

高速公路机电系统日常养护管理的智能化升级路径研究

胡伟群

广东省南粤交通新博高速公路管理处 广东惠州 516800

摘要: 随着高速公路网络的快速发展,机电系统在保障道路通行安全、提高交通效率等方面起着至关重要的作用。然而,传统的机电系统日常养护管理模式面临着人工干预过多、效率低下、信息化水平不足等问题,导致设备故障和运维成本上升,影响了系统的稳定性和可持续性。针对这一问题,本研究提出了高速公路机电系统日常养护管理的智能化升级路径,探索如何通过引入物联网、大数据、人工智能等新兴技术实现机电系统的智能化运维。研究表明,通过智能化监控与预测维护技术,可以大幅度提高设备管理效率,减少人工干预,提前预测设备故障,优化养护资源的配置,进而降低运营成本,并延长设备使用寿命。智能化升级不仅能提高养护管理的精准性和实时性,还能够在提升交通安全性与运营效率的同时,推动高速公路行业向更加绿色、智慧的方向发展。本研究的提出为高速公路机电系统的智能化升级提供了理论依据和实践参考,具有重要的学术价值和实际应用意义。

关键词: 高速公路机电系统; 智能化升级; 物联网大数据

1 高速公路机电系统概述

1.1 高速公路机电系统的组成与功能

高速公路机电系统主要由道路监控系统、交通信息发布系统、收费管理系统、道路照明系统、通信网络系统等组成。这些系统的协同工作确保了高速公路的安全运营与高效管理。道路监控系统通过安装摄像头、传感器等设备,实时监测路面状况、交通流量及异常情况,及时向指挥中心提供数据支持。交通信息发布系统则通过 LED 显示屏、广播等方式,将交通状态、路况信息、天气预报等重要信息传递给驾驶员,帮助他们做出合理的行驶决策。收费管理系统负责对通行车辆进行自动计费与数据记录,实现高速公路的收费自动化,提升收费效率并减少人工成本。道路照明系统通过智能化控制,确保高速公路夜间或恶劣天气下的行车安全。通信网络系统则为各个机电系统提供稳定的通讯支持,使各子系统之间的数据传输及时且准确。这些机电系统的高效运行,不仅提升了道路的通行效率,还在保障交通安全方面发挥着至关重要的作用。

1.2 高速公路机电系统的运作机制

高速公路机电系统的运作机制是通过多种设备和技术的协同工作,保障高速公路的日常运营与效率。道路监控系统通过实时监控路况,收集来自不同传感器和摄像头的数

据,并通过信息反馈机制提供决策支持。这些信息不仅为管理人员提供预警,还能够通过数据分析进行智能化决策,从而优化交通流量和应急响应。收费管理系统则通过自动识别和计费技术,减少了人为干预的需要,提高了收费的精准性与效率。同时,车辆通行数据的实时记录也为后续的交通数据分析提供了基础。道路照明系统采用智能化控制技术,根据车流量与天气变化自动调节亮度,保证了夜间或恶劣天气下的行车安全。通信网络系统在其中发挥着至关重要的作用,它连接着各子系统,使得信息传输能够高效且稳定地进行,确保了各系统的同步运作。通过这些精密的运作机制,高速公路的机电系统不仅提升了道路的通行能力,还提高了安全性与管理效率,确保了高速公路的日常运营不间断。

2 传统机电系统养护管理模式分析

2.1 传统养护管理模式的特点与问题

在当前高速公路机电系统的传统养护管理模式中,人工干预占据主导地位,缺乏系统化的信息采集与分析手段,成为影响管理效率和维护质量的关键瓶颈。由于过度依赖人工巡检,管理过程高度依赖操作人员的经验判断,容易造成养护工作的不规范和信息反馈的滞后。在设备运行状态监测方面,尚未形成统一的信息平台,数据采集往往分散,难以实现对故障趋势的有效识别与预警。信息孤岛现象普遍存在,导致各系统间数据难以共享,阻碍了整体运行效率的提升。

此外,当前养护管理中缺乏智能调度机制,资源配置不合理,问题直接影响了系统运行的稳定性与管理的科学性。往往出现人力资源冗余或关键岗位响应不及时的问题。这些

表 1 传统养护管理模式的特点与问题

问题类型	具体表现	影响结果
人工干预过多	依赖人工巡检、经验判断	故障发现滞后、维护效率低
信息化水平不足	数据分散、缺乏统一平台	无法实现设备状态实时监控与趋势分析
数据孤岛现象	系统间缺乏互联互通	信息共享困难,影响整体管理协同效率
调度机制不完善	缺乏智能调度算法、资源配置不均	出现人力浪费或应急响应不及时
缺少预警能力	无法进行故障预测与趋势分析	潜在问题无法提前发现,导致设备突发故障

2.2 传统模式下的运维成本与故障率分析

在传统运维模式下,高速公路机电系统的运维成本常常呈现出高企的趋势。由于依赖人工巡检和定期维护,设备故障往往只能在发生明显故障后才能被发现,导致修复过程较为缓慢。人工巡检的局限性在于缺乏精确的实时监控手段,且无法进行长时间的连续跟踪分析,因此对设备的运行状态了解不足。加之传统模式下的应急响应机制较为滞后,设备发生故障时往往会导致更多的停机时间和维修费用,从而影响高速公路的整体运营效率。

3 智能化技术在机电系统管理中的应用

3.1 物联网技术的应用与优势

物联网技术在高速公路机电系统中的应用,主要体现在其对设备的实时监控、数据采集和故障预警等方面。通过在机电设备上部署传感器与网络连接,物联网能够实现对系统状态的全面感知和信息流的高速传输。这些设备可以实时监测各种参数,如温度、湿度、电流、电压等,及时发现潜在的故障隐患。数据的实时上传和处理,能够帮助运维人员迅速获得系统状态,从而进行精准的故障诊断和处理。此外,物联网技术通过与大数据平台结合,提供了更为全面的分析能力,有助于提前预测设备的故障周期,优化维护计划,降低突发性故障的发生概率。与传统的人工检查方式相比,物联网技术具有更高的实时性和准确性,大大提高了机电系统的运维效率,降低了成本,同时提升了系统的可靠性和安全性。

3.2 大数据与人工智能在预测与维护中的应用

大数据与人工智能的结合为高速公路机电系统的预测与维护提供了更加精确和高效的解决方案。通过对海量设备运行数据的分析,人工智能算法能够提取出设备状态与故障之间的潜在规律,从而实现对故障的早期预警和精准预测。这些算法不仅能够处理来自多源传感器的动态数据,还能通

过自我学习优化预测模型,提升预测的准确性。例如,机器学习可以基于历史故障数据,自动识别出设备的运行模式与异常模式,进而为运维人员提供有针对性的维修建议和预测性维护计划。同时,结合大数据分析,人工智能能够从更广泛的角度评估机电系统的整体健康状况,为养护决策提供科学依据。在此基础上,养护计划得以精准制定,避免了过度维护或忽视重要设备的风险,显著提高了资源利用效率,减少了不必要的停机和维修成本。智能化的预测和维护方法,不仅优化了养护流程,还提高了机电系统的可靠性和稳定性,推动了机电工程的智能化升级。

4 高速公路机电系统智能化升级路径

4.1 智能化监控与预测维护路径

智能化监控与预测维护通过实时数据采集与分析,能够显著提高机电系统的运行效率与设备可靠性。借助传感器与物联网技术,设备的状态可以被实时监控,远程数据传输确保了系统对设备运行的精准掌控。结合大数据分析,历史运行数据和实时数据能够形成强大的预测模型,对设备可能出现的故障进行早期识别与预警,从而提前采取维护措施,避免突发故障对系统的影响。通过这一技术手段,管理人员可以根据设备健康状况调整养护计划,合理安排维护资源,避免因设备故障造成的业务中断和经济损失。同时,预测性维护大幅降低了传统依赖固定周期的养护模式,减少了不必要的维修成本,并延长了设备的使用寿命,优化了整个机电系统的运维效率。

4.2 养护资源优化与智能调度路径

智能调度技术通过实时监控和大数据分析,能够在养护管理中有效优化资源配置,降低运营成本。基于设备健康数据和运行状态,系统可以自动化地安排维修人员和设备的调度,避免了传统模式中人为决策可能带来的资源浪费和延迟。例如,当某一设备的故障概率增大时,系统能够提前调

度相关人员进行检查或预防性维护，从而避免了设备出现严重问题前的突发停运。与此同时，智能调度系统可以根据地理位置、工作人员的技能等级、以及当前任务的紧急性进行资源最优配置，确保养护工作能够高效完成。此外，调度系统还能够根据实时数据对养护作业进行动态调整，例如在某些区域出现突发问题时，迅速将其他区域的资源调度过来，减少了因为资源配置不合理而导致的响应延迟。这一智能化的调度方法，不仅降低了维修成本，还提升了整个养护过程的灵活性和响应速度，使高速公路机电系统的运营更加高效。

4.3 智能化升级面临的技术与管理挑战

在智能化升级过程中，技术难题与管理障碍是不可忽视的挑战。首先，智能化系统的技术集成难度较大。高速公路机电系统往往由多个子系统和设备组成，每个部分的技术标准和运作模式各不相同，如何实现不同设备间的数据互联与协同工作，确保信息的流畅传递，是技术集成的核心问题。为了解决这一问题，建立统一的技术标准和接口规范成为必要条件。此外，硬件设施的更新和改造也是一大挑战，特别是对于一些老旧的设备和基础设施，智能化技术的引入可能面临兼容性问题，导致高昂的改造成本。

在管理层面，人员的技能差距和传统管理模式的惯性是升级过程中常见的障碍。当前，高速公路机电系统的养护管理多依赖人工经验和传统方法，智能化技术的引入可能会让一些操作人员感到陌生甚至抵触。针对这一问题，应加强员工的技术培训，提高他们的智能化系统操作能力，并逐步淘汰过时的管理模式，推广基于数据驱动的决策模式。此外，智能化管理的普及需要高效的组织协调，尤其是在跨部门协作方面，管理层必须具备更强的数据分析能力和系统思维，才能有效协调各方面资源。

面对这些技术和管理挑战，解决的关键在于系统的逐步推进与适应性改造。通过分阶段实施，优先改造核心设备

并进行系统调试，可以有效降低技术集成的难度。同时，加强与技术供应商的合作，进行定制化的解决方案设计，确保新旧系统的平滑过渡。在管理层面，通过加强培训和建设智能化管理文化，逐步培养员工的适应能力，并通过动态调整优化管理策略，以实现技术与管理的同步升级。

5 结束语

随着智能化技术在各行各业的广泛应用，机电系统的养护管理逐渐迎来了全新的发展机遇。通过本研究的探索，可以看出，借助物联网、大数据和人工智能等先进技术，高速公路机电系统的智能化升级不仅能够有效提高系统运行效率，还能显著降低运维成本和故障率。智能化监控与预测维护的应用，使得系统的潜在故障得以提前预警，保障了高速公路交通的顺畅与安全。同时，智能调度和资源优化路径的引入，为养护资源的合理配置提供了新的思路。这些技术的集成应用，虽然在实施过程中面临技术和管理的挑战，但其带来的长远效益不容忽视。未来，随着技术的不断发展与完善，智能化升级必将成为高速公路机电系统管理的主流趋势，推动行业迈向更加高效、精确和可持续的管理模式。

参考文献：

- [1] 张志强. 高速公路机电系统信息化平台建设与大数
据融合研究 [J]. 中国信息化 .2025, (04): 192.
- [2] 马祥. 电机控制系统的智能化升级与创新 [J]. 电动工
具 .2025, (02): 171.
- [3] 钱超. 基于智能感知与数据融合的智慧高速公路机
电系统优化研究 [J]. 交通世界 .2025, (09): 42.
- [4] 吕叠, 李彦强. 模糊层次分析法在高速公路机电系
统养护评估中的应用 [J]. 广东交通职业技术学院学报 .2025,
(02): 4.
- [5] 黄晟, 曾钢, 汪蛟波, 陈少容, 李顺森, 赵范. 高速
公路机电系统信息安全风险及应对 [J]. 中国科技信息 .2025,
(05): 54.