

# 铁路客运站综合管理系统中行车安全模块的设计与应用

白润祥 鲁昕昊

中国铁路北京局集团有限公司天津站 天津 300000

**摘要：**本文聚焦于铁路客运站综合管理系统中的行车安全模块设计与应用。首先阐述了铁路客运站行车安全的重要意义，强调其对保障旅客生命安全、铁路运输秩序及社会稳定的关键作用。接着深入剖析行车安全模块的设计，涵盖设计目标、总体架构、功能模块细分、数据库设计。随后探讨该模块在铁路客运站实际应用中的具体场景。旨在为提升铁路客运站行车安全管理水平提供理论支持与实践参考。

**关键词：**铁路客运站；综合管理系统；行车安全模块；设计；应用

## 1 引言

铁路作为国家重要的基础设施、国民经济的大动脉和大众化的交通工具，在我国经济社会发展中具有重要作用。铁路客运站作为铁路运输网络的关键节点，承担着旅客集散、列车到发、中转等重要功能，其行车安全直接关系到广大旅客的生命财产安全，影响铁路运输的秩序与效率，甚至对社会稳定产生深远影响。随着信息技术的飞速发展，铁路客运站综合管理系统应运而生，旨在整合客运站各类资源，实现信息化、智能化管理。行车安全模块作为综合管理系统的核心组成部分，对于提升客运站行车安全管理水平、预防和减少行车安全事故具有重要意义。因此，深入研究铁路客运站综合管理系统中行车安全模块的设计与应用，具有重要的理论价值与现实意义。

## 2 铁路客运站综合管理系统中行车安全模块的设计

### 2.1 设计目标

行车安全模块的设计目标是通过信息化手段，实现对铁路客运站行车安全的实时监控、预警预报、风险评估和应急管理，提高客运站行车安全管理的科学化、规范化水平，有效预防和减少行车安全事故的发生。具体而言，该模块应具备以下功能：

**实时监控：**对客运站的列车运行状态、信号设备状态、轨道状态等进行实时监测，及时掌握行车安全相关信息。

**预警预报：**根据实时监测数据和预设的安全阈值，对可能出现的行车安全隐患进行预警预报，提前采取措施防范事故发生。

**风险评估：**对客运站行车安全风险进行全面评估，识别潜在的风险因素，为安全管理决策提供科学依据。

**应急管理：**在发生行车安全事故时，能够迅速启动应急预案，协调各方资源进行应急处置，降低事故损失。

### 2.2 总体架构

行车安全模块采用分层架构设计，主要包括数据采集层、数据传输层、数据处理层和应用层四个层次。

**数据采集层：**负责采集客运站各类行车安全相关数据，包括列车运行数据、信号设备数据、轨道检测数据、视频监控数据等。数据采集方式可采用传感器、监控设备、列车自动控制系统等多种手段。例如，在列车上安装速度传感器、加速度传感器、轴温传感器等，实时采集列车的运行速度、加速度、轴温等参数；在信号设备上安装电流传感器、电压传感器，监测信号设备的工作电流和电压；在轨道上安装轨道电路传感器、钢轨应力传感器，检测轨道的占用情况和钢轨的应力状态。

**数据传输层：**将采集到的数据通过有线或无线通信网络传输到数据处理中心。为确保数据传输的实时性和可靠性，可采用冗余传输、加密传输等技术。在有线传输方面，可使用光纤通信，其具有传输速率高、抗干扰能力强等优点；在无线传输方面，可采用4G/5G通信技术或无线局域网（WLAN）技术<sup>[1]</sup>。例如，对于一些移动设备（如列车上的传感器数据），可通过4G/5G网络将数据实时传输到数据处理中心；对于客运站内固定位置的监控设备，可通过WLAN实现数据的无线传输。同时，采用加密算法（如AES算法）对传输的数据进行加密，防止数据在传输过程中被窃取或篡改。

**数据处理层：**对传输过来的数据进行存储、处理和分析。采用数据库管理系统（如Oracle、MySQL等）对数据进行存储和管理，利用数据挖掘、机器学习等技术对数据进行深度分析，提取有价值的信息。例如，使用数据挖掘算法（如关联规则挖掘算法Apriori）分析列车运行数据与信号设备状态之间的关系，找出可能导致行车安全事故的潜在因素；利用机器学习算法（如支持向量机SVM）建立行车安全预警模型，根据实时监测数据

预测行车安全状况。

应用层：为用户提供各种行车安全应用服务，包括实时监控界面、预警预报信息展示、风险评估报告生成、应急指挥调度等功能。应用层采用可视化技术，使用户能够直观、便捷地获取行车安全信息。例如，采用地理信息系统（GIS）技术，在地图上直观展示列车的位置、运行轨迹以及客运站内信号设备、轨道等的分布情况；使用数据可视化工具（如ECharts）将行车安全数据以图表、报表等形式展示给用户，方便用户进行分析和决策。

### 2.3 功能模块细分

#### 2.3.1 列车运行监控模块

该模块主要对列车的运行位置、速度、运行方向等信息进行实时监控。通过与列车自动控制系统（ATC）的接口，获取列车的实时运行数据，并在监控界面上直观展示。同时，设置列车运行安全阈值，当列车运行参数超出阈值时，及时发出预警信息。例如，采用全球定位系统（GPS）或北斗卫星导航系统对列车进行定位，实时获取列车的位置信息；通过安装在列车上的速度传感器获取列车的运行速度。当列车的运行速度超过规定的最高限速时，系统立即发出超速预警。

#### 2.3.2 信号设备监控模块

负责对客运站内的信号机、轨道电路、转辙机等信号设备的状态进行实时监控。通过安装在信号设备上的传感器，采集设备的运行参数和工作状态信息，并传输到监控中心。一旦发现信号设备故障或异常，立即发出报警信息，以便及时进行维修和处理<sup>[2]</sup>。例如，对于信号机，可通过监测其灯丝电流来判断灯丝是否烧断；对于轨道电路，可监测其轨道继电器的工作状态来判断轨道是否被占用；对于转辙机，可监测其动作电流、动作时间等参数来判断转辙机是否正常工作。

#### 2.3.3 轨道状态监测模块

采用轨道检测设备对轨道的几何尺寸、轨距、水平、高低等参数进行定期检测和实时监控。通过对轨道状态数据的分析，及时发现轨道病害和安全隐患，如轨道变形、磨损、断裂等，并生成轨道维护计划，确保轨道状态良好，保障列车运行安全。例如，使用轨道检查车定期对轨道进行全面检测，获取轨道的几何尺寸数据；在轨道上安装实时监测传感器，如轨距传感器、水平传感器等，实时监测轨道的几何状态变化。当轨道的几何尺寸超出允许偏差范围时，系统发出预警信息，提醒维护人员及时进行处理。

#### 2.3.4 视频监控模块

通过在客运站的关键区域，如站台、候车室、出站口等安装的视频监控设备，对客运站的现场情况进行实时监控。视频监控模块不仅可以为行车安全提供直观的视觉信息，还可用于事故调查和责任认定。同时，结合智能视频分析技术，实现对异常行为的自动识别和预警，如人员闯入轨道区域、行李遗留等。例如，采用基于深度学习的目标检测算法（如YOLO系列算法）对视频图像中的人员和物体进行检测和识别，当检测到有人员闯入轨道区域或行李遗留在危险区域时，系统立即发出预警信息。

#### 2.3.5 预警预报模块

根据列车运行监控、信号设备监控、轨道状态监测等模块采集的数据，结合预设的安全规则和模型，对可能出现的行车安全隐患进行实时分析和预警预报。预警信息可通过声光报警、短信通知等多种方式及时传达给相关人员，以便采取相应的措施防范事故发生。例如，建立基于模糊综合评价的行车安全预警模型，综合考虑列车运行速度、信号设备状态、轨道状态等多个因素，对行车安全状况进行综合评价，并根据评价结果发出不同级别的预警信息。

#### 2.3.6 风险评估模块

采用定性与定量相结合的方法，对客运站行车安全风险进行全面评估。综合考虑列车运行、信号设备、轨道状态、人员操作、环境因素等多个方面的风险因素，建立风险评估指标体系和评估模型。定期对客运站行车安全风险进行评估，生成风险评估报告，为安全管理决策提供科学依据。例如，采用层次分析法（AHP）确定各风险因素的权重，然后利用模糊综合评价法对行车安全风险进行评估，根据评估结果划分风险等级，并提出相应的风险控制措施。

#### 2.3.7 应急管理模块

制定完善的行车安全事故应急预案，明确应急处置流程和各部门的职责分工。在发生行车安全事故时，应急管理模块能够迅速启动应急预案，协调各方资源进行应急处置。通过应急指挥调度界面，实时掌握事故现场情况，指挥救援人员和设备进行救援行动，提高应急处置效率，降低事故损失<sup>[3]</sup>。例如，利用应急管理软件实现应急预案的数字化管理，在事故发生时能够快速调取相关预案；通过视频会议系统实现应急指挥中心与事故现场的实时通信，及时了解事故情况并下达指挥指令。

### 2.4 数据库设计

数据库是行车安全模块的核心，用于存储和管理各类行车安全相关数据。数据库设计应遵循数据完整性、

一致性、安全性和可扩展性等原则。主要数据库表包括列车信息表、信号设备信息表、轨道状态信息表、视频监控信息表、预警预报信息表、风险评估信息表、应急预案信息表等。各表之间通过关联字段建立关系,实现数据的共享和关联查询。例如,列车信息表与列车运行监控数据表通过列车编号关联,信号设备信息表与信号设备监控数据表通过设备编号关联。

### 3 行车安全模块的应用场景

#### 3.1 日常行车安全监控

在日常运营中,行车安全模块可实现对客运站行车安全的实时监控。工作人员通过监控界面可以随时查看列车的运行状态、信号设备的显示情况、轨道的几何尺寸等信息。一旦发现异常情况,系统立即发出预警信息,工作人员可及时采取措施进行处理,确保行车安全。例如,当监控到某列车的运行速度异常时,工作人员可以通过与列车司机联系或采取制动措施来确保列车安全运行。

#### 3.2 客流高峰期安全管理

在节假日等客流高峰期,客运站的客流量大幅增加,行车安全压力也随之增大。行车安全模块可通过对客流数据的分析和预测,优化站台客流组织。同时,加强对关键区域的安全监控,及时发现和处理安全隐患,确保客流高峰期客运站的行车安全<sup>[4]</sup>。例如,利用大数据分析技术对历史客流数据进行挖掘,预测客流高峰期的时间和客流量,根据预测结果调整列车运行图;在站台增加视频监控设备和智能视频分析系统,实时监测站台客流情况,当客流密度过大时及时发出预警,引导旅客有序乘降。

#### 3.3 设备维护管理

行车安全模块可对信号设备、轨道等行车安全相关设备的运行状态进行实时监控,并生成设备维护计划。设备维护人员根据维护计划及时对设备进行检修和保养,确保设备处于良好的运行状态。同时,系统还可记录设备的维护历史和故障信息,为设备的更新改造提供参考依据。例如,根据信号设备的运行时间和故障次数,制定合理的设备检修周期;对轨道病害进行跟踪监测,根据

轨道状态的变化情况及时安排轨道维修和更换。

#### 3.4 事故应急处置

在发生行车安全事故时,行车安全模块的应急管理功能可迅速发挥作用。系统自动启动应急预案,协调各方资源进行应急处置。应急指挥人员通过应急指挥调度界面实时掌握事故现场情况,指挥救援人员和设备进行救援行动。同时,系统还可记录事故处理过程和相关数据,为事故调查和责任认定提供依据。例如,在发生列车脱轨事故时,应急管理模块迅速启动脱轨事故应急预案,通知消防、医疗、工务等相关部门赶赴现场进行救援;通过视频监控系统实时了解事故现场情况,指挥救援人员进行有序救援;记录事故发生的时间、地点、原因、救援过程等信息,为事故调查提供详细资料。

#### 结语

铁路客运站综合管理系统的行车安全模块对保障行车安全意义重大,合理设计与应用可实现实时监控、预警预报等功能,提升安全管理水平,预防减少事故。不过,其应用面临数据安全等诸多挑战。未来,随着新技术发展,该模块将向智能化等方向发展,提升管理效率与可靠性。为此,铁路部门应加强技术研发应用,加大投入,完善制度标准,强化人员培训,并与科研机构合作,开展技术创新,为铁路客运站行车安全提供坚实技术保障。

#### 参考文献

- [1]谢泽,张可新,李金波.基于统一体系结构框架的高速铁路行车安全技防体系研究[J].铁道运输与经济,2023,45(03):136-143.
- [2]孟小钧.基于“人-机-技”系统的高速铁路行车安全风险点识别与控制[J].铁路采购与物流,2023,18(01):62-64.
- [3]虞俊浦,刘瑞华,王生义,等.行车安全智能管理系统在地方铁路的应用[J].中国铁路,2022,(12):135-139.
- [4]姚志青,铁路行车安全调度指挥信息化管理系统【简称:铁路行车安全调度管理系统】V1.0.湖南省,湖南旭瑞智能技术有限公司,2021-07-29.