

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2020.01.022

二维码技术在 AFC 系统中的 应用研究

陶 克

(福州地铁集团有限公司, 福州 350009)

摘 要: 分析现阶段二维码技术在地铁 AFC 系统中应用的优点, 以及二维码在实际应用中产生的各种不同技术类型, 构建二维码技术应用于 AFC 系统和传统 AFC 系统结构结合的体系整体架构, 并详细阐述产生的二维码各技术类型的不同特点, 根据各自的技术特点分析其优缺点, 以及对地铁运营的影响因素和风险点, 针对各影响因素和风险点提出一系列建议及解决方法, 使二维码技术能更好地在地铁场景中应用。

关键词: 轨道交通; 二维码; AFC; 移动支付; 体系结构

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2020)01-0123-04

Application of Two-Dimensional Code Technology in an Automatic Fare Collection System

TAO Ke

(Fuzhou Metro Group Co., Ltd., Fuzhou 350009)

Abstract: The overall architecture for two-dimensional code technology in AFC systems is developed based on the advantages of the application of two-dimensional code technology to Automatic Fare Collection (AFC) systems of various railway stations and the analysis of different types of technologies associated with the application of two-dimensional code technology. The unique characteristics of each type of two-dimensional code, in addition to the analysis of their advantages and disadvantages are also described in detail. This description is based on their respective technical characteristics, as well as the influencing factors, and risk points arising from the shortcomings in metro operation. Finally, the proposed approach yields a series of suggestions and solutions for the influencing factors and risk points, to improve the two-dimensional code technology, for application in a subway scenario.

Keywords: rail transit; two-dimension code; AFC; mobile payment; architecture

“互联网+”二维码模式是地铁票务结合互联网技术发展的趋势, 地铁行业相继结合互联网技术进行如电子地铁票、云购票机、云闸机等课题的研究^[1-2]。通过二维码技术可以实现过闸和非现金支付, 不仅可以降低车站现金周转和管控风险; 而且可以减少停留在车站排队购票充值的客运组织压力, 方便乘客快速进出站; 同时使用了让乘客体验更好的“先享后付”模

式, 转变了传统票卡钱包的支付方式^[3-4]。

1 二维码技术在 AFC 系统中使用的优势

二维码技术在地铁中引入地铁密钥或者数字签名进行二维码授权验证, 应用主要体现在二维码购(取)票机、二维码闸机和 BOM 收款二维码。其中二维码购(取)票机有 2 种模式: 第 1 种是增加扫码头的设备, 让乘客在 App 上面选择出行路径, 提交付款后生成对应二维码, 在取票机扫码处扫二维码售出单程票; 第 2 种是购票界面增加付款二维码, 乘客选择出行路径后, 展现聚合付款二维码供乘客扫码, 付款成功后售

收稿日期: 2018-10-18 修回日期: 2018-11-06

作者简介: 陶克, 男, 工学博士, 高级工程师, 研究方向为智能交通、信息安全, keke100@hotmail.com

出单程票。二维码闸机是在 App 端生成的二维码展示给闸机扫码。BOM 收款二维码是在客服中心 BOM 处理乘客事务时提供收款二维码给乘客扫码。二维码技术在地铁中的应用有以下优点:

1) 减少地铁公司采购成本。因二维码电子票过闸和付款码的使用,减少了单程票和储值卡的使用量,减少了现金在地铁 AFC 系统中的使用^[5]。在前期建设规划采购中,可以减少单程票相关模块或部件的采购量,减少 AFC 设备与现金相关部件或模块采购数量,例如自动售票机中硬币识别模块、硬币找零模块、纸币识别模块、纸币找零模块或纸币循环找零模块、储值卡自动充值机或模块,压缩单程票回收机构和回收箱空间等,并可减少相应的备品备件量,以及货品存放仓库面积,减少相关人员工作量,降低整体成本。

2) 减少 AFC 设备故障率。根据自动售检票系统每日故障统计数据,硬币和纸币识别模块、硬币和纸币找零模块、纸币循环找零模块,以及回收机构所产生的每日故障率占到自动售检票系统全部故障的 80%~90%。根据应用统计,因减少了对应的模块或部件使用或降低了使用频率,每日故障率下降达 40%,从而减少售票设备的维护成本和维修工作的压力。

3) 减少站务人员工作压力。在传统业务中,车站有着单程票购票的兑换零钱、加(补)币加(补)票、实体卡充值、票卡办理、挂失退卡,车站客服中心和站务人员有非常大的工作压力。随着二维码电子支付和电子票的推广,将减轻车站工作人员一定的工作量、工作压力,减少运维成本。

4) 减少车站金融管控风险。由于票卡业务、兑换零钱都和现金相关,增加了车站金融管控的风险。实现二维码支付和电子票以后可减少车站现金带来的金融管控风险;通过二维码非现金支付,可以降低车站现金周转和管控风险。

5) 改善乘客的体验感受。使用二维码技术,解决了乘客先把资金预存在票卡里才能进行消费的尴尬过程,减少了乘客对票卡丢失后的资金处理麻烦,避免了票卡的押金以及沉淀资金去向等争议和投诉问题。

6) 有利于车站客运运作和客运组织。二维码过闸的使用,可以减少停留在设备及岗亭排队购票和充值的客流组织压力,提高乘客快速从站台进站候车和快速出站速度,减少在站厅层逗留时间。

2 过闸二维码技术类型

二维码技术应用有着许多优点,但在过闸扫码方

面却有着独特之处以及风险挑战。①二维码是一个数据单向流,不可能像传统票卡那样可与闸机直接进行数据交互通信;②二维码很容易被复制,在闸机刷码时,容易产生恶意或无意的多次使用。这些给二维码的验证带来了复杂的挑战,而且互联网二维码的使用,使得 AFC 系统从传统内部封闭生产系统,走向了对接公众互联网时代,对外服务平台有着比较高的网络安全风险防控要求,互联网票务平台必须有效防止黑客攻击。

针对二维码的特点,各个公司研发出各自二维码过闸方法:借助网络进行后台直接验证再替换手机中二维码数据;借助细分二维码种类区分进出站并缩短有效期的二维码;借助其他硬件进行数据交互的技术。以下对最有代表性并已在地铁公司正式商用的二维码扫码过闸方式进行详细探讨。

1) 脱机生码联机验码二维码(方案 1):即采取手机 App 联网获取预授权,手机 App 可脱网络显示二维码,扫二维码后闸机会先进行有效性校验,验证通过后再向后台系统进行业务有效性验证,验证通过通知闸机开门,乘客出站刷码后系统后台进行 OD 行程匹配和计费扣款^[6-7]。

2) 联机生码可脱机验码二维码(方案 2):即采用手机 App 实时联机申请二维码(采取区分进出站方向码模式),闸机可脱机验证二维码信息,验证通过闸机开关门,并向后台发送验证信息,后台切换手机 App 二维码,当乘客出站刷码后系统后台进行 OD 行程匹配和计费扣款。

3) 脱机生码脱机验码(蓝牙回写)二维码(方案 3):即采用手机 App 联网获取预授权,App 可脱网络显示二维码,乘客扫码进出站时闸机脱机验证,由闸机蓝牙模块向手机蓝牙模块回写信息,并可进行计费工作,待读写器交易数据从各站点闸机上传至中心系统再进行扣款^[8]。

各二维码技术方案比对见表 1。

3 整体 AFC 体系架构

以上二维码技术在 AFC 系统应用中除方案 3 的系统架构可使用传统系统架构传输数据外,其他方案因通信信息实时性要求高,相应的系统架构与传统业务架构有所区别,若网络带宽充足则信息都可由 AFC 系统原网络透传。整体 AFC 体系架构如图 1 所示。

表 1 二维码技术方案比对

Tab. 1 Technical comparison of two-dimensional code

项目	方案 1	方案 2	方案 3
概述	App 脱机生码、闸机联机验码	App 联机生码、闸机可脱机验码	App 脱机生码、闸机脱机验码
多进多出数量	少	多	无
闸机网络要求	高(闸机实时在线, 否则影响通行)	中(可短脱机, 脱机扣款延迟, 不影响通行)	低(可脱机, 不影响通行)
手机网络要求	可离线	实时联网	可离线
计费方式	后台计费	后台计费	可前端闸机计费
闸机改造	二维码模块	二维码模块	二维码、蓝牙模块
各系统间依赖度	中	中	低
服务器发码压力	低	高	低
用户使用体验	好	好	差

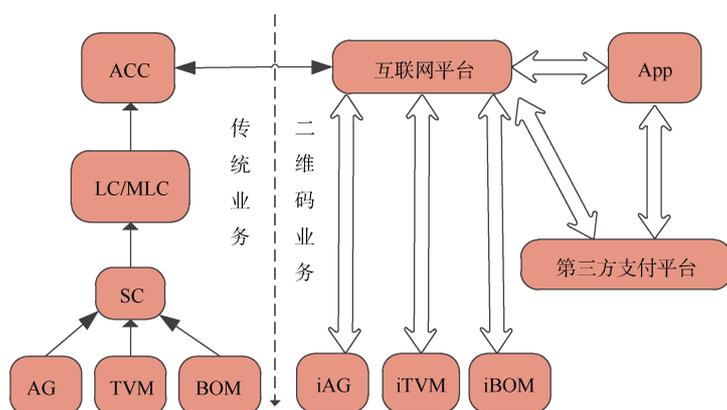


图 1 整体 AFC 体系架构
Fig. 1 Integrated AFC architecture

4 各技术的风险分析

以上 3 种二维码技术方案在地铁 AFC 系统应用中各自有着不同特点,分析各特点产生的缺陷和风险点,并深入探讨提出对应解决办法。

4.1 方案 1 分析

根据方案 1 描述,在地铁使用中和 AFC 系统有一定的关联,二维码发码及 App 系统出现问题,无法产生预授权二维码致使乘客不能进站,可换购单程票或储值卡方式进站,已进站的乘客手机中预授权脱机二维码可以保证顺利出站,对地铁内部客运和客流组织影响较小。但如果闸机离线,将无法验证二维码,致使乘客不能通行,对车站客运和客流组织影响大。

1) 优点: ①实时性高,实时行程匹配计费并扣费; ②软件实现,智能手机都可使用二维码过闸; ③容易扩充接入银联闪付(含 NFC)乘车方案。

2) 缺点: ① AFC 系统闸机实时在线; ②二维码

验证时效性影响闸机的通行率。

3) 缺点引起的风险点: ①闸机离线影响各站的客运组织,若不想影响客运组织,将采取只闸机验证,将可能产生多进多出(含单边)交易; ②二维码验证时间长,影响闸机的通行率。

4) 解决方法: 改造地铁 AFC 系统整体网络,变为双网络双机热备型,增加 AFC 系统网络带宽。根据实际情况设置二维码有效性验证服务器地址(放置防复制、进出站方向控制服务器)。如在各车站部署一套服务器,后台验证速度最快,基本无断网连接服务器风险,但无法防止他站验证问题,各站都部署费用最高;如在各线路中心部署,后台验证速度一般,有断网风险,无法控制其他线路验证问题,费用较少;如在清分中心部署,后台验证速度慢,断网风险相对高,能控制所有站点验证问题,费用最低。对于闸机离线,二维码采取“严进宽出”政策;

对进站进行严格验证(含后台业务功能);对于出站只需要验证二维码的有效即放行。

4.2 方案 2 分析

根据方案 2 描述,二维码从发码到验码全过程都要求乘客手机联网、手机 App 和地铁公司 AFC 系统相对紧密相连,如果有一个环节出现问题,将导致乘客无法进出站,直接影响地铁车站的客流组织工作。而且为了防止手机二维码被复制,二维码有效期较短,发码的设备实施更新二维码频率高,服务器并发数随客流量峰值带来巨大的压力。

1) 优点: ①准实时行程匹配计费并扣费; ②软件实现,智能手机都可使用二维码过闸。

2) 缺点: ①手机网络实时联网; ②二维码可被复制,产生多进多出(含单边)交易; ③有脱机闸机延迟上传数据,其 OD 行程匹配错误导致计费错误。

3) 缺点引起的风险点: ①乘客手机网络或后台发码服务器出现问题直接影响进出站客运组织; ②多进多出带来匹配错误以及计费差错,延伸出乘客有责投

诉; ③单边交易导致收入损失, 存在有兜底单边费用问题。

4) 解决方法: 为解决产生多进多出的问题, 将增快发码频率, 缩短二维码有效期, 减少被复制的可能性。当服务器和网络负载过大时使用通用码降级处理机制, 降低整个服务器负载量和网络通信压力。

4.3 方案3分析

根据方案3描述, 依赖蓝牙回写二维码信息可以离线使用, 基本等同于实体票卡在闸机上的交互原理。

1) 优点: ①各个系统方耦合度低; ②手机基本同实体票卡。

2) 缺点: ①不能实时扣费; ②单二维码不能使用, 有系统软件版本和蓝牙硬件及软件版本要求。

3) 缺点引起的风险点: ①乘客投诉其手机不能使用二维码乘车功能, 有排斥低端手机用户嫌疑; ②扣费不及时, 多次乘车后乘客记错或忘记乘车站点, 引起扣费投诉。

4) 解决方法: 打开乘车二维码时强制打开蓝牙, 关闭蓝牙二维码停止显示。

根据以上分析, 各二维码技术各有利弊; 对于AFC系统网络带宽比较小的地铁公司适合方案3, 但难覆盖全部用户; 对于网络一般的适合方案2, 但有一定多进多出(含单边)交易; 对于网络传输很好的适合方案1。

5 结语

AFC系统中二维码应用是为了更好地服务市民, 对传统AFC系统有着颠覆性改造。实现了电子支付和电子票卡直接检票, 避免了携带实体票卡的麻烦, 如办理票卡需要押金, 先预存资金才能乘车。地铁公司还可推广App服务, 提供地铁乘车信息和各线路拥挤等信息, 配合资源开发, 推出多方位在App上的应用场景, 打造集出行、休闲、购物、消费于一体的全方位功能体。未来还可在城市间提供数据交互, 在各城市不安装其他App, 可实现一城市App在各城市检票。

参考文献

- [1] 刘叶锋. 基于二维码移动支付技术的应用研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2016.
LIU Yefeng. The research of mobile payment technology based on the QR code[D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2016.
- [2] 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.
- [3] 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): 78-82.
YANG Zhengjun. Application of the two-dimensional code electronic ticket in AFC system[J]. Urban mass transit, 2016, 19(4): 78-82.
- [4] 王国富, 王洪臣, 刘海东. 城市轨道交通 AFC 系统新技术应用及展望[J]. 都市轨道交通, 2017, 30(1): 41-44.
WANG Guofu, WANG Hongchen, LIU Haidong. Application and prospect for new technology of AFC system in urban rail transit[J]. Urban rapid rail transit, 2017, 30(1): 41-44.
- [5] 顾洋, 陈青云. 移动支付在轨道交通自动售检票系统中的应用[J]. 都市轨道交通, 2017, 29(6): 114-119.
GU Yang, CHEN Qingyun. Design and application of mobile payment in automatic fare collection system for rail transit[J]. Urban rapid rail transit, 2017, 29(6): 114-119.
- [6] 王春东, 冯超然, 高素梅. 移动支付中二维码的安全性研究[J]. 天津理工大学学报, 2014, 30(3): 15-20.
WANG Chundong, FENG Chaoran, GAO Sumei. Research on the security of two-dimension code used in the mobile payment[J]. Journal of Tianjin University of Technology, 2014, 30(3): 15-20.
- [7] 方文和, 李国和, 吴卫江, 等. 面向 Android 的 RSA 算法优化与二维码加密防伪系统设计[J]. 计算机科学, 2017, 44(1): 176-182.
FANG Wenhe, LI Guohe, WU Weijiang, et al. Optimization of RSA encryption algorithm for android mobile phone and design of QR code encryption security system[J]. Computer science, 2017, 44(1): 176-182.
- [8] 徐高峻. 脱机二维码支付在城市轨道交通售检票系统中的应用[J]. 城市轨道交通研究, 2018, 21(8): 146-148.
XU Gaojun. Application of offline two-dimensional code payment in urban rail transit AFC system[J]. Urban mass transit, 2018, 21(8): 146-148.

(编辑: 王艳菊)