|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **精密生物检测技术研发部 南京晓劢生物科技有限公司** | **文档编号** |  | **版本** | 1.0 | **密级** |  |
| **项目名称** | **便携式核酸提取仪控制软件** | | | | |
| **项目来源** |  | | | | |

**便携式核酸提取仪控制软件**

**详细设计说明书**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **编 写：** |  | **日 期：** |  |
| **检 查：** |  | **日 期：** |  |
| **审 核：** |  | **日 期：** |  |
| **批 准：** |  | **日 期：** |  |

**精密生物检测技术研发部**

**南京晓劢生物科技有限公司**

**文档变更记录**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **变更（+/-）说明** | **作者** | **版本号** | **日期** | **批准** |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |

目 录

[1. 引言 4](#_Toc411004402)

[1.1 编写目的和范围 4](#_Toc411004403)

[1.2 术语表 4](#_Toc411004404)

[1.3 使用的文字处理和绘图工具 4](#_Toc411004405)

[2. 全局数据结构说明 4](#_Toc411004406)

[2.1 变量 4](#_Toc411004407)

[2.2 数组 7](#_Toc411004408)

[3. 总体设计 10](#_Toc411004409)

[3.1 需求概述 10](#_Toc411004410)

[3.2 软件结构： 10](#_Toc411004411)

[4. 程序描述 12](#_Toc411004412)

[4.1 磁套磁棒移动 12](#_Toc411004413)

[4.2 磁套振动 12](#_Toc411004414)

[4.3 实验流程及实验流程的启动/停止/暂停/继续 13](#_Toc411004415)

[4.3.1 实验流程 13](#_Toc411004416)

[4.3.2 实验流程启动/停止 13](#_Toc411004417)

[4.3.3 实验流程暂停/继续 13](#_Toc411004418)

[4.4 MCU和显示模块通信 14](#_Toc411004419)

[4.4.1 通讯指令格式及校验码的计算方法 14](#_Toc411004420)

[4.4.2 MCU接收指令 14](#_Toc411004421)

[4.4.3 MCU发送指令 15](#_Toc411004422)

[4.4.4 函数说明 16](#_Toc411004423)

[4.5 温度采集、处理、上发 17](#_Toc411004424)

[4.5.1 概述 17](#_Toc411004425)

[4.5.2 采集方法 17](#_Toc411004426)

[4.5.3 数据处理和温度上传 17](#_Toc411004427)

[4.5.4 函数说明 17](#_Toc411004428)

[4.6 温度输出 18](#_Toc411004429)

[4.7 数据回传 19](#_Toc411004430)

[4.8 照明灯、紫外灯、风扇、四路加热膜控制 21](#_Toc411004431)

[4.9 安全保护 21](#_Toc411004432)

# 引言

## 编写目的和范围

本详细设计说明书编写的目的是说明程序总体结构和程序模块的设计考虑，包括程序架构和程序描述、输入/输出、算法和流程逻辑等，为软件编程和系统维护提供基础。本说明书的预期读者为系统设计人员、软件开发人员、软件测试人员和项目评审人员。

## 术语表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **术语或缩略语** | **说明性定义** |
| 1 | 联动速度 | 磁套和磁棒同时向上或者向下运动时的速度 |
| 2 | 顶端延时1 | 磁套振动完回到顶端后磁珠和样本充分混匀的时间 |
| 3 | 底端延时 | 磁套和磁棒同时运动到底部后磁棒吸磁珠的时间 |
| 4 | 顶端延时2 | 吸完磁珠,磁套和磁棒运动到顶部后停下来晾晒、风干磁珠的时间 |

## 使用的文字处理和绘图工具

文字处理软件：Office Word

绘图工具：Visio

# 全局数据结构说明

## 变量

**2.1.1触摸屏发给单片机的变量：**

**（1）控制变量**

sss=3 启动

sss=5 停止

sss =1 暂停

sss =0 继续

lll=1 启动（照明）

lll=3 停止（照明）

lll=5 换磁套下降

lll=7 磁套复位（复位）

lll=8 加热模块1打开

lll=9 加热模块1关闭

lll=10 加热模块2打开

lll=11 加热模块2关闭

lll=12 加热模块3打开

lll=13 加热模块3关闭

lll=14 加热模块4打开

lll=15 加热模块4关闭

lll=18 加热模块5打开

lll=19 加热模块5关闭

lll=20 加热模块6打开

lll=21 加热模块6关闭

lll=22 加热模块7打开

lll=23 加热模块7关闭

lll=24 加热模块8打开

lll=25 加热模块8关闭

lll=16 风扇打开

lll=17 风扇关闭

uuu=1 紫外灯启动

uuu=0 紫外灯停止

tzw 紫外灯运行时间（不在使用，由上位机来实现计时）

**（2）设置运动参数变量**

变量前两个字母表示意思，第三个字母用来区分变量。

裂解：

fla 裂解振动频率

alb 裂解振动幅度

tlc 裂解振动时间

tld 裂解顶端延时

磁珠混匀：

fhe 磁珠混匀振动频率

ahf 磁珠混匀振动幅度

thg 磁珠混匀振动时间

thh 磁珠混匀顶端延时1

thi 磁珠混匀底端延时

thj 磁珠混匀顶端延时2

vjv 磁棒磁套联动速度

结合参数：

fjm 结合振动频率

ajn 结合振动幅度

tjo 结合振动时间

tjq 结合顶端延时1

tjt 结合底端延时

tjx 结合顶端延时2

洗涤1参数：

f1A 洗涤1振动频率

a1B 洗涤1振动幅度

t1C 洗涤1振动时间

t1D 洗涤1顶端延时1

t1E 洗涤1底端延时

t1F 洗涤1顶端延时2

洗涤2参数：

f2G 洗涤2振动频率

a2H 洗涤2振动幅度

t2I 洗涤2振动时间

t2J 洗涤2顶端延时1

t2K 洗涤2底端延时

t2L 洗涤2顶端延时2

洗涤3参数：

f3M 洗涤3振动频率

a3N 洗涤3振动幅度

t3O 洗涤3振动时间

t3P 洗涤3顶端延时1

t3Q 洗涤3底端延时

t3R 洗涤3顶端延时2

洗脱参数：

ftS 洗脱振动频率

atT 洗脱振动幅度

ttU 洗脱振动时间

ttV 洗脱顶端延时1

ttW 洗脱底端延时

ttX 洗脱顶端延时2

磁珠释放参数：

fsY 磁珠释放振动频率

asZ 磁珠释放振动幅度

tsz 磁珠释放振动时间

加热模块：

t0k 裂解温度值 //8 组

t1k 裂解温度值 //8 组

t2k 裂解温度值 //8 组

t3k 裂解温度值 //8 组

t4k 裂解温度值 //8 组

t5k 裂解温度值 //8 组

t6k 裂解温度值 //8 组

t7k 裂解温度值 //8 组

w0r 温度模块1开关状态

w1r 温度模块2开关状态

w2r 温度模块3开关状态

w3r 温度模块4开关状态

w4r 温度模块5开关状态

w5r 温度模块6开关状态

w6r 温度模块7开关状态

w7r 温度模块8开关状态

s1p 振动速度  
s2p 振动幅度  
s3p 工位偏移量  
s4p 联动速度  
s5p 时间  
usy 结束指令

m0\_ 起振偏移量     
  
  
y1f 磁套架第一次移动距离  
y2f  磁棒架第一次移动距离  
x3f X轴偏移量  
s0p 动作类型（1-4）  
变量注释

新的指令协议；

**2.2.2单片机发给触摸屏的变量：**

显示当前实验流程的状态：

s: 裂解

h： 磁珠混匀

j： 结合

w1: 洗涤1

w2: 洗涤2

w3: 洗涤3

t: 洗脱

f: 磁珠释放

z: 停止时熄灭所有灯

变量 = true 点亮灯

变量 = false 熄灭灯

o： 停止按钮变启动按钮，弹出结束对话框

## 

## 数组

**（1）单片机发往触摸屏的数据帧数组：**

WorkStatusBuf1[15]=

{0x3A,0x73,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x38,0x65,0x0D,0x0A,'\0'}; //s = true 点亮裂解灯

WorkStatusBuf2[15]=

{0x3A,0x68,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x39,0x39,0x0D,0x0A,'\0'};

//h = true 点亮混匀灯

WorkStatusBuf3[15]=

{0x3A,0x6A,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x39,0x37,0x0D,0x0A,'\0'};

//j = true 点亮结合灯

WorkStatusBuf4[15] =

{0x3A,0x77,0x31,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x35,0x39,0x0D,0x0A,'\0'};

//w1 = true 点亮洗涤1灯

WorkStatusBuf5[15] =

{0x3A,0x77,0x32,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x35,0x38,0x0D,0x0A,'\0'};

//w2 = true 点亮洗涤2灯

WorkStatusBuf6[15] =

{0x3A,0x77,0x33,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x35,0x37,0x0D,0x0A,'\0'};

//w3 = true 点亮洗涤3灯

WorkStatusBuf7[15] =

{0x3A,0x74,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x38,0x64,0x0D,0x0A,'\0'};

//t = true 点亮洗脱灯

WorkStatusBuf8[15] =

{0x3A,0x66,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x39,0x62,0x0D,0x0A,'\0'};

//f = true 点亮释放灯

WorkStatusBuf9[15] =

{0x3A,0x7A,0x3D,0x66,0x61,0x6C,0x73,0x65,0x33,0x63,0x0D,0x0A,'\0'}; //z = false 熄灭所有灯

WorkStatusBuf10[15] =

{0x3A,0x6F,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x39,0x32,0x0D,0x0A,'\0'};

//o = true 实验流程结束

WorkStatusBuf11[18] =

{0x3A,0x73,0x61,0x76,0x65,0x6F,0x6B,0x3D,0x74,0x72,0x75,0x65,0x37,0x36,0x0D,0x0A,'\0'};

//saveok = true 保存完成

DialogBoxT1[17] =

{0x3A,0x64,0x69,0x61,0x6C,0x6F,0x67,0x62,0x6F,0x78,0x3D,0x31,0x64,0x35,0x0D,0x0A,'\0'};

//dialogbox = 1 加热模块1超温

DialogBoxT2[17] =

{0x3A,0x64,0x69,0x61,0x6C,0x6F,0x67,0x62,0x6F,0x78,0x3D,0x32,0x64,0x34,0x0D,0x0A,'\0'};

//dialogbox = 2 加热模块2超温

DialogBoxT3[17] =

{0x3A,0x64,0x69,0x61,0x6C,0x6F,0x67,0x62,0x6F,0x78,0x3D,0x33,0x64,0x33,0x0D,0x0A,'\0'};

//dialogbox = 3 加热模块3超温

DialogBoxT4[17] =

{0x3A,0x64,0x69,0x61,0x6C,0x6F,0x67,0x62,0x6F,0x78,0x3D,0x34,0x64,0x32,0x0D,0x0A,'\0'};

//dialogbox = 4 加热模块4超温

DialogBoxDoorOpen[17] =

{0x3A,0x64,0x69,0x61,0x6C,0x6F,0x67,0x62,0x6F,0x78,0x3D,0x35,0x64,0x31,0x0D,0x0A,'\0'};

//dialogbox = 5 运行中门被打开

DialogBoxPanelMv[17] =

{0x3A,0x64,0x69,0x61,0x6C,0x6F,0x67,0x62,0x6F,0x78,0x3D,0x36,0x64,0x30,0x0D,0x0A,'\0'};

//dialogbox = 6 运行中加热托盘移动

**（2）用于DA0、DA1、AD0查表的二维数组：**

int16 Table[5][77] =

{

{29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105}, //温度

{2194,2145,2095,2045,1994,1944,1900,1853,1807,1761,1716,1668,1628,1585,1544,1503,1453,1426,1387,1350,1312,1279,1244,1210,1178,1144,1115,1087,1056,1027,999,971,945,920,892,869,845,822,798,777,757,737,717,698,678,660,642,611,594,577,563,548,535,521,507,494,481,470,459,445,435,425,411,384,375,365,357,348,342,335,328,318,312,300,292,283,275}, //1,2,3路采集

{2213,2162,2113,2062,2013,1962,1918,1872,1827,1780,1733,1686,1645,1601,1562,1521,1472,1444,1406,1367,1329,1297,1262,1228,1195,1162,1131,1103,1073,1044,1016,986,959,936,908,886,859,836,813,792,772,751,732,712,692,674,656,625,608,590,578,565,551,536,522,509,496,486,476,461,451,441,427,399,389,380,370,362,357,350,341,333,326,313,306,297,291}, //4路采集

{2070,2048,2026,2004,1982,1960,1940,1920,1900,1880,1859,1839,1821,1802,1785,1767,1745,

1733,1716,1699,1683,1663,1647,1632,1618,1603,1590,1577,1564,1551,1539,1526,1513,1503,1491,1481,1469,1459,1449,1440,1431,1422,1410,1402,1394,1386,1372,1364,1357,1349,1341,1335,1327,1321,1315,1310,1305,1299,1294,1290,1284,1276,1269,1263,1259,1255,1252,1247,1244,1242,1238,1234,1230,1225,1222,1219,1217}, //DAC0 2,4路

{2072,2051,2029,2007,1984,1962,1943,1922,1902,1882,1862,1841,1824,1805,1787,1768,1747,1735,1718,1702,1685,1666,1650,1635,1621,1606,1594,1581,1567,1554,1542,1530,1517,1506,1494,1484,1473,1461,1450,1439,1429,1421,1414,1406,1398,1390,1376,1369,1360,1351,1345,1337,1331,1325,1319,1314,1309,1303,1299,1294,1288,1281,1272,1268,1260,1256,1253,1248,1245,1243,1239,1235,1232,1228,1224,1221,1219} //DAC1 1,3路

};

# 总体设计

## 需求概述

核酸提取仪通过一套实验流程实现核酸提取。整套实验流程分为八个步骤：裂解、混匀、结合、洗涤1、洗涤2、洗涤3、洗脱和释放，其中裂解和洗脱两个步骤需要加热到一定温度。实验结束后根据用户需要进行紫外灯杀菌。为了实现核酸提取控制程序需求如下：

1. 磁套、磁棒上、下移动，左、右移动，移动速度、移动距离和移动方向可调节。
2. 磁套、磁棒以相同的速度和方向移动，移动速度、移动距离和移动方向可调节。
3. 磁套振动，振动速度、振幅、振动时间可调节。
4. 控制实验流程的启动/停止，暂停/继续。
5. 和触摸屏通信。
6. 八路温度模块的采集、处理、上发。
7. DA电压输出、查表。
8. 数据回传。
9. EEPROM读写。
10. 照明灯、紫外灯、风扇、温度继电器控制。
11. 磁套下降/复位控制。
12. 安全保护。运行中托盘移动停机复位、温度模块超温停机复位。

## 软件结构：

软件结构如图1所示：



图1 软件流程图

# 程序描述

## 磁套磁棒移动

磁套磁棒移动包括磁套磁棒左右移动，磁套上下移动，磁棒上下移动，磁套磁棒同时上或者下移动，不同的移动由相应的函数实现，每种移动的方向、速度和距离都可设置。

（1）磁套磁棒左右移动

实现函数： MotorX0Mov( )

功能描述：磁套磁棒向左移动或者向右运动

输入参数：direction 方向,frequency 速度 ，distance 距离

输出参数：无

函数返回值：无

（2）磁套上下移动

实现函数： MotorY1Mov( )

函数功能：磁套上或者下移动

输入参数：direction 方向,frequency 速度 ，distance 距离

输出参数：无

函数返回值：无

（3）磁棒上下移动

实现函数： MotorY2Mov( )

函数功能：磁棒上或者下移动

输入参数：direction 方向,frequency 速度 ，distance 距离

输出参数：无

函数返回值：无

（4）磁套磁棒同时上或者下移动

实现函数： MotorY1Y2Mov( )

函数功能：磁套磁棒同时上或者下移动

输入参数：direction 方向,frequency 速度 ，distance 距离

输出参数：无

函数返回值：无

## 磁套振动

磁套振动是磁套的上下往复运动，由一个函数实现，振动的速度、幅度和时间可设置。

实现函数： MotorY1Vib( )

函数功能：磁套以一定的速度、幅度振动一定的时间

输入参数：vib\_v\_g 振动速度档位,amp\_g 振动幅度档位 ，t 时间

输出参数：无

函数返回值：无

## 实验流程及实验流程的启动/停止/暂停/继续

### 实验流程

实验流程（裂解、混匀、结合、洗涤1、洗涤2、洗涤3、洗脱和释放）由移动函数、振动函数和延时函数组合实现，组合后放在MovProcess( )函数中。

函数名： MovProcess( )

函数功能：实现实验流程：裂解、混匀、结合、洗涤1、洗涤2、洗涤3、洗脱和释放，并上发实验当前所处的状态

输入参数：无

输出参数：无

函数返回值：无

### 实验流程启动/停止

启动：当满足启动条件：

1收到启动命令sss == 3

2门关闭

3托盘在原位

4运动参数读取完毕

调用MovProcess( )函数，实验流程开始。

停止：当收到命令sss == 5单片机重启，实验流程停止。

### 实验流程暂停/继续

暂停：收到暂停命令 sss == 1后

1 sss置1

2关闭PCA计数器

3打开定时器1

实验流程暂停。

继续：收到继续命令 sss == 0后

1 sss置0

2打开PCA计数器

实验流程继续。

## MCU和显示模块通信

MCU和显示模块之间采用RS232串口发送或接收交互指令(ASCII字符)的形式进行交互通讯。

### 通讯指令格式及校验码的计算方法

MCU 和显示模块之间的通讯指令编程均遵循下列格式：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字段名 | 组成 | 说明 |
| 起始字符 | ： | 起始字符为 “:” ，冒号的 ASCII 码为 3AH |
| 命令内容 | 需要赋值的变量（ID） | 需要设置或者获取的变量(长度 20 以下) |
| 赋值符号（=） | 赋值符号为 “=” ，等号的 ASCII 码为 3DH |
| 赋值内容（VALUE） | 要设置的变量的值(变量名和内容相加少于 1000 字节) |
| 校验位 | LRC CHK 0（HIGH） | LRC 校验码由 2 个 ASCII 码组成(是否带校验自主设置) |
| LRC CHK 1（LOW） |
| 结束字符 | END0 | 第一个结束字符为 “\r”,ASCII 码为 0DH |
| END1 | 第二个结束字符为 “\n” ，ASCII 码为 0AH |

LRC 校验码的计算方法：

LRC 的校验计算是将命令内容部分的“赋值变量号(ID)”、 “赋值符号”、“赋值内容”三项数据内容的 16 进制数相加，所获得的值各位取反后再加 1，最终的值即为校验和。

### MCU接收指令

MCU接收到显示模块发来的指令后处理流程如图2所示。



图2 MCU接收指令处理流程图

### MCU发送指令

MCU发送指令流程如图3所示。



图3 MCU发送指令流程图

### 函数说明

（1）函数名：UART0\_ISR( )

函数功能：串口中断函数，缓存接收到的ASCII数据指令

（2）函数名：DataCheck( )

函数功能：解析校验接收到的ASCII数据指令

输入参数：无

输出参数：id (存储解析后的ID数据),value (存储解析后的VALUE数据)

函数返回值：返回解析状态信息 0：解析正确1：解析错误

（3）函数名：FrameCopyDeal( )

函数功能：从URAT0接收缓冲区复制一条指令，对指令进行校验，变量赋值

输入参数：无

输出参数：无

函数返回值：无

（4）函数名：Package( )

函数功能：打包要发送的一条数据指令，指令格式：":ID=VALUE(LRC校验)\r\n"

输入参数：id (数据指令要包含的ID参数 [字符串首地址]),

Value (数据指令要包含的VALUE参数 [字符串首地址])

输出参数：Tempbuf (打包完成后存储的数组名)

函数返回值：无

（5）函数名：SendOneByte( )

函数功能：发送一个字符

输入参数：c(要发送的字符)

输出参数：无

函数返回值：无返回值

（6）函数名：Send\_Str( )

函数功能：发送一个字符串

输入参数：str (字符串首地址)

输出参数：无

函数返回值：无返回值

## 温度采集、处理、上发

### 概述

加热模块四路温度采集采用STM32f4xx芯片自带的模数转换器AD0。ADC0子系统包括一个9通道的可编程模拟多路选择器（AMUX0），一个可编程增益放大器（PGA0）和一个100ksps转换速率、12位分辨率的逐次逼近寄存器型ADC，ADC中集成了跟踪保持电路和可编程窗口检测器。模拟多路开关AMUX中的8个通道用于外部测量，而第九通道在内部被接到片内温度传感器。使用前四个通道AIN0.0, AIN0.1, AIN0.2, AIN0.3采集加热模块四路温度。

### 采集方法

由定时器TIMER5溢出启动模数转换开始温度采集，先采集第0通道，把采集结果储存起来，然后下一个通道……，采集完第3通道后回到第0通道继续采集，如此循环往复。每个通道每采集32次求一次平均值，平均值作为最终采集结果。

### 数据处理和温度上传

（1）采集电压计算公式

由采集平均值通过计算得出采集电压，公式如下：

= \* VREF

：采集电压

：采集平均值

VREF：参考电压

（2）采集电压和温度之间转换

温度检测使用的是热电阻，根据热电阻特性和实际测量得出采集电压和温度的一一对应关系，这种对应关系存于表中，表采用二维数组形式。

当得到一采集电压后，通过查表得到当前温度。

（3）温度上传

温度值和对应变量使用Package( )函数打包后，通过串口上发给触摸屏。

为了减少定时器TIMER3中断服务程序时间，每次只上发四路温度值中的两路。

### 函数说明

（1）中断服务程序：ADC0\_ISR( ) interrupt 15

函数功能：ADC0转换结束中断服务程序，储存采集的数值，采集32次时，计算一次平均值，超过108度时超温报警，仪器复位

函数参数：无

函数返回值：无

（2）中断服务程序： TIMER3\_ISR( ) interrupt 14

函数功能：TIMER3中断服务程序，采集值到实际电压值转换。查表求实际温度值。上发温度值。运行中托盘移动，仪器复位。运行中开门暂停、关门继续。

函数参数：无

函数返回值：无

（3）函数名：TableSearchTemperature( )

函数功能：根据输入的电压值找出相应的温度值

函数参数：int a[][77]：二维数组，表，voltage：输入的电压值，n：一维数组长度

函数返回值：相应的温度值

## 温度输出

* + 1. 温度值给定

因为温度是由DAC0、DAC1输出电压控制的，所以温度值给定也是DAC0、DAC1电压值给定。

MCU上电后会初始化DAC0、DAC1输出为2.4V。

在触摸屏用户区温度模块选项，用户设置裂解和洗脱的温度值，也就是DAC0、DAC1输出电压值，点发送按钮后用户选择被储存在数组EEPROM[ ]数组中，点保存按钮后用户的选择被保存到EEPROM中，在满足启动条件的情况下，收到启动命令后实验流程开始前根据用户设置的裂解和洗脱温度值设置DAC0、DAC1输出电压。在温度和电压转换时需要进行一次查表操作。

* + 1. 加热通道选择

在触摸屏用户区温度模块选项，用户设置需要加热的通道，点发送按钮后用户的选择被储存在数组EEPROM[ ]数组中，点保存按钮后用户的选择被保存到EEPROM中，在满足启动条件的情况下，收到启动命令后实验流程开始前根据用户选择对加热通道继电器进行闭合和断开操作。

* + 1. 函数说明

（1）函数名：DAC0DAC1VoltageInit()

函数功能：初始化DAC0、DAC1输出为2.4V

输入参数：无

输出参数：无

函数返回值：无

（2）函数名： TemValueSet()

函数功能：温度值设置，也即是DAC0、DAC1输出电压设置

输入参数：无

输出参数：无

函数返回值：无

（3）函数名： TableSearchVoltageDAC0( int16 a[][77], int16 temperature, int16 n )

函数功能：查表，根据温度值查找DAC0输出电压值

输入参数：a[][77] 二维数组，temperature 温度值，n 二维数组列数

输出参数：无

函数返回值：a[3][ ] 查找到的电压值

（4）函数名： TableSearchVoltageDAC1( int16 a[][77], int16 temperature, int16 n )

函数功能：查表，根据温度值查找DAC1输出电压值

输入参数：a[][77] 二维数组，temperature 温度值，n 二维数组列数

输出参数：无

函数返回值：a[3][ ] 查找到的电压值

（5）函数名：TemSet()

函数功能：根据用户设置，断开或者闭合加热模块继电器，等待温度上升到设定值再继续流程

输入参数：无

输出参数：无

函数返回值：无

## 数据回传

* + 1. 概述

为了确认显示模组下发数据正确和修改数据的繁琐，在收到数据后，MCU把收到的数据打包再发给显示模组显示称为数据回传。数据回传分为实验流程各个步骤数据回传和所有数据回传。程序需要做的主要工作是把收到的数据和对应变量打包，然后通过串口发给显示模组。

* + 1. 函数说明

（1）函数名：SendBack\_L( )

函数功能：裂解各参数数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（2）函数名： SendBack\_H( )

函数功能：混匀各参数数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（3）函数名： SendBack\_J( )

函数功能：结合各参数数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（4）函数名： SendBack\_1( )

函数功能：洗涤1各参数数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（5）函数名： SendBack\_2( )

函数功能：洗涤2各参数数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（6）函数名： SendBack\_3( )

函数功能：洗涤3各参数数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（7）函数名： SendBack\_T( )

函数功能：洗脱各参数数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（8）函数名： SendBack\_S( )

函数功能：释放各参数数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（9）函数名： SendBack\_W( )

函数功能：设置的温度值数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（10）函数名： SendBack\_WS( )

函数功能：温度继电器开、关状态数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（11）函数名： SendBack\_WS( )

函数功能：温度继电器开、关状态数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

（12）函数名： SendBack( )

函数功能：触摸屏发往MCU的所有数据回传

函数参数：无

函数返回值：无

## 照明灯、紫外灯、风扇、四路加热膜控制

此处的加热膜控制指的是显示模组界面“设置”→“温度模块”中裂解和洗脱加热的控制。

照明灯、风扇、四路加热膜均是采用继电器的通和断来控制，继电器通断由单片机I/O口输出高低电平来触发。风扇、四路加热膜接继电器常开触点，照明灯接常闭触点。

照明灯、风扇、四路加热膜控制都处在后台大循环中，在实验流程进行时这些控制不起作用，只有电机处于复位状态下这些控制才起作用。

收到启动或者停止命令后照明灯、风扇、四路加热膜继电器执行相应动作。

紫外灯的启动、停止控制和照明灯、风扇、四路加热膜启动 、停止控制相同，不同的是紫外灯点亮时间可以设置。

## 运行中打开门实验暂停

定时器3每1/16秒触发一次中断，在中断服务程序中检查门是打开还是关闭，如果在运行状态下检测到门被打开，则实验暂停，同时上发给触摸屏一条门被打开的指令，触摸屏收到这条指令后弹出一个对话框。与此同时，实验暂停后在定时器1的中断服务程序每隔一定时间上发给触摸屏一次门的状态。

触摸屏弹出的对话框提示用户门被打开，实验已暂停，点击提示对话框“确定”按钮触发对话框的事件，在事件中检查门的状态，如果门没有关闭则对话框不停的弹出，实验不能继续，如果门已关闭则下发“继续”指令，实验继续。

## 安全保护

运行中托盘移动停机复位、温度模块超温停机复位。

* + 1. 运行中托盘移动停机复位

定时器3每1/16秒触发一次中断，在中断服务程序中检查托盘是否在原位，如果在运行状态下检测到托盘离开原位，则执行软件复位命令，仪器停机复位。

运行中托盘移动停机复位代码所在中断服务程序如下：

中断服务程序： TIMER3\_ISR( ) interrupt 14

函数功能：TIMER3中断服务程序，采集值到实际电压值转换。查表求实际温度值。上发温度值。运行中托盘移动，仪器复位。运行中开门暂停、关门继续。

函数参数：无

函数返回值：无

* + 1. 温度模块超温停机复位

ADC0转换完成中断由定时器3溢出触发，在ADC0转换完成中断服务程序中检查四路加热膜温度，如果加热膜温度超过108度，则执行软件复位命令，仪器停机复位。

温度模块超温停机复位代码所在中断服务程序如下：

中断服务程序：ADC0\_ISR( ) interrupt 15

函数功能：ADC0转换结束中断服务程序，储存采集的数值，采集32次时，计算一次平均值，超过108度时超温报警，仪器复位

函数参数：无

函数返回值：无