

城市轨道交通系列教材

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG  
SHEBEI YU XITONG

颜景林（新加坡） 孙景冬 著

# 城市

## 轨道交通设备与系统

 科学出版社

城市轨道交通系列教材

# 城市轨道交通设备与系统

颜景林（新加坡） 孙景冬 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书通过对大量城轨设备案例及应用型人才培养的深入研究,首创性地提出“以人为本而不是以设备为本”的理念,在结构上将城市轨道交通设备与子系统按照它们之间的内在联系,以乘客为中心,根据设备与乘客关系的疏密程度分成三个层次:一线设备(乘客直接接触的设备)之车站设备(第一篇)、一线设备之车辆(第二篇)、二线设备(服务一线设备的设备,第三篇)和三线设备(服务二线设备的设备,第四篇)四个篇章。这样的设计有助于培养“以人为本,顾客至上”的服务意识,有助于由浅入深、循序渐进地学习,有助于对各种设备及其功能,以及设备间相互关系的理解。同时,该书注重对同一功能各类设备共性的阐述,有助于“举一反三”能力的培养。

本书是为城市轨道交通运营管理专业的在校师生量身定做的教材,也可作为城轨其他专业管理人员及现场工作人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通设备与系统 / 颜景林 (新加坡), 孙景冬著. —北京: 科学出版社, 2017.9

ISBN 978-7-03-051983-2

I. ①城… II. ①颜… ②孙… III. ①城市铁路-交通运输工具-教材  
IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 044091 号

责任编辑: 张 展 于 楠 / 责任校对: 王 翔

责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017年9月第一版 开本: 787×1092 1/16

2017年9月第一次印刷 印张: 22.5

字数: 490千字

定价: 58.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

古时候打仗，大多使用冷兵器，比如刀、枪、剑、戟等。制作这些兵器的是铁匠，而使用者是士兵。铁匠的任务是造出好的兵器。什么兵器算得上好兵器呢？好用、耐用、易携带、易维护等。士兵的任务是把兵器用好，即充分发挥其优点，甚至包括对不同兵器的组合运用。概括起来可以说“一个是好用，另一个是用好”，各有侧重，好的铁匠有好的手艺，而好的士兵有好的武艺。

《城市轨道交通设备与系统》讲的是兵器，即对城轨内各种设备和系统功能及性能的认识。其兄弟篇《城市轨道交通运营管理理论与实务》则是讲武艺和兵法。

在城轨交通领域有大量的技术装备，就好像作战用的武器装备。生产这些装备的是工程技术人员，而使用这些设备的是运营管理人员。这本书是专门为城轨交通运输管理专业的学生编写的，也可作为城市轨道交通其他专业人员的参考书。

城轨交通运输管理专业的学生学习城轨交通运输设备的目的有两个。

(1) 日后在现场把有关设备运用好。

①以城轨列车为例。为了使城轨列车更容易操纵，设计人员在驾驶台上设置了速度表。这个速度表有两个指针，分别显示列车当时的实际速度和列车当时的最大允许安全速度。作为城轨列车司机，他要明白两个指针所表示的意思，并根据其显示熟练地操控列车的牵引和制动系统。如果他操纵得不够好，比如加速太快以至列车实际速度超过允许速度，将引起列车的紧急制动。不必要的列车紧急制动是应该尽量避免的，因为紧急制动会增加轮轨的磨耗，并可能导致车上乘客跌倒受伤。

②再以列车运行指挥控制系统为例。通常在列控系统中设有供行车调度员进行人工取消进路的功能。如果行调在有列车接近该进路的情况下使用此功能，那么接近的列车很可能会触发紧急制动。前面已经讲过，列车的紧急制动可能会造成严重的后果。

(2) 增加与工程技术人员沟通时所需的共同语言，以增强日后工作过程中和工程技术人员沟通的成效。

运输管理人员是需要和工程技术人员进行沟通的。运输专业学生必须掌握一定的工程技术知识，否则就缺乏和工程技术人员进行沟通所需的共同语言。当然，沟通涉及双方，为了使沟通更有成效，也有必要增加工程技术人员对运输管理工作的认识和了解。

如果一个人既有铁匠的好手艺，又有士兵的好武艺，那么他就是个全才了，这是最高境界。但是由于时间、精力等客观因素的限制，在大多数情况下我们只能侧重其中一个方面。

学习的目的明确了，那么如何尽快地达到上述目的呢？本书在编写的过程中采取了如下一些具体的做法。

## 1. 以人为本而不是以设备为本

从使用者的角度出发去讨论设备的功能和性能，而不是以设备为中心，就设备论设备。比如在讲述城轨列车时，分别从乘客及运输专业人员这两个使用者的角度出发。再比如对通信系统的描述，也是从通信需求入手，然后才介绍有关的通信设备。

## 2. 以设备功能为主，设备实体为辅

设备功能是本，而设备实体是末。一方面，设备的存在是为了实现一定的功能；另一方面，可能有多种不同的手段来实现同样的功能，特别是在科学技术日新月异、新的方式方法不断涌现的今天。现在流行的做法，可能不久就会被新技术所取代。比如以前曾广泛使用的胶卷，现在已经很少见到。还有曾经风行一时的传呼机，已被移动电话所取代。但万变不离其宗，所以对功能要求的理解更为重要。

## 3. 以静为主，动静结合

城轨交通设备中除城轨车辆外，大多数设备是固定设备。固定设备在某种意义上是静止的，但是，它们之间是相互作用的。在描述时不能完全以静态的手法进行，而要揭示它们之间的相互作用。本书注重对设备的动态描述，以实现教材的活化。

## 4. 注重案例教学

教材的活化还可以通过引入案例来加强。案例的独到之处在于它提供了背景以及逻辑关系，即事物之间的联系。有了背景及事物之间的联系，就有了参照物，就有了根，而不再像随波逐流的浮萍，所学的东西就更有可能永驻在脑海里。

案例的另一个更为重要的作用是向读者展示所学的知识在现实世界里是怎样得到应用的，也就是说，案例是理论与实际之间的桥梁。本书运用大量的案例材料，一方面活化教材，增强可读性；另一方面，通过实例达到学以致用目的。

## 5. 以叙述为主，叙述和问答相结合

平铺直叙是最为常见的做法，但平铺直叙的最大缺陷是其信息流的单向性——只是从编者到读者。问答形式变单向为双向，一方面能形成对读者的冲击力，另一方面可以帮助读者培养发现问题、解决问题的思辨能力。没有一定的冲击力，读者的脑海里就不会留下深刻的印象。而发现问题、解决问题的能力正是在现场工作中所必须具备的特质之一。比如在讲城轨列车的不同驾驶模式时，除了依次介绍 AM、CM、RM 等各种驾驶模式外，还通过问答来展示各种模式的作用、特点及存在的理由。

## 6. 利用合乎逻辑的整体架构来组织内容，以利于读者对所学内容的宏观掌握

运输专业的最大特点之一是综合、宏观和协同，但城轨交通是一个非常复杂的系统，涉及众多的机电设备及子系统，比如城轨车辆、供电、通讯、列控系统，这就要求有一个合理的整体架构。本书在结构上把这些众多的城轨交通设备与子系统按照它们之间

的内在联系，以乘客为中心，根据设备与乘客关系的疏密程度分成三个层次，如图 1 所示。

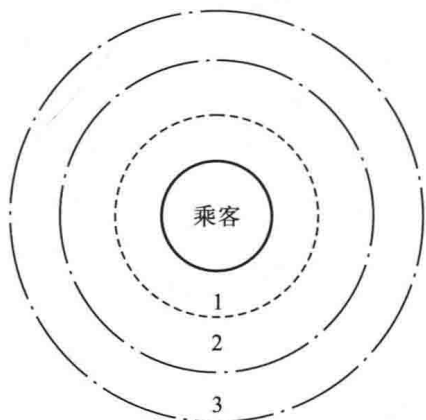


图 1 本书结构层级示意图

该结构的核心层是乘客。

第 1 层是乘客直接接触的设备，包括车站设备和列车。

第 2 层是支持第 1 层设备的设备，包括轨道、供电、通信、列控系统等。

第 3 层是支持第 2 层设备的设备，包括车辆维修设备、轨道检测及维护设备、模拟培训设备等。

这种结构的理论依据是：各设备的存在各有其原因，而所有设备存在的最根本原因是乘客的出行。

这种结构的核心思想是：以乘客为中心，将城市轨道交通各项设备按与乘客的关系远近分层次。

这种结构的实际效果是：突出强调各设备存在的原因，也就是强调设备的基本功能。运营管理专业的读者更为注重的正是设备的功能，而不是设备的物理特性，如重量、尺寸等。

这种结构的优点有四点。

(1)把乘客作为中心，紧扣城市轨道交通服务行业的特点，有利于潜移默化地培养学生“以人为本，顾客至上”的意识。

(2)“以人为本”的另一个含义是以学生为本，因为学生是教材的主要读者。本书所采用的结构可以为学生创造一个由浅入深、由熟悉的领域逐步到新领域的循序渐进的学习过程，符合学习的自然规律。

(3)这种以“服务”（第 1 层设备服务乘客，第 2 层设备服务第 1 层设备等）为主线的结构设计，把纷杂的设备有条理地联系在一起，一方面，自然地体现了各设备存在的理由，有利于理解认识各设备的作用；另一方面，形成了一个有机的整体，有助于从整体着眼，从而避免设备项目的遗漏，以及“只见树木不见森林”。

(4)这种层次结构揭示了各设备之间的内在联系，有利于处理对各设备之间界面的论述。

最后，在学习这门课时还要注意以下几点。

(1)城轨交通系统复杂,设备众多,学习时要抓住重点。运输专业的学生日后主要从事站务、乘务、行车调度等方面的工作,所以学习的重点是车站设备、城轨车辆、通讯及列车控制系统。

(2)本书所介绍的设备只是作为例子以便说明其道理,而现场的实际设备形式多样,这就要求我们以理解道理为主,培养举一反三的能力。

(3)历史的变迁和术语的演变,比较典型的例子有两个。一个是地铁向城轨的演变,早期常用地铁一词,但随着轨道交通形式的多样化,城轨(城市轨道交通)一词更具有代表性和普遍性,所以本书使用城轨一词,个别地方特别指出时除外。另一个是信号向列控系统的演变,随着技术的进步,特别是计算机和通信技术的进步,传统的铁路信号已经和列车司机的驾驶功能、控制中心的调度功能整合成一个大系统,即列车自动运行控制系统,简称列控系统。

(4)书中出现的专业词汇英文缩写(如 AFC、AM 等)基本会在首次出现时进行释义,读者亦可在附录中查阅。

授人以渔胜过授人以鱼。本书在编写过程中所体现的认识事物的方式方法是本书的精华所在。

本书在编写过程中得到了四川城市轨道交通职业学院王艳林、李丹、温念慈、陈本旺、舒万祥老师的协助,并参考、借鉴、吸收了国内外相关文献、书籍和资料,在此一并表示深深的感谢!也预先感谢所有对此书提出意见和建议的读者。联系方式为 yanjinglinyouxiang@gmail.com, sun\_jdong@163.com

# 目 录

## 第一篇 一线设备之车站设备

第一章 乘客信息系统 .....	3
第一节 静态乘客信息系统 .....	3
第二节 动态乘客信息系统 .....	10
第二章 自动收费系统 .....	14
第一节 AFC 系统的作用 .....	14
第二节 AFC 系统组成及结构 .....	15
第三节 AFC 系统运作 .....	25
第四节 AFC 系统发展趋势 .....	27
第三章 站台隔离门 .....	29
第一节 隔离门组成及操作 .....	29
第二节 隔离门故障及处理 .....	34
第四章 车站其他设备 .....	37
第一节 自动扶梯、电梯及自动步道 .....	37
第二节 火灾自动报警系统 .....	43
第三节 通风空调系统 .....	50
第四节 给排水及消防用水系统 .....	54
第五节 门禁系统 .....	56

## 第二篇 一线设备之车辆

第五章 乘客对车辆的要求 .....	61
第一节 车门 .....	61
第二节 车内载客空间 .....	71
第三节 车内环境 .....	73
第四节 车上安全装置 .....	76
第六章 运营人员对车辆的要求 .....	83
第一节 驱动力 .....	83
第二节 制动力 .....	93
第三节 电系统 .....	97
第四节 气系统 .....	103
第五节 车内设备监控系统 .....	104



第六节	列车操作 .....	106
第七节	车体和车钩 .....	116
第八节	转向架 .....	121

### 第三篇 二线设备

第七章	线路及轨道 .....	131
第一节	线路 .....	131
第二节	轨道 .....	139
第八章	供电设备 .....	147
第一节	用电负荷及用电需求 .....	147
第二节	城轨供电系统 .....	148
第三节	牵引回路 .....	153
第四节	供电系统的监控 .....	168
第五节	事故案例分析 .....	174
第九章	列车自动控制系统 .....	186
第一节	列控系统的概述 .....	186
第二节	对列控系统的功能要求 .....	190
第三节	列控系统相关设备 .....	232
第四节	非 CBTC 列控系统实例分析 .....	265
第五节	CBTC 列控系统实例分析 .....	276
第十章	通信系统 .....	292
第一节	通信的主体及其通信需求 .....	292
第二节	通信的软硬件设备 .....	297
第三节	案例及分析 .....	310
第十一章	其他二线设备 .....	316
第一节	隧道通风 .....	316
第二节	隧道照明及给排水 .....	321

### 第四篇 三线设备

第十二章	车辆维修设备 .....	329
第十三章	轨道维修设备 .....	334
参考文献	.....	347
附录	专业词汇英文缩写 .....	348

# 第一篇 一线设备之车站设备

城轨车站是乘客与城轨系统发生联系的第一个环节。车站的作用是为乘客提供一个理想的环境，以便为搭乘城轨列车做准备，因此车站内需要配备相应的设备和设施。

比较简单的车站只提供一些基础设备和设施，但那些位于城市中心的城轨车站通常都比较复杂。这是因为受地面空间的限制而必须设在地下或者必须和城市其他建筑相结合，使得有必要在站内设风(通风、环控)、水(给排水)、电(供电、照明)等设备。

车站设备是城市轨道交通系统中的一线设备，是与乘客关系最为紧密的设备之一，同时也与运营管理人员的工作息息相关，因此将车站设备作为本书的第一篇。

本篇分为四章，依次介绍乘客信息系统、收费系统、站台隔离门以及车站其他设备。

其实，乘车是从车站外围开始的：在城轨车站的周围通常设有带城轨标志的导向牌，牌上除了有指示城轨车站所在位置的箭头外，还有表示此导向牌到城轨站距离的信息，但这部分内容本书不做展开。



# 第一章 乘客信息系统

为了帮助乘客顺利、高效地完成从进站到出站的整个过程，需要在各环节为乘客提供相应的信息，乘客信息系统就是用以满足这一需求的。一方面，完善的乘客信息系统可以加速乘客在城轨系统内的流动，这不仅有助于提高设备设施的利用率，还有助于避免因客流阻塞而发生安全事故；另一方面，完善的乘客信息系统减少了乘客对城轨工作人员的依赖，因而对降低运营管理的人工成本极为有利。综上所述，乘客信息系统应受到足够的重视。

按提供信息的方式，本书将乘客信息系统分为静态和动态两大类。其中，静态乘客信息系统主要有城轨徽标和车站标识系统，而动态乘客信息系统主要指依托多媒体网络技术，以计算机系统为核心，以显示终端为媒介向乘客提供那些可能随时间而变化的乘车信息和其他资讯的信息系统。

## 第一节 静态乘客信息系统

### 一、城轨徽标(Logo)

城轨徽标作为城轨的形象和符号，代表着城市的特色，是城市精神的物化，同时也是城市实力的一种展示。徽标的主要作用是方便乘客发现城轨车站，吸引乘客，告诉乘客城轨车站出入口的位置。

城轨交通的主要形式之一是地铁。地铁在全球许多国家中被叫做“Metro”，所以地铁的标志常常都和“Metro”中的“M”有关。

作为一种视觉语言，国内城市地铁的徽标设计风格各异，但多以图案简练、清晰醒目、易认易记为主要特征，如图 1-1 所示。

				
北京	上海	天津	重庆	香港
				
广州	南京	武汉	深圳	成都

图 1-1 国内地铁徽标示意图





## 二、城轨车站标识分类

城轨车站标识系统是为了让人们在城轨交通中安全、快捷地到达目的地，而将各种类型的标识按一定关系组织、以“导航”为目的的视觉信息系统。它通过颜色、形状等要素保持整个系统的一致性，传达关于环境、方位的信息。城轨车站标识设计是否合理、设置是否得当直接关系整个城轨系统的服务质量和效率。而且，由于城轨服务于城市公共交通，代表了一个城市的形象，而城轨车站标识又是乘客接触最多的设施之一，其优劣直接影响乘客对整个城轨系统甚至整个城市的印象。

### 1. 确认标识

确认标识是用以标明某设施或场所的标志，如表 1-1 所示。







表 1-1 确认标识

自动售票标志	站名标志
	莲花北 Lian Hua Bei
客服中心标志	电梯标志
	
无障碍设施标志	出口标志
	出 EXIT A 街道名称 Street name

### 2. 导向标识

导向标识是用以向乘客提供某设施或场所方向指示的标志，如表 1-2 和图 1-2 所示。

表 1-2 导向标识

自动售票导向标志	无障碍设施导向标志
	
自动扶梯导向标志	乘车导向标志
	
出站导向标志	公交枢纽导向标志
	

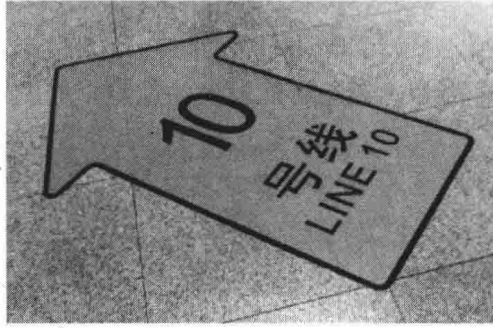


图 1-2 地面导向标识

### 3. 综合信息标识

综合信息标识是用以表达乘客需要了解的与轨道交通系统诸多相关信息的标志，如表 1-3 所示。

表 1-3 综合信息标识

轨道交通车站空间示意图	车站周边信息图

### 4. 禁止标识

禁止标识是指不循序乘客发生相应行为的标志类别，如图 1-3 所示。



图 1-3 禁止标识

## 5. 警示信息标识

警示信息标识是请乘客当心，避免可能发生的危险，如图 1-4 所示。



图 1-4 警示信息标识

## 6. 提示标识

提示标识是提示乘客注意，引起警觉，如在乘坐电梯时需要注意以下问题，如图 1-5 所示。



图 1-5 安全警告标志

## 7. 消防安全标识

消防安全标识是与消防安全有关并符合消防规定的标志类别，如图 1-6 所示。



图 1-6 消防安全标识

### 三、城轨车站标识系统的质量

城轨车站标识系统的设计需考虑的因素很多,包括城轨公司形象、系统化和标准化、客流线路、使用对象、优先地位、保养及运作等。标识系统包括色彩设计、文字设计、图案设计、形状设计、平面布置和组合设计。在色彩设计中一般采用地铁标志色;文字设计除地名外,需要使用双语标识,汉字用简体,词句、简称要求标准规范;图案设计中尽量采用国际惯用符号;形状设计所采用的几何形状主要有矩形、圆形和三角形等。城轨车站标识系统的优劣主要体现在如下方面。

#### 1. 标识的易读性

标识上的信息必须是易读的、容易被理解的。这是标识设计中最根本的一条原则,包括标识中信息表达的确切性、表达方式与传达信息量的合理性等。对于残障乘客,如盲人,则应特别安排听觉或触觉信息。

#### 2. 标识的醒目性

车站中的标识应比周围的任何环境信息更容易被乘客注意到。在必要时,可以附加闪灯来达到吸引注意力的效果。

#### 3. 标识设置的合理性

标识设置的位置应适当,即标识应设置在人们需要做出方向决定的地方;设置应具有连续性,以形式上的重复与延续形成标识的连贯和次序感。

#### 4. 标识的艺术性

标识系统设计要综合考虑对称、韵律、均衡、节奏、形体、色彩、材质、工艺等因素,从而体现设计的现代之美。不理想的导向标识通常有如下表现:

- (1)不同功能导向标识之间缺乏统一规划,平面设计、造型设计凌乱。
- (2)导向标识持续性差。
- (3)导向标识的设置位置及数量不够科学。
- (4)导向标识不够鲜明醒目。
- (5)导向标识与广告、物业标识等不协调。



### 四、车站标识综合设置示例

#### 1. 乘客进站标识设置示例(图 1-7)

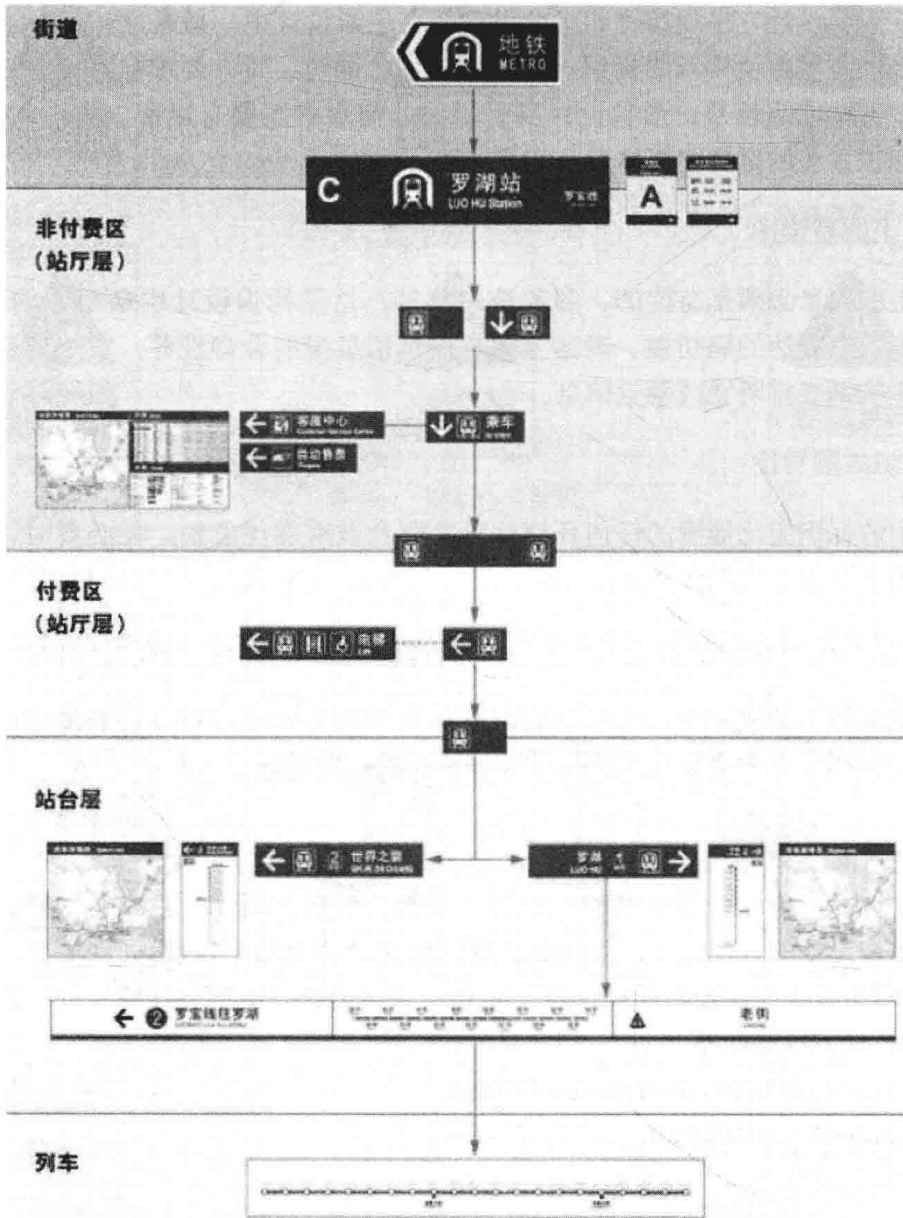


图 1-7 乘客进站标识