

公路机电智慧管理平台建设研究

何定杰

招商华驰数智交通科技（重庆）有限公司 重庆 400060

摘要：公路机电设备种类繁多、构造复杂且分布广泛，给运营管理带来挑战。当前，运营单位面临机电智慧化管理理念薄弱、专业人员匮乏及信息化智能化水平不足等问题。本研究通过梳理机电运营管理难点，明确智慧管理平台需求框架，设计涵盖机电设备资产台账管理、智能巡检、故障管理等功能模块的系统，旨在显著提升公路机电设备运维效率，推动公路机电管理向精细化、智能化方向发展。

关键词：公路机电；智慧管理；平台建设

引言：随着高速公路网的蓬勃发展，公路机电系统作为支撑其安全、高效运行的核心设施，其重要性日益凸显。然而，传统机电管理方式已难以适应现代高速公路的发展需求，智慧化转型势在必行。本研究聚焦于公路机电智慧管理平台的建设，旨在通过引入先进的信息技术，实现机电设备的智能监控与管理，以提高运维效率，保障交通安全，推动公路机电管理向更加智能化、精细化的方向发展。

1 公路机电系统现状分析

1.1 公路机电系统的组成

（1）监控系统：这是公路机电系统的核心之一，负责实时监控道路交通状况。它包括路段交通监测系统、隧道交通检测系统、大屏幕可变信息板管理系统等，这些子系统共同工作，为交通管理部门提供及时准确的交通数据，助力决策制定，同时确保驾驶人的出行安全。

（2）通信系统：通信系统为高速公路的各级管理、运营及业务部门提供数据传输通道，确保监控图像、语音和数据能够高效、顺畅地传输。这一系统不仅支持路网业务、对讲和指令通信，还为收费系统和监控系统的数据传输提供可靠保障，是公路机电系统中不可或缺的通信平台。

（3）供配电系统：供配电系统负责提供稳定可靠的电力支持，确保高速公路各系统正常运行。它包括照明通风系统、防雷和接地系统等，旨在满足正常和紧急情况下的电力需求。通过高压和低压配电站、各种配电箱和配电屏，以及柴油发电机组和UPS电源等设备，供配电系统实现了24小时不间断的电力供应。

（4）隧道机电系统：隧道作为高速公路的特殊路段，其机电系统具有独特性和复杂性。隧道机电系统除了包含上述监控、通信和供配电系统的相关功能外，还特别注重通风、照明、消防和紧急逃生等方面的设计和实施，以确保隧道内的安全、舒适和高效运行^[1]。

1.2 传统机电系统管理存在的问题

尽管公路机电系统在保障道路安全、顺畅运行中发挥着重要作用，但传统机电系统管理方式仍存在一些显著问题。管理效率低下是一个主要问题，传统管理方式通常依赖人工记录和手工操作，导致数据处理速度慢且错误率高。同时，应急反应不及时和设备故障定位困难也是传统机电系统管理面临的重大挑战。这些问题不仅影响了公路机电系统的正常运行，也制约了高速公路管理水平的提升。

1.3 智慧化转型的需求与趋势

随着科技的飞速发展，智慧化转型已成为公路机电系统发展的必然趋势。智能化管理的实际意义在于提高管理效率、降低运维成本、提升道路安全性和通行效率。通过引入物联网、大数据、云计算和人工智能等先进技术，可以实现设备的实时监控、预警和预防性维护，从而大幅减少故障发生率和应急响应时间。从国内外研究现状与发展趋势来看，智慧高速公路已成为全球交通领域的研究热点。国内外众多学者和机构正在积极探索和应用新技术，以提升公路机电系统的智能化水平。未来，随着技术的不断进步和应用的深入，公路机电系统必将迎来更加广阔的发展前景。

2 公路机电智慧管理平台设计

2.1 平台设计原则与目标

（1）集中管理、精确定位故障。平台设计首先遵循集中管理的原则，将分散的机电设备纳入统一的管理体系，实现资源的整合与优化。通过智能化的监控手段，平台能够实时获取机电设备的运行状态，一旦出现故障，能够迅速定位故障点，为后续的故障处理提供精确指导。这不仅提高了故障处理的效率，也降低了因故障导致的交通中断风险。

（2）快速排除故障、降低运维成本。快速排除故障是平台设计的又一重要目标。通过智

能化的故障预警与诊断系统,平台能够在故障发生前或初期就发出预警,为运维人员提供充足的时间进行故障排查与处理。同时,平台还能够提供故障处理方案与建议,进一步缩短故障处理时间,降低运维成本。(3)提高工作效率、规范运维流程。提高工作效率与规范运维流程是平台设计的长远目标。通过自动化、智能化的管理手段,平台能够减轻运维人员的工作负担,提高工作效率。同时,平台还能够对运维流程进行规范化管理,确保每一步操作都符合标准与要求,减少人为因素导致的故障与安全隐患。

2.2 平台系统架构

(1)前端数据采集系统。前端数据采集系统是平台的基础部分,负责收集各类机电设备的运行数据与环境信息。这些数据包括设备的电流、电压、温度等物理参数,以及车辆流量、车辆轨迹等交通信息。前端数据采集系统通过各类传感器、摄像头等设备实现数据的实时采集与传输,为后端的数据处理与管理提供丰富的数据源。(2)后端数据处理和管理系统。后端数据处理和管理系统负责接收前端采集的数据,并进行清洗、过滤、标准化等处理,以提高数据的质量和可用性。同时,该系统还负责数据的存储与管理,为后续的数据分析与决策提供数据支持。通过构建完善的数据库系统,后端数据处理和管理系统能够实现对机电设备的集中化、远程化控制与管理^[2]。(3)云端数据分析交互系统。云端数据分析交互系统是平台的智能核心部分。该系统利用大数据、云计算等先进技术,对后端传输的数据进行深入挖掘与分析,发现设备的运行规律与潜在故障。同时,云端数据分析交互系统还能够提供可视化的数据分析结果,为管理人员提供直观、清晰的决策依据。此外,该系统还能够实现与前端数据采集系统的实时交互,确保数据的实时更新与同步。

2.3 关键技术与应用

(1)物联网技术。物联网技术是公路机电智慧管理平台的关键支撑技术之一。通过物联网技术,平台能够实现对机电设备的全面感知与互联。环境监测功能能够实时获取隧道内的一氧化碳等有害气体浓度信息,确保空气质量的达标;车辆流量监测与轨迹跟踪功能则能够实时掌握车辆的运行状态与轨迹信息,为交通管理与优化提供数据支持。(2)大数据技术。大数据技术是实现平台智能化管理的重要手段。平台利用大数据技术,对海量数据进行存储、处理、挖掘与分析。通过对历史数据的深入挖掘,平台能够发现设备的运行规律与潜在故障模式;通过对实时数据的分析,平台能够实现对设

备状态的实时监测与预警。(3)云计算技术。云计算技术为公路机电智慧管理平台提供了强大的数据处理与存储能力。通过云计算平台,平台能够实现数据的集中管理、分布式存储与高效处理。这不仅提高了数据的处理效率与安全性,还降低了数据存储与管理的成本。同时,云计算平台还能够根据实际需求进行弹性扩展,确保平台在处理大规模数据时的稳定性与可靠性^[3]。(4)人工智能与机器学习。人工智能与机器学习技术是公路机电智慧管理平台智能化的关键驱动力。通过引入这些技术,平台能够实现故障的智能预警与诊断。机器学习算法能够对历史故障数据进行训练与学习,建立故障预警模型。当设备出现故障迹象时,模型能够自动触发预警信号,并给出初步的故障排查建议。

3 公路机电智慧管理平台功能实现

3.1 设备管理功能

(1)设备台账管理。该功能实现了公路沿线所有机电设备的详尽记录与管理。借助平台,管理人员可以轻松查阅设备的基本信息,如名称、型号、规格、安装位置及生产厂家等。同时,平台提供设备的全生命周期管理,详尽记录从采购、入库、领用、安装、调试到报废的每个环节,助力管理人员全面了解设备状况,为后续运维提供坚实保障。(2)设备状态监测与预警。该功能借助物联网技术,实时采集设备电流、电压、温度等运行数据。平台通过对这些数据的智能分析,能够迅速识别设备异常并自动触发预警。预警信息通过短信、邮件及APP推送等多种方式即时送达管理人员,便于其迅速响应,有效预防故障发生或扩大。此外,平台还提供设备健康度评估,基于历史数据深度挖掘,预测设备剩余寿命及潜在故障,为预防性维护提供科学依据。(3)设备维护与保养计划。该功能根据设备运行状态和历史数据,智能生成维护与保养计划,涵盖定期巡检、清洁、润滑、紧固及调试等关键任务。通过平台的自动化调度,管理人员能轻松安排运维人员执行计划,确保设备稳定运行,延长使用寿命。同时,平台提供维护与保养工作的记录与跟踪功能,便于管理人员准确评估运维质量与效果,持续优化运维流程。

3.2 综合监控功能

(1)实时路况监测。实时路况监测功能通过摄像头、传感器等设备,实时采集公路沿线的路况信息。这些信息包括道路通行状况、车辆排队情况、交通拥堵程度等。通过平台的可视化展示功能,管理人员可以直观地了解公路的实时路况,为交通管理与调度提供有力支持。同时,平台还提供了路况数据的存储与分析功能,

以便管理人员对路况的变化趋势进行深入研究和分析。

(2) 交通流量与速度分析。交通流量与速度分析功能通过对采集到的交通数据进行处理与分析,生成交通流量图和速度分布图等可视化图表。这些图表可以帮助管理人员了解公路的交通状况,发现交通瓶颈和拥堵点,为制定交通疏导和分流策略提供依据。同时,平台还提供了交通数据的实时更新功能,确保管理人员能够获取到最新的交通信息。(3) 异常情况报警与处理。异常情况报警与处理功能通过实时监测交通数据和设备状态数据,及时发现异常情况并触发报警信号。这些异常情况可能包括交通事故、设备故障、道路施工等。一旦报警信号触发,平台将自动通知相关人员进行处理,并生成异常事件的处理报告。通过平台的应急响应与处理流程功能,管理人员可以快速调集资源,启动应急预案,确保异常情况得到及时有效的处理。同时,平台还会记录异常事件的处理过程与结果,为后续的分析与改进提供依据^[4]。

3.3 智慧巡检与故障处理

(1) 自动化巡检任务规划。自动化巡检任务规划功能通过平台的智能算法,根据设备的运行状态与历史故障数据,自动生成合理的巡检任务计划。这些计划考虑了设备的优先级、巡检人员的技能水平、地理位置等多个因素,确保巡检工作的高效有序进行。同时,平台还支持手动调整巡检计划的功能,以适应突发情况或特殊需求。(2) 故障快速定位与诊断。故障快速定位与诊断功能利用物联网技术与大数据分析手段,实时监测设备的运行状态,一旦发现异常立即触发预警信号,并快速定位故障点。通过平台的智能诊断系统,可以对故障进行初步诊断,并提供可能的故障原因与解决方案。这大大缩短了故障定位与诊断的时间,提高了故障处理的效率。(3) 应急响应与处理流程。应急响应与处理流程功能在故障发生时迅速启动应急预案,自动调度相关人员与资源进行处理。平台提供了清晰的应急响应流程指导,确保相关人员能够迅速准确地执行应急任务。同时,平台还会实时跟踪故障处理进度,生成详细的应急处理报告,为后续的分析与改进提供依据。

3.4 信息发布与交通控制

(1) 实时信息发布系统。实时信息发布系统通过LED显示屏、手机APP等多种渠道,实时发布路况信息、交通管制信息、天气预警等交通相关信息。这些信息可以帮助驾驶员提前规划行程,避免拥堵与事故的发生。同时,平台还支持自定义信息发布模板与发布策略的功能,以适应不同场景的需求。(2) 交通诱导与分流策略。交通诱导与分流策略功能通过对交通数据的实时监测与分析,动态调整交通信号灯的控制策略,优化交通流线,缓解交通拥堵。同时,平台还可以根据路况信息生成交通诱导方案,引导车辆合理分流,提高道路通行能力。这些策略的实施可以显著提升公路的交通效率与安全性。(3) 跨部门协同与联动机制。跨部门协同与联动机制功能实现了公路管理部门与其他相关部门(如交警、气象、应急管理等)之间的信息共享与协同作业。通过平台的跨部门协同功能,可以实时共享路况信息、天气预警、交通管制等重要信息,提高应急响应速度与处理效率。同时,平台还支持跨部门联动作业的功能,如联合执法、联合救援等,确保公路交通的安全与畅通。

结束语

综上所述,公路机电智慧管理平台的建设是推动公路交通现代化、智能化的重要举措。通过整合物联网、大数据、云计算等先进技术,本研究实现了对机电设备的全面感知、智能监控与高效管理,显著提升了运维效率与道路安全性。未来,随着技术的不断进步与应用场景的拓展,公路机电智慧管理平台将持续优化升级,为构建更加安全、高效、绿色的公路交通体系贡献力量,助力交通强国建设。

参考文献

- [1]范敬光.高速公路机电设备智慧运维实践[J].交通世界,2022,(21):219-220.
- [2]钟仕兴.高速公路智能机电设备运维管理系统的研究与应用[J].机电信息,2022,(09):64-65.
- [3]张德祥.高速公路机电设备管理系统研究[J].北方交通,2022,(07):77-79.
- [4]胡汉桥,陆由,雷伟.高速公路机电系统运维管理一体化探究与实践[J].中国交通信息化,2022,(04):38-39.