

国家骨干高职院校建设项目

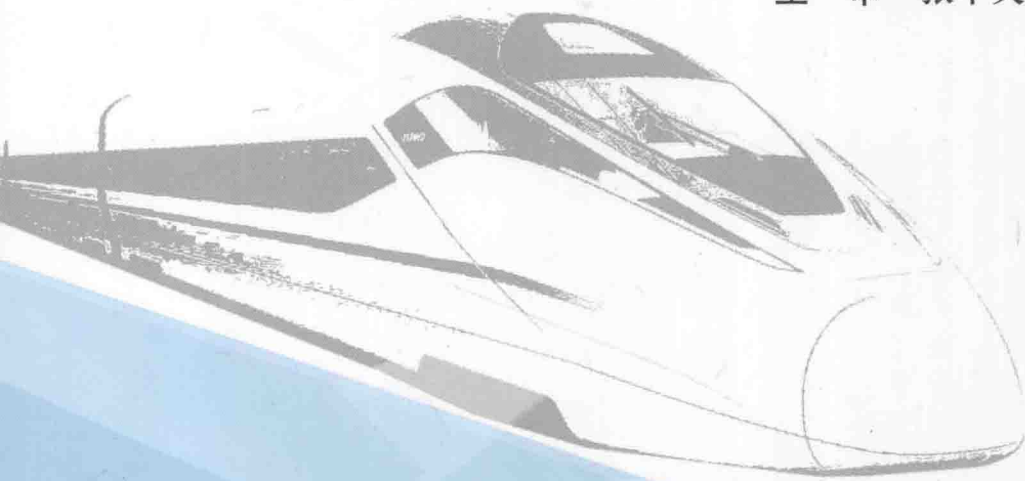
——高速动车组检修项目化教学规划教材

动车组

网络技术

DONGCHEZU WANGLUO JISHU

主 编 徐传波 程 迪
副主编 于文涛 张 鹏
主 审 张中央



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

国家骨干高职院校

动车组检修项目化教学规划教材

动车组网络技术

主 编 徐传波 程 迪

副主编 于文涛 张 鹏

主 审 张中央



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书在介绍计算机网络与数据通信的基础上介绍了动车组网络的相关协议和 CRH 系列动车组的网络构成,最后以 CRH₂ 动车组为例介绍了动车组网络的应用情况。

本书是高速动车组检修项目化教学规划系列教材之一。针对高等职业院校技能型人才培养的特点,以动车组运用检修的各项任务、项目过程为导向,培养学生面向工作岗位的实际能力。全书内容分为八个项目,分别为:列车网络的发展现状与特点、计算机网络基础、数据通信基础、TCN 网络标准、其他列车网络标准、无线网络标准、CRH 系列动车组网络系统、动车组网络技术的应用。

本书既有一定的基本理论知识,又重点突出实践操作技能,内容丰富、实用性强,可作为铁路高职院校高速铁路技术专业的专业教材,也可作为其他高等院校、中等职业学校和职工岗位培训教材,还可作为相关工程技术人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

动车组网络技术 / 徐传波, 程迪主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2014.3
国家骨干高职院校建设项目. 高速动车组检修项目化
教学规划教材
ISBN 978-7-5643-2977-8

I. ①动… II. ①徐… ②程… III. ①高速动车—网
络系统—高等职业教育—教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 046729 号

国家骨干高职院校建设项目——高速动车组检修项目化教学规划教材

动车组网络技术

主编 徐传波 程迪

*

责任编辑 王 旻

特邀编辑 王玉珂

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路 146 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 20

字数: 499 千字

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-2977-8

定价: 45.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

国家骨干高职院校建设 项目化教学规划教材编委会

主任 苏东民（郑州铁路职业技术学院）

李学章（郑州铁路局）

副主任 董黎生（郑州铁路职业技术学院）

张 洲（郑州市轨道交通有限公司）

胡书强（郑州铁路局职工教育处）

委员 宋文朝（郑州铁路局机务处）

石建伟（郑州铁路局车辆处）

马锡忠（郑州铁路局运输处）

王汉兵（郑州铁路局供电处）

杨泽举（郑州铁路局电务处）

李保成（郑州铁路局工务处）

马子彦（郑州市轨道交通有限公司）

张中央（郑州铁路职业技术学院）

华 平（郑州铁路职业技术学院）

张惠敏（郑州铁路职业技术学院）

伍 玫（郑州铁路职业技术学院）

徐广民（郑州铁路职业技术学院）

戴明宏（郑州铁路职业技术学院）

倪 居（郑州铁路职业技术学院）

胡殿宇（郑州铁路职业技术学院）

李福胜（郑州铁路职业技术学院）

冯 湘（郑州铁路职业技术学院）

陈享成（郑州铁路职业技术学院）

耿长清（郑州铁路职业技术学院）

张 勤（郑州铁路职业技术学院）

高速动车组检修专业项目化教材编委会

- 主任** 苏东民（郑州铁路职业技术学院）
李学章（郑州铁路局）
- 副主任** 董黎生（郑州铁路职业技术学院）
胡书强（郑州铁路局职工教育处）
- 委员** 石建伟（郑州铁路局车辆处）
许艳峰（郑州铁路局车辆处）
慎超伦（郑州铁路局郑州车辆段）
凌静杰（郑州铁路局郑州车辆段教育科）
李福胜（郑州铁路职业技术学院）
程迪（郑州铁路职业技术学院）
王亦军（郑州铁路职业技术学院）
吴生举（郑州铁路局郑州车辆段动车运用所）
石三宝（郑州铁路局郑州车辆段动车运用所）
张鹏（郑州铁路局郑州车辆段动车运用所）

前 言

2012年12月26日,伴随着京石、石武段的开通运营,我国最长的京广客运专线全线贯通,到2020年,我国规划新建高速铁路里程将达到1.5万km,形成“四纵四横”的铁路快速客运通道,中国将成为名副其实的高速铁路大国。

为保证动车组运行安全可靠,延长动车组的使用寿命,必须对动车组进行日常维护和定期检修,这就需要大量的动车组地勤机械师和随车机械师。而现有各铁路局动车段、动车所所需技术维修人员,基本来自大中专毕业生和在岗职工的转岗培训,为了认真贯彻落实高速铁路主要行车工种岗位准入制度的相关要求,确保为高铁运营及安全持续稳定提供坚实可靠的人才保障,快速提升企业在职人员和职业院校学生的实际运用和检修专业水平,郑州铁路职业技术学院以创建国家骨干院校建设为契机,在消化吸收生产厂家提供的动车组技术资料基础上,参照动车运用所一、二级检修工艺标准,以适应动车组随车机械师、地勤机械师两个岗位需求为培养目标,组织校企双方共同编写了一套项目化培训系列教材,包括《动车组机械设备维护与检修》《动车组牵引系统维护与检修》《动车组制动系统维护与检修》《动车组控制系统维护与检修》《动车组运用与管理》《动车组辅助设备维护与检修》《动车组网络技术》等共7本教材。

《动车组网络技术》为该系列培训教材之一。本教材根据高速铁道技术专业人才的培养目标并结合教学改革的要求,采用“项目导向、任务驱动”的职业教育理念,通过岗位职业能力分析,提出每个项目的学习目标,使学生在学习之前能够清楚岗位的职业要求。教材的编写采取教师与企业职教专家共同参与研讨教材内容的方式,将教学过程和企业的生产过程紧密结合。全书从动车组网络的基础知识入手,按照网络基础、网络协议、动车组网络构成、动车组网络应用的顺序介绍了各部分的结构组成、工作原理,对网络应用与故障判断也进行了讲解,是动车组新技术、新知识学习的必备用书。

本系列教材在编写过程中,得到了郑州铁路职业技术学院“国家骨干院校建设项目”的支持,郑州铁路职业技术学院车辆工程学院为该系列教材的出版,投入了大量的人力、物力及财力。郑州车辆段职教科、动车科、郑州动车所的职教专家、工程师等,直接参与了编写工作;中国移动河南分公司张春景也参与了本书的编写工作,在此一并表示感谢。

全书由郑州铁路职业技术学院徐传波和程迪主编,张中央主审。具体编写分工是:郑

州铁路职业技术学院徐传波编写了项目一、项目七，程迪编写了项目二中的任务一到任务八，于文涛编写了项目四，马松花编写了项目八中的任务一，时蕾编写了项目三中的任务一到任务五，李向超编写了项目六中的任务二和任务三，洪从鲁编写了项目三中的任务六到任务八，毕红雪编写了项目五，李西安编写了项目二中的任务九，郑州铁路局动车所张鹏编写了项目八中的任务二和任务三，中国移动河南分公司张春景编写了项目六中的任务一。

由于翻译和编写水平有限，加之时间仓促，难免有错误和不当之处，恳请读者给予批评指正，提出宝贵意见。

编者

2014年1月

目 录

项目一 列车网络的发展现状与特点	1
任务一 动车组网络的发展现状	1
任务二 动车组网络特点与发展趋势	8
项目二 计算机网络基础	12
任务一 计算机网络的产生与发展	12
任务二 计算机网络的概念、功能特点与分类	17
任务三 网络的拓扑结构	22
任务四 网络的传输介质	26
任务五 局域网	33
任务六 网络的体系结构概述	37
任务七 开放系统互联参考模型	41
任务八 网络互联基础	51
任务九 网络安全基础	57
项目三 数据通信基础	67
任务一 通信系统简介	67
任务二 数据编码技术	75
任务三 数据的传输方式	80
任务四 多路复用	85
任务五 介质访问控制方法	93
任务六 差错控制技术	97
任务七 HDLC 数据链路层控制规程	105
任务八 串行通信接口技术	114
项目四 TCN 网络标准	126
任务一 TCN 总述	126
任务二 多功能车辆总线 MVB	133
任务三 绞式列车总线 WTB	141
任务四 WTB 初运行	149

项目五 其他列车网络标准	157
任务一 ARCNET 网络协议	157
任务二 CAN 总线	165
项目六 无线网络标准	177
任务一 GSM	177
任务二 GSM-R	185
任务三 列车无线信息传输装置 WTD	197
项目七 CRH 系列动车组网络系统	208
任务一 CRH ₁ 动车组网络系统	208
任务二 CRH ₂ 动车组网络系统	229
项目八 动车组网络技术的应用	266
任务一 CRH ₂ 动车组网络系统信息显示与操作	266
任务二 CRH ₂ 安全监控与维修信息的传输	297
任务三 CRH ₂ 故障信息及应急处理	305
参考文献	311

项目一 列车网络的发展现状与特点

【项目描述】

本项目是对动车组网络系统发展现状和特点的整体认识。在了解国内外动车组网络系统发展现状的基础上,了解动车组网络技术的特点,掌握动车组网络技术的发展方向,为学习动车组网络技术和进行网络系统的操作与维护打下基础。

学习过程中要求学生查阅相关资料,培养学生自主学习的能力。

【知识目标】

- (1) 了解国外动车组的发展过程与现状。
- (2) 了解我国动车组网络技术发展与不同网络技术的应用。
- (3) 掌握动车组网络系统的构成特点。
- (4) 了解动车组网络系统的发展方向。

【能力目标】

- (1) 知道网络系统的应用目的。
- (2) 掌握网络系统的整体结构。
- (3) 能够分析网络技术的发展。

任务一 动车组网络的发展现状

一、引言

随着计算机技术的迅速发展,计算机在机车车辆上的应用日益增多,如牵引供电系统、制动系统,以及主动控制系统等都广泛应用了计算机技术,导致车载计算机设备数量的增加。如何实现这些大量的信息安全、快速、可靠准确地在整个列车上传输,以及整列车所有车辆计算机设备之间的信息交换和共享,从而实现列车安全运行、远程故障诊断和维护,成为了目前机车车辆学科的一个重要研究方向。列车控制的特点也促进了列车通信网络的发展。由于列车设备具有分散的特点,各个设备是分散在各个编组的机车车辆中,要使分布于列车中各车辆的设备协调工作,就必须借助于一个分布式的计算机控制系统,即列车通信网络来实

现。如：在动力分散的列车中，如何保证在牵引过程中各动车上的牵引电机协调工作或柴油机的重联控制；在列车制动时如何协调各车辆间的制动力分配；摆式列车进入曲线时的车体倾摆等。

随着人们生活水平的不断提高，旅客对乘坐舒适性以及对旅行中的娱乐和资讯的需求也越来越大。因此，在世界高速铁路列车运行速度达到 300 km/h 之后，发展列车主动控制与网络信息技术、提高旅客乘坐的软环境成为了各个国家机车车辆发展的另一重要技术方向。随着计算机技术、通信技术、机电和自动控制技术、加工技术及新材料等技术的发展，列车的网络技术飞速发展，成为机车车辆特别是动车组重要的组成部分。

列车通信网络是一种面向控制、连接车载设备的数据通信系统，是分布式列车控制系统的核心，其集列车控制系统、故障检测与诊断系统，以及旅客信息服务系统于一体，以车载微机为主要技术手段，通过网络实现列车各个系统之间的信息交换，最终达到对车载设备的集散式监视、控制和管理目的，实现列车控制系统的智能化、网络化与信息化。网络控制是列车的中枢神经和指挥中心，是列车正常运行的基本保证。

二、动车组及网络的发展

1. 动车组的发展

高速、舒适是世界铁路发展的主要目标和方向。

1964 年 10 月 1 日，世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线通车，最高运行速度达 210 km/h，拉开了世界高速铁路的序幕。高速铁路的主干作用带动了铁路自身技术的进步，使有“夕阳产业”之称的铁路运输逐步转变为“朝阳产业”。其后，法国（1981 年始）、德国（1991 年始）、意大利（1992 年始）、西班牙（1992 年始）和英国、瑞典、韩国等国家取得了高速铁路的成功经验。美国、俄罗斯、比利时、荷兰、我国台湾等国家和地区也在筹建或已建成高速铁路。2007 年 4 月 3 日，法国 ALSTOM 公司的 V150 高速动车组试验速度已达到 574.8 km/h。

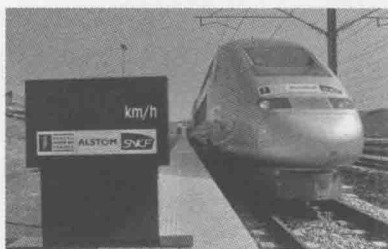


图 1-1-1 动车组外观图片

2007年4月18日,我国铁路进行第六次大提速,开行了200 km/h的高速动车组,部分线路区段运行速度达到了250 km/h。2008年8月8日,京津客运专线开行了300 km/h的动车组,最高速度达350 km/h。2009年12月,武广线重联列车达到394 km/h的试验速度。2010年12月3日,在京沪高铁枣庄至蚌埠间的先导段联调联试和综合试验中,国产新一代高速动车组“和谐号”CRH380A最高运行时速达到486.1 km/h。

2. 动车组网络的发展阶段

1) 初期阶段

计算机在轨道交通工具上的应用随着20世纪70年代后期微处理器技术的普及而迅速发展。开始阶段微处理器主要应用于机车车辆单个设备的控制,如西门子、BBC于80年代初把8086微处理器应用于机车或动车的传动控制。

2) 发展阶段

随着微处理器控制、服务对象的增多,引入了铁路控制系统层次划分的思想,产生了基于串行通信的用于较为独立的控制设备或层次间信息交换的总线与企业标准,如BBC的连接机车控制层与传动控制层的串行控制器总线,该总线后来发展成为用于连接机车内部所有智能设备的MICAS车辆总线,简称MVB。

3) 成熟阶段

20世纪90年代初,产生了以满足机车和动车组重联控制需要的列车总线,如西门子的DIN43322列车总线。至此,一些大的铁路公司以牵引控制系统为基础、列车通信系统为纽带、新器件和新工艺为载体,相继推出了广泛覆盖牵引、制动、辅助系统、旅客舒适设备控制、显示和诊断等功能的列车通信与控制系统,在欧洲一般简称为TCC。在北美,类似的系统被称为基于通信的列车控制系统,简称CBTC。

三、国外动车组网络技术的发展

随着微机技术和通信技术的发展,列车通信网络在初期的串行通信总线的基础上应运而生,并从原来不同公司的企业标准发展为国际标准,逐步形成了列车通信与控制系统的标准化、模块化的硬件系列和全方位的开发、调试、维护、管理软件工具。

1. 德国西门子公司的网络技术发展

1979年德国西门子公司首次开发了车载微机控制装置;1981年德国西门子公司采用8086CPU开发了SIBAS系统,20世纪80年代末改用80186作为CPU;1992年在SIBAS16基础上推出了以80386为CPU的SIBAS32系统,已具备网络控制功能(符合TCN标准)。

2. Adtranz公司的网络技术

德国Adtranz公司(ABB戴姆勒-奔驰运输系统股份公司,英文全称ABB Daimler-Benz Transportation GmbH,中文译作“安达”,是一家生产铁路车辆的公司,网络技术发展MICAS-S牵引控制系统也创建于20世纪80年代初,其CPU采用80186;1992年MICAS-S2系统

开始大批量应用,引入了列车通信网络,在其基础上推出以 MotololaMC68EN360 为 CPU 的 MITRAC 分布式列车控制与通信系统符合 TCN 标准;2001 年被加拿大 Banbadier 公司收购。

3. 法国 ALSTOM 公司网络技术发展

ALSTOM 公司于 20 世纪 80 年代开始在机车车辆上进行车载微机的控制研究。它将 WorldFIP 作为标准通信协议应用于其开发的 AGATE 列车控制系统,并成功应用于 TGV 高速列车。

4. 北美网络技术的发展

在北美,由一家美国公司 Echelon 于 20 世纪 90 年代初开发的主要用于建筑自动化和工业控制的现场总线 LonWorks 被部件供应商和铁路公司所接受,紧跟在 IEC61375 之后正式成为国际标准。IEEE 于 1999 年制定了 IEEE1473 列车通信协议,该协议包含 IEC61375 规定的 TCN (14732T) 和 78 kbps 数据速率的 LonWorks (14732L)。

5. 日本网络技术的发展

日本的铁路运输业也十分发达,但由于日本地形十分封闭的特点其列车控制网络技术模式不同于欧洲,而采用了一种适用主义的技术路线:列车总线采用实时的 ARCNET 令牌环形或梯形网络,而车辆总线则采用基于 HDLC 的 RS485 总线,同样满足了包括新干线高速列车在内的各种列车的控制需求,且具有较高的性价比。

6. TCN 的发展

1988 年,受国际电工委员会 (IEC) 第九技术委员会 (TC9) 的委托,来自 20 多个国家以及 UIC (国际铁路联盟) 的代表组成的第 22 工作组 (WG22),共同为铁路设备的数据通信制订一项标准。1999 年 6 月,经过长达 11 年的工作,工作组在 ABB 公司的 MICAS 基础上,以及西门子 (Siemens) 公司的 DIN43322 和意大利的 CD450 等运行经验的基础上制定的列车通信网络 (TCN) 标准——IEC61375 正式成为国际标准。我国于 2002 年颁布的铁道部标准 TB/T3025—2002 也将其正式确认为列车通信网络标准。

目前广泛使用的列车通信网络有:符合 IEC 标准的 TCN 网络 (IEC61375);符合 IEEE 标准的列车通信网络 (IEEE1473,包括 TCN 网络和 LonWorks 网络);其他工业控制网络,如应用于法国 TGV 高速列车 AGATE 控制系统的 WorldFIP 网络、应用于日本新干线高速列车的 ARCNET 网络等。

四、我国列车信息控制网络的现状与发展

我国对列车网络的应用始于机车微机控制系统的应用。我国铁路列车的微机控制系统是从机车的牵引控制开始的。

我国于 1987 年开始国产电力机车车载微机控制系统研究。在引进的 6K、8K 微机控制电力机车和与美国 GE 公司合作研制的内燃机车微机控制系统的基础上,开发研制了两种用于

牵引控制的微机系统。一种是国产化的 MICAS-S 微机系统,用于 SS4B 和 SS8 等电力机车;另一种是基于美国 GE 公司 20 世纪 80 年代的 C39-8 机车的微机控制系统,用于 DF11 和 DF8B 等内燃机车。这两种系统都采用 80186 为 CPU,单机结构,但 MICAS-S 系统允许有多个处理器。与此同时,机车上的其他一些小系统也采用了微机,主要是单片机(51 系列或 96 系列),例如列车的速度监控装置。目前在各型机车都已经安装使用的 LKJ-93、LKJ-2000 型速度监控装置。

1989 年我国引进瑞士 ABB 公司 MICAS-S 系统机车模拟控制装置;1991 年,株洲电力机车研究所购买 ABB 公司的牵引控制系统开发工具特别是软件开发工具的基础上,联合路内高校开发出了我国第一套电力机车微机控制装置,安装于 SS40038 电力机车上。在该装置中,系统被明确划分为人机界面显示级、机车控制级和传动控制级三级。级与级之间通过串行总线连接,形成了二级总线的雏形。其中连接司机台显示器与机车控制级之间的显示总线在“春城”号动力分散电动车组上扩展为贯穿全列车连接各动力车的机车控制级与司机台显示器的列车显示总线。连接机车控制级与传动控制级的近程控制器总线在“先锋”号动力分散交流传动电动车组上扩展为连接动力车节点与传动控制单元和 ATP 的中程控制器总线。

20 世纪 90 年代中期,随着动车组在我国升温,对列车通信网络特别是机车的重联控制通信的需求十分迫切。1995 年铁道部开始立项研制自主知识产权的 ARCNET 列车通信网络,由株洲电力机车研究所联合铁路相关单位进行研究,它是一种令牌总线网络,通信速率达 2.5 Mbps,可降到 1 Mbps 使用。该系统虽然已制造出了网关等设备,但最后未能完成。在这一时期路内外许多单位也先后自发地开展了自我开发、联合开发或技术引进工作。这些工作主要在局域网、现场总线、TCN、通信介质、基于 RS485 的通信协议等领域展开。如:同济大学与株洲电力机车研究所合作开发的基于 ARCNET 的列车总线和基于 HDLC 的车辆总线的列车通信网络系统的研究;同济大学用 CAN 作为连接司机台和列车控制单元的局部总线的研究;国防科技大学用 CAN 作为磁悬浮列车的列车总线的研究;西南交通大学用 RS485 协议作为摆式列车倾摆控制总线的研究;北京交通大学对通信介质及其转换的研究;大同机车厂对列车通信网结构及其协议的研究和对 BITBUS 的研究;株洲电力机车研究所的基于 FSK 的列车通信的研究,基于 RS485 协议的局部总线的研究,基于 LonWorks 的列车总线和局部总线的研究,CAN 总线用于列车监控装置和摆式列车局部控制总线的研究,基于 ModBus 的 ISO 局部总线的研究,MVB、WTB 的研究以及国产化的 MVB 产品与其他公司的 MVB 产品的兼容性试验;四方机车车辆研究所、铁道科学研究院、西南交通大学、武汉市剑湖铁路客车配件厂、武汉正远公司等对 LonWorks、MVB、WTB 进行了研究,购买了或准备购买 LonWorks、MVB、WTB 的开发工具。

近年来,国内机车车辆工业发展迅速,相继开发成功了动车组、200 km/h 的高速车等产品,以及目前尚处于开发研制阶段的摆式列车、轻轨车等产品。这些产品需要对列车的运行状况和故障作出快速准确的判断和处理,而传统的机车车辆控制技术已不能满足这方面的要求。同时,随着电子技术的飞速发展,应用于车辆上的智能设备也越来越多,如集中轴报、电动塞拉门、电子防滑器、电控制动、信息显示等系统都装在 K 型车上。这些系统配备大量的控制线路,且有的系统自成一个小型网络,使一个车辆有多种网络存在,各系统之间数据不能共享,信号重复检测。为解决上述存在的问题,引入列车信息技术将全列车的智能用电设备连接起来,达到数据共享是非常重要的。国内各铁路工厂为满足新型机车车辆、动

车组, 以及城市轨道交通车辆的需要, 纷纷采用了各种类型的计算机通信网络: 从简单的 RS485 高速总线到符合 TCN 标准的 WTB 系统和 MVB 系统。

“新曙光”号是首列采用 LonWorks 列车总线技术的内燃动车组。在该项目中, LonWorks 列车总线网卡插在成熟的内燃机车微机控制装置 EXP 机箱中。首尾动力车的重联通信通过 LonWorks 列车总线以显式报文方式实现, 而 EXP 机箱内的主 CPU 通过机箱背部的并行 FE 总线访问网卡上的双口 RAM 实现信息交换。“神州”号的 LonWorks 列车重联通信与此类似, 但采用了二路, 即设置了一路 LonWorks 冗余通道。

“先锋”号是首列采用了株洲电力机车研究所的 TEC 列车通信与控制系统的动力分散交流传动动车组。在该项目中, 每节动车或拖车上都有一个列车总线节点, 列车总线贯穿全列车连接各个节点。在每节动车或拖车内, 各智能控制设备通过 MVB 或控制器总线与节点交换信息。在司机台显示器上可以选择查看全列车各个设备的状态。我国列车通信网络在动车组上的应用情况如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 我国列车通信网络在动车组上的应用情况

车型	编组	列车总线	车辆总线	子系统总线	总线供应商	出厂日期
TM1 出口 伊朗 EMU	2M10T	FSK 动车重联	MVB 连接显示和 牵引控制	RS485 连接机 车级和传动级	ADtranz、 株洲所	1997
“庐山”号双 层 DMU	2M2T	RS485	—	—	西门子	1998
“春城”号 EMU	3M3T	远程 RS485 连接 MMI 和 3 个动车	—	RS485 连接机 车级和传动级	株洲所	1998
四方厂液 力传动 DMU	2M4T	高速 RS485	—	—	日本新泻 铁工所	1999
“新曙光”号 DMU	2M9T	Lonworks 动车 重联	—	—	株洲所	1999
“大白鲨”号 EMU	1M6T	FSK 连接动车和控 制车	MVB 连接显示和 牵引控制	RS485 连接机 车级和传动级	ADtranz、 株洲所	1999
“蓝箭”号交 流传动 EMU	1M6T	WTB 连接全列车 所有车辆	MVB 连接动车和 拖车内所有智能 设备	—	ADtranz	2000
“神州”号 DMU	2M10T	Lonworks 动车重联	—	—	株洲所	2000
“神州”号 DMU	2M10T	CAN 动车重联	—	—	武汉正远	2000
“先锋”号动 力分散 EMU	4M2T	FSK 连接全列车所 有车辆	MVB 连接制动系 统、辅助系统、车 辆设备、显示器	远程 RS485 连 接牵引控制、 ATP	株洲所	2001
哈尔滨局 DMU	2M5T	RS485 动车重联	—	—	长春客车厂	2001
“中原之星” 号动力分 散交流传 动 EMU	4M2T	FSK 连接 2 个各由 2M1T 三节车组成 的车组单元	MVB 连接一个车 组单元内所有智 能设备	—	株洲所	2001

续表 1-1-1

车型	编组	列车总线	车辆总线	子系统总线	总线供应商	出厂日期
集通 DMU	2M6T	Lonworks 动车重联	—	—	株洲所	2001
“中华之星” EMU	2M8T	WTB 连接全列车所有车辆	MVB 连接制动、辅助系统、车辆设备、显示器	—	ADtranz、株洲所	2003
CRH ₁ 动车组	5M3T	WTB /MITRAC 系统	MVB		Bombardier	2007
CRH ₂ 动车组	4M4T	ARCNET	点对点串行传输, 20mA 电流环		日本日立	2007
CRH ₃ 动车组	4M4T	WTB/SIBAS32 系统	MVB	CAN、RS485	Siemens	2008
CRH ₅ 动车组	5M3T	WTB	MVB	CAN	ALSTOM	2007

我国列车通信网络在列车上的应用情况如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 我国列车通信网络在机车上的应用情况

车型	编组	列车总线	车辆总线	子系统总线	总线供应商	出厂日期
“奥星”号交流传动	机车	—	MVB 连接机车内所有智能设备	—	株洲所	2001
HXD ₁ 机车 HXD ₁ B 机车 HXD ₁ C 机车	电力机车	WTB/SIBAS32 系统	MVB		Siemens	2007
HXD ₂ 机车 HXD ₂ B 机车	电力机车	WorldFIP/AGATE			ALSTOM	2007
HXD ₃ 机车	电力机车	Ethernet/以太网	RS485		日本东芝	2006
HXD ₃ B 机车	电力机车	WTB/MITRAC 系统	MVB		Bombardier	2008
HXN ₃ 机车	内燃机车		EM2000 系统	Ethernet/CAN	EMD	2008
HXN ₅ 机车	内燃机车	Ethernet/以太网	ARCNET		GE	2008

“中原之星”号是第二列采用 TEC 技术的动力分散交流传动电动车组。该项目与“先锋”号项目的主要区别是采用了 MVB 光缆连接一个车组单元内三节车的所有智能控制设备（大部分布置在车辆的地板底下），而整列车仅设置了 2 个列车总线节点，即每个车组单元只设置 1 个列车总线节点。从而从列车总线往下看，好像整个列车是由 2 个基本运转单元构成的，简化了控制信号在列车总线上的传递。另外，“中原之星”号的车辆总线、列车总线、列车控制单元、某些重要设备控制用的数字输入/输出通道（如继电器）等采取了冗余措施。

“新曙光”号、“神州”号列车重联通信的成功，特别是“先锋”号、“中原之星”号的较为完备的列车通信与控制系统的成功，标志着我国列车通信与控制系统的的发展已经进入实用化的新阶段。

任务二 动车组网络特点与发展趋势

一、列车通信网络的结构组成与功能特点

目前典型的列车网络控制系统基本上采用列车总线、车辆总线和设备总线的三级分层网络结构,如图 1-1-2 所示。

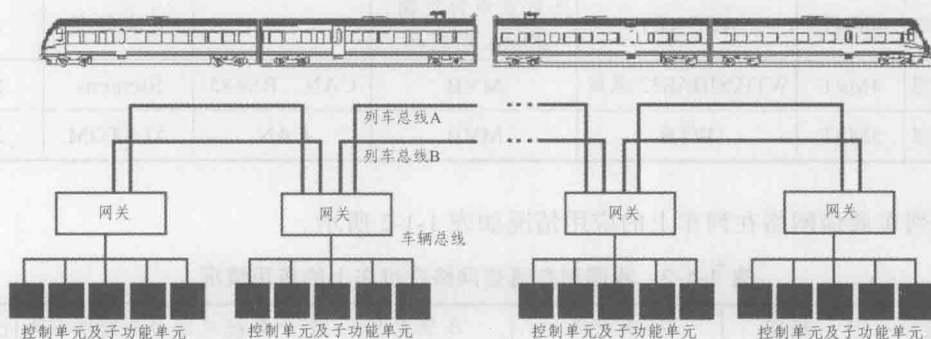


图 1-2-1 列车通信网络

列车总线用于连接列车各个车辆单元(一节车辆或车辆组)的节点(网关);车辆总线用以连接列车总线节点(网关)和该车辆总线下挂的设备;设备内部的总线称为设备总线,各设备制造厂商可自由选择设备总线。

列车总线与车辆总线之间通过路由器或网关通信。路由器实现车辆单元内的控制节点接入列车总线的路由,用于网络隔离,为不同节点的网络报文选择路径,无控制功能;总线控制器实现对车辆单元内设备的直接管理和控制,既管理车辆总线,也可以直接参与控制。设备是车辆总线上用于实现功能的节点。在列车总线上设有主节点(又称强节点),用于实现列车网络的监控、管理、维护和功能调度,一个列车网络内可设多个主节点作为冗余,但任何时刻只能有一个主节点实施主控。

常见的网络拓扑有总线形、星形、环形和树形等。由于列车的特殊性,列车级网络拓扑基本上都采用总线形或者环形;车辆级网络拓扑既可以是总线形,也可以是星形或环形等其他结构。

列车网络控制系统的主要任务有:

(1) 通过贯穿列车的总线来传送信息,简化连线,减轻列车的重量,降低安装和连线的费用。

(2) 实现各动力车的重联控制,实现整列车同步、协调、可靠的牵引与制动运行控制功能。

(3) 实现整列车的状态监测、故障诊断、故障决策、安全防护以及旅客信息管理等功能,及时将信息显示在司机室的信息显示器上,使乘务员及时了解列车的运行状态,为旅客提供信息服务。

(4) 提供更多的信息流,实现全列车(动车和拖车)由计算机控制部件联网通信和资源共享。将分布于列车上不同位置具有不同功能的控制节点以一定的规则用通信介质连接起来,形成信息通道,在一定的计算机软、硬件的支持下,为连接于其上的节点提供稳定、可靠的