

轨道交通专业精品教材

城市轨道交通 通信与信号

主编 【齐伟 何红丽】

· 含微课 ·



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

交通凭借其卓越的城市交通拥挤、保护城市环

要设备内

际将江... 交通拥挤、保护城市环

前，我国轨道交通建设... 城市轨道交通专业精品教材

城市轨道交通专业精品教材

2020年，我国城市轨道交通... 城市轨道交通专业精品教材

此外，很多大中型城市对城市轨道交通都有长期规划。例如，

到2050年，郑州市将规划建设总长945 km；

城市轨道交通通信与信号

轨道交通行业的支撑... 城市轨道交通通信与信号

求，通信系统和信号系统... 城市轨道交通通信与信号

主编 齐伟 何红丽

本书

ISBN 978-7-313-18842-5

本书具有如下特点：

① 以城市轨道交通通信与信号系统为主线，介绍了城市轨道交通通信与信号的基本内容，包括通信系统、信号系统、联锁系统、列车自动控制系统等。

② 紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。

③ 注重“行动导向”教学。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。

④ 注重“课堂讨论”。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。

⑤ 注重“自主学习”。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。

⑥ 注重“移动设备”。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。

⑦ 注重“二维码”。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。

⑧ 注重“实物图”。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。

⑨ 注重“仿真图”。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。

⑩ 注重“生动展示”。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。本书在编写过程中，紧密结合岗位要求，着力于实用。



上海交通大学出版社

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

14-173/010 编余及报

内容提要

本书针对技能型人才培养的特点和要求,以城市轨道交通通信与信号工作实践为导向,将理论知识与实际应用相结合编写而成。全书共八个项目,具体内容包包括继电器和信号机、轨道电路和转辙机、计轴器和应答器、联锁设备、列车自动控制系系统、城市轨道交通通信系统、闭路电视监控系统和广播系统、其他系统。

本书可作为职业院校城市轨道交通运营管理、城市轨道交通通信与信号技术、城市轨道交通机电技术专业的教材,也可作为职工岗位培训用书,还可作为城市轨道交通行业相关人员的学习参考书。

城市轨道交通通信与信号

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通通信与信号 / 齐伟, 何红丽主编. --
上海: 上海交通大学出版社, 2018
ISBN 978-7-313-18842-7

I. ①城… II. ①齐… ②何… III. ①城市铁路—交
通信号—信号系统—高等职业教育—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第014284号

城市轨道交通通信与信号

主 编: 齐 伟 何红丽

出版发行: 上海交通大学出版社

地 址: 上海市番禺路951号

邮政编码: 200030

电 话: 021-64071208

出版人: 谈 毅

印 制: 三河市祥达印刷包装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 15.75 字 数: 308千字

版 次: 2018年1月第1版

印 次: 2018年1月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-313-18842-7/U

定 价: 48.00元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与发行部联系

联系电话: 010-62137141



近年来,城市轨道交通凭借其在缓解城市交通拥挤、保护城市环境等方面的独特优势,在我国经济社会发展中逐渐占据重要地位。当前,我国轨道交通进入快速发展时期,全国有40余城市在建或筹建城市轨道交通,大中型城市已建或在建线路总长超过1500 km,到2020年,我国城市轨道交通线路将达到5000~6000 km。此外,很多大中型城市对城市轨道交通都有长期规划。例如,到2050年,郑州市将规划建设21条轨道交通线路,线路总长945 km;在2030年之前,珠三角将建设23条城际轻轨,线路总长1890 km。因此,在今后相当长的一段时间内,轨道交通行业人才需求仍将供不应求。

轨道交通行业的发展对相关人才在质和量上都提出了新的要求。通信系统和信号系统是确保列车安全运行、提高运输效率的关键,为了满足市场对此类技术技能型人才的需求,我们精心编写了本书。

本书具有以下特点:

1. 内容实用,紧贴岗位。本书以轨道交通的信号系统和通信系统为主线,介绍了城市轨道交通通信与信号的相关内容。编写过程中,紧扣信号系统和通信系统的结构、工作原理和使用方法等,密切贴合岗位要求,着力于实用性。

2. 模块丰富,告别枯燥。本书在讲解时,穿插有“提示”“注意”“动动脑筋”“课堂讨论”“活学活练”“拓展视野”等小模块,既便于学生轻松学习,又能拓宽学生的知识面。例如,在讲解完信号机类型和命名规则后,加入“活学活练”模块,让学生利用所学知识分析某地铁公司信号机的类型,并命名。这既检验了学生的学习效果,又锻炼了学生的实际应用能力。

3. 配套微课,扫码助学。本书为一些实际操作配备了微课,学生通过手机或其他移动设备扫码,可获取演示视频,从而更轻松地理解和掌握相关知识。例如,学习手摇道岔时,学生通过扫码,可观看手摇道岔实际操作过程视频;学习ZD6电动转辙机时,学生通过扫码,可观看其工作原理视频。

4. 海量图片,精美直观。本书为各种通信与信号设备配备了大量实物图、结构图和工作原理图,为进路、站场等配备了示意图和仿真图,并用不同颜色突出图片中的重点内容。这些图片精美清晰,生动、形象地展示了相关知识点,可为学生营造一个直观的认知环境。

另外，本书配有丰富的教学资源包，读者可登录北京金企鹅联合出版中心网站（www.bjjqe.com）下载。

本书由河南交通职业技术学院齐伟、何红丽任主编，付志强、刘全、方开莎任副主编。参加编写人员分工如下：绪论和项目四由齐伟编写；项目一和项目二由何红丽编写；项目五由付志强编写；项目七和项目八由刘全编写；项目三和项目六由方开莎编写。全书由河南交通职业技术学院宋全有担任主审。

本书在编写过程中借鉴了大量的相关资料和教材，在此，特向这些资料和教材的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。



一、城市轨道交通信号系统	1
二、城市轨道交通通信系统	4
三、城市轨道交通通信与信号系统的发展趋势	6

项目一 继电器和信号机

任务一 认识继电器	10
工作任务	10
知识准备	10
一、继电器的基本工作原理	10
二、继电器的主要类型	11
三、继电器的表示	15
四、继电器基本电路	16
五、常见故障	17
任务二 认识信号机	18
工作任务	19
知识准备	19
一、城市轨道交通信号概述	19
二、信号显示要求及图形符号	22
三、地面信号机	23
四、色灯信号机	25
五、信号机显示与速度控制	28
六、信号机的维护检修	29
任务三 信号机	30
项目学习效果综合考核	31

本书编委会

主 编 齐 伟 何红丽

副主编 付志强 刘 全 方开莎

主 审 宋全有

项目二 轨道电路和转辙机

任务一 认识轨道电路	34
工作任务	34
知识准备	34
一、轨道电路的组成、工作原理及作用	34

绪论	1
一、城市轨道交通信号系统	1
二、城市轨道交通通信系统	4
三、城市轨道交通通信与信号系统的发展趋势	6

项目一 继电器和信号机

任务一 认识继电器	10
工作任务	10
知识准备	10
一、继电器的基本原理和作用	10
二、继电器的主要类型	11
三、继电器的表述	15
四、继电器基本电路	16
五、常见故障分析	17
任务实施	18
任务二 认识信号机	19
工作任务	19
知识准备	19
一、城市轨道交通信号概述	19
二、信号显示要求及图形符号	22
三、地面信号机	23
四、色灯信号机	25
五、信号机点灯电路分析	28
六、信号机的养护检修	29
任务实施	30
项目学习效果综合考核	31

项目二 轨道电路和转辙机

任务一 认识轨道电路	34
工作任务	34
知识准备	34
一、轨道电路的组成、工作原理及作用	34

二、轨道电路的种类	37
三、轨道电路的划分和命名	41
四、轨道绝缘的设置	43
五、轨道电路常见故障	45
任务实施	46
任务二 认识转辙机	47
工作任务	47
知识准备	47
一、道岔	47
二、转辙机的作用和基本要求	50
三、转辙机的分类和设置	51
四、ZD6 型转辙机	53
五、S700K 型电动转辙机	55
六、故障处理	56
任务实施	57
项目学习效果综合考核	58

项目

三

计轴器和应答器

任务一 认识计轴器	62
工作任务	62
知识准备	62
一、计轴器的概念及作用	62
二、计轴器的组成	63
三、计轴器的工作原理	64
四、计轴系统故障处理	65
任务实施	66
任务二 认识应答器	67
工作任务	67
知识准备	67
一、应答器的组成	67
二、查询应答器的工作原理、特点及分类	69
三、查询应答器的设置原则	71
四、查询应答器的安装与维护	71
任务实施	72

项目学习效果综合考核	73
------------	----

项目

四

联锁设备

任务一 学习 6502 电气集中联锁	76
工作任务	76
知识准备	77
一、联锁设备概述	77
二、6502 电气集中联锁设备的组成	80
三、6502 电气集中控制台盘面	83
四、6502 电气集中联锁的主要技术要求	85
五、调车进路办理方法	88
六、引导接车办理方法	89
七、进路解锁和取法办理方法	90
八、控制台的其他操作	91
任务实施	92
任务二 学习计算机联锁操作	93
工作任务	93
知识准备	93
一、计算机联锁控制系统的功能与特点	94
二、TYJL-II 型计算机联锁系统	95
三、SICAS 联锁系统	101
四、LOW 的组成	103
五、LOW 的操作命令	105
六、LOW 的操作举例	106
任务实施	112
项目学习效果综合考核	112

项目

五

列车自动控制系统

任务一 了解列车自动控制系统	116
工作任务	116
知识准备	116
一、ATC 系统的作用和构成	116

二、ATC 系统的分类	117
三、ATC 系统的功能和控制模式	119
四、列车驾驶模式	120
五、试车线	121
任务实施	121
任务二 学习列车自动防护系统	122
工作任务	122
知识准备	122
一、ATP 系统基本原理	122
二、ATP 系统的主要功能	124
三、ATP 系统车载设备组成	126
四、ATP 系统地面设备	128
任务实施	130
任务三 学习列车自动监控系统	131
工作任务	131
知识准备	131
一、ATS 系统设备组成	131
二、ATS 系统主要功能	133
三、ATS 系统基本操作	135
任务实施	140
任务四 学习列车自动驾驶系统	141
工作任务	141
知识准备	141
一、ATO 系统设备组成	141
二、ATO 系统基本功能	143
三、ATO 系统基本操作	144
四、ATO 系统基本原理	145
任务实施	147
任务五 学习基于通信的列车控制系统	148
工作任务	148
知识准备	148
一、CBTC 系统的特点和分类	149
二、CBTC 系统原理	151
三、西门子 CBTC 系统	151
任务实施	156
项目学习效果综合考核	157

项目

六

城市轨道交通通信系统

任务一 认识城市轨道交通通信系统	160
工作任务	160
知识准备	160
一、通信系统的模型	160
二、通信系统的组成	161
三、通信网的分类	163
四、城市轨道交通通信系统的组成	165
五、城市轨道交通通信传输设备	165
任务实施	168
任务二 学习有线电话系统	169
工作任务	169
知识准备	169
一、公务电话系统	170
二、专用电话系统	173
任务实施	177
任务三 学习无线集群调度通信系统	178
工作任务	178
知识准备	178
一、无线集群调度通信系统概述	178
二、无线集群调度通信系统在城市轨道交通中的应用	182
三、城轨无线集群调度通信系统的分组方案	185
四、城轨无线集群调度通信系统的故障应急	185
五、无线集群调度通信系统设备保养	186
任务实施	187
项目学习效果综合考核	187

项目

七

闭路电视监控系统和广播系统

任务一 认识闭路电视监控系统	190
工作任务	190

知识准备	190
一、闭路电视监控系统的作用	190
二、闭路电视监控系统的组成	191
三、城轨闭路电视监控系统	193
任务实施	195
任务二 认识广播系统	196
工作任务	196
知识准备	196
一、广播系统的组成和分类	196
二、城轨广播系统的结构	199
三、城轨车载广播系统	201
四、城市轨道交通的广播词	202
任务实施	204
项目学习效果综合考核	205

项目 八 其他系统

任务一 认识时钟系统	208
工作任务	208
知识准备	208
一、GPS 时钟	208
二、城市轨道交通时钟系统功能	209
三、城市轨道交通时钟系统组成	209
四、城市轨道交通时钟系统组网模式	211
任务实施	212
任务二 认识乘客信息系统	213
工作任务	213
知识准备	213
一、PIS 的功能	213
二、PIS 功能的实现方式	215
三、PIS 系统支持的信息类型	216
四、PIS 信息显示的优先级	216
五、媒体信息的显示方式	217
六、PIS 的结构	218
任务实施	223

任务三 认识电源系统	224
工作任务	224
知识准备	224
一、信号智能电源屏	224
二、UPS	227
三、蓄电池	231
任务实施	233
项目学习效果综合考核	234
参考文献	235

一、城市轨道交通信号系统

城市轨道交通是现代化城市的重要交通工具，它具有运量大、速度快、安全可靠、污染低、受其他交通方式干扰小等特点，可以有效缓解满足市民的出行需要，改善城市交通运行状况。信号系统是城市轨道交通调度指挥和运营管理的中枢神经，合适的信号系统可以保证良好的运营效益和社会效益。

1. 城市轨道交通信号系统的要求

(1) 高安全性

城市轨道交通尤其是地下部分隧道空间小，列车密度大，故障排除难度大，若发生事故难以救援，因此，对信号系统提出了更高的安全要求。

(2) 高通过能力

城市轨道交通不设站线，进站列车停在正线上，先行列车的停站时间会直接影响后列车接近车站，所以信号设备必须满足通过能力的要求。

(3) 高抗干扰能力

城市轨道交通均为直接电力牵引，因此，信号设备对其应有较强的抗干扰能力。

(4) 高可靠性

城市轨道交通隧道净空小，且较有带电的牵引接触轨或接触网，行车时不便维修和排除设备故障，所以，信号设备应具有高可靠性。

2. 城市轨道交通信号系统的组成

城市轨道交通信号系统借鉴铁路的制式，但由于其自身的特点，与铁路的信号系统有一定的区别，以速度控制为基础的列车自动控制系统已成为城市轨道交通信号的共同选择。

城市轨道交通信号系统通常由列车自动控制 (Automatic Train Control, ATC) 系统和列车联锁信号控制系统两大部分组成，如图 0-1 所示，它主要用于列车进路控制，防止列车



绪 论

近年来,我国城市轨道交通已经进入一个快速发展时期,很多大中型城市已建或在建线路总长超过 1 500 km,到 2020 年,我国城市轨道交通线路将达到 5 000~6 000 km。城市轨道交通是城市的命脉,运营安全工作是第一位的。在整个城市轨道交通系统中,信号系统和通信系统是确保列车安全运行,提高运输效率的关键。

一、城市轨道交通信号系统

城市轨道交通是现代化都市的重要基础设施,它具有运量大、速度快、安全可靠、污染低、受其他交通方式干扰小等特点,可最大限度地满足市民的出行需要,有效改善城市交通运行状况。信号系统是城市轨道交通调度指挥和运营管理的中枢神经,合适的信号系统可以带来较好的经济效益和社会效益。

1. 城市轨道交通对信号系统的要求

1) 高安全性

城市轨道交通尤其是地下部分隧道空间小,行车密度大,故障排除难度大,若发生事故难以施援,因此,对信号系统提出了更高的安全要求。

2) 通过能力

城市轨道交通不设站线,进站列车停在正线上,先行列车的停站时间会直接影响后续列车接近车站,所以信号设备必须满足通过能力的要求。

3) 强抗干扰能力

城市轨道交通均为直流电力牵引,因此,信号设备对其应有较强的抗干扰能力。

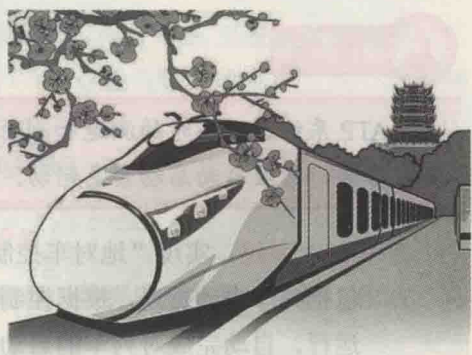
4) 高可靠性

城市轨道交通隧道净空小,且装有带电的牵引接触轨或接触网,行车时不便维修和排除设备故障,所以,信号设备应具有高可靠性。

2. 城市轨道交通信号系统的组成

城市轨道交通信号系统沿袭铁路的制式,但由于其自身的特点,与铁路的信号系统有一定的区别,以速度控制为基础的列车自动控制系统已成为城市轨道交通信号的共同选择。

城市轨道交通信号系统通常由列车自动控制(Automatic Train Control, ATC)系统和车辆段信号控制系统两大部分组成,如图 0-1 所示,它主要用于列车进路控制、列车间隔



控制、调度指挥、信息管理、设备工况监测及维护管理等。

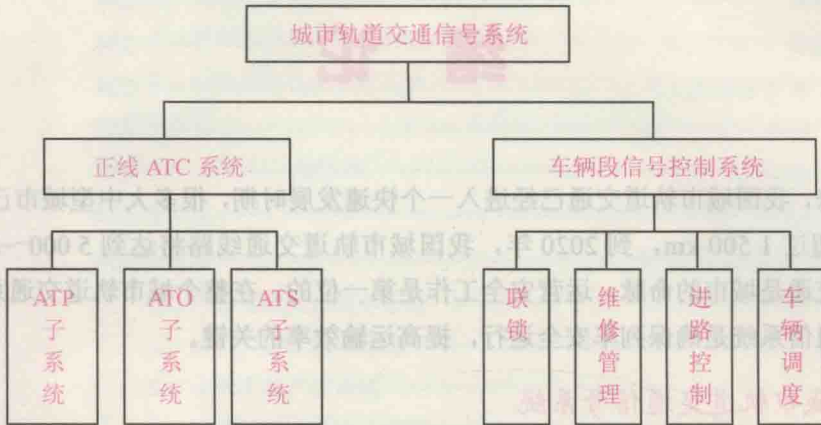


图 0-1 城市轨道交通信号系统的组成

1) ATC 系统

ATC 系统可实现行车指挥和列车运行自动化，它包括列车自动防护（Automatic Train Protection, ATP）、列车自动驾驶（Automatic Train Operation, ATO）及列车自动监控（Automatic Train Supervision, ATS）三个子系统。

- ④ **ATP 系统：**能对列车进行速度监督和超速防护，它可与 ATS 系统、ATO 系统及车辆系统连接并进行信息交换。

提示

ATP 系统通过实时的测速和测距，确保列车在安全速度下行驶，必要时给出各种提醒信号，甚至自动启动紧急制动。

- ④ **ATO 系统：**实现“地对车控制”，即用地面信息实现对列车驱动和制动的控制，包括列车自动折返，根据控制中心的指令使列车按最佳工况正点、安全、平稳地运行，自动完成对列车的启动、牵引、惰行和制动，传送车门和屏蔽门同步开关信号等。

- ④ **ATS 系统：**实现对列车运行的监督和控制，辅助调度人员对全线列车进行管理。

ATC 系统需设置行车控制中心，沿线各车站设计为区域性联锁，其设备放在控制站（一般为有岔站），列车上安装车载控制设备。控制中心与控制站通过有线数据通信网连接，控制中心与列车之间采用无线通信进行信息交换。

2) 车辆段联锁设备

城市轨道交通的车辆段类似于铁路区段站的功能，包括列车编解、接发列车和频繁的调车作业，线路、道岔和信号设备都较多，所以一般独立采用一套联锁设备。车辆段设一

套联锁设备,可实现车辆段的进路控制,同时,通过ATS车辆段分机可与行车指挥中心交换信息。车辆段联锁设备前期常采用6502电气集中联锁,近年来均采用计算机联锁。

3. 城市轨道交通信号系统的设备分布

根据所处位置不同,城市轨道交通信号系统设备可分为5类:控制中心设备、车站及轨旁设备、车辆段设备、试车线设备、车载设备。

1) 控制中心设备

控制中心设备属于ATS系统,是ATC系统的核心。控制中心设备主要包括中心计算机系统、综合显示屏、调度员和调度长工作站、运行图工作站、培训/模拟工作站等,如图0-2所示。

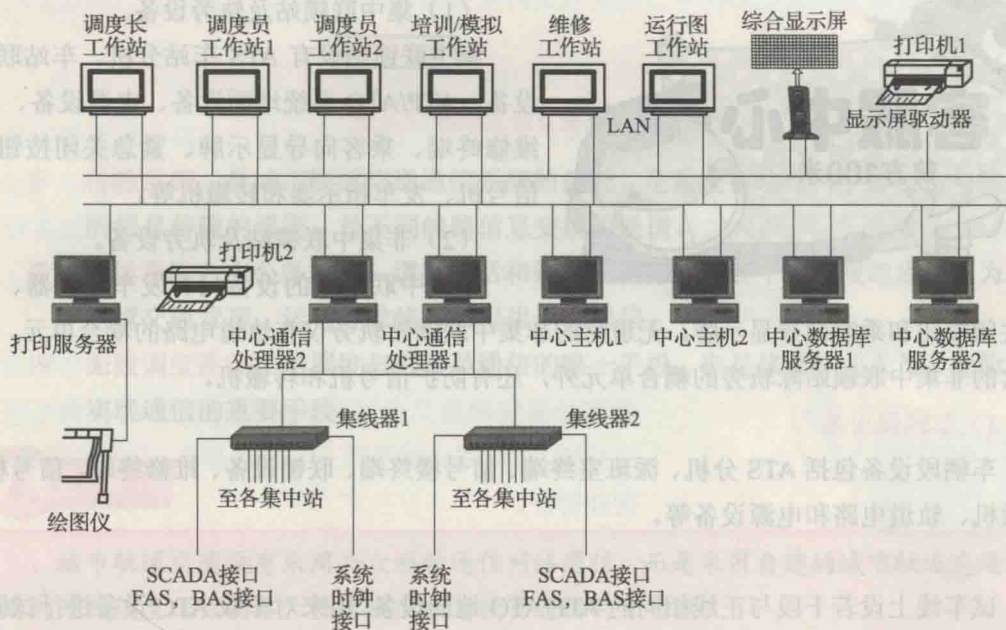


图0-2 控制中心设备

- ④ **中心计算机系统:** 包括控制主机、通信处理器、数据库服务器、维修工作站、局域网及各自的外部设备,它设于设备室。
- ④ **综合显示屏:** 用来监视正线列车的运行情况及系统设备的状态,由显示设备和相应的驱动设备组成,它设于主控制室。
- ④ **调度员和调度长工作站:** 用于行车调度指挥,它设于主控制室。
- ④ **运行图工作站:** 用于运行计划的编制和修改,通过人机对话可以实现对运行时刻表的编辑、修改及管理,它设于运行图室。
- ④ **培训/模拟工作站:** 配有各种系统的编辑、装配、连接和系统构成工具以及列车运行仿真软件。它能仿真列车在线运行及各种异常情况,而不参与实际的列车控制。

提示

实习操作员可通过培训/模拟工作站模拟实际操作,培养控制系统能力和各种情况下解决问题的能力。

2) 车站及轨旁设备

车站分集中联锁站和非集中联锁站。集中联锁站一般为有道岔车站,也有无道岔车站。非集中联锁站一般为无道岔车站。有道岔车站根据需要也可以由邻近车站控制,从而成为非集中联锁站。



(1) 集中联锁站及轨旁设备。

集中联锁站设有 ATS 车站分机、车站联锁设备、ATP/ATO 系统地面设备、电源设备、维修终端、乘客向导显示屏、紧急关闭按钮、信号机、发车指示器和转辙机等。

(2) 非集中联锁站及轨旁设备。

非集中联锁站的设备只有发车指示器、紧急关闭按钮和乘客向导显示屏。无道岔的非集中联锁站轨旁仅有轨道电路的耦合单元。有道岔的非集中联锁站除轨旁的耦合单元外,还有防护信号机和转辙机。

3) 车辆段设备

车辆段设备包括 ATS 分机、派班室终端、信号楼终端、联锁设备、维修终端、信号机、转辙机、轨道电路和电源设备等。

4) 试车线设备

试车线上设若干段与正线相同的 ATP/ATO 地面设备,用来对车载 ATC 设备进行试验。在试车线设备室内,设置有用于改变试车线运行方向和速度的控制台。试车线设备室一般配备一套适合 ATP/ATO 设备的不间断电源(UPS),不设蓄电池和电源屏。

5) 车载设备

车载设备包括 ATP 和 ATO 两部分,用来接收轨旁设备传送的 ATP/ATO 信息,计算列车运行曲线,测量列车运行速度和走行距离,实现列车运行超速防护以及列车自动驾驶,以保证行车安全,并为列车提供最佳的运行方式。

二、城市轨道交通通信系统

城市轨道交通通信系统是指挥列车运行、公务联络、传递各种信息的重要手段,是保证列车安全、快速、高效运行必不可少的综合通信系统。它主要由传输系统、电话系统、无线调度系统、录音系统、广播系统、闭路电视、时钟系统、乘客信息系统、民用通信系统等组成,如图 0-3 所示。