

远程监测技术在内燃机车的研究与应用

王崇华

库尔勒机务段 新疆 库尔勒 841001

【摘要】针对既有内燃机车数据采集手段缺乏、信息无法及时传递的缺点,通过对既有机车数据的采集分析研究,搭建了一套完整的车地信息即时采集、传输、控制的系统,对既有内燃机车运行安全质量进行远程监测,对机车运行途中的故障及安全信息进行远程分析、远程诊断、过程干预,实现机车安全质量远程监测、故障过程干预处置的目标。

【关键词】内燃机车; 安全质量; 远程监测; 预警; 研究与实现

1 问题的提出

随着新疆铁路大运力时代的到来,新疆铁路兰新线、南疆线等主要干线列车开行趋于饱和,一旦机车发生故障或危及走行部、制动机安全的隐患,对运输组织和行车安全。特别是南疆线西段作为内燃区段,使用既有的东风系列内燃机车(DF4B、DF8B、DF11等)、存在大量大区间的单线区段,一旦发生机车故障救援,处置不及时轻则严重的干扰运输组织,重则危及行车安全。而既有的东风(以下简称DF)系列内燃机车一是存在机车运行状态(特别是机车微机柜信息)即时采集手段缺乏、车地之间信息不能即时传输共享,一旦机车发生故障和非正常情况机车即时信息无法有效传递到地面应急指挥平台,造成信息处置缺乏针对性指导和处置,延误机车应急处置、甚至造成情况不明的无谓救援。二是各类机车运行状态、质量信息缺乏统一有效的整合记录,无法实现对既有机车趋势性分析和针对性指导意见。亟需研制创建一套完整的车地信息即时采集、传输、控制的系统,对非和谐机车运行安全质量进行远程监测,对机车运行途中的故障进行远程分析、远程诊断、过程干预,以实现机车安全质量远程监测、故障过程干预处置的目标。

2 设计思路及技术方案

2.1 国内外技术发展现状

在机车的运行状态实时监控、远程诊断设备故障方面,欧美国家起步较早,如西门子的EFLEET系统,阿尔斯通的ETRAIN系统,GE公司的RM&D系统,庞巴迪公司的CC REMOTE系统。

近年来,世界范围内信息化水平的提高成为铁路信息技术发展的源动力。在这种时代背景下,我国也正在加速铁路生产应用信息系统的建设,大力推进铁路信息化、智能化建设,提升铁路运输效率。目前,国内新型和谐机车已逐步开始加装CMD车载子系统,CMD系统可向机务部门提供机车实时经纬度信息、机车运行状态信息、故障报警信息等,特别是该系统的远程诊断功能,能结合机车状态,针对常见问题和故障特征,指导机务部门对机车进行有针对性的维护和检修,提高检修效率。但是全路既有的内燃机车(非和谐机车)的车载设备由于没有统一的软硬件接口,虽然非和谐机车上安装了LKJ系统、微机控制系统、视频监控、防火报警装置、

机车走行部监测装置、欠风压报警装置、防弛缓报警装置等车载设备,但设备系统各自分立、互不连接、接口繁多、特别是缺乏车地即时传输系统能够,目前仍无法实现对此类车载设备产生的机车运行状态信息进行统一采集、处理、分析、预警,走行里程的数据也完全依赖人工统计,无法对机车走行进行自动统计和修程预警,对既有内燃机车、特别是客运机车应急处置带来很多困扰,一是不能及时发现机车故障的征兆性信息予以过程干预处置,将小问题拖成大数据(从现阶段看,三分之一左右的机车故障信息存在明显的故障征兆信息,及时处置就不会造成停线摆列);二是在机车故障后,应急指挥人员不能第一时间掌握现场信息,造成对机车故障、非正常信息的误判错判,导致现场应急处置工作失策、延误。轻则造成G1类机车故障或D21类事故,重则造成机车制动失效、机车火灾等造成C、B类以上事故。

2.2 机车安全质量远程监测需要实现的主要功能

通过对新疆铁路机务的现场调研论证,系统设计以下功能:

- (1) 机车实时状态监测: 可远程查看机车LKJ、微机、防火、轴温等实时信息,掌握机车实时运行状态。
- (2) 机车运行安全风险实时报警: 将乘务员操纵安全项点、防火报警、走行部报警、欠风压报警、弛缓报警等安全风险报警信息实时向机务段运用指挥中心报告,使机务段能及时发现机车运行中出现的异常情况,第一时间进行处理。
- (3) 视频点播: 可在地面软件进行机车监控视频实时点播。
- (4) 机车走行里程记录与预警: 统计机车的运行里程,根据设定的预警里程,系统实时提示机车应该进行的整备、维护、保养及检修活动。
- (5) 机车跟踪定位: 实时报告机车当前的地理位置,地面系统可以在电子地图上显示机车的位置及在、离线状态。

(6) 数据无线传输: 基于4G移动通信技术,将车载采集的实时信息、报警信息发送至地面服务器。

2.2.1 信息采集手段的研究与确定

我国既有的DF系列内燃机车上安装了LKJ系统、微机控制系统、视频监控、防火报警装置、机车走行部监测装置、欠风压报警装置、防弛缓报警装置等车载

设备,但目前仍无法实现对此类车载设备信息进行统一采集、处理、分析、预警,走行里程的数据也完全依赖人工统计,无法对机车走行进行自动统计和修程预警,从现场调研分析来看:

(1) 需要解决的主要问题:

①机车上相关设备型号较多、接口及电气特性不一,机车安全质量远程监测系统具备丰富的接口,如RS485、RS422、HDLC、以太网、开关量输入接口,用于兼容不同接口、不同电气特性信号的采集。

②对于机车上既有的视频监控系統、防火监控系统等无对外通信接口的设备,和相关厂家协商,在机车减少改造的原则下,通过增加简单硬件实现了和该类设备的互联互通。

③选用耐高温的主处理器,以及良好的散热设计,保证设备全天候地连续正常工作。

(2) 确定信息采集的数据来源:

①LKJ、轴温报警信息:通过连接TAL-93接线盒485总线采集TAX信息、轴温报警信息。

②微机信息:机车从微机屏处取微机与微机屏之间的RS485通讯信息。

③防火报警装置信息:通过连接机车防火接线盒,从防火总线上获取防火信息。

④防弛缓信息:动轮弛缓在机车运用中时有发生,给安全生产带来了巨大隐患。特别是铁路提速以后,由于机车运行速度快、牵引力大,在牵引列车时发生机车制动后速度变化小,不易被察觉,造成机车动轮弛缓危险相对增大。机车在运行中如果发生了动轮弛缓,那就意味着轮箍和轮心之间发生了松动,随时有改变轮间距的可能,轮间距一旦改变,将发生机车脱线甚至颠覆的重大事故,因此,机车加装这一设备以提醒乘务员,我们的设备连接防弛缓装置,获取机车运行中发生的迟缓报警信息。

⑤欠风压报警信息:通过连接机车端子排的压力开关,获取欠风压报警开关量信号。

⑥视频信息:连接机车视频主机,实时获取机车多路摄像头视频信息,供地面点播观看。

2.3 设计方案

2.3.1 总体规划方案

内燃机车安全质量远程监测系统由车载系统和地面应用系统两部分组成。

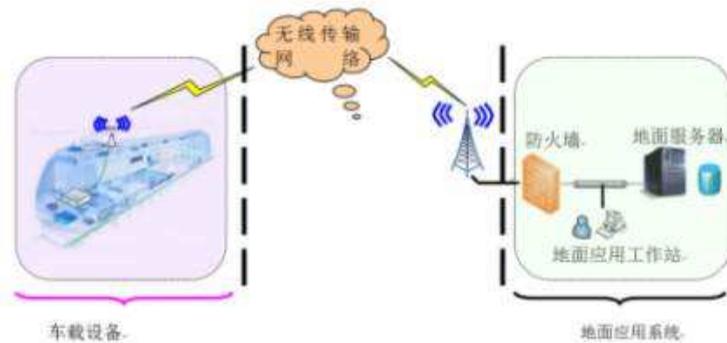


图1 内燃机车安全质量远程监测系统框图

车载系统由车载主机、天线、连接线缆等构成,主要实现车载相关设备数据的采集和分析、机车走行里程统计、机车跟踪定位、数据无线传输等功能。车载主机

采用插件式机箱,具有良好的功能可扩展性。信息采集来源如下:

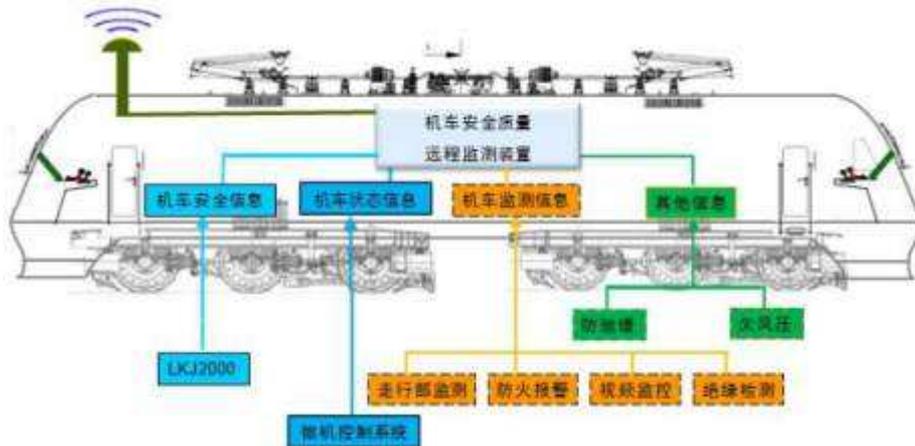


图2 内燃机车安全质量远程监测系统信息采集框图

地面应用系统以数据服务为中心,以B/S构架的应用软件为用户接口。数据服务以虚拟化服务器为载体,以Oracle数据库为物理储存实现历史数据的固态记录,

以非结构型内存数据库Redis实现实时数据的临时记录,保证数据服务的快速吞吐和响应。整体设计以大数据架构出发,充分考虑了海量数据的组织和运维风险。系统

具备机车电子地图定位、机车运行状态数据查询、机车安全风险项点报警、机车视频点播、机车修程预警等功能。具有部署维护方便、易于扩展的优点。

系统车载主机硬件主要由电源板、主控板、通信板、以太网板、I/O板、综合采集板组成，硬件结构功能框图如下所示：

2.3.2 车载主机硬件设计方案

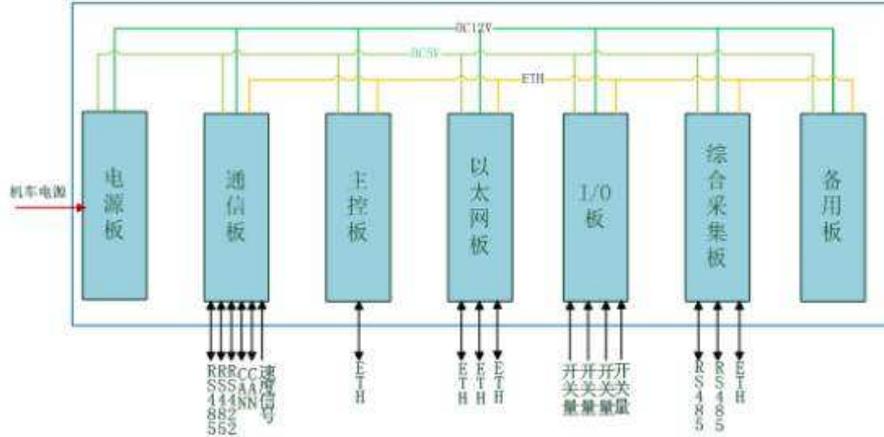


图3 车载主机硬件总体示意图

(1) 电源板：作为系统供电模块，将机车直流电源（DC110V或DC74V）进行变换，输出12V、5V电压，供装置内部供电。具有防浪涌保护、输入欠压保护、输入过流、过压保护、输出过流保护、输出短路保护功能

(2) 主控板：实现机车LKJ数据、微机数据、防火数据、轴温检测数据、绝缘检测数据处理和分析；实现乘务员操纵事件、防火报警、欠风压报警、轴温报警、驰缓报警、600V供电异常等安全风险报警；完成处理数据无线传输。

(3) 通信板：通过RS485接口采集LKJ数据；通过RS485接口采集微机数据；通过CAN总线采集绝缘检测数据采集；通过RS485接口采集机车走行部数据；速度信号采集及走行里程计算、记录；定位功能，采集机车经纬度、海拔等信息。

(4) I/O板：欠风压报警信息采集；驰缓报警信息采集；预留其它开关量信号采集。

(5) 综合采集板：通过RS485接口采集防火数据；通过以太网接口采集视频数据。

(6) 以太网板：以太网板作为系统数据交换中心，为整个装置内部模块间、装置对外设备网络通信提供硬件平台。

2.3.3 车载主机软件总体设计方案

车载软件又分为主控板软件、通信板软件、I/O板软件和综合采集板软件。

(1) 主控板软件：按照各模块功能的不同，可划分为数据处理分析、定位信息采集、无线数据传输等模块。主控程序结构框图如下图所示：

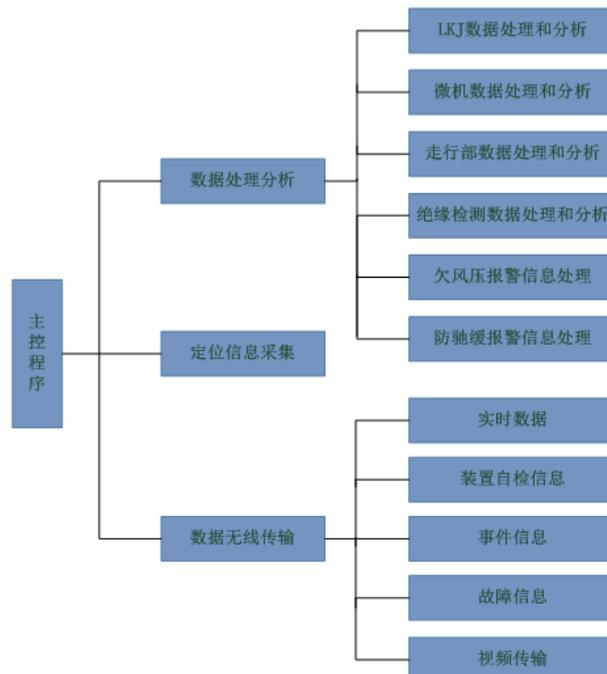


图4 车载主机软件功能框图

(2) 通信板软件：按照各模块功能的不同，可分为LKJ 数据采集模块、机车速度信号采集及走行里程记录模块、绝缘检测数据采集模块、微机数据采集模块、走行部数据采集模块、与主控板数据交互模块。

(3) I/O 板软件：按照各模块功能的不同，可分为开关量采集模块、与主控板数据交互模块。

(4) 综合采集板软件：综合采集板软件由视频处理

模块、防火信息采集模块、与主控数据交互模块。

2.3.4 地面软件总体设计方案

地面应用系统采用一级部署多级应用，应用服务到用户采用B/S 模式，信息分发采用C/S 模式，地面应用系统由信息分解析、数据存储、应用服务和视频服务构成，如下图所示。

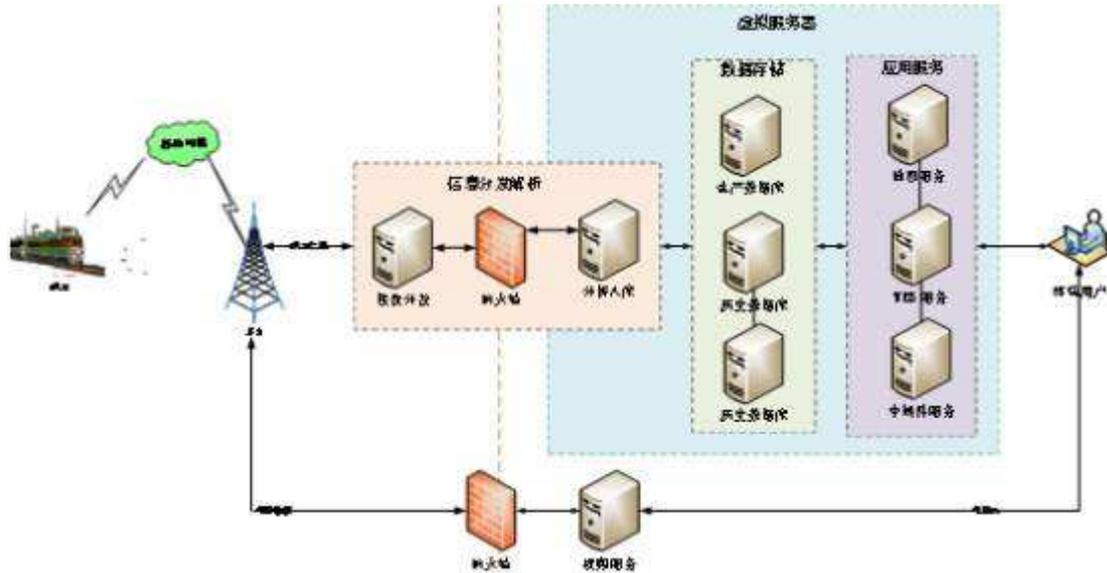


图 5 地面管理系统应用示意图

(1) 信息分解析使用硬件和软件防火墙保证数据服务和应用服务内外网隔离，确保数据的安全性。

(2) 数据存储方面采用生产库和历史库分离方式。生产库采用最新内存数据库 redis，确保机车实时信息高频率更新和访问。历史库采用 oracle RAC 集群，实现了多节点负载均衡且提供高可用、故障容错和无缝切换功能，将硬件和软件错误造成的影响最小化，实现了并行执行技术提高事务响应时间，通过横向扩展提高每秒交易数和连接数；可扩展性好，可以方便添加删除节点，扩展硬件资源。

视频点播功能采用 C/S 模式，用户可以通过视频插件对机车实时视频和历史视频进行点播。

(3) 地面应用系统是典型的 J2EE 结构，采用最先进、最流行的 SpringMVC 三层架构来实现。三层架构分别是界面层、业务逻辑层、数据访问层，这使得系统解耦能力强、易于扩展和维护。系统前台采用界面统一和友好的 ExtJs 富客户端技术，使系统更规整和易于操作。系统数据访问层使用功能强大的 Hibernate 封装，保证高效率、灵活性。系统在 GIS 方面采用国产最好的超图 (SuperMap)，保证机车动态信息的高效性。

(4) 地面应用系统的功能主要划分为六大模块：实时监测、数据查询、在线预警、预警分布、修程管理、系统功能。实时监测主要用来查看机车实时状态，可以查看机车安全信息、机车状态信息、机车监控信息的实时信息和近期历史信息，也可以查看机车报警和故障信息。数据查询可以查看机车历史信息，可以将这些信息导出。在线预警查看和分析预警项点，可以使用曲线和全程的方式分析。预警分布对预警的分布情况用图表和

列表的形式进行统计。修程管理用来管理机车维修，可以对整备、辅修、小修、中修、大修进行管理。系统功能管理设备乘务员等信息。

3 应用前景分析

3.1 机车安全质量远程监视与预警系统能及时发现机车乘务员违章情况和机车设备报警信息，通过实时分析 LKJ 预警项点、防火报警、欠风压报警、轴温报警、弛缓报警、600V 供电异常、车顶绝缘检测报警等安全风险报警信息，对安全风险项点实时报警并通过移动互联网传输至机务段运用指挥中心地面调度指挥人员，指导值乘司机按照规章给予过程干预，在机车故障或操纵发生早期危害征兆时及时处置，变事后追责为事中干预，将极大提高行车安全性，最大限度的避免事故的发生或减少事故造成影响和损失。

3.2 该项目的实施将实现按照机车走行公里进行整备、检修的业务模式，将大幅提高机车整备、检修效率，提升机车利用率，减少机车过度整备造成的人力物力浪费。

3.3 机车安全质量远程监视与预警系统还可为机务系统各级管理者、专业技术人员和检修运用人员等用户提供机车运用、故障诊断等管理功能，提供基于业务的数据分析与统计以及为其他信息系统提供数据接口。该系统在汇总同一时刻各类车载设备信息进行实时传输，并基于大数据进行优化存储，为各类设备在同一时间维度进行联动分析创造了有利条件。

总之，机车安全质量远程监视与预警系统的开发，是一种既有的 DF 系列内燃机车经济有效的安全装备，安装使用后将为铁路运输安全，为社会的和谐发展起到重

要的保障作用。

【参考文献】

[1]《远程监测系统研究》作者: 贾平 穆欣 《信息与电脑: 理论版》2009年07期

[2]《数据采集系统的发展与研究》作者: 陈丽萍 李岑 《电脑知识与技术》2015年17期

[3] 雷晓平, 罗海天; 多通道实时数据采集系统的设计和实现 [J]; 计算机工程 ;2002年11期

[4] 杜亚江, 董海棠; 车载数据采集系统的设计 [J]; 兰州交通大学学报 ;2004年06期

【作者简介】王崇华(1974—), 男, 大学本科, 工程师, 山东省济南市章丘区人, 乌鲁木齐铁路局库尔勒机务段车间主任、研究方向: 铁路机务运用安全