

文章编号: 1005-8451 (2007) 10-0027-04

铁路磁性车票技术规格设计研究和实践

王云¹, 张煦², 邵晓风¹

(1.易程科技股份有限公司, 北京 100085; 2.同方股份有限公司, 北京 100085)

摘要: 对沪宁杭自动售检票项目车票采用“一次性纸质背面全涂磁热敏打印磁票”的选型、设计和实际使用效果进行详细介绍。分析铁路客运车票的应用需求、铁路自动售检票系统中车票生命周期和车票使用特点; 比较多种车票信息记录方式在铁路上的适用性; 详细阐述车票的关键技术指标: 如物理尺寸、磁记录材料、热敏材料的技术参数和性能要求; 汇总分析车票在沪宁杭的实际使用数据和效果。

关键词: 自动售检票; AFC磁票; 车票; 研究

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A

Research and practice on technical specification design of magnetic ticket of railway

WANG Yun¹, ZHANG Xu², SHAO Xiao-feng¹

(1.Easy Way Company Limited, Beijing 100085, China; 2.Tongfang Co.,Ltd, Beijing 100085, China)

Abstract: It was provided a description of the specification design and practical effect of main characteristics of the “one shot paper ticket with thermal print at front and full magnetic at back” to be used within the AFC System of Hu-Ning-Hang railway project. The application requirement, the lifecycle and the characteristics of ticket were analyzed, and the applicability of multiple information record modes of ticket was compared, and key technical parameters of ticket such as physical size, magnetic record material, thermal material were described in the AFC System of railway project. The practical effect of ticket in Hu-Ning-Hang railway project was summarized.

Key words: automatic ticketing and examining; AFC magnetic ticket; ticket; research

为配合全路第六次大提速, 更好地促进客运营销, 铁道部在部分动车组开行相对集中的区域

内实施自动售检票系统, 以提高售检票服务质量。根据第六次提速列车开行方案和客流特点, 在上海铁路局开展了“沪宁杭CRH动车组自动售检票系统工程”试点建设。在项目实施过程中, 我们针

收稿日期: 2007-09-26

作者简介: 王云, 工程师; 张煦, 工程师。

用方便、安全性好等优势。

该机关OA系统已投入使用了一段时间。一方面在保证信息安全的前提下在机关上下级、部门间传送公文, 使信息流转快捷, 提高公文处理速度。另一方面通过电子网络完成机关工作人员的许多事物性工作, 节约时间和费用, 提高工作效率。系统经过该机关内部各部门逐层试用, 得到了广泛好评。

今后, workflow 技术将继续作为OA发展的主要技术以提高OA系统的效率, 即“一站式”办公系统, 将现代化事务办理和管理提升到一个新的高度, OA系统中 workflow 技术的应用在很大程度上决定了其实现办公自动化的深度。随着 workflow 技术应用的不断深入, OA系统在现代办公事务中将发挥

更规范和强大的作用, 达到充分发挥人机结合优势, 优化管理, 创造最佳办公效益的最终目标。

参考文献:

- [1] 刘紫玉, 王乃玲, 梁普选. 基于B/S模式的机关办公自动化系统实现[J]. 计算机应用研究, 2004, 21(12): 218-220.
- [2] 张斌, 蔡力钢, 高亮. 基于动态 workflow 技术的智能办公自动化系统的研究[J]. 计算机应用研究, 2005, 22(5): 18-20.
- [3] 王勇, 康饮马. 基于Web和 workflow 技术的办公自动化系统[J]. 微机系统, 2004, 30(2): 187-189.
- [4] 赵文, 胡文慧, 张世琨, 等. workflow 元模型的研究与应用[J]. 软件学报, 2003, 14(6): 1052-1059.

对铁路车票使用特点，借鉴前期客运专线技术研究的成果，完成了试点项目的磁性车票技术规格研究和设计，并在项目中实际应用，积累许多实践经验。

磁性车票的设计内容涉及车票完整生命周期设计：票底印刷、储存、制票售票（人工窗口或自动售票机）、旅客保存、检票进站（自动检票机）、人工抽检。本次自动售检票系统车票选用“一次性纸质背面全涂磁的热敏打印磁票”。车票要求支持票面可视信息印刷和打印，并支持磁性信息读写和识别，作为报销凭证具备一定保存期限。

1 车票票底选型分析和设计

众所周之，旅客车票本身虽小，但所担负作用重大：首先，车票是铁路运输企业和旅客之间服务合同的重要组成部分；其次，车票是税务机关认可的报销凭证，和处理纠纷时法律机关认可的重要书证；再者，铁路车票与公众接触密切，与铁路部门公众形象息息相关。因此，车票票底选型必须满足上述关键使用需求，达到或超过既有车票的水平。与此同时，新车票将作为旅客乘车信息的载体，与设备配合完成自动售检票，要具备方便、可靠、安全的信息读写能力，确保系统快捷高效。如何更好地为旅客服务，达到设计最优，是我们研究的

在实际案例中，基于磁性单程车票和IC车票的AFC系统，已成功实现人工售票、自动售票（现金和银行卡支付）和自动检票等自动化应用，与软纸车票比较，其可靠性、安全性和方便性得到极大提升。

综合以上分析比较，在技术和经济方面，由于磁信息车票简单、总使用成本低廉、使用方便，各国铁路、地铁、轻轨和公交等运输部门多以磁票作为票据介质。在磁票的磁道上写入密码、编号、车次、发站时间和地点等信息，既可做单程票一次性使用、出站收回或不回收，也可做充值储值卡，用于进站检查、出站扣款和多次使用，如表1。

2 车票物理尺寸设计

国际标准化组织针对识别卡和柔性薄卡分别制定了相关国际标准，对卡票物理尺寸进行了规定。其中，ISO/IEC 7810 标准规定如表2所示。

表1 车票信息记录形式比较

| 票底形式 比较项 | 软纸票 | 磁票 | IC卡、电子标签 |
|-------------|--------------|---------------|---------------|
| 材质 | 纸 | 纸、PET | PVC、PET、纸 |
| 可视信息 | | | |
| 票面图文生成 | 打印、印刷 | 打印、印刷 | 专用印刷、打印设备 |
| 旅客票面视读 | 可 | 可 | 可 |
| 使用与保存要求 | 低 | 较低 | 较低 |
| 用于报销凭证 | 可 | 可 | 可 (不便财务保存) |
| 电子信息 | | | |
| 电子信息存储 | 条码、二维码 | 磁记录 | 可擦写芯片 |
| 电子信息写入 | 物理打印 | 磁信号 | 电信号(电磁信号) |
| 电子读取方式 | 光电 | 磁信号 | 电信号(电磁信号) |
| 精度要求 | 高 | 中 | 低 |
| 信息改写 | 无 | 可 | 可 |
| 读取速度 | 5张/S | 300 B/S | 100 B~26 KB/S |
| 耐污损 | 低 | 较高 | 高 |
| 自动售检票实现 | 难 | 较易 | 容易 |
| 安全防伪 | | | |
| 伪造方式 | 复印、挖补、涂改、伪造等 | 磁条复制 磁条篡改 | 数据复制 数据篡改 |
| 伪造难度 | 低 | 较高 | 高 |
| 使用成本 | | | |
| 参考价格(元/张) | 0.12(纸) | 0.2(纸) 一次性 | 1元-10元 |
| 常用模式 | 一次性 | 重复使用 | 重复使用 |
| 设备成本 | 较高 | 高 | 较低 |
| 维护成本 | 高 | 高 | 较低 |
| 总评 | | | |
| 评分 | 中 | 优 | 良 |

表2 ISO/IEC 7810 标准规定

| | 宽 | 高 | 厚 |
|--------|----------|----------|---------|
| ID-1 | 85.60 mm | 53.98 mm | 0.76 mm |
| ID-2 | 105 mm | 74 mm | 0.76 mm |
| ID-3 | 125 mm | 88 mm | 0.76 mm |
| ID-000 | 25 mm | 15 mm | 0.76 mm |

表3 ISC/IEC 15457-1 规定

| | 宽 | 高 | 厚度 |
|-------|----------------|-------|---------------|
| TFC.0 | 66 mm | 30 mm | (178 ± 20) μm |
| | | | (250 ± 20) μm |
| | | | (270 ± 20) μm |
| | | | 可选 |
| TFC.1 | 85 mm | 54 mm | (178 ± 20) μm |
| | | | (250 ± 20) μm |
| | | | (270 ± 20) μm |
| | | | 可选 |
| TFC.5 | 187 mm(或203mm) | 83 mm | (178 ± 20) μm |
| | | | (250 ± 20) μm |
| | | | (270 ± 20) μm |
| | | | 可选 |

结合我国国情，沪宁杭项目车票物理尺寸设计为85.6 mm × 54 mm（遵循ISO/IEC15457-1, TFC.1标准）。新车票有效打印面积与既有“软纸车票”

(90 mm × 60 mm) 面积相近, 既能够满足动车组车票规定的票面信息印刷和打印, 也能满足既有线路旅客车票票面信息印刷和打印。新车票外形与信用卡相近, 便于旅客手持阅读票面信息, 便于平整放入票夹、钱包、衣兜内携带。车票尺寸缩小, 减少了车票被弯折、卷边的概率, 提高自动售检票设备识读率, 方便旅客使用。

表4 车票关键尺寸

单位: mm (已标明者除外)

| 参数 | 参数符号 | |
|--------------------|------|------------------------|
| 宽度 | W | 85.6 ^{+0.0} |
| 高度 | | |
| (温度 23℃, 相对湿度 50%) | H | 53.98 ± 0.2 |
| 高度偏差 | | |
| (温湿度参见工作条件) | H | 53.6-54.5 |
| | α | 90° ± 1° |
| | R | 3.20 ± 0.05 |
| 卡角 | A | 3.20 ± 0.10 |
| | B | 3.20 ± 0.5 |
| 卡边平直度 | | ± 0.05 |
| 圆角临边不重合 | C | 0.1 |
| 圆角不连续性 | D | 0.1 |
| 客票厚度 | T | 225 μm + 25 μm - 15 μm |

其他尺寸参见 ISO/IEC15457-1, TFC.1 标准。

车票总体厚度包括纸基、热敏涂层、涂磁层、保护层和印刷层的厚度。车票薄厚的设计需要综合考虑: 票纸生产、印刷、包装、设备配套、旅客使用、采购成本、凭证保存和系统升级等各种因素, 在样品批量实验的基础上, 与各方技术专家反复磋商, 最终确定车票总体厚度: 225 μm + 25 μm - 15 μm (成品)。通过实践检验, 确定的车票厚度基本适当。

车票外形遵循 ISO/IEC15457-1, TFC.1 标准, 采用圆角车票, 可支持日本、法国、德国和美国等国内外磁卡自动售检票设备。同时, 遵循国际标准也为印刷厂选取生产设备, 降低生产成本提供了便利条件。

3 车票物理特性要求

票底物理特性影响印刷加工和售检票设备使用。车票票底物理特性设计主要参考 ISO/IEC15457-1 TFC.1 标准规定的技术指标。关键指标和测量方法如表 5。

表5 关键指标和测量方法

| 要求项 | 单位 | 规定值 | 测试方法 |
|------|----|------|---------|
| 泰伯挺度 | mN | ≥ 40 | ISO2493 |

| | | lg(n) | |
|-----------|----|------------------------|-------------------------------|
| 耐折强度 (纸基) | / | 纵向 ≥ 3.0 横向 ≥ 2.4 | GB/T 2679.5 |
| 撕裂强度 | mN | 纵向 ≥ 1000 横向 ≥ 1000 | GB/T 455 |
| 表面粗糙度 Ra | μm | ≤ 2 | 符合 GB/T6062 要求的轮廓仪 |
| 摩擦系数 | / | 动摩擦: 0.23 ± 0.05 | GB/T 1006 |
| 伸缩性 | % | 纵向 ≤ 0.2% 横向 ≤ 0.3% | 将磁票浸入水中 1 min 后取出, 平衡 2 h 后测量 |

此外, 我们要求票底纸基采用以纯化学木浆为原料的白卡纸。

在材质上, 要求车票票底间不发生粘连, 即: 取下束缚物票底成卷 (包) 包装, 在不受外力影响的情况下票底可以自行松开。

4 车票磁记录特性要求

经过分析论证, 车票票底采用全涂磁方案。该方案具有: 产品质量好, 易生产, 成本较低, 记录位置和扩展升级灵活等特点。

针对铁路车票的使用环境, 设计采用抗干扰性强的高矫顽力材料作为涂布磁粉材料。

表6 磁性材料选择比较

| 材料 | 矫顽力 (Oe) | 抗磁场干扰 (Gs) | 用途 |
|------------|-----------|------------|----------------------|
| γ-Fe2O3 | 280—400 | ≤ 60 | 非关键磁记录 |
| Co-γ-Fe2O3 | 600—700 | ≤ 150 | 普通磁卡、银行卡 使用保存条件良好 |
| Ba-铁氧体 | 1500—3000 | ≤ 1000 | 银行卡、轨道交通票 |

磁记录特性须符合 ISO/IEC 7811-6 标准。

表7 高矫顽力磁层静态特性

| 序号 | 参数 | 符号 | 数值 |
|----|------------|------------------|-----------------------|
| 1 | 矫顽力 | H _{2M} | 219kA/m(2750Oe) ± 10% |
| 2 | 静态退磁 | S ₁₆₀ | 0.20 最大 |
| 3 | 纵向矩形比 | S ₀ | 0.80 最小 |
| 4 | 剩磁比 | R _M | 0.35 最大 |
| 5 | 斜率开关场 | SF _S | 0.30 最大 |
| 6 | 导数开关场 | SF _D | 0.50 最大 |
| 7 | 磁化方向 | | 与客票长边相平行 |
| 8 | 剩余磁通 (参考值) | (单位: 微韦伯/米) | 1.40 ± 0.14 μWb/m |

借鉴前期, 地铁使用磁性车票的经验, 在车票对设备的保护方面提出要求: 在规定的试验环境条件下, 对 1 000 张新磁票连续读写后, 磁头特性无明显变化, 读写信号幅度变化小于 0.1%。

为确保信息读写正确有效, 要求车票对折, 折痕处不应有磁粉剥离。

5 车票热敏特性要求

铁路车票票面图文打印是铁路车票售票的重要环节。车票打印要求做到随时、高速、清晰、完整和具有一定防伪能力。这对车票票底和设备都提出了很高的要求。当前,轨道交通车票多采用热转印或热敏打印方式。借鉴前期软纸车票经验,车票选定热敏打印方式。

此次,车票使用热敏材料选用高技术含量的产品。热敏材料具有发色温度高、显色稳定、保存期长,耐用性好,难于伪造的特点:

(1) 静态发色温度大于 120°C ,在 95°C — 100°C 热水中浸泡1 min后,仍能保持图文信息清晰。旅客撒上开水,票面信息也不会破坏;

(2) 显色稳定在强光、高热、高温高湿的情况下,票面信息完好可视,能满足在全国各地铁路环境使用;

(3) 图文保存期长。在常规环境下,车票的热敏显色文字和图像经历10年仍可清晰辨认,可作为凭据保存,车票其他部分无明显变化;

(4) 车票具备耐油、耐水、耐汗、耐酒精和耐增塑剂(塑料中添加剂)能力,充分考虑旅客使用时的油污、汗污、酒水和塑料钱包保存的使用情况,保持车票图文信息清晰完整;

(5) 采用高技术含量的热敏材料,客观上提高了伪造车票的技术难度,提高了车票的安全性;

(6) 热敏车票加工过程采取先涂敷热敏层,再印刷票面底纹。售票打印的图形文字在底纹的下面,斜向对光观看,车票图文上有连续的底纹图案。旅客可凭此辨识挖补伪造的车票;

(7) 热敏材料显色不可逆,不可将已打印的车票消色后再次使用。

6 实际使用效果

2007年6月21日,经过半年的紧张准备,沪宁杭自动售检票系统在杭州站启动试运行,开始向旅客发售磁性车票,动车组磁票进站自助检票。随后,南京站、上海南站和上海站也启动试运行工作。至2007年6月26日,上海铁路局4站试运行工作全部启动。试运行总计发售磁性车票8万张,自动检票机检票3.7万张。窗口售票量高峰达到日班1100张以上,自动检票机检票高峰达到20人/min,系统运

行基本稳定。在总结试运行成功经验的基础上,各方总结改进。2007年7月1日,上海铁路局4站开始正式运行,面向旅客发售全路的磁性车票。至今系统运行稳定,磁票使用情况正常。

7 结束语

沪宁杭自动售检票系统刚刚投入运行,还需要不断的改进、完善和提高。在总结前期实践经验的基础上,我们认为磁性车票在以下方面应着重提高:

(1) 票面信息增加防伪功能:采用特殊配方、特殊纸张和特殊印刷技术,在票面增加可视、易读、防伪的信息标识,增加车票伪造难度,便于旅客和工作人员识别;

(2) 磁信息应用磁性水印技术:在车票制作过程中,分析加入磁性水印技术,争取做到磁票的物理特性唯一,结合信息安全技术,提高车票磁信息的安全性,提升车票磁信息抗伪造、复制和篡改的能力;

(3) 车票抗折能力提高:通过应用新的材料、配方和工艺提高票纸抗折能力,减少票纸弯折后信息记录的损失和破坏;

(4) 票纸挺度提高厚度降低:通过应用新的材料、配方和工艺,提高车票挺度等关键技术指标,降低材料用量,降低车票成本,保护环境。

铁路自动售检票系统是一个庞大的系统工程,磁性车票只是其中众多重要环节的一个。我们相信在国内各方铁路专家的努力下,铁路磁性车票的技术水平和应用水平将会不断提高。

参考文献:

- [1] 王 军, 刘春煌. 铁路客票发售和预订系统[J]. 中国铁道科学, 2001 (3).
- [2] 叶年发. 铁路客运专线自动检票系统的研究[J]. 中国铁道科学, 2006 (3).
- [3] 朱建生, 单杏花, 周亮瑾, 刘春煌, 刘 强. 中国铁路客票发售和预订系统5.0版的研究与实现[J]. 中国铁道科学, 2006 (6).
- [4] 郝应赐. 识别卡国际标准选要[J]. 信息记录材料, 1997 (3).
- [5] 张 彦. 客运专线自动售检票体系相关问题的探讨[J]. 中国铁路, 2006 (5).
- [6] 白炳新. 铁路实行磁卡车票的意义[J]. 中国铁路, 2000 (2).