

www.iRFID.cn

国内 RFID 应用及产业研究

复旦大学专用集成电路与系统国家重点实验室 马庆容 俞军 张纲

摘要 介绍了 RFID 技术在国内的应用状况,并对其产业链的各个主要环节在国内的发展状况做了研究分析。RFID 技术,尤其是在 13.56MHz,已在国内得到了广泛的应用,主要集中于身份识别、公共交通管理、物流管理等领域。而 UHF RFID 无论从应用还是产业技术来看,相比 13.56MHz RFID 都还处于起步阶段,还没有形成完整的产业链。国内 RFID 发展的当务之急是建立中国自己的标准,相关工作已在进行中。

关键词 RFID、产业链

1. RFID 技术

RFID(射频识别)技术是从上世纪 80 年代走向成熟的一项自动识别技术,近年来发展十分迅速。其技术的覆盖范围广泛,许多正在应用中的自动识别技术都可以归于 RFID 技术之内,但它们的工作原理、工作频率、技术特点、适用领域以及遵循的标准却是不同的。

通常,RFID 系统由电子标签、读写器和数据管理系统这三个主要部分组成。电子标签由天线和 RFID 芯片组成,每个芯片都含有唯一的识别码,用来表示电子标签所附着的物体。读写器用来读写电子标签中的信息,读写器通过网络和其他计算机系统通讯,完成对电子标签的信息获取、解释以及数据管理。数据管理系统主要完成数据信息的存储及管理,可以由简单的小型数据库担当,也可以是集成了 RFID 管理模块的大型 ERP 数据库管理软件。

按电子标签获得能量的方法,一般可分为无源电子标签和有源电子标签两大类。无源电子标签自身不带有电源,通过天线从读写器发出的能量中产生工作所需的电压,其特点是重量轻、体积小,寿命

长,但是工作距离短。有源电子标签通过自身带有的电池供电,特点是识别距离长,但价格较高且寿命短。

按电子标签的存储器类型,可分为只读电子标签和可读可写电子标签两种类型。目前不同电子标签存储器的大小可以从 16 bit 一直到 512K byte。

RFID 系统的工作频率,主要有 125KHz、13.56MHz、400MHz、860 ~ 960MHz、2.45GHz、5.8GHz 等多个频段。但是,不同的国家和地区的对频率的分配和最大发射功率的规定是不同的。在某些地区,某些频段的 RFID 产品可能是被禁止使用的。

一般而言,工作频率在 100MHz 以下的 RFID 系统是通过线圈之间的磁场耦合的方式工作,通常具有工作距离近,成本低,天线尺寸大,通讯速度低等特点,这类电子标签一般对人体没有影响;而 400MHz 以上的 RFID 系统是通过无线电波发射和反射的方式工作,通常具有工作距离远,天线尺寸小,通讯速度高等特点,这类电子标签一般会有发射功率限制,以避免对人体或环境造成伤害。

表 1 比较了不同频段 RFID 的优缺点。

本文主要讨论无源、工作频率为 13.56MHz 和

www.iRFID.cn

表 1 不同频段 RFID 的优点和缺点

工作频段	优点	缺点
<150KHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 标准的 CMOS 工艺 ● 技术简单可靠成熟 ● 无频率限制 	<ul style="list-style-type: none"> ● 通讯速度低 ● 工作距离短 (<10cm) ● 天线尺寸大
13.56MHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 与标准 CMOS 工艺兼容 ● 和 125KHz 频段比有较高的通讯速度和较长的工作距离 ● 此频段在公交等领域应用广泛 	<ul style="list-style-type: none"> ● 距离不够远 (最大 75cm 左右) ● 天线尺寸大 ● 受金属材料等的影响较大
UHF (860MHz ~ 960MHz)	<ul style="list-style-type: none"> ● 工作距离长 (大于 1m) ● 天线尺寸小 ● 可绕开障碍物, 无需保持视线接触 ● 可定向识别 	<ul style="list-style-type: none"> ● 各国有不同的频段的管制 ● 对人体有伤害, 发射功率受限制 ● 受某些材料影响较大
微波 (2.45GHz, 5.8GHz)	除 UHF 特点外 <ul style="list-style-type: none"> ● 更高的带宽和通讯速率 ● 更长的工作距离 ● 更小的天线尺寸 	<ul style="list-style-type: none"> ● 共享此频段产品多, 易受干扰 ● 技术相对复杂 ● 对人体有伤害, 发射功率受限制

UHF (860~960MHz) 的 RFID 在国内的产业状况。

2. RFID 在国内的应用

上世纪 90 年代初的金卡工程推动了国内 IC 卡的应用和发展, 也为 RFID 产业打下了应用和技术的基础。进入 21 世纪, RFID 产业受到了政府部门和研究机构的重视, 各项支持政策逐步出台, 支持力度逐步加大; 同时政府也大力推动了 RFID 在行业的应用。目前 RFID, 尤其是 13.56MHz 的 RFID, 已在国内得到广泛的应用, 主要集中于身份识别、公共交通管理、物流管理等领域。

(1) 身份识别

电子标签可以通过嵌入到身份证、护照、工作证的各种证件中, 用作人员身份识别, 是目前 RFID 技术应用最为广泛和成熟的领域之一。在国内的主要应用有:

中国第二代居民身份证, 基于 ISO/IEC 14443-B 标准的 13.56MHz 电子标签, 该项目可以说是国内乃至国际上最大的 RFID 应用的项目之一。

教育部学生购票优惠卡, 基于 ISO/IEC 15693 标准的 13.56MHz 电子标签。

共青团中央青年卡, 基于 ISO/IEC

14443-A 标准的 13.56MHz 电子标签。

(2) 公共交通管理。

公共交通管理是国内应用 RFID 技术最早的, 也是最成功的领域之一, 目前国内主要涉及的应用有电子车票、不停车收费 (ETC) 等。电子车票具有交易便捷, 快速通过, 可靠性高等优点, 所以越来越多的城市正准备使用电子车票并准备给它加更多的功能。在不停车收费系统特别是高速公路自动收费应用上, RFID 技术可以解决原来收费成本高、管理混乱以及停车排队引起的交通拥堵等问题, 在这方面应用的电子标签

因为要求能够远距离、快速识别, 所以多工作在 UHF 或微波频段。典型的应用有:

国内许多城市 (如上海), 使用基于 ISO/IEC 14443-A 标准的 13.56MHz 电子标签作为地铁、出租、公交的电子车票。

深圳在车流量很大的皇岗海关、文锦渡海关, 使用了 UHF 频段的 RFID 系统来提高通关效率。此外, 许多城市都在建设和应用 RFID 技术进行着高速公路的不停车收费管理系统。

(3) 物流管理。

物流管理是 RFID 技术的另一个重要应用, 目前在国内也正在逐步的试用与推广。RFID 系统可对整个物流过程进行监控和管理, 保证物品在运输流通中不会被误送或丢失, 降低物流成本, 提高运输的效率。同时, 由于 RFID 技术具有防伪的特性, 可对特殊的物品 (如危险品) 结合物流管理进行严格控制, 防止假冒伪劣产品流入市场。典型的应用有:

铁道部铁路车号自动识别, 使用基于 EPC CLASS0 标准的 UHF 电子标签。

中国邮政邮包分拣, 正在试用多种标准的 UHF 电子标签, 尚未最后确定。

上海液化气钢瓶管理, 使用基于 ISO/IEC

15693标准的 13.56MHz 电子标签。

上海烟花爆竹管理, 使用基于 ISO/IEC 14443- A 标准的 13.56MHz 电子标签。

从 RFID 在国内的应用可以看到, 不同频段的 RFID 系统应用发展不均衡: 13.56MHz 电子标签发展成熟, 应用广泛, 正在向更多的应用领域发展; UHF 频段电子标签的应用还处于起步阶段, 这与国内目前的市场需求密切相关。

在身份识别、电子票据、防伪、危险品管理等领域, 其需求特点是工作距离要求不高、有一定安全加密的要求、成本要求不高, 这些都是 13.56MHz 电子标签发展较快的领域。

在商业供应链管理、仓储管理、不停车收费等领域, 其需求特点是工作距离远、快速识别、安全性要求不高、成本要求很高, 这些领域将是 UHF、微波频段电子标签的重要发展领域, 但由于技术、成本等各方面原因, RFID 在这方面应用的发展相对较慢。但随着一些国际商业巨头(如沃尔玛、麦德龙等), 对 RFID 在商业供应链管理应用上的推动, 可以预见, UHF、微波频段电子标签的应用在不远的将来, 在全球、在国内都会有重大的发展。

3. 国内 RFID 产业研究

随着 RFID 技术的广泛应用, 特别是非接触公交卡、校园卡等项目在各地的推广, 培养了一批芯片、封装、读写终端和系统集成厂商。这些国内厂商已经掌握了成熟的技术, 初步形成了国内的 RFID 产业链。

RFID 产业链主要由以下几个部分组成: 标准制定、芯片设计、标签封装(含天线设计)、识别系统设计、系统集成与管理软件开发。下面从这几个方面介绍国内外 RFID 产业链的现状。

(1) 标准制定

由于 13.56MHz RFID 技术发展较早, 相关标准也较为成熟, 主要的国际标准有 ISO/IEC 14443 和

ISO/IEC 15693 两种, 国内 13.56MHz RFID 的标准也主要源自于这两个国际标准。

在上文介绍的典型应用中, 中国第二代居民身份证基于 ISO/IEC 14443- B 标准; 各地公交卡、校园卡主要基于 ISO/IEC 14443- A 标准。基于 ISO/IEC 15693 标准在国内的应用相对较少, 典型的应用有教育部学生购票优惠卡。

相对 13.56MHz RFID 国际标准的成熟与广泛应用, UHF、微波频段 RFID 还没有明确统一的国际标准。但在近年, RFID 技术领先的国家和地区明显的加大了在标准制订上的投入, 都在积极的制订各自的标准。

目前, 国外主要有三个主要标准正在制定中: ISO/IEC 18000 标准、美国 EPC Global 的标准和日本泛在中心(Ubiquitous ID) 的标准。这些标准(组织) 都在积极进入中国, 在国内设立代理机构, 网罗各自的企业利益群体, 都希望能够影响到国内 UHF 频段的 RFID 标准的制订, 为日后在广大的中国市场的竞争中, 赢得标准上的先机。

在国内, 有关政府部门已经充分认识到 RFID 产业的重要性, 并且对于产业标准的制定也越来越重视。在 2004 年初, 国家标准化管理委员会式成立了中国电子标签国家标准工作组, 其目的就是建立中国自己的 RFID 标准, 推动中国自己的 RFID 产业。然而, 国家标准的制定过程一波三折, 2004 年底, 由于种种原因, 电子标签国家标准工作组被暂停。

但电子标签国家标准的制定并未就此停住脚步。虽然关于国家标准依然存在着多种不同的声音, 但兼容国际标准, 支持自主知识产权, 保护中国利益的主张得到了广泛的共识。目前信息产业部、科委、国标委等十四部委已完成编写《中国 RFID 白皮书》, 以支持我国自主知识产权的 RFID 编码体系——NPC 系统的建立。目前新的 RFID 国家标准起草组已经成立, 并由信息产业部产品司司长任该起草组的组长并已展开相应的标准起草工作。新标准将在具有自主知识产权的前提下, 谋求与国际标

准相互兼容。据悉,中国自主 RFID 规范有望于 2007 年正式出台。

(2) 芯片设计

虽然在 RFID 芯片设计上,国内芯片公司的起步较晚,但随着国内芯片设计业在最近 10 年中的长足发展,缩小了与国际芯片设计水平的差距,国内公司在 RFID 芯片设计上完全有机会赶上,甚至超过国外芯片公司的技术水平。

目前国内主要的 RFID 芯片厂商集中在北京上海两地,代表企业有:

北京:中电华大电子设计有限责任公司、大唐微电子、清华同方微电子有限公司

上海:复旦微电子股份有限公司、上海华虹集成电路有限公司、上海贝岭股份有限公司

目前,国内的芯片公司已经完全掌握了 13.56MHz RFID 芯片的设计技术,并能提供相应的读写机具芯片。在国内公交卡、校园卡等 13.56MHz RFID 市场上,复旦微电子、上海华虹等公司都推出了一系列成熟的 RFID 产品,并在和国外大公司的平等竞争中取得越来越多的市场份额。

在 UHF 和更高频段的 RFID 芯片设计上,国内各芯片厂商均高度关注,但策略不一。部分厂商处于观望阶段,部分厂家则已经进入或准备进入开发 UHF 频段的 RFID 芯片。复旦微电子已于 2004 年开发出支持 EPC Class0 标准的产品,2005 年底将推出支持 ISO18000-6B 标准的产品。

(3) 标签封装(含天线设计)

在国内,由于 RFID 的应用最主要还是以卡片的形式出现(如中国第二代居民身份证、公交卡等),经过多年的发展,RFID 卡片形式的封装技术已经非常成熟。

卡片形式 RFID 的封装主要包括模块封装(芯片装配)、制卡(天线制作)和印刷三个主要环节,目前国内在各个环节上均拥有大量的加工厂商,代表企业有:

模块封装:上海长丰智能卡公司、上海伊诺尔信息技术有限公司、中电智能卡有限责任公司、山东山铝电子有限公司。

制卡:东信和平智能卡股份有限公司、北京中安特科技有限公司、深圳市明华澳汉科技股份有限公司、上海浦江智能卡系统有限公司、上海鲁能中卡智能卡有限公司、黄石捷德万达金卡有限公司、天津环球磁卡股份有限公司、合隆科技(杭州)有限公司、深圳市华阳微电子有限公司、深圳毅能达智能卡制造有限公司、中山市达华智能科技有限公司。

印刷:上海凸版印刷有限公司、上海市印刷三厂、众多制卡厂。

目前,卡片形式封装在国内还是以传统的引线键合(Wire Bonding)模块封装和绕线制卡技术为主。但随着薄型卡片、自粘型电子标签等新封装形式的 RFID 应用需求的逐渐升温,倒装芯片(Flip Chip)、印刷天线等新封装技术得到了快速的发展,已经有部分的厂商能够提供相关的封装服务,新封装形式也进入了实际的应用,如:上海市轨道交通单程卡(波形卡片)、上海市烟花爆竹管理电子标签(自粘型电子标签)等。

随着新封装技术的发展,在 RFID 封装技术上也出现了新的加工环节,如倒装芯片凸点生成(Bumping)、天线印刷等。代表的企业有:

凸点生成:江苏长电科技股份有限公司、合隆科技(杭州)有限公司、深圳市华阳微电子有限公司。

天线印刷:深圳市华阳微电子有限公司、黄石捷德万达金卡有限公司。

虽然在国内已经拥有成熟的卡片形式 RFID 的封装技术,新封装技术在今年也有了较快的发展,但是总体而言在先进的封装技术方面与国外的差距很大,还不具备低成本 RFID 产品的封装能力。而随着 RFID 技术的发展与应用,对封装提出了越来越多的挑战,如:芯片装配技术如何将越来越小的芯片可靠装配;如何大幅度的提高封装的速度以适应爆炸式的需求;如何进一步降低封装的成本等等。目前,国内许多有远见的封装厂正准备引进国外的生产技

术, 以在未来的 RFID 封装上的竞争中占得先机。

(4) 识别系统设计与生产

目前国内在 13.56MHz RFID 的识别系统(读卡机具)设计与生产方面技术成熟, 拥有大量的厂商与产品, 有着较强的竞争力; 而相比之下, 在 UHF 频段上的厂商、产品不多, 技术实力和国外厂商差距较大。代表的企业有:

13.56MHz RFID 识别系统: 深圳市明华澳汉科技股份有限公司、天津环球磁卡股份有限公司、上海邮通实业发展有限公司、上海华虹计通智能卡系统有限公司、上海良标智能终端股份有限公司、北京聚利科技有限公司、珠海亿达科技电子工业有限公司、上海强生科技发展有限公司、哈尔滨新中新电子股份有限公司、广东三九智慧电子有限公司.....

UHF RFID 识别系统: 深圳市远望谷信息技术股份有限公司

(5) 系统集成与系统软件开发

与识别系统设计与生产相同, 13.56MHz 与 UHF 频段 RFID 的系统集成也呈现出较大的不均衡: 13.56MHz RFID 的系统集成技术成熟, 厂商众多; UHF RFID 系统集成厂商不多, 技术实力与国外厂商有一定的差距。代表的企业有:

13.56MHz RFID 系统集成: 上海华腾软件系统、珠海亿达科技电子工业有限公司、上海华虹计通智能卡系统有限公司、哈尔滨新中新电子股份有限公司、北京北控软件有限公司.....

UHF RFID 系统集成: 北京维深电子技术有限公司、哈尔滨威克科技股份有限公司

目前, 国内的系统集成厂商具有一定大型系统的集成能力, 但使用的还主要是国外的软件产品。RFID 系统软件处理和分析由 RFID 系统产生的大量数据, 提供用户真正有用的信息, 是关系到 RFID 能否顺利推广的关键环节, 也是未来 RFID 产业价值链上最高的一段。和国外大型软件公司努力进行 RFID 系统软件开发相比, 国内软件公司相对很少介

入 RFID 系统软件开发, 在这一点上, 国内的能力与国外相差很大。

4、国内 RFID 产业的发展

在目前, 无论从应用还是产业技术, 国内 13.56MHz RFID 比 UHF RFID 都要成熟、壮大许多, UHF RFID 还没有形成完整的产业链。

虽然国外 UHF RFID 也处于技术发展的初期, 但是随着应用需求的不断明确, 世界各国正积极的从标准制定、芯片设计、标签封装(含天线设计)、识别系统设计与生产、系统集成与管理软件开发等 RFID 产业链的各个方面, 加大投入快速发展, 准备迎接 RFID 产业的爆炸式发展。在这种形势下, 如果中国不发展自己的 RFID 产业就会受制于人, 就会在新一轮技术革命中落伍。而在目前国内 RFID 已有的一定技术和市场基础上, 如果措施得当, 是完全可以赶上甚至领先于国外竞争对手的。

RFID 技术的发展是建立在整个 RFID 产业链发展的基础上, RFID 产业链的任何一个环节的落后都会影响整个产业发展。所以发展中国的 RFID 产业, 不能局限在某个环节, 而应该是发展整个中国的 RFID 产业链, 应该是从标准到应用中各个环节的共同发展。

现在的当务之急是建立中国自己的 RFID 标准, 从维护国家安全和利益的角度, 中国必须有自己的标准和自己的产品, 这不仅可以改变以往在标准上处处受制于人的被动局面, 也有助于改变国内的市场应用和技术开发的混乱局面, 形成合力, 增强竞争力。从市场的角度来看, 未来 RFID 的最大市场将在作为世界工厂和世界市场的中国。中国完全应该, 也能够拥有自己的标准。

随着中国标准化工作的进展, 中国将成为国际 RFID 标准的第四股力量。在借鉴而不拷贝国外标准的指导思想下, 制定中国 RFID 产品统一的代码标准, 并开始整个技术和应用上的系列标准的研究和

(下转第 27 页)

门以上的 SoC 层次化设计需求。Cadence 在今年年底还将推出针对亿门以上 IC 设计并且包含成品率优化技术的 Encounter GXL 产品。

面对中国市场, CADENCE 以核心技术和全套设计服务为许多客户带来新的商业契机和“增值”点。自 1992 年 Cadence 公司进入中国市场以来, 迄今已拥有大量的集成电路及系统设计客户群体。在过去的十多年里, Cadence 公司不断发展, 现拥有员工超过 150 人, 建立了北京、上海、深圳、成都以及香港五个办事处以及北京研发中心、上海亚太高速系统技术中心。Cadence 并与国内有关政府部门及教育单位合作提供培训, 为培养下一代 IC 设计人才贡献力量。

今后, 我们将继续从“技术创新、保持领先”和

“服务至上、创造共赢”入手, 与中国电子产业及客户诚心合作, 提供完整的设计方案及针对不同垂直市场的“锦囊”。对中国客户, 我们有“以客户需求为导向, 以客户成功为成功”的长期承诺, 我们将引进创新技术, 帮助客户与全球产业接轨, 并根据中国市场的需要, 寻求新的商务模式, 真正和客户实现共赢。同时 Cadence 公司也会密切与政府“十一五”国家规划配合, 与 IC 设计创新研发计划配合而全面提升 IC 设计水平及全球竞争的战略价值, 与中国 IC 设计业共同发展。

把世界顶尖的产品和服务融入中国, 成为中国电子行业最亲密合作伙伴, 和中国电子高科技产业共同腾飞是 Cadence 中国的坚定信念。CIC

上接第 15 页

制定, 将为国内产业的发展赢得宝贵的时间。当然, 在标准的制定中应避免闭门造车, 应该在和国外各大标准竞争和合作中, 努力做到全球化下的多赢。

在公平竞争的大前提下, 可以从行业政策上支持和发展我们的产业。不妨在关系到国家安全和重大利益的行业或领域中, 制定自有的强制标准和准入限制, 或者规定优先使用中国国内的 RFID 产品。从制定产业政策的角度来扶植国内的产业力量, 可以有效的促进产业链的各个环节发展壮大, 尽快达到国际竞争力。

在一般的领域完全是可以开放和鼓励竞争的, 让所有的国外和国内厂商在平等的条件下开放竞争, 通过市场竞争来优胜劣汰, 尽快提高国内产业的竞争力和应用水平。

早期迹象显示, 正在制定中的中国 RFID 规范将非常接近于国际标准, 并不会成为强制执行规范, 而且使用费用可能较国际标准更为便宜。

除标准制定外, 还需要逐步开发和推进 RFID 的应用。在技术比较成熟, 价格不敏感的行业先进行 RFID 的应用, 以点带面的推动 RFID 的发展。在 RFID 产品的价格下降和应用成熟后, 再在生产、物流、零售等广大领域推广。在这个方面, 政府和行业组织可以共同努力建立公共的 RFID 实验室和若干典型的应用示范案例等公共的平台, 让各企业能够共享资源, 从而有效的降低研发和应用的成本。CIC

作者简介

马庆容, 1999 年毕业于复旦大学电子工程系电子学与信息系统专业, 毕业后加入上海复旦微电子股份有限公司, 主要从事数模混合集成电路设计及非挥发存储技术与产品实现等工作。先后负责开发了包括电能管理系列芯片、RFID 等在内的一系列产品。