



高等轨道交通
系列教材

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
XINHAO YU TONGXIN GAILUN

城市轨道交通 信号与通信概论

张喜 / 主编 唐涛 / 主审



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

高等教育城市轨道交通系列教材

城市轨道交通信号与通信概论

张 喜 主编
唐 涛 主审

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书较全面地对城市轨道交通信号与通信系统进行了概述。内容包括：城市轨道交通信号的基础设备、联锁系统、列车自动控制（ATC）系统、列车自动防护（ATP）系统、列车自动驾驶（ATO）系统和列车自动监控（ATS）系统；城市轨道交通通信的传输系统、电话系统、无线集群调度系统、闭路电视监控系统、广播系统、时钟系统、商用通信系统和旅客向导系统等。并对每个系统的基本组成、系统功能及其控制方法进行了介绍。

本书可作为高等学校城市轨道交通相关专业教材，还可作为城市轨道交通信号与通信专业相关技术人员的参考书或培训教材。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

城市轨道交通信号与通信概论/张喜主编. —北京：北京交通大学出版社，2011.11
（高等教育城市轨道交通系列教材）

ISBN 978 - 7 - 5121 - 0793 - 9

I. ①城… II. ①张… III. ①城市铁路 - 交通信号 - 信号系统 - 高等学校 - 教材
IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 233917 号

责任编辑：贾慧娟 陈跃琴 特邀编辑：张瑞仁

出版发行：北京交通大学出版社 电话：010 - 51686414

地 址：北京市海淀区高粱桥斜街 44 号 邮编：100044

印 刷 者：北京瑞达方舟印务有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185 × 260 印张：16.5 字数：384 千字

版 次：2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978 - 7 - 5121 - 0793 - 9/U · 79

印 数：1 ~ 2 500 册 定价：32.00 元

本书如有质量问题，请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评，我们表示欢迎和感谢。
投诉电话：010 - 51686043, 51686008；传真：010 - 62225406；E-mail: press@bjtu.edu.cn。

《高等教育城市轨道交通系列教材》

编 委 会

顾 问：施仲衡

主 任：陈 庚

副 主 任：朱晓宁 司银涛 章梓茂

委 员：郑光信 毛保华 韩宝明

赵晓波 贾慧娟 李 菊

本书主编：张 喜

本书主审：唐 涛

出版说明

为促进城市轨道交通专业教材体系的建设,满足目前城市轨道交通专业人才培养的需要,北京交通大学交通运输学院、远程与继续教育学院和北京交通大学出版社组织以北京交通大学从事轨道交通研究教学的一线老师为主体、联合其他交通院校教师,并在北京地铁公司、广州市地下铁道总公司、南京地下铁道有限责任公司、北京市轨道交通建设管理有限公司、香港地铁公司等单位有关领导和专家的大力支持下,编写了本套“高等教育城市轨道交通系列教材”。

教材编写突出实用性。本着“理论部分通俗易懂,实操部分图文并茂”的原则,侧重实际工作岗位操作技能的培养。为方便读者,本系列教材采用“立体化”教学资源建设方式,配套有教学课件、习题库、自学指导书,并将陆续配备教学光盘。本系列教材可供相关专业的全日制或在职学习的本专科学生使用,也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本系列教材的出版得到施仲衡院士的关注和首肯,多年从事城市轨道交通研究的毛保华教授和朱晓宁教授对本系列教材的编写给予具体指导,《都市快轨交通》杂志社的主办和协办单位专家也给予本教材多方面的帮助和支持,在此一并致谢。

本系列教材从2011年8月起陆续推出,首批包括:《城市轨道交通设备》、《列车运行计算与设计》、《城市轨道交通系统运营管理》、《城市规划》、《轨道交通需求分析》、《交通政策法规》、《城市轨道交通规划与设计》、《企业发展战略》、《城市轨道交通土建工程》、《城市轨道交通车辆概论》、《城市轨道交通牵引电气化概论》、《城市轨道交通信号与通信概论》、《城市轨道交通列车运行控制》、《城市轨道交通信息技术》、《城市轨道交通运营统计分析》、《城市轨道交通安全管理》、《交通运营统计分析》、《城市轨道交通客流分析》、《城市轨道交通服务质量管理》、《轨道交通客运管理》。

希望本套教材的出版对城市轨道交通的发展、对城市轨道交通专业人才的培养有所贡献。

教材编写委员会
2011年6月

总 序

近年来,中国经济飞速发展,城市化进程逐步加快。在大城市中,地面建筑越来越密集,人口越来越多,交通量越来越大,交通拥堵对社会效益和经济效益都带来了很大影响。据统计,国内每年由于交通拥堵造成的损失将近一千多亿元。

解决交通拥堵,有各种各样的方法,其中城市轨道交通在土地利用、能源消耗、空气质量、景观质量、客运质量等方面具有一定优势,正逐步成为许多大城市交通发展战略中的骨干,并形成以地铁、城市快速铁路、高架轻轨等为主的多元化发展趋势。

我国城市轨道交通从20世纪50年代开始筹划。1965年7月,北京市开始兴建中国第一条地下铁道。经过近50年,特别是近十年的发展,截至2010年年底,我国已有13个城市拥有49条运营线路,总里程达1425.5km。另有16个城市,总计96条、2000余公里的线路正在建设中。目前已发展和规划发展城市轨道交通的城市总数已经接近50个,全部规划线路超过300条,总里程超过10000km。

随着城市轨道交通在全国范围的迅猛发展,各地区均急需轨道交通建设、运营管理的大批技术人员和应用型人才。目前全国有近百所高等院校和高等职业院校已开设或准备开设城市轨道交通及相关专业。全国几十家相关企业也都设立自己的培训中心或培训部门。

从目前的情况看,在今后几年,城市轨道交通人才的培养应该处于大专院校的学历教育与企业、社会的能力培训相结合的状态。但现实情况是相关的教材,特别是培养应用型人才的优质教材、教学指导书的建设和出版严重不足,落后于城市轨道交通发展的需要。

2011年年初,北京交通大学远程与继续教育学院、交通运输学院、北京交通大学出版社共同筹划出版了“高等教育城市轨道交通系列教材”。这套教材的出版,恰逢其时。首先,这套教材由国内该领域学术界和企业界的知名专家执笔。他们的参与,既保证了对中国轨道交通探索与实践的传承,同时也突出了本套教材的实用性。其次,它丰富、实用的内容和多样性的课程设置,为行业内“城市轨道交通”各类人才的培养,提供了专业的、实用的教材。

祝愿中国轨道交通事业蓬勃发展,也祝愿北京交通大学出版社这套“高等教育城市轨道交通系列教材”能够为促进我国城市轨道交通又好又快地发展提供支撑!

中国工程院院士

2011年5月

前 言

近年来,随着科学技术的进步和城市化的快速发展,世界各国的城市轨道交通都得到了迅速发展,并已成为现代化都市所必需的交通工具。我国北京、天津、上海、广州、深圳、南京、武汉、重庆、大连、长春已建成档次和规模不同的城市轨道交通系统,并继续进行扩展和延伸;成都、沈阳、青岛、西安、哈尔滨、杭州、苏州、无锡、宁波、福州、南昌、长沙、昆明、郑州等城市轨道交通也正在建设中。目前,我国的城市轨道交通出现了前所未有的建设高潮,前景十分广阔。

城市轨道交通信号与通信系统是城市轨道交通的重要基础设备,不仅技术含量高,而且具有网络化、综合化、数字化、智能化的现代化系统技术特征。为了满足我国城市轨道交通迅速发展对技术人才的迫切需求,使更多从事城市轨道交通工作的人员掌握现代化信号与通信系统的基本知识和基本技能,针对现场技术人员和相关院校城市轨道交通信号与通信专业的学生学习的需要,我们编写了本教材。

本书较全面地对城市轨道交通信号与通信系统进行了概述。全书共分十六章,内容包括:城市轨道交通基础信号设备、联锁系统、列车自动控制(ATC)系统、列车自动防护(ATP)系统、列车自动驾驶(ATO)系统和列车自动监控(ATS)系统,城市轨道交通通信的传输系统、电话系统、无线集群调度系统、闭路电视监控系统、广播系统、时钟系统、商用通信系统和旅客信息系统等。本书突出概念,注重实用,对每一系统内容从最基本的设备组成、系统功能和系统控制几个方面讲述,不过多涉及较难的技术原理分析。每章都附有复习思考题供学生自我考核,及时检查学习效果。

本书由北京交通大学张喜主编,北京交通大学唐涛主审。全书由张喜负责统稿,参加本书编写工作的还有梁英慧、姚运梅、张艳芬、于璐、胡颖、薛艳青、张帅、杨志远等。

由于本书编写时间仓促和编者水平所限,难免存在诸多错误、疏漏、不妥之处,恳望广大读者批评指正。

编者

2011年4月

目 录

第1章 绪论

1.1 城市轨道交通对通信信号的要求	2
1.1.1 城市轨道交通的特点	2
1.1.2 城市轨道交通对信号系统的要求	3
1.1.3 城市轨道交通对通信系统的要求	4
1.2 城市轨道交通信号系统概述	4
1.2.1 城市轨道交通信号系统的作用	4
1.2.2 城市轨道交通信号系统的组成	5
1.3 城市轨道交通通信系统概述	6
1.3.1 城市轨道交通通信系统的作用	6
1.3.2 城市轨道交通通信系统的组成	6
1.4 我国城市轨道交通通信信号技术的发展	8
1.4.1 我国城市轨道交通信号系统的发展	8
1.4.2 我国城市轨道交通通信系统的发展	9

第2章 城市轨道交通基础信号设备

2.1 各种信号及显示设备	11
2.1.1 固定信号及显示设备	11
2.1.2 车载信号及显示设备	12
2.1.3 轨旁指示标志和手信号	12
2.1.4 信号显示制式	13
2.2 道岔控制设备——动力转辙机	14
2.2.1 动力转辙机的作用和要求	14
2.2.2 电动转辙机的基本组成	14
2.3 轨道电路	16
2.3.1 轨道电路的基本构成及原理	16
2.3.2 道岔区段轨道电路	18

2.3.3 有绝缘轨道电路的极性交叉	18
2.3.4 音频轨道电路	19
2.4 计轴器	21
2.4.1 计轴器的基本组成	22
2.4.2 计轴器的基本工作原理	23
2.5 查询应答器	23
2.5.1 查询应答器的功能	23
2.5.2 查询应答器的分类	24
2.5.3 查询应答器的工作原理	25

第3章 城市轨道交通联锁系统

3.1 联锁系统概述	29
3.1.1 联锁的基本概念	29
3.1.2 联锁的基本内容及技术条件	30
3.1.3 联锁系统的层次结构及设备技术要求	30
3.2 联锁系统的控制	31
3.2.1 区段和进路的锁闭与解锁	31
3.2.2 进路的控制过程	32
3.2.3 列车运行的三级控制	33
3.3 6502 电气集中联锁系统	34
3.3.1 6502 电气集中联锁的组成	34
3.3.2 6502 电气集中的进路办理	36
3.4 计算机联锁系统	37
3.4.1 计算机联锁的特点	38
3.4.2 计算机联锁系统的组成	38

第4章 列车自动控制 (ATC) 系统

4.1 ATC 系统的组成和功能	42
4.2 ATC 系统的分类及原理	42
4.2.1 区间闭塞的基本概念及制式	42
4.2.2 不同闭塞制式的 ATC 系统	44
4.2.3 不同信息传递方式的 ATC 系统	46

4.3	ATC 系统的控制模式及模式转换	51	7.4	ATS 系统的基本原理	81
4.4	列车驾驶模式及模式转换	52	7.4.1	自动列车跟踪原理	81
4.5	ATC 系统的维修模式	54	7.4.2	自动排列进路原理	82
第 5 章 列车自动防护 (ATP) 系统			7.4.3	时刻表系统工作原理	84
5.1	ATP 系统的基本概念	57	7.4.4	列车自动调整原理	85
5.2	ATP 系统设备的组成	57	7.5	ATS 系统的控制	86
5.3	ATP 系统的主要功能	58	第 8 章 实用的 ATC 系统		
5.3.1	列车速度监督和超速防护功能	58	8.1	WSL - ATC 系统	89
5.3.2	安全性停车点防护功能	59	8.1.1	WSL - ATC 系统的基本组成及特点	89
5.3.3	测速测距功能	60	8.1.2	WSL - ATP 子系统	91
5.3.4	车门监控功能	60	8.1.3	WSL - ATO 子系统	101
5.3.5	TOD 显示功能	61	8.1.4	WSL - ATS 子系统	108
5.3.6	列车安全间隔控制功能	61	8.2	LCF - 300 型 CBTC 系统	124
5.4	ATP 系统的控制模式及原理	61	8.2.1	LCF - 300 型 CBTC 系统的基本组成	124
5.4.1	阶梯式分级制动控制模式	61	8.2.2	LCF - 300 型 CBTC - ZC 子系统	125
5.4.2	速度 - 距离模式曲线制动控制模式	63	8.2.3	LCF - 300 型 CBTC - VOBC 子系统	130
第 6 章 列车自动驾驶 (ATO) 系统			8.2.4	LCF - 300 型 CBTC - DCS 子系统	135
6.1	ATO 系统的基本概念	67	8.2.5	主备用控制中心的切换	136
6.2	ATO 系统的设备组成	67	第 9 章 通信传输系统		
6.3	ATO 系统的功能及其工作原理	68	9.1	通信传输系统的结构	139
6.3.1	基本控制功能及原理	68	9.1.1	传输系统的构成	139
6.3.2	其他辅助功能及原理	70	9.1.2	传输网络的拓扑结构	139
6.4	ATO 与 ATP 系统的关系	71	9.1.3	传输网络的组成与接口	141
第 7 章 列车自动监控 (ATS) 系统			9.1.4	传输网的网管系统和故障恢复	147
7.1	ATS 系统的基本概念	75	9.2	通信传输系统的媒介 (介质)	151
7.2	ATS 系统的组成	75	9.2.1	双绞线电缆	151
7.2.1	ATS 控制中心设备	75	9.2.2	同轴电缆	152
7.2.2	ATS 车站设备	77	9.2.3	光纤 (光纤)	153
7.2.3	ATS 车辆段设备	78	9.3	通信传输技术基础	156
7.2.4	ATS 列车识别系统 (PTI) 和列车发车指示器 (TDT)	78	9.3.1	脉码调制 (PCM) 的基本原理	156
7.3	ATS 系统的主要功能	79	9.3.2	同步数字序列 (SDH)	160
7.3.1	列车监督和跟踪	79	9.3.3	光纤的波分复用 (WDM)	163
7.3.2	时刻表处理	80			
7.3.3	自动排列进路	80			
7.3.4	列车运行调整	81			
7.3.5	培训模拟系统	81			

9.3.4 基于 SDH 技术的 MSTP	163	11.2.3 无线集群调度系统的功能需求	204
9.3.5 内嵌 RPR 的以太环网	165	11.2.4 无线集群调度系统的结构与运行方式	205
9.4 通信传输系统的组网技术	166	11.3 TETRA 数字集群通信系统	207
9.4.1 基于 SDH 的 MSTP 组网技术	167	11.3.1 TETRA 标准及技术特性	207
9.4.2 ATM 组网技术	168	11.3.2 TETRA 的网络构成及区域划分	209
9.4.3 OTN 组网技术	169	11.3.3 TETRA 在城市轨道交通中的应用	211
9.4.4 RPR 组网技术	169		
9.4.5 一体化 SDH 组网技术	171	第 12 章 闭路电视监控系统	
9.4.6 传输组网技术选择	171	12.1 闭路电视监控系统的功能	220
9.5 基于 SDH - MSTP 的 XDM 系列产品举例	171	12.2 闭路电视监视系统的构成	221
9.5.1 XDM 系列产品的组网特点	172	12.3 闭路电视监控系统的控制	228
9.5.2 XDM 设备接口及容量	173		
9.5.3 XDM 系列产品在城市轨道交通中的应用	173	第 13 章 广播系统	
		13.1 广播系统的构成	231
第 10 章 电话系统		13.2 广播系统的功能	232
10.1 公务电话系统	177	13.3 广播系统的控制	234
10.1.1 公务电话系统的功能	177	13.4 广播的类型及广播词	235
10.1.2 公务电话系统的构成	178		
10.1.3 程控数字交换机	178	第 14 章 时钟系统	
10.1.4 组网模式与组网方案	185	14.1 时钟系统的构成	238
10.2 专用电话系统	187	14.2 时钟系统的运行	240
10.2.1 调度电话子系统	187	14.3 时钟系统的控制模式	241
10.2.2 站内电话子系统	192		
10.2.3 站间和轨旁电话子系统	194	第 15 章 商用通信系统	
10.3 电话录音系统	195	15.1 商用通信系统的需求	243
		15.2 城市轨道交通商用通信系统的构成	243
第 11 章 无线调度通信系统			
11.1 无线调度通信技术基础	198	第 16 章 旅客信息系统	
11.1.1 无线调度通信系统的组成	198	16.1 旅客信息系统的构成	248
11.1.2 无线调度通信的通信方式	198	16.2 旅客信息系统的功能	250
11.1.3 专网调度和集群调度方式	199	16.3 旅客信息系统的显示优先级	250
11.1.4 无线调度通信的多址技术	200	附录 A 英文缩略词对照表	252
11.1.5 无线调度通信的射频调制技术	201	参考文献	253
11.2 无线集群调度系统	202		
11.2.1 无线集群通信及其特点	202		
11.2.2 无线通信的集群和控制方式	203		

1

第1章 绪论

本章主要对城市轨道交通信号系统和通信系统的作用、特点、系统组成,以及目前状况和今后发展进行概括性描述。

知识点

1. 城市轨道交通对通信信号的要求;
2. 城市轨道交通信号与通信系统的作用及组成;
3. 我国城市轨道交通信号与通信技术的发展。

技能目标

1. 掌握城市轨道交通信号系统对列车的指挥作用;
2. 掌握城市轨道交通信号系统各组成部分之间的联系;
3. 掌握城市轨道交通通信系统对地铁运营安全和效率的作用。

1.1

城市轨道交通对通信信号的要求

城市轨道交通（包括地下铁道和轻轨铁路）是指以轨道运输方式为主要技术特征，以城市客运公共交通为服务形式的交通运输方式，是现代化都市的重要基础设施。在城市的各种公共交通方式中，城市轨道交通具有运量大、速度快、安全可靠、污染低、受其他交通方式干扰小等特点，是改变和解决城市交通拥挤、乘车困难、行车速度下降、环境污染等城市问题的行之有效的交通方式。自 1863 年在英国伦敦出现世界上第一条地下铁道线路以来，城市轨道交通经历了曲折的发展历程。近年来，随着科学技术的进步和城市化的快速发展，世界各国的城市轨道交通都得到了迅速发展，已成为现代化都市所必需的交通工具。我国的北京、天津、上海、广州、深圳、南京、武汉、重庆、大连、长春已建成档次和规模不同的轨道交通并进行了扩展和延伸，成都、沈阳、青岛、西安、哈尔滨、杭州、苏州、无锡、宁波、福州、南昌、长沙、昆明、郑州等城市轨道交通也正处于建设之中。目前，我国的城市轨道交通出现了前所未有的建设高潮，前景十分广阔。

1.1.1 城市轨道交通的特点

1. 城市轨道交通有别于城市道路交通的特点

城市轨道交通具有城市道路交通无可比拟的优势，主要表现在以下几个方面。

① 运能大：地下铁道单向每小时运送能力可达 30 000 ~ 70 000 人次，轻轨交通在 10 000 ~ 30 000 人次之间，而公共汽车、电车仅为 8 000 人次。城市轨道交通能够充分满足现代化城市大量公交客流的需要。

② 准时速达：地下铁道列车最高时速可达到 100 km/h，旅行速度可达到 35 ~ 45 km/h，是最快的城市交通方式。城市轨道交通有自己的专用线路，与道路交通相隔离，不受其他交通工具的干扰，不会出现交通阻塞而延误运行时间，可保证乘客准时、迅速地到达目的地。

③ 安全可靠：城市轨道交通或于地下或高架，即使在地面也与道路交通相隔离，与其他交通工具无相互干扰，如果不遇到自然灾害或发生意外，运行安全有充分的保障。

④ 利于环境保护：城市轨道交通噪声小，污染轻，对城市环境不造成破坏。

⑤ 节省土地资源：城市轨道交通多建于地下或高架，大大减少了城市土地的占用，充分利用了城市空间，又因其为大运量集团化运输，可使乘客的交通行为人均道路占用面积进一步减小，节省了日益宝贵的土地资源。

但是城市轨道交通也存在一定的局限性，如建设费用高、周期长、难度大，线路建成后不易调整，技术含量高，运输组织复杂等；一旦遇有自然灾害尤其是火灾，乘客疏散困难，容易造成人员伤亡。

2. 城市轨道交通有别于城间铁路交通的特点

城市轨道交通虽然和城间铁路同为轨道交通，但和城间铁路有不少不同之处。

① 运营范围不同：城市轨道交通运行范围是城市市区及郊区，往往只有几十千米，不像城间铁路那样纵横数千千米，而且连接城乡。

② 运行速度不同：城市轨道交通因在城市范围内运行，站间距离短，且站站须停车，列车运行速度通常不超过 80 km/h。而城间铁路的运行速度比较高，许多线路在 120 km/h 以上，高速铁路在 300 km/h 以上。

③ 服务对象不同：城市轨道交通的服务对象单一，只有市内客运服务，不像城间铁路那样可提供客、货混运服务。

④ 路网布局结构差异：城市轨道交通大部分线路在地下或高架通行，均为双线，各线路之间一般不过线运营。正线一般采用 9 号道岔，车辆段采用 7 号道岔，这些都与城间铁路有异。另外城市轨道交通还有城间铁路没有的跨座式和悬挂式结构。

⑤ 站段构成及功能差异：城市轨道交通一般车站多为正线，多数车站也没有道岔，换乘站多为立体方式，不像城间铁路那样车站有数量不等的道岔及股道，有较复杂的咽喉区，换乘也为平面方式。城市轨道交通的车辆段不同于城间铁路的车辆段的只有车辆检修的功能，而是类似于城间铁路的区段站，要进行车辆检修、停放以及大量的列车编解、接发车和调车作业。

⑥ 车辆差异：城市轨道交通采用电动车组，没有城间铁路那样的机车和车辆的概念，也没有城间铁路那样众多类型的车辆。

⑦ 供电设施差异：城市轨道交通的供电包括牵引供电和动力照明供电。城市轨道交通均为直流电力牵引，没有电气化铁路的说法。城市轨道交通的动力、照明供电尤为重要，一旦供电中断，将陷入整体瘫痪状况。

⑧ 通信信号要求：城市轨道交通列车密度高，行车间隔短，普遍采用列车自动监控和列车自动运行的信号控制方式。城市轨道交通为了迅速、准确、可靠地传递信息，需建有自成体系的独立完整的内部通信网，还包括广播和闭路电视。

⑨ 运输组织管理差异：城市轨道交通运营条件十分单纯，除了进、出段和折返外，没有越行，没有交会，正线上一般没有调车作业，易于实现自动监控。

1.1.2 城市轨道交通对信号系统的要求

城市轨道交通，尤其是地下铁道对信号系统的要求主要有以下几方面。

① 通过能力要求：城市轨道交通一般不设站线，进站列车均停在正线上，先行列车停站时间直接影响后续列车接近车站，所以要求信号设备必须满足高密度（通过能力大）的要求。由于不设站线使列车正常运行的顺序是固定的，所以有利于实现行车调度自动化。另一方面，为满足城市轨道交通大运量运输需求，要求采用先进的信号技术尽量提高通过能力。

② 安全性要求：大运量的城市轨道交通，尤其是地下部分隧道空间小、行车密度大，

故障排除难度大,若发生事故难以救援,损失将非常严重,所以对行车安全保障要求更高,即对信号系统提出了更高的安全要求。

③ 信号显示要求:城市轨道交通地下部分背景暗,且不受天气影响,直线地段瞭望条件好,但曲线地段受隧道壁的遮挡,信号显示距离受到限制,所以高质量保证信号系统的显示也是一个重要的问题。

④ 抗干扰能力要求:城市轨道交通均为直流电力牵引,要求信号系统设备必须对其有较强的抗电气化干扰能力。

⑤ 可靠性要求:由于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,行车时不便下洞维修和排除设备故障,所以要求信号系统设备必须具有高可靠性,尽量做到平时不维修或少维修。

⑥ 自动化程度要求:城市轨道交通站间距短、列车密度大,行车工作仅依靠人工难以满足安全和高效运营的需求,所以要求尽量采用自动化程度高的先进技术设备,以减少工作人员,并减轻他们的劳动强度。

1.1.3 城市轨道交通对通信系统的要求

城市轨道交通对通信系统的要求是能迅速、准确、可靠地传递和交换各种信息。

① 行车组织要求:通信系统应能保证将各站的客流情况、工作状况、线路上各列车运行状况等信息准确、迅速地传输到控制中心。同时,将控制中心发布的调度指挥命令与控制信号及时、可靠地传送至各个车站及行进中的列车上。

② 组织管理要求:通信系统应能保证各部门之间、上下级之间保持畅通、有效、可靠的信息交流与联系。

③ 外部通信要求:通信系统应能保证本系统与外部系统之间便捷、畅通的联系。

④ 可靠性要求:通信系统主要设备、网络和软件模块应具有高可靠性,采取先进的可靠性冗余配置技术,故障时能自动切换和报警,控制中心可监测和采集各车站设备运行和检测的结果。

⑤ 多服务信息要求:包括音频服务信息、视频(CCTV视频监控)服务信息、数字服务信息等的传递。

1.2

城市轨道交通信号系统概述

1.2.1 城市轨道交通信号系统的作用

城市轨道交通信号系统是城市轨道交通最重要的设备之一,它不仅保证列车运行的安

全，防止列车追尾、正向和侧向撞车和超速等安全事故的发生，同时能够在有限的建设规模下，通过小编组、大密度，最大限度发挥线路的运输能力，提高列车速度、运输效率和服务质量，还能够通过现代化的设备大大降低工作人员的劳动强度，降低运营成本等。

1.2.2 城市轨道交通信号系统的组成

城市轨道交通信号系统已经不是传统意义上的简单的信号显示。随着通信技术、计算机技术和控制技术的飞速发展，城市轨道交通信号系统已经发展成一个具有列车自动防护（ATP）、列车自动驾驶（ATO）和列车自动监控（ATS）等功能的综合自动化系统。

城市轨道交通信号系统通常由列车运行自动控制系统（ATC）和车辆段信号控制系统两大部分组成，用于实现列车进路控制、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。城市轨道交通信号系统的基本组成如图 1-1 所示。

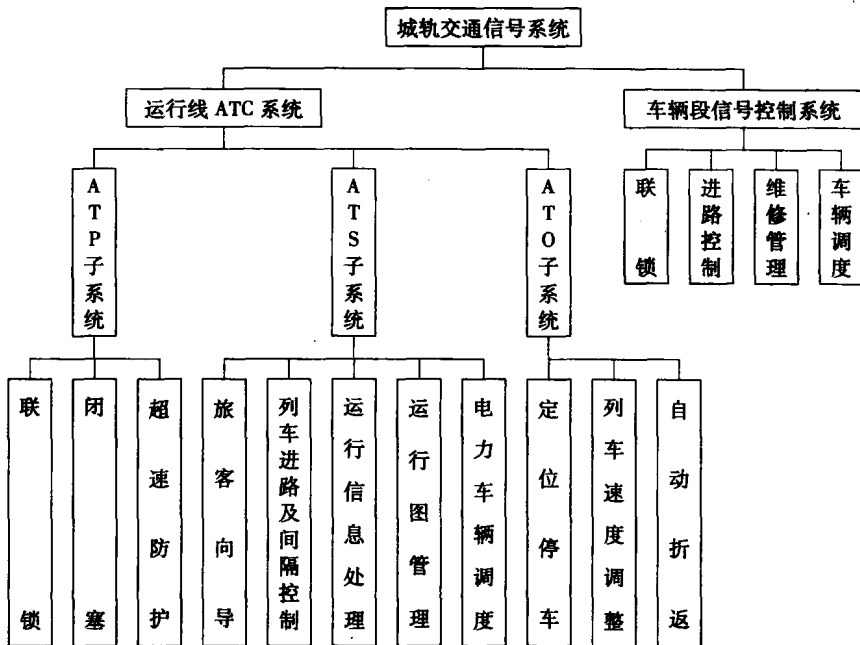


图 1-1 城市轨道交通信号系统的组成

1. 列车运行自动控制系统

列车运行自动控制系统（ATC）包括列车自动防护（ATP）、列车自动驾驶（ATO）及列车自动监控（ATS）三个系统，简称“3A”。

① ATP 系统的主要功能是列车的速度监控和超速防护，通过实时的测速和测距，保证列车在安全的速度下行驶，必要时给出各种信号的提醒，甚至自动启动紧急制动，同时还能对列车进行安全性停车点防护和列车车门控制，在列车不能停稳时不允许列车运

动等。

② ATO 系统的主要功能是完成站间自动运行,进行列车速度调节和进站定点停车,对车门和屏蔽门的控制,接受控制中心(OCC)的运行调度命令,实现站台扣车、站台跳停等。使用 ATO 系统,可以使列车处于一个最佳的运行状态,提高列车的正点率和乘客舒适度。

③ ATS 系统是整个城市轨道交通系统的运营核心,在 ATP、ATO 系统的支持下完成对列车状态的监督和控制,主要功能有:运行图的管理、运行调整、仿真培训、旅客向导等。

2. 车辆段信号控制系统

车辆段信号控制系统设一套联锁设备,用以实现车辆段的进路控制,并通过 ATS 车辆段分机与行车指挥中心交换信息。车辆段联锁设备前期采用 6502 电气集中联锁,近来均采用计算机联锁。

先进的车辆段信号控制系统的特点是信号一体化,包括联锁系统、进路控制设备、接近通知、终端过走防护和车次号传输设备等。这些设备由局域网连接并经过光缆与调度中心相通。列车的整备、维修与运行相互衔接成一个整体,保证了城市轨道交通的高效率和低成本。

1.3

城市轨道交通通信系统概述

1.3.1 城市轨道交通通信系统的作用

城市轨道交通通信系统是指列车运行、公务联络、传递各种信息和提高运输效率的重要手段,是保证列车的安全、快速、高效运行必不可少的综合系统。通信系统还要和信号系统共同完成行车调度指挥,并为信号系统和其他各子系统提供信息传输通道和时标(标准时间)信号。在发生火灾、事故等情况下,通信系统也是进行应急处理、抢险救灾的主要手段。

1.3.2 城市轨道交通通信系统的组成

城市轨道交通通信系统是保证列车安全运营的重要设备,主要由通信传输系统、电话系统、无线调度通信系统、录音系统、广播系统、闭路电视监控系统、时钟系统、旅客向导系统、商用通信系统等组成,如图 1-2 所示。

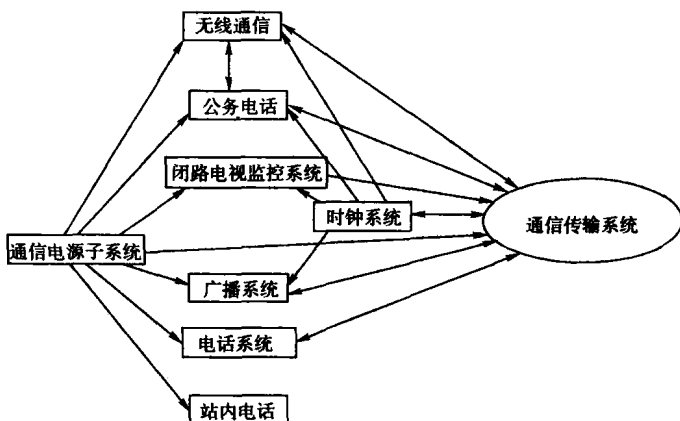


图 1-2 城市轨道交通通信系统的组成

① 通信传输系统是一个能够承载音频、视频、数据等各种信息的综合业务数字通信网，是城市轨道交通通信系统的基础。城市轨道交通通信网由光纤数字传输系统、数字电话交换系统、广播系统、闭路电视监控系统、无线通信系统等组成。这些系统通过电缆、光缆、漏泄电缆和空间电磁波等传输媒介，在控制中心与各车站、列车之间构成多个互相关联、互相补充的业务信息传输和交换通道，为城市轨道交通提供综合通信能力。

② 电话系统为城市轨道交通管理、运营和维修人员提供语音通信。主要由公务电话和专用电话（包括调度、站内、站间和区间轨旁电话）两个子系统组成。

③ 无线调度通信系统，也称为无线集群通信系统，是调度与司机通信的手段，也是移动作业人员、抢险人员实现通信的重要手段。为了保证调度和司机通话的安全、畅通，城市轨道交通没有采用公众移动通信网络通信，而是建设了轨道交通专用的无线调度通信网络。

④ 录音系统是为确保地铁控制中心调度员与车站运营人员之间的调度指令和安全指令能正确保存而设置的系统。录音系统可对每个话路进行录音、监听、回放及识别来电号码，并运用信息化、网络化的技术，为调度提供现代化的管理手段，提高管理部门信息的收集、处理能力，联动及反应能力，为各级管理人员提供准确、及时的数据，提高管理工作效率。

⑤ 广播系统由正线广播和车辆段广播两个独立的系统组成，正线广播又分成控制中心广播和车站广播两级。该系统为控制中心调度员、车站值班员、车辆段值班员提供对相应区域进行有线广播，同时也为控制中心大楼提供广播的功能。

广播系统是城市轨道交通运营行车组织的必要手段，包括：对乘客广播，通知列车到站、离站、线路换乘、时间表变更、列车误点、安全状况，播放音乐改善候车室、站厅、站台、列车车厢环境；防灾广播，在突发或紧急情况下，组织指挥事故抢险，提高应急响应能力；对运营人员广播，发布有关通知信息，协同配合工作，告知办公区、站台、站厅、运用库、段内道岔群附近及人行道情况等信息。

⑥ 闭路电视监控系统为控制中心调度管理人员、车站值班员、站台管理人员和司机等对车站的站厅、站台、出入口等主要区域提供监视服务。通过实时监控车站客流、列车出入站、旅客上下车情况，为提高运营组织管理效率，保证列车安全、正点提供信息，并借助车站和中心录像进行安全事故的取证。