

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2013.04.029

基于物联网的 RFID 电子标签研究进展^{*}

黄玉兰^{**}

(西安邮电大学 电子工程学院,西安 710121)

摘 要:概述了国际上射频识别标准组织的发展过程,总结了电子标签的关键技术和发展前景,提出了基于物联网的射频识别(RFID)电子标签实施策略。目前信息技术已经从人与人的通信,逐步扩展到人与物、物与物的通信,国际上对物品的自动识别技术发展很快,RFID 电子标签扮演了重要角色。电子标签是实现物联网的基石,可以实现对物品的透明化追踪,但也带来了数据碰撞、保密性差等问题,通过采用防冲突机制和加密技术等,可以有效解决这些问题。利用 RFID 电子标签实现物品识别具有十分重要的意义,可以极大推动物联网的发展,使信息技术发生根本性变革。

关键词:物联网;RFID;电子标签;防冲突机制;加密技术

中图分类号:TN911;TP393 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-893X(2013)04-0522-08

Research Progress of RFID Tag Based on Internet of Things

HUANG Yu-lan

(School of Electronic Engineering, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an 710121, China)

Abstract: The development process of international RFID(Radio Frequency Identification) standards organizations is overviewed, the key technology and development prospects of the tag are summarized, the implementation strategy of RFID tag based on Internet of Things(IOT) is presented. At present, information technology has developed from human communication toward object communication, automatic recognition technology has developed rapidly, and RFID tag has played an important role. Tag is the cornerstone of Internet of Things, and tag can be achieved on the items of the transparent tracing, but there are also data collision and poor confidentiality. Through the use of anti-collision mechanism and encryption, these problems can be effectively solved. Using RFID tag to realize object identification has very important significance, which can greatly promote the development of Internet of Things, and make information technology change fundamentally.

Key words: Internet of Things(IOT); RFID; electronic tag; anti-collision mechanism; encryption technology

1 引 言

物联网是技术发展与应用需求达到一定阶段的必然结果,已经成为信息技术发展的新趋势^[1-2]。物联网突破了互联网人与人通信的限制,通信能力扩展到人与物、物与物,通过计算进程与物理进程的实时交互,使网络延伸到物体之上,可以实现对物理

系统的实时跟踪。在物联网中,射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)的电子标签是实现物联网的关键技术,能快速、实时、准确地完成物体信息的采集和传输,从而给物体赋予智能,最终构成联通万事万物的物联网。

RFID 电子标签在 20 世纪 40 年代产生,最初单纯用于军事领域,从 20 世纪 90 年代开始,在企业内

^{*} 收稿日期:2012-11-28;修回日期:2013-03-14 Received date:2012-11-28;Revised date:2013-03-14
基金项目:陕西省教育厅专项科研计划基金资助项目(11JK1022);西安邮电大学基金资助项目(KJA201103)
Foundation Item: The Research Project of Department of Education of Shaanxi Province(11JK1022);The Research Project of Xi'an University of Posts and Telecommunications(KJA201103)
^{**} 通讯作者:huangyulan10@sina.com **Corresponding author:** huangyulan10@sina.com

部等闭环内逐步推广使用。1999 年,美国麻省理工学院提出了 EPC 系统,EPC 系统利用 RFID 追踪、管理物品,用电子标签实现对全球任何物理对象的唯一有效标识。EPC 系统是物联网概念的最初来源,物联网最初的基本思想是为每个物品提供一个电子标签,通过电子标签对物理对象进行标识,并将 RFID 电子标签与互联网连接起来,目标是构建全球的、开放的、物品标识的物联网。

物联网概念的提出,使 RFID 电子标签产生了突飞猛进的发展^[3-4]。2004 年,EPC 系统推出全球标准,第一代的 EPC 电子标签标准 EPC Gen1 完成,并在部分应用中进行了测试;2005 年,EPC 系统发布了电子标签的 EPC Gen2 标准,Gen2 标准在实际中得到应用。2009 年,欧盟提出《物联网——欧洲行动计划》,列举了 14 项行动,其中重点提到了 RFID 技术。美国 Forrester 预测,到 2020 年,世界上“物物互联”的业务,跟“人与人通信”的业务相比,将达到 30 比 1。欧洲 EPOSS 预测,物联网的发展将经历 4 个阶段,2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域,2010~2015 年物体互联,2015~2020 年物体进入半智能化,2020 年之后物体进入全智能化。在物联网中,RFID 电子标签发展前景巨大,对经济和社会的影响是不言而喻,通过电子标签将物品纳入到物联网的范畴,广泛、透彻、精准地实现与物品的通信,将是我们今后重要的研究内容。

2 国际上 RFID 电子标签的发展

RFID 电子标签涵盖众多技术,面向多领域应用。为防止技术壁垒,促进技术的合作和通用性,通过标准对 RFID 电子标签的技术和应用进行规范,已经得到广泛认同。RFID 电子标签目前还没有形成统一的标准,全球有多个射频识别标准化组织,制订了多个 RFID 电子标签标准化体系,其中最重要的为 ISO/IEC、EPCglobal 和 UID。RFID 标准化组织主导着电子标签的发展趋势,RFID 电子标签标准之争实质上就是物品信息控制权之争,关系着国家安全、战略实施和产业发展的根本利益,也促进了 RFID 电子标签技术的快速发展。

2.1 ISO/IEC 电子标签标准的发展^[5-6]

ISO/IEC 是最早制定 RFID 电子标签国际标准的组织,也是 RFID 电子标签国际标准的主要制定机构,目前大部分 RFID 电子标签标准是由 ISO/IEC

下属的技术委员会(TC)或分委员会(SC)制定的。ISO/IEC 制定和发布的 RFID 电子标签标准得到了各国的广泛支持,已经成为直接影响电子标签技术发展方向的重要国际标准。ISO/IEC 技术标准规定了 RFID 电子标签的技术特征、技术参数和技术规范,标准主要包括 ISO/IEC 14443、ISO/IEC 15693 和 ISO/IEC 18000 等。

ISO/IEC 14443 是近耦合、非接触、集成电路卡标准,最大的识读距离一般不超过 10 cm,是 ISO/IEC 早期制定的 RFID 电子标签标准,技术发展较早,相关标准也较为成熟。ISO/IEC 14443 标准采用 13.56 MHz 频率,根据信号发送和接收方式的不同,ISO/IEC 14443-3 定义了 TYPE A 和 TYPE B 两种卡型,各地的公交卡、校园卡主要基于 ISO/IEC 14443-A 标准,中国第二代居民身份证基于 ISO/IEC 14443-B 标准。

ISO/IEC 15693 是疏耦合、非接触、集成电路卡标准,最大的识读距离一般不超过 1 m,也是 ISO/IEC 早期制定的 RFID 电子标签标准,技术发展较早,相关标准也较为成熟。ISO/IEC 15693 使用的频率为 13.56 MHz,设计简单让生产的成本比 ISO/IEC 14443 低,ISO/IEC 15693 标准可以应用于进出门禁控制和出勤考核等。

ISO/IEC 18000 是备受关注的 RFID 电子标签标准。由于不同频段 RFID 电子标签在识读速度、识读距离和适用环境等方面存在较大差异,单一频段的标准不能满足各种应用的需求,ISO/IEC 18000 制定了多种频段的空中接口协议,涵盖了 125~134 kHz、13.56 MHz、433.92 MHz、860~960 MHz、2.45 GHz 等频段内的空中接口通信参数,识读距离由几厘米到几十米,是基于物品管理的 RFID 电子标签标准。ISO/IEC 18000-1 规范了空中接口通信协议的基本内容,包括通信参数和知识产权基本规则等,该内容适合各个频段,这样每一个频段对应的标准不需要对相同内容进行重复规定。ISO/IEC 18000-2 适用于 125~134 kHz,规定了电子标签和读写器之间通信的物理接口,规定了协议和指令以及多标签通信的防碰撞方法。ISO/IEC 18000-3 适用于 13.56 MHz,规定了电子标签与读写器之间的物理接口、协议、命令以及防碰撞方法,其中关于防碰撞协议可以分为两种模式:模式 1 分为基本型与两种扩展型协议;模式 2 采用 FTDMA 协议,共有 8 个信道,适用于标签数量较多的情形。ISO/IEC 18000

-7 适用于 433.92 MHz,属于有源电子标签标准,识读范围大,适用于大型固定资产的跟踪。ISO/IEC 18000-6 适用于 860~960 MHz,包含 Type A、Type B 和 Type C 3 种无源标签的接口协议,通信距离最远可以达到 10 m,其中 Type C 是由 EPCglobal 起草的,并于 2006 年 7 月获得批准,它在识别速度、读写速度、数据容量、防碰撞、信息安全、频段适应能力和抗干扰等方面有较大提高。ISO/IEC 18000-4 适用于微波 2.45 GHz,该标准包括两种模式:模式 1 是无源电子标签,工作方式读写器先讲;模式 2 是有源电子标签,工作方式为电子标签先讲。

ISO/IEC 早期制定的 RFID 电子标签标准只是在行业或企业内部使用,并没有构筑物联网的背景。随着物联网概念的提出,两个后起之秀 EPCglobal 和 UID 相继提出了物联网 RFID 电子标签标准,于是 ISO/IEC 又制定了新的 RFID 电子标签标准。由于 ISO/IEC 历史悠久,有着天然的公信力,EPCglobal 和 UID 也希望将自己的 RFID 电子标签标准纳入到 ISO/IEC 标准体系,目前 EPCglobal 专注于 860~960 MHz 频段,UID 专注于 2.45 GHz 和 13.56 MHz 频段,而 ISO/IEC 在 RFID 电子标签的每个频段都发布了标准。

2.2 EPCglobal 电子标签标准的发展^[7-9]

物联网起源于 EPC 系统。2003 年 11 月,EAN 和 UCC 联合收购 EPC,正式成立了 EPCglobal。EPCglobal 在美国(麻省理工学院)、英国、日本、韩国、中国、澳大利亚和瑞士建立了 7 个 Auto-ID 实验室,负责 EPC 技术的后续研究。EPCglobal 得到了沃尔玛、可口可乐、宝洁和 Tesco 等 100 多个国际大公司的支持,中国物品编码中心(ANCC)也积极参与到 EPC 的标准推广工作中来。EPCglobal 要为全球每个物品建立开放的标识标准,以 EPC 技术构建“物联网”,通过 EPCglobal 网络提高全球物品贸易单元信息的透明度与可视性,建立全球物品自动即时识别和信息共享的网络平台。

2004 年,EPCglobal 完成了第一代电子产品编码技术的全球标准,并在部分应用中完成了测试。2005 年,全球零售巨头沃尔玛将 EPC 技术搬出实验室,EPC 技术在商业上得到了实际应用。2005 年,EPCglobal 发布了电子标签的 EPC Gen2 标准。2006 年,沃尔玛要求供应商采用 EPC Gen2 标签。2007 年,EPCglobal 批准了网络信息服务的 EPCIS 规范,

EPC 系统作为全球物联网的标准日趋成熟。

EPC 电子标签有 Gen 和 Class 两个不同的概念,EPC 标签的 Gen 是指主要版本号,EPC 标签的 Class 描述的是标签的基本功能。EPC Gen1 标准是 EPC 射频识别技术的基础,主要是为了测试 EPC 技术的可行性;EPC Gen2 标准主要是为使这项技术与实践结合,满足现实的需求。为了降低成本,EPC 标签通常是被动式电子标签,根据功能级别的不同,EPC 标签可以分为 Class 0、Class 1、Class 2、Class 3 和 Class 4 共 5 类。例如,EPC Class1 Gen2 标签指的是 EPC 第 2 代 Class1 类别的标签,这是目前使用最多的 EPC 电子标签。

EPC 原来有 4 个不同的电子标签制造标准,分别为英国大不列颠科技集团(BTG)的 ISO/IEC 18000 6A 标准、美国 Intermec 科技公司(Intermec Technologies Corp.)的 ISO/IEC 18000 6B 标准、美国 Matrics 公司(现在已经被美国讯宝科技公司以 2.3 亿美元收购)的 Class 0 标准和 Alien Technology 公司的 Class 1 标准。上述每家公司都拥有自己电子标签产品的知识产权和技术专利,EPC Gen2 标准是在整合上述 4 个标签标准的前提下产生的,同时 EPC Gen2 标准扩展了上述 4 个标签标准。EPC Gen2 是指符合“EPC Radio Frequency Identity Protocols/Class 1 Generation2 UHF/RFID/Protocol for Communications at 860~960 MHz”规范的标签,详细规范了第 2 代 EPC 标签与读写器之间的通信,其中空中接口协议综合了 ISO/IEC 18000 6A 和 ISO/IEC 18000 6B 的特点和长处,并进行了一系列的修正和扩充,在物理层数据编码、调制方式和防碰撞算法等关键技术方面进行了改进,并促使 ISO/IEC 18000 6C 标准在 2006 年 7 月发布。

EPC Gen2 标签主要面向托盘级别的应用,不能用于识别单个物品。首先是因为标签面积较大(主要是标签的天线尺寸大),大致超过了 12.9 cm²;另外就是因为 Gen2 标签相互干扰。将来 EPC Gen3 标准可以实现单品的识别与追踪,解决 EPC Gen2 技术所无法解决的问题,这也是 EPCglobal 电子标签的发展方向。

2.3 UID 电子标签标准的发展

UID 是日本的射频识别标准组织,在日本产经省、总务省及各大企业的支持下,UID 于 2002 年 12 月成立。UID 主要由日系厂商组成,如 NEC、日立、

索尼、三菱、夏普、富士通和东芝等,还有少数其他国家的厂商,如微软、三星和 LG 等。

日本的电子标签与欧美相比,在使用的无线频段、信息位数和应用领域等有许多不同点。日本的电子标签主要采用2.45 GHz和13.56 MHz频段;欧美的 EPC 电子标签主要采用860/960 MHz频段。日本的电子标签信息位数为 128 位;EPC 标准的电子标签信息位数为 96 位。日本的电子标签可以用于库存管理、信息发送、信息接收以及产品和零部件的跟踪管理等;EPC 标准的电子标签侧重于物流管理和库存管理等。日本的电子标签强调前端的微型化与集成,它采用的是始于 20 世纪 80 年代中期的实时操作系统 (TRON),从而保证了信息具有防复制和防伪造的特性;EPC 标准的电子标签采用业务链方式,面向企业,面向产品信息的流动,比较强调组网,在美国要建立一个全球物品网络中心。

UID 采用 Ucode 识别码,Ucode 标签泛指所有包含 Ucode 码的设备。Ucode 标签具有多个性能参数,包括成本、安全性能、传输距离和数据空间等。在不同的应用领域,对 Ucode 标签的性能参数要求也不相同,有些应用需要成本低廉,有些应用需要牺牲成本来保证较高的安全性,所以需要对 Ucode 标签进行分级。目前 Ucode 标签主要分为 9 类,包括光学性 ID 标签 (Class0)、低档 RFID 标签 (Class1)、高档 RFID 标签 (Class2)、低档 RFID 智能标签 (Class3)、高档 RFID 智能标签 (Class4)、低档有源标签 (Class5)、高档有源标签 (Class6)、安全盒 (Class7) 和安全服务器 (Class8)。

日本的电子标签强调信息的获取和分析,强调电子标签与读写器的功能,但信息传输网络多种多样。相比之下,EPC 标准的电子标签强调与互联网的结合,电子标签自身携带的信息较少。日本希望自己掌握物品信息的控制权,不过分依赖互联网,这种信息安全的意识甚至主导了日本电子标签的发展方向,这一点值得我国借鉴。

3 我国 RFID 电子标签的发展^[10-11]

2006 年 6 月 9 日,我国由科学技术部等 15 个部委联合发布了《中国射频识别技术政策白皮书》,建立了我国 RFID 系统构架模型,给出了 RFID 发展优先级列表,为国家的宏观决策提供技术依据,为 RFID 的国家标准和行业标准提供指南。我国 RFID

标准体系如图 1 所示,分为基础技术标准体系和应用技术标准体系。

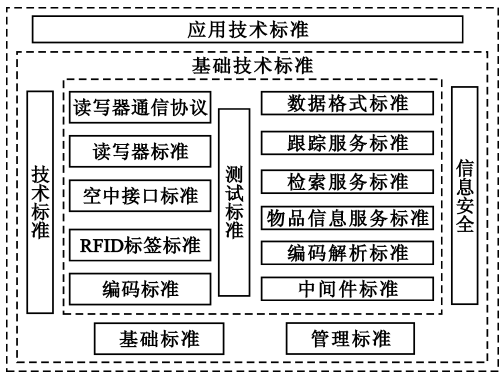


图 1 我国 RFID 标准体系
Fig.1 China's RFID standard system

考虑到 RFID 电子标签应用的具体情况,我国需要按照系统性、衔接性、自主性、兼容性制定电子标签的发展策略。制定 RFID 电子标签标准要从系统的角度出发,综合考虑系统的各个组成要素,协调和统一各个环节的技术问题。RFID 电子标签包括前端数据采集和编码结构等环节,要充分考虑这些环节的衔接性,以保证标准体系发挥综合作用。要建立具有自主知识产权的 RFID 电子标签标准,优先吸收我国自主的专利技术,维护国家安全。自主性并不意味着排斥国外的先进技术,在制定我国 RFID 电子标签标准时应考虑与相关国际标准的兼容性,这样不仅保护用户利益,而且有利于我国 RFID 产品的出口。

2007 年,我国发布了应用于高速公路收费的 RFID 国家标准《电子收费专用短程通信》,该标准以我国无线电管委会为道路运输电子收费分配的 5.8 GHz 载波频率为基础,制定了一系列包含 RFID 电子标签标准在内的不停车收费短程通信国家标准。2006 年,我国发布了 RFID 国家标准《动物射频识别代码结构》,该标准用于 RFID 电子标签编码,具有国际流通的功能,适用于家畜、动物的识别,也适用于动物管理相关信息的处理和交换。2002 年,铁道部发布了 RFID 行业标准《铁路机车车辆自动识别设备技术条件》,该标准适用于铁路机车车辆自动识别设备的设计、制造、安装和检验,规定了铁路机车与地面自动识别设备、电子标签、车载编程器的技术要求,还规定了电子标签、标签编程设备、数据管理和监测设备的基本功能。

我国 RFID 电子标签的发展注重识别高速运动

的物体,注重远程读取,注重同时识别多个目标,并注重与国际相关标准衔接。为此,信息产业部 2007 年 4 月 20 日制定了《800/900 MHz 频段 RFID 技术应用试行规定》,分配了 840 ~ 845 MHz 和 920 ~ 925 MHz 为 RFID 电子标签的具体使用频率,RFID 电子标签按照微功率、短距离无线电设备管理,这项规定可以避免国内技术开发和市场应用混乱状况,有助于形成合力,增强竞争力。

4 RFID 电子标签存在的问题与对策^[12-14]

4.1 电子标签数据碰撞,需要防冲突机制

在 RFID 中,经常有多个电子标签同时要求与读写器通信,导致数据传输经常发生碰撞,因此需要防冲突机制。解决防冲突问题需要用到多路存取法,多路存取法主要有空分多路法、频分多路法、时分多路法和码分多路法。根据电子标签与读写器之间的通信特点,在 RFID 中主要采用时分多路法,通过防碰撞算法解决数据碰撞问题。

ALOHA 算法是最基本的防碰撞算法,它的本质是分离电子标签的应答时间,使电子标签在不同的时隙发送应答。ALOHA 算法是一种随机接入算法,电子标签一旦进入读写器的阅读区域,就自动向读写器发送数据,随即电子标签和读写器间开始通信,一旦发生碰撞,一般采取退避原则,等待下一循环周期再发送应答。分析表明,ALOHA 算法的信道吞吐率 S 与帧产生率 G 之间的关系为 $S = Ge^{-2G}$,计算可以得出,当 $G = 0.5$ 时, $S = 18.4\%$,ALOHA 算法信道利用率不高。

目前防碰撞算法有 ALOHA 算法、时隙 ALOHA 算法、二进制树型搜索算法、修剪枝的二进制树型搜索算法等,每种算法都有各自的特点。

因此,防冲突机制必须采取防碰撞算法。目前需要对防碰撞算法做进一步研究,目标是使系统的吞吐率及信道的利用率更高,需要的时隙更少,数据的准确率更高,能够更好地解决 RFID 电子标签的碰撞问题。

4.2 电子标签保密性差,需要加密技术

随着 RFID 电子标签的深入推广,其保密问题也日益突出,例如 2009 年欧盟提出的《物联网——欧洲行动计划》,就特别关注安全与隐私问题。RFID 是一个开放的无线系统,数据容易让外界窃取,因此电子标签需要加密技术。

RFID 电子标签按芯片的类型分为存储型、逻辑加密型和 CPU 型。RFID 电子标签的安全属性与标签分类直接相关,一般来说存储型电子标签安全等级最低,逻辑加密型居中,CPU 型最高。存储型电子标签没有做特殊的安全设置,不需要安全认证即可读出数据;逻辑加密型电子标签具有一定强度的安全设置,内部采用了逻辑加密电路及密钥算法;CPU 型电子标签在安全方面做得最多,芯片内部的操作系统本身采用了安全的体系设计,并且在应用方面设计有密钥文件和认证机制,比前两种 RFID 电子标签的安全模式有了极大的提高。

数据加密有效地实现了数据的安全性,但同时其复杂的算法和流程也大大提高了电子标签的成本。对一些低成本的电子标签,它们往往受成本严格的限制而难以实现上述复杂的密码机制。

因此,综合采取多种措施提高电子标签的安全性是目前面临的课题,可以采用一些物理方法限制电子标签的功能,防止部分安全威胁。电子标签物理安全机制包括读写距离控制机制、主动干扰法、自毁机制、休眠机制和静电屏蔽法等。

4.3 电子标签体积大、成本高,要采取天线新工艺

电子标签由芯片和天线组成,如图 2 所示,芯片用来存储物品的数据,天线用来收发无线电波。电子标签的芯片很小,厚度一般不超过 0.35 mm;电子标签的天线尺寸要比芯片大许多,天线的形状与频率等有关,封装后的电子标签尺寸可以小到 2 mm,也可以像居民身份证那么大。

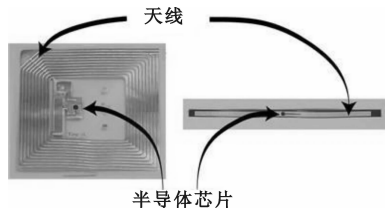


图 2 电子标签的组成
Fig. 2 The composition of electronic tag

传统的电子标签天线制作工艺主要有线圈绕制法和蚀刻法。线圈绕制法主要工作在低频(125 ~ 134 kHz)和 13.56 MHz,低频时线圈的匝数一般在几百到上千,高频时线圈的匝数一般在几十,这种方法的缺点是成本高、生产速度慢。天线的蚀刻法主要工作在高频(13.56 MHz),制造良率较高,天线性能优异且稳定,但这种方法的缺点是成本

太高、产能低下。

为降低成本,提高电子标签的普及率,需要采用天线制作的新工艺。天线印刷法是近年来发展起来的新工艺,这种制作工艺用导电油墨印制天线,可以用于大量制造 13.56 MHz 和 UHF 频段的 RFID 电子标签。传统的金属天线工艺复杂,消耗金属材料,成本较高。用导电油墨印制的天线,是利用高速的印刷方法制成,高效快速,成本较低。

天线印刷法的缺点是电阻大,附着力低,耐用年限较短。因此,提高天线印刷法的工艺水平,开发新的导电油墨,降低成本,延长耐用年限,是电子标签天线的发展方向。

4.4 需要寻找新工作原理的标签

标签是携带物品信息的数据载体,根据工作原理的不同,标签这个数据载体可以划分为两大类,一类是以电子电路为理论基础的数据载体,另一类是利用物理效应进行工作的数据载体。当标签利用物理效应进行工作时,属于无芯片的标签,这类标签主要采用“声表面波器件”的方式工作。

声表面波(SAW)是传播于压电晶体表面的机械波,利用声表面波技术制造标签,近年来已经成为研究的一个热点。SAW 标签有许多优点:SAW 标签读取范围大且可靠,读取范围可达数米;SAW 标签可使用在金属和液体产品上;SAW 标签芯片与天线匹配简单,制作工艺成本低;SAW 标签不仅能识别静止物体,而且能识别速度达 300 km/h 的高速运动物体;SAW 标签可在高温差(−100℃~300℃)、强电磁干扰等恶劣环境下使用。目前,日本已经在 2.45 GHz 采用 SAW 标签。

综合考虑,不仅需要发展以电子电路为理论基础的电子标签,而且需要发展利用物理效应进行工作的标签。大力开发 SAW 标签,使 SAW 标签能在多个频段使用,是标签发展的一个选择。

5 电子标签的发展趋势^[15-16]

5.1 体积更小,成本更低

由于实际应用的限制,一般要求电子标签的体积比标记的物品小。这样,体积非常小的物品以及其他一些特殊的应用场合,就对电子标签提出了更小、更易于使用的要求。

从长远来看,电子标签(特别是超高频、远距离电子标签)在未来几年内将逐渐成熟,成为继手机、身份证、公交卡之后又一个具有广阔前景和巨大容

量的应用。研究表明,当电子标签使用数量以 10 亿计时,用户希望每个电子标签低于 5 美分,这就对电子标签的成本提出了更高的要求。

因此,要对电子标签进行小型化、低成本设计,使电子标签满足更多领域的应用要求,使成本不再是推广电子标签的障碍。

5.2 无源性能更加完善,作用距离更远

目前 125~134 kHz 和 13.56 MHz 的电子标签基本是采用电感耦合的方式进行工作,电子标签无源,电子标签的能量来自于读写器的耦合,但电子标签的作用距离较近(小于 1 m)。

860~960 MHz 的电子标签基本是采用电磁反向散射方式工作,电子标签也无源,但电子标签的作用距离可以达到 10 m,是实现无源远程数据读取的重要方式。

因此,860~960 MHz 是完善电子标签无源性能的主要频段。无源电子标签的工作距离主要限制在能量供电上,随着低功耗设计技术的发展,电子标签的工作电压将进一步降低,所需功耗应降到 μW 级以下,作用距离应达到几十米以上。这需要更加完善电子标签的无源性能设计,使其读写性能、误码率和抗干扰性能在无源的前提下达到更好。

5.3 同时识别更多的电子标签

在 RFID 中,经常会涉及大量物品需要同时识别,这会导致两种情况,一种是一个读写器周围有多个电子标签,另一种是一个电子标签周围有多个读写器。

当一个读写器的作用范围有多个电子标签时,RFID 希望能同时识别更多的电子标签,但这会导致数据传输发生碰撞。为解决电子标签数据碰撞,ISO/IEC 18000-6 标准从最初的 ISO/IEC 18000-6 A 型,到之后的 ISO/IEC 18000-6 B 型,再到现在的 ISO/IEC 18000-6 C 型,已经演进了防冲突协议。

当近距离布局多个 RFID 读写器,会导致电子标签接收到的命令相互干扰。在欧洲的 ETSI 标准中,读写器与电子标签通信前每隔 100 ms 探测一次信道的状态,采用载波侦听的方式来解决冲突。在 EPC 的标准中,在频率谱上将读写器传输和电子标签传输分离开,这样读写器仅与读写器发生冲突,电子标签仅与电子标签发生冲突,简化了问题。

因此,为同时识别更多的电子标签,必须在更多的标准中寻求更为恰当的通信协议,以实现快速、多个电子标签同时读/写的功能。

5.4 智能性更强,保护隐私更完善

在某些对安全性要求较高的应用领域中,需要对 RFID 电子标签的数据进行严格加密,这就需要智能性更强、加密特性更完善的电子标签。

隐私保护是 RFID 电子标签需要提供的。电子标签典型应用的场景包括:在医生采集患者信息时,需要保护患者的身份隐私和体征敏感数据隐私;在环境保护领域,需要保护采集对象(如熊猫)的位置隐私和数量隐私;在智能交通领域,需要保护交通工具的身份隐私和位置隐私等。保护隐私可以采用 KILL 命令、主动干扰等手段,还需要开发其他各种手段。

随着电子标签的深入推广,安全与隐私问题已经成为制约 RFID 电子标签发展的主要因素之一,研究新的安全措施,防止隐私泄露,是电子标签必须解决的问题。

5.5 特殊环境下可以使用

电子标签处于读写器发射的电磁辐射中,这样电子标签有可能处于非常强的能量场中。如果电子标签接收的电磁能量很强,会在标签上产生很高的电压。为了保护标签芯片不受损害,必须加强电子标签在强磁场下的自保护功能。

电子标签有时会处于有耗媒质中。当无线电波遇到潮湿媒质(如潮湿木材)、有机物质(如各种动物)或水产品时,电波将出现损耗;当无线电波遇到金属(如铜、铝、铁)时,电波将出现非常大的损耗。为使电子标签能在有耗媒质中使用,就必须降低工作频率,或开发抗金属标签。

因此,必须加强电子标签在特殊环境下的设计,使电子标签处于强磁场或有耗媒质中能正常工作,满足资产管理、安全防伪、仓储物流、工业制造等更多领域的应用要求。

5.6 具有附加功能

在某些应用中,需要准确寻找某一个电子标签,这时标签需要有附属功能,如蜂鸣器或指示灯等。当给特定的电子标签发送指令时,电子标签便会发出声光指示,这样就可以在大量的目标中寻找特定的电子标签了。

电子标签与传感器相连,将大大扩展电子标签的应用领域。物联网的基本特征之一是全面感知,全面感知不仅要求标识物体,而且要求感知物体。电子标签的主要功能是标识物体,如果电子标签再带有传感器的功能,可以将标识与感知合二为一。

因此,需要开发各种具有附加功能的电子标签,使电子标签有更广泛的应用范围,使电子标签更符合物联网的需求。

6 结束语

将物品纳入到网络的管控之中是信息技术的发展方向,RFID 电子标签使这种理想成为现实。全球 RFID 电子标签的激烈竞争首先表现在标准的制定上,ISO/IEC、EPCglobal、UID 将标准视为参与国际竞争的重要手段,仅 EPCglobal 的标准已经有 6 000 多项专利,标准之争实质上就是物品信息控制权之争,我国应尽早、全面地制定 RFID 标准体系。RFID 电子标签通过防碰撞算法、加密技术、采取新工艺、研究新的工作原理等手段,使工作距离增大,功耗、体积和价格降低,可满足各种工作环境和多卡操作的要求,实现了物联网感知层识别物体、采集信息的目的。可以预见,RFID 电子标签正带来网络扩展的技术革命,成为国际竞争的重要目标,可以推动产业的高速发展,并成为物联网这世界信息技术第三次浪潮的基石。下一步研究的主要内容是我国 RFID 电子标签与国际标准的兼容、电子标签天线的新工艺和 SAW 标签的技术分析。

参考文献:

- [1] Atzori L, Iera A, Giacomo M. The Internet of Things: a survey [J]. Computer Networks, 2010, 54(15): 2787 - 2805.
- [2] Lane N D, Miluzzo E, Lu Hong, et al. A survey of mobile phone sensing [J]. IEEE Communications Magazine, 2010, 48(9): 140 - 150.
- [3] 黄玉兰. 物联网 - 射频识别(RFID)核心技术详解 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
HUANG Yu-lan. The Internet of Things-RFID Core Technology Explain [M]. Beijing: The People's Posts & Telecom Press, 2010. (in Chinese)
- [4] Welbourne E, Battle L, Cole G. Building the Internet of Things Using RFID [J]. IEEE Internet Computing, 2009, 13(3): 48 - 55.
- [5] ISO/IEC14443, 2001 Identification Cards-Contactless Integrated Circuit(s) Cards-Proximity Cards [S].
- [6] ISO/IEC 18000, 2004 Information technology-AIDC techniques-RFID for item management-Air interface [S].
- [7] EPC global. EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0 [S].
- [8] Giner P, Cetina C, Fons J, et al. Developing Mobile Business Processes for the Internet of Things [J]. IEEE Pervasive Computing, 2010, 9(2): 18 - 26.
- [9] Broll G, Rukzio E, Paolucci M. PERCI: Pervasive service interaction with the Internet of Things [J]. IEEE Internet Computing, 2009, 13(6): 74 - 81.

- [10] 黄鹏,杨云志,李元忠. “物联网”推动 RFID 技术和通信网络的发展[J]. 电讯技术,2010,50(3):85–89.
HUANG Peng, YANG Yun-zhi, LI Yuan-zhong. “Internet of Things” promote the development of RFID technology and communications network [J]. Telecommunication Engineering, 2010, 50(3): 85–89. (in Chinese)
- [11] 黄玉兰. 物联网标准体系构建与技术实现策略的探究[J]. 电信科学, 2012, 28(4): 129–134.
HUANG Yu-lan. Investigation of Standard System Construction and Technology Realization Strategy for the Internet of Things[J]. Telecommunications Science, 2012, 28(4): 129–134. (in Chinese)
- [12] 李青青,刘洪武,张小林. 一种基于不等长时隙的射频识别防碰撞算法[J]. 电子与信息学报, 2011, 33(11): 2628–2633.
LI Qing-qing, LIU Hong-wu, ZHANG Xiao-lin. An Anti-collision Algorithm Based on Unequal Timeslots in Radio Frequency Identification System[J]. Journal of Electronics & Information Technology, 2011, 33(11): 2628–2633. (in Chinese)
- [13] 王晓华,周晓光,孙百生. 射频识别系统中的防碰撞算法设计[J]. 北京邮电大学学报, 2007, 29(2): 59–62.
WANG Xiao-hua, ZHOU Xiao-guang, SUN Bai-sheng. The Design of Anti-Collision Algorithm in RFID System [J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 2007, 29(2): 59–62. (in Chinese)
- [14] 高浩,郭勇. 金属表面超高频 RFID 印刷标签天线设计[J]. 现代电子技术, 2011, 34(7): 97–99.

GAO Hao, GUO Yong. Design of Printed Tag Antenna Mountable on Metallic Surface for UHF Band RFID [J]. Modern Electronics Technique, 2011, 34(7): 97–99. (in Chinese)

- [15] 黄玉兰. 一种新的 RFID 射频前端振荡器的设计方法[J]. 电讯技术, 2012, 52(8): 1324–1328.
HUANG Yu-lan. A New Design Method for RFID RF Front End Oscillator [J]. Telecommunication Engineering, 2012, 52(8): 1324–1328. (in Chinese)
- [16] 邓淼磊,朱昭,石金娥. RFID 标签的不可追踪性[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(2): 44–47.
DENG Miao-lei, ZHU Zhao, SHI Jin-e. Untraceability of RFID Tags [J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 2010, 33(2): 44–47. (in Chinese)

作者简介:



黄玉兰(1964—),女,山东沂水人,分别于 1986 年和 1989 年获西安电子科技大学电磁场与微波技术专业学士学位和硕士学位,现为副教授,主要研究方向为物联网、射频识别、射频与微波电路。

HUANG Yu-lan was born in Yishui, Shandong Province, in 1964. She received the B. S. degree and the M. S. degree from Xidian University in 1986 and 1989, respectively. She is now an associate professor. Her research concerns Internet of Things, RFID and RF and microwave circuit.

Email: huangyulan10@sina.com