



模块

1 城市轨道交通车站设备概述



学习目标

- (1) 熟悉城市轨道交通车站的概念和分类。
- (2) 熟悉城市轨道交通车站的组成。
- (3) 掌握城市轨道交通设备的分类。

1.1 城市轨道交通车站

城市轨道交通车站是客流的节点，是乘客出行的基地，乘客上下车、换乘、候车等都是在车站进行的；城市轨道交通车站也是列车到发、通过、折返、临时停车的地点；城市轨道交通车站还是轨道交通线路的电气设备、信号设备、控制设备等集中的场所及运营、管理人员工作的场所。

1.1.1 城市轨道交通车站的概念和分类

1. 城市轨道交通车站的概念

城市轨道交通车站是城市轨道交通路网中一种重要的建筑物，其应保证乘客方便、安全、迅速地进出，并有良好的通风、照明、卫生、防火设备等条件，给乘客提供舒适、清洁的乘车环境。

2. 城市轨道交通车站的分类

城市轨道交通车站的分类方法有很多种，常见的有按运营特点、所处位置和站台

形式进行分类。

(1) 按运营特点分类。按运营特点分类,城市轨道交通车站可分为中间站、区域站、换乘站、枢纽站、联运站和终点站。

①中间站。中间站仅供乘客上下车之用,功能单一,是城市轨道交通路网中数量最多的基本站型,如图 1-1(a)所示。

②区域站。区域站又称为折返站,是设在线路中间可供列车折返、开行区间列车的车站,如图 1-1(b)所示。区域站内有折返线和设备。区域站兼有中间站的功能。

③换乘站。换乘站是在两条或两条以上城市轨道交通线交叉点上设置的车站,如图 1-1(c)所示。换乘站除了具有中间站的功能外,更主要的是还可以从一条线路上的车站通过换乘设施转换到另一条线路上的车站。

④枢纽站。枢纽站是指由此站分出另一条线路的车站,位于城市轨道交通线路分岔的地方,如图 1-1(d)所示。该站可接送两条线路上的乘客。

⑤联运站。联运站内设有两种不同性质的列车线路,以进行联运及客流换乘,如图 1-1(e)所示。联运站具有中间站和换乘站的双重功能。

⑥终点站。终点站是线路两端的端点车站,如图 1-1(f)所示。终点站除了供乘客上下车外,还用于列车折返及停留。因此,终点站一般设有多股停车线。若线路需要延长,则终点站即变成中间站或区域站。

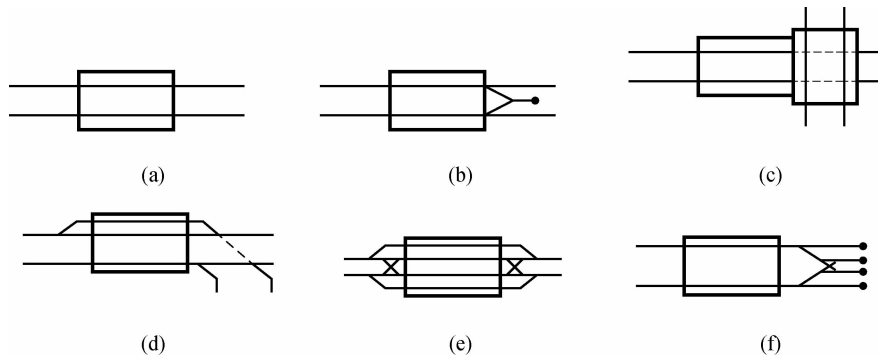


图 1-1 按运营特点划分城市轨道交通车站

(a) 中间站 (b) 区域站 (c) 换乘站 (d) 枢纽站 (e) 联运站 (f) 终点站

(2) 按所处位置分类。按车站所处位置分类,城市轨道交通车站可分为地下车站、地面车站和高架车站。

①地下车站。地下车站的线路位于地下隧道中,如图 1-2(a)所示。其优点是与地面交通完全分离,不占用城市地面和地上空间,基本不受地面气候的影响。其缺点是需要较大的投资,较高的施工技术,较先进的管理,完善的环控、防灾措施与设备;运营成本较高;改造、调整与维护比较困难。

②地面车站。地面车站一般采用独立路基的方式,以减少与地面道路交通的互相

干扰，如图 1-2(b)所示。其优点是造价低，施工简便，运营成本低，线路调整与维护容易。其缺点是运营速度难以提高（有部分平交道口），占地较多，影响城市道路交通，容易受气候的影响，乘车环境难以改善，有噪声，影响景观等。

③高架车站。高架车站设在高架工程结构物上，与地面交通无互相干扰，如图 1-2(c)所示。其造价介于地下车站与地面车站之间，虽然在施工、维护、管理、环控、防灾等方面比地下车站方便，但要占用一定的城市用地，并有光照、景观、噪声等负效应，还受气候影响。

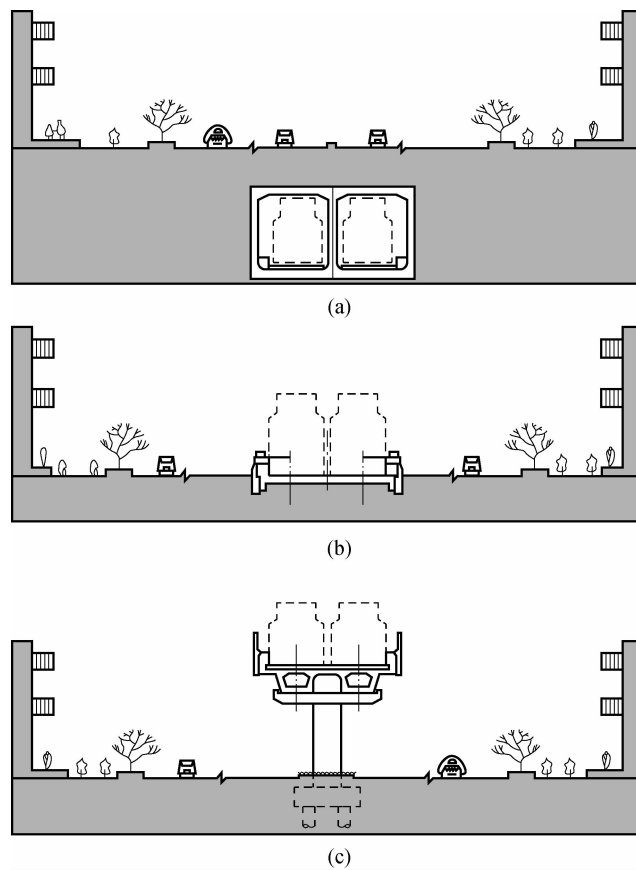


图 1-2 按所处位置划分城市轨道交通车站
(a) 地下车站 (b) 地面车站 (c) 高架车站

(3) 按站台形式分类。按站台形式分类，城市轨道交通车站可分为岛式站台车站、侧式站台车站和岛、侧混合式站台车站。

具有岛式站台的车站称为岛式站台车站，简称岛式车站，如图 1-3(a)所示。具有侧式站台的车站称为侧式站台车站，简称侧式车站，如图 1-3(b)所示。具有岛、侧混合式站台形式的车站称为岛、侧混合式站台车站，简称岛、侧混合式车站，如图 1-3(c)所示。大多数地下车站采用岛式站台，而高架车站多采用侧式站台。

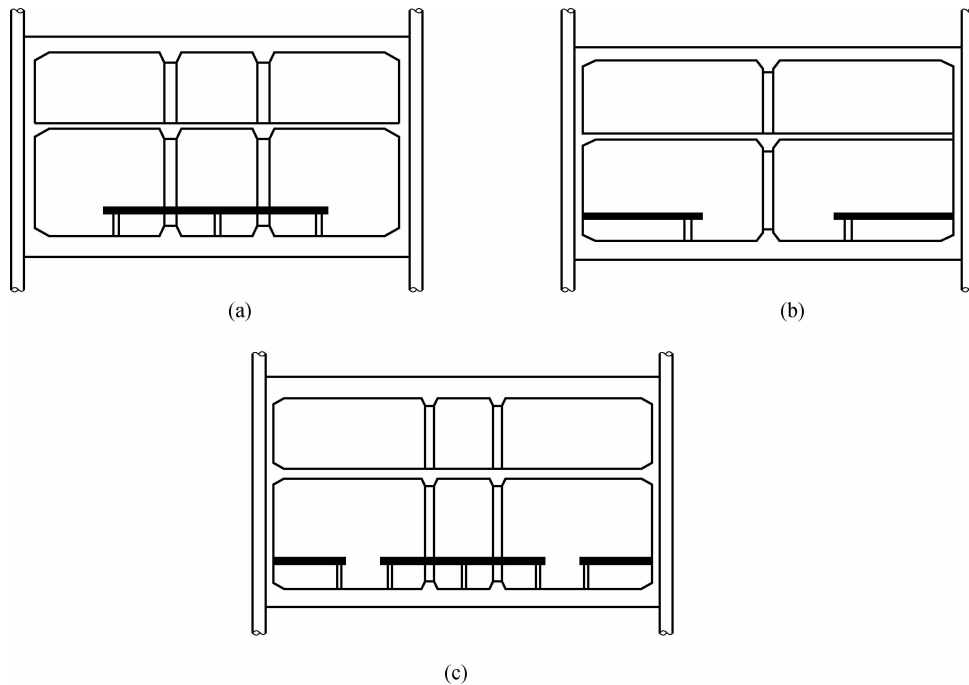


图 1-3 按站台形式划分城市轨道交通车站
(a) 岛式站台车站 (b) 侧式站台车站 (c) 岛、侧混合式站台车站

1.1.2 城市轨道交通车站的组成

城市轨道交通车站根据其功能要求一般由风亭、冷却塔、出入口、通道、站厅、站台等部分组成。

1. 风亭

风亭是为车站及隧道提供通风、换气的设施，在车站或隧道发生火灾时还能排烟。风亭按其功能的不同可分为活塞风亭、进风亭和排风亭。风亭的结构一般为出地面的带盖风井构造，如图 1-4 所示。风亭的设计根据周边环境的条件许可可采用独立式或合建式。

2. 冷却塔

冷却塔的主要功能是为车站的环境控制系统散热。冷却塔也是出地面的结构，如图 1-5 所示。



图 1-4 风亭



图 1-5 冷却塔

3. 出入口

出入口用于吸引和疏解客流，其规模与出入口的总设计乘客流量有关。出入口一般布置在街道交叉口，以便能大范围地吸引和疏解客流，如图 1-6 所示。



图 1-6 出入口

4. 通道

城市轨道交通车站的出入口、站厅、站台之间以通道连通。通道可以由步行道、楼梯、自动扶梯等构成，如图 1-7 所示。

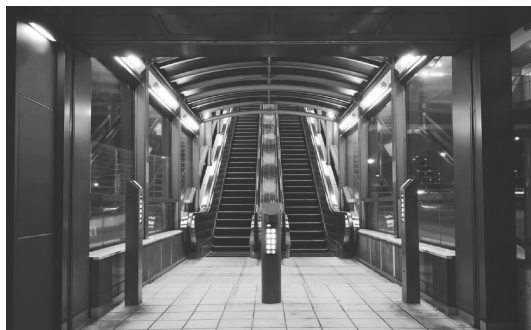


图 1-7 通道

5. 站厅

站厅是乘客换乘列车的中转层，其主要作用是集散客流，为乘客提供售票、检票、补票、咨询等服务，如图 1-8 所示。



图 1-8 站厅

站厅按用途不同可分为公共区和设备区，一般中间为公共区，两端为设备区。

(1) 公共区。公共区又分为付费区和非付费区，以检票闸机和栏杆进行分割。此区域主要供乘客完成购票和检票过程，从非付费区购票通过检票闸机进入付费区，到达站台乘车；或者从付费区通过检票闸机到达非付费区出站。在此区域内应设置各种导向、事故疏散、服务乘客的标志，以引导乘客方便快捷地进出车站。

客服中心设在站厅的付费区和非付费区之间，可同时服务于两个区域的乘客，完成售票、咨询、补票等业务，如图 1-9 所示。



图 1-9 客服中心

在非付费区内还可以根据场地大小布置部分便民的商业设施，如公用电话、自助银行、自动售卖机、小商铺等，布置原则以不影响乘客出行为首要条件。

(2) 设备区。设备区主要有设备用房和管理用房。设备用房是安置各类设备,进行设备日常维修及保养的场所,主要有售检票、通信、信号、环控、照明、低压配电、变电所等系统相关设备房。

管理用房是车站工作人员的办公用房,包括车站综合控制室、设备系统值班室、票务室、会议室、更衣室、休息室、卫生间、备品库、垃圾间、清扫工具间等。

6. 站台

站台是最直接体现车站主要功能的场所,其主要作用是供列车停靠、乘客候车及上下车等,如图 1-10 所示。



图 1-10 站台

站台也分公共区和设备区,一般两端为设备区,中间为公共区。站台公共区的主要功能是供乘客上下车及候车,一般布置有站台监控亭、列车到发信息牌、紧急停车按钮、乘客候车座椅等设备设施。

1.2 城市轨道交通设备的分类

城市轨道交通设备基本上可以分为站场、线路、车辆、牵引供电、信号系统和通信系统、供电系统、车站系统运营设备等。

1.2.1 站场

车站站场是城市轨道交通的重要组成部分,是乘客上下车和换乘的场所,是集散客流的基本设施,也是列车车辆到发、通过、折返、临时停车的地点。

车站站场按空间位置的不同可分为地下车站站场、地面车站站场和高架车站站场。

车站站场按其功能的不同可分为中间站场、区域站场(折返站场)、换乘站场和终点站场。

车站站场间的距离，在市区宜为 1 km 左右，在郊区不宜大于 2 km。

1.2.2 线路

城市轨道交通线路是轨道交通车辆运行的基础，起着承受车辆重量、引导车辆运行方向的作用。城市轨道交通线路的基本形式有放射形（星形）结构、条带形（树状）结构、棋盘形（栅格网状）结构、放射形网状（三角形）结构、复合型结构及其他结构。每一条城市轨道交通线路都是由线路（区间隧道或地面线路或高架线路）、车站站场及附属建筑物组成的。

城市轨道交通线路按照空间设置位置的不同可分为地下、地面和高架三种形式。线路上部建筑沿用传统的铁路方式，由钢轨、轨枕和连接零件等组成。线路下部基础由路基、道床等组成，现多采用整体道床结构。跨坐式单轨铁路的车体中心在轨道梁的上方，运行时车体跨坐在轨道梁上。

城市轨道交通线路按其在运营中的作用不同可分为正线、辅助线和车场线。正线是指供载客列车运行的线路，贯穿所有的车站和区间。辅助线是指为了空载列车进行折返、停放、检查、转线及出入段作业所运行的线路，包括折返线、渡线、停车线、车辆段出入线和联络线等。车场线是指车辆基地内的各种作业线，包括检修线、试验线、洗车线和出入库线。

1.2.3 车辆

1. 城市轨道交通车辆的类型

按照不同的分类方法，城市轨道交通车辆可以分为不同的类型。

(1) 按城市轨道交通车辆的制式分类。随着城市轨道交通车辆设计制造技术的发展，出现了多种制式的车辆，以满足不同线路条件和环境的要求。按走行部与行驶轨道之间的匹配关系来分，城市轨道交通车辆主要有钢轮钢轨制式车辆（包括直线电动机车辆）、胶轮制式车辆、独轨制式车辆、磁浮车辆等。通常，城市轨道交通车辆多指钢轮钢轨制式车辆，该种车辆主要应用于地铁或轻轨系统。

(2) 按牵引动力配置分类。按牵引动力配置分类，城市轨道交通车辆可分为拖车和动车两大类。

①拖车。拖车是指本身无动力牵引装置的车辆，它仅有载客功能，可设司机室，也可带受电弓。

②动车。动车是指本身装有动力牵引装置的车辆。动车又分带受电弓的动车和不带受电弓的动车。由于动车本身带有动力牵引装置，因而它兼有牵引和载客两大功能。

城市轨道交通车辆在运营时一般采用动拖结合、固定编组的形式，从而形成电动

列车组。

(3) 按系统分类。城市轨道交通按系统分类可分为地铁系统、轻轨系统和单轨系统等。各系统的车辆分类如下：

①地铁系统的车辆分为A型车（车体宽度为3 m）、B型车（车体宽度为2.8 m）和直线电机B型车。

②轻轨系统的车辆分为C型车（车体宽度为2.6 m）和直线电机C型车（车体宽度为2.5 m）。

③单轨系统的车辆分为跨坐式单轨车辆和悬挂式单轨车辆。

(4) 按车辆上的安装设备进行分类。在一列车组中，一般我国南方城市的地铁车辆按照欧系车辆的习惯分为A车、B车和C车三种类型。

①A车。A车是带司机室的头车。它是拖车，本身无动力，依靠有动力的车辆推动或拖动。

②B车。B车无司机室，为动力车，其转向架上装有牵引电动机（一般一辆车装有四台牵引电动机），车顶装有受电弓或车下装有受电靴（第三轨受流）。

③C车。C车无司机室，为动力车，其转向架上装有牵引电动机，车下装有一组空气压缩机。有时也将空气压缩机装在A车上。

我国的轻轨电动车辆有三种形式：4轴动车、6轴单铰接式车辆和8轴双铰接式车辆。其中，6轴单铰接式车辆是双向运行的动车，车体长度为23 m或28 m，车体宽度为2.65 m；8轴双铰接式车辆的车体长度为26 m，车体宽度为2.4 m。

2. 城市轨道交通车辆的组成

一般城市轨道交通车辆由以下几部分组成：

(1) 车体。车体分有司机室车体和无司机室车体两种。车体既是容纳乘客和司机（对于有司机室的车辆）的地方，又是安装和连接其他设备及部件的基础。近代城市轨道交通车辆的车体均采用整体承载的钢结构或轻金属结构，以达到在最小的自重下满足强度要求的目的。车体一般均有底架、端墙、侧墙及车顶等。

城市轨道交通车辆的车体虽然与一般铁路客车有许多相同之处，但由于其具有特殊的用途，因而使其具有特有的特征，如一般电动车组有动车和拖车之分、服务于市内公共交通、车内布置的座位较少。

(2) 转向架。转向架是车辆的行走装置，安装于车体与轨道之间，用来牵引（对动力转向架而言）和引导车辆沿轨道行驶，承受并传递车体与轨道之间的各种载荷并缓和其动力作用，是保证车辆运行品质的关键部件。转向架一般由构架、弹簧悬挂装置、轮对轴箱装置和制动装置等组成。动力转向架还装设有牵引电动机和传动装置。各种转向架的主要区别在于所用车轴的类型和数目、轮对轴箱的定位方式、弹簧悬挂装置的形式和载荷的传递方式等的不同。

(3) 牵引缓冲连接装置。车辆编组成列安全运行必须借助于连接装置。为了改善列车的纵向平稳性，一般在车钩的后部装设缓冲连接装置，以缓和列车的冲击。车钩缓冲连接装置用于连接车辆，改善列车的纵向平稳性，连接车辆之间电气和空气的管路。城市轨道交通车辆均采用自动车钩，自动车钩分为非刚性车钩和刚性车钩两种基本类型。

(4) 制动装置。制动装置是保证列车安全运行必不可少的装置。制动装置是指按照需要使运行中的车辆减速或在规定的距离内停车的装置。由这样一系列专门装置组成的系统称为制动系统。制动系统包括制动控制系统和制动执行系统。制动控制系统由制动信号发生与传输装置和制动控制装置组成，主要有空气制动系统和电控制系统两类。制动执行系统通常称为基础制动装置，有闸瓦制动和盘形制动等。按照电动车组动能转移方式的不同，制动可分为摩擦制动和动力制动。

(5) 受流装置。从接触导线或导电轨将电流引入动车的装置称为受流装置或受流器。受流装置按其受流方式的不同可分为杆形受流器、弓形受流器、侧面受流器、轨道式受流器和受电弓受流器。

(6) 车辆设备。车辆设备包括服务于乘客的车体内的固定附属装置和服务于车辆运行的设备装置。固定附属装置包括车电装置、通风装置、取暖装置、空调装置、座椅和拉手等。设备装置大多吊挂于车底架，如蓄电池箱、继电器箱、主控制箱、电动空气压缩机组、总风缸、电源变压器、各种电气开关和接触器箱等。

(7) 电气系统。电气系统包括车辆上的各种电气设备及其控制电路。按作用和功能的不同，电气系统可分为主电路系统、辅助电路系统和电子与控制电路系统。

3. 城市轨道交通车辆的基本特点

不同城市、不同类型的城市轨道交通车辆各有其自身的技术特点，但车辆的总体技术都朝着轻量化、节能化、少维修、低噪声、舒适型、高可靠性、高安全性及低寿命周期成本的方向发展。城市轨道交通车辆的基本特点如下：

(1) 因为城市轨道交通系统是特种大中运量快速交通系统，受到列车运行环境条件的限制，所以对车辆的安全性能、噪声、振动和防火均有严格的要求。

(2) 城市轨道交通系统的线路都是全封闭的专用线路，双向单线运行，行车密度大，因此，对车辆的可靠性提出了很高的要求，一些系统部件必须进行冗余设置。

(3) 对于运营中可能发生的列车不能起动的情况，应预先制定简便的临时处理方案，使列车能凭自身的动力起动离开而进入最近的存车线，以免堵塞线路。当列车确实无法起动时，一般应安排就近的另一列车前往救援，由两列车连挂将其推至最近的存车线。此外，在发生意外事故的情况下，列车必须有保证乘客快速离车疏散的通道。

(4) 车体向着轻量化发展。采用大断面铝合金型材或不锈钢材构成车体的整体承载结构，可以在满足安全和强度的前提下最大限度地减小车重。

(5) 车辆间采用封闭式全贯通道,可以方便乘客走动及保证乘客数量分布均匀。车辆的相邻车厢连接处采用密接式车钩进行机械、电气、气路的贯通连接。

(6) 为了保证列车停站时大量的上下客流交换在尽可能短的时间内完成,应设置足够多的车门。每节车厢单侧车门的数量:A型车为4~5个,B型车为3~4个。

(7) 采用调频调压交流传动及电制动和空气制动的混合制动,以降低能耗。

(8) 列车控制和主要子系统的控制可以实现计算机网络化,信息播放多样化、实时化和分层集中化。

(9) 实现了信号控制和行车控制自动化。列车除了设有列车自动监控(automatic train supervision, ATS)、列车自动运行(automatic train operation, ATO)和列车自动防护(automatic train protection, ATP)等自动控制设备外,还配备了相应的车载设备。

1.2.4 牵引供电

牵引供电是指将从架空接触网或接触轨接收到的电能变为机械能,从而驱动电动车组运行的供电方式。牵引供电系统是指铁路从地方引入220(110)kV电源,通过牵引变电所降压到27.5kV送至电力机车的整个供电系统。牵引供电系统主要由接触网、馈电线、轨道、回流线和牵引变电所等组成。

接触网是城市轨道交通的输电网。接触网可分为架空式接触网和接触轨式接触网。架空式接触网由接触悬挂、支持装置、支柱与基础等组成。布置架空式接触网时,要考虑跨距、弛度和张力。接触轨是沿电牵引线路敷设的、与走行轨道平行的附加轨,通过与电动车组伸出的受流器接触而获得电能。通过电动车组的受电弓和接触网的滑动接触,牵引电能由接触网进入电动车组,驱动牵引电动机,使列车运行。馈电线是连接牵引变电所和接触网的导线,牵引回流通过轨道和回流线导入牵引变电所。牵引变电所向接触网供电的方式有单边供电和双边供电两种。为了保证接触网供电的安全性、可靠性和灵活性,可将接触网分为电分段和机械分段。

1.2.5 信号系统和通信系统

1. 信号系统

信号系统是城市轨道交通系统中最重要的系统。信号系统的作用是指挥行车,保证安全和提高运行效率。城市轨道交通具有高密度、短间隔、短站距和快速等特点,因而对交通保障系统有安全要求高、通过能力达、抗干扰能力强、可靠性高、自动化程度高等要求。城市轨道交通信号系统改变了传统铁路以地面信号显示指挥行车的方式,实现了以车载信号为主体信号,利用计算机系统实现了速度控制、进路选择和进路控制等,并逐步向无人驾驶的方向发展。

信号系统的设备主要有信号机、转辙机、轨道电路、联锁系统和列车自动控制系统。

2. 通信系统

通信系统按其用途不同可分为通信传输系统、电话系统、无线调度系统、时钟系统、闭路电视系统、广播系统和商用通信系统等。

(1) 通信传输系统。通信传输系统是系统各站点和控制中心及站与站之间的信息传输和信息交换的通道。它担负着城市轨道交通所有的通信系统信息传输的重任，所以在城市轨道交通通信系统中占有非常重要的地位。

(2) 电话系统。电话系统分为公务电话、调度电话、站内电话和轨旁电话。

①公务电话。公务电话以数字程控交换机为核心，连接办公室、运营控制中心（operational control center, OCC）、车站和设备室等电话分机，以满足城市轨道交通对内和对外的通信需求。为保证安全和降低成本，应利用专网网络构建公务电话系统。

②调度电话。调度电话可为运营、电力、维护和救灾等提供有效的通信保障，并为控制信息的调度人员完成行车调度、环控调度、电力调度和维修调度等提供专用直达的通信。

③站内电话。站内电话是为了适应站内岗位之间频繁通话而建立的独立的内部电话系统，一般采用小型交换机实现。站内电话主要可以实现车站内部通信及相邻车站、联锁站间的直达通信。

④轨旁电话。轨旁电话是为列车司机和维修人员在系统运营、维护及紧急情况下及时联系车站及相关部门而设置的电话。

(3) 无线调度系统。无线调度系统既是调度与司机通信的唯一手段，也是移动作业人员和抢险人员实现通信的重要手段。无线调度系统有专用频道方式和集群方式两种形式。

①专用频道方式。专用频道方式是指根据用途配置频道的方式，即有多少用途配多少频道，每种频道只做一种用途，即使空闲也不作他用。

②集群方式。集群方式是指所有用途共用一个频道的方式，即根据需要临时分配、设置一个控制频道和若干通话频道，其通话频道数少于用途数。

(4) 时钟系统。时钟系统是为运营准时、服务乘客和统一全线设备标准时间而设置的。该系统采用全球定位系统（global position system, GPS）标准时间。

①时钟系统的组成。时钟系统由 GPS 标准时钟信号接收单元、一级母钟、监控设备、二级母钟和子钟构成。GPS 标准时钟信号接收单元设置在控制中心内，用于接收卫星时间，并向一级母钟提供时钟源信号。一级母钟也设置在控制中心内，其作用主要是将 GPS 标准时钟信号接收单元接收的信息转换为时间信号。一级母钟有主、备两套设备，在设备故障时可以实现自动转换。监控设备也设置在控制中心内，与一级母

钟相连，可实时监控时钟系统各主要设备的运行状况。二级母钟设置在车站或车辆段通信设备机房内，具有独立的系统。二级母钟接收一级母钟发送的标准时间和控制信息，并控制子钟的运行，可独立于母钟单独运行。子钟设置在站厅、站台、值班室和调度室内，为这些区域提供时间显示。

②时钟系统的控制模式。

• 中央控制运行模式。中央控制运行模式是系统在正常状况下的控制模式。在该模式下，系统正常接收 GPS 信号，并传送标准时间给二级母钟及其他需要时间信号的设备。当一级母钟不能正常接收 GPS 信号时，其可通过自身高稳晶振的运行提供时间信号给二级母钟等终端用户。

• 车站级控制模式。车站级控制模式在一级母钟不能正常接收 GPS 信号且不能向二级母钟传送时间信号时使用，此时二级母钟仅能靠自身高稳晶振的运行给子钟提供时间信号，但不能给其他系统提供时间信号。若二级母钟发生故障，则子钟自行运作，继续向乘客提供时间显示。

(5) 闭路电视系统。闭路电视系统是指控制中心的调度管理人员、车站值班员、站台管理人员和司机实时监控车站客流、列车出入站、乘客上下车等情况，以提高运营组织的管理效率，保证列车安全、整点地运送乘客的系统。

(6) 广播系统。广播系统是城市轨道交通运营行车组织的必要手段，主要由控制中心广播、车站广播和车辆段广播组成。它的主要作用有以下几点：

①对乘客广播，通知列车到站、离站、线路换乘、时间表变更、列车误点和安全状况，播放音乐以改善候车环境。其广播范围包括站厅、站台和列车车厢。

②对乘客广播，通知突发或紧急情况，组织指挥事故抢险，提高应急响应能力。

③对运营人员广播，发布有关通知信息，使其协同配合工作。其广播范围包括办公区、站台、站厅、运用库、段内道岔群附近和人行道。

(7) 商用通信系统。商用通信系统可为乘客提供在地铁内进行无线通信、广播和无线上网等服务，具体包括城市广播、中国移动 GSM 通信、GPRS 上网、中国联通 GSM、CDMA 通信及 3G 服务等。

1.2.6 供电系统

城市轨道交通供电系统是最重要的基础能源设施，可为各种用电设备提供动力电源，确保轨道交通列车和照明、通风、空调、排水、通信、信号、防灾报警和自动扶梯等系统的正常运行。

城市轨道交通供电系统包括城市供电局地区变电所和轨道交通主变电所之间的输电线路、轨道交通供电系统内部的牵引降压输配电网络、直流牵引供电网、车站低压配电网、电力监控系统、防雷设施和接地系统等。

变电所可分为主变电所、牵引变电所、降压变电所和牵引降压混合变电所。电源及供电系统采用集中供电的方式，中压供电网络与牵引供电系统共用，电压等级为33 kV，电源由主变电所供给。车站及区间动力、照明负荷由车站降压变电所提供，供电电压为0.4/0.22 kV。

供电系统应按满足一、二级负荷的要求采用两路电源供电。

1.2.7 车站系统运营设备

城市轨道交通车站系统运营设备的种类繁多，具体包括自动售检票（automatic fare collection, AFC）系统、电梯系统、屏蔽门系统、乘客信息系统、环控系统、给排水系统、防灾报警系统、照明系统与低压配电系统等。

1. 自动售检票系统

自动售检票系统是城市轨道交通综合自动化系统中不可缺少的重要组成部分。自动售检票系统采用完全封闭的运行方式和计程、计时的收费模式，集计算机、网络、通信、自动控制、非接触式集成电路（integrated circuit, IC）卡、大型数据库、机电一体化、模式识别、传感和精密仪器加工等高新技术为一体。高度安全、可靠、保密性能良好的自动售检票系统与各种自动售检票系统的终端设备相配合，可以完成轨道交通中的自动售票、检票、计费、收费、单程票回收、现金稽查、客流收费统计和售检票设备监控等操作。

2. 电梯系统

电梯和自动扶梯作为方便快捷的乘客运输工具已经越来越多地被应用于城市轨道交通车站。城市轨道交通车站一般采用曳引驱动电梯和液压电梯。自动扶梯采用公共交通型，以确保其可以安全、可靠、长期地进行。轮椅升降机属于城市轨道交通车站无障碍设备设施的一部分，主要为乘坐轮椅的残疾人提供进出站服务。

3. 屏蔽门系统

屏蔽门是新型的轨道交通设备，在列车到达车站和离站出发前，该设备能自动完成活动门的开、关门控制。

4. 乘客信息系统

乘客信息系统是指利用网络技术、多媒体传输技术和显示技术在指定的时间内将指定的信息显示给指定人群的系统。乘客信息系统具有信息发布和信息查询的功能，在正常状态下可以播放列车运行信息、政府公告、出行参考、股票信息、广告和其他

交通工具运行信息，在紧急状态下可以发布各种救援和疏散指示。此外，乘客还可以通过乘客信息系统设备的触摸屏自行查询气象信息和换乘信息。

5. 环控系统

环控系统是一套可以对环境空气进行处理系统，其作用是调节指定区域内的空气温度、湿度，并控制二氧化碳、粉尘等有害物质的浓度。环控系统可以覆盖车站的站厅、站台、隧道、设备管理用房等区域。

6. 给排水系统

(1) 给水系统。地铁给水主要分为生活用水、生产用水和消防用水。

①生活用水。在车站，生活用水主要是指卫生间、浴室和茶水室等的用水。

②生产用水。生产用水主要是指空调冷却系统的循环冷却水和补充水，以及站厅层、站台层和出入口通道等地的地面清洗冲洗水。

③消防用水。消防用水主要是指消火栓给水系统所用的水。

(2) 排水系统。地铁排水主要分为生活污水、隧道结构渗水、消防废水及露天出口和洞口的雨水。对污水、废水和雨水应分类集中，并就近排到城市污水、雨水排水系统中。总之，排水应遵循分类集中、就地排放的原则。

7. 防灾报警系统

为保证轨道交通运行的安全和正常运营，以及保护全线所有的建筑物，每条轨道交通线路都应配备具有火灾、水灾、地震等自动监测及自动报警功能的防灾报警系统，并同时具有在火灾发生时必要的防火、灭火手段和措施。

在防灾报警系统中，最重要的系统是火灾报警系统。在火灾报警系统中，火灾探测器是最重要的组成部分。

8. 照明系统与低压配电系统

(1) 照明系统。城市轨道交通车站的地下区域特征及地铁运营性质决定了城市轨道交通车站内照明种类的多样化，进而决定了照明配电回路数量不应少于动力用电回路数量。按属性不同分类，照明系统可分为应急照明系统、节电照明系统、标志照明系统、出入口照明系统、一般照明系统、广告照明系统和事故照明系统等。

(2) 低压配电系统。城市轨道交通的独特性决定了低压配电系统的复杂性，主要表现为低压用电设备数量大、类型多、负荷范围广；系统设计的考虑因素较多，如电线电缆的选择、配线结构的考虑和敷设方式的优化等。低压配电系统直接向轨道交通系统中的低压用电设备提供电能，并且监督监控通风空调设备、给排水设备和照明设备的运行状态。

 阅读材料

城市轨道交通系统介绍

根据《城市公共交通分类标准》(CJJ/T 114—2007)和《城市轨道交通技术规范》(GB 50490—2009)的规定,城市轨道交通是指采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统,包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统和市域快速轨道系统。

1. 地铁系统

地铁是一种大运量的轨道运输系统,采用钢轮钢轨体系,标准轨距为 1 435 mm。地铁主要在大城市地下空间修筑的隧道中运行,当条件允许时,也可穿出地面,在地上或高架桥上运行。

2. 轻轨系统

轻轨系统是一种中运量的轨道运输系统,采用钢轮钢轨体系,标准轨距为 1 435 mm,主要在城市地面或高架桥上运行,线路采用地面专用轨道或高架轨道,遇繁华街区,也可进入地下或与地铁接轨。

3. 单轨系统

单轨系统是一种车辆与特制轨道梁组合成一体运行的中运量轨道运输系统。轨道梁不仅是车辆的承重结构,也是车辆运行的导向轨道。单轨系统中车辆的运行方式主要有两种:一是车辆跨骑在单片梁上运行的方式,这种单轨系统称为跨座式单轨系统;二是车辆悬挂在单根梁上运行的方式,这种单轨系统称为悬挂式单轨系统。重庆采用的单轨系统如图 1-11 所示。



图 1-11 重庆采用的单轨系统

4. 有轨电车

有轨电车是一种低运量的轨道交通系统，电车的轨道主要敷设在城市道路路面上，车辆与其他地面交通混合运行，如图 1-12 所示。目前，我国有多个城市正在规划和建设现代有轨电车系统。



图 1-12 有轨电车

5. 磁浮系统

磁浮系统在常温条件下利用电导磁力悬浮技术使列车上浮，因此车厢不需要车轮、车轴、齿轮传动机构和架空输电线网，列车运行方式为悬浮状态，采用直线电机驱动行驶，现行标准轨距为 2 800 mm，主要在高架桥上运行，特殊地段也可在地面或地下隧道中运行。磁浮系统主要有两种基本类型：一是高速磁浮列车，其最高行车速度可达 500 km/h；二是中低速磁浮列车，其最高行车速度可达 100 km/h。图 1-13 所示为唐山轨道客车有限责任公司生产的国内首列实用型中低速磁浮列车。



图 1-13 国内首列实用型中低速磁浮列车

6. 自动导向轨道系统

自动导向轨道系统是一种车辆采用橡胶轮胎在专用轨道上运行的中运量乘客运输系统，其列车沿着特制的导向装置行驶，车辆运行和车站管理采用计算机控制，可实

现全自动化和无人驾驶。通常在繁华市区，自动导向轨道系统的线路可采用地下隧道，在市区边缘或郊外宜采用高架结构。自动导向轨道系统适用于城市机场专用线或城市中客流相对集中的点对点运营线路；必要时，中间可设少量停靠站。

7. 市域快速轨道系统

市域快速轨道系统适用于城市区域内重大经济区之间中长距离的客运交通，是一种大运量的轨道运输系统。市域快速轨道列车主要在地面或高架桥上运行，必要时也可在隧道中运行。当采用钢轮钢轨体系时，其标准轨距也为 1 435 mm。

学习评价

学习完本模块后，请根据自己的学习所得，结合下表所列内容进行打分评价。

模块 1 学习评价

评价内容	评价方式			评价等级
	自 评	小组评议	教师评议	
课前预习本模块的相关知识、相关资料				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉城市轨道交通车站的概念和分类				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉城市轨道交通车站的组成				A. 充分 B. 一般 C. 不足
掌握城市轨道交通设备的分类				A. 充分 B. 一般 C. 不足
参加教学中的讨论和练习，并积极完成相关任务				A. 充分 B. 一般 C. 不足
善于与同学合作				A. 充分 B. 一般 C. 不足
学习态度，完成作业情况				A. 充分 B. 一般 C. 不足
总评				

思考与练习

1. 填空题

(1) 城市轨道交通_____是城市轨道交通路网中一种重要的建筑物，是乘客上下车、换乘和候车的场所。

(2) 城市轨道交通车站的分类方法有很多种，常见的有按_____、_____和_____分类。

(3) _____是为车站及隧道提供通风、换气的设施，在车站或隧道发生火灾时还能排烟。

(4) _____是指将从架空接触网或接触轨接收的电能变为机械能，从而驱动电动车组运行的供电方式。

(5) 城市轨道交通车站系统运营设备的种类众多，具体包括自动售检票系统、电梯系统、_____、乘客信息系统、_____、给排水系统、防灾报警系统、照明系统与低压配电系统等。

2. 简答题

(1) 简述城市轨道交通车站的组成。

(2) 简述城市轨道交通车站站场的概念。

(3) 简述车站站场的分类。

(4) 城市轨道交通车辆的类型有哪些？

(5) 城市轨道交通信号系统的设备有哪些？



模块 2 电扶梯系统



学习目标

- (1) 掌握电梯的构造及工作原理。
- (2) 熟悉常规的电梯操作及故障处理方法。
- (3) 掌握自动扶梯的构造及工作原理。
- (4) 熟悉自动扶梯的操作及应急处理方法。

2.1 电 梯

广义的电梯是指由动力驱动，利用沿刚性导轨运行的箱体或者沿固定线路运行的梯级（踏步）进行升降或平行运送人、货物的机电设备。广义的电梯包括载人（货）电梯、自动扶梯和自动人行道等。狭义的电梯则只包括垂直方向运行的电梯。本模块所涉及的电梯为狭义的电梯。

2.1.1 电梯的构造及工作原理

1. 电梯的构造

电梯是机与电紧密结合的复杂产品，在垂直交通运输工具中使用最普遍。电梯由机械部分和电气部分两大部分组成，其结构包括四大空间（机房部分、井道及底坑部分、围壁部分和层站部分）和八大系统（曳引系统、导向系统、门系统、轿厢、重量平衡系统、电力拖动系统、电气控制系统和安全保护系统）。

电梯的基本构造如图 2-1 所示。

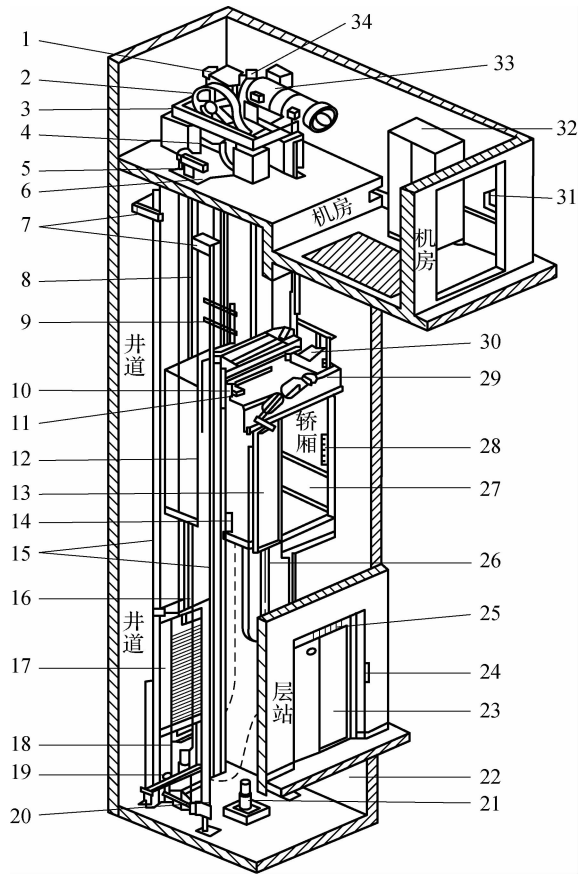


图 2-1 电梯的基本构造

- 1—减速箱；2—曳引轮；3—曳引机底座；4—导向轮；5—限速器；6—机座；7—导轨支架；
 8—曳引钢丝绳；9—开关磁铁；10—紧急终端开关；11—导靴；12—轿厢架；13—轿厢门；
 14—安全钳；15—导轨；16—绳头组合；17—对重；18—补偿链；19—补偿链导轮；
 20—张紧装置；21—缓冲器；22—底坑；23—层门；24—呼梯盒；
 25—层楼指示灯；26—随行电缆；27—轿厢壁；28—按钮操作盘；
 29—开门机；30—井道传感器；31—电源开关；
 32—控制柜；33—曳引机；34—制动器

(1) 机房部分。机房用来安装减速箱、导向轮、曳引机、控制柜和限速器等。机房可以设置在井道顶部，也可以设置在井道底部。当机房设于井道底部时，采用曳引机下置式曳引方式。这种方式结构复杂，建筑物承重大，对井道尺寸要求高，只有在机房无法顶置时才可使用。对于绝大多数的电梯，机房均设于井道顶部。机房必须有足够的面积、高度、承重能力及良好的通风条件。

(2) 井道及底坑部分。井道是指由围壁、顶板及底坑围成的一个可以容纳电梯轿厢和对重的有限空间。为了方便出入，在每个层站都设有入口。井道的底坑深入

地面，用于安装缓冲器和张紧装置等。由于底坑深入地面，因而应满足防水要求，最好有排水设施。

井道及底坑部分由导轨、导轨支架、对重、缓冲器、导靴、张紧装置、补偿链、随行电缆、底坑、紧急终端开关等组成。

(3) 围壁部分。围壁的作用是将电梯与外界分隔开，当导轨架直接安装在围壁上时，围壁还应承受剪切力。围壁的结构分为封闭式和空格式。

(4) 层站部分。层站是各楼层中电梯停靠的地点。每一层楼，电梯最多只有一个站，也可根据需要在某些层楼不设站。

层站部分由层门（厅门）、呼梯装置（呼梯盒）、门锁装置、层站开关门装置和层楼指示灯等组成。

(5) 曳引系统。电梯曳引系统的作用是输出动力、传递动力，从而使电梯完成向上或向下的运动。曳引系统由曳引机、曳引钢丝绳、反绳轮和导向轮等组成。

① 曳引机。曳引机是电梯的主要拖动机械，它驱动电梯的轿厢和对重向上或向下运动，是电梯的动力源。曳引机由电动机、联轴器、制动器、减速箱、机座和曳引轮等组成。根据需要，有的曳引机还装有冷却风机、速度反馈装置（光码盘）和惯性轮等。根据电动机与曳引轮之间是否有减速箱，曳引机可分为有齿曳引机和无齿曳引机。对于有齿曳引机，需在电动机的转轴和曳引轮的转轴之间安装减速器（箱），以将电动机转轴输出的较大转速降低到曳引轮转轴所需的较低转速，同时得到较大的曳引转矩，以适应电梯运行的要求。制动器是电梯的一个重要安全装置，对主动转轴起制动作用。除了安全钳以外，只有它能使工作中的电梯轿厢停止运行。

② 曳引钢丝绳。曳引钢丝绳的两端分别与轿厢和对重连接（或者两端固定在机房上），承受着电梯全部的悬挂重量且反复弯曲，承受很高的比压，还要频繁承受电梯起动和制动的冲击。因此，对电梯曳引钢丝绳的强度、耐磨性和挠性均有很高的要求。

③ 反绳轮。当钢丝绳的绕绳比大于 1 时，在轿厢顶和对重架上应增设反绳轮。反绳轮的个数可以是 1 个、2 个或者 3 个，这与曳引比有关。

④ 导向轮。导向轮的作用是拉大轿厢与对重的间距，将曳引钢丝绳引向对重或轿厢的钢丝绳轮，采用复绕型时还可增大曳引力。导向轮安装在曳引机架或承重梁上。

(6) 导向系统。导向系统由导轨、导靴和导轨支架等组成。它的作用是限制轿厢和对重的活动自由度，使轿厢和对重只能沿着导轨做升降运动。

导轨被固定在导轨支架上，导轨支架是承重导轨的组件，与井道壁连接。导靴装在轿厢和对重架上，与导轨配合，使轿厢和对重的运动方向与导轨的直立方向一致。

(7) 门系统。门系统由轿厢门、层门、开门机、联动机构和门锁等组成。轿厢门设在轿厢入口，由门扇、门导轨架、门靴和门刀等组成。层门设在层站入口，由门扇、门导轨架、门靴、门锁装置及应急开锁装置组成。开门机设在轿厢上，是轿厢门和层

门启闭的动力源。

(8) 轿厢。轿厢是用以运送乘客或货物的电梯组件。它由轿厢架和轿厢体组成。轿厢架是轿厢体的承重构架,由横梁、立柱、底梁和斜拉杆等组成。轿厢体由轿厢底、轿厢壁、轿厢顶、照明装置、通风装置、轿厢装饰件和轿内操纵箱等组成。轿厢体空间的大小由额定载重或额定载客数决定。

(9) 重量平衡系统。重量平衡系统由对重和重量补偿装置组成。对重由对重架和对重块组成。对重用于平衡轿厢自重和部分的额定载重。重量补偿装置用于补偿高层电梯中轿厢与对重侧曳引钢丝绳长度的变化对电梯平衡设计的影响。

(10) 电力拖动系统。电力拖动系统由曳引电机、供电系统、速度反馈装置和调速装置等组成,对电梯进行速度控制。

①曳引电机。曳引电机是电梯的动力源,根据电梯配置可采用交流电机或直流电机。

②供电系统。供电系统是为电机提供电源的装置。

③速度反馈装置。速度反馈装置为调速系统提供电梯运行速度信号,一般采用测速发电机或速度脉冲发生器与曳引电机相连。

④调速装置。调速装置用于对曳引电机进行调速控制。

(11) 电气控制系统。电气控制系统由操纵装置、控制屏、位置显示装置和选层器等组成,它的作用是对电梯的运行进行操纵和控制。

①操纵装置。操纵装置包括轿厢内的按钮操作箱或手柄开关箱、层站召唤按钮、轿顶和机房中的检修或应急操作箱。

②控制屏。控制屏安装在机房中,由各类电气控制元件组成,是电梯实行电气控制的集中组件。

③位置显示装置。位置显示装置是指轿内和层站的指层灯。层楼指示灯一般能显示电梯的运行方向或轿厢所在的层站。

④选层器。选层器能起到指示和反馈轿厢的位置,决定运行方向,发出加减速信号等作用。

(12) 安全保护系统。安全保护系统包括机械部分和电气部分的各类安全保护装置,可保证电梯的安全使用。机械部分的安全保护装置有限速器和安全钳(起超速保护作用)、缓冲器(起冲顶和蹲底保护作用)、终端极限开关(可切断总电源)等。电气部分的安全保护装置在电梯的各个运行环节中都有。

2. 电梯的工作原理

电梯的安全保护装置用于电梯的起停控制;按钮操作盘用于轿厢门的关闭、轿厢需要到达楼层的控制;呼梯盒用于人员呼叫时,电梯能够准确到达呼叫位置;层楼指示灯用于显示电梯到达的具体位置;拖动控制用于控制电梯的起停、加速、减速等;

门机控制主要用于控制当电梯达到一定位置时，电梯门能够自动打开，或者门外有人要求乘梯时，电梯门能够自动打开。

电梯控制系统的结构如图 2-2 所示。

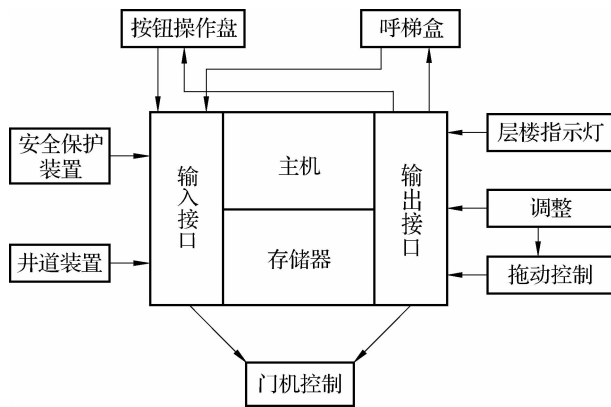


图 2-2 电梯控制系统的结构

电梯的信号控制基本由可编程控制器（programmable logic controller, PLC）软件实现。输入到 PLC 的控制信号有运行方式选择信号（如自动、有司机、检修、消防运行方式等）、运行控制信号、安全保护信号、轿内指令信号、层站召唤信号、开关门及限位信号、门区和平层信号等。

电梯信号控制系统如图 2-3 所示。

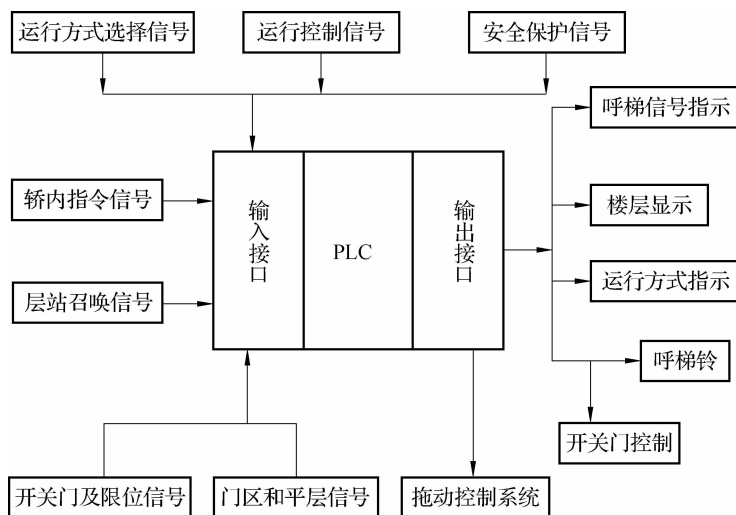


图 2-3 电梯信号控制系统

2.1.2 电梯的操作及故障处理

1. 电梯的操作

(1) 轿厢内按钮的操作。轿厢内的按钮操作盘上的按钮一般有报警按钮、楼层选择按钮、开门按钮和关门按钮等，可根据实际情况选用。

(2) 电梯的开启。插入钥匙并将钥匙转到“0”位置，然后将钥匙拔出来，再按一般电梯的操作进行。

(3) 电梯的关闭。插入钥匙并将钥匙转到“1”位置，出现“暂停”字样后重新开关电梯门一次，当电梯门再次关好时，表明电梯已关闭，拔出钥匙即可。

2. 电梯的故障处理

电梯发生故障时的救援，必须做到一人操作、一人监控。电梯故障一般涉及以下三种情况：

(1) 电梯停在平层区域但不能自动开门。该故障的处理步骤如下：

①接到求救信息后要与轿厢内的乘客沟通，以确认电梯停止的位置和轿厢内的人员数量，告诉乘客在接到指示之前不得自行扒开电梯门。

②救援人员带上电梯的开梯钥匙、控制柜钥匙和三角钥匙尽快到达故障现场。

③到达电梯停止位置后确认电梯是否停在平层区，若没有停在平层区，则按相应情况处理。

④救援人员应安慰轿厢内的乘客，使其保持镇静，不要惊慌。

⑤到控制柜处，用专用钥匙打开控制柜。

⑥断开主断路器的开关，切断电梯电源后关闭控制柜的柜门。

⑦在电梯停止位置用三角钥匙打开层门后，注意层门地坎与轿厢地坎之间的高度差和间隙，防止人员跌落井道，然后直接将乘客从轿厢中救出。

⑧乘客被救出后，必须关闭所开启的层门，并保证其在外力的作用下也无法打开。立即停用发生故障的电梯，放置“暂停服务”的牌子，安排机电轮值人员来修理。

(2) 电梯停在非平层区域且电梯有电。该故障的处理步骤如下：

①接到求救信息后要与轿厢内的乘客沟通，以确认电梯停止的位置和轿厢内的人员数量，告诉乘客在接到指示之前不得自行扒开电梯门。

②救援人员带上电梯的开梯钥匙、控制柜钥匙和三角钥匙尽快到达故障现场。

③到达电梯停止位置后确认电梯是停在非平层区，否则按其他情况处理；对于非观光电梯，应用三角钥匙将层门展开一条细缝来检查轿厢所处位置。

④救援人员应与乘客沟通，告诉其在救援期间电梯可能起动和停止的次数，要求

乘客保持镇静，不要惊慌。

⑤到控制柜处，用专用钥匙打开控制柜，并将 JRH 开关由 NORM（正常）位置旋转到 JRH（召唤）位置。

⑥按 ESE 盒上的 DRH-U（向上）按钮或 DRH-D（向下）按钮以控制轿厢的上下移动，若发生紧急情况，则应按压 STOP 按钮，如图 2-4 所示；同时，LR-U（向上）或 LR-D（向下）指示灯亮，如图 2-5 所示。如果不能实现轿厢移动，应转为情况（3）处理。

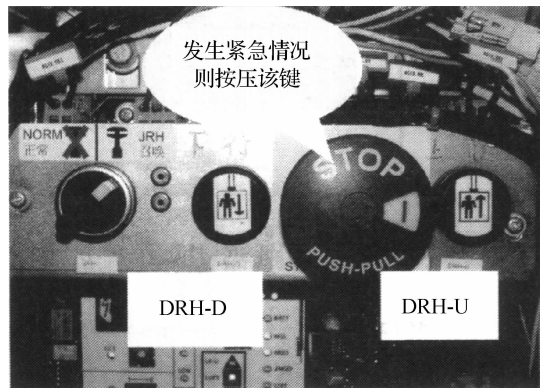


图 2-4 控制柜

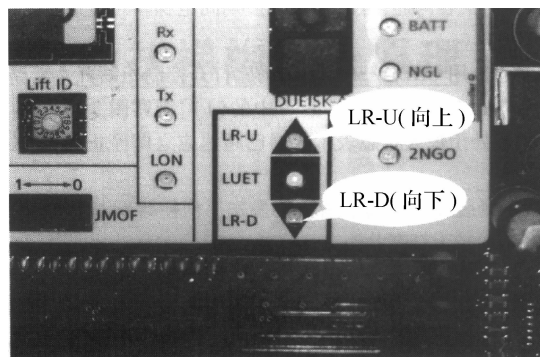


图 2-5 LR-U（向上）、LR-D（向下）指示灯

⑦当轿厢运行到平层位置时，控制屏上的平层指示灯 LUET 会亮，表示轿厢已到达平层区，此时应马上松开操作按钮。

⑧断开主断路器的开关，并按情况（1）进行处理。

（3）电梯停在非平层区且电梯没电。该故障的处理步骤如下：

①接到求救信息后要与轿厢内的乘客沟通，以确认电梯停止的位置和轿厢内的人员数量，告诉乘客在没有接到指示之前不得自行扒开电梯门。

②救援人员带上电梯的开梯钥匙、控制柜钥匙和三角钥匙尽快到达故障现场。

③到达电梯停止位置后确认电梯是停在非平层区，否则按其他情况处理；对于非观光电梯，应用三角钥匙将层门展开一条细缝来检查轿厢所处位置。

④救援人员与乘客沟通，告诉其在救援期间电梯可能启动和停止几次，要求乘客保持镇静，不要惊慌。

⑤到控制柜处，用专用钥匙打开控制柜，断开主断路器的开关，切断电梯电源。同时按住“▲”“▼”按钮观察 LR-U、LUET、LR-D 指示灯的状态，若处于熄灭状态，则表示电梯已超速，应立即停止操作，关闭控制柜门并通知维修人员进行抢修。

⑥将救援工具装在松闸盘上后，扳动操作手柄使轿厢移动。如果 LR-U 或 LR-D 指示灯亮并伴有蜂鸣声，表示轿厢移动速度过快，应立即将松闸手柄复位至开始位置。

⑦不断观察 LR-U、LUET、LR-D 指示灯的状态，小心地向下释放松闸手柄使轿厢逐步地缓慢移动，当轿厢接近门区时，每次只能移动轿厢 10~15 cm，以防止冲顶或蹲底，直到看见平层指示灯亮时立即松开松闸手柄，此时表示轿厢已到达平层区。

⑧拆除松闸手柄，关闭控制柜的柜门，根据情况（1）进行处理。

2.2 自动扶梯

自动扶梯是公共场所广泛使用的连续运输乘客的工具，具有输送能力大、效率高的优点，特别适用于商场、车站、码头、机场等有大量人流汇集及疏散的场所。当停电或因故障不能运行时，自动扶梯还可作为普通扶梯使用。

2.2.1 自动扶梯的构造及工作原理

1. 自动扶梯的构造

自动扶梯的构造如下：

(1) 桁架。桁架是架设在建筑结构上，用来支承梯级、踏板及运动机构等部件的金属构件，如图 2-6 所示。桁架一般由角钢和方钢制作而成。

(2) 梯级。梯级是自动扶梯的载人部件，多个梯级通过牵引构件（牵引链条和牵引齿条）在驱动装置的驱动下形成运动的梯路。梯路在自动扶梯内沿着一定的轨迹周而复始地运行，完成对人员的连续运送。

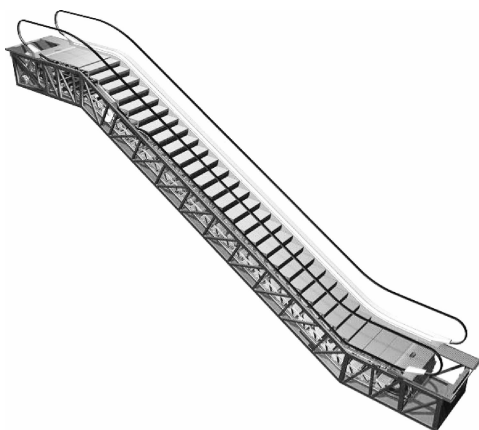


图 2-6 桁架

梯级的外形如图 2-7(a)所示，其结构如图 2-7(b)所示，包括踏面、踢板、支架、主轮和辅轮等部分。梯级处于梯路上半周时，踏面一直处于水平状态；梯级处于梯路下半周时，踏面翻转 180°。梯级的踏面一般为防滑设计，表面有凹槽，其作用是使梯级在上、下出入口处嵌入梳齿板中，同时使梯级上的垃圾不至于滚动到梯级与裙板之间而划伤裙板。梯级可以看作是一种具有特殊结构的四轮（包括两个主轮和两个辅轮）小车，它通过牵引构件在驱动系统的牵引下沿导轨运行。梯级的主轮轴与牵引链条或牵引齿条连接在一起。全部梯级按一定规律布置在导轨上，导轨的形状决定了梯级的运行轨迹。

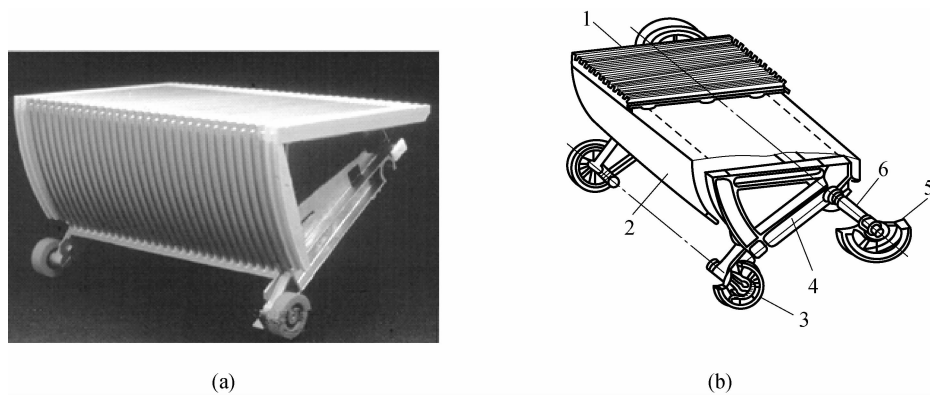


图 2-7 梯级

(a) 梯级的外形 (b) 梯级的结构

1—踏面；2—踢板；3—辅轮；4—支架；5—主轮；6—轴

(3) 驱动装置。自动扶梯的驱动装置一般由电动机、减速箱、制动器、传动链和驱动主轴等组成，其功能是将动力传递给梯路系统和扶手系统。按驱动装置位置的不同，自动扶梯可分为端部驱动自动扶梯和中间驱动自动扶梯。

①端部驱动自动扶梯。端部驱动自动扶梯的驱动装置多位于自动扶梯的上部，并以链条为牵引构件。它由一系列的梯级和两根牵引链条连接在一起，运行在按一定线

路布置的导轨上。牵引链条绕过上牵引链轮、下张紧装置并通过上、下分支的若干直线、曲线区段构成闭合环路。上牵引链轮通过减速器等与电动机相连以获得动力。扶梯两边装有与梯级同步运行的扶手装置，供乘客手扶之用。

②中间驱动自动扶梯。中间驱动自动扶梯的驱动装置位于扶梯中部，并以齿条为牵引构件。一台中间驱动自动扶梯可以装多组驱动装置，故其也称为多级驱动组合式自动扶梯。扶梯运行时，电动机通过减速器将动力传递给两侧的构成闭合环路的传动链条，每侧的传动链条之间铰接一系列的滚子，滚子与牵引齿条啮合，驱使自动扶梯运行。

(4) 梯路导轨。梯路导轨的作用是在梯路上、下分支上支撑梯级主、辅轮的载荷，并引导梯级以一定的轨迹运行，防止梯级跑偏。

(5) 扶手装置。扶手装置由扶手驱动系统、扶手带和扶手栏杆等组成，位于扶梯两侧，便于乘客扶握，可对乘客安全起到防护作用。扶手带位于扶手装置的顶面，与梯级同步运行，是可供乘客扶握的带状部件。当扶手带被拉长或安装过紧时，扶手带的张紧装置会自动调节其长度。

(6) 裙板。裙板包括内裙板和外裙板。内裙板是与梯级两侧相邻的金属围板，是梯级两边的界限。外裙板用于覆盖桁架的外部，以防止有人触摸自动扶梯桁架中自动扶梯的运动部件。同时，外裙板也是外部装饰板。

(7) 盖板。盖板包括内盖板和外盖板。内盖板是用于遮住扶栏处的自动扶梯内部部件的盖板，它的一端装在裙板上。外盖板是用于遮住扶栏外缘的盖板。

(8) 梳齿板。梳齿板位于运行的梯级的出入口，是为方便乘客上、下过渡而与梯级踏板相啮合的部件。

(9) 控制柜。控制柜主要由主机板、变频器、主开关、各种继电器、接线端子、通信接口和接地保护装置等构成。

(10) 安全装置。自动扶梯必备的安全装置包括工作制动器、牵引链过分伸长或断裂保护装置、扶手带入口保护装置、电动机保护装置、梳齿板保护装置、梯级塌陷保护装置和急停开关等。

(11) 自动润滑系统。自动扶梯的自动润滑系统是保障自动扶梯安全、正常运行的关键系统之一。自动扶梯的链条在润滑不足的情况下连续运行，会使链轮和链条之间产生干摩擦，加快磨损，导致链条伸长、寿命降低，甚至可能发生断链的严重安全事故；如果润滑油太多，则会造成润滑油的浪费，而且滴落的润滑油还会对环境造成污染。

2. 自动扶梯的工作原理

自动扶梯是带有循环运动梯路，向上或向下倾斜输送乘客的固定电力驱动设备。自动扶梯可以看成由一台具有特殊结构形式的链式输送机 and 两台具有特殊结构形式的胶带式输送机组合而成的升降传送系统。与一般电梯不同，自动扶梯具有连续输送的功能，能在短时间内输送大量乘客。

2.2.2 自动扶梯的操作及应急处理

1. 自动扶梯的操作

(1) 开启自动扶梯的程序。

①将钥匙插入操作盘上的报警停止开关并旋转以鸣响警笛，系统开始运转，放手后钥匙将回到中央位置，将其拔出。

②当确认自动扶梯的踏板上没有乘客时，将钥匙插入运行开关向需运行方向（上或下）旋转，自动扶梯开始运作，待稳定运行后放手，钥匙自动回到中央位置，将其拔出（起动时一只手旋转钥匙，另一只手按在紧急停止按钮上，当出现异常情况及时按下紧急停止按钮）。

③确认扶手带是否正常转动，如有异常声响或振动，应立即按下紧急停止按钮，停住自动扶梯，同时通知维修人员。

④确认自动扶梯正常运转后，再试运转 5~10 min。

⑤如果在试运转过程中按下了紧急停止按钮，那么在问题处理完毕后必须将红色罩复原。

(2) 关闭自动扶梯的程序。

①确认有无异常声响或振动，如发现问题，应立即关闭自动扶梯。

②关闭自动扶梯之前，不允许乘客进入自动扶梯的梯口。

③将钥匙插入报警停止开关并旋转以鸣响警笛。

④确认自动扶梯附近或扶梯梯级上无人后，再用钥匙开启停止开关，自动扶梯将停止运行。

⑤一天的正常运行结束后应认真检查并清扫自动扶梯踏板、扶手带、梳齿板、裙板及自动扶梯下部的专用房。

⑥正常停止自动扶梯后，应在其旁边放置“停止使用”的牌子，以防止乘客将其当作楼梯使用。

2. 自动扶梯的应急处理

(1) 紧急停止按钮的操作。当出现异常情况且必须使用紧急停止按钮时，应先大声通知乘客“紧急停止，请抓住扶手”再进行操作。

①现场操作。

- 正常状态。平时红色罩呈向外膨胀凸出状态。
- 操作时的状态。用手指按压红色罩，凸出状态变塌陷状态。
- 操作后的状态。用手指按压红色罩的周围，使其中部恢复正常状态。

②车站控制室（车控室）的操作。敲破玻片—按压按钮—复位（拨起按钮）。

(2) 扶梯转换运行方向的操作程序。

- ①将钥匙插入报警停止开关并旋转以鸣响警笛。
- ②确认扶梯梯级上无人后再用钥匙开启报警停止开关，在自动扶梯停止运行后将钥匙拔出。
- ③待电梯完全停止后，将钥匙插入运行开关，开启需运行方向的开关（上或下）。

阅读材料

楼梯升降机

楼梯升降机安装在城市轨道交通车站出入口处或站台至站厅处，属于车站无障碍设备设施的一部分，为乘坐轮椅的残疾人提供进出站服务。

楼梯升降机按服务功能的不同可分为座椅式楼梯升降机和轮椅平台式楼梯升降机两种类型。座椅式楼梯升降机主要为行动不便者提供上下楼梯的服务。座椅式楼梯升降机一般由座椅、托架和导轨等组成。轮椅平台式楼梯升降机主要为使用轮椅者提供上下楼梯的服务，其一般结构形式如图 2-8 所示。公交场所一般都选用轮椅平台式楼梯升降机。



图 2-8 轮椅平台式楼梯升降机

楼梯升降机由轮椅平台、驱动机与牵引系统、导轨、轮椅平台控制盒、平台召唤装置、充电装置及安全装置等组成。

1. 轮椅平台

轮椅平台由钢构件制成，其结构具有足够的强度和刚度。轮椅平台包括钢板、安全护栏、活动板和安全挡板等。

2. 驱动机与牵引系统

楼梯升降机可采用交流电机驱动或采用直流电机驱动。常见的升降平台的传动方式有绳球链牵引式传动、滚轮式传动和齿轮齿条式传动三种。

(1) 绳球链牵引式传动。绳球链牵引式传动一般采用交流电机驱动，驱动装置安装在楼梯的上端部，采用 220 V 交流电源直接为驱动装置的电机供电。绳球链是一种在钢丝绳上穿入圆球（由工程塑料制成）而制成的传动机构，绳球链穿在空心的导轨中，牵引升降平台运动。绳球链牵引式传动楼梯升降机的优点是导轨外形美观；缺点

是运动时绳球在钢管内滑动产生的摩擦对动力的损耗大，特别是在导轨转弯的地方。由于导轨的总长度一般不能太长，因而绳球链牵引式传动楼梯升降机适用于提升高度不高、转弯少的楼梯。

(2) 滚轮式传动。滚轮式传动采用一种特殊设计的曲线导轨与特殊设计的滚轮机构相啮合。滚轮机构由安装在平台支承架内的驱动主机驱动，通过滚轮在导轨上的爬行带动升降平台上升或下降。滚轮式传动楼梯升降机的导轨结构虽然比较复杂，但在使用中传动件的摩擦损耗较小，能适应多转弯、高度高的楼梯。

(3) 齿轮齿条式传动。齿轮齿条传动楼梯升降机的驱动机安装在升降平台（或座椅）的支承架内，导轨上装有齿条，通过齿轮在齿条上的滚动带动升降平台上升或下降。

3. 导轨

导轨被固定在楼梯表面。导轨和支撑件采用钢铁制作，因而表面具有很好的防锈蚀性能。

4. 轮椅平台控制盒

轮椅平台控制盒放置在楼梯升降机的内部，其包括电机、蓄电池（直流驱动）、主电源开关、上行继电器、下行继电器、中间继电器、时间继电器和电机辅助继电器等。出入口的楼梯升降机控制柜应能适应露天的工作条件。

5. 平台召唤装置

楼梯升降机一般都采用微机控制方式，对升降平台的动作可实现各种自动控制，包括平台的自动收放、护栏的自动收放及平台的召唤和返回。按照操作方式的不同，平台召唤和返回有两种方式，即自助式操作和他助式操作。

(1) 自助式操作。自助式操作是指由使用者自行操作使用楼梯升降机的方式。采用这种操作方式的楼梯升降机，在楼梯的上下端都设置有专用操作箱，使用者只需按下操作箱上的使用开关，升降机就会运行至使用端，平台将自动打开。升降平台上安装有护栏开关和运行开关，使用者可自行操作护栏的收放和平台的运行。

(2) 他助式操作。他助式操作是指由他人协助操作使用楼梯升降机的方式。采用这种操作方式的楼梯升降机，在楼梯的上下端也都设置有专用操作箱。操作箱上设有对讲机，当使用者需要使用升降机时，先要通过对讲机与现场管理人员取得联系，由管理人员到现场打开升降平台，协助使用者在平台上就位，然后由现场管理人员控制平台的运行。采用这种操作方式的楼梯升降机在升降平台上一一般都设有钥匙开关，由管理人员掌握钥匙，现场开、停升降机。他助式操作方式的安全性好，设备易于管理。地铁的楼梯升降机一般都采用这种操作方式。

6. 充电装置

对于直流驱动的楼梯升降机应设置充电装置。充电装置将交流电整流成直流电后

给蓄电池充电。当蓄电池的电压过低时，升降机在运行过程中会发出蜂鸣信号，此时应立即驱动升降机驶向充电点，并尽可能向下行驶，使其充电。

7. 安全装置

安全装置主要包括限速器开关、侧板开关、底板开关、护栏开关、限位开关、极限开关、抱闸装置和旁通开关等。

学习评价

学习完本模块后，请根据自己的学习所得，结合下表所列内容进行打分评价。

模块 2 学习评价

评价内容	评价方式			评价等级
	自 评	小组评议	教师评议	
课前预习本模块的相关知识、相关资料				A. 充分 B. 一般 C. 不足
掌握电梯的构造及工作原理				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉常规的电梯操作及故障处理				A. 充分 B. 一般 C. 不足
掌握自动扶梯的构造及工作原理				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉自动扶梯的操作及应急处理				A. 充分 B. 一般 C. 不足
参加教学中的讨论和练习，并积极完成相关任务				A. 充分 B. 一般 C. 不足
善于与同学合作				A. 充分 B. 一般 C. 不足
学习态度，完成作业情况				A. 充分 B. 一般 C. 不足
总评				

思考与练习

1. 填空题

(1) 广义的电梯是指由动力驱动，利用沿_____运行的箱体或者沿_____运行的梯级（踏步），进行升降或平行运送人、货物的机电设备，包括载人（货）电梯、自动扶梯和自动人行道等。

(2) 曳引机是电梯的主要_____机械，它驱动电梯的轿厢和对重向_____运动，是电梯的动力源。

(3) 电梯的电气控制系统由操纵装置、_____、位置显示装置、_____、选层器等组成，它的作用是对电梯的运行进行操纵和控制。

(4) 自动扶梯的_____一般由电动机、减速箱、制动器、传动链和驱动主轴等组成，其功能是将动力传递给梯路系统和扶手系统。

2. 简答题

- (1) 简述电梯的构造。
- (2) 简述电梯的工作原理。
- (3) 简述自动扶梯的构造。
- (4) 简述自动扶梯的工作原理。
- (5) 简述自动扶梯的应急处理操作。



模块 3 自动售检票系统



学习目标

- (1) 熟悉自动售检票系统的概念、组成及功能。
- (2) 了解自动售检票系统的架构。
- (3) 熟悉纸质车票、磁卡车票和智能卡车票的相关知识。
- (4) 了解车票的管理和车票体系。
- (5) 熟悉车票的识别方式及处理流程。
- (6) 掌握自动售票机的相关知识和基本操作。
- (7) 掌握半自动售票机的相关知识和基本操作。
- (8) 掌握自动检票机及其他自动售检票系统设备的相关知识。

3.1 自动售检票系统概述

自动售检票系统是指以磁卡或智能卡为车票介质，利用自动售票机、半自动售票机、自动检票机和查询机等终端设备，并通过计算机网络实现轨道交通运营中的自动售票、自动检票、自动收费和自动统计的封闭式票务管理自动化系统。

3.1.1 自动售检票系统的组成及功能

自动售检票系统由中央计算机系统、车站计算机系统、车站自动售检票系统设备和票卡四个层次组成。

1. 中央计算机系统

中央计算机系统包括小型机系统、数据库系统、监控工作站、数据传输设备、票卡编码及初始化设备等。其基本功能如下：

- (1) 将运营模式、票价表等系统控制与执行参数和黑名单信息下达给车站计算机系统。
- (2) 接收来自车站计算机系统的票务、客流和维修信息，建立自动售检票系统数据库，分析自动售检票系统的数据并生成各类运营报表。
- (3) 实时监控车站计算机设备，接受和处理外界侵犯或紧急报警事件。
- (4) 对新车票进行编码等初始化处理，自动分拣各类车票、剔除废票等。
- (5) 与其他票务清算系统连接，进行数据交换和实现数据共享。

2. 车站计算机系统

车站计算机系统包括车站计算机、监控工作站和数据传输设备等，其基本功能如下：

- (1) 将来自中央计算机系统的控制与执行参数和黑名单信息等下载给车站的各台自动售检票系统设备。
- (2) 定时收集自动售检票系统设备的状态信息和运营数据，并经处理后发送给中央计算机系统。
- (3) 实时监控车站自动售检票系统设备的运行状态。
- (4) 紧急情况下，车站计算机会发出指令或通过紧急开启装置，使检票机处于自由通行状态，便于快速疏散乘客。

3. 车站自动售检票系统设备

车站自动售检票系统设备包括自动检票机（automatic gate machine, AGM）、自动售票机（ticket vending machine, TVM）、半自动售票机（booking office machine, BOM）、自动验票机和自动充值机（automatic value-adding machine, AVM）等。

(1) 自动检票机。自动检票机又称为闸机。其基本功能是对乘客所持的车票进行检验，并完成进站或出站的交易处理。按计时计程的收费规则，在进入收费区及离开收费区时都要进行车票检验。进入收费区时检查车票的合法性并记录进入时的地点和时间；离开收费区时检查车票的合法性、进展信息的合法性及收费区内的停留时间，并根据进入位置和离开位置计算本次旅程的费用，完成车票扣款操作。

(2) 自动售票机。自动售票机的基本功能是通过乘客的自助式操作完成自助购票。自助购票的基本过程包括购票选择、接收购票资金、自动出票及找零等，在必要时还可以打印充值凭证等。乘客可用硬币和纸币在自动售票机上购买单程 IC 卡。自动售票

机也具有对一卡通或地铁专用处置车票进行充值的功能。同时，自动售票机预留银行卡的数据接口和电气接口及物理空间，方便支付方式的扩展。

自动售票机主要可以实现以下功能：

- ①接受乘客的购票选择，并在购票过程中给出提示信息及操作指导。
- ②可以接受乘客投入的现金（或储值票、信用卡等其他付费介质）并自动完成识别，对无法识别的现金（或储值票、信用卡等）予以退还。
- ③自动计算乘客投入的现金数量及购票金额，自动找零。
- ④自动完成车票校验、车票发售及出票操作。
- ⑤对各部件的工作状态进行自动监测，并向车站计算机系统上报工作状态。
- ⑥接收车站计算机系统下发的参数和控制命令，并执行相应的操作。
- ⑦存储并上传交易信息。
- ⑧对本机接收的现金及维护操作进行管理。

(3) 半自动售票机。半自动售票机用于辅助售票员处理各种售票及查询业务。设备的状态信息和运营数据会自动传输给车站计算机系统。

半自动售票机主要可以实现以下功能：

- ①车票发售功能。半自动售票机可以发售包括单程票、储值票和纪念票在内的各种车票，并可对储值票进行充值。
- ②车票分析功能。半自动售票机可以分析车票的有效性，查询车票历史交易信息。
- ③票务处理及服务功能。半自动售票机可以对无法正常完成进出站的车票进行票务更新，发售出站票，进行退票处理，受理车票挂失，查询票价及打印票务记录和每班财务记录。

(4) 自动验票机。自动验票机用于乘客自助式查询车票的相关信息（包括车票种类、卡号、金额、有效期及近期若干次的乘车记录等）。

(5) 自动充值机。通过自动充值机，乘客可自助式用现金或银行转账方式对储值票进行充值。当乘客用现金进行充值时，自动充值机能识别伪币，可以找零，并具有分析车票和自动显示余额的功能。自动充值机也能存储交易数据、工作状态记录和运营参数，通过网络和车站计算机系统实时上传工作状态和交易数据，接收车站计算机系统的控制命令并执行。

4. 票卡

城市轨道交通使用的票卡目前主要有磁卡和非接触式 IC 卡两种。其中，非接触式 IC 卡通常用作储值票和员工票等票种。新建城市轨道交通线路更倾向于选用非接触式 IC 卡自动售检票系统，如沈阳地铁 1 号线、2 号线的单程票和储值票均采用非接触式 IC 卡。单程票用的是薄型卡，存储容量为 512 bit，由于卡的采购成本较低，因而有效解决了票、卡价格倒挂的问题。

单程票除了可以采用磁卡或薄型非接触 IC 卡外，还可以采用筹码。筹码的采购成本较低，单枚筹码的使用次数可达 1 000 次，因此每次的使用成本很低。此外，筹码的回收设备简单、可靠，由于分拣工作是直接在检票机上进行的，因而车票可在车站内循环使用。筹码型单程票的缺点是不适宜作为商业广告的载体。

3.1.2 自动售检票系统的架构

城市轨道交通自动售检票系统可以处理城市范围内众多轨道交通线路的售检票业务，如路网业务、线路业务、车站处理、终端处理和车票媒介等。根据业务和应用情况，城市轨道交通自动售检票系统采用五层架构，第一层是城市轨道交通清分系统，第二层是线路中央计算机系统，第三层是车站计算机系统，第四层为车站终端设备，第五层为各种车票（详见 3.2 节），如图 3-1 所示。

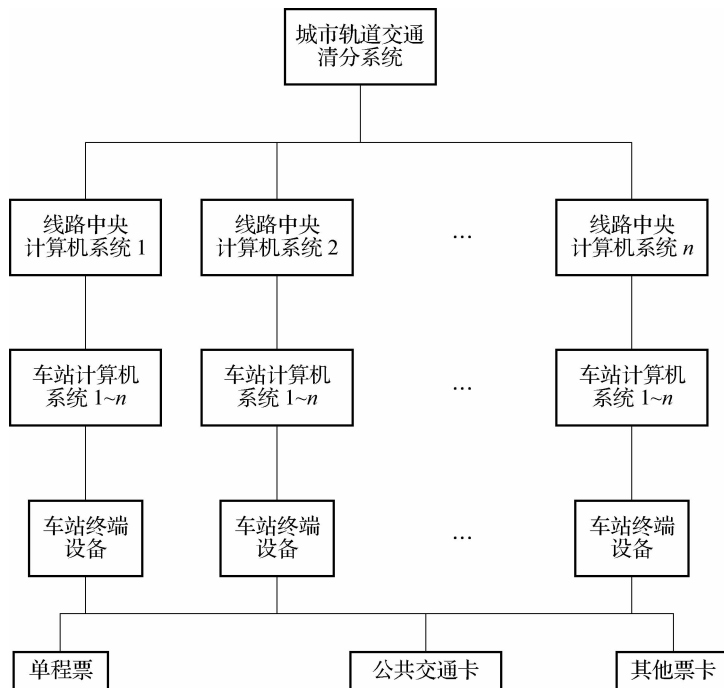


图 3-1 城市轨道交通自动售检票系统的架构

1. 城市轨道交通清分系统

清分系统（central clearing system, CCS）的主要功能是统一城市轨道交通自动售检票系统内部的各种运行参数，收集城市轨道交通自动售检票系统单程票产生的交易和审计数据，并进行数据清分和对账，负责单程票的初始化和调配及应急票的制作，进行线路之间的票款清分和客流统计，进行数据挖掘，并辅助各业务部门分析决策，

同时负责城市轨道交通自动售检票系统与城市“一卡通”清算系统之间的对账、清分和结算等。

清分系统不仅是票务数据的汇总和处理系统，也是全部路网中各条线路和各个车站客流的分析系统。该系统可以及时分析各条线路、各个车站的客流数据，当某一条线路或某个车站发生突发事件时，可以及时对相关线路和相关车站做出应急处置。

2. 线路中央计算机系统

线路中央计算机（line central computer, LCC）系统的设备安装在线路控制中心内，由若干台服务器、磁盘阵列、磁带机、工作站（包括系统管理工作站、数据管理工作站、网络通信管理工作站、参数下载工作站、车票管理工作站、设备监控工作站、报表查询工作站和中央及远程维修工作站）、千兆交换机和路由器等局域网设备、打印机、不间断电源及编码机等组成。

线路中央计算机系统是自动售检票系统的管理控制中心。线路中央计算机系统与各车站计算机系统进行通信；可自动采集全线路自动售检票系统的交易数据和设备运营状态信息，进行财务和客流统计；能下传费率表、优惠表、黑名单及其他参数和控制命令至各车站计算机系统及车站终端设备。

线路中央计算机系统将需要清分的信息上传给清分系统，接收清分系统下传的清分数据、黑名单信息和费率表等数据，实现本线路自动售检票系统数据的集中采集、统计及管理，实现本线路自动售检票系统运行、收益及设备维护的集中管理，实现对本线路自动售检票系统内所有设备的监控。线路中央计算机系统可以通过通信系统的时钟子系统获取标准时间并自动与之同步，并将标准时间信息下传至车站计算机系统和各车站终端设备。线路中央计算机系统具有备份和恢复功能及灾难恢复功能。

3. 车站计算机系统

车站计算机（station computer, SC）系统安装在各车站的车控室或票务室内，其主要功能是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，监视车站终端设备的运行状态，根据需要向单个或一组终端设备下达运营参数和设备控制指令。车站计算机系统的业务功能包括票务管理、收益管理、设备管理、设备控制和运营参数下载等。

4. 车站终端设备

车站终端设备直接为乘客提供售检票服务。车站终端设备又分为售票类设备、检票类设备和验票类设备三种类型。车站终端设备主要包括自动售票机、半自动售票机、

自动检票机和自动验票机等设备。

车站终端设备接受线路中央计算机系统和车站计算机系统的管理，按照系统参数配置的方式上传交易数据、设备状态和事件报警，接收运营参数和控制指令，根据需要在正常运营模式和降级运营模式下工作。

3.2 车 票

城市轨道交通车票既是乘客乘车的凭证，也是城市轨道交通运营管理重要信息的载体，它与收益、客流等信息的掌握密不可分，是整个票务系统运作的重要媒介。

3.2.1 纸质车票

纸质车票实现了在车票上印刷相关的车票信息，采用人工方式或自动方式售票，通过视读或扫描仪确认票面信息。纸质车票分为普通纸票和条形码纸票两种。目前，纸质车票已不常见，只在特殊情况下发售。

1. 普通纸票

普通纸票的票面上印有车票的相关信息，由票务人员视读确认，它的信息是制度信息，因此只能用作单程票或特殊票。

随着技术的发展和客流情况的变化，目前普通纸票只作为辅助车票使用，如飞机票、大客流专用票、广告票、试乘票等。这类车票均具有一次性使用的特点。因此在特殊情况下，与磁卡车票和 IC 卡车票相比，普通纸票具有制作成本低、使用效率高等优点。

2. 条形码纸票

条形码纸票是将车票的相关信息通过条形码编码进行储存，由条形码扫描器完成信息的识别，标识的信息只供读取而不能改写。

条形码系统是指由条码符号设计、制作及扫描阅读组成的自动识别系统。条形码的扫描需要扫描器，扫描器先利用自身光源照射条形码，再利用光电转换器接受反射的光线，将反射光线的明暗转换成数字信号。

条形码纸票的特点如下：

(1) 条形码纸票具有信息存储量较大、自动识别速度较快、读码效率较高、纠错能力较强的优点，可提高检票系统的处理速度和识别性能，有利于车票的自动化检测。

但条形码纸票只能在购票时记录站名和发售时间，无法记录进站时间和闸机编号等统计信息，对计时制管理的票务系统有一定的影响。

(2) 条形码的大小、长短可以任意调节，能够打印在狭小的空白空间上。在纸票上增加条形码虽然会增加车票的成本，但可以加强防伪力度和提高检票效率。

(3) 对于出票系统的打印机而言，其技术要求就是出票速度快。因此，一般将票面的固定信息预先印刷在票面上，在出票时仅打印当时的必要信息，以减少打印量，提高打印速度。

3.2.2 磁卡车票

磁卡车票是一种磁介质记录卡片，它利用磁性载体记录信息。磁卡车票的一面印刷有说明提示性信息，如插卡方向的箭头；另一面则有磁层或磁条（具有2~3个磁道），通过磁条上的磁道记录有关信息（由磁卡读写设备获取），该信息是可修改的。

1. 磁卡车票的种类

城市轨道交通使用的磁卡车票主要分为磁介质纸卡和磁介质PVC卡两种。

(1) 磁介质纸卡。磁介质纸卡采用双面铜版纸，印刷光泽度高达95%，卡体的正、背面均采用光油或覆膜工艺保护印刷面上的图文信息。

(2) 磁介质PVC卡。磁介质PVC卡具有不易燃性、高强度、耐气候变化性及优良的几何稳定性，可在其上印刷各类图案。

2. 磁卡车票的记录原理

磁卡车票由一定材料的片基和均匀涂抹在片基表面的微粒磁性材料制成。磁卡的读写装置由内有空隙的环形铁芯和绕在铁芯上的线圈构成。磁卡车票通过卡上磁条的磁场变化来记录信息。记录时，磁卡的磁性面以一定的速度移动，或记录磁头以一定的速度移动，并分别与记录磁头的空隙或磁性面相接触。磁头的线圈一旦通上电流，空隙处就会产生与电流成比例的磁场，于是磁卡与空隙接触部分的磁性体就会被磁化。磁卡被磁化后，离开空隙的磁性层就会留下相应于电流变化的剩磁。

如果电流信号按正弦规律变化，那么磁卡上的剩余磁通也同样按正弦规律变化。当信号电流最大时，纵向磁通密度也达到最大，信号将以正弦变化的剩磁形式被记录下来，并储存在磁卡上。

磁条上记录的信息采用调频制编码技术，具有自同步能力。在每个时钟周期，磁通至少变化一次，若有磁通变化，表示为逻辑“1”；若无磁通变化，表示为逻辑“0”。

3. 磁卡车票的工作原理

磁卡上面的剩余磁感应强度在磁卡工作过程中起着决定性作用。磁卡以一定的速度通过装有线圈的工作磁头时，磁卡的外部磁力线通过切割线圈，在线圈中产生感应电动势，从而传输被记录的信号。

磁头是用高磁导率的软磁材料制成的铁芯，上面缠有绕组线圈。磁头的前面有一条很窄的缝隙，对于进入工作磁头的磁卡磁通而言，可以看作两个并联的有效磁阻，即空隙的磁阻和磁头铁芯的磁阻。因为空隙的有效磁阻远大于磁头铁芯的磁阻，所以磁卡上的绝大部分磁通被输入磁头铁芯中，并与工作磁头上的线圈绕组发生交联，从而感应出电动势。

4. 磁卡车票的特点

(1) 优点。磁卡车票具有以下几个优点：

- ①可以进行机读，提高了自动化程度。
- ②可以方便地进行票卡生产，成本较低。
- ③可以循环使用，减少了能源消耗。

(2) 缺点。磁卡车票的运营成本较高，进一步推广较困难，其缺点主要表现在以下几个方面：

①票卡的成本相对较高，虽然可采用回收重复的使用模式，但其带来要对客票进行消毒处理、提供报销凭证、客票回收后各站对其清空与分配的问题，给运营单位增加了负担。

②由于自动售检票系统要频繁地对磁卡车票进行接触式读写，因而不可避免地要投入大量的人力、物力对磁头进行消磁和除尘清洗。

③磁卡车票的自动售检票系统需要配备较为精密的传输机构，因而所配设备的造价较高，对维护人员的素质要求也较高。另外，由于传输机构动作频繁，造成机械磨损后的维护成本较高。

④磁条的读写次数有限，当磁卡使用超过一定次数时，就会对磁条的读写产生影响。

⑤磁卡在使用过程中容易受到诸多外界磁场因素的干扰而使其存储内容发生改变。

⑥由于密钥随票携带，因而极易被拷贝伪造，特别是现有的安全技术已经难以满足越来越多的对安全性要求较高的应用需求。

3.2.3 智能卡车票

智能卡 (smart card) 又称为集成电路卡或 IC 卡 (integrated circuit card)。智能

卡将车票内的所有信息都存储在车票的集成电路中，通过 IC 卡读写设备获取相关信息。智能车票的特点是信息储量大且可以修改。目前，城市轨道交通一般使用非接触式 IC 卡作为车票媒介。

智能卡可按不同的分类标准划分为不同的类型。

1. 按镶嵌芯片分类

按镶嵌芯片分类，智能卡可分为存储器卡、逻辑加密卡、CPU 卡和超级智能卡。

(1) 存储器卡。存储器卡的卡内芯片为电可擦除可编程只读存储器（electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM）及地址译码电路和指令译码电路。存储器卡仅具有数据存储功能，没有数据处理能力；其本身无硬件加密功能，只能在文件上加密，很容易被破解。这种卡片存储方便、使用简单、价格便宜，在很多场合中可以替代磁卡。由于该类智能卡不具备保密功能，因而一般用于存放不需要保密的信息。

(2) 逻辑加密卡。逻辑加密卡除了有存储器卡的 EEPROM 外，还具有加密逻辑功能，每次读/写卡之前都要先进行密码验证。如果连续几次密码验证错误，卡片将会自锁，成为死卡。从数据管理、密码校验和识别方面来说，逻辑加密卡也是一种被动型卡，采用同步方式进行通信。该类智能卡的存储量相对较小，价格相对便宜，适用于有一定保密要求的场合。

(3) CPU 卡。CPU 卡的芯片内部包含微处理器单元 CPU、存储单元和输入/输出接口单元。CPU 卡管理信息的加/解密和传输，严格防范非法访问卡内信息，发现数次非法访问时，将锁死相应的信息区。CPU 卡的容量有大有小，价格比逻辑加密卡要高。但 CPU 卡良好的处理能力和保密性能使其成为智能卡发展的主要方向。CPU 卡适用于对保密性要求特别高的场合。

(4) 超级智能卡。在 CPU 卡的基础上增加键盘、液晶显示器和电源，即成为超级智能卡，有的超级智能卡上还带有指纹识别装置。

目前，应用于城市轨道交通的智能卡有两种：一种是逻辑加密卡，另一种是 CPU 卡。选择使用哪种卡可从安全性和成本两方面综合考虑，对于使用价值较低的票卡，一般采用逻辑加密卡；对于使用成本较高且安全性要求较高的票卡，大多选择 CPU 卡。

2. 按读写方式分类

按读写方式分类，智能卡可分为接触式智能卡、非接触式智能卡和双界面卡。

(1) 接触式智能卡。接触式智能卡是将智能卡的绝大部分电气部件进行封装，而将外部连接线路做成电极触点外露的形式，并按一定的规则排列这些电极触点。在进行读写操作时，必须将卡片插入读卡器的卡座中，通过触点与读卡设备交换信息。

(2) 非接触式智能卡。非接触式智能卡与智能卡设备无电路接触，而是通过非接

触式的读写技术（如光或无线技术）进行读写。其内嵌芯片除了 CPU、逻辑单元和存储单元外，还增加了射频收发电路，因而在一定距离内即可收发读写器的信号，与读写设备之间无机械接触。这种智能卡不但可以存储大量信息，具有极强的保密性能，而且抗干扰、无磨损、寿命长。

(3) 双界面卡。双界面卡是基于单芯片的、集接触式接口与非接触式接口为一体的智能卡。接触式接口与非接触式接口共享一个微处理器、操作系统和应用数据 EEPROM。双界面卡包括一个微处理器芯片和一个与微处理器相连的天线线圈，由读写器产生的电磁场提供能量，通过射频方式实现能量供应和数据传输。

3. 按数据传输方式分类

根据卡与外界进行交换时数据传输方式的不同，可将智能卡分为串行智能卡和并行智能卡。

(1) 串行智能卡。串行智能卡与外界进行数据交换时，数据流按照串行方式输入/输出。串行智能卡的电极触点较少，一般为 6 个或 8 个。由于串行智能卡接口简单、使用方便，因而目前的使用量最大。

(2) 并行智能卡。并行智能卡与外界进行数据交换时，数据流按照并行方式输入/输出，并行智能卡有较多的电极触点，一般为 28~68 个，这主要具有两方面的好处：一是数据交换的速度得到提高，二是在现有条件下显著增加存储容量。

4. 按外形分类

按外形不同分类，智能卡可分为筹码型智能卡、方形智能卡和异形卡。

(1) 筹码型智能卡。筹码型智能卡由塑料材料制成，呈圆形，比一元钱硬币稍大，其中装有芯片，射频为 13.56 MHz，通信距离为 50 mm（在 RC-S441 读写器上），通信速度为 212 kb/s，直径为 30 mm，厚度为 3 mm，封装材料为 PC/ABC 塑料。它具有不易损坏、使用寿命长、读卡能力强等优点。

(2) 方形智能卡。方形智能卡又称为标准智能卡。通常，方形智能卡的外形为长方形，尺寸约为 85.5 mm×54 mm×0.76 mm。这种卡片大小适中，携带方便，被广泛应用于各个领域。地铁的单程票或储值票多选用这种外形，只不过相同的外形下配置的芯片不同。

(3) 异形卡。由于个性化的需求且印刷不受尺寸的限制，使得世界各国出现了很多不同形状的智能卡，如长方形、三角形、椭圆形及其他不规则形状的智能卡，人们称之为非标准卡，也称之为异形卡。这种卡片虽然能够充分体现个性化的需求且携带方便，但是由于受到卡面面积和形状的制约，使得卡片内的芯片的形状和大小受到限制，加之外部封装工艺不同，最终导致卡片的制作工艺比较复杂，且感应距离相比标准卡要差。

3.2.4 车票的管理和车票体系

1. 车票的管理

车票是整个轨道交通自动售检票系统的信息源头。车票信息的正确有效能够确保自动售检票系统的正常运作。车票也是有价凭证，有效车票的流通实际代表着资金的流动，一旦对车票管理不善，将会造成经济损失。因此，必须从资金管理的角度看待车票管理，通常应成立专门的机构（可以是运营单位，也可以委托专门单位）对车票进行严格规范的管理。该机构通过对车票的初始化，使其成为在城市轨道交通系统内可以使用的媒介；负责车票的赋值发售和使用管理，以及进出站处理、更新、充值、退换、回收、监督管理、注销及黑名单等规范流程的管理。

2. 车票体系

城市轨道交通的车票体系大致可分成以下三个阶段：

(1) 第一阶段为轨道交通运营初期阶段。该阶段采用纸质车票，单一票价。如北京地铁纸票直到 2007 年才取消。

(2) 第二阶段为自动售检票系统的初始阶段。该阶段采用计程、计时票价制，车票媒介包括磁卡车票和 IC 卡车票。

(3) 第三阶段为现代化联网收费阶段。该阶段使用非接触式 IC 卡作为车票媒介，除单程票等形式的车票外，还推出“一票通”和“一卡通”两种通用性车票媒介，以方便乘客选择使用。“一票通”车票是用于城市轨道交通系统内乘行，不出站即可换乘不同线路的乘车凭证。“一卡通”车票是可在城市公交、轨道交通、出租汽车、轮渡等公共交通系统中通用的一种乘车付费媒介，具有储值功能。

3.2.5 车票的识别方式及处理流程

1. 车票的识别方式

车票的有效性是通过车票媒介所携带的信息识别的。车票的识别方式既可以是人工视读识别，也可以是自动识别。

(1) 人工视读识别。人工视读识别是通过人的眼睛获取车票的可视信息，确定车票的有效性。

(2) 自动识别。自动识别是通过识别装置与被识别物之间的信息交互，自动获取被识别物的相关信息，并提供给计算机系统以完成相关处理的一种技术。

2. 车票的处理流程

车票的处理流程是指从车票进入城市轨道交通运营企业开始，到将车票出售给乘客，由乘客持票乘车，最后到运营企业对车票进行回收的全过程。

(1) 初始化。所要发售的车票必须经过编码/分拣机的初始化后才能使用，已初始化的车票可以进行再初始化。

(2) 售票。售票是指将已初始化的车票经过处理后以一定的方式出售给乘客使用的过程。售票处理主要是根据车票类型和乘客要求，向车票写入有关信息（如票值、使用有效期和设备号等）的过程。售票方式一般有半自动售票（通过半自动售票机由票务人员售票）和自动售票（乘客通过自动售票机自助购买车票）两种。

(3) 检票。检票是指持有车票的乘客在进出站时接受检票处理的过程。检票又分为进站检票和出站检票。

① 进站检票。乘客进站时，对其所持有的单程票和储值票将分别做以下处理：

- 单程票处理。读取单程票信息，经确认有效后，将向单程票中写入进站时间、地点、车站代码和检票机代码等信息。
- 储值票处理。系统将往储值票中写入进站时间、地点、车站代码和检票机代码等信息。

② 出站检票。乘客出站时，对其所持有的单程票和储值票将分别做以下处理：

- 单程票处理。若车票有效，则通过出站检票机回收；若车票无效，则退还给乘客并提示乘客补票。
- 储值票处理。由检票机读写器对票卡进行读写，并扣除车费。

(4) 充值。乘客使用现金等方法增加储值票（或乘次票）中的金额（或次数）及将充值记录等数据写入卡中的操作称为充值。

(5) 退票。在半自动售票机上可应乘客要求办理退卡（票）手续。系统将记录卡的类型、卡号、卡中余额、实退金额等信息。对回收的卡应打上退卡标识，交由轨道交通票务中心统一处理。

符合即时退款条件的（如单程票等），由半自动售票机完成退票处理，并打印有关收据，票务人员收取手续费后将相应于卡内金额的现金退给乘客。退票的有关信息将被传送到车站计算机和中央计算机。

(6) 验票。在验票机或半自动售票机上查询车票余额时，显示屏上将显示车票类别、车票发售日期、车票金额和以往交易（单程票不显示该项信息）等信息。

(7) 回收。单程票通过出站检票机检票回收后，经重新赋值、售票后可再投入使用。

储值票会因退卡、折损或达到使用寿命而被回收。回收后的储值票由轨道交通票务中心统一处理，对于其中能被再次使用的卡可重新初始化赋值后投入使用。回收卡上的信息将被上传到中央计算机中存储起来。

3.3 自动售检票设备

3.3.1 自动售票机

自动售票机设于车站非付费区，其摆放位置如图 3-2 所示。



图 3-2 自动售票机的摆放位置

1. 自动售票机的外观结构和内部结构

自动售票机的外观结构和内部结构分别如图 3-3 和图 3-4 所示。

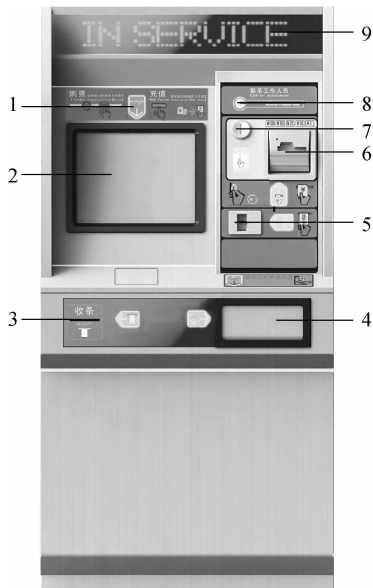


图 3-3 自动售票机的外观结构

- 1—操作指示灯；2—乘客显示器；3—收条出口；4—找零、取票口；5—储值卡插入口；
6—纸币投入口；7—硬币投入口；8—求助按钮；9—状态显示器

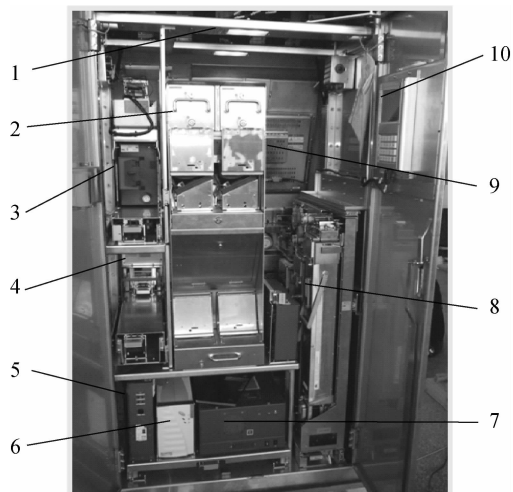


图 3-4 自动售票机的内部结构

- 1—固定照明装置；2—硬币模块；3—纸币模块；4—凭条打印机；
5—电源模块；6—不间断电源；7—主控单元；8—票卡发售单元；
9—运营状态显示器；10—维护面板

2. 自动售票机的架构

自动售票机以主控单元为核心，辅以现金处理设备、车票处理装置、乘客显示器、打印机、电源等模块，还可以根据需要配置触摸屏、运营状态显示器、银行卡读写器及密码键盘等部件。自动售票机的总体架构如图 3-5 所示。

自动售票机的主控单元采用 32 位工业级微处理器，该微处理器阻抗电磁噪声的性能良好，能 24 h 工作，并能提供足够的指定功能，即使电源中断，数据也不会丢失。主控制器负责运行控制软件，完成车票处理、现金处理显示、数据通信和状态监控等功能。

自动售票机内的现金处理设备关系到资金管理的安全，是自动售票机安全管理的最重要的部件。现金处理设备按照功能不同可分为两大类，即现金识别设备和现金找零设备。如果按照现金类型不同分类，现金处理设备还可以进一步分为硬币识别设备、纸币识别设备、硬币找零设备和纸币找零设备。

其中，纸币识别设备一般至少可以识别 6 种以上的纸币（同一面值但不同版面的纸币被看作两种纸币）。纸币识别设备通常包括入币口、传输装置、识别模块、暂存器和钱箱等部件。

硬币找零设备的结构比较复杂，一般至少应包括循环找零机构、补充找零机构、清币机构及硬币回收机构。一般会对硬币找零设备和硬币识别设备采用一体化的设计方法，以提高处理速度和优化硬币模块的结构。硬币找零设备可以使用乘客投入的硬币来补充用于找零的循环找零机构，而补充找零机构（需要人工添加硬币）是在循环

找零机构内的找零硬币不足时使用。当循环找零机构中的硬币已满时，乘客投入的硬币将通过硬币回收机构被回收到硬币钱箱中。当运营结束时，可以使用清币机构将循环找零机构（也可能包括补充找零机构）中保存的硬币清空，被清出的硬币将被硬币回收机构回收到硬币钱箱中，以便车站管理人员进行清点。

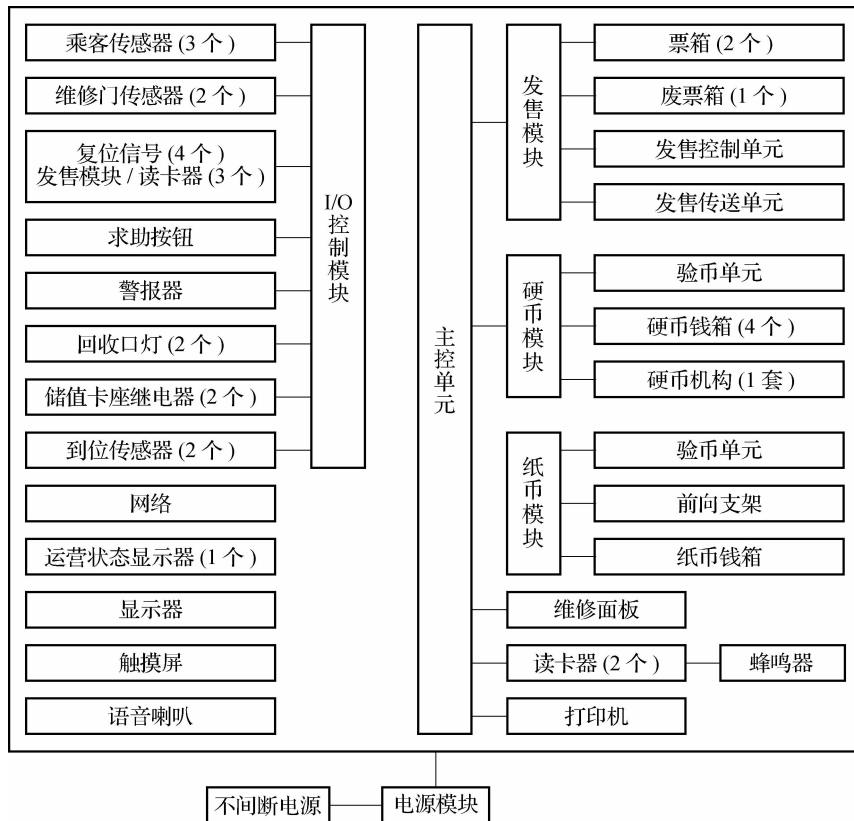


图 3-5 自动售票机的总体架构

3. 自动售票机的操作界面

自动售票机是自助型系统设备，城市轨道交通车站内会有部分乘客对其操作不熟练，站务员应主动、热情地提供操作指引服务。因此，站务员应熟练掌握自动售票机的购票操作方法，指引乘客使用自动售票机购票和充值。常见的自动售票机乘客操作界面如图 3-6 所示。

“地图”区域能清晰显示线网地图，能实现地图的缩小、扩大和水平移动。当乘客点击某车站名时，以该车站名为中心的附近几个车站名都会被放大显示，以方便乘客正确选择目的地站购票。

“选择线路”区域提供了按线路分类的按钮，当乘客点击选择要乘坐的线路时，该

线路在“地图”区域中被放大，方便乘客快速、准确地选目的站。



图 3-6 常见的自动售票机乘客操作界面

“时间”区域能实时显示当前的日期和时间。“功能选择”区域提供了供乘客选择或确认的按钮，如中、英文切换按钮和充值操作按钮等，实现相应功能的选择。

4. 自动售票机的常见故障处理

自动售票机的常见故障现象、原因分析及解决办法如表 3-1 所示。

表 3-1 自动售票机的常见故障现象、原因分析及解决办法

序号	故障现象	原因分析	解决办法
1	开机无显示	(1) 无电源接入； (2) 部件连接异常	打开工控机电源
2	提示暂停服务（非上一级系统控制）	(1) 单程票处理单元异常； (2) 硬币处理单元、纸币处理单元异常； (3) 维修门在打开状态或维护门状态监测传感器异常	(1) 检查部件电源及通信连接； (2) 检查维修门，并将维修门全部关紧上锁

(续表)

序号	故障现象	原因分析	解决办法
3	启动后显示“只收纸币”	没有正确安装硬币模块卡币或硬币钱箱	<p>(1) 启动设备后机器内部逻辑会对硬币模块进行测试, 如果测试失败会进入“只收纸币”状态, 这种情况的出现一般是因为硬币识别模块被硬币或其他异物堵塞, 此时应检查硬币识别模块并重新启动设备;</p> <p>(2) 正确安装硬币箱或者进行补币操作</p>
4	屏幕显示“网络连接失败”	网络出现故障	<p>(1) 检查自动售票机和服务器之间的网络连接是否正常;</p> <p>(2) 检查系统服务器软件是否正常运行</p>
5	屏幕显示“只收硬币”	纸币识别模块卡币或纸币钱箱没有正确安装	<p>(1) 检查纸币识别模块并重新启动设备;</p> <p>(2) 正确安装纸币钱箱</p>
6	屏幕显示“无找零”	硬币识别模块内没有放入找零用硬币或者硬币找零钱箱没有正确安装	<p>(1) 放入找零用硬币;</p> <p>(2) 正确安装硬币找零钱箱</p>
7	屏幕显示“只充值”	单程票发售模块内没有放入车票或票箱没有正确安装	<p>(1) 放入发售用车票;</p> <p>(2) 正确安装票箱</p>
8	启动后显示“暂停服务”, 不能进入工作状态	维修门没有关上	<p>(1) 检查维修面板, 若故障, 则需联系厂家检查维修面板;</p> <p>(2) 检查维修门, 并将维修门全部关紧上锁</p>
9	屏幕显示“只发售”	储值票读卡器有故障或连接有误	<p>(1) 检查连接线缆;</p> <p>(2) 联系厂家更换储值票读卡器</p>
10	启动后乘客显示器没有反应	自动售票机内部工控机没有开机或显示器处于关闭状态	<p>(1) 打开工控机电源;</p> <p>(2) 检查显示器的连接线路</p>

3.3.2 半自动售票机

半自动售票机通常安装在售/补票房或车站服务中心内，由售票人员按照售票模式和补票模式进行相关操作，因此，半自动售票机又称为人工售/补票机或票房售/补票机及半自动售/补票机。

1. 半自动售票机的设置

根据现场应用要求，既可将半自动售票机按功能不同分别设置成单独的半自动售票机或半自动补票机，也可设置成具有半自动售票和补票功能的半自动售/补票机（见图 3-7）。功能单一的半自动售票机设置于非付费区，而半自动补票机则设置于付费区。同时具有半自动售票和补票功能的半自动售/补票机可以同时为非付费区与付费区服务，此时可使用同一车票处理设备，但需对两个区域分别设置单独的乘客显示器，以适应不同区域乘客的票务需求。



图 3-7 半自动售票机

2. 半自动售票机的结构组成

半自动售票机通常由主控单元、操作显示器、乘客显示器、票卡发送装置、读写器与天线、打印机、键盘、鼠标、机身、电源模块和支持软件等部件组成。

3. 半自动售票机的主要操作

(1) 用户登录。售票员运行售票系统软件后，首先看到的是售票系统软件的登录界面，在登录界面中输入工号和口令密码即可进入系统。系统可根据管理需要分级别限制售票员的权限，用户名即决定了售票员的使用权限。

(2) 用户注销。当售票员完成当班任务要下班，或不需要使用售票系统时，可通过菜单进行注销；注销成功后，即不能再进行任何与售票有关的操作。注销完毕后，

可关闭程序，退出售票系统。

(3) 用户交班。当一名售票员在使用售票系统完毕，准备下班时，如果有另一名售票员需要继续使用，则不必退出售票系统，而是使用用户交班功能实现交班，这样可以节省时间，提高工作效率。

(4) 售票。售票操作主要包括储值票的办理及单程票的出售。对于储值票，需要对办理人的身份进行识别，一般为成人普通储值票类型，另外还有老人、学生及地铁工作人员等储值票类型，具体类型可由管理方设置。对不同类型的储值票可以分别设置不同的有效期或使用次数、折扣等。对于单程票，采用人工选站、系统计费、人工收费找零的方式进行出售。

(5) 补票。当出现票卡内的金额不足以支付车费的情况时，乘客将无法通过闸机出站，需要进行补票操作。售票员收取费用后，对车票进行充值处理，充值金额以满足此次通行费用为准。

(6) 退票。当乘客想退票时，售票员可根据后台对退票的要求（如是否超过规定退票时限、车票是否有损坏、是否需要收取折扣费用等）来决定是否退票。

(7) 票效检查。票效检查主要是检验车票的合法性及有效日期、使用次数等。售票员可以用 IC 卡感应（或其他方式）输入票号，售票系统会自动检测出该票号是否有效。

(8) 结算。对当前售票员的售票款项进行结算，时间为上次结算时间到当前时间。

(9) 退出系统。如果确认长时间不再进行任何操作，而且也没有下一位售票员来接替工作，那么可以退出售票系统。

4. 半自动售票机的常见故障处理

半自动售票机的常见故障现象、原因分析及解决办法如表 3-2 所示。

表 3-2 半自动售票机的常见故障现象、原因分析及解决办法

序号	故障现象	原因分析	解决办法
1	无法正常充值	储值卡的读卡器没有正确连接	正确连接储值卡的读卡器
2	屏幕显示“网络连接失败”	网络出现故障	(1) 检查半自动售票机和服务器之间的网络连接是否正常； (2) 检查系统服务器软件是否正常运行
3	乘客显示器没有显示	乘客显示器的电源没有打开或者连接错误	打开乘客显示器的电源或者检查线缆连接

(续表)

序号	故障现象	原因分析	解决办法
4	不能打印凭条	(1) 打印机的电源没有打开或者连接错误; (2) 打印纸没有安装到位	(1) 检查打印机的电源; (2) 正确安装打印纸
5	无法发售单程票	(1) 单程票发售模块内没有放入车票; (2) 没有正确安装票箱	(1) 放入发售用车票; (2) 正确安装票箱
6	启动后显示“暂停服务”,不能进入工作状态	维修门没有关上	检查维修门,并将维修门全部关紧上锁
7	打印的凭条没有内容	打印机色带没有安装或者已经用尽	正确安装色带或更换色带
8	启动后操作员显示器没有显示	内部工控机没有开机或显示器处于关闭状态	打开工控机的电源或者打开显示器的电源

3.3.3 自动检票机

自动检票机是实现乘客自助进出站检票交易（在非付费区和付费区之间通行）的设备。对有效车票，自动检票机通道阻挡解除（门扇开启或转杆释放），允许乘客进出站。

1. 自动检票机的分类

(1) 自动检票机根据功能的不同可以分为进站检票机、出站检票机和双向检票机。

① 进站检票机。进站检票机用于完成进站检票，检票端在非付费区。

② 出站检票机。出站检票机用于完成出站检票，检票端在付费区。

③ 双向检票机。双向检票机既可完成进站检票，也可完成出站检票，在非付费区和付费区可分别按照进站和出站的处理规则完成检票功能。

(2) 自动检票机根据阻挡装置类型的不同可以分为三杆式检票机、扇门式检票机和拍打门式检票机。

(3) 自动检票机根据通道宽度的不同可以分为普通检票机和宽通道检票机。

2. 自动检票机的结构组成

自动检票机主要由主控单元、机芯控制器、乘客显示器、方向指示器、票卡传送与回收装置和维护控制单元等组成，如图 3-8 所示。

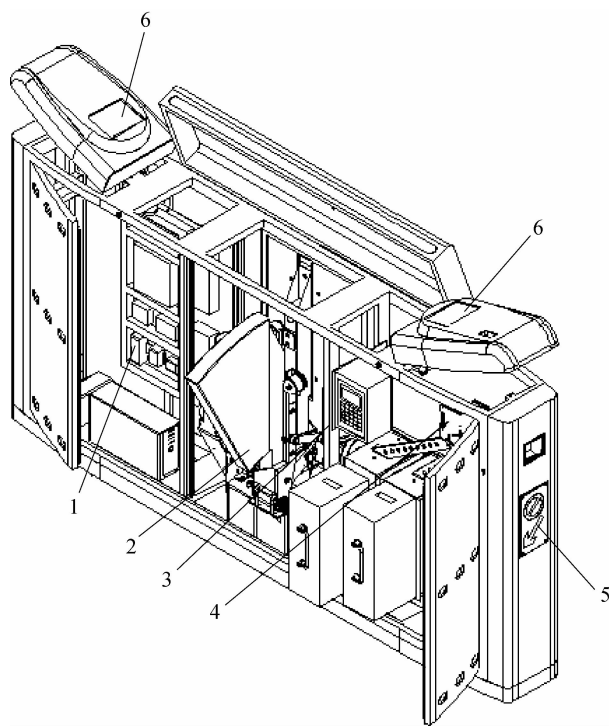


图 3-8 自动检票机的结构组成

1—主控单元；2—机芯控制器；3—维护控制单元；4—票卡传送与回收装置；
5—方向指示器；6—乘客显示器

(1) 主控单元。主控单元作为自动检票机的核心部件，向下负责控制协调外围下位机的工作，向上负责向车站计算机系统发送交易数据、寄存器数据和状态数据，同时接收车站计算机系统下发的参数、命令和软件。主控单元通常采用嵌入式工业控制计算机系统，可靠性高，具有良好的抗振动、抗冲击、抗电磁兼容和防尘防潮的性能，能保证整机 24 h 不间断、稳定运行。

(2) 机芯控制器。机芯控制器接受主控单元的命令，采集通道中通行传感器发出的信息，经过通行物识别算法处理后，识别通道内乘客、行李等的通行情况，利用闸门开关控制算法，通过闸门驱动/控制电路实现对闸门的开/关控制，并将通行信息反馈至主控单元，接收主控单元发来的运行参数和控制命令。

通行传感器用于检测和识别通道内人员的通行行为，能监测、鉴别并分别处理乘客正常通过的情况和非正常通过的情况，能判断乘客在通道内错误的走行方向，能判断乘客跳跃、下钻等异常的通过方式；同时能区分乘客与手推物品。在自动检票机闸门开关区域内，当门扇两侧的安全传感器被阻挡、监测到有障碍物时，闸门将维持当前状态，并发出报警提示，保证乘客安全地通过闸门。

通行传感器一般采用对射型红外传感器，由通道两侧检票机上成对布置的红外线

发射端和接收端构成。当乘客进入通道时，对射型红外传感器接收端的电平信号将发生改变。对射型红外传感器通常分布在检测区、监视区、安全区和出站区，如图 3-9 所示。当乘客通过检测区和监视区、进入安全区时，安全区的传感器被遮挡；而当乘客继续行走进入出站区时，因安全区传感器的遮挡被释放，故自动检票机判断有一人通过。为了保证乘客的通行安全，当乘客位于安全区时，无论何种情况，闸门都保持打开状态，即当安全区的传感器被遮挡时，处于打开状态的闸门将不会关闭，正在进行关闭动作的闸门也会立即打开。

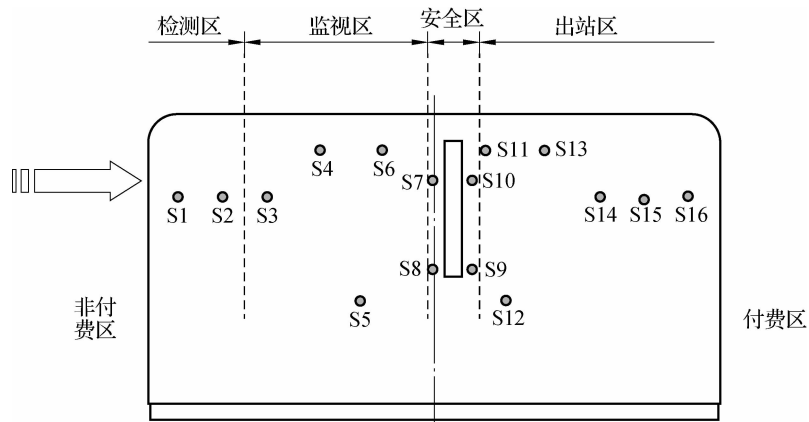


图 3-9 对射型红外传感器的分布

(3) 乘客显示器。乘客显示器用来实时显示交易信息、提示信息和欢迎信息。在进站检票机的进站端、出站检票机的出站端和双向检票机的两端都安装有乘客显示器，其外观如图 3-10 所示。乘客显示器通过图形和文字显示引导信息，向乘客和票务人员提供运行状态信息和车票处理结果。



图 3-10 乘客显示器的外观

(4) 方向指示器。方向指示器位于自动检票机的正面（见图 3-11），用来指示该闸

机的通道方向，并在检票机的运营模式发生改变时做出响应。

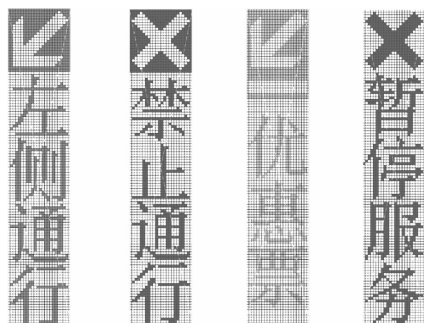


图 3-11 方向指示器

(5) 票卡传送与回收装置。票卡传送与回收装置能够快速完成对乘客所持单程票的读写处理工作，准确判定该票卡的当前使用状态；并对乘客所持有效单程票进行回收，对不合格票卡自动退回，具有大批量、自动回收乘客单程票的功能。

票卡传送与回收装置的工作原理为当乘客将单程票插入入票口后，传送机构将票卡送至票卡读写装置进行读写，如果检测票卡为有效票，那么单程票将在被消除相关数据信息后送入储票箱；如果票卡被检测为无效票，那么传送机构会将票卡退还给乘客；如果检验后票卡为废票（读写寿命已到的车票），那么传送机构会将票卡送入废票箱。

(6) 维护控制单元。维护控制单元用来对自动检票机的基本硬件功能进行检测和与车站计算机联网下载、上传信息。

3. 自动检票机的常见故障处理

自动检票机的常见故障现象、原因分析及解决办法如表 3-3 所示。

表 3-3 自动检票机的常见故障现象、原因分析及解决办法

序号	故障现象	原因分析	解决办法
1	车票处理器发出通信故障，机器未初始化	与传输机构读写器的通信发生故障	关机重启，检查设备与读写器的通信线是否脱落，进行设备初始化
2	出票不正常	(1) 车票在传输机构中阻塞，车票在回收区域中被卡住，票盒升降机被卡住； (2) 票箱满	(1) 将票盒取出，整理票盒内的车票，放回票盒； (2) 换回收票盒
3	进出站免检、时间日期免检	设备被设置成进/出站免检	检查设备的设置
4	转向器失效	传输机构的返还与回收转向器动作不正常	调整机械结构

3.3.4 其他自动售检票系统设备

1. 自动查询机

自动查询机 (ticket checking machine, TCM) 安装在非付费区, 供乘客自助查看车票的信息及有效性; 读取过程不修改车票上的任何数据。自动查询机采用触摸屏的操作方式。

自动查询机主要由主机、电源、读卡器和触摸显示器等组成。自动查询机的外观如图 3-12 所示。



图 3-12 自动查询机的外观

自动查询机具有车票查询和乘客服务信息查询等功能。车票查询是读取票卡信息, 不具备写票功能, 可查询的内容有车票逻辑卡号、车票类型、车票余额/使用次数 (显示该车票当前所剩余额及使用次数)、车票有效期 (显示该车票的有效期限)、车票无效原因 (如安全性检查、出入顺序检查、黑名单检查、超乘、超时等)、交易历史等。

乘客服务信息查询的信息由后台定制下载, 可以接受动画 (flash)、图片和文本文件等。乘客服务信息力求为乘客提供最方便、适用的信息。乘客服务内容 (包括自动售检票系统介绍、自动售检票系统使用指南和地铁公告等) 可分类定制, 当一屏显示不完时, 可使用垂直滚动条翻页显示。

2. 编码/分拣机

新采购的票卡在使用之前必须初始化。票卡的初始化由编码/分拣机 (encoder/sorter) 来完成。车票在使用一段时间后, 必然会出现不同程度的损坏, 此时需要进行定期的

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，这些操作也由编码/分拣机来完成。除此以外，编码/分拣机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。

一般来说，编码/分拣机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。编码/分拣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编码/分拣机进行操作。票务工作人员可通过该软件设置编码/分拣机的工作模式、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，既可将分拣功能和编码功能分离，设置成单独的分拣机或编码器；又可将分拣功能和编码功能结合起来，设置成编码/分拣机。编码/分拣机的外观如图 3-13 所示。



图 3-13 编码/分拣机的外观

3. 自动充值机

自动充值机安装在车站内的非付费区，其外观如图 3-14 所示。



图 3-14 自动充值机的外观

自动充值机主要由纸币单元、储值票处理单元、银行卡处理单元、维护单元和主控单元等部分构成。

(1) 纸币单元。纸币单元接收乘客用于现金充值的纸币，可接收的币种和面额可以通过软件参数进行设置。

(2) 储值票处理单元。储值票处理单元接收乘客的储值票，按要求充值成功后将票卡退回给乘客。

(3) 银行卡处理单元。银行卡处理单元接收乘客的银行卡，按要求扣取相应的转账金额后将银行卡退回给乘客。

(4) 维护单元。维护单元供车站人员进行登录、回收清点等日常工作时使用。

(5) 主控单元。主控单元用于控制设备内部各单元协调工作。

4. 验票机

验票机 (ticket checking machine, TCM) 分为自动验票机和便携式验票机两种。

(1) 自动验票机。自动验票机 (见图 3-15) 是车站自动售检票系统中的自助查询设备, 安装在车站的非付费区内。它用来查询车票的有效性, 对有效的车票还可查询车票类型、车票剩余金额或剩余次数 (仅对计次票)、车票使用有效期及历史交易信息。乘客在查询车票时, 把票卡靠近验票机的读卡区, 车票的信息将被读卡器读出, 车票类型、剩余票值、有效日期和车票最近的若干笔交易记录 (由系统设定) 都会被显示在乘客显示器上。如果车票无效, 自动验票机会指示乘客到售票处去查询。



图 3-15 自动验票机

(2) 便携式验票机。便携式验票机又称为手持式验票机, 是一种由车站工作人员随身携带的移动设备, 用以对乘客所持票卡进行查询, 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并显示检验结果, 为及时解决票务纠纷提供帮助。

便携式验票机通过车站网络设备或车站计算机的串口与车站计算机进行信息交互。便携式验票机内置电池，使用时无须连接外部电源。

阅读材料

自动售检票系统的原理

当乘客出入城市轨道交通车站时，其所持车票（通过购买等方式获得）应在出入口处由直线排列的三杆式转动检票机检查。出口检票机既可以处理和回收单程票并将其装进票盒，也可以处理非接触式智能卡。进口检票机既可以处理并归还单程票，也可以处理非接触式智能卡。在静止状态，检票机的一个方向保持转杆锁住，仅当有效车票被处理后才开放通道，并把相应的信息显示于检票机机箱末端的顶部。若检票机的电源发生故障，则三杆可以两个方向自由转动。

自动售检票系统车票媒介的类型有单程票、多程票、非接触式智能卡、出站票、员工票、测试票和测试非接触式智能卡。单程票可在车站内由乘客操作的自动售票机和售票员操作的人工售票机来出售。单程票和出站票都可重复流通，由出口检票机回收，并由自动售票机或人工售票机重新发售。多程票、员工票（若它们是磁卡车票而非接触式智能卡的话）及其他有特殊用途的磁卡车票都不会被检票机回收，它们具有和一般车票不同的外观形状。非接触式智能卡和出站票仅由票务人员通过人工售票机来出售，并且可重复使用，当票卡内的金额用尽时可再充值。

人工售票机能够出售所有类型的车票，分析有问题的车票，改正或替换车票；在乘客和票务人员之间有争议时还可以提供必要的信息帮助。每台人工售票机控制两个乘客显示器，一个面向非付费区，另一个面向付费区。

自动售票机以接受硬币为主、接受纸币为辅，并具有找零功能。自动售票机可以出售不同票价的单程票，在操作面板上，每一票价的车票对应指定的按钮。车票从票箱中给出，此票箱与出口检票机上用于回收车票的票箱是可互换的。单程票的循环流通过程是：乘客由自动售票机购票，到出口检票机回收车票，然后由票务人员再把由出口检票机回收的车票放入自动售票机。

所有车站的自动收费系统设备均与车站计算机系统相连接，车站计算机系统可以监视和控制设备的状态，接收交易数据，发送数据到中央计算机系统，并从中央计算机系统接收收费价目表和其他系统参数，然后传送系统参数到车站设备上，生成车站级报表。而中央计算机系统能够监控各车站设备的状态，生成票务收入和客流量报表，管理自动收费系统的防欺诈功能。为了减少所需备件，车站设备应尽可能在最大程度上采用通用部件和模块。自动收费系统要求每台设备的设计都是模块化的、可靠的、可维修的、可拆卸的、耐用的、快速的、便利的、安全的和保密的。

学习评价

学习完本模块后，请根据自己的学习所得，结合表 3-4 所列的内容进行打分评价。

表 3-4 模块 3 学习评价

评价内容	评价方式			评价等级
	自 评	小组评议	教师评议	
课前预习本模块的相关知识、相关资料				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉自动售检票系统的组成及功能				A. 充分 B. 一般 C. 不足
了解自动售检票系统的架构				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉纸质车票、磁卡车票和智能卡车票的相关知识				A. 充分 B. 一般 C. 不足
了解车票的管理和车票体系				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉车票的识别方式及处理流程				A. 充分 B. 一般 C. 不足
掌握自动售票机的相关知识和操作				A. 充分 B. 一般 C. 不足
掌握半自动售票机的相关知识和操作				A. 充分 B. 一般 C. 不足
掌握自动检票机及其他自动售检票系统设备的相关知识				A. 充分 B. 一般 C. 不足
参加教学中的讨论和练习，并积极完成相关任务				A. 充分 B. 一般 C. 不足

(续表)

评价内容	评价方式			评价等级
	自 评	小组评议	教师评议	
善于与同学合作				A. 充分 B. 一般 C. 不足
学习态度, 完成作业情况				A. 充分 B. 一般 C. 不足
总评				

思考与练习

1. 填空题

(1) 自动售检票系统由_____系统、车站计算机系统、车站自动售检票系统设备和_____四个层次组成。

(2) 车站自动售检票系统设备包括自动检票机、_____、半自动售票机、_____和自动充值机等。

(3) 智能卡 (smart card) 又称为_____卡或_____卡 (integrated circuit card), 其将车票的所有信息存在车票的集成电路中, 通过 IC 卡读写设备获取相关信息。

(4) 车票的有效性是通过_____识别的。识别方式既可以是人工视读识别, 也可以是自动识别。

(5) 半自动售票机通常安装在售/补票房或车站服务中心内, 由售票人员按照售票模式和补票模式进行相关操作, 因此, 半自动售票机又称为_____或票房售/补票机及半自动售/补票机。

2. 简答题

(1) 简述自动售检票系统的功能。

(2) 什么是智能卡车票? 智能卡车票有哪些分类?

(3) 简述车票的识别方式。

(4) 简述自动检票机的结构组成。

(5) 简述编码/分拣机的主要功能。



模块

4 屏蔽门系统



学习目标

- (1) 熟悉屏蔽门系统的功能和分类。
- (2) 了解屏蔽门系统的结构和优点。
- (3) 掌握屏蔽门系统的工作原理。
- (4) 熟悉屏蔽门系统的控制方式。
- (5) 了解屏蔽门系统的故障处理。

4.1 屏蔽门系统的基础知识

屏蔽门系统是安装于城市轨道交通沿线车站站台边缘，用以提高运营安全系数、改善乘客候车环境、节约运营成本的一套机电一体化的机电设备系统。

4.1.1 屏蔽门系统的功能和分类

1. 屏蔽门系统的功能

屏蔽门系统作为站台公共区与轨道列车之间的可控通道，其功能如下：

- (1) 列车进站时配合列车车门的动作打开或关闭滑动门（automatic sliding door, ASD），为乘客提供上下列车的通道。
- (2) 隔断站台侧公共区空间与轨道侧空间，避免人员跌落轨道及克服司机驾车进站时的心理恐慌。

(3) 隔离了列车运行时所产生的噪声和活塞风,保证了站内良好的候车环境,并避免了活塞风所造成的站内空调冷量的损失,节省了运营成本;同时还减小了设备容量,减小了设备数量,降低了土建工程量等投资建设的成本,产生了良好的社会效益和经济效益。

(4) 具有障碍物检测功能,即当滑动门关闭时监测到障碍物,会先后退做短暂停止,以释放夹到的障碍物,然后再关闭,从而避免夹伤乘客。

(5) 屏蔽门系统与机电设备监控系统之间或主控系统之间设有通信接口,用于传送屏蔽门系统的运行状态和故障诊断信息,便于车站控制室的工作人员和维修人员监视屏蔽门的状态。

(6) 在站台监控亭设有屏蔽门监控器,车站工作人员、屏蔽门维修人员可通过屏蔽门监控器监控屏蔽门系统的运行状态,查看/下载屏蔽门的系统运行历史记录,修改/上传屏蔽门系统的控制程序和参数,等等。

(7) 屏蔽门系统在站台设有应急门(emergency escape door, EED)和端头门(platform end door, PED)。

应急门一般作为固定门使用,当列车进站无法停靠且在允许的误差范围位置时,必有一道列车门对准应急门。此时,若需要从应急门紧急疏散,则可由乘客在轨道侧列车上打开相对应的列车门后,推动应急门的解锁装置或由站台工作人员在站台侧用专用钥匙打开应急门。应急门在使用完毕后,必须确保关闭与锁紧。

端头门是车站工作人员的通道,可在轨道侧推动端头门推杆锁的解锁装置打开端头门或由站台工作人员在站台侧用专用钥匙打开端头门。

2. 屏蔽门系统的分类

屏蔽门系统可从结构形式、安装方式等方面进行分类。

(1) 从结构形式上分类。从结构形式上分类,屏蔽门可分为全高闭式屏蔽门、半高开式屏蔽门和全高开式屏蔽门。

①全高闭式屏蔽门。全高闭式屏蔽门由一道自上而下的玻璃隔墙和活动门组成,一般简称为闭式屏蔽门或屏蔽门。全高闭式屏蔽门的高度一般为2.8~3.2 m,沿站台边缘和两端头设置,如图4-1所示。当屏蔽门关闭时,乘客候车区与列车进站停靠区被完全隔离,两者之间无空气流通。这种形式的屏蔽门一般应用于设有空调系统的地下车站,主要作用是增加车站站台的安全性和减少能耗。

②半高开式屏蔽门。半高开式屏蔽门由一道上不封顶的玻璃隔墙和活动门组成,又称为安全门,如图4-2所示。安全门的高度一般为1.2~1.5 m,空气可以通过半高开式屏蔽门的上部进行流通。这种形式的屏蔽门多用于敞开式地面车站站台或高架车站站台,可以保障候车乘客的安全。



图 4-1 全高闭式屏蔽门



图 4-2 半高开式屏蔽门

③全高开式屏蔽门。全高开式屏蔽门又称为全高安全门，其高度一般为 2.8~3.2 m，由一道上不封顶的玻璃隔墙（只于近天花板处留一条缝隙）和活动门组成，如图 4-3 所示。这样的设计允许轨道与站台间有空气对流的通道。与全高闭式屏蔽门相比，全高安全门的安装位置基本相同，但结构简单、高度低，空气可以通过安全门的上部进行流通，造价也较低。全高开式屏蔽门除具有保证乘客安全的功能外，还能避免列车进出站时产生的气流对乘客造成影响。这种形式的屏蔽门多用于没有空调系统的地下车站站台。



图 4-3 全高开式屏蔽门

(2) 从安装方式上分类。从安装方式上分类，屏蔽门可分为顶部悬挂式屏蔽门、底部支撑式屏蔽门和底部支撑与顶部悬挂结合式屏蔽门。

①顶部悬挂式屏蔽门。顶部悬挂式屏蔽门在早期应用较广，整列屏蔽门的重力荷载通过门体上方的横梁、立柱传到站厅底板（或站厅结构梁），由上部（站厅）结构承受。屏蔽门下部边缘与站台之间设计有吸收主体建筑不均匀沉降的间隙，在运营时需定期检查、调整。若调整不及时，则土建结构沉降时产生的作用力会直接作用在屏蔽