

城市轨道交通工务管理方法及技术的研究

王翔宇

宁波市轨道交通运营分公司 浙江 宁波 315000

摘要：本文全面探讨了城市轨道交通工务管理的关键方面，包括定义、组织架构、工作流程、检测设备与技术、轨道几何不平顺管理以及安全管理。文章详细介绍了轨道检测方法及常用设备，如钢轨探伤仪、轨道检测车和小型轨道检查仪，并讨论了检测数据的处理与分析方法。同时，文章强调了轨道几何不平顺的检测、评估与整治措施，以及安全管理规章制度、安全教育培训、隐患排查与应急预案制定的重要性，为城市轨道交通工务管理提供了全面的参考和指导。

关键词：城市轨道交通；工务管理；轨道检测

1 城市轨道交通工务管理概述

1.1 工务管理的定义与范围

城市轨道交通工务管理是指对城市轨道交通线路及其附属设施进行维护、保养、检测、维修和更新等一系列管理活动的总称，旨在确保轨道结构的安全性、稳定性和可靠性，保障列车安全、平稳、高效运行。其管理范围涵盖多个方面，包括轨道线路（钢轨、轨枕、道床等）、道岔设备、轨道附属设施（如防爬设备、轨距杆等）以及与轨道线路相关的桥梁、隧道、路基等土建结构。轨道线路是工务管理的核心对象，钢轨的状态直接影响列车运行的平稳性和安全性，轨枕和道床则为钢轨提供支撑和稳定。道岔设备作为列车转向和变道的关键设施，其性能优劣关乎列车运行的效率和安全，轨道附属设施虽看似微小，却在保证轨道结构稳定、防止轨道变形等方面发挥重要作用。而桥梁、隧道和路基等土建结构，为轨道线路提供基础支撑，其稳定性和耐久性同样对轨道交通运营至关重要。

1.2 工务管理的组织架构与职责

城市轨道交通工务管理通常采用层级分明的组织架构，一般设有工务管理部门，作为整个工务管理工作的核心指挥机构，负责制定工务管理的整体规划、政策和标准，统筹协调各下属单位的工作。在工务管理部门之下，设有线路维护、设备检修、检测评估等多个专业科室。线路维护科室主要负责轨道线路的日常巡检、保养和维修工作，包括钢轨打磨、轨枕更换、道床整理等；设备检修科室专注于道岔设备、轨道附属设施等的检修与维护，确保设备性能良好；检测评估科室运用先进的检测设备和技術，对轨道线路和设备进行定期检测和评估，为维护和维修工作提供数据支持和决策依据^[1]。另外，在基层还设有多个工务段或工区，作为具体的执行

单位，负责落实各项维护、检修任务，及时处理现场出现的问题。

1.3 工务管理的工作流程

城市轨道交通工务管理工作流程涵盖计划制定、执行、检查和改进等多个环节，形成一个闭环管理体系。（1）在计划制定阶段，工务管理部门根据线路运营情况、设备使用年限、检测评估结果等因素，制定年度、季度和月度的维护、检修计划。计划内容包括维护检修的项目、时间、人员安排、所需材料和设备等。（2）执行阶段，各专业科室和基层工务段（工区）按照计划开展工作。线路维护人员进行日常巡检和定期维护作业，设备检修人员对道岔等设备进行检修调试，检测评估人员运用检测设备对轨道线路进行检测。在执行过程中，工作人员需详细记录工作情况，包括发现的问题、采取的措施、使用的材料等。（3）检查阶段，工务管理部门和上级监督机构对维护检修工作的执行情况进行检查和验收。检查内容包括工作质量是否符合标准、是否按时完成任务、记录是否完整准确等。对于检查中发现的问题，及时反馈给相关部门和人员进行整改。（4）改进阶段，根据检查结果和实际工作情况，对工务管理工作进行总结和分析，找出存在的问题和不足之处，制定改进措施，优化工作流程和管理方法，为下一轮的计划制定和工作开展提供经验参考。

2 城市轨道交通工务检测设备与技术

2.1 轨道检测方法

静态检测是指在列车停运或低速运行状态下，采用人工或小型检测设备对轨道几何尺寸、钢轨状态等进行检测的方法。例如，使用轨距尺测量轨距，使用道尺检查水平和轨向等。静态检测具有操作简单、检测精度较高的优点，能够详细检查轨道局部的细微问题，但检测

效率较低,难以全面反映轨道在列车动态荷载作用下的实际状态。动态检测则是在列车正常运行速度下,利用安装在列车上的检测设备或专门的轨道检测车,对轨道的几何不平顺、钢轨磨耗、车辆振动等进行实时检测。动态检测能够模拟列车实际运行状态,快速获取大量检测数据,全面反映轨道的整体性能和动态变化情况,但检测设备成本较高,对数据分析处理的要求也更为严格^[2]。实际工作中,常将静态检测和动态检测相结合,取长补短,以更准确、全面地掌握轨道状态。

2.2 检测设备介绍

2.2.1 钢轨探伤仪

钢轨探伤仪是用于检测钢轨内部缺陷的重要设备,主要基于超声波探伤原理。当钢轨探伤仪在钢轨上移动时,其发射的超声波会在钢轨内部传播,若遇到裂纹、气孔等缺陷,超声波会发生反射、折射等现象,探伤仪接收反射波信号,并将其转化为电信号,通过显示屏以波形的形式显示出来,检测人员根据波形特征判断钢轨内部是否存在缺陷以及缺陷的位置、大小和性质。钢轨探伤仪具有检测速度快、灵敏度高的特点,能够及时发现钢轨内部的早期缺陷,防止钢轨断裂等严重事故的发生。目前,钢轨探伤仪已发展出多种类型,包括便携式探伤仪和在线式探伤仪等,可满足不同检测场景和需求。

2.2.2 大型动态检测设备(如轨道检测车)

轨道检测车是一种集成了多种先进检测技术的大型动态检测设备,可对轨道几何尺寸、钢轨磨耗、轨道动力学性能等进行全面检测。它配备有高精度的惯性测量系统、激光测量系统、图像采集系统等,能够在列车运行过程中,以较高速度对轨道进行连续检测。轨道检测车检测的数据涵盖轨距、水平、高低、轨向、扭曲等轨道几何参数,以及钢轨表面磨损、裂纹等状况,通过对这些数据的分析,可全面评估轨道的技术状态,为轨道维护和维修提供准确依据。轨道检测车还能实时监测列车运行时的动力学响应,如车辆振动加速度、轮轨力等,为优化轨道设计和列车运行参数提供参考。

2.2.3 小型轨道检查仪

小型轨道检查仪是一种便携式的轨道检测设备,常用于静态检测和局部重点检测。常见的小型轨道检查仪包括轨检小车、电子道尺等。轨检小车集成了多种传感器,可快速测量轨距、水平、高低、轨向等轨道几何参数,并通过数据处理系统实时显示和存储检测数据。电子道尺则是传统道尺的升级版,具有测量精度高、操作简便、数据自动记录等优点,可有效提高轨道几何尺寸检测的效率和准确性。小型轨道检查仪具有体积小、

重量轻、便于携带和操作的特点,适用于在复杂环境和狭窄空间进行检测,能够及时发现轨道局部的几何不平顺和异常情况,为轨道维护提供精准的信息。

2.2.4 检测设备的选型与应用

在城市轨道交通工务管理中,检测设备的选型至关重要。选型时需综合考虑多个因素,包括检测需求、检测精度、检测效率、设备成本、维护保养难度等。对于全面了解轨道整体状态的需求,应优先选择轨道检测车等大型动态检测设备;对于局部重点检测和日常巡检,小型轨道检查仪则更为适用;而对于钢轨内部缺陷检测,钢轨探伤仪是必不可少的设备。在应用过程中,根据设备的性能特点和使用要求,制定科学合理的检测方案 and 操作规程。定期对检测设备进行校准和维护,确保设备的检测精度和可靠性。

2.3 检测数据分析与处理

通过对检测数据的深入分析,能够准确判断轨道线路和设备的技术状态,及时发现潜在问题,为维护和维修决策提供科学依据。数据分析首先要对原始数据进行清洗和预处理,去除异常数据和噪声干扰,确保数据的准确性和有效性。然后,运用统计分析、趋势分析、对比分析等方法,对轨道几何参数、钢轨磨耗等数据进行分析。例如,通过统计分析计算轨道几何参数的均值、标准差等统计量,评估轨道的整体稳定性;通过趋势分析观察轨道参数随时间的变化趋势,预测轨道状态的发展变化;通过对比分析将检测数据与标准值或历史数据进行对比,找出存在的偏差和问题。还可借助数据挖掘和机器学习等先进技术,建立轨道状态评估模型和预测模型,实现对轨道状态的智能评估和预测。

3 城市轨道交通轨道几何不平顺管理

3.1 轨道几何不平顺概述

轨道几何不平顺是指轨道的实际几何尺寸与设计几何尺寸之间存在的偏差,主要包括轨距不平顺、水平不平顺、高低不平顺和方向不平顺等。轨道几何不平顺会影响列车的运行平稳性和安全性,增加轮轨之间的动力作用,加速轨道和车辆的磨损,甚至可能引发列车脱轨等安全事故。

3.2 轨道几何不平顺的检测与评估

轨道几何不平顺的检测通常采用轨道检测车或小型轨道检查仪等设备进行。检测设备可以实时获取轨道的几何尺寸数据,并将其传输到计算机系统中进行分析和处理。根据检测数据,可以计算出轨道几何不平顺的各项指标,如超限率、标准差等,并按照相关的技术标准对轨道几何不平顺进行评估^[3]。评估结果可以分为优良、

合格和不合格三个等级,对于不合格的轨道区段,需要及时整治。

3.3 轨道几何不平顺的整治与预防

轨道几何不平顺的整治方法主要包括轨道调整、钢轨打磨、道床维修等。轨道调整是通过调整轨道的几何尺寸,使其恢复到设计标准;钢轨打磨可以消除钢轨表面的波浪磨耗、肥边等病害,改善轮轨接触关系;道床维修则是通过加固道床、更换道砟等方式,提高道床的稳定性和弹性。为了预防轨道几何不平顺的产生,需要加强轨道的日常维护和管理。定期进行轨道巡检和检测,及时发现和处理轨道的局部病害;合理安排轨道维修计划,避免轨道过度磨损;加强对轨道施工质量的控制,确保轨道建设符合技术标准。

4 城市轨道交通工务安全管理

4.1 安全管理规章制度的建立与执行

安全管理规章制度是城市轨道交通工务管理的重要保障,它明确了工务管理工作中的安全要求、操作规范和责任划分。企业应根据国家相关法律法规和行业标准,结合自身实际情况,制定完善的工务安全管理规章制度,涵盖设备维护、检修作业、施工管理、安全检查等各个方面。在规章制度的执行过程中,要加强监督和考核,确保制度得到有效落实。建立健全安全责任制,明确各级管理人员和工作人员的安全职责,将安全责任落实到个人,对违反规章制度的行为进行严肃处理,对严格遵守制度、表现突出的个人和单位给予奖励,形成良好的安全管理氛围,定期对规章制度进行修订和完善,使其适应工务管理工作的发展变化和新的安全要求。

4.2 安全教育培训与宣传

安全教育培训与宣传是提高工务管理人员和工作人员安全意识和技能的重要手段,企业应制定系统的安全教育培训计划,定期组织开展安全培训活动,培训内容包括安全法律法规、安全操作规程、安全事故案例分析、应急救援知识等。通过培训,使员工了解工务管理工作中的安全风险,掌握正确的操作方法和应急处理技能,提高自我保护意识和能力^[4]。此外,还应加强安全宣传工作,通过张贴安全标语、发放安全手册、举办安全知识竞赛等形式,营造浓厚的安全文化氛围,使安全意识深入人心。针对新入职员工,要进行严格的岗前安全教育培训,经考核合格后方可上岗作业。

4.3 安全检查与隐患排查

安全检查与隐患排查是及时发现和消除安全隐患,预防安全事故发生的重要措施。工务管理部门应定期组织开展全面的安全检查,检查内容包括轨道线路、设备设施、作业现场、安全制度执行情况等。同时,鼓励员工在日常工作中积极发现和报告安全隐患。对检查和排查出的安全隐患,要建立隐患台账,明确隐患的位置、类型、严重程度、整改责任人、整改期限等信息。按照“边查边改、限期整改”的原则,及时对隐患进行整改,对暂时无法整改的隐患,要采取有效的防范措施,确保安全。

4.4 应急预案的制定与演练

城市轨道交通工务管理部门应针对可能发生的轨道结构损坏、道岔故障、自然灾害等突发事件,制定相应的应急预案。应急预案应明确应急组织机构和职责、应急响应程序、应急处置措施、应急资源保障等内容。为确保应急预案的有效性和可操作性,要定期组织开展应急演练。通过演练,检验应急预案的合理性和可行性,发现问题及时进行修订和完善,提高应急救援队伍的应急处置能力和协同作战能力,使员工熟悉应急流程和操作方法,增强应对突发事件的信心和能力。在演练结束后,对应急演练进行总结评估,分析演练中存在的问题和不足之处,提出改进措施,不断提高应急管理水平。

结束语

综上所述,城市轨道交通工务管理涉及多个环节和多个方面,需要综合运用先进的检测技术和科学的管理方法。通过加强轨道检测、几何不平顺管理、安全管理和制度建设等措施,可以有效保障轨道交通安全性和稳定性,提高运营效率和服务质量。未来,随着技术的不断进步和管理的持续改进,城市轨道交通工务管理将更加高效、智能和可持续。

参考文献

- [1]刘武昊.城市轨道交通施工技术:评《城市轨道交通工程土建施工质量标准化技术指南》[J].工业建筑,2021,51(3):203.
- [2]王晓利.城市轨道交通客流预测优化与城市经济发展的评价[J].营销界,2021,(02):71-72.
- [3]刘沛炳,陈果,董昆.城市轨道交通工务管理方法及技术的研究[J].城市情报,2020(18):187-188.
- [4]王立川.轨道交通工务维修管理数字化转型研究[J].运输经理世界,2025(9):4-6.