



凌阳大学计划
Sunplus University Program

电子竞技赛

——具有语音播报功能的水温控制系统

Electron-competition Specification

北京北阳电子技术有限公司



目录

具有语音功能的水温控制系统	3
摘要	3
一、方案设计与论证	4
二、系统硬件电路设计	4
2.1 电路方框图及说明	4
2.2 各部分电路设计	5
三、软件设计	9
3.1 PID 控制算法介绍	9
3.2 程序结构图	11
3.3 主程序流程图	12
3.4 中断流程图	13
3.5 测试方法和测试结果	14
四、总结	14
五、参考资料	14

Sample



具有语音功能的水温控制系统

摘要

本系统采用凌阳十六位单片机 SPCE061A 实现温度控制，温度信号由 PT1000 和电压放大电路提供。通过 PID 算法实现对电炉功率和水温控制。同时，具有温度数字语音播报和显示。

关键词： SPCE061A 单片机 Pt1000 PID

SPCE061A 单片机概述

SPCE061A 是继 μ 'nSP 系列产品 SPCE500A 等之后凌阳科技推出的又一个 16 位结构的微控制器。目前有两种封装形式：84 引脚的 PLCC84 封装和 80 引脚的 LQFP80 贴片封装。

主要性能如下：

- 16 位 μ 'nSP 微处理器；
- 工作电压：VDD 为 2.4~3.6V(cpu), VDDH 为 2.4~5.5V(I/O)；
- CPU 时钟：32768Hz~49.152MHz；
- 内置 2K 字 SRAM、内置 32K FLASH；
- 可编程音频处理；
- 32 位通用可编程输入/输出端口；
- 32768Hz 实时时钟，锁相环 PLL 振荡器提供系统时钟信号；
- 2 个 16 位可编程定时器/计数器(可自动预置初始计数值)；
- 2 个 10 位 DAC(数-模转换)输出通道；
- 7 通道 10 位电压模-数转换器(ADC)和单通道语音模-数转换器；
- 声音模-数转换器输入通道内置麦克风放大器自动增益控制(AGC)功能；
- 系统处于备用状态下(时钟处于停止状态)耗电小于 $2\mu\text{A}@3.6\text{V}$ ；
- 14 个中断源：定时器 A/B，2 个外部时钟源输入，时基，键唤醒等；
- 具备触键唤醒的功能；
- 使用凌阳音频编码 SACM_S240 方式(2.4K 位/秒)，能容纳 210 秒的语音数据；
- 具备异步、同步串行设备接口；
- 具有低电压复位(LVR)功能和低电压监测(LVD)功能；
- 内置在线仿真电路接口 ICE (In- Circuit Emulator)；
- 具有保密能力；
- 具有 WatchDog 功能（由具体型号决定）



一、方案设计与论证

本题目是设计一个水温控制系统，对象为 1 升净水，加热器为 1 千瓦电热炉。要求能在 40 摄氏度至 90 摄氏度范围内设定控制水温，静态控制精度为 0.2 摄氏度。并具有较好的快速性与较小的超调，以及十进制数码管显示、温度曲线打印、语音播报温度等功能。

1、测量部分

方案一：采用热敏电阻，可满足 40 摄氏度至 90 摄氏度测量范围，但热敏电阻精度、重复性、可靠性较差，对于检测小于 1 摄氏度的信号是不适用的。

方案二：采用温度传感器铂电阻 Pt1000。铂热电阻的物理化学性能在高温和氧化性介质中很稳定，它能用作工业测温元件，且此元件线性较好。在 0—100 摄氏度时，最大非线性偏差小于 0.5 摄氏度。铂热电阻与温度关系是， $R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$ ；其中 R_t 是温度为 t 摄氏度时的电阻； R_0 是温度为 0 摄氏度时的电阻； t 为任意温度值， A, B 为温度系数。

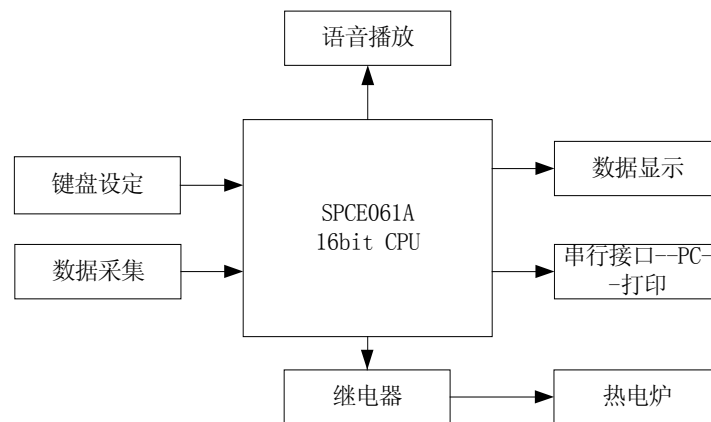
2、驱动控制部分

方案一：此方案采用 89C51 单片机实现，单片机软件编程自由度大，可用编程实现各种控制算法和逻辑控制。但是 89C51 需外接模数转换器来满足数据采集。如果系统增加语音播放功能，还需外接语音芯片，对外围电路来说，比较复杂，且软件实现也较麻烦。另外，51 单片机需要用仿真器来实现软硬件调试，较为繁琐。

方案二：此方案采用 SPCE061A 单片机实现，此单片机内置 8 路 ADC, 2 路 DAC，且集成开发环境中，配有很多语音播放函数，用 SPCE061A 实现语音播放极为方便。另外，比较方便的是该芯片内置在线仿真、编程接口，可以方便实现在线调试，这大大加快了系统的开发与调试。

二、系统硬件电路设计

2.1 电路方框图及说明

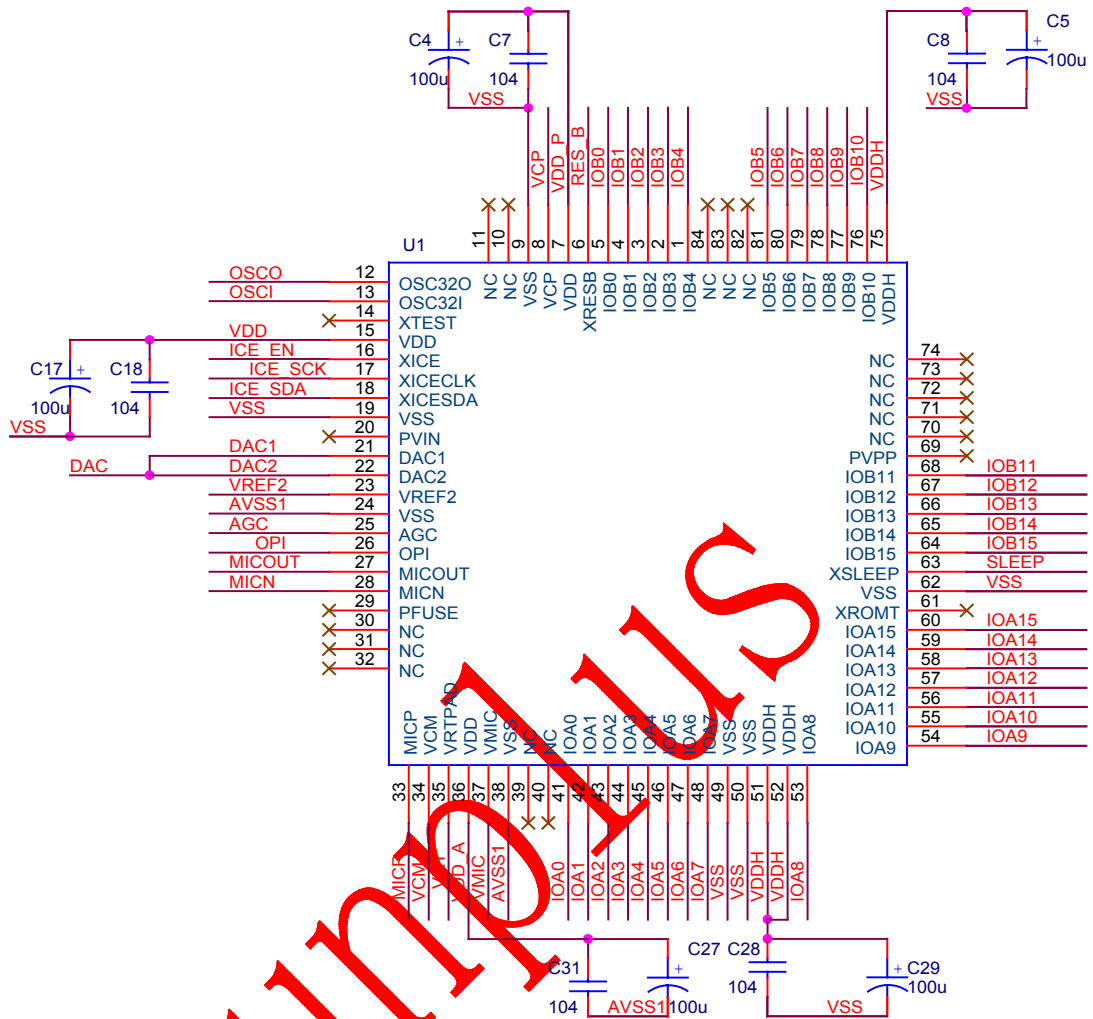


- 1、语音播放：语音播放水温设置温度，并播报整数温度变化。
- 2、键盘设定：用于温度设定。共三个按键。
KEY1：设置温度的十位数；0--9
KEY2：设置温度的个位数；0--9
KEY3：温度设置确认；并语音播报。温度重新设置。
系统上电后，数码管全部显示为零，根据按 KEY1 次数，十位的数码管顺序增加。
同样 KEY2，也如此。按 KEY3 后，系统开始测温，开关电炉。并语音播报变化的整数值温度。
- 3、数据采样：将电压信号经 AD 转换后，换算成温度值，用于播报和显示。
- 4、数据显示：采用三位八段数码管显示，设置温度与测量温度，显示小数点后 1 位数字。
- 5、串行口传输：将采样温度值，上传至 PC 机，描绘曲线并打印。
继电器/热电炉：通过三极管控制继电器的开关来完成对热电炉的功率控制。

2.2 各部分电路设计

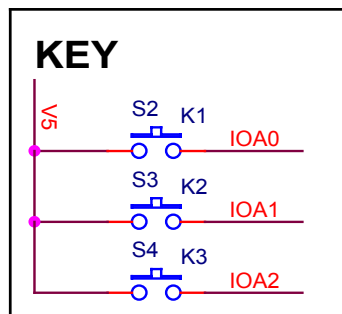
1、CPU

本系统采用 SPCE061A 芯片作为核心部件，SPCE061A 内部带有 8 路 ADC 和 2 路的 DAC,32 个 IO 口，内置 32K 字闪存和 2K 字的静态存储器。用来实现水温控制资源足够使用。



2、键盘设置电路

IOA0 接 KEY1, IOA1 接 KEY2, IOA2 接 KEY3。

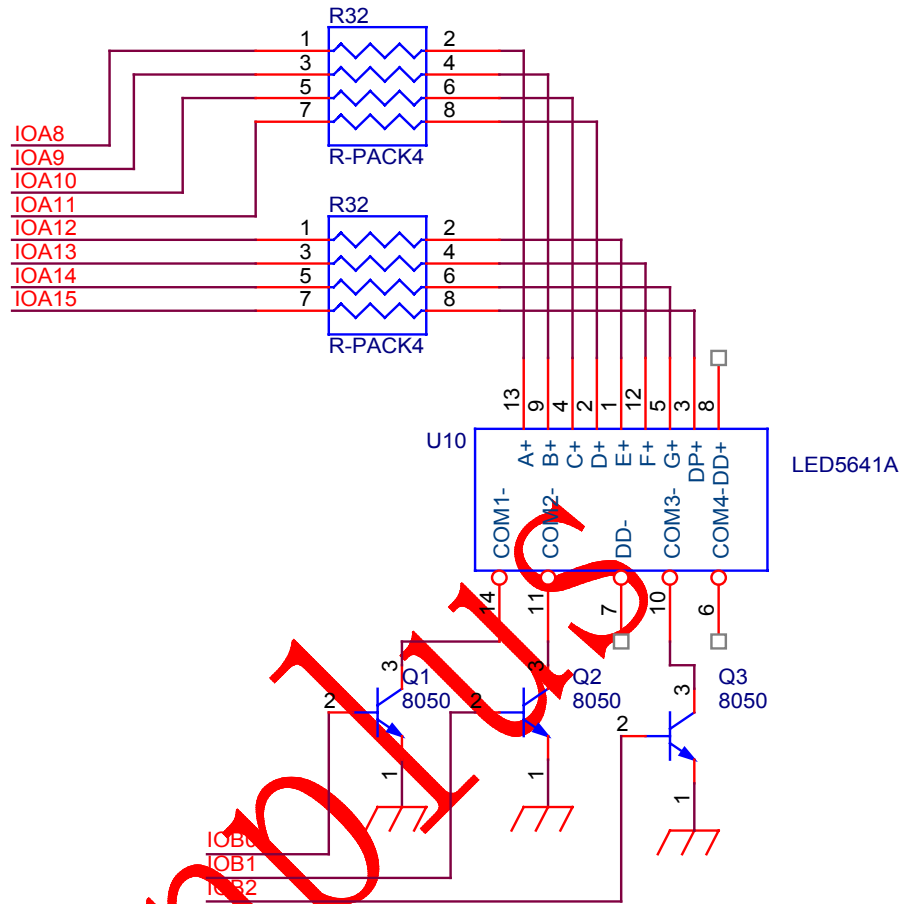


3、数码显示电路

外接三位数码管，通过三极管控制 LED 片选。



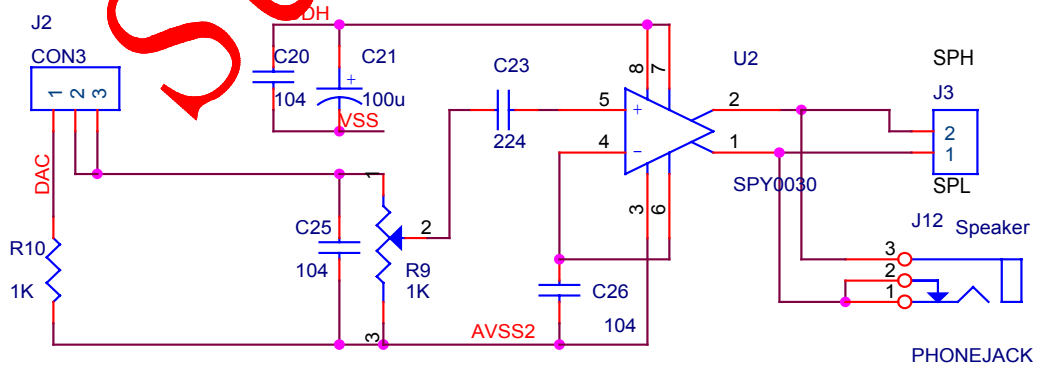
LED-3



4、音频输出电路

通过 SPY0030 功率放大器，驱动喇叭。完成语音播放。

DAC

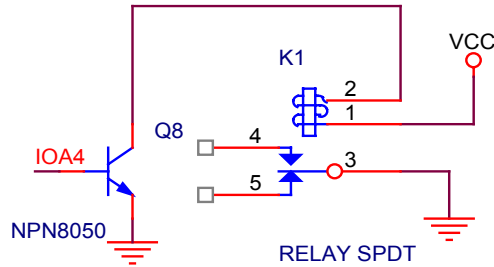


5、热电炉控制电路

通过三极管控制继电器的开关。

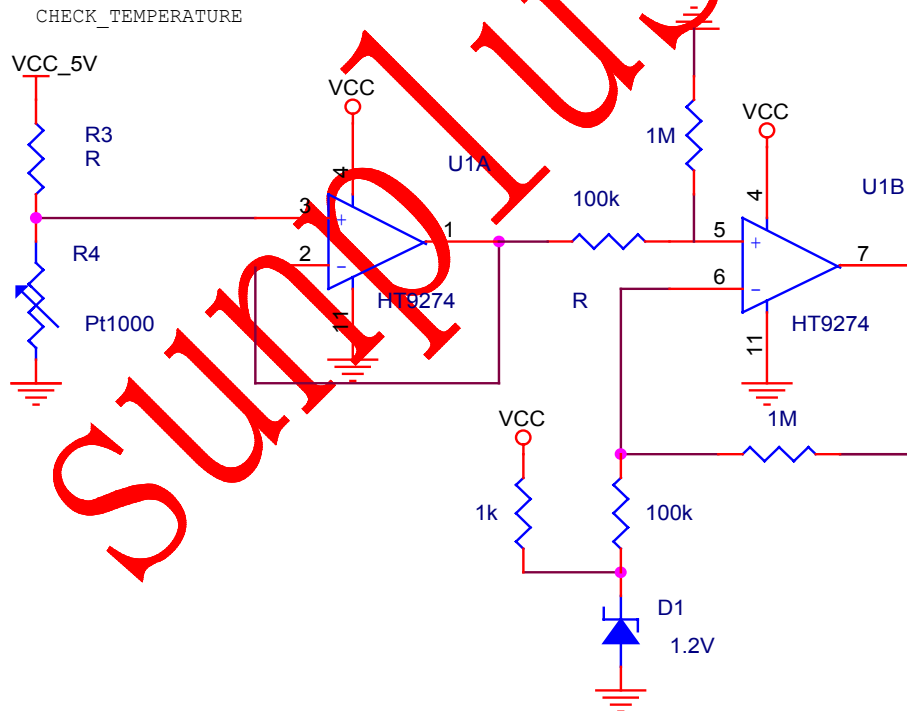


CONTROL
TEMPERATURE



6、测温部分电路

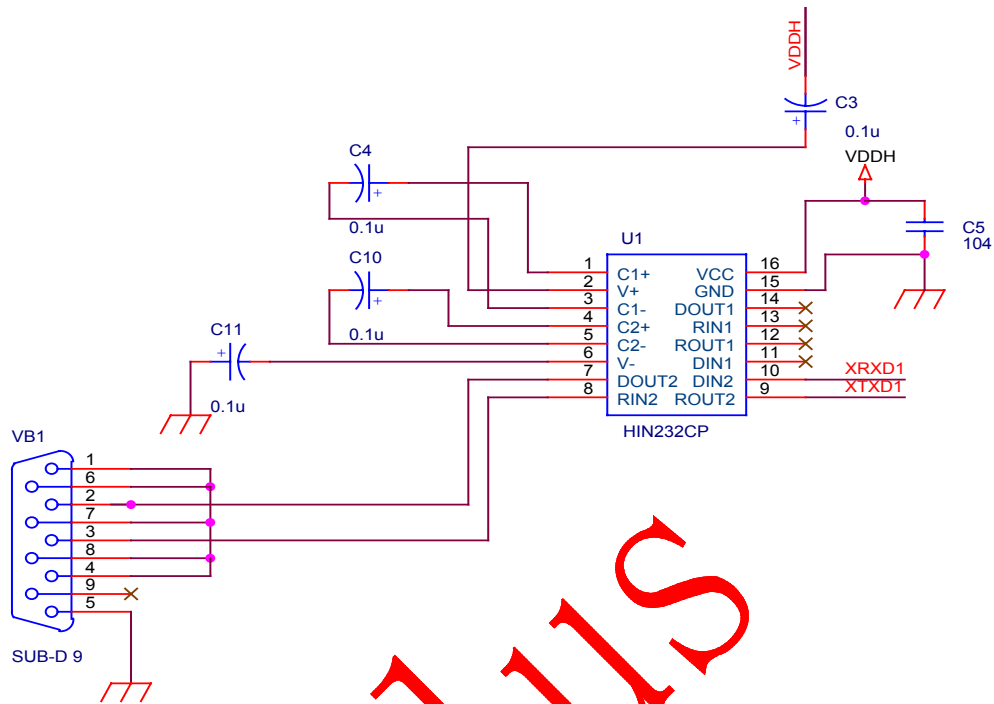
温度传感器使用 Pt 电阻，运放采用 HT9274 集成电路。因为 Pt 电阻在 0 摄氏度时，阻值为 1 千欧姆，在 100 摄氏度时，阻值为 1380 欧姆，则表示阻值变换从 0—380 欧姆，电压从 0V---3.3V。采用差动运放，通过可调分压电阻可以满足零点调节。因为 Pt 电阻中电流基本为 1—2mA,则 Pt 电阻电压就在 0—380mV 波动。因此采用 10 倍电压放大。基本满足 SPCE061A 数模转换。



6、串行通讯部分电路

系统设计要求控制系统能同 PC 联机通信，已利用 PC 图形处理能力打印显示温度曲线。由于 SPCE061A 串行口为 TTL 电平，PC 串行口为 RS232 电平，使用一片 MAX232

为电平转换驱动。通信速率为 9600 波特率。数据 5 秒传输一次。



三、软件设计

3.1 PID 控制算法介绍

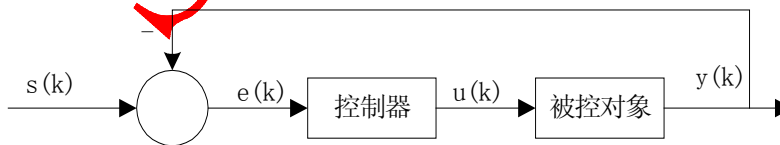


图 PID

算法有两种：

直接算法就是当前需要的控制量。

$$\text{公式： } P_{out} = K_p * e(t) + K_i * \sum e(t) + K_d (e(t) - e(t-1));$$

增量算法就是相对于标准算法的相邻两次运算之差，得到的结果是增量，也就是说在上一次的控制量的基础上需要增加的控制量。

公式: $P_{out}(t-1) = K_p * (e(t) - e(t-1)) + K_i e(t) + K_d(e(t) - 2 * e(t-1) + e(t-2))$;

基本偏差: $e(t)$ 表示当前测量值与设定目标之差, 设定目标是被减数, 结果可以是正或负, 正数表示还没有达到, 负数表示已经超过了设定值。这是面向比例项用的变动数据。

累计偏差: $\sum e(t) = e(t) + e(t-1) + e(t-2) + \dots + e(1)$, 这是我们每一次测量到的偏差值的总和, 这是代数和, 考虑到正负符号的运算, 这是面向积分项用的变动数据。

基本偏差的相对偏差: $e(t) - e(t-1)$, 用本次的基本偏差减去上一次的基本偏差, 用于考察当前控制的对象的趋势, 作为快速反应的重要依据, 这是面向微分项的一个变动数据。

比例调节作用: 是按比例反应系统的偏差, 系统一旦出现了偏差, 比例调节立即产生调节作用用以减少偏差。比例作用大, 可以加快调节, 减少误差, 但是过大的比例, 使系统的稳定性下降, 甚至造成系统的不稳定。

积分调节作用: 是使系统消除稳态误差, 提高无差度。因为有误差, 积分调节就进行, 直至无差, 积分调节停止, 积分调节输出一常值。积分作用的强弱取决与积分时间常数 T_i , T_i 越小, 积分作用就越强。反之 T_i 大则积分作用弱, 加入积分调节可使系统稳定性下降, 动态响应变慢。积分作用常与另两种调节规律结合, 组成 PI 调节器或 PID 调节器。

微分调节作用: 微分作用反映系统偏差信号的变化率, 具有预见性, 能预见偏差变化的趋势, 因此能产生超前的控制作用, 在偏差还没有形成之前, 已被微分调节作用消除。因此, 可以改善系统的动态性能。

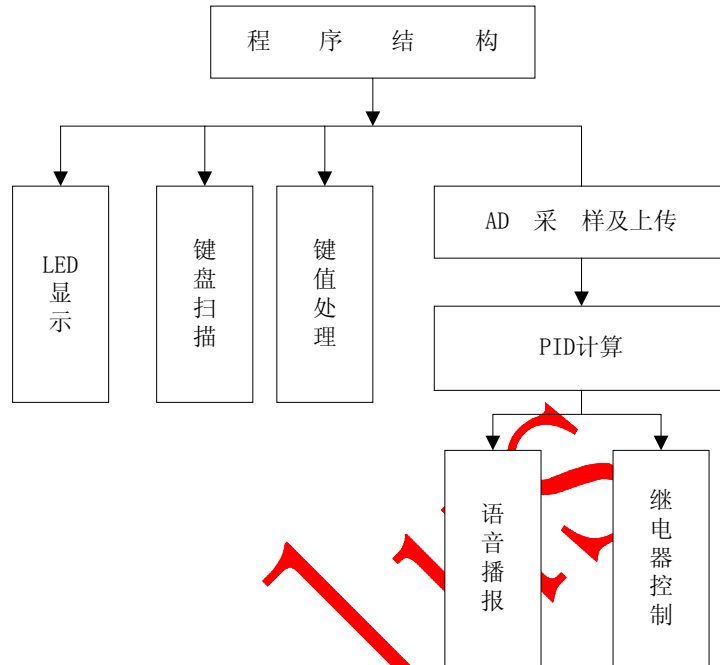
在微分时间选择合适情况下, 可以减少超调, 减少调节时间。微分作用对噪声干扰有放大作用, 因此过强

的加微分调节, 对系统抗干扰不利。此外, 微分反应的是变化率, 而当输入没有变化时, 微分作用输出为

微分作用不能单独使用, 需要与另外两种调节规律相结合, 组成 PD 或 PID 控制器。

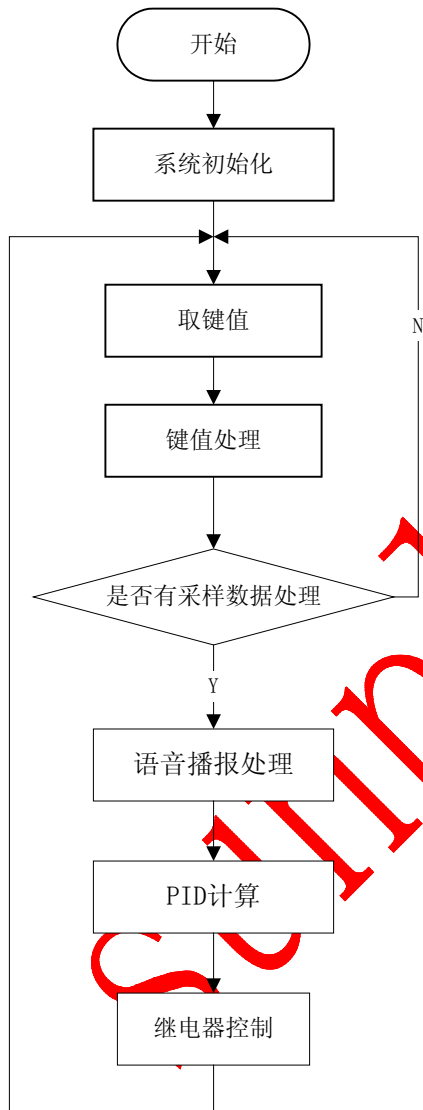


3.2 程序结构图



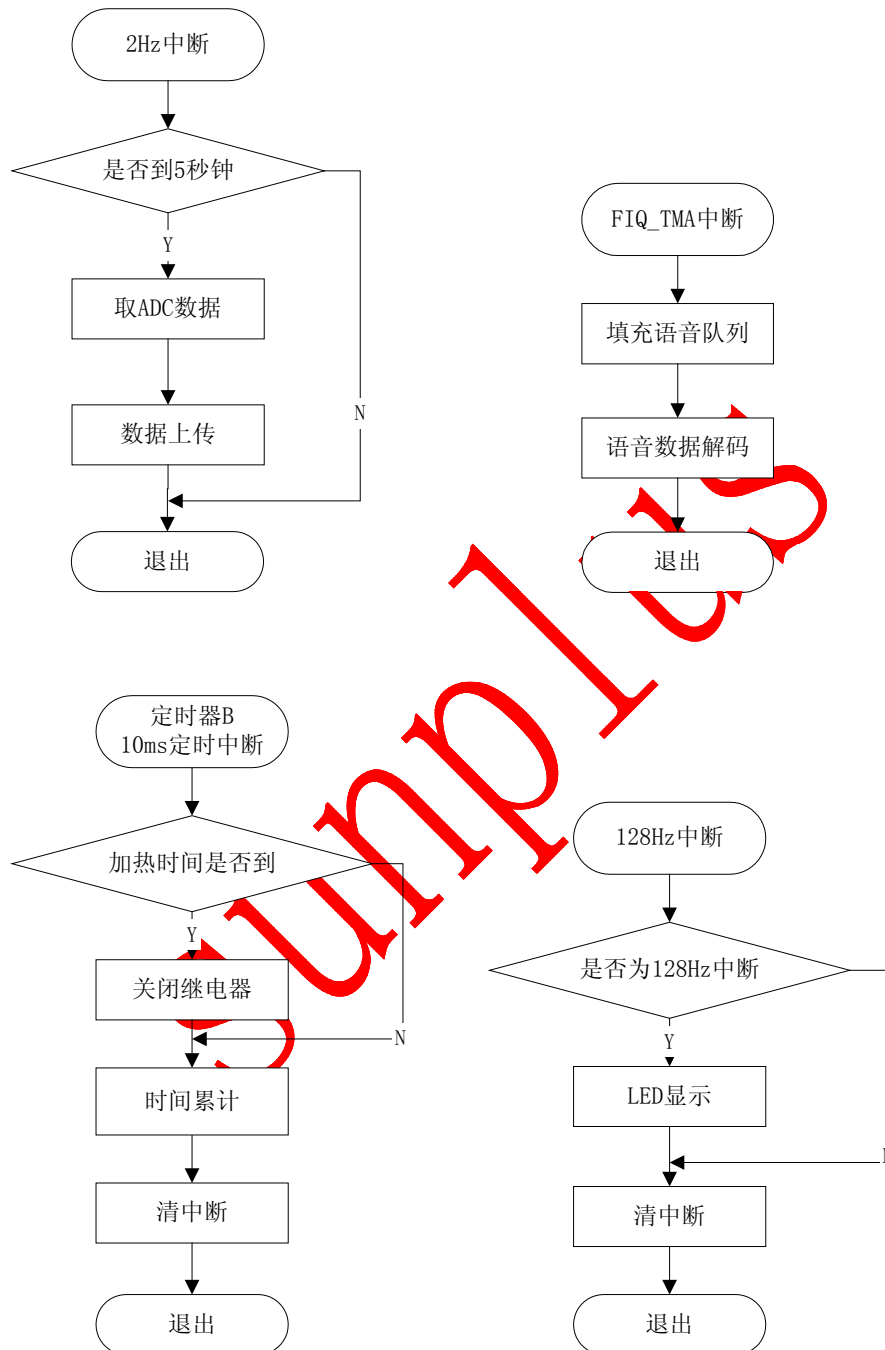


3.3 主程序流程图





3.4 中断流程图





3.5 测试方法和测试结果

1. 测试环境

环境温度 28 摄氏度

测试仪器: 数字万用表; 温度计 0---100 摄氏度; 打印机; 秒表

2. 测试方法

使系统运转, 采用温度计同时测量水温变化情况, 得出系统温差指标。

3. 测试结果

设定温度由 40 摄氏度到 60 摄氏度

标称温差 ≤ 0.4 摄氏度 调节时间 350 秒

静态误差 ≤ 0.2 摄氏度 最大超调量 0.5 摄氏度

4. 测试结果分析

如果加入模糊控制会使调节时间缩短, 增强 PID 控制的效果。

四、总结

由于 SPCE061A 的时钟最高可达 49M, 32 个 I/O 口, 而且具有一定的语音处理功能等, 这些都为我们实现电路提供了非常便利的条件。同时也因为开发环境友好, 易用, 方便 同时配有语音播放函数, 这些大大加快系统开发设计。

本系统核心是控制算法的设计和实现, 各方面指标基本达到题目要求。

五、参考资料

参考文献: 《第三届全国大学生电子设计竞赛获奖作品选编(1997)》

《SPCE061A 单片机原理与应用》

《数字电子技术基础》

凌阳大学计划网站 <http://www.unsp.com.cn>