

文章编号: 1000 5013(2010) 05- 0507- 04

采用 RFID 技术和 U 盘存储的抄表器设计

张勇¹, 梁宝全², 侯玉文^{1,3}, 袁新润²

(1. 天津大学 管理学院, 天津 300072;
2. 天津市电力公司, 天津 300072;
3. 中国科学院 软件研究所, 北京 100081)

摘要: 将单片机技术与 U 盘存储技术两者结合起来, 设计基于射频识别(RFID) 技术和 U 盘存储的抄表系统. 系统利用单片机直接读写 U 盘, 通过 MAX485 接口芯片完成单片机与电力仪表的信息交换, 通信协议为标准 MODBUS-RTU, 主控芯片 89C2052 完成信息的处理与双向传递. RFID 采用的工作频率为 433 MHz, 以循环冗余校验法校验传输数据, 同时采用时分多路(TDMA) 来实现射频识别系统的防碰撞.
关键词: 射频识别; U 盘存储; 抄表系统; 防碰撞; 单片机
中图分类号: TM 764; TN 911.72 **文献标识码:** A

射频识别(RFID) 技术是利用无线射频方式进行非接触双向通信, 以达到识别目的并交换数据. 我国自 20 世纪 90 年代末引进首套 RFID 示范系统后, 迅速跨越技术先期起步阶段而进入大规模应用, 特别是进入 21 世纪以后, 大规模制造加工企业纷纷采用引进的 RFID 技术成果进行技术改造. 国内外在变电设备管理工作中应用 RFID 技术已有成功的解决方案. 近年来, 随着闪存非易失性存储技术的发展, 基于 USB 接口的闪存——U 盘已得到广泛应用. 以 U 盘作为便携式采集存储系统的存储载体, 完全能够满足长时间采集海量数据的要求. 将单片机技术与 U 盘存储技术两者结合起来, 利用单片机直接读写 U 盘, 从而实现便携仪器的外挂式海量存储, 具有广阔的应用前景^[1]. 本文设计了基于 RFID 技术和 U 盘存储的抄表系统, 详细介绍 RFID 标签和读写器的硬件原理和软件设计思想.

1 系统组成与工作原理

基于 RFID 技术和 U 盘存储的抄表系统由两部分组成, 分别为电力仪表与 RFID 标签(固定部分) 和抄表器(移动部分), 如图 1 所示. 其中: 固定部分包括 RFID 标签, 电力仪表和完成两者信息交换功能的数据处理与接口部分; 移动部分包括射频收发模块, MCU, U 盘存储电路和显示电路.

系统工作原理: 抄表人员通过抄表器发送指令到 RFID 标签, 单片机根据 RFID 标签接收到的指令对电力仪表进行查询, 并将查询结果在通过 RFID 标签回送给抄表器, 抄表器对该数据进行处理, 并将处理结果存储和显示.

2 电力仪表与 RFID 标签部分的设计

2.1 硬件设计

RFID 标签属于主动式标签, 具有低成本、低功耗、阅读距离长等特点. RFID 标签与 RS-485 电路,

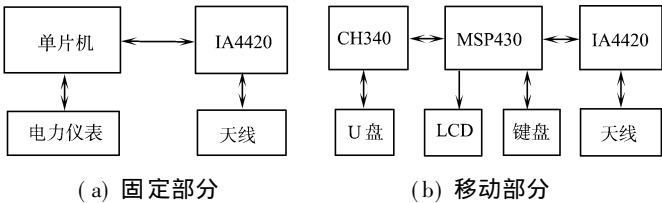


图 1 系统组成原理框图

Fig. 1 Schematic diagram of system components

收稿日期: 2009 09 21

通信作者: 张勇(1965), 男, 教授级高级工程师, 博士后, 主要从事城市化规划与建设的研究. E-mail: yuwen@ iscas. ac. cn.

基金项目: 国家发改委及国家电网公司电力重点技改项目(KJ09-I-10)

如图 2 所示. IA 4420 芯片具有 -109 dBm 的接收灵敏度和最大 8 dBm 的射频信号输出功率, 室外开阔地实测传输距离达 200 m 以上. 按“ 6 dB ”法则, 在无线系统中, 总增益每增加或减少 6 dB , 传输距离延长或缩短一倍. IA 4420 芯片的信号输出功率有 $0, -3, -6, -9, -12, -15, -18, -21\text{ dBm}$ 共 8 个级调, 配合 $0, -6, -14, -20$ 可调的接收端 LAN 增益, 实现了标签阅读距离的大范围多级可调^[2-4].

IA4220 芯片与单片机信息交换通过 1~4 脚, 而这 4 个脚是标准的 SPI 接口. 单片机通过接口完成对 IA4420 芯片内部寄存器的配置, 以及发送和接收 FSK 数据. IA4420 芯片的第 5 脚(nlRQ) 是中断请求. 当发送寄存器准备接收下一个字节, 或 FIFO 收到预定的位的个数, 或遇到上电复位和 FIFO 溢出等情况时, 第 5 脚都会发出一个低电平. 由于具有自动频率控制功能(AFC), 所以, IA4420 芯片允许使用低精度(低成本)的晶振.

通过 MAX485 接口芯片完成单片机与电力仪表的信息交换, 系统中允许该设备带 32 个同类仪表, 通信协议为标准 MODBUS-RTU. 89C2052 为主控芯片, 完成信息的处理与双向传递.

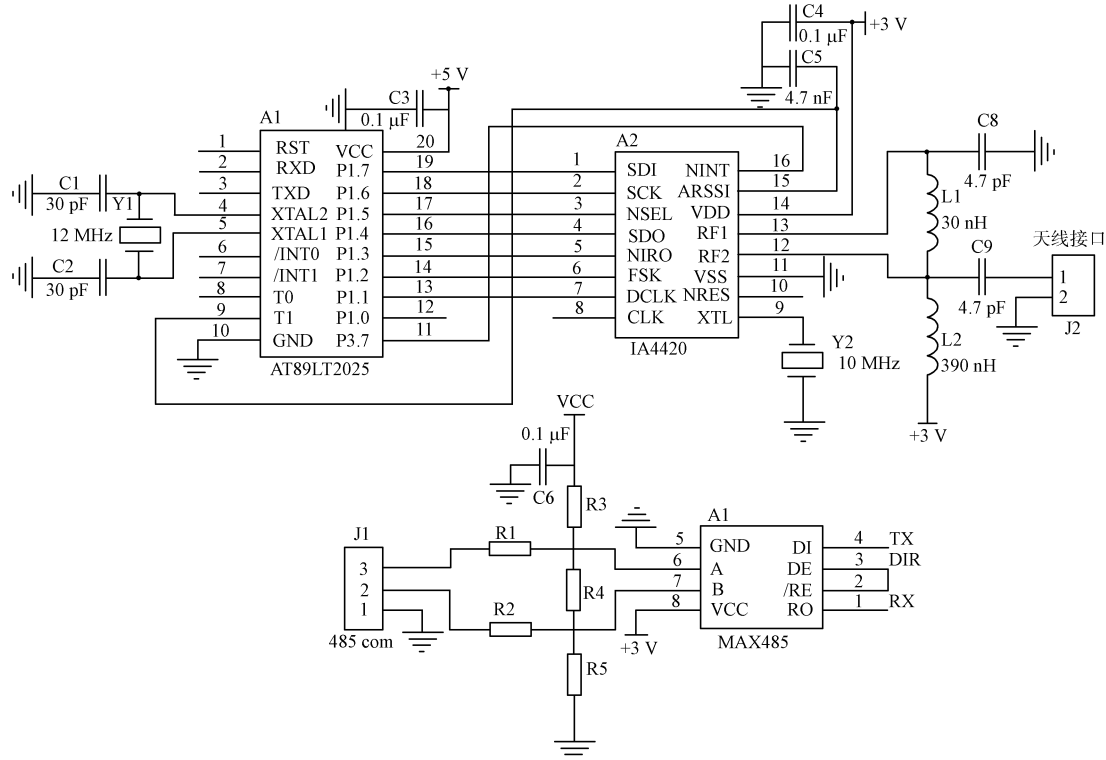


图 2 RFID 标签与 RS-485 电路
Fig. 2 RFID tags and RS-485 circuit

2.2 频段选择

考虑到成本等方面的问题, 设计时 RFID 采用的工作频率为 433 MHz . 经过试验测试, 证明在传输距离及数据可靠性等方面可以达到系统的功能要求.

2.3 防碰撞设计

时分多路(TDMA)法是把整个可供使用的通路容量按时间分配给多个用户的技术. 因此, 系统选择用 TDMA 法来实现射频识别系统的防碰撞. 设计中, 抄表器周期性地发送同步信号, 标签在初始化完成后处于接收状态; 收到同步信号后, 它按照一定的算法产生一个与自己的 ID 号相关的延时(产生自己的时间段), 然后, 将自身的 ID 号发送出去. 由于 ID 号是唯一的, 因此有效区域的不同标签发送时间不同, 避免了冲突的产生.

2.4 电力仪表

系统中的电力仪表选择江苏菲尔电气有限公司的 PD194E 型系列多功能电力仪表. 系统主要利用该仪表的远程 RS-485 数字接口通信, 并采用 MODBUS-RTU 通信协议, 可完成电量测量、电能计量、数据显示、采集与传输.

3 抄表器部分的设计

3.1 USB 接口

系统的 USB 接口芯片选择 CH340 单片机^[5-6]. CH340 单片机是一个 USB 总线的转接芯片, 可实现 USB 转串口、USB 转 IrDA 红外, 或者 USB 转打印口. 系统利用该单片机实现数据从 MSP430 单片机到 U 盘的双向传输功能. 其通信接口为 CH430 单片机的 RXD, TXD 分别与 MSP430 的 TXD, RXD 相连, 如图 3, 4 所示. 该单片机也可使用 3.3 V 供电, 进而降低了系统的功耗.

3.3 抄表器主控电路

系统的主控芯片选择 MSP430 单片机, 晶振选择 8 MHz 的无源晶振. 图 4 为主控电路, 主要负责整个系统的程序调度与功能的实现, 完成对 IA4220 芯片的数据处理、与 U 盘接口电路的通信、响应外部键盘的输入请求和液晶显示功能.

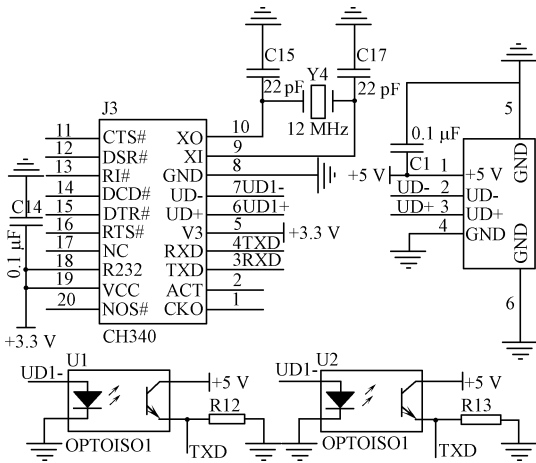


图 3 U 盘存储器接口电路

Fig. 3 Interface circuit of U disk storage

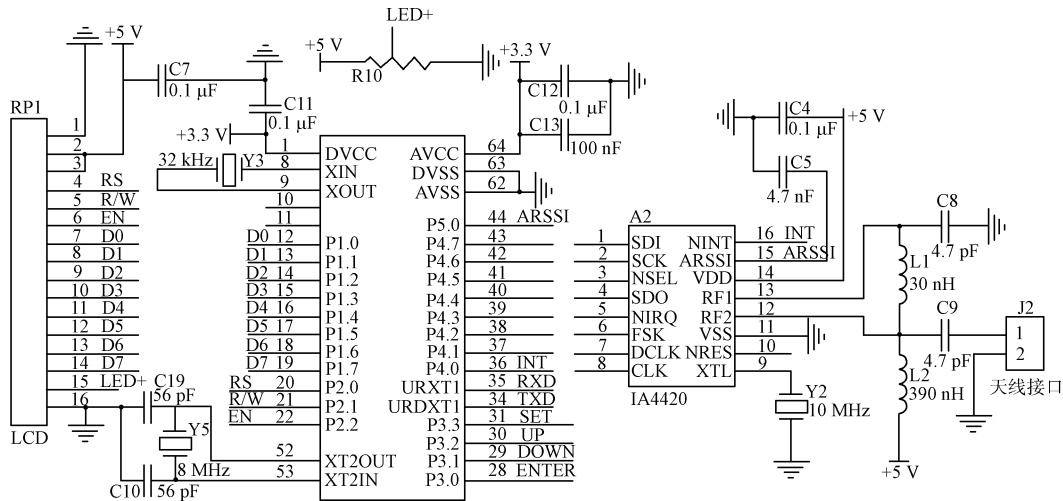


图 4 主控电路

Fig. 4 Control circuit

由于主动式 RFID 标签为电池供电, 为了延长电池使用寿命, 系统对低功耗性能要求严格. MSP430 单片机拥有 0.5 mA 的保持模式待机电流和 250 mA/MIPS 的运行功耗, 是目前业界公认的低功耗单片机; IA4420 芯片的低功耗待机模式电流消耗低至 0.3 mA, 这是设计的低功耗性能的基础保证.

IA4420 芯片与 MSP430 单片机的 P4 口相连; 液晶显示选用 128 × 64 点阵型液晶显示器(LCD), 分别与 MSP430 单片机的 P1 口和 P2. 0~ P2. 2 口相连; 选用 4 按键键盘, 分别与 MSP430 单片机的 P3. 0~ P3. 3 口相连, 完成操作功能.

4 软件设计

单片机 MSP430 主程序设计流程, 如图 5 所示.

4.1 初始化程序

对系统的 I/O 口与寄存器进行分配和初始化.

4.2 采样及处理程序

先判断是否进入睡眠时间范围. 如果进入了, 就开始检测是否有高电平到来; 如果高电平到来就准备采样. 采样点必须大致位于每一位的中间.

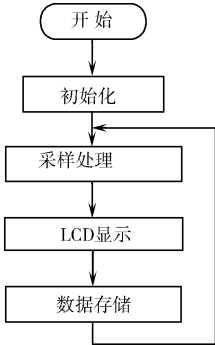


图 5 单片机程序流程图

Fig. 5 Program flow

chart of microcont roller

因此,要适当的延长一段时间,以检测完所有电子标签的有效ID位.为了提高RFID的可靠性与安全性,对于同一标签必须连续采样3次.如果每次采样所得到的有效ID位均相同,则采样成功.

4.3 LCD显示程序

根据数据处理结果,将相应的电子标签信息与采样数据进行显示.

4.4 USB数据存储

MSP430将采样数据经过串口送到CH340单片机,而CH340单片机将数据存储到U盘.

4.5 数据校验

使用RFID技术传输数据时很容易受外界的干扰,使传输的数据发生改变导致错误.因此,设计中采用了循环冗余校验法校验.循环冗余校验法的信息字段和校验字段的长度可以任意选定,正好适合本系统数据采集的特征.

5 结束语

将无线射频识别技术和U盘存储技术应用在电力技术和产业当中,有很大的实际意义和经济效益.在研究分析系统作用原理基础上,给出了系统硬件与软件实现方案.所提出的方案可以解决传统纸笔抄录、攀高爬梯、环境恶劣、抄表难度大、存储容量小和提高工作效率等问题.下一步工作是完成集调度、营销和监控一体的管理系统,以解决电力营销管理中遇到的一些实际问题.

参考文献:

- [1] 王志勇,朱洪涛,李大勇.基于U盘的单片机低功耗海量存储系统[J].单片机开发与应用,2006,22(14):91-93.
- [2] 吴永祥.射频识别(RFID)技术研究现状及发展展望[J].微计算机信息,2006,22(32):234-236.
- [3] 刘冬生,邹雪城.高频RFID读写器射频模拟前端的实现[J].半导体技术,2006,31(9):669-672.
- [4] 侯玉文,王海宾,夏鹏,等.基于RFID/GIS技术的车辆指挥中心及其实现[J].科学技术与工程,2008,8(2):151-153.
- [5] 黄平平,吉荣廷,沈大鹏.基于CH375实现单片机读写U盘[J].现代电子技术,2006(18):12-14.
- [6] 刘建峰,刘爱华.基于CH375的海量数据采集存储系统[J].仪表技术,2006(2):44-46.

Design and Research of Meter-Reading Device Based on RFID Tecnology and U Disk Storage

ZHANG Yong¹, LIANG Bao-quan²,
HOU Yu-wen^{1,3}, Yuan Xin-run²

(1. School of Managemnt, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. Tianjin Electrical Power Cooperation, Tianjin 300072, China;

3. Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: After combining the microcontroller technology and the U disk storage technology, this paper introduces the designing of meter-reading system based on radio frequency identification (RFID) technology and U disk storage technology. The reading and writing of the U disk is controlled through microcontroller, the information exchange between the microcontroller and the electrical meters are carried out through MAX 485 interfacing chip, and the standard MODBUS-RTU protocol is used for the communication. 89C2052 is used as the MCU of the system, and it is used for data processing and bi-directional transmission. The working frequency of the RFID is set as 433 MHz, and cyclic redundancy check method is adopted for the data calibration. The anti-collision of the radio frequency Identification system is realized through adoption of the Time Division Multi Access (TDMA) algorithm.

Keywords: radio frequency identification; U disk storage; meter-reading system; anti-collision; microcontroller

(责任编辑: 陈志贤 英文审校: 吴逢铁)