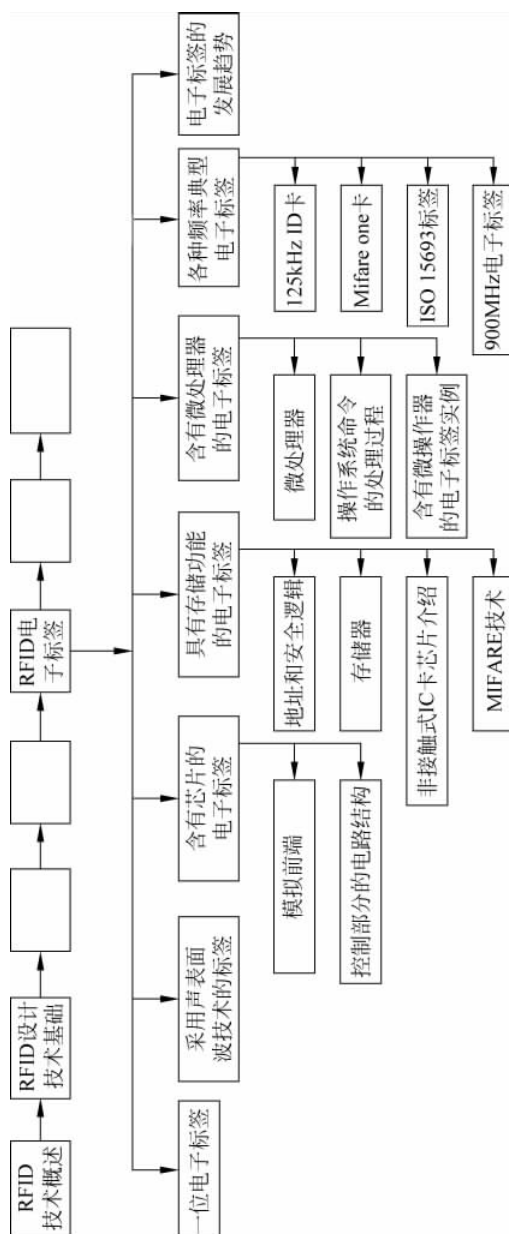


学习导航



学习目标

- 掌握一位电子标签
- 掌握采用声表面波技术的标签
- 掌握含有芯片的电子标签
- 掌握具有存储功能的电子标签
- 掌握含有微处理器的电子标签
- 了解各种频率典型电子标签
- 了解电子标签的发展趋势

电子标签是携带物品信息的数据载体。根据工作原理的不同,电子标签这个数据载体可以划分为两大类,一类是利用物理效应进行工作的数据载体,一类是以电子电路为理论基础的数据载体。电子标签体系结构的分类如图 5-1 所示。

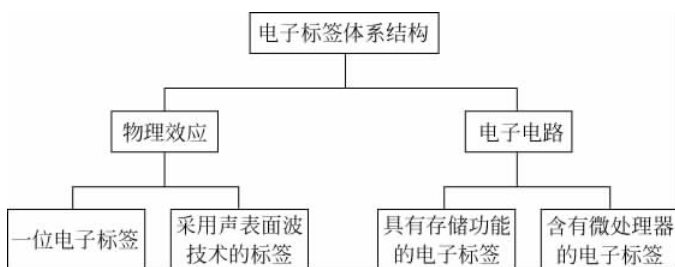


图 5-1 电子标签体系结构的分类

当电子标签利用物理效应进行工作时,属于无芯片的电子标签系统。这种类型的电子标签主要有“一位电子标签”和“采用声表面波技术的标签”两种工作方式。

当电子标签以电子电路为理论基础进行工作时,属于有芯片的电子标签系统。这种类型的电子标签主要由模拟前端(射频前端)电路和控制电路构成,主要分为具有存储功能的电子标签和含有微处理器的电子标签两种结构。

5.1 一位电子标签

一位系统的数据量为一位,当电子标签是一位(1b)系统时,电子标签只有 1 和 0 两种状态。该系统读写器只能发出两种状态,这两种状态分别是“在读写器工作区有电子标签”和“在读写器工作区没有电子标签”。一位的电子标签是最早商用的电子标签,这种电子标签最早出现在 20 世纪 60 年代,主要应用在商店的电子商品防盗系统(Electronic Article Surveillance,EAS)中。该系统读写器通常放在商店的门口,电子标签附在商品上,当商品通过商店门口时,系统就报警。

一位的电子标签不需要芯片,可以采用射频法、微波法、分频法、智能型、电磁法、声磁法等多种方法进行工作。下面以射频法为例,介绍一位电子标签的工作原理。

1. 射频法工作原理

射频法工作系统由读写器(检测器)、电子标签和去激活器三部分组成。电子标签采用

L-C 振荡电路进行工作,振荡电路将频率调谐到某一振荡频率 f_R 上。射频法工作系统由读写器(检测器)发出某一频率 f_G 的交变磁场,当交变磁场的频率 f_G 与电子标签的谐振频率 f_R 相同时,电子标签的振荡电路产生谐振,同时振荡电路中的电流对外部的交变磁场产生反作用,并导致交变磁场振幅减小。读写器(检测器)如果检测到交变磁场减小,就将报警。当电子标签使用完毕后,用“去激活器”将电子标签销毁。射频法的工作原理如图 5-2 所示。

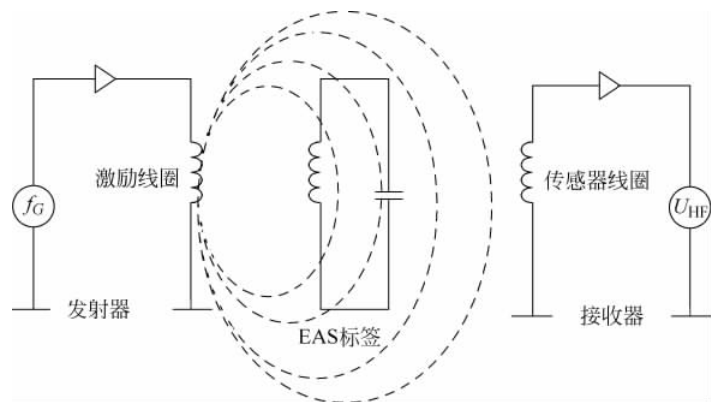


图 5-2 射频法的工作原理

(1) 读写器(检测器)。读写器(检测器)一般由发射器和接收器两个部分组成。其基本原理是利用发射天线将一交变磁场发射出去,在发射天线和接收天线之间形成一个扫描区,而在其接收范围内利用接收天线将这一交变磁场接收。射频法工作系统利用电磁波的共振原理搜寻特定范围内是否有电子标签存在,如果该区域内出现电子标签,则立即触发报警。

(2) 电子标签。电子标签的内部是一个 L-C 结构的振荡回路,电子标签以特殊方式安装在商品上。目前市场上出现的电子标签有软标签、硬标签等。

去激活器能够产生足够强的磁场,该磁场可以将电子标签中的薄膜电容破坏,使电子标签内的 L-C 结构失效。

去激活器经常被开锁器或解码器替代。开锁器是快速将各种硬标签取下的装置。解码器是使软标签失效的装置。目前市面上常用的是非接触式解码器,只要将标签通过解码器上方 20cm 以内便可解码。

2. 电子商品防盗系统简介

现今电子商品防盗系统(Electronic Article Surveillance, EAS)在零售商业系统的应用越来越广泛。它是一种减少开架售货时商品失窃,从而增加销售利润的电子防盗产品,是目前大型零售行业广泛采用的商品安全措施之一。实际上, EAS 系统是单比特射频识别系统,因为只有两个状态,所以只能显示商品的存在与否,不能显示是什么商品。EAS 系统防盗检测的步骤如下。

- (1) 将防盗标签附着在商品上。
- (2) 在商场出口通道或收银通道处安装检测器。
- (3) 付款后的商品经过专用解码器使标签解码失效或开锁取下标签。

(4) 未付款商品(附着标签)经过出口时,门道检测器测出标签并发出警报,拦截商品出门。

电子标签分为软标签和硬标签。软标签成本较低,直接黏附在较“硬”的商品上,软标签不可以重复使用。硬标签一次性成本较软标签高,但可以重复使用。硬标签必须配备专门的取钉器,多用于柔软的、易穿透的服装类物品。

解码器多为非接触式设备,有一定的解码高度,当收银员收银或装袋时,电子标签无须接触消磁区域即可解码。未经解码的商品带离商场,检测器会触发报警,从而提醒收银人员、顾客和商场保安人员及时处理。

电子商品防盗系统 EAS 不会像监控系统那样,让顾客有不自在的感觉,而且还起到了威慑作用。EAS 系统的主要技术有 4 种,分别是无线电射频、电磁、微波和声磁技术。一般来说,电磁和射频产品价格便宜,其标签通常被永久性粘贴在商品或商品包装上,而微波和声磁标签价格要贵一些。

5.2 采用声表面波技术的标签

声表面波(Surface Acoustic Wave, 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,始于 20 世纪 80 年代,近年来对声表面波标签的研究已经成为一个热点。声表面波标签不需要芯片,应用了电子学、声学、雷达、半导体平面技术及信号处理技术,是有别于 IC 芯片的另一种新型标签。

1. 声表面波器件

SAW 器件是近代声学中的表面波理论、压电学研究成果和微电子技术有机结合的产物。所谓 SAW,就是在压电固体材料表面产生和传播弹性波,该波振幅随深入固体材料深度的增加而迅速减小。

SAW 与沿固体介质内部传播的体声波(BAW)比较,有两个显著的特点:一是能量密度高,其中约 90% 的能量集中于厚度等于一个波长的表面薄层中;二是传播速度慢,约为纵波速度的 45%,是横波速度的 90%,传播衰减很小。根据这两个特性,人们研制出具有不同功能的 SAW 器件,而且可使这些不同类型的无源器件既薄又轻。

SAW 器件主要由具有压电特性的基底材料和在该材料的抛光面上制作的叉指状换能器(IDT)组成,IDT 是由相互交错的金属薄膜构成的。如果在 IDT 电极的两端加入高频电信号,压电材料的表面就会产生机械振动,并同时激发出与外加电信号频率相同的表面声波,这种表面声波会沿基板材料表面传播。如果在 SAW 的传播途径上再制作一对 IDT 电极,则可将 SAW 检测出来,并使其转换成电信号。IDT 叉指状金属电极可以借助于半导体平面工艺技术制作。

典型的声表面波器件结构原理图如图 5-3 所示。电信号通过叉指发射换能器转换成声信号(声表面波),在介质中传播一定距离后到达接收叉指换能器,又转换成电信号,从而得到对输入电信号模拟处理的输出电信号。

叉指换能器的金属条电极是铝膜或金膜,通常用蒸发镀膜设备镀膜,并采用光刻方法制

出所需图形。兼作传声介质和电声换能材料的压电基底材料有铌酸锂、石英、锗酸铋、钽酸锂等压电单晶。

声表面波器件有多种类型,目前已发展到包括 SAW 滤波器、谐振器、延迟线、相关器、卷积器、移相器、存储器等在内的 100 余个品种。SAW 器件是在压电基片上采用微电子技术,制作各种声表面波器件,利用基片材料的压电效应,将电信号转换成声信号,并局限在基片表面传播。声表面波器件可以实现“电-声-电”的变换过程,并完成对电信号的处理过程,以获得各种用途的电子器件。

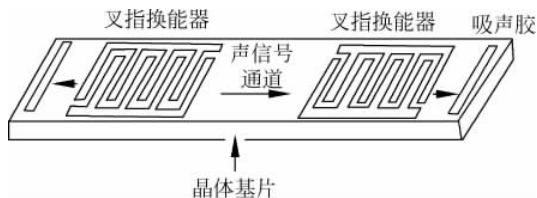


图 5-3 典型的声表面波器件结构原理图

2. 声表面波的特点

(1) 实现电子器件的超小型化。声表面波具有极低的传播速度,比相应电磁波的传播速度小十万倍,因此具有极短的波长。已知,在超高频和微波频段,电磁波器件的尺寸是与波长相比拟的。同理,作为声表面波器件,它的尺寸也是和信号的声波波长相比拟的。因此,在同一频段上,声表面波器件的尺寸比相应电磁波器件的尺寸减小了很多,重量也随之大为减轻。

(2) 实现电子器件的优越性能。声表面波沿固体表面传播,加上传播的速度极慢,这使得时变信号在给定瞬时可以完全呈现在晶体基片表面上。因此,当信号在器件的输入和输出端之间行进时,可以方便地对信号进行取样和变换。这就给声表面波器件以极大的灵活性,使它能以非常简单的方式完成其他技术难以完成或完成起来过于繁重的各种功能。

声表面波器件的上述特性,使其可以完成脉冲信号的压缩和展宽、编码和译码以及信号的相关和卷积等多种功能。在很多情况下,声表面波器件的性能远远超过了最好的电磁波器件所能达到的水平。例如,用声表面波器件可以制成时间-带宽乘积大于 5000 的脉冲压缩滤波器,在 UHF 频段内可以制成 Q 值超过 50000 的谐振腔,还可以制成带外抑制达 70dB 的带通滤波器。

(3) 易于工业化生产。由于声表面波器件是在单晶材料上用半导体平面工艺制作的,因此具有很好的一致性和重复性,易于大量生产。

(4) 性能稳定。当使用某些单晶材料或复合材料时,声表面波器件具有极高的温度稳定性。声表面波器件的抗辐射能力强,动态范围很大,可达 100dB。这是因为它利用的是晶体表面的弹性波而不涉及电子的迁移过程。

3. 声表面波标签

采用先进微电子加工技术制造的声表面波器件,具有体积小、质量轻、可靠性高、一致性

好、多功能及设计灵活等优点。随着加工工艺的飞速发展,SAW 器件的工作频率已覆盖 $10\text{MHz}\sim 2.5\text{GHz}$,是现代信息化产业不可或缺的关键元器件。SAW 标签目前的工作频率主要为 2.45GHz ,这种标签无源,而且抗电磁干扰能力强,具有独特的优势,是对集成电路技术的补充。

SAW 标签由叉指换能器和若干反射器组成。换能器的两条总线与标签的天线相连接。读写器的天线周期地发送高频询问脉冲,在标签天线的接收范围内,被接收到的高频脉冲通过叉指换能器转变成声表面波,并在晶体表面传播。反射器组对入射表面波部分反射,并返回到叉指换能器,叉指换能器又将反射声脉冲串转变成高频电脉冲串。如果将反射器组按某种特定的规律设计,使其反射信号表示规定的编码信息,那么读写器接收到的反射高频电脉冲串就带有该物品的特定编码。通过解调与处理,可以达到自动识别的目的。声表面波标签的工作原理如图 5-4 所示。

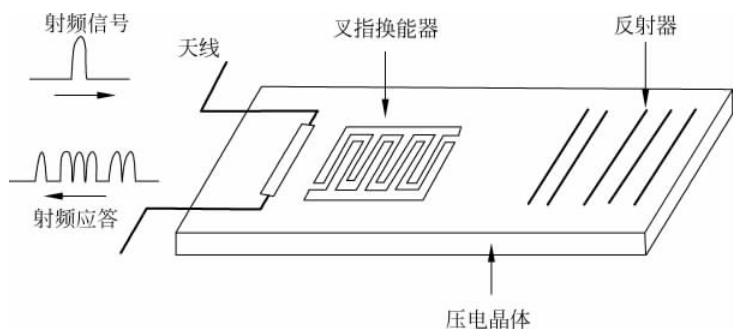


图 5-4 声表面波标签的工作原理

声表面波标签识别系统与集成电路 RFID 的使用方法基本一致,也就是将声表面波标签安装在被识别的对象物上。当带有标签的被识别对象物进入读写器的有效阅读范围时,读写器自动侦测到电子标签的存在,向电子标签发送指令,并接收从标签返回的信息,从而完成对物体的自动识别。

由于声表面波传播速度低,有效的反射脉冲串在经过几微秒的延迟时间后才回到读写器,在此延迟期间,来自读写器周围的干扰反射已衰减,不会对声表面波电子标签的有效信号产生干扰。

SAW 电子标签的主要特点如下。

- (1) 读取范围大且可靠,读取范围可达数米。
- (2) 可使用在金属和液体产品上。
- (3) 标签芯片与天线匹配简单,制作工艺成本低。
- (4) 不仅能识别静止物体,而且能识别速度达 300km/h 的高速运动物体。
- (5) 可在高温差 ($-100\sim +300^{\circ}\text{C}$)、强电磁干扰等恶劣环境下使用。

4. 声表面波技术的发展方向

目前除电子标签外,声表面波器件在通信、电视、遥控和报警系统中也得到了广泛的应用。数以亿计的手机和电视机中都应用了多个声表面波器件。

早期的 SAW 器件主要应用领域是视听类电子产品。随着移动通信产业和物联网产业的发展,SAW 器件的市场主体发生了重大转移。例如,像 SAW 滤波器这类器件在通信中应用得很好,是压电陶瓷滤波器和单片晶体滤波器望尘莫及的。

声表面波技术的发展方向如下。

(1) 提高工作频率。对 SAW 器件,当压电基材选定之后,其工作频率则由 IDT 指条宽度决定。IDT 指条越窄、频率则越高。已知,目前 $0.5\mu\text{m}$ 级的半导体工艺已是较普通的技术,该尺寸的 IDT 指条能制作 1500MHz 的 SAW 滤波器。利用 $0.35\mu\text{m}$ 级的光刻工艺,能制作 2GHz 的器件。借助于 $0.2\mu\text{m}$ 级的精细加工技术,2.5GHz 的 SAW 器件早已实现大批量生产。目前,3GHz 的 SAW 器件开始进入实用化。

(2) 微型化、片式化、轻便化。SAW 器件微型化、片式化和轻便化,是通信产品提出的基本要求。SAW 器件的 IDT 电极条宽通常是按照 SAW 波长的 $1/4$ 来进行设计的。对于工作在 1GHz 的器件,若设 SAW 的传播速度是 4000m/s ,波长仅为 $4\mu\text{m}$ ($1/4$ 波长是 $1\mu\text{m}$),在 0.4mm 的距离中能够容纳 100 条 $1\mu\text{m}$ 宽的电极。故 SAW 器件芯片可以做得非常小,便于实现超小型化。例如,日本富士通公司推出的 SAW 滤波器,尺寸仅为 $2.5\text{mm} \times 2.0\text{mm} \times 1.2\text{mm}$ 。

将不同功能的 SAW 器件封装在一起的组合型器件,同样是减小 PCB 面积的一个途径。例如,用于 800MHz 的 SAW 滤波器,就内装两个滤波器,其中一个为 $810 \sim 830\text{MHz}$ 的低频带滤波器,另一个是 $870 \sim 885\text{MHz}$ 的高频带滤波器,尺寸为 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ 。这种组合型器件,能提供 3dB 的插入损耗和 45dB 的带外衰减。

(3) 降低插入损耗。SAW 滤波器以往存在的突出问题是插入损耗大,一般不低于 15dB。为满足通信系统的要求,通过开发高性能的压电材料和改进 IDT 设计,已经使器件的插入损耗降低到 4dB 以下,有些产品甚至降至 1dB。

(4) 宽带化。由于通信系统不断更新换代,要求 SAW 滤波器宽带化。为使 SAW 滤波器实现宽带化和低损耗化,必须在 IDT 电极结构设计上不断创新。

(5) 提升耐电力特性。在耐电力特性和插入损耗要求非常严格的场合,移动终端的发送/接收(TX/RX)天线转换开关,有时要承受约 1W 的发送电力。随着 SAW 滤波器性能的提高,该器件的应用领域不断拓展,也少不了这种 SAW 天线转换开关器件。SAW 天线转换开关器件不仅需要具有超低的插入损耗特性,而且需要提高传输的功率容量。

5.3 含有芯片的电子标签

含有芯片的电子标签是以集成电路芯片为基础的电子数据载体,这也是目前使用最多的电子标签。含有芯片的电子标签基本由天线、模拟前端(射频前端)和控制电路三部分组成,如图 5-5 所示。

从读写器发出的信号,被电子标签的天线接收。该信号通过模拟前端(射频前端)电路,进入电子标签的控制部分,控制部分对数据流

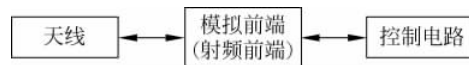


图 5-5 含有芯片的电子标签

做各种逻辑处理。为了将处理后的数据流返回到读写器,射频前端采用负载调制器或反向

散射调制器等多种工作方式。

5.3.1 模拟前端

模拟前端(射频前端)电路主要有电感耦合和微波电磁反向散射两种工作方式。这两种方式的工作原理各不相同,电感耦合工作方式主要工作在低频和高频频段,而电磁反向散射工作方式主要工作在微波波段。本书第4章“RFID的射频前端”对该部分有详细介绍。

1. 电感耦合工作方式模拟前端

当电子标签进入读写器产生的磁场区域后,电子标签通过与读写器电感耦合,产生交变电压,该交变电压通过整流、滤波和稳压后,给电子标签的芯片提供所需的直流电压。电子标签电感耦合模拟前端的工作过程如图5-6所示。

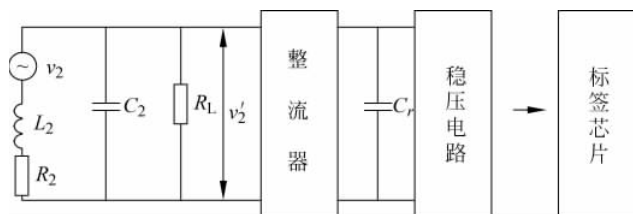


图 5-6 电子标签电感耦合的模拟前端的工作过程

当电子标签与读写器的距离足够近时,电子标签的线圈上就会产生感应电压,RFID 电感耦合系统的电子标签主要是无源的,电子标签获得的能量可以使标签开始工作。

2. 电磁反向散射工作方式的射频前端

当电子标签采用电磁反向散射的工作方式时,射频前端有发送电路、接收电路和公共电路三部分,如图5-7所示。

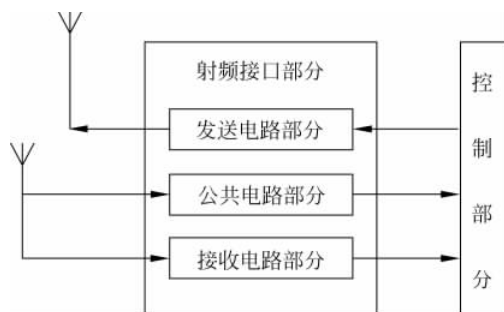


图 5-7 电子标签电磁反向散射的射频前端

(1) 射频前端发送电路。发送电路的主要功能是对控制部分处理好的数字基带信号进行处理,然后通过电子标签的天线将信息发送给读写器。发送电路主要由调制电路、上变频

混频器、带通滤波器和功率放大器构成,如图 5-8 所示。

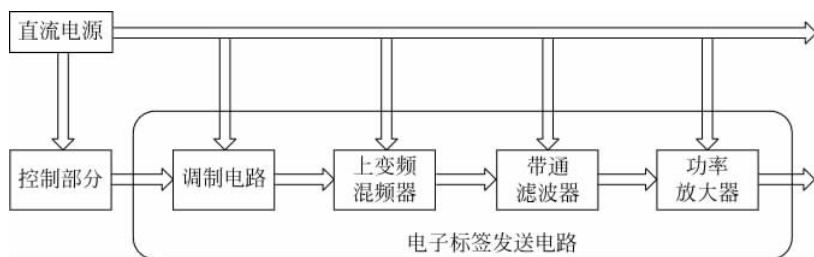


图 5-8 射频发送电路原理图

- ① 调制电路。调制电路主要是对数字基带信号进行调制。
- ② 上变频混频器。变频混频器对调制好的信号进行混频,将频率搬移到射频频段。
- ③ 带通滤波器。带通滤波器对射频频率进行滤波,滤除不需要的频率。
- ④ 功率放大器。功率放大器对信号进行放大,放大后的信号将送到天线,由天线辐射出去。

(2) 射频前端接收电路。接收电路的主要功能是对天线接收到的已调信号进行解调,恢复数字基带信号,然后送到电子标签的控制部分。接收电路主要由滤波器、放大器、下变频混频器、带通滤波器和电压比较器构成,用来完成包络产生和检波的功能,如图 5-9 所示。

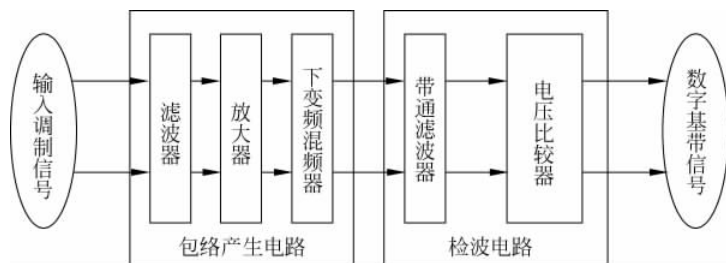


图 5-9 射频接收电路原理图

包络产生电路的主要功能是对射频信号进行包络检波,将信号从频带搬移到基带,提取出调制信号包络。经过包络检波后,信号还会存在一些高频成分,需要进一步滤波,然后将滤波后的信号通过电压比较器,恢复出原来的数字信号,完成检波电路的功能。

- ① 滤波电路。由天线接收的信号,经过滤波器对射频频率进行滤波,滤除不需要的频率。
- ② 放大器。放大器对接收到的微小信号进行放大。
- ③ 下变频混频器。下变频混频器对射频信号进行混频,将频率搬移到中频。
- ④ 带通滤波器。经过带通滤波器对中频频率进行滤波,滤除不需要的频率。
- ⑤ 电压比较器。通过电压比较器,恢复出原来的数字信号。

(3) 公共电路。公共电路是射频发送和射频接收电路共同涉及的电路,包括电源产生电路、限幅电路、时钟恢复电路、复位电路等。

① 电源产生电路。电子标签一般为无源标签,需要从读写器获得能量。电子标签的天线从读写器的辐射场中获取交变信号,该交变信号需要一个整流电路将其转化为直流电源。

② 限幅电路。交变信号整流转化为直流电源后,幅度需要限制,幅度不能高过三极管和 MOS 管的击穿电压,否则器件会损坏。

③ 时钟恢复电路。电子标签内部一般没有设置额外的振荡电路,时钟由接收到的电磁信号恢复产生。时钟恢复电路首先将恢复出与接收信号频率相同的时钟信号,然后再通过分频器进行分频,得到其他频率的时钟信号。

④ 复位电路。复位电路可以使电源电压保持在一定的电压值区间。电源电压首先有一个参考电压值,以这个参考电压值为基准,电源电压可以在一定的范围内波动。如果电源电压超出这个允许的波动范围,就需要复位。复位电路有上电复位和下电复位两种功能。当电源电压升高,但仍小于波动允许的范围时,复位信号仍然为低电平;当电源电压升高,而且超过波动允许的范围时,复位信号跳变为高电平,这就是上电复位信号。当电源电压降低,但仍小于波动允许的范围时,复位信号仍然为高电平;当电源电压降低,而且超过波动允许的范围时,复位信号跳变为低电平,这就是下电复位信号。上电复位和下电复位是针对系统可能出现的意外而设置的保护措施。

5.3.2 控制部分的电路结构

控制部分的电路基本分为两类,一类是具有存储功能,但不含微处理器的电子标签;一类是含有微处理器的电子标签。

1. 具有存储功能的电子标签

具有存储功能的电子标签,控制部分主要由地址和安全逻辑、存储器组成。这种电子标签的主要特点是利用状态自动机在芯片上实现寻址和安全逻辑。具有存储功能的电子标签,控制部分的电路框图如图 5-10 所示。

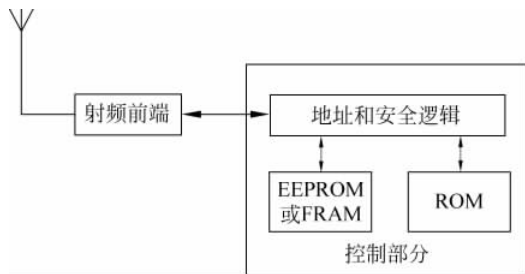


图 5-10 具有存储功能电子标签的控制部分

(1) 地址和安全逻辑。地址和安全逻辑是数据载体的心脏,控制着芯片上的所有过程。

(2) 存储器。该存储器用于存储不变的数据,如序列号等。该存储器可以采用数据存储器 ROM、EEPROM 或 FRAM 等。

2. 含有微处理器的电子标签

含有微处理器的电子标签,控制部分主要由编解码电路、微处理器和存储器组成,如图 5-11 所示。

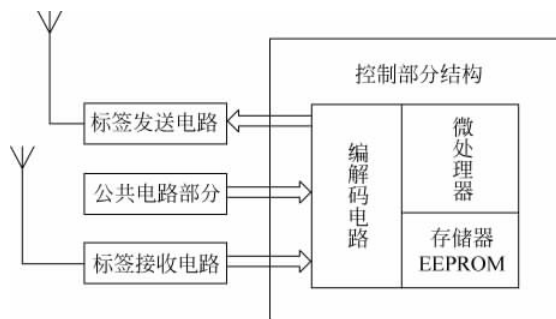


图 5-11 含有微处理器电子标签的控制部分

(1) 编解码电路。编解码电路用来完成编码和解码的工作。当该电路工作在前向链路时,将电子标签射频接收电路送来的数字基带信号进行解码,并将解码后的信号传送给微处理器。当该电路工作在反向链路时,将电子标签微处理器送来的、已经处理好的数字基带信号进行编码,然后送到电子标签的射频发送电路。

(2) 微处理器。微处理器是对内部数据进行处理,并对处理过程进行控制的部件。微处理器用来控制电子标签的相关协议和指令,具有数据处理的功能。

(3) 存储器。存储器是记忆设备,用来存放程序和数据。数据存储器包含静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, SRAM)和电可擦写可编程只读存储器(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, EEPROM),其中 SRAM 是易失性的数据存储器,EEPROM 是非易失性的数据存储器。EEPROM 存储器常用于存储电子标签的相关信息,在没有供电的情况下数据不会丢失,存储时间可以长达十几年。

5.4 具有存储功能的电子标签

当电子标签以电子电路为理论基础进行工作时,属于有芯片的电子标签。有芯片的电子标签基本分为两类,一类是具有存储功能,但不含微处理器的电子标签;一类是含有微处理器的电子标签。本节讨论具有存储功能,但不含微处理器的电子标签,并只讨论这类电子标签的控制电路部分,这类电子标签天线与射频前端的内容请参阅第 3 章和第 4 章。

具有存储功能的电子标签种类很多,包括简单的只读电子标签以及高档的具有密码功能的电子标签。数据存储器采用 ROM、EEPROM 或 FRAM 等,用于存储不变的数据。数据存储器经过芯片内部的地址和数据总线,与地址和安全逻辑电路相连。具有存储功能的电子标签,控制部分的电路结构如图 5-12 所示。

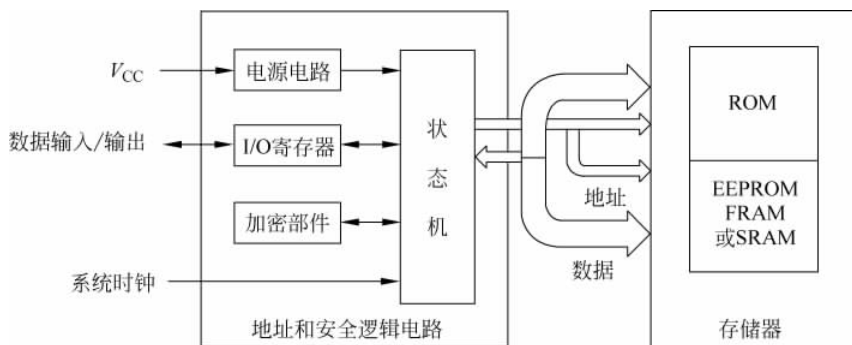


图 5-12 具有存储功能电子标签的控制电路

5.4.1 地址和安全逻辑

具有存储功能的电子标签没有微处理器,地址和安全逻辑是数据载体的心脏,通过状态机对所有的过程 and 状态进行有关控制。

1. 地址和安全逻辑电路的构成

地址和安全逻辑电路主要由电源电路、时钟电路、I/O 寄存器、加密部件和状态机构成,这几部分的功能如下。

(1) 电源电路。当电子标签进入读写器的工作区域后,电子标签获得能量,并将其转换为直流电源,使地址和安全逻辑电路处于规定的工作状态。

(2) 时钟电路。控制与系统同步所需的时钟由射频电路获得,然后被输送到地址和安全逻辑电路。

(3) I/O 寄存器。专用的 I/O 寄存器用于同读写器进行数据交换。

(4) 加密部件。加密部件是可选的,用于数据的加密和密钥的管理。

(5) 状态机。地址和安全逻辑电路的核心是状态机,状态机对所有的过程 and 状态进行控制。

2. 状态机

状态机可以理解成一种装置,能采取某种操作来响应一个外部事件。具体采取的操作不仅取决于接收到的事件,还取决于各个事件的相对发生顺序。之所以能做到这一点,是因为装置能跟踪一个内部状态,会在收到事件后进行更新。这样一来,任何逻辑都可以建模成一系列事件与状态的组合。

在数字电路系统中,有限状态机是一种十分重要的时序逻辑电路模块,对数字系统的设计具有十分重要的作用。有限状态机是指输出取决于过去输入部分和当前输入部分的时序逻辑电路。一般来说,除了输入和输出部分外,有限状态机还含有一组具有“记忆”功能的寄存器,这些寄存器的功能是记忆有限状态机的内部状态,它们常被称为状态寄存器。

在有限状态机中,状态寄存器的下一个状态不仅与输入信号有关,而且还与该寄存器的当

前状态有关,因此有限状态机又可以认为是寄存器逻辑和组合逻辑的一种组合。其中,寄存器逻辑的功能是存储有限状态机的内部状态;而组合逻辑可以分为次态逻辑和输出逻辑两部分,次态逻辑的功能是确定有限状态机的下一个状态,输出逻辑的功能是确定有限状态机的输出。

状态机可归纳为4个要素:现态、条件、动作和次态。这样的归纳,主要是出于对状态机的内在因果关系的考虑。现态是指当前所处的状态。条件又称为“事件”,当一个条件被满足,将会触发一个动作,或执行一次状态的迁移。动作是指条件满足后执行的动作,动作执行完毕后,可以迁移到新的状态,也可以仍旧保持原状态。动作不是必需的,当条件满足后,也可以不执行任何动作,直接迁移到新状态。次态是指条件满足后要迁往的新状态。“次态”是相对于“现态”而言的,“次态”一旦被激活,就转变成新的“现态”了。

5.4.2 存储器

具有存储功能的电子标签种类很多,电子标签的档次与存储器的结构密切相关。这类电子标签分为只读电子标签、可写入式电子标签、具有密码功能的电子标签和分段存储的电子标签。其中,只读电子标签档次最低,具有密码功能的电子标签和分段存储的电子标签档次较高。

1. 只读电子标签

在识别过程中,内容只能读出不可写入的电子标签是只读型电子标签。只读型电子标签所具有的存储器是只读型存储器。

当电子标签进入读写器的工作范围时,电子标签就开始输出它的特征标记,通常芯片厂家保证对每个电子标签赋予唯一的序列号。电子标签与读写器的通信只能在单方向上进行,即电子标签不断将自身的数据发送给读写器,但读写器不能将数据传输给电子标签。这种电子标签功能简单,因此这种电子标签结构也较简单。

只读电子标签价格较低廉,适合应用在对价格敏感的场所。只读电子标签主要应用在动物识别、车辆出入控制、温湿度数据读取、工业数据集中控制等场合。

只读型电子标签可以分为以下3种。

(1) 只读标签。只读标签的内容在标签出厂时就被写入,识别时只能读出,不可再写入。只读标签的存储器一般由ROM组成。

ROM所存储的数据一般是装入整机前事先写好的,整机工作过程中只能读出,而不像随机存储器那样能快速、方便地加以改写。ROM所存的数据稳定,断电后所存的数据也不会改变,其结构较简单,读出较方便,因而常用于存储各种固定的程序和数据。

只读电子标签自身的特征标记一般用序列号表示,其在芯片生产的过程中已经固化了,用户不能改变芯片上的任何数据。

(2) 一次性编程只读标签。一次性编程只读标签可在应用前一次性编程写入,在识别过程中不可改写。一次性编程只读标签的存储器一般由PROM组成。

(3) 可重复编程只读标签。可重复编程只读标签的内容经擦除后可重复编程写入,但在识别过程中不可改写。可重复编程只读标签的存储器一般由EEPROM组成。

2. 可写入式电子标签

在识别过程中,内容既可以读出又可以写入的电子标签,是可写入式电子标签。例如,可写入式电子标签可以采用 SRAM 或 FRAM 存储器。

SRAM 是静态随机存储器,是一种具有静止存取功能的内存。SRAM 不需要刷新电路即能保存它内部存储的数据。

铁电存储器 FRAM 是一个非易失性随机存取存储器,能提供与 RAM 一致的性能,但又有与 ROM 一样的非易失性。FRAM 非易失性是指记忆体掉电后数据不丢失,非易失性记忆体是源自 ROM 的技术。FRAM 将 ROM 的非易失性数据存储特性和 RAM 的无限次读写、高速读写及低功耗等优势结合在一起,使 FRAM 产品既可以进行非易失性数据存储又可以像 RAM 一样操作。

在可写入式电子标签工作时,读写器可以将数据写入电子标签。对电子标签的写入与读出大多是按字组进行的,字组通常是规定数目的字节的汇总,字组一般作为整体读出或写入。为了修改一个数据块的内容,必须从读写器整体读出这个数据块,对其进行修改,然后再重新整体将数据块写入。

可写入式电子标签的存储量,最少可以是 1B,最高可达 64KB。

3. 具有密码功能的电子标签

对于可写入式电子标签,如果没有密码功能的话,任何读写器都可以对电子标签读出和写入。为了保证系统数据的安全,应该阻止对电子标签未经许可的访问。

可以采取多种方法对电子标签加以保护。对电子标签的保护涉及数据的加密,数据加密可以防止跟踪、窃取或恶意篡改电子标签的信息,从而使数据保持安全性。

(1) 分级密钥。分级密钥是指系统有多个密钥,不同的密钥访问权限不同,在应用中可以根据访问权限确定密钥的等级。

例如,某一系统具有密钥 A 和密钥 B,电子标签与读写器之间的认证可以由密钥 A 和密钥 B 确定,但密钥 A 和密钥 B 的等级不同,如图 5-13 所示。

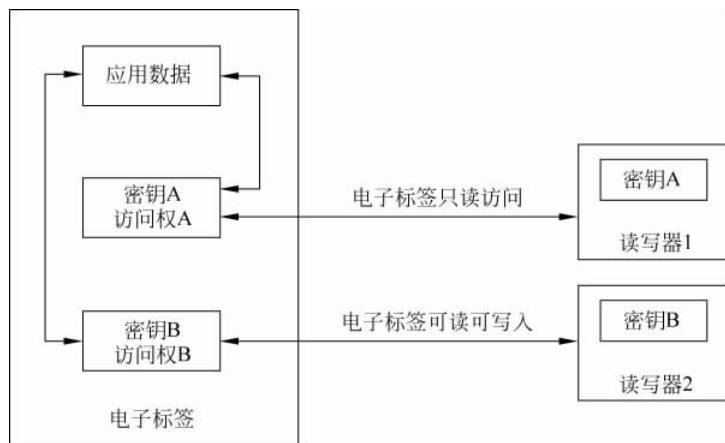


图 5-13 分级密钥

电子标签内部的数据分为两部分,分别由密钥 A 和密钥 B 保护。密钥 A 保护的数据由只读存储器存储,该数据只能读出,不能写入。密钥 B 保护的数据由可写入存储器存储,该数据既能读出也能写入。

读写器 1 具有密钥 A,电子标签认证成功后,允许读写器 1 访问密钥 A 保护的数据。读写器 2 具有密钥 B,电子标签认证成功后,允许读写器 2 读出密钥 B 保护的数据,并允许读写器 2 写入密钥 B 保护的数据。

(2) 分级密钥在公共交通中的应用。在城市公交系统中,就有分级密钥的应用实例。现在城市公交系统可以用刷卡的方式乘车,该卡是无线识别卡,即 RFID 电子标签(卡)。城市公交系统的读写器有两种,一种是公交汽车上的刷卡器(读写器);另一种是公交公司给卡充值的读写器。

RFID 电子标签采用非接触的方式刷卡,每刷一次从卡中扣除一次金额,这部分的数据由密钥 A 认证。RFID 电子标签还可以充值,充值由密钥 B 认证。

公交汽车上的读写器只有密钥 A。电子标签认证密钥 A 成功后,允许公交汽车上的读写器扣除电子标签上的金额。

公交公司的读写器有密钥 B。电子标签需要到公交公司充值,电子标签认证密钥 B 成功后,允许公交公司的读写器给电子标签充值。

4. 分段存储的电子标签

当电子标签存储的容量较大时,可以将电子标签的存储器分为多个存储段。每个存储段单元具有独立的功能,存储着不同应用的独立数据。并且各个段单元有单独的密钥保护,以防止非法的访问。

一般来说,一个读写器只有电子标签一个存储段的密钥,只能取得电子标签某一应用的访问权。例如,某一电子标签具有汽车出入、小区付费、汽车加油、零售付费等多种功能,各种不同的数据分别有各自的密钥;而一个读写器一般只有一个密钥(如汽车出入密钥),只能在该存储段进行访问(如对汽车出入进行收费),如图 5-14 所示。



图 5-14 分段存储

为使电子标签实现低成本,一般电子标签的存储段都设置成固定大小的段,这样实现起来较为简单。可变长存储段的电子标签可以更好地利用存储空间,但实现起来困难,一般很

少使用。电子标签的存储段可以只使用一部分,其余的存储段可以闲置待用。

5.4.3 非接触式 IC 卡芯片介绍

非接触式 IC 卡又称为射频 IC 卡,是世界上近些年广泛使用的一项技术。它成功地将射频识别技术和 IC 卡技术相结合,是电子科技领域技术创新的成果。非接触式 IC 卡是智能化“一卡通”管理的全面解决方案,广泛应用于智能楼宇、智能小区、现代企业和学校等领域,可用于通道控制、物流管理、停车场管理、商业消费、企业管理和学校管理等方面。

1. IC 卡与 ID 卡

IC 卡全称为集成电路卡(integrated circuit card),又称智能卡(smart card)。IC 卡可读写,容量大,有加密功能,数据记录可靠,使用很方便。

ID 卡全称为身份识别卡(identification card),是一种不可写入的感应卡。ID 卡含有固定的编号。

IC 卡在使用时,必须先通过 IC 卡与读写设备间特有的双向密钥认证,才能进行相关的工作,从而使整个系统具有极高的安全保障。IC 卡出厂时就必须进行初始化(即加密),目的是在出厂后的 IC 卡内生成一卡通系统密钥,以保证一卡通系统的安全发放机制。

ID 卡与磁卡一样,都仅仅使用了卡的号码,卡内除了卡号外,无任何保密功能。ID 卡的卡号是公开、裸露的,也就根本谈不上初始化的问题。

2. 芯片及应用介绍

(1) Temic e5551 感应式 IC 卡。该卡具有如下技术特征。

芯片: Temic(Atmel 下属子公司)e5551。

工作频率: 125kHz。

存储器容量: 264b/320b,8 分区,8 位密码。

读写距离: 3~10cm。

擦写寿命: 大于 100 000 次。

数据保存时间: 10 年。

尺寸: ISO 标准卡 85.6mm×54mm×0.80mm/厚卡 85.6mm×54mm×1.80mm。

封装材料: PVC、ABS、PETG。

典型应用: 感应式智能门锁、企业一卡通系统、门禁、通道系统等。

(2) Atmel AT88RF256-12 感应式 IC 卡。该卡具有如下技术特征。

芯片: Atmel RF256。

工作频率: 125kHz。

存储器容量: 264b/320b, 8 分区, 8 位密码。

读写距离: 3~10cm。

擦写寿命: 大于 100 000 次。

数据保存时间: 10 年。

尺寸: 85.5mm×54mm×0.82mm。

封装材料: PVC。

典型应用: 感应式智能门锁、企业一卡通系统、门禁、通道系统等。

(3) EM4069 感应式读写 ID 卡。该卡具有如下技术特征。

芯片: μ EM 瑞士微电 EM4069 Wafer。

工作频率: 125kHz。

存储器容量: 128b, 8 字段, OTP 功能。

读写距离: 2~15cm。

尺寸: ISO 标准薄卡/中厚卡/厚卡。

封装材料: PVC、ABS。

典型应用: 考勤系统、门禁系统、身份识别等。

(4) EM4150 感应式读写 ID 卡。该卡具有如下技术特征。

芯片: μ EM 瑞士微电 EM4150 Wafer。

工作频率: 125kHz。

存储器容量: 1Kb, 分为 32 字段。

读写距离: 2~15cm。

尺寸: ISO 标准薄卡/中厚卡/厚卡。

封装材料: PVC、ABS。

典型应用: 考勤系统、门禁系统、身份识别等。

(5) SR176 感应式读写 ID 卡。该卡具有如下技术特征。

芯片: 美国 ST 微电 SR176 Wafer。

工作频率: 13.56MHz/847kHz 副载频。

存储器容量: 176b, 64b 唯一 ID 序列号。

读写距离: 2~15cm。

尺寸: ISO 标准卡/厚卡/标签卡等。

封装材料: PVC、ABS。

典型应用: 考勤系统、门禁系统、身份识别等。

(6) SR176 感应式读写 IC 卡。该卡具有如下技术特征。

芯片: 美国 ST 微电 SR176 Wafer。

工作频率: 13.56MHz/847kHz 副载频。

存储器容量: 4096b 读写空间, 64b 唯一 ID 序列号。

读写距离: 2~15cm。

尺寸: ISO 标准卡/中厚卡/厚卡。

封装材料: PVC、ABS。

典型应用: 考勤系统、门禁系统、身份识别、企业/校园一卡通等。

(7) UCODE HSL。

UCODE HSL 是飞利浦公司推出的智能标签 IC 家族中的一个产品,是一种专用的非接触式无源 IC 芯片,运行在 900MHz 和 2.45GHz 频段,可用于远距离智能电子标签和电子标牌,也特别适合于物品供应链和后勤应用方面的信息管理。

当需要数米远的操作距离时,选择该芯片是最为恰当的。例如,在供应链和物流管理领域,该芯片每秒可阅读 50 个集装箱/货箱的标签,其最大的好处是整个集装箱和货箱在通过货运仓库时就可以被读卡器感应到,而无须再扫描每一个单独的货物。在没有视觉障碍的有效范围内,芯片读写距离可达 1.5~8.4m(根据读卡机射频功率、机具天线和标签天线增益来确定)。

UCODE HSL 系统在读写器天线有效电磁场的范围内,可以同时区分和操作多张标签,具有反碰撞机制。用 UCODE HSL 芯片制造的电子标签产品,不需要额外的电源供电,它是从读写器的天线以无线电波方式,向标签内的天线传送能量。

该芯片具有如下技术特征。

工作频率: 860~930MHz 和 2.4~2.5GHz。

操作距离: 最大有效操作距离可达到 8.4m。

存储单元: 具有 2048b 的存储空间(含数据锁存标志位),包括 0~7B(0~64b)UID 存储、8~223B(共 216B)用户自定义数据存储和 32B 锁存控制数据存储。被分配在 64 块中,每块的大小是 4B(32b),字节是最小的读写单位,用户自定义的存储空间均可以被读写器进行读写操作。

空中接口标准: 空中接口技术规范包括信道频率和宽度、调制方式、功率和功率灵敏度以及数据结构。UCODE HSL 符合 ISO 18000-4(2.45GHz)、ISO 18000-6(860~960MHz)、ANSI/INCITS 256-2001 Part 3 和 ANSI/INCITS 256-2001 Part 4 标准。

数据传输: 上传 40~160kb/s,下载 10~40kb/s。

调制: 10%~100%的幅度调制。

校验: 采用 16 位 CRC 校验。

数据的安全性: 具有防冲突仲裁机制,适合单标签、多标签识别;64 位的唯一产品序列号;每字节的写保护机制;用户存储空间可分别以字节作写保护设置,写保护区段无法再次改写数据。

工作模式: 可读写(R/W),无源。

工作温度: $-20\sim+70^{\circ}\text{C}$ 。

适应速度: $<60\text{km/h}$ 。

安装方式: 空气介质中使用。

工作特点: 数据保持能力可达 10 年;芯片反复擦写周期大于 10 万次。

应用标准: 符合 FCC1 美国国家标准,符合 HH20.8.4、AIAG B-11、EAN. UCC GTAG 和 ISO 18185 标准。

封装: 标签本身的形状具有多样化, 最常见的是被封装成粘贴式纸质柔性标签和柔性聚酯薄膜标签。根据使用场合的需要, 也可以制作成硬质卡片式标签和异形标签。

5.4.4 MIFARE 技术

MIFARE 技术的 IC 卡应用领域占世界 80% 的市场份额, 是目前射频 IC 卡的工业标准, 也是目前世界上使用量最大、内存容量最大的一种感应式智能 IC 卡。采用 MIFARE 技术的 IC 卡如图 5-15 所示。



图 5-15 采用 MIFARE 技术的 IC 卡

1. MIFARE 卡具有的优点

(1) 操作简单、快捷。由于采用射频无线通信, 使用时无须插拔卡及不受方向和正反面的限制, 所以用户使用非常方便, 完成一次读写操作仅需 0.1s, 大大提高了每次使用的速度, 既适用于一般场合, 又适用于快速、高流量的场所。

(2) 抗干扰能力强。MIFARE 卡中有快速防冲突机制, 在多卡同时进入读写范围内时, 能有效防止卡片之间的数据干扰, 读写设备可逐一对卡进行处理, 提高了应用的并行性及系统工作的速度。

(3) 可靠性高。MIFARE 卡与读写器之间没有机械接触, 避免了由于接触而产生的各种读写故障。卡中的芯片和感应天线完全密封在标准的 PVC 中, 进一步提高了应用的可靠性和卡的使用寿命。

(4) 适合于一卡多用。根据 MIFARE 卡的存储结构及特点(大容量: 16 分区、1024 字节), MIFARE 卡能应用于不同的场合或系统, 尤其适用于学校、企事业单位、智能小区的停车场管理、身份识别、门禁控制、考勤签到、食堂就餐、娱乐消费、图书管理等多方面的综合应用, 有很强的系统应用扩展性, 可以真正做到“一卡多用”。

2. MIFARE 卡的技术参数

MIFARE 卡的主要芯片有 Philip Mifare One S50、Philip Mifare One S70 等。关于 MIFARE 卡的有关技术参数介绍如下。

(1) Philip Mifare One IC S50。

数据存储方式: 存储容量为 8Kb 的 EEPROM, 分为 16 个扇区, 每个扇区为 4 块, 每块 16 字节, 以块为存取单位。

数据的安全性: 每个扇区有独立的一组密码及访问控制。每张卡有唯一的序列号, 为 32 位。具有防冲突机制, 支持多卡操作, 无电源, 自带天线, 内含加密控制逻辑和通信逻辑电路。

工作模式：数据可改写 10 万次，读无限次，数据保存期为 10 年。

工作温度： $-20\sim+50^{\circ}\text{C}$ （湿度为 90%）。

工作频率：13.56MHz。

通信速率：106kb/s。

读写距离：10cm 以内（与读写器有关）。

(2) Philip Mifare One IC S70。

数据存储方式：存储容量为 32Kb 的 EEPROM。分为 40 个扇区，其中 32 个扇区中每个扇区存储容量为 64 字节，分为 4 块，每块 16 字节；8 个扇区中每个扇区存储容量为 256 字节，分为 16 块，每块 16 字节，以块为存取单位。

数据的安全性：每个扇区有独立的一组密码及访问控制。每张有唯一的序列号，为 32 位。具有防冲突机制，支持多卡操作。无电源，自带天线，内含加密控制逻辑和通信逻辑电路。

工作模式：数据可改写 10 万次，读无限次，数据保存期为 10 年。

工作温度： $-20\sim+50^{\circ}\text{C}$ （湿度为 90%）。

工作频率：13.56MHz。

通信速率：106kb/s。

读写距离：10cm 以内（与读写器有关）。

3. MIFARE 卡的安全性

2008 年 2 月，德国研究员亨利克·普洛茨(Henryk Plotz)和弗吉尼亚大学计算机科学在读博士卡尔斯腾·诺尔(Karsten Nohl)成功破解了恩智浦公司的 MIFARE 卡。此事一经报道，在我国引起轩然大波。目前，我国共有接近 180 个城市应用了公共事业 IC 卡系统，其中 95% 选择了逻辑加密型非接触 IC 卡，发卡量超过 1.4 亿张，应用范围已覆盖公交、地铁、出租、轮渡、自来水、燃气、风景园林和小额消费等领域。

Mifare One 卡是加密存储卡，尽管它能进行动态的安全验证，但其性能远不如 CPU 卡。有效防范 Mifare One 卡算法破解的根本方法，就是升级现有的 IC 卡系统，并逐步将逻辑加密卡替换为 CPU 卡。

5.5 含有微处理器的电子标签

随着 RFID 系统的不断发展，电子标签越来越多地使用了微处理器。含有微处理器的电子标签可以更灵活地支持不同的应用需求，并提高了系统的安全性。含有微处理器的电子标签拥有独立的 CPU 处理器和芯片操作系统。

5.5.1 微处理器

中央处理器是指计算机内部对数据进行处理并对处理过程进行控制的部件。随着大规模集成电路技术的迅速发展，芯片集成密度越来越高，CPU 可以集成在一个半导体芯片上，

这种具有中央处理器功能的大规模集成电路器件,统称为微处理器。

微处理器不仅是微型计算机的核心部件,也是各种数字化智能设备的关键部件。如今微处理器已经无处不在,无论是智能洗衣机、移动电话等家电产品,还是汽车引擎控制、数控机床等工业产品,都要嵌入各类不同的微处理器。

5.5.2 操作系统命令的处理过程

读写器向电子标签发送的命令,经电子标签的天线进入射频模块,信号在射频模块中处理后,被传送到操作系统中。操作系统程序模块是以代码的形式写入 ROM 的,并在芯片生产阶段写入芯片之中。操作系统的任务是对电子标签进行数据传输,完成命令序列的控制、文件管理及加密算法。操作系统命令的处理过程如图 5-16 所示。

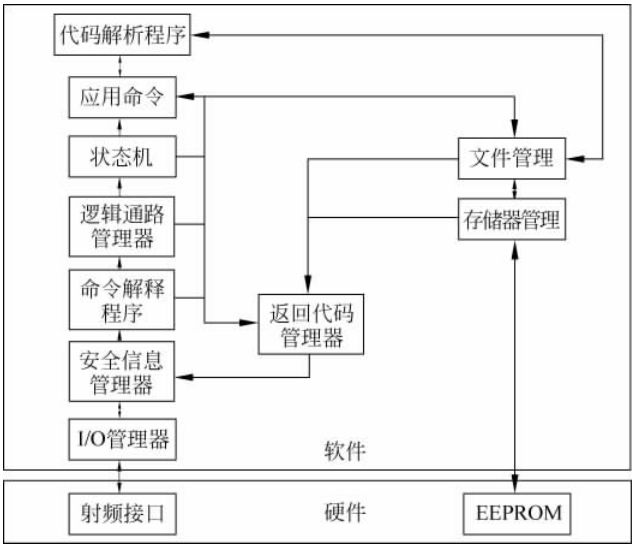


图 5-16 操作系统命令的处理过程

1. 图 5-16 中一些模块的说明

- (1) I/O 管理器。I/O 管理器对错误进行识别,并加以校正。
- (2) 安全信息管理器。安全信息管理器接收无差错的命令,经解密后检查其完整性。
- (3) 命令解释程序。命令解释程序尝试对命令译码,如果不可能译码,则调用返回代码管理器。
- (4) 返回代码管理器。返回代码管理器产生相应的返回代码,并经 I/O 管理器送回到读写器。之后,读写器会将信息重发给电子标签。

2. 操作系统命令的处理过程

如果操作系统收到一个有效命令,则执行与此命令相关的程序代码。

如果需要访问 EEPROM 中的应用数据,则由“文件管理”和“存储器管理”来执行。这时需要将所有符合的地址转换成存储区的物理地址,即可完成对 EEPROM 应用数据的访问。

5.5.3 含有微处理器的电子标签实例

MIFARE(r) PRO 是新一代的智能卡方案,内部有微处理器,而且是双端口卡。MIFARE(r) PRO 集成了非接触智能卡接口和接触型通信接口,其中非接触接口符合 ISO/IEC 14443 Type A 标准,接触接口符合 ISO/IEC 7816 标准。

由于 MIFARE 是一个完整的产品家庭,MIFARE(r) PRO 保证了与 MIFARE(r) S 和 MIFARE(r) PLUS 的兼容性,与现有的 MIFARE(r) 读写设备完全兼容。MIFARE(r) PRO 的物理尺寸使该产品可以用来生产 ISO 标准的智能卡片。

MIFARE(r) PRO 片内的微处理器是 80C51,80C51 可以工作在接触和非接触模式。也就是说,在两种模式下,MIFARE(r) PRO 适合高端语言与操作系统,如 Java 或 MULTOS。这可以使智能卡在两种模式下的安全性保持统一,内部的 TDES 协处理器可以与接触/非接触通信接口同时工作,以达到更高的安全性。

MIFARE PRO(MF2D80)的技术特点如下。

- ① 内置工业标准 80C51 微控制器,可以工作在接触和非接触模式下。
- ② 低电压、低功耗工艺,内置 TDES 协处理器,可以工作在接触和非接触模式下。
- ③ 20(16)KB 用户 ROM 区。
- ④ 256B RAM。
- ⑤ 8KB EEPROM: 可以放置用户代码;存取以 32B 为一页单位;其中有 8B 为安全区,是一次编程型的;EEPROM 可以保证有 10 万次的擦写周期;数据保持期最小 10 年;片内产生 EEPROM 的编程电压。
- ⑥ 省电模式: 有掉电和空闲模式。
- ⑦ 两级中断源分别为 EEPROM 和输入输出跳变。
- ⑧ 时钟频率为 1~5MHz。
- ⑨ 接触界面的配置和串行通信符合 ISO 7816 标准。
- ⑩ 符合 ISO 14443 A 的推荐标准的非接触接口(MIFARE (r) RF)。
- ⑪ 13.56MHz 工作频率。
- ⑫ 高速通信方式(106kb/s,可靠的帧结构保护)。
- ⑬ 完整的硬件防碰撞算法。
- ⑭ 符合 CCITT 的高速 CRC 协处理器。
- ⑮ 保持和标准 MIFARE 读写器的兼容性。
- ⑯ 支持仿真 MIFARE(r)标准产品和 MIFARE(r) PLUS 的工作模式。
- ⑰ 工作电压: 2.7~5.5V。
- ⑱ 4kV 的静电保护,符合 MIL883-C(3015)标准。

5.6 各种频率典型电子标签

5.6.1 125kHz ID 卡

125kHz ID 卡分只读卡 and 可读可写卡两种,下面是对这两种卡的简单介绍。

1. 只读卡

- (1) 主要特征。
 - 64 位 EEPROM。
 - 多种编码(Manchester、Bi-phase、Miller)。
 - 多种速率。
 - 工作频率范围为 100~150kHz。
 - 工作温度范围为-40~+85℃。

(2) 存储器结构。

64 位的 EEPROM 由 5 个部分组成,其中 9 位用作数据头(全 1),数据头后紧接着 10 组 4 位的数据,每 4 位数据跟着 1 位奇偶校验位,最后一行由 4 位奇偶校验位和 1 位停止位(停止位规定为 0)组成,详细结构如表 5-1 所示。

表 5-1 125kHz 只读 ID 卡存储器组成结构

1	1	1	1	1	1	1	1	1	9 header bits
8 version bits or customer ID				D00	D01	D02	D03	P0	10 line parity bits (P0~P9)
				D10	D11	D12	D13	P1	
32 data bits				D20	D21	D22	D23	P2	
				D30	D31	D32	D33	P3	
				D40	D41	D42	D43	P4	
				D50	D51	D52	D53	P5	
				D60	D61	D62	D63	P6	
				D70	D71	D72	D73	P7	
				D80	D81	D82	D83	P8	
				D90	D91	D92	D93	P9	
4 column parity bits				PC0	PC1	PC2	PC3	S0	1 stop bit set to logic 0

2. 可读可写卡

- (1) 主要特征。
 - 16 个 32 位的数据块组成 512 位 EEPROM。
 - 32 位密码读写保护。

- 32 位唯一的 ID 码。
- 10 位客户码。
- 锁定位可以将 EEPROM 的数据块变成只读模式。
- 多种编码(Manchester、Bi-phase、Miller)。
- 多种速率。
- 工作频率范围为 100~150kHz。
- 工作温度范围为-40~+85℃。

(2) 存储器结构。

512 位的 EEPROM 由 16 个 32 位的数据块组成,EEPROM 的块被编号为 0~15,每块的位被编号为位 0~位 31。访问总是从 LSB 开始的。这 32 位的 EEPROM 字段是以一个字段的写命令编程的。开始的两个块是被芯片制造商规划安排的只读块(块 0 和块 1)。它们被分别写入该芯片类型、版本,用户代码和唯一序列号(UID),再往下的 3 个块(块 2~块 4),用来定义器件的操作选项,分别为密码字段、保护字段和配置字段。块 5~块 15 是用户可以自由使用的空间。详细结构如表 5-2 所示。

表 5-2 125kHz 可读写 ID 卡存储器组成结构

地址编号	描 述	类型	B0.....B31
0	芯片类型/谐振电容/用户代码	只读	Ct0.....Ct31
1	序列号 UID	只读	Uid0.....Uid31
2	密码字段	只写	Ps0.....Ps31
3	保护字段	OTP	Pr0.....Pr31
4	配置字段	读写	Co0.....C031
5	用户空间	读写	Us0.....Us31
6	用户空间	读写	Us0.....Us31
7	用户空间	读写	Us0.....Us31
8	用户空间	读写	Us0.....Us31
9	用户空间	读写	Us0.....Us31
10	用户空间	读写	Us0.....Us31
11	用户空间	读写	Us0.....Us31
12	用户空间	读写	Us0.....Us31
13	用户空间	读写	Us0.....Us31
14	用户空间	读写	Us0.....Us31
15	用户空间	读写	Us0.....Us31

注: OTP 表示该字段可以一次性编程写入数据,写入后的数据不能再更改。

5.6.2 Mifare one 卡

Mifare one 卡简称 M1 卡,系统 13.56MHz ISO 14443 使用 M1 卡。下面对 M1 卡进行简单介绍。

1. 主要指标

- 容量为 8Kb EEPROM。

- 分为 16 个扇区,每个扇区为 4 块,每块 16 字节,以块为存取单位。
- 每个扇区有独立的一组密码及访问控制。
- 每张卡有唯一序列号,为 32 位。
- 具有防冲突机制,支持多卡操作。
- 无电源,自带天线,内含加密控制逻辑和通信逻辑电路。
- 数据保存期为 10 年,可改写 10 万次,读无限次。
- 工作温度: -20~50℃(湿度为 90%),PET 材料封装的 M1 卡,温度可达 100℃。
- 工作频率: 13.56MHz。
- 通信速率: 106kb/s。
- 读写距离: 10mm 以内(与读写器有关)。

2. 存储结构

(1) M1 卡分为 16 个扇区,每个扇区由 4 块(块 0、块 1、块 2、块 3)组成,将 16 个扇区的 64 个块按绝对地址编号为 0~63,存储结构如图 5-17 所示。

扇区0	块0		数据块	0
	块1		数据块	1
	块2		数据块	2
	块3	密码A 存取控制 密码B	控制块	3
扇区1	块0		数据块	4
	块1		数据块	5
	块2		数据块	6
	块3	密码A 存取控制 密码B	控制块	7
		⋮		
扇区15	0		数据块	60
	1		数据块	61
	2		数据块	62
	3	密码A 存取控制 密码B	控制块	63

图 5-17 M1 卡存储结构

- (2) 第 0 扇区的块 0(即绝对地址 0 块),它用于存放厂商代码,已经固化,不可更改。
- (3) 每个扇区的块 0、块 1、块 2 为数据块,可用于存储数据。
数据块可作两种应用。
- 用作一般的数据保存,可以进行读、写操作。
 - 用作数据值,可以进行初始化值、加值、减値、读值操作。
- (4) 每个扇区的块 3 为控制块,包括了密码 A、存取控制、密码 B,具体结构如下。
- A0 A1 A2 A3 A4 A5

密码 A(6 字节)
- FF 07 80 69

存取控制(4 字节)
- B0 B1 B2 B3 B4 B5

密码 B(6 字节)
- (5) 每个扇区的密码和存取控制都是独立的,可以根据实际需要设定各自的密码及存

取控制。存取控制为 4 字节,共 32 位,扇区中的每个块(包括数据块和控制块)的存取条件是由密码和存取控制共同决定的,在存取控制中每个块都有相应的 3 个控制位,定义如下。

块 0: C10 C20 C30

块 1: C11 C21 C31

块 2: C12 C22 C32

块 3: C13 C23 C33

3 个控制位以正和反两种形式存在于存取控制字节中,决定了该块的访问权限(如进行减值操作必须验证 KEY A,进行加值操作必须验证 KEY B 等)。3 个控制位在存取控制字节中的位置,以块 0 为例,如图 5-18 所示。

对块0的控制：

	bit	7	6	5	4	3	2	1	0
字节6					C20_b				C10_b
字节7					C10				C30_b
字节8					C30				C20
字节9									

(注：C10_b表示C10取反)

存取控制(4字节，其中字节9为备用字节)结构：

	bit	7	6	5	4	3	2	1	0
字节6		C23_b	C22_b	C21_b	C20_b	C13_b	C12_b	C11_b	C10_b
字节7		C13	C12	C11	C10	C33_b	C32_b	C31_b	C30_b
字节8		C33	C32	C31	C30	C23	C22	C21	C20
字节9									

(注：_b表示取反)

图 5-18 存取控制字节的 3 个控制位

(6) 数据块(块 0、块 1、块 2)的存取控制如图 5-19 所示。

控制位(X=0 或 1 或 2)			访问条件(对数据块 0、1、2)			
C1X	C2X	C3X	Read	Write	Increment	Decrement, transfer, Restore
0	0	0	KeyA B	KeyA B	KeyA B	KeyA B
0	1	0	KeyA B	Never	Never	Never
1	0	0	KeyA B	KeyB	Never	Never
1	1	0	KeyA B	KeyB	KeyB	KeyA B
0	0	1	KeyA B	Never	Never	KeyA B
0	1	1	KeyB	KeyB	Never	Never
1	0	1	KeyB	Never	Never	Never
1	1	1	Never	Never	Never	Never

(KeyA|B 表示密码 A 或密码 B, Never 表示任何条件下不能实现)

图 5-19 数据块的存取控制

例如,当块 0 的存取控制位 C10 C20 C30=1 0 0 时,验证密码 A 或密码 B 正确后可读;验证密码 B 正确后可写;不能进行加值、减值操作。

(7) 控制块块 3 的存取控制与数据块(块 0、块 1、块 2)不同,它的存取控制如图 5-20 所示。

			密码 A		存取控制		密码 B	
C13	C23	C33	Read	Write	Read	Write	Read	Write
0	0	0	Never	KeyA B	KeyA B	Never	KeyA B	KeyA B
0	1	0	Never	Never	KeyA B	Never	KeyA B	Never
1	0	0	Never	KeyB	KeyA B	Never	Never	KeyB
1	1	0	Never	Never	KeyA B	Never	Never	Never
0	0	1	Never	KeyA B	KeyA B	KeyA B	KeyA B	KeyA B
0	1	1	Never	KeyB	KeyA B	KeyB	Never	KeyB
1	0	1	Never	Never	KeyA B	KeyB	Never	Never
1	1	1	Never	Never	KeyA B	Never	Never	Never

图 5-20 数据块 3 的存取控制

例如,当块 3 的存取控制位 C13 C23 C33=0 0 1 时,表示:密码 A,不可读,验证 KeyA 或 KeyB 正确后,可写(更改);存取控制,验证 KeyA 或 KeyB 正确后,可读、可写;密码 B,验证 KeyA 或 KeyB 正确后,可读、可写。

3. 工作原理

卡片的电气部分只由一个天线和 ASIC 组成。
天线:卡片的天线是只有几组绕线的线圈,很适于封装到 ISO 卡片中。
ASIC:卡片的 ASIC 由一个高速的 RF 接口,一个控制单元和一个 8Kb EEPROM 组成。

工作原理:读写器向 M1 卡发一组固定频率的电磁波,卡片内有一个 LC 串联谐振电路,其频率与读写器发射的频率相同,在电磁波的激励下,LC 谐振电路产生共振,从而使电容内有了电荷,在这个电容的另一端,接有一个单向导通的电子泵,将电容内的电荷送到另一个电容内储存,当所积累的电荷达到 2V 时,此电容可作为电源为其他电路提供工作电压,将卡内数据发射出去或接收读写器的数据。

4. M1 射频卡与读写器的通信

- M1 射频卡与读写器之间的通信如图 5-21 所示。
- (1) 复位应答。M1 射频卡的通信协议和通信波特率是定义好的,当有卡片进入读写器的操作范围时,读写器以特定的协议与它通信,从而确定该卡是否为 M1 射频卡,即验证卡片的卡型。
 - (2) 防冲突机制。当有多张卡进入读写器操作范围时,防冲突机制会从其中选择一张进行操作,未选中的则处于空闲模式等待下一次选卡,该过程会返回被选卡的序列号。
 - (3) 选择卡片。选择被选中的卡的序列号,并同时返回卡的容量代码。

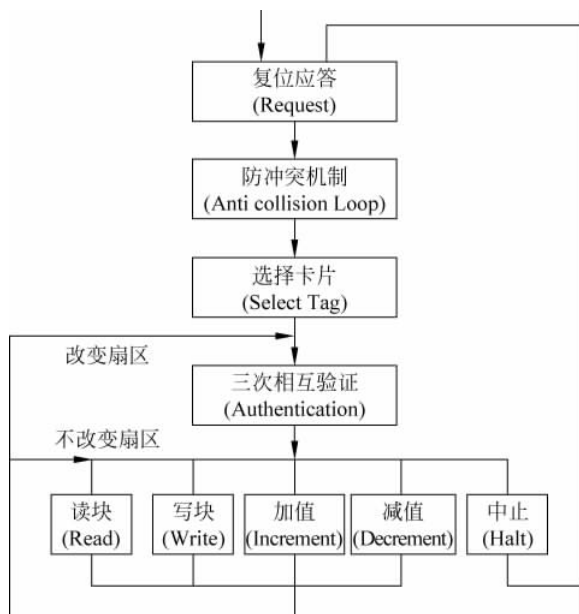


图 5-21 M1 与读写器间的通信

(4) 三次相互确认。选定要处理的卡片之后,读写器就确定要访问的扇区号,并对该扇区密码进行密码校验,在三次相互认证之后就可以通过加密流进行通信。在选择另一扇区时,则必须进行另一扇区密码校验。

(5) 对数据块的操作。

读 (Read): 读一个块。

写 (Write): 写一个块。

加 (Increment): 对数值块进行加值。

减 (Decrement): 对数值块进行减值。

存储 (Restore): 将块中的内容存到数据寄存器中。

传输 (Transfer): 将数据寄存器中的内容写入块中。

中止 (Halt): 将卡置于暂停工作状态。

5.6.3 ISO 15693 标签

ISO 15693 标签使用 I CODE 2 电子标签,该标签支持 ISO 15693 标准协议。其主要性能指标如下。

- 存储容量: 1024 位,16 个分区,64 位唯一 ID 序列号。
- 工作频率: 13.56MHz。
- 读写距离: 2.5~10cm。
- 读写时间: 1~2ms。
- 工作温度: -20~85℃。
- 擦写寿命: >100 000 次。

- 数据保存: >10 年。
- 外形尺寸: 根据客户要求定做。
- 封装材料: PVC、纸质不干胶。

1CSL2 1CS20(简称 I·CODE 2)是飞利浦公司生产的一种工作频率为 13.56MHz 的非接触式智能标签卡芯片。该芯片主要针对包裹运送、航空行李、租赁服务以及零售供应链管理物流系统应用所新研发设计的一系列 RFID 射频识别芯片。

I·CODE 2 标签芯片符合 ISO 15693 的协议标准,是 Philips 智能标签产品系列的主要成员。其芯片简单连接到很少几圈印刷天线(接收或发射 13.56MHz 载频)上,被蚀刻或冲压的线圈可以被 I·CODE 2 芯片在 1.5m 的视距(如门禁闸道宽度)内操作,且无须使用电池,因此可用来作为长距离应用场合设计。

I·CODE 2 芯片具有防冲突功能,该功能允许在天线场中同时操作超过一张的标签卡。防冲突算法单独地选择每个标签,并且保证有一个被选择标签正确地执行数据交换,不会因其他在场中的标签引起数据错误。当智能标签被放置在读写器天线的电磁场中,RF 通信接口允许使用的数据传送速率可达到 53kb/s。

I·CODE 2 芯片主要特征如下。

- 数据和电能的供给非接触方式传输(无须电池供电)。
- 操作距离: 可达到 1.5m(依赖天线几何尺寸和读写器功率)。
- 工作频率: 13.56MHz(工业安全,许可世界范围自由使用)。
- 快速数据传送: 达到 53kb/s。
- 数据高度完整性: 16 位 CRC 校验。
- 真正防冲突。
- 电子物品监测(EAS)。
- 支持应用程序系列标识符(AFI)。
- 数据储存格式标识符(DS FID)。
- 附加快速防冲突读。
- 写距离与读距离相同。
- 1024 位的 EEPROM,共分为 32 块每块 4 字节(32b)。
- 较高的 12 块为用户数据块。
- 超过 10 年的数据保持能力。
- 擦写周期大于 10 万次。
- 每个芯片具有不可改变的唯一的标识符(序列号),保证了每个标签的唯一性。
- 每个块具有锁定机制(写保护)。

内存与数据格式: 64 位唯一的序列标识符(UID)根据 ISO/IEC15693-3 协议,在生产过程期间已经被规划,而且以后不能被修改。64 位标识符依据上述协议,以低位 UID0 开始,以高位 UID7 结束。其中“块-1”为用户可设置的访问控制块,“块-2”为其他特殊功能设置块。1024 位的 EEPROM,共分为 32 块每块 4 字节(32b),最低的 4 个块包含序列号、读写条件及一些配置位。

I·CODE 2 电子标签典型应用如下。

- 身份识别卡。

- 只读存储的序列号鉴别。
- 自动化物流管理识别。
- 工业产品应答识别。
- 嵌入式标签。
- 移动型财物标签等。

由该芯片制作的射频感应卡可以是规范标准的 ISO 卡,也可以做成 0.1~0.2mm 超薄 PCB 柔性标签。

实际使用的 I·CODE 2 感应标签分为可粘贴的方形、长条形或圆形等多种。为满足每年高达上千万个标签需求的大众市场,I·CODE 2 采用了最新 RFID 射频识别技术的智能型标签融合了条码、EAS (Electronic Article Surveillance) 及传统射频识别解决方案的多功能优点,该芯片展现出现代科技在智能型电子标签上的先进水平,它让包装标签提供原始的安全签记(SOLIrce tagging)、自动数据读取、防窃及储存数据等功能,是一个低成本、可修改、抛弃式的解决方案。

换言之,I·CODE 2 让所有的物品几乎都可以因为贴上标签使得处理上更有效率。例如,全自动扫描程序无须瞄准物品,也可以同时扫描数张标签,它甚至可以数字签章的存储来识别真伪并防止仿冒。

I·CODE 2 智能型标签在广泛且多样的应用中展示了相当多的优点。例如,在航空行李及货运服务方面,智能型标签将有利于物品的分类及追踪;在供应链管理系统方面,智能卡标签则可克服条码技术的限制,提供改良的产销系统;在图书馆及租借应用方面,智能型标签则提供了自动化登入登出服务以及库存的多项目管理等。

5.6.4 900MHz 电子标签

1. 电子标签数据存储空间

根据协议规定,从逻辑上将标签存储器分为 4 个存储体,每个存储体可以由一个或一个以上的存储器组成,如图 5-22 所示。

这 4 个存储体为保留内存、EPC 存储器、TID 存储器和用户存储器。

(1) 保留内存。保留内存应包含杀死口令和访问口令。杀死口令应存储在 00H~1FH 的存储地址内。访问口令应存储在 20H~3FH 的存储地址内。

保留内存的 00H~1FH 存储电子标签的杀死口令,杀死口令为 1Word,即 2Bytes。电子标签出厂时的默认杀死口令为 0000H。用户可以对杀死口令进行修改。用户可以对杀死口令进行锁存,一经锁存,用户必须提供正确的访问口令,才能对杀死口令进行读写。

保留内存的 20H~3FH 存储电子标签的访问口令,访问口令为 1Word,即 2Bytes。电子标签出厂时的默认访问口令为 0000H。用户可以对访问口令进行修改。用户可以对访问口令进行锁存,一经锁存,用户必须提供正确的访问口令,才能对访问口令进行读写。

(2) EPC 存储器。EPC 存储器应包含在 00H~0FH 存储位置的 CRC-16、在 10H~1FH 存储地址的协议控制(PC)位和在 20H 开始的 EPC。PC 被划分成 10H~14H 存储位置的 EPC 长度、15H~17H 存储位置的 RFU 位和在 18H~1FH 存储位置的编号系统识别

(NSI),CRC-16、PC、EPC 应优先存储 MSB (EPC 的 MSB 应存储在 20H 的存储位置)。

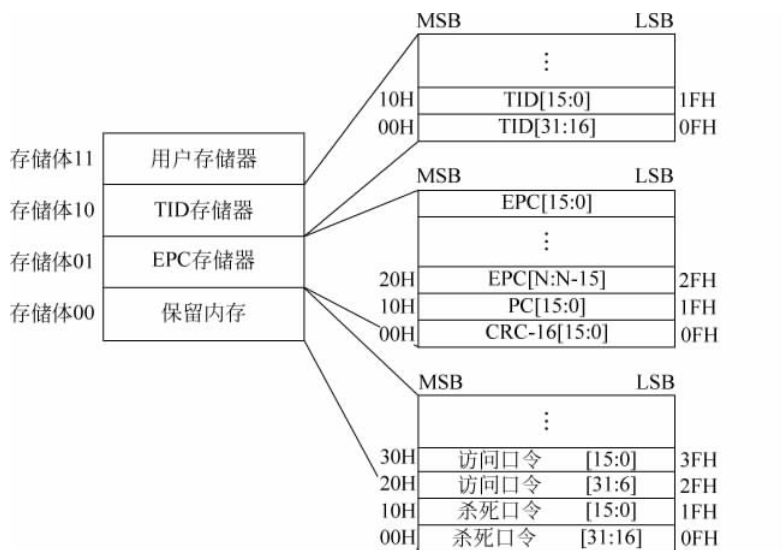


图 5-22 逻辑空间分布图

CRC-16：循环冗余校验位，16 比特，上电时，标签应通过 PC 前五位指定的(PC+EPC)字数而不是整个 EPC 存储器长度计算 CRC-16。

协议控制位(PC)：PC 位包含标签在储存操作期间以其 EPC 反向散射的物理层信息。EPC 存储器 10H~1FH 存储地址存储有 16PC 位,PC 位值定义如下。

- 10H~14H 位：标签反向散射的(PC+EPC)的长度，所有字为：
 - 000002：一个字(EPC 存储器 10H~1FH 存储地址)。
 - 000012：两个字(EPC 存储器 10H~2FH 存储地址)。
 - 000102：两个字(EPC 存储器 10H~3FH 存储地址)。
 - 111112：32 个字(EPC 存储器 10H~1FFH 存储地址)。
- 15H~17H 位：RFU(第 1 类标签为 0002)。
- 18H~1FH 位：默认值为 000000002 且可以包括如 ISO/IEC 15961 定义的 AFI 在内的计数系统识别(NSI)。NSI 的 MSB 存储在 18H 的存储位置。
- 默认(未编程)PC 值应为 0000H。
- 截断应答期间，标签用 PC 位代替 00002。

EPC：EPC 为识别标签对象的电子产品码。EPC 存储在以 20H 存储地址开始的 EPC 存储器内,MSB 优先。询问机可以发出选择命令，包括全部或部分规范的 EPC。询问机可以发出 ACK 命令，使标签反向散射其 PC、EPC 和 CRC-16。最后，询问机可以发出 Read 命令，读取整个或部分 EPC。

(3) TID 存储器。TID 存储器应包含 00H~07H 存储位置的 8 位 ISO 15963 分配类识别(对于 EPCglobal 为 111000102)、08H~13H 存储位置的 12 位任务掩模设计识别(EPCglobal 成员免费)和 14H~1FH 存储位置的 12 位标签型号。标签可以在 1FH 以上的 TID 存储器中包含标签指定数据和提供商指定数据(如标签序号)。

(4) 用户存储器。用户存储器允许存储用户指定数据。该存储器组织为用户定义。

2. 数据锁存/解锁

为了防止未授权的写入和杀死操作,ISO18000-6C 标签提供锁存/解锁操作。例如,32 位的访问口令保护标签的锁存/解锁操作,而 32 位杀死口令保护标签的杀死操作。用户可以在电子标签的保留内存设定杀死口令和访问口令。

1) 数据操作的两个状态

当标签处于 OPEN 或 SECURED 状态时,可以对其进行数据操作(读、写、擦、锁存/解锁、杀死)。当标签的访问口令为零,或用户正确输入访问口令时,标签处于 SECURED 状态。当标签的访问口令不为零,且用户没有输入访问口令或输入的访问口令不正确时,标签处于 OPEN 状态。对标签的锁存/解锁操作只能在 SECURED 状态下进行。

当用户进行锁存/解锁操作时需要满足下列两种条件之一。

① 标签的访问口令为零。

② 提供正确的访问口令。

2) 各个存储区的锁存/解锁操作

对保留内存(reserved)区进行锁存后,用户对该存储区不能进行读写,这是为了防止未授权的用户读取标签的杀死口令和访问口令。而对其他 3 个存储区(EPC 存储区、TID 存储区和用户存储区)进行锁存后,用户对相应存储区不能进行写入,但可以进行读取操作。

3) 锁定类型

标签支持以下 3 种锁定类型。

① 标签被锁定后只能在 SECURED 状态下进行写入(对保留内存时为读写),而不能在 OPEN 状态下进行写入(对保留内存时为读写)。

② 标签在 OPEN 和 SECURED 状态下都可以进行写入(对保留内存时为读写),且锁定状态永久不能被改写。

③ 标签在任何状态下都不能进行写入(对保留内存时为读写),且永久不能被解锁。此操作慎用,一旦永久锁存某个存储区,该存储区数据将不可再读写。

3. LOCK 指令

这里简单描述 LOCK 指令。

Lock 命令包含如下定义的 20 位有效负载。

(1) 前 10 个有效负载位是掩模位。标签应对这些位值做如下解释。

① 掩模=0: 忽略相关的动作字段,并保持当前锁定设置。

② 掩模=1: 执行相关的动作字段,并重写当前锁定设置。

(2) 后 10 个有效负载位是动作位。标签应对这些位值做如下解释。

① 动作=0: 取消确认相关存储位置的锁定。

② 动作=1: 确认相关存储位置的锁定或永久锁定。

LOCK 指令的有效负载和掩模位描述如图 5-23 所示。

各个动作字段的功能如表 5-3 所示。

Lock命令有效负载																			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
杀死掩模		访问掩模		EPC掩模		TID掩模		用户掩模		杀死动作		访问动作		EPC动作		TID动作		用户动作	
掩模和相关动作字段																			
掩模	杀死口令		访问口令		EPC存储器		TID存储器		用户存储器										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
	跳过/ 写入	跳过/ 写入	跳过/ 写入	跳过/ 写入	跳过/ 写入	跳过/ 写入	跳过/ 写入	跳过/ 写入	跳过/ 写入	跳过/ 写入									
动作	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19									
	读取/写 入口令	永久 锁定	读取/写 入口令	永久 锁定	写入口 令	永久 锁定	写入口 令	永久 锁定	写入口 令	永久 锁定									

图 5-23 Lock 有效负载和使用

表 5-3 Lock 动作一字段功能

写入口令	永久锁定	描 述
0	0	在开放状态或保护状态下可以写入相关存储体
0	1	在开放状态或保护状态可以永久写入相关存储体,或者可以永远不锁定相关存储体
1	0	在保护状态下可以写入相关存储体但在开放状态下不行
1	1	在任何状态下都不可以写入相关存储体
读取/写入口令	永久锁定	描 述
0	0	在开放状态或保护状态下可以读取和写入相关口令位置
0	1	在开放状态或保护状态下可以永久读取和写入相关口令位置,并可以永远不锁定相关口令位置
1	0	在保护状态下可以读取和写入相关口令位置但在开放状态下不行
1	1	在任何状态下都不可以读取或写入相关口令位置

5.7 电子标签的发展趋势

在电子标签方面,电子标签芯片所需的功耗更低,无源标签、半无源标签技术更趋成熟。总体来说,电子标签具有以下发展趋势。

1. 作用距离更远

由于无源射频识别系统的距离限制主要是在电磁波束给标签能量供电上,随着低功耗 IC 设计技术的发展,电子标签的工作电压进一步降低,所需功耗可以降到 5μW 甚至更低的程度。这就使得无源系统的作用距离进一步加大,在某些应用环境下可以达到几十米以上的作用距离。

2. 无源可读写性能更加完善

不同的应用系统对电子标签的读写性能和作用距离有着不同的要求,为了适应需要多次改写标签数据的场合,需要更加完善电子标签的读写性能,使其误码率和抗干扰性能达到可以接受的程度。

3. 适合高速移动物体识别

针对高速移动的物体,如火车、地铁列车、高速公路上行驶的汽车的准确快速识别的需要,电子标签与读写器之前的通信速度会提高,使高速物体的识别在不知不觉中进行。

4. 快速多标签读/写功能

在物流领域中,由于会涉及大量物品需要同时识别,因此必须采用适合这种应用的系统通信协议,以实现快速的多标签读/写功能。

5. 一致性更好

由于目前电子标签加工工艺的限制,电子标签制造的成品率和一致性并不令人满意,随着加工工艺的提高,电子标签的一致性将得到提高。

6. 强磁场下的自保护功能更完善

电子标签处于读写器发射的电磁辐射场中,有可能距离阅读器很远,也可能距离读写器的发射天线很近。这样,电子标签有可能会处于非常强的能量场中,电子标签接收到的电磁能量很强,会在电子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。

7. 智能性更强、加密特性更完善

在某些对安全性要求较高的应用领域中,需要对标签的数据进行严格的加密,并对通信过程进行加密。这样就需要智能性更强、加密特性更完善的电子标签,使电子标签在“敌人”出现的时候能够更好地隐藏自己而不被发现,并且数据不会因未经授权而被获取。

8. 带有传感器功能的标签

电子标签和传感器相连,将大大扩展电子标签的功能和应用领域。

9. 带有其他附属功能的标签

在某些应用领域中,需要准确寻找某一个标签,标签上会具有某种附属功能,如蜂鸣器或指示灯,当给特定的标签发送指令时,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标签了。

10. 具有杀死功能的标签

为了保护隐私,在标签的设计寿命到期或需要终止标签的使用时,读写器发送杀死命令

或者标签自行销毁。

11. 新的生产工艺

为了降低标签天线的生产成本,人们开始研制新的天线印制技术,其中,导电墨水的研制是一个新的发展方向。利用导电墨水,可以将 RFID 天线以接近于零的成本印制到产品包装上。通过导电墨水在产品的包装盒上印制 RFID 天线,比传统的金属天线成本低、印制速度快、节省空间,并有利于环保。

另外,Coates Screen 和 QinetiQ 这两家英国公司联合向市场推出了一种新的 RFID 标签天线生产工艺。该工艺使用一种特殊的药水,通过特殊的工序,生产各种规格的金属天线。通过这种方式生产的金属天线可以大大降低 RFID 标签天线的生产成本,从而促进 RFID 技术的发展。

12. 体积更小

由于实际应用的限制,一般要求电子标签的体积比被标记的商品小。这样,体积非常小的商品以及其他一些特殊的应用场合,就对标签体积提出了更小、更易于使用的要求。日立公司制造出了带有内置天线的最小的射频识别芯片,其芯片厚度仅 0.1mm 左右,可以嵌入纸币。

13. 成本更低

从长远来看,电子标签,特别是高频远距离电子标签的市场在未来几年内将逐渐成熟,成为 IC 卡领域继公交、手机、身份证之后又一个具有广阔市场前景和巨大容量的市场。

另外,在其他一些方面,如新型的防损、防窃标签,可以在生产过程中将电子标签隐藏或嵌入物品或其包装,以解决超市中物品的防窃问题。

习题 5

5-1 填空题

- (1) 根据工作原理的不同,电子标签可以划分为两大类,一类是_____的电子标签,一类是_____的电子标签。
- (2) 当电子标签利用_____进行工作时,属于无芯片的电子标签系统。这种类型的电子标签主要有_____和_____两种工作方式。
- (3) 当电子标签以_____为理论基础进行工作时,属于有芯片的电子标签系统。这种类型的电子标签主要分为_____的电子标签和_____的电子标签两种结构。
- (4) 一位电子标签是最早商用的电子标签,主要应用在_____中。
- (5) 声表面波器件可以实现_____的变换过程,并完成对电信号的处理过程,以获得各种用途的电子器件。
- (6) 含有芯片的电子标签基本由_____、_____和_____三部分组成。
- (7) 具有存储功能的电子标签,控制部分主要由_____和_____组成。

(8) 含有微处理器的电子标签,控制部分主要由_____、_____和_____组成。

(9) 具有存储功能的电子标签可以分为_____电子标签、_____电子标签、
_____电子标签和_____电子标签。

(10) 电子标签通过与读写器电感耦合,产生交变电压,该交变电压通过_____
_____和_____后,给电子标签的芯片提供所需的直流电压。

(11) Mifare one IC S50 卡的工作频率是_____。

(12) MIFARE(r)PRO 片内的微处理器是_____。

5-2 以射频法为例,简述一位电子标签的工作原理。

5-3 声表面波标签的主要特点是什么?

5-4 简述声表面波技术的发展方向。

5-5 什么是分级密钥? 简述分级密钥在公共交通中的应用。

5-6 什么是 IC 卡和 ID 卡? 比较它们的不同。

5-7 MIFARE 卡有哪些优点? 给出 Mifare one IC S70 的技术参数。

5-8 简述操作系统命令的处理过程。

5-9 电子标签的发展趋势是什么?