

巍巍交大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



策划编辑 刘建
责任编辑 胡思佳
封面设计 黄燕美

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG GAILUN

城市轨道交通 概论

免费提供

精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com



扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-13196-6



定价: 39.00元

职业教育城市轨道交通系列创新教材

城市轨道交通
概论

主编 慕威



上海交通大学出版社

X-A

职业教育城市轨道交通系列创新教材

城市轨道交通 概论

主编 慕威



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

职业教育城市轨道交通系列创新教材

城市轨道交通 概论

主 编 慕 威

副主编 刘继光 杨 艳 赵明国

主 审 金福来



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书分 10 个项目，内容包括城市轨道交通概述、城市轨道交通系统的类型、城市轨道交通规划与线网设计、城市轨道交通车辆及车辆基地、城市轨道交通线路与车站、城市轨道交通信号与通信设备、城市轨道交通车站的机电系统、地铁与轻轨的环境系统和防灾系统、城市轨道交通的运营管理、城市轨道交通系统的发展与展望。

本书可作为职业教育城市轨道交通类专业的教材，也可以作为城市轨道交通企业的职业培训教材，同时还可供从事城市轨道交通运营的专业技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通概论/慕威主编. —上海: 上海交
通大学出版社, 2015 (2024 重印)
ISBN 978-7-313-13196-6

I. ①城… II. ①慕… III. ①城市铁路—轨道交通—
高等职业教育—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 131954 号

城市轨道交通概论

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG GAILUN

主 编: 慕 威

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

印 制: 三河市骏杰印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

字 数: 301 千字

版 次: 2015 年 6 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-13196-6

定 价: 39.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

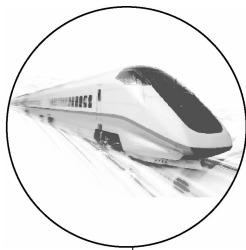
印 张: 13.25

印 次: 2024 年 7 月第 10 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0316-3662258



出版说明

近年来，我国经济持续快速发展，城市规模不断扩大，城市人口不断增加，导致城市交通拥堵问题日益严重，地面交通承载能力日显不足。在此形势下，大力发展轨道交通已经成为解决城市交通问题的重要手段。

截至 2023 年年底，中国内地共有 59 个城市开通城市轨道交通运营线路，运营线路总长度 11 224.54 km。

我国正在经历着有史以来规模最大的城市轨道交通建设，城市轨道交通的高速发展带来了社会对城市轨道交通专业人才的巨大需求，同时，这样的需求也为职业教育城市轨道交通专业的发展带来了良好的契机。

为了适应和促进我国职业教育城市轨道交通专业教学的发展，规范城市轨道交通系列教材体系的建设，结合职业教育“校企合作，工学结合”的教学改革特点，我们特组织一批具有丰富教学经验的一线教师和企业人员编写了这套城市轨道交通系列创新教材。

本系列教材具有如下特色：

第一，严格遵循国家和行业现行标准与规范，同时结合国内各大城市轨道交通建设运营的实际情况组织编写。

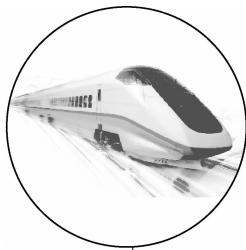
第二，注重职业教育特点，采用项目式教学模式，侧重实际工作岗位操作技能的培养。

第三，注重理论与实践的有机结合，根据需求和实际情况有针对性地设置实训环节，以增强学生的实际操作能力。

为了支持“立体化”教学，我们特别为本系列教材精心策划了精品教学资料包，为广大读者提供丰富的教学资源，以满足网络化及多媒体等现代教学需求，有效提升教学质量。

希望各院校在使用本系列教材的过程中提出宝贵的意见和建议，我们将认真听取，不断完善本系列教材。

编审委员会



前言

从世界范围来看，无论是建设速度还是建设规模，目前我国的城市轨道交通都正处于一个前所未有的高速发展期。城市轨道交通（包括地铁和轻轨）已经成为特大城市公共交通建设的重点。

城市轨道交通的迅速发展将带动社会对城市轨道交通专业人才的大量需求。而由于历史原因，目前该专业人才比较缺乏，尤其缺乏在生产一线从事施工、维修养护、运营管理、监理等作业的中、高级应用型人才。所以，目前培养生产一线的高级应用型人才是高等职业教育的目标，因此，我们组织编写了本书，以满足城市轨道交通专业人才培养的需要。

本书的主要内容与学时安排（推荐）如下表所示：

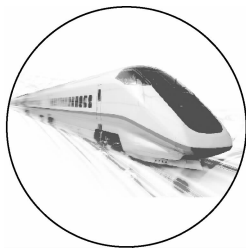
项 目	内 容	学 时
1	城市轨道交通概述	4
2	城市轨道交通系统的类型	6
3	城市轨道交通规划与线网设计	4
4	城市轨道交通车辆及车辆基地	6
5	城市轨道交通线路与车站	6
6	城市轨道交通信号与通信设备	6
7	城市轨道交通车站的机电系统	4
8	地铁与轻轨的环境系统和防灾系统	4
9	城市轨道交通的运营管理	4
10	城市轨道交通系统的发展与展望	4
总计		48

本书由辽宁省交通高等专科学校慕威任主编并负责全书的统稿工作，由辽宁省交通高等专科学校刘继光、杨艳和赵明国任副主编，沈阳职业技术学院软件学院杨柳参加了编写工作。全书由沈阳地铁集团有限公司运营分公司的金福来高级工程师主审，金福来高级工程师对本书的编写思路和内容提出了许多宝贵的意见，在此深表感谢。

本书的编写得到了沈阳地铁集团有限公司运营分公司、辽宁铁道职业技术学院等单位的大力支持，在此表示衷心的感谢。另外，本书参阅了一些国内外专家、学者的文献与相关部门的资料，谨向相关作者致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中存在的不足之处恳请广大读者批评指正。

编 者



目 录

项目 1	城市轨道交通概述	1
任务 1.1	了解城市与城市交通的基本内容	2
1.1.1	城市的定义与特征	2
1.1.2	城市的产生与发展	3
1.1.3	城市与城市交通的相互影响	4
1.1.4	城市公共交通的产生与发展	4
任务 1.2	了解城市轨道交通的基本概念与发展历程	9
1.2.1	城市轨道交通的基本概念	9
1.2.2	城市轨道交通的发展历程	12
任务 1.3	认识我国城市轨道交通的发展状况	15
1.3.1	早期有轨电车交通时代	15
1.3.2	现代城市轨道交通时代	15
1.3.3	我国城市轨道交通发展的不足与展望	19
实践活动		22
思考与练习		23
项目 2	城市轨道交通系统的类型	24
任务 2.1	城市轨道交通系统的不同分类	25
任务 2.2	了解有轨电车系统	27
2.2.1	有轨电车系统的概念	27
2.2.2	有轨电车的发展历史	27
2.2.3	新型有轨电车	27
任务 2.3	了解地下铁道系统	28
2.3.1	地下铁道系统概述	28
2.3.2	地下铁道系统的构成	29
2.3.3	地下铁道系统的适用范围	32
任务 2.4	了解轻轨系统	33
2.4.1	轻轨系统概述	33
2.4.2	轻轨的发展模式	34
2.4.3	轻轨的主要类型	34



2.4.4	国外城市轻轨交通概况	35
2.4.5	轻轨系统的主要技术指标	35
2.4.6	我国轻轨交通发展前景展望	37
任务 2.5	了解城市铁路系统	38
2.5.1	城市铁路的分类	38
2.5.2	城市铁路的发展历史	39
2.5.3	市郊铁路的形式	40
任务 2.6	了解独轨系统	41
2.6.1	独轨系统的概念	41
2.6.2	独轨交通系统的发展历史	41
2.6.3	独轨交通系统的优缺点	42
2.6.4	独轨交通系统的适用范围	42
任务 2.7	了解磁悬浮系统	43
2.7.1	磁悬浮系统概述	43
2.7.2	磁悬浮列车的分类	43
任务 2.8	了解新交通系统	45
2.8.1	新交通系统概述	45
2.8.2	新交通系统的适用范围	45
	实践活动	46
	思考与练习	46
项目 3	城市轨道交通规划与线网设计	48
任务 3.1	了解城市轨道交通规划与设计的主要内容及原则	48
3.1.1	城市轨道交通规划的意义	48
3.1.2	城市轨道交通系统规划与设计的主要内容	50
3.1.3	城市轨道交通规划的原则	51
任务 3.2	掌握城市轨道交通线网规划的基本内容	55
3.2.1	城市轨道交通网络的规模	55
3.2.2	线网规模的影响因素	56
3.2.3	线网合理规模的计算方法	58
	实践活动	65
	思考与练习	65
项目 4	城市轨道交通车辆及车辆基地	66
任务 4.1	掌握车辆的基本知识及主要技术参数	66
4.1.1	城市轨道交通车辆概述	66
4.1.2	车辆的分类	68
4.1.3	城市轨道交通车辆的基本组成	70
4.1.4	城市轨道交通车辆的主要技术参数	72

任务 4.2	了解车体及走行装置	77
4.2.1	车体	77
4.2.2	走行装置	78
任务 4.3	了解车辆的连接装置和制动系统	79
4.3.1	车辆的连接装置	79
4.3.2	车辆的制动系统	81
任务 4.4	了解城市轨道交通的车辆基地	82
4.4.1	车辆基地的组成	82
4.4.2	车辆基地的主要线路	83
4.4.3	车辆运用、检修库房和车间及其主要设备	85
4.4.4	综合维修基地	88
实践活动		92
思考与练习		92
项目 5	城市轨道交通线路与车站	93
任务 5.1	了解城市轨道交通线路	93
5.1.1	城市轨道交通线路的分类	93
5.1.2	城市轨道交通线路的组成	96
5.1.3	城市轨道交通线路的敷设方式	102
5.1.4	城市轨道交通线路施工方法与高架结构	104
任务 5.2	了解城市轨道交通车站	107
5.2.1	城市轨道交通车站的组成	107
5.2.2	城市轨道交通车站的分类	109
5.2.3	城市轨道交通车站的设计原则	110
5.2.4	城市轨道交通车站规模的确定	110
实践活动		115
思考与练习		115
项目 6	城市轨道交通信号与通信设备	116
任务 6.1	了解城市轨道交通信号的基础设备	116
6.1.1	信号机	116
6.1.2	继电器	119
6.1.3	轨道电路	121
6.1.4	转辙机	121
6.1.5	计轴设备	121
6.1.6	应答器	123
任务 6.2	了解城市轨道交通的联锁及联锁设备	123
6.2.1	联锁	124
6.2.2	联锁设备	125



任务 6.3	了解城市轨道交通的闭塞设备	126
6.3.1	闭塞的有关概念	126
6.3.2	城市轨道交通系统的闭塞制式	127
任务 6.4	了解城市轨道交通的通信设备	133
6.4.1	城市轨道交通系统对通信的要求	134
6.4.2	城市轨道交通通信系统的组成	134
6.4.3	城市轨道交通各通信子系统的功能	134
6.4.4	传输子系统	135
6.4.5	程控交换网	136
6.4.6	广播子系统	137
6.4.7	闭路电视监控子系统	139
6.4.8	时钟子系统	140
6.4.9	无线通信系统	141
实践活动		142
思考与练习		142
项目 7	城市轨道交通车站的机电系统	144
任务 7.1	了解自动售检票系统	144
7.1.1	自动售检票系统的组成及功能	144
7.1.2	自动售检票系统的运行管理	151
任务 7.2	了解车站电梯系统和屏蔽门系统	154
7.2.1	车站电梯系统	154
7.2.2	屏蔽门系统	157
任务 7.3	了解供电系统	159
7.3.1	供电系统的组成	159
7.3.2	高压供电电源系统	159
7.3.3	牵引供电系统	160
7.3.4	动力照明供电系统	161
7.3.5	电力监控系统	162
实践活动		162
思考与练习		162
项目 8	地铁与轻轨的环境系统和防灾系统	164
任务 8.1	了解通风空调系统	164
8.1.1	地铁与轻轨通风空调系统的分类	165
8.1.2	通风空调设备	166
8.1.3	通风建筑物	167

任务 8.2	认识给排水系统	169
8.2.1	给水系统	169
8.2.2	排水系统	170
任务 8.3	了解防灾系统	172
8.3.1	消防系统	172
8.3.2	防灾通信系统	173
8.3.3	防洪、防地震、防雷击及防风灾	174
实践活动		174
思考与练习		175
项目 9	城市轨道交通的运营管理	176
任务 9.1	掌握城市轨道交通客运组织工作	176
9.1.1	车站客运工作概述	176
9.1.2	公司级客运部门的工作内容	177
9.1.3	站务工作	177
9.1.4	票务工作	178
任务 9.2	掌握城市轨道交通行车组织工作	179
9.2.1	列车开行计划	180
9.2.2	列车运行图	181
9.2.3	城市轨道交通列车运行调度工作	184
9.2.4	城市轨道交通的车站与车辆基地的行车组织工作	185
任务 9.3	认识城市轨道交通的安全管理	186
9.3.1	运输安全的重要性	186
9.3.2	运输安全的影响因素	186
9.3.3	运输安全的保障措施	187
9.3.4	运输安全的规章制度	189
实践活动		192
思考与练习		192
项目 10	城市轨道交通系统的发展与展望	194
任务 10.1	认识世界城市轨道交通的发展趋势	194
10.1.1	投资的多元化	194
10.1.2	经营的市场化	194
10.1.3	管理的法制化	195
10.1.4	服务与管理的信息化的	195
任务 10.2	了解我国城市轨道交通建设的目标	195
任务 10.3	掌握我国城市轨道交通的发展趋势和方向	196
10.3.1	我国城市轨道交通发展趋势分析	196
10.3.2	我国城市交通的发展方向	197



任务 10.4	了解加快我国城市轨道交通系统建设的途径	197
10.4.1	筹集建设资金	197
10.4.2	选择合理的技术路线和方案	198
10.4.3	保障良好的项目过程管理	198
10.4.4	完善城市轨道交通系统的建设标准	198
10.4.5	制定土地开发利用政策	198
实践活动		199
思考与练习		199
参考文献		200

交通运输对社会发展具有深远的影响，它影响和改变着整个人类社会的生活方式。而现代城市交通在发展的同时也存在着诸多问题，主要表现为以下几个方面：

(1) 交通秩序混乱。例如，我国城市传统的混合用地模式，即以步行、自行车、低运量的公交工具为主的出行方式限制了城市客流的疏散。各种车辆混行在道路上，导致交通秩序混乱。

(2) 空气污染。目前，世界上许多城市的大气质量超过了世界卫生组织（World Health Organization, WHO）推荐的环境标准。以我国为例，全国 500 多座大城市，大气质量达到一级标准的不到 1%。

(3) 交通噪声。据经济合作与发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）估计，发达国家约有 15% 的人口生活在 65 dB 以上的高噪声环境中，这些噪声主要来自交通，如重型货车在夜间装卸引起的震动。

(4) 道路安全。世界卫生组织和世界银行的联合报告指出，全世界每年约有 120 万人死于日常的车辆碰撞事故。

(5) 能源消耗。运输部门所消耗的能源约占各行业所消耗总能源的 30%，液体燃料比例更大。以美国为例，运输业消耗的石油占总消耗量的 65%。

高效畅通的城市轨道交通是解决现代城市交通问题的良策，也是我国现代化城市发展的必然产物。截至 2014 年末，我国已有 22 个城市共开通城市轨道交通运营里程 3 173 km，同时，在已投入运营的城市轨道交通线路中，地铁线路达到 2 361 km，其他形式的轨道交通还包括市域快轨、单轨、现代有轨电车等。

据中国城市轨道交通协会的不完全统计，2014 年全国城市轨道交通客运总量近 126 亿人次，比 2013 年增长 15%，北京、上海、广州年客运量超过 20 亿人次，进入世界城市前列。随着建设规模的扩大和运营线路的增加，北京、上海、广州已实现轨道交通网络化运营，深圳、南京、重庆、天津等城市正逐步走向网络化运营。



任务 1.1 了解城市与城市交通的基本内容

城市是人类社会发展的产物，随着人类社会的发展而发展，也是人类社会过程和发展水平的主要表现之一。

1.1.1 城市的定义与特征

1. 偏重于城市地理形态的定义

对于城市的定义，世界各国的学者有着不同的看法，如法国地理学家潘什梅尔（P. Pinchemel）认为：“城市现象是个很难下定义的现实：城市既是一个景观，一片经济空间，一种人口密度；也是一个生活中心和活动中心；更具体点说，也可能是一种气氛，一种特征或者一个灵魂。”德国地理学家拉采尔（F. Ratzel）则认为：“地理学上的城市，是指地处交通方便环境的，覆盖有一定面积的人群和房屋的密集结合体。”

2. 偏重于城市功能与职能内涵的定义

意大利地理学家波贝克（H. Bobek）提出：“城市与乡村存在着公务式劳动与田园式劳动的分工，并配置于各自空间，其中城市寻求交通方便的有利环境，是对应于交通经济一定阶段的产物。”此外，也有学者将城市定义为“具有中心性能的区域焦点”“从事第二、第三产业人群的集中居住地”等。其中，德国地理学家克里斯塔勒（Christaller）的见解更具影响：“城市在空间上的结构是人类社会经济活动在空间的投影。”

3. 城市的主要特征

综合各方面的见解，城市大致可包含以下几个主要特征：

（1）城市在一定的土地面积上聚集着相当数量的主要从事第二、第三产业的非农业人口。

（2）城市的地理位置往往处于交通便利的地方，是一个国家或一个地区的经济、政治、军事、文化、社会、科技、交通中心。

（3）城市是人与自然协调发展的空间体现与时间过程。

（4）城市是节奏快、容量大、因素多的动态平衡体系。

（5）城市是人类生产力与生产关系、经济基础与上层建筑激烈碰撞运动的表现空间，是推动人类社会前进的最活跃的社会形态。

（6）城市不以人的意志为转移，是社会发展的自然过程，遵循人类文明发展的必然规律。

城市是人类在社会生产力发展的过程中，因政治、经济、文化、生活等诸多方面活动的需要而形成的空间集合体，是人类文明的标志，是一个时代经济、文化、科学、社会的渊藪和焦点，代表了一个社会发展的顶峰，集中了人类的智慧成就，同时也集中了社会（空间）与时代（时间）两方面的矛盾，是矛盾汇合集中、交错叠加、相互消弭，并且千姿百态、错综复杂的一个时空跨度极大的巨大动态系统。



图文
“老鼠洞”催
生了地铁

1.1.2 城市的产生与发展

1. 城市的产生

最早的城市雏形是随着私有制产生的, 剩余产品的产生形成了商品交易的地点——“市”, 以及因为两极分化带来的战争而需要的防御工事——“城”。在此之前, 人类在原始社会的漫长岁月中, 只是依靠穴居、巢居等原始建筑。

2. 城市的发展

在由奴隶社会向封建社会进化的过程中, 城市形态渐趋成熟, 有了完整的城墙以区分城市与乡村; 有了较清晰的功能分区, 如政治、居住、殡葬、商业、手工业等; 尤为重要的是具有较为完善的交通, 道路既供行人与车辆通行, 又起到隔离功能区的作用。例如, 古希腊的米列都城已有完整的棋盘式道路体系; 我国周代王城也已有“匠人营国, 方九里, 旁三门, 国中九经九纬, 经涂九轨, 左祖右社, 前朝后市, 市朝一夫”(《周礼·考工记》)的详细记载。由此可见, 此时的城市布局已有明显的功能区分, 尤其是有了完善的道路交通体系, 这是城市发展的重大转折。

中国封建社会的形成早于世界其他地区。因此, 中国封建社会的城市发展处于世界领先水平。秦在统一中国结束了战国时期的长期战乱之后, 实施了一系列有利于社会经济发展的措施, 繁荣了工商业, 也带来了城市的繁荣发展。自秦以后城市迅速发展, 如西汉都城长安, 周长 25.1 km, 城门 12 座, 人口约 35 万; 东晋都城建康(今南京), 周长 20 km, 共 9 座城门, 人口 100 万以上; 唐长安城周长 36 km, 总人口近百万, 有完整的棋盘式道路网结构, 将全城分为 108 个坊, 最宽的道路宽达 220 m, 最窄的市井道路宽度也有 16~30 m; 北宋开封城有人口 150 万~170 万, 为当时世界上人口最多的城市; 南宋临安(今杭州)有人口 120 万左右; 到了明清时代, 中国的城市发展已成较大规模, 著名的大城市已达 30 多个。

蒸汽机首先在欧洲发明并导致了一场工业革命, 大量破产农民涌进城市, 刺激了城市工业的发展与城市形态的扩展, 促进了资本主义社会阶段城市的快速发展, 从而使欧洲大陆城市的发展超越了中国城市的发展。著名的“雅典宪章”明确了城市的四大功能: 工作、居住、交通、游憩。城市发展进入有规划、功能全、条件好、效率高的“社会经济聚合体”阶段, 从而出现了诸如科学城、港口城、商业城、旅游城、赌城等专业分工明确的专门化城市, 也出现了众多的综合性多功能中心城市, 更多的则是大量涌现的规模不一的特征各异的城市, 并形成了世界城市化的趋势。

3. 城市发展的规律

一般而言, 城市规模的发展遵循“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—城市群等”的规律。在此过程中, 遵循优胜劣汰规律, 兴衰迥异。

1.1.3 城市与城市交通的相互影响

1. 城市的发展对城市交通的影响

在城市发展的过程中,城市区域的功能划分产生了城市道路网。早在奴隶社会向封建社会变革的时期,城市的发展就已经出现了区域分工,逐渐形成了城市的政治区域、商业区域、居住区域、劳作区域及殡葬区域等,尤其是作为区域隔离的道路形成了网络,使得行人和车马行驶方便而通畅,城市区域的分工和完善的道路体系是城市发展过程中的重要标志,在古希腊的米列都城和我国周代的王城就已经具有了这种方格式的道路体系。

然而由于科学技术和交通工具的制约,城市的发展是十分缓慢的。直到18世纪中叶英国人瓦特发明了蒸汽机,在欧洲大地上引起了一场工业革命,从而使欧洲工业大力发展,同时也推动了欧洲城市化的发展。在欧洲城市化发展的过程中,随着城市区域的不断扩大,城市城墙的功能则在逐渐淡化,而城市的工作、居住和交通的功能则不断得到强化。尤其在19世纪中期,机械交通工具的出现与发展引发了城市交通的变革,在城市交通的逐渐变革与发展过程中反过来又促使城市不断地朝着现代化的方向发展。

2. 城市交通的发展对城市的影响

今天的城市就是在不断完善的交通系统的基础上发展而来的。一般来说,从城市边缘到市中心的旅行时间就是居民单程出行可能承受的最大旅行时间,城市的半径往往等于居民在1 h内所能到达的距离。例如,在罗马时代,当步行为出行的主要交通方式时,其城市的半径只有4 km。在19世纪的伦敦,当出行靠公共马车和有轨马车时,城市的半径仅有8 km。到20世纪,当人们利用市郊铁路、地铁或公共汽车出行时,城市的半径就已达到了25 km。而20世纪末,在发达国家,当汽车十分常见时,城市的半径就达到了50 km。可见,城市半径随着交通工具速度的提高而增大。

交通工具的特性决定了居民出行的距离,通过对居民出行活动的影响,又间接作用于城市空间形态的变迁。城市发展的不同时代都以当时的主导交通方式为主要特征,在城市结构、土地使用、人口密度等方面呈现出各自显著的特点。在步行与马车时代,受交通工具速度的限制,城市的规模较小,呈紧凑的同心圆方式演变、发展。当电车作为一种交通方式进入城市后,对城市形态产生了重要的影响,城市规模有了扩大,并向外沿电车线呈狭窄的带状发展。在汽车时代,汽车作为私人交通工具进入家庭,城市发展进入大规模的郊区化时代,市区急剧向外扩展,人口和地域规模扩大,发展轴延伸到更远的地区。

1.1.4 城市公共交通的产生与发展

1. 城市公共交通的产生

在16世纪以前,城市交通的发展只是表现为城市道路网的不断修建与完善,其交通形式则一直为个人行为的步行、骑马和马车出行。直到进入16世纪中期的罗马时代建立了地区性的车辆出租系统,公共交通才开始出现。最早的城市公共交通是在1625年左右

于伦敦、巴黎出现的马车出租（出租车的前身），到1700年，伦敦的出租马车大概只有600辆。这一历史时期的公共交通主要是服务于贵族阶层，绝大多数的民众仍然依靠步行出行，故而城市结构仍然是密集而紧凑的，城市半径以步行距离为标准。

2. 城市公共交通的发展

现代意义上最早的城市大容量公共交通是1819年在巴黎运行的公共马车。这是一种可载多人的大型马车，在固定线路上往返运行，任何人只要交付一定的费用就可以乘坐，因而十分方便市民的出行。这种公共马车因具有实用性，很快就在欧美一些主要城市里出现，1827年，在纽约运行了美国的第一条公共马车线路，其马车也得到了改良，马车的载人数也提高到了12人。

随着城市规模的逐渐扩大，对公共交通运输能力的要求也在不断提高，人们为了有效地利用牵引动力，在改良马车的同时也在对道路进行不断的改造，通过借鉴矿山的轨道运输创造了轨道马车。

1832年，在美国纽约市的曼哈顿街道上敷设了轨道并开始运行有轨公共马车（城市轨道交通的雏形）。这种有轨马车仅用2匹马就可以拉动载有40多名乘客的车厢，比普通马车的乘客多2倍。1847年的英国伦敦出现了最早的双层公共马车，敞开的顶层可以让乘客悠闲地浏览市容，1851年其顶层有了遮阳防雨的顶篷，到了1861年，伦敦的街道上也有了有轨马车。

1765年，英国人瓦特（Watt）发明了蒸汽机，带领人类进入了“蒸汽机时代”。为了追求高效率的交通运输工具，许多发明家纷纷把瓦特的发明应用到“自走式车辆”的设计中。法国人居尼奥于1769年制成了世界第一辆具有实用价值的蒸汽汽车。但这辆式样奇特的蒸汽汽车由于存在许多致命的缺点，在试车中不断发生事故，最终因试车撞墙而变得面目全非。

蒸汽汽车在随后的发展过程中经历了漫长坎坷的历程。这其中不仅是受到当时科学技术水平的限制，而且人们头脑中旧观念和旧的习惯更是严重阻碍了蒸汽汽车的发展。最早发明蒸汽汽车的法国，则由于1789年爆发的资产阶级革命及后来的社会和政治上的动荡，在蒸汽汽车的研制方面中断了半个多世纪。

就在第一辆蒸汽汽车出现后不久，英国人理查·特里维西克根据蒸汽汽车的工作原理，经过多年的探索、研究与改进，终于在1804年制造了一台单汽缸、大飞轮的蒸汽机车，它能够牵引5辆车厢以8 km/h的速度在轨道上行驶，这就是在轨道上行驶的最早的机车。因为当时使用煤炭或木柴作为燃料，人们就把它称为火车。之后，英国人史蒂芬森（Stephenson）又积极改进了火车的性能，并且取得了很大的进展，于1814年制造出一辆有两个汽缸能够牵引30 t货物爬坡的火车。此时人们开始意识到，火车是一种很有前途的交通运输工具，并于1825年在英国的斯托克顿与达林顿之间开设了世界上第一条营业铁路。从这以后，火车就以速度快、运载能力大逐渐在世界范围内得到了广泛的应用与快速的发展。随着牵引动力的改革，铁路发展的速度逐步加快，到第一次世界大战爆发前夕，全世界就已经修建铁路达 1.10×10^6 km。到1902年，仅美国就制造出了4 000多辆蒸汽汽车。由于蒸汽机的不断改进，蒸汽汽车的技术性能得到了很大提高，使得蒸汽机的体积大大缩小，车子的重量大大减轻，速度也随之提高，到19世纪与20世纪之交

时, 蒸汽汽车的性能已经达到了高峰, 进入鼎盛时期。

电能的利用无疑是 19 世纪人类最伟大的创举, 它为人们带来了全新的生活方式和巨大的社会财富。自从 1831 年英国物理学家、化学家迈克尔·法拉第 (Micheal Faraday) 在试验中发现电磁感应现象, 并试制出世界上第一台发电机起, 人类社会就逐渐进入了电的时代。

当时最成功地利用电能作为动力的交通工具要算是有轨电车了, 它是在有轨公共马车的基础上发展起来的。1879 年, 德国的西门子-哈尔斯克电报机制作所研制出了第一辆有轨电车。这是一辆通过第三轨供电的电车, 车上装有一台 2.2 kW 的电动机, 可拉动 3 节载有 18 人的平板车厢。

1881 年, 德国又发明了以高压输电线供电的电车供电系统, 采用架空导线为电车输送电力, 而不再需要敷设第三轨, 从而提高了电车的负载力和用电的安全性。1881 年 5 月, 柏林建成世界上第一条有轨电车线路, 全长 274 m。不久, 欧美的各大城市也都先后建成了有轨电车线路, 一时间有轨电车成了城市中最受欢迎的公共交通工具。在 20 世纪 20 年代, 美国的有轨电车线路总长就达 25 000 km。1908 年, 我国上海建成了中国第一条有轨电车线路, 1909 年又在大连修建了有轨电车线路。随后, 我国的北京、天津、沈阳、哈尔滨、长春、鞍山等城市也相继修建了有轨电车线路。但是随着汽车的发展, 有轨电车的许多缺点被暴露出来, 如在钢轨上行驶时产生的震动和噪声, 以及只能沿着轨道行驶不够灵便, 同时轨道还破坏了城市街道路面的平整等。因此, 世界各大城市都纷纷拆除有轨电车线路, 我国也不例外。

今天随处可见的汽车则是人们出行最方便的代步工具。然而, 汽车的发展历史可以追溯到 19 世纪中期的 1860 年, 这一年法国人鲁诺阿尔发明了第一台内燃机, 从此将人类交通带上了内燃动力之路。

1886 年, 举世公认的第一辆具有现代意义的汽车在德国诞生。这是德国人卡尔·本茨 (Karl Benz) 在不断总结前人发明的基础上研究制造的, 该车为单缸四冲程三轮汽车, 随后又有德国人戈特利布·戴姆勒 (Gottlieb Daimler) 制成了四冲程汽油机驱动的四轮汽车。

1908 年 10 月, 使福特名垂青史的 T 型“经济车”面世, 成为世界上最早批量生产的大众化汽车。这种车简单实用、材料出众、结构轻巧, 尤其是脚踏变速器的操作十分方便。到 1913 年, 由于福特公司建成了世界上第一条汽车装配流水线, 致使福特 T 型汽车的制造速度大大加快, 制造成本大幅度降低, 从而推动了汽车工业和汽车交通的大力发展。

20 世纪 20 年代, 随着汽车制造技术的不断创新与完善, 人类社会进入了汽车的快速发展时代。汽车因其速度优势、灵活优势和多用途优势, 在货运、客运、邮政、消防、军事及城市公交等多个运输领域得到了广泛发展。

受到汽车快速发展的影响, 城市有轨电车因其诸多的缺点而很难与汽车竞争, 因而逐渐被淘汰。在借鉴汽车构造特点的前提下, 人们很快就制造出无轨电车, 无轨电车最早于 20 世纪 20 年代初出现在美国一些城市的街道上, 随后就在欧洲和世界的许多城市出现, 在城市公共交通领域与汽车竞争, 尤其在 20 世纪三四十年代, 当汽油成为战争的统配物

资受到严格控制时，其短缺使得无轨电车得到了大力发展，使之成为世界许多城市的重要交通工具。我国大力发展无轨电车是在二十世纪五六十年代，这一时期正是新中国发展初期，当时石油资源十分紧缺，为了跟上国家建设发展的步伐，克服石油资源严重不足的缺点，我国许多大城市都选择了发展无轨电车来改善城市的交通状况。今天，无轨电车在我国仍是重要的公共交通工具之一。



拓展知识

1. 城市化进程

城市形态发展的最终趋势有两种，一种是形成了人口高度集中的超级大城市，为了解决生态环境与城市功效问题，往往会向多中心组团式城市或大都市圈形态发展；另一种则可能会向多个城市组合而成的城市带、群形态发展。从一个地区、一个国家，或者从整个世界城市发展的趋势来看，随着城市个数的增加，城市人口也在急剧增加，将出现人类社会发展的趋势——城市化。

由于城市（尤其是大城市）具有极强的吸引力和多种优势（主要表现为聚集效应优势），如人口集中使信息流通快、时间节省、费用降低、距离缩短、效率提高，产业分工明确使专业化水平提高、高新技术发展、生产成本降低、经济效益提高，因此，虽然城市同时具有环境污染严重、交通拥挤、居住条件差、社会问题多、竞争激烈等弊端，但仍然挡不住人口向城市流动的大趋势，依然无法阻止乡镇向城市发展的步伐，城市发展的高级阶段——城市化也就成为必然。

城市化特征表现在以下几个过程中：

- (1) 人口高度集中到城市的过程。
- (2) 城市个数不断增加的过程。
- (3) 各类城市不断出现，尤其是特大城市、超级大都市数量增加的过程。
- (4) 城市中产业比例发生根本变化的过程，尤其以第三产业的比例逐步提高为主要表现。

目前，世界城市化的进程有以下三个明显特征：

- (1) 城市人口增加的速度超过总人口增长的速度，这是城市化趋势的主要基础条件与表征。
- (2) 城市化水平与该地区经济发展水平正相关，表明城市化发展是人类社会经济发展的产物。
- (3) 发展中国家城市化发展基础差，但发展速度高于发达国家，发达国家城市化水平已达到较高指数（如城市人口占总人口的比例已达70%以上），因此发展速度相对趋于平缓，发展中国家城市化发展方兴未艾，但其中的问题较多。

中国城市发展与城市化经历了一个曲折反复的过程，从封建社会时期的世界领先水平，到半殖民地半封建社会时期落后于资本主义国家。即使在新中国成立后的多年的发展过程中，也因为种种主客观因素经历了正常发展—逆城市化—快速发展的过程（见表1-1）。



表 1-1 中国城市人口占总人口比例的变动情况

年 份	全国总人口 A/亿人	城市人口 B/亿人	$\frac{B}{A}/\%$	城市个数
1949 年	5.42	0.58	10.6	67
1952 年	5.75	0.72	15.4	
1965 年	7.25	1.02	14.0	
1975 年	9.20	1.12	12.1	
1979 年	9.71	1.29	13.3	
1982 年	10.32	1.4	13.56	233
1990 年	11.43	3.02	26.41	
1996 年	12.43	3.60	29.4	666
2000 年	12.67	4.59	36.22	663
2013 年	13.54	7.12	52.60	653

2. 现代化城市交通系统

城市交通是城市形成与发展的产物，是为城市服务的最重要的基础设施。城市内人员的流动、物资的运输是依靠城市交通来完成的。城市交通肩负着市民日常生活必需的衣食住行中“行”的任务，直接展示了城市的面貌和活力，体现着城市的承载能力。城市交通作为城市社会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。考察城市发展的进程，不难发现，一方面，城市社会经济的发展产生不断增长的交通需要，促使城市交通便捷程度的提高；另一方面，城市交通的发展吸引着更多的客流向城市集中，进一步促进了城市社会经济的发展，这两者具有一种明显的相互作用关系。从现代城市的发展趋势来看，交通对城市，尤其是对大城市的发展具有极其重要的作用。其主要理由如下：

(1) 城市交通是城市生存与发展的必要条件，是城市正常运转的“供血系统”，相适应则城市兴，不适应则城市衰。

(2) 城市交通是城市内外联系的通道，是城市的主要组成部分。

(3) 城市交通是城市生活的主要组成部分，市民交通出行的时间、内容、影响均占生活的重要部分。

(4) 城市交通是城市布局的框架，交通既保证城市布局优化合理，又是科学合理完善城市布局的主要构架依据。

(5) 城市交通是城市运转的润滑剂，高效畅通的交通将使城市的运转高速顺畅。

(6) 城市交通是城市现代化的标志之一，其水平直接体现了城市现代化的水平。

(7) 城市交通是城市化组合的纽带，现代化的交通系统是城市带、城市圈、城市群等城市组合的主要形成及发展条件。

总之，城市交通在城市发展的进程中始终是一个最活跃的因素，其发达的水平不仅对城市化具有重要的意义，也是许多城市形成发展的动力。既有因依靠它而发展起来的城

市，也有因失去它而衰落的城市。城市交通是城市开发的工具。正如马克思所言：“没有现代的交通，就没有城市的繁荣”。城市交通系统的主要构成如图 1-1 所示。

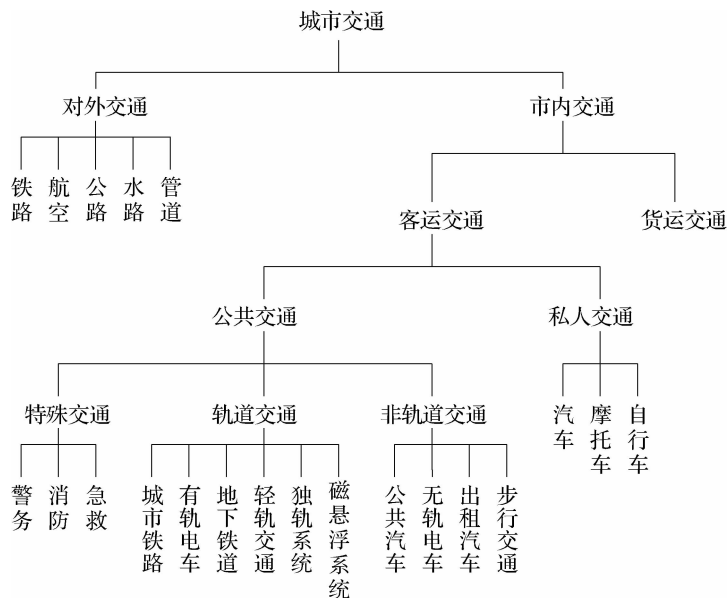


图 1-1 城市交通系统的主要构成

现代化的城市交通系统是一个复杂庞大的系统，在这个系统里交通形式呈现出多样性，道路设施呈现出网状性和立交性，交通服务要求呈现出方便性、快速性和舒适性等。如何根据城市自身情况合理发展城市交通是各个城市所面临的共同问题。

任务 1.2 了解城市轨道交通的基本概念与发展历程

1.2.1 城市轨道交通的基本概念

1. 城市轨道交通的定义

城市中使用车辆在固定导轨上运行并主要用于城市客运的交通系统称为城市轨道交通。在《城市公共交通常用名词术语》(GB 5655—1985)中，将城市轨道交通定义为“通常以电能为动力，采取轮轨运输方式的快速大运量公共交通之总称”。

城市轨道交通是具有固定线路，敷设固定轨道，配备运输车辆及服务设施等的公共交通设施。城市轨道交通是一个包含范围较大的概念，在国际上没有统一的定义。一般而言，广义的城市轨道交通是指以轨道运输方式为主要技术特征，在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（有别于道路交通），主要为城市内（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。

城市轨道交通以其大载客量、快捷、准时、安全、环保而成为解决交通拥挤的最有效手段。城市公共交通的轨道化程度已成为衡量一个城市现代化水平的重要标志之一。城市轨道交通经历了自 1863 年以来近一个半世纪的发展,它技术成熟、安全可靠、形式多样、用途广泛,正成为城市交通的骨干。



图文

城市轨道交通建设的必要性和充分性

2. 城市轨道交通在城市公共交通中的地位与作用

城市轨道交通在城市公共交通中具有以下地位与作用:

(1) 城市轨道交通是城市公共交通的主干线、客流运送的大动脉,是城市生命线工程。其建成运营后,将直接关系到城市居民的工作和生活。

(2) 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。

(3) 城市轨道交通是城市建设史上最大的公益性基础设施,对城市的全局和发展模式将产生深远的影响。为了建设生态城市,应把摊大饼式的城市发展模式改变为伸开的手掌形模式,而手掌状城市发展的骨架就是城市轨道交通。城市轨道交通的建设可以带动城市沿轨道交通廊道的发展,促进城市的繁荣,形成郊区卫星城和多个副部中心,从而缓解城市中心人口密集、住房紧张、绿化面积小、空气污染严重等城市通病。

(4) 城市轨道交通的建设与发展有利于提高市民出行的效率,节省时间,改善生活质量。国际知名的大都市由于轨道交通十分发达方便,人们出行很少乘私人车辆,主要依靠地铁轻轨等轨道交通,故城市交通秩序井然,市民出行方便、省时。

3. 城市轨道交通的主要技术特性

城市轨道交通的主要技术特性如下:

(1) 城市轨道交通具有较强的运输能力。城市轨道交通由于具有高密度运转、列车行车时间间隔短、行车速度快、列车编组辆数多的特点而具有较强的运输能力。单向高峰每小时的运输能力最大可达到 6 万~8 万人次(市郊铁道),地铁为 4 万~6 万人次,轻轨为 1 万~4 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超过公共汽车。据相关文献统计,地下铁道每千米线路年客运量可达 100 万人次以上,最高达到 1 200 万人次,如莫斯科地铁、东京地铁、北京地铁等。城市轨道交通能在短时间内输送较大的客流,据统计,地铁在早高峰时 1 h 内能通过全日客流的 17%~20%,3 h 内能通过全日客流的 31%。

(2) 城市轨道交通具有较高的准时性。城市轨道交通由于在专用行车道上运行,不受其他交通工具的干扰,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) 城市轨道交通具有较高的速达性。与常规公共交通相比,车辆有较高的运行速度,有较高的启、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,而且换乘方便,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。与常规公共交通相比,车辆、车站等装有空调、引导装置、自动售票等直接为乘客服务的设备,因而具有较好的乘车条件,其舒适性优于公共电车和汽车。

(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,没有平交道口,不受其他交通工具的干扰,并且有先进的通信信号设备,因此极少发生交通事故。

(6) 城市轨道交通能充分利用地下和地上空间。城市轨道交通由于充分利用了地下和地上空间,不占用地面街道,能有效缓解由于汽车大量发展而造成的道路拥挤、堵塞,有利于城市空间的合理利用,特别有利于缓解大城市中心区过于拥挤的状况,提高了土地利用效率,并能改善城市景观。

(7) 城市轨道交通的系统运营费用较低。城市轨道交通由于主要采用电气牵引,而且轮轨摩擦阻力较小,与公共电车和汽车相比节省能源,因而运营费用较低。

(8) 城市轨道交通对环境的污染较小。城市轨道交通由于采用电气牵引,与公共电车和汽车相比不产生废气污染。随着城市轨道交通的发展,还能减少公共汽车的数量,进一步减少汽车的废气污染。由于在线路和车辆上采取了各种降噪措施,因此一般不会对城市环境产生严重的噪声污染。

4. 城市轨道交通体系的构成

城市轨道交通是集多专业、多工种于一身的复杂系统,通常由轨道线路、车辆、通信信号、供变电站、车站、维护检修基地、指挥控制中心等组成。城市轨道交通的运输组织、功能实现、安全保证等均应遵循有轨交通的客观规律。在运输组织上要实行集中调度、统一指挥、按运行图组织行车。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状态良好,运行正常。在安全保证方面,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及正确的行车线路。

为了保证列车运行安全、正点,在集中调度、统一指挥的原则下,行车组织、设备、车辆检修、设备运行管理、安全保证等均由一系列规章制度来规范。列车运行是围绕安全行车这一中心而组成的有序联动、时效性极强的系统。

轨道交通系统以电子计算机处理技术为核心的各种自动化设备代替了人工的、机械的、电气的行车组织、设备运行和安全保证系统。例如,列车自动控制(automatic train control, ATC)系统可以实现列车自动驾驶、自动跟踪、自动调度;供电系统管理自动化(supervisory control and data acquisition, SCADA)系统可以实现主变电所、牵引变电所、降压变电所设备系统的遥控、遥信、遥测和遥调;环境监控系统(building automatic system, BAS)和火灾报警系统(fire alarm system, FAS)可以实现车站环境控制的自动化和消防、报警系统的自动化;自动售检票系统(automatic fare collection system, AFC)可以实现自动售票、检票、分类等功能。这些系统全线各自形成网络,均在控制中心(operating control center, OCC)设中心计算机,实现统一指挥,分级控制。

城市轨道交通各系统的功能和结构,将在后面有关章节中详细叙述。

1.2.2 城市轨道交通的发展历程

1. 城市轨道交通的起源

法国人巴斯卡 (B. Pascal) 于 1662 年在巴黎首创无轨公共马车, 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先驱, 但它缓慢颠簸、不舒服, 且容易造成街道上车辆拥挤及阻塞。

把马车放在钢轨上行驶, 可以提高其速度及平稳性, 还可以利用由多匹马组成的马队来提高牵引力, 增大车辆规模, 降低运输成本及票价。从 1855 年开始有轨马车大规模地替代公共马车, 在欧美迅速扩展, 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, 在平交道口出现了交通的阻塞, 这种情况在较大的城市非常严重。交通的拥堵使人们想到了将交通线路往地下发展, 以便很好地解决客流膨胀与土地紧张的问题。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 (Charles Pearson) 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诞生了。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。尽管列车在地下隧道内运行, 隧道里烟雾熏人, 但当时的伦敦市民甚至皇亲显贵们仍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有轨马车, 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的经验。特别是伦敦地铁, 线路全长仅 6.5 km, 第一年就运载了 950 万乘客, 为解决城市交通的拥堵树立了成功的典范。尤其是 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的改善, 世界上一些著名的大城市开始先后修建地下铁道。从 1863 年到 1900 年, 修建地下铁道的就有 5 个国家的 7 座城市, 它们是英国的伦敦、格拉斯哥, 美国的纽约、波士顿, 匈牙利的布达佩斯, 奥地利的维也纳及法国的巴黎。在 20 世纪初期的欧美地区, 包括德国的柏林和汉堡、美国的费城、西班牙的马德里等 9 座大城市又都相继修建了地下铁道。从此, 城市交通进入了轨道交通时代。

2. 世界城市轨道交通的发展

自 1863 年伦敦开通世界上第一条地铁以来, 至 2014 年, 世界城市轨道交通的发展已有 151 年的历史。截至 2014 年末, 共有 50 多个国家或地区修建了轨道交通, 近两百条地铁系统投入运营, 线路总长度达数万公里, 其中, 开通运行里程数位居前三位的分别是上海地铁 (643 km)、北京地铁 (604 km) 及伦敦地铁 (408 km)。各大城市的地铁、轻轨、城市铁路、新型城市轨道交通都得到了很好的发展, 为城市的客运交通和经济发展做出了重要的贡献。

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 年为初步发展阶段。在这一阶段, 欧美的城市轨道交通发展较快, 其间



图文
世界城市轨道交通发展史

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,而且噪声大,加速性能差,乘客舒适度差,但在当时仍然是公共交通的骨干。

2) 停滞萎缩阶段

1925—1949年为停滞萎缩阶段。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,使其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5个城市发展了城市地铁,有轨电车则停滞不前,有些线路被拆除。1912年,美国已有370个城市拥有有轨电车,但到了1970年,只剩下8个城市保留了有轨电车。

3) 再发展阶段

1950—1969年为再发展阶段。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,市区汽车有时甚至难以找到停车位,于是人们又重新认识到,解决城市客运交通必须依靠电力驱动的轨道交通。轨道交通因此重新得到了重视,而且逐步扩展到日本、中国、韩国、巴西、伊朗、埃及等国家。

4) 高速发展阶段

1970年至今为高速发展阶段。世界上的很多国家都确立了优先发展轨道交通的方针,立法解决城市轨道交通的资金来源。世界各国城市化的趋势,导致人口高度集中,要求轨道交通高速发展以适应日益增加的客流运输,各种技术的发展也为轨道交通的发展奠定了良好的基础。



拓展知识

世界上主要城市地铁简介

1. 纽约地铁

纽约是当今世界地铁运行线路最长的城市,其线路有29条,全长443 km,车站多达498个,设施较为陈旧。

2. 莫斯科地铁

莫斯科地铁是世界上最豪华的地铁,有欧洲地下宫殿之称。天然的料石、欧洲的传统灯饰与莫斯科气势恢宏的各类博物馆交相辉映,简直是一座艺术的博物馆。市区9条地铁线路纵横交错,充分体现了苏联城市交通规划和建筑业的一流水平。

3. 巴黎地铁和里尔地铁

巴黎地铁是世界上最方便的地铁,每天发出4 960辆列车,在主要车站的出入口均设有计算机显示应乘的线路、换乘的地点等,一目了然。巴黎地铁也是世界上层次最多的地铁,包括地面大厅共有6层(一般为2~3层)。法国里尔地铁是当今世界最先进的地铁,全部由计算机控制,无人驾驶,轻便、省钱、省电,车辆在行驶过程中发出的噪声、震动都很小,高峰时每小时通过60辆列车,为世界上行车间隔最短的全自动化地铁。



随堂测试



4. 香港地铁

世界各国地铁均靠政府补贴，唯独我国香港地铁既解决了市区出行问题，同时又可盈利。2012 年香港地铁全年盈利 97 亿港元。

5. 新加坡地铁

新加坡的地铁车站和线路清洁明亮，一尘不染，是世界上最安全、最清洁、管理最好的地铁。新加坡地铁像莫斯科地铁一样考虑了战时的防护掩蔽，车站出入口均设置有防护门、密闭门等防护设施。

世界上部分城市修建地下铁道的情况如表 1-2 所示。

表 1-2 世界上部分城市修建地下铁道的情况

城市 (所属国家)	开始通 车年份	当时人 口/万人	线路 条数	线路长度/km		车站数目	轨距/mm	牵引供电	
				全长	地下			方式	电压/V
伦敦 (英国)	1863	670	9	408	167	273	1 435	第三轨	630
纽约 (美国)	1867	730	29	443	280	504	1 435	第三轨	660、 650
芝加哥 (美国)	1892	370	6	174	18	143	1 435	第三轨	600
布达佩斯 (匈牙利)	1896	210	3	27.1	23	30	1 435	第三轨	750
格拉斯哥 (英国)	1897	75.1	1	10.4	10.4	15	1 435	第三轨	600
波士顿 (美国)	1898	150	3	34.4	19	39	1 220	第三轨	600
维也纳 (奥地利)	1898	150	3	34.4	19	39	1 435	第三轨	750
巴黎 (法国)	1900	210	15	199	175	367	1 440	第三轨	750
柏林 (德国)	1902	320	10	134	106	132	1 435	第三轨	750
费城 (美国)	1905	170	4	62	62		1 435	第三轨	600、 700
汉堡 (德国)	1912	160	3	92.7	92.7	82	1 435	第三轨	750
布宜诺斯艾利斯 (阿根廷)	1913	290	5	39	39	63	1 435	架空线	600、 1 100

任务 1.3 认识我国城市轨道交通的发展状况

我国城市轨道交通的发展可以划分为早期有轨电车交通时代和现代城市轨道交通时代。

1.3.1 早期有轨电车交通时代

我国的有轨电车起源于 20 世纪初,至 20 世纪 50 年代,我国有轨电车交通达到了高峰。上海、大连、北京、天津、哈尔滨、长春等诸多城市都建成了多条有轨电车线路。有轨电车在我国城市交通中发挥了历史性的作用。

由于有轨电车与城市发展之间存在诸多矛盾,我国的有轨电车同国外一样,从 20 世纪 50 年代逐步拆除。

1.3.2 现代城市轨道交通时代

我国现代城市轨道交通是以 1965 年 7 月 1 日开工建设的北京地铁为开端,发展至今,大致经历了以下 5 个阶段。

1. 起始阶段

起始阶段是以 1965 年开始建设、1969 年 10 月 1 日建成通车的北京地铁(复兴门站—苹果园站,全长 23.6 km)和 1970 年开始兴建、1976 年建成通车的天津地铁(新华路站—西南角站,全长 5.2 km)为代表。

这一阶段地铁的规划与建设,除了实现城市的客运功能之外,更重要的是考虑满足人防战备的需要。

2. 开始建设阶段

开始建设阶段以北京地铁 1 号线完全建成(复八线建设和 1 号线改造)、上海地铁 1 号线(上海火车站—莘庄)、广州地铁 1 号线(西朗站—广州东站)的建成为标志。在这一阶段随着改革开放和经济体制改革的逐步深入,城市交通需求剧增,导致道路交通供给能力严重不足,交通供需矛盾十分突出,这也成为城市社会经济发展的一个重要制约因素。为适应城市发展的需要、缓解城市交通的紧张状况,从 20 世纪 90 年代开始,我国政府加大了对城市交通基础设施的投入,强调轨道交通对解决城市交通问题和引导城市发展的作用。从此,发展大容量轨道交通方式的理念开始显现,我国开始了城市轨道交通的建设阶段。在这一阶段除地铁建设外,以上海明珠线一期工程为代表的轻轨交通也开始建设。

3. 建设高潮阶段

随着我国经济的发展和城市化进程的加快,我国城市的规模和人口在不断扩大,城市交通问题日益突出。城市交通问题的解决必须依赖公共交通的发展,大城市及特大城市还必须建设一个以轨道交通系统为骨干,以公共交通为主体,多种交通方式相互协调的综合交通系统。同时,经济的快速发展也为城市轨道交通的发展奠定了雄厚的物质基础。自 20

世纪末至 21 世纪初,我国城市轨道交通进入了快速发展的建设高潮阶段。

在这一阶段,城市轨道交通的建设具有以下特点。

1) 兴建城市轨道交通的城市迅速增多

截至 2005 年,全国已开通城市轨道交通的城市有北京、上海、天津、广州、长春、大连、重庆、武汉、深圳、南京共 10 个城市,总计 20 条线路,运营线路总长 444 km。全国 48 个百万人以上的大城市中已有 20 多个城市开展了城市轨道交通建设的前期工作,初步统计规划建设 55 条线路,总长约 1 700 km,总投资近 6 000 亿元。此阶段,除上述 10 个开通了轨道交通的城市外,已开工建设的还有沈阳、成都、西安、杭州、哈尔滨、苏州、青岛等城市。此时,我国总计有 33 个城市正在建设和筹建轨道交通,我国的城市轨道交通处于良好的快速发展阶段。

2) 城市轨道交通的网络化

目前,我国部分城市的轨道交通建设出现了网络化的发展。北京、上海、天津、广州等城市均在建和筹建多条城市轨道交通线路,形成纵横交错、相互沟通连接的网络交通体系。

3) 城市轨道交通类型的多元化

目前,我国的城市轨道交通已不再是单一的地铁交通。北京建成了市郊城市铁路交通;天津建成了滨海快速轨道交通;大连、长春、武汉建成了轻轨交通;重庆建设了跨座式单轨交通;上海开通了常导高速磁悬浮交通列车;广州出现了直线电机驱动的列车。城市轨道交通供电系统不仅有第三轨供电,还有架空线接触网供电的形式,轨道交通类型呈多元化发展。

4) 城市轨道交通的现代化

随着城市轨道交通的发展,以车辆为代表的技术体系也实现了现代化。通过国际技术交流与合作,引进先进技术,实现设计制造技术的现代化。在提升技术水平的同时,也促进了国产化的进程。

4. 建设调整阶段

在我国城市轨道交通的发展过程中,值得指出的是,从 1995 年到 1998 年,由于地铁建设发展迅猛,有部分城市不顾地方经济实力,盲目上马建设轨道交通项目,速度过快、过猛;还有的城市盲目追求高标准,忽视了是否适合本城市的实际情况等问题,使城市轨道交通建设带有很大的盲目性。针对工程造价高、车辆全部引进、大部分设备大量引进等问题,1995 年国务院办公厅 60 号文通知,除上海地铁 2 号线项目外,所有地铁建设项目一律暂停审批,并要求做好发展规划和国产化工作。从 1995 年到 1998 年,近 3 年时间国家没有审批任何城市轨道项目,2002 年 10 月中旬国务院冻结了近 20 个城市的地铁立项,委托中国国际工程咨询公司对国内的地铁项目做全面的调查分析,准备出台一系列有关地铁项目审批的新政策,加大大地铁项目的宏观调控力度。轨道交通的建设与发展经历了一段曲折的历程。

5. 蓬勃发展阶段

我国的城市轨道交通建设在经历了早期建设、高速发展、建设调整等曲折过程后,正步入稳步、持续、有序的蓬勃发展阶段。

《国家中长期科学和技术发展规划纲要》(2006—2020年)明确提出构建以城市轨道交通为骨架的城市公共综合交通体系,我国城市轨道交通建设在“十二五”期间迎来新一轮的建设高潮。

国家“十二五”规划提出轨道交通应“超前规划、适时建设”。有条件的大城市和城市群地区要把轨道交通作为优先发展领域。截至2014年,我国获批轨道交通建设规划的城市已达36个,全国城市轨道交通投资达2 200亿元,比2013年增加400亿元。至2015年前后,将规划建设96条轨道交通线路,总投资超过1万亿元。表1-3、表1-4分别列出了我国截至2013年末已建和2013年新建的轨道交通线路里程等相关数据。

表 1-3 2013 年末中国城市轨道交通运营线路、里程及车站统计

序号	城市	总里程 /km	运营 线路 /条	制式及运营里程/km						2013 年 新增 里程 /km	2012 年 末运营 里程 /km	备 注
				地铁	轻轨	单轨	现代 有轨 电车	磁浮 交通	市域 快轨			
1	北京	465	17	465.0						23.0	442	
2	上海	577	16	538.4			9.0	29.9		99.3	477.9	
3	天津	139	5	78.6	52.3		7.9			1.7	137	
4	重庆	170	4	94.6		75.3				38.8	131.1	
5	广州	246	9	246.4						24.5	221.8	
6	深圳	178	5	178.3						0.0	178.3	
7	武汉	73	3	44.2	28.5					16.5	56.2	
8	南京	82	3	81.6						0.0	81.6	
9	沈阳	115	6	55.1			60.0			65.3	49.8	
10	长春	48	2		48.3					0.0	48.3	
11	大连	87	4		63.2		23.4			0.0	86.6	
12	成都	115	3	48.2					67.0	8.7	39.5	市域快轨 成灌线 67 公 里属于调增
13	西安	46	2	45.9						25.3	20.6	
14	哈尔滨	17	1	17.5						17.5	0	首条线路 投入运营
15	苏州	51	2	51.3						26.1	25.2	
16	郑州	26	1	26.2						26.2	0	首条线路 投入运营
17	昆明	40	2	40.1						22.1	18	
18	杭州	48	1	48.0						0.0	48	
19	佛山	15	1	14.8						0.0	14.8	
合计		2 539	87	2 074	192	75	100	30	67	395	2 077	

注:数据仅包含中国大陆地区,不含港澳台地区。



表 1-4 2013 年中国各城市轨道交通新增运营线路统计

序号	城市	线路名称	起讫点	里程 /km	车站 /座	运营时间
1	北京	14 号首通段	张郭庄—西局	12.4	7	2013.05
		10 号线剩余段	西局—首经贸	2.4	3	2013.05
		8 号线二期工程南段	鼓楼大街—南锣鼓巷	1.78	2	2013.12
		昌平线与 8 号线联络线	朱辛庄—回龙观东大街	6.3	3	2013.12
2	天津	3 号线南延	工业区—天津南站	4.1	3	2013.12
3	上海	11 号线二期	江苏路—罗山路	21	12	2013.08
		11 号线花桥段	安亭—花桥	6	3	2013.10
		16 号线	罗山路—滴水湖	52.85	11	2013.12
		12 线东段	天潼路—金海路	19	15	2013.12
4	苏州	2 号线	苏州高速—迎春南路	26.6	22	2013.12
5	广州	6 号线一期	浔峰岗—长湴	24.3	22	2013.12
6	武汉	4 号线一期	武昌火车站—武汉火车站	16.5	15	2013.12
7	郑州	1 号线一期	西流湖—市体育中心	25.41	20	2013.12
8	西安	1 号线一期	后卫寨—纺织城	25.4	19	2013.9
9	重庆	6 号线支线一期	礼嘉—悦来段	12.1	5	2013.05
		6 号线二期北段	金山寺—北碚	23.8	8	2013.12
10	成都	2 号线二期西延线	犀浦—迎宾大道	8.84	6	2013.06
11	昆明	首期工程南段	晓东村—大学城南	22.7	12	2013.05
12	沈阳	浑南现代有轨电车项目 一期（1、2、5）号线	奥体中心—会展中心 奥体中心—桃仙机场 奥体中心—沈抚新城	48.2	58	2013.08
		2 号线北延线	医学院—航空航天大学	10.6	3	2013.12
13	哈尔滨	1 号线一期、二期	哈尔滨东站—哈尔滨南站	17.73	18	2013.09
14	大连	202 路轨道延伸线	河口—旅顺新港	40.38	8	2013.12
合计	14 座	22 条		428.39	275	

注 1：数据仅包含中国大陆地区，不含港澳台地区。

注 2：分段建设分段开通运营的线路均合并为一条线路，运营时间指最后开通的时间。

注 3：如非特别注明，线路形式均为地铁。

1.3.3 我国城市轨道交通发展的不足与展望

随着我国经济社会的不断进步和发展,我国的城市轨道交通建设将会快速发展。在肯定我国轨道交通建设长足发展的同时,我们也应清醒地看到,轨道交通的发展目前仍存在一些问題。这些问題主要表现在四个方面:一是城市轨道交通规模小,经济效益差,对经济社会发展的“瓶颈”制约仍然较严重,高峰期运输紧张的问题比较突出,路网规模总量、结构仍然有待提高和改善;二是在城市交通问题日益突出,大城市交通拥堵,路网结构不够合理的状况下,大城市快速大容量的轨道交通方式发展仍较缓慢;三是城市群快速发展,城际旅游流量不断增加,城际间的交通运输能力越来越不适应发展的要求,城际间大容量、高效率、低污染和省资源的轨道交通建设滞后;四是国产化率偏低,有待进一步提高。

为了实现我国轨道交通的可持续发展,2015年1月12日,国家发展和改革委员会发布了《国家发展改革委关于加强城市轨道交通规划建设管理的通知》(发改基础〔2015〕49号),要求坚持“量力而行、有序发展”的方针,按照统筹衔接、经济适用、便捷高效和安全可靠的原则,科学编制规划,有序发展地铁,鼓励发展轻轨、有轨电车等高架或地面敷设的轨道交通制式。把握好建设节奏,确保建设规模和速度与城市交通需求、政府财力及建设管理能力相适应。加强规划管理、建设管理、安全管理,促进我国轨道交通建设的可持续发展。

为了保证城市轨道交通建设的稳步发展,目前迫切需要整合全国资源,构建国家级技术标准,建立国家级技术标准体系。展望未来,轨道交通作为一种与我国国情和资源禀赋相适应的交通运输方式,发展前景十分广阔。



拓展知识

城市轨道交通建设的必要性和充分性

1. 城市轨道交通建设的必要性

1) 城市公共客运交通运量需求的必要性

由于城市客运交通运量大,时间性强,牵制因素多,影响面广,调整弹性差,因此,相对而言,客运交通比货运交通的地位更加特殊,更难协调供需矛盾,对城市生活与发展影响更大,尤其是对现代化大都市更为突出。

在城市客运交通中,公共交通所占比例较大,是城市客运交通的主要方式和最佳的发展方向。无论是从人均占地面积(城市空间)、所耗能源、所产生的污染、发生的交通事故,还是从市民出行的时间、费用、舒适度、可靠性等交通服务水平来考察,公共交通比私人交通(其代表是小汽车、摩托车、电动车、自行车)具有更强的优势与可持续发展的特征。

在城市公共客运交通中普遍采用的是地面公共电(汽)车交通,这是一类一次性投资较低、可调整性较强、适应面较广、技术要求相对较低的公共客运交通方式,但也具有不可避免的局限性。

(1) 运量有限。在限定舒适度的条件下(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,一条公共电(汽)车路线单向高峰小时的最大运



量为 5 000~8 000 人次。如果要再提高运量,那么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;二是线路上车辆连发频率过高,形成首尾相接的“列车”运行现象。

(2) 道路拥塞。由于公共电(汽)车在城市道路上行驶时很少有专用车道。因此,交通高峰时期正是道路最拥挤的时段,这是造成道路拥塞的原因之一。即使有公交专用车道,也会形成“列车”运行现象,造成速度下降、秩序混乱、效果不佳的后果。

因此,地面公共电(汽)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的要求。例如,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、可靠性强的城市轨道交通系统来承担。

一般认为,城市公共客运交通运量需求的必要性主要表现在以下几方面:

(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,当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,表现为车内拥挤不堪、车速极低、延误严重等。

(2) 满足城市交通整体客运量的需求。城市地面道路拥挤(尤其是高峰时段的市中心区及主要干道)是一个世界性的城市通病,地面道路不可能无限地拓宽增加。即使拓宽增加,也难以跟上因城市人口增加及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(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,缓减地面道路拥挤的最佳办法。

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,就可以构筑层次清晰、结构合理、高效低耗、对城市发展起到积极牵动作用的城市客运交通体系。

2) 城市客运交通运距需求的必要性

随着城市范围的扩展,布局进一步调整,功能区日益清晰且分布合理,城市客运交通的运输距离有增长的趋势。尤其是大都市圈、群、带等城市化形式的出现,市民出行的距离拉长,在途时间增加,旅途疲劳度凸显了地面公共交通方式难以满足交通运距变大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。

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区、卫星城,新城区互相之间,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。

如果城市布局因地理条件限制而出现条形结构,那么轨道交通将是最佳的交通发展轴。

一般而言,市民一次出行的合理在途时间应视交通工具的便利性、舒适性而定,有一个可容忍限度。苏联城市交通专家的研究结果表明,一次出行在途时间以不超过 40 min 为限(包括步行到车站、乘车、换车及到站后步行等各种耗时),并认为每超过 10 min,出行者的工作效率将下降 5%。按此标准,如果一个城市中心区的地面公交车辆平均运行速度为 10~15 km/h,该中心区的居民一次出行的距离仅为 6~10 km(需扣除步行、候车耗时)。换言之,该城市的市民活动半径为 6~10 km,城市区的面积也仅为 120~300 km²。

因此,一个占地面积扩展至几千平方千米,乃至上万平方千米的特大城市,维系城市

各功能区有效紧密联系的交通方式只能依靠轨道交通。假设某轨道交通系统的平均旅行速度为 35~40 km/h, 该城市中心区范围可望扩展到 19~22 km 吸引半径 (已扣除步行到站、候车换乘等时间), 近 1 600 km² 面积。

城市轨道交通决定的城市中心区吸引范围的计算公式为

$$R=V_{\text{旅}}(T-t)$$

式中, $V_{\text{旅}}$ 为轨道交通系统列车运行的平均旅行速度 (km/h); T 为城市居民出行一次的最大在途时间 (h); t 为城市居民出行一次步行到轨道交通系统车站及候车的时间 (h)。

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、城市范围得以扩大的基本保证。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形成大都市圈的城市的发展都不能缺少城市轨道交通的支撑。

3) 城市现代化发展技术需求的必要性

城市发展过程是综合经济实力与科技水平的集中表现, 城市交通是现代化发展的重要标志之一。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交通服务。尤其是在人口密度高、土地面积并不大的城市, 采用盲目拓宽道路或发展高架道路和私人小汽车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抉择。

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, 反映了城市交通的科技含量与发展水平, 也为城市产业发展与产业结构调整带来了新的增长点。

4) 城市可持续发展长远需求的必要性

最新的城市发展观念, 是以环境保护与资源利用两项可持续发展重点指标作为主要评价标准的。对城市环境保护与资源利用具有破坏作用的重要原因之一, 就是无限制地发展汽车交通, 由此带来的大量侵占城市用地 (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, 大面积形成道路堵塞, 大规模消耗能源 (如个体交通、大排量汽车), 大幅度造成伤亡事故 (造成大规模的人力、物力、财产损耗), 大量耗费管理管制人力、物力, 已成为城市可持续发展的主要制约因素。

因此, 从城市可持续发展的角度来看, 公共交通优于私人交通, 在公共交通的范畴中轨道交通优于公共电 (汽) 车。

此外, 城市环境改善和资源利用的重要环节是产业结构的调整与功能区的布局调整。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 (如土地资源、水资源、能源资源、人力资源、物资等) 的优化配置, 使城市发展具有潜力与后劲。要实现上述目标, 在客运交通方面切不可盲目发展私人汽车, 而是要建设轨道交通体系。

2. 城市轨道交通建设的充分性

城市轨道交通建设需要巨额投资 (目前国内地下铁道建设投资已高达 5 亿元人民币/千米以上), 建筑施工技术要求高, 难度大, 设备技术含量高, 运营管理要求高, 经营风险大。因此, 即使在急需建设轨道交通系统的城市, 也可能因为种种主客观原因 (主要有观念认识偏差、经济实力基础薄弱、技术储备基础差等) 而难以及时建设。

对于经济并不发达的国家或地区的城市来说, 轨道交通系统的建设更是处于两难境



地：一方面城市人口密集，客运交通急需轨道交通早日建成，即必要性十分迫切；另一方面，因经济实力有限，资金难以筹措，而无法及时有效地完成轨道交通的规划与建设，即城市轨道交通建设除了必要性之外，更重要的还有其充分性。

1) 充分认识城市轨道交通建设的必要性与重要性

城市轨道交通建设的重要性与必要性，近年来经过激烈争论和实践验证，已在学术界达成基本共识，关键在于政府的管理层和决策层是否有充分认识。唯有被充分认识，才有城市轨道交通建设在筹资立项程序上的充分可能性。

2) 充分具备城市轨道交通建设的经济基础

一方面城市发展的综合实力在整体上为城市轨道交通建设带来经济基础和交通需求；另一方面，城市轨道交通建设的项目投资需要雄厚的经济实力，包括融资还贷保本盈利能力，经营管理生产持续能力等。

城市轨道交通路线一般不可能很短（平均长度在 15 km 左右，较长线路则更能显示轨道交通的优势）。因此，即使建设单一轨道交通线路，一次性投资也十分可观，更何况大城市轨道交通系统都是连线成网，具有相当规模的。

3) 充分具备城市轨道交通建设的科学技术基础

城市轨道交通系统既有高科技特征，又有持续发展不易调整的特征，因此，从规划开始，到建设、运营、发展、改进，不论是网络规划、设备制造，还是运营管理、设备维护等，均需有现代高新技术的支持。

城市轨道交通建设的科技领域涉及面较广，如土木、通信、电子、计算机、车辆、供电、环控、防灾、机电等，没有相当程度的科技储备，就难以完成城市轨道交通系统的科学规划，高质高效的建设和运营，即使依赖国际先进技术的支持，也难以持续发展，难以安全可靠、高效低耗地运营。

由此可见，城市轨道交通建设的充分性表现在认识到位、经济实力与科技水平均达到一定标准三方面，缺一不可。

实践活动



活动描述

- (1) 自主查询关于城市化进程的最新数据，并据此说明建设城市轨道交通的必要性。
- (2) 自主查询我国城市轨道交通的发展现状，总结其特点，并说明对自己所处城市的城市轨道交通建设的借鉴意义。
- (3) 自主查询世界其他国家城市轨道交通的发展现状，总结其特点，并说明对我国城市轨道交通建设的借鉴意义。



具体要求

- (1) 以小组为单位进行查询活动，各组人员数量在 6 人以下，并推选小组长一人，负责组织活动的开展并督促完成。
- (2) 要求将所查询资料汇总并制作成 PPT，在课堂上进行讲解。

思考与练习

- (1) 城市交通与城市发展的内在关系是什么?
- (2) 城市交通的发展经历了什么样的历程?
- (3) 现代化城市交通的特征是什么?
- (4) 什么是城市轨道交通? 它在城市交通中处于何种地位?
- (5) 我国目前为什么要大力发展城市轨道交通?
- (6) 简述我国城市轨道交通的建设与发展历程。