



城市轨道交通系列教材

城市轨道交通系统概论

CHENGSHI GUIDAOJIAOTONG
XITONG GAILUN

张强锋 陈林秀 杨德友 等 编著



科学出版社

014003958

U12-43
04

城市轨道交通系列教材

城市轨道交通系统概论

张强锋 陈林秀 杨德友 等编著



科学出版社

北京

U12-43

04



北航

C1690627

内 容 简 介

本书为“城市轨道交通系列教材”之一，介绍了城市轨道交通的发展与改革、我国城市轨道交通的现状、城市轨道交通的各组成系统，内容详实、图文并茂。内容主要包括：绪论、城市轨道交通线路工程与站场、城市轨道交通车辆、城市轨道交通供电系统、城市轨道交通信号与通信系统、城市轨道交通自动售检票系统、城市轨道交通机电设备、城市轨道交通综合监控系统、城市轨道交通运营管理。

本书既可作为高等院校城市轨道交通相关专业师生的教材或教学参考书，也可以作为城市轨道交通系统设计、施工和运营管理等人员的参考资料及培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通系统概论 / 张强锋等编著. —北京: 科学出版社, 2013.8

城市轨道交通系列教材

ISBN 978-7-03-038396-9

I. ①城… II. ①张… III. ①城市铁路-教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 193281 号

责任编辑: 杨 岭 于 楠 / 封面设计: 墨创文化

责任校对: 王晓丽 / 责任印制: 邝志强

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年8月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013年8月第一次印刷 印张: 15

字数: 350千字

定价: 30.00元

“城市轨道交通系列教材”编委会

主 编	蒋葛夫	翟婉明		
副 主 编	阎开印			
编 委	张卫华	高 波	高仕斌	
	彭其渊	董大伟	潘 炜	
	郭 进	易思蓉	张 锦	
	金炜东			

前 言

城市轨道交通是指以轨道承载列车运行为导向,以信号系统为控制手段,集中、快速地输送旅客的轮轨交通系统,主要为城市内公共客运服务,是一种在城市公共客运交通中起骨干作用、具有中等以上运量的现代化立体交通系统。城市轨道交通具有运量大、速度快、安全准点、节约能源、环境污染小等优点,世界各国竞相发展。

我国城市轨道交通的建设起步较晚,但随着城市化进程的加快,我国城市轨道交通加快了建设步伐,特别是进入 21 世纪以来,中国的城市轨道交通建设已经进入快速有序的发展阶段。“十二五”期间,国家将城市轨道交通作为城市基础设施建设领域的投资重点,在深化北京、上海、广州等轨道交通基础完善城市的运营网络、优化枢纽的同时,将大力发展省会城市和其他符合轨道交通建设的城市,形成基本的城市轨道交通框架。截至 2013 年初,已被获批运营、开建、筹划地铁的城市共有 31 个,预计到“十二五”末,全国拥有城市轨道交通运营线路的城市将超过 20 个,将建成城市轨道交通线路 170 多条,总里程约 6000 km。

城市轨道交通系统是城市交通系统的子系统,是集多种设施、多专业、多工种于一体的复杂系统。本书在充分了解城市轨道交通行业对专业技术人才知识和能力需求的基础上,从高校城市轨道交通人才培养的角度出发、结合现场实际,对城市轨道交通各系统及设备进行了全面、概要的介绍。全书共分 9 章:绪论、城市轨道交通线路工程与站场、城市轨道交通车辆、城市轨道交通供电系统、城市轨道交通信号与通信系统、城市轨道交通自动售检票系统、城市轨道交通机电设备、城市轨道交通综合监控系统、城市轨道交通运营管理。

本书由西南交通大学张强锋、陈林秀、杨德友等编著。西南交通大学丁伟、靳桅主审。西南交通大学李华、黄高勇、江磊、张江泉、徐帅和成都铁路局王蓓均参与写作。张强锋策划全书并对全书进行统稿,徐帅编写第 1 章,张江泉编写第 2 章,李华编写第 3、第 6 章,陈林秀编写第 4、第 5 章,江磊编写第 7 章,黄高勇编写第 8 章,王蓓编写第 9 章。

本书的编写得到了许多单位、同行的大力支持和热心帮助,也倾注了很多人的心血,在此深表感谢。

本书在编写过程中,参考了国内外的相关专著、研究成果,虽在书中列出了参考文献,但挂一漏万,在此向该领域研究的专家、学者致敬。由于编者水平和资料有限,加之时间仓促,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 6 月

• i •

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 城市和城市轨道交通的概念	1
1.2 国外城市轨道交通发展概况	3
1.3 我国城市轨道交通发展概况	9
1.4 城市轨道交通类型与特点	14
1.5 城市轨道交通的系统构成	19
1.6 城市轨道交通的发展前景	26
第 2 章 城市轨道交通线路工程与站场	27
2.1 城市轨道线路	27
2.2 城市轨道交通车站	37
2.3 城市轨道交通高架	47
第 3 章 城市轨道交通车辆	51
3.1 车辆构成及类型	51
3.2 转向架	60
3.3 制动装置	69
3.4 车钩牵引缓冲联结装置	73
3.5 车辆的电力传动与控制	76
第 4 章 城市轨道交通供电系统	79
4.1 概述	79
4.2 供电系统组成	81
4.3 接触网	85
4.4 电力监控系统	99
第 5 章 城市轨道交通信号与通信系统	104
5.1 城市轨道交通信号系统	104
5.2 城市轨道交通通信系统	130
第 6 章 城市轨道交通自动售检票系统	154
6.1 概述	154
6.2 AFC 系统结构	154

6.3	AFC 系统功能	162
6.4	AFC 系统的系统外部接口	166
第 7 章	城市轨道交通机电设备	168
7.1	通风、空调与采暖系统	168
7.2	给水、排水与消防系统	172
7.3	火灾自动报警系统	176
7.4	环境与设备监控系统	181
7.5	自动扶梯、电梯	183
7.6	站台屏蔽门	185
第 8 章	城市轨道交通综合监控系统	190
8.1	城市轨道交通监控系统发展现状	190
8.2	轨道交通综合监控系统结构	192
8.3	城轨交通综合监控系统集成方式及分析	196
8.4	城市轨道交通综合监控系统应用举例	201
第 9 章	城市轨道交通运营管理	209
9.1	列车开行计划	209
9.2	列车运行组织	218
9.3	城市轨道交通车站客运组织	221
9.4	城市轨道交通票务组织	222
参考文献	231

第 1 章 绪 论

城市轨道交通系统(urban mass transit system), 简称城轨系统(urban rail system), 是城市交通系统的子系统, 是集多种设施、多专业、多工种于一体的复杂系统。随着交通技术的发展, 城市轨道交通系统从单一的线路布置、单方式运行发展到采用先进技术建成的复杂而通畅的地下和高架网络, 与城市地面交通形成一体, 为城市建设引入了立体化布局的概念。

城市轨道交通(rail transit)是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, 包括地铁、轻轨、磁浮等运输方式, 是城市公共交通模式的一种。轨道交通是城市公共交通的骨干, 它具有运量大、全天候、保护环境、节约能源和用地等特点, 属绿色环保交通体系, 符合可持续发展的原则, 特别适应于大中城市。城市轨道交通种类繁多, 按照用途可分为城市铁路、市郊铁路、地下铁道、轻轨交通、城市有轨电车、独轨交通、磁悬浮线路、机场联络铁路、新交通系统等。

城市轨道交通是大城市, 尤其是特大城市的重要基础设施, 它对于改善城市交通状况、优化环境、构建现代化立体交通系统起着非常重要的作用。我国正掀起发展和建设城市轨道交通的高潮, 这必将促进城市的发展。

1.1 城市和城市轨道交通的概念

1.1.1 城市

城市是在人类社会的发展过程中, 人们在政治、经济、科学、文化、生活等方面的需要而形成的活动中心, 是人类文明和社会进步的标志, 代表了一个社会发展的顶峰, 集中了人类智慧成就, 同时也集中了社会与时代两方面的矛盾。

从地理形态上定义, 城市是指地处交通方便环境的、覆盖有一定面积的人群和建筑物的密集结合体。从城市功能与职能内涵上定义, 城市是具有中心性能的区域焦点, 是从事第二、第三产业“人口”的集中居住地。

随着经济发展和科技进步, 劳动生产率的提高, 农村人口越来越向城市集中, 城市数量逐渐增加, 城市规模不断扩大, 城市人口急剧增长, 即出现了人类社会发展的趋势——城市化。城市形态发展的最终趋势, 是形成了人口高度集中的超级大城市, 或向多中心组团体式城市或大都市圈形态发展, 或向多个城市组合而成的城市群、城市带形态发展。随着城市经济、文化活动的日益发展, 流动人口以及道路车辆的增加, 城市客货交通量呈急剧增长态势, 而城市道路及客运交通工具的运能不足则带来交通阻塞, 车

速下降,事故频繁等一系列问题。过饱和的城市道路,超负荷的客运交通,使得行车难、乘车难不仅成为市民工作和生活的一个突出问题,而且成为直接制约城市经济发展的一个严重问题。另外,道路上汽车排放废气、噪声、振动等环境污染的公害问题也越来越引起人们的重视。在这样一个背景下,世界各国纷纷开始采用立体化的快速轨道交通系统来解决日益恶化的城市交通问题,并且逐步形成了目前以地下铁道和轻轨铁路为主体、多种轨道交通类型并存的现代城市轨道交通发展格局和趋势。

1.1.2 城市轨道交通

1. 城市轨道交通的定义

广义的城市轨道交通是指以轨道承载列车运行为导向,以信号系统为控制手段,集中、快速输送旅客的轮轨交通系统(有别于道路交通),主要为城市内(有别于城际铁路,但可涵盖郊区以及大都市圈范围内)公共客运服务,是一种在城市公共客运交通中起骨干作用、具有中等以上运量的现代化立体交通系统。

国际上对城市轨道交通并没有统一的定义,我国的国家标准《城市公共交通常用名词术语》中,将城市轨道交通定义为“通常以电能为动力,采取轮轨运转方式的快速大运量公共交通之总称”。在《城市轨道交通技术规范》(GB 50490—2009)中,城市轨道交通定义为采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统,包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统。由于中国内地的地面重型铁路(重铁,或称重轨,与轻轨相对),大多为中长距离用途,不会为短距离用途,地下铁路专门担当市内短距离运输,令不同铁路之间的角色有明显分别,不会出现同一铁路同时担当短距离和中长距离运输。“城市轨道交通”这个名称因此出现,这名称亦是中国内地的用语。但目前中国城市轨道交通主要是地下铁道(以下简称地铁)和轻轨交通(以下简称轻轨)。

一般来说,现代的城市轨道交通必须具有以下5个条件:①大众运输系统;②位于一个城市之内;③以电力或柴油为动力;④运行于特定轨道;⑤班次相对密集。

城市轨道交通是以轨道交通运输方式为主要技术特征,在城市公共客运交通系统中具有中等以上运量的轮轨交通系统,主要为城市公共客运服务,是一种在城市公共客运交通中起骨干作用的现代化立体交通系统。城市轨道交通号称“城市交通的主动脉”。

城市轨道交通以车辆在固定导轨上运行,有别于道路交通;以城市公共客运服务为主,有别于市际铁路、市郊铁路及大都市圈范围的铁路。

2. 城市轨道交通的网络化

单一的城市轨道交通线路不能满足市民出行的需要,更不能缓解城市交通的拥堵状况。必须形成多条线路互换的、基本覆盖城市主要区域的城市轨道交通的网络,才能有效解决城市交通的问题。城市轨道交通的网络化是大城市,尤其是特大城市轨道交通发展的必然趋势。

城市轨道交通的网络至少要有三条以上独立运行的线路构成,而且每条线路至少有一个以上与其他线路换乘的车站。

城市轨道交通的网络化对于客流组织、客运服务以及应急处置都提出较高的要求。

目前,我国北京、上海、广州、香港、台北已经实现了城市轨道交通的网络化运营。

1.2 国外城市轨道交通发展概况

地铁的产生源于将列车引入城市中心的构想。世界上第一条地铁于1863年1月10日在英国伦敦通车运营,线路长6.5 km。地铁的诞生为人口密集大城市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,地铁显示了强大的生命力。从此世界上一些著名的大都市相继建造地铁。

1.2.1 城市轨道交通的发展阶段

城市轨道交通的发展经历了曲折的过程,大致分4个阶段。

1. 初步发展阶段(1863~1924年)

这一阶段,欧美的城市轨道交通发展较快,期间13个城市建成了地铁,还有许多城市建设了有轨电车。

2. 停滞萎缩阶段(1924~1949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。汽车具有灵活、便捷和可达性好的特点,城市轨道交通投资大、建设周期长,相比之下,城市轨道交通处于弱势。期间,只有5个城市发展了地铁,有轨电车停滞不前,有些线路被拆除。但这里,需要说明,某些处于战争中的国家则加速发展地铁,主要基于地下空间对于战火具有特殊的防护作用。

3. 再发展阶段(1949~1969年)

由于汽车的过度增加,出现了城市道路拥堵,行车速度下降,严重时导致城市交通瘫痪,另外,汽车的发展导致城市空气污染严重,噪声污染严重,能源消耗严重。人们重新认识到,解决城市客运交通还是需要依靠电力驱动的城市轨道交通。城市轨道交通得到了重视,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~至今)

各国城市化的加剧,人口高度集中,这就要求城市轨道交通的发展适应日益增加的客流。世界上许多国家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、美、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。

1.2.2 世界地铁发展概况

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，依次为：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《权利》周刊发布了“全球地铁排行榜”，前 10 名依次为：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、墨西哥地铁、北京地铁。

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 年开始使用电力机车。

伦敦有 12 条地铁线路，总长 408 km，设 275 个车站，如图 1-1 所示。每条线路都有一个标志色。

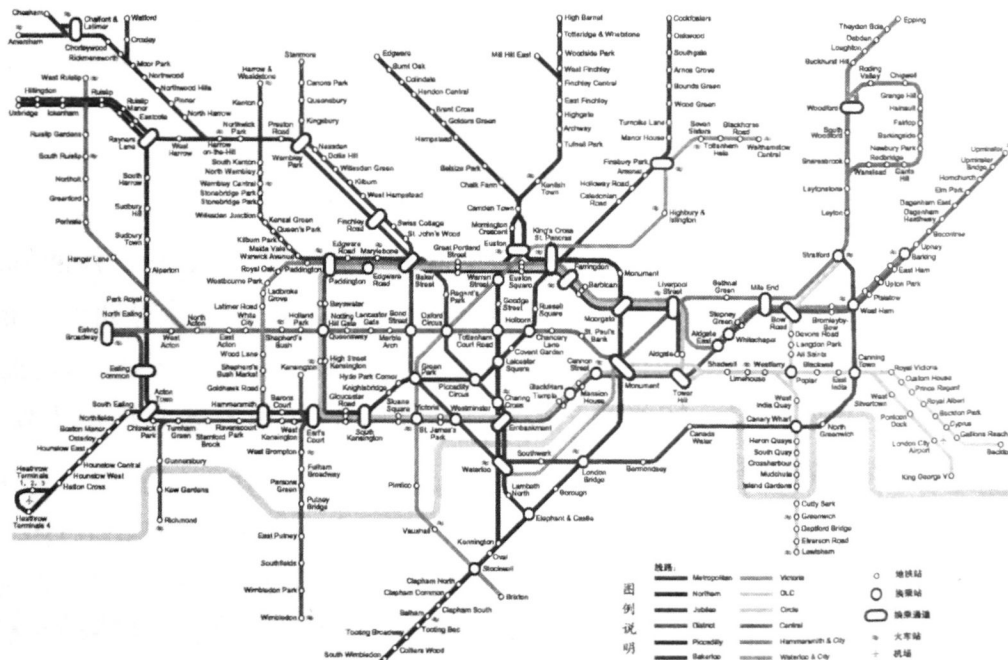


图 1-1 伦敦地铁示意图

在线路布局上，伦敦地铁各线路间长短差距大，最长线路达 74 km，最短线路只有 2.37 km。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、向心交通量很大决定的。

伦敦地铁全部采用动车组，编组为 6~8 辆，非高峰时段 4 辆编组。市中心高峰时段行车间隔 90~120 s，停站时间为 20~25 s。

伦敦地下铁道公司成立于 1985 年，负责所有地铁线路的运营。伦敦地下铁道公司没有足够的收入维持整个网络的运营和维护(和世界上大多数运营公司一样)。1998 年，伦

敦市政府提出实施公私合作战略,确保地铁运营的持续发展。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,伦敦地铁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效益。而与运营有关的核心部分(车站、列车、信号等设施)及运营职责全部下放给BCV、JNP和SSL三个下属私营企业,由这三个企业负责提供车站、列车服务,满足乘客需求。

2. 纽约地铁

纽约地铁是全世界唯一一条全天运营的地铁系统。1904年10月27日,纽约市的第一趟地铁列车缓缓驶出市政厅车站。纽约地铁(New York City Subway, NYCS)是美国纽约市的快速大众交通系统,也是全球最错综复杂且历史悠久的公共地下铁路系统之一。总长443.2 km,站数约470,官方统计为468站,居世界首位,但设施较为陈旧,如图1-2所示。

纽约地铁在同一区段有好几条股道,大部分线路是3~4线平行布置,只有少数线路是双线形式。

纽约地铁运营时间不同,分4种类型线路:①全天运营;②拥挤时段运营(上午6:30-9:30,15:30-20:00);③除深夜外的其余时段运营(6:30-24:00);④双休日运营(6:30-24:00)。与此相适应,行车间隔也不同,高峰时段,列车运行间隔为1.5~5 min,一般时段为6~15 min,在午夜至凌晨为20 min。

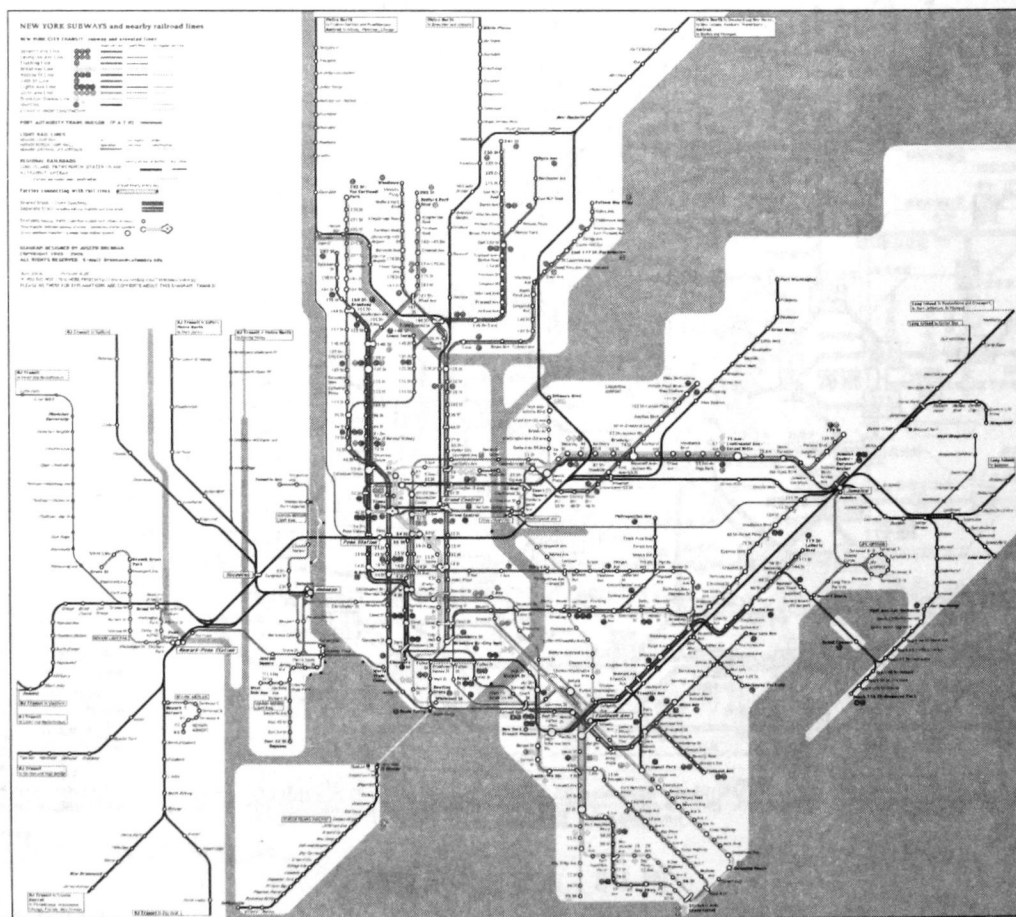


图 1-2 纽约地铁示意图

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,有8个铁路公司运营,共有线路3630 km。

3. 东京地铁

东京地铁(Tokyo Subway)日平均客流量为800万人次,是世界上客流量最大的地铁系统。早在1927年12月就开通了银座至浅草寺的路段,是亚洲最早的地铁。东京地铁系统拥有13条线路,274座车站,线路总长292.6 km。

东京的轨道交通包括地铁、民铁、私铁三种形式。市区的轨道交通线路除了地铁,还有民铁180 km,私铁200 km。

东京地铁线网(图1-3)由东南海滨的城市中心向北、向西扇形发展,呈放射式布局,并与市郊铁路衔接联运。东京地铁几乎没有断头线,其端部与铁路相连通,且制式能够相互兼容,铁路线路还可以与部分地铁线路共线运营,直接进入市中心。铁路线路进入市中心可以使近郊、远郊的乘客快速到达市中心。

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划分。

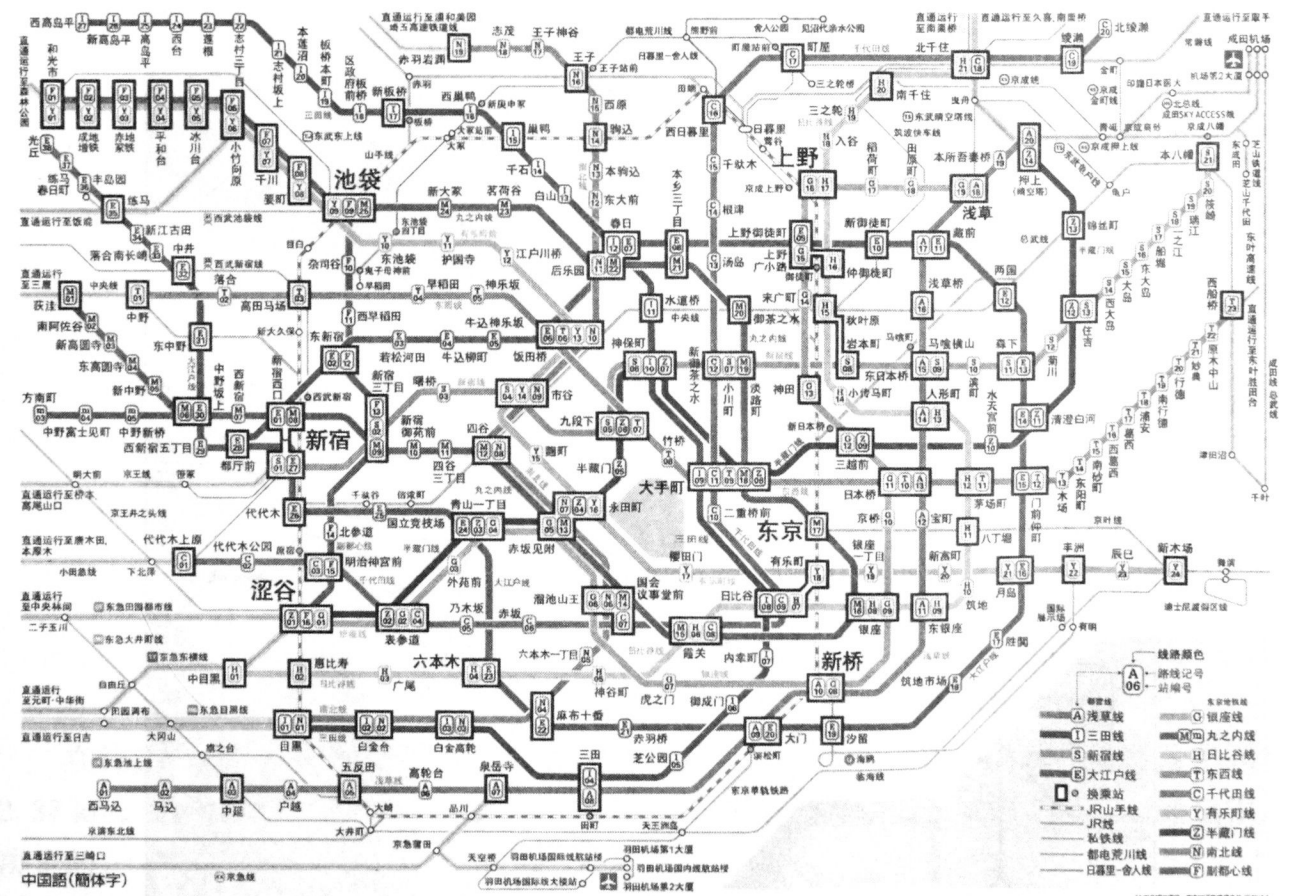


图 1-3 东京地铁示意图

目前东京地铁系统由两家运营公司组成,一家是东京地铁公司(Tokyo Metro),还有一家都是营地下铁公司(Toei Subway)。东京地铁负责9条地铁线路的运营,其中一条线

路在兴建中；都营地下铁负责4条地铁线路的运营。

4. 莫斯科地铁

莫斯科地铁(Moscow Metro)全称为列宁莫斯科市地铁系统，是世界上规模最大的地铁之一，还是世界上使用效率第二高的地下轨道系统(第一是纽约)。地下铁道考虑了战时的防护要求，可供400余万居民掩蔽之用。

莫斯科地铁(图1-4)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设计，各有其独特风格，建筑格局也各不相同，多用五颜六色的大理石、花岗岩、陶瓷和五彩玻璃镶嵌各种浮雕、雕刻和壁画装饰，照明灯具十分别致，好像富丽堂皇的宫殿，享有“地下的艺术殿堂”的美称。华丽典雅的莫斯科地铁一直是俄罗斯人的骄傲。



图1-4 莫斯科地铁示意图

1935年5月15日，苏联政府出于军事方面的考虑，正式开通莫斯科地铁。

莫斯科地铁线路全长为277.9 km，共有12条线路及171个车站，每个工作日能接待800~900万人次，其主要结构为中心向四周辐射状，所有的线路按照其开通顺序的先后获得1~12的编号。

当地铁由周边向市中心驶去时，报站为男声，反之则为女声。在环线上时，顺时针行驶时为男声，反之为女声。

5. 首尔地铁

首尔地铁是世界前五大载客量的铁路系统，其服务范围为韩国首都首尔特别是和周

边的仁川、京畿道等首都圈地区，一天载客量超过 800 万人次，年运送乘客数为 22 亿，位居全球第三位。

首尔地铁 1 号线是韩国首条地铁路线，于 1971 年兴建，经过 3 年零 4 个月的兴建期后，于 1974 年 8 月 15 日连同京仁线九老至仁川段、京釜线首尔至水原段及京元线清凉里至城北段通车。目前，首尔地铁有 10 条线路，298 个车站，线路总长 286.9 km。

首尔地铁（图 1-5）不同线路用不同颜色区别，可以换乘的站画成一个圆圈，里面有红蓝黄三色。首尔地铁的另一特色就是阿拉伯数字。每个车站都有一个三位数的编号，以地铁线路号为首位数，自东向西或东北到南按次序给每个车站编号，乘客按编号判断到了哪个车站。

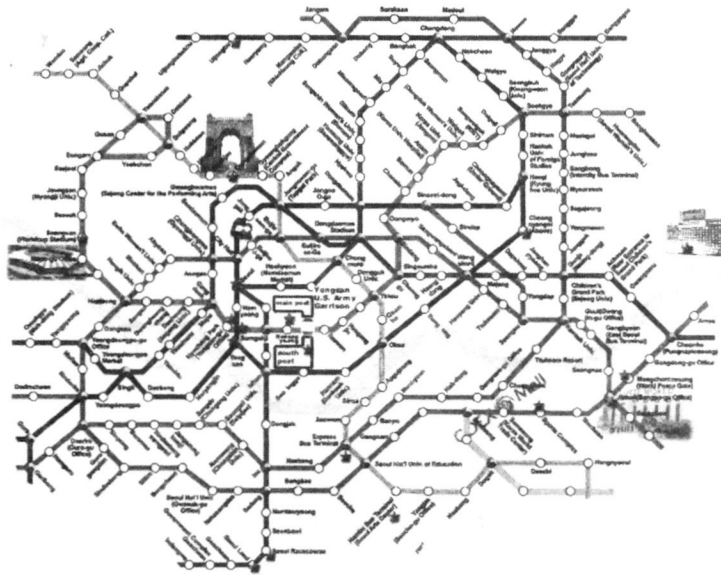


图 1-5 首尔地铁示意图

6. 巴黎地铁

巴黎地铁(Le Métropolitain de Paris, Métro)是法国巴黎的地下捷运系统，现由巴黎大众运输公司(Régie Autonome des Transports Parisiens, RATP)负责营运。1900 年 7 月 19 日巴黎地铁首条路线——Maillot-Vincennes 线随巴黎世界博览会开幕启用，目前巴黎地铁总长度 221.6 km，有 14 条主线、2 条支线，合计 380 个车站、87 个交会站。

巴黎的地铁分成两个系统：运行的范围在二环之内的，称为 Metro，地铁站入口有的用一个 M 为标志，有的用 Metro 为标志，这个系统一共有 16 条线，用数字表示，也就是 M1 到 M14，M3bis 和 M7bis；运行的范围超出二环的，称为 RER，一共有 5 条线，用字母表示，就是 RER A、B、C、D 和 E。

巴黎地铁(图 1-6)的最大特点就是线网密度高，站间距短，覆盖率高。市区居民步行不超过 500 m 就能到地铁车站。另一特点就是市郊铁路网发达，它能将居住在巴黎郊区的上班族快速运达市中心。

巴黎地铁换乘方便，中心城区几乎所有的径向线路都可与 RER 换乘。

巴黎地铁的行车方式单一，所有线路都采用站站停的行车方式，方便了乘客，减少了步行距离和换乘时间，但也导致乘客旅行时间长，车底周转慢，需要车辆数多等问题。

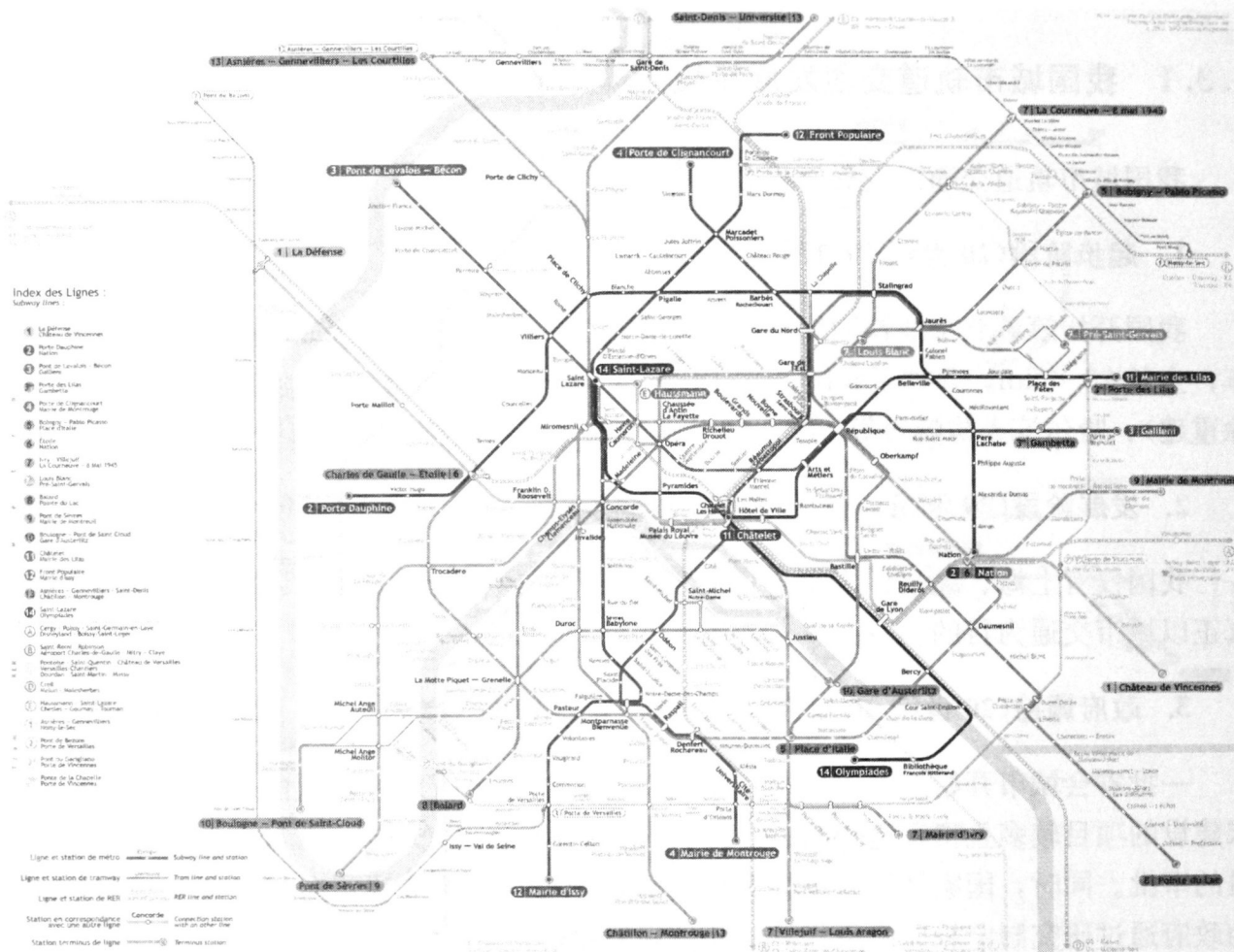


图 1-6 巴黎地铁示意图

1.3 我国城市轨道交通发展概况

我国地铁建设始于 20 世纪 60 年代，1965 年 7 月 1 日，北京地铁一期工程开工，经过 4 年的奋战，北京地铁 1 号线于 1969 年 10 月 1 日通车。

相关统计显示，近日，国家发展和改革委员会新批常州和兰州的轨道交通规划，已被获批运营、开建、筹划地铁的城市共有 31 个。

已经开通城市轨道交通的城市有：北京、天津、上海、广州、南京、沈阳、成都、武汉、西安、重庆、深圳、苏州等 12 个城市。正在建设地铁的城市有：长春、郑州、哈尔滨、长沙、郑州、福州、昆明、南昌、合肥、南宁、贵阳等 11 个城市。二、三线城市东莞、宁波、无锡、青岛、大连地铁都正在紧张地施工中，部分城市的地铁将在近一两年开通。此外，石家庄、太原、济南、乌鲁木齐等省会(首府)已上报了地铁修建计划，正在等待批复。

根据规划和建设情况预计，到“十二五”末，全国拥有城市轨道交通运营线路的城市将超过 20 个，通车总里程将超过 3000 km。

1.3.1 我国城市轨道交通发展阶段

我国城市轨道交通的发展历程分 3 个阶段。

1. 起步阶段(20 世纪 50 年代)

我国开始筹备北京地铁网络地铁建设,北京地铁 1 号线于 1969 年 10 月 1 日建成通车,全长 23.6 km,开创了我国地铁建设的先河。随后建设了天津地铁(7.1 km,现已拆除重建)、哈尔滨人防隧道等工程。该阶段地铁建设以人防功能为指导思想。

2. 发展阶段(20 世纪 80 年代末至 90 年代初)

我国仅有上海、北京、广州等几个大城市规划建设轨道交通。该阶段地铁建设开始真正以城市交通为目的。

3. 政府调控(20 世纪 90 年代)

一批省会城市开始筹划建设轨道交通项目,纷纷进行地铁建设的前期工作。由于要求建设的项目较多且工程造价高,1995 年 12 月国务院发布国办 60 号文,暂停了地铁项目的审批。同时,国家计划委员会开始研究制定城市轨道交通设备国产化政策。该阶段为政府通过研究制定相应政策指导地铁的规划建设。

4. 建设高潮(1999 年以后)

国家的政策逐步鼓励大中城市发展城市轨道交通,全国已建有轨道交通的城市达 10 个,新申请立项准备建设的城市有 8 个。该阶段地铁建设速度大大超过之前的 30 年。

1.3.2 国内城市轨道交通发展概况

1. 北京地铁

北京地铁系统(图 1-7)拥有 15 条线路(不含机场线)、217 座车站,单日最高运送乘客已突破 800 万人次。北京地铁在 1969 年 1 月 15 日开通了由公主坟到北京火车站的第一条线路。2012 年底开通 6 号线、8 号线二期、9 号线、10 号线,线路总长突破 440 km。

北京地铁由两家公司负责运行:北京地铁运营有限公司和北京京港地铁有限公司。