



城市轨道交通职业技能培训统编教材

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG ZHIYE JINENG PEIXUN TONGBIAN JIAOCAI

城市轨道交通 信号工

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
XINHAOGONG

中国城市轨道交通协会 • 编



扫码进入
本书配套题库

西南交通大学出版社

J 培训统编教材

城市轨道交通信号工

中国城市轨道交通协会 编

西南交通大学出版社
· 成都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

城市轨道交通信号工 / 中国城市轨道交通协会编
—成都: 西南交通大学出版社, 2018.7
ISBN 978-7-5643-6235-5

I. ①城… II. ①中… III. ①城市铁路—铁路信号—
信号系统—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 129686 号

城市轨道交通信号工

中国城市轨道交通协会 编

责任编辑 穆 丰

助理编辑 梁志敏

封面设计 何东琳设计工作室

印张: 18.5 字数: 452 千

成品尺寸: 185 mm × 260 mm

版次: 2018 年 7 月第 1 版

印次: 2018 年 7 月第 1 次

印刷: 四川森林印务有限责任公司

书号: ISBN 978-7-5643-6235-5

出版发行: 西南交通大学出版社

网址: <http://www.xnjdcbs.com>

地址: 四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼

邮政编码: 610031

发行部电话: 028-87600564 028-87600533

定价: 49.80 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

城市轨道交通职业技能培训统编教材

编委会

参编单位

西南交通大学
北京市地铁运营有限公司
上海申通地铁集团有限公司
广州地铁集团有限公司
深圳市地铁集团有限公司
重庆市轨道交通(集团)有限公司
中国城市轨道交通协会现代有轨电车分会

主 任

包叙定

副 主 任

周晓勤 宋敏华 安小芬 谢正光 俞光耀
丁建隆 王 峙 林茂德 余黎康

委 员

肖中平 王春玲 杜晓红 朱 穆 曾 良
邓绍渝 姚汝龙

《城市轨道交通信号工》

编写人员

- 主 编：**王春玲（北京市地铁运营有限公司）
卢丹蕾（北京市地铁运营有限公司）
张 方（北京市地铁运营有限公司）
- 副主编：**方 薇（北京市地铁运营有限公司）
杜洪伟（重庆市轨道交通（集团）有限公司）
孙磊磊（苏州高新有轨电车有限公司）
- 主 审：**施 聪（上海申通地铁集团有限公司）
- 参 编：**于 柯（北京市地铁运营有限公司）
田文建（北京市地铁运营有限公司）
王华颖（北京市地铁运营有限公司）
孙文溥（北京市地铁运营有限公司）
于 波（北京市地铁运营有限公司）
万 里（北京市地铁运营有限公司）
高伯翰（北京市地铁运营有限公司）
侯小铮（北京市地铁运营有限公司）
施正强（重庆市轨道交通（集团）有限公司）
蔡 华（苏州高新有轨电车有限公司）

序

sequence

城市轨道交通职业技能培训统编教材终于同广大读者见面了。这套教材是城市轨道交通行业第一部技能人才培养的统编教材,填补了城市轨道交通行业的空白,满足了人才培训的急需,对于正处在大规模快速发展时期的城市轨道交通而言具有重要意义。

(一)

进入 21 世纪以来,得益于经济高速发展、城镇化快速推进、国家政策的规范和完善、实施装备国产化带来的建设成本下降和建设周期的缩短,我国城市轨道交通开始进入快速发展时期:21 世纪以来的头 15 年,每五年年均新建投运里程接连攀上 80 km、200 km、400 km;“十三五”期间的 2016 年迈过了 500 km,2017 年更是迈上 800 km 大台阶。到 2017 年年底,我国内地共有 34 个城市开通城市轨道交通,运营线路里程 5 033 km,客运量达到 180 亿人次,在建线路 6 200 多千米,62 个城市规划线路 7 300 多千米。运营、建设和规划城市轨道交通的城市之多、规模之大、线路之长,世界少有。

在城市轨道交通快速发展的同时,人才资源的问题始终困扰着该行业。其中既有人才供给不足的问题,又有人才能力欠缺的挑战。仅“十三五”期间,我国就预计五年需新增城市轨道交通从业人员 24 万人,而现有教育能力仅能满足一半左右。人才能力方面,我们面临的现实是:一方面,乘客提出人性化、个性化、多样化等更高的服务需求;另一方面,城市轨道交通发展提出网络化、智能化等更高的技术需求。这对从业者提出了全新的要求。因此,大力加强人才培养和储备,提供更多更优的管理人员、技术人员和生产人员,已经成为行业上下共同关注的重要课题。

值此城市轨道交通大发展之际、城市轨道交通人才紧缺之时,统编教材的出版可以说生逢其时,将拥有广阔的应用空间。

(二)

2015 年,国务院印发了《关于加快发展现代职业教育的决定》,将职业教育的重要性提升到了战略的高度。城市轨道交通技能型、操作型人才占整个人才队伍的 85%左右,是行业发展的基础性人才,是职业教育的主要对象。国家对职业教育的重视,为城市轨道交通人才培养提供了难得的机遇和环境。2017 年,国

家发展和改革委员会、教育部、人力资源和社会保障部联合印发了《关于加强城市轨道交通人才建设的指导意见》，提出了加强城市轨道交通人才建设的总体思路 and 具体措施，是城市轨道交通人才队伍建设的纲领性、指导性文件，有力促进了行业人才培养工作的开展。中国城市轨道交通协会作为城市轨道交通行业唯一的国家一级协会，持续开展了行业人才培养的专题研究、规划制定、标准研制、师资培训等工作，夯实了工作基础，弥补了行业空白。这套教材就是协会人才培养工作的重要内容之一。北京、上海、广州、重庆、深圳等地的城市轨道交通业主办单位，依据自身需求，建设了培训资源，摸索了工作体系，并培养了一批专业人才。北京交通大学、西南交通大学、广州城市轨道交通培训学院等教育机构纷纷设立城市轨道交通相关专业，以积极适应城市轨道交通快速发展的需要。

良好的政策环境和行业各方的高度重视，有效推动了城市轨道交通人才培养工作，也为统编教材的诞生奠定了坚实的基础。

(三)

这套统编教材由中国城市轨道交通协会组织，北京市地铁运营有限公司、上海申通地铁集团有限公司、广州地铁集团有限公司、重庆市轨道交通（集团）有限公司、深圳市地铁集团有限公司、苏州高新有轨电车有限公司等企业共同研究编制而成，最后由西南交通大学牵头统稿并出版，前后历时三年。这套教材立足实践，着眼行业，以各城市轨道交通企业优秀的专业岗位培训教材为蓝本，并广泛吸收高等院校、职业学校和培训机构的建议和意见，集各家之所长。

这套教材源于城市轨道交通一线实践，各项知识点、技能点的深度、难度、广度较好地匹配了企业的实际需求，具有较强的针对性。这套教材根据最新的国家技术标准和协会有关工种岗位标准编写内容，具有权威性、科学性、规范性。这套教材注重跟踪城市轨道交通最新发展趋势，内容包括了城市轨道交通新知识、新技术、新设备、新材料等方面的创新成果。这套教材针对技能型人才培养的特点，注重实践技能培养，做到了理论知识与技能训练一体化，能够有效满足初次上岗培训等的需要。

统编教材凝聚了编写组同志们的心血，是参编单位在协会统筹下，充分交流、分享、协同、共进的结果；是参编单位在协会大旗下，求同存异，在更高水平上实现规范统一的成果；是各家城市轨道交通企业人才培养优秀实践经验的凝练和总结。

最后，希望这套教材能够物尽其用，充分发挥好基础性、支撑性作用，促进城市轨道交通技能人才培养质量的提高，服务城市轨道交通持续健康发展。

包叙定

2018年5月

前 言

PREFACE

随着城市轨道交通的快速发展和技术的不断进步,地铁行业的人才需求越来越显著,如何培养出理论知识扎实、实际应用水平高的技能人才成为地铁企业及相关职业院校从业者共同关心的问题,编写出科学、实用的教材是人才培养工作的基础。

为了适应我国城市轨道交通行业的现状和发展趋势,中国城市轨道交通协会组织编写了面向城市轨道交通信号专业的职业技能培训统编教材。此次教材编写以信号工岗位标准为依据,坚持理论联系实际的原则,各专业教材分为基础理论、业务操作和案例分析三部分,突出科学性、典型性与应用性,便于知识与技能的转化;结合目前新设备、新技术的应用,由浅入深,用图片、表格简洁、直观地为读者呈现教学目标与知识要点。本教材可作为城市轨道交通职业教育相关专业教材,也可作为相应工种的技能等级培训教材和员工自学教材。

为编写此教材,中国城市轨道交通协会与北京地铁相关部门深入研究教材定位与写作框架,选派相应专业技术骨干进行教材编写,并由中国城市轨道交通协会、北京市地铁运营有限公司、苏州高新有轨电车有限公司、重庆市轨道交通(集团)有限公司及西南交通大学等专业部门的领导与专家层层审核教材内容,力求尽善尽美。本次教材编写工作还得到了各城市地铁公司的大力支持和帮助,凝聚了广大作者的努力,在此表示衷心的感谢。

本书由王春玲、卢丹蕾、张方主编,全书共分十八章。其中卢丹蕾编写第一、二、三章;孙文溥编写第四、五、六、七章;高伯翰编写第八章和第十一章;田文建编写第九、十章;侯小铮编写第十二、十三章;王华颖编写第十四章;于波

编写第十五章；万里编写第十六章；施正强编写第十七章；蔡华编写第十八章。全书由卢丹蕾统稿。在本书编写过程中，编者参阅了大量专业书籍和实训手册。书中列出了参考文献，在此向所有作者表示衷心感谢。

由于技术的不断进步以及编者的视野局限，本套教材难免有不足和值得推敲之处，恳请各位读者提出宝贵意见，以便在以后的教材编写中加以改正和完善，共同推进城市轨道交通人才培养水平的不断提升。

编者

2018年5月

目 录

CONTENTS

第一章 信号系统概述	1
第一节 信号系统组成	1
第二节 信号系统分类	2
第三节 信号设备分类	4
复习思考题	4
第二章 信号机和信号表示器	5
第一节 信号机概述	5
第二节 信号机结构和工作原理	8
第三节 信号显示制度与方式	12
第四节 信号机设置	15
第五节 信号表示器	16
复习思考题	17
第三章 道岔转换装置（转辙机）	18
第一节 电动转辙机概述	18
第二节 ZD6 系列电动转辙机	19
第三节 ZD（J）9 系列电动转辙机	22
第四节 S700 K-C 系列电动转辙机	28
第五节 ZYJ7 系列转辙机	32
第六节 外锁闭装置及安装装置	38
复习思考题	53
第四章 信号继电器	54
第一节 信号继电器概述	54
第二节 继电器结构和工作原理	56

第三节	继电器的电磁和接点系统	61
第四节	继电器技术指标及应用	63
	复习思考题	65
第五章	计算机联锁控制系统	66
第一节	计算机联锁控制系统概述	66
第二节	计算机联锁控制系统构成	67
第三节	计算机联锁控制系统原理及功能	70
	复习思考题	76
第六章	轨道电路设备	77
第一节	轨道电路	77
第二节	FS2500 无绝缘轨道电路	78
第三节	WXJ50 型微电子相敏轨道电路	94
	复习思考题	98
第七章	计轴设备	99
第一节	AZS (M) 350U 微机计轴设备	99
第二节	ACS2000 微机计轴设备	108
第三节	AZLM 微机计轴设备	117
第四节	TAZ- II 微机计轴设备	123
	复习思考题	139
第八章	列车自动监控系统	140
第一节	列车自动监控系统概述	140
第二节	列车自动监控系统构成	142
第三节	列车自动监控系统原理及功能	144
第九章	列车自动防护系统	146
第一节	列车自动防护系统概述	146
第二节	列车自动防护系统构成	146
第三节	列车自动防护系统原理及功能	153
第十章	列车自动运行系统	160
第一节	列车自动运行系统概述	160
第二节	列车自动运行系统构成	161
第三节	列车自动运行系统原理及功能	163

第十一章 数据通信系统	165
第一节 通信技术在信号系统中的应用	165
第二节 有线网络子系统	169
第三节 无线网络子系统	171
复习思考题	174
第十二章 微机监测系统	175
第一节 微机监测技术系统概述	175
第二节 微机监测系统构成	175
第三节 微机监测系统原理及功能	176
复习思考题	184
第十三章 维修支持系统	185
第一节 维修支持系统概述	185
第二节 维修支持系统构成	187
第三节 维修支持系统原理及功能	188
复习思考题	195
第十四章 信号电源系统	196
第一节 信号电源系统概述	196
第二节 CDT-HW 系列 UPS 电源	196
第三节 DSXD/DT 型铁路信号电源	200
第四节 鼎汉智能电源屏	202
复习思考题	204
第十五章 信号设备雷电防护	205
第一节 雷电防护设备概述	205
第二节 雷电防护设备构成	207
第三节 雷电防护设备工作原理	208
复习思考题	210
第十六章 信号光电缆及配线	211
第一节 信号光电缆及配线概述	211
第二节 信号电缆	211
第三节 信号光缆	213
第四节 配 线	215

复习思考题	216
第十七章 跨座式单轨信号	217
第一节 跨座式单轨信号设备概述	217
第二节 跨座式单轨信号原理	224
第三节 跨座式单轨信号设备维护	226
第四节 跨座式单轨信号设备故障处理	237
第五节 跨座式单轨信号故障抢修	241
复习思考题	246
第十八章 有轨电车信号	247
第一节 有轨电车信号理论基础知识	247
第二节 有轨电车信号工操作技能	261
第三节 有轨电车信号专业故障案例	270
复习思考题	275
复习思考题答案	276
参考文献	281
附录 专业术语表	282

第一章 信号系统概述

【学习目标】

1. 掌握信号系统的组成；
2. 掌握信号系统分类；
3. 掌握信号设备分类。

【知识要求与技能要求】

1. 掌握信号系统的组成、作用、发展和相关的信息技术；
2. 掌握固定闭塞、准移动闭塞、移动闭塞区别；
3. 掌握信号系统设备组成。

第一节 信号系统组成

城市轨道交通信号系统通常由列车自动控制系统（Automatic Train Control, ATC）组成，ATC 系统包括 4 个子系统，如图 1.1 所示。

（1）列车自动监控子系统（Automatic Train Supervision, ATS）。

（2）列车自动防护子系统（Automatic Train Protection, ATP）（包括地面 ATP 子系统和车载 ATP 子系统）。

（3）列车自动运行子系统（Automatic Train Operation, ATO）（包括地面 ATO 子系统和车载 ATO 子系统）。

（4）计算机联锁子系统（Computer Interlocking, CI）。

上述 4 个子系统通过信息交换网络构成闭环系统，实现地面控制与车上控制结合、现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、运行调整以及列车驾驶自动化等功能为一体的列车自动控制系统。

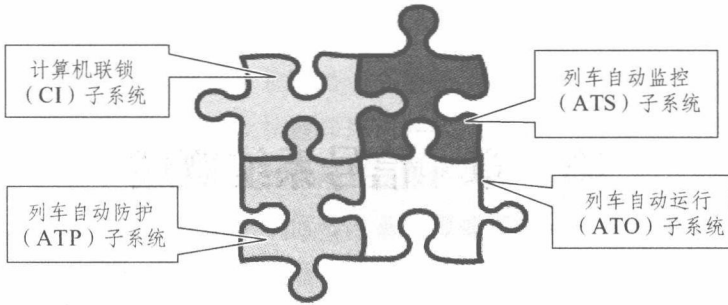


图 1.1 ATC 系统组成

第二节 信号系统分类

在城市轨道交通中，为了保证行车安全，并使线路具有一定的通过能力，需要把线路划分为若干个区间并按照一定的方法组织列车在区间运行，称为行车闭塞或闭塞。闭塞方式有固定闭塞、准移动闭塞和移动闭塞三种。按照闭塞方式分类，ATC 系统分为固定闭塞 ATC 系统、准移动闭塞 ATC 系统和移动闭塞 ATC 系统。

一、固定闭塞 ATC 系统

固定闭塞 ATC 系统是指基于传统轨道电路的自动闭塞方式，闭塞分区按线路条件经牵引计算来确定，一旦划定将固定不变。列车以闭塞分区为最小行车间隔，ATC 系统根据这一特点实现行车指挥和列车运行的自动控制。根据每个闭塞分区的限速命令，ATP 系统能够监控列车的运行速度。由于列车定位是以固定区段为单位，所以固定闭塞系统的速度控制模式通常是分级方式，即为多段式（阶梯式）速度-距离制动曲线，当列车运行速度超过限速指令时对列车实施制动控制，固定闭塞速度曲线如图 1.2 所示。

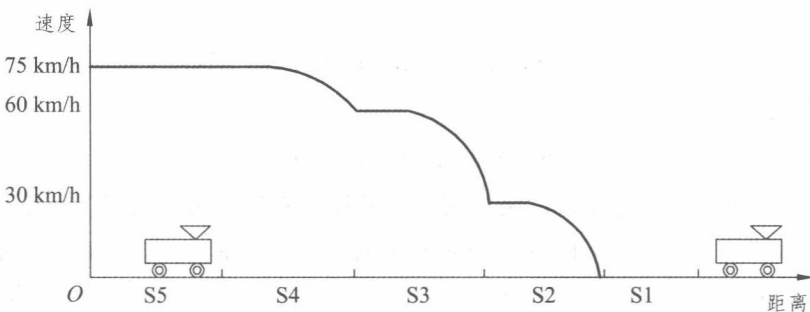


图 1.2 固定闭塞速度曲线

二、准移动闭塞 ATC 系统

准移动闭塞 ATC 系统本质上是一种固定闭塞系统，也要进行闭塞分区的划分。准移动闭塞在控制列车的安全间隔上比固定闭塞更灵活。它通过报文式轨道电路辅之环线或应答器来判断分区占用并传输信息，信息量较大；可以告知后续列车继续前行的距离，后续列车可根据这一距离合理地采取减速或制动，列车制动的起点可延伸至保证其安全制动的地点，从而改善列车速度控制，缩小列车安全间隔，提高线路利用效率。但准移动闭塞中后续列车的最大目标制动点仍必须在先行列车占用分区的外方，并没有完全突破轨道电路的限制。

它根据列车前方目标距离、线路状态、列车性能等因素所确定的速度-距离控制曲线，对列车的速度进行监控。当列车速度超过其速度-距离控制曲线限定的速度值时，对列车实施安全制动控制。准移动闭塞速度曲线如图 1.3 所示。

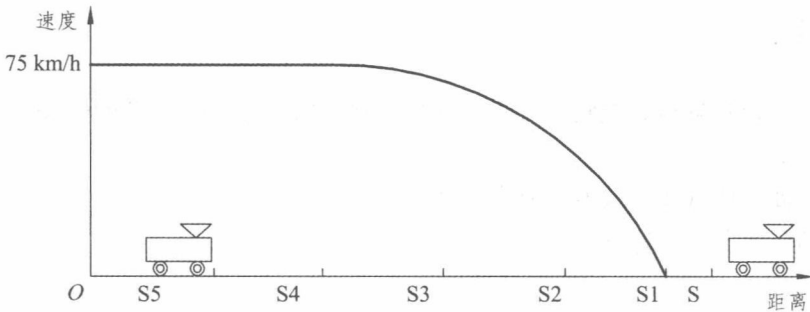


图 1.3 准移动闭塞速度曲线图

三、移动闭塞 ATC 系统

移动闭塞是基于通信技术的列车控制（Communication Based Train Control, CBTC）ATC 系统，该系统不依靠轨道电路向列控车载设备传递信息，而是利用通信技术实现车地通信，并实时地传递列车定位信息。移动闭塞速度曲线如图 1.4 所示。

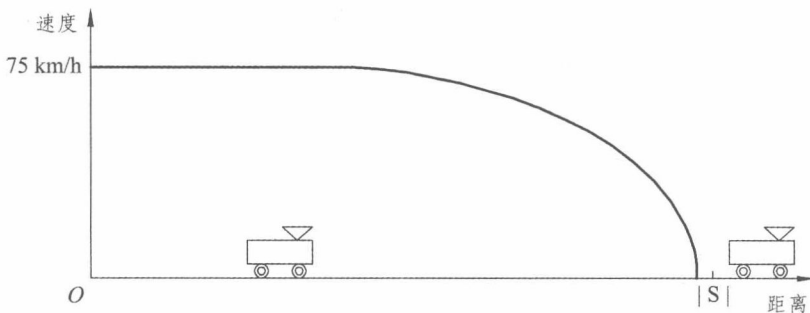


图 1.4 移动闭塞速度曲线图



第三节 信号设备分类

信号系统按其所处地域可分为控制中心设备、地面设备及车载设备。

控制中心设备主要包括中心 ATS 计算机系统、中心显示设备、调度员（长）工作站、时刻表/运行图工作站、培训/模拟设备、维修工作站、网络传输设备、绘图仪和打印机、电源设备。

地面设备主要包括信号机、转辙机、轨道电路（计轴）、计算机联锁、信号电源、无线传输系统（含应答器，无线天线）等。

车载设备主要包括车载主机、测速电机、天线、外部接口设备、模式转换设备、网络设备。



复习思考题

1. 城市轨道交通信号系统通常由列车自动控制系统（Automatic Train Control, ATC）包括哪 4 个子系统？
2. 信号设备按其所处地域可分为哪三类？
3. 信号的作用主要是什么？