

第一章 自动售检票系统概述

【学习目标】

1. 学习自动售检票系统的特点；
2. 学习自动售检票系统的车票知识；
3. 学习自动售检票系统的基本架构；
4. 学习自动售检票系统各类设备的功能；
5. 学习多元化设备功能。

【知识要求与技能要求】

1. 掌握自动售检票系统的特点；
2. 掌握自动售检票系统的车票分类；
3. 掌握自动售检票系统的基本架构；
4. 掌握自动售检票系统各类设备的功能；
5. 掌握多元化设备功能。

第一节 自动售检票系统简介

自动售检票系统（以下简称 AFC 系统）的全称是 Automatic Fare Collection System，即城市轨道交通自动售检票系统。它是基于计算机、通信、网络、自动控制等技术，实现轨道交通售票、检票、计费、收费、统计、清分、管理等全过程的自动化系统，也是一种由计算机集中控制的自动售票（包括票厅售票）、自动检票以及自动收费和统计的封闭式自动化网络系统。

AFC 系统集中了多项先进技术，实现了城市轨道交通范围内车票发售、车票验证、车票管理、客流控制、收入管理、设备监控、设备管理等功能。AFC 系统采用基于 TCP/IP 协议的网络架构，实现了稳定高速的设备信息传送，确保了设备运行的安全稳定和运营数据的及时收集。AFC 系统的数据传输基于封闭的分布范围广的局域网进行可靠传输。它采用的是全以太网网络传输方式，通过交换机、OTN 网络实现中央与各站计算机和车站 AFC 设备的通信，远程传输数据，数据的上传和采集速度得到了数十倍的提升。

我国城市轨道交通车站自动售检票设备的发展经历了从无到有的过程，最初全部是来自外国，近年来我国已进行了大量的研发，提供了多种形式的产品，技术水平也在不断提高。随着计算机技术和软件的发展，我国大多城市的轨道交通 AFC 系统已与城市一卡通系统接轨，并具备与城市公交一卡通进行自动收益清分能力的电子支付系统，实现城市甚至城市之间的一卡通，为广大市民出行提供了极大的票务便利。自动售检票系统是城市轨道交通系统发展的一个趋势，也是城市信息化建设的一个重要体现。自动售检票系统具有如下特点：

- (1) 网络结构清晰，数据及时上传与清算；

- (2) 集中控制、统一的票务管理；
- (3) 各线设备独立运营，之间能实现无障碍换乘，互联互通；
- (4) 各线路系统应用兼容，预留系统扩展的条件；
- (5) 紧急情况下能够实现乘客快速通行疏散。

近年来，科技的进步、思维的转变、智能手机的普及让金融和科技碰撞出更多的火花，越来越多的小额高频现金支付场景开始被多元化支付取代，移动互联网经济发展迅猛。依托移动电子商务增长强劲的大背景下，地铁售检票系统的多元化支付业务应运而生，其主要指基于无线通信业务，通过移动终端实现的非现金方式的货币资金的转移以及支付行为。地铁售检票系统多元化支付包括互联网购票、互联网过闸、金融 IC 卡、地铁云卡和地铁乘车码等多种支付方式，其改变了传统购票过闸模式，为乘客提供了多样的购票和过闸体验，乘客支付变得更加的快捷，随时随地能购票，也能省去兑零钞等更多的时间，避免排长队购票的麻烦，同时可以省去车站人员对自动售票机定期补充钱币、回收钱币等工作，避免收到伪币。

AFC 系统经过多年发展，已经形成了成熟的层次结构。目前的层次结构是按照全封闭的运行方式，以计程收费模式为基础，根据各层次设备和子系统各自的功能、管理职能和所处的位置进行划分的。AFC 系统的层次架构共分为车票媒介（读卡器）、车站终端设备、车站计算机系统、线路中央计算机系统、五个层级，如图 1.1 所示。

目前确定的五层结构形式，是根据我国国情和城市发展现状，综合考虑了轨道交通建设的特点（如线路多而复杂、建设周期长、多个业主单位等情况）而设置的，具有一定的可伸缩性。例如，第二层（线路中央计算机系统），随着计算机运算速度与处理能力的不断提升，

其功能也可由第一层（清分系统）兼并处理，尤其是多元化支付技术的应用此类需求愈发明显。目前我国已经有城市通过建立云清分平台，平台利用虚拟化、集群及云计算等技术将票务清分系统与线路中央计算机系统合并，实现 AFC 系统的扁平化，有效提升系统的效能。

对各层次必须实现的功能和要求作出如下定义：

第一层——清分计算机系统。清分系统主要功能是统一城市轨道交通 AFC 系统内部的各种运行参数，收集城市轨道交通 AFC 系统产生的交易和审计数据并进行数据清分和对账，同时负责连接城市轨道交通 AFC 系统和城市一卡通清分系统，规定了对车票管理、票务管理、运营管理和系统维护管理的技术要求。

第二层——线路中央计算机系统。线路中央计算机系统主要功能是收集本线路 AFC 系统产生的交易和审计数据，并将此数据传送给城市轨道交通清分系统，以及与其进行对账，规定了对该线路的车票票务管理、运营管理及系统维护的技术要求。

第三层——车站计算机系统。车站计算机系统主要功能是对第二层车站终端设备进行状态监控以及收集本站产生的交易和审计数据，规定了系统的数据管理、运营管理及系统维护管理的技术要求。

第四层——车站终端设备。车站终端设备安装在各车站的站厅，是直接为乘客提供售检票服务的设备，规定了车站终端设备及其运营管理的技术要求。

第五层——车票媒介（读卡器）。车票是乘客所持的车费支付媒介，规定了储值卡和单程票两种类型的物理特性、电气特性、应用文件组织以及安全机制等技术要求。

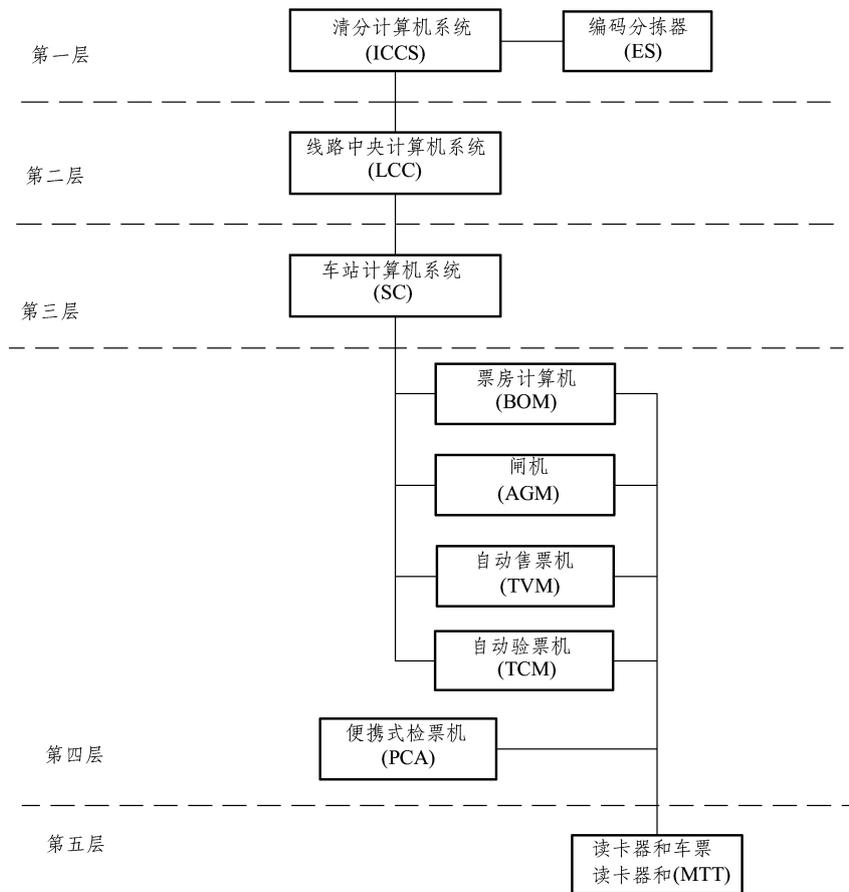


图 1.1 AFC 系统层次架构图

AFC 系统采用独立的 SAM 卡认证密钥管理系统，将系统设备、票卡（包括公交一卡通车票）有机联系起来，在实现不同设备系统的无障碍切换使用同时，也保障了运营收益数据的安全可靠。密钥系统是 AFC 系统的一个子系统，AFC 系统通过密钥系统对车票的交易进行管理。管理的工作包括对车票的读写进行安全控制、交易文件的数字签名、交易流水号的管理、信用机制的管理等内容。

SAM 卡是密钥系统具体的物理实现形式。SAM 卡 (Security Access module) 是一种特殊的 CPU 卡，存储了密钥和加解密算法。一般来说，SAM 卡分为以下几种：

- (1) PSAM 卡，用于终端安全控制模块，一般用于小额支付扣款中；

(2) ESAM 卡，用于设备的认证；

(3) ISAM，用于钱包充值。

目前票卡的发行一般采用密钥对唯一的物理卡号加密的方式。

SAM 卡存放着多种密钥，每台 AFC 终端设备在读写器上安装相应的 SAM 卡，AFC 终端设备工作时把 SAM 卡进行有效激活使 SAM 卡进入相应的安全状态下，SAM 卡在安全的情况下对车票交易进行控制并完成交易文件的数字签名。新的 SAM 卡密钥由清分系统 (ICCS) 负责生成与发行。

车票是 AFC 系统信息的主要媒体，自动售检票系统车票按照使用功能分类，可分为储值票和单程票两种。根据不同城市轨道交通票务政策的规定，储值票又细分为学生储值票、普通储值票、老人优惠储值票、老人免费储值票等，乘客使用指定的储值票可享受指定的票价优惠，还可省去每次单独购票的烦琐，乘坐地铁时只需进出站时各刷一次卡，自动售检票系统就会根据乘车距离远近自动计费扣款。乘客如使用单程票，可在自动售票机购买单程票，在闸机完成使用时间、站点等信息的写入及单程票回收（部分地铁采取不回收车票的模式）。

自动售检票系统车票起初为接触式磁卡式车票，如图 1.2 所示，磁卡式车票具有工艺比较简单、成本低廉等特点，但也容易出现消磁、传动读写过程中容易卡票等现象，维护成本更高。



图 1.2 磁卡式车票

随着技术的发展，目前大部分城市的轨道交通采用非接触式智能卡（以下简称 IC 卡），如图 1.3 所示。非接触式智能卡可实现在城市内的“一卡通”，如在城市轨道交通、公交车、出租车、渡轮、便利店等地方均可使用。非接触式智能卡具有安全性更高、使用寿命更长、不容易磨损等特点，IC 卡能记录更多的信息，使用更加稳定和更加安全。



图 1.3 非接触式智能卡

非接触式智能卡均采用国际上通用的 ISO-14443 的标准，如按照接口协议标准划分，又可分为 Type A 和 Type B 两种类型。以我国某城市的羊城通储值卡为例，它符合 ISO-14443 标准 A 类系列，可在城市轨道交通、公交车、渡轮、出租车、便利店上使用。非接触式智能卡在城市轨道交通系统使用时，需记录车票进闸、出闸扣费、更新、黑名单设置等信息，该类信息会记录在车票记忆体的专用区域内，如使用地点、设备编号、时间、交易流水号等，可根据需要保留多条信息（通常保留 10 条）。

非接触式单程车票可分为代币式和卡片式两种，代币式单程票（Token）（见图 1.4）是由内置芯片和接收天线的工程塑料制成，直径为 30 mm、厚度为 2 mm。广州地铁是世界上首家使用代币式单程票（Token）的城市轨道交通企业。



图 1.4 代币式单程票

使用这种小型的代币式 IC 车票有利于单程票的自动发售、自动回收、保管和多次循环使用。部分轨道交通公司采用卡片式单程票，具有成本低、票面可承载信息量大等特点，卡片式单程票如图 1.5 所示。



图 1.5 卡片式单程票

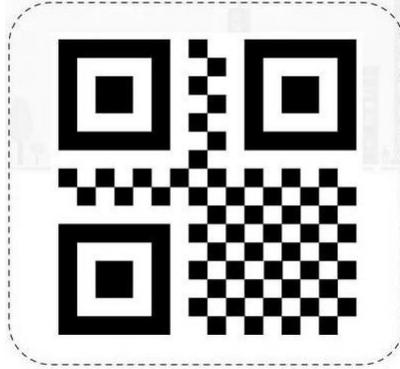
近年来，某些城市地铁推出了金融 IC 卡直接刷卡乘坐地铁，银联金融 IC 卡是指中国银行卡联合组织（以下简称银联）推出的基于中国人民银行发布的《中国金融集成电路（IC）卡规范》（以下简称 PBOC）的芯片卡，如图 1.6 所示。



图 1.6 基于金融 IC 卡技术的银联各类闪付卡

在多元化支付的背景下，地铁车票除了兼容传统的实体车票，也陆续出现了手机二维码（地铁乘车码）、人脸识别等虚拟车票，乘客不用直接购买实体车票就能进出站搭乘地铁。

虚拟车票较实体车票具有使用方便、不易丢失、安全性高等特点。虚拟车票示意图如 1.7 所示。



(a) 手机二维码虚拟车票示意图



(b) 人脸识别虚拟车票示意图

图 1.7 虚拟车票示意图

第二节 自动售检票系统的主要功能

AFC 系统按安装位置、实现功能等区分，可分为车站级 AFC 设备与中央级 AFC 设备，

车站级 AFC 设备主要包括车站计算机、自动检票机 (含云闸机)、自动售票机 (含云购票机)、票房售票机 (含自助客服中心)、自动验票机等; 中央级 AFC 设备包括综合中央计算机系统 (ICCS)、线路中央计算机 (LCC)、编码分拣机 (E/S) 和系统工作站等。

AFC 设备架构如图 1.8 所示。

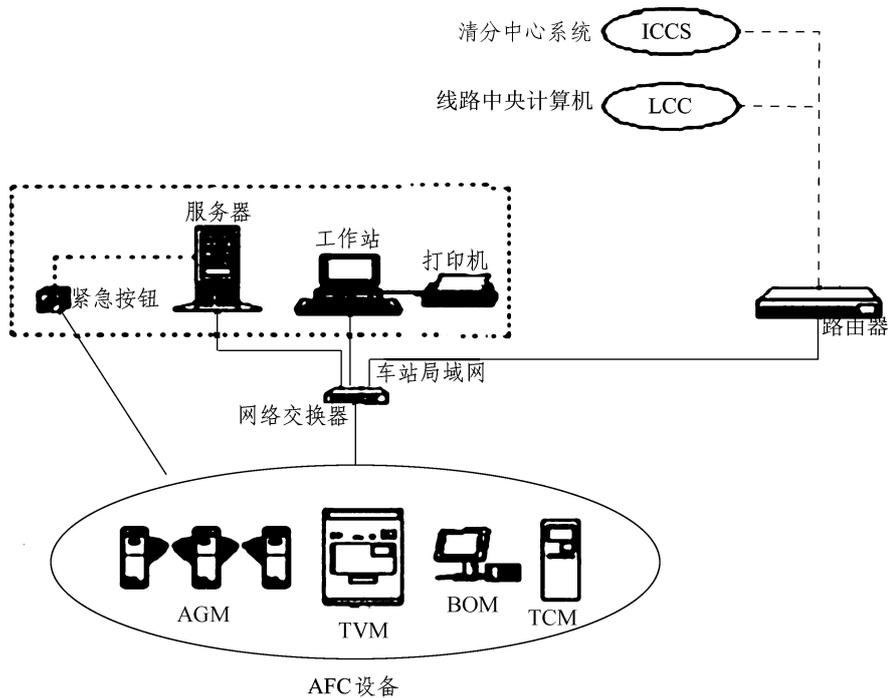


图 1.8 AFC 设备架构图

一、车站级 AFC 设备

1. 车站计算机 (SC)

车站计算机 (Station Computer, SC), 是 AFC 系统中的重要设备。SC 一般安装在车站控制室或 AFC 设备室, 实现监控客流, 监控站级设备, 收集汇总站级设备数据并将数据上传至线路中央计算机做进一步处理。SC 由服务器、工作站、不间断电源 (UPS)、网络交换机