



高等教育  
城市轨道交通  
系列教材

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG  
XINXI JISHU

# 城市轨道交通 信息技术

蔡国强 / 主编 陈建校 / 主审  
张艳青 贾利民 / 副主编



北京交通大学出版社  
<http://press.bjtu.edu.cn>

## 内 容 简 介

全书以培养应用型人才为目标,以学生为中心,追踪国内外城市轨道交通发展前沿,以传统技术的基本理论和原理为基础,着重阐述城市轨道交通应用的先进信息化技术与管理方法。

全书共分为7章。首先,简要介绍了城市轨道交通信息化的背景及相关内容,其次分别从供电系统、运营调度指挥、客运服务、安全保障等角度介绍城市轨道交通信息化,最后介绍城市轨道交通综合监控集成技术及行车业务培训信息化。

本书注重实用性,内容丰富,层次清晰,通俗易懂,可作为高等院校轨道交通及相关专业学生的教学用书,也可作为轨道交通类从业人员的技术参考资料。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通信息技术/蔡国强主编. —北京:北京交通大学出版社,2012.2  
(高等教育城市轨道交通系列教材)  
ISBN 978-7-5121-0919-3

I. ①城… II. ①蔡… III. ①信息技术-应用-城市铁路-交通运输管理-高等学校-教材 IV. ①U239.5-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第020671号

责任编辑:陈跃琴 贾慧娟 特邀编辑:宋英杰

出版发行:北京交通大学出版社 电话:010-51686414

地 址:北京市海淀区高粱桥斜街44号 邮编:100044

印 刷 者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:12 字数:300千字

版 次:2012年2月第1版 2012年2月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0919-3/U·89

印 数:1~2500册 定价:25.00元

---

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。  
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

# 《高等教育城市轨道交通系列教材》

## 编 委 会

顾 问：施仲衡

主 任：陈 庚

副 主 任：朱晓宁 司银涛 章梓茂

委 员：郑光信 毛保华 韩宝明

赵晓波 贾慧娟 李 菊

本书主编：蔡国强

本书主审：陈建校

# 出版说明

为促进城市轨道交通专业教材体系的建设,满足目前城市轨道交通专业人才培养的需要,北京交通大学交通运输学院、远程与继续教育学院和北京交通大学出版社组织以北京交通大学从事轨道交通研究教学的一线老师为主体,联合其他交通院校教师,并在北京地铁公司、广州市地下铁道总公司、南京地下铁道有限责任公司、北京市轨道交通建设管理有限公司、香港地铁公司等单位有关领导和专家的大力支持下,编写了本套“高等教育城市轨道交通系列教材”。

教材编写突出实用性,文字简洁明了。本着“理论部分通俗易懂,实操部分图文并茂”原则,侧重实际工作岗位操作技能的培养。为方便读者,本系列教材采用“立体化”教学资源建设方式,配套有教学课件、习题库、自学指导书,并将陆续配备教学光盘。本系列教材可供相关专业的全日制或在职学习的本专科学生使用,也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本系列教材的出版受到施仲衡院士的关注和首肯,多年从事城市轨道交通研究的毛保华教授和朱晓宁教授对本系列教材的编写给予具体指导,《都市快轨交通》杂志社主办和协办单位专家也给予本教材多方面的帮助和支持。在此一并致谢。

本系列教材从2011年8月起陆续推出,首批包括:《城市轨道交通设备》、《列车运行计算与设计》、《城市轨道交通系统运营管理》、《城市规划》、《轨道交通需求分析》、《交通政策法规》、《城市轨道交通规划与设计》、《企业发展战略》、《城市轨道交通土建工程》、《城市轨道交通车辆概论》、《城市轨道交通牵引电气化概论》、《城市轨道交通通信与信号概论》、《城市轨道交通列车运行控制》、《城市轨道交通信息技术》、《城市轨道交通运营统计分析》、《城市轨道交通安全管理》、《交通运营统计分析》、《城市轨道交通客流分析》、《城市轨道交通服务质量管理》、《城市轨道交通客运管理》。

希望该套教材的出版对城市轨道交通的发展、对城市轨道交通专业人才的培养有所贡献。

教材编写委员会  
2012年2月

# 总 序

近年来,中国经济飞速发展,城市化进程逐步加快。在大城市中,地面建筑越来越密集,人口越来越多,交通量越来越大,交通拥堵对社会效益和经济效益都带来了很大影响。据统计国内每年由于交通拥堵造成的损失将近一千多亿元。

解决交通拥堵,有各种各样的方法,其中城市轨道交通由于在土地利用、能源消耗、空气质量、景观质量、客运质量等方面的优势,正逐步成为许多大城市交通发展战略中的骨干,并形成以地铁、城市快速铁路、高架轻轨等为主的多元化发展趋势。

我国城市轨道交通从20世纪50年代开始筹划。1965年7月,北京市开始兴建中国第一条地下铁道。经过近50年,特别是近十年的发展,截至2010年底,我国已有13个城市拥有49条运营线路,总里程达1 425.5 km。另有16个城市,总计96条、2 000余 km的线路正在建设中。目前已发展和规划发展城市轨道交通的城市总数已经接近50个,全部规划线路超过300条,总里程超过10 000 km。

随着城市轨道交通在全国范围的迅猛发展,各地区均急需轨道交通建设、运营管理的大批技术人员和应用型人才。目前全国有近百所高等院校和高等职业院校开设或准备开设城市轨道交通及相关专业。全国几十家相关企业,也都设立自己的培训中心或培训部门。

从目前的情况来看,在今后几年城市轨道交通人才的培养应该是各大专院校的学历教育与企业、社会的能力培训相结合的状态。但现实情况是相关的教材,特别是培养应用型人才的优质教材、教学指导书的建设和出版严重不足,落后于城市轨道交通发展的需要。

2011年初,北京交通大学远程与继续教育学院、交通运输学院、北京交通大学出版社共同筹划出版了“高等教育城市轨道交通系列教材”。这套教材的出版,恰逢其时。首先,这套教材的作者是由国内该领域的学术界和企业界的知名专家执笔。他们的参与,既保证了对中国轨道交通探索与实践的传承,同时也突出了本套教材的实用性。其次,它丰富、实用的内容和多样性的课程设置,为行业内“城市轨道交通”各类人才的培养,提供了专业的、实用的教材。

祝愿中国轨道交通事业蓬勃发展,也祝愿北京交通大学出版社这套“高等教育城市轨道交通系列教材”能够为促进我国城市轨道交通又好又快发展提供支撑!

中国工程院院士

2012年2月

# 前 言

改革开放以来,随着我国社会主义市场经济的快速发展,我国城市化进程加快,城市人口流动大大增加,城市交通出现了拥挤、堵塞、噪声与废气污染等日趋严重的问题,对我国的城市交通系统造成了巨大的压力。根据城市经济与社会发展客观需求及国外城市交通发展的经验,我国城市之间的对外交通方式应大力发展城际铁路;而我国城市内部交通方式应形成以轨道交通为主、各种交通工具协调发展的格局,逐步形成多层次、立体化、高效率的综合交通体系。城市轨道交通凭借其安全、舒适、方便、快捷的优势已成为大城市构筑立体交通运输网络、改善交通结构、解决交通拥挤难题、发展城市经济、改善城市环境、提高人民生活质量的最佳方案。

目前,随着国家对交通基础设施建设投入力度的加强,交通运输业作为国民经济的先导性产业,获得了长足的发展。与此同时,国民经济的快速发展带动轨道交通事业进入到一个空前繁荣的时期,中国的城市轨道交通建设正在进入快速有序的发展阶段。

城市轨道交通建设是一项投资巨大、工程极其复杂的项目。轨道交通线路及网络的运营、服务和管理更是一个纷繁浩大的系统工程。面对如此庞大的建设规模和运营线路,如何保障轨道交通建设、管理、运营能够高效、有序地运转,如何满足乘客对轨道交通高速、安全、舒适、便捷、经济等特性不断提高的服务需求,是肩负重任的轨道交通业内人士所必须面对的问题。轨道交通信息化应运而生,并成为轨道交通建设与运营的重要技术手段之一。

本书追踪国内外城市轨道交通发展前沿,在传统技术的基本理论和原理的基础上,着重阐述城市轨道交通应用的先进信息化技术与管理方法。首先,简要概述城市轨道交通信息化的背景及相关内容;其次,分别从供电系统、运营调度指挥、客运服务、安全保障等角度介绍城市轨道交通信息化;最后,介绍城市轨道交通综合监控集成技术及系统与行车业务培训信息化。

本书针对教学对象(主要为交通运输领域从业人员)的特点,充分考虑到学生对专业领域知识和技能有一定程度的实践认识,从而注意了与城市轨道交通相关工作要求相结合的应用性知识的传授。全书以培养应用型人才为目标,以学生为中心,注意避免大量的理论推导和计算,内容简洁、层次清晰、由浅入深、通俗易懂,并配有图表,其目的是化繁为简,更加直观,便于学生掌握。本书也可作为轨道交通及其相关专业的本科生及研究生参考书,同时可作为从事与轨道交通有关专业技术人员的技术参考资料。

本书由北京交通大学蔡国强任主编,华南理工大学张艳青、北京交通大学贾利民任副主编,株洲南车时代电气股份有限公司陈建校高工审阅并给出了修改意见。参加本书编写的有

梁瑜、李熙、孙鹏冲、姚德臣、张骄、石启龙、王伟强、余博、周莉茗、刘晶、贾天丽、邵一琨、陈展鹏、李敏等。

本书在内容安排、理论框架等诸多方面,都得益于有关业务部门技术人员的指导帮助与通力协作,这些贡献都融合在本书的各篇章中。同时,本书在编写过程中参阅了许多本领域国内外轨道交通的相关著作、科研成果、学术论文和期刊文章。除此之外,北京交通大学出版社的同志们为本书的出版付出了辛勤的劳动。借本书出版之际,特向为本书出版做出贡献的有关单位、专家学者及同志们深表诚挚的谢意。

在编写本书的过程中,努力跟踪轨道交通信息化的新发展,努力发掘新技术,力求反映当代新技术,以保持本书的先进性和实用性,然而,由于时间和资料有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2012年2月于北京

# 主要技术标准

- (1) 国家标准《城市轨道交通设计规范》(GB 50157—2003)；
- (2) IEC 国际电工标准；
- (3) 国际电信联盟 (ITU) 的有关建议；
- (4) 国际电气与电子工程师协会 (IEEE) 的标准；
- (5) 电子工业协会 (E 强) 的有关标准；
- (6) 《安全防范工程程序与要求》(GA/T 75—94)；
- (7) 《地区电网数据采集与监控系统通用技术条件》(GB/T 13730—92)；
- (8) 《远动终端通用技术条件》(GB/T 13829—92)；
- (9) 《消防联动控制设备通用技术条件》(GB 16806—1997)；
- (10) 《火灾自动报警设计规范》(GB 50116—98)；
- (11) 《民用建筑电气设计规范》(JGJ/T 16/92)；
- (12) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB 50343—2004)；
- (13) 《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003)；
- (14) 《电子计算机机房设计规范》(GB 50174—93)；
- (15) 《工业控制用软件评定准则》(GB/13423—1992)；
- (16) 《工业过程测量和控制装置的电磁兼容性》(GB/T13926—92)；
- (17) 《可编过程控制器》(GB/T 15969)；
- (18) 《信息技术设备的无线电干扰极限值和测量方法》(GB 9254—98)；
- (19) 《工业自动化仪表盘、柜、台、箱》(GB/T 7535—1999)；
- (20) 《计算机软件产品开发文件编制指南》(GB 8567—88)；
- (21) 《计算机软件需求说明编制指南》(GB 9385—88)；
- (22) 《计算机软件测试文件编制规范》(GB 9386—88A)；
- (23) 《计算机软件质量保证计划规范》(GB/T 12504—90)；
- (24) 《计算机软件单元测试》(GB/T 15532—1995)。



# 目 录

<b>第 1 章 总论与概述</b>	
1.1 城市轨道交通的概念 .....	2
1.1.1 城市轨道交通的定义 .....	2
1.1.2 城市轨道交通在城市公共交通 中的地位与作用 .....	3
1.1.3 城市轨道交通的主要技术特性 .....	3
1.1.4 城市轨道交通体系构成 .....	5
1.2 城市轨道交通的类型 .....	5
1.2.1 有轨电车 .....	6
1.2.2 地下铁道 .....	6
1.2.3 轻轨交通 .....	7
1.2.4 市郊铁路 .....	8
1.2.5 单轨交通 .....	8
1.2.6 自动轨道交通系统 .....	9
1.2.7 磁悬浮交通 .....	10
1.3 国内外城市轨道交通的服务功能 .....	11
1.4 我国轨道交通行业信息化现状及 关键问题 .....	12
1.4.1 我国轨道交通行业信息化现状 .....	12
1.4.2 我国轨道交通信息化建设的 必要性 .....	13
1.4.3 我国轨道交通信息化的关键 问题 .....	14
1.5 城市轨道交通信息化技术 .....	15
1.5.1 传感技术 .....	15
1.5.2 通信技术 .....	16
1.5.3 信息处理技术 .....	17
1.5.4 决策支持技术 .....	17
1.5.5 安全监控技术 .....	18
<b>第 2 章 城市轨道交通供电系统信息化</b>	
2.1 城市轨道交通供电系统 .....	20
2.1.1 高压供电系统 .....	20
2.1.2 牵引供电系统 .....	22
2.1.3 动力照明供电系统 .....	26
2.1.4 电力监控系统 .....	27
2.2 城市轨道交通 SCADA 系统 .....	28
2.2.1 SCADA 系统的结构 .....	28
2.2.2 SCADA 系统的功能与应用 .....	29
2.3 城市轨道交通 BAS 系统 .....	31
2.3.1 BAS 系统的结构 .....	31
2.3.2 BAS 系统各级结构的主要功能 .....	32
2.4 牵引供电管理信息系统 .....	34
2.4.1 牵引供电管理信息系统的作用 .....	34
2.4.2 牵引供电管理信息系统的总体 结构 .....	34
2.4.3 牵引供电管理信息系统的功能 .....	35
2.4.4 牵引供电管理信息系统的应用 前景 .....	36
<b>第 3 章 城市轨道交通运营调度指挥信息化</b>	
3.1 城市轨道交通调度体系的特点、形成 与发展 .....	38
3.1.1 城市轨道交通调度体系的特点 .....	38
3.1.2 城市轨道交通调度体系的形成 与发展 .....	40
3.2 控制中心列车运行组织 .....	47
3.2.1 控制中心列车运行组织概况 .....	47
3.2.2 常用行车组织方法 .....	47
3.3 车站行车组织 .....	52
3.3.1 车站到车运行控制 .....	52
3.3.2 接发列车组织工作 .....	52
3.3.3 车站的施工组织 .....	53
3.3.4 非正常情况下列车运行组织 .....	54
3.4 车辆段行车组织 .....	57

3.4.1 车辆段概述 .....	57	5.1.2 安全信息处理技术 .....	104
3.4.2 列车出入段组织 .....	57	5.1.3 安全信息传输技术 .....	105
3.5 乘务运转 .....	60	5.1.4 安全保障决策支持技术 .....	107
3.5.1 国内城市轨道交通常用值乘模式 .....	60	5.1.5 安全监控技术 .....	108
3.5.2 电客车司机出勤 .....	60	5.1.6 安全预警技术 .....	110
3.5.3 电客车司机退勤 .....	61	5.2 列车运行自动控制系统 .....	112
3.6 施工组织 .....	61	5.2.1 列车运行自动控制系统的结构 .....	113
3.6.1 施工计划管理机构 .....	62	5.2.2 列车运行自动控制系统的功能 .....	113
3.6.2 施工计划流程 .....	62	5.2.3 列车自动保护子系统 .....	115
3.6.3 施工计划分类 .....	63	5.2.4 列车自动监控子系统 .....	116
3.6.4 施工计划申报 .....	63	5.2.5 列车自动运行子系统 .....	117
3.6.5 施工计划编制和审批 .....	64	5.3 防灾报警系统 .....	119
3.6.6 施工计划执行 .....	66	5.3.1 FAS 系统的组成及主要功能 .....	119
3.7 运营调度指挥信息化系统实例 .....	67	5.3.2 FAS 系统的配置 .....	120
3.7.1 运营信息统计、发布系统 .....	67	5.3.3 FAS 控制装置的要求 .....	122
3.7.2 客流监控系统 .....	67	5.3.4 消防给水系统 .....	123
3.7.3 调度命令传递系统 .....	67	5.3.5 地震监测系统 .....	124
3.7.4 施工管理系统 .....	68	5.4 应急救援系统 .....	125
3.7.5 乘务派班系统 .....	68	5.4.1 应急救援系统的总体框架 .....	125
<b>第 4 章 城市轨道交通客运服务信息化</b>		5.4.2 应急救援系统的组成 .....	125
4.1 城市轨道交通客运服务概述 .....	71	5.4.3 应急救援系统的主要功能 .....	126
4.1.1 城市轨道交通客运服务定义 .....	71	5.4.4 应急救援系统的关键技术 .....	126
4.1.2 城市轨道交通客运服务内容 .....	71	<b>第 6 章 城市轨道交通综合监控集成</b>	
4.1.3 城市轨道交通客运服务标志 .....	72	<b>技术及系统</b>	
4.1.4 城市轨道交通客运服务案例 .....	74	6.1 城市轨道交通综合监控系统概述 .....	129
4.2 乘客信息系统(PIS) .....	77	6.1.1 城市轨道交通综合监控系统的发展	129
4.2.1 乘客信息系统概述 .....	77	历程 .....	
4.2.2 PIS 的特点 .....	78	6.1.2 国内外城市轨道交通综合监控	129
4.2.3 PIS 的结构组成 .....	78	系统的发展现状 .....	
4.2.4 PIS 的功能 .....	81	6.1.3 城市轨道交通综合监控系统的	130
4.2.5 PIS 的信息与显示 .....	83	必要性 .....	
4.2.6 PIS 的接口 .....	85	6.1.4 城市轨道交通综合监控系统的	131
4.2.7 PIS 系统的发展方向 .....	86	基本功能 .....	
4.3 自动售检票系统 .....	88	6.2 城市轨道交通综合监控系统集成技术 .....	132
4.3.1 自动售检票系统概述 .....	88	6.2.1 城市轨道交通综合监控系统集成 .....	132
4.3.2 自动售检票系统构成 .....	89	6.2.2 综合监控系统集成方案 .....	134
<b>第 5 章 城市轨道交通安全保障信息化</b>		6.2.3 现有集成体系分析 .....	142
5.1 安全保障技术基础 .....	101	6.3 城市轨道交通综合监控系统构成及	147
5.1.1 安全状态获取技术 .....	102	控制模式 .....	
		6.3.1 综合监控系统构成 .....	147

---

6.3.2 城市轨道交通综合监控系统的 两种构成方案 .....	149	<b>附录 A 城市轨道交通信息技术模拟试题</b>	
6.3.3 综合监控系统应急预案 .....	150	A1 城市轨道交通信息技术模拟试题(一) ...	172
6.3.4 城市轨道交通综合监控系统 存在的问题 .....	157	A2 城市轨道交通信息技术模拟试题(二) ...	174
<b>第7章 城市轨道交通行车业务培训信息化</b>		<b>参考文献</b> .....	176
7.1 行车业务培训体系 .....	161	<b>主要技术标准</b> .....	178
7.2 主要培训内容 .....	163		
7.3 主要培训工具 .....	168		
7.4 行车业务培训信息化系统实例 .....	170		

# 1

## 第 1 章 总论与概述

### 本章概述

轨道交通很早就作为公共交通在城市中出现。随着科学技术和城市化发展,大运量的轨道交通在现代大城市中起着越来越重要的作用。经济发达国家的城市交通发展历史说明,只有采用大客运量的城市轨道交通(地铁和轻轨)系统,才能从根本上改善城市公共交通状况。

信息化是当今世界经济社会发展的必然趋势,是推动人类社会高速发展的强大动力,已成为各个国家实现现代化的重大发展战略。20世纪中叶以来,在世界范围内,信息技术带动了轨道交通整体技术迅猛发展。行车指挥自动化、客运网络化、市场营销信息化、安全装备系统化,使轨道交通的面貌焕然一新。实践证明,信息化是轨道交通发展的战略制高点和现代化的主要标志。当前,我国城市轨道交通已进入实现跨越式发展的新阶段,加快推进信息化建设,任务十分紧迫。

### 本章重点

- (1) 城市轨道交通的定义;
- (2) 城市轨道交通信息化的背景;
- (3) 城市轨道交通信息化核心技术。

## 1.1

## 城市轨道交通的概念

## 1.1.1 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。在我国国家标准《城市公共交通常用名词术语》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的总称”。

从定义可以看出，城市轨道交通是指具有固定线路，铺设固定轨道，配备运输车辆（见图 1-1）及服务设施等的公共交通设施。

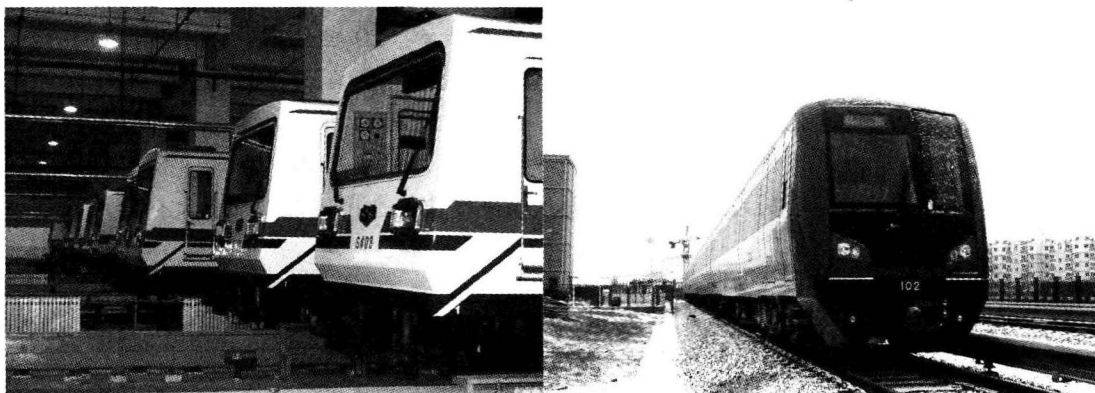


图 1-1 城市轨道交通车辆

“城市轨道交通”是一个涵盖范围较大的概念，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，是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。

城市轨道交通是公交铁路化的产物，是城市公共交通的一种，通过铁路的形式表现出来。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问题的最有效手段，是一个城市现代化的重要标志之一。自 1863 年以来，城市轨道交通经历了近一个半世纪的发展，现已技术成熟、安全可靠、形式多样、用途广泛，正成为城市交通的骨干。图 1-2 所示为城市轨道交通车辆及其基础设施。

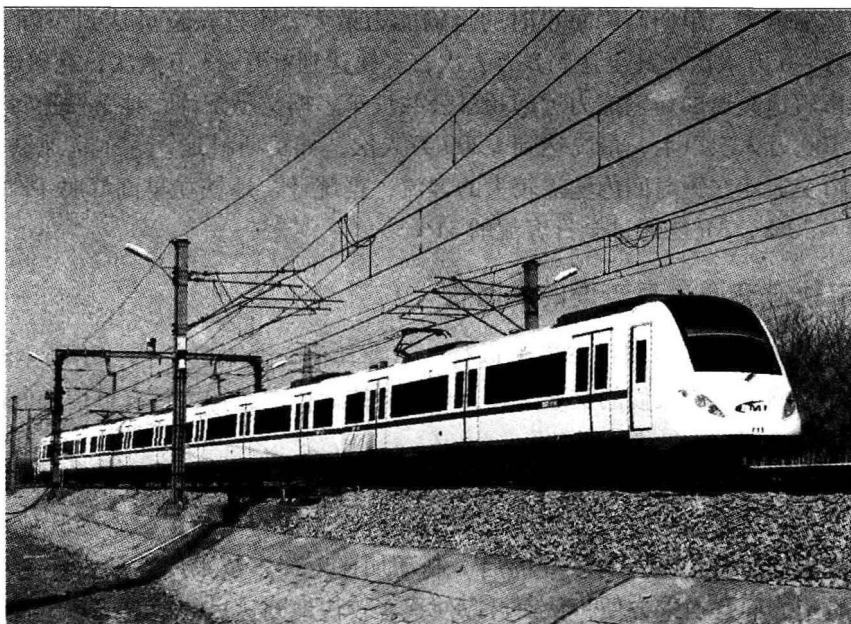


图 1-2 城市轨道交通车辆及其基础设施

## 1.1.2 城市轨道交通在城市公共交通中的地位与作用

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，是城市的生命线工程，与城市居民的出行、工作、购物和生活息息相关。

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，而手掌形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，促进城市繁荣，形成郊区卫星城和多个副中心，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。香港等国际知名的大都市由于轨道交通事业十分发达方便，人们出行很少乘私人车辆，主要依靠地铁、轻轨等轨道交通，城市交通井然有序，市民出行方便、省时。

## 1.1.3 城市轨道交通的主要技术特性

### 1. 城市轨道交通有较大的运输能力

城市轨道交通由于高密度运转，列车行车时间间隔短，行车速度高，列车编组辆数多而

具有较大的运输能力。单向高峰每小时的运输能力最大，市郊铁道可达到6万~8万人次；地铁达到3万~6万人次，甚至达到8万人次；轻轨达到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超过公共汽车。据文献统计，地下铁道每公里线路年客运量可达100万人次以上，最高达到1200万人次，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1h能通过全日客流的17%~20%，3h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，不受其他交通工具干扰，不产生线路堵塞现象，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，城市轨道交通由于运行在专用行车道上，不受其他交通工具干扰，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，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

城市轨道交通车辆具有较好的运行特性，车辆、车站等装有空调、引导装置、自动检售票机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，其舒适性优于公共电车、公共汽车。

## 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，不受其他交通工具干扰，并且有先进的通信信号设备，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

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空间的开发，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，提高了土地利用价值，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、公共汽车相比，节省能源，运营费用较低。

## 8. 城市轨道交通对环境低污染

城市轨道交通由于采用电气牵引，与公共汽车相比不产生废气污染。由于城市轨道交通的发展，还能减少公共汽车的数量，进一步减少了汽车的废气污染。由于在线路和车辆上采

用了各种降噪措施，一般不会对城市环境产生严重的噪声污染。

### 1.1.4 城市轨道交通体系构成

城市轨道交通属于集多专业、多工种于一体的复杂系统，由轨道路线、车站、车辆、维护检修基地、供变电、通信信号、指挥控制中心等组成。城市轨道交通的运输组织、功能实现、安全保证均应遵循轨道交通的客观规律。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。在安全保障方面，主要依靠行车组织和设备正常运行，来保证必要的行车间隔和正确的行车线路。

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。列车运行是一个多专业、多工种配合工作，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。

轨道交通系统中，采用了以电子计算机处理技术为核心的各种自动化设备，从而代替人工的、机械的、电气的行车组织、设备运行和安全保证系统。如列车自动控制系统（ATC）可以实现列车自动驾驶、自动跟踪、自动调度；供电系统广泛使用的数据采集与监视控制系统（SCADA）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；环境与设备监控系统（BAS）和火灾报警系统（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（AFC）可以实现自动售票、检票、分类等功能。这些系统各自形成网络，并在控制中心（OCC）设中心计算机，实现统一指挥、分级控制。

## 1.2

### 城市轨道交通的类型

城市轨道交通种类繁多，技术指标差异较大，世界各国评价标准不一，且无严格的分类标准。由于城市轨道交通在世界范围内发展较快，地区、国家、城市不同，服务对象不同，致使城市轨道交通发展成为多种类型。目前尚无统一的分类标准。不同的分类方法，可以分出不同的结果：

- ① 按容量（运送能力），可分为大容量、中容量和小容量；
- ② 按导向方式，可分为轮轨导向和导向轨导向；
- ③ 按线路架设方式，可分为地下、高架和地面；
- ④ 按线路隔离程度，可分为全隔离、半隔离和不隔离；
- ⑤ 按轨道材料，可分为钢轮钢轨系统和橡胶轮混凝土轨道梁系统；
- ⑥ 按牵引方式，可分为旋转式直流、交流电机牵引和直线电机牵引；



⑦ 按运营组织方式,可分为传统城市轨道交通、区域快速轨道交通和市郊(城市)铁路;

⑧ 按运能范围、车辆类型及主要技术特征,可分为有轨电车、地下铁道、轻轨交通、市郊铁路、单轨交通、自动导轨交通系统、磁悬浮交通七类。

### 1.2.1 有轨电车

有轨电车(Tram 或 Streetcar)是使用电车牵引、轻轨导向、1~3 辆编组运行在城市路面线路上的低运量轨道交通系统。有轨电车是最早发展的城市轨道交通之一,一般设在城市中心穿街走巷运行,具有上下车方便的特点。

有轨电车起源于城市公共马车,为了多载客,人们把马车放在铁轨上。随着电动机的发明和牵引电力网的出现,世界上第一条有轨电车线于 1888 年 5 月在美国弗吉尼亚州里士满市开通。20 世纪 20 年代,美国的有轨电车总运行里程达 2.5 万 km。20 世纪 30 年代,欧洲、日本、印度和我国的有轨电车有了很大发展。1906 年,我国第一条有轨电车线在天津北大关至老龙头火车站(今天津站)建成通车,随后上海、北京、抚顺、大连、长春、鞍山等城市相继修建了有轨电车或电铁客车,在当时的城市公共交通中发挥了重要作用。

旧式的有轨电车单向运输能力一般在 1 万人次/小时以下,通常采用地面路线,与其他车辆混合运行,运行速度一般为 10~20 km/h。旧式有轨电车由于运能低、挤占道路、噪声等问题,在 20 世纪五六十年代世界上各大城市纷纷拆除有轨电车线路,改建运量大的地铁或轻轨交通。我国的有轨电车在 20 世纪 50 年代末也拆得所剩无几,仅大连、长春两城市保留。大连还对有轨电车进行了改造,使其成为城市的一张名片。

旧式的有轨电车已停止了发展,基本上完成了它的历史使命。经改造后的现代有轨电车与性能较差的轻轨车辆已很接近,只是车辆尺寸稍小一些,运营速度接近 20 km/h,单向运能可达 2 万人次/小时。

### 1.2.2 地下铁道

地下铁道简称地铁(Metro, 或 Underground Railway 或 Subway 或 Tube),是城市快速轨道交通的先驱。地铁是由电力牵引、轮轨导向、轴重相对较重、具有一定规模运量、按运行图行车、车辆编组运行在地下隧道内,或根据城市的具体条件,运行在地面或高架线路上的快速轨道交通系统。地铁的运能,单向 3 万人次/小时,最高可达 6 万~8 万人次/小时。最高速度可达 90 km/h,旅行速度可达 40 km/h 以上,可 4~10 辆编组,车辆运行最小间隔可低于 1.5 min。驱动方式有直流电机、交流电机、直线电机等。地铁有建设成本高、建设周期长的缺点,但同时又具有运量大、速度快、安全、准时、节省能源、不污染环境、节省城市用地的优点。地铁适用于出行距离较长、客运量需求大的城市中心区域。一般认为,人口超过百万的大城市就应该考虑修建地铁。