

机器人控制器通信协议

一、通讯概述

遵循 Modbus 通信过程，采用了 MODBUS-RTU 协议的命令子集，使用读寄存器命令（03）和写寄存器命令（06）及写多个寄存器指令（10）

- 1) 数据传输方式：异步 11 位——1 位起始位，8 位数据位，1 位停止位，偶校验位。
- 2) 数据传输速率：9600BPS
- 3) 地址：缺省为 0x01。地址值为 0 表示广播地址。
- 4) 校验方式：CRC

二、名词解释

主机：与机器人进行通讯的设备，可以是计算机，也可以是其它嵌入式系统。它在 485 总线上发起命令。

从机：响应主机命令的设备，在此指机器人的控制器。它在收到主机的命令后，根据命令做出响应。

广播：通过命令向所有连接到 RS485 总线上的从机发送命令。如果命令中的从机地址是广播地址的话，此命令就是广播地址。从机在接收到广播地址命令后只执行命令而不返回对此命令的响应数据。

广播地址：指值是 0x00 的地址。

三、主机请求数据报文格式

主机发送	字节数	发送的信息	备 注
从机地址	1	XX	向地址为 XX 的从机要数据
功能码	1	03	读取寄存器
起始地址	2	00XX	起始地址为 0x00XX

数据长度	2	00XX	读取 XX 个数据 (共 2XX 字节)
CRC 码	2	XXXX	由主机计算得到 CRC 码

从机响应数据报文格式

从机响应	字节数	返回的信息	备 注
从机地址	1	XX	来自地址为 XX 的从机
功能码	1	03	读取寄存器
数据长度	1	2*N	2 倍数据个数
寄存器数据	N*2		
CRC 码	2	XXXX	由从机计算得到 CRC 码

四、主机写多个数据报文格式

从机响应	字节数	取值	备 注
从机地址	1	XX	来自地址为 XX 的从机
功能码	1	0x10	写多个寄存器
起始地址	2	XXXX	起始地址
寄存器个数	2	XXXX	寄存器总字节数=寄存器个数*2
寄存器总字节数	1	XX	
寄存器数据 1	2	DAT1	传感器参数数据内容 1
...
寄存器数据 N	2	DATN	传感器参数数据内容 n
CRC 码	2	XXXX	由从机计算得到 CRC 码

从机响应数据报文格式（如果写入成功，将写入数据返回主机）

从机响应	字节数	取值	备 注
从机地址	1	XX	来自地址为 XX 的从机
功能码	1	0x10	写多个寄存器
起始地址	2	XXXX	
寄存器个数	2	DAT1	数据个数
CRC 码	2	XXXX	由从机计算得到 CRC 码

注意：主机写数据报文时，不能将寄存器的字拆开在多个通讯帧中发送，必须一次在同一帧中发送所有的寄存器字节。

五、数据校验

主机或从机可用 CRC 校验码判别接收信息是否正确。由于总线上的电子噪声或一些其它干扰，信息在传输过程中可能会发生错误，接收一方可以使用 CRC 校验码判断接收到的信息帧是否正确，并放弃错误的信息帧，提高了通信系统的安全性和可靠性。

MODBUS 通讯协议的 CRC（冗余循环码）包含 2 个字节，即 16 位二进制数。发送设备计算 CRC 码，放置于发送信息帧的尾部。接收信息的设备将接收到的所有信息（含 CRC 码）重新计算 CRC 码，并判断该 CRC 码是否为 0，如果为 0，表示接收的信息帧正确无误，否则，则表明接收的信息帧有误，

在进行 CRC 计算时只用 8 个数据位，起始位及停止位都不参与 CRC 计算。

CRC 码的计算方法是：

- 1) 预置 1 个 16 位的寄存器为十六进制 FFFF（即全为 1）；称此寄存器为 CRC 寄存器；
- 2) 把第一个 8 位二进制数据（既通讯信息帧的第一个字节）与 16 位的 CRC 寄存器的低 8 位相异或，把结果放于 CRC 寄存器；
- 3) 把 CRC 寄存器的内容右移一位（朝低位）用 0 填补最高位，并检查右移后的移出位；
- 4) 如果移出位为 0：重复第 3 步（再次右移一位）；

如果移出位为 1：CRC 寄存器与多项式 A001（1010 0000 0000 0001）进行异或；

- 5) 重复步骤 3 和 4，直到右移 8 次，这样整个 8 位数据全部进行了处理；
- 6) 重复步骤 2 到步骤 5，进行通讯信息帧下一个字节的处理；

7) 将该通讯信息帧所有字节按上述步骤计算完成后, 得到的 16 位 CRC 寄存器的高、低字节进行交换;

8) 最后得到的 CRC 寄存器内容即为: CRC 码。

六、寄存器定义及使用说明

下面将逐个寄存器讲述使用方法。

注意: 主机发送“写数据”报文时, 同一寄存器的内容不能拆开在多个通讯帧中发送. 比如“空间坐标点”寄存器总共是 8 字节, 不能将这 8 字节分解到两帧命令中(每帧包含其中的 4 字节)发送, 必须在同一帧中将这 8 字节同时发送至终端。

6.1 对坐标进行读操作

寄存器起始地址	0x0008	寄存器数量: 5	功能码: 0x03
例	010300080005040B		
适用产品	4 轴		
注意事项			

6.2 对坐标进行写操作

寄存器起始地址	0x0008	寄存器数量: 4	数据长度: 8 字节	功能码: 0x10
取值范围	X、Y: -200~200; Z: -460~-290; A: -180~180°; V: 高 8 位为速度 0~9 (其中 00 为最快速度, 09 为最慢速度), 低 8 位为吸盘状态, 00 为释放, 01 为吸气状态。			
例	0110000800050axxxxxxxxxxxxxxxxxxxx			
适用产品	4 轴			
注意事项				

6.3 进行 7 个坐标点写操作

寄存器起始地址	0x0064	寄存器数量： 35	数据长度： 70 字节	功能码：0x10
取值范围	X、Y：-200~200；Z：-460~-290；A：-180~180°；V：高 8 位为速度 0~9（其中 00 为最快速度，09 为最慢速度），低 8 位为吸盘状态，00 为释放，01 为吸气状态。			
例	01100064002346xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx			
适用产品	4 轴			
注意事项				

七、 通讯示例

以下列举通讯例子。通讯例子中“发送”指将后续字节发送至机器人，“返回”指机器人收到命令后对命令的响应消息。

以下所有的通讯示例中，均以终端地址为 01 为例进行。

1 运行到指定坐标点

通讯过程举例：

命令	编码	含义
设置坐标（0，-100，-400，0，0）	发送内容 0110000800050A0000FC18F0600 00000000BD8 返回内容 01 10 00 08 00 05 81 C8	下位机地址（01），功能码（10），起始地址（08），寄存器个数（05），字节数（0A），X 轴坐标（0），Y 轴坐标（-100,其中 FC18 为-1000 的补码），Z 轴坐标（-400，其中 F060 为-4000 的补码），A 轴角度（0），速度级别值（0）（最高速）吸盘状态（0-释放），CR C 校验码（0BD8）

		下位机地址（01），功能码（10），起始地址（08），寄存器个数（05），CRC 校验码（81C8）
--	--	--

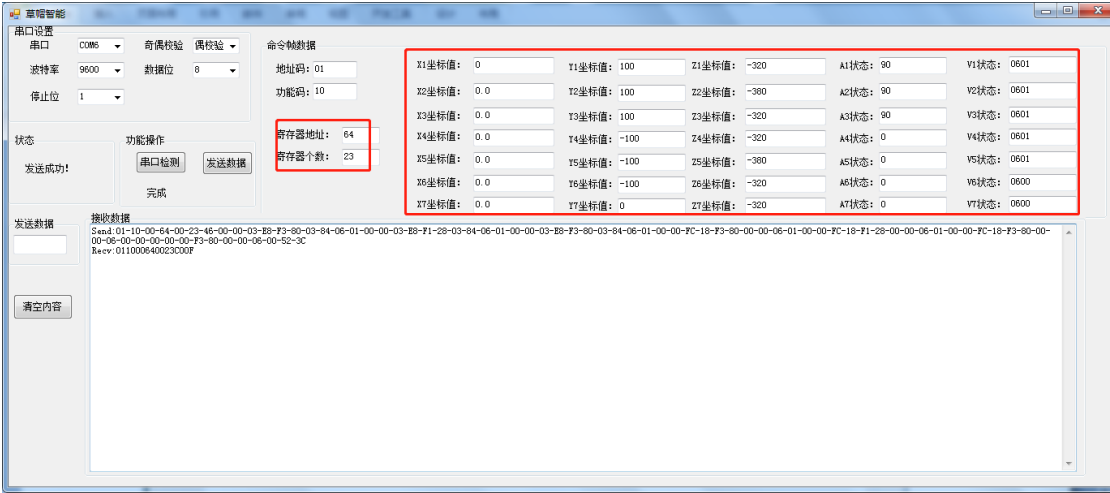


2 执行 7 点抓取

通讯过程举例：

命令	编码	含义
设置坐标（0，100，-320，90，0601），（0，100，-380，90，0601），（0，100，-320，90，0601），（0，-100，-320，0，0601），（0，-100，-380，0，0601），（0，-100，-	<p>发送内容：</p> <p>01100064002346000003E8F38003840601000003E8F12803840601000003E8F380038406010000FC18F380000006010000FC18F128000006010000FC18F3800000060000000000F38000000600523C</p> <p>返回内容 011000200023801A</p>	<p>下位机地址（01），功能码（10），起始地址（64），寄存器个数（23），字节数（46），坐标点 1，坐标点 2，坐标点 3，坐标点 4，坐标点 5，坐标点 6，坐标点 7，CRC 校验码（523C）</p> <p>下位机地址（01），功能码（10），起始地址（20），寄存器个数（23），CRC 校验码（801A）</p>

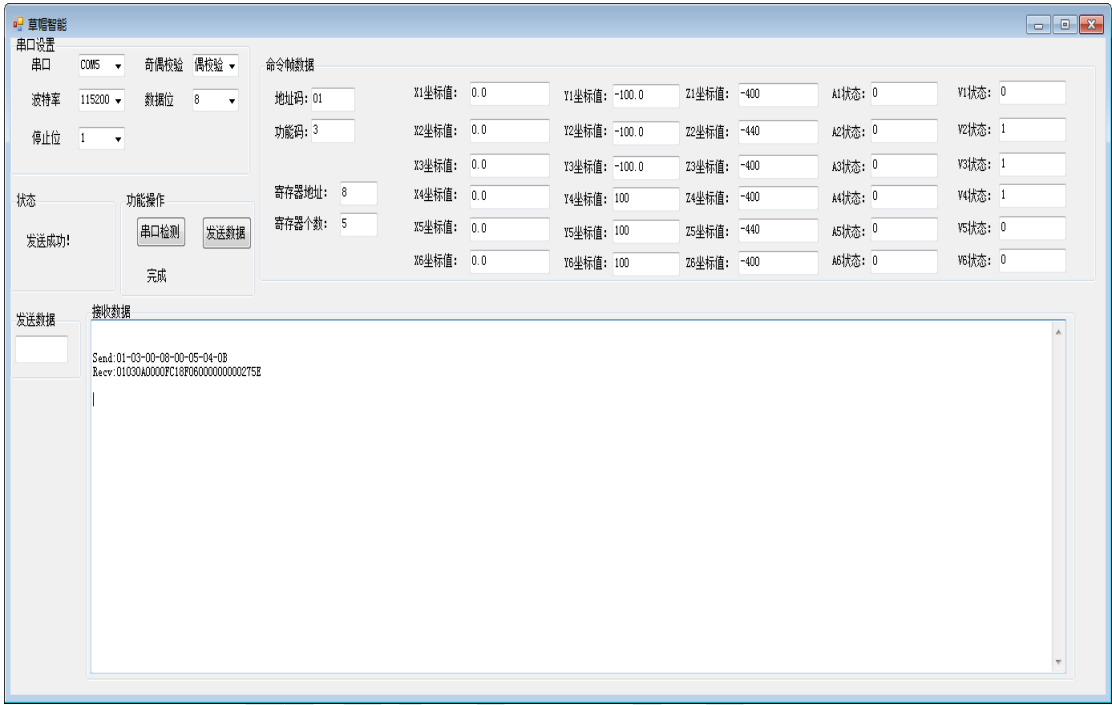
320 , 0, 0600) (0 , 0 , - 320 , 0 , 0600)		
---	--	--



3 读取当前坐标点

通讯过程举例：

命令	编码	含义
读取当前坐标	发送 010300080005040B 返回 01030A0000FC18F06000000000275E	下位机地址（01），功能码（03），起始地址（08），寄存器个数（05），CR C 校验码（040B） 下位机地址（01），功能码（03），字节数（0A），X 轴坐标（0），Y 轴坐标（-100, 其中 FC18 为-1000 的补码），Z 轴坐标（-400，其中 F060 为-4000 的补码），旋转角度 0，吸盘状态（0-释放），速度级别 0，CR C 校验码（275E）



八、 通讯极限参数

数据项	取值	说明
字节间最大延迟时间	≤20 毫秒	字节和字节间的延迟时间如果超过此值，则会引起蠕动泵接收状态复位，已接收的字节将被忽略
接收命令后的反馈信息延迟	≤300 毫秒	此延迟是由于接收命令后对命令的执行引起的，不包括数据传送时间
同一 485 总线上机器人最大数量	≤32	超过 32 台通讯器件驱动能力下降，误码率增加，甚至不能正常通讯，需要加中继。

九、CRC 例程

```

////////////////////////////////////
//函数名称: CaculateCRC
//函数功能: 计算 CRC 校验码
//参数说明:
//uint8_t *Data: 待计算的数据的指针, 此指针为无符号的 8 位字节的指针。
//uint16_t len : 待计算的数据长度, 无符号的 16 位 (双字节) 数据
//返回值 : 返回计算得到的 CRC 校验码结果
////////////////////////////////////
uint16_t CaculateCRC(uint8_t *Data; uint16_t len) {
    uint16_t n, i;
    uint16_t crc = 0xffff;
    for (n = 0; n < len; n++) {
        crc = crc ^ Data[n];
        for (i = 0; i < 8; i++) {
            if ((crc & 1) == 1) {
                crc = crc >> 1;
                crc = crc ^ 0xA001;
            } else {
                crc = crc >> 1;
            }
        }
    }
    return (crc);
}

```