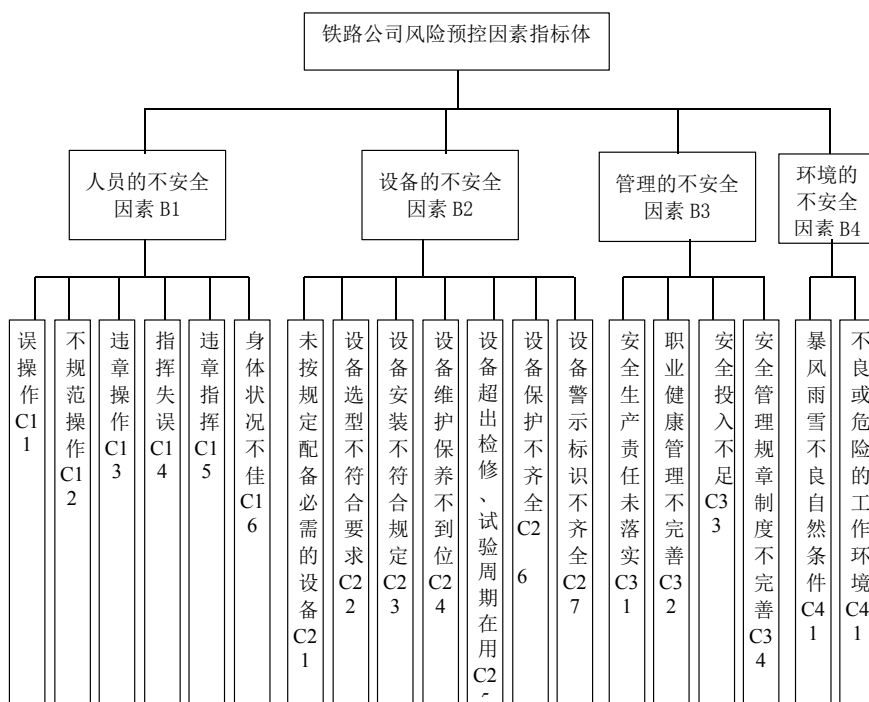


图 3-1 铁路公司风险预控因素指标体系的层次结构模型

4.1.2 确定评语集 V

本文将铁路公司风险预控因素指标的风险水平分为 5 个等级，从高到低依次为：极度风险、高度风险、中度风险、低度风险、轻度风险，用以评价人的不安全因素、物的不安全因素、管理的不安全因素、环境的不安全因素，评语集如下：

$V=\{\text{极度, 高度, 中度, 低度, 轻度}\}$

4.1.3 确定模糊综合矩阵 P

本文采用问卷调查法确定人的不安全因素、物的不安全因素、管理的不安全因素、环境的不安全因素的风险度 d_{ij} 。

4.1.4 综合评价

利用合适的合成算子将 W 与各被评对象的 P 合成，从

而得到铁路公司风险度的模糊综合评估的结果向量 B ，其具体评价模型为：

$$WP=(w_1, w_2, w_3, w_4)P=(w_1, w_2, w_3, w_4)\begin{bmatrix} d_{11} & L & d_{15} \\ M & O & M \\ d_{41} & L & d_{45} \end{bmatrix}=$$

$$[b_1, b_2, b_3, b_4]=B$$

4.1.5 构建模糊评价

本次研究采用了问卷调查法确定了铁路公司风险预控因素各项指标的风险度风险等级按照评语集 $V=\{\text{极度, 高度, 中度, 低度, 轻度}\}$ ，具体内容见附录。本次调查问卷是以专家学者、管理人员和基层技术骨干打分的形式，对铁

路公司风险预控因素指标的风险度进行定量分析。本次纸质调查问卷共计发放 160 份，收回有效问卷 144 份。受访者都是具有一定专业技术能力和工作经历，可以判定受访者的回

答都比较中肯，并且可以说明此次调查问卷的结果能够真实的反映出铁路公司风险预控因素指标的风险度，具体评判结果见表 3-2。

表 3-2 铁路公司风险预控因素指标风险度判定结果

风险水平		极度风险	高度风险	中度风险	低度风险	轻度风险
人员的不安全因素	误操作	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3
	不规范操作	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1
	违章操作	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
	指挥失误	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
	违章指挥	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1
	身体状况不佳	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1
设备的不安全因素	未按规定配备必需的设备	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
	设备选型不符合要求	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
	设备安装不符合规定	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
	设备维护保养不到位	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1
	设备超出检修、试验周期在用	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1
	设备保护装置不齐全	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
	设备警示标识不齐全	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2
管理的不安全因素	安全生产责任未落实	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1
	职业健康管理不完善	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2
	安全投入不足	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
	安全管理制度不完善	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2
环境的不安全因素	暴风雨雪不良自然条件	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
	不良或危险的工作环境	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1

4.6 评价结果分析

从一级权重来看，人的不安全因素和管理的不安全因素所占权重最大，均为 0.3929；设备的不安全因素次之，为 0.1584；环境的不安全因素所占权重最小，为 0.0558。说明人的不安全因素和管理的为安全因素对铁路公司风险预控管理影响较大，而设备的不安全因素和环境的不安全因素对铁路公司风险预控管理影响较小。要提高铁路公司的风险预控管理水平，重点就是对人员不安全因素和管理缺陷进行风险预控。

从二级权重来看，B1 中违章操作和违章指挥所占的权重较高，分别为 0.2701 和 0.2665；B2 中设备维护保养不到位和设备超出检修、试验周期在用所占权重最高，分别为 0.2818 和 0.2458；B3 中，安全生产责任未落实所占权重明显高于其他指标，为 0.4959；B4 中暴风雨雪不良自然条件所占权重最大为 0.7500。

5 结论

铁路公司重视风险管理体系建设，取得了显著的效果，保证了单位稳定运转，并实现了货物运载数量的增长，整体上合理防范风险。铁路公司涉及铁路运营的人员、运营设备、

工作环境、管理过程等方方面面，需要全方位进行风险的辨识以及风险的评估，进而全面进行风险的预控。铁路公司涉及车务、工务、电务、供电等工作内容，各工作内容都潜在一定的风险因素，需要全面把控、合理分析，才能有效预控公司风险，保证铁路公司的安全合理运转。构建了基于层次分析法及模糊综合评价法的铁路公司风险预控管理综合评估模型，计算确定了各项指标的权重，通过问卷调查分析，得到了各项风险预控因素指标的风险度，在此基础上，对铁路公司风险预控管理进行了综合评估。

参考文献

[1] 王宇光,刘敬辉.中外铁路安全管理体系比较分析[J]. 铁道技术监督. 2017 (06)

[2] 焦文根,李晓宇等.铁路安全管理职责标准体系的探讨[J]. 铁道运输与经济. 2016 (01)

[3] 李晟东,黄凯. 中国铁路总公司安全监督管理现状研究 [J]. 工业安全与环保, 2017 (06)

[4] 成虎.工程全寿命期管理体系构建[J]. 科技进步与对策, 2012 (09)

[5] 苟海霞. 朔黄铁路肃宁分公司风险预控管理研究[D]. 石家庄铁道大学, 2017

Research and application of efficient video processing system for expressway

Bin Li¹ Peiyan Wang^{1*} Yu Liang²

1. Guangxi Jiaoke Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530007, China

2. Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Bureau of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi, 530007, China

Abstract

With the rapid development of modern transportation systems and highways, real-time video surveillance has become a critical component of infrastructure. Traditional video storage methods, particularly in Guangxi's highway surveillance systems, typically store long video files on servers at various sections, which poses challenges for users requiring specific video lengths. To address this issue, an 'efficient video processing system' has been developed, a specialized video processing solution designed to solve this problem. This system aims to optimize the extraction, segmentation, and merging of video files, thereby saving network bandwidth and enhancing user experience. Thanks to its unique design and implementation, it has been adopted by several highway operating companies and has received positive feedback. This work demonstrates the practical value of technology in optimizing surveillance video processing tasks.

Keywords

Highway, video surveillance, efficient video processing system, video segmentation, video merging

面向高速公路的高效录像处理系统研究与应用

李彬¹ 王培焰^{1*} 梁宇²

1. 广西交科集团有限公司, 中国·广西 南宁 530007

2. 广西壮族自治区交通运输综合行政执法局, 中国·广西 南宁 530007

摘 要

随着现代化交通系统和高速公路的迅猛发展, 实时视频监控已成为关键的基础设施组件。传统的视频存储方法, 特别是在广西高速公路监控系统中, 通常将长视频文件存储在各路段的服务器上, 这为需要特定视频长度的用户带来了困难。为此, 开发了“高效录像处理系统”, 一种专为解决此问题而设计的视频处理解决方案。该系统旨在优化视频文件的提取、分片和合并, 从而节省网络带宽并提高用户体验。通过其独特的设计和实现, 它在多家高速运营公司中得到了应用, 并收到了正面的反馈。通过此项工作, 展现了技术在优化监控视频处理任务上的实际价值。

关键词

高速公路; 视频监控; 高效录像处理系统; 视频分片; 视频合并

1 引言

当前, 我国已建成的高速公路中, 监控系统都带有存储系统, 且主要以文件式存储系统为主^[1]。在广西高速公路视频监控领域, 传统数据存储模式将视频以文件形式存于专

用服务器。以广西交科集团的视频监控系统为例, 视频文件最小单元为 10 分钟。该系统最初设计注重长时间视频录制的稳定性和大数据存储, 未优化实时视频处理和片段提取。因此, 请求特定视频段时, 系统内部分片合并效率低, 资源占用高。处理特定视频段需下载完整 10 分钟视频文件, 增加了客户端处理负担和网络带宽消耗。

随着技术进步和“视频上云”项目的推广, 高速公路监控视频的访问和检索需求多样化。旧有视频存储和分发机制无法满足新需求, 迫切需要创新和优化。

2 系统概述

“高效录像处理系统”旨在为高速公路监控视频提供高效的录像文件分片与合并服务, 使用户能灵活获取所需视

【作者简介】李彬 (1987–), 男, 中国广西容县人, 本科, 高级工程师, 从事智能交通系统, 监控视频系统, 视频编解码, 自动化运维研究。

【通讯作者】王培焰 (1991–), 男, 中国广西贵港人, 本科, 高级工程师, 从事软件信息化研发, 智能交通系统研发研究。

频段，节省带宽，提高效率。该系统满足了视频处理和检索需求的增长，提供了一种解决方案。

系统支持视频片段的快速分片和合并，确保只有授权用户能访问和处理视频，增强了安全性和稳定性。通过白名单机制限制访问，用户可下载指定时间段的视频，并选择 FLV 或 MP4 格式。为保证在网络不稳定时的大文件传输效率和可靠性，系统采用 HTTP 分块传输技术。

3 系统设计与实现

3.1 技术选型

为快速开发和确保项目稳定性，选用 Python 作为开发语言。评估多种 Python Web 框架后，决定采用 FastApi 因其轻量级和高性能。同时，基于对数据库简易性和轻量级的需求，选择 SQLite 作为数据存储方案。SQLite 为进程内数据库引擎，嵌入运行于程序的进程空间，速度快^[2]。

3.2 系统架构

系统主要分为三大模块：用户认证鉴权模块、任务管理模块以及文件下载服务模块。这些模块相互协作，为用户提供完整的视频处理和下载功能。各模块间的交互流程图 1 所示：

3.3 模块详细设计与实现

3.3.1 用户认证鉴权模块

该模块致力于确保系统的安全性和可靠性，主要包括用户登录、token 管理、用户注册以及密码哈希处理等功能。为了存储用户的基本信息和 token 数据，设计了 User 和 Token 两个数据库模型。

(1) User 模型

用于存储用户基本信息的模型，其中包括用户的 ID、用户名、邮箱、全名、哈希密码和用户状态等字段，如表 1 所示。

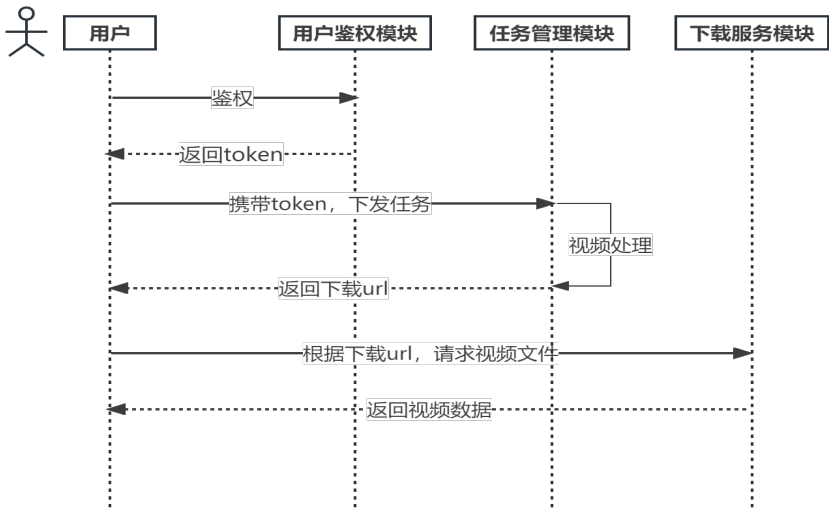


图 1 系统交互图

表 1 User 信息表

字段	字段类型	描述
Id	Int	主键，自动生成
Username	String	注册用户名，最长 32 字符，唯一
Email	String	注册邮箱，最长 64 字符，唯一
FullName	String	用户全称，最长 32 字符
HashPassword	String	哈希处理后的密码，最长 128 字符
Disabled	Boolean	用户名是否启用，默认启用

(2)Token 模型

用于存储用户的接入令牌信息的模型，它包括访问令牌及其类型。用于确保每一次的 API 请求都是经过授权的。

3.3.2 任务管理模块

此模块聚焦于视频处理任务的管理，涵盖了录像文件的获取、分片、合并、转封装以及元数据插入等子任务。

数据库模型设计：

(1)Item 模型

它存储了任务的基本信息，如任务 ID、设备编码、任务状态、录像文件的下载链接、任务详情等，如表 2 所示。此模型还考虑到了文件的存储路径、创建时间和更新时间，以便于后续的数据管理和清理。

任务信息流设计：

(1)阻塞型任务信息流

用户发起任务请求后，系统会立即开始处理任务，并在任务完成后才响应用户。这适用于检索时长较短的录像文件，因为用户可以在短时间内获得所需的录像文件 URL。

(2)非阻塞型任务信息流

与阻塞型任务不同，非阻塞型任务在用户发起请求后会立即返回一个任务 ID。用户需要使用此 ID 定期查询任务状态，直到任务完成为止。这适用于检索时长较长的录像文件。

表 2 Item 信息表

字段	字段类型	描述
Id	String	唯一标识, 格式为: 编码_起始时间_持续时间
Code	String	设备编码, 固定长度 20 位
Status	String	状态, 如: 'success', 'failure' 等
Url	String	录像文件下载地址
Detail	Text	任务执行详情
IsMp4	Boolean	是否生成 mp4, 默认 True
Mp4Url	String	mp4 文件下载地址
Path	String	任务数据存放路径
Create	DateTime	任务创建时间
Change	DateTime	任务状态更新时间

视频处理关键步骤:

“高效录像处理系统”在处理任务时, 首先与广西高速公路视频监控系统(以下简称“监控系统”)建立通信, 根据特定请求参数检索并提取原始视频文件。由于在同一局域网内, 提取速度较快, 随后进入视频处理流程。该流程采用高效精确的技术栈, 结合先进技术和工具, 确保操作准确性和高品质视频输出。视频处理的关键步骤包括:

视频分片: 首先使用 FFmpeg 工具进行视频切片, 这一过程需要极高的精度, 以避免遗漏关键内容。根据监控系统提供的原始视频数据和用户指定的时间参数, 精确截取所需视频片段。

视频合并: 经过切片后, 可能得到多个视频片段。这些片段需要整合为一个连续的视频。我们再次使用 FFmpeg 工具, 确保在合并过程中, 视频的质量不受损害, 并且各个片段之间的过渡自然流畅。

视频时长探测: 监控系统返回的消息包含视频文件的起止时间, 但这些时间可能不准确, 尤其在录像文件部分缺失时。为获取准确的视频时长, 我们使用 FFprobe 工具进行深入探测和检测视频实际播放时长, 以确保视频内容的完整性, 并保证提供给用户的视频与监控系统记录的时间信息一致。

视频文件转封装: 为满足不同场景和设备的视频格式需求, 我们提供格式转换功能。利用 FFmpeg, 可将 FLV 格式视频轻松转为通用的 MP4 格式, 保证在各平台和设备上的良好支持。

视频元数据注入: 视频播放性能对用户体验至关重要。但原始的 FLV 文件可能缺少关键元数据, 例如制作者信息、关键帧标识、视频与音频流状态和视频分辨率参数。为优化体验, 我们用 Yamdi 工具为这些 FLV 视频注入缺失的元数据, 加快加载速度, 提高播放时的快速定位能力, 特别是在需要频繁调整播放位置的场景。

3.3.3 文件下载服务模块

文件下载服务模块是“高效录像处理系统”中的一个关键组件, 主要承担文件的上传和下载任务。为确保系统的安全性和用户体验, 我们设计了以下几个核心功能:

下载保护: 为防止未授权的下载行为, 我们实施了特定的鉴权机制。

浏览器播放优化: 我们采用了 HTTP 的分块传输技术, 使得用户可以在不完整下载整个视频文件的情况下, 任意拖动视频的播放进度。

文件上传: 除了下载功能外, 本模块还支持文件上传, 使得用户或系统管理员可以方便地向系统中添加新的视频文件或更新已有的视频内容。

4 系统应用

在广西高速公路视频监控领域, “高效录像处理系统”因其高效稳定的性能, 已被多家高速运营公司所采纳并深度集成。与许多传统的视频监控系统不同, 本系统并不直接与终端用户进行交互。而是作为一个核心的后端服务, 供第三方系统(如视频事件检测系统)进行调用。这种架构不仅确保了监控系统的连续性和稳定性, 还极大地简化了与外部系统的集成工作。

例如, 昭平高速公路运营管理中心和沿海高速公路运营管理中心的视频事件检测系统, 都通过调用“高效录像处理系统”来获取与特定事件相关的视频片段。在昭平高速的一个实际应用场景中, 当发生交通事故或其他重要事件时, 视频事件检测系统会自动从录像处理系统中提取与事件相关的视频片段, 使得管理单位可以迅速、准确地获得事发现场的详细视频记录。

5 结语

本文探讨了“高效录像处理系统”的研发与应用, 这是一个为智慧交通和高速公路视频监控领域特制的后端解决方案。面对传统方法中长视频文件存储带来的挑战, 该系统成功地优化了视频提取、分片和合并的过程, 从而显著减少网络带宽和资源占用。其在监控系统中虽然仅为一部分, 但在整体视频处理流程上的关键作用不容忽视。多家高速运营公司已采纳并给予正面反馈。未来对“高效录像处理系统”进行进一步的优化和迭代, 以满足广西高速公路监控的不断增长的需求, 并为更多的应用场景提供更优质的服务。

参考文献

[1] 王天成,张海泉.高速公路监控视频上云系统的应用探析[J].中国新通信,2021,23(5): 88-89.
[2] 杜国祥,石俊杰.SQLite嵌入式数据库的应用[J/OL].电脑编程技巧与维护,2010(14): 43-47.

Innovative Application and Efficiency Improvement of smart iron Shoes in the railway system

Xiaowei Lu

Qingtongxia Aluminium Industry Co., Ltd. Ningdong Aluminium Industry Branch, Yinchuan, Ningxia, 750411, China

Abstract

During the parking operation of railway vehicles, the problem of runaway occurs frequently and leads to serious consequences. Iron shoes are the core equipment for anti-slip operations, and smart iron shoes represent a new development of iron shoes in the digital age. Based on this, the article first analyzes the working principle of the intelligent iron shoe from the perception layer, communication layer and control layer, introduces the common functions of the intelligent iron shoe, and then discusses the innovative application of the intelligent iron shoe in the railway system around the anti-rolling of marshalling stations, temporary anti-rolling of ramps, parking of heavy-haul trains and maintenance of EMUs, and proposes strategies to improve the application efficiency of the intelligent iron shoe. Including hardware optimization, algorithm upgrade and operation and maintenance innovation.

Keywords

Smart iron shoes Anti-slip operation Innovative application Efficiency improvement

智能铁鞋在铁路系统的创新应用与效能提升

陆晓威

青铜峡铝业股份有限公司宁东铝业分公司, 中国·宁夏 银川 750411

摘 要

铁路车辆停车作业中,溜逸问题时有发生,并导致严重后果。铁鞋是防溜作业的核心装备,而智能铁鞋则是数字时代铁鞋的新发展。文章基于此,首先从感知层、通信层、控制层,分析了智能铁鞋的工作原理,介绍了智能铁鞋的常见功能,继而围绕编组站防溜、坡道临时防溜、重载列车停放、动车组检修,探讨了智能铁鞋在铁路系统的创新应用,并提出了提升智能铁鞋应用效能的策略,包括硬件优化、算法升级与运维创新。

关键词

智能铁鞋;防溜作业;创新应用;效能提升

1 引言

车辆、车组及车列,在中间站线路停留时,易因自身重力或外部力量的影响而发生溜逸乃至失去控制的情况。列车溜逸风险极大,是造成车辆脱线、颠覆覆等重大恶果的主要因素之一,并且,当溜逸的车辆进入运营的正线轨道时,可能会与高速行驶的列车发生碰撞,造成惨重的人员伤亡与财产损失。防溜作业是铁路部门解决车辆溜逸问题的关键,铁鞋作为防溜作业的核心装备,能利用自身与车轮踏面的阻力来组织车辆移动,起到防溜作用。铁鞋的操作步骤主要包括拿取、安放、取出、归还四个环节,现阶段,人工操作仍然是铁鞋操作的主要方式,然而,铁路站场工作人员有限,多数铁路站场并未设置铁鞋防溜作业专岗,由此导致的结果便是铁鞋操作中,经常出现铁鞋错漏、漏撤、丢弃等问题,

严重威胁铁路安全。统计数据显示,因铁鞋防溜作业问题而导致的铁路生产事故,占全部生产事故的8%^[1]。随着数字技术的不断发展与广泛应用,人类社会已经步入数字时代,基于数字技术的智能铁鞋,成为防溜作业的新设备。与传统铁鞋相比,智能铁鞋融汇防溜执行、防溜撤除、轨道检测、异常报警以及车辆信息记录于一体,不仅可以提高防溜作业的效果,且有着更为多元化的应用场景。

2 智能铁鞋的工作原理与主要功能

智能铁鞋由感知层、通信层、控制层构成,感知层负责铁鞋状态信息的采集,核心部件为各种类型的传感器,如压力传感器、倾角传感器、位移传感器、定位模块等,不同的传感器,能够从不同维度,反映智能铁鞋的状态。以压力传感器为例,其可以监测铁鞋与轨道及车轮的接触压力。通信层负责采集信息的传输,传感器采集而来的信息,经由无线网络,传输至监控平台,为工作人员动态把握智能铁鞋的情况提供参考。控制层负责风险研判与预警,即通过算法应

【作者简介】陆晓威(1984-),男,中国宁夏固原人,工程师,从事企业内部管理研究。

用,对数据进行分析,研判智能铁鞋的状态以及面临的风险,并根据数据分析结果,提醒工作人员采取措施。与传统铁鞋相比,智能铁鞋不仅具有防溜作用,也具有位置实时检测和显示、数据共享、缺位报警等作用。

3 智能铁鞋在铁路系统的创新应用

3.1 编组站防溜

车辆停留在编组站发线、调车线等线路时,需防治放置铁鞋,防范车辆溜逸,而智能铁鞋则在提升编组站防溜效果中有着突出的价值。依托压力传感器,智能铁鞋能够精准识别车辆停留状态,而通过对自身位置的实时监控,智能铁鞋也能及时向监控平台传输各类信息,从而解决人工巡检中漏检、误判的问题。动态调车作业,是防溜作业的难点,因为车辆需要频繁移动,而铁鞋撤除,则是车辆移动的前置条件。通过与调车计划系统的联动,智能铁鞋能够接收调度指令,自动解锁,从而提高作业效率,而智能铁鞋与调车机车、驼峰控制系统的交互,也能从源头上防范未撤铁鞋强行动车的问题。与传统铁鞋相比,智能铁鞋在编组站防溜中的应用,有着多重优势。一方面,智能铁鞋采用智能监测+系统校验的方式,进行防溜作业,有效减少了防溜作业对人工操作的依赖,能够增强防溜作业的可靠性,规避漏放、漏撤等问题,另一方面,远程控制+自动解锁的作业方式,极大地缩短了作业时间,提高了作业效率。此外,智能铁鞋也具有数据积累的作用,能够自动生成防溜日志,为防溜作业的安全分析与优化提供支持。

3.2 坡道临时防溜

坡道,特别是线路坡度在12‰以上的长大坡道,列车临时停放时,溜逸风险较高,且作业场景多为调车暂存、紧急停车,对作业时效有着极高的要求。传统的铁鞋防溜作业,高度依赖人工经验,存在反应滞后、放置位置不准确等问题。智能铁鞋具有快速部署、实时监测、精准预警的能力,在坡道临时防溜中有着良好的应用效果。智能铁鞋独特的设计方式,如便携式+磁吸式,或便携式+快速卡扣式,使得作业人员能够在最短的时间内完成单鞋放置。内置于智能铁鞋的倾角传感器,能够自动感知、识别坡道坡度,并在坡道坡度超过阈值时,触发高灵敏度模式。举例而言,当智能铁鞋识别出坡道为坡度在12‰以上的长大坡道时,会将压力采样频率从1Hz提升至10Hz,动态捕捉车轮微小位移^[2]。智能铁鞋具有风险预警功能,会根据压力、位移监测结果,向司机室、调车组发送不同等级的预警,提醒工作人员采取措施,如轻微位移时,发出黄色一级预警,建议工作人员检查位移原因,溜逸发生后,发出红色三级预警,要求工作人员采取紧急制动措施。此外,智能铁鞋具备与列控系统联动的性能,能够接收列控系统数据,调整监测策略。

3.3 重载列车停放

我国铁路重载技术位居世界前列,牵引质量逾1万吨

乃至2万吨的重载列车,在煤炭、矿石、钢铁等大宗货物的运输中,发挥着重要的作用。重载列车重量大、惯性大,停放时,对防溜作业,特别是铁鞋的承载能力以及稳定性有着非常高的要求。传统铁鞋,在重载列车防溜中存在着很大的局限性。智能铁鞋具有高负载监测、集群化管理的优势,在重载列车防溜作业中有着良好的应用价值。从高负载监测的角度而言,应用于重载列车防溜的智能铁鞋,采用定制化的压力传感器,能动态采集铁鞋与车轮、轨道的接触压力,分析多鞋受力分布情况,内置的应变片则能监测智能铁鞋形变情况,并根据监测结果,提示智能铁鞋性能下降风险。从集群化管理的角度而言,多组铁鞋协同防溜效果的判定,是防溜作业的难点,智能铁鞋依托铁路专用网络,实现了同一线路多只智能铁鞋的自组网,工作人员能够通过监控平台,查看不同位置智能铁鞋的工作情况,研判多组智能铁鞋协同防溜的效果。不仅如此,智能铁鞋具有很强的环境适应性,高强度材料密封外壳的设计方式以及抗冲击传感器的配置,使得智能铁鞋能够适应重载列车的各种停放场景,确保数据采集的准确性、稳定性。

3.4 动车组检修

动车组检修是防范动车组安全风险,保障动车组平稳运行的重要工作。库内检修或临修,不仅需要车辆在较长的时间段内保持静止状态,也涉及到多工种的协同作业,对防溜作业的要求较高。传统的人工防溜,难以规避漏放漏撤、状态不透明的问题,对动车组检修作业的顺利开展带来了不小的隐患。内置于智能铁鞋的压力传感器,能够实时监测铁鞋与动车组车轮的接触压力,确保铁鞋有效卡阻,诸如UWB室内定位等定位模块,则能准确记录智能铁鞋的位置,并将智能铁鞋的位置信息与动车组的编号以及检修工位绑定。与动车组检修管理系统的协同应用,是智能铁鞋的一大优势。智能铁鞋与动车组检修管理系统的对接,使得动车组检修管理系统能够自动捕捉、研判智能铁鞋的状态,并根据监测效果,发出预警。举例而言,系统监测到智能铁鞋未放置,或着智能铁鞋状态异常时,会自动锁定工单,并强制工作人员检查。动车组检修完成后,需及时撤除铁鞋。系统监测到智能铁鞋未撤除时,会向调度室、司机室推送预警,要求工作人员检查。智能铁鞋与动车组检修管理系统的联动,进一步强化了智能铁鞋在动车组检修防溜中的作用。

4 提升智能铁鞋应用效能的策略

4.1 硬件优化

硬件优化是提升智能铁鞋应用效能的前提。对此,可从三个方面采取措施:一是增强环境的适配性。智能铁鞋的应用场景较为多元,其中,不乏条件较为恶劣的场景。可通过材料创新、结构加固等方式,增强智能铁鞋的环境适配性。举例而言,在外壳材料的选择中,采用铝合金+环氧树脂涂层的耐冲击、防腐蚀材料,使智能铁鞋在恶劣环境下能够

长期运行,并保持良好的性能,同时,在充电口、通信口等关键接口部位,引入防水防尘设计,有效防范雨水、粉尘侵入导致的设备故障。二是做好传感器的选型与融合。传感器是智能铁鞋捕捉外部信息的主要部件,也是智能铁鞋区别于传统铁鞋的关键。智能铁鞋中使用的传感器较多,包括但不限于接近传感器、方向传感器、压力传感器、速度传感器、位移传感器等^[3]。应根据智能铁鞋的应用场景,选择抗干扰能力较强的传感器,并通过多传感器融合技术,发挥好不同传感器数据的互补作用。三是提高续航能力。通过太阳能补能、振动发电,提高智能铁鞋的续航能力,降低人工换电频率,同时,采用动态功耗管理,日常待机时仅保留基础传感器,检测到异常时,才唤醒全部功能。

4.2 算法升级

智能铁鞋为数字时代的新型铁鞋,数字技术既是智能铁鞋的基础技术,数字技术自身的发展,也会推动智能铁鞋的升级。应结合当前数字技术的发展态势,做好智能铁鞋的算法升级,进一步提高智能铁鞋的智能化程度,更好地发挥智能铁鞋的作用。首先,提高数据标准化程度。智能铁鞋生产厂商、列控中心、铁路调度系统数据不统一,是影响智能铁鞋应用效果的常见因素。应制定统一数据协议,解决智能铁鞋应用中的数据孤岛问题,同时,开放智能铁鞋的API接口,推进智能铁鞋系统与其他系统的联动,通过多系统协同作业,发挥智能铁鞋的作用。其次,优化预警模型。时序分析、聚类分析、关联分析等算法,在提高智能铁鞋预警能力中有良好的效果。以时序分析为例,时序分析包括静态时序分析、动态时序分析两类,典型算法有LSTM(Long Short-Term Memory)神经网络、Prophet模型、AR(Autoregressive Model)模型、ARMA(Auto-Regression and Moving Average Model)模型等。可利用智能铁鞋的历史数据,构建基于LSTM的异常检测模型,确定模型的层数、隐藏单元数,将预处理后的数据输入模型,对模型进行训练,再利用模型,捕捉长时间序列的变化规律。孤立森林算法是一种通过孤立树的构建,将数据空间划分开,依据数据内在结构的差异来识别异常点的算法。路径长度是孤立森林算法的核心概念,指数据点根节点到叶子节点的边数。正常点在

树中的路径较长,异常点远离正常点,且在特征空间中分布稀疏,仅需较少的分割次数,便能被隔离,因此,路径较短。孤立森林算法能够利用异常点在树中路径较短的特性,精准将异常点识别出来,对于智能铁鞋故障诊断具有重要的价值。可利用孤立森林算法,提高智能铁鞋故障检修能力。

4.3 运维创新

运维创新同样是提升智能铁鞋应用效能的重点。可从三个方面,创新智能铁鞋的运维模式,一是构建标准化的运维流程。针对智能铁鞋应用中的常见故障,制定分级维护策略,电量不足等低风险故障,通过远程提醒处理,通信中断、位置信息异常、状态异常等中高风险故障,由检修人员到现场检查,并更换智能铁鞋。同时,做好常见故障的搜集、整理,构建包括故障类型、故障原因、故障解决方案的智能铁鞋运维知识库,为故障的快速修复提供依据。二是搭建智能铁鞋远程监控平台。依托智能铁鞋内设的传感器,搭建智能铁鞋远程监控平台,工作人员通过监控平台,能够动态把握智能铁鞋的各项信息,如铁鞋位置、电池电量、工作性能、运行状态等。

5 结语

铁鞋作为铁路车辆最常用的止轮器,在防溜作业中发挥着至关重要的作用。传统的铁鞋,存在很大的局限性,已经难以满足防溜作业的需要。智能铁鞋作为数字时代的新型铁鞋,具有位置实时检测和显示、数据共享、缺位报警、指纹录入、走行联锁、远程访问和信息化管理等多重功能,在改进防溜作业,提升车辆以及铁路系统安全性中有着广阔的应用空间。因此,要加强智能铁鞋的应用,并围绕硬件优化、软件升级以及管理创新,提升智能铁鞋的应用效能。

参考文献

- [1] 乌峥,朱攀峰,李亚亚.车辆溜逸安全防护系统研究[J].铁路计算机应用,2020,29(3):43-46.
- [2] 何学科.大型养路机械铁鞋智能管理系统研究[J].机车电传动,2021(03):62-66
- [3] 刘婷.智能铁鞋管理系统的设计与优化[J].科技与创新,2024(24):38-40.

Research on Green and High-Quality Development of Logistics Distribution in Chengdu under the New Development Phase

Qinyi Liu

Beijing Huayun Traffic Consulting Development Company, Beijing, 100038, China

Abstract

Logistics distribution, as the core component of modern logistics systems, constitutes not merely the physical transportation of goods but serves as the central driving force of logistics networks. Under the imperative of reducing costs and enhancing efficiency in the logistics industry during the new era, Chengdu's status as a critical logistics hub in Southwest China endows the optimization and upgrading of its logistics distribution system with significant strategic importance for regional economic development. This paper takes Chengdu's logistics distribution as its research object, focusing on four key dimensions: the urban logistics distribution network architecture, logistics distribution models, vehicle traffic management policies, and the intelligence level of logistics distribution. Drawing upon advanced experiences from forerunner cities such as Shenzhen and Hangzhou, it proposes green and high-quality development pathways for logistics distribution that align with Chengdu's actual conditions.

Keywords

logistics distribution; urban logistics systems; green logistics transformation

新时期成都市物流配送绿色高质量发展研究

刘沁怡

北京华运交通咨询有限公司, 中国·北京 100038

摘要

物流配送作为现代物流的核心环节, 不仅仅是简单的货物传送, 更是物流网络的核心驱动力。在新时期推动物流业降本增效的背景下, 成都市作为西南地区的重要物流枢纽, 其物流配送体系的优化与升级对区域经济发展具有重要的战略意义。本文以成都市物流配送为研究对象, 重点聚焦城市物流配送网络体系、物流配送模式、物流配送车辆通行管理政策以及物流配送智能化水平等方面内容, 参考借鉴了深圳、杭州等先发城市的先进经验, 提出了符合成都市实际情况的物流配送绿色高质量发展路径。

关键词

物流配送; 城市物流; 绿色物流

1 引言

物流配送是推动城市发展的重要支撑, 是人民幸福生活的保障^[1]。为促进物流业降本增效, 推动城市货运配送绿色高效发展, 交通运输部联合公安部、商务部发布了《关于组织开展城市绿色货运配送示范工程的通知》(交办运〔2017〕191号), 提出从统筹规划建设城市货运配送节点网络, 优化完善城市配送车辆便利通行政策, 加快标准化新能源城市货运配送车辆推广应用, 推进城市货运配送全链条信息交互共享, 引导和鼓励城市货运配送组织模式创新五个方面进行城市绿色货运配送示范工程建设。为积极响应国家相关要求, 成都切实推进绿色货运配送示范工程关键措施落地实施, 绿色货运配送取得阶段性成果, 2021年8月, 成都

被授予“绿色货运配送示范城市”称号。但随着成都迈入中国式现代化城市发展新阶段, 当前物流配送与城市发展新形势不尽适应, 亟需进一步深化研究。因此, 本报告在摸清成都市物流配送现状的基础上, 参考北京、深圳、杭州^[2-4]等城市的先进经验做法, 针对性提出了成都市物流配送进一步绿色高质量发展的对策建议。

2 发展现状

2.1 绿色货运配送示范工程建设初具成效

2017-2020年期间, 成都市围绕“绿色货运配送示范工程”开展三年攻坚建设, 切实推进绿色货运配送示范工程关键措施落地实施, 推动大型公共配送中心建设实施, 并通过优化新能源货车通行政策、出台燃料电池汽车购置补贴政策及加氢站建设补贴政策等, 促进新能源配送车辆推广应用, 同时强化对示范工程的运行监测评估, 有效推动城市配送绿色高效发展, 为城市共同配送发展营造良好氛围。2021年8

【作者简介】刘沁怡(1997-), 女, 中国四川眉山人, 硕士, 工程师, 从事物流规划研究。

月,经交通运输部、公安部、商务部联合组织验收,成都被授予了“绿色货运配送示范城市”称号,绿色货运配送取得阶段性成效。

2.2 物流网络体系不断优化

成都市在“三个做优做强”“产业建圈强链”等战略部署下,物流节点不断优化调整,基本形成功能差异协同、业务无缝衔接的“5港6中心”^①物流枢纽体系。大力引导第三方物流企业、物流地产商共同建设运营城市共同配送中心,投入标准化仓储设施150万平方米,建立城区配送服务站点约5664个,目前已初步形成“物流枢纽+共同配送中心+城乡末端配送公共站点”三级城市配送网络节点体系。

2.3 加快新能源配送车辆更新推广

2017年,成都市印发《成都市新能源车三年推广应用实施方案(2017-2019)》和《充电基础设施三年建设实施方案(2017-2019年)》,加快新能源车推广。经过几年发展,截至目前,全市累计推广新能源物流车7.3万辆,其中年内新增1.3万辆,物流车新能源化率97%,位居全国前列,提前超额完成《成都市促进新能源汽车产业发展的实施意见》中“到2025年城市物流配送车电动化率80%”的目标。同步加速淘汰国Ⅲ及以下排放标准货车,年均淘汰量近2万辆,货车能源结构持续优化。

2.4 发展先进城市物流配送组织模式

一是逐步构建“外集内配”城市物流模式。成都在城市外围规划建设“5港6中心”的物流集中发展区和共同配送中心,实现货物集中配送、共同配送。二是鼓励企业发展先进配送组织模式。目前成都市商贸流通试点企业已基本已实现普货商品的共同配送、集中配送、夜间配送,据统计,欧尚、永辉、老邻居等试点企业,通过共同(集中、夜间)配送模式配送至中心城区商贸流通企业门店的货运量占其中心城区全部商品配送货运总量的平均比例为86%。

2.5 货车通行管控不断精准

一是管理手段日益优化。2021年《成都市货车电子通行码管理办法》实施以来,货车“电子通行码”逐步取代货运汽车城区道路行驶证(俗称“入城证”),大大简化了货车通行码的办理程序,且“电子通行码”申领范围与数量随着新能源货车适配车型的增加而不断优化。二是管控力度逐渐加强。当前管控范围已从三环扩大到“5+1”区域,管控时间从早、晚高峰扩大到白天全天,管控措施从单一的车型管控(黄牌车)扩大到车辆属地管控、排放标准管控等。

3 主要问题

3.1 物流配送体系有待完善

一是物流配送节点体系不健全。由于“干支衔接型货

运枢纽(物流园区)+公共配送中心+末端配送站点”三级物流配送体系专项规划缺位,以及共同配送中心和末端配送公共站点统一建设标准缺失,使得成都市配送节点体系混乱,各级节点之间缺少紧密协调与协同;同时区域级物流园区(中心)功能布局不完善,如农副产业园相对集中的成都市西北地区,缺少大型物流枢纽支撑,不利于西北地区产业发展。

二是物流配送通道体系不健全。由于五环路、成龙大道、汽车城大道、大件路等快速路尚未按规划建成或通行能力不足,现有物流通道体系不能很好满足大型物流节点与主城区之间、现有多式联运货运枢纽与产业功能区之间的快速联络需求。如货运量较大的龙泉公路物流中心和青白江铁路物流港,由于缺乏专用的进城货运快速通道,导致周边道路交通拥堵严重。

3.2 先进物流配送模式尚未全面推广

一是先进配送模式尚未推广。成都市拥有良好的低空经济条件,但无人配送的应用场景尚未得到有效开发,与深圳等先发城市存在一定差距,深圳无人机产业已经形成了完整产业链,拥有大疆创新、顺丰丰翼科技等1500余家无人机企业。

二是物流企业在绿色配送上缺乏行动力。成都市作为超大规模城市,具有较高物流需求,但由于物流企业绿色物流意识薄弱,在物流配送各个环节的碳惠参与积极性不高(如绿色包装使用率和回收率均偏低),使得全市因城市物流配送产生了大量的能源消耗和碳排放。

3.3 城市配送车辆停行政策有待进一步完善

一是物流配送车辆停放管理有待规范。由于货车装卸泊位配建标准缺失,全市普遍缺乏专用的货车装卸泊位,物流配送车辆主要依托道路临停,“停靠难、装卸难”问题突出,且安全隐患大。

二是针对非必要货车的通行管控有待进一步加强。目前全市货车管控措施主要集中在绕城以内及高新南绕城外部分区域^②,外围二、三圈层各区(市)县各自为政进行货车通行管理,货车通行管控现行政策缺乏“全市一盘棋”统筹考虑,与当前城市发展、产业发展不相适应。同时,目前主要高快速路存在大量过境货车(10%-15%)、高污染高排放货车(3%)以及外籍货车(15%-20%)等非必要通行货车,高污高排车辆限行对象有待加码。

3.4 物流配送智能化程度偏低

物流配送智能化程度偏低,物流配送效率不高。成都市公共物流配送信息化平台并未实际投入使用,物流资源配置效率不高,加之城市道路拥堵影响,物流配送准时性不高,为市民带来不便。

① 5港:双流航空物流港、天府航空物流港、青白江铁路物流港、蒲江铁路物流港、东部新区国际铁路物流港;6中心:龙泉产业物流中心、龙泉公路物流中心、金堂铁路物流中心、新津铁路物流中心、简阳产业物流中心、简州产业物流中心。

② [成都绕城高速(G4202,不含)以南、剑南大道(含)、天府五街(含)、天府大道中段(含)、天华二路(含)、世纪城南路(含)、世纪城路(含)、世纪城东路(含)、科华南路(含)合围区域]内的所有道路行驶。

4 经验借鉴

4.1 围绕增强城市服务能级，完善物流配送网络体系

深圳市按照打造全国性综合交通物流枢纽的定位要求，完善枢纽集疏运系统，充分考虑城市产业空间分布现状、产业发展趋势、市政交通设施、生态环境容量等因素，坚持用地集约、产业集聚、空间协调原则，按照“有序外迁区域性、生产性物流，加强市内生活物流设施配建，提升综合物流枢纽功能，实现东、中、西均衡化布局”的总体布局思路，优化干线运输、区域配送、末端网点布局，形成深圳现代物流业“对外物流枢纽+城市物流转运中心+社区物流配送站”三级功能节点体系。

4.2 围绕服务保障民生需求，健全绿色先进配送组织模式

深圳市作为全国低空经济发展的先锋城市，创新运营组织模式，大力发展“集中配送、共同配送、智慧配送、绿色配送”，出台《深圳市低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025年）》，推进低空智能基础融合设施建设，支持企业开展无人机末端智能配送，目前全市拥有大疆创新、顺丰丰翼科技等1500余家无人机企业，产值占全国约七成。

4.3 围绕精细化治理，提高城市配送车辆通行便利

上海市严格限制外籍货车通行，每日7时至20时，禁止外籍货车在特定区域和道路通行；严格管控本地货车，工作日7时至20时禁止本市号牌货车（特殊货车除外）在特定区域和道路通行；严管高排放、高污染车辆通行，全天24小时禁止国Ⅲ及以下柴油货车在上海绕城高速（含）以内道路通行。

4.4 围绕统筹货运配送资源，提升物流配送智能化、标准化水平

北京市2022年建成“北京市智慧货运综合服务平台”，服务覆盖危险货物道路运输电子运单、危险货物运输联合备案、网络货运信息监测、新能源货车运营数据接入等多项内容，大大提高物资运输的通行管控效率。

5 对策建议

5.1 完善城市物流配送网络体系

一是完善物流配送节点体系。加快“5港6中心N基地”物流节点功能建设，提升物流配送服务能力。优化完善物流节点空间布局，开展成都西北区域大型物流节点建设的必要性研究，支撑成都西北地区产业发展。加快编制《成都市三级物流配送体系专项规划》，依托现有“5港6中心N基地”，根据10-15公里配送半径，规划布局共同配送中心，尽可能实现对各城区的一次性配送直接覆盖；优化城乡末端配送站点布局，鼓励建设集零售、配送和便民服务等多功能于一体的末端配送站点。

二是加强物流配送通道建设。加快五环路贯通工程，推动成龙大道与汽车城大道立体化改造工程，启动大件路线位外移研究工作，补全市域高快速物流通道网，建设形成大型物流节点与主城区之间、现有多式联运货运枢纽与产业功

能区之间的快速通道体系，提高物流运输效率。

三是完善城市配送车辆装卸货停靠配套设施。建议将货车专用车位配建要求纳入城市停车配建标准；重点围绕货流密集地区，积极推动城市货运配送车辆临时装卸停靠点建设，并在货流密集地区及其周围道路临时停车区域，鼓励大型商超、零售卖场、工业园区等主要货物集散装卸区适度开放共享停车资源。

5.2 鼓励物流绿色配送组织模式创新

一是加快无人配送应用场景建设。建议研究制定《成都市智能末端配送创新发展实施方案》，推动无人机、无人车、智能机器人应用于末端智能配送。其中针对无人机末端智能配送，结合现有低空产业优势出台相关鼓励政策，支持企业开展无人机末端智能配送，推进低空智能基础融合设施建设，加快形成基于无人机的城市低空物流网络。

二是充分发挥物流头部企业示范作用。物流头部企业应统一使用低能耗、低排放运载工具；积极开展“绿色包装共享”“绿色回收”活动，提高托盘等标准化工具和包装物的循环利用水平，构建逆向物流体系^[5]。

5.3 优化物流配送车辆通行管理政策

一是保障城市配送车辆的通行便利。落实《成都市人民政府办公厅关于印发成都市优化交通结构促进城市绿色低碳发展行动方案、成都市优化交通运输结构促进城市绿色低碳发展政策措施的通知》（成办发〔2022〕46号）文件，继续实施新能源货车不限号、不限行、停车优惠等交通管理政策。

二是强化非必要货车通行管控。按照“绕过境、限外籍、禁高排”原则，强化过境货车和外地货车通行管理，并研究出台全域限黄、限国Ⅲ通行管理政策，以加大非必要货车通行管控力度。按照“客货分离、外集内配、同侧进出”组织原则，对中心城区内的必要货运需求实施分类差异化管理策略。

5.4 促进“互联网+”与物流业融合发展

加快城市物流配送公共信息平台及物流配送各子系统建设。积极推进物流信息共享互通、物流基础设施互联互通与联网监控，构建面向公共的智能物流配送调配系统，实现车辆与物流配送中心、仓储设施的互联网无缝对接，有效整合物流统一配送、共同配送需求。此外，系统要实现与市级综合交通信息指挥中心互通、互用，加强行业监管，提高城市物流配送管理和决策水平。

参考文献

- [1] 刘浩乾.基于共同配送模式的城市物流基础设施建设研究[J].中国航务周刊,2023,(37):58-60.
- [2] 李婧.绿色物流理念下城市配送体系创新与实践[J].通化师范学院学报,2024,45(11):105-108.
- [3] 庞立伟.关于新零售下城市物流配送发展的深思[J].营销界,2020,(05):87-88.
- [4] 城市货运车辆场景应用与公共治理(下)[J].汽车与配件,2020,(16):65-69.
- [5] 陈梓语.基于博弈论的城市末端共同配送决策研究[D].北京邮电大学,2023.

Analysis of subgrade reinforcement methods for road construction in poor sections

Zuodong Bi¹ Siyuan Sun²

1. Binzhou Transportation Investment Construction Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256600, China

2. Binzhou Transportation Investment and Development Group Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256600, China

Abstract

The effective implementation of subgrade reinforcement for poor sections during highway construction is crucial to the quality of the project, its service life after commissioning, and even traffic safety. It is essential to analyze and optimize construction methods based on the specific conditions of poor sections in highway engineering. This article primarily discusses five methods for reinforcing subgrades in poor sections: soil replacement and filling, drainage consolidation, mechanical compaction, pile foundation reinforcement, and deep mixing. It analyzes the technical principles, operational points, applicable scope, and advantages of each method, aiming to provide a reference for relevant construction personnel.

Keywords

highway engineering; subgrade reinforcement; construction technology; bad section

公路工程施工不良路段路基加固方法分析

毕作东¹ 孙思远²

1. 滨州交投工程建设有限公司, 中国·山东 滨州 256600

2. 滨州市交通投资发展集团有限公司, 中国·山东 滨州 256600

摘 要

在公路工程施工建设期间不良路段路基加固工作的有效落实对于公路工程的建设质量、投入使用以后的使用寿命甚至交通安全都会起到至关重要的影响, 必须结合公路工程施工不良路段的实际情况具体问题具体分析优化施工方法。基于此, 文章主要从换土填层法、排水固结法、机械碾压法、桩基加固法、深层搅拌法五个方面讨论不良路段路基加固方法, 分析不同方法的技术原理、操作要点、适用范围和应用优势, 希望可以为相关施工人员提供参考。

关键词

公路工程; 路基加固; 施工技术; 不良路段

1 引言

在公路工程建设期间不良不良路段路基加固是十分重要的, 这对于后续道路施工能否正常顺利开展以及道路施工是否满足于质量验收标准都会起到至关重要的影响, 而就现阶段来看公路工程施工中不良路段路基加固方法相对较多, 较为常用的主要包含换土填层法、排水固结法、机械碾压法、桩基加固法、深层搅拌法等相应技术方法。

2 换土填层法

换土填层法是指在公路工程施工中若发现不良路段可通过挖除不良土层置换填料配合压实作业来消除原土层缺陷, 改善路基整体承载力和力学性能, 避免路基开裂、沉陷

等相应病害问题, 在换土填层法应用的过程中应注意如下几个关键点。首先, 应落实勘察与开挖作业, 通过现场地质勘探对于该地区不良土层的分布范围、土层类型及厚度有较为全面的了解和认识。在此基础上通过人工开挖或机械开挖的方式去除不良土层并落实基坑底面平整工作^[1]。其次, 应结合公路工程质量验收标准、建设规模、公路应用方向、应用需求具体问题具体分析, 科学选择填料, 并加强对填料的质量控制, 常用填料包含碎石、素土、灰土等等, 不同填料应用之前所需要考量的问题也存在一定差异, 例如若选用砂砾土则需控制含砂量, 保障其数值在 5% 以下, 若选择灰土则保障搅拌均匀, 若选用碎石类填料则需加强碎石的级配控制和填料含水率控制。再次, 应通过分层回填与压实作业来提高路基的荷载能力和物理学性能, 在分层回填中应控制分层厚度, 一般多选择将厚度数值控制为 30cm, 具体应根据压实机械和质量验收标准确定, 在回填中应遵循先低后高、先两侧后中间的填筑顺序, 而在压实作业中应着重关注

【作者简介】毕作东(1990-), 男, 中国山东滨州人, 本科, 工程师, 从事公路研究。

压实机械设备的选择问题，加强对振动压路机、冲击夯等相应机械设备的型号、参数控制，在此之后可通过现场实验来确定压实参数，例如明确压实遍数、压实速度等等，在施工建设的过程中则是严格按照试验参数来控制施工参数，保证压实效果，确保压实度达到设计标准的94%~96%之间。最后，需落实排水工作，设置临时排水设施，避免雨水浸泡影响压实度。若采用分层压实的方式，则需在每层压实后采用灌砂法、环刀法等相应检测方法确定压实度是否达标，若达标则可填入下一层，若不达标则需重复碾压作业。

换土填层法更适用于浅层软土地基、湿陷性黄土地基、膨胀土地基、杂填土地基等相应不良土层。该项技术的应用优势是十分鲜明的，其操作难度相对较低且施工工艺较为成熟，质量可控性较强，适用于大多数不良土层，可根据不良土层的特性针对性选择填料，同时相较于其他技术方法该项技术方法的填料来源广泛、可替代性强、施工周期短，成本可控，在后期维护上难度也相对较低^[2]。

3 排水固结法

排水固结法是通过竖向排水体和水平排水垫层的设置完善排水通道，配合预压荷载去除土壤中的孔隙水，提高土体密实度和土体强度，最终使地基达到设计荷载要求。排水固结法在实践应用的过程中需注意如下几个关键点。首先，应做好排水系统施工，紧抓竖向排水体和水平排水垫层的两大关键点加强施工技术控制，在竖向排水体施工中可通过砂井、塑料排水板的设置保障排水畅通，若选择埋设排水法，可引入振动沉管法、静压法或水冲法埋设，并保障塑料排水板的间距在1m ~ 1.5m之间，且其深度应当穿透软

土层。而在水平排水垫层设置中可铺设中粗砂垫层，并保证其垫层厚度在0.5~1m之间，然后落实压实作业，并加强压实后的平整度控制，保障平整度误差在5cm以下。其次，施加预压荷载，在该环节可通过堆载预压或真空预压的方式提高预压荷载施加效果，在堆载预压中可引入砂袋、填土分等级加载，并控制沉降速率，当沉降速率小于1~2mm/d以后再展开下一项工作，确保总预压荷载超过设计预压荷载^[3]。在真空预压中需要在加固区铺设3~4层密封膜，在此之后引入真空泵，抽出膜下空气，保障其真空度大于80kPa。最后通过监测与卸载工作的落实完成施工，在该环节可通过孔隙水压力计的布置配合沉降板监测来获得沉降速率数值，在确保沉降速率小于0.5mm/d并持续10天以上且总沉降量达到预估80%以上时可落实分级卸载工作。

排水固结法更适用于饱和软粘土、淤泥质土等相应渗透性较强、固结周期长的土层，该项技术的应用优势在于可以有效处理较深的土层，减少施工后因沉降引发的病害问题，保障地基稳定性，同时在实践施工的过程中不需要大量堆载材料，可以有效缩短工期，其经济成本更低。在施工时也不会出现噪音、泥浆污染等相应问题，环保性较好。此外，在该项技术应用中可借助沉降与孔隙水压力监测数据分析精准评估加固效果和施工质量，保障质量的可控性。

4 机械碾压法

机械碾压法是借助压路机、夯实机等相应机械设备，通过振动荷载、静压力、冲击力重新排列土壤颗粒，缩小孔隙体积，进而提高地区的密实度和荷载力。一般情况下可根据机械类别对机械碾压法进行类型划分，如表1所示。

表 1: 机械碾压法类型及适用范围

机械碾压法类型及适用范围		
类型	方法	适用范围
静压法	压路机重力静载压实	粘性土、砂性土的浅层压实
振动碾压法	振轮机激振力使土颗粒共振错动	砂类土和碎石土处理
冲击碾压法	多边形压实轮高能冲击	深层压实及旧路改造

在机械碾压法应用的过程中应注意如下几个关键点，首先应做好碾压前的准备工作。一方面应去除地表杂物，保障场面清理整洁。另外一方面应加强对摊铺土层厚度的控制和管理，保障其厚度达标且含水率达标。其次，应当控制工艺参数，具体应根据不同技术方法作出适当调节，例如在路基加固处理中采用静压法则应坚持先轻后重、先慢后快的原则，控制初压速度、终压速度和碾压遍数，一般多将数值确定为2~3km/h、3 ~ 5km/h、6 ~ 8遍。若选用振动碾压方式则应当静压2遍，再开展振动碾压的方式，提高路基加固效果，而在振动碾压中应控制振动频率和振幅以及重叠轮宽，可将数值分别设置为25 ~ 50Hz、0.5mm ~ 2.0mm、1/3 ~ 1/2。在冲击碾压的过程中需控制行驶速度，明确网格轨迹，在碾压固定遍数以后完成对边角的强夯处理，一般

情况下在冲击碾压中应当将行驶速度控制在10 ~ 12km/h，碾压遍数多为20~25遍。最后进行压实度检测可通过灌砂法、核子密度仪等相应检测方法来判断压实度是否达标，在达标以后展开下一层施工。

机械碾压法在实践应用中更契合于粉土、低塑性粘土、回填土、松散砂土等相应软弱地基。而在淤泥质土、膨胀土等含水量相对较高的软弱地基处理中采用机械碾压方法往往无法达到较好的应用效果。当然机械碾压技术在实践应用中也有其独特的优势，一方面可借助机器设备进一步提高机械碾压的碾压效率和质量，缩短工作周期。另外一方面，在施工建设中不需要额外材料，其设备通用性较强，施工成本及后续维护成本都相对较低，此外压实度检测方法现阶段也是较为成熟的，这也为质量量化检测分析提供了更多的帮

助，提高了质量的可控性^[4]。

5 桩基加固法

桩基加固法是指在不良地基中打造特殊桩体，例如水泥土桩、预制桩灌注桩等等，利用桩体来提高路基荷载能力，形成桩土复合地基。在该项技术应用过程中需抓住如下几个关键点。首先，需做好桩型的选择和设计，通过实地勘

测对于拟建区域的地势地形、土壤特点有较为全面的了解，根据质量验收标准和公路荷载要求对桩型作出科学选择。在此基础上还需要做好桩长、桩径和桩间距的控制与管理。其次，应加强成桩施工环节的技术控制，可从预制桩、灌注桩、水泥桩等多个维度来确定不同桩体施工过程中应注意的关键问题，如表 2 所示。

表 2: 成桩技术要点

成桩技术要点	
类别	技术要点
预制桩	通过锤击、静压法沉桩来保障成桩质量，同时在施工过程中应加强现场监控，控制桩体的垂直度，保障其偏差小于 1%，桩顶标高符合设计要求。
灌注桩	需通过旋挖钻机完成钻孔操作，在清孔结束以后沉入钢筋笼并浇筑混凝土。
水泥土桩	可通过深层搅拌法完成成桩施工，控制水泥掺量和搅拌提升速度，保障桩体的质量均匀。

再次，需做好桩顶处理，一般多通过铺设碎石垫层并保障垫层厚度在 30~50cm 配合土工格栅的方式避免桩顶应力集中影响施工质量和施工效果。最后，需通过检测验收确保桩身完整、荷载力达标，然后展开路基填筑施工^[5]。

该项技术更适用于深厚软土层和高填方路、基岩溶地区、软弱下卧层路段。桩基加固法在实践应用中的应用优势具体体现为承载力较强、沉降幅度较低、适应性较强。在复杂体层地基处理中可根据土质条件来选择桩体。此外，在该项技术应用的过程中还可通过机械设备的引入保障质量的稳定性，提高施工效率，降低施工成本。

6 深层搅拌法

深层搅拌法是借助搅拌机械将固化剂与软土强制拌合，进而提高土层荷载能力和强度，在实践应用的过程中需着重引起关注和重视的则是做好设备定位，明确搅拌机的具体位置及搅拌深度。在此基础上科学选择固化剂，并按照对应的要求和设计标准注入固化剂，在搅拌均匀以后进行取芯检测，分析路基强度性能是否达标。深层搅拌法更适用于天然含水率在 30%~70% 的软粘土、淤泥质土、粉土等相应区域，若施工区域存在大块碎石且有机质含量相对较高，采用单项技术往往无法达到较好的应用效果。同时，深层搅拌法在实践应用的过程中并不需涉及开挖置换等相应问题，减少了弃

土污染和化学污染，在施工建设中引入到的仪器设备大多体型较小，可以满足各种不良路段施工需求^[6]。

7 结语

在路基加固中科学选择加固方法可更好地保障公路工程的施工质量，相关工作人员可紧抓换土填层法、排水固结法、机械碾压法、桩基加固法、深层搅拌法等技术展开分析，根据不同技术方法的适用范围和应用优势对技术进行科学选择，在此基础上明确不同技术方法的应用要点，提高技术应用效果。

参考文献

[1] 刘俊驰. 探析公路工程施工不良路段路基加固的处理方法 [J]. 工程建设与设计, 2025, (06): 196-198.

[2] 张小晴. 公路工程施工不良路段路基加固的处理方法 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (26): 127-129.

[3] 苏阳. 公路工程施工中不良路段路基加固处理方法研究 [J]. 运输经理世界, 2024, (21): 43-45.

[4] 李岩,毛新玲. 公路工程施工中不良路段路基加固的处理方法 [J]. 运输经理世界, 2023, (20): 108-110.

[5] 张磊. 公路工程施工不良路段路基加固的处理方法 [J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44 (06): 32+34.

[6] 冯春蕾. 公路工程施工不良路段路基加固的处理方法 [J]. 四川水泥, 2020, (11): 127-128.

Application of railway freight operation index in railway transportation industry

Kongjun Guan

Freight Department of Jinan Railway Bureau, Jinan, Shandong, 250001, China

Abstract

This paper focuses on the freight production and marketing work of Jinan Railway Bureau, delving into the application of railway freight operation indicators in the railway transportation industry. By comprehensively reviewing the system of railway freight operation indicators, it analyzes the connotations and calculation methods of key indicators such as loading numbers, unloading numbers, cargo turnover, and transport density. Combining actual operational data from Jinan Railway Bureau, after optimizing transportation plans through indicator application in 2023, coal transportation efficiency increased by 18%, and freight car turnover time was reduced by 2.3 hours. The paper examines the specific practical applications of operational indicators in freight plan formulation, optimization of transportation organization, and rational resource allocation. It also addresses issues related to data accuracy and analysis depth during the application process, proposing suggestions for improving data management, deepening indicator analysis, and refining the indicator system. The aim is to provide a reference for enhancing the management level of railway freight operations and promote high-quality development in the railway freight industry.

Keywords

railway transportation; freight operation index; Jinan Railway Bureau; index application; operation management

铁路运输业中铁路货运运营指标的应用

管空军

济南铁路局货运部, 中国·山东 济南 250001

摘要

本文以济南铁路局货运生产与货运营销工作为研究对象, 深入探讨铁路货运运营指标在铁路运输业中的应用。通过对铁路货运运营指标体系进行全面梳理, 分析了装车数、卸车数、货物周转量、运输密度等关键指标的涵义与计算方法。结合济南铁路局实际运营数据, 2023年通过指标应用优化运输计划后, 煤炭运输效率提升18%, 货车周转时间缩短2.3小时。剖析了运营指标在货运计划制定、运输组织优化、资源合理配置等环节的具体应用实践, 并针对指标应用过程中存在的数据准确性、分析深度等问题, 提出了加强数据管理、深化指标分析、完善指标体系等改进建议, 旨在为提升铁路货运运营管理水平提供参考, 推动铁路货运业的高质量发展。

关键词

铁路运输; 货运运营指标; 济南铁路局; 指标应用; 运营管理

1 引言

在铁路货运运营中, 运营指标作为衡量运输生产状况、评估运营效果、指导运营决策的核心工具, 其指标体系的科学性和合理性至关重要。铁路货运运营指标能够全面、系统地反映铁路货运在生产规模、运营效率、经济效益及服务质量等方面的发展情况。通过对这些指标进行分析, 铁路运输企业可及时发现运营过程中的问题, 优化运输组织方案, 合理配置运输资源, 提升运输效率与服务水平, 增强市场竞争力。本文围绕铁路货运运营指标在济南铁路局货运生产与货

运营营销中的应用实践及改进措施展开探讨。

2 关键铁路货运运营指标解析

2.1 装车数与卸车数

装车数是指在特定时期内, 铁路车站将货物装载进货车的车辆数量, 其直接反映铁路货运的货源组织情况和运输生产起始规模。以济南铁路局为例, 2023年煤炭运输旺季期间, 通过强化货源组织, 月度装车数最高达到12.6万车, 同比增长15%。装车数受货源分布、市场营销策略、运输能力等多种因素影响。卸车数则是指在规定时间内, 铁路车站将货车中货物卸下的车辆数, 体现货物的到达情况及目的地运输需求。合理平衡装车量和卸车量, 对优化铁路运输资源配置、提升运输效率具有重要意义。

【作者简介】管空军(1984-), 男, 中国山东济南人, 本科, 工程师, 从事铁路货运研究。

2.2 货物周转量

货物周转量是一定时期内,各运输工具实际完成运送过程的货物运输总量,是运输生产的总产量指标,综合反映运输生产的数量及距离情况。计算公式为:货物周转量=货物重量×运输距离^[1]。2023年济南铁路局完成货物周转量3200亿吨公里,通过货物周转量指标,可精确衡量铁路货运在空间维度的运输工作量,是核算运输成本、考量运输效率与效益的重要依据。

2.3 货车周转时间

货车周转时间是指货车从第一次装车完成起,至下一次装车完成时所经历的全部时间,包括各区间运行时长、中间站点停留时长以及货物装卸站点的作业停留时长等。该指标是衡量铁路运输组织工作质量和货车运用效率的综合性指标,货车周转时间越短,表明货车运用效率越高,运输资源利用越充分。济南铁路局通过优化运输组织,2023年货车周转时间从过去的20.5小时缩短至18.2小时。

2.4 运输密度

运输密度是指特定时期内,某铁路线路或铁路网平均每公里线路承担的货物周转量,反映铁路线路或铁路网的繁忙程度及运输能力的利用程度。运输密度越大,说明该线路或路网运输需求越大,同时对运输组织及设备设施承载能力要求更高。济南铁路局部分干线运输密度高达8000万吨公里/公里,远超全国平均水平。

3 铁路货运运营指标在济南铁路局的应用实践

3.1 在货运计划制定中的应用

3.1.1 货源预测与计划编制

济南铁路局依据历史装车数、货物发送量等指标数据,结合市场调研及经济发展趋势,预测未来货源情况。例如,在2023年煤炭运输旺季前,通过分析过去五年同期煤炭装车数据及市场需求增长趋势,提前规划煤炭运输计划,调配运输力量和车辆,保障煤炭及时运输。通过精准的货源预测,煤炭运输计划准确率提升至92%,有效满足了市场需求。

3.1.2 运输任务分配

结合货运计划和各车站、路段的运输能力,利用货物周转量、运输密度等指标,将运输任务合理分配到各个车站及运输区段^[2]。对于运输密度高、运输能力紧张的线路,适当控制货物发送规模;对于运输能力充裕的线路,充分挖掘运输潜力。通过货车周转时间指标,优化货物装卸作业时间和列车运行计划,2023年各环节衔接效率提高20%,整体运输效率显著提升。

3.2 在运输组织优化中的应用

3.2.1 列车运行图调整

列车旅行速度、货车周转时间等指标是济南铁路局调整列车运行图的重要依据。通过分析这些指标,发现部分长途货运列车存在运行时间过长、中途停站过多等问题。针对

这些问题,优化列车运行路径,调整停站计划,减少非必要停站时间。2023年,通过运行图调整,列车平均旅行速度提高12%,货车周转时间进一步缩短。

3.2.2 货物列车编组优化

根据货车静载重、货物类别和流向等指标,优化货物列车编组。将同一去向、同一品类的货物集中编组,减少列车运行途中的改编作业次数^[3]。在保证运输安全的前提下,合理确定列车编组车辆数,充分发挥机车牵引能力和货车载重能力。2023年,通过列车编组优化,货车静载重提高8%,单位运输成本降低5%。

3.3 在资源合理配置中的应用

3.3.1 机车车辆配置

通过分析装车数、卸车数、货物周转量等指标,准确掌握不同时段、不同区域对机车车辆的需求。在运输高峰期,增加机车车辆投放;在运输低谷期,减少投入,降低运营成本。2023年,通过合理配置机车车辆资源,机车运用效率提高15%,车辆闲置率降低12%。

3.3.2 线路设备维护与改造

运输密度指标是判断铁路线路设备负荷程度的重要依据。对于运输密度大的线路,增加维护检修频率,确保线路设备安全稳定运行。2023年,对运输密度高的干线线路维护次数增加30%,设备故障率下降25%。同时,根据运输发展需求和运营指标分析结果,对运输能力不足的线路进行改造升级,提升线路运输效能。

4 铁路货运运营指标在济南铁路局应用中存在的问题

4.1 数据准确性与完整性问题

在数据采集环节,部分数据采集设备老化,技术落后,导致数据采集误差较大。如部分车站货物称重设备精度不足,影响货物重量数据准确性,进而干扰货物周转量等指标计算。人工录入数据时存在操作不规范、疏忽等问题,容易造成数据错误和遗漏。各部门数据共享存在障碍,数据口径不统一,影响运营指标数据的完整性和精确性。据统计,因数据问题导致的指标计算偏差率约为8%。

4.2 指标分析深度与广度不够

济南铁路局在分析铁路货运运营指标时,往往仅对指标数值进行简单统计和对比,缺乏对指标背后深层次因素的挖掘。例如,在分析货车周转时间增长原因时,仅发现装卸时间延长和列车中间站停留时间增加等表面现象,未深入探究装卸设备效率低、作业流程不合理、运输组织协调不畅等根本原因。指标分析缺乏广度,未将运营指标与市场需求、客户满意度、竞争对手情况等因素综合分析,难以全面掌握铁路货运运营实际情况和市场竞争态势^[4]。

4.3 指标体系有待完善

现有铁路货运运营指标体系在某些方面不能完全适应

济南铁路局货运生产与货运营销的实际需求和市场发展变化。部分指标设置不合理,无法准确反映铁路货运运营新特点和新要求。随着铁路货运向现代物流转型,对物流服务质量、供应链协同等方面指标需求增加,但现有指标体系相关指标较少。同时,指标体系缺乏动态调整机制,难以根据运营环境和业务发展变化及时更新、优化指标。

5 改进铁路货运运营指标在济南铁路局应用的建议

5.1 加强数据管理,提高数据质量

5.1.1 升级数据采集设备

加大对数据采集设备的投入,引进先进的自动化、智能化数据采集设备,如高精度货物称重系统、自动识别跟踪设备等,提高数据采集精度和效率。加强设备维护管理,定期进行校准和检修,确保设备正常运行。计划在未来两年内,完成80%关键数据采集设备的升级改造^[5]。

5.1.2 规范数据录入与共享

完善数据录入管理制度,加强对数据录入人员的培训和管理,提高数据录入规范性和准确性。统一数据采集和统计口径,促进各部门数据共享与协同。建设数据共享综合平台,实现数据实时传输和共享,预计可将数据完整性和可用性提高至95%以上。

5.2 深化指标分析,提升决策支持能力

5.2.1 加强指标关联性分析

深入分析铁路货运运营指标之间的内在联系,开展指标相关性分析,建立指标分析模型,运用数据分析方法,挖掘指标背后的关系和规律。例如,重点分析货车周转时间与列车旅行速度、货物装卸时间、运输组织效率等指标的关联性,找出影响货车周转时间的关键因素,为运输组织优化提供更有针对性的建议。

5.2.2 拓展指标分析维度

将铁路货运运营指标分析与市场需求分析、客户满意度调查、竞争对手研究等相结合,拓展指标分析维度。通过市场调研了解客户对铁路货运服务的需求和期望,研究竞争对手的优势和劣势,综合分析这些信息与运营指标,为济南铁路局制定更具竞争力的运营策略提供全面决策支持。

5.3 完善指标体系,适应发展需求

5.3.1 优化现有指标

对现有铁路货运运营指标进行全面梳理和评估,根据

济南铁路局实际运营情况和发展需求,调整和优化不合理指标。改进货物周转量计算方法,使其更准确反映铁路货运实际运输量;细化货车周转时间构成指标,更精确分析各环节对周转时间的影响。

5.3.2 增加新指标

随着铁路货运业务发展和市场环境变化,及时增加体现现代物流服务质量、供应链协同效应等方面的新指标,如货物按时送达率、客户投诉率、物流信息共享程度等,完善铁路货运运营指标体系,更准确、全面地反映铁路货运运营实际情况和发展趋势。

5.3.3 建立动态调整机制

建立铁路货运运营指标体系动态调整机制,定期对指标体系进行评估和更新。根据运营环境、业务模式和技术发展变化,及时调整指标设置、计算方法和权重,确保指标体系始终符合济南铁路局货运生产与货运营销的管理需求。

6 结语

铁路货运运营指标作为铁路运输业运营管理的核心工具,在济南铁路局货运生产与货运营销中发挥着重要作用。当前在指标应用过程中,仍存在数据准确性不足、指标分析深度广度不够、指标体系不完善等问题。为进一步提升铁路货运运营管理水平,济南铁路局应加强数据管理,提高数据质量;深化指标分析,增强决策支持能力;完善指标体系,适应发展需求。只有不断优化改进铁路货运运营指标应用,才能充分发挥铁路货运优势,提升市场竞争力,推动铁路货运业高质量发展,为我国经济社会稳定持续发展提供坚实的运输保障。随着铁路运输技术不断升级和市场环境持续变化,铁路货运运营指标的应用将不断创新和改进,需要持续关注和深入研究。

参考文献

- [1] 齐慧.全国铁路主要指标持续向好[N].经济日报,2024-12-02(003).DOI:10.28425/n.cnki.njjrb.2024.008879.
- [2] 郝伟.铁路货运统计指标构成的因素研究[J].中国物流与采购,2023,(18):63-64.DOI:10.16079/j.cnki.issn1671-6663.2023.18.009.
- [3] 赵鹏,张巍,蔡芸,等.铁路货运预付款管理模式优化及监测指标体系构建[J].财会研究,2022,(10):75-80.
- [4] 杜翠霞,赵鹏,高茵.新形势下铁路客货运输效能与服务水平指标体系框架[J].综合运输,2021,43(11):31-35+64.
- [5] 顾国林,吴冰芝,王蓓.基于SERVQUAL法的铁路货运服务质量评价研究[J].铁道货运,2021,39(05):41-46.