

# 产品操作手册

旋转电爪

RGI 系列

大夹持力版本

本文档为 RGI 系列大夹持力版本产品的操作手册，适用机型如下：

适用型号	最大夹持力	全行程
RGI-100-14	100 N	14 mm
RGI-100-30	100 N	30 mm

## 修订履历

日期	版本	修改内容	适用软件版本
20210928	V1.00	描述硬件接线、技术参数、基本功能介绍及指令相关说明	软件版本 2.7
20211128	V1.01	删除旋转状态反馈的 03 状态码 更正 0x0508 寄存器的功能介绍	软件版本 2.7
20211228	V2.3	更改初始化描述，增加图解与注释	软件版本 2.7

注： 软件版本请在上位机软件上获取

# 目录

产品操作手册.....	1
目录.....	3
1 夹爪概况.....	5
1.1 指示灯定义.....	5
1.2 线序定义.....	6
2 RS485 控制.....	7
2.1 RS485 调试软件说明.....	7
2.1.1 调试软件安装及接线.....	7
2.1.2 调试软件使用说明.....	9
2.2 RS485 默认配置.....	10
2.3 指令说明.....	10
2.3.1 命令格式.....	10
2.3.2 命令总览.....	11
2.3.3 命令详解.....	14
2.3.3.1 初始化夹爪.....	14
2.3.3.2 力值.....	15
2.3.3.3 位置.....	15
2.3.3.4 速度.....	16
2.3.3.5 绝对角度低位&高位.....	17
2.3.3.6 旋转速度.....	18
2.3.3.7 旋转力.....	18
2.3.3.8 相对旋转角度.....	19
2.3.3.9 初始化状态反馈.....	20
2.3.3.10 夹持状态反馈.....	20
2.3.3.11 位置反馈.....	21
2.3.3.12 错误/警告/信息/反馈.....	21
2.3.3.13 旋转角度实时反馈.....	22
2.3.3.14 旋转初始化状态反馈.....	22
2.3.3.15 旋转状态反馈.....	23
2.3.3.16 写入保存.....	23
2.3.3.17 初始化方向.....	24
2.3.3.18 设备 ID.....	24
2.3.3.19 波特率.....	25
2.3.3.20 停止位.....	25
2.3.3.21 校验位.....	26
2.3.3.22 旋转停止.....	26
2.3.3.23 自动初始化.....	27
2.3.3.24 旋转堵转停转配置.....	27
2.3.3.25 复位旋转角度.....	28
2.3.3.26 堵转检测时间.....	28
3 夹爪通讯格式详解.....	29



---

3.1 夹爪接线方式.....	29
3.2 夹爪通讯格式详解.....	29
3.2.1 485 指令 03 功能码详解.....	30
3.2.2 485 指令 06 功能码详解.....	31

# 1 夹爪概况

RGI 系列为伺服旋转平行电爪, 数字代表夹爪的最大开合行程。夹爪配有一对平行指尖, 运动过程中对称运行, 并可根据需求无限旋转。夹爪主体结构为平滑的长方形结构, 拥有 4 面安装孔位, 可以满足设备的不同安装条件。并配有一个 8 芯的通讯接口。并具有以下特点:

**力位速角可控:** 夹爪可以对夹爪的**夹持位置**、**夹持力值**、**运行速度**以及**旋转角度**进行编程调节, 可以**任意组合搭配**。

**多种通讯方式:** 夹爪本体采用标准的 **modbus-RTU** 协议和 **IO 模式**进行控制。其他如 USB、EtherCAT、CAN、TCP/IP 等通讯协议可通过协议转换器进行转接。

**夹持判断:** 夹持过程中采用力控和位控相结合的方式。

**夹持反馈:** 夹爪的状态可以通过编程进行读取, 也可以根据夹爪本体的指示灯进行判断。

**指尖可定制:** 可根据实时情况对指尖的进行替换, 适用于精密加工、零件组装等领域。

夹爪可与市面上主流的机器人和工业控制器 **PLC** 与工控机相连, 内置驱动, 在使用时只需接线就能控制夹爪。可在以下场景使用但不限于:

## 夹爪应用场景

- ✓ 机床上下料;
- ✓ 工件抓取与搬运;
- ✓ 包装抓取;
- ✓ 实验室移液;
- ✓ 新零售行业;
- ✓ 教学科研;
- ✓ ...

## 1.1 指示灯定义

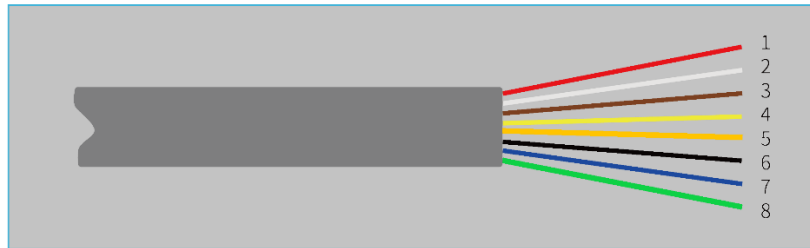
夹爪可对夹爪的状态实时进行反馈, 可以通过指令进行读取, 也可以在指示灯的颜色上进行判断, RGI 上有两个指示灯, 分别指示夹持状态和旋转状态:

### 指示灯颜色说明

- **未初始化状态:** 红灯闪烁, 其他灯不亮。
- **初始化完成状态:** 蓝灯常亮, 表示进入可操作的状态。
- **接收到命令状态:** 蓝灯闪烁一次, 表示执行命令中。
- **夹住物体状态:** 绿灯常亮, 其他灯不亮。
- **物体掉落状态:** 绿灯闪烁。

## 1.2 线序定义

夹爪本体上的线序定义，以实际收到的线标为准。蓝色线标，如图 1.1 所示（注：RGI100 没有 IO 功能，其余未标的 4 根线均未定义）。



序号	蓝色线标对应出线颜色	定义	说明
1	红	24V	电源直流24V正极
2	白		
3	棕		
4	黄		
5	橙		
6	黑	GND	电源直流GND负极
7	蓝	485_B	通讯线负, T/R-
8	绿	485_A	通讯线正, T/R+

图 1.1 蓝色线标图

两图的区别为延长线管脚的线色。夹爪配有延长线用于接线，延长线的出线分为两个版本，区分方法是查看出线端的线标颜色，一个是蓝色线标，一个是黄色线标，线序定义请参考上方表格。

**注：请根据线标区分线序，如出现线标丢失、脱落、遗忘等情况，请联系我司工作人员，配合确定线序。如不联系我司工作人员，因接错线序，导致夹爪损坏，后果自负。**

## 2 RS485 控制

夹爪命令采用标准的 Modbus-RTU 进行控制。Modbus-RTU 指令的部分说明请查阅 [2.3.1 命令格式](#) (Modbus-RTU 是市面上标准的通讯格式, 广泛用于工业领域, 具体详细格式请在网络上查阅); 具体接线方式请查阅 [2.1.1 调试软件安装及接线](#); 具体通讯寄存器地址说明请查阅 [2.3.3 命令详解](#)。

### 2.1 RS485 调试软件说明

调试软件专门用于在电脑端对夹爪进行控制和设置调试参数。由于电脑端一般没有 RS485 接口, 需要使用 USB 转 485 模块将接口转换为 USB 接口, 便于夹爪在电脑端进行调试和控制。

#### 2.1.1 调试软件安装及接线

通过调试软件进行连接, 本质上是通过 RS485 接口进行控制, 具体连线需要连接夹爪端的 24V, GND, 485\_A(T/R+,485+), 485\_B(T/R-,485-)共 4 根线, 电源为 24V 直流稳压电源, 将模块的 USB 插口插入到电脑的 USB 接口。**不同系列的接线定义不同, 请按照具体夹爪的说明书进行接线**, 如下所示:

- 485A 接入 485 转 USB 模块 T/R+;
- 485B 接入 485 转 USB 模块 T/R-;
- 24V 接入 24V 直流稳压电源正极;
- GND 接入 24V 直流稳压电源负极

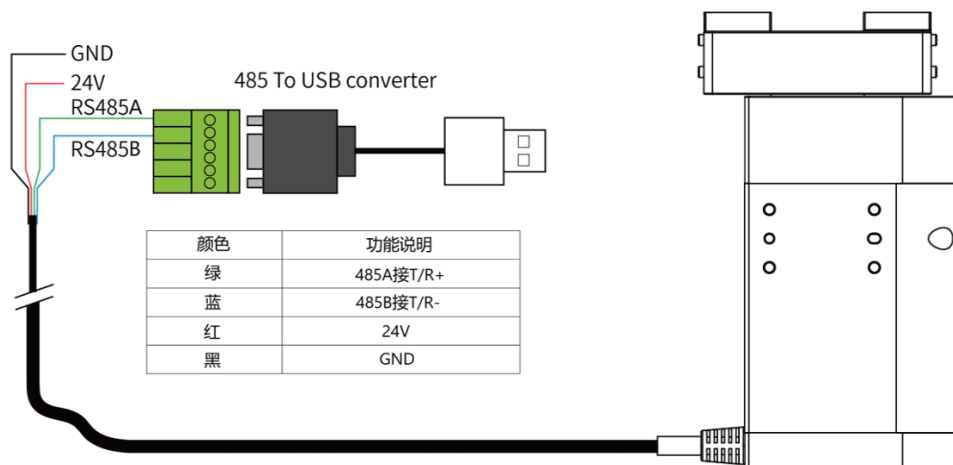


图 2.1 RS485 连接方式图  
(此图为蓝色线标接线图)

### 接线说明

- ①：当设备（电脑）有 RS485 接口时，通讯可以直接接入 RS485+和 RS485-通讯线而不通过 USB 转 485 模块
- ②：通过此种方式接线，可以使用其它串口调试软件（如 Modbus Poll 等）进行调试

软件可以在官网上进行下载，软件安装过程中**集成有软件和驱动**，二者一起进行安装。安装过程中建议勾选 **创建快捷方式**。

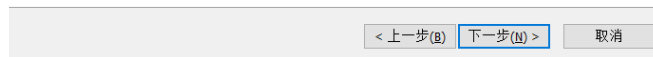
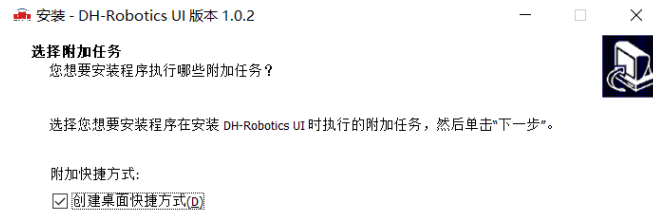


图 2.2(a) 软件安装界面

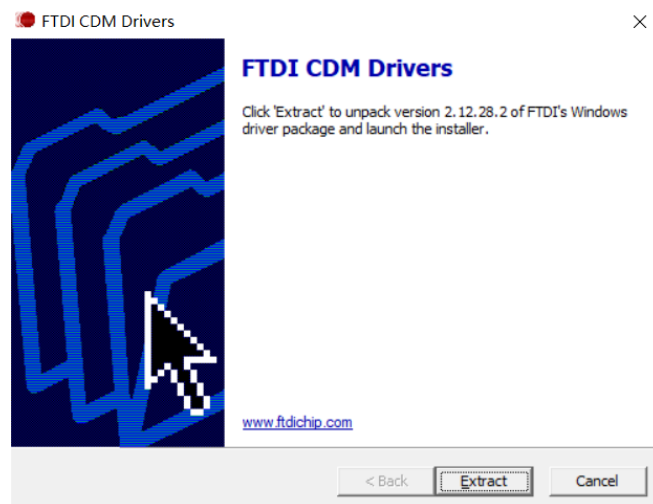


图 2.2(b) 驱动安装界面



## 2.1.2 调试软件使用说明

在使用前，需要按照使用说明（见 2.1.1 调试软件安装及接线）接好对应接线。打开软件，软件会自动识别串口，自动识别夹爪的波特率，ID 号等信息进行自动连接。如下图所示



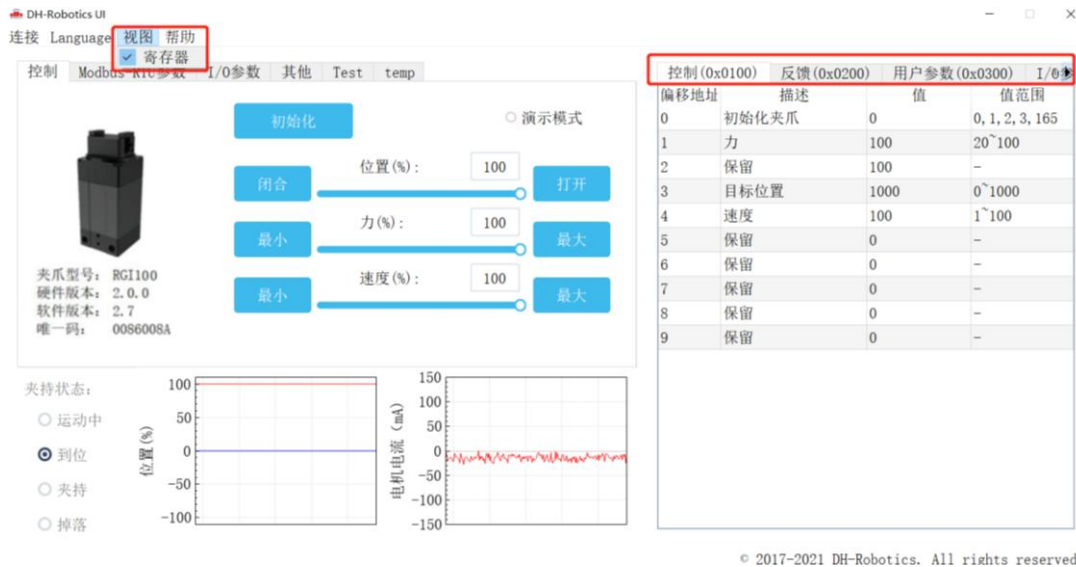
图 2.3 主控界面

具体界面说明如下所示：

### 界面说明

- ①**初始化及演示模式**：夹爪运行前需要进行初始化用于标定零点，演示模式为一个循环程序。
- ②**控制界面**：可以针对夹爪的位置 力值 速度进行控制。
- ③**夹持状态**：实时显示夹爪的夹持状态。
- ④**位置电流实时图**：实时显示位置，电流。电流表示内部电机的电流，并非夹爪实际消耗的电流。电流实时图可以体现夹持力的稳定性。
- ⑤**参数设置**：可以针对 modbus-RTU 的配置参数，如波特率、校验位等进行配置；IO 模式为对 IO 模式相关参数进行配置；

夹爪本体采用 Modbus-RTU 进行通讯，可以往寄存器内部读写数据，可以在视图-【寄存器】处对夹爪数据进行读写数据，包含控制、反馈、用户参数。



© 2017-2021 DH-Robotics. All rights reserved.

图 2.4 寄存器控制

## 2.2 RS485 默认配置

夹爪 ID: 1  
 波特率: 115200  
 数据位: 8  
 停止位: 1  
 校验位: 无校验位

## 2.3 指令说明

### 2.3.1 命令格式

夹爪采用标准的 Modbus-RTU 协议，支持 03、04、06、10 功能码。

夹爪在控制时，一般使用 03、06 功能码对夹爪进行读取控制。03 功能码及 06 功能码为读取写入单一寄存器，控制指令由地址码(1 个字节)，功能码(1 个字节)，起始地址(2 个字节)，数据(2 个字节)，校验码(2 个字节)五个部分组成。我们以初始化指令 01 06 01 00 00 01 49 F6 为例，如表 2.1 所示。

表 2.1 命令格式

地址码	功能码	寄存器地址	寄存器数据	CRC 校验码
01	06	01 00	00 01	49 F6

**地址码:** 表示夹爪的 ID 号。可在设备 ID 中进行修改，默认是 1。01 代表夹爪的 modbus ID 为 01。

**功能码:** 描述对夹爪的读写操作，是对夹爪读取数据，还是写入数据到夹爪，常见功能码有 03（读取保持寄存器）、06（写入保持寄存器）。初始化指令功能码为 06 代表准备写入。

**寄存器地址:** 夹爪功能对应地址。初始化指令地址为 0x0100。

**寄存器数据:** 写入数据到具体的寄存器地址，从而实现控制读取数据。初始化指令为写入 01 代表进行初始化。

**CRC 校验码:** 保证终端设备不去响应那些在传输过程中发生改变的数据，保证系统的安全性和效率。CRC 校验采用 16 位的循环冗余方法，根据前面数据进行转换，可知初始化指令的 CRC 校验码为 49 F6。

如需要读取多个寄存器地址或写入寄存器地址时，可以采用 04 (0x) 和 10 (0x) 功能码对夹爪连续寄存器地址进行读写，具体控制指令格式请查阅 modbus-RTU 标准协议

[www.ip33.com/crc.html](http://www.ip33.com/crc.html)。

## 2.3.2 命令总览

命令由**基础控制地址表**和**参数配置地址表**组成。

**基础控制地址表:** 包含初始化、力值、位置、速度、角度及其对应的反馈命令，是主要的控制指令。如表 2.2 所示。

**参数配置表:** 包含夹爪的参数配置，包括可以写入 modbus-RTU 的相关配置以及 IO 相关配置。需要注意的是，在配置完需要的参数后，需要在 0x0300 处写入 Flash 保存。如表 2.3 所示。

The screenshot shows the DH-Robotics UI interface. On the left, there are control buttons for '初始化' (Initialize), '闭合' (Close), '打开' (Open), '最小' (Min), and '最大' (Max). Below these are sliders for '位置 (%)' (Position), '力 (%)' (Force), and '速度 (%)' (Speed), all set to 100. There are also two graphs: '位置 (%)' (Position) and '电机电流 (mA)' (Motor Current). On the right, a table titled '控制 (0x0100) 反馈 (0x0200) 用户参数 (0x0300) I/O参数' is displayed. The table has columns for '偏移地址' (Offset Address), '描述' (Description), '值' (Value), and '值范围' (Value Range).

偏移地址	描述	值	值范围
0	初始化夹爪	0	0, 1, 2, 3, 165
1	力	100	20~100
2	保留	100	-
3	目标位置	1000	0~1000
4	速度	100	1~100
5	保留	0	-
6	保留	0	-
7	保留	0	-
8	保留	0	-
9	保留	0	-

表 2.2 基础控制地址表

功能	Modbus 地址高字节	Modbus 地址低字节	说明	写入	读取
初始化夹爪	0x01	0x00	重新标定夹爪和回零位	写入 1: 回零位 (找单向位置); 写入 0xA5: 重新标定	0: 未处于初始化过程; 1: 初始化完成; 2: 初始化中
力值		0x01	设定后续夹爪夹持力值	20-100, 百分比	读取当前设定力值
预留		0x02	-	-	-
位置		0x03	运动到指定位置	0-1000, 千分比	读取当前设定位置
速度		0x04	设定后续夹持速度值	1-100, 百分比	读取当前设定速度
绝对角度低位		0x05	旋转到绝对指定角度	-32768-32767, 角度值	读取当前的设定角度
绝对角度高位		0x06	旋转到绝对指定角度 (高位)	-160-160, 低位角度溢出个数	角度值为: 低位数据 + 高位数据 * 32768 <i>注: 无特殊情况请勿写入该地址, 单位旋转 32768°</i>
功能	Modbus 地址高字节	Modbus 地址低字节	说明	写入	读取
旋转速度	0x01	0x07	设定后续旋转速度值	1-100, 百分比	读取当前的设定转速
旋转力值		0x08	设定后续旋转力值	20-100, 百分比	读取当前的设定扭力
相对旋转角度		0x09	旋转相对旋转角度值	-32768-32767, 角度值	读取当前的设定值, 执行旋转动作后置 0
初始化状态反馈	0x02	0x00	反馈当前夹爪的初始化状态	——此 Modbus 地址仅读取	0: 未初始化; 1: 初始化成功; 2, 初始化中
夹持状态反馈		0x01	反馈当前夹爪的夹持状态	——此 Modbus 地址仅读取	0: 运动中; 1: 到达位置; 2: 夹住物体; 3: 物体掉落
位置反馈		0x02	反馈当前夹爪位置信息	——此 Modbus 地址仅读取	读取当前的 <b>实时位置</b>
错误/警告/信息 反馈		0x05	反馈当前夹爪的错误码等信息	——此 Modbus 地址仅读取	0: 无任何问题; 04 过热; 08 过载; 11 过速
旋转角度反馈		0x08	反馈当前旋转 <b>实时角度</b>	——此 Modbus 地址仅读取	读取当前的 <b>实时角度</b>
旋转角度反馈 (高位)		0x09	反馈当前旋转 <b>实时角度 (高位)</b>	——此 Modbus 地址仅读取	读取当前的实时角度高位
旋转初始化状态反馈		0x0A	反馈旋转初始化状态	——此 Modbus 地址仅读取	0: 未初始化; 1: 初始化成功; 2, 初始化中
旋转状态反馈		0x0B	反馈旋转状态	——此 Modbus 地址仅读取	0: 运动中; 1: 到达位置; 2: 堵转; 3: 堵转停转 (需要 <b>旋转堵转停转配置</b> 设置为 1: <b>旋转堵转停转</b> )

表 2.3 参数配置地址表

功能	Modbus 地址高字节	Modbus 地址低字节	说明	写入	读取
写入保存	0x03	0x00	写入 flash	0: 默认, 1: 将所有参数写入 flash	写入 flash 操作, 默认读取返回 0
初始化方向		0x01	配置夹具初始化方向	0: 打开; 1: 关闭 (默认: 0)	读取当前的设定值
设备 ID		0x02	配置夹具 Modbus ID	1-255 (默认: 1)	读取当前的设定值
波特率		0x03	配置夹具 Modbus 波特率	0-5: 115200, 57600, 38400, 19200, 9600, 4800 (默认: 0)	读取当前的设定值
停止位		0x04	配置夹具 Modbus 停止位	0: 1 停止位; 1: 2 停止位 (默认: 0)	读取当前的设定值
校验位		0x05	配置夹具 Modbus 校验位	0: 无校验; 1: 奇校验; 2: 偶校验 (默认: 0)	读取当前的设定值
旋转停止	0x05	0x02	在夹具运行中停止旋转	写入 1: 旋转停止	读取当前的设定值
自动初始化		0x04	上电自动初始化配置	0: 上电不初始化; 1: 上电自动初始化 (0: 默认)	读取当前的设定值 (需在 0x300 处写入 01, 重新上电有效)
旋转堵转停转配置		0x05	旋转堵转停转配置	0: 旋转堵转不停转; 1: 旋转堵转停转 (0: 默认)	读取当前的设定值 (需在 0x300 处写入 01 保存)
复位旋转角度		0x06	复位无限旋转轴的多圈转动量	<b>写入 01:</b> 复位旋转角度为 $\pm 360^\circ$ 以内, <b>写入 A5:</b> 实际旋转到初始化位置 ( $0^\circ$ ), 并复位旋转角度为 $0^\circ$	读取当前的设定值

## 2.3.3 命令详解

### 2.3.3.1 初始化夹爪

该命令为夹爪初始化相关命令，地址为 0x0100。具体初始化命令详细介绍如下表 2.4 所示。

表 2.4 初始化指令

功能	地址	说明	写入	读取
初始化夹爪	0x0100	重新标定夹爪和回零位	写入 0x01: 回零位 (找单向位置); 写入 0xA5: 重新标定	0: 未处于初始化过程; 1: 处于初始化过程; 2: 初始化中

**RS485 连接控制前需进行初始化夹爪，用于重新标定夹爪和回零位，夹爪初始化过程中请勿控制。**根据夹爪型号的不同，初始化时间为 0.5-3 秒左右，请在初始化结束后进行控制。0x01 和 0xA5 二者在功能上有所区分，如下所示：

**0x01:** 写入 0x01 将根据 [2.3.3.17 初始化方向](#) 寄存器的值执行单方向初始化，来寻找最大位置或最小位置（即单方向极限位），之后根据保存的总行程值（参见 0xA5）计算位置百分比。若初始化方向为张开，夹爪当前位置也是张开，则视觉上夹爪初始化无动作。

**0xA5:** 无论夹爪处于任何位置和状态，发送 0xA5 后，夹爪进行一次闭合到张开的动作。

**注：1.0xA5 指令初始化过程中是在寻找最大和最小位置，如果在此过程中最大或最小位置被阻挡，会识别错误的行程，如图 2.6 的 0 位置就会识别为夹持物体的宽度。**

**2.客户更换指尖后，需要进行 0xA5 初始化并进行保存。**

**3.0x01 指令是控制夹爪单方向初始化，行程则为上次 0xA5 初始化后进行保存的行程。**

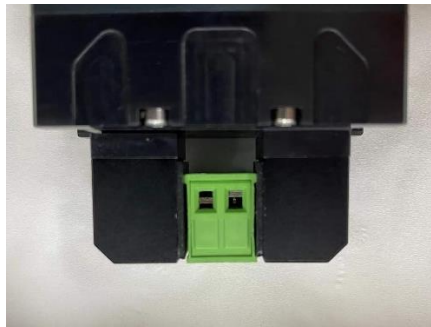


图 2.6 错误初始化示例

初始具体执行初始化命令如下所示：

执行初始化成功（写操作）：

发送：01 06 01 00 00 01 49 F6

返回：01 06 01 00 00 01 49 F6

完全进行初始化（写操作）：

发送：01 06 01 00 00 A5 48 4D

返回：01 06 01 00 00 A5 48 4D,

**初始化后发送保存指令，见 [2.3.3.16 写入保存](#) 再使用 0x01 功能码，行程会和 A5 保持一致**

### 2.3.3.2 力值

该命令为夹爪力值相关命令,地址为 0x0101。具体力值命令详细介绍如下表 2.5 所示。

表 2.5 力值指令

功能	地址	说明	写入	读取
力值	0x0101	设置力值	20-100, 百分比	读取当前设定力值

力的数值范围为 20-100 (%), 对应 16 进制数据为 00 14 – 00 64。当您设定了力值之后, 夹爪会在位置移动中, 以**设定力值**去夹持或者撑开目标物体。

默认力值 100%。

以设置并读取 30%闭合力为例:

设置 30% 力值 (写操作):

发送 : 01 06 01 01 00 1E 59 FE

返回 : 01 06 01 01 00 1E 59 FE

读取当前设定力 (读操作):

发送 : 01 03 01 01 00 01 D4 36

返回 : 01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.3 位置

该命令为夹爪设置位置相关命令,地址为 0x0103。具体位置命令详细介绍如下表 2.6 所示。

表 2.6 位置指令

功能	地址	说明	写入	读取
位置	0x0103	设定夹爪位置	0-1000, 千分比	读取当前设定位置

位置数值范围为 0-1000 (‰), 对应 16 进制数据为 00 00 – 03 E8, 可以在 0x0202 地址处读取实时位置, 请查阅 [2.3.3.11 位置反馈](#)。以设置并读取 500(‰)位置为例:

设置 500 位置 (写操作):

发送 : 01 06 01 03 01 F4 78 21

返回 : 01 06 01 03 01 F4 78 21

读取当前设定位置 (读操作):

发送 : 01 03 01 03 00 01 75 F6

返回 : 01 03 02 xx xx crc1 crc2

读取当前实时位置 (读操作):

发送 : 01 03 02 02 00 01 24 72

返回 : 01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.4 速度

该命令为夹爪设置速度相关命令，地址为 0x0104 。具体速度命令详细介绍如下表 2.7 所示。

表 2.7 速度指令

功能	地址	说明	写入	读取
速度	0x0104	以设定速度运行	1-100, 百分比	读取当前设定速度

速度数值范围为 1-100 (%)，对应 16 进制数据为 00 01 – 00 64 ，认速度 100%。以设置并读取 50(%)闭合力为例：

设置 50% 速度（写操作）：

发送：01 06 01 04 00 32 48 22

返回：01 06 01 04 00 32 48 22

读取当前速度（读操作）：

发送：01 03 01 04 00 01 C4 37

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2



### 2.3.3.5 绝对角度低位&高位

该命令为夹爪设置旋转绝对角度相关命令，地址为 0x0105-0x0106。具体旋转角度命令详细介绍如下表 2.8 所示。

表 2.8 绝对角度低位指令

功能	地址	说明	写入	读取
绝对角度低位	0x0105	运行到绝对旋转角度	-32768~32767, 角度值	读取当前设定旋转角度
绝对角度高位	0x0106	运行到绝对旋转角度	-160~160, 低位角度溢出个数	角度值为: 低位数据+高位数据*32768 <i>注: 无特殊情况请勿写入该地址, 单位旋转 32768°</i>

旋转角度低位数值范围为-32768-32767（角度），对应 16 进制数据为 0x0000~0xFFFF。

旋转角度高位数值范围为-160-160（溢出个数），对应 16 进制数据为 0xFF5F~0x00A0。

增加了相对旋转角度，此角度为绝对旋转角度，为夹爪从开机后累计旋转角度，当累计旋转角度超过低位范围，绝对旋转角度高位加 1。

当需要读取实时绝对角度，请查阅 [2.3.3.13 旋转角度实时反馈](#)。

最大值为: -160\*32768~160\*32767, 当超过此数值时, 绝对旋转角度自动复位旋转角度, 将外部轴位置复位为 1 圈内的位置: 复位前的位置大于 0 度时: 0~360, 复位前的位置小于 0 度时: -360~0。若需要手动清除绝对角度累计值, 请查阅 [2.3.3.25 复位旋转角度](#)。

#### 绝对旋转角度和相对旋转角度区别

- **绝对旋转角度:** 为累计旋转角度, 从开机初始化位置开始 (角度 0° 开始), 顺时针旋转累计计数, 逆时针旋转累计减数。最大值为: -160\*32768~160\*32767, 当超过此数值时, **绝对旋转高位自动清零**。
- **相对旋转角度:** 以当前夹爪位置作为参考, 进行旋转。旋转完毕后, 置位为 0。用于顺时针或逆时针旋转相对角度。

#### 绝对旋转角度和相对旋转角度联系

- **绝对旋转受相对旋转角度影响:** 当相对旋转角度旋转时, 绝对旋转角度会根据相对角度的数值进行累加或累减。

以设置并读取 180 度为例:

设置 180 度绝对旋转角度 (写操作):

发送 : 01 06 01 05 00 B4 98 40

返回 : 01 06 01 05 00 B4 98 40

读取当前设定的绝对角度 (读操作):

发送 : 01 03 01 05 00 01 95 F7

返回 : 01 03 02 xx xx crc1 crc2

**注意**

- 夹爪采用反码的表示形式表示正负。  
旋转角度为正，正数的反码与其原码相同。  
例：360° 对应反码为 168(0x)。  
旋转 360° 角度指令为：01 06 01 05 01 68 98 49
- 旋转角度为负，负数的反码是对正数逐位取反加 1，符号位为 1。  
例：-360° 对应反码为 FE97 (0x)。  
旋转-360° 角度指令为：01 06 01 05 FE 97 99 F9

### 2.3.3.6 旋转速度

该命令为夹爪设置旋转速度相关命令，地址为 0x0107。具体旋转速度命令详细介绍如下表 2.9 所示。

表 2.9 旋转速度指令

功能	地址	说明	写入	读取
旋转速度	0x0107	以设定旋转速度运行	1-100, 百分比	读取当前设定旋转速度

旋转速度数值范围为 1-100 (%), 对应 16 进制数据为 00 01 – 00 64。默认旋转速度 50%。以设置并读取 50(%) 旋转速度为例：

设置 50% 旋转速度（写操作）：

发送：01 06 01 07 00 32 B8 22

返回：01 06 01 07 00 32 B8 22

读取当前旋转速度（读操作）：

发送：01 03 01 07 00 01 34 37

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.7 旋转力

该命令为夹爪设置旋转力相关命令，地址为 0x0108。具体旋转力命令详细介绍如下表 2.10 所示。

表 2.10 旋转力指令

功能	地址	说明	写入	读取
旋转力	0x0108	以设定旋转力运行	20-100, 百分比	读取当前设定旋转力

旋转力的数值范围为 20-100 (%), 对应 16 进制数据为 00 14 – 00 64，默认 100%。。当您设定了旋转力值之后，夹爪会在旋转移动中，以设定旋转力值旋转。

以设置 50%旋转力为例：

设置 50% 旋转力值（写操作）：

发送：01 06 01 08 00 32 88 21

返回：01 06 01 08 00 32 88 21

读取当前设定旋转力（读操作）：

发送：01 03 01 08 00 01 04 34

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.8 相对旋转角度

该命令为夹爪设置相对旋转角度相关命令，地址为 0x0109。具体旋转力命令详细介绍如下表 2.11 所示。

表 2.11 旋转力指令

功能	地址	说明	写入	读取
相对旋转角度	0x0109	旋转相对旋转角度	-32768~32767，角度值	读取当前的设定值，执行旋转动作后置 0

相对旋转角度范围为-32768-32767（角度），对应 16 进制数据为 0x0000~0xFFFF。当设置相对旋转角度，夹爪会按照设置角度进行旋转，旋转完后置 0。

#### 绝对旋转角度和相对旋转角度区别

- **相对旋转角度**：以当前夹爪位置作为参考，进行旋转。旋转完毕后，置位为 0。用于顺时针或逆时针旋转相对角度。

- **绝对旋转角度**：为累计旋转角度，从开机初始化位置开始（角度 0° 开始），顺时针旋转累计加数，逆时针旋转累计减数。最大值为：-160\*32768~160\*32767，当超过此数值时，绝对旋转高位自动清零。

#### 绝对旋转角度和相对旋转角度联系

- **绝对旋转受相对旋转角度影响**：当相对旋转角度旋转时，绝对旋转角度会根据相对角度的数值进行累加或累减。

以设置 50° 相对旋转角度为例：

设置 50° 相对旋转角度（写操作）：

发送：01 06 01 09 00 32 D9 E1

返回：01 06 01 09 00 32 D9 E1

读取当前设定相对旋转角度（读操作）：

发送：01 03 01 09 00 01 55 F4

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2

**注意**

- 夹爪采用反码的表示形式表示正负。

旋转角度为正，正数的反码与其原码相同。

例：360° 对应反码为 168(0x)。

旋转 360° 角度指令为：01 06 01 05 01 68 98 49

旋转角度为负，负数的反码是对正数逐位取反加 1，符号位为 1。

例：-360° 对应反码为 FE97 (0x)。

旋转 -360° 角度指令为：01 06 01 05 FE 97 99 F9

### 2.3.3.9 初始化状态反馈

该命令为夹爪读取初始化状态反馈相关命令，地址为 0x0200。具体初始化状态反馈详细介绍如下表 2.12 所示。

表 2.12 初始化状态反馈

功能	地址	说明	写入	读取
初始化状态反馈	0x0200	反馈当前夹爪的初始化状态	不能写入	0: 未初始化; 1: 初始化成功

初始化状态反馈可用于获取是否进行了初始化。具体读取指令如下所示：

读取初始化状态（读操作）：

发送：01 03 02 00 00 01 85 B2

返回：01 03 02 00 00 B8 44（当前为未初始化状态）

### 2.3.3.10 夹持状态反馈

该命令为夹爪夹持状态反馈相关命令，地址为 0x0201。具体夹持状态反馈详细介绍如下表 2.13 所示。

表 2.13 初始化状态反馈

功能	地址	说明	写入	读取
夹持状态反馈	0x0201	0: 运动中, 1: 到达位置; 2: 夹住物体; 3: 物体掉落	不能写入	00; 01; 02; 03

夹持状态反馈用于读取目前夹爪的状态，可分为 4 种状态，如下所示

### 反馈状态说明

不同的返回的指令数据，代表夹爪的不同状态，具体状态如下：

- 00：夹爪处于正在运动状态。
- 01：夹爪停止运动，且夹爪未检测到夹到物体。
- 02：夹爪停止运动，且夹爪检测到夹到物体。
- 03：夹爪检测到夹住物体后，发现物体掉落。

注：如果夹爪在到达指定位置前夹住物体，那么此时也认为夹爪已经夹住物体（反馈为：02）。

读取夹持状态反馈（读操作）：

发送：01 03 02 01 00 01 D4 72

返回：01 03 02 00 02 39 85（返回 02 代表夹住物体）

### 2.3.3.11 位置反馈

该命令为夹爪位置实时反馈命令，地址为 0x0202。具体位置反馈详细介绍如下表 2.14 所示。

表 2.14 位置反馈

功能	地址	说明	写入	读取
位置反馈	0x0202	反馈当前夹爪实时位置	不能写入	读取当前实时位置

位置反馈可用于读取当前夹爪**实时位置**。具体读取指令如下所示：

读取位置状态（读操作）：

发送：01 03 02 02 00 01 24 72

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.12 错误/警告/信息/反馈

该命令为夹爪反馈错误/警告/信息/反馈命令，地址为 0x0205。具体位置反馈详细介绍如下表 2.15 所示。

表 2.15 位置反馈

功能	地址	说明	写入	读取
错误/警告/信息/反馈	0x0205	反馈当前夹爪的错误码等信息	不能写入	0: 无任何问题;04 过热;08 过载;11 过速

夹爪反馈错误/警告/信息/反馈命令可用于读取当前夹爪状态，包含是否温度过高，运行速度是否过快，扭矩是否过载。具体读取指令如下所示：

读取位置状态（读操作）：

发送：01 03 02 05 00 01 95 B3

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.13 旋转角度实时反馈

该命令为夹爪旋转角度**实时反馈**角度相关命令，地址为 0x0208。具体旋转角度反馈详细介绍如下表 2.16 所示。

表 2.16 旋转角度反馈

功能	地址	说明	写入	读取
旋转角度反馈	0x0208	反馈当前夹爪旋转实时角度	不能写入	读取当前旋转实时角度
旋转角度反馈	0x0209	反馈当前夹爪旋转实时角度（高位）	不能写入	读取当前旋转实时角度（高位）

旋转角度反馈可用于读取当前夹爪旋转**实时角度**，角度值为：低位数据+高位数据\*32768。具体读取指令如下所示：

读取旋转角度实时值（读操作）：

发送：01 03 02 08 00 01 04 70

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.14 旋转初始化状态反馈

该命令为夹爪旋转初始化状态反馈相关命令，地址为 0x020A。具体旋转初始化状态反馈详细介绍如下表 2.17 所示。

表 2.17 旋转初始化状态反馈

功能	地址	说明	写入	读取
旋转初始化状态反馈	0x020A	反馈当前夹爪旋转初始化状态	不能写入	0：未初始化；1：初始化成功；2：正在初始化

旋转初始化状态反馈可用于读取当前夹爪旋转初始化状态。具体读取指令如下所示：

读取旋转初始化状态（读操作）：

发送：01 03 02 0A 00 01 A5 B0

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.15 旋转状态反馈

该命令为夹爪旋转状态反馈相关命令，地址为 0x020B 。具体旋转状态反馈详细介绍如下表 2.18 所示。

表 2.18 夹爪旋转状态

功能	地址	说明	写入	读取
旋转状态反馈	0x020B	反馈当前夹爪旋转状态	不能写入	0: 运动中, 1: 到达位置; 2: 堵转;

旋转状态反馈可用于读取当前夹爪旋转状态。具体读取指令如下所示：

读取旋转状态（读操作）：

发送：01 03 02 0B 00 01 F4 70

返回：01 03 02 xx xx crc1 crc2

### 2.3.3.16 写入保存

该命令为夹爪写入保存配置参数相关命令，地址为 0x0300 。具体写入保存详细介绍如下表 2.19 所示。

表 2.19 写入保存

功能	地址	说明	写入	读取
写入保存	0x0300	保存手动配置参数	0: 默认, 1: 将所有参数写入 flash	不可读取, 默认返回 0

写入保存可用于保存 IO 配置以及 RS485 的参数配置。具体设置指令如下所示：

写入保存（写操作）：

发送：01 06 03 00 00 01 48 4E

返回：01 06 03 00 00 01 48 4E

#### 注意

• 若对夹爪进行过 RS485 的参数配置。必须要在该命令下对参数进行 FLASH 写入保存。（提示：写入操作会持续 1-2 秒，期间不会响应其他命令，因此建议不要在实时控制中使用此命令）

### 2.3.3.17 初始化方向

该命令为夹爪设置夹爪初始化方向相关命令，地址为 0x0301。具体设置初始化方向命令详细介绍如下表 2.20 所示。

表 2.20 初始化方向

功能	地址	说明	写入	读取
初始化方向	0x0301	配置初始化方向	0: 打开; 1: 关闭; (默认: 0)	读取当前设定值

设备 ID 可用于配置夹爪初始化方向为打开或关闭，默认为 0 打开。

当写入 0 时，夹爪会运行到最大的张开位置，并作为初始起点。

当写入 1 时，夹爪会运行到最小的闭合位置，并作为初始起点。

设置初始化方向 为关闭（写操作）：

发送：01 06 03 01 00 01 19 8E

返回：01 06 03 01 00 01 19 8E

### 2.3.3.18 设备 ID

该命令为夹爪设置夹爪设备 ID 相关命令，地址为 0x0302。具体设置设备 ID 命令详细介绍如下表 2.21 所示。

表 2.21 设备 ID

功能	地址	说明	写入	读取
设备 ID	0x0302	配置夹爪 Modbus ID	1-247 (默认: 1)	读取夹爪 Modbus ID

设备 ID 可用于配置夹爪 Modbus ID，默认为 1。当有多个采用 modbus-RTU 协议的设备时，可以通过改变 ID 的方式同时控制多台设备，具体设置夹爪 ID 命令如下：

设置设备 ID 为 1（写操作）：

发送：01 06 03 02 00 01 E9 8E

返回：01 06 03 02 00 01 E9 8E



### 2.3.3.19 波特率

该命令为夹爪配置波特率相关命令，地址为 0x0303。具体波特率配置详细介绍如下表 2.22 所示。

表 2.22 波特率设置

功能	地址	说明	写入	读取
波特率	0x0303	0-5: 115200, 57600, 38400, 19200, 9600, 4800 (0: 默认)	0; 1; 2; 3; 4; 5	读取波特率

波特率命令可用于修改波特率大小，默认为 115200，推荐默认。具体设置波特率指令如下：

设置夹爪波特率为 115200（写操作）：

发送：01 06 03 03 00 00 79 8E

返回：01 06 03 03 00 00 79 8E

### 2.3.3.20 停止位

该命令为夹爪配置停止位相关命令，地址为 0x0304。具体设置停止位详细介绍如下表 2.23 所示。

表 2.23 停止位设置

功能	地址	说明	写入	读取
停止位	0x0304	配置夹爪 Modbus 停止位	0: 1 停止位; 1: 2 停止位	读取停止位

停止位命令可用于修改停止位位数，默认为 1 停止位，推荐默认。具体设置停止位指令如下：

设置夹爪停止位为 1（写操作）：

发送：01 06 03 04 00 00 C8 4F

返回：01 06 03 04 00 00 C8 4F

### 2.3.3.21 校验位

该命令为夹爪配置校验位相关命令，地址为 0x0305。具体设置校验位详细介绍如下表 2.24 所示。

表 2.24 校验位设置

功能	地址	说明	写入	读取
校验位	0x0305	配置夹爪 Modbus 校验位	0: 无校验; 1: 奇校验; 2: 偶校验	读取校验位

校验位命令可用于修改校验位，默认为无校验位，推荐默认。具体设置校验位指令如下：

设置夹爪校验位为无校验位（写操作）：

发送：01 06 03 05 00 00 99 8F

返回：01 06 03 05 00 00 99 8F

### 2.3.3.22 旋转停止

该命令可用于夹爪运行过程中停止旋转角度，具体控制详细介绍如下表 2.29 所示。

表 2.29 停止指令

功能	地址	说明	写入	读取
停止旋转	0x0502	在夹爪旋转过程中停止旋转	写入 1: 夹爪停止	读取当前的设定值

此命令用于夹爪旋转停止，旋转过程中旋转速度较快，冲量较大，为防止旋转过程中突然停止对电爪造成损耗，停止过程是一个规划性的停止，最大持续时间在 0.5S 内会停止。

*注：此命令为软件版本 1.14 以后新加指令*

设置夹爪停止（写操作）：

发送：01 06 05 02 00 01 E9 06

返回：01 06 05 02 00 01 E9 06

### 2.3.3.23 自动初始化

该命令为夹爪设置是否自动初始化指令，具体控制详细介绍如下表 2.30 所示。

表 2.30 自动初始化

功能	地址	说明	写入	读取
自动初始化	0x0504	上电自动初始化配置	0: 上电不初始化; 1: 上电自动初始化 (0: 默认)	读取当前的设定值 (需在 0x300 处写入 01, 重新上电有效)

此命令用于设置夹爪上电后是否自动进行初始化。上电后，夹爪会自动发送 01 初始化进行初始化，可以查阅 [2.3.3.1 初始化夹爪](#) 中对 01 初始化的解释。

设置夹爪自动进行初始化（写操作）：

发送：01 06 05 04 00 01 09 07

返回：01 06 05 04 00 01 09 07

再发送：01 06 03 00 00 01 48 4E

返回：01 06 03 00 00 01 48 4E

### 2.3.3.24 旋转堵转停转配置

该命令为夹爪设置旋转堵转停转配置指令，具体控制详细介绍如下表 2.31 所示。

表 2.31 旋转堵转停转配置

功能	地址	说明	写入	读取
旋转堵转停转配置	0x0505	旋转堵转停转配置	0: 旋转堵转不停转; 1: 旋转堵转停转 (0: 默认)	读取当前的设定值 (需在 0x300 处写入 01 保存)

此命令用于设置夹爪上电后是否旋转堵转后停止。

设置夹爪旋转堵转后停止（写操作）：

发送：01 06 05 05 00 01 58 C7

返回：01 06 05 05 00 01 58 C7

再发送：01 06 03 00 00 01 48 4E

返回：01 06 03 00 00 01 48 4E

### 2.3.3.25 复位旋转角度

该命令为夹爪手动复位绝对旋转角度指令，具体控制详细介绍如下表 2.32 所示。

表 2.32 手动复位绝对旋转角度

功能	地址	说明	写入	读取
复位绝对旋转角度	0x0506	复位无限旋转轴的多圈转动量	<b>写入 01:</b> 复位旋转角度为±360° 以内， <b>写入 A5:</b> 实际旋转到初始化位置 (0°)，并复位旋转角度为 0°	读取当前的设定值

**写入 01:** 将外部轴位置复位为 1 圈内的当前位置，夹爪不动：复位前的位置大于 0 度时：0~360，复位前的位置小于 0 度时：-360~0

**写入 A5:** 将外部轴位置复位为 1 圈内的位置，夹爪运动到 0°。

写入 01 复位夹爪绝对旋转角度（写操作）：

发送：01 06 05 06 00 01 A8 C7

返回：01 06 05 06 00 01 A8 C7

写入 A5 复位夹爪绝对旋转角度（写操作）：

发送：01 06 05 06 00 A5 A9 7C

返回：01 06 05 06 00 A5 A9 7C

### 2.3.3.26 堵转检测时间

该命令为夹爪堵转停转的检测时间设定指令，具体控制详细介绍如下表 2.33 所示。

表 2.33 堵转检测时间

功能	地址	说明	写入	读取
堵转检测时间	0x0508	设置堵转停转的检测时间，即堵多少毫秒后停转	0-255，默认为 100	读取当前的设定值

在具体堵转停转过程中，停转过程受夹爪旋转力和夹爪速度相关，一般不设置。**设置堵转检测时间**是为了更准确的让夹爪堵转后停转，单位为 10ms,默认为 100 也就是 1s。

检测时间越大，需要堵住的时间越长，最大为 2.5s

检测时间越小，需要堵住的时间越短，最小为 0s，立即停止

设置堵转阈值等级为 50（写操作）：

发送：01 06 05 08 00 32 89 05

返回：01 06 05 08 00 32 89 05

保存参数：

发送：01 06 03 00 00 01 48 4E

返回：01 06 03 00 00 01 48 4E

## 3 夹爪通讯格式详解

### 3.1 夹爪接线方式

夹爪采用标准 MODBUS-RTU 通讯协议，RS-485 接口通讯。  
接线方式为半双工接线，如图 3.1.

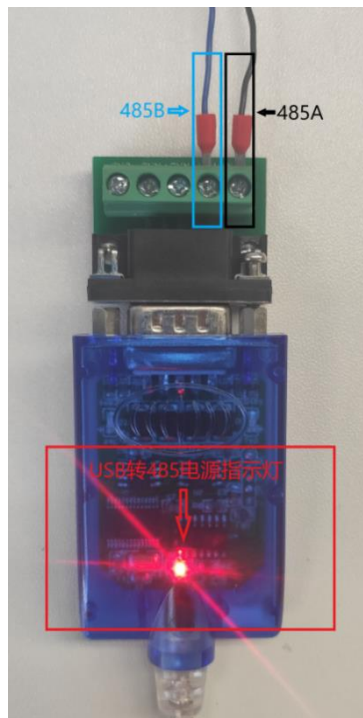


图 3.1 接线

USB 转 485 模块正面朝上，USB 转 485 模块通电之后**电源指示灯亮红色**；

上方接口处右侧 2 个接口为 485A/B 线。**示范夹爪颜色为绿色 A，蓝色 B**。夹爪信号线颜色定义请参考**线标为准**。

### 3.2 夹爪通讯格式详解

夹爪默认通讯格式为：**115200 波特率；数据长度 8；停止位 1，无奇偶检验**。上位机与夹爪通讯格式要一致。如不一致无法通讯请修改上位机或者夹爪通讯格式，夹爪通讯格式修改之后需重启。修改夹爪通讯格式请参考相应的夹爪说明书。

### 3.2.1 485 指令 03 功能码详解

硬件采用 RS-485，主从式半双工通讯，主站呼叫从站，从站应答方式通讯

**注：485 指令均为 16 进制；寄存器地址请参考[夹爪说明书](#)内的命令总览**

夹爪常用功能码为 03；06 两个功能码，下方表 3.1 为 03 功能码使用简介。

举例指令：**01 03 01 03 00 01 75F6**      **03 功能码：读取寄存器值**

表 3.1 功能码使用简介

1	2	3	4	5	6	7	8
ID	功能码	起始寄存器 高字节	起始寄存器 低字节	寄存器数量 高字节	寄存器数量 低字节	CRC校验码 低字节	CRC校验码 高字节
<b>01</b>	<b>03</b>	<b>01</b>	<b>03</b>	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>75</b>	<b>F6</b>

第 1 字节为从站 ID      范围（1~254）；  
 第 2 字节为功能码 03H      读取寄存器内数值；  
 第 3、4 字节为起始寄存器      要读取寄存器的开始地址；  
 第 5、6 字节为要读取寄存器的数量      00 01 代表只读取当前 0103 寄存器；  
 第 7、8 字节为 CRC 校验码      计算 1~6 字节的 CRC16 校验和。

**举例指令说明：**主站读取从站 ID 为 1，0103 寄存器开始的 0001 个寄存器的值返回主站。

**注意事项：**

如读取寄存器数量改为 0002，就是读取 0103 开始的 2 个寄存器，0103 与 0104。  
 需注意，读取数量是按照顺序往下读取，无法跳跃读取。例如 0104 寄存器和 0106 寄存器，需通过两个读取指令。或者读取数量改为 0003，读取 0104 0105 0106 三个寄存器的值。不能通过一个指令单独读取 0104 与 0106。

从站返回指令：**01 03 02 03 E8 B8FA**

表 3.2 功能码使用简介

1	2	3	4	5	6	7
ID	功能码	返回 字节总数	寄存器当前 数据1	寄存器当前 数据2	CRC校验码 低字节	CRC校验码 高字节
<b>01</b>	<b>03</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>E8</b>	<b>B8</b>	<b>FA</b>

第 1 字节为从站 ID      范围（1~254）；  
 第 2 字节为功能码 03H      主站读取数值返回；  
 第 3 字节为返回数据长度      返回 2 个字节长度数据；  
 第 4、5 字节为返回数据内容      返回的数据内容为 03E8；  
 第 6、7 字节为 CRC 校验码      计算 1~6 字节 CRC16 校验和。

**返回指令说明：**

主站向从站发送读取指令 0103 0103 0001 75F6，从站给主站返回指令 0103 02 03E8 B8FA。

**解释：**ID 为 1 的从站返回 2 个字节长度的数据 03E8（16 进制），转化为 10 进制为 1000。  
 0103 寄存器地址在夹爪设定里面代表位置寄存器。返回的数据代表当前夹爪在 1000 位置上。

### 3.2.2 485 指令 06 功能码详解

举例指令：**0106 0103 03E8 7888**      **06 功能码：写单个寄存器值**

表 3.3 功能码使用简介

1	2	3	4	5	6	7	8
ID	功能码	寄存器地址 高字节	寄存器地址 低字节	写入数据 高字节	写入数据 低字节	CRC校验码 低字节	CRC校验码 高字节
<b>01</b>	<b>06</b>	<b>01</b>	<b>03</b>	<b>03</b>	<b>E8</b>	<b>78</b>	<b>88</b>

第 1 字节为从站 ID	范围 (1~254);
第 2 字节为功能码 06H	主站写入数值到从站寄存器;
第 3、4 字节为寄存器地址	写入数据的单个寄存器地址;
第 5、6 字节为写入数据	03E8 转换成 10 进制为 1000;
第 7、8 字节为 CRC 校验码	计算 1~6 字节的 CRC16 校验和;

#### 举例指令说明:

主站写入数据到 ID 为 1 的从站单个寄存器 0103 内。写入的数据为 03E8。0103 为位置寄存器，此指令表示控制夹爪移动到 1000 位置上。

#### 注意事项:

使用 06 功能码写入数据，当从站接受正确时会返回一样的指令与校验码，表示此指令正确接受写入。例如**主站发送：0106 0103 03E8 7888**

**从站返回：0106 0103 03E8 7888 。**