

基于单片机的节能饮水机控制系统设计^{*}

王 瑜 杨武成 李腾飞 樊新东 李 娜 洪 涛 吴 凯

(西安航空学院机械工程学院 西安 710077)

摘 要:以 STC89C52 单片机为主控芯片,设计了节能饮水机控制系统。通过两个 DS18B20 温度探头将热水和温水水温实时送入 STC89C52 单片机,并采用液晶显示器 LCD1602 显示当前热水和温水水温,以及温水水温的设定值上限和下限。当热水烧好后,通过继电器自动控制加热器关闭并语音提醒人们热水可以饮用。当温水准备好后,通过继电器自动关闭温水池和热水池之间的电磁阀,以及温水池的进水电磁阀,并语音提醒人们温水可以饮用,避免了热水反复加热,温水水温数据误差在 0.3℃ 以内,可以满足不同使用者对温水水温的需求。该饮水机节能,使用安全方便成本低,可以随时为人们提供热水、温水、凉水,而且具有温水水温设置等功能。

关键词:STC89C52;节能;ISD4004;饮水机

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 460.50

Design of a control system of energy saving drinking machine based on microcontroller

Wang Yu Yang Wucheng Li Tengfei Fan Xindong Li Na Hong Tao Wu Kai

(School of Mechanical Engineering, Xi'an Aeronautical University, Xi'an 710077, China)

Abstract: In order to provide convenience for people's lives, save energy sources, economical utilization of electric power, design of a control system of energy saving drinking machine based on STC89C52 microcontroller. The hot water and warm water temperature data collected from two temperature probe DS18B20 real-time sent to STC89C52 microcontroller, and display current hot water temperature, warm water temperature, upper and lower warm water temperature limit using LCD1602. When the water is boiling, the system could automatically close heater through relay and language warning people that hot water can be drunk. When the warm water temperature is suitable, the system could automatically close the electromagnetic valve between warm water pool and hot water pool, and could automatically close the electromagnetic valve of warm water pool through relay and language warning people that warm water can be drunk, avoid the hot water is heated repeatedly, the warm water temperature data error in 0.3℃, meet various requirements of users. The drinking machine is energy saving, the operation is secure and convenient and low cost. The system not only can provide hot water, warm water, and pure water, but also have the function of water temperature setting of warm water, etc.

Keywords: STC89C52; energy saving; ISD4004; drinking machine

1 引 言

在人们的日常生活和工作中,饮水机已经成为最常见的饮水设备,被广泛使用^[1]。目前大家广泛应用的饮水机存在以下两大问题:1)打开饮水机电源后,饮水机在长时间无人使用时,加热器仍然继续工作,饮用水一直处于反复加热、保温状态,增加了电能损耗,不节能,而且长期使用会对人们的健康产生不利的影响。2)目前几乎所有的

普通饮水机的热水、温水、凉水并未分开,人们会喝到热水和凉水的混合水,而且水温不能实时显示和设定,不能满足人们对各种水温的使用需要^[2]。

针对以上问题,采用 STC89C52 单片机为主控芯片,设计了节能饮水机控制系统^[3],能够保证当热水加热达到 100℃,自动断开加热器电源,不出现饮用水一直反复加热的现象,采用热水、温水和凉水 3 个水池,3 个进水电磁阀和 3 个出水阀,结合水位控制电路、按键电路和液晶显示

收稿日期:2017-04

^{*} 基金项目:2015 年省级大学生创新创业训练计划项目(2363)资助

器,实现了热水、温水水温的实时显示和控制,温水水温的设定,热水、温水和凉水自动进水等功能,使用方便,节约了电能。

2 系统的结构及工作原理

系统的总体框图如图 1 所示,本系统主要由主控芯片 STC89C52 单片机、稳压电源、按键电路、2 个 DS18B20 温度传感器、不锈钢浮球液位开关、2 个非接触液体水位感应开关、液晶显示器、语音电路、4 路继电器驱动电路、4 个继电器、加热器和 3 个电磁阀组成。稳压电源给整个系统供电,按键电路主要实现温水水温上下限设定、热水和温水水温自动控制等功能。DS18B20 温度传感器 1 实时检测热水水温,并送入 STC89C52 单片机,DS18B20 温度传感器 2 实时检测温水水温,并送入 STC89C52 单片机,不锈钢浮球液位开关检测热水池的高低水位,高水位开关防止热水溢出水池,低水位开关防止在热水池没有水的情况下,打开加热器干烧,非接触液体水位感应开关 1 和 2 分别作为温水的高低水位传感器。

液晶显示器实时显示热水和温水水温、温水水温上下

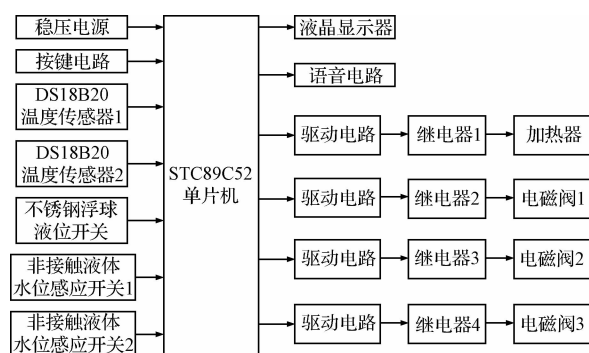


图 1 系统总体框图

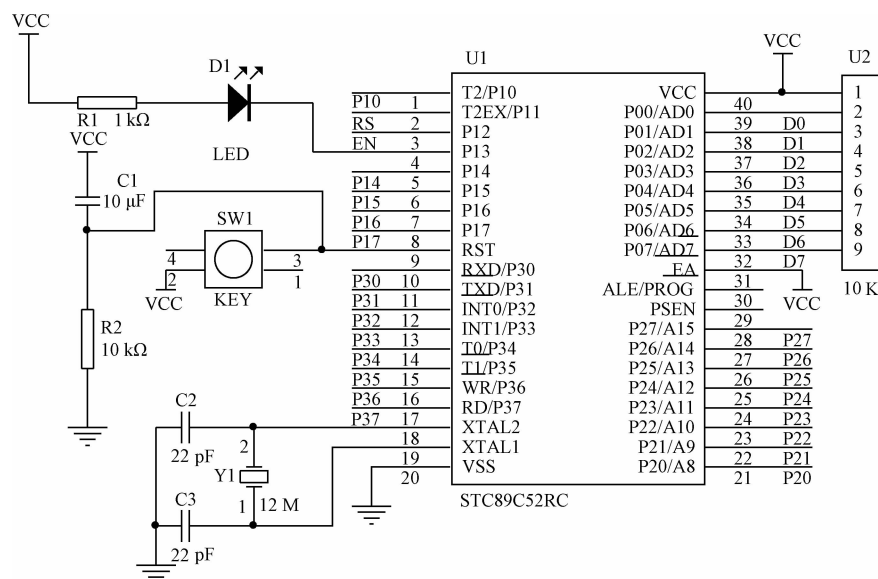


图 2 STC89C52 单片机主控电路

限定值,当热水和温水烧好后,语音电路播放“热水/温水已经烧好,请饮用!”的语音,提示人们喝水,4 路继电器分别控制加热器和 3 个进水电磁阀工作。

3 系统硬件设计

3.1 STC89C52 单片机主控电路

本系统选用超低功耗单片机 STC89C52 为控制核心,对热水水温、温水水温、按键信息、热水高低水位、温水高低水位、凉水高水位进行采集、分析处理后,将热水水温、温水水温和温水水温上下限显示在液晶显示器上,并控制语音电路在热水和温水烧好的时候播放语音,通过继电器控制加热器和进水阀。STC89C52 单片机的功耗低、性能高、片内拥有通用的 8 位 CPU,在嵌入式控制系统中应用非常广泛^[4]。STC89C52 单片机主控电路如图 2 所示,LED 为系统上电指示灯,KEY 为系统复位按键,U2 为 10 K 排阻,连接液晶显示器的数据端。

3.2 语音电路

本系统选用 ISD4004-08MP 语音芯片,该语音芯片具有 8 M 的存储容量,具有录音和放音的功能。ISD 系列具有抗断电、音质好、使用方便、无需专用的语音开发系统的特点。当热水的水温达到 100℃ 时,单片机发出语音地址和放音控制指令,同存储在语音芯片内部的语音地址进行比较,当两者相匹配时,由语音电路,通过 8 Ω/0.5 W 扬声器语音播报“热水已经烧好,请饮用!”;当温水的水温达到设定值上限和下限的平均值时,通过 8 Ω/0.5 W 扬声器语音播报“温水已经烧好,请饮用!”^[5]。语音电路如图 3 所示,采用音频功率放大器 LM386 结合 ISD4004 语音芯片实现语音播报功能,ISD4004 工作电压为 3 V,采用 ASM1117-3.3 V 电压转换芯片将 5 V 直流电压转换成 3.3 V 直流电压 VDD,给 ISD4004 供电。

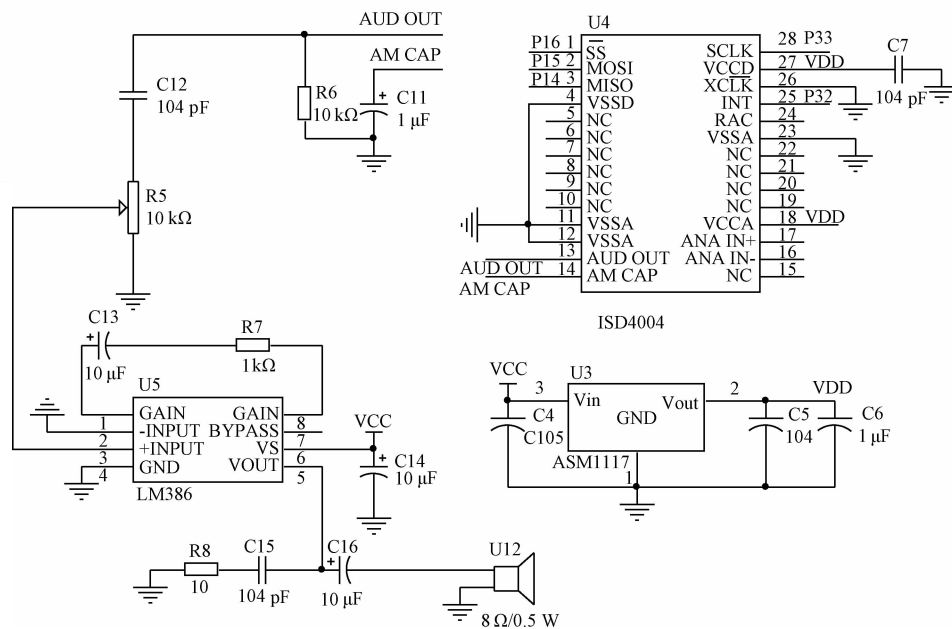


图3 语音电路

3.3 热水、温水水温检测电路

热水、温水水温检测电路如图4所示,热水水温 and 温水水温检测传感器选择不锈钢封装防水型 DS18B20 温度探头,DS18B20 是一种改进型智能温度传感器,其测温范围为 $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$,最大分辨率可达 0.0625°C 。DS18B20 与单片机采用 3 线制连接,减少了外部的硬件电路,使用方便、成本低^[6]。利用 DS18B20 温度传感器分别将热水、温水水温送入单片机的 I/O 口 P21 和 P20,从而实现热水和温水温度的实时采集和控制。

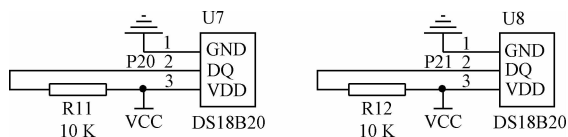


图4 热水、温水水温检测电路

3.4 液晶显示电路

液晶显示电路主要完成热水水温、温水水温和温水水温上下限的显示功能,液晶显示电路如图5所示,LCD1602 是一种专门用于显示字母、数字、符号等字符型液晶,可以显示 2 行,每行 16 个 ASCII 字符^[7]。STC89C52 单片机的 P00~P07 口通过 10 K 上拉电阻分别连接 LCD1602 的 D0~D7 引脚,STC89C52 单片机的 P11 口连接 LCD1602 的 RS 引脚,实现数据寄存器和指令寄存器的选择功能,STC89C52 单片机的 P12 口连接 LCD1602 的使能端 E 引脚,LCD1602 的 VL 引脚接两个电阻 R9 和 R10,调节液晶显示器的对比度。

3.5 继电器控制电路

系统水池结构如图6所示,系统有热水池、温水池和凉水池,每一个水池都有一个出水阀,单片机通过继电器

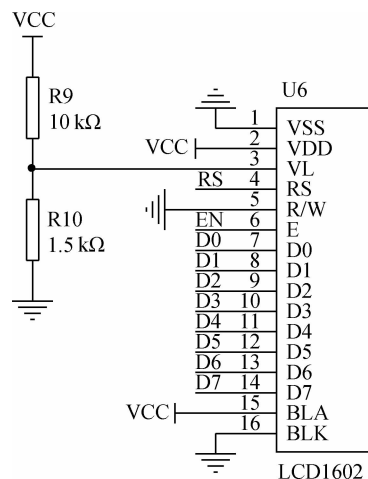


图5 液晶显示电路

2 控制电磁阀 1 给热水池进水,单片机通过继电器 3 控制电磁阀 2 给温水池进水,单片机通过继电器 4 控制电磁阀 3,将热水流入温水池。

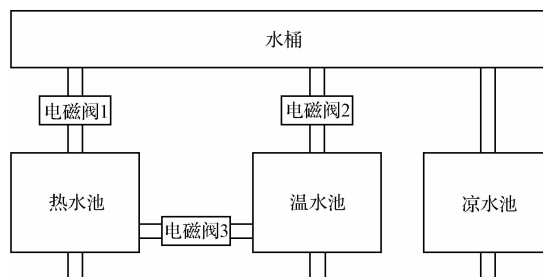


图6 系统水池结构

系统采用 4 路继电器控制电路,分别控制 1 个加热器和 3 个进水电磁阀,其中一路继电器控制电路如图 7 所

示。MC1413 的每一对达林顿管都串联一个 2.7 K 的基极电阻,在 5 V 的工作电压下它能与 TTL 和 CMOS 电路直接相连,很适合驱动继电器^[8]。STC89C52 单片机的 P22 口连接 MC1413 的 IN1 引脚,MC1413 的 OUT1 引脚连接 LED 的负极,通过光耦 PC817、稳压二极管 1N4148 和三极管 Q1 控制继电器 JQC-3F(T73)的线圈通电和断电,继电器 1JQC-3F(T73)的常开触头连接加热器,从而实现热水水温的加热控制;STC89C52 单片机的 P23 口连接 MC1413 的 IN2 引脚,MC1413 的 OUT2 引脚连接

LED 的负极,通过光耦 PC817、稳压二极管 1N4148 和三极管 Q1 控制继电器 JQC-3F(T73)的线圈通电和断电,继电器 1JQC-3F(T73)的常开触头连接电磁阀 1,从而实现热水池的进水控制;STC89C52 单片机的 P24/P25 口连接 MC1413 的 IN3/IN4 引脚,MC1413 的 OUT3 引脚连接 LED 的负极,通过光耦 PC817、稳压二极管 1N4148 和三极管 Q1 控制继电器 JQC-3F(T73)的线圈通电和断电,继电器 1JQC-3F(T73)的常开触头连接电磁阀 2/电磁阀 3,从而实现温水池的进水控制^[9-10]。

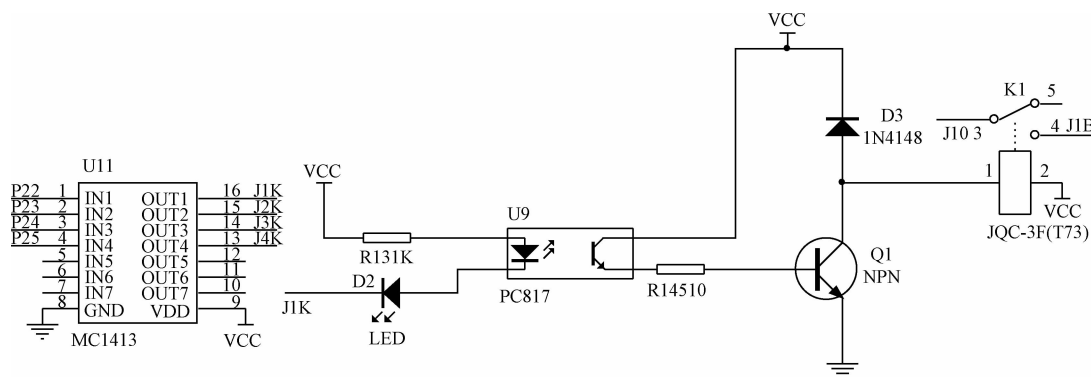


图 7 继电器控制电路

3.6 按键电路

按键电路主要实现温水水温上下限设定、热水和温水水温自动控制等功能。按键 SW2 为设置(Set)键,连接 STC89C52 单片机的 P26 口,按键 SW3 为加法(Add)键,连接 STC89C52 单片机的 P27 口,按键 SW4 为减法(Sub)键,连接 STC89C52 单片机的 P31 口,SW5 为确定(OK)键,连接 STC89C52 单片机的 P17 口,SW6 为热水(Hot)键,连接 STC89C52 单片机的 P10 口,SW7 为温水(warm)键,连接 STC89C52 单片机的 P10 口,SW7 为温水(warm)

键,连接 STC89C52 单片机的 P30 口^[11]。

当按下设置(Set)键,系统进入设定温水水温上限的状态,按下加法(Add)键或者加法(Sub)键,完成温水水温上限的设定,再次按下设置(Set)键,系统进入设定温水水温下限的状态,按下加法(Add)键或者加法(Sub)键,完成温水水温下限的设定,按下确定(OK)键,完成温水水温上下限及温水水温的设定。按键电路如图 8 所示。

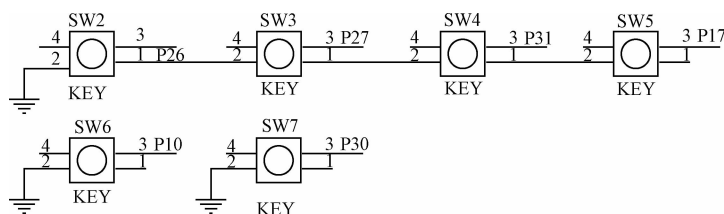


图 8 按键电路

4 系统软件设计

系统软件主要包括以下几部分:主程序、判断程序、LCD1602 液晶显示程序、ISD4004 语音程序、DS18B20 温度采集程序、按键工作程序、继电器控制程序等。LCD1602 液晶显示程序主要完成液晶初始化、显示温水水温、显示热水水温、显示温水上下限等功能,ISD4004 语音程序主要完成当热水/温水准备好后,播放语音提示人们喝水的功能,DS18B20 温度采集程序主要完成热水水温和温水水温读取的功能,按键工作程序主要完成按下键的

检测和记录功能,继电器控制程序完成加热器和 3 个电磁阀的开关控制功能^[12]。

系统主程序流程如图 9 所示。系统上电后,首先关闭电磁阀 2 和电磁阀 3,防止热水和凉水流入温水池,接着初始化 LCD1602 液晶,然后读取热水水温和温水水温,并在 LCD1602 液晶显示器上显示温水水温、热水水温和温水水温上下限,接着进入判断程序。判断程序分以下 4 个部分:1)判断温水水温是否达到设定平均值,即温水是否烧好。如果温水已经烧好,关闭电磁阀 2 和电磁阀 3,播放语音“温水已经烧好,请饮用!”。2)判断温水(warm)键是否

按下。如果温水键按下,温水池中没有水,打开电磁阀 2 和电磁阀 3,热水和凉水同时进入到温水池,如果温水水温过低,低于温水水温设定值的下限,则关闭电磁阀 2,打开电磁阀 3,热水进入温水池,如果温水水温过高,高于温水水温设定值的上限,则打开电磁阀 2,关闭电磁阀 3,凉水进入温水池,这样可以快速得到温水,节约了电能的消

耗。3)判断热水(Hot)键是否按下。如果热水键按下,热水池中没有水,打开电磁阀 1 进水,当热水池水位达到高水位时,关闭电磁阀 1 停止进水,打开加热器烧水。4)判断热水水温是否大于等于 100°C 。即热水是否烧好?如果热水已经烧好,关闭加热器,播放语音“热水已经烧好,请饮用!”。系统实物如图 10 所示^[13]。

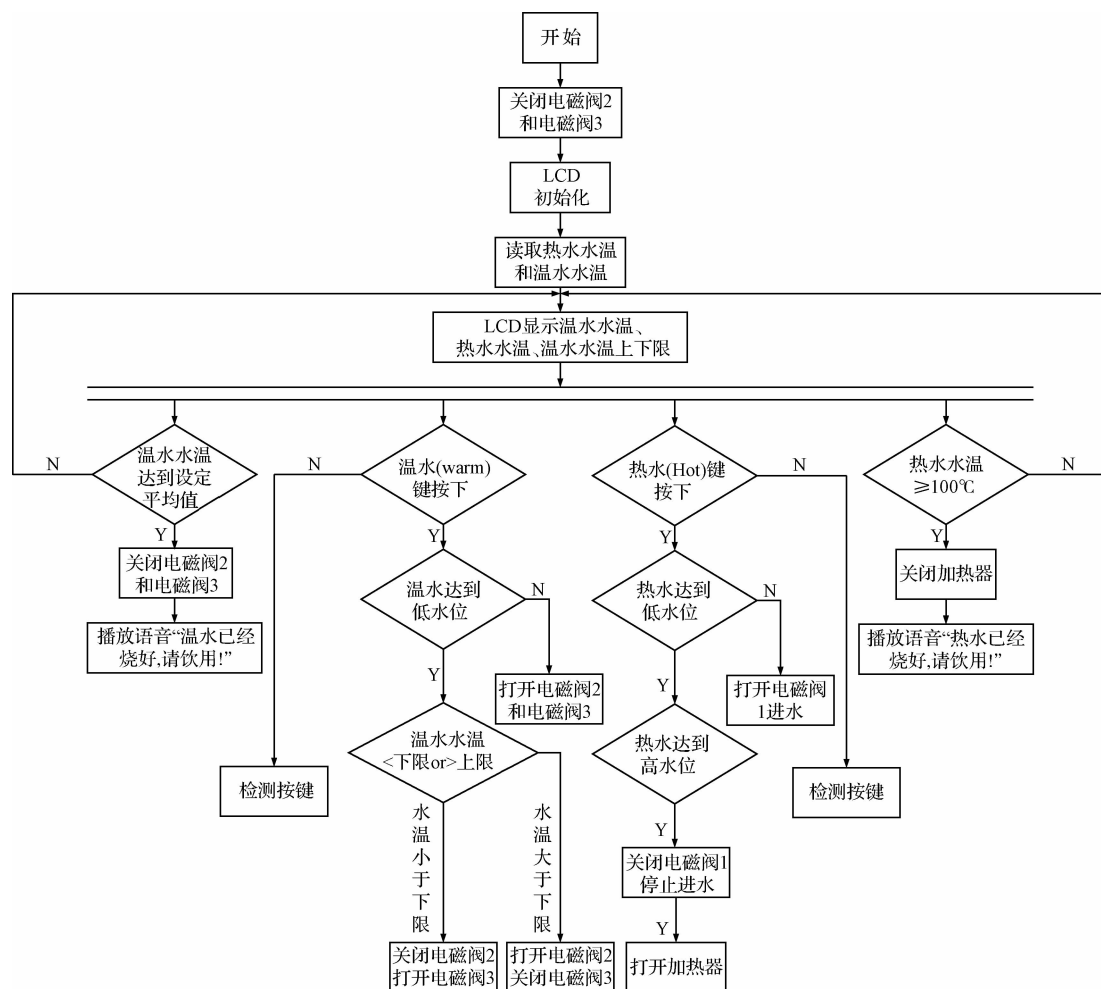


图9 主程序流程

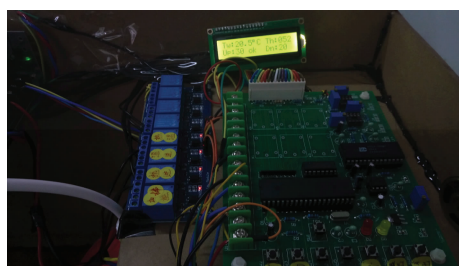


图10 系统实物图

温水水温设定数据与实测数据对比如表 1 所示,从表 1 中可以看出虽然系统实测值和设定值有微小的偏差,但是温水水温数据误差在 0.3°C 以内,可以满足日常生活中不同使用者对温水水温的需求^[14-15]。

表 1 温水水温实验数据

实验次数	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次
设定值/ $^{\circ}\text{C}$	24	28	35	38	44	48
实测值/ $^{\circ}\text{C}$	24.2	28.1	35.2	38.1	44.3	48.2

5 结 论

本设计采用 STC89C52 单片机为核心,结合 ISD4004 语音芯片和 LCD1602 液晶显示器设计了节能饮水机控制系统,该系统能够方便快速自动提供凉水、温水和热水,温水和热水水温可以实时显示,而且温水水温可以根据需要设定,当热水和温水准备好后,语音提醒人们喝水,在热水烧好后,系统可以自动切断加热器电源,避免热水反复加

热,节约电能。系统智能化程度高,结构简单,设计新颖合理,使用操作便捷,使用效果好。

参考文献

- [1] 陈晓明. 新型节能饮水机控制系统的设计应用[J]. 机电工程技术, 2016, 45(12): 539-541.
- [2] 董良新. 基于 ARM 的绿色饮水控制系统设计研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2015(5): 6-8.
- [3] 张建民, 郭伙令, 龙佳乐, 等. 基于单片机的智能 SMS 心率计设计[J]. 现代电子技术, 2017, 40(6): 148-150.
- [4] 刘少军, 王瑜瑜. 基于 GPRS 的红外防盗报警器的设计[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(4): 81-85.
- [5] 何乃龙, 沙奕卓, 行鸿彦. 新型车载倒车雷达监控系统的设计与研制[J]. 信息技术, 2016(3): 1-5.
- [6] 张勇. 基于 AT89S51 的数字温度计设计[J]. 机电产品开发与创新, 2017, 30(1): 20-22.
- [7] 邓力. 基于 Keil 时序逻辑和 Proteus 的电路仿真[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(1): 80-83.
- [8] GrahamDale. 簧片继电器 VS 其他可选产品[J]. 国外电子测量技术, 2016, 35(12): 100-101.

- [9] 邓翔宇. 修正非线性误差的宽量程多电桥电阻测量电路设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(9): 1418-1423.
- [10] 赵玉敏, 宋开新, 秦会斌. 基于 STM32 的空气净化器控制系统[J]. 微型机与应用, 2016, 35(23): 24-26.
- [11] 张志成. 4×4 电容式触摸键盘的设计与实现[J]. 工业仪表与自动化装置, 2015(4): 85-87.
- [12] 何冰, 王菊霞. 基于单片机的病房紧急呼叫系统设计[J]. 电子设计工程, 2015, 23(13): 108-110.
- [13] 曲鸣, 项萍, 姜文, 等. 基于 CAN 总线的公共广播和撤离报警模拟培训系统设计[J]. 测控技术, 2016, 35(1): 153-156.
- [14] 程建华, 刘萍, 于天琦. 高精度无线通信温度检测系统设计[J]. 传感器与微系统, 2017, 36(3): 91-93.
- [15] 胡冬梅, 宋路, 牛国成. 基于支持向量机的波片相位延迟测量新方法[J]. 仪器仪表学报, 2016, 37(7): 1517-1522.

作者简介

王瑜, 1981 年出生, 工学硕士, 讲师, 主要研究方向为机电一体化技术、嵌入式系统应用、图像处理、信号处理等。
E-mail: wangyu. xh@163. com

(上接第 61 页)

5 测试

利用一套图像无线通信设备进行测试, 先建立通信链路, 然后把便携监视终端连接到接收机串口, 终端采用交流方式供电, 能正确显示接收参数; 逐步增加发射机的发射功率, 监视终端上 LED 指示灯点亮数目增加; 增加一套干扰通信发射机, 频率设置到通信频段内, 终端观测到接收电平增加, 但信噪比立刻降到 5 dB 以下, 传输图像出现马赛克, 蜂鸣器发出“嗡嗡”报警声, 指示收到电磁干扰。便携终端整机类似于一台小收音机大小, 功率小于 0.5 W, 使用携带方便^[10], 达到了替代网管计算机的使用需求。

6 结论

综上所述, 针对通信状态固化后, 网管计算机监控通信设备参数不够轻便的实际, 利用单片机模拟运行上位机软件, 对通信设备接收电平和接收信噪比等重要参数进行了提取, 并对提取参数进行了电平强度指示, 电磁干扰报警等基础的二次开发。文章提出的二次开发流程, 尤其是串口设备通信协议解析方法对拥有串口设备的深入开发, 具有工程实践上的指导性。

参考文献

- [1] 蒋萍花, 张楠. 数据采集系统串口通信的设计与实现[J]. 电子测量技术, 2015, 38(6): 139-142.
- [2] 周阳, 周美娇, 黄波, 等. 基于 C# 的串口通信系统的

研究与设计[J]. 电子测量技术, 2015, 38(7): 135-140.

- [3] 任保宏, 徐科军. MSP430 单片机原理与应用: MSP430-F5xx/6xx 系列单片机入门、提高与开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [4] 沈建华, 杨艳琴. MSP430 超低功耗单片机原理与应用[M]. 第 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2013.
- [5] 黄和悦. DIY 四轴飞行器: 基于 MSP430F5 系列单片机与 Android[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015.
- [6] 季青涛, 殷兴辉. 基于 MSP430 的锁相环控制系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2016, 35(8): 99-102.
- [7] 李美花, 闫卫平, 王颖, 等. 微传感器阵列多通道数据采集和处理系统[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(2): 311-317.
- [8] 唐海洋, 刘梦珂. 便携式油井环境监测及气体检测系统设计[J]. 电子测量技术, 2016, 39(7): 128-131.
- [9] 任明秋, 严革新, 朱勇, 等. 复杂电磁环境下雷达抗干扰性能测试方法研究[J]. 仪器仪表学报, 2016, 37(6): 1277-1282.
- [10] 支丹阳, 杜秀兰, 赵靖, 等. 基于便携式脑电信号采集器的脑-机交互系统[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(5): 694-701.

作者简介

李探元, 1985 年出生, 工学硕士, 工程师, 主要研究方向为低功耗单片机系统和数字信号处理。