



城市轨道交通系列教材

城市轨道交通车辆总体及转向架



CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
CHELIANG ZONGTI JI ZHUANXIANGJIA

王伯铭 编著



科学出版社

城市轨道交通系列教材

城市轨道交通车辆总体及转向架

王伯铭 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

“城市轨道交通车辆总体及转向架”是车辆工程专业之城轨车辆工程专业方向的主要专业课，是一门知识面较宽、综合性较强的课程。本书立足于城轨车辆工程的教学与研究，贯彻理论联系实际主线，系统地阐述了城轨车辆的基本构造、总体参数、结构原理以及所涉及的动力学基础理论，并列举了国内外主要城轨车辆结构作为典型范例。

本书可作为城轨车辆工程专业方向本科生和研究生的学习教材及参考书，也可以作为从事地铁车辆和轻轨车辆设计、制造、运用、检修和维护保养等相关专业技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通车辆总体及转向架 / 王伯铭编著. —北京: 科学出版社, 2013.11

城市轨道交通系列教材

ISBN 978-7-03-039164-3

I. ①城… II. ①王… III. ①城市铁路-铁路车辆-高等学校-教材
IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 274713 号

责任编辑: 杨 岭 于 楠 / 封面设计: 墨创文化

责任校对: 贺江艳 / 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11月第一版 开本: 787*1092 1/16

2013年11月第一次印刷 印张: 21 3/4

字数: 500千字

定价: 43.00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

自从世界上第一个地铁系统于 1863 年在英国伦敦建成运行以来, 尽管经历了各种曲折的发展过程, 但世界各主要大城市无不以轨道交通系统作为城市骨干公共交通系统。经过 150 年发展, 世界著名大都市(如伦敦、巴黎、纽约和东京)轨道交通系统承担的客运量均超过了其公共交通总运量的 60%, 东京的这一比例更是高达 90% 以上。

我国的城市轨道交通系统始建于 1965 年, 经过 40 多年的建设, 根据资料统计, 截至 2012 年 12 月 31 日, 中国内地的北京、上海、广州、深圳、南京、天津、重庆、成都、大连、沈阳、长春、武汉、西安、佛山、苏州、杭州和昆明共 17 座城市拥有了建成并运营的城市轨道交通线路, 总长度达 2008 km。其中, 北京以全长 442 km 的运营里程成为世界第一, 而经济总量全国第一的上海仅以 3 km 之差位居第二。另外, 有 20 余个城市正在建设或规划建设城市轨道交通线路。

根据规划, 2020 年以前, 北京市将建成 30 条线路, 总长超过 1050 km, 形成“三环、四横、五纵、七放射”的轨道交通线路网; 上海市将形成 22 条轨道交通线路约 870 km 的路网规模; 广州市将建成总长约 750 km、拥有 19 条线路的轨道交通网络; 深圳市将建成 12 条轨道交通线路, 总长约 420 km; 成都市轨道交通运营网总规模将达到 290 km。预计我国每年新增城市轨道交通运营线路将超过 300 km, 每年新增地铁车辆约 300 组, 届时, 全国总里程规模将达到现在的三倍。

作为城市轨道交通系统主要工具的城市轨道交通车辆, 其设计、制造、运用和维修等工作需要大量具有相关专业知识的科技人员, 而培养这些科技人员目前迫切需要一些合适他们学习或使用的教材或参考书。

本书便是基于以上目的编著而成的。它从城市轨道交通系统的发展概况出发, 简要叙述了城轨车辆的基本组成和主要技术参数, 重点论述了城轨车辆转向架的详细构造和工作原理, 并对城轨车辆动力学基础、城轨车辆垂向动力学和曲线通过理论进行了详细阐述, 还对跨座式独轨车辆和直线电机轨道交通车辆做了简要介绍, 而且创造性地绘制了大量形象生动的工作原理图。

本书作为大学生本科教材, 一方面既能满足大学生本科教学的需要, 另一方面也一定会受到从事城轨车辆设计、制造、运用和维修的广大科技人员的热烈欢迎。

编著者

2013 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 城市轨道交通系统和车辆总体概述	1
1.1 城市轨道交通系统的发展和分类	1
1.2 城轨车辆的基本组成及主要技术参数	30
1.3 城市轨道交通车辆限界简介	35
第 2 章 城轨列车编组和典型城轨列车总体简介	38
2.1 城轨列车编组	38
2.2 典型城轨列车总体简介	42
第 3 章 城轨车辆牵引计算	59
3.1 概述	59
3.2 牵引力	60
3.3 列车阻力	63
3.4 列车运行所需功率及牵引电动机功率估算	64
第 4 章 城轨车辆转向架	68
4.1 概述	68
4.2 转向架的任务、组成和分类	68
4.3 几种典型的城轨车辆转向架简介	71
4.4 转向架构架	82
4.5 弹簧装置及减振器	85
4.6 轮对轴箱装置	108
4.7 驱动装置	121
4.8 车体与转向架间的连接装置	134
4.9 基础制动装置	146
第 5 章 城轨车辆车体结构	155
5.1 车体类型及特征	155
5.2 车体结构	155
第 6 章 城轨车辆车钩缓冲装置	186
6.1 车钩缓冲装置简介	186
6.2 城轨车辆车钩缓冲装置的几种典型结构	192
第 7 章 城轨车辆动力学基础	202

7.1	引起城轨车辆振动的原因	202
7.2	城轨车辆的振动形式	207
7.3	车辆运行品质及其评估标准	208
第8章	城轨车辆垂向动力学	219
8.1	具有一系弹簧的无阻尼车轮荷重系统的固有振动	219
8.2	具有一系弹簧的无阻尼车轮荷重系统的受迫振动	221
8.3	具有一系弹簧和液压减振器车轮荷重系统受迫振动	225
8.4	液压减振器和摩擦减振器的吸振性能比较	229
8.5	具有两系弹簧的无阻尼车轮荷重系统的固有振动	232
8.6	具有两系弹簧的有阻尼车轮荷重系统的受迫振动	236
8.7	具有两系弹簧的有阻尼车辆系统的受迫振动	241
第9章	城轨车辆曲线通过相关理论	246
9.1	概述	246
9.2	便于机车车辆几何曲线通过的措施	246
9.3	机车车辆几何曲线通过的图示法	247
9.4	转向架的转心	248
9.5	机车车辆几何曲线通过的解法	249
9.6	曲线超高和缓和曲线长度	252
9.7	动力曲线通过引起的轮轨相互作用力	253
9.8	机车车辆在曲线上的速度限制	257
9.9	改善机车车辆动力曲线通过的措施	259
第10章	跨座式独轨车辆	261
10.1	跨座式独轨交通系统的特点	261
10.2	跨座式独轨车辆	264
10.3	独轨车辆采用的几个特殊装置	271
第11章	直线电机轨道交通车辆	284
11.1	直线电机轨道交通发展概况	284
11.2	直线电机的基本原理	288
11.3	直线电机轨道交通的特点	294
11.4	直线电机轨道交通车辆	302
附录	我国城市轨道交通车辆主要技术参数汇总	324
	主要参考文献	337

第 1 章 城市轨道交通系统和车辆总体概述

1.1 城市轨道交通系统的发展和分类

1.1.1 世界各国城市轨道交通系统发展概况

与大部分新生事物一样，以地铁为代表的城轨交通系统也是在一片反对声中诞生的。

18 世纪~19 世纪上半叶，城市交通处于马车时代——世界第一条路面轨道马车于 1832 年在美国纽约诞生。

1863 年 1 月 9 日，英国伦敦建成了世界第一条由蒸汽牵引的地铁——全长 3.1 km，连接了帕丁顿和法灵顿。该地铁采用“挖一盖”工序（即挖掘一条深沟，然后封盖其上面），后延长到 6.5 km。这条地铁穿过英国首都，90% 的站点都位于泰晤士河以北，开通当年就达到了 950 万人的客流量。1890 年，改为电力牵引。

1888 年，美国的弗吉尼亚州的里磁门德市，世界第一条有轨电车系统正式投入商业运行。这标志着城市交通进入了轨道交通的时代。

自从 1863 年伦敦开通了世界上第一条地铁至今，城市轨道交通发展经历了一个曲折的过程，大致可分为以下 4 个阶段。

1. 诞生和初始发展阶段(1863~1924 年)

标志：欧美的城市轨道交通得到了较快的发展。其间，共有 13 个城市建设了地铁，平均每年的增长速度为 0.21 个城市，还有许多城市建设了有轨电车系统。

1863~1899 年，伦敦、纽约和巴黎等 7 个城市建设了地铁。

1900~1924 年，柏林、汉堡和费城等 9 个城市建设了地铁。

2. 停止萎缩阶段(1924~1949 年)

标志：该阶段只有 5 个城市发展了地铁，有轨电车也停滞不前，有些线路还被拆除。

原因：战争的爆发和汽车工业的飞速发展。

1924~1949 年，东京、大阪和莫斯科等 5 个城市建设了地铁。

3. 重新(再)发展阶段(1949~1969 年)

标志：轨道交通重新得到重视，并且从欧美扩展到日本、中国、韩国及南美的巴西等国，该阶段共有 17 个城市新建了地铁，平均每年发展 0.85 个城市。

原因：汽车的高速发展使得城市道路交通经常堵塞，严重时可使交通瘫痪，并且汽车排放的尾气严重污染了城市空气。

1950~1970年,约有30个城市新建了地铁和轻轨系统。

4. 高速发展阶段(1970年至今)

标志:在当今世界各国的大城市和特大城市中,轨道交通已在公共交通系统中处于骨干(又称主动脉)地位。

原因:①世界上许多国家都确立了发展城市轨道交通的方针,并立法解决了建设城市轨道交通的资金来源;②城市的高速发展要求轨道交通必须相应的高速发展;③科技的发展促进了城市轨道交通的发展。

在这一阶段中,地铁以每年1.4个城市的速度增长,共有40多个城市新建了地铁;轻轨和其他形式的轨道交通也得到了高速发展。

据统计,目前世界上已有50多个国家和地区的近190个城市建造了地下铁道,累计地铁线路总长超过7000 km,年客运总量超过250亿人次。而世界上已建成轻轨交通系统的城市大约有280个,总长度达2.5万余千米,车辆总数5万多辆,年客运总量超过200亿人次。

特别值得一提的是中国,随着中国经济的快速发展,中国城市轨道交通建设也进入了一个快速发展期。从2010年以来,中国有近30个城市和地区都在着手进行轨道交通的建设和规划,涉及的线路项目多达110多个,中国地铁建设进入一个急速上升的发展时期。按照中国城市的轨道交通建设规划,2010~2015年地铁建设投资达1.16万亿元,未来30年,将是中国城市轨道交通建设快速发展期。中国城市平均每年完成的轨道交通里程将达40 km甚至60 km以上。

按照规划,到2015年中国将建成地铁93条,总里程2700 km;到2020年,建成173条,总里程6200 km;到2050年,建成地铁289条,总里程1.17万 km。届时,中国将占世界地铁总里程的一半以上。

表1-1列出了世界一些主要大城市公共交通方式分担率,该分担率可用对应的图1-1来表示。从表1-1或图1-1可以看出,在20世纪80年代,世界上公共交通问题解决比较好的城市,如东京、伦敦、纽约和巴黎等,其轨道交通在整个公共交通中的分担率均超过50%,最高的东京达到了94%;而且东京、伦敦和莫斯科这三个城市在1998年时,其轨道交通完成客运量占总客运量的百分比均超过了50%。

表 1-1 世界一些主要大城市公共交通方式分担率

(单位:%)

城市	轨道交通分担率	公共汽(电)车分担率	轨道交通完成客运量 占总客运量的百分比
伦敦(1982年)	89.0	11.0	61(1998年)
莫斯科(1986年)	49.0	51.0	54(1998年)
东京(1990年)	94.0	6.0	87(1998年)
纽约(1984年)	68.0	32.0	
巴黎(1984年)	65.0	35.0	
柏林(1986年)	54.0	46.0	
维也纳(1982年)	88.0	12.0	

续表

城市	轨道交通分担率	公共汽(电)车分担率	轨道交通完成客运量 占总客运量的百分比
汉城(1995年)	43.0	57.0	
北京(2012年)	40.0	60.0	
上海(2012年)	45.0	55.0	
香港(1984年)	33.0	67.0	

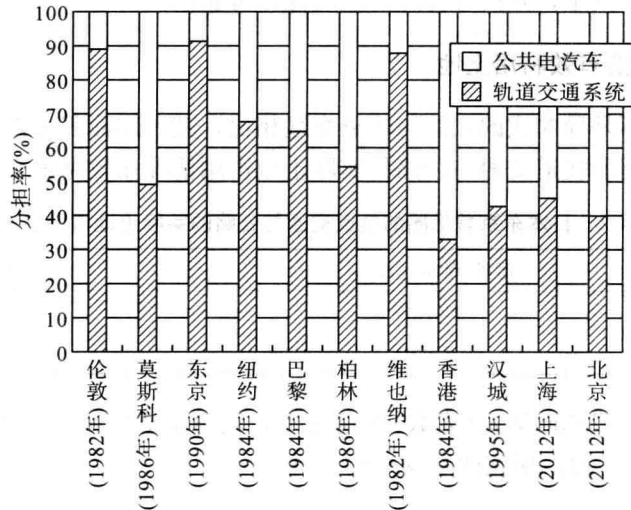


图 1-1 世界一些主要大城市公共交通方式分担率

1.1.2 城市轨道交通系统的总特点

城市公共交通方式多种多样,城市道路交通和城市轨道交通都是城市公共交通的组成部分,它们具有不同的特点和能力。合理选择乘客运载工具和确定车辆类型,发挥各种交通方式之长,从而适应不同的需求,这是城市公共交通规则的核心。

城市道路交通,包括公共汽车、无轨电车及出租车等,虽然站距小,但灵活性大,投资也较小,可以随城市的发展而开辟新的线路,但其客运量比较小,行驶速度也比较低,并受地面交叉路口的限制,影响了交通的通畅程度。

城市轨道交通具有快速、安全、准时、大运量、无污染等众多优越性,作为城市公共交通的主要发展方向已得到广泛的认同。国际、国内均已经明确城市交通应发展公共交通,而轨道交通应作为城市公共交通发展的重点。然而,城市轨道交通由于采用专用通道而大部分设置在地下(特别是城市中心区)或高架,因而造价高、投资大。城市轨道交通的系统费用由建设费、车辆购置费、运营费等组成,其中车辆的购置费和运营费占据较大比例。因此,在考虑满足客流需求、适应城市轨道交通网络时应正确选用车辆的类型。

与其他城市公共交通系统相比,城市轨道交通系统总特点如下:

1. 运输能力大

大运量是城市轨道交通系统的最大特点之一。地铁或高架铁路每小时单向可运送5万~8万人次,明显优于公路交通。

2. 高速性和准时性

由于轨道交通系统有专用行驶轨道,在交通堵塞严重的大城市中,其平均运行速度明显高于一般公路的汽车,并具有良好的准时性和可靠性。

3. 节省空间,能有效利用土地

由于公路交通不是导向式的,故与轨道交通相比,其占用面积大得多。

日本东京首都圈的轨道交通与公路的实际土地占用情况比较见表1-2。

表 1-2 日本东京首都圈的轨道交通与公路的实际土地占用情况

项目	运量(单向)(人/h)	占用宽度(m)
轨道交通	83 020	10.9
公路	7 820	17.0

由此可见,在完成相同运量(人数)的情况下,轨道交通实际土地占用宽度仅为公路的6%,即公路实际土地占用宽度是铁路的16倍。

4. 节约能源

比较轨道交通、公共汽车和私家车三种主要交通系统每一单位运输量的能源消耗可见(图1-2):轨道交通的能源消耗约为公共汽车的3/5,为私家车的1/6。

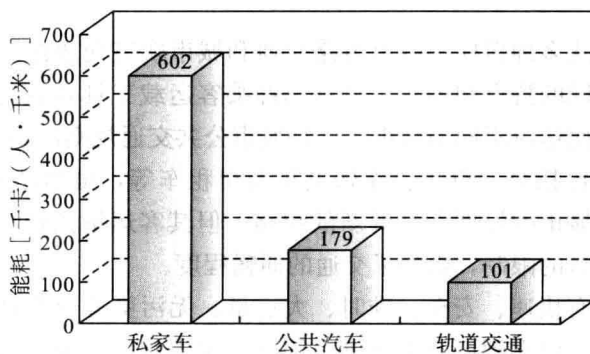


图 1-2 三种主要交通系统每一单位运输量的能源消耗比较

5. 安全性高

从世界各国交通发展历史来看,毫无疑问轨道交通系统比公路交通系统的安全性高得多。

表1-3为日本各交通工具死伤率的统计数据(1982~1987年)。由表1-3可知:轨道交

通的死亡率不到私家车死亡率的千分之五(4.53‰)，而轨道交通的受伤率仅为私家车受伤率的万分之一(0.124‰)。

表 1-3 日本各交通工具死伤率统计(1982~1987年)

项目	10亿人·km(A)	死者人数(B)	伤者人数(C)	死亡率(B/A)	受伤率(C/A)
轨道交通	1 656	88	176	0.053	0.106
私家车	2 334	27 300	1 999 325	11.698	856.682
铁路交通的死伤率/ 私家车的死伤率				4.53‰	0.124‰

6. 减少大气污染

大城市中汽车造成的大气污染，对人类健康的危害日益加剧，已成为严重的城市问题。与汽车相比，轨道交通的有害物质排出量少得多，对人类生活而言，是很出色(绿色)的交通工具(图 1-3)。

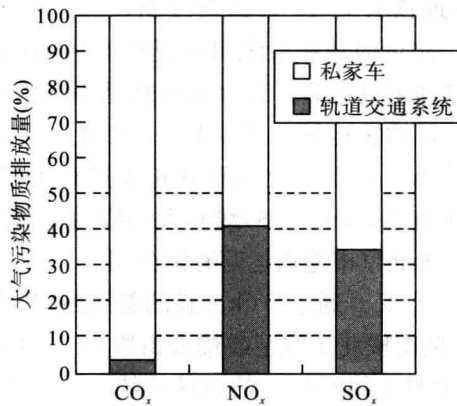


图 1-3 日本各交通工具的大气污染物质排放量统计

表 1-4 为日本各交通工具的大气污染物质排放量统计数据。

表 1-4 日本各交通工具大气污染物排放量统计 [单位: t/(10亿人·km)]

交通工具	CO _x	NO _x	SO _x
轨道交通系统	4 600	179	11
私家车	123 000	257	21
轨道交通系统/私家车	3.74%	69.6%	52.4%

1.1.3 我国城市轨道交通系统发展现状及存在的问题

1. 发展现状

1) 北京

1965年7月1日开始兴建地铁。

1969年,我国第一条地铁线(即2号线)建成通车,全长23.6 km(环线)。

1984年,1号线一期通车,全长19.9 km。

1号、2号线总长43.5 km,共设29个车站,日均客运量146万人次,占全市日客运量的15%。

2000年,3号线(即复兴门—八王坟)通车,全长13.5 km。该线通车后,客运量又增加了8%。

线路全长40.8 km的快速轨道(即13号线),已于2003年初全线建成通车。

截至2011年底,北京地铁共有15条运营线路,218个运营车站,运营线路总长372 km。以运营里程计算,北京的地铁系统目前是中国内地第二大城市轨道交通系统,仅次于上海轨道交通。但以客运量计算,北京地铁却是中国内地最繁忙的城市轨道交通系统。目前北京地铁工作日日均客运量在700万人次以上,并且在2012年4月28日创下最高值,达到839.1万人次。目前,北京地铁正在进行大规模的建设,预计到2015年,北京地铁运营总里程达到708 km。4号线和大兴线的运营公司是北京京港地铁有限公司,其余线路的运营公司为北京市地铁运营有限公司。

北京在2012年12月30日又开通了70 km长的新线路(包括6号线一期、10号线二期、9号线北段和8号线二期南段北土城至鼓楼大街段),使北京地铁系统线路总长度达到442 km,超越上海成为世界上线路最长的地铁系统。北京还计划在2020年将其地铁线路总长延长至1000 km。

北京城市轨道交通已开通线路的详细情况参见表1-5。

表 1-5 北京城市轨道交通已开通线路的详细情况统计

线路名称	建成时间	车站数目 (个)	运营区间	长度(km)	车辆编组	列车型号
1 号线	1969.10.1	23	苹果园—四惠东	31.04	6B	31 组 DKZ4(长客) 20 组 SFM04(四方)
2 号线	1969.10.1	18	环线	23.1	6B	48 组 DKZ16(长客)
4 号线	2009.9.28	24	公益西桥—安河桥北	28.2	6B	40 组 SFM05(四方)
5 号线	2007.10.7	23	宋家庄—天通苑北	27.6	6B	41 组 DKZ13(长客)
8 号线 二期南段	2008.7.19 2012.12.30	10 3	回龙观东大街—北土城 安华桥站—鼓楼大街站	15.2 3.1	6B —	15 组 SFM12(四方) —
9 号线 北段	2011.12.31 2012.12.30	9 4	北京西站—郭公庄 北京西站—国家图书馆站	11.1 5.7	6B —	14 组 DKZ33(长客) —

续表

线路名称	建成时间	车站数目 (个)	运营区间	长度(km)	车辆编组	列车型号
10号线 二期	2008.7.19 2012.12.30	22 21	巴沟—劲松 劲松站—巴沟站	24.6 32.44	6B —	40组 DKZ15(长客) —
13号线	2002.9.28	16	西直门—东直门	40.85	6B	55组 DKZ5 1组 DKZ6(长客)
15号线	2010.12.30	13	望京西—俸伯	31.6	6B	30组 DKZ31(长客)
八通线	2003.12.27	13	四惠—土桥	19.0	6B	18组 SFM01 6组 SFM02 6组 SFM07(四方)
昌平线	2010.12.30	8	西二旗—南郡	21.3	6B	18组 SFM13(四方)
大兴线	2010.12.30	11	公益西桥—天宫院	21.8	6B	33组 SFM05(四方)
房山线	2010.12.30	11	郭公庄—苏庄	24.6	6B	24组 BDZ4(长客)
亦庄线	2010.12.30	14	宋家庄—亦庄火车站	23.23	6B	23组 DKZ32(长客)
机场线	2008.7.19	4	东直门—2号航站楼 (3号航站楼)	28.1	4A	10组 QKZ5(长客庞巴迪)
6号线一期	2012.12.30	19	朝阳区草房站, 西至海淀 五路居站	30.6	8A	

由于列车宽度、站台长度及车辆编组的限制,北京地铁提高运能的主要方法是缩小运营间隔。各线路采取扩建车辆段、增购列车、改造信号系统和供电系统等手段缩短间隔。

2) 天津

天津是我国第二个兴建地铁的城市。早在1970年4月7日天津就开始兴建其地铁1号线,并于1985年投入运营,沿途6个车站,全长7.4 km,2001年10月9日该线停止运营进行改造。

截至2012年7月1日,天津轨道交通线网已开通运营3条线、58个车站、102 km线路,另有位于天津开发区内的导轨电车。到2012年底3号线建成通车,天津轨道交通的总里程达到131 km,近期规划则达到234 km。

天津城市轨道交通系统已开通线路详细情况见表1-6。

表1-6 天津城市轨道交通系统已开通线路详细情况统计

线路名称	建成时间	车站数目 (个)	运营区间	长度(km)	车辆编组	列车型号
1号线	2005.12.28	22	刘园—双林	26.188	6B	25组 DKZ9(长客)
2号线	2012.7.1 (分段开通)	19	曹庄—空港经济区	22.657	6B	23组北车大连型
9号线津 滨轻轨	2003.9.30 (局部开通)	19	十一经路—东海路	52.759	4B	38组 DKZ7(长客)
导轨电车 一号线	2006.12.6	14	津滨轻轨泰达站—学院区北站	7.86	3	劳尔电车3型(法国)

3) 上海

1990年9月开始兴建地铁。

1995年5月,1号线建成通车,1996年7月1日向南延伸至莘庄,全长20.5 km,设17个车站,平均日客运量为100万人次,占全上海公交总运量的8%。

2000年5月,2号线建成通车,全长19 km,设13个车站及1处停车场。

2000年底,3号线[即明珠线一期(全部高架)]建成通车,全长24.7 km,设19个车站。

截至2000年底,上海轨道交通线路全长65 km,完成的客运量占全市公交客运量的15%。

1号线的北延伸段,即上海火车站—泰和路站,全长12.5 km,于2004年建成通车;4号线(即明珠二期),全长22.3 km,于2005年全线建成通车。

到2005年底,上海的轨道交通已形成由“十字加环”及若干条放射线组成的轨道交通网基本框架,运行线路达120余千米,分担中心城区20%左右的城市公交客运总量。

截至2012年1月1日,上海轨道交通全路网已开通运营12条线、290个车站,运营里程达423 km(不含磁浮线),总长度位居世界第一。表1-7详细列出了上海城市轨道交通系统的发展情况。

表 1-7 上海城市轨道交通系统的发展情况统计

线路名称	建成时间	车站数目 (个)	运营区间	长度(km)	车辆编组	列车型号
1号线	1995.4.10	28	莘庄—富锦路	36.4	8A	16组 DC01(西门子)/21组 AC01(西门子)/16组 AC06(浦镇)
2号线	2000.6.11	30	徐泾东—浦东国际机场	60.0	8A/4A	16组 AC02A(Adtranz、西门子)/21组 AC08(阿尔斯通、浦镇)/32组 AC17(阿尔斯通、浦镇)
3号线	2000.12.26	29	上海南站—江杨北路	40.3	6A	28组 AC03(阿尔斯通、浦镇)
4号线	2005.12.31	26	环线	33.7	6A	28组 AC05(西门子、株机)
7号线	2009.12.5	32	美兰湖—花木路	44.4	6A	42组 AC09(长客—庞巴迪)
8号线	2007.12.29	28	市光路—航天博物馆	37.4	6C/7C	28组 AC07(阿尔斯通)/38组 AC13(长客、阿尔斯通)
9号线	2007.12.29	23	松江新城—杨高中路	45.6	6A	10组 AC04/41组 AC09(庞巴迪长客)
10号线	2010.4.10	31	虹桥火车站—新江湾城	35.4	6A	41组 AC15(浦镇、阿尔斯通)
11号线	2009.12.31	20	嘉定北—江苏路	46.0	6A	AC16(南车株机)
13号线	2010.4.20	3	马当路—世博大道	3.2	6A	5组 AC09(庞巴迪长客)
5号线轻轨	2003.11.25	11	莘庄—闵行开发区	17.2	4C	17组 AC11(阿尔斯通)
6号线轻轨	2007.12.29	28	港城路—东方体育中心	32.4	4C	21组 AC12(阿尔斯通)/11组 AC14(长客、阿尔斯通)
磁浮线	2002.12.31	2	龙阳路—浦东国际机场	33	—	—
张江有轨电车	2009.12.31	15	祖冲之路—金秋路	10	3	劳尔电车(法国)

到2014年,上海城市轨道交通线路总长将达到600 km,远期规划则达到970 km。

4) 广州

1993年12月破土动工建设地铁。

1997年6月28日广州地铁1号线(西朗—广州东站)全线建成,1999年6月28日,其正式投入商业运营。全长18.5 km,共设16个车站。

全长为31.41 km的2号线,其首段(从三元里至晓港)8.9 km早在2002年12月29日就已开通。

全长为38.86 km的3号线,从天河客运站番禺广场,于2006年底全线开通。

广州是中国第一个拥有地铁的副省级城市,广州地铁是中国第三大城市轨道交通系统。截至2012年,广州地铁共有8条营运路线,总长为236 km,共148个车站。表1-8详细列出了广州城市轨道交通系统的发展情况。

表1-8 广州城市轨道交通系统的发展情况统计

线路名称	建成时间	车站数目 (个)	运营区间	长度(km)	车辆编组	列车型号
1号线	1997.6.28	16	西朗—广州东站	18.5	6A	21组 A1(Adtranz、西门子)/7组 A3(庞巴迪长客)
2号线	2002.12.29	24	嘉禾望岗—广州南站	31.41	6A	9组 A2(庞巴迪长客)/10组 A3/27组 A4(南车株机)/1组 A5(南车广州)
3号线	2006.12.30	16	天河客运站—番禺广场	38.86	6B	40组三号线列车(西门子、株机)/25组增购车(株机)
4号线	2005.12.26	16	金州—黄村	43.65	4L	04型城轨列车(四方)
5号线	2009.12.28	24	滘口—文冲	31.9	6L	62组04型城轨列车(四方)
8号线	2002.12.29	13	万胜围—凤凰新村	14.81	6A	17组 A2(庞巴迪长客)
广佛线	2010.11.3	14	西朗—魁奇路	20.4	4B	27组 DKZ29(长客)
珠江新城 集运系统	2010.11.8	9	赤岗塔—林和西	3.88	2B	7组 庞巴迪 INNOVIA APM100 列车

此外,广州地铁公司还是广佛(广州—佛山)地铁的实际建设及运营者,并由此间接成为佛山地铁一号线(即佛山境内魁奇路至金融高新区区间)的运营商。广州地铁已经成为广州市民最主要的交通工具之一,日均客流约为480万人次,并在亚运免费期以784.4万人次的峰值打破全国纪录,为更好地解决地面交通堵塞的问题,广州地铁仍在进行大规模的扩建工程。经过数次修订,广州地铁的远期规划长度将达到750 km。

5) 深圳

1998年12月28日破土动工建设地铁。

深圳地铁一期工程包括1号线东段和4号线南段,总计19个车站,全长21.866 km。始建于1998年12月,于2004年12月28日开通,并于2006年7月1日正式投入商业运营,成为中国继北京、香港、天津、上海及广州后第6个拥有地铁的城市。

截至2012年,深圳地铁已有5条线路、131个车站投入运营,运营总里程178 km。平均每日客流量达210万人次,约占深圳市公共交通客流量的五分之一,对缓解深圳市的交通压力起到了显著作用。同时,地铁也推动了深圳市城乡一体化进程。表1-9详细列出了深圳城市轨道交通系统的发展情况。

表 1-9 深圳城市轨道交通系统的发展情况统计

线路名称	建成时间	车站数目 (个)	运营区间	长度(km)	车辆编组	列车型号
罗宝线	2004.12.28	30	罗湖—机场东	41.0	6A	52组(长客、庞巴迪、株机)
蛇口线	2010.12.28	29	赤湾—新秀	35.7	6A	35组(长客)
龙岗线	2010.12.28	30	双龙—益田	41.7	6B	43组(长客)
龙华线	2004.12.28	15	福田口岸—青湖	20.5	4A	28组(浦镇)
环中线	2011.6.22	27	前海湾—黄贝岭	40.0	6A	30组(株机)

目前,地铁三期工程的多条线路在建设中,并计划于2016年建成通车。届时,深圳地铁线路将达到10条,通车里程达348 km。深圳地铁与香港的港铁东铁线均连接到深圳市与香港边界的两个铁路口岸罗湖口岸和福田口岸,乘客可在深圳地铁与港铁东铁线之间,通过口岸换乘。

深圳城市轨道交通远期方案规划了至2030年的17条地铁线路,总长614 km,设站357个。其中,组团快线4条、干线6条、局域线7条。

6) 南京

2000年12月12日开始兴建地铁。

南京地铁1号线一期工程于2000年12月12日开工,于2005年8月16日通过验收,并于当年9月3日正式建成通车,开始试运营。截至2012年有2条线路、57个车站,运营里程85 km,居中国内地第五位。表1-10详细列出了南京城市轨道交通系统的发展情况。

表 1-10 南京城市轨道交通系统的发展情况统计

线路名称	建成时间	车站数目 (个)	运营区间	长度(km)	车辆编组	列车型号
1号线	2005.9.3	15	迈皋桥—安德门—奥体中心	21.72	6A	45组 Metropolis (阿尔斯通、浦镇)
	2010.5.28 南延线	27	迈皋桥—安德门—中国药科大学	25.08	6A	
2号线	2010.5.28	26	油坊桥—经天路	37.82	6A	35组 Metropolis (阿尔斯通、浦镇)

2005年,南京地铁1号线开通,南京成为中国内地继北京、天津、上海、广州、深圳之后第6个运行地铁系统的城市。目前南京地铁有6条新线路在建,预计到2015年全部通车,届时南京地铁将有8条运营线路,总长约305 km。

7) 成都

2005年12月28日正式动工兴建地铁。

成都地铁1号线一期工程于2005年12月28日正式动工修建,于2010年9月28日正式建成通车。

截至2012年底,成都地铁共建成并运营两条线路,总长为53.98 km,共设立43个车站。表1-11详细列出了成都城市轨道交通系统的发展情况。