武汉城市轨道交通自动售检票系统安全性能研究*

章亚东 刘 斌 郭文雅

（武汉地铁集团有限公司，湖北 武汉 430070）

摘 要：自动售检票系统与人工售检票系统相比具有较多的优点。文章在研究武汉城市轨道交通自动售检票体系架构的基础上，从车票的安全性设计、交易数据的安全性设计和系统用户权限安全性设计等方面分析武汉轨道交通自动售检票系统的安全性能问题，并在系统安全技术设计基础上提出管理建议。

关键词：城市轨道交通；自动售检票系统；系统用户权限；安全设计

DOI：10.3969/j.issn.1672－9846.2015.02.004

中图分类号：U293.22 文献标志码：A 文章编号：1672－9846(2015)02－0013－03

我国早期投入运营的城市轨道交通都采用人工售检票方式。[1]该方式不仅增加企业运营人力成本，而且难以适应多种计价模式，售检票服务速度慢导致乘客积压，客运服务水平难以达到乘客日益增长的交通出行期望。自动售检票（AFC）系统是综合利用机械电子、现代通信和计算机等多门学科知识，实现由计算机集中控制的自动售票、自动检票及进行票务管理、财务清分结算、客流统计分析的轨道交通票务自动化管理系统。自动售检票系统不仅能很好的弥补人工售检票系统的不足，而且还具有如下优点：（1）高强度车票合法性验证和完善的车票跟踪，有效防止伪票的使用，减少票务损失；（2）设备状态与交易数据及时采集与统计，便于运营管理与决策；（3）系统所有操作均有记录，便于科学严格的票务管理。[2]

一、武汉城市轨道交通自动售检票系统组成

目前，武汉轨道交通已投入运营 1 号线、2 号线一期和 4 号线，拥有 75 座车站，运营里程达到 95.6km，形成联贯武汉三镇的“工”字形轨道交通网络。在轨道交通售检票系统设计上，武汉轨道交通充分发挥后发优势，大胆采用自动售检票系统，并与武汉城市一卡通 IC 卡对接，实现了跨越式发展。

根据武汉市轨道交通第二轮规划及待批的第三轮规划，至 2020 年，武汉市将陆续建成轨道交通 3 号线一期、6 号线一期、7 号线一期、8 号线、5 号线等十几条线路，形成约 390km 的轨道交通网络。因此，在城市轨道交通售检票系统顶层设计上必须考虑系统兼容性和扩展性。[3]目前，武汉城市轨道交通自动售检票系统采用业内规范 GB/T 20907－2007 标准的五层架构体系，[4]统一规划网络拓扑配置、标准化设备数据接口，系统数据处理能力按照日客流量 1600 万人次的能力设计。

系统按照体系架构分为五层，分别为线网中心层、线路中心层、车站中心层、终端中心层和车票层（如图 1 所示）。

*收稿日期：2015－03－28

作者简介：章亚东（1977－），女，湖北黄冈人，武汉地铁集团有限公司工程师，主要从事城市轨道交通运营管理研究。
刘 斌（1981－），男，安徽安庆人，武汉地铁运营有限公司工程师，主要从事城市轨道交通运营管理研究。
郭文雅（1982－），女，河南南阳人，武汉地铁集团有限公司工程师，主要从事城市轨道交通建设研究。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

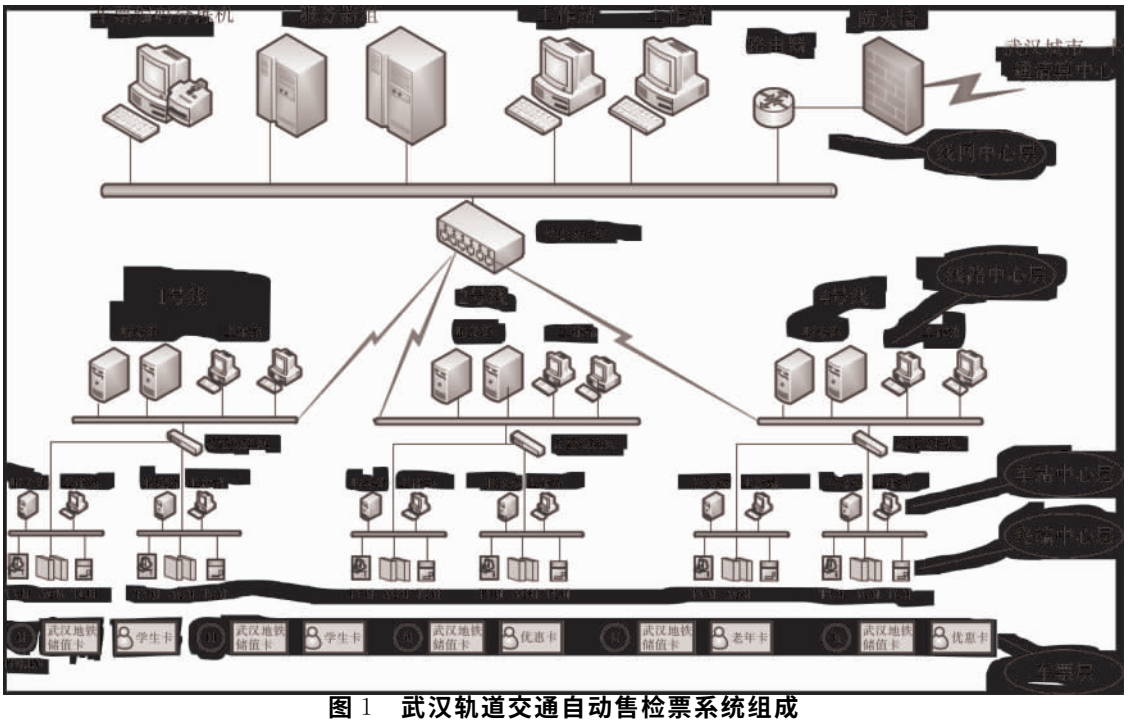


图 1　武汉轨道交通自动售检票系统组成

其中，线网中心层为武汉市所有轨道交通线路提供准确、及时的票务清分服务，并统一发行所有轨道交通专用单程票卡，统一制定轨道交通自动售检票系统的运营政策，为城市轨道交通控制中心实时提供各线路客流、各种业务数据的分析服务等。线网中心层由报表管理系统、数据交换系统、运营管理系统、密钥管理系统、清分管理系统、网络管理系统、异地容灾系统、票务管理系统及制票设备等组成。线网中心层是武汉轨道交通售检票系统对外的唯一数据接口。

线路中心层是各线路售检票系统的管理与控制中心，由报表管理工作站、数据交换工作站、运营管理工作站、收益审核工作站、车票管理工作站、网络管理工作站等组成。线路中心层负责线路一级的票务管理，交易数据与设备运行状态的收集上报，完成线路客流管理和各类统计报表的数据存储与管理等功能。

车站中心层和终端层从功能上分属两层，但从网络构成上可合并车站 LAN 网络层。车站中心层是车站一级的控制中心，功能包括：监测车站设备状态，控制车站设备的运行，监控客流，数据采集/上传/下载，寄存器数据处理等。终端层由自动售票机、半自动售票机、进出站检票机等终端设备组成，分别完成售票、检票、验票和补票等功能。

车票是乘客进站和出站的凭证。车票主要类型有轨道交通专用票，包括单程票和卡型票。所有票卡，都需要经过线网中心编码分拣机初始化后，再通过 BOM（单程票还可通过 TVM）或人工售票渠道，出售给乘客。由武汉市“一卡通”有限公司发行的“武汉通”也可在系统中使用。

二、武汉城市轨道交通自动售检票系统安全技术设计

售检票系统与乘客的资金支付和运营公司的客运收益密切相关，武汉城市轨道交通自动售检票系统采取了多种技术手段，确保系统安全稳定的运行。

（一）车票的安全设计

在武汉城市轨道交通自动售检票系统中，使用的票卡也是非接触式 IC 卡，符合 ISO14443 Type A 标准。按用途封装成两种形状：一种是直径为 3 厘米左右、厚度为 2 毫米左右的单程票；另一种是常见大小尺寸的长方形储值卡。非接触式 IC 卡是一种逻辑加密卡，读取或存储数据只有通过多次安全认证才能完成，并且每一张卡的安全认证密钥均不相同，具有很强的安全性。车票首先由线网中心车票编码分拣机初始化，并按一定的算法生成认证数据，写入车票规定的存储区域；

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

然后向车站配票，通过自动售票机 TVM 或者票房售票机 BOM 发售给乘客；乘客在乘车的过程中，单程票通过闸机 AGM 回收，储值卡通过闸机自动扣除交易金额；而后单程票回收后补入售票机，废票上交线网中心处理（处理过程如图 2）。

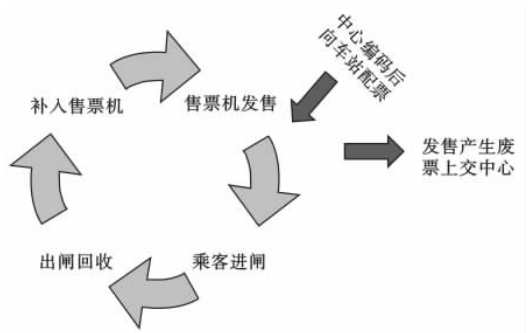


图 2　车票在自动售检票系统中的流通示意图

（二）交易数据的安全设计

武汉城市轨道交通自动售检票系统的交易数据来自系统终端层设备，包括 TVM、BOM、AGM 等。为保证数据的完整性和正确性，在系统设计中依据一定的算法，在每一个交易记录生成对应的 TAC 验证码，以保证交易数据的真实性和完整性。除此之外，线网中心系统通过时钟同步器对全系统的终端设备进行时钟同步操作，以确保统一的时间基准，并检查交易数据时间上的连续性，检查交易数据的异常、遗漏、重复、延迟和伪造。针对车票交易过程中的数据异常，或由票厅 BOM 生成的黑名单，经线网中心核对后生成系统黑名单参数，下发到全系统终端设备中，对黑名单车票持有人拒绝进站或发出特殊声响，以提示人工介入处理。

（三）系统用户权限设计

武汉城市轨道交通自动售检票系统的使用用户包括系统网络管理员、票务值班员、票务制票分拣员、库房管理员、票务审核员、维修人员、车站售票岗位人员、客运值班员、行车值班员、值班站长、设备厂商技术支持人员等。这些系统使用人员由于各自的工作内容不同，系统分配对应的权限。用户权限设计是自动售检票系统最为重要的安全设计。[5]

系统用户权限设计通过线网中心清分清算中心的访问控制子系统实现。访问控制子系统包括用户管理、组管理、系统功能点管理、用户分组管理、用户组授权、系统用户授权、设备功能点用户授权、设备功能点组授权、子系统设备授权、系统密码、用户登录、登录服务、密码修改服务、判断权限服务、访问监控等模块。访问控制子系统用户作如下安全设置：

1. 所有系统用户拥有自己唯一的账号和密码，用户账户生存期由访问控制子系统分配；

2. 用户被加入到设定的组中并被赋予不同的权限，且只能操作自动售检票系统中设定的功能；

3. 所有用户进行自动售检票系统所进行的任何操作都会有记录日志，并被存入系统数据库。

武汉城市轨道交通自动售检票系统在不同运营模式的条件下，针对不同层次、不同级别和分工的差异性，设计了较为严格的权限管理规章制度，实现了系统的用户权限管理。

三、结语

自动售检票系统既是运营公司实现票务自动化管理的手段，也是服务广大乘客的窗口。除了良好的系统设计以外，安全策略还必须辅以必要的管理方法，确保系统安全可靠地运行，建议采取以下措施：（1）严格按照操作规程操作系统；（2）严格限制与外部网络连接，并使用移动存储介质拷贝数据；（3）用户权限口令定期更换。

目前，武汉城市轨道交通自动售检票系统运行稳定可靠，日处理客流量突破 100 万人次。自 2004 年在轨道交通 1 号线运用此系统以来，没有发生一起售检票安全事件，有力提升了武汉城市轨道交通的服务水平。

参考文献：

[1]王淑敏，庞金爽. 自动售检票系统对地铁运营的重要作用[J]. 城市轨道交通研究，2009，(12)：23－26.

[2]吴明欣. 轨道交通自动售检票系统关键技术研究与应用[D]. 上海交通大学，2006.

[3]邱华瑞，张宁，等. 城轨交通自动售检票系统架构体系研究[J]. 都市快轨交通，2014，(2)：86－89.

[4]徐晔. 自动售检票系统由单线路向网络化迁移的实现[J]. 都市快轨交通，2013，(3)：116－118.

[5]杨珂. 地铁 AFC 系统安全性探究[J]. 都市快轨交通，2013，(2)：74－76.

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net