

物联网
应用技术
系列教材

WULIANWANG
YINGYONG JISHU
XILIE JIAOCAI

高频RFID技术

高级教程

无线龙 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

★★★★ ||||| ★★★★★
物联网应用技术系列教材

高频 RFID 技术高级教程

无线龙 编著

北 京

冶金工业出版社

2012

内 容 提 要

本书从 RFID 的基本概念和基础原理讲起,首先让读者对高频 RFID 有一个初步了解,然后进入高频 RFID 读卡器核心微控制器原理和底层软件的学习,并且掌握 MSP430 微控制器 C 语言编程技术。掌握了微控制器编程之后开始学习 TI 高频 RFID 读卡器芯片和微控制器接口,并且通过软件编程,进入 RFID 读卡器芯片,了解高频 RFID 的一些基本原理和开发实践。本书适合高等学校及高职高专物联网等专业教学和实验课使用。

图书在版编目(CIP)数据

高频 RFID 技术高级教程/无线龙编著. —北京:冶金工业出版社, 2012. 4

物联网应用技术系列教材

ISBN 978-7-5024-5874-4

I. ①高… II. ①无… III. ①无线电信号—射频—信号识别—教材 IV. ①TN911. 23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 023269 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 程志宏 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5874-4

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销

2012 年 4 月第 1 版, 2012 年 4 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 18 印张; 435 千字; 277 页

45.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

《高频 RFID 技术高级教程》编委会

主 任：李文仲

编 委：段朝玉 崔亚远 林 涛 王锡强
康 凯 刘 俊 陈 瑶 胡 亚

前 言

高频 RFID 技术,其典型应用是在 13.56MHz 频带。目前该技术已经广泛应用于物流运输、公交车及铁路的收费系统、图书馆系统、门禁安防系统等领域。作为物联网感知和识别的一部分,高频 RFID 技术是一项和物联网相关的重要技术。

高频 RFID 技术是高等学校物联网专业的一门重要课程,在高校物联网专业课程教学中,扮演非常重要的角色。但是目前已经出版的教材和书籍,还很少有对这项技术的核心——RFID 读卡器设计,包括软件、硬件和协议等,进行有深度介绍的。

本书以高频 RFID 读卡器设计为主线,通过对 RFID 读卡器核心微控制器硬件和软件技术的深度解剖,让学生和读者对高频 RFID 技术建立起完整和高级的概念,并经过亲手操作和实践,全面掌握高频 RFID 核心技术并且使用这些核心技术完成实际应用项目开发。

本书从 RFID 的基本概念和基础原理讲起,首先让读者对高频 RFID 有一个初步了解,然后进入高频 RFID 读卡器核心微控制器原理和底层软件的学习,并且掌握 MSP430 微控制器 C 语言编程技术。掌握了微控制器编程,然后开始熟悉 TI 高频 RFID 读卡器芯片和微控制器接口,并且通过软件编程,进入 RFID 读卡器芯片,了解高频 RFID 的一些基本原理和开发实践等内容。

本书从第 4 章开始具体使用微控制器来设计一个典型和完整的高频 RFID 读卡器,这包括了读卡器匹配电路设计、天线设计、高频设计等硬件设计知识的学习和实践。

第 5 章采用 C 语言编程,放置具体的 ISO 标准协议,并通过源代码分析,代码流程框图,让学生和读者实际了解如何设计具体的高频 RFID 协议栈。

第 7 章进入 PC 软件的设计知识介绍,通过一个典型的图形界面演示软件

的相关源代码分析,让读者掌握具体的PC软件设计和接口读卡器的方法。

第8章将详细介绍高频RFID技术在物联网中的应用,通过各种无线网络和有线网络,实现RFID识别数据在物联网中的路由和传输。

最后我们通过几个实际应用例子,介绍RFID的实际应用系统设计,让读者全面掌握高频RFID应用系统设计相关知识。

全书按照理论结合实践的思路,以C语言编程开发为主线,重点在于每个学习环节的理论化教学与可视化和可动手能力相结合,让复杂的高频技术和无线通讯知识和原理,分散在每个演示和实验中,让读者和学生在轻松和简易的学习流程中,完成这个高级课程的学习,对高频RFID高级技术有透彻的了解。

作 者

2011年8月

目 录

第1章 射频识别技术基础	1
1.1 射频识别技术概论	1
1.1.1 什么是射频识别	1
1.1.2 RFID 技术分类	3
1.1.3 RFID 技术应用	7
1.1.4 RFID 技术标准简介	9
1.2 射频识别基础	11
1.2.1 基本原理	11
1.2.2 电感耦合方式	11
1.2.3 反向散射耦合方式	13
1.3 射频识别的系统构架	15
1.3.1 RFID 应用系统的组成	15
1.3.2 应答器（射频卡和标签）	15
1.3.3 阅读器（读写器）	17
1.3.4 天线	19
1.3.5 高层	19
第2章 MSP430F2370 微控制器	20
2.1 微处理器结构原理	20
2.1.1 MSP430F2370 特性	20
2.1.2 MSP430F2370 结构原理图	20
2.2 编程和调试工具	25
2.2.1 IAR 安装	27
2.2.2 添加文件或新建程序文件	37
2.2.3 设置工程选项参数	38
2.2.4 编译、下载、调试程序	42
2.3 C 语言编程基础	51
2.3.1 数据基本类型	51
2.3.2 C 语言的运算符	53
2.3.3 程序设计的三种基本结构	53
2.4 相关接口和定时器编程	59

2.4.1 一般 I/O 编程	59
2.4.2 RAM 访问	60
2.4.3 看门狗操作	60
2.4.4 串口操作	61
第 3 章 TRF7960 多协议读卡器芯片	64
3.1 硬件原理	64
3.1.1 硬件原理描述	64
3.1.2 物理特性	66
3.2 微处理器接口和相关寄存器	68
3.2.1 电源供应	68
3.2.2 电源模式	70
3.2.3 接收器	71
3.2.4 发射器	75
第 4 章 高频读卡器硬件设计	81
4.1 阅读器天线电路	81
4.1.1 阅读器天线电路的选择	81
4.1.2 串联谐振回路	82
4.1.3 并联谐振回路	84
4.1.4 电感线圈的交变磁场	87
4.2 应答器天线电路	88
4.3 阅读器和应答器之间的电感耦合	89
4.4 阅读器电路图和电路板设计	90
4.4.1 电磁兼容	90
4.4.2 电感线圈的设计	91
4.4.3 TRF7960 RFID 读头天线匹配	95
第 5 章 ISO14443A 标准和协议栈	97
5.1 ISO14443 标准	97
5.1.1 ISO14443 标准分类	97
5.1.2 ISO14443 射频能量和信号接口	101
5.1.3 数据校验	103
5.2 ISO14443 标准软件实现	106
5.2.1 TYPE A 型 PICC 激活的协议操作	106
5.2.2 半双工分组传输协议	109
5.3 关键 C 语言代码库	113
5.3.1 防碰撞算法	113
5.3.2 TYPE A 的防碰撞协议	116

5.3.3	TYPE B 的防碰撞协议	125
5.3.4	碰撞检测	127
5.3.5	防碰撞部分 C 代码	127
5.4	通信命令和接口	130
5.4.1	TYPE A 命令集	130
5.4.2	TYPE B 命令集	133
第 6 章	ISO15693 标准和协议栈	138
6.1	ISO15693 标准	138
6.1.1	附近式卡的初始化对话	138
6.1.2	功率传输	138
6.1.3	VCD 到 VICC 的通信信号接口	138
6.1.4	数据速率和数据编码	139
6.1.5	VCD 到 VICC 帧	140
6.1.6	VICC 到 VCD 通信信号接口	142
6.1.7	VICC 到 VCD 帧	143
6.2	ISO15693 标准软件实现	145
6.2.1	数据元素定义	146
6.2.2	VICC 内存结构	148
6.2.3	全部协议描述	149
6.3	关键 C 语言代码库	154
6.3.1	防冲突	154
6.3.2	时间规范	157
6.3.3	CRC 校验	159
6.4	通信命令和接口	162
6.4.1	通信命令分类	162
6.4.2	命令编码	163
6.4.3	通信命令接口测试	175
第 7 章	高频 RFID 中间件和图形接口设计	197
7.1	中间件技术	197
7.1.1	主要中间件分类	197
7.1.2	中间件功能	199
7.1.3	RFID 中间件技术	199
7.1.4	RFID 中间件功能	201
7.2	RFID 中间件设计与实现	202
7.2.1	RFID 应用中的中间件体系构架分析	202
7.2.2	读写器管理服务的设计	206
7.3	上位机 PC 软件设计	206

7.3.1 ISO15693 命令测试代码	208
7.3.2 ISO14443A 命令测试代码	215
7.3.3 ISO14443B 命令测试代码	217
第8章 高频 RFID 技术接口物联网	220
8.1 多网络互联	221
8.2 典型的物联网网关	223
8.3 接口到以太网	225
8.3.1 以太网介绍	225
8.3.2 以太网读卡	228
8.4 接口 802.11 Wi-Fi 网络	231
8.4.1 Wi-Fi 技术介绍	231
8.4.2 Wi-Fi 配置	236
8.4.3 Wi-Fi 读卡	239
8.5 接口 GPRS/3G 网络	243
8.5.1 GPRS 无线网络	243
8.5.2 GPRS 配置步骤和方法	251
8.5.3 3G 无线网络	257
8.5.4 3G 模块配置	263
8.6 接口蓝牙网络	263
8.6.1 蓝牙技术	264
8.6.2 蓝牙模块介绍	266
第9章 典型应用系统设计	270
9.1 无线龙门禁系统	270
9.2 超市管理系统	273
9.3 图书馆管理系统	273
9.3.1 系统构成	275
9.3.2 图书馆 RFID 技术的特点	275
9.3.3 系统功能设计	276
参考文献	277

第 1 章 射频识别技术基础

1.1 射频识别技术概论

射频识别 (Radio Frequency IDentification, RFID) 技术是 20 世纪 90 年代开始兴起的一项自动识别技术, 即利用射频信号通过空间耦合 (交变磁场或电磁场) 实现无接触信息传递并通过所传递的信息达到识别目的的技术。

从信息传递的基本原理方面看, 射频识别技术的原理在低频段是基于变压器耦合模型 (初级与次级之间的能量传递及信号传递), 在高频段是基于雷达探测目标的空间耦合模型 (雷达发射电磁波信号碰到目标后携带目标信息返回雷达接收机)。1948 年哈里斯托克曼发表的“利用反射功率的通信”奠定了射频识别技术的理论基础。

RFID 技术是众多自动识别技术中的一种, 也是当今第三次信息浪潮, 即物联网关键技术之一, 有人称它是一项具有革命性的技术。RFID 的应用领域广泛, 发展迅速, 正在逐步走向成熟。

近年来, 无线射频识别技术在全球得到了迅速发展, 在人们的日常生活中已经出现并且产生了越来越大的影响。那么, 什么是无线射频识别技术? 它是怎样发展起来的? 有哪些特点? 都有什么用处? 应遵循哪些技术标准? 本节将予以简要的介绍。

1.1.1 什么是射频识别

随着高科技的蓬勃发展, 智能化管理已经走进了人们的社会生活, 一些门禁卡、第二代身份证、公交卡、超市的物品标签等, 这些卡片正在改变人们的生活方式。其中的秘密就在这些卡片都使用了射频识别技术, 可以说射频识别已成为人们日常生活中最简单的身份识别系统。RFID 技术带来的经济效益已经开始呈现在世人面前。RFID 是结合了无线电、芯片制造及计算机等学科的新技术。

1.1.1.1 射频识别的定义

射频识别是一种非接触式的自动识别技术, 它利用射频信号及其空间耦合的传输特性, 实现对静止或移动物品的自动识别。射频识别常称为感应式电子芯片或近接卡、感应卡、非接触卡、电子标签、电子条码等。一个简单的 RFID 系统由阅读器 (Reader)、应答器 (Transponder) 或电子标签 (Tag) 组成, 其原理是由读写器发射一特定频率的无线电波能量给应答器, 用以驱动应答器电路, 读取应答器内部的 ID 码。应答器其形式有卡、纽扣、标签等多种类型, 电子标签具有免用电池、免接触、不怕脏污, 且芯片密码唯一, 无法复制, 安全性高、寿命长等特点。所以, RFID 标签可以贴在或安装在不同物品上, 由安装在不同地理位置的读写器读取存储于标签中的数据, 实现对物品的自动识别。RFID

的应用非常广泛,目前典型应用有动物芯片、汽车防盗器芯片、门禁管制、停车场管制、生产线自动化、物料管理、校园一卡通等。

1.1.1.2 射频识别技术的发展

雷达的改进和应用催生了 RFID 技术。1945 年, Leon Theremin 发明了第一个基于 RFID 技术的间谍用装置。1948 年 Harry Stockman 发表的论文“利用反射功率的通信”奠定了射频识别的理论基础。Harry Stockman 同时预言,在能量反射通信中还有许多问题需要解决,在开辟 RFID 的实际应用领域之前,还要做相当多的研究和开发工作。20 世纪 50 年代是 RFID 技术研究和应用的探索阶段,远距离信号转发器的发明,扩大了敌我识别系统的识别范围。D. B. Harris 提出了信号模式化的理论及被动标签的概念。

直到 20 世纪 70 年代, RFID 技术终于走出实验室进入了应用阶段。很快, RFID 技术及其产品得到了很大的发展,各种测试技术加速发展,出现了早期的规模化应用。20 世纪 80 年代以来,集成电路、微处理器等技术加速了 RFID 的进步,各种规模化应用发展起来,封闭系统应用开始成形。

在 1991 年,美国俄克拉荷马州出现了世界上第一个开放式公路自动收费系统。而近几年来,随着自动收费、门禁、身份卡片等的应用, RFID 技术已经走入了人们的生活。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的时期,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 年以后,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。

在我国 RFID 市场应用中,政府应用占据了 RFID 应用领域的最大份额。第二代身份证是近年我国 RFID 市场规模得以迅速扩大的重要原因之一。除了身份证外,政府在城市交通、铁路、网吧、危险物品管理等方面都推动了 RFID 的应用,其主要是利用 RFID 读取的方便性和安全性。政府的推动不仅拓展了我国 RFID 市场,同时也带动了相关产业的发展,有助于发展配套环节、完善产业链,为 RFID 的进一步发展提供条件。我国在跟踪发达国家 RFID 技术的同时,自主创新也在如火如荼地进行中。有多家企业瞄准了标签读写器和电子标签产品,在读写器和电子标签产品系列化、多样化方面取得了显著成果。在标签生产方面,初步形成以生产标签芯片的厂家为龙头,以标签天线设计、芯片与天线封装制作为主体的行业队伍。然而目前 RFID 技术的应用还只是在某些领域中比较成熟,还

需要在更多领域中开展研究, 开拓更广阔的应用。

1.1.1.3 射频识别技术特点

RFID 技术的主要特点是通过电磁耦合方式来传送识别信息, 并且不受空间限制, 可快速地进行物体跟踪和数据交换。由于 RFID 需要利用无线电频率资源, 因此必须遵守无线电频率管理的诸多规范。具体来说, 与同期或早期的接触式识别技术相比较, RFID 还具有如下一些特点:

(1) 数据的读写功能, 只通过 RFID 读写器, 不需要接触即可直接读取射频卡内的数据信息获得数据, 且一次可处理多个标签, 也可以将处理后的数据状态写入电子标签;

(2) 电子标签的小型化和多样化, RFID 在读取上并不受尺寸大小与形状之限制, 不需要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 电子标签向小型化发展, 便于嵌入到不同物品内, 因此, 可以更加灵活地控制物品的生产和流程, 特别是在生产线的应用;

(3) 耐环境性, RFID 最突出的特点是可以非接触读写 (读写距离可以从十厘米至几十米)、可识别高速运动物体, 抗恶劣环境, 且对水、油和药品等物质具有很强的抗污性, RFID 可以在黑暗或脏污的环境之中读取数据;

(4) 可重复使用, 由于 RFID 为电子数据, 可以反复读写, 因此可以回收标签重复使用, 提高利用率, 降低电子污染;

(5) 穿透性, RFID 即便是被纸张、木材和塑料等非金属、非透明材质包覆, 也可以进行穿透性通信, 但是它不能穿过铁质等金属物体进行通信;

(6) 数据的记忆容量大, 数据容量会随着记忆规格的发展而扩大, 未来物品所需携带的数据量会愈来愈大, 对卷标所能扩充容量的需求也会增加, 对此 RFID 将不会受到限制;

(7) 系统安全性, 将产品数据从中央计算机中转存到标签上将为系统提供安全保障, 大大地提高系统的安全性。射频标签中数据的存储可以通过校验或循环冗余校验的方法来得以保证。

1.1.2 RFID 技术分类

对于 RFID 技术, 可依据标签的供电形式、工作频率、可读性和工作方式进行分类。

1.1.2.1 根据标签的供电形式分类

在实际应用中, 电子标签的工作还是要消耗电能的, 虽然它的电能消耗非常低 (一般为 $1/100\text{mW}$ 级别)。按照标签获取电能的方式不同, 常把标签分成有源式标签、无源式标签及半有源式标签。

A 有源式电子标签

有源式电子标签通过标签自带的内部电池进行供电, 它的电能充足, 工作可靠性高, 信号传送的距离远。另外, 有源式标签可以通过设计电池的不同寿命对标签的使用时间或使用次数进行限制, 它可以用于需要限制数据传输量或者使用数据有限制的地方。有源式标签的缺点主要是价格高、体积大, 标签的使用寿命受到限制, 而且随着标签内电池电力的消耗, 数据传输的距离会越来越短, 影响系统的正常工作。

B 无源式电子标签

无源式电子标签的内部不带电池,需靠外界提供能量才能正常工作。无源式电子标签典型的产生电能的装置是天线与线圈,当标签进入系统的工作区域,天线接收到特定的电磁波,线圈就会产生感应电流,再经过整流并给电容充电,电容电压经过稳压后可作为工作电压。无源式电子标签具有永久的使用期,常常用在标签信息需要每天读写或频繁读写的场合,而且无源式电子标签支持长时间的数据传输和永久性的数据存储。无源式电子标签的缺点主要是数据传输的距离要比有源式电子标签短。因为无源式电子标签依靠外部的电磁感应供电,电能比较弱,数据传输的距离和信号强度就受到限制,所以需要敏感性比较高的信号接收器才能可靠识读。但它的价格、体积、易用性决定了它是电子标签的主流。

C 半有源式电子标签

半有源式电子标签内的电池仅对标签内必须由供电维持数据的电路供电或者为标签芯片工作所需的电压提供辅助支持,为本身耗电很少的标签电路供电。标签未进入工作状态前,一直处于休眠状态,相当于无源式电子标签,标签内部电池能量消耗很少,因而电池可维持几年,甚至长达10年有效。当标签进入读写器的读取区域,受到读写器发出的射频信号激励而进入工作状态时,标签与读写器之间信息交换的能量支持以读写器供应的射频能量为主(反射调制方式),标签内部电池的作用主要在于弥补标签所处位置的射频场强不足,标签内部电池的能量并不转换为射频能量。

1.1.2.2 根据标签的工作频率分类

从应用概念看,电子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。电子标签的工作频率不仅决定着射频识别系统的工作原理(电感耦合还是电磁耦合)、识别距离,还决定着电子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电子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。典型的工作频率有:125kHz、133kHz、13.56MHz、27.12MHz、433MHz、902~928MHz、2.45GHz、5.8GHz等。

A 低频段电子标签

低频段电子标签,简称为低频标签,其工作频率范围为30~300kHz。典型工作频率有:125kHz、133kHz(也有接近的其他频率,如TI公司使用134.2kHz)。低频标签一般为无源式电子标签,其工作能量通过电感耦合方式从读写器耦合线圈的辐射近场中获得。低频标签与读写器之间传送数据时,低频标签须位于读写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1m。

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(125~135kHz)。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。

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、低速度、数据量要求较少的识别应用等。低频标签的劣势主要体现在:标签存储数

据量较少,只适用于低速、近距离的识别应用。

B 中高频段电子标签

中高频段电子标签的工作频率一般为 3~30MHz。典型工作频率为 13.56MHz。该频段的电子标签一方面从射频识别应用角度来看,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,所以也常常将其称为高频标签。

中高频电子标签一般也采用无源方式,其工作能量同低频标签一样,也是通过电感(磁)耦合方式从读写器耦合线圈的辐射近场中获得。标签与读写器进行数据交换时,标签必须位于读写器天线辐射的近场区内。中高频标签的阅读距离一般情况下也小于 1m(最大读取距离为 1.5m)。

中高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。

中高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。电子标签天线设计相对简单,标签一般制成标准卡片形状。

C 超高频与微波标签

超高频与微波频段的电子标签,简称为微波电子标签,其典型工作频率为 433.92MHz、862(902)~928MHz、2.45GHz、5.8GHz。微波电子标签可分为有源式电子标签与无源式电子标签两类。工作时,电子标签位于读写器天线辐射场的远区场内,标签与读写器之间的耦合方式为电磁耦合方式。读写器天线辐射场为无源式电子标签提供射频能量,将有源式电子标签唤醒。相应的射频识别系统阅读距离一般大于 1m,典型情况为 4~7m,最大可达 10m 以上。读写器天线一般均为定向天线,只有在读写器天线定向波束范围内的电子标签才可被读写。

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电子标签的情况,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。

以目前技术水平来看,无源微波电子标签比较成功的产品相对集中在 902~928MHz 工作频段上。2.45GHz 和 5.8GHz 射频识别系统多以半有源微波电子标签产品面世。半有源式电子标签一般采用纽扣电池供电,具有较远的阅读距离。

微波电子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、电子标签及读写器的价格等方面。对于可无线写的电子标签而言,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。

微波电子标签的数据存储容量一般限定在 2kbit 以内,再大的存储容量似乎没有太大的意义,从技术及应用的角度来看,微波电子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识别过程。典型的数据容量指标有 1kbit、128bit、64bit 等。

微波电子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)、ISO18000-5(5.8GHz)、ISO18000-6(860~930MHz)、ISO18000-7(433.92MHz)、ANSI NCITS

256-1999 等。

1.1.2.3 根据标签的可读性分类

根据使用的存储器类型, 可以将标签分成只读标签、可读可写标签和一次写入多次读出标签。

A 只读标签

只读 (Read Only, RO) 标签内部只有只读存储器 (Read Only Memory, ROM), ROM 中存储有标签的标识信息。这些信息可以在标签制造过程中, 由制造商写入 ROM 中, 电子标签在出厂时, 即已将完整的标签信息写入标签。这种情况下, 应用过程中电子标签一般具有只读功能。也可以在标签开始使用时由使用者根据特定的应用目的写入特殊的编码信息。

只读标签信息的写入, 在更多的情况下是在电子标签芯片的生产过程中将标签信息写入芯片, 使得每一个电子标签拥有一个唯一的标识 UID (如 96bit)。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。

只读标签一般容量较小, 可以用做标识标签。对于标识标签来说, 一个数字或者多个数字字母字符串存储在标签中, 这个储存内容是进入信息管理系统中数据库的钥匙 (Key)。标识标签中存储的只是标识号码, 用于对特定的标识项目, 如人、物、地点进行标识, 关于被标识项目的详细、特定的信息, 只能在与系统相连接的数据库中进行查找。

一般电子标签的 ROM 区存放有厂商代码和无重复的序列码, 每个厂商的代码是固定和不同的, 每个厂商的每个产品的序列码也肯定是不同的。所以每个电子标签都有唯一码, 这个唯一码又是存放在 ROM 中, 所以标签就没有可仿制性, 是防伪的基础点。

B 可读可写标签

可读可写 (Read and Write, RW) 标签内部的存储器, 除了 ROM、缓冲存储器之外, 还有非活动可编程记忆存储器。这种存储器一般是 EEPROM (电可擦除可编程只读存储器), 它除了存储数据功能外, 还具有在适当的条件下允许多次对原有数据的擦除以及重新写入数据的功能。可读可写标签还可能有随机存取器 (Random Access Memory, RAM), 用于存储标签反应和数据传输过程中临时产生的数据。

可读写标签一般存储的数据比较大, 这种标签一般都是用户可编程的, 标签中除了存储标识码外, 还存储有大量的被标识项目其他的相关信息, 如生产信息、防伪校验码等。在实际应用中, 关于被标识项目的所有信息都是存储在标签中的, 读标签就可以得到关于被标识目标的大部分信息, 而不必连接到数据库进行信息读取。另外在读标签的过程中, 可以根据特定的应用目的控制数据的读出, 实现在不同情况下读出的数据部分不同。

C 一次写入多次读出标签

应用中, 还广泛存在着一次写入多次读出 (Write Once Read Many, WORM) 的电子标签。这种 WORM 概念既有接触式改写的电子标签存在, 也有无接触式改写的电子标签存在。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。

RW 卡一般比 WORM 卡和 RO 卡价格高得多,如电话卡、信用卡等:WORM 卡是用户可以一次性写入的卡,写入后数据不能改变,比 RW 卡要便宜。RO 卡存有一个唯一的 ID 号码,不能修改,具有较高的安全性。

1.1.2.4 根据标签的工作方式分类

根据标签的工作方式,可将 RFID 分为主动式、被动式和半主动式。一般来讲,无源系统为被动式,有源系统为主动式。

A 主动式电子标签

一般来说主动式 RFID 系统为有源系统,即主动式电子标签用自身的射频能量主动地发送数据给读写器,在有障碍物的情况下,只需穿透障碍物一次。由于主动式电子标签自带电池供电,所以它的电能充足,工作可靠性高,信号传输距离远,其缺点是标签的使用寿命受到限制。而且随着标签内部电池能量的耗尽,数据传输距离越来越短,从而影响系统的正常工作。

B 被动式电子标签

被动式电子标签必须利用读写器的载波来调制自身的信号,标签产生电能的装置是天线和线圈。标签进入 RFID 系统工作区后,天线接收特定的电磁波,线圈产生感应电流供给标签工作,在有障碍物的情况下,读写器的能量必须来回穿过障碍物两次。这类系统一般用于门禁或交通系统中,因为读写器可以确保只激活一定范围内的电子标签。

C 半主动式电子标签

在半主动式 RFID 系统中,电子标签本身带有电池,但是标签并不通过自身能量主动发送数据给读写器,电池只负责对标签内部电路供电。标签需要被读写器的能量激活,然后才通过反向散射调制方式传送自身数据。

1.1.3 RFID 技术应用

1.1.3.1 RFID 技术与传感器技术

当电子标签具有感知能力的时候,RFID 与无线传感网的界限就变得模糊不清了。很多主动式和半主动式电子标签结合传感器进行设计,使得传感器可以发送数据给读写器,而这些电子标签并不完全是无线传感网的节点,因为它们之间缺乏通过相互协同组成的自组织网络进行通信,但是它们又超越了一般的电子标签。另一方面,一些传感器节点正在使用 RFID 读写器作为它们感知能力的一部分。温度标签、振动传感器和化学传感器能大大提高 RFID 技术的功能。

若将智能传感器与准确的时间、位置感应的电子标签结合起来,将能够记录给定物体的状态和其被处理的情况。例如,人们正在研究开发检测易腐食品是否过期的生物传感器,这种传感器十分微小,能检测出任何生物或化学制剂。这种传感器由发射器和计算机芯片组成,它能嵌入电子标签,能在水瓶里,甚至肉品包装袋的积水底部工作。RFID 生物传感器的研制还需要几年时间,但有些公司,包括麦当劳最大的牛肉供应商金州食品公司,自 2002 年以来一直在试验 RFID 生物传感器。由 RFID 传感器构成的系统最终将跟踪和监测所有的食品供应,防止污染和生物恐怖主义。