2018 Synopsys ARC杯海峡两岸

电子设计竞赛技术论文

论文题目：

**Smart中药杯**

参赛单位：华中科技大学

队伍名称：华药师队

指导老师：冯卓明老师

参赛队员：李俊铖 姜欧涅 薛静

完成时间：2018年 5月25日

# 基本情况表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 队伍名称 | 华药师队 | | | 单位名称 | | 华中科技大学 | |
| 项目名称 | SMART中药杯 | | | | | | |
| 项目负责人 | 李俊铖 | | | 联系方式 | | | 15827354310 |
| 指导老师 | 冯卓明 | | | 职务 | | | 讲师 |
| 参赛  队员  信息 | 姓名 | 学历 | 证件号码 | | 专业 | | 分工情况 |
| 李俊铖 | 硕士 | M201772411 | | 微电子学 | | 液位探测；硬件 |
| 薛静 | 硕士 | M201772201 | | 微电子学 | | 温度探测 |
| 姜欧涅 | 硕士 | M201772422 | | 微电子学 | | 计时与闹钟 |
| 项目时间 | 2018 年2 月28日 - 2018年5月25日 | | | | | | |
| 队伍简介 | 本团队组员专业基础知识扎实，团队协作能力强，同时也具有很强的自主学习能力和实际操作能力。 | | | | | | |
| 参与项目 | 无 | | | | | | |
| 获奖情况  （校级及  以上） | 华中科技大学自动化学院智能小车大赛三等奖（校级） | | | | | | |
| 研究专长 | IC数字电路设计 | | | | | | |
| 其他 |  | | | | | | |

# 摘 要

中国人的生活离不开中药，即使在今天，中医在中国医院临床上也被广泛应用于各种疾病的治疗。不论是咳嗽，发烧之类的常见病；又或者补气血益肾精之类的调养。都离不开中药的作用。

随着科技的进步中药已经被制成微颗粒冲制，一次冲泡一天的量，却要分作上下午两餐服用。这给人们带来了两个困扰，第一，生活节奏太快，常常会因为事务繁杂而忘记服药时间。第二，下午服用时，药剂已经变凉。为了解决这两个问题，一款集成了计量，加热，定时功能的中药杯应运而生。

在使用过程中，中药杯可以提醒用户按时，按量的服用中药，保证疗效与用药的安全性。

关键词：智能中药杯 用药剂量检测 用药时间检测

# **ABSTRACT**

Chinese people cannot live without traditional Chinese medicine. Even today, traditional Chinese medicine is widely used in the treatment of various diseases, such as cough and fever.Up or kidney essence, such as adjust the role of is inseparable from the traditional Chinese medicine.

Along with the progress of Chinese medicine science and technology have been made into micro particle system, a set amount of a day, is divided into two in the morning and afternoon meal that brings two problems, first, the rapid pace of life, often forget to take medicine of time because of the transaction is multifarious Second, taking in the afternoon, the drug has cooled In order to solve these two problems, an integrated metering, heating, timing function of traditional Chinese medicine cup arises at the historic moment .

In the process of using , traditional Chinese medicine cup can remind users on time, volume, take Chinese traditional medicine, guarantee the safety of usage and curative effect

**Keywords: Intelligent Chinese medicine cup dosimetry Drug time test**

# 目 录

基本情况表 ii

摘 要 iii

**ABSTRACT** iv

目 录 V

第一章 方案论证 1

1.1项目概述 1

1.2资源评估 1

1.3预期结果 1

1.4项目实施评估 1

1.5补充说明 2

第二章 作品难点与创新 3

2.1作品难点分析 3

2.2创新性分析 3

2.3小结 3

第三章 系统结构与硬件实现 4

3.1系统原理分析 4

3.2 系统结构 4

3.3硬件实现 4

3.4 小结 4

第四章 软件设计流程及实现 5

4.1软件设计流程 5

4.2软件实现 5

4.2.1算法一 5

4.2.2算法二 5

4.2.3算法三 5

4.3小结 5

第五章 系统测试与分析 6

5.1系统测试指标 6

5.2 测试环境 6

5.2.1验证开发平台 6

5.2.2测试方案 6

5.3测试结果 6

5.3.1功能测试 6

5.3.2指标测试 6

5.3结果分析 6

第六章 总 结 7

参考文献 8

# 第一章 方案论证

## 1.1项目概述

该项目是基于ARC EM处理器的智能中药杯，可以帮助中药服用人群，适时适量的用药，保证身体的健康。硬件方面采用ARC EM处理器，WiFi模块、lcd模块、DS1302时钟模块、光敏电阻传感器模块等，用C语言编写程序控制硬件的工作。最终实现指导中药服药人群吃药的效果。

中药对于一些慢性病的确有较好的疗效，并且目前的中药已从传统的自行熬制，转变为冲服包装好的中药袋。平时服用中药时，一般有两种情况：一、定时冲服；二、一次冲泡好，多次服用。

中药冲泡好后，如果药剂变冷，会影响患者服药感受或者影响药效；中药每天服用频率有讲究：频率低于医嘱，会导致疗效不够；频率高于医嘱，可能会导致副作用。统计用药习惯，可以辅助判断药品的疗效。

然而，目前生活中还缺乏一种集上述所有功能为一体的饮用容器。基于此，提出一种Smart中药杯，一举解决上述问题。中药杯的主要功能：1、提醒服药系统（声音提示） 2、显示模块：液晶显示——显示当前中药温度、杯中剩余的药量。预期还可以使用WiFi模块使用更多地方式来提醒用户服药，并在后台记录患者的用药习惯，根据医嘱来辅助用药。

### 1.1.1主要功能一

首先，要提醒用户按时吃药，防止出现漏服。当设定服药时间到了以后，用闹钟提醒患者按时吃药。

闹钟设定：中药的服用方法一般是一次性冲泡一整天的药量，然后均等的分为两份，于上午下午两餐服用。在当今社会，中药的服用人群早就不限于老年人，随着生活节奏的加快，还有生活方式的改变，以及养生观点的深入人心，白领和大学生也会服用中药来调理身体。一款具有定时闹钟功能的中药杯才能保证他们按时完成中药的服用。

1.1.2主要功能二

OLED模块的主要作用：液晶显示在这个科技发达的社会，产品上安置一个显示屏已经成为了一个普遍的趋势，Smart中药杯也是如此。中药杯上的液晶显示屏主要用来显示中药的温度，实时的时间，以及杯子中剩余的大致药量。

温度传感器模块：温度传感器内置于中药杯的内胆和外壁之间，主要用于测量中药杯中中药的药温。保证使用者可以在合适的温度下服用中药，避免出现烫嘴或药温过凉影响疗效的情况。

### 1.1.3主要功能三

现代中药都被制成颗粒状冲泡剂，热水冲制后都是深褐色不透光的液体，所以可以采用光敏电阻传感器模块以及激光笔头组合成一个液位探测模块，中药的服药方式为一泡两次等量服用，在保证适时适温用药的前提下，为了让患者适量的服下中药。Smart中药杯利用液位探测模块适时的探测杯中药量的大致范围，输出在LED显示屏上。

中药一次冲泡的药量一般为500ml，每次服用250ml，液位探测器模块可以分段检测中药杯中液面的位置，从而可以探测到杯中中药的药量，指导患者进行中药的服用。

## 1.2资源评估

**软件环境：**

1、参考软件包——embARC 201709

2、开发工具及编译工具——GNU Toolchain for ARC Processors, 2017.03 RC2

**硬件环境：**

1、EMSK开发板

2、温度检测模块

3、蓝牙通信模块

4、液位检测模块

5、WiFi模块

6、蜂鸣器

7、OLED模块

本项目主要用到ARC EMSK开发板（Synopsys 公司推出的系列32位RISC结构微处理器EM9D）为核心控制板，用到的板上接口主要是GPIO、UART、I2C及SPI接口，外设接口模块包括蓝牙模块、OLED显示、温度传感器检测、按键检测；另外利用EMSK开发板上的SD卡槽，SD卡保存运行程序以及应用数据。蓝牙4.0 HM-10模块主要调用UART接口J1，通过对GPIO端口J3和J5的调用控制输出脉冲宽度和按键。通过对I2C接口J2和J4的调用的控制OLED液晶显示模块、温度传感器及液位传感器。

## 1.3预期结果

A. 计量功能：中药杯会显示杯中药剂的容积，以毫升为单位。中药都是一次冲制一杯，分两次服用，显示容积可以指导用药。

B. 定时功能：根据医嘱，提前设定好两个服药时间，中药杯能够准点发出蜂鸣声，提醒服药

C. 保温功能：中药杯可以保温，保证第二次服药时，药剂的温度合适。可以显示温度，保证服药的时候不会烫伤。

D. 用药数据统计：可以统计用药时间，用药剂量，以便及时提示是否合理用药

## 1.4项目实施计划

|  |  |
| --- | --- |
| 时间 | 进度及难点 |
| 2017.12.15-2018.1.8 | 查阅ARC开发板相关资料，学习及熟悉编程语言及形式。查阅相应模块工作原理熟悉其控制方法。 |
| 2018.1.9-2018.2.28 | 明确设计指标并初步确定设计方案 |
| 2018.3.1-2018.4.15 | 细化设计方案，明确各自分工，完成各模块的接口调试、模块驱动电路、温度传感模块、液位传感器以及OLED显示模块的调试。验证方案的可行性并不断修正设计方案。 |
| 2018.4.15-2018.5.31 | 完成蓝牙模块，外设按键模块调试。将设计好的模块整合，编写控制算法，完成整个系统的搭建，并进行软硬件联合调试。测试系统性能是否符合指标要求，优化并完成最终设计。 |
| 2018.6.1-2018.6.16 | 撰写论文，录制视频，整理资料。 |

# 第二章 作品难点与创新

## 2.1作品难点分析

测量和显示杯中液体体积的方式；保温或加热功能的实现；用药提醒功能。

## 2.2创新性分析

集成了测温，计量，定时功能于一个杯子；实现统计用药情况来提醒患者规范服药。

远程监测病人的用药情况，并能适时给出提醒和建议。

# 系统结构与硬件实现

## 3.1系统原理分析

本设计主要由主控单元、时钟单元、闹钟单元、显示单元、供电单元及手机APP等部分组成，其中主控单元由ARC开发板组成; 时间单元由DS1302时钟模块组成，用于检测当前的时间信息; 闹钟单元由蜂鸣器组成，进行适时的声音提示;显示单元显示当前时间日期及液位温度的等信息; 供电单元提供系统所需电力; 手机APP通过与中药杯连接进行大数据分析。

## 3.2系统结构

液位检测模块

云平台

蓝牙模块

数据终端

温度模块

EMSK开发板

# 

OLED显示模块

液位检测模块

图3-2 智能药箱系统结构示意图

## 3.3硬件实现

### 3.3.1 温度传感器

1.红外测温[1]

一切温度高于绝对零度的物体都在不停地向周围空间发出红外辐射能量。红外辐射能量的大小按波长的分布与它的表面温度有着十分密切的关系。因此,通过对物体自身发出的红外能量的测量,便能准确地测出它的表面温度。红外测温仪能接收多种物体自身发射出的不可见红外辐射能量。红外辐射是电磁频谱的一部分,红外位于可见光和无线电波之间。当仪器测温时,被测物体发射出的红外辐射能量,通过测温仪的光学系统在探测器上转为电信号,并通过红外测温仪的显示部分显示出被测物体的表面温度。

红外测温仪特点:非接触式测量,测温范围广,响应速度快,灵敏度高。但由于受被测对象的发射率影响,几乎不可能测到被测对象的真实温度,测量的是表面温度。

红外测温技术的应用越来越广泛，尤其在产品质量控制和监测、设备在线故障诊断、安全保护以及节约能源等方面发挥了重要作用。近二十年来,非接触红外测温仪在技术上得到迅速发展,性能不断提高,适用范围也不断扩大,市场占有率逐年增长。比起接触式测温方法,红外测温有着响应时间快、非接触、使用安全及使用寿命长等优点。

2.NTC探头

负温度系数热敏电阻器是以锰、钴、镍和铜等金属氧化物为主要材料， 采用陶瓷工艺​制造而成的。这些金属氧化物材料都具有半导体​性质，因为在导电方式上完全类似锗、硅等半导体材料。温度低时，这些氧化物材料的载流子（电子和孔穴）数目少，所以其电阻值较高；随着温度的升高，载流子数目增加，所以电阻值降低。

考虑到成本以及封装等因素，NTC探头不太适合安装在电路板上。

3.DS18B20温度传感器

能够直接读出被测温度并且可根据实际要求通过简单的编程实现9～12位的数字值读数方式。可以分别在93.75 ms和750 ms内完成9位和12位的数字量，并且从DS18B20读出的信息或写入DS18B20的信息仅需要一根口线（单线接口）读写,温度变换功率来源于数据总线，总线本身也可以向所挂接的DS18B20供电，而无需额外电源。VCC和GND是电源和接地引脚，DQ是数据线引脚。DSl8B20以串行通信的方式与微控制器进行数据通信，读出或写入数据仅需要一根I／O接口线。

测温原理：低温度系数晶振的振荡频率受温度的影响很小，用于产生固定频率的脉冲信号送给减法计数器1，高温度系数晶振随温度变化其震荡频率明显改变，所产生的信号作为减法计数器2的脉冲输入，其中还隐含着计数门，当计数门打开时，DS18B20就对低温度系数振荡器产生的时钟脉冲后进行计数，进而完成温度测量。计数门的开启时间由高温度系数振荡器来决定，每次测量前，首先将-55 ℃所对应的基数分别置入减法计数器1和温度寄存器中，减法计数器1和温度寄存器被预置在 -55 ℃ 所对应的一个基数值。减法计数器1对低温度系数晶振产生的脉冲信号进行减法计数，当减法计数器1的预置值减到0时温度寄存器的值将加1，减法计数器1的预置将重新被装入，减法计数器1重新开始对低温度系数晶振产生的脉冲信号进行计数，如此循环直到减法计数器2计数到0时，停止温度寄存器值的累加，此时温度寄存器中的数值即为所测温度。

将温度传感器密封在壳体内进行水温检测，用显示屏显示实测温度与报警温度的上下限值。设置三个按键，分别用于模式切换（是否检测温度）和调节报警温度的上下限值。

4.PmodTMP2温度计/恒温器

PmodTMP2温度计/恒温器是以ADT7420为核心的一个温度传感器和恒温控制板模块。PmodTMP2本身拥有1个8针的I2C连接头，还可以给其他I2C设备提供针脚来与PmodTMP2形成链路结构。此外，PmodTMP2还提供了一个2针的连接头——为芯片选择I2C地址，以及两个2针的连接头——基于用户在软件中定义的温度阀值来控制外部设备。

产品参数：主芯片:Analog Devices ADT7420，支持最高16位的分辨率；标准精度优于0.25℃；拥有4个可选择地址的I2C 接口；240ms连续转换时间；可编程的温度阀值控制针脚；支持3.3v和5v的接口；无需校准；附带一根 10" 4针 MTE 线。

根据以上4种温度传感器，综合考虑成本以及实用性和便利性等方面，选择了EMSK开发板所自带的PmodTMP2温度传感器。

### 3.3.2 显示模块

显示屏使用的是LCD模块，所采用的文字图片库是u8glib，采用IIC通信，分辨率为128\*64 OLED液晶屏模块。该显示频特点：

1、功耗超低，正常工作时0.04W

2、宽电压支持：3.3V~5V直流

3、驱动芯片为SSD1306

### 3.3.3 光敏电阻传感器模块

为了指导患者适量的服用中药，中药杯必须满足液位探测的功能。而为了保证所服用的药物不受污染，在液位探测方式的选择上，要选择非接触式的液位探测。精度上满足患者的需求即可。

可供选择的探测方式集中在超声波探测器和光敏电阻传感器这两种上，超声波探测的精度高，但是不便于封装，工作量大。而光敏电阻传感器模块组合激光笔头利用中药的不透光性来实现液面探测从而计算液位的探测方法，原理简单，便于调试，精度也足够满足要求。所以，本设计的液位探测模块选择光敏电阻传感器模块来实现功能。

## 

## 3.4 小结

Smart中药杯集成了多个功能模块，多方面指导中药服用人群去合理地服用中药。它的主要功能分为下面几个部分：

1) 定时功能

2) 药量监督

3) 记录吃药时间

4) 药温检测

服务器中记录下的用药习惯可以作为后续服药的有力依据，为系统提供服药建议给出有力的数据支撑。

尽管现代化中医药配套设施的发展并没有早期预期的那么快。但是，它的应用价值极高，针对性也很明显，可以有效的指导中药使用，保证中药的药效。所以，随着科技的发展，我们有理由期望智能中药杯走入中国人的生活中。

# 第四章 软件设计流程及实现

## 4.1软件设计流程

中药杯的软件设计部分主要包括三个部分，第一部分是用药量也就是液位的检测；第二部分是用药温度的检测；最后一部分是用药时间的提醒。显示模块采用开发板自带的LCD显示屏。软件编写语言采用C语言进行系统设计。

## 4.2软件实现

### 4.2.1温度显示

### 

TMP2

Pmod3

测量中药的温度

LCD显示

通过Pmod转换器外接温度传感器PmodTMP2和LCD显示屏，实时接收中药的温度并显示在LCD显示屏上。这样就能根据中药的温度来判定当前温度是否合适饮用。

### 4.2.2液位探测

## 为实现分段液位探测的功能，本设计选择集成四个光敏电阻传感器模块，接受杯壁另一侧封装好的激光笔头发出的平行光信号。

当液面低于设定高度时，传感器可以接收到光信号，传感器的D0端输出高电平，当液面高于测量高度时，光敏电阻被遮挡，传感器的D0端输出低电平。

采用Pmod2中的四个I/O口来对传感器输出的信号进行采集然后进行下一步的判断，当最高处的传感器输出低电平即在LCD显示屏上输出药量大于400ml的信息，以此类对，用户可以根据显示屏上的信息来合理的服药。预期加入WiFi模块来后台记录用户的服药信息，科学的给出用药的建议。

## 4.3小结

通过用C语言进行各个模块的编写，并且实现模块所达到的功能，最后将这些模块进行整合，最终实现整个中药杯所需达到的功能。通过中药杯的使用，人们可以定时、定量以及定温的饮用中药，从而得到更好的药程疗效，达到帮助调理身体的作用。

在整个软件设计的过程中，出现了很多的各种各样的问题，但是我们通过团队之间相互交流以及向老师请教的方式加强了进度以及效率。

# 第五章 系统测试与分析

## 5.1系统测试指标

1. LCD显示屏上的时间和温度的精确度。
2. 定时的准确性及闹钟的准确度。
3. 液位探测的精度是否符合要求。

## 5.2 测试环境

本设计是家用智能中药杯，因此对于使用环境并没有很高的要求，所以我们将测试环境选择在人员流动少便于观测和调试的实验室。

### 5.2.1验证开发平台

硬件平台：ARC EM开发板

ARC EM处理器是一个32位处理器内核，采用三级流水线结构，使功耗效率和面积效率都达到最佳化。这一系列处理器是ARC中功耗最低的，同时其可配置性能够针对性能和功耗进行优化，定制指令能够整合专有硬件以及广泛的生态系统支持。

该处理器主要有以下特点：

①支持ARCv2指令集，能混合执行16/32位指令，能最优化程序代码密度。

②支持用户模式和内核模式。

③支持最多64个寄存器，有效提升执行速度和优化程序大小。

④存储器寻址方式灵活简单，执行效率高。

⑤支持最多240个外部中断和16个优先级，支持快速中断和寄存器文件自动切换。

⑥支持指令和数据高速缓存。

⑦支持指令和数据紧密耦合存储器。

⑧丰富的可配置性。

⑨强大的用户扩展性。

⑩高效的低功耗机制，①结构级的门控时钟：在正常运行时，处理器会自动关闭没有使用的模块时钟；②多种低功耗模式：SLEEP指令可使处理器进入不同等级的低功耗模式，包括多种关闭时钟和关闭电源的模式；③支持动态的电压频率调整。

### 5.2.2测试方案

## 分模块检测各主要功能单元的情况，在组装好中药杯，联合调试。检测杯中中药温度，剩余药量以及时间是否正确，再就是闹钟是否准确，以及闹钟是否能够满足提醒用户服药的要求。

## 5.3测试结果

### 5.3.1功能测试

(1)光敏电阻传感器在有光条件下输出高电平，在无光的条件下输出低电平，当杯中中药液面高于传感器时，输出低电平，反之，输出为高电平，从而信号上可知，方案设计可以应用。

(2)将温度传感器探测输出的温度，与用红外温度计测量的温度进行比对，误差符合使用需求，所以测温模块满足使用需求。

(3)预先设定时间，检测蜂鸣器是否会在预设时间到达时发出响声提示用户用药。检测后，方案可行。

## 5.3结果分析

经过一系列的测试，观察到中药杯的各个功能都能够按照预期的设计实现，能够很好的提醒并且指导中药服用人群的用药。由于时间仓促，本设计还存在着功能简单，不便携带等问题。设想中还可以后台统计用户每次用药的习惯时间和习惯用量

# 

# 第六章 总 结

中国有着庞大的重要消费群体，中药文化是历史的沉淀。近年来，传承中药精髓，弘扬中医文化的观点逐渐开始深入人心。随着时代的发展，中药也应该依托科技的进步更好的为我们所服务。Smart中药杯就是基于这个想法延生的科技产物。如果病人未能完全遵循医嘱，那么病情往往会变得复杂。对于某些病人来说，每日准时服药甚至是关乎生死的问题，再仔细的人也有百密一疏的时候。尤其中药的药效与用量用时以及药温的关系更加密切。所以监督中药服用人群准时用药，实时记录用药时间，用量习惯，再以此为依据分析病理是解决这一问题的有效方法。Smart中药杯服务于广大中药使用人群，帮助你遵循医嘱，适时适量适温的服用中药。Smart中药杯集成了数个功能模块，为中药服用者的生活而无微不至。它的主要功能分为下面几个部分：

1) 提醒功能

2) 记录吃药时间

3) 记录每次服用的药量

4) 实时监测中药温度

5) 显示吃药信息

Smart中药杯的应用价值高，针对性也很强，可以有效的辅助广大中药使用群体用药，减少现代生活中服用中药时遇到的麻烦和阻碍。所以，随着科技的发展，我们有理由相信Smart中药杯将会走进千家万户的生活中。

# 参考文献

[1] 雷鑑铭.ARC EM处理器嵌入式系统开发与编程[M].北京：机械工业出版社，2015.10.

[2] 江 巧 基STM32的智能药箱系统设计与实现[D].杭州：杭州电子科技大学，2015.

[3] 佚名.STM32之光敏电阻传感器模块的使用.电子工程世界，2017.06.