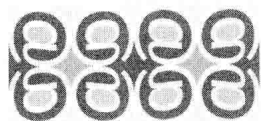


# RFID 技术与应用

郭庆新 张 卉 李彦霏 编著

网络工程专业「十二五」规划教材

中国传媒大学出版社



网络工程专业“十二五”规划教材

# RFID技术与应用

郭庆新 张 卉 李彦霏 编著

逯贵祯 主审



中国传媒大学出版社  
· 北京 ·

图书在版编目 ( CIP ) 数据

RFID 技术与应用 / 郭庆新, 张卉, 李彦霏编著. —北京: 中国传媒大学出版社, 2015.12

ISBN 978-7-5657-1133-6

I . ① R… II . ①郭… ②张… ③李… III . ①射频—无线电信号—信号识别

IV . ① TN911.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 184847 号

RFID JI SHU YU YING YONG  
RFID 技术与应用

---

编 著 郭庆新 张 卉 李彦霏  
主 审 逯贵祯  
责 任 编 辑 蔡开松  
装帧设计指导 吴学夫 杨 蕾 郭开鹤 吴 颖  
设计总监 杨 蕾  
装 帧 设 计 刘鑫、方雪悦等平面设计创作团队  
责任印制 阳金洲  
出 版 人 王巧林

---

出版发行 中国传媒大学出版社  
社 址 北京市朝阳区定福庄东街1号 邮编: 100024  
电 话 86-10-65450528 65450532 传真: 65779405  
网 址 <http://www.cucp.com.cn>  
经 销 全国新华书店

---

印 刷 北京易丰印捷科技股份有限公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 16  
版 次 2015年12月第1版 2015年12月第1次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5657-1133-6/TN·1133 定 价 58.00元

---

版权所有 翻印必究 印装错误 负责调换

# 前 言

物联网在国家“十二五”规划中被确定为国家战略性新兴产业之一。计划在“十二五”期间，物联网产业初步形成从传感器、芯片、软件、终端、整机、网络到业务应用的完整产业链，并培育一批具有国际竞争力的领军企业。自动识别技术是物联网得以实现的必要前提条件。而射频识别（RFID）是物联网中的核心技术之一。

本书根据物联网工程的发展和教学需要，结合射频识别技术的最新发展及其应用现状编写而成。本书共分7章：第1章主要介绍现代自动识别技术的常用技术，射频识别技术的发展历史、系统组成、工作流程和技术特点。第2章主要介绍射频识别技术的物理学基础和通信基础，包括磁场、电感、互感，电磁波的辐射、传播等电磁场和射频微波的基础知识，以及射频识别系统中的信息传输的调制、编码、安全等技术等内容。第3章主要介绍读写器的作用、发展趋势和系统构成，详细介绍电磁反射式射频前端内各器件，如功率放大器、信号源、滤波器和混频器等器件的基本工作原理和参数。第4章介绍电子标签的应用范围以及不同种类电子标签的工作原理、电路组成结构、各电路单元所实现的功能及相应的技术特点等。第5章介绍RFID系统中的天线技术，包括天线的基本参数、工作原理和设计方法，分别介绍读写器天线和标签天线各自的特点和设计要求、天线与电路的匹配问题等。第6章介绍RFID国际化体系和标准的分类。第7章主要介绍非接触智能卡系统、交通系统、门禁系统、动物和物品识别等RFID技术的应用。

本书的第1章由逯贵祯、郭庆新共同编写。第2、3章由郭庆新编写；第4、5章由张卉编写；第6、7章由李彦霏编写。全书由逯贵祯教授主审，在编写过程中，陈新桥研究员、靳晓芳老师为本书提供了许多宝贵的意见和建议。

本书可作为高等院校通信、电子、计算机、网络工程、物联网及相关专业学生的教材，也可供从事物联网RFID工作的工程师参考。

作者

2015年6月

致力专业核心教材建设 提升学科与学校影响力

## 中国传媒大学出版社陆续推出

我校 15 个专业“十二五”规划教材约 160 种

播音与主持艺术专业（10 种）

广播电视编导专业（电视编辑方向）（11 种）

广播电视编导专业（文艺编导方向）（10 种）

广播电视新闻专业（11 种）

广播电视工程专业（9 种）

广告学专业（12 种）

摄影专业（11 种）

录音艺术专业（12 种）

动画专业（10 种）

数字媒体艺术专业（12 种）

数字游戏设计专业（10 种）

网络与新媒体专业（12 种）

网络工程专业（11 种）

信息安全专业（10 种）

文化产业管理专业（10 种）



传媒人书店  
(For IOS)



传媒人书店  
(For Android)



微博关注我们



微信关注我们



访问我们的主页

本书更多相关资源可从中国传媒大学出版社网站下载

网址：<http://www.cucp.com.cn>

责任编辑：蔡开松 意见反馈及投稿邮箱：1091104926@qq.com

联系电话：010-65783654

# 目 录

## 第 1 章 射频识别技术导引 / 1

- 1.1 现代自动识别技术 / 1
- 1.2 射频识别技术发展历史 / 5
- 1.3 射频识别系统组成 / 5
- 1.4 射频识别的工作流程及特性 / 9
- 1.5 射频识别技术中的几个关键问题 / 15
- 1.6 发展趋势及选择的准则 / 18
- 本章小结 / 22
- 思考和习题 / 22

## 第 2 章 物理和通信基础 / 23

- 2.1 电磁场基础 / 23
- 2.2 电磁波基础 / 33
- 2.3 编码和调制 / 52
- 2.4 系统的安全 / 61
- 2.5 数据的完整性 / 69
- 2.6 防碰撞技术 / 72
- 本章小结 / 80
- 思考和习题 / 80

## 第 3 章 RFID 的读写器 / 82

- 3.1 读写器的作用及设计要求 / 82
- 3.2 读写器系统构成 / 84
- 3.3 电磁反射式射频前端 / 88

本章小结 / 122

思考和习题 / 122

## 第 4 章 电子标签 / 124

4.1 电子标签概述 / 124

4.2 利用物理效应的电子标签 / 126

4.3 具有存储功能的电子标签 / 130

4.4 含有微处理器的电子标签 / 140

4.5 电子标签的发展趋势 / 142

本章小结 / 143

思考和习题 / 144

## 第 5 章 RFID 天线技术 / 145

5.1 天线基础知识 / 145

5.2 读写器天线 / 152

5.3 Tag 天线 / 169

本章小结 / 179

思考和习题 / 179

## 第 6 章 RFID 的标准体系及 RFID 相关标准 / 180

6.1 RFID 国际标准化组织 / 180

6.2 我国 RFID 标准化发展状况 / 187

6.3 RFID 国际标准介绍 / 192

本章小结 / 203

思考和习题 / 203

## 第 7 章 RFID 的应用 / 204

7.1 非接触智能卡系统 / 204

7.2 交通系统 / 207

7.3 门禁系统 / 225

7.4 动物和物品识别 / 229

思考和习题 / 242

参考文献 / 243

# 第1章 射频识别技术导引

## ■ 本章要点：

1. 主要介绍现代自动识别技术的常用技术，射频识别技术的发展历史、系统组成、工作流程和技术特点。
2. 介绍射频识别技术的关键问题，选择标准以及发展趋势。

在现代信息技术社会，很多领域都应用了自动识别技术。从人们日常生活中的商品购物，出门旅行，到各种科学和技术研究领域，都可以发现自动识别技术的应用。通过应用自动识别技术，人们可以得到关于物品、动物以及个人的信息，这些信息在信息社会中是非常重要的资源。射频识别技术（Radio Frequency Identification,RFID）作为自动识别与数据采集的工具，是目前自动识别技术领域中最先进的技术。无线射频识别技术是一种非接触的自动识别技术。该技术利用无线电信号的传输特性实现空间分离设备之间的通信和识别过程。射频识别系统在物理层面由电子标签和读写器组成。电子标签一般附在被需要识别的物体上，当附有射频标签的物体在读写器能够感知的空间范围内，读写器可以在不接触物体的情况下读取射频标签的信息，从而达到识别物体，处理物体信息的目的。读写器的结构包括天线和集成电路信息处理模块。射频标签包括天线和标识物体信息的芯片。射频标签技术是现代自动识别技术的最新发展，现代识别技术主要包括以下内容。

## 1.1 现代自动识别技术

现代自动识别技术在技术发展过程中经历了条形码，磁卡，光学特征识别，生物识别，智能卡，射频识别等许多种类的技术。

### 1.1.1 条形码技术

条形码（Barcode）技术是由一组规则排列的条、空和数字符号组成，用以表示一



定的字符、数字及符号组成的信息。条形码的种类很多，主要有一维条码和二维条码两种。这两种都有许多码制，不同码制有其固有的特点，可以用于一种或几种应用场合。条形码技术是对红外光或可见光进行识别，由扫描器发出的红外光或可见光照射条码标记，条形码中深色的条吸收来自扫描器的光，而浅色的空将光反射回扫描器，扫描器将接收到的反射光信号转换成数据。

### 1. 一维条码

常用的一维条码的码制包括：EAN 码、39 码、交叉 25 码、UPC 码、128 码、93 码、Codabar（库德巴码）等。

图 1.1(a) 是人们在超市里常见的印刷在商品上的 EAN-13 码。EAN(European Article Number) 是欧洲物品编码的缩写。EAN-13 条码所表示的代码由 13 位数字组成，其中前 3 位数字为前缀码，目前国际物品编码协会分配给我国的前缀码为“690-695”。前缀码是“690-691”时，第 4 到 7 位数字为厂商代码，第 8 到 12 位数字为商品项目代码，第 13 位数字为校验码；当前缀码为“692-695”时，第 4 到 8 位数字为厂商代码，第 9 到 12 位数字为商品项目代码，第 13 位数字为校验码。

EAN-13 条码的编码结构由左侧空白区、起始符、左侧数据符、中间分隔符、右侧数据符、校验符、终止符、右侧空白区及人眼识别字符组成，见图 1.1(a)。

一维条形码只是在水平方向表达信息，而在垂直方向则不表达任何信息，其一定的高度通常是为了便于阅读器的对准。在应用中一维条形码具有信息录入速度快，差错率少等优点；但是也存在数据容量较小、尺寸相对较大、遭到损坏后便不能阅读等不足。



(a) EAN-13 码的编码结构



(b) 二维码

图 1.1 条形码

## 2. 二维条码

在横向和纵向的二维空间存储信息的条形码，称为二维条码（2-Dimensional Barcode）。二维条码技术是在一维条码无法满足实际应用需求的前提下产生的。与一维条码一样，二维条码也有许多不同的编码方法，或称码制。具有代表性的矩阵式二维条码有：Code One、Maxi Code、QR Code、Data Matrix 等。

图 1.1(b) 是中国传媒大学官方微博的二维条码，它是在一个矩形空间通过黑、白像素在矩阵中的不同分布进行编码。在矩阵相应元素位置上，用点（方点、圆点或其他形状）的出现表示二进制“1”，点的不出现在表示二进制的“0”，点的排列组合确定了矩阵式二维条码所代表的意义。

由于二维条码具有数据容量更大、不受字母数字的限制、条形码相对尺寸小以及抗损毁能力强等优点，使得它在商业流通、仓储、医疗卫生、图书情报、邮政、铁路、交通运输、生产自动化管理等多个领域得到了广泛应用。

### 1.1.2 磁卡技术

磁卡是一种磁记录介质卡片，是有高强度、耐高温的塑料或纸质涂覆塑料制成，能防潮、耐磨且有一定的柔韧性，携带方便、使用较为稳定可靠。磁卡具有数据可读写的优点，广泛应用于信用卡、银行 ATM 卡、会员卡、现金卡等。图 1.2 是一种银行磁卡，它可以通过背面的磁条读写数据。

磁卡的数据存储的时间长短受磁性粒子极性的耐久性限制，另外磁卡存储数据的安全性一般较低，如磁卡不小心接触磁性物质，就可能造成数据的丢失或混乱。要提高磁卡存储数据的安全性能，就必须采用另外的技术，增加成本。随着新技术的发展，安全性能较差的磁卡有逐步被取代的趋势，但是在现有条件下，磁卡技术仍然会在许多领域得到应用。



图 1.2 银行的磁卡

### 1.1.3 光学特征识别技术

光学特征识别 (Optical Character Recognition, OCR) 技术最早在 1960 年使用。在光学特征识别技术中, 开发了用于 OCR 识别的特殊符号, 这种特殊符号可以在普通条件下识别, 同时也能够被 OCR 机器识别。目前光学特征识别技术的主要应用领域是在生产、服务和管理部门, 如邮件自动处理, 银行票据识别等特定领域。

光学特征识别技术的优点有: 信息量大, 并且在紧急情况下可以通过视觉读取数据。即人眼可以识别, 也可以扫描输入。缺点有: 输入速度和可靠性比条形码差, 数据的格式有限, 在扫描输入信息的时候要采用接触式扫描器, 其结构复杂, 使用成本较高。由于这些原因, 光学特征识别技术尚未得到广泛的应用。

### 1.1.4 生物识别技术

生物识别 (Biometrics) 技术是指对生物体 (一般特指人) 本身的生物特征来区分生物体个体的计算机技术。研究领域主要包括语音、脸、指纹、手掌纹、虹膜、视网膜、体形、个人习惯 (例如敲击键盘的力度和频率、签字) 等, 相应的识别技术有语音识别、人脸识别、指纹识别、掌纹识别、虹膜识别、视网膜识别、体形识别、键盘敲击识别、签字识别等。生物识别的技术核心在于如何获取这些生物特征, 并将其转换为数字信息, 存储于计算机中, 利用可靠的匹配算法来完成验证与识别个人身份。

### 1.1.5 智能卡识别技术

智能卡 (Smart Card) 是一种电子数据存储系统, 在某些时候可能还有一些基本计算功能。第一个智能卡是在 1984 年出现的, 该智能卡是一种电话预付费卡。智能卡与读卡器接触, 并且通过读卡器获取能量的时钟脉冲。通过双向串联接口, 数据信息在读卡器和智能卡之间通信。智能卡可以根据它们的内部功能分为两类: 存储智能卡和微处理器智能卡。

智能卡的主要优点是可以防止储存在智能卡上的信息被盗取, 因此智能卡上的信息更加安全。正是这个优点, 智能卡在重要的金融服务中获得了很快的发展。智能卡的主要缺点是接触面容易污损, 并且读写器的维护成本较高。

### 1.1.6 射频识别技术

RFID 技术是与智能卡技术密切相关的识别技术, 类似智能卡技术。射频识别标签也是一种具有电子数据存储功能的设备。但是与智能卡技术不同, 射频识别标签与读写器之间能量的获取和数据交换是通过电磁场进行的, 因此是一种无接触的识别系统。射频识别标签具有读写功能, 可以携带大量数据, 同时难以伪造。

## 1.2 射频识别技术发展历史

射频识别技术的基本原理起源于二战时期，最初是利用无线电数据技术来识别敌我双方的飞机和军舰。战后，由于较高的成本，该技术一直主要应用于军事领域，并没有很快普及到民用领域。直到上世纪八九十年代，随着芯片和电子技术的提高和普及，欧洲开始率先将 RFID 技术应用到公路收费等民用领域。到本世纪初，RFID 迎来了一个崭新的发展时期，其在民用领域的价值开始得到世界各国的广泛关注，特别是在发达国家，RFID 技术大量应用于门票防伪、生产自动化、门禁、公路收费、停车场管理、身份识别、货物跟踪等民用领域，其新的应用范围还在不断扩展。

在 RFID 技术发展过程中，最早是在 1899 年，尼古拉·特斯拉（Nikola Tesla）提出了用无线来传递电能的想法，这个想法是 RFID 技术早期的基本思想。1945 年，雷翁·特雷民（Léon Theremin）发明了利用声音的反射来传递重要信息的技术，这种技术被视为 RFID 的鼻祖。1948 年，哈利·斯托克曼（Harry Stockman）发表的《利用反射功率通信》一文，奠定了 RFID 的理论基础。马里奥·卡尔杜洛（Mario Cardullo）在 1973 年发明了现代 RFID 的原型设备。他被视为 RFID 的发明者，同时也是移动通信卫星概念的提出者。

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阶段。

1961-1970 年：RFID 技术的理论得到发展，开始了一些应用尝试。

1971-1980 年：RFID 技术的研发处于大发展时期，各种 RFID 技术测试得到加速。出现了最早的 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。

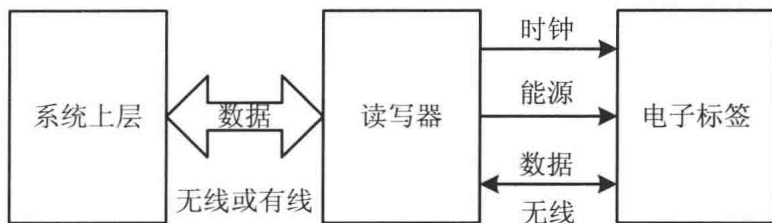
1991-2000 年：RFID 技术标准化问题日益得到重视，RFID 产品得到广泛采用，RFID 产品逐渐成为人们生活的一部分。

2001 年至今：标准化问题日益为人们所重视，RFID 产品种类更加丰富，有源射频标签、无源射频标签及半无源射频标签均得到发展，射频标签成本不断降低，规模应用行业扩大。RFID 技术的理论得到丰富和完善。单芯片射频标签、多射频标签识读、无线可读可写、无源射频标签的远距离识别、适应高速移动物体的 RFID 正在成为现实。

## 1.3 射频识别系统组成

典型的 RFID 系统主要包括系统上层（应用系统）、读写器（Reader and Writer）和电子标签（Electronic Tag）三个部分，如图 1.3 所示。无源系统的读写器通过耦合元件发

送出一定频率的射频信号，当电子标签进入读写器的覆盖区域时，电子标签可以通过耦合元件从空中获得能量以驱动电子标签中的芯片与读写器进行通信。读写器读取标签的自身编码等信息并解码后送至数据处理子系统。而对于有源系统，电子标签进入读写器工作区域后，由自身内嵌的电池为标签内的芯片供电，以完成与读写器间的相应通信过程。



### 1.3.1 电子标签

电子标签也称为智能标签 (Smart Tag)，是由 IC 芯片和无线通信天线组成的超微型的小标签。它是 RFID 系统中真正的数据载体，系统工作时，读写器发出查询 (能量) 信号，标签 (无源) 在收到查询 (能量) 信号后将其一部分整流为直流电源供电子标签内的电路工作，一部分能量信号被电子标签内保存的数据信息调制后反射回读写器。

电子标签内部通常包含天线、调制解调器、控制单元、存储单元，电压调节器等器件。天线用于接收来自读写器的信号，并把相关的数据传送给读写器。调制器用于把来自控制电路的数据调制后加载到天线。解调器的作用是去除载波信号，取出调制信号。控制单元的作用是把来自解调器的信号译码，并根据要求为调制器提供返回数据。存储单元用于存放识别数据。电压调节器用于把读写器发送来的射频信号转换为直流电源，并经大电容存储能量，再通过稳压电路以提供稳定的电源。关于电子标签的详细信息将在本书的第四章介绍。

### 1.3.2 读写器

读写器又称阅读器 (Reader)。读写器通常由天线、射频接口、逻辑控制单元等部分组成。

天线是一种能将接收到的电磁波转换为电流信号，或者将电流信号转换为电磁波发射出去的装置。在 RFID 系统中，读写器必须通过天线来发射能量，并形成电磁场，通过电磁场对电子标签进行识别。读写器天线所形成的电磁场的大小影响读写器的可

读区域。

射频接口模块的主要任务和功能包括：产生高频发射能量，激活电子标签并为其提供能量；对发射信号进行调制，将数据传输给电子标签；接收并解调来自电子标签的射频信号等。在射频接口中有两个分隔开的信号通道，分别承担电子标签和读写器之间两个方向的数据传输。

逻辑控制单元也称读写模块，主要任务和功能包括：与应用系统软件进行通信，并执行从应用系统软件发送来的指令；控制读写器与电子标签的通信过程；信号的编码与解码；对读写器和标签之间传输的数据进行加密和解密；执行防撞算法；对读写器和标签的身份进行验证等。

读写器主要负责与电子标签的双向通信，同时接收来自系统上层的控制指令。读写器的频率决定了 RFID 系统的工作的频段，其功率决定了射频识别的有效距离。读写器根据使用的结构和技术的不同可以是读或读 / 写装置，它是 RFID 系统信息控制和处理中心。本书第三章将详细讨论读写器的相关内容。

### 1.3.3 系统上层

系统上层也称应用系统，包括中间件、信息处理系统和数据库。在 RFID 系统的应用支撑软件中除了运行在标签和读写器上的部分软件之外，介于读写器与企业应用之间的中间件 (Middleware) 是其中的一个重要组成部分。

RFID 系统中间件将底层 RFID 硬件和上层企业应用软件结合在一起。中间件的主要任务是对读写器发送的与标签相关的事件、数据进行过滤、汇集和计算，减少从读写器传往企业应用的巨量原始数据、增加抽象出的有意义的信息量。

不同的标准对中间件的定义不尽相同。不同的 RFID 应用中 RFID 中间件所包含的内容也可能有差别。一般来说，RFID 中间件可以定义为：处于 RFID 读写设备与后端应用之间的程序，它提供了对不同数据采集设备的硬件管理，对来自这些设备的数据进行过滤、分组、计数、存储等处理，并为后端的企业应用程序提供符合要求的数据。

大部分的 RFID 中间件提供了以下几个功能：

#### 1. 对读写器或数据采集设备的管理

在不同的应用中可能会使用不同品牌型号的读写设备，各读写设备的通信协议不一定相同，因此需要一个公用的设备管理层来驱动不同品牌型号的读写设备共同工作。对读写器或数据采集设备的管理还包括对逻辑读写设备的管理。如果一些读写设备所处的物理位置不同，但是在逻辑意义上它们属于同一位置，就可以将这样的读写设备定义为同一逻辑读写设备进行处理。在中间件中，所有读写设备都以逻辑读写器作为单位来管理，每个逻辑读写设备可以根据不同的应用灵活定义。

## 2. 数据处理

来自不同数据源的数据需要经过滤、分组、计数等处理才能提供给后端应用。从 RFID 读写器接收的数据往往有大量的重复数据。这是因为 RFID 读写器每个读周期都会把所有在读写范围内的标签读出并上传给中间件，而不管这一标签在上一读周期内是否已被读到，在读写范围内停留的标签会被重复读取。另一个造成数据重复的原因是由于读写范围重叠的不同读写器将同一标签的数据同时上传到中间件。除了要处理重复的数据，中间件还需要对这些数据根据应用程序的要求进行分组、计数等处理，形成各应用程序所需要的事件数据。

## 3. 事件数据报告生成与发送

中间件需要根据后端应用程序的需要生成事件数据报告，并将事件数据发送给使用这些数据的应用程序。根据数据从中间件到 RFID 应用的方法不同，可以分为两种数据发送方式。一种是应用程序通过指令向中间件同步获取数据；另一种是应用程序向中间件订阅某事件，当事件发生后由中间件向该应用程序异步推送数据。

## 4. 访问安全控制

对于来自不同 RFID 应用程序的数据请求进行身份验证，以确保应用程序有访问相关数据的权限。对标签的访问进行身份的双向验证以确保隐私的保护与数据的安全。对需通过网络传输的消息进行加密与身份认证，以确保 RFID 应用系统的安全性。

## 5. 提供符合标准的接口

接口有两个部分，一是对下层的硬件设备接口，需要能和多种读写设备进行通信；另一个是对访问中间件的上层应用，需要定义符合标准的统一接口，以便更多的应用程序能和中间件通信。

## 6. 集中统一的管理界面

提供一个图形用户界面 (GUI) 可以让中间件管理人员对中间件的各系统进行配置、管理。

RFID 中间件扮演了 RFID 硬件和应用程序之间的中介角色，使用 RFID 中间件后，标签数据的获得、处理和使用的各个过程可以相互独立起来。即使存储 RFID 标签信息的数据库软件或后端应用程序增加或更改，或者 RFID 读写设备种类和数量增加或减少等情况发生，应用程序也不需要修改就能正常使用，提高了系统的灵活性和可维护性。

## 1.4 射频识别的工作流程及特性

### 1.4.1 基本工作流程

RFID 利用无线射频方式,在读写器和电子标签之间进行非接触双向数据传输,以达到目标识别和数据交换的目的。RFID 系统有基本的工作流程,由工作流程可以看出 RFID 系统的工作方式。RFID 系统的一般工作流程如下:

- (1) 读写器通过发射天线发送一定频率的射频信号。
- (2) 当电子标签进入读写器天线工作区时,电子标签天线产生足够的感应电流,电子标签获得能量被激活。
- (3) 电子标签将自身信息通过内置天线发送出去。
- (4) 读写器天线接收到从电子标签发送来的载波信号。
- (5) 读写器天线将载波信号传送到读写器。
- (6) 读写器对接收信号进行解调和解码,然后送到系统上层进行相关处理。
- (7) 系统上层根据逻辑运算判断该电子标签的合法性。
- (8) 系统上层针对不同的设定做出相应的处理,发出指令信号控制执行机构动作。

### 1.4.2 工作特性

射频识别系统的主要优点是无接触,识别距离比其他识别系统要远;主要缺点是标签成本相对较高,而且一般不能随意丢掉。

目前 RFID 产品的工作频率有低频、高频和超高频的产品,不同频段的 RFID 产品会有不同的特性。射频识别技术的主要工作特性通过通信模式,工作频率,射频标签结构等几个方面进行说明。

#### 1. 通信模式

射频识别(RFID)系统中存在各种不同的形式,不同的厂商所生产的射频识别系统也不尽相同。了解射频识别系统的主要特征有助于我们区分不同的 RFID 系统。

RFID 系统通信过程主要有:全双工(Full duplex, FDX)/半双工(Half duplex, HDX)系统,时序系统(Sequence, SEQ)。半双工系统中,从应答器到阅读器的数据传输与从阅读器到应答器的数据传输是交替进行的。全双工系统中,在应答器和阅读器之间的数据双向传输是同时进行的。在时序系统中,从阅读器到应答器的能量传输总是在限定的时间间隔内进行的。从应答器到阅读器的数据传输是在应答器的能量供应间歇时进行的。

在全双工和半双工系统中,应答器的响应是在接收来自读写器发出信号的情况



下发送出去的。因为与读写器本身的信号相比，在读写器接收天线上接受来自应答器的信号是很弱的，所以必须使用合适的传输方法，以便把应答器的信号与读写器的信号区别开来。而时序系统使用一种时分工作方式。时序系统的缺点是发射机应答器在传输的中断过程中存在功率损耗，它必须通过提供足够的辅助电容器或电池来进行平滑处理。

## 2. 工作频率

RFID 系统按照工作频率不同可以分为低频（Low Frequency, LF）、高频（High Frequency, HF）、超高频（Ultra High Frequency, UHF）和微波（Microwave, MW）RFID 系统。相应的代表频率分别为：低频 135kHz 以下、高频 13.56MHz、超高频 860-960MHz、微波 2.4GHz 和 5.8GHz。

### (1) 低频（从 125kHz 到 135kHz）

RFID 技术首先在低频得到广泛的应用。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电子标签之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。

#### 1) 低频 RFID 的主要特性包括：

① 工作在低频的电子标签一般工作频率从 120kHz 到 134kHz。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。

⑤ 虽然该频率的磁场下降很快，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 电子标签的价格较贵。

#### 2) 低频 RFID 的主要应用有：

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。