

地铁列车远程数据管理系统设计与应用

张红星 刘 超 宋君君 任富争
(中车唐山机车车辆有限公司,063035,唐山//第一作者,工程师)

摘 要 从指导地铁列车高效运营和快速检修的客户需求出发,提出了地铁列车远程数据管理系统的组网结构和系统组成方案,通过分析地面采集存储软件和 Web 端管理软件的技术路线、软件模块流程和远程列车状态界面设计,实现了实时/非实时运行和故障数据的远程采集、解析、存储和显示功能。该系统设计在厦门地铁 1 号线车辆中已测试验证,目前应用稳定,达到了远程技术支持车辆运行、指导应急故障处理和维修快捷方便的目的。

关键词 地铁列车; 远程数据管理系统; 地面采集存储软件; Web 端管理软件

中图分类号 U279; F530.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.03.007

Design and Application of Remote Data Management System for Metro Train
ZHANG Hongxing, LIU Chao, SONG Junjun, REN Fuzheng

Abstract Starting from the customer demands for guiding efficient operation and fast maintenance of metro train, a network structure and system composition scheme of remote data management system for metro train are put forward. By analyzing the the ground acquisition-storage software and the web terminal management software, including technical route, software module processing flow and remote train state interface design, the remote acquisition, analysis, storage and display of the real-time/non real-time operation and fault data are realized. The design of the system is tested and verified on Metro Line 1 in Xiamen City, and its stable application at present shows that the purpose of remote technology to support vehicle operation, guide emergency fault treatment with fast and convenient maintenance has been achieved.

Key words metro train; remote data management system; ground acquisition-storage software; web terminal management software

Author's address CRRC Tangshan Co., Ltd., 063035, Tangshan, China

对列车动态跟踪监控,需要将运行的列车信息发送到地面。目前,中国铁道科学研究院已设计了适用于高速动车组的远程数据传输系统,而在地铁列车方面,各地铁公司对于列车数据远程管理也都有着明确的要求^[1]。为满足客户及应用需求,需研究 1 套将地铁列车运行状态信息和故障信息进行远程管理的系统,从而对车辆提供远程技术支持、故障应急指导和快捷维修,进而达到逐步摸索规律、指导运营和检修的目的。

1 地铁列车远程数据管理系统方案

1.1 远程数据传输的组网结构

地铁列车远程数据传输(见图 1)常采用两种无线传输方式实现,一是采用车地无线通信 Wi-Fi(无线网络)技术,二是与地面 PIS(乘客信息系统)共用 LTE(长期演进)无线通道的无线传输方式^[2]。采用 WiFi 技术需要在正线和库内单独建立无线通道,布置 AP(接入点)及相关设备。从节约成本和施工周期考虑,地铁列车一般使用与地面 PIS 共用通道

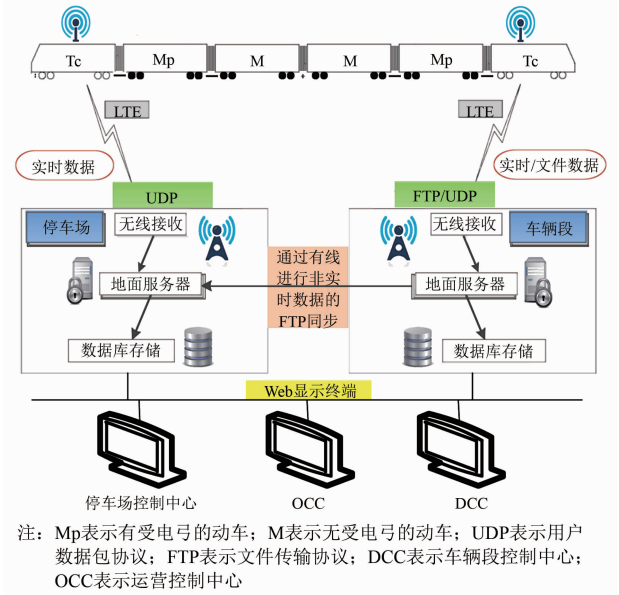


图 1 地铁列车远程数据传输组网结构

随着我国轨道交通事业的发展,为了更有效地

方式进行列车数据远程管理。

远程数据管理系统通过 UDP/FTP 通信方式将列车实时和非实时数据发送给地面服务器,地面采集存储软件对数据进行接收、解析和存储,然后通过 Web 端管理软件访问数据库,最终将数据在远程终端浏览器上进行显示;控制中心人员和维护检修人员根据回传的列车数据可以进行远程查看和分析,进而为列车故障处理、运营跟踪、查询预警和检修维护提供依据^[3-4]。

1.2 远程管理系统组成

地铁列车远程数据管理系统主要由车载数据发送模块(集成于数据记录仪 ERM 中)、地面服务器、地面显示终端、地面网络交换机、机柜等辅件组成。以某一地铁项目为例,该系统在地面 PIS 组网中的配置见表 1。

表 1 系统设备组网参数配置		
车载 ERM	IP 地址	10.117.100+列车号.150(Tc1 车) 10.117.100+列车号.151(Tc2 车)
	子网掩码	255.255.255.224
	网关	10.117.100+列车号.129
地面设备	IP 地址	10.117.200.91(车辆段服务器)
		10.117.200.92(车辆段 Web 端)
		10.117.200.93(停车场服务器)
		10.117.200.94(停车场 Web 端)
	子网掩码	255.255.255.0
	网关	10.117.200.1
注：Tc1,Tc2 表示带司机室的拖车		

2 主要部分的开发设计

地铁列车远程数据管理系统的功能主要通过软件实现,其研究任务的关键在于软件的开发设计。

2.1 车载数据发送软件

车载数据发送软件集成在 TCMS-ERM 程序中,通过将服务器 IP 地址写入到 UDP_IP.ini 文件中,将帧头、数据标志、数据、帧尾信息写入到 UDPcfg.xml 文件中,同时将 UDPcfg.xml 文件中数据定义对应的头文件编译到程序 dru 文件中,然后将两个配置文件及 dru 程序文件同时下载到 ERM 中,可实现实时数据的发送。对于离线数据,通过在 ERM 中配置 FTPServer 将离线数据自动下载到服务器指定路径下的文件夹中。

2.2 地面采集存储软件

地面采集存储软件负责各种数据资源的统一采集、解析和存储管理。依据列车数据具有实时和非实时的特点,从而进行解析和建立数据库。

2.2.1 开发和部署环境技术路线

软件开发环境采用 Windows 7 操作系统,并基于 C++实现 Qt 下的开发,开发过程依赖于 windows 系统库、Qt 库、Oracle 数据驱动库、C++标准库等。

2.2.2 实时数据软件处理

对于实时数据,ERM 通过以太网 UDP 协议将车载数据分别传输到停车场服务器和车辆段服务器。列车实时数据的处理和软件的具体实现方式见图 2。

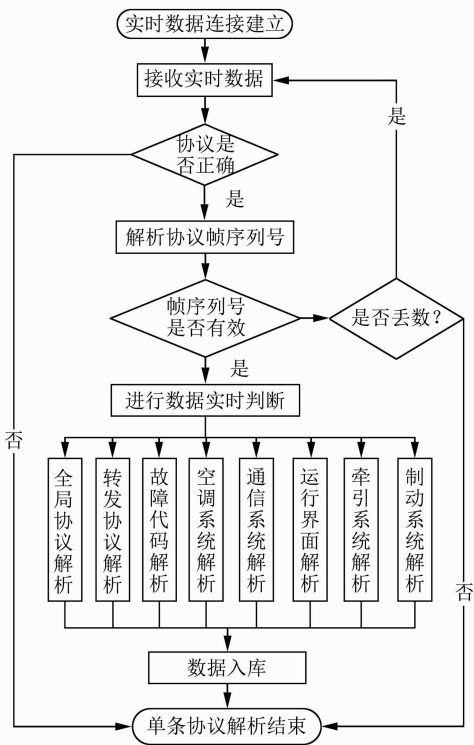


图 2 实时数据采集存储模块处理流程

实时数据解析的接口实现如下:

```
Void XMRTPraseThread::RtdataParserslots
(const QByteArray &data)
{
    QByteArray datagram = "5A55";
    datagram.resize( data.size() );
    if( data.isEmpty() )
    {
        for( int j = 0 ; j <2000;j++)
        {
            int ran_num = rand() %10;
            datagram.append( ran_num );
        }
        datagram.append( "88" );
    }
}
```

```

    }
else
    datagram = data;
//协议全局数据接口
XMRTGlobaldata * globaldata = new XMRT-
Globaldata( datagram, this );
//设置为列车编号
CURRENTCARDATA currentcarinfo;
globaldata->set_TrainId( m_trainid );
globaldata->Exacute();
if ( ! globaldata -> PraseProHead ( ) | ! !
globaldata->PraseProTail ( ) )
return;
else
currentcarinfo = globaldata->get_Basedata();
delete globaldata;
//设置全局的信息内容
this->inigloaldata( currentcarinfo );
//空调系统
XMRTAirConditioner * airconditon = new
XMRTAirConditioner ( datagram, currentcarinfo,
this );
if( airconditon->Exacute() ) qDebug() << XM-
RTPraseThreadTIMEMS << " XMRTAirConditioner " <
< " SUCCESS ";
else qDebug() << XMRTPraseThreadTIMEMS
<< " XMRTAirConditioner " << " FAIL ";
delete airconditon;
..... //转发协议、辅助、牵引、制动、运行界
面等数据处理与空调系统相似;
#endif
//提交数据
this->ExecuteSqlsByDBname();
return;
}

```

2.2.3 非实时数据软件处理

对于非实时数据,车辆到库后,维护人员对 HMI(人机接口界面)上的“故障上传”进行手动触发或 ERM 根据时间触发条件自动上传车辆数据。车辆运行数据及故障数据在 ERM 中的存储格式为 .CSV,压缩后存储格式为 .tgz。存储文件使用 FTP 协议发送到车辆段服务器进行采集、解析和存储,同时将数据通过 FTP 同步到停车场服务器进行离

线数据备份存储。

2.3 Web 端管理软件

地面采集存储软件对接收列车的数据进行处理存储后,Web 端管理软件程序会读取数据库,用户通过地面显示终端的浏览器可以访问 Web 端,实现对数据的远程访问,从而对列车运行状态进行实时监控及综合分析。

2.3.1 主要技术路线

Web 端管理软件设计采用界面层、业务逻辑层和持久层的 3 层结构技术路线。通过采用 Spring MVC(一种开源的模型-视图-控制器的 Web 框架)及 myBatis(一个基于 SQL(结构化查询语言)映射支持的面向对象编程语言和 .net 的持久层框架),实现数据的访问、用户请求和响应的管理。

2.3.2 软件设计功能

1) 实时状态监测。主要对列车状态、各系统设备状态、当前故障、故障预警等信息进行记录及显示,同时还包括列车运行时间、运行里程、牵引能耗、辅助能耗、再生能耗等累计数据。

2) 数据分析统计。主要对列车关键部件工作状态的数据进行管理和处理,并可对数据进行可视化展示,以便于对设备状态做出正确的评估判断。其主要包括故障统计分析、数据趋势分析、故障操作指南及司机操作分析。

3) 后台管理。后台管理的主要任务是对整个系统进行综合管理,管理员通过 Web 登录管理系统后,可以进行用户管理、权限管理、日志管理和资料管理等操作。

2.3.3 软件界面设计

Web 端管理软件的部署,使得用户可以在办公室浏览器上进行列车数据的远程访问和远程管理。如图 3 所示,列车状态界面用于展示在线列车和离线列车的列车号、状态、运行模式、列车速度、终点站、当前站、下一站、更新时间、故障数量和预警数量等。用户通过点击每条记录的“详情”链接可以查看该列车的详细信息,包括运行状态、通信状态、牵引状态、辅助状态、制动状态和空调状态以及当前速度和网压。如果在线、离线车辆记录中故障数量、预警数量不为零,则可通过点击“数量”链接分别进入当前故障或故障预警模块。同时用户还可通过勾选表格顶部的实时刷新,实现数据的定时刷新,以确保数据的实时性。

3 测试应用

本设计已在厦门地铁 1 号线远程数据管理中应用,通过在地面服务器/地面显示终端 ping(因特网包探索器)通车载 ERM 设备,完成了车地通信信道连通性测试;根据车地通信 UDP 接口协议,完成了

所有信号车地收发数据的通信测试;在车辆试运营期间进行了列车运行数据的远程 Web 访问和数据分析管理,以便于控制中心人员和检修维护人员实时查看列车故障,以及分析列车运行状态和进行故障处理,极大地满足了地铁列车运营需求。



图 3 列车状态界面

4 结语

地铁列车远程数据管理系统的设计以地铁列车运营管理的实际工作需求为基础,实现了列车及关键部件的实时监视、数据分析、故障预测功能,通过列车及关键部件或子系统当前状态,对故障进行诊断或识别,并对潜在的故障进行预测或报警。此设计已应用在厦门地铁 1 号线项目,并可推广到其他地铁项目。同时,本文采用的主要技术路线可根据地面服务器的配置而进行调整和作出变化。

参考文献

[1] 文永亮,欧阳瑞璟,王艳秋.城市轨道交通列车实时无线传输技术的应用[J].城市轨道交通研究,2017(2): 97.

[2] 张洲,黄纯昉,马文胜.城市轨道交通车地无线通信的应用[J].都市快轨交通,2014(12): 16.

[3] 单晟,刘黎明,陈建校,等.机车状态实时监测与智能诊断及维护支持系统[J].机车电传动,2009(5): 40.

[4] 李启磊,李臣明,冯新颖,等.地铁列车安全运行的远程诊断技术[J].城市轨道交通研究,2015(8): 142.

(收稿日期:2018-07-03)

(上接第 26 页)

原则和需要注意的事项,保证安装结构合理,避免对生产制造、检修维护带来不便。但无论选用哪种安装方式,均需同时考虑安装处车体本身的强度、过渡支架的强度及车体与设备连接的强度,并通过仿真计算获得设计依据,以此验证设计结构的可靠性。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.地铁设计规范:GB 50157—2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.地铁车辆通用技术条件:GB7928—2003[S].北京:中国质检出版社,2004.

[3] 国家标准局.标准轨距铁路机车车辆限界:GB146.1—1983[S].北京:中国标准出版社,1984.

[4] 徐凤妹,劳世定.客车车下设备吊挂方式的研究[J].铁道车辆,2009(4):12.

[5] CENELEC. Railway applications——Structural requirements of railway vehicle bodies:BS EN 12663-1—2010[S].Brussels: CENELEC,2010.

[6] IEC. Railway application——Rolling stock equipment-Shock and vibration tests:IEC 61373—2010[S]. Geneva: IEC,2010.

(收稿日期:2019-02-14)