

1	RFID 基础知识	1
1.1	RFID 无线识别基础介绍	1
1.1.1	什么是 RFID	1
1.1.2	什么是 RFID 技术.....	2
1.1.3	什么是电子标签.....	2
1.1.4	什么是 RFID 解决方案.....	2
1.1.5	什么是 RFID 中间件.....	2
1.1.6	RFID 系统的基本组成部分.....	3
1.1.7	是什么让零售商如此推崇 RFID.....	3
1.2	RFID 发展历程.....	3
1.3	RFID 应用领域.....	4
1.4	RFID 相关术语.....	5
1.5	RFID 标准化组织.....	6
2	电子标签	6
2.1	RFID 工作频率的分类	6
2.1.1	低频段射频标签.....	7
2.1.2	中高频段射频标签.....	7
2.1.3	超高频与微波标签.....	8
2.2	电子标签耦合方式	9
2.2.1	密耦合系统	9
2.2.2	遥耦合系统.....	9
2.2.3	远距离系统.....	10
2.3	电子标签的制作及封装	10
2.3.1	标签类.....	11
2.3.2	注塑类.....	11
2.3.3	卡片类.....	11
2.3.4	小结.....	11
2.4	射频标签通信协议简介	12
2.5	射频标签内存信息的写入方式.....	12
2.6	关于电子标签的其他问题	13
2.6.1	什么是电子产品代码标签.....	13
2.6.2	RFID 标签的价格是多少?	13
2.6.3	射频标签能用于金属物体吗? 能用于含水成分较高的物品吗?	14
2.6.4	只读和读写标签有什么区别.....	14
2.6.5	什么叫标签冲突.....	14
2.6.6	射频标签能储存多少信息.....	14
2.6.7	射频标签可以和传感器连接吗?	14
2.6.8	应答器, 智能标签, 射频标签有什么区别?	15
2.6.9	哪种标签适合我的客户的产品.....	15
3	RFID 读写设备	15
3.1	RFID 的工作原理.....	15
3.2	RFID 读写器基本介绍	17

3.2.1	什么是RFID读写器.....	17
3.2.2	RFID读写器防冲撞(防碰撞)实现机理.....	17
3.3	RFID读写器.....	19
3.3.1	RFID读写器频率分类.....	19
3.3.2	为什么要使用不同的频率?.....	19
3.3.3	所有的阅读器都能支持不同类型的标签吗?.....	19
3.3.4	什么是阅读器冲突?.....	19
3.3.5	我们如何知道哪个频率适合于我们的产品?.....	20
3.3.6	我需要什么样的阅读器?.....	20
4	RFID知识进阶.....	20
4.1	工作方式.....	20
4.2	数据量.....	21
4.3	可编程.....	21
4.4	数据载体.....	21
4.5	状态模式.....	22
4.6	能量供应.....	22
4.7	频率范围.....	22
4.8	射频标签→读写器数据传输.....	23
5	RFID中间件知识.....	23
5.1	什么是RFID中间件.....	23
5.2	RFID中间件的三个发展阶段.....	24
5.3	RFID中间件两个应用方向.....	24
5.4	RFID中间件原理.....	25
5.5	管家利用RFID中间件来管理系统.....	26
5.6	RFID中间件分类:.....	26
5.7	RFID中间件的特征.....	26
5.8	如何将现有的系统与新的RFID READER连接.....	27
5.9	中间件在系统中的作用及位置.....	28
6	如何保护RFID内部信息.....	28
6.1	RFID存在安全隐患.....	28
6.2	第二代的RFID标准强化的安全功能.....	29
6.3	在金融领域RFID遇到了EMV的挑战.....	30
7	RFID天线知识.....	31
7.1	什么是RFID天线?.....	31
7.2	天线的基本知识.....	32
7.2.1	天线的选择.....	32
7.2.2	阻抗问题.....	32
7.2.3	局部结构的影响.....	32
7.2.4	辐射模式.....	33
7.2.5	距离.....	33
7.2.6	天线的总结.....	33

8	RFID 工作频率指南和典型应用	34
8.1	低频(从 125KHz 到 134KHz).....	34
8.1.1	特性.....	34
8.1.2	主要应用.....	34
8.1.3	符合的国际标准.....	35
8.2	高频(工作频率为 13.56MHz).....	35
8.2.1	特性.....	35
8.2.2	主要应用.....	36
8.2.3	符合的国际标准.....	36
8.3	超高频(工作频率为 860MHz 到 960MHz 之间).....	36
8.3.1	特性.....	36
8.3.2	主要应用.....	37
8.3.3	符合的国际标准.....	37
9	传统二维条形码与无线射频识别技术纵览	37
9.1	条码识别技术.....	38
9.1.1	狭小的一维空间.....	38
9.1.2	从"线"到"面"的飞跃.....	40
9.1.3	二维条形码的阅读器.....	42
9.2	射频识别: 从"有形"到"无形"的革命.....	43
9.3	RFID 开始进入实用阶段	44
9.4	射频技术和条码的综合比较和讨论	46
9.4.1	电子标签 RFID 对比条形码七大特点.....	46
9.4.2	为什么射频技术比条形码具有优越性?	47
9.4.3	射频技术和条形码有什么区别?	47
9.4.4	目前, 在成本方面, 只能标签和条形码有什么差别?	47
9.4.5	RFID 标签能否取代条码技术.....	47
9.4.6	使用高频标签会对人体有辐射危害吗.....	49
9.5	RFID 面临的问题.....	49
9.5.1	标准化是个大问题.....	49
9.5.2	价格问题是制约 RFID 标签推广应用市场发展的巨大瓶颈之一.....	49
9.5.3	技术的突破.....	50
9.5.4	涉及人员失业、隐私保护以及安全问题.....	50

RFID 入门知识汇总

1 RFID 基础知识

1.1 RFID 无线识别基础介绍

无线射频识别技术（Radio Frequency Identification, RFID）是一种非接触的自动识别技术，其基本原理是利用射频信号和空间耦合（电感或电磁耦合）或雷达反射的传输特性，实现对被识别物体的自动识别。

RFID 系统至少包含电子标签和阅读器两部分。电子标签是射频识别系统的数据载体，电子标签由标签天线和标签专用芯片组成。依据电子标签供电方式的不同，电子标签可以分为有源电子标签(Active tag)、无源电子标签(Passive tag)和半无源电子标签(Semi—passive tag)。有源电子标签内装有电池，无源射频标签没有内装电池，半无源电子标签(Semi—passive tag)部分依靠电池工作。

电子标签依据频率的不同可分为低频电子标签、高频电子标签、超高频电子标签和微波电子标签。依据封装形式的不同可分为信用卡标签、线形标签、纸状标签、玻璃管标签、圆形标签及特殊用途的异形标签等。

RFID 阅读器（读写器）通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信，可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的阅读器包含有高频模块(发送器和接收器)、控制单元以及阅读器天线。

1.1.1 什么是 RFID

RFID 是 Radio Frequency Identification 的缩写，即射频识别。常称为感应式电子晶片或近接卡、感应卡、非接触卡、电子标签、电子条码，等等。

一套完整 RFID 系统由 Reader 与 Transponder 两部份组成，其动作原理为由 Reader 发射一特定频率之无线电波能量给 Transponder,用以驱动 Transponder 电路将内部之 ID Code 送出，此时 Reader 便接收此 ID Code。Transponder 的特殊在于免用电池、免接触、免刷卡故不怕脏污，且晶片密码为世界唯一无法复制，安全性高、长寿命。

RFID 的应用非常广泛，目前典型应用有动物晶片、汽车晶片防盗器、门禁管制、停车

场管制、生产线自动化、物料管理。RFID 标签有两种：有源标签和无源标签。

以下是电子标签内部结构:芯片+天线与 RFID 系统组成示意图

1.1.2 什么是 RFID 技术

RFID 射频识别是一种非接触式的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，识别工作无须人工干预，可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签，操作快捷方便。

短距离射频产品不怕油渍、灰尘污染等恶劣的环境，可在这样的环境中替代条码，例如用在工厂的流水线上跟踪物体。长距射频产品多用于交通上，识别距离可达几十米，如自动收费或识别车辆身份等。

1.1.3 什么是电子标签

电子标签即为 RFID 有的称射频标签、射频识别。它是一种非接触式的自动识别技术，通过射频信号识别目标对象并获取相关数据，识别工作无须人工干预，作为条形码的无线版本，RFID 技术具有条形码所不具备的防水、防磁、耐高温、使用寿命长、读取距离大、标签上数据可以加密、存储数据容量更大、存储信息更改自如等优点。

1.1.4 什么是 RFID 解决方案

RFID 解决方案是 RFID 技术供应商针对行业发展特点制定的 RFID 应用方案，可根据不同企业的实际要求“量身定做”。

RFID 解决方案可按照行业进行分类，物流、防伪防盗、身份识别、资产管理、动物管理、快捷支付等等 查看方案请点击[此处](#)。

1.1.5 什么是 RFID 中间件

RFID 是 2005 年建议企业可考虑引入的十大策略技术之一，而中间件（Middleware）可称为是 RFID 运作的中枢，因为它可以加速关键应用的问世。

RFID 产业潜力无穷，应用的范围遍及制造、物流、医疗、运输、零售、国防等等。Gartner Group 认为，RFID 是 2005 年建议企业可考虑引入的十大策略技术之一，然而其成功之关键

除了标签（Tag）的价格、天线的设计、波段的标准化、设备的认证之外，最重要的是要有关键的应用软件（Killer Application），才能迅速推广。而中间件（Middleware）可称为是 RFID 运作的中枢，因为它可以加速关键应用的问世。

1.1.6 RFID 系统的基本组成部分

最基本的 RFID 系统由三部分组成：

标签(Tag)：由耦合元件及芯片组成，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象；

阅读器(Reader)：读取(有时还可以写入)标签信息的设备，可设计为手持式或固定式；

天线(Antenna)：在标签和读取器间传递射频信号。

1.1.7 是什么让零售商如此推崇 RFID

据 Sanford C. Bernstein 公司的零售业分析师估计，通过采用 RFID，沃尔玛每年可以节省 83.5 亿美元，其中大部分是因为不需要人工查看进货的条码而节省的劳动力成本。尽管另外一些分析师认为 80 亿美元这个数字过于乐观，但毫无疑问，RFID 有助于解决零售业两个最大的难题：商品断货和损耗（因盗窃和供应链被搅乱而损失的产品），而现在单是盗窃一项，沃尔玛一年的损失就差不多有 20 亿美元，如果一家合法企业的营业额能达到这个数字，就可以在美国 1000 家最大企业的排行榜中名列第 694 位。研究机构估计，这种 RFID 技术能够帮助把失窃和存货水平降低 25%。

1.2 RFID 发展历程

RFID 直接继承了雷达的概念，并由此发展出一种生机勃勃的 AIDC 新技术——RFID 技术。1948 年哈里·斯托克曼发表的“利用反射功率的通讯”奠定了射频识别 RFID 的理论基础。

1)RFID 技术发展的历程表。在 20 世纪中，无线电技术的理论与应用研究是科学技术发展最重要的成就之一。RFID 技术的发展可按 10 年期划分如下：

1941~1950 年。雷达的改进和应用催生了 RFID 技术，1948 年奠定了 RFID 技术的理论基础。

1951—1960 年。早期 RFID 技术的探索阶段，主要处于实验室实验研究。

1961—1970年。RFID技术的理论得到了发展，开始了一些应用尝试。

1971—1980年。RFID技术与产品研发处于一个大发展时期，各种RFID技术测试得到加速。出现了一些最早的RFID应用。

1981~1990年。RFID技术及产品进入商业应用阶段，各种规模应用开始出现。

1991~2000年。RFID技术标准化问题日趋得到重视，RFID产品得到广泛采用，RFID产品逐渐成为人们生活中的一部分。

2001—今。标准化问题日趋为人们所重视，RFID产品种类更加丰富，有源电子标签、无源电子标签及半无源电子标签均得到发展，电子标签成本不断降低，规模应用行业扩大。

RFID技术的理论得到丰富和完善。单芯片电子标签、多电子标签识读、无线可读可写、无源电子标签的远距离识别、适应高速移动物体的RFID正在成为现实。

1.3 RFID 应用领域

RFID应用的领域相当广泛

- 1、物流： 物流过程中的货物追踪，信息自动采集，仓储应用，港口应用，邮政，快递
- 2、零售： 商品的销售数据实时统计，补货，防盗
- 3、制造业： 生产数据的实时监控，质量追踪，自动化生产
- 4、服装业： 自动化生产，仓储管理，品牌管理，单品管理，渠道管理
- 5、医疗： 医疗器械管理，病人身份识别，婴儿防盗
- 6、身份识别： 电子护照，身份证，学生证等各种电子证件。

- 7、防伪： 贵重物品（烟，酒，药品）的防伪，票证的防伪等

- 8、资产管理： 各类资产（贵重的或数量大相似性高的或危险品等）
- 9、交通： 高速不停车，出租车管理，公交车枢纽管理，铁路机车识别等
- 10、食品： 水果，蔬菜，生鲜，食品等保鲜度管理
- 11、动物识别： 训养动物，畜牧牲口，宠物等识别管理
- 12、图书馆： 书店，图书馆，出版社等应用
- 13、汽车： 制造，防盗，定位，车钥匙
- 14、航空： 制造，旅客机票，行李包裹追踪
- 15、军事： 弹药，枪支，物资，人员，卡车等识别与追踪
- 16、其它：

1.4 RFID 相关术语

RFID 相关术语

- 1) 射 频： 一般指微波。
- 2) 微 波： 波长为 0.1—100 厘米或频率在 1—100GHZ 的电磁波。
- 3) 电子标签： 以电子数据形式存储标识物体代码的标签，也叫射频卡。
- 4) 被动式电子标签： 内部无电源、靠接收微波能量工作的电子标签。
- 5) 主动式电子标签： 靠内部电池供电工作的电子标签。
- 6) 微波天线： 用于发射和接受微波信号。
- 7) 读出装置： 用于读取电子标签内电子数据。
- 8) 阅 读 器： 用于读取电子标签内电子数据。
- 9) 编 程 器： 用于将电子数据写入电子标签或查阅电子标签内存储数据。
- 10) 波束范围： 指天线发射微波的照射功率范围。
- 11) 标签容量： 电子标签编程时所能写入的字节数或逻辑位数。
- 12) 振幅(Amplitude)： 无线电波最高点和零值之间的距离。
- 13) 只读存储 (Read-only memory , ROM): 一种将信息存储在芯片上的形式, 不能被覆盖。
只读芯片要比读写芯片便宜得多。
- 14) 自动数据采集 (Automatic data capture, ADC): 用于收集数据并直接将其导入 (不涉及人工参与) 计算机系统的方法 (见自动识别与数据采集)。
- 15) 智能卡 (Smart Card): 内嵌有微芯片的塑料卡 (通常是一张信用卡的大小) 的通称。
一些智能卡包含一个 RFID 芯片, 所以它们不需要与读写器的任何物理接触就能够识别持卡人。RFID 智能卡常常被称为“遥控”智能卡。
- 16) Biz—自动识别技术的应用案例框架: Biz 是一项自动识别工程, 它的终极目标是将自动识别技术与现实世界中的应用案例结合, 以此实现“商业自动化”, 或者说是 a-Biz。
- 17) ASN—高级货运通知 : 也可称之为 DA, 此电子文档先于货物被发送出去, 以通知对方货物在运送途中。
- 18) BIS—商业信息系统 : 商业信息系统, 即 BIS, 是用来处理商业交易信息的系统。
- 19) DA—发货通知 : 此电子文档先于货物被发送出去, 以通知对方货物在运送途中。
- 20) EAN—欧洲物品编码组 : 该组织创建于 1974 年, 是由欧洲 12 个国家的生产商和分销

商建立了一个 ad-hoc 委员会。它的任务是调查在欧洲制订统一的标准化的编码体系的可能性，类似于美国使用的 UPC 体系。最终创立了与 UPC 兼容的"欧洲物品编码"。可访问 <http://www.ean-int.org> 获取更多消息。

- 21) EPCTM—产品电子码：产品电子码，即 EPC,是自动识别体系中用来唯一标识对象的编码。它的目的类似于 GTIN 及 UPC 等。
- 22) ONS—对象名解析服务：对象名称解析服务，即 ONS，是自动识别系统的一个组件。类似于 Internet 中的域名解析服务 DNS，跟 DNS 类似，ONS 也执行名称解析功能。
- 23) PML—实体标记语言：自动识别设备使用实体标记语言传递实体信息。
- 24) SavantTM：SavantTM 是自动识别技术框架的一部分。它是一个在全球范围内分布的服务器，提供数据路由服务，实现数据捕获、数据监视及数据传送功能。
- 25) UCC—统一编码委员会：统一编码委员会的任务是在全球范围内，其目标是建立与推动物品识别及相关电子通讯技术的多元化工业标准。提高供应链内的管理水平，为使用者带来附加价值。可访问 <http://www.uc-council.org> 获取更多消息。
- 26) UML—统一建模语言：统一建模语言，即 UML，是一种使用案例和活动图等工具，为商业需求和商业流程建模的描述性语言。

1.5 RFID 标准化组织

2004 年是 RFID 技术发展的关键时期，因为在今年所有相关的技术标准将会陆续发布，以满足美国商业巨头沃尔玛和美国国防部等大量物流应用所需。目前制定 RFID 标准的组织比较著名的有三个：ISO、以美国为首的 EPCglobal 以及日本的 Ubiquitous ID Center，而这三个组织对 RFID 技术应用规范都有各自的目标与发展规划。如果从发展的角度来观察全球 RFID 标准制定，目前最为积极的非 EPCglobal 莫属。目前，我国也已经成立了一个 RFID 国家标准工作组，正在制定相关的 RFID 国家标准。

2 电子标签

2.1 RFID 工作频率的分类

从应用概念来说，射频标签的工作频率也就是射频识别系统的工作频率，是其最重要的

特点之一。

毫无疑问，射频标签的工作频率是其最重要的特点之一。射频标签的工作频率不仅决定着射频识别系统工作原理（电感耦合还是电磁耦合）、识别距离，还决定着射频标签及读写器实现的难易程度和设备的成本。

工作在不同频段或频点上的射频标签具有不同的特点。射频识别应用占据的频段或频点在国际上有公认的划分，即位于 ISM 波段之中。典型的工作频率有：125kHz，133kHz，13.56MHz，27.12MHz，433MHz，902~928MHz，2.45GHz，5.8GHz 等。

从应用概念来说，射频标签的工作频率也就是射频识别系统的工作频率。

2.1.1 低频段射频标签

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。低频标签一般为无源标签，其工作能量通过电感耦合方式从阅读器耦合线圈的辐射近场中获得。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 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）。低频标签有多种外观形式，应用于动物识别的低频标签外观有：项圈式、耳牌式、注射式、药丸式等。典型应用的动物有牛、信鸽等。

低频标签的主要优势体现在：标签芯片一般采用普通的 CMOS 工艺，具有省电、廉价的特点；工作频率不受无线电频率管制约束；可以穿透水、有机组织、木材等；非常适合近距离的、低速度的、数据量要求较少的识别应用（例如：动物识别）等。

低频标签的劣势主要体现在：标签存贮数据量较少；只能适合低速、近距离识别应用；与高频标签相比：标签天线匝数更多，成本更高一些；

2.1.2 中高频段射频标签

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，如表 2.2 所示，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，因而我们只要将高、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，我们将其称为中频射频标签。

中频标签一般也采用无源设计，其工作能量同低频标签一样，也是通过电感（磁）耦合方式从阅读器耦合线圈的辐射近场中获得。标签与阅读器进行数据交换时，标签必须位于阅读器天线辐射的近场区内。中频标签的阅读距离一般情况下也小于 1 米。

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（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。

2.1.3 超高频与微波标签

超高频与微波频段的射频标签，简称为微波射频标签，其典型工作频率为：433.92MHz，862(902)~928MHz，2.45GHz，5.8GHz。微波射频标签可分为有源标签与无源标签两类。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。

由于阅读距离的增加，应用中有可能在阅读区域中同时出现多个射频标签的情况，从而提出了多标签同时读取的需求，进而这种需求发展成为一种潮流。目前，先进的射频识别系统均将多标签识读问题作为系统的一个重要特征。

以目前技术水平来说，无源微波射频标签比较成功产品相对集中在 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。

微波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。

微波射频标签的数据存贮容量一般限定在 2Kbits 以内，再大的存贮容量是乎没有太大的意义，从技术及应用的角度来说，微波射频标签并不适合作为大量数据的载体，其主要功能在于标识物品并完成无接触的认识过程。典型的数据容量指标有：1Kbits, 128Bits, 64Bits 等。由 Auto-ID Center 制定的产品电子代码 EPC 的容量为：90Bits。

微波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）、-5（5.8GHz）、-6（860-930 MHz）、-7（433.92 MHz），ANSI NCITS256-1999 等。

2.2 电子标签耦合方式

根据射频识别系统作用距离的远近情况，射频标签天线与读写器天线之间的耦合可分为三类。

射频识别系统中射频标签与读写器之间的作用距离是射频识别系统应用中的一个重要问题，通常情况下这种作用距离定义为射频标签与读写器之间能够可靠交换数据的距离。射频识别系统的作用距离是一项综合指标，与射频标签及读写器的配合情况密切相关。

根据射频识别系统作用距离的远近情况，射频标签天线与读写器天线之间的耦合可分为以下三类：

- （1）密耦合系统；
- （2）遥耦合系统；
- （3）远距离系统。

2.2.1 密耦合系统

密耦合系统的典型作用距离范围从 0~1cm。实际应用中，通常需要将射频标签插入阅读器中或将其放置到读写器的天线的表面。密耦合系统利用的是射频标签与读写器天线无功近场区之间的电感耦合（闭合磁路）构成无接触的空间信息传输射频通道工作的。密耦合系统的工作频率一般局限在 30MHz 以下的任意频率。由于密耦合方式的电磁泄露很小、耦合获得的能量较大，因而可适合要求安全性较高，作用距离无要求的应用系统，如电子门锁等。

2.2.2 遥耦合系统

遥耦合系统的典型作用距离可以达到 1m。遥耦合系统又可细分为近耦合系统（典型作

用距离为 15cm) 与疏耦合系统 (典型作用距离为 1m) 两类。遥耦合系统利用的是射频标签与读写器天线无功近场区之间的电感耦合 (闭合磁路) 构成无接触的空间信息传输射频通道工作的。遥耦合系统的典型工作频率为 13.56MHz, 也有一些其他频率, 如 6.75MHz、27.125MHz 等。遥耦合系统目前仍然是低成本射频识别系统的主流。

2.2.3 远距离系统

远距离系统的典型作用距离从 1m 到 10m, 个别的系统具有更远的作用距离。所有的远距离系统均是利用射频标签与读写器天线辐射远场区之间的电磁耦合 (电磁波发射与反射) 构成无接触的空间信息传输射频通道工作的。远距离系统的典型工作频率为: 915MHz、2.45GHz、5.8GHz, 此外, 还有一些其他频率, 如 433MHz 等。远距离系统的射频标签根据其中是否包含电池分为有无源射频标签 (不含电池) 和半无源射频标签 (内含电池)。一般情况下, 包含有电池的射频标签的作用距离较无电池的射频标签的作用距离要远一些。半无源射频标签中的电池并不是为射频标签和读写器之间的数据传输提供能量, 而是只给射频标签芯片提供能量, 为读写存贮数据服务。

远距离系统一般情况下均采用反射调制工作方式实现射频标签到读写器方向的数据传输。远距离系统一般具有典型的方向性, 射频标签与读写器成本目前还处于较高的水平。从技术角度来说, 满足以下特点的远距离系统是理想的射频识别系统:

- (1) 射频标签无源;
- (2) 射频标签可无线读写;
- (3) 射频标签与读写器支持多标签读写;
- (4) 适合应用于高速移动物体的识别 (物体移动速度大于 80km/h);
- (5) 远距离 (读写距离大于 5m~10m);
- (6) 低成本 (可满足一次性使用要求);

现实的远距离系统一般均只能满足其中的几款要求。

2.3 电子标签的制作及封装

作为终极产品, 智能标签不受"卡"的限制, 形态材质也有多姿多彩的发展空间。它的产品分三大类:

- 1) 标签类；
- 2) 注塑类；
- 3) 卡片类；

2.3.1 标签类

带自粘功能的标签，可以在生产线上由贴标机揭贴在箱、瓶等物品上，或手工粘在车窗（如出租车）上、证件（如大学学生证）上，也可以制成吊牌挂、系在物品上，用标签复合设备完成加工过程。产品结构由面层、芯片线路（INLAY）层、胶层、底层组成。面层可以用纸、PP、PET 作覆盖材料（印刷或不印刷）等多种材质作为产品的表面；芯片线路（INLAY）有多种尺寸、多种芯片、多种 EEPROM 容量，可按用户需求配置后定位在带胶面；胶层由双面胶式或涂胶式完成；底层有两种情况：一为离型纸（硅油纸），二为覆合层（按用户要求）。成品形态可以为卷料或单张。

2.3.2 注塑类

可按应用不同采用各种塑料加工工艺，制成内含 Transponder 的筹码、钥匙牌、手表等异形产品。

2.3.3 卡片类

1) 3.1.PVC 卡片

类似于传统的制卡工艺即印刷、配 Transponder(INLAY)、层压 冲切 可以符合 ISO-7810 卡片标准尺寸，也可按需加工成异形。

2) 3.2.纸、PP 卡

由专用设备完成，它在尺寸、外形、厚度上并不作限制。结构为面层（卡纸类）、Transponder（INLAY）层、底层（卡纸等）粘合而成。

2.3.4 小结

通过上述形态介绍，可以初步了解到智能标签的封装加工完全跨越了传统"卡"的概念，更表达了智能标签在应用领域上的前景是广阔的。随着智能标签产业链的逐渐形成和完善，

制造业的信息化水平将会因为有了形态各异的智能标签而迅速提升一个新台阶。

2.4 射频标签通信协议简介

射频标签与读写器之间的数据交换构成的是一个无线数据通信系统。

射频标签与读写器之间交换的是数据，由于采用无接触方式通信，还存在一个空间无线信道。因而，射频标签与读写器之间的数据交换构成的是一个无线数据通信系统。在这样的数据通信系统模型下，射频标签是数据通信的一方，读写器是通信的另一方。要实现安全、可靠、有效的数据通信目的，数据通信的双方必须遵守相互约定的通信协议。没有这样一个通信双方公认的基础，数据通信的双方将互相听不懂对方在说什么，步调也无从协调一致，从而造成数据通信无法进行。

所涉及到的问题包括：时序系统问题；通信握手问题；数据帧问题；数据编码问题；数据的完整性问题；多标签读写防冲突问题；干扰与抗干扰问题；识读率与误码率问题；数据的加密与安全性问题；读写器与应用系统之间的接口问题。

2.5 射频标签内存信息的写入方式

射频标签读写装置的基本功能是无接触读取射频标签中的数据信息。

从功能角度来说，单纯实现无接触读取射频标签信息的设备称为阅读器、读出装置、扫描器等。

单纯实现向射频标签内存中写入信息的设备称为编程器、写入器等。

综合具有无接触读取与写入射频标签内存信息的设备称为读写器、通信器等。

射频标签信息的写入方式大致可以分为以下三种类型：

- 1) 射频标签在出厂时，即已将完整的标签信息写入标签。这种情况下，应用过程中，射频标签一般具有只读功能。只读标签信息的写入，在更多的情况下是在射频标签芯片的生产过程中即标签信息写入芯片，使得每一个射频标签拥有一个唯一的标识 UID（如 64Bits）。应用中，需再建立标签唯一 UID 与待识别物品的标识信息之间的对应关系（如车牌号）。只读标签信息的写入也有在应用之前，由专用的初始化设备将完整的标签信息写入。
- 2) 射频标签信息的写入采用有线接触方式实现，一般称这种标签信息写入装置为编程器。这种接触式的射频标签信息写入方式通常具有多次改写的的能力。例如，目前在

用的铁路货车电子标签信息的写入即为这种方式。标签在完成信息注入后，通常需将写入口密闭起来，以满足应用中对其防潮、防水、防污等要求。

- 3) 射频标签在出厂后，允许用户通过专用设备以无接触的方式向射频标签中写入数据信息。这种专用写入功能通常与射频标签读取功能结合在一起形成射频标签读写器。具有无线写入功能的射频标签通常也具有其唯一的不可改写的 UID。这种功能的射频标签趋向于一种通用射频标签，应用中，可根据实际需要仅对其 UID 进行识读或仅对指定的射频标签内存单元（一次读写的最小单位）进行读写。

应用中，还广泛存在着一次写入多次读出 WORM (Write Once Read Many) 的射频标签。

这种 WORM 概念即有接触式改写的射频标签存在，也有无接触式改写的射频标签存在。这类 WORM 标签一般大量用在一次性使用的场合，如航空行李标签，特殊身份证件标签等。无论是怎样的情况，对射频标签的写操作均应在一定的授权控制之下进行。否则，将失去射频标签标识物品的意义。

2.6 关于电子标签的其他问题

2.6.1 什么是电子产品代码标签

电子产品代码是全球产品代码的发展，可以识别视野之外的目标。电子产品代码并不仅仅是一个无线电波条形码，它包含著一系列的数据和信息，象产地，日期代码和其他关键的供应信息，这些信息储存在一个小的硅片中，利用标签，解读器和计算机的联网，生产者和零售商就可以随时了解精确的产品和库存信息。

2.6.2 RFID 标签的价格是多少？

RFID 标签的价格一直是抑制 RFID 发展的桎梏。

射频标签价格根据标签种类和应用价格从 30 美分到 50 美元不等，总的来说，用在高档产品中的智能标签在 50 美分以上，主动标签要贵的多，带有复杂灵敏元件的价格在 100 美元以上。

一段时间前，某公司重磅推出 5 美分 Gen 2 标签产品，宣称终端用户只要一次标签定购量达到 1 亿枚，其 RFID Gen 2 标签价格就可以降到 5 美分/枚。而很明显，暂时没有哪家公司的用量有这么大。而同时，一些机构预测：RFID 标签的市场潜能非常大，预期到了 2010

年达到二三十亿美元，但是目前仅是冰山之一角。而标签的价格，大概还要另外五年到七年时间，才可能如人们预期的，降到每个 5 美分。

2.6.3 射频标签能用于金属物体吗？能用于含水成分较高的物品吗？

金属和多水环境也是阻止 RFID 大量使用的一个很大因素。无线电波会从金属物体上反射回来，会被水吸收。这会使跟踪金属物体或是含水较高的物体产生困难。但是精心设计的系统能解决这些问题。

2.6.4 只读和读写标签有什么区别

RFID 解决方案是 RFID 技术供应商针对行业发展特点制定的 RFID 应用方案，可根据不同企业的实际要求“量身定做”。

RFID 解决方案可按照行业进行分类，物流、防伪防盗、身份识别、资产管理、动物管理、快捷支付等等 查看方案请点击[此处](#)。

2.6.5 什么叫标签冲突

解读器在同时读取多个标签发射回来的信息会产生标签冲突的问题，商家采用不同的系统使得标签一次发回一个信息。解读器又能同时读取多个标签，所以，所有的标签能同时被读取。

2.6.6 射频标签能储存多少信息

标签根据商家种类的不同能储存从 512 字节到 4 兆不等的信息。标签中储存的信息是由系统的应用和相应的标准决定的。例如，标签能够提供产品生产，运输，存储情况，也可以辨别机器，动物和个体的身份。这些类似于条形码中存储的信息。标签还可以连接到数据库，存储产品库存编号，当前位置，状态，售价，批号的信息。相应的，射频标签在读取数据时不用参照数据库可以直接确定代码的含义。

2.6.7 射频标签可以和传感器连接吗？

可以，射频标签已经和许多传感器连接了，包括能记录温度，湿度的。当环境条件发生

变化时，标签能够得到提示，尤其是当变化对物品的储存和使用有重要影响时。

2.6.8 应答器，智能标签，射频标签有什么区别？

最初在技术领域，应答器是指能够传输信息回复信息的电子模块，近些年，由於射频技术发展迅猛，应答器有了新的说法和含义，又被叫做智能标签或标签。智能标签确切的说是射频标签的一种创新，由具有粘性的标签和超薄射频标签组成。智能标签将射频技术和方便灵活的标签印刷优点结合起来，具有读写功能的智能标签能被多次编程，遵循标签最初制作时的编码规律。

电子标签依据频率的不同可分为低频电子标签、高频电子标签、超高频电子标签和微波电子标签。依据封装形式的不同可分为信用卡标签、线形标签、纸状标签、玻璃管标签、圆形标签及特殊用途的异形标签等。

RFID 阅读器（读写器）通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信，可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的阅读器包含有高频模块(发送器和接收器)、控制单元以及阅读器天线。

2.6.9 哪种标签适合我的客户的产品

标签能在有水的环境下正常工作吗？金属会破坏它的功能吗？在什么温度下它能正常工作？含水量较高的产品，金属物品，很高或是很低的温度对於标签的工作都会是一项挑战。但是经过精心设计的系统能克服这些缺点，因此根据应用功能和对象的不同，标签的种类也大相径庭。射频标签的目的是使用一种统一标准的电子产品代码，使产品在不同领域都能被辨识。

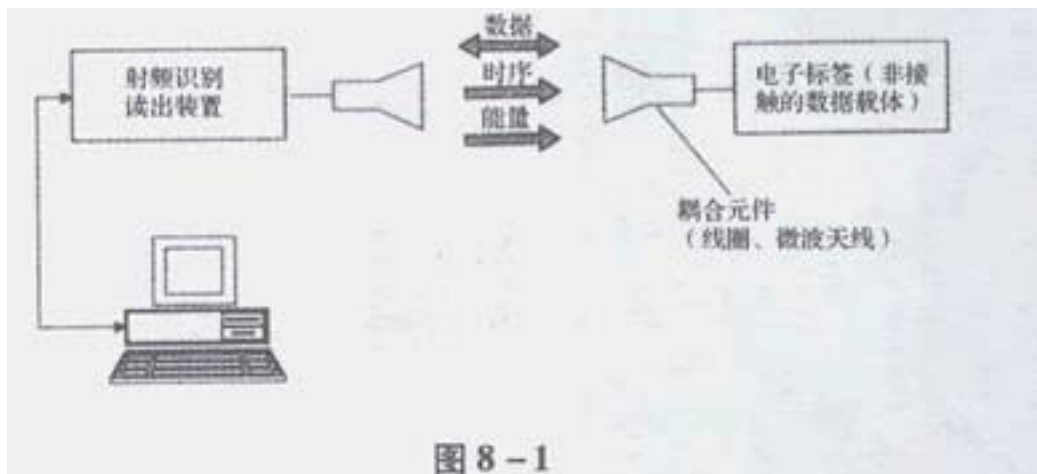
3 RFID 读写设备

3.1 RFID 的工作原理

射频识别系统的基本模型如图 8—1 所示。其中，电子标签又称为射频标签、应答器、数据载体；阅读器又称为读出装置，扫描器、通讯器、读写器(取决于电子标签是否可以无线改写数据)。电子标签与阅读器之间通过耦合元件实现射频信号的空间(无接触)耦合、在耦

合通道内，根据时序关系，实现能量的传递、数据的交换。

RFID 读写器技术原理图:



发生在阅读器和电子标签之间的射频信号的耦合类型有两种。

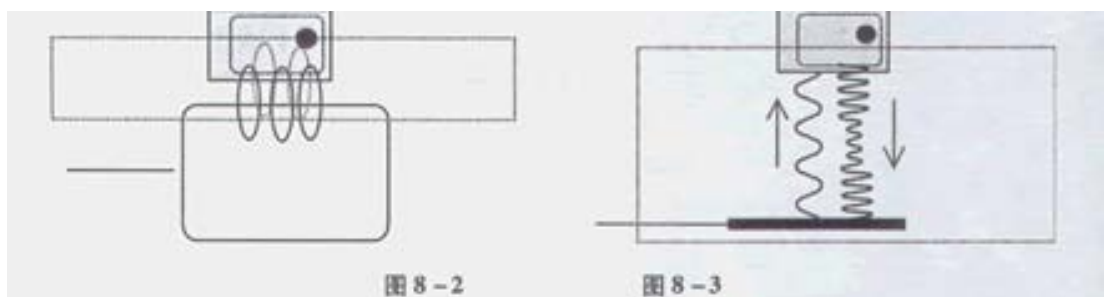
(1) 电感耦合。变压器模型，通过空间高频交变磁场实现耦合，依据的是电磁感应定律，如右图所示。

(2) 电磁反向散射耦合：雷达原理模型，发射出去的电磁波，碰到目标后反射，同时携带回目标信息，依据的是电磁波的空间传播规律。

电感耦合方式一般适合于中、低频工作的近距离射频识别系统。典型的工作频率有：125kHz、225kHz 和 13.56MHz。识别作用距离小于 1m，典型作用距离为 10~20cm。

电磁反向散射耦合方式一般适合于高频、微波工作的远距离射频识别系统。典型的工作频率有：433MHz，915MHz，2.45GHz，5.8GHz。识别作用距离大于 1m，典型作用距离为 3~10m。

电感耦合模型的读写器和电磁反向散射耦合型的 RFID 读写器。



3.2 RFID 读写器基本介绍

3.2.1 什么是 RFID 读写器

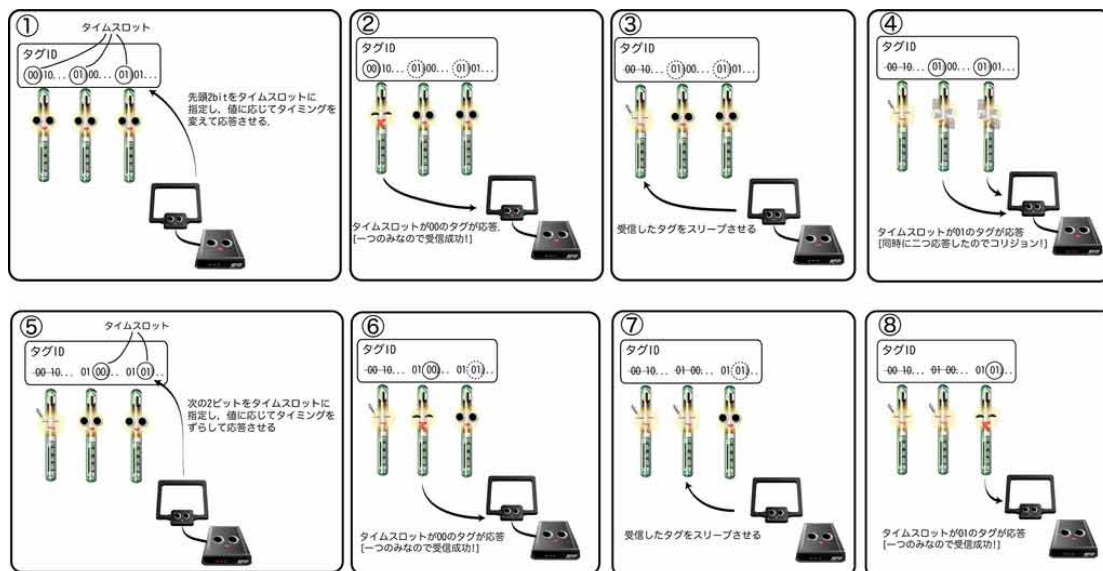
无线射频识别技术（Radio Frequency Identification, RFID）是一种非接触的自动识别技术，其基本原理是利用射频信号和空间耦合（电感或电磁耦合）或雷达反射的传输特性，实现对被识别物体的自动识别。

RFID 系统至少包含电子标签和阅读器两部分。RFID 阅读器(读写器)通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信，可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的阅读器包含有高频模块(发送器和接收器)、控制单元以及阅读器天线。

3.2.2 RFID 读写器防冲撞（防碰撞）实现机理

RFID 分类的第二个重要的看点在于是否需要同时读取复数个标签。为了实现这个功能在通信上所采取的技术是（防冲撞）"防碰撞"。同时读取复数个标签是常被人们谈及的 RFID 比图形码远为优越的地方，但是如果没有防碰撞（防冲撞）的功能时，RFID 系统只能读写一个标签。在这种情况下如果有两个以上的标签同时处于可读取的范围内就会导致读取的错误。

其次，我们来简单地说明防碰撞（防冲撞）功能的工作原理。即使是具有防碰撞（防冲撞）功能的 RFID 系统，实际上并非同时读取所有标签的内容。在同时查出有复数个标签存在的情况下，检索信号并防止冲突的功能开始动作。为了进行检索，首先要确定检索条件。例如，13.56MHz 频带的 RFID 系统里应用的 ALOHA 方式的防碰撞功能的工作步骤如下。



- 1) 首先，阅读器指定电子标签内存的特定位数（1~4 位左右）为次数批量。
- 2) 电子标签根据次数批量，将响应的时机离散化。例如在两位数的次数批量“00、01、10、11”时，读写器将以不同的时机对这四种可能性逐一进行响应。
- 3) 若在各个时机里同时响应的电子标签只有一个的情况下才能得到这个电子标签的正常数据。信息读取之后阅读器对于这个电子标签发送在一定的时间内不再响应的睡眠的指令（Sleep/Mute）使之在休眠，避免再次响应。
- 4) 若在各个时机内同时由几个电子标签响应，判别为“冲突”。在这种情况下，内存内的另外两位数所记录的次数批量，重复以上从 2) 开始的处理。
- 5) 所有的电子标签都完成响应之后，阅读器向他们发送唤醒的指令（Wake Up），从而完成对所有电子标签的信息读取。

在这种搭载有防碰撞（防冲撞）功能的 RFID 系统中，为了只读一个标签，几经调整次数批量反复读取进行检索。所以，一次性读取具有一定数量的标签的情况下，所有的标签都被读到为止其速度是不同的，一次性读取的标签数目越多，完成读取所需时间要比单纯计算所需的时间越长。

实现防止抗碰撞（防冲撞）的功能是 RFID 在物流领域中取代图形码所必不可少的条件。例如，在超市中，商品是装在购物车里面进行计价的。为了实现这种计价方式，抗碰撞（防冲撞）功能必须完备。另一方面，在电子货币和个人认证方面利用 RFID 系统时，同时识别几个标签是发生差错的主要原因。

具有抗碰撞（防冲撞）功能的 RFID 系统的价格比不具有这种功能的系统的要昂贵。当

个人用户在制作 RFID 系统的时候，如果没有必要进行复数个 ID 同时认识时就没有必要选择抗碰撞机能的读写器。

3.3 RFID 读写器

3.3.1 RFID 读写器频率分类

和我们听的收音机道理一样，射频标签和阅读器也要调制到相同的频率才能工作。LF, HF, UHF 就对应著不同频率的射频。LF 代表低频射频，在 125KHz 左右，HF 代表高频射频，在 13.54MHz 左右，UHF 代表超高频射频，在 850 至 910MHz 范围之内，还有 2.4G 的微波读写器。

3.3.2 为什么要使用不同的频率？

在操作中有 4 种波段的频率，低频（125KHz），高频（13.54MHz），超高频（850-910MHz），微波（2.45GHz）。每一种频率都有它的特点，被用在不同的领域，因此要正确使用就要先选择合适的频率。

不同的国家所使用频率也不尽相同：

欧洲的超高频是 868MHz，美国的则是 915MHz。日本目前不允许将超高频用到射频技术中。政府也通过调整阅读器的电源来限制它对其他器械的影响。有些组织例如全球商务促进委员会正鼓励政府取消限制。标签和阅读器生产厂商也正在开发能使用不同频率系统避免这些问题。

3.3.3 所有的阅读器都能支持不同种类的标签吗？

目前还不是。很多公司生产的阅读器支持现有供应链中用的新标签的射频技术。一些阅读器只支持新的电子产品代码，一些只支持某些生产厂商生产的特定标签。

3.3.4 什么是阅读器冲突？

射频技术遇到的一个问题就是阅读器冲突，就是一个阅读器接收到的信息和另外一个阅读器接收到的信息发生冲突，产生重叠。解决这个问题的一种方法是使用 TDMA 技术，简单来说就是阅读器被指挥在不同时间接收信号，而不是同时，这样就保证了阅读器不会互相

干扰。但是在同一区域的物品就会被读取两次，因此就要建立相应的系统去避免这种情况的发生。

3.3.5 我们如何知道哪个频率适合于我们的产品？

不同的频率有不同的特点，因此他们的用途也就形形色色。例如，低频标签比超高频标签便宜，节省能量，穿透金属物体力强，他们最适合用于含水成分较高的物体，例如水果等。超高频作用范围广，传送数据速度快，但是他们比较耗能，穿透力较弱，作业区域不能有太多干扰，适合用于监测从海港运到仓库的物品。当做选择时，最好咨询一下相关的专家，供货商，从而选择正确的射频。

3.3.6 我需要什么样的阅读器？

阅读器和标签一样，得通过研究供给方式决定使用种类和数量。例如，要求是管理进出仓库的库存，阅读器可以安装在码头货物进出的舱门上。如果要求是管理送给特定客户的产品，那阅读器应该不仅仅装在舱门上，还应该装在卡车上。如果要求是控制零售货架，固定或是手持装置可以采用，从而方便自动出库记录和计数。

4 RFID 知识进阶

4.1 工作方式

射频识别系统的基本工作方式分为全双工（Full Duplex）和半双工（Half Duplex）系统以及时序（SEQ）系统。全双工表示射频标签与读写器之间可在同一时刻互相传送信息。半双工表示射频标签与读写器之间可以双向传送信息，但在同一时刻只能向一个方向传送信息。

在全双工和半双工系统中，射频标签的响应是在读写器发出的电磁场或电磁波的情况下发送出去的。因为与阅读器本身的信号相比，射频标签的信号在接收天线上是很弱的，所以必须使用合适的传输方法，以便把射频标签的信号与阅读器的信号区别开来。在实践中，人们对从射频标签到阅读器的数据传输一般采用负载反射调制技术将射频标签数据加载到反射回波上（尤其是针对无源射频标签系统）。

时序方法则与之相反，阅读器的辐射出的电磁场短时间周期性地断开。这些间隔被射频标签识别出来，并被用于从射频标签到阅读器的数据传输。其实，这是一种典型的雷达工作方式。时序方法的缺点是：在阅读器发送间歇时，射频标签的能量供应中断，这就必须通过装入足够大的辅助电容器或辅助电池进行补偿。

4.2 数据量

射频识别射频标签的数据量通常在几个字节到几千个字节之间。但是，有一个例外，这就是 1 比特射频标签。它有 1 比特的数据量就足够了，使阅读器能够作出以下两种状态的判断：“在电磁场中有射频标签”或“在电磁场中无射频标签”。这种要求对于实现简单的监控或信号发送功能是完全足够的。因为 1 比特的射频标签不需要电子芯片，所以射频标签的成本可以做得很低。由于这个原因，大量的 1 比特射频标签在百货商场和商店中用于商品防盗系统（EAS）。当带着没有付款的商品离开百货商场时，安装在出口的读写器就能识别出“在电磁场中有射频标签”的状况，并引起相应的反应。对按规定已付款的商品来说，1 比特射频标签在付款处被除掉或者去活化。

4.3 可编程

能否给射频标签写入数据是区分射频识别系统的另外一个因素。对简单的射频识别系统来说，射频标签的数据大多是简单的（序列）号码，可在加工芯片时集成进去，以后不能再变。与此相反，可写入的射频标签通过读写器或专用的编程设备写入数据。

射频标签的数据写入一般分为无线写入与有线写入两种形式。目前铁路应用的机车、货车射频标签均采用有线写入的工作方式。

4.4 数据载体

为了存贮数据，主要使用三种方法：EEPROM、FRAM、SRAM。对一般的射频识别系统来说，使用电可擦可编程只读存贮器（EEPROM）是主要方法。然而，使用这种方法的缺点是：写入过程中的功率消耗很大，使用寿命一般为写入 100,000 次。最近，也有个别厂家使用所谓的铁电随机存取存贮器（FRAM）。与电可擦可编程只读存贮器相比，铁电随机存取存贮器的写入功率消耗减少 100 倍，写入时间甚至减少 1000 倍。然而，铁电随机存取存贮器由于生产中的问题至今未获得广泛应用。FRAM 属于非易失类存贮器。

对微波系统来说，还使用静态随机存取存储器（SRAM），存储器能很快写入数据。为了永久保存数据，需要用辅助电池作不间断的供电。

4.5 状态模式

对可编程射频标签来说，必须由数据载体的"内部逻辑"控制对标签存储器的写/读操作以及对写/读授权的请求。在最简单的情况下，可由一台状态机来完成。使用状态机，可以完成很复杂的过程。然而，状态机的缺点是：对修改编程的功能缺乏灵活性，这意味着要设计新的芯片，由于这些变化需要修改硅芯片上的电路，设计更改实现所要的花费很大。

微处理器的使用明显地改善了这种情况。在芯片生产时，将用于管理应用数据的操作系统，通过掩膜方式集成到微处理器中，这种修改花费不多。此外，软件还能调整以适合各种专门应用。

此外，还有利用各种物理效应存储数据的射频标签，其中包括只读的表面波（SAW）射频标签和通常能去活化（写入"0"）以及极少的可以重新活化（写入"1"）的1比特射频标签。

4.6 能量供应

射频识别系统的一个重要的特征是射频标签的供电。无源的射频标签自己没有电源。因此，无源的射频标签工作用的所有能量必须从阅读器发出的电磁场中取得。与此相反，有源的射频标签包含一个电池，为微型芯片的工作提供全部或部分（"辅助电池"）能量。

4.7 频率范围

射频识别系统的另一个重要特征是系统的工作频率和阅读距离。可以说工作频率与阅读距离是密切相关的，这是由电磁波的传播特性所决定的。通常把射频识别系统的工作频率定义为阅读器读射频标签时发送射频信号所使用的频率。在大多数情况下，把它叫做阅读器发送频率（负载调制、反向散射）。不管在何种情况下，射频标签的"发射功率"要比阅读器发射功率低很多。

射频识别系统阅读器发送的频率基本上划归三个范围：

- 1) 低频（30kHz ~ 300kHz）；
- 2) 中高频（3MHz ~ 30MHz）；
- 3) 超高频（300MHz ~ 3GHz）或微波（>3GHz）。

- 4) 根据作用距离，射频识别系统的附加分类是：密耦合（0~1cm）、透耦合（0~1m）和远距离系统（>1m）。

4.8 射频标签→读写器数据传输

射频标签回送到阅读器的数据传输方式多种多样，可归结为三类：

- 1) 利用负载调制的反射或反向散射方式（反射波的频率与阅读器的发送频率一致）；
- 2) 利用阅读器发送频率的次谐波传送标签信息（标签反射波与阅读器的发送频率不同，为其高次谐波（n 倍）或分谐波（1/n 倍））；
- 3) 其他形式。

5 RFID 中间件知识

RFID 是 2005 年建议企业可考虑引入的十大策略技术之一，而中间件（Middleware）可称为是 RFID 运作的中枢，因为它可以加速关键应用的问世。

RFID 产业潜力无穷，应用的范围遍及制造、物流、医疗、运输、零售、国防等等。Gartner Group 认为，RFID 是 2005 年建议企业可考虑引入的十大策略技术之一，然而其成功之关键除了标签（Tag）的价格、天线的设计、波段标准化、设备的认证之外，最重要的是要有关键的应用软件（Killer Application），才能迅速推广。而中间件（Middleware）可称为是 RFID 运作的中枢，因为它可以加速关键应用的问世。

5.1 什么是 RFID 中间件

看到目前各式各样 RFID 的应用，企业最想问的第一个问题是：“我要如何将我现有的系统与这些新的 RFID Reader 连接？”这个问题的本质是企业应用系统与硬件接口的问题。因此，通透性是整个应用的关键，正确抓取数据、确保数据读取的可靠性、以及有效地将数据传送到后端系统都是必须考虑的问题。传统应用程序与应用程序之间（Application to Application）数据通透是通过中间件架构解决，并发展出各种 Application Server 应用软件；同理，中间件的架构设计解决方案便成为 RFID 应用的一项极为重要的核心技术。

5.2 RFID 中间件的三个发展阶段

从发展趋势看，RFID 中间件可分为 3 大类发展阶段：

1) 应用程序 中间件 (Application Middleware) 发展阶段

RFID 初期的发展多以整合、串接 RFID 读写器为目的，本阶段多为 RFID 读写器厂商主动提供简单 API，以供企业将后端系统与 RFID 读写器串接。以整体发展架构来看，此时企业的导入须自行花费许多成本去处理前后端系统连接的问题，通常企业在本阶段会通过 Pilot Project 方式来评估成本效益与导入的关键议题。

2) 架构 中间件 (Infrastructure Middleware) 发展阶段

本阶段是 RFID 中间件成长的关键阶段。由于 RFID 的强大应用，Wal Mart 与美国国防部等关键使用者相继进行 RFID 技术的规划并进行导入的 PilotProject，促使各国际大厂持续关注 RFID 相关市场的发展。本阶段 RFID 中间件的发展不但已经具备基本数据搜集、过滤等功能，同时也满足企业多对多 (Devices-to-Applications) 的连接需求，并具备平台的管理与维护功能。

3) 解决方案 中间件 (Solution Middleware) 发展阶段

未来在 RFID 标签、读写器与中间件发展成熟过程中，各厂商针对不同领域提出各项创新应用解决方案，例如 Manhattan Associates 提出“RFID in a Box”，企业不需再为前端 RFID 硬件与后端应用系统的连接而烦恼，该公司与 Alien TechnologyCorp 在 RFID 硬件端合作，发展 Microsoft .Net 平台为基础的中间件，针对该公司 900 家的已有供应链客户群发展 Supply Chain Execution (SCE) Solution，原本使用 Manhattan Associates SCE Solution 的企业只需通过“RFID in a Box”，就可以在原有应用系统上快速利用 RFID 来加强供应链管理的透明度。

5.3 RFID 中间件两个应用方向

根据 ABI Research Inc.的预测，2008 年之前全球各产业的需求所创造出来的 RFID 市场规模可达到 200 亿美元，其中软件市场约占 47 亿美元，2007 年 RFID 的整合服务收入将超越 RFID 产品收入。随着硬件技术逐渐成熟，庞大的软件市场商机促使国内外信息服务厂商莫不持续注意与提早投入，RFID 中间件在各项 RFID 产业应用中居于神经中枢，特别受到国际大厂的关注，未来在应用上可朝下列方向发展：

1) Service Oriented Architecture Based RFID 中间件

面向服务的架构 (SOA) 的目标就是建立沟通标准，突破应用程序对应用程序沟通的障

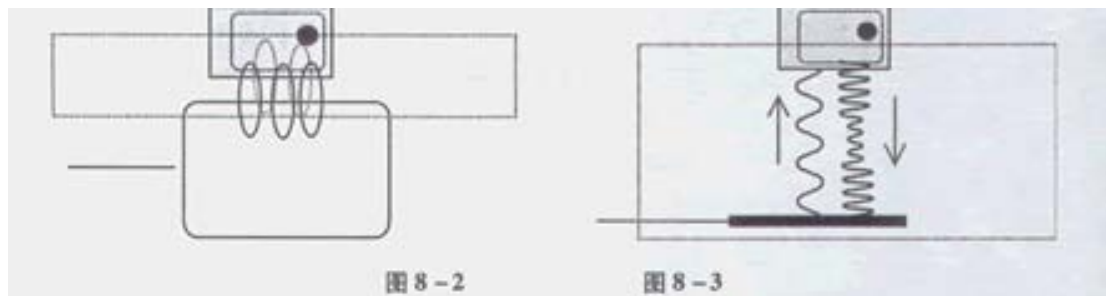
碍，实现商业流程自动化，支持商业模式的创新，让 IT 变得更灵活，从而更快地响应需求。因此，RFID 中间件在未来发展上，将会以面向服务的架构为基础的趋势，提供企业更弹性灵活的服务。

2) Security Infrastructure

RFID 应用最让外界质疑的是 RFID 后端系统所连接的大量厂商数据库可能引发的商业信息安全问题，尤其是消费者的信息隐私权。通过大量 RFID 读写器的布置，人类的生活与行为将因 RFID 而容易追踪，Wal Mart、Tesco（英国最大零售商）初期 RFID Pilot Project 都因为用户隐私权问题而遭受过抵制与抗议。为此，飞利浦半导体等厂商已经开始在批量生产的 RFID 芯片上加入“屏蔽”功能。RSA Security 也发布了能成功干扰 RFID 信号的技术“RSA Blocker 标签”，通过发射无线射频扰乱 RFID 读写器，让 RFID 读写器误以为搜集到的是垃圾信息而错失数据，达到保护消费者隐私权的目的。目前 Auto-ID Center 也正在研究 Security 机制以配合 RFID 中间件的工作。相信 Security 将是 RFID 未来发展的重点之一，也是成功的关键因素。

5.4 RFID 中间件原理

RFID 中间件扮演 RFID 标签和应用程序之间的中介角色，从应用程序端使用中间件所提供一组通用的应用程序接口（API），即能连到 RFID 读写器，读取 RFID 标签数据。这样一来，即使存储 RFID 标签情报的数据库软件或后端应用程序增加或改由其他软件取代，或者读写 RFID 读写器种类增加等情况发生时，应用端不需修改也能处理，省去多对多连接的维护复杂性问题。



5.5 管家利用 RFID 中间件来管理系统

RFID 中间件是一种面向消息的中间件 (Message-Oriented Middleware, MOM), 信息 (Information) 是以消息 (Message) 的形式, 从一个程序传送到另一个或多个程序。信息可以以异步 (Asynchronous) 的方式传送, 所以传送者不必等待回应。面向消息的中间件包含的功能不仅是传递 (Passing) 信息, 还必须包括解译数据、安全性、数据广播、错误恢复、定位网络资源、找出符合成本的路径、消息与要求的优先次序以及延伸的除错工具等服务。

5.6 RFID 中间件分类:

RFID 中间件可以从架构上分为两种:

1) 以应用程序为中心 (Application Centric):

该设计概念是通过 RFID Reader 厂商提供的 API, 以 Hot Code 方式直接编写特定 Reader 读取数据的 Adapter, 并传送至后端系统的应用程序或数据库, 从而达成与后端系统或服务串接的目的。

2) 以架构为中心 (Infrastructure Centric):

随着企业应用系统的复杂度增高, 企业无法负荷以 Hot Code 方式为每个应用程序编写 Adapter, 同时面对对象标准化等问题, 企业可以考虑采用厂商所提供标准规格的 RFID 中间件。这样一来, 即使存储 RFID 标签情报的数据库软件改由其他软件代替, 或读写 RFID 标签的 RFID Reader 种类增加等情况发生时, 应用端不做修改也能应付。

5.7 RFID 中间件的特征

一般来说, RFID 中间件具有下列的特色:

1) 独立于架构 (Insulation Infrastructure):

RFID 中间件独立并介于 RFID 读写器与后端应用程序之间, 并且能够与多个 RFID 读写器以及多个后端应用程序连接, 以减轻架构与维护的复杂性。

2) 数据流 (Data Flow):

RFID 的主要目的在于将实体对象转换为信息环境下的虚拟对象, 因此数据处理是 RFID 最重要的功能。RFID 中间件具有数据的搜集、过滤、整合与传递等特性, 以便将正确的

对象信息传到企业后端的应用系统。

3) 处理流 (Process Flow):

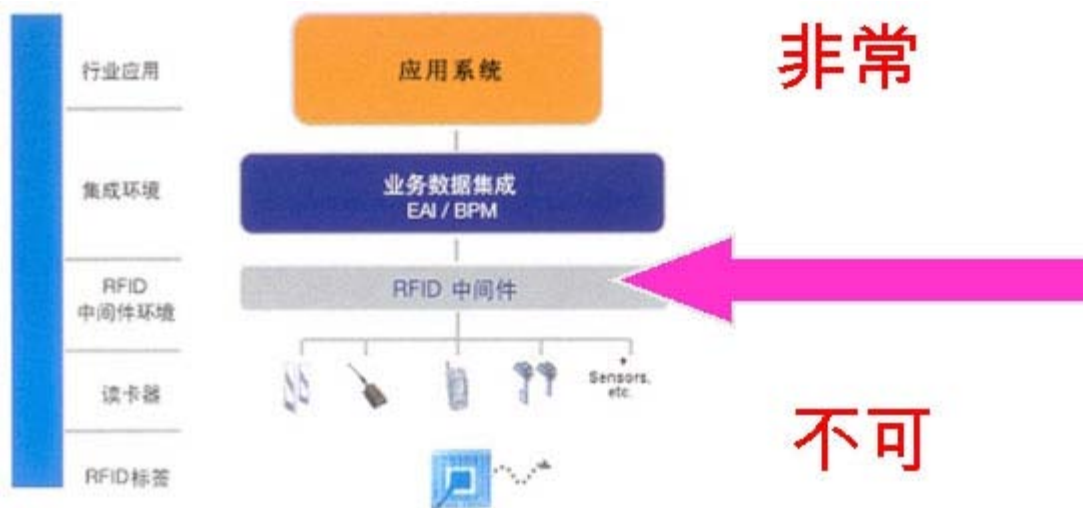
RFID 中间件采用程序逻辑及存储再转送 (Store-and-Forward) 的功能来提供顺序的消息流, 具有数据流设计与管理的的能力。

标准 (Standard) RFID 为自动数据采样技术与辨识实体对象的应用。EPCglobal 目前正在研究为各种产品的全球唯一识别号码提出通用标准, 即 EPC (产品电子编码)。EPC 是在供应链系统中, 以一串数字来识别一项特定的商品, 通过无线射频辨识标签由 RFID 读写器读入后, 传送到计算机或是应用系统中的过程称为对象命名服务 (Object Name Service, ONS)。对象命名服务系统会锁定计算机网络中的固定点抓取有关商品的消息。EPC 存放在 RFID 标签中, 被 RFID 读写器读出后, 即可提供追踪 EPC 所代表的物品名称及相关信息, 并立即识别及分享供应链中的物品数据, 有效率地提供信息透明度。

5.8 如何将现有的系统与新的 RFID Reader 连接

面对各种 RFID 的应用, 用户的首要问题是: “如何将现有的系统与新的 RFID Reader 连接?”

事实上, 这个问题的本质是用户应用系统与硬件接口的问题。在 RFID 应用中, 通透性是整个应用的关键, 正确抓取数据、确保数据读取的可靠性、以及有效地将数据传送到后端系统都是必须考虑的问题。传统应用程序之间的数据通透是通过中间件架构来解决的, 并由此发展出各种 Application Server 应用软件。



5.9 中间件在系统中的作用及位置

RFID 中间件扮演 RFID 硬件和应用程序之间的中介角色，从应用程序端使用中间件所提供的一组通用应用程序接口(API)，即能实现到 RFID 读写器的连接。这样一来，即使存储 RFID 标签数据的数据库软件或后端应用程序增加或改由其它软件取代，或者读写 RFID 读写器种类增加等情况发生时，应用端不需修改也能处理，解决了多对多连接的维护复杂性问题。

6 如何保护 RFID 内部信息

工业标准正在被强化，以保护存储在 RFID 芯片中信息的安全。

业界正在为强化相关的工业标准而工作，以保护存储在 RFID 芯片中数据的安全，避免黑客利用 RFID 中存储的敏感信息，进行非法活动，以获得暴利。

6.1 RFID 存在安全隐患

RFID 数据非常容易受到攻击，主要是 RFID 芯片本身，以及芯片在读或者写数据的过程中都很容易被黑客所利用。在美国 Las Vegas 举行的 Black Hat 2004 会议上，Lukas Grunwald 公开展示了一个名为 RFDump 的工具，它可以利用 RFID 系统的弱点发动攻击。任何一个人，只要在自己的笔记本电脑中插上一个读卡器，就可以使用 RFDump 软件获得 3 英尺内的被动式 RFID 芯片中的数据。

Counterpane Internet Security 公司的首席技术官 Bruce Schneier 先生对此有自己的看法。他认为，Lukas Grunwald 所做的事情在 RFID 工作中经常会出现，这是一个严肃、认真的工作，他并没有进行任何攻击行动。RFID 在当初的设计中是完全开放的，这是出现安全问题的根本原因。他研究了 RFID 的技术规范、读写过程和其他问题，发现了其中隐藏的安全问题。假如你对芯片的安全不放心，那么你也会发现这些问题。假如在芯片中有保护措施，任何人也不会轻易就能对 RFID 系统发动攻击。

其实，RFID 标签由耦合元件及芯片组成，每个标签具有惟一的电子编码，附着在物体目标对象上。其封装可以有不同形式，例如常见的信用卡形式及小圆片的形式等。从能量方面来看，标签可以分为两种：无源标签和有源标签。无源标签自身不带有电源，当读取装置对标签进行读取时，所发射出的无线电接触到 RFID 标签的天线后产生能量，它的重量轻、

体积小, 寿命可以很长, 但是发射距离受限。有源标签使用卡内的电池能量, 识别的距离长, 但是它的价格较高且寿命短。

按调制方式来分, RFID 还可分为主动式标签和被动式标签。主动式标签用自身的射频能量主动地给读写器发送数据, 主要用于有障碍物的应用中; 被动式标签使用调制散射方式发射数据, 它必须利用读写器的载波来调制自己的信号, 在门禁或交通的应用中适宜。

不过, RFDump 确实是当前所使用的 RFID 芯片的一个巨大威胁。但是按照工业界的一些资料显示, RFID 的这些弱点被发现已经有一段不算短的时间了。一项用于保护 RFID 数据的新标准已经在 2004 年 6 月获得批准, 这是 Epcglobal 发布的第二代 RFID 标准。

不过, 根据市场研究公司 IDC 公司的调查, RFID 存储安全隐患并不是阻碍其市场发展的主要因素。位于美国马萨诸塞州的 IDC 研究机构预测:RFID 的市场将从现在的 9150 万美元, 增长到 2008 年的 13 亿美元。

而非营利组织 EPCglobal 中产品管理的负责人 Sue Hutchinson 女士认为, RFID 市场最大的增长来自供应链应用市场, 全程监控产品的流动过程, 从生产制造, 经过运输和仓储, 最终到达零售商和最终的消费者的全过程。EPCglobal 是一家总部位于美国新泽西州 Lawrenceville 的负责电子产品代码标准制定与应用的工业贸易组织。

6.2 第二代的 RFID 标准强化的安全功能

EPCglobal 在去年开始制定第二代 RFID 标准时, 针对供应链应用, 最终用户提出了一系列需求, 这些成为制定第二代 RFID 标准的重要基础。

EPC 第二代 RFID 标准开发中最主要的部分是设计了第二代的 UHF(超高频)空中接口协议, 该协议用于管理从标签到读卡器的数据的移动, 为芯片中存储的数据提供了一些保护措施。新标准采用"一个安全的链路", 保护被动标签免于受诸如 RFDump 和其他一些在供应链应用中被发现的大多数攻击行为。

根据第二代 RFID 标准规范, 当数据被写入标签时, 数据在经过空中接口时被伪装。从标签到读卡器的所有数据都被伪装, 所以当读卡器在从标签读或者写数据时数据不会被截取。一旦数据被写入标签, 数据就会被锁定, 这样只可以读取数据, 而不能被改写, 就是具有我们常说的只读功能。

EPC 被动标签一般只包括产品的识别信息, 比如产品代码、产品部件数, 或者 SKU 数目, 也就是仅仅包括物品本身的信息。另外 EPC 被动标签不包括依据秘密保护规则涉及的

物品个性化的识别信息。

产品的识别信息通常是指相对于个性化识别信息而言不太敏感的内容,通常伪装也只针对其中涉及的数据。数据并不被加密,但是读卡器需要一个破解伪装的"密钥"。

根据美国国防部副部长助理、负责供应链整合的 Alan Estevez 先生透露,美国国防部在今年 8 月公布了其最终的针对供应链应用的 RFID 规范,其中并没有包括数据加密要求。Estevez 先生列举了两条理由,说明 DOD 规范的合理性:第一,产品信息比如序列号等在它没有被整合到带有附加信息的数据库之前,并没有太多值得利用的信息;第二,潜在的"敌人"不可能非常近距离地接近它,比如在 10 英尺之内,以读取标签上的信息。

6.3 在金融领域 RFID 遇到了 EMV 的挑战

当 RFID 包括了消费者的相关数据时,供应链 RFID 应用可能才会真正走向成熟。Hutchinson 认为,EPCglobal 未来的一项主要任务就是制定包含用户数据的更高级别的 RFID 标签工业标准。因此,会更关注 RFID 的安全问题,也包括减少每年全球在供应链方面 1800 亿~3000 亿美元的损失。这一数据是美国零售业领导协会(Retail Industry Leaders Association)估计的。

目前,从功能方面来看,RFID 标签分为四种:只读标签、可重写标签、带微处理器标签和配有传感器的标签。只读型标签的结构功能最简单,包含的信息较少并且不能被更改;可重写型标签集成了容量为几十字节到几万字节的闪存,标签内的信息能被更改或重写,只读型和可重写型 RFID 标签都主要应用于物流系统以及生产过程管理系统和行李控制系统中;带微处理器标签依靠内置式只读存储器中存储的操作系统和程序来工作,出于安全的需要,许多标签都同时具备加密电路,现在这类标签主要应用于非接触型 IC 卡上,既用于电子结算、出入管理,也可用做会员卡;有些 RFID 标签集成了传感器,包括温度传感器或压力传感器等,目前这类标签主要用于动物个体识别和轮胎管理方面。

Visa 国际存储控制副总裁 Ken Ayer 认为,银行业和电子支付卡行业在保护存储在 RFID 卡上的个人识别信息方面更有实践经验,Visa 和电子支付卡行业更愿意选择 EMV 卡。据了解,EMV 规范系国际三大著名银行卡组织(Visa、MASTERCARD、EUROPAY)联合制订的金融 IC 卡业界标准,在金融 IC 卡领域具有最高权威性,EMV 规范的实施对于成员国银行改善在国际化过程中的卡受理环境、降低在国际商务应用中的信用卡风险等方面起着举足轻重的作用。为保证我国 IC 卡的国际通用性和国外银行卡在我国的通用性,我国目前正

在进行银行卡 EMV 标准的迁移，并着手修订与之相对应的国内金融 IC 卡的 PBOC 标准。

在 EMV 卡上，遵守保密规定的个人可识别数据类型采用 Triple-DES 加密措施。最新的非接触 EMV 卡遵守 ISO 14443 标准卡的规定，它可以在 10cm 的范围内被各种设备读取。他们可以依照被每一个遵守标准国家的每一个发卡银行认可的保密和安全的标准进行配置。

Ayer 说，EMV 卡支持对称的和不对称的密钥加密技术。银行卡上实际加密的部分是一个卡识别一个经过授权的读卡器的部分，以应对日益严峻的挑战。加密的其余部分是在银行的后端系统处理。"这是一个在全球所有的国家都能正常工作的全球范围的系统"他说，"它使用一种所有银行都采用的加密技术，可以对多种不同的数据进行加密。"

7 RFID 天线知识

7.1 什么是 RFID 天线？

RFID 天线在标签和读取器间传递射频信号。

在 RF 装置中，工作频率增加到微波区域的时候，天线与标签芯片之间的匹配问题变得更加严峻。天线的目标是传输最大的能量进出标签芯片。这需要仔细的设计天线和自由空间以及其相连的标签芯片的匹配。本文考虑的频带是 435MHz, 2.45 GHz 和 5.8 GHz，在零售商品中使用。

天线必要条件：

- 1) 足够的小以至于能够贴到需要的物品上；
- 2) 有全向或半球覆盖的方向性；
- 3) 提供最大可能的信号给标签的芯片；
- 4) 无论物品什么方向，天线的极化都能与读卡机的询问信号相匹配；
- 5) 具有鲁棒性；
- 6) 非常便宜。

在选择天线的时候的主要考虑是：

- 1) 天线的类型；
- 2) 天线的阻抗；
- 3) 在应用到物品上的 RF 的性能；
- 4) 在有其他的物品围绕贴标签物品时的 RF 性能。

7.2 天线的基本知识

7.2.1 天线的选择

在 435 MHz, 2.45 GHz 和 5.8 GHz 频率是用的 RFID 系统中, 可选的天线有几种, 见下表, 它们重点考虑了天线的尺寸。这样的小天线的增益是有限的, 增益的大小取决于辐射模式的类型, 全向的天线具有峰值增益 0 到 2dBi; 方向性的天线的增益可以达到 6dBi。增益大小影响天线的作用距离。下表中的前三个种类的天线是线极化的, 但是微带面天线可以使圆极化的, 对数螺旋天线仅仅是圆极化的。由于 RFID 标签的方向性是不可控的, 所以读卡机必须是圆极化的。一个圆极化的标签天线可以产生 3dB 以强的信号。

7.2.2 阻抗问题

为了最大功率传输, 天线后的芯片的输入阻抗必须和天线的输出阻抗匹配。几十年来, 设计天线与 50 或 70 欧姆的阻抗匹配, 但是可能设计天线具有其他的特性阻抗。例如, 一个缝隙天线可以设计具有几百欧姆的阻抗。一个折叠偶极子的阻抗可以是一个标准半波偶极子阻抗的 20 倍。印刷贴片天线的引出点能够提供一个很宽范围的阻抗(通常是 40 到 100 欧姆)。选择天线的类型, 以至于它的阻抗能够和标签芯片的输入阻抗匹配是十分关键的。另一个问题是其他的与天线接近的物体可以降低天线的返回损耗。对于全向天线, 例如双偶极子天线, 这个影响是显著的。改变双偶极子天线和一听番茄酱的间距做了一些实际测量, 显示了一些变化, 见图 4 和图 5。其他的物体也有相似的影响。此外是物体的介电常数, 而不是金属, 改变了谐振频率。一塑料瓶子水降低了最小返回损耗频率 16%。当物体与天线的距离小于 62.5mm 的时候, 返回损耗将导致一个 3.0 dB 的插入损耗, 而天线的自由空间插入损耗才 0.2dB。可以设计天线使它与接近物体的情况相匹配, 但是天线的行为对于不同的物体和不同的物体距离而不同。对于全向天线是不可行的, 所以设计方向性强的天线, 它们不受这个问题的影响。

7.2.3 局部结构的影响

在使用手持的仪器的时候, 大量的其他临近物体的使读卡机天线和标签天线的辐射模式严重失真。这可以对于 2.45GHz 的工作频率计算, 假设一个代表性的几何形状, 和自由空间相比, 显示返回信号降低了 10dB, 在双天线同时使用的时候, 比预料的模式下降的更多。

在仓库的使用环境下，一个物品盒子具有一个标签会有问题，几个标签贴在一个盒子上以确保所有时候都有一个标签是可以看见的。便携系统的使用有几个天线的问题。每个盒子两个天线足够适合门禁装置探测，这样局部结构的影响变得不再重要，因为门禁装置的读卡机天线被固定在仓库的出入，并且直接指向贴标签的物体。

7.2.4 辐射模式

在一个无反射的环境中测试了天线的模式，包括了各种需要贴标签的物体，在使用全向天线的时候性能严重下降。圆柱金属引起的性能下降是最严重的，在它与天线距离 50mm 的时候，反回的信号下降大于 20dB (见图 6)。天线与物体的中心距离分开到 100—150mm 的时候，反回信号下降约 10 到 12dB。在与天线距离 100mm 的时候，测量了几瓶水（塑料和玻璃），见图 7，反回信号降低大于 10dB。在蜡纸盒的液体，甚至苹果上做试验得到了类似的结果。

7.2.5 距离

RFID 天线的增益和是否使用有源的标签芯片将影响系统的使用距离。乐观的考虑，在电磁场的辐射强度符合 UK 的相关标准时，2.45GHz 的无源情况下，全波整流，驱动电压不大于 3 伏，优化的 RFID 天线阻抗环境(阻抗 200 或 300 欧姆)，使用距离大约是 1 米[3]。如果使用 WHO 限制[4]则更适合于全球范围的使用，但是作用距离下降了一半。这些限制了读卡机到标签的电磁场功率。作用距离随着频率升高而下降。如果使用有源芯片作用距离可以达到 5 到 10 米。

7.2.6 天线的总结

全向天线应该避免在标签中使用，然而可以使用方向性天线，它具有更少的辐射模式和返回损耗的干扰。天线类型的选择必须使它的阻抗与自由空间和 ASIC 匹配。在一个仓库中使用天线好像是不可行的，除非使用有源标签，但是在任何情况下，仓库内的天线辐射模式将严重失真。一个门禁系统的使用将是好的选择，可以使用短作用距离的无源标签。当然门禁系统比手持的仪器昂贵，但是手持仪器工作人员需要使用它到仓库搜寻物品，人员费用同样昂贵。在门禁系统中，每一个物品盒子，仅需要 2 个而不是 4 个或 6 个 RFID 标签。

8 RFID 工作频率指南和典型应用

不同频段的 RFID 产品会有不同的特性,本文详细介绍了无源的感应器在不同工作频率产品的特性以及主要的应用。

目前定义 RFID 产品的工作频率有低频、高频和甚高频的频率范围内的符合不同标准的不同的产品,而且不同频段的 RFID 产品会有不同的特性。其中感应器有无源和有源两种方式,下面详细介绍无源的感应器在不同工作频率产品的特性以及主要的应用。

8.1 低频(从 125KHz 到 134KHz)

其实 RFID 技术首先在低频得到广泛的应用和推广。该频率主要是通过电感耦合的方式进行工作,也就是在读写器线圈和感应器线圈间存在着变压器耦合作用.通过读写器交变场的作用在感应器天线中感应的电压被整流,可作供电电压使用. 磁场区域能够很好的被定义,但是场强下降的太快。

8.1.1 特性

- 1) 工作在低频的感应器的一般工作频率从 120KHz 到 134KHz, TI 的工作频率为 134.2KHz。该频段的波长大约为 2500m。
- 2) 除了金属材料影响外,一般低频能够穿过任意材料的物品而不降低它的读取距离。
- 3) 工作在低频的读写器在全球没有任何特殊的许可限制。
- 4) 低频产品有不同的封装形式。好的封装形式就是价格太贵,但是有 10 年以上的使用寿命。
- 5) 虽然该频率的磁场区域下降很快,但是能够产生相对均匀的读写区域。
- 6) 相对于其他频段的 RFID 产品,该频段数据传输速率比较慢。
- 7) 感应器的价格相对与其他频段来说要贵。

8.1.2 主要应用

- 1) 畜牧业的管理系统
- 2) 汽车防盗和无钥匙开门系统的应用

- 3) 马拉松赛跑系统的应用
- 4) 自动停车场收费和车辆管理系统
- 5) 自动加油系统的应用
- 6) 酒店门锁系统的应用
- 7) 门禁和安全管理系统

8.1.3 符合的国际标准

- 1) ISO 11784 RFID 畜牧业的应用—编码结构
- 2) ISO 11785 RFID 畜牧业的应用—技术理论
- 3) ISO 14223-1 RFID 畜牧业的应用—空气接口
- 4) ISO 14223-2 RFID 畜牧业的应用—协议定义
- 5) ISO 18000-2 定义低频的物理层、防冲撞和通讯协议
- 6) DIN 30745 主要是欧洲对垃圾管理应用定义的标准

8.2 高频(工作频率为 13.56MHz)

在该频率的感应器不再需要线圈进行绕制,可以通过腐蚀活着印刷的方式制作天线。感应器一般通过负载调制的方式 的方式进行工作。也就是通过感应器上的负载电阻的接通和断开促使读写器天线上的电压发生变化,实现用远距离感应器对天线电压进行振幅调制。如果人们通过数据控制负载电压的接通和断开,那么这些数据就能够从感应器传输到读写器

8.2.1 特性

- 1) 工作频率为 13.56MHz, 该频率的波长大概为 22m。
- 2) 除了金属材料外, 该频率的波长可以穿过大多数的材料, 但是往往会降低读取距离。感应器需要离开金属一段距离。
- 3) 该频段在全球都得到认可并没有特殊的限制。
- 4) 感应器一般以电子标签的形式。
- 5) 虽然该频率的磁场区域下降很快, 但是能够产生相对均匀的读写区域。
- 6) 该系统具有防冲撞特性, 可以同时读取多个电子标签。
- 7) 可以把某些数据信息写入标签中。

8) 数据传输速率比低频要快，价格不是很贵。

8.2.2 主要应用

- 1) 图书管理系统的应用
- 2) 瓦斯钢瓶的管理应用
- 3) 服装生产线和物流系统的管理和应用
- 4) 三表预收费系统
- 5) 酒店门锁的管理和应用
- 6) 大型会议人员通道系统
- 7) 固定资产的管理系统
- 8) 医药物流系统的管理和应用
- 9) 智能货架的管理

8.2.3 符合的国际标准

- 1) ISO/IEC 14443 近耦合 IC 卡，最大的读取距离为 10cm.
- 2) ISO/IEC 15693 疏耦合 IC 卡，最大的读取距离为 1m.
- 3) ISO/IEC 18000-3 该标准定义了 13.56MHz 系统的物理层，防冲撞算法和通讯协议。
- 4) 13.56MHz ISM Band Class 1 定义 13.56MHz 符合 EPC 的接口定义。

8.3 超高频(工作频率为 860MHz 到 960MHz 之间)

甚高频系统通过电场来传输能量。电场的能量下降的不是很快，但是读取的区域不是很好进行定义。该频段读取距离比较远，无源可达 10m 左右。主要是通过电容耦合的方式进行实现。

8.3.1 特性

- 1) 在该频段，全球的定义不是很相同—欧洲和部分亚洲定义的频率为 868MHz，北美定义的频段为 902 到 905MHz 之间，在日本建议的频段为 950 到 956 之间。该频段的波长大概为 30cm 左右。

- 2) 目前, 该频段功率输出目前统一的定义(美国定义为 4W, 欧洲定义为 500mW)。可能欧洲限制会上升到 2W EIRP。
- 3) 甚高频频段的电波不能通过许多材料, 特别是水, 灰尘, 雾等悬浮颗粒物资。相对于高频的电子标签来说, 该频段的电子标签不需要和金属分开来。
- 4) 电子标签的天线一般是长条和标签状。天线有线性和圆极化两种设计, 满足不同应用的需求。
- 5) 该频段有好的读取距离, 但是对读取区域很难进行定义。
- 6) 有很高的数据传输速率, 在很短的时间可以读取大量的电子标签。

8.3.2 主要应用

- 1) 供应链上的管理和应用
- 2) 生产线自动化的管理和应用
- 3) 航空包裹的管理和应用
- 4) 集装箱的管理和应用
- 5) 铁路包裹的管理和应用
- 6) 后勤管理系统的应用

8.3.3 符合的国际标准

- 1) ISO/IEC 18000-6 定义了甚高频的物理层和通讯协议; 空气接口定义了 Type A 和 Type B 两部分; 支持可读和可写操作。
- 2) EPCglobal 定义了电子物品编码的结构和甚高频的空气接口以及通讯的协议。例如: Class 0, Class 1, UHF Gen2。
- 3) Ubiquitous ID 日本的组织, 定义了 UID 编码结构和通信管理协议。

我们毫无怀疑, 在将来, 甚高频的产品会得到大量的应用。例如 WalMart, Tesco, 美国国防部和麦德龙超市都会在它们的供应链上应用 RFID 技术。

9 传统二维条形码与无线射频识别技术纵览

为了提高计算机识别的效率, 增强其灵活性和准确性, 使人们摆脱繁杂的统计识别工作,

传统条形码、二维条形码、无线射频识别技术先后问世。虽然它们各有千秋，但无论是哪一项技术都是为了及时获取物品的各种信息并且进行快速、准确的处理。

传统条形码（亦称一维条形码）技术相对成熟，在社会生活中处处可见，在全世界得到了极为广泛的应用。它作为计算机数据采集手段，以快速、准确、成本低廉等诸多优点迅速进入商品流通、自动控制、以及档案管理等各种领域，也是目前我国使用最多的一种条形码。但是由于传统条形码是一维的，它在垂直方向上不带任何信息，信息密度低，而且不能够显示汉字，容易因为磨损或皱折而被拒读，这在很大程度上限制了传统条码的应用范围。

9.1 条码识别技术

9.1.1 狭小的一维空间

传统条形码由一组按一定编码规则排列的条、空符号组成，表示一定的字符、数字及符号信息。条形码系统是由条形码符号设计、条形码制作以及扫描阅读组成的自动识别系统，是迄今为止使用最为广泛的一种自动识别技术。

到目前为止，常见的条形码的码制大概有二十多种，其中广泛使用的码制包括 EAN 码、Code39 码、交叉 25 码、UPC 码、128 码、Code93 码，以及 CODABAR 码等。不同的码制具有不同的特点，适用于特定的应用领域，下面介绍一些典型的码制：

1) UPC 码（统一商品条码）

UPC 码在 1973 年由美国超市工会推行，是世界上第一套商用的条形码系统，主要应用在美国和加拿大。UPC 码包括 UPC-A 和 UPC-E 两种系统，UPC 只提供数字编码，限制位数（12 位和 7 位），需要检查码，允许双向扫描，主要应用在超市与百货业。

2) EAN 码（欧洲商品条码）

1977 年，欧洲 12 个工业国家在比利时签署草约，成立了国际商品条码协会，参考 UPC 码制定了与之兼容的 EAN 码。EAN 码仅有数字号码，通常为 13 位，允许双向扫描，缩短码为 8 位码，也主要应用在超市和百货业。

3) ITF25 码（交叉 25 码）

ITF25 码的条码长度没有限定，但是其数字资料必须为偶数位，允许双向扫描。ITF25 码在物流管理中应用较多，主要用于包装、运输、国际航空系统的机票顺序编号、汽车业及零售业。

4) Code39 码

在 Code39 码的 9 个码素中，一定有 3 个码素是粗线，所以 Code39 码又被称为“三九码”。除数字 0-9 以外，Code39 码还提供英文字母 A-Z 以及特殊的符号，它允许双向扫描，支持 44 组条码，主要应用在工业产品、商业资料、图书馆等场所。

5) CODABAR 码（库德巴码）

这种码制可以支持数字、特殊符号及 4 个英文字母，由于条码自身有检测的功能，因此无需检查码。主要应用在工厂库存管理、血库管理、图书馆借阅书籍及照片冲洗业。

6) ISBN 码（国际标准书号）

ISBN 是因图书出版、管理的需要以及便于国际间出版物的交流与统计，而出现的一套国际统一的编码制度。每一个 ISBN 码由一组有“ISBN”代号的十位数字所组成，用以识别出版物所属国别地区、出版机构、书名、版本以及装订方式。这组号码也可以说是图书的代表号码，大部分应用于出版社图书管理系统。

7) Code128 码

Code128 码是目前中国企业内部自定义的码制，可以根据需要来确定条码的长度和信息。这种编码包含的信息可以是数字，也可以包含字母，主要应用于工业生产线领域、图书管理等。

8) Code93 码

这种码制类似于 Code39 码，但是其密度更高，能够替代 Code39 码。

条形码技术给人们的工作、生活带来的巨大变化是有目共睹的。然而，由于一维条形码的信息容量比较小，例如商品上的条码仅能容纳几位或者几十位阿拉伯数字或字母，因此一维条形码仅仅只能标识一类商品，而不包含对于相关商品的描述。只有在数据库的辅助下，人们才能通过条形码得到相关商品的描述。换言之，如果离开了预先建立的数据库，一维条形码所包含的信息将会大打折扣。由于这个原因，一维条形码在没有数据库支持或者联网不方便的地方，其使用就受到了相当的限制。

在另一方面，一维条形码无法表示汉字或者图像信息。因此，在一些需要应用汉字和图像的场所，一维条形码就显得很不方便。而且，即使我们建立了相应的数据库来存储相关产品的汉字和图像信息，这些大量的信息也需要一个很长的条形码来进行标识。而这种长的条形码会占用很大的印刷面积，从而对印刷和包装带来难以解决的困难。因此，人们希望条形码中直接包含产品相关的各种信息，而不需要根据条形码从数据库中再次进行这些信息的查询。

基于上述的种种原因，现实的应用需要一种新的码制，这种码制除了具备一维条形码的

优点外，还应该具备信息容量大、可靠性高、保密防伪性强等优点。

20 世纪 70 年代，在计算机自动识别领域出现了二维条形码技术，这是在传统条形码基础上发展起来的一种编码技术，它将条形码的信息空间从线性的一维扩展到平面的二维，具有信息容量大、成本低、准确性高、编码方式灵活、保密性强等诸多优点。因此自 1990 年起，二维条形码技术在上世界上开始得到广泛的应用，经过几年的努力，现已应用在国防、公共安全、交通运输、医疗保健、工业、商业、金融、海关及政府管理等领域。

9.1.2 从"线"到"面"的飞跃

二维条形码 VS 传统条形码

与一维条形码只能从一个方向读取数据不同，二维条形码可以从水平、垂直两个方向来获取信息，因此，其包含的信息量远远大于一维条形码，并且还具备自纠错功能。但二维条形码的工作原理与一维条形码却是类似的，在进行识别的时候，将二维条形码打印在纸带上，阅读条形码符号所包含的信息，需要一个扫描装置和译码装置，统称为阅读器。阅读器的功能是把条形码条符宽度、间隔等空间信号转换成不同的输出信号，并将该信号转化为计算机可识别的二进制编码输入计算机。扫描器又称光电读入器，它装有照亮被读条码的光源和光电检测器件，并且能够接收条码的反射光，当扫描器所发出的光照在纸带上，每个光电池根据纸带上条码的有无来输出不同的图案，来自各个光电池的图案组合起来，从而产生一个高密度信息图案，经放大、量化后送译码器处理。译码器存储有需译读的条码编码方案数据库和译码算法。在早期的识别设备中，扫描器和译码器是分开的，目前的设备大多已合成一体。

二维条形码具有以下几个特点：

1) 存储量大。

二维条形码可以存储 1100 个字，比起一维条形码的 15 个字，存储量大为增加，而且能够存储中文，其资料不仅可应用在英文、数字、汉字、记号等，甚至空白也可以处理，而且尺寸可以自由选择，这也是一维条形码做不到的。

2) 抗损性强。

二维条形码采用故障纠正的技术，遭受污染以及破损后也能复原，即使条码受损程度高达 50%，仍然能够解读出原数据，误读率为 6100 万分之一。

3) 安全性高。

在二维条形码中采用了加密技术，所以使安全性大幅度提高。

4) 可传真和影印。

二维条形码经传真和影印后仍然可以使用,而一维条形码在经过传真和影印后机器就无法进行识读。

5) 印刷多样性。

对于二维条形码来讲,它不仅可以在白纸上印刷黑字,还可以进行彩色印刷,而且印刷机器和印刷对象都不受限制,印刷起来非常方便。

6) 抗干扰能力强。

与磁卡、IC卡相比,二维条形码由于其自身的特性,具有强抗磁力、抗静电能力。

7) 码制更加丰富。

二维条码可以直接印刷在被扫描的物品上或者打印在标签上,标签可以由供应商专门打印或者现场打印。所有条码都有一些相似的组成部分,它们都有一个空白区,称为静区,位于条码的起始和终止部分边缘的外侧。校验符号在一些码制中也是必须的,它可以用数学的方法对条码进行校验以保证译码后的信息正确无误。与一维条形码一样,二维条形码也有许多不同的编码方法。根据这些编码原理,可以将二维条形码分为以下三种类型:

➤ 一是线性堆叠式二维码。

就是在一维条形码的基础上,降低条码行的高度,安排一个纵横比大的窄长条码行,并将各行在顶上互相堆积,每行间都用一模块宽的厚黑条相分隔。典型的线性堆叠式二维码有 Code 16K、Code 49、PDF417 等。

➤ 其次是矩阵式二维码。

它是采用统一的黑白方块的组合,而不是不同宽度的条与空的组合,它能够提供更 高的信息密度,存储更多的信息,与此同时,矩阵式的条码比堆叠式的具有更高的自动 纠错能力,更适用于在条码容易受到损坏的场合。矩阵式符号没有标识起始和终止的模 块,但它们有一些特殊的"定位符",定位符中包含了符号的大小和方位等信息。矩阵式 二维条码和新的堆叠式二维条码能够用先进的数学算法将数据从损坏的条码符号中恢 复。典型的矩阵二维码有 Aztec、Maxi Code、QR Code、Data Matrix 等。

➤ 第三种是邮政码。

通过不同长度的条进行编码,主要用于邮件编码,如 Postnet、BPO 4-State 等。

在上述介绍的二维条形码中,PDF417 码由于解码规则比较开放和商品化,因而使用比 较广泛,它是 Portable Data File 的缩写,意思是可以将条形码视为一个档案,里面能够存储 比较多的资料,而且能够随身携带。它在 1992 年正式推出,1995 年美国电子工业联合会条

码委员会在美国国家标准协会赞助下完成二维条形码标准的草案,以作为电子产品产销流程使用二维条形码的标准。PDF417 码是一个多行结构,每行数据符号数相同,行与行左右对齐直接衔接,其最小行数为 3 行,最大行数为 90 行。而 Data Matrix 码则主要用于电子行业小零件的标识,如 Intel 奔腾处理器的背面就印制了这种码。Maxi Code 是由美国联合包裹服务公司研制的,用于包裹的分拣和跟踪。Aztec 是由美国韦林公司推出的,最多可容纳 3832 个数字、3067 个字母或 1914 个字节的数据。

另外,还有一些新出现的二维条形码系统。包括由 UPS 公司的 Figrare lla 等人研制的适用于分布环境下运动特性的 UPS Code,这种二维条形码更加适合自动分类应用场合。而美国 Veritec 公司提出一种新的二维条形码——Veritec Symbol,是一种用于微小型产品上的二进制数据编码系统,其矩阵符号格式和图像处理系统已获得美国专利,这种二维码具有更高的准确性和可重复性。此外,飞利浦研究实验室的 WILJ WAN GILS 等人也提出了一种新型的二维码方案,即用标准几何形体圆点构成自动生产线上产品识别标记的圆点矩阵二维码表示法。这一方案由两大部分组成,一是源编码系统,用于把识别标志的编码转换成通信信息字;另一部分是信道编码系统,用于对随机误码进行错误检测和校正。还有一种二维条形码叫点阵码,它除了具备信息密度高等特点外,也便于用雕刻腐蚀制板工艺把点码印制在机械零部件上,用摄像设备识读和图像处理系统识别,这也是一种具有较大应用潜力的二维编码方案。

二维条形码技术的发展主要表现为三方面的趋势:一是出现了信息密集度更高的编码方案,增强了条码技术信息输入的功能;二是发展了小型、微型、高质量的硬件和软件,使条码技术实用性更强,扩大了应用领域;三是与其他技术相互渗透、相互促进,这将改变传统产品的结构和性能,扩展条码系统的功能。

9.1.3 二维条形码的阅读器

在二维条形码的阅读器中有几项重要的参数:分辨率、扫描背景、扫描宽度、扫描速度、一次识别率、误码率,选用的时候要针对不同的应用视情况而定。普通的条码阅读器通常采用以下三种技术:光笔、CCD、激光,它们都有各自的优缺点,没有一种阅读器能够在所有方面都具有优势。

光笔是最先出现的一种手持接触式条码阅读器,使用时,操作者需将光笔接触到条码表

面，通过光笔的镜头发出一个很小的光点，当这个光点从左到右划过条码时，在"空"部分，光线被反射，"条"的部分，光线将被吸收，因此在光笔内部产生一个变化的电压，这个电压通过放大、整形后用于译码。

CCD 为电子耦合器件，比较适合近距离和接触阅读，它使用一个或多个 LED，发出的光线能够覆盖整个条码，它所关注的不是每一个"条"或"空"，而是条码的整体，并将其转换成可以译码的电信号。

激光扫描仪是非接触式的，在阅读距离超过 30cm 时激光阅读器是惟一的选择。它的首读识别成功率高，识别速度相对光笔及 CCD 更快，而且对印刷质量不好或模糊的条码识别效果好。

射频识别技术改变了条形码技术依靠"有形"的一维或二维几何图案来提供信息的方式，通过芯片来提供存储在其中的数量更大的"无形"信息。它最早出现在 20 世纪 80 年代，最初应用在一些无法使用条码跟踪技术的特殊工业场合，例如在一些行业和公司中，这种技术被用于目标定位、身份确认及跟踪库存产品等。射频识别技术起步较晚，至今没有制订出统一的国际标准，但是射频识别技术的推出绝不仅仅是信息容量的提升，它对于计算机自动识别技术来讲是一场革命，它所具有的强大优势会大大提高信息的处理效率和准确度。

9.2 射频识别：从"有形"到"无形"的革命

与条形码识别系统相比，无线射频识别技术具有很多优势：通过射频信号自动识别目标对象，无需可见光源；具有穿透性，可以透过外部材料直接读取数据，保护外部包装，节省开箱时间；射频产品可以在恶劣环境下工作，对环境要求低；读取距离远，无需与目标接触就可以得到数据；支持写入数据，无需重新制作新的标签；使用防冲突技术，能够同时处理多个射频标签，适用于批量识别场合；可以对 RFID 标签所附着的物体进行追踪定位，提供位置信息。

由于 RFID 产品的优点，无线射频识别技术在国外发展得很快，它已被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，例如汽车或火车等的交通监控系统、高速公路自动收费系统、物品管理、流水线生产自动化、门禁系统、金融交易、仓储管理、畜牧管理、车辆防盗等。在澳大利亚，RFID 技术被用于机场旅客行李管理，提高了机场的工作效率，达到了理想的效益；而在地球的另一面，欧共体宣布 1997 年开始生产的新型汽车

必须具有基于 RFID 技术的防盗系统;瑞士国家铁路局也将在瑞士的全部旅客列车上安装 RFID 自动识别系统,调度员可以实时掌握火车运行情况,不仅利于管理,还大大减小发生事故的可能性;德国汉莎航空公司正在尝试用 RFID 电子标签来代替飞机票,从而改变了传统的机票购销方式。时至今日,射频识别技术的新应用仍然层出不穷。

由于 RFID 芯片的小型化和高性能芯片的实用化,射频识别标签不仅帮助不同领域的管理者追踪物品的位置和搬运情况,还可以实时报告标签上附带的其他信息,比如温度和压力等。射频标签是通过连接到数据网络上的读写器来提供此类信息的,迄今为止射频识别标签主要作为条码的延伸而应用于工厂自动化或者库存管理等领域,但最终说来,尺寸更小的射频识别标签将应用于更先进的领域内。例如射频识别标签可以促进网络家电的应用,家电如果拥有网络功能,使用者即便在户外也能控制它们,例如可以检查冰箱中的食物,帮助使用者决定需要购买什么物品,在无线操作终端上选择食物烹饪的方式等。当前,电气设备和家电产品制造商已经开始开发通用软、硬件,并正在考虑制定射频识别标签在各种不同家电上的应用标准。将射频识别标签应用于医院也能带来好处,病人一进入医院,就在他(她)身上佩戴标签,标签内含有病人的识别信息,医生和护士可以通过标签内的数据来识别病人的身份,避免认错病人,标签和读写器也能帮助医生和护士确认所使用的药物是否合适,从而避免医疗事故的发生。

9.3 RFID 开始进入实用阶段

据统计,目前全世界已经安装了约 5000 个射频识别系统,实际年销售额约为 9.64 亿美元,但主要用于宠物与野生动物跟踪、公路和停车收费等有限的领域,而事实上,RFID 有望大展身手的领域远远不止这些。现在,已经有为数不少的企业试验性地将其运用到一些新的领域。

吉列公司是世界上最大的剃须刀制造商,该公司的产品因为体积较小、单价较高而经常受到小偷的“青睐”。为此,吉列公司决定采用射频识别技术来防止产品被盗,成立了由高层经理组成的项目执行委员会和射频识别项目办公室,分别负责指导协调项目的日常工作,并将有关职责列入了员工目标管理的绩效考核。吉列将该项目分成两个阶段,从内部运营与零售商货架管理两个方面着手实施:首先,吉列选择“锋速 3”在少数几个地方进行货架试验,待成功后再推广到所有 8 个产品系列;在第二阶段,吉列计划将其融入整个供应链,实现产品从工厂到零售商配货中心、到货架再到最终消费者手中的全过程无缝跟踪与管理。

目前, 吉列公司已经完成了与沃尔玛和 Tesco 分别在美国波士顿和英国剑桥地区进行的第一阶段试验: 吉列将射频识别标签植入“锋速 3”的包装, 并在零售商的货架上安装阅读器, 如果有顾客一次性拿走多个剃须刀, 系统会提醒店员查验是否发生了偷窃行为, 甚至自动拍照记录, 当货架上存货数量减少到一定水平时, 系统就发出补货的信号, 试验结果令人非常满意。据说, 第二阶段试验也即将正式启动。值得一提的是, 吉列已经向射频识别标签生产商之一艾伦科技公司订购了共计 5 亿枚标签, 在低成本射频识别标签大规模的实质性商业化进程中, 这无疑是一个意义重大的里程碑。

国际著名零售企业——麦德龙集团最近也在其业务运营中采用了飞利浦半导体公司的射频识别解决方案, 这项技术可以帮助它提高零售中的供应链效率, 同时改善消费者的购物体验。这种射频识别技术可实时地识别产品、防范窃贼、跟踪库存, 还可查看客户积分卡的状态。该系统在 13.56MHz 频率下工作, 有效识别范围为 1.5 米, 与射频识别多媒体工作室相连接, 只需扫描一下 CD 或 DVD, 消费者就可以看到他们正想购买的专辑或影片的介绍性预览。化妆品和食物也贴上了标签, 并放在智能货架上, 这种应用可以提供实时库存和保质期控制, 及时更新销售数据并发现放置错误的物品。

最近, 沃尔玛公司也表示, 今后将不再从那些未使用 RFID 技术的供应商处采购商品, 这对应用软件产业震动极大。现在, Sun 公司正在开发一个对应的中间件产品, 管理从射频识别系统获取的商品数据。该产品现在正处于测试阶段, 预计在今年推出商用。另外, Sun 公司也在开发符合射频识别行业标准 EPC 的信息服务软件。

一旦用于射频识别的芯片和标签推出后, 就需要相应的专门软件来管理这些数据。幸运的是, 许多大型软件开发商和系统集成商已经开始进军射频识别领域, SAP、Manhattan Associates、IBM 以及其他一些公司都将推出各自的解决方案。SAP 公司公开表示, 该公司与宝洁公司正在进行一系列的技术革新合作, 将射频识别数据合并到 SAP/R3 系统。该系统名为 AutoID, 可以保护系统只获取有价值的信息, 避免错误信息的干扰。另外, IBM 公司也曾经在 Electronic Code Symposium 演示了该公司的射频识别系统, 该公司可以提供射频鉴别的完整解决方案, 可以不用跨系统, 实现从制造商、到分销商, 然后到零售商的全套业务流程。不过集成工作仍然颇具挑战性。据开发商表示, 价格相当昂贵, 要在 2006 年 1 月的最终期限前推出完整的射频识别软件系统还具有相当的挑战性。

除此之外, 标签也将是一个庞大的市场, 特别是现在射频标签价格在 20 美分~30 美分的高价位上, 由于目前在市场上买方处于主导地位, 沃尔玛公司可能会要求将射频识别标签价格降到可以接受的地步, 但供应商能否提供相应的技术还未可知。

9.4 射频技术和条码的综合比较和讨论

9.4.1 电子标签 RFID 对比条形码七大特点

1) 快速扫描

条形码一次只能有一个条形码受到扫描；RFID 辨识器可同时辨识读取数个 RFID 标签。

2) 体积小型化、形状多样化

RFID 在读取上并不受尺寸大小与形状限制，不需为了读取精确度而配合纸张的固定尺寸和印刷品质。此外，RFID 标签更可往小型化与多样形态发展，以应用于不同产品。

3) 抗污染能力和耐久性

传统条形码的载体是纸张，因此容易受到污染，但 RFID 对水、油和化学药品等物质具有很强抵抗力。此外，由于条形码是附于塑料袋或外包装纸箱上，所以特别容易受到折损；RFID 卷标是将数据存在芯片中，因此可以免受污损。

4) 可重复使用

现今的条形码印刷上去之后就无法更改，RFID 标签则可以重复地新增、修改、删除 RFID 卷标内储存的数据，方便信息的更新。

5) 穿透性和无屏障阅读

在被覆盖的情况下，RFID 能够穿透纸张、木材和塑料等非金属或非透明的材质，并能够进行穿透性通信。而条形码扫描机必须在近距离而且没有物体阻挡的情况下，才可以辨读条形码。

6) 数据的记忆容量大

一维条形码的容量是 50Bytes，二维条形码最大的容量可储存 2 至 3000 字符，RFID 最大的容量则有数 MegaBytes。随着记忆载体的发展，数据容量也有不断扩大的趋势。未来物品所需携带的资料量会越来越大，对卷标所能扩充容量的需求也相应增加。

7) 安全性

由于 RFID 承载的是电子式信息，其数据内容可经由密码保护，使其内容不易被伪造及变造。

近年来，RFID 因其所具备的远距离读取、高储存量等特性而备受瞩目。它不仅可以帮助一个企业大幅提高货物、信息管理的效率，还可以让销售企业和制造企业互联，从而更加

准确地接收反馈信息，控制需求信息，优化整个供应链。

9.4.2 为什么射频技术比条形码具有优越性？

射频技术不一定比条形码“好”，他们是两种不同的技术，有不同的适用范围，有时会有重叠。两者之间最大的区别是条形码是“可视技术”，扫描仪在人的指导下工作，只能接收它视野范围内的条形码。相比之下，射频识别不要求看见目标。射频标签只要在接受器的作用范围内就可以被读取。条形码本身还具有其他缺点，如果标签被划破，污染或是脱落，扫描仪就无法辨认目标。条形码只能识别生产者和产品，并不能辨认具体的商品，贴在所有同一种产品包装上的条形码都一样，无法辨认哪些产品先过期。

9.4.3 射频技术和条形码有什么区别？

从概念上来说，两者很相似，目的都是快速准确地确认追踪目标物体。主要的区别如下：有无写入信息或更新内存的能力。条形码的内存不能更改。射频标签不像条形码，它特有的辨识器不能被复制。标签的作用不仅仅局限于视野之内，因为信息是由无线电波传输，而条形码必须在视野之内。由于条形码成本较低，有完善的标准体系，已在全球散播，所以已经被普遍接受，从总体来看，射频技术只被局限在有限的市场份额之内。目前，多种条形码控制模版已经在使用之中，在获取信息渠道方面，射频也有不同的标准。

9.4.4 目前，在成本方面，只能标签和条形码有什么差别？

由于组成部分不同，智能标签要比条形码贵得多，条形码的成本就是条形码纸张和油墨成本，而有内存芯片的主动射频标签价格在 2 美元以上，被动射频标签的成本也在 1 美元以上。但是没有内置芯片的标签价格只有几美分，它可以用于对数据信息要求不那么高的情况，同时又具有条形码不具备的防伪功能。

9.4.5 RFID 标签能否取代条码技术

自 20 世纪 70 年代以来，条码技术一直是商品清单管理的主流方法。一个条码的价格不到 0.01 美元，并且还有统一的管理标准，推动了零售业的革命化与商品的物流管理。与条码技术相比，RFID 标签识别技术更有特点，解决了有些条件下条码等其他识别技术无法使

用的问题,并开拓了许多新的应用领域。但由于其价格高于条码,且缺乏统一的标准等原因,尽管不少业内人士认为 RFID 标签将成为"下一代的条码",但在相当长的时间内,RFID 标签还将与条码技术并存。

那么,RFID 标签能否取代条码技术?

RFID 的标准化问题。条码自动识别技术,在许多行业中都有共同的标准,并且已有多年的实践传统。RFID 技术不像条码,目前还缺乏统一的标准。虽有常用的共同频率范围,但制造厂商可以自行改变。此外,标签上的芯片性能,存储器存储协议与天线设计约定等,也都没有统一标准。尽管 RFID 的有关标准正在逐步开发制订、不断完善,但是不同国家又有自己的规则。有的业内人士担心,比制订条码标准更为困难的是,如果一个国家把某个频率权卖给某个商业企业后,在出现对其他系统的干扰时,这个国家就很难对这个频率段的使用情况进行监督管理。

由于制造技术较为复杂,生产费用相应较高,在新的制造工艺没有普及推广之前,高成本的 RFID 标签只能用于一些本身价值较高的产品。美国目前一个 RFID 标签的价格约为 0.30~0.60 美元,对比较贵重或高档的产品来说,0.50 美元左右的价格还比较容易被厂商接受,在这些厂商看来,RFID 标签是一个优秀的识别跟踪装置。当然,对一些价位较低的商品,如果采用高档 RFID 标签显然有些不划算了。不过,随着新的 RFID 标签制造技术的推广应用,将会促使 RFID 标签价格大幅度降低,RFID 标签必将得到更广泛的应用。

据介绍,有些研究单位正在利用 RFID 技术创制新的通用、开放的网络和相应的标准,当产品在全球供应链流通时,通过标签能对产品进行跟踪。例如,美国 MIT 高等学府的 Auto-ID Center(自动化识别中心)正在开发包括标签、读出器与计算机组合的 Electronic Product Code(EPC)网络,能使制造商与零售商实现实时跟踪,进行准确的商品库存管理,其关键技术就是采用了 RFID 标签。这类新型的跟踪管理网络技术的推出使条码技术的前景变得十分暗淡。

然而,这些研发单位的初衷并不是要取代条码。Auto-ID Center 并不主张完全用该技术代替条码,因为基于条码的系统已成为许多行业标准的自动化识别技术,并且已有多年的应用历史。为 RFID 标签生产导电油墨的 Flint Ink 公司认为:与条码相比,RFID 标签的价格显得略高,因此,条码仍然会继续使用若干年。虽然 RFID 技术被认为是"下一代的条码",但现在正在大量使用的条码不可能很快被取代。许多观察家预言,RFID 将与条码并存,两种技术各有特点。在许多情况下,需要根据具体情况来确定该采用 RFID 技术还是条码技术,以满足不同的使用要求。

9.4.6 使用高频标签会对人体有辐射危害吗

使用频率为 13.56MHz,915MHz,2.45GHz 的射频会有辐射危害吗?

射频技术使用电磁波低端频谱, 解读器发出的无线电波和汽车中的立体声一样安全无害。每个国家都有控制能量水平的机构, 介于 AM 和 FM 之间的 13.56MHz 频率已经被使用多年, 即使在很高的能量下也没有出现问题。美国和其他大多数国家的能量极限是 4 瓦。模拟移动电话周围发出的频率是 915MHz, 能量在 1 瓦以下的范围没有发现危害健康的现象。最新电子移动电话产生的频率是 2.45GHz。能量在 1 瓦以下的范围没有证明有危害健康的因素。

9.5 RFID 面临的问题

RFID 在推广应用中遇到了不少挑战, 主要表现在 成本、标准、精确度与应用模式 等方面。主要表现在下面几个方面: 缺乏成熟的应用模式和行业标准, 以及相关产品标准不统一。

9.5.1 标准化是个大问题

标准化是推动产品广泛获得市场接受的必要措施, 但射频识别读取机与标签的技术仍未见其统一, 因此无法一体化使用。而不同制造商所开发的标签通讯协定, 使用不同频率, 且封装格式不一。而 RFID 技术又不像条码, 虽有常用的共同频率范围, 但制造厂商可以自行改变, 此外, 标签上的芯片性能, 存储器存储协议与天线设计约定等, 也都没有统一标准。尽管 RFID 的有关标准正在逐步开发制定、不断完善, 但是不同国家又有自己的规则。有的业内人士担心, 比制定条码标准各国更为困难的是, 如果一个国家把某个频率权卖给某个商业企业后, 在出现对其他系统的干扰时, 这个国家就很难对这个频率段的使用情况进行监督管理。

9.5.2 价格问题是制约 RFID 标签推广应用市场发展的巨大瓶颈之一

RFID 系统不论是标签、读取器和天线, 其价格都比较昂贵。在新的制造工艺没有普及推广之前, 高成本的 RFID 标签只能用于一些本身价值较高的产品。美国目前一个 RFID 标签的价格约为 0.30~0.60 美元, 对一些价位较低商品, 采用高档 RFID 标签显然不划算。另

外，对使用 RFID 系统客户而言，其设备投资也不菲，据有关报告指出，为每个商店安装一台 RFID 和 EPC（电子产品编码）识读装置的成本至少是 10 万美元，对一个组织而言，这方面的投资可能会达到 3000~4000 美元。

9.5.3 技术的突破

RFID 技术上尚未完全成熟，特别是应用于某些特殊的产品，如液体或金属罐等时，大量 RFID 标签无法正常起作用。标签的可靠性也是个大问题。就目前看来，现在普遍使用的 134KHz 和 13.56KHz 因传输距离太短，限制了阅读器和 RFID 标签间的传输距离，使若干标签不能有效地被读取，标签失效率很高。此外，RFID 标签与读取机有方向性，射频识别讯号易被物体阻断，也是 RFID 技术发展一大挑战。即使贴上双重标签，仍有 3% 的标签无法识别。

9.5.4 涉及人员失业、隐私保护以及安全问题

企业采用射频识别系统后，原来由手工完成的工作将有很多被该系统取代，其衍生而来的问题就是将有许多劳工面临失去工作的危机。同时 RFID 的大规模应用还会涉及到隐私保护以及安全问题，当前的无源 RFID 系统没有读写能力，所以无法使用密钥验证方法来进行身份验证，如果标签是有源的，并且会收到不断变化的验证密钥，那将会大大提高其安全性，不过这又会增加其成本。正因为如此，目前的 RFID 技术要想在对信息有保密要求的领域展开应用还存在着障碍。