

低功耗射频智能锁控阀设计

李文涛, 王洪亮

(内蒙古科技大学信息工程学院, 内蒙古包头 014010)

摘要: 以 MSP430F4152 为核心, 结合 T5557 射频卡和 125 kHz 射频技术实现了供暖管道阀门的智能控制。同时, 介绍了 T5557 射频卡的结构及工作原理, 提出一种以分立器件实现射频卡读写的设计方法。调试结果验证了方案的可行性和系统的稳定性, 该设计可广泛应用于供暖系统中。

关键词: MSP430 单片机; 射频技术; 锁控阀; 低功耗

中图分类号: TP29

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2012)24-0026-03

Design of low power consume radio frequency intelligence control valve

Li Wentao, Wang Hongliang

(School of Information Engineering, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China)

Abstract: Taking MSP430F4152 as the core, combined with the T5557 RF card and 125 kHz RF technology, this paper achieves intelligent control of the heating pipes valves. At the same time, the structure and work principle of T5557 radio frequency card are introduced, and a design method of adopting discrete components to carry out the radio frequency card reads and writes is given. And the possibility of the project and the stability of the system are verified, which can extensively be applied to heating system.

Key words: MSP430 microcontroller; RFID; intelligence control valve; low power consume

近年来, 为确保实现“十二五”节能减排目标, 国家针对北方供热制定了供热分户计量、按照用热量收费的制度。对新建建筑及既有建筑安装用热量计量装置、室内温度调控装置和供热系统调控装置。随着分户控制的推广, 为减少供热公司成本及工作量, 方便用户管理, RF 卡智能锁控阀系统得到了广泛应用。如图 1 所示, RF 卡智能锁控阀与室内温控器一起作为供热系统通断时间面积温控调节装置的末端执行机构, 实现对用户供暖有效的节能控制。本文主要介绍一种基于 MSP430 单片机

的低功耗 125 kHz 射频锁控阀设计方案。

1 射频锁控阀系统构成

基于 MSP430 单片机的低功耗 125 kHz 射频锁控阀系统^[1]主要由 T5557 卡、MSP430 单片机控制系统和电磁球阀三部分组成。系统构成如图 2 所示。

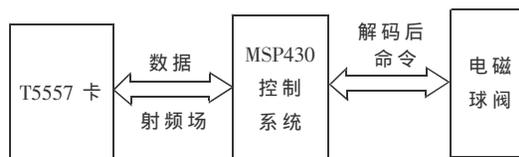


图 2 系统结构图

1.1 T5557 卡

T5557 是美国 Atmel 公司生产的多功能非接触式 R/W 辨识集成电路, 适用于 125 kHz 频率范围。芯片需要连接一个天线线圈, 该线圈被视为芯片电路的电力驱动补给和双向信息的沟通接口。天线和芯片一起构成感应卡片或标签。T5557 芯片的内部电路组成框图如图 3 所示, 它由模拟前端、写解码、比特率产生器、调制器、模式寄存器、控制器、存储器、编程用高压产生器、测试逻辑等电路构成, 完成芯片模拟信号的处理和变换, 解读

《微型机与应用》2012 年第 31 卷第 24 期

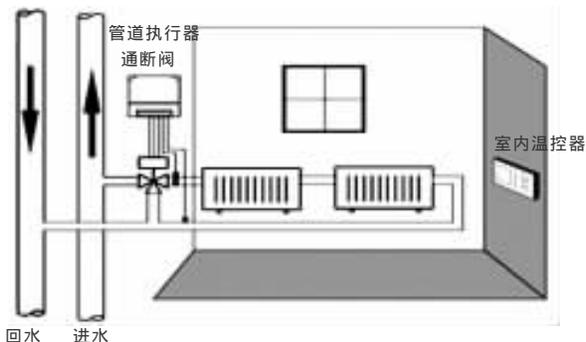


图 1 射频智能锁控阀应用图

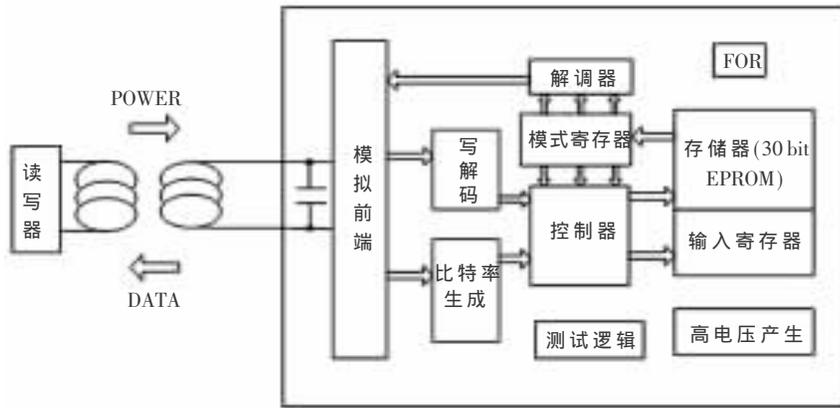


图3 T5557 内部电路组成框图

操作码数据及校验等工作。

T5557 具有 330 bit EEPROM 存储器，分为页 0 和页 1 两页。具体工作流程如下：T5557 先对储存在 EEPROM 块中的数据进行初始化，然后将这些数据以负载调制方式循环送至读写器；用中断载波形成空隙(gap)的方法完成读写器发命令和写数据，以两个 gap 之间的持续时间来编码 0 和 1；当所有写信息已被 T5557 正确接收时，便可编程写入，这时 T5557 进入块读模式，并传送刚编程写入的块^[2]。

1.2 MSP430 控制系统

干簧管感应进入到天线感应区内的 T5557 卡信号，由微控制器输出 125 kHz 载波信号驱动天线线圈，读取卡上信息，控制电磁阀开关。系统结构如图 4 所示。

1.3 电磁球阀

本设计通过直流减速电机接收单片机信号控制阀门的通断。

2 硬件电路设计

本设计以 TI 公司的 MSP430 单片机^[3]作为微处理器。MSP430 是一个特别强调超低功耗的单片机品种，很适合应用于采用电池供电的长时间工作场合。它采用数字控制振荡器(DCO),使得从低功耗模式到唤醒模式的转换时间小于 6 μs,电压的操作范围为 1.8 V~3.6 V;其功耗很低,在 1 MHz 和 2.2 V 的情况下，功耗为 200 μA,进入低功耗模式下，最小工作电流为 0.1 μA;并且有 5 种 MCU 低功耗的模式(LPM0~LPM4)。本文以分立器件实现射频卡读写^[4],硬件电路如图 5 所示。

在图 5 中,(1)为推挽式功率放大电路^[5],由单片机产生标准的 125 kHz 载波信号经三极管功率放大电路放大后,通过天线发射出去。其中电阻 R28 主要起限流保护作用;天线 L2 与电容 C10 构成串联谐振电路,谐振频率为 125 kHz,它使天线上获得

最大的电流,从而产生最大的磁通量,获得更大的读卡距离。电路中 L、C 元件参数可由串联谐振公式 $f=1/(2\pi\sqrt{LC})$ 计算确定。(2)为包络检波电路,利用二极管单向导电性及检波负载 R、C 充放电过程,去除 125 kHz 载波信号,还原出有用数据信号。R、C 参数的确定需要满足两个条件:①不产生惰性失真,一般工程上按 $f_{max} \times R \times C \leq 1.5$ 计算,其中 f 为载波频率。②不产生负峰切割失真,即 $m \leq R_1/R_0$,其中 m 为调幅系数。(3)为滤波放大电路,滤波放大电路采用集成运放 LMV324 对检波后的信号进行滤波整形

放大,放大后的信号送入单片机,由单片机对接收到的信号进行解码,从而得到 RF 卡内的信息^[6]。图 6 为阀门控

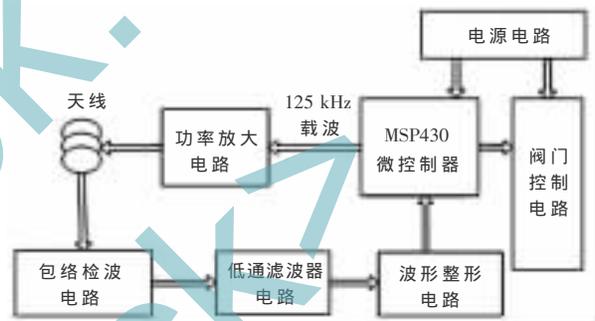


图4 MSP430 控制系统结构图

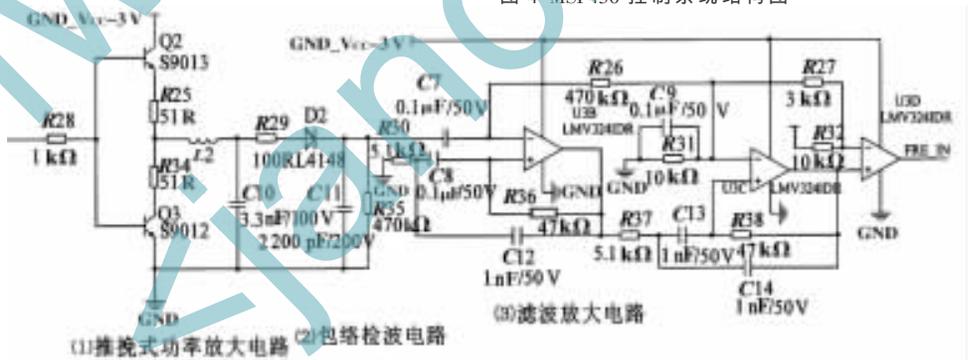


图5 射频卡读写电路

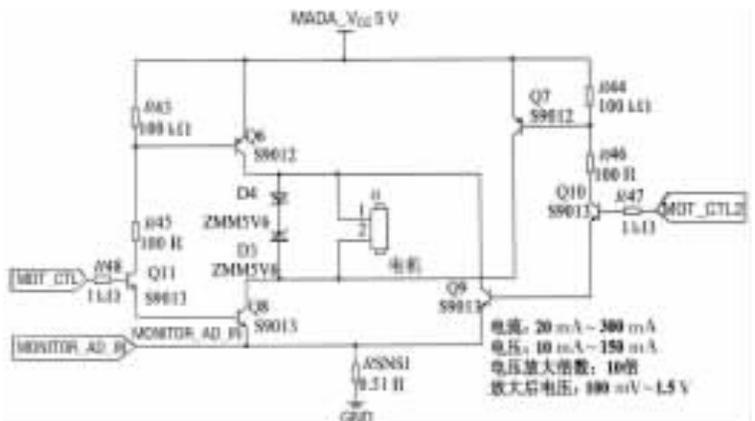


图6 阀门控制电路

制电路，单片机根据 RF 卡上信息输出电机控制信号，通过 H 桥电路控制电机正反转。

3 软件设计

本系统软件设计采用自顶向下、模块化、结构化的程序设计方法，将编程过程逐步细分，分解成一个个功能模块，每个模块相互独立，其正确与否不依赖其他模块，每个模块都完成一个明确的任务，实现某个具体的功能。这样编制的程序易于调试、修改、可读性好。主程序流程图如图 7 所示。

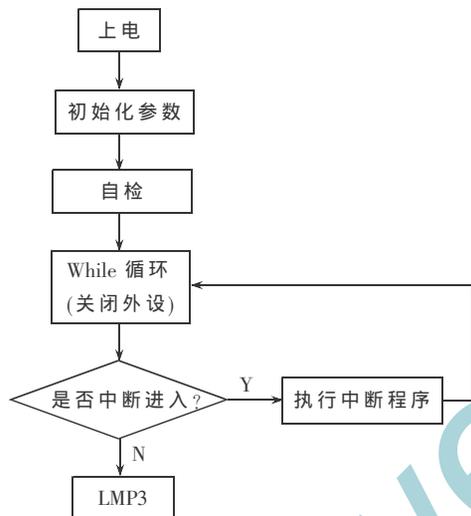


图 7 主程序流程图

低功耗的实现除了合理的硬件设计以外，软件设计的配合也至关重要。软件结构上，单片机大部分时间处于休眠状态，主程序只用来进行初始化，一切控制均在中断子程序中完成^[7]。程序在运行过程中，当一些外围器件不需要时，要注意设置关断甚至包括一些时钟信号。图 8 为中断处理程序流程图。

本系统软件设计还包括 125 kHz 载波的产生和 RF 卡解码^[8]两部分。载波信号利用单片机的 T/C2，使其工作于 CTC 模式，比较匹配时对输出取反便可得到 125 kHz 的方波；RF 卡解码则利用单片机的输入捕捉功能进行。

本设计硬件上采用 TI 公司的 MSP430F4152 作为微控制器输出 125 kHz 方波，经分离器件信号处理后输送回单片机解码，从而完成单片机与 RF 卡间的信息交互；同时，阀门静态电压控制在 1.18 mV，实现了低功耗设计要求，对用户供暖管道阀门进行了有效的节能控制。作为包头新达科技公司供热系统节能产品的一部分，本设计现已量产。

参考文献

- [1] 周颖琦. 125 kHz 射频识别系统的研究与设计[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2006.
- [2] 单承赣. RFID 芯片 T5557 及其 FSK 读写器电路设计[J]. 国外电子元件, 2004(12): 25-28.

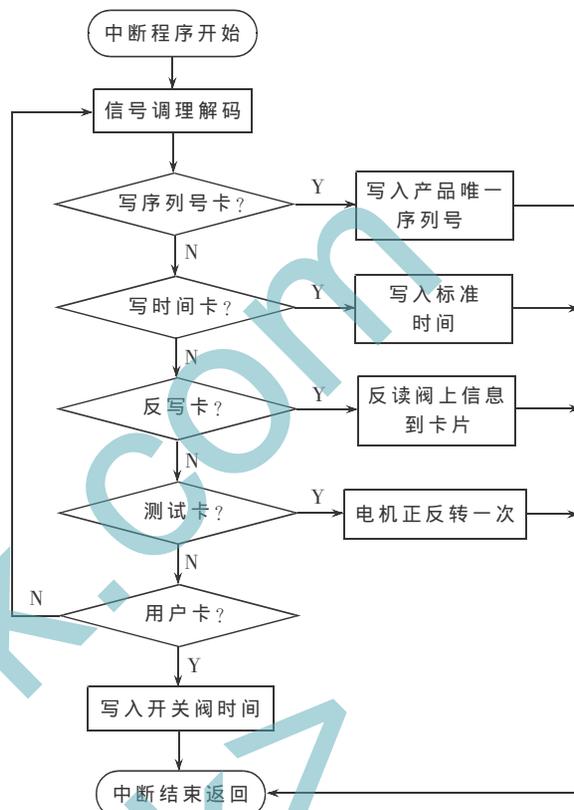


图 8 中断程序流程图

- [3] MSP430F41x2 datasheet[Z]. TEXAS INSTRUMENTS, 2003.
- [4] 敖华, 陈渊睿, 骆祖国, 等. 基于 AVR 单片机的 125 kHz 简易 RFID 阅读器设计[J]. 现代电子技术, 2010(7): 111-114.
- [5] [日] 冈村迪夫. OP 放大电路设计[M]. 王玲, 徐雅珍, 李武平, 译. 北京: 科学出版社, 2004.
- [6] 周晓光, 王晓华. 射频识别(RFID)技术原理与应用实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [7] MSP430X1XX family user's guide[Z]. Texas Instruments, 2003.
- [8] 丁明军, 徐健城. 射频卡应用中的曼彻斯特码解码技术[J]. 通信技术, 2007(12): 65-67.

(收稿日期: 2012-10-22)

作者简介:

李文涛, 女, 1961 年生, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 自动化仪表、两相流测量技术。

王洪亮, 男, 1984 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 测控技术与智能仪器。