

文章编号: 1005-8451 (2012) 02-0026-05

铁路客票系统票制及前端设备优化探讨

刘正自

(中铁第四勘察设计院集团有限公司 通信信号研究设计处, 武汉 430063)

摘要: 中国铁路正在对客票发售和预定系统(简称客票系统)进行升级改造, 以实现实名制购票、网上订票、电话订票和非现金支付。为充分发挥客票系统升级改造的效能, 本文对客票票制进行了优化探讨, 建议铁路客票采用“二代身份证+报销凭证”模式。通过对车站客票系统前端设备优化探讨, 指出大、中型车站前端设备数量可以适当减少, 车站售票机宜按功能需求划分为3种类型, 以降低客票系统前端设备造价。简要效益分析表明, 对大、中型车站客票系统前端设备优化可以带来可观的经济效益。

关键词: 铁路; 客票发售和预定系统; 票制; 设备优化

中图分类号: U293.22 : TP39 **文献标识码:** A

Discussion on optimization of ticket forms and front-end equipments of Railway Ticketing and Reservation System

LIU Zheng-zi

(Research and Design Department of Telecommunication and Signal, China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063, China)

Abstract: China's Railway Ticketing and Reservation System(TRS) was being upgraded in order to achieve real-name ticketing, online booking, telephone booking and non-cash payments. To maximize the effectiveness of TRS upgrade, the paper discussed the optimization of ticket forms, and proposed that the railway tickets should be applied "second-generation ID card add voucher" mode. Through the discussion to the optimization of station front-end equipments of TRS, pointed out that the number of front-end equipments at large and medium-sized stations should be reduced, and that the ticket vending machines at the station should be divided into three types of functional requirements, to reduce the front-end equipments cost of TRS. Brief benefit analysis showed that optimized front-end equipment could bring considerable economic benefits for TRS of large and medium-sized station.

Key words: railway; Ticketing and Reservation System; ticket form; equipment optimization

中国铁路旅客预订、购买车票难的问题是困扰中国铁路多年的难题, 已经成为当今社会高度关注的话题。虽然主要矛盾是客流的突发性和不均匀性导致的铁路运能相对不足, 但铁路旅客预订、购票方式和支付方式单一, 是造成旅客不便和不满的重要因素之一, 同时也给铁路票务管理和销售人员带来了极大的工作量和精神压力。为了缓解这些矛盾, 铁道部一方面推行客票发售和预订实名制, 以杜绝客流高峰期恶意囤票、倒票行为; 一方面对现有铁路客票系统实施改造, 充分利用社会公共信息平台, 包括互联网、公共电话网和银联卡平台, 给旅客提供多种预订、购买车票的渠

道以及除现金支付外的其他支付方式, 如网上订购票、电话订购票、银联卡支付等。为适应这一新形势, 本文将对与之密切相关的铁路客票制式、旅客票务流程和车站前端设备优化进行探讨。

1 票制现状及特点

上世纪90年代以来, 我国铁路旅客车票一直采用纸质软票, 票面打印有出发车站、到达车站、日期、车次、席别、票价等信息以及相应条形码, 随着铁路客票发售和预订实名制的实施, 票载信息量加大, 原票面打印的一维条形码改为了目前的二维码。

在近几年陆续开通的高速铁路中, 为提高铁

收稿日期: 2011-04-15

作者简介: 刘正自, 高级工程师。

路管理效益、减少铁路客运工作人员数量,方便旅客购票和乘车,车站普遍设置了自动售检票设备,包括自助售票机、自动检票机(进、出站闸机)和新型窗口售票机。为适应自动检票,使用了两种类型的车票,分别是磁介质纸票和非接触IC卡,其中非接触IC卡票仅应用在个别线路长度较短的城际客运铁路上。由于既有普速铁路车站票务前端设备及社会代售点售票设备没有同期实施统一升级改造,因此,在高速铁路上,二维码纸票的比例仍在广泛使用。

目前使用的3种铁路旅客车票各有特点,详见表1。纸质软票最突出的优势是车票成本低,主要缺点是票载信息量小,不可循环利用,不适合于自动检票,进、出站闸机效能无法得到充分利用。就磁介质纸票和非接触IC卡相比较而言,非接触IC卡票除了车票制票成本处于劣势外,其他方面优势十分明显,特别是在简化进出站闸机设备复杂度、减少进出站闸机的故障率和维修工作量方面具有明显优势。

表1 3种铁路旅客车票特点比较

比较项目	纸质软票	磁介质纸票	非接触IC卡
单张车票制作成本	<0.1元	<0.1元	价格跨度大,低可以<1元
票载信息量	小	中	大
票载信息可否多次读写	否	可以	可以
票载信息安全	靠人工保证	防伪能力弱	采用高强度加密算法,防伪能力强
抗电磁干扰能力	强	弱	强
可否实现自动检票	否	完全适合	完全适合
闸机成本	N/A	高	低,约为磁卡闸机的60%
闸机维护工作量	N/A	大	小
闸机维护费用	N/A	高	低
既有售票设备升级改造量	无需改造	改造量较大	改造量较大
循环利用	不能	未打印车次号、席别等信息时可回收循环利用	未打印车次号、席别等信息时可多次回收循环利用

很明显,目前3种票制并存的局面,不仅给旅客辨别车票和进出站造成不便,也给客票系统前端设备的配置、客流组织、客票采购和票库管理带来诸多困难。这一局面是铁路客票系统升级改造过程中的暂时现象,随着中国铁路的发展,3种类型车票必然要经历优化和统一的过程。

2 票制及售检票方式优化

客票票制的选取不仅与旅客的直观感受和使用便利性密切相关,也直接关系到铁路客票系统

的售票机、进出站闸机的功能和配置。票制优化既要方便旅客订购票和乘车,又要适合售检票的高度自动化,根据表1,如果统一票制,非接触IC卡作为铁路车票比纸质软票和磁介质纸票更具优势。

建议票制和售检票方式优化为“二代身份证+报销凭据”的模式。具体如下:旅客订、购票时只需获取打印有席位信息的报销凭据,该凭据可以保留利用目前的纸质软票,也可以进一步改进成类似发票的形式;由于实名制要求,旅客进入车站候车时,由人工查验身份信息;在车站进、出站闸机上安装二代身份证读取装置,旅客直接利用第二代身份证通过进、出站闸机。很明显,该方式既适用于自动检票,又适用于人工检票,优于前述所有票制方案。

为了提高自动检票系统的处理速度,在旅客开始检票之前,客票系统应及时把每位旅客的身份证信息下载到进站闸机上,在旅客到达车站通过出站闸机之前,客票系统应及时把每位到达旅客的身份证信息下载到出站闸机上。

考虑到地方发行的“一卡通”的强大影响力,在“一卡通”覆盖范围内的车站进、出站闸机上安装当地“一卡通”读写装置,并实现互联互通,短途旅客即可方便、快捷地使用“一卡通”乘坐铁路列车。

对于频繁通过

铁路出行的“常客”,可以通过收取押金发行记名式铁路专用非接触“储值卡”,该卡采用塑基硬卡,所有相关信息均记录在IC卡中,出站闸机不回收。

3 旅客票务流程

网络订票、电话订票、多种支付方式和实名制带来的影响十分广泛,不仅需要对客票系统进行全面的升级改造,旅客票务流程也将发生较大变化,采用前文所述的身份证进、出闸机方案时,对应的旅客票务流程分别见图1、图2和图3。电话订票票

务流程与网络订票流程相同，在此不再赘述。

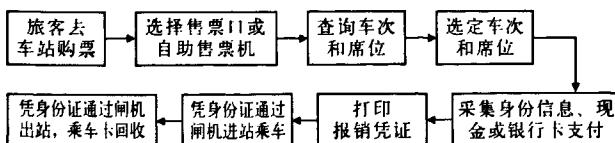


图1 车站购票旅客票务流程

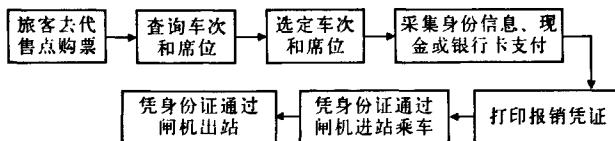


图2 代售点订票旅客票务流程

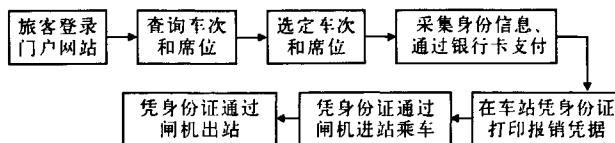


图3 网上订票旅客票务流程

从上述旅客票务流程可以看出，直接利用身份证进站、乘车和出站，除了旅客通过闸机的方式与目前不同外，其他流程基本保持了现有的票务处理流程，不仅旅客票务流程十分简单，客票系统前端设备的改造量小，客流组织和票源管理也十分简单。

对于没有二代身份证或身份证信息读取存在问题的旅客，检票方式与目前的纸质软票一样，即旅客凭打印有席位信息的报销凭据通过人工查验通道。在短途城际铁路上，地方“一卡通”旅客可以不办理座席预定，直接利用当地发行的“一卡通”通过进出站闸机，考虑到目前旅客列车种类和席别较多，价格相差较大，可以采取两种处理办法：（1）最低费用法，即不限制旅客乘坐的列车种类和席别，出站时以最低票价扣费；（2）限定席别法，即限制旅客只能乘坐特定的列车种类和席别，出站时按规定列车种类和席别价格扣费。对需要座席的“一卡通”旅客，可以与银行卡支付旅客一样在车站自助设备上办理相关手续并即时扣费，利用身份证通过闸机，上车后对号入座。对使用铁路专用非接触“储值卡”的旅客，票务流程与“一卡通”旅客一致。

4 车站前端设备优化

铁路客票系统车站前端设备包括：窗口售票

机、自助售票机、进站闸机、出站闸机。

随着我国社会发展，可以预见铁路旅客将以网络订票和非现金支付为主的方式完成订、购票交易。为提高铁路运营管理效率，车站购票或网络/电话订票的车站取票交易应该以旅客自助方式为主、人工窗口方式为辅。为充分发挥网络订票、电话订票、多种支付方式以及票制优化带来的优势，应对客票系统前端设备数量较多的大、中型车站进行数量和功能上的优化。

4.1 售票设备优化

在设备数量方面，考虑到我国庞大的网民和手机用户群体，只要门户网站和呼叫中心方便旅客使用并具有足够处理能力，网络订票和电话订票在总订票和售票数额中的比例将迅速提高，在这类旅客票务处理流程中，大部分流程已经在网络上或呼叫中心完成，只需在票务前端设备上打印报销凭据，因此，可以大幅度提高车站自助售票机的处理效率，从而减少大、中型车站售票设备数量。

就设备功能而言，自助售票机应具备以下基本功能：

- (1) 日期、车次、席位查询和选择。
- (2) 身份证信息获取。
- (3) 银行卡信息获取。
- (4) 一卡通信息获取及扣费。
- (5) 现金自动识别、收取和找零。
- (6) 打印报销凭据。

由于现金自动识别、收取和找零模块费用高昂，处理速度慢，对于银行卡、一卡通等支付方式，可以对自助售票设备进行功能和配置优化。对于网络订票、电话订票的旅客，可以通过更为简化的车站自助售票设备提供服务。优化后的自助售票机可以分成3类：

- I类：全功能，包括上述(1)~(6)功能。
- II类：无现金处理模块，不包含上述功能(5)。
- III类：仅具备上述(2)、(6)功能。

其中，I类自助售票机可以用于各类旅客，II类自助售票机适用于银行卡、一卡通付款旅客，III类自助售票机仅适用于网络订票、电话订票的旅客。I类、II类自助售票机设置在售票大厅，III类自助售票机宜设置在进站或候车大厅。如果3种类型全部设置在售票大厅，则应分区布置，张贴明显的提醒标志，引导旅客购票行为。优化后的自助

售票设备功能配备及特点见表2。

自助售票机分类优化后,各类自助售票机配备数量要根据各类自助售票机的售票速度、旅客

表2 自助售票设备类型及功能配备

功能代号	a	b	c	d	e	f	售票速度	适用旅客类型
I类自助售票机	✓	✓	✓	✓	✓	✓	基准	所有旅客
II类自助售票机	✓	✓	✓	✓		✓	较快	非现金支付旅客
III类自助售票机		✓				✓	很快	网络订票、电话订票旅客

支付方式所占比例、网络订票和电话订票所占比例、以及窗口售票与自助售票比例确定。在车站窗口售票机较多时,可参照自助售票机分类方法对车站窗口售票机进行功能和配备优化,实行分类和分区布局,以减少窗口数量,或减少旅客排队时间。

4.2 检票设备优化

采用身份证件通过闸机方式时,检票设备数量一般不会发生变化,但配置可以简化,无论是进站闸机、还是出站闸机,无需配备磁介质纸票所需磁头和卡票走行机构,既可以节省设备购置成本,还可极大地减少维护和维修工作量。

5 效益浅析

铁路客票系统票制和前端设备优化的效益来源于两个方面:(1)票制优化带来的管理效益。(2)网络订票、电话订票、多种支付方式带来的社会效益和经济效益。这些效益分析十分复杂,需要大量的统计数据和数学建模。下文仅对客票系统前端设备优化带来的直接经济效益进行概要分析,该部分效益主要体现在客票系统前端设备数量的减少和部分设备单价的降低。

按照当前客票系统前端设备单价,I类自助售票机单价约为25万元。II类售票机由于不配备现金处理功能,每台节省成本大约8万元。III类售票机更加简化,每台节省成本大约12万元。车票统一采用非接触IC卡票时,进、出站闸机无需配备卡票走行机构,每台设备单价有望降低5万元以上。

5.1 网上订票、电话订票的经济效益

假设:

优化前的窗口售票机、自助售票机和代售点售票机数量分别为 Q_{w1} 、 Q_{a1} 和 Q_{o1} ;

网络订票、电话订票占全部订售票总数的比

例为 P_n ($0 \leq P_n \leq 1$);

网络订票、电话订票使单台售票机售票速度提高 n ($n > 1$) 倍;

优化后的窗口售票机、自助售票机和代售点售票机数量分别为 Q_{w2} 、 Q_{a2} 和 Q_{o2} ;

旅客订票、购票平均排队时间保持不变。

则有:

$$Q_{w2} + Q_{a2} + Q_{o2} = (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot (1 - P_n) + (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot P_n/n = (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot (1 - P_n + P_n/n)$$

III类自助售票机的理想配备数量 Q_{aIII} 为:

$$Q_{aIII} = (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot P_n/n$$

很明显, P_n 和 n 越大, 售票机数量减少越多。

以 $P_n=0.5$, $n=2$ 为例, $Q_{w2} + Q_{a2} + Q_{o2} = 0.75 \cdot (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1})$, 意味着可以减少 25% 的售票机。由于网络订票、电话订票的旅客在售票设备 6 项功能中, 只需要支持最简单的 2 项功能, 使 III类自助售票机处理速度比 I类自助售票机提高 3 倍, 即 $n=3$ 是完全可能的, 在旅客习惯网络订票、电话订票后, 该类旅客购票比例 P_n 达到 60% 也是完全可能的, 此时, $Q_{w2} + Q_{a2} + Q_{o2} = 0.6 \cdot (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1})$, 意味着可以减少 40% 的售票机。设备费用可以减少 $(Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot (P_n - P_n/n) \cdot 25 + Q_{aIII} \cdot 12$ (万元)。

5.2 非现金支付方式的经济效益

在前面假设基础上, 进一步假设:

银行卡支付、一卡通支付占全部订、售票总数的比例为 P_c ($0 \leq P_c \leq P_n \leq 1$),

银行卡支付、一卡通支付使单台售票机售票速度提高 m ($m > 1$) 倍。

则有:

$$Q_{w2} + Q_{a2} + Q_{o2} = (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot (1 - P_c) + (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot P_c/n + (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot (P_c - P_n)/m = (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot (1 - P_c + P_n/n + (P_c - P_n)/m)$$

II类自助售票机的理想配备数量 Q_{aII} 为:

$$Q_{aII} = (Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot (P_c - P_n)/m$$

很明显, P_c 和 m 越大, 售票机数量减少越多。

与网上订票、电话订票相比, 卡类支付比例 P_c 可以很高, 但设备效率 m 不可能达到网上订票、电话订票的车站设备效率 n 。设备费用可以减少 $(Q_{w1} + Q_{a1} + Q_{o1}) \cdot (P_c - P_n/n - (P_c - P_n)/m) \cdot 25 + Q_{aII} \cdot 8$ (万元)。

5.3 其他经济效益

售票设备数量的减少,除了节省设备购置费,还可以减少设备安装工料费,节省运维成本,节省房屋建筑面积和电源消耗。

6 结束语

通过本文的分析,可以得出如下结论:随着铁

路旅客订、购票和乘车实名制的实施,以及网络订票、电话订票和卡类支付应用于铁路客票发售和预定系统,不仅旅客受益,而且铁路客票系统可以充分利用这些社会资源,以较理想的方式实现铁路客票票制的统一,并对车站前端设备优化,以减少客票系统前端设备数量,降低部分前端设备采购成本,降低系统运维成本,经济效益十分明显。

责任编辑 杨利明

(上接P25)

完成的操作,需要放弃,那些已执行的操作也将撤销,系统回滚到本次提交之前的状态,即必须保证提交的原子性,这是保证数据一致性的重要前提。

4 基于Paxos算法的数据一致性模型

数据一致性模型从根本上来说是对任务和数据存储之间的控制。正常情况下,执行读操作时,它期待该操作返回的是该数据在其最后一次写操作之后的结果。为了保证业务正常、正确地进行,需使所有服务器端的基础数据最终一致。对于基础数据,由铁道部向下级服务器逐级复制;对于业务数据,由车站向上级服务器逐级传输。本文基于Paxos算法提出了加强数据一致性的方案。

图3为基于Paxos算法的数据一致性模型,处理流程如下:

(1) 基础数据按照由上向下的复制机制,业务数据按照由下向上或同级间的传输机制。

(2) 业务维护时,会在同步控制器存储本次更新的记录(编码n,更新值newvalue),其中value值可以是表名加索引值,也可以是在业务维护时的校验值等。

(3) 铁道部、铁路局、车站各级数据库服务器作为节点集,通过Paxos算法推选出主节点。

(4) 同步控制器(客户端或工作流进程)将本次更新的记录(编码n,更新值newvalue)向主节点发起更新申请。

(5) 主节点比较最新一次更新的记录(编码m,更新值value),以下情况的更新是成功的:

value = newvalue, 且 m < n;

value < > newvalue

(6) 如果更新成功,说明新数据在某些节点

不一致,发送消息给管理端,启动快照机制或者重新复制等手段保证最终数据的一致性。

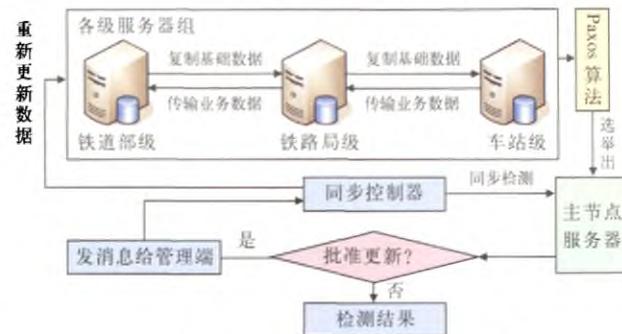


图3 基于Paxos算法的数据一致性模型

5 结束语

铁路客票系统的业务在不断扩展,为给旅客提供方便快捷的服务,客票系统对业务连续性提出了更高要求,因此数据的一致性和完整性尤显重要。在云计算飞速发展的今天,其中的关键技术也被各个行业吸纳,本文首先对其中的Paxos算法进行了研究,建立了基于Paxos算法的数据一致性模型,该模型可以解决铁路客票系统中数据的一致性和完整性问题,进一步提高客票系统的业务质量。

参考文献:

- [1] LAMPORT, L. Paxos made simple[J]. ACM SIGACT News 32, 4 (2001): 18-25.
- [2] LAMPORT, L. The part-time parliament[J]. ACM TOCS 16, 2 (1998): 133-169.
- [3] 赵黎斌.面向云存储的分布式文件系统关键技术研究[D]. 西安:西安电子科技大学, 2011.

责任编辑 杨利明