

列车通信网的方案研究

杨绪红 赵明元 谭南林 (北方交通大学测控研究室 100044)

摘要:列车通信网是现代列车控制、状态检测、故障诊断以及旅客服务等信息传输的高性能综合系统。本文介绍了现代列车通信网的特点以及在国内外的的发展概况,集中阐述了列车通信网的系统结构及国际标准 TCN,并对其在我国的发展可行性作了一定的探讨。

关键词: 高速列车 通信网 计算机 列车 信息

现代列车正在朝着高速化、自动化、舒适化的方向发展,与传统列车相比,越来越多的信息(诸如状态、控制、故障诊断、旅客服务等信息)由此而产生,并且迫切需要在机车车辆各计算机之间互相传输与交换。因此,如何将大量的信息安全、可靠、快速、准确地在整个列车上传输,已经成为现代列车研制中面临的一个关键性课题。列车计算机通信网络(以下简称列车通信网)集高速列车控制、故障检测与诊断系统以及旅客信息服务系统等三大系统为一体,以车载微机为主要技术手段,将这些系统产生的大量列车信息被转换为统一的数字信息进入车载微机并在网上交换。

1. 列车通信网的国内外发展概况

从国外发达国家的情况来看,列车通信网各子系统的技术和应用都已比较成熟。在故障检测及诊断方面,如瑞士的460系列交直交机车、我国从日本引进的6K电力机车、LCE、TGV等高速列车等等;在实时计算机控制系统方面,如瑞士ABB公司的MICAS系统(微计算机自动化系统)等。列车通信网作为列车实时控制系统和列车故障检测及诊断系统的发展方,近十年来,国外各高速铁路均投入了大量人力、物力、财力对其进行研究,并且已经分别形成了各自的实验系统或原型系统。例如,德国ICE高速列车就采用了先进的光纤列车通信网。

目前,我国铁路对于基于微机技术的通信技术在机车中的运用只是在近五年才开始的。我国第一台车载微机机车SS4 38#及后来的SS8机车,用串行总线实现了机车内人机对话级与特性控制级以及特性控制级与传动级间的通信,其功能相对简单;SS4B机车的TPX1显示诊断装置与微机控制柜内的四个转向架控制板间实现了主从通信;后来,出口伊朗的TM1机车中用光纤作为介质进行了机车内两单元间的数据通信。尽管如此,这些设备级之间的通信只是同一节机车内部的通信,它们仅能算作列车通信网络的很小一部分。相对而言,多个节

点组成的列车通信网在国内还少有实践,目前,国内正在加紧研制将用于国内首条高速铁路的300 km/h动车组,同时该动车组的列车通信网也正在由上海铁道大学和北方交通大学分别进行研制。

2. 列车通信网的特点、系统结构及国际标准

列车通信网属于局域网(LAN),为什么我们不采用通用的局域网设备组建它呢?

一般的地面局域网长度可达十几公里,而按照国际铁路联盟(UIC)22个车厢构成的列车组织介质,联接电缆延伸仅有850米,其中包括所有的干线电缆,扩展电缆和耦合电缆,这与22节每节26米的车厢组织是对应的,另外还考虑了50%的幅度裕量($22 * 26 * 1.5 = 858m$)。另外,与一般的地面局域网相比,列车通信网具有以下特点:(1)电磁干扰及振动十分严重;(2)实时性要求高;(3)车载网络设备的体积要小。

目前,国外各大公司的列车通信网大都有良好的运行记录,但是这些系统之间却各成体系,互不兼容。这对于以此为基础的产品开发造成一定的困难,对今后铁路列车通信网的发展设置了障碍。有鉴于此,为了进一步使涉及该系统各部分设备的众多生产厂家能有一个相对一致的标准,同时也考虑到普通列车车载微机的进一步发展,国际电工技术委员会IEC的第九技术委员会TC9的第二十二工作组WG22特别制定了列车通信网络的参考标准。该参考标准为我们开发过程中少走弯路并与国际接轨提供了保证。

由于节点数目不多,且整个列车长度不足1公里,列车计算机通信网属于局域网LAN,它比较适合建成两级结构:联接机车或车厢内部各终端设备(计算机、各传感器和执行机构等),即较低一级的多功能车厢总线(MVB - Multifunction Vehicle Bus);联接机车和中间车厢各网络节点,即较高一级的列车总线(WTB - Wire Train Bus)。上述列车总线和车厢总线构成了列车通信网络

(TCN - Train Communication Network), 其框图如图 1。

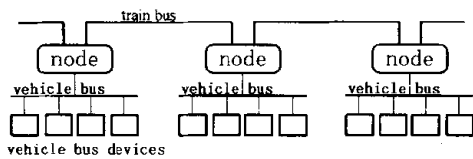


图 1 列车通信网

train bus 列车总线; node 节点; vehicle bus 车厢总线;
vehicle bus device 车厢总线设备

3. 列车通信网的总线、层次结构及相应的协议

列车通信网从层次上可划分为以下三个部分(如图 2):实时协议,它表达了通用于所有总线的网络层、传输层、会话层、表示层和应用层接口;绞线式列车总线,表达了该总线的物理层、链路层及总线管理;多功能车厢总线,表达了该总线的物理层、链路层及总线管理。

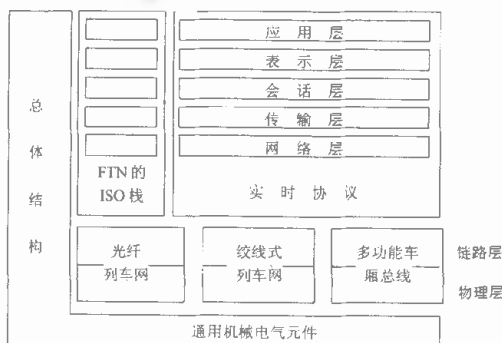


图 2 列车通信网络层次结构

(1)实时协议。实时协议向用户提供两种服务:

- ①过程变量,它被周期性广播并具有时效性;
- ②根据要求发送的消息,它分为:
 - 用于任务间通信的应用消息;
 - 用于网络和系统管理的服务消息。

(2)绞线式列车总线。绞线式列车总线(WTB),用于其构成经常发生变化的开放式列车,它在双绞线对上传输距离达 850m,这相当与 UIC 22 节车厢(32 个节点)的情况,其标准的运行速率为 1M b/s。绞线式列车总线的子集可用于派生车厢总线(DVB),经变压器耦合的双绞线电缆可连接多达 32 个站。

列车总线采用屏蔽双绞线作为通信介质,终端根据

事先选定的通道(主辅),将符合高级数据链路控制 HDLC 协议的数据流,利用曼彻斯特编码器进行编码,最后通过 RS-485 发送器发送到总线上;同样,从总线上发来的数据流,经由 RS485 接收器,被曼彻斯特解码器解码,通过选定的通道进入终端,并受 HDLC 协议确认。

其中双绞屏蔽线,应规定截面(>0.5mm)和型号及换位次数(>12 次/米),并规定分布电容和电感,限制分叉长度,选择终端阻抗匹配,以抑制分叉点及终端的回波反射。而 485 通信电平,可在其上叠加 60V 直流电压,以提高各车之间的接触连接可靠性和抗干扰。

(3)多功能车厢总线(MVB)。多功能车厢总线在一个车厢内可连接多达 4095 个设备和传感器/执行机构。在双绞线对上作短距离传输或在光纤上进行长达 2000m 的传输时,其速率可达 1.5M b/s。MVB 物理层将支持短距离铜质和长距离光质。铜总线被分成若干段,其两端各有一个终端器。段可以分成若干个节,它不被端子连接,设备通过有源分接头连到段上。为了把总线扩展到电气限制范围以外,段可以通过包含一个信号整形器或再生器的中继器来连接。远程端可以通过一个由一对点对点光纤组成的光中继链连接。所有的段和链路都将在同一时刻广播同一消息,其差别只是它们之间存在传播延迟误差而已。

4. 结论

对于发展高速铁路,我国铁路部门一直在进行着多方面的技术准备,其中高速列车通信系统便是重要的课题。现代列车通信网采用基带传输的局域网技术,成本低廉,性能可靠。便于维护,适应了我国铁路信息化发展的要求;TCN 国际标准更为我国低水平的铁路计算机通信技术的迎头赶上,提供了良好的技术基础和科学的发展方向。因此列车通信网的研究对于我国高速铁路的发展具有现实的参考意义。

参考文献

- [1] 乌正康等.采用 RS485 标准的机车诊断系统通信方案的探讨
- [2] 马永强等.高速列车控制、检测与诊断系统
- [3] 刘峰.新形势下的中国铁路技术引进.中国铁路. - 98(6). - 6-8
- [4] 国际高速铁路的建设高潮.科技信息动态. - 96(4). - 14-16
- [5] ITU - T. rec. G. 708. Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy. 1992

(来稿时间:1999 年 4 月)