

文章编号: 1005-8451 (2020) 09-0021-05

铁路安全大数据分析平台研究

谢文广¹, 刘 军², 陈同喜¹, 杨 光¹, 刘彦军³

(1. 中国铁路北京局集团有限公司 安全监察室, 北京 100844;

2. 中国铁道科学研究院集团有限公司 铁路大数据研究与应用创新中心, 北京 100081;

3. 北京经纬信息技术有限公司, 北京 100081)

摘 要: 为促进铁路局集团有限公司安全数据共享, 提升安全管理水平, 以中国铁路北京局集团有限公司铁路安全大数据分析平台为研究对象, 分析设备安全、人员安全、安全管理的业务需求, 设计基于“平台+应用”的总体方案, 以及设备安全综合分析、人员安全综合分析、安全综合管理分析等主要功能, 从“人防”“物防”“技防”的角度, 保障铁路运输安全, 达到防风险、除隐患、遏事故的目的。

关键词: 安全分析; 大数据; 设备安全; 人员安全

中图分类号: U29-39 **文献标识码:** A

Railway safety big data analysis platform

XIE Wenguang¹, LIU Jun², CHEN Tongxi¹, YANG Guang¹, LIU Yanjun³

(1. Safety Supervision Office, China Railway Beijing Group Co. Ltd., Beijing 100844, China; 2. Research and Application Innovation Center for Big Data Technology in Railway, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China; 3. Beijing Jingwei Information Technologies Co.Ltd., Beijing 100081, China)

Abstract: In order to promote the safety data sharing and improve the safety management level of the Railway Administration Group Co., Ltd. (hereinafter referred to as the Railway Administration), this article took the Beijing Group safety big data analysis platform as the research object, analyzed the business requirements of equipment safety, personnel safety and safety management, designed the overall scheme based on "platform + application", as well as the comprehensive analysis of equipment safety and personnel safety combined analysis, comprehensive safety management analysis and other main functions. From the perspective of "civil air defense" "material defense" and "technical defense", the railway transportation safety was guaranteed to achieve the purpose of preventing risks, removing hidden dangers and preventing accidents.

Keywords: safety analytics; big data; equipment safety; employee safety

随着铁路科技设备的广泛使用和安全管理的不断规范, 铁路事故故障数量不断减少, 但仍面临着严峻挑战, 亟需从“人防”“物防”“技防”角度, 运用大数据等信息技术手段, 保障铁路运输安全。

铁路安全大数据分析是智能铁路、运输安全、人工智能、大数据等领域的交叉研究内容^[1-3]。众多学者对高铁安全顶层设计、安全风险评估、事故故障分析开展了相关研究。荆伟等人提出了安全风险分析、安全隐患分析、事故故障分析、设备画像分析、人员画像分析、安全综合评估、安全综合管理

等大数据应用功能模块^[4]; 张新锦分析了基于云平台和视频数据的铁路安全智慧预警系统的应用^[5]; 徐叶鹏研究了铁路运输安全风险管控流程及安全风险评估模型^[6]; 李科宏等人研究了基于模糊综合评价法的高速铁路运营安全管理成熟度^[7]; 杨连报、张磊等人运用文本分析技术研究了铁路事故故障文本特征提取模型、分布式全文检索、事故故障智能分类、基于知识图谱的事故故障关联分析和原因智能推荐等^[8-9]; 孙思齐基于车辆的基本台账、动检信息、静检信息、维修信息、历史事故故障等, 建立车辆运营安全状态的评估模型^[10]。

目前, 从铁路局集团有限公司(简称: 铁路局)安全管理的角度出发, 基于“平台+应用”建设的安全大数据应用相对较少。本文以中国铁路北京局集

收稿日期: 2019-12-10

基金项目: 中国国家铁路集团有限公司系统性重大课题 (P2019X001);

中国铁路北京局集团有限公司科技研究开发计划重大课题 (2019AX03)

作者简介: 谢文广, 高级工程师; 刘 军, 副研究员。

团有限公司（简称：北京铁路局）安全大数据建设为研究对象，切实考虑安监室和业务部门迫切的安全管理业务需求，立足“平台+应用”的建设模式，研究铁路安全大数据分析平台的总体架构，设计了设备综合分析、人员综合分析、安全管理分析等主要功能模块，开展对设备和人员的精准安全管控，对于促进安全数据共享共用，提高安全管理效率，提升安全预警综合能力，具有重要作用。

1 业务需求

1.1 设备安全综合分析需求

铁路局设备安全综合分析主要涉及机务、工务、电务、车辆、供电、房建 6 个专业。设备安全数据整合后，汇集到铁路数据服务平台，以便开展设备安全综合分析，发现设备安全薄弱环节，实现精准安全管控；开展安全趋势分析，对设备故障进行超前预警，减少设备故障发生。

1.2 人员安全综合分析需求

铁路局人员安全综合分析需汇集职工的基本信息、安全考核信息、岗位星级评定信息等，实现信息的高度整合和分析汇总。实现职工安全评价，展示职工安全状态和综合能力，诊断重点人员异常状态等功能。

1.3 安全综合分析需求

安全综合分析需对安全管理相关的分散数据进行梳理、整合，开展风险、隐患管控和治理效果之间的关联研究，诊断管理异常行为和安全异常状况，阻断不良安全态势，开展事故致因与风险控制的前瞻性研究。

2 总体方案

2.1 总体架构

铁路安全大数据分析平台以安全业务数据汇集和整合为基础，以安全大数据预警为核心，集成各专业的设备数据、人员数据和管理数据等，运用关系型/非关系型数据分析技术和人工智能算法，实现设备安全综合分析、人员安全综合分析、安全综合管理分析等功能。平台总体架构如图 1 所示。

(1) 既有系统

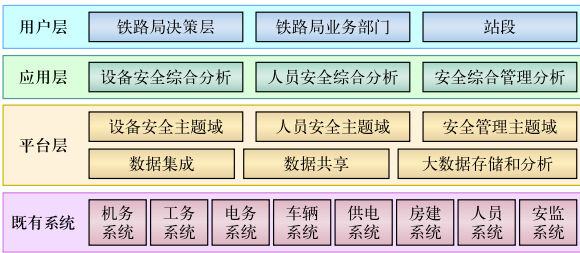


图1 平台总体架构

平台汇集机务、工务、电务、车辆、供电、房建等既有系统中的设备、人员、安全管理等安全数据。

(2) 平台层

平台层从既有系统采集数据，对数据进行抽取、转换、清洗等操作，按设备、人员、管理主题域进行分类，并提供数据集成、共享、存储和分析等服务。

(3) 应用层

包含设备安全综合分析、人员安全综合分析、安全管理综合分析 3 大功能模块。

(4) 用户层

平台用户主要包括铁路局决策层、铁路局各业务部门、运输站段等，平台根据层级和权限为不同用户提供安全大数据分析服务。

2.2 数据架构

2.2.1 设备安全数据

(1) 机务专业

主要包括各型机车的配属时间、配属段别、担当线别、担当任务、重量、功率、生产厂家等基本台账数据，机车设备报警信息和故障信息。

(2) 工务专业

主要包括线路、钢轨、桥梁、涵洞等基础设施数据，动（轨）检车、车载、轨检小车、人工检查等监测检测和报警超限数据，动态病害、静态病害和钢轨大修数据等。

(3) 电务专业

主要包括区间设备、车站、通信机房及所辖设备等基本台账数据，实时监测报警数据、隐患库数据、事故故障数据，综合通信网管报警、故障数据，车载列控设备动态实时报警、故障数据等。

(4) 车辆专业

主要包括动车基本台账，以及 TEDS、WTDS、SJ、LY 等动车实时监控数据，动车管理信息系统故

障、检修数据。

(5) 供电专业

主要包括接触网支柱、绝缘子、接触网悬挂锚段等设备的基础台账，接触网的动态检测、6C 检测、静态检测、检查维修等数据。变电所的巡视、检修、试验等数据。

(6) 房建专业

主要包括房屋、建筑物、站台、消防、电梯、制冷、供暖等设备的基础台账，病害信息、破损、侵限、设备状态等级、设备故障、维保、预警等数据。

2.2.2 人员安全数据

主要包括安全问题通知书、指令书、干部写实、职工考试、人员基础信息数、星级评价、劳动竞赛和客服质量等相关数据。

2.2.3 综合安全管理数据

主要包括量化写实数据、安全风险数据、安全隐患数据、事故故障数据、安全考核数据和关键管控项点等。

2.3 技术架构

平台技术架构如图 2 所示

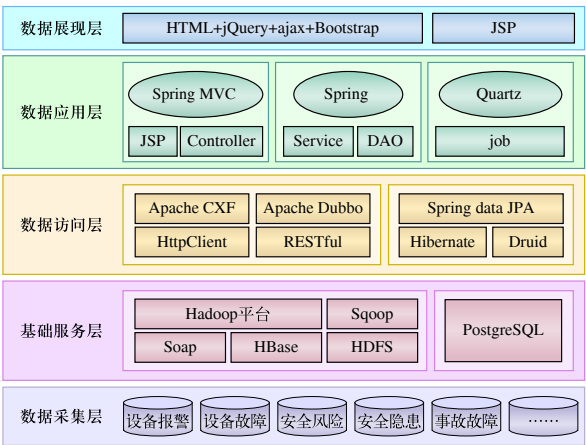


图2 平台技术架构

(1) 数据采集层

该层采集各专业设备、人员和安全管理数据，经过数据清洗、治理后形成格式统一的标准数据，并存储到数据库。

(2) 基础服务层

该层提供结构化/非结构化数据存储等服务。结构化数据库对结构化数据进行统一存储并提供访问；

非结构化数据库由 HBase、HDFS 等组成，对海量数据进行存储和分布式计算。

(3) 数据访问层

该层采用 Hibernate 完成对象关系型数据库映射，对外数据接口采用 Restful 等方式进行访问。

(4) 数据应用层

该层采用 Spring 技术对 Spring MVC、Quartz 等技术进行无缝整合，完成逻辑功能，实现技术框架的统一管理。

(5) 数据展现层

该层采用 Bootstrap 框架对页面进行响应式渲染，通过 ajax 异步请求实现与服务端的数据交互，显著提升用户使用体验。

2.4 关键技术

(1) 面向不同数据类型的接口技术

针对实时型、批量型、视频等不同类型的数
据源，采用基于 StreamSets、Sqoop、FTP 等方
式的综合数据接口技术，使得不同类型的数
据可以安全、快速、稳定地接入平台。

(2) 混合存储技术

应对不同类型的存储数据，平台采用基于
Greenplum、Hbase、HDFS、Hive、Ceph 等
的数据存储技术，解决实时关系型、变化量
小、文件型、视频型、流数据等类型数据的
存储问题。

(3) 安全数据服务技术

平台通过 JDBC/ODBC、消息中间件、Web
Service、RESTful API 为安全大数据应用
提供数据共享、数据分析、数据可视化的多
层次、多方面数据服务。

(4) 知识图谱技术

平台建立安全问题与设备基本信息、设备
监测、设备检测、设备维修、设备历史故障
间的知识图谱，充分了解设备安全问题演变
规律，给出解决安全问题的合理建议。同时，
建立安全问题、安全检查与设备单元、作业
人员间的知识图谱，实现安全问题的数据全
景视图。

3 主要功能设计

3.1 设备安全综合分析

(1) 机务设备安全分析

管理铁路局所有机车的基本信息、设备质量、设备报警和设备故障等信息,开展机车安全综合分析,为业务部门深入掌握机车设备的安全性能和开展运用机车质量阶段性评估提供支撑。

(2) 工务设备安全分析

包括工务设备状态指标统计分析、设备单元安全分析、关键指标及安全态势趋势分析、设备综合安全预警等功能,为业务部门和站段掌握全局工务设备安全态势提供辅助决策支持。

(3) 电务设备安全分析

包括设备安全关键指标分析、设备安全综合分析、设备安全预警及设备安全趋势分析等功能,为业务部门和站段掌握电务设备安全态势提供辅助决策支持。

(4) 车辆设备安全分析

综合分析动车组履历信息、配属信息、运用信息、检修信息、故障信息、指标信息。运用大数据分析和展示技术,分析动车关键安全指标,为业务部门和站段掌握设备质量状态、开展阶段性安全综合评估提供依据。

(5) 供电设备安全分析

通过检测数据综合评估接触网和变电设备的安全状态,掌握其安全趋势,对设备缺陷、故障信息、外部环境开展安全综合预警分析。

(6) 房建设备安全分析

综合分析房建设备的基础台账、设备技术状态、设备病害、监测数据及故障信息。结合检测数据开展房建重点设备的安全趋势分析,主动发布安全预警信息。

3.2 人员安全综合分析

(1) 个人安全分析

平台通过汇集人员基本信息、安全问题通知书、指令书、干部写实、安全考试、星级评价、劳动竞赛、客服质量等数据,开展铁路员工个人安全分析,分析易出现安全问题的时间段和典型安全问题。

(2) 班组安全分析

平台分析班组内所有职工的星级评价状态,以及班组人员学历、工龄、技能等级等的分布情况,多维度展示班组内人员的历史荣誉称号和获奖情况。

(3) 车间安全分析

平台分析车间各班组人员星级分布,实时统计车间内各班组的综合评价结果,对车间重点关注时段和重点关注人员进行安全预警。

(4) 站段安全分析

平台分析站段所有职工安全等级的人员分类及数量情况,展示段内各车间最新的考核结果。

(5) 专业安全分析

平台分析全体人员的安全等级分布情况及工种、工龄、安全问题类型,基于人员的岗位分布情况和考核情况进行关联分析。

(6) 全局安全分析

平台分析铁路局人员结构分布及全局人员考核情况,对铁路局各专业系统人员安全状态进行评估和分析。

3.3 安全综合管理分析

(1) 安全生产关键指标分析

平台汇集安全风险过程控制管理系统和安全监督管理信息系统的数据库,分析和展示安全风险管控情况、安全隐患排查治理情况、高铁和旅客列车安全情况、从业人员伤亡情况、责任铁路交通事故情况、责任行车设备故障情况等安全关键指标。

(2) 安全风险智能分析

平台按照铁路局、专业部门、站段、车间4个层级,深入开展安全趋势分析,诊断安全风险及管控异常情况。按照重大、较大、一般、低的风险级别,分析铁路局、专业部门、站段、车间的安全风险分布情况。

(3) 安全态势感知分析

平台综合评估铁路局、专业部门、站段、车间的安全风险、隐患、通知书、故障、事故等数据,根据数据分布规律和趋势变化,分析挖掘安全管理异常状况,开展安全态势感知分析。

4 结束语

本文设计并研发的铁路安全大数据分析平台已于2019年8月在北京铁路局实施并进入试运行阶段。本文以北京铁路局的安全大数据分析平台为研究对象,介绍了安全大数据分析平台的安全业务需求、建设目标、总体架构、数据架构、技术架构和关键

技术,同时,设计了设备安全综合分析、人员安全综合分析、安全综合管理分析等功能模块,对于促进铁路局安全数据共享,探索“平台+应用”建设模式,提高安全管理效率,具有重要意义。

参考文献

- [1] Nii Attoh-Okine. Big Data Challenges in Railway Engineering[C]//IEEE International Conference on Big Data, 2014: 7-9.
- [2] Faeze Ghofrani, Qing He, Rob M.P. Goverde, et al. Recent applications of big data analytics in railway transportation systems: A survey [J]. Transportation Research Part C Emerging Technologies, 2018(90): 226-246.
- [3] 史天运, 刘 军, 李 平, 等. 铁路大数据总体方案及关键技术 [J]. 铁路计算机应用, 2016, 25 (9): 1-6.
- [4] 荆 伟, 刘 军, 张 军, 等. 铁路局安全大数据应用总体方案研究 [J]. 铁路计算机应用, 2020, 29 (2): 30-33, 43.
- [5] 张新锦. 基于云平台的铁路安全智慧预警系统应用研究 [J]. 中国铁路, 2019 (12): 11-15.
- [6] 徐叶鹏. 铁路运输安全风险管控及评价体系构建 [J]. 铁道运输与经济, 2019, 41 (11): 105-110.
- [7] 李科宏, 张亚东, 郭 进, 等. 高速铁路运营安全管理成熟度模型及评价 [J]. 中国铁道科学, 2019, 40 (5): 138-144.
- [8] 杨连报. 铁路事故故障文本大数据分析关键技术研究及应用[D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2018.
- [9] 张 磊, 王 喆. 基于铁路安全管理信息报告的文本挖掘技术研究 [J]. 铁路计算机应用, 2018, 27 (8): 9-12.
- [10] 孙思齐. 面向安全大数据应用的车辆设备健康状态评估及预测研究[D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2019.

责任编辑 李依诺

(上接 P20)

- [11] Zeiler M D, Fergus R. Visualizing and understanding convolutional networks[C]//European Conference on Computer Vision(ECCV). Cham, Springer, 2014: 818-833.
- [12] Hooshmand A, Sharma R. Energy predictive models with limited data using transfer learning[C]//Proceedings of the Tenth ACM International Conference on Future Energy Systems(ICFES). NewYork, ACM, 2019: 12-16.
- [13] Wang Q, Zheng S, Farahat A, et al. Remaining useful life estimation using functional data analysis[C]//2019 IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM). California, IEEE, 2019: 1-8.

责任编辑 桑苑秋