



职业教育 **城市轨道交通** 专业教材

城市轨道交通 线路与站场

曾险峰 主编

姚琴兰 李俊辉 副主编

朱宛平 主审



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

职业教育城市轨道交通专业教材

城市轨道交通线路与站场

曾险峰 主 编
姚琴兰 李俊辉 副主编
朱宛平 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书通过6个项目下的31个任务,比较全面地概括了城市轨道交通线网、城市轨道交通线路、城市轨道交通轨道结构、道岔、城市轨道交通车站、城市轨道交通车辆段。考虑城市轨道交通线路与站场的技术特点,本书在内容选取上力争紧扣“城市轨道交通”这一主题,不过多涉及铁路线路与站场知识。同时,考虑相关知识的关联性和对学生专业知识面的拓宽,在一部分任务中补充了“相关案例”和“拓展知识”,作为相关专业知识学习的延伸。

本书可作为职业院校城市轨道交通运营管理专业及相关专业的教学用书,也可作为从事城市轨道交通行业职工的参考资料和培训用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通线路与站场 / 曾险峰主编. —北京:电子工业出版社, 2017.6

ISBN 978-7-121-29832-5

I. ①城… II. ①曾… III. ①城市铁路—轨道交通—铁路线路—职业教育—教材②城市铁路—轨道交通—铁路车站—职业教育—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第207464号

策划编辑:徐玲

责任编辑:靳平

印刷:北京建筑工业印刷厂

装订:北京建筑工业印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:416千字

版次:2017年6月第1版

印次:2017年6月第1次印刷

定价:34.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: xuling@phei.com.cn。

职业教育城市轨道交通专业教材编审委员会

主任委员：吴晓 浙江师范大学工学院原系主任

副主任委员：赵岚 西安铁路职业技术学院

张莹 湖南铁道职业技术学院系主任

常务委员：（排名不分先后）

施俊庆 浙江师范大学工学院教研室主任

王瑞萍 浙江师范大学工学院

郑丽娟 浙江师范大学行知学院

李一龙 湖南铁路科技职业技术学院系主任

程钢 湖南铁路科技职业技术学院教研室主任

吴冰 湖南铁道职业技术学院教研室主任

唐春林 湖南铁道职业技术学院专业负责人

刘奇 西安铁路职业技术学院交通运输系教研室副主任

王敏 西安铁路职业技术学院

魏仁辉 西安铁路职业技术学院

申红 西安铁路职业技术学院

刘婷婷 西安铁路职业技术学院

奉毅 柳州铁道职业技术学院系副主任

蓝志江 柳州铁道职业技术学院教研室主任

马成正 柳州铁道职业技术学院

王丽娟 柳州铁道职业技术学院

卢德培 杭州万向职业技术学院教研室主任

李殿勋 沈阳铁路机械学校

丁洪东 沈阳铁路机械学校教研室主任

李显川 沈阳铁路机械学校

姬立中 北京铁路电气化学校副校长

王建立 北京铁路电气化学校科长

尹爱华 江苏省无锡交通高等职业技术学校系副主任

陈波 无锡汽车工程学校专业负责人

谭恒 广州市交通运输职业学校

余鹏程 广州市交通运输职业学校

宋锐 武汉市教育科学研究院教研员

蔡海云 武汉铁路司机学校系主任

欧阳宁 武汉市交通学校系主任

**行业委员：**（排名不分先后）

吴维彪 浙江省杭州市地铁集团有限责任公司高级工程师

牟振英 上海申通集团运营四公司总工程师

娄树蓉 南京地铁有限责任公司客运部部长

吕春娟 浙江省杭州市地铁集团运营分公司高级工程师

贾拴航 西安地铁运营分公司客运部

李文起 北京铁路局石家庄供电段

苏伟伟 北京铁路局石家庄供电段

刘永辉 北京铁路局石家庄供电段

秘书长：徐玲 电子工业出版社

总序

P r e f a c e

随着国民经济持续快速发展,人流、物流、信息流以前所未有的密度涌向大城市并向周边辐射。城市化进程加快,城镇人口迅速增长,带来了城市交通需求的高速增长。为了解决大、中城市交通紧张问题,我国有越来越多的城市把发展城市轨道交通列入城市发展计划。据中国城市轨道交通协会数据统计,在运营线路方面,截至2016年年末,中国大陆地区(共有30个城市)开通运营的城市轨道交通运营线路总共为133条,总长为4152.8km,其中,地铁线路总长为3168.7km,占76.3%;其他制式城市轨道交通运营线路总长为984.1km,占23.7%。在线路建设方面,截至2016年年末,共有58个城市获批城市轨道交通项目,其中获国家发改委批复城市44个,地方政府批复14个,线路总长为7305km。我国城市轨道交通建设正在进入快速有序的发展阶段。近年来,新增运营线路逐年增加,2011年新增运营线路长度为288km、2012年新增运营线路长度为399km、2013年新增运营线路长度为460km、2014年新增运营线路长度为427km,2015年新增运营线路长度为445km,2016年新增18条运营线路总长为535km,创历史新高。2016年作为“十三五”开局之年,与“十二五”开局之年即2011年新增线路长度288km相比,增长85.8%;与“十二五”收官之年即2015年新增线路长度445km相比,增长20.2%。“十三五”期间,我国城市轨道交通的建设将迎来高峰期,根据2016年5月发改委和交通部联合印发《交通基础设施重大工程建设三年行动计划》,计划2016—2018年将重点推进103个项目前期工作,新建城市轨道交通线路2000km以上。到2020年,我国城市轨道交通运营里程将突破6000km。城市轨道交通的快速发展,需要大批轨道交通应用性人才来保证正常的运营和管理。按城市轨道交通用人需求每千米50~60人计算,轨道交通人才需求巨大。

城市轨道交通发展给职业教育的人才培养带来良好契机,为适应城市轨道交通人才培养需求,更好地服务国民经济建设,2010年5月,电子工业出版社在武汉组织召开了“职业教育城市轨道交通专业教学研讨会”,成立“职业教育城市轨道交通专业项目式教材”编审委员会,确定“职业教育城市轨道交通专业项目式教材”编写方案。近七年来,由电子工业出版社策划出版的“职业教育城市轨道交通专业教材”系列教材已经陆续发行,并得到了广大读者的支持与厚爱。

本套教材基本涵盖“城市轨道交通专业”的主要课程内容,能满足专业建设与教学需要;为适应职业教育的改革与发展,教材力求体现当代职业教育新理念、新思路;为紧跟城市轨道交通行业发展,尽量使教材保持一定的知识与技术领先。本套教材编写以职业能

力为主线,以职业生涯为背景,以工作结构为框架,以岗位能力为依据,以工作情境为支撑,以工作过程为基础。教材体系结构力求从学科结构向职业工种技能结构转变;教材内容组织根据城市轨道交通职业岗位要求及标准,突出典型岗位的工作过程,满足职业标准要求,贯穿主要规章和作业标准。本套教材具有以下特点:

1) 教材体例符合职业教育教学改革和发展方向

教材内容选择以《国家职业标准》规定的岗位(群)需求和职业能力为依据,以工作任务为中心,以理论知识为基础,以实践技能为依托,以工作情景为支撑,以案例呈现为特点,以拓展知识为延伸,充分考虑城市轨道交通典型岗位工作任务的工作过程特点和教学过程特点并有机结合,体现了教材的职业性特点。

2) 教材内容凸显城市轨道交通专业领域主流应用技术和关键技能

教材内容凸显城市轨道交通运营、行车组织、客运组织、机车车辆等设备运用与检修及作业组织方法等主体工种的专业知识和技术,包括车站站长、行车调度、车辆维修、客运服务等典型岗位的主流应用技术和关键技能。

3) 教材内容涵盖城市轨道交通行业和专业发展的“四新”内容

教材内容组织保持一定的前瞻性,反映行业与专业最新知识、工艺、装备和技术。教材编写从现代教学理念和教学模式出发,体现城市轨道交通前沿的创新成果和经验。

4) 教材注重实践性,重视案例和实际动手场景的呈现

教材组织通俗实用,融入和结合了轨道交通专业骨干教师多年的教学经验和体会,合理地取舍和反映城市轨道交通的基本专业知识和基本技能;通过具体模拟训练和情景实操,使学生加深对专业知识和技能的理解,以及基本技能和基本方法的掌握,从而可以缩短学生到企业后的上岗时间。

本套教材不仅适用于职业教育各层次教学,也适用于城市轨道交通行业相关人员在职进修提高和培训教学用书。

本套教材由浙江师范大学交通运输系吴晓主任担任主编,西安铁路职业技术学院赵岚、湖南铁道职业技术学院张莹担任副主编。吴晓负责本系列教材编写工作的整体策划与体例结构设计。教材在编写过程中得到了许多城市轨道交通行业专家、电子工业出版社等领导和同人的大力支持,在此表示衷心感谢!

在本套教材的编写过程中,编者参考了大量的书籍、文献、论文等,也引用了许多专家学者的资料,编者已尽可能地在参考文献中详细列出,谨在此对他们表示衷心的感谢!同时,可能我们因为疏忽,有些资料引用了而没有指出资料出处,若有此类情况发生,深表歉意!由于城市轨道交通正处于快速发展期,资料收集很难达到齐全和最新,再加上编者水平所限,书中错误和疏漏在所难免,敬请大家见谅,也恳请读者在阅读后及时批评指正,我们将十分感谢。

吴 晓

2017年2月于浙江师范大学

前言

Introduction

城市轨道交通以快速、安全、舒适、准时的技术特点，在城市规模不断壮大的今天，成为各大城市争相发展的城市公共交通工具。尤其是 2008 年以来，整个轨道交通行业进入了快速发展的历史时期，国内众多城市修建和开通了城市轨道交通。为了满足轨道交通行业的快速发展，除了原铁路办学的大中专院校之外，各地很多大中专院校纷纷开设城市轨道交通相关专业。

“站场与枢纽”一直是轨道交通运营管理专业的重要专业核心课程，但在城市轨道交通运营管理专业，长期以来一直缺乏比较成熟的线路与站场类专业教材。同时相比铁路，城市轨道交通的线路与站场相对简单，许多学校往往采用了“铁路站场与枢纽”相关教材来代替使用，造成概念混乱和针对性不强的局面。

本书从职业教育的角度出发，采用项目—任务式编写体例，力争做到实用而好用。在编写过程中，力求做到资料数据新、内容全、深入浅出、图文并茂和通俗易懂。本书可作为高等职业院校相关专业的教材和教学参考书，也可供从事城市轨道交通规划、建设和运营管理的专业技术人员参考。

本教材由广州铁路职业技术学院曾险峰担任主编，广州铁路职业技术学院姚琴兰、广东交通职业技术学院李俊辉担任副主编，全国职业教育轨道交通行业名师朱宛平副教授担任主审。编写分工为：曾险峰编写项目一、项目二、项目三（广州铁路职业技术学院何红编写其中的任务一、任务五），姚琴兰编写项目四、项目五（广州铁路职业技术学院张治文编写其中的任务一），李俊辉编写项目六。

为了方便教师教学，本书还配有教学指南、电子教案及习题答案（电子版），请有此需要的教师登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费注册后再进行下载，在有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail:hxedu@phei.com.cn）。

由于城市轨道交通发展日新月异，很多技术更新发展较快，一些数据资料可能不是最新的，加之编者水平有限，教材中难免出现不足之处，敬请读者和专家指正。书中引用了有关城市轨道交通专家、学者的著作和论文，在此表示衷心的感谢！

编者

2017年2月

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为，歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目录

Contents

项目一 城市轨道交通线网 1

- 任务一 城市轨道交通定义及分类····· 1
- 任务二 城市轨道交通线网规划····· 11

项目二 城市轨道交通线路 26

- 任务一 城市轨道交通线路基础知识····· 26
- 任务二 城市轨道交通线路选线····· 36
- 任务三 城市轨道交通线路平面设计····· 42
- 任务四 城市轨道交通线路纵断面设计····· 51
- 任务五 城市轨道交通地下结构····· 54
- 任务六 城市轨道交通高架结构····· 59
- 任务七 城市轨道交通线路限界····· 62

项目三 城市轨道交通轨道结构 73

- 任务一 钢轨····· 73
- 任务二 钢轨连接····· 77
- 任务三 轨道扣件及轨枕····· 80
- 任务四 道床及路基····· 86
- 任务五 轨道安全设备····· 96
- 任务六 轨道的几何形位····· 98

项目四 道岔 103

- 任务一 认知道岔的类型····· 103
- 任务二 单开道岔的构造····· 113



任务三	单开道岔的几何尺寸	125
任务四	单开道岔的总布置图	133
任务五	过岔速度和提高过岔速度的措施	138
任务六	道岔缺陷整治和养护维修	146

项目五 城市轨道交通车站 160

任务一	认知城市轨道交通车站	160
任务二	城市轨道交通车站的规划与设计	172
任务三	越行站	182
任务四	车站线路连接	200
任务五	车站线路全长及有效长	209

项目六 城市轨道交通车辆段 221

任务一	认知城市轨道交通车辆段	221
任务二	车辆段的总体规划设计	228
任务三	车辆段出入段线的设置	237
任务四	停车场布局设计	241
任务五	地铁车辆段洗车线布置形式	245

参考文献 251

项目一

城市轨道交通线网

“城市——让生活更美好”，城市是人类生活、工作密集度很高的场所，是人类进步与发展的产物。在现代城市化发展的历程中，城市的人口增长迅速。而随着城市人口的增加，城市的交通问题、环境问题、资源问题及住房问题凸显而出。这些问题一直在困扰着市政当局，这些问题解决不好，将严重制约城市的经济发展，进而制约城市化的发展。因此，搞好城市的规划和建设，解决城市化进程的交通、环境等问题，是现代城市发展的重中之重。

改革开放以来，我国经济得以高速增长，城市的建设日新月异，城市化进程在不断加快。现在，越来越多的城市，尤其是百万人以上的大城市，都遇到了城市交通问题。虽然我国城市交通基础设施的建设已取得了巨大的成就，但仍然难以满足人们对城市交通的巨大需求。城市道路面积的增长速度，远远赶不上城市机动车的增长速度；交通堵塞、交通事故、空气污染、噪声污染日趋恶化。优先发展城市公共轨道交通作为解决交通问题的有效途径，已成为全世界的共识。

城市轨道交通是一种建设周期最长、投资最大的交通基础设施。一旦建成，很难改变。城市轨道交通线网系统作为城市客运交通的大动脉，其线网规划的优劣不仅在很大程度上决定了线路建设工程的投资大小和难易程度、系统运营的效率与服务水平，而且直接影响到城市的总体布局形态，进而影响城市的社会经济发展和人们的生活方式，土地资源节约与环境生态的保护等问题。因此，城市轨道交通线网规划是城市轨道交通建设中至关重要的环节。

任务一 城市轨道交通定义及分类



学习目标

- (1) 了解城市轨道交通的基本概念。
- (2) 了解城市轨道交通的分类。



学习任务

城市轨道交通的由来、定义及各种城市轨道交通方式的特征。




工具设备

城市轨道交通资料图片及仿真三维立体图多媒体课件。



教学环境

轨道交通理实一体化教室、城市轨道交通企业现场。



基础知识

城市轨道交通是一种轨道运输方式，一般是采用以电能为动力的轮轨运转方式，是城市大运量的公共交通工具。

城市轨道交通是指以轨道运输方式为主要技术特征，以城市客运公共交通为服务形式的交通运输方式。自 1863 年在英国伦敦出现世界上第一条地下铁道线路以来，城市轨道交通经历了曲折的发展历程。近年来，随着科学技术的进步和城市的快速发展，城市交通业得到了快速发展，尤其是城市轨道交通的发展非常明显。

一、城市轨道交通的优势与局限

在现代城市化发展的历程中，城市的经济发展使得城市人口增加迅速，而随着城市人口的增加，城市的交通问题、环境问题、资源问题及住房问题等相继凸显而出。这些问题一直在困扰着市政当局，这些问题解决不好，将严重制约城市的经济发展，进而制约城市化的发展。因此，搞好城市的规划和建设，解决城市化进程中遇到的交通、环境等问题，是现代城市发展的重中之重。

（一）城市轨道交通的地位及作用

1. 城市轨道交通的地位

大力发展城市轨道交通事业是从根本上改善和解决城市的交通现状、促进城市可持续发展的重要举措。城市轨道交通的规划、建设和运营，带动城市向郊区扩展，从而使城市原有的规模得到扩大；同时，城市轨道交通的线路规划会促使城市的各种设施向线路两侧集中，从而促进城市沿轨道交通线路轴向发展，进而引领城市中心的变迁和原有格局的改变。因此，城市轨道交通的规划建设与城市的发展是紧密相关的，并对城市发展具有巨大的引导作用，城市结构会随着轨道交通的发展而不断变化。现代化的大都市以发展道路交通来完全满足客运需求是不现实的，城市不可能提供足够的土地来增加道路。因此，大容量、无污染、高效率、对改善环境有益的城市轨道交通日益成为城市交通发展的首选模式。城市规划的实质就是交通规划和用地规划，在规划轨道交通时要结合城市的定位、地理结构、人文景观、人口规模、用地规模等，使其适合城市未来的发展。

改革开放以来，随着我国经济的迅速发展和城市化进程的加快，客运交通量急剧增加，原有的城市交通系统在数量和质量上都不能满足城市发展的需求，发展快速便捷的城市轨道交通系统已逐渐得到各级政府和广大群众的重视。20 世纪 90 年代以来，城市轨道交通系统的研究进一步深入展开，城市轨道交通建设进入了一个新的阶段。人们开始意识到轨道交通不但可以解决城市交通问题，更重要的是可以促进城市可持续发展，进而推动城市经济建设。

2. 城市轨道交通的作用

（1）改善城市交通现状。当前，我国大中城市普遍存在着道路拥挤、车辆堵塞、交通秩序混乱的现象，这已成为城市发展的“瓶颈”。随着我国城市规模和经济建设飞速的发



展,城市化进程在逐步加快,城市人口在急剧增加,大量流动人口涌进城市,人们出行和物资交流频繁,交通需求急剧增长,城市道路交通供需矛盾日趋紧张。发展以轨道交通为骨干,以常规公交为主体的公共交通体系,为城市居民提供安全、快速、舒适的交通环境,引导城市居民使用公共交通系统是国外大城市解决城市交通问题的成功经验,也是我国大城市解决交通问题的唯一途径。城市结构改变的一个重要因素就是人口的疏解。但是我国城市传统的以步行、自行车为主的交通方式,限制了城市人口的有机疏解。城市轨道交通具有快捷、安全、大容量等特点,不仅能及时疏解大量密集人群,而且由于其对沿线区域可达性的大大提高,对居民产生巨大的吸引力,可以诱导人们远离市中心居住,从而促进城市结构的改变。

(2) 环境保护。城市环境与交通有着极为密切的联系。城市环境恶化的一个重要原因在于汽车的尾气排放和城市道路的噪声。以汽车为主的城市道路交通对城市发展有着极为不利的影 响,它带来大气污染、交通事故增加和其他一系列社会问题。而轨道交通具有低能耗、无污染、安全等特点,它对于改善城市环境、增加城市环境容量有着极为重要的作用,对于建立新型生态城市结构具有重要的现实意义。

(3) 节约资源、减少能源。以地铁为主的城市轨道交通,一般修建在城市的地下,不仅用地比城市道路交通的汽车要少得多,而且由于其强大的运输能力,以及快速、安全等特点,更能促进城市人口密集在轨道两侧,促进城市用地集约化与居住环境改善的统一。促进城市形态和土地使用格局相应的调整,促进城市人口外延性的发展,也即人口分布于更宽广的地域。另外,地铁的能源是电力,与地面交通所消耗的能源相比是很少的。

(4) 拉动相关产业的发展。城市的轨道交通是一个系统工程,涉及其他行业较多,如房地产、制造、建筑、媒体及服务行业等。建设城市轨道交通,相关行业就要配合、配套。这样就给其他行业提供了发展的机会,同样也提高了城市人口的就业率,从而又推动了城市的经济发展。

(5) 战备防空。城市轨道交通在和平年代是城市的交通设施,是用于城市居民出行的交通工具。战争时期(或非常时期)轨道交通设施还能作为城市居民的防空掩体(避难场所)。例如,第二次世界大战期间,德国法西斯大举入侵前苏联时,莫斯科地铁昼夜不停地为卫国战争的胜利做出了巨大贡献。为躲避敌机的频繁空袭,地铁成为天然可靠的安全防空地。又如,当德国法西斯频繁空袭伦敦时,伦敦地铁就有 79 个地铁车站被用于防空掩体,并有一段 8km 的地铁线被用作装配厂,还有很多珍贵文物、精密仪器、急救药品也储藏在地铁里。第一、二次世界大战结束后,欧洲许多国家城市开始新建地铁的目的就是为了备战。

世界各国轨道交通的发展说明,轨道交通的发展无不和与之发展相配套的技术经济政策密切相关。我国城市轨道交通现已进入快速发展阶段,在把握机遇、快速发展的同时,更应重视城市规划作用,保持城市的经济增长及可持续性发展。因此,在正确的战略指导下,研究制定城市轨道交通的建设发展具有重大的现实意义。

（二）城市轨道交通的发展优势

城市轨道交通的优势主要体现在运能大、速度快、能耗低、污染少、安全可靠、舒适性佳和占地面积少等多个方面。

1. 运能大

现代化的轨道交通，先进科学技术的运用，使得列车行车密度和单列载客能力得到了大幅度的提高，从而大大地提高了城市轨道交通的运输能力，能够充分满足现代化城市大客流的需要。目前，大型地下铁道系统的高峰小时单向运能力可达6~7万人次。

2. 速度快

列车采用先进的电动车组动力牵引方式，具有良好的线路条件和自动控制体系，列车的快速运行安全有了保障。因此，现代城市轨道交通系统的列车运行速度比过去有了明显的提高。目前，地下铁道列车的最高运行速度能达到100km/h，旅行速度基本可达到35~45km/h，这在各种城市公共交通方式中是最快的。

3. 能耗低

由于城市轨道交通为大运量集团化客运系统，且又采用了多项高新技术，在客流得到保证的情况下，使得每位乘客的能源平均消耗远远低于其他任何一种城市交通方式。

4. 污染少

城市轨道交通一般均采用电力牵引动力方式，列车在运行过程中由于以电为能源产生动力，较之以燃油为动力的交通工具没有废气污染；就算采用以内燃机为动力的内燃动车组列车，也因大运量集团化运输方式，而使每位乘客所均摊的污染微乎其微。因而城市轨道交通有“绿色交通”之称，这正是现代都市可持续发展最为关注的问题——环境保护问题。

5. 安全可靠

由于城市轨道交通路线一般都采用立交方式而与地面其他交通方式完全隔离，不受地面交通干扰；现代化轨道交通一般都采用先进的信号安全系统来确保列车运行安全，因而受气候条件影响很小；轨道运输的准点性也是其他交通形式不可比拟的。因此，城市轨道交通是城市客运交通方式中可靠性最强的一种。尤其是在上、下班高峰时段及气候条件恶劣之时，对于时间观念极强的现代城市交通行为者而言，这点优势是至关重要的。

6. 舒适性佳

城市公共客运交通方式的舒适性主要表现在环境质量与拥挤度两个方面。对城市轨道交通系统而言，不论是车站的环境，还是途中车厢内的乘车环境，均因有现代化的环控设施保障（如采用全空调等）而使环境质量较佳；拥挤度则因轨道交通的快速性、准时性和列车间隔时间小带来的乘客候车时间短而得到较佳的调整。

7. 占地面积少

城市轨道交通一方面因大量采用立交形式，而大大减少了城市土地的占用，另一方面又因大运量集团化运输方式，而使乘客的交通行为人均所占的道路面积进一步减少。

城市轨道交通使得沿线土地得到有效利用和开发、城市的布局更加合理和方便市民的



出行，同时它增添了现代都市景观效应。因此，城市轨道交通的发展近年来在世界各地呈现出蓬勃向上之势，无论是在经济发达的国家与地区，还是在发展中国家和地区，城市轨道交通均成为发展城市交通的重要手段。

（三）城市轨道交通的局限性

城市轨道交通虽然有许多优点，然而在具体的发展过程中还存在建设投入大、线路建成后不易调整、运营成本高等局限性。

1. 建设投入大

为了使城市轨道交通的优势得到充分体现，城市轨道交通线路的修建往往需要立交，并且形成网络。由于城市轨道系统建设要求高，施工难度大，设备技术标准高，使得每公里线路的修建需要几亿元的投入，尤其是地下铁道每公里造价达 4~6 亿元之多。因此，城市轨道交通线路建设的一次性工程投资巨大，一个国家或地区的城市没有相当强的整体经济实力无法承受如此巨额的投资负担。

2. 线路建成后不易调整

城市轨道交通线路一般均是永久性结构（如地下隧道、高架桥结构等），建成后几乎无调整的可能性。因此，城市轨道交通线路的选线及路网规划应严格按照城市发展规划进行认真制定，否则，会造成极大的工程投资浪费。

3. 运营成本高、经济效益有限

城市轨道交通的运营成本主要包括设备投资成本、运营管理成本、设备维护成本和保养成本、能源消耗成本及员工的工资成本等。

由于轨道交通系统采用了科技含量较高的设备与设施，为了使这些设备、设施（如列车牵引系统、环境控制系统、车站机电设备系统、通信信号设备系统和高标准的防灾系统等）处于良好工作状态，就要加强日常维修和保养，而用于日常维修和保养的费用则很高；城市轨道交通系统需要人员素质较高，必须对员工进行定期的技术、安全培训，其培训教育经费也较高；此外，由于城市轨道交通运营系统的特殊性、站间距小、车站的服务项目多等，需用员工人数也较多，这都是城市轨道交通系统运营成本居高不下的原因。

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，无法按运输成本核收票价，极易导致运营亏损。虽然已有少数城市轨道交通系统因乘客量巨大，产业开发经营较佳而达到略有盈余，但还是有众多的城市轨道交通系统处于“亏本经营”，依赖国家与地方政府、社会机构提供补贴。

二、城市轨道交通的种类

城市轨道交通发展不但呈现出速度快、数量多，而且呈现出类型多样化、设施更先进、管理经营更科学、整体效益更佳的趋势，随着城市化进程的发展，城市轨道交通的地位与作用正被重新估量。

(一) 按基本技术特征分类

根据轨道交通系统基本技术特征的不同,城市轨道交通系统可分为市郊铁路、有轨电车、地下铁道、轻轨交通、独轨系统和磁悬浮系统等。

1. 市郊铁路

市郊铁路是连接城市市区与郊区,以及连接城市周围几十公里甚至更大范围的卫星城镇的铁路,它往往也是连接大中城市干线铁路的一部分,因此它具有干线铁路的技术特征,如轨道通常是重型轨道,与城市轨道交通系统中的地下铁道等其他类型不同,在市郊铁路上通常是市郊乘客列车、干线乘客列车和货物列车混行。

2. 有轨电车

有轨电车是一种在城市道路上修建轨道并采用空中架设输电系统的城市轨道交通系统,有轨电车通常采用地面线,有时也有隔离的专用路基和轨道,隧道或高架区间仅在交通拥挤的地带才被采用。有轨电车轨道系统的建设投资较小,见效较快,但运输能力相对也较小。自 1881 年德国发明了高压输电的电车供电系统后,柏林就建成了世界上第一条有轨电车线路。19 世纪后期和 20 世纪前期是有轨电车的发展高峰。旧式的有轨电车由于公共汽车及行人共用街道路权,且平交道口多,因而其运行所受的干扰多,速度慢。现代有轨电车与性能较差的轻轨交通已很接近,只是车辆尺寸稍小些,运营速度接近 20km/h。

由于近年来人们环保意识和能源危机意识的不断增强,有轨电车在世界不少城市有复苏的迹象,我国也有不少城市提出了恢复有轨电车的设想,其中备受瞩目的是天津泰达现代有轨电车项目。泰达现代有轨电车工程将分为两期,全程 30km。一期工程为试验段,全长 8.8km,南起轻轨洞庭路站,北至大学城北部的学院区北站;二期工程则将试验段向两端延伸,向北连接北塘,向南连接塘沽城区。试验段工程总投资(不含车辆)约 1.9 亿人民币,预计设置 14 座车站,全部为地面站,采用岛式站台。在车辆选择方面,将选用 8 列法国劳尔 Translohr 有轨电车。该车采用 100%低底盘设计,地板与地面的距离尚不到 30cm,不但乘客们上下车十分方便,就连残疾人的轮椅也能毫不费力地推上车,人性化设计理念显露无遗。而橡胶制成的电车动力轮,将运行时的噪声减到最低,也会大大降低车辆对路面的损坏。广州市也有计划建设一条环海珠岛的有轨电车线路,既可作为海珠岛上的公共交通工具,又可作为沿珠江的观光旅游线路。法国巴黎街头的有轨电车如图 1-1 所示。



图 1-1 法国巴黎街头的有轨电车