

技
术
专
题

城际动车组网络系统研制

吴冬华, 刘泰, 王延翠

(南车青岛四方机车车辆股份有限公司, 山东 青岛 266111)



作者简介: 吴冬华(1972-), 男, 高级工程师(教授级), 从事高速动车组、城际动车组等电气系统、网络控制系统开发。

摘要: 为保证城际动车组控制的安全可靠性并推进实现列车的智能化, 南车青岛四方机车车辆股份有限公司设计生产的城际动车组采用了TCN加以太网的网络拓扑形式, 以TCN、以太网、车地无线传输为依托, 结合故障诊断、大数据处理等技术手段, 在保证列车安全可靠运行同时提升了现代列车智能化水平。

关键词: 城际动车组; 网络系统; TCN; 以太网; 智能化; 双流制

中图分类号: U266.2; TP393 文献标识码: A 文章编号: 1000-128X(2015)03-0001-04
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2015.03.001

Network System Development for Intercity EMUs

WU Donghua, LIU Tai, WANG Yancui

(CSR Qingdao Sifang Locomotive & Rolling Stock Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266111, China)

Abstract: To ensure the safety and reliability of intercity EMUs control, and promote the control intelligence, the network topology of TCN adding Ethernet was adopted, which was based on TCN, Ethernet and broad-ground wireless communication, and combined with fault diagnosis and big data processing. In ensuring safe and reliable operation the intelligence level of intercity EMUs is improved.

Keywords: intercity EMUs; network system; TCN; Ethernet; intelligence; dual current

0 引言

列车网络控制系统作为现代列车的核心系统, 除实现列车控制功能外, 还依托以太网技术、车地无线传输技术以及大数据处理技术, 逐渐向多功能、智能化方向发展。南车青岛四方机车车辆股份有限公司研制的以CRH6A、CRH6F型及双流制城际动车组为代表的系列城际动车组均采用了全列网络化、智能化控制与管理。以下对城际动车组的列车网络系统进行介绍。

1 城际动车组的网络系统

网络系统可以实现如下功能: 列车级、车辆级网络管理及诊断, 人机交互, 列车控制, 牵引、高压等系统的控制、诊断、管理, 制动系统控制、诊断和显示、试验管理, 车门系统控制、诊断和显示管理, 空调系统控制、诊断和显示管理, 轴温检测系统控制、诊断和显示管理, 横向加速度监视管理, 报警系统(如烟火、

乘客报警系统)管理, 安全环路管理等。

1.1 系统拓扑结构

以双流制城际动车组为例, 网络系统关系如图1所示, 城际动车组网络控制系统关联的对象包括列车电子控制、主变流器、辅助供电系统、制动控制系统以及其他车载设备。

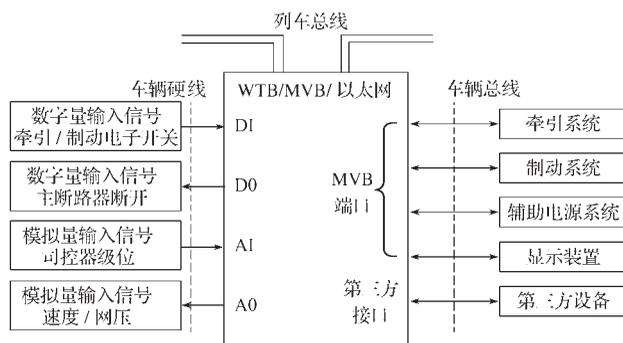


图1 网络系统关系图

双流制城际动车组为2M2T编组, 具备2列重联能力, 其网络控制系统采用符合GB/T 28029^[1]标准的

TCN 网络加以太网的拓扑形式。列车控制和诊断系统采用集中运算、分布控制技术,单编组动车组的通信网络划分为 3 级,由 MVB 总线、WTB 总线及以太网总线和第 3 方设备接口总线组成。

MVB 总线、WTB 总线和以太网总线互为冗余和备份。双流制城际动车组的网络拓扑结构如图 2 所示。

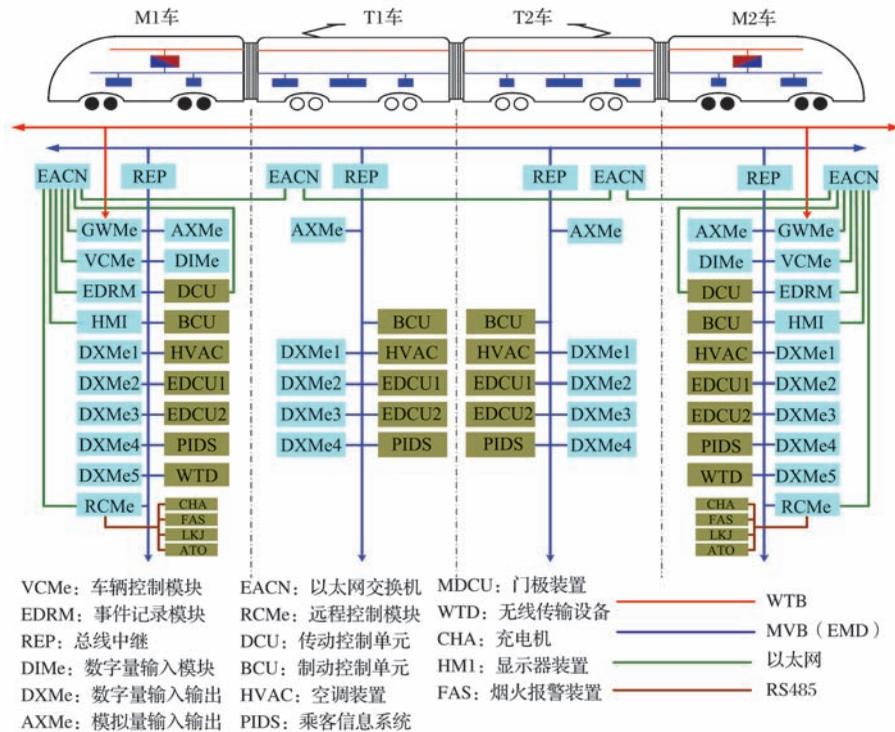


图 2 网络系统拓扑图

WTB 为绞线式列车总线,是连接在动车组 MVB 单元之间的双绞屏蔽线,由网关控制,允许重联操作。WTB 处理 MVB 单元之间的数据通信,可动态配置,总线上的单元数可变^[1,5]。WTB 总线通信速率为 1.0 Mbit/s^[1]。

MVB 为列车单元内部数据总线,网络控制上每 4 辆车为一个 MVB 单元,每个 MVB 单元采用了主链-分支结构,每辆车设有中继器。将一个 MVB 单元分成多个分支,进行物理故障隔离,即使出现了某个设备网络通信故障,只影响网络与本辆车中子系统的通信,不影响整个网络单元的网络通信。MVB 总线介质为双绞屏蔽线缆,通信速率为 1.5 Mbit/s^[1]。

为适应新一代列车的需求,双流制城际动车组布置了适应未来发展的以太网总线,与传统的 TCN 总线互为备用冗余。这些总线可以用于传输牵引、制动等控制指令,以及温度等监控信息,同时可以实现对牵引、制动和信息采集模块采集车辆信息的实时在线监控,同时作为沟通各个控制/诊断单元、媒体服务与信息化设备的信息通道,实现互相联网通信和信息交互,为多网合一的应用提供载体,为列车的智能化提供高速数据通路。以太网总线介质为双绞屏蔽电缆,通信速率为 100 Mbit/s^[2],包含实时数据传输协议,既满足列车严酷工作环境,确保安全可靠传输,又同时兼容既有的 IEEE802.3/802.3u 标准^[5]。

1.2 系统冗余

双流制城际动车组网络控制系统在设计过程中充分考虑了系统冗余性,除了以上网络多总线、多传输通道冗余外,为了提高系统的可靠性,还在系统主控设备、列车网关、信号检测等多方面进行了冗余设计。

每列车配置 2 个 VCMe (控制) 模块。2 个 VCMe

模块之间互为冗余热备份,正常情况下通过冗余管理机制选择其中的一个作为 MVB 总线主,控制和管理 MVB 总线;另外一个作为 MVB 备用主,处于热备份状态。当总线主故障或受到干扰时,MVB 总线备用主可以自动实现无缝切换。

每辆车配置一个 GWMe 模块,该模块通过 WTB、MVB 总线接收和发送控制数据和状态数据,进行 WTB 总线和 MVB 总线之间的协议转换。列车内 WTB 数据传输实现 MVB 和 WTB 数据的冗余传输。

WTB 列车总线、MVB 车辆总线通信线路均采用双通道 (A/B 线) 冗余设计,当某一路通信线路出现故障时,系统可以自动切换到另一路通信线路。

对于重要的输入指令,均采用独立输入模块进行独立采集,并采用冗余、安全导向机制对信号进行判断,保证信号传输正确、可靠安全。同时 TCMS 从 IO 单元采集硬线指令、从 MVB 总线上采集牵引制动单元反馈的硬线指令,进行冗余判断,保证信号的正确性并进行故障诊断。

2 城际动车组网络系统特点及趋势

适应现代列车发展需要,列车在大规模运营的安全管理、高效率运用的能力保持、面向大众的个性化服务 3 个方面面临重大挑战。近年来,列车网络系统作为列车的核心系统,除传统的列车控制之外,依托车地宽带通信技术、线路动态数据获取技术、人机交互技术等作为支撑,深入结合互联网技术、现代检测技术、数据传输与处理技术等关键技术,以全信息化列车状态感知和动态数字化运行环境为基础,以信息智能处理与交互为支撑,实现列车的安全可靠运行和全生命周期能力保持与优化,全面提升服务品质,实现列车的智能化运行及运用。智能化结构概念参见图 3。

2.1 以太网

双流制城际列车网络系统采用 TCN 总线加以太网总线的架构,TCN 总线成熟可靠,满足列车控制的基

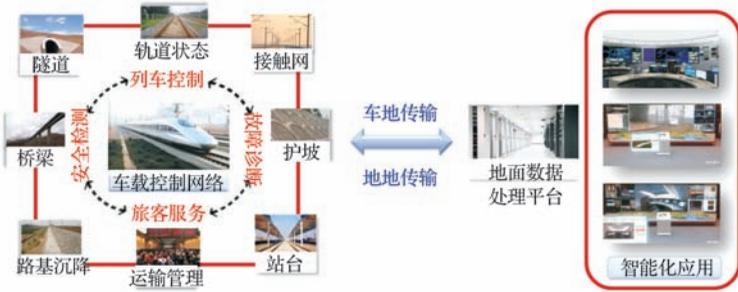


图3 智能化结构概念图

本需求,但是由于其传输速率较低,带宽较窄,不适应日益发展的大数据、多信息的需求。近年来,以太网(ETB、ECN^[2])总线正在逐渐克服实时性、抗干扰等方面的劣势,以其高带宽、大容量的数据传输,正逐步应用到列车的网络控制领域,既能实现牵引、制动等控制数据的传输,又能实现多点、高密度的数据在线监控,同时作为沟通各个控制/诊断单元、媒体服务与信息化设备的信息通道,实现互相关联通信和信息交互,从而达到统一控制和资源共享的目的。

2.2 车地无线

如图4、图5所示,双流制城际列车具备车地无线通信功能,实现了列车运行状态数据和故障信息的实时远程监控^[6]。车载无线数据传输装置多渠道采集动车组数据,通过无线通信网络实现车载信息落地,地面应用管理系统充分展示和挖掘落地数据,从而实现了对列车运

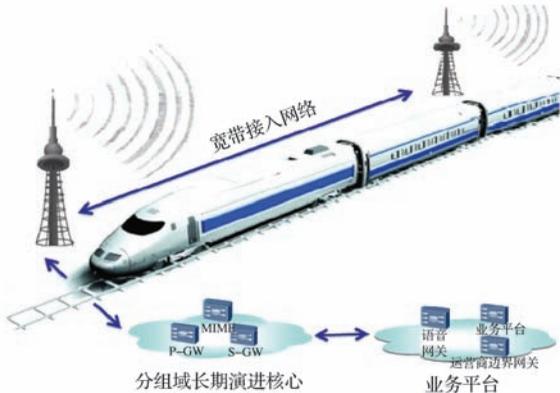


图4 车地无线传输示意图

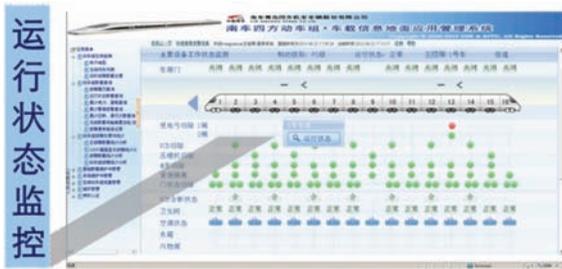


图5 列车运行状态监控界面

行状态的监测和检修维护便利。

2.3 大数据处理

在现代列车中,数据是有关控制系统实现相关功能的基础,城际动车组基于全信息化感知能力和地面海量数据处理能力,实现列车及运行环境的远程可视化管理、事故主动防御、智能维修等综合应用;实现实时故障诊断与安全预警和高效处置节能优化操纵、重要部件寿命预测,实现智能决策与评判。数据处理结构

参见图6。



图6 数据处理结构示意图

2.4 远程监控与诊断

双流制城际动车组实现了较高水平的故障诊断功能,采用2个8G容量EDRM存储相关记录,互为冗余,记录故障代码、车辆代码、所属系统、故障名称、相关联的环境数据等;采用以太网进行本地下载;采用WTD进行远程无线传输。监控诊断参见图7、图8。



图7 历史数据查询界面

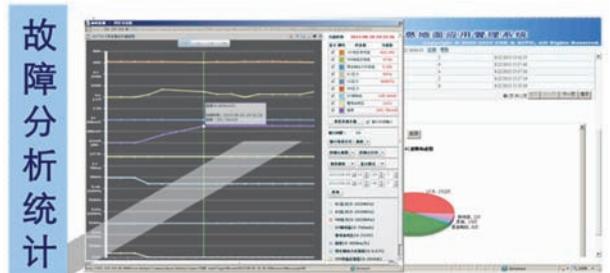


图8 故障统计分析界面

2.5 旅客服务

依托现代无线网络技术、车地无线宽带技术等,

实现智能化的旅客服务。旅客通过具备 WLAN 功能的笔记本电脑、手机等终端实现上网,访问互联网业务,进行信息获取、娱乐或者移动办公等操作^[7],旅客服务概念图如图 9。另外可以开发相应的终端服务程序,在车内设置服务器,实现车内局域网,提供车内或车地联合服务,例如视屏点播、到站提醒、车内自主服务、到站叫车等服务。目前旅客服务技术条件已经具备,相关的软硬件正在逐步开发,不久的将来即可为用户



图 9 旅客服务概念图

3 结语

南车青岛四方机车车辆股份有限公司将在既有产品技术基础上,充分利用智能网络、传感网、物联网、云计算等技术,加快智能决策与评判技术、面向服务构架技术、远程监测与诊断技术、自动控制、安全预警等技术的研究应用,实现列车的智能化,提高列车的安全性、舒适性,满足国民日益增长的需求。

参考文献:

- [1] GB/T28029.1—2011, 牵引电气设备 列车总线 [S].
- [2] IEC 61375-1—1999, 轨道交通电子设备 列车通信网络 [S].
- [3] 陶艳. 列车网络控制技术原理与应用 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [4] 张建斌. 基于工业以太网的列车通信网络研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2011.
- [5] 才莉. 基于 IEC61375-1 规范的 WTB 的研究与实现 [D]. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [6] 裴立红. 车地实时无线数据通信方式比较 [J]. 铁道机车车辆, 2008(1).
- [7] 倪锐. 无线网络的业务研究 [M]. 北京: 中国科学技术大学, 2011.

广告索引

深圳市宝创科技有限公司 (封 2)
 史陶比尔 (杭州) 精密机械电子有限公司 (前插 1)
 西安伟健电子有限责任公司 (前插 2)
 广州金升阳科技有限公司 (前插 3)
 株洲变流技术国家工程研究中心有限公司 (前插 4)
 湖南南车时代电动汽车股份有限公司 (前插 5、6)
 三菱电机机电 (上海) 有限公司 (前插 7)
 四川永星电子有限公司 (前插 8)
 上海王丰复合材料有限公司 (前插 9)
 咸阳亚华电子电器有限公司 (前插 10)
 汕头华兴冶金设备股份有限公司 (前插 11)
 宁夏银利电器制造有限公司 (前插 12)
 温州市龙电绝缘材料有限公司 (内页黑白首页)
 滨特尔电子电气设备 (上海) 有限公司 (中插 1)
 株洲南车时代电气股份有限公司半导体事业部 (中插 2)
 株洲南车时代电气股份有限公司通信信号事业部 (中插 3)
 铁道部产品质量监督检验中心牵引电气设备检验站 (中插 4、5)

株洲时代装备技术有限责任公司 (中插 6、7)
 株洲南车时代电气股份有限公司印制电路事业部 (中插 8)
 宁波南车时代传感技术有限公司 (中插 9)
 襄阳南车电机技术有限公司 (中插 10、11)
 宝鸡南车时代工程机械有限公司 (中插 12)
 珠海金电电源工业有限公司 (内页黑白末页)
 浙江永贵电器股份有限公司 (后插 1)
 株洲庆云电力机车配件工厂有限公司 (后插 2)
 株洲时代电气绝缘有限责任公司 (后插 3)
 株洲时代新材料科技股份有限公司 (后插 4)
 公益广告 (后插 5)
 苏州康开电气有限公司 (后插 6)
 深圳市通业科技发展有限公司 (后插 7)
 北京石竹科技股份有限公司 (后插 8)
 安富利物流 (深圳) 有限公司 (后插 9)
 南车株洲电机有限公司 (后插 10)
 株洲南车时代电气股份有限公司 (后插 11)
 安徽省康利亚实业有限公司 (后插 12)
 SynQor Hongkong Limited 深圳代表处 (封 3)
 深圳市中电华星电子技术有限公司 (封 4)