

无源超高频标签天线 工程设计案例教程

田川 尹祖伟 编著



清华大学出版社

UHF RFID

无源超高频标签天线 工程设计案例教程

田川 尹祖伟 编著

高 校，图书馆
图书馆，计算机

高 校

中国科学院大学

2019年

1册

<http://www.top.com.cn>

100001 编 号

北京理工大学图书馆

010-82788844 编 号

010-82717018 编 号

010-82778888, service@top.tsinghua.edu.cn 编 号

010-82732001 编 号

北京市西城区德胜门内大街

清华大学出版社

185mm×260mm 编 号

2019年11月第1版 编 号

128.00元 编 号

020723-01 编 号

定价：128.00元

ISBN 978-7-302-54100-0

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

无源超高频 RFID 标签是一种高性能、低成本、低功耗的电子识别标签。在工程应用中,标签设计已经成为很多新技术和创新的基础。

本书详细介绍了无源超高频 RFID 标签天线的基础理论和工程设计问题,对电偶极子的天线结构、微带形式的天线及分形天线进行了理论分析和工程设计实例解析。本书理论切合实际。通信类工程师和其他科技人员通过阅读本书可以掌握更多有关天线开发的知识,并获得开发、设计无源超高频 RFID 标签天线的能力。

本书既可作为学习 RFID 技术知识的培训教材,也可作为无源超高频 RFID 标签天线工程技术人员的参考手册。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

无源超高频标签天线工程设计案例教程/田川,尹祖伟编著. —北京:清华大学出版社,2019
ISBN 978-7-302-52411-3

I. ①无… II. ①田… ②尹 III. ①无源网络—无线射频识别—超高频天线—天线设计—教材
IV. ①TN822

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 042139 号

责任编辑:郭 赛

封面设计:邢丽丽

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:36.25

字 数:881 千字

版 次:2019 年 9 月第 1 版

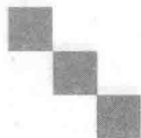
印 次:2019 年 9 月第 1 次印刷

定 价:128.00 元

产品编号:080722-01

序

一



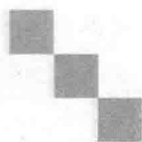
物联网应用有三项关键技术,即传感器技术、RFID 标签技术和嵌入式系统技术。根据实质用途可以归结为两种基本应用模式:一是对象智能标签,即通过 RFID、二维码、NFC 等技术标识特定对象,用于区分个体识别信息;二是对象智能控制,即通过云计算、大数据对获取的数据进行分析决策,改变对象的行为并进行控制和反馈。物联网系统具有规模性、广泛性。由于物联网是一项综合性的技术,所以物联网的规划设计和研发的关键在于传感器技术、嵌入式软件及传输数据、算法等领域的研究。而 RFID 标签天线的设计应用研究则是物联网应用中的关键环节,用户既需要低成本、高效率的标签天线,又要求小型化设计,使得 RFID 标签天线和芯片的匹配工程只能通过连域构造实现。因此,RFID 标签天线工程化设计成为一项既有研究开发又有创新改造的新技术。这项技术正在物联网迅速发展的趋势下被重视起来,这本书的重点也在此。清华大学的两位博士——田川和尹祖伟,以天线理论为基础、以工程实践为重点所写的这本教程是一本在 RFID 标签设计和工程化方面不可或缺的新书,特推荐给广大的工程技术人员和产品研究设计人员阅读。

高茂生

中国科学院数学与系统科学研究院

2019 年 5 月

序 二



20世纪末, MIT Auto-ID Center 在研究无线射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID)时提出了物联网(Internet of Things, IoT)的概念。可以说,物联网的研究是从 RFID 开始的。随着技术的日益成熟和成本的不断下降,从服装吊牌到电子车标,从交通卡到身份证件,RFID 技术在越来越多的领域得到了广泛应用。

RFID 技术要想充分发挥作用,标签天线的设计是关键,不同的应用场景对射频信号的传输效果不尽相同,只有进行针对性的天线设计,才能将芯片的性能发挥到位,从而保证应用系统的稳定运行。尽管有关电磁理论的书籍和设计已经有很多,但真正与设计密切结合的仍然有限,很多都仅停留在理论的论述上,很少有将标签天线设计和基础理论结合起来的著作。这本书的作者田川博士和尹祖伟博士将帮助广大读者更充分地了解超高频 RFID 标签天线工程设计的前沿技术,提升专业水平,拓展产业视野,对于物联网的技术发展将会产生很大的促进作用,同时对于培养物联网科技人才也具有重要意义。

刘云浩

美国密西根州立大学计算机系主任

清华大学长江学者特聘教授

2019年5月

前言

物联网是继互联网之后全球信息产业的第三次重大技术变革。为了抓住物联网的发展契机,国家于2012年首次颁布了《中国物联网“十二五”发展规划》,将发展物联网提升到国家战略高度,本书就是在此背景下编著的。

物联网包括感知层、网络层和应用层,通过感知现实世界中的物体信息,完成全方位的信息交互,从而实现了对物理世界的感知、管理和控制。对于物联网的感知层,RFID技术是其最核心的信息获取技术之一。物联网的概念就是在研究RFID的时候提出的。在RFID系统中,标签携带的信息通过通信网络传送到后台管理系统,并进一步接入互联网。若把物联网比作人体的感知系统,把RFID标签看作感知神经,那么标签天线就是神经的末梢。标签天线是RFID系统的核心技术,已成为物联网领域的重要研究方向。

本书主要对超高频RFID标签进行研究。RFID标签因其具有识别距离远、成本低、数据传输速度快、数据保存时间长及多目标识别能力较强等特点而备受关注,在生产自动化、商品防伪、仓储、智能交通、食品、药品溯源、集装箱等领域中具有广阔的应用前景。

RFID标签由芯片和天线组成,芯片比天线的研究成本更高,可供选择的空间有限,不同环境、不同场合、不同位置的需求可以由天线设计满足,因此标签天线的设计是决定系统性能的关键,也是目前RFID领域的研究热点。

本书主要研究无源超高频RFID标签天线的设计问题。全书共有8章,逐层展开,辅以大量工程设计实例,以期读者能够通过本书快速进入标签天线设计领域。标签天线是一门复杂的学问,既要对电磁场天线理论有深入的了解,又要具备微电子领域的实践知识,二者同等重要,希望引起读者的注意。

本书可作为无源超高频RFID标签天线的工程设计手册,对于RFID系统读写器中使用的高增益天线、阵列天线、2.4G、5.8G以及北斗导航中的接收天线,限于篇幅,书中未有论述,但它们的基本理论是一致的,这些内容将在后续新版中增加进来。

此外,传感技术与RFID标签识别技术的结合是RFID标签芯片未来的发展方向。随着物联网的兴起,RFID标签不仅具有识别、防伪功能,同时还需具备温度、湿度、化学气体、压力等环境的监测能力。受限于对成本、功耗的苛刻要求,与CMOS工艺兼容的温度传感技术会最先集成至RFID芯片,关于这方面的内容,编者也在实践中积累了不少成功实例,将在新版中增加进来。

我们希望通过本书使国内的超高频RFID标签设计者和使用者能够针对现实中的工程问题,不断设计出新的标签天线,为我国物联网的发展做出贡献。



本书能在这么短的时间内成书,首先感谢清华大学出版社的责任编辑,感谢北京宏诚创新科技有限公司的大力支持,感谢邢丽丽、刘晓晗、李鑫的辛勤工作。正是你们的努力,使得这本书得以顺利出版。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中的疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评、指正。

田川 尹祖伟

2019年5月

本书在这么短的时间内成书,首先感谢清华大学出版社的责任编辑,感谢北京宏诚创新科技有限公司的大力支持,感谢邢丽丽、刘晓晗、李鑫的辛勤工作。正是你们的努力,使得这本书得以顺利出版。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中的疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评、指正。

图书资源支持

感谢您一直以来对清华版图书的支持和爱护。为了配合本书的使用,本书提供配套的资源,有需求的读者请扫描下方二维码,在图书专区下载,也可以拨打电话或发送电子邮件咨询。

如果您在使用本书的过程中遇到了什么问题,或者有相关图书出版计划,也请您发邮件告诉我们,以便我们更好地为您服务。

我们的联系方式:

地 址:北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 701

邮 编: 100084

电 话: 010-62770175-4608

资源下载: <http://www.tup.com.cn>

客服邮箱: tupjsj@vip.163.com

QQ: 2301891038 (请写明您的单位和姓名)

资源下载、样书申请



书圈



扫一扫, 获取最新目录

用微信扫一扫右边的二维码,即可关注清华大学出版社公众号“书圈”。

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 RFID 简介	1
1.1.1 背景和定义	1
1.1.2 RFID 的发展机遇和挑战	2
1.1.3 RFID 的组成和特点	6
1.1.4 RFID 技术的数据传输原理	7
1.1.5 RFID 的工作原理	12
1.1.6 UHF 的选择	14
1.2 超高频标签的技术基础	20
1.2.1 反向散射技术简介	20
1.2.2 超高频频段系统的工作原理	22
1.2.3 超高频标签功率和频率的限制	23
1.2.4 超高频标签的测试问题	26
1.3 RFID 的相关标准	28
1.3.1 RFID 标准简介	28
1.3.2 ISO/IEC 标准	29
1.3.3 EPC Global 标准	36
1.4 RFID 工程实施说明	37
1.4.1 理论说明	37
1.4.2 方法研究	38
1.4.3 前期准备	41
第 2 章 天线的理论基础	46
2.1 天线的理论发展概述	46
2.2 天线的理论基础	47
2.2.1 电磁场基本方程	47
2.2.2 边界条件	49
2.2.3 坡印廷定理	50
2.2.4 麦克斯韦方程的解	51
2.2.5 电流源辐射	52



2.2.6	场区域划分	54
2.2.7	理想磁偶极子	57
2.2.8	对称振子的辐射场	59
2.2.9	巴俾涅原理(Babinet Principle)	60
2.3	偶极子的基本理论	62
2.3.1	电偶极子的电磁场	62
2.3.2	电偶极子的方向性因子和方向图	64
2.3.3	偶极子天线结构	64
2.3.4	偶极子天线的电流分布	65
2.3.5	偶极子天线辐射性能	66
2.3.6	偶极子天线的辐射功率和辐射电阻	67
2.3.7	折叠型偶极子	69
2.3.8	T-match 结构	71
2.4	标签天线的主要特性	72
2.4.1	天线的辐射场	72
2.4.2	辐射功率和辐射强度	73
2.4.3	阻抗和辐射效率	75
2.4.4	辐射方向图和增益	81
2.4.5	天线宽度	88
2.4.6	天线的极化	91
2.4.7	天线的有效长度、有效面积和口径效率	96
第3章	偶极子标签天线的工程设计实例	101
3.1	超高频标签工程设计中的基本参数	101
3.1.1	天线的方向性和增益	101
3.1.2	影响超高频系统的因素	104
3.1.3	阻抗共轭匹配	105
3.1.4	偶极子天线设计的理论	107
3.1.5	标签天线的阻抗匹配方法	109
3.2	超高频频段 RFID 标签天线的工程化设计	112
3.2.1	天线与 RFID 芯片的阻抗匹配理论	112
3.2.2	标签天线的 RCS 分析(雷达反射截面)	116
3.2.3	简单实例	120
3.2.4	标签天线设计的前期分析	127
3.2.5	新型超高频频段 RFID 标签天线的小型化设计与分析	128
3.2.6	标签天线的制作与测试	136
3.3	偶极子超高频标签天线的工程设计实例	139
3.3.1	半波偶极子的工程问题	139
3.3.2	变形偶极子天线	141
3.3.3	折叠偶极子天线	144

3.3.4	折合偶极子天线	148
3.3.5	弯曲偶极子天线	151
3.3.6	弯折偶极子天线	154
3.4	寄生单元加载的超高频 RFID 标签天线的工程设计	160
3.4.1	寄生单元加载天线的实现方式	160
3.4.2	基于 T 型馈电的变形偶极子天线	162
3.4.3	基于串联短截线的折叠偶极子天线	168
3.4.4	基于耦合馈电的变形偶极子天线	172
3.4.5	超高频 RFID 标签天线的工程实现与验证	177
3.5	偶极子标签天线的加载	179
3.5.1	弯折线加载的偶极子标签天线	179
3.5.2	寄生单元加载的偶极子标签天线	185
3.6	偶极子标签天线的工程设计实例	188
3.7	印刷偶极子天线仿真设计案例	197
3.7.1	印刷偶极子天线的结构设计	197
3.7.2	HFSS 建模	198
3.7.3	天线的物理参数仿真优化	199
3.7.4	最终优化结果	202
3.8	基于印刷偶极子天线的改进	206
3.8.1	改进思路	206
3.8.2	仿真分析	206
3.8.3	优化参数及结果	209
3.9	微波频段天线设计	212
3.9.1	2.45G 天线设计	213
3.9.2	5.8GHz 天线设计	217
3.10	实验仿真	221
3.10.1	偶极子原型	221
3.10.2	加入 T-match 结构的偶极子天线	222
3.10.3	T-match 偶极子间距对阻抗性能的影响	223
3.10.4	短偶极子长度对阻抗性能的影响	223
3.10.5	短偶极子半径对阻抗性能的影响	224
3.10.6	连接馈线宽度对阻抗性能的影响	224
3.11	基于 T-match 结构的 PCB 板 RFID 电子标签天线设计	225
3.11.1	天线结构	225
3.11.2	天线性能分析	226
3.12	RFID 标签天线的研究与设计	228
3.12.1	电子标签天线的匹配理论	228
3.12.2	超高频频段标签天线设计	229
3.12.3	频段标签天线设计实例	233

3.12.4	标签天线的加工与测量	235
3.13	液体环境对 UHF 标签天线的影 响	236
3.13.1	理论分析	236
3.13.2	仿真验证试验	236
3.13.3	圆柱物体表面超高频标签天线	238
3.13.4	标签在圆柱(液体)位置的性能影响	244
3.14	偶极子和缝隙耦合结构实例	251
3.14.1	天线设计	251
3.14.2	结果与分析	254
第 4 章 RFID 微带标签天线		256
4.1	微带天线	256
4.1.1	微带天线的基本结构和辐射机理	257
4.1.2	微带缝隙天线的基本结构分类	258
4.1.3	矩形微带天线的分析和设计方法	260
4.2	微带天线的小型化技术	261
4.2.1	采用高介电常数基片	262
4.2.2	贴片曲面技术	262
4.2.3	微带天线加载技术	263
4.2.4	附加有源网络	263
4.2.5	微带天线的带宽技术	264
4.3	矩形微带贴片天线的工程设计	265
4.3.1	结构和设计要求	265
4.3.2	确定设计天线的参量	270
4.3.3	矩形微带贴片天线的仿真与分析	274
4.3.4	矩形微带贴片天线的阻抗匹配	275
4.3.5	微带天线的圆极化和实现方法	286
4.4	矩形标签天线	289
4.4.1	矩形标签的阻抗	289
4.4.2	标签芯片的匹配	289
4.4.3	标签天线带宽拓展	292
4.5	微带缝隙天线的结构和工程设计	296
4.6	圆极化环形微带天线的抗金属标签天线实例	299
4.6.1	天线结构	299
4.6.2	天线等效电路分析	300
4.6.3	仿真分析	301
4.6.4	测试结果	303
4.7	鲁棒性结构抗金属标签天线设计实例	304
4.7.1	天线结构	304
4.7.2	天线等效电路分析	305

4.7.3	仿真分析	305
4.7.4	测试结果	308
第 5 章	分形结构标签工程设计实例	309
5.1	分形结构天线的基本理论	309
5.1.1	分形简介	309
5.1.2	分形维数	311
5.1.3	常用分形天线	314
5.2	小型化圆极化分形天线	324
5.2.1	引言	324
5.2.2	小型化天线技术	324
5.2.3	圆极化天线技术	326
5.3	RFID 天线的分形结构	332
5.3.1	引言	332
5.3.2	分形天线	336
5.3.3	Y 型树状分形超材料结构设计	340
5.3.4	三等分树状分形超材料结构设计	342
5.3.5	Minkowski 分形构造	344
5.4	Hilbert 分形迭代原理的实例	347
5.4.1	天线基板的介电常数和厚度对天线性能影响的研究	348
5.4.2	实际应用	352
5.5	加载 AMC 地板的抗金属标签天线设计	354
5.5.1	引言	354
5.5.2	弯折偶极子标签天线设计	354
5.5.3	人工磁导体地板设计	359
5.5.4	加载 AMC 地板的抗金属标签天线	363
第 6 章	金属环境标签的工程设计	368
6.1	环境场对标签的影响	368
6.1.1	金属表面对标签性能的影响	368
6.1.2	超高频抗金属标签天线理论基础	371
6.1.3	各种材料背景下的读写距离测试	373
6.2	不同金属环境对标签天线性能的影响	374
6.2.1	天线周围有金属物体	374
6.2.2	天线贴在不同大小的金属表面上的分析	377
6.2.3	天线在金属表面弯曲的分析	380
6.3	其他介质对标签天线的的影响	385
6.3.1	不同介质的影响	385
6.3.2	不同距离的影响	391
6.4	采用相关天线技术降低环境要求	393
6.4.1	平面反 F 天线	393

6.4.2	尺寸的减小	395
6.4.3	标签天线对环境的影响	396
6.5	柔性 PIFA 抗金属标签天线设计	398
6.5.1	天线结构及模型	398
6.5.2	仿真分析	399
6.6	柔性微带抗金属标签天线设计	401
6.6.1	天线结构及模型	402
6.6.2	仿真分析	402
6.6.3	测试结果	406
6.7	超薄柔性微带抗金属标签天线设计	408
6.7.1	厚度对微带型标签天线的影	408
6.7.2	超薄抗金属标签天线的设计	410
6.7.3	超薄抗金属标签测试结果	412
6.7.4	几种柔性抗金属标签天线性能的对比	414
6.8	波导馈电微带环缝标签天线的分析与设计	414
6.8.1	金属表面天线结构与增益的关系	415
6.8.2	天线的设计与工程仿真	418
6.8.3	天线的制作与测试	422
6.9	同轴线馈电切口微带贴片标签天线的设计和分析	424
6.9.1	金属表面薄型天线的仿真与分析	424
6.9.2	天线的设计与仿真	427
6.9.3	天线的制作与测试	433
第 7 章	超高频标签天线测试和仿真	436
7.1	标签天线的工作原理	436
7.1.1	雷达散射截面原理	436
7.1.2	标签天线的雷达散射截面	437
7.1.3	标签的调制工作方式	439
7.1.4	标签芯片的可读灵敏度和读写距离	439
7.1.5	标签的运动速度与读取率	447
7.1.6	介质对读取性能的影响	452
7.1.7	天线的极化方向对标签性能的影响	458
7.2	标签天线的仿真分析	462
7.2.1	标签(一)的仿真分析	462
7.2.2	标签(二)的仿真分析	463
7.2.3	仿真分析的结论	464
7.3	标签性能测试的原理和方法	465
7.3.1	标签的相关国际标准	465
7.3.2	标签性能测试基本原理	466
7.3.3	标签性能测试的实现方法	466

7.3.4	标签互操作性能测试的实现方法	466
7.3.5	标签芯片一致性测试的实现方法	467
7.4	测试系统的环境	468
7.4.1	整体测试方案	468
7.4.2	环行器隔离信号法	470
7.4.3	测试系统所用天线的仿真与制作	471
7.4.4	测试系统的整体搭建	478
7.5	标签性能测试系统的实际测试及结果分析	480
7.5.1	测量读和写标签的最小电场强度值	480
7.5.2	测量标签灵敏度	481
7.5.3	最大操作电场强度值和存活电场强度值	482
7.5.4	抗干扰能力	482
7.5.5	标签移动最大衰落率	483
7.6	超高频 RFID 标签的测试理论	483
7.6.1	标签芯片阻抗的测量	483
7.6.2	S 参数分析	485
7.6.3	标签天线的阻抗测量方法探讨	485
7.7	标签基材复介电常数的测量	488
7.7.1	引言	488
7.7.2	波导传输法原理及仿真结果	488
7.7.3	矩形谐振腔法原理及仿真结果	491
7.7.4	微带线谐振法原理及仿真结果	493
7.7.5	微带线谐振法测试系统	498
第 8 章	外部场对标签天线的影响	503
8.1	标签天线受封装的影响	503
8.1.1	标签天线的基本类型	503
8.1.2	RFID 标签天线的主要技术参数	504
8.1.3	仿真天线参数	505
8.1.4	标签的封装	507
8.1.5	天线封装对天线性能的影响	509
8.2	基本环境对 RFID 标签辐射的影响	513
8.2.1	温度对标签的影响	513
8.2.2	温度对标签操作的影响	514
8.3	湿空气介电常数的推导	514
8.3.1	不含水蒸气的空气的介电常数	514
8.3.2	饱和干蒸汽的介电常数	515
8.3.3	湿空气介电常数的计算	516
8.3.4	建模仿真	516
8.3.5	空气粉尘和水雾颗粒对电磁波的影响	519

8.4	雨、雪、冰对 RFID 标签的影响	523
8.4.1	随机雨介质的等效介电常数	523
8.4.2	水膜对标签的影响的软件仿真	526
8.4.3	冰雪对标签表面的影响	530
8.5	人体和金属对 RFID 标签天线的影 响	532
8.5.1	金属对标签天线的影 响	532
8.5.2	人体对 RFID 标签天线的影 响	533
8.5.3	可用于人体环境的标签设计	537
8.6	纸基 RFID 包装箱的标签天线设计	538
8.6.1	包装箱环境对 RFID 标签天线的影 响	539
8.6.2	RFID 包装箱的设计	540
8.6.3	实物测试与结果	541
8.7	人体对标签天线的影 响	543
8.7.1	天线结构	543
8.7.2	仿真与测量结果	544
附录 1	标签天线芯片的相关参数——以 M4 为 例	546
附录 2	天线外形参考资料	547
参考文献	558

第1章 绪论

1.1 RFID 简介

1.1.1 背景和定义

RFID(Radio Frequency Identification)技术作为构建物联网的关键技术,近年来受到了人们的关注。RFID技术最早起源于英国,应用于第二次世界大战中辨别敌我飞机身份,20世纪60年代开始商用。RFID技术是一种自动识别技术,美国国防部规定在2005年1月1日以后,所有军需物资都要使用RFID标签;美国食品与药品管理局(FDA)建议制药商从2006年起利用RFID跟踪常被造假的药品。Walmart、Metro等零售企业应用RFID技术等一系列的行动更是推动了RFID在全世界的应用热潮。2000年,每个RFID芯片的价格是1美元,许多研究者认为RFID芯片非常昂贵,只有降低成本才能大规模应用;2005年,每个RFID芯片的价格是12美分左右;而现在,每个超高频RFID芯片的价格是10美分左右。RFID要想大规模应用,一方面是要降低RFID芯片的价格,另一方面是要看应用RFID之后能否带来增值服务。欧盟统计办公室的统计数据表明,2010年欧盟有3%的公司应用了RFID技术,应用分布在身份证件和门禁控制、供应链和库存跟踪、汽车收费、防盗、生产控制、资产管理。

射频识别(RFID)是一种无线通信技术,可以通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据,而无须在识别系统与特定目标之间建立机械或者光学接触。

无线电信号通过调成无线电频率的电磁场把数据从附着在物品上的标签中传送出去,以自动辨识与追踪该物品。某些标签在识别时可以从读写器发出的电磁场中得到能量,并不需要电池;也有的标签本身拥有电源,并可以主动发出无线电波(调成无线电频率的电磁场)。标签包含了电子存储的信息,数米之内都可以识别。与条形码不同的是,射频标签不需要位于读写器的视线之内,也可以嵌入被追踪物体。

从概念上来讲,RFID类似于条码扫描,对于条码技术而言,它是将已编码的条形码附着于目标物,并利用光信号将信息由条形码传送到专用的扫描读写器;而RFID则使用专用的RFID读写器及专门的可附着于目标物的RFID标签,利用频率信号将信息由RFID标签传送至RFID读写器。