

智能化监控系统在高速公路机电设施管理中的应用

晏世伟

四川攀西高速公路开发股份有限公司 四川 凉山 615000

摘要: 智能化监控系统在高速公路机电设施管理中的应用,通过集成物联网、大数据、云计算等先进技术,实现对高速公路各类机电设施的实时监控、故障预警、远程控制与自动化管理。该系统有效提升了高速公路的运营效率、安全性和应急响应能力,降低维护成本,为高速公路的智能化、精细化管理提供有力支持。本文旨在探讨智能化监控系统在高速公路机电设施管理中的具体应用及其带来的积极影响。

关键词: 智能化监控系统;高速公路;机电设施;应用

引言:随着高速公路建设的快速发展,对机电设施的管理提出了更高要求。传统的人工管理方式已难以满足当前高速公路运营的需求。智能化监控系统的出现,为高速公路机电设施管理带来了革命性的变革。该系统通过实时监测设施状态、预警潜在故障、实现远程控制等功能,大大提高了管理的效率和准确性。本文将深入分析智能化监控系统在高速公路机电设施管理中的应用及其重要性。

1 高速公路机电设施管理概述

高速公路机电设施管理是指对高速公路上各类机电系统设备,包括监控系统、通信系统、收费系统、照明系统、供配电系统等,进行规划、安装、调试、运行、维护及报废处理的全过程管理。这些机电设施是高速公路安全、高效运行的重要保障,直接关系到道路通行能力、交通管理效率以及用户体验。高效的管理能够确保设施稳定运行,减少故障发生,提高应急响应速度,从而保障高速公路的畅通无阻。随着智能化、信息化技术的不断发展,高速公路机电设施管理正逐步向自动化、远程监控和数据分析方向转型,以适应日益增长的交通需求和不断提升的管理要求。

2 高速公路机电设施管理中存在的问题

2.1 人工巡检的局限性

人工巡检作为传统机电设施管理的重要手段,存在明显局限性。一方面,人工巡检受限于人员数量、经验和技能水平,难以做到全面、细致且及时的检查,可能导致潜在故障未能及时发现和处理。另一方面,高速公路环境复杂多变,人工巡检面临安全风险,特别是在恶劣天气或夜间条件下,工作效率和安全性均受影响^[1]。人工记录和分析数据的方式效率低下,难以形成系统化、标准化的管理报告,不利于管理决策的制定。

2.2 设备维护管理不及时

高速公路机电设施种类繁多,分布广泛,维护管理难度大。由于维护计划不合理、资源调配不当或信息沟通不畅等原因,往往导致设备维护管理不及时。设备长期超负荷运行或带病作业,不仅加速设备老化,降低使用寿命,还可能引发严重故障,影响高速公路的正常运营。缺乏预防性维护策略,使得故障维修成本增加,整体管理效率低下。

3 智能化监控系统在高速公路机电设施管理中的技术基础

3.1 物联网技术的应用

物联网技术作为智能化监控系统在高速公路机电设施管理中的核心支撑之一,为高速公路的智能化转型提供了坚实的基础。物联网通过将各种信息传感设备(如射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等)与互联网结合起来而形成的一个巨大网络,实现了物物相连,为高速公路机电设施的实时监控、精准定位、远程操控提供了可能。在高速公路机电设施管理中,物联网技术被广泛应用于车辆追踪、路况监测、设备状态感知等方面。通过在车辆上安装RFID标签,结合路边的读写器,可以实时获取车辆的行驶信息,包括速度、位置等,为交通流量管理、事故预警等提供了数据支持。利用传感器监测路面状况、桥梁结构健康、隧道环境参数等,可以及时发现并预警潜在的安全隐患。物联网技术还能够实现对高速公路照明、通风、排水等机电设施的远程监控和智能调度,提高了管理效率和响应速度^[2]。物联网技术的应用不仅提高了高速公路机电设施管理的智能化水平,还促进了信息的互联互通。通过构建统一的物联网平台,实现了数据的集中管理和共享,为跨部门、跨区域的协同管理提供了便利。物联网技术还推动高速公路机电设施管理的标准化和规范化,为行业的可持续发展奠定基础。

3.2 大数据分析 with 人工智能

大数据分析 with 人工智能技术的融合，为高速公路机电设施管理带来了革命性的变革。大数据技术通过收集、存储、处理和分析海量数据，挖掘出数据背后的规律和趋势，为管理决策提供了科学依据。在高速公路机电设施管理中，大数据技术的应用主要体现在以下几个方面：一是设备故障预测，通过对历史故障数据的分析，建立故障预测模型，可以实现对设备故障的提前预警和精准定位，降低了故障发生的概率和影响。二是交通流量预测，结合天气、节假日等因素，利用大数据分析技术可以预测未来一段时间内的交通流量变化，为交通疏导、事故处理等提供了有力支持。三是用户行为分析，通过分析车辆行驶轨迹、停留时间等数据，可以了解用户的出行需求和习惯，为高速公路的服务优化和设施改进提供了参考。人工智能技术的引入，进一步提升了大数据分析的效率和准确性。通过机器学习、深度学习等算法，可以自动识别和分类数据，提取关键信息，为管理决策提供更加智能化的支持。

3.3 云计算技术

云计算技术作为智能化监控系统的重要支撑，为高速公路机电设施管理提供了强大的计算能力和存储资源。云计算技术通过虚拟化技术将计算资源、存储资源和网络资源封装成服务，实现了按需分配和弹性扩展，降低了运维成本，提高了资源利用率。在高速公路机电设施管理中，利用云计算技术可以构建大规模的数据中心，实现对海量监控数据的集中存储和管理，为数据分析提供了基础。云计算技术可以根据实际需求动态分配计算资源，满足大规模数据处理和分析的需求，提高了处理速度和效率。通过云计算平台，可以快速部署和管理各种业务应用，如监控视频分析、设备状态监测等，降低了应用开发和部署的门槛。云计算技术还推动高速公路机电设施管理的智能化和协同化。通过构建统一的云计算平台，实现跨部门、跨区域的资源共享和协同工作，提高管理效率和响应速度。

3.4 关键技术集成与优化

智能化监控系统的构建离不开关键技术的集成与优化。在高速公路机电设施管理中，需要将物联网技术、大数据分析 with 人工智能技术、云计算技术等关键技术进行有机集成，形成协同工作的整体系统。一是技术架构的优化，通过构建层次清晰、模块化的技术架构，实现各技术组件之间的无缝对接和高效协同。同时，采用微服务架构等技术手段，提高系统的可扩展性和可维护性。二是数据流程的优化，通过梳理和优化数据采集、处理、

分析和应用的全过程，确保数据的准确性和时效性。采用数据治理等技术手段，提高数据质量和可用性^[3]。三是业务流程的优化，结合高速公路机电设施管理的实际需求，对业务流程进行梳理和优化，提高管理效率和响应速度。采用工作流引擎等技术手段，实现业务流程的自动化和智能化。四是安全保障体系的构建，通过构建完善的安全保障体系，确保智能化监控系统的稳定运行和数据安全。采用加密技术、访问控制等技术手段，保护数据的机密性和完整性。建立应急响应机制，提高系统应对突发事件的能力。

4 智能化监控系统在高速公路机电设施管理中典型的应用

4.1 设备运行环境数据的实时监控与数据分析

四川德会高速机电系统的环境监控子系统，在视频监控箱、箱变等设备内部，安装相关传感器、远程控制模块，实现现场设备环境管理的智能化监控。四川德会高速地处四川大凉山，典型山区高速公路，桥隧比达59%。沿线隧道13个，隧道箱变19座；沿线视屏监控、气象站、门架、情报板等点位158处。如果按照传统模式维护项目机电设备，项目机电系统维护压力较大，人工巡视难以发现故障隐患点，出现故障后难以追溯故障原因。环境监控系统投运后，通过现场设备箱内烟感、温度、湿度传感器数据、开门信号实时采集；现场设备控制箱内部设备供电开关远程控制；箱变内监控摄像头实时调取。实现了设备便捷维护，提高了故障处理效率，通过数据分析精准巡视维护从而降低了设备故障率。

在数据分析层面，监控中心智能化监控系统软件，采用先进的大数据处理技术和人工智能算法，对采集到的数据进行深度挖掘和智能分析，对设备维护维修的记录。通过对历史数据的对比和趋势预测，系统能够直接发出现场可能发生的异常和隐患，为管理决策提供科学依据。

4.2 隧道电缆被盗预警与应急响应

丽攀高速是G4216蓉丽高速的一段，四川段全长51公里，项目处云南四川两省交界，桥隧比达62%，其中隧道9座。丽攀高速、德会高速项目均处于民族贫困聚集区，地方村民法律意识淡薄，项目建设期、运营期均发生十余起电缆盗割恶劣事件，为高速公路运行带来了严重的安全风险。但电缆防盗系统投运以后，有效中止被盗事件数起，有效阻止损失上百万。

中长隧道，按照消防排烟、通风要求，隧道内均配置大功率轴流风机，因此风机电缆截面均较大，且风机均布置于隧道口100-700米不等。特别是长隧道，风机

数量多,电缆截面积大,风机电缆长,电缆总价值高,因此电缆被盗风险较大。丽攀高速、德会高速所采取的电缆防盗系统,通过在电缆末端安装阻性装置,在电缆首端安装电源模块和电流检测模块。系统通过电缆首端的电源模块供给电缆一个小电压,于电缆末端的电阻模块形成回路后,电缆中实时存在一个微弱的电流。当电缆被切断的一瞬间,回路中断,系统开始预警。系统自动将预警信息传至高速公路监控中心,同时系统自动触发现场声音报警系统。监控中心通过广播喊话驱离偷盗人员,同时调用摄像头搜集现场视频证据。经监控中心值班人员确认后,将相关报警信息,推送至相关人员,实现管理联动。

电缆防盗系统在预警与应急响应方面,通过实时监测和分析数据,系统能够及时发现设施的异常情况,并自动触发预警机制,向管理人员发送预警信息,实现了快速的应急响应。通过提前发现和快速响应,系统能够避免或减少高速公路资产的被盗损失,保障了道路的安全运行和畅通,提高了道路的通行能力和服务水平。

4.3 智能消防系统对消防设施的远程监控与自动化管理

智能化消防系统在高速公路消防设施管理中的应用涉及远程控制与自动化管理方面。通过构建统一的监控平台,系统能够实现对现场消防设施的状态数据采集,从而实现远程控制和自动化管理。管理人员可以通过系统界面远程启停水泵、调节压力参数或执行其他指令,从而实现对消防系统的实时监控和精确控制。

四川德会高速隧道消防系统,按照现场实际地形情况,设计有高位水池+低位水池的消防水系统,也有低位水池+稳压泵组的消防水系统。在高位水池+低位水池模式消防水系统中,消防系统设施管理的难点是:虽管道压力实时数据均正常,但是高位水池水位难以维持;高位水池补水困难;水井干枯难以发现。智能化消防系统,通过液位传感器,实时监测水池、水井水位,并在监控中心系统中形成水位曲线;通过管道各个点位的压力传感器,实时记录管道系统压力状态;通过管道上水流传感器,实时监测管道中流水状态。通过在系统中设置水池补水阈值,实现从水井往低位水池自动补水,实现低位往高位水池自动补水;通过监测管道系统压力状

态曲线,及时发现系统中调压装置运行状态;通过系统逻辑分析,及时预警管道漏水、水井缺水、水池漏水、管道减压装置故障等信息,确保隧道消防安全。

4.4 系统集成与信息共享

智能化监控系统在高速公路机电设施管理中的应用还体现在系统集成与信息共享方面。为了实现全面、高效的机电设施管理,系统需要与多个相关系统进行集成和联动。这些系统包括交通监控系统、通信系统、收费系统、照明系统、供配电系统等。通过系统集成,智能化监控系统能够实现对这些系统的统一监控和管理,实现信息的互联互通和资源共享^[4]。在信息共享方面,智能化监控系统能够与其他相关管理部门和机构进行信息共享和协同工作。例如,系统可以与交通管理部门共享交通流量和路况信息,为交通疏导和调度提供支持;与气象部门共享天气信息,为设施的安全运行提供预警;与维修团队共享故障信息和维修进度,确保故障得到及时有效的处理。系统集成与信息共享的应用使得高速公路机电设施管理更加协同化和智能化。

结束语

智能化监控系统在高速公路机电设施管理中的应用,不仅标志着高速公路管理向智能化、自动化迈出了重要一步,也极大地提升了高速公路的运营效率与安全性。通过实时监控、精准预警、远程控制等功能的实现,该系统为管理人员提供了全面、及时的信息支持,助力他们做出更加科学合理的决策。展望未来,随着技术的不断进步,智能化监控系统将在高速公路机电设施管理中发挥更加重要的作用,为公众提供更加安全、便捷的出行服务。

参考文献

- [1]黄国强,陈建华,王刚.智能交通信号灯控制系统的研究与应用[J].交通标准化,2021,38(3):45-50.
- [2]陈作.论高速公路通信系统在收费和监控中的运用[J].数字通信世界,2021,(12):172-174.
- [3]刘颖.高速公路监控系统设计与实现[J].智能建筑与智慧城市,2021,(11):148-149.
- [4]郭书翊.高速公路机电智能化管理系统设计研究[J].福建交通科技,2020(1):140-142.