

厦门地铁互联网票务云平台的研究及应用

朱小莲 王瑞宗

(厦门轨道建设发展集团有限公司, 361021, 厦门//第一作者, 高级工程师)

摘要 目的:为了解决第三方单位接入厦门地铁互联网票务平台标准不同的问题,需对厦门地铁的互联网票务系统进行合理规划,建设一套统一的互联网票务云平台。方法:对互联网票务平台进行了统一规划,在功能上增加了多企业接入管理模式,使其具备统一发码、计费、清算及第三方商户管理等功能模块,并设计了主要业务流程;互联网票务云平台采用“双活”模式,即设计两个节点同时运营的电子票务业务,并通过优化互联网网络入口、优化运维资源、数据中心独立部署等方式,提供两个节点共享数据库和缓存等资源数据;从信息安全等级、云平台与商户后台之间 API(应用程序编程接口)交互接口的安生性及容灾备份机制等方面对互联网平台的安全性进行了设计。结果及结论:所设计的厦门地铁互联网票务云平台:①能够支持多商户号的接入配置管理、商户业务运营及授权管理;②可以实现厦门地铁乘车码过闸业务及第三方 APP 接入功能,统一第三方 APP 接入规范和二维码生成验证规则;③“双活”模式能够提升厦门市城市轨道交通互联网电子票务平台的可靠性和稳定性。

关键词 地铁;厦门;互联网票务云平台

中图分类号 TP311.13;U293.22

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.09.035

Research and Application of Xiamen Metro Internet Ticketing Cloud Platform

ZHU Xiaolian, WANG Ruizong

Abstract Objective: To address the issue of varying standards among third-party entities accessing Xiamen Metro internet ticketing platform, it is necessary to reasonably plan the internet ticketing system for Xiamen Metro and to establish a unified internet ticketing cloud platform. Method: The internet ticketing platform is subjected to a unified planning process. Multi-enterprise access management mode is added in functionality to enable unified ticket issuance, billing, clearing and third-party merchant management functional modules, and the main business processes are designed. The 'dual-active' mode is adopted on the internet ticking cloud platform, which involves the simultaneous operation of two nodes in the electronic ticketing system. Through means of optimizing network access on internet, improving operation-maintenance resource, and independently deploying data centers, resource data such as data-

base and cache are shared between the two nodes. The security of internet platform is designed, considering aspects such as information security level, the reliability of API (application programming interface) interaction between the cloud platform and the merchant back-ends, and the implementation of disaster recovery and backup mechanisms. Result & Conclusion: The designed Xiamen Metro Internet Ticketing Cloud Platform: (1) supports the configuration management, merchant business operations, and authorization management of multiple merchant accounts; (2) enables Xiamen Metro fare gate operation with boarding codes and allows third-party APP integration while enforcing unified standards and verification rules for generating and validating QR code; (3) has 'dual-active' mode to enhance the reliability and stability of the Xiamen Urban Rail Transit Internet Electronic Ticketing Platform.

Key words metro; Xiamen; internet ticketing cloud platform

Author's address Xiamen Rail Transit Group Co., Ltd., 361021, Xiamen, China

随着城镇化的发展和居民出行需求的增加,各个城市纷纷加快了城市轨道交通发展的速度,城市轨道交通逐渐成为城市引导绿色低碳出行的骨干交通方式之一。2017年12月31日,厦门地铁1号线正式开通试运营,全线所有 TVM(自动售票机)、BOM(半自动售票机)均支持互联网支付购票,同时也支持使用厦门地铁 APP 刷码进出站。由于互联网支付购票和 APP 刷码乘车较为便捷,近年来的使用量逐渐增多,陆续有多家单位希望接入厦门地铁互联网票务。然而,由于第三方单位的方案均通过各自单位自己生成的二维码方式过闸,若要应用和适配第三方单位的二维码,将导致地铁互联网票务系统变得极为复杂。因此,需要对厦门地铁的互联网票务系统进行规划,并建设一套统一的互联网票务云平台,以便于处理互联网业务及第三方应用的接入。

本文针对地铁互联网票务系统如何统一规划建设并开放给第三方应用接入的问题,通过统一规

范和自主发码等方法,成功使支付宝、微信和银联等第三方单位将各自开发的 APP 接入厦门地铁互联网票务云平台中,实现了厦门地铁互联网全平台购票、检票功能的共用,为乘客的便捷出行提供多样化的选择。

1 互联网票务云平台功能规划

互联网票务云平台在厦门地铁 APP 电子票务、设备在线支付、对账结算和管理后台等现有模块基础上,增加多企业接入管理模式,能够支持多商户号的接入配置管理、商户的业务运营及授权管理,以及接入调试。此外,所增加的多企业接入管理模式配备统一发码、计费、清算及第三方商户管理等功能模块。厦门地铁 APP 电子票务模块主要处理厦门地铁 APP 上电子单程票的相关业务及地铁运营服务等相关功能,包括购票、电子单程票二维码、更改终点、超时补缴、电子单程票更新、站点信息和意见反馈等。设备在线支付模块主要处理设备在线支付相关业务,包括 TVM 互联网支付购票、BOM 退票及退款。对账结算模块主要负责与支付平台、ACC(自动售检票清分中心)系统、AFC(自动售检票)系统终端设备进行对账。管理后台模块主要用于用户及角色管理、站点信息管理、公告管理、数据查询和对账统计报表。统一发码模块主要负责生成二维码数据和管理生成数据结果,并返回给第三方 APP 系统。计费模块主要负责接收 AFC 系统发送的原始交易数据,根据进出站交易与计费规则计算交易金额,并生成账单。第三方商户管理模块主要负责第三方商户系统的接入管理。互联网票务云平台功能规划示意图如图 1 所示。

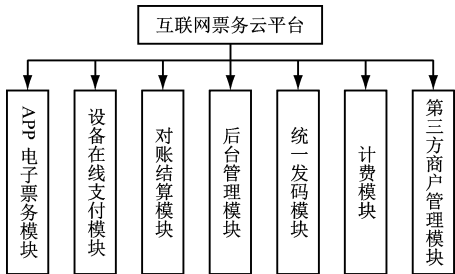


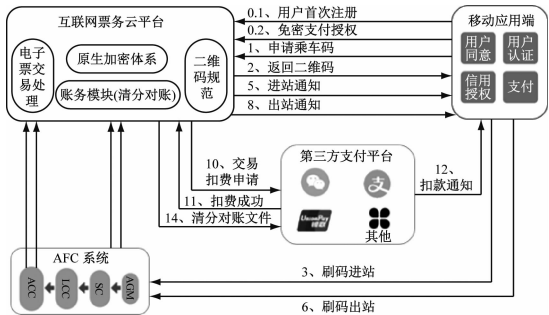
图 1 互联网票务云平台功能规划示意图

Fig. 1 Diagram of on functionality planning internet ticketing cloud platform

2 主要流程设计

第三方单位通过统一的标准化接口接入互联

网票务云平台。当乘客在第三方 APP 上领取乘车码时,由第三方 APP 向互联网票务云平台进行申请,互联网票务云平台按照二维码生成规范统一生成二维码,下发至第三方 APP 系统,第三方 APP 系统依据所接收到的二维码信息增加第三方商户信息后,生成乘车码,凭乘车码即可进出车站。互联网票务云平台主要业务流程示意图如图 2 所示。



注:0.1、0.2 代表首次使用注册和授权免密(可认为是一次性操作),后续每次乘车直接从流程 1 开始发起流程即可,无需再次注册;LCC 为线路中央计算机;SC 为车站计算机;AGM 为自动检票机。

图 2 互联网票务云平台主要业务流程示意图

Fig. 2 Diagram of on main business process internet ticketing cloud platform

3 拓扑结构设计

互联网票务云平台采用“双活”模式,即设计两个节点同时运营的电子票务业务,并通过优化互联网网络入口、优化运维资源、数据中心独立部署等方式,提供两个节点共享数据库和缓存等资源数据,强化平台的“双活”能力。当任一节点发生故障时,另一节点可独立接管票务业务。“双活”模式能够提升厦门市城市轨道交通互联网电子票务平台的可靠性和稳定性。互联网票务云平台网络拓扑图如图 3 所示。

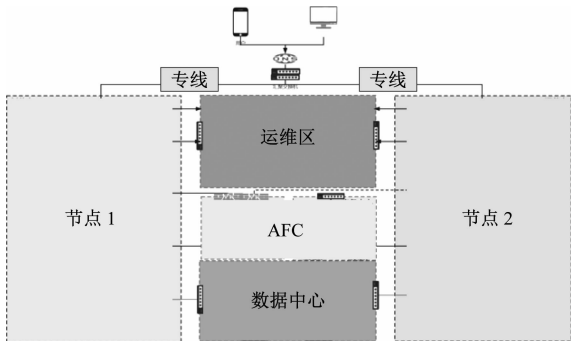


图 3 互联网票务云平台网络拓扑图

Fig. 3 Network topology diagram of internet ticketing cloud platform

节点1和节点2为同等配置的两套系统,分别部署有相关数量的服务器、网络设备和存储设备,同时提供电子票务业务服务,两个节点均具有独立接管业务的能力。互联网运营商专线分别建立共有IP(互联网协议)路由机制,可以实现毫秒级切换。在正常情况下,两条专线的流量负载均衡,分别流向两台出口设备,当某一条专线中断时,全部流量由另一专线进行转发,其IP不变,业务也不中断。运维区域配置有安全审计系统、安全运维审计系统(堡垒机)、IT(信息技术)运维监控系统、网页防篡改系统、日志审计系统和杀毒软件等。数据中心独立部署,避免应用服务与数据中心服务网络和磁盘读写相互抢占资源,影响对外业务服务。互联网票务云平台与AFC系统之间部署两台防火墙,防火墙同时接入节点1和节点2,用于AFC系统的区域隔离。

4 安全设计

互联网票务云平台的安全设计主要从信息安全等级、云平台与商户后台之间API(应用程序编程接口)交互接口的安生性及容灾备份机制等方面进行设计。

4.1 信息安全等级

互联网票务云平台承载着厦门地铁互联网支付及购票业务,涉及支付、计费 and 结算等重要功能。若信息系统遭到破坏,将影响地铁互联网电子票务系统的正常运营,损害社会秩序和公共利益,因此在其上线前便完成了三级信息安全等级保护备案及评审工作。

4.2 API交互接口

互联网票务第三方接口的安全性主要围绕时间戳和签名展开设计,保证交互接口的数据不被篡改和重复调用。用户每次请求都带上当前时间的时间戳,服务端接收到时间戳后与当前时间进行比对,如果时间差大于一定时间,则认为该请求失效。同时,将该请求参数用摘要算法运算出摘要信息,然后用非对称加密算法对摘要信息进行加密,加密后的结果即本次请求的签名。服务端接收到签名后,以相同规则、相同算法进行验签,若请求方的摘要信息与服务端的摘要信息不一样,则验签失败。

4.3 容灾备份机制

互联网票务云平台应用服务采用集群机制,网络安全设备采用双冗余结构,建设有异地数据备份中心,并在本地设计两个节点同时运营电子票务业

务,实现应用级灾备。当任一节点服务器、存储等硬件设备出现故障时,另一节点能够主动接管业务,保障业务的可持续性和连续性,实现当互联网票务系统发生故障时仍能保持正常工作的功能,确保互联网票务云平台对外提供服务的实时可用性。

5 应用情况

5.1 乘车码业务

厦门地铁乘车码遵循“一人一码”“一进一出”的原则,采用先乘车后付费方式。当乘客进出闸成功扫码后,将从其绑定的支付账户中扣取本次行程产生的费用。厦门地铁乘车码的设计基于交通部二维码规范,为提高通行和传输效率,在厦门市轨道交通范围内将乘车码优化为本地码,省略原交通部二维码标准中关于跨城市互联互通结算的内容。该业务坚持以乘客便利出行为宗旨,设计了相应的降级模式。在闸机与第三方接入平台网络连通的情况下,采取线网验重模式;当闸机与第三方接入平台网络断开,则采用降级模式,由车站服务器进行验重。乘客只需在运营日内申请过乘车码,该码15 d内均有效,无需重新申请拉码,确保了手机在离线情况下也能正常使用乘车码功能。目前,使用厦门地铁乘车码的客流比例已超过50%,随着地铁宣传活动的开展和地铁商圈的完善,这一客流比例将会继续上升。

5.2 第三方接入情况

若要接入厦门地铁乘车码业务,厦门地铁第三方APP按照统一规范进行开发即可,厦门地铁互联网票务云平台可以为其分配相应参数,无需针对每家接入方进行个性化改造,厦门地铁可对接入方收取一定的接入费用。当乘客在一个有效周期内首次打开第三方APP的乘车码功能时,第三方APP平台向厦门地铁互联网票务云平台实时申请乘车码,并在申请成功后下发至第三方APP。每个乘客所申请的乘车码在15个运营日内有效。目前,已有支付宝、微信、云闪付和市民卡等第三方APP接入厦门地铁乘车码。

5.3 电子单程票业务

厦门地铁乘客通过厦门地铁APP访问互联网票务云平台,完成电子单程票的购买和票款的支付,互联网票务云平台向乘客手机提供电子单程票,乘客利用手机APP,根据电子单程票虚拟一张带有地铁专用票特征的车票,进站乘车或下车出

站。若乘客先后购买了多张相同行程的电子单程票,使用时无需选择具体的电子单程票,系统自动按照购票时间优先选择使用先购买的电子单程票。乘客也可以一次性激活多张相同起点和终点的电子单程票,实现一人持票多人同行的功能。此外,厦门地铁 APP 支持手机离网激活电子单程票,打开电子单程票二维码。

5.4 在线支付购票业务

乘客在 TVM 上选择购票金额和购票张数,选择在线支付后,TVM 通知互联网票务云平台生成支付二维码,乘客使用支付宝、微信和云闪付扫码支付相应的购票订单。支付成功后,TVM 接收到互联网票务云平台返回的支付成功通知,进行出票。若出票异常,TVM 则通知互联网票务云平台进行退款。

6 结语

随着使用互联网票务服务出行的乘客越来越多,在为乘客提供多样化选择的同时,需从功能规划、流程设计、拓扑结构和安全性等方面统筹考虑互联网票务云平台的建设,可通过统一规范、自主发码方式实现第三方 APP 的共享接入,进而解决第三方 APP 标准不一致、服务难保障等问题。对乘客而言,互联网票务的应用解决了现金操作所涉及到的零钱问题,也免去了高峰期排队购票的麻烦,不仅节约了出行时间,也获得了更好的出行体验。对厦门地铁而言,互联网票务的应用,以及支付宝、微信、云闪付和市民卡等第三方 APP 的接入,不仅为

(上接第 194 页)

的应用场景。

参考文献

[1] 柳笑卫. 城市轨道交通转辙设备维护管理工作的实践与思考[J]. 科技创新导报, 2020, 17(33): 9.
LIU Xiaowei. Practice and thinking on maintenance and management of urban rail transit switch equipment[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2020, 17(33): 9.

[2] 梁博伟. 探究利用分线盘判断 ZYJ7 道岔控制电路故障的方法及原理[J]. 中国新通信, 2020, 22(2): 157.
LIANG Bowei. Discussion on the method and principle of judging ZYJ7 turnout control circuit faults using branch panel[J]. China New Telecommunications, 2020, 22(2): 157.

[3] 高爱明. 故障排除在电工维修技能中的重要意义[J]. 科技创新导报, 2014, 11(32): 73.
GAO Aiming. The importance of troubleshooting in electrician's

乘客提供了多样化便捷出行的选择,提升了地铁运营服务的水平,也大大减轻了现金使用量,减少了车站现金管理和设备维护的压力。由于电子单程票、乘车码的使用减少了实体票的流通,在一定程度上降低了票卡的流失,也节省了票卡编码分拣及库存调配所消耗的人力和物力。

参考文献

[1] 徐晓红,李亚东. 关于城市轨道交通互联网票务平台建管的探索与思考[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(21):177.
XU Xiaohong, LI Yadong. Exploration and thinking on the construction and management of urban rail transit internet ticketing platform[J]. Theoretical Research in Urban Construction, 2018 (21):177.

[2] 杜琼琼. 城市轨道交通互联网票务系统应用研究与实践[J]. 现代城市轨道交通, 2022(9): 107.
DU Qiongqiong. Research and practice of urban rail transit internet online ticketing system application[J]. Modern Urban Rail Transit, 2022(9): 107.

[3] 吕欢,吴松,郭戈,等. 基于云平台的新一代智慧型 AFC 系统方案应用研究[J]. 现代城市轨道交通,2022(4):72.
LYU Huan, WU Song, GUO Ge, et al. A new generation of intelligent AFC system based on cloud platform[J]. Modern Urban Transit,2022(4):72.

[4] 景亮,方晖,张森. 基于云平台的城市轨道交通自动售检票系统设计[J]. 现代城市轨道交通,2020(11):110.
JING Liang, FANG Hui, ZHANG Sen. Design of urban rail transit AFC system based on cloud platform[J]. Modern Urban Transit, 2020(11):110.

(收稿日期:2021-05-12)

maintenance skills[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2014, 11(32): 73.

[4] 马永丽. 数控机床机械故障诊断方法及应用分析[J]. 科技创新导报, 2020, 17(17): 97.
MA Yongli. Diagnosis method and application analysis of mechanical fault of NC machine tool[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2020, 17(17): 97.

[5] 陈醒. 对铁路道岔结构及维修养护措施的分析[J]. 中国设备工程, 2022(2): 32.
CHEN Xing. Analysis of railway turnout structure and maintenance measures[J]. China Plant Engineering, 2022(2): 32.

[6] 吴冕,关宏. 道岔运维质量管理体系架构及功能分析[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(5): 98.
WU Mian, GUAN Hong. Structure and function analysis of turnout operation and maintenance quality management system[J]. Urban Mass Transit, 2022, 25(5): 98.

(收稿日期:2023-03-10)