



“十三五”国家重点图书出版规划项目
中国隧道及地下工程修建关键技术研究书系

XIANDAI DITIE
SHEBEI
XITONG FENXI

现代地铁



设备系统分析

蒲先俊 任 博 杨德明 李实华 编著
张 宁 王彦利 主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



“十三五”国家重点图书出版规划项目
中国隧道及地下工程修建关键技术研究书系

XIANDAI DITIE
SHEBEI
XITONG FENXI

现代地铁



设备系统分析

蒲先俊 任 博 杨德明 李实华 编著
张 宁 王彦利 主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

地铁工程由地铁车辆、主体工程和机电设备三部分构成。就机电设备而言,其门类之多、数量之大、技术之高、更新之快,实属罕见,因此备受关注。

本书以深圳地铁建设为背景,以相关标准规范为依据,将理论与实践紧密结合,是国内第一本跨专业、跨系统的地铁设备技术专著。全书共12章三大板块。第1章和第2章为第一板块,对地铁及其设备进行系统性、综合性分析。第3章至第8章为第二板块,对信号、通信、供电、客服设备、环控与给排水、消防安防及监控等主要设备,从功能要求、设备组成、关键技术和发展趋势等方面进行深入分析。第9章至第12章为第三板块,对地铁设备的接口、传输、可靠性和电磁兼容性等进行系统分析。附录是现代地铁设备常用缩略语。

本书被列入“十三五”国家重点图书出版规划项目,可供城市轨道交通规划设计人员、设备研究人员、工程技术人员、建设管理人员、设备制造商、系统集成商参考学习,也可作为高等院校相关专业师生的参考或辅导用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代地铁设备系统分析 / 蒲先俊等编著. — 北京 : 人民交通出版社股份有限公司, 2018. 8

ISBN 978-7-114-14687-9

I. ①现… II. ①蒲… III. ①地下铁道—设备—系统分析 IV. ①U231

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 091351 号

书 名: 现代地铁设备系统分析

著 者: 蒲先俊 任 博 杨德明 李实华

责任编辑: 刘彩云 李 梦

责任校对: 刘 芹

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

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)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 大厂回族自治县正兴印务(有限)公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 26.75

字 数: 644 千

版 次: 2018年8月 第1版

印 次: 2018年8月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14687-9

定 价: 118.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)



前 言

1863年英国伦敦率先建成地铁至今已150多年。1969年北京地铁建成通车也快50年了。在此期间,尽管城市轨道交通的范畴不断扩大,但地铁依然是城市公共交通的重中之重,并已成为城市现代化发展的重要引擎,成为城市实力和繁荣的重要象征,成为具有全局性、长期性的城市基础建设项目,成为城市投资最大的民生工程,成为城市中一道最靓丽的风景线。

多少年来,地铁一直发挥着它快速、准时、大运量等公交特长。同时,由于体现最新科技成果的各种机电设备不断成功应用,使得地铁更彰显其方便、舒适、安全、节能等服务特征。地铁主体结构的设计使用年限是100年,但机电设备的寿命周期则远远短于这个时限。因此,机电设备的建设、使用、维修、升级、换代等任务,越来越受到重视。

现代地铁机电设备(简称“设备”),几乎涵盖机电、电子、建筑等行业的大部分设备,其分量之重、门类之多、数目之大、技术之高、更新之快,实属罕见。现代地铁设备系统分析,既是一个跨专业的大课题,又是一个无先例的新课题,本书力图体现以下特征:

系统性——着重梳理城市公共交通、城市轨道交通、地铁及其设备的系统性;

综合性——综合分析地铁设备发展、功能、组成、要求、投资、特点和创新;

有重点——抓住系统和常规设备的功能要求、设备组成和关键技术进行剖析;

规范化——以相关的国家标准、行业标准、企业标准和规范作为分析的依据;

关联性——在规范定义基础上,集中分析设备内外接口和系统间的信息传输;

共通性——依据权威定义和现场统计,系统分析设备的可靠性和电磁兼容性;

前瞻性——以乘客需求为导向,关注设备的系统演变、技术创新和发展趋势;

实践性——用好解决工程问题的技术成果及地铁运营管理和维修的实际经验。

全书共12章,依次是绪论,综合分析,信号分析,通信分析,供电分析,客服设备分析,环控与给排水分析,消防、安防及监控分析,接口分析,传输分析,可靠性分析,电磁兼容分析。附录是现代地铁设备常用缩略语(包括本书使用的缩略语)。

在本书筹备、编撰及出版过程中,我们得到了深圳市地铁集团有限公司、深圳市城市轨道交通协会、深圳市城市轨道交通规划设计研究中心、中国电信股份有限公司深圳分公司以及深圳市老年科技工作者协会有关领导、同事的大力支持和真诚帮助,得到了家人的理解和支持。封面照片由深圳市地铁集团有限公司提供(周元拍摄)。在此一并表示衷心感谢。

特别感谢深圳市城市轨道交通协会专业委员会主任张宁和比亚迪股份有限公司轨道交通总体技术处标准化部总监王彦利的热诚指导并主审全书。

特别感谢认真审阅本书相关章节并提出宝贵意见的郭履力、杨宁、王兆红、唐春华、赵显志、张健保、刘秋生等同志。

特别感谢对本书编撰提供宝贵资料的刘卡丁、谢伟、周海春、吉树新、叶益民、吴朋、房磊、许琳、陈尧、罗庆锋、黄建辉等同志。

特别感谢人民交通出版社股份有限公司将本书列为“十三五”国家重点图书出版项目予以出版,并进行了卓有成效的专业指导工作。

我们虽然长期工作在第一线,拥有多年地铁工程建设经验和积累,但由于水平、条件和时间的限制,书中定有疏漏和错误之处,诚挚欢迎各位读者、专家批评指正。

作 者

2018年7月于深圳



目 录

第1章 绪论	1
1.1 城市公共交通	1
1.2 城市轨道交通	2
1.3 城轨交通发展概况	4
1.4 现代地铁基本特征	8
1.5 地铁设计国家标准	10
1.6 地铁工程基本构成	12
1.7 机电设备建设历程	16
1.8 全自动运行系统概况	17
1.9 机电设备系统发展探讨	19
第2章 综合分析	22
2.1 应用发展	22
2.2 设备功能	24
2.3 基本组成	26
2.4 选用原则	29
2.5 技术特点	32
2.6 建设投资	34
2.7 自主创新	34
第3章 信号分析	40
3.1 国家标准要求	40
3.2 系统技术特点	42
3.3 系统基本组成	43
3.4 系统地域分布	45
3.5 联锁技术分析	48
3.6 闭塞制式分析	54
3.7 列车安全运行间隔分析	62
3.8 列车定位技术分析	66
3.9 车地无线传输分析	76

3.10	驾驶模式转换分析	81
3.11	UTO 信号系统	83
第4章	通信分析	86
4.1	通用要求	86
4.2	总体分析	87
4.3	专用通信综述	89
4.4	民用通信综述	97
4.5	警用通信综述	99
4.6	关键技术分析	102
4.7	发展趋势探讨	121
第5章	供电分析	123
5.1	标准规定	123
5.2	系统总体	124
5.3	城市电网	126
5.4	供电方式	129
5.5	供电制式	129
5.6	设备剖析	131
5.7	关键技术	139
5.8	系统实例	157
5.9	发展趋势	158
第6章	客服设备分析	159
6.1	乘客信息系统	159
6.2	自动售检票系统	174
6.3	站内客运设备	180
6.4	站台屏蔽门	186
第7章	环控与给排水分析	196
7.1	环控系统	196
7.2	给排水系统	215
第8章	消防、安防及监控分析	222
8.1	消防系统	222
8.2	综合安防系统	229
8.3	综合监控系统(ISCS)	232
8.4	环境与设备监控系统(BAS)	234
8.5	火灾自动报警控制系统(FAS)	236
8.6	电力监控系统(SCADA)	237
8.7	发展趋势探讨	240
第9章	接口分析	245
9.1	引言	245

9.2	接口定义和分类	245
9.3	地铁工程外部接口	249
9.4	地铁工程内部接口	251
9.5	地铁设备技术接口通信协议(接口标准)	255
9.6	供电系统接口	267
9.7	信号系统接口	271
9.8	通信系统接口	276
9.9	综合监控系统接口	280
9.10	综合安防系统接口	287
9.11	其他系统接口	289
第 10 章	传输分析	295
10.1	概述	295
10.2	重要概念	298
10.3	传输系统基本组成	301
10.4	传输介质	303
10.5	复用技术	305
10.6	传输制式	310
10.7	局域网	312
10.8	拓扑结构	313
10.9	信息保护与环路自愈	314
10.10	节点设备	316
10.11	专用通信传输系统	319
10.12	民用通信传输系统	323
10.13	警用通信传输系统	329
10.14	信号传输系统	332
10.15	车地无线传输技术体制	334
第 11 章	可靠性分析	336
11.1	轨道交通 RAMS 概述	336
11.2	设备可靠性导论	339
11.3	地铁故障、事故与灾害	344
11.4	运营设备故障管理技术	346
11.5	典型线路设备故障统计分析	351
11.6	典型系统故障统计分析	359
11.7	可靠性的定量分析	365
第 12 章	电磁兼容分析	372
12.1	基本概念	372
12.2	地铁中的电磁干扰	377
12.3	电磁干扰抑制技术	380

12.4	地铁无线电频率资源·····	386
12.5	共址系统安全频道间隔·····	396
12.6	干扰分析的思路与方法·····	398
12.7	地铁设备内部干扰分析·····	399
12.8	地铁设备外部干扰分析·····	408
附录	现代地铁设备常用缩略语·····	412
参考文献	·····	418

第1章 绪 论

现代地铁是城市公共交通的重中之重。在高速发展的中国地铁中,深圳地铁是一个突出案例。机电设备是地铁工程的重要组成部分。在地铁工程中,要走好机电设备的建设历程,顺应机电设备的发展趋势。

1.1 城市公共交通

城市交通,是以城市行政区划为基础的各类机动交通方式和行人自行车等总称,服务于城市行政区域内的全体居民和来城活动的人员,直接反映城市经济水平、城市管理能力和城市文明程度,是城市形成和发展中的内在要素。

城市交通的发展,可分为四个阶段:第一阶段,以人力、畜力交通工具为主;第二阶段,以公共电、汽车为主;第三阶段,以轨道交通为主;第四阶段,除轨道交通外,私家小汽车也成为重要交通工具。

现代城市交通,由城市公共交通、城市准公共交通(含出租车、旅游车、班车)和城市非公共交通(含自行车、三轮车、摩托车、小汽车)三部分构成,如图 1-1 所示。



图 1-1 现代城市交通构成

城市公共交通,是在城市及其郊区范围内,为方便公众出行,用客运工具进行的旅客运输。城市公共交通,是城市交通的重要组成部分,对城市政治经济、文化教育、科学技术等方面的发展影响极大,也是城市建设的一个重要方面。

为加快国民经济的健康发展,我国实行“优先发展城市公共交通”战略,原建设部于 2007 年 6 月 13 日批准实施我国城镇建设行业标准《城市公共交通分类标准》(CJJ/T 114—2007)。该标准重点解决的问题是:明确城市不同公共交通类型的名称、定义与适用范围,起到明确思路、理顺概念的作用,是城市选定所需公共交通类型的有效依据。

《城市公共交通分类标准》(CJJ/T 114—2007)将城市公共交通分为四大类:城市道路公共交通、城市轨道交通、城市水上公共交通、城市其他公共交通,如图 1-2 所示。

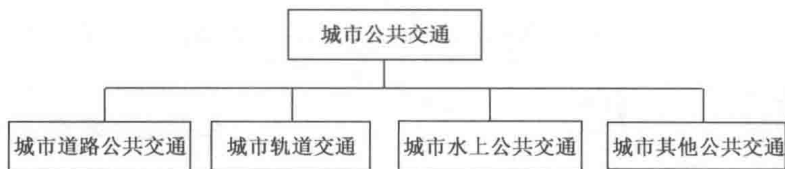


图 1-2 城市公共交通分类

城市道路公共交通,是指行驶在城市地区各级道路上的公共客运交通方式,如公共汽车、无轨电车和出租汽车。

城市轨道交通,是指采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、自动导向轨道系统和市域快速轨道交通系统。

城市水上公共交通,是指航行在城市及周边地区范围水域上的公共交通系统,主要方式有三种:连接被水域阻断的两岸接驳交通;与两岸平行航行,有固定站点码头的客运交通;旅游观光交通。

城市其他公共交通,是指客运索道、客运缆车、客运扶梯、客运电梯和自动人行步道。

《城市公共交通分类标准》(CJJ/T 114—2007)的分类,基本覆盖了全国城市的公共交通类型,真实反映了公共交通的实际状况,可以满足公共交通的规划设计、生产建设、业务管理、科学研究和统计工作的需要。

1.2 城市轨道交通

根据《城市公共交通分类标准》(CJJ/T 114—2007),将城市轨道交通分为七个类别,如图 1-3 所示。

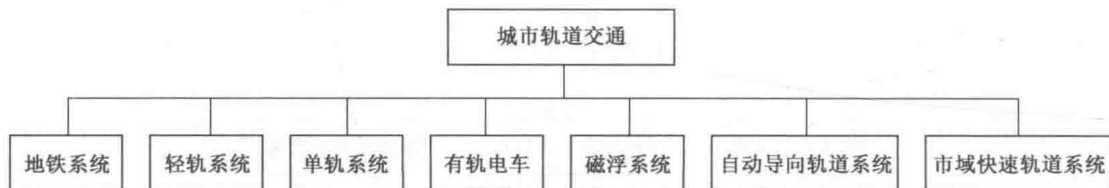


图 1-3 城市轨道交通的分类

城市轨道交通分类及主要特性见表 1-1。

地铁系统,是一种大运量的轨道运输系统,采用电力牵引和钢轮钢轨,标准轨距 1435mm,主要在大城市地下空间修筑的隧道中运行,当条件允许时,也可穿出地面,在地面或高架桥上运行。按照选用车型的不同,可分为常规地铁和小截面地铁。根据线路客运规模的不同,又可分为高运量地铁和大运量地铁。

轻轨系统,是一种中运量的轨道运输系统,采用电力牵引和钢轮钢轨,标准轨距 1435mm,主要在城市地面或高架桥上运行,遇繁华街区,也可进入地下或与地铁接轨。



城市轨道交通分类及主要特性

表 1-1

分类名称及代码		主要指标及特性		
中类	小类	车辆和线路条件	客运能力(N)和列车运行速度(v)	备注
地铁系统 GJ ₂₁	A 型车辆 GJ ₂₁₁	车长 22m, 车宽 3m 定员 310 人 线路半径 $\geq 300\text{m}$ 线路坡度 $\leq 35\%$	$N=4.5 \sim 7$ 万人次/h $v \geq 35\text{km/h}$	高运量, 适用于地下、地上或高架线路
	B 型车辆 GJ ₂₁₂	车长 19m, 车宽 2.8m 定员 230 ~ 245 人 线路半径 $\geq 250\text{m}$ 线路坡度 $\leq 35\%$	$N=2.5 \sim 4$ 万人次/h $v \geq 35\text{km/h}$	
	L _B 型车辆 GJ ₂₁₃	车长 16.8m, 车宽 2.8m 定员 215 ~ 240 人 线路半径 $\geq 100\text{m}$ 线路坡度 $\leq 35\%$	$N=1 \sim 3$ 万人次/h $v \geq 25 \sim 35\text{km/h}$	中运量, 适用于高架、地上或地下线路
轻轨系统 GJ ₂₂	C 型车辆 GJ ₂₂₁	车长 18.9 ~ 30.4m, 车宽 2.6m 定员 200 ~ 315 人 线路半径 $\geq 50\text{m}$ 线路坡度 $\leq 60\%$	$N=1 \sim 3$ 万人次/h $v \geq 25 \sim 35\text{km/h}$	中运量, 适用于高架、地上或地下线路
	L _C 型车辆 GJ ₂₂₂	车长 16m, 车宽 2.5 ~ 2.6m 定员 150 人 线路半径 $\geq 60\text{m}$ 线路坡度 $\leq 60\%$	$N=1 \sim 3$ 万人次/h $v \geq 25 \sim 35\text{km/h}$	
单轨系统 GJ ₂₃	跨座式单轨车辆 GJ ₂₃₁	车长 15m, 车宽 3m 定员 150 ~ 170 人 线路半径 $\geq 50\text{m}$ 线路坡度 $\leq 60\%$	$N=1 \sim 3$ 万人次/h $v \geq 30 \sim 35\text{km/h}$	中运量, 适用于高架线路
	悬挂式单轨车辆 GJ ₂₃₂	车长 15m, 车宽 2.6m 定员 80 ~ 170 人 线路半径 $\geq 50\text{m}$ 线路坡度 $\leq 60\%$	$N=0.8 \sim 1.25$ 万人次/h $v \geq 20\text{km/h}$	中运量, 适用于高架线路
有轨电车 GJ ₂₄	单厢或胶接式有轨电车 GJ ₂₄₁	车长 12.5 ~ 28m, 车宽 2.6m 定员 110 ~ 260 人 线路半径 $\geq 30\text{m}$ 线路坡度 $\leq 60\%$	$N=0.6 \sim 1$ 万人次/h $v \geq 15 \sim 25\text{km/h}$	低运量, 适用于地面、街道混行或高架线路
磁浮系统 GJ ₂₅	中低速磁浮车辆 GJ ₂₅₁	车长 12 ~ 15m, 车宽 2.6 ~ 3m 定员 80 ~ 120 人 线路半径 $\geq 50\text{m}$ 线路坡度 $\leq 70\%$	$N=1.5 \sim 3$ 万人次/h $v \geq 100\text{km/h}$	中运量, 主要适用于高架线路
	高速磁浮车辆 GJ ₂₅₂	车长: 端车 27m, 中车 24.8m 车宽 3.7m 定员: 端车 120 人, 中车 144 人 线路半径 $\geq 350\text{m}$ 线路坡度 $\leq 100\%$	$N=1 \sim 2.5$ 万人次/h $v \geq 500\text{km/h}$	中运量, 主要适用于郊区高架线

续上表

分类名称及代码		主要指标及特性		
中类	小类	车辆和线路条件	客运能力(N)和列车运行速度(v)	备注
自动导向轨道系统 GJ ₂₆	胶轮特制车辆 GJ ₂₆₁	车长 7.6 ~ 8.6m, 车宽 ≤ 3m 定员 70 ~ 90 人 线路半径 ≥ 30m 线路坡度 ≤ 60%	$N = 1 \sim 3$ 万人次/h $v \geq 25$ km/h	中运量, 主要适用于高架或地下线路
市域快速轨道系统 GJ ₂₇	地铁车辆或专用车辆 GJ ₂₇₁	线路半径 ≥ 500m 线路坡度 ≤ 30%	最高运行速度 120 ~ 160 km/h	适用于市域内中、长距离客运交通

单轨系统,是一种车辆与特制轨道梁组合成一体运行的中运量轨道运输系统,轨道梁不仅是车辆的承重结构,同时还是车辆运行的单向轨道。单轨系统的类型主要有两种:一种是车辆跨骑在单根梁上运行的方式,称之为跨座式单轨系统;另一种是车辆悬挂在单根梁上运行的方式,称之为悬挂式单轨系统。

单厢或绞接式有轨电车,是一种低运量的轨道交通,电车轨道主要铺设在城市道路路面上,电车车辆与其他地面交通混合运行。根据街道条件,车道可分为三种情况,混合车道;半封闭专用车道(在道路平交道口处,采用优先通行信号),全封闭专用车道(在道路平交道口处,采用立体交叉方式通过)。

磁浮系统在常温条件下,利用电导磁力磁浮技术使列车上浮,因此车厢不需要车轮、车轴、齿轮传动机构和架空输电网,列车运行方式为悬浮状态,采用直线电机驱动行驶,现行标准轨距 2800mm,主要在高架桥上运行,特殊地段也可在地面或地下隧道中运行。目前,磁浮系统主要有两种基本类型:最高行驶速度可达 500km/h 的高速磁悬浮列车和最高行驶速度可达 100km/h 的中低速磁悬浮列车。

自动导向轨道系统,是一种车辆采用橡胶轮胎在专用轨道上运行的中运量旅客运输系统,其列车沿着特制的导向装置行驶,车辆运行和车站管理采用计算机控制,可实现全自动化和无人驾驶,通常在繁华市区线路可采用地下隧道,市区边沿或郊外宜采用高架结构。

市域快速轨道系统,是一种大运量轨道运输系统,客运量每日可达 20 万 ~ 45 万人次(一般不采用高峰小时客运量概念),主要在地面或高架桥上运行,必要时也可采用隧道,适用于城市区域内重大经济区之间中长距离的客运交通。

1.3 城轨交通发展概况

1.3.1 全国发展概况

中国城市轨道交通协会《2017 年城市轨道交通行业统计报告》(以下简称《统计报告》)指出,2017 年,在习近平新时代中国特色社会主义思想指引下,我国城市轨道交通事业实现了重大跨越和加快发展。



据统计,截至2017年年末,我国(未统计港澳台数据,下同)共计34个城市开通城市轨道交通并投入运营。共开通城市轨道交通线路165条,运营线路长度达到5039km。新增运营线路32条,同比增长24.1%。新增运营线路长度880km,同比增长21.2%。线路制式中,地铁占77.2%,其他占22.8%。

2017年,我国城市轨道交通完成建设投资4739亿元,在建线路长度6218km,在建项目可研批复投资额累计38691亿元。截至2017年年末,共有62个城市的城市轨道交通线网规划获批(含地方政府批复的18个城市),规划线路总长7293km。

2017年年末,我国城市轨道交通运营线路规模见表1-2和图1-4。上海、北京、广州、南京、深圳位居前五。新增4个城市为厦门、石家庄、贵阳和珠海。

2017年年末我国城市轨道交通运营线路规模

表1-2

序号	城市	运营里程(km)	序号	城市	运营里程(km)	序号	城市	运营里程(km)
1	上海	732.89	13	沈阳	120.27	25	南昌	48.233
2	北京	683.529	14	杭州	106.5	26	东莞	37.8
3	广州	375.81	15	西安	90.683	27	厦门	30.3
4	南京	364.62	16	昆明	87.71	28	石家庄	28.43
5	深圳	297.563	17	长春	83.63	29	福州	24.618
6	成都	268.917	18	宁波	74.54	30	哈尔滨	22.02
7	重庆	263.45	19	长沙	68.698	31	佛山	21.5
8	武汉	253.423	20	兰州	63.136	32	淮安	20.3
9	苏州	183.926	21	无锡	55.72	33	贵阳	12.9
10	大连	183.35	22	青岛	55.57	34	珠海	8.92
11	天津	175.318	23	南宁	53.3	合计	34个城市	5039.241
12	郑州	134.19	24	合肥	52.38			

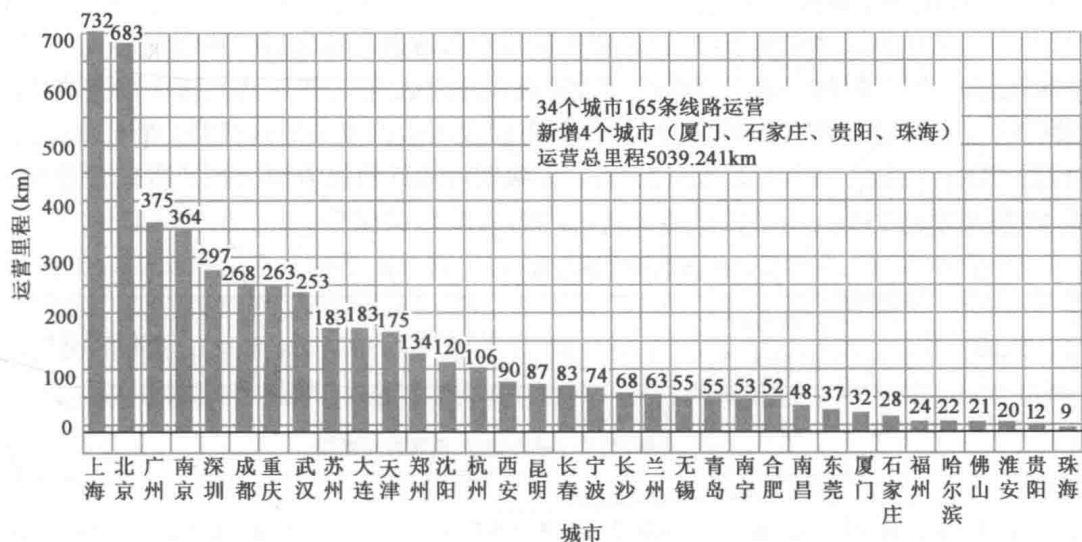


图1-4 2017年年末我国城市轨道交通运营线路规模

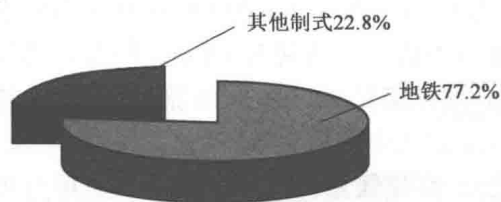


图 1-5 2017 年年末我国城市轨道交通运营线路制式

2017 年年末我国城市轨道交通运营线路制式, 如图 1-5 所示。

截至 2017 年年末,我国城市轨道交通建设项目已获批复的城市为 62 个(包含地方政府批复的淮安、南平、珠海、三亚、泉州、台州、黄石、渭南、安顺、红河州、文山州、德令哈、天水、毕节、泸州、黔南州、弥勒、瑞丽等 18 个城市),规划线网长度 7293.1km,

规划车站 4458 座,其中换乘站 1173 座,换乘站占比为 26.3%。

国家发展和改革委员会(简称“国家发改委”)批复的 44 个城市规划线路总投资额达到 36107.2 亿元。北京、杭州、广州规划线路投资均超过 2000 亿元,规划线路投资额合计达 10388.6 亿元,约占全国已批复规划线路投资的 30%。

青岛、天津、深圳、武汉、上海 5 市规划线路投资额均超过 1500 亿元,厦门、重庆、西安、贵阳、郑州、福州、长沙、苏州 8 市规划线路投资额超过 1000 亿元。

共计 16 个城市轨道交通投资计划超过 1000 亿元,26 个城市轨道交通规划线网规模超过 100km,规划换乘站超 1/4,超大、特大城市轨道交通规划线网规模满足网络化运营环境。

预测,“十三五”期末,运营线路成网规模超过 400km 的城市将超过 10 个。其中,北京、上海将形成千公里级的城轨交通“巨网”城市,广州、深圳、重庆、天津、南京、成都、武汉、郑州等将形成线网规模 400km 以上的城市轨道交通“大网”城市。

1.3.2 深圳发展概况

深圳,别称鹏城,广东省辖市,中国国家区域中心城市(华南),地处广东省南部,珠江口东岸,与香港一水之隔,东临大亚湾和大鹏湾,西濒珠江口和伶仃洋,南边深圳河与香港相连,北部与东莞、惠州接壤。深圳是中国改革开放以来所设立的第一个经济特区,是中国改革开放的窗口。深圳市域边界设有中国最多的出入境口岸。深圳是国家重要的综合交通枢纽和边境口岸,皇岗口岸实施 24h 通关。

深圳高度重视地铁的规划与建设,深圳地铁是全国地铁高速发展的典型范例。

深圳地铁一期工程 and 二期工程已经先后完成并开通运营,三期工程接近全部完成,四期工程建设规划初步确定。截至 2017 年 3 月,深圳市已投入运营 8 条地铁线路,共计 286km,概况见表 1-3。其中,7 条线 157 座车站约 265km,为深圳市地铁集团有限公司负责运营管理,另有 4 号线 15 座车站约 21km,由港铁轨道交通(深圳)有限公司负责运营。

深圳地铁运营线路概况(截至 2017 年 3 月)

表 1-3

线别	始末端	线路里程 (km)	车站、车厂情况	在建延长计划
1	罗湖站—机场东站	40.9	车站:30 座 车辆段:竹子林车辆段、前海湾车辆段	无
2	赤湾站—新秀站	35.7	车站:29 座 车辆段:蛇口西车辆段 停车场:后海停车场	新秀站—盐田站 16.2km



续上表

线别	始终端	线路里程 (km)	车站、车厂情况	在建延长计划
3	益田站—双龙站	41.7	车站:30座 车辆段:横岗车辆段 停车场:中心公园停车场	益田站—福保站/双龙站— 六联站 9.4km
4	福田口岸站—清湖站	21	车站:15座 车辆段:龙胜车辆段	清湖站—牛湖站 10.8km
5	前海湾站—黄贝岭站	39.7	车站:27座 车辆段:塘朗车辆段 停车场:上水径停车场(暂未建设)	前海湾站—赤湾站 7.6km
7	西丽湖站—太安站	30.3	车站:28座 车辆段:深云车辆段 停车场:安托山停车场	无
9	红树湾南站—文锦站	25.4	车站:22座 车辆段:侨城东车辆段 停车场:笔架山停车场	红树湾南站—航海路站 10.8km
11	碧头站—福田站	51.5	车站:18座 车辆段:松岗车辆段 停车场:机场北停车场	无
深圳市地铁集团有限公司 7条线(1、2、3、5、7、9、11号 线)合计		265	车站:183座(换乘站分计)/157座(换乘 站合计) 车厂:13个	44km
深圳全市8条线(1、2、3、 4、5、7、9、11号线)合计		286	车站:198座(换乘站分计)/166座(换乘 站合计) 车厂:15个	54.8km

1号线(原罗宝线)为深圳市最早开通运营的轨道交通线路。全线分三期投入运营:一期罗湖站—世界之窗站,于2004年12月28日试运营;续建工程首通段,于2009年9月28日开通,包括白石洲站、高新园站、深大站三站三区间;续建工程深大站—机场东站,于2011年6月15日开通试运营。1号线全长40.876km,共30座车站(8座换乘站)。

2号线分三期投入运营:初期工程赤湾站—世界之窗站,于2010年12月28日开通运营;东延线工程世界之窗站—新秀站,于2011年6月28日全线开通。已建成2号线全长35.78km,共29座车站(其中9座换乘站)。三期工程于2015年年底开工建设,由新秀站延长至盐田站,计划2020年开通运营。

3号线(原龙岗线)分三期投入运营:一期高架段双龙站—草埔站,于2010年12月28日通车;一期地下段及续建工程草埔站—益田站,于2011年6月28日全线通车。已建成3号线全长41.09km,共30座车站(换乘站9座)。三期工程于2016年开建,分为南、北两段,南延段由益田站—福田保税区站设1座车站,北延段由双龙站—六联站设7座车站,计划2019年年底开通运营。

4号线(原龙华线),由港铁轨道交通(深圳)有限公司投资并运营。福田口岸站—清湖站,全长20.5km,共15座车站。福田口岸—少年宫站作为深圳市地铁集团有限公司投资建设的一期工程一部分,福民站—少年宫站于2004年12月28日开通,福田口岸站—福民站于

2007年6月28日开通。港铁轨道交通(深圳)有限公司投资建设的少年宫站—清湖站于2011年6月16日开通。4号线各段已于2010年7月1日转交港铁轨道交通(深圳)有限公司运营,直至2040年止。

5号线(原环中线)分两期开通运营:一期工程前海湾站—黄贝岭站,于2011年6月28日建成通车;二期工程于2015年年底开工,南延至赤湾站(与2号线换乘),计划2020年开通运营。已建成5号线全长39.795km,共27座车站(7座换乘站)。

7号线(西丽线)于2016年10月28日全线开通试运营,全长30.197km,共27座车站(10座换乘站)。

9号线(梅林线)分两期开通运营:一期工程红树湾南站—文锦站,于2016年10月28日开通试运营;二期工程西延线红树湾南站—航海路站,计划2019年开通试运营。已建成9号线全长25.422km,共22座车站(6座换乘站)。

11号线(机场线)于2016年6月28日全线开通试运营,身兼机场线和广深城际轨道线路双重任务,是目前国内一次性建成线路最长、速度最快的地铁线路。11号线全长51.899km,共18座车站(5座换乘站)。

根据《深圳市城市总体规划(2010—2020)》和《深圳市城市轨道交通建设规划(2012—2040)》,深圳地铁四期建设规划将建设5条线路,即6号线支线(荔林站—中山大学站)、12号线(左炮台站—海上田园站)、13号线(深圳湾口岸站—上屋北站)、14号线(岗厦北站—坑梓站)、16号线(大运站—田头站)。线路总长约148.9km,车站83座,总投资约1344.5亿元,约为9亿元/正线公里。四期建设规划工程预计于2022年年中建成,到时深圳市将形成16条线路、总长约583.8km、车站总数为382座的轨道交通线网。

2016年12月29日,深圳市规划和国土资源委员会公布《深圳市轨道交通线网规划(2016—2030)》(以下简称《规划》),向社会公开征求意见。

《规划》表明,全市规划轨道交通线路32条,总规模为1142km(含弹性发展线路约53km),由市域快线和普速线路两个层次构成。其中,市域快线8条约412km,普速线路24条约730km。

《规划》新增的12条线路是:21号线(前海站—坪地站)、22号线(福田保税区站—观澜站)、23号线(坪山枢纽站—葵涌站)、24号线(妈湾站—罗湖站)、25号线(大浪北站—布吉站)、26号线(机场东站—松岗站)、27号线(深圳湾公园站—坂田站)、28号线(蛇口站—西乡站)、29号线(红树湾站—公明站)、30号线(福永站—太空港站)、31号线(龙城站—碧岭站)、32号线(小梅沙站—新大站)。

《规划》显示,深圳将构筑以轨道交通为骨干,与各种交通协调发展的一体化交通体系,实现“45/70/70”发展目标:轨道出行,城市主副中心之间45min通达;公共交通出行占机动化出行量70%以上;轨道交通占公共交通70%以上。

1.4 现代地铁基本特征

1863年,英国伦敦率先建成地铁,至今已150多年。1969年,我国北京地铁建成通车,至今也近50年了。尽管岁月飞逝,社会巨变,城市公共交通快速发展,但地铁依然保持着它的魅力和风采,现代地铁的基本特征仍旧可以归纳如下: