

智能化技术在工务轨道维护中的应用探索

吴 杰

重庆轨道交通运营有限公司 重庆 400000

摘 要：智能化技术融合多学科知识，在各行业广泛应用且潜力巨大，在轨道交通行业亦具重要价值。传统工务轨道维护模式存在局限性，面临安全风险及成本与时间压力。智能化技术在工务轨道维护中有诸多应用探索，如智能监测与预警系统、自动化维护设备与技术、智能决策支持系统、数据管理与可视化平台等。未来，智能化技术将不断创新，同时需加强人才培养与团队建设，以推动其在工务轨道维护中的进一步发展。

关键词：工务轨道维护；智能化技术；物联网；预测性维护

1 智能化技术概述

1.1 智能化技术的基本概念

智能化技术是现代科技发展的前沿领域，它融合了计算机科学、人工智能、自动控制、传感器技术、通信技术等多学科知识。从感知层面来看，智能化技术依赖于各种先进的传感器，如温度传感器、压力传感器、图像传感器等，这些传感器能够实时采集环境中的各种信息，并将其转化为数字信号，为后续的处理和分析提供基础数据。在学习和推理方面，人工智能算法发挥着关键作用^[1]。决策和执行环节是智能化技术实现价值的关键。基于感知和学习得到的信息，系统能够运用智能算法进行决策，并控制相应的执行机构完成具体的操作。例如，在工业生产中，智能化系统可以根据生产线的实时状态自动调整生产参数，提高生产效率和产品质量。智能化技术的发展不仅改变了人们的生活方式，也为各行业的转型升级提供了强大的动力。

1.2 智能化技术在各行业的应用现状

在制造业领域，智能化技术已经得到了广泛应用。工业机器人是智能化制造的典型代表，它们能够按照预设的程序完成各种复杂的加工任务，具有高精度、高效率和高稳定性的特点。智能工厂的概念也逐渐成为现实，通过物联网技术将生产设备、原材料、人员等连接起来，实现生产过程的实时监控和优化调度，大大提高了生产效率和资源利用率。医疗行业同样受益于智能化技术的发展，智能诊断系统能够利用医学影像数据和临床病历信息，辅助医生进行疾病诊断，提高诊断的准确性和效率。远程医疗技术则借助通信技术，让患者能够在家中接受专家的诊断和治疗建议，尤其对于偏远地区的患者来说，具有重要意义。智能康复设备也为患者的康复治疗提供了更加个性化和精准化的服务。在交通运输领域，自动驾驶技术是智能化技术的重要应用方向。

通过激光雷达、摄像头、毫米波雷达等多种传感器的融合感知，结合高精度地图和智能算法，自动驾驶汽车能够实现自主导航、避障和路径规划，提高交通安全性和运输效率。

1.3 智能化技术在轨道交通行业的潜力

轨道交通行业作为城市公共交通的重要组成部分，具有大运量、高效率、低污染等优点。智能化技术在轨道交通行业具有巨大的应用潜力。在列车运行控制方面，智能化技术可以实现列车的自动驾驶和智能调度。通过实时监测列车的运行状态、线路条件和客流信息，智能调度系统能够自动调整列车的运行速度、发车间隔和停站时间，提高运输效率和服务质量。自动驾驶技术可以减少人为操作失误，提高列车运行的安全性。在车站管理方面，智能化技术可以实现车站的自动化运营和智能化服务。智能环境控制系统能够根据车站内的人流量和外部环境条件，自动调节温度、湿度和照明等参数，为乘客提供舒适的乘车环境。在设备维护方面，智能化技术可以实现设备的实时监控和预测性维护。通过在轨道、车辆、信号等设备上安装传感器，实时采集设备的运行数据，并利用大数据分析和机器学习算法对数据进行分析，提前发现设备的潜在故障，制定合理的维护计划，降低维护成本和设备停机时间。

2 工务轨道维护的现状与挑战

2.1 传统维护模式的局限性

传统的工务轨道维护模式主要依靠人工巡检和定期检修。人工巡检需要维护人员定期沿着轨道线路进行检查，这种方式不仅劳动强度大、效率低，而且容易受到人为因素的影响，如巡检人员的经验、责任心等，导致一些潜在的问题无法及时发现^[2]。定期检修则是按照预定的时间间隔对轨道设备全面的检查和维护。然而，这种检修方式存在一定的盲目性，因为设备的使用寿命

和故障发生时间并不是完全固定的，定期检修可能会导致一些设备在未达到使用寿命时就被过度检修，造成资源浪费；而一些设备可能在两次检修之间出现故障，影响行车安全。传统维护模式缺乏对设备运行状态的实时监测和分析，无法及时掌握设备的健康状况，难以做到精准维护。在面对复杂的轨道系统和大量的设备时，传统维护模式的局限性愈发明显，已经难以满足现代轨道交通运营的需求。

2.2 轨道维护中的安全风险

轨道维护工作涉及到在运营线路上进行作业，存在较高的安全风险。一方面，维护人员在轨道上进行作业时，需要面对列车运行带来的危险。如果作业人员与列车之间的协调不当，或者安全防护措施不到位，就可能发生人员伤亡事故。另一方面，轨道设备本身的故障也可能引发安全事故。例如，轨道几何尺寸超限、钢轨磨损严重、道岔故障等问题，都可能影响列车的运行安全。如果这些故障不能及时发现和处理，就可能导致列车脱轨、碰撞等严重事故。恶劣的自然环境，如暴雨、洪水、地震等，也可能对轨道设备造成损坏，增加维护工作的安全风险。

2.3 维护成本与时间压力

随着轨道交通线路的不断延长和运营时间的增加，轨道设备的维护成本也在不断上升。维护工作需要投入大量的人力、物力和财力，包括维护人员的工资、设备的采购和维修费用、检测设备的购置和维护费用等。同时为减少对列车运营的影响，维护工作通常需要在夜间或者列车停运期间进行，这就导致维护时间的紧张。在有限的时间内完成大量的维护任务，对维护人员的技能和效率提出了很高的要求。而且，一些复杂的维护工作可能需要较长的停运时间，这会影响轨道交通的正常运营，给乘客带来不便。因此如何在保证维护质量的前提下，降低维护成本和缩短维护时间，是工务轨道维护面临的重要挑战。

3 智能化技术在工务轨道维护中的应用探索

3.1 智能监测与预警系统

智能监测与预警系统是智能化技术在工务轨道维护中的重要应用之一。该系统通过在轨道、车辆、桥梁等关键部位安装各种传感器，如加速度传感器、位移传感器、应力传感器等，实时采集设备的运行数据。这些数据通过网络传输到监测中心，利用大数据分析和机器学习算法对数据进行分析处理。通过对历史数据和实时数据的对比分析，系统能够建立设备的健康模型，实时监测设备的运行状态。一旦发现设备的运行参数超出正常

范围，系统会立即发出预警信号，通知维护人员及时进行处理。例如，当轨道的几何尺寸发生变化或者钢轨出现裂纹时，智能监测系统能够及时发现并预警，避免事故的发生。智能监测与预警系统还可以结合气象数据和地质数据，对可能影响轨道设备安全的自然灾害进行预测和预警。例如，在暴雨天气来临前，系统可以根据降雨量和地下水位的变化，预测轨道基础是否会出现沉降等问题，提前采取防范措施。

3.2 自动化维护设备与技术

自动化维护设备与技术是提高工务轨道维护效率和质量的关键。例如，自动巡检机器人可以代替人工进行轨道巡检。这些机器人配备了高清摄像头、激光雷达等传感器，能够沿着轨道自动行驶，对轨道的几何尺寸、钢轨磨损情况、扣件状态等进行实时检测，并将检测数据实时传输到控制中心^[3]。自动打磨设备可以根据轨道的磨损情况，自动调整打磨参数，对钢轨进行精确打磨，恢复轨道的几何形状和表面质量，提高列车的运行平稳性和安全性。此外，还有一些自动化的道岔维护设备，能够对道岔的转换机构、锁闭装置等进行自动检测和维护，确保道岔的正常运行。自动化维护设备与技术的应用，不仅提高维护工作的效率和准确性，还减少维护人员的工作强度和安全风险。同时这些设备可以实现24小时不间断作业，大大缩短了维护时间。

3.3 智能决策支持系统

智能决策支持系统是基于大数据分析和人工智能算法的一种决策辅助工具。在工务轨道维护中，该系统可以整合轨道设备的监测数据、维护历史记录、列车运行数据等多源信息，通过数据挖掘和分析，为维护决策提供科学依据。例如，当智能监测系统发出预警信号后，智能决策支持系统可以根据设备的故障类型、严重程度、历史维护记录等因素，分析故障的可能原因和发展趋势，为维护人员提供多种维护方案，并评估每种方案的优缺点和成本效益。维护人员可以根据系统的建议，结合实际情况做出合理的决策。另外，智能决策支持系统还可以根据列车的运行计划和客流需求，优化维护计划的安排。例如，在客流低谷期安排设备的大修和更新改造，减少对列车运营的影响。

3.4 数据管理与可视化平台

数据管理与可视化平台是智能化技术在工务轨道维护中的基础支撑。该平台可以对轨道设备的监测数据、维护数据、设备台账等信息进行集中管理和存储，实现数据的共享和协同工作。通过可视化技术，平台可以将复杂的轨道设备和维护数据以直观的图表、地图等形

式展示出来,方便维护人员和管理人员实时了解轨道设备的运行状态和维护情况。例如,在地图上可以直观地显示轨道设备的分布位置、运行状态和故障预警信息;在图表中可以展示轨道设备的磨损趋势、维护成本变化等。数据管理与可视化平台还可以为数据分析提供支持,帮助维护人员发现数据中的潜在问题和规律。同时,平台可以实现对维护工作的全过程跟踪和管理,提高维护工作的规范化和标准化水平。

4 智能化技术在工务轨道维护中的未来展望

4.1 技术创新与发展趋势

未来,智能化技术在工务轨道维护领域必将迎来持续且深入的创新与发展。在传感器技术方面,其将朝着更加先进和多样化的方向迈进。新型传感器不仅在精度上会有显著提升,能够捕捉到轨道设备极其细微的状态变化,而且抗干扰能力也会大幅增强,即便在复杂恶劣的轨道环境中,也能稳定、准确地采集数据。体积的缩小将使其安装更加便捷,对轨道设备的布局影响降到最低。人工智能算法也将不断优化升级。深度学习、强化学习等先进算法将在轨道设备故障诊断和预测性维护中发挥更为关键的作用。深度学习算法具备强大的数据处理和分析能力,通过对大量轨道设备故障图像进行深度分析和学习,能够自动识别出不同类型的故障特征,并进行精准分类。这将大大提高故障诊断的准确性和效率,减少人工判断的主观性和误差。物联网、云计算、大数据等技术的深度融合将为智能化维护提供更强大的技术支撑。物联网技术使轨道设备之间实现互联互通,数据能够实时共享和协同工作,形成一个有机的整体。云计算技术凭借其强大的计算能力和存储空间,能够轻松应对大规模数据的处理和分析需求。大数据技术则可以从海量的数据中挖掘出有价值的信息,为维护决策提供科学、准确的依据。

4.2 人才培养与团队建设

智能化技术在工务轨道维护中的广泛应用,对人才提出了更高的要求,大量既懂轨道交通专业知识又掌握智能化技术的复合型人才成为行业发展的迫切需求,因此加强人才培养和团队建设是未来发展的重中之重。高校和职业院校应积极响应行业需求,加强相关专业建

设。开设智能化轨道维护相关的课程和专业方向,构建完善的课程体系,涵盖轨道交通基础理论、智能化技术原理、数据分析与应用等多个方面,培养适应行业发展需求的高素质人才。轨道交通企业应加强与高校和科研机构的合作,开展产学研联合培养模式。企业为学生提供实习实训基地,让学生在真实项目中锻炼实践能力,将理论知识与实际操作相结合。通过参与真实的轨道维护项目,学生能够深入了解行业需求和技术应用,提高实际操作能力和创新能力^[4]。对于在职人员,企业应建立完善的培训和教育体系,定期组织智能化技术培训和业务交流活动,邀请行业专家进行授课和分享经验,使员工能够及时了解最新的技术动态和发展趋势。通过培训,提高员工的技术水平和业务能力,使其能够熟练运用智能化技术解决轨道维护中的实际问题。企业还应注重团队建设,打破学科和专业壁垒,建立一支跨学科、跨专业的智能化维护团队。团队成员包括轨道工程师、自动化工程师、数据分析师等,他们各自发挥专业优势,相互协作、相互学习,共同推动智能化技术在工务轨道维护中的应用和发展。

结束语

智能化技术在工务轨道维护中的应用是轨道交通行业发展的必然趋势。从智能监测预警到自动化维护,再到智能决策与数据管理,智能化技术正逐步改变传统维护模式。未来,随着技术的持续创新以及复合型人才队伍的不断壮大,智能化技术将在工务轨道维护中发挥更大作用,提升维护效率与质量,保障轨道交通的安全稳定运行,为城市公共交通发展注入新动力。

参考文献

- [1]李华强.智能化电厂设备维护技术研究与应用[J].电力自动化设备,2023,43(6):130-134.
- [2]王明晓.基于人工智能的电厂设备故障诊断与预测[J].电力系统保护与控制,2022,50(15):78-83.
- [3]陈思远.物联网技术在电厂设备状态监测中的应用[J].电网与清洁能源,2023,39(2):76-81.
- [4]张超,何越磊,路宏遥.基于BIM+移动增强现实的高速铁路工务智能维修技术研究[J].铁道标准设计,2021,65(12):44-49.