



21世纪职业教育立体化精品教材
“互联网+”新形态教材



城市轨道交通 概论

主 编 张庆玲 吕 娜
副主编 谭丽娜 赵 丽
参 编 潘宣伊 肖敬伟 彭 晶
李金明 白 冰 于 淼

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通概论/张庆玲,吕娜主编. —南京:
江苏凤凰教育出版社,2020.12
ISBN 978-7-5499-8971-3

I. ①城… II. ①张… ②吕… III. ①城市铁路—轨
道交通—概论 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 202601 号

书 名 城市轨道交通概论

主 编 张庆玲 吕 娜
责任编辑 张 晨
出版发行 江苏凤凰教育出版社
地 址 南京市湖南路 1 号 A 楼,邮编:210009
出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司
网 址 <http://www.fhmooc.com>
印 刷 天津市蓟县宏图印务有限公司
厂 址 天津市蓟县天津专用汽车产业园福山大道 14 号
电 话 022-29140509
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 15.5
版 次 2020 年 12 月第 1 版 2020 年 12 月第 1 次印刷
标准书号 ISBN 978-7-5499-8971-3
定 价 52.00 元
批发电话 025-83658830
盗版举报 025-83658873

图书若有印装错误可向当地经销商申请调换
提供盗版线索者给予重奖

前言

交通是连接城市的重要纽带，也是为城市发展运送人流、物流的重要通道。作为城市发展的主要动力，交通对生产要素的流动、城镇体系的发展有着决定性的影响。随着城市经济的发展，城市交通拥挤状况日趋严重，地面交通已无法适应现有经济活动和人民生活日益增长的运量需求。世界各国普遍认识到：解决城市交通问题的根本出路在于优先发展以轨道交通为骨干的城市公共交通系统。城市轨道交通以运量大、速度快、安全准点、绿色环保、节约能源等特点成为世界交通新宠儿。截至 2019 年底，我国大陆地区(以下文中涉及全国数据均指我国大陆地区，不含港、澳、台)开通地铁的城市有 40 个，先后建成并开通运营城市轨道交通线路 208 条，总里程达 6 736.2 km，预计到 2020 年有望达到 7 000 km。截至 2019 年底，我国已批复 65 个城市的轨道交通建设规划(含地方政府批复的 21 个城市)，在实施的建设规划总里程为 7 339.4 km(不含已开通运营路线)。我国随着城市轨道交通建设进程的加快，对于城市轨道交通专业技能人才的需求也日益增加，为了满足行业、企业以及院校对于城市轨道交通人才培养的要求，我们精心编写了本书。

本书采用项目化形式编写，针对城市轨道交通行业发展概况以及组成城市轨道交通的各子系统进行了详细分析与介绍，主要内容包括引论、城市轨道交通的分类与制式选择、线路、车站、车辆、通信与信号系统、运营管理等方面。

本书作为城市轨道交通专业的基础教材，注重学生专业素质的培养，强化学生理论知识与实践内容的相互融合，内容丰富，知识覆盖面广。每个项目均明确了知识目标、重点难点、能力目标，配置了相应的生产实践案例，然后引入课题内容，最后还配置了“拓展阅读”“项目小结”及思考与练习，真正做到“讲学练”一体化；同时本书还配置了信息化资源，辅助学生自主学习，全面培养学生的职业素养。



本书由长春职业技术学院张庆玲、吕娜担任主编，长春职业技术学院谭丽娜、赵丽担任副主编，长春职业技术学院潘宣伊、肖敬伟、彭晶、李金明、白冰以及长春市轨道交通集团有限公司于淼参与编写。具体编写分工如下：潘宣伊编写项目一，张庆玲编写项目二，肖敬伟编写项目三，谭丽娜和白冰共同编写项目四，吕娜编写项目五，彭晶编写项目六，李金明和赵丽共同编写项目七，于淼负责信息化资源制作。本书在编写过程中得到了长春地铁、广州地铁、北京地铁等公司的大力支持，在此表示衷心的感谢。

本书可供城市轨道交通车辆、运营管理、信号、供配电、机电等相关专业教学选用，也可供从事城市轨道交通行业从业人员培训参考学习。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，欢迎读者批评指正！

编 者

目录

项目一 引 论



课题一 城市轨道交通的发展历程	2
课题二 城市轨道交通的社会功能	6
课题三 世界十大城市地铁概览	9
课题四 我国城市轨道交通发展概况	14
拓展阅读	19
项目小结	20
思考与练习	20

项目二 城市轨道交通的分类与制式选择



课题一 城市轨道交通的分类	22
课题二 城市轨道交通的技术制式	28
拓展阅读	33
项目小结	34
思考与练习	34

项目三 城市轨道交通固定设施子系统之一——线路



课题一 轨道结构	36
课题二 线路	41
课题三 区间结构	47

课题四 供电系统	49
拓展阅读	57
项目小结	58
思考与练习	58

项目四 城市轨道交通固定设施子系统之二——车站



课题一 城市轨道交通车站	60
课题二 城市轨道交通车辆段与综合基地	75
课题三 城市轨道交通环境与设备监控系统	83
课题四 城市轨道交通防灾系统	96
课题五 城市轨道交通自动售检票系统	111
拓展阅读	124
项目小结	125
思考与练习	125

项目五 城市轨道交通移动设施子系统之三——车辆



课题一 城市轨道交通车辆概述	128
课题二 转向架	144
课题三 车体	148
课题四 车端连接装置	153
课题五 制动装置	156
课题六 受流装置	161
拓展阅读	164
项目小结	164
思考与练习	164

项目六 城市轨道交通通信与信号系统



课题一 城市轨道交通通信与信号系统	166
课题二 城市轨道交通信号系统	172
课题三 城市轨道交通通信系统	178
课题四 城市轨道交通信号基础设备	188
拓展阅读	200
项目小结	201
思考与练习	201

**项目七 城市轨道交通运营管理**

课题一 运营的功能目标及其架构	204
课题二 行车组织	206
课题三 客运管理	221
课题四 网络化运营	228
课题五 安全调度管理	231
拓展阅读	238
项目小结	239
思考与练习	239

参考文献

项目一

引 论



●知识目标

1. 了解城市轨道交通的产生过程。
2. 了解世界城市轨道交通的发展史。
3. 了解城市轨道交通的社会功能及发展方向。
4. 了解世界十大城市地铁的建设特色。
5. 了解我国主要城市的轨道交通发展现状及发展目标。

●能力目标

1. 能够叙述世界城市轨道交通的发展历史。
2. 能够叙述世界十大城市地铁的发展历程及建设特点。
3. 能够叙述我国城市轨道交通发展史。
4. 能够叙述我国城市轨道交通未来的发展目标。

●重点难点

1. 城市交通在发展过程中面临的主要问题。
2. 城市轨道交通的四个发展阶段。
3. 城市轨道交通可以实现的社会功能。
4. 我国城市轨道交通的发展目标。



案例引入

案例叙述：

日本东京面积为 2 190 km²，人口 3 700 万，汽车保有量超过 800 万辆。截至 2017 年底，北京面积为 16 410 km²，人口 2 170 万，汽车保有量 564 万辆。与北京相比，东京的面积是北京的 1/8，人口密度则是北京的 5 倍，而汽车保有量则是北京的 1.6 倍。东京可谓人多车多，但却很少堵车，被称为全球“治堵”最成功的“东京奇迹”。这到底是如何做到的呢？

★ 扫一扫



案例分析：

在缓解或治理交通拥堵方面，日本充分利用公共交通中的轨道交通出行，大大减轻了私家车过多所带来的道路拥堵以及停车困难等诸多问题。东京是亚洲地区最早建设地铁的城市，东京的第一条地铁建于1927年，距今已经有93年。与各大国际都市相比，东京地铁系统利用率非常高。据统计，目前东京的交通出行总量中，91%的人乘坐轨道交通工具，远远高于纽约的54%、巴黎的37%和伦敦的35%。东京的轨道交通不仅线路多、利用率高，换乘还很方便。除此之外，日本的轨道交通非常准时也是一大特点，准点率每年都保持在97%以上。无论在东京还是其他任何地方，地铁、轨道都会有准确的时刻表，按周末、工作日、假日分类，满足人们工作通勤及日常出行的需要。由此可见，大力发展城市轨道交通，完善轨道交通运输体系，鼓励人们采用公共交通方式出行，对缓解城市交通压力有着不可忽视的作用。

课题一 城市轨道交通的发展历程

一、城市与城市交通

迄今为止，城市的发展已经有5 000多年的历史，城市发展遵循“自由村落—中心村—镇—小城市—中等城市—大城市—特大城市—超级大都市—城市带—城市圈—城市群”的发展规律。在城市发展的过程中，随着城市数量的不断增加，城市人口急剧增加，出现了一个人类社会发展的趋势——城市化。所谓城市化是指人口由分散的农村向城市集中的社会进程。城市化初期，所有先进交通工具基本上是首先用于解决城际交通问题的，并进一步推动着城市化的进程。当城市交通规模扩大到只有利用交通工具才能保证城市经济生活的正常进行时，城市内部交通系统开始诞生，出现了相应的交通工具并逐渐有所发展。

城市交通是城市形成与发展的必然产物，是为城市服务的最重要的基础设施。城市交通作为城市经济发展的纽带和命脉，与城市的形成、发展和兴衰紧密相连。正如马克思所说，“没有现代的交通，就没有城市的繁荣”。虽然城市交通事业的发展有效地保障了城市经济发展和社会进步，但是由于交通需求的过分增长，在城市化的进程中，不断暴露出大量问题，使城市的发展岌岌可危。

1. 交通拥堵

研究表明，城区交通流的速度每10年降低5%，拥堵的严重性随城市规模增加而增加。交通拥堵不但增加了市民在出行中的时间、精力、财力等消耗，而且使发生交通事故的可能性大大提升。当今，交通拥堵问题已经成为世界各个城市的通病。车流量过大造成的城市交

通拥堵，如图 1-1 所示。

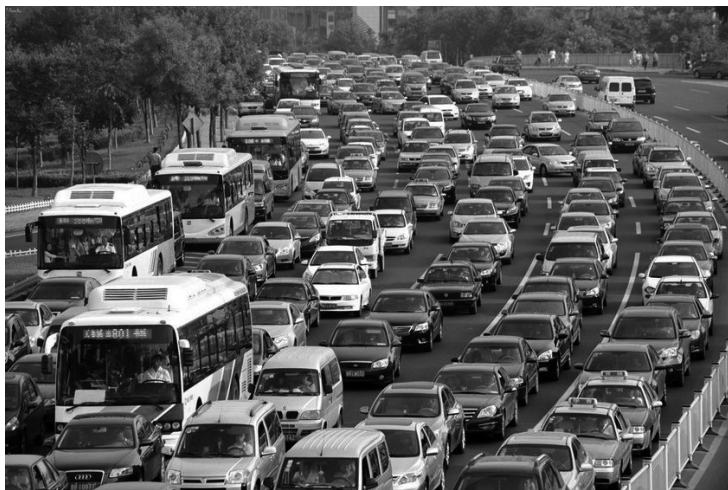


图 1-1 车流量过大造成的城市交通拥堵

★ 扫一扫



2. 环保问题

二氧化碳和臭氧是影响人类生存环境的两种主要污染物。城市空气的污染大多源于机动车的尾气排放。我国有 500 多座城市，大气质量达到一级标准的不足 1%。发达国家有 15% 的人口生活在 65 dB 以上的高噪声环境下，这些噪声主要来自交通。

3. 土地消耗

交通设施骤然增加，必然会不同程度地影响城市原有的历史建筑群。大量机动车辆涌上街道，除了增加道路占有量，还需要建设大面积的停车场，大量消耗土地，破坏城市景观。

4. 能源消耗

在多数发达国家，运输部门的能耗占国家各行业总能耗的 25% 以上，并且交通设施排放大量的二氧化碳，导致全球变暖。

5. 城市分散化

机动车运输的发展导致了居民出行距离与出行时间的增加，从而使出行时间和空间更为分散，反过来又增加了人们对小汽车的依赖程度，降低了公共交通发展的可能性。

重新认识城市交通发展规律，寻求城市交通的可持续发展道路，成为世界所有城市开始关注的问题。优化城市结构，研发耗能少、有利于环保的交通工具，走可持续发展之路，是解决城市交通问题的有效和根本途径，也是 21 世纪世界城市交通发展的必然趋势。

二、城市轨道交通的出现

轨道交通很早就作为公共交通在城市中出现。从发达国家城市漫长的交通发展历史可以看出，只有采用大客运量的城市轨道交通系统才是从根本上改善城市公共交通状况的有效途径。

1662年,法国科学家与哲学家布莱斯·帕斯卡尔提出“公共马车”计划,于是在法国巴黎街头出现了一种可供一定人数乘坐的无轨公共马车,如图1-2所示。其按固定路线、固定价格、固定站循环的方式运载乘客。无轨公共马车是城市公共交通的先驱,但是它缓慢、颠簸、舒适性较差,且容易造成街道的车辆拥挤及阻塞。

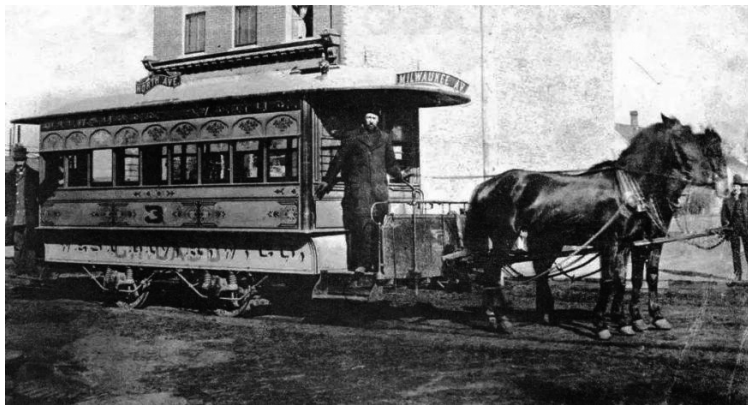


图 1-2 无轨公共马车

1827年,世界上第一条轨道公共马车出现在纽约百老汇大街上,如图1-3所示。马车在钢轨上行驶,提高了速度,增加了平稳性,还可以利用多匹马组成马队来提高牵引力,加大车辆规模,降低运输成本及票价。1832年,这种轨道公共马车在美国纽约的第四大街上正式运营。

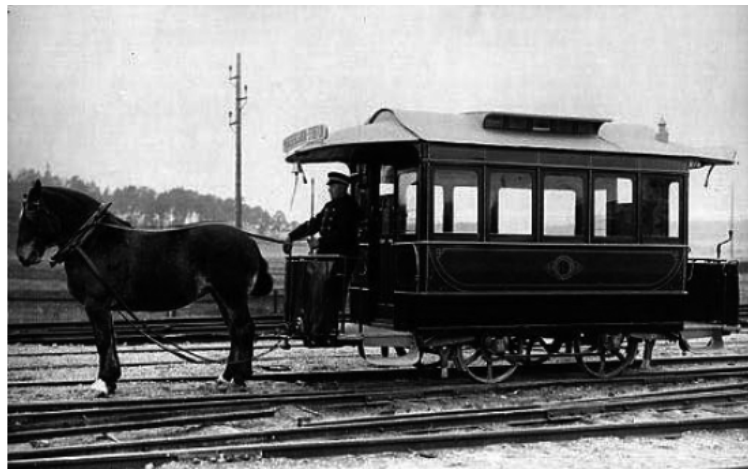


图 1-3 轨道公共马车

法国工程师罗伯特在1853年把轨道公共马车引进巴黎,由于其比无轨公共马车更有效率、更舒适,所以大受欢迎。到1879年,大巴黎区已有38条轨道公共马车线路。轨道公共马车在美国及欧洲多国都得到迅速发展,至1890年,其轨道里程已经达到9 900 km。

世界上第一条地铁诞生于伦敦,如图1-4所示。一条由英国律师皮尔逊鼓动并投资建设的地下城市铁路(Metropolitan Railway)于1863年1月10日正式通车运营。这条地铁从帕丁顿到弗灵顿,总长6.5 km。它的动力来源是向英国铁路公司租借的蒸汽机车。皮尔

★ 扫一扫



逊因此被称为“地铁之父”。“Metro”也成了世界上绝大多数国家城市轨道交通的标志和代号。世界上第一条地铁的诞生，为人口密集的大都市如何发展公共交通提供了宝贵的经验。伦敦的第一条地铁虽然线路仅长 6.5 km，但是其第一年就运载了 950 万名乘客，为解决城市交通拥堵问题树立了成功的典范。1879 年，电力驱动的机车研制成功，使地下客运环境和服务条件得到了空前的改善，地铁建设显示出强大的生命力。世界上的知名大都市和其他城市纷纷效仿伦敦修建地铁。至此，城市轨道交通才显出巨大的优势，成为城市公共交通方式中的新宠儿。



图 1-4 世界上第一条地铁

三、世界城市轨道交通的发展

回顾历史，城市轨道交通经历了一个曲折的发展过程，大致可以分为以下 4 个阶段。

1. 初步发展阶段(1863—1924 年)

在初步发展阶段，欧美的城市轨道交通发展较快，其间共有 13 个城市建成了地铁，还有许多城市建设了有轨电车。20 世纪 20 年代，美国、日本、印度和中国的有轨电车得到了很大的发展。这种旧式的有轨电车行驶在城市的道路中间，运行速度缓慢，正点率很低，而且噪声大，加速性能低，乘车舒适性也差，但在当时仍然是公共交通的骨干力量。

2. 停滞萎缩阶段(1924—1949 年)

一方面，受第二次世界大战爆发和汽车工业发展的影响，汽车由于其灵活、便捷及可达性，一度成为城市交通市场的宠儿，得到了飞速的发展；另一方面，由于轨道交通投资大、建设周期长等劣势，城市轨道交通的发展呈现停滞和萎缩的局面。

3. 再发展阶段(1949—1969 年)

汽车的过度增加使城市道路异常堵塞、行车速度下降，严重时还会导致交通瘫痪；加

★ 扫一扫



之空气、噪声污染严重，大量耗费石油资源，甚至有时在市区里难以找到停车的地方。于是，人们又开始重新认识到，解决城市客运交通问题必须依靠占地小、污染少、运力大的城市轨道交通系统，城市轨道交通重新得到了重视。

4. 高速发展阶段(1970 年至今)

世界各国政府纷纷确立了优先发展公共交通，特别是将城市轨道交通列为公共交通骨干的指导思想，同时各国通过立法解决城市轨道交通的资金来源。此外，世界各国城市化的趋势，导致人口高度密集，促使城市轨道交通高速发展以适应日益增长的客流量，各种技术的发展也为城市轨道交通奠定了良好的基础。1994 年在新加坡召开的国际市长会议指出：城市轨道交通是现代化城市的标志。

课题二 城市轨道交通的社会功能

目前，包括我国在内的许多国家的城市都面临严重的交通问题，如城市道路拥挤、交通阻塞与车速下降、公共交通运能不足、市民乘车舒适性差、交通事故频发、环境受废气与噪声污染严重等，这一切都直接制约了城市的良性发展。为了解决日益恶化的城市交通问题，缓解过度饱和的城市道路压力和超负荷的公共交通问题，世界各国纷纷规划与建设立体化的城市轨道交通系统。

一、城市轨道交通的主要社会功能

城市轨道交通是公交铁路化的产物，城市轨道交通以其具有较大的运输能力、较高的准时性、速达性、舒适性、安全性、良好的环保特征，充分利用地下和地上空间，运营费用低，综合经济效益较高，具有可持续发展性等优势而成为解决交通拥堵问题的最有效手段。城市公共交通的轨道化程度已成为一个城市现代化的重要标志之一。

1. 城市轨道交通具有较大的运输能力

城市轨道交通高密度运转，列车行车时间间隔短，行车速度高，列车编组数量多，因而具有较大的运输能力。市郊铁路运输单向高峰每小时的运输能力最大可达到 6 万~8 万人次；地铁可达到 3 万~8 万人次；轻轨可达到 1 万~3 万人次；有轨电车能达到 1 万人次。城市轨道交通的运输能力远远大于公共汽车等其他交通工具。城市轨道交通能在短时间内输送较大的客流，地铁在早高峰时 1 小时能通过全日客流的 17%~20%，3 小时能通过全日客流的 31%。

2. 城市轨道交通具有较高的准时性

由于城市轨道交通在专用行车道上运行，不受其他交通工具干扰，基本不产生线路堵塞现象，并且不受气候影响，是全天候的交通工具，轨道车辆能按运行图运行，具有可信赖的准时性。



3. 城市轨道交通具有较高的速达性

与常规公共交通相比，城市轨道交通有较高的运行速度及较高的起动、制动加速度，多数采用高站台，列车停站时间短，上下车迅速方便，从而可以使乘客较快地到达目的地，缩短出行时间。

4. 城市轨道交通具有较高的舒适性

城市轨道交通的车辆、车站等装有空调、引导装置、自动售票系统等直接为乘客服务的设备。城市轨道交通具有较好的乘车条件，其舒适性优于公共汽车等其他交通工具。

5. 城市轨道交通具有较高的安全性

城市轨道交通由于运行在专用轨道上，不受其他交通工具干扰，并且当今城市轨道交通都采用了先进的通信信号设备，极少发生交通事故。

6. 城市轨道交通具有良好的环保特征

噪声和空气污染是世界各国城市十分关注的有悖于可持续发展的主要环境问题，城市中废气和噪声的主要来源是汽车。由于城市轨道交通以电力为动力源，不像内燃机那样有废油及废气产生，对环境污染较小；并且城市地铁车站和线路深埋地下，震动时产生的噪声对外界的干扰也比较小；轨道交通系统载客多，减少了汽车通行量，使城市中汽车排放的废气减少、噪声降低，有利于改善城市环境，是一种绿色的公共交通系统。

城市轨道交通一般采用电力牵引和大运量、集中化的运行方式，每运送一位来客所产生的空气污染微乎其微。各种交通方式完成单位量的运输所排放的二氧化碳量：轨道交通 4.7 g、家用小汽车 44.6 g、营业用小汽车 89.3 g、公共汽车 19.4 g、铁路 4.7 g、海运 23.9 g、飞机 30.2 g，家用小汽车和营业用小汽车的排放分别是轨道交通的 9.5 倍和 19 倍，公共汽车的排放是轨道交通的 4.1 倍。

7. 城市轨道交通充分利用地下和地上空间

大城市地面拥挤，土地费用昂贵。城市轨道交通充分利用了地下和地上空间的开发，不占用地面街道，有效缓解了由于汽车大量增加而造成的道路拥挤和堵塞，有利于城市空间合理利用，特别有利于缓解大城市中心区过于拥挤的状态，提高土地利用价值，改善城市景观。

8. 城市轨道交通运营费用低，综合经济效益较高

城市轨道交通系统是电气牵引、轮轨导向、编组运行的封闭或半封闭系统，与常规道路交通系统的单车运行相比，能节省运营所需的人工费用，而且能源消耗低。城市轨道交通车辆的使用年限比常规公交车辆长，其维修费、折旧费均较低。轨道交通系统的建成能够促进沿线及地区经济的发展，使城市道路交通拥挤状况得到缓解，改善城市布局，减少交通事故，改善城市生活质量，降低乘客乘车疲劳程度，提高劳动生产率。

9. 城市轨道交通具有可持续发展性

城市轨道交通系统由于准时、快捷、舒适，将乘用小汽车和自行车的乘客及步行者吸引过来，极大地缓解了道路交通给环境所造成的压力，如噪声、废气的排放和道路用地

等，提高了道路安全性，在不影响人员流动的情况下，有助于减少市中心的交通压力，对于提升城市结构、解决城市发展中面临的经济与社会矛盾、实现城市的可持续发展战略，具有特别重要的意义。

二、城市轨道交通的规划方向

自 19 世纪 60 年代伦敦建成世界上第一条地铁以来，随着经济的发展，为了使城市道路交通运输的运载能力提高到一个更高的水平，同时更好地发挥其社会功能，各国在城市轨道交通的投资、建设、运营和监督管理等方面都进行了详细的规划。在城市轨道交通不断走向成熟和完善的今天，各国城市轨道交通的发展遵循着以下四个原则。

1. 投资的多元化

城市轨道交通系统的投资规模越来越大，为了解决资金问题和提高效率，很多城市轨道交通都选择由政府和社会资本共同投资。投资主体的多元化已经成为城市轨道交通的发展趋势。投资主体的多元化既可以发挥各个投资主体的优势，又可以相互监督和约束，从而使城市轨道交通建设更有效率。

2. 经营的市场化

很多城市轨道交通充分发挥市场作用以提高城市轨道交通的运行效率，在城市轨道交通运营方面引入市场机制已经成为一种发展趋势。市场化的经营方式充分考虑到了市场经济规律，避免垄断经营或者政府过度干预，能够根据市场信息做出较好的反应，最终提高城市轨道交通的运营效率。

东京在可经营的市郊铁路上积极引入私人铁路概念。香港则借助了市场的力量，从资金管理、建设成本控制、运营管理等方面全方位提高效率，成为世界城市轨道交通商业化运作的楷模。相反，纽约城市轨道交通由于没有形成合理的竞争机制等原因，导致目前城市轨道交通的服务质量及运行效率不高。

3. 管理的法制化

很多城市对城市交通实行全面法制化管理以规范和维护各方利益，以法制化的管理来保障城市轨道交通持续、稳定和高效运行。城市轨道交通的全面法制化管理也是世界城市轨道交通的重要发展趋势。以德国的城市轨道交通为例，其建设和运营已经有百年历史，和德国的其他行业一样，德国的城市轨道交通领域也由法律、技术法规和技术标准构成了完善的技术控制体系。德国的《乘客运输法》和《城市轨道交通建设与运营规则》适用于其城市轨道交通领域。

4. 服务与管理的信息化

城市轨道交通的计算机控制与安全系统大大提高了城市轨道交通车辆的运行自动化程度，无人驾驶技术更是受到了世界的广泛关注。城市轨道交通系统配备实时到发信息系统，向乘客及时提供列车到发信息；有轨电车系统则通过 GPS 定位技术优化运营；开发非接触式售票系统，实现一体化联合售票，使现代公共交通体系更具吸引力。

课题三 世界十大城市地铁概览

城市化是世界各国共同的发展趋势，而解决城市交通问题，发展城市轨道交通是不可忽视的一个重要环节。当今世界，交通比较发达的城市大多有比较成熟与完整的轨道交通系统，轨道交通运量占城市公共交通运量的50%以上。这些城市的轨道交通在发展与建设的过程中，不仅充分考虑了城市发展特点及自身发展需要，还融入了当地的特色，使城市轨道交通在交通运输的过程中，展现了更多的人文气息。

1. 伦敦地铁

伦敦地铁于1856年开始修建，1863年1月10日正式投入运营。它长约7.60 km，隧道横断面高5.18 m、宽8.69 m，为单拱形砖砌结构，当时是以蒸汽机车牵引列车。1890年，伦敦又建成一条地下铁道，长5.20 km，隧道为圆形，内径3.10~3.20 m，铸铁管片衬砌，用电力机车牵引列车，是世界上第一条电气化地铁。现在伦敦地铁列车采用第三轨直流供电，供电电压为600 V，如图1-5所示。截至目前，伦敦地铁里程达402 km，一年运送乘客12亿人次，是世界十大地铁之一。



图 1-5 伦敦地铁

2. 莫斯科地铁

莫斯科地铁，全称为列宁莫斯科市地铁系统，被公认为世界上最漂亮的地铁，按运营路线长度排名为全球第五大地铁系统，按年客流量排名为全球第四繁忙、亚洲以外第一繁忙的地铁系统。1935年5月15日，苏联政府出于军事方面的考虑，正式开通莫斯科地铁。地下铁道考虑了战时的防护要求，可供400余万居民掩蔽之用。莫斯科地铁站的建筑造型各异、华丽典雅，如图1-6所示。每个车站都由其国内著名建筑师设计，各有其独特风格，建筑格局也各不相同，多用五颜六色的大理石、花岗岩、陶瓷和五彩玻璃镶嵌，除各种浮雕、雕刻和壁画装饰外，照明灯具十分别致，好像富丽堂皇的宫殿，享有“地下的艺术殿堂”之美称。



图 1-6 莫斯科地铁站

莫斯科地铁布局与地面的布局一致，呈辐射及环行线路，总共有 12 条线路，包括 11 条辐射线和 1 条环行线，全长 312.9 km，有 171 个站台，4 000 列地铁列车在地铁线上运行，有 5 000 多节车厢。莫斯科地铁平均每天开行 8 500 多次列车，担负全市客运量的 45%，每天运送的乘客达 900 多万人次，是世界十大地铁之一。

3. 巴黎地铁

巴黎地铁是法国巴黎的地下轨道交通系统，为迎接 1900 年在巴黎举办的世博会，巴黎地铁正式开通，并运行至今，是世界上最古老的地铁之一。巴黎地铁车站占地面积不大，不讲求气派，但每个车站又各有特色，如罗丹博物馆地铁站(图 1-7)，站内竖立着巴尔扎克和罗丹的雕塑，仿佛一座艺术课堂；卢浮宫地铁站直接与卢浮宫入口的金字塔相连，卢浮宫地铁站外观布置也很特别，如图 1-8 所示。



图 1-7 罗丹博物馆地铁站



图 1-8 卢浮宫地铁站外观

目前，巴黎地铁总长度为 215 km，年客流量达 15.06 亿人次，有 14 条主线和 2 条支线，合计 303 个车站(387 个站厅)和 62 个交汇站，是世界十大地铁之一。

4. 上海地铁

1956 年 8 月 23 日，根据中共中央的指示，上海市政建设交通办公室编制提交《上海市地下铁道初步规划(草案)》，成立上海市地下铁道筹建处，对上海轨道交通开展了规划设计、方案论证和实验研究。但由于上海地区地层条件差且复杂(软土地基)，苏联专家曾提出不宜建设地下铁道线路。随后经过我国地铁建设者的不懈努力，在 20 世纪 60 年代初，提出了上海市的轨道交通网络环形加放射线的规划方案，并于 1962 年至 1983 年间，先后进行了三次较大规模的地下铁道工程试验，上海地铁 1 号线于 1990 年 1 月正式开工建设。1993 年上海地铁 1 号线南段完工(徐家汇站至锦江乐园站)，开始观光试运行，线路全长 6 km，共设车站 5 座。1995 年 4 月 10 日正式试运行，开启上海的城市轨道交通运输时代。

截至 2019 年底，上海地铁运营线路共 18 条，运营里程共 809.9 km(含磁浮线 29 km)。2019 年，上海地铁日均客流量 1 064.3 万人次，总客运量达到 38.9 亿人次。上海地铁不仅是世界十大地铁之一，也是世界上最繁忙的地铁之一，高峰时段的上海地铁站台如图 1-9 所示。



图 1-9 高峰时段的上海地铁站台

5. 马德里地铁

马德里地铁是西班牙首都马德里的地下铁路系统，于 1919 年 10 月 17 日由当时的国王阿方索十三世开幕。马德里地铁近 90% 的线路位于地下，不同的线路以不同的号码和颜色来区分，同时，根据站台的长度和车厢的宽度，分为窄线和宽线，窄线(1 至 5 号线及 R 线)隧道宽 6.86 m，长 5.36 m，距离地面较浅，大致依照街道方向而走；宽线(6 至 12 号线)隧道宽 7.74 m，长 6.87 m，距离地面较深。

从 20 世纪 90 年代中期开始，西班牙政府先后实施了 3 个大型扩建项目，敷设了机场支线和 3 条轻轨线路，建成了独一无二的 12 号环线，把马德里及其 5 个卫星城连接起来。截至目前，马德里地铁网络包括 12 条主线及 1 条支线，如图 1-10 所示，合计长度为 284 km，是欧洲发展最快的地铁，也是世界十大地铁之一。

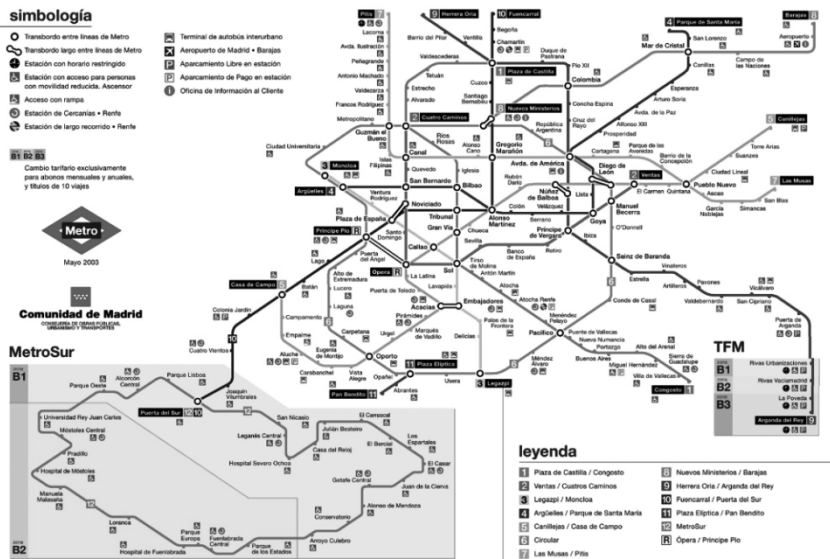


图 1-10 马德里地铁网络

6. 北京地铁

北京地铁是服务于北京市的城市轨道交通系统，也是国际地铁联盟的 14 个成员之一，是世界十大地铁之一。北京地铁于 1965 年开工建设，其第一条线路于 1971 年 1 月 15 日正式开通运营，使北京成为中国第一个开通地铁的城市。北京在 2008 年奥运会召开前对地铁进行了升级改造，在原有线路的地铁站内安装了空调和扶梯，消除了手机信号盲区，使乘客可以观看比赛转播。乘客在北京地铁站内观看 2008 年奥运赛事，如图 1-11 所示。截至 2019 年底，北京地铁运营线路共有 23 条，均采用地铁系统，覆盖北京市 11 个市辖区，运营里程达 771.8 km。2019 年，北京地铁年乘客量达到 39.7 亿人次，日均客流为 1 086.9 万人次。



图 1-11 乘客在北京地铁站内观看 2008 年奥运赛事

7. 东京地铁

东京地铁是服务于日本东京都区部及其周边地区的城市轨道交通系统，包括东京地下铁和都营地铁 2 个地铁系统的全部线路，并与多条私铁线路和 JR 线路实现直通运转。其首条线路东京地下铁银座线于 1927 年 12 月开通，使东京成为亚洲最早拥有地铁的城市。另外，东京地铁也是全世界运载负荷最大的地铁。高峰时期，乘客在服务专员的帮助下上车，如图 1-12 所示。另外，在早高峰时段，个别车厢只有妇女和儿童才能乘坐。东京早高峰时段的女士专用车厢，如图 1-13 所示。东京地铁根据当地独特的气候及地质特点，在地铁线路及站内安装了地震预警系统，在发生危险时，它将自动停止所有列车的运行，同时还安装了专门的隔离装置用来阻断台风和洪水。

★ 扫一扫



图 1-12 乘客在服务专员的帮助下上车



图 1-13 东京早高峰时段的女士专用车厢

截至目前，东京地铁共开通 13 条线路，包括东京地下铁 9 条路线、都营地铁 4 条路线，线路总长 312.6 km，共计 290 座车站投入运营，是世界十大地铁之一。

8. 首尔地铁

首尔地铁又称韩国首都圈地铁，是世界上单日载客量最大的铁路系统之一，车站数量 376 座。截至 2015 年底，地铁里程达 314 km，路线长度居世界第六。首都圈地铁以首尔的 9 条地下铁路为主，并辅以韩国铁道公社的盆唐线、仁川地铁、京春线、新盆唐线、爱宝线、水仁线、京义中央线、议政府轻轨等线路，合计 19 条线路。其服务范围为韩国首尔以及周边的首都圈，据统计，首尔地铁 2015 年日均载客量超过 800 万人次。韩国首尔地铁超过 70% 的部分都在地下，不仅每条线路有自己的号码，就连每个站点都有一个三位数的编号，带有编号的首尔地铁站牌，如图 1-14 所示，标号以地铁线路号为首位数，自东向西或从北到南按次序给每个站一个编号。例如：地铁 1 号线是从“逍遥山站”到“仁川站”的，就从东到西方向为每站编号，“市政府站”编号是 132，“首尔站”编号是 133 等。



图 1-14 带有编号的首尔地铁站牌

9. 墨西哥地铁

墨西哥地铁启运时间为 1969 年 9 月 4 日，曾在强烈地震(8.1 级)中完好无损，可以说是全墨西哥最安全可靠的城市交通工具，如图 1-15 所示。截至目前，墨西哥地铁线路总长达 226.5 km，有 195 个车站，每年运送乘客 16 亿人次，是世界十大地铁之一。



图 1-15 墨西哥地铁

10. 纽约地铁

纽约地铁是美国纽约市的城市轨道交通系统，启运时间为1904年10月27日，是全球历史最悠久的公共地下铁路系统之一，也是国际地铁联盟的成员，由纽约大都会运输署营运。虽其名为地铁，但约40%的路轨形式为地面或高架，有153个站点建在高架桥上。纽约地铁的一个特点是拥有不是每站都停的快车。另外，纽约各地铁站的营运时间也有区别，在地铁站的入口可以看到绿色或红色的提示灯，绿色表示该站24小时开放，红色表示开放时间有限，夜间不可进入。纽约地铁站入口，如图1-16所示。站台上设有非高峰期候车区，地铁站建议乘客们晚上在这里等车，因为这样可以使他们处于地铁工作人员的视线范围之内。



图 1-16 纽约地铁站入口

纽约地铁也是世界上通车里程最长的城市轨道交通系统之一，商业营运路线长度为394 km，用以营运的轨道长度约为1 121 km，总铺轨长度达1 370 km，纽约地铁也是世界上最著名的十大地铁之一。

课题四 我国城市轨道交通发展概况

回首中国地铁建设的历史，从第一阶段以“战备为主，兼顾交通”为原则建设的北京地铁，经第二阶段以“交通为主，兼顾人防”为原则建设的上海地铁和广州地铁，再到第三阶段以“建设标准、造价、车辆和设备国产化”为原则筹备并开始建设的十几个城市地铁，可以看出，起步晚、起点高、发展快是我国城市轨道交通建设的重要特征。

一、我国主要城市的轨道交通发展

1. 北京地铁

北京地铁始建于1965年7月1日，1969年10月1日北京地铁1号线建成，北京成为中国第一座拥有地铁的城市。由于最初北京地铁的建造目的为战备工程，所以北京地铁在



通车后很长时间内不对公众开放，需凭介绍信参观及乘坐。直至1981年9月15日，北京地铁才正式对外运营。截至2019年底，北京地铁运营线路共有23条地铁线路，均采用地铁系统，覆盖北京市11个市辖区，运营里程771.8 km，共设车站405座，开通里程居中国第二位，在建线路15条，共320.8 km。

2. 天津地铁

1970年6月，天津地铁开始建设，1984年12月建成通车，全长7.4 km，沿途共设8座车站。天津是中国第二座拥有地铁的城市，但天津地铁发展不快。2000年天津市快速轨道系统共规划了6条线路，总长度160.6 km，共设车站131座，线网密度 0.42 km/km^2 。

截至2019年底，天津轨道交通运营线路共有6条，包括地铁1、2、3、5、6号线及9号线（津滨轻轨），线网覆盖10个市辖区，运营里程240.44 km，共设车站超160座，在建线路共有8条，里程186 km。到2020年，天津地铁将形成14条运营线路，总长513 km的轨道交通网络。2019年，天津地铁年客运量达4.25亿人次，日均客运量达116.41万人次。

3. 上海地铁

上海是继北京、天津之后中国内地第三座拥有城市轨道交通的城市。1995年4月10日，上海地铁1号线的火车站至徐家汇区间正式运营。至2000年，上海通车的3条线路总长65 km。2007年，上海通车8条轨道交通线路，日均客运量达380万人次，线路总长突破230 km，位居全国首位。2009年，上海地铁运营线路总长250 km，车站总计170座（不含磁浮示范运营线），其中2009年4月30日的日均客运量为442万人次。上海地铁的线网规模位列全国之首。

截至2019年底，上海地铁运营线路共18条，共设车站415座（含磁浮线2座），运营里程共809.9 km，在建线路共有4条，在建里程共163.6 km。2019年，上海地铁日均客运量1 064.3万人次，总客运量达到38.9亿人次。截至目前，上海地铁最高日客运量为2019年3月8日的1 329.4万人次。

4. 广州地铁

广州地铁是指服务于广东省广州市和珠江三角洲的城市轨道交通系统，广州地铁是国际地铁联盟的成员之一，其第一条线路广州地铁1号线于1997年6月28日正式开通运营，使广州成为中国内地第四个、广东省首个开通地铁的城市。

截至2019年底，广州地铁运营线路共14条，共设车站257座，共有换乘站31座，运营里程501 km，运营里程居中国第三、世界第三，在建线路共有13条（段），在建总里程共421.2 km。2019年，广州地铁日均客运量为906.8万人次，总客运量达到33.1亿人次。截至目前，广州地铁最高日客运量为2019年9月30日的1 113.4万人次。

5. 深圳地铁

深圳地铁是服务于广东省深圳市的城市轨道交通，其第一条线路于2004年12月28日正式开通运营，使深圳成为我国内地第五个拥有地铁系统的城市。截至2019年底，深圳地铁已开通运营线路共有8条，分别为1号线、2号线、3号线、4号线、5号线、7号

线、9号线、11号线，共201座车站，全市地铁运营线路总长为316.05 km，地铁运营总里程居中国第八，构成覆盖深圳市罗湖区、福田区、南山区、宝安区、龙华区、龙岗区六个市辖行政区的城市轨道网络。到2020年，深圳地铁将形成16条运营线路，总长为596.9 km的轨道交通网络。2019年，深圳地铁年客运量达17.9亿人次，日均客运量逾490.8万人次。

★ 扫一扫



二、我国城市轨道交通发展现状分析

1. 运营线路规模

截至2019年底，我国大陆地区共有40个城市开通城市轨道交通运营线路208条，运营线路总长度为6736.2 km。2013—2019年我国城市轨道交通运营里程及增速，如图1-17所示。按线路敷设方式分，地铁线路总长度为4366.5 km，占比64.8%；地面线路总长度为920.3 km，占比13.7%；高架线路总长度为1449.4 km，占比21.5%。从运营线网规模看，共计18个城市的线网规模达到100 km或以上。其中，2019年上海809.9 km、北京771.8 km、广州501.0 km、成都431.5 km位列前四，均超过400 km。此外，南京、武汉、重庆、深圳4个城市轨道交通运营线路长度均超过300 km；天津、苏州2个城市轨道交通运营线路超过200 km。大连、青岛、郑州、沈阳、西安、长春、杭州、长沙等城市的轨道交通运营线路超过100 km。

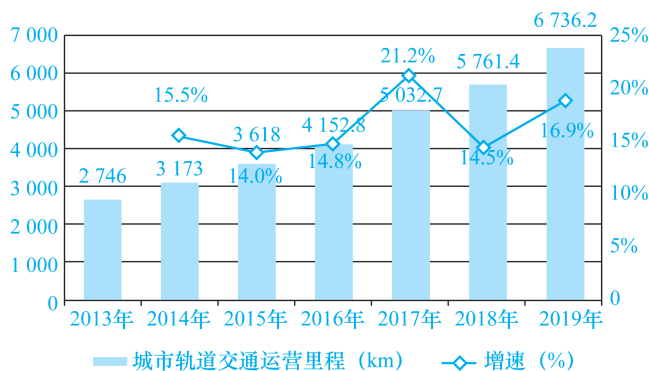


图 1-17 2013—2019 年我国城市轨道交通运营里程及增速

2. 运营站场

截至2019年底，全国城市轨道交通累计投运车站3982座（线网车站每个车站只计一次，换乘站不重复计算），其中，换乘车站354座。拥有4条及以上运营线路、且换乘站3座及以上的城市共计19个，占已开通城市轨道交通运营城市总数的47.5%。

3. 运营线路制式结构

截至2019年底，城市轨道交通运营线路中7种制式同时在运营，其中，地铁5180.6 km，占比76.8%；轻轨217.6 km，占比3.2%；单轨98.5 km，占比1.5%；市域快轨754.6 km，占比11.2%；现代有轨电车417.0 km，占比6.2%；磁浮交通57.7 km，占比0.9%；APM10.2 km，占比0.2%。拥有两种及以上制式投运的城市有19个，占已开通

城市轨道交通运营城市的 47.5%。其中,上海有 5 种制式在运营,北京有 4 种制式在运营,天津、广州、南京、长春、大连、成都、青岛 7 市各有 3 种制式在运营,重庆、深圳、武汉、沈阳、苏州、郑州、佛山、长沙、兰州、宁波 10 市各有两种制式在运营。

4. 轨道交通客运量

据不完全统计,2019 年,城市轨道交通全年累计完成客运量 237.1 亿人次,比上年增长 26.4 亿人次,增长 12.5%;全国城市日均客运总量为 6 637.1 万人次,较上年增长 13.2%。北京、上海两市日均客运量均超过 1 000 万人次,分别为 1 086.9 万人次和 1 064.3 万人次;广州日均客运量为 906.8 万人次;深圳日均客运量为 490.8 万人次;成都日均客运量为 417.6 万人次;武汉、南京两市日均客运量均突破 300 万人次;重庆、西安两市日均客运量均突破 200 万人次;日均客运量突破 100 万人次的城市依次为杭州、天津、郑州、沈阳、长沙、苏州 6 市。

★ 扫一扫



5. 轨道交通客运强度

2019 年,全国城市轨道交通平均客运强度为 0.71 万人次/(km·d),比上年略有下降。由于新建成线路集中投入运营,北京、成都、沈阳、郑州、福州、南宁、合肥等城市客运强度指标同比稳中有降。上海、天津、重庆、深圳、武汉、南京、长春、大连、苏州、杭州等城市随着客流量的增大,客运强度指标比上年均有所增长。从线网来看,线网平均客运强度超过 1 万人次/(km·d)的有 8 个城市,依次为广州、深圳、西安、北京、上海、杭州、成都、长沙。广州客运强度 1.74 万人次/(km·d),人员密集高客运量线路多;深圳客运强度 1.66 万人次/(km·d),随着经济的快速发展近年客运强度逐年增长;西安客运强度 1.65 万人次/(km·d),如果剔除新开通的机场城际线,西安客运强度达到 1.997 万人次/(km·d),主要是由于日均客运量大、运营线路相对较少、总运营线路长度较短导致的。从单线来看,线路客运强度最高的是广州地铁 1 号线 5.46 万人次/(km·d),之后依次是广州地铁 2 号线 4.51 万人次/(km·d)、北京地铁 4 号线 4.42 万人次/(km·d)。北、上、广、深 4 市中,客运强度超过 1.5 万人次/(km·d)的线路分别有 9 条、9 条、6 条和 5 条。

6. 线路高峰小时断面客流量

2019 年各城市的线路高峰小时断面客流与上年相比整体都有所增长。其中,深圳、重庆、武汉、成都、长春、苏州、杭州、郑州、南宁、福州、合肥各线路高峰小时断面客流均呈增长趋势。从线路来看,高峰小时断面客流最高的 5 条线路依次是北京地铁 6 号线 6.32 万人次、上海地铁 11 号线 5.95 万人次、上海地铁 9 号线 5.93 万人次、北京地铁 4 号线 5.87 万人次、上海地铁 1 号线 5.75 万人次。

7. 线路平均运行速度

2019 年城市轨道交通平均运行速度 35.2 km/h,其中,地铁平均运行速度 35.6 km/h。从单条线路来看,南京市域快轨 S9 线 87.4 km/h、上海地铁 16 号线 64.36 km/h、昆明地铁 6 号线 62.31 km/h 位列前三位(上海磁浮线未计入)。从城市来

看，地铁平均运行速度以东莞 53.8 km/h、重庆 42.6 km/h 和昆明 42.4 km/h 位列前三位。

8. 高峰小时最小发车间隔

2019 年，全国城市轨道交通高峰小时最小发车间隔平均为 290 s。进入 120 s 及以内的线路共有 12 条，其中以上海地铁 9 号线 115 s 最短，广州地铁 3 号线 118 s 次之，另有北京地铁 1、2、4、5、9、10 号线，上海地铁 6、7、11 号线，成都地铁 1 号线共 10 条线路高峰小时最小发车间隔为 120 s。北京、上海、广州、深圳、重庆、南京、武汉、成都、西安、苏州、杭州、郑州、青岛共 13 个城市的 54 条城市轨道交通线路高峰小时最小发车间隔进入 180 s 以内。

9. 平均运营服务时长

2019 年城市轨道交通平均运营服务时长 16.7 h/d，比上年略有增长。城市平均运营服务时长以北京 18.6 h/d 为最长。平均运营服务时长超过 18 h/d 的有 7 个城市，分别为北京、上海、杭州、无锡、南宁、贵阳、淮安。据不完全统计，共有北京、上海、广州、重庆、武汉、南京、成都、大连、西安、苏州、杭州、沈阳、昆明、无锡、南宁、贵阳、淮安 17 市的 73 条城市轨道交通线路运营服务时长超过 18 h，其中，北京 21 条、上海 12 条、广州 10 条。

10. 运营成本

据不完全统计，2019 年全国城市轨道交通平均单位车公里运营成本为 23.4 元，平均单位人公里运营成本为 0.69 元。全国城市轨道交通平均单位车公里运营收入 16.7 元，平均单位人公里运营收入 0.47 元。车公里运营收入和人公里运营收入均超过全国平均水平的有杭州、青岛、深圳、长沙、厦门 5 市，均为资源经营收入较高的城市。全国城市轨道交通平均单位票款收入 0.28 元/(人·km)，其中，杭州、贵阳、福州、常州、长沙、石家庄、无锡 7 市单位票款收入超过 0.3 元/(人·km)。

2019 年全国运营收支比为 72.7%。其中运营收支比超过 100% 的城市有杭州、青岛、深圳、北京 4 市，均为资源经营收入较高的城市，其余城市运营收支比均低于 100%。整体看，城市轨道交通运营入不敷出依然是普遍状况。

三、我国城市轨道交通的发展目标

现代社会的特点是高度流动化，因而需要高质量、安全、舒适、准点和快速的交通工具来为城市提供交通服务。传统的公共汽电车方式不能完全适应现代城市发展的需要，必须利用不同能力的交通工具来完成不同需求规模的运输任务。因此，大城市公共交通的发展应是以大中运能的城市轨道交通为骨干客运手段，配合低运能的公共汽电车方式，最终形成结构合理、运能与需求匹配的公共交通网络体系。因此，我国城市轨道交通的发展目标如下：

- (1) 便于城市居民出行，达到安全、舒适、快速和准时的目的。
- (2) 缓解城市道路交通混乱的局面，建立互不干扰的独立运行系统，产生足够的吸引

力，使大量居民放弃自驾车出行的方式，充分利用轨道交通客运系统出行，从而改善道路机动车与非机动车混行的条件。

(3)提供与其他公共客运方式甚至与自驾车匹配的运营服务质量。

(4)促进土地有效利用及沿线土地开发，尽量减少轨道系统的占地面积，减小地理条件制约的影响。

(5)节省能源，降低公害。地铁和轻轨交通的动力主要是电能，比用其他能源作动力要节省很多，没有废气排放的问题，因此，大大降低了对周围环境的污染。

(6)充分采用新技术、新工艺和新材料。现代化城市轨道交通系统是高新技术集中应用的典范，通过这些高新技术的引进和消化，可以推动我国产业生产体系的革新进步。

(7)经济实用。我国城市人口众多，但经济实力还不强。每修建一条城市轨道交通线路都应本着经济而实用的精神办事，不能追求不切实际的豪华配置，而脱离我国的国情。

(8)建立相对统一的城市轨道交通系统建设标准和技术标准。



拓展阅读

中国的第一条地铁

1953年，随着我国国民经济发展第一个五年计划的实施，首都北京城市建设开始提上日程。然而对于一穷二白的新中国而言，进行地下铁道建设困难重重：没有技术、没有经验、没有人才，面临特殊的历史时期和国际环境，地下铁道建设只能依靠自己的力量，在探索中学习，在实践中探索。1953年9月至11月，中共北京市委在“改建和扩建北京市规划草案”及1954年11月“市委关于讨论北京规划草案问题的通知”中都提出：“必须及早筹建地下铁道建设”。1956年经铁道部批准，在唐山铁道学院桥隧系开设地下铁道专业，由高渠清教授及苏联专家纳乌莫夫教授主讲地下铁道专业课程，为中国培养地下铁道专门人才。中共北京市委于1956年7月20日和8月18日两次向中央提出“关于北京地下铁道筹建工作的请示”。中央于1956年9月5日批复同意，并指出：筹建工作由北京市委负责，所缺行政及技术干部由铁道部、地质部、城市建设部抽调支援。

1956年10月北京地下铁道筹建处正式成立。全处共有线路、地质、结构等专业技术人员约30人。1958年5月，北京市组织筹建处刘德义、张光至、康明慈、庄宝璠、辛纪恩组成专家组去莫斯科、柏林考察地铁。1958年中央决定北京地下铁道由铁道部全面负责设计与施工。1960年5月，专业设计处由天津迁往北京，划归铁道部北京地下铁道工程局领导，专业设计处改名为地下铁道设计处，处长为刘锦章。1961年3月局属钻探队、测量队、地质科合并成立勘测队归属地下铁道设计处领导，地下铁道设计处正式更名为铁道部北京地下铁道工程局勘测设计处，职工总数近200名。

1969年10月，北京地铁第一期工程基本建成，于1971年1月开始试运营。1969年工农群众庆祝北京地铁一期完工，如图1-18所示。由于这是我国第一条地铁，缺乏运营

管理经验，车辆、设备一开始存在不少问题。在试运营开始后的头几年，遇到的困难较多。但是，负责试运营工作的北京地下铁道管理处，在国务院有关部门的指导和帮助下，不断摸索、总结经验、发动群众、克服困难，努力改善管理工作。从1977年开始各项工作基本上走上了正轨，并逐步取得了进展。之后数年，他们狠抓了技术队伍的建设，通过开办地铁技工学校，培训职工6200多人次；建立和健全了各项规章制度，改革了一部分车辆，提高了车辆的完好率；对现有设备进行了整治，保证了正常运转；狠抓了安全行车工作。他们还通过技术革新，提高了地铁的自动化水平，先后实现了高度集中、自动闭塞、自动广播等自动化项目，使发车间隔由过去的十几分钟缩短到4分钟，提高了列车的运输效率。



图 1-18 1969 年工农群众庆祝北京地铁一期完工

项目小结

本项目主要介绍了城市轨道交通的发展历程，并列举了世界十大城市地铁及我国城市轨道交通的发展历程及现状。要求了解城市轨道交通的产生原因、发展现状及发展方向，掌握城市轨道交通对社会发展的作用及城市轨道交通发展需要遵循的原则。最后通过本项目的学习，能够流利地介绍出城市轨道交通的发展史及各城市轨道交通的特点。

思考与练习

1. 分析城市轨道交通发展的各个阶段，阐述阻碍其发展的原因及解决办法。
2. 结合世界十大城市地铁的建设特点，谈谈城市轨道交通与城市发展之间的联系。
3. 试述世界城市轨道交通的发展历程。
4. 结合我国城市轨道交通发展现状，谈谈我国城市轨道交通发展的意义及前景。