

城市轨道交通融合创新系列教材



Chengshi Guidao Jiaotong Gailun

城市轨道交通概论

翁瑶 朱鸣 主编
徐金祥 主审



扫描二维码
下载安装配套 APP

这不只是教材，这是一种新的学习方式

融合 **AR**
增强现实技术
让知识三维立体化



配套丰富动画资源
教学更加有趣、直观



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

城市轨道交通融合



Chengshi Guidao Jiaotong Gailun

城市轨道交通概论

翁 瑶 朱 鸣 主 编

徐金祥 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书系统介绍了城市轨道交通建设和运营的专业基础知识,全书共分8章,内容包括:概述、自动售检票系统、城市轨道交通车辆、供电系统、信号系统、通信系统、车站机电设备和城市轨道交通运营。本书装帧精美,并充分应用增强现实技术及移动多媒体技术,不仅增强了可读性和趣味性,同时也使本书涵盖的知识量大大扩展。

本书可作为大中专院校城市轨道交通类专业教材和教学参考书,同时也可作为城市轨道交通运营企业各岗位的培训教材,还可以供从事城市轨道交通规划、建设的技术人员和相关运营管理岗位技术人员参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通概论 / 翁瑶, 朱鸣主编. — 北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2018.3

ISBN 978-7-114-14070-9

I. ①城… II. ①翁… ②朱… III. ①城市铁路
IV. ①U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第191231号

书 名:城市轨道交通概论

著 作 者:翁 瑶 朱 鸣

责任编辑:吴燕伶

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010) 59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:12.75

字 数:277千

版 次:2018年3月 第1版

印 次:2018年3月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-14070-9

定 价:45.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

序

进入 21 世纪以来,我国城市轨道交通行业发展迅速。据中国城市轨道交通协会统计,2017 年底,我国已有 34 个城市开通了约 5033km 运营线路,其中地铁 3884km (未含港澳台数据),约占全球的三分之一。我国每年新投入运营的线路在 300km 左右,按每千米定员 50 人的行业平均水平测算,每年需要新员工 1.5 万人。因此,我国城市轨道交通行业的人才培养任重道远。近年来,不少学校都开设了与城市轨道交通相关的课程,与轨道交通专业相关的各类专业教材书籍也是层出不穷。特别是《城市轨道交通概论》,不论是轨道交通的设计规划还是运营管理,亦或维护保养都需要全面了解轨道交通的系统组成和基础。这本《城市轨道交通概论》吸取了以往各版概论的成果,通过将虚拟现实技术与移动多媒体技术相结合,作为《城市轨道交通概论》教学的重要辅助手段,这样的尝试非常好,可以大大提升学习者的阅读品质。

本书的编写由浅入深,从最基本的概念入手,基于整体观念的打造,对城市轨道交通各子系统的知识进行了较为系统的论述。内容依据城市轨道交通已有标准,结合各城市使用设备制式和管理模式的共性,以各地地铁使用较多的各类设施设备为样本,加上新的辅助手段将课堂延伸开来,使学员可接触到内容更多、形式更生动的知识点,对自学或教学都很有裨益。

相信本教材对各大高等院校城市轨道交通专业的学生、轨道交通运营企业的工程技术人员、管理人员都会起到很好的作用。

毛保华

2018 年 1 月

前 言

随着我国各级城市建设及经济发展的不断深入,城市轨道交通建设如火如荼地进行着。作为一项耗资巨大的城市交通基础建设项目,轨道交通的规划、建设及运营涉及面广。随着城市轨道交通行业的壮大和从业人员的增多,人才培养的需求也在急剧膨胀。

面对高速发展,技术日新月异的轨道交通行业,我们期待以一种全新的呈现方式向大家形象且生动地传授原本有些枯燥的轨道交通专业知识。本书大胆创新,对轨道交通知识体系进行梳理和整合,并根据全国城市轨道交通已有技术、标准以及管理模式进行提炼,对城市轨道交通各类专业知识均进行了较为系统的论述。我们尝试将AR(增强现实)技术与移动多媒体技术作为有力的辅助手段,融入到本书中。通过新的辅助手段为载体扩展书本,并加入大量与读者互动环节,将更多的内容和知识点以生动形象的方式展现给读者。

本书的编著由朱鸣先生与翁瑶女士共同承担,其中朱鸣负责全书的总体设计、总撰定稿、数字互动总设计;翁瑶负责各个章节具体编写及数字资源策划。本书是书面内容与计算机辅助高度结合的教材,因多种技术整合带来不少编写和制作困难,在人民交通出版社股份有限公司的大力支持和全力配合下,编写及制作团队在整个过程中研究和突破各种障碍,使本书能够顺利面世。衷心感谢徐金祥教授在本书审稿过程中付出的大量心血;感谢毛保华教授在本书编写中给予的帮助;感谢闻芳莹女士在本书整体设计及编排过程中付出的巨大努力;感谢杨莫非女士在本书美术设计过程中提供的创意;感谢胡凯先生、徐秉捷先生在技术实现方面给予的重要支撑;感谢张亚运先生、王晨先生在三维模型设计及制作上给予的大力支持。同时本书的编写还得到了上海、深圳、南宁地铁相关同行的协助,在此,一并表示诚挚的感谢!

鉴于本书是新媒体技术与城市轨道交通传统教材的融合创新,编写人员在技术水平及实践经验上存在局限性,错误与不足之处在所难免,期待着广大读者和同行多多指正以及提出宝贵意见。

编 者

2018年1月



扫描图中二维码
获取本书配套 APP
更多惊喜等你发现



欢迎踊跃加入 QQ 群
参与更多教学交流

教师交流 QQ 群: 727962846

读者交流 QQ 群: 728433463

更多需求和建议, 欢迎来电来函反馈

邮箱: wuyanling@ccpress.com.cn

电话: 010-85285995

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 基本概况	2
1.1.1 城市轨道交通的现状	2
1.1.2 城市轨道交通的特点	4
1.1.3 城市轨道交通的分类	5
1.2 线路规划与设计	7
1.2.1 线路设计	7
1.2.2 车站选址	8
1.2.3 换乘方式	9
1.3 土建与施工	10
1.3.1 勘察与施工	10
1.3.2 线路	11
1.3.3 车站	15
1.3.4 停车场	18
1.4 验收交付	20
知识拓展	22
本章小结 & 思考题	23
第 2 章 自动售检票系统	24
2.1 认识自动售检票系统	26
2.1.1 自动售检票系统的发展历程	26
2.1.2 自动售检票系统架构	27
2.2 车票	29
2.2.1 车票的发展历程	29
2.2.2 车票的作用和类型	31

2.2.3	车票的处理流程	32
2.3	车站终端设备	34
2.3.1	售票设备	34
2.3.2	检票设备	36
2.3.3	验票设备	37
2.4	票务结算系统	39
2.4.1	车站计算机系统	39
2.4.2	线路中央计算机系统	40
2.4.3	清分系统	41
	知识拓展	44
	本章小结 & 思考题	45
第3章	城市轨道交通车辆	47
3.1	认识车辆	48
3.1.1	车辆的类型与特征	48
3.1.2	车辆选型要素	50
3.2	列车编组	51
3.2.1	车辆的编组	51
3.2.2	多车连挂运行	53
3.3	车辆机械系统	54
3.3.1	车体及内部设备	54
3.3.2	车门	56
3.3.3	车钩缓冲装置	57
3.3.4	转向架	59
3.3.5	制动系统	61
3.3.6	车辆空调系统	62
3.4	车辆电气系统	63
3.4.1	列车牵引系统	63
3.4.2	列车控制系统	65
3.4.3	列车辅助供电系统	67
	知识拓展	68
	本章小结 & 思考题	69
第4章	供电系统	70
4.1	认识供电系统	72

4.1.1	供电系统的结构	72
4.1.2	单个变电站的主要构成	73
4.1.3	供电系统的供电模式	74
4.1.4	供电系统的基本要求	75
4.2	电力监控系统	77
4.2.1	电力监控系统的基本任务	77
4.2.2	电力监控系统的功能	78
4.3	接触网	79
4.3.1	接触网的分类	79
4.3.2	接触网性能的基本要求	83
4.3.3	接触网供电方式	83
	知识拓展	86
	本章小结 & 思考题	87
第5章	信号系统	89
5.1	认识信号系统	90
5.1.1	信号系统的作用和特点	90
5.1.2	轨旁设备	91
5.2	信号系统的基本概念	95
5.2.1	联锁	95
5.2.2	闭塞	96
5.3	信号系统工作原理	98
5.3.1	基于轨道电路的 ATC 系统	98
5.3.2	基于无线通信的 ATC 系统 (CBTC)	100
5.3.3	全自动无人驾驶系统	105
	知识拓展	106
	本章小结 & 思考题	107
第6章	通信系统	108
6.1	认识通信系统	110
6.2	通信系统组成	112
6.2.1	通信电源系统	112
6.2.2	传输系统	113
6.2.3	时钟系统	114
6.2.4	公务电话系统	115

6.2.5	调度电话系统	116
6.2.6	乘客信息系统	118
6.2.7	闭路电视监控系统	120
6.2.8	广播系统	122
6.2.9	通信系统的监控网管	124
知识拓展		126
本章小结 & 思考题		127
第7章 车站机电设备		129
7.1	火灾报警系统	130
7.1.1	火灾报警系统的组成和运行	130
7.1.2	火灾工况下的联动	132
7.2	环境控制系统	133
7.2.1	环控系统的组成	133
7.2.2	环控系统的分类	134
7.3	给排水系统	136
7.3.1	给水系统	136
7.3.2	排水系统	137
7.3.3	水消防系统	138
7.4	照明系统	141
7.4.1	低压配电系统	141
7.4.2	车站照明系统	142
7.5	电梯系统	144
7.5.1	垂直电梯系统	144
7.5.2	自动扶梯系统	145
7.6	站台门系统	148
7.6.1	站台门结构和分类	148
7.6.2	站台门的运行方式	150
知识拓展		152
本章小结 & 思考题		153
第8章 城市轨道交通运营		154
8.1	认识综合监控系统	156
8.1.1	综合监控系统的组成和工作原理	156
8.1.2	综合监控系统的运行模式	159

8.2 列车驾驶 160

8.2.1 乘务组织 160

8.2.2 电客列车司机的行车作业 161

8.3 行车组织 166

8.3.1 列车运行计划 166

8.3.2 列车运营调度指挥 171

8.3.3 行车组织 173

8.4 客运服务 176

8.4.1 乘客服务 176

8.4.2 客流组织 178

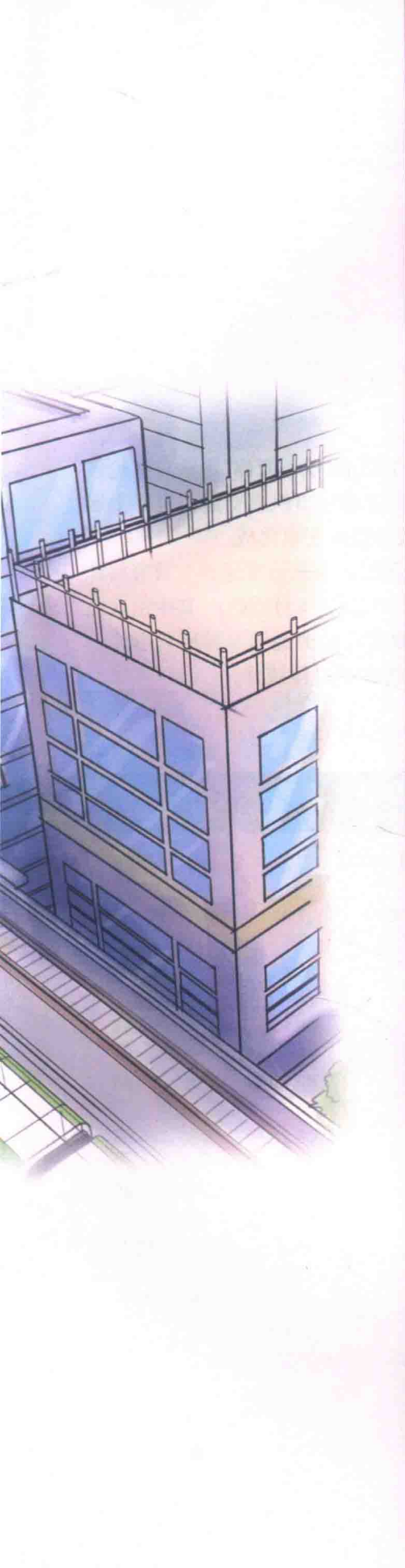
8.4.3 车站客运管理 184

知识拓展 186

本章小结 & 思考题 187

中英文名词对照索引..... 188

参考文献..... 189



第1章

概 述

本章内容

- 基本概况
- 线路规划与设计
- 土建与施工
- 验收交付

引言

随着人类科技的不断进步，车辆的驱动力由动物、人力进化到蒸汽机、内燃机、电力甚至太阳能，交通出行的工具也被自行车、汽车、火车等取代。人们意识到改变城市拥堵问题的出路，在于优先发展公共交通，尤其迫切需要既不占用地面道路资源，又能进行大量运送的城市公共交通工具，于是轨道交通应运而生。



学习目标

- 1. 了解城市轨道交通的诞生
- 2. 熟悉城市轨道交通的特点
- 3. 掌握城市轨道交通的分类

关键术语

城市轨道交通
特点
分类



1.1 基本概况

1.1.1 城市轨道交通的现状

1863 年，世界上第一条地下铁道(以下简称“地铁”)在伦敦建成。它采用蒸汽机车牵引，标志着城市轨道交通在世界上诞生。1969 年 10 月，中国第一条地铁在北京建成。

截至 2017 年 12 月 31 日，我国城市轨道交通通车城市共计 34 座，运营总里程约 5033km（未含港澳台数据），其中包含地铁、轻轨、城市快轨、磁悬浮、旅客自动捷运等多种运营形式。表 1-1 为我国部分城市轨道交通开通里程统计。

表 1-1 我国部分城市轨道交通开通里程统计（截至 2017 年 12 月 31 日）

序号	城 市 (km)	地 铁 (km)	轻轨含单轨 (km)	城市快轨 (km)	磁悬浮 (km)	旅客自动捷运 (km)	合 计 (km)
1	北京	587.80		77.00	10.20		675.00
2	上海	636.37		56.00	30.00		722.37
3	天津	115.30	52.00				167.30
4	重庆	166.07	98.50				264.57
5	广州	346.23				4.00	350.23
6	深圳	286.50					286.50
7	武汉	200.90	33.40				234.30
8	南京	177.19		170.62			347.81
9	沈阳	54.00					54.00
10	长春	18.14	47.00				65.14
11	大连	56.27	101.00				157.27

序号	城 市 (km)	地 铁 (km)	轻轨含单轨 (km)	城市快轨 (km)	磁悬浮 (km)	旅客自动捷运 (km)	合 计 (km)
12	成都	175.14			94.20		269.34
13	西安	89.00					89.00
14	哈尔滨	21.75					21.75
15	苏州	120.70					120.70
16	郑州	90.54		43.00			133.54
17	昆明	86.19					86.19
18	杭州	105.62					105.62
19	佛山	33.50					33.50
20	长沙	50.10			18.60		68.70
21	宁波	74.50					74.50
22	无锡	55.70					55.70
23	南昌	48.43					48.43
24	兰州			61.00			61.00
25	青岛	46.10					46.10
26	福州	24.60					24.60
27	东莞	37.80					37.80
28	南宁	53.30					53.30
29	合肥	52.40					52.40
30	石家庄	28.43					28.43
31	贵阳	12.90					12.90
32	厦门	30.30					30.30

数据来源：中国城市轨道交通协会，2017 年城市轨道交通行业统计数据。

 小练习

你理解的城市轨道交通是什么？

“城市轨道交通”是一个范围较大的概念，在国际上没有统一的定义。一般而言，**广义的城市轨道交通，是指具有固定线路，铺设固定轨道，配备运输车辆及各类服务设施的公共交通系统。**

受篇幅所限，本书聚焦的城市轨道交通系统，是主要采用电驱动，轮轨运输方式，并具备专有路权特点的快速大运量公共交通系统。

随着城市的不断发展，人口的不断增加，轨道交通在城市公共交通中起着越来越重要的作用，特别在经济发展较快的城市，采用大运量的城市轨道交通系统，可以从根本上改善城市的交通状况。

1.1.2 城市轨道交通的特点

1. 具备较大的运输能力

城市轨道交通行车速度快，列车间隔时间短，编组数量多且运转密度高，因此具备较大的运输能力，能在短时间内输送较大客流，远远超过公共汽车系统。

据统计，城市轨道交通每千米线路年客运量可达 100 万人次以上，最高可达 1200 万人次，例如纽约地铁、东京地铁、北京地铁等。

2. 具有较高的准点率

城市轨道交通由于在专用行车道上运行，不受城市交通拥堵影响，并且一般不受气候影响，是全天候的交通工具，列车能按运行图运行，具有可信赖的准时性。

3. 具备较快的速达性

与常规公共交通相比，城市轨道交通车辆有较高的运行速度，有较快的起动、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，而且换乘便捷，因而可以使乘客较快地到达目的地，缩短出行时间。

4. 具有较好的安全性

城市轨道交通路权专用，没有平交道口，不受其他交通工具干扰，并且有先进的通信信号设备保障，因此极少发生交通事故。

5. 具备较佳的环保性

城市轨道交通车辆采用全电驱动，完全实现零排放。噪声控制方面，城市轨道交通在经过人口密集区时，多采用地下线路的形式；对于必须穿越居民区的地面及高架线路则采用隔音屏等噪声抑制措施。因此在噪声控制方面相较于其他大型交通工具表现更好。

 小练习

城市轨道交通的特点有哪些？

6. 具有充分的城市空间利用率

城市轨道交通充分开发利用地下和地上空间,有助于城市空间合理利用,特别有利于缓解大城市中心区过于拥挤的状态,提高土地利用价值,创造或改善城市景观。

1.1.3 城市轨道交通的分类

城市轨道交通经过一个多世纪的发展,形成了多种多样的轨道交通方式。在世界范围内城市轨道交通系统发展迅速,而由于地区、国家、城市的不同,服务对象的差异等,也使城市轨道交通发展成为了多种类型。下面就常用的分类方式进行介绍。

(1)按车站整体的建设位置及轨道的敷设方式划分

地下线路,位于地下隧道内的线路,如图 1-1 所示。

地面线路,位于地面的线路,如图 1-2 所示。

高架线路,位于地面之上高架桥的线路,如图 1-3 所示。

(2)按轮轨的材料划分

钢轮钢轨系统,如地铁、轻轨、有轨电车。

胶轮钢筋混凝土轨道交通系统,如单轨和新交通系统。

(3)按运能范围及车辆类型划分

市郊铁路 (Suburban Railway),如图 1-4 所示,一般建在城市郊区,将市区和郊区,尤其是远郊联系起来的铁路。运能与地铁相同,但由于其站间距长,所以速度可超过地铁。

地下铁道 (Metro, the Underground, 德国称之为 U-Bahn),简称地铁 (Subway),是城市快速轨道的先驱,如图 1-5 所示。特点是建设成本高、建设周期长,但优点也很多,如运量大、安全准时、节省能源等。



图 1-1 地下线路



图 1-2 地面线路



图 1-3 高架线路

轻轨系统 (Light Metro, Light Rail Transit, 简称 LRT), 是在有轨电车的基础上改造发展起来的, 介于有轨电车和快运交通系统之间的一种快速交通系统, 如图 1-6 所示, 其轴重和运量均小于地铁。

单轨系统 (Monorail), 也称作独轨系统, 是指通过单一轨道梁支撑车厢并提供引导作用而运行的轨道交通系统, 其最大特点是车体比承载轨道要宽。按支撑方式的不同, 单轨通常又可分为跨座式和悬挂式两种, 跨座式是车辆跨坐在轨道梁上行驶, 悬挂式是车辆悬挂在轨道梁下方行驶。

有轨电车 (Tram 或 Tramway), 是使用电车牵引、轮轨导向、1~3 节编组运行在城市路面线路上的低运量轨道交通系统, 如图 1-7 所示。其一般在城市中心穿街走巷运行, 具有上下车方便的特点。

磁浮交通系统 (Maglev Transportation System), 是一种利用磁悬浮技术克服重力, 使物体悬浮于地面的非轮轨黏着的轨道交通系统, 如图 1-8 所示。磁悬浮列车通过电磁力实现列车与轨道之间的无接触悬浮和导向, 再利用直线电机牵引列车运行。上海磁浮示范运营线于 2006 年 4 月 27 日通过验收正式投入营运, 是世界上第一条投入商业化运营的磁悬浮列车示范线, 线路正线全长约 30km, 设计最高运行速度为 430km/h。



图 1-4 城市 (市郊) 铁路



图 1-5 地下铁道



图 1-6 轻轨交通



图 1-7 有轨电车



图 1-8 磁浮交通