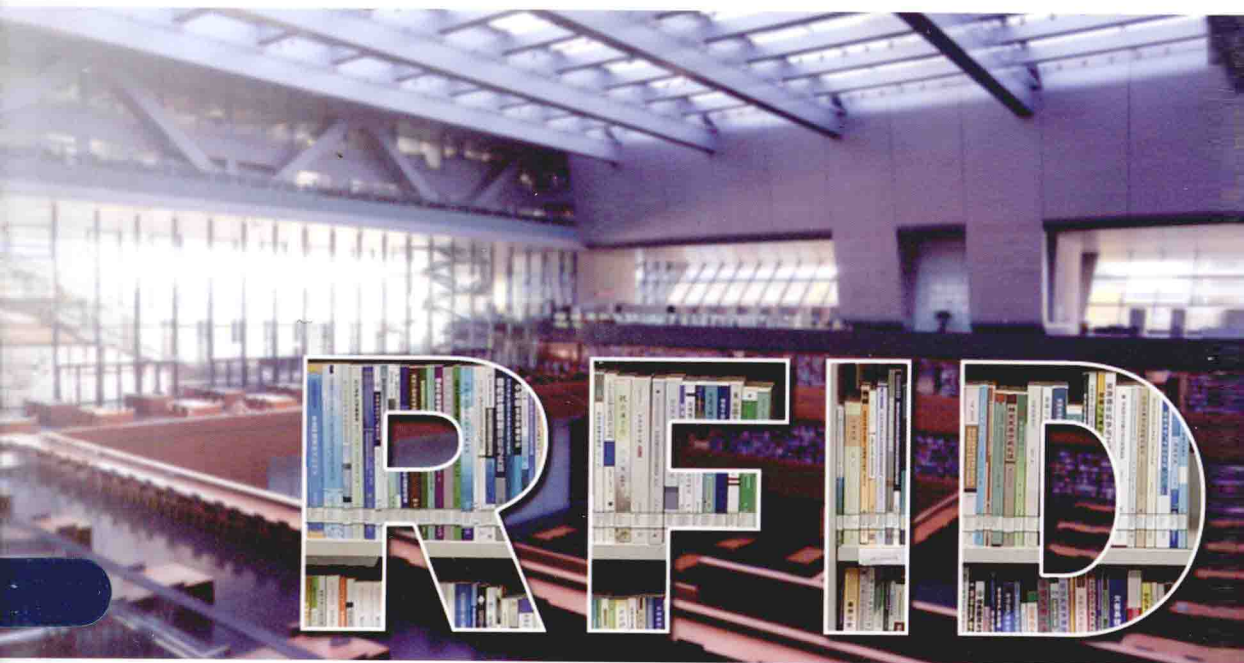


《守藏文集》之三

图书馆RFID技术 理论与实践

主 编◎董曦京
副主编◎刘博涵 陈 攀



 國家圖書館出版社

《守藏文集》之三

图书馆 RFID 技术理论与实践

主 编 董曦京

副主编 刘博涵 陈 攀

 國家圖書館出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

图书馆 RFID 技术理论与实践/董曦京主编;刘博涵,陈攀副主编.—北京:国家图书馆出版社,2013.8

(守藏文集)

ISBN 978-7-5013-5160-2

I. ①图… II. ①董… ②刘… ③陈… III. ①无线电信号—射频—信号识别—应用—图书馆管理 IV. ① G251-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 190036 号

书 名	图书馆 RFID 技术理论与实践
著 者	董曦京 主编 刘博涵 陈攀 副主编
责任编辑	邓咏秋 张慧霞

出 版	国家图书馆出版社 (100034 北京市西城区文津街 7 号) (原北京图书馆出版社)
-----	--

发 行	010-66114536 66126153 66151313 66175620 66121706 (传真), 66126156 (门市部)
-----	--

E-mail	btsfxb@nlc.gov.cn (邮购)
--------	------------------------

Website	www.nlcpress.com → 投稿中心
---------	-------------------------

经 销	新华书店
-----	------

印 刷	北京市通州兴龙印刷厂
-----	------------

版 次	2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷
-----	-----------------------------------

开 本	710×1000 毫米 1/16
-----	------------------

印 张	17.25
-----	-------

字 数	250 千字
-----	--------

书 号	ISBN 978-7-5013-5160-2
-----	------------------------

定 价	68.00 元
-----	---------

《守藏文集》编委会

顾 问：汪东波

主 任：王志庚

副 主 任：黄 洁 刘博涵

编 委（以姓氏笔画为序）：

万仁莉 刘 赟 余学玲 张丽丽

张艳霞 陈慧娜 胡宏哲 赵建爽

郭传芹 高 凡 康 瑜 路国林

滕静静

本书编委会

主 编：董曦京

副 主 编：刘博涵 陈 攀

编 委（以姓氏笔画为序）：

王会玲 王 蕊 白 玫

乔 磊 景 申

《守藏文集》序

近年来，党和政府高度重视我国文化事业的改革和发展，制定出台了一系列促进我国图书馆事业发展的良好政策和措施。国家图书馆在公共文化大发展的历史潮流中，秉承“传承文明、服务社会”的宗旨，不断完善服务设施网络，文献资源日益丰富，服务理念不断创新，服务手段不断增加，服务能力显著提升，队伍素质稳步提高，行业引领和示范作用增强，社会效益明显，在公共文化服务体系中的地位和影响力显著提升。

典藏阅览部是国家图书馆最大的基础业务部门，承担国家总书库的建设和管理任务，负责近现代中外文图书和报刊等文献资料的典藏流通和读者服务工作。近年来，我部在国家图书馆事业发展中，紧紧围绕“读者服务”这一中心，积极解放思想，开拓创新，全面加强文献整理、科学研究和队伍建设，不断优化服务流程，调整读者服务格局，持续拓展服务领域，文献典藏和读者服务等业务工作取得可喜成就。

在文献整理方面，我部积极策划文献整理和馆藏文献开发工作，以专题目录编制为主，历史文献汇编为辅，在文献整理和开发方面取得了一系列成果，取得了较好的社会反响。近年来，我部编辑的专题目录主要有《国家图书馆藏民国时期抗战图书书目提要》《国家图书馆藏辛亥革命图书目录提要》《民国时期连环图画总目》和《全国少年儿童图书馆基本藏书目录》等，即将出版的目录、索引有《中国年鉴总目提要（1949—2011）》《民国时期政府出版物总目录》《民国时期图书馆学论文总索引》和《民国时期图书馆学期刊导览》。我们分主题汇编的文献资料有《近代著名图书馆馆藏荟萃四编》《民国儿童画报选编》，即将出版的有《二战后对日战犯审判报刊资料汇编》《民国时期漫画汇编》《连环画研究资料汇编》等。我们还整理影印了全套《北洋官报》《顺天时报》。

在科学研究方面，我部积极策划选题，并号召员工广泛参与各类课题

和项目申报,注重为员工开展科研工作创造条件,提供机会,强调并加强科研工作的过程管理和成果共享。近年来,我部员工特别是中青年员工积极参与馆内外各类科研项目的申报和研究工作,成功获得国家文化科技提升计划支持项目一项,获得国家图书馆科研课题立项 10 余项。这些项目多集中于文献典藏与保护、民国文献整理和读者服务研究等方面。此外,我部员工注意跟踪国内图书馆学理论动态和技术前沿,一批员工围绕部门和科组业务工作实际,积极开展图书馆文献典藏和读者服务方面的理论研究和实践探索,很多员工积极撰写学术论文,并参加中国图书馆学会年会及各专业学术会议的征文。三年来,我部同人累计发表学术论文 200 余篇,15 人获得中国图书馆学会年会征文一等奖,在核心期刊上发表的论文达 60 余篇,这些论文不仅能够反映我部员工的理论学习和实践积累的实际情况,也是我部队伍建设和业务发展的真实记录。

为进一步提高我部员工的学习热情,推进科研工作,加强我部文献整理成果的推广和科研成果的共享,吸引更多同人投身到业务学习和研究中来,从而最终提升我部的文献管理和读者服务工作水平,我部决定从 2013 年开始不定期编辑出版典藏阅览部同人文选——《守藏文集》,努力将本系列文集建设成一个图书馆业务交流和探讨的平台,将我部员工在文献整理、项目执行、业务研究、学术征文等方面的学术报告、论文和著作择优结集出版。由于我们能力所限,所载各文难免存在各种疏忽和纰漏之处,敬请业界同人及广大读者批评指正。

王志庚

2013 年 8 月

前 言

图书馆行业是 RFID 技术的典型适用领域,在经历了十余年的应用实践发展后,图书馆 RFID 体系从初始开发时各自标新立异展开竞争的实验系统,逐渐被优化成作业效率倍增、安全可靠、标签数据格式统一、方便实用的图书馆 RFID 系统,其行业标准化已基本完成,图书馆业在新 RFID 技术平台下的联网技术规范和管理规则正在形成,服务与设备创新仍在不断涌现,在全球商品物流单品级 RFID 管理尚未全面实现之前,图书馆 RFID 应用扮演了海量单品 RFID 管理实践探路先锋的角色。

纵观全球图书馆业,图书馆 RFID 应用正在加速普及,同时以 RFID 技术为感知层、以互联网为联接纽带的物联网正在初步形成,从物联网衍生出的国际化“智慧地球”计划以及中国人自己的“感知中国”计划都在按照各自的规划蓝图缜密、高速地实施之中,图书馆人有必要对物联网新概念及图书馆 RFID 技术知识有普及性了解。

国家图书馆从 2003 年即开始图书馆 RFID 标准化研究,并且在行业标准、国家标准的制定中起到了业界带头作用;2007 年在国家图书馆北区新馆筹备引进 RFID 系统,2008 年随新馆开馆正式投入使用,2010 年根据业务需要提出 RFID 扩展应用需求,并与承建商共同开发了软件系统及部分硬件设备,2012 年扩展应用系统及设备全部投入使用,进一步推进了国家图书馆 RFID 应用进程。在此过程中,国家图书馆在多方面的实践与科研活动中积累了较为丰富的理论与实践经验。在曲折的前进道路上既有经验也有教训,这促使本书的编者萌发了编写此书的意愿,希望将我们的经验与业界同人分享。

编写本书之初,编者注意到:有关 RFID 的书籍内容多从无线电技术、通信技术协议、计算机数据处理技术角度编写,令图书馆人感到深奥难懂;物联网类书籍则内容跨度广泛,标准纵横,贸易物流类词汇通篇,与图书馆业 RFID 应用距离很大。显然,图书馆人需要适宜本专业的 RFID 技术

应用书籍，本书正是基于此情形，以图书馆 RFID 知识普及为目的编写的，力图用浅显易懂的语言向图书馆同人介绍图书馆 RFID 所涉及的技术、标准，以及实践应用方法。

本书分两个部分，第一部分为图书馆 RFID 技术概论，第二部分是图书馆 RFID 应用实践。

第一部分首先对 RFID 基础技术加以介绍，为读者阅读本书的后续章节做好技术知识储备；其次介绍图书馆 RFID 系统的基本架构、设备作业流程，可以为没有接触过图书馆 RFID 的业界同人搭建一个形象具体的细节模型概念；最后介绍图书馆 RFID 的标准，对图书馆 RFID 的标签数据元素设置、应用规则和数据编码进行系统的分析介绍，特别还对国际标准化图书馆代码加以详细介绍，这些内容对负责 RFID 系统管理和初步参数设定的图书馆管理者将十分有益。

第二部分主要是对图书馆 RFID 应用实践经验的总结分析。这其中大部分文章来自于国家图书馆 RFID 应用的实践。首先介绍了 RFID 技术理论研究，对图书馆 RFID 的发展现状进行了分析，并预测了未来发展方向。本章着重介绍了图书馆 RFID 相关标准的应用解决方案。其次对 RFID 系统的部署、设备的选用、认识误区等方面进行了介绍，并对管理流程的优化，如图书排架、盘点、下架等进行了较深入的探讨。本章还就国家图书馆 RFID 系统的扩展应用进行了较为全面深入的分析。最后针对读者服务方面的研究，主要是将 RFID 技术应用延伸到利用 RFID 统计数据开展读者服务的相关研究，目前对于统计数据的分析利用尚不成熟，还有待进一步研究探讨。

书中还引用了孙一钢、孙伯阳、孙莹莹、林晓玲、杨明华、李彬、张红霞、周川富、梁钜霄、解荣、樊桦等老师的著作、论文中的一些观点或内容。此外，海恒智能有限公司为本书的编写提供了一些资料，国家图书馆典藏阅览部王志庚主任、“守藏文集”编委会以及中文图书阅览组同人对本书的策划出版提供了支撑。

董曦京

2013 年 7 月 22 日

目 录

第一部分 图书馆 RFID 技术概论

1 RFID 技术概述.....	3
1.1 RFID 基本原理 / 3	
1.2 RFID 应用频段划分 / 4	
1.3 RFID 标签及读写器 / 5	
1.4 RFID 标签唯一标识符 / 9	
1.5 标签系统参数 / 15	
1.6 图书馆 RFID 标签 / 19	
1.7 RFID 通信技术协议 / 21	
1.8 RFID 通信关键技术 / 25	
2 图书馆 RFID 技术应用.....	29
2.1 图书馆 RFID 应用发展情况 / 29	
2.2 图书馆 RFID 应用体系结构 / 30	
2.3 图书馆 RFID 设备及功能 / 30	
2.4 中间件接口协议 / 40	
2.5 图书馆 RFID 应用辅助数据库 / 47	
3 图书馆 RFID 标准化.....	50
3.1 图书馆 RFID 标签数据元素国际标准化 / 50	
3.2 图书馆 RFID 标签编码 / 63	
3.3 ISO 28560 编码结构的分析 / 82	
3.4 图书馆 RFID 标签数据编码方案选择（文化行业标准） / 86	
3.5 图书馆标识符问题 / 90	

第二部分 图书馆 RFID 应用实践

4 图书馆 RFID 技术理论研究.....	101
4.1 国内图书馆 RFID 发展现状及趋势 / 101	
4.2 图书馆 RFID 标准化应用方法研究 / 116	
5 图书馆 RFID 管理实践研究.....	166
5.1 图书馆 RFID 系统部署与选用研究 / 166	
5.2 图书馆业务流程优化研究 / 187	
5.3 RFID 系统改进方法研究 / 204	
6 基于 RFID 的读者服务探讨.....	222
6.1 基于 RFID 数据的读者需求分析与室藏文献建设评估 / 222	
6.2 基于 RFID 统计分析的文献优化及其阅读引领作用 / 232	
6.3 新时代图书馆智慧型服务的发展探索 / 241	
附录 A 术语与缩略语.....	248
附录 B 近现代图书馆实物型馆藏管理及相关技术发展进程年表.....	254
参考文献.....	259

第一部分

图书馆 RFID 技术概论

RFID 技术应用在 20 世纪末现身于图书馆业,在十余年的应用探索历程中给图书馆业带来很多创新和变化,并向读者展现了 21 世纪图书馆的新风貌,图书馆读者服务和馆藏管理从此变得更加便捷高效,一些百年以来被视为图书馆管理技术难点的问题也因 RFID 应用而化解,有学者认为 RFID 技术是继图书馆馆藏管理引入条形码技术 40 年后又一次新技术应用飞跃。图书馆 RFID 应用系统由无线电技术、集成电路技术、计算机技术、有线及无线网络技术、图书馆流通管理等多学科技术共同融合而成。

无线射频识别(Radio Frequency Identification,简称 RFID)是一种基于无线电通讯机制的自动化非接触识别技术,其系统前端一般由 RFID 读写器(无线电主发射—接收器)与 RFID 标签(无线电应答器)共同构成,当 RFID 标签被贴装或挂接在某个物体上,并且在标签中写入相应的数据时,这个物体就可成为被自动识别的对象。

最早出现的 RFID 应用装置是二战时安装在作战飞机上的敌我识别器,它可防止己方部队之间的误伤问题^①。由于早期的 RFID 装置都是电子管设

^① 游战清,李苏剑.无线射频识别技术(RFID)理论与应用[M].北京:电子工业出版社,2004:9.

备, 体积、重量、电耗都较大, 进入 20 世纪 50 年代, RFID 技术应用开始出现民用研究, RFID 电路器件从电子管、晶体管直至发展到 20 世纪末的微型集成电路, 从有源装置发展到无源标签, RFID 技术应用随着 RFID 标签的小型、微型化, 成本低廉化而被逐步推广, 当然, 现代 RFID 技术不仅仅是简单的无线电发射—接收装置, 需要通过网络与主数据库相联才能实现完整的作业流程。

RFID 用途广泛, 目前在国防、工业、水空航运、铁路公路交通、物流仓储、环保、邮政、矿山、食品安全、药品管理、金融、动物追踪、物业管理、社会事物管理、文件档案管理、危险品管理, 以及图书馆行业在内的各个领域都可看到 RFID 技术应用的踪影, 人类社会生活在 RFID 技术应用影响下正发生着深刻的变化。

迈入 21 世纪, 在互联网技术和 RFID 技术相互促进下催生出一一些互联网新概念, 世界著名研究机构提出了物联网 (the Internet of Things, 简称 IOT)、智慧地球 (Smarter Planet) 等覆盖全球的智能型综合网络计划, RFID 技术被用作这些宏大计划的基础感知层技术。RFID 标签不仅能存储、传送人为写入的文字数值类信息, 某些 RFID 标签传感器可以直接获取所处环境的物理、化学类信息并随时上传, 例如温度、湿度、压力、速度、化学气体、音频、光学影像等信息, 通过与 RFID 综合传感前端所联接的网络, 人类即可实现新互联网计划所期待的“三个任何”感知控制目标, 三个任何是指任何时间, 任何地点, 任何物体。

图书馆业是大物联网中的一个重要成员, 其行业 RFID 标签数据结构应与物联网大 RFID 数据体系保持协调关系。图书馆业与出版印刷、发行销售、编目配送产业关系密切, 图书馆 RFID 标签数据元素中加入了这些上游相关产业的数据项参数, 目前图书馆业已基本实现了本行业 RFID 数据模型标准化。

21 世纪的图书馆员应当具备一些图书馆 RFID 基本知识, 准备迎接智慧地球网络时代的到来, 本文试图以浅显易懂的语言将图书馆 RFID 应用技术的必备知识介绍给图书馆同人。

1 RFID 技术概述

1.1 RFID 基本原理

RFID 装置一般由一对工作在同一频率下的主从无线电发射—应答器构成,即主方 RFID 读写器(无线电主发射—接收器)、从方 RFID 标签(无线电应答器),并将 RFID 标签安装在被识别的对象物体上,同时在 RFID 标签的存储器内存入被识别物的特定信息,按照需要在某一时刻将 RFID 标签中存储的信息传递给 RFID 读写器,这就是 RFID 无线射频(对物品)识别的基本原理模型。RFID 识别采用非接触的电磁波信息交换方式,被识别的 RFID 标签与 RFID 读写器不必处于互相直接可视的状态下,例如包装箱内的物品,视线距离以外的动物,这与条形码光学信号识别有所不同。RFID 技术不仅可对进入读写器发射电磁场区内的单个物品进行识别,也可以对该电磁场区内的一群物品进行快速连续逐一识别,前提条件是每个物品上都要安装 RFID 标签,RFID 读写器在识别过程中还可对 RFID 标签存储数据进行修改。

RFID 是一个较宽泛的技术概念,不同应用领域的 RFID 设备不论在其所占用的无线电频段上,还是通信工作机制上,如信号调制与编码方式,数据存取方式,主动与被动呼叫,双工与单工方式,只读标签,标签或读写器先讲,有源无源等方面都存在很大技术差异。下面对与图书馆 RFID 应用涉及的一些基本 RFID 技术概念加以简要介绍。

1.2 RFID 应用频段划分

用于无线电通信的频率从 9 KHz 到 24.25 GHz, 各个频段的传播特性、适用领域也有所不同。无线电频段与其对应的无线电通信及 RFID 专业领域如表 1-1 所示。

表 1-1 无线电频段与其对应的 RFID 专业领域^①

频率范围	适用通信及 RFID 领域
9—135 KHz	航空、航海无线电导航、动物跟踪
6.78 MHz	气象、广播、航空
13.56 MHz	遥控、传呼机、HF RFID
27.125 MHz	民用无线电台、医疗、遥控
40.680 MHz	遥测遥控、VHF 广播电视
433.920 MHz	卫星、步话机、业余无线电通信
869.0 MHz	RFID、通信
915.0 MHz	UHF RFID、手机通信
2.45 GHz	RFID、PC 无线设备、遥测
5.8 GHz	无线电定位、RFID
24.125 GHz	卫星、无线电定位

图书馆业 RFID 目前使用了表中两个频段(其他行业也在使用), 即 HF 高频 13.56 MHz 频段与 UHF 超高频 900 MHz 频段。其中 13.56 MHz 频段 RFID 标签产品开发较早, 这与身份证、各类证卡的 RFID 技术应用开发较早有关。后期由于 EPC global (Electric Products Code) 全球物品电子标签方案的提出, 900 MHz 频段 RFID 标签产品也被引入图书馆 RFID 应用。

^① Klaus Finkenzeller. 射频识别技术 [M]. 吴晓峰, 陈大才译. 第 3 版. 北京: 电子工业出版社, 2006: 126.

1.3 RFID 标签及读写器

RFID 标签又称射频标签、电子标签、应答器,是一种由天线和微型集成电路芯片、基体材料组成的 RFID 产品。RFID 标签的微型集成电路芯片内含 CPU 控制系统、存储器、调制器、编码发生器、时钟电路,无源标签芯片内还包含接收电磁波后感应产生标签自身工作电力的电源电路。

1.3.1 有源 RFID 标签

有源 RFID 标签是指标签上有电池或外接电源来支持 RFID 标签工作时的电能消耗。有源标签一般提供的识别距离较远,例如动物跟踪,集装箱管理,高速公路不停车收费 ETC 等使用的是有源 RFID 标签技术。有源 RFID 标签一般封装于可透射无线电波的有机材料盒子中,或将天线部分暴露于金属盒之外。

1.3.2 无源 RFID 标签

无源 RFID 标签是指标签上没有电池或外接电源来支持标签工作时的电能消耗。无源 RFID 标签的工作电能需要从读写器发射的无线电磁场中感应获得,有人形象地将无源标签感应产生工作电能的过程称为“标签上电”。无源标签一般提供的识别距离小于 10 米,二代身份证、公交乘车卡等使用的就是无源标签技术,此类标签在接近 RFID 读写器时即能立刻感应获取工作电能,然后以反向负载调制方式发出标签信息。无源 RFID 标签上天线占有约 99% 的面积,芯片只是一个约 $1 \times 1\text{mm}$ 的微小硅片集成电路。为了解决无源 RFID 标签在金属物品上的贴装问题,制造商特别设计了抗金属(屏蔽)标签,即在标签和金属物之间加装一定厚度的无机材料来保持标签不被屏蔽的最小架空距离,例如图书馆 RFID 架标。

如无特别说明,下文中讨论的 RFID 标签一般指无源标签。

1.3.3 RFID 读写器

RFID 读写器是对 RFID 主控方发射—接收设备的统称,在实际应用中

可能有很多不同的具体设备名称,如:公交乘车卡计价器,读者自助借还书终端机,RFID 手持点检仪,动物跟踪无线电台等。无源标签的读写器有效读写距离在 0—10m 范围内,读写器具备对标签进行识别、数据读写、提供工作电力的功能。

读写器一般仅对一个频段协议下的标签进行读写,如果是复合频段协议 RFID 读写器(其内含多个频段读写器),则其能对相关异类协议标签进行自适应读写。根据用户要求,设备商还可提供 RFID 读写器与磁条安保装置复合的借还、门禁设备。

在图书馆 RFID 应用中,按大类划分,读写器可安装在以下设备内:安全门禁,标签数据转换设备,室内外借还设备,架区点检设备,智能书架—书车设备,办证设备,分拣设备,社区无馆员工作站。图书馆 RFID 读写器中门禁的感应距离最大,一般感应距离不应超过 1m。

读写器由天线,射频通道模块,控制处理模块,输入/输出接口模块电路组成,其中还包括处理标签信号、自身功能控制的程序软件。

1.3.4 RFID 识别的距离

按照识别距离的远近程度,RFID 感知距离可分为密耦合($<1\text{cm}$),近耦合($1\text{—}15\text{cm}$),遥耦合($\approx 1\text{m}$ 或 $<10\text{m}$),远耦合($>10\text{m}$)。例如公交乘车卡,身份证识别属密耦合,RFID 图书点检仪属近耦合,物流货品托盘分拣识别属遥耦合,动物跟踪属远耦合。

HF、UHF 频段 RFID 无源标签都可用于密耦合及遥耦合距离内的识别应用。对于超过遥耦合($>1\text{m}$, $<10\text{m}$)的距离,采用 UHF 频段无源 RFID 标签实际效果较好。如果再增加识别的距离,例如 10m 以上,一般开始考虑采用装有电池的有源标签,因为距离加大后无源 RFID 标签从读写器感受到的电磁场强度在变弱,感应产生标签工作电力不够充足,此时又不能随意加大读写器发射功率,致使其辐射场强超过人体需近距离接触的生活、工作用电器产品的电磁辐射安全限量标准,对于近场手持无线电设备,美国联邦通信委员会 FCC 制定的公众人体安全 RFID 辐射场强限量标准为