

文章编号: 1005-8451 (2020) 04-0005-05

轮轨力在线监测类系统设备状态智能预警平台设计

田德柱¹, 卢世团²

(1. 中国铁道科学研究院集团有限公司 铁道建筑研究所, 北京 100081;

2. 中铁科学技术开发有限公司, 北京 100081)

摘要: 为实现轮轨力在线监测类系统设备状态的预判, 提高维护效率, 设计了轮轨力在线监测类系统设备状态智能预警平台, 对平台的总体架构和功能架构进行了详细描述, 研究了设备异常状态的预警策略和平台安全管理方法, 提供设备状态监控、趋势展示、预警、查询、统计等功能。该平台的应用可大幅降低设备维护人员的劳动强度, 提高工作效率, 实现设备故障的预判, 有效缩短故障时间, 为设备维护单位提供有力的技术支撑。

关键词: 设备状态; 传感器; 检测设备; 预警

中图分类号: U260.42: TP39 **文献标识码:** A

Intelligent early warning platform for equipment status of wheel rail force online monitoring system

TIAN Dezhu¹, LU Shituan²

(1. Railway Engineering Research Institute, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China; 2. Zhongtie Science & Technology Development Corp., Beijing 100081, China)

Abstract: In order to achieve the prediction of the equipment status of wheel rail force online monitoring system and improve the maintenance efficiency, this paper designed an intelligent early warning platform for the equipment status of wheel rail force online monitoring system, described the overall framework and functional framework of the platform in detail, studied the warning strategy and platform security management method of equipment abnormal state, and provided equipment state monitoring, trend display, early warning, query, statistics and other functions. The application of the platform can greatly reduce the labor intensity of equipment maintenance personnel, improve work efficiency, implement the advance prediction of equipment failure, effectively shorten the failure time, and provide strong technical support for equipment maintenance units.

Keywords: equipment status; sensor; testing equipment; early warning

随着我国铁路的快速发展, 铁路营业里程屡创新高, 截至 2019 年底, 铁路营业总里程已达到 13.9 万 km。同时, 铁路机车车辆保有量也有较大幅度的增长, 截至 2018 年底, 全国铁路机车保有量为 2.1 万台, 客车保有量为 7.2 万辆, 货车保有量 83 万辆。如此大量的机车车辆运行在轨道上, 其运行状态构成了铁路运输安全的重要一环。货车的装载工况和机车车辆自身的技术状态对列车运行安全至关重要, 不良的装载工况 (超载、前后偏载、重心左右偏移)、

车辆车轮踏面损伤、车辆运行状态不良 (蛇形失稳) 等直接影响铁路运输安全^[1]。

近年来, 国内研制开发的轮轨力在线监测类系统如铁道货车超偏载检测装置、车辆运行品质轨边动态监测系统 (TPDS) 等实现了对全路货车装载状态、机车车轮多边形、车辆车轮踏面损伤和运行状态的实时在线监测, 为保障货物运输安全、车辆运行安全和指导车辆造修等提供了重要的数据支撑^[2]。目前, 全路已有百余套各类轮轨力在线监测类系统设备投入使用, 大量的设备实时在线运行, 其自身的工作状态直接关系到检测数据的可靠性和稳定性, 进而影响铁路的运输安全。在当前上道作业必须采取“天

收稿日期: 2019-10-13

基金项目: 中国铁道科学研究院集团有限公司基金 (2018YJ039)

作者简介: 田德柱, 高级工程师; 卢世团, 工程师。

窗修”的大背景下，由于无法提前预知设备异常状态，导致设备故障时间较长，制约了系统作用的充分发挥。因此，建立一种轮轨力在线监测类系统设备状态智能预警平台十分必要。

1 平台方案设计

1.1 平台总体架构

轮轨力在线监测类系统设备状态智能预警平台通过对设备状态自检信息、软件运行及检测数据、日报表等日志文件进行归集、转换、分析，提取关联数据，从状态自检信息、异常检测数据、检测数据精度等几方面对设备运行状态进行综合分析和评判，实现对设备异常状态的报警和智能预警功能。通过构建该平台，可以让设备维护人员及时了解设备工作状态，及早掌握设备发生或将要发生问题的具体部位，高效且有针对性地指导设备现场维修，保障设备的不间断、正常运行，为设备养护维修提供有力的技术支撑。

平台总体架构从系统业务和代码设计 2 个维度进行分析设计,分为平台体系架构和平台逻辑架构^[3]。

平台体系架构，如图 1 所示，从平台业务的角度进行横向分析。平台通过主干网络获取各类日志信息，对各类信息进行计算、分析、入库，并通过智能预警平台对各设备状态、相关软件运行及检测数据状态等进行智能监控和预警。

平台逻辑架构，如图 2 所示，从代码设计的角度进行纵向分析。平台的逻辑架构分为 4 个层次。业务应用层，负责对监测数据进行分析、结果展示、评估与诊断、预报警等；业务处理层，负责进行数据清洗、集成、变换、关联性分析、分类分析、聚类分析等；数据存储层，负责把分析的结果数据进行入库处理；数据采集层，采用统一数据加密格式，实现对各类状态信息的安全、有效采集。

1.2 平台功能架构

根据应用需求，轮轨力在线监测类系统设备状态智能预警平台主要面向设备相关维护单位，侧重

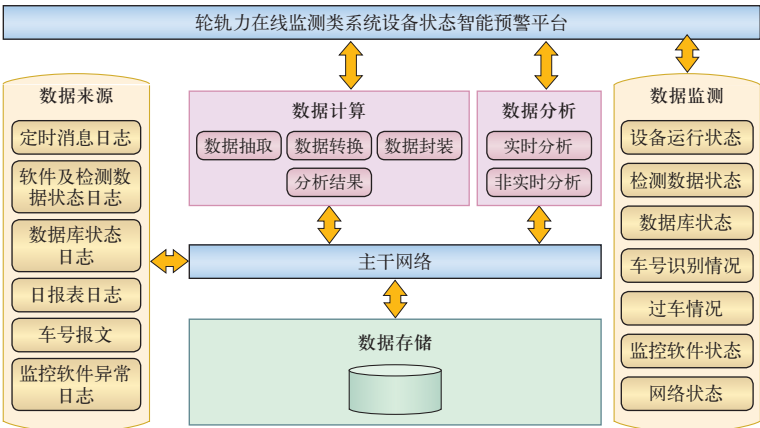


图1 平台体系架构

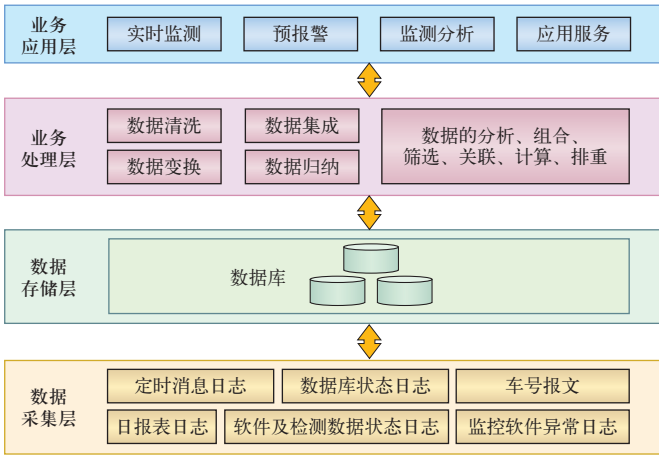


图2 平台逻辑架构

于对设备运行状态进行可视化展示、综合分析及预报警。主要功能模块包括设备状态监控及报警、异常状态预警、状态趋势信息统计、检测精度分析和系统运用管理等，平台功能框架如图 3 所示。

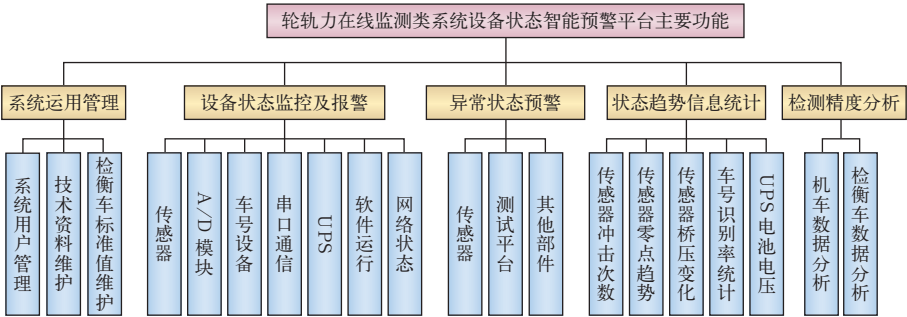


图3 平台功能架构

2 关键技术

2.1 MVC框架结构

平台总体技术架构遵循基于3层架构的MVC (Model-View-Controller) 开发模式, 形成灵活和易于扩展的应用架构, 如图4所示。表示层用于向客户端用户提供图形用户界面交互, 它允许用户在显示系统中输入和编辑数据, 同时提供数据验证功能; 业务逻辑层用于执行业务流程和制订数据的业务规则, 为表示层提供业务服务; 数据访问层主要进行数据存取服务, 负责与数据库管理系统之间的通信^[4]。3个层次的每一层在处理程序上都有各自明确的分工和任务, 在功能实现上有清晰的区分, 各层与其余层彼此分离, 但各层之间存有通信接口。采用MVC架构, 平台在可扩展性和可复用性方面得到了显著提高。在资源分配策略设计合理运用的同时, 平台的性能指标、安全性和易管理性也得到改善。

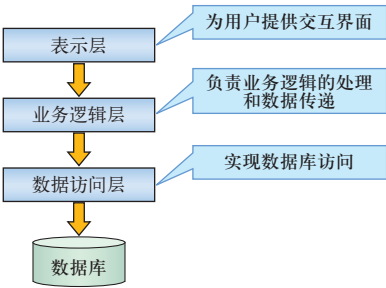


图4 MVC技术架构

2.2 预报警策略研究

- (1) 设备故障部位的及时报警。定时上报的设备状态自检信息包含每个部件的状态信息值。针对每个部件设定一个经验阈值, 当某个部件的状态信息值达到设定阈值时, 则认为该部件处于失效状态, 及时进行预报警。
- (2) 传感器实际使用情况统计。传感器是设备的核心部件, 也是相对容易出现问题的环节, 因此需要对其实际工作状态进行重点关注。每台设备安装在不同的线路, 不同线路的列车开行数量不同, 也就造成设备传感器受冲击次数的不同, 所以传感器的实际使用寿命也不尽相同^[5]。通过统计每台设备传感器的实际受冲击次数, 可以准确了解每只传感器的实际使用情况, 从而做到有针对性的进行更换, 节约设备维修成本。
- (3) 设备状态发展趋势统计。抓住设备状态的发展趋势, 就可以有效做到设备状态的智能预警。传

感器的零点值可以直接反映传感器的工作状态, 供电桥压直接反映传感器输出信号的大小, 车号识别率可以反映出车号匹配或识别问题, AEI、UPS 自检信息的走势也可以直接反映各自的工作状态^[6]。平台针对每一类统计信息, 均设定一个经验阈值, 满足设定条件时, 给予预警提示。

(4) 异常检测数据分析。通过对检测数据日志文件的分析, 对比经验值, 可以初步判断该列车检测数据的有效性, 再结合设备状态自检信息, 可综合研判设备的具体异常情况, 给予预警提示, 及时避免误报数据的上传。

(5) 检测精度统计分析。通过采集检衡车检测数据, 与其对应标准值进行比较, 可计算出相对准确的系统检测精度。

2.3 平台安全管理

平台部署在铁路专用办公网内, 其网络架构如图5所示, 所涉及的安全问题主要包括数据源安全和平台访问安全2部分。

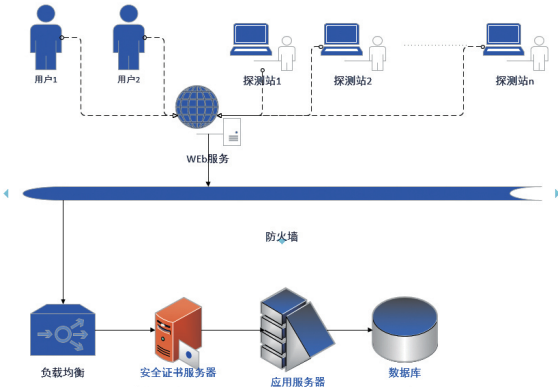


图5 平台网络架构

数据源主要是前端探测站生成和传输的各类日志文件。为保证数据在传输过程中的安全, 平台在日志文件生成时通过内部的加密算法进行数据加密, 在数据提取时, 通过内部解密算法进行解密, 再进行数据转换、归集、计算、入库等操作。用户访问平台需要通过2次验证: (1) 用户名和密码的验证, 确保用户名和密码的合法性; (2) 数据签名验证, 确保访问过程中的数据安全性及访问的合法性^[7]。

3 主要功能展示

该平台是面向设备维护单位的设备状态发布和

预警系统，为设备状态监控和现场检修提供了必要的基础支撑。预警平台服务器部署在铁路专用网内，侧重于对设备运行状态的可视化展示、综合分析及预报警功能。下面对设备状态监控及报警、传感器零点趋势和车号识别率统计 3 个主要功能进行详细阐述。

3.1 设备状态监控及报警

该功能模块对传感器、A/D 模块、车号设备、UPS 等主要部件的工作状态进行实时监控，某一环节出现异常时进行预警（橙色）和报警（红色），如图 6 所示。



图6 设备状态监控及报警界面

3.2 传感器零点趋势

传感器作为轮轨作用力的感应元器件，是监测系统设备的核心部件。由于现场使用环境恶劣、情况复杂，使其成为相对容易出问题的环节，而且直接影响检测结果，所以需要传感器工作状态进行重点监控和分析。功能界面如图 7 所示。

3.3 车号识别率统计

车号识别设备能够自动识别机车车辆的车次、



图7 传感器零点趋势界面

车号、车型、自重、标重等标签信息，与轮轨力监测数据相匹配，可以准确定位问题车辆。因此，需要对其工作状态进行监测。识别率统计界面如图 8 所示。

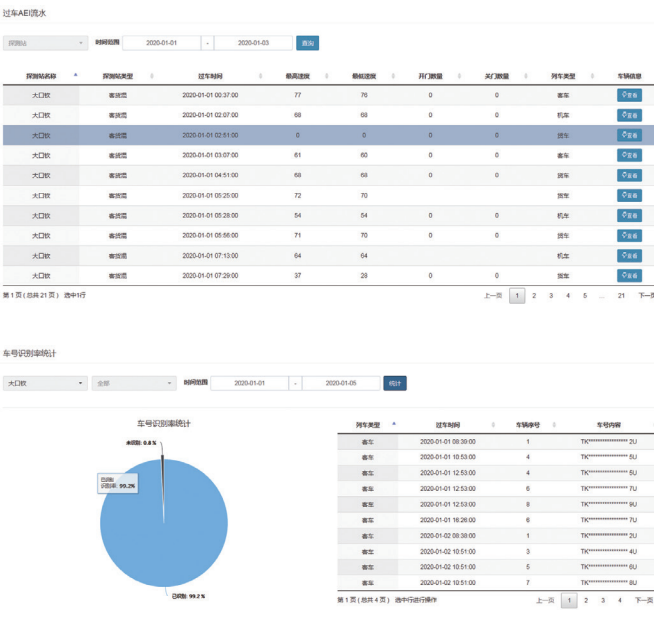


图8 车号识别率统计界面

(下转 P17)

- 2016.
- [4] 张 峰. 应用 Spring Boot 改变 web 应用开发模式 [J]. 科技创新与应用, 2017 (23): 193-194.
- [5] 杨 阳, 汤光恒. 基于 Spring Boot 的高校部门测评系统的设计与实现 [J]. 福建电脑, 2018, 34 (8): 128-129.
- [6] 向彬彬, 马明星, 童茂林, 等. 基于微服务架构的分布式测距系统的研究与设计 [J]. 计算机应用与软件, 2018, 35 (5): 89-94.
- [7] 刘伟强. 基于 Dubbo 的分布式航空交通管理系统的设计与实现 [D]. 沈阳: 东北大学, 2015.
- [8] 叶光辉, 夏立新. 跨地域科研协作模式分析 [J]. 中国图书馆学报, 2019 (3): 79-95.
- [9] 刘从军, 刘 毅. 基于微服务的维修资金管理系统 [J]. 计算机系统应用, 2019, 28 (4): 52-60.
- [10] 洪华军, 吴建波, 冷文浩. 一种基于微服务架构的业务系统设计与实现 [J]. 计算机与数字工程, 2018, 46 (1): 149-154.
- [11] 李春阳, 刘 迪, 崔 蔚, 等. 基于微服务架构的统一应用开发平台 [J]. 计算机系统应用, 2017, 26 (4): 43-48.
- [12] 靳 磊. 微服务在铁路调度管理系统改造中的应用 [J]. 铁路计算机应用, 2017, 28 (4): 43-47.
- [13] 谢璐俊, 杨鹤彪. 基于 Dubbo 的分布式服务架构设计与实现 [J]. 软件导刊, 2016 (5): 13-15.
- [14] 黄 林, 杨 军, 徐亮亮. 基于微服务构建模型的应用系统增量更新算法 [J]. 计算机与现代化, 2018 (2): 39-43, 88.

责任编辑 李依诺

(上接 P8)

4 结束语

轮轨力在线监测类系统设备状态智能预警平台的设计充分考虑了影响设备状态的各方面因素, 分析了设备异常状态的各种情况。其应用将大幅降低轮轨力在线监测类系统设备维护人员的劳动强度, 提高工作效率, 实现设备状态的预判, 有效缩短设备故障时间, 为设备维护单位提供有力的技术支撑。但其良好的预判效果必须建立在对大量日志文件(自检信息)统计分析和验证的基础上, 同时还需要对预警的评估方法和机制策略进行不断的改进和完善, 才能最终实现对轮轨力在线监测类系统设备状态的智能、高效预警^[8-9]。

参考文献

- [1] 王志华, 史天运, 蒋 荟. 铁路货运计量安全检测监控系统误报警分析及防范 [J]. 铁路计算机应用, 2013, 22 (4): 33-35, 39.
- [2] 李甫永, 李旭伟, 凌烈鹏, 等. 铁路客货车通用运行品质轨边动态监测系统 TPDS 的研制 [J]. 铁道建筑, 2015 (4): 130-134, 140.
- [3] 蒋 荟, 刘春煌, 王华伟, 等. 铁路货运计量安全检测监控系统关键技术 [J]. 中国铁道科学, 2013, 34 (4): 137-144.
- [4] 任中方, 张 华, 闫松明, 等. MVC 模式研究的综述 [J]. 计算机应用研究, 2004, 21 (10): 1-4, 8.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 中国国家标准化管理委员会. 称重传感器: GB/T 7551-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [6] 中华人民共和国铁道部. 铁路机车车辆自动识别设备技术条件: TB/T 3070-2002[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2002.
- [7] 王焕民, 陈治理. 基于 SOA 及 Web 服务的铁路信息集成系统开发 [J]. 铁路计算机应用, 2009, 18 (6): 17-20.
- [8] 孙福利. 大数据时代的数据挖掘技术与应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2018 (1): 170-171.
- [9] 史天运, 刘 军, 李 平, 等. 铁路大数据平台总体方案及关键技术研究 [J]. 铁路计算机应用, 2016, 25 (9): 1-6.

责任编辑 李依诺