

职业教育教学模式改革示范成果
全国行业紧缺人才、关键岗位从业人员培训推荐教材



全国职业教育轨道交通“十二五”规划教材·城市轨道交通系列

城市轨道交通概论

◎ 于存涛 李良玉 主编

◎ 沈经建 范庆淮 吕明飞 黄锡芳 副主编



北京交通大学出版社
<http://www.bjtu.cn>

全国职业教育轨道交通“十二五”规划教材·城市轨道交通系列

城市轨道交通概论

于存涛 李良玉 主 编
沈经建 范庆淮 吕明飞 黄锡芳 副主编



(扫描二维码, 获取更多资源!)

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材是面向城市轨道交通专业的职业教育教材,全书共8章,内容主要包括:绪论、城市轨道交通系统规划与设计、城市轨道交通线路与车站、城市轨道交通运营组织与管理、城市轨道交通车辆、城市轨道交通通信信号系统、城市轨道交通供电系统、城市轨道交通信息化。每一章都是一个独立的教学单元,附有教学目标、重点与难点等教学指导信息,以提高课堂教学和学生自学的效果。

本教材是城市轨道交通专业核心教材,可供高职、中职院校选用,也可供从事城市轨道交通专业工作的工程技术人员参考和使用。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通概论/于存涛,李良玉主编. —北京:北京交通大学出版社,2015.8
(2017.1重印)

(全国职业教育轨道交通“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-5121-2364-9

I. ①城… II. ①于… ②李… III. ①城市铁路-轨道交通-职业教育-教材
IV. ①U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第193027号

责任编辑:陈跃琴 特邀编辑:宋英杰

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街44号

邮编:100044

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:12.75 字数:283千字

版 次:2015年8月第1版 2017年1月第3次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-2364-9/U·205

印 数:19 001~27 000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。

丛书编委会

主 任：于存涛

副主任：王 凡 陈 光 李良玉

委 员（按姓氏笔画排序）

卫 明	马金秀	王 敏	云翔蔚	吕明飞
朱爱华	刘亚军	刘林芝	刘崇军	刘聪慧
齐小青	汤明清	孙亚萍	孙新民	李江玲
李 迎	沈经建	张秀丽	陈爱琴	范庆淮
贾文婷	高建设	高俊峰	黄锡芳	潘前进

出版说明

进入 21 世纪,我国把“发展城市轨道交通”列入国民经济第十个五年计划发展纲要。在经历了十几年的高速发展之后,中国拥有城市轨道交通的城市已经由 2000 年的 3 座(北京、上海、广州)上升至 2014 年的 22 座。截至 2014 年底,中国的城市轨道交通运营线路已达 88 条,总运营里程超过 3 000 km(包含地铁、有轨电车等),占全球城市轨道交通总运营里程的 25% 以上。

城市轨道交通的快速发展,带来了城市轨道交通专业人才的巨大需求。巨大的城市轨道交通人才需求,为职业教育城市轨道交通专业的发展带来了良好的机遇,各职业院校纷纷开设了城市轨道交通相关专业,针对城市轨道交通专业的教材也陆续出版,但总的来说,教材存在体系不完善、内容理论叙述过多、缺乏岗位针对性等问题。

2011 年,北京交通大学出版社出版“高等教育城市轨道交通系列教材”,包括《城市轨道交通概论》《城市轨道交通客运管理》等二十多种图书,被全国三十多所学校选用,其中郑州城轨交通中等专业学校连续三年使用,有近万名学生毕业。教学实践中发现,“高等教育城市轨道交通系列教材”存在理论叙述过多、岗位针对性不强等问题。

为促进和规范城市轨道交通职业教育教材体系的建设,满足城市轨道交通专业人才培养的需要,适应目前职业教育“校企结合,工学结合”的教学改革形式,北京交通大学出版社以“高等教育城市轨道交通系列教材”为基础,依托北京交通大学的城市轨道交通专业优势资源和教学资源,组织郑州城轨交通中等专业学校、北京交通职业技术学院、新疆铁道职业技术学院等职业院校明星教师,联合北京地铁、郑州地铁和武汉地铁的一线人员,从培养行业紧缺人才、关键岗位人才急需技能的角度,在北京交通大学、郑州地铁公司、郑州铁路局、郑州城轨交通中等专业学校等单位有关领导和专家的大力支持下,共同策划编写了这套“全国职业教育轨道交通‘十二五’规划教材”。

本系列教材从 2015 年 8 月起陆续出版,首批包括:

- (1) 城市轨道交通概论;
- (2) 城市轨道交通安全管理;
- (3) 城市轨道交通票务管理;
- (4) 城市轨道交通行车组织;
- (5) 城市轨道交通专业英语;
- (6) 城市轨道交通运营管理;
- (7) 城市轨道交通安全常识;

- (8) 城市轨道交通法律法规;
- (9) 城市轨道交通客运管理;
- (10) 城市轨道交通服务礼仪;
- (11) 城市轨道交通车站设备运用与管理;
- (12) 城市轨道交通车辆运用与管理。

本套教材的编写,遵照“以就业为导向”的人才培养模式,突出“创新独特”的特点,根据各门课程的授课内容和内容特点,采用最适合这门课的形式进行编写。例如《城市轨道交通专业英语》,授课目的是让学生掌握客服英语会话技能,能看懂英文设备使用说明书,因此在内容安排上大胆创新,采用漫画的方式中英文对照介绍各种客服场合可能会用到的会话和广播内容,并对常用设备图文对照进行功能性介绍。《城市轨道交通安全管理》则结合30多个城市轨道交通安全事故进行内容讲解,事故后果触目惊心,学生对所学内容印象深刻。

在内容组织方面,本着理论部分通俗易懂,实操部分图文并茂的原则。理论知识以应用为目的,以够用为原则。实操部分总结了北京、武汉、郑州等地的地铁运营管理经验,侧重实际工作岗位操作技能培养。例如《城市轨道交通行车组织》《城市轨道交通票务管理》等以培养工作技能为主的课程,则“按项目教学,任务驱动”的方式,围绕职业能力的形成组织内容。在文字表述方面,充分考虑了职业院校学生的认知特点,文字简练,通俗易懂;版式生动活泼,图文并茂。

为方便教学,本套教材配套有教学课件,读者可登录北京交通大学出版社网站免费下载。

希望本套教材的出版,能为城市轨道交通的发展、城市轨道交通职业教育人才的培养有所裨益。希望职业院校师生在使用本套教材后能及时反馈意见和建议,我们将根据您的建议来对教材做进一步完善、修订,使我们能更好地为城市轨道交通人才培养服务。

编辑邮箱:825470827@qq.com。

出版社轨道交通教学群:61901814。

北京交通大学出版社
2015年8月

前 言

随着我国国民经济的飞速发展，城市化进程的快速推进，城市人口迅速增加，城市交通压力越来越大，城市道路交通拥堵和道路交通带来的环境污染越来越严重。为解决日益严重的城市交通问题，我国许多城市已经开展城市轨道交通的规划建设，目前已有 22 座城市建成了城市轨道交通系统，城市轨道交通正逐步成为许多大城市交通发展战略中的骨干，呈现出十分宽广的发展前景。

随着城市轨道交通的建设和发展，各地区均亟需大批的懂得城市轨道交通建设、运营、管理和操作的技术人员和应用型人才。为了适应城市轨道交通人才需求的发展形势，我们编写了本书。本书突出职业教育的特点，本着“教学服务于实践”的原则，围绕职业能力的培养组织内容，突出实用性，文字简洁明了，理论部分通俗易懂，实操部分图文并茂，侧重实际工作岗位操作技能的培养。

本书是城市轨道交通各专业的核心课程教材，对城市轨道交通的规划设计、建设、线路、车站、车辆、供电、通信、信号、运营组织与管理、信息化等方面都做了讲述，还对城市轨道交通的发展趋势做了介绍，使学生对城市轨道交通有一个全面的认识 and 了解，为后续专业课程的学习打下坚实的基础。

本书分 8 章：绪论、城市轨道交通系统规划与设计、城市轨道交通线路与车站、城市轨道交通运营组织与管理、城市轨道交通车辆、城市轨道交通通信信号系统、城市轨道交通供电系统、城市轨道交通信息化。每一章为一个独立的教学单元，每一章都有教学目的、重点与难点、建议学时等教学提示信息。为进一步提高学生的学习兴趣和学习效果，每一章中还穿插了知识拓展、案例拓展、小问题、小提示等内容，章后提供复习思考题。

由于编者水平有限，时间仓促，书中不足之处，敬请读者批评指正。

编 者
2015 年 7 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 城市轨道交通的概念	2
1.1.1 城市轨道交通的定义	2
1.1.2 城市轨道交通的主要技术经济特性	3
1.1.3 城市轨道交通体系构成	6
1.2 城市轨道交通的类型	7
1.2.1 地铁	7
1.2.2 轻轨系统	8
1.2.3 单轨交通	9
1.2.4 有轨电车	10
1.2.5 磁悬浮系统	11
1.2.6 自动导向轨道系统	12
1.2.7 市域快速轨道系统	13
1.3 城市轨道交通的发展历史	14
1.3.1 城市与城市交通	14
1.3.2 城市轨道交通的出现	15
1.3.3 城市轨道交通的发展及现状	17
1.4 城市轨道交通系统发展展望	20
1.4.1 世界城市轨道交通发展趋势	20
1.4.2 我国城市轨道交通的发展目标	22
复习思考题	24
第2章 城市轨道交通系统规划与设计	25
2.1 城市轨道交通系统规划与设计概述	26
2.1.1 规划与设计的主要内容	26

2.1.2 规划与设计的目标	27
2.2 城市轨道交通系统规划设计理论	28
2.2.1 影响因素分析	28
2.2.2 规划范围分析	30
2.2.3 区域性分析	31
2.2.4 规划研究方法分析	31
2.2.5 设计方法分析	32
2.3 城市轨道交通系统的规划设计理念	33
2.3.1 规划理念	33
2.3.2 设计理念	35
2.4 城市轨道交通系统规划设计过程	37
2.4.1 线网方案设计	37
2.4.2 交通系统选择	38
2.4.3 确定规划的层次性	38
2.5 城市轨道交通线网规划	39
2.5.1 线网规划的特征	39
2.5.2 线网规划的基本思路	39
2.5.3 线网规划的主要内容	40
复习思考题	41

第3章 城市轨道交通线路与车站	43
3.1 线路	44
3.1.1 线路的类型	44
3.1.2 线路的组成	50
3.2 车站	53
3.2.1 车站的分类	53
3.2.2 车站的组成	55
3.2.3 车站的线路	56
3.2.4 车站的设计原则	57
3.2.5 车站的规模等级	58
3.2.6 车站的设计形式	58
3.3 换乘站	60
3.3.1 换乘站设计原则	60
3.3.2 换乘方式	61
3.3.3 换乘站形式	65

3.4 车站的机电设备	67
3.4.1 通风空调系统	67
3.4.2 给排水系统	68
3.4.3 屏蔽门系统	69
3.4.4 电梯系统	71
3.4.5 自动售检票系统	72
复习思考题	74
第4章 城市轨道交通运营组织与管理	77
4.1 运营组织与管理概述	78
4.1.1 城市轨道交通的运营功能	78
4.1.2 城市轨道交通的运营组织机构	79
4.2 行车管理	83
4.2.1 全日行车计划	83
4.2.2 列车运行方案	84
4.2.3 车辆配备计划	86
4.2.4 日常运输计划调整	87
4.2.5 列车运行图	87
4.3 行车调度组织	88
4.3.1 行车调度工作的基本任务	88
4.3.2 行车组织方法	89
4.3.3 行车调度控制方式	90
4.3.4 信号故障条件下行车组织	91
4.4 客运组织管理	92
4.4.1 车站客流管理	92
4.4.2 车站客运组织	93
4.4.3 车站服务	96
4.5 票务管理	98
4.5.1 城市轨道交通票务系统	98
4.5.2 城市轨道交通售检票系统	99
复习思考题	103
第5章 城市轨道交通车辆	105
5.1 城市轨道交通车辆概述	106
5.1.1 车辆的特点	106

5.1.2	车辆的分类	106
5.1.3	车辆选型的基本原则	109
5.1.4	列车的编组与标识	109
5.2	城市轨道交通车辆的基本组成	112
5.2.1	车体	112
5.2.2	转向架	113
5.2.3	制动系统	114
5.2.4	风源系统	114
5.2.5	电气传动控制系统	115
5.2.6	辅助电源	116
5.2.7	通风、采暖及空调	117
5.2.8	内部装饰及设备	117
5.2.9	车辆连接装置	118
5.2.10	受流装置	119
5.2.11	照明	119
5.2.12	列车综合管理系统	120
5.3	车辆基地及车辆检修	120
5.3.1	车辆基地	120
5.3.2	车辆检修	122
	复习思考题	125
第6章	城市轨道交通通信信号系统	127
6.1	城市轨道交通通信信号系统概述	128
6.1.1	城市轨道交通通信系统的功能与组成	128
6.1.2	城市轨道交通信号系统的功能与组成	129
6.2	ATC 系统	131
6.2.1	ATC 系统的组成与功能	131
6.2.2	列车自动防护 (ATP) 系统	132
6.2.3	列车自动驾驶 (ATO) 系统	133
6.2.4	列车自动监控 (ATS) 系统	134
6.3	城市轨道交通信号设备	136
6.3.1	信号及显示设备	136
6.3.2	轨道电路	138
6.3.3	计轴器	138
6.3.4	查询应答器	139

6.3.5 联锁系统	140
6.3.6 动力转辙机	141
6.4 城市轨道交通通信系统	141
6.4.1 通信传输系统	141
6.4.2 无线调度通信系统	142
6.4.3 广播系统	144
6.4.4 时钟系统	145
复习思考题	146
第7章 城市轨道交通供电系统	149
7.1 供电系统概述	150
7.1.1 供电系统的供电过程	150
7.1.2 供电系统的构成	151
7.2 变电所	154
7.2.1 变电所的分类	154
7.2.2 主变电所	155
7.2.3 牵引变电所	156
7.2.4 降压变电所	158
7.3 接触网	159
7.3.1 接触网概述	159
7.3.2 架空式接触网	161
7.3.3 接触轨式接触网	162
7.4 杂散电流	164
7.4.1 杂散电流的形成	164
7.4.2 杂散电流的危害	165
7.4.3 杂散电流的防护	166
复习思考题	167
第8章 城市轨道交通信息化	169
8.1 城市轨道交通信息化概述	170
8.1.1 我国城市轨道交通信息化现状	170
8.1.2 我国城市轨道交通信息化建设的必要性	171
8.2 城市轨道交通信息化技术	171
8.2.1 传感技术	172
8.2.2 通信技术	172

8.2.3 信息处理技术	174
8.2.4 安全监控技术	175
8.2.5 安全预警技术	175
8.3 城市轨道交通供电系统信息化	175
8.3.1 SCADA 系统	175
8.3.2 BAS 系统	178
8.4 城市轨道交通客运服务信息化	181
8.4.1 PIS 系统	181
8.4.2 AFC 系统	183
8.5 城市轨道交通安全保障信息化	184
8.5.1 FAS 系统	185
8.5.2 应急救援系统	187
复习思考题	188

第1章

绪论



本章导学

本章中，首先介绍城市轨道交通的基本概念，然后介绍地铁、轻轨系统、单轨交通、有轨电车、磁悬浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统等各类城市轨道交通系统的特点，最后介绍了城市轨道交通的发展历史及未来发展趋势。



教学目标

1. 掌握城市轨道交通的基本概念；
2. 了解城市轨道交通的技术经济特性；
3. 理解城市轨道交通体系构成；
4. 了解各类城市轨道交通系统的特点；
5. 了解城市轨道交通的发展历史；
6. 了解城市轨道交通系统发展趋势。



重点与难点

1. 城市轨道交通的基本定义；
2. 城市轨道交通的技术经济特性；
3. 城市轨道交通体系构成。



建议学时

2 学时。

1.1 城市轨道交通的概念

城市轨道交通是一种在城市中利用轨道列车进行人员运输的方式，它具有运量大、速度快、安全、准点、保护环境、节约能源和节约用地等特点。随着科学技术进步和城市化发展，大运量的城市轨道交通在现代大城市中起着越来越重要的作用。

1.1.1 城市轨道交通的定义

我国国家标准《城市公共交通常用名词术语》将城市轨道交通定义为“通常以电能为动力，采取轮轨运输方式的快速大运量公共交通的总称”。在城市中使用车辆在固定轨道上运行并主要用于城市客运的交通系统均称为城市轨道交通。图 1.1 是运营中的城市轨道交通系统的照片。

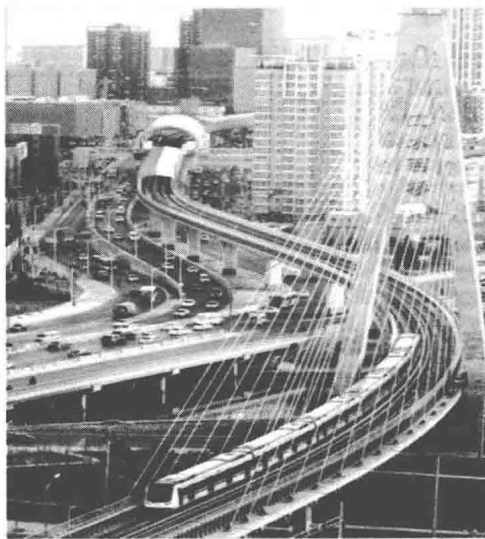
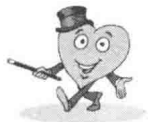


图 1.1 城市轨道交通运营现场照片

“城市轨道交通”是一个包含范围较大的概念，一般而言，广义的城市轨道交通是指以轨道运输方式为主要技术特征，是城市公共客运交通系统中具有中等以上运量、专门为城市内公共客运服务的轨道交通系统。随着轨道交通技术的发展，城市轨道交通成为城市公共交通的主干线和客流运送的大动脉，是一种在城市公共客运交通中起骨干作用的现代化立体交通系统。城市轨道交通是城市建设史上最大的公益性基础设施，对城市的全局和发展模式将产生深远的影响。



小问题

城市轨道交通和道路的区别在哪里？

随着中国城市的不断发展，城市公路交通拥堵问题越来越严重，城市轨道交通在城市生活中发挥着越来越重要的作用。城市轨道交通在我国经历着跨越式的发展，目前我国已经成为世界上最大的城市轨道交通建设市场，图 1.2 是上海地铁，图 1.3 是北京轻轨。



图 1.2 上海地铁



图 1.3 北京轻轨



实例链接

据统计，2014 年，北京城市轨道交通运营线路总里程达 527 km，预计 2015 年将达到 666 km，日均客运量约 850 万人次，高峰时期日均客运量超过 1 000 万人次；上海轨道交通 2014 年底的运营线路总里程达 577 km，日均客运量约 800 万人次；广州轨道交通运营线路总里程达 275 km，日均客运量约 700 万人次。

总之，城市轨道交通是公交铁路化的产物，城市轨道交通以其大载客量、快捷、准时、安全、环保等优势而成为解决交通拥挤的最有效手段。城市公共交通的轨道化程度已成为一个城市现代化的重要标志之一。

1.1.2 城市轨道交通的主要技术经济特性

1. 城市轨道交通有较大的运输能力

城市轨道交通高密度运转，列车行车时间间隔短，行车速度高，列车编组辆数多，因而

具有较大的运输能力。市郊铁路运输单向高峰每小时的运输能力最大可达到6万~8万人次；地铁达到3万~6万人次，甚至达到8万人次；轻轨达到1万~3万人次，有轨电车能达到1万人次，城市轨道交通的运输能力远远超过公共汽车等其他交通工具。



实例链接

据文献统计，2012年北京公共交通日均客运量达到2 060万人次，轨道交通日均客运量为700多万人次，超过公共交通日均客运量的1/3。城市轨道交通能在短时间内输送较大的客流，地铁在早高峰时1 h能通过全日客流的17%~20%，3 h能通过全日客流的31%。

2. 城市轨道交通具有较高的准时性

城市轨道交通在专用行车道上运行，不受其他交通工具干扰，基本不产生线路堵塞现象，并且不受气候影响，是全天候的交通工具；轨道车辆能按运行图运行，具有可信赖的准时性。

3. 城市轨道交通具有较高的速达性

与常规公共交通相比，城市轨道交通有较高的运行速度，有较高的启动、制动加速度，多数采用高站台，列车停站时间短，上下车迅速、方便，从而可以使乘客较快地到达目的地，缩短了出行时间。

4. 城市轨道交通具有较高的舒适性

城市轨道交通的车辆、车站等装有空调、引导装置、自动售票系统等直接为乘客服务的设备，具有较好的乘车条件，其舒适性优于公共汽车等其他交通工具。

5. 城市轨道交通具有较高的安全性

城市轨道交通由于运行在专用轨道上，不受其他交通工具干扰，并且当今城市轨道交通都采用了先进的通信信号设备，极少发生交通事故。

6. 城市轨道交通具有良好的环保特征

噪声和空气污染是世界各国城市十分关注的有悖于可持续发展的主要环境问题之一，城市中废气和噪声的主要来源是汽车。由于城市轨道交通以电力为动力源，不像内燃机那样有废油及废气的产生，对环境污染较小；并且城市地铁车站和线路深埋地下，振动时产生的噪声对于外界的干扰也比较小；城市轨道交通系统载客多，减少了汽车交通量，使城市中汽车排放的废气和噪声降低，有利于改善城市环境，因而是一种绿色的公共交通系统。