

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



运营管理

(第2版)

- 主 编：何 静
- 副主编：刘志钢 朱海燕
- 主 审：郑荣生

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

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2版)

主 编 何 静

副主编 刘志钢 朱海燕

主 审 郑荣生

中 国 铁 道 出 版 社

2013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. —2版. —北京:
中国铁道出版社, 2013. 9

高等学校城市轨道交通系列教材 上海市本科教育高地建设资助项目

ISBN 978-7-113-13758-8

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(2012)第 017697 号

书 名: 高等学校城市轨道交通系列教材
城市轨道交通运营管理(第2版)

作 者: 何 静 刘志钢 朱海燕

策划编辑: 殷小燕

责任编辑: 殷小燕 电话: 51873147

封面设计: 陈东山 崔丽芳

责任校对: 汤淑梅

责任印制: 陆 宁

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: 三河市兴达印务有限公司

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

开 本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 20 字数: 373 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-13758-8

定 价: 30.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社读者发行部联系调换。

电 话: 市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)63549504 路电(021)73187

序

交通是我国国民经济发展的主动脉,交通是城市赖以生存的血脉,城市轨道交通是城市交通的骨干,是现代化城市的标志,是提升城市管理现代化水平必不可少的内容。据不完全统计,我国正在规划建设和已经建设城市轨道交通的城市已近30个,规划城市轨道交通总里程将达到4 000 km,逐渐形成以地铁、轻轨、单轨、市郊铁路等多种类型并举的轨道交通建设新格局。轨道交通网络客流持续快速增长。但我国城市轨道交通的运营技术和管理水平与国际先进水平相比,仍然有一定的差距。如在城市轨道交通的规划、设计,在和城市规划的协调、统筹等方面还存在比较大的差距,一定程度上成了我国城市轨道交通快速发展的瓶颈,影响作为城市公共交通骨干作用的充分发挥,制约了城市社会、经济、文化的可持续发展。

虽然我国的城市轨道交通正在进入高速发展阶段,但由于历史原因,我国城市轨道交通建设比欧美等发达国家晚了100余年,因此,我国城市交通的整体状况是不令人满意的。我国人口多,城镇化水平低,对于城市轨道交通系统这个庞大的高技术含量的系统工程,无论是运营、管理,还是投融资、建设,都还需要一个较长时期的实践检验、在实践中求完善和提高。

2006年1月,上海工程技术大学城市轨道交通学院的“现代城市轨道交通运营工程”在上海市教委高校高水平特色发展项目中立项。随后,城市轨道交通学院就展开了本书的编写工作。

本书的作者博采众家之长,悉心研究了在城市轨道交通规划、建设、运管中遇到的各种实际问题,对运营策略与综合管理、运营安全管理、票务管理等方面的内容,综合运用本专业的先进技术理论,针对国内城市轨道交通运营中的实际问题进行了专题分析研究。本书的作者熟悉城市轨道交通运营管理,有10多年的城市轨道交通专业的学习、教学和挂职工作的经历,本书数易其稿。在《城市轨道交通运营管理》一书中既汇聚了上海城市轨道交通运营管理部门创业者们的宝贵经验,也汇集了作者在城市轨道交通运营管理领域工作中的一些新的体验。

本书内涵丰富,紧贴实践,有鲜明的特点:一是作者由轨道交通运营一线的专业技术人员和高校的专业教师组成;二是选材,既涵盖了传统的轨道交通运营管理领域,也包含了网络化运营的研究内容;三是紧密结合轨道交通运营管理的实践,

许多案例和作业流程都来源于现场工作实践。从书中,我们可以看到中国城市轨道交通从无到有的发展历史,在运营管理中不断前进发展的脉络。

城市轨道交通学院何静等青年教师为了这本书的出版付出了辛勤的劳动,这将激励我们有志于毕生奋斗在铁道与轨道交通战线上的人们,继往开来!

努力为中国轨道交通事业而奋斗!

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to He Jing, the author mentioned in the text.

2007 年 9 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26000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、制造业及管理各领域。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,整个系统就必须日以继夜地保持正常状态。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 城市轨道交通运营和发展	1
1.1 概 述	1
1.2 世界轨道交通的发展概况	11
1.3 城市轨道交通企业管理	17
1.4 城市轨道交通系统运营特性	21
习 题	26
第 2 章 城市轨道交通系统设备	27
2.1 列车运行设备	27
2.2 客运服务设备	48
2.3 其他设备	60
习 题	71
第 3 章 运营计划	72
3.1 客流计划	72
3.2 全日行车计划	77
3.3 车辆运用计划	81
3.4 列车开行方案	84
习 题	88
第 4 章 列车运行图	89
4.1 列车运行图的基本概念	89
4.2 列车运行图的图解表示与分类	90
4.3 列车运行图的要素	94
4.4 列车运行图的编制	100
4.5 列车运行图的检查与指标计算	104
习 题	106

第 5 章 列车运行调度指挥	109
5.1 轨道交通列车运行指挥	109
5.2 正常情况下的行车组织	117
5.3 非正常情况下的行车组织	118
5.4 运行质量分析	126
5.5 列车运行调度规章体系	130
习 题.....	138
第 6 章 车站行车组织	140
6.1 车站概述	140
6.2 车站行车作业要素	144
6.3 车站行车作业	149
6.4 车站施工管理	154
习 题.....	158
第 7 章 运输能力及能力加强措施	159
7.1 概 述	159
7.2 通过能力计算	160
7.3 通过能力与使用通过能力	167
7.4 运输能力与加强措施	169
习 题.....	177
第 8 章 轨道交通车场作业组织	179
8.1 车辆基地概述	179
8.2 车辆基地的规划与设计	183
8.3 车辆检修设施与作业	188
8.4 车辆运用整备设施	195
8.5 车辆基地内的行车作业组织	197
习 题.....	202
第 9 章 城市轨道交通客运管理	203
9.1 客流预测与调查分析	203
9.2 客运服务特点与组织流程	205

9.3 轨道交通服务管理	211
9.4 轨道交通服务措施	219
习 题	226
第 10 章 轨道交通换乘枢纽	227
10.1 换乘枢纽概述	227
10.2 轨道交通枢纽概述	232
10.3 轨道交通枢纽运营管理	237
10.4 轨道交通换乘枢纽的衔接布局	242
习 题	254
第 11 章 轨道交通事故及事故处理	255
11.1 事故的影响因素	255
11.2 城市轨道交通事故分类	261
11.3 事故处理	266
11.4 事故处理预案	270
11.5 城市轨道交通安全防范	277
11.6 安全运营控制体系	284
习 题	290
第 12 章 城市轨道交通投融资	291
12.1 经济属性	291
12.2 城市轨道交通项目投融资	295
12.3 轨道交通领域的融资手段	298
习 题	304
参考文献	305

第 1 章 城市轨道交通运营和发展

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、节约能源,以及能缓解地面交通拥挤和有利于环境保护等优点。经过 100 多年的研究、开发、建设与运营,城市快速轨道交通系统已经形成多种类型并存与发展的状态。

现代城市轨道交通运营管理从广义上来说可以分为企业管理和专业管理两大部分。广义的城市轨道交通运营管理的外延非常广泛,涵盖了城市轨道交通的建设、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。狭义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

城市轨道交通系统有不同的分类标准,包括高峰小时单向运力、路权及列车控制方式、基本技术特征、线路铺设位置、轮轨材质、轮轨导向方式、轨道形态、粘着牵引方式、动力类型及其布置。以下将重点介绍与城市轨道交通运营特性直接相关的前三种分类方式。

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线路运行最繁忙的单位小时内,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,轨道交通系统可分为高运量、中运量和低运量三种类型类型:

(1)高运量轨道交通系统

该类型系统的高峰小时单向运输能力达到 30 000 人次/小时以上,该种类型的轨道交通系统主要有重型地铁和轻型地铁等。

(2)中运量轨道交通系统

该类型系统的高峰小时单向运输能力为 15 000~30 000 人次/小时,该种类型

的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) 低运量轨道交通系统

该类型系统的高峰小时单向运输能力为 5 000~15 000 人次/小时,该种类型的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,此处的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。该种类型的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。但由于无信号、按可视距离间隔运行,行车速度稍低。该种类型的轨道交通系统主要包括中等技术标准的轻轨和高技术标准的有轨电车。

(3) 路权混用、按可视距离运行类型

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。该种类型的轨道交通系统主要包括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方式,可分为地铁、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。例如地铁和市郊铁路同属于大运量的城市轨道交通方式,但是二者在主要服务区域以及车辆、线路选型方面存在较大差异。

(1) 地铁

由于在诞生之初,线路通常被铺设在地下隧道里,因此被称为地下铁道,简称地下铁或地铁。但实际上,地铁根据线路周边的地形和环境情况修建在地面或高架上。“地铁”是高运量的代表。还具有运量大、速度快、安全、准时、舒适等特点,是最为常见的城市轨道交通形式。

(2) 轻轨

轻轨的涵义是指车辆对轨道施加的荷载相对于铁路或地铁轻。轻轨是从旧式有轨电车系统发展演变而来的,早期的轻轨系统一般是直接对旧式有轨电车系统改建而成,现代轻轨系统与旧式有轨电车系统相比,具有行车速度快、乘坐舒适、噪声较低等优点。轻轨也存在多种技术标准并存发展的情况。高技术标准的轻轨接近于轻型地铁,而低技术标准的轻轨则接近于有轨电车。

(3)独轨

独轨又称为单轨,是车辆或列车在单一轨道梁上运行的城市轨道交通系统。独轨的线路采用高架结构,车辆则大多采用橡胶轮胎。从构造型式上可分为跨骑式独轨与悬挂式独轨两种。跨骑式独轨是指列车跨坐在轨道梁上运行,而悬挂式独轨则是指列车悬挂在轨道梁下运行。

(4)自动导向交通系统

自动导向交通系统是指一种狭义的新交通系统。它采用混凝土道床,车辆采用橡胶轮胎,通过导向轮引导车辆运行,多采用无人驾驶的列车运行自动控制模式。通常在运量较小的线路上使用。

(5)市郊铁路

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的卫星城镇的铁路。市郊铁路往往是城市间干线铁路的一部分,因此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旅客列车、货物列车混跑的形式。

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、站距等技术指标。世界轨道交通运营参数如表 1. 1 所示。

表 1. 1 世界轨道交通运营参数对照表

地名	空车重量 (t)	运行速度 (km/h) 最大/旅行	最大 坡度 (%)	轨距 (mm)	车站月台 长度 (m)	集电 系统	供电 电压 (V)	牵引电机 功率 (kW/HP)
北京	34	80/35	3	1 435	118	第三轨	750	86/117
芝加哥	22. 9	88/45	3. 5	1 435	100~130	悬线/三轨	600	83/113
圣彼德堡	36. 2	90/46	4	1 524	80	第三轨	825	73/100
莫斯科	36. 2	90/48	4	1 524	130~160	第三轨	825	73/100
米兰	29. 6	85/(29~34)	3	1 435	100~120	三、四轨/悬线	750/1 500	100/136
伦敦	28	80/32. 5	3. 5	1 435	107~131	三、四轨	600	60/83

续上表

地名	空车重量 (t)	运行速度 (km/h) 最大/旅行	最大 坡度 (%)	轨距 (mm)	车站月台 长度 (m)	集电 系统	供电 电压 (V)	牵引电机 功率 (kW/HP)
巴黎	57	80/42	3.5	1 435	145~225	悬线	1 500	200/276
圣保罗	32.8	100/(29~34)	4	1 600	136~143	第三轨	750	112/152
里约热内卢	38	100/34	4	1 600	136~180	第三轨	750	142/190
悉尼	46.9	100/45	3	1 435	<200	悬线	1 500	135/184

1. 地 铁

地铁实际上已经成为历史名词,如今的地铁已经不局限于运行线在地下隧道中的这种形式,而是泛指高峰小时单向运输能力在 3 万以上的大容量轨道交通系统。事实上在国外很多城市将地铁称为“大容量的城市铁路系统”(Mass Urban Rail Transit)或者“快速交通系统”(Rapid Transit System)。这种轨道交通系统通常的建造规律是在市中心为隧道线,市区以外为地面或高架线。

无论是地铁还是轻轨,都可以建在地下、地面或高架桥上;虽然一般情况下地铁的每延米轨道重量大于轻轨,但为了增强轨道的稳定性,减少养护和维修的工作量,增大回流断面和减少杂散电流,地铁和轻轨都趋向选用重型钢轨。划分两者的主要依据应是单向最大高峰小时客流量的大小。地铁能适应的单向最大高峰小时客流量为 3 万~6 万人次,轻轨能适应的单向最大高峰小时客流量为 1.5 万~3 万人次。由此设计的地铁和轻轨,它们的区别首先表现在地铁的轴重普遍大于 13 t,而轻轨要小于 13 t;其次,一般情况下,地铁的平面曲线半径不小于 300 m,而轻轨一般在 100 m 到 200 m 之间,另外,地铁每列车的编组数也要多于轻轨,车辆定员亦多。从运输能力、车辆设计以及建设投资等方面来看,轻轨与地铁均有所差别。运量的大小决定了编组数(地铁列车编组可达 4~10 节,轻轨列车编组为 2~4 节),决定了车辆的构造,决定了轴重,决定了站台长度。

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所示:

- 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,它与传统地铁的隧道横截面比较图如图 1.1 所示。小断面地铁可采用较小的曲线半径和较大的坡道,维护较一般地铁容易,通过能力略低于常规地铁系

统,日本东京都12号线就是小断面地铁,可实现小时输送能力29 000人次。主要参数如下:

- 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;
- 旅行速度:35 km/h左右。

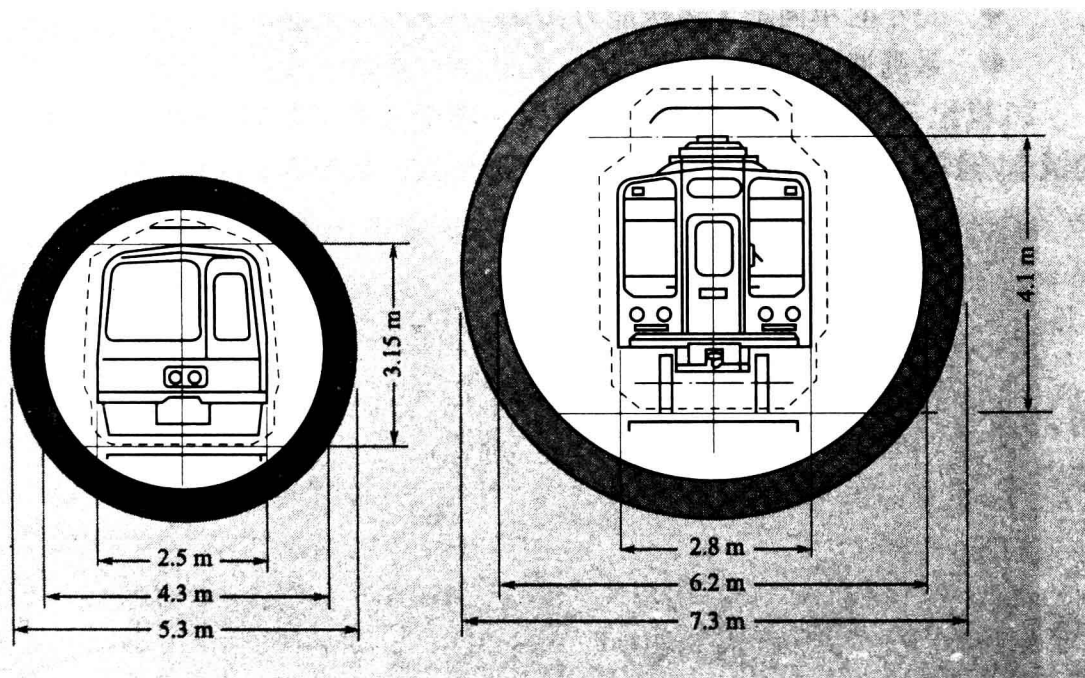


图 1.1 小断面地铁与常规地铁隧道横截面比较图

2. 轻 轨

轻轨一般要求有一定比例的线路与其他交通方式完全隔离,这也是它不同于有轨电车之处。以道克兰和曼彻斯特轻轨为例,前者是全隔离,自动驾驶;后者则是部分隔离。轻轨线路可因地制宜、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。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,建于拥有10万~100万人口的城市。

轻轨车辆是由老式有轨电车发展而来,旧式轻轨车辆宽度在2.2~2.4 m左右,新式轻轨车辆为适应客运量增加的需求,有向长和宽的发展趋势,宽度在2.5~2.6 m左右。车辆设计具有容量大、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。横向又分两边双人座、两边单人座和一边双人座一边单人座等布置形式。近年来各国制造的新型轻轨车辆有 4 轴车、6 轴单铰接车和 8 轴双铰接车 3 种车型。

轻轨系统的技术经济参数如下所示：

- 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；
- 每小时单向最大运送能力：6 000~30 000 人；
- 最高速度：60~80 km/h。

20 世纪 80 年代以来，轻轨日渐成为一项受人欢迎的运输方式。在欧美的一些城市，轻轨已经成为了最常见的轨道交通形式。如图 1.2 所示。

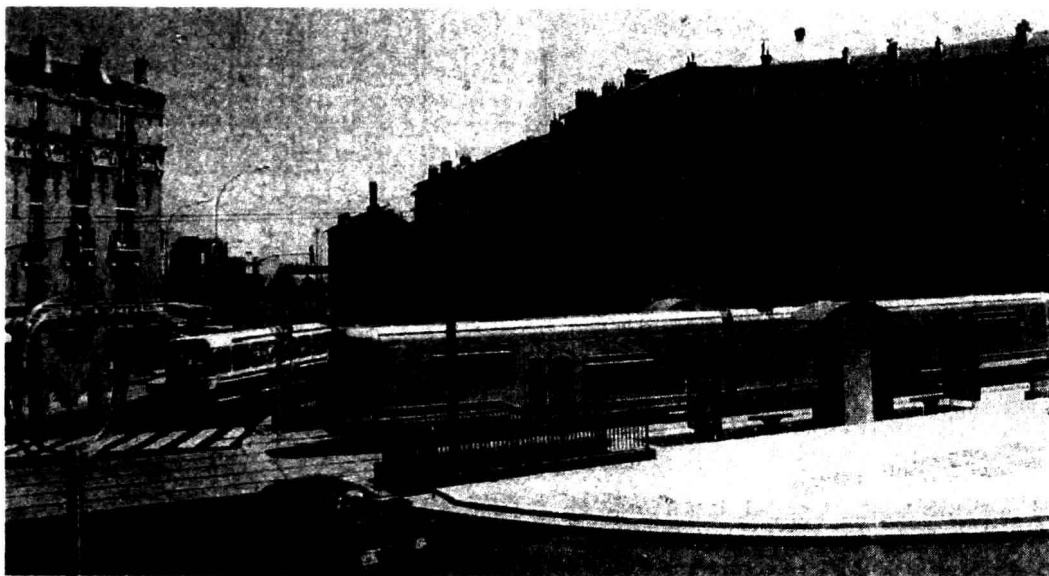


图 1.2 巴黎轻轨列车

3. 市郊铁路系统

市郊铁路起源于第二次世界大战前城市间的铁路运输，主要为出行距离较长的城市通勤者提供出行服务，故也称通勤铁路(Commuter Rail)。市郊铁路是连通城市与远郊区及卫星城镇的重要交通手段，主要服务于人口密度相对较低的郊区，站间距比较大，使列车的旅行速度比其他城市轨道交通系统高。一般地，市郊铁路线路的最高速度可以达到 100 km/h 以上，个别城市可达到 250 km/h 以上。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。

市郊运输的特点是装备重型化，速度较高，通常由机车集中牵引列车，机车可以由内燃或电力驱动，线路长度一般在 40 km 以上。虽然市郊铁路的终点站可引入市中心区，但大多数车站仍在市郊结合部。市郊铁路的显著特点是高质量的运