

文章编号: 1005-8451 (2017) 07-0070-04

# 动车组车载信息综合应用系统研究

李金波

(中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京 100081)

**摘要:** 及时全面掌握动车组运行状态信息、故障信息是提升动车组检修运用水平的重要方法。使用车地通信, 能够实时检测动车组运行状态, 有效保障动车组的运行安全; 对于动车组非实时车载数据的运用, 能够有效的提升检修能力, 改善动车组检修水平。介绍动车组车载信息系统的发展现状, 研究系统总体架构, 主要功能及各项关键技术, 为动车组车载信息综合应用系统的建设提出了建议。

**关键词:** 动车组; 车载信息综合应用; 运行状态信息; 故障信息

**中图分类号:** U266.2 : TP39 **文献标识码:** A

## Integrated application system for EMU onboard information

LI Jinbo

( Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China )

**Abstract:** Timely and comprehensive grasp of the operation status information and fault information of EMU is an important method to improve the operation and maintenance level of EMU. It can detect the operation state in real time and effectively ensure the operation safety of EMU by using the vehicle ground communication. The use of non real time onboard data of EMU can effectively enhance maintenance capability and improve the maintenance level of EMU. This article introduced the development status of EMU onboard information system, studied on the overall architecture of the system, main functions and key technologies, put forward some suggestions on the construction of integrated application system for EMU onboard information.

**Keywords:** EMU; integrated application for EMU onboard information; operation status information; fault information

随着我国动车组运营数量的大幅度增加, 动车组调度运用和检修维护压力不断加大。地面专家及时掌握动车组运行状态信息、故障信息是实现故障应急指导的必要保证; 传统的计划内预防性检修存在维护成本高, 计划编制不灵活, 适应运营需求能力弱等不足, 迫切需要在掌握动车组运行状态的基础上, 采用以可靠性为中心的状态检修作为有力补充。综合运用动车组车载信息, 动态监控车组运行状态是实现专家远程技术支持的前提条件, 评估列车运行状态和检修质量是由计划内预防性检修向以可靠性为中心的状态检修跨越的重要手段。

## 1 概述

### 1.1 车载信息综合应用现状

国外一些发达国家在动车组车载信息监控及处理方面取得了大量的研究和应用成果。法国 TGV、

收稿日期: 2017-03-10

基金项目: 中国铁道科学研究院电子计算技术研究所基金 (DZYF16-36)。

作者简介: 李金波, 助理研究员。

德国 ICE、美国 AC6000CW、英国 IC125 型高速列车都实现全列车自动诊断, 各种监测信息以无线方式实时地发送到调度中心和维修中心, 可在地面上下载机车的诊断数据, 实现远程监控。

国内的客车运行安全监控系统 (TCDS) 目前已经在铁路总公司、18 个铁路局 (公司)、30 个客车段 (合并前)、42 个整备所、51 个客列检, 共 1 333 列既有客车实施。该系统通过搭建客车运行安全监控网络管理平台, 构筑起覆盖全路的集监测、管理、分析和决策为一体的客车运行安全监控管理系统, 成为保障我国铁路客车运行安全的坚强后盾。通过地面专家系统对下载的客车运行过程中监测数据的统计分析, 定位故障指导维修, 提高作业质量, 降低作业强度, 及时消除安全隐患。

CRH1、CRH2、CRH3、CRH5 型动车组, 原型车都有车载信息采集与存储系统, 其中, CRH1、CRH3、CRH5 型动车组具备实时传输条件, 这些数据都已接入各主机厂。目前各型 CRH 动车组车载数

据的应用工作仍分别由各主机厂自行开展, 铁路相关运用部门对车载信息的使用缺乏统一规划, 亟需对车载信息的统一联网与综合应用开展研究设计, 解决车载信息实时落地、全面分析、综合诊断的迫切需求, 提高动车组行车安全监控及运用检修的能力。

## 1.2 系统目标

- (1) 建设动车组车载信息实时监控及综合应用的计算机及网络硬件平台;
- (2) 设计各型动车组统一的设备接口、通信协议、业务逻辑及应用模式;
- (3) 实现铁路总公司、铁路局、动车段监控中心、动车运用所多级应用的动车组运行状态远程监控的应用功能;
- (4) 实现动车组行车安全监控业务综合管理, 使地面人员实时掌握动车组运行状态, 为动车组行车调度与应急处置提供保障;
- (5) 实现车载监控业务与动车组检修维护业务的流程贯通, 为动车组检修维护提供技术支持。

## 2 总体设计

### 2.1 系统部署及架构

动车组车载信息数据量大, 但大部分数据实时性要求不高, 可采用 WLAN 完成非实时数据的下载。在动车组到达检修库时: (1) 通过检修库外架设的 WLAN 设备, 把车载过程数据以文件形式下载到动车所动车组车载信息地面数据工作站, 同时将过程文件进行解压、解码, 导入数据库, 供地面专家系统分析使用; (2) 列车基本信息及故障分析结果等通过网络上传至动车段监控中心, 以 Web 形式发布供现场查看及处置; (3) 动车段监控中心将收到的故障记录及处置信息向铁路局和铁路总公司上传。总体架构示意图如图 1 所示。

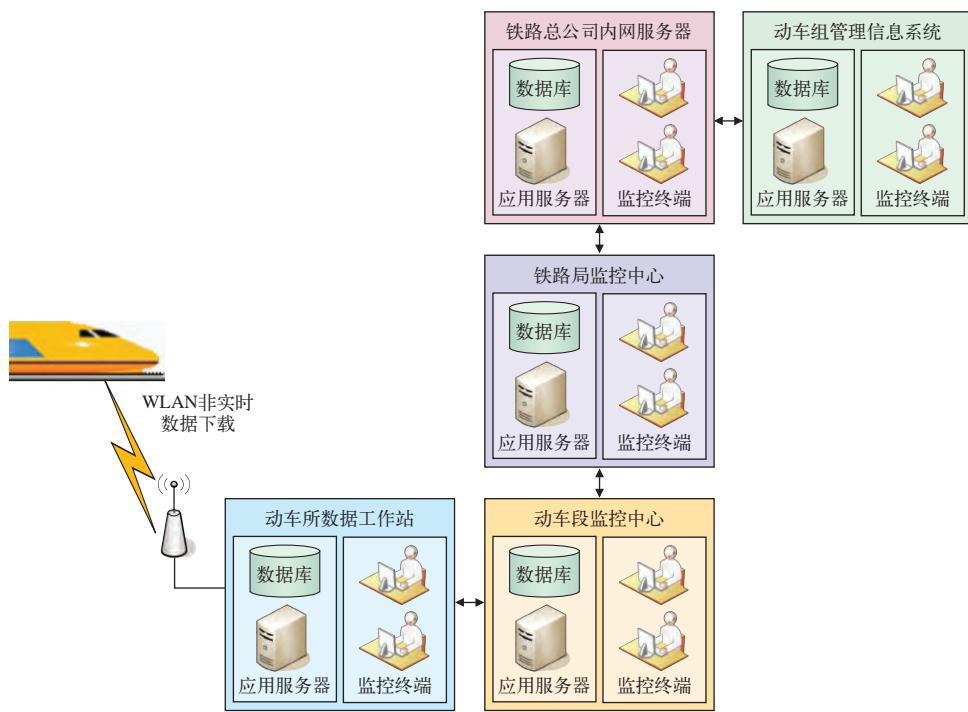


图1 车载信息数据应用总体架构

在动车所部署的地面专家系统软件对非实时下载数据进行回放和二次诊断, 动车所安全监控专职人员可以查询故障信息, 并通过打印机输出故障报表, 指导检修作业。各级监控中心通过 Web 网页远程查询故障信息, 获得全面的报表支持。

动车组 WLAN 数据下载的方式如图 2 所示。

动车检修库内外, 架设 WLAN 天线, 在动车组入库检修前, 可接入地面无线网络, 与服务器开始通信, 在停车断电前完成下载传输。

### 2.2 系统功能设计

动车组车载信息综合应用系统是动车组行车安全监控的重要组成部分, 主要功能包括:

- (1) 通过与动车组的信息传输与交换, 直接掌握列车的运行状态, 并通过综合应用系统对车载信息进行处理和分析, 检索故障字典和故障专家知识库提供故障相关技术资料, 并给予地面专家以提示, 辅助地面专家远程技术支持和决策。
- (2) 通过地面系统接收动车组车载信息, 将动车组运行中产生的数据转储, 从而做出高速动车组设计、制造、运用和维修方面的重要决策。
- (3) 动车组进入动车所前, 通过汇总监测数据并结合动车组管理系统其他子模块的相关信息, 辅

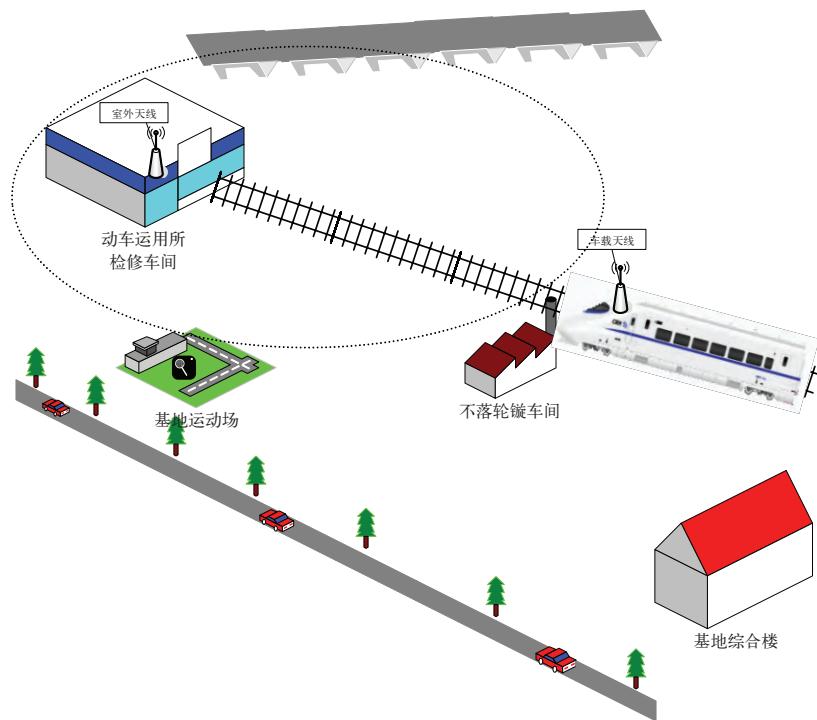


图2 动车段非实时数据接入示意图

助检修计划的编制，提高动车组检修维护的经济性、有效性、可靠性。

系统核心业务用户包括调度运用人员与检修维护人员，其各自的需求及相互区别体现在以下几点：

(1) 从时间上看，调度运用对动车组从出库到入库的时间内的车组状态信息和故障信息进行管理。检修维护则需对动车组运用、检修的全过程进行管理。

(2) 从业务上看，调度运用负责监控动车组运行状态（速度、网压、牵引电流、制动压力、位置等），并在动车组出现危及行车安全的故障时进行应急指导，使列车继续运行。检修维护除了监控动车组运行状态外，还需辅助调度对影响行车的故障进行应急指导。同时，应分析危及行车安全的故障和故障原因，其目的在于提前准备检修所需设备资源、配件资源、人力资源，合理安排检修计划，评估检修维护质量。

(3) 从管理职责和系统功能上看，调度运用侧重运行时的监控功能。对于车载故障，调度对危及行车安全的故障进行应急指导，掌握并监督维修情况，在动车组调度部门和检修部门之间形成故障闭环。检修运用需监控车组运行状态，在出现紧急情况辅助调度对动车组进行应急指导；协助随车机械师

处理动车组运行中的一般故障，并对故障提前分析，做好地面检修相关工作。

### 2.3 系统安全

动车组车载信息综合应用系统是重要的行车安全保障系统。其网络安全要统一纳入到铁路计算机安全管理，具备较高等级的防范病毒侵袭和网络攻击的能力、硬件要求设备热备，单点故障不影响系统正常运行，能够提供高可靠的网络服务功能；系统信息应该严格控制访问范围，保证信息安全，数据信息安全要求提供必要的备份措施和危害溯源措施，能够实现各类数据的自动备份和及时恢复，保障监控报警信息和运行状态信息全面、准确、实时的传输、预警和存储。

### 2.4 数据接口

动车组车载信息综合应用系统数据来源与动车组车载设备，需要实现车载设备与地面设备之间的数据传输接口，用于将车载信息及时准确地进行地面传输。

为采集动车组运行数据，需要与动车组司机操控信息分析系统（EOAS）接口，交互车辆信息、报警信息、运行信息和制动信息等。

系统需与动车组管理信息系统接口，用于监控信息与检修信息综合应用，监控与检修流程贯通。

## 3 关键技术

### 3.1 各型车载设备统一接入技术

根据铁路运输实际业务需要，深入研究各型动车组故障分类标准及机理，在统一的通信协议下，制定适用于多种CRH动车组统一的数据传输内容和格式规范标准，使车辆调度实时掌握动车组运行信息，达到统一监控、统一调度的目的，满足各型CRH动车组在全路统一运行状态监控与检修维护支持业务的需要。

### 3.2 车载数据地面通信协议

采用形式化的建模方法，通过严密、科学的测试和现场实验，对车地间数据通信协议进行严格的分析、验证、测试和实现，制定通信协议所提供的

服务内容、通信环境的假设、通信协议中事件的定义、车地间交换信息的过程规则、车地间传输信息的报文格式等，对协议中事件的语法和语义进行严格定义，有效描述协议的各种特征（如并发性、不确定性、时序性等），实现协议的验证、实现、测试等过程的系统化和自动化。

### 3.3 高速移动状态下稳定无线传输技术

通过基于异步通信交换方式，实现高负载高并发网络系统，采用被动处理信息的策略，有效的避免列车在通信不畅时对地面系统造成的阻塞和延迟，有效提高数据传输效率和地面系统负载网络连接能力，数据传输稳定性和地面系统负载能力，避免了大量丢包、网络连接异常中止、数据传输速率波动剧烈等问题。

### 3.4 车载信息安全保障技术

综合运用访问控制、数据加解密、数据校验等技术，制定完善的车载设备管理制度和车载信息安全接入策略，提出统一、规范的车载信息通信协议。有力保障了通过安全平台的网络接入安全、车载设备及接口安全、信息传输安全、数据安全。

### 3.5 车载信息压缩技术

通过研究车载信息的压缩和解压缩技术，保障了车载信息大规模应用后数据传输网络通道的高效性和地面数据采集处理系统的存储效率，为提高车载信息的数据安全，防止车载信息被意外截获、破译，在车载信息无线传输设备数据处理能力的基础上，研究了高效、可靠的数据加密、解密算法，保障车载信息的安全性。减轻了车载信息网络传输通道的负载，提高了车载信息无线传输设备的数据传输能力和地面数据采集处理系统的数据存储效率。

### 3.6 运用内容分发技术解决数据完整性和可维护性问题

为适应我国动车组全路统一调度、灵活配属的运用特点，满足跨铁路局用户检索动车组车载信息历史数据的需求，车载信息需要在铁路网内部大跨度、大规模的集成运用，保证车载信息的完整性。同时，

车载信息地面数据采集点分散，数据规模大，因此车载信息的集成运用不能简单通过大范围数据同步的方式实现，这会造成服务器资源、带宽资源的巨大浪费，而且使得地面数据传输系统难以维护。

为解决上述问题，通过建立铁路总公司级中心服务器和运用所级数据服务器两级管理模式，制定合理的数据传输策略，综合运用车载信息内容路由、内容分发、内容存储、内容管理等技术，保障数据的完整性和地面数据传输系统的可维护性。

## 4 结束语

目前，基于车载信息的实时状态监控，非实时数据综合应用的原型系统已经在部分铁路局应用，通过该系统已实现动车组状态的实时监控，非实时数据应用可协助现场及时全面掌握动车组故障信息，在现场应用反响良好。

采用智能化、网络化、信息化技术，建立动车组车载信息综合应用系统，实现动车组车载信息的动态检测、数据集中、联网运行、信息共享，能够显著提高铁路运输安全防范能力。系统建设综合实时监控与非实时诊断，对大量监测数据的总结与分析，能够及时发现事故隐患，保证行车安全，其经济效益和社会效益不可估量。

## 参考文献：

- [1] 中国铁道科学研究院.动车组管理信息系统总体方案 [R].北京：中国铁道科学研究院，2009.
- [2] 史天运.动车组管理信息系统及其关键技术 [C]// 中国智能交通协会.第七届中国智能交通年会优秀论文集:2012年卷.北京：电子工业出版社，2012.
- [3] 中国铁路总公司运输局.关于印发《动车组车载无线传输设备技术条件》的通知：运辆管理函[20104]295号 [S].北京：中国铁路总公司运输局，2010.
- [4] 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 (S1)：1-6.
- [5] 吕赫.动车组车载信息实时传输方案研究 [J].铁路计算机应用，2013，22 (1)：44-48

责任编辑 陈蓉