



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
国家级精品课程教材
北京高等教育精品教材



城市轨道交通规划与设计

Planning and Design for Urban Rail Transit

(第二版)

主 编 毛保华
副主编 陈绍宽 刘智丽
主 审 刘 迁 秦国栋



人民交通出版社
China Communications Press



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
国家级精品课程教材
北京高等教育精品教材

城市轨道交通规划与设计

Planning and Design for Urban Rail Transit

(第二版)

主 编 毛保华
副主编 陈绍宽 刘智丽
主 审 刘 迁 秦国栋



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书是在北京交通大学与中南大学、石家庄铁道大学、兰州交通大学等高校协作编写的《城市轨道交通规划与设计》(第一版,2006年,“十一五”国家级规划教材)基础上进行全面修订后再版的。全书共十四章,内容丰富,系统全面,不仅反映了当前国内外理论上的最新研究成果,同时也结合了我国城市轨道交通系统的具体问题,并参考了国内外大量相关文献以及国内城市轨道交通系统建设、运营的实际资料。

本书可作为城市轨道交通及交通运输相关专业的本科生、研究生教材或教学参考资料,同时,对与城市轨道交通系统相关的政府决策与管理人员、交通工程规划、设计与咨询人员、城市轨道交通企业经营管理人員都有很好的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通规划与设计 / 毛保华主编. 2 版—北京:人民交通出版社,2011. 5

ISBN 978-7-114-09036-3

I. ①城… II. ①毛… III. ①城市铁路—交通规划—高等学校—教材②城市铁路—设计—高等学校—教材
IV. ①U239. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 066367 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

书 名:城市轨道交通规划与设计(第二版)

著 者:毛保华

责任编辑:陈志敏 高 培

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969、59757933

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:23

插 页:1

字 数:540千

版 次:2006年3月 第1版

2011年5月 第2版

印 次:2011年5月 第1次印刷 总第6次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09036-3

印 数:0001—3000册

定 价:42.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

第二版前言

进入 21 世纪以来,随着我国城市化的快速发展,城市交通出行机动化引起的交通拥挤、交通事故以及交通排放引起的环境污染已经成为备受各界瞩目的问题。我国城市地区人口密度大,人均交通资源稀缺,这一情况使得各大城市都认识到发展公共交通是解决中心城区诸多交通问题的根本出路,许多大城市均将以轨道交通为骨架的公共交通体系建设作为重要发展方向。资料表明,截至 2010 年年底,我国已有 12 个城市开通了城市轨道交通,其中上海、北京和广州三个城市的轨道交通运营里程均已经超过 200km。同时,我国的高速铁路(客运专线)从无到有,其运营里程与商业运营速度已达世界领先水平。此外,长江三角洲、珠江三角洲、京津唐、长株潭等地区的区域城际轨道交通系统网络也进入到实质性建设阶段。城市轨道交通、城际轨道交通与国家干线铁路网络三位一体的轨道交通网络体系将成为我国 21 世纪上半叶综合交通体系建设的突出亮点。

2003 年,北京交通大学在将交通运输、交通工程两个专业合并为交通运输大类专业的基础上,设置了铁路运输、城市道路交通、城市轨道交通以及运输与物流四个专业方向。2008 年,北京交通大学在交通运输学院正式成立了城市轨道交通系,并开始招收城市轨道交通专业本科生。城市轨道交通的专业课程体系包括《城市轨道交通规划与设计》、《城市轨道交通系统运营管理》、《列车运行计算与设计》、《城市客运管理》、《列车运行控制技术》、《城市规划》等理论课程和《轨道交通综合实验指导书》实践课程。

本教材是在北京交通大学与中南大学、石家庄铁道大学、兰州交通大学等高校协作编写的《城市轨道交通规划与设计》(第一版,2006 年)基础上进行全面修订后再版的。在编写过程中,作者参考了国内外大量相关文献以及国内城市轨道交通系统建设、运营的实际资料。全书内容丰富且全面,不仅反映了国内外理论上的最新研究成果,同时也结合了我国城市轨道交通系统的具体问题。本书可以作为相关专业的本科生、研究生教材或教学参考资料,同时,对与城市轨道交通系统相关的政府决策与管理人员,交通工程规划、设计与咨询人员,城市轨道交通企业经营管理人員都有很好的参考价值。

本版教材的特点主要有:

(1)大幅度增加了轨道交通设计层面的内容和知识点,为学生直接从事轨道交通系统的设计工作提供了更充分的知识准备。

(2)针对本科教学特点,突出了内容的实用性,增加了可强化学生动手操作能力的内容,优化了第一版各章节的表述方法。

(3)根据我国轨道交通规划与发展的实践,补充了来自我国整个城市轨道交通规划与设计业界专家与学者的最新研究成果。

(4)本版教材的推荐学时为 64 学时,较 48 学时的第一版教材增加了 16 学时,另外,还增加了两个课程设计,即线路设计与车站设计,使用时可根据各学校的具体情况有选择性地讲授。

参加本书编著的作者有毛保华(第 1、5、10、14 章,第 6 章第 1、5、6 节),陈旭梅(第 2

章),陈建华(第3章,第4章第3节),刘智丽(第4章第1、2节,第7、12章,附录1),陈绍宽(第8、11章、附录2),刘爽(第9章,附录3),杜鹏(第4章第4节,第13章),朱昌锋(第6章,第2、3、4节)。根据教学计划的要求,本书推荐教学时间为64学时,包括8学时的课程设计。全书由毛保华、刘智丽统稿。

中国地铁工程咨询公司刘迁、中国城市规划设计研究院秦国栋审阅了本书稿。本书在编著过程中,得到了焦桐善、朱军、高世廉、沈景炎、全永燊、邢爱东、蒋玉琨、郭继孚、边颜东、李凤军、孙壮志、苏梅、李建新、金安、王志红、涂洪武、刘剑锋、方恒堃等专家的指导。中南大学李夏苗、石家庄铁道大学王明生、兰州交通大学牛惠民以及北京交通大学张星臣、朱晓宁等教授提供了大力支持,北京交通大学交通运输学院城市轨道交通系贾顺平、彭宏勤、刘海东、王保山、丁勇、徐彬、柏赞、冯雪松、许红等老师参与了本书引用的部分科研成果的项目研究工作。研究生周方明、谢美全、梁肖、张增勇、许奇、冯佳、吴燕伶、郭彦东、陈涛、李妙君、冯旭杰等参加了部分项目及本书的资料整理工作。本书在撰写过程中还得到了北京交通大学城市交通复杂系统理论与技术教育部重点实验室的大力支持。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以及部分国内大城市如北京、广州、上海、武汉、长春、深圳、成都、重庆、石家庄、天津等城市轨道交通系统规划与设计文献,在此谨向有关专家及部门致以衷心感谢。

毛保华
2011年1月

第一版前言

随着城市化的快速发展,城市地区道路交通拥挤、交通事故以及由于道路交通排放引起的交通污染已经成为备受各界瞩目的问题。作为发展中国家,我国人均资源稀缺,交通需求总量巨大,探讨一种满足我国经济建设与居民生活需要的可持续的交通解决方案具有重要的战略意义。

在上述背景下,公共交通被认为是未来交通的主要形式,其中城市轨道交通又是公共交通系统的骨架。城市轨道交通具有容量大、安全、环保特性好等特点,过去20年来受到包括发达国家和发展中国家在内的许多国家大城市的青睐。我国数十个大城市也启动了城市轨道交通建设计划,长江三角洲、珠江三角洲、京津塘地区的区域城市轨道交通系统网络呼之欲出。可以预见,未来30年中,我国城市轨道交通系统将会得到持续、快速的发展。

2001年,北京交通大学杨肇夏教授主持了教育部教改项目。该项目的重要成果之一是合并现“交通运输”、“交通工程”两个专业为交通运输大类专业,并在此基础上设置了“铁道运输”、“城市道路交通”、“城市轨道交通”,以及“运输与物流”四个专业方向。该项目2005年获得国家优秀教学成果二等奖。本系列课程的建设就是根据城市轨道交通方向教学需要进行的立项,共包括《城市轨道交通规划与设计》、《城市轨道交通系统运营管理》、《列车运行计算与设计》、《城市客运管理》四门骨干课程。目前本课程为北京交通大学精品课程。北京交通大学在中南大学、石家庄铁道学院、兰州交通大学等高校的大力协作下,在人民交通出版社的支持下,组织相关教师历时两年半完成了本书的编写和著述工作。

本书参考了国内外大量相关文献以及国内城市轨道交通系统建设、运营的实际资料。全书内容丰富且全面,不仅反映了国内外理论上的最新研究成果,同时也结合了我国城市轨道交通系统的具体问题。本书可以作为相关专业的本科生、研究生教材或教学参考资料,同时对与城市轨道交通系统相关的政府决策与管理人员,交通工程规划、设计与咨询人员,城市轨道交通企业经营管理人员都有很好的参考价值。

参加本书编著的教师有陈旭梅(第1章、第4章)、徐彬(第2章)、许红(第3章、第10章)、毛保华(第5章、第12章)、王明生和牛学勤(第6章)、李夏苗(第7章)、刘海东(第8章)、丁勇(第9章)、吴芳(第11章)。根据教学计划的要求,本书推荐教学时间为48学时,另设16学时的课程设计。全书由毛保华、李夏苗统稿。

北京城建设计研究院刘迁、北京地铁研究所蒋玉琨审阅了本书稿。在教材编著过程中,得到了中国国际工程咨询公司周晓勤、朱军、边颜东及其专家组焦桐善、高世廉、沈景炎、全永燊、马林、孙壮志等专家的帮助。铁道部铁道运输特色专业教学指导委员会主任杨肇夏及杨浩、高自友、孙全欣、邵春福、朱晓宁等教授提供了大力支持,研究生何宇强、刘剑锋、黄荣、杨静、王璇参加了本书的资料整理工作。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以及部分国内大城市如北京、广州、上海、武汉、长春、深圳、成

都、重庆、石家庄、天津等城市轨道交通系统规划与设计文献,在此谨向有关专家及部门致以衷心感谢。

毛保华

2005年12月于北京交通大学

目 录 *contents*

第 1 章 概述	1
1.1 城市轨道交通的作用及特点	1
1.2 国内外城市轨道交通系统建设与发展概况	3
1.3 城市轨道交通规划与设计的主要内容	6
1.4 我国城市轨道交通系统建设程序	7
思考题	9
第 2 章 城市轨道交通系统的构成	10
2.1 城市轨道交通系统的分类	10
2.2 车辆与车辆段	12
2.3 轨道交通限界	16
2.4 轨道与车站建筑及结构工程	23
2.5 供电、通信与信号系统	31
2.6 环控系统、给水、排水系统	37
思考题	40
第 3 章 城市轨道交通选线基础	41
3.1 城市轨道交通选线概述	41
3.2 选线的方法	44
3.3 案例分析	65
思考题	71
第 4 章 城市轨道交通规划与设计基础	72
4.1 基本知识	72
4.2 线路的连接形式	76
4.3 常用软件工具	80
4.4 相关标准	85
思考题	89
第 5 章 城市轨道交通系统客流预测	90
5.1 城市轨道交通客流预测工作的特点	90
5.2 城市轨道交通客流预测的程序	92
5.3 城市轨道交通客流预测指标及其分析	99

5.4 城市轨道交通客流预测实例	104
5.5 关于客流预测工作的讨论	108
思考题	109
第6章 城市轨道交通线网规划	111
6.1 城市轨道交通线网规划的内容	111
6.2 城市轨道交通线网规划的方法体系	115
6.3 城市轨道交通远景线网合理规模	118
6.4 线网构架类型及规划方案形成	124
6.5 不同类型轨道交通线网的协调	130
6.6 线网规划方案的评价	134
思考题	142
第7章 城市轨道交通线路设计	144
7.1 线路设计内容和设计原则	144
7.2 线路平面设计	146
7.3 线路纵断面设计	151
7.4 辅助线设计	155
思考题	171
第8章 城市轨道交通车站设计	172
8.1 车站设计概述	172
8.2 车站总平面布局设计	180
8.3 车站结构形式选择与设计	183
8.4 车站设施选择与设计	192
8.5 车站流线设计与容量校核	200
8.6 建筑装修设计原则	202
思考题	202
第9章 城市轨道交通枢纽规划	204
9.1 枢纽规划与设计的主要内容	204
9.2 枢纽规划与设计原则	206
9.3 枢纽空间与流线设计	207
9.4 枢纽服务水平评价	217
9.5 轨道交通与其他方式的衔接规划	220
思考题	223

第 10 章 城市轨道交通系统运营规划	224
10.1 规划设计与运营的关系	224
10.2 运营规划的目的和原则	224
10.3 运营规划的主要内容	225
10.4 案例分析	234
思考题	240
第 11 章 城市轨道交通系统的安全防护设计	241
11.1 城市轨道交通系统安全防护设计概述	241
11.2 地震安全防护设计	246
11.3 火灾安全防护设计	249
11.4 水灾安全防护设计	253
11.5 杂散电流安全防护设计	255
11.6 应急疏散系统设计	257
思考题	259
第 12 章 城市轨道交通环境保护	260
12.1 城市轨道交通环境保护的概述	260
12.2 评价因子、方法和标准	264
12.3 环境保护的主要措施	276
思考题	280
第 13 章 城市轨道交通工程可实施性规划	281
13.1 主体工程可实施性规划	281
13.2 车辆段规划	285
13.3 联络线规划	291
13.4 投资概预算	298
13.5 投融资规划	301
思考题	306
第 14 章 城市轨道交通系统发展展望	307
14.1 关于我国城市轨道交通建设的目标	307
14.2 我国城市轨道交通发展的趋势	308
14.3 城市轨道交通规划方法的发展趋势	310
思考题	312

■ 附录 1 线路设计案例	313
1.1 设计原则与技术标准	313
1.2 线路走向及线路平面方案	315
1.3 线路纵断面设计	320
1.4 辅助线设置	325
■ 附录 2 车站设计案例	327
2.1 概述	327
2.2 车站建筑方案设计	331
2.3 车站规模确定	336
2.4 车站建筑设计	338
■ 附录 3 换乘站设计案例	342
3.1 概述	342
3.2 车站方案规划	342
3.3 车站规模确定	345
3.4 车站建筑设计	348
3.5 车站衔接规划	352
■ 参考文献	354

◀ 第 1 章 概 述

轨道交通系统是一种具有专用或半专用路权、限定行驶轨迹、可以成列运行的运输系统。20 世纪下半叶,以发展中国家的快速城市化与机动化为主导的世界社会与经济格局的变化带来了普遍的城市地区交通拥挤、交通事故与环境污染问题。由于城市地区交通资源的短缺,轨道交通得到了大城市的普遍关注,并成为公共交通新体系重构的骨架。本章结合城市轨道交通的发展历史,阐述了城市轨道交通技术的基本特性,分析了城市轨道交通在整个城市综合交通系统中的作用与地位,简要介绍了城市轨道交通规划与设计的主要内容以及我国城市轨道交通系统建设的基本程序。

◀ 1.1 城市轨道交通的作用及特点

经济发展使城市规模持续扩大,城市化水平不断提高,不少大城市的发展正面临深刻变化,新市区或组团式卫星城得到发展,如长江三角洲、珠江三角洲、京津塘等地区,已形成一系列城市群。近十年来,由于土地空间的限制,道路交通面临越来越严重的堵塞,大容量、与地面交通隔离的城市轨道交通在许多大城市正逐步成为公共交通系统骨架,同时也成为引导城市发展的重要手段。

城市轨道交通是城市综合交通体系中的一个重要组成部分,也是城市最大规模的基础设施,它对城市发展有以下三方面的作用:

首先,城市轨道交通显著提高了城市交通系统的供给水平,有助于缓解日益拥挤的地面道路交通;

其次,城市轨道交通能够引导城市格局按规划意图发展,支持大型新区建设;

第三,通过城市轨道交通的巨大投入,从源头为城市经济链注入活力,并通过巨大的社会效益提高整个城市的综合价值。

1863 年,伦敦建设了世界上第一条地铁,其背景是城市空间扩张过程中不断增长的交通负荷使地面道路系统难以承担交通需求的持续增长。与城市中其他交通方式相比,城市轨道交通的优势主要有:

- (1) 采用列车编组化运行,运量大,单向最高断面可以达到 3 万人/h 及以上;
- (2) 运行系统独立,列车运行稳定、干扰小、速度高,旅行速度可以达到 35km/h 及以上;
- (3) 可采用地下和高架敷设方式,占用地面空间小;
- (4) 采用电能,清洁环保;
- (5) 线路固定,容易设置明确标志,形成交通出行习惯;
- (6) 技术水平高,发展余地大。

可见,城市轨道交通的优势在于其准时性、高速度、大运量和良好的安全性。应当指出,

城市轨道交通的优势是相对的,其建设也是有一定前提条件的。城市轨道交通发展的局限性具体包括:

- (1)城市轨道交通的建设必须以需求规模巨大的通道或规划的主要交通走廊为背景,以减轻可能的运营补贴压力;
 - (2)城市轨道交通造价高昂,建设初期所需资金量巨大,需要有好的融资方案;
 - (3)城市轨道交通运行的经济性较差,通常需要提供持续的补贴;
 - (4)城市轨道交通噪声与振动较大,在地面时有一定的噪声,在地下时有时也会产生振动,对沿线周围居民有一定影响;
 - (5)由于相对封闭,城市轨道交通多数车站与区间位于地下或高架,其抗灾害能力较弱。
- 因此,当交通需求规模不大或增长缓慢时,需要慎重考虑城市轨道交通的建设时机及必要性。

经验表明,随着网络的逐步发展和完善,城市轨道交通可以兼顾中短途客流,某些大城市的轨道交通可以承载公交客流的一半或更多。以城市轨道交通为骨干,辅以其他各种交通方式,可以大大提高城市公共交通的分担率,落实公交优先政策,缓解城市交通问题。同时,城市轨道交通还能够活跃城市经济、拉动城市发展、提高城市形象,并直接带来土地升值。资料表明,上海地铁1号线开通运行以后,淮海路的商业零售额增加了25%左右,个别商店增加了30%以上。北京地铁1号线的开通拉动了北京西部地区的发展;上海地铁1号线自1995年通车后,沿线发展很快,许多住宅区落成,目前莲花站已经初步成为地区性的商业中心。

在城市总体规划指导下,根据城市发展需要,可以在交通并不繁忙但距离较长的发展带上超前建设城市轨道交通,引导城市发展。例如,原番禺市划为广州市番禺区后,广州地铁计划建设近40km的3号线,其北端近10km穿越市区,大部分线路穿越番禺区;天津滨海地铁线,也是从市区边缘开始,通过开发区直达塘沽口,全长40多公里。此外,上海地铁2号线将原规划中的由浦西、杨浦区向南经南京路向西的走向,在实施中改为从浦东张江陆家嘴穿越黄浦江经南京路向西。这些线路的共同特点是:线路全部或一部分经过地区的初期客流基础一般,但在规划发展远期均有较大的客流需求,其目的在于拉动城市的发展。

城市轨道交通还具有既可引导适度扩散、又能防止过度扩散的重要功能,其理由有以下两方面。一方面,随着城市的发展,主中心区个人交通的使用成本将不断提高;同时,次中心区的地产价格与居住环境更加优良,诱发人们迁移的欲望。城市轨道交通在出行时间、正点率、出行综合费用等方面具有优势,能够提供足够满意的公共交通服务,让人们愿意迁移到次中心区居住和工作,从而很好地满足扩散要求。另一方面,通过轨道交通引导城市发展的城市无法过度扩散,因为轨道交通不能抵达的地方,具有更高的居住成本或出行阻抗,这足以防止人们大量地迁移。

因此,城市轨道交通既是中心城区通勤交通的主要方式,也是引导城市发展适度扩散的主要手段。城市越大,城市轨道交通的作用应该越大,否则就会堵塞。

与传统铁路相比,城市轨道交通的特点包括以下几点:

- (1)以解决城市通勤等短距离交通出行为主。这些出行需求的出行时间短,出行过程中能更大地容忍站立比例,也要求列车在运行过程中有更好的稳定性、更低的启动加速度和停车减速度。

(2) 车站间距较短,绝大多数在 3km 以内。它决定着列车起停更加频繁,要达到高的运行速度更加困难。

(3) 列车运行速度较低,最高速度一般在 80km/h。

(4) 列车编组较小,一般为 1~6 节。

(5) 列车追踪(发车)间隔小,一般为 2~15min。这也意味着列车停站时间短。

(6) 由于在市内运行,线路全长较短,牵引多数采用直流或内燃模式,可以减少附属供、变电设施及其规模,有利于城市轨道交通在地下或高架运行。

(7) 出行者随到随乘,无须事先预定(固定)坐席。

(8) 城市轨道交通不全天营业,设备维修可以安排在夜间进行。

◀ 1.2 国内外城市轨道交通系统建设与发展概况

1.2.1 国外城市轨道交通系统发展

自 1863 年伦敦建成世界上第一条地下铁道以来,城市轨道交通已有近一百五十年的历史。目前,全球已有数百座城市建设了城市轨道交通网络。伦敦地铁系统通过不断提高技术水平,已成为当今世界城市轨道交通最发达的城市之一,其线路总长度为 408km,其中地下隧道占 45%,共设车站 275 座,地铁车辆保有量为 4078 辆,年客运总量已突破 10 亿人次。

美国较早的轨道交通可以追溯到 1843 年在沃西斯特至波士顿开通的市郊铁路。不过,美国第一条地铁是 1867 年在纽约建成的。目前,该市地铁线路总长度为 368km,共有 26 条线路,设置车站 468 座,是世界上拥有地铁车站数量最多的城市,地铁车辆保有总数约 6380 辆,年客运总量约为 16 亿人次。

费城的快速轨道交通始于 1907 年,它是以一条地铁与高架结合的线路为标志的。这条线路有四股道,街道上的两股道为本地服务,另外两股道采用第三轨驱动,可提供快速运输服务。芝加哥的快速运输体系一开始并未选择地铁,而是选择了高架道路。1924 年,沙缪尔(Samuel)控制高架运输公司时将所有的高架公司合并为芝加哥快速运输公司,兴建了地铁系统。

法国巴黎也是修建地铁较早的城市之一。巴黎地铁包括 14 条主线和 2 条支线,线路总长约 214km,共设车站 384 座,车辆保有量 3 472 辆,年客运量约 14 亿人次。1930 年,巴黎地铁 11 号线成为世界上首个胶轮路轨公共运输线路,此后又有 4 条线路改建或新建成胶轮路轨系统。

柏林的第一条地铁开通于 1902 年。发展至今,市区地铁已四通八达,有的线路已采用自动化运行技术。目前,柏林已有 9 条地铁线路,线路总长度为 151.7km,共设置车站 170 座,年客运总量约 4 亿人次。

西班牙也是欧洲较早开始修建地下铁道的国家。1919 年,马德里的第一条地铁线路开始运行,现在已发展到 13 条线路,线路总长度约 284km,共设车站 294 座,年客运总量约 6.49 亿人次。

莫斯科地铁于1932年开工,1935年5月建成运营,全长11.6km。莫斯科是第二次世界大战期间少数几个并没有因为战争而停止发展城市轨道交通的城市,其建设速度之快,在当时是空前的。莫斯科现有12条线路,线路总长度约292.2km,地铁车站总数为176座。莫斯科地铁系统的建筑风格和客运效率是举世闻名的,每个车站都是由著名的建筑师设计,并配有许多雕塑作品,艺术水平较高,使旅行者有身临宫殿之感。所有地铁终点站都与公共汽车、无轨电车和轻轨系统相衔接,有几个车站还与铁路火车站相连接,为旅客提供了方便的换乘条件。

拉丁美洲的第一条地铁是于1913年在布宜诺斯艾利斯开通的。

澳大利亚是第四块拥有地铁系统的大陆。1926年,悉尼开通了近5km的隧道电车。

亚洲最早的地铁是日本东京1927年12月开通的浅草—涩谷线,现已有13条地铁线路,总长度约292.2km,共设车站274座,年客运量已突破25亿人次,是当今世界上地铁客运量最大的城市之一。日本在修建地铁过程中,十分重视车站及其邻近地区的土地开发,促进了商业中心的建设,地面设施与地下车站连成一片,使地铁这一公益性基础设施获得了新的活力,取得了较好的经济效益和社会效益。

首尔第一条地铁线路于1974年建成通车,目前已建成8条干线,运营线路总长度为289.9km,共设置车站268座,车辆保有总量约3507辆,年客运量超过20亿人次。

1987年,开罗开通了连接两个铁路车站的隧道服务,自此非洲开始拥有了地铁系统。

1.2.2 我国城市轨道交通发展概况

我国城市轨道交通建设自20世纪60年代初起步,进入21世纪以来,各大城市的轨道交通进入一个新的快速发展时期,以北京、上海、广州为代表的一批特大城市先后规划了较大规模的远景线网并相继建设与投入运营。到2010年年底,北京、上海、广州等12个城市已经开通轨道交通运营线路长度近1400km。再加上已批准建设的哈尔滨、长沙、杭州、西安、苏州等城市在建和规划线路,预计2015年将建成87条、总长约2495km的城市轨道交通线网;目前,在建线路总投资接近1万亿元。根据国办发(2003)81号文提出的建设地铁的3个指标,即城市人口超300万人、GDP超1000亿元、地方财政一般预算收入超100亿元,全国已有近50个城市符合条件,我国轨道交通发展潜力巨大。伴随着2008年北京奥运会、2010年上海世博会、2010年广州亚运会的筹备与承办,北京、上海、广州三个城市已经成为我国内地城市轨道交通网络建设的先驱。

1.1 北京城市轨道交通

北京第1条地铁北京站至苹果园地铁始建于1965年,第一期工程于1969年10月建成,线路长度为23.6km,于1971年1月开始试运营。1984年9月,第2条环线建成通车,全长约为19.9km。1987年,二期建成的东、北、西环线与一期建成的南环线连接,一号线开通到复兴门,开始按一线和环线两条线路运营。进入21世纪以来,伴随2008年北京奥运会的筹备工作,北京地铁建设取得了一系列进展。到2010年12月底,开通运营的线路有1号线、2号线、八通线、4号线、5号线、13号线、10号线一期、奥运支线、机场轨道线、亦庄线、房山线、昌平线、大兴线以及15号线等14条线路,运营总里程达到336公里,城市轨道交通网络初具雏形。

根据北京市新近调整的规划方案,北京城区城市轨道交通将以地铁为主、轻轨为辅。市区地铁线路由原有规划方案中的13条增加到20多条,线路总长从408km增加到800km以

上。同时,采用市郊铁路的形式解决郊区卫星城与城市中心区的联系,总长 360km、连接 14 个卫星城的市郊铁路将充分利用现有国铁资源,在 2020 年以前全部建成。

◀2. 上海城市轨道交通

改革开放以来,上海市为缓解城市交通矛盾做了不懈的努力,目前已初步形成了立体化的城市交通网络构架。上海地铁 1 号线于 1990 年破土动工,1995 年建成投入运营,实现了上海城市轨道交通零的突破。2001 年 3 月,全球第一条商业用途的磁悬浮线路在上海动工,并于 2002 年 6 月完工,全长 33km,双线运行,设两个车站,设计最高运行速度为 430km/h,单向运行时间约 8min,发车间隔为 10min。

为更好地满足城市发展的需要,上海市政府已对原城市轨道交通网络规划方案进行了优化调整,新的城市轨道交通网络将由 4 条市域快线、7 条地铁线和 5 条轻轨线组成,全市城市轨道交通总长度将超过 800km,市区长度约 480km。到 2010 年年底,已开通运营的线路有 1~10 号线以及 13 号线等 11 条线路,运营总里程突破了 420 公里。

◀3. 广州城市轨道交通

1989 年,广州地铁十字线网规划中的第一条线路报国家计委立项并被批准。1993 年年底,广州地铁 1 号线正式开工建设,到 1999 年 6 月 28 日全线建成通车;工程总投资约 123 亿元人民币,线路全长 18.5km。广州地铁 2 号线全长 23.3km,项目总投资约 120 亿元,于 1999 年 10 月 7 日正式开工。到 2010 年年底,已开通运营的线路有 1~5 号线、广佛线等共计 8 条线路,运营总里程 236km。

从 1 号线到 2 号线,最大特点是从 1 号线 50% 的投资用外国政府贷款、引进 15 个系统和设备,到 2 号线要实现 70% 的国产化率,并且不低于 1 号线的建设水平。这反映了有关方面对地铁投资建设规律性认识的进步。虽然利用外国政府贷款、引进技术设备可以确保系统的先进性,但也带来了高造价和高昂的维护成本。2 号线的实践告诉我们,国产化也可以保证较高技术水平和舒适性,而且有助于降低造价、促进国内城市轨道交通产业发展。

◀4. 其他城市的城市轨道交通建设历史

(1) 天津地铁

天津地铁始建于 1970 年 4 月,于 1984 年才建成通车,全长 7.4km,共 8 座站,大多采用明挖法施工,有些站采用顶进法施工,比较简陋,采用第三轨导电。天津地铁网络远期规划为 3 条,由穿过市中心的放射线和 1 条环线构成,总长度为 106km。

(2) 香港地铁

香港地铁于 1975 年 11 月动工修建,现已建成包括观塘线(油麻地站—调景岭站)、荃湾线(荃湾站—中环站)、港岛线(上环站—柴湾站)、将军澳线(宝琳站—北角站)、东涌线(东涌线—香港站)、机场快线(博览馆站—香港站)、迪斯尼线(欣澳站—迪斯尼站)、东铁线(尖东站—罗湖/落马洲站)、西铁线(南昌站—屯门站)以及马鞍山线(大围站—乌溪沙站)等行车线路,轨道交通线网换乘站 17 个。2010 年 12 月,全网运输量超过 400 万人次。

(3) 台北地铁

台北市于 1986 年提出建设地铁规划,1996 年第一条线路木栅线建成通车。按规划至 2021 年,将建成 230km 的轨道交通线网,平平日每日运量预测可达 360 万人次。

(4) 大连快轨 3 号线

大连快轨 3 号线是大连市第一条城市快速轨道交通线路。工程总投资 18.6 亿元,于

2000年9月开工建设,2003年5月1日正式运营。线路起点为香炉礁,途经开发区至金石滩,运行里程为46.6km。

(5) 重庆高架轻轨工程

重庆城市轨道交通二号线一期工程于2000年12月开建,跨越了重庆三个行政区,全长19km,其中地下2.5km,于2004年12月投入试运行。该工程全长19.15km,总投资43亿元,是我国第一条跨座式单轨线路。

(6) 长春轻轨一期工程

长春轻轨一期工程经过两年的建设已投入试运行,并正在积极筹划二期工程、三期工程建设。一期工程是2002年新的规划线路4号线的中段,全长约14.6km,设17座车站,于2000年5月开工建设,2002年10月试运行。运营初期(2004年),列车为两辆编组,最小行车间隔为4min,单向运送能力为9800人/h,轻轨环线设计的旅行速度为25km/h,为半封闭的营运线路,总投资11.3亿元。

(7) 深圳地铁

深圳地铁始建于1999年,于2004年12月28日正式通车。随着深圳地铁的开通,深圳已成为我国继北京、香港、天津、上海、广州及台北后拥有地铁系统的城市,现已投入运行的有罗宝线(罗湖—深大段)和龙华号线(福田口岸—少年宫),2010年年底试运营线路还有蛇口号线(赤湾—世界之窗)和龙岗线(草埔—双龙)。

我国部分城市还拥有一些老式的有轨电车。有轨电车在我国属于舶来品,1908年英国人在公共租界建成了上海第一条有轨电车线路。20世纪五六十年代,有轨电车得到了新的发展,成为许多大城市主要的交通工具,北京、上海、大连、长春、沈阳、鞍山等城市的有轨电车均曾具有相当规模,分担了相当数量的城市公共交通客运量。自20世纪70年代以来,由于城市机动车增加,为了拓宽马路、缓解道路交通拥挤,许多城市纷纷拆除有轨电车线路。目前,国内只有大连、长春等为数不多的城市还有有轨电车线路在运营。

◀ 1.3 城市轨道交通规划与设计的主要内容

1.3.1 城市轨道交通规划与设计的重要性

城市轨道交通规划与设计是一项涉及城市规划、交通工程、建筑工程以及社会经济等多种学科理论的复杂系统工程。城市轨道交通工程项目工期长、投资大,在城市规划中,直接影响城市的基本布局和功能定位,对城市发展有极强的引导作用,对促进城市结构调整、城市布局整合、整个城市的土地开发、交通结构优化以及城市交通系统的可持续发展等都有巨大影响。

城市轨道交通具有大运量、高速度、独立专用轨道的特点,不过,要真正成为城市客运骨干系统,城市轨道交通应当承担较大比例的客运周转量。单一线路因其客流吸引范围和线路走向的局限,一般很难达到这种要求。因此,城市轨道交通必须要成网才能起到骨干作用。

资料表明,西方一些城市轨道交通发展方案主要依靠市场经济杠杆来决定其建设序列。例如,不少早期建成城市轨道交通网络的城市均出现了在中心区局部出现多条城市轨道交