



# 产品操作手册

工业型对心电爪 CGI系列

本文档为CGI系列产品的操作手册,适用机型如下:

适用型号	最大夹持力	全行程(夹持直径)
CGI-100-170	100 N	Φ40-φ170 mm

# | 目 录 |

<b>1. 夹爪概况</b> .....	04
1.1 指示灯定义.....	04
1.2 线序定义.....	05
<b>2. Modbus-RTU控制</b> .....	05
<b>2.1 RS485调试软件说明</b> .....	05
2.1.1 调试软件安装及接线.....	06
2.1.2 调试软件使用说明.....	07
<b>2.2 RS485默认配置</b> .....	10
<b>2.3 指令说明</b> .....	10
2.3.1 命令格式.....	10
2.3.2 命令总览.....	11
2.3.3 命令详解.....	13
2.3.3.1 初始化夹爪.....	13
2.3.3.2 力值.....	14
2.3.3.3 位置.....	14
2.3.3.4 速度.....	15
2.3.3.5 初始化状态反馈.....	15
2.3.3.6 夹持状态反馈.....	16
2.3.3.7 位置反馈.....	16
2.3.3.8 写入保存.....	17
2.3.3.9 初始化方向.....	17
2.3.3.10 设备ID.....	18
2.3.3.11 波特率.....	18
2.3.3.12 停止位.....	19
2.3.3.13 校验位.....	19
2.3.3.14 IO 参数测试.....	20
2.3.3.15 IO 模式开关.....	20
2.3.3.16 IO 输出输入高低电平选择.....	21
2.3.3.17 IO 参数配置.....	22
<b>3. IO 控制</b> .....	23
<b>3.1 IO 配置</b> .....	23
<b>3.2 IO 使用</b> .....	25
<b>4. 夹爪通讯格式与IO详解</b> .....	26
<b>4.1 夹爪接线方式</b> .....	26

<b>4.2 夹爪通讯格式详解</b> .....	26
4.2.1 485指令03功能码详解.....	27
4.2.2 485指令06功能码详解.....	28
<b>4.3 夹爪IO输入输出详解</b> .....	29
4.3.1 夹爪IO输入详解.....	29
4.3.2 夹爪IO输出详解.....	30
<b>4.4 夹爪IO输入输出测试方法</b> .....	31
4.4.1 夹爪IO输入测试方法.....	31
4.4.2 夹爪IO输出测试方法.....	32
<b>5. 夹爪控制流程</b> .....	34
5.1 Modbus-RTU模式控制流程.....	34
5.2 IO 模式控制流程.....	35
<b>6. 注意事项</b> .....	36

# 1. 夹爪概况

**CGI系列为三指协作型电爪**, 数字代表单个指尖的最大夹持力。夹爪配有3个指尖, 呈圆周平均分布。运动过程中对称运行, 夹爪主体结构为平滑的圆形结构, 底部与标准法兰适配, 并配有一个8芯的通讯接口, 用于连接到机器人末端或其他设备。并具有以下特点:

**力位速可控:** 夹爪可以对夹爪的夹持位置、夹持力值和运行速度进行编程调节, 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、TCP/IP、CAN、PROFINET、ETHERCAT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

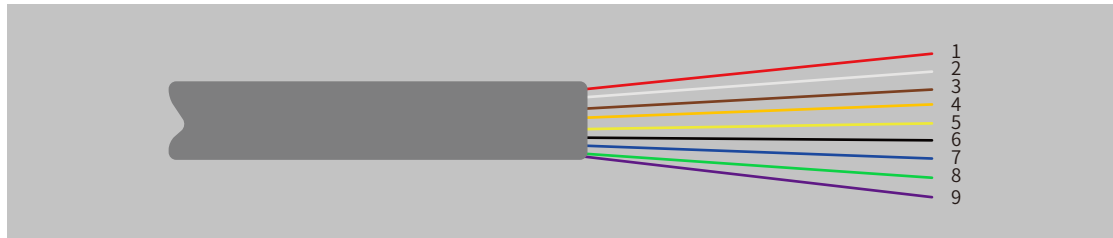
夹爪可对夹爪的状态实时进行反馈。除了可用指令进行读取, 也可以在指示灯的颜色上进行判断:

### 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:** 红灯快速闪烁一次 (由于此时蓝灯常亮, 因此夹爪指示灯会呈现偏紫色的状态)。
- **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如图1.1所示：



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	INPUT1	IO模式数字输入1
3	棕	INPUT2	IO模式数字输入2
4	橙	OUTPUT1	IO模式数字输出1
5	黄	OUTPUT2	IO模式数字输出2
6	黑	GND	电源直流GND负极
7	蓝	485_B	通讯线正, T/R-
8	绿	485_A	通讯线正, T/R+
9	编织线	PGND	外壳 (PE) 接口

图1.1 线缆线标图

[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. Modbus-RTU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。

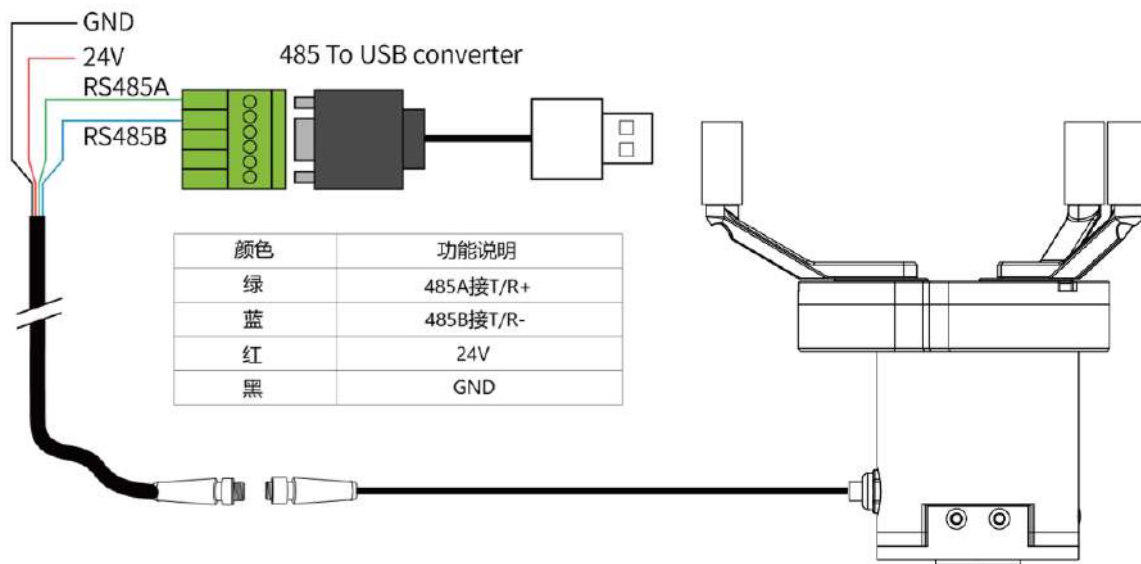


图2.1 RS485连接方式图

### 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:





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

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。

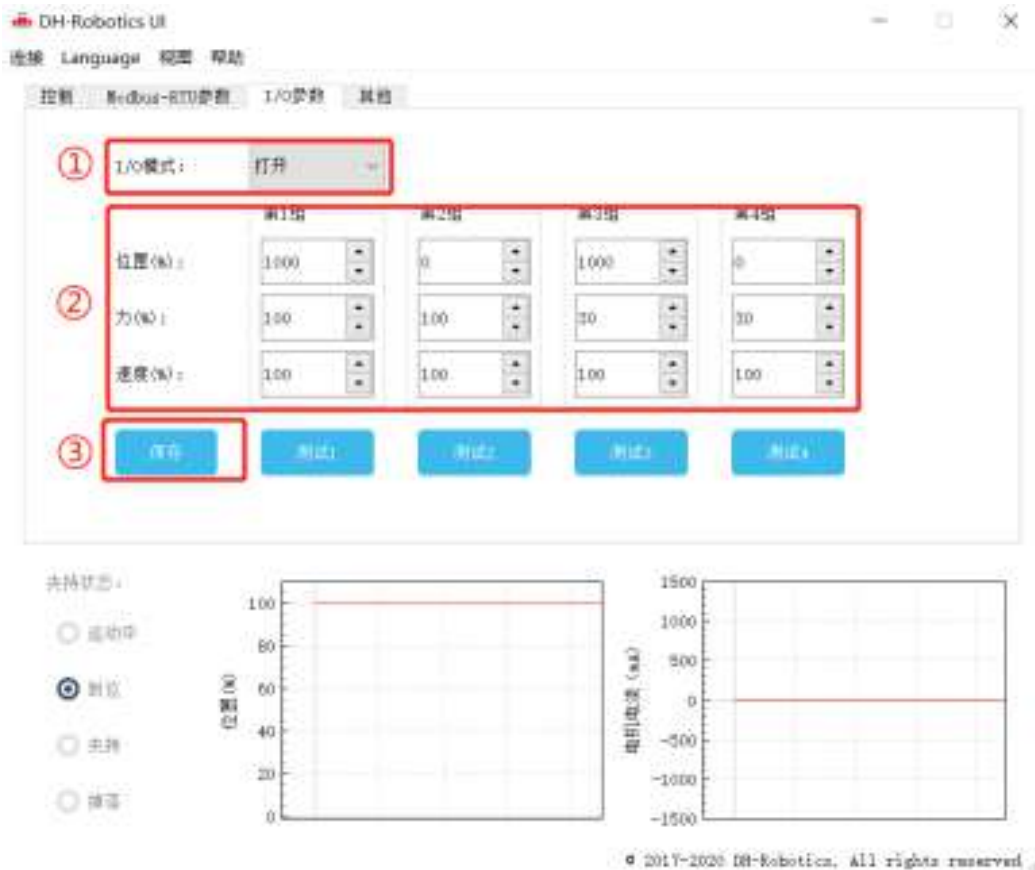
夹爪本体采用Modbus-RTU进行通讯，可以往寄存器内部读写数据，可以在视图-【寄存器】处对夹爪数据进行读写数据，包含控制、反馈、用户参数、I/O参数如下图所示：



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

图2.4 寄存器控制

您可以在【I/O参数】处对夹爪I/O参数进行设置和配置,当修改参数后,请注意点击保存按钮进行保存。下图是打开IO模式的操作:



© 2017-2020 DH-Robotics. All rights reserved.

图2.5 打开IO模式

切换IO步骤如下所示::

#### 切换IO模式步骤:

- ① **打开IO模式:**先打开IO模式。
- ② **配置4组IO参数:**针对夹爪的4组参数,包含位置、力进行设置。
- ③ **保存:**点击保存按钮,即可将参数写入Flash内部寄存器,重启即可控制。
- ④ **重启:**重启后,夹爪自动初始化,状态灯变为蓝色。即切换到IO模式成功,您可根据INPUT信号对夹爪进行控制,运行状态会通过OUTPUT进行反馈。

#### 注意:

- ① IO模式和485模式控制有所冲突。
- ② 在此软件中,夹爪开放IO模式后,485模式受限,无法在软件上,操作控制夹爪。
- ③ IO模式打开后,不影响485通讯功能。
- ④ IO和485通讯,可以同时控制,遵循‘**先发先响应,后发后响应**’的原则。

## 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、06、04、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。

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

表2.1 命令格式

**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。

功能	地址 (16进制)	说明	写入	读取
初始化 夹爪	256 (0x0100)	重新标定夹爪 和回零位	1:回零位(找单向位置); 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
力值	257 (0x0101)	夹爪力值	20-100,百分比	读取当前设定力值
位置	259(0x0103)	运动到指定位置	0-1000,千分比	读取当前设定位置
速度	260 (0x0104)	以设定速度运行	1-100,百分比	读取当前设定速度
初始化状 态反馈	512 (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
夹持状 态反馈	513 (0x0201)	反馈当前夹爪的 夹持状态	不能写入	0:运动中,1:到达位置; 2:夹住物体;3:物体掉落

位置反馈	514 (0x0202)	反馈当前夹爪位置信息	不能写入	读取当前 <b>实时</b> 位置
------	-----------------	------------	------	-------------------

表2.2 基础控制地址表

功能	地址 (16进制)	说明	写入	读取
写入保存	768 (0x0300)	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	769 (0x0301)	配置夹爪初始化方向	0:打开;1:关闭(默认:0)	读取当前的设定值
设备ID	770(0x0302)	配置夹爪Modbus ID	1-255(默认:1)	读取当前的设定值
波特率	771 (0x0303)	配置夹爪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	772 (0x0304)	配置夹爪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	773 (0x0305)	配置夹爪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
IO参数测试	1024 (0x0400)	直接控制4组IO功能	1;2;3;4	不能读取
预留	-	-	-	-
IO模式开关	1026 (0x0402)	开启IO功能开关	0:关闭, 1:开启(默认:0关闭)	读取当前的设定值
IO输出输入高低电平选择	1027-1028 (0x0403-0404)	配置IO输入输出类型	0:0V有效(默认);1:24V有效	读取当前的设定值
IO参数配置	1029-1040 (0x0405-0410)	四组IO参数	位置1, 力值1, 速度1到位置4, 力值4, 速度4	读取当前的设定值

表2.3 参数配置地址表

## 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。

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

表2.4 初始化指令

**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**2.3.3.9 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 **初始化后发送保存指令，见2.3.3.8写入保存**

返回 :01 06 01 00 00 A5 48 4D, **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。

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

表2.5 力值指令

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。

以设置并读取30%力值为例:

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。

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

表2.6 位置指令

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**2.3.3.7 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。

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

表2.7 速度指令

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

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 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2.8所示。

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

表2.8 初始化状态反馈

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)



### 2.3.3.6 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2.9所示。

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

表2.9 夹持状态反馈

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)

### 2.3.3.7 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2.10所示。

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

表2.10 位置反馈

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

### 2.3.3.8 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2.11所示。

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

表2.11 写入保存

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IO配置以及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)

### 2.3.3.9 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2.12所示。

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

表2.12 初始化方向

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

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

### 2.3.3.10 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2.13所示。

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

表2.13 设备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

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

### 2.3.3.11 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2.14所示。

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

表2.14 波特率设置

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

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

### 2.3.3.12 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2.15所示。

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

表2.15 停止位设置

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

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

### 2.3.3.13 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2.16所示。

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

表2.16 校验位设置

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

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

### 2.3.3.14 IO参数测试

该命令为夹爪通过Modbus-RTU协议控制夹爪的4组已设定的IO参数,地址为 0x0400。具体IO控制详细介绍如下表2.17所示。

功能	地址	说明	写入	读取
IO参数测试	0x0400	通过发送数据控制4组IO	1;2;3;4	读取IO控制

表2.17 IO 控制

IO参数测试可用于直接运行设定的4组IO参数,即使断电,4组IO参数的力值位置和速度并不会改变,所以可以尽快将设备执行到运行状态。具体IO控制指令如下所示:

设置夹爪为第一组IO状态(写操作):

发送 :01 06 04 00 00 01 49 3A

返回 :01 06 04 00 00 01 49 3A

#### 注意

·如您需使用Modbus-RTU来控制4组IO参数,需关闭IO模式开关。

### 2.3.3.15 IO 模式开关

该命令为设置IO模式开关相关命令,地址为 0x0402。具体IO模式开关详细介绍如下表2.18所示。

功能	地址	说明	写入	读取
IO模式开关	0x0402	是否开启IO功能	0:关闭,1:开启	读取设定值

表2.18 IO 模式开关

IO模式开关是用于是否打开IO模式的开关,有0和1两种状态。两种状态下对应的控制范围如下表2.19所示。

前端开关状态	对应状态	Modbus-RTU控制	IO控制
0	IO模式关闭	可以	不可以
1	IO模式打开	不可以	可以

表2.19 IO 模式开关对应范围

设置IO模式开关为关 (写操作):  
 发送 :01 06 04 02 00 00 29 3A  
 返回 :01 06 04 02 00 00 29 3A  
 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

### 2.3.3.16 IO 输出输入高低电平选择

该命令为夹爪设置IO模式下输出和输入IO类型开关, 地址为 0x0403-0x0404, 具体切换IO模式下IO类型详细介绍如下表2.20所示。

功能	地址	说明	写入	读取
IO输入高低电平选择	0x0403	设置IO输入IO信号类型	0:0V有效(默认); 1:24V有效	读取当前的设定值
IO输出高低电平选择	0x0404	设置IO输出IO信号类型	0:0V有效(默认); 1:24V有效	读取当前的设定值

表2.18 IO 控制

IO输出输入高低电平选择命令可用于切换IO输出类型, 默认输入输出NPN类型, 输出0V, 0V触发高电平。如需修改成PNP类型, 即输入输出24V有效, 需要在此地址进行配置, 具体配置如下所示:

设置输出类型24V有效 (写操作):  
 发送 :01 06 04 02 00 01 E8 FA  
 返回 :01 06 04 02 00 01 E8 FA  
 再发送写入保存指令 (写操作):  
 发送 :01 06 03 00 00 01 48 4E  
 返回 :01 06 03 00 00 01 48 4E  
 设置输出类型0V有效 (写操作):  
 发送 :01 06 04 03 00 00 78 FA  
 返回 :01 06 04 03 00 00 78 FA  
 再发送写入保存指令 (写操作):  
 发送 :01 06 03 00 00 01 48 4E  
 返回 :01 06 03 00 00 01 48 4E

### 2.3.3.17 IO 参数配置

该命令为夹爪配置4组IO参数相关命令,地址为 0x0405-0x0410。具体IO参数配置详细介绍如下表2.21所示。

功能	高字节	低字节	说明	写入	读取
第1组IO参数设置	0x04	0x05	第1组位置	0-1000, 千分比	读取当前的值
		0x06	第1组力值	20-100, 百分比	
		0x07	第1组速度	1-100, 百分比	
第2组IO参数设置		0x08	第2组位置	0-1000, 千分比	
		0x09	第2组力值	20-100, 百分比	
		0x0A	第2组速度	1-100, 百分比	
第3组IO参数设置		0x0B	第3组位置	0-1000, 千分比	
		0x0C	第3组力值	20-100, 百分比	
		0x0D	第3组速度	1-100, 百分比	
第4组IO参数设置		0x0E	第4组位置	0-1000, 千分比	
		0x0F	第4组力值	20-100, 百分比	
		0x10	第4组速度	1-100, 百分比	

表2.21 IO 参数配置

IO参数配置可用于配置IO参数。以设置第一组目标位置为300,目标力为30%,目标速度为30%为例:

设置I/O模式下第一组状态(写操作):

发送:01 06 04 05 01 2C 98 B6 (目标位置300)

返回:01 06 04 05 01 2C 98 B6

发送:01 06 04 06 00 1E E8 F3 (目标力值30%)

返回:01 06 04 06 00 1E E8 F3

发送:01 06 04 07 00 1E B9 33 (目标速度30%)

返回:01 06 04 07 00 1E B9 33

## 3. IO 控制

IO模式是工业上常见的控制方式，以硬件接线的形式对夹爪进行控制。在使用IO控制时，需要提前将夹爪设置为IO模式，并设置好夹爪4组IO状态。

### 3.1 IO 配置

IO模式的4种状态可通过串口软件进行配置，或者通过我司的调试软件对夹爪的参数进行配置，具体接线方式和配置方式请参考下图：

夹爪信号定义	控制设备
Input 1	DO /D-Out / Digital Output
Input 2	DO /D-Out / Digital Output
Output1	DI /D-In / Digital Input
Output 2	DI /D-In / Digital Input
24V	24V/24V+
0 V	0V/24V-/GND

四组参数配置完成后，即可通过设置INPUT 1和INPUT 2引脚状态控制夹爪，通过检测输出引脚OUTPUT 1和OUTPUT 2可以获取夹爪状态。

具体配置如下图所示：



图3.1 IO 设置



### 切换IO模式步骤

- **打开IO模式:**先打开IO模式。
- **配置4组IO参数:**针对夹爪的4组参数,包含位置、力、速度进行设置。
- **保存:**点击保存按钮,即可将参数写入Flash内部寄存器,重启即可控制。
- **重启:**重启后即切换到IO模式成功,您可根据INPUT信号对夹爪进行控制,运行状态会通过OUTPUT进行反馈。

通过设置INPUT 1和INPUT 2引脚状态(0V和高阻状态)来控制夹爪。由于每个INPUT引脚都识别两种输入状态,所以可以设置为四种夹爪状态(00 10 01 11)。具体引脚状态对应如表3.1所示。

INPUT 1	INPUT 2	引脚状态	I/O状态	执行动作
高阻	高阻	0 0	第1组状态	目标位置1,目标力1,目标速度1
0V	高阻	1 0	第2组状态	目标位置2,目标力2,目标速度2
高阻	0V	0 1	第3组状态	目标位置3,目标力3,目标速度3
0V	0V	1 1	第4组状态	目标位置4,目标力4,目标速度4

表3.1 INPUT1 INPUT2对应IO状态表

注:高阻状态即电阻值极大状态,对应夹爪不接线时状态,下同。

通过检测输出引脚OUTPUT 1和OUTPUT 2可以获取夹爪当前状态,夹爪在运行过程中,可以读取4种夹爪状态。具体如表3.2所示。

OUTPUT 1	OUTPUT 2	引脚状态	指令内容
高阻	高阻	0 0	夹爪处于运动状态
0V	高阻	1 0	夹爪未夹到物体,处于到位状态
高阻	0V	0 1	夹爪检测到夹住物体
0V	0V	1 1	夹爪检测到物体掉落

表3.2 OUTPUT1 OUTPUT2 反馈状态表

### 注意

- 数字IO默认输入输出都为NPN型,输入输出都为0V有效(低电平有效禁止接24V,导致夹爪损坏后果自负)。
- 输入输出可以配置。若需改为PNP型,即输入输出24V有效(高电平有效禁止接地或0V,导致夹爪损坏后果自负)可参考2.3.3.16 IO输出输入高低电平选择,或者提前与我司进行沟通。

## 3.2 IO 使用

当配置完参数后, 硬件上需要连接24V、GND、INPUT 1、INPUT 2、OUTPUT 1、OUTPUT 2。

将INPUT和OUPUT接好对应的设备, 确认好接线无误后重启, 夹爪会自动进行初始化。然后根据INPUT信号对夹爪进行控制。运行状态会通过OUTPUT进行反馈。

## 4. 夹爪通讯格式与IO详解

### 4.1 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4.1。



图4.1 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。

### 4.2 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**。

## 4.2.1 485 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4.1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**

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>

表4.1 功能码使用简介

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校验码。

**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**

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>

表4.2 功能码使用简介

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校验码。

### 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 03E 8 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。

## 4.2.2 485 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**

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
01	06	01	03	03	E8	78	88

表4.3 功能码使用简介

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校验码。

### 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。**

## 4.3 夹爪 IO 输入输出详解

### 4.3.1 夹爪 IO 输入详解

注：夹爪IO输入是通过**两根NPN型**IO控制线对夹爪进行4种状态控制。具体IO参数设置请参考**相关夹爪说明书IO控制章节**。此处仅说明**NPN型的输出输入原理**。夹爪IO输入线为两根，**线序定义参考线标**。两根IO线每根有两种状态，对应0 1。两根线共4种输入。如下表4所示。**INPUT**代表输入。

INPUT 1	INPUT 2	引脚状态	I/O状态	执行动作
高阻(0)	高阻(0)	<b>0 0</b>	第1组状态	目标位置1, 目标力1, 目标速度1
0V(1)	高阻(0)	<b>1 0</b>	第2组状态	目标位置2, 目标力2, 目标速度2
高阻(0)	0V(1)	<b>0 1</b>	第3组状态	目标位置3, 目标力3, 目标速度3
0V(1)	0V(1)	<b>1 1</b>	第4组状态	目标位置4, 目标力4, 目标速度4

表4.4 IO 状态

### 表4 INPUT1、2解释：

由于每根线有两种输出状态0和1，高阻状态在夹爪设定里面代表0；**NPN是0V有效**，所以0V就代表NPN三极管回路导通，在夹爪设定里面代表1。一根IO线每次只能输出一种状态也就是一个0或者1，**两根线互相组合一共有4种输入状态**，代表4种夹爪输入信号。

### 高阻与0V解释：

**NPN三极管为0V有效**，与PNP三极管的24V有效相反。下面使用图片解释NPN三极管。

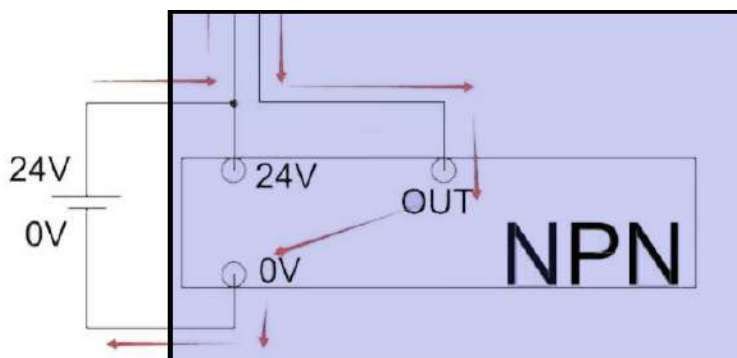


图4.2 NPN 图解

### NPN三极管解释：

黑色框表示为PCB板内部电路，24V为夹爪电源输入进去，经过NPN三极管变成0V输出，当夹爪输入INPUT IO线接入0V电压时，NPN三极管导通，向PCB板输入电流。PCB板感应到三极管输出的电流，确定此时INPUT输入为状态1；当夹爪输入INPUT断开0V时，NPN三极管断路，电阻值为无限大，设定状态为高阻，也就是断开，此时INPUT输入为0。

## 4.3.2 夹爪 IO 输出详解

注：IO输出与输入均为NPN。IO输出为OUTPUT。线序颜色定义请参考线标。

只有在**打开夹爪IO控制**的情况下，夹爪才会向IO输出信号线输出信号。

打开IO控制，夹爪会向IO线输出当前夹爪的运行状态。如下表4.5所示。

OUTPUT 1	OUTPUT 2	引脚状态	执行动作
高阻(0)	高阻(0)	0 0	夹爪处于运动状态
0V(1)	高阻(0)	1 0	夹爪未夹到物体，处于到位状态
高阻(0)	0V(1)	0 1	夹爪检测到夹住物体
0V(1)	0V(1)	1 1	夹爪检测到物体掉落

表4.5 OUTPUT1、OUTPUT2 反馈状态

### 表5 OUTPUT 解释：

夹爪处于运动状态时，两个输出IO线不输出信号为高阻（断开）状态，NPN三极管不导通，电阻无限大；夹爪处于到位状态时，PCB板控制IO输出1线的NPN三极管导通向上位机或PLC输出0V电压。IO输出2线依然为高阻（断开）状态，产生1 / 0信号输入上位机或者PLC的两个IO点，让上位机或者PLC的两个IO点通过两根IO输出线区分夹爪状态。

### NPN三极管输出解释：

NPN三极管电路图请参考图2。夹爪为NPN输出，相连接的PLC或上位机应该为NPN类型。NPN型PLC或上位机输入IO公共端为24V。夹爪IO输出线连接到PLC或上位机的输入IO点。当夹爪IO输出信号为0V时，PLC或上位机IO公共端为24V，产生一个24V电压差，PLC或上位机IO点导通。PLC或上位机接收到夹爪0V信号。反之夹爪为高阻（断开）状态时，PLC或上位机IO点与夹爪IO输出信号线为断路状态。夹爪为0V状态时，PLC与上位机IO点与夹爪IO输出信号线为导通状态。

## 4.4 夹爪 IO 输入输出测试方法

准备工具：万用表、24vDC电源，待测试大寰夹爪。

准备工作：使用DH-Robotics连接好夹爪，**打开IO模式**。设置好IO参数方便测试。

### 4.4.1 夹爪 IO 输入测试方法

当夹爪IO模式打开之后，把**INPUT1接入到24V电源0V**接口上去，**INPUT2悬空**，此时夹爪输入信号为(1 0)会按照IO设置内的第二组参数运行。

INPUT 1	INPUT 2	引脚状态	I/O状态	执行动作
0 V(0)	高阻(0)	<b>1 0</b>	第2组状态	目标位置2, 目标力2, 目标速度2

表4.6 IO 参数-2

当**夹爪INPUT1断开0V后悬空**，**INPUT2接入24V电源0V**。此时夹爪输入信号为(0 1)，夹爪会按照IO设置内的第3组参数运行。

INPUT 1	INPUT 2	引脚状态	I/O状态	执行动作
高阻(0)	0V(1)	<b>0 1</b>	第3组状态	目标位置3, 目标力3, 目标速度3

表4.7 IO 参数-3

当**夹爪INPUT1与INPUT2都接入24V电源0V**。此时夹爪输入信号为(1 1)，夹爪会按照IO设置内的第四组参数运行。

INPUT 1	INPUT 2	引脚状态	I/O状态	执行动作
0V(1)	0V(1)	<b>1 1</b>	第4组状态	目标位置4, 目标力4, 目标速度4

表4.8 IO参数-4



当**夹爪INPUT1与INPUT2都断开0V**。此时夹爪输入信号为(0 0),夹爪会按照IO设置内的第一组参数运行。

INPUT 1	INPUT 2	引脚状态	I/O状态	执行动作
高阻(0)	高阻(0)	0 0	第1组状态	目标位置1,目标力1,目标速度1

表4.9 IO参数-1

测试以上四种IO参数,如夹爪均能正确动作,说明夹爪输入IO正常。

## 4.4.2 夹爪 IO 输出测试方法

注:在打开IO模式下,用IO输入方式控制夹爪,IO输出才会有信号反馈。

首先使用万用表连接24V电源正极,另一端连接夹爪其中一根输出IO线。输出IO线输出信号时为0V,此时与24V电源正极有24V的电压差,通过24V电压差来判断IO有没有输出正确的信号。

打开IO控制,设置好IO参数,可参照图3的IO设置。连接好万用表和夹爪。



图4.3 IO 设置



图4.4 夹持状态

OUTPUT 1	OUTPUT 2	引脚状态	指令内容
高阻(0)	高阻(0)	0 0	夹爪处于运动状态
0V(1)	高阻(0)	1 0	夹爪未夹到物体,处于到位状态
高阻(0)	0V(1)	0 1	夹爪检测到夹住物体
0V(1)	0V(1)	1 1	夹爪检测到物体掉落

表4.5 IO 参数

把**夹爪的输入INPUT1接入0V**,夹爪会运动到**第二组IO参数位置**,夹爪显示图4中的到位后,测试OUTPUT1和OUTPUT2的电压,OUTPUT1的电压显示为24V,OUTPUT2的电压显示为0V左右为正确。

**解释：**

**OUTPUT1为什么显示24V却在表格里面显示0V。**

因为**OUTPUT1**输出的是**0V**电压,万用表另一端接入的是**24V**电压,与**OUTPUT1**有**24V**的电压差。当万用表显示**24V**时,说明**OUTPUT1**输出的是**0V**,所以表6上显示的是**0V**。

**解释：**

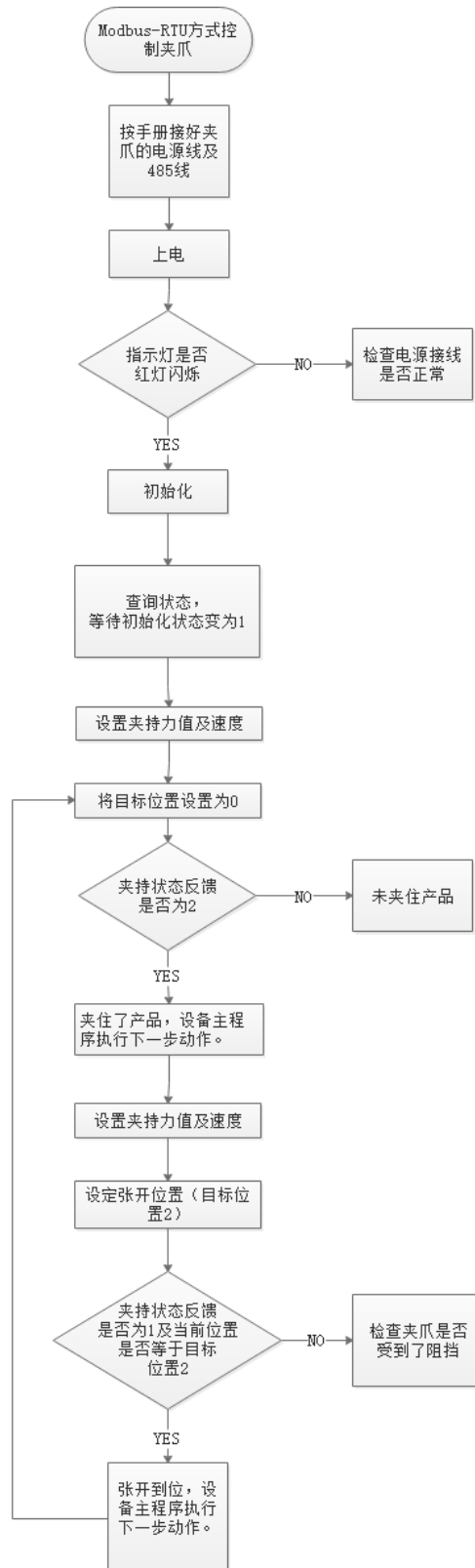
**OUTPUT2为什么显示0V却在表格里面显示高阻(断开)。**

在前面“输入IO测试方法”里面讲到过,高阻就是**断开状态**,所以电源**24V**与**OUTPUT2**之间是**断路状态**,没有电压产生,万用表上显示为**0V**。

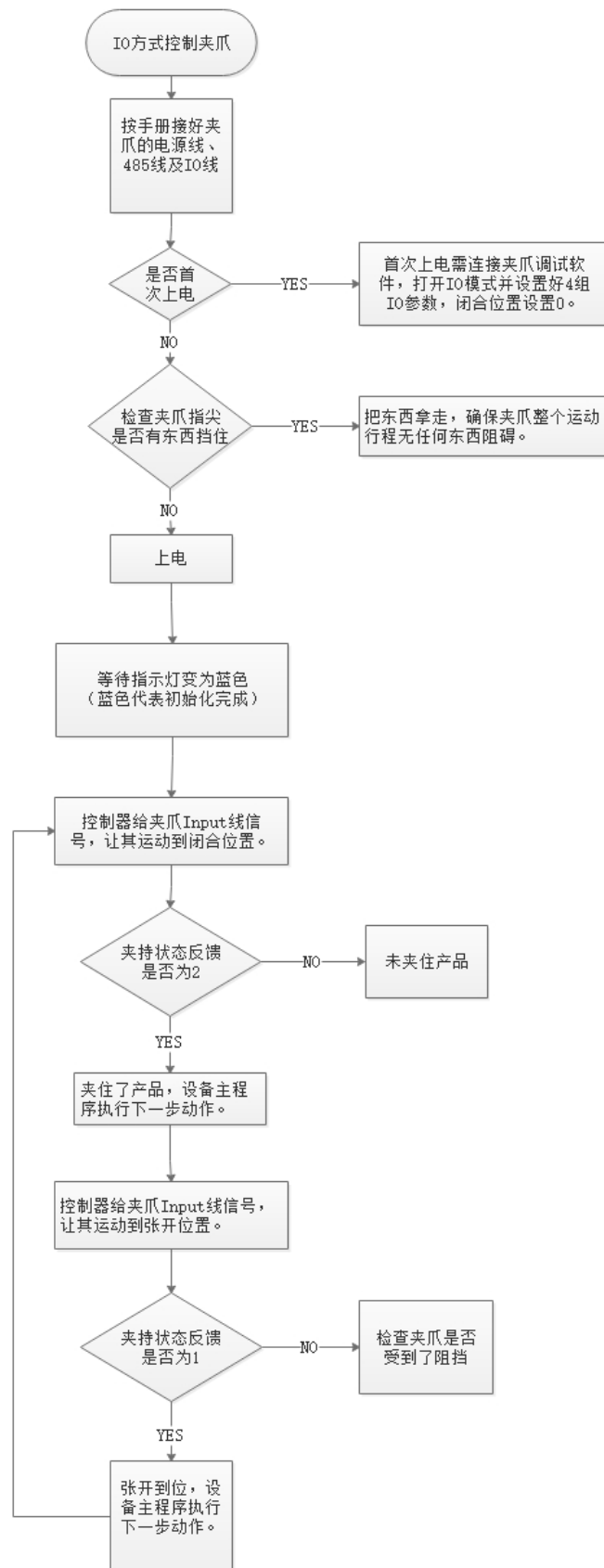
其他输出状态测试方法,均参考上方测试到位信号输出。

## 5. 夹爪控制流程

### 5.1 Modbus-RTU模式控制流程



## 5.2 IO 模式控制流程



---

## 6. 注意事项

---

- 安装产品本体时, 请勿施加强烈的冲击和过大的力矩。
- 夹爪手指在非系统规划运行内, 由外力导致夹爪手指被动运行, 将可能导致夹爪异常。
- 请保持出厂时设定的控制参数。不按出厂参数使用, 可能会导致异常, 需进行参数调整请联系技术支持。
- 带抱闸的机型建议给夹爪提供独立电源供电。
- 配线作业和检查时, 请先切断电源。



微 信 公 众 号



深圳市大寰机器人科技有限公司  
DH-Robotics Technology Co., Ltd.

深圳市南山区粤兴三道二号虚拟大学园综合楼A507  
[www.dh-robotics.com](http://www.dh-robotics.com)  
[info@dh-robotics.com](mailto:info@dh-robotics.com)