

Research on the application of intelligent monitoring technology in personal safety protection during railway shunting operation in intermediate station

Xiujun Shen

Handan Railway Section, Beijing Railway Bureau Group Co., Ltd., Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

The shunting operations at intermediate railway stations present a complex and dynamic environment characterized by dense equipment density and frequent human-machine interactions, posing significant safety risks. This study focuses on personal safety protection in these operations, conducting an in-depth exploration of intelligent monitoring technology applications. Through systematic analysis of current safety management weaknesses, it emphasizes integrated solutions and optimization strategies for key technologies including video behavior recognition, high-precision positioning sensing, and intelligent early warning systems. Statistical data reveals that a regional intermediate station experienced 3.2 accidents per 100 stations over the past three years, with 65% of incidents attributed to insufficient monitoring due to blind spots and delayed response. After implementing an intelligent monitoring system, real-time identification and intervention of personnel violations and boundary breaches reduced the accident rate by 70%. This demonstrates that smart technologies play a crucial role in establishing an integrated safety framework combining human oversight, physical barriers, and technological safeguards.

Keywords

intelligent monitoring technology; intermediate station; railway shunting operation; personal safety protection

智能监控技术在中间站铁路调车作业人身安全防护中的应用研究

申秀军

北京铁路局集团有限公司邯郸车务段, 中国·河北 邯郸 056000

摘 要

中间站铁路调车作业环境复杂多变, 设备密集、人机交叉频繁, 人身安全风险极为突出。本文聚焦该作业环节的人身安全防护, 深入研究智能监控技术的应用路径, 通过系统分析当前安全管理的薄弱现状, 重点探讨视频行为识别、高精度定位感知、智能预警等关键技术集成方案及优化策略。统计表明, 某区域中间站近三年调车作业事故率高达3.2起/百站, 其中因监控盲区、响应滞后等监控不足原因导致的事故占比65%。试点应用智能监控系统后, 通过对人员违规行为、侵入限界等风险实时辨识与干预, 事故率下降70%, 有力验证了智能技术对构建人防、物防、技防一体化的安全防护体系具有关键作用。

关键词

智能监控技术; 中间站; 铁路调车作业; 人身安全防护

1 引言

铁路运输作为我国交通运输体系重要组成部分, 其中间站是铁路运输网络的关键节点所在, 承担着列车接发、会让以及调车等一系列作业。调车作业作为中间站日常工作的核心环节, 其作业环境较为复杂, 涉及到多方面要素协同作业, 进而导致人身安全风险较高。近年来, 随着铁路运输量不断增加, 中间站调车作业频率和强度均有所提升, 传统安

全防护方式已然难以满足实际需求, 智能监控技术具备高效、精准、实时等特性, 能够为中间站铁路调车作业人身安全防护提供全新方案。因此, 针对智能监控技术在该领域应用展开研究具有重要的现实意义, 不仅能够降低事故发生率, 保障人员生命安全, 同时还可以提高铁路运输整体效率和安全性。

2 中间站铁路调车作业人身安全防护现状

2.1 存在问题

当下, 中间站铁路调车作业在人身安全防护方面存在着诸多问题。一方面作业人员安全意识呈现出参差不齐状

【作者简介】申秀军(1990-), 男, 中国山西长治人, 本科, 从事中间站铁路调车作业、调车作业中人身安全管理研究

况,部分人员存有侥幸心理,违规操作现象时有发生。据相关统计显示,在某铁路局集团公司所管辖中间站当中,近1年因作业人员违规操作而引发安全隐患占比高达40%。另一方面,安全管理机制不够完善,缺乏有效监督以及考核制度,这就致使安全防护措施难以切实落到实处,部分中间站并未建立健全调车作业安全检查台账,对于作业过程当中出现安全隐患未能及时予以发现并整改^[1]。

2.2 风险因素分析

中间站铁路调车作业所面临风险因素具有多样性。从环境因素角度来看,作业区域光照不足以及天气恶劣(下雨、下雪、大雾等情况)会对作业人员视线以及操作灵活性产生影响,进而增加事故发生概率。相关数据表明,在恶劣天气条件下,调车作业事故发生率相较于正常天气高出2.5倍。从设备因素来讲,部分调车设备出现老化,如车辆制动系统故障、信号设备失灵等情况,极易引发安全事故。与此同时,作业人员与机车车辆之间协同配合不当同样是重要风险因素,信息传递不及时操作不协调等。

2.3 现有防护措施不足

现有防护措施存在着较为明显不足,传统防护方式主要是把人工瞭望以及口头指令当作依靠。这种方式受人为因素影响比较大,可靠性较低。例如,作业人员在长时间作业之后容易出现疲劳,进而导致瞭望不及时,无法及时发现潜在安全隐患。同时,现有监控设备功能较为单一,大多仅仅能够进行简单视频录制,缺乏智能分析以及预警能力,不能够实时识别危险行为以及状态,无法为作业人员提供及时安全提示。

3 智能监控技术在中间站铁路调车作业人身安全防护中的应用

3.1 视频监控系统运用情况

视频监控系统作为智能监控技术核心应用,在中间站铁路调车作业安全管控方面发挥着基础性作用。该系统通过在调车场线路咽喉区到发线等关键作业区域部署多个高清网络摄像头,进而实现对调车机车运行、车辆连挂、摘解转线等作业全过程无死角实时图像采集与传输工作。监控画面能够实时呈现在车站调度指挥中心大屏上,调度人员便能够远程掌握现场动态,及时发现异常情况^[2]。

更为关键的是,该系统集成了先进图像识别与行为分析算法,具备智能识别和预警功能。它能够自动检测作业人员是否按规定穿戴安全帽反光服等防护装备,是否未经许可进入机车移动区域线路限界内等危险带,甚至能够识别人员攀爬车辆、超速作业等违规操作。一旦识别到违规行为,系统会马上触发声光报警装置,提醒现场人员注意安全,并且向调度终端发送预警信息,便于第一时间进行干预和处理。据某中间站实际应用数据显示,自该系统投用以来,对各类违规行为智能识别准确率稳定达到92%以上,有效遏制了因

人为违章引发安全风险,事故发生率显著下降。除此以外,系统还对全部调车作业过程进行高清视频录制,所有音视频数据均以数字格式分类存储,并附有时间点等数据标记,形成完整电子证据链。

3.2 智能传感器技术运用情况

智能传感器技术作为现代铁路调车作业安全防护体系重要组成部分,通过遍布作业现场多类型传感设备,实现了对人员、车辆环境等多维度数据的实时采集与动态感知。在人员安全监控方面,作业人员佩戴智能可穿戴设备内置生物传感器,能够持续监测心率、体温、体态等生理指标,并结合定位模块精确追踪其移动轨迹。一旦系统检测到人员心率异常体温过高或长时间滞留于危险区域(如轨道中心车辆夹缝等),便会立即生成预警信号,发送至监控中心和相关管理人员,从而实现对人体状态和位置风险早期干预^[3]。

在设备层面,智能传感器被广泛选用在调车机车和车辆关键系统中,这些传感器实时监测机车运行速度、制动缸压力轴承温度、电力系统参数等,对车辆连接状态制动效能动力系统稳定性进行不间断诊断。借助物联网技术,采集到数据通过无线传输方式汇聚至云平台,再经过大数据分析和机器学习算法处理,能够有效识别设备异常模式,实现对潜在故障早期预警。通过分析制动压力曲线微小变化,可预测闸瓦磨损情况;通过监测轴承温度趋势,可提前发现过热故障隐患,据统计,某编组站在全面运用智能传感器技术后,设备故障预警准确率较传统人工检查方式提升了85%,故障发现时间平均提前了72小时,为维修保障提供了充分时间窗口。

3.3 物联网技术运用情况

物联网技术通过信息传感设备与网络互联,把调车作业现场人员、机车车辆、线路设备以及环境要素全面连接起来,构建起一个深度融合的智能作业生态系统。该系统以物联网平台为核心枢纽,依托各类智能终端和传感器节点,实时采集并传输作业人员位置坐标运动状态。机车运行速度牵引力制动状态,以及线路湿度、能见度、风力等环境参数,这些多源异构数据在平台层进行汇聚清洗和融合处理,形成统一态势视图,使监控中心能够对调车作业全过程实现数字化透明化监测与调度。

在日常作业中,物联网平台通过对人车环境数据关联分析,可智能识别作业冲突风险,人员接近移动车辆机车超速进入弯道等,并自动生成预警信息推送至相关岗位,更为重要的是,在发生设备异常人员受伤或环境突变等突发事件时,物联网系统能够迅速触发应急机制,平台凭借其广泛连接能力。在秒级时间内完成事件信息跨部门跨岗位同步,并自动启动应急预案,实时调度最近救援人员医疗资源和技术支持力量前往处置。某中间站实际应用表明,引入物联网技术后,从事件发生到应急响应启动时间间隔平均缩短了60%,这主要原因包括信息自动传递与资源高效协同,避免

了传统层层上报模式引起时间延迟。同时,平台还能够基于实时数据动态优化救援路径和处置方案,显著提升了应急响应精准度和效率,最大限度控制了事故可能造成人员伤亡与财产损失,为调车作业安全构建了强有力技术保障体系^[4]。

4 基于智能监控技术的中间站铁路调车作业人身安全防护优化策略

4.1 完善智能监控技术体系

在铁路调车作业安全防护这一领域范围之内,持续去完善智能监控技术体系已然成为提升本质安全水平核心路径所在,而这一完善工作需要从技术创新与系统融合这两个维度协同推进开展。一方面,应当持续加大研发投入力度,着力去提升视频监控系统、图像识别算法的性能,以便使其在复杂光照、雨雪天气等这类恶劣环境条件下依然能够保持高精度的行为分析能力;与此同时还要增强智能传感器测量的灵敏度和抗干扰性,以此提高对人员生理参数和设备运行状态监测准确性;还需要不断去优化物联网平台数据处理能力和系统稳定性,从而确保海量实时数据能够实现可靠的传输和高效处理。

另一方面来讲,必须要打破不同技术系统之间数据壁垒,推动视频监控、智能传感、物联网等技术进行深度集成以及协同应用。通过建立统一数据交互协议以及系统接口,达成多源监控数据融合分析。当传感器检测到某区域人员心率出现异常情况时,系统能够自动调用视频监控对该区域予以重点关注并且进行图像复核;当视频系统识别出人员违规进入危险区域时,可联动物联网平台实时定位最近管理人员进行干预。这种技术融合方式既能够发挥视频监控直观可视化优势,又能够利用传感器数据精准量化特性,进而形成立体化安全防护网络。

4.2 加强人员培训与管理

在铁路调车作业安全体系中,人员始终是最为核心要素。随着智能监控技术广泛运用,对作业人员专业素质以及安全意识提出了更高要求,必须定期组织专项培训,让作业人员不仅理解智能监控系统工作原理,更能够熟练掌握视频监控、终端智能、穿戴设备等装置正确使用方法,特别是要提升其对系统发出声光预警、振动提示等报警信号的快速识别和应急处置能力。

同时,需要持续开展深入安全意识教育,通过案例分析情景模拟等方式,让“安全第一”理念真正内化于作业人员心中,要重点讲解违规操作所带来严重后果,培养作业人员风险预判能力以及自我约束意识,从源头上减少盲目穿越线路未按规定防护等危险行为。另外,还应当建立科学合理考核激励机制,将安全行为规范、执行情况、预警响应及时

性、违规操作次数等指标纳入绩效考核体系,实现安全表现与个人收入的直接挂钩^[5]。

4.3 建立健全应急机制

在铁路调车作业安全体系当中,建立健全应急机制是应对突发状况重要保障,需要深入分析中间站调车作业特性,针对车辆冲突脱轨人员伤亡等不同类型安全事故,制定详实可行应急预案,预案应当明确应急处置组织架构响应流程救援措施以及各部门职责分工,形成标准化程序化处置规范。

智能监控技术在此过程中发挥着关键作用,通过视频监控手段传感器监测以及物联网平台,能够实时捕捉作业现场异常情况,实现突发事件早期发现以及自动报警,当系统检测到异常时,可马上启动应急响应程序,第一时间通知相关人员采取处置措施,并通过数据共享为救援决策提供支持。定期组织应急演练同样不可或缺。通过模拟车辆、脱轨人员受伤等场景,让作业人员熟悉应急预案的具体内容,掌握救援设备和通讯工具的使用方法,提升现场人员快速的反应能力和团队协作水平。

5 结语

智能监控技术在中间站铁路调车作业人身安全防护中具有重要的应用价值。当前,传统安全防护方式主要依赖人盯人、信号旗与对讲机联络,存在反应滞后、盲区多、易受环境影响等不足。视频监控系统结合 AI 行为识别算法,实时检测人员违规进入作业区、未穿戴安全装备等风险;智能传感器精准监测车辆移动、设备状态和环境变化,实现主动预警;物联网技术打通信息孤岛,构建“人-车-设备-环境”全面联动的智能防护网络。通过完善技术体系、加强人员培训管理、建立应急响应机制等策略,可进一步发挥智能监控技术效能。未来,随着 5G、边缘计算和数字孪生等技术的深度融合,智能监控系统将在中间站调车作业安全防护中发挥更核心的作用,为铁路运输的安全与高效提供坚实保障。

参考文献

- [1] 刘亚朝.基于组合赋权的铁路中间站调车作业风险评价研究[D].中国铁道科学研究院,2024.
- [2] 陈扬.长沙北站调车作业智能化安全卡控体系研究[D].中国铁道科学研究院,2024.
- [3] 张小强,赵周.铁路调车作业安全防护技术研究[J].铁道货运,2024,42(01):31-36.
- [4] 杜勇.铁路调车工作安全系统分析及评价[D].西南交通大学,2018.
- [5] 朱鹏.无线调车灯显设备在铁路调车作业的运用现状分析[J].现代国企研究,2017,(20):155.