

智能化铁路信号监测系统在运维中的应用

赵 敬

国能朔黄铁路发展有限责任公司肃宁分公司 河北 沧州 062350

摘 要：本文深入探讨了智能化铁路信号监测系统在铁路运维中的应用。通过中国通号卡斯柯公司利用Zabbix系统实现上海地铁和埃及城轨项目智能化监控，以及济南电务段智能监测网提前发现设备隐患等真实案例分析，详细阐述了智能化系统在提升运维效率、安全性和优化成本方面的显著优势。同时，指出了系统应用中存在的兼容性、数据安全和运维人员技能等问题，并提出了针对性的改进建议。

关键词：智能化铁路信号监测系统；运维应用；Zabbix系统；智能监测网

1 引言

随着铁路交通的蓬勃发展，铁路信号系统的运维工作面临着前所未有的复杂挑战。传统的人工巡检和简单监测手段，已难以满足现代铁路对安全性、高效性和可靠性的严苛要求。智能化铁路信号监测系统的出现，犹如一场及时雨，为铁路运维工作带来了革命性的变革。本文将深入剖析智能化铁路信号监测系统在运维中的应用，并通过真实案例详细分析其优势及存在的问题。

2 智能化铁路信号监测系统的概述

2.1 定义与特点

智能化铁路信号监测系统是一种高度集成的先进技术系统，它融合了先进传感器、计算机、网络、大数据和人工智能等多种前沿技术。该系统能够对铁路信号系统进行全方位、全天候、实时的监测、智能分析、精准控制和预警预报，实现对铁路信号设备的智能化管理。其显著特点在于高度的自动化、智能化和集成化，能够显著提升铁路运维的效率、安全性和可靠性。

2.2 系统组成与功能

智能化铁路信号监测系统通常由数据采集层、数据传输层、数据处理层和应用层组成。数据采集层负责采集铁路信号设备的各种运行数据，如电压、电流、温度、湿度等；数据传输层负责将采集到的数据实时传输到数据处理中心；数据处理层负责对接收到的数据进行处理和分析，识别出异常数据和潜在故障；应用层则根据数据处理结果，为运维人员提供直观的监测报告和决策支持。该系统的主要功能包括实时监测、智能分析、故障诊断、预警预报、远程控制和历史数据查询等^[1]。通过实时监测，系统能够实时掌握铁路信号设备的运行状态；通过智能分析，系统能够对采集到的数据进行深度挖掘，发现潜在的故障隐患；通过故障诊断，系统能够准确判断故障类型和位置，为运维人员提供及时的维修

建议；通过预警预报，系统能够提前预测可能出现的故障，为运维人员争取宝贵的维修时间；通过远程控制，系统能够实现对铁路信号设备的远程操作和控制，提高运维效率；通过历史数据查询，系统能够为运维人员提供丰富的历史数据支持，帮助他们更好地了解设备的运行状况和维护历史。

3 智能化铁路信号监测系统在运维中的应用优势

3.1 提高运维效率

智能化铁路信号监测系统能够实现对铁路信号设备的实时监测和远程控制，极大地缩短了故障处理时间。一旦系统发现异常情况，会立即发出警报，并迅速通知运维人员进行处理。同时，系统还支持自动化操作功能，能够根据预设的规则和算法自动执行一些常规操作，如信号灯的自动切换、道岔的精准转动等，大大减轻了运维人员的工作负担。例如，在列车运行高峰期，系统可以自动调整信号机的显示，确保列车安全、高效地运行，无需人工频繁干预。

3.2 提升运维安全性

智能化铁路信号监测系统具备强大的智能预警和故障诊断功能。系统能够根据采集到的数据和分析结果，提前预测可能出现的故障，并发出预警信号。这有助于运维人员及时采取措施，防止故障的发生和扩大。同时，系统还能够准确判断故障类型和位置，为运维人员提供详细的维修建议，降低了安全事故的发生概率。例如，当系统检测到轨道电路电压异常时，会立即发出预警，并提示运维人员检查轨道电路的相关设备，避免列车因信号故障而发生危险。

3.3 优化运维成本

智能化铁路信号监测系统能够实时监测铁路信号设备的运行状态，及时发现并处理潜在的故障隐患，延长了设备的使用寿命，降低了设备更换和维修成本。同

时,系统还支持远程控制和自动化操作功能,减少了运维人员的人工巡检和现场操作次数,降低了人力成本^[2]。例如,通过系统的远程监控功能,运维人员可以在办公室对多个车站的信号设备进行实时监测,无需频繁前往现场,大大提高了工作效率,降低了运维成本。

4 智能化铁路信号监测系统在运维中的应用案例分析

4.1 中国通号卡斯柯公司:Zabbix系统在轨道交通监控中的应用

4.1.1 项目背景

中国通号卡斯柯公司作为一家中外合资企业,在轨道交通信号系统领域拥有深厚的技术积累和丰富的实践经验。随着国内外城轨项目的不断增加,传统监控系统面临着诸多困境,各子系统通信设备分散管理,商用软件不仅推高了成本,还缺乏灵活性,难以满足日益增长的运维需求。为了破解这一难题,中国通号卡斯柯公司引入了Zabbix网络管理系统。

4.1.2 应用方案

中国通号卡斯柯公司依托Zabbix网络管理系统,为上海地铁、埃及城轨项目等国内外标杆项目提供了智能化解决方案。具体方案如下:(1)统一整合:将所有设备纳入Zabbix平台,实现“一站式”监控。通过统一的监控平台,运维人员可以实时查看所有设备的运行状态,大大提高了监控效率。例如,在上海地铁项目中,运维人员可以在一个界面上同时监控多个车站的信号设备、通信设备和电力设备等,无需在多个系统之间切换。(2)灵活定制:按车站、设备类型生成独立拓扑图,满足城轨项目上的特殊需求。这种灵活定制的方式使得监控系统更加贴近实际运维需求,提高了监控的准确性和实用性。在埃及城轨项目中,根据不同车站的布局和设备特点,定制了个性化的拓扑图,方便运维人员快速了解设备的分布和运行状态。(3)秒级定位:结合基站编号开发列车辅助定位功能,提升运维效率。通过秒级定位功能,运维人员可以迅速定位故障位置,及时采取措施进行处理。当列车出现故障时,系统能够在短时间内准确定位故障列车的位置,并通知相关运维人员前往处理。

4.1.3 应用效果

Zabbix系统的应用显著提高了中国通号卡斯柯公司在轨道交通监控领域的竞争力。通过统一整合、灵活定制和秒级定位等功能,系统实现了对铁路信号设备的全方位、智能化监控。这不仅提高了运维效率,还降低了运维成本。据统计,自引入Zabbix系统以来,中国通号卡斯柯公司的运维效率提高了30%以上,运维成本降低了20%左右。同时,系统的稳定性和可靠性也得到了显著提

升,为轨道交通的安全运行提供了有力保障。

4.2 济南电务段:智能监测网在铁路信号系统运维中的应用

4.2.1 项目背景

济南电务段负责管辖范围内的铁路信号设备运维工作。随着铁路交通的不断发展,传统的人工巡检和简单监测手段已难以满足现代铁路对安全性、高效性和可靠性的要求。为了提高运维效率和质量,济南电务段引入了智能监测网系统。

4.2.2 应用方案

济南电务段的智能监测网系统包含段调度中心、车间、现场工区三级智能监测检测体系。具体方案如下:

(1)全方位监测:为全段174个站安装了智能检测监测系统,能够实时对信号机、轨道电路、道岔等电务设备进行全方位的检测监测。这些智能设备可以实时采集设备的运行数据,如信号机的电流、电压,轨道电路的绝缘电阻,道岔的转换时间等,并将数据传输到监测中心。(2)智能化判断:系统采用“互联网+安全”的模式,以“全方位检测、智能化判断、数据化管理”为方向,对采集到的数据进行智能分析。通过智能化判断功能,系统能够准确识别出异常数据和潜在故障,为运维人员提供决策支持。例如,当系统检测到信号机的电流异常时,会自动分析可能的原因,如灯泡损坏、电路故障等,并给出相应的维修建议。(3)数据化管理:系统对采集到的数据进行统一管理和分析,形成历史数据库。通过数据化管理功能,运维人员可以查询历史数据,了解设备的运行状况和维护历史,为后续的运维工作提供参考。例如,通过分析道岔的历史转换时间数据,可以判断道岔的性能是否下降,是否需要进行检查和调整。

4.2.3 应用效果

智能监测网系统的应用显著提高了济南电务段的运维效率和质量。通过全方位监测、智能化判断和数据化管理等功能,系统实现了对铁路信号设备的智能化维护。这不仅提高了运维效率,还降低了运维成本。据统计,自引入智能监测网系统以来,济南电务段的运维效率提高了50%以上,故障处理时间缩短了30%左右。同时,系统的预警预报功能使得运维人员能够提前发现并处理潜在故障,防止了多起安全事故的发生,保障了铁路运输的安全。

5 智能化铁路信号监测系统在运维中存在的问题及改进建议

5.1 存在问题

5.1.1 系统兼容性问题

由于铁路信号系统涉及多种设备和系统,不同设备和系统之间的兼容性问题成为智能化铁路信号监测系统应用中的一个难题。例如,不同厂家的信号设备可能存在通信协议不兼容、数据格式不一致等问题,导致系统难以实现对这些设备的统一监测和管理。这不仅增加了系统的集成难度,还影响了系统的整体性能和稳定性。

5.1.2 数据安全性问题

智能化铁路信号监测系统需要采集和处理大量的敏感数据,如列车位置、速度、信号状态等。这些数据一旦泄露或被恶意篡改,将对铁路运营安全造成严重影响。然而,目前部分系统的数据安全防护措施还不够完善,存在数据泄露和被攻击的风险^[3]。例如,一些系统的数据传输加密技术不够先进,容易被破解;数据访问控制机制不够严格,存在非授权人员访问数据的情况。

5.1.3 运维人员技能水平问题

智能化铁路信号监测系统的应用对运维人员的技能水平提出了更高的要求。运维人员不仅需要具备传统的铁路信号运维知识,还需要掌握计算机、网络、数据分析等相关技能。然而,目前部分运维人员的技能水平还难以满足系统应用的需求。一些运维人员对智能化系统的操作和维护不够熟悉,无法充分发挥系统的功能和优势。

5.2 改进建议

5.2.1 加强系统兼容性研发

针对系统兼容性问题,建议铁路部门和相关企业加强系统兼容性研发工作。一方面,可以制定统一的通信协议和数据格式标准,要求不同厂家的信号设备遵循这些标准进行设计和生产;另一方面,可以研发兼容多种通信协议和数据格式的智能监测设备,实现对不同设备和系统的统一监测和管理。例如,可以组织相关企业和科研机构共同开展兼容性研究,制定行业标准,推动信号设备的标准化和规范化发展。

5.2.2 加强数据安全管控

针对数据安全性问题,建议铁路部门和相关企业加强数据安全管控措施。一方面,可以采用加密技术对数据进行加密处理,确保数据在传输和存储过程中的安全性;另一方面,可以建立完善的数据访问控制机制,限制非授权人员对数据的访问和操作。同时,还需要定期

对系统进行安全审计和漏洞扫描,及时发现并修复潜在的安全隐患^[4]。例如,可以引入先进的数据加密算法,对敏感数据进行加密存储和传输;建立严格的用户认证和授权机制,确保只有授权人员才能访问数据。

5.2.3 提升运维人员技能水平

针对运维人员技能水平问题,建议铁路部门和相关企业加强运维人员的培训和教育工作。一方面,可以定期组织运维人员参加相关培训课程和学习班,提高他们的专业技能和知识水平;另一方面,可以鼓励运维人员积极参与系统应用实践,通过实际操作积累经验、提高技能。同时,还可以建立激励机制,对表现优秀的运维人员进行表彰和奖励,激发他们的学习积极性和工作热情。例如,可以邀请专家进行授课,开展技能竞赛等活动,提高运维人员的学习兴趣和积极性。

结语

智能化铁路信号监测系统在运维中的应用具有显著的优势和广阔的前景。通过真实案例分析可以看出,智能化系统能够显著提高铁路运维的效率、安全性和可靠性,降低运维成本。然而,在系统应用过程中也存在一些问题和挑战,如系统兼容性、数据安全性、运维人员技能水平等。为了解决这些问题和挑战,铁路部门和相关企业需要加强系统兼容性研发、加强数据安全管控、提升运维人员技能水平等方面的工作。相信随着技术的不断进步和完善,智能化铁路信号监测系统将在铁路运维领域发挥更加重要的作用,为铁路事业的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]李小帅,金鹏,马研,等.新一代铁路信号集中监测系统功能测试平台方案研究[J].铁道技术监督,2021,49(11):44-47.
- [2]王晓辉,冯德贵,杨勇.基于铁路信号集中监测系统的道岔安全监督方案[J].铁道通信信号,2024,60(08):22-27.
- [3]张赞扬.铁路信号集中监测系统智能化功能及应用[J].数字通信世界,2018,(06):60-61.
- [4]尹航.铁路信号集中监测系统智能分析及预警方法研究[D].兰州交通大学,2021.