

面向“中国制造2025”城市轨道交通专业培养计划
普通高等教育“十三五”规划教材



城市轨道交通 运营管理（第2版）

吴金洪 主编

CHENGSHI GUIDAO

JIAOTONG YUNYING

GUANLI



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

面向“中国制造2025”城市轨道交通专业培养计划
普通高等教育“十三五”规划教材

城市轨道交通运营管理 (第2版)

吴金洪				主 编
宛 岩	韦 强			副主编
黄先锋				主 审



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书内容主要包括城市轨道交通系统运营特性、运营管理模式、运输计划、客流预测与分析、列车运行图、运输能力、客运管理、列车运行控制及调度指挥、事故及处理等。随着我国城市轨道交通网络化建设和发展,城市轨道交通运营管理呈现出新的特点。能够适应城市轨道交通运营管理发展和轨道交通专业人才培养的需要。

本书可作为高等院校交通运输相关专业的教材或教学参考书、城市轨道交通专业人员培训教材,也可供从事城市轨道交通运营管理相关的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通运营管理 / 吴金洪主编. —2 版. —西安:西安交通大学出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5693-0708-5

I. ①城… II. ①吴… III. ①城市铁路—交通运输管理 IV. ①U239. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 142385 号

书 名 城市轨道交通运营管理(第 2 版)
主 编 吴金洪
责任编辑 聂燕

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82667874 82668357(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西日报社

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 13.5 字数 320 千字
版次印次 2018 年 8 月第 2 版 2018 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5693-0708-5
定 价 29.80 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668284

读者信箱:medpress@126.com

版权所有 侵权必究

随着城市化进程的快速发展,城市交通需求持续增长,城市道路交通拥挤、交通事故及交通污染等问题日益加剧。解决城市交通问题的根本出路在于优先发展以轨道交通为骨干的城市公共交通系统。在城市客运交通领域,在“以人文本、公交优先”方针指引下,城市轨道交通因具有运量大、速度快、安全准点、保护环境、节约能源和用地等优点,深受人民群众的欢迎,已成为广大市民出行的首选。

目前我国城市轨道交通正处在大发展、大建设时期,北京、上海等大城市的轨道交通已经从单线运营进入了网络化运营,其他城市的轨道交通建设也在不断深化和完善。城市轨道交通为市民带来出行便利的同时,也为运营部门带来了新的管理课题。为了保证城市轨道交通高效运转、优质服务和安全运营,不仅需要优质高效的硬件设备,还要有与系统规模相适应的运营管理机构和高素质的管理人才。

本书编者熟悉城市轨道交通运营管理,有多年的城市轨道交通专业的教学、研究和工作的经历。本书由浙江师范大学吴金洪主编,宁波工程学院宛岩、浙江师范大学韦强副主编。本书的编写工作分工如下:第一章和第八章由吴金洪编写,第二章和第三章由韦强编写,第四章和第五章由宛岩编写,第六章由宛岩、张水潮编写,第七章由浙江师范大学郑丽娟编写,第九章由吴金洪、郑丽娟编写。

全书由杭州市地铁集团有限责任公司设计部黄先锋部长审阅。浙江省交通规划设计研究院市政轨道交通分院丁赛华院长和叶建忠副院长及宁波市轨道交通集团有限公司总师办姚燕明副主任(博士),为本书在材料收集、内容安排等方面提出了许多宝贵意见,在此对他们表示感谢。

在编写过程中,本书大量引用了有关城市轨道交通的文献和部分城市轨道交通企业运营资料,在此谨向有关专家及部门致以衷心感谢。鉴于编写人员水平有限、资料难以收集齐全及实践经验的局限性,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编者

第一章 绪论 / 1

- 第一节 国外城市轨道交通的发展概况 / 1
- 第二节 国内城市轨道交通的发展概况 / 11
- 第三节 城市轨道交通系统的分类 / 18
- 思考题 / 21

第二章 城市轨道交通的运营管理 / 23

- 第一节 城市轨道交通的运营特性 / 23
- 第二节 城市轨道交通运营管理模式 / 26
- 第三节 城市轨道交通运营管理内容 / 30
- 思考题 / 33

第三章 城市轨道交通客流预测与分析 / 34

- 第一节 城市轨道交通客流 / 34
- 第二节 城市轨道交通客流预测 / 36
- 第三节 城市轨道交通客流调查 / 39
- 第四节 城市轨道交通客流分析 / 41
- 思考题 / 46

第四章 城市轨道交通运输计划 / 48

- 第一节 客流计划 / 48
- 第二节 全日行车计划 / 50
- 第三节 车辆配备计划 / 55
- 第四节 列车交路计划 / 58
- 思考题 / 63

第五章 城市轨道交通列车运行图 / 64

- 第一节 列车运行图基本概念 / 64
- 第二节 列车运行图的分类 / 66
- 第三节 列车运行图的要素 / 70
- 第四节 列车运行图的编制方法 / 76
- 第五节 列车运行图的检查与指标计算 / 78
- 思考题 / 82

第六章 城市轨道交通运输能力 / 83

- 第一节 运输能力基本概念 / 83
- 第二节 运输能力的影响因素 / 85
- 第三节 运输能力的计算 / 92
- 第四节 加强运输能力的措施 / 96
- 第五节 提高运行效率的措施 / 103
- 思考题 / 105

第七章 城市轨道交通客运管理 / 106

- 第一节 车站设备设施 / 106
- 第二节 客流组织 / 114
- 第三节 客运服务 / 119
- 第四节 票务管理 / 125
- 思考题 / 131

第八章 列车运行控制及调度指挥 / 132

- 第一节 ATC 系统的组成及其功能 / 132
- 第二节 ATC 系统的典型制式 / 136
- 第三节 ATC 系统的闭塞制式 / 143
- 第四节 ATC 系统的控制模式 / 146
- 第五节 列车运行调度指挥 / 151
- 思考题 / 158

第九章 城市轨道交通事故及处理 / 159

- 第一节 事故的影响因素 / 159
- 第二节 城市轨道交通事故分类 / 164
- 第三节 事故处理 / 169
- 第四节 安全运营控制体系 / 173
- 第五节 城市轨道交通应急预案 / 177
- 思考题 / 185

附录 A 城市轨道交通运营管理规定 / 186

附录 B 城市轨道交通运营规范（节选） / 195

参考文献 / 205



第一章

绪论

随着城市化进程加快、城市规模扩大、经济发展和居民收入提高,城市人口和外来人员的流动日益频繁,城市交通需求持续增长。同时城市交通拥堵问题日益加重,城市交通造成的环境污染日益加剧,在一定程度上严重影响着人们的工作和生活,也严重制约着生态型城市的建设和城市的可持续发展。

城市轨道交通是指服务于城市客运交通,通常以电能为动力,以轮轨方式为特征的公共交通。城市轨道交通具有运量大、速度快、安全、准点、保护环境、节约能源和用地等特点。世界各国普遍认识到,解决城市交通问题的根本出路在于优先发展以轨道交通为骨干的城市公共交通系统。为了适应城市迅速发展的需要,解决城市交通拥堵问题,我国政府加大了对城市轨道交通建设的投入,加快发展城市轨道交通。

轨道交通推动城市科学发展,轨道交通让城市生活更美好。



第一节 国外城市轨道交通的发展概况

地铁的产生源于将列车引入城市中心的构想。1863年1月10日,世界上第一条地铁在英国伦敦正式通车运营,线路总长6.5km,用蒸汽机车牵引。虽然当时地铁设施简陋,而且污染严重,由于地铁不像地面道路交通那样拥堵,还是受到了广大市民的欢迎。

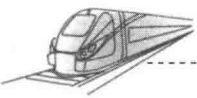
地铁的诞生,为人口密集的大都市如何发展公共交通提供了宝贵经验。特别是1879年电力驱动的机车研制成功,地铁开始进入电力牵引时代。由于地下客运环境大为改善,免除了污染环境的顾虑,地铁显示出了强大的生命力。从此以后,世界上一些著名的大都市相继建造地铁。

一、城市轨道交通的发展阶段

城市轨道交通的发展经历了一个曲折的过程,可大致分为以下几个阶段:

1. 初步发展阶段(1863年—1924年)

在这一阶段,欧美的城市轨道交通发展较快,其间13个城市建成了地铁,还有许多城市建设了有轨电车。20世纪20年代,美国、日本、印度和中国的有轨电车有了很大发



展。这种旧式的有轨电车行驶在城市的道路中间,运行速度慢,正点率很低,而且噪声大,加速性能低,乘客舒适度差,但在当时仍然是公共交通的骨干。

2. 停滞萎缩阶段(1924年—1949年)

第二次世界大战的爆发和汽车工业的发展,导致了城市轨道交通的停滞和萎缩。汽车的灵活、便捷及可达性,因而得到了飞速发展,而城市轨道交通因投资大,建设周期长,一度失宠。这一阶段只有五个城市发展了城市地铁,有轨电车则停滞不前,有些线路被拆除。由于地下空间对于战火的特殊防护作用,处于战争中的国家加速进行地铁的建设,如莫斯科等。

3. 再发展阶段(1949年—1969年)

汽车过度增加,使城市道路异常堵塞,行车速度下降,严重时还会导致交通瘫痪,加之空气污染,噪声严重,大量耗费石油资源,市区汽车有时甚至难以找到停车地方。人们重新认识到,解决城市客运交通必须依靠电力驱动的城市轨道交通。城市轨道交通因此重新得到了重视,而且从欧美逐步扩展到日本、中国、韩国、巴西、伊朗、埃及等国家。

4. 高速发展阶段(1970年至今)

世界各国城市化的趋势,导致人口高度集中,要求城市轨道交通高速发展以适应日益增加的客流运输,科学技术的进步也为城市轨道交通奠定了良好的发展基础。世界上很多国家都确立了发展城市轨道交通的方针,立法解决城市轨道交通的资金来源。城市轨道交通从欧洲、美洲、亚洲又扩展到大洋洲的澳大利亚,从发达国家扩展到发展中国家。

二、世界各国地铁概况

俄罗斯新闻网2007年3月1日报道,英国新假日旅游公司对世界各国地铁进行了评比,列出了世界上最著名的11条地铁,依次是:英国伦敦地铁、法国巴黎地铁、俄罗斯莫斯科地铁、西班牙马德里地铁、日本东京地铁、韩国首尔地铁、美国纽约地铁、加拿大蒙特利尔地铁、中国北京地铁、中国香港地铁、巴西圣保罗地铁。

2008年8月4日,俄罗斯《权力》周刊发布了“全球地铁排行榜”,前10名依次是:伦敦地铁、纽约地铁、东京地铁、莫斯科地铁、首尔地铁、马德里地铁、上海地铁、巴黎地铁、墨西哥城地铁、北京地铁。

参照上述排名,下面简要介绍国外6个有代表性的地铁概况。

1. 伦敦地铁

伦敦地铁是世界上历史最悠久的地铁,初期用蒸汽机车牵引,从1890年开始改用电力机车。

伦敦有12条地铁线路,总长408km,设有275个车站,如图1-1所示。每条线路都有一个标志色,具体情况见表1-1。由于有共线运营区段和公用车站,因此运营总量超过了土建工程总量。



在地铁线路布局上,伦敦地铁各条线路间的长短差距很大,如最长线路长达 74km,而最短线路只有 2.37km。伦敦地铁线路有不少断头线,主要是由伦敦郊区有很多卫星城镇,其向心交通量很大所决定的。

伦敦地铁全部采用电动车组,每列 6~8 节编组,非高峰时段 4 节编组。市中心高峰时段行车间隔 90s~120s,每站停车 20s~25s。

伦敦地下铁道公司(London Underground)成立于 1985 年,负责所有地铁线路的运营。和世界上大多数地铁运营公司一样,伦敦地下铁道公司没有足够的收入来维持整个网络的运营和维护。1998 年,伦敦市政府提出实施公私合作战略,以确保地铁运营的可持续发展。2003 年,伦敦地下铁道公司运营机构重组完成。

在公私合作的框架下,伦敦地下铁道公司只负责管理层面,负责长期规划和整体网络协调,保持地铁运营的社会公益性。而与运营有关的核心部分,如车站、列车、信号等设施及运营职责全部下放给 BCV、JNP 和 SSL3 个下属私营企业,由这 3 个企业负责提供车站、列车服务,满足乘客需求。

表 1-1 伦敦地铁运营线路基本情况

线路	颜色	运营公司	长度/km	车站数
贝克鲁线 Bakerloo Line	棕色	BCV	23.2	25
中央线 Central Line	鲜红色	BCV	74	49
环线 Circle Line	金黄色	SSL	22.5	27
区域线 District Line	草绿色	SSL	64	60
东伦敦线 East London Line	橙色	SSL	8	9
汉默史密斯及城市线 Hammersmith & City Line	粉红色	SSL	14.5	19
朱必利线 Jubilee Line	银灰色	JNP	36.2	27
大都会线 Metropolitan Line	紫色	SSL	66.7	34
北线 Northern Line	黑色	JNP	58	50
皮卡迪里线 Piccadilly Line	深蓝色	JNP	71	52
维多利亚线 Victoria Line	天蓝色	BCV	21	16
滑铁卢与城市线 Waterloo & City Line	浅蓝色	BCV	2.37	2
总计			461.47	370

2. 纽约地铁

纽约地铁是全世界唯一全天 24h 运营的地铁系统,第一条线路于 1904 年 10 月 27 日开始运营。目前纽约地铁共有 24 条服务线路(含 3 条区间线路),总长 369km,设有 468 座车站,如图 1-2 所示。

纽约地铁在同一区段内有好几条股道,大部分线路是 3~4 线平行布置,只有少数线

路是双线形式。这些区段可在一对线路上行驶普通站站停地铁列车,而在另外的线路上行行驶部分车站停靠的快车。与此相适应,车站类型具有多样化,可以方便列车越行,开行大站车,也可以减少运营延误。

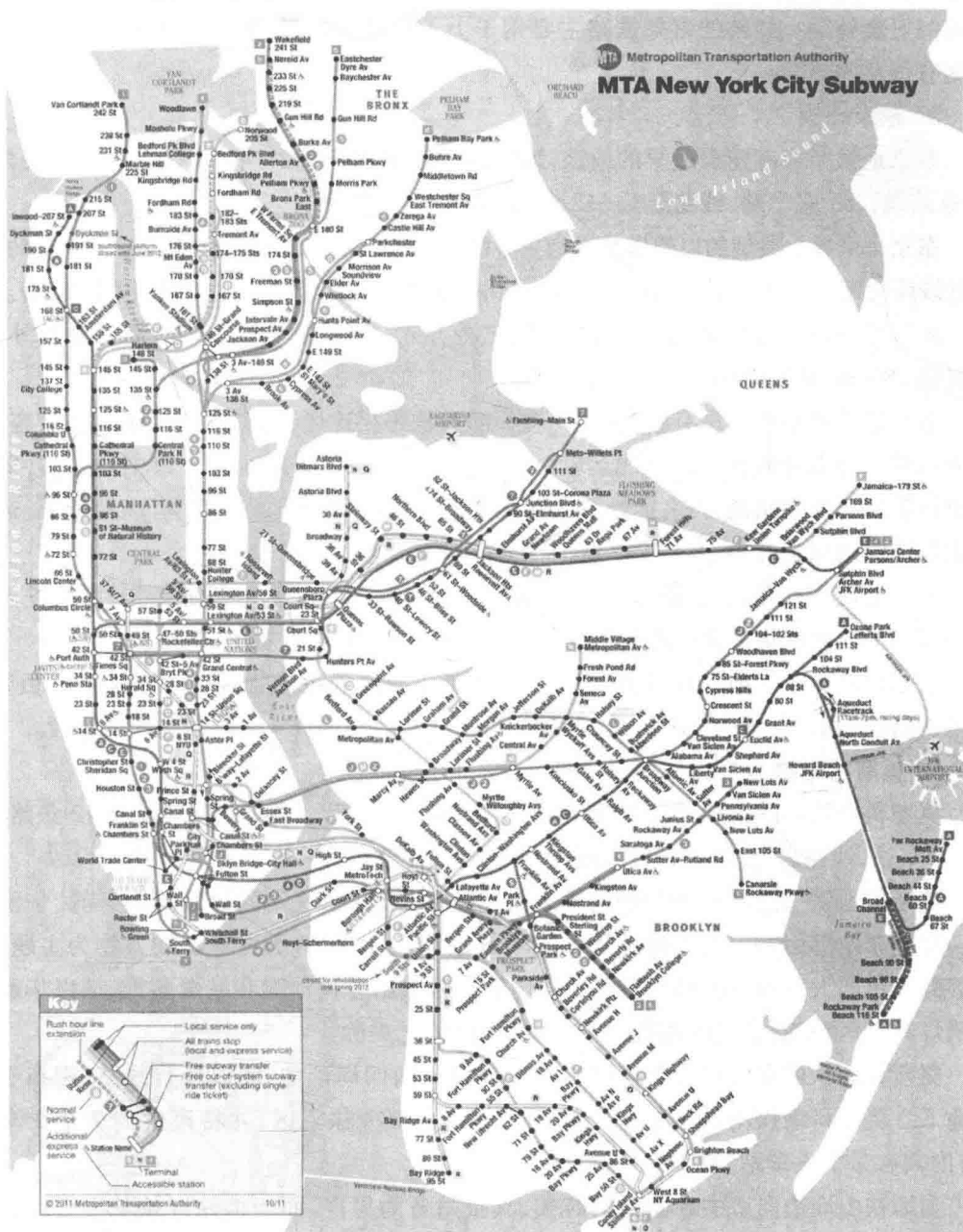


图 1-2 纽约地铁

按运营时间的不同,纽约地铁有 4 种类型线路:(1)全天 24h 运营;(2)拥挤时段运营(工作日上午 6:30~9:30,下午 3:30~8:00);(3)除深夜外的其余时段运营(上午 6:30~午夜 12:00);(4)双休日运营(上午 6:30~午夜 12:00)。与此相适应,行车间隔不尽相同,在运输高峰时段,列车运行间隔为 1.5min~5min,一般时段为 6min~15min,在午夜至



凌晨 5:00 之间为 20min。

纽约的城市轨道交通包括地铁和市郊铁路两种制式。纽约的地铁系统都在纽约市运输局(MTA)的管理下运营,MTA 的主要任务是通过纽约轨道交通系统的预算并争取政府的资金补助。纽约的市郊铁路主要用于上下班的通勤客运,由 8 个铁路公司经营,共拥有线路 3630km。

3. 东京地铁

东京地铁是亚洲建设最早的地铁,第一条线路建成于 1927 年 12 月。东京地铁共有 13 条路线,285 座车站,线路总长 312.6km,如图 1-3 所示。

东京是世界上典型的以轨道交通为主导的大都市。东京的轨道交通属于资源节约型,设计线路时充分考虑了不同的运营状况,线路设置非常合理,几乎不存在线路能力浪费。

东京的轨道交通包括地铁、民铁、私铁三种方式。市区的轨道交通线路除地铁外,还有民铁 180km、私铁 200km。

东京地铁线路几乎没有断头线,其端部都与铁路相连通,而且制式能够相互兼容,铁路线还可以与部分地铁线路共线运营,直接进入市中心。铁路线进入市中心以后,采用快速行车即只停大站的方式,而地铁线路则采用站站停靠的方式,这样可以使近郊、远郊的乘客快速地到达市中心。

东京地铁和铁路之间、运营地铁的两个公司之间,都严格划分服务范围,所有进入对方领域的车辆必须更换乘务员和驾驶员,周转量和成本也按这种方式进行划分。

东京地铁由东京地下铁和都营地下铁两家公司负责运营管理。东京地下铁负责 9 条地铁路线的运营,其中 1 条路线在兴建中;都营地下铁负责 4 条地铁路线的运营。

4. 莫斯科地铁

莫斯科地铁的首条线路于 1935 年 5 月 15 日投入运营。莫斯科地铁共有 12 条路线,171 个车站,线路总长 312.9km,如图 1-4 所示。

莫斯科地铁一直被公认为是世界上最漂亮的地铁,地铁站的建筑造型各异、华丽典雅。每个车站都由国内著名建筑师和艺术家设计,以不同的历史事件或人物为主题,采用五颜六色的大理石、花岗岩、陶瓷和彩色玻璃镶嵌出各种浮雕和壁画装饰,辅以华丽的照明灯具,好像富丽堂皇的宫殿,享有“地下宫殿”之美称。

莫斯科地铁的布局由莫斯科市中心呈放射状向四周延伸,间以环行线路,密布于城市地下。莫斯科地铁沟通了市中心和郊区的绝大部分住宅区,并将市内的 7 个火车站(市内共有 9 个火车站)和 10 多个广场串联起来。

当地铁由周边向市中心驶去的时候,其报站音为男声,而当地铁开始驶出市中心通往郊区的时候,则为女声报站名;而在环线上,当顺时针行驶的时候,为男声报站,而逆时针的时候则为女声。

5. 首尔地铁

首尔地铁的首条线路于 1974 年 8 月 15 日投入运营。首尔地铁共有 10 条路线,376 个车站,线路总长 314km,如图 1-5 所示。

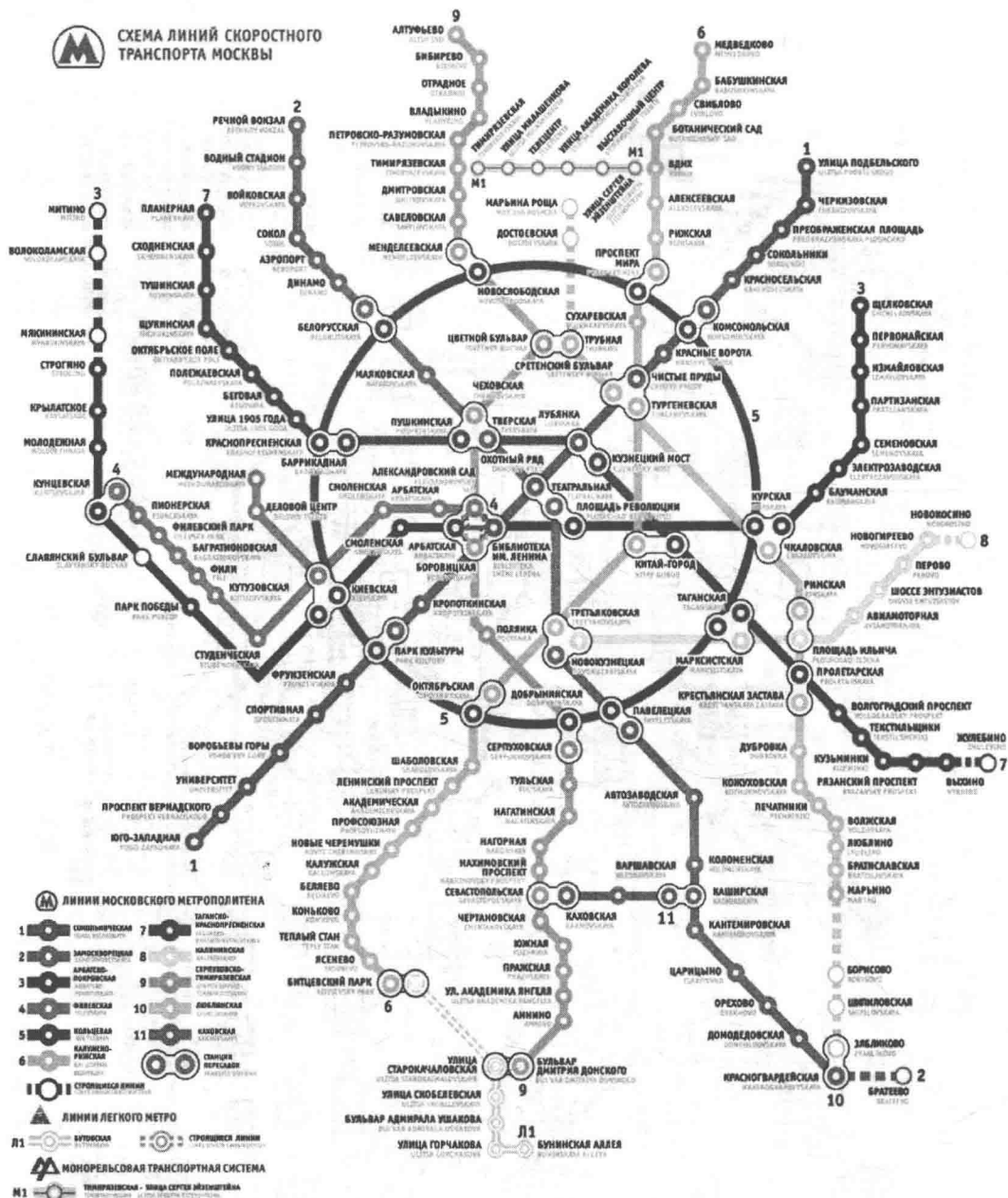
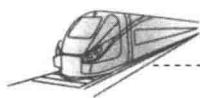


图 1-4 莫斯科地铁

首尔地铁不同线路用不同颜色来区别。可以换乘的站画一个圆圈,里面有红蓝黄三原色,似乎要说明,所有的颜色都来源于此三色,样子有点像太极图,堪称“三色太极图”。地铁站收费处前悬挂着色彩各异的指示牌,指示牌与相应线路的颜色是一致的。地铁各站长长的走廊里,墙壁上、楼梯上的两侧面,往往画有长长的色带,上面还有相应的数字和箭头之类的标记,当然还有韩文、英文及中文说明,指示乘客前进。无论地下通道如何复杂,无论你懂不懂韩文、英文或中文,你只要以不变应万变,循着要乘的那条色带前进就行。

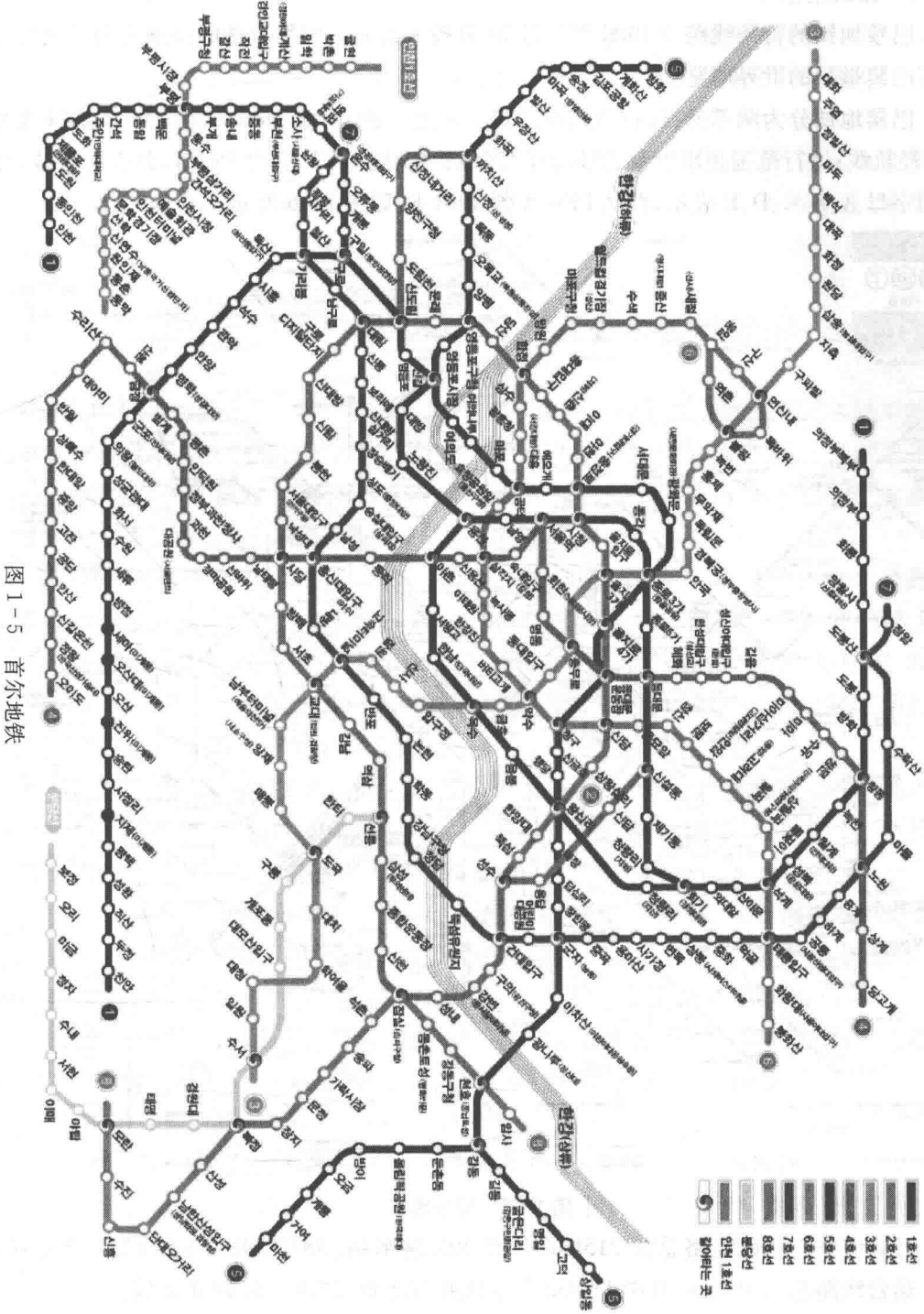
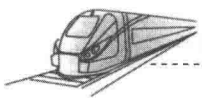


图 1-5 首尔地铁

首尔地铁的另一个特色就是标示阿拉伯数字。每个车站都有一个三位数的编号，以地铁线路号为首位数，自东向西或从北到南按次序给每个站一个编号。乘客可按编号来判断到了哪个车站，非常方便。



6. 巴黎地铁

巴黎地铁的首条线路于1900年7月19日投入运营。巴黎地铁的开通是为了迎接当年在巴黎举行的世界博览会。

巴黎地铁分为两部分：运行范围在巴黎二环之内的，叫做 Metro，共有 14 条地铁线和 2 条轻轨线；运行范围超出巴黎二环称作“区域快速轨道线”（简称 PER），共有 5 条线，分别用字母 A、B、C、D、E 表示，即从 PER A 至 PER E，如图 1-6 所示。

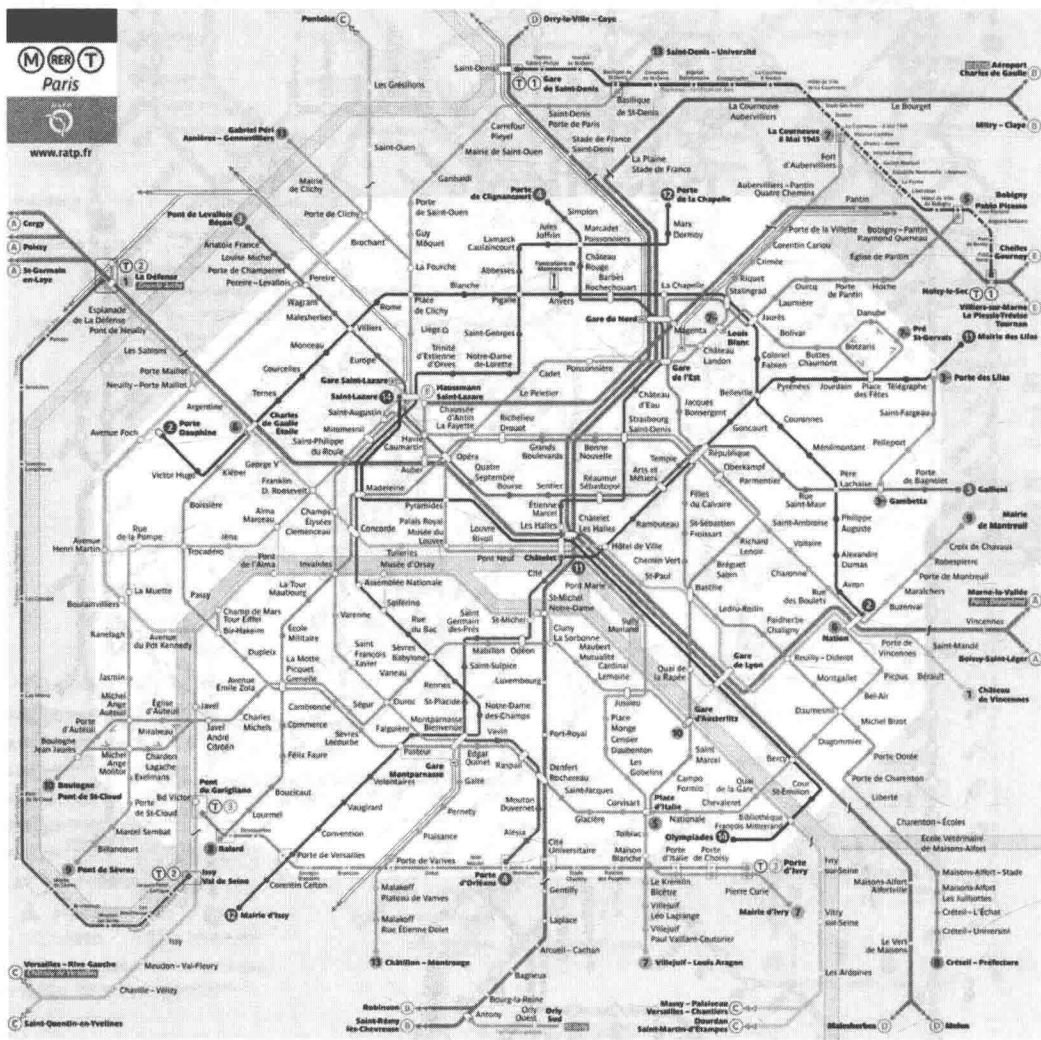


图 1-6 巴黎地铁

巴黎市中心地铁线路总长 215km，共有 303 座车站（387 间站厅）和 62 座交汇站。PER 运营线路总长 363km，其中 114km 与地铁共线运营，249km 为 PER 专线。

巴黎地铁的一大特点是线网密度高，站间距短，因此覆盖率高，市区居民步行不超过 500m 就能到达地铁车站；另一特点是市郊铁路网发达，它能将居住在巴黎近郊和远郊的上班族快速送达市中心。

巴黎地铁的换乘十分方便，中心城区几乎所有的径向线路都可与 PER 换乘，其中 4