



全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

# 城市轨道交通

## 概论

阎国强 仇海兵 主编  
李建国 主审



人民交通出版社  
China Communications Press

免费下载

配课件

[www.ccpres.com.cn](http://www.ccpres.com.cn)

策划编辑 刘 涛 袁 方  
责任编辑 郝瑞苹  
封面设计 北京多边数字媒体



# U R T

## 全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

### 城市轨道交通概论

城市轨道交通客运组织

城市轨道交通行车组织

城市轨道交通运营安全

城市轨道交通车辆及操作

城市轨道交通牵引供电

城市轨道交通信号与通信系统

ISBN 978-7-114-08319-8



9 787114 083198 >

网上购书/[www.jtbook.com.cn](http://www.jtbook.com.cn)

定价: 22.00元

全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

Chengshi Guidao Jiaotong Gailun

# 城市轨道交通概论

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书是全国职业教育城市轨道交通专业规划教材。主要内容包括:绪论,城市轨道交通概况,城市轨道交通规划与设计,城市轨道交通线路和车站,城市轨道交通车辆,城市轨道交通供配电系统,城市轨道交通信号与通信系统,城市轨道交通运营管理,城市轨道交通环境控制与安全管理,共九个单元。

本书是城市轨道交通专业核心教材,可供中职、高职学校选用,也可作为城市轨道交通行业岗位培训或自学用书,同时可供城市轨道交通行业工程技术人员学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通概论 / 阎国强,仇海兵主编. —北京:  
人民交通出版社,2010.6

ISBN 978-7-114-08319-8

I. ①城… II. ①阎…②仇… III. ①城市铁路—概  
论 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 087876 号

全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

书 名:城市轨道交通概论

著 者:阎国强 仇海兵

责任编辑:郝瑞苹

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973, 59757969

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京交通印务实业公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:11.75

字 数:256千

版 次:2010年6月 第1版

印 次:2010年6月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08319-8

定 价:22.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 全国职业教育城市轨道交通专业规划教材

## 编写委员会

主任：马伯夷 黄远丰

副主任：李建国 张国保 王心明

委员：（按姓氏笔画排序）

于 涛 仇海兵 宁 斌 刘莉娜

张利彪 张 莹 李红军 李源青

耿幸福 高 蓉 阎国强 谭 恒

# 出版说明

随着我国城市化进程的快速发展,城市交通拥堵问题日益严重。大力发展城市轨道交通已成为解决城市交通问题的重要手段。截至2009年年底,国务院已批准25座城市的轨道交通建设规划。另有多座城市的轨道交通建设规划正在审批中。我国城市轨道交通建设已进入快速发展时期。

由于全国大部分城市轨道交通建设起步较晚,项目建设规模大,速度快,致专业人才供不应求,运营管理、驾驶、检修岗位的初中级人才短缺尤为突出。各地职业院校纷纷开设了城市轨道交通相关专业,轨道交通专业培训教材也陆续出版。但目前已出版教材存在体系不完善、教材内容侧重岗前培训、理论叙述过多等缺点,不适合职业院校教学使用。

为促进和规范轨道交通行业职业教育教材体系的建设,适应目前职业教育“校企合作,工学结合”的教学改革形势,人民交通出版社约请北京交通学校、南京铁道职业技术学院、上海交通职业技术学院、湖南铁道职业技术学院资深一线教师联合编写了“全国职业教育城市轨道交通专业规划教材”。首期推出:

- 《城市轨道交通概论》
- 《城市轨道交通客运组织》
- 《城市轨道交通行车组织》
- 《城市轨道交通运营安全》
- 《城市轨道交通车辆及操作》
- 《城市轨道交通信号与通信系统》
- 《城市轨道交通牵引供电》

本套教材突出了职业教育特色,围绕职业能力的形成组织课程内容;教材内容先进,总结了北京、上海、广州等地的地铁运营管理经验;侧重实际工作岗位操作技能的培养;理论知识的叙述以应用为目的,以够用为尺度;教材编写充分考虑了职业院校学生的认知特点,文字简洁明了,通俗易懂,版式生动活泼,图文并茂;每单元后附有复习题,部分章节附有实例。

为方便教学,本套教材配有教学课件,读者可在人民交通出版社网站免费下载。希望该套教材的出版对职业院校轨道交通专业教材体系建设有所裨益。

人民交通出版社  
2010年6月



# 前 言

当前我国城市轨道交通发展十分迅速,近期,城市轨道交通建设、运营管理急需各类人才,尤其是从事一线维护检修工作的初、中级人才缺口更大,为了适应快速发展的形势,社会上各种各样的城市轨道交通培训教材相继出版,但这些教材要么内容较难较深,要么大而求全、理论多于实践,不太适合初、中级人才的培训和培养,而本书就是在此情况下诞生的。

为适应目前职业教育“校企合作,工学结合”的人才培养模式改革,本教材突出了职业教育的特点,在讲述专业知识的基础上,突出了实际操作技能的培养。专业知识以应用为目的,以必需、够用为度,围绕职业能力的形成组织课程内容。本书内容简洁明了,文字通俗易懂且图文并茂。

城市轨道交通是一个多工种的行业。本书是城市轨道交通类专业的核心课程教材,它对城市轨道交通所涉及的专业门类,如规划和建设、线路和车站、车辆、供电、信号、通信、运营管理、安全管理等一一作了介绍,使学生通过学习对整个城市轨道交通系统有一个全面的了解,为学习后续专业课程做好准备。

全书主要内容为:绪论,城市轨道交通概况,城市轨道交通规划与设计,城市轨道交通线路和车站,城市轨道交通车辆,城市轨道交通供配电系统,城市轨道交通信号与通信系统,城市轨道交通运营管理和城市轨道交通环境控制与安全管理,共九个单元。每个教学单元都有教学目标、复习与思考,内容中穿插阅读材料、问题解析等,以激发学生学习的兴趣。

本书由上海交通大学职业技术学院、上海市公用事业学校阎国强(编写绪论,第1、2、3、7、8单元)任主编,北京交通学校仇海兵(编写第4、5、6单元)任第二主编,北京交通学校李建国任主审。为方便教师和学生,本书还配有电子课件,可从人民交通出版社网站下载使用。

全书在编写的过程中参阅了大量专业书籍和报纸杂志上的专题文章,书末列出了参考文献目录,在此我们对其作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010年6月

# 目 录

绪论	1
0.1 发展轨道交通的必要性	2
0.2 我国城市轨道交通的建设情况	3
0.3 城市轨道交通所涉及的专业门类	4
0.4 城市轨道交通发展对人才的需求	5
复习与思考	6
单元1 城市轨道交通概况	7
1.1 城市轨道交通的定义及主要类型	8
1.2 世界主要城市的轨道交通	16
1.3 我国主要城市的轨道交通	21
复习与思考	27
单元2 城市轨道交通规划与设计	29
2.1 城市轨道交通规划	30
2.2 城市轨道交通线网规划与线路设计	34
复习与思考	43
单元3 城市轨道交通线路和车站	44
3.1 城市轨道交通线路	45
3.2 城市轨道交通车站	55
复习与思考	62
单元4 城市轨道交通车辆	64
4.1 城市轨道交通车辆的类型和选用要素	65
4.2 城市轨道交通车辆的机械组成部分	68
4.3 城市轨道交通车辆的电气组成部分	81
4.4 城市轨道交通车辆检修基地	88
复习与思考	96
单元5 城市轨道交通供配电系统	97
5.1 概述	98
5.2 变电所	101
5.3 接触网	106
5.4 远动监控(SCADA)系统及地下迷流	110
复习与思考	113



单元6 城市轨道交通信号与通信系统 .....	115
6.1 城市轨道交通信号系统 .....	116
6.2 城市轨道交通通信系统 .....	129
复习与思考 .....	137
单元7 城市轨道交通运营管理 .....	138
7.1 城市轨道交通的运行组织 .....	139
7.2 城市轨道交通运行调度指挥系统 .....	144
7.3 城市轨道交通的行车组织 .....	148
7.4 城市轨道交通的客运组织 .....	152
7.5 城市轨道交通的票务管理 .....	158
复习与思考 .....	164
单元8 城市轨道交通环境控制与安全管理 .....	165
8.1 城市轨道交通的环境控制系统 .....	166
8.2 城市轨道交通的安全管理 .....	170
复习与思考 .....	177
参考文献 .....	178

# 绪 论



## 教学目标

1. 了解发展轨道交通的必要性；
2. 了解我国轨道交通的建设情况；
3. 了解轨道交通所涉及的专业；
4. 了解轨道交通发展对人才的要求。



## 建议学时

2 学时

## 0.1

# 发展轨道交通的必要性

改革开放 30 年来,我国经济高速发展,城市面貌日新月异,大量农村富余劳动力向城镇转移,我国城市化进程明显加快,城市化率由 1979 年的 17.9%,提高到 2008 年的 45.68%。到 2008 年年底,全国城市总数达 655 个。预计到 2020 年,中国的城市化率将达到 60%。

城市化进程加速,机动车数量增加迅猛。我国私人汽车拥有量由 1985 年的 28.5 万辆,激增至 2008 年的 3 501 万辆。按照国际大都市汽车保有量饱和标准 300 万~400 万辆来看,北京、上海等大都市的汽车保有量已经逼近饱和。如北京人口已达 1 800 万,机动车总量 2009 年年底突破 400 万辆,这就带来了如何缓解城市交通拥堵、减少环境污染、解决能源危机等一系列问题。图 0-1 为拥挤不堪的城市街道。



图 0-1 拥挤不堪的城市街道



### 想一想

城市化还带来了哪些优势和弊端?

城市轨道交通列车(不包括磁浮、自动导向和市域快速轨道等)的速度可以达到 25~45km/h,是公共汽车的 3 倍;安全、准点率高,给城市工作族提供时间保障;轨道交通多采用电力牵引,能源利用率高,环境污染少;轨道的铺设和运转提升了所在地皮的价值和所在城市的经济竞争力,相应商业和服务一体化设施也同步出现。所以,城市轨道交通因其快速、安全、舒适、节能等特点,已经成为人们出行工具中的首选之一,尤其是在一个随时随地都有可能发生交通拥堵的城市,它的方便、快捷几乎成了人们着急赶路的“救命草”。

## 0.2

## 我国城市轨道交通的建设情况

城市轨道交通系统包括有轨电车、地铁、轻轨、单轨(独轨)、磁浮、自动导向和市域快速轨道等形式,其中,使用较为普遍的是地铁和轻轨交通系统。

当前我国城市轨道交通发展十分迅速,据初步统计,截至目前,全国已有 25 个城市的轨道交通近期建设规划获得国务院批复。到 2015 年前后,全国将建设 87 条地铁线路,总里程 2 495km,总投资 9 886 亿元。

第一批得到国家批准建设轨道交通项目的城市有 15 个,包括北京、上海、天津、广州、南京、深圳、武汉、西安、重庆、成都、哈尔滨、长春、沈阳、杭州和苏州。

2007 年,又有南宁、宁波、无锡、大连、东莞、昆明、郑州、长沙、福州和贵阳 10 个城市在制订规划或报批之中。此外,还有合肥、青岛、济南、厦门、太原、大同和兰州等一批城市也在筹备轨道交通,筹备轨道交通的城市总计达到 40 多个。加上这些筹备建设的城市,中国轨道交通建设线路将达到 3 400km 以上。



### 知识链接

#### 我国城市申报地铁建设的标准

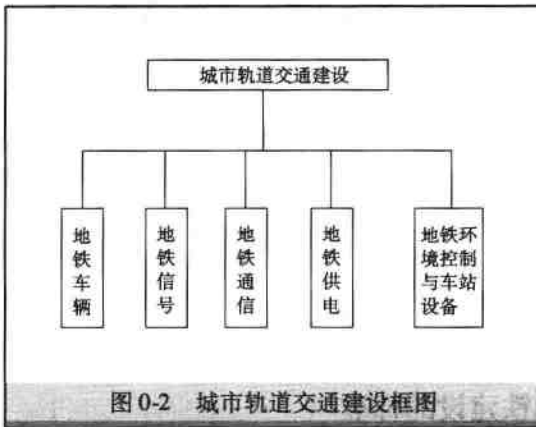
2003 年 9 月,国务院办公厅下发的关于加强城市快速轨道交通建设管理的通知中明确了申报发展地铁的城市应达到的基本条件为:地方财政一般预算收入在 100 亿元以上;生产总值达到 1 000 亿元以上;城区人口在 300 万人以上;规划线路的客流规模达到单向高峰 3 万人/h 以上。

城市轨道交通的建设也符合我国“公交优先”的政策。作为国外大城市交通发展的成功经验,现代化大城市必须建立高效、快捷、安全、舒适的公共交通系统,实行“公交优先”政策,促进社会效益、经济效益和环境效益的有机统一,而城市轨道交通正具有一系列的优点,对缓解城市交通压力、引导城市发展、促进城市化进程、改善城市环境、保证城市经济的持续发展等方面将起到巨大的作用,是“公交优先”的真正体现。

## 0.3

## 城市轨道交通所涉及的专业门类

城市轨道交通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。它有一套极为严格的操作流程。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，各有关专业如隧道、线路、供电、车辆、通信、信号、车站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路径。



城市轨道交通建设是一个庞杂的系统工程，一般而言（以地铁为例），它主要包括地铁车辆、地铁信号、地铁通信、地铁供电、地铁环境控制与车站设备、轨道线路和车辆段等几大部分。如图 0-2 所示。

(1) 地铁车辆。地铁车辆是地下铁道交通系统的重要组成部分，也是技术含量较高的机电设备。地铁车辆有动车（M, Motor）和拖车（T, Trailer）、带驾驶室车和不带驾驶室车等多种形式。地铁车辆在运营时一般采用动拖结合、固定编组，形成电动列车组。由于它本身带有动力牵引装置，兼有牵引和载客两大功能，因此和铁路列车不同，不需要再连挂单独的机车。

(2) 地铁信号。信号设备的主要作用是保证行车的安全和提高线路的通过能力，包括信号装置、联锁装置、闭塞装置等。信号装置是指示列车运行条件的信号及附属设备；联锁装置是保证在车站范围内，行车和调车安全及提高通过能力的设备；闭塞装置是保证在区间内行车安全及提高通过能力的设备。

(3) 地铁通信。地铁通信是构成地铁各部门之间有机联系、实现运输集中统一指挥、行车调度自动化、列车运行自动化、提高运输效率的必备工具与手段。

(4) 地铁供电。地铁的供电系统是为地铁运营提供电能的。地铁列车是电力牵引的电动列车，其动力是电能。此外，地铁中的辅助设施包括照明、通风、空调、排水、通信、信号、防

灾报警、自动扶梯等,也都依赖电能。地铁供电电源一般取自城市电网,通过城市电网一次电力系统和地铁供电系统实现输送或变换,然后以适当的电压等级供给地铁各类设备。

(5)地铁环境控制与车站设备。为了保证地铁安全正常运行,地铁内设置环境控制设备和各类必需的车站辅助设备,包括通风、空调、给排水、消防、自动扶梯、直升电梯、动力、照明、旅客引导等系统设备。现代化程度较高的地铁还配置了自动售检票系统、车站设备自控系统、屏蔽门等。地铁车站里的辅助设备包括自动扶梯、直升电梯、卷帘门、防洪门、旅客引导、照明、售检系统、车站设备自控系统等。根据需要还可设置屏蔽门和防核辐射门等。

## 0.4

# 城市轨道交通发展对人才的需求

城市轨道交通是个新兴行业,设备先进,技术含量高,技术发展快,对从业人员技术水平要求也较高。根据测算,每公里轨道交通线路要投入运营约需要 50~60 人。随着全国各大城市轨道交通项目相继开展,尤其是像北京、上海、广州这样的超级大都市,其轨道交通超常规的发展带来的人才需求就更加可观。目前城市轨道交通急需的人才有下列几种:

### ① 轨道交通运营管理人才

轨道交通需要大量能从事轨道交通运营管理、调度、行车值班等工作的高等应用型专门人才。然而目前轨道交通运营管理人才非常紧缺,与产业发展不相吻合。

从事城市轨道交通线路规划、工程设施和控制系統运营和管理方面工作的高等应用型人才,应掌握运筹学、系统工程、运输经济学、管理学、计算机应用等专业知识,具备现代城市轨道交通线路规划、运输管理、设备操作与管理与运输指挥等工作经验。

### ② 轨道交通工程人才

城市轨道交通工程涉及线路规划、设计、工务管理、线路日常维护等环节,直接影响城市轨道交通的顺畅与安全,相关人才的重要性不言而喻。

一名合格的城市轨道交通工程人才主要从事轨道运输规划、交通工程设计、工务管理等方面工作,应掌握土木工程、力学、测量学、运输规划、计算机应用等专业知识,具备城市轨道交通线路规划、设计、检测、故障分析与处置等能力,有从事城市轨道交通工务管理和线路维



护等工作经验。

### 3 轨道交通通信信号人才

城市轨道交通通信信号人才是保障城市轨道交通通信信号正常工作的高级工程技术人才。此类人才需要具有研发能力,集控制科学与工程、信息与通信工程、计算机科学与技术三类专业知识于一身,还需要掌握数据的采集、传输与处理,电子设备与信息系统等方面的基本理论和技术,接受过电子与信息工程分析、设计与实践等方面的基本训练,掌握现代轨道交通列车运行自动控制系统、现代通信系统的分析和应用技术。

### 4 轨道交通技术(机电设备)人才

城市轨道交通中的机电设备包含自动售检票系统、电梯和自动扶梯、暖通和环控、给排水、消防安全、屏蔽门技术等设施。城市轨道交通技术(机电设备)人才正是为轨道交通运营环节保驾护航的应用型工程技术人才。

这类人才需掌握工程制图、工程力学、电工技术、微机原理及应用、机械设计基础、电力拖动原理、电梯与自动扶梯、触网技术、变配电技术、机电设备、空气调节、供热工程、通风工程和给排水工程等专业知识。

### 5 轨道交通技术(车辆技术)人才

城市轨道交通技术(车辆技术)人才是负责城市轨道交通车辆驾驶、运用与管理、车辆故障诊断处理、车辆保养与维护方面的一线工程技术人才。

该类人才需掌握机械设计、工程力学、车辆构造与原理、车辆电力牵引与控制、故障诊断与维修、车辆电气辅助系统等专业知识。

### 6 供电工程与接触网人才

供电工程与接触网人才是指能从事轨道交通供变电系统的设计、安装、调试、维护与维修、变配电等工种的高级应用型人才。

这类人才需掌握电路、电子技术基础,微机远动技术,电力电子技术,高电压、高低压电器,电力系统故障分析,电气测量技术,继电保护技术,高低压柜的设计与安装,电力工程等专业



## 复习与思考

1. 城市轨道交通发展的必要性有哪些?
2. 城市轨道交通所涉及的专业有哪些?

# 单元 1

## 城市轨道交通概况



### 教学目标

1. 掌握城市轨道交通的类型；
2. 了解城市轨道交通的起源；
3. 了解世界主要城市轨道交通的发展情况；
4. 了解中国主要城市轨道交通的发展情况。



### 建议学时

6 学时

## 1.1

# 城市轨道交通的定义及主要类型

## 一 城市轨道交通的定义

广义上的城市轨道交通是指采用轨道进行承重和导向的车辆运输系统,设置全封闭或部分封闭的专用轨道线路,具有车辆、线路、信号、车站、供电、控制中心和服务等设施,车辆以列车或单车形式,运送相当规模客流量的城市公共交通方式。城市轨道交通作为城市公共交通的重要组成部分,具有城市公共交通的特点。它区别于一般的城市道路交通,例如公共汽车、出租车等,是另一种现代化的城市公共客运系统。

狭义上的城市轨道交通特指地铁、轻轨和单轨(独轨)。

## 二 城市轨道交通的主要类型

城市轨道交通经过一个多世纪的发展,形成了多种多样的城市轨道交通方式,如根据其运量规模可以分为大运量、中运量和小运量三个等级;依照在空间上的分布位置又可分为地下、地面和高架三种形式;按照轮轨的材料可以分为钢轮钢轨、胶轮钢筋混凝土轨;按照导向方式分为轮轨导向、导向轮导向等。

城市轨道交通的发展虽然根据各种分类标准有许多形式,但通常人们所说的轨道交通主要是按照其技术特征来分类的,主要有有轨电车、地铁、轻轨、单轨(独轨)、磁浮、自动导向交通系统和市域快速轨道系统等,尤其是以地铁和轻轨为主。

### 1 有轨电车

有轨电车已有 100 多年历史。在 1881 年德国柏林工业博览会期间,展示了一列 3 辆电车编组的小功率有轨电车,只能乘坐 6 人,在 400m 长的轨道上往返运行。这是世界上第一辆有轨电车,它给世人提供了富有创意的启示。

世界上第一个投入商业运行的有轨电车系统是 1888 年美国弗吉尼亚州的里磁门德市。此后有轨电车系统发展很快,在 20 世纪 20 年代,美国的有轨电车线总长达 25 000km。到 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,如图 1-1 所示。1899 年我