
RFID 技术在博物馆金属藏品管理上的应用探索

——以南京博物院金属库房为例

唐根顺¹

（南京博物院 江苏南京 210016）

【内容提要】：博物馆藏品的管理长期依赖人工，在信息化快速发展的时代，数字化技术已大量应用于博物馆。如 RFID 无线射频识别技术，有助于博物馆对藏品进行系统、科学地收藏与规范化管理。南京博物院典藏部探索了 RFID 技术在金属藏品上的具体应用，积累了丰富的经验，提高了工作效率和准确性，但也存在容易误读、漏读、缺少防盗功能等缺陷。未来的工作中，管理人员还需思索如何突破 RFID 技术技术瓶颈，实现这一技术在博物馆各类库房的广泛应用。

【关键词】：博物馆藏品管理 博物馆信息化 数据识别 RFID 金属藏品 南京博物院

【中图分类号】：G260 **【文献标识码】**：A

一、RFID 技术简介及其在博物馆的应用情况

RFID(Radio Frequency Identification) 是一种无线射频识别技术，是自动识别技术的一种，通过无线射频方式进行非接触双向数据通信，利用无线射频方式对记录媒体（电子标签或射频卡）进行读写，从而达到识别目标和数据交换的目的。RFID 技术在社会应用十分广泛，博物馆利用其非接触式自动识别技术进行藏品管理是值得探索的一项重要工作，即通过无线射频方式进行非接触双向数据识别技术，对藏品加以识别^[1]。

博物馆是收藏文物实物的场所，藏品是博物馆最重要的核心资源，其反映了各时代的生活和文化面貌，藏品保管自然也成为博物馆重要的基础工作。随着无线通信技术、物联网技术、数据库技术等信息化手段的发展，RFID 技术已实现在校园、智能家居、档案管理系统、图书智能化管理、仓储物流自动化等诸多方面的运用^[2]。为了适应时代发展，博物馆也开始利用 RFID 无线射频识别技术，以更科学的方式探索藏品管理，确保对文物藏品进行准确、安全、高效的出入库管理。

RFID 应用于藏品管理的原理是利用携带在某个移动物体上的 RFID 标签中的信息，实现对物体的追踪。藏品电子标签与所代表的藏品具有唯一的对应关系，管理员手持含有全馆藏品数据库信息的 RFID 阅读器在库房、展厅巡视一遍，即可将所有藏品核对清楚。RFID 技术还有利于藏品的查询、统计和提用，在动态管理方面颇具成效^[3]。

RFID 技术由电子芯片标签、RFID 发卡器、红外感应触发器、阅读器、天线以及管理软件组成。其工作原理是通过红外感应器触发 RFID 阅读器工作，阅读器通过天线发射 RFID 的识别信号并传递能量；RFID 电子标签接收到阅读器发射的识别信号及能量后反馈一组信号给阅读器；阅读器获取 RFID 标签信号后通过网络传递给服务器，服务器通过逻辑和数据库的运算来获取对应

¹ 收稿日期 2022-03-15

作者简介 唐根顺（1971—），男，南京博物院馆员，主要研究方向：秦汉考古、博物馆藏品管理、文物修复。

藏品的信息和状态；系统基于藏品信息和文物库房状态完成自动化出入库及状态查询的信息化数据采集、标示和自动生成记录。

目前，使用 RFID 技术进行藏品管理的博物馆有复旦大学博物馆、秦始皇帝陵博物院等，但这些博物馆藏品数量有限。复旦大学博物馆创建于 1991 年春，1992 年元旦正式开馆，拥有藏品约两千多件^[4]。秦始皇帝陵博物院的文物藏品大部分体量较大，且相对形态变化较小，如秦俑、车马器等，有利于 RFID 标签的附着和阅读器获取数据。因此，RFID 技术在这些博物馆的应用没有遇到高难度的挑战。

南京博物院作为一个历史悠久、藏品数量多且品类复杂的博物馆，典藏部成功使用 RFID 技术进行藏品管理并取得了一定成效，其经验值得推广。尤其是在 RFID 信号屏蔽严重的金属库房进行的尝试和探索，获得了一些宝贵的经验。

二、南京博物院的库房状况及应用需求

南京博物院藏品超过 43 万件，按质地设有金属、书画等十余个库房。金属库房藏品总量近两万件，主要有钱币、铜镜、佛像、钟表、珐琅、铁器、杂件等，不仅数量庞大，而且个体体积相差悬殊。而库房工作的性质要求藏品合理摆放的同时又便于查找，因此，金属库房是博物馆最难管理的库房之一。

在 RFID 技术使用之前，库房藏品出入库操作还是传统的人工方式。库房管理中心工作之一就是展览所需文物的提取，正常工作流程为：陈列部门完成展览策划方案，将相关拟提用藏品信息递交至典藏部门；保管人员根据藏品编号查询器物方位，确立藏品方位后入库查找藏品在库信息，如藏品不在库还要将策划方案返回陈列部门调整备选藏品。一次展览藏品的选择往往需要反复查询、调整才能完成，费时耗力。随着文化交流增多，文物展览举办频率大幅上升，展览量是以前的数倍，文物藏品从以前“足不出户”的状态到如今进出频繁。准备展览时，陈列部门策展前首先要弄清楚藏品是否在库，藏品能否使用，是否存在相同的藏品；其次还要了解藏品现状，这些都需要库房管理人员准确提供相关信息。

库房藏品的数量变化记录是库房管理工作的重点，包括每年多批次新收藏品入库数量、长期频繁的展览所用藏品出入库数量、外展藏品数量、退库藏品数量、库房现有存数、柜架层位具体藏品存放数量等。按照传统的工作要求和方式，保管员对每次展览所提取的藏品是用手工便签记录出展时间、地点、出展文物项目，或在藏品的方位卡上予以反注，或建立藏品动态记录本。这些传统方式易出现因保管员工作忙碌而漏记的情况，必须入库查看在库信息才能最终确定藏品状态，大大增加了工作量。

因此，探索 RFID 技术在博物馆藏品管理中的应用就显得十分必要与紧迫。南京博物院金属一库文物藏品达 4327 件/套，是本次利用 RFID 技术进行管理的试点库房。

南京博物院金属库房藏品材质丰富，除青铜材质外，还有金、银、锡、铁、珐琅等。不同藏品材质的特点各不相同，而 RFID 技术在金属藏品领域的运用难度最大。金属由于独特的属性，对超高频具有吸附性，穿透能力差，因此易受干扰，无源标签吸收能量低，容易导致 RFID 标签和阅读器通信失败，这就是造成经常性的藏品标签难扫、漏扫现象的原因^[5]。金属藏品标签的读取在 RFID 技术藏品管理系统运行过程中是最难处理的技术难题，南京博物院和武汉海达数云技术有限公司首先在金属库房开展 RFID 技术的运用研究，经过市场调研和长期测试，定制了抗金属无源标签。如果 RFID 技术在金属材质藏品的库房管理工作中得以顺利运用，并在使用过程中体现出安全、方便、准确的特征，那这一技术在书画、瓷器、丝毛棉麻、竹木牙角等其他材质藏品的管理运用上将更为简单可行。

三、RFID 技术在南京博物院金属库房藏品管理中的实际探索与应用

探索 RFID 技术的实际应用，首先要有硬件准备，我们以目前南京博物院金属库房的配备为例进行论述。

（一）硬件准备

RFID 在藏品管理中的应用需要的硬件配置主要有：RFID 电子标签、发卡器、红外感应触发器、天线及 RFID 阅读器等。

1. RFID 电子标签

RFID 电子标签分为有源标签和无源标签两种。有源标签识别距离较远，可达 500 米，需配备提供电能的电池，体积较大。无源标签无需电能，工作温度和应用温度为 $-30^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，抗压强度为 185KPa，金属表面读取距离为 8 米，体积大小可根据需要合理定制，标签使用读写可达 10 万次。目前金属库房使用的是定制的非接触式无源电子标签，具有抗金属特质的特征，产品重量 4 克，尺寸长 5、宽 1.5、厚 0.6 厘米；还有另一种无酸粘贴纸质标签，长 4.5、宽 1.2 厘米。一枚 RFID 电子标签绑定一件藏品，可标识藏品的身份及相关信息，相当于藏品的电子身份证，其数据可进行密码保护，可以重复读写。

2. 发卡器

发卡器用来读取单个电子标签中的身份标识号（Identity document, ID），对电子标签中用户数据区数据进行读写，可同时读取多个电子标签中的 ID 号，通过通用串行总线（Universal Serial Bus, USB）接口进行数据通信并对发卡器供电。管理员通过连接电脑的读卡器输入电子标签对应的文物身份和相关信息，这相当于给每件藏品发 RFID 电子“身份证”。这一“身份证”的建立为藏品保护管理体制提供了有效的技术手段，为实现科学化、规范化的藏品管理奠定了基础。

3. 红外感应触发器、天线及 RFID 阅读器

南京博物院典藏部库房在金属库房出入口和总金库口两处设立藏品自动出入库扫描区域，安装红外感应触发器、天线及 RFID 阅读器。通过网络连接，保管员可读取出入库藏品电子标签内容的相关信息。金属库房还配备了电子平板阅读报警系统进行藏品出入库操作，同时为保管员配有更为灵活方便的 RFID 手持终端机，可通过管理软件进入全藏品管理系统进行藏品识别。

（二）操作准备

RFID 技术在金属库房藏品上的附着方式是操作前必须要考虑的，RFID 电子标签与藏品的绑定必须做到安全无隐患。南京博物院金属库房藏品约两万件，种类繁多、大小不一，为了做到不损伤藏品，不留有任何安全隐患，金属库保管员尝试了多种藏品与标签的结合方式^[6]，经过现场环境和大量反复模拟实验，探索出标签与藏品结合的五种方式：（1）粘贴式，适用于大件平面藏品或边框较厚无可穿孔的藏品；（2）挂附式，适用于有孔洞藏品、本体强度高可穿系的藏品；（3）袋装式，藏品体积较小的可装入特制无酸袋中，袋子设有圆孔便于穿系；（4）软夹式，适用于边缘较薄、金属材质稳定的藏品，通过软夹固定 RFID 电子标签和藏品结合；（5）囊匣式，固定电子标签于藏品锦盒外。需要注意的是，金属库房适用的材料无论是线绳还是塑料袋均需采用无酸材料，以保护藏品。

（三）具体操作

RFID 应用的具体操作需结合预先设计的 RFID 技术，对库房进行藏品统计和盘核。通过《南京博物院藏品全流程管理系统》“检索统计”模块下的“南京博物院库房统计表”一栏，可以直接查看“在库藏品应有数量”“在库藏品实时数量”“出库藏品总数”。

金属库房的藏品与 RFID 电子标签绑定后，藏品的管理操作变得相对简单。管理员对应不同工作权限，登录《南京博物院藏品全流程管理系统》进入“系统工作”界面，可看到“征集鉴定”“藏品登录”“藏品入柜”“藏品出入库管理”“查询统计”“影像管理”“藏品盘核”等核心模块。进入各模块空间，可以清楚地看到“藏品号”“名称”“照片”“藏品级别”“来源”“年代”等文物信息。最关键的信息是藏品是否“在库”。通过这个系统，藏品“出库”时无需再像从前那样通过保管员人工

查询，而是可直接了解在库藏品的信息并挑选藏品。

《南京博物院藏品全流程管理系统》中的“智能监控”项可分“视频监控”“环境监控”“归期监控”等各栏。通过库房管理“归期监控”项，可查看库房的凭证编号、数量、起始日期、结束日期、原因、表格填写日期、距离归期天数以及逾期天数等醒目提示，“归还状态”中分“未到期”和“逾期”两种。查询到出库数量、起使时间、结束时间、项目名称等亦可了解展品归期时间，从而科学把握藏品的在库状态、使用时间，对藏品能否使用、两个展览能否衔接等问题在系统查询都可以得到解答。金属库房藏品通过对藏品的RFID标签绑定，解决了长期以来困扰展陈人员查询文物的难题，策展中的文物挑选问题也变得相对简单轻松。

库房数量盘核是库房管理的基础工作，这是每年都必须进行的重要工作，管理人员需要定期或不定期地进行库房数量的盘核。金属库房智能化管理将库房藏品盘核变得相对简单，管理人员通过库房配置手持终端机进入工作界面，查看“藏品检索”“藏品出库”“藏品入库”“藏品盘核”等子项，点击“藏品盘核”，可选择“定期盘核”或“不定期盘核”。（1）以库房为单位盘核库房藏品，手持终端机首先显示库房藏品的在库总数，其次显示扫描到的藏品具体数量、出展藏品的总数，对剩余未扫描到的藏品数量一目了然。（2）货柜盘核是以独立柜为单位的盘核，以藏品柜为单位扫描柜内藏品，仅扫描当前藏品柜电子标签的藏品，同时要避免扫描相邻电子标签，建立本柜藏品的基数，同时可查询未扫描藏品的层位和号码，查看了解未扫描到标签的原因，可进行柜内每层藏品件数的盘核。若选择不定期盘核，先选择库房，手持终端机通过库房无线网络搜索库房未盘存数，同时屏幕右上角显示库房出库总件数，打开“出库文物”链接，可见出库藏品的编号、名称、方位信息。点击“开始”循环扫描，每扫描一件都有记录存入屏幕，并显示已盘存数和未盘存数据。藏品全流程管理系统可帮助管理人员统计出库藏品数量和相应展览项目的名称，信息在手持供终端机准确显示。如若定期盘核，盘核的相应情况直接进入藏品全流程管理系统形成记录，可以查询定期盘核的数据记录。

（四）RFID技术在金属库房出入库流程中的运用

在南京博物院藏品全流程管理系统下，藏品有着规范严格的出入库程序。首先，在全流程管理系统上需做好出库的凭证，送院领导签批后，将凭证转入部门总账备案；其次，总账人员在藏品管理系统审核、授权，设立藏品预出库状态；最后，库房藏品才能进行藏品出入库程序。根据工作不同情况，南京博物院典藏部目前探索有多种金属库房出库操作方式。

1. 门禁扫描藏品出入库

藏品出库时必须通过授权系统，经库房门上方的阅读器自动识别，扫描后出库藏品的信息会显示在库房门口的平板屏幕上，包括藏品号、名称、状态、图片、数量等。然后还要经过总库门口的第二次扫描程序，系统自动生成出入库状态，总账会查看系统打印的出库凭条，若有未经审批的藏品，则系统自动报警。入库藏品在设立的退库期间会经过设置于库房金库大门和库房入口的门禁扫描，退库系统直接变更入库状态。在库房门口设立电子屏幕可查看藏品入库的状态，系统会自动跟踪、标记、显示不同环境下当前藏品的状态，并在藏品详细信息中记录出入库信息。

2. 手持终端机扫描藏品出入库

使用手持终端机扫描藏品，进行影像识别或记录，不受地点局限，灵活方便且多角度地在库区进行手持操作。

3. 手持终端机扫描二维码实现藏品出入库

管理人员手持终端机，扫描出入库凭证上方的二维码，便可以快速实现藏品的出入库操作。

4. 藏品管理系统上的出入库操作

登录藏品全流程管理系统的“藏品出入库管理”项，找出已审核的凭证，打开系统中每件藏品的“状态”或“操作”栏，即可完成凭证的出入库操作。

至此，藏品出入库流程全部完成，可形成纸质版和电子版两套工作流程记录，两者相互印证、无法更改、统一共享^[7]。

RFID 技术在金属库房的应用改善了以往藏品管理系统在库房管理中存在的诸如重复工作、缺少衔接和协调、信息难以共享等问题。借助于计算机技术、数据库技术，南京博物院典藏系统健全了藏品登录、库房管理、藏品跟踪、巡检盘点、安全门禁、智能监控、查询统计、报表打印等功能，在数字环境下优化了藏品管理业务流程，为实现智慧博物馆走出了关键的一步。

（五）RFID 技术在金属库房管理中存在的问题与解决方案

任何技术都有其先进性和局限性，只有在使用中不断探索、不断完善，才能不断进步。RFID 技术在南京博物院金属库房近几年的应用过程中优势明显，落实了库房实时精细化藏品查询、统计和提用工作，提高了金属库房管理水平、管理效率，但由于其处于探索阶段，在现阶段的使用中依然存在一些问题。探索这些问题的解决或暂时应对方案也是推动 RFID 技术实际应用成熟的重要过程。

1. RFID 自动出入库扫描藏品准确率欠缺

金属库房安全门禁和总金库大门安全门禁设置自动扫描藏品出入库的操作还存在一些技术瓶颈，扫描准确率略有欠缺，偶有漏扫情况。主要原因是固定的天线接收与发射电磁波存在一定角度盲区，且金属藏品对电磁波有衰减作用，会对射频标签信号反射波造成一定影响；另外藏品推车外框为金属材质，对超高频具有吸附性，穿透性差，会形成一定的死角，以至于影响藏品扫描准确性。

2. RFID 库房区域安装自动扫描设备设立问题

金属库房门禁设立的自动出入库扫描区域会受库房藏品柜架排列的影响，库房上方设立的阅读器以及天线之间的连接尚存在技术难题，天线和阅读器在功率升高时可能误读到非出入库藏品的 RFID 电子标签，造成电子标签误扫的情况；而若缩小金属库上方自动扫描出入库的天线和阅读器的范围，则易出现出入库藏品难扫、漏扫的情况。

3. 个别 RFID 电子标签扫描困难

RFID 电子标签是藏品出入库、藏品盘核的主要技术之一，运用手持终端机盘核库房藏品过程中基本能够快速、准确地阅读、识别绑定的藏品标签，但受藏品柜架的金属材质、折射角度等因素影响，藏品绑定的电子标签也会出现扫描困难的情况，需要反复扫描才能识别。个别电子标签扫描阅读困难会影响 RFID 系统整体性能，增加盘核时间，降低盘核效率。

4. RFID 电子标签绑定存在的问题

库房藏品基础信息录入及藏品标签绑定是一项基础工作，新收藏品入柜之前必须确定好藏品方位。通过电脑系统录入每件藏品的入柜方位时需十分审慎，因为藏品方位的调整不仅牵涉原有纸质方位卡和顺序的改写，还涉及电子方位的重新绑定，牵一发而动全身。

5. RFID 标签不具有防盗功能

库房藏品盘核扫描中,系统显示的盘核藏品数量只能说明库房管理绑定藏品的数量以及电子标签的在库数量。目前 RFID 技术还未开发电子标签的定位防盗功能,当电子标签脱离藏品本体时无法报警识别,也为盘核工作的准确性带来一些困扰。

上述五个方面是 RFID 技术在目前具体实践中出现的问题,若能解决这些问题,RFID 技术的实际运用效果将会有革命性的提高,关于其解决方案,我们探索如下。

(1) 解决扫描准确率问题。长期目标是不断提升自动扫描出入库系统设备性能,在目前设备性能还未达到要求的情况下,采用手持终端机扫描。相比之下,手持终端机在金属库房藏品出入库扫描操作中不受角度、距离影响,可以灵活、方便、多角度地扫描藏品,能做到出入库操作准确无误。

(2) 解决误读误扫问题,要科学安置库房排架和调整设备天线。首先,库房排架藏品须尽量保证扫描设备所需的安全距离。其次,调整天线很关键。天线的开合角度与天线功率的实际大小要根据库房的实际情况而设定,所有藏品的出库扫描应在库房门口的指定区域完成,天线的扫描范围仅覆盖指定区域即可,这样就可以避免误读误扫的情况。

(3) 解决个别 RFID 电子标签扫描困难问题。首先,应进行实验,排除个别标签本身的问题,如损坏、信息丢失、质量瑕疵等。如果多次扫描结果均是某个或某些标签未被准确扫描,应当及时更换标签。其次,电子标签内部天线的技术稳定性还需进一步提升[8]。导电油墨作为 RFID 电子标签的内部天线,应具有印刷后附着力强、电阻力低、固化温度低、导电性能稳定等特点,但目前技术水准与要求尚有一定差距,导致个别 RFID 电子标签灵敏度欠缺。这一技术应着重攻关,改善性能。再次,手持终端机本身的扫描能力也需加强,管理人员要在反复调试的过程中提高与电子标签的配合能力。

(4) 解决电子标签绑定问题。长期目标是不断提升电子标签的实用性,力求形状更小、质态更多样。目前情况下暂时可以采取通过我们现有藏品信息系统授权后直接改变电子标签方位的方式避免误扫,而不必重新扫描。

(5) 解决 RFID 标签不具有防盗功能的问题。长期目标是探索 RFID 标签和藏品的不可分离性。在目前技术手段还未能达到要求的情况下,通过严格的制度管理,让标签与藏品如影随形,从而达到一定的防盗作用。

四、结语

随着智能手机、5G 网络等技术普及,RFID 电子标签将在博物馆的管理、运行中承载更多的功能。如在展览中,观众可以通过手机程序近距离自动识别附有 RFID 电子标签的文物,获取智能讲解。依靠 RFID 技术,可以实现藏品管理的高效化、精确化,摆脱传统博物馆库房纯人工的管理模式,以大数据的藏品高清照片视频为依据,实现流程化、规范化的出入库管理,彻底解决保管人员人力不足的问题,保证藏品安全,实现藏品出入库信息追踪,做到快速盘核,提升日常管理的工作效率。

信息化是博物馆藏品管理发展的重要趋势,建设智能库房,最终实现博物馆智慧管理是今天博物馆发展的目标。随着 RFID 技术扫描藏品准确率的提升及电子标签绑定等问题的解决,RFID 技术在南京博物院金属藏品管理上的探索将获得阶段性的成功并在南京博物院典藏部库房全面推广使用。这项技术也可以作为智慧典藏的重要手段,在全国博物馆中推广。

参考文献

[1] 武昭晖:《物联网技术在数字化博物馆建设中的应用研究》,《地球学报》2017 年第 2 期。

[2] 李洋:《中国国家博物馆图书馆 RFID 项目实践及问题研究》,《河南图书馆学刊》2016 年第 11 期。

-
- [3] 杨海涛:《后普查时期博物馆藏品管理的新发展研究--以南京博物院为例》,《东南文化》2018年第3期。
- [4] 《复旦大学博物馆简介》,《复旦学报(社会科学版)》2012年第4期。
- [5] 邓小莺、汪勇、何业军:《无源RFID电子标签天线理论与工程》,清华大学出版社2016年,第1-5页。
- [6] 田名利:《博物馆藏品智慧管理的关键环节和对策》,《中国文物报》2017年9月29日第7版。
- [7] 田名利、吴彤:《物联网射频识别技术(RFID)与博物馆藏品智慧管理》,江苏省博物馆学会编《博物馆文化产品供给与效能提升--江苏省博物馆学会2017学术年会论文集》,文物出版社2018年。
- [8] 郭庆新、张卉、张彦霏:《RFID技术与应用》,中国传媒大学出版社2015年,第15-16页。