

超低功耗电子标签系统

杨雷¹, 余芳², 童立¹

(1. 上海聚猛智能科技有限公司, 上海 210800; 2. 上海新时达电机股份有限公司, 上海 210801)

摘要: 随着新零售业的快速发展与便利店的普及, 人工修改价格的方式已无法满足当下需求, 不仅变价时间长, 且出错概率高。针对这些问题, 文章介绍了一种新的基于物联网技术的电子货架标签系统。系统采用 Sub 1 GHz 无线通信技术, 通过 STM8 低功耗单片机控制, 将超市内所有标签组成一个局域网, 之后将局域网对接到前端软件, 最终通过前端软件实现对所有标签的控制。

关键词: TCP/IP 技术; 墨水屏; 休眠模式; Sub 1 GHz; WiFi 技术; 电子标签

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 2095-1302 (2019) 05-0020-03

0 引言

随着物联网技术的不断发展, 人们对物联网产品的需求不断增长, 在强有力的市场刺激下, 无线射频技术发展迅速, 无线通信技术也向着低功耗和高速率方向发展。

近几年, 由于人力成本不断升高导致公司运营成本居高不下, 因此各行业都希望引入智能化系统, 降低企业用人成本, 进而增强企业市场竞争力。随着国家经济的不断增长, 零售行业近些年出现井喷式增长, 但由于人力成本不断增加, 导致零售行业的成本亦随之增长, 为此出现了基于物联网技术的电子标签系统, 以降低人力需求。

1 物联网电子标签系统

1.1 电子标签系统架构

物联网电子标签系统可替代当前传统纸质标签。电子标签由纽扣电池供电, 通过物联网无线通信技术和标签基站通信, 基站则通过 TCP/IP 技术与前端上位机软件通信。当客户需要更改标签显示内容如价格或保质期时, 只需在上位机软件输入待更新的标签 ID 号, 更改完成后点击下载, 系统便会自动更新标签中的内容。系统架构如图 1 所示。

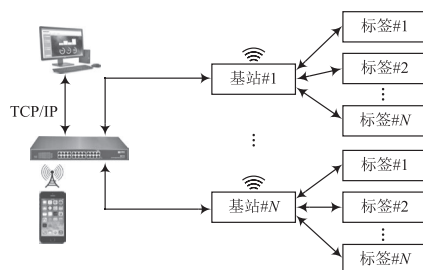


图 1 系统架构

1.2 电子标签系统优点

电子标签在如下方面优势明显:

(1) 一键变价: 可以快速更改商品价格, 如通过前端上位机软件更改对应标签价格后, 系统会通过基站控制电子标签显示最新的价格信息。

(2) 超低功耗: 系统采用超低功耗设计, 若用两节 CR2450 纽扣电池供电, 系统可稳定工作 5 年以上。

(3) 保质期管理: 传统纸质标签无法实时同步显示商品保质期, 若采用电子标签系统, 每天系统可自动更新商品的保质期。

(4) 库存同步: 传统的纸质标签无法实时同步商品的库存信息, 若采用电子标签, 系统每天可自动同步商品的库存信息。

(5) 生鲜智能变价: 卖场或超市的生鲜价格变动频繁, 传统纸质标签无法实时变动且需要多人对其进行维护, 若采用电子标签系统则可及时满足变价要求。

(6) 广告展示: 采用电子标签系统不仅可以显示纸质标签显示的内容, 还可以显示商品的广告信息。

2 电子标签低功耗设计

2.1 电子标签硬件低功耗设计

电子标签系统硬件包括六个主要部分, 分别为低功耗控制器系统模块、低功耗墨水屏显示模块、无线通信模块、FLASH 存储功能模块、CR2450 电池模组、RGB 三色 LED 显示。电子标签结构如图 2 所示。

2.1.1 无线射频电路低功耗设计

本设计中, 无线通信采用 Silicon 公司设计生产的 Si4438 芯片, 其优势在于发射功率大、接收灵敏度高、休眠电流小等。无线射频电路如图 3 所示。

收稿日期: 2019-01-09

修回日期: 2019-02-14

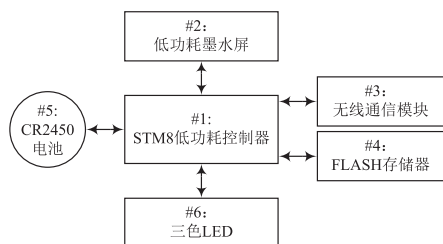


图2 电子标签结构

2.1.2 控制系统低功耗设计

本系统控制器采用 ST 公司设计生产的低功耗 ARM 控制器, 内核为 Cortex-M0 系列芯片。该控制器在休眠模式下时, RTC 唤醒时钟工作功耗最低为 $0.8 \mu\text{A}$ 。该控制器内部拥有 8 KB RAM, 64 KB FLASH, 2 KB 片内 E²PROM, 2 路 SPI 模块, 电路如图 4 所示^[1-4]。

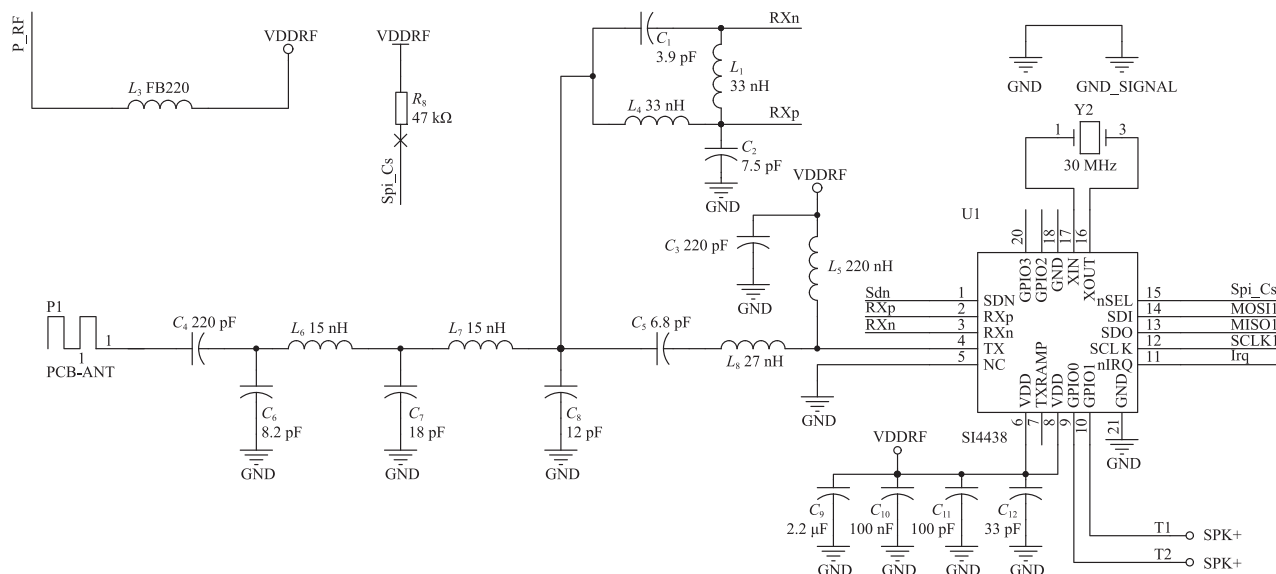


图3 无线射频电路

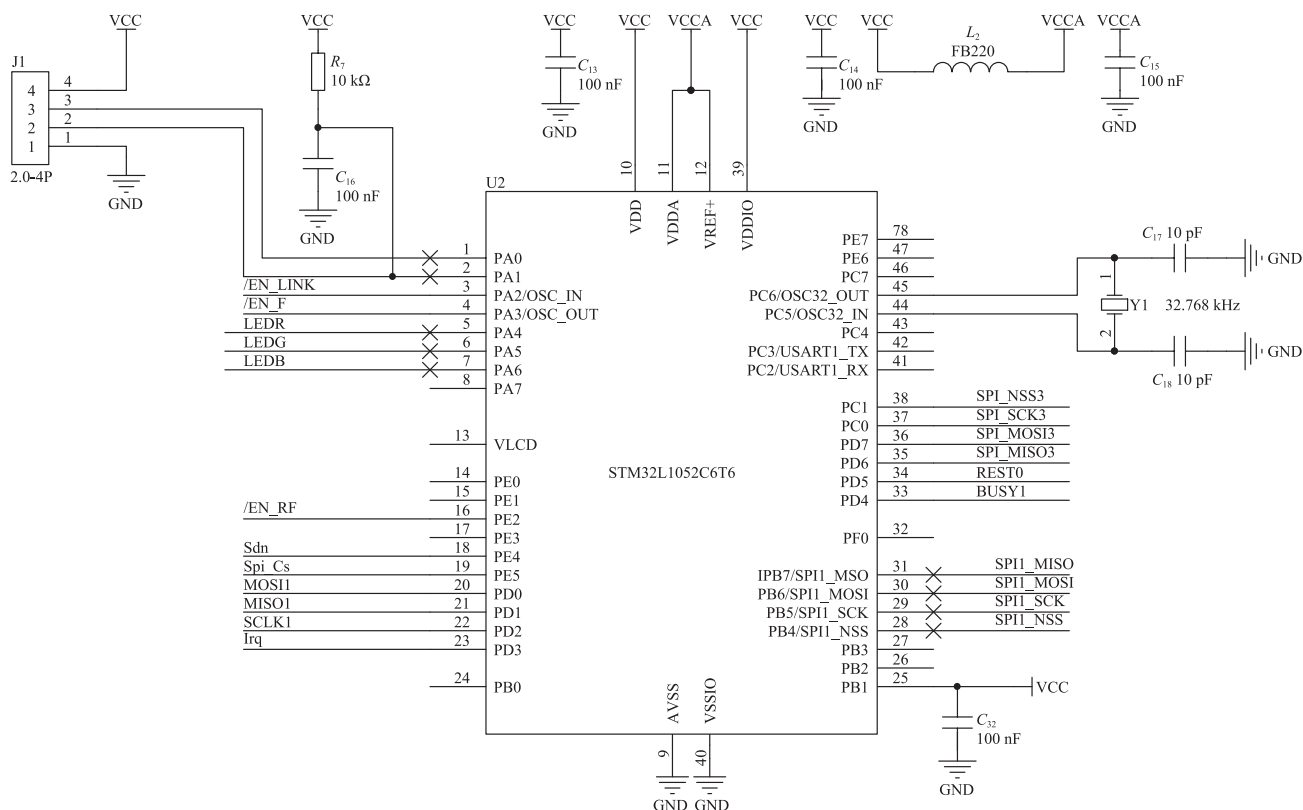


图4 控制系统电路

2.1.3 低功耗显示屏设计

由于电子标签用 2 节纽扣电池供电，因此显示屏采用台湾元泰的墨水屏，该屏幕功耗低，断电后屏幕内容仍然可以

保留几天至几个月。屏幕和控制器之间通过 SPI 接口通信，左边电路为升压电路，通过电感和电容为刷屏时提供高压。显示屏电路如图 5 所示。

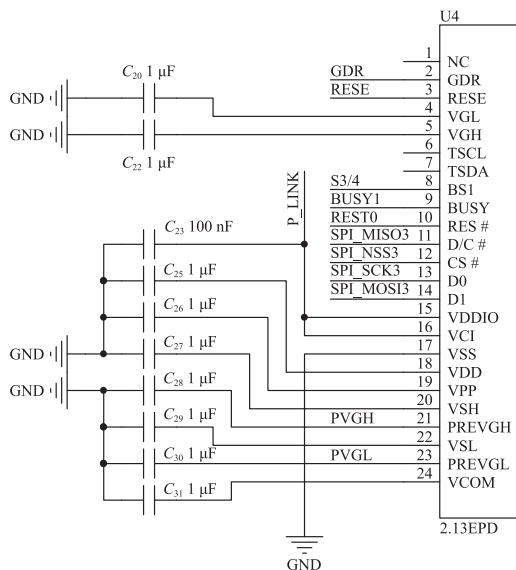
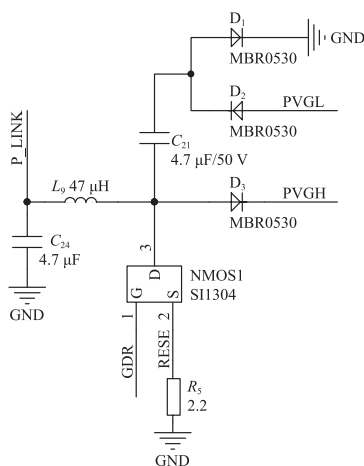


图 5 低功耗显示屏电路

2.2 电子标签无线通信算法

2.2.1 电子标签低功耗睡眠实现算法

电子标签采用 2 节 CR2450 纽扣电池供电，两节电池总电量为 1 100 mA，电子标签正常工作时，功耗电流为 16 mA，在射频进入发射模式后，发射电流为 100 mA，若要实现 5 年的工作时间，电子标签必须进入低功耗睡眠模式。

为确保两节电池可支撑系统稳定工作五年以上时间，电子标签系统软件实行间歇性休眠唤醒机制，即电子标签正常情况下进入睡眠模式，此时系统功耗降到最低，设定一个固定时间，时间一到标签就进入唤醒模式，此时接收是否有网关对其更新的消息，如果有则进入通信模式，若无则继续进入睡眠模式。睡眠周期 T_1 为 10 s，唤醒时间 T 为 10 ms。电子标签睡眠时序图如图 6 所示。

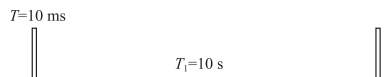


图 6 电子标签睡眠时序图

当上位机要更改标签价格及显示内容时，首先由网关快速下发唤醒信息，保证能将所有需要更改内容的标签唤醒，之后进行数据通信。因为标签唤醒时间为 20 ms，所以网关唤醒周期 T_2 设为 5 ms，保证在标签唤醒时间内完成数据交互。时序如图 7 所示。

2.2.2 网关和电子标签通信架构

图 8 所示为电子标签系统网关和标签之间的通信协议网络架构。

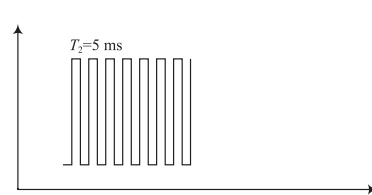


图 7 电子标签变更内容时序图

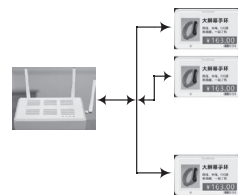


图 8 通信协议架构

当电子标签不考虑低功耗通信时，系统的通信架构变为普通的主从架构，类似于 Modbus 通信总线。主机将更新内容和被更新节点 ID 发送出去，所有标签均能接收该信息，从机收到后会对比自己的 ID 号，如果主机需要更新，则与主机通信，之后发送应答信息。

3 结 语

随着国家经济的快速增长，零售业也进入了高速发展期，传统纸质标签已无法满足人类的生活需求。Sub 1 GHz 无线通信技术的电子标签系统相比其他方案具有如下较为明显的优点：

(1) 采用该技术的电子标签系统，通信传输距离更远，因此在同等空间和商品数量的场合中，组建的无线网络少，降低了施工难度和施工成本。

(2) 系统抗干扰能力更强。2.4G 无线通信包括手机、WiFi 及蓝牙通信技术等，因此采用 Sub 1 GHz 技术的电子标签可使传输过程不被干扰，通信效率高。

(3) 休眠时功耗更低，工作状态下，发射功率更大，接

(下转第 25 页)

2 软件设计流程

该系统采用模块化思想,使用 C51 语言在 Keil5 环境下完成。图 5 所示为系统流程图。从图中可知,程序初始化后调用 STC15 集成在单片机内部的 A/D 转换模块,并将其初始化,同时初始化 OLED 液晶显示屏,在主函数中检测电路传来的电流模拟信号,通过 I/O 口传送给单片机,与此同时,模拟信号通过 A/D 转换模块把信号的模拟量转化为数字量,通过算法将实际电流计算出来,再通过 I/O 口将数据传送给 OLED 液晶显示屏,由 OLED 显示屏将实际电路中的电流准确地显示在屏幕上^[4-6]。

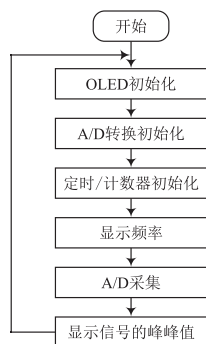


图 5 软件设计流程图

3 结 语

文中设计了一款基于单片机的电流检测系统,该系统通

作者简介:张铭朗,男,大连理工大学城市学院学生。

何英昊,女,锡伯族,大连理工大学城市学院教师。

(上接第 22 页)

收灵敏度更高,由于电子标签系统采用 CR2450 电池供电,因此对低功耗要求严格。本设计采用的方案功耗比普通无线通信的功耗更低。

但文中设计的电子标签系统也存在一些问题需要完善。首先,屏幕成本远高于其他液晶屏,致使电子标签系统成本居高不下。其次,电子标签系统虽然可以降低运营成本,但前期投入较大,市场还需进一步培养。最后,传统物联网系统同一个无线通信局域网,最多为十多个节点,但电子标签系统在同一个无线网内有上千个节点,技术难度相对较大。

参 考 文 献

- [1] 杨雷,孙恩涛,王鹏.基于信号完整性仿真技术 2.4G ZigBee 模块的设计[J].物联网世界,2014-10-30.
- [2] 杨雷,王鹏,林开伟.Thread 技术与电梯物联网[J].物联网技术,2016,6(3):89-92.

作者简介:杨雷(1986—),山东大学硕士,国家中级工程师。

过功率放大模块、测频测幅电路和 OLED 显示模块完成小信号的检测、放大以及 OLED 显示,使用 C 语言实现了程序的编写。经过多次实验,表明该系统能够精确及稳定地显示电路中当前时间的电流强度,与其他电路组合,则可变为一个较为完善的电流检测系统。

注:本文通讯作者为何英昊。

参 考 文 献

- [1] 李现勇.Visual C++ 串口通信技术与工程实践[M].北京:人民邮电出版社,2002.
- [2] 谭浩强.C 程序设计[M].3 版.北京:清华大学出版社,2014.
- [3] 王鲁云,于海霞.模拟电路原理设计及应用[M].北京:清华大学出版社,2010.
- [4] 李嘉鸿,白茹,朱华晨,等.智能巨磁阻直流电流传感器设计[J].物联网技术,2017,7(5):22-25.
- [5] 曹卫.基于 MSP430 单片机的智能多功能电流测试仪[J].自动化与仪表,2008(5):14-16.
- [6] 李珂珂,李伟,赵华颖.基于 C8051 单片机的微弱信号检测装置的设计[J].工业控制计算机,2013,26(10):124-125.
- [7] 蒋兴东,曾水平.基于 MSP430 单片机的电导率检测装置的设计[J].信息技术,2009(4):41-43.
- [8] 韩岱洪.基于 STM32 单片机的电流信号检测装置设计[J].科技与信息,2018(8):113.
- [9] 袁康敏.基于单片机的电流互感器性能测试仪[J].中国农村水利水电,2006(7):117-118.
- [10] 季奥颖,陈进军,季晓文,等.大电流电路在电缆故障测试中的应用[J].自动化应用,2014(11):77-78.

- [3] 何善岚,李强,韩益锋,等.一种适用于 RFID 系统的低功耗检波器设计和实现[J].复旦学报(自然科学版),2006,45(1):12-15.
- [4] 黄刚,雷小燕.电子标签的超低功耗应用设计[J].电子测量与仪器学报,2010,24(10):979-984.
- [5] 杨江峰,李勃,郭赞,等.超低功耗有源 RFID 标签的分析与实现[J].云南民族大学学报(自然科学版),2009,18(2):187-190.
- [6] 张帆,邹雪城,刘冬生,等.RFID 中嵌入 E²PROM 的超低功耗设计[J].微电子学与计算机,2007,24(7):169-172.
- [7] 王潇潇.一种低功耗无源 RFID 电子标签数字基带控制器的设计与实现[D].天津:天津大学,2012.
- [8] 王振兴.RFID 系统中标签芯片数字部分的设计与实现[D].天津:天津大学,2008.
- [9] 王德强.2.45G 有源 RFID 系统空中接口协议的低功耗设计[D].北京:电信科学技术研究院,2007.
- [10] 田佳音.超低功耗低频电子标签基带处理器的研究[D].上海:复旦大学,2008.