# STC系列51单片机四串口工控板

# 开发技术路线指导书其二

## 系统架构

### 1.1系统层次

本嵌入式自动化控制系统主要由四个层次组成：应用层、协议层、驱动层和硬件层。其中前三个层次具体表现为程序代码，硬件层表现为芯片的片内外设以及与外设相连的硬件。

应用层是系统的核心业务代码，主要应用是对质控流程控制。下分五个次级子应用：清洗流程、空白检测流程、标液检测流程、样品检测流程和加标回收流程。

协议层中包含两个处理模块，Modbus主机模块以及Modbus从机模块。

Modbus主机模块在本机角色为Modbus主机（上位机），需要与Modbus从机（下位机）通讯时使用。它包含主机请求封装器和从机响应解析器。

Modbus从机模块在本机角色为Modbus从机（下位机），需要与Modbus主机（上位机）通讯时使用。它包含了主机请求解析器和从机响应封装器。

驱动层用于直接操作硬件层。包括了硬件的初始化、硬件状态的获取与设置等功能。所有直接操作单片机寄存器的代码应在此层。

硬件层有通用串行异步收发器、定时器、带电可擦写只读寄存器、通用输入输出等。

应用层

硬件层

继电器

光耦

板外

板内

片内

RS-232

EEPROM

协议层

驱动层

RS-485

RS-485

上位机

液位

排放阀

气泵

计量泵

三通阀

蠕动泵

定时器

GPIO

UART2

UART1

片内外设：初始化、读取、写入……

质控流程控制

清洗流程

空白检测流程

标液检测流程

样品检测流程

加标回收流程

子应用

Modbus从机协议

主机请求解析器

从机响应封装器

Modbus主机协议

主机请求封装器

从机响应解析器

### 1.2系统总览

进气口

MIN

MAX

加标回收管

液位传感器

溢流口

排气口

气泵

单向阀

蠕动泵1

计量泵

标液

NO

三通阀

蠕动泵2

排放阀

仪表口

NC

COM

纯水口

样品口

排放口

在本系统中，各个部件的连接与控制方式如下：

上位机通过串口1与工控板连接并控制整套系统执行相关流程。

液位传感器使用NPN输出型传感器。即信号输出线触发前为高阻态，信号输出线触发后与GND短接。高液位传感器和低液位传感器的输出信号线分别接工控板的IN1和IN2。电源线+24V和GND并到工控板的供电电源上。

排放阀接到继电器1上。继电器接通后阀门打开，液体由于自身重力向下排出。继电器关断后液体停止排出。

气泵接到继电器2上。继电器接通后连续泵出空气，继电器关断后停止泵出空气。

蠕动泵的电源线接到继电器3上。继电器接通后蠕动泵进入准备工作状态，继电器关断后关机。蠕动泵的信号线通过RS-485转RS-232转换器与串口2连接，通过串口2控制进入准备工作状态的蠕动泵执行相关动作。

计量泵接到继电器4上。继电器通断一次转移一定量的液体，工作频率不能超过其最大额定频率。

三通阀接到继电器5上。继电器接通后公共端（COM）与常闭端（NC）连接，继电器关断后公共端（COM）与常开端（NO）连接。

### 1.3器件总览

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 型号 | 通讯方式 | 实测功率 |
| 四串口工控板 | STC15W4K48S4 | 光耦输入、继电器输出、RS-232/RS-485 | 0.5W |
| 计量泵（微量泵） | 120SP2450-4EE | 继电器控制，方波控制 | 4.4W |
| 蠕动泵组 |  | 继电器开关、串口控制 | 26W |
| 气泵 |  | 继电器控制 | 2.6W |
| 排放阀 | G2 | 继电器控制 | 5W |
| 三通阀 | 1022-32-EMU/5N | 继电器控制 | 3.6W |
| 液位传感器组 | Y26 | 光耦输入 | 0.25W |
| 直流稳压源额定输出功率75W，功率比56%，在合理范围之内。 | | | |

## 控制流程

### 2.1 清洗流程

简述：使用纯水清洗加标回收管内的残存液体，防止对后续检测的结果产生影响。

#### 2.1.1判断加标回收管内是否明显存有液体

IF 低液位传感器 = 有液体

THEN

打开排放阀

等待 X 秒

关闭排放阀

IF 低液位传感器 = 有液体

THEN

异常告警：低液位传感器异常

ELSE

打开排放阀

等待 Y 秒

关闭排放阀

#### 2.1.2 加入纯水清洗加标回收管

蠕动泵1泵入 300mL 纯水

IF 高液位传感器 = 有液体

THEN

异常告警：高液位传感器异常

打开气泵

等待 10 秒

关闭气泵

打开排放阀

等待 Z 秒

关闭排放阀

流程结束

### 2.2空白检测流程

简述：提供空白样给后端仪表检测。

执行 **清洗流程**

蠕动泵1泵入 300mL 纯水

IF 高液位传感器 = 有液体

THEN

异常告警：高液位传感器异常

三通阀 切换到 NC-COM

写 空白样准备就绪 状态

等待 无限 秒

接收到流程结束命令

打开排放阀

等待 X 秒

关闭排放阀

三通阀 切换到 NO-COM

流程结束

### 2.3标液检测流程

简述：提供加纯水稀释后的标液给后端仪表检测。

执行 **清洗流程**

蠕动泵1泵入 300mL 纯水

计量泵 泵入 XmL 标液

IF 高液位传感器 = 有液体

THEN

异常告警：高液位传感器异常

打开气泵

等待 10 秒

关闭气泵

三通阀 切换到 NC-COM

写 标液样准备就绪 状态

等待 无限 秒

接收到流程结束命令

打开排放阀

等待 Y 秒

关闭排放阀

三通阀 切换到 NO-COM

执行 **清洗流程**

流程结束

### 2.4样品检测流程

简述：提供样品给后端仪表检测。

三通阀 切换到 NO-COM

流程结束

### 2.5加标回收检测流程

简述：提供加标后的样品给后端仪表检测。

执行 **清洗流程**

蠕动泵2泵入 300mL 样品

计量泵 泵入 XmL 标液

IF 高液位传感器 = 有液体

THEN

异常告警：高液位传感器异常

打开气泵

等待 10 秒

关闭气泵

三通阀 切换到 NC-COM

写 加标回收样准备就绪 状态

等待 无限 秒

接收到流程结束命令

打开排放阀

等待 Y 秒

关闭排放阀

三通阀 切换到 NO-COM

执行 **清洗流程**

流程结束

## MODBUS协议

MODBUS的时序标准完全按照《MODBUS over Serial Line Specification and Implementation Guide V1.02》文件实施。

MODBUS的主从逻辑协议完全按照《Modbus Application Protocol V1.1b3》文件实施。

## MODBUS寄存器

与MODBUS协议相关的寄存器，使用03命令读取，使用06命令写入。所有寄存器都是持久化寄存器，掉电后不会清空或恢复至默认值。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 寄存器地址 | 参数名称 | 参数含义 | 可读/写 |
| 0x0000 | 质控单元编号 | 质控单元即本机的编号，在出厂时唯一确定。范围1到65535。 | 只读 |
| 0x0001 | 从机地址 | 本机的MODBUS从机地址。可设定范围为0x0001到0x00FF。需要用户确保不与同一总线上的其它从机相同。出厂时为0x30到0x39之中的一个。 | 读写 |
| 0x0002 | 高液位传感器告警累计次数 | 高液位传感器告警条件被触发的次数。每次触发后会在原值上增加1。  用户在解除故障后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x0003 | 低液位传感器告警累计次数 | 低液位传感器告警条件被触发的次数。每次触发后会在原值上增加1。  用户在解除故障后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x0004 | 纯水蠕动泵通讯失败告警累计次数 | 纯水蠕动泵告警条件被触发的次数。每次触发后会在原值上增加1。  用户在解除故障后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x0005 | 样品蠕动泵通讯失败告警累计次数 | 样品蠕动泵告警条件被触发的次数。每次触发后会在原值上增加1。  用户在解除故障后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x0006 | 运行状态 | 0x0000：待机。可接收流程启动指令。  0x0001：执行清洗流程中。忽略任何流程控制指令。  0x0002：执行空白检测流程中，准备空白样中。忽略任何流程控制指令。  0x0003：执行空白检测流程中，已准备好空白样。可接收流程结束指令。  0x0004：执行标液检测流程中，准备标液样中。忽略任何流程控制指令。  0x0005：执行标液检测流程中，已准备好标液样。可接收流程结束指令。  0x0006：执行样品检测流程中，准备样品中。忽略任何流程控制指令。  0x0007：执行样品检测流程中，已准备好样品。可接收流程结束指令。  0x0008：执行加标回收检测流程中，准备加标样中。忽略任何流程控制指令。  0x0009：执行加标回收检测流程中，已准备好样品。可接收流程结束指令。 | 只读 |
| 0x0007 | 流程控制 | 0x0000：结束当前流程。  0x0001：启动清洗流程。  0x0002：启动空白检测流程。  0x0003：启动标液检测流程。  0x0004：启动样品检测流程。  0x0005：启动加标回收检测流程。 | 只写 |
| 0x0008 | 清洗流程参数设置——清洗前低液位传感器有液体条件排放阀打开时间 | 设置数值n，初始值X。  范围1到600。单位为s。 | 读写 |
| 0x0009 | 清洗流程参数设置——清洗前低液位传感器无液体条件排放阀打开时间 | 设置数值n，初始值X。  范围1到600。单位为s。 | 读写 |
| 0x000A | 清洗流程参数设置——清洗用纯水注入量 | 设置数值n，初始值300。  范围1到500。单位为mL。 | 读写 |
| 0x000B | 清洗流程参数设置——气泵打气时间 | 设置数值n，初始值10。  范围1到60。单位为s。 | 读写 |
| 0x000C | 清洗流程参数设置——清洗完毕排放时间 | 设置数值n，初始值X。  范围1到600。单位为s。 | 读写 |
| 0x000D | 空白检测流程参数设置——空白样纯水注入量 | 设置数值n，初始值300。  范围1到500。单位为mL。 | 读写 |
| 0x000E | 空白检测流程参数设置——流程结束排放时间 | 设置数值n，初始值X。  范围1到600。单位为s。 | 读写 |
| 0x000F | 标液检测流程参数设置——稀释用纯水注入量 | 设置数值n，初始值300。  范围1到500。单位为mL。 | 读写 |
| 0x0010 | 标液检测流程参数设置——标液注入量 | 标液注入量=设置数值n×计量泵单次容量。  n的范围为1到1000。无单位。 | 读写 |
| 0x0011 | 标液检测流程参数设置——气泵打气时间 | 设置数值n，初始值10。  范围1到60。单位为s。 | 读写 |
| 0x0012 | 标液检测流程参数设置——流程结束排放时间 | 设置数值n，初始值X。  范围1到600。单位为s。 | 读写 |
| 0x0013 | 加标回收流程参数设置——样品注入量 | 设置数值n，初始值300。  范围1到500。单位为mL。 | 读写 |
| 0x0014 | 加标回收流程参数设置——标液注入量 | 标液注入量=设置数值n×计量泵单次容量。  n的范围为1到1000。无单位。 | 读写 |
| 0x0015 | 加标回收流程参数设置——气泵打气时间 | 设置数值n，初始值10。  范围1到60。单位为s。 | 读写 |
| 0x0016 | 加标回收流程参数设置——流程结束排放时间 | 设置数值n，初始值X。  范围1到600。单位为s。 | 读写 |
| 0x0017 | 维护统计——清洗流程累计执行次数 | n次。  范围0到65535。  用户在维护后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x0018 | 维护统计——  空白检测流程累计执行次数 | n次。  范围0到65535。  用户在维护后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x0019 | 维护统计——标液检测流程累计执行次数 | n次。  范围0到65535。  用户在维护后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x001A | 维护统计——样品流程累计执行次数 | n次。  范围0到65535。  用户在维护后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x001B | 维护统计——加标回收流程累计执行次数 | n次。  范围0到65535。  用户在维护后可以自行清零，或设置为指定的值。  在原值达到65535后，再触发1次将会为1。 | 读写 |
| 0x001C | 调试使能开关 | 设置为0x5A5A后允许使用下面的调试用寄存器。  设置为其他值时不能使用下面的调试用寄存器 | 读写 |
| 0x001D | 调试——继电器1开关 | 写入0x0000断开继电器1。  写入0x0001接通继电器1。  写入其他值无效。 | 读写 |
| 0x001E | 调试——继电器2开关 | 写入0x0000断开继电器2。  写入0x0001接通继电器2。  写入其他值无效。 | 读写 |
| 0x001F | 调试——继电器3开关 | 写入0x0000断开继电器3。  写入0x0001接通继电器3。  写入其他值无效。 | 读写 |
| 0x0020 | 调试——继电器4开关 | 写入0x0000断开继电器4。  写入0x0001接通继电器4。  写入其他值无效。 | 读写 |
| 0x0021 | 调试——继电器5开关 | 写入0x0000断开继电器5。  写入0x0001接通继电器5。  写入其他值无效。 | 读写 |
| 0x0022 | 调试——输入1状态 | 值为0x0000输入1断开。  值为0x0001输入1接通。 | 只读 |
| 0x0023 | 调试——输入2状态 | 值为0x0000输入2断开。  值为0x0001输入2接通。 | 只读 |
| 0x0024 | 调试——输入3状态 | 值为0x0000输入3断开。  值为0x0001输入3接通。 | 只读 |
| 0x0025 | 调试——输入4状态 | 值为0x0000输入4断开。  值为0x0001输入4接通。 | 只读 |
| 0x0026 | 调试——输入5状态 | 值为0x0000输入5断开。  值为0x0001输入5接通。 | 只读 |
| 0x0027 | 调试——蠕动泵调试开关 | 写入：0x0000退出调试。  写入：0x0001调试蠕动泵1。  写入：0x0002调试蠕动泵2。  写入其它值无效。  进入蠕动泵调试模式后，蠕动泵的40个寄存器映射到本机寄存器的0x0030~0x0058。对这些寄存器的请求将会直接交由蠕动泵处理，返回的也是蠕动泵的响应。退出调试模式后，这些寄存器即不在可用之列。 | 读写 |

研发与制造中心

庞 志

2019年7月12日