

城市轨道交通工程技术丛书

城市轨道交通 工程勘察

金 淮 刘永勤 编著

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG GONGCHENG KANCHA



中国建筑工业出版社

城市轨道交通工程技术丛书

城市轨道交通工程勘察

金 淮 刘永勤 编著

中国建筑工程工业出版社

5000000000

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通工程勘察/金淮, 刘永勤编著. —北京:
中国建筑业出版社, 2013. 6

(城市轨道交通工程技术丛书)

ISBN 978-7-112-15457-9

I. ①城… II. ①金…②刘… III. ①城市铁路-铁
路工程-工程地质勘察 IV. ①U239. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 108250 号

本书作者为《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 主要起草人, 作者单位为规范主编单位, 本书系配合规范的实施手册。主要内容包括: 城市轨道交通工程概述; 国内典型地质条件介绍; 城市轨道交通地质风险评估; 城市轨道交通岩土工程勘察基本要求; 城市轨道交通岩土工程勘察手段和方法; 地下工程明挖法勘察; 地下工程矿山法勘察; 地下工程盾构法(TMB)勘察; 地下工程其他工法勘察; 高架工程勘察; 路基、涵洞工程勘察; 地面车站、车辆基地勘察; 施工勘察; 水文地质勘察; 工程周边环境调查与评估; 现场检测、检验与工程监测; 城市轨道交通岩土工程勘察关键参数的获取与应用; 城市轨道交通岩土工程的分析与评价; 城市轨道交通岩土工程勘察的成果报告; 城市轨道交通岩土工程勘察安全风险问题; 特殊地质条件的专项勘察; 城市轨道交通工程勘察监理; 勘察新技术; 综合实例。

本书可供交通工程人员、城市轨道交通人员、勘察人员、岩土人员使用。

* * *

责任编辑: 郭 栋 万 李

责任设计: 张 虹

责任校对: 张 颖 王雪竹

城市轨道交通工程技术丛书

城市轨道交通工程勘察

金 淮 刘永勤 编著

*

中国建筑业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 26¼ 插页: 1 字数: 640 千字

2014 年 3 月第一版 2014 年 3 月第一次印刷

定价: 64.00 元

ISBN 978-7-112-15457-9

(24021)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前言

精心设计、精心施工。在建设过程中，一定会有不少错误、失败，随时注意改正。

——毛泽东为北京地铁一号线建设的批示

人类社会步入 21 世纪以来，城市化进程提速，城市人口剧增，城市的工作和生活节奏越来越快，世界上各大城市的“乘车难”和“行路难”问题日益突出。同时，相对于快速的城市化建设，城市地面交通设施改善就显得十分滞后，给城市带来交通拥挤、环境污染与能源危机等一系列问题。发展城市公共交通、缓解交通拥挤、是当前世界各大城市需要迫切解决的问题。而城市轨道交通因其具有快速、环保和节约城市空间的优点，逐步成为世界各国大城市缓解交通问题的重要手段。在此世界大背景下，随着社会和经济的发展，我国城市轨道交通工程建设进入了高速发展阶段，仅仅用了 10 年的时间，就完成了国外 100 年的发展历程，跃居世界城市轨道交通之首。

众所周知，为了有效缓解城市交通状况，城市轨道交通大都要穿越在繁华的商业圈或者人口密集的居住区，城市轨道交通建设以地下工程居多。地下工程中，地质体是工程的载体、是工程施工改造的对象、是工程与周边环境相互作用的媒介，地质条件的复杂程度影响着工程建设的质量、安全、工期、造价等方面。因地质条件勘察不详而造成的惨痛教训不在少数。中国城市轨道交通界的泰斗施仲衡院士在历次行业会议上多次强调：地质是城市轨道交通工程建设的重要基础。

城市轨道交通工程受复杂的城市环境条件限制，具有结构类型多，施工工法、工艺复杂等特点，所以其岩土工程勘察技术要求与一般的工民建、铁路和高速公路不同。城市轨道交通工程具有建筑工程、线路工程、地下工程、系统工程的特点，具有精密岩土工程和环境岩土工程的特征。因此，城市轨道交通工程勘察不仅要满足结构设计需要，还要满足安全施工的需要。

本书以国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 发布为契机，以大量的工程实例和工作经验为基础，介绍了城市轨道交通工程勘察的相关理论、方法和工作思路，总结了近年来我国城市轨道交通岩土工程勘察实践的成果和经验，以期为提高我国城市轨道交通岩土工程勘察水平，为快速发展的城市轨道交通工程建设助一把力。

本书共分为 24 章，以勘察阶段为顺序，从可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察和施工勘察等方面，以建筑物为切入点，分别从地下工程、高架工程、路基和涵洞工程、地面车站和车辆基地等方面对轨道工程的勘察方法及要求进行了系统的论述。第 1 章是城市轨道交通工程概述，介绍了城市轨道交通工程发展、施工特点及岩土工程勘察的任务和内容；第 2 章介绍了目前国内城市轨道交通建设的典型地质条件；第 3 章介绍了地质风险评估的基础理论与方法；第 4 章分别从总则、基本规定、岩石和土的分类及岩石的描述、围岩分级、岩土施工工程分级与勘察手段的选择等方面，论述了城市轨道交通岩土工程勘察

目 录

第 1 章 城市轨道交通工程概述	1
1.1 城市轨道交通工程发展现状	1
1.1.1 世界城市轨道交通概况	1
1.1.2 我国城市轨道交通的建设状况	2
1.2 城市轨道交通设计施工特点	5
1.2.1 城市轨道交通工程规划设计	5
1.2.2 城市轨道交通主要施工方法	6
1.3 城市轨道交通岩土工程勘察特点	8
1.3.1 城市轨道交通岩土工程勘察的特点	8
1.3.2 城市轨道交通岩土工程勘察的任务与方法	9
1.3.3 城市轨道交通岩土工程勘察阶段划分	10
第 2 章 国内典型地质条件介绍	12
2.1 软土地区	12
2.1.1 天津地层	12
2.1.2 宁波地层	13
2.1.3 杭州地层	13
2.1.4 上海地层	13
2.2 冲洪积地区	16
2.2.1 北京地层	16
2.2.2 石家庄地层	16
2.2.3 郑州地层	16
2.2.4 长春地层	17
2.2.5 沈阳地层	17
2.2.6 成都地层	17
2.3 黄土地区	19
2.4 膨胀岩土地区	20
2.4.1 南宁地层	20
2.4.2 合肥地层	20
2.5 基岩或者地质单元复杂地区	21
2.5.1 深圳地层	22
2.5.2 大连地层	22
2.5.3 青岛地层	22
2.5.4 南京地层	22

2.5.5 广州地层	23
第3章 城市轨道交通地质风险评估	24
3.1 地质风险评估基础理论	24
3.1.1 地质风险评估的程序	25
3.1.2 风险函数	25
3.1.3 风险影响	25
3.1.4 风险概率	26
3.1.5 风险矩阵	26
3.1.6 风险等级	26
3.1.7 地质风险单元划分	26
3.1.8 静态评估与动态评估	28
3.2 地质风险的识别	28
3.2.1 明挖法施工地质风险识别	28
3.2.2 矿山法施工地质风险识别	29
3.2.3 盾构法施工地质风险识别	29
3.3 地质风险的分类	32
3.3.1 地质条件对工程结构的危险作用	33
3.3.2 地质条件对工程施工的危险作用	35
3.3.3 地质条件对周边环境的风险作用	38
3.4 地质风险估计	40
3.5 地质风险评价	40
3.6 地质风险控制对策	40
第4章 城市轨道交通岩土工程勘察基本要求	42
4.1 总则	42
4.2 基本规定	42
4.2.1 工程重要性等级的判断	44
4.2.2 场地复杂程度等级的判断	44
4.2.3 工程周边环境风险等级的划分	45
4.2.4 岩土工程勘察等级的划分	45
4.2.5 场地土类型和场地类别的划分	45
4.3 岩石、土的分类及岩土的描述	46
4.3.1 岩石分类	46
4.3.2 土的分类	48
4.3.3 岩土的描述	50
4.4 围岩分级	53
4.4.1 概述	53
4.4.2 围岩分级	54
4.5 岩土施工工程分级	55
4.6 各阶段勘察总要求	57

4.6.1	可行性研究勘察	57
4.6.2	初步勘察	58
4.6.3	详细勘察	59
4.6.4	施工勘察	61
第5章 城市轨道交通岩土工程勘察手段和方法		64
5.1	勘察的手段与方法概述	64
5.2	工程地质调查与测绘	64
5.2.1	工程地质调查与测绘的方法	64
5.2.2	工程地质调查与测绘的范围	65
5.2.3	工程地质测绘的比例尺和精度	65
5.3	工程地质钻(挖)探与取样	66
5.3.1	钻探方法及适用范围	66
5.3.2	取样方法及适用范围	66
5.3.3	质量安全要点	67
5.4	原位测试技术	68
5.4.1	标准贯入试验	68
5.4.2	静力触探试验	69
5.4.3	十字板试验	69
5.4.4	旁压试验	70
5.4.5	扁铲侧胀试验	71
5.4.6	圆锥动力触探试验	71
5.4.7	载荷试验	73
5.4.8	现场直接剪切试验	73
5.4.9	岩体原位应力测试	74
5.4.10	波速测试	74
5.5	地球物理勘探	75
5.6	岩土室内试验	77
5.6.1	土的物理性质试验	77
5.6.2	土的力学性质试验	78
5.6.3	岩石试验	78
5.6.4	动力性质试验	79
第6章 地下工程明挖法勘察		80
6.1	明挖法概述	80
6.1.1	明挖顺作法	80
6.1.2	盖挖顺作法	80
6.1.3	盖挖逆作法	80
6.1.4	明挖施工特点	80
6.2	设计施工对勘察的需求	81
6.2.1	明挖法施工主要岩土工程问题	81

6.2.2	明挖法设计施工的勘察要求	82
6.3	初步勘察任务与要求	83
6.4	详细勘察任务与要求	84
6.4.1	明挖法施工的详勘任务	84
6.4.2	明挖法施工的详勘要求	85
第7章	地下工程矿山法勘察	87
7.1	矿山法概述	87
7.1.1	全断面法	88
7.1.2	正台阶环形开挖法	89
7.1.3	单侧壁导坑正台阶法	89
7.1.4	双侧壁导坑超前中间台阶法(眼镜工法)	90
7.1.5	中隔墙法(CD法、CRD法)	91
7.1.6	中洞法	92
7.1.7	侧洞法	93
7.2	设计施工对勘察的需求	94
7.2.1	矿山法施工主要岩土工程问题	94
7.2.2	矿山法设计施工的勘察要求	95
7.2.3	矿山法施工所需岩土参数	96
7.3	初步勘察任务与要求	96
7.3.1	初步勘察的目的和任务	96
7.3.2	初步勘察的基本内容	97
7.4	详细勘察任务与要求	97
7.4.1	地下工程详细勘察的任务与要求	97
7.4.2	矿山法勘察的任务	100
7.4.3	矿山法勘察应符合的要求	102
第8章	地下工程盾构法(TMB)勘察	107
8.1	盾构法(TMB)概述	107
8.1.1	盾构法施工的基本条件	107
8.1.2	盾构法主要施工步骤	107
8.1.3	盾构法施工的优缺点	108
8.2	设计施工对勘察的需求	108
8.2.1	盾构法施工可能存在的岩土工程问题	108
8.2.2	盾构法施工所需岩土参数	109
8.2.3	盾构法设计施工的勘察要求	109
8.3	初步勘察任务与要求	110
8.4	详细勘察任务与要求	111
8.4.1	盾构法详细勘察的任务	111
8.4.2	盾构法详细勘察的要求	112
第9章	地下工程其他工法勘察	115

9.1 沉管法勘察	115
9.1.1 沉管法勘察概述	115
9.1.2 沉管法的优点和适用条件	115
9.1.3 沉管法勘察任务	116
9.1.4 沉管法勘察要求	116
9.2 导管注浆法勘察	117
9.2.1 导管注浆法概述	117
9.2.2 导管注浆法施工	118
9.2.3 导管注浆法勘察的任务与要求	119
9.3 高压喷射注浆法与水泥土搅拌法勘察	119
9.3.1 高压喷射注浆法与水泥土搅拌法概述	119
9.3.2 高压喷射注浆法与水泥土搅拌法施工	120
9.3.3 高压喷射注浆法与水泥土搅拌法勘察的任务与要求	121
9.4 冻结法勘察	121
9.4.1 冻结法概述	121
9.4.2 冻结法勘察要求	123
第10章 高架工程勘察	124
10.1 概述	124
10.1.1 高架车站的特点	124
10.1.2 高架车站的结构形式与比选	124
10.2 设计施工对勘察的需求	126
10.3 初步勘察任务与要求	127
10.3.1 高架工程初步勘察的任务	127
10.3.2 高架工程初步勘察的要求	128
10.4 详细勘察任务与要求	128
10.4.1 高架工程详细勘察的任务	128
10.4.2 高架工程详细勘察的要求	129
第11章 路基、涵洞工程勘察	131
11.1 路基、涵洞及其工程概述	131
11.1.1 路基及其工程概述	131
11.1.2 路基工程地质勘察	133
11.2 初步勘察任务与要求	134
11.2.1 路基工程初步勘察的任务	134
11.2.2 涵洞工程初步勘察的任务	134
11.2.3 路基、涵洞工程初步勘察的要求	134
11.3 详细勘察任务与要求	135
11.3.1 路基工程详细勘察的任务与要求	135
11.3.2 涵洞工程详细勘察的任务与要求	136
第12章 地面车站、车辆基地勘察	138

12.1	车辆基地概述	138
12.2	初步勘察任务与要求	138
12.3	详细勘察任务与要求	138
12.4	城市轨道交通工程地面车站、车辆基地勘察实例	139
12.4.1	北京轨道交通昌平线(S ₂ 线)一期工程定泗路停车场岩土工程初步勘察	139
12.4.2	北京城市轨道交通14号线工程马泉营车辆段(建筑物部分)岩土工程详细勘察	146
第13章 施工勘察		158
13.1	施工勘察的任务与要求	158
13.2	施工勘察实例一	159
13.2.1	工程概况	159
13.2.2	勘察方法设计	160
13.2.3	勘察成果	163
13.2.4	结论与建议	167
13.3	施工勘察实例二	169
13.3.1	工程概况	169
13.3.2	勘察方法设计	170
13.3.3	勘察成果	174
13.3.4	结论与建议	192
第14章 水文地质勘察		198
14.1	降水工程勘察	198
14.1.1	降水工程概述	198
14.1.2	基坑降水所需的水文地质参数及各阶段对参数的要求	199
14.1.3	抽水试验	202
14.1.4	基坑降水设计	208
14.2	抗浮设防水位勘察	221
14.2.1	抗浮设防水位概述	221
14.2.2	确定抗浮设防水位时注意的一些问题	222
14.2.3	关于城市轨道交通工程的抗浮水位的确定	223
14.3	腐蚀性勘察	224
14.3.1	腐蚀作用机理	225
14.3.2	防护措施	225
第15章 工程周边环境调查与评估		227
15.1	概述	227
15.1.1	概念	227
15.1.2	工作方法	227
15.1.3	工作流程	227
15.1.4	工程周边环境调查与评估范围	229
15.2	任务与要求	230
15.3	调查与评估实例	234

15.3.1	建(构)筑物	234
15.3.2	地下管线	238
第16章	现场检测、检验与工程监测	241
16.1	现场检验与检测	241
16.1.1	地基、路基检验	241
16.1.2	隧道开挖过程检验	242
16.1.3	桩基工程的检测	242
16.1.4	地基处理的检测	245
16.1.5	其他检测	246
16.2	工程施工监测	247
16.3	工程永久结构监测	247
第17章	城市轨道交通岩土工程勘察关键参数的获取与应用	249
17.1	参数要求及获取方法	249
17.1.1	要求的参数	249
17.1.2	参数的获取	251
17.2	参数的分析与选用原则	254
17.3	岩土参数分析方法	254
17.3.1	岩土参数的选择	254
17.3.2	岩土能数统计应符合的要求	254
17.3.3	剩余标准差的确定	255
17.3.4	岩土参数的标准值的确定	255
17.3.5	其他参数	255
17.4	岩土参数及应用	255
17.4.1	常用参数及应用	255
17.4.2	其他参数及应用	257
第18章	城市轨道交通岩土工程的分析与评价	259
18.1	基本要求	259
18.2	工程问题的分析与评价	259
18.2.1	场地稳定性与适宜性评价	260
18.2.2	地基地震效应评价	260
18.2.3	围岩稳定与变形分析(地下工程)	260
18.2.4	边坡稳定与变形分析(明挖工程与地面工程)	260
18.2.5	地基承载能力与变形分析	260
18.2.6	地下水对工程的影响	260
18.2.7	环境影响分析	261
第19章	城市轨道交通岩土工程勘察的成果报告	262
19.1	勘察报告的基本要求	262
19.1.1	勘察报告编制要求	262
19.1.2	勘察报告内容基本要求	262

19.2	勘察报告的内容	264
19.2.1	勘察报告的基本内容	264
19.2.2	各阶段勘察报告详细内容	265
第20章	城市轨道交通岩土工程勘察安全风险问题	267
20.1	测绘与调查阶段安全风险问题	267
20.2	勘探作业阶段安全风险问题	268
20.2.1	勘探作业要做好的安全防护措施	268
20.2.2	钻探作业时所做的安全防护措施	268
20.2.3	进行槽探和井探时应做好的安全防护措施	270
20.3	室内试验阶段安全风险问题	271
20.4	室外施工阶段安全风险问题	273
20.4.1	勘察实施常见风险	273
20.4.2	勘察实施风险控制	273
第21章	特殊地质条件的专项勘察	274
21.1	地裂缝	274
21.1.1	地裂缝形成的原因	274
21.1.2	地裂缝对城市轨道交通工程的影响	274
21.1.3	地裂缝的形态	275
21.1.4	地裂缝伴生的细微结构	276
21.1.5	地裂缝的分类	276
21.1.6	地裂缝勘察的主要内容	279
21.1.7	地裂缝勘察应符合的要求	280
21.1.8	西安地裂缝介绍	280
21.2	活动断裂	283
21.2.1	活动断裂概述	283
21.2.2	活动断裂的工程特性与影响	284
21.2.3	活动断裂的勘察内容	284
21.2.4	活动断裂的勘察要求	284
21.2.5	断裂的地质工程分类的规定	285
21.3	膨胀土	285
21.3.1	概述	285
21.3.2	膨胀土的工程特性与影响	285
21.3.3	膨胀土的勘察的任务	286
21.3.4	膨胀土(岩)的勘探要求	286
21.3.5	膨胀岩土的工程分析与评价内容	286
21.4	球状风化	288
21.5	漂石勘察	290
21.5.1	勘察概述	290
21.5.2	卵石地层特性研究	291

21.5.3	沿线地质单元划分	294
21.5.4	施工影响预测及对策	295
21.5.5	结论	296
第 22 章	城市轨道交通工程勘察监理	297
22.1	工程勘察监理概述	297
22.2	工程勘察监理的主要内容及工作程序	297
22.2.1	工程勘察监理的主要内容	297
22.2.2	工程勘察监理的工作程序	298
22.3	勘察监理重点问题分析	299
22.3.1	浅埋基岩地段的不良地质问题	300
22.3.2	特殊岩土地段地质勘察监理控制措施	300
22.3.3	满足不同结构设计和工法需要的勘察监理措施	301
22.4	城市轨道交通工程监理工作的难点和问题	302
22.4.1	城市轨道交通工程的特点	302
22.4.2	城市轨道交通工程监理工作的难点和问题	302
22.4.3	工地例会	304
22.4.4	监理资料管理	305
第 23 章	勘察新技术	307
23.1	微动探测	307
23.1.1	微动探测原理	307
23.1.2	数据处理方法	307
23.1.3	数据采集仪器及性能指标	308
23.1.4	技术应用现状	309
23.2	陆地声纳	309
23.2.1	基本原理及方法的特点	310
23.2.2	陆地声纳法在城市勘察浅层高分辨率勘察及溶、洞穴勘察中的特长	311
23.2.3	工程实例	311
23.3	环境风险评估的控制	318
23.3.1	工作思路及技术路线	319
23.3.2	工程概况	319
23.3.3	方案设计与实施	322
23.3.4	结论与建议	333
第 24 章	综合实例	335
24.1	东直门项目:工程勘察、水文地质试验、监控量测	335
24.1.1	东直门站岩土工程勘察	335
24.1.2	东直门站水文地质试验	356
24.1.3	东直门站监控量测	364
24.2	亦庄线降水项目:工程勘察、工程降水	380
24.2.1	工程概况	380

第 1 章 城市轨道交通工程概述

1.1 城市轨道交通工程发展现状

城市轨道交通是指在不同形式轨道上运行的大、中运量的城市公共交通工具，是当代城市中城市铁路、地铁、轻轨、单轨、自动导向、磁悬浮等轨道交通的总称。城市轨道交通是世界公认的低能耗、少污染的“绿色交通”，是解决“城市病”的一把金钥匙，对于实现城市的可持续发展具有非常重要的意义。

1.1.1 世界城市轨道交通概况

世界城市轨道交通的发展距今已有 140 多年历史。1843 年，查尔斯·皮尔逊为伦敦市设计了世界上最早的城市轨道交通系统。1863 年 1 月，“大都会地区铁路”正式开始营业，尽管这段路程只有几千米，但这条线路也是非常成功的，第一年这条城市轨道交通运送了 950 万人次的旅客。这是世界上第一条地下铁道线路。

世界第一条地下铁道的诞生，为人口稠密的大都市如何发展公共交通提供了宝贵的经验，特别是到 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的改善，城市轨道交通作为公共交通显示出强大的生命力。从此以后，地下铁道在世界上一些著名的大都市相继得到发展，其中在 1863~1899 年期间，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。在进入 20 世纪的最初 24 年间（1900~1924 年期间），在欧洲和美洲又有 9 座大城市相继修建了地下铁道，如德国的柏林、汉堡，美国的费城以及西班牙的马德里等。1925~1949 年，其间经历了第二次世界大战，各国都着眼于自身的安危，城市轨道交通建设处于低潮，但仍有日本的东京、大阪，前苏联的莫斯科等少数城市在此期间修建了城市轨道交通。第二次世界大战以后，1950~1974 年的 24 年间，世界上城市轨道交通建设蓬勃发展，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、旧金山，前苏联的列宁格勒、基辅，日本的名古屋、横滨，韩国的首尔以及中国的北京等约 30 座城市相继建成了城市轨道交通。

近些年，随着城市人口迅速增加，导致车辆增多，给城市带来交通拥挤、环境污染与能源危机等一系列问题。面对世界城市和城市人口不断增加的状况，世界上各大城市都存在“乘车难”和“行路难”的问题，因此发展城市公共交通、缓解交通拥挤是当前世界大城市迫切需要解决的问题。城市轨道交通与城市中其他交通工具相比，除了能避免城市地面拥挤和充分利用空间外，还有很多优点。一是运量大，城市轨道交通的运输能力要比地面公共汽车大 7~10 倍，是任何城市交通工具所不能比拟的；二是速度快，城市轨道交通列车在地下隧道内风驰电掣地行进，行驶的时速可超过 100km；三是无污染，城市轨道交通列车以电力作为动力，不存在空气污染问题，因此城市轨道交通受到各国政府的青睐。

目前,世界上机动化水平较高的城市大多有比较成熟与完整的轨道交通系统,有些城市的轨道交通运量占城市公交运量的比重达50%以上,有的高达70%。以下是世界主要大城市轨道交通发展状况:

东京:拥有世界大城市中最长的轨道交通线路,全长近2000km;年运量在100亿人次以上,市郊铁路列车最小运行间隔为2min,最大编组为15节,每小时每方向运输能力多达10万人次;近20多年共新建城市轨道交通近140km,总里程达230km;有7家分布在郊区的私营铁路公司,服务质量优于国有铁路,同时价格较便宜。

伦敦:早已实现客运以轨道交通为主的目标。城市轨道交通共有9条线路,总长408km,其中167km在地下;运行间隔为2~2.5min,郊区为10min,最大编组为8节;市郊铁路共有650km,550个车站,市中心有15个终点站,线路呈放射状布置,有的线路直通距市中心40km以上的新城。

巴黎:其轨道交通包括城市轨道交通、轻轨铁路和市郊铁路,承担着全市公共交通70%的运量,另外的30%由市内和郊区汽车承担;有城市轨道交通15条,总里程达199km,是内城公共交通的骨干,乘客徒步5min就可到达城市轨道交通站;列车最小运行间隔95s,市郊铁路有16条,长760km。

纽约:公共交通占总交通量的53%,到内城的客运80%采用包括城市轨道交通、市郊铁路和公共汽车在内的大容量交通工具;市区铁路线共有27条,长443km,所有的车站通宵服务。

莫斯科:拥有一个跨及全市的立体交叉城市轨道交通网,总长243km,140多个车站,由1条环线和8条放射线组成;每天运营20个小时,高峰时列车间隔为75s,时速41km,日运量高达800多万人次,居世界之首;客运密度为每km1400多万人次,高于伦敦、纽约、巴黎。

1.1.2 我国城市轨道交通的建设状况

中国的城市轨道交通始于1908年。第一条有轨电车在上海建成后,大连、北京、天津、沈阳、哈尔滨、长春等城市都相继修建了有轨电车,在当时的城市公共交通中发挥了重要作用。然而到20世纪50年代末,除大连、长春个别线路外,中国各大城市基本淘汰了陈旧老化的有轨电车。1969年10月1日建成通车的北京城市轨道交通一号线,是中国第一条现代化城市轨道交通系统,它的建成通车结束了中国没有城市轨道交通的历史。

20世纪90年代至21世纪的现在是中国城市轨道交通快速发展的新时期。随着经济的快速发展,城市综合规模的迅速扩大,中国城市化进程的加快,轨道交通的作用愈发突出。由于在轨道交通装备制造中始终坚持国产化方针并有效地采用许多新技术、新设备,使城市轨道交通每公里造价由初期的7亿~8亿元人民币降低到现在的4亿~5亿元,建设水平跃上了新台阶,接近国际先进水平。

1. 城市轨道交通建设状况

(1) 我国已经建成的城市轨道交通线路

我国城市化率由1979年的17.9%,提高到2008年的45.68%。到2008年年底,全国城市总数达655个。预计到2020年,中国的城市化率将达到60%。资料显示,我国私人汽车拥有量由1985年的28.5万辆,激增至2008年的3501万辆。按照国际大都市汽车保有量饱和标准300万~400万辆来看,北京、上海等大城市的汽车保有量已经逼近饱