



高等职业教育城市轨道交通专业规划教材
GAODENG ZHIYE JIAOYU CHENGSHI GUIDAO
JIAOTONG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

URBAN RAIL TRANSIT

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG GAILUN

城市轨道交通概论

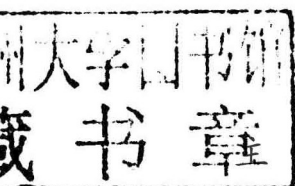
主 编 刘峻峰
副主编 袁 媛 吴方林
李宏菱 史望春
主 审 侯久望



中国石油大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

城市轨道交通概论

主 编	刘峻峰					
副 主 编	袁 媛	吴方林	李宏菱	史望春		
参编人员	毛晓燕	张 伦	李武斌	王利东	房 瑛	
	张启颜	韩二文	梁明晖	兰 明	陈建萍	
	赵 雯	贾栓航	张小宏	吴 曼	马文星	
	常 博	张 渺	刘凤军	唐 恒	张 杰	
	王 瑛	蔡德国				
审	侯久望					



重庆大学出版社

内 容 简 介

本书按照轨道交通运营单位对高职城市轨道交通专业的学生从事运营工作所需具备的各专业基础理论知识,需掌握的部分关键岗位的工作流程及基本要求编写而成,翔实地介绍了城市轨道交通相关法律法规、行业的安全案例。除此之外,以新颖的教学方法和丰富的实例,全面系统地介绍城市轨道交通基础、设备设施基础理论、运营组织、安全管理4个方面介绍了城市轨道交通运营的基础知识。

本书可作为城市轨道交通专业的必修课教材,也可作为运营各专业人员的培训教材或是教学参考书,还可供从事城市轨道交通运营管理的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通概论/刘峻峰主编 侯久望主审. —重庆:重庆大学出版社,2013.8

高等职业教育城市轨道交通专业系列教材

ISBN 978-7-5624-7430-2

I. ①城… II. ①刘… III. ①城市铁路—轨道交通—
高等教育—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 111615 号

城市轨道交通概论

主 编 刘峻峰

副主编 袁 媛 史望春 李宏菱 吴方林

策划编辑:鲁 黎

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:鲁 黎

责任校对:邬小梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13 字数:324千

2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-7430-2 定价:32.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编审委员会

主 任 | 祁国俊 | 刘峻峰

副主任 | 侯久望 | 袁 媛

成 员

曹双胜	史富强
葛党朝	刘 煜
赵舜尧	吴海军
刘 炜	史晓薇
付晓凤	何 鹏
王治根	赵跟党
房 瑛	邢红霞
王 敏	刘 军
张 宁	

序

轨道交通以其快捷、舒适等其他交通工具无法比拟的优越性,成为城市交通发展新的热点和重点。当前我国的城市轨道交通正处在大发展、大建设时期,截至 2012 年年底,全国有 16 座城市共开通运营 70 条线,总里程 2 081.13 千米。

随着城市轨道交通行业的迅猛发展,相应运营专业人才的需求也日益紧迫,尤其是具有理论和实践性的复合型人才尤为紧缺。为适应新形势,近年来,国内的大专院校,尤其是交通职业技术类院校的城市轨道交通专业迅速扩大,早出人才、快出人才、出实用型人才成为学校和业界的共同愿望。通过一系列的调研和准备工作,在重庆大学出版社的倡导下,西安市地下铁道有限责任公司联合多省市交通类高职高专院校(如西安铁路职业技术学院、西安交通职业技术学院、广东交通技师职业技术学院等)建立了校企合作联盟,组织具有丰富实践经验的轨道企业技术人员和职业院校的一线教师,与地铁运营实际紧密结合,共同编写了高等职业教育城市轨道交通专业规划教材。

这套规划教材采用校企结合模式编写,结合全国轨道交通发展状况,推出的面向全国、面向未来的教材,既汇集了高校专业教师们的理论知识,也汇聚了城市轨道交通专业技术部门创业者们的宝贵经验。

为做好教材的编写工作,重庆大学出版社专门成立了由著名专家组成的教材编写委员会。这些专家对城市轨道交通专业教学作了深入细致的调查研究,对教材编写提出了许多建设性意见,慎重地对每一本教材一审再审,确保教材本身的高质量水平,对教材的教学思想和方法的先进性、科学性严格把关。

“校企合作”、“理论与实践相结合”是本套系列教材的特点,不但可以满足当前城市轨道交通运营技术管理的需要,也为今后的城市轨道交通运营发展管理提出了新思考。随着运营管理的要求越来越高,以及新技术的不断应用,本系列教材必然还要不断补充、完善,希望该套教材的出版能满足广大职业院校培养城市轨道交通专业人才的需求,能成为城市轨道交通运营技术管理人员的“良师益友”。

建设部地铁轻轨研究中心 顾问总工
建设部轨道交通建设标准 主 编
建设部轨道交通专家委员会 专家委员



2013 年 7 月 26 日

前言

城市轨道交通是缓解城市交通拥堵最有效的交通方式之一,具有安全准点、快捷舒适、节能环保的特点。目前,中国已成为世界上城市轨道交通发展速度最快的国家,建设线路和规划线路的规模都十分可观,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、大连、沈阳、长春、成都、武汉、西安、佛山、昆明、杭州等城市共拥有70条运营线路,全长2 081.13 km。

城市轨道交通系统安全而高效的运营模式,不仅须依托先进可靠的系统设备,更需要高素质的运营人员。因而需要推出一册较为系统全面的、与各专业岗位所需理论知识及工作实际紧密结合的专业培训教材,为此重庆大学出版社联合西安地铁、西安铁路职业技术学院、陕西交通职业技术学院,根据教学工作,结合地铁运营一线经验,经过多次修改和完善,最终形成本书。

本书以项目形式编写,以城市轨道交通运营工作人员所需的理论和操作技能为主,对城市轨道交通进行了系统全面的介绍,内容涵盖了轨道交通各专业系统的知识、部分岗位运作流程以及轨道交通安全管理等项目。全书内容简明扼要,资料数据和实例丰富,可作为城市轨道交通各专业的必修课教材,也可作为轨道交通运营工作人员的培训教材及其他相关专业教材或是教学参考书。

本书由刘峻峰主编;袁媛、吴方林、李宏菱、史望春任副主编;参编人员有:毛晓燕、张伦、李武斌、王利东、房瑛、张启颜、韩二文、梁明晖、兰明、陈建萍、赵雯、贾栓航、张小宏、吴曼、马文星、常博、张渺、刘凤军、唐恒、张杰、王瑛、蔡德国。在编写过程中,得到了西安地铁各专业技术人员的大力支持,在此一并深表感谢。

本书在编写过程中,虽经反复斟酌、校对,但由于编者水平有限,不足甚至是错漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编者

2013年7月

目 录

项目 1 城市轨道交通基础	1
任务 1 概述	1
任务 2 我国城市轨道交通发展	7
项目 2 城市轨道交通设备系统介绍	15
任务 1 线路及车站	15
任务 2 车辆基础	26
任务 3 供电系统	40
任务 4 信号系统	51
任务 5 通信系统	63
任务 6 机电设备	79
任务 7 自动售检票系统	93
任务 8 自动化系统	100
项目 3 城市轨道交通运营组织	115
任务 1 正线行车组织	116
任务 2 客运组织	124
任务 3 乘务组织	132
任务 4 车辆段(停车场)组织	138
任务 5 票务管理	142
任务 6 施工计划管理	150
项目 4 城市轨道交通运营安全管理	158
任务 1 安全生产法律、法规	159
任务 2 运营安全保障系统	168
任务 3 运营安全管理	179
任务 4 典型事故案例	185
参考文献	195

项目 1

城市轨道交通基础

【项目描述】

随着经济高速增长,我国城市化的进程在不断加快,交通拥堵、交通事故、空气污染、噪声污染等问题日趋凸显,优先发展城市公共交通作为解决交通问题的有效途径,已成为全世界各个国家的共识。大运量的地铁、轻轨等轨道交通运输方式以其快捷、准时、舒适、安全等特点可以解决城市日益增长的客运需求,为城市进一步发展提供了良好的条件。本项目明确阐述了城市轨道交通的概念、特点及分类,对我国乃至世界各国城市轨道交通的发展历程、方向进行了概括。

【学习目标】

通过本项目的学习,要求掌握以下基本知识:

1. 城市轨道交通的概念及特点。
2. 城市轨道交通的分类。
3. 我国目前城市轨道交通发展概况。
4. 世界目前城市轨道交通发展新趋势。

【技能目标】

1. 熟练分析城市轨道交通的特点和类别形式。
2. 通过了解轨道交通的发展,掌握新型轨道交通在我国的应用前景。

任务 1 概 述

【活动场景】

在教学教室或能够连接互联网的多媒体教室及城市轨道交通系统的各种模型实训室中进行,课后可现场参观。

【任务要求】

掌握城市轨道交通的基本概念及分类,能够分析城市轨道交通常见形式的特点。

【知识准备】

(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轨道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。

城市轨道交通是具有固定线路、铺设固定轨道、配备运输车辆及服务设施等的公共交通设施,是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。城市轨道交通是城市公共交通的一个重要组成部分,随着城市的不断发展,已逐渐成为城市最主要的交通工具。

2) 城市轨道交通的特点

①运能大

现代化的轨道交通,由于列车行车时间间隔短,行车速度快,列车编组辆数多而具有较大的运输能力,能够充分满足现代化城市大客流的需要。目前,市郊铁道单向高峰每小时的运输能力最大可达到6万~8万人次/h,地铁达到3万~7万人次/h,轻轨1万~3万人次/h,有轨电车可达到1万人次。

②速度快

城市轨道交通由于在专用行车道上运行,不受其他交通工具干扰,不产生线路堵塞现象,不受气候影响并且列车采用了先进的电动车组动力牵引方式,地铁最高的运行速度可达到120 km/h。

③污染少、能耗低

城市轨道交通一般均采用电力牵引动力方式,列车运行由于以电为能源产生动力,废弃污染小,与公共电、汽车相比节省能源,运行费用低。

④占地面积少

城市轨道交通一方面因大量采用立交形式,从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,使得乘客的交通行为人均所占的道路面积进一步减少。

⑤舒适性好

与常规公共交通相比,城市轨道交通由于运行在不受其他交通工具干扰的线路上,城市轨道车辆具有良好的运行特性,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,以及具有良好的乘车条件,其舒适性优于公共电车、汽车。

城市轨道交通另外还使得沿线土地得到有效利用和开发,城市的布局更加合理,更加方便市民的出行,同时还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和地区,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。

城市轨道交通虽然有许多优点,但是在具体的发展过程中还存在建设投入大、线路无再利用价值、运营成本高、技术条件要求高等缺点。

(2) 城市轨道交通的分类

按照不同的标准,城市轨道交通可划分以下不同的类别:

①按高峰小时单向运输能力划分

它可分为高运量系统(高峰小时单向运输能力达4.5万~7万人次)、大运量系统(高峰小

时单向运输能力达到 2.5 万~5 万人次)、中运量系统(高峰小时单向运输能力达到 1.5 万~3 万人次)各级线路相关技术特征见表 1.1。

表 1.1 各级线路相关技术特征

线路运能分类	I	II	III	IV
	高运量	大运量	中运量	
	(钢轮钢轨)		(钢轮钢轨/单轨)	
线路形式	全封闭型			部分平交道口
列车最大长度/m	185	140	100	60
单向运能/(万人次·h ⁻¹)	4.5~7	2.5~5	1.5~3	1~2
适用车型	A	B 或 L _B	B、C、L _b 及单轨	C 或 D
最高速度/(km·h ⁻¹)	80~100			60~80
平均站间距/km	1.2~2			0.8~1.5
旅行速度/(km·h ⁻¹)	35~40			20~30
适用城市城区人口规模/万人	≥300		≥150	

②按轨道空间位置划分

可分为地下铁道、地面铁路和高架铁路。

③按轨道形式划分

可分为重轨铁路、轻轨铁路和独轨铁路。

④按支承导向制式划分

可分为钢轮双轨系统、胶轮单轨系统和胶轮导轨系统。

⑤按线路隔离程度划分

可分为全隔离、半隔离和不隔离。

⑥按服务区域分类划分

可分为市郊铁路、市内铁路和区域快速铁路。

⑦按列车运行控制方式的不同划分

可分为按信号控制列车运行和按视线可见距离控制列车运行。

(3)城市轨道交通的主要形式

根据轨道交通系统基本技术特征的不同,城市轨道交通形式主要有地下铁道、有轨电车、轻轨铁路、市郊铁路、独轨系统、磁悬浮交通系统等。

1) 地下铁道

地下铁道简称地铁(Metro 或 Underground 或 Subway),是一种在城市中修建的快速、大运量的轨道交通,通常以电力牵引,其单向高峰小时客运能力可达 30 000 人次以上,线路通常设在地下隧道内。随着地下铁道的发展,也有的在城市中心以外的地区从地下转到地面或高架桥上,但城区内的线路还是以地下为主。

1863 年英国伦敦建成了一条用蒸汽机车牵引的地铁线路,开创了世界地铁建设的先河;如图 1.1 所示是世界上最早的蒸汽机车地铁。1879 年电力机车研制成功,使地下铁道的客运

环境和服务条件得到空前的改善。目前世界上一些著名的特大城市,如纽约、伦敦、巴黎、莫斯科、东京等,均已形成一定的城轨交通规模和网络,且以地铁为主干,可以延伸到城市的各个方向。仅以莫斯科为例,该市自 1935 年建成第一条地铁以来,已拥有一个遍及全市的立体交叉地铁网,总长达 243 km,140 多个车站,由一条环线和 8 条辐射线组成。每天运营 20 h,高峰时列车间隔仅为 75 s,时速 41 km,日客运量高达 800 多万人次,居世界之首;其客运密度为每千米 1 400 多万人次,高于伦敦和巴黎;同时地铁环线的不少车站与东西南北各个方向的市郊铁路相衔接,乘客换乘方便,可抵达莫斯科州的各个城镇;此外,地铁车站还与航空港、港湾站、铁路干线始发站相连接,出门远行也极为便利。



图 1.1 世界上最早的蒸汽机车地铁

总的看来,经过一百多年的发展,全球已建成地铁线路总里程约 5 000 km,但主要集中于日本、欧洲和北美等一些工业发达国家的主要城市。地铁线路里程在 100 km 以上的十大城市的总里程占全球地铁的 60%,这些城市都已形成较为完善的地铁交通网。近年来,许多发展中国家的城市都在规划、新建地铁,以缓解其日趋严重的交通压力,如北京、上海、香港、墨西哥、里约热内卢、加尔各答等都已建成地铁。

下列是几个城市地铁线路的主要参数,见表 1.2。

表 1.2 城市地铁线路主要参数表

序号	城市名称	运营 年份	轨距 /mm	牵引供电		运营(行驶) 速度/(km·h ⁻¹)
				电压/V	方式	
1	伦 敦	1865	1 435	600	第三轨	32.5
2	纽 约	1904	1 435	625	第三轨	29.0
3	柏 林	1902	1 435	750	第三轨	31.0
4	巴 黎	1900	1 440	750	第三轨	42.0
5	莫斯科	1935	1 520	825	第三轨	48.0
6	东 京	1927	1 067/1 435	600/ 1 500	第三轨 /接触网	45.0
7	芝加哥	1892	1 435	600	接触网 /第三轨	45.0
8	香 港	1979	1 435	1 500	接触网	33.0
9	墨西哥	1969	1 995/1 435	750	第三轨	35.0

2) 有轨电车

有轨电车是一个由电力牵引、轮轨导向、单车或两辆铰接运行在城市路面线路上的低运量城市轨道交通系统(见图 1.2)。1881 年有轨电车诞生在德国,1888 年首次在美国弗吉尼亚州的里茨门德市投入商业运营,于 20 世纪末和 21 世纪初发展较快,美欧、日本、印度及我国许多城市都相继建立了有轨电车系统,有轨电车在当时的公共交通中起到了骨干作用。其优点为:造价低,建设容易。在路面直接换乘,小单元频繁发车等。但由于旧式有轨电车大多与汽车和行人共用街道路权,故其所受干扰多、速度慢、通行能力低,极易与地面道路车辆冲突而引起道路交通堵塞,隔离程度和安全程度较低。目前,有轨电车已经比较少见,多数被改良为轻轨系统。



图 1.2 奥格斯堡 7 节低地板有轨电车

3) 轻轨铁路

城市轻轨交通是在老式的地面有轨电车的基础上发展起来的。20 世纪 70 年代以后,随着汽车数量的大幅增加,城市交通又出现了新问题,例如,交通堵塞,行车速度下降,空气和噪声污染严重,停车位、停车场严重不足等。因此,一些国家又重新考虑使用有轨电车,采用线路隔离、自动化信号调度系统和高新技术的车辆等改造措施,从而形成所谓轻轨交通 LRT(Light Rail Transit)和轻轨车辆 LRV(Light Rail Vehicle)。图 1.3 为荷兰阿姆斯特丹的轻轨铁路。



图 1.3 荷兰阿姆斯特丹的轻轨铁路

轻轨铁路(简称轻轨)泛指高峰时单向客运量在 1.5 万~3 万人次/h 的中等容量轨道交通系统。相对于地铁来讲,因其车辆轴重较轻和对轨道施加的载荷较轻而得名。现在,轻轨铁路也是一个比较广泛的概念,包括现代有轨电车等。



图 1.4 京津城际列车

4) 市郊铁路

市郊铁路是指把城市市区与郊区、尤其是远郊区联系起来的城市轨道交通系统。市郊铁路一般和干线铁路设有联络线,设备与干线铁路相同,线路大多建在地面,部分建在地下或高架。因其车辆轴重较重和对轨道施加的载荷较重被称为重轨铁路;又因其服务对象以短途、通勤的旅客为主又被称为通勤铁路或月票铁路。现在其概念的范围也在扩大,包括了城际间直达的高速铁路,俗称“快轨”,如北京至天津的“京津城际列车”(见图 1.4)。

5) 独轨系统

独轨交通也称作单轨交通(Monorail),是车辆或列车在单一轨道梁上运行的城市客运交通系统。从构造形式上还可分为跨骑式独轨与悬挂式独轨两种(见图 1.5、图 1.6)。跨骑式独轨是车辆跨骑在轨道梁上行驶;悬挂式独轨是车辆悬挂在轨道梁下方行驶。独轨交通具有占地小、结构简单、建设费用低、噪声小、爬坡能力强和较弯半径小等优点,同时也具有能耗大、运能小、疏散和救援困难等缺点,所以建造时需综合考虑。



图 1.5 西雅图跨骑式单轨交通



图 1.6 日本悬挂式单轨交通

目前,世界上各大城市正在竞相发展并完善其地铁、轻轨、独轨、有轨电车等组成新交通体系,即以轨道交通为主,各种交通工具协调发展的多层次、立体化综合交通体系。在全世界拥有城轨交通系统的 320 个城市中,拥有地铁的城市占 5%,拥有地铁或轻轨的城市占 11%。实践证明,城轨交通线路的连接与组网使其方便、快捷等优越性发挥得更为突出,城轨交通系统已成为现代化大城市的一种标志。

任务2 我国城市轨道交通发展

【活动场景】

在城轨车辆生产车间或检修现场教学,或用多媒体展示城市轨道交通的历史发展背景。

【任务要求】

掌握城轨发展历史和新型轨道交通技术的应用。

【知识准备】

(1) 我国城市轨道交通的发展

由于历史的原因,新中国成立初期我国城市交通的技术水平一直较低,发展滞缓,设施落后。1980年以后,我国用于城市道路建设的资金比例增加,道路交通设施建设的速度有所加快,但由于近年来我国国民经济的持续高速发展和城市化进程的加速,道路交通设施建设又显滞后,城市交通的拥挤、堵塞、环境污染等已达到相当严重的地步。如果不在城市交通设施建设、管理和新型交通工具等方面采取积极的措施,城市道路交通状况必将进一步恶化,从而制约我国城市经济的发展、人们居住环境的改善和生活质量的提高。根据城市经济与社会发展的客观需求及国外城市交通发展的经验,在我国大中城市建设大、中客运量的轨道交通系统已是刻不容缓的举措。20世纪60年代我国北京已开始修建地铁,北京地铁一期工程全长23.6 km,于1969年10月1日建成通车,截至2012年底,国内共有16座城市70条轨道交通线路已经开通运营,总里程达2 081.13 km,设车站1 378座。已开通地铁的城市正逐步完善其路网,在建多条线路。图1.7为广州地铁1号线车辆。我国现已运营的轻轨有:天津、武汉、重庆等,如图1.8、图1.9、1.10所示,分别是天津滨海轻轨车辆、重庆跨座式轻轨车辆和大连新型有轨电车。还有其他一些城市正在修建或策划修建地铁或轻轨,总数达35个,建设线路82条22段,建设里程总计达2 016 km,建设车站1 388座,估算完成总投资约2 600亿元。



图 1.7 广州地铁 1 号线车辆



图 1.8 天津滨海轻轨车辆

目前,我国对磁悬浮铁路技术的研究还处于初级阶段。经过铁科院、西南交大、国防科大、中科院电工所等单位对常导低速磁悬浮列车的悬浮、导向、推进等关键技术的基础性研究,初步掌握了常导低速磁悬浮稳定悬浮的控制技术。1994年西南交通大学成功地进行了4个座位、自重4 t、悬浮高度为8 mm、时速为30 km的磁悬浮列车试验,之后由铁科院主持、长春客

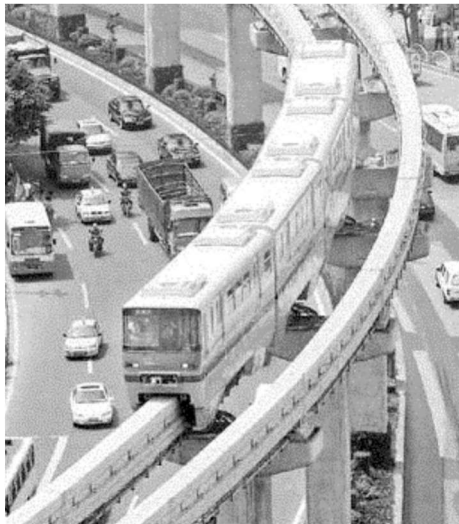


图 1.9 重庆跨座式轻轨车辆



图 1.10 大连新型(低地板)有轨电车

车厂、中科院电工所、国防科技大学参加,共同研制了长 6.5 m、宽 3 m、自重 4 t、内设 15 个座位的 6 t 单转向架磁悬浮试验车,并在铁科院环行试验线的室内磁悬浮实验线路上成功地进行了试验,于 1998 年 12 月通过了铁道部科技成果鉴定。以上这些成绩的取得使我国成为继德、日、英、前苏联、韩国之后第六个研制成功磁悬浮列车的国家。

我国上海引进德国技术修建了一条常导磁悬浮列车商运示范线,是目前世界上唯一一条用于商业运营的磁悬浮列车线路,于 2002 年 12 月 31 日进行首次试运行,如图 1.11 所示。该线西起上海地铁 2 号线龙阳路站南侧,东到浦东国际机场一期航站楼东侧,正线全长 29.863 km。



图 1.11 上海磁悬浮列车

建立城轨交通系统是解决大城市公共交通的根本途径,对于特大城市可以规划建设地下铁路,但由于地铁造价高昂,建设周期长,许多城市的经济实力难以承受,这就给运量适中、造价低廉的轻轨交通的发展带来良好的机遇。国外的经验表明,对于拥有百万左右人口的城市,发展轻轨交通是最为适宜的。表 1.3 是几种城市公共交通形式的运送能力、服务范围比较的数据。

表 1.3 城市公交系统运送能力、服务范围比较表

城市公交形式	线路结构特征	列车编组/辆	单向客运量/(人次·h ⁻¹)	旅行速度/(km·h ⁻¹)	乘坐适宜时间/min	可能达到的距离/km
地铁	地下隧道为主,部分高架或地面	2~8	3 万~8 万	35~40	10~30	30
快速 轻轨交通	高架和路堤为主,部分地下	1~4	2 万~4 万	30~35	20~60	50

续表

城市公交形式	线路结构特征	列车编组/辆	单向客运量/(人次·h ⁻¹)	旅行速度/(km·h ⁻¹)	乘坐适宜时间/min	可能达到的距离/km
独轨交通	跨座式或悬挂式全部高架支柱支承	4~6	10 000~20 000	30~35	10~30	15
公共汽车 无轨电车	城市道路	1	6 000~8 000	12~20	10~30	15

根据国务院办公厅 2003 年下发的通知,申报发展地铁的城市应达到的基本条件包括地方财政一般预算收入在 100 亿元以上,GDP 达到 1 000 亿元以上,城区人口在 300 万人以上。随着城市的发展和城市经济收入的增长,加之城市拥堵问题的日益严重,正迎来轨道交通大规模发展的局面,城市公交形成以轨道交通为骨干,其他交通方式为辅佐,形成一个包括地上、地面和地下多种交通模式的现代化的公共交通体系。

(2) 城市轨道交通发展新趋势

1) 新交通系统

自动导轨运输系统(Automated Guideway Transit, AGT)就中文意义而言,是“新运输系统”的意思,主要取义于这种系统乃近 10 余年间才发展而成的,并追求高度的自动化新颖科学技术,有别于传统的运输技术。

为了解决城市交通所出现的拥挤、堵塞、噪声与废气污染等日趋严重的问题,自 20 世纪 60 年代末以来,日本、美国、法国和加拿大等国家开发了多种不同的驱动方式、控制方式、运输需要的所谓新交通系统,也称导轨系统,旨在改善城市公共客运,与小汽车竞争。新交通系统是一种全自动、有导向轨导向的快速客运系统,车辆在专用道路上定时自动运行,站上无人管理,完全由中央调度室的电子计算机集中控制,自动化程度相当高;新交通系统采用高架专用轨道,适用于大坡道和小曲线半径的线路,采用橡胶车轮,噪声低,安全性好,占地面积小,建设费用比地铁低,因此,新交通系统是一种节省人力的有轨快速客运系统。

有导向轨的新交通系统的车辆外形类似于公共汽车,采用电力驱动、橡胶轮走行,在全隔离的专用走行道上行驶,并设有专用的导向轨导向。车辆的导向有两种方式:一种为中央导向,在线路的中央设导向轨条,对应于车辆底架下部伸出的导向轮,在车辆走行时,导向轮紧贴导向轨滚动而实现车辆的导向,这种方式的导向轨凸出在线路的中央沿着线路向前延伸。另一种为侧面导向,在车辆走行装置的外侧装设水平的导向轮,在走行道两侧矮墙上装设导向轨滚道。当车辆走行时,车辆前后两侧的导向轮沿着导向轨滚动,从而实现车辆的自动导向,日本东京 1995 年 12 月新开通的临海线新交通系统就是采用侧面导向方式。另外,日本还有一条设置导向轮的专线公共汽车,其专用轨道与道路相互衔接,车辆可以沿着导向轨在专用高架轨道和一般道路上进行连续行驶。这种交通路线属于公共汽车导向系统。

新交通系统一般均采用全自动列车运行控制技术,无人驾驶,通过电子计算机进行运行调度控制管理。列车自动控制装置(ATC)、车-地间的信号交换是通过设于轨道的环线轨道电路