

射频标识 (RFID) 与图书馆

□ 孙卫 / 中国科学技术信息研究所 北京 100038

胡昱晓 / 国家图书馆 北京 100081

摘要: RFID作为一种新型的信息技术已经运用在了物流等广泛领域,图书馆也是RFID的一个重要应用领域,RFID技术作为一种全新的图书管理技术可以在图书查找、图书排架、图书防盗、图书借还方面超过原有的技术方法。随着RFID技术的不断改进,RFID在图书馆应用会越来越多,可以提高图书馆的服务水平。

关键词: 射频标识, 标签, 标准, 图书管理, 图书防盗

DOI: 10.3772/j.issn.1673-2286.2009.09.007

射频标识 (Radio Frequency Identification) (简称 RFID) 在历史上的首次应用可以追溯到第二次世界大战上个世纪四十年代,其当时的功能是由于分辨出敌方飞机与我方飞机。我方的飞机上装载有高耗电量的主动式标签 (Active Tag),当雷达发出询问的讯号,这些标签就会发出适当的响应,藉以识别出自己是友军或是敌军。该项技术后被用于美国空军飞行员的身份标识,美国空军飞行员都有一个被动式的标签识别牌。

RFID 技术最近 10 年在我国快速推广应用,从第二代身份证到城市的公交卡,从广深高速铁路的火车票到各种类型的非接触式的 IC 卡,几乎无处不在。深圳图书馆在我国最早把 RFID 用于图书、库架、读者卡的管理,目前射频标识技术在图书馆中被逐步认识和采用。

1 RFID标签的分类

1.1 基本RFID标签原理

被动发射射频标签技术。一个集成电路 (IC) 连接到一个天线上,这个标签是没有电源的。当通过一个射频检测天线时,先接收射频天线的能量,转换成这个 IC 需要的电能,再把 IC 里的内容通过天线发射出去。由于在标签上没有电源,利用的是检测天线发射的电波,将其转换成自己所需的电能。这个原理过程就是被动发射射频技术,也称为无源标签,这类标签尺寸小。

主动发射信标射频标签技术。在一个装置上,有完整的 IC 和天线,同时具有电源供给。这个标签是按照设定的规则,主动发射 IC 里的内容,供其他检测装置检测。这类标签的体积比较大,由于有电源,所以可以持续的进行 IC 内容的射频发射。这个原理过程就是主动发射射频技术,也称为有源标签,这类标签尺寸大。

半被动发射射频标签技术。一个集成电路 (IC) 连接到一个天线上,这个标签有一个电池辅助。

当通过一个射频检测天线时,先接收射频天线的能量,然后开启电池的连接,提供 IC 需要的电能,再把 IC 里的内容通过天线发射出去,然后关断电池的连接。由于在标签上的电池是靠检测天线发射的电波连接到 IC 的,然后是电池供给电能把 IC 里的内容发射出来,利用的是检测天线发射的电波唤醒电池连接,再主动发射。这个原理过程就是一个半被动发射射频技术,也称为触发型有源标签,这类标签尺寸稍大。

1.2 RFID发射频率划分

RFID 的频率范围非常广泛。在图 1^[1-2] 中,可以看见 RFID 的频率划分非常的宽广,应用的类型覆盖也很广。

1.3 RFID应用范围与标准化

RFID 的频率分配很广,应用

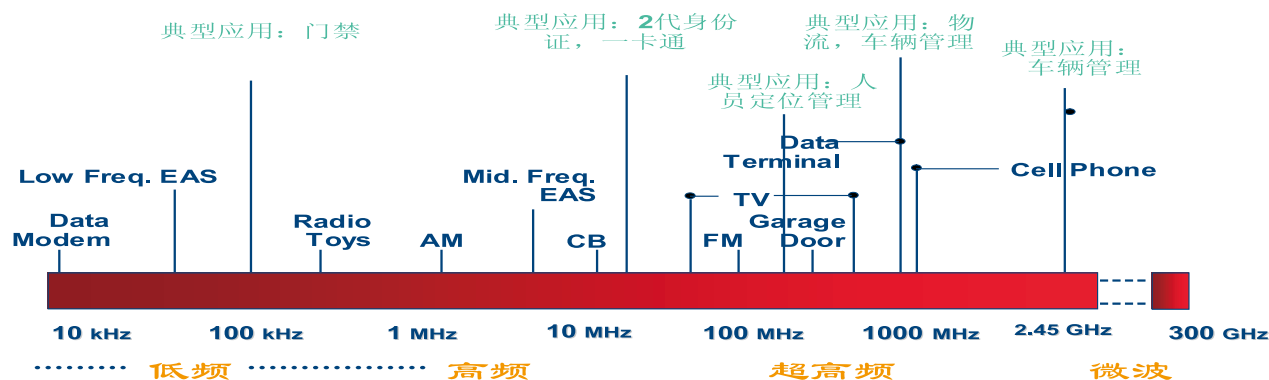


图1 RFID频段

表1 RFID频率、应用、标准汇总表

参数	低频率 (KHz)	高频率 (MHz)			UHF (MHz)	微波 (GHz)
频率	125-134	13.56	13.56	13.56 (相位抖动)	868-915	2.45-5.8
市场份额 (全球RFID收发器发货量)	74%	17%	17%	2003开始	6%	3%
读取距离	达1.2米	0.7米-1.2米	达1.2米	达1.2米	达4米	达15米
速度	慢	慢	中 (0.5米/秒)	非常快 (4米/秒)	快	非常快
发送器与阅读器的方向要求	没有	没有	没有	没有	部分必要 (功率和波束角, 是否需要定向天线)	总是必要 (微波的指向性决定天线的定向性) 基本是 (欧洲除外)
全球统一频率	是	是	是	是	欧洲/美国	
已有的ISO标准	11784 11785 14223	14443 A+B+C	18000-3.1 15693	18000-3.2	18000-6 EPC (C0/C1/ C1G2)	18000-4
主要应用	门禁 锁车架 加油站 洗衣店	智能卡 电子ID票务	大型活动 货物物流	机场验票 药店 邮局	货盘登记 卡车登记 拖车跟踪	公路收费 集装箱跟踪

范围也很广，归纳总结见表 1^[3]。

2 RFID国际标准^[1]

2.1 低频标签与标准

低频段射频标签，简称为低

频标签，其工作频率范围为 30kHz - 300kHz。典型工作频率有：125KHz、133KHz。低频标签一般为被动标签，其电能通过电感耦合方式从阅读器天线的辐射近场中获得。低频标签与阅读器之间传送数据时，低频标签需位于阅读器天线

辐射的近场区内。低频标签的阅读距离一般情况下小于 1.2 米。低频标签的典型应用有：动物识别、容器识别、工具识别、电子闭锁防盗（带有内置应答器的汽车钥匙）等。与低频标签相关的国际标准有：ISO11784/11785（用于动物识别）、

ISO18000-2 (125-135 kHz)。

2.2 中频标签与标准

中高频段射频标签的工作频率一般为 3MHz ~ 30MHz。典型工作频率为：13.56MHz。该频段的射频标签，从射频识别应用角度来说，因其工作原理与低频标签完全相同，即采用电感耦合方式工作，所以宜将其归为低频标签类中。另一方面，根据无线电频率的一般划分，其工作频段又称为高频，所以也常将其称为高频标签。鉴于该频段的射频标签可能是实际应用中最大量的一种射频标签，因而将高、低理解成为一个相对的概念，即不会在此造成理解上的混乱。为了便于叙述，将其称为中频射频标签。

中频标签由于可方便地做成卡状，典型应用包括：电子车票、电子身份证、电子闭锁防盗（电子遥控门锁控制器）等。相关的国际标准有：ISO14443、ISO15693、ISO18000-3.1、ISO18000-3.2 (13.56MHz) 等。

中频标准的基本特点与低频标准相似，由于其工作频率的提高，可以选用较高的数据传输速率。射频标签天线设计相对简单，标签一般制成标准卡片形状。

2.3 超高频标签与标准

超高频与微波频段的射频标签，简称为超高频射频标签，其典型工作频率为：433.92MHz，862(902)~928MHz，2.45GHz，5.8GHz。超高频射频标签可分为有源标签（主动方式、半被动方式）与无源标签（被动方式）两类。工作时，射频标签位于阅读器天线辐

射场的远区场内，标签与阅读器之间的耦合方式为电磁耦合方式。阅读器天线辐射场为无源标签提供射频能量，将有源标签（半被动方式）唤醒。相应的射频识别系统阅读距离一般大于 1m，典型情况为 4~6m，最大可达 10m 以上。阅读器天线一般均为定向天线，只有在阅读器天线定向波束范围内的射频标签可被读 / 写。

以目前技术水平来说，无源微波射频标签比较成功的产品相对集中在 902~928MHz 工作频段上。2.45GHz 和 5.8GHz 射频识别系统多以半无源微波射频标签（半被动方式）产品面世。半无源标签一般采用钮扣电池供电，具有较远的阅读距离。

超高频射频标签的典型特点主要集中在是否无源、无线读写距离、是否支持多标签读写、是否适合高速识别应用，读写器的发射功率容限，射频标签及读写器的价格等方面。典型的微波射频标签的识读距离为 3~5m，个别有达 10m 或 10m 以上的产品。对于可无线写的射频标签而言，通常情况下，写入距离要小于识读距离，其原因在于写入要求更大的能量。

超高频射频标签的典型应用包括：移动车辆识别、电子身份证、仓储物流应用、电子闭锁防盗（电子遥控门锁控制器）等。相关的国际标准有：ISO10374，ISO18000-4 (2.45GHz)、ISO18000-5 (5.8GHz)、ISO18000-6 (860-930 MHz)、ISO18000-7 (433.92 MHz)，ANSI NCITS256-1999 等。

2.4 常用中频射频标签对比

在 13.56MHz 的中频射频标签中，最常用的有两种，接触式的 ISO14443 和非接触式近距的 ISO15693。在我国第二代身份证和公交卡中，广泛使用的是 ISO14443 标准的接触式 RFID。在图书馆中，广泛使用的是 ISO15693 标准的近距的非接触式的 RFID。

为什么采用近旁式的 RFID 用于公交卡？因为如果采用近距式的，就可能由于天线对于靠近天线而不准备登车的卡产生误检测，并进行扣钱处理。而采取近旁式（接触式）就能一个一个进行公交卡检测和扣钱处理，不会把附近的卡误处理。

表2 ISO14443和ISO15693特点对比表

功能	ISO14443	ISO15692
RFID频率	13.56MHz	13.56MHz
读取距离	接触型，近旁型（0公分）	非接触型，近距型（2-20公分）
IC类型	微控制器（MCU）或者内存布线逻辑型	内存布线逻辑型
读/写（R/W）	可写、可读	可写、可读
数据传输率（kbps）	106，最高可到848	106
防碰撞再读取	有	有
IC内可写内存容量	最大64KB	最大2KB

那为什么图书馆采用近距式的 RFID 图书标签呢？因为一个读者可能会借多本书，一本一本的进行接触刷卡，由于 RFID 标签位置（接触型的 RFID 标签是规则尺寸）的不同，造成效率降低。采用近距式（非接触式）就可以一次把不同书不同位置的 RFID 标签和多个标签书都刷出来，效率很高。一般情况下，读者卡和图书的非接触式的 RFID 是不同性质的，读者卡只有基本信息，借阅等都在远端的服务器上，操作——显示——确认容易实现，所以提高效率是图书馆应用的主要要求。而第二代身份证或者公交卡，都不能在公开场所进行操

作——信息显示——确认的模式，所以效率低一点的近旁式的 RFID 就更适合了。根据需要不同，选取不同特点的 RFID 标签。

2.5 ISO18000系列RFID标准

ISO18000 的一系列标准涉及到各种频率和各种应用的七种 RFID 应用，而 ISO14443 和 ISO15693 标准主要都是针对 13.56MHz。所以，国际把主要的 RFID 标准都归纳到 ISO18000 系列标准中去。所以，ISO18000 标准是按照频率进行分类合并、归纳、制定的 RFID 标准。

在使用了 RFID 系统的图书馆中，利用手持设备，可以帮助快速寻找指定的图书。传统的图书馆利用 OPAC 查找书已经很方便，但是到实体架取书比较困难，一个是对排架规则知识的不了解，一个是对多层架的规律不熟悉，如果在 OPAC 上查到书，并输入到手持设备，到大体的那个库架前，不用蹲或者爬梯，利用手持设备顺扫，听到声音时，指定的那本书就可以很快的获取了。

在使用了 RFID 系统的图书馆中，利用自助借还设备，可以解决每天开馆时和闭馆临近时读者集中还和集中借的拥堵情况，改进服务效率。在传统图书馆的开门和闭馆时期的，读者排长队的现象，在节假日期间，图书馆读者非常多的时候，读者抱怨最多的是借还效率。在使用了 RFID 自助借还系统以后，深圳图书馆已经极大的改变了读者排长队进行借还的局面，使用 RFID 设备改进了服务的效率已经得到了市民和政府的肯定。

表3 ISO18000系列标准频率划分表

18000分系列	规定范围	应用领域
-1	全球统一频率空间接口通信（AIC）一般参数	
-2	135KHz AIC 参数	近距离纸介质标签 门禁
-3	13.56MHz AIC参数	内存布线逻辑
-4	2.456GHz AIC参数	远距离读取应用
-5	5.8GHz AIC参数	
-6	860MHz-930MHz AIC参数	
-7	433.92MHz AIC参数	

3 图书馆应用RFID

3.1 RFID应用基本功能

在使用了 RFID 系统的图书馆中，利用自助借还或者人工辅助借还，由读取条码方式转变成近距读取 RFID 的方式，可以简化借还书作业，提高借还的效率。由于可以同时读取多本书的 RFID，对于借还多册的操作效率的提高非常明显。

在使用了 RFID 系统的图书馆中，利用手持设备，可以使得开架书的顺序整理变得简单。传统的图书馆完全靠人工来完成乱架与错架书整理工作，使用手持设备以后，对于 RFID 标签的图书整理可以按照预先的设定，找到乱架的书（读者顺手放置错），错架的书（读者有意放置到别的书架方便自己使用的），并再次顺序排放，满足理架的管理要求。

3.2 图书馆业务管理

（1）物流和数据流的变化。每一本书，每一张光盘，都有一个 RFID，编目时在贴条码流程中利用自动贴标签设备贴 RFID 标签。由于现在很多图书馆的业务外包，这个部分的工作量对于传统图书馆业务管理的变化不大。

图书馆需要决定，是否采用条码进行财产管理，RFID 进行业务管理？如果决定只使用 RFID 标签，那么图书馆财务管理系统的同步改造就必须进行。如果采用双标签，那么图书馆自动化系统改造就可以。因为条码理论上保存的时间

可以证明长于 RFID 标签,所以在有保存本需求的时候,不宜只采用 RFID 标签。

图书馆需要规范,这个 RFID 标签内容需要写入什么?

图书馆需要规范,不同的书同时进行标签处理时的位置差异。因为标签位置的重合,相邻书过薄等因素,都会影响手持设备的检测准确率。

(2) 在图书馆上架流程中,需要利用手持设备把 RFID 标签的书放置在对应的库架上,并把定位数据传给计算机系统,便于今后手持设备的管理,这对于流通环节是增加的工作量。同时,利用手持设备进行排架、理架、找书也是流通管理人员的工作流程中改变的地方。

图书馆需要决定,是只有书上采用 RFID 标签,还是库架也采用 RFID 标签来缩减范围?由于手持设备的无线电天线会受钢制书架、相邻书标签位不合适等的影响,造成点数、理架的误差,缩小库架的区域(每个区域 30-50 本),这个部分进入计算机库架系统,可以在这个小的区域中重复,并提高寻找速度。利用手持设备以后,图书馆还要加强对于流通人员的技术培训和管理责任心,不能完全相信技术,必须要提高人员素质和管理意识,来弥补技术装备的缺陷。

(3) 图书防盗安全措施,由于使用不同的公司的 RFID,会造成原来图书馆利用永磁或者可充磁防盗措施的变化。如果已经使用可充磁防盗措施的图书馆,只需要解决借还过程的消充磁同步就可以了,而使用永磁防盗措施的图书馆,需要与 RFID 厂商协商改进,下面将介绍解决方法。

图书馆需要决定,是否只采用

RFID 进行防盗?当一个有 RFID 标签的书被正常借出时,对应的一个标记位状态会改变,通过 RFID 门时,会根据这个变化决定报警与不报警。所以,利用 RFID 也是有一定的防盗功能的。只是由于无线电容易被遮挡,或者 RFID 标签比较大,容易被撕毁,或者通过 RFID 门的速度过快等因素会造成漏检或者错检。

3.3 RFID系统的改进与拓展

(1) 需要双安全措施,又不选择可充磁流程的 RFID 系统的改进。目前,不同的 RFID 系统提供商,采取了不同的防盗安全策略。但是,对于传统图书馆已经采用永磁防盗措施的,使用 RFID 系统感到为难,要不就只使用 RFID 芯片内的借阅位判断,要不就使用可充磁磁条技术。实际上,永磁磁条技术和 RFID 系统通过改造是可以合一的。

永磁门的工作原理是遇到永磁磁条就报警。传统的图书馆借阅完成后,人通过永磁门,而书通过柜台。实际上可以当人和书同时通过 RFID 门的时候,判断芯片内的阅读位来决定永磁门是否报警就可以了。即借阅位是借出状态时,关闭永磁门的报警。所以,这个改造是很简单的,关键是图书馆要提出来,让 RFID 系统厂商帮助进行改造。

(2) 需要重视 UHF 频段的 RFID。由于 RFID 标签的天线尺寸是由 λ/n 决定的(λ 是发射频率的波长),频率越低, λ 越大,当 n 一定时,UHF 的天线就比中频时的天线小很多。这个就是 UHF 标签的上升势头非常高的原因之一。

天线小,就意味着以后标签的造价低。如果把 IC 和永磁磁条(当天线)合并在一起,构成 RFID 标签,那么面积小,打在脊柱里都成为可能。在 RFID 的寿命中,IC 的寿命是有重复写的次数决定,而天线的寿命是由天线制作的方式、材料等决定。永磁材料非常稳定,做成的天线的寿命就会比磁性油墨印制的天线的寿命要长。而永磁磁条中间打断安装芯片,不影响永磁的特性。这样的磁条放置在书脊柱中隐蔽性也比 13.56MHz 的要好很多。另外一个优势,就是在传统图书馆中,对于借还的统计是非常准确的,但是,对于开架图书馆的阅览部分确无法统计。利用 UHF 在阅览室中布置的天线,可以检测出贴有 UHF 标签的书被移动的情况,那么这个统计就成为可能。所以,图书馆要重视 UHF 或者 2.45G 的 RFID 的发展趋势,这些新的标准的制定,也是为 UHF 被广泛使用而奠定基础。

(3) RFID 标签技术与数字图书馆的耦合研究。对于有物理馆藏和数字馆藏的图书馆,如何利用数字图书馆系统,妥善的进行网上馆际互借,RFID 完成物流的过程?完成电子复本和物理复本的动态管理与处理?这些都是图书馆可以充分研究并发挥 RFID 作用的可能。

(4) 逐步驱动出版印刷行业使用 RFID 技术。微波 RFID 标签在未来价格推测中,将可能降低到 1 美分以下,那个时候可能出版业也将大量使用 RFID 标签。图书馆今天选择的标签技术要尽可能的考虑与未来的印刷行业使用 RFID 技术在系统上复用的概率最高。标签识读头可以并行加入。

4 展望

图书馆推广使用 RFID 系统已经成为趋势,但是,如何最大限度的发挥 RFID 系统的作用,改进图书馆利用技术装备改造以后的服务效率和服务质量依然是摆在图书馆面前的问题。所以,图书馆在选择 RFID 系统的时候,主要需要考虑以下问题:

(1) 与现有的图书馆自动化系统的衔接。很多图书馆自动化系统软件,由于软件开发商原始开发目的、需求的不同,需要适应不同的 RFID 设备的相应接口、数据字段处理等的改造,这个成为图书馆使用 RFID 系统的最基本问题。

- 图书馆自动化系统与标签机、手持设备、自助借还等设备的接口,工作流程的相应调整与

增加;

- 自动化系统中,数据结构需要增加 RFID 码的位置、库架的位置;

- 已有的防盗措施与 RFID 安全门的设置。

(2) RFID 标签技术的思考。一定要选取具备 R/W 的近距式或者远距式的标签。控制检测天线的功率和方向角,就可以调整 RFID 的读取距离,所以,远距式是可以调成近距式的,可以扩展图书馆的应用。还要考虑遇到紧急情况下,可以离开网络进行读者借还的工作。过分的依赖网络型 RFID 系统处理技术将会影响图书馆的服务效率和服务质量。

(3) RFID 频率思考。要满足现在的基本需要,大部分 RFID 方案都可以满足。但是,扩展到双安

全门体系、阅览室定位体系、统计 RFID 标签的物品等都是由最初的 RFID 频率和系统处理能力决定的。

(4) 标签的长期可靠性的思考。不同价格的标签,寿命、可靠性是不同的。对于那些不准备利用条码进行资产管理的图书馆,特别要注意寿命和可靠性。

(5) 图书馆应该尽快制定 RFID 标签写入内容、不同馆识别码的标准化工作。否则又会出现不同的图书馆可以还入借出的概率(在条码时已经出现)。在总分馆制、馆际互借制中,RFID 的图书馆著录标准非常必要。

在大量使用 RFID 标签以后,图书馆的 RFID 标签价格的下降是肯定的。所以,越来越多的图书馆将使用 RFID 系统和标签。

参考文献

- [1] RFID 国际标准现状及未来发展趋势[EB/OL]. [2009-07-25]. http://w3.cyu.edu.tw/wind_cloud/rfid1/new%20data%5CRFID技术与标准协定_增加.ppt
- [2] 刘正耀.RFID Application Development[EB/OL]. [2009-07-25]. http://www.wanfang.gov.tw/ebm/medicine/Emerg/class_spc/4618/08.徐仕勇%20--RFID万方急认无线射频辨识系统.ppt
- [3] RFID 技术应用与及其发展趋势分析[EB/OL]. [2009-07-25]. <http://publish.it168.com/2006/0305/20060305006401.shtml>

作者简介

孙卫,中国科学技术信息研究所高级顾问,计算机高级工程师,中国计算机学会高级会员,北京通信学会理事.目前主要在知识组织、知识挖掘、知识处理技术上进行研究与教学.通讯地址:北京市复兴路15号 100038. E-mail: sunwei0125@gmail.com
胡显晓,国家图书馆工程师.通讯地址:中关村南大街33号国家图书馆业务管理处 100081. E-mail: huyuxiao@nlc.gov.cn

RFID And Library

Sun Wei / Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing, 100038
Hu Yuxiao / National Library of China, Beijing, 100081

Abstract: RFID as a new information technology has been used in a wide range of areas such as logistics, and the library is also an important RFID applications area. RFID technology as a new library management technology can be used in the books search, the books shelving, the books security, better than the original method. With the continuous improvement of RFID technology, RFID application in the library will be more and more common. Libraries can also use RFID technology to improve their service levels.

Keywords: RFID tag, Book management, Book security

(收稿日期:2009-07-30)