

西安地铁 AFC 系统线网化建设

吕 毅

(西安市地下铁道有限责任公司 西安 710016)

摘 要 针对西安地铁的建设概况,在明确 AFC 系统线网化建设目标及应遵循原则的基础上,分析在 AFC 系统线网化建设过程中所面临的问题,探讨系统建设实施细则的制定、清分管理层系统功能与定位、线网化 AFC 系统架构以及新线接入调试等与 AFC 系统线网化建设相关的问题,以期推动西安地铁 AFC 系统的线网化建设工作的深入发展。

关键词 西安地铁; AFC 系统; 线网化建设; 小清分系统

中图分类号 U231.7 **文献标识码** A

文章编号 1672-6073(2013)01-0107-04

1 西安地铁 AFC 系统建设概况

随着西安地铁首条线路——2号线的通车运营,1号线、3号线的开工建设,以及后续线路的规划实施,西安地铁将形成互联互通、多线路交叉换乘的新局面, AFC 系统也正逐步由单线建设阶段进入线网化建设阶段。

自动售检票(automatic fare collection, AFC)作为一个与乘客有紧密联系的窗口,是实现地铁售票、检票、计费、收费、统计、清分、管理等全过程的自动化系统,是一个技术综合、可靠性和扩展性要求极高的复杂系统^[1]。西安地铁2号线 AFC 系统使用非接触式 IC 卡作为车票媒体,实现封闭式的票务管理,以自动售票为主、人工售票为辅,实现自动检票。在建设过程中,参考 GB/T 20907—2007《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》以及西安地铁的建设要求,采用5层架构的建设模式,将 AFC 系统划为5个逻辑层,分别是车票层、终端设备层、车站系统层、线路中心层以及清分管理层^[2]。5层架构的建设模式是软件设计思想中低耦

合、分布式运算的延伸,能够保证系统具有较高的可靠性,拥有独立运行和管理的能力以及整体系统的扩展能力,降低了建设风险。

西安以前并没有地铁建设和运营管理的基础,且地铁线网规模尚未形成,因此在2号线的建设过程中,本着经济、实用的原则,在清分管理层并没有设置清分系统,而是在线路中心建设的同时完成小清分系统的建设,负责完成与西安城市一卡通清算中心系统的清分对账,以及后期1号线开通后的2号线与1号线的内部清分和运营管理^[3]。

西安地铁2号线 AFC 系统的物理结构如图1所示。其中,数据库服务器是整个系统的核心设备,采用集群配置方案;西安城市一卡通通过防火墙设备,接入小清分系统;采用基于交换方式的网络结构,并进行了冗余设计。

为了适应西安地铁的建设步伐,作为与西安地铁票务管理、收益统计有直接关系的乘客服务系统, AFC 系统的线网化建设面临着降低建设成本、提高系统及设备的运行效率、保证地铁经济效益和社会效益的严峻挑战。

2 AFC 系统线网化建设目标及原则

2.1 建设目标

西安地铁的建设目标之一,就是实现乘客在各线路之间的无障碍换乘,具有统一的票务政策、票价体系。因此, AFC 系统的线网化建设目标是:各线路 AFC 系统具有统一的数据管理、交易处理流程、数据格式以及对外接口和协议,为乘客和维护人员提供统一的服务界面和操作流程;通过制定详细的标准和细则,规范建设流程,提高建设质量,控制建设成本及风险。

2.2 建设原则

在西安地铁 AFC 系统线网化建设进程中,应遵循如下建设原则。

收稿日期:2012-04-09 修回日期:2012-05-08

作者简介:吕毅,男,硕士,工程师,从事轨道交通机电设备建设管理工作, lvyi_fly@126.com

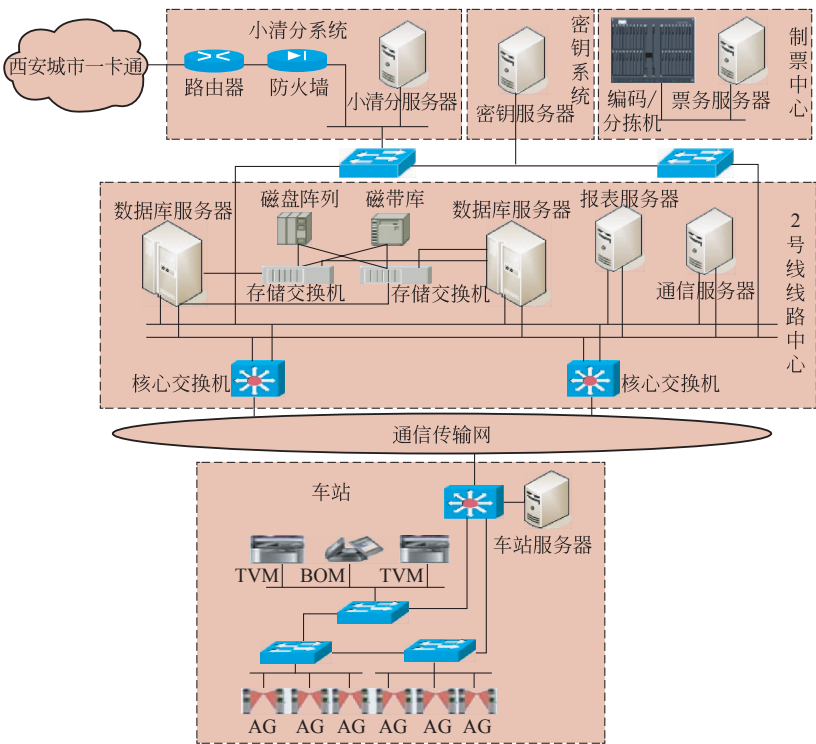


图1 西安地铁2号线 AFC 系统结构

2.2.1 统筹性原则

线网化的 AFC 系统有统一性的要求,要求具有统一的标准、统一的流程及统一的规则等。因此, AFC 系统线网化建设应从统筹的角度进行规划和设计,要具有前瞻性,不断完善和细化建设思路及技术实施方案。

2.2.2 阶段性原则

AFC 系统的线网化建设应立足于西安地铁的实际状况及实施进度,本着实事求是的精神,合理划分建设阶段及进程,理性地确定各阶段的工作重点及范围。

2.2.3 可扩展性原则

AFC 系统线网化建设应满足地铁线网化运营对系统的可扩展性要求,当前阶段的建设应能完全建立在上个阶段的建设成果之上,包括线路和站点的变动、系统功能的完善、票务政策和运营规则的调整、接口协议的改变以及设备数量和类型的增加或减少等方面的扩展。

3 AFC 系统线网化建设面临的问题

西安地铁2号线 AFC 系统的建成及稳定运行,是 AFC 系统线网化建设的基础。同时, AFC 系统的线网化建设是对既有建设的进一步推进,包括新线 AFC 系统的建设、小清分系统向清分系统的过渡、既有线路的

改造和运营需求的调整。

3.1 各系统设备的兼容性不理想

依据现有的建设模式,各线路的建设会由不同的系统集成商负责完成,采用不同的设计方案及技术路线,系统的互通性和设备的兼容性并不理想。此外,在软件设计方面,存在既有线路技术开放性不足、底层接口及数据格式未能详细明确等问题;在设备制造方面,设备所采用的材料、结构、通信机制等均存在较大的差别,并且部分关键模块不能互换。这些问题的存在,会加大后续线路接入的难度,增加建设成本及维护费用。

3.2 升级改造小清分系统存在困难

在首条线建设过程中,西安地铁 AFC 系统采用了小清分的建设模式。这种建设模式符合西安地铁建设的实际状况,合理确定了地铁建设初期的工作范围和任务,满足了现阶段2号线开通和1号线开通后两条线并网运营的各项要求。但相对而言,小清分系统是清分系统的简化版,其系统功能和设备性能不能应对未来线路增加后的运营需求^[4];同时,随着建设线路的增加,许多运营的概念及管理理念需要从线路化转变到线网化上来。因此,在后续线路建设时,必须对小清分系统进行升级改造,建立服务于整个线网的清分系统。如何从小清分系统平稳过渡到清分系统,既是西安地铁 AFC 系统线网化建设的一个核心环节,也是难点所在。

3.3 系统接口类型多且结构复杂

在 AFC 系统的线网化建设过程中,所涉及的接口类型众多、结构复杂。外部接口主要体现在整个系统拓扑结构的两端,最下端是车站终端设备读卡器与各类票卡的接口,包括地铁单程票、各种类型的纪念票以及城市一卡通的票卡;最上端是清分系统与城市一卡通系统的清分对账接口。内部接口主要是各结构层之间的数据接口,包括清分系统与各线路中心的接口、线路中心与各车站系统的接口、车站系统与各终端设备的接口。同时,具有多条线路的 AFC 系统内部通信节点较多,物理网络结构也较为复杂。因此,线网化的 AFC 系统所涉及的数据类型较多、结构复杂、规模较

大、传输节点多,并且这些数据关系到地铁票务管理和清分统计,其重要程度不言而喻。这样,在 AFC 系统线网化建设过程中,如何有效地保证系统及数据的完整性、安全性就显得尤其重要,是建设过程中始终要努力解决的问题。

4 AFC 系统线网化建设的思考

依据西安地铁 AFC 系统线网化建设的目标及应遵循的基本原则,需要进行必要的技术研究和方案讨论,制定统一的建设实施细则,确定清分系统的功能与定位,进一步合理划分线网化 AFC 系统各层间的功能,做好新线接入调试工作的组织和实施,以较小的代价确保系统建设的效率,满足新线建设和线网化运营的要求。

4.1 建设实施细则的研究与制定

在西安地铁 2 号线的建设过程中,形成了陕西省城市轨道交通自动售检票系统的系列地方标准、西安城市一卡通轨道交通应用接入规范,以及 AFC 系统与综合监控、门禁、传输等系统的接口技术规范。这些标准和规范的制定,既参考了其他城市的建设经验,也充分体现了西安地铁建设的特色,在 2 号线的建设过程中发挥了重要的作用。但在现有标准和规范的基础上,进一步研究制定更为详细的建设实施细则,不但能够解决不同系统集成商所开发系统的互通性、设备的兼容性问题,降低建设成本,而且由于具有统一的要求,避免了各条线路 AFC 系统中共性部分的重复开发,从而降低了系统建设的复杂度^[5]。总的来说,建设实施细则可以分为 3 个方面。

4.1.1 软件实施要求的统一

AFC 系统建设的核心是软件,软件实施要求的统一主要是为了保证各线路 AFC 系统的互联互通,为线网化建设打下坚实的基础,可细分为:AFC 系统运营规则及票务规则的统一,相关业务处理流程的统一;各部件、各模块间数据格式及接口的统一,为系统互联互通、线路的无缝接入提供技术实现基础;票卡应用、密钥管理体系的统一,保证票卡在各线路间能正常使用。

4.1.2 用户界面的统一

AFC 系统的用户界面分为:面向乘客的操作界面和面向运营管理维护人员的操作界面。用户界面需要统一要求,与乘客和维护人员相关的软件界面具有统一的显示规格,如界面的布局、界面图元的大小及颜色、错误提示信息等,并要求具有统一的操作流程。这

样,对于各类使用者来说,保证了不同系统集成商所开发的系统在操作和信息获取上是无差别的,不需要有重复熟悉的过程,降低了培训成本^[6]。

4.1.3 关键模块的统一

不同系统集成商在设备制作方面各有特点,要求所有设备模块都能做到相互兼容是不现实的,因为这样不但降低了设备选择的余地,而且也不利于招标工作的开展。但是,对于某些关键模块,如读卡器、主控等,研究制定统一的技术规格和软硬件数据接口,可以增加通用部件的种类及数量,降低维护成本,减少备品、备件的采购种类。

4.2 清分管理层的功能与定位

由于西安地铁采用了小清分的建设模式,为适应今后的建设规模,需要在后续线路的建设过程中对小小清分系统进行升级改造,建立负责全线网的清分管理系统。同时,为了适合地铁线网运营管理的需要,需结合西安地铁的实际情况,对清分管理层进行准确定位,进一步明确其所承担的功能。

清分管理层是位于 AFC 系统最上层的管理中心,是全线网的数据中心、清算对账中心和运营管理中心,主要是对线网内所有 AFC 系统及设备产生的数据、命令和参数进行管理,但不涉及具体线路的内部运作^[7]。清分管理层的主要职能是:处理全线网的收益统计和清分对账,负责线网级的票务管理、运营管理以及线网密钥管理。

1) 收益统计和清分对账。主要是制定并实施清分规则,实现线网内各线路间、地铁与城市一卡通间的收益统计和清算对账。

2) 线网级的票务管理。主要是指线网级别的票务管理,包括票种的发行、票卡初始化与编码,以及票卡的线路间调拨、注销销毁等。

3) 线网级的运营管理。主要包括线网级的系统状况监视、命令及参数的汇总转发、降级模式或紧急模式下的协调管理、时钟系统的接入。

4) 密钥管理。将密钥管理系统纳入清分管理层系统,是因为其具有唯一性、线网性的特征。密钥管理系统产生西安地铁线网需要的密钥卡片,对 AFC 系统中密钥分发和认证进行管理,并对线网所有设备产生的交易数据进行合法性检查。密钥管理系统由密钥生成子系统、ISAM 卡认证子系统、TAC 验证子系统构成。

4.3 线网化 AFC 系统的架构

西安地铁所建立的 AFC 系统是一个标准的 5 层架构体系,最下层是车票层,就是将乘客所使用的车票也作为一个独立的逻辑层,车票层之上是终端设备层。

在西安地铁线网化运营的过程中,为了满足运营管理、业务发展的需要,要求对票卡处理流程进行调整,如票卡使用规则的改变、新票种的增加等。此类调整由于涉及系统集成商对原有设备票卡处理程序和相关接口的修改,工作量较大,测试工作复杂,且周期较长。为此,可考虑构建 6 层架构体系,将读卡器从终端设备抽出,在终端设备层与车票层之间设置单独的业务型读卡器层。

针对于业务型读卡器,除制定统一的硬件技术规格、外形尺寸外,同时制定实现票卡处理流程的软件技术规范和实施细则,并将其部署至读卡器内部。此类读卡器具有独立的操作系统、高性能的 CPU 及大容量的存储器,负责实现票卡的处理流程,接收上位设备的参数及命令,并将票卡处理后的结果反馈至上位设备,而无需上位设备的干预。这样,一旦需要对票卡处理流程进行调整,只需要通过更新读卡器的相关软硬件即可完成,调整所影响的范围较为清晰,对整个系统影响较小,且响应速度快,费用也相对较低。

同时,设置独立的业务型读卡器层,可确保线网内各线路票卡处理流程的统一,有利于线网化 AFC 系统的维护和升级,保证系统的建设质量。

4.4 新线 AFC 系统的接入调试

在西安地铁的后续建设过程中,势必会遇到新线接入的问题。新线 AFC 系统的接入调试工作是一个十分复杂的过程,既要保证对新线各项功能的验证,又不能影响既有线路的正常运营,同时还担负着大量的培

训工作,参与的部门及人员众多,测试方案繁杂,需要的周期较长。

为了保证新线接入调试工作的顺利完成,达到检验系统、培训人员的目的,在调试过程中需要由一方统一牵头负责,多方配合,提前筹划,认真准备,做好、做细实施方案,并严格实施;同时,需要明确各调试阶段的工作重点,划分调试的定性风险和定量风险,确定工作优先等级,区分风险与需求。

5 结语

西安地铁的建设是一项复杂而艰巨的系统工程,其投资大、建设工期紧,而 AFC 系统的线网化建设是地铁线网化运营的必然要求。面对建设进程中所存在的问题,应不断地进行思考和研究,逐一解决,确保建设工作的顺利完成。

参考文献

[1] 于江波,王浙君. AFC 系统标准化建设的技术探讨[J]. 现代城市轨道交通,2012(1):4-7.

[2] GB/T 20907—2007 城市轨道交通自动售检票系统技术条件[S]. 北京:中华人民共和国质量监督检验检疫总局,中国国家标准管理委员会,2007.

[3] 西安市地下铁道有限责任公司. 西安市地铁 2 号线一期工程自动售检票系统集成采购项目招标文件[G]. 西安,2009:61-62.

[4] 赵文龙. 自动售检票小清分系统构建方案[J]. 都市轨道交通,2009,22(4):61-63.

[5] 黎江. 城市轨道交通线网 AFC 系统标准体系的建设[J]. 都市轨道交通,2009,22(5):56-59.

[6] 裴顺鑫,张宁. 地铁自动售检票系统的互联标准[J]. 都市轨道交通,2007,20(5):38-41.

[7] 高朝晖,张宁,夏德传,等. 轨道交通清结算系统的分析与设计[J]. 交通运输工程与信息学报,2008,6(2):37-42.

(编辑:郭洁)

Network Construction of Xi'an Metro AFC System

Lv Yi

(Xi'an Subway Co., Ltd., Xi'an 710016)

Abstract: In connection with the construction of Xi'an metro, on the basis of the confirmed AFC system network construction objectives and principles, this paper analyzes the problems in the process of the AFC network construction, and discusses the establishment of detailed rules of system construction, the system function and orientation of clearing management layer, the network AFC system architecture, the new lines access debugging, which are all the AFC system network construction-related issues to be addressed to enhance the development of Xi'an metro AFC system network construction.

Key words: Xi'an metro; AFC system; network construction; central clearing system