

# 铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统的研究

郭腾飞

国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司 062350

**【摘要】**铁路机车乘务员的值乘状态与列车安全可靠的运行息息相关，如何确保机车乘务员的值乘状态，最大程度上保障列车安全运行，是现阶段铁路相关部门亟需解决的重要问题。积极构建铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统，对乘务员值乘状态进行科学客观的评价与分析，并对乘务员值乘状态进行有效预警至关重要。基于此，本文就铁路列车乘务员值乘状态智能预警系统研究的背景与内容进行了分析，结合具体的智能预警系统的开发，对智能预警系统的构成、关键技术、使用效果及建议进行了探讨，希望为我国铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统的研发提供参考与帮助。

**【关键词】**铁路机车；乘务员值乘状态；智能预警系统；研发背景

Research on Intelligent Warning System for Railway Locomotive Crew Duty Status

Guo Tengfei

Guoneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd. Rolling Stock Branch 062350

**【Abstract】**The duty status of railway locomotive crew is closely related to the safe and reliable operation of trains. How to ensure the duty status of locomotive crew and maximize the safe operation of trains is an important issue that railway departments urgently need to solve at present. It is crucial to actively build an intelligent warning system for the on duty status of railway locomotive crew members, scientifically and objectively evaluate and analyze their on duty status, and effectively warn them of their on duty status. Based on this, this article analyzes the background and content of the research on the intelligent warning system for the on duty status of railway train attendants. Combining with the development of specific intelligent warning systems, the composition, key technologies, usage effects, and suggestions of the intelligent warning system are discussed, hoping to provide reference and assistance for the research and development of intelligent warning systems for the on duty status of railway locomotive attendants in China.

**【Key words】**railway locomotive; Cabin crew duty status; Intelligent warning system; Research and Development Background

## 引言：

社会经济的快速发展，铁路运输起到的作用越来越重要。作为我国运输体系的重要构成，确保铁路运输安全可靠的运行，是降低铁路运输事故，提高铁路运输效率与效果的关键环节。对我国铁路运输事故发生的原因进行分析，其中一半以上的安全事故源自乘务员值乘状态不规范而导致的。为此，构建高效精准的乘务员值乘状态智能预警系统，对乘务员值乘状态进行动态追踪监管，从而第一时间发现乘务员的不规范操作行为，并采取科学合理的应对措施，是确保铁路机车安全稳定运行的重要环节。一般来说，随着我国铁路技术、设备等方面的发展，铁路机车的司机室环境越来越复杂，乘务员的行为也具备较大的随机性，加大了对乘务员值乘状态的监管难度。现阶段而言，对于铁路机车乘务员值乘状态的监管，主要以人工的方式，通过录制实时视频为主，这样的监管方式，既增加了铁路相关部门的人力成本，且覆盖率有着一定的限制，对于乘务员值乘状态的监测，效果并不理想。因此，如何构建更为科学高效的机车乘务员值乘状态监管机制，及时发现乘务员违规的操作行为，则成为乘务

员值乘状态监管领域主要的发展方向。本文就智能预警系统的研发进行了分析，旨在有效解决影响乘务员值乘状态的关键问题并进行有效预警，从而最大程度上保障铁路机车运行安全。

## 一、铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统的研究背景

铁路机车乘务员，也被称为火车司机，其是否保持健康良好稳定的工作状态，对列车安全运行有着不可忽视的重要影响。在铁路机车实际运行过程中，如果乘务员值乘状态不理想，可能会出现疲劳驾驶、中断瞭望、脱岗等行为，进而为铁路机车安全运行埋下较大的安全隐患。一般而言，如果铁路机车运行过程中，乘务员无法精准把握自身的值乘状态，既可能导致货物、设备等遭受损失，中断运输任务，降低运输效率，也会导致车毁人亡、中断正线行车等事故。而加强乘务员值乘智能预警系统，则可以有效规范乘务员操作行为，进而实现铁路机车稳定安全的运行。乘务员值乘状态智能预警系统，是对乘务员进行动态追踪监管的重要方式，是为了确保乘务员时刻维持在良好的精神状态中，防止出现

精神力不佳、注意力不集中等隐患,从而最大程度上保证铁路机车的平稳运行<sup>[1]</sup>。

## 二、铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统的研究内容

### (一) 研究目标

构建乘务员值乘状态智能预警系统,以视频图像处理技术为核心,在铁路机车运行过程中,对乘务员值乘状态进行24小时实时监测,一旦发现乘务员值乘状态出现问题,如视野偏离方向、或闭眼时间超过10秒、15秒、20秒,则判定为间断瞭望,通过智能预警系统,立即对乘务员发出预警信号,从而有效避免事故的发生,确保列车安全可靠的运行。借助乘务员值乘智能预警系统,借助全新的智能检测技术,对乘务员值乘状态进行科学有效的判断,并对监控视频进行保存,为后续的追溯查看提供参考。

### (二) 技术难点

铁路列车乘务员值乘智能预警系统,在构建的过程中其难点主要有以下几点。第一,实时精准获取乘务员清晰的面部图像。机车司机室内部的环境变化较大,处在不同的阶段,其光亮程度明显不同。白天、夜间、逆光、背光、夜间交会列车等阶段,都会呈现出不同的光亮程度,这为捕捉乘务员面部图像带来了难度。同时,乘务员配戴眼镜、姿势变化等情况,也会增加捕捉面部图像的难度,进而影响对乘务员值乘状态进行科学精准判断。第二,实时提取乘务员面部动态参数并进行精准识别。现阶段而言,虽然图像技术在大部分领域都已有效运行,但是其运行机理基本都是实现存入了可供比对的图像信息。但是,铁路列车在运行过程中,乘务员并非同一个人,这就导致该方法存在着较大的局限性。如何在事先未能存入图像的背景下,对乘务员面部以及眼睛部位进行实时的信息提取并进行精准识别,则是乘务员值乘状态智能预警系统最为重要的技术难点。第三,智能预警系统的信息处理效率,对于智能预警系统来说,不但要精准提取乘务员的面部信息,同时还需要提高面部信息处理效率,从而确保及时有效的对乘务员值乘状态进行判断并进行提醒<sup>[2]</sup>。

### (三) 研究思路

首先,该系统的研究需要满足实际使用需求。一方面,智能预警系统要采用非接触式,从而防止系统对乘务员的驾驶行为产生干扰。另一方面,要确保系统的实时性,可以对乘务员值乘状态进行24小时动态追踪。此外,还需要保持该系统的全天候性能,既可以在微光或是无光状态下进行工作。其次,乘务员值乘智能预警系统的工作流程如下,图像采集系统—图像预处理系统—识别系统—预警系统。通过室内视频装置对乘务员面部信息进行捕捉,并利用视频解码器进行转化,之后对图像进行预处理,由主处理器对乘务员面部信息进行有效识别,在人眼定位的帮助下,对乘务员的值乘状态进行合理判断,并根据判断对乘务员进行预警。乘务

员值乘状态智能预警系统由以下几部分组成,主动探测的CCD成像单元、图像采集与预处理单元、图像处理及模式识别、语音报警模块。

## 三、铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统开发

### (一) 系统平台开发

铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统,主要利用B/S和C/S的混合模式,由应用层、服务层、数据层构成,应用层与服务层之间的通信由HTTP接口协议实现。数据查询与管理则依托于B/S架构,极大的提高了各级管理人员的管理效率,并定期对系统进行优化升级。图像采集器则利用Linux操作系统,实现乘务员面部信息收集、识别与分析等功能,并对乘务员进行及时有效的预警提醒。

### (二) 主要功能

第一,对司机疲劳驾驶状态进行自动检测。通过视频装置,对乘务员视网膜瞳孔的大小及位置等信息进行收集,并结合眼睛的睁闭状态、嘴部特征等,构建科学有效的疲劳驾驶模式,从而对乘务员的值乘状态进行有效分析,如疲劳、间断瞭望、视野偏离等进行预警,实现对乘务员值乘状态的有效监管。该系统可以结合不同等级的预警信息,设置三级报警装置,并发挥不同的预警声音。同时借助在线智能预警系统,利用3G模块向地面服务器发送相关的预警信息<sup>[3]</sup>。

第二,视野偏离提醒。铁路机车在运行过程中,如果速度大于0 km/h,可以通过该系统对乘务员面部信息进行时间收集,如果乘务员面部图像超出采集范围并持续时间在60秒以上,可以判定乘务员视野偏离,进而由语音系统向乘务员发出预警提醒,如注意瞭望。待乘务员面部图像信息进入采集范围,则提醒自动解除。

第三,图像采集器遮挡报警。对于列车而言,如果其运行速度在大于0 km/h,图像采集器又被遮挡在600秒以上时,语音系统则需要提醒乘务员,请勿遮挡设备。而一旦遮挡解除,报警也会自动解除。

第四,对乘务员值乘状态的变化进行有效提醒。通过利用车载检测装置,并在其内部设置无线传输模块,在3G、4G、5G等网络技术的帮助下,建立起完善的机车与机务段信息中心进行信息交流与共享,从而为乘务员操作列车运行提供必要的参考。一方面精准有效收集乘务员工作时长、疲劳状态等信息,对乘务员值乘状态进行合理判断。另一方面,借助完善的信息共享系统,对列车乘务员值乘状态进行管理,将各类收集到的信息传递至地面服务器,以便及时有效的对乘务员进行指挥,切实发挥智能预警系统的水平。

第五,综合性网络防控平台。在研发乘务员值乘智能预警系统时,要构建完善的综合性地面信息分析平台,并将所有机车以及乘务员状态信息纳入平台管理,对机车的运行情况进行实时监控、对乘务员值乘状态进行实时追踪等。管理人员则通过手机APP、微信等方式,接收相应的数据信息,

并实时掌握机车与乘务员状态,最大程度上保障机车安全运行。

第六,完善乘务员运动轨迹查询功能。在系统研发过程中,完善查询模块,对乘务员运动轨迹进行查询,通过电子地图的形式,对乘务员的历史运行信息进行查询,并按照运动轨迹,对机车的运行信息、报警信息等进行标注,以便职能科室的管理人员进行在线抽查、分析,并在必要时采取人工干预,在确保机车安全的同时,对乘务员违纪违规行为进行记录。

#### 四、铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统结构与组成

铁路机车乘务员值乘智能预警系统主要有车载智能检测装置、数据传输装置、地面分析系统三部分构成。车载智能检测系统包括图像采集器、车载分析终端、TAX板卡、连接线缆、辅助配件。数据传输系统通过收集到的数据信息传递至地面分析系统,并实时接收地面分析系统的指令。该系统在 GSM GPRS/3G、GPRS 的帮助下,确保数据信息传递的及时有效,将实时收集到的视频信息传递至流媒体服务器,对乘务员的值乘状态进行实时检查,并点播历史报警信息。地面分析系统则可以有效的对机车动态进行监控、对乘务员的操作情况进行监测,并自动生成退勤凭证与统计报表,管理人员则可以根据权限对重点时间、重点区域、重点人员的操作进行监管,提高乘务员值乘水平,确保铁路机车稳定有序的运行<sup>[4]</sup>。

#### 五、铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统关键技术

##### (一) 硬件系统设计

乘务员值乘智能预警系统,车载装置主机、图像采集器、TAX板卡等设备均安装在机车上,从而精准实时的对乘务员面部信息进行有效收集与判断。图像采集器主要安装在司机室,对机车运行过程中司机图像进行实时采集,结合智能预警系统,精准判断司机状态并进行报警。车载装置主机可以对报警存储视频可进行分析,并在北斗模块、TAX接收模块的帮助下,精准收集机车运行信息,并借助3G模块实现无线数据传输管理。车载装置主机与图像采集器主要是使

用全数字网络化的方式设计。在驾驶的 I、II 端设置相同的装置,为重连机车的扩展奠定基础,并将所有的报警信息进行转储与查看。图像采集器则主要由数据摄像头、850 nm 红外主动光源、滤光器、核心主板(DaVinci)DM3730、电源管理芯片、内存、FLASH 等外元件组成。

##### (二) 疲劳检测技术

对于铁路机车乘务员值乘智能预警系统而言,在对乘务员状态进行监测时,主要是利用疲劳检测技术,对乘务员的人脸、头部姿态、脸部特征等进行实时分析。其检测过程主要分为四个过程:在视频中对人脸进行追踪定位,对乘务员的头部姿态进行估计,并对脸部区域的眼睛与嘴巴状态进行分析,从而提高乘务员值乘状态判断的有效性。人脸跟踪定位主要是利用 Haar-like 特征的 AdaBoost 人脸检测算法,既能够有效提高运行速度,还能满足实时性要求,提高乘务员值乘状态监管智能<sup>[5]</sup>。

#### 六、铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统使用效果及建议

现阶段,铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统已被广泛的应用,有效的弥补了传统的视频监控的弊端与不足,可以在线实时对乘务员进行预警提醒,从而借助该系统,地面管理中心则可以收集机车全部的运行信息。如果乘务员值乘状态不佳,则可以由值班人员结合实际需求,采取一定的干预措施,切实保障铁路机车安全可靠。铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统,一定要保证实用性、先进性,最大程度上提高乘务员工作状态。

##### 总结:

综上所述,铁路机车乘务员值乘状态与机车稳定有序的运行至关重要。因此,铁路相关部门一定要积极探索全新的乘务员值乘状态管理机制,明确该信息研究目标、技术要点与设计思路,对系统平台功能的研发与主要功能等进行完善,以此提高值乘状态智能预警系统的有效性与科学性,从而最大程度上减少司机行车精神不振、间断瞭望等带来的危害,有效保障铁路机车运行的安全性与可靠性。

#### 参考文献

- [1]李干涛,朱岸平,李火星.乘务员值乘状态监测技术研究[J].电视技术,2022,46(12):51-55.
- [2]王党雄.基于深度学习的机车乘务员值乘状态识别与应用研究[D].兰州交通大学,2020.
- [3]曲素荣,张中央,张宪锋.铁路机车乘务员值乘状态智能预警系统的研究[J].机车电传动,2018,(02):49-52.
- [4]金其炳.铁路机车乘务员状态预警提醒系统研究与应用[J].铁道机车与动车,2019,(07):12-14+6.
- [5]张利.机车乘务员状态预警提醒系统研究[J].上海铁道科技,2018,(03):44-45.

作者简介:郭腾飞(1992.3-)男,河北衡水人,专科,助理工程师,研究方向:铁路机车乘务员值乘状态智能预警。