夹爪产品操作手册

关节型夹爪

EtherCAT 版本

前言

感谢您购买和使用 Raybot 关节型夹爪。

本手册介绍了关节型夹爪的使用方法、注意事项及其他相关信息。请确保相关操作人员、调试人员及维护人员在操作前仔细阅读本手册。

如需了解我司其他产品信息，欢迎随时联系我们。

公司官网：http://www.raybot-ai.com

公司名称：苏州瑞博特智能科技有限公司

服务热线：18662599006

地址：江苏省昆山市花桥镇远创路599号2号楼

修订历史

日期	版本	说明
20260306	V1.0	初版，编写操作与指令相关说明
20260729	V2.0	新增 CSP 模式和 PP 模式功能介绍及通信例程

目录

- 注意事项
  - 开箱
  - 测试
  - 存储
- 售后政策
- 夹爪概述
- 接口定义
- 上位机
- EtherCAT 系统组成
- 接线方法
- 对象字典
- 控制例程

注意事项

开箱

1. 请按层级顺序开箱。严禁以敲击等方式暴力开箱。
2. 请对照装箱清单核对夹爪名称是否正确、配件是否齐全、设备及其配件表面是否有损伤。如有任何问题，请勿安装并立即联系我们。

测试

1. 请勿在通电状态下插拔电源线和通信线缆。在接线和设备维护前，请确保电源指示灯已熄灭。
2. 严禁在通电状态下拆卸设备的任何器件或附件，否则存在触电危险。
3. 夹爪外壳未接地可能导致外壳电荷积聚，影响夹爪正常工作，甚至对人体造成伤害。接线线缆须满足相应的线径和屏蔽要求。屏蔽线缆的屏蔽层 须可靠接地。
4. 使用前请进行风险评估，并采取适当措施确保人身安全和设备安全。
5. 设置适当的位置限制、速度限制、电流限制等。超出限制可能损坏夹爪，甚至威胁人身安全。
6. 为防止意外事故，请对夹爪进行空载试运行。
7. 夹爪为精密设备。请勿使用锤子等工具用力敲击夹爪。请轻拿轻放，防止夹爪从桌面掉落造成裂纹等损坏。
8. 夹爪运行过程中，表面可能会变得很烫。请注意防护。表面温度超过40°C时，避免长时间接触以防低温烫伤。表面温度超过85°C时，避免接触以防轻度烫伤。

存储

1. 请严格按照手册要求的运输和存储温湿度条件执行。避免阳光直射、强磁场、强电场、强振动等。推荐温度：-20°C~60°C，相对湿度≤85%（无凝露）。
2. 避免夹爪存放超过3个月。若存放时间过长，请采取更严格的防护措施并进行必要的检查与维护。
3. 运输前请严格包装夹爪。严禁与可能对其产生影响的设备混运。

售后政策

本产品严格按照《中华人民共和国消费者权益保护法》和《中华人民共和国产品质量法》执行以下售后服务：

- 购买本产品的用户，自购买之日起7天内如出现产品质量问题，可享受退换货服务。退/换货时须提供有效购买凭证及退回发票，且退回产品须功能完好、外观无损伤、配件齐全。
- 购买本产品的用户，自收货之日起一年内享受免费保修服务。人为损坏、人为拆卸等情况不享受保修服务。若检测确认夹爪需要更换零件，商家与客户需协商是否另行购买维修配件。
- 自收货之日起7至15天内，如出现产品质量问题并经确认，可享受换货服务。换货时须提供有效购买凭证及退回发票，且退回产品须功能完好、外观无损伤、配件齐全。
- 以下情况不在保修范围内：

> 1. 未按用户手册要求安装和连接其他控制设备导致夹爪烧毁。
> 2. 超出用户手册所示规格或标准使用（如夹爪参数设置错误）。
> 3. 存储方式或工作环境超出用户手册规定范围（如污染、盐害、凝露等）。
> 4. 因异常工况导致产品损坏（如掉落、撞击、液体侵入、剧烈冲击等）。
> 5. 因不可抗力因素导致产品损坏（自然灾害、火灾、水灾等）。
> 6. 用户自行拆卸产品造成夹爪损坏。
> 7. 超过售后政策提供的保修期限。
> 8. 无法提供有效购买凭证。

若夹爪出现故障，请立即联系销售获取解决方案。用户不得以任何理由自行拆卸或维修关节夹爪，否则保修服务将终止。

夹爪概述

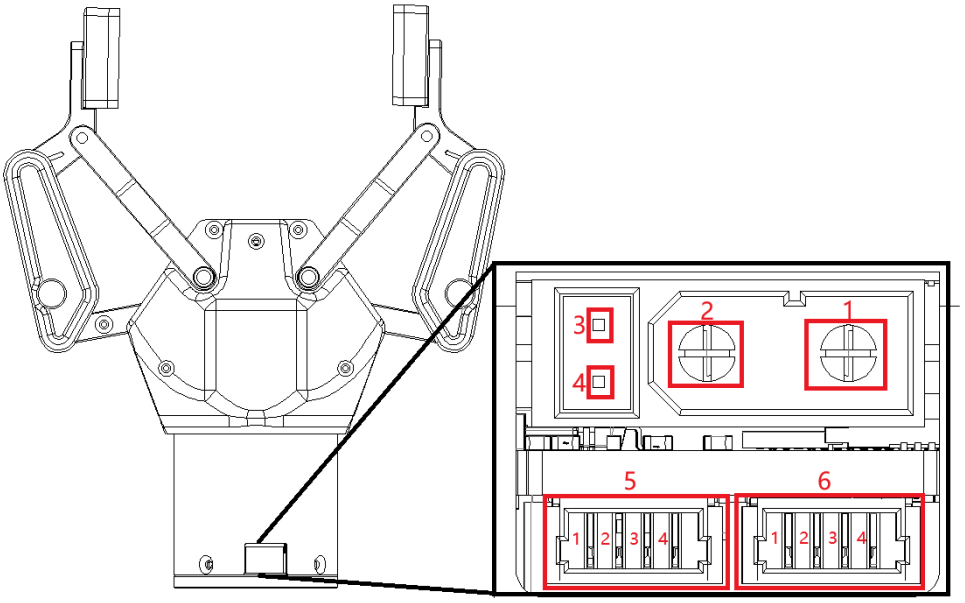
关节型夹爪具有两个自适应平行机械关节手指（以下简称关节手指）。每个关节手指由多个连杆机构和弹簧组成。该设计简化了夹取的控制方式，使关节手指能够自动适应所夹取物体的形状。

力位可控：夹爪可编程调节夹取位置和夹持力值。夹爪运行过程中，夹持力与设定值相关。

多种通信方式：夹爪本体采用标准 CAN2.0 通信协议控制和 EtherCAT 通信协议控制。

夹取判断：夹取过程采用力控与位控相结合的方式。

接口定义



序号	接口定义	接口说明
1	DC+	24~48V 电源正极
2	DC-	24~48V 电源负极
3	CAN_L	CAN 网络信号
4	CAN_H	CAN 网络信号
5	1.R+ 2.R- 3.T+ 4.T-	EtherCAT 输入接口
6	1.R+ 2.R- 3.T+ 4.T-	EtherCAT 输出接口

EtherCAT 系统组成

- EtherCAT 是一种用于实时以太网通信的现场总线协议。它通过数据帧进行实时数据传输和处理，实现低延迟和高带宽，同时保持低成本和简单的网络结构。
- EtherCAT 采用主从结构。其系统由一个主站设备和多个从站设备组成。主站发送控制指令和数据，从站接收并执行这些指令，并实时传输输出数据，如传感器数据、执行器状态和控制指令。任何具有网络接口的计算机和具有以太网控制的嵌入式设备均可作为主站。对于 PC 端计算机，主站控制器多使用 Beckhoff 开发的 TwinCAT 软件。伺服驱动器作为从站，配备专用的从站控制器。主站与从站之间的通信网线须为 Cat5e 及以上，通信速率为 100Mbit/s，2 个节点之间的最大通信长度为 100 米。

接线方法

EtherCAT 通信采用带有独立屏蔽的双绞线。硬件连接方式如图 2-2 所示。

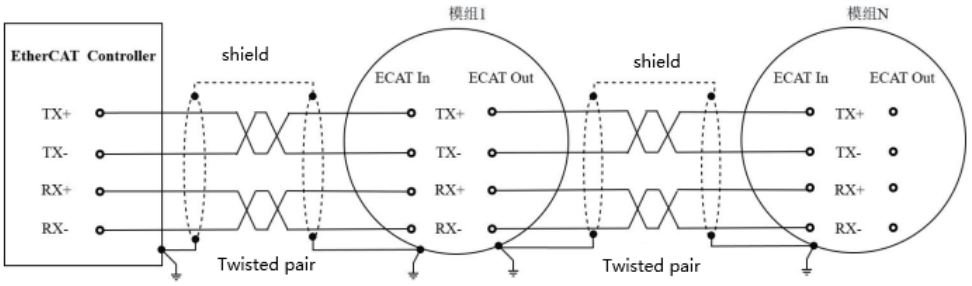


Figure 2-2

对象字典

1. 0x6040 控制字

- 可设置夹爪状态。
- 0x0F 设置夹爪为启用状态。
- 0x00 设置夹爪为禁用状态。

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	更新方式	PDO 映射
UINT16	0x0000	0xFFFF	0x00	RW	是	立即	RxPDO

2. 0x6041 状态字

- 读取夹爪状态。
- 0x0231 准备接通
- 0x0237 已接通
- 0x1237 运行启用
- 0x1231 快速停机

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	更新方式	PDO 映射
UINT16	0x0000	0xFFFF	0x00	RO	否	\	TxPDO

3. 0x6060 运行模式

- 可设置夹爪运行模式。以下是夹爪的 3 种模式。
- 0x00 为停止状态，上电默认。
- 0x06 为夹爪零点初始化模式。该模式下夹爪重新标定零位。初始化过程中请勿控制夹爪。初始化约需 1-5 秒。初始化完成后请再行控制。
- 0x08 为夹爪力矩-行程模式。该模式下夹爪需设置力矩、速度和行程三个参数，夹爪将按设定参数运行。

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	更新方式	PDO 映射
INT16	0x0000	0x000A	0x0000	RW	是	立即	RxPDO

4. 0x6061 运行模式显示

- 读取夹爪运行模式。
- 0x00 为停止状态，0x06 为夹爪零点初始化模式，0x08 为夹爪力矩-行程模式。

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	更新方式	PDO 映射
INT16	0x0008	0x000A	0x0000	RO	否	\	TxPDO

5. **0x6064 位置实际值**

- 读取夹爪电机输出轴位置数据，以最大正角度的万分之一显示。（示例：最大正角度为 1200°，读取数据为 1000，1200×1000×0.0001=120°，表示夹爪电机输出轴旋转了 120 度）

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	单位	更新方式	PDO 映射
INT32	0x00000000	0x7FFFFFFF	0x80000000	RO	否	0.01%	\	TxPDO

6. **0x6067 力矩实际值（电流）**

- 读取夹爪电机瞬时力矩电流，单位为 A。

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	单位	更新方式	PDO 映射
INT16	0x0000	0x7FFF	0x8000	RO	否	A	\	TxPDO

7. **0x606C 速度实际值**

- 读取夹爪电机瞬时速度，单位为 rpm/min。

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	单位	更新方式	PDO 映射
INT32	0x00000000	0x7FFFFFFF	0x80000000	RO	否	rpm/min	\	TxPDO

8. **0x603F 错误代码**

- 读取夹爪错误状态，错误标志 System_errorState。（uint16_t 类型，每个位代表不同的夹爪状态）
- 当多个错误同时发生时，错误状态位会累加显示。（示例：0x0016 表示 0x0002+0x0004+0x0010 之和，表示夹爪同时存在堵转、欠压和相过流错误。）

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	更新方式	PDO 映射
UINT16	0x0000	0x7FFF	0x8000	RO	否	\	TxPDO

System_errorState 状态表：

System_errorState 值	状态说明
0x0002	夹爪堵转
0x0004	欠压
0x0008	过压
0x0010	相过流
0x0040	功率超限
0x0080	校准参数写入错误
0x0100	超速
0x0800	驱动板 MOS 过温
0x1000	夹爪过温
0x2000	编码器校准错误

9. **0x607B 夹爪夹取状态**

- 读取夹爪运行状态，默认值为 0x0000
- 夹取物体时，反馈状态为 0x0001。夹取后物体掉落时，反馈状态为 0x0002。反馈物体掉落的前提是已检测到夹取状态 0x0001。
- 0x0003 为回零完成标志。

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	更新方式	PDO 映射
UINT16	0x0000	0x0002	0x0000	RO	否	\	TxPDO

10. **0x607A 目标位置**

- 设置夹爪电机输出轴行程数据，以最大正角度的万分之一显示。（示例：最大正角度为 1200°，设置数据为 1000，1000×0.0001×1200=120°，表示夹爪电机输出轴旋转至 120 度）

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	单位	更新方式	PDO 映射
INT32	0x00000000	0x7FFFFFFF	0x80000000	RW	否	0.01%	立即	RxPDO

11. **0x60FF 目标速度**

- 设置夹爪电机最大输入速度，以额定速度的千分之一运行。（示例：额定速度为 2000rpm/min，设置数据为 1000，1000×0.001×2000=2000rpm/min，表示夹爪电机输入最大速度为 2000rpm/min）

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	单位	更新方式	PDO 映射
INT32	0x00000000	0x7FFFFFFF	0x80000000	RW	否	0.1%	立即	RxPDO

12. **0x6072 最大力矩（电流）**

- 设置夹爪电机最大运行力矩电流，以额定电流的千分之一运行。（示例：额定电流为 10A，设置数据为 200，200×0.001×10=2A，表示夹爪电机输入最大运行力矩电流为 2A）

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	单位	更新方式	PDO 映射
INT16	0x0000	0x7FFF	0x8000	RW	否	0.1%	立即	RxPDO

13. **0x6060 运行模式（扩展模式）**

- 0x01 为轮廓位置模式（PP 模式）。夹爪支持点到点定位，需要配置目标位置、轮廓速度和加减速度。
- 0x08 为循环同步位置模式（CSP 模式）。夹爪跟随主站的循环位置指令，适用于多轴同步插补。

数据类型	默认值	最大值	最小值	访问权限	备份	更新方式	PDO 映射
INT16	0x0008	0x000A	0x0000	RW	是	立即	RxPDO

CSP 模式（循环同步位置模式，模式代码 0x08）

CSP 模式是 EtherCAT 协议定义的循环同步位置模式。主站在每个通信周期（如 1ms）向从站发送目标位置。从站在同步信号（SYNC0）触发后更新位置环，实现高精度多轴插补同步。适用于多夹爪协同、轨迹插补、力位混合控制等场景。

CSP 模式相关对象字典

索引	子索引	名称	类型	访问权限	说明
0x6060	0x00	运行模式	SINT	RW	设置为 0x08（CSP 模式）
0x6061	0x00	运行模式显示	SINT	RO	回读确认为 0x08
0x607A	0x00	目标位置	DINT	RW	主站循环目标位置（用户单位）
0x6064	0x00	位置实际值	DINT	RO	编码器反馈实际位置
0x606C	0x00	速度实际值	DINT	RO	实际速度反馈
0x6077	0x00	力矩实际值	INT	RO	实际力矩反馈
0x6040	0x00	控制字	UINT	RW	状态机控制
0x6041	0x00	状态字	UINT	RO	状态反馈
0x60B1	0x00	速度偏移（前馈）	DINT	RW	速度前馈（可选）
0x60B2	0x00	力矩偏移（前馈）	INT	RW	力矩前馈（可选）

CSP 模式控制字（0x6040）关键位

位	名称	说明
0	接通	状态机转换位
1	使能电压	状态机转换位
2	快速停机	1=激活快速停机
3	使能运行	1=使能伺服运行
4-6	模式专用	CSP 模式下保留/制造商专用
7	故障复位	0->1 上升沿复位故障
8	暂停	1=暂停运动（CSP 中暂停跟随）
9-15	制造商专用	-

CSP 模式状态（0x6041）关键位

位	名称	说明
0	准备接通	准备接通
1	已接通	已接通
2	运行已启用	运行已启用（伺服运行中）
3	故障	故障状态
4	电压已使能	电压已使能
5	快速停机	快速停机激活
6	接通禁用	接通已禁用
7	警告	存在警告
8	制造商专用	-
9	远程	远程（由主站控制）
10	目标到达	1=位置已到达（跟随误差在窗口内）
11	内部限位激活	软限位触发
12	设定点确认	CSP 中，1=从站未跟随主站目标
13	回零已到达	回零已到达
14-15	制造商专用	-

CSP 模式 PDO 映射建议

RxPDO（0x1600）- 标准控制（力矩-行程模式 / CSP 模式通用）

子索引	映射对象	名称	位宽
1	0x6040:00	控制字	16 位
2	0x607A:00	目标位置	32 位
3	0x60FF:00	目标速度	32 位
4	0x6071:00	目标力矩	16 位
5	0x6072:00	最大力矩	16 位
6	0x6060:00	运行模式	8 位
7	0x2FFD:00	填充字节	8 位
总计			128 位 = 16 字节

TxPDO（0x1A00）- 从站 -> 主站

子索引	映射对象	名称	位宽
1	0x6041:00	状态字	16 位
2	0x6064:00	位置实际值	32 位
3	0x606C:00	速度实际值	32 位
4	0x6077:00	力矩实际值	16 位
5	0x603F:00	错误代码	16 位
6	0x607B:00	夹持状态	16 位
7	0x6061:00	运行模式显示	8 位
8	0x2FFE:00	填充字节 2	8 位
总计			128 位 = 16 字节

CSP 模式通信例程（TwinCAT / EtherCAT 主站示例）

初始化阶段（PreOP -> SafeOP -> OP）

1. **PreOP 阶段**：配置 PDO 映射（0x1600, 0x1A00），同步管理器参数（0x1C32, 0x1C33），插补周期（0x60C2）。
2. **SafeOP 阶段**：设置运行模式 0x6060 = 0x08，等待 0x6061 回读为 0x08。
3. **状态机启用序列**（写入 0x6040）：
   - 0x0F（使能运行）
4. **OP 状态循环通信**：主站每个周期（如 1ms）写入 0x607A 目标位置。从站在同步信号（SYNC0）触发后更新位置环，反馈 0x6064 位置实际值、0x606C 速度实际值、0x6077 力矩实际值。

位置指令生成示例（主站端伪代码，1ms 周期）

```
// 主站循环任务（1ms）
void CyclicTask_1ms() {
    static int32_t target_pos = 0;
    static int32_t target_vel = 0;
    static int16_t target_trq = 0;

    // 示例：梯形速度曲线移动至 50000 位置单位
    if (target_pos < 50000) {
        target_vel = 10000; // 目标速度 10000 单位/秒
        target_trq = 300;   // 目标力矩为额定的 30%
        target_pos += target_vel / 1000; // 1ms 周期位置增量
        if (target_pos > 50000) target_pos = 50000;
    }

    // 写入 PDO 数据（标准控制通道 0x1600）
    pdoOutputs[0x6040] = 0x0F;      // 控制字：使能运行
```

```
    pdoOutputs[0x607A] = target_pos;  // 目标位置
    pdoOutputs[0x60FF] = target_vel;  // 目标速度
    pdoOutputs[0x6071] = target_trq;  // 目标力矩
    pdoOutputs[0x6072] = 1000;        // 最大力矩为额定的 100%
    pdoOutputs[0x6060] = 0x08;        // CSP 模式

    // 读取 PDO 反馈
    int32_t actual_pos = pdoInputs[0x6064];
    int32_t actual_vel = pdoInputs[0x606C];
    int16_t actual_trq = pdoInputs[0x6077];
    uint16_t status_word = pdoInputs[0x6041];

    // 检查到位：状态字第 10 位=1 且位置误差 < 窗口值
    bool in_position = (status_word & 0x0400) != 0;
}
```

PP 模式（轮廓位置模式，模式代码 0x01）

PP 模式是一种点到点定位模式。主站只需设定目标位置、轮廓速度和加减速度。驱动器内部生成梯形或 S 形速度曲线轨迹，完成点到点定位。适用于不要求严格多轴同步，仅需单轴点到点定位的场景。

注意：PP 模式需要启用 2 个通道（PDO 映射通道）才能正常工作。须同时配置 RxPDO 和 TxPDO 映射。建议同时激活 0x1600 和 0x1602。

PP 模式相关对象字典

索引	子索引	名称	类型	访问权限	说明
0x6060	0x00	运行模式	SINT	RW	设置为 0x01（PP 模式）
0x6061	0x00	运行模式显示	SINT	RO	回读确认为 0x01
0x607A	0x00	目标位置	DINT	RW	目标位置（用户单位）
0x6081	0x00	轮廓速度	UDINT	RW	最大运行速度（用户单位/秒）
0x6083	0x00	轮廓加速度	UDINT	RW	加速度（用户单位/秒²）
0x6084	0x00	轮廓减速度	UDINT	RW	减速度（用户单位/秒²）
0x6064	0x00	位置实际值	DINT	RO	实际位置反馈
0x606C	0x00	速度实际值	DINT	RO	实际速度反馈
0x6040	0x00	控制字	UINT	RW	状态机控制 + 新目标位置触发
0x6041	0x00	状态字	UINT	RO	状态反馈 + 目标到达/设定点确认

PP 模式控制字（0x6040）关键位（PP 模式专用）

位	名称	说明
4	新设定点	0->1 上升沿触发新目标位置开始（绝对/相对由第 6 位决定）
5	立即切换设定	1=立即中断当前运动并启动新目标；0=等待当前运动完成
6	绝对/相对	1=相对位置；0=绝对位置
8	暂停	1=暂停运动（减速停止）

PP 模式状态字（0x6041）关键位（PP 模式专用）

位	名称	说明
10	目标到达	1=位置已到达（位置误差在跟随误差限制内）
12	设定点确认	1=驱动器已接收到新目标位置（第 4 位上升沿后置位）
13	跟随误差	1=跟随误差超限

PP 模式 PDO 映射建议

RxPDO（0x1600）- 标准控制通道（与 CSP/力矩-行程模式通用）

子索引	映射对象	名称	位宽
1	0x6040:00	控制字	16 位
2	0x607A:00	目标位置	32 位
3	0x60FF:00	目标速度	32 位
4	0x6071:00	目标力矩	16 位
5	0x6072:00	最大力矩	16 位
6	0x6060:00	运行模式	8 位
7	0x2FFD:00	填充字节	8 位
总计			128 位 = 16 字节

RxPDO（0x1602）- PP 模式专用通道（必须同时激活）

子索引	映射对象	名称	位宽
1	0x6040:00	控制字	16 位
2	0x607A:00	目标位置	32 位
3	0x6081:00	轮廓速度	32 位
4	0x6083:00	轮廓加速度	32 位
5	0x6084:00	轮廓减速度	32 位
6	0x6060:00	运行模式	8 位
7	0x2FFD:00	填充字节	8 位
总计			160 位 = 20 字节

TxPDO（0x1A00）- 从站 -> 主站

子索引	映射对象	名称	位宽
1	0x6041:00	状态字	16 位
2	0x6064:00	位置实际值	32 位
3	0x606C:00	速度实际值	32 位
4	0x6077:00	力矩实际值	16 位
5	0x603F:00	错误代码	16 位
6	0x607B:00	夹取状态	16 位
7	0x6061:00	运行模式显示	8 位
8	0x2FFE:00	填充字节 2	8 位
总计			128 位 = 16 字节

PP 模式通信例程（绝对定位示例）

初始化

1. 设置 0x6060 = 0x01，等待 0x6061 = 0x01。
2. 状态机使能：0x0F -> 0x1F。
3. 设置运动参数：
   - 0x6081 = 300000 （GP2-53 推荐轮廓速度 300000 单位/秒，GP2-51 推荐轮廓速度 100000 单位/秒）
   - 0x6083 = 600000 （GP2-53 推荐加速度 600000 单位/秒^2，GP2-51 推荐加速度 200000 单位/秒^2）
   - 0x6084 = 600000 （GP2-53 推荐减速度 600000 单位/秒^2，GP2-51 推荐减速度 200000 单位/秒^2）

单次绝对位置移动（目标位置 10000）

1. 写入目标位置 0x607A
2. 控制字第 4 位从 0 变为 1（如 0x000F → 0x001F）
3. 驱动器开始轨迹规划和运动
4. 运动完成后，状态字第 10 位 = 1
5. 要移动到新位置，先将第 4 位清零，然后重复上述步骤

```
// 1. 写入目标位置
pdoOutputs[0x607A] = 10000;

// 2. 触发新设定点：控制字第 4 位 0->1 上升沿
pdoOutputs[0x6040] = 0x1F; // 0x0F -> 0x1F（第 4 位=1）

// 3. 等待状态字第 10 位（目标到达）= 1
while ((pdoInputs[0x6041] & 0x0400) == 0) {
   // 等待运动完成
}

// 4. 清除第 4 位，准备下次触发
pdoOutputs[0x6040] = 0x0F;

// 5. 下一个目标位置，重复步骤 1-4
```

相对位置移动（相对于当前位置 -2000）

1. 写入目标位置 0x607A = 8000
2. 控制字第 6 位=1（相对模式），第 4 位 0->1 触发
3. 等待状态字第 10 位 = 1
4. 清除第 4 位和第 6 位

```
// 1. 设置目标位置为相对增量
pdoOutputs[0x607A] = 8000;

// 2. 控制字第 6 位=1（相对模式），第 4 位=1（新设定点上升沿）
// 当前 0x0F -> 设置第 4 位，第 6 位 -> 0x5F
pdoOutputs[0x6040] = 0x5F;

// 3. 等待第 12 位=1（设定点确认）
while ((pdoInputs[0x6041] & 0x1000) == 0);

// 4. 清除第 4 位和第 6 位
pdoOutputs[0x6040] = 0x0F;
```

```
// 5. 等待第 10 位=1（目标到达）
while ((pdoInputs[0x6041] & 0x0400) == 0);
```

PP 模式暂停/恢复

```
// 暂停：设置第 8 位=1
pdoOutputs[0x6040] |= 0x0100; // 保持使能位，设置暂停位

// 恢复：清除第 8 位=0
pdoOutputs[0x6040] &= ~0x0100;
```

控制例程

CSP 模式控制例程

1. 上电后，设置 0x6060=6，0x6072=300，0x6040=15。等待夹爪初始化。当 0x607B=0x03 时，初始化完成。
2. 设置 0x6060=8，使夹爪工作在力矩-行程模式。
3. 从 0x6064 读取当前夹爪电机最大正角度比例。将目标位置 0x607A 设置为该比例。
4. 设置行程速度 0x60FF=1000。夹爪以额定速度的 100% 最大速度运行。
5. 设置力矩 0x6071=200。夹爪最大力矩设置为额定电流的 20%。
6. 设置控制字 0x6040=15 为启用状态。
7. 设置控制字 0x607A 为对应值 0~10000。夹爪按电机最大正角度比例运行。0 对应手指闭合状态，10000 对应手指完全张开状态。

PP 模式控制例程

1. 上电后，设置 0x6060=6，0x6072=300，0x6040=15。等待夹爪初始化。当 0x607B=0x03 时，初始化完成。
2. 设置 0x6060=1，使夹爪工作在 PP 模式（轮廓位置模式）。
3. 设置运动参数：0x6081=20000（轮廓速度），0x6083=50000（加速度），0x6084=50000（减速度）。
4. 状态机使能：0x6040=0x0F-> 0x1F。
5. 配置 PDO 映射：RxPDO（0x1600）标准控制映射；RxPDO（0x1602）PP 专用映射（0x6040/0x607A/0x6081/0x6083/0x6084/0x6060）；必须同时激活 0x1600 和 0x1602 两个通道。
6. 设置目标位置 0x607A=50000（绝对位置）。触发控制字第 4 位上升沿（0x0F->0x1F->0x0F）。
7. 等待状态字第 12 位=1（设定点确认），再等待第 10 位=1（目标到达）。
8. 相对移动时，设置控制字第 6 位=1（相对模式）。步骤同上。