

普通高等院校“十二五”城市轨道交通专业系列教材  
高等学校交通运输专业规划教材

# 城市轨道交通设备

(第2版)

[新加坡] 颜景林 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

---

图书在版编目 (C I P) 数据

城市轨道交通设备 / (新加坡) 颜景林编著. —2 版  
—成都: 西南交通大学出版社, 2022.6  
ISBN 978-7-5643-8435-7

I. ①城… II. ①颜… III. ①城市铁路—轨道交通—  
交通运输工具—高等学校—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 257868 号

---

Chengshi Guidao Jiaotong Shebei

城市轨道交通设备

(第 2 版)

[新加坡] 颜景林 / 编著

责任编辑 / 周 杨

封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)

发行部电话: 028-87600564 028-87600533

网址: <http://www.xnjdcbs.com>

印刷: 成都蓉军广告印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 21 字数 524 千

版次 2012 年 11 月第 1 版 2022 年 6 月第 2 版

印次 2022 年 6 月第 6 次

书号 ISBN 978-7-5643-8435-7

定价 49.80 元

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

## 2 版前言

本书是《城市轨道交通运营管理》的兄弟篇，讲城轨交通设备。

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。

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。

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：

(1) 日后在现场把有关设备运用好。

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，也可能导致车上乘客跌倒受伤。

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以下一些具体的做法。

(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。烧菜做饭可以用煤气灶、电炒锅甚至其他装备如微波炉。它们形式各异，但所提供的最终都是热能。另外，现在流行的做法，可能不久就被新技术所取代。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。在描述时不能完全地以静态的手法进行，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会永驻在脑海里。

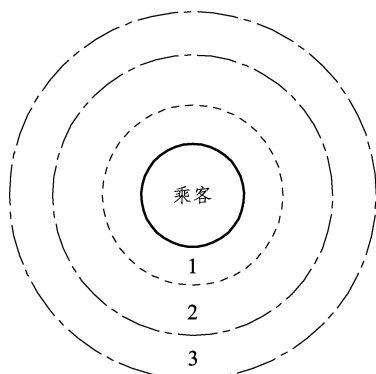
案例的另一个更为重要的作用是向读者展示所学的知识在现实世界里是怎样得到应用的，也就是说，案例是理论与实际之间的桥梁。本书运用大量的案例材料，一方面活化教材，增强可读性；另一方面，通过实例达到学以致用目的。

(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——只是从作者到读者。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、解决问题的能力是在现场工作中脱颖而出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、通信、列控系统等,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,如下图所示。



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等。

这种结构的理论依据是:各设备的存在各有其理由,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理由,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。

这种结构的优点是:

(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用户。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) 城市轨道交通系统复杂，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、行车调度等方面的管理工作，所以学习的重点是车站设备、城轨车辆、通信及列车控制系统。

(2) 本书所介绍的设备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。

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。

## 感 谢

本书作者颜景林及参编人员曾蓉娣、唐巧梅、张燕对在本书写作过程中给予热心帮助的高世廉教授和沈丽萍老师及所有参考文献的作者表示衷心的感谢，并衷心祝愿运输专业的年轻学子学有所成，毕业后为城轨交通事业的发展做出贡献。

颜景林

2021年10月

# 目 录

## 第一篇 一线设备之车站设备

第一章 乘客信息系统 .....	1
第一节 静态乘客信息系统 .....	2
第二节 动态乘客信息系统 .....	9
第二章 自动收费系统 .....	15
第一节 AFC 系统的作用 .....	15
第二节 AFC 系统的结构及设备 .....	16
第三节 AFC 系统的运作 .....	26
第四节 AFC 系统的发展趋势 .....	28
第三章 站台隔离门 .....	29
第一节 隔离门的组成及操作 .....	29
第二节 隔离门的故障及处理 .....	34
第四章 车站其他设备 .....	36
第一节 自动扶梯、电梯及自动步道 .....	36
第二节 火灾自动报警系统 (FAS) .....	41
第三节 通风空调系统 .....	48
第四节 给排水及消防用水系统 .....	52
第五节 门禁系统 .....	54

## 第二篇 一线设备之车辆

第一章 乘客对车辆的要求 .....	57
第一节 车 门 .....	58
第二节 车内载客空间 .....	66
第三节 车内环境 .....	69
第四节 车上安全装置 .....	72
第二章 运营人员对车辆的要求 .....	79
第一节 驱 动 力 .....	79
第二节 制 动 力 .....	88
第三节 电 系 统 .....	92

第四节	气系统 .....	97
第五节	车内设备监控系统 .....	99
第六节	列车操作 .....	101
第七节	车体和车钩 .....	110
第八节	转向架 .....	115

## 第三篇 二线设备

<b>第一章</b>	<b>线路及轨道 .....</b>	<b>123</b>
第一节	线路 .....	124
第二节	轨道 .....	131
<b>第二章</b>	<b>供电设备 .....</b>	<b>138</b>
第一节	用电负荷及用电需求 .....	138
第二节	城轨交通供电系统 .....	139
第三节	牵引回路 .....	144
第四节	供电系统的监控 .....	157
第五节	事故案例分析 .....	163
<b>第三章</b>	<b>列车自动控制系统 .....</b>	<b>175</b>
第一节	列控系统的概述 .....	175
第二节	对列控系统的功能要求 .....	178
第三节	列控过程相关设备 .....	220
第四节	非 CBTC 列控系统实例分析 .....	251
第五节	CBTC 列控系统实例分析 .....	261
<b>第四章</b>	<b>通信系统 .....</b>	<b>278</b>
第一节	通信的主体及其通信需求 .....	278
第二节	通信的软硬件设备 .....	283
第三节	案例及分析 .....	295
<b>第五章</b>	<b>其他二线设备 .....</b>	<b>300</b>
第一节	隧道通风 .....	300
第二节	隧道照明和给排水 .....	305

## 第四篇 三线设备

<b>第一章</b>	<b>车辆维修设备 .....</b>	<b>310</b>
<b>第二章</b>	<b>轨道维修设备 .....</b>	<b>315</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>327</b>



# 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合适的环境，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。

其实事情是从地面开始的：在城轨车站的周围通常设有带城轨标识的导向牌，牌上除了有指示城轨车站方向的箭头外，还有关于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，而且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。所以，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可变资讯的信息系统。之所以称

其为动态乘客信息系统，是因为它所显示的信息内容可以按需要而变动。

## 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。徽标的主要作用是方便乘客发现城轨车站,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被叫作“Metro”,所以地铁的标识常常都和“Metro”中的“M”有关。但也有不少城市,不落俗套,选择其他元素来突出其特点。作为一种视觉语言,国内城市地铁的徽标设计风格各异,但多以图案简明、清晰醒目、易认易记为主要特征(见图 1-1-1)。



图 1-1-1 国内地铁徽标示意图





### 二、城轨车站标识系统的分类

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以“导航”为目的按一定关系组织的视觉信息系统。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到整个城轨系统的服务质量和效率。而且,由于城轨属于城市公共交通,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识(见表 1-1-1)。

表 1-1-1 确认标识

自动售票标识	站名标识
 自动售票 Tickets	莲花北 Lian Hua Bei
客服中心标识	电梯标识
 客服中心 Customer Service Centre	  电梯 Lift

续表

无障碍设施标识	出口标识

## 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识（见表 1-1-2 和图 1-1-2）。

表 1-1-2 导向标识

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

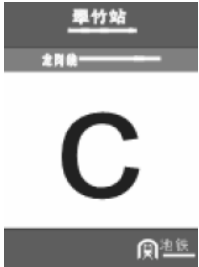

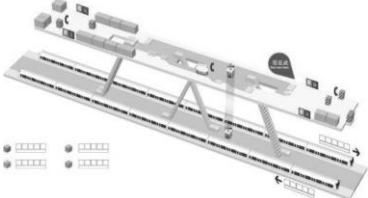

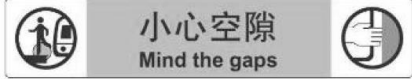



图 1-1-2 地面导向标识

## 3. 综合信息标识

综合信息标识是用以提供乘客需要了解的其他与城轨交通系统相关信息的标识（见表 1-1-3）。

表 1-1-3 综合信息标识

<p>车站出入口标识</p> 	<p>运营时间标识</p> 
<p>轨道交通车站空间示意图</p> 	<p>车站周边信息图</p> 
<p>车厢信息标识</p> 	<p>老幼病残孕专座标识</p> 

4. 禁止标识

禁止标识是指不准许乘客发生相应行为的标识（见图 1-1-3）。



图 1-1-3 禁止标识

### 5. 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识（见图 1-1-4）。



图 1-1-4 消防安全标识

### 6. 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（见图 1-1-5）。



图 1-1-5 警示信息标识

### 7. 提示标识

提示标识是提示乘客注意，引起警觉。如在乘坐电扶梯时需要注意图 1-1-6 所示问题。



图 1-1-6 安全警告标识

### 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、客流路线、使用对象、优先地位、保养及运作等。标识设计包括色彩设计、文字设计、图形设计、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识色；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；图形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

标识上的信息必须易读、易理解。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。

#### 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，可以附加闪光灯来达到效果。

#### 3. 标识设置的合理性

标识设置的位置应适当，即标识应设置在容易被看到的地方及人们需要做出有关决定的地方；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，从而体现设计的和谐之美。

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（见图 1-1-7）

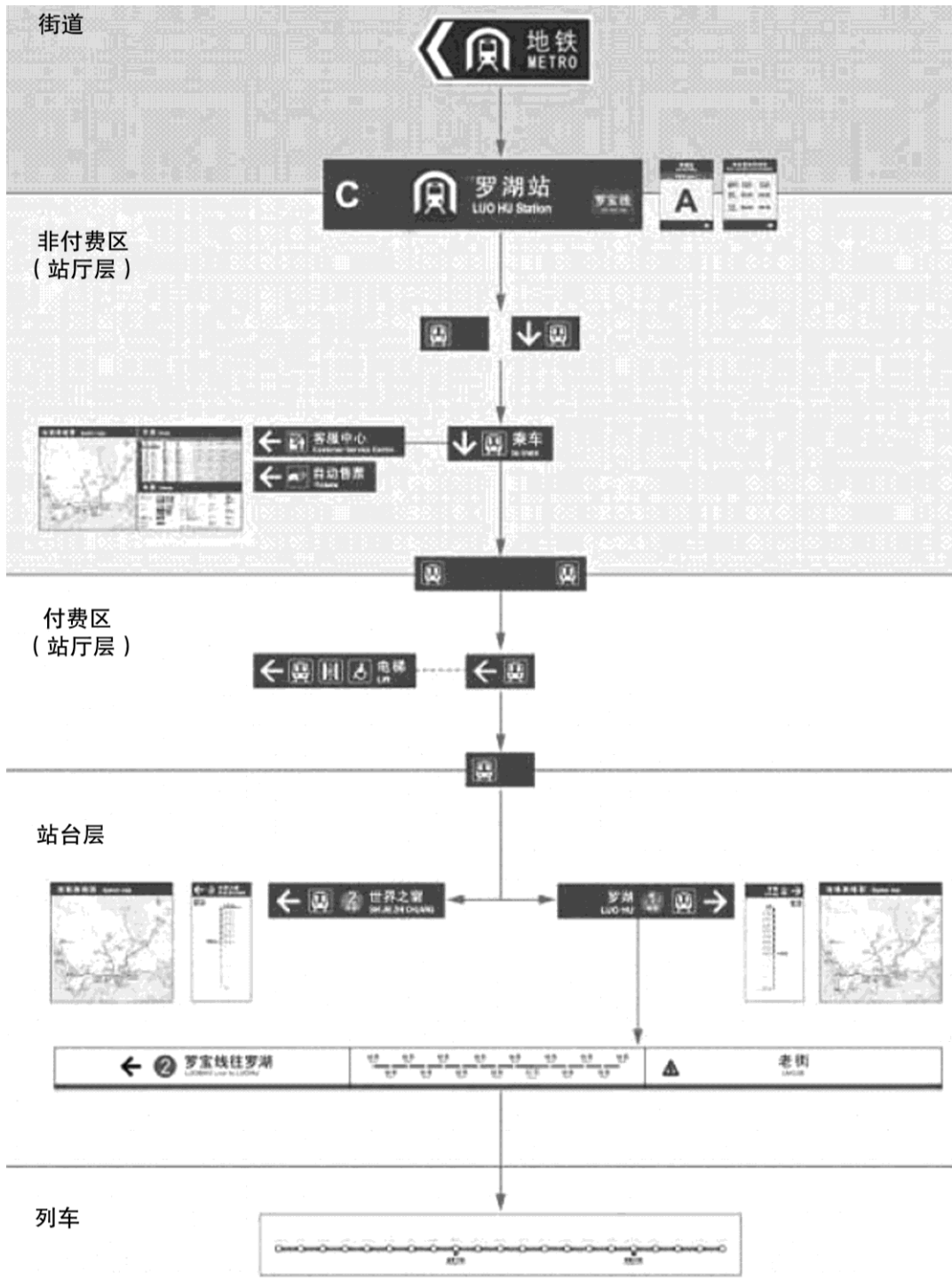


图 1-1-7 乘客进站标识



2. 乘客出站标识设置示例（见图 1-1-8）。

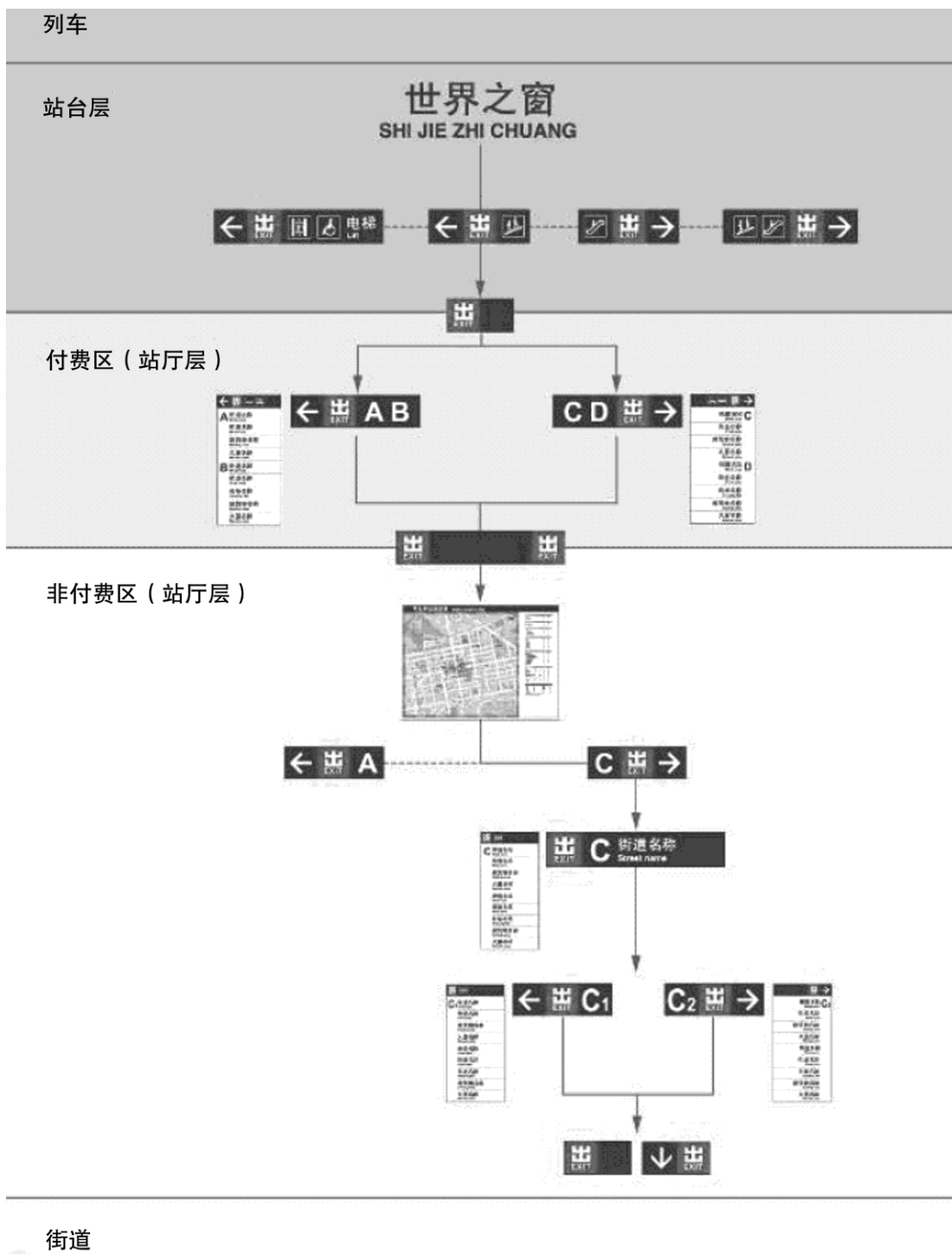


图 1-1-8 乘客出站标识

## 思考题

1. 有没有城轨徽标与“M”无关？
2. 乘客要去乘坐城市轨道交通列车，从进站到出站整个过程会经历哪些流程？在整个流程中乘客需要哪些标识及信息系统来提供相应的信息以便顺利、高效地完成出行？
3. 各类车站标识是否同等重要，为什么？
4. 举例说明如果标识设置不到位、不清晰、不完善会对运营有什么不利影响。
5. 从乘客的角度出发描述好的标识应具有的特征，并说明理由。
6. 如何提高标识的醒目性？
7. 标识的易读性、醒目性、合理性、艺术性，哪个最重要，为什么？

## 第二节 动态乘客信息系统

动态乘客信息系统（Passenger Information System，PIS）是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乘车信息显示和其他资讯服务的信息系统。我们通常所讲的乘客信息系统在不加特别说明时就是指动态乘客信息系统。

### 一、乘客信息系统与车站标识系统的区别和联系

乘客信息系统和城轨车站标识系统都是为提供乘车和服务信息，引导旅客安全便捷地完成整个旅程而设置的。由此可见，两者的设置目标是一样的。两者之间的主要区别包括：

（1）PIS 提供的是动态信息，其信息内容是实时更新的；而车站标识系统提供的是静态信息。

（2）PIS 不仅可以提供视觉信息，还可以提供听觉信息；而车站标识系统只提供视觉信息，这对一些特殊的旅客（比如盲人旅客）并不适用。因此，PIS 所提供的信息受众更广泛。

（3）PIS 提供的信息比城轨车站标识系统更丰富。在正常情况下，PIS 可以提供城市轨道交通乘车须知、服务时间、列车到发时间、列车时刻表、管理者公告、政府公告、出行参考、股票信息、媒体新闻、赛事直播、财经、天气预报、娱乐、体育、消费、广告等多种信息；在火灾、阻塞、恐怖袭击等非正常情况下，可以提供动态紧急疏散指示。

（4）PIS 部分终端可供乘客自助查询，比如在网络化运营中向乘客提供最佳换乘方案，这在城轨车站标识系统中很难实现。

虽然城轨标识系统和乘客信息系统存在上述差异，但两者是相辅相成共同服务乘客的。

### 二、乘客信息系统的组成

城市轨道交通 PIS 系统从结构上可以分为中心子系统、车站子系统、车载子系统及网络子系统等四个子系统，如图 1-1-9 所示。

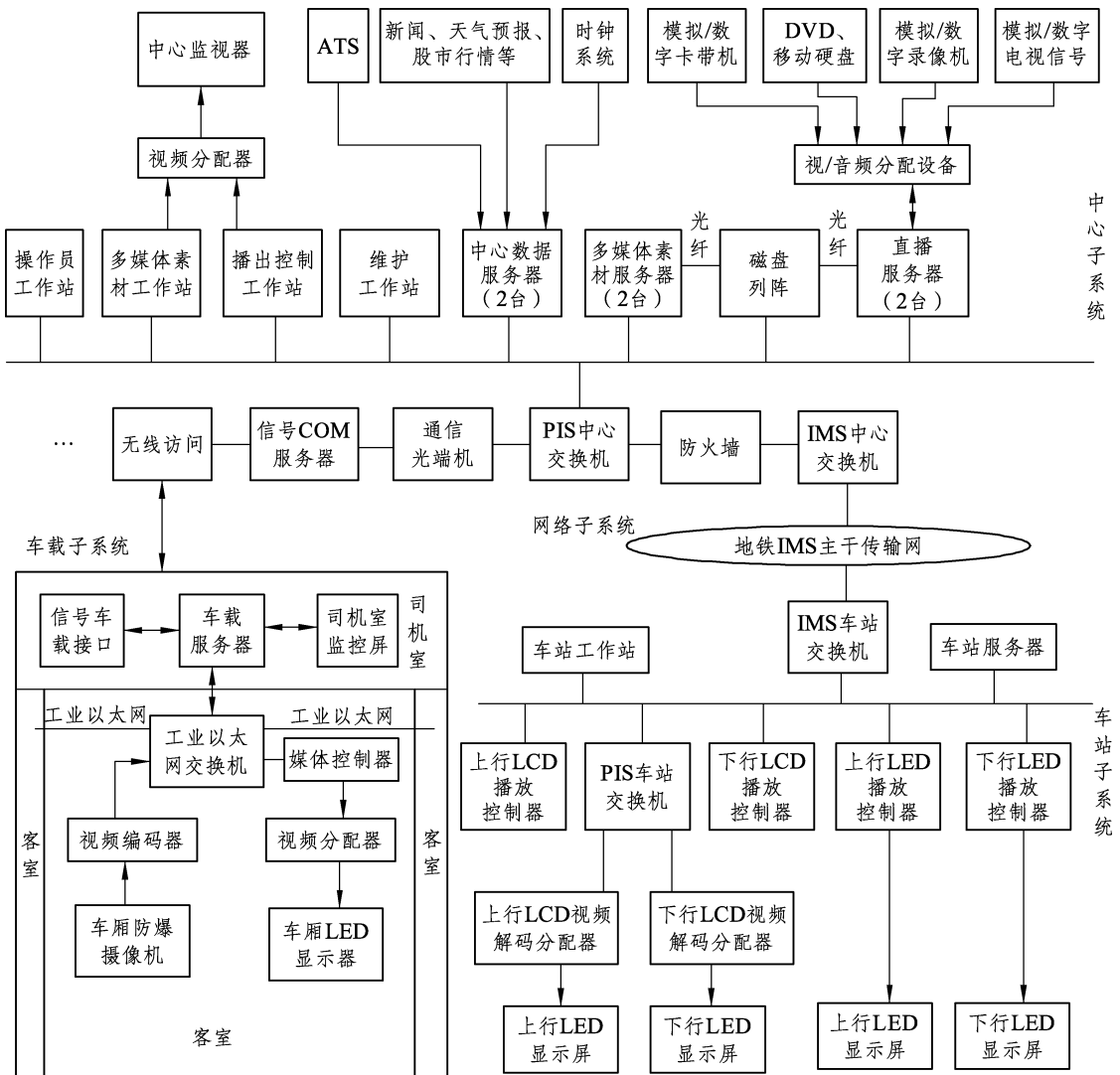


图 1-1-9 城市轨道交通 PIS 体系结构

### 1. 中心子系统

中心子系统是 PIS 系统的核心部分，主要负责整个城市轨道交通 PIS 系统的运营维护管理、外部信息的导入、多媒体素材的管理、系统日志的管理、系统监控、电源管理、系统参数管理、多媒体素材的下发、紧急信息的编辑和发布及全线的播出控制等。中心子系统的主要设备包括：中心数据服务器、直播服务器、多媒体素材服务器、操作员工作站、维护工作站、播出控制工作站、多媒体素材工作站、磁盘阵列、外部播放设备及中心交换机等。

其中，多媒体信息处理包括各种格式的多媒体信息的编制、导入、转换、传输、合成及显示各环节；多媒体信息管理包括多媒体信息的浏览、制作及编辑，多媒体信息的导入，多媒体信息的预处理，设置多媒体素材列表，多媒体素材预览等；系统监控管理主要是对车站子系统、车载子系统进行设备状态监视、故障诊断与报警；系统参数管理主要进行参数浏览、参数搜索、参数设置修改等；日志管理主要包括日志的浏览、搜索、备份及打印等。

## 2. 车站子系统

车站子系统结构如图 1-1-10 所示，车站子系统包括用户管理、本站终端显示、本站日志管理、本站播出控制、本站紧急信息管理、本站系统参数管理、多媒体信息管理、本站用户权限管理。车站服务器一方面与中心数据服务器共同组成一个子系统，用于接收中心数据服务器发布的媒体信息，包括运营信息以及广告等多媒体信息。同时，还与多个播放控制器组成一个广播子系统，把媒体内容组播到网络上。而对于多媒体的播出，能够满足指定时间、指定频度、指定位置，甚至指定终端的播出需求。

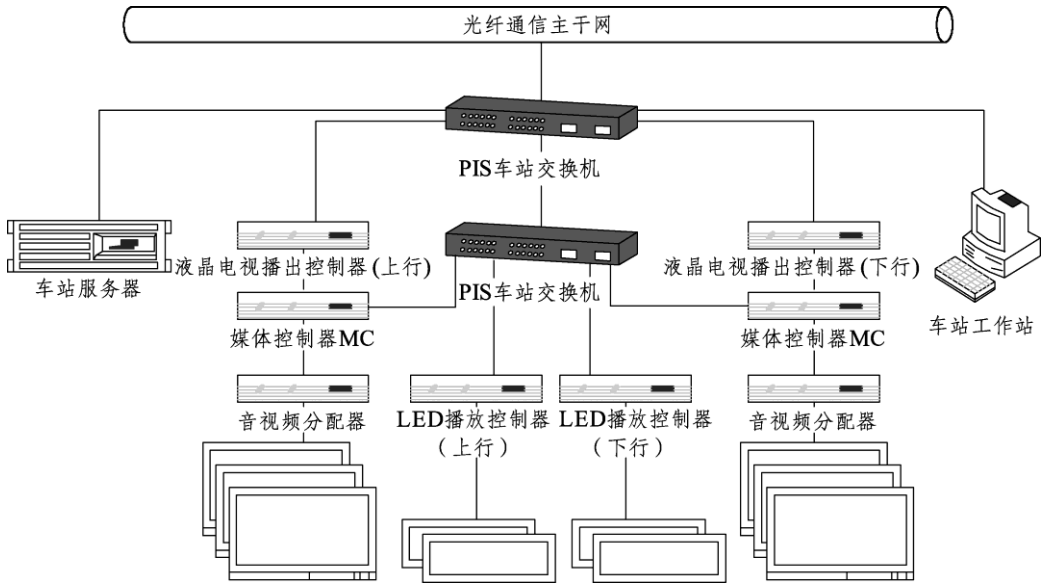


图 1-1-10 PIS 车站子系统结构

车站站台液晶电视发布运营信息包括：实时显示下一班到达本站台的相对时间；实时显示列车到达警示信息；列车进站前全屏显示运营信息、服务信息；实时显示下班列车的目的地信息；实时对下班列车不在本站停车、上下客的情况做出预告；对于可判断的行车间隔，对乘客发出运营信息预告；在紧急状态下，全屏显示指引信息、服务信息等，如图 1-1-11 所示。

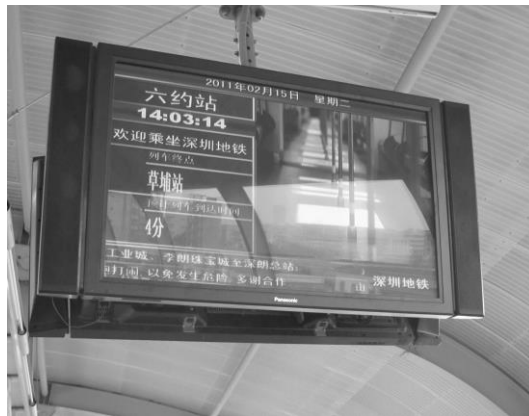


图 1-1-11 站台液晶电视

### 3. 车载子系统

车载子系统的主要功能是通过安装于列车内的车载液晶电视为乘客提供列车时刻、前方到站、乘客导引、通告以及天气、简要新闻等信息，也为城市轨道交通运营部门提供发布视频广告及其他各类公益信息的平台。

车载子系统由车载服务器、相应的跨车连接器、工业以太网交换机、媒体控制器、视频分配器及液晶电视等组成。



图 1-1-12 PIS 车载液晶显示屏

### 4. 网络子系统

网络子系统是 PIS 业务的专用数据承载平台，为传输列车运营服务信息、乘客引导信息、公共服务信息、商业信息等提供传输通道，完成控制中心与车站、车站与车站、车站与轨旁设备、车站与列车间数据、视频、语音等综合数据的双向传输。

网络子系统由轨旁有线通信网络和车-地间专用无线通信网络构成，全面负责 PIS 各子系统之间发送和接收的信息内容的传输，为乘客享受及时的信息服务提供保障。

## 三、乘客信息系统的发展历程

早期的 PIS 系统信息来自人工，只有简单的文字导向和宣传告示，可引导乘客乘车；随着计算机网络技术的飞速发展，新的显示技术、先进的通信技术及智能的管理技术，使 PIS 成为相对独立的多功能乘客信息服务系统。城市轨道交通 PIS 系统的发展阶段如图 1-1-13 所示。

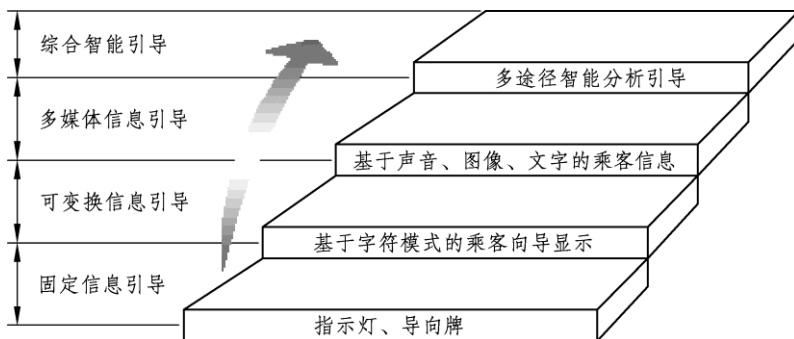


图 1-1-13 城市轨道交通乘客信息系统发展阶段

### 1. 固定信息引导

在城市轨道交通 PIS 系统发展初期,一般使用硬线接口的以固定文字或者图形的灯箱导向牌为主要手段的乘客引导方式,为乘客提供位置、方向和周围环境标识。因为其显示的内容固定单一,可被称为固定信息引导。其优点是简洁、明了、安全及可靠;缺点是所提供的信息单一,信息的更换比较麻烦。

作为最安全和可靠的一种导向方式,目前固定信息显示模式的旅客导向牌仍然得到广泛的使用。

### 2. 可变换信息引导

随着发光二极管(LED)显示技术的发展,由微处理器控制的 LED 点阵显示屏在城市轨道交通 PIS 领域中得到大量的使用。由于 LED 点阵显示屏可以根据需要显示不同的文本、图形乃至简单的视频信息,相对于固定信息显示而言,可被称为可变换信息引导。它除了可以显示固定信息显示所提供的内容外,还可以显示以文本信息为主的提示和公告等信息。

可变换信息引导一般由专用的计算机控制,所有的消息触发可以通过程序控制实现,在较小的显示范围内能够显示较多的引导信息。其优点是发光亮度高、使用环境范围广(可在较低温度下使用)、使用寿命长、功耗较低、显示信息量大和显示内容可通过计算机程序控制。其缺点是点阵的像素比较大,对字符的显示有最小点阵要求,图形和视频信息显示效果比较差,不适合较近距离观看。

另外,随着 LED 显示技术的提高,显示色彩丰富的 LED 全彩屏在不同领域得到了很大的发展,但是在城市轨道交通 PIS 领域,由于其显示像素大、图像效果差而很难得以应用。对于温度适宜的地区,人们更倾向于使用大屏幕的等离子显示屏(PDP)或者液晶显示屏(LCD);对于不适宜的地区,则选择使用 LED 图文显示屏。

### 3. 多媒体信息引导

随着计算机控制、网络通信和平面显示技术的不断发展,特别是平面显示技术的快速提高,价格低廉、能适合室外使用的较高亮度的 PDP 和 LCD 显示屏出现,它可以显示大容量、高清晰的画面,使旅客信息服务系统的显示内容获得一个很大的提高。它通过软件/硬件分屏技术,将多种信息叠加在一个屏幕上同时显示,在这个信息缤纷的时代,使乘客能够在同一时刻得到尽可能多的信息。

多媒体信息引导显示一般通过局域网控制,由控制中心的 PIS 系统统一协调控制车站、列车的乘客信息显示屏,并可对整个轨道交通网络的乘客进行引导。

### 4. 综合智能引导

随着城市规模的扩大,人们生活节奏的加快,轨道交通运营网线得到了大幅度的扩展,随之而来的是乘客出行复杂性的增加,对出行参考信息的需求也相应扩大。比如,城轨-城轨、城轨-公交、城轨-火车、城轨-长途汽车、城轨-客船和城轨-飞机等交通工具间的换乘信息、天气预报信息、实时新闻信息、交通管制信息以及灾难预警信息等,人们都需要在出行过程中快捷方便地掌握。这样就产生了由多个信息系统支撑的、有多种出行参考信息供乘客参考的 PIS 系统,可被称为综合智能引导。

为了提高整个运营系统的效率和设备的使用效率，在保证运营安全的前提下，需要对各有关系统进行整合，做到资源共享。PIS 系统作为直接服务于乘客的一个重要部分，为了向乘客提供更好的服务，也有必要和其他系统进行整合。根据目前情况来看，集引导、广告、资讯、设备监控和客流监控为一体的综合智能引导 PIS 系统是发展的主要方向。

### 思考题

1. 以车站站台显示列车到达时分信息为例，说明 PIS 系统中各子系统的工作关系。
2. 以列车运行中断情况为例，阐述如何通过 PIS 向站内、站外乘客提供相应的信息。
3. 乘客希望通过自主查询得到哪些动态信息，这些信息的更新是如何完成的？
4. 城轨通过社交媒体向公众推送城轨运营相关实时信息，试讨论其与城轨乘客信息系统的关系。

## 第二章 自动收费系统

收费系统是城市轨道交通系统中一个不可或缺的重要组成部分，因为它所收取的票款是城轨公司运营收入的主要来源，是城轨系统赖以生存的物质基础。由于城轨是大运量的公共交通，收费系统必须高效，所以随着技术的进步，城市轨道交通系统已经一改早期全人工售检票而采用自动收费（Automatic Fare Collection, AFC）系统。AFC除了自动收费以外，还具备客流数据统计功能。这些统计数据对于运营方案（包括行车方案和票价方案）的制订和票款的清分至关重要。

本章对 AFC 系统的介绍按照以下顺序展开：系统的作用→系统的结构及其设备→系统的运作→发展趋势。

### 第一节 AFC 系统的作用

随着城轨交通系统客流量的增长，高效可靠的收费系统在城轨交通系统中显得日益重要。能否实现合理、快速地收费影响到城市轨道交通系统的生存。城轨交通经过一个多世纪的发展，其收费方式也从最开始的人工收费发展为现在的自动收费方式。原始的人工收费方式需要配有售票员、检票员，还要配备相应的纸票。为了应付大客流，人工收费方式通常采用“一票制”，使得票价结构极不合理。

AFC 系统在计费时考虑了时间和空间两方面的因素。

时间方面：

（1）优惠时段。对于在非高峰期内出行的乘客给予一定的优惠，以鼓励错峰出行。

（2）超时加收。对于在城轨系统内滞留超过一定时限（如 3 小时）的乘客加收超时费，以鼓励乘客尽快完成出行，离开系统。

空间方面：

（1）乘距越长，车资也会越高。

（2）某些线路的列车因提供更宽敞的座位及存放行李的空间，可收取较高的车资。

乘客在购票以后需持票进站，所持车票由进站口处的检票机进行检票处理。出站检票机对单程票进行验票和回收，对储值票进行扣值。检票机仅在有效车票被正确处理后才开放通道，同时在机箱顶部显示有关信息，比如向乘客显示储值票的余额，再比如向站务人员显示所处理的车票是否为优惠票。

城市轨道交通网络化运营是城市轨道交通发展的必然趋势，而城市轨道交通网络化运营首先要实现的是乘客不出站换乘不同线路的“一票通”。在“一票通”的基础上，还要实现城



市公共交通的“一卡通”。AFC 系统的应用为实现“一票通”和“一卡通”提供了基础，如图 1-2-1 所示。

AFC 系统的作用：

- (1) 实现收费的自动化，提供更为灵活的收费方式和票务管理手段。
- (2) 进行客流统计和收益统计，为运营决策提供依据。

(3) 实现多家运营商的网络化运营，实现城轨“一票通”和城市公交“一卡通”，使城市各种交通方式（地铁、公交、出租车等）更紧密地结合，方便居民出行。

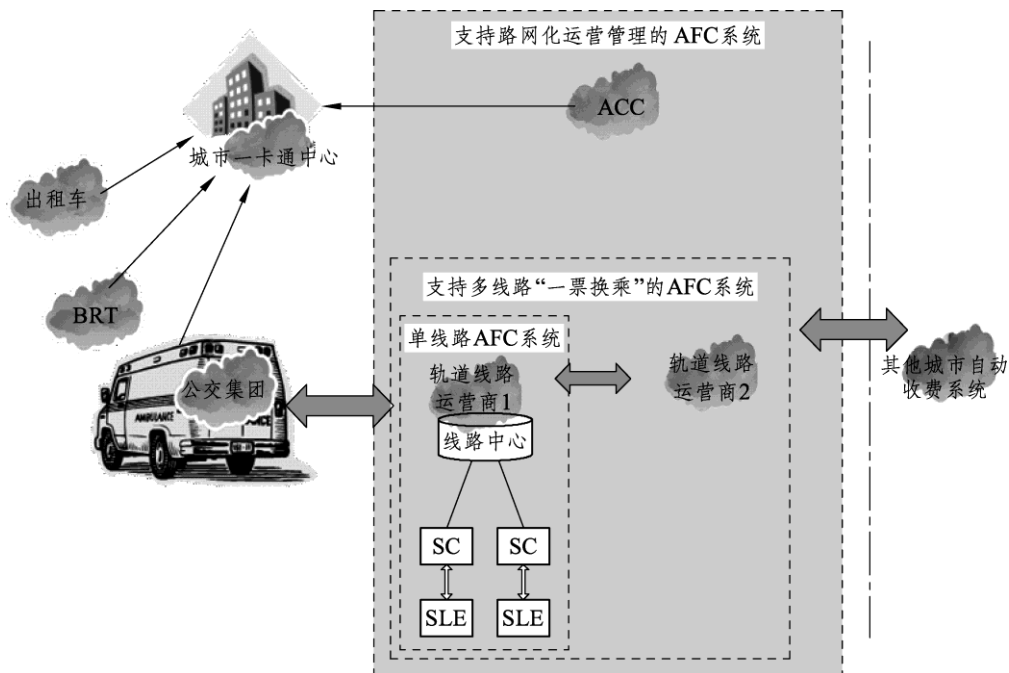


图 1-2-1 城市“一卡通”和“一票通”

## 思考题

1. 假设自动收费系统因故障而不能使用，用人工手段如何解决？
2. 简述自动收费系统的功能。
3. 简述一票通和一卡通的区别。
4. 为什么 AFC 严格来讲并不是自动售检票系统？

## 第二节 AFC 系统的结构及设备

### 一、系统结构

城轨交通线网自动收费系统的基本结构包括 5 层，如图 1-2-2 所示。

第一层是城轨交通清分系统（ACC），用于实现城轨交通内部各线路之间的账务清分，

以及城轨交通与城市公共交通“一卡通”之间的清分；清分中心还可用于对交通网络内客流的实时监控。

第二层是线路中央计算机系统，也称线路中心（LC），负责各条线路的票务处理工作，负责采集全线路的售检票数据、设备状态数据和其他运营数据，根据需要向一个或者多个车站、单个或者一组终端设备下达运营参数和设备控制指令。

第三层是车站计算机系统（SC），主要负责采集本车站范围内的售检票交易数据、设备状态数据和其他运营数据，根据需要向单个或者一组终端设备下达运营参数和设备控制指令。

第四层是车站终端设备，包括自动售票机、半自动售票机、进出站检票机、加值验票机、验票机等。

第五层是车票，是乘客乘车的有效凭证。

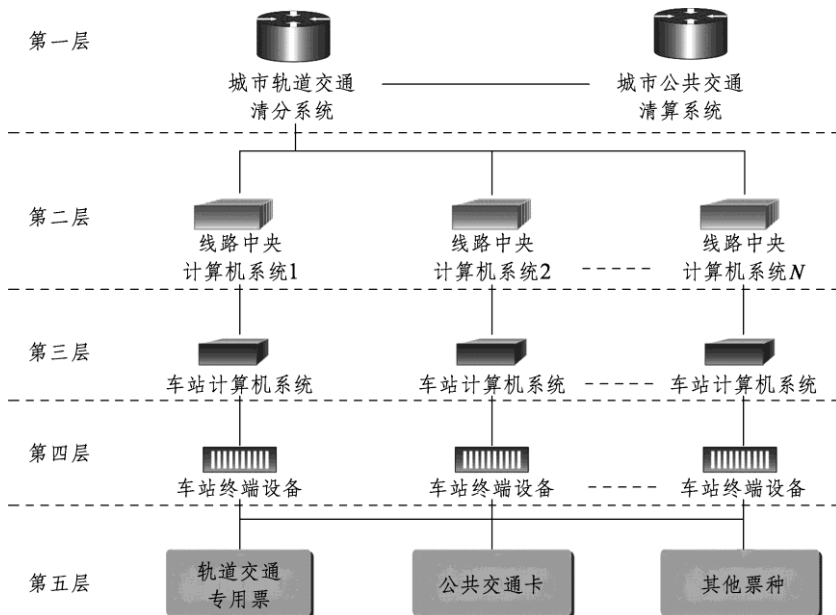


图 1-2-2 轨道交通线网自动收费系统架构图

## 二、城轨交通清分系统

清分中心中央系统由服务器、磁盘阵列、工作站（系统管理工作站、数据管理工作站、网络通信管理工作站、参数下载工作站、票卡管理工作站、设备监控工作站、报表查询工作站、中央及远程维修工作站）、交换机和路由器等局域网设备、打印机、不间断电源及分拣编码机等组成。

清分中心中央计算机系统可以对各种明细数据及统计数据进行深入分析，获取各种类型的数据分析图（如饼图、直方图和折线图）和决策辅助信息，为各业务部门进行运营管理决策提供有力的支持。具体而言，ACC 具有以下基本功能：

（1）设置和下发运行参数、票价表、降级运行模式、交易清分数据、黑名单及车票调配信息；

（2）向城市公共交通清算系统上传“一卡通”车票的原始交易数据，接收系统下发的黑名单等系统控制参数；

(3) 对车票进行跟踪管理, 并提供车票交易的历史数据和车票余额等信息的查询及黑名单管理;

(4) 管理系统时钟同步;

(5) 管理系统密钥;

(6) 车票分拣编解码机对系统发行的车票进行初始化、编码、分拣和管理;

(7) 接收和处理线路中央计算机系统上传的各类车票交易数据;

(8) 对采集的数据进行分类处理, 完成各种统计分析报告和报表打印;

(9) 系统及数据的自动备份和恢复;

(10) 系统中各种参数的设置和更新。

### 三、线路中央计算机系统

中央计算机由数据库服务器、历史数据库服务器、数据交换服务器、报表服务器、运营管理服务器、通信服务器、网管服务器、交换机等组成, 如图 1-2-3 所示。其主要功能如下:

(1) 系统管理: 权限管理、系统安全管理、日志管理、灾难复原、后台监控等;

(2) 运营管理: 运营参数管理、设备管理等;

(3) 数据管理: 采集、储存、处理车站计算机上传的各种数据;

(4) 数据分析: 卡、客流等方面的统计与分析;

(5) 财务管理: 收益交易管理、报表管理、对账管理、清算管理等;

(6) 票务管理: 管理票卡使用流程、监督票卡使用、制定黑名单等;

(7) 其他功能: 数据库管理、网络管理、时钟同步功能。



图 1-2-3 中央计算机

### 四、车站计算机系统

车站计算机包括车站服务器、票务管理终端及监控终端, 各部分功能如下:

(1) 车站服务器主要负责存储车站交易数据、与中央计算机系统和各终端设备进行通信、运行车站清算服务和数据处理程序。

(2) 票务管理终端负责车站票卡和现金库存管理。

(3) 监控终端安装在站控室, 主要完成车站 AFC 设备监控管理。

## 五、车站终端设备

### 1. 自动售票机（TVM）

自动售票机（Automatic Ticket Vending Machine, TVM）是可自助发售有效车票、自动处理支付的设备。自动售票机（见图 1-2-4）安装在车站非付费区，由乘客通过人机操作界面，自助购买车票。其主要功能如下：

- （1）能一次出售单枚或多枚相同票值的车票，数量由乘客通过人机界面设定；
- （2）能接受硬币、纸币或银行卡等支付方式，有些还能找零；
- （3）通过触屏显示器，提供乘客购票资讯及选项输入。

自动售票机应设在客流不交叉且干扰小的地方，并注意与出入口通道及进站检票机保持适当缓冲距离，还应考虑在不影响乘客正常使用的前提下能进行检修，有足够的取款及检修空间。



图 1-2-4 自动售票机

### 2. 自动检票机（AGM）

自动检票机又称闸机，是实现乘客自助进出站检票交易的设备。在有效车票经读卡器检验后，检票机通道自动开放，允许乘客进出站。自动检票机设置在车站付费区与非付费区之间。自动检票机在乘客进站时验票，出站时扣除与乘距相对应的车资，并回收指定类型的车票。乘客使用单程票时一般采用“照入插出”方式，即进站时将 IC 卡单程票在进站检票机的 IC 卡读写器上照一下，闸机开通，乘客进站；出站时将 IC 卡单程票插入出站检票机，乘客出站，检票机自动回收单程票。乘客使用储值卡乘车时一般采用“照入照出”的方式，检票机不回收储值卡。

### 3. 票务处理机（BOM）

票务处理机通常安装在售/补票房或乘客服务中心内，由售票人员操作，完成车票发售/赋值、车票充值、车票分析（验票）、退款、车票交易查询及检验、分析有疑问车票，解决票务纠纷。票务处理机有时也被称为人工售/补票机。

**BOM 基本业务功能：**售票（储值票、单程票等）、充值、验票、异常票处理、退票退款、特殊记名卡购卡申请和退卡等。

**BOM 管理业务功能：**登入、补打交易、数据重发等。

**BOM 维护业务功能：**软件更新、参数下载、数据维护、密码修改、时钟重置等。

**BOM 后台业务功能：**稽核功能、数据备份和恢复、黑名单功能、参数管理、数据管理等。

#### 4. 自动增值机（AVM）

自动增值机也称为自动充值机（见图 1-2-5），安装在车站非付费区，与自动售票机相邻，供乘客对公共交通卡（储值票）进行充值。

自动增值机主要功能如下：

（1）乘客可以用现金或银行卡对储值票进行充值。

（2）向乘客显示 AVM 当前的工作模式：接受现金和银行卡模式，只接受现金模式，只接受银行卡模式或停止服务模式。

（3）乘客可以进行验票，给出车票内的各种信息和历史交易记录。

#### 5. 自动验票机（TCM）

自动验票机（见图 1-2-6）供乘客用来显示车票的余额及交易记录，比如扣费时间、乘车区间、交易发生前的余额或剩余次数、扣费金额等。



图 1-2-5 自动增值机



图 1-2-6 自动验票机

便携式验票机（见图 1-2-7）是一种移动设备，由工作人员随身携带，用来对乘客所持储值票和单程票进行查询，方便车站工作人员在付费区内对有关票卡的有效性进行检验，为及时处理票务提供帮助。此外，在有的城轨系统中还可临时用作进出站检票机。

便携式验票机的基本功能就是查验车票，对各种车票进行限时、限程信息有效性检查，显示车票信息和历史使用信息等；对越站、超时及无效票除显示信息外，还具备声音提示，必要时便携式验票机还可以增加车票更新功能。



图 1-2-7 便携式验票机

## 6. 分拣编码器

在城市轨道交通自动收费系统中，与其他自动收费设备相比，分拣编码机的数量相对较少，却起着十分重要的作用。分拣编码机的外形如图 1-2-8 所示。



图 1-2-8 分拣编码器

新购的票卡，在投放之前首先必须对票卡进行初始化（即格式化）。票卡初始化由分拣编码器来完成。车票使用一段时间后，会出现不同程度的损坏，这就需要进行定期的收缴和更换。注销超出有效期的车票或者由于折损而不能继续使用的车票，这些也由分拣编码器来完成。除此以外，分拣编码器还可用来编制应急票、按类型分拣票卡、分离有效票和无效票等操作。

一般来说，分拣编码器设置在清分中心的车票编码室内，通过工业级以太网以客户机/服务器模式与清分系统中央计算机相连。分拣编码机的计算机上安装有控制软件，由票务工作人员通过该控制软件对分拣编码器进行操作。为了确保安全性，票务工作人员在执行该软件进行控制时，必须先输入用户名和口令，由软件进行检测，在用户名和口令均正确的情况下方可进行操作。票务工作人员可通过该软件设置分拣编码器的工作模式、设定赋值金额、监视设备的运行情况、打印票卡分拣情况表等。根据应用需求，还可将功能分离，设置成单独的分拣机或编码器。

### 小资料

## 闸 机

### 1. 闸机形式

闸机通常有三杆式（见图 1-2-9）和双叶门式（见图 1-2-10 和图 1-2-11）。



图 1-2-9 三杆式闸机



图 1-2-10 前后开式闸机（左）+ 左右开式闸机（右）



图 1-2-11 双叶门式前后开闸机

从乘客的角度来看，三杆式的缺陷之一是：不熟悉的乘客在刷卡后，可能因看到机器没有任何反应而不知所措。其实这种杆式闸机需要乘客在刷卡后向前移步，推着转杆转动从而通过闸机。另一个缺陷是：后面的乘客，特别是小孩子，如果跟得太紧可能会被转杆打到。

左右开双叶门式闸机的问题是，如果乘客通过闸机时的速度太慢，在双叶门关闭时，可能会打到乘客。当然在设计上可以做如下改进：在闸机上设感应器，只有在感应器确认乘客已经出清时，才允许双叶门关闭。但这样做也可能带来新的问题，几个人可以连着通过而只用一张车票。目前部分城轨公司存在这样两难的情况。

多数城轨把闸机的定位设置为“关闭状态”，只有乘客“刷有效卡”时才打开放行。如果把闸机的定位设置为开放状态，乘客“刷有效卡”时保持开放状态，只有当有人在未刷有效卡试图通过时才关闭。其优点是：

- 减少开关次数；
- 有较高的通过能力。

在日本的城轨系统中就有上述做法。

## 2. 宽闸机

有些城轨系统只有标准宽度的闸机，乘客可以通行，但是大件行李无法通过。如图 1-2-12 所示，带大件行李或者使用轮椅的乘客在没有宽闸机的情况下，要由工作人员帮助从旁通道进出站。如图 1-2-13 所示是有宽闸机的情况，轮椅乘客可以自己刷卡进出站。



图 1-2-12 旁通道



图 1-2-13 宽闸机

## 3. 闸机的单双向通行

通常闸机的设计都允许选择通行方向。比如早高峰时设成进站，而在晚高峰时改为出站，以适应客流流向。

有些闸机被设计成双向工作模式。如果出站侧乘客先刷卡，那么该闸机就起出站闸机的作用，扣除车费。如果进站侧乘客先刷卡，那么该闸机就作为进站闸机。

这样的闸机在实际工作中存在一个问题：如果进出站两侧都有乘客，同时争着刷卡，容易导致乘客之间的冲突。

## 4. 闸机的功能

- 调控乘客通行；
- 读写、回收、退还车票和计扣车费；
- 为乘客提示信息、运行状态显示和优惠票报警；
- 维护人员操作界面；
- 交易记录和审计数据的生成、存储和传送；
- 在与线路中央计算机及车站计算机通信中断时，应能在离线运行模式下工作，并能保存数据；在通信恢复后，应自动上传未传送的数据；
- 检票机在断电和接到紧急放行的信号后，必须自动打开检票通道。

## 5. 开放式 AFC 系统

有些城轨系统并不设闸机，所以乘客即便不刷卡也能搭车，如图 1-2-14 所示。在这种系统中，为了减少逃票的情况，通常会安排检票人员上车进行检查，对于逃票乘客，按规定加倍处罚。



这样的开放式 AFC 系统在乘客量较小的情况下更加适用，比如欧洲一些城市采用开放式 AFC 系统。香港的屯门、元朗轻轨也采用开放式 AFC 系统。乘客在上车前自觉在站台进站读卡器刷一次卡，到达目的站下车后，再在站台的出站读卡器上刷一次卡以扣除车费。图 1-2-14 所示分别是进站、出站读卡器。



图 1-2-14 开放式 AFC 系统

## 六、车 票

车票在轨道交通自动收费系统的架构中位于最下一层，也是乘客接触最多、与乘客联系最为紧密的一层。车票是指供乘客持有、使用的单程票、公共交通卡、其他随机发行的纪念车票等。

城市轨道交通车票的种类可根据车票采用的媒介、车票使用的时间或次数的限制等进行划分。

### （一）根据采用的媒介划分

车票分为纸质车票、筹码车票、磁卡车票、IC 车票和电子车票。

常见的纸质车票有普通纸票和条形码纸票。普通纸票是将车票的所有信息都直接印刷在车票上，由票务人员视读确认，适用于人工售检票。条形码纸票是将车票的相关信息通过条形码编码储存，由条形码扫描仪完成信息识别。标识的信息只供读取而不能改写，适用于条形码扫描仪辅助情况下的人工售检票。

筹码车票采用代币 TOKEN，投入后能开启闸门。

磁卡车票有纸质磁卡车票和塑质磁卡车票，二者都是在基片上设置磁记录区域，通过磁留存存储密码、编号、车资、进站时间和地点等有关的信息，由磁卡读写设备获取及修改相关信息，信息是可修改的。

IC 车票的塑料基片上封装了集成电路芯片，具有存储容量大、保密性能好、使用寿命长等优点。可分为接触式 IC 车票和非接触式 IC 车票。接触式 IC 卡在 IC 卡发展早期使用，后因乘客插卡不便、通过闸机速度慢、难以适应大客流的要求，且由于票卡芯片裸露，磨损和污染易影响票卡的使用寿命等原因，在轨道交通实用化方面的进展缓慢。与接触式 IC 卡相比，非接触式 IC 卡读写操作简单、磨损小，成为城市轨道交通 AFC 系统的首选。非接触式 IC 卡（smart card 或 integrated circuit card）是将车票的所有信息储存在车票的集成电路中，用非接触式 IC 卡读写设备获取及修改相关信息。目前，轨道交通使用的非接触式 IC 卡单程车票有两种类型：卡型（见图 1-2-15）和筹码型（TOKEN）（见图 1-2-16）。



图 1-2-15 卡型非接触式 IC 卡



图 1-2-16 筹码型非接触式 IC 卡

## （二）根据使用时间的限制划分

车票分为普通车票和定期车票。普通车票是只能在当日一定时间内乘车使用的车票；定期车票是可以在一段时间内（如周内、季内或年内）乘车使用的车票。

## （三）根据使用次数的限制划分

车票分为单程票和储值票。单程车票是供一次乘车使用的车票，储值车票是在有足够车资的情况下可多次乘车使用的车票。

为了更好地满足乘客的不同需求，AFC 系统提供多种类型车票，例如，单程票、多程票、储值票、纪念票、出站票、公共交通卡等，供乘客选用。另外还有专供员工使用的员工票。

（1）单程票：当日使用，车票有面值，限当日、当站使用，在下车站由出站检票机自动回收。

（2）多程票：车票设定使用有效期与使用次数，使用完毕可回收。

（3）储值票：日常使用，乘客一次购票、多次使用，可充值，可设定使用有效期，到期可回收。

（4）纪念票：为纪念政治、经济、文化等重大事件或题材而限量发售、兼有乘车和收藏功能的车票。

（5）公共交通卡：用于城市公共汽车/电车、轨道交通、出租汽车等乘行的具有储值功能的消费载体。

## 思考题

1. 在 AFC 系统中有哪些 5 个层次？举例说明这 5 个层次之间的关系。分别阐述各层次故障的影响。

2. 为什么要设出站票？

3. 试对纸质票、磁卡票、IC 卡的优缺点进行比较。

## 第三节 AFC 系统的运作

### 一、票务管理

票务管理是城轨运营管理中的一项涉及面很广的管理活动，会在本书的兄弟篇《城市轨道交通运营管理》一书中专题讲述。此处只简单列举一些与 AFC 设备及车票有关的具体票务管理工作。

(1) 实行线路中心和车站二级管理模式，中央计算机系统负责全线的票务管理工作，各站负责本站的票务管理。

(2) 所有投入的车票须经中央计算机系统的编码器初始化后方可在系统中使用。

(3) 单程票及储值票须经赋值后才有效。

(4) 正常运行模式下，乘客使用车票须按先进站后出站的次序来使用，否则就会提示无效（储值票余额不足也会被视为无效），需到售票处验票或补票。

(5) 退票。

(6) 对黑名单的管理，比如有乘客遗失车票后，凭车票号码挂失。票务工作人员将号码输入黑名单，该车票被视为无效票。

### 二、运行模式

系统运行模式包括正常运行模式、降级运行模式和紧急运行模式。

#### (一) 正常运行模式

乘客从某站进入时刷一次卡，留下一个记录，到目的地车站时又刷一次卡。结合前一次的记录，就从储值票/卡上扣费（单程票出站时回收）。

#### (二) 降级运行模式

不同的城轨系统可能会有不同的降级运行模式，现简述其中几种。

##### 1. 日期忽略模式

由于轨道交通运营的原因，导致单程票过期，系统可被设置为“日期忽略模式”。在该模式下，进出站检票机对车票的有效性进行检验时，对车票日期这一项免检。

例如，乘客购买单程票后，由于列车服务中断，乘客无法在当日使用该单程票，该单程票在设定“日期忽略模式”的期限内仍有效。

##### 2. 超程忽略模式

由于轨道交通运营的原因（如列车临时跳停等）造成乘客超程，系统可被设置为“超程忽略模式”。在该模式下，出站检票机对乘距这一项免检，回收所有单程票，对储值票扣除最低票价。

### 3. 时间忽略模式

由于轨道交通运营的原因造成乘客在车站收费区内停留时间超过 AFC 系统所规定的时限,系统可被设置为“时间忽略模式”。在该模式下,出站检票机对车票进站时间信息这一项免检。

### 4. 非紧急停运模式

当轨道交通运营因故障而暂停列车服务时,系统可被设置为“非紧急停运模式”。在该模式下,单程票乘客通过出站检票机时一定要取票出站,因为单程票上将记录相关信息,该单程票将在规定期限内仍然有效并且不受车站限制,或者按轨道交通规则对车票进行善后处理;储值票不扣车资,但在出站刷卡时有出站记录。

## (三) 紧急模式

所谓紧急,就是乘客需要快速离开现场,否则有生命危险。为了让乘客快速离开现场,需要把所有闸机打开放行。最快的打开方式是一个设在站控室的紧急按钮。如果车站是无人值守的,则这个紧急按钮设在 OCC;也可以和火灾报警系统联动。有的城轨一旦火灾系统探测到有火情,会自动把所有闸机打开放行。但是在实际的运营实践中发现,很多时候是误报警,对正常的运营生产造成了干扰。在放行的情况下,系统停止收费,涉及的乘客由于在放行时没有刷卡,就少了一个出站记录,需要事后到车站请站务员进行票务处理,车票才可以继续使用。

此外,在碰到大型活动时,客流量超大,预计闸机无法应付时可以采取特别措施,如人工售检票、一票制(每人一票,统一价格),利用闸机边上的侧门(又称旁通道,通常这个侧门是给工作人员、清洁工推车用的,当然也可以作为逃生通道)放行。

## 小资料

### AFC 系统中英文对照

ACC: AFC Clearing Center	城市轨道交通清分中心
AFC: Automatic Fare Collection System	自动收费系统
TVM: Ticket Vending Machine	自动售票机
AVM: Add Value Machine	自动增值机
TCM: Ticket Checking Machine	自动验票机
AGM: Automatic Gate Machine	自动检票机(闸机)
BOM: Booking Office Machine	票务处理机

## 思考题

1. 举例说明什么样的票应列在黑名单中。
2. 新购置的车票需要经过什么环节才能被乘客使用?
3. 举例说明各种降级运行模式的适用情况。
4. 试述非紧急停运模式和紧急模式区别在哪里?

## 第四节 AFC 系统的发展趋势

AFC 最早的功能定位是变人工收费为自动收费，一方面加快收费速度，适应大客流的要求；另一方面使推广更复杂更合理的票价政策成为可能。如分段制、里程制、分时制等，这些政策在人工收费模式下难以实施。

关于票价政策部分参看本书的兄弟篇《城市轨道交通运营管理》一书。

随着形势的发展和技术的进步，AFC 正经历一场革命性的飞跃。

### 一、广度的扩展

早期 AFC 解决的是城轨交通的自动收费问题，后来扩展到其他交通领域而成为交通卡，再后来又进一步扩展到消费领域（比如在超市购物）而成为一卡通。这就需要在不同的经营体之间进行账务的清分，存在于 AFC 之上的清分系统也就应运而生。

### 二、深度的深化

深度的深化是指对 AFC 所收集到的数据进行加工利用。

AFC 收集到大量的数据，包括乘客的出行数据，其具体内容是乘客何时在何处进站，又何时在何处出站，其实质就是乘客出行的时空记录。这一时空记录的汇总就给出了客流的时空分布规律，这正是运营人员所需要的客流数据。它的使用包括如下几个方面：

（1）向乘客提供实时的城轨交通线网的拥堵情况信息，供乘客决策。

（2）网络运营协调中心可以及时掌握网内客流动态，及时调整供应水平，加车或者减车。

（3）调整票价政策。通过经济杠杆对客流量进行调整，比如增加对高峰前后时段出行的票价优惠以鼓励乘客错峰出行，缓解交通压力。

（4）AFC 收集的出行数据可以帮助城市交通规划人员制定交通规划，包括城市轨道交通的规划。

AFC 作为一个收费系统，可以提高工作效率，减少运管人员的配备人数；AFC 作为一个信息采集渠道，将对城轨的运营管理及整个城市的智能交通建设起到重大的促进作用。

### 三、车票角色的淡化

不少城轨系统允许乘客使用银行卡代替车票打开闸机，有些城轨更进一步引入了人脸识别技术。这样一来，车票的作用逐步弱化，大有淡出历史舞台之势。

车票的淡出，实质上意味着收费过程减少了一个环节，和车票的处理相关的资金成本和时间成本都相应不复存在。

## 第三章 站台隔离门

传统铁路的站台一般是开放的，即在站台边缘没有把候车乘客和列车隔离开来的设备，早期的城轨车站也延续了这一传统。

城轨车站设在城市内部，由于空间的限制，许多车站不得不设在地下（即地下站）。

地下站的环境较差，主要原因是：

- 空气流通不良；
- 隧道内运行的列车带起的灰尘和产生的噪声；
- 车站人员、设备、列车等造成的温升，特别是在气温较高的地区。

同时，城轨交通的客流量大，列车频繁，使得人车冲突的概率加大，形成安全隐患。

基于上述环境和安全两方面的考虑，越来越多的城轨车站在站台边缘设置“隔离门”，以实现站内环境和隧道环境的隔离（对地下站而言），以及人和车之间的隔离（对所有车站）。

为了隔离环境，需要全高的隔离门，这就是地下站常见的站台屏蔽门（Platform Screen Door, PSD）。而为了实现人车之间的隔离，半高的隔离门已经足够，这就是地面或高架站常见的站台安全门。为了叙述的方便，本书使用“站台隔离门”一词。事实上，有些城轨系统的站台安全门采用的是通透的隔离栅栏的形式，同样起到人车隔离的作用。

学习这一章要抓住以下几个重点：明确隔离门在安全方面的作用；由于隔离门与车门有联动关系，隔离门故障在一定程度上会影响到行车。

### 第一节 隔离门的组成及操作

#### 一、隔离门的组成

隔离门通常由滑动门、固定门、应急门、端墙门组成。

##### 1. 滑动门

从位置角度来讲，滑动门即列车对位停稳后与车门相对应的隔离门。门敞开时门头灯点亮，关闭或开启过程中门头灯闪烁，关闭时门头灯熄灭，如图 1-3-1 所示。



图 1-3-1 滑动门关闭状态

隔离门关闭过程中如遇上障碍物，则会停止动作数秒后再次自动尝试关闭。

在设计上，隔离门在遇到障碍物时的反应应和车门的设计保持一致，否则将会使乘客不知所措。

紧急情况下乘客可以从隧道一侧将隔离门打开，具体步骤如下：第一步将门把手向上扳起，第二步用双手把门向两侧拉开，如图 1-3-2 所示。工作人员也可用钥匙从站台侧开启。

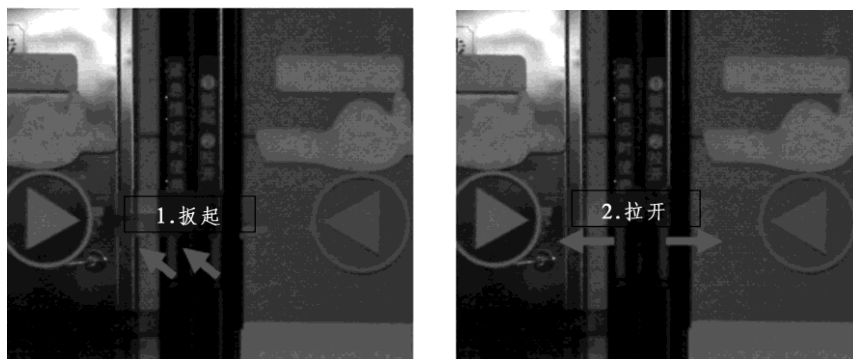


图 1-3-2 轨道侧开门

## 2. 固定门

固定门设置在两扇滑动门之间，结合规定条件进行设置。

## 3. 应急门

当列车进站停车后由于某种原因无法对准滑动门时，为了疏散乘客设应急门（不是滑动形式，而是推拉形式）。

应急门可用钥匙从站台侧开启，也可从隧道侧使用紧急开门手柄直接开启。

应急门和滑动门一样也是安全回路的一部分，即门开时安全回路断开，门关闭并锁定后安全回路接通。只有在安全回路接通时，列车才可以被允许离站。

## 4. 端墙门

每侧站台头尾端各设有一组端墙门（见图 1-3-3）。开门方法与应急门相同。但端墙门并不是安全回路的一部分，也就是说端墙门和列车运行没有任何关系，完全独立。日常工作需注意在通过端墙门后，务必将端墙门关好锁好，否则一方面乘客有可能擅自进入轨道，形成安全隐患，另一方面列车进出站时的活塞风极易导致端墙门因猛烈撞击而破碎。



图 1-3-3 端墙门

## 二、隔离门的操作

隔离门的操作方式有四种：现场操作、站台操作盘控制、站控室操作盘控制、系统自动控制。

### （一）现场操作

现场操作控制是指工作人员用隔离门专用钥匙或乘客使用紧急手柄/紧急开门推杆等手动打开隔离门。现场手动只操作单个门。下面分别介绍三种门体手动操作的方法。

#### 1. 滑动门手动操作

适用范围：当系统级、站台级和站控室级控制均不能操作隔离门时。

（1）站台侧：在站台侧由工作人员用钥匙解锁后，用力向两边推开，推开后拔出钥匙，门头灯亮灯。

（2）轨道侧：在轨道侧由乘客使用滑动门上的开门把手自行开启滑动门。

#### 2. 应急门手动操作

适用范围：当列车无法在规定范围内停车，车门没能和滑动门对准，但和应急门对应时。

（1）站台侧：站台工作人员在站台侧用钥匙解锁后，用力朝站台方向拉开。

（2）轨道侧：在轨道侧由乘客推压杆锁推开应急门。

#### 3. 端门手动操作

适用范围：当隧道内发生火灾、列车出轨等情况，需要将停在隧道内的列车上的乘客就地下车疏散时，或工作人员进出位于端墙后边的设备房或进出区间时。

开门方法与应急门相同。

### （二）站台操作

站台操作是通过隔离门站台控制盘进行的。该控制盘设于站台端墙处，其主要控制功能包括开启、关闭及互锁解除。站台控制盘如图 1-3-4 所示。

（1）由上往下第一个旋钮为隔离门操作允许开关。插入钥匙由左往右旋共分为三档，第一档为禁止、第二档为关门、第三档为开门。

（2）第二个旋钮为互锁开关，插入钥匙后往右旋为互锁解除状态。“互锁解除”的含义为：列控系统会认为隔离门一切正常，准许列车出站，即使实际上隔离门存在问题，比如个别门虽然关闭但没有锁住。该开关为自复位开关，即松手后开关将自动复位到禁止状态。

（3）由上至下第一个指示灯为关门操作指示灯，第二个为开门操作指示灯，第三个为互锁解除指示灯，第四个为门关闭状态指示灯。

（4）最下方试灯按钮用来测试上述 4 个指示灯是否正常。

站台控制盘指示灯含义如下：

① 关门操作指示灯（DOORS CLOSE）：在控制盘发出关门指令，滑动门处于关门过程中时，此灯亮；滑动门关闭好后，此灯灭。



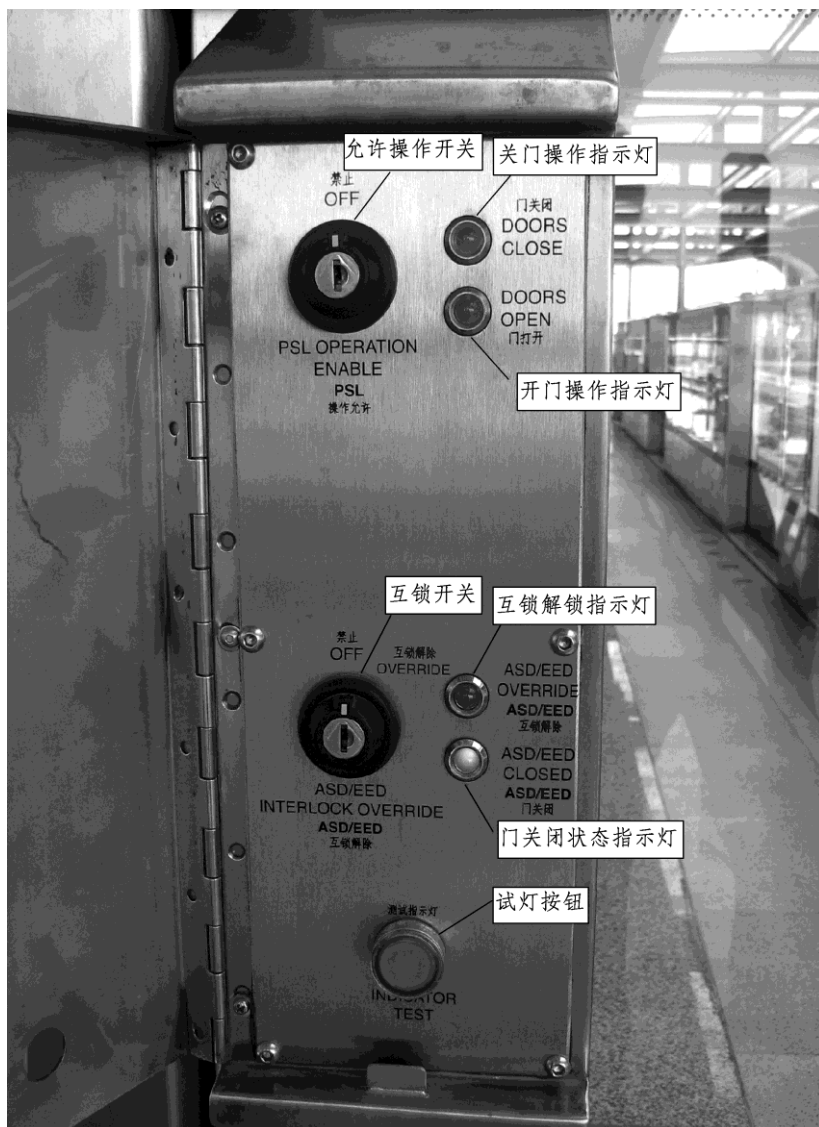


图 1-3-4 控制盘示意图

② 开门操作指示灯 (DOORS OPEN): 在控制盘发出开门指令, 滑动门处于开门过程中时, 此灯亮; 在滑动门完全开启后, 此灯灭。

③ 互锁指示灯 (OVERRIDE): 在控制盘上操作互锁开关, 隔离门处于互锁解除状态时, 此灯亮; 当互锁开关恢复到禁止状态后, 此灯灭。

④ 门关闭状态指示灯 (CLOSED): 当所有滑动门处于关闭状态时, 此灯亮; 当任何一个滑动门处于开启状态时, 此灯灭。

### (三) 站控室操作

站控室操作是通过站控室控制盘进行的。该操作盘设置在每个车站的控制室。下面是一个例子, 如图 1-3-5 所示。



图 1-3-5 站控室屏蔽门控制盘（局部）

【上行侧屏蔽门禁止/允许】钥匙转换开关：将此开关切换到允许状态下才能使用【上行侧屏蔽门开启】按钮。

【上行侧屏蔽门开启】按钮：按下此按钮后本站站台上行线的屏蔽门将全部开启。

【下行侧屏蔽门禁止/允许】钥匙转换开关：将此开关切换到允许状态下才能使用【下行侧屏蔽门开启】按钮。

【下行侧屏蔽门开启】按钮：按下此按钮后本站站台下行线的屏蔽门将全部开启。

【试灯】按钮：按下此按钮会使控制盘上的指示灯全部亮起，以便检查指示灯是否正常。

【上行侧屏蔽门开启】指示灯：灯亮时上行屏蔽门处于开启状态。

【下行侧屏蔽门开启】指示灯：灯亮时下行屏蔽门处于开启状态。

#### （四）系统自动操作

在正常运行模式下，隔离门处于系统自动控制状态。在列车到站停准停稳后，列控系统就发出开门命令，开启车门和隔离门；当列车停站时间到，列控系统发出关门命令，关闭车门和隔离门。

如果按“权力”大小来排序，现场操作的权力最大，然后依次是站台操作、站控室操作和系统自动操作。

如果从使用上的选择顺序来看，系统自动操作是首选模式，所有另外三种操作均为后备模式。在这三种后备模式之间又如何选择应视当时的故障情况而定。比如，在个别门故障时，应选用现场操作模式（如进行切除）；又如，在所有门都已经关闭，但系统却不能确认它们的关闭状态时，就要在站台进行互锁解除操作。

#### 📖 小资料

##### 电梯与站台隔离门

常搭电梯的人都知道，乘用电梯需走过两道门：一是电梯载人轿厢的门，一是和轿厢门对应的固定在各楼层的电梯井口的门（此处把它称为井口门）。在正常情况下轿厢门和井口门是同时开关的，这和城轨系统中列车门及站台隔离门的关系有相似之处，如：

（1）在列车还没有到站停稳的情况下，隔离门是不应该打开的。

（2）在列车到站停稳但没有停准的情况下，隔离门也是不应该打开的。

(3) 当车门/隔离门在关闭过程中碰到异物时, 通常的设计是让车门/隔离门再度打开, 以期异物(多数时候是人)能移开, 这和电梯的设计一样。

当然, 二者(“轿厢门和井口门”及“列车门和隔离门”)之间也有不同之处, 如:

(1) 隔离门比车门要宽。这是因为列车停站的精度和电梯停靠楼层的精度相比更不容易控制, 所以要给列车一定的停车“出错”空间, 以便提高可以开门的概率。

(2) 电梯是上下(竖向)运行的, 而列车是左右(水平方向)运行的。

(3) 由于电梯轿厢的运行受到严格的控制, 所以轿厢和井口之间的缝隙比列车和站台之间的缝隙要小得多。

对城轨的学习不可孤立地进行, 而应联系其他事物, 特别是日常生活中熟悉的事物。

### 思考题

1. 安全门和屏蔽门真正的区别在哪里?
2. 简述隔离门各组成部分的作用。
3. 对比站台控制和站控室控制的异同。
4. 为什么说按“权力”大小来排序, 现场操作的权力最大?
5. 如果没有应急门, 出现停车对位不准的情况如何解决?

## 第二节 隔离门的故障及处理

### 1. 个别门故障, 不能正常开关门

在个别滑动门故障的情况下, 为了不影响整排隔离门的开关, 在确保故障门处于关闭的前提下对该门进行隔离操作, 即切除其电源。到达列车与该故障门相对应的车门将保持关门。

下面是一个例子: 就地控制盒设置在每道滑动门的楣梁上, 钥匙开关有“隔离”“自动”“关门”“开门”四个挡位, 如图 1-3-6 所示。



图 1-3-6 就地控制盒挡位

### 2. 整排隔离门故障, 不能正常开关门

由于隔离门和信号系统之间的接口故障, 无法进行联动控制, 导致整排隔离门未能正常

开闭，在机械功能正常的情况下，可通过操作站台头端墙的站台操作控制盘上相关旋钮对隔离门进行开关门的控制。

### 3. 整排隔离门虽已关闭，但系统不能确定其是否处于锁闭状态

在这种情况下，自动模式（Automatic Mode, AM）以及有码人工模式（Coded Manual, CM）下的列车不能出站，此时，可在站台头端墙的控制盘上通过操作互锁解除开关强制接通安全回路，放行列车。

## 📖 小资料

仅用于实现人车隔离的隔离门的例子，如图 1-3-7 所示。



图 1-3-7 站台隔离门

## 📖 案例

1. 2010年7月5日18时许，某城市2号线一列停站列车正在关门作业时，一名中年女性乘客强行上车时手腕被车门夹住，在列车启动后又与栅栏式站台隔离护栏相撞不幸身亡。（注：隔离护栏未覆盖站台全长，与车门相对应的地方没有护栏。）

2. 2010年3月22日，某地铁1号线一名撞入地铁区间的拾荒者被撞身亡。

## 思考题

1. 隔离门可能出现哪些类型的故障？
2. 当个别门故障时，用站台控制盘上的互锁开关来处理是否妥当？为什么？
3. 当整排隔离门未能正常关闭时，使用逐个门隔离的办法进行处理是否恰当？为什么？
4. 当整排隔离门未能正常开启时，应如何处理？
5. 事物都有两面性，试举例说明隔离门的负面影响。

## 第四章 车站其他设备

除了前面三章提到的设备系统以外，车站还有很多其他设备，比如，为方便乘客而设置的电梯、自动扶梯及自动步道；为乘客安全而配备的防灾报警系统；为乘客提供舒适环境的空调通风照明系统、给排水系统；为更好地解决车站的安保问题而设置的门禁系统。本章会对它们分别进行描述，并在描述过程中特别强调火警情况下它们之间的联动关系。

上述系统的故障在多数情况下不会对城轨列车的运作造成直接的影响，但会影响到包括客运组织在内的车站运作。

### 第一节 自动扶梯、电梯及自动步道

地铁、轻轨是交通工具，自动扶梯、电梯及自动步道也是交通工具。

早期多数的城轨车站内没有设置自动扶梯，主要是出于成本考虑。后来加装扶梯，一方面是为了方便乘客，另一方面更重要的是为了应付大客流，特别是出站方向的客流，因为列车到站时可能同时有大批乘客下车。

对于电梯而言，曾有城轨建设管理机构宁愿出资为使用轮椅的乘客购买地面交通车，也不愿在城轨站内设电梯，这也是出于成本考虑。但随着形势的变化，现在新建的城轨通常都设有电梯，而且原本没有电梯的城轨站也开始加装电梯。这是因为不仅使用轮椅的乘客需要电梯，推婴儿车的乘客以及老年乘客也需要电梯，而且随着人口老龄化的加剧，老年乘客的比重也在增加。

为了方便乘客在城轨线路之间的换乘，在早期工程条件许可的情况下，多把换乘站做成同站台换乘。但随着城市建筑密度的加大，实现同站台换乘的工程难度越来越大。不仅如此，线路之间的换乘所涉及的两个站台之间有时会有一段较长的距离。在这种需要进行通道换乘的情况下，可设置在机场候机楼常见的那种自动步道，在两线之间起接驳作用。本节对自动步道不展开讨论。

#### 一、自动扶梯

自动扶梯是带有循环运行梯级、用于向上或向下倾斜输送乘客的电力驱动运输设备。

##### （一）基本构造

自动扶梯的组成通常有：主驱动装置、梯级传动链及梯级、扶手栏及扶手带、扶手带驱动装置等，如图 1-4-1 所示。

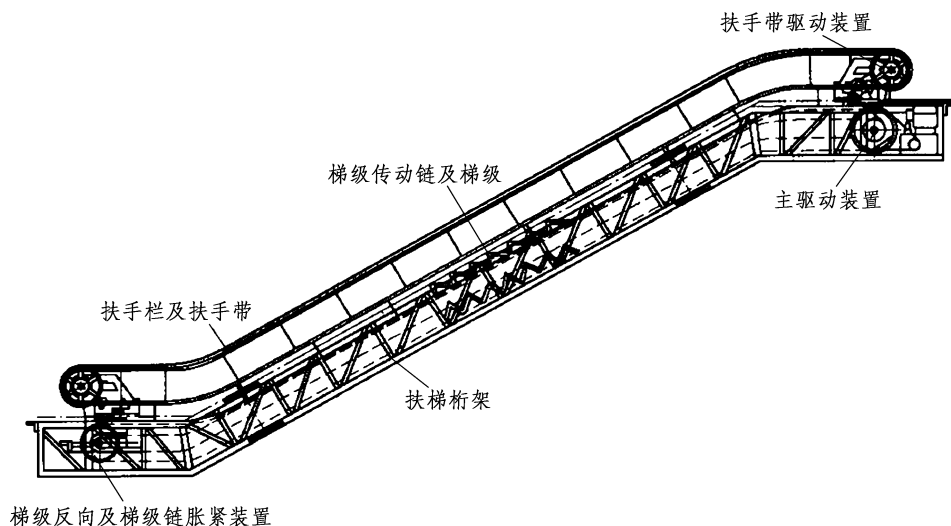


图 1-4-1 自动扶梯基本构造

扶梯的上下端平台附近设有指示灯，用以显示扶梯的运行方向。红色灯光用来警告行人不要进入。

与普通商场自动扶梯相比，城轨交通所用的自动扶梯有如下特点：运行速度高，主要是为了适应大客流的要求；扶梯上下两端的过渡段较长，是因为城轨扶梯的运行速度较高，需要给乘客较多的过渡空间。

## （二）正常操作

### 1. 现场操作

由工作人员在现场使用钥匙对扶梯进行启停及运行方向的选择操作，如图 1-4-2 所示。

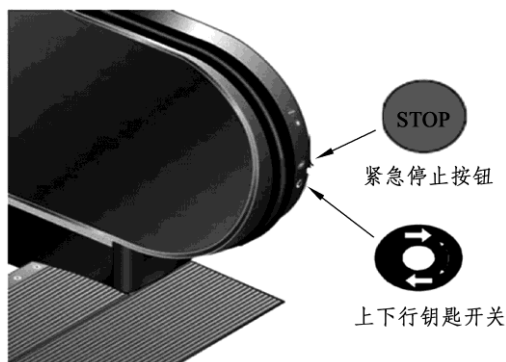


图 1-4-2 紧急停止按钮及上下行钥匙开关

（1）停梯后再启动前应：

- ① 检查确认梯级上无乘客、自动扶梯周围无障碍物也无人即将踏上梯级；
- ② 在梯头或梯尾的启动开关处用钥匙启动自动扶梯；
- ③ 在达到额定转速前，检查自动扶梯是否运行自如，若有异常，即按急停按钮停止。

(2) 转变运行方向时应:

- ① 检查确认扶梯上无乘客;
- ② 停止自动扶梯运行;
- ③ 待完全停止后, 确认无人即将踏上梯级再反向启动。

## 2. 遥控操作

在站控室, 通过综合监控系统工作站对扶梯进行起停及运行方向的选择操作。为了安全, 在进行遥控操作之前一定要确认扶梯上及附近没有乘客。

## 3. 节能模式

当扶梯长时间没有人搭乘时, 扶梯将降低运行速度, 此时的速度称为节能速度。若有乘客接近扶梯入口被感应到, 扶梯则加速到以额定速度运行, 运行方向不变。

# (三) 扶梯安全

## 1. 紧急停止按钮

在扶梯上、下平台位置分别各有一个紧急停止按钮, 如图 1-4-2 所示。对于长大自动扶梯, 除了两端的紧急停止按钮外, 在中部侧墙适当位置设额外的紧急停止按钮。如果能及时把运行中的自动扶梯停下来, 会极大地降低自动扶梯事故可能带来的危害。

## 2. 安全提示形象贴图

在扶梯上、下平台区域分别贴有指导行人如何正确使用扶梯的示意图片 (见图 1-4-3)。



图 1-4-3 运行方向指示灯及安全提示

3. 以下情况下梯级运行监测系统 (见图 1-4-4) 将迫停电梯

- (1) 梯级轮边缘被磨损太多, 梯级链的运行位置下降过大;
- (2) 惰轮边缘被磨损太多, 其运行位置下降过大;
- (3) 梯级弯曲或者塌陷。

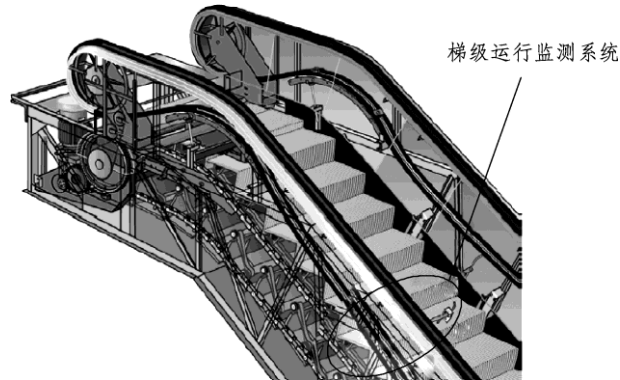


图 1-4-4 梯级运行监测系统

#### 4. 梳齿板安全保护

在梯级和梳齿板之间出现异物发生堵塞时，梳齿板通过压迫安全开关迫停扶梯。

设置自动扶梯的初衷是方便乘客，但与扶梯有关的客伤事件时有发生。因此，需要制订安全使用自动扶梯的规则以及事故发生后的处理办法。

### 案例

1. 2010年12月14日早上9点多，深圳地铁国贸站自动扶梯本来上行，突然变为下行，引发了踩踏事故，多人受伤。

2. 2011年7月5日09:36，北京地铁四号线动物园站A出口上行自动扶梯发生事故，上行自动扶梯突然下行，事故造成1人死亡，多人受伤。

作为运营管理人员，对类似事故发生的可能性要有足够的认识，并制定相应的措施防止其发生或在发生后把损失降至最低程度。

## 二、电 梯

电梯的设置一般遵循如下原则（以一个典型的地下车站为例）：在地面层和站厅层之间设联系电梯；在站厅层与站台层也设联系电梯，如图 1-4-5 所示。不直接把地面层和站台层用电梯连接是因为票务管理的需要。



图 1-4-5 电 梯



电梯一般配置有轿厢内扶手、语音报站功能、盲文按钮和体障人士专用操作盘及体障人士导向标识。

### 1. 轿外操作盘

轿外操作盘设置在电梯井口门一侧，其功能配备有：召唤按钮（用于召唤轿厢停靠）；与轿内人员通话的对讲器；钥匙开关（用于将电梯设为停止使用状态或反之）。

### 2. 轿内操作盘

轿内操作盘是设置在轿厢内门口两侧轿壁上操纵轿厢运行的电气装置，如图 1-4-6 所示。操作盘上有楼层选择按钮、开门按钮、关门按钮、报警按钮、对讲系统、轿厢位置及其运行方向显示装置。

（1）对讲系统。对讲系统包括对讲喇叭、对讲麦克风，可以实现轿厢内乘客与站控室或轿厢外救护人员的通话，如图 1-4-7 所示。



图 1-4-6 轿内操作盘



图 1-4-7 轿内轿外对讲按钮

（2）报警按钮。操作报警按钮（见图 1-4-8）将激发报警装置，即使正常供电中断它也会由后备电源保证供电。此键被按压后，站控室会有报警，比如，“乘客报警灯”会点亮。

（3）楼层按钮。使用时按压所需的楼层按钮，电梯将会自动到达指定楼层并停稳开门，如图 1-4-9 所示。



图 1-4-8 轿内报警按钮



图 1-4-9 楼层按钮

### 3. 其他功能配备

（1）防夹功能。轿门处有光幕探测装置。如果光束被遮挡，门会自动停止关闭，并且再度开启。

（2）过载指示器。当过载时，过载指示器显示红灯（见图 1-4-10），与蜂鸣信号一起提示轿厢过载。此时轿厢停止运行并处于开门状态。过载消除后信号会自动消失，轿厢可恢复正常运行。

（3）火警指示器。当火警指示器（见图 1-4-11）亮灯时，表明有火警事件发生，电梯会直接运行到最高或最底层，电梯门自动打开，请乘客立即离开电梯。最高层的含义是：对于地下站连接地面和站厅层的电梯，其最高层是地面；而连接站厅层和站台层的电梯，其最高层是站厅层。最底层的含义是：对于高架站连接站台层和地面站厅层的电梯，其最底层是地面。



图 1-4-10 过载指示器

FIRE EMERGENCY RETURN

火 警 紧 急 返 回

图 1-4-11 火警指示器

（4）盲文标识。轿厢内各种按钮均有盲文标识（见图 1-4-12），以方便有需要的乘客。

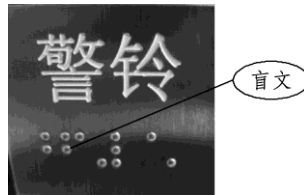


图 1-4-12 盲文标识

### 思考题

1. 为什么要在城轨车站设自动扶梯？
2. 城轨车站的自动扶梯和一般商场的自动扶梯有什么不同？为什么？
3. 为什么要在城轨车站设电梯？
4. 如何确保扶梯使用安全？
5. 乘客如果被困电梯内，应如何求助？
6. 为什么不直接把地面层和站台层用电梯连接起来？

## 第二节 火灾自动报警系统（FAS）

火灾是城轨系统，特别是地下段最危险的灾害之一。火灾自动报警系统（Fire Alarm System, FAS）是为了尽早探测到火灾的发生并发出火灾警报、启动有关防火、灭火装置而在建筑物中设置的一种自动消防设施。通过设置在车站或者隧道内的自动火灾探测装置和手动报警装置，可以在火灾发生的初期探测到火灾，并通过警报装置发出火灾警报，同时启动防烟、排烟及防火、灭火设施，以便于人员撤离，防止火灾发展和蔓延，有助于控制和扑灭火灾。

### 一、FAS 系统的组成

火灾自动报警系统一般由火灾警报触发器件、火灾报警控制装置、手动报警装置以及火

灾联动控制装置四部分组成。在火灾发生的初期，系统通过设置在现场的感烟、感温和感光火灾探测器等自动接收火灾燃烧所产生的烟雾、温度变化和热辐射等物理信号，并将其转换成电信号输入火灾报警控制器。通过手动报警按钮也可以向火灾报警控制器通报火警。火灾报警控制器对输入的报警信号进行处理、分析，经判断为火灾时，立即以声、光信号等形式发出火灾警报，并记录、显示火灾发生的时间和位置，同时向防烟排烟系统、自动喷水灭火系统、室内消火栓系统、管网气体灭火系统、泡沫灭火系统、干粉灭火系统以及防火门、防火卷帘、挡烟垂壁等防火防烟设施发出控制指令，启动各种消防装置，疏散人员，控制火灾蔓延。

### 1. 火灾警报触发器件

火灾警报触发器件将火灾发生后的物理量（温度、烟雾浓度）转换成电信号，传给火灾报警控制器。图 1-4-13 所示是一些警报触发器件的例子。



图 1-4-13 火灾警报触发器件

### 2. 火灾报警控制器

火灾报警控制器是系统的指挥中心，主要担负整个系统监视、控制、显示、信息记录和档案存储等职责。有火灾时，火灾报警控制器接受、转换、处理火灾探测器输出的报警信号，进行声光报警，并通过自动灭火装置灭火和启动消防联动控制设备，以控制其他相关设备，如收费闸机、电梯、站内广播等。

### 3. 手动报警按钮

手动报警按钮指用手动方式发出火灾报警信号以及启动灭火装置的器件，如图 1-4-14 所示。



图 1-4-14 手动报警按钮

### 4. 联动控制器

联动控制器（见图 1-4-15）能接收由报警控制器传递来的报警信号，继而对其他相关设备（如 AFC 闸机、电梯、站内广播等）发出控制信号。



图 1-4-15 联动控制器

## 二、FAS 系统功能

### 1. 探测火灾

设置在现场的各种探测器（如感烟探测器、感温探测器、火焰式探测器等）在探测到火灾后，把现场探测模拟数据传送回火灾自动报警控制装置。

### 2. 自动判断

对现场传送回来的探测数据进行分析判断，以确定是否发生火灾。

### 3. 早期报警

当判定为火灾时，火灾自动报警控制装置以声、光报警形式通知值班人员，并且通过设置在现场的警铃、警笛、消防广播等通知人员疏散。

### 4. 监控消防设备设施

对消防设备（如防火阀、消防水泵、防火卷帘门、排烟风机、水流开关等）进行状态监视以及紧急控制。在一些城轨系统中，FAS 还对气体灭火系统的火警报警信号、故障报警信号、喷气报警信号、手/自动报警信号进行监视。

### 5. 发布火灾模式命令

FAS 系统在判定有火灾发生后，向车站设备监控系统（BAS）发布火灾模式命令。由车站设备监控系统控制有关环控设备执行相关的救灾模式。

## 三、FAS 系统控制方式

FAS 采用中央级与车站级两级管理：在中央控制室设火灾自动报警控制中心（为主控级）；在车站、车辆段、停车场、主变电所等设火灾自动报警控制室（为分控级）。

### 1. FAS 中央级控制

由 FAS 中央级监视城轨全线各车站、区间隧道、控制中心大楼、车辆段、停车场、主变电所等下属所有区域的火灾报警、消防联动和故障情况，并在火灾发生时作为全线防灾指挥中心。

必要时，FAS 中央级利用以下系统进行协调：

- (1) 有线、无线电话系统。
- (2) 广播系统。
- (3) 闭路电视监视系统。

### 2. FAS 车站级控制

(1) 由 FAS 车站级对本站有关火灾报警和消防联动的设备进行远程监视和控制。

(2) 通过设在车站级控制室的消防联动控制柜，对消火栓泵、喷淋泵、防排烟风机等须在火灾工况下运行的重要设备进行紧急直接手动操作。

## 案例 1

1987 年 11 月 18 日 19:30 左右，英国伦敦地铁王十字车站发生严重火灾，31 人遇难，包括 1 名消防员。事故主要原因有：

1. 乘客违反规定，随意扔弃点燃的火柴棒，形成火种。
2. 木质电扶梯年久失修，积累了大量的可燃垃圾，如糖果纸及润滑油，形成火灾隐患。
3. 到场的消防员起初看到的只是小火，未高度重视，贻误了最佳灭火时机。

## 案例 2

2003 年 2 月 18 日，韩国大邱地铁发生纵火案，至少 198 人死亡，147 人受伤。事发当天上午 9:53，56 岁的前出租车司机金大韩在他所乘的地铁列车开出大邱站后，点燃了随身携带的可燃液体。大火很快蔓延，车上大量塑料材料（包括座椅及靠背的垫子、地毯）散发出浓烈的有毒气体，不仅使本车大量乘客死亡，还危及了对面站台因处理不当而滞留的列车，车站也严重受损，如图 1-4-16 所示。除了其他多种因素外，导致如此严重伤亡的一个重要原因是火灾自动报警系统和隧道通风排烟系统的严重不足，包括列车没有配备灭火器材，车站没有水喷淋装置，紧急照明和通风不足等。



图 1-4-16 被烧毁的自动售票机

### 案例 3

本案例背景为某小型全高架轻轨系统,车站是无人值守的。

某个站附近有人烧纸(每年鬼节祭拜期间总会有人烧纸),大量的烟导致车站内的烟感探头启动报警。OCC收到(显示在计算机屏幕上,并伴有声音报警)后,通过无线对讲机调派人员前去FAS察看。经确认,站内并无火灾,报警只是由于附近烧纸所致。于是现场察看的人员在站内的主控面板上对启动的火警进行恢复,并把结果报给OCC。

由火警而造成的其他影响包括:

(1)自动收费系统的闸机自动改成全开状态,以便乘客逃生。但随之而来的问题是:那些逃生的乘客的车票由于只有进站时的刷卡记录,而没有出闸的刷卡记录,所以必须到票务处处理,否则下次进闸时会被拒绝。

(2)电梯会自动到地面层打开电梯门并停止运作,这也是为了乘客的安全。

工作人员要到现场对AFC的闸机和电梯进行恢复。

### 案例 4

本案例背景是某地铁系统的有人值守地铁车站。

某个站的通信设备房由于某设备机柜内的通风风扇故障停运,导致柜内温度升高、电路板过热而起火燃烧。房内烟感探头感应启动,报警到车站控制室以及OCC。稍后由于房内烟雾的进一步扩散,又有一个烟感探头感应启动。此时为防护设备房而设的气体灭火系统向房内人员发出紧急撤离警报并进入2分钟的倒计时。2分钟时间到,气体开始自动喷发并同时 在房外的报警显示器上显示“气体已喷发”,以阻止人员进入。站控室及OCC也先后收到第2个烟感探头感应启动及气体喷发的自动报告。这个地铁使用的气体灭火剂虽无毒,但由于它会大幅度降低周围空气中的 $O_2$ 的含量,所以可以置人于死地。在事故发生、火被扑灭后,必须开启排风扇对事故房间进行通风,之后才允许人员进入事故现场。

### 小资料 1

#### 1. 火灾知识

火灾是失去控制的燃烧所形成的灾害。按燃烧物的种类,火灾被分为如下四类:

A类:固体物质火灾,如木材、棉、毛、麻、纸张火灾等。

B类:液体火灾和可熔化的固体火灾,如汽油、煤油、原油、甲醇、石蜡、沥青火灾等。

C类:气体火灾,如煤气、天然气、甲烷、乙烷、氢气火灾等。

D类:金属火灾,如钾、钠、镁、钛、铝镁合金火灾等。

一般火灾发展可分为如下四个阶段:

预燃阶段:热量较少,几乎没有烟。

可见烟雾阶段:产生大量的烟和少量的热,很少或没有火焰。

出现火焰阶段:产生大量的热、烟和火焰辐射。

剧烈燃烧阶段:有强烈的火焰辐射和少量的烟。

某些物质的燃烧,如油料、易燃易爆气体,是没有预燃阶段的,直接出现火焰剧烈燃烧。

#### 2. 手提式灭火器

启用时,在其内部压力的作用下,手提式灭火器会将所充装的灭火剂喷出以扑救火灾。

手提式灭火器担负的任务是扑救初期火灾。一个质量合格的手提式灭火器，如果使用得当和及时，能将可能造成巨大损失的火灾扑灭在萌芽状态。因此，手提式灭火器的作用是很重要的。

灭火器的分类方法很多，通常按充装灭火剂的类型来划分，有如图 1-4-17 所示四种。

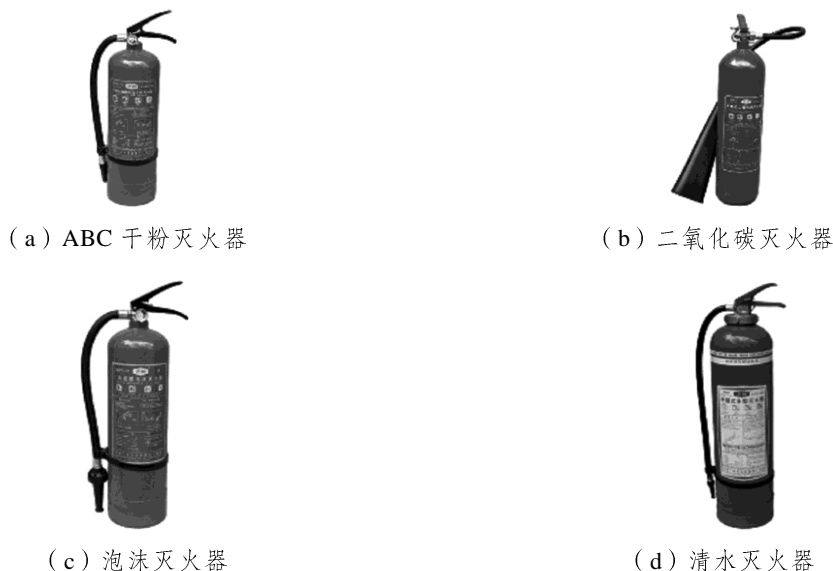


图 1-4-17 灭火器类型

### 3. 消防栓

消防栓由水龙头、水枪头、水带、消防软管组成，如图 1-4-18 所示。

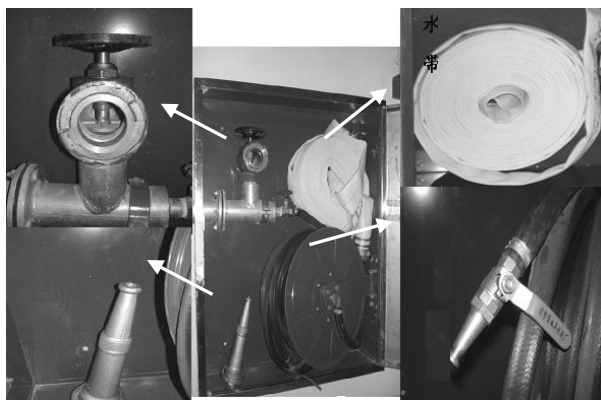


图 1-4-18 消防栓示意图

## 📖 小资料 2

### 1. 烟感的动作原理

图 1-4-19 所示是一种利用光的强度来探测烟雾的烟感探头的内部，其中有一个光源及光接收器。当烟雾浓度达到一定水平时，接收器所接收到的光的强度降低到某一临界值，就触发报警信号。

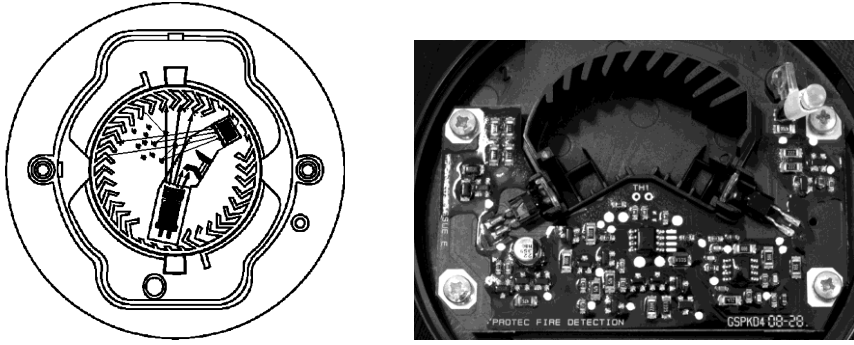


图 1-4-19 烟感器

### 2. 防火分区

通常把车站范围（或车辆段范围）内的空间划分成不同的防火分区，每个分区设相应的火灾探测器。在火灾报警系统的主控面板上，对不同防火分区的探测器设有相应的状态显示。当某防火分区探测到火灾时，主控面板上相应的显示会点亮。

### 3. 防火卷帘

正常情况下，防火卷帘处于卷起状态，不会被看到。当火灾报警系统启动时，卷帘会自动垂下，以阻止烟雾及热的扩散，如图 1-4-20 所示。

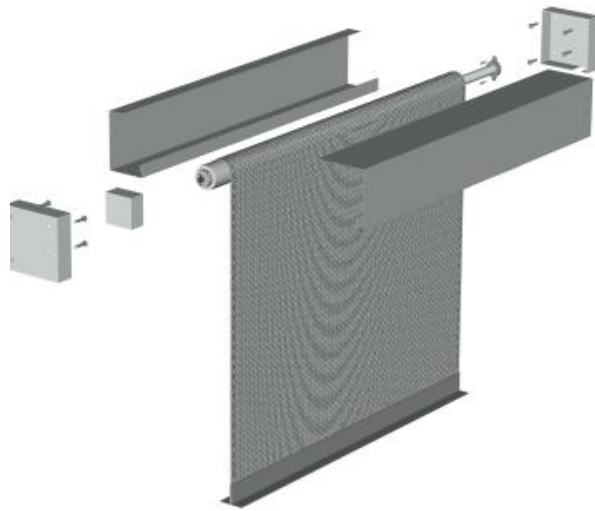


图 1-4-20 防火卷帘

## 思考题

1. FAS 系统由哪些部分组成？
2. FAS 系统各部分的主要功能是什么？
3. 简述火灾检测的工作原理。
4. 通过消防联动控制柜可以对哪些设备进行紧急直接手动操作？
5. 在车站划分防火分区的目的是什么？
6. 列举车站主要的消防灭火措施。



## 第三节 通风空调系统

对于城轨地下段而言，除各车站出入口、送排风口与外界相通外，车站和区间隧道基本上与外界隔绝，所以城轨地下环境面对如下挑战：

- (1) 列车及车站机电设备在运行过程中产生大量的热量。
- (2) 列车及车站设备在运行过程中产生噪声。
- (3) 列车运行时产生活塞效应，若不加控制会干扰车站的气流组织。
- (4) 地层具有蓄热作用，随着运营时间的增加，隧道内部的温度会逐年升高。
- (5) 当发生火灾事故时，环境将进一步恶化。

### 一、通风空调系统制式

根据隧道通风换气的形式以及隧道与车站站台层的分隔关系，城轨通风空调系统可分为开式系统、闭式系统和屏蔽门系统。

#### (一) 开式系统

开式系统是应用列车运行的“活塞效应”和机械的方法使城轨内部与外界交换空气，利用外界空气冷却车站和隧道。

##### 1. 活塞通风

当列车的正面与隧道断面面积之比（称为阻塞比）大于 0.4 时，由于列车在隧道中高速行驶，如同活塞作用，使列车正面的空气受压，形成正压，列车后面的空气稀薄，形成负压，从而产生空气流动。利用这种原理的通风被称为活塞式通风。

活塞风量的大小与列车在隧道内的阻塞比、列车行驶速度、列车行驶空气阻力系数、空气流经隧道的阻力、活塞风井的间距及风井断面尺寸等因素有关。由于设置活塞风井对大多数城市来说并非易事，因此全“活塞通风系统”只在早期地铁应用，现今建设的城轨系统多设置活塞通风与机械通风的联合系统。

##### 2. 机械通风

当活塞式通风不能满足除热与除湿的要求时，要设置机械通风系统。

根据城轨系统的实际情况，可在车站与区间隧道分别设置独立的通风系统。车站通风一般为横向的送排风系统；区间隧道一般为纵向的送排风系统，这些系统应同时具备排烟功能。区间隧道较长时，宜在区间隧道中部设中间风井。对于当地气温不高、运量不大的地铁系统，可设置车站与区间连在一起的纵向通风系统。

## (二) 闭式系统

闭式系统使地铁内部基本上与外界大气隔断,仅供应满足乘客所需的新鲜空气量。车站一般采用空调系统,而区间隧道的冷却是借助于列车运行的“活塞效应”携带一部分车站空调冷风来实现(车站不设屏蔽门时)。

## (三) 屏蔽门系统

在车站的站台与行车隧道间安装屏蔽门。车站安装空调系统,隧道用通风系统(机械通风或活塞通风,或两者兼用)。

安装屏蔽门后,车站成为单一的建筑物,不受区间隧道行车时活塞风的影响。车站的空调冷负荷只需计算车站本身设备、乘客、广告、照明等发热体的散热,以及区间隧道与车站间通过屏蔽门的传热和屏蔽门开启时的对流换热。此时屏蔽门系统的车站空调冷负荷仅为闭式系统的30%左右。

屏蔽门的隔断使整个环控系统形成了两个相对独立的系统——车站通风空调系统和隧道通风系统。本节主要介绍车站通风空调系统,而隧道通风系统在本书第三篇第五章讲。

## 二、车站通风空调系统组成

车站通风空调系统分为三个子系统:大系统、小系统和制冷循环水系统。

### 1. 大系统

大系统也称为车站公共区通风空调系统。站厅、站台层公共区域是乘客活动的主要场所,是大系统的主要控制区。大系统的主要设备包括:组合式空调机组、回排风机、排烟风机、新风机及相关风阀等。

### 2. 小系统




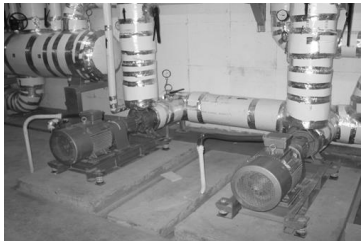
小系统也称为车站设备及管理用房通风空调系统。车站设备特别是那些电子设备通常要求空调环境。工作人员的工作用房、休息用房也对空调通风有一定的要求。

小系统的主要设备包括:空气处理机、风机盘管、回风机、送风机、排风机、多联变频空调等。其作用是为设备、工作人员提供一个适合的工作环境。在火灾发生时,通过机械排风方式进行排烟,有利于灭火。在气体灭火的设备房通过关闭送、排风管进行密闭灭火。

### 3. 制冷循环水系统

制冷循环水系统为大系统、小系统提供冷源,同时通过冷却水系统将热量送出车站。制冷循环水系统的主要设备包括:冷水机组、冷却水泵、冷冻水泵、冷却塔四大主要设备及相关阀门和管道等。

表 1-4-1 制冷循环水系统的主要设备

	
冷水机组	冷却塔
	
冷却水泵	冷冻水泵

冷水机组的主要设备包括：压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器，如图 1-4-21 所示。

制冷时：制冷剂在蒸发器内吸收被冷却物的热量并汽化成蒸汽→压缩机不断地从蒸发器中抽出蒸汽并进行压缩→经压缩后的高温、高压蒸汽被送到冷凝器后向冷却介质（如水、空气等）放热冷凝成高压液体→经膨胀阀降压后进入蒸发器，再次汽化，吸收被冷却物体的热量，如此周而复始地循环，其原理如图 1-4-21 所示。

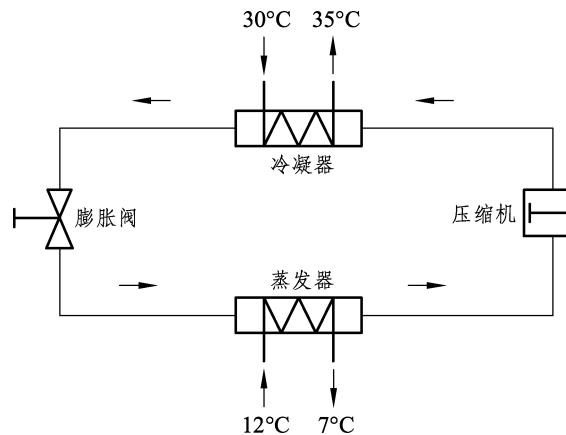


图 1-4-21 制冷机组工作原理图

### 三、车站大、小系统火灾模式

#### （一）站厅层火灾

站厅层发生火灾时要保证站台层相对站厅层为正压，防止烟气扩散到站台层。站厅层发

生火灾时大系统送、排风系统动作如下：

① 关闭站厅层送风管道；② 保持站台层送风；③ 站厅层排烟风机启动运行；④ 关闭站台层排风管道。

## （二）站台层火灾

站台层发生火灾时要保证站厅层相对站台层为正压，防止烟气扩散到站厅层。站台层发生火灾时大系统送、排风系统动作如下：

① 关闭站台层送风管道；② 保持站厅层送风；③ 站台层排烟风机启动排烟模式；④ 关闭站厅层排风管道。

## （三）车站设备房火灾

设备区划分成不同的防火排烟分区，当发生火灾时小系统要执行对应的防火排烟分区的火灾模式。设备区发生火灾时如果影响不大，大系统正常运行；如果影响较大，根据受影响情况调整大系统的运行模式。

气体保护房发生火灾时，由气体灭火系统喷气进行灭火。气体灭火系统保护范围包括城轨全线各站的通信设备室、信号设备室、变电所及控制中心设备房、车辆段内的重要电气设备房间等。

根据环保的要求，气体消防应采用清洁气体自动灭火系统。受气体灭火系统保护的房间发生火灾时，房间所有通往外界的孔口均应关闭，在房间处于密闭状态下开始释放灭火气体。释放完毕后，排烟风机启动，打开排烟口排除废气至外界。气体灭火系统设备如图 1-4-22 所示。

气体灭火系统的控制方式有自动控制启动、手动控制启动和机械应急启动三种方式。气体灭火系统的状态信号有：正常、故障、报警和喷气，均通过控制盘传至车站控制室和控制中心中央控制室。

卤代烷（Halon）1211 和 1301 灭火剂对大气臭氧层有破坏作用。目前使用较为广泛的卤代烷替代品主要有 INERGEN（烟烙尽）、高压 CO<sub>2</sub> 和 FM-200（七氟丙烷）等清洁气体灭火剂。

另外，还有一种新技术——高压细水雾也正被试用于通信、电气设备房等场所的火灾防护，以替代气体灭火系统。

## 📖 小资料

### 气体灭火系统

气体灭火系统如图 1-4-22 所示。

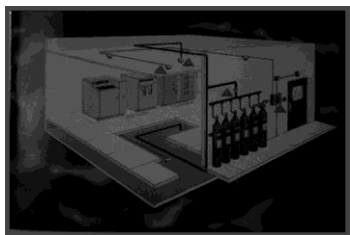


图 1-4-22 气体灭火系统组成

## 思考题

1. 为什么要在城轨地下站设通风空调系统？
2. 简述开式系统、闭式系统以及屏蔽门系统的区别。
3. 简述车站通风空调系统中大系统和小系统的区别。
4. 简述车站通风空调系统中制冷循环水系统与大系统、小系统的联系。
5. 在站厅层、站台层发生火灾的情况下，大系统的运作模式有什么不同？

## 第四节 给排水及消防用水系统

为满足沿线各车站及区间生产、生活及消防的需要，应设给水、排水及消防用水系统。其中，给水系统可供各站正常生产、生活用水；排水系统主要排除各车站、区间内产生的生活污水，以及生产、冲洗、结构渗漏和消防废水及敞开部分的雨水等；车站和地下区间隧道内设消防用水系统。

### 一、设计原则

- (1) 节约用水、综合利用。
- (2) 给水水源采用城市自来水。
- (3) 生产、生活给水系统与消防用水系统分开设置，各自形成独立、安全、可靠的供水系统，满足生产、生活和消防用水的水量、水质、水压要求。
- (4) 排水系统采用污、废（雨）分流制，水质需达到排放标准。在污、废（雨）水不能借重力流自行排除的地方设排水泵站，各类污、废（雨）水分类集中提升后排入城市排水系统。
- (5) 车站内除消火栓系统外，地下车站还设有自动喷水灭火系统。
- (6) 给排水管道应选用耐腐蚀管道，并采取防止杂散电流腐蚀的措施。

### 二、给水系统

每个车站从附近道路上两条不同的市政自来水管段上分别引入一条给水管以满足工作人员生活用水、清扫用水、生产设备用水要求，另外再分别引入一条给水管供应车站和地下区间消防用水。生活、生产给水系统与消防用水系统在车站分开设置、单独计量。

生产、生活给水管引入车站后，在站厅层、站台层分别设给水管接入各用水点，主要供给饮用、盥洗、厕所用水，站厅、站台层、污废水泵房的冲洗用水，以及冷却循环系统补水。

每个地下车站从市政自来水管网上引入两条消防给水管，作为消火栓泵和自动喷水泵的共同给水管。两系统泵房共用，消火栓系统与自动喷水灭火系统各设两台泵，一用一备。自来水经泵加压后，分别接入消火栓给水系统和自动喷水灭火系统。消火栓管网在车站内形成环状，地下区间消防管道与车站消防管道相连。地面车站设置消火栓系统，管网在车站内连成环状，地上区间不设消防系统。

### 三、排水系统

排水系统由污水排放系统、废水排放系统和雨水排放系统构成,排水采用分流制。

车站污水主要为生活污水、粪便污水。

车站、地下区间废水主要是结构渗漏水、冲洗废水、消防废水等。

地面站、高架站的雨水可借重力流直接排除,地下车站敞开式出入口及风亭等处的雨水设泵排除。

各车站生活污水经化粪池处理后排入既有市政污水或雨污合流管道。车站、地下区间废水经泵提升排入既有市政雨污合流管道或污水管道。雨水经重力流管道或经泵提升排入附近道路上的市政雨水或雨污合流管道。

### 四、消防用水系统

水消防主要包括消火栓灭火系统及自动喷水灭火系统。

#### 1. 消火栓灭火系统

(1) 车站及地下区间隧道内设有消火栓。在站台、站厅等公共场所的消火栓箱配有水龙带、水枪、自救式消防软管卷盘和灭火器。车站原则上设 I 型消火栓箱(单口单阀),站台可采用 II 型消火栓箱(2 个单口单阀),设在楼梯口及设备用房处。区间隧道的消火栓为单口单阀,不设水龙带和水枪。供区间隧道灭火时使用的水龙带和水枪放置于各车站端墙处的消防器材箱内。

(2) 为防止冬季管道内水发生冻结现象,消火栓采用干湿式<sup>①</sup>结合供水方式,即地下车站采用湿式系统;地下区间、地面站及高架站在冬季采用干式系统,其他季节整个系统可以采用湿式系统。干式系统组件主要包括位于干式系统入口处的快速启闭阀、干式管道、自动快速排气装置以及消火栓、各类阀门等。

(3) 加压泵房内设两台泵,一用一备。在每个消火栓旁设消防泵与快速启闭阀的启动和报警按钮。

(4) 在地面适当地点设水泵接合器。水泵接合器宜设在出入口或风亭附近,其数量根据室内消防水量确定,并在 15~40 m 范围内设有相应配套的室外消火栓。

#### 2. 自动喷水灭火系统

(1) 自动喷水灭火系统除换乘站在公共区及管理办公区均设置外,其余地下车站仅在管理用房及办公区走道设置。

(2) 自动喷水灭火系统应包括:消防泵、稳压装置、湿式报警阀组、水流指示器、闭式洒水喷头、末端试水装置、消防水泵接合器(要求同消火栓系统)等。

(3) 根据市政管网所能保证的水压和车站埋深情况进行水力计算,以满足最不利点处喷头工作压力来确定水泵扬程。加压装置包括喷淋加压主泵、稳压泵和稳压罐。

(4) 报警阀组设置在安全及易于操作的地点,安装报警阀的部位应有排水设施。

<sup>①</sup> 干式系统是指在正常情况下管道内不充水,湿式系统是指在正常情况下管道内充水。

## 思考题

1. 站内有哪些方面需要用水?
2. 生产生活和消防用水对水质、水压、水量的要求有什么不同?
3. 站内有哪些水需要排出车站?
4. 污水和废水分别指什么? 其排水过程有什么不同?
5. 干式系统和湿式系统有何区别?

## 第五节 门禁系统

门禁系统 (Access Control System, ACS) 一改传统使用钥匙开门的方式, 采用电子授权管理, 在出入口安装读卡器或密码键盘或二者兼设, 只有持经过授权的 IC 卡或掌握有效密码的人员, 才可以在规定的时间内进出规定的区域, 并且所有的出入都记录在电脑中。

采用这种智能化的出入口控制, 最大的好处是在保证安全的前提下提高了效率, 而且所有出入信息均有记录。

### 一、门禁系统的组成

ACS 系统主要由门禁系统计算机 (中央授权工作站和车站/车辆段 ACS 工作站)、ACS 控制器、ACS 读卡器、电子门锁及状态传感器、可视对讲装置、门禁网络及门禁卡组成。

(1) 中央门禁系统是系统的核心部分, 完成门禁数据的收集、下载以及与第三方设备 (如防灾报警系统) 的集成等功能。中央门禁系统主要的硬件设备有: 中央授权工作站, 台式读卡器。中央门禁系统管理软件包括: 门禁服务器软件、用户端软件、门禁管理工作站的操作系统, 以及数据库软件等。

(2) 车站门禁系统主要有车站门禁工作站和门禁管理软件。车站门禁工作站与中央服务器和现场设备有数据通信联系。

### 二、门禁系统主要设备

#### 1. ACS 门禁工作站

车辆段及每个车站各有一台 ACS 门禁工作站。

#### 2. ACS 控制器

ACS 控制器分为主控制器和就地控制器。主控制器设置于车站计算机房和中央设备室。就地控制器设置于安保区现场。主控制器和各就地控制器通过通信线进行数据交换。

#### 3. 电控门锁

电控门锁采用电子机械一体化锁。

#### 4. 可视对讲设备

车站夜间通行门设可视对讲设备。

#### 5. 读卡器

读卡器 (见图 1-4-23) 包括普通读卡器、带键盘读卡器和台式读卡器。普通读卡器和带

键盘读卡器设置于安保区出入口需要进/出读卡的位置。车站/车辆段 ACS 工作站和中央 ACS 授权工作站设台式读卡器，用于系统登录、门禁卡管理等。



图 1-4-23 读卡器

#### 6. 手动解锁按钮

手动解锁按钮设在安保区的内侧（见图 1-4-24），可供离开安保区时使用，共有两种形式：正常解锁按钮（如图中的“PRESS TO EXIT”部分）和紧急解锁按钮（如图中位于正常解锁按钮下方有玻璃防护面罩的部分）。在正常解锁按钮失灵或系统故障时通过操作紧急解锁按钮可以离开禁区。紧急解锁按钮在使用时需先击破玻璃面罩，然后按压按钮。

#### 7. 门禁卡

门禁卡（见图 1-4-25）作为员工身份识别标识，由员工随身携带，与 ACS 设备一起完成门禁控制。



图 1-4-24 手动解锁按钮



图 1-4-25 员工门禁卡



### 三、门禁系统控制模式

门禁系统按集中管理和分级管理相结合、分级控制方式设计，即中央与车站两级管理，中央、车站和现场三级控制。

系统运行模式分为正常和灾害两种模式。

在火灾及其他紧急情况下，车站计算机根据火灾报警联动信息自动进入灾害模式或由管理员按下车站控制室的门禁紧急按钮进入灾害模式。车站计算机向指定区域或全站的门禁设备发出解锁命令，满足消防疏散和紧急救灾要求。

### 四、电控门锁设置位置

出口：地下站的站台层有一个逃生通道，如果发生火警，通过和 FAS 联动，该门会自动解锁；如果联动没有奏效，就通过使用紧急开门按钮加以解锁。正常情况下，工作人员可以通过刷卡解锁。

入口：限制非工作人员进入，比如设备房、站台端墙门、站控室、办公室等。

出入口：敏感区域，一方面限制非工作人员进入，另一方面也对进出的工作人员进行记录。

在入口处设置电控门锁是上述三种情况中最为普遍的一种。

### 思考题

1. 城轨系统内哪些地方需使用门禁系统对进入加以控制？
2. 城轨系统内哪些地方特别敏感，需使用门禁系统对进和出都进行控制？
3. 在 IC 卡技术运用之前，传统的以钥匙为基础的门禁系统在运作上存在哪些问题？
4. 中央门禁系统的主要功能是什么？
5. 简述门禁系统和火灾自动报警系统的联系。

