

高等学校城市轨道交通系列教材



城市轨道



运营管理

(第3版)

■ 主 编：何 静

■ 副主编：刘志钢 朱海燕 周世爽

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校城市轨道交通

城市轨道交通卓越

教育培养计划系列教材

城市轨道交通 运营管理

(第3版)

主 编 何 静

副主编 刘志钢 朱海燕 周世爽

中 国 铁 道 出 版 社

2017年·北 京

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通运营管理 / 何静主编. —3 版. —北京:中国铁道出版社, 2017. 2

高等学校城市轨道交通系列教材

ISBN 978-7-113-10262-3

I. ①城… II. ①何… III. ①城市铁路—交通运输管理—高等学校—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 265014 号

书 名: 高等学校城市轨道交通系列教材
城市轨道交通卓越工程师教育培养计划系列教材
城市轨道交通运营管理 (第 3 版)
作 者: 何 静 主编

策 划: 徐 清 崔忠文

责任编辑: 徐 清 编辑部电话: 010-51873147

电子邮箱: dianwu@vip.sina.com

封面设计: 陈东山 崔丽芳

责任校对: 苗 丹

责任印制: 陆 宁 高春晓

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: 三河市宏盛印务有限公司

版 次: 2007 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 2 版
2017 年 2 月第 3 版 2017 年 2 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 26.5 字数: 494 千

书 号: ISBN 978-7-113-10262-3

定 价: 55.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

序

进入 21 世纪,我国城市轨道交通已逐步进入稳步、有序和快速发展阶段,尤其是近 10 年来,在国家政策的引导下,我国的城市轨道交通事业,从发展速度、规模和现代化水平,都凸显了后发优势。虽然我国的城市轨道交通正在经历高速发展阶段,但我国城市轨道交通建设比欧美等发达国家晚了 100 余年,在运营理论体系建立、运营技术和管理水平方面较国际先进水平相比,仍然有一定的差距。在发展历程中,我们比较注重研究具体的轨道交通技术可行方案,尚未把城市轨道交通作为一个系统工程来研究。

2007 年本书第 1 版正式出版,2017 年第 3 版正式出版,发行量在全国同类专业书籍中名列前茅。这凝聚着编写团队不懈的努力和耕耘,他们既有丰富的城市轨道交通现场工作经验,又有扎实的理论基础。本书结合城市轨道交通规划、建设、运管中遇到的实际问题,把城市轨道交通作为一个大系统,从运营策略与体系管理、运营安全管理、设备设施管理、行车、客运、票务管理、城轨运营企业管理等方面,将先进的管理理论和企业工作经验融会贯通,进行专题分析研究。

本书内涵丰富,紧贴实践。对运营管理进行了修订和拓展,又增加了网络化运营的研究内容;书中许多案例和作业流程都源于现场工作实践。本书数易其稿,是理论与实践有机结合的产物,参编单位包括多个地铁运营企业的一线专业技术人员和城市轨道交通高校的专业教师,他们为了这本书的出版付出了辛勤的劳动,力求使读者获得系统性和实用性的知识,也为完善城市轨道交通运营管理的理论和实践奠定坚实的基石。

沈芳芳

2017 年 2 月

第3版前言

《城市轨道交通运营管理》起步于上海工程技术大学城市轨道交通学院,这是全国最早的城市轨道交通学院。从最初的构思到第3版已经走过近十年,这段时间也是我国城市轨道交通蓬勃发展的阶段,很多方面都有了前所未有的改变,形成了新的专业特点。2016年,结合实际工作对运营管理专业人才的要求,编者决定对原有第2版进行修订,几易其稿,终于完成现在的第3版,其中凝聚了各位成员辛勤的努力。

这次的修订主要体现在以下几个方面:

城市轨道交通是一个大系统,内部又由很多子系统构成,子系统之间相互影响,同时还受到外部环境系统的影响。城市轨道交通运营管理者所遇到的问题通常都不是彼此孤立的,而是相互影响、动态变化的,存在于一系列复杂系统构成的动态情景之中的。因此本书以系统的观点作为统领,重新对全书进行了调整,更好地贴合未来运营管理者的实际工作需要。

为更好地体现“运营管理”的特色,即以行车、客运、现场作业组织为主,删除了第2版中的基础知识和投融资管理相关内容。

根据现代城市轨道交通系统的发展趋势以及运营企业的现场生产实际,将现场运营工作实际与理论化教学系统相结合,对各章内容进行了调整。对各章习题进行了修订、增加,以便读者可以更好地学习和掌握各知识点内容。

本书的修订工作分工如下(按章节排序):第1章,刘春宏、郁嫒君、寇婷婷;第2章,马靖超、程晋然、许敏娟、赵佳佳;第3章,张志勇、周瑜;第4章至第6章,李佳、黄远春、陆鹏;第7章,刘春宏、郁嫒君;第8章,刘伟、任晔、李腾江;第9章,黄远春、李腾江;第10章,吴志海、刘春宏、李讷;第11章,向滨;第12章,邹承良;第13章,杨洋、徐学礼、邵小辉。全书由何静、刘志钢、朱海燕和周世爽负责整体框架结构的设计、部分章节的撰写,并根据专业分工,完成全书的统稿、校对工作。

本次修订工作是历次出版过程中最为不易的一次,全书凝聚了城市轨道交通运营企业专业技术人员和高校教师、学生共同的努力和心血。部分章节进行了较大的调整,经过多人的相互核对、核实、重新理论化。在这个过程中,我们深感不易,诚挚希望这本书也能给您一些启示和收获。

感谢各位读者给予这本书的厚爱！正是有您的支持，才让我们有信心不断改进。

如您有任何建议或者需要帮助，请通过 kmpolly@163.com 与我们联系，期待与您的分享！

言放跟老张

编 者

2016 年 11 月

第2版前言

回想这本书从2005年最初的书稿,到2007年正式出版。有很多艰辛,也有很多人无私的帮助。这本书自出版以来,重印了5次,共计26 000册。应该说这是远远超出了原来的预期。在此,我谨代表编写组对购买本书的个人、学校和单位致以诚挚的谢意,感谢你们对本书的支持及宝贵意见。

2007年,这本书刚刚完稿的时候,在很多地方还不能理解评审老专家对这本书提出的修改意见。经过编写组5年多的教学积累和现场实践工作的变迁,以及期间各方的用书反馈。我们开始意识到这本书有很多不足之处。2011年5月,编写组开始酝酿对这本书进行修订,为此我们重新修订了很多内容,具体的编写人员如下(按照章节前后排序):张志勇、陆鹏、王磊、胡华和丁小兵。全部修订版在2013年8月底完成,相比较第1版有了较大改动,改版的思路包括突出城市轨道交通运营管理的主体,更贴近现场工作实际,重新修改了可能会引起误解的地方,使内容的编排更为系统,增加了习题的数量。虽然本次修订相比较第1版有了较大的改进,但是,这本书在反映发展热点内容和新的技术运用趋势,新线运营筹备等方面还有待完善和补充,还有很大差距,这也是后续改进的重点。

最后修订再版时虽经仔细校对,但仍不免出现错漏,望各位专家不吝指正,以期在今后形成一个更好的版本。

作者
2013年8月

第 1 版前言

发展城市轨道交通是解决大城市交通问题的主要手段。轨道交通建设从规划、设计、施工到运营,涉及建筑业、制造业及管理等领域。城市轨道交通的发展,可以促进城市经济的繁荣和发展。城市轨道交通的技术发展要以“以人为本,创新跨越,竞争合作,持续发展”的科学发展观为指导。除重视人才培养外,还要有“创新跨越”的精神,瞄准本行业的世界科技前沿,是当今时代所赋予的历史使命。

城市轨道交通是城市中百年大计的重大公益性交通基础设施,项目一旦建成,整个系统就必须夜以继日地保持正常状态。不间断的正常运营意味着除需要优质高效的硬件设备外,还要有与系统规模相适应的运营管理机构 and 训练有素的运营人才。科学而得当的运营管理,是保证轨道交通系统正常运营的前提,是既有轨道交通系统得以常年安全运营的重要保障。培训和提高运营管理人员的技术水平和理论知识,建成一支基础理论扎实、技术过硬的管理队伍,才能确保建成的轨道交通系统达到高效运转、优质服务和安全运营的目标。

针对当前日益壮大的轨道交通运营队伍的迫切需要以及我国城市轨道交通的快速发展,上海工程技术大学城市轨道交通学院在 2006 年 1 月就开始组织编写本书,本书的各位作者通过获取的直接和间接实践经验,将有关资料归纳汇总上升到理论上,希望能为城市轨道交通系统运营人才的培养贡献一份力量。为了提高本书的实用性,本书经过了近两年教材试用。在这两年中根据教学工作中的反馈,听取了来自运营实践第一线技术人员的建议,本书又进行了多次修改与完善。

本书以系统的观点,对城市轨道交通系统的运营管理进行了深入、细致的研究和叙述。内容包括城市轨道交通系统的运营特性、设备管理、客流预测与分析、运营计划编制、运输能力理论及加强、列车运行图原理及编制、列车运行组织、车站工作组织、运营指标分析、城市轨道交通管理体制等内容。本书可作为高等运输院校相关专业的教材或教学参考书,也可供从事城市轨道交通运营管理部门的技术与行政管理人员等专业技术人员阅读与参考。

本书的编写工作分工如下:第 1 章由何静、叶华平执笔,第 2 章由敖琦峰、何静执笔,第 3 章由谢超、何静执笔,第 4 章由余海斌、何静执笔,第 5 章由丁晨、何静、朱海燕执笔,第 6 章由吴玲英、朱海燕执笔,第 7 章由谢超执笔,第 8 章由陈怡、

何静执笔,第9章由卢红爱、朱海燕执笔,第10章由施毓凤、周捷执笔,第11章由何静、刘志钢执笔,第12章由叶华平、殷畅执笔。

全书经上海地铁运营有限公司教授级高工郑荣生审阅定稿。郑高工为本书提出了许多中肯的意见和新的思路,在此对郑高工致以深深的谢意。本书由何静、叶华平、朱海燕负责对全书框架结构的设计、部分章节的撰写,以及全书的统稿校对工作。上海地铁运营有限公司的陈光华、王伟雯、艾文伟、姚军、苏医音,上海工程技术大学的鲁嘉华、郝勇等,美国马里兰州公路管理署的白玉琼对本书部分章节提出了宝贵意见。

在本书的编写工程中,得到了上海地铁运营有限公司的大力支持,在此表示衷心的感谢,本书的顺利完稿是和他们的鼓励与支持分不开的。本书还引用了大量国内外作者发表的有关城市轨道交通的文献,部分城市轨道交通企业的运营资料及相关文献,在此谨向有关专家及部门致以衷心的感谢。

鉴于编写人员技术水平及实践经验的局限性,各种对分析和处理问题的见解不免有偏颇不足之处,望城市轨道交通行业的专家学者给予指正,我们真诚地期待着广大读者和同行,多提宝贵意见。

作 者

2007年8月

目 录

第1章 城市轨道交通系统发展与管理	1
1.1 概 述	1
1.2 规划设计管理	12
1.3 企业管理	21
1.4 运营管理体系	25
复习思考题	31
第2章 城市轨道交通系统设施设备	33
2.1 车辆专业	33
2.2 供电专业	38
2.3 工务专业	43
2.4 通信专业	55
2.5 信号专业	60
2.6 机电专业	68
复习思考题	77
第3章 运营计划	79
3.1 客流计划	79
3.2 全日行车计划	84
3.3 列车运用计划	88
3.4 列车开行方案	92
复习思考题	96
第4章 列车运行图	97
4.1 列车运行图的基本概念	97
4.2 列车运行图的要素	102

4.3 列车运行图的编制	107
4.4 列车运行图标画	114
复习思考题.....	118
第5章 行车组织	120
5.1 概 述	120
5.2 行车组织	124
5.3 运行质量分析	126
5.4 运营规章体系及行业标准	133
复习思考题.....	139
第6章 运营调度指挥	140
6.1 正常情况下的行车组织	140
6.2 非正常情况下的行车组织	143
6.3 调度命令	152
6.4 施工管理	156
6.5 线网运营指挥中心	159
6.6 案例分析	161
复习思考题.....	163
第7章 车站行车组织管理	167
7.1 车站概述	167
7.2 车站行车作业要素	176
7.3 车站行车作业管理	191
7.4 车站施工作业管理	200
复习思考题.....	204
第8章 车辆基地作业组织	206
8.1 车辆基地概述	206
8.2 车辆基地的平面布置	212
8.3 车辆基地车辆检修管理	216
8.4 车辆基地行车组织	220
8.5 调车作业管理要求	225
8.6 车辆基地施工组织	228
复习思考题.....	232

第 9 章 运输能力及能力加强措施	233
9.1 概 述	233
9.2 通过能力计算	234
9.3 通过能力与使用通过能力	241
9.4 运输能力加强措施	244
9.5 运输能力加强实践分析	251
复习思考题	254
第 10 章 客运组织管理	255
10.1 客流预测与调查分析	255
10.2 客流组织	260
10.3 服务质量控制与管理	273
10.4 服务技巧与措施	283
10.5 服务案例分析	287
复习思考题	293
第 11 章 票务管理	294
11.1 城市轨道交通票务系统	294
11.2 自动售检票系统	297
11.3 票务业务管理	301
11.4 票务管理的层次管理	313
复习思考题	318
第 12 章 换乘枢纽	319
12.1 换乘枢纽概述	319
12.2 城市轨道交通枢纽概述	324
12.3 城市轨道交通枢纽运营管理	329
12.4 换乘枢纽衔接布局	334
复习思考题	346
第 13 章 运营安全管理	347
13.1 风险分析与评价	347
13.2 运营安全组织保障系统	354

13.3 安全生产检查与隐患排查治理·····	361
13.4 突发事件及应急处置·····	365
13.5 事故调查分析·····	369
13.6 安全教育培训·····	376
复习思考题·····	380
参考文献·····	381
附录 名词术语英(缩略语)中对照表·····	384
复习思考题参考答案·····	387

第1章 城市轨道交通系统发展与管理

城市轨道交通系统是指主要服务于城市客运交通,通常以电力或机械力为动力,以轮轨运行方式为主要特征的车辆与轨道(导轨)等各种相关设施的总和。相比其他城市公共交通系统,具有运能大、速度快、安全准时、节能环保以及能缓解地面交通拥堵等优点。经过100多年的研究、开发、建设与运营,城市轨道交通系统已经形成多种类型并存与发展的形态。

现代城市轨道交通系统管理从广义上来说可以分为企业管理和运营管理两大部分。它的外延非常广泛,涵盖了建设、设备选型与线路运营、设备维修,以及日常企业管理、资产运作等内容。本书所述的城市轨道交通运营管理主要指线路运营后的行车管理、站务管理、票务管理、设备维修管理等。

1.1 概 述

1.1.1 城市轨道交通的类型

城市轨道交通的主要形式包括地铁、轻轨、单轨、有轨电车、市郊铁路、线性电机车系统、磁悬浮系统等,为了能够在不同的适用条件下合理地选择城市轨道交通形式,可以依据不同的标准进行分类。

1. 按高峰小时单向运输能力分类

高峰小时单向运输能力是指在运营线路的高峰时段(单位小时),城市轨道交通系统在一个方向能够运送的乘客数量。计算高峰小时单向运输能力的基本参数是列车间隔时间、车辆定员以及列车编组辆数等,这里进行分类的基本依据是城市轨道交通系统有关参数的常用取值。根据高峰小时单向运输能力的大小,城市轨道交通系统可分为高运量、中运量和低运量三种类型。

(1)高运量城市轨道交通系统

该类型系统的高峰小时单向断面运输能力达到30 000人次/h以上,属于该种类型的城市轨道交通系统主要有重型地铁和轻型地铁等。

(2)中运量城市轨道交通系统

该类型系统的高峰小时单向断面运输能力为15 000~30 000人次/h,属于该种类型的城市轨道交通系统主要有微型地铁、独轨和高技术标准的轻轨。

(3)低运量城市轨道交通系统

该类型系统的高峰小时单向断面运输能力为 5 000~150 00 人次/h,属于该种类型的城市轨道交通系统主要有低技术标准的轻轨、自动导向交通系统和有轨电车。

2. 按路权及列车运行控制方式分类

路权是指交通工具对于运行线路的使用权利。列车运行控制方式主要侧重于信号控制的自动化程度。根据路权及列车运行控制方式的不同,城市轨道交通系统可分为路权专用、按信号指挥运行,路权专用、按视线可见距离运行和路权混用、按视线可见距离运行等类型。

(1)路权专用、按信号指挥运行类型

该类型系统的线路完全封闭,在路权的使用方面具有排他性,与其他城市交通方式没有平面交叉。由于路权专用及按信号指挥运行,行车速度高且行车安全性好。属于该种类型的城市轨道交通系统包括市郊铁路、地下铁道、高技术标准的轻轨和自动导向交通系统等。

(2)路权专用、按视线可见距离运行类型

该类型系统在路权使用方面与上一种类型一致,行车条件较好;但信号控制自动化程度较低,行车条件较好。但由于无专用信号系统、按可视距离间隔运行,行车速度稍低。属于该种类型的城市轨道交通系统主要是中等技术标准的轻轨。

(3)路权混用、按视线可见距离运行类型

该类型系统的特点是其他交通工具共用线路,运行线路存在平面交叉。除在交叉口设置信号控制外,其余线路段按可视距离间隔运行,行车速度与行车安全稍差。属于该种类型的城市轨道交通系统主要是低技术标准的轻轨和有轨电车。

3. 按基本技术特征分类

基本技术特征是一种综合性的分类标准,是对高峰小时单向运力、路权及列车控制方式、运行区域等参数的综合评价,是较为常用的城市轨道交通分类标准,主要有地铁、轻轨、市郊铁路、有轨电车、独轨、磁悬浮系统和自动导向交通系统等类型。

1.1.2 常见城市轨道交通形式的运营技术特征

城市轨道交通系统的运营技术特征包括:线路投入实际运营后的行车间隔、列车定员数、列车编组数、单向运力、旅行速度等技术指标。

1. 地 铁

地铁在诞生之初,由于线路通常被铺设在地下隧道里,因此被称为地下铁道。但如今的地铁已经成为一个“代号”,泛指高峰小时单向断面运输能力在 3 万人次以

上的大容量城市轨道交通系统,通常在市中心为地下线路,市区以外为地面或高架线路。地铁和轻轨都趋向选用重型钢轨,划分两者的依据应是单向最大高峰小时客流量的大小,运量的大小决定了编组数、车辆、轴重和站台长度。对比见表 1.1。

表 1.1 地铁与轻轨运营技术特征对比

	单向最大高峰小时 客流量(万人次)	轴重 (t)	列车编组 数(节)	车辆长度 (m)	平面曲线 - 半径(m)	线路规划方式
地铁	3~6	>13	4~10	>120	≥ 300	地下线为主,高架线和 地面线路为辅
轻轨	1.5~3	<13	2~4	30~120	100~200	高架线和地面线路为主

各国地铁系统的建设标准并不完全相同,大致可分为常规地铁和小断面地铁两种。

某常规地铁系统的技术参数如下:

最小运行间隔:1.5 min;

每节车辆定员数:310 人;

每列车编组车厢节数:6~10 节;

每小时单向最大运输能力:55 000~85 000 人;

旅行速度:45 km/h。

当在车辆上使用线性电机时,可减小隧道断面,降低建设成本,这种地铁称为小断面地铁,如图 1.1 所示。小断面地铁的主要参数如下:

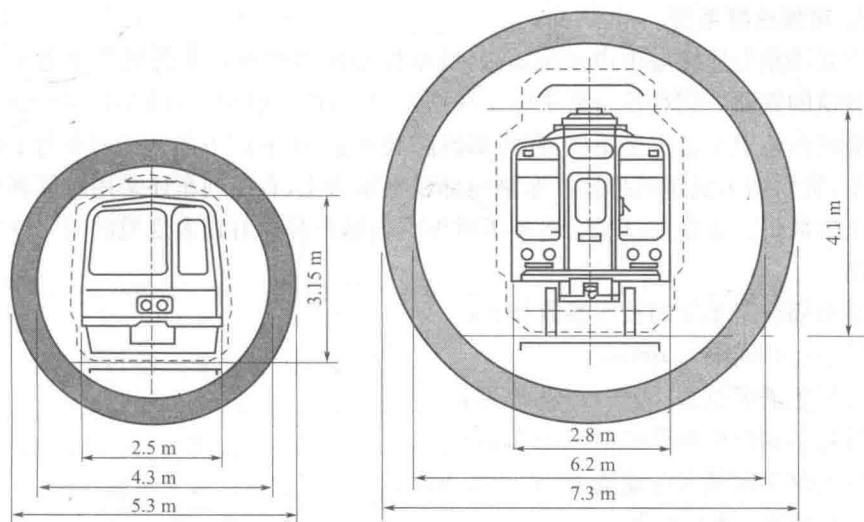


图 1.1 小断面地铁与常规地铁隧道横截面比较图

最小运行时间间隔:1.5 min;

每节车辆定员数:142人;

每列车编组车厢节数:4~8节;

每小时单向最大运输能力:17 000~30 000人;

最高速度:80~120 km/h左右。

2. 轻轨

轻轨线路设计比较灵活,既可修建在市区街道上,也可修建在地下隧道或高架桥上,有一定比例的线路与其他交通方式完全隔离。轻轨线路大多是双线,但支线、短程区间或道路用地较为紧张的地段也有单线的情况。线路最大坡度可达8%,最小曲线半径可达30 m。典型的轻轨系统通常小时客流量在2万人次左右,可作为中小城市的骨干交通方式或作为大城市辅助交通方式。

部分城市的轻轨车辆起源于老式有轨电车,而后通过改造设计成新式轻轨车,具有容量大、轻型化、铰接式、低地板和宽敞舒适等特点。车辆座席有纵向和横向两种布置,双边或单边均可布置双人座或单人座。

某轻轨系统的技术参数如下:

最小运行间隔 2 min;

每节车辆定员数:120~270人;

每列车编组车厢节数:2~10节;

每小时单向最大运输能力:6 000~30 000人;

最高速度:60~80 km/h。

3. 市郊铁路系统

市郊铁路是连接城市市区与郊区、城市核心区与周围几十公里甚至更大范围卫星城镇的铁路。它往往是城市间干线铁路的一部分,具有干线铁路的技术特征。与其他城市轨道交通类型不同,在市郊铁路线路上,可采用市郊通勤列车与干线乘客列车、货物列车混跑的形式。车辆内部以坐席为主,有些列车还采用双层客车来增加座位数量。在东京、伦敦、巴黎等世界著名城市都建有较大规模的市郊铁路运输网络。

某市郊铁路系统的技术参数如下:

最小运行间隔:5 min;

每节车辆定员数:80~118人座席;

每列车编组车厢节数:8~10节;

每小时单向最大运输能力:30 000人以上;

最高速度:120 km/h。