

低功耗有源射频识别系统的设计与实现

马英炳, 赵 利

(桂林电子科技大学 信息与通信学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 设计一种工作于 2.4 GHz 频段的低功耗有源射频识别系统的硬件结构, 描述了阅读器与射频标签的工作流程。射频标签工作模式为休眠唤醒模式, 大大延长了射频标签的使用寿命。

关键词: 有源; 射频识别; 阅读器; 射频标签

中图分类号: TN27

文献标识码: A

Design and implementation of micro-power active RFID system

MA Ying Bing, ZHAO Li

(Information and Communication College, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: This paper presents a micro-power active radio frequency identification system of 2.4 GHz frequency, describes the reader and radio-frequency tag work flow. Set radio-frequency tags for sleep-wake-up mode, which will greatly extend the useful life of the radio-frequency tags.

Key words: active; RFID; reader; radio frequency tag

射频识别 RFID(Radio Frequency Identification)是一种非接触的自动识别技术, 其基本原理是利用射频信号和空间耦合传输特性, 实现对被识别物体的自动识别。作为快速、实时、准确的高效采集与信息处理技术, 已被公认为本世纪十大重要技术之一。根据供电方式不同, RFID可分为有源和无源2类。其中有源RFID射频标签自身具备电池, 可提供全部器件工作的电源。正是因为如此, 有源RFID才具备有低发射功率、通信距离长、传输数据量大、可靠性高和兼容性好等特点。随着技术的愈加成熟, 被广泛地应用到公路收费、港口货运等管理中^[1-4]。

本文提出了一种RFID系统设计, 与以往的RFID系统设计相比, 这个系统设计采用了一种低功耗无线射频收发芯片, 且该芯片将MCU和射频模块集成在一起, 这样就使系统简单化、小型化、模块化。

1 有源RFID系统组成及硬件设计

1.1 系统工作原理

在有源RFID系统中, 标签和读写器处于远磁场区, 通过电磁耦合方式传输信号。由于电子标签自带电池, 当电子标签进入读写器的识别范围后, 电子标签不需

要读写器发出激活信号, 而是主动地将存储的识别信息(ID)以电磁波的形式传给读写器^[3-4]。

1.2 系统组成

如图1所示, 有源RFID系统主要由读写器、有源电子标签、计算机管理系统组成。该系统中, 射频标签存储着要被识别物品的相关信息, 通常放在被识别物品上; 读写器负责读取或写入标签信息; 计算机管理系统用于对数据的管理, 完成通信传输功能。

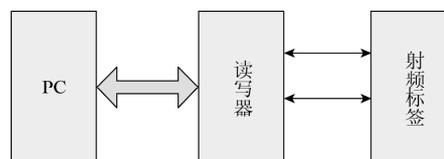


图1 有源RFID系统组成

1.3 系统硬件设计

1.3.1 芯片选择

目前用于低功耗的无线射频收发芯片很多, 考虑到设计成本及系统的功能特点, 本文设计的低功耗有源RFID系统采用Chipcon公司的无线低功耗射频收发芯片CC2510。CC2510为2.4 GHz单芯片系统, 用于低功耗及低电压无线通信。可提供4种功耗模式, 用于降低电

流损耗,适用于需求超低功耗的系统;同时CC2510芯片把MCU和射频模块集成在一起,大大降低了系统设计的复杂性^[5]。

1.3.2 读写器的硬件构成

如图2所示,读写器主要是由数据接口、主控制器(8051 MCU 内核)、无线收发模块、天线几部分构成。数据接口的主要功能是通过USB接口把读写器与PC机连接起来,实现高频模块与PC的通信;主控制器采用芯片CC2510内部自带的微处理器8051 MCU,用于处理无线收发模块收到的数据;无线收发模块由芯片CC2510自身的射频发射部分与外围电路组成,用于完成与射频标签的无线数据通信;天线采用PCB天线,与无线收发模块相连,是读写器与射频标签通信的桥梁。

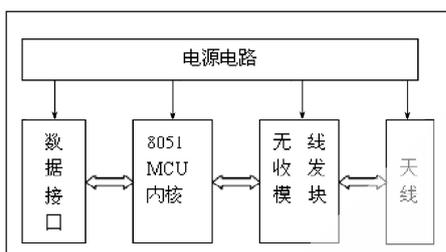


图2 读写器结构图

1.3.3 射频标签硬件构成

与读写器一样,射频标签同样通过CC2510来实现无线通信。如图3所示,其主要由主控制器(8051 CPU 内核)、无线收发模块、天线、电源几部分构成。不同的是,射频标签的工作电源由电池或者电子提供,而读写器的电源由PC机提供。



图3 射频标签硬件构成

2 系统通信协议设计

通信协议设计是系统设计至关重要的部分,系统数据通信的双方必须遵守相互约定的通信协议才能实现安全、可靠、有效的数据通信。在此系统中主要设计PC与读写器之间的通信协议,以及读写器与射频标签之间的通信协议。

2.1 PC与读写器之间的通信协议

读写器与后台PC机采用RS485串口通信,工作在异步方式,传输速率为57 600 b/s。

2.2 读写器与射频标签之间的通信协议

读写器与射频标签在初始化建立通信过程中以数

据帧的形式封装。一般采用需要4种帧,即寻卡命令帧、通信成功确认帧、通信失败确认帧以及标签信息帧。根据芯片CC2510自身规定好的通信协议可以定义其帧结构^[5],如图4所示。

导言字段	同步字段	长度字段	地址字段	数据字段	校验字段
------	------	------	------	------	------

图4 帧结构示意图

导言字段:导言采用交替序列1010...1010开始;

同步字段:占用2 B,由芯片自身实现;

长度字段:表明帧的长度,用二进制数表示,占用1 B;

地址字段:在此字段标示帧的序号,即可以表示1~255(除去00000000情况,即全零情况),占1 B(由读卡器循环生成和管理,并在一次认证中保持不变)。目的是在多标签的情况下防止碰撞。其原理为:读卡器与射频标签之间在通信的过程中,按第一时间收到的帧的序号来排队,只有等此帧通信结束,才去处理下一个帧号。如此就可以避免碰撞,实现多标签识别。

数据字段:在寻卡命令帧、通信成功确认帧和通信失败确认帧这3种帧中,数据字段包含对应的命令数据;在标签信息帧中,数据字段包含的是标签的信息。

校验字段:采用CRC-16校验。

3 系统软件设计

3.1 读写器软件及流程

读卡器工作过程中,首先上电复位初始化,然后开始发送寻卡命令,等待标签响应。当有标签响应时,收到标签发来的标签信息,首先判断发送的数据是否出现错误。如果有,就返回一个确认失败信息给标签,并等待标签重新发送数据;若检验数据无错,则开始向主机发送标签信息验证请求。未得到PC返回的信息时,则继续向PC发送标签信息请求验证(如果连续3次没有得到验证结果返回,就向标签发送一个验证失败信息);有验证信息返回时,判断验证结果。成功,则向标签发送一个确认成功信息;若失败,向标签发送一个确认失败信息。其流程如图5所示。

3.2 标签软件及流程图

标签工作过程中,首先是标签冒头探测有无读卡器发送过来的寻卡命令;若无,则转入休眠;若有,则发送自身信息至读卡器,然后等待读卡器返回信息;若没有得到读卡器返回信息,需要重新发送标签信息至读卡器;若有确认信息,要注意是否是读卡器直接发现传输过程中出现了数据错误而给标签的确认失败信息,其错误位标识为0,这时需要重新传送标签信息至读卡器;若确认信息是读写器转发PC的验证结果,要判断验证结果,然后根据不同的结果发送标签不同的确认

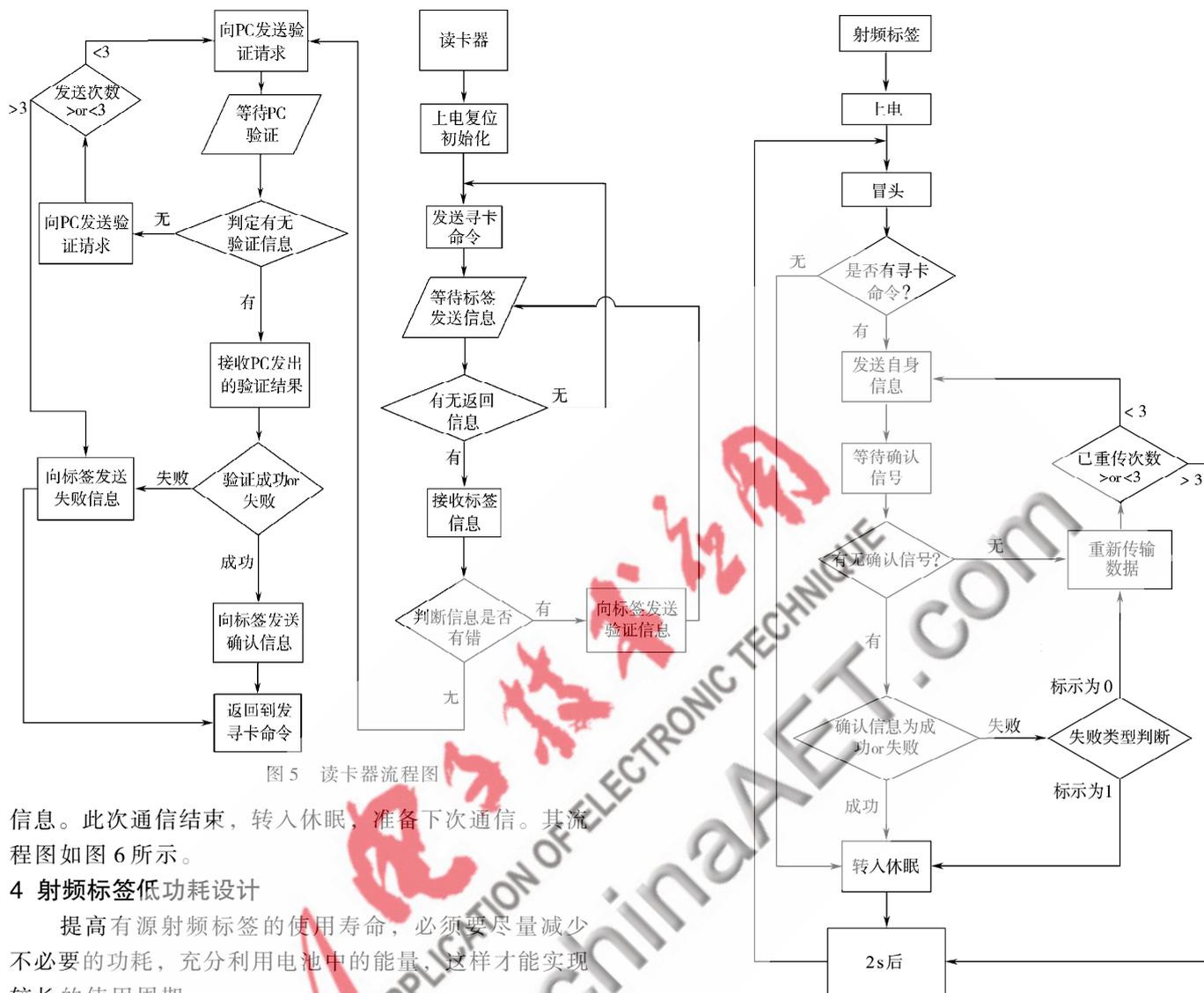


图5 读卡器流程图

信息。此次通信结束，转入休眠，准备下次通信。其流程图如图6所示。

4 射频标签低功耗设计

提高有源射频标签的使用寿命，必须要尽量减少不必要的功耗，充分利用电池中的能量，这样才能实现较长的使用周期。

为降低功耗，射频标签采用休眠工作方式。休眠时，芯片CC2510中除MCU定时器外，所有器件均停止工作，只消耗极小的电流。并且在进入休眠状态前，微控制器将所有I/O脚置成输出状态，以避免其处于高阻态时产生开关电流损耗。

在芯片CC2510中睡眠定时器用来控制芯片从睡眠模式PM0/PM1/PM2中退出，返回到主动模式(active mode)。可以对睡眠定时器定义一个0事件(Event 0)，当0事件发生时，芯片从PM0/PM1/PM2返回到激活模式。睡眠定时器不能在PM3模式和激活模式下工作。2次连续的0事件之间的时间 t_{Event0} 由下面的公式决定^[5]。

若使用低功耗RC振荡器：

$$t_{Event0} = 750/f_{ref} \times EVENT0 \times 2^5 \times WOR_RES$$

若使用晶振：

$$t_{Event0} = 1/32768 \times EVENT0 \times 2^5 \times WOR_RES$$

使芯片CC2510休眠的参考主函数程序：

```
void main()
{
    uchar count = 0;
    Initial();
    Init_clocks(0, 0, 0, 4);
    led1 = 0; //开红色LED, 系统工作指示
    Delay(); //延时
    Delay();
    Delay();
    Delay();
    while(1)
    {
        led2 = !led2;
        count++;
    }
}
```

(下转第36页)

(上接第33页)

```
if(count == 20)PowerMode(3); //10次闪烁后进入睡眠状态
Delay( );
};
}
```

低功耗无线射频收发芯片应用于RFID系统设计,不但降低了功耗,实现RFID产品的小型化、模块化和智能化,同时降低了系统成本,增大了系统识别距离,促进了RFID技术的发展和应。希望有源RFID技术能够越来越受重视,使其蓬勃发展,为社会经济建设做出更大的贡献。

参考文献

《电子技术应用》 www.ChinaAET.com

- [1] 游站清,刘克胜.无线射频识别技术(RFID)规划与实施[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [2] 游站清,刘克胜.无线射频识别技术(RFID)规划与实施[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 郑贤忠.基于有源RFID技术的车辆识别与控制终端系统研究[D].武汉大学,2008.
- [4] HYUNTAE C, YUNJU B. Design and implementation of an active RFID system platform. IEEE 2005.
- [5] 霍宏伟,牛延超,徐晓羽.基于RF芯片CC2510的无线传感器网络节点设备设计[J].国外电子元器件,2006(9):44-47.

(收稿日期:2008-12-22)

《信息化纵横》2009年第10期