

**编者按** 国家发改委2001年《关于城市轨道交通设备国产化实施方案》(计产业(2001)564号)文件发布以来,城市轨道交通车辆、设备国产化取得了巨大成就,过去本刊曾做过部分报道。在新一轮建设高潮到来之际,本期热点研讨继续对相关设备国产化研究成果进行报道,力图促进国产化水平进一步提高。

本期热点研讨特邀本刊常务理事单位北京新联铁科技股份有限公司组织编写,得到新联铁领导王志全董事长、王利群总经理的鼎力支持,以及徐智勇专家的大力协助,在此表示衷心感谢。

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2012.06.001

# 轨道交通自动售检票系统 国产化现状与展望

杨承东

(中铁第四勘察设计院集团有限公司 武汉 430063)

**摘 要** 论述近10年来AFC系统的国产化取得的显著成绩和存在的问题:从起初基本依赖进口,到目前国产化率达到70%,但是现场终端设备(主要包括自动售票机及自动检票机)中的几个关键模块仍以进口为主,国产化遇到瓶颈。对AFC系统的现状进行论述,并提出对国产化的展望。

**关键词** 城市轨道交通;自动售检票系统;国产化;关键模块

**中图分类号** U239.5    **文献标志码** A  
**文章编号** 1672-6073(2012)06-0001-04

## 1 AFC系统概述

### 1.1 AFC系统现状

自动售检票(automatic fare collection, AFC)系统主要由清分中心(ACC)、线路中央计算机(LCC)、车站计算机系统(SC)、车站AFC设备(SLE)和车票组成,是由计算机集中控制的自动售票、自动检票及进行票务管理、财务结算、客流量统计分析的轨道交通票务自动化管理系统。

AFC系统不仅能为乘客提供方便、快捷的售检票服务,而且是实现轨道交通综合自动化、提高运营管理

水平的必要手段。AFC系统能为业主获得收益,产生现金流,它的好坏与否直接影响到该线路的技术水平和服务质量。

AFC系统在国外城市轨道交通中使用非常普遍,无论是在欧美发达国家,还是亚洲的日本、韩国以及东南亚国家,几乎都在使用AFC系统。

目前,我国的北京、天津、上海、广州等城市已陆续建成城市轨道交通系统。除北京和天津在早期采用人工售检票、单一票价制外,其他城市无一不采用AFC系统,使轨道交通在运营管理方面上了一个新台阶,取得了良好的社会效益。香港地铁AFC系统相当发达,其非接触IC卡储值票——“八达通”,无论是发行数量还是使用范围都是佼佼者。台湾地区AFC系统也比较发达,台北、高雄捷运系统均使用AFC系统。

### 1.2 AFC系统国产化情况

AFC系统为机械电子一体化设备,对供货商在电子和软件集成方面的要求较高,同时集成商需具备系统集成能力。

1999年,国内第1个地铁AFC系统在上海地铁1号线开通,系统全部由美国CUBIC公司供货,之后的上海2号线、广州1号线也采用CUBIC公司的产品。广州2号线原为美国MOTOROLA公司中标,在项目建设过程中由于公司业务重组,合同转让给韩国三星SDSK公司。2003年,北京地铁13号线采用日本信号产品,

收稿日期:2012-08-25    修回日期:2012-10-19  
作者简介:杨承东,男,工学硕士,通信信号研究设计处副总工程师,高级工程师,ycd@tom.com

2004 年天津津滨轻轨采用西班牙 INDRA 和韩国 LG CNS 公司的产品。这几条线的 AFC 系统基本上全部采用进口产品。

由于进口设备价格昂贵,国内开始积极推动 AFC 系统的国产化。通过从国外厂家分包,到与国外厂家组成联合体投标、与外企组建合资公司,再发展到以中方为主的联合体投标,到最后能独立承担合同。现在,国内已拥有一大批具有竞争力的 AFC 企业,并开始向海外发展。

目前,国内厂家已能提供比较完整的 AFC 系统,并已具备 AFC 现场设备的整机生产能力,但其核心部件还需要引进。系统硬件部分除了清分中心(ACC)和线路中央计算机(LCC)的主要硬件、纸币模块、硬币模块、扇门需要进口外,其他部分均可实现国产化,应用软件也考虑全部实现国产化。表 1 ~ 表 2 分别列出了 AFC 系统设备各层次的国产化率和在 AFC 系统中的投资比重情况。

表 1 AFC 系统设备国产化情况分析

序号	设备名称	国产化率/%
1	清分中心 ACC	70
2	线路中央计算机 LCC	80
3	编码分拣机 E/S	100
4	车站计算机系统 SC	90
5	半自动售票机 BOM	100
6	自动售票机 TVM	50
7	自动检票机 AGM	70
8	车票	100

表 2 AFC 设备在系统总投资中的比重

序号	设备名称	投资比重/%
1	编码分拣机 E/S	3 ~ 5
2	车站计算机系统 SC	5 ~ 10
3	半自动售票机 BOM	3 ~ 5
4	自动售票机 TVM	30 ~ 40
5	自动检票机 AGM	30 ~ 40

2 AFC 系统国产化分析

2.1 清分中心和线路中央计算机

ACC 和 LCC 的主要硬件设备包括主服务器(一般采用基于 RISC 的小型机)、磁盘阵列、磁带库、网络交换机、通信服务器、工作站、防火墙、密钥系统等,软件包括操作系统、数据库、通信中间件和应用软件等。

主服务器基本上都选用 IBM、HP、SUN、FUJITSU 等国际品牌,国产的曙光系列计算机尚无本领域的应用案例,市场营销能力也跟不上,短期内无法动摇进口设备的地位。磁盘阵列和磁带库多为与主服务器同品牌产品。

网络交换机主要选用的品牌有 CISCO、H3C、华为等,也有一些采用德国赫斯曼(HIRSCHMANN)工业交换机的。除了 CISCO、HIRSCHMANN 为进口外,其他都为国产。因此,交换机采用国产设备是完全可行的。

操作系统无论是服务器还是工作站,基本上都是进口软件一统天下。数据库市场被 ORACLE、SYBASE、DB2 等品牌瓜分,都是国外产品。通信中间件和 AFC 应用软件已经基本实现国产化。

除此以外的其他设备包括编码分拣机(E/S)都可以实现国产。

2.2 车站计算机系统

车站计算机系统(SC)包括服务器、监控工作站、票务管理工作站、网络设备、打印机和紧急按钮,对车站 AFC 现场设备(SLE)进行监控和信息处理。

除了车站计算机的操作系统和数据库尚需进口外,其他部分都可国产。

2.3 车站现场设备

车站现场设备主要包括半自动售票机(BOM,也称票房售票机)、自动售票机(TVM)、自动检票机(AGM,也称闸机)。

2.3.1 半自动售票机(BOM)

BOM 由主机、液晶显示器、乘客显示器、车票读写器和键盘组成。主机既可以是采用商用 PC,也可视情况采用工控机,BOM 可以实现完全国产化。

2.3.2 自动售票机(TVM)

自动售票机安装在地铁车站的非付费区内,由乘客自助式购买非接触式卡式单程票,是乘客进入车站后需购票时第一个接触的设备,由于要直接进行现金交易,因此需具备高效、可靠、安全的特性。

自动售票机主要由机箱、乘客显示器、乘客操作触摸板、运营状态显示器、纸币处理模块、硬币处理模块、单程票处理模块、储值票处理模块、电源、维修面板,维修门等部件构成。其中,纸币识别模块、硬币识别模块和纸币找零模块是自动售票机的核心部件,费用约占整台设备的 50%,

1) 主控单元模块(ECU)。主控单元负责设备中系统软件的运行控制,完成车票处理、现金处理、信息

显示、数据通信、状态监控等功能。一般可与自动检票机、半自动售票机的主控单元互换。

ECU 目前基本上都使用工控机,主要品牌有盛博、研祥、研华等,可基本实现国产化。

2) 单程票处理单元。单程票处理单元主要包括以下几个部分:控制板、单程票箱、废票箱、车票读写器、车票传送机构、传感器、电磁阀等。

目前,国产的读写器模块能基本实现对包括 RFID、射频 CPU 卡、手机卡的识别及读写操作,一般都支持公交一卡通及城市通卡(含市民卡)。这个单元国内的主要设备制造商都可以生产。

3) 硬币处理模块。硬币处理模块由硬币识别器、暂存器、循环找零器、换向器及回收装置等构成,主要实现硬币的识别、接收、原币返还、找零、循环找零、清币、模块故障自诊断等功能。

硬币模块主要供货商有日本高见泽、德国 NRI 和瑞士 MEI 等公司。除了硬币识别器国内尚无同级产品与之抗衡,其他部分基本可以国产化。

4) 纸币处理模块。纸币处理模块是识别并接收乘客所投入 TVM 纸币的功能模块,可识别当前流通的所有币值的人民币纸币,并具备远程下载、升级和监控功能。

纸币模块的主要供货商是德国捷德(G&D)和瑞士 MEI 这两家公司,几乎包揽了国内 AFC 市场。另外,日本高见泽也开始进入大陆市场。国内产品目前只有广电运通一家,在银行 ATM 上已经有不少应用,但尚无 AFC 批量使用案例。

5) 纸币找零模块。纸币找零模块主要包括出钞模块、钱箱、传感器等部件,主要实现吸钞(从指定的钞箱吐出指定数目的钞票,但不含钞票真伪识别)、自动回收不合格钞票、送钞、回收遗忘钞票、故障预警、错误显示提示、脱机维护等功能。

纸币找零模块的主要供货商有瑞典德拉鲁(Dela-Rue)、日本富士通、日本高见泽、广电运通等公司。除了广电运通的设备在北京亦庄线、大兴线和西安 2 号线使用外,其他都被进口产品占据。另外,瑞士 MEI 还提供一款很有特色的纸币循环找零模块,该模块组合了纸币接受以及循环找零处理功能,已经在昆明轨道交通 6 号线一期工程使用。另外,日本富士通、日本高见泽也提供类似产品。

6) 电源模块。电源模块组成包括主模块、配电箱、接线端子排及相应附件。

电源模块虽然在设备整体造价中只占很小一部

分,但其质量的高低对设备的整体性能有着重要影响。比较好的品牌有德国魏德米勒(Weidmuller),已在国内多个城市 AFC 系统应用。国内使用较多的还有台湾明纬等产品。

### 2.3.3 自动检票机

自动检票机是自动售检票系统中数量最多的设备,安装于车站付费区与非付费区的交界处,可实现乘客自助式进/出站。自动检票机的主要类型有进站闸机、出站闸机、标准通道双向闸机和宽通道双向闸机等类型,标准通道闸机通道宽度一般为 500~600 mm,宽通道闸机的通道宽度一般为 900 mm。

自动检票机主要包括主控单元、乘客显示器、方向指示器、警示灯和蜂鸣器、读写器,以及天线、扇门、票卡传送/回收装置、维护键盘/移动维护终端接口、电源模块等。进站闸机不设单程票回收单元。

其中,除了扇门模块外,其他部分都可以国产。扇门是自动检票机的核心部件,在自动检票机中可占到 30% 的比重,但是,直流电机驱动、通行控制和安全防护等核心技术仍然掌握在国外厂商手中。

扇门的主要供货商有瑞典固力保 GUNNEBO、德国马格内梯克 Magnetic、韩国三星 SDS 和德国 Kaba 等公司。前三家基本瓜分了地铁 AFC 扇门市场,Kaba 则在高铁市场中独领风骚。国内的上海华铭、深圳高新现代等公司也生产了自己的扇门,但尚未对进口扇门构成威胁,主要原因有:国外厂商有几十年的生产经验,雄厚的研发实力,以及强大的市场营销渠道;国内产品多为在国外产品的基础上仿制,没能得到充分的现场验证,国产直流电机技术与国外尚有不少差距,工艺水平也稍逊一筹。不过,国内生产商一直在努力,并在通行控制等核心技术上已有所突破。

## 2.4 车票

目前,轨道交通车票基本上都采用非接触式 IC 卡车票,其中储值票正从逻辑加密卡向 CPU 卡过渡,单程票则仍采用简易式逻辑加密卡。车票的芯片主要供货商有荷兰 NXP(原 Philips)、德国 Infineon(原西门子)、美国 ATMEL 等公司,上海复旦微电子公司已能生产拥有自主知识产权的各种规格的 IC 卡芯片,并已得到广泛应用。国内的 IC 卡车票封装技术也相当成熟,产能巨大。因此,除 CPU 芯片外,车票可以实现国产化。

## 3 国内 AFC 系统的主要厂商

经过十几年的轨道交通建设,国内 AFC 行业从无到有,涌现出一大批从事 AFC 系统集成和制造的企业。



其中,AFC系统集成商有北京三星数据、中软股份、方正奥德、北控电信通、南京熊猫信息、上海华虹计通、普天邮通、上海华腾、上海华铭、浙大网新、深圳高新现代、广州新科佳都、广东铭鸿数据、四川久远、云南南天信息、沈阳新松、重庆金美等公司。

AFC设备制造商有广电运通、上海怡力、天津先志越洋公司;北京握奇数据则专注于读写器、SAM卡和移动支付等领域;车票芯片制造商有上海复旦微电子和上海华虹计通公司。

车票封装企业非常多,其中轨道交通业绩较好的有黄石捷德万达金卡、盛华金卡(原神州金卡)、西龙同辉、中山达华、珠海东信和平等公司。

#### 4 AFC系统国产化的展望

近年来,我国正大力推动城市轨道交通的建设,而对机电设备的国产化一直有着很高的要求。在国家发改委2011年第9号令《产业结构调整指导目录(2011年本)》的鼓励类中,特别将城市轨道交通装备作为一个大类(第十五类)单独提出,并在其第2条指出,要鼓励发展自动售检票系统(AFC)、车门、站台屏蔽门等。

##### 4.1 通用设备国产化

计算机软硬件、交换机等通用设备的国产化要依赖于国家的整体发展战略。

整体而言,硬件上已经做得很好,处理能力已处于国际一流水平。不过,高档服务器的商用化和市场推广相对差一些,得不到用户的认知和认可。而交换机由于华为、华三等企业的大力推动,已占据过半的市场份额。

但是相对硬件而言,国内的操作系统和数据库等软件技术还相对薄弱,国产化道路还相当漫长,这也需要政府的扶持和用户的大力支持。

##### 4.2 AFC关键模块国产化

从本文第2节的分析可以看到,自动售票机、自动检票机是轨道交通AFC系统车站的终端装备,也是车站数量最多、直接面向乘客服务的装备,投资比重较大,但国产化率也最低。

目前,占到自动售票机总成本50%的硬币、纸币识别模块和纸币找零模块,以及占到自动检票机总成本40%的扇门模块等仍然掌握在国外供应商手中,这些核心部件不仅直接影响到产品的整体质量水平,而且主要依赖国外进口,造成了成本偏高、不易维护等缺点。因此,只有实现了这些模块的国产化,才能大幅度提高AFC系统的整体国产化水平。

关键模块的国产化对有效降低国内轨道交通建设和运营成本具有十分重要的意义。具体表现在:

1) 系统建设成本比同期、同规格要求的国外系统的价格低30%~50%。

2) 对于运营新业务需求,能够做到快速响应,可实现低成本。

3) 零部件供给及时,成本低,有效保障了长期运营。

4) 能够在设备单价不变的情况下,实现零星设备增购,且供货期较短。

5) 能够做到与用户无障碍沟通,技术支持到位。

可喜的是,国内一些厂商一直在积极进行关键模块国产化的研究,国家和地方政府也给予了资金和政策上的扶持。一些国外厂家已经或正在考虑在大陆设厂,从而提高国产化水平。相信在不久的将来,随着几个关键模块国产化的突破,AFC系统的国产化率将得到前所未有的提高。

#### 参考文献

[1] 赵时旻. 轨道交通自动售检票系统[M]. 上海: 同济大学出版社, 2007: 12-18.

[2] 魏晓东. 城市轨道交通自动化系统与技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004: 304-314.

[3] 建设事业 IC 卡应用技术与发展[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.

[4] GB/T 20907—2007 城市轨道交通自动售检票系统技术条件[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.

(编辑: 郝京红)

### Status and Prospect of Localization of Automatic Fare Collection System of Rail Transit

Yang Chengdong

(China Railway Siyuan Survey & Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063)

**Abstract:** In the last ten years, through unremitting efforts, localization of AFC system has obtained remarkable achievement, from completely depending on imports at first to achieving the localization rate of 70% at present. However, several key modules used by the station equipment (including ticket vending machine and automatic check machine) of the AFC system are still mainly imported; the process of localization encounters bottleneck. This paper discusses the present situation of AFC system and puts forward its further development prospect.

**Key words:** urban rail transit; automatic fare collection system (AFC); localization; key module