

# 基于 Modbus 总线的接口模块扩展<sup>①</sup>

白晗东 车 畅 胡 丹 (西华大学 机械与自动化学院 四川 成都 610039)

**摘 要:** 提出一种基于 Modbus 总线和 STC5410AD 单片机的接口扩展方法, 适用于需要大量扩展接口的场合, 将使系统的设计灵活, 高效。介绍了具体硬件的实现方法和 Modbus 从节点通信程序设计方法。

**关键词:** Modbus; STC12C5410AD; PWM; RTU 模式; 从节点

## Expansion of Interfaces Module Based on Modbus

BAI Han-Dong, CHE Chang, HU Dan

(School of Mechanical Engineering and Automation, Xihua University, Chengdu 610039, China)

**Abstract:** The method of interfaces expansion based on Modbus and the STC5410AD MCU are introduced, which is suitable for the occasions when lots of interfaces need to be expanded. The design of system would be efficient and flexible. Furthermore, the concrete method of hardware implementation and Modbus slave communication program are presented.

**Keywords:** Modbus; STC12C5410AD; PWM; RTU mode; slav

## 1 引言

在基于单片机的工业自动控制系统设计过程中, 通常要设计各种接口电路, 大多数情况下, 在接口的数量较少时, 一般采用单 MCU 扩展串口或者并口的接口芯片的方法来实现接口的扩展。但是当遇到需要扩展大量接口的时候, 比如我们在设计一个基于单片机的 PLC 自检测及外围设备测试系统时, 就要求扩展多达上百个开关量的 I/O 接口, 另外还有几十个模拟量的 I/O 接口。这种情况下, 如果仍采用单 MCU 的扩展方式必然造成硬件电路的臃肿, 必须扩展大量的并口或者串口芯片, 同时也给软件的编写带来较大麻烦。在这里本文将采用一种多 MCU 的模块化扩展方式, 其中每个 MCU 都扩展出一定量的开关量 I/O 口和模拟量 I/O 口作为一个模块, 多个 MCU 加上其外部电路就构成相互独立的多个接口模块, 再用总线将多个模块连接, 构成完整的系统。这样设计不但硬件设计工作大大简化, 只需要设计一个模块就够了, 而且每个 MCU 的软件设计也变得简单了, 只需要负责其所属的接口以及和上位机的通信就可以。通过采用这样的设计方法, 使得在 PLC 自检测及外围设备测试

系统的设计过程中大大提高了开发效率, 并缩短了开发周期。在本文将介绍这种多 MCU 的模块化接口扩展方式如何实现。

## 2 硬件电路设计

### 2.1 模块电路设计

在本文中每个模块将设计 16 个开关量输入口 DI、16 个开关量输出口 DO、8 路模拟量输入口 AI 和 4 路模拟量输出口 AO。

首先, 需要考虑每个模块中 MCU 的选型, 既要考虑到设计的难度, 又要考虑到成本问题。STC12C5410AD<sup>[1]</sup>单片机是宏晶科技生产的 8 位单片机, 完全兼容传统的 8051 单片机指令系统, 而且片内集成复位电路、4 路 PWM 和 8 路 10 位 A/D 转换, 性价比很高。其中 PWM 可以作为 D/A 使用。用这种单片机作为模块的 MCU, 则每个模块都可以设计若干开关量 I/O 口和模拟量 I/O 口, 而无需外部扩展 A/D 和 D/A 转换芯片。这将大大简化硬件设计工作。

① 基金项目:四川省教育厅青年基金(08ZB014);四川省教育厅重点项目(07ZA118);西华大学人才引进项目(R0720208)

收稿时间:2009-11-25;收到修改稿时间:2009-12-16

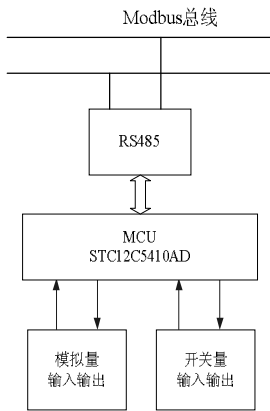


图1 模块的系统框图

单个模块的系统框图如图1所示，STC12C5410AD通过RS485串口和总线连接。模拟量输入可以直接由单片机内部的A/D实现，最多可以有8路。模拟量输出由PWM实现，PWM作为D/A使用时<sup>[1]</sup>，必须加滤波电路，本文中采用两级无源滤波电路将MCU输出的PWM信号转换成模拟信号。如图2所示。

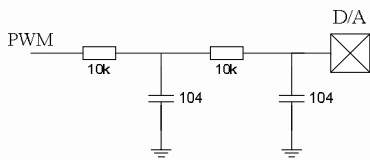
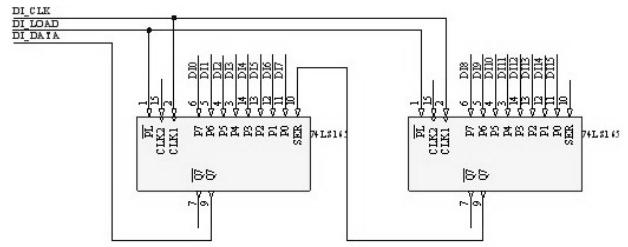


图2 PWM转换为模拟信号电路

由于开关量输入输出接口需要的数量比较多，单片机的普通I/O口数量是有限的，而且考虑到将来系统功能的扩展，需要预留出一些接口。所以在设计中，本文采用串口转并口的方法来实现开关量输入输出接口的扩展。具体设计是用两片74LS164扩展16个输出口(如图3(a))，DO\_DATA和DO\_CLK接MCU的任意两个普通I/O口，采用模拟串口模式0工作方式来实现MCU向74LS164的数据传送。两片74LS165扩展16个输入口(如图3(b))，DI\_CLK、DI\_LOAD和DI\_DATA接MCU的任意三个I/O口，同样采用模拟串口的方法来实现74LS165向MCU的数据传送。这样仅占用五个MCU的I/O口就分别扩展出16个输入口和16个输出口，节约下来的MCU的其他I/O口可以用来扩展系统的其他功能。另外需要说明的是，扩展出的输入和输出口一般都需要根据开关量的特点再加上隔离和驱动电路，在此不作赘述。



(a)开关量输入接口扩展

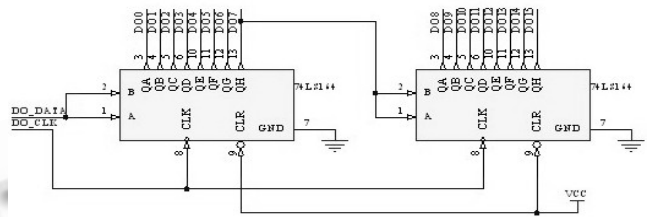


图3 (b)开关量输出接口

### 1.2 系统总体构架

本文在设计整个系统时，采用串行总线将各个模块连接在一起，另外为了能更好的控制各个模块的工作，在系统中加入上位机，以便利用上位机的组态软件控制各个模块的工作。

Modbus总线协议是一种工业自动化领域里普遍被采用的协议，目前有多种通用工业组态软件都支持该协议。标准Modbus协议定义了串行链路上的通信协议，而并没有对物理层进行定义，可以用普通的RS485接口来实现Modbus串行链路协议。在本文中采用Modbus总线来实现系统的总体构架，这样的设计从通信质量、降低成本和设计难度来考虑都是可行的。系统框图如图4所示。

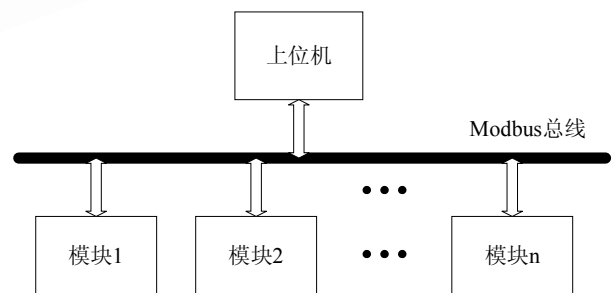


图4 系统总体构架

## 2 基于Modbus通信协议的程序设计

通信软件分别包含主节点和从节点的程序，由于目前有多种通用工业组态软件都支持Modbus协议<sup>[2]</sup>，本文在此将着重谈论从节点的程序设计。

## 2.1 Modbus 协议

Modbus 协议是一个主-从通信协议。在系统中有一个主节点和最多 247 个从节点(地址范围 1-247), 从节点只有在接收到主节点的请求时才能和主节点之间传输数据, 并不能主动发起通信请求, 另外从节点之间不能进行通信。

Modbus 定义了 RTU(远程终端单元)<sup>[2]</sup>和 ASCII 两种串行传输模式。使用 RTU 模式时, 帧数据中由两个 4 位十六进制数组成一个 8 位字节。这种模式的优点是在相同的波特率下, 单位时间内传输的信息量比 ASCII 更大, 但是必须以连续的字符流传输每帧数据, 这种情况下就要求有严格的定时管理。而 ASCII 模式则用两个 ASCII 字符发送帧数据中的一个 8 位字节。信息效率比 RTU 模式低, 适用于定时管理无法严格要求的场合。本文采用信息传输效率更高的 RTU 模式。

RTU 模式中每个字节由 11 位组成, 其格式为: 1 个起始位、8 个数据位、1 个奇偶校验位和一个停止位。如果不使用奇偶校验的话, 包含两个停止位。

RTU 模式的帧结构如表 1 所示, 从机地址若为 0 表示主节点对所有从节点的广播, 若为 1-247 的十进制数则为被请求的从节点地址。数据由主节点发往从节点时, 功能码告诉从节点主节点向其提出的何种请求。当数据由从节点发往主节点时, 功能码则用来指示从节点的响应是否有错误发生。数据段的长度不允许超过 252 字节。CRC 是两字节的循环冗余校验码, 对于保障通信的质量至关重要。

表 1 RTU 帧结构

从节点地址	功能码	数据	CRC 校验
8bit	8bit	N 个 8bit	16bit

Modbus 报文帧在传输的过程中, 为了让接受方能完整正确的检测出帧的开头和结尾, 规定每一帧数据的前后至少要有 3.5 个字符的间隔, 并且每帧数据传输过程中应该以连续的字符流发送, 字符之间的间隔不能大于 1.5 个字符。

## 2.2 从节点通信程序

当主节点向从节点发出请求时, 为了能及时响应主节点发送的请求, 从节点采用中断的方式接收主节点发送的数据<sup>[3]</sup>。图 5 就是串口中断服务子程序。当 CPU 进入串口中断时, 首先判断是否为接收中断, 如果不是, 那就是发送中断, CPU 将进一步检测是否发送结束, 若发送结束, 就置位发送结束标志, 然后清除中断标志, 返回主程序。如果当进入串口中断时判断为接收中断, 那么首先要判断接收的是否一帧数据的开始, 这里要靠判断和前一帧

数据的间隔来实现, 如果和前面接收的数据间隔大于 1.5 个字符时间, 则为新一帧数据的开端, 如果间隔大于 3.5 个字符时间, 那么说明前一帧数据接收完整。所以在这里 1.5 字符和 3.5 字符的定时时间是很重要的。经判定确实为一帧数据的起始, 就需要判断接收到得字节是否本节点地址, 如果是本节点地址, 说明此帧数据是主节点发往本节点的, 置位相应标志, 并准备接收后续数据。

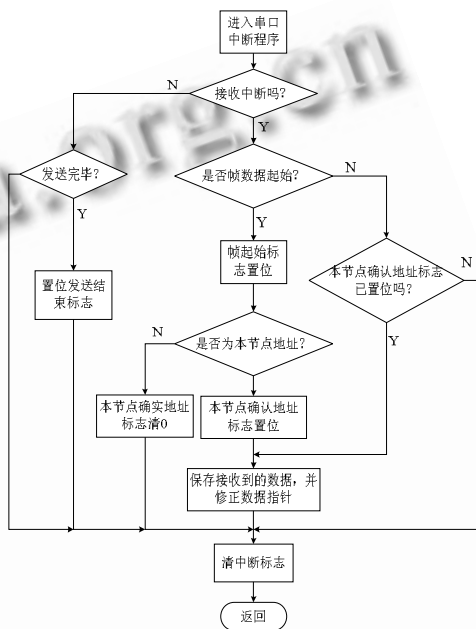


图 5 串口中断子程序流程图

## 3 结语

系统接口扩展的方法有很多种, 根据不同的场合采用有针对性的接口扩展方法, 能有效地降低设计的复杂度。本文所采用的多 MCU+Modbus 总线的接口扩展方法比较适合需要扩展大量接口的场合。我们在 PLC 自检测及外围设备测试系统的设计中应用了这种方法, 大大缩短了设计周期, 经过试验效果非常好。

### 参考文献

- 1 宏晶科技.STC12C5410AD 系列单片机器件手册. 2009/715.http://www.mcu-memory.com/datasheet/stc/STC-AD-PDF/stc12c5410.pdf.
- 2 Modicon Inc. Modbus Protocol Reference Guide.1996.
- 3 宋清举.基于 MODBUS RTU 现场总线协议的智能测控模块的研究与设计[硕士学位论文].长春:吉林大学, 2008.