



轨道交通类专业“互联网+”创新型精品教材

城市轨道交通 概论

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
GAILUN



扫描二维码
共享立体资源

主 编 余得生 徐国权

城市轨道交通概论

主 编
余得生
徐国权

北京出版集团公司
北京出版社

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通概论 / 余得生, 徐国权主编. — 北京:
北京出版社, 2017.1 (2024 重印)

ISBN 978-7-200-12599-3

I. ①城… II. ①余… ②徐… III. ①城市铁路—轨
道交通—高等职业教育—教材 IV. ① U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 255510 号

城市轨道交通概论

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG GAILUN

主 编: 余得生 徐国权

出 版: 北京出版集团公司

北 京 出 版 社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总发行: 北京出版集团公司

经 销: 新华书店

印 刷: 定州市新华印刷有限公司

版 次: 2017 年 1 月第 1 版 2023 年 12 月修订 2024 年 1 月第 5 次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 19.5

字 数: 343 千字

书 号: ISBN 978-7-200-12599-3

定 价: 52.00 元

质量监督电话: 010-82685218 010-58572341 010-58572393

目 录

单元一 城市轨道交通的概述	1
任务 1 城市轨道交通的基本概念	2
任务 2 发展城市轨道交通的必要性	6
任务 3 城市轨道交通的由来与发展	10
任务 4 城市轨道交通与城市经济	18
单元二 城市轨道交通系统的类型	22
任务 1 地铁系统	23
任务 2 轻轨系统	28
任务 3 单轨系统	32
任务 4 有轨电车系统	35
任务 5 磁悬浮系统	38
任务 6 市郊铁路系统	41
任务 7 新交通系统	45
单元三 城市轨道交通线网的规划与建设	50
任务 1 城市轨道交通线网的规划	51
任务 2 城市轨道交通线网的建设	64
单元四 城市轨道交通的设施与设备	76
任务 1 线路	77
任务 2 车站	101
任务 3 车辆	120
任务 4 供电系统	151
任务 5 信号与通信设备	166
任务 6 自动售检票系统	191
任务 7 防火系统	198
任务 8 环境与设备监控系统	205
任务 9 其他机电设备	209

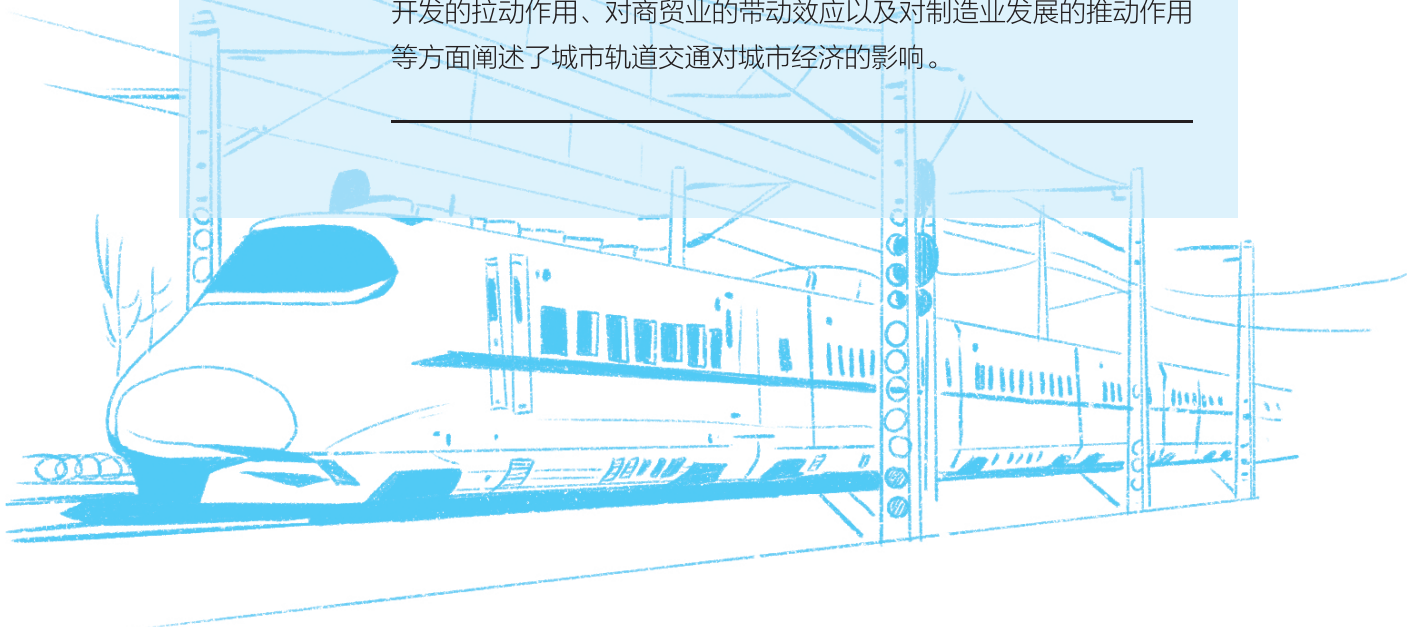
单元五 城市轨道交通运营的组织办法	221
任务 1 行车组织的办法	222
任务 2 客运组织的办法	228
任务 3 乘务管理	243
任务 4 营销策划	250
单元六 城市轨道交通运营风险与安全的管理	262
任务 1 城市轨道交通运营的主要风险及成因	263
任务 2 城市轨道交通运营的安全管理	267
单元七 城市轨道交通产业与人才的需求	288
任务 1 城市轨道交通的产业简介	289
任务 2 城市轨道交通的人才需求状况	295
参考文献	303

单元一 城市轨道交通的概述

【单元概述】

机动车保有量和使用量的不断增加，导致交通拥堵成为我国各大城市所面临的重要城市问题之一。交通拥堵还会伴随交通安全、环境污染和能源消耗等问题，这些都是与城市可持续发展的目标相违背的。轨道交通具有运量大、速度快、安全、准点、保护环境、节约能源和用地等特点，使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。

本单元分四个方面介绍了城市轨道交通的基本知识，包括：城市轨道交通的基本概念、发展城市轨道交通的必要性、城市轨道交通的由来与发展、城市轨道交通与城市经济。其中，从城市轨道交通定义、分类及主要技术特征等方面阐述了城市轨道交通的基本概念；从传统城市面临日益严峻的交通问题、城市公共客运交通的大运量需求、城市客运交通的长运距需求、城市现代化发展带来的技术需求以及城市可持续发展的长远需求等方面阐述了建设城市轨道交通的必要性；在介绍城市轨道交通由来的基础上，阐述了国内外城市轨道交通的发展历程，尤其是我国城市轨道交通迅猛发展的现状以及三种不同的发展模式，并展望了我国城市轨道交通的发展趋势；最后，从对房地产开发的拉动作用、对商贸业的带动效应以及对制造业发展的推动作用等方面阐述了城市轨道交通对城市经济的影响。



任务 1

城市轨道交通的基本概念

学习目标

1. 掌握城市轨道交通的定义，准确区分城市轨道交通与城市道路交通的基本形式。
2. 熟悉城市轨道交通的基本类型与特点。

教学环境

具备互联网环境的多媒体教室或城市轨道交通系统模型实验室。

教学设施

电脑与投影仪、城市轨道交通多媒体课件及视频、不同类型城市轨道交通系统仿真模型等。

理论模块

一、城市轨道交通的定义与分类

1. 城市轨道交通的定义

在国家标准《城市公共交通常用名词术语》(GB5655—1999)中，城市轨道交通冠名为快速轨道交通(Rail rapid transit)，其定义为“通常以电能为动力，采取轮轨运转方式的快速大运量公共交通的总称”。

实际上，“城市轨道交通”是一个包含范围较大的概念，在国际上并没有统一的定义。一般而言，广义的城市轨道交通是指以专用轨道导向运行为主要技术特征，城市公共客运交通系统中具有中等以上运量的轨道交通系统



城市轨道交通支撑
与导向方式



(有别于公共汽车及出租车等形式的城市道路交通)。它主要为城市内的(有别于城际铁路,但可涵盖郊区及城市圈范围)公共客运服务,是一种在城市公共客运交通中起骨干作用的现代化立体交通系统。

2. 城市轨道交通的分类

目前,世界各国现有的城市轨道交通系统的基本类型主要有8类,即地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、城市铁路系统(市区、市郊及机场联络线)、磁悬浮系统、线性电机车系统以及新交通系统。

(1)按不同的交通容量(指单方向每小时断面乘客通过量)范围,轨道交通系统可分为特大、大、中、小容量4种形式。其中,特大容量轨道交通系统一般指市郊铁路,其单向小时断面流量可达6万~8万人;大容量轨道交通系统通常指常规地铁;中容量轨道交通系统包括轻轨、单轨、磁悬浮、线性电机车和新交通系统;小容量轨道交通系统则多指有轨电车系统。

(2)根据不同的敷设方式,轨道交通系统可分为隧道(包括地下、水下)、高架和地面3种形式。

特大、大容量轨道交通系统在交通较为繁忙的地区多采用隧道和高架形式,在市郊则可采用全封闭的地面形式;中容量轨道交通系统可兼有3种敷设形式,且通常不与机动车混行;小容量轨道交通系统一般采用地面形式,可与机动车混行,运输效率较低,相对于普通公交优势并不明显。

(3)按路权(指轨道交通系统运行线路与其他交通的隔离程度,即运行线路的专用程度)分类,轨道交通系统可分为A、B、C3种基本类型。

C类即开放式系统,代表地面混合交通,不具有实体分隔,轨道交通或其他交通混合出行,在路口按照信号规定驶停,也可享有一定的优先权,诸如用道路标线或特殊信号等保留车道;B类即半封闭系统,沿行车方向采用缘石、隔离栅、高差等措施与其他交通实体隔离,但在交叉路口仍与横向的人车平交混行,受信号系统控制;A类即全封闭系统,与其他交通完全隔离,不受平交道和人车的干扰,因此这种系统的车辆具有较高的运行速度,可以保证较高的准时性和安全性。

(4)根据不同的导向方式,轨道交通系统可分为轮轨导向和导向轮导向两种方式。城市铁路、地铁、轻轨、有轨电车等均属于轮轨导向方式,单轨及新交通系统等采用胶轮车辆属后一种方式。

(5)按照牵引方式来分,当前地铁和其他城市轨道交通普遍采用直流牵引的馈电方式,只在较少的非电气化市郊铁道线上为节省投资费用而采用内燃动车组,近年来又逐渐出现了利用磁悬浮原理驱动的新型轨道交通车辆。

二、城市轨道交通的特点

城市轨道交通是集多专业、多工种于一身的复杂系统,通常由轨道路线、车辆、





通信、信号、供变电、车站、维护检修基地以及指挥控制中心等组成。城市轨道交通的运输组织、功能实现和安全保障均应遵循有轨交通的客观规律。在运输组织上实行集中调度、统一指挥、按运行图组织行车的方式；在功能实现方面，各有关专业如线路、车站、隧道、车辆、供电、通信、信号、机电设备及消防系统，均应保证其状态良好，运行正常；在安全保障方面，主要依靠行车组织和设备的正常运行来保证必要的行车间隔和正确的行车线路。与其他城市交通相比，其主要技术特征如下所述。

1. 运输能力强

城市轨道交通由于高密度运转、列车行车间隔短、运行速度快、列车编组辆数多而具有较大的运输能力。如表 1-1 所示为各类城市交通运输能力的比较。

表 1-1 各类城市交通运输能力比较

交通方式	运输能力 (万人次每时)	交通方式	运输能力 (万人次每时)
公共汽车	0.5~0.9	轻轨	1.5~3.0
有轨电车	0.5~3	地铁	3.0~6.0

2. 准时

城市轨道交通路线一般都与地面交通完全隔离，大多具有独立路权，因而城市轨道交通不受其他交通工具干扰，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，列车能按运行图运行，具有可信赖的准时性。

3. 速达

由于城市轨道交通在专用车道上运行，采用先进的电动车组动力牵引方式，且有良好的线路条件及自动控制体系，所以车辆运行速度较快、列车停站时间短、上下车迅速方便，而且换乘也方便，从而可以使乘客较快地到达目的地，缩短出行时间。

4. 舒适

城市轨道交通系统的车站候车、售检票环境、途中车厢内的乘车环境，均有现代化的环控措施保障，环境质量较好，乘客乘车的舒适度较高，其舒适性优于公共电、汽车。

5. 安全

城市轨道交通运行在专用轨道上，有先进的通信信号设备和可靠的安全保障措施，因此极少发生交通事故。

6. 占地少

大城市地面拥挤，土地费用昂贵。城市轨道交通由于充分利用了地下和地上的空间，不占用地面街道，能有效缓解由于汽车数量剧增而造成的道路拥挤、堵塞，有利于城市空间的合理利用，特别是有利于缓解大城市中心区过于拥挤的地面状况，提高了土地利用价值，并能改善城市景观。



7. 能耗与环境污染低

与公共汽车等其他交通方式相比，城市轨道交通能源利用率高，人均运输能耗相对较低。因为采用电力牵引，所以基本不产生废气污染；因为采用多种防振和减噪措施，有效降低了对环境的影响。此外，城市轨道交通的发展，还能减少公共汽车数量，进一步减少汽车的废气污染。

当然，城市轨道交通也存在一些局限性，主要表现如下所述。

1. 建设投资巨大

城市轨道交通路线越长，规模越大，其优势就越明显。然而，城市轨道交通系统建设要求高，施工难度大，设备技术标准高。因此，城市轨道交通路线建设的一次性工程投资巨大。一个国家或地区的城市如果没有相当强的整体经济实力，是无法承受如此巨额的投资负担的。

2. 路线走向及路网结构不易调整

城市轨道交通路线一般均是永久结构（如地下隧道、高架桥结构等），建成后几乎没有再调整的可能性。因此，对于城市轨道交通路线的选线及路网规划要求更高，难度也更大。

3. 运营成本高

城市轨道交通系统能源消耗绝对量相当大，包括列车牵引、环境控制、车站机电设备及通信信号设备等日常运转的能耗等。除此之外，高标准的防灾系统使用机会虽然不多，但其投资成本与日常维护保养的成本也相当高；再加上车站服务工作、运营管理的大量人员以及设备的费用等，使整个轨道交通系统运营成本居高不下。

4. 经济效益有限

城市轨道交通系统具有较强的公益性特征，较多地关注间接的社会整体效益，无法按运营成本核收票价，这就极易导致运营亏损。虽然已有少数城市的轨道交通系统因乘客量巨大，产业开发运营较佳而略有盈余，但还是有众多的城市轨道交通系统处于亏本经营，只得依赖国家与地方政府、社会机构提供补贴。

实训模块

以 4 人左右组成一个小组，在通过文献检索的基础上，针对所在城市的不同交通类型就近开展实地观察体验并总结出各自的特点，最后将结论制作成 PPT 在课堂上讲解。



任务 2

发展城市轨道交通的必要性

学习目标

1. 了解当前城市化进程中的交通问题。
2. 了解当前城市交通对运量与运距的需求以及不同方式的公共交通的运量与运距的特点。
3. 了解城市可持续发展理念以及城市交通对城市可持续发展的影响。

教学环境

具备互联网环境的多媒体教室。

教学设施

电脑与投影仪、城市轨道交通多媒体课件。

理论模块

当前，建设城市轨道交通不仅可以有力地促进城市交通发展，促进区域一体化和城市空间结构调整，而且也契合国家“保增长、促民生”，实现可持续发展的方针政策。

一、传统城市严峻的交通问题呼唤城市公共交通

随着世界各国城市化的发展和我国城市化进程地不断加快，城市出现了人口密集、交通拥堵、环境（空气）污染严重、能源匮乏、居民出行时间长以及出行难等所谓的“城市病”。而城市交通问题已成为困扰城市发展的难题之一，是城市机体难以治愈的“顽症”。究其原因，主要还是传统城市交通的发展方式存在着严重的弊端，具有不可持续性。尤其是在第二次世界大战以后，发达国家城市交通发展进程几乎就是一个不断满足机动化（尤其是小汽车）发展要求的过程，机动车拥有水平几乎成了所有战略性和实施性决策的基本前提。而在发展中国家，机动化也成为城市决策者追求的目标。



标,成为衡量“现代化”的标准。为了提高机动性,必须不断增加道路设施的供给。但“亚当斯定律”告诉我们:新的道路建设降低了出行时耗,但同时会引发新的出行需求,经过一段时间后将最终恢复原来的拥挤水平,并由此提出了交通需求总大于交通供给的著名论断。而且从普遍意义上说,道路的“生产”速度始终跟不上汽车的生产速度,因为汽车可以通过流水线生产,而道路却不能;汽车可以进口,道路却不能。城市土地资源是有限且宝贵的,不可能完全用以修建道路。因此,这种立足于供给的思维形成了一个供给与需求之间的恶性循环,即道路拥挤—公众要求提高运输能力—能力提高—旅行容易—刺激城市延伸—平均旅程增加—旅行量增加—进一步拥挤,由此导致城市交通失衡、堵塞严重和环境污染问题,给城市的经济、社会、环境和文化发展造成巨大副作用。

如上所述,传统城市交通发展模式已很难从根本上摆脱“拥挤—缓和—再拥挤”的恶性循环模式。因此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。发展以公共交通为主的城市交通体系,优化城市交通结构,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根本途径,这已成为广泛共识,并将在 21 世纪世界城市交通发展中得到落实。

二、城市公共客运交通的大运量需求呼唤轨道交通

在城市公共客运交通中,最常见的是地面公共汽、电车交通,它一次性投资较小、可调整性较强、适应面较广、技术要求相对较低,但其也有以下不可避免的局限性。

1. 运量有限

在限定的舒适度条件下(主要指拥挤度指标),如在车厢内每平方米站立乘客 7~11 人的极拥挤程度下,一条公共汽、电车路线单向高峰小时的最大运量为 5 000~8 000 人次。如果再要提高运量的话,就必然会形成两个后果:一是车辆内拥挤度提高,如达到每平方米站立 12~14 人的“极其拥挤”程度;二是路线上车辆连发频率过高,造成首尾相接的“列车”运行现象。

2. 道路拥塞

由于公共汽、电车在城市道路上行驶,一般没有专用车道。因此,交通高峰时期,正是道路最拥挤时段,公共汽、电车路线按运量投放车辆,恰是造成道路拥塞的原因之一。即使有公交专用道,也会有其他车辆运行,造成速度下降、秩序混乱及效果不佳等后果。

因此,地面公共汽、电车交通方式仅能满足一定运量的城市客运交通需求,无法适应大城市主要交通方向大运量交通需求。诸如大型居民区的通勤出行交通,市中心区的吸引交通,大型文体场馆、车站、机场、码头产生的密集到发客流,均需具有运量大、速度快及可靠性强特点的城市轨道交通系统来承担。

一般认为,城市客运交通体系建设轨道交通的客运量需求的必要性表现在以下

两点。

(1) 满足单一方向的极大客运量需求，即在某一客运交通方向上，单向高峰小时客流量大于 8 000 人次时，就有必要建设城市轨道交通系统。否则，该方向地面常规公交线路服务水平必然下降，以致拥挤不堪、车速极低、延误严重等。

(2) 满足城市交通整体客运量需求。城市地面道路拥挤（尤其是在高峰时段，市中心区及主要干道）是一个世界性城市通病，地面道路不可能无限拓宽增加，即使拓宽增加，也难以跟上由城市人口增加、经济发展而引发的车辆增加与交通量增加的速度。因此，建设运载量大、人均占道路面积少的轨道交通系统（地下或高架系统占地更少或接近于零）是有效减少地面交通车辆、缓解地面道路拥挤的有效办法。

对一个城市而言，具有一个功能完善、布局合理的轨道交通网，才能有望构筑层次清晰、结构合理、高效低耗以及对城市发展起到积极牵动作用的城市客运交通体系。

三、城市客运交通的长运距需求呼唤轨道交通

随着城市范围的扩展，布局的进一步调整，功能区的日益清晰与合理分布，城市客运交通的运输距离有增大的趋势。尤其是大都市圈、群、带等城市化形式的出现，使市民出行的距离拉长，在途时间增加，旅途疲劳影响凸显。这样，地面公共交通方式就难以满足因交通运距变大而引起的服务方面的需求，唯有轨道交通系统恰好能发挥其优势。

目前，在城市交通的主要集散点之间，尤其是城市中心区与边缘功能区（如工业区、居民区、游览区）之间，或各功能区之间，以及大都市中心区与副中心、卫星城、新城区之间，轨道交通是唯一一种既能以合适的“时间距离”缩短过大的空间距离，又能避免种种交通发展负效应的现代交通方式。因此，城市轨道交通系统是城市中心区扩展、城市布局合理扩散、城市范围扩大的基本保证。无论是对于单一中心的多环同心圆结构，还是适度扩散的多中心组团式结构，一个现代化大都市或大都市圈的城市发展模式，缺少城市轨道交通的支撑是绝对不行的。

四、城市现代化发展带来的技术需求呼唤轨道交通

城市发展过程是综合经济实力与科技水平的集中表现，其中城市交通是重要的标志之一。很难设想一个极具现代化水平的经济发达城市，只有单一的地面公共交通工具为城市庞大的、高标准的客运提供交通服务。尤其是在人口密度大、土地面积并不



宽裕的城市，采用盲目拓宽道路或发展高架道路和增加私人小汽车数量的城市交通发展战略，无疑是一种短期策略表现，而非可持续发展的战略选择。

城市轨道交通的建设，在某种意义上反映了城市的综合实力，也反映了城市交通科技含量与发展水平，还为城市产业发展与产业结构调整带来了新的生长点。

五、城市可持续发展的长远需求呼唤轨道交通

最新的城市发展理念是以环境保护与资源利用两项可持续重点指标作为主要评价目标的。无限制地发展汽车交通对城市环境保护与资源利用具有破坏作用，原因是无限制地发展汽车交通会大量侵占城市用地（道路面积率不断扩大，个别城市已达 30% 以上），大量排放废气污染物，大面积地形成道路堵塞，大规模地消耗能源（个体交通方式，大排量汽车），大幅度地造成伤亡事故（造成大规模的人力、物力、财产损失），大量地耗费管理管制人力、物力，已成为城市可持续发展的主要制约因素。

因此，从城市可持续发展角度来看，公共交通应优于私人交通；公共交通范畴中，轨道交通应优于公共汽、电车。

此外，城市环境保护与资源利用的重要环节是产业结构调整与功能区布局调整。一方面创造良好的环境条件（如增加绿地面积，压缩高能耗、高污染、高成本、低效益产业，降低建筑密度与人口密度，提高空气、水、居住等生活质量）；另一方面构筑科学合理的城市布局，促进城市资源的优化配置（如土地资源、水、能源资源、人力、物质资源等），使城市发展具有潜力与后劲。要实现上述目标，客运交通方面切不可盲目发展私人汽车，而需发展轨道交通体系。

实训模块

成立 4 人研究小组，以某一方向的城市主干道为调研对象，实地了解城市交通现状与问题，并阐述建设轨道交通的必要性与解决方法。



任务 3

城市轨道交通的由来与发展

学习目标

1. 了解城市轨道交通的起源。
2. 了解世界城市轨道交通的发展历程及我国城市轨道交通的发展历程与现状。
3. 熟悉我国城市轨道交通的发展模式与趋势。

教学环境

具备互联网环境的多媒体教室。

教学设施

电脑与投影仪、城市轨道交通多媒体课件及教学视频。

理论模块

一、城市轨道交通的由来

法国人巴斯卡于 1662 年在巴黎首创了无轨公共马车，它有固定的路线和班次，由此诞生了城市公共交通。无轨马车虽然是城市公共交通的雏形，但它缓慢颠簸、不舒服，且容易造成街道的车辆拥挤及阻塞。

把马车放在钢轨上行驶，不仅可以提高速度及平稳性，还可以利用由多匹马组成的马队来提高牵引力，以增大车辆规模，降低运输成本及票价。1827 年，世界上第一条有轨马车出现在纽约百老汇大街上，1832 年，马拉的城市街道铁路（有轨马车）在美国纽约的第 4 大街正式运营。从 1855 年开始，有轨马车大规模地替代公共马车在美国及欧洲得到迅速扩展，至 1890 年，总的轨道里程达到 9 900 km。

虽然有轨马车比公共马车有了很大的改进，但随着城市人口及车辆的增加，在较大城市中平交道口出现交通阻塞的情况非常严重。交通的拥堵使人们想到了将交通线



路往地下发展的方法，以便很好地解决客流激增与土地紧张的问题。19 世纪中叶的英国伦敦，交通十分拥堵。1843 年，有“地铁之父”之称的英国律师查尔斯·皮尔逊建议修建地铁。经过 20 年的酝酿和建设，世界上第一条快速轨道交通地下线（地铁）于 1863 年 1 月 10 日在伦敦正式运营。它标志着城市轨道交通在世界上的诞生。用明挖法施工的伦敦地铁，通车时采用蒸汽机车牵引，线路全长 6.5 km。列车在地下隧道内运行，导致隧道里烟雾熏人，但当时的伦敦市民甚至皇亲显贵们都乐于乘坐这种地下列车，因为在拥挤不堪的伦敦地面街道上乘坐公共马车，其条件和速度还不如地铁列车。

世界上第一条地下铁道的诞生，为人口密集的大都市如何发展公共交通提供了宝贵经验。虽然伦敦地铁的线路仅 6.5 km，但第一年就运载了 950 万乘客，为解决城市交通的拥堵问题树立了成功的典范。特别是 1879 年电力机车的研制成功，使得地下运输环境和服务条件得到了极大改善。从此，世界上一些著名的大城市都先后修建了地下铁道，城市交通进入了轨道交通时代。

二、城市轨道交通的发展

自 1863 年伦敦开通世界上第一条地铁，至今已有近 50 个国家的 330 余座城市修建了轨道交通，线路总长度达数万千米。城市化进程的加快、大城市人口数量的激增以及城市公路交通的拥堵使得城市轨道交通日益受到各国政府的重视，全球每天客运量约为 1.2 亿人次，城市轨道交通运输在城市客运体系中发挥的作用越来越重要。城市轨道交通 150 多年的发展经验告诉我们，只有采用城市轨道交通系统作为公共交通的骨干网络，才有可能有效地解决城市客运交通的难题。

1. 世界城市轨道交通的发展历程

世界城市轨道交通的发展经历了一个曲折的过程，大致可分为以下几个阶段。

（1）初步发展阶段（1863—1924 年）

在这一阶段，欧美的城市轨道交通发展较快，自 1863—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。

在进入 20 世纪的最初 24 年里（1900—1924 年），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。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有了很大发展。这种旧式的有轨电车行驶在城市的道路中间，运行速度慢，正点率很低，而且噪音大、加速性能低、乘客舒适度差，但在当时却是公共交通的骨干。

（2）停滞萎缩阶段（1925—1949 年）

第二次世界大战的爆发和汽车工业的发展，导致了城市轨道交通的停滞和萎缩。汽车的灵活、便捷及可达性，一度成为城市交通的宠儿，得到飞速发展。而轨道交通因投资大，建设周期长，一度失宠。这一阶段只有日本的东京、大阪，俄罗斯的莫斯





科等少数城市发展了城市地铁。有轨电车则停滞不前，有些线路甚至被拆除。美国 1912 年已有 370 座城市建有有轨电车，到 1970 年，只剩下 8 座城市保留了有轨电车。

(3) 再发展阶段 (1950—1974 年)

汽车过度增加，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。加之空气污染，噪声严重，大量耗费石油资源，市区汽车有时还难以找到停车地方，于是人们又重新认识到，解决城市客运交通难题必须依靠电力驱动的轨道交通。因此，轨道交通重新受到重视，地铁建设也蓬勃发展起来。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，俄罗斯的圣彼得堡，乌克兰的基辅，日本的名古屋、横滨，韩国的首尔以及我国的北京等约 30 座城市相继建成了地铁。

(4) 高速发展阶段 (1975 年至今)

世界上很多国家都确立了优先发展轨道交通的方针，并以立法的方式解决城市轨道交通的资金来源问题。世界各国城市化的趋势，导致人口高度集中，这就要求轨道交通要高速发展以适应日益增加的客流运输，同时各种技术的发展也为轨道交通奠定了良好的基础。

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。目前，已有 50 多个国家和地区，超过 100 座城市开通了城市轨道交通线路，车站总数超过 9 000 座，运营里程超过 10 000 km。有些城市轨道交通运量占城市公交运量的比重达 50% 以上，有的竟高达 70%。

2. 我国城市轨道交通的发展历程与现状

我国城市轨道交通的建设起步较晚，第一条城市轨道交通线路为北京长安街的地铁 1 号线，于 1965 年开始建设，1969 年建成通车，全长为 23.6 km，共设车站 17 座。20 世纪 90 年代以前，我国城市轨道交通的建设处于起步阶段，发展较缓慢，甚至可以说止步不前，截至 1995 年底，我国只有北京、上海和天津三座城市建有城市轨道交通线路，运营里程不足 80 km，与国外各大城市的差距较大。

进入 20 世纪末期后，随着我国城市化进程的加快和小汽车的普及，各城市交通供需矛盾逐渐显现，北京、上海和广州等城市开始积极建设城市轨道交通，我国轨道交通的建设进入一个快速发展时期。截至 2000 年底，我国城市轨道交通运营里程达到 146 km。

进入 21 世纪，随着我国城市规模的扩大以及机动化的快速发展，以北京、上海等城市为代表的特大城市的交通供需矛盾进一步突出，城市轨道交通就成为缓解城市交通拥堵的“救命稻草”，其建设速度明显加快。特别是 2007 年，源自美国的次贷危机逐步演变为世界性的经济危机，我国经济也遭受了严重冲击。为有效应对危机，我国政府于 2008 年 11 月出台了总额达 4 万亿元的投资计划，其交通投资占据了相当大的比重，这使得我国城市轨道交通建设进入一个“爆发期”。截至 2015 年 12 月 31 日，



我国有北京、上海、广州、深圳、南京、天津、重庆、大连、沈阳、长春、成都、武汉、西安、佛山、苏州、杭州、昆明、哈尔滨、郑州、长沙、宁波、无锡、青岛、南昌、淮安等 25 个城市（港、澳、台除外）拥有城市轨道交通，运营线路总长 3 293 km。

如图 1-1 所示，在各城市轨道交通运营里程排序中，达到 200 km 以上的城市依次为上海 627 km、北京 555 km、广州 260 km、南京 232 km、重庆 202 km，另外达到或超过 100 km 的城市还有 5 座。如图 1-2 所示，在各城市轨道交通运营线路数排序中，北京以 18 条线路名列第一。从数量上看，北京、上海、广州为第一梯队，南京、大连、沈阳、天津、深圳为第二梯队。

在这些运营城市中，上海、广州、天津、南京、长春、大连、沈阳、苏州和淮安等 9 个城市开通了现代有轨电车；广州的 APM 线（广州市珠江新城核心区市政交通项目旅客自动输送系统）是一种无人自动驾驶、立体交叉的自动导轨快捷运输系统。城市轨道交通的多样化能够充分体现不同城市的地域特征和客流需求特征，具有较高的适应性。

截至 2015 年底，中国内地城市轨道交通运营线路统计如表 1-2 所示。



图 1-1 各城市运营里程排序

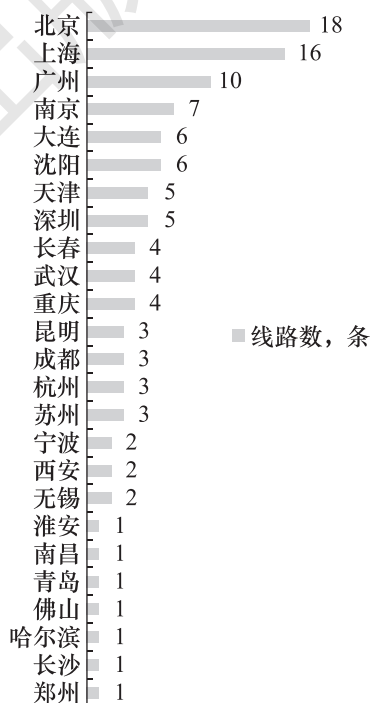


图 1-2 各城市运营线路数排序



表 1-2 2015 年底中国内地城市轨道交通运营线路统计

序号	城市及最早通车年份	线路名称	运营里程(km)	总里程(km)	序号	城市及最早通车年份	线路名称	运营里程(km)	总里程(km)
1	北京 1969	1 号线	31	554.69	3	广州 1999	1 号线	18.5	259.81
		2 号线	23				2 号线	31.75	
		4 号线	28.18				3 号线	67.3	
		5 号线	27.6				4 号线	46.7	
		6 号线	42.8				5 号线	31.9	
		7 号线	23.7				6 号线	24.5	
		8 号线	27.6				8 号线	14.97	
		9 号线	16.5				广佛线	12.53	
		10 号线	57.1				珠江新城 APM	3.96	
		13 号线	40.9				海珠环岛有轨电车	7.7	
		14 号线	44.8		4	天津 2003	1 号线	26.187	147.556
		15 号线	43.15				2 号线	27.142	
		机场线	28				3 号线	33.608	
		八通线	19				9 号线	52.759	
2	上海 1995	亦庄线	24	627.15	5	深圳 2004	滨海有轨电车	7.86	178.59
		大兴线	21.76				罗宝线(1 号线)	40.8	
		昌平线	31.6				蛇口线(2 号线)	35.75	
		房山线	24				龙岗线(3 号线)	41.7	
							龙华线(4 号线)	20.34	
					6	南京 2005	环中线(5 号线)	40	232.15
							1 号线	38.9	
							2 号线	37.95	
							3 号线	44.9	
							S1 号线	21.6	
							S8 号线	45.2	
							河西有轨电车	7.8	
					7	重庆 2005	1 号线	38.94	202.31
							2 号线	31.36	
							3 号线	56.1	
							6 号线	75.91	
					8	长春 2002	3 号线	31.96	65.55
							4 号线	16.33	
							有轨电车 54 路	7.64	
							有轨电车 55 路	9.62	
		张江有轨电车	9						



续表

序号	城市及最早通车年份	线路名称	运营里程(km)	总里程(km)	序号	城市及最早通车年份	线路名称	运营里程(km)	总里程(km)
9	武汉 2004	1 号线	34.2	126.18	15	苏州 2012	1 号线	25.7	70.5
		2 号线	27.73				2 号线	26.6	
		3 号线	30.1				有轨电车 1 号线	18.2	
		4 号线	34.15		1 号线	53.4	81.35		
10	大连 2002	1 号线 一期	17.7	16	杭州 2012	2 号线		18.3	60
		2 号线	24.5			4 号线		9.65	
		3 号线	63.45			1 号线 首期	29		
		有轨电车 201	10.8	17	昆明 2012	2 号线 首期	13		
		有轨电车 202	12.6			6 号线	18		
		快轨 202 路延伸线	38.2			18	哈尔滨	1 号线	17.47
11	沈阳 2010	1 号线	27.926	114.569	19	郑州 2013	1 号线	26.2	26.2
		2 号线	27.143		20	无锡 2014	1 号线	29.42	55.72
		有轨电车 1 号线	12				2 号线	26.3	
		有轨电车 2 号线	15.1		21	长沙 2014	2 号线	26.579	26.579
		有轨电车 3 号线	11.3		22	宁波 2014	1 号线	20.878	49.228
		有轨电车 5 号线	21.1				2 号线	28.35	
12	成都 2010	1 号线	23.9	88.5	23	青岛 2015	3 号线 北段	25.2	25.2
		2 号线	42.5		24	南昌 2015	1 号线	28.8	28.8
		4 号线	22.1		25	淮安 2015	有轨电车 一期工程	20.3	20.3
13	佛山 2010	1 号线	14.8	14.8	合 计	运营城市 25 座 运营里程 3 293 km			
14	西安 2011	1 号线	25.4	52.3					
		2 号线	26.9						

3. 我国城市轨道交通的发展模式

尽管我国城市轨道交通系统发展起步较晚,但是经过几十年的不断探索,也已经形成了具有中国特色的轨道交通发展模式,主要包括适应型、引导型和混合型 3 种。

(1) 适应型轨道交通发展模式

首都北京既是我国的政治与文化中心,同时也是一座拥有 3 000 多年历史的古城。它独特的城市形态决定了北京轨道交通的发展特点,也使其成为我国适应型轨道交通发展模式的典型代表城市。





北京的适应型轨道交通发展模式有其鲜明的特点：第一，要通过不断扩大轨道交通网络来适应城市发展的需要。虽然世界各大城市的轨道交通线网规模随着城市的发展都会相应扩大，但是采用适应型轨道交通发展模式的轨道交通规模增速更快。因为这些城市的蔓延速度更快，而且越来越多的人居住到城市郊区，由此产生的远距离出行使得人们更加依赖小汽车，而对小汽车的过度依赖又会引发更严重的交通问题，所以只有不断扩大轨道交通规模才能缓解城市日益恶化的交通供需矛盾。第二，它是“亡羊补牢”式的发展。采用适应型轨道交通发展模式的的城市通常被迫采取客流追随型的发展策略，即哪条路或哪个区域交通不堪负荷，就通过修轨道交通来缓解压力。交通压力的大小与交通状况的好坏决定了在哪里建轨道交通。

（2）引导型轨道交通发展模式

由于轨道交通在我国起步较晚，目前尚处在实践探索阶段，我国还没有一个完全意义上的采用引导型轨道交通发展模式的城市。但是从发展态势来看，深圳市最有可能在 21 世纪演变成一个依靠轨道交通发展的“公交都市”。

深圳作为我国改革开放中的第一个经济特区，三十多年的发展使这个城市发生了翻天覆地的变化，现在的深圳已经具备了许多对形成引导型轨道交通发展模式有利的因素：第一，拥有一个具有强大决心的政府来整合以轨道交通为骨干的公共交通与主导城市发展。深圳市政府对城市公共交通的重视是一如既往的，不断通过机构改革和政策引导来支持公共交通的发展，这对形成一种以轨道交通为主的公共交通发展模式是有利的。第二，拥有对公共交通政策保护和立法支持的良好环境。通过制定一系列的地方法规条例，如《深圳市城市规划标准与准则》《深圳市土地交易市场管理规定》《深圳经济特区建设项目环境保护条例》等，对深圳各区未来的发展方向以及发展要求做出了明确指示。第三，对小汽车的限制与对公交出行的倡导。深圳市一方面通过多手段相结合的方法来限制小汽车出行，如根据不同区域差别原则提供不同规模的停车设施；对部分区域进行车辆限行；在轨道交通车站附近设置换乘停车场等。另一方面不断改善步行和自行车交通的出行环境。深圳未来将在原特区内建设 135 公里的自行车车道，并逐步扩大到全市。还通过建立安全、宜人的交通环境，引导人们逐步接受“步行+公交”“自行车+公交”的出行方式。

（3）混合型轨道交通发展模式

上海以其独特的发展特点和雄厚的经济实力选择了与我国大多数城市不同的混合型轨道交通发展道路。目前，上海拥有我国最健全的城市轨道交通系统，它由地铁、轻轨、磁悬浮铁路、有轨电车和中国第一条城市市郊快速铁路构成。

上海作为我国混合型轨道交通发展模式的典型，具有两个鲜明的特征。

第一，上海的轨道交通既充当引导城市发展的角色，同时又需要去适应城市的发展。一方面，与世界上诸多特大城市一样，上海的居住与就业高度集中于中心城区，导致整个城市的放射状出行占主导地位，由此引发的“潮汐”交通现象非常明显，这



使得上海中心城区的交通状况不断恶化。为了提升上海可持续发展能力,上海的轨道交通采用了“环+放射”的结构。通过用轨道交通线路将市中心与城市次级中心和新城镇连接起来,引导城市沿主要交通走廊发展,并试图通过合理的规划设计将产业和人口继续向郊区转移。另一方面,随着就业与居住的分散,城市郊区间侧向通勤不断增加,城市郊区正在成为人员出行新的增长点。在这种情况下,上海市通过不断完善公共交通体系,不断扩大公交网络,想方设法促使公共汽(电)车、轨道交通等其他公共交通进行良好衔接,加快开发智能公交系统和信息管理系统,以此不断优化郊区的公交服务。

第二,上海在土地使用方面具有独特的两面性。一方面,上海市政府非常重视政府在土地使用方面的主导作用,通过制定《上海市城市规划条例》和《上海市城市规划管理技术规定》,并在法律允许范围内不断完善监督措施、强制措施和处罚手段,来保障城市用地按规划实施。另一方面,上海又不排斥市场力量介入土地交易,特别是在土地资源储备方面,完全由市场起主导作用。1996年,我国首家土地储备机构在上海成立,即上海土地发展中心,该中心完全以市场机制作为其基本运作机制。正是这种两面性塑造了上海独特的轨道交通发展形态。

4. 我国城市轨道交通的发展趋势

(1) 规模化城市轨道交通建设快速发展

目前,我国已有20多座城市的轨道交通开始运营,预计2020年可达到40多座城市运营城市轨道交通。据统计,目前我国接近80座城市正在建设或规划建设城市轨道交通,其中包括地铁、轻轨、有轨电车以及快速铁路等。以《‘十二五’综合交通运输体系规划》为依据,预计2020年可达1.4万千米。在国家政策的支持下,政企高度合作,我国城市轨道交通建设呈不断上升的发展趋势,为我国城市发展提供了有效保障。

(2) 城市轨道交通制式多样化协同发展

自我国第一条地铁建成至今已有40多年,在此过程中,经过各大城市的实践与探索,实现了城市轨道交通制式多样化协同发展的目标。以2015年前的数据为标准,我国地铁占城市轨道交通建设的77%左右,其他制式占23%左右。从各大城市的远景规划分析来看,地铁仍是城市轨道交通建设的主要形式,但存在下降趋势,其他制式则呈上升状态,包括有轨电车、城市快速铁路、单轨和磁悬浮铁路等,这凸显出城市轨道交通建设的多样化发展特点。

(3) 城市轨道交通网络化管理模式的发展

城市轨道交通网络化管理模式是国内各大城市研究、探讨的重点,是提高城市轨道交通管理效率的保障,是城市轨道交通发展的必然趋势。在此基础上,各大城市更加重视线网规划,以达到线网规划与建设规划的高度融合,实现传统分散式建设转变为系统集约化建设,确保信息互联网平台得以构建、资源共享得到实现。





实训模块

1. 通过网络、图书及期刊等途径检索文献，以总结世界主要城市轨道交通建设的情况、特点与经验，并说明对我国城市轨道交通的发展有何借鉴意义。
2. 通过文献检索与社会调查等途径了解我国主要城市轨道交通的运营对改善交通状况带来的积极影响。

任务 4

城市轨道交通与城市经济

学习目标

1. 了解城市轨道交通对房地产开发的推动作用。
2. 了解城市轨道交通对商贸业发展的带动效应。
3. 了解城市轨道交通对制造业发展的推动作用。

教学环境

具备互联网环境的多媒体教室。

教学设施

电脑与投影仪、城市轨道交通多媒体课件及教学视频等。

理论模块

城市轨道交通对城市的经济影响已渗透到人们生活的方方面面。作为城市重要的基础设施之一，它不仅提高了城市的土地使用率，给商贸资源带来增值，还为城市创造了品牌效应和市场资源，这些有形和无形的资源都是轨道交通所创造的经济价值。它在美化城市环境的同时，也从根本上提高了居民的生活环境水平，提高了城市的综合竞争力。

一、城市轨道交通对房地产开发的推动作用

随着轨道交通线路的开工建设，沿线（主要是城市边缘地区）房地产的商机逐渐显



现。从国内外大中城市的发展经验看，城市轨道交通的发展为沿线周边居民提供极大出行便利的同时，更提高了整体物业居住品质。因此，相对离轨道交通沿线较远的房地产项目，沿线附近的房地产项目就具有更加明显的竞争优势。对于城市中大部分就业居住者而言，轨道交通沿线（特别是站点附近）的置业生活，正成为其首选的生活模式，如今的城市轨道交通已经突破单纯的公共交通功能，甚至在某种程度上讲，对于沿线的房地产的发展正起着决定性作用。

城市轨道交通对沿线房地产发展的主要影响如下所述。

第一，能够改善沿线物业的交通状况。城市轨道交通是现代化的交通工具，其舒适、快速的特点能改善周边地区的交通可达性，缩短市中心区域与郊区之间的时空距离，使置业者的出行速度提高和费用减少，从而降低出行成本，提升房地产价值。

第二，能够提高沿线土地的开发力度。城市交通的主要方式将直接影响城市发展土地利用形态。城市主要交通方式的承运量越大，那么城市空间发展所展现出的形态就越紧凑，凝聚力也更强。伴随着轨道交通的发展，城市的空间分布更趋合理化。沿线地产的开发往往以站点为中心，向周边呈放射状延伸，一般站点 500 m 半径以内属于高强度开发区域，500~1 000 m 为中高强度开发区域。

第三，能够改变沿线土地的利用性质。城市轨道交通的开通运营，使城市中心区域与广大郊区的往来更加方便灵活，而且不同区域所承担的城市功能将被进一步完善，人们对居住区域的选择就自然偏向环境更适宜的郊区城镇。城市中心区域的居住功能逐步转移至郊区城镇，有效地缓解了市中心的承载压力。同时轨道交通的运营进一步强化了城市市中心的金融、商业和服务等功能，并且也为新城（卫星城镇）的形成提供了交通支持，使居住和商业等设施向轨道交通沿线逐渐聚集，形成聚集效应。聚集效应的形成直接改变着沿线土地的原有使用性质，如沿线农民的农业耕地和宅基地等会转换成房产开发或纯商业等其他多种业态用地形式。土地性质的转变同时为土地原持有者和开发投资者带来长期可观的收益。

第四，能够增加区域经济活力，促进经济发展。轨道交通不但有效解决了城市中心区域的交通问题，而且对集约利用和发展沿线土地、完善城市空间功能布局、指引城市合理规划发展等也起着重大作用。轨道交通的良好运营和沿线地区的经济发展是一种可持续的良性互动机制，即相辅相成、相互促进。良好的运营可以吸引大量的客流，使沿线人口聚集，进而吸引更多的经济要素、资源聚集，增加地区经济活力，促进经济繁荣发展；而地区经济的繁荣同时又为轨道交通良好的运营带来持续稳定的客流增量保障。

二、城市轨道交通对商贸业的带动效应

城市轨道交通建设对商贸发展的相关性主要体现在三个方面：首先，轨道交通的运营提升沿线地区的可达性，为商贸业集群化发展提供了优越的条件和基础；其次，与轨道交通运营相关的上下游产业或者核心产业的发展，为商贸业的发展提供了直接





动力；最后，商贸业的集群化发展为轨道交通的可持续发展提供了基础。

城市轨道交通属重大交通基础设施之一，其对商贸业的带动效应主要表现在以下几点。

第一，资源开发带动。轨道交通会形成大量衍生资源，如地下空间和广告资源等。依托这些资源，可以开发餐饮娱乐、广告传媒和文化休闲等服务业。

第二，集群发展带动。城市轨道交通安全、舒适、快捷和环保的特点，不仅可以提高沿线地区的可达性，加强城市不同地区功能、空间和产业的联系，而且具有集中、集聚和集约产业的功能，使得沿线集结大量的商业、商务与文化设施，带动房地产业和商贸业集群，一方面提升传统的商圈能级，另一方面促进形成新的规模经济圈。

第三，房地产开发带动。便捷的交通会使居民选择到轨道交通线路所到的郊区居住，这不仅会带来沿线房地产的发展，而且吸引了众多商家到沿线开设商铺，形成新的商贸服务带。

三、城市轨道交通对制造业发展的推动作用

城市轨道交通的发展不仅推动我国轨道运输设备和电气化技术的研发，还可带动电子、材料、机械加工、现代装备等一批相关产业的发展，并发挥龙头产业的作用。为了促进轨道交通相关产业的发展，国家出台了关于加强轨道交通设备国产化的政策文件，即《国务院办公厅转发国家计委关于快速轨道交通建设管理的通知》，鼓励采用我国自产设备，促进国内设备制造业发展。国家早在“十一五”规划中就提出要振兴装备制造业，增强自主创新能力，力求实现产业化。此外，轨道交通的开通运营，会吸引大量的企业、工业园区和产业园区选择在沿线节点城镇择址建点，同时轨道交通又为这些园区内的上班族提供了快捷的交通条件。在人口较为稀疏的远郊区，可考虑发展环境污染较小的各种零件加工和装备加工业等。

实训模块

以某一条城市轨道交通线路为对象，通过文献检索或实地访问、调研，了解城市轨道交通开通前后给房地产、商贸及制造业等带来的变化。

复习与思考

一、判断题

1. 城市轨道交通是一种依靠轨道导向，运行在人口密集的城市中心区域的中等以上运量的公共交通系统。 ()
2. 特大、大容量轨道交通系统通常以地下隧道的形式修建；而小容量轨道交通系统一般采用地面形式。 ()





3. A 类路权城市轨道交通系统的车辆具有较高的运行速度，可以保持较高的准时性和安全性。()
4. 相比于公共汽、电车，城市轨道交通的运营成本与费用较低，因而其运营的经济效益通常较好。()
5. 从城市可持续发展角度来看，公共交通优于私人交通；公共交通范畴中，轨道交通优于公共汽、电车。()
6. 世界上第一条地下铁道于 1863 年诞生于英国的格拉斯哥。()
7. 第二次世界大战期间，世界主要城市开始大量修建城市轨道交通。()
8. 北京是我国修建地铁最早和运营里程最长的城市。()
9. 城市轨道交通不仅提高了城市的土地使用率，给商贸资源带来增值，还为城市创造了品牌效应和市场资源。()

二、选择题

1. 下列哪项不属于城市轨道交通的范畴?()
- A. 有轨电车 B. 航空运输 C. 城市铁路 D. 独轨交通
2. 城市轨道交通是以()为动力、采取轮轨运转方式的快速大运量公共交通的总称。
- A. 太阳能 B. 风能 C. 机械能 D. 电能
3. 按容量分，地铁属于()的轨道交通。
- A. 特大容量 B. 大容量 C. 中容量 D. 小容量
4. 我国最早修建地铁的城市是()。
- A. 北京 B. 上海 C. 广州 D. 天津

三、填空题

1. 按交通容量的不同，城市轨道交通系统有四类，其中，特大容量轨道交通系统一般指_____；大容量轨道交通系统通常指_____；中容量轨道交通系统包括_____、_____、_____和_____；小容量轨道交通系统则多指_____。
2. “亚当斯定律”告诉我们：交通需求总是_____交通供给。
3. 截至 1995 年底，我国只有_____、_____和_____三座城市建有城市轨道交通线路；截至 2015 年底，从轨道交通运营里程与线路数量来看，国内_____、_____和_____三座城市位居前列。
4. 我国城市轨道交通的发展模式主要包括：_____、_____和_____。

四、简答题

1. 城市客运交通体系建设中轨道交通客运量需求的必要性表现在哪些方面？
2. 试述城市轨道交通建设对沿线商贸业的带动效应。