

文章编号: 1005-8451 (2017) 09-0028-06

## TPDS探测客车联网运用系统研究与应用

蒋 荟<sup>1</sup>, 喻冰春<sup>1</sup>, 祁苗苗<sup>1</sup>, 刘茂朕<sup>1</sup>, 曾宇清<sup>2</sup>

(1. 中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京 100081;

2. 中国铁道科学研究院 机车车辆研究所, 北京 100081)

**摘 要:** TPDS探测客车联网运用系统是保障客车运行安全的重要支撑手段。在分析TPDS联网应用现状的基础上, 结合客车运行安全监控应用需求, 从系统架构设计、主要功能框架设计两个方面提出了系统设计方案, 详细阐述关键技术, 重点分析系统应用案例。通过系统的推广应用, 提高客车安全保障能力, 满足铁路客车车辆安全管理的应用需求。

**关键词:** TPDS; 客车安全监控; 应用研究

**中图分类号:** U279.2 : U298.1 : TP39 **文献标识码:** A

### Truck Performance Detection System using on detecting railway passenger cars

JIANG Hui<sup>1</sup>, YU Bingchun<sup>1</sup>, QI Miaomiao<sup>1</sup>, LIU Maozhen<sup>1</sup>, ZENG Yuqing<sup>2</sup>

(1. Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China;

2. Locomotive and Car Research Institute, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Truck Performance Detection System (TPDS) using on detecting railway passenger cars is an important support means to ensure the safety of railway passenger cars operation. Based on the analysis of the present situation of TPDS, combined with the application requirements of railway passenger cars safety monitoring, this article elaborated the system technical scheme from system architecture design and the main functional framework design, described the key technologies and the application cases of the system in detail. With the popularization and application of the system, it could improve the railway passenger car security capabilities, meet the application requirements of safety management of railway passenger cars.

**Keywords:** Truck Performance Detection System (TPDS); safety monitoring of railway passenger cars; application and research

铁路车辆运行品质轨边动态监控系统 (TPDS, Truck Performance Detection System) 作为车辆运行安全监控体系的重要组成部分, 利用安装在轨道上的测试平台, 实时监测运行中车辆轮轨间的动力学参数, 并在联网分析处理的基础上, 对车辆运行状态进行联网综合评判, 同时监测车轮踏面损伤和货物装载超偏载状态等情况, 重点防范货车脱轨事故以及车轮踏面损伤等行车安全隐患, 保障铁路货车运行安全。经过近 10 年的发展, 已实现对铁路货车运行安全的实时监控和故障闭环管理, 在货车运行安全保障中发挥了重要的作用。

鉴于 TPDS 在货车轮对质量监控中发挥的重要作用, 2010 年起部分铁路局开始尝试用 TPDS 的监

测信息来指导现场进行客车轮对踏面损伤故障监测, 使客车踏面剥离、失圆等故障得到了有效控制。由于当时客车车辆没有安装电子标签, 因此列车定位存在一定的困难, 部分铁路局尝试利用餐车、广播车加装电子标签解决列车定位问题。2014 年起, 全路客车车辆全部安装电子标签, 为车辆定位奠定了坚实的基础。

因为铁路客车实行配属制管理, 应用管理模式与货车相比完全不同, 利用既有的 TPDS 指导客车运用管理非常不便, 因此, 亟待根据铁路客车运用管理需求, 利用 TPDS 设备对客车的安全监测信息, 建立 TPDS 探测客车联网运用系统, 为客车运行安全提供技术支撑。

### 1 技术方案

#### 1.1 系统架构设计

收稿日期: 2017-04-17

基金项目: 中国铁道科学研究院基金项目 (2016YJ105)。

作者简介: 蒋 荟, 研究员; 喻冰春, 副研究员。

TPDS 探测客车联网运用系统以 TPDS 为基础，采用计算机网络和信息处理技术，在铁路总公司、铁路局、客车段建立三级车辆运行安全监控中心，通过铁路信息网实现监控中心与 TPDS 以及各级监控中心之间的联网，接入 TPDS 探测客车监测和报警信息，与客车管理信息系统（KMIS）客车开行信息进行匹配，获得监测车辆的配属、担当信息，以铁路局、客车段、客整所为单位，汇总其配属、担当列车的监测及报警信息，并推送至担当铁路局车辆运行安全监控 5T 系统服务器进行统一存储、管理，为铁路总公司、铁路局、客车段、客整所 / 客列检作业场提供担当车辆进行全过程监控、故障闭环处理提供技术支撑手段，保障客车运行安全，同时便于全路车辆管理人员对故障规律进行分析，为客车车辆标准检修规程、运用管理办法、安全管理办法制定提供数据支撑，整体提升客车安全保障能力<sup>[1-6]</sup>。系统总体架构如图 1 所示。

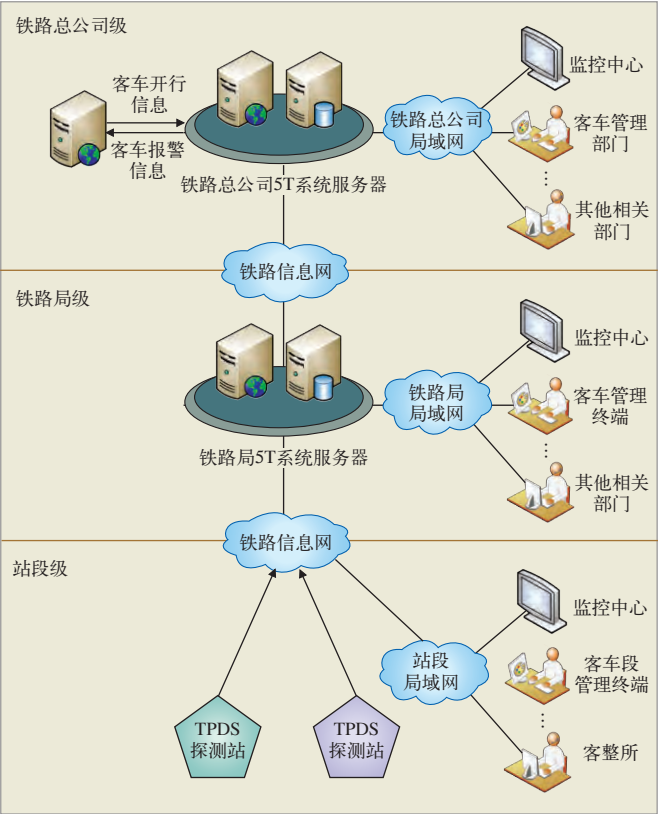


图1 TPDS探测客车联网运用系统总体架构

1.2 系统功能框架设计

TPDS 探测客车联网运用系统主要由十八点报告、实时监控、库检支持、辅修及预检支持、车辆追踪、

信息查询、统计报表、设备监测、误报核销、字典维护、资料下载、后台处理等 12 个功能模块构成<sup>[7]</sup>，功能框架如图 2 所示。

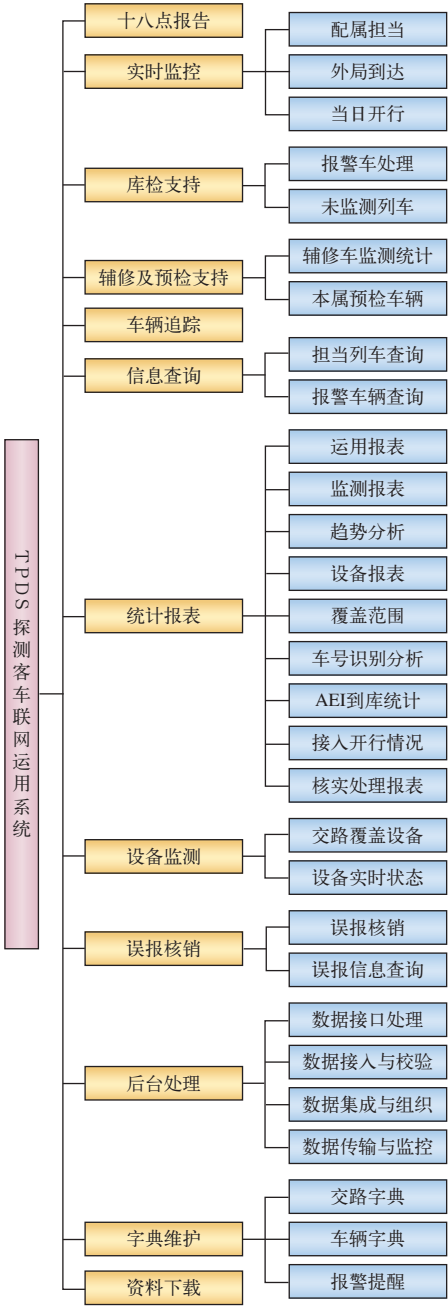


图2 TPDS探测客车联网运用系统功能框架图

- (1) 十八点报告：自动生成每日 TPDS 探测客车运用报表，便于管理者及时掌握 TPDS 探测管内担当客车的监测、报警及处理的整体概况。
- (2) 实时监控：实时监控管内担当客车在全路 TPDS 探测站的监测信息，以及外局到达管内库检的报警车辆信息，对监测报警车辆进行预警提示。
- (3) 库检支持：展示管内到库的 TPDS 报警车

辆,为列车库检提供依据;由客车段(或者运用车间)人员回填对报警车辆的处理信息,实现故障车辆闭环管理;提供对当日回库未被 TPDS 监测交路的客车车组监控,便于客整所按照运规要求对客车质量进行重点检查。

(4) 辅修及预检支持:提供对一批 A1 辅修车辆的 TPDS 车轮踏面运用超限查询,用以指导 A1 辅修时车轮璇修。同时提供对本属一个月内冲击当量达到 17 以上、但尚未报警的车辆轮对的统计与查询,便于现场对满足条件的轮对重点检查,提前防范轮对故障。

(5) 车辆追踪:提供对指定车辆在一段时间内通过 TPDS 监测及报警信息进行追踪监控。

(6) 信息查询:提供对管内担当客车车辆在全路 TPDS 监测信息的查询,对报警车辆及其处理情况的查询,以及追踪某车辆一段时间范围内的 TPDS 监测信息。

(7) 统计报表:提供对管内担当列车监测、报警、复核处理、客车运用、交路覆盖、客车车号识别以及铁路局管内 TPDS 设备监测信息的统计报表功能。

(8) 设备监测:提供对管内担当列车经过的 TPDS 探测站设备状态以及全路安装的 TPDS 设备运行状态的监控,便于现场运用人员掌握 TPDS 设备运行状态以及监测信息是否有效,可以指导库检作业。

(9) 误报核销:提供对全路 TPDS 误报车辆报警信息的销号以及误报销号车辆的查询。

(10) 字典维护:对局、段、运用车间担当的交路信息以及配属车辆信息进行维护管理,首次可由系统批量导入,后续由系统用户及时维护。

(11) 资料下载:提供对与 TPDS 系统相关资料的下载功能。

(12) 后台处理:提供接口数据的接收、格式转换、完整性校验、装载入库以及数据存储处理、建模及综合评判、数据传输监控等后台处理功能。

## 2 系统关键技术研究

TPDS 探测客车联网运用系统作为客车运行安全监控管理平台,通过对 TPDS 监测信息、现场生产信息、作业信息及处置信息的集成与融合处理,为各

级客车车辆管理人员和现场作业人员提供客车运行安全的全程监控管理及作业指导服务,系统实现的关键技术如下。

### 2.1 客车开行信息与安全监测数据接口标准和接口软件

TPDS 探测客车联网运用系统的监测信息来自于 TPDS 监测设备对客车、货车探测信息,而探测客车的配属、担当信息又来源于客车信息管理系统(KMIS)的开行信息,因此研究和制订数据接口标准是一项重要的工作,是实现客车运行安全集中监控、监测报警信息按需自动推送、综合利用的基础。为此,在全面调查分析 TPDS 监测设备提供的客车监测信息、KMIS 提供的客车开行信息的基础上,联网运用系统制定了统一的数据接入与信息交互接口规范,保证接收数据的完整性和一致性。

数据接口描述包括数据交换需要传输的数据项,以及各数据项的数据类型、长度、精度、数据项排列顺序和数据项间分隔方式等,同时,还规定了数据接口的命名规则、生成时间、存放目录、调用方式和通信协议等。

### 2.2 KMIS 开行信息与 TPDS 探测客车监测数据匹配算法

TPDS 是车辆运行安全在线监控系统,对客车车辆的监测信息只包含车次、车号及轮对冲击当量等信息,没有监测列车车辆的配属、担当等信息。KMIS 是客车技术管理信息系统,包含了客车车辆的配属、担当及编挂信息。为了全面掌握通过 TPDS 探测站的客车配属、担当信息,TPDS 探测客车联网运用系统建立了与 KMIS 信息共享和交换机制,通过每日接收在线运行列车的编挂信息,系统建立了 KMIS 开行信息与 TPDS 探测客车监测信息的匹配模型和算法,以列车车次和车号信息为索引进行关联匹配,获取 TPDS 探测客车车组的担当信息,然后以担当局、担当段为单位,将报警信息按需自动推送至担当局、担当段监控终端,为指导现场及时处理客车故障提供了更加准确的依据。

KMIS 开行信息与 TPDS 探测客车监测数据根据车号进行匹配的流程如图 3 所示。

### 2.3 按列车交路串接监测数据的数据存储组织

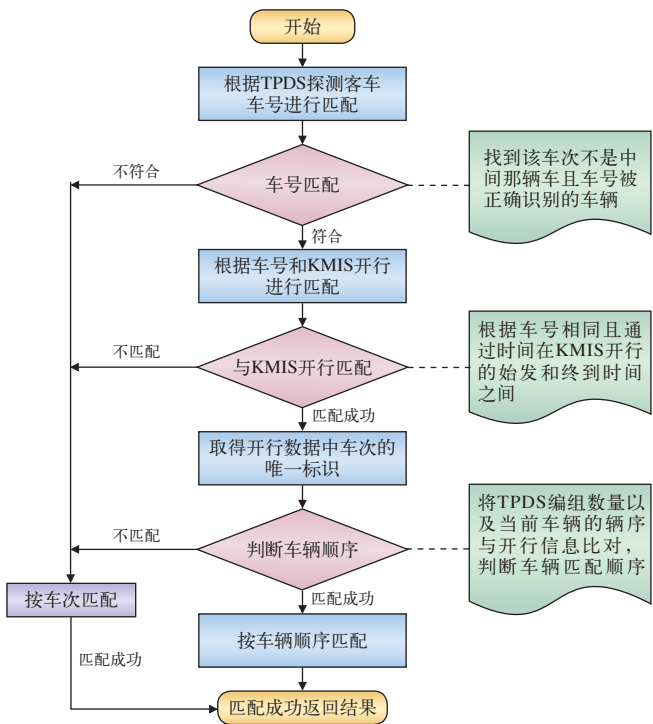


图3 KMIS开行信息与TPDS探测信息按车号进行匹配的流程示意图

客车管理采用配属管理，其列车编挂、运用管理均以车组为单位，为此，系统根据客车运用特点，以担当局、交路车次、车组为标识，建立了高效的数据存储组织模型和数据校验机制，按交路车次、车组将一个运行交路中经过不同探测站的 TPDS 探测客车监测信息进行存储，对接入系统的数据按照串接过程进行清洗，甄别并剔除无效数据，形成了列车运行全程监控完整的信息链条。系统再以车组为单位，对监测报警信息依据预计回库时间进行组织，推动给担当局、终到局，使得地面监控人员可对担当列车和到达列车的运行安全进行全程监控与管理，提高了客车运行安全保障能力，同时亦为故障车辆处置的精细化管理奠定了基础。

2.4 客车安全监控管理与检修运用模式的融合与再造

客车轮对故障是客车故障的重要原因之一，对故障轮对质量的监控直接影响到客车运行安全。通过数据集成与融合，可将全路 TPDS 探测客车的监测及报警信息按需自动推送至担当局和终到局，建立了“担当局、终到局双保险”和“担当局地面监控与随车机械师互动”运用模式，实现了 TPDS 客车运

行安全全程监控和管理。

同时以交路车次、车组、车号为索引，实现了运行交路客车运行安全监测信息的关联与串接，按照预计回库时间推送到担当局和终到局。

在未推广 TPDS 探测客车联网运用系统之前，客车库检主要根据运规要求进行人工作业，作业计划没有针对性。随着联网运用系统的应用逐渐深入，系统为 KMIS 提供了 TPDS 报警信息接口服务，方便监控中心值班员，在列车回库前，依据报警信息提前安全安排施修作业计划，做好检修准备。当重点核查车辆进行检查确认后，其故障处置信息亦可在 KMIS 系统反馈后，通过接口与 TPDS 探测客车联网运用系统共享。通过联网运用系统与 KMIS 系统之间的信息交互、信息共享，建立了规范的检修作业流程，将 TPDS 系统与客车检修运用的业务流程进行了融合与再造，既提高了作业质量和效率，同时提升了 TPDS 和 KMIS 的综合利用价值，发挥出单个系统无法比拟的应用效果。

2.5 数据综合利用和辅助决策支持研究

部分客车故障之间有着一定的关联关系。随着联网运用系统应用的逐渐深入，现场检修作业人员发现部分车辆故障与轮对的长期伤损存在一定的关系。例如客车轮对长期处于冲击当量 17 ~ 18 之间、在一定时间内的累积次数达到一定数值，极易出现车辆裂损类故障，应对此类车辆进行重点检查。为此，系统利用 TPDS 监测报警信息，针对冲击当量数值与频次的关系进行关联分析，研究发现故障关联规律，建立车辆故障预警模型，根据应用情况逐步丰富完善专家系统和知识库，便于现场及时发现和提前处置潜在的车辆故障隐患，有效地保证车辆运行安全，同时也为车辆维修规程优化调整提供辅助决策依据。

2.6 管理体制与配套运管修规章制度的建立

铁路客车运用工作是按《铁道客车运用维修规程》（简称：《运规》）进行的，在 TPDS 探测客车联网运用系统的发展过程中，其运用模式和管理要求已经超出了《运规》的范畴。技术装备及系统的创新，若不辅以管理体制的更新，将难以充分发挥其作用。因此，铁路总公司车辆部依据系统的应用发展需要，对现行体制中不适应系统发展之处进行了调整，并

对其运用管理提出了新的要求。各铁路局根据铁路总公司的要求出台了管理细则,逐步建立和完善了客车 TPDS 系统的运用管理维护制度,同时也促进了系统的良性发展。

### 3 系统应用分析研究

TPDS 探测客车联网系统自 2015 年 8 月开始全路试点应用以来,各铁路局积极探索如何利用 TPDS 的监测报警信息指导日常的客车检修工作,全路客车轮对踏面损伤报警率持续稳步下降,取得了明显的应用效果。

#### 3.1 配属列车运行安全监控出库客车车辆轮对质量卡控分析

系统以管内担当列车为单位,为担当局、段提供担当列车 TPDS 过车监控功能,如图 4 所示,方便客车段安全监控中心值班员对管内担当列车运行回库时客整所对报警车辆进行重点检查,及时处置车辆轮对故障,确保出库车辆运用质量。



图4 管内担当列车实时监控

通过对 2015 年以来联网运用系统监测报警数据分析,如图 5 所示,自 2015 年 8 月系统试运用以来,各铁路局依据 TPDS 的报警信息对客车轮对质量进行重点监控,及时处置了严重的车辆轮对故障,消除了一批事故隐患,有效地保证了客车轮对质量,全路客车踏面损伤报警车辆明显减少,呈逐月下降趋于稳定的态势。踏面损伤一级报警日均报警数量如图 6 所示,由运用初期的 1 271 辆·日下降至 2017 年 2 月的 107 辆·日;踏面损伤日均一级报警辆数占探测客车总辆数的比例由运用初期的 3.96‰ 下降至 2017 年 2 月份的 0.12‰,整体下降了 96.97%。运用车辆

轮对质量得到了有效的改善和提高,有效地保证了客车运行安全。

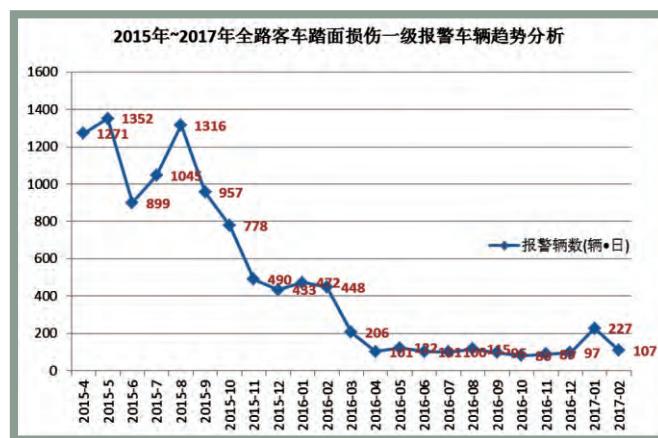


图5 2015年~2017年客车踏面损伤报警车辆趋势图



图6 2015年~2017年客车踏面损伤一级报警率趋势图

#### 3.2 报警车辆闭环处理

系统以担当列车预计回库时间为单位,为担当局、段、运用车间提供报警车辆实时监控及处理反馈功能,如图 7 所示,方便列车回库时客整所对报警车辆进行重点检查,及时处置车辆轮对故障,实现了车辆报警的闭环控制,确保了客车车辆运用质量。2016 年 2 月~2017 年 2 月全路客车 TPDS 镟轮情况如图 8 所示。



图7 报警车辆处理反馈



图8 2016年~2017年全路客车踏面损伤报警车辆处理趋势图

### 3.3 客车标签识别质量的盯控

客车标签安装质量是客车被 TPDS 监测识别的基础。长期以来,由于客车段缺乏对客车车号标签识别质量的监控手段,部分客车标签安装不规范、标签损坏未能及时更换的事情难以发现,为此,TPDS 探测客车联网运用系统提供了客车车号未识别统计分析功能,如图 9、图 10 所示,方便现场用户利用该功能以交路车次和车组为单位,对担当车辆车号标签识别功能情况深入分析。若指定交路车次的车组在通过全路不同 TPDS 探测站时,同一车辆经常出现车号未被识别的现象,则需对该车辆的车号标签进行重点检查,以保障车号标签的安装质量。



图9 客车车号识别率统计



图10 未识别车辆详细情况

## 4 结束语

截止到 2017 年 3 月,全路已经安装部署 TPDS 监测设备 140 套<sup>[8]</sup>,已经有 136 套实现了全路联网,为客车运行安全监控奠定了坚实的数据基础。TPDS 探测客车联网运用系统的应用,为各级车辆部门对客车运行安全提供了有效的监控手段,有利于规范作业流程,实现故障处置闭环管控,提高了客车车辆安全保障能力和车辆安全监控与管理水平,实现了车辆运行安全的全程追踪监控与管理。随着应用的不断深入,系统将在铁路客车车辆运行安全保障中发挥越来越大的作用,并将为车辆运行安全管理带来经济和社会效益。

### 参考文献:

- [1] 中国铁路总公司.铁路车辆运行安全监控联网及信息综合应用系统总体技术方案[M].北京:中国铁道出版社,2014.
- [2] 赵长波,陈雷.铁路货车安全监测与应用概论[M].北京:中国铁道出版社,2010.
- [3] 蒋荟,马千里,曹松,等.铁路车辆运行安全监控(5T)系统的研究与应用[J].公路交通科技,2009(SI):2-6.
- [4] 蒋荟,喻冰春,赵颖,等.车辆运行品质轨边动态监控系统优化设计及深入应用[J].铁路计算机应用,2016,25(3):4-7.
- [5] 赵颖,蒋荟.基于数据同步技术的5T系统架构优化[J].铁路计算机应用,2016,25(6):9-12.
- [6] 李莉,史天运,贾志凯.动车组运行安全联网监控系统总体架构设计[J].铁路计算机应用,2015,24(5):17-20.
- [7] 王新华,曾宇清.TPDS对客车踏面损伤监测应用分析[J].铁路机车车辆,2014,34(5):83-86.
- [8] 中国铁路总公司.车辆专业安全监控技术发展规划[R].北京:中国铁路总公司,2013.

责任编辑 陈蓉