

Modbus 功能控制多台变频器

● 摘要

变频器广泛应用于各行各业。但变频器显示简单、硬件连接控制的缺点一定程度上影响了其在复杂控制系统中的应用。控制方法主要有 3 种：一、操作面板控制，先设置参数，再通过面板上的运行停止按钮控制；二、变频器的功能端子控制，如控制段速和启动停止；三、模拟量输入端口控制，外接 0~10V 或 4~20mA 信号进行调速。以上方法只能控制变频器的部分功能。模拟量控制还存在控制精度和干扰问题，使用外接电位器需要频繁调整，故障率较高，因此不能对整个系统进行精确控制，尤其是对于有多台变频器的控制系统。这样一定程度上影响了变频器在复杂控制系统中的应用。

变频器本身基于 485 总线通讯接口的通讯控制方式，可以满足复杂系统中的各种要求，实现远程网络化、数字化的精确控制。本文利用 MX 系列 PLC 对 16 台变频器通过 Modbus 协议控制，使电机转速、方向、转矩以及变频器运行参数等控制变得十分容易和精确。

● Modbus 简介

Modbus 通讯协议，是一种串行的、非同步的主从通讯协议。网络中只有一个设备能够建立协议，其它设备只能通过提供数据响应主机的查询，或根据查询做出相应的动作。Modbus 协议定义了主机查询的格式，包括主从机的编址方法（或广播），要求动作的功能代码，传输数据和错误校验或把不能完成主机要求的动作组织为一个故障作为响应。Modbus 协议是典型的 RS485 接口。在 Modbus 通讯网络中，一般提供 ASCII 和 RTU 两种通讯协议，本文是 Modbus-RTU 模式。

● 系统架构及硬件配置

控制系统由 PLC 和变频器组成，PLC 采用麦科电气的 MX2H-1616MT 型 PLC，变频器采用麦科电气的 MV30 系列变频器。PLC 通过 485 通讯接口用双绞屏蔽线连接到各个变频器内置的 RS485 接口上，构成 Modbus-RTU 协议通信的传输通道。系统结构如下图：

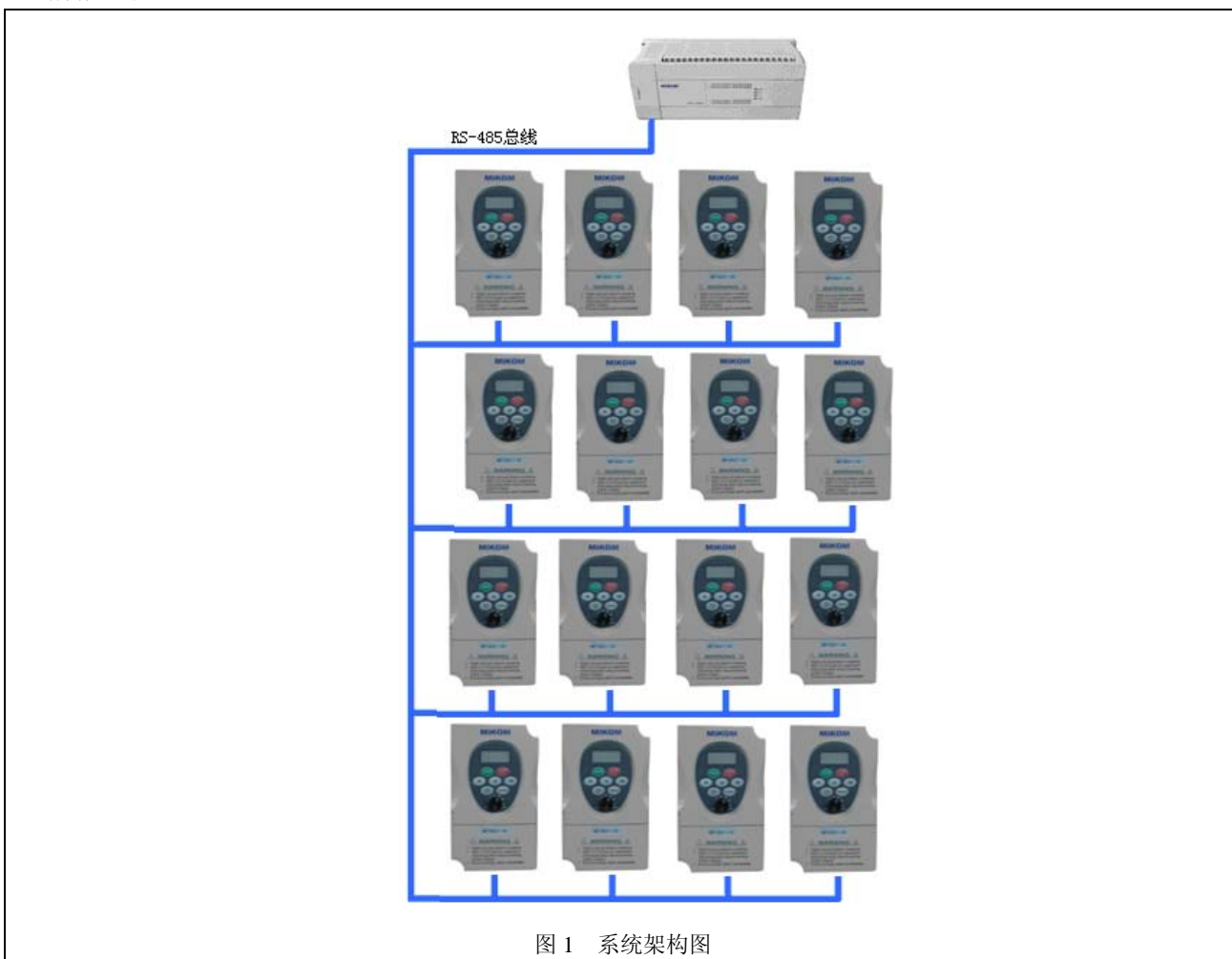


图 1 系统架构图

● Modbus 协议的设置

在 MXProgrammer 软件中，在工程管理器下双击系统组态→硬件设置→MX2H-1616M，在 PLC 通讯口（PORT1）参数设置中，选择 Modbus 协议，单击 Modbus 设置，进行 Modbus 参数设置，如下图：



图 2 Modbus 参数设置

Modbus 的波特率为 38400，8，N，2，RTU 模式。PLC 主站地址设为 17（注意：主站不能向自己的地址发送数据，所以主站的地址要和从站的地址设成不同），各个变频器为从站，地址为 1~16，波特率设为与主站相同。

变频器设置：因为设计中主要是实时控制变频器的频率，所以需要将 P00.03（主设定方式）设置为 2，即 Modbus 通讯给定。通过变频器的 F52（通讯参数）菜单，可以对变频器的通讯参数进行设置。如下表：

P52.00	端子通讯配置	0x00~0x 52	1	LED 个位：波特率选择 0: 4800BPS 1: 9600BPS 2: 19200BPS 3: 38400BPS 4: 57600BPS 5: 115200BPS LED 十位：数据格式 0: 1-8-2-N 格式，RTU 1: 1-8-1-E 格式，RTU 2: 1-8-1-O 格式，RTU
P52.01	本机地址	0~247	5	本机地址，0 为广播地址
P52.02	通讯超时检出时间	0.0~60.0	0.0	通讯超时检出时间，0 则为不检测通讯超时
P52.03	本机应答延时	0.000~1.000	5	本机应答延时
P52.04	频率比例系数	0.00~99.99	1.00	通讯频率设定=频率比例系数*频率给定（0x3B00）
P52.05	通讯控制参数密码保护	0x0000~0x1111	0x 1111	个位：通讯控制参数（0x3BXX）用户密码保护设置 0-通讯访问 0x3BXX 参数不受用户密码保护 1-通讯访问 0x3BXX 参数受用户密码保护 十位：通讯保存参数 P57（0x39XX）用户密码保护设置 0-通讯访问 P57 参数读写不受用户密码保护 1-通讯访问 P57 参数写受用户密码保护，读不受密码保护 2-通讯访问 P57 参数读写受用户密码保护 百位：通讯保存参数 P57 组隐藏设置

				0-显示, 1-隐藏 千位: 通讯地址映射参数 P58 组隐藏设置 0-显示, 1-隐藏
P52.06	通讯参数保存选项	0x00~0x 12	0x00	个位:写命令保存选项 0-0x06,0x10,0x12, 0x17 为掉电不保存命令 1-0x06 为掉电保存,0x10,0x12, 0x17 为掉电不保存命令 2-0x06,0x10,0x12, 0x17 为掉电保存命令 十位:用户保存参数 P57 保存选项 0-受通讯写命令是否保存约束 1-不受通讯写命令是否保存约束, 写命令都保存 百位、千位: 保留
P52.07	保留			

将 P52.00 设置为 0x03, P52.01 设置为 1~16, PF52.02 设置为 0.0, P52.03 设置为 5ms。

同样, Modbus 实时调节变频器的转矩需将 P03.02 (转矩给定选择) 设为 6 (Modbus 通讯给定), 再通过 Modbus 写指令更改转矩所对应地址中的数据。MV 系列变频器的大部分参数都可以通过 Modbus 协议进行远程改写和读取, 这样控制系统和变频器之间的联系更加灵活、智能。

● **程序设计**

在 MX2H 系列 PLC 中, 进行 Modbus 通讯有两种方式, 一种采用 Modbus 指令, 要求使用者对 Modbus 协议的指令格式有一定了解; 另一种 MODRD/MODWR 指令, 这条指令为集成指令, 不要求使用者对 Modbus 指令了解, 更适用于初次使用的用户。现分别概述如下:

1. 使用 Modbus 指令与变频器通讯

Modbus 指令为主站通讯指令, 指令格式如下:

|——| |——[MODBUS S1 S2 D]

S1: 指定通讯通道 (范围 1~3) **S2:** 发送数据起始地址 **D:** 接收数据起始地址

(1) 作为主站, 调用该指令, 把从 S2 开始保存的数据发送出去, 然后接收数据, 并保存到 D 开始的地址单元中。

(2) 作为从站, 接收和发送数据不需要指令控制。

使用 Modbus 指令需要分配数据缓冲区并对其赋值。写字节设置程序如下图:



在此例中对写指令的字节解释如下：

第1字节为 Modbus 地址；

第2字节为 Modbus 功能码，此处为 16 即 16#10，为写字节命令；

第3字节为 Modbus 写命令的起始地址高位，此处为 59；

第4字节为 Modbus 写命令的起始地址低位，此处为 01；与3字节合成一个地址，此处为 59.01 即为功能码的 F59.01，就是主频率给定。如果想要对其他的功能码对应的数据进行修改，需要将第3、第4字节的数据更改为相应的功能码地址。

第5、6字节为 Modbus 写数据的保存数据数（WORD）；

第7字节为 Modbus 写数据的字节长度（byte）；

第8字节、第9字节为 Modbus 的保存数据 1；在本例中如果想要更改变频器的频率，只要在这2个字节中写入相应的频率即可。

第10、11字节为 Modbus 的 CRC 校验和。

读字节设置程序如下图：



图 4 读字节设置程序

在此例中对读指令的字节解释如下：

第 1 字节为 Modbus 地址；

第 2 字节为 Modbus 功能码，此处为 03 即 16#03，为读字节命令；

第 3 字节为 Modbus 写命令的起始地址高位，此处为 59；

第 4 字节为 Modbus 写命令的起始地址低位，此处为 01；与 3 字节合成一个地址，地址可以根据自己的实际需求自行设定。

第 5、6 字节为 Modbus 读数据的数据长度（WORD）；

第 7、8 字节为 Modbus 的 CRC 校验和。

本例中，Modbus 通道采第一通道，即 PORT1。为了保证快速、实时的控制变频器，定时中断采用轮流发送 Modbus 指令的方式。在应用程序中 MX 系列 PLC 的 SM124(PORT1 空闲标志)作为轮发的计数器，使整个系统能够在发送成功的第一时间发送下一站数据，缩短了整个系统 Modbus 的通讯扫描时间。定时中断时间设为 2ms，中断程序如下：

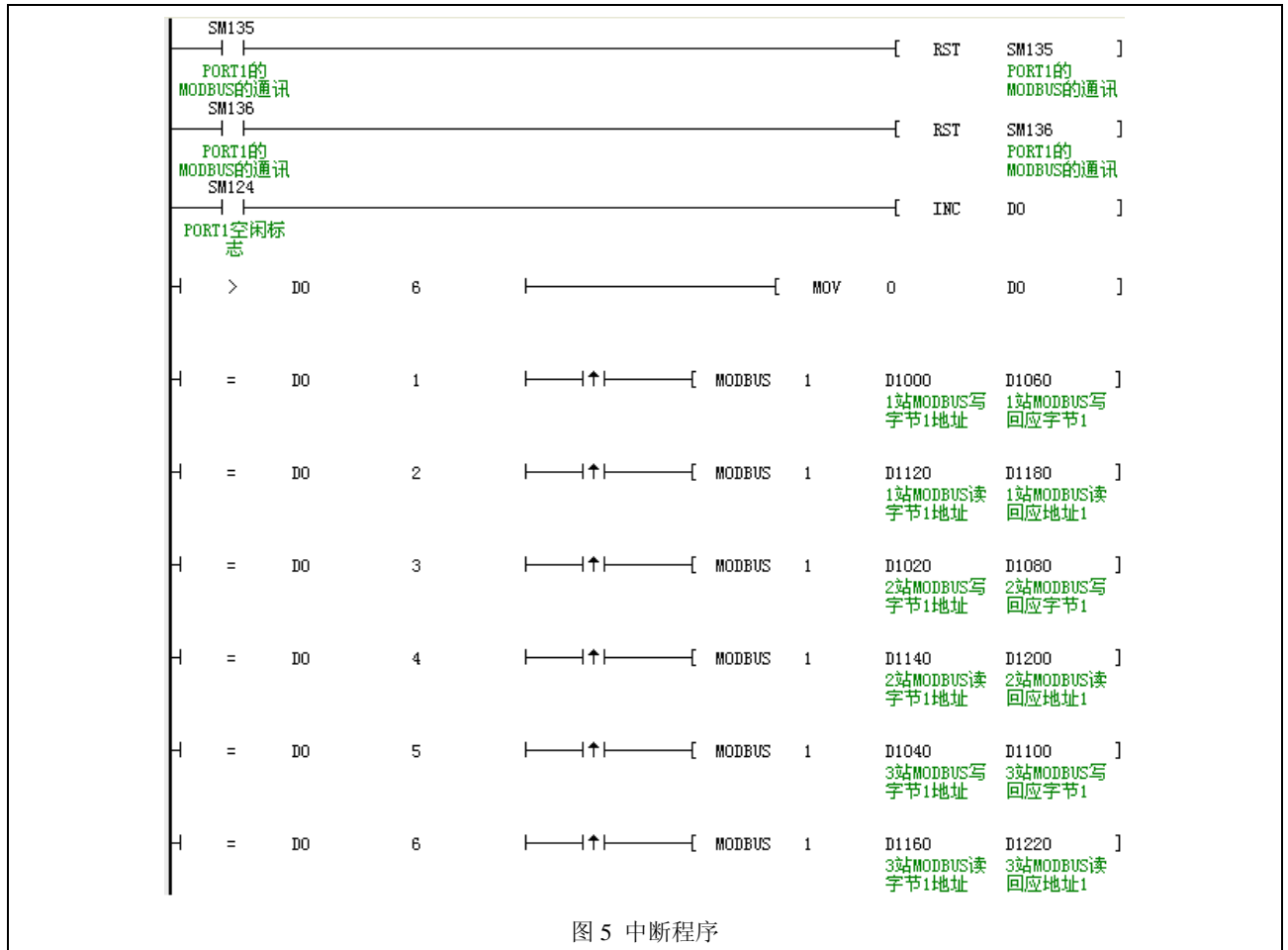


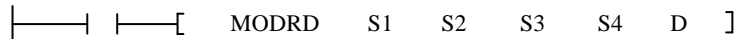
图 5 中断程序

以 1 站为例，写数据时发送 Modbus 指令存于 D1000 开始的发送缓冲区中，变频器回应的数据存于 D1060 开始的缓冲区中；读数据时发送 Modbus 指令存于 D1120 开始的发送缓冲区中，接收数据存于 D1180 开始的缓冲区中。用户可根据需要，按照 Modbus 读指令回应的格式，找到相应数据后进行处理。

2. 使用 MODRD/MODWR 指令与变频器通讯

MODRD/MODWR 指令为集成化 Modbus 指令，使用简单方便，具体格式如下：

MODRD 指令格式如下：



S1: 指定通讯通道（范围 1~3） **S2:** 从站站号（范围 1~31） **S3:** MODBUS 起始地址

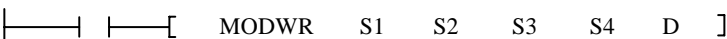
S4: 要读取的元件个数 **D:** 接收数据起始地址

(1) 作为主站，调用该指令，将从站站号为 S2，起始协议地址为 S3 开始的 S4 个数据读取过来，保存到 D 开始的地址单元序列中。

(2) 读取的元件类型由接收数据的起始地址决定，若接收数据的起始地址为 M 元件，则读取的元件类型为位元件；若接收数据起始地址为 D 元件，则读取的元件类型为字元件。

3. 作为从站，被读取数据不需要指令控制。

MODWR 指令格式如下：



S1: 指定通讯通道（范围 1~3） **S2:** 从站站号（范围 1~31） **S3:** MODBUS 起始地址

S4: 要写入的元件个数 **D:** 写数据的起始地址

(1) 作为主站，调用该指令，将 D 开始的 S4 个单元中的数据写入到站号为 S2，起始协议地址为 S3 的元件中。

(2) 写入的元件类型由写数据起始地址决定，若写数据起始地址设为 M 元件，则要写入的元件类型为位元件；若写数据起始地址为 D 元件，则要写入的元件类型为字元件。

(3) 作为从站，被写入数据不需指令控制。

从指令介绍中可以看出，MODRD 和 MODWR 指令集成度更高、程序更简单、使用更加方便。用户不需对 Modbus 指令十分了解，只需设定好通讯通道、站号、指令起始地址、元件个数和数据起始地址即可，减少了用户的工作量，方便用户使用。MX 系列 PLC 的 MODRD 和 MODWR 指令的操作数据可以为 D 或 M，这样使 Modbus 指令更灵活。

使用 MODRD 和 MODWR 指令不需要对缓冲区进行初始化，简单、高效，减少程序量。程序同样使用定时中断来发送 Modbus 数据，定时程序部分如下：

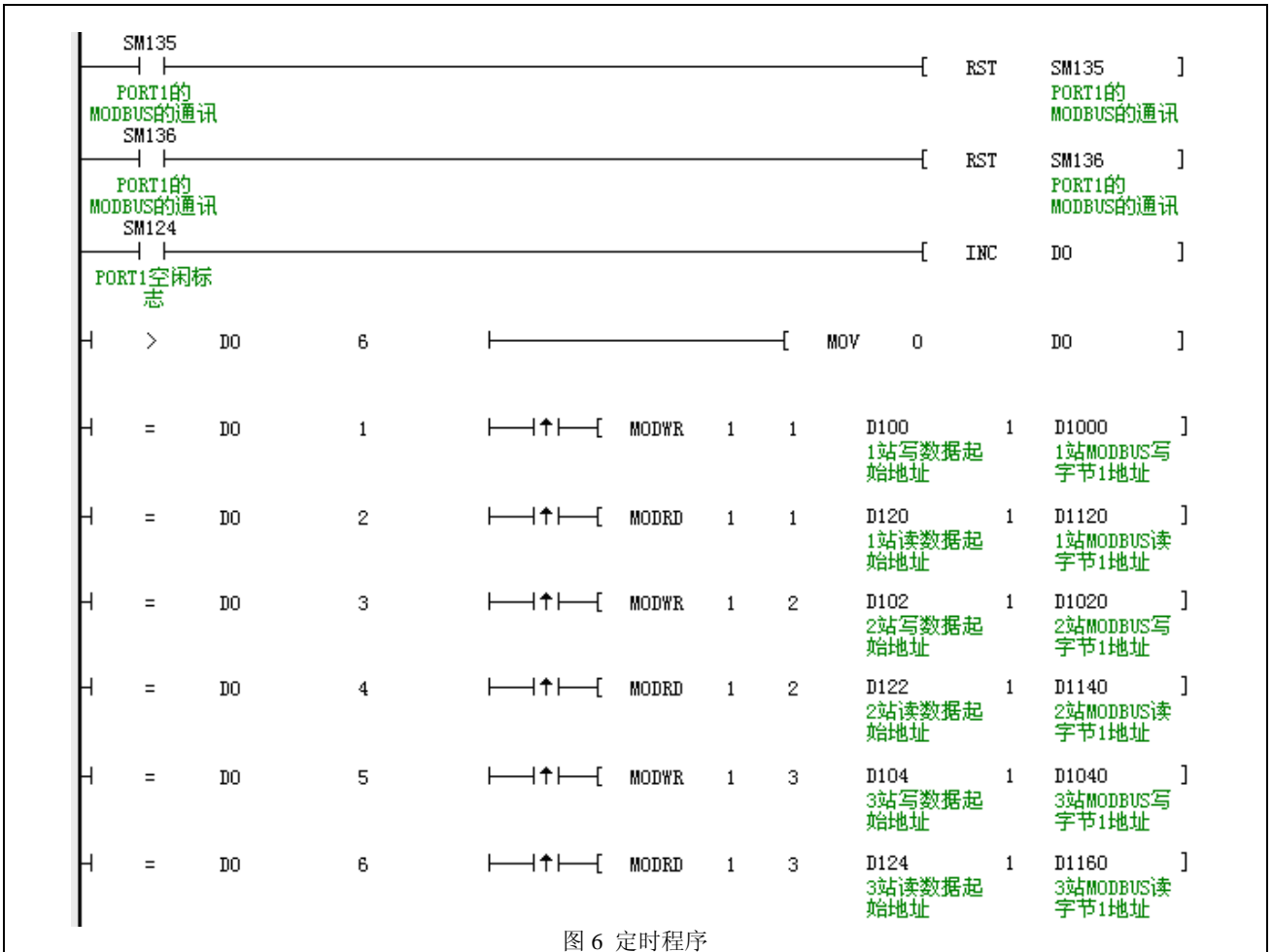


图 6 定时程序

程序中使用的是 PORT1，变频器地址分别为 1、2、3，读写均为 1 个字节。如果需要对 1 号站的变频器的频率进行改写，则 D100 中的数据应为 16#3B01，即高字节为 10 进制“59”，低字节为 10 进制的“01”，若想对其他地址进行操作，则在 D100 中写入对应功能码地址即可。

● 结论

实践中 Modbus 控制变频器取得了很好的效果。整个系统的自动化程度有很大提高、连线简单、相对于传统的电位器调节模式和 PLC+DA 的调节模式，有成本低、精度高等优势。采用现场总线技术进行自动化控制，已经是工业控制领域的潮流。本方案在印刷行业得到了广泛的应用。