



高等职业教育城市轨道交通专业规划教材
GAODENG ZHIYE JIAOYU CHENGSHI GUIDAO
JIAOTONG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

URBAN RAIL TRANSIT

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG XINHAO XITONG

城市轨道交通信号系统

主 编 邢红霞 李 乐
副主编 王 瑾 王丽萍



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

城市轨道交通信号系统

主 编 邢红霞 李 乐

副主编 王 瑾 王丽萍

参 编 (按姓氏笔画为序)

文冬林 马小玲 马晓薇

王小可 宋 薇 高 玉

内 容 简 介

本书内容是总结国内多个城市轨道交通信号系统而编写的,介绍了城市轨道交通信号系统原理,把信号系统按照设备布置位置信号工种分类和信号系统组成特点分为车载、ATS、正线、DCS、车辆段和其他辅助系统这几个部分,全书总共8个项目15个任务,囊括了城轨信号系统所有的子系统,内容实用,针对性强。编写中多个项目都是以目前国内使用最多的西门子和浙大网新的各个子系统为例进行分类描述的。

本书可作为高职高专、中专、中技的城市轨道交通信号系统教材,城市轨道交通信号技术人员的技术参考书,以及本科院校相关专业师生的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通信号系统 / 邢红霞,李乐主编. —重庆:重庆大学出版社,2013.8
高等职业教育城市轨道交通专业系列教材
ISBN 978-7-5624-7227-8

I. ①城… II. ①邢… ②李… III. ①城市铁路—交通信号—信号系统—高等教育—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 026237 号

城市轨道交通信号系统

主 编 邢红霞 李 乐

副主编 王 瑾 王丽萍

策划编辑:杨粮菊

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:杨粮菊

责任校对:陈 力 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆市远大印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:424千

2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-7227-8 定价:34.80元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编 审 委 员 会

编 委 会 主 任 | 祁国俊 刘峻峰

编委会副主任 | 侯久望 袁 媛

编委会成员

曹双胜	史富强
葛党朝	刘 煜
赵舜尧	吴海军
刘 炜	史晓薇
付晓凤	何 鹏
王治根	赵跟党
房 瑛	邢红霞
王 敏	刘 军
张 宁	

城市轨道交通信号系统常用专业名词英汉对照表

A	计轴点 Axle Counter Head
ACS	计轴系统 Axle Counter System
ACSDV	电源板 Power Supply Board
AM	ATO 自动模式 ATO Mode
ANSI	美国国家标准协会 American National Standard Institute
AP	无线接入点 Access Point
AREMA	美国铁路维护工程协会 American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association
ARP	地址解析协议 Address Resolution Protocol
AS	接入交换机 Access Switch
ASTS	安萨尔多 交通集团 Ansaldo Transportation
ASTS-USA	美国联合道岔信号国际有限公司 Union Switch & Signal International Co.
ATB	自动折返 Automatic Turn-Back
ATC	列车自动控制 Automatic Train Control
ATO	列车自动运行 Automatic Train Operation
ATP	列车自动防护 Automatic Train Protection
ATPM	ATP 防护下的列车人工驾驶模式 ATP Manual Mode
ATS	列车自动监控 Automatic Train Supervision
ATS/LCW	现地控制工作站 ATS Station Workstation/Local Control Workstation
AX	安全型继电器 Vital Relay
BAS	设备监控系统 Building Automation System



续表

BC	广播控制 Broadcast Control
BS	骨干交换机 Backbone Switch
BSP	板支持包 Board Support Packet
CAD	计算机辅助设计 Computer Aided Design
CAN	控制器局域网 Controller Area Network
CBI	计算机联锁系统 Computer-Based Interlocking
CBN	车载网络 Carborne Network
CBOP	存储器板 Carte BOuchon Panier (Plug-in board)
CBTC	基于通信的列车控制系统 Communications-Based Train Control
CC	车载控制器 Carborne Controller
CCTE	车载安全计算机处理器(包括 ATP/ATO 子系统) Vital processing board of carborne ATP and ATO subsystems
CDMA	码分多址 Code Division Multiple Access
CENELEC	欧洲电工标准化委员会 European Committee for Electrotechnical Standardization
CI	计算机联锁 Computer Based Interlocking
CN	车载网络 Carborne Network
CNS	CBTC 网络支持子层 CBTC Network Support
COAST	惰行 Coast
COTS	可购买的商用产品 Commercially-available Off The Shelf
CP	循环前缀 Cyclic Prefix
CPS	条件电源 Conditional Power Supply
CPU	中央处理器 Central Processing Unit
CRC	循环冗余码校验码 Cyclic Redundancy Check
CSD	三取二 ASTS FRANCE 安全计算机 2 out of 3 ASTS FRANCE Transport Vital Computer
DB	数据库 Database
DCS	数据通信子系统 Data Communication Subsystem
DDOS	分布式拒绝服务 Distributed Denial-of-Service
DID	目的地号
DIVA	动态综合安全可用系统 Dynamic Integrated Vital and Available system
DSU/FRONTAM	数据库存储单元 Database Storage Unit/ FRONTAM

续表

DT	动态信标 Dynamic Transponder
DTI	发车计时器 Departure Time Indication
Duty Rm	值班室 Duty Room
DWDM	密集波分复用 Dense Wavelength Division Multiplexing
EB	紧急制动 Emergency Brake
EBA	施加紧急制动 Emergency Brake Applied
EBR	紧急制动继电器 Emergency Brake Relay
EIA	美国电子工业协会 Electronic Industries Association
EMC	电磁兼容 Electro-Magnetic Compatibility
EMI	电磁干扰 Electro-Magnetic Interference
EN	欧洲标准 European Norms
EOSS	光电速度传感器 Electro-Optical Speed Sensor
ESB	紧急停车按钮 Emergency Stop Button
ESE	以太网交换机/扩展器 Ethernet Switch & Extender
ESS	紧急停车系统 Emergency Stop System
FAC	前向纠错编码 Forward Error Correction
FAS	火灾报警系统 Fire Alarm System
FAT	工厂验收测试 Factory Acceptance Test
FLASH PROM	闪存型可编程只读存储器 Flash PROM
FSB	全常用制动 Full Service Brake
FT	静态信标 Static Transponder
GSM	全球移动通信系统 Global System for Mobile communication
I/O	输入/输出 Input/Output
IATP	点式 ATP Intermittent ATP
iATPM	点式 ATP 监控下的人工驾驶模式 iATP monitored manual mode
IBP	综合后备控制盘 Intergrated Back-up Panel
ICDD	接口控制和定义文档 Interface Control and Definition Document
ID	身份 Identity
IDS	入侵检测系统 Intrusion Detection System
IEEE	国际电气与电子工程师协会 Institute of Electrical and Electronics Engineers

续表

IL	联锁 Interlocking
ILC	联锁控制器 Interlocking Controller
IP	互联网协议 Internet Protocol
IPS	入侵防御系统 Intrusion Protection System
IPSec	互联网协议安全 Internet Protocol Safety
ISA	独立安全评估机构 Independent Safety Assessment
ISI	码间干扰 InterSymbol Interference
ISO	国际标准化组织 International Standards Organization
LAN	局域网 Local Area Network
LCD	液晶显示器 Liquid Crystal Displayer
LCVO	价轨线性组合 Linear Combination of Valence Orbitals
LCW	本地控制工作站 Local Control Workstation
LED	发光二极管 Light Emitting Diode
LLC	逻辑链路控制 Logic Link Control
LRU	在线可替换单元 Line Replaceable Unit
MAC	介质访问控制 Media Access Control
MAL	移动授权 Movement Authority Limit
MIB	管理信息数据库 Management Information Base
Microlok	ASTS-USA 生产的联锁系统 Interlocking System Provided by ASTS-USA
MOI	操作员界面主菜单 Main Menu Operator Interface
MOI	操作员界面主菜单 Main Menu Operator Interface
MR	Mobile Radio 移动通信系统
MR	车载无线台 Mobile Radio
MRT	生产线测试 Manufacture Routine Test
MTBF	平均无故障时间 Mean Time Between Failure
MTBFF	平均无功能故障时间 Mean Time Between Functional Failure
MTBHE	平均无危险事件时间 Mean Time Between Hazardous Event
MTBSF	平均无运行故障时间 Mean Time Between Service Failures
MTBWSF	平均导向危险侧的故障间隔时间 Mean Time Between Wrong Side Failures
MTORE	车载输入/输出板 Module Tour Ou Rein (Binary I/O Board)

续表

MTTR	平均故障维修时间 Mean Time to Repair
N/A	不适用 Non Applicable
NMS	网络管理站 Network Management Station
NMS	网络管理服务器 Network Management Server
NRM	非限制人工模式 Non-Restricted Manual
OCC	运营控制中心 Operational Control Center
OFDM	正交频分复用技术 Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OSI	开放式系统互联模型 Open System Interconnect Reference Mode
OTE	光端机 Optical Terminal Equipment
P/B	牵引/制动系统 Propulsion/Brake system
PA	接近天线 Proximity Antenna
PC	个人计算机 Personal Computer
PCB	印刷电路板 Printed Circuit Board
PCI	协议控制信息/信息控制协议 Protocol Control Information
PDI	站台发车指示器 Platform Departure Indicator
PE	牵引使能 Propulsion Enable
PIDS	乘客信息显示系统 Passenger Information Display System
PMC	PCI 中间层卡 PCI Mezzanine Card
PMC	接口控制板(文档中的缩写) Interface Connector (abbreviation in the document)
POS	基于 SDH 的点到点协议 (PPP)PPP Over SDH
POSIX	便携操作系统界面 Portable Operating System Interface
PS	电源 Power Supply
PSD	安全门/屏蔽门 Platform Screen Door
PSR	永久限速 Permanent Speed Restriction
PVID	车辆固定标识 Permanent Vehicle Identity
PWM	脉宽调制 Pulse-Width Modulation
QA	质量保证 Quality Assurance
QoS	服务质量保障 Quality of Service
RAM	可靠性、可用性和可维护性 Reliability, Availability & Maintainability
RF	无线电频率(射频) Radio Frequency

续表

RI	继电器接口 Relay Interface
RM	限制人工模式 Restricted Manual
RPR	弹性分组数据环 Resilient Packet Ring
S,X	信号机 Signal
SAN	存储区域网络 Storage Area Network
SAP	服务接入点 Service Access Point
SAP	服务接入点 Service Access Point
SBA	施加常用制动 Service Brake Applied
SBD	安全制动距离 Safety Braking Distance
SCADA	电力监控系统 Supervisory Control and Data Acquisition system
SCC	车站控制计算机 Station Control Computer
SCR	车站控制室 Station Control Room
SCT	系统配置工具 System Configuration Tool
SDH	同步数字系列 Synchronous Digital Hierarchy
SDU	服务数据单元 Service Data Unit
SE	以太网交换机/扩展器 Switch/Extender
SER	信号设备室 Signaling Equipment Room
SID	区间隔断门 Section Isolation Door
SIL	安全完整性等级 Safety Integrity Level
SIR	安全联锁继电器 Safety Interlocking Relay
SNMP	系统网络管理协议 System Network Management Protocol
SONET	同步光网络 Synchronous Optical Networking
SPR	系统问题报告 System Problem Report
SSID	禁用服务集标志 Stop Service ID
SSID	服务集标志 Service Set ID
SSPP	系统安全程序计划 System Safety Program Plan
ST	有岔轨道区段 Track Section with Switch
STCP	系统测试和调试方案 System Testing & Commissioning Plan
STCP	系统测试和调试方案 System Testing & Commissioning Plan
T	无岔轨道区段 Track Section without Switch

续表

TACH	转速计 Tachometer
TB	自动折返按钮 Automatic Turnback Button
TD-SCDMA	时分同步码分多址接入 Time Division Synchronous Code Division Multiple Access
TFT	薄膜工艺 Thin-Film Technology
TI	查询应答器 Transponder Interrogator
TIA	查询器天线 Transponder Interrogator Antenna
TID	追踪标识 Tracking Identity
TIMS	列车信息管理系统 Train Information Management System
TMS	列车管理系统,某些线路中称为 ATI Train Management System (Autonomous decentralized Train Integrated system)
TMS	列车管理系统 Train Management System
TOD	列车司机显示器 Train Operator Display
TOR	轨面 Top of Rail
TR	k 终端架/分线架 Terminal Rac
TSR	临时速度限制 Temporary Speed Restriction
TT	型式试验 Type Test
TTT	列车追踪
UDP	用户数据报协议 User Datagram Protocol
UDP	用户数据报协议 User Datagram Protocol
UPS	不间断电源 Uninterruptible Power Supply
VB	虚拟闭塞 Virtual Block
VDU	视频显示单元 Video Display Unit
VLAN	虚拟局域网 Virtual Local Area Network
VPN	虚拟专用网络 Virtual Professional Network
VR	列车调整 Vehicle Regulation
W	转辙机 Switch Machine
WAN	广域网 Wide Area Network
WBN	轨旁骨干网络 Wayside Backbone Network
WLAN	无线局域网 Wireless Local Area Network
ZC	区域控制器 Zone Controller
ZVR	零速继电器 Zero Vital Speed

前言

在交通运输业迅猛发展的今天,城市轨道交通已经成为城市缓解公路交通压力的最好途径,我国目前已有 46 条 1 950 余 km 地铁线路运营(2013 年 5 月数据),十二五期间,有 2 000 余 km 的地铁线路在建。不同时期的地铁线路采用了不同公司、不同制式的信号系统,随着控制技术和通信技术的不断发展,基于 CBTC 的信号系统已经成为目前新建地铁线路首选的信号系统,随着城市轨道交通的不断发展,信号设备不断增加,维护技术人员需求大增,进入这个行业的从业者需要进行专业的技能培训才能上岗,市场上介绍城轨信号系统原理的系统教材几乎没有,本书的应运而生就是基于这种需求的不断刺激,填补了这个空白,希望能为从业者在技术层面上增加知识储备。全书总共 8 个项目 15 个任务,囊括了城轨信号系统所有的子系统,内容实用,针对性强。

项目一作为城轨信号系统的入门级介绍,说明了城轨交通的特点、对信号系统的要求,信号系统的模块式构成、各子系统的简单功能及系统的分类方式等内容。

项目二是城轨信号系统的运行模式,包括 CBTC、点式 ATP 和联锁控制 3 个由高到低的控制等级,对不同公司的 CBTC 系统从系统结构组成、信息交换方式、基本工作原理等方面作了深入浅出的描述。

项目三是车载信号子系统。书中以车载 ATO 和车载 ATP 子系统为两条主线介绍不同公司的系统结构组成、基本工作原理等内容。

项目四是 ATS 信号子系统。从 ATS 系统结构、功能原理、性能、接口、人机界面、ATS 运行方式等多个方面深入浅出的介绍了 ATS 信号子系统。

项目五是正线信号部分,在介绍联锁的概念、内容及进路等铺垫知识的基础上以西门子的 SICAS 计算机联锁和 ASTS-USA 公司的 MICROLOK II 计算机联锁系统为例介绍了正线计算机联锁系统的结构配置特点和联锁原理,同时对正线的智能电源屏和 UPS 也作了一定程度的阐述。

项目六是车辆段信号系统,主要以最常用的 DS6-K5B 和

TYJL-II型计算机联锁系统为例介绍车辆段计算机联锁的硬件结构、工作原理、系统操作等内容,同时也对微机监测系统信号采集方式及结构组成、工作原理进行了一定程度的探讨。车辆段电源系统也是其中一大内容。

项目七是CBTC的DCS子系统,以浙大网新的CBTC系统为例介绍DCS子系统的结构组成、功能原理、性能和接口等多个方面的内容。

项目八是城轨信号系统的一些辅助系统,内容涵盖试车线子系统、维修子系统和培训子系统。对每个子系统的设备组成、工作过程等多个方面都作了一定程度的介绍。

本书对城轨信号系统各个子系统无一遗漏的进行了从简到难由浅及深的阐述,符合学习循序渐进的基本规律。每一个任务编写从知识准备到任务实施有两个层次模块,不但注重“学”的过程,还强调“做”(即实施)的重要性,以学生评分的形式凸显学生主导的含义,弱化“教”者的主体意识,是一本典型的“教、学、做”一体化的学习资料。

本书的参编人员大部分都是西安地铁公司经验丰富的在职在岗技术人员;另一部分是从事轨道交通职业技术教育的资深教师(西安铁路职业技术学院、陕西交通职业技术学院、湖南铁路科技职业技术学院),本着对职业的热爱和对行业发展负责的态度从事编写工作,编写中每个项目都遵循由易到难的规律,从理论知识准备到实际设备应用两个模块加深学生的学习印象。

本书全面的介绍了城轨信号系统的所有子系统,全书共有8个项目15个任务,项目1和项目2由邢红霞、李乐、王小可编写,项目3由王瑾、邢红霞编写,项目4由王丽萍、邢红霞、李乐、高玉编写,项目5由邢红霞、王瑾、王小可编写,项目6由马晓薇、李乐、马小玲编写,项目7由李乐、邢红霞、文冬林编写,项目8由王瑾、王丽萍、邢红霞编写。全书由西安地铁有限公司的李乐和西安铁路职业技术学院的邢红霞完成统稿,教材的教学组织由邢红霞完成。

在教材编写资料搜集过程中,得到西安地铁公司、南京地铁公司、广州地铁公司等多个同行的支持和帮助,在此对所有的编写者、资料提供者表示由衷的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,若在应用中发现错漏,请您及时联系我们。

编者
2013年6月

序

轨道交通以其快捷、舒适等其他交通工具无法比拟的优越性,成为城市交通发展新的热点和重点。当前我国的城市轨道交通正处在大发展、大建设时期,截至 2012 年年底,全国有 16 座城市共开通运营 70 条线,总里程 2 081.13 千米。

随着城市轨道交通行业的迅猛发展,相应运营专业人才的需求也日益紧迫,尤其是具有理论和实践性的复合型人才尤为紧缺。为适应新形势,近年来,国内的大专院校,尤其是交通职业技术类院校的城市轨道交通专业迅速扩大,早出人才、快出人才、出实用型人才成为学校和业界的共同愿望。通过一系列的调研和准备工作,在重庆大学出版社的倡导下,西安市地下铁道有限责任公司联合多省市交通类高职高专院校(如西安铁路职业技术学院、西安交通职业技术学院、广东交通技师职业技术学院等)建立了校企合作联盟,组织具有丰富实践经验的轨道企业技术人员和职业院校的一线教师,与地铁运营实际紧密结合,共同编写了高等职业教育城市轨道交通专业规划教材。

这套规划教材采用校企结合模式编写,结合全国轨道交通发展状况,推出的面向全国、面向未来的教材,既汇集了高校专业教师们的理论知识,也汇聚了城市轨道交通专业技术部门创业者们的宝贵经验。

为做好教材的编写工作,重庆大学出版社专门成立了由著名专家组成的教材编写委员会。这些专家对城市轨道交通专业教学作了深入细致的调查研究,对教材编写提出了许多建设性意见,慎重地对每一本教材一审再审,确保教材本身的高质量水平,对教材的教学思想和方法的先进性、科学性严格把关。

“校企合作”、“理论与实践相结合”是本套系列教材的特点,不但可以满足当前城市轨道交通运营技术管理的需要,也为今后的城市轨道交通运营发展管理提出了新思考。随着运营管理的要求越来越高,以及新技术的不断应用,本

系列教材必然还要不断补充、完善,希望该套教材的出版能满足广大职业院校培养城市轨道交通专业人才的需求,能成为城市轨道交通运营技术管理人员的“良师益友”。

建设部地铁轻轨研究中心 顾问总工

建设部轨道交通建设标准 主 编

建设部轨道交通专家委员会 专家委员



2013 年 7 月 26 日

目 录

项目 1 城市轨道交通信号系统概述	1
思考题	7
项目 2 城市轨道交通信号系统运行模式	9
任务 1 CBTC 信号系统	9
任务 2 点式 ATP 信号系统和联锁信号系统控制模式	36
思考题	41
项目 3 车载信号部分	42
任务 1 车载信号系统功能	42
任务 2 车载 ATP 子系统原理	59
任务 3 车载 ATO 子系统	76
思考题	88
项目 4 ATS 信号子系统	90
任务 1 ATS 子系统设备原理	90
任务 2 ATS 子系统人机接口原理	114
任务 3 ATS 子系统运行方式	119
思考题	127
项目 5 正线信号部分	128
任务 1 正线联锁子系统原理	128
任务 2 正线电源系统	155
思考题	169

项目 6 车辆段信号部分	171
任务 1 车辆段信号计算机联锁子系统原理	172
任务 2 车辆段微机监测系统和电源系统	191
思考题	206
项目 7 DCS 信号子系统	207
思考题	227
项目 8 其他部分	228
任务 1 试车线子系统原理	229
任务 2 维修子系统原理	239
任务 3 培训子系统	248
思考题	251
参考文献	252