

城市轨道交通 AFC 系统 线网读写器的标准与设计

范巍

(中铁第四勘察设计院集团有限公司通信信号研究设计处 武汉 430063)

摘要 介绍城市轨道交通 AFC 系统线网读写器概念形成的背景,阐述线网读写器设计标准化、独立化和通用化的三大要求;标准化指对读写器进行统一的定义和要求;独立化指读写器从车站终端设备中独立出来并摆脱对固定厂商的依赖;通用化要求在不同线路和厂商的终端设备之间通用互换,在此基础上总结提出线网读写器的定义。对早期国内主要城市制定的 IC 卡读写器标准的典型特点进行归纳和比较,分析读写器标准形成发展的特点和趋势,介绍当前线网读写器设计的最新要求,包括应用功能、硬件配置、接口标准、业务处理范围和调用方式等;重点论述读写器标准化设计的主要内容、独立化设计的核心思想和通用化设计的重难点问题,最后对线网读写器设计的未来发展进行展望。

关键词 轨道交通;自动售检票;IC 卡读写器;标准;设计

中图分类号 U231.7

文献标志码 A

文章编号 1672-6073(2016)03-0110-04

1 问题的提出

线网 IC 卡读写器(或称标准读写器、大读写器)作为城市轨道交通实现网络化运营的重要技术手段,对减轻或避免新线路、新卡型、新应用的接入以及对既有 AFC 系统、设备的升级改造,发挥着关键性作用^[1]。目前国内各主要城市的轨道交通建设已普遍要求采用线网读写器,并制定了地方性标准或企业标准。先期建设的城市在既有线改造过程中,结合新应用、新业务

的加入和系统设备兼容性问题的解决,逐渐形成了读写器技术规范和标准;而新建城市往往在第一条线路的 AFC 系统建设时,就同步开始了对线网读写器的技术规划,并进行标准的制定。

2 线网读写器的定义

虽然线网读写器的概念已被广泛接受,多数城市在轨道交通 AFC 系统建设中都提出了相关的要求,但行业内对线网读写器的理解和诠释各不相同,甚至相差甚远。笔者认为,作为完整意义上的线网读写器,应需满足读写器标准化、独立化和通用化的三大要求。

标准化是指对读写器的功能应用、硬件组成、软件结构、调用方式、接口设计和性能指标等方面进行统一的定义和要求,形成独立化和通用化的基础。独立化的含义包括两个层面,一是读写器从车站终端设备中独立出来,脱离了对上位机的依附关系,能够独立地完成车票处理和运营业务;二是读写器的生产制造能摆脱对固定厂商的依赖,第三方厂商依照相同的标准即可独立生产出相同功能和品质的读写器产品。通用化要求指不但能实现读写器在同一路内不同终端设备之间的通用,更重要的是能实现在本城市不同线路、不同集成商终端设备之间的通用互换。

因此,线网读写器可定义为:具有标准软硬件、功能和接口设计,通用于轨道交通线网并能独立完成交易处理整体功能的嵌入式非接触 IC 卡读写设备。

3 读写器标准化现状及特点

我国各城市轨道交通读写器的标准化程度已普遍较高,第一批先期建设轨道交通的城市在 2010 年以前基本已完成标准的制定,表 1 是几个具有代表性的城市读写器的标准特点对比。

收稿日期:2015-05-04 修回日期:2015-05-30

作者简介:范巍,男,工学学士,高级工程师,研究方向为自动售检票、通信,79993661@qq.com

表 1 典型城市读写器标准特点对比^[2~6]

城市	上海	广州	深圳	南京	北京
标准形成年份	2004	2006	2008	2010	2010
支持的车票标准及应用	DB31/239.1-2000	ISO/IEC 14443 A/B	ISO/IEC 14443 A/B ISO/IEC 18092 Felica	ISO/IEC 14443 A	ISO/IEC 14443 A/B DB11/T 159.1-2002
RF 通信速率/(KB/s)	106	106	106、212、424	106	106
处理器	—	32 位嵌入式微处理器	32 位嵌入式微处理器	32 位嵌入式微处理器	32 位嵌入式微处理器
存储空间/MB	—	4	8	64	256
程序运行空间/MB	—	2	1	32	64
SAM 卡槽数	—	6 个	4 个,可扩充为 8 个	6 个	4 个
交易处理流程	由上位机完成	由上位机完成	运营业务由上位机完成, 票卡应用由读写器完成	主要由上位机完成	由读写器完成
调用方式	通信报文	API 函数调用	通信报文	API 函数调用	API 函数调用,通信报文
与上位机接口	RS-232/485	USB	RS-232 为主	RS-232	USB,RS-232/422
本地集成商/制造商	具备	具备	具备	具备	具备

由上表可以看出,2010 年以前形成的读写器标准在功能、软硬件设计等方面的规定基本相似;在读写器与上位机的分工上呈现出交易处理由上位机端向读写器端逐渐转移的趋势;硬件能力随着微处理器和数据存储技术的发展不断增强,反映出当时 AFC 业界对线网读写器的普遍认识。同时,读写器标准的形成与这些城市 AFC 系统的建设特点紧密相关,由于在本地都具有较强实力的 AFC 集成商/设备商,供货和服务较为集中且稳定,客观上对读写器独立性和通用性的要求不高,除北京外,交易处理流程都主要由上位机完成,对读写器具备独立完成车票处理和运营业务的要求不是特别突出。

2010 年以后,随着《中国金融集成电路(IC)卡规范》V2.0、V3.0 的先后颁布,手机支付技术和市场趋于成熟,轨道交通票种、票务功能也在不断发展和丰富,读写器设计标准不断提高,特别是新建轨道交通的城市迅速增加,多数城市没有本地 AFC 集成商,市场参与方较多,相应地对读写器独立性和通用性提出了很高的要求。表 2 以长沙轨道交通为例,介绍目前在线网读写器标准编制中体现出的一些最新特点。

表 2 长沙轨道交通线网读写器主要特点^[7~8]

标准形成时间	2014—2015 年
支持的车票标准及应用 ^[8]	符合 ISO/IEC 14443 A/B 标准的地铁自发行票卡和公交 IC 卡; 符合中国人民银行 PBOC3.0 标准的非接触金融 IC 卡; NFC 手机支付应用

续表

主要硬件标准	400 MHz ARM926EJ-S 处理器,32 KB 数据缓存,32 KB 指令缓存; 256 MB NAND Flash 数据存储,128 MB SDRAM 程序运行空间; NXP MF RC531 射频芯片,集成 13.56 MHz 下所有类型的被动非接触式通信方式和协议; 通信速率可达 424 KB/s
RF 通信速率/(KB/s)	106
天线设计	支持双天线,两个天线最小安装间距 50 mm 时,相互不产生影响; 射频芯片与天线板整体设计,主控与射频芯片间采用 SPI 总线,全双工通信
SAM 卡槽数	8 个 SAM 卡槽,支持同时工作在不同速率的多个 SAM 卡
与上位机接口	配置 RS-232、RJ45、USB 接口,应用以 RS-232 接口为主
运行环境	Linux 操作系统,支持上位机 Windows 和 Linux 操作系统平台
交易处理	所有运营业务、票卡和 SAM 卡应用功能均由读写器独立完成,上位机根据接口库的调用返回值和回传数据结构进行通行逻辑控制
调用方式	通信报文
本地集成商/制造商	不具备

4 线网读写器设计

4.1 标准化设计

标准化设计是线网读写器独立化和通用化的基

础,虽然目前各城市轨道交通都在不同程度上完成或正在进行读写器技术标准的研究和编制,但在深度和侧重点上不尽相同,甚至存在很大差异。一般来说,目前新建轨道交通的城市在线网读写器的标准化设计上应包含以下几个方面的内容。

1) 功能定义。包括定义基础功能和应用功能,如可支持的非接触 IC 卡、SAM 卡和其他模块操作及应用处理;对于轨道交通 AFC 系统各类现场设备的业务功能实现等。

2) 硬件标准及性能。主要包括主控模块、射频模块、安全认证模块、电源模块、外部接口等硬件配置,遵循技术标准和主要性能指标,以及电磁兼容性、环境适应性、典型读写距离与读写速度等方面的要求。

3) 软件标准。如软件层次性参数化设计,可移植性、可扩展性、安全性、更新与下载等方面的设计要求,特别是在接入新线路、新业务、新应用的情况下,读写器软件的扩展性规划和设计。

4) 业务处理功能划分。业务功能在读写器与上位机之间的划分,是读写器独立化的决定性因素。

5) 接口调用方式及通信接口协议。制定上位机对读写器程序调用的方式和接口协议标准,是读写器实现通用化的前提。

6) 工作流程。包括每一类 AFC 车站现场设备上位机与读写器的交互流程定义。

4.2 独立化设计

从读写器设计角度出发,一个完整的交易处理可大致划分为 3 类^[9]:第一类是物理层面的读写操作,如与 SAM 卡的数据交换、对票卡命令接口的驱动、与票卡的数据交换等;第二类是与票卡结构和规划联系较为紧密的计算和处理,如卡物理地址相关的计算、卡恢复流程的处理、应用数据映射卡物理地址的读写、卡应用数据读写逻辑的处理、交易逻辑处理等;第三类是与运营业务直接相关的处理,如对卡有效性的判断、交易参数的生成、交易记录的生成存储等,其中卡有效性判断又可细分为卡的基本有效性判断和运营有效性判断,交易记录的生成存储也可细分为卡和设备的交易记录生成存储。

读写器独立化设计的核心在于业务处理功能在读写器与上位机之间的划分。早期读写器的业务范围由于只考虑较封闭的卡型和票种,以及单线路、单运营商、单设备商的单一结构化体系模式,往往采用与卡规划、卡应用、卡业务完全无关的纯驱动性设计,读写器

作为上位机的附属模块,仅负责上述第一类(即卡协议数据传输、交换等)有限的功能,是毫无独立性可言的。

读写器自身完成的业务处理功能越多,其相对于上位机的独立性就越强。较常见的一种划分方式是将与卡规划、卡结构相关的处理交由读写器完成,将与卡业务、卡应用相关的处理交由上位机完成。在这种方式下,当需要全线网统一部署票价方案、名单参数、降级模式时,仍涉及对各条线路多种设备的调试,因此,可进一步将全部业务功能纳入读写器的处理范围,仅将设备交易记录的生成存储保留在上位机完成,最大限度实现线网读写器的独立化。根据这种模式设计、制造的读写器近年来已在多个城市顺利投入运营,虽然要求读写器进行较复杂的逻辑运算和较大的数据量存储,但对于目前的读写器硬件配置标准而言,完全可以胜任。

4.3 通用化设计

如何实现在不同供货商终端设备之间的通用互换是读写器通用化设计的难点,对程序调用方式的选择十分关键。一般来说,读写器的程序调用主要有两种方式^[10]。在接口库调用方式下,读写器开发商针对每条线路不同的 AFC 集成商和上位机操作系统编译相应的库文件,以适合各种 AFC 设备软件运行的独立开发包的形式(如动态链接库等)提交给上位机,嵌入其主程序内运行。读写器软件从设备主程序获取配置参数,如票价表、运行模式、运行时间、黑名单、信用许可等,同时,设备主程序通过函数调用的方式控制读写器的运作、软件更新、获取交易文件和运行情况。当一个城市存在多个不同的 AFC 线路集成商(或设备制造商)时,读写器供货商就必须单独进行多个独立软件包的开发。因此,采用接口库的方式会根据设备供应商的情况,存在多个版本的接口库,增加了管理的复杂度和读写器软件的重复开发,对读写器供应商与 AFC 设备供货商之间的配合存在较强依赖,不易实现通用化。

在采用数据报文的调用方式下,各类 AFC 现场设备对读写器的业务调用接口全部以标准化的数据报文进行编制和定义,不论上位机采用何种类型的操作系统,只要按照定义好的数据报文组织数据即可实现对读写器的控制,使任何 AFC 系统集成商(或设备制造商)的设备投入既有线网系统使用时,不论其设备使用何种操作系统和应用软件,都不需要读写器厂商针对

AFC 设备提供 API 文件重新封装编译,即使在读写器设备维护期过后,只要在统一的密钥和票卡定义下,读写器和 AFC 设备之间都可以实现直接接入和使用。从这个意义上而言,采用数据报文的调用方式无疑更符合线网读写器通用性的要求。

5 结语

为了适应轨道交通不断发展的新票种、新业务以及新的支付手段,最大限度地降低对既有线网 AFC 系统的影响和改造成本,摆脱对设备供应商的依赖,线网读写器应进行标准化、独立化和通用化的设计,三者缺一不可,相辅相成。目前行业内标准化的观念已深入人心,各城市在标准的制定上也已取得了大量的成果,但在独立化和通用化的设计深度上参差不齐,仍需要较长一段时间的发展。可以预见,随着读写器线网化的不断深入,读写器有望作为 AFC 设备的独立通用部件进行采购,在部分设备上实现与上位机 (ECU) 的集成设计和制造将成为可能;读写器可实现的业务功能也将大为丰富,特别是在 AFC 系统支付方式向金融 IC 卡支付和手机支付发展、实现的过程中,线网读写器将发挥其关键性作用。

参考文献

- [1] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 城市轨道交通 AFC 系统线网读写器技术及应用研究 [R]. 武汉, 2014: 10-13.
- [2] 城市公共交通非接触式集成电路 (IC) 卡: 第 2 部分 读写器技术规范: DB 31/239.2—2004 [S]. 上海: 上海市质量技术监督局, 2004: 2-5.
- [3] 广州市地下铁道总公司. 广州市轨道交通自动售检票系统公共接口规范 [A]. 广州, 2006: 10-12.
- [4] 深圳市轨道交通自动售检票系统通用技术条件: SZDB/Z 10—2008 [S]. 深圳: 深圳市质量技术监督局, 2008: 6-8.
- [5] 南京地下铁道有限责任公司. 南京地铁 AFC 系统线网技术规范: 第四册 票卡与读卡器 [A]. 南京, 2010: 76-82.
- [6] 轨道交通联网收费系统技术要求: 第 5 部分 车票处理单元: DB 11/T 1164.5—2015 [S]. 北京: 北京市质量技术监督局, 2015: 10-13.
- [7] 长沙市轨道交通集团有限公司. 清分中心系统设备采购及系统集成项目读写器概要设计 [A]. 长沙, 2014: 9-18.
- [8] 长沙市轨道交通集团有限公司. 轨道交通 1 号线一期工程自动售检票系统设备采购及系统集成项目招标文件 [R]. 长沙, 2014: 128.
- [9] 武汉地铁集团有限公司. 武汉地铁 AFC 清分中心系统技术标准: 第三册 IC 卡读写器技术标准 [A]. 武汉, 2013: 9-10.
- [10] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 城市轨道交通 AFC 系统线网读写器技术及应用研究 [R]. 武汉, 2014: 59-62.

(编辑: 王艳菊)

Standards and Design of Card Reader and Writer for AFC System in City Rail Transit

Fan Wei

(Dept. of Communication & Signal Research and Design, China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063)

Abstract: This article reviews the background of concept formation of IC Reader and Writer in the AFC system of China Metro, pointing out the three main requirements in design: standardization, independence and universalization. Standardization demands uniform definition and requirement to the Card Reader and Writer, independence means stand-alone from station equipment and certain manufacturers and universalization requires the Card Reader and Writer to implement exchange between equipment from different lines or suppliers. Then, the definition of line network level Card Reader and Writer based on these requirements were summarized and proposed. The features of standardized Reader and Writer among major cities are listed to be compared, and the characteristics and trend of development are analyzed and its recent characteristics are introduced, including application function, hardware configuration, interface standard, scope of business process and method of calling. The main contents, core idea of dependent design and key points in universal design are expounded emphatically. By the end of the article, the future development of Card Reader and Writer is discussed.

Key words: rail transit; AFC; IC reader and writer; standards; design