

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2017.01.009

城市轨道交通 AFC 系统 新技术应用及展望

王国富, 王洪臣, 刘海东

(济南轨道交通集团有限公司, 济南 250101)

摘要: 目前车票媒介主要有非接触式 IC 卡、二维码、电子车票(NFC)三大类。随着自动售检票(AFC)系统技术的发展,为了更好地提高服务质量,轨道交通除了保留现金购票外,全自动售票机(TVM)扫码支付、云购票机、云闸机、刷银联卡直接进出站等多种实现方式开始推广普及。对于新建地铁的城市和已运营地铁的城市,在进行 AFC 系统新技术应用时,要做好总体规划设计和风险应对措施,以技术全面兼容的方式,上线互联网购票系统。未来可考虑引入信用支付方式和生物识别技术,将现有的资源进行整合升级,降低运营成本的同时,给乘客提供更方便和快捷的用户体验。

关键词: 城市轨道交通; 二维码; PBOC3.0; 移动支付; 电子车票(NFC); 云计算

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2017)01-0041-04

Application and Prospect for New Technology of AFC system in Urban Rail Transit

WANG Guofu, WANG Hongchen, LIU Haidong

(Jinan Rail Transit Group Co., Ltd., Jinan 250101)

Abstract: Due to frequent usage and passenger demand, automatic fare collection system has been more and more popular. Currently, there are three types of ticket media, including contactless smart card, quick response code and near field communication (NFC). With the development of AFC system technology, tickets for urban rail transit lines can be bought in cash or by using the code scanning payment of TVM, cloud ticketing, and cloud gates. They can be bought by swiping a bank card inside and outside of the stations. For cities that are constructing and/or operating metro, when applying new technologies to AFC system, they should consider the problems of technological compatibility and make an overall planning in designing their online ticketing system; coping measures should be prepared to deal with potential risks. In future, credit payment and biometric technology may be introduced, and existing resources will be upgraded and integrated, in order to reduce operating costs and provide passengers with more convenient user experiences.

Keywords: urban rail transit; quick response code; PBOC 3.0; mobile payment; near field communication (NFC); cloud computing

随着城市轨道交通建设里程的不断增加和运营水

平的日益提高,人们搭乘轨道车辆可享受到越来越便捷的出行服务,但同时也存在车厢拥挤、换乘路线长以及购票充值不便等多种问题。

作为面向乘客的服务系统,传统的自动售检票(AFC)系统的应用存在一些问题,已不能完全满足使用需求。从业主的角度,现金购票导致繁重的硬纸币清点工作、繁琐的钱款核算流程、高昂的设备采购维护成本,票卡编码分拣、库存调配需要消耗大量的人力物

收稿日期: 2016-06-28 修回日期: 2016-11-28

第一作者: 王国富,男,博士,教授级高级工程师,从事岩土工程、结构工程相关理论与技术的研究,metro.jinan@126.com

通信作者: 王洪臣,男,硕士,工程师,从事交通信息工程及控制的相关理论与技术的研究,audocomo@163.com

基金项目: 住房城乡建设部科学技术项目(2016-S3-008,2016YK025);
山东省住房城乡建设科技项目(2016-SG001)

力,容易流失;从乘客的角度,现金操作涉及到零钱问题,高峰期购票充值需要排队,不仅浪费出行时间,而且影响出行体验。

随着移动互联网的崛起,智能手机的普及,电子票据的使用已经非常方便^[1],为了给人们提供更快捷、简便的乘车服务,运用互联网+的思维,打造智慧地铁,提高设备使用效率,降低地铁运营成本是大势所趋。

1 AFC 系统技术现状

AFC 系统基于计算机、通信、网络、自动控制等技术,实现自动售票、检票、计费、收费、统计、清分、管理等全过程的自动化,通常均采用自上而下的 5 层架构^[2],包括轨道交通清分中心 (ACC)、线路中央计算机系统 (LCC)、车站计算机系统 (SC)、站厅终端设备 (SLE)、车票等。由于新技术的发展和支付模式的演化,多地 AFC 系统根据实际情况进行了优化调整,表现最突出的是,考虑对车票种类规划进行升级,发行新票种。按照车票媒介区分,主要包含以下 3 种。

1) 非接触式智能 IC 卡。由微型集成电路芯片封装而成,可分为存储卡、逻辑加密卡和 CPU 卡,具有信息存储量大、数据安全性高、读写失效率高、抗干扰能力强等优点。逻辑加密卡内置硬件加密逻辑电路,密钥固定,通过校验密码 (KEYA、KEYB) 方式对存储区内的数据存取进行安全控制,有一定的安全性,但无法防止恶意攻击。CPU 卡也叫智能卡,含微处理器芯片和 COS 操作系统,安全性很高,一卡一密,不仅具有存储数据的空间,还有数据计算的能力,能执行命令和保护数据。目前单程票多采用 TYPE A 制式的存储卡,储值票采用 CPU 卡。此外,为适应小额支付和互联互通的发展需求,遵循国家金融行业标准 PBOC3.0^[3] 的金融 IC 卡和交通部一卡通^[4] 也得到广泛应用。

2) 二维码。使用黑白矩形图案表示二进制数据符号信息,用若干个与二进制相对应的几何形体来表示文字数值信息,是具有可读性的条码^[5],其安全性与加解密算法有关,通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读以实现信息自动处理。二维码技术^[6] 适合于小额充值及消费,采用图片作为虚拟凭证,具有数据输入快速、可靠,识别操作简单、灵活等优点。但是,二维码作为车票媒介,读写效率与扫描设备相关,由于不可二次写入修改,无法记录计时统计信息。

3) NFC。即近距离无线通信 (near field communication),由射频识别技术发展而来,用于非接触式无线通信,其工作频率为 13.56 MHz^[7],能在短距离 (小于

10 cm) 内与兼容设备进行识别和数据交换。

2 AFC 系统技术发展

鉴于新技术的更替层出不穷,移动支付尚处于初级阶段,现阶段是推行“云购票”这一理念,先试运行,除了保留现金购票外,乘客能够使用电子支付预购地铁特种票,实现先取票再进出站和无需取票直接进出站。

1) 保留现金购票,增加 TVM 扫码支付。自动售票机除了满足纸币、硬币购票功能之外,还可以实现直接在 TVM 上扫码支付购票,通过手机扫码完成电子支付。该功能上线后,用户购买单程票通过手机扫码完成支付,减少用户的投币和找零时间,同时减少 TVM 设备硬币和纸币模块的使用,可降低模块的保养频率和运维成本。车票是普通的单程票,仅发售当天有效,而且只能使用一次,在乘客出站时被闸机的票卡模块回收。

2) 云购票机。这是通过 APP、公众号等完成支付,然后扫二维码的换票方式。将现有 TVM 购票过程中最消耗时间的选站和支付环节引导至线上实现,尽可能地简化操作步骤,通过手机即可完成购票和支付,并利用生成的二维码到兑票机上扫码取票,从而最大限度地减少排队时间,优化用户体验。兑票机设备小、占地少、布放灵活,非常环保和时尚,未来可作为一种独立的增值业务,由专门的团队负责运营和维护。

3) 储值票/计次票自助发售、充值、退还。储值票/计次票可在有效期内重复使用,每次出站时扣除票款或乘坐次数,而且票务政策的制定和实施比较灵活,在符合规定条件下乘坐公共交通,可享受联乘优惠^[8]。

4) NFC 手机。乘客可以在闸机上直接刷 NFC 手机进出站,彻底摆脱了票卡钱币的束缚,实现与原 AFC 票卡处理系统的无缝结合。由于需要手机支持 NFC 功能,目前普及率低。

5) 刷银联卡。乘客直接刷银联卡进站和出站,通过后台完成相应的验证和扣费操作。由于扩展了小额支付应用功能,乘客还可在地铁周边的商户进行购物消费。由于开通手续繁杂,实际用卡量偏低。

6) 云闸机。二维码作为一种时下流行的信息传播媒介,存储信息量较大,扫描识读技术较成熟,大部分人已经熟悉使用。选择二维码作为进出站验票方式,将给乘客带来便捷时尚的体验,也可为业主节省运营维护成本。同时,也存在联机交易无法保证时间,脱机交易无法避免逃票等问题。

随着移动支付技术的发展,车票媒介种类更加丰

富,也为乘客提供了更多的购票选择,方便了轨道交通出行。每种方案各有优劣,各城市应结合自身的实际情况,综合比较选择。

3 AFC 系统实施建议

地铁云购票作为一个新生事物,运用“互联网+”思维,借助日益普及的智能手机资源,向多种支付方式发展,具有方便、快捷、高效、经济的优势,在节省时间的同时,能避免现金购票的不便。

对新建地铁城市,在初期要做好线网 AFC 系统功能定位,将二维码兑票、手机 NFC 刷卡等多种方式整体考虑,统筹规划。结合其他地铁的建设经验,做好方案设计,从技术上保证系统运行的稳定可靠。在实施阶段要加强招标需求、设计联络、运营调试等细部管理,确保工程与设计的一致性。

对已运营地铁城市,在后续线路推出更加多元化的购票方式,存在改造风险。可考虑保持原有 AFC 系统不变,根据实际需求,叠加二维码兑票系统和 NFC 手机刷卡系统,分开独立建设。

为了保证系统运行的稳定可靠,同时兼顾新技术的应用需要,现提出如下 3 种网络接入方式。

1) 独立运行方式。云购票机直接连到互联网中,与现有 AFC 网络物理隔离,这种方式能很好地保障现有 AFC 网络的安全性,但施工安装较麻烦,需要较高的费用,每日还需要发送报表与 ACC 清分对接日交易情况。

2) 接入 ACC 的方式。云购票机不利用现有 SC 和 LC 网络,而是通过安全网关直接连到清分中心,这种方式有利于交易数据的上报和运行参数的下发,但每个车站云购票机都要新建与 ACC 的网络连接。

3) 接入 SC/LC 的方式。云购票机利用现有的 SC/LC 网络直接连到 AFC 内网,通过 LC 层新增的安全网关连接到云服务器,此种方式有利于交易数据的上报和运行参数的下发,同时可节省云购票机的入网建设费用。

在项目建设初期,做好总体规划(见图 1),充分考虑系统的可扩展性、硬件的伸缩性、软件的开放性和技术的标准化,以适应未来的变化,减少后期改造工作,降低实施风险。

移动支付技术的引入在一定程度上解决了现有 AFC 系统存在的问题,但同时也存在一些不足和潜在风险。在系统实施前应进行风险评估,并做好风险控制。从硬件、软件、制度三方面构建安全管理体系,做好安全认证、访问控制,采用入侵检测设备等技术产品,保障系统物理安全、网络安全、系统安全和应用

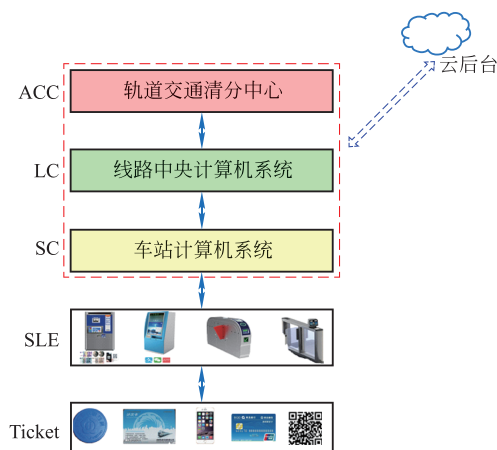


图 1 AFC 系统整体方案架构

Fig. 1 AFC system's overall framework

安全。前期应重点关注以下问题,并做好应对措施。

1) 保障实时通信的专网。实时系统是未来的发展方向,为保证大客流在进出站时的高效性,建立专用数据传输通道,完成信息的实时交互验证。

2) 读写器的兼容性。考虑到系统的适应性,在软硬件设计上,读写器要最大限度地实现标准化、独立化和通用化。在业务和功能实现方面,读写器既要兼容 TYPE A 和 TYPE B 型卡,又要识别金融 IC 卡和 NFC 手机支付应用,处理完成相应的票卡业务处理。

3) 标准规范制定。目前部分城市已实施云购票,但仍处于试验阶段,在运营中预见的问题需逐渐摸索。建议在工程实施阶段采用“标准先行—方案制定—应用测试—试点运行—投产实施”的组合方法,同时,不断完善运营管理部门各项票务处理规则等内容。

4) 把握国产化新机遇,开发拥有自主知识产权的设备。密切关注 AFC 系统技术发展,丰富发卡介质表现形式,为乘客提供更方便的选择,进一步拓展“互联网+”增值服务,不断扩大票卡的应用范围,从而有效提升城市交通智能化,取得较好的经济效益和社会效益。

5) 与银行、移动运营商、第三方支付机构对接,引入新的支付模式,为乘客提供多种购票选择。移动支付的应用,作为一个新事物,在前期的推广中仍面临不少困难,本着商务先行的原则,可考虑合作推广模式,与通信运营商及银行等单位,就发卡方、股份占比、手续费等问题进行商务谈判。同时,考虑费用打折、增值服务等一些优惠措施,为 AFC 系统的未来发展提供一种新的思路,实现移动支付大规模普及。

4 AFC 系统技术展望

虚拟票务技术在移动金融领域的应用是未来的发展

方向,AFC系统移动支付将吸引更多的乘客,功能体验会越来越好,将得到更广泛的应用与普及。未来可考虑建立账户信用评估体系,推广新的信用支付(后付费)方式,摆脱实体的钱包束缚。同时,依托互联网做进一步技术创新,构建基于云计算技术的AFC系统,将现有的资源进行整合升级,以少量的投资拥有分布式云计算^[9]带来的灵活和高效。通过部署和使用私有云,开发先进的云购票系统,为乘客提供更方便和快捷的用户体验。

随着硬件设备的快速升级和算法技术的不断发展,声音、虹膜、人脸识别等^[10-12]生物识别技术的潜在价值被不断发掘提升,建设成本不断降低,识别精度不断提高,逐步从学术研究走向日常应用,既可满足AFC系统基本需求,又可用于人机交互、跟踪监控、身份识别,在保障服务安全、提升客户体验、整合与挖掘数据资源等方面具备广泛的应用前景。

5 结语

移动支付在AFC系统的技术创新和应用,顺应了互联网发展的潮流,不仅拥有云计算带来的灵活和高效,而且解决了传统车票媒介存在的弊端,符合目前倡导的低碳经济、绿色经济理念。本阶段应在充分借鉴其他地铁建设经验的基础上,做好兑票机、云闸机、私有云等新技术的需求分析,完善AFC系统的规划设计,并将智慧地铁的理念落实到项目执行过程中。以技术全面兼容的方式,上线互联网购票系统,培养用户使用习惯,降低运营成本,提高服务质量。

参考文献

- [1] 陆靖洲. 手机支付在AFC系统中的应用及探讨[J]. 电子技术与软件工程, 2015(17): 54-55.
LU Jingzhou. Application and discussion of mobile payment in AFC System[J]. Electronic technology & software engineering, 2015(17): 54-55.
- [2] 邱华瑞, 张宁, 徐文, 等. 城轨交通自动售检票系统架构体系研究[J]. 都市轨道交通, 2014, 27(2): 86-89.
QIU Huarui, ZHANG Ning, XU Wen, et al. Research of architecture on rail transit's AFC system[J]. Urban rapid rail transit, 2014, 27(2): 86-89.
- [3] 毕宇航. PBOC3.0标准金融IC卡应用于宁波轨道交通案例浅析[J]. 中国信用卡, 2014(9): 69-70.
BI Yuhang. The application of PBOC3.0 standard financial IC card in Ningbo rail transit[J]. China credit card, 2014(9): 69-70.
- [4] 中华人民共和国交通运输部. 交通一卡通移动支付技术规范: JT/T 1059—2016[S]. 北京: 人民交通出版社, 2016.
Ministry of Transport of the People's Republic of China. Mobile technical specification for traffic card payment: JT/T 1059—2016[S]. Beijing: China Communications Press, 2016.
- [5] 杨政军. 二维码电子车票在自动售检票系统中的应用[J]. 城市轨道交通研究, 2016, 19(4): 88-92.
YANG Zhengjun. Application of the two-dimensional code electronic ticket in AFC system[J]. Urban mass transit, 2016, 19(4): 88-92.
- [6] 李道全. 城市轨道交通AFC系统支付方式现状及发展[J]. 都市轨道交通, 2016, 29(1): 59-62.
LI Daoquan. Situation and development of AFC system payment methods in urban rail transit[J]. Urban rapid rail transit, 2016, 29(1): 59-62.
- [7] 李吴. NFC技术在轨道交通AFC系统的研究和应用[J]. 卷宗, 2015(8): 395-396.
LI Wu. Research and application of NFC technology in rail transit AFC system[J]. Juanzong, 2015(8): 395-396.
- [8] 黄卫. 智能交通系统理论与实践[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2011: 113-115.
HUANG Wei. Theory research and practice of intelligent transportation system[M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 2011: 113-115.
- [9] 雷定猷, 贾莉, 王娟, 等. 基于云计算技术的地铁自动售检票系统研究[J]. 计算机应用研究, 2014, 31(2): 480-484.
LEI Dingyou, Jia Li, WANG Juan, et al. Design of metro automatic fare collection system based on cloud computing technology[J]. Application research of computers, 2014, 31(2): 480-484.
- [10] 王洋洋. 基于声波通信技术的ATM创新应用[J]. 中国金融电脑, 2014(4): 88-89.
WANG Yangyang. Application of ATM innovation based on acoustic communication[J]. Technology financial computer of China, 2014(4): 88-89.
- [11] 谢芸, 陈宁江. RFID与人脸识别技术在开放实验室管理中的应用[J]. 现代计算机(专业版), 2015(1): 32-35.
XIE Yun, CHEN Ningjiang. Application of RFID and face recognition technology in open laboratory management[J]. Modern computer (Professional), 2015(1): 32-35.
- [12] 王彦博, 高潜, 杨璇. 大数据时代下智能人脸识别技术在商业银行中的应用[J]. 银行家, 2016(2): 104-106.
WANG Yanbo, GAO Qian, YANG Xuan. The Application of intelligent face recognition technology in commercial banks at age of big data[J]. Banker, 2016(2): 104-106.

(编辑: 郝京红)