

1 射频识别技术发展演变

1.2 射频识别技术的主要组件

典型的主要组件

- 射频电子标签 (或称应答器): 具有唯一识别码的标签, 在每个标签中嵌入了一个小天线
- 射频读写器 (或称质询器), 带有一个或多个天线, 读写器通过各种接口与一台主机连接
- 主机: 主机上运行应用软件或中间件, 用于将接收到的数据转换为表示标签标记物品的存在状态或位置信息

表 3: RFID 系统使用的频段

低频 (LF)	高频 (HF)	特高频 (UHF)	微波频率 (MW)
125-134 KHz	13.56 MHz	868-928 MHz	2.4 GHz

2.1 低频 (LF)

缺点

- 预期范围: 从几厘米到几米
- 频率越低, 天线尺寸越大, 造成对大多数标签物理大小的限制, 因此大多数应用范围仍有几厘米下限
- 读取范围: 随着变迁和读写器之间对距离增长迅速下降, 下降因子是 $\frac{1}{r^3}$
- 低数据速率: 几比特/秒

2 RFID 频段

2.2 高频 (HF)

被动高频 RFID 系统操作在 13.56 MHz 频率，使用于中等数据速率和短阅读范围内

- 在存在水和金属时，相对于低频标签其性能较差，但相对于更高频率的标签如超高频和微波标签其性能较好
- 高频标签比低频标签拥有更大的内存和更快的通信速度，这使得它们可以检测多个标签
- 与低频标签相比，高频标签具有更短的波长，因此，它们有更小和更便宜的天线
- 被动高频 RFID 系统可有效用于智能卡、短距离物品跟踪，如跟踪图书馆书籍等

23 / 82

2 RFID 频段

2.3 特高频 (UHF)

~~工作频段：UHF 波段 (868 - 928 MHz)，标签-读写器之间的通信使用反向散射技术，即标签反射从读写器接收到的电磁信号~~

- 特高频标签提供更长范围和更高的读取速度
- 与低频和高频系统相比，特高频同步检测更多数量的标签，且仅需要较小尺寸的天线
- 然而，围绕金属和液体表面的读写距离显著恶化，且特高频标签成本高于低频和高频射频电子标签
- 特高频标签目前还没有全球统一标准

24 / 82

3 RFID 的应用

3.1 安全

访问控制

- 射频标签技术在全球范围内被广泛地应用于大量的组织机构的身份证件中
- 为了防止射频标签的误响应, 射频标签的感应读取范围通常为一英尺或者更小的范围内
- 射频标签还有一个关键优势, 即它可以放在口袋或钱包中而无需用户物理地移动标签

3 RFID 的应用

3.1 安全

- 基于 RFID 技术的访问控制是一种非消费敏感应用, ID 卡具有较长的使用寿命, 并且可以在无 RFID 条件下集成其它先决条件, 如一张照片和一个塑料外壳
- 非接触式 ID 卡的工作频率为 125KHz 或 13.56MHz, 读写数据的容量在 2 到 16KB 之间

3 RFID 的应用

3.1 安全

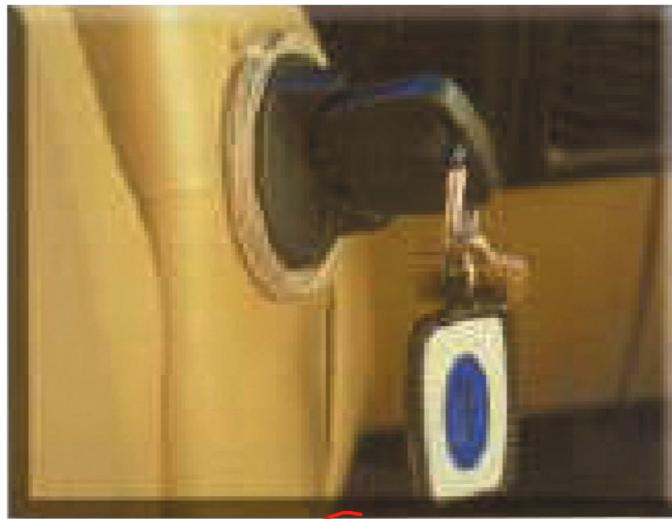


图 6: 含有额外 RFID 激活功能的汽车启动钥匙

3 RFID 的应用

3.1 安全

防盗

- 常见的防盗标签是一个简单的装置，它贴在商店里的商品上，购买时候在收银台上会禁用，在盗窃情况下标签不会被禁用。它会在商店的出口触发警报
- 如果 RFID 标签在物品级库存控制中变得很常见，可有双重用途：提供一个集成的防盗功能，并可能最终取代简单二值标签

3 RFID 的应用

3.2 跟踪

- 供应链: 包括仓储和库存控制

- 人与动物: 人员、儿童、病人、跑步者、牛和宠物

- 资产管理: 航空公司行李箱、设备和货物等

4 RFID 集成传感器

4.1 扩展 RFID 到感知应用

- 在一个电子标签中使一个 ID 从一个内部寄存器中读取

- 与此相同的机制还可以应用于收集来自传感器的数据

4 RFID 集成传感器

4.2 监控物理参数

- 一个重要的 RFID 传感应用是易腐货物监控相关领域
- 典型的物品种类有肉、水果和奶制品，这些物品在运输期间不能超过临界温度，否则到达目的时可能消费不安全
- 一个 RFID 温度传感器可以用于识别并追踪易腐货物的箱子，并且确保临界温度在参考参数之内

4 RFID 集成传感器

4.7 远距离传感

- 许多传感应用需要进行远程通信，远程感知通过构建一个无线多跳自组织网络获得，传感器节点通过一系列节点多跳传输数据信息到一个汇聚节点或网关，如果在一个较长的时间内操作，传感器网络需要电源，否则电池需要定期使用和更换，这种大规模网络部署要**考虑昂贵的成本**
- 远距离 RFID 感知技术可以提供一些解决方案，远场射频识别技术可以用来**构建通常需要长达 20 英尺远距离供电的传感器**，并使用**反向散射调制技术将数据反馈给读写器**

较低频率 RFID

- 在金属和水存在时表现良好
- 具有较低数据速率和较低通信速度

较高频率 RFID

- 高数据速率，长阅读范围，快阅读速率
- 在围绕金属和液态物体时性能较差

本章介绍无线射频识别技术的基本系统组成部分

- **电子标签**: 电子标签的分类、电子标签的内部结构、电子标签的状态转换
- **读写器**: 读写器的功能、读写器的分类、读写器的硬件及软件组成
- 射频识别系统基本交互原理: 射频识别系统的信道事件模型及射频识别系统的基本工作流程。

1 无线射频识别系统的基本组成

无线射频识别系统可以只由电子标签和读写器组成

- RFID 技术主要基于读写器与标签间信息通信技术
- 读写器/标签之间
 - 能量传递
 - 时钟信号
 - 数据交互

同步

能量传递

时钟信号

数据交互

1 无线射频识别系统的基本组成

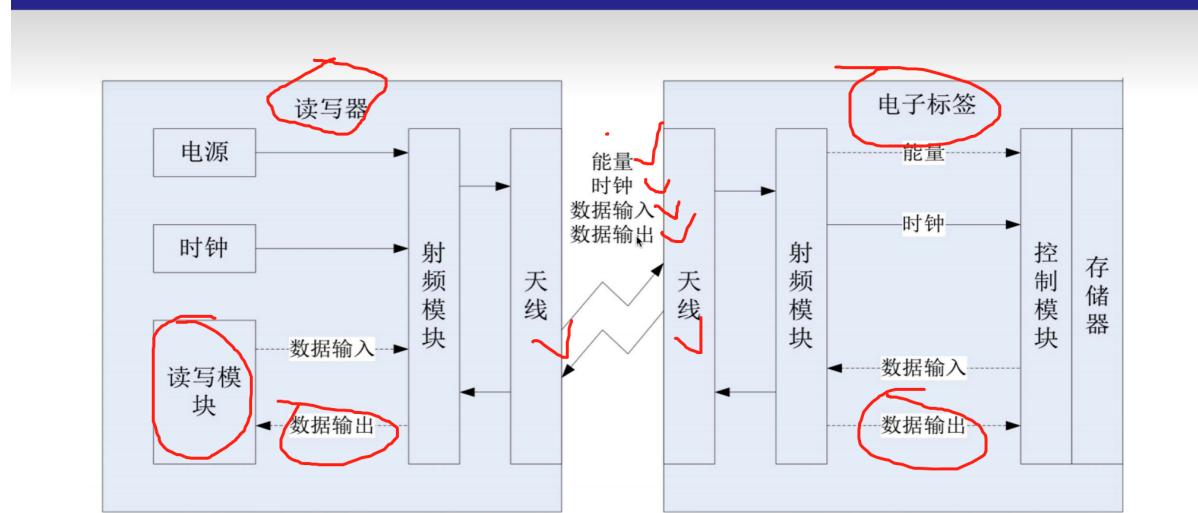


图 1: 射频识别系统的结构框图

1 无线射频识别系统的基本组成

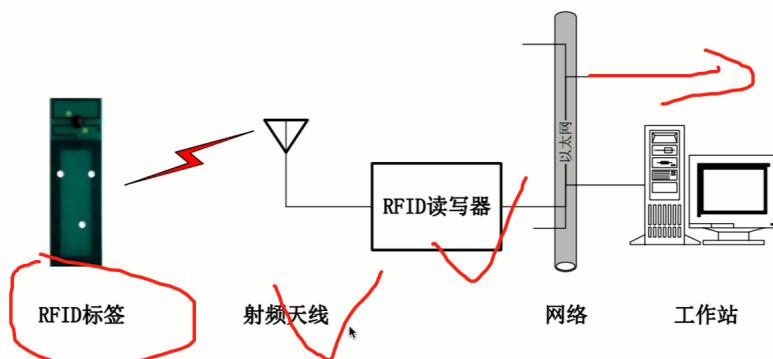


图 2: 射频识别系统的组成部件

2 射频电子标签

⊕ ⊖ ⊙ ⊖ ⊗

2.1 射频电子标签的分类

2.1.1 按照标签获取电能方式: 有源, 无源, 半无源

(1) 有源标签: 标签内装有电池

- 供电方式: 标签自带内部电池
- 有源接收机和定向发射机可以相互通信且构成网络
 - 有源发射机使有源标签能够向几百米远的射频读写器发射信号
 - 有源接收机使有源标签能够接收到数百米以外设备发出的微弱信号

2 射频电子标签

⊕ ⊖ ⊙ ⊖ ⊗

2.1 射频电子标签的分类

2.1.1 按照标签获取电能方式: 有源, 无源, 半无源

- 有源射频电子标签类似于传感器网络中的节点
 - 有源射频电子标签网络的一个标准定义为 ISO 18000-7, 不允许射频电子标签之间通信, 只允许射频读写器与射频电子标签通信
- 有源射频电子标签也可以与传感器集成
 - 优点: 电能充足, 工作可靠性高, 具有较远的阅读距离
 - 缺点: 价格高, 体积大, 电池寿命有限 (3-10 年), 标签寿命受限

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.1 按照标签获取电能方式: 有源, 无源, 半无源

- 优点: 具有永久的使用期, 支持长时间的数据传输和永久性的数据存储; 价格、体积、易用性决定了它是电子标签的主流
- 缺点: 数据传输的距离要比有源式标签短, 因为无源式标签依靠外部的电磁感应而供电, 它的电能比较弱

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.1 按照标签获取电能方式: 有源, 无源, 半无源

(3) 半无源标签: 标签具有内部电池并且也可能集成有传感器

- 内部电池
 - 为传感器提供连续电能
 - 允许包含在芯片中的智能器件工作
 - 供电方式
 - 休眠状态: 相当于无源标签
 - 工作状态: 标签进入读写器的读写区域, 受读写器发出的射频信号激励
射频能量: 支持信息交换的能量
- 内部电池: 标签内维持数据的电路或者标签芯片工作所需能量

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.1 按照标签获取电能方式: 有源, 无源, 半无源

- 电池作用: 弥补标签所处位置的射频场强, 并不转换为射频能量
- 优点: 标签电池能量消耗很少, 因而电池可维持几年, 甚至长达 10 年

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.2 按照功能: 主动, 半主动, 被动, 半被动标签

(1) 主动标签: 有电池, 主动通信

- 通信模式: 标签向读写器以广播方式发起通信, 在某些情况下, 还可以形成一个点对点网络
 - 供电方式: 标签电池
 - 优点: 通信距离相对较长, 大约几百英尺, 因此可以提供定位功能; 具有大的用户定义记忆存储和可扩展附加传感器等特征

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.2 按照功能: 主动, 半主动, 被动, 半被动标签



图 4: 主动 RFID 通信模式

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.2 按照功能: 主动, 半主动, 被动, 半被动标签

(2) 半主动式标签: 有电源, 半主动通信

- 通信模式

- 在读写器唤醒前标签处于休眠模式
- 标签电池被读写器主动信号激活, 标签就作为发送器主动传输射频信号

- 供电形式: 电池提供通信能量

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.2 按照功能: 主动, 半主动, 被动, 半被动标签

(3) 被动式标签: 无电池, 被动通信

- 通信模式: 读写器提供射频信号, 标签从中获取能量用于工作和响应

- 供电形式

- 读写器远程充电方式, 通常被称为电磁感应技术
- 标签临时存储少量能量, 并转换成直流电源以启动微芯片工作和产生响应, 即标签芯片工作和射频通信能量均来自读写器的射频信号

- 被动标签天线任务: 一是从读写器收集能量, 二是反射或后向散射输出信号

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.2 按照功能: 主动, 半主动, 被动, 半被动标签

- 优点: 被动式射频电子标签可以制作成体积很小, 与主动式和半主动式射频电子标签相比, 可以获得体积较轻巧和成本较廉价
- 缺点: 与电池供电能量操作方式的射频电子标签, 被动式射频电子标签的通信范围相对要短
- 应用: 通常用于在短距离范围内跟踪较低成本物品

26 / 89

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.2 按照功能: 主动, 半主动, 被动, 半被动标签

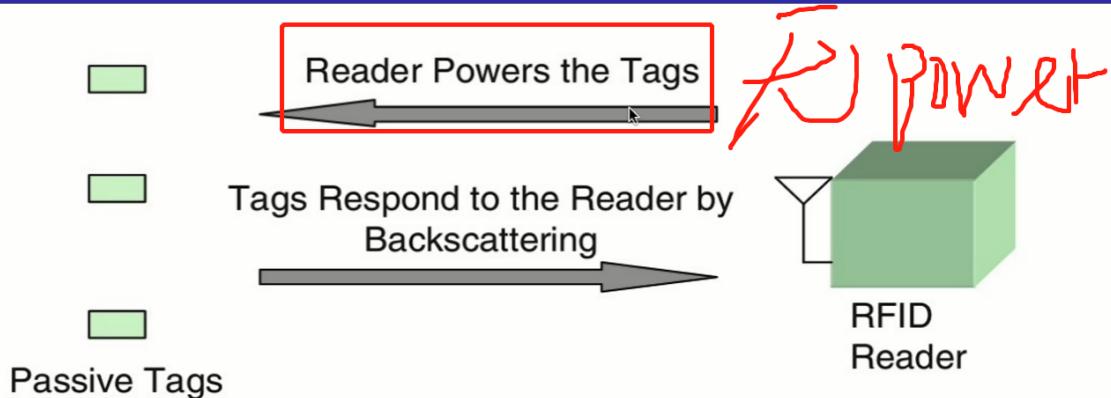


图 7: 被动式 RFID 通信模式

2 射频电子标签

2.1 射频电子标签的分类

2.1.2 按照功能: 主动, 半主动, 被动, 半被动标签

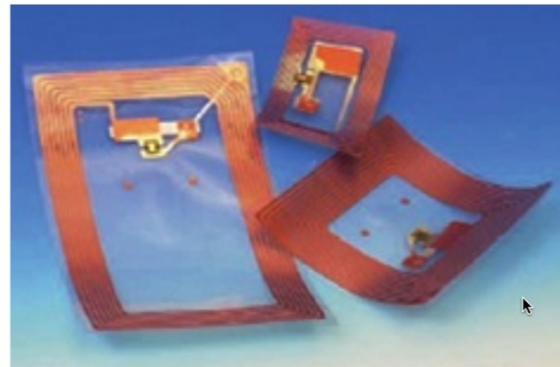


图 8: 被动电子标签

标签类型	主动	半主动	被动	半被动	芯片工作能量
供电类型	有源	有源	无源	半无源	
通信方式	主动传输	主动传输	后向散射	后向散射	
读写器作用	通信	通信, 唤醒	通信, 唤醒, 供电	通信, 唤醒, 供电	
通信能量来源	电池	电池	读写器	读写器	

表 3: RFID 标签按照功能的分类

2 射频电子标签

2.2 射频电子标签的内部结构

由天线、编/解码器、电源、解调器、存储器、控制器和负载调制电路组成

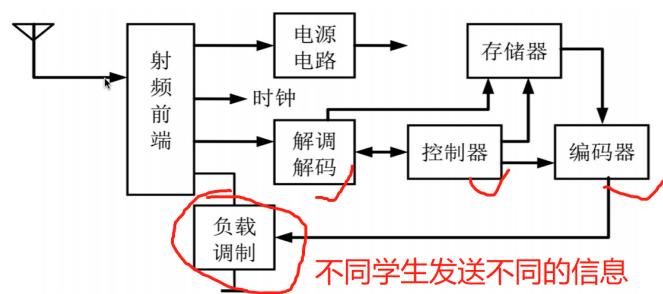


图 12: 电子标签电路的基本结构

2.3 射频电子标签的状态转换

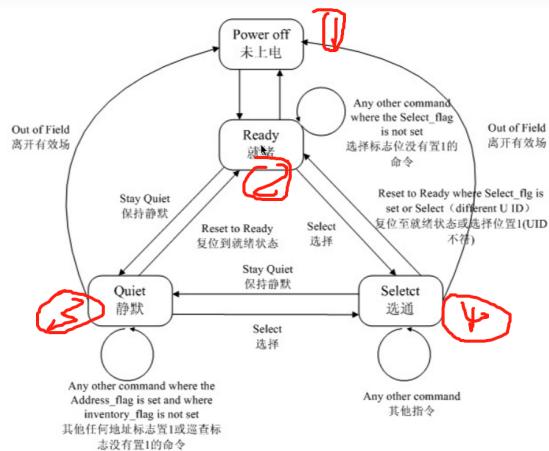


图 13: 电子标签的状态转换图

2 射频电子标签

2.3 射频电子标签的状态转换

2.3.1 断电状态

- 当电子标签没有收到来自读写器的射频信号时，没有或没有足够的能量使它复位进入就绪状态时，电子标签处于该状态
 - 对于被动标签，则意味着电子标签没被供电
 - 对于有源标签，则意味着射频激励的级别不足以打开标签电路
- 当电子标签进入读写器的有效场时，将从读写器发出的射频信号中提取电源，复位后进入就绪状态；当电子标签离开读写器的有效场时，电子标签在电源耗尽后自动进入未上电状态

2 射频电子标签

2.3 射频电子标签的状态转换

2.3.2 就绪状态

当标签从读写器获得足够能量、可以正确操作时，标签处于就绪状态

- 当没有接收到选择标志位置 1 的命令时，标签保持就绪状态
- 当接收到选择标志位置 1 及保持静默命令时，标签转换为静默状态
- 当接收到选择标志位置 1 及选通命令时，则标签转换为选通命令状态

1 射频识别相关技术标准总览

三大 RFID 标准体系

- ISO(国际标准化组织)
- EPCglobal(以美国为首的国际物品编码协会和美国统一代码委员会的一个合资公司)
- UID(Ubiquitous ID, 日本泛在中心)

1 射频识别相关技术标准总览

RFID 相关标准可以处理的问题

- 技术, 如接口和转送技术

- 中间件技术——RFID 标签和应用程序之间中介角色, 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, 即能连到 RFID 读写器, 读取 RFID 标签数据。

- 一致性, 指其能够支持多种编码格式

- 比如支持电子产品识别码 (EPC) 等规定的编码格式, 也包括 EPCglobal 所规定的标签数据格式标准

1 射频识别相关技术标准总览

标准制定的目的

- 标准能够确保协同工作的进行, 规模经济的实现, 工作实施的安全性以及其他许多方面

- RFID 标准化的主要目的: 通过制定、发布和实施标准解决编码、通信、空气接口和数据共享等问题, 最大程度地促进 RFID 技术及相关系统的应用

- 但是, 如果标准采用过早, 有可能会制约技术的发展进步; 如果采用太晚的话, 则可能会限制技术的应用范围, 导致危险事件的发生以及不必要的开销

3 EPCglobal RFID 标准体系



3.1 EPC 简介

- EPC—global 制定了 EPC 编码标准, 实现对所有物品提供单件唯一标识; 也制定了空中接口协议、读写器协议, 这些协议与 ISO 标准体系类似
- 在空中接口协议方面, EPCglobal 的策略尽量与 ISO 兼容

3 EPCglobal RFID 标准体系



3.4 EPC 编码体系

- EPC 的目标是为物理世界的对象提供唯一的标识, 从而达到通过计算机网络来标识和访问单个物体的目标, 就如在互联网中使用 IP 地址来标识和通信一样
- EPC 编码是 EPC 系统的重要组成部分, 它是对实体及实体的相关信息进行代码化, 通过统一的、规范化的编码来建立全球通用的信息交换语言
- EAN/UCC 标识代码是固定结构、无含义、全球唯一的全数字型代码, EPC 编码体系是 EAN/UCC 在原有全球统一编码体系基础上提出的新一代全球统一标识的编码体系, 是新一代与全球贸易项目代码 GTIN 兼容的编码标准, 是对现行编码体系的拓展和延伸, 也是 EPC 系统的核心与关键

3 EPCglobal RFID 标准体系

3.4 EPC 编码体系

3.4.1 EPC 编码规则

- 惟一性, EPC 提供对物理对象的惟一标识, 一个 EPC 编码仅仅分配给一个物品使用

- 足够的编码容量: EPC 编码冗余度见表2。从世界人口总数 (大约 60 亿) 到大米总粒数 (粗略估计 1 亿亿粒), EPC 有足够的地址空间来标识所有这些对象
- 组织保证: EPCglobal 通过全球各国编码组织来负责分配本国的 EPC 代码, 并建立相应的管理制度
- 使用周期: 对一般实体对象, 使用周期和实体对象的生命周期一致。对特殊的产品, EPC 代码的使用周期是永久的

3 EPCglobal RFID 标准体系

3.4 EPC 编码体系

3.4.1 EPC 编码规则

表 2: 冗余编码

比特数	唯一编码数	对象
23	6.0×10^6 /年	汽车
29	5.6×10^8 使用中	计算机
33	6.0×10^9	人口
34	2.0×10^{10} /年	剃刀刀片
54	1.3×10^{16} /年	大米粒数

3 EPCglobal RFID 标准体系



3.4 EPC 编码体系

3.4.3 EPC 编码结构

表 4: EPC 编码结构

编码方案	编码类型	版本号	域名管理	对象分类	序列号
EPC-64	I 型	2	21	17	24
	II 型	2	15	13	34
	III 型	2	26	13	23
EPC-96	I 型	8	28	24	36
EPC-256	I 型	8	32	56	160
	II 型	8	64	56	128
	III 型	8	128	56	64