



全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材

高等职业教育城市轨道交通工程技术专业“十二五”规划教材

城市轨道交通 隧道施工与维护

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG SUIDAO SHIGONG YU WEIHU

李术希 主 编 ■

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材
高等职业教育城市轨道交通工程技术专业“十二五”规划教材

城市轨道交通隧道施工与维护

李术希 主编

曹 毅 主审

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

本书为高等职业教育城市轨道交通工程技术专业“十二五”规划教材,全书共分为 11 个项目,分别介绍了:城市轨道交通发展的历史及现状,城市隧道施工调查的内容及方法,盾构机的基本构造与选型,土压平衡式盾构机施工工法,泥水平衡式盾构机的施工工法,盾构隧道衬砌的制作、安装,盾构施工过程中常见疑难问题解决办法,浅埋暗挖法城市隧道施工工法,地下隧道的施工测量方法,隧道使用后的维护保养,隧道主要病害及防治。

本书可作为高职院校地铁与轻轨工程、土木工程、交通工程、隧道工程、铁道工程类专业教科书,也可用于岩土工程、工民建、道路等专业技术工作者及大中专院校师生、短训班学员的参考书,对从事地铁与轻轨工程勘察设计、施工、监理、监测和科学研究的人员也有一定的参考学习价值。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通隧道施工与维护/李术希主编. —北京:
中国铁道出版社,2013. 1

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材 高等职业
教育城市轨道交通工程技术专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-113-15142-3

I. ①城… II. ①李… III. ①城市铁路—铁路隧道—隧
道施工—高等教育—教材②城市铁路—铁路隧道—隧
道维护—高等教育—教材 IV. ①U239.5②U459.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 183700 号

书 名:城市轨道交通隧道施工与维护

作 者:李术希 主编

策 划:刘红梅 电话:010-51873133 邮箱:mm2005td@126.com 读者热线:400-668-0820

责任编辑:刘红梅

封面设计:崔丽芳

责任校对:焦桂荣

责任印制:李 佳

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.51eds.com>

印 刷:北京新魏印刷厂

版 次:2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:17.75 字数:439 千

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-15142-3

定 价:36.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)63549504



前言

目前,随着我国城市化进程的发展,城市人口大量增加,全国各地城市的市政交通建设发展迅猛,地面和地上高架交通发展已受到空间上制约,因此地下城市轨道交通建设成为了各大城市解决交通发展瓶颈的主要方向,全国大多数大中城市都已规划或实施地下轨道交通建设。目前北京、上海、广州、深圳、天津、南京、长春、大连、重庆、武汉、佛山、成都、西安、香港等已开通地铁运营线路,国家发改委最近批准建设地铁的城市已达到 32 个。我国城市地下轨道交通的高速发展,使我国已经成为世界上城市地铁线路最长的国家之一,也是盾构施工中地质条件和盾构结构形式最为复杂的国家,我国城市地铁盾构施工技术处于世界领先水平。

随着城市轨道交通建设的迅速发展,城市地铁隧道施工和维护的专业人才需求增加,各大中专院校相继开设了相关专业课程,市场上比较系统和专业的城市地铁盾构隧道施工教材较少。本书参编者部分来自城市地铁隧道建设的施工、监理、业主单位,书中所述的内容有较强的实用性和针对性。

本书以项目的形式编写,作者力求通俗易懂、便于自学、培训,兼顾系统性、准确性、科学性、实用性,可作为普通高等学校地铁与轻轨工程、土木工程、交通工程、隧道工程、铁道工程专业教科书,也可用于岩土工程、工民建、道路等专业技术工作者及大中专院校师生、短训班学员的参考书。对从事地铁与轻轨工程勘察设计、施工、监理、监测和科学研究的人员也有一定的参考学习价值。

本书项目 1 介绍城市轨道交通发展的历史及现状;项目 2 介绍城市隧道施工调查的内容及方法;项目 3 介绍了盾构机的基本构造与选型;项目 4 介绍土压平衡式盾构机施工工法;项目 5 介绍泥水平衡式盾构机的施工工法;项目 6 介绍盾构隧道衬砌的制作、安装;项目 7 介绍盾构施工过程中常见疑难问题解决办法;项目 8 介绍浅埋暗挖法城市隧道施工工法;项目 9 介绍地铁隧道的施工测量方法;项目 10 介绍隧道使用后的维护保养;项目 11 介绍隧道主要病害及防治。内容力求实用、系统,读者通过本书的学习和实验,能够迅速地适应地铁隧道施工和维修保养的各种岗位。

本书由湖南高速铁路职业技术学院李术希主编、曹毅主审。具体编写分工如下:项目 1、2、3 由湖南高速铁路职业技术学院李术希编写;项目 4、5 由广东华隧建设股份有限公司赖伟文编写;项目 6、7 由李术希及天津铁道职业技术学院邢卫

军共同编写;项目8由天津铁道职业技术学院周庆东、华南铁路建设监理公司刘宽林编写,项目9由天津铁道职业技术学院王虎妹编写,项目10、11由哈尔滨铁道职业学院冯浩龙编写,全书由李术希及刘宽林统稿。

本书编写过程中,广州盾构研究所陈和,广州地铁建设事业总部彭洪秋、陈令强、李靖坤、陈巨武,广州地铁维修中心邢良平,深圳地铁公司宋超群,广东华隧建设股份有限公司郭清华给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

书中不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2013年1月



目录

项目 1 概 述	1
典型工作任务 1 我国城市轨道交通的发展	2
典型工作任务 2 城市地下隧道施工的方法及特点	11
典型工作任务 3 城市地下隧道维护的任务及意义	18
复习思考题	19
项目 2 城市隧道施工调查	20
典型工作任务 1 施工场地调查	25
典型工作任务 2 地形及地质调查	31
典型工作任务 3 周边建(构)筑物及管线的调查	39
典型工作任务 4 环境保护调查	43
复习思考题	44
项目 3 盾构机的基本构造与选型	45
典型工作任务 1 盾构机的种类及特征	46
典型工作任务 2 盾构机构造	49
典型工作任务 3 土压平衡盾构与泥水平衡盾构	61
典型工作任务 4 盾构机的选型	63
典型工作任务 5 盾构机的维护和检查	67
复习思考题	72
项目 4 土压平衡式盾构施工	73
典型工作任务 1 概述	75
典型工作任务 2 施工组织设计	77
典型工作任务 3 施工场地布置	80
典型工作任务 4 盾构机始发前安装、调试、验收	82
典型工作任务 5 盾构机始发	87
典型工作任务 6 盾构机掘进参数的管理	90
典型工作任务 7 添加剂管理	92
典型工作任务 8 管片的选型与拼装	93
典型工作任务 9 管片壁后注浆	95
典型工作任务 10 盾构机到达	96
复习思考题	99
项目 5 泥水平衡式盾构施工	100
典型工作任务 1 泥水平衡式盾构及泥水认知	101
典型工作任务 2 泥水的配比及确认	103

典型工作任务 3	泥水压力的设定及管理	105
典型工作任务 4	泥水循环输送系统及设备	106
典型工作任务 5	泥水处理	108
复习思考题		114
项目 6	盾构隧道衬砌制作	115
典型工作任务 1	概述	116
典型工作任务 2	钢筋混凝土管片模具	122
典型工作任务 3	钢筋混凝土管片生产	126
典型工作任务 4	钢筋混凝土管片检验	132
典型工作任务 5	钢筋混凝土管片修补	135
复习思考题		136
项目 7	盾构工法常见问题与对策	137
典型工作任务 1	盾构机过溶洞(土洞)段的掘进	137
典型工作任务 2	盾构机下穿铁路段的掘进	141
典型工作任务 3	小半径曲线段的盾构掘进	144
典型工作任务 4	存在有害性气体地段的盾构掘进	150
典型工作任务 5	孤石地段的盾构掘进	153
典型工作任务 6	盾构的纠偏技术	156
典型工作任务 7	盾构机换刀	158
典型工作任务 8	盾构机带压进仓作业	159
典型工作任务 9	盾构尾刷更换	163
典型工作任务 10	盾构机脱困	168
复习思考题		171
项目 8	浅埋暗挖隧道施工	172
典型工作任务 1	暗挖隧道施工发展	174
典型工作任务 2	浅埋暗挖法隧道施工工法特点	178
典型工作任务 3	浅埋暗挖法施工方法和原则	180
典型工作任务 4	浅埋暗挖法支护结构的特点及形式	190
典型工作任务 5	浅埋暗挖法信息化施工	197
典型工作任务 6	浅埋暗挖法在地铁工程中的应用和发展方向	203
复习思考题		210
项目 9	地下隧道施工测量	211
典型工作任务 1	前期准备工作	212
典型工作任务 2	地面控制测量	213
典型工作任务 3	联系测量	217
典型工作任务 4	地下施工控制测量	220
典型工作任务 5	盾构施工测量	223
典型工作任务 6	隧道贯通测量	232
典型工作任务 7	隧道施工监测	236
典型工作任务 8	隧道竣工测量	238
典型工作任务 9	隧道施工测量误差分析	240

复习思考题	244
项目 10 隧道维护管理内容	245
典型工作任务 1 隧道维护管理的原则和目的	246
典型工作任务 2 隧道维修管理的基本模式	246
典型工作任务 3 隧道检查	248
典型工作任务 4 状态评估	250
典型工作任务 5 养护维修	253
复习思考题	254
项目 11 隧道主要病害与防治	255
典型工作任务 1 隧道水害及防治措施	256
典型工作任务 2 衬砌裂损及防治措施	261
典型工作任务 3 衬砌侵蚀及防治措施	268
典型工作任务 4 隧道冻害及防治措施	269
复习思考题	272
参考文献	273

项目 1 概 述



项目描述

地铁和轻轨都属于城市快速轨道交通的一部分,有运量大、快速、正点、低能耗、少污染、乘坐舒适方便等优点。目前,大中城市地面空间发展已基本趋于饱和,地面交通拥堵已成为许多城市很严峻的问题。为了能有效缓解地面交通拥堵及方便民众出行,开发城市地下空间成为解决城市交通问题的最有效办法之一。本项目主要介绍了我国城市轨道交通的发展、城市地下隧道施工的方法及特点。



学习目标

1. 知识目标

- 了解国内大中城市的轨道交通发展情况;
- 了解轨道交通在城市发展中的作用。

2. 技能目标

- 掌握目前城市地下隧道施工的主要工法;
- 掌握城市地下隧道施工各工法的特点。

3. 素质目标

- 对城市轨道交通有一定的了解,具备协作精神;
- 具备一定的协调、组织能力。



相关案例——国外各国城市轨道的发展

1829年,法国巴黎引入较大的由马驱动的公共马车,1831年纽约也引入了这种车辆。后来它迅速增长,但它缓慢颠簸、不舒适,且容易造成街道的车辆拥挤及阻塞。不久,人们发现将马车放在钢轨上行驶,可以提高行驶速度及平稳性,还可以利用由多匹马组成的马队来提高牵引力,增大车辆规模,降低运输成本及票价。因此,城市轨道交通的雏形是轨道公共马车。世界上第一条由马车牵引的城市街道铁路于1832年在美国纽约的第4大街建成运营。1863年1月10日,世界上第一条用蒸汽机车牵引的地下铁道线路在英国伦敦建成通车,至今已有140多年的历史。由于列车在地下隧道内运行,隧道里烟雾熏人,尽管如此,当时的伦敦市民都乐于乘坐这种地下列车,因为在拥挤不堪的地面街道上乘坐公共马车,其条件和速度远不如地铁列车。世界上第一条地下铁道的诞生,为人口密集的大城市如何发展公共交通提供了宝贵的经验,特别是1879年电力驱动机车的研制成功,使地下客运环境和服务条件得到了空前地改善,地铁建设显示出了强大的生命力。从此以后,世界上一些著名的大城市开始相继建造

地下铁道。

自 1863 年至 1899 年,有英国的伦敦和格拉斯哥,美国的纽约和波士顿,匈牙利的布达佩斯,奥地利的维也纳以及法国的巴黎共 5 个国家的 7 座城市率先建成了地下铁道。

1925 年至 1949 年,其间经历了第二次世界大战,各国都着眼于自身的安危,地铁建设处于低潮,但仍有日本的东京、大阪,苏联的莫斯科等少数城市在此期间修建了地铁。

第二次世界大战以后,1950 年至 1974 年的 24 年间,世界上地铁建设蓬勃发展。在此期间,有加拿大的多伦多、蒙特利尔,意大利的罗马、米兰,美国的费城、圣弗朗西,前苏联的列宁格勒、基辅,日本的名古屋、横滨,韩国的汉城(现为首尔)及中国的北京等约 30 座城市相继建成了地铁。

世界部分国家的第一条地铁运营时间及目前运营情况见表 1.1。

表 1.1 部分国家第一条地铁运营时间及目前运营情况

各国地铁	开始运营时间	运营线路 (条)	运营里程 (km)	运营车站 (座)	年客运量 (亿人次)
伦敦	1863 年	12	420	280	8 亿
纽约	1867 年	31	443.2	504	10 亿
巴黎	1891 年	19	330	458	12 亿
柏林	1902 年	10	165.5	166	6.6 亿
马德里	1919 年	13	281.58	281	9 亿
东京	1927 年	13	292.2	241	30 亿
莫斯科	1935 年	12	277.9	171	26 亿
汉城(现为首尔)	1974 年	9	317	293	22 亿
蒙特利尔	1966 年	4	64	68	3.5 亿

在 20 世纪 50~90 年代期间,世界范围内的城市地下铁道有迅速发展,其主要原因有:一是在战后以和平与发展为主流的年代里,亚洲、拉丁美洲、欧洲的城市化进程加快,数百万人口的城市不断增加;二是发达国家中的小汽车激增与城市街道通行能力之间的矛盾日益突出,空气严重污染,使得这些城市都面临着如何在较长的距离内,以最有效而快速的方式来输送大量乘客的问题。实践证明,只有通过建造地下铁道与轻轨系统,才能解决这一突出难题。据统计,目前世界上已有 40 多个国家建造了地下铁道,累计地铁线路总长度超过了 6 000 km,年客运总量超过 230 亿人次。

典型工作任务 1 我国城市轨道交通的发展

1.1.1 工作任务

了解城市轨道交通的发展历史和我国各大城市地下轨道交通的发展规划。

1.1.2 相关配套知识

1. 城市轨道交通介绍

城市轨道交通系统包括快速铁路、地下铁道、轻轨三种形式。

快速铁路连接城市郊区与中心区,在郊区采取地面或全立交的高架方式,进入市中心区后

进入地下运行。

“地铁”与“轻轨”的称谓主要来自于其交通容量的划分。一般认为,地铁为大容量交通体系(3万~6万人/h),轻轨为中容量交通体系(1万~4万人/h)。由此会给地铁与轻轨的工程设计标准如钢轨类型、线路坡度、曲线半径、车辆编组、牵引动力等带来差异。

轻轨线以高架线和地面线路为主,结合地形,不得已时也可采用地下线,以浅埋区间段为宜,一般不设地下车站。轻轨线路主要沿街道布线,时而转弯,时而高架或入地,线路的曲率半径小、坡度大。根据我国城市的特点和车辆的技术条件,建议正线运行速度不大于35 km/h,平曲线最小曲率半径为100 m,特殊地段可以采用半径50 m,最大坡度值为60‰。

早期的地铁线路大部分都设在地下,自20世纪70年代以来,地铁吸收了轻轨的一些技术优点,并且为了减少造价,只是在市区建筑物密集的地段设在地下,在城乡结合部和郊区等建筑场地和环境允许的情况下,线路和车站均建在地面和高架上。地铁线路沿主要交通干道布线,在商业、文化、政治中心和交通枢纽附近布置地下车站。由于地铁速度快、运量大,为了减少轮轨的磨耗,一般情况下地下铁道正线最小曲率半径为300~600 m,特殊地段为250~300 m。我国地铁设计规范规定,正线最大坡度采用30‰,困难地段为35‰,一般重车的最大坡度值为40‰~45‰,隧道线路要满足纵向排水要求,最小坡度一般不宜小于3‰。

线路设置方式对直接投资影响很大。同样规模的线路,地面、高架、地下三种不同的线路设置方式其直接投资比例一般为1:3:9。但若考虑对城市交通、环境、景观等综合影响,则地铁不一定全部在地下,轻轨不一定全部在地上。例如,广州地铁五号线(坦尾站—窖口站)为高架线路。又如,南京地铁1号线,南京站至三山街站之间区段经过城市中心地带,必须采用地下铁道的形式,而南京站以北和三山街站以南则采用高架线路的形式。

2. 城市轨道交通特点

城市轨道交通在20世纪之所以倍受青睐,是因为与道路交通相比,轨道交通具有运量大、速度快、时间准、污染少、安全舒适,且与城市道路无平面交叉等无可比拟的优势。

运量大:一辆公共汽车的载客量只有40~80人,轻轨一节车厢载客量为60~150人,地铁一节车厢载客量为150~200人,轻轨一般2~6辆编为一组,地铁为4~10辆一组,每小时单向输送能力公共汽车为2 000~5 000人,轻轨为5 000~40 000人,地铁达30 000~70 000人,轨道交通输送能力是公共汽车的2.5~14倍。

速度快:一般情况下,公共汽车时速为10~20 km,轻轨时速为20~40 km,地铁时速为40~50 km,最高可达70~120 km,轻轨和地铁的速度是公共汽车速度的2~6倍。

污染少:轨道交通以电力作为动力,是一种清洁、绿色的运输方式。

能耗少:轨道交通每公里能耗为道路交通的15%~40%。

占地少:按每小时输送5万人计算所需道路宽度是:小汽车180 m,公共汽车9 m,轨道交通综合占地仅为道路交通方式的1/3左右,而地铁和高架式轻轨几乎不占土地。

安全与环保:轨道交通工具的事故率大大低于道路交通工具,噪声和空气污染等环境保护方面也优于道路交通。

所以,城市轨道交通在满足城市居民交通需求的条件下,是社会总付出量最少的方式,也是满足人文和城市可持续发展要求的最佳方式。

3. 我国城市交通现状及存在的问题

我国自20世纪80年代以来,随着国民经济的高速发展,城市交通堵塞、事故频繁、污染严重等问题日益严重。近年来,尤其是在百万人以上的大城市,虽然道路每年以3%~6%的

速度增加,但机动车每年以 15%~20% 的更高速度增长,因此交通拥挤现象十分普遍。

当前,我国大中城市普遍存在道路拥挤、车辆堵塞、交通秩序混乱的现象。概括起来,目前我国城市交通主要呈现出下列特点和问题。

(1)城市规模逐步扩大,运输压力沉重。改革开放以来,我国取得了持续高速增长和大规模城市化的辉煌成就,而大量人员出行和物资交流频繁,使得城市交通面临着沉重的压力。

(2)机动车增长加快,道路容量不足。最近几年城市机动车增长迅速,轿车、客车、面包车以至于摩托车增幅年平均在 15% 以上,而与之对应的人均道路面积一直处于低水平状态,虽然近十年已经有了较快发展,人均道路面积由 2.8 m^2 上升到 6.6 m^2 ,但仍赶不上城市交通量年均 20% 的增长速度。

(3)路网不合理,交通管理水平低下。我国现有城市路网大都密度低、干道间距过大、支路短缺、功能混乱,属于低速的交通系统,难以适应现代汽车交通的需要,交通控制管理和交通安全管理的现代化设施不能满足现实的需求。

(4)公共交通萎缩,出行结构不合理。从 20 世纪 80 年代后期开始,城市公共汽车交通持续萎缩,从运营效率到经营管理,从服务水平到经济效益,出现了全面的衰退。虽然公交车辆和线路长度增长许多,但公交车辆的运营速度不断下降,新增的运力被运输效率下降抵消。由于公共交通受到冲击,被转移出来的乘客便要寻找其他出行方式,这更进一步加剧出行结构的不合理。城市居民出行交通方式的比较见表 1.2。

表 1.2 城市居民出行交通方式的比较

交通方式	优 点	缺 点	最佳适用范围
自行车	出行方便、安全、无污染、噪声低、节能、低成本	速度慢、占地多、舒适性差、受天气影响大	适合短距离出行
私人汽车	出行方便、舒适、速度较快	污染大、运量少、成本高、受道路状况影响大、停车难、占地多	适合中长距离出行
公共汽车	密度大、线路多、安全、乘车方便、价格低、载客较多	速度慢、污染大、噪声大、能耗高、受道路状况影响大、拥挤、舒适性差、占地多、工作人员多	适合中距离及客流集中地方出行
轨道交通	运量大、低污染、低噪声、高速度、占地少、舒适、全天候、低价格	高投入、高维护成本、建设周期长、线路密度低	适合各种距离出行

(5)能耗高、污染严重,使得我国一些大城市环境形势日益严峻,大气污染日益加剧。全国 500 多座城市,大气质量达到一级标准的不到 1%,北京、西安、沈阳、上海、广州均列入世界十大空气污染最严重的城市。资料表明,一辆公共汽车可以代替 15~20 辆私人汽车,一个拥有 600 辆公共汽车的车队可以使街道上的小汽车减少 12 000 辆,这十分有利于缓解交通阻塞的状况。轿车载客的社会费用为公共交通的 6~8 倍,能耗高达 3~4 倍,空间占用量高 9 倍,环境污染损失高过 9 倍。交通运输虽然不能直接创造财富,但却能把生产、分配、交换和消费在空间上连接起来。越是发达的地区,交通运输的时间价值越高。根据上海市资料,由于交通拥挤所造成的经济损失占当年国民经济总值的 10%;而由于交通保障不力,使企业投入增加,生产率下降,这种间接的损失约为直接损失的 45%。

4. 加快发展我国城市轨道交通

我国现阶段的城市交通问题是社会经济发展的必然结果,根据中央关于国民经济和社会

发展“十二五”计划和 2020 年远景目标,我国又将进入社会主义现代化建设的持续、稳定和快速发展时期。面对新时期,大城市的交通滞后,已经不是简单的靠拓宽和新建马路就能解决的问题。

(1) 轨道交通建设必要性

现代城市在一天的客运高峰期间,旅客高度集中、流向大致相同的客流现象已很普遍,低运量的交通工具已远远不能满足民众出行的需要。而相对于其他公共交通方式,城市轨道交通具有用地省,运能大,节约能源、对环境的污染小、人均噪声小,乘坐安全、舒适、方便、快捷等特点。现代城市需要有一个与其现代化生活相适应的现代化交通体系,要形成一个与城市发展布局高度协调的综合交通格局。要把长远规划目标同近期调整改善结合起来,近期应做好与城市交通量基本相适应的道路网络系统,逐步改善常规公共交通的服务管理质量,有机地配合好综合交通规划,拓展空间利用条件,重点发展以轨道交通为骨干的公共交通网络,积极引入具有大、中客运量的地铁和轻轨交通方式。

(2) 轨道交通发展现状与展望

近十年来,我国许多大城市都纷纷策划修建大、中运量的地铁或轻轨交通项目。已有 40 多个大中城市不断投入大量人力和物力,进行了不同程度的轨道交通项目建设前期工作和可行性研究。从 2005 年到 2020 年的 15 年里,广东省将投资 3 700 亿元,建设 23 条铁路,线网总长近 1 890 km,打造珠三角快速轨道交通网络,覆盖密度将接近巴黎都市圈和东京都市圈的水平。

北京地铁第一条线路始建于 1965 年 7 月 1 日,1969 年 10 月 1 日第一条地铁线路建成通车,使北京成为中国第一个拥有地铁的城市,采用明挖回埋法施工,全长 23.6 km,设 19 座车站。

天津地铁第一条线路始建于 1970 年 4 月 7 日,地铁工程由于中国当时实行的停缓建政策,再加上资金限制被迫停建。1981 年重新启动,于 1984 年 12 月 28 日建成通车,2001 年 10 月 9 日停止运营进行既有线改造,改造工程于 2002 年 11 月 21 日正式开工,并于 2005 年 12 月 28 日开通,改造后的地铁 1 号线全长 26.188 km,其中高架线 8.743 km,地面线 1.509 km。

1908 年上海第一条有轨电车线路建成,由静安寺行驶至外滩,全长 6.04 km,这是中国最早的城市公共交通。上海地铁第一条线路于 1995 年 4 月 10 日正式运营,是继北京地铁、天津地铁建成通车后中国内地投入运营的第三个城市轨道交通系统,也是目前中国线路最长的城市轨道交通系统。

南京地铁 1 号线一期工程南起奥体中心,北至迈皋桥,形成南京主城区中轴线的快速交通走廊。工程于 2000 年底开工建设,2005 年 5 月开始观光运行并逐渐延长观光运行线路长度,8 月 12 日开始模拟试运行,9 月 3 日全线正式建成并试运营。线路全长 21.72 km,其中地下线 14.33 km,地面线 7.49 km。

目前,我国人口为 100 万以上的大城市有 102 座,其中已有重庆、成都、哈尔滨、武汉、长沙、沈阳、西安、杭州和宁波等 32 个城市的地铁及快速轨道交通建设项目获国家发改委批准。国家发改委基础产业司 2011 年 3 月份曾透露,全国有大量的大中城市正规划建设地铁,到 2020 年全国规划地铁总里程将达 6 100 km。而据中国国际金融公司行业分析师行业报告分析,中国已有多个城市重新上报了十二五期间城市轨道交通建设规划,2009~2020 年,城市轨道交通新增营业里程将达到 6 560 km。预计到 2020 年,全国城市轨道交通累计营业里程将达到 7 395 km。因此,在我国城市发展地铁及轻轨等城市轨道交通系统的前景是非常广

阔的。根据发达国家经验,要使快速轨道交通承担客运交通的 50%~80%,100 万人口以上城市居民出行时间控制在 40 min 以内,中等城市为 30 min 以内,中等城市要修建轨道交通 1~3 条,100 万人口以上的大城市则要修建 4~8 条。中国国务院于 2003 年下达了国办发〔2003〕81 号文件,明确指出城市快速轨道交通系统的建设要“坚持量力而行,有序发展”的原则,并规定申报建设地铁和轻轨的城市应达到下述基本条件,才予以立项:

- ①地方财政一般预算收入在 100 亿元以上。
- ②国内生产总值达到 1 000 亿元以上。
- ③城市总人口超过 700 万,城区人口在 300 万以上。
- ④规划线路的客流规模要达到单向高峰每小时 3 万人次以上。

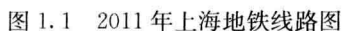
为了克服交通堵塞、环境污染等“城市病”,必须加快发展以轨道交通为骨干的城市客运公共交通系统,这已成为人们的共识。为了建设生态型城市,实现可持续发展的和谐社会与城市,还应将“摊大饼式”即外延式水平方向扩展的城市发展模式改变为伸开的“手掌形模式”即内涵式立体扩展的模式。因此城市轨道交通将呈伸开的“手掌状”发展。

随着我国综合国力的不断增强,地铁和轻轨交通工程建设已呈现出快速发展的势头,各大城市均提出轨道交通作为城市交通的骨干,反复修订城市轨道交通线网规划、长期或远期规划线路里程。如北京线网规划总长达 703 km,上海线网规划总长达 970 km,广州线网规划总长达 600 km,南京线网规划总长达 617 km。到 2015 年中国城市轨道交通投入运营里程可达到 1 700 km 以上。我国部分城市的地铁建设运营情况见表 1.3。

表 1.3 我国部分城市的地铁建设运营情况

	北京	天津	上海	广州	南京
第一条线路建设时间	1965~1971 年	1970 年,后停, 1983~1984 年	1990~1995 年	1993~1999 年	2000~2005 年
目前已运营的线路	1、2、4、5、8、10、13、15、八通线、昌平线、机场专线、大兴线、亦庄线、房山线	1、9	1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11	1、2、3、3 号线北延、4、5、8、APM	1、2、1 号线南延
已运营线路里程(km)	336	71.6	420	236	85
2011 年单日常客流量(万人次)	727	24	700	784	125
长期或远期规划线路里程(km)	703	234.7	970	600	617

我国部分城市轨道交通线路图见图 1.1~1.4。



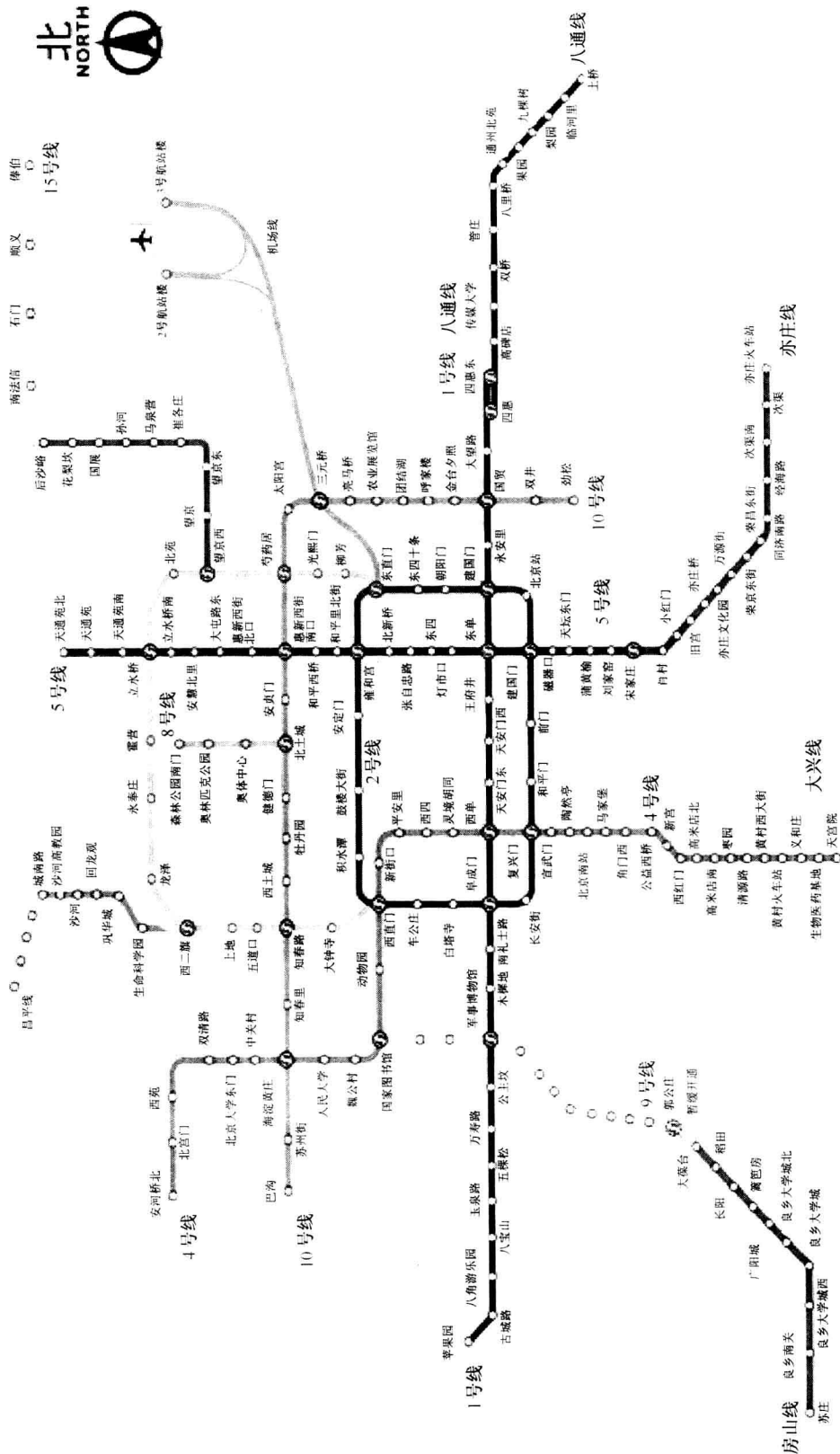


图 1.2 2011 年北京地铁线路图

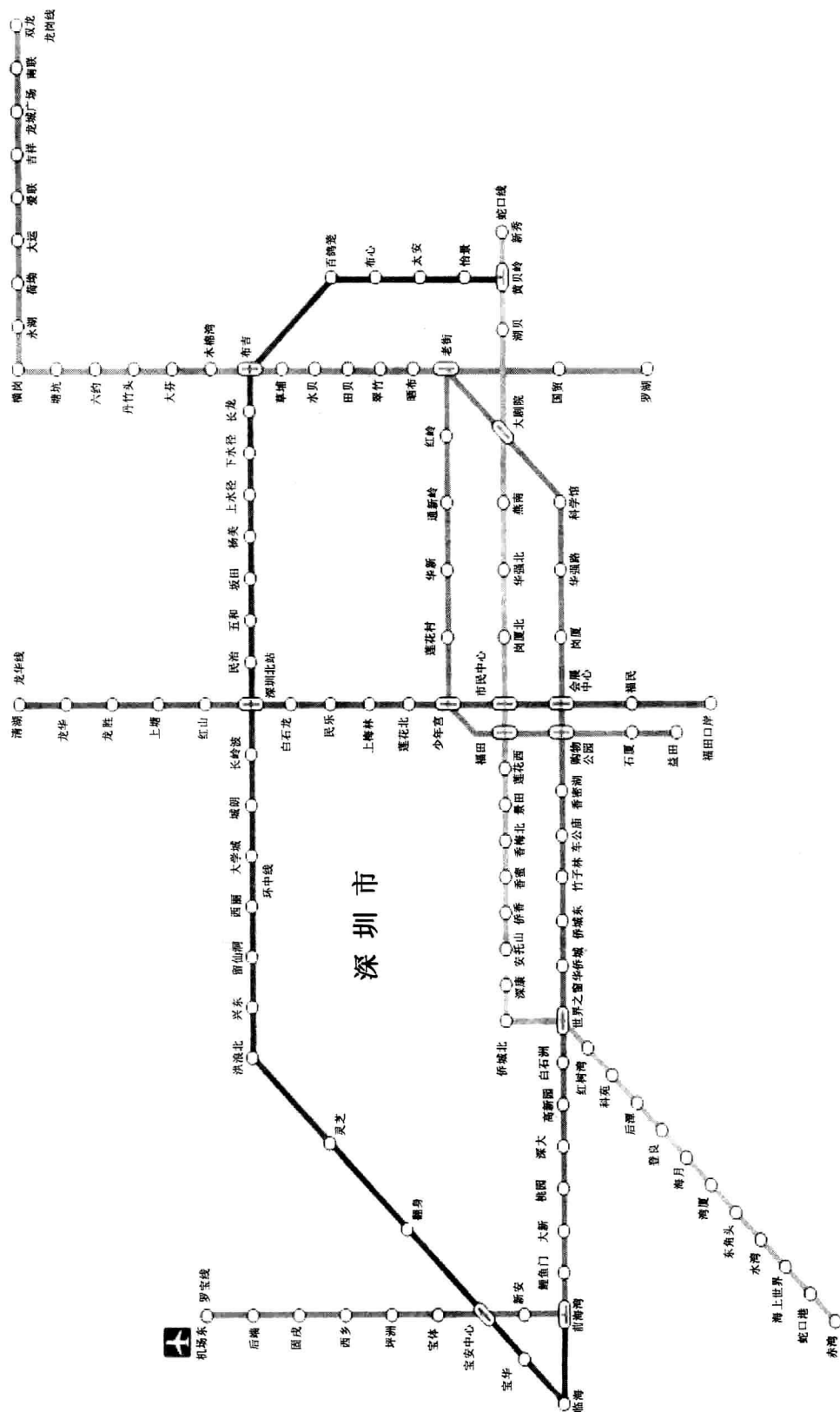


图 1.3 2011 年深圳地铁线路图