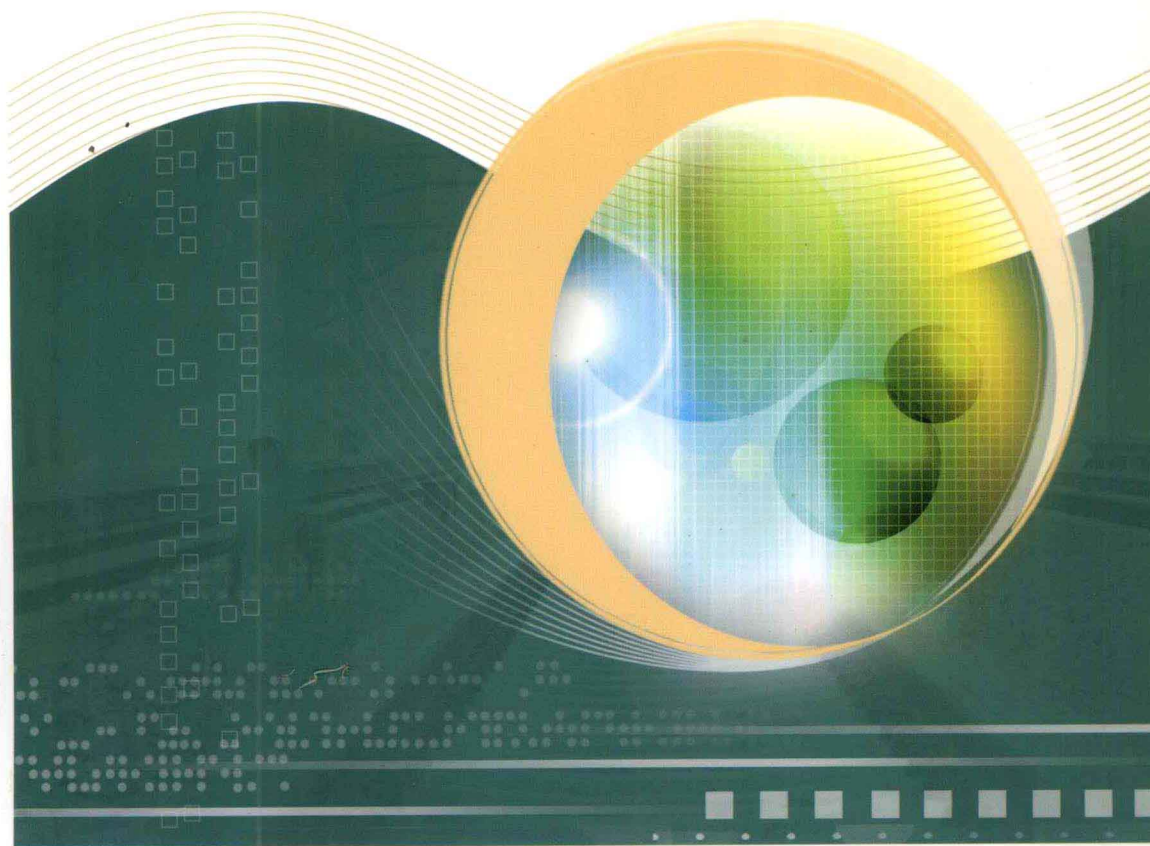




普通高等教育铁道部规划教材

# 现代铁路信号中的通信技术

李开成 主编 莫志松 主审



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等教育铁道部规划教材

# 现代铁路信号中的通信技术

李开成 主 编  
莫志松 主 审

中国铁道出版社

2010年·北京

## 内 容 简 介

本书是普通高等教育铁道部规划教材。本书系统地介绍了铁路信号领域中应用的通信技术。内容包括:铁路信号中涉及的数据通信与网络基础、现场设备通信技术、IP 网络技术、列车移动通信技术、信息安全技术、故障—安全通信技术。

本书可供铁道信号相关专业的本科生和研究生学习使用,也可供铁道信号工程技术人员学习和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代铁路信号中的通信技术/李开成主编. —北京:  
中国铁道出版社, 2010. 9  
普通高等教育铁道部规划教材  
ISBN 978-7-113-11437-4

I. ①现… II. ①李… III. ①铁路信号-通信技术-  
高等学校-教材 IV. ①U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 166027 号

书 名:现代铁路信号中的通信技术  
作 者:李开成 主编

---

责任编辑:朱敏洁 电话:010-51873134 电子信箱:zhuminjie\_0@163.com 教材网址:www.tdjiaocai.com  
编辑助理:李慧君  
封面设计:崔丽芳  
责任校对:孙 玫  
责任印制:陆 宁

---

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)  
网 址:<http://www.tdpress.com>  
印 刷:三河市华丰印刷厂  
版 次:2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷  
开 本:787 mm×960 mm 1/16 印张:17.5 字数:374千  
印 数:1~3 000册  
书 号:ISBN 978-7-113-11437-4  
定 价:35.00元

---

### 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)  
打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

# 前 言

本书是普通高等教育铁道部规划教材,是由铁道部教材开发领导小组组织编写,并经铁道部相关业务部门审定,适用于高等院校铁路特色专业教学以及铁路专业技术人员使用。本书为铁道信号系列教材之一。

铁路信号是保证列车行车安全、缩短列车追踪间隔、提高运输效率、提供列车运行信息的铁路基础设施,是铁路的关键技术装备之一。随着通信技术、计算机技术、网络技术和自动控制技术的发展及其在铁路信号领域的应用,现代铁路信号系统的功能和内涵发生了巨大的变化,铁路信号系统朝着系统化、网络化、信息化、智能化、通信信号一体化方向发展。其中,网络技术和通信技术起到桥梁和纽带的作用,将铁路信号系统中的各个子系统连接在一起,构成一个有机的整体;信息安全技术和故障—安全通信技术起到保护作用,确保了铁路信号系统中信息传输的安全和可靠。

我国铁路技术政策已经确定采用基于 GSM-R 无线通信传输的 CTCS-3 级列控系统作为高速铁路的列车运行控制系统。本书结合我国高速铁路信号系统建设和运营维护的需要,根据通信技术在铁路信号中的应用形式以及铁路信号对通信的要求,以图文并茂、技术原理和应用实例相结合的方式,描述了串行通信技术、现场总线技术、列车通信网络技术、计算机网络技术、列车移动通信技术、信息安全技术和故障—安全通信技术的技术原理及其在铁路信号系统中的应用。

本书由北京交通大学李开成主编,铁道部运输局莫志松主审。其中第一章由李开成编写,第二章由北京交通大学袁磊编写,第三章和第七章由北京交通大学马连川编写,第四至第六章由北京交通大学赵红礼编写。在本书的撰写过程中得到了铁道部有关部门的大力支持和指导,特别是运输局基础部刘朝英、覃燕,运输局客专技术部唐抗尼等的指导,也得到了北京交通大学同仁的帮助和支持,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,错误遗漏在所难免,恳请读者批评指正。

编 者  
2010年7月

# 目 录

<b>第一章 绪 论</b> .....	1
第一节 铁路信号系统的发展概况.....	1
第二节 现代铁路信号系统的组成.....	4
第三节 通信技术在铁路信号中的应用形式.....	7
第四节 铁路信号系统对通信的要求.....	9
复习思考题 .....	10
<b>第二章 数据通信与网络基础</b> .....	11
第一节 数据通信与数据通信系统 .....	11
第二节 数据通信网的网络拓扑 .....	16
第三节 数据通信网的传输介质 .....	18
第四节 数据通信网的交换技术 .....	21
第五节 数据通信网的网络体系结构 .....	26
第六节 网络互联与网络互联设备 .....	34
复习思考题 .....	40
<b>第三章 现场设备通信技术</b> .....	41
第一节 串行通信技术 .....	42
第二节 现场总线技术 .....	65
第三节 列车通信网络.....	102
复习思考题.....	116
<b>第四章 IP 网络技术</b> .....	117
第一节 计算机网络基础.....	117
第二节 TCP/IP 协议 .....	118
第三节 IP 局域网技术 .....	123
第四节 IP 广域网技术 .....	135



第五节 IP 网络在铁路信号中的应用 .....	141
复习思考题 .....	147
<b>第五章 列车移动通信技术</b> .....	<b>148</b>
第一节 铁路无线通信概述 .....	148
第二节 列车移动通信原理 .....	151
第三节 GSM-R 系统 .....	156
第四节 基于 GSM-R 的列车运行控制系统 .....	162
第五节 GSM-R 在信号中的应用实例 .....	167
复习思考题 .....	176
<b>第六章 信息安全技术</b> .....	<b>177</b>
第一节 网络安全概述 .....	177
第二节 加密技术 .....	181
第三节 防火墙技术 .....	188
第四节 数字签名与鉴别 .....	195
第五节 入侵检测系统 .....	200
第六节 病毒与网络安全 .....	204
第七节 现代铁路信号中的安全技术 .....	214
复习思考题 .....	219
<b>第七章 故障—安全通信技术</b> .....	<b>221</b>
第一节 概 述 .....	221
第二节 故障—安全通信标准 .....	227
第三节 故障—安全通信协议举例 .....	236
复习思考题 .....	272
<b>参考文献</b> .....	<b>273</b>

# 第一章

---

## 绪论

### 第一节 铁路信号系统的发展概况

铁路信号是通过技术手段控制列车进路,为列车提供行车凭证的安全保障设备,在铁路系统中起到举足轻重的作用。

随着铁路的出现铁路信号应运而生。最初的铁路信号,如臂板信号,是由人工操作,设备简陋,功能简单,只起到允许列车运行和禁止列车运行的作用。随着运输需求的多样化和复杂化,以及科学技术的发展,特别是通信技术、计算机技术、网络技术和自动控制技术的发展及其在铁路信号领域的应用,铁路信号的功能和内涵发生了巨大的变化,铁路信号已发展成为保证列车行车安全、缩短列车追踪间隔、提高运输效率、提供列车运行信息和改善劳动强度的铁路基础设施,是铁路的关键技术装备之一。铁路信号系统包括车站联锁系统、列车运行控制系统(含区间闭塞系统)、调度集中系统(Centralized Traffic Control, CTC)和信号集中监测系统(Centralized Signaling Monitoring, CSM)等。

#### 一、区间闭塞系统的发展

闭塞是用信号或者凭证,保证列车按照空间间隔安全运行的技术方法,即在一个闭塞分区内,同一时间只允许一列列车占用。

在区间闭塞系统中,防止列车冲突的传统做法是把铁路线路划分成许多线段,在车站之间的线段称作区间,在车站内的线段称作进路。对于区间来说,检查前方区间内确实无车存在,即在空闲状态时,防护该区间的信号才能开放。

信号开放后,区间就处于“闭塞”状态。列车一旦根据信号显示进入区间后,该信号立即关闭。这样就保证在一个区间内仅有一列列车运行,防止了列车冲突事故的发生。这类保证列车在区间运行安全的信号系统称作区间闭塞系统。

实现区间闭塞的代表性设备有轨道电路闭塞设备和计轴闭塞设备。

我国铁路使用的自动闭塞设备绝大部分是轨道电路,轨道电路的信息传输技术发展经历了以下几个阶段。

(1)直流式轨道电路:包括直流轨道电路和直流脉冲式轨道电路。



(2)交流连续式轨道电路:包括交直流轨道电路、驼峰轨道电路、阀式轨道电路、25 Hz 轨道电路、相敏轨道电路。

(3)交流计数电码。

(4)移频轨道电路。

(5)数字编码轨道电路。

按照有无机械绝缘分类,轨道电路分为:有绝缘轨道电路和无绝缘轨道电路。

轨道电路实现了从模拟信号到数字编码的转变,提高了信息的传输数量和可靠性;从有绝缘轨道电路到无绝缘轨道电路的转变,适应了高速铁路的需要。

## 二、车站联锁系统

对于车站进路控制来说,需要在车站进路的入口设置信号予以防护。在信号开放时不仅要检查进路空闲,而且要检查进路中道岔是否正确,还要检查是否与其他进路发生冲突等,只有在进路空闲、道岔位置正确并锁闭(不能再操纵)和可能发生冲突的进路(称作敌对进路)没有办理并已锁闭(不能再办理)的条件下,信号才能开放。列车驶入进路后,防护信号应立即关闭。列车离开了进路中的道岔区段后,道岔和敌对进路才允许解锁。由此可见,为了保证行车安全,信号、道岔与进路之间必须以技术手段保持一定的制约关系和操作顺序,通常将这种制约关系和操作顺序称为联锁。

就技术方面而言,联锁系统已经经历了以下三个阶段。

(1)机械联锁。

(2)继电联锁(电气联锁)。

(3)计算机联锁。

联锁系统实现了以继电设备控制为主向以计算机控制为主的转变,不但提高了联锁系统的可靠性,减少了设备所占用的空间,并且大大缩短了设备的开通时间,而且有利于向区域联锁的方向发展。

## 三、列车运行控制系统

列车运行控制系统是以技术手段对列车运行方向、运行间隔和运行速度进行控制,保证列车能够安全运行、提高运行效率的系统,简称列控系统。列控系统分为列控地面子系统和列车载子系统。在不同的应用场合,列控系统的设备构成有所不同。

列车运行控制系统经历了以下几个阶段。

(1)地面人工信号。

(2)地面自动信号。

(3)自动报警装置:通过地面设备和车载设备共同作用,实现在信号机前方报警,以提醒司机注意瞭望信号,安全驾驶的装置。





(4)机车信号:地面信号显示为主的铁路信号系统从地面向司机提供视觉信号,由司机根据地面信号显示,控制列车速度以实现列车的间隔控制。这种方式的运行控制是以司机严格遵守信号为前提。

(5)自动停车装置。

(6)列车超速防护系统。

(7)基于通信的列车运行控制系统。

随着列车运行控制系统的推广运用,铁路信号实现了以车站联锁为中心向以列车运行控制系统为中心的转变。

#### 四、调度指挥系统

我国铁路运输调度指挥管理是以行车调度为核心、以站和段为基础、实行铁路局和铁道部二级调度管理的体制。目前,铁路行车调度指挥应用的系统主要包括列车调度指挥系统(Train operation Dispatching Command System,以下简称 TDCS)及分散自律调度集中系统(Centralized Traffic Control System,以下简称 CTC)。

TDCS 系统将铁道部调度中心、铁路局调度所和覆盖全路车站的 TDCS 设备,连接成一个实时、可靠、安全的 TDCS 网络,并在保证网络安全的前提下,与相关系统结合,信息共享。TDCS 的实施改变了我国铁路调度指挥传统的人工绘制运行图、人工报点和手工填写行车日志的作业方式,实现了自动采集列车运行时刻、自动绘制列车实际运行图、列车车次号的自动采集和跟踪、无线车次号校核、阶段计划自动调整、自动生成车站行车日志、站间透明、向车站和机车下达阶段计划和调度命令等功能。它是实时过程控制、信息处理、高可靠性的信息化系统。

我国铁路的 CTC 系统是在 TDCS 平台基础上建立的、集调度指挥管理与控制于一体的调度指挥系统,它由调度中心、车站和调度中心及车站之间的网络三部分组成。

调度指挥系统的发展和应用,使“调度员—车站值班员—司机”三级管理的传统列车运行调度指挥发展成为由调度员直接控制移动体(列车)的先进管理方式,实现了列车运行由以人为确认信号和操作向车载设备智能化的转变。

#### 五、信号集中监测系统

铁路信号设备的正常工作是提高铁路运输效率、保证铁路行车安全的前提。信号设备工作状态的监测和管理是一项非常重要的工作。传统的铁路信号设备由于不具备实时自诊断设备电气特性是否满足标准的能力,只能采用人工巡回检查、观测和记录的方式,不仅耗时、耗力,而且还可能存在漏检的风险。这种人工监测只能做到故障检修,不能做到状态检修。

电子技术,特别是计算机技术在铁路信号设备中的应用,不仅提高了信号设备的智能化,



而且使信号设备具有自诊断能力、状态信息记录能力；另外，信息传输技术和网络技术的发展，为对分散设备的集中监测和管理提供了技术手段。

信号集中监测系统是先进的计算机技术、网络技术、信息传输技术与铁路信号设备相结合的新一代铁路信号监测系统。它改进、完善了已有的维修测试方式，是保证铁路行车安全、提高运输效率的重要辅助设备；是减少维修对运输的干扰，逐步实现预防性状态修，使信号设备处于可靠运行和全面受控状态的监视系统。它还具有一定程度的诊断能力。

信号集中监测系统能够对信号设备的电气特性、设备运用过程、设备运用状态、操作人员的操作过程、设备发生故障或者非正常情况等信息进行实时监测、记录及回放，并对检测的超标、故障等信息进行报警。设备维修人员可通过信号集中监测系统对信号设备进行远程的单项和全面的测试、分析，根据报警信息对信号设备进行预防性检修，保证设备始终处于良好的运用状态。同时，它为信号设备的故障分析乃至行车事故的分析判断，提供了直观和可靠的第一手材料。

## 第二节 现代铁路信号系统的组成

现代化铁路的实现，一是要有足够发达的铁路网，消除铁路对国民经济的瓶颈制约；二是大力发展和建设电气化铁路，提高电气化铁路的比重；三是建设高速铁路网并在繁忙线路实现客货分运；四是货运铁路重载通道化；五是探索城市轨道交通的发展途径。其目标就是旅客运输高速化、舒适化、快捷化；货物运输重载化、专业化、便捷化；全面满足国民经济对铁路运输的需求。2008年起中国铁路进入了高速铁路时代，通信信号是高速铁路四大核心技术的重要组成部分，直接关系到高速铁路的建设和安全运行。

铁路的发展需求决定了铁路通信信号的发展方向。铁路的大发展对铁路信号系统提出了挑战，同时也为铁路信号系统提供了非常良好的发展机遇。随着高速铁路的兴起，对铁路通信信号在安全上和功能上提出了新的更高的要求。铁路信号系统通过广泛运用3C(计算机、通信、控制)技术，实现了以下5个转变。

(1)由面向地面固定信号显示的控制到面向移动列车的直接控制的转变。

(2)由只是对信号显示控制而不能控制列车执行与否的开环控制到列车必须按要求执行信号命令的闭环控制的转变。

(3)由车站分散控制到调度集中统一指挥控制的转变。

(4)由调度单一指挥行车到行车指挥、进路控制和临时限速等综合操控的转变。

(5)由广播式简单通信到点对点和对多点的多功能移动通信转变。

作为列车运行指挥和控制的中枢，铁路信号包括调度集中系统(CTC)、车站计算机联锁系统、列车运行控制系统和信号集中监测(CSM)。其中，列车运行控制系统简称列控系统，由无线闭塞中心(Radio Block Center, RBC)/列控中心(Train Control Center, TCC)、轨道电路、



应答器、车载设备等组成。基于 GSM-R 无线通信实现列控信息车—地之间传输的铁路信号系统的构成如图 1-1 所示。

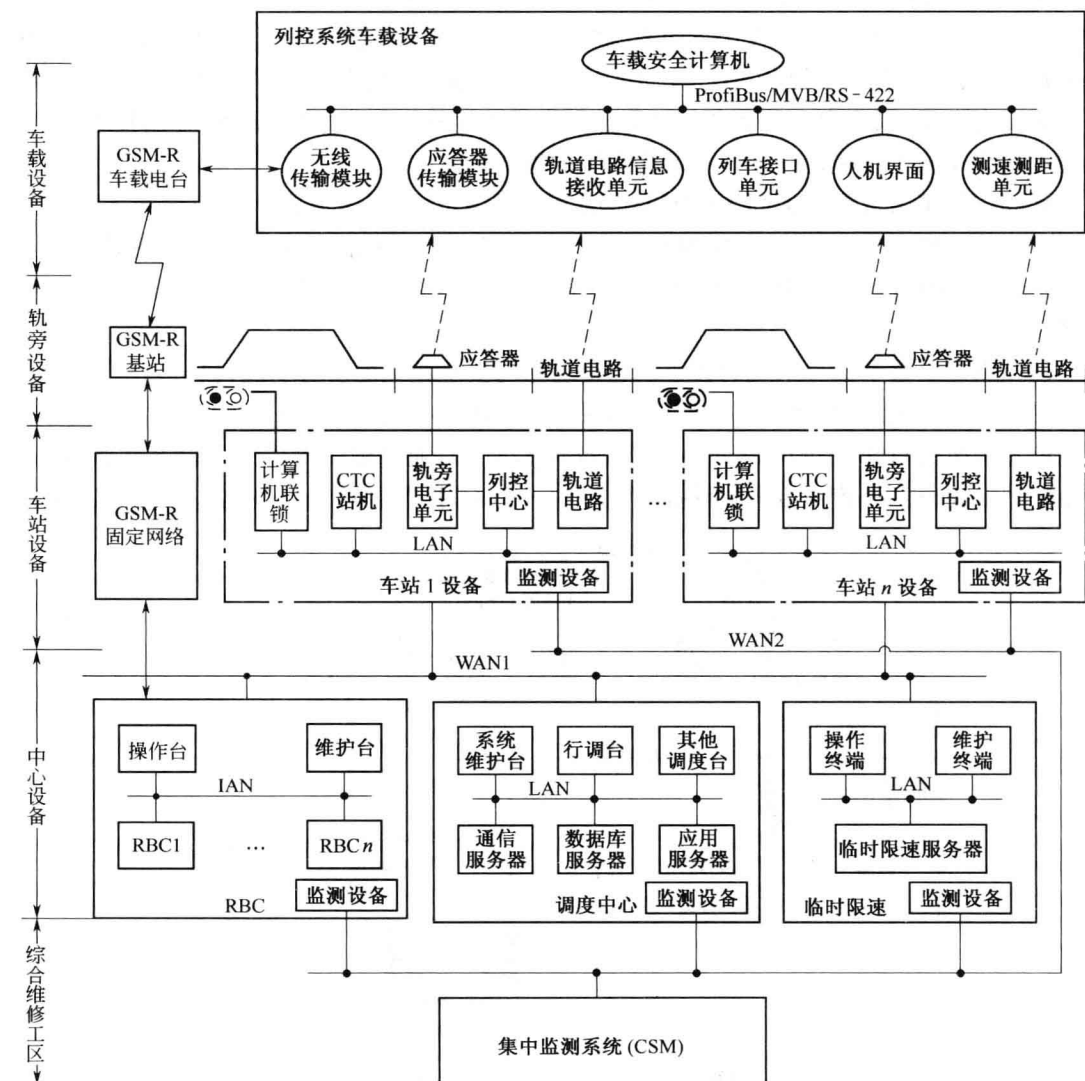


图 1-1 铁路信号系统构成框图

铁路信号系统的各个组成部分通过通信和网络等技术有机结合，实现地面控制与车上控制结合、本地控制与中央控制结合，构成一个以安全设备为基础，集行车指挥、运行调整、列车运行速度自动控制、集中监测等功能为一体的集中指挥、分散控制的综合性、



闭环控制系统。

调度集中系统(CTC)是由调度中心与所辖区段沿线信号室中的 CTC 站机共同组成的系统。调度集中根据列车运行、沿线行车设备状态及维修作业情况的实时信息,按照列车运行计划统一指挥全区段的列车运行。早期的调度集中的主要特征是由中心行车值班员执行的行车集中控制,现在正在向集行车指挥、安全监控、运营与维修管理和旅客信息服务于一体的综合自动化方向发展,调度中心的装备不仅集成了先进的计算机技术、通信技术、控制技术,而且是铁路现代化运输手段和运营管理自动化水平的重要标志。

计算机联锁系统是保证列车行车安全的基础设备,主要任务是按一定程序和条件控制道岔、信号,建立列车或调车进路,实现与列车运行和行车指挥等系统的结合,实现进路的人工或自动控制,显示区段占用和进路状态、信号开放和道岔状态、遥控和站控等各种表示和声光报警。

列控系统是整个信号系统的核心。它要确保与安全相关的所有功能,包括列车运行、乘客和员工的安全。无线闭塞中心(RBC)根据联锁办理进路信息、轨道电路的状态信息和列车的位置信息等生成行车许可(Movement Authority, MA),通过地—车信息传输系统将 MA、线路参数和限速信息等传输给车载设备;列控中心(TCC)控制轨道电路编码和有源应答器的发

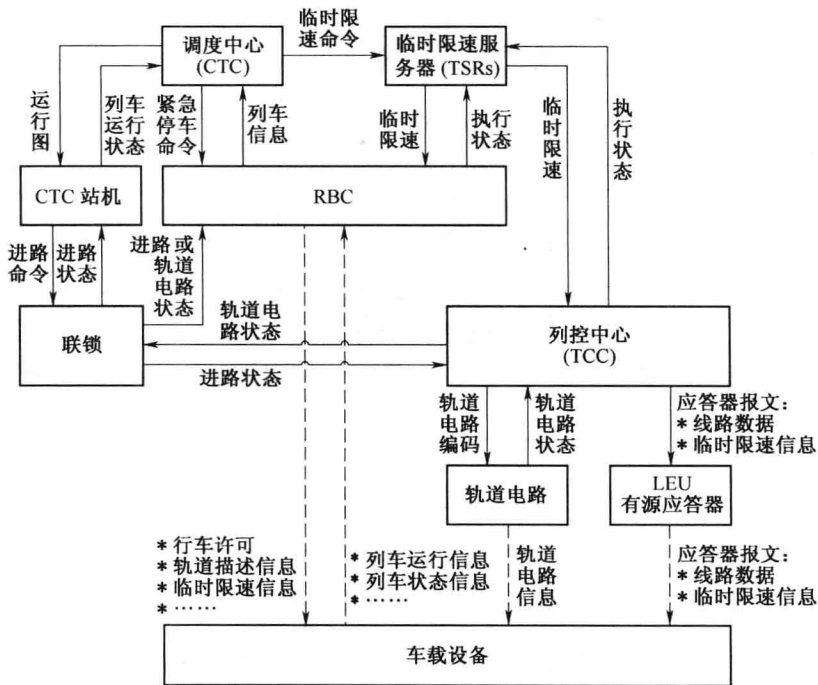


图 1-2 基于 CTCS-3 级列控系统的信号系统各设备之间的信息交互示意图



送报文;轨道电路实现列车占用检查,并向车载设备传送轨道电路信息;应答器(包括有源应答器和无源应答器)向车载设备传送线路参数和限速等信息;车载设备根据接收到的 MA、线路参数和限速信息计算连续速度—距离曲线,实时对列车进行控制,从而保证行车安全。

信号集中监测(CSM)系统设置在综合维修工区,通过远程网络对分散在调度中心、车站和轨旁的信号设备的电气特性、工作状态、操作过程等信息进行实时监测、记录及回放,并对检测的超标、故障等信息进行报警。

基于 CTCS-3 级列控系统的铁路信号系统信息交互如图 1-2 所示。

铁路信号系统中通信的特点:(1)数据通信,各子系统/设备之间交互的信息均为数据类型;(2)网络通信,控制中心的设备、车站设备、轨旁设备、车载设备通过网络通道相互交换信息。

### 第三节 通信技术在铁路信号中的应用形式

铁路信号系统中,各个设备/子系统之间传输控制命令、参数或者状态等信息,这些信息通过数据电路实现数据传输、交换、存储和处理。目前,在铁路信号系统中使用了以下几种通信技术手段。

#### 1. 通用异步串行通信技术

通用异步串行通信技术主要用在单个设备内部的两个模块之间通信,或者两个设备之间近距离的通信,常用的物理接口有 RS-422、RS-485、RS-232C;在数据链路控制的功能方面,采用面向字符的数据链路控制协议,以简化接口的复杂性。

采用通用异步串行通信技术的列控车载设备的结构如图 1-3 所示,车载安全计算机使用 RS-422 通信技术分别与轨道电路信息接收单元(TCR)、应答器传输模块(BTM)、人机界面(DMI)、记录单元(JRU)连接,使用 RS-485 通信技术与无线传输模块(RTM)连接。

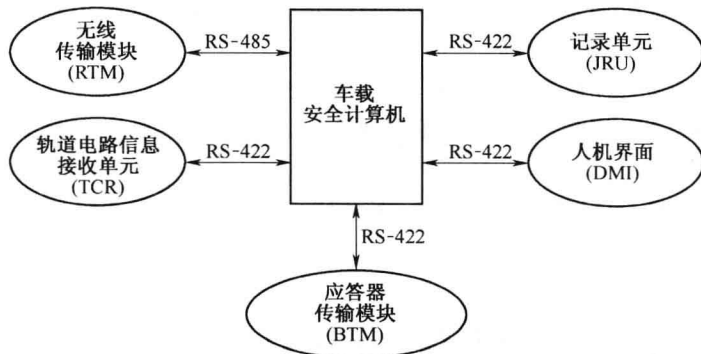


图 1-3 采用通用异步串行通信技术的列控车载设备的结构



## 2. 现场总线技术

现场总线技术主要用在单个设备内部的多个模块之间的互联通信、或者多个设备之间近距离的互联通信,常用的有 CAN 总线技术、ProfiBus 总线技术。

采用现场总线技术的列控车载设备的结构如图 1-4 所示,车载安全计算机使用 ProfiBus 总线技术分别与轨道电路信息接收单元(TCR)、应答器传输模块(BTM)、人机界面(DMI)、无线传输模块(RTM)、无线传输模块(RTM)连接,使用 MVB 总线技术与记录单元(JRU)连接。

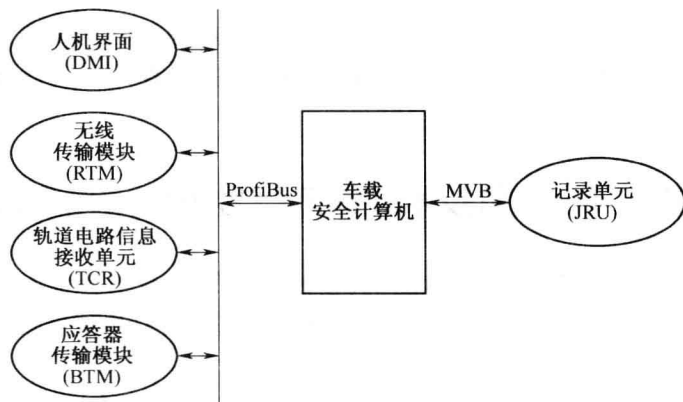


图 1-4 采用现场总线技术的列控车载设备的结构

## 3. 网络通信技术

铁路信号系统中使用的网络技术包括局域网、广域网络。在图 1-1 所示的铁路信号系统构成图中:

①调度中心的行调台、系统维护台、数据库服务器、通信服务器、应用服务器等设备之间通过局域网连接。

②为了便于维护和管理,一定范围内的 RBC 通常集中放置,RBC 与 RBC 之间、RBC 与操作台和维护台之间通过局域网连接。

③对于临时限速,临时限速服务器和维护终端之间通过局域网连接。

④位于车站信号机械室内的计算机联锁系统、CTC 站机、列控中心(TCC)之间通过局域网连接。

⑤调度中心、RBC、临时限速管理设备、车站信号室内设备(如联锁、TCC)之间采用广域网连接。

## 4. 车—地通信技术

车—地传输系统是实现地面设备对列车运行控制的关键,是信号系统中所有功能完成的信息基础和保障。列控系统的车载设备完全依靠地对车传输通道从地面控制中心接收行车控制命令进行行车,实时监督列车的实际速度和地面允许的速度指令,当列车速度超过地面行车



限速,车载设备将实施制动,保证列车的运行安全;地面控制中心也需要通过车对地传输通道实时了解车的位置信息,从而实现对接路的准确安全控制。

目前车一地通信技术主要有基于应答器的点式地对车单向传输方式、基于轨道电路的连续式地对车单向传输方式、基于 GSM-R 的连续式地一车双向传输方式。

#### 5. 安全通信技术

铁路信号系统的目标之一是保证列车运行安全,因此,铁路信号系统中的所有设备都属于安全相关的设备,具有较高的故障—安全性。按照 IEC 61508(“电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全”国际标准)中的安全完善度等级(Safety Integrity Level, SIL)的分类标准,我国的铁路信号设备可分为 SIL 4 级设备和 SIL 2 级设备。SIL 4 级的设备包括:联锁设备、道岔、轨道电路、列控车载设备(除 DMI 外)、列控中心(TCC)、无线闭塞中心(RBC)、临时限速服务器、应答器等;SIL 2 级的设备产品包括调度集中系统(CTC)、列车调度指挥系统(TDCS)、信号集中监测、联锁操作终端、列控车载设备中的 DMI 等。

为了确保安全相关设备间信息传输的可靠性和安全性,需要使用 EN 50159-1(铁路应用:封闭传输系统中的安全相关通信)和 EN 50159-2(铁路应用:开放传输系统中的安全相关通信)中建议的安全通信技术包括安全技术(Security)和故障安全(Safety)技术。铁路信号系统中有的网络属于封闭传输系统,如系统内部的局域网,封闭传输系统需要采用 EN 50159-1 要求的防护技术来保证信息传输的安全;有的网络属于开放传输系统,如 GSM-R 无线通信网,开放传输系统需要采用 EN 50159-2 要求的防护技术来保证信息传输的安全。

### 第四节 铁路信号系统对通信的要求

铁路信号系统的设备分布在控制中心、车站、轨旁和列车上,是一个分布式、人工控制和自动控制相结合的远程控制技术系统。铁路信号系统中单一设备内部的模块之间以及各个设备之间需要通过相互传递信息(包括控制信息和状态信息)来协同工作,因此,通信技术在单个设备和系统中发挥了重要的作用。铁路信号系统不仅是为了改善劳动强度、提高运输效率,更重要的是保证铁路运输的安全。铁路信号系统对通信的可靠性、实时性、优先级、通信的安全性和故障安全性有更高的要求。

(1)实时性要求。铁路信号系统各设备之间(包括车一地之间)所传输的控制信息和状态信息都有严格的时效性,过时的信息不但毫无作用,而且会威胁到行车安全。

(2)可靠性要求。通信作为铁路信号系统之间的传输通道,必须满足高可靠性要求,以保证铁路信号系统不间断使用。

(3)安全性要求。铁路信号系统中传递的控制信息和状态关系到列车运行的安全,铁路信号系统采用的通信技术必须能保证信息数量的一致、内容的正确和信息包的顺序,并抵御外部设备的恶意攻击。信息传输造成的任何差错都不能产生危及行车安全的信息。



(4)优先级要求。铁路信号系统中的控制信息有不同的优先级,紧急命令具有最高优先级,应优先发送。铁路信号系统采用的通信技术应能优先发送高优先级信息。

## 复习思考题

1. 现代铁路信号系统实现了哪些转变?
2. 简述现代铁路信号系统的组成。
3. 通信技术在铁路信号中有哪些应用形式?
4. 铁路信号系统对通信有哪些要求?



## 第二章

# 数据通信与网络基础

### 第一节 数据通信与数据通信系统

#### 一、数据通信的概念

通信的目的是为了在信源和信宿之间传递信息。信息的自然形态是电信号,可分为模拟信号和数字信号两类。模拟信号是指在某个区间连续变化的物理量,例如声音的大小和温度的变化等。数字信号是指取值是离散的、不连续的信号,例如文本信息和整数等。

数据是指预先约定的、具有某种含义的任何一个数字、字母或符号以及它们的组合。例如,用数字“1”表示接通,用数字“0”表示挂断。这里,数字“1”和“0”就是数据。

为了使整个数据通信过程能按照一定的规则有顺序地进行,通信双方必须建立一定的协议或约定,并且具有执行协议的功能,这样才能实现有意义的通信。

严格来讲,数据通信的定义是:依照通信协议,利用数据传输技术在两个功能单元之间传递数据信息。它可实现计算机与计算机、计算机与终端以及终端与终端之间的数据信息传递。通常而言,数据通信是计算机与通信相结合而产生的一种通信方式和通信业务。可见,数据通信是一种把计算机技术和通信技术结合起来的新型通信方式。

从以上数据通信的定义可以理解,数据通信包括两方面的内容:数据的传输和数据传输前后的处理,例如数据的集中、交换和控制等。

#### 二、数据通信系统的构成

数据通信系统是通过数据电路将分布在远地的数据终端设备与计算机系统连接起来,实现数据传输、交换、存储和处理的系统。数据通信系统的基本构成如图 2-1 所示。

##### 1. 数据终端设备

数据终端设备(Data Terminal Equipment, DTE)由数据输入设备(产生数据的数据源)、数据输出设备(接收数据的数据宿)和传输控制器组成。

DTE 在数据通信中的作用类似于电话与电报通信中的电话机和电传机,它把人们的信息变成以数字代码表示的数据,并把这些数据输送到远端的计算机系统,同时,可以接收远端计算机系统的处理结果——数据,并将它变为人们能理解的信息。所以,DTE 相当于人和机器