



城市轨道交通专业培训系列教材



# 城市轨道交通 通信技术

上海申通地铁集团有限公司  
轨道交通培训中心

编著

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市轨道交通专业培训系列教材

# 城市轨道交通 通信技术

上海申通地铁集团有限公司  
轨道交通培训中心 编著

中国铁道出版社

2012年·北京

## 图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通通信技术/上海申通地铁集团有限公司轨道交通培训中心编著. —北京:中国铁道出版社, 2012. 5

城市轨道交通专业培训系列教材  
ISBN 978-7-113-14261-2

I. ① 城… II. ① 上… III. ① 城市铁路—交通通信—通信技术—技术培训—教材 IV. ① U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 025110 号

书 名: 城市轨道交通专业培训系列教材  
城市轨道交通通信技术  
作 者: 上海申通地铁集团有限公司轨道交通培训中心

策划编辑: 殷小燕  
责任编辑: 殷小燕 电话: (010)51873147  
封面设计: 崔丽芳  
责任校对: 张玉华  
责任印制: 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 三河市兴达印务有限公司

版 次: 2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

开 本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 22.75 字数: 306 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-14261-2

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

# 城市轨道交通专业培训系列教材

## 编辑委员会

主任：毕湘利

副主任：叶华平 周庆灏

委员：(按姓氏笔划为序)

丁建中	王子强	王曰凡	王伟	王伟雯
王如路	王征	王晓保	王育才	艾文伟
毕艳祥	朱宏	朱翔	朱小娟	朱效洁
达世鹏	刘加华	宋键	沈光怡	邹松
周俊龙	周剑鸿	陈鞍龙	施俊明	殷峻
张琼燕	张凌翔	皇甫小燕	黄钟	鲁新华
戴祺	瞿锋			

## 城市轨道交通专业系列丛书

### 编写组

组长：叶华平

副组长：李益 杜晓红

成员：(按姓氏笔划为序)

丁晨	朱鸣	朱小瑶	吴玲英	李跃进
陆国春	陈春根	张建华	姚军	姚纯洁
姚晓荣	徐金祥	翁瑶	夏熠	蒋义华
唐益				

# 《城市轨道交通通信技术》

## 编写人员

主 编：阮 文

主 审：余妙根 齐 梅

编写人员：张 军 樊 盈 马 暉 阙莉华 俞海龙

袁志骞 董 彦 林一鸣 叶 申 徐首峰

王 盛 杨 方 陈 超 肖 扬 程加宁

唐 益

# 序

随着城市化进程的加快,城市“出行难”的社会问题越来越突出。在“以人为本、公交优先”方针指引下,城市轨道交通因运能大、速度快、安全准点、节约资源、保护环境等优点,日益成为广大市民出行的首选,深受市民欢迎。当前我国的城市轨道交通正处在大发展、大建设时期:北京、上海等大城市的轨道交通已率先由单线运营进入了网络化运营;其他城市的轨道交通网络化建设规划也在不断深化和完善。便捷的城市轨道交通运营网络在为市民带来出行便利的同时,也为轨道交通运营部门带来了新的管理课题。

城市轨道交通的自身特点决定了:一旦开通运营,就必须持续保持高度的安全性、可靠性和服务的人性化。网络化运营带来的客流迅猛增长,对客运组织和客运服务提出了高要求。城市轨道交通的发展需要有一大批专业人才,急需有一套能满足城市轨道交通网络化运营要求的人才培训教材。

这套《城市轨道交通专业培训系列教材》是以上海城市轨道交通十余年运营实践为基础并结合全国轨道交通发展状况,推出的面向国内、面向未来的教材。城市轨道交通多专业“联动”的要求决定了专业技术人才的“一专多能”要求,因此本“系列丛书”既是城市轨道交通各专业人员的入门和提升培训教材,也能满足非本专业人员对其他专业的业务进修。

坚持科学发展观,提高自主创新能力。把多年积累的地铁各专业运营管理与维护方面的经验及解决实际问题的思路和方法,由多位具有运营实践的专业技术人员提炼总结,汇编成书,期望能给轨道交通运营管理与维护人员以启迪和帮助。

“源于实践、高于实践”,“符合国情”是本套丛书的二大特点,不但可以满足当前运营管理培训的需要,也为今后的城市轨道交通网络化发展的管理提出了新的思考和知识点。随着城市轨道交通不断引进新技术,随着运营管理的要求越来越高,虽然书中阐述的技术和管理的基本原理是相同的,但是《城市轨道交通专业培训系列教材》必然还要在实践中不断补充实例、不断完善,希望本套丛书能真正成为技术和管理人员的“良师益友”。

编委会

2009年10月

# 前 言

随着我国城市化的不断发展,各大城市的轨道交通建设均进入快速发展期,不少大城市的轨道交通运营线路已呈网络化态势,城市轨道交通运能大、能耗低、污染少、速度快,具有安全、准点、快捷的特点,成为深受广大市民欢迎的城市交通工具。北京、天津、上海、广州、深圳、南京、沈阳、成都、杭州、西安、苏州等 20 多个城市均在加紧进行轨道交通建设,不少线网已经投入运营。

城市轨道交通是集线路、车辆、供电、通信、信号、自动售检票、运营管理等专业于一体的综合系统;新工艺、新技术在城市轨道交通各个专业得到充分地运用;城市轨道交通职业是新的职业工种,所以对从业职工的岗前培训、岗位培训以及技能考核,成为城市轨道交通职业教育的重要任务。

《城市轨道交通通信技术》是在借鉴原上海地铁运营有限公司《通信工》一书的基础上,参考各类通信技术资料,由工作在第一线的通信专业技术人员撰写。本书结合编者在上海轨道交通十余年来通信维护工作的经验,从城轨通信专业的角度出发,对于传输系统、电话系统、专用无线系统、视频监控与入侵报警系统、广播系统、光缆、时间时钟系统、乘客信息系统与通信电源系统等都进行了描述和概括;作为一本面向城市轨道交通一线职工的教材,理论联系实际是这本教材的特色。

本书在编写过程中得到上海申通地铁集团公司建管中心与维护保障中心领导的指导和大力支持,在此表示衷心地感谢!

本书不仅是城市轨道交通职工培训教材,也可以作为城市轨道交通大专院校、职业学校学生的教学参考用书。

编 者

2011.12 于上海

## 中英文缩略语表

缩略语	英语解释	中文解释
AACH	Access Assignment Channel	接入指配信道
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene	丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物
ACCH	Access Control Channel	接入控制信道
ACELP	Algebraic Code Excited Linear Prediction	代数码本激励线性预测编码
ACL	Access Control List	访问控制列表
ADM	Add/Drop Multiplexer	分插复用器
AFC	Automatic Fare Collection	自动售检票系统
AGC	Automatic Gain Control	自动增益控制
AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
AN	Access Network	接入网
AP	Access Point	接入点
API	Application Programming Interface	应用程序编程接口
APS	Automatic Protection Switching	自动保护倒换
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步传输模式
ATS	Alphanumeric Text Service	字符文本服务
ATS	Automatic Train Supervision	自动列车监控系统
AU	Administration Unit	管理单元
AU-AIS	Administrative Unit Alarm Indication Signal	AU 告警指示信号
AUG	Administration Unit Group	管理单元组
AU-LOP	Loss of Administrative Unit Pointer	AU 指针丢失
AUP	Administration Unit Pointer	管理单元指针
BBER	Background Block Error Ratio	背景块误码比
BCCH	Broadcast Control Channel	广播控制信道
BER	Bit Error Rate	误码率
BHCA	Busy Hour Calling Amount	忙时呼叫次数
BIP-N	Bit Interleaved Parity N code	比特间插奇偶校验 N 位码
BITS	Building Integrated Timing (Supply) System	大楼综合定时(供给)系统



续上表

缩略语	英语解释	中文解释
BLCH	Base station Linearisation Channel	基地台线性化信道
BNCH	Broadcast Network Channel	广播网络信道
BR	Base Radio	基站收发信机
BS	Base Station	基地台
BSCH	Broadcast Synchronization Channel	广播同步信道
BTS	Base Transceiver Station	基站收发信台
CAD	Computer Aided Dispatch	计算机辅助调度
CAS	Channel Associated Signaling	随路信令
CCD	Charge Coupled Device	电荷耦合器件
CCH	Control Channel	控制信道
CCIR	International Radio Consultative Committee	国际无线电咨询委员会
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee	国际电报电话咨询委员会
CCK	Common Cipher Key	公共密钥
CCS	Common Channel Signaling	共路信令
CDMA	Code Division Multiple Access	码分多址
CLCH	Common Linearisation Channel	公共线性化信道
CMI	Coded Mark Inversion	传号反转码
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	互补金属氧化物半导体
CNE	Central Network Equipment	中央网络设备
COCC	Comprehensive Operation Coordination Center	综合运营协调中心
CoS	Class of Service	服务类别
CPCI	Compact Peripheral Component Interconnect	紧凑型 PCI
CTI	Computer Telephony Integration	计算机与电话集成技术
DCC	Data Communication Channel	数据通信通路
DCK	Derived Cipher Key	导出密钥
DDF	Digital Distribution Frame	数字配线架
DID	Direct In-Dialling	直接拨号
DMO	Direct Mode Operation	直通模式工作
DP	Data Packet	数据包
DTMF	Dual Tone Multi-Frequency	双音多频信号
DUP	Data User Part	数据用户部分
DVD	Digital Video Disc	数字视频光盘
DVR	Digital Video Recorder	硬盘录像机

续上表

缩略语	英语解释	中文解释
DXC	Digital Cross Connection	数字交叉连接
EAS	Environment Alarm System	环境报警系统
ECC	Embedded Control Channel	嵌入控制通道
EMC	Electro-Magnetic Compatibility	电磁兼容性
ESR	Errored Second Ratio	误码秒比率
ESTI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准协会
FAS	Fire Alarm System	火灾报警系统
FAW	Frame Alignment Word	帧定位字
FDM	Frequency-Division Multiplexing	频分复用
FEBE	Far End Block Error	远端块误码
FISU	Fill-In Signal Unit	填充信令单元
FTP	Foil Twisted Pair	金属箔双绞电缆
GGSN	Gateway GPRS Support Node	网关 GPRS 支持节点
GoTa	Global open Trunking architecture	开放式集群架构
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统
HDB	Home Database	归属数据库
HDB3	High Density Bipolar of order 3 code	高密度双极性码
HDTV	High Definition TeleVision	高清晰度电视
HPA	High order Path Adaptation	高阶通道适配
HPC	High order Path Connection	高阶通道连接
HP-RDI	High order Path-Remote Defect Indication	高阶通道接收缺陷指示
HP-REI	High order Path-Remote Error Indication	高阶通道远端错误指示
HPT	High order Path Termination	高阶通道终端
iDEN	Integrated Digital Enhanced Network	集成数字增强型网络
IP	Internet Protocol	网络之间互连的协议
ISCS	Integrated Supervisory Control System	综合监控系统
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合业务数字网
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合数字业务网
ISI	Inter-system Interface	系统间接口
ISO	International Standardization Organization	国际标准化组织

续上表

缩略语	英语解释	中文解释
ISUP	ISDN User Part	ISDN 用户部分
ITSI	Individual TETRA Subscriber Identity	单独的 TETRA 用户身份码
ITU-T	International Telecommunication Union-Telecommunication Sector	国际电信联盟——电信标准部
ITU-T	International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization	国际电信联盟——电信标准部
JPEG	Joint Photographic Experts Group	图片编码联合专家组
LAN	Local Area Network	局域网
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示
LCH	Linearisation Channel	线性化信道
LD	Laser Diode	半导体激光器
LE	Local Exchange	本地交换
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LOP	Loss Of Pointer	指针丢失
LPA	Low order Path Adaptation	低阶通道适配
LPC	Low order Path Connection	低阶通道连接
LPT	Low order Path Termination	低阶通道终端
LR	Location Register	位置寄存器
LS	Line Station	有线台
LSC	Local Switching Center	本地交换中心
LSSU	Link Status Signal Unit	链路状态信号单元
LST	Local Site Trunking	本地站集群
LTU	Line Terminating Unit	有线终端设备
MCC	Main Control Channel	主控制信道
MCCH	Main Control Channel	主控制信道
MDF	Main Distribution Frame	主配线架
MFC	Multi-Frequency Control	多频控制
MNC	Mobile Network Code	移动网码
MPEG	Moving Pictures Experts Group	动态图像专家组
MS	Mobile Station	移动台
MSA	Multiplex Section Adaptation	复用段适配

续上表

缩略语	英语解释	中文解释
MS-AIS	Multiplex Section-Alarm Indication Signal	复用段告警指示信号
MSC	Mobile Switching Center	移动交换中心
MSOH	Multiplex Section Overhead	复用段开销
MSP	Multiplex Section Protection	复用段保护
MS-RDI	Multiplex Section-Remote Defect Indication	复用段远端缺陷指示
MST	Multiplex Section Termination	复用段终端
MSTP	Multi-Service Transmission Platform	多业务传送平台
MSU	Message Signalling Unit	信息信令单元
MTBF	Mean Time Between Failures	平均故障间隔时间
MTP	Message Transfer Part	信息传递部分
MTTR	Mean Time To Repair	修复平均时间
MTU	Mobile Terminating Unit	移动终端设备
NNI	Network Node Interface	网络节点接口
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
NTSC	National TV Standards Committee	国家电视标准委员会
NVR	Network Video Recorder	网络录像机
O&M	Operation and Maintenance	运营和维护
OAM	Operation, Administration and Maintenance	运行、管理、维护
OCC	Operation Control Center	控制中心
ODF	Optical Distribution Frame	光纤配线架
OHA	Overhead Access	开销接入
OMC	Operation & Maintenance Center	运行维护中心
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer	光时域反射器
OTN	Open Transportation Network	开放传输网络
PABX	Private Automatic Branch Exchange	专用自动小交换机
PAL	Phase-Alternative Line	正交平衡调幅逐行倒相制
PCM		脉冲编码调制
PDCH	Packet Data Channel	分组数据信道
PDG	Packet Data Gateway	分组数据网关
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	准同步数字系列
PDN	Public Data Network	公用数据网

续上表

缩略语	英语解释	中文解释
PDS	PTT Dispatch Server	按下讲话调度服务器
PEI	Peripheral Equipment Interface	外围设备接口
PFM	Pulse Frequency Modulation	脉冲频率调制
PIN	Personal Identification Number	个人识别号
PIS	Passenger Information System	乘客信息系统
PLL	Phase-locked loops	锁相环
POH	Path Overhead	通道开销
PPI	PDH Physical Interface	PDH 物理接口
PSM	Phase Shift Method	相位偏移法
PSTN	Public Switched Telephone Network	公共电话交换网
PTN	Private Telephonic Network	专用电话网
PTR	Priority Token Ring	优先级令牌环
PTT	Push-TO-Talk	按下讲话
PUK	PIN Unbloking Key	PIN 码解锁密码
PWM	Pulse Width Modulation	脉冲宽度调制
QoS	Quality of Service	服务质量
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	四相相移键控信号
QSIG	QSIG	Q 信令
RCM	Radio Control Manager	无线电控制管理器
RDI	Remote Defect Indication	远端失效指示
REG	Regenerator	再生器
RFDS	Radio Frequency Distribution System	射频分配系统
R-LOF	Loss Of Frame	帧丢失
R-LOS	Loss Of Signal	信号丢失
R-OOF	Out Of Frame	帧失步
RPR	Resilient Packet Ring	弹性分组环
RSOH	Regenerator Section Overhead	再生段开销
RST	Regenerator Section Termination	再生段终端
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	数据采集与监视控制系统
SCC	System Control & Communication	系统通信控制
SCH	Signalling Channel	信令信道

续上表

缩略语	英语解释	中文解释
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字系列
SDL	Specification and Description Language	规范与描述语言
SDR	Short Data Router	短数据路由器
SDS	Short Data Service	短数据业务
SDTS	Short Data Transport Service	短数据传送服务
SECAM	Sequential Couleur Avec Memoire	行轮换调频制
SEMF	Synchronous Equipment Management Function	同步设备管理功能
SES	Severely Errored Second	严重误码秒
SESR	Severely Errored Second Ratio	严重误码秒比率
SETPI	Synchronous Equipment Timing Physical Interface	同步设备定时物理接口
SETS	Synchronous Equipment Timing Source	同步设备定时源
SFTP	Unshielded Foil Twisted Paired	屏蔽金属箔双绞电缆
SIP	Session Initiation Protocol	会话初始协议
SNTP	Simple Network Time Protocol	简单网络时间协议
SOH	Section Overhead	段开销
SPI	SDH Physical Interface	同步物理接口
STG	Synchronous Timing Generator	同步定时发生器
STM	Synchronous Transfer Mode	同步转移模式
STP	Shielded Twisted Pair	屏蔽双绞线
SVCD	Super Video CD	超级 VCD
SwMI	Switching and Management Infrastructure	交换与管理基础设施
TCH	Traffic Channel	业务信道
TDM	Time-Division Multiplexing	时分复用
TE	Terminal Equipment	终端设备
TETRA	TErrestrial Trunked Radio	地面集群无线电
TIM	Trace Identifier Mismatch	追踪识别符失配
TM	Termination Multiplexer	终端复用器
TMN	Telecommunications Management Network	电信管理网
TMO	Trunked Mode Operation	集群工作方式
TOS	Tricolor Operating Status System	三色运营状态系统
TSC	TETRA Site Controller	TETRA 站控制器

续上表

缩略语	英语解释	中文解释
TUG	Tributary Unit Group	支路单元组
TU-LOM	TU-Loss Of Multi-frame	支路单元复帧丢失
TUP	Tributary Unit Pointer	支路单元指针
TUP	Telephone User Part	电话用户部分
UAT	Unavailable Time	不可用时间
UCS	User Configuration Subsystem	用户配置子系统
UNEQ	Unequipped	未装载
UNI	User Network Interface	用户网络接口
UP	User Part	用户部分
UPS	Uninterruptable Power System	不间断电源系统
UTP	Unshielded Twisted Paired	非屏蔽双绞线
VC	Virtual Container	虚容器
VCO	Voltage-Controlled Oscillator	压控振荡器
VDB	Visited Database	受访数据库
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网
VRLA	Valve-Regulated Lead Acid Battery	阀控式密封铅酸蓄电池
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比
ZC	Zone Controller	区域控制器

# 目 录

<b>第 1 章 城市轨道交通通信系统概述</b> .....	1
1.1 通信系统概述 .....	1
1.2 通信系统组成 .....	2
<b>第 2 章 传输系统</b> .....	5
2.1 模拟通信与数字通信 .....	5
2.2 数字通信原理及光通信原理 .....	9
2.3 传输系统基础原理 .....	24
2.4 准同步数字体系(PDH)和数字同步体系(SDH) .....	28
2.5 轨道交通通信传输系统简介 .....	51
<b>第 3 章 电话系统</b> .....	59
3.1 概 述 .....	59
3.2 交换网络的结构和原理 .....	62
3.3 程控数字交换机的控制系统和程序管理 .....	64
3.4 程控数字交换机的接口 .....	68
3.5 程控数字交换机的外部设备 .....	69
3.6 电信网的规程 .....	70
3.7 电信网的信令系统 .....	73
3.8 呼叫处理过程 .....	74
3.9 城市轨道交通设备举例 .....	76
<b>第 4 章 城市轨道交通专用无线通信系统</b> .....	106
4.1 无线通信基础 .....	106
4.2 数字集群通信系统概述 .....	107
4.3 TETRA 数字集群通信系统 .....	118
4.4 基于 TRTRA 的 Dimetra IP 数字集群通信系统 .....	131
4.5 TETRA 数字集群通信系统在城市轨道交通中的应用 .....	153
4.6 二次开发降级系统 .....	167
4.7 消防无线系统 .....	170



4.8 公安无线系统 .....	175
<b>第5章 视频监控与入侵报警系统</b> .....	178
5.1 基础知识 .....	178
5.2 视频监控系统的组网 .....	182
5.3 视频监控系统设备 .....	186
5.4 入侵报警系统的组网 .....	191
5.5 入侵报警系统设备 .....	193
5.6 城轨安防视频监控系统的解决方案 .....	195
<b>第6章 广播系统</b> .....	198
6.1 广播系统的组成和功能 .....	198
6.2 广播系统设备运行控制方式 .....	206
6.3 广播系统在城市轨道交通中的应用 .....	213
<b>第7章 光 电 缆</b> .....	220
7.1 电缆概述 .....	220
7.2 电缆维护及使用工艺 .....	235
7.3 光缆概述 .....	238
7.4 光缆维护及使用工艺 .....	249
<b>第8章 时间时钟系统</b> .....	255
8.1 时间时钟基本原理与技术 .....	255
8.2 时间时钟系统的构成 .....	259
8.3 时间时钟系统在城市轨道交通中的应用 .....	278
<b>第9章 乘客信息系统</b> .....	285
9.1 乘客信息系统的基本原理 .....	285
9.2 乘客信息系统在城市轨道交通中的应用 .....	292
<b>第10章 通信电源系统</b> .....	308
10.1 通信电源系统的基本要求 .....	308
10.2 通信电源的分类与组成 .....	309
10.3 交流供电系统 .....	313
10.4 直流供电系统 .....	316
10.5 不间断电源系统与蓄电池 .....	326
10.6 接地系统与防雷 .....	337
<b>参考文献</b> .....	345