

图解城市轨道交通

TUJIE CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG

李建国◎编 著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



图解城市轨道交通

编 著 李建国



机械工业出版社

本书采用图文并茂的方式，用大量的图片和图表对城市轨道交通系统做了较为形象的注释，让读者能较为直观、快捷地了解城市轨道交通系统。全书内容包括城市轨道交通的认知、城市轨道交通的构成、城市轨道交通的管理三篇，以图解和解析的形式，生动形象地介绍了城市轨道交通基础知识。

本书在编写体例上有所创新，摒弃了烦琐演绎推理和说明，对城市轨道交通系统进行了宏观性的概括，争取做到一目了然；同时对一些容易混淆的地方和较为重要的部分做了适当的解析。

本书可作为城市轨道交通专业教材和轨道专业初学者的入门读物，也是一本普及城市轨道交通专业知识的科普图书。

图书在版编目（CIP）数据

图解城市轨道交通/李建国编著. —北京：机械工业出版社，
2016. 8

ISBN 978-7-111-54250-6

I. ①图… II. ①李… III. ①城市铁路—轨道交通—图解
IV. ①U239.5—64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 158134 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：曹新宇 责任编辑：师哲

责任校对：李新月 封面设计：马精明

责任印制：李洋

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2016 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

210mm×285mm·11.5 印张·339 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-54250-6

定价：45.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88379833

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-88379649

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网：www.golden-book.com

Preface

前言

目前，中国城市轨道交通建设方兴未艾，很多城市的轨道交通项目如雨后春笋般涌现，但人们对于城市轨道交通系统及专业知识的了解还不够深入，大多数人只是泛泛了解，也存在着很多认知上的误区；同时，城市轨道交通专业教育也缺乏相对直观的入门教材。针对这种现状，编著者根据自己多年研究成果、教学经验以及搜集的大量相关信息编写了本书。

本书采用图文并茂的形式，用大量的图片和图表对城市轨道交通系统做了较为形象的注释，让读者能较为直观、快捷地了解城市轨道交通系统。本书可以作为城市轨道交通专业的入门教材，也是一本普及城市轨道交通专业知识的科普图书。

本书在编写体例上有所创新，摒弃了烦琐演绎推理和说明，对城市轨道交通系统进行了宏观性的概括，争取做到一目了然；同时对一些容易混淆的地方和较为重要的部分做了适当的解析。本书在编写过程中，以本人编写的《城市轨道交通系统概论》（机械工业出版社2014年版）内容为主线，加入了编著者近期的研究成果和亲手绘制的示意图表。除此之外，编著者还参考引用了一些来源于互联网的专业人士的研究观点与图片，由于大部分著作和图片几经转载，原著已无从考证，不能在书中一一标明，故在此要特别感谢那些不知姓名的原作者对本书编写的支持！

由于编著者才学能力有限，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

Contents

目录



前言

第一篇 城市轨道交通的认知 1

- 第一节 什么是城市轨道交通 3
- 第二节 城市轨道交通的不同形式 4
- 第三节 城市轨道交通的演变与发展 13



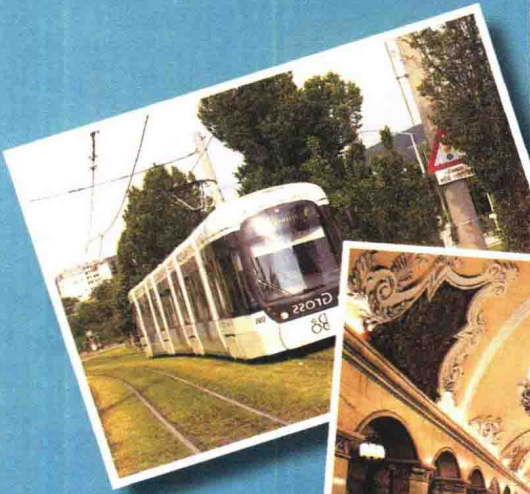
第二篇 城市轨道交通的构成 41

- 第一节 城市轨道交通规划与设计 43
- 第二节 城市轨道交通的限界与工程施工 49
- 第三节 城市轨道交通线路与轨道 60
- 第四节 城市轨道交通车站与设备 78
- 第五节 城市轨道交通车辆与车辆段 100
- 第六节 城市轨道交通供电与牵引 113
- 第七节 城市轨道交通信号与通信 125



第三篇 城市轨道交通的管理 145

- 第一节 城市轨道交通运营管理 147
- 第二节 城市轨道交通行车管理 158
- 第三节 城市轨道交通设备与维修管理 165
- 第四节 城市轨道交通安全管理 170



第一篇

城市轨道交通的认知



第一节 什么是城市轨道交通



【图解】城市轨道交通的界定

城市轨道交通是指城市中使用的车辆，在固定导轨上运行并主要用于城市客运的交通系统。城市轨道交通的构成要素包括城市轨道交通的工作范围、工作条件、工作工具和工作对象，如图 1-1 所示。



图 1-1 城市轨道交通的构成要素

城市轨道交通是城市公共交通（见图 1-2）的一个重要组成部分，随着城市的不断发展，它越来越成为城市中最主要的交通工具。



【解析】城市轨道交通的特点

城市轨道交通与其他交通方式相比，特点十分鲜明，其突出特点包括：

- 1) 大部分是列车编组运行，运量大。如以 6 辆编组的一列地铁车辆荷载定员计算，一列车载员一般平均在千人以上，客运量是其他城市交通形式无法比拟的。
- 2) 具有良好的线路条件与控制体系，速度快，运行准时，不会发生堵车现象。
- 3) 电力牵引，污染少，动力强，环保质量高。
- 4) 可采用地下和高架敷设方式，占地面积小。
- 5) 全隔离或半隔离的路权方式，安全性高，可靠性强。
- 6) 良好的环控体系和候车环境，乘车舒适性高。
- 7) 也有如建设投资大、路网结构不易调整、运营成本高、技术条件要求高等劣势。

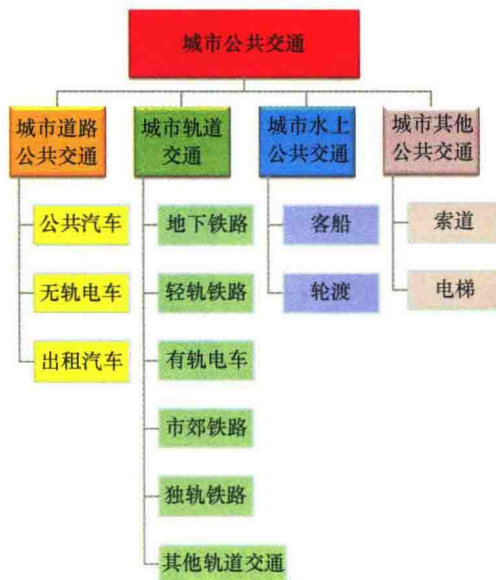


图 1-2 城市公共交通构成示意图



第二节 城市轨道交通的不同形式



【图解】 1. 城市轨道交通的种类

由于城市轨道交通种类繁多，技术指标差异较大，评价标准不一，现在世界各国对城市轨道交通所包含的各种形式认识也有分歧。现就各国认同的城市轨道交通形式，按照不同的标准，可以划分如下类别：

(1) 按轨道空间位置划分（见图 1-3） 可分为地下铁路、地面铁路和高架铁路三种。



a)



b)



c)

图 1-3 按轨道空间位置划分类型

a) 地下铁路 b) 地面铁路 c) 高架铁路

(2) 按轨道形式划分（见图 1-4） 可分为重轨铁路、轻轨铁路和独轨铁路三种。



图 1-4 按轨道形式划分类型
a) 重轨铁路 b) 轻轨铁路 c) 独轨铁路

(3) 按支承导向制式划分 (见图 1-5) 可分为钢轮双轨系统和胶轮单轨系统三种。



图 1-5 按支承导向制式划分类型
a) 钢轮双轨系统 b) 胶轮单轨系统



c)

图 1-5 按支承导向制式划分类型 (续)

c) 胶轮导轨系统

(4) 按小时单向运能划分 (见图 1-6) 可分为大运量系统列车 (高峰小时单向运输能力达到 30000 人以上)、中运量系统列车 (高峰小时单向运输能力达到 15000 ~ 30000 人) 和小运量系统列车 (高峰小时单向运输能力达到 5000 ~ 15000 人) 三种。



a)



b)



c)

图 1-6 按小时单向运能划分类型

a) 大运量系统 b) 中运量系统 c) 小运量系统



(5) 按路权专用程度划分 (见图 1-7) 可分为线路全封闭型、线路半封闭型和线路不封闭型三种。

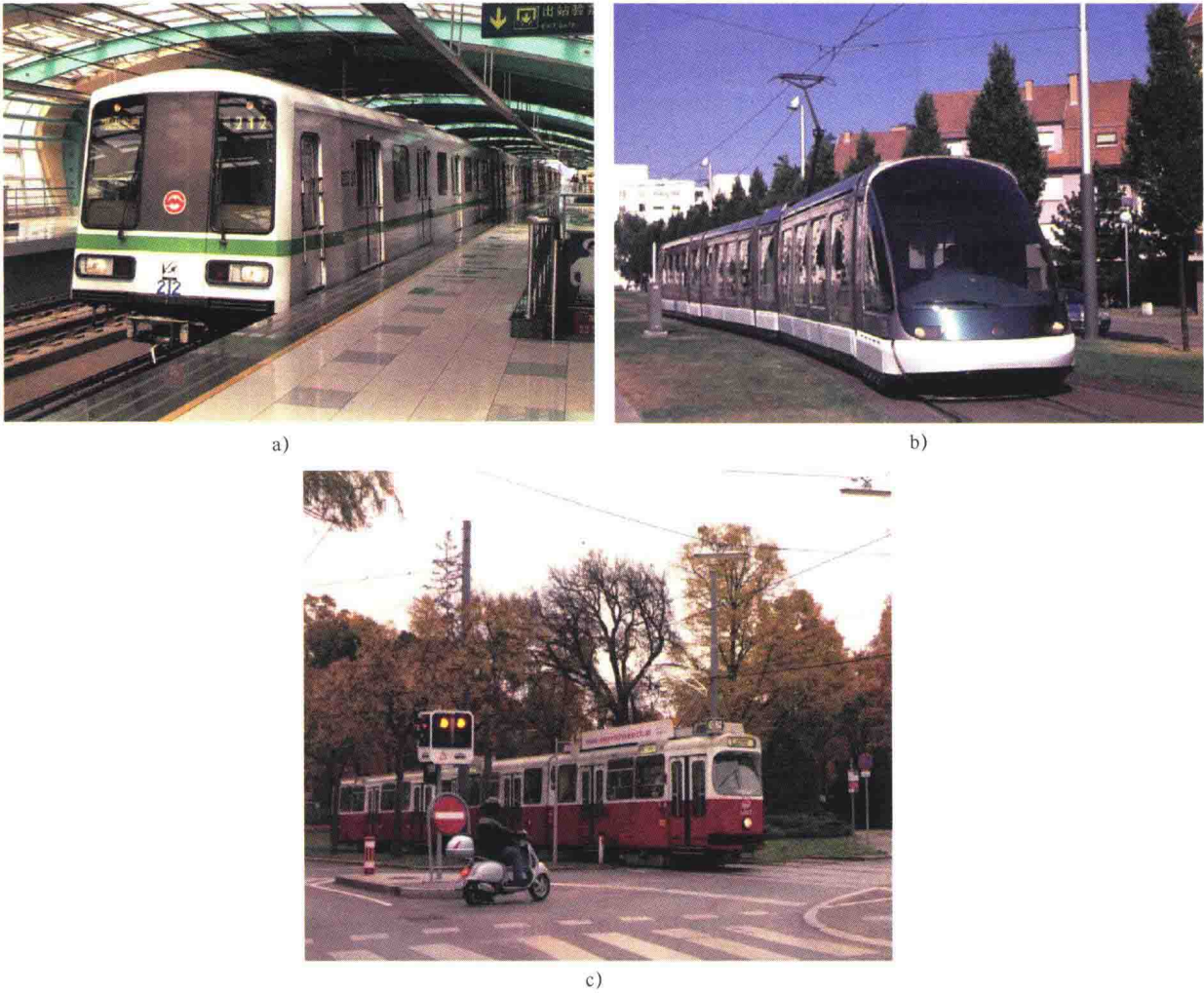


图 1-7 按路权专用程度划分类型

a) 线路全封闭型 b) 线路半封闭型 c) 线路不封闭型

(6) 按服务区域分类划分 (见图 1-8) 可分为市内铁路、市郊铁路和区域城际快速铁路三种。



图 1-8 按服务区域分类划分类型

a) 市内铁路 b) 市郊铁路



c)

图 1-8 按服务区域分类划分类型 (续)

c) 区域城际快速铁路



【图解】 2. 城市轨道交通各种形式的界定

在多种城市轨道交通形式中，重点介绍以下几种：

(1) 地下铁路 (见图 1-9) 地下铁路泛指高峰小时单向客运量在 30000 ~ 70000 人左右的大运量轨道交通系统，其在市区多为地下隧道线，但也有地面线和高架线。地下铁路适用于出行距离较长、客运量需求较大的城市中心区域。

(2) 轻轨铁路 (见图 1-10) 轻轨铁路泛指高峰小时单向客运量在 10000 ~ 30000 人次左右的中运量轨道交通系统。相对地铁来讲，因它车辆轴重较轻和对轨道施加的荷载较轻而得名。同时，轻轨铁路也是一个比较广泛的概念，如准地铁和现代有轨电车等。



图 1-9 地下铁路



图 1-10 轻轨铁路

(3) 有轨电车 (见图 1-11) 有轨电车是一个由电气牵引、轮轨导向、单车或铰接编组运行在城市路面线路上的小运量城市轨道交通系统。有轨电车是最早发展的城市轨道交通之一，由于其与汽车和行人等共用街道路权，故所受干扰多、速度慢。目前，传统有轨电车已经少见，现多数被改良为现代有轨电车或轻轨系统。



(4) 市郊铁路(见图 1-12) 市郊铁路是指把城市市区与郊区,尤其是把远郊区联系起来的城市轨道交通系统。因它车辆轴重较重和对轨道施加的荷载较重而又被称为重轨铁路。又因其服务对象以短途、通勤的乘客为主,故被称为通勤铁路或月票铁路。现在其概念范围也在扩大,有的国家包括了城际间直达的高速铁路,即区域城际快速铁路,俗称“城际快轨”,是指服务于区域范围(大都市圈或经济区范围)城市间的轨道交通高速干线直达客运系统。市郊铁路最突出的特点是在行车组织上更强调公交化运行。



图 1-11 有轨电车



图 1-12 市郊铁路

(5) 线性地铁(见图 1-13) 线性地铁又称为小断面地铁,是指由线性感应电动机牵引的轨道交通系统。其突出特征是线路断面较一般地铁要小,与传统地铁断面对比如图 1-14 所示。线性地铁采用径向转向架和自动控制等高新技术手段,故其车辆具有车身矮、重量轻等特点。



图 1-13 线性地铁

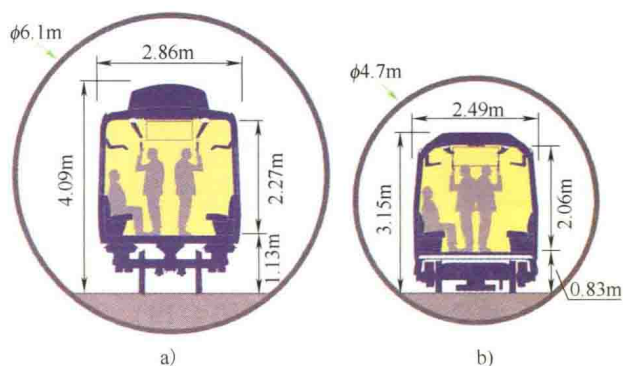


图 1-14 传统地铁与线性地铁断面对比图

a) 传统地铁 b) 线性地铁

(6) 独轨铁路 独轨铁路也称单轨铁路,是指列车在一根轨道上运行的一种城市轨道交通系统。通常分为跨座式(见图 1-15)和悬挂式(见图 1-16)两种,悬挂式又分对称悬挂式和非对称悬挂式两种。独轨铁路一般使用道路上部空间,需要的专用空间较小,可以适应急转弯和大坡度等道路条件,其投资小于地铁系统,但道岔结构复杂,发生事故时疏散和救援工作比较困难。独轨列车一般均采用橡胶轮胎。



图 1-15 跨座式独轨铁路



图 1-16 悬挂式独轨铁路

a) 对称悬挂式 b) 非对称悬挂式

(7) 自动导向交通系统 (见图 1-17) 自动导向交通系统是指利用导轨和导轮导向, 自动控制运行的新型轨道交通系统。其采用混凝土或钢质导轨、橡胶轮胎, 由导向轮引导车辆运行, 列车运行自动控制, 可实现无人驾驶, 自动化程度较高。其导向制式 (见图 1-18) 可归纳为侧面导向式和中央导向式两种。



图 1-17 自动导向交通系统

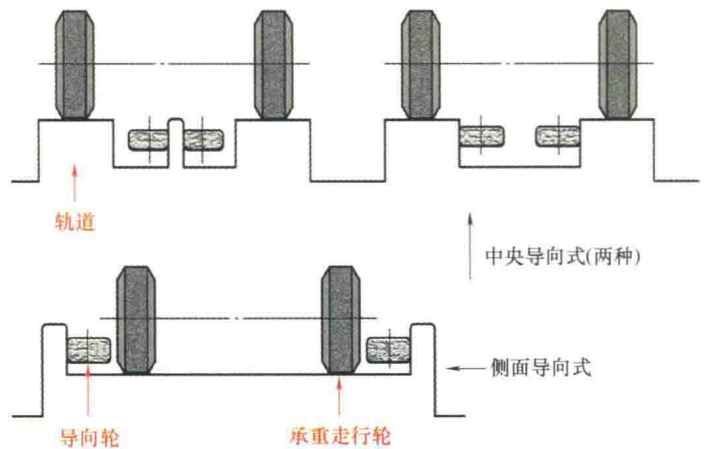


图 1-18 自动导向交通系统导向制式示意图

(8) 磁悬浮交通系统 (见图 1-19) 磁悬浮交通系统是指一种非黏着、用直线电动机驱动列车运行



图 1-19 磁悬浮交通系统



的新型轨道交通系统。主要分为常导磁吸型和超导斥型两类，其工作原理如图 1-20 和图 1-21 所示。

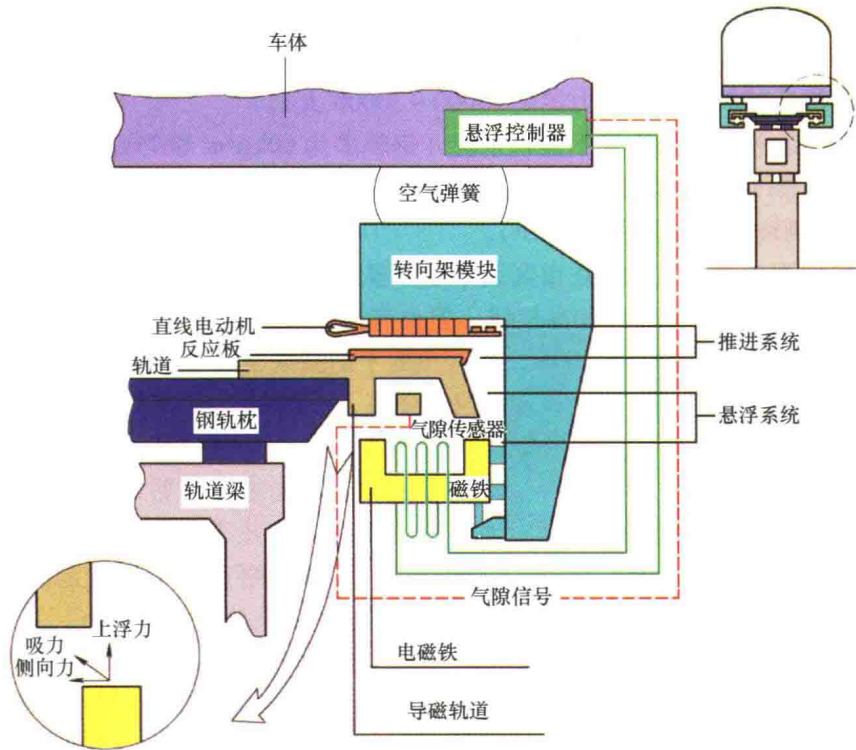


图 1-20 常导磁吸型工作原理图

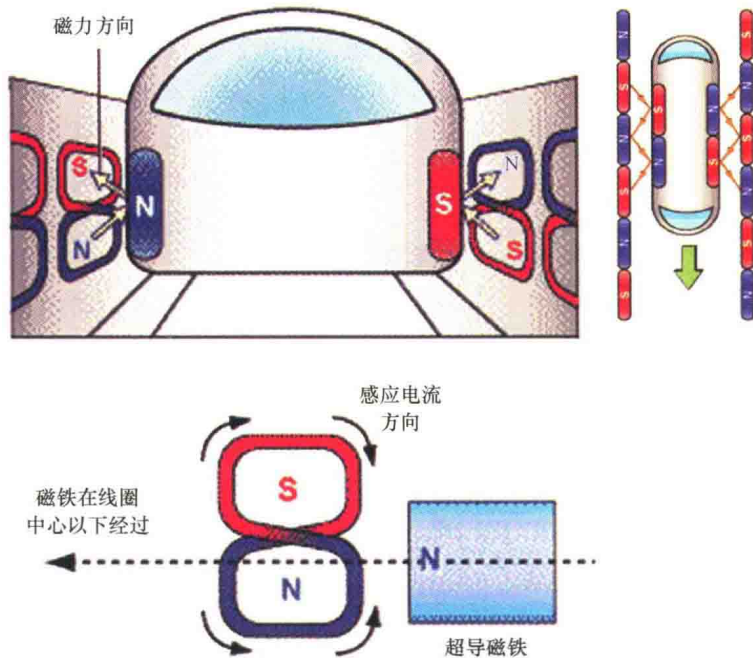


图 1-21 超导斥型工作原理图



【解析】 地下铁路与轻轨铁路的区别

城市轨道交通系统中有两种形式最容易混淆，就是地下铁路（简称为地铁）与轻轨铁路（简称为轻轨）。错误的观念认为：顾名思义，在地下行驶的线路就是地下铁路，而在地面和高架线路上行驶的线



路属于轻轨铁路。其实不然，虽然地下铁路与轻轨铁路有很多相同之处，但地铁与轻轨的根本区别还是有的，表现在如下几个方面：

(1) 载客量方面的差异 地铁属于大运量系统（高峰小时单向运输能力达到 30000 人以上）；轻轨属于中运量系统（高峰小时单向运输能力达到 15000 ~ 30000 人）。

(2) 支承导向方面的差异 地铁属于重轨系统（钢轨多为 60kg/m 和 75kg/m），多为钢轮双轨形式，车辆轴重重（普遍大于 13t）；轻轨属于轻轨系统（钢轨多为 43kg/m 和 50kg/m），有钢轨双轨、胶轮单轨和胶轮导轨等形式，车辆轴重轻（普遍小于 13t）。

(3) 线路与路权方面的差异 地铁在市区繁华地带多为地下线，但视需要也有地面线和高架线，线路为全封闭路权形式；轻轨多为地面线和高架线，但也有地下线，线路为全封闭或半封闭路权形式。一般情况下，地铁的平面曲线半径不小于 300m，而轻轨的平面曲线半径一般在 100 ~ 200m。

(4) 建设成本与工期方面的差异 地铁建设成本较高，大致每千米需人民币 4 亿 ~ 6 亿元，施工复杂、工期长；轻轨建设成本相对低廉，大致每千米需人民币 2 亿 ~ 3 亿元，甚至更低，且施工容易，工期较短。