

高速公路智能机电设备运维管理系统应用研究

梁彦芳

(广西桂商实业投资有限公司, 广西 南宁 530000)

摘 要 随着我国高速公路建设事业的快速发展, 高速公路通车里程不断增加, 机电设备作为高速公路安全稳定运行的重要保障, 其运维管理变得愈发重要。然而, 现有的高速公路机电设备运维管理存在诸多不足, 如缺乏全生命周期管理工具、预防性养护手段不足、专业技术知识分享平台缺失、故障处理进度跟踪工具科技含量不高等问题, 导致设备故障解决不及时、养护效率低下。为解决这些问题, 本研究致力于提出一种信息化、智能化的机电设备运维管理解决方案, 通过实时监测设备状态、与设备信息采集措施相结合, 以期为提高管理流程自动化程度提供借鉴, 从而实现高效的机电设备运维管理。

关键词 高速公路; 机电设备; 运维管理; 智能化

中图分类号: U418.7

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.06.009

0 引言

高速公路智能机电设备运维管理系统的建设, 通过集成现代信息技术互联网技术以及大数据技术, 能够对高速公路机电设备进行全方位的管控, 可以减少设备故障出现的概率。所以, 为提升高速公路智能机电设备运维管理系统的建设水平, 必须要综合实际情况, 在了解机电设备运维管理需求的基础上, 合理地将信息技术融入系统, 才能够实现设备系统数据的分析, 帮助运维管理人员提供精确的维修建议, 进一步提高维修的准确率。

1 高速公路智能机电设备运维管理系统设计理念

1.1 “监”

高速公路运维管理系统中的设计是“监”, 是核心理学中的一个概念, 主要强调综合、实时、准确地监测高速公路机械电子装备, 保证装备处于完全运行的状态。具体来讲, “监”体现在如下几个方面^[1]: 一是对机电装置运行信息实现实时采集传送, 通过对传感器的超前技术、物联网技术, 保证信息准确性及及时性; 二是通过采集到的信息进行加工、分析、及时查找装置存在的问题、为运维人员发出提示信息, 从而建立一个智能化监视平台; 三是从装备采购、安装、调试直至运行、维护及报废, 将设备全生命周期的监测工作纳入监测范畴, 做到设备运行平稳可靠, 各环节均有监控。高速智能机电设备运维管理系统通过“监”

的设计理念, 能够实现对设备的综合控制, 从而为运维管理人员在运维管理中提高效率和准确性提供强有力的决策支持。

1.2 “管”

高速公路智能机电设备运维管理过程中, “管”是管理的另一核心设计思想, 即智能机电设备在高速公路运行维护管理体系中的管理, 该思想的重点是为了保证运行维护工作的有序进行, 对机电设备的运维流程进行了规范化^[2]。在智能机电设备运维管理过程中, 在设计理念“管”的情况下, 通过建立完善的智能机电设备运维管理系统, 对各级运维人员的职责、权限进行界定, 从而保证运维工作的规范性、高效性。同时, 该系统还具有实现运维工作整体管理监督的功能, 如任务分配、进度跟踪、绩效考核等。

1.3 “治”

“治”即治理, 是针对高速公路智能机电设备运行维护管理系统中出现的设备故障和问题进行处理的一种设计思想。在“治”的设计理念下, 智能机电设备运行维护管理系统实现故障诊断、预警分析、维护功能。当设备发生故障时, 系统可以自动进行故障诊断、指导运维人员进行快速维修, 并提供维修建议和解决方案。同时, 该系统还可以收集分析故障信息, 为预防和处理后续故障提供依据。通过“治”的设计理念的运用, 高速公路智能机电设备运维管理系统能够实现对设备故障的高效治理, 提高故障处理的及时性和准确性, 降低故障

对高速公路运营的影响,提升整体运维管理水平。

2 高速公路智能机电设备运维管理系统的方案设计

2.1 数据采集层

数据采集层是高速公路智能机电设备运维管理系统的基石,负责全面、准确地收集机电设备的各类运行数据。该层通过部署在高速公路沿线的各类传感器和智能检测设备,实时采集以下几类关键数据:设备的电机电流、电压、功率因数等工作状态数据,以反映设备的实时运行负荷和效率;设备温度、湿度、振动等环境参数数据^[3],以监测设备所处环境的适宜性及其对设备运行状态的影响;设备电能、水能、气能等消耗量能耗数据,以评估设备的能效水平。

2.2 数据传输层

数据传输层负责将数据采集层收集到的各类机电设备运行数据高效、安全地传输至数据中心或云端服务器。该层采用先进的通信技术,如4G/5G移动通信、光纤通信、卫星通信等,确保数据的高速传输和实时性。传输的数据类型包括但不限于设备状态数据、环境参数数据、能耗数据以及故障报警数据等,这些数据以结构化或非结构化的形式进行封装,通过加密协议进行传输,以防止数据在传输过程中被窃取或篡改。

2.3 数据存储层

数据存储层是负责海量机电设备运行数据的存储与管理的高速公路智能机电设备运维管理系统的核心组成部分。这一层采用HadoopHDFS、CEPH等分布式存储架构^[4],以应对大规模数据存储的需求。存储的数据类型涵盖根据特定的数据模型和存储策略进行组织和管理的设备状态数据、环境参数数据、能耗数据、故障报警数据和历史运行维护记录等,以确保数据具有可访问性和可管理性。同时,信息存储层也有信息备份及复原功能,可定时备份信息,以防信息遗失或损毁。

2.4 应用模块层

高速公路智能机电设备运维管理系统中,应用模块层基于数据采集层、数据传输层和数据存储层提供的基础数据,实现了对机电设备运维管理的全面支持。应用模块层包含设备状态监测模块多个关键应用模块,能够实时分析设备状态数据,评估设备健康状况;此外,能耗管理模块能汇总并分析设备的能耗数据,提供节能降耗建议;故障预警与诊断模块,基于故障报警数据和历史运维数据,进行故障预测和智能诊断;运维任务管理模块,根据设备状态和运维计划,自动生成并分配运维任务,这些应用模块通过设备状态参数、

能耗指标、故障类型及频率等整理^[5],能为运维人员提供决策支持和操作指导,实现机电设备运维管理的智能化和精细化。

2.5 展示层

展示层是将系统收集分析的数据结果通过图形化、直观化的方式展示给高速公路智能机电设备运维管理系统与用户的交互界面。该层提供显示设备状态数据、能耗数据、故障报警信息以及运维任务执行情况等关键信息的仪表盘、趋势图、报表等多种展示形式。通过这些展示形式,用户可以对机电设备的运行状态、能耗趋势、故障历史、运维方案等进行实时了解,从而对运维进行更精准的决策。

3 高速公路智能机电设备运维管理系统技术的应用

3.1 分布式数据采集技术

高速公路智能机电设备运维管理系统采用分布式数据采集技术,能够实现机电设备的运行数据实时采集。通过在高速公路沿线的不同位置部署若干个数据采集节点来实现,各信息收集节点具有独立的信息采集与处理能力,可以通过高速通信网将这些信息汇总到中心服务器,从而对设备状态参数、环境参数、能耗数据在内的各种信息进行实时采集。分布式信息收集技术可以保证数据的实时性及准确性,支持高并发采集、高效传输大规模信息。同时,该技术还具有数据预处理及异常侦测功能,可初步清洗、校验数据,为后续信息分析和决策提供可靠保障,在采集信息的过程中,可实现数据采集、数据预处理、异常侦测等功能。

3.2 工业以太网通信传输技术

在高速公路智能机电设备运维管理系统当中,工业以太网通信传输技术起着关键性的作用。该技术可保证机电设备的高效、准时的运行数据传送,具有较高的可靠性、实时性和稳定性。工业以太网支持高达1gbps甚至较高的传输速率,可以满足大规模数据并发传送的需要,保证实时更新信息。同时,它的传送延迟极低,通常在微秒级,对运维管理系统来说,快速响应是非常重要的。

3.3 MySQL数据库存储技术

MySQL数据库存储技术是高速公路智能机电设备运维管理系统核心部件之一,该技术的特点是:性能高,可靠性高,扩展方便,符合系统大规模信息存储及高效查询的需要。MySQL在提供丰富索引和查询优化机制的同时,支持高达几亿个记录的存储,确保信息检索的高效性。在写性能方面,MySQL可以支持每秒成千上万次

的数据插入和更新操作，从而保证实时更新的数据。

3.4 挖掘技术

在高速公路智能机电设备的运维管理系统建设过程中，挖掘技术能够揭示数据背后隐藏的规律和模式，通过对海量运维数据的深度分析与挖掘，为运维决策提供科学依据。一般来说，挖掘技术可以对设备状态数据、故障告警数据、运维任务数据多种数据类型进行处理分析，通过关联规则挖掘、聚类分析、预测模型构建等方法，能发现设备故障与运行参数之间的关联关系，促进运维管理不断完善和创新，针对不同的系统挖掘技术运用情况如表 1 所示。

表 1 挖掘技术运用情况

系统名称	应用位置	应用范围
收费系统	故障预测	利用历史数据，通过机器学习算法预测收费设备故障，准确率高达 92%。系统能在故障发生前 48 小时发出预警，平均减少故障导致的收费中断时间至每次不超过 30 分钟
	收费效率分析	分析收费数据，识别高峰时段和拥堵车道，提出车道优化建议。实施后，平均通行速度提升 15%，车主满意度提高 18%
监控系统	异常行为检测	对监控视频进行实时分析，识别异常行为，检测准确率超过 95%。系统能在异常行为发生后 5 秒内发出警报，有效预防交通事故
	交通流量分析	分析监控视频中的车辆流量，预测交通拥堵情况。系统能在拥堵发生前 30 分钟发出预警，为交通管理部门提供及时调度建议
通信系统	网络故障预测	分析通信网络数据，预测潜在的网络故障。系统能在故障发生前 24 小时发出预警，平均减少通信中断时间至每次不超过 1 小时
	数据传输效率优化	根据网络流量分析，优化数据传输路径和带宽分配，提高数据传输效率。实施后，数据传输速度提升 20%，系统响应时间缩短 15%
供配电系统	能耗分析与优化	分析供配电系统的能耗数据，提出节能降耗建议。实施建议后，平均能耗降低 12%，节省电费支出约 10%
	故障预警与备用方案	预测供配电系统故障，制定备用方案。系统能在故障发生前 1 小时发出预警，并提供自动切换至备用电源的建议，确保关键设备稳定运行

3.5 物联网技术阈值设置

物联网技术通过对各种机电设备的设置阈值，实现了在高速公路智能机电设备运维管理系统中对设备运行状态的实时监控预警。具体地说，就是每个设备都根据设备的种类、规格以及运行环境，对温湿度、压力、振动等一系列关键参数的阈值，给每个设备设置一个特定的阈值。当设备的实际运行参数超过或低于这些阈值时，系统就会马上发出预警信号，并通知运维人员进行及时的处理，从而达到对设备异常状态的快速反应和准确定位的目的。同时，物联网技术还可以帮助制订合理的运维计划和维修计划，通过实时监控设备的运行状态，为运维人员的设备维护提供参考依据，实现对设备运行状况的实时监控。

高速公路智能机电设备运行维护管理系统中，智能工单管理模块功能能够通过对自动化派单、任务跟踪、进度反馈及效果评估集成，实现对运维任务的全面智能化管理。通常情况下，高速公路智能机电设备运行维护管理系统可以自动生成包含任务描述、优先级、目标装备、所需工具及备件的工单，并根据设备的故障报警信息、运维计划以及运维人员的技能水平、任务负荷等情况，智能分配给最合适的运维人员。同时，智能工单管理模块还支持实时跟踪和更新任务进度。运行维护人员可以将任务执行的到达现场、故障诊断、维护操作、测试验证阶段记录在系统上，系统将自动生成任务进度报告，并依据这些信息进行统计。

4 结束语

在高速公路智能机电设备运维管理系统建设的过程中，通过系统的建设能够及时地发现存在的故障问题，从而规避故障的进一步扩大，要综合公路的实际情况以及监测的需求，做好系统方案的调整，如此才能够提高系统运行的稳定性。

参考文献:

- [1] 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(19):60-65.
- [2] 张璐. 高速公路项目智能机电设备运维管理系统研究 [J]. 交通世界, 2024(12):174-176.
- [3] 郑雄杰. 高速公路机电设备管理系统 AI 智能体的建设及应用 [J]. 中国交通信息化, 2024(10):121-124.
- [4] 黄本锐, 苏爱斌, 覃荣武. 基于人工智能的高速公路隧道机电设备管理系统的设计与应用 [J]. 自动化应用, 2024, 65(13):49-51, 55.
- [5] 邓国红. 机电设备智慧运维管理系统在高速公路工程中的应用研究 [J]. 通讯世界, 2024, 31(06):193-195.