

图书馆RFID标签数据标准化迁移案例研究*

陈攀 董曦京
(国家图书馆, 北京 100081)

摘要: RFID标签数据标准化迁移是通过技术手段将图书馆前期使用的标签数据转换为符合相关标准的标签数据格式过程。作为真实迁移案例研究, 本文以图书馆RFID国际标准相关规定为理论依据, 探讨和规划图书馆RFID标签迁移方案, 并对方案进行实施及测评, 期望本文对有相似数据迁移计划的图书馆有所帮助。

关键词: RFID; 图书馆; 标准化; 标签数据迁移

中图分类号: G252

DOI: 10.3772/j.issn.1673-2286.2018.05.005

1 标签迁移相关研究背景

1.1 标签迁移的必要性

图书馆界于1998年开始规模化引入RFID技术。RFID无源标签因具有非接触、可多标签连续自动识别等特性, 超越20世纪70年代出现的条码技术, 成为21世纪备受图书馆界青睐的识别技术。

图书馆RFID相关国际标准研究启动于2003年, 因涉及背景因素较多, 研究历经多年, 2011年图书馆RFID系列国际标准(ISO 28560-1、ISO 28560-2、ISO 28560-3)正式发布。2012年中国图书馆标准化委员会参照国际标准编制我国图书馆文化行业系列标准《图书馆射频识别 数据模型》(WH/T 43/44), 同年图书馆RFID国家标准立项^[1-5]。此后, 国内各图书馆在引进RFID技术时基本遵循标准规定, 然而标准发布前投入使用的RFID系统多采用非标准化的自定义标签数据格式(以下简称“非标数据格式”), 预估这部分用户数量在国内有60多家。这将是RFID技术在图书馆行业长期发展的障碍。

1.1.1 馆内新旧设备兼容问题

以中国国家图书馆(以下简称“国图”)为例, 国图引入该技术较早(2008年), 馆藏RFID标签数据采用自

定义的定长字段序列, 属非标数据格式。目前馆内使用RFID标签的各类开架图书有100余万册, 其中有几十万册图书是永久馆藏, 不会因图书剔旧而被替换。随着原有RFID设备老化, 设备更新提上日程, 新的RFID设备在读写器设置上多参照标准设计, 因此无法直接读取馆内非标数据格式标签, 即新旧设备不兼容, 这就造成某种程度的技术壁垒, 非标旧数据格式被动继续沿用。

1.1.2 与外馆的交流合作存在障碍

随着公共文化服务体系的不断发展完善, 自助服务将成为图书馆的基本服务。RFID技术除应用于独立图书馆系统外, 还可用于区域性图书馆联网合作, 如通借通还、大型自动化流通设备共享等。非标数据格式标签的存在会成为各馆流通数据交换的最大障碍, 特别是许多地区开始大力拓展分馆加盟服务模式, 前期非标数据格式用户将会受到制约, 因此, 这些用户需要将标签数据格式向国际标准迁移。

1.1.3 技术升级带来的迁移问题

国际标准不断修订完善, ISO 28560系列自发布以来已多次修订, 并于2014年发布针对超高频标签的ISO 28560-4标准^[6]。在未来物联网发展环境中, 由于标准

*本研究得到2016年度国家图书馆馆级基金一般项目“图书馆非标RFID标签数据迁移方法研究”(编号: NLC-KY-2016-15)资助。

修订及物流、出版等行业的交互合作,会产生异种数据结构标签并行兼容使用、标签产品升级等问题,都可能需要通过标签数据迁移来实现,迁移工作将成为常态化作业,各馆都将面临迁移问题。越早开始思考迁移问题,对整个行业的发展越有利。

1.2 国外标签数据迁移相关研究

RFID标签数据迁移是完成RFID标签的非标数据格式向标准化数据格式系统转化的过程,图书馆通过技术手段将原本使用的自定义RFID标签数据格式替换为符合相关标准的标签数据格式。ISO 28560-1第9.7章节中对迁移问题提出方案建议:标签迁移时可擦除旧RFID标签所有数据,并按标准格式覆盖写入;如果旧标签上有任何数据被锁定则可选择采用维持两套数据格式系统并存的方法,至少维持到数据被锁定的旧标签余量下降到运转成本评估高于直接标签替换时为止。但该标准对如何维持两套数据格式系统并存的方法并未做深入说明^[7]。

美国国家信息标准协会针对国际标准于2012年3月发布《美国图书馆RFID应用指南》。指南第4部分对美国图书馆RFID系统迁移到ISO标准标签数据格式做出较详细的说明。在迁移步骤上,指出迁移需求及迁移范围和速度取决于多种因素,包括新馆藏和原有馆藏的比例,以及现行系统的一致性。多数图书馆将经历原有RFID标签和新标准标签并行使用的迁移过程。因此,迁移在“混合”标签环境中运行,大多数图书馆标签迁移方案会在正常开馆的“动态迁移”(on-the-fly migration)和停止借还服务的“系统性迁移”(systematic migration)两种方向上进行平衡选择^[8]。

1.3 标签数据迁移方法

目前,国内图书馆界尚无对非标RFID标签进行数据迁移的案例研究,相关文章也非常少。我国图书馆RFID行业标准虽然参照ISO 28560起草,但对于标准实施与标签数据迁移问题并未做出详细说明。《图书馆RFID技术理论与实践》结合国情及应用情况提出标签全部换新、标签数据转换、新旧标签数据格式并行使用(以下简称“新旧标签并行”)3种方法^[9],下面对其适用背景分别进行分析。

(1) 标签全部换新。标签全部换新,即将馆藏旧

RFID标签拆除,全部贴装新标签后重新做数据挂接。采取这种方法一方面是早期标签软硬件技术与新标签技术完全不兼容,旧标签必须全部换新;另一方面是由于虽然新旧标签硬件技术部分兼容,但旧标签数据被锁死,或标签存储容量偏小,无法通过改写实现新标准的功能,因此选择标签全部换新方法实现迁移。

(2) 标签数据转换。标签数据转换指将原有标签的数据元素项和数据格式转换为与新标准兼容的数据格式,前提条件是新旧标签技术兼容,旧标签数据未被锁死。转换时,需将旧标签数据格式与标准化格式进行对照,确定转换关系,然后在迁移过程中逐一擦除标签的旧有数据并写入新数据。这种做法看似理想,但也存在两个问题:前期标签应用数量越多,回溯重写工作量越大;对于处于流通中的图书,必须停止借阅以便完成标签修改,对图书馆日常业务工作影响较大。

(3) 新旧标签并行。该方法的基本前提是标签的硬件技术参数一致,在沿用旧标签的同时,按照新标准重新定义标签数据格式,且RFID前端设备需加入自适应识别软件,对新旧两类标签数据进行自动区分识别处理;待标签寿命到期和文献剔旧,逐渐实现标签的标准化。此方法要求新旧标签具备某些可区分的特征信息标识,需要为系统RFID终端编制自动适应处理识别新旧标签的软件。新旧数据模型的并行可能存在识读效率、稳定性等问题,需要在实施之前进行综合性测试。

综合比较上述3种迁移方法的实施难度和实施效果,可以看出虽然新旧标签并行迁移方法在软件调整上有一定难度,但仍是3种方式中的最优方案。

2 标签数据迁移方案设计及实施

2.1 实证研究背景及目的

国图采用高频(13.56MHz)RFID标签技术,应用规模较大,且大部分馆藏不会因剔旧而在短期内被替换,因此,在迁移方案的选择上须非常慎重。经过调查论证,2015年国图启动RFID标签数据迁移项目确定采用新旧标签并行的迁移思路,项目旨在通过开发前端设备的自适应识别软件,对馆员工作站、标签加工器、自助借还机、移动采集车、室外24小时还书机等设备的应用软件进行更新升级,使设备可同时对新旧两类数据模型标签完成自动识别处理,从而完成开架借阅图书

RFID标签数据迁移。

在设计新RFID标签数据格式时,需考虑4点问题:①新标签数据格式必须遵照行业标准编制,符合ISO 28560-1、ISO 15511等相关国际标准;②新的标签数据格式要根据原自定义标签的参数进行对应转换设置;③方案应充分考虑未来标签数据元素的可扩展性;④方案应充分考虑与其他工作流程(如采编流程

等)的衔接问题。

2.2 标签数据元素设置

根据行业标准规定,标签数据元素设置包括用户数据元素及系统数据元素两部分,国图的标签数据迁移具体方案设计见表1。

表1 新旧标签数据设置对照表

| 元素类型 | 序号 | 元素名称 | 旧标签 | 新标签 | 备注 |
|------|----|------------|----------|-----|-------------------------------|
| 用户数据 | 1 | 主馆馆藏标识(必备) | 采标 | 采标 | 新旧标签数据一致 |
| | 3 | 所属机构代码(必备) | 采标 | 采标 | 新旧标签数据一致 |
| | 5 | 应用类别 | 自定义 | 采标 | 新旧标签采用的应用类别标识编码、存储位置不同 |
| 系统数据 | | DSFID | 未采用 | 采标 | 仅新标签采用 |
| | | AFI | 存储位置挪作他用 | 采标 | 旧标签将AFI存储区挪用于标签应用类别,新标签遵守标准设置 |
| | | EAS | 采标 | 采标 | 新旧标签数据一致 |

2.2.1 用户数据元素设置

用户数据元素共31个,其中主馆馆藏标识、所属机构代码为必备元素,图书馆需根据标准进行设计。本方案对2个必备元素和1个可选元素进行设置。

(1)主馆馆藏标识(即馆藏条码)。主馆馆藏标识是对图书馆馆藏的唯一标识,在写入时,该字段需锁定以防篡改。在本次数据迁移方案设计时,新旧标签的此数据值保持一致无须更改。

(2)所属机构代码(即馆代码)。根据行业标准规定,所属机构代码应与ISO 15511定义的一致,各馆的具体设计方式可参考相关研究成果^[9-10]。所属机构代码标识字段在写入时也需锁定。在本次数据迁移方案设计时,新旧标签的此数据值保持一致无须更改。

(3)应用类别。应用类别表示资料或设备在图书馆内的用途,如采访文献、流通文献、读者证、图书馆设备等,具体取值范围需参照WH/T 43-2012附录C应用代码类型设置。本方案未包括文献采访环节,因此仅对流通环节进行设置,流通文献应用类别代码设置为(0 1)_{HEX}。如果图书馆使用RFID读者证卡,则其应用类别代码设置为(8 0)_{HEX}。

国图在旧RFID标签中也对应用类别进行了设置,但采取与行业标准完全不同的存储方式(位置)及参

数值。

2.2.2 系统数据元素设置

系统数据元素包含4类元素:应用族标识符AFI、数据存储格式标识符DSFID、标签唯一标识符UID和物品电子安保EAS。其中,DSFID在标准中明确规定,遵循ISO 28560-2标签编码的DSFID量值为(0 6)_{HEX},国图RFID系统旧标签数据模型并未采用此参数,本次迁移方案将参照标准规定来设置此数值;目前大部分标签的UID由集成电路制造商写入,且存储在非改写区域,无须图书馆设置;国图RFID系统旧标签安保采用物品电子安保EAS防盗技术,本方案确定的新标签继续沿用EAS安保方式,不做更改。

国图旧标签系统参数AFI存储区被挪用于存储自定义的标签应用类别参数,这是国图新旧标签数据兼容识读中需重点解决的问题。

国际标准规定,图书馆界应采用标准化的AFI参数:已借给读者的馆藏AFI被写入(C 2)_{HEX},图书归还后,在馆馆藏值为(0 7)_{HEX};未设置参数的新标签AFI缺省值通常为(0 0)_{HEX}。本次迁移方案设计时,国图遵照国际标准规定对AFI设置规则进行修改,在兼容软件设计中,对AFI参数的判断成为区分两类标签的重要依据。

2.3 标签数据迁移的程序解决方案

本文所设计的标签数据迁移解决方案的核心要素在于新旧标签混合状态下的自适应识别,为二者选择适当的区分标识项是程序设计的重点。如上述新旧标签AFI数据设置的差异可作为区分标识。RFID标签在初次被读取时,标签将传递两个重要信息,一是TagID(标签唯一标识符),二是AFI。在标签初读应答后,如果AFI值是(C 2)_{HEX}或(0 7)_{HEX},则判断该标签为国际标准化数据格式;如果AFI值为(9 1)_{HEX}、(9 2)_{HEX}或(9 3)_{HEX},则判断该标签为非国际标准化数据格式;最后,程序通过调用相应的函数对两类标签进行识读。

新旧标签区分及数据解析过程函数的调用需嵌入相应设备(如室外24小时还书机、室内自助借还书机、移动采集车等)程序中的每一个(次)标签识读节点上。从原理上看,标签初读判断程序不会过度增加系统的作业时间。多种标签混合数据格式情况下,条件(语句)判断的个数增加,每个标签由一个相应函数程序解析,获得的主键数据(主馆馆藏标识,所属机构代码等)经中间件软件递送给图书馆集成系统处理。初读判断系统开销不会很大,而数据解析的系统开销较大,但增加判断跳转条件数量会加重出错概率,因此,变更后的多数据格式标签混用系统的可靠性及效率需要通过系统化测试来检验。

3 标签迁移测试方法

经过需求分析、程序框图设计、软件开发等环节,兼容程序通过验收测试,功能基本满足流通业务需求。本次测试为保障测试结果的有效性,测试参考相关国家标准《信息技术 射频识别设备性能测试方法 系统性测试方法》(GB/T 29272—2012)设计,并根据图书馆实际情况对测试进行适当简化^[11]。

为保证测试对象一致性,本次所有测试标签、读写器设备均为同一公司同一批次产品。测试环境为实际业务操作环境,而非实验室环境。环境温度、湿度等均符合标签物理性能要求。

本次测试的主要指标参照GB/T 29272中的读取率、写入率等规定。读取率指读写器能够正确读取标签数据的射频标签数与射频标签总数的百分比;写入率指读写器能够正确写入标签数据的射频标签数与射频标签总数的百分比。

3.1 功能测试

功能测试主要针对兼容软件运行环境下图书加工、图书借还等业务流程是否顺畅,新旧标签并行情况是否良好。测试内容参照测试标准设计标签读取、写入测试,并在真实应用环境下进行图书借还测试等。每类测试都设有新格式标签组、旧格式标签组及新旧混合编组,每组测试均重复5次,以保障结果有效。

从测试结果看,本次功能测试基本达成预期目标,兼容软件在标签读取、数据写入(标签加工)等功能上均运行良好,读取率、写入率满足业务需要,软件未对业务流程造成影响。在单册读取测试、新标签多册读取测试及混合编组读取测试中,设备读取率均为100%,借还操作流程顺畅,并未与使用兼容软件前有明显变化。但当单次读取图书总高度超过15厘米时,设备的读取率将低于80%,图书馆在单次借还图书数量设置上需适当考虑设备读取极限。在架位采集测试中,新标签图书、旧标签图书及混编图书架位采集流程的读取率均为100%,采集时长与原采集流程无显著差异,基本满足业务需求,平均单册图书识读时间少于1秒。

3.2 性能测试

性能测试的目的是对比安装兼容程序前后操作系统性能受到的影响。测试设计了测试组(已安装兼容程序)和对照组(未安装兼容程序)同时进行,测试方法部分参照GB/T 29272—2012设计。该国家标准参考国际标准ISO/IEC 18046起草,相比国际标准在部分测试内容和测试参数上进行了调整^[12]。国家标准中规定移动式系统、固定单天线系统、门式天线系统和隧道式天线系统的测试目的、测试布置、测试步骤和测试报告,并对长度采样步长、移动采样步长等做出规定。

考虑到图书馆实际应用环境及测试能力,简化测试方案。为排除设备外因素(如网络传输、数据交换等)影响,性能测试仅识读本地数据,测试对象仅限固定单天线系统设备(馆员工作站)。测试内容包括固定单天线系统识读距离、多标签访问能力等。

3.2.1 识别距离测试

测试设计如图1所示,测试平台水平放置,读写器天线固定在测试平台的固定部件上。将一个标签固定在测

试平台的移动部件上,读写器天线和标签天线的方向为最佳耦合方向。测试前,将标签放置在超过识别距离期望值的位置,读写器发出识别命令,确保读写器不能解码标签返回的任何响应;开始测试后,标签按步长值0.5厘米向读写器移动,验证通信链路是否建立。如果建立成功,则连续发送命令5次,验证是否每次都成功建立;如果5次中有1次未建立,则标签按步长值0.5厘米向读写器移动,直到5次通信链路均成功建立时记录该距离。然后继续将标签向读写器移动,直至读写器所处位置,记录各采样点测试结果,测试结果最大值作为识别距离。超高频标签与高频标签由于识别距离的差异,步长值设置也不同,具体设置方法可参照GB/T 29272—2012。

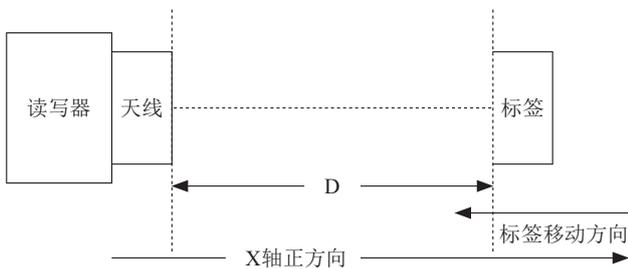


图1 固定单天线系统操作距离测试布置

3.2.2 多标签访问能力测试

测试设计如图2所示,测试平台水平放置,读写器天线固定在测试平台的固定部件上。标签群放置在系统的识别范围内。读写器天线和标签天线的方向为最佳耦合方向。测试根据应用要求对标签群在不同的位置、各种几何排列形式等情况重复进行。

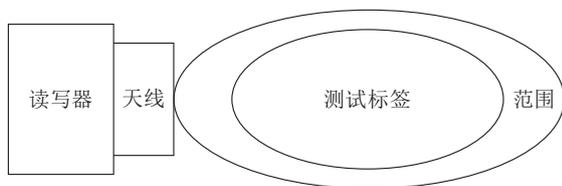


图2 固定单天线系统多标签访问能力测试布置

标签群的几何排列可以是一维、二维或三维,在几何排列中标签的间距一致。标签间距为相邻标签几何中心之间的距离,标签最小间距不小于标签长度最大值的2倍。本测试标签天线长度为4.5厘米,故标签最小间距不小于9厘米。标签排列方式参照GB/T 29272设计。

测试开始时,读写器发出识别指令(读或写命令),分别记录识别率(读取率或写入率)为80%、90%和

100%时所用的时间;如果标签识别率不到100%,则测试应在 $5T_{80\%}$ 或预定时间后停止($T_{80\%}$ 表示识别率为80%时所用的时间,即测试应在5个 $T_{80\%}$ 时长后终止)。

3.2.3 性能测试结果

性能测试结果显示,安装兼容软件前后,固定单天线系统(馆员工作站)的识读性能无显著变化,软件对于图书馆RFID系统性能无显著影响。在多标签访问能力测试中,标签一维排列、二维排列、三维排列时,安装兼容软件前后系统识读性能均无显著变化,识读率基本一致。其中,在二维排列测试中,测试组与对照组的标签读取率均未达到100%,但读取率一致,基本可排除兼容软件对读取率的影响。

3.3 测试结论

本次测试经过多次方案讨论,力求科学、严谨,参照相关国家标准,对于兼容软件的功能及性能进行较全面测试。测试结果显示,兼容软件功能能够满足图书馆日常业务要求,RFID系统在功能、性能上都未受到明显影响,设备工作效率未见显著下降。

由于图书馆缺少专业RFID测试仪器,本次测试存在许多不足。项目组在选择参考国家标准制定测试方案时,已采用非专业仪器的作业效果检测精确到1秒。从测试结果看,虽然系统性能无显著差异,不影响业务流程,但测试精度无法达到专业仪器计量精度(毫秒、微秒级差异),部分影响了对兼容软件性能的精确判断,后期有条件的用户可寻求专业机构的指导与帮助。

4 结语

本项目是目前国内首个RFID标签迁移的实证研究项目,可作为其他图书馆实施数据迁移的参考案例。在整个项目实施过程中,对迁移问题的国内外研究情况及本馆现状进行调查分析,并结合研究提出切实可行的“动态迁移”方案。项目经过一年多的探索,成功开发兼容软件,并对迁移方案进行翔实的实测试验证。

目前图书馆界RFID应用采用HF与UHF两个频段,本项目以HF 13.56MHz频段标签为对象,对UHF 900MHz频段标签数据迁移并未提及。由于国际标准ISO 28560-4是ISO 28560系列标准中发布最晚的一个

(2014年发布),相对而言,UHF频段的非国际标准化用户数量比例更大。与HF频段应用不同的是在ISO 28560-4发布前,国内已发布了2个区域性UHF频段标准,即广东地方标准《超高频射频识别 图书管理》(DB 44/T 898.1)^[13]、高校图书馆联盟规范《高校图书馆UHF-RFID 技术》^[14],不少用户应用这两个标准。经对研究分析,项目组认为利用这两个标准适当地嵌入新旧标签区分性软件程序,即可实现新旧标签并行的兼容迁移。我国图书馆RFID应用起步于2006年,几乎所有用户都使用了标准化物理层协议(HF、UHF)标签,在该层面上做数据迁移标准化比国外早期用户更有利。

未来,如果出版行业、物流行业加入EPC标准化体系,图书馆行业也需做出相应的政策调整,以适应全球物联网体系的发展,届时图书馆界将面临大规模的标签数据迁移方案的讨论。

参考文献

- [1] Information and documentation-RFID in libraries-Part 1: Data elements and general guidelines for implementation: ISO 28560-1: 2011 [S/OL]. [2017-12-20]. <https://www.iso.org/standard/50996.html>.
- [2] 全国图书馆标准化技术委员会. 图书馆射频识别数据模型: 第一部分 数据元素设置及应用规则: WH/T 43—2012 [S]. 北京: 国家图书馆出版社, 2012.
- [3] 全国图书馆标准化技术委员会. 图书馆射频识别数据模型: 第二部分 基于ISO/IEC 15962的数据元素编码方案: WH/T 44—2012 [S]. 北京: 国家图书馆出版社, 2012.
- [4] International standard identifier for libraries and related organizations (ISIL): ISO 15511: 2011 [S/OL]. [2017-12-20]. http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=57332.
- [5] 全国图书馆标准化技术委员会. 图工委成立以来立项标准一览表 [EB/OL]. (2011-08-17) [2017-12-20]. http://www.nlc.cn/tbw/bzwyh_bzhxd_1.htm.
- [6] Information and documentation-RFID in libraries-Part 4: Encoding of data elements based on rules from ISO/IEC 15962 in an RFID tag with partitioned memory: ISO/TS 28560-4: 2014 [S/OL]. [2017-12-20]. <https://www.iso.org/standard/62311.html>.
- [7] Information and documentation-RFID in libraries-Part 1: Data elements and general guidelines for implementation: ISO 28560-1: 2014 [S/OL]. [2017-12-20]. <https://www.iso.org/standard/65203.html>.
- [8] NISO. NISO RP-6-2012 RFID in U.S. Libraries [EB/OL]. (2012-03-28) [2018-04-25]. http://www.niso.org/apps/group_public/project/details.php?project_id=102.
- [9] 董曦京. 图书馆RFID技术理论与实践 [M]. 北京: 国家图书馆出版社, 2013: 164-165.
- [10] 董曦京. 国际标准图书馆标识 (ISO 15511-ISIL) 与中国图书馆代码应用方案探讨 [J]. 数据分析与知识发现, 2010, 26 (3): 1-7.
- [11] 中国电子技术标准化研究所. 信息技术射频识别设备性能测试方法#系统性能测试方法: GB/T 29272—2012 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [12] 耿力, 王文峰. 射频识别设备系统性能测试方法 [J]. 信息技术与标准化, 2009 (8): 22-26.
- [13] 超高频射频识别 图书管理 第一部分: 系统架构和应用要求: DB44/T 898.1—2011 [S/OL]. (2011-08-22) [2018-05-07]. http://www.bz360.org/ESA_Query_STD/Details.aspx?a001=EI081125STD934838.
- [14] 高校图书馆RFID技术应用联盟. 重要文件 [EB/OL]. [2018-01-20]. http://www.cityu.edu.hk/lib/rfid_consortium/document.html.

作者简介

陈攀, 女, 1984年生, 副研究馆员, 研究方向: 文献流通管理、图书馆RFID应用, E-mail: chenpan@nlc.cn.

董曦京, 男, 1958年生, 研究馆员, 研究方向: 图书馆自动化流通管理、图书馆RFID行业标准, E-mail: dongxj@nlc.cn.

Exploring the Migration Case of Library RFID Legacy Tag Data Structure Standardization

CHEN Pan DONG XiJing
(National Library of China, Beijing 100081, China)

Abstract: RFID tag data migration means the process that from legacy RFID implementation to the standardized data structure system by proper technique methods. As a research and real migration case, tag data migration scheme were discussed and programmed according to the international standard. Implementation and result evaluation have been done. Expecting this paper can be used as reference material and being helpful to those libraries preparing similar migration plan.

Keywords: RFID; Library; Standardization; Tag Data Migration

(收稿日期: 2018-04-18)