



普通高校“十二五”规划教材

- 系统扎实的射频知识体系
- 灵活简单的器件方案选型
- 成熟实用的案例分析设计
- 丰富新颖的教学配套资料

彭 丹 编著

WUXIAN SHEPIN SHIBIE JISHU JICHU

无线射频 识别(RFID)技术基础



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



配有课件



普通高校“十二五”规划教材

无线射频识别(RFID)技术基础

彭 力 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

无线射频标签识别技术(RFID)被誉为 21 世纪最有应用和市场前景的十大技术之一,是物联网技术中的核心和关键技术。本书从 RFID 技术的原理出发深入浅出地阐述电感耦合、电磁波、射频采样和编解码,进而介绍了天线、读卡器的原理,详细分析了 RFID 标准和体系结构。书中讨论了几种常用的射频技术在各种市民卡、社保卡、公交卡、身份证中的应用,也分析了常用的高频和超高频中的应用,讲述了应用时读卡器、应答器和天线的设计,并提供了软、硬件实现的方法,以及典型芯片的使用方法,为促进该技术快速进入生产、生活打下基础。

本书不仅可以作为普通高校(本科、高职)物联网工程专业教材或物联网技术培训教材,也可以为物联网工程师在进行项目方案设计和项目实施时提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

无线射频识别(RFID)技术基础 / 彭力编著. --北

京 : 北京航空航天大学出版社, 2012. 9

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0902 - 6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 183451 号

版权所有,侵权必究。

无线射频识别(RFID)技术基础

彭 力 编 著

责任编辑 刘亚军

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:6.25 字数:160 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0902 - 6 定价:14.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

序 言

物联网是新一代信息技术的重要组成部分,其英文名称是“The Internet of things”。顾名思义,物联网就是“物物相连的互联网”。这有两层意思:第一,物联网的核心和基础仍是互联网,它是在互联网基础上延伸和扩展的网络;第二,其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间,并可进行信息交换和通信。因此,物联网是通过无线射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连,进行信息交换和通信,以实现对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。所以,RFID技术构成了物联网的核心技术。

本书主要介绍RFID技术及其在工业、生活中的应用,以此让读者对RFID技术有一个更深刻的认识,并能够更好地应用RFID技术。

RFID技术的应用最早可以追溯到第二次世界大战时期——美军曾用于识别盟军的飞机。目前,RFID技术已应用于人们日常生活中的非接触式就餐卡、车辆防盗系统、道路自动收费系统、门禁系统、身份识别系统等。特别是随着近几年零售和物流行业信息化的不断深入,这些行业越来越依赖于应用信息技术来控制库存,改善供应链管理,降低成本,提高工作效率,这为RFID技术的应用和快速发展提供了极大的市场空间。

RFID被誉为21世纪最有应用和市场前景的十项技术之一。我们借助RFID这种编码的检测手段将自己的认识和需求自动地与计算机和网络联系起来,大大扩充了我们自身的能力并极大地提高了工作效率。但是,RFID是如何实现这种功能的,在我们的生产生活中究竟起到了哪些作用,其前景又将如何呢?本书主要介绍与RFID技术相关的原理与应用。全书共6章。第1章帮助读者初步了解RFID技术的基本概念;第2~3章介绍RFID的基础理论和标准;第4章是对数据传输过程中用到的编码技术进行了详细的阐述;第5章主要介绍了RFID技术的安全问题以及设计的技术;第6章讲述了RFID技术的应用案例、应用前景及面临的问题。

本书由江南大学物联网工程学院的彭力教授编,江南大学的吉训生副教授、吴治海博士、闻继伟博士、李稳高级工程师、冯伟工程师以及研究生韩潇、戴菲菲、高雪、张雅婷、肖秋云等和苏州大学文正学院的彭岩参加了编写工作。在此向他们表示感谢,同时感谢国家自然科学基金(60973095)、物联网应用技术教育部工程研究中心和江南节能感知研究院的资助。

彭 力

2012年7月于无锡

目 录

第 1 章 射频识别技术概论	1
1.1 RFID 技术及其特点	1
1.2 RFID 技术发展简史及现状	1
1.3 RFID 系统的基本组成	3
1.4 RFID 教学实验平台	6
习 题	7
第 2 章 RFID 系统的基本原理	8
2.1 基本工作原理	8
2.2 耦合方式	9
2.2.1 电感耦合方式	9
2.2.2 反向散射耦合方式	10
2.3 电感耦合方式的射频前端	11
2.3.1 读卡器的功能与分类	11
2.3.2 标签的功能与类别	12
2.4 天 线	14
2.4.1 天线的工作模式	14
2.4.2 天线基本参数	16
2.4.3 天线设计要求	17
2.5 谐振回路	18
2.6 电磁波的传播	19
2.6.1 电磁波的频谱	19
2.6.2 电磁波的自由空间传播	20
2.6.3 电波的多径传播和衰落	20
习 题	21
第 3 章 RFID 技术的标准协议	22
3.1 全球三大标准体系比较	22
3.2 全球 RFID 产业发展分析	26
3.3 不同频率的标签与标准	27
3.4 超高频 RFID 技术协议标准的发展与应用	29
习 题	32
第 4 章 射频采样、编码和调制	33
4.1 采 样	33
4.1.1 射频低通采样数字化结构	33
4.1.2 射频带通采样数字化结构	33
4.1.3 宽带中频带通采样数字化结构	34
4.1.4 信号采样理论	34

4.2 信道	35
4.2.1 无线信道	35
4.2.2 有线信道	36
4.3 编码、调制与多路复用	37
4.3.1 基带传输的常用码型	38
4.3.2 数字调制技术	39
4.3.3 多路复用技术	47
4.4 超高频 RFID 的工作原理	50
4.5 有源 RFID 标签	52
习 题	53
第 5 章 RFID 系统中的安全与隐私	54
5.1 概 述	54
5.2 目前主要面临的安全与隐私威胁	54
5.3 安全与隐私问题的解决方法	55
5.3.1 物理方法	55
5.3.2 逻辑方法	56
5.4 RFID 芯片的攻击技术分析及安全设计策略	58
5.4.1 RFID 芯片攻击技术	58
5.4.2 破坏性攻击及防范	59
5.4.3 非破坏性攻击及其防范	59
5.5 关于 RFID 系统安全方面的建议	59
习 题	60
第 6 章 RFID 技术应用	61
6.1 RFID 技术与小区人员、车辆管理系统	62
6.2 基于 RFID 技术的门禁系统设计	68
6.3 RFID 技术与图书馆	71
6.4 RFID 技术在仓库管理中的应用	78
6.5 RFID 技术在医药方面的应用	81
6.6 学校学生定位管理系统	83
6.6.1 系统需求	83
6.6.2 系统方案与实现	83
6.7 养老院老人看护系统	88
6.8 RFID 技术的发展趋势与面临的问题	91
6.8.1 发展趋势	91
6.8.2 面临的问题	91
6.8.3 RFID 技术的应用及展望	92
习 题	93
参考文献	94

第 1 章 射频识别技术概论

1.1 RFID 技术及其特点

射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术,简称电子标签、无线射频识别,是 20 世纪 90 年代开始兴起的一种自动识别技术。RFID 可通过无线电信号识别特定目标并获取相关的数据信息,即无需在识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触,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。RFID 的识别工作不需要人工干预,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。

1.2 RFID 技术发展简史及现状

在过去的半个多世纪里,RFID 技术的发展经历了以下几个阶段:

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 技术应用。

1981—1990 年,RFID 技术及产品进入商业应用阶段,多种应用开始出现,成本成为制约进一步发展的主要问题,国内开始关注这项技术。

1991—2000 年,大规模生产使得成本可以被市场接受,技术标准化问题和技术支撑体系的建立得到重视,大量厂商进入,RFID 产品逐渐走入人们的生活,国内研究机构开始跟踪和研究该技术。

2001—至今,RFID 技术得到进一步丰富和完善,产品种类更加丰富,无源电子标签、半有源电子标签和有源电子标签均得到发展,电子标签成本也不断降低,RFID 技术的应用领域不断扩大,RFID 与其他技术日益结合。

纵观 RFID 技术的发展历程,我们不难发现,随着市场需求的不断发展,人们对 RFID 技术认识水平的日益提升,RFID 技术必然会逐步进入我们的生活,而 RFID 技术及产品的不断开发也必将引发其应用扩展的新高潮,与此同时也必将带来 RFID 技术发展新的变革。

从全球范围来看,美国已经在 RFID 标准的建立、相关软硬件技术的开发与应用领域走在了世界的前列。欧洲 RFID 标准追随美国主导的 EPC global 标准。在封闭系统应用方面,欧洲与美国基本处在同一阶段。日本虽然已经提出 UID 标准,但主要得到的是本国厂商的支持,如要成为国际标准还有很长的路要走。在韩国,RFID 技术的重要性得到了加强,政府给

予了高度重视,但至今韩国在 RFID 标准上仍模糊不清。

美国的 TI、Intel 等集成电路厂商目前都在 RFID 领域投入巨资进行芯片开发。Symbol 等公司已经研发出同时可以阅读条形码和 RFID 的扫描器。IBM、Microsoft 和 HP 等公司也在积极开发相应的软件及系统来支持 RFID 技术的应用。目前,美国的交通、车辆管理、身份识别、生产线自动化控制、仓储管理及物资跟踪等领域已经开始逐步应用 RFID 技术。在物流方面,美国已有 100 多家企业承诺支持 RFID 技术应用。另外,值得注意的是,美国政府是 RFID 技术应用的积极推动者。

欧洲的 Philips、STMicroelectronics 公司在积极开发廉价的 RFID 芯片;Checkpoint 公司在开发支持多系统的 RFID 识别系统;诺基亚公司在开发能够基于 RFID 技术的移动电话购物系统;SAP 公司则在积极开发支持 RFID 的企业应用管理软件。在应用方面,欧洲在诸如交通、身份识别、生产线自动化控制、物资跟踪等封闭系统与美国基本处在同一阶段。目前,欧洲许多大型企业都纷纷进行 RFID 技术的应用实验。

日本是一个制造业强国,在 RFID 研究领域起步较早,政府也将 RFID 作为一项关键的技术来发展。2004 年 7 月,日本经济产业省 METI 选择了七大产业做 RFID 技术的应用试验,包括消费电子、书籍、服装、音乐 CD、建筑机械、制药和物流。从近来日本 RFID 领域的动态来看,与行业应用相结合的基于 RFID 技术的产品和解决方案开始集中出现,这为 2005 年 RFID 技术在日本的应用推广,特别是在物流等非制造领域的应用推广,奠定了坚实的基础。

韩国主要通过国家的发展计划,再联合企业的力量来推动 RFID 技术的发展,即主要是由产业资源部和情报通信部来推动 RFID 技术的发展计划。特别值得注意的是,自 2004 年 3 月韩国提出 IT839 计划以来,RFID 技术的重要性得到了进一步加强。虽然目前韩国在 RFID 技术的开发和应用领域乏善可陈,但值得引起关注的是,在韩国政府的高度重视下,韩国关于 RFID 的技术开发和应用试验正在加速展开。

中国人口众多,经济规模不断扩大,已经成为全球制造中心,RFID 技术有着广阔的应用市场。近年来,中国已初步开展了 RFID 相关技术的研发及产业化工作,并在部分领域开始应用。中国已经将 RFID 技术应用于铁路车号识别、身份证和票证管理、动物标识、特种设备与危险品管理、公共交通以及生产过程管理等多个领域,但规模化的实际应用项目还很少。目前,我国 RFID 应用以低频和高频标签产品为主,如城市交通一卡通和中国第二代身份证等项目。我国超高频标签产品的应用刚刚兴起,还未开始规模生产,产业链尚未形成。我国第二代身份证从 2005 年开始已经进入全面换发阶段,现已基本完成全国 16 岁以上人口的换发工作,全国换发总量将达到 10 亿。

2004 年 12 月 16 日,非盈利性标准化组织——EPC global 批准了向 EPC global 成员和签订了 EPC global IP 协议的单位免收专利费的空中接口新标准——EPC Gen 2。这一标准是 RFID 技术、互联网和产品电子代码(EPC)组成的 EPC global 网络的基础。

EPC Gen 2 的获批对于 RFID 技术的应用和推广具有非常重要的意义,它为在供应链应用中使用的 UHF RFID 提供了全球统一的标准,给物流行业带来了革命性的变革,推动了供应链管理 and 物流管理向智能化方向发展。

自 2004 年起,全球范围内掀起了一场 RFID 的热潮,包括沃尔玛、保洁、波音公司在内的商业巨头无不积极推动 RFID 技术在制造、零售、交通等行业的应用。RFID 技术及应用正处于迅速上升的时期,被业界公认为是本世纪最有潜力的技术之一,它的发展和应用推广将是自

动识别行业的一场技术革命。当前,RFID技术的应用和发展还面临一些关键问题与挑战,主要包括标签成本、标准制定、公共服务体系、产业链形成以及技术和安全等问题。

1.3 RFID系统的基本组成

RFID系统的组成一般包括三部分:标签、读卡器(含天线)和应用软件系统(见图1-1)。

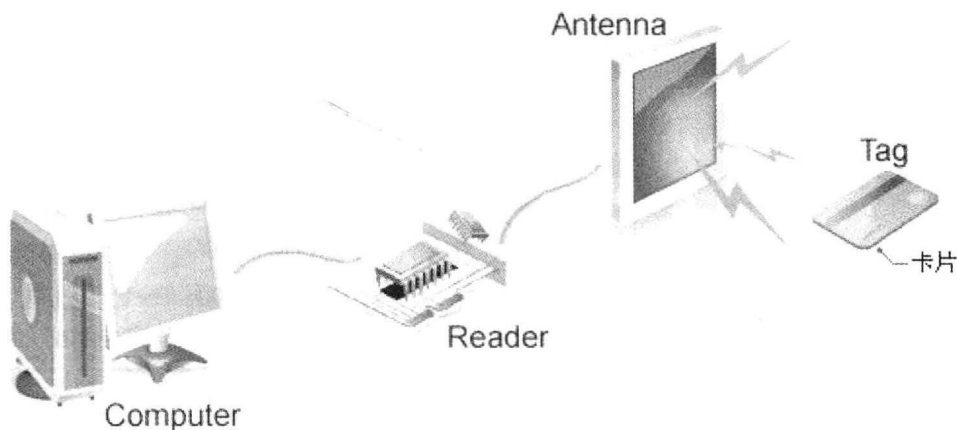


图1-1 RFID系统组成与工作示意图

1. 标 签

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,也称应答器、卡片等。RFID标签通常由三部分组成:读写电路、硅芯片以及相关的天线。它能够接收并发送信号,一般被做成低功率的集成电路,与外部的电磁波或电磁感应相互作用,产生RFID标签工作时所需的功率并进行数据传输。

标签根据供电方式分为有源RFID标签、无源RFID标签和半有源半无源RFID标签;根据工作方式分为主动标签(Active Tags)和被动标签(Passive Tags);根据工作频率分为低频(LF, 30~300 kHz)、中高频(HF, 3~30 MHz)和超高频(UHF, 300 MHz~5.8 GHz)标签。

RFID标签可以做成动物跟踪标签,嵌入在动物的皮肤下,直径比铅笔芯还小,长度只有0.5in(英寸,1in=0.0254 m);RFID标签也可以做成卡的形状,还有许多商店在售卖的商品上附有硬塑料RFID标签用于防盗。除此以外,5in×4in×2in的长方形RFID标签可用于跟踪联运集装箱或重型机器、跟踪卡车车辆等。读出器可以是手持的,也可以是固定的,它发射出的无线电波在1in~100ft(英尺,1ft=0.3048 m)甚至更远的范围内都有效,这主要取决于其功率与所用的无线电频率。图1-2所示为不同的RFID标签及封装。

2. 读卡器

读卡器(Reader)是读取(有时还可以写入)标签信息的设备,可设计为手持式也称阅读器、读写器(取决于电子标签是否可以无线改写数据,可写时称为读写器)或读头等,还有人称为读出装置、扫描器、通信器。读卡器含天线,通过天线与RFID标签进行无线通信,可以实现对标

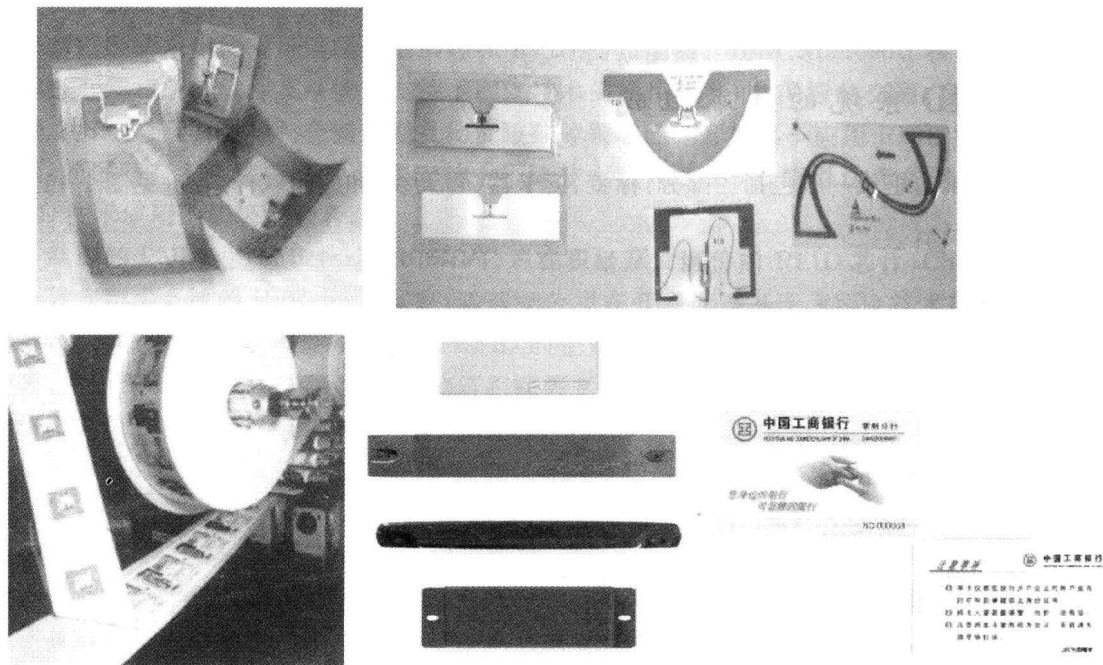


图 1-2 不同的 RFID 标签及封装

签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的 RFID 读卡器包含有 RFID 模块(发送器和接收器)、控制单元以及读卡器天线。读卡器可设计为手持式或固定式。一旦 RFID 标签上的芯片被激活,就会进行需要的读出、写入数据操作,读出器可把通过天线得到的标签芯片中的数据,经过译码送往主计算机处理。

天线(Antenna)是标签与读卡器收发报机之间的管道,通过天线来控制系统信号的获得与交换。天线的形状和大小有多种多样。例如,可以装在门框上,接收从该门通过的人或物品的相关数据,还可安装在适当地点监控道路上的交通情况等。图 1-3 所示为读卡器及天线。

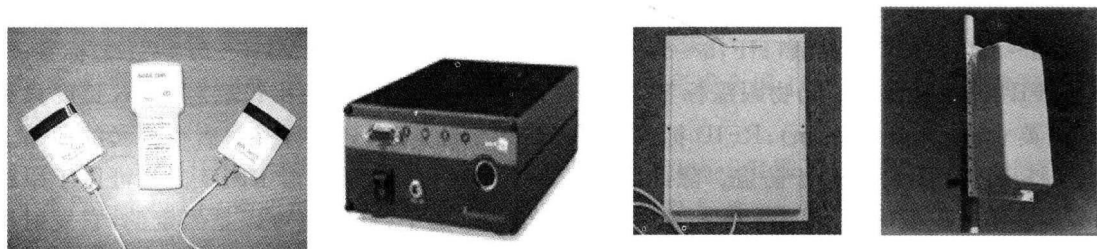


图 1-3 读卡器及天线

在 RFID 应用系统中,读卡器实现对标签数据的无接触收集后,收集的数据需送至后台(上位机)处理,这就形成了标签读写设备与应用系统程序之间的接口——API(Application Program Interface,应用程序接口)。一般情况下,要求读卡器能够接收来自应用系统的命令,并且根据应用系统的命令或约定的协议作出相应的响应(回送收集到的标签数据等)。

读卡器本身从电路实现角度来说,又可划分为射频模块(射频通道)和基带模块两大部分。

射频模块实现的任务主要有两项:第一项是实现将读卡器欲发往 RFID 标签的命令调制(装载)到射频信号(也称为读卡器/标签的射频工作频率)上,经由发射天线发送出去。发送出去的射频信号(可能包含有传向标签的命令信息)经过空间传送(照射)到标签上,标签对照射在其上的射频信号作出响应,形成返回读卡器天线的反射回波信号;第二项是实现将标签返回到读卡器的回波信号进行必要的加工处理,并从中解调(卸载)提取出标签回送的数据。

基带模块实现的任务也包含两项:第一项是将读卡器智能单元(通常为计算机单元 CPU 或 MPU)发出的命令加工(编码)实现为便于调制(装载)到射频信号上的编码调制信号;第二项是实现对经过射频模块解调处理的标签回送数据信号进行必要的处理(包含解码),并将处理后的结果送入读卡器智能单元。

一般情况下,读卡器的智能单元也划归基带模块部分。智能单元从原理上来说,是读卡器的控制核心;从实现角度来说,通常采用嵌入式 MPU,并通过编制相应的 MPU 控制程序对收发信号实现智能处理以及与后续应用程序之间的接口。

射频模块与基带模块的接口为调制(装载)/解调(卸载)。在系统实现中,射频模块通常包括调制/解调部分,并且也包括解调之后对回波小信号的必要加工处理(如放大、整形)等。射频模块的收发分离是采用单天线系统时射频模块必须处理好的一个关键问题。

图 1-4 所示为读卡器电路原理图。

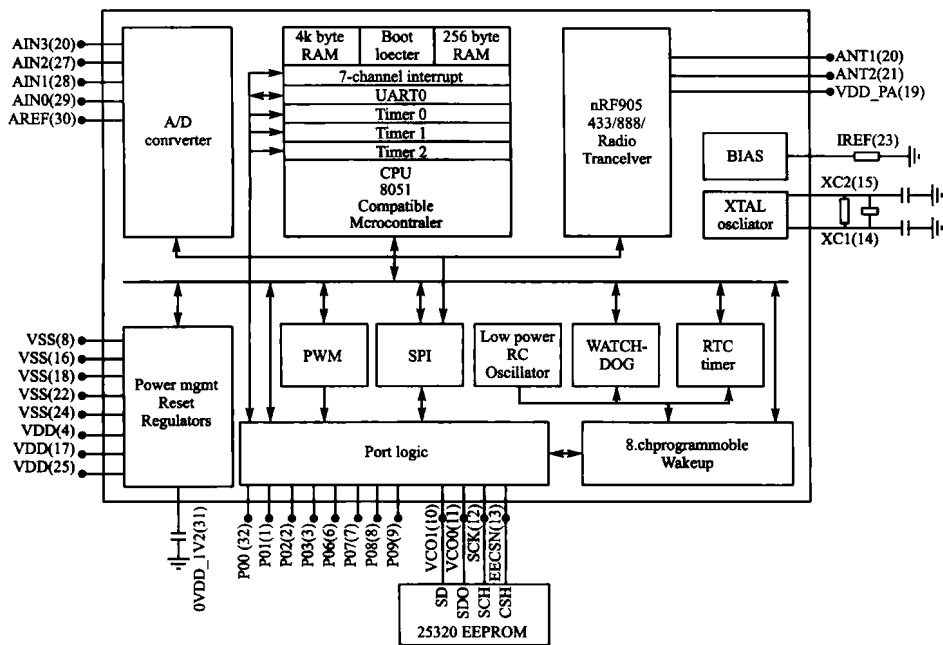


图 1-4 读卡器电路原理图

RFID 系统应用中根据读卡器读写区域中允许出现的单个标签或多个标签的不同,将 RFID 系统称为单标签识别系统(或简称为射频识别系统)和多标签识别系统。在读卡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,读卡器处于主动状态,即读卡器先讲方式。读卡器通过发出一系列的隔离指令,使得读出范围内的多个标签逐一或逐批地被隔离(令其睡眠)出去,最后保留一个处于活动状态的标签与读卡器建立

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),进一步由读卡器对被隔离(睡眠)的标签发出唤醒命令唤醒一批(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,读卡器可读出阅读区域内的多个标签信息,也可以实现对多个标签分别写入指定的数据。

3. 应用软件系统

RFID 系统的应用软件系统是在上位监控计算机中运行的包括数据库在内的管理软件系统,用于各种物品属性管理、目标定位和跟踪,具有良好的人机操作界面。

图 1-5 所示为 RFID 应用软件系统及其工作示意图。

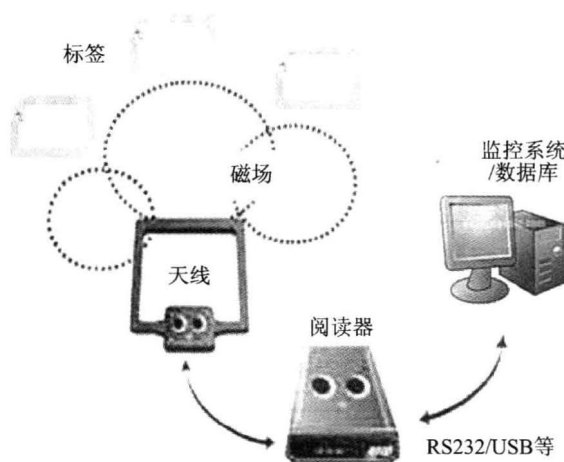


图 1-5 RFID 应用软件系统组成及其工作示意图

1.4 RFID 教学实验平台

针对当前 RFID 技术高速发展的需要,面对 RFID 技术的研究及其现有的 RFID 实验设备的需求,RFID 教学实验平台也雨后春笋般地被研制出来,这为学生理解 RFID 技术的原理,掌握物联网相关应用技术提供了很好的条件和环境。

一般 RFID 实验系统集成了四个频段的 RFID 技术(见图 1-6),实现了读卡器前端数据采集功能,将数据传送到上位机显示,同时也可以通过上位机直接对相关 RFID 模块进行控制以及对 RFID 协议进行更深一步的剖析。

(1) 125 kHz 频段

在上位机上显示读卡的时间和次数。

(2) 13.56 MHz 频段

支持 ISO/IEC 15693 协议、ISO 14443A 以及 ISO 14443B 协议的标准卡片,通过上位机软件可以识别不同协议的卡片,读写卡片信息。

(3) 900 MHz 频段

支持 EPC C1 GEN2/ISO 18000-6C 协议,通过上位机可以单步或循环读卡,读取模块的

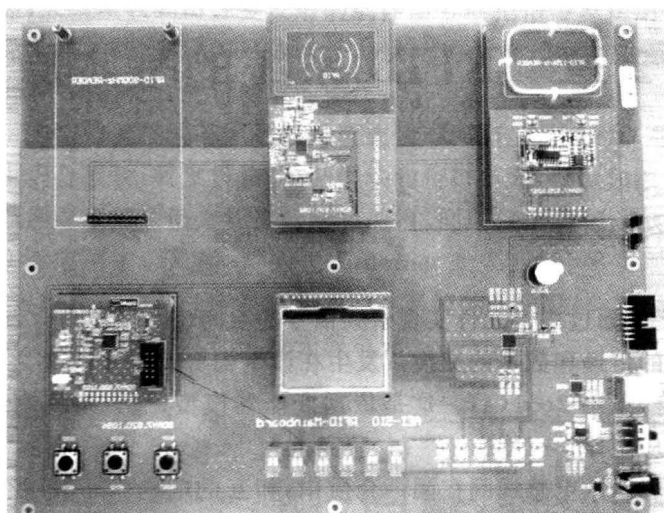


图 1-6 RFID 教学实验平台

输出功率等信息,可以对卡片进行写入、读取数据,锁定存储区等操作。

(4) 2.4 GHz 频段

通过上位机实时显示网络连接拓扑图,读取温度、湿度、加速度、光敏传感器的数据;数据库实现存储、读取、清空功能,可查询历史数据;反向控制,可以选择结点并进行控制。

习 题

1. 什么是射频识别技术?
2. 简述 RFID 系统的特点和结构。
3. 简述 RFID 技术的发展历史。
4. 举出几个射频识别技术在生活中的应用。

第 2 章 RFID 系统的基本原理

2.1 基本工作原理

标签与读卡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,实现能量的传递和数据的交换。发生在读卡器和高频段标签之间的射频信号的耦合主要采用电感耦合,见图 2-1(a)。这是依据变压器模型,通过空间高频交变磁场实现耦合,依据的是电磁感应定律。

电感耦合的原理是:两电感线圈在同一介质中,相互的电磁场通过该介质传导到对方,形成耦合。最常见的电感耦合就如变压器,即将一个波动的电流或电压在一个线圈(称为一次绕组)内产上磁场,在同一个磁场中的另外一组或几组线圈(称为二次绕组)上就会产生相应比例的磁场(与一次绕组和二次绕组的匝数有关)。变压器就是电感线圈耦合的经典杰作。电感耦合方式一般适合于高、低频工作的近距离 RFID 系统。典型的工作频率有 125 kHz、225 kHz 和 13.56 MHz。识别作用距离小于 1 m,典型作用距离为 10~20 cm。

射频标签与读卡器之间的耦合通过天线完成,这里的天线通常可以理解为电波传播的天线,有时也指电感耦合的天线。

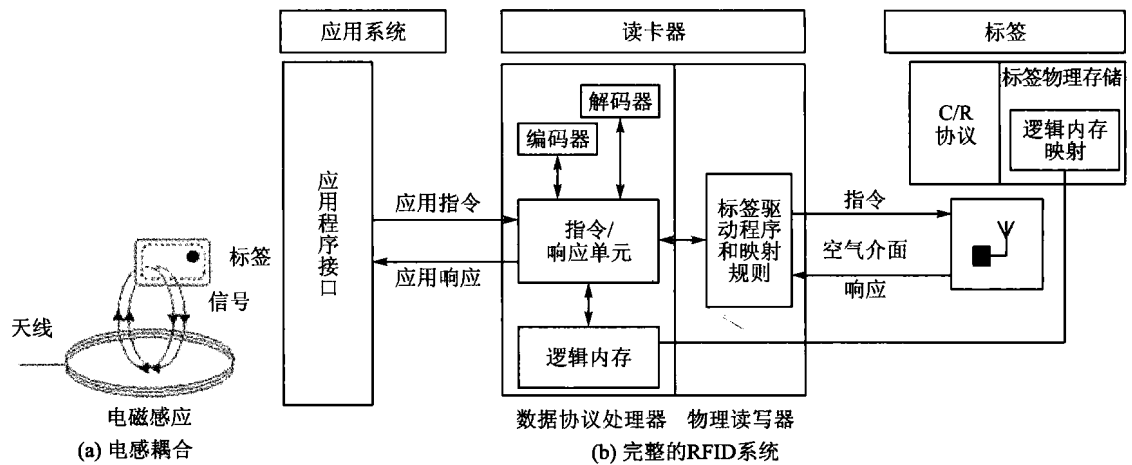


图 2-1 RFID 系统

如前所述,一套完整的 RFID 系统如图 2-1(b)由读卡器与标签,也就是所谓的应答器(Transponder)及应用软件系统三部分组成。其工作原理是读卡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将内部的数据送出,此时读卡器便依序接收解读数据,送给应用程序做相应的处理。

RFID 技术的基本工作原理并不复杂。首先,读卡器通过天线发送某种频率的射频信号,标签产生引导电流,当引导电流到达天线工作区的时候,标签被激活;之后,标签通过内部天线

发送自己的代码信包;天线接收到由标签发射的载体信号后把信号发送给读卡器,读卡器对信号进行调整并进行译码,将调整和译码后的信号发送给主系统;然后,主系统通过逻辑操作判断信号的高低,再根据不同的设置进行相应的操作。

读卡器根据使用的结构和技术不同可以是读或读/写装置,是 RFID 系统信息控制和处理中心。读卡器通常由耦合模块、收发模块、控制模块和接口单元组成,如图 2-2 所示。读卡器和应答器之间一般采用半双工通信方式进行信息交换,同时读卡器通过耦合给无源应答器提供能量和时序。在实际应用中,可进一步通过 Ethernet 或 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。应答器是 RFID 系统的信息载体。目前,读卡器大多是由耦合原件(线圈、微带天线等)和微芯片组成无源单元。

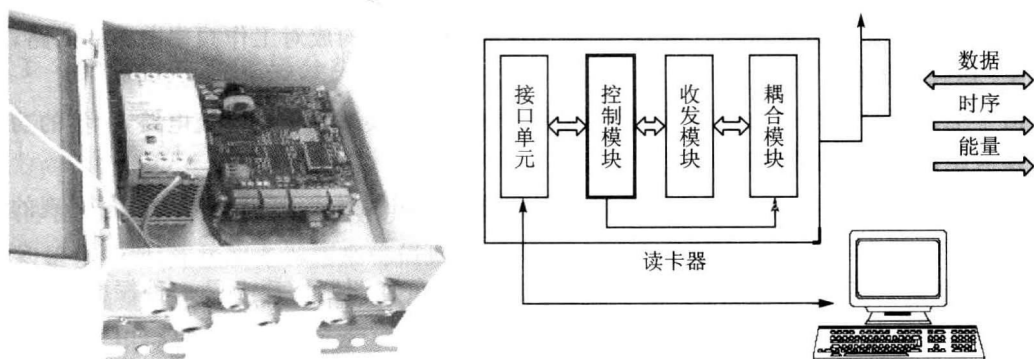


图 2-2 读卡器及其原理图

2.2 耦合方式

RFID 操作中的一个关键技术是通过天线进行耦合,实现数据的传输转换。以 RFID 卡片读卡器及标签之间的通信及能量感应方式来看,其耦合方式大致上可以分为电感耦合(Inductive Coupling)和后向散射耦合(Backscatter Coupling)两种。一般低频段的 RFID 大都采用第一种方式,而较高频段的大多采用第二种方式。

2.2.1 电感耦合方式

电感耦合方式也叫做近场工作方式。电感耦合方式的电路结构如图 2-3 所示。电感耦合方式的射频频率 f_c 为 13.56 MHz 和小于 135 kHz 的频段。标签与读卡器之间的工作距离一般在 1 m 以下,典型作用距离为 10~20 cm。

电感耦合方式的标签几乎都是无源的,其能量是从读卡器所发送的颠簸中获取的。由于读卡器产生的磁场强度受到电磁兼容性能有关标准的限制,所以系统的工作距离较近。在图 2-3 所示的读卡器中, V_s 是射频源, L_1 、 C_1 构成谐振回路, R_s 是射频源的内阻, R_1 是电感线圈 L_1 损耗电阻。 V_s 在 L_1 上产生高频电流 i , 在谐振时电流 i 最大。高频电流 i 产生的磁场穿过线圈, 并有部分磁力线穿过距读卡器电感线圈 L_1 一定距离的标签电感线圈 L_2 。由于所用工作频率范围内的波长比读卡器与标签之间的距离大得多, 所以两线圈间的电磁场可以做简单的交变磁场。

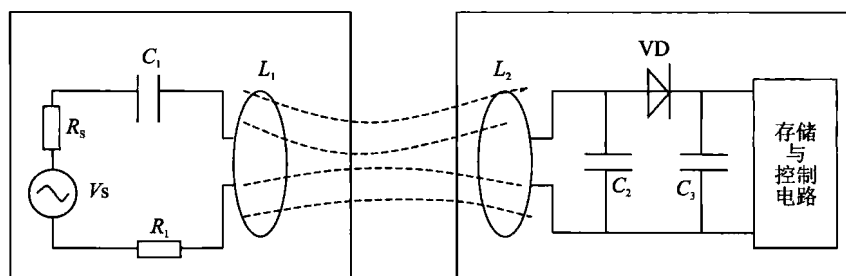


图 2-3 电感耦合方式的电路结构图

穿过电感线圈 L_2 的磁力线通过电磁感应,在 L_2 上产生电压 V_2 ,将其整流以后就可以产生标签工作所需要的直流电压。电容 C_2 的选择应使 L_2 、 C_2 构成对工作频率谐振的回路,以使电压 V_2 达到最大值。

由于电感耦合系统的效率不高,所以这种工作方式主要适用于小电流电路,标签的功耗大小对读写距离有很大的影响。

一般,读卡器向标签的数据传输可以采用多种数字调制方式,通常是较为容易实现的幅移键控(ASK)调制方式。

标签向读卡器的数据传输采用负载调制的方法。负载调制实质上是一种振幅调制,也称调幅(AM)。

2.2.2 反向散射耦合方式

反向散射耦合方式也叫做远场工作方式。

电磁反向散射耦合根据雷达原理模型,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。

由于目标的反射性能随着频率的升高而增强,所以 RFID 反向散射耦合方式采用超高频(UHF)和特高频(SHF),标签和读卡器的距离大于 1 m,典型工作距离为 3~10 m。

RFID 反射散射耦合方式的原理框图如图 2-4 所示。

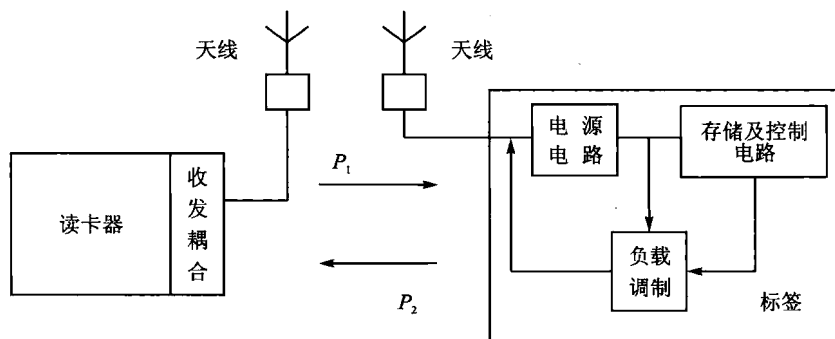


图 2-4 RFID 反射散射耦合方式的原理框图

(1) 标签的能量供给

无源标签的能量由读卡器提供,读卡器天线发射的功率 P_1 经自由空间传播后到达标签,设到达功率为 P'_1 ,则 P'_1 中被吸收的功率经标签中的整流电路后形成标签的能量供给。

(2) 读卡器到标签的数据传输

读卡器到标签的命令及数据传输应根据 RFID 相关的标准来进行编码和调制。

(3) 标签到读卡器的数据传输

反射功率 P_2 经自由空间传播到读卡器,被读卡器天线接收。接收信号经收发耦合器电路传输至读卡器的接收端,经电路处理后获得相关有用信息。

电感耦合方式一般适合于中、低频段工作的近距离 RFID 系统。电磁反向散射耦合方式一般适合于高频、微波频段工作的远距离 RFID 系统。

2.3 电感耦合方式的射频前端

2.3.1 读卡器的功能与分类

1. 读卡器的功能

RFID 读卡器具有发送和接收功能,用来与标签和分离的单个物品进行通信;对接收信息进行初始化处理;连接服务器用来将信息传送到主机的数据交换与管理系统。其具体应用于 RFID 不同频道的读写、Wi-Fi/GPRS/蓝牙无线数据传输、GPS 定位、摄像头摄像、支持条形码扫描、指纹识别等。

2. 读卡器的分类

RFID 读卡器的分类有以下几种。

(1) 按照工作频率分

① 低频读卡器。C5000W-L 低频 RFID 读卡器支持 125~134.2 kHz 频段的 RFID 读写。

② 高频读卡器。C5000W-A/C5000W-I 高频 RFID 读卡器支持 13.56 MHz 频段的 RFID 读写。

③ 超高频读卡器。C5000U 超高频 RFID 读卡器支持超高频段的 RFID 读写。

④ 双频读卡器。C5000W-AI 双频 RFID 读卡器支持 ISO 14443/ISO 15693 双协议的 RFID 读写。

(2) 按照结构和制造方式分

① 小型读卡器。小型读卡器的天线尺寸比较小,其主要特征是通信距离短,因此适合用在零售店等不能设置较大天线的场所用于读取商品标签的地方。

② 手持式读卡器。手持式读卡器是由操作人员手工读取标签信息的设备。手持式读卡器可在内部文件系统中记录所读取的标签信息,并在读取标签信息的同时通过无线局域网等手段将接收到的信息发送给主机。手持式读卡器的内部常装有用于发射射频信号的电池。为了延长使用寿命,此类设备输出功率比较低,通信距离也比较短。

③ 平板式读卡器。由于平板式读卡器的天线大于小型读卡器的天线,因此通信距离相对较远。其多用于运货托盘管理、工程管理等常需要自动读取标签信息的场合。

④ 隧道式读卡器。一般情况下,当标签与读卡器成 90°时读写困难,隧道式读卡器在内壁