

高等学校城市轨道交通系列教材

城市轨道



运营管理

- 主 编：何 静
- 副主编：叶华平 朱海燕
- 主 审：郑荣生

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

[67] 董莹, 何世伟. 城市轨道交通客流预测模型研究[J]. 交通标准化, 2005, 128~132

高等学校城市轨道交通系列教材

[69] 沈景炎. 城市轨道交通车站与站厅客流研究[J]. 城市轨道交通, 2001, 4

[70] 上海城市轨道交通运营组织[M]. 上海: 上海轨道交通运营组织编写组, 2001

城市轨道交通运营

[71] 上海城市轨道交通运营组织[M]. 上海: 上海轨道交通运营组织编写组, 2001

[72] 李翔. 城市轨道交通运营组织[M]. 中国信息导报, 2003, 3

[73] Kazushige Terano. Railways in Japan: Public & Private Sectors [J]. Japan & Transport Review, 2001, 27

[74] Seoul Metropolitan Government. Seoul Metropolitan Transit Plan [J]. Journal of Transportation Engineering, 2001, 127

[75] Vivier, M. Urban Public Transport Projects [J]. Public Transport International, 2001, 27

[76] Alfred E. Fazio. Relations Between Light Rail Systems Design and System Operations [J]. Journal of Transportation Engineering, 2001, 127

[77] John R. Day, John Keeble. The Structure of London's Underground [J]. Capital Transport Publishing, 3rd Edition, December 31, 2001

[78] European Commission. White Paper: European Transport Policy for 2010. Brussels, 2001

[79] Benjamin H. Kain. Analytical Urban Design in the New York City Subway System: A Case Study [R]. New York: Metropolitan Transportation Authority, 1978

北京铁道出版社

中国铁道出版社

地址: 北京市丰台区右安门外大街22号 邮编: 100054

电话: (010) 51823170 电传: (021) 73170 (发行部)

2007年·北京

ISBN 978-7-113-08330-4/U·2112 定价: 30.00元

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通运营管理/何静主编.—北京:中国
铁道出版社,2007.9
(高等学校城市轨道交通系列教材)
ISBN 978-7-113-08330-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 144864 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

作 者: 何 静 叶华平 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

责任校对: 汤淑梅

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 地 址: 北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

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

开 本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 19 字数: 354 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-08330-4/U·2115

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4000 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!

2007年9月

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 训练有素的管理人才。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,上海工程科技大学的鲁嘉华、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

| | |
|--------------------------|-----|
| 习 题 | 113 |
| 第 5 章 列车运行调度指挥 | 115 |
| 5.1 轨道交通列车运行指挥 | 115 |
| 5.2 行车调度组织工作 | 118 |
| 5.3 列车运行组织调整 | 121 |
| 5.4 运行质量分析 | 127 |
| 5.5 行车组织规章 | 130 |
| 习 题 | 134 |
| 第 6 章 车站行车作业组织 | 135 |
| 6.1 车站行车技术设备 | 136 |
| 6.2 车站行车作业 | 140 |
| 6.3 车站施工作业组织 | 145 |
| 习 题 | 148 |
| 第 7 章 运输能力及能力加强措施 | 149 |
| 7.1 概 述 | 149 |
| 7.2 通过能力计算 | 150 |
| 7.3 通过能力与使用通过能力 | 157 |
| 7.4 运输能力与加强措施 | 159 |
| 习 题 | 167 |
| 第 8 章 轨道交通车场作业组织 | 168 |
| 8.1 车辆段及综合基地 | 168 |
| 8.2 车辆段及综合基地选址 | 172 |
| 8.3 车辆段检修作业 | 175 |
| 8.4 车辆运用整备设施 | 180 |
| 8.5 车场内行车作业组织 | 183 |
| 习 题 | 188 |
| 第 9 章 城市轨道交通客运管理 | 189 |
| 9.1 客流预测与调查分析 | 190 |
| 9.2 客运服务特点与组织流程 | 192 |

| | | |
|---------------|-----------------------------|------------|
| 9.3 | 轨道交通服务管理 | 197 |
| 9.4 | 轨道交通服务措施 | 206 |
| | 习 题 | 212 |
| 第 10 章 | 轨道交通换乘枢纽 | 213 |
| 10.1 | 换乘枢纽概述 | 213 |
| 10.2 | 轨道交通枢纽概述 | 218 |
| 10.3 | 轨道交通枢纽运营管理 | 223 |
| 10.4 | 轨道交通换乘枢纽的衔接布局 | 228 |
| | 习 题 | 240 |
| 第 11 章 | 轨道交通事故及事故处理 | 241 |
| 11.1 | 事故的影响因素 | 241 |
| 11.2 | 城市轨道交通事故分类 | 246 |
| 11.3 | 事 故 处 理 | 251 |
| 11.4 | 安全运营控制体系 | 255 |
| 11.5 | 事故处理预案 | 261 |
| | 习 题 | 268 |
| 第 12 章 | 城市轨道交通管理体制与投融资 | 269 |
| 12.1 | 经济属性 | 269 |
| 12.2 | 管理体制与经营模式 | 273 |
| 12.3 | 城市轨道交通项目的投融资 | 277 |
| 12.4 | 轨道交通领域的融资手段 | 281 |
| 12.5 | 我国城市轨道交通投融资现状 | 286 |
| | 习 题 | 289 |
| | 参考文献 | 290 |

第1章 城市轨道交通 的运营和发展

1.1 概 述

1.1.1 城市轨道交通的类型

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。它具有运能大、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。

1. 按基本技术特征分类

根据轨道交通系统基本技术特征的不同,轨道交通系统主要有市郊铁路、有轨电车、地下铁道、轻轨交通、单轨铁路和自动导向交通系统等类型。

(1) 地下铁道

由于在城市中心的线路通常被铺设在地下隧道里,因此称为地下铁路,简称地下铁或地铁。但并不要求该系统的全部线路都在地下,也可根据地形和周边环境的不同修建在地面或高架桥上。地铁在中国台湾地区则称作“捷运”。在中国大陆城市,修建于地上或高架桥上的城市轨道交通系统通常被称为“轻轨”。然而,“轻轨”与“地铁”的区别主要在于运量上的差异,“轻轨”的运量中等,而“地铁”则是高运量的代表。地铁具有运量大、速度快、安全、准时、舒适等特点,是较为常见的城市轨道交通形式。

(2) 轻轨铁路

轻轨的涵义是指车辆对轨道施加的荷载相对于城际铁路或地铁较轻。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,20 世纪 70 年代后期一些国家开始修建全新的现代轻轨系统。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。同样,对世界各国轻轨系统进行分类研究,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) 独轨铁路

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。跨骑式独轨是列车跨坐在轨道梁上运行的型式,而悬挂式独轨则是列车悬挂在轨道梁下运行的型式。

(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,列车运行自动控制,多采用无人驾驶等。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,通常是市郊旅客列车、干线旅客列车、货物列车混跑。

2. 按路权及列车运行控制方式分类

根据城市轨道交通系统是否专用、列车运行控制方式的不同,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

该类型系统的特点是线路专用,与其他城市交通线路没有平面交叉。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

该类型系统的特点是线路专用,与其他城市交通线路没有平面交叉,行车安全性较好。但由于无信号、按可视距离间隔运行,行车速度稍低。属于该种类型的轨道交通系统主要是中等技术标准的轻轨。

(3) 路权混用、按可视距离运行类型

该类型系统的特点是线路与其他运输车辆和行人共用,与其他城市交通线路有平面交叉。除在交叉口设置信号控制外,其余路段按可视距离间隔运行,行车速度与行车安全稍差。属于该种类型的轨道交通系统主要是低技术标准的轻轨和有轨电车。

3. 按高峰小时单向运输能力分类

根据城市轨道交通系统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、中运量和低运量等类型。计算轨道交通系统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。

(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 人以上,属于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,属于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,属于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。

1.1.2 城市轨道交通的技术经济特征

下面系统介绍几种常见轨道交通系统的技术经济特性。

1. 地 铁

地铁建设通常需要较大的客运量来保证项目的可行性。因此,50 万人以下的城市很少能建地铁。地铁通常要与其他轨道交通全隔离,路权专用,市中心站间距在 1 km 左右,郊区为 2 km 左右。单方向小时通过能力在 3 万人左右,一般可延伸到离市中心 20 km 左右。

各国地铁系统的建设标准并不完全相同。某地铁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: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:40~60 km/h。

当在车辆上采用线性电机时,可减小隧道断面,降低建设成本如图 1.1 所示。这种地铁称为小断面地铁,可以采用较小的曲线半径和较大的坡道,维护较一般地铁容易。

目前在日本已有小断面地铁线路投入运营。线性地铁能力略低于一般地铁系统,主要参数如下:

- 最小运行时间间隔:2 min;
- 每节车辆定员数:142 人;
- 每列车编组车厢节数:4~8 节;

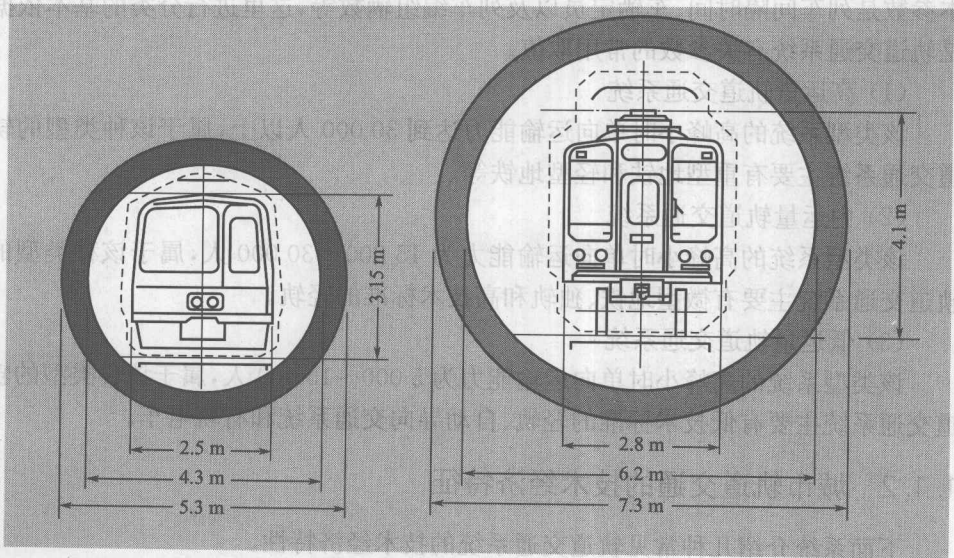


图 1.1 小断面地铁与常规地铁隧道横截面比较图

- 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。

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。

与地铁类似的轨道交通系统在北美被称为重型轨道交通(简称“重轨”)。“重轨”一词的应用是相对于“轻轨”而言的,欧洲则普遍采用“Metro”一词。重轨系统的车站间距较小,平均间距为 1.5 km 左右。重轨线路修建的位置较为灵活,常见的场合是将它们建在地面上,尤其是在高速公路的中间地带。表 1.1 给出世界轨道交通运营参数对照表。

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 |
| 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 |

大多数重轨系统采用标准轨距,也有部分线路例外。例如 BART 系统采用了宽轨,同时 BART 系统的车辆也比其他系统要低一些、宽一些。重轨系统一般都采用钢轨钢轮系统,但法国巴黎、加拿大蒙特利尔和墨西哥城则采用了橡胶轮在混凝土导轨上行驶的设计方案。这种设计的优点是安静,乘车舒适度高,列车的振荡不会传到地面。但是能耗较高,速度低,还受气候限制,夏天和冬天都会引起牵引问题。

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。

从轻轨的建设过程来看,轻轨系统分为 3 种类型。第一种是从有轨电车改造而成的德国斯图加特轻轨系统;第二种是大部分线路新建的道克兰轻轨;第三种是利用原有城市间铁路或市郊铁路线路改建的曼彻斯特、洛杉矶情况等。新建的轻轨中,越来越多地采用部分或全部隔离的地面线路穿越市中心,以保证路权专用。

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。

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

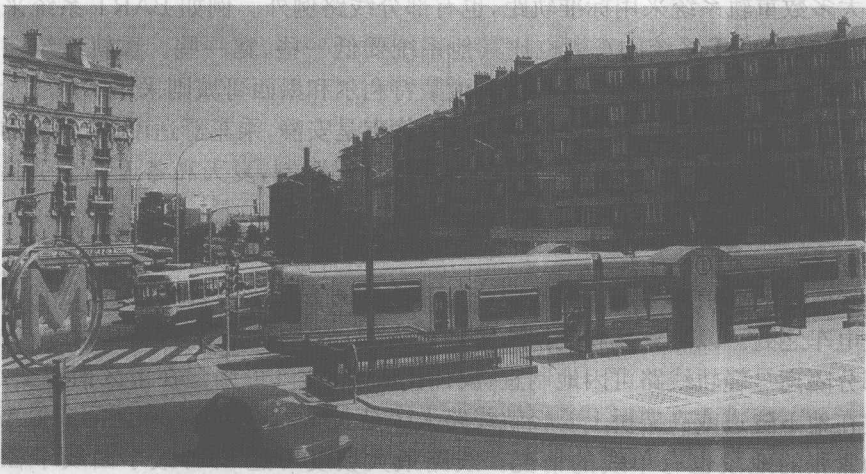


图 1.2 巴黎轻轨列车

的通勤者提供运输服务,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,通常由机车牵引一列列车,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。这种方式的一个显著特点是高质量的运输服务,列车能以高于 100 km/h 的速度行驶,基本能够保证每人都有座位,有些列车还采用双层客车来增加座位数量,这是唯一能与高速公路比速度的短途出行方式,因此,在国外许多乘客将汽车留在家里或车站转而来乘市郊铁路。市郊铁路虽然票价较高,但乘客可以购买月票得到优惠。

市郊铁路系统的技术经济参数如下所示:

- 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。

研究市郊铁路服务于城市的重点在于建立一体化的快速旅客运输系统,保证市内出行旅客能迅速抵达目的地。在过去只能跑货运列车的既有线上开展新的服务已成为发展的需要。开展这类市郊运输业务所需的投资相当小,因为主要的支

出只是机车车辆。市郊铁路由于速度快、线路长,每客公里的成本也相当低,将通勤旅客重新拉回到铁路的可行性就更大。

我国的市郊铁路 20 世纪 80 年代后期进入萎缩时期,市郊运输量越来越少,目前大多数大城市仅有少量客车从事市郊旅客运输服务。但随着城市化进程的加快,市郊铁路又迎来了新一轮的发展机遇。

4. 单轨铁路

单轨铁路也称为独轨铁路,一般使用道路上部空间,大多数单轨系统采用橡胶轮胎,可以适应急弯及大坡度,对复杂地形有较好的适应性,占用的土地资源较少,从而减少拆迁量。国外已建成城市交通单轨铁路长度通常为 10 km 左右,单、双线均有,以单线为主。最大坡度可达 6%,最小曲线半径可达 60 m。同时,单轨系统建设工期较短,投资也小于地铁系统。

轨道由轨道梁、支柱与道岔 3 部分组成。轨道梁为预应力钢筋混凝土结构,起承载、运行、导向与稳定车辆的作用。跨骑式单轨的轨道梁顶面是列车的运行轨道,两侧面的上、下部分分别是导向轮与稳定轮轨道。支柱的主要型式有 T 型、倒 L 型和门型等。道岔的基本原理是轨道梁的一部分设为可活动部分,通过活动部分的移动使一条线路与其他线路连接,达到车辆过岔的目的。

车站为高架设计,常见结构由下至上 1 层为道路面、2 层为集散厅、3 层为站台,乘客由自动扶梯和电梯上下。站台为岛式,长约 100 m,站台两侧安装栅栏或屏蔽门,站台顶棚与边墙连在一起。

跨骑式与悬挂式(如图 1.3 和图 1.4)两种类型单轨的车辆型式是不同的,但两种型式的独轨车辆都是在走行轨道上采用胶轮行驶的电动客车。车体的宽度,跨骑式独轨车辆较宽,约为 3 m 左右,悬挂式单轨车辆在 2.6 m 左右。受橡胶轮胎载重的限制,车辆采取轻型化设计。车内座席可以根据客流量情况设计成纵向、横向和混合排列等不同布置。列车运行、供电、车站设施、防灾报警装置、站台监视及对乘客广播均由控制中心的计算机系统集中控制。

单轨列车通常为 4 节编组,由于受站台长度限制,最多为 6 节编组。单轨铁路的道岔转换时间较长,从而增长了列车的折返时间,因此列车运行最小间隔时间一般为 3 min。

单轨铁路系统的技术经济参数如下所示:

- 最小运行间隔 3 min;
- 每节车辆定员数:140~190 人(跨骑式),80~120 人(悬挂式);
- 每列车编组车厢节数:2~6 节;
- 每小时单向最大运送能力:5 000~20 000 人;
- 最高速度:80 km/h。