

“863” 通信高技术丛书

“十一五”
国家重点图书出版规划项目

RFID通信测试 技术及应用

RFID Communication Testing
Technology and Application

□ 刘岩 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

“863” 通信高技术丛书

“十一五”
国家重点图书出版规划项目

RFID通信测试 技术及应用

RFID Communication Testing
Technology and Application

□ 刘岩 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

RFID通信测试技术及应用 / 刘岩编著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2010.4
(“863”通信高技术丛书)
ISBN 978-7-115-22317-3

I. ①R… II. ①刘… III. ①无线电信号—射频—信
号识别 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第020647号

内 容 提 要

本书全面地介绍了 RFID 测试技术的相关内容, 主要包括 RFID 的基本知识、RFID 标准化、测试场地、测试设备、RFID 性能测试、RFID 空中接口协议一致性测试和 RFID 射频测试等。本书不仅重视对 RFID 测试技术的介绍, 同时还在基于以往课题研究的基础上介绍了 RFID 环境影响测试、RFID 自动测试系统设计、RFID 标签测试实例和 UHF 频段 RFID 业务干扰测试, 注重于工程实践, 力图给读者提供最大程度的帮助。

本书适合 RFID 产业链各个环节上的相关技术人员阅读, 同时也可供大中院校和科研院所从事 RFID 测试的技术人员参考。

“863”通信高技术丛书

RFID 通信测试技术及应用

-
- ◆ 编 著 刘 岩
 - 责任编辑 姚予疆
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
 - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 20 2010年4月第1版
 - 字数: 480千字 2010年4月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22317-3

定价: 65.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

“863” 通信高技术丛书

编 委 会

主 任：叶培大

委 员：（按姓氏笔画顺序排列）

卫 国 王志威 王 京 王柏义

韦乐平 尤肖虎 冯记春 朱近康

邬江兴 邬贺铨 孙 玉 纪越峰

杜肤生 李少谦 李世鹤 李红滨

李武强 李 星 李默芳 杨千里

杨 壮 张 凌 陈俊亮 季仲华

周炯槃 郑南宁 赵梓森 赵慧玲

侯自强 姚 彦 郭云飞 曹淑敏

蒋林涛 谢麟振 强小哲 简水生

序

RFID 技术是物联网技术的重要内容，其最早的应用可以追溯到第二次世界大战中敌我目标的识别，但由于技术和成本的原因，一直未得到广泛应用。近些年来，随着大规模集成电路、网络通信、信息安全等技术的飞速发展，RFID 技术逐渐进入商业化应用阶段。由于具有高速移动物体识别、多目标识别和非接触识别等特点，RFID 技术显示出巨大的发展潜力与应用空间，被认为是 21 世纪最有发展前途的信息技术之一。

目前，RFID 还未形成统一的全球化标准，但随着全球物流行业 RFID 大规模应用的开始，需要统一的 RFID 标准已经得到业界的广泛认同。RFID 系统主要由数据采集和后台数据库网络应用系统两大部分组成。目前已经发布及正在制定中的标准主要是与数据采集相关的，如电子标签与读写器之间的空中接口、读写器与计算机之间的数据交换协议、RFID 标签与读写器的性能和一致性测试规范以及 RFID 标签的数据内容编码标准等。后台数据库网络应用系统目前并没有形成正式的国际标准，只有少数产业联盟制定了一些规范，现阶段还在不断演变中。

本书系统地介绍了 RFID 测试技术的多个方面，其中包括 RFID 的基本工作原理和相关技术，RFID 测试场地和测试设备等，并详细叙述了 RFID 空中接口协议一致性测试、RFID 射频测试和 RFID 环境影响测试的方法。本书是作者此方面工作成果的整理及测试经验的归纳和提炼，希望此书为该领域的科研工作者提供参考，推动 RFID 产业在我国的发展。

中国工程院院士
2009 年 12 月于北京

张钟华

前 言

射频识别（RFID）技术是一项复杂的应用技术，它不仅涵盖了微波技术理论和电磁学理论，而且还涉及通信原理及半导体集成电路技术，是一项多学科融合的新兴应用技术。如今 RFID 技术已在全球范围内广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等众多领域，研究开发 RFID 技术有着巨大的经济效益和社会意义。在我国，RFID 技术应用还处于发展阶段，市场前景非常广阔。

在 RFID 的众多技术分支中，RFID 测试技术是用来衡量 RFID 设备和应用环境等的重要手段。只有具有先进的测试技术，才能够对 RFID 技术、设备等进行准确的评估，才能促进整个 RFID 产业的不断发展，可见，RFID 测试技术的水平真正地体现了一个国家 RFID 技术的开发和应用水平，也是促进整个 RFID 技术向前发展的重要环节。

本书全面系统地介绍了 RFID 测试技术，包括 12 章和 1 个附录，内容主要包括 RFID 技术的工作原理和系统组成、RFID 标准化、测试场地、测试设备、RFID 性能测试、RFID 空中接口协议一致性测试、RFID 射频测试和 RFID 环境影响测试等，同时提出了 RFID 自动测试系统的设计方法，最后给出了一些 RFID 标签测试实例、UHF 频段 RFID 业务干扰测试和 RFID 应用方案测试场景设计。本书力图从工程实践上对 RFID 测试技术进行阐述，使读者对 RFID 测试技术有全面清晰的认识。

由于 RFID 测试技术在 RFID 产业链中的重要地位，RFID 产业链各个环节上的科研院所、设备厂商和集成商等都需要掌握相应的 RFID 测试技术，以便对相关的 RFID 产品、设备进行评估。可见，本书的内容不但对 RFID 产业链各个环节上的相关科研技术人员和工程技术人员有很好的指导作用，而且对于大中院校和科研院所从事 RFID 测试技术的人员也具有一定的参考价值。

作者所在单位国家无线电监测中心是 RFID 标准化工作组频率与通信组的组长单位，同时也是中国 RFID 产业频谱政策制定的权威技术机构，拥有多种无线电测试设备、完善的检测系统和国际水平的检测实验室，在无线电设备测试系统建设方面具有丰富的实践和管理经验，在测试方法、测试流程、测试验证方面都有一套独特的质量控制体系。作为国家“863”重大专项课题“射频识别应用中的通信测试技术研究”的课题承担单位，国家无线电监测中心对 RFID 技术进行了深入的研究并积累了丰富的 RFID 测试经验，很多测试技术、测试方法和技术研究成果都是由项目组提出的，因此能够保证本书内容的技术前瞻性和创新性。

相信书中关于 RFID 测试技术的研究成果将为我国 RFID 产品的研究、开发、设计与应用提供基础性指导和技术服务，可以为 RFID 技术和产品的研发与生产中可靠评估环境的建立提供参考，同时能够为 RFID 产品可靠性与质量提供一个基本的评估框架。通过本书的学习，希望读者能够掌握 RFID 测试技术的基本内容，并将这些研究成果应用到平时的工作中，更好地促进我国 RFID 产业的发展。

目前，RFID 图书市场的相关书籍往往集中于介绍 RFID 基本技术、RFID 应用、RFID 硬

件技术、RFID 软件技术、RFID 仿真技术等方面的知识，而对 RFID 产业链非常重要的测试技术却没有相关的专业书籍来进行介绍，这是整个 RFID 图书市场上的一个空白。相信本书的出版将会弥补这个市场空白，同时也会起到抛砖引玉的作用，促使更多有关 RFID 测试技术图书的出版，从而为促进我国 RFID 技术的发展贡献一份力量。作者也衷心希望我国能够培养出更多的 RFID 专业测试技术人才。

本书是国家无线电监测中心和国家“863”重大专项课题“射频识别应用中的通信测试技术研究”项目组的研究成果总结和智慧结晶，这里对项目组的所有成员表示衷心的感谢。特别要感谢项目组的尹纪新、李书芳、阚润田、宋起柱、王俊峰、姜雪松、洪卫军、宋林、李剑雄、王文俭、马爱文等同志，没有他们付出的辛勤劳动和所做的大量工作，本书是不可能顺利完成的。另外，本书在编写的过程中参考了不少专家和学者的著作、学术论文和经验总结等，在此对他们表示最诚挚的谢意！

本书的顺利出版得到了国家“863”重大专项课题“射频识别应用中的通信测试技术研究”的资助，课题编号为 2006AA04A106。

限于作者的水平，书中难免会存在一些不足之处或者错误，恳请广大读者和相关专家批评指正。

作者

2009 年 10 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 RFID 技术简介	1
1.1.1 RFID 技术	1
1.1.2 RFID 技术的优势	2
1.1.3 RFID 技术的应用	2
1.1.4 RFID 标签的工作频率	3
1.1.5 RFID 技术的分类	3
1.1.6 RFID 技术的发展趋势	4
1.2 RFID 在物联网中的应用	5
1.3 RFID 测试的目的和意义	7
思考题	7
第 2 章 RFID 技术的工作原理和系统组成	8
2.1 RFID 技术的工作原理	8
2.1.1 RFID 的基本通信原理	8
2.1.2 RFID 的耦合方式	8
2.2 RFID 系统的组成	11
2.2.1 标签	12
2.2.2 读写器	15
2.2.3 RFID 中间件	18
思考题	25
第 3 章 RFID 标准化	26
3.1 RFID 标准的分类	26
3.1.1 RFID 标准划分原则	26
3.1.2 RFID 不同频段的标准	27
3.1.3 RFID 不同行业的标准	29
3.1.4 RFID 不同应用环节的标准	31
3.2 RFID 标准化组织	34
3.3 RFID 标准介绍	36
3.3.1 ISO/IEC JTC 1/SC 31 的 RFID 标准制定	36
3.3.2 UHF 频段空中接口标准 ISO/IEC 18000 标准系列	40

3.3.3	ISO/IEC 18000-6C (读写器到标签的通信)	41
3.3.4	ISO/IEC 18000-6C (标签到读写器的通信)	46
	思考题	51
第 4 章	测试场地	52
4.1	开阔试验场	52
4.1.1	开阔试验场的定义	52
4.1.2	开阔试验场的环境要求	53
4.2	屏蔽室	55
4.2.1	屏蔽效能	55
4.2.2	屏蔽材料	56
4.2.3	辅助设施	58
4.3	电波暗室	59
4.3.1	电波暗室的定义	59
4.3.2	电波暗室的分类	61
4.3.3	电波暗室的技术指标	62
4.3.4	半电波暗室的设计	66
4.4	横电磁波室	67
4.4.1	横电磁波小室简介	68
4.4.2	吉赫兹横电磁波小室	69
	思考题	70
第 5 章	测试设备	71
5.1	测量接收机	71
5.1.1	测量接收机的基本原理	71
5.1.2	测量接收机的技术参数	73
5.1.3	测量接收机的辅助设备	78
5.2	频谱分析仪	81
5.2.1	频谱分析仪的基本原理	82
5.2.2	实时频谱分析仪和扫频频谱分析仪	85
5.3	泰克公司的实时频谱分析仪	87
5.3.1	实时频谱分析仪原理	88
5.3.2	实时触发功能	89
5.3.3	频谱图测试	90
5.3.4	时间相关的多域分析	91
5.3.5	RSA3408A 的技术指标	92
5.3.6	RSA3408A 测试 RFID 信号的操作	95
5.4	测试天线	96
5.4.1	天线的技术参数	96

5.4.2	常见天线简介——线天线	99
5.4.3	常见天线简介——面天线	101
	思考题	103
第 6 章	RFID 性能测试	104
6.1	RFID 系统性能测试方法	104
6.1.1	基本概念	104
6.1.2	测试环境	106
6.1.3	测试参数	107
6.1.4	测试方法	111
6.1.5	测试结果报告	118
6.2	标签性能测试方法——电感耦合型 RFID 标签测试	119
6.2.1	识别磁场强度阈值	119
6.2.2	读磁场强度阈值	121
6.2.3	写磁场强度阈值	122
6.2.4	最大工作磁场强度	124
6.2.5	生存磁场强度	125
6.2.6	负载调制	126
6.3	标签性能测试方法——电磁场传播型 RFID 标签测试	127
6.3.1	识别电磁场强度阈值和频率峰值	127
6.3.2	读电磁场强度阈值	128
6.3.3	写电磁场强度阈值	130
6.3.4	灵敏度降级	131
6.3.5	最大工作电磁场强度	133
6.3.6	生存电磁场强度	134
6.3.7	雷达散射截面变化和角度信息	135
6.3.8	干扰抑制	136
6.3.9	最大识别变化率	137
6.3.10	最大写变化率	139
	思考题	140
第 7 章	RFID 空中接口协议一致性测试	141
7.1	RFID 空中接口和相关标准	141
7.1.1	RFID 空中接口	141
7.1.2	RFID 空中接口协议相关标准	142
7.2	HF 频段空中接口协议一致性测试	144
7.2.1	测试辅助设备——校准线圈	144
7.2.2	测试辅助设备——读写器测试装置	145
7.2.3	测试辅助设备——参考标签	149

7.2.4	测试辅助设备——数字采样示波器	151
7.2.5	测试附件参数设置	152
7.2.6	标签一致性测试	155
7.2.7	读写器一致性测试	156
7.3	UHF 频段空中接口协议一致性测试	157
7.3.1	测试环境电磁噪声要求	158
7.3.2	读写器测试装置	158
7.3.3	标签测试装置	160
7.3.4	读写器测试	161
7.3.5	标签测试	163
	思考题	168
第 8 章	RFID 射频测试	169
8.1	中国 UHF 频段 RFID 技术应用规定	169
8.2	RFID 射频测试项目	171
8.2.1	中国 RFID 试行规定中的测试项目	171
8.2.2	EPC global 中的测试项目	171
8.3	实时频谱分析仪的设置	172
8.4	射频测试项目的手动测试方法	173
8.4.1	载波频率容限	173
8.4.2	占用带宽	174
8.4.3	发射功率	175
8.4.4	邻道功率泄漏比	176
8.4.5	杂散发射	176
8.4.6	驻留时间	177
8.4.7	EPC global 中的测试项目	179
	思考题	182
第 9 章	RFID 环境影响测试	183
9.1	读写距离和读取率测试	183
9.1.1	读写距离测试	183
9.1.2	读取率测试	185
9.2	金属影响测试	186
9.2.1	金属对读写器场的影响	186
9.2.2	金属对标签天线的影响	189
9.3	介质影响测试	192
9.3.1	不同介质的影响	192
9.3.2	不同距离的影响	204
9.4	背景不敏感的天线设计	206

9.4.1	平面反 F 天线	206
9.4.2	天线尺寸的减小	208
9.4.3	环境的影响	210
	思考题	211
第 10 章	RFID 自动测试系统设计	212
10.1	RFID 自动测试系统概述	212
10.1.1	自动测试系统简介	212
10.1.2	虚拟仪器技术	214
10.1.3	RFID 自动测试系统现状	216
10.2	RFID 射频自动测试系统设计	216
10.2.1	RFID 射频自动测试系统概述	217
10.2.2	测试标准和测试项目	217
10.2.3	系统的总体设计	218
10.2.4	系统的软件设计	219
10.2.5	测试结果及报告生成	222
10.3	RFID 协议一致性测试系统设计	223
10.3.1	RFID 协议一致性测试系统发展现状	224
10.3.2	测试系统的构架方式	225
10.3.3	测试系统采用的关键技术	228
10.3.4	系统的总体设计	230
10.3.5	系统的具体设计	231
10.3.6	RFID 标签协议一致性测试演示	235
10.3.7	RFID 读写器协议一致性测试演示	238
	思考题	241
第 11 章	RFID 标签测试实例	242
11.1	RFID 标签在 GTEM 小室中的性能测试	242
11.1.1	RFID 技术的现存问题	242
11.1.2	RFID 标签测试设备	243
11.1.3	测试方法和流程	245
11.1.4	测试结果分析	246
11.2	最大读取距离测试	249
11.3	方向灵敏度测试	251
11.4	标签性能差异测试	253
11.5	金属和水附近的读取性能测试	256
11.5.1	材料前标签的读取性能	257
11.5.2	材料前标签的频率响应	259
	思考题	263

第 12 章 UHF 频段 RFID 业务干扰测试	264
12.1 RFID 业务与立体声广播传输业务的干扰测试.....	264
12.1.1 测试目的.....	266
12.1.2 测试方案.....	266
12.1.3 RFID 系统和 STL 系统测试.....	268
12.1.4 传导干扰测试.....	271
12.1.5 现场干扰测试.....	276
12.1.6 测试结论.....	278
12.2 RFID 业务与无中心对讲机业务的干扰测试.....	278
12.2.1 测试目的.....	279
12.2.2 测试方案.....	279
12.2.3 测试过程.....	280
12.2.4 测试结论.....	281
12.3 RFID 业务与 GSM 业务的干扰测试.....	282
12.3.1 测试目的.....	282
12.3.2 测试方案.....	282
12.3.3 测试过程.....	283
12.3.4 测试结论.....	284
12.4 800MHz 频段 RFID 设备读取 900MHz 频段标签的测试.....	284
12.4.1 测试目的.....	284
12.4.2 测试方案.....	285
12.4.3 测试过程.....	285
12.4.4 测试结论.....	289
思考题.....	289
附录 RFID 应用方案测试场景设计	290
参考文献	303

第1章 绪 论

射频识别（RFID, Radio Frequency Identification）技术是一项复杂的应用技术，它不仅涵盖了微波技术与电磁学理论，而且还涉及通信原理以及半导体集成电路等技术，是一项多学科融合的新兴应用技术。目前，RFID 技术已成为一个新的经济增长点，广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等众多领域，最近，它在物联网的应用更是受到了热捧。因此，研究开发 RFID 技术有着巨大的经济效益和社会意义，对 RFID 测试技术的研究是 RFID 应用中不可或缺的一个环节。

本章要点：

- RFID 技术的概念和特点；
- RFID 系统的分类及应用；
- 物联网的基本概念及应用；
- RFID 测试技术研究的目的和意义。

1.1 RFID 技术简介

1.1.1 RFID 技术

RFID 技术是一种非接触式的自动识别技术，它通过使用射频电子设备发射射频信号，射频信号通过空间耦合来自动识别目标对象并获取相关数据，并且可以将新的信息写入目标对象的标识设备。RFID 的工作无须人工干预，可自动工作于各种恶劣环境。这里，射频信号专指具有一定波长，可用于无线电通信的电磁波信号。

RFID 技术最常提到的两个概念是“标签”和“读写器”。标签属于被识别物品的标识设备；而读写器则是一种可以识读现存标签中的信息，且可以将信息写入标签的电子设备。读写器能够在读取信息后将现存的被标识物品信息通告给另一个系统。这个通过读写器通信的系统通常运行一种软件，该软件是在读写器和应用层面之间的，通常被称为 RFID 中间件，如图 1-1 所示。



图 1-1 RFID 系统

1.1.2 RFID 技术的优势

通常，有很多的方法可以用来识别物体、动物和人，其中条形码是大家比较熟悉的计算机可读标签。实际上，使用激光扫描条形码会带来一些强制性的限制，它需要一个直接的“视线”，因此这种操作必须在恰当的一侧以恰当的方向面对，并且在激光束和条形码之间不能有任何阻碍。

大多数其他形式的标识符，例如磁条信用卡，还必须按照正确的方式排列于读卡机前或者以特定的方式插入读卡机，这些都需要浪费很多时间。生物识别技术可以用来辨识人，但是与磁条类似，光学和指纹识别系统都需要仔细校准，面部毛细血管扫描至少需要面对摄像头等。

RFID 标签提供了一种机制，它可以确定远处的一个项目，而不需要有更敏感的项目和读写器。即使标记正在远离读写器，读写器也可以通过该项目的标记来“看”。

RFID 技术拥有更多的优点，比其他技术（如条形码或磁条）更适合于创建预测性的物联网。条形码在印刷出来之后，人们很难再添加信息，而某些类型的 RFID 标签则可以多次写入和改写信息。RFID 标签仅仅工作在幕后，使数据在对象和地点之间产生联系，通过用户或运营商，在没有外部干预的条件下自动收集信息。

RFID 技术以无线通信技术和存储器技术为核心，相比其他的自动识别技术，RFID 技术具有可进行高速移动物体识别、多目标识别和非接触识别等特点。可将 RFID 技术的优点概括如下。

1. 无须校准接触

不需要“视线”即可扫描，直接读取标签信息，这可以节省处理排列项目的时间。

2. 快速货存检索

多个项目可在同一时间内扫描。因此，用来计算项目所需要的时间大幅度减少。

3. 多形式的标签

RFID 标签尺寸范围是：从饭盒般大小的防爆标签到比米粒还小的被动微型标签。这些不同形式的标签，使得 RFID 技术可用于各种环境中。

4. 数据的存储容量大

96 位的 RFID 标签可以提供数十亿个物品的识别能力。

5. 可反复擦写

有些种类的标签可以改写很多次，就如可以反复使用的集装箱，这是一个很大的优势。但是这种类型的标签也有安全性隐患，因此，一次性写入标签依然有市场。

6. 具有穿透性

标签若被纸张、木材和塑料等非金属或半透明的材质包裹的话，也可以进行穿透性通信。如果是金属材质，则需进行特殊处理。

1.1.3 RFID 技术的应用

对于大多数 RFID 技术应用来说，它们的整体方案是相同的。但是对于一个具体任务，

往往又需要讨论它在策划和执行中的不同之处，这是 RFID 技术应用的一大特点。

图 1-2 所示的树状图显示了 RFID 技术与其他识别系统之间的关系，同时也展示了不同类型的 RFID 技术应用。

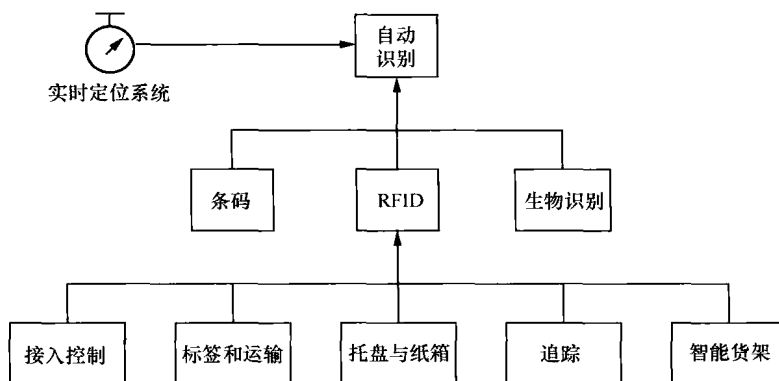


图 1-2 RFID 技术与其他识别系统的关系

通过图 1-2 可以看出，RFID、条形码和生物识别技术都属于自动识别技术，但是它们又有着本质的不同之处，因此也导致了具体应用领域的不同。

1.1.4 RFID 标签的工作频率

按照工作频率的不同，RFID 标签的工作频率可分为低频（LF）、高频（HF）、超高频（UHF）和微波（MW）频段等不同种类。工作频率划分如表 1-1 所示。

表 1-1 RFID 标签的工作频率划分

频段名称	频率范围	说明
低频（LF）	30~300kHz	常用频率为 125kHz 和 135kHz，主要用于门禁管理和动物追踪等
高频（HF）	3~30MHz	常用频率为 13.56MHz ± 7kHz，主要用于智能卡、单品级物品追踪和图书管理等
超高频（UHF）	300MHz~2GHz	常用频率为 433MHz 和 866~960MHz，主要用于托盘级追踪、单品级物品追踪和集装箱运输等
微波（MW）	大于 2GHz	常用频率为 2.45GHz 和 5.8GHz，主要用于不停车收费、人员定位管理和行李处理等

1.1.5 RFID 技术的分类

根据采用的工作频率的不同，RFID 技术可分为低频系统和高频系统两大类；根据电子标签内是否装有电池为其供电，又可将其分为有源系统和无源系统两大类；从电子标签内保存的信息注入的方式，可将其分为集成电路固化式、现场有线改写式和现场无线改写式三大类；根据读取电子标签数据的技术实现手段，可将其分为广播发射式、倍频式和反射调制式三大类。

① 低频系统一般指工作频率小于 30MHz 的系统，典型的工作频率有 125kHz、135kHz、

13.56MHz 等，基于这些频点的 RFID 系统一般都有相应的国际标准。低频系统的基本特点是电子标签的成本较低，标签内保存的数据量较少，阅读距离较短（无源情况，典型阅读距离为 10cm），电子标签外形多样（卡状、环状、纽扣状、笔状），阅读天线方向性不强等。

② 高频系统一般指工作频率大于 400MHz 的系统，典型的工作频率有 915MHz、2 450MHz、5 800MHz 等，高频系统在这些频率上也有众多的国际标准予以支持。高频系统的基本特点是电子标签及读写器成本均较高，标签内保存的数据量较大，阅读距离较远（可达几米至十几米），适应高速运动物体性能好，外形一般为卡状，阅读天线及电子标签天线均有较强的方向性。

③ 有源电子标签内装有电池，一般具有较远的阅读距离，不足之处是电池的寿命有限（3~10 年）；无源电子标签内无电池，它接收到读写器（读出装置）发出的微波信号后，将部分微波能量转化为直流电供自己工作，一般可做到免维护。相比有源系统，无源系统在阅读距离及适应物体运动速度方面略逊色。

④ 集成固化式电子标签内的信息一般在集成电路生产时即以 ROM 工艺模式注入，因此该标签保存的信息是一成不变的。现场有线改写式电子标签一般将电子标签保存的信息写入其内部的存储区中，改写时需要专用的编程器或写入器，改写过程中必须为其供电；现场无线改写式电子标签一般适用于有源类电子标签，具有特定的改写指令，电子标签内保存的信息也位于其中的存储区。一般情况下，改写电子标签数据所需时间远大于读取电子标签数据所需时间。通常，改写所需时间为秒级，读取时间为毫秒级。

⑤ 广播发射式 RFID 系统实现起来最简单。电子标签必须采用有源方式工作，并实时将其储存的标识信息向外广播，读写器相当于一个只收不发的接收机。这种系统的缺点是电子标签不停地向外发射信息，既耗电，又对环境造成电磁污染，而且系统不具备安全保密性。倍频式射频识别系统实现起来有一定难度。一般情况下，读写器发出射频查询信号，电子标签返回的信号载频为读写器发出射频的倍频。这种工作模式为读写器接收处理回波信号提供了便利。

对无源电子标签来说，电子标签将接收的读写器射频能量转换为倍频回波载频时，其能量转换效率较低，提高转换效率需要较高的微波技术，这就意味着更高的电子标签成本。

同时这种系统工作需占用两个工作频点，一般较难获得无线电频率管理委员会的产品应用许可。反射调制式 RFID 系统实现起来要解决同频收发问题。系统工作时，读写器发出微波查询（能量）信号，电子标签（无源）将部分接收到的微波查询能量信号整流为直流电供电子标签内的电路工作，另一部分微波能量信号被电子标签内保存的数据信息调制（ASK）后反射回读写器。读写器接收到反射回的幅度调制信号后，从中解出电子标签所保存的标识性数据信息。

系统工作过程中，读写器发出微波信号与接收反射回的幅度调制信号是同时进行的。反射回的信号强度较发射信号要弱得多，因此技术实现上的难点在于同频接收。

1.1.6 RFID 技术的发展趋势

RFID 技术将向以下几个方向发展。

1. 数量更多、样式更丰富的设备

处理日益增长的财富信息的一个办法就是建立一个系统，这个系统不仅仅是记录现有的