



RFID

技术及产品设计

付丽华 金明涛 李志 杨玥 编著

物联网开发与应用丛书

RFID 技术及产品设计

付丽华 金明涛 李 志 杨 玥 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

射频识别 (RFID) 是通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据。RFID 技术是从 20 世纪 80 年代起走向成熟的一种自动识别技术, 作为物联网感知层的关键技术之一, 近年来取得飞速发展, 在各领域的应用日益广泛。

本书主要介绍与 RFID 相关的技术原理, 以及与产品设计相关的关键技术、方案设计和实现过程。全书共 8 章, 分为基础部分 (重点讲述 RFID 技术的基本概念和相关技术)、产品设计部分 (从射频读写器电路板设计入手, 介绍各频段产品设计的相关标准、基于 RFIC 的应用设计和关键技术)、高级应用部分 (介绍微波天线的仿真技术、相关软件的使用, 以及 RFID 技术在物联网中的应用)。

本书既可以作为应用型本科信息类各专业的射频识别技术课程教材, 也可以作为非信息类专业学生及物联网技术、自动识别技术企业及相关应用单位人员学习射频识别技术的专业书籍。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

RFID 技术及产品设计/付丽华等编著. —北京: 电子工业出版社, 2017. 4

(物联网开发与应用丛书)

ISBN 978-7-121-31266-3

I. ①R… II. ①付… III. ①无线电信号—射频—信号识别—应用—电子产品—产品设计 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 066565 号

策划编辑: 曲 昕

责任编辑: 康 霞

印 刷: 北京京科印刷有限公司

装 订: 北京京科印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23 字数: 604 千字

版 次: 2017 年 4 月第 1 版

印 次: 2017 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 59.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254468, quxin@phei.com.cn, QQ 382222503。

前 言

RFID (Radio Frequency Identification) 技术起源于英国, 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。

进入 21 世纪, 作为构建物联网的关键技术近年来受到人们的关注, 被广泛应用到各个领域, 如身份证件、门禁控制、供应链和库存跟踪、汽车收费、防盗、生产控制、资产管理等领域, 为我们的社会活动、生产生活、行为方法和思维观念带来了巨大的变革。

作为实践应用型教材, 本书注重理论联系实际, 以及相关知识的链接, 以实际产品的设计、研发过程为线索, 展开教学活动。

本书共分为 8 章、3 个部分。

第 1~2 章为基础部分, 介绍 RFID 技术的基本概念、工作原理及相关技术。

第 3~6 章为产品设计部分, 包括射频读写器电路板设计及相关研发软件工具的使用、各频段产品设计的相关标准、基于各频段 RFIC 的应用设计和关键技术等。

第 7~8 章为高级应用部分, 介绍微波技术、天线仿真技术和相关软件的使用, 以及 RFID 技术与物联网的关系、物联网典型应用案例。

● 本书定位

(1) 专业对象

普通高等院校电子信息工程类与自动识别技术相关专业的专业课;

非自动识别技术专业 (如物联网专业、物流工程专业) 的专业课、专业选修课;

实践应用型教材。

(2) 读者对象

自动识别技术类专业本科生 (全部内容);

从事射频识别产品设计、研究的工程技术人员 (关注部分章节内容);

与自动识别专业相关的本科生 (选修部分章节)。

● 本书特色与编写原则

(1) 整体采用结构式描述

每章以应用案例导入作为开篇, 激发读者的学习兴趣, 同时突出各章的重点内容; 以本章小结作为结束, 并布置课后习题, 易于实现对教学效果的验证。

(2) 理论联系实际, 运用实际案例, 展开教学

提供与本书配套的实验 (实训) 指导书、实验项目板和开发板, 满足实践教学的要求, 从电路设计着手, 进而展开射频前端、LF、HF、UHF 频段产品设计过程, 并将其贯穿整个实践教学过程, 涉及内容包括标准协议、主流芯片、整体方案设计、关键技术和设计要求等。

本书中使用的部分设计实例来自作者的实践与总结, 并经过验证, 因此所涉及的源代码可以直接使用。

(3) 由浅入深, 循序渐进



本书第1、3~6章由付丽华（沈阳工学院、信息与控制学院）撰写，第2章由李志、郑琳（沈阳工学院、信息与控制学院）撰写，第7章由金明涛（资深微波天线设计工程师）撰写，第8章由杨玥、赵云鹏（沈阳工学院、信息与控制学院）撰写，全书由付丽华统稿，冯暖校对。

本书编写过程中得到沈阳工学院、信息与控制学院各级领导的大力支持，在此表示一并感谢！

此外，在本书编写过程中参考了众多书籍和资料，在此衷心感谢所有书籍和资料的作者、提供者！

由于作者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评和指正。

编 著 者

2017年1月于沈阳



目 录

第1章 RFID 技术基础	1
案例分析：离不开的校园“一卡通”	1
1.1 射频识别工作原理	2
1.1.1 阅读器与应答器的耦合方式	4
1.1.2 RFID 系统的能量传递及数据交换	4
1.1.3 射频前端工作原理	6
1.1.4 电感耦合	7
1.1.5 反向散射耦合	10
1.2 RFID 系统的组成	11
1.2.1 应答器	11
1.2.2 射频读写器	18
1.2.3 应用软件	21
1.3 RFID 技术的发展及特征	23
1.4 RFID 国际标准及相关内容	24
1.5 RFID 与无线电波	27
1.5.1 无线电波的主要传播方式	28
1.5.2 与 RFID 有关的无线电波频率	29
1.5.3 RFID 与天线技术	30
1.6 RFID 与其他自动识别技术	31
1.6.1 条码识别技术	31
1.6.2 光学字符识别技术	32
1.6.3 IC 卡识别技术	32
1.6.4 生物特征识别技术	33
1.6.5 RFID 与其他自动识别技术的比较	33
本章小结	34
习题 1	34
第2章 RFID 与数据	36
案例分析：数学之美——凯撒大帝对密码学的贡献	36
2.1 信道和编码	37
2.1.1 编码与调制	38
2.1.2 信道编码技术	42
2.1.3 差错控制编码	46
2.2 RFID 中的编码	49



2.2.1	常用的编码类型	49
2.2.2	曼彻斯特码	50
2.2.3	密勒码	53
2.2.4	RFID 中的其他编码	57
2.2.5	选择编码方法的考虑因素	58
2.3	RFID 中的数据校验	59
2.3.1	校验方法	59
2.3.2	奇偶校验码	61
2.3.3	循环冗余校验	62
2.4	RFID 中的数据安全	64
2.4.1	密码学基础	64
2.4.2	常用的数据加密算法	70
2.4.3	密钥管理	74
2.4.4	RFID 中的安全认证	77
2.5	RFID 中的防碰撞	79
2.5.1	Aloha 算法	79
2.5.2	二进制树算法	80
2.5.3	多路存取技术	83
2.6	RFID 中的调制与解调技术	86
2.6.1	脉冲调制	86
2.6.2	副载波与负载调制	88
	本章小结	91
	习题 2	92
第 3 章	RFID 读写器主板及主程序设计	94
3.1	初识 PCB	94
3.1.1	印制电路板的分类	96
3.1.2	EDA 软件	96
3.1.3	Altium Designer 软件	101
3.2	读写器硬件方案设计	101
3.2.1	功能分析	101
3.2.2	读写器主板设计流程	103
3.3	读写器的主板设计	105
3.3.1	主板的原理图设计	105
3.3.2	主板的 PCB 设计	113
3.4	读写器的软件设计	120
3.4.1	软件设计	121
3.4.2	调试与验证	129
	本章小结	131

习题3	131
第4章 电感耦合的射频前端电路设计	132
案例分析：被电磁波点亮的“指示灯”	132
4.1 天线的基本功能	133
4.1.1 天线的基础知识	133
4.1.2 RFID 天线	139
4.2 电感耦合方式的射频前端电路设计	140
4.2.1 RFID 中常见的电感设计	141
4.2.2 串联谐振回路及参数	142
4.2.3 并联谐振回路及参数	146
4.3 RFID 产品的天线电路设计	147
4.3.1 RFID 天线设计主要考虑的物理参量	147
4.3.2 RFID 天线设计的要点	149
4.3.3 电感耦合方式应答器的天线电路设计	150
4.3.4 电感耦合方式阅读器天线电路的设计与仿真	151
4.3.5 RFID 中的功率放大电路	152
4.4 RFID 与电磁兼容性	152
4.4.1 电磁兼容性	152
4.4.2 电磁干扰	153
4.4.3 RFID 与 EMC	155
本章小结	156
习题4	156
第5章 LF 频段 RFID 产品设计与应用	158
案例分析：“智慧”的门禁	158
5.1 LF 频段的国际标准	159
5.1.1 LF 频段的国际标准协议	159
5.1.2 动物识别卡片结构说明	160
5.2 LF 频段产品	161
5.2.1 LF 频段的只读型应答器	162
5.2.2 读写加密型 HITAG S	166
5.3 基于 EM4205 的动物识别卡设计	169
5.4 基于 EM4095 的只读型阅读器设计	171
5.4.1 射频读写基站 EM4095	171
5.4.2 基于 EM4095 的只读型阅读器电路设计	173
5.5 基于 U2270B 的读写型阅读器设计	175
5.5.1 射频读写基站 U2270B 简介	175
5.5.2 基本应用	176
5.5.3 非接触 IC 卡的写操作	181



5.5.4 基于 51 单片机的读卡程序设计	183
5.6 LF 频段产品设计中的注意事项	186
本章小结	187
习题 5	188
第 6 章 HF 频段的产品设计与应用	189
案例分析 1: 公交卡变形记	189
案例分析 2: “无障碍”通道	190
6.1 HF 频段国际标准	191
6.1.1 ISO/IEC14443 国际标准协议简介	191
6.1.2 ISO/IEC15693 国际标准协议简介	196
6.2 HF 频段应答器	203
6.2.1 HF 频段应答器的结构	203
6.2.2 ISO/IEC14443 标准的应答器芯片	204
6.2.3 ISO/IEC15693 标准的应答器	214
6.3 ISO/IEC14443 标准的读头设计	218
6.3.1 RC500 芯片技术及典型电路设计	218
6.3.2 RC522 芯片技术及典型电路设计	221
6.3.3 RC 系列射频芯片读写器产品设计的关键技术	224
6.3.4 基于 FM17 系列芯片读头设计	225
6.3.5 ISO/IEC14443 协议的阅读器系列芯片选型指南	235
6.4 ISO/IEC15693 标准的读头设计	236
6.4.1 TRF7960 芯片技术及典型电路设计	236
6.4.2 MF RC632 芯片技术及典型电路设计	239
6.4.3 ISO/IEC15693 产品的优势	240
6.4.4 其他非接触式阅读器系列芯片	240
6.5 HF 频段 RFID 产品设计中的注意事项	241
6.5.1 影响天线读写距离的因素	241
6.5.2 标准协议及软硬件设计问题	241
本章小结	244
习题 6	244
第 7 章 微波 RFID 技术及仿真	245
案例分析: 微波仿真——可以预测的“未来”	245
7.1 微波频段的国际标准	246
7.1.1 物理接口	247
7.1.2 协议和命令	248
7.1.3 ISO/IEC18000-6 与 EPC 的比较	251
7.2 天线的仿真软件	251
7.3 微波 RFID 与天线	253

7.3.1	微波天线的种类	253
7.3.2	电磁波反向散射式 RFID 天线	256
7.3.3	应答器天线的制造工艺概述	257
7.4	微波频段的 RFID 应答器	259
7.4.1	微波频段 RFID 应答器的种类	259
7.4.2	微波应答器的天线设计	261
7.4.3	微波 RFID 天线的结构	262
7.5	微波 RFID 天线的设计	263
7.5.1	微波天线的辐射特性	263
7.5.2	典型的微波天线设计方案	266
7.5.3	微波 RFID 天线设计注意事项	272
7.6	CST 软件的天线设计与仿真实例	272
7.6.1	CST 软件的基本操作	272
7.6.2	CST 天线仿真和计算实例	279
7.7	ADS 软件的天线设计与应用	290
7.7.1	设计要求	290
7.7.2	设计过程	291
7.7.3	仿真结果	298
7.7.4	设计小结	299
	本章小结	300
	习题 7	300
第 8 章	RFID 技术与物联网	301
	案例分析: 智慧“开心农场”, 助力科技兴农	301
8.1	物联网和相关技术	302
8.1.1	物联网原理	303
8.1.2	物联网的关键技术	304
8.1.3	物联网、RFID 和 EPC 三者的关系	306
8.2	EPC 技术	307
8.2.1	EPC 编码提出的背景	307
8.2.2	EPC 编码体系	308
8.2.3	企业与 EPC 的关系	310
8.2.4	EPC 系统的设计	311
8.3	物联网应用典型案例	317
8.3.1	路侧停车场物联网管理系统解决方案	317
8.3.2	基于物联网技术的特殊病情管理系统	321
8.3.3	基于 RFID 技术的仓储物流管理系统应用方案	325
8.3.4	基于物联网的农业信息监控系统	328
8.4	RFID 技术的应用与发展	330



8.4.1 国内外应用现状	330
8.4.2 国际市场的发展前景	332
8.4.3 RFID 的应用及展望	332
8.4.4 什么制约了物联网发展的步伐	336
8.4.5 物联网技术在中国的展望	338
本章小结	339
习题 8	339
附录 A RFID 相关术语表	341
附录 B RFID 标准目录	345
附录 C 常见编译错误及警告解析	348
参考文献	354



第 1 章 RFID 技术基础

【内容提要】

射频识别技术 (RFID) 是从 20 世纪 80 年代起走向成熟的一种自动识别技术, 它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据。

本章主要内容如下。

(1) RFID 工作原理及技术特征部分: 讲述射频识别技术的发展历程、应用现状、基本原理、相关国际标准体系的组成及技术发展前景。

(2) RFID 系统构成部分: 讲述应答器、读写器和应用软件, 除此之外, 还要包括射频前端的工作方式及有关 RFID 产品天线的基础知识。

(3) RFID 技术与其他自动识别技术的比较, 体现 RFID 的特点。

【学习目标与重点】

- ◆ 了解射频识别技术的发展历程、标准构成。
- ◆ 掌握射频识别系统的基本构成、工作原理和技术特点, 掌握射频识别设备的主要特性和用途。
- ◆ 了解其他自动识别技术的特点。
- ◆ 掌握应答器和阅读的分类依据和特点。
- ◆ 了解射频前端的工作方式及特点, 掌握电感耦合和反向散射耦合的工作原理及应用频段, 了解天线的功能。

案例分析: 离不开的校园“一卡通”

什么是校园“一卡通”(见图 1.1)?

所谓校园“一卡通”系统, 简单来说就是使全校所有师生、员工每人持一张校园卡, 这张校园卡取代以前各种证件(包括学生证、工作证、借书证、医疗证、出入证等)的全部或部分功能, 师生、员工在学校各处出入、办事、活动和消费只凭这张校园卡便可进行, 并与银行卡实现自助圈存, 最终实现“一卡在手, 走遍校园”, 同时带动学校各单位、各部门信息化、规范化管理进程。

此种管理模式代替传统的消费管理模式, 最大的特点是“非接触”识别: 使用时, 只需要在相应的装置前“晃一下”, 便可以完成身份识别和结账, 因此为学校的管理带来高效、方便与安全。



图 1.1 校园“一卡通”功能图

除此之外，还有一个显而易见的好处：校园卡看起来就是一张塑料卡片，具有防水、防尘、防污染的功能，甚至有时在“机洗”之后依然可以继续使用。有了这样的卡片再也不必担心因保管不当而影响其正常使用了。

校园“一卡通”是“数字化校园”的重要组成部分，它应主要具有综合消费类、身份识别类、金融服务类、公共信息服务类等功能。

不言而喻，在这个高效、便捷的网络中，以校园卡的操作为核心，实现卡片识读和数据操作的技术便是射频识别技术，因此射频识别技术是校园“一卡通”的核心技术之一。

经过分析，从功能上可以将此类系统分为 3 部分。

- (1) 识别载体和目标：射频卡。
- (2) 识别和具有网络通信功能装置：射频读写器或支持射频卡读写功能的装置。
- (3) 具有结算功能的后台：应用软件。

1.1 射频识别工作原理

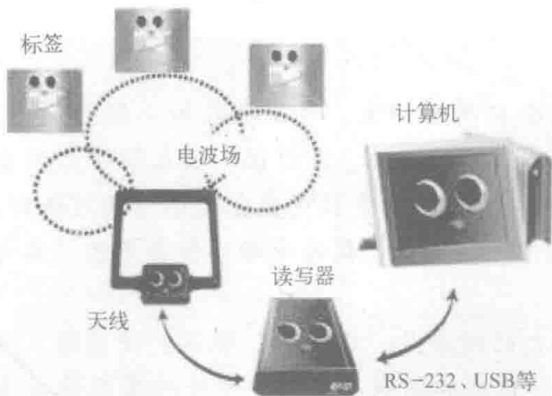


图 1.2 射频识别系统的工作过程

射频识别技术（Radio Frequency Identification, RFID）是 20 世纪 80 年代发展起来的一种新兴非接触式自动识别技术，是一种利用射频信号通过空间耦合（交变磁场或电磁场）实现非接触信息传递并通过所传递的信息达到识别目的的技术。识别工作无须人工干预，可工作于各种恶劣环境。

应用 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。图 1.2 描述了射频识别系统的工作过程。

该系统由三部分组成，即射频标签、射频识别读写设备、应用软件。RFID 应用系统结构如图 1.3 所示。

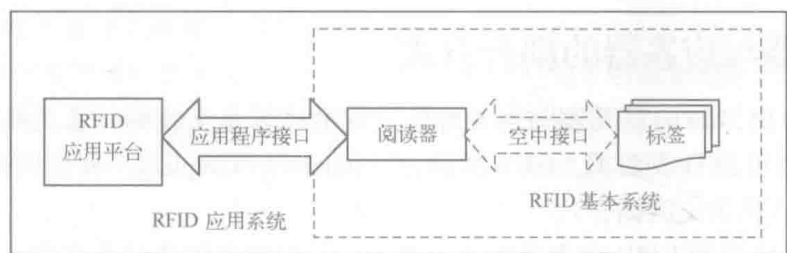


图 1.3 RFID 应用系统结构图

(1) 射频识别标签 (TAG)

射频识别标签又称射频标签、电子标签，主要由存有识别代码的大规模集成电路芯片和收发天线构成。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，因此标签是被识别的目标，是信息的载体。本书中统一称为应答器或射频标签。

(2) 读写器 (Reader)

射频识别读写设备是连接信息服务系统与标签的纽带，主要起到目标识别和信息读取（有时还可以写入）的功能。本书中统一称为阅读器或读写器。

(3) 应用软件

针对各种不同应用领域的管理软件。

工作时，应答器进入天线磁场后，如果接收到阅读器发出的特殊射频信号，就能凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息（无源标签），或者主动发送某一频率的信号（有源标签），阅读器读取信息并解码后，送至中央信息系统进行有关数据处理。

从 RFID 系统结构图可知，RFID 技术的基本工作原理如下：

由读写器发射特定频率的无线电波能量，当射频标签进入感应磁场后，接收读写器发出的射频信号，凭借感应电流所获得的能量，发送出存储在芯片中的产品信息（Passive Tag，无源标签或被动标签），或者由标签主动发送某一频率的信号（Active Tag，有源标签或主动标签），读写器读取信息并解码后，送至中央信息系统进行有关数据处理。

RFID 系统的工作过程如图 1.4 所示。

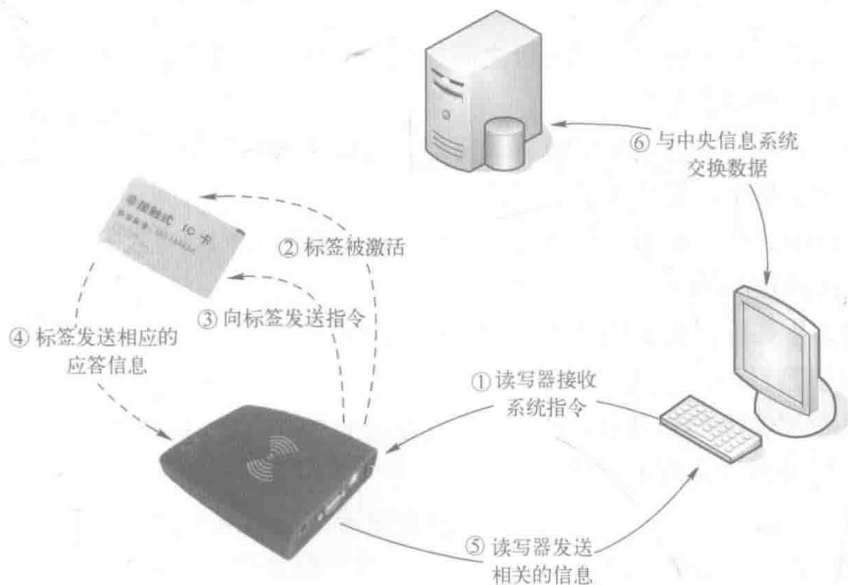


图 1.4 RFID 系统的工作过程

1.1.1 阅读器与应答器的耦合方式

从图中可以看出, RFID 读写器与射频标签之间的通信是无线的, 从无线通信方式及能量感应方式来看大致可以分成两类, 即电感耦合 (Inductive Coupling) 和反向散射耦合 (Backscatter Coupling, 也称为电磁耦合)。

一般情况下, 低频的 RFID 大多采用第一种方式, 而频率较高时大多采用第二种方式。除了频率之外, 在通信距离方面, 二者也存在很大差异: 电感耦合的识别距离较近, 而电磁耦合的识别距离较远。

关于两种耦合方式的工作原理及相关电路, 将在后续详细讲解。

读写器根据所使用结构和技术不同, 可以是只读或读/写装置, 是 RFID 系统信息控制和处理中心。读写器通常由耦合模块、收发模块、控制模块和接口单元组成。读写器和射频标签之间一般采用半双工通信方式进行信息交换, 同时读写器通过耦合模块给无源射频标签提供能量和时序。

在实际应用中, 可进一步通过以太网 (Ethernet) 或无线局域网 (WLAN) 等实现对物体识别信息的采集、处理及远程传送等管理功能。

射频标签是 RFID 系统的信息载体, 目前射频标签大多由耦合元件 (线圈、微带天线等) 和微芯片组成无源单元。

1.1.2 RFID 系统的能量传递及数据交换

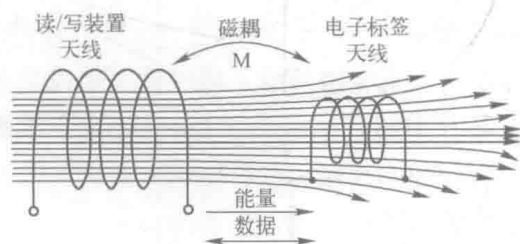


图 1.5 RFID 系统的能量传递及数据交换过程

射频识别系统的能量传递及数据交换过程如图 1.5 所示。

在电感耦合方式中, 能量的传递与变压器类似: 读写器一方的天线相当于变压器的初级线圈, 射频标签一方的天线相当于变压器的次级线圈, 因而也称电感耦合方式为变压器方式。

电感耦合方式的耦合中介是空间磁场, 耦合磁场在读写器线圈初级与射频标签线圈次级之间构成闭合回路。电感耦合方式是低频近距离非接触射频识别系统的一般耦合原理。

在电磁耦合方式中, 读写器的天线将读写器产生的读写射频能量, 以电磁波的方式发送到定向的空间范围内, 形成读写器的有效阅读区域。位于读写器有效阅读区域中的射频标签, 从读写器天线发出的电磁场中提取工作电源, 并通过射频标签的内部电路及标签天线, 将标签内存的数据信息传送到读写器。

对射频识别工作系统, 需要清楚认识到以下 3 点:

- (1) 数据交换是目的;
- (2) 时序是数据交换的实现方式;
- (3) 能量是时序得以实现的基础。

1. 能量

读写器向射频标签供给射频能量。

对于无源射频标签来说, 其工作所需的能量由该射频能量中取得 (一般通过整流方法将射

频能量转变为直流电源存在标签中的电容器里)；

对于(半)有源射频标签来说,该射频能量的到来起到了唤醒标签转入工作状态的作用；

对于完全有源射频标签,一般不利用读写器发出的射频能量,因而读写器可以较小的能量发射取得较远的通信距离,如移动通信中的基站与移动台之间的通信方式,可归入该类模式。

2. 时序

对于双向系统(读写器向射频标签发送命令与数据、射频标签向读写器返回所存储的数据)来说,读写器一般处于主动状态,即读写器发出询问后,射频标签予以应答,称这种方式为读写器先讲方式(RTF, Reader Talk First)。

另外一种情况是射频标签先讲方式(TTF, Tag Talk First),即射频标签满足工作条件后,首先自报家门,读写器根据射频标签的自报家门进行记录或进一步发出一些询问信息与射频标签构成一个完整对话,达到读写器对射频标签进行识别的目的。

射频识别系统应用中,根据读写器读写区域中允许出现单个射频标签或多个射频标签的不同,将射频识别系统称为单标签识别系统与多标签识别系统。

在读写器的阅读范围内有多个标签时,对于具有多标签识读功能的RFID系统来说,一般情况下,读写器处于主动状态,即RTF方式。读写器通过发出一系列的隔离指令,使得读出范围内的多个射频标签逐一或逐批被隔离(令其睡眠)出去,最后保留一个处于活动状态的标签与读写器建立无冲撞的通信。

通信结束后将当前活动标签置为第三态(可称其为休眠状态,只有通过重新上电或特殊命令才能解除休眠),进一步由读写器对被隔离(睡眠)的标签发出唤醒命令,从而唤醒一批(或全部)被隔离的标签,使其进入活动状态,再进一步隔离,选出一个标签通信。如此重复,读写器可读出阅读区域内的多个射频标签信息,也可以实现对多个标签分别写入指定的数据。

实现多标签的读取,现实应用中也有采用标签先讲方式的应用。多标签读写问题是射频识别技术及应用中面临的一个较复杂的问题,即防冲突或防碰撞,目前已有多种实用方法解决这一问题。解决方案的评价依据,一般考虑以下3个因素:

- (1) 多标签读取时待读标签的数目；
- (2) 单位时间内识别标签数目的概率分布；
- (3) 标签数目与单位时间内识读标签数目概率分布的联合评估。

理论分析表明,现有的方法都有一定的适用范围,需根据具体情况,结合上述三个因素对多标签读取方案给出合理评价,选出适合具体应用的方案。多标签读取方案涉及射频标签与读写器之间的协议配合,一旦选定,不易更改。

对于无多标签识读功能的射频识别系统来说,当读写器读写区域内同时出现多个标签时,由于多标签同时响应读写器发出的询问指令,会造成读写器接收信息相互冲突而无法读取标签信息,典型情况是一个标签信息也读不出来。

关于多标签的防冲突问题,将结合实际应用,在相应章节中进行详细讲解。

3. 数据传输

射频识别系统中的数据交换包含以下两方面含义。

1) 读写器→射频标签的数据交换

读写器向射频标签方向的数据交换主要有两种方式,即接触写入方式(也称为有线写入方



式)和非接触写入方式(也称为无线写入方式)。具体采用何种方式,需结合应用系统需求、代价、技术实现的难易程度等因素来定。

(1) 接触式写入

在接触式写入方式下,读写器的作用是向射频标签写入数据信息。通常用于标签生产厂家的初始化操作,此时读写器更多地被称为编程器。根据射频标签存储单元及编程写入控制电路的设计情况,写入可以是一次性写入(不能修改),也可以是允许多次改写的情形。

在绝大多数通用射频识别系统应用中,每个射频标签要求具有唯一的标识。这种唯一的标识被称为射频标签的ID号,ID号的固化过程可以在射频标签芯片生产过程中完成,也可以在射频标签应用指定后的初始化过程中完成。通常情况下在标签出厂时已被固化在射频标签内,用户无法修改。

对于声表面波(SAW)射频标签及其他无芯片射频标签来说,一般均在标签制造过程中将标签ID号固化到标签存储器中。

(2) 非接触式写入

非接触式写入方式通常用于射频识别系统的工作过程中,此时射频标签可以分为两种情况,即只接受能量激励和既接受能量激励也接受读写器代码命令。

射频标签只接受能量激励的系统属于较简单的射频识别系统,这种射频识别系统一般不具备多标签识别能力。射频标签在其工作频带内的射频能量激励下,被唤醒或上电,同时将标签存储的信息反射出来。目前在用的铁路车号识别系统即采用这种方式工作。

同时接受能量激励和读写器代码命令的系统属于复杂射频识别系统。射频标签接受读写器的指令无外乎是为了做两件事,即无线写入和多标签读取。

2) 射频标签→读写器的数据交换

射频标签的工作使命即是实现由标签向读写器方向的数据交换。其工作方式包括如下两种。

第一种:射频标签收到读写器发送的射频能量时,即被唤醒并向读写器反射标签存储的数据信息。

第二种:射频标签收到读写器发送的射频能量被激励后,根据接收到的读写器的指令情况转入发送数据状态或“睡眠/休眠”状态。

从工作原理上来说,第一种工作方式属单向通信,第二种工作方式为半双工双向通信。

1.1.3 射频前端工作原理

应答器耦合就是用不同的方法传送不同的信号。

射频识别系统中应答器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应答器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,与应答器及读写器的匹配情况密切相关。根据射频识别系统作用距离的远近情况,应答器天线与读写器天线之间的耦合可分为三类。

1. 密耦合系统

系统的典型作用距离范围为0~1cm。

实际应用中,通常需要将应答器插入阅读器中或将其放置到读写器天线的表面。密耦合系统利用的是应答器与读写器天线无功近场区之间的电感耦合(闭合磁路)构成的无接触的空

