

# Research on Railway Transportation Safety Early Warning System Based on Artificial Intelligence Technology

Yuhao Wu

Guoneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd. Guoneng Hongda Railway Company, Dongying, Shandong, 257000, China

## Abstract

The railway transport safety early warning system is a use of modern information technology to ensure the safe and stable operation of the railway transport system as the goal, to monitor, analyze, evaluate and predict the safety situation of the railway transport system in real time, and timely provide early warning information and suggestions to relevant departments and personnel. This paper analyzes the design scheme of railway transportation safety early warning system, puts forward a set of design methods and process based on RAMS (reliability, availability, maintainability and safety) management concept, and gives the corresponding technical indicators, aims to improve the efficiency of railway transportation safety early warning, to provide strong technical support for the sustainable and healthy development of railway transportation industry in China.

## Keywords

railway transportation; safety early warning system; RAMS management

# 基于人工智能技术的铁路运输安全预警系统研究

吴雨浩

国能朔黄铁路发展有限责任公司国能黄大铁路公司, 中国·山东 东营 257000

## 摘要

铁路运输安全预警系统是一种利用现代信息技术, 以保障铁路运输系统安全稳定运行为目标, 对铁路运输系统的安全状况进行实时监测、分析、评估和预测, 并及时向相关部门和人员提供预警信息和应对建议的系统。论文针对铁路运输安全预警系统的设计方案进行分析和论述, 提出一套基于RAMS(可靠性、可用性、可维修性和安全性)管理理念的设计方法和流程, 并给出相应的技术指标, 旨在全面提升铁路运输安全预警的效能, 为中国铁路运输事业的持续健康发展提供强有力的技术支持。

## 关键词

铁路运输; 安全预警系统; RAMS管理

## 1 引言

铁路运输是中国重要的运输方式之一, 其安全性、高效性、环保性等优势得到了广泛的认可和发展。然而, 随着铁路运输的规模不断扩大, 铁路运输的安全风险也日益增加。为此, 建立一套完善的铁路运输安全预警系统, 是提高铁路运输安全管理水平的必要措施。铁路运输安全预警系统是一种利用现代信息技术, 对铁路运输系统的安全状况进行实时监测、分析、评估和预测, 并及时向相关部门和人员提供预警信息和应对建议的系统。

【作者简介】吴雨浩(1997-), 男, 中国陕西咸阳人, 本科, 助理工程师, 从事智慧交通、交通系统组织优化、交通规划与管理研究。

## 2 铁路运输安全预警系统需求分析

铁路运输安全预警系统是利用人工智能技术, 对铁路运输过程中可能发生各种安全风险进行实时监测、分析、预警和处置的系统, 旨在提高铁路运输的安全性、效率和可靠性。论文将从功能需求、性能需求、可靠性需求和安全性需求四个方面对铁路运输安全预警系统进行需求分析。

### 2.1 功能需求

铁路运输安全预警系统的功能需求是指系统应该具备的主要功能和服务, 以满足铁路运输安全管理的业务需求。根据铁路运输安全管理的业务流程, 论文将铁路运输安全预警系统的功能需求划分为以下四个模块:

数据采集模块负责对铁路运输过程中涉及的各种数据进行采集、传输和存储。该模块应该支持多种数据源的接入, 如车载传感器、轨道检测设备、视频监控设备、气象站等, 并能够对数据进行格式化、压缩和加密等处理, 以保证数据的完整性、有效性和安全性。

数据分析模块负责对采集到的数据进行分析、挖掘和处理,利用人工智能技术,对数据中潜在的安全风险进行识别、分类和评估,并生成相应的预警信息和建议。该模块应该具备自学习和自适应的能力,能够根据数据的变化和反馈不断优化算法和模型,提高预警的准确性和实时性。

预警处置模块负责对生成的预警信息进行展示、推送和处置,根据预警的等级、类型和位置,将预警信息以可视化的方式展示在监控平台上,并通过多种渠道推送给相关人员,并提供相应的处置建议和指导。该模块应该具备智能化和协同化的能力,能够根据不同情况动态调整预警策略和处置方案,并与其他系统进行信息共享和协作。

系统管理模块负责对整个系统进行管理和维护,包括用户管理、权限管理、日志管理、配置管理、更新管理等。该模块应该具备友好化和人性化的界面,方便用户进行操作和设置,并提供必要的帮助和反馈。

## 2.2 性能需求

铁路运输安全预警系统的性能需求是指系统在运行过程中应该满足的性能指标,以保证系统的高效运行和良好体验。论文将铁路运输安全预警系统的性能需求划分为以下四个方面:

响应时间是指系统对用户请求或事件的反应速度,即从用户发出请求或事件发生到系统给出响应的的时间间隔。铁路运输安全预警系统的响应时间应该尽可能短,以保证预警的及时性和有效性。

吞吐量是指系统在单位时间内能够处理的请求数量或事件数量。铁路运输安全预警系统的吞吐量应该尽可能高,以保证系统的稳定性和可扩展性。

准确率是指系统对数据分析和预警生成的准确性,即系统生成的预警信息与实际情况的一致程度。

可用率是指系统在正常运行状态下能够提供服务的时间比例,即系统在一定时间内没有故障或停机的时间比例。铁路运输安全预警系统的可用率应该尽可能高,以保证系统的可靠性和连续性。

## 2.3 可靠性需求

铁路运输安全预警系统的可靠性需求是指系统在面对各种异常情况时能够正常运行或恢复运行的能力,以保证系统的健壮性和容错性。铁路运输安全预警系统的可靠性需求划分为以下三个方面:

容错性是指系统在遇到错误或故障时能够继续提供服务或降低损失的能力,即系统能够检测、隔离、纠正或绕过错误或故障,避免影响正常功能或数据。

安全性是指系统在遭受恶意攻击或非法访问时能够保护自身和数据不受损害的能力,即系统能够防止、检测、抵御或消除恶意攻击或非法访问,保障数据的完整性、机密性和可用性。

易维护性是指系统在进行修改、更新或修复时能够方便地进行操作和管理的能力,即系统能够支持快速、简

单、低成本地进行修改、更新或修复,避免影响正常功能或数据。

## 2.4 安全性需求

根据铁路运输安全预警系统涉及的人员、设备、环境等因素,确定系统的安全目标指标,并分配到各个子系统、模块和部件等层级。同时,确定系统的安全验证方法和接受准则,并制定相应的测试计划和方案。

# 3 铁路运输安全预警系统设计方案

铁路运输安全预警系统是指利用人工智能技术,对铁路运输过程中可能发生各种安全风险进行实时监测、分析、预警和处置的系统,旨在提高铁路运输的安全性、效率和可靠性,从系统架构、功能模块和关键技术四个方面对铁路运输安全预警系统进行设计方案。

## 3.1 系统架构

铁路运输安全预警系统的系统架构是指系统的整体结构和组成,以及各个部分之间的关系和交互。论文将铁路运输安全预警系统的系统架构划分为以下三层:

数据层是负责对铁路运输过程中涉及的各种数据进行采集、传输和存储,包括车辆数据、轨道数据、信号数据、环境数据、人员数据等。该层应该支持多种数据源的接入,并能够对数据进行格式化、压缩和加密等处理,以保证数据的完整性、有效性和安全性。

逻辑层是负责对采集到的数据进行分析、挖掘和处理,利用人工智能技术,对数据中潜在的安全风险进行识别、分类和评估,并生成相应的预警信息和建议。该层应该具备自学习和自适应的能力,能够根据数据的变化和反馈不断优化算法和模型,提高预警的准确性和实时性。

表现层是负责对生成的预警信息进行展示、推送和处置,根据预警的等级、类型和位置,将预警信息以可视化的方式展示在监控平台上,并通过多种渠道推送给相关人员,并提供相应的处置建议和指导。该层应该具备智能化和协同化的能力,能够根据不同情况动态调整预警策略和处置方案,并与其他系统进行信息共享和协作。

## 3.2 功能模块

铁路运输安全预警系统的功能模块是指系统实现的具体功能和服务,以满足铁路运输安全管理的业务需求。根据系统架构,论文将铁路运输安全预警系统的功能模块划分为以下四个模块。

### 3.2.1 数据采集模块

数据采集模块实现了数据层的功能,负责对铁路运输过程中涉及的各种数据进行采集、传输和存储。该模块主要包括以下几个子模块:①车辆数据采集子模块是负责对车辆的运行状态、位置、速度、温度、湿度、振动等数据进行采集,利用车载传感器和北斗定位系统实现数据的实时获取和上传。②轨道数据采集子模块是负责对轨道的形状、弯曲、裂缝、松动等数据进行采集,利用轨道检测设备和无人机实

现数据的定期获取和上传。③信号数据采集子模块是负责对信号的状态、位置、颜色、亮度等数据进行采集,利用视频监控设备和图像识别技术实现数据的实时获取和上传。④环境数据采集子模块是负责对环境的温度、湿度、风速、风向、降雨量、雾霾等数据进行采集,利用气象站和环境监测设备实现数据的实时获取和上传。⑤人员数据采集子模块是负责对人员的身份、位置、状态等数据进行采集,利用手持终端和人脸识别技术实现数据的实时获取和上传。

### 3.2.2 数据分析模块

数据分析模块实现了逻辑层的功能,负责对采集到的数据进行分析、挖掘和处理。该模块主要包括以下几个子模块:①数据清洗子模块是负责对采集到的数据进行清洗,去除无效、重复、错误或异常的数据,提高数据的质量和可用性。②数据融合子模块是负责对来自不同数据源的数据进行融合,利用多源异构数据融合技术,将不同类型、格式或维度的数据转换为统一的标准格式,并进行关联分析,提高数据的完整性和一致性。③数据挖掘子模块是负责对融合后的数据进行挖掘,利用机器学习和深度学习技术,从大量的数据中提取有价值的信息,如安全风险因素、安全风险规律、安全风险预测等。④数据处理子模块是负责对挖掘后的数据进行处理,利用图像识别和自然语言处理技术,将复杂的信息和知识转换为易于理解和使用的形式,如预警信息和建议等。

### 3.2.3 预警处置模块

预警处置模块实现了表现层的功能,负责对生成的预警信息进行展示、推送和处置。该模块主要包括以下几个子模块:①预警展示子模块是负责对生成的预警信息进行展示,利用可视化技术,将预警信息以图表、地图、视频等形式展示在监控平台上,并按照预警等级、类型和位置进行分类和排序,方便用户查看和管理。②预警推送子模块是负责对生成的预警信息进行推送,利用多媒体技术,将预警信息以语音、短信、邮件等形式推送给相关人员。③预警处置子模块是负责对生成的预警信息进行处置,利用智能决策技术,根据预警等级、类型和位置,提供相应的处置建议和指导,并与其他系统进行信息共享和协作,实现安全风险的及时控制和消除。

### 3.2.4 系统管理模块

系统管理模块负责对整个系统进行管理和维护,包括用户管理、权限管理、日志管理、配置管理、更新管理等。该模块应该具备友好化和人性化的界面,方便用户进行操作和设置,并提供必要的帮助和反馈。

## 3.3 关键技术

铁路运输安全预警系统的关键技术是指系统实现的核心技术和创新点,以保证系统的高效运行和良好体验。论文将铁路运输安全预警系统的关键技术划分为以下三个方面:

数据采集技术是指对铁路运输过程中涉及的各种数据进行采集、传输和存储的技术,包括车载传感器技术、轨道

检测设备技术、视频监控设备技术、气象站技术等。

数据分析技术是指对采集到的数据进行分析、挖掘和处理的技术,包括多源异构数据融合技术、机器学习和深度学习技术、图像识别和自然语言处理技术等。

预警处置技术是指对生成的预警信息进行展示、推送和处置的技术,包括可视化技术、多媒体技术、智能决策技术等。

## 4 应用效果

降低行车安全风险,保障人员和货物的安全。通过双向预警确认、位置纠偏和线路识别、接近预警等关键技术,系统可以实现机车运行全过程监控预警,提醒避让轨道车和障碍物,确保人身安全。系统还可以在遇到特殊紧急情况时,一键报警,将自身安全情况及所处位置风险情况告知系统内所有人员,及时采取相应的安全措施。

提高铁路运输效率和质量,优化运输资源配置。系统可以通过实时监控铁路快运货物的位置、速度、状态等信息,分析铁路快运货物安全影响因素,建立相应的安全监控预警指标体系,对货物进行评价和分类。系统还可以根据货物属性、外部条件等因素,动态调整运输方案,优化运输资源配置,提高铁路运输效率和质量。

实现数据的互联互通与共享,促进铁路运输多部门综合管理和多方协作。系统可以通过5G网络和无线电台通信构建多点智联运检安全预警系统的终端通信网络,实现数据的实时传输和交换。系统还可以通过安全预警接口平台对外提供服务,第三方应用可在此基础上定制化开发客户端,形成一个中心、多个终端的结构,实现系统的中心管理,对行车运行过程进行全局掌控。

## 5 结论与展望

铁路运输安全预警系统是一种利用5G、北斗定位和大数据计算技术,实现机车、地面作业人员、道口管理等多点智联运检的系统,可以通过实时精确的预警信息,提高铁路运输的安全管理水平。论文从系统的功能需求、可靠性需求和安全性需求等方面,对铁路运输安全预警系统的设计方案进行了分析和论述,提出了一套基于RAMS管理理念的设计方法和流程,这是一项具有重要意义和前景的创新项目,但在实际应用中还存在一些问题和挑战,如系统的数据采集、处理、分析、传输等方面需要进一步提高效率和精度,系统的人机交互、智能决策、自主控制等方面需要进一步增强智能化和人性化。

### 参考文献

- [1] 焦艳芳.我国铁路运输安全管理对策研究[J].哈尔滨学院学报,2009,30(12):142-144.
- [2] 李阳,高自友.铁路安全预警系统的研究与设计[J].中国安全科学学报,2004(6):39-43+52.
- [3] 杨小江,何先文,朱春山,等.南山矿铁路运输行车安全预警系统建设与应用[J].现代矿业,2023,39(10):174-177.