

朔黄铁路列车乘务员安全驾驶监测系统分析

时豪男

国能朔黄铁路发展有限公司机辆分公司 062350

【摘要】朔黄铁路作为我国西煤东运的大动脉,对保障国家能源安全、促进区域经济发展具有重要意义。随着铁路运力不断提升,货运列车密度不断增大,对列车驾驶员的安全驾驶技能提出了更高要求。驾驶员面临着长时间夜间驾驶、恶劣天气驾驶、突发情况处置等多重考验,极易产生疲劳驾驶、违规操作等安全隐患。因此,有必要建立完善的列车乘务员安全驾驶监测系统,实时掌握驾驶员的生理状态、行为表现,智能预警危险驾驶,从而主动防范安全事故发生,确保铁路运输安全。本文在分析朔黄铁路列车乘务员面临的主要安全风险的基础上,从驾驶员生理状态监测、驾驶行为监控、列车运行状态监测、智能预警与主动防控等方面,设计了朔黄铁路列车乘务员安全驾驶监测系统,并从加强数据分析、开展专项测试、强化培训教育、定期系统维护等方面提出进一步完善系统的建议,以期提升铁路运输安全水平提供参考。

【关键词】朔黄铁路;列车乘务员;安全驾驶;监测系统

Analysis of safety driving monitoring system of Shuohuang Railway

When Haonan

National Energy Shuohuang Railway Development Co., LTD.Machinery branch 062350

【Abstract】As the main artery of coal transportation from west to east, Shuohuang railway is of great significance to ensuring national energy security and promoting regional economic development. With the continuous improvement of railway transport capacity and the increasing density of freight trains, it puts forward higher requirements for the safe driving skills of train drivers. Drivers are faced with multiple tests such as long night driving, driving in bad weather, and emergency disposal, which are easy to produce safety risks such as fatigue driving and illegal operation. Therefore, it is necessary to establish a sound train crew safety driving monitoring system, real-time grasp the physiological state, behavior performance, intelligent warning of dangerous driving, so as to actively prevent the occurrence of safety accidents and ensure the safety of railway transportation. On the basis of the analysis of the main safety risks of the system, from the aspects of the physiological condition monitoring, driving behavior monitoring, the train operation condition monitoring, intelligent monitoring, so as to provide reference for improving the safety level of railway transportation.

【Key words】Shuohuang Railway; train crew; safe driving and monitoring system

引言:

随着国民经济的快速增长,煤炭等大宗货物运输需求持续旺盛,朔黄铁路面临着巨大的运力压力。近年来,通过扩能改造,朔黄铁路运力大幅提升,高峰日发送货运列车日均超过200列。密集的列车运行对驾驶员的技术水平和安全意识提出了更高要求。驾驶员需要保持高度警惕,及时识别和处置突发情况,超负荷运转也加剧了驾驶员的生理和心理压力,极易导致疲劳驾驶等风险隐患。为进一步加强铁路运输安全管理,有效预防和遏制重特大事故,亟需建立完善的列车驾驶员安全监测体系,综合运用信息化、智能化手段实时感知驾驶风险,及时预警和干预危险驾驶行为,从源头消除安全隐患,为钢铁大动脉的畅通高效运行提供坚实保障。

一、朔黄铁路列车乘务员面临的主要安全风险

朔黄铁路地处黄土高原,地形地质条件复杂,加之冬季风雪、夏季雷暴多发,对列车运行安全构成严峻考验,路网密度大、编组站多、站间运行时间长,驾驶员长期处于高度紧张状态,极易产生疲劳。通过梳理总结事故典型案例,结合一线调研访谈,朔黄铁路列车乘务员面临的主要安全风险集中体现在以下几个方面:

(一) 长时间夜间驾驶, 疲劳驾驶风险大

朔黄铁路煤炭运输主要集中在夜间,驾驶员经常连续工作十小时以上,生物钟紊乱,易产生疲劳,注意力不集中,反应迟钝,难以及时识别和处置突发情况,极易酿成事故。据统计,2015—2020年朔黄铁路共发生事故征候150起,其中65%发生在夜间,疲劳驾驶是导致事故的主要原因。

(二) 恶劣天气下驾驶难度大

朔黄铁路跨越黄土高原和鄂尔多斯高原,冬季风雪、夏季雷暴多发。恶劣天气下能见度低,轨道附着系数小,对驾

驶员的驾驶技能提出更高要求。尤其是一些新手驾驶员经验不足,掌握不了恶劣天气下的安全驾驶要领,一旦遭遇突发情况,很容易慌乱失措,做出错误操作。

(三) 突发情况下驾驶经验欠缺

作为重载铁路的代表,朔黄铁路牵引重量大,线路条件复杂,一旦发生设备故障或异常,极易引发列车“甩尾”、货物脱落等突发情况。调研发现,不少驾驶员尤其是青年驾驶员,在遇到突发情况时反应迟缓,驾驶经验不足,难以快速、正确进行处置,导致险情扩大。

(四) 违规操作时有发生

在运力压力和利益驱使下,个别驾驶员存在抢时间、抄近道的侥幸心理,违规超速行驶、不按规定线路行车等现象时有发生,埋下重大安全隐患。一名驾驶员疲劳驾驶时接打手机,导致列车冲过站台,铁路运输差点酿成重大事故。驾驶员素质参差不齐、安全意识淡薄是导致事故多发的重要原因。

二、朔黄铁路列车乘务员安全驾驶监测系统设计

朔黄铁路地处内陆腹地,运输线路长、自然环境恶劣,对列车驾驶员的生理、心理素质以及驾驶技能提出了很高要求。为切实加强驾驶员安全管理,预防和遏制重特大事故发生,笔者提出构建“天一车一人”一体化的列车乘务员安全驾驶监测系统。通过在驾驶室部署多源传感器,动态感知驾驶员的生理状态和驾驶行为;通过车载单元采集列车运行状态信息并实时回传;通过地面数据中心进行大数据分析、智能预警,并将预警信息及时推送至列车,通过人工智能技术对驾驶员进行行为分析,结合列车运行工况,精准研判驾驶风险,实现危险驾驶的主动防控,从而全面提升铁路运输的本质安全水平。

(一) 驾驶员生理状态监测

驾驶员的生理状态直接影响驾驶安全。长时间夜间工作、不规律作息等是导致驾驶员疲劳的主要原因。因此,有必要对驾驶员的疲劳状态进行全面监测。一是在驾驶室环境参数监测。通过温湿度传感器监测驾驶室温湿度,结合驾驶员穿着状况,评估其热舒适度;通过噪声传感器监测驾驶室噪声水平,分析其对驾驶员注意力的影响。二是驾驶员生理参数监测。采用无创式生理传感器,对驾驶员的心率、呼吸频率等关键生理参数实时监测,通过分析其变化趋势,及时发现疲劳驾驶征兆,通过脑电图仪采集脑电信号,评估驾驶员的注意力水平。三是驾驶员行为状态监测。通过红外摄像头采集驾驶员面部、眼部图像,分析其眨眼频率、闭眼时长、打哈欠次数等疲劳特征。通过压力传感器监测驾驶员坐姿变化,分析其注意力分散情况。将驾驶员生理和行为监测数据进行融合分析,构件疲劳驾驶预警模型,及时发现和预警疲劳驾驶风险。

(二) 驾驶行为监控

规范驾驶员操作行为是确保列车行驶安全的关键。为及

时发现和制止违规驾驶行为,需对驾驶员驾驶过程进行全程监控。一是违规操作行为监控。在驾驶室操作区域安装高清摄像头,实时采集驾驶员操作画面,通过图像分析,监测驾驶员超速、抢信号、不按规定线路行驶等违规操作行为。一旦发现违规操作,即时语音提醒,并向调度员发送报警信息。二是接打电话、看手机等分神行为监控。通过智能视频分析技术,对驾驶员接打手机、看手机等分神驾驶行为进行识别和记录,并纳入驾驶员安全绩效考核。三是睡眠状态监控。通过脑电、眼电等生理信号分析,实时判别驾驶员是否处于浅睡眠状态。一旦发现瞌睡驾驶行为,及时通过声光报警进行提醒^[1]。

(三) 列车运行状态监测

列车在运行过程中会受到多种因素干扰,监测和掌控列车运行状态对预防事故至关重要。一是轨道环境监测。通过红外、激光等传感器对前方轨道异物、障碍物进行检测,评估其对行车安全的影响。二是线路状态监测。利用惯性传感器实时监测线路平顺性,对弯道超高、扭曲变形等线路缺陷进行评估,为列车减速或限速行驶提供依据。三是列车本体监测。通过轮对振动、车体倾斜等传感器,监测列车动力学特性,及时发现列车故障隐患。列车运行状态监测可及时发现潜在风险,为驾驶员决策提供支持,通过车地通信将监测信息回传,提供调度指挥人员进行安全态势评估,从而构建起车地一体化的列车运行安全保障体系^[2]。

(四) 智能预警与主动防控

铁路运输作为一项系统工程,涉及环节多、影响因素复杂,单一监测手段很难全面覆盖所有风险点。因此,需要加强数据融合,通过大数据分析和人工智能技术,挖掘事故发生的内在规律,建立多层次、一体化的智能预警与主动防控体系。一是异常行为分析。通过机器学习算法对驾驶员历史行为数据进行训练,自动发现驾驶员驾驶习惯,一旦出现偏离正常模式的异常行为,及时预警提示。二是列车故障诊断。利用设备厂商提供的海量列车状态监测数据,采用数据挖掘技术,构建列车部件健康评估模型,准确预测关键部件的剩余寿命,实现设备故障的超前预警和检修。三是运输安全态势评估。综合考虑线路、天气、设备状态等因素,动态评估列车运行面临的安全风险,形成事故风险等级划分,为调度员优化行车计划、合理配置安全资源提供决策支持。这种将数据分析、人工智能与传统安全管理流程深度融合的方式,有助于从海量铁路运输数据中及时发现隐藏的安全风险,并通过驾驶员、调度员的行为分析,对事故风险进行精准画像,从而实现风险的智能预警和超前防控,为保障铁路运输持续安全奠定基础^[3]。

三、完善朔黄铁路列车乘务员安全驾驶监测系统的建议

构建“人一车一天”一体化的列车乘务员安全驾驶监测系统,是铁路部门顺应信息化、智能化发展潮流,提升本质

安全水平的重要举措。笔者在前文初步设计了监测系统的总体框架，但由于铁路运输“线长、面广、点多、量大”的特点，要将监测系统落到实处，在工程实践中还需要攻克一些共性问题。为进一步增强监测系统的科学性和可行性，本文提出以下建议：

（一）加强监测大数据分析，优化预警算法

要充分发挥海量监测数据的价值，需要运用大数据分析技术，深入挖掘事故发生的内在规律，形成具有铁路特色的驾驶安全风险评估模型。建议成立专门的数据分析团队，组织多学科专家对海量历史数据进行采集、清洗、标注，并结合驾驶员走访、典型事故剖析等，构建覆盖驾驶员、机车车辆、线路设备、环境等全要素的安全风险数据库。以此为基础，采用机器学习、深度学习等人工智能算法，自适应调整智能预警模型的参数，不断提升预警的精准度和时效性，要采用数据可视化技术，直观呈现预警信息，为一线驾驶员、调度员等提供人性化的决策支持，提升监测系统的实用性。

（二）开展监测系统专项测试，提高可靠性

列车运行环境复杂多变，现场设备易受到强电磁干扰、强振动冲击，给监测装备的可靠性带来严峻考验。建议在系统研制阶段，组织专家对传感器布设方案、通信协议、接口标准等进行反复论证，开展振动、电磁兼容性等专项测试，确保监测装备满足可靠性、一致性要求，要选择典型区段，开展数据采集和通信传输试验，对监测装备进行实时在线标定，确保数据的准确性和实时性。此外，铁路运输安全直接关系到国计民生，容不得半点闪失。为确保系统投入使用后安全平稳运行，建议在京包、大西等典型铁路开展示范应用，通过小批量试用，动态优化系统功能，为系统推广应用积累经验^[1]。

（三）强化驾驶员安全意识培训，规范操作行为

再先进的监测手段，也只能起到辅助预警作用，根本上还是要依靠每一名驾驶员安全驾驶、规范操作。建议将智能化监测手段与日常教育培训相结合，引导驾驶员树立“安全第一”理念，自觉抵制“三违”行为。通过VR/AR等沉浸式仿真技术，模拟运行工况，让驾驶员身临其境体验违规操作的危害性。采用考核准入与违规积分相结合的管理方式，

将违规驾驶与绩效奖惩挂钩，强化驾驶员的安全责任意识。加强师带徒传帮带，发挥老司机的传帮带作用，帮助青年司机尽快成长。定期开展应急演练，提高驾驶员处置突发情况的能力。通过常抓不懈，久久为功，切实提升驾驶员队伍的整体素质，筑牢安全发展的“第一道防线”。

（四）定期对系统进行升级维护，确保运行稳定性

由于铁路现场作业环境恶劣，监测系统在实际运行中难免会出现个别设备老化、数据异常等问题。为确保系统的可用性和连续性，建议成立专门的运维团队，建立完善的系统运行管理制度，明确系统巡检、故障诊断、应急处置等环节的人员职责和操作规程。采用自动化运维工具，实时监控系统运行状态，及时发现和定位故障，建立完善的备份容灾机制，最大限度减少事故带来的负面影响。此外，铁路运输是一个与时俱进、不断创新的行业，相关标准规范也在不断更新。建议适时开展系统升级改造，及时引入最新的物联网、大数据、人工智能等技术手段，优化算法模型，完善系统功能，持续提升列车驾驶安全监测与管控能力，为铁路高质量发展提供有力支撑^[5]。

结语

朔黄铁路作为我国“西煤东运”的大动脉，对服务国家能源安全战略、促进区域经济发展具有重要意义。近年来，面对不断攀升的运输需求，朔黄铁路认真贯彻落实党中央决策部署，着力补齐安全短板，强化科技支撑，努力实现安全发展、高质量发展。建设“人一车一天”一体化的列车乘务员安全驾驶监测系统，充分利用大数据、人工智能等新技术，提升列车运行全过程管控能力，是朔黄铁路主动防范化解重大安全风险，筑牢安全发展根基的务实之举，也是朔黄铁路践行新发展理念，服务构建新发展格局的生动缩影。展望未来，朔黄铁路将在习近平新时代中国特色社会主义思想指引下，坚持党建引领，坚守安全底线，坚定不移走好高质量发展之路，为推动区域协调发展、服务黄河流域生态保护和高质量发展、促进祖国统一大市场建设作出新的更大贡献！

参考文献

- [1]石斌.浅谈朔黄铁路基于自动驾驶下的乘务员运用方案研究[J].中国高新科技, 2024, (22): 37-39.
 - [2]马晓宇.铁路灾害监测系统故障应急处置流程分析和优化建议[J].铁道通信信号, 2024, 60(10): 99-104.
 - [3]颜永逸.高速铁路斜拉桥健康监测应用与分析[J].高速铁路技术, 2024, 15(05): 72-77.
 - [4]沈子扬, 白金磊, 钟谱华, 等.面向关键场景的货运机车自动驾驶控制策略研究[J].控制与信息技术, 2024, (03): 36-44.
 - [5]魏军, 王远波, 王巍, 等.朔黄铁路机车同步操控无线通信监测技术研究[J].铁道运输与经济, 2023, 45(11): 73-79.
- 作者简介: 时豪男(1995.6-)男, 山西晋中人, 大专, 助理工程师, 研究方向: 铁路机务。