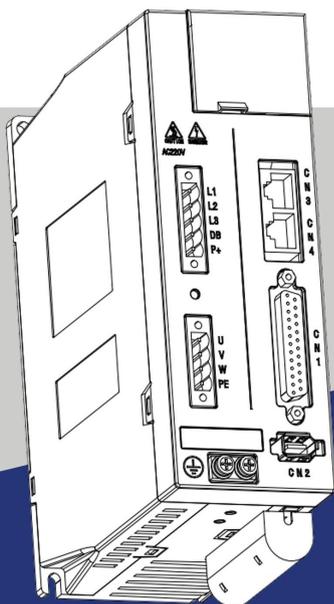


# FS-E

## 系列 伺服

简易操作说明书



# 安全警告

## 安全事项

<b>1. 使用注意事项</b>	
 <b>危险</b>	
	1. 请绝对不要用手触及伺服驱动器的内部。 否则有可能触电。
	2. 伺服驱动器及伺服电机的地线端子务请接地。 否则有可能导致触电。
	3. 请在切断电源 5 分钟后进行配线和检查。 否则有可能导致触电。
	4. 请不要损伤电缆线、或对电缆线施加不必要的应力、压载重物、夹挤。 否则有可能导致故障、破损和触电。
	5. 运行过程中，请不要触摸伺服电机的旋转部分。 否则有可能受伤。
 <b>注意</b>	
	1. 请按指定的组合方式使用伺服电机和伺服驱动器。 否则有可能发生火灾和故障。
	2. 请绝对不要在易于被溅到水的地方、腐蚀性气体的环境、易燃气体的环境及可燃物旁使用。 否则有可能发生火灾和故障。
	3. 伺服驱动器、伺服电机及外围设备的温度较高，务请注意保持距离。 否则易烫伤。
	4. 在通电过程中及切断电源后一段时间内，伺服驱动器的散热器、再生电阻器、伺服电机等有可能处于高温状态，故请不要触摸。 否则有可能烫伤。
	5. 最终产品内的伺服电机在运行过程中，若其表面温度超过 70℃时，则请在最终产品上贴上小心高温的标签。
<b>5. 配线注意事项</b>	
 <b>注意</b>	

	· 配线要正确、接牢。 否则有可能发生火灾、故障、受伤等事故。
 <b>禁止</b>	
	1. 请绝对不要给伺服电机侧的 U、V、W 端子连接商用电源(200V)。 否则有可能发生火灾和故障。
	2. 请在伺服电机侧的 U、V、W 端子上接地线(E), 接线时, 请不要弄错 U、V、W 端子的顺序。 否则有可能发生火灾和故障。
	3. 请绝对不要对编码器用端子进行耐压、电阻测试, 以防编码器破损。 对伺服电机侧的 U、V、W 端子进行耐压、电阻测试时, 请在切断与伺服驱动器的连接后进行。
	4. 请不要接错编码器的端子的顺序。 否则编码器和伺服驱动器会破损。
 <b>强制</b>	
	· 地线是用于防止万一发生触电事故的。 为安全起见, 务请安装地线。

## 6. 操作、运转时的注意事项

 <b>注意</b>	
	1. 过度的调整和变更都会导致运转不稳定, 请不要随意进行。 否则有可能受伤。
	2. 试运行, 固定住伺服电机, 在与机械设备切断的状态下, 经过运行情况的确认, 再安装到设备中。 否则有可能受伤。
	3. 自保制动器不是确保设备安全的停止装置。请在设备侧安装确保安全的停止装置。 否则有可能发生故障、受伤等事故。
	4. 发生报警时, 请排除原因, 确保安全后, 将报警复位后再运行。 否则有可能受伤。
	5. 瞬间停电后再来电时电机有可能突然再启动, 因此请不要靠近设备。(请在机械设计时考虑, 如何保证再启动时人身安全) 否则有可能受伤。
	6. 请确认电源规格正常。 否则有可能导致火灾、故障和受伤。

# 目 录

## 安全警告

## 第一章 概述

- 1.1 产品简介·····6
- 1.2 数据规格·····6
- 1.3 确认事项·····7
- 1.4 伺服驱动器型号说明·····8
- 1.5 伺服电机型号说明·····8

## 第二章 驱动器和电机的安装

- 2.1 伺服电机·····9
- 2.2 伺服驱动器·····11
- 2.3 伺服驱动器安装尺寸·····13
- 2.4 伺服电机安装尺寸·····14

## 第三章 配线及详细说明

- 3.1 接线图·····17
- 3.2 供电电源·····18
- 3.3 指令控制序列输入输出 (CN1) ··· 18
- 3.4 编码器 (CN2) ······19
- 3.5 通讯接口, (CN3, CN4) EtherCAT  
端口说明 ······20

- 3.6 主回路接线·····24
- 3.7 电线命名规则·····24
- 3.8 外接制动电阻·····25
- 3.9 带抱闸电机·····25
- 3.10 特别注意·····26

## 第四章 伺服参数说明

- 4.1 参数设置·····27
- 4.2 参数一览表·····27
- 4.3 控制结构图·····43

## 第五章 伺服主要操作功能

- 5.1 触摸面板介绍·····44
- 5.2 参数设置·····44
- 5.3 功能一览·····45
- 5.4 顺序监控模式·····46

## 第六章 伺服报警

- 6.1 报警内容·····49
- 6.2 报警解释及报警处理方法·····50

## 第七章 EtherCAT 协议概述

- 7.1 EtherCAT 从站协议结构·····56
- 7.2 ESM 状态机 ······56
- 7.3 DC 分布时钟·····57
- 7.4 SDO Abort Code·····58
- 7.5 PDO 配置 ······59

## 第八章 对象字典

- 8.1 CoE 通信配置对象区域·····63
- 8.2 伺服自定义参数区域·····68
- 8.3 CiA402 子协议区域·····70

## 第九章 控制模式

- 9.1 CiA402 状态机·····76
- 9.2 控制字和状态字 ······79
- 9.3 工作模式相关 ······82
- 9.4 位置控制模式 ······84
- 9.5 速度控制模式 ······96
- 9.6 转矩控制模式 ······98
- 9.7 其他功能 ······99

## 第十章 试运行

10.1 手动试运行.....	108	10.3 使用正运动 EtherCAT 运动控制器	
10.2 使用 TwinCAT2 连接日鼎 FS-E 伺服.....	109		
连接日鼎 FS-E 伺服.....	121		
附录一 正运动 ZBASIC 例程.....	130		
附录二 FS_EtherCAT 伺服 xml 文件导入说明.....	132		
附件一 伺服驱动器和电机选型表.....	134		
附件二 电机代码设置方法.....	135		
附件三 FS(EtherCAT 系列) 伺服主要型号及说明.....	135		

# 第一章 概述

## 1.1 产品简介

伺服系统是以机械参数为控制对象的自动控制系统。是输出量能够自动、快速、准确地跟随输入量变化的随动系统。交流伺服技术发展至今，技术成熟，性能不断提高，广泛应用于纺织机械、印刷包装机械、数控机床、以及自动化生产线等领域。

EtherCAT 技术的优异性能，可以实现用传统现场总线系统所无法实现的控制方法。这样，通过总线也可以形成超高速控制回路。以前需要本地专用硬件支持的功能现在可在软件中加以映射。巨大的带宽资源使状态数据与任何数据可并行传输。EtherCAT 技术使得通讯技术与现代高性能的工业 PC 相匹配。总线系统不再是控制理念的瓶颈。分布式 I/O 的数据传递超过了只能由本地 I/O 接口才能实现的性能。

## 1.2 数据规格

### 1.2.1 基本规格

主电源	AC 220V 系列	单相或三相、电压范围： -10% +10%、 50/60HZ	
控制方式	SVPWM 正弦波驱动		
反馈	标配：绝对值 17/23 位编码器		
功能· 输入 输出 信号	指令序列输入 (CONT1~4)	使能、报警复位、增益切换、脉冲清除、正反转控制、速度命令选择、控制模式选择及切换、紧急停止、正反转限位、电子齿轮比切换等	
	指令序列输出 (OUT1~2)	准备就绪、零速度、定位结束、转矩限制输出、伺服报警等	
	再生制动	3201、3202、3204	标配不能外接制动电阻，如有需要得选配。
		3205、3206	内部已内置一个制动电阻(60Ω、80W)
	控制方式	EtherCAT 模式	
	监视功能	反馈速度、命令速度、平均转矩、反馈当前位置、命令当前位置、位置偏差量、直流母线电压、电角度、驱动器内部温度、输入模拟量电压值、输入信号、输出信号、命令累积脉冲、峰值力矩、输入脉冲串频率、电机代码、软件版本、多圈编码器状态、当前报警、报警记录，通讯连接状态等	
	键盘、显示	四个功能按键、5 位 LED 数码管显示	
附属功能	零速钳位功能		
保护	过电流、过速度、过电压、编码器故障、存储器故障、再生电阻过热、过负载、欠压、过压、偏差超出、驱动器过热，回零故障，通信状态故障		
使用环境	放置场所	室内、海拔高度 1000m 以下、无尘、无腐蚀性气体、无阳光直射	
	温度/湿度	-10~55[°C]/10~90[%RH]不凝露	
	耐振动/耐冲击	4.9 (m/s <sup>2</sup> ) /19.6 (m/s <sup>2</sup> )	

## 1.2.2 EtherCAT 规格

物理层	100BASE-TX (IEEE802.3)
波特率	100Mbps/全双工
EtherCAT 端口数	2(RJ45)
网线最大长度	100m
网线规格	Cat5e 或者以上
应用层协议	EtherCAT
同步方式	DC 分布时钟同步
同步性能	抖动<1us
SYNO 同步周期	支持 250us, 500us, 1ms, 2ms
拓扑	线型
刷新时间	100 个伺服轴约 100us
CoE 服务	SDO, PDO, Emergency, SDO information.
PDO 配置	TPDO1/RPDO1 用户可自定义配置, TPDO1/RPDO1 最多可映射 8 个对象 (32Byte), TPDO2-5/RPDO2-5 为固定映射, 用户不可配置。
支持运行模式	同步位置模式 csp 同步速度模式 csv 同步转矩模式 cst 回零模式 hm 简表位置模式 pp 简表速度模式 pv 简表转矩模式 tq
指示信息	面板 5 位 7 段数码管显示, RUN LED, ERR LED, L/A LED (LED 集成于 RJ45 端口)

## 1.3 确认事项

产品(RIDING 伺服)抵达后, 请打开包装, 确认下列的内容。

确认事项
1. 包装箱是否完好、货物是否因运输受损;
2. 核对驱动器和伺服电机铭牌, 收到货物型号是否为所定货物;
3. 核对送货单, 配件是否齐全;
4. 电机轴是否运转平顺: 用手旋转电机转轴, 如果可以平顺运转, 代表电机转轴是正常的。 但是带抱闸的电机, 正常情况下则无法用手平滑运转!
5. 是否有松脱的螺丝: 是否有螺丝未锁紧或脱落。

完整可操作的伺服组件应包括:

- (1) 伺服驱动器及伺服电机。

- (2) 一条与电机 W U V PE 相连接的动力输出配线。(选购品)
- (3) 一条与电机编码器相连接的编码器配线。(选购品)
- (4) 与上位机连接的控制配线。(订购)

如果发现有何异常情况，请立即与您购入该产品时的销售店或本公司的销售人员联系。

## 1.4 伺服驱动器型号说明

FS      32      05 - A      T      E      (\*\*\*)  
 1          2          3          4          5          6          7

- 1: 表示控制器类型为: FS 系列单轴驱动器;
- 2: 表示电源电压等级, 32 代表单相交流 220V;
- 3: 表示此驱动器的额定输出电流等级, 单位为安培 (A);
- 4: 表示对应电机编码器类型, A: 17 位或 23 位总线式编码器;
- 5: T: 代表标准, F: 带脉冲反馈功能;
- 6: 选配的通讯功能, E: EtherCAT 通讯, ;
- 7: 括号中的信息表示此驱动器软硬件上有特殊之处, 缺省表示无特殊之处。

## 1.5 伺服电机型号说明

130      ST - Z      AB      050      C      2      A - I / \*\*  
 1          2          3          4          5          6          7          8          9          10

- 1: 表示机座号, 目前共有八种尺寸的机座: 40、60、80、90、110、130、150、180 (单位为 mm)。
- 2: 表示性能参数代号, “ST” 代表正弦波驱动的永磁同步交流伺服电机。
- 3: “Z” 表示带电磁式抱闸制动器; “Y” 表示带永磁式抱闸制动器; 缺省表示不带抱闸制动器。
- 4: 表示电机的反馈类型: “A” 代表 17 位光电总线式编码器; “AB” 代表 23 位光电总线式编码器;
- 5: 表示额定输出力矩, 单位:  $\times 0.1\text{N}\cdot\text{m}$ ;
- 6: 表示电机的额定转速:

A 代表 1500r/min	D 代表 3000r/min
B 代表 2000 r/min	E 代表 1000r/min
C 代表 2500r/min	

- 7: 表示电机的工作电压, “2” 代表 3 相 AC 220V;
- 8: 输出轴形式:

A 代表直轴,带键, 键宽 6mm	E 代表直轴带键, 键宽 10mm
B 代表直轴无键	F 代表直轴带键, 键宽 4mm
C 代表直轴带键, 键宽 8mm	G 代表直轴带键, 键宽 12mm
D 代表直轴带键, 键宽 5mm	H 代表直轴带键, 键宽 3mm

- 9: 派生号, 表示电机编码器的规格;
- 10: 派生号, 区分细节差别, 非标配电机时用。

## 第二章 驱动器和电机的安装

### 2.1 伺服电机

伺服电机可以在水平、垂直及任意方向上安装；但是，如果安装时机械配合有误，就会严重缩短伺服电机的使用寿命，也可能引发意想不到的事故。

请按照下述的注意事项，进行正确安装。

安装前注意事项：

电机轴端涂有防锈剂，在安装电机前请用蘸过稀释剂的软布将防锈剂擦拭干净。在擦拭防锈剂时，请不要让稀释剂接触伺服电机的其他部分。



#### 1、保存温度

在未通电的情况下保存伺服电机时，请在以下环境中保存：

保存环境温度：-20~60[°C]

保存环境湿度：10~90[%RH]以下（不结露）

#### 2、使用环境

请在以下使用环境中使用伺服电机：

无腐蚀性或易燃、易爆气体

通风良好、少粉尘、环境干燥

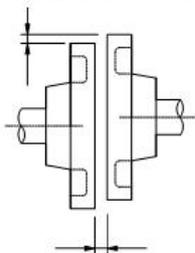
使用环境温度：-10~55[°C]

使用环境湿度：10~90[%RH]以下（不结露）

#### 3、安装同心度

在与机械进行连接时，应尽量使用弹性联轴器，并使伺服电机的轴心与机械负载的轴心保持在一条直线上。如果使用刚性联轴器，安装伺服电机时，应使其符合下图中同心度公差的要求。

在一圈的四等分处进行测定，最大与最小的差小于 0.03mm。（与联轴器一起旋转）



在一圈的四等分处进行测定，最大与最小的差小于 0.03mm。（与联轴器一起旋转）

- 
- 如果同心度偏差过大，会引起机械振动，使伺服电机轴承受到损伤。
  - 安装联轴器时，严禁轴向敲击，否则极易损坏伺服电机的编码器。
- 

#### 4、安装处理

伺服电机可以采取水平，垂直或任意方向安装。

伺服电机内装有编码器。由于编码器是精密机器，请不要用锤子等敲击伺服电机的输出轴。

安装时，请不要支撑，抬起编码器部分。

伺服电机内装的编码器与伺服电机的位置关系是调好了的，一旦拆解后，就失去正确的功能了。

所以，注意：

- 1）、严禁用锤子等敲击伺服电机，否则有可能导致编码器损坏、跑飞！
- 2）、严禁拆解伺服电机，一旦拆解，有可能性能降低，机械系统损坏！

#### 5、供电

请不要直接向伺服电机提供商用电源，否则会烧毁电机。

伺服电机必须与对应的伺服驱动器连接才能使用。

#### 6、电缆线的张紧度

使用时请不要“弯曲”电缆线及向电缆施加“张力”。

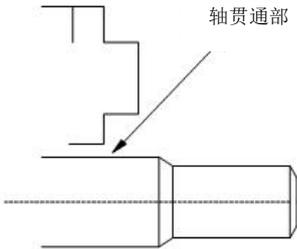
移动使用伺服电机时的注意事项：

- 1）、移动使用伺服电机时，请不要向电缆线施加不合理的张紧度。
- 2）、编码器线、动力线的配线请收在电缆线盒中以备使用。
- 3）、使用伺服电机附带（由电机引出的）的编码器电缆线、动力电缆线时，请用电缆线夹等固定。
- 4）、请尽量增大电缆线的弯曲半径。
- 5）、请不要向电缆线的连接部施加弯曲张紧度及自重张紧度。

## 7、防止水滴及油滴的措施

在有水滴，油滴或结露的场所使用时，需要对电机进行特殊处理才能达到防护要求；但是需要电机出厂时就满足对轴贯通部的防护要求，应指定带油封的电机型号。

油封在电机轴贯通部，轴贯通部指的是电机轴伸与端面法兰间的间隙。



## 2.2 伺服驱动器

### 1、保存温度

在未通电的情况下保存伺服驱动器时，请在以下环境中保存：

保存环境温度：-20~85[°C]

保存环境湿度：10~90[%RH]以下（不结露）

保存场所：室内、标高 1000[m]以下、无粉尘、无腐蚀性气体、远离直射阳光

保存气压：70~106[kpa]

振动/冲击：4.9 (m/s<sup>2</sup>) /19.6 (m/s<sup>2</sup>)

### 2、使用环境

请在以下使用环境中使用伺服驱动器：

伺服驱动器未采用防水、防尘措施。

使用环境温度：0~55[°C]

使用环境湿度：10~90[%RH]以下（不结露）

保存场所：室内、标高 1000[m]以下、无粉尘、无腐蚀性气体、远离直射阳光

保存气压：70~106[kpa]

振动/冲击：4.9 (m/s<sup>2</sup>) /19.6 (m/s<sup>2</sup>)

### 3、安装场所

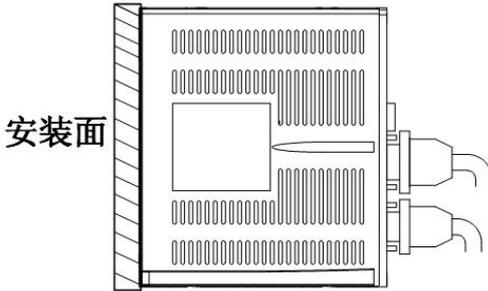
关于安装场所的注意事项如下：

设置条件	安装注意事项
安装在控制柜内时	安装在控制柜内时，应对控制柜的大小、伺服驱动器的配置以及冷却的方法进行统一设计，使得伺服驱动器附近环境温度保持在 55℃ 以下。
靠近热源安装时	为保持伺服驱动器工作的环境温度在 55℃ 以下，应严格控制热源的辐射以及对流，采取强制风冷等散热措施，防止温度过高。
靠近振动源安装时	应在伺服驱动器的安装基面下加装防振器具，避免振动传至伺服驱动

	器。
安装在有腐蚀性气体的场所时	应设法防止腐蚀性气体的侵入，腐蚀性气体虽然不会立即对伺服驱动器产生影响，但是长时间后会导致电子元器件出现故障进而影响驱动器的稳定运行。
其它	不要安装在高温、潮湿、多粉尘的场所。

#### 4、安装方向

如下图所示，安装的方向需与安装面垂直，至少使用三处安装孔，将伺服驱动器牢固地固定在安装基础上。

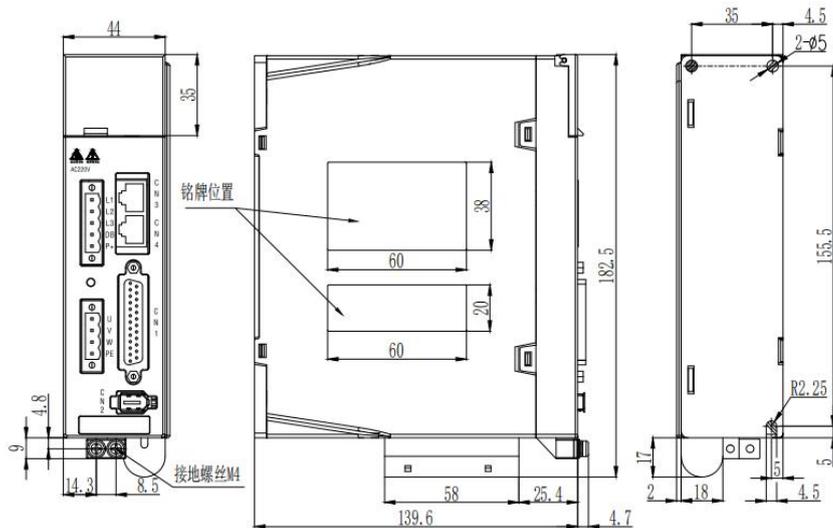


#### 5、多台驱动器的安装

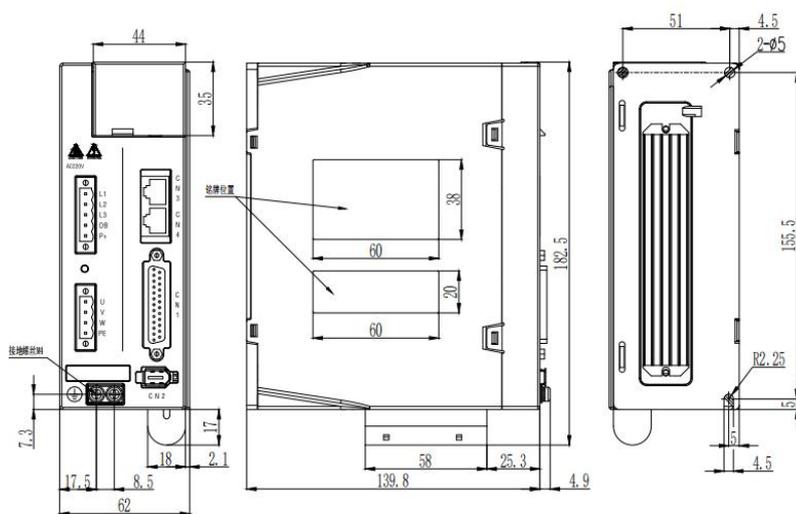
- 1) 请垂直安装伺服驱动器，使伺服驱动器的面板上方的“RiDING 日鼎”文字呈水平显示。
- 2) 应在伺服驱动器的周围留有足够的空间，保证通过风扇或自然对流进行冷却的效果。
- 3) 如下图所示，应在横向两侧各留 10mm 以上的空间，在纵向上下各留 50mm 以上的空间。应使控制柜内的温度保持均匀，避免伺服驱动器出现局部温度过高的现象，如有必要，请在伺服驱动器的上部安装强制对流用风扇。
- 4) 驱动器正常工作的工作环境条件：
  1. 温度：-10℃~55℃
  2. 湿度：90%RH 以下，不结露
  3. 震动：4.9m/s
  4. 为保证长期稳定使用，建议在 5℃~45℃的环境温度条件下使用。

## 2.3 伺服驱动器安装尺寸

单位: mm



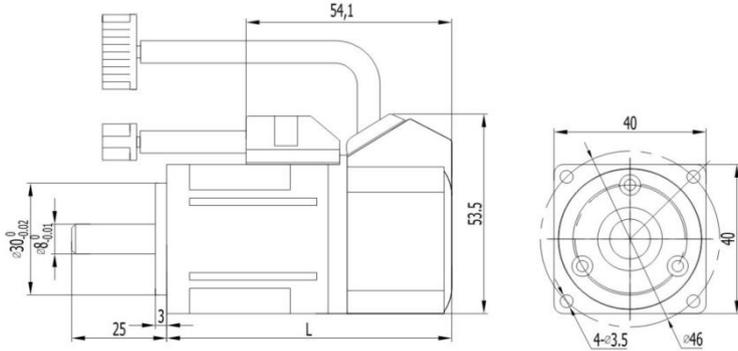
FS3202/FS3204 ATE 安装尺寸图



FS3205/FS3206 ATE 安装尺寸图

## 2.4 伺服电机安装尺寸

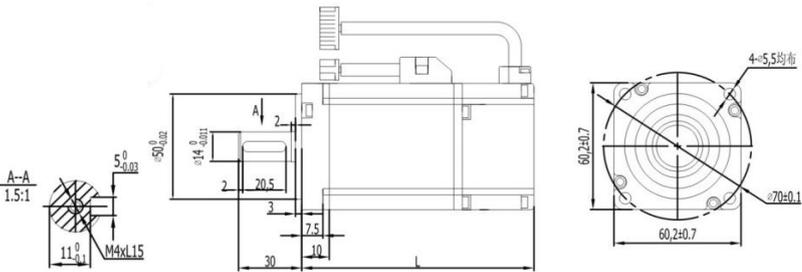
单位: mm



40ST 系列

AC220V 电机型号	40ST-M001D2*	40ST-M003D2*
L 不带抱闸	75	90
L 带永磁抱闸	109	124

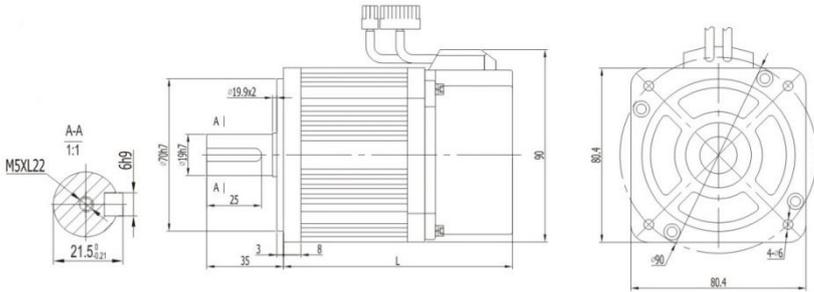
单位: mm



60ST 系列

AC220V 电机型号	60ST-M006D2*	60ST-M013D2*	60ST-M019D2*
L 不带抱闸	116	141	169
L 带永磁抱闸	164	189	217

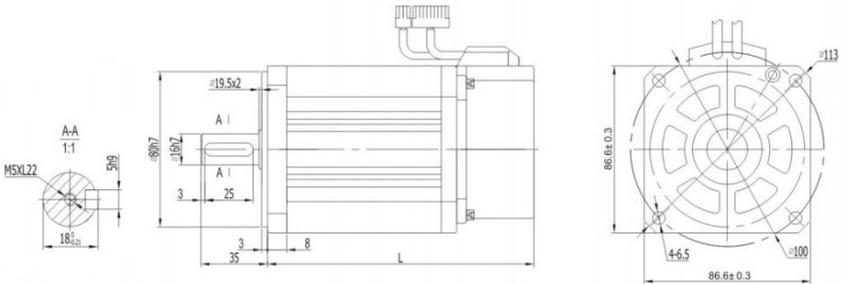
单位: mm



80ST 系列

AC220V 电机型号	80ST-M013D2*	80ST-M024D2*	80ST-M035B2*	80ST-M035D2*	80ST-M040C2*
L 不带抱闸	124	151	179	179	191
L 带永磁抱闸	178	205	233	233	245
L 带电磁抱闸	164	191	219	219	231

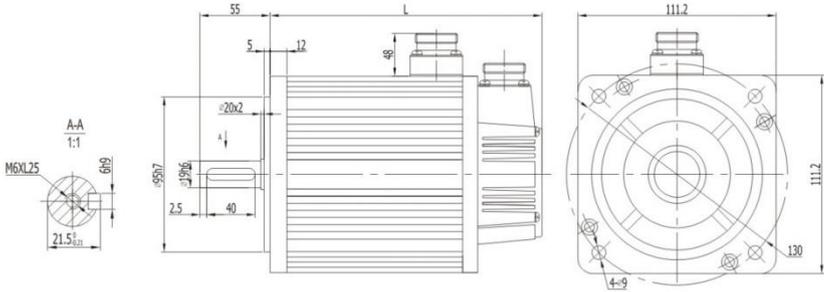
单位: mm



90ST 系列

AC220V 电机型号	90ST-M024B2*	90ST-M024D2*	90ST-M035B2*
L 不带抱闸	150	150	172
L 带永磁抱闸	207	207	229
L 带电磁抱闸	198	198	220

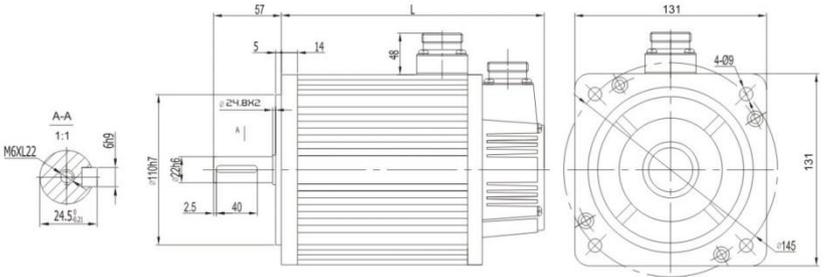
单位: mm



110ST 系列

AC220V 电机型号	110ST-M040B2*	110ST-M040D2*	110ST-M050D2*	110ST-M060B2*	110ST-M060D2*
L 不带抱闸	189	189	204	219	219
L 带永磁抱闸	245	245	260	275	275
L 带电磁抱闸	263	263	278	293	293

单位: mm

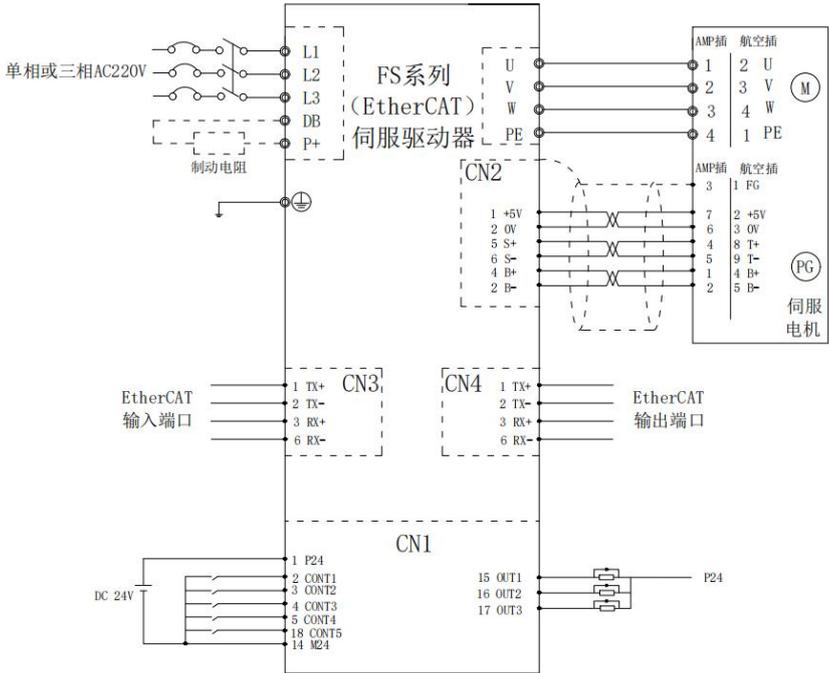


130ST 系列

AC220V 电机型号	130ST-M040C2*	130ST-M050C2*	130ST-M060C2*	130ST-M077C2*	130ST-M100A2*	130ST-M100C2*	130ST-M150A2*
L 不带抱闸	166	171	179	192	213	209	241
L 带永磁抱闸	236	241	249	262	283	279	311
L 带电磁抱闸	223	228	236	249	294	290	322

# 第三章 配线及详细说明

## 3.1 接线图



配线时，请务必遵照下述的注意事项操作：



### 注意

- 1、 不宜将动力线和信号线从同一管道内穿过，也不要将其绑扎在一起，配线时，动力线和信号线最好间隔 30CM 以上。
- 2、 信号线、编码器反馈线应使用带整体屏蔽的双绞线，屏蔽层应连接在接插件外壳上，配线长度：指令信号输入线最长不宜超过 3M，编码器反馈线最长不宜超过 20M。
- 3、 即使关闭电源，伺服驱动器内部仍然可能会滞留有高压，请在 CHARGE 指示灯熄灭 5 分钟以后再操作电源连接器。请在确认 CHARGE 指示灯熄灭 5 分钟以后，再进行接线或检查工作。
- 4、 请不要频繁地通、断电源，如需反复地通、断电源时，应控制在每分钟 1 次以下。伺服驱动器的内部安装有大容量电容，电源打开时会流过较大的充电电流（充电时间为几十毫秒），因此，如果频繁地通/断电源，会使得伺服驱动器内部的元器件加速老化。

## 3.2 供电电源

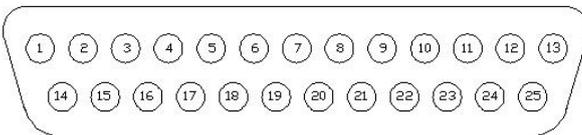
向伺服驱动器供给单相交流 220V 电源，频率： 50/60Hz。；

连接到 L1、L2、L3 端子上，范围：单相 200~230V -10%~+10%、

※ 若给定电源电压超出限定值，则会损坏伺服驱动器。

## 3.3 指令控制序列输入输出 (CN1)

伺服驱动器控制线插头（双排 DB25 公）管脚：

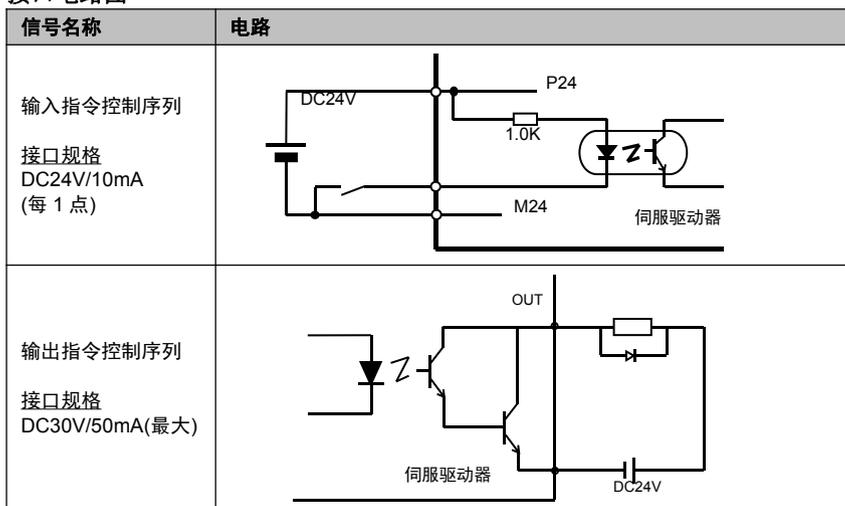


伺服驱动器的连接器 1(CN1)上，连接与上位控制器的控制信号。各信号定义如下表

代号	CN1 插头编号	信号名称	功能及定义
P24	1	控制信号输入输出用电源	控制信号输入输出信号用输入电源(DC24V/0.3A)。 P24: 24V 输入 M24: 标准电位 0V 输入
M24	14		

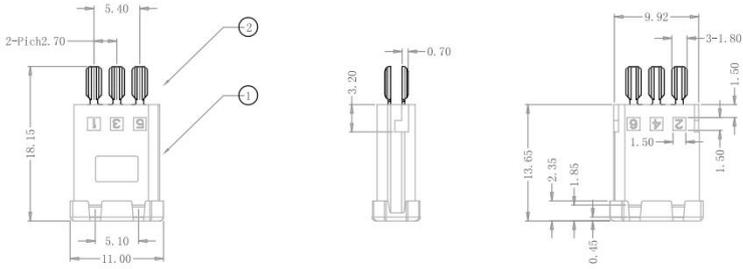
CONT1 CONT2 CONT3 CONT4 CONT5	2 3 4 5 18	输入指令控制序列	输入指令控制序列信号。(DC24V/10mA) CONT1: 伺服使能(RUN) CONT2: (出厂时无指定) CONT3: (出厂时无指定) CONT4: (出厂时无指定) CONT5: (出厂时无指定)
OUT1 OUT2 OUT3	15 16 17	输出指令控制序列	输出指令控制序列信号。(最大 DC30V/50mA) OUT1 : (出厂值 4) OUT2: (出厂时无指定) OUT3: (出厂时无指定)

### 接口电路图



### 3.4 编码器 (CN2)

伺服驱动器侧编码器线插头管脚:



伺服电机的后端内装有编码器；编码器的配线接到伺服驱动器的连接器 2 (CN2) 上。  
编码器的最大配线长度为 20m，根据配线用电缆线而受到制约。

编码器接线定义：

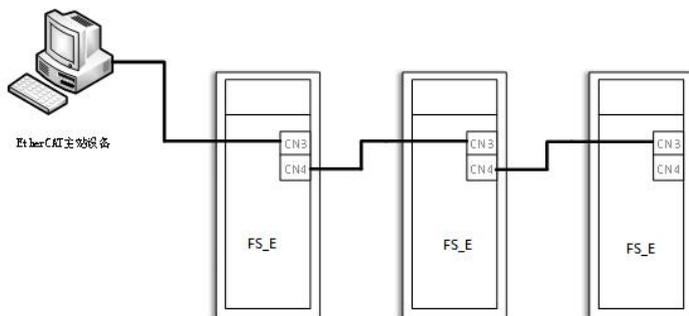
17 位或 23 位总线式编码器				
驱动器侧 CN2	定义	电机侧对应管脚		
编码器插座		9Pin AMP 插头	15 芯航空插头	9 芯航空小插头
1	5V	7	2	2
2	0V	6	3	3
5	S+	4	8	8
6	S-	5	9	9
4	BAT+	1	4	4
2	BAT-	2	5	5
外壳	屏蔽层	3	1	1

注：110 法兰及以上的为 15 芯航空插头，90 法兰及以下的有两种插头：9Pin AMP 插头和 9 芯航空小插头，具体以实际为准。

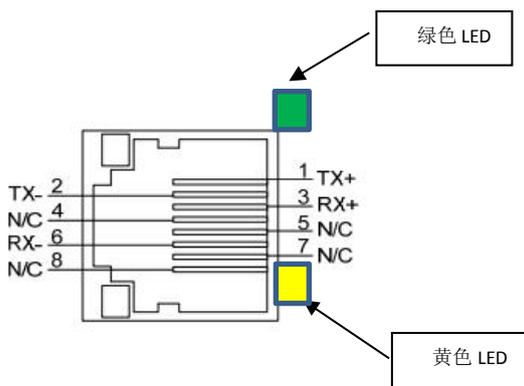
### 3.5 通讯接口，(CN3, CN4) EtherCAT 端口说明



下图为 EtherCAT 主站与多台日鼎 FS（EtherCAT）伺服连接示意图：



CN3/CN4 端口引脚定义如下：



CN3、CN4 接口为 EtherCAT 通讯接口：

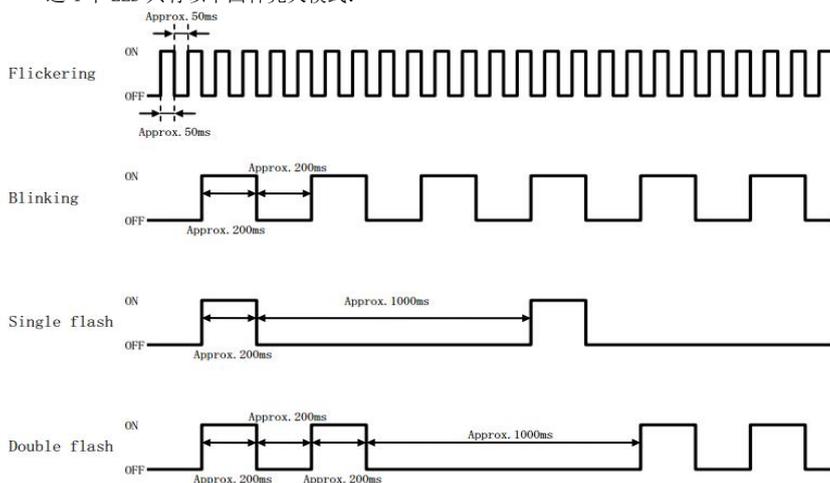
CN3,CN4 管	管脚	功能说明
1	TX+	驱动器数据传送差
2	TX-	驱动器数据传送差
3	RX+	驱动器数据传送差
6	RX-	驱动器数据传送差
4、5、7、8	N/C	

CN3 和 CN4 端口为标准的 RJ45 插座，建议使用 Cat5e 网线或者以上级别的屏蔽双绞线直接连接。

作为 EtherCAT 通讯接口使用时，CN3/CN4 端口的 LED 含义：

CN3	黄色 LED	EtherCAT RUN LED
	绿色 LED	Port0 Link Active LED
CN4	黄色 LED	EtherCAT ERR LED
	绿色 LED	Port1 Link Active LED

这 4 个 LED 共有以下四种亮灭模式：



#### 1) RUN LED

LED 模式	表示内容
OFF	ESM: Init
Blinking	ESM: Pre_Op
Single flash	ESM: Safe_Op
ON	ESM: Op

2) ERR LED

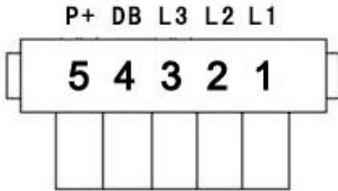
LED 模式	表示内容
OFF	EtherCAT 通信未发生异常
Blinking	通信设定异常
Single flash	同步事件异常
Double flash	看门狗超时
Flickering	初始化异常
ON	PDI 异常

3) L/A LED

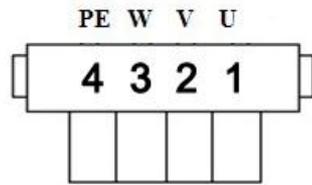
LED 模式	表示内容
OFF	端口未连接设备
Flickering	通信已建立，并且有数据传输
ON	通信已建立，但没有数据传输

### 3.6 主回路接线

1、F 系列 3201~3206 主回路接线方式为插拔端子：



3201~3206 驱动器工作电源 5P 插头



3201~3206 驱动器动力输出电源 4P 插头

L1、L2、L3：220V 系列，接单相 200~230V，-10%~+10%或三相 200~230V，-15%~+10%

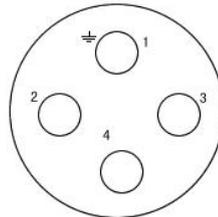
DB、P+：外接制动电阻，3205、3206 系列已内置在伺服驱动器散热片处（60Ω、80W），制动功率不足需另接。

W、V、U、PE：对应伺服电机侧动力插头 4、3、2、1 针脚为伺服电机供电用接口。

电机侧动力电源插头：



90 法兰及以下塑料插头



110 法兰及以上航空插头

### 3.7 电线命名规则

#### 1、控制线规格

DB25 L\*\*\* - XX XX X

1            2            3    4    5

- 1：表示线的特征，以线的驱动器侧接头型号命名。
- 2：线长，以字母“L”开头，长度用三位或四位数字表示，单位为 cm。如：L080、L150、L300……
- 3：表示对应上位机系统，用两位字母表示，00 表示不区分系统。
- 4：表示此线应用的客户，两位字母表示，00 表示不区分客户。
- 5：特征号，一位数字表示，以区别不同的线序接法。

#### 2、编码器线规格

DB15 L\*\*\* - XX Y

1            2            3    4

- 1：表示线的特征，以线的驱动器侧接头型号命名。

- 2: 线长, 以字母“L”开头, 长度用三位或四位数字表示, 单位为 cm。如: L080、L150、L300……
- 3: 特征号, 表示接不同电机, 以区别不同的线序接法。
- 4: 表示航空插头防差错窗口方向朝右, “Y”表示防差错窗口方向朝左, 将“Y”省略表示防差错窗口方向朝左。

### 3、动力线规格

$$\frac{M}{1} \frac{4*1.0}{2} \frac{L***}{3} - \frac{F}{4}$$

- 1: M 表示动力线;
- 2: 线型, 如 4\*1.0 表示 4 芯 1.0 方线;
- 3: 线长, 以字母“L”开头, 长度用三位或四位数字表示, 单位为 cm。如: L080、L150、L300……
- 4: 特征号, 用以区别不同的线序接法。

### 4、电源线线径选择

驱动器		电源配线一线径 (mm <sup>2</sup> )		
系列	功率 (KW)	L1、L2、L3	U、V、W	P+、DB
3201	0.2	0.5	0.5	0.75
3202	0.4	0.5	0.5	0.75
3204	0.75	0.5	0.5	1.0
3205	1.0	0.75	0.75	1.0
3206	1.5	1.0	1.0	1.0

## 3.8 外接制动电阻

下表为参考值:

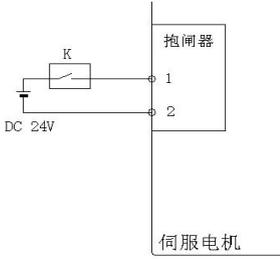
序号	驱动器型号	驱动器电压	驱动器功率 (KW)	推荐外配的制动电阻规格型号	动力线线径 (平方毫米)
1	FS3202\3204-ATE	AC 220V	0.4/0.75	RXLG-A T 80W-60RJ L=260mm	0.5
2	FS3205\3206-ATE	AC 220V	1.0/1.5	内置	1.0

为了安全起见, 使用者尽量以最安全的情形来选型。

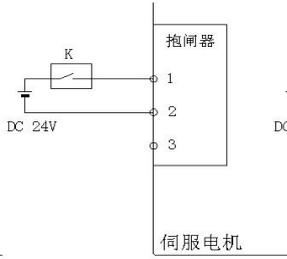
## 3.9 带抱闸电机

电机内装制动靠 DC24V 电源工作, 一旦施加 DC24V 电源, 制动器打开, 电机进入可运行状态。一旦切断电源, 制动器工作, 电机抱死。禁止在电机旋转的时候合上抱闸器, 不能用伺服驱动器的指令序列输出信号直接去驱动。

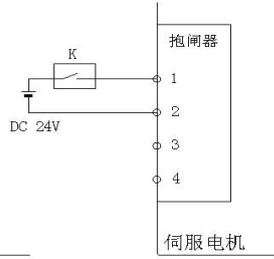
电机抱闸器有永磁式和电磁式两种, 一般情况下选用电磁式即可, 要求高的地方要选用永磁式抱闸器。其中永磁式正负极不能接反, 1 正、2 负。



40ST、60ST电机  
(2芯AMP插头)



80ST~150ST电机  
(3芯小航插)



180ST电机  
(4芯小航插)

### 3.10 特别注意

伺服驱动器附近有干扰设备时，可能对伺服驱动器的电源线以及控制线产生干扰，导致驱动器产生误动作。此时应该加入电源滤波器以及其它各种抗干扰措施，保证驱动器的正常工作。

注意加入滤波器后，漏电流会增大，为了避免这个问题，可以考虑使用隔离变压器。特别需要注意的是驱动器的控制信号线比较容易受到干扰，要有合理的走线和屏蔽措施。

## 第四章 伺服参数说明

### 4.1 参数设置

设置方法：

首先利用 **MODE**/**ESC** 键选择参数编集模式，

切换到 **P0-01**，利用 **▽**/**△** 键选择参数编号，也可以通过 **SHIFT**/**ENT** 键来移位，从而快速的找到需要设置的参数。长按 **SHIFT**/**ENT** 键 1 秒以上进入参数设定。

### 4.2 参数一览表

参数号	定义	设定范围	默认	更改
P0				
P0-00	电子齿轮分子 0	1-100000000	131072	一直
P0-01				
P0-02	电子齿轮分母 0	1-100000000	10000	一直
P0-03				
P0-04	指令脉冲形态	0: 脉冲+方向 1: AB 脉冲 2: 正反脉	0	断电
P0-05	旋转方向切换	0: 与默认方向相同 1: 与默认方向相反	0	断电
P0-06	旋转时输出脉冲相位切换	0. CCW 旋转时 B 相启动 1: CCW 旋转时 A	0	断电
P0-07	正转转矩限制	0-300%	250%	一直
P0-08	反转转矩限制	0-300%	250%	一直
P0-09	控制模式选择	0: 位置 2: 转矩 4: 位置↔转矩 6: 厂家 Can 通讯 8: 内部位置↔速度 10: 脉冲转速度模式 1: 速度 3: 位置↔速度 5: 速度↔转矩 7: 内部位置 9: 内部位置↔转矩 11: CANOPEN 模式 12: EtherCAT 模式	12	断电

P0-10	CONT1 输入信号分配	0: 无指定 1: 伺服启动[RUN] 2: 手动正转[FWD] 3: 手动反转[REV] 4: 点对点启动信号 5: 原点触发	1	断电
P0-11	CONT2 输入信号分配	6: 原点信号 7: 左限位 8: 右限位 9: 紧急停止 10:报警清除 14: 加减速度选择 17: 增益切换 19: 转矩限制选择 20: 转矩限制选择 2 25: 齿轮比切换 2 19: 转矩限制选择 1	0	断电
P0-12	CONT3 输入信号分配	24: 齿轮比切换 1 26: 禁止脉冲输入 27: 指令脉冲比率 1 28: 指令脉冲比率 2 31:内部位置停止信号 32: 内部位置脉冲清除信号 34: 外部制动电阻过热 37: 位置控制模式 36: 模式切换 39: 速度控制模式	0	断电
P0-13	CONT4 输入信号分配	38: 力矩控制模式 43: 调程有效 44: 调程 1 45: 调程 2 46: 调程 4 47: 调程 8 50: 清除位置偏差 51: 多段速选择 1 52: 多段速选择 2 53: 多段速选择 3 54: 多段速选择 4 55: 强制滑停 65: 点对点位置选择 1	0	断电
P0-14	CONT5 输入信号分配	66:点对点位置选择 2 67:点对点位置选择 3 68:点对点位置选择 4	0	断电

P0-15	OUT1 信号分配	0: 无指定 1: 准备就绪 2: 定位结束 11: 速度限制测定 12: 制动器动作时间 14: 制动器时机 16: 报警 b 接点输出	16	断电
P0-16	OUT2 信号分配	15: 报警 a 接点输出 20: OT 检出 22: 原点回归完成 23: 零位置偏差 24: 零速度 26: 电流限制检出 25: 速度到达 31: 多段位置点 1 30: 多段位置点 0 33: 多段位置点 3	0	断电
P0-17	OUT3 信号分配	32: 多段位置点 2 34: 多段位置点 4 35: 多段位置点 5 38: +OT 检出 39: -OT 检出 50: 内部位置完成信号	0	断电
P0-18	预留	41: 强制停止检测	0	断电
P0-19	零速度范围	0.1~P0-34 (rpm)	50.0	一直
P0-20	Z 相补偿	0~60000 (puls)	0	一直
P0-21	偏差零范围/定位结束范围	0~100000000 (puls)	100	一直
P0-22				
P0-23	偏差超出检测值	0.1~100.0(圈)	15.0	一直
P0-24	定位结束判定时间	0.000~1.000 秒(0.001 秒)	0	一直
P0-25	定位结束输出形态	0: 输出形态 1    1: 输出形态 2	0	断电
P0-26	定位结束最小 OFF 时间	1~1000 (msec)	20	一直
P0-27	电压不足相关参数	0x0111 bit0-3 是否检测 LU 报警 1 检测 0 不检测 bit4-7 欠压时的电机动作 0 急停 1 滑停 bit8-bit11 LU 报警是否需要自恢复 0 不自 动恢复 1 自动恢复	0x0001	上电有效
P0-28	暂无定义	0-1	0	一直
P0-29	禁止换写参数	0: 参数可更改    1: 禁止参数更改	0	一直
P0-30	上电显示界面	0~50	0	断电
P0-31	速度一致范围	0.1~6000.0 (rpm)	10.0	一直

P0-32	转矩控制时速度限制选择	0: 使用模拟量或者多段速作为速度给定 1: 使用 P0-33 作为速度给定	0	一直
P0-33	最高转速 (转矩控制用)	0.1~6000.0 (rpm) (转矩控制用)	3000.0	一直 v
P0-34	最高转速控制位置, 速度用)	0.1~6000.0 (rpm) (控制位置, 速度用)	3000.0	一直
P0-35	加速时间 1(兼试运行)	1~10000 (msec)	100	一直
P0-36	减速时间 1(兼试运行)	1~10000 (msec)	100	一直
P0-37	加速时间 2	1~10000 (msec)	500	一直
P0-38	减速时间 2	1~10000 (msec)	500	一直
P0-39	力矩到达判断时间	0~1000 (msec)	3	断电
P0-40	位置调节器增益 1	1~2000[rad/sec](1 刻度)	25	一直
P0-41	速度调节器增益 1	1~30000[Hz](1 刻度)	100	一直
P0-42	速度调节器积分系数 1	0~4096 (1 刻度)	400	一直
P0-43	S 字时间常数	0~1000 (msec)	100	一直
P0-44	位置环前馈增益 1	0.000~1.200(0.001 刻度)	0	一直
P0-45	前馈过滤器时间常数	0.000~2.500[msec](0.001 刻度)	0	一直
P0-46	转矩过滤器时间常数	0.00~20.00[msec](0.01 刻度)	0.5	一直
P0-47	速度设定过滤器	0.00~20.00[msec](0.01 刻度)	0	一直
P0-48	增益切换主要原因	0: 位置偏差 (×10), 1: 反馈速度, 2: 命令速度, 3: 通过端子切换	1	一直
P0-49	增益切换水平	1~1000 (1 刻度或者%)	50	一直
P0-50	增益切换时间常数	1~100[msec] (1 刻度)	10	一直
P0-51	位置调节器增益 2	30~200% (1%)	100	一直
P0-52	速度调节器增益 2	1~1500 (%)	100	一直
P0-53	速度调节器积分系数 2	1~1500 (1%)	100	一直
P0-54	位置环前馈增益 2	0~1200 (%) (1%)	100	一直
P0-55	模拟量滤波 ms	0.00~300.00 (msec)	1	一直
P0-56	断使能后的减速时间	0~10000 (msec)	100	一直
P0-57	断使能时动作序列	0: 急停 1: 自由停车	0	断电
P0-58	OL 类型 判断类型	有待添加	0	断电
P0-59	OL 比率	0.0000~1.5000	1	一直
P0-60	一次延迟 S 形时间常数	0.0~1000.0 (msec)	0	一直
P0-61	欠压点设定	150~210V	160	断电
P0-62	OH 报警温度选择	40~110 °C	80	断电
P0-63	风扇开启温度	20~70 °C	40	一直

P0-64	电机代码	0~500	0	断电
P0-65	模拟输入 1 偏移量	0~4096	2048	断电
P0-66	模拟输入 1 对应最高转速	0.0~P0-34	1000	一直
P0-67	模拟量使用配置	0x0~0x1111 bit0, 模拟量 1 和 2 的模式 bit1, 1: 单极性 0~10V, 0: 双极性-10~10V bit2, 硬件模拟量数目 0. 单模拟量 1. 双 模拟量 bit3. 力矩给定来源 0. 模拟量给 定 1. 面板参数给定 (P2-08 和 P2-09)	0x0000	断电
P0-68	模拟量 1 比率	0.00~3.00	1	一直
P0-69	模拟量输入 2 偏移量	0~4096	2048	断电
P0-70	模拟输入对应最高转矩	0~300%	100	一直
P0-71	保留	0~1	0	一直
P0-72	模拟量 2 比率	0.00~3.00	1	一直
P0-73	模拟量速度零位限制	0.0~P0-34 (rpm)	10	一直
P0-74	模拟量力矩零位限制	0~300%	5%	一直
P0-75	CONT 内部一直有效 1	0~78	0	断电
P0-76	CONT 内部一直有效 2		0	断电
P0-77	CONT 内部一直有效 3		0	断电
P0-78	CONT 内部一直有效 4		0	断电
P0-79	奇偶位/停止位选择 (Modbus 用)	RTU: 1: 8N2(无) 3:801(奇) 5:8E1(偶)	1	断电
P0-80	通讯应用配置	0x0~0x111 bit0 通讯是否存 EEPROM 0 存储, 1 不存 bit1, 通信超时后的动作 0 不管, 只显示状 态 1. 减速停机 (参数未实现) bit2, 通讯访问 32bit 参数顺序 0: 先低后 高 1: 先高后低	0x000	断电
P0-81	未实现	0-1	0	一直
P0-82	485 CAn 站号	1-127	1	断电
P0-83	485 波特率	0=4800, 1=9600, 2=19200, 3=38400, 4=57600, 5=115200	1	断电
P0-84	CAN 波特率	0=125k, 1=250k, 2=500k, 3=1M	3	断电

P0-85	兼容 402 版本速度单位问题	0: 按照老版本使用 rpm 1: 使用 PUU/S	1	断电
P0-86	OS 报警比值	1.10~5.00	1.1	一直
P0-87	OT 后的相关动作	0: 最大力矩停车; 1:按设定曲线停车; 2: 惯性运行到 0 速后再锁定	0	一直
P0-88	偏差检测类型	0: 超出偏差报警检出 1: 超出偏差不报警, 主动丢脉冲	0	断电
P0-89	功率段选择	0~20	6	断电
P0-90	EC 报警检测时间	3~3000(msec)	12	断电
P0-91	过流预报值	10~500%	350	一直
P0-92	电动速度给定 Fn-01	0.0~P0-34(rpm)	50	一直
P0-93	测试运行方式	0:位置(未实现) 1: 速度 2: 力矩(未实	1	一直
P0-94	测试速度给定 Fn-10	0.0~P0-34(rpm)	200	一直
P0-95	电流环前馈比率	0~500%	0	一直
P0-96	电流调节器微分时间	0~1.00(msec)	0	一直
P0-97	电流调节器截止频率	100~3000(Hz)	650	一直
P0-98	电流调节器积分时间	0.0~100.0(msec)	1.8	一直
P0-99	电流环输出滤波器	0.000~1.000(msec)	0	一直
<b>P1</b>				
P1-00	分度功能速度/内部位置速	0.1~P0-34	500	一直
P1-01	多段速 1/内部位置速度 2	0.1~P0-34	500	一直
P1-02	多段速 2/内部位置速度 3	0.1~P0-34	1000	一直
P1-03	多段速 3/内部位置速度 4	0.1~P0-34	1000	一直
P1-04	多段速 4/内部位置速度 5	0.1~P0-34	1000	一直
P1-05	多段速 5/内部位置速度 6	0.1~P0-34	1000	一直
P1-06	多段速 6/内部位置速度 7	0.1~P0-34	1000	一直
P1-07	多段速 7/内部位置速度 8	0.1~P0-34	1000	一直
P1-08	多段速 8/内部位置速度 9	0.1~P0-34	1000	一直
P1-09	多段速 9/内部位置速度 10	0.1~P0-34	1000	一直

P1-10	多段速 10/内部位置速度 11	0.1~P0-34	1000	一直
P1-11	多段速 11/内部位置速度 12	0.1~P0-34	1000	一直
P1-12	多段速 12/内部位置速度 13	0.1~P0-34	1000	一直
P1-13	多段速 13/内部位置速度 14	0.1~P0-34	1000	一直
P1-14	多段速 14/内部位置速度 15	0.1~P0-34	1000	一直
P1-15	多段速 15/内部位置速度 16	0.1~P0-34	1000	一直
P1-16	输出脉冲分频分子(未实现)	0~100000000	1	断电
P1-17				
P1-18	输出脉冲分频分母(未实现)	0~100000000	16	断电
P1-19				
P1-20	CONT1~5 信号极性	0~0xffff, bitn 为 1 表示极性相反	0	断电
P1-21	CONT1 滤波时间 万位为滤波形式	0-22000 万位 0. 双向 dly 1. 上跳沿 dly 2. 下跳沿 dly	0	断电
P1-22	CONT2 滤波时间 万位为滤波形式	0-22000 万位 0. 双向 dly 1. 上跳沿 dly 2. 下跳沿 dly	0	断电
P1-23	CONT3 滤波时间 万位为滤波形式	0-22000 万位 0. 双向 dly 1. 上跳沿 dly 2. 下跳沿 dly	0	断电
P1-24	CONT4 滤波时间 万位为滤波形式	0-22000 万位 0. 双向 dly 1. 上跳沿 dly 2. 下跳沿 dly	0	断电
P1-25	CONT5 滤波时间 万位为滤波形式	0-22000 万位 0. 双向 dly 1. 上跳沿 dly 2. 下跳沿 dly	0	断电
P1-26	OUT1~3 信号极性	0~0x3ff, bitn 为 1 表示极性相反	0	断电
P1-27	电子齿轮分子 1	0~100000000	1	一直
P1-28				
P1-29	电子齿轮分子 2	0~100000000	1	一直
P1-30				
P1-31	电子齿轮分子 3	0~100000000	1	一直
P1-32				
P1-33	指令脉冲比率 1	0.01~100.00	1	一直
P1-34	指令脉冲比率 2	0.01~100.00	10	一直

P1-35	选择转矩限制	0: CONT 输入的转矩限制 0、1 的设定 1: TREF 端子电压	0	一直
P1-36	第二转矩限制值	0~300%	300	一直
P1-37	第三转矩限制值	0~300%	300	一直
P1-38	制动器动作时间 万位表示	0-10000 ms	0	一直
P1-39	高速脉冲低通滤波频率	0~500 (kHz)	0	断电
P1-40	制动器工作失能时间	0~10000 ms	0	一直
P1-41	曲线类型	0:T 型曲线, 1:S 型曲线(不考虑 0 速度翻转) 2:S 型曲线(考虑 0 速度翻转)	0	断电
P1-42	调程功能开关	0~1	0	一直
P1-43	调程比率 1	0.00~1.50	0.1	一直
P1-44	调程比率 2	0.00~1.50	0.2	一直
P1-45	调程比率 4	0.00~1.50	0.4	一直
P1-46	调程比率 8	0.00~1.50	0.8	一直
P1-47	每旋转一周的输出脉冲数	16~4095	2500	断电
P1-48				
P1-49	保留	0.50~300.00	3.19	断电
P1-50	载波频率 (未实现)	12	12	断电
P1-51	死区时间 (未实现)	2.0~5.0 (usec)	2.8	断电
P1-52	编码器类型配置	0-0x6226 bit0-3 INC/ABS 选择 0:增量式, 增量系统 1:单圈式, 增量系统 2:多圈式 绝对系统 3:多圈式 增量系统 4.多圈式 无视多圈 报警 5.多圈式 当做单圈(暂时无效) bit4-7 是否是省线式编码器 1 是 ABZ-UVW 型省线式 2 是 PWM 型省线式(雷塞款) bit8-11 对于 Z 信号的特殊处理 1 半圆形 式的 Z 2 每一个电角度一个 z bit12-bit15 设置角度补偿方法 0 不补偿	1	断电
P1-53	绝对式编码器配置	0: 17 位, 1: 20 位, 2: 23 位	0	断电

P1-54	增量式编码器线数	180~10000 线	2500	断电
P1-55	编码器报错保护时间	0~3000(msec)	1500	断电
P1-56	电机额定转速	50~6000rpm	2500	断电
P1-57	电机额定电流	0.01~120.00A	5	断电
P1-58	电机额定电压	110~230V	220	断电
P1-59	电机力矩系数	0.01~15.00	1	断电
P1-60	电机极对数	1~16	4	断电
P1-61	电机定子电阻	0.01~100.00(Ω)	1.84	断电
P1-62	电机交轴电感	0.05~180.00mH	3.2	断电
P1-63	电机直轴电感	0.05~180.00mH	3.2	断电
P1-64	电机反电动势	10~1000(v/kRPM)	68	断电
P1-65	电机转子惯量	0.001~30.000(gm <sup>2</sup> )	1.06	断电
P1-66	电机电气时间常数	0.5~300.00(ms)	3.19	断电
P1-67	保留	0.0~25.5	0	断电
P1-68	保留	0.50~300.00	3.19	断电
P1-69	保留	0.50~300.00	3.19	断电
P1-70	保留	0~3000.0	0	一直
<b>P2</b>				
P2-00	移动平均 S 形时间	0~500 (msec)	0	一直
P2-01	收敛积分滤波	0.00~20.00 (msec)	0.5	一直
P2-02	位置环收敛积分时间	1.0~1000.0 (msec)	1000	一直
P2-03	位置环微分	0.00~1.00 (msec)	0.05	一直
P2-04	末端收敛位置偏差	0~10000 (puls)	20	一直
P2-05	保留	0.0~25.5	0	断电
P2-06	保留	0.0~25.5	0	断电
P2-07	保留	0.0~25.5	0	断电
P2-08	面板给定的正向力矩给定	0~300%	100	一直
P2-09	面板给定的反向力矩给定	0~300%	100	一直
P2-10	负载惯量比	0.0~100.0	0	一直
P2-11	速度环前馈系数	0.000~1.500	0	一直
P2-12	速度反馈方式	0~0x31 bit0-3 0. 编码器反馈 1. 速度观测器 Bit4-7 观测器档位	0x10	断电
P2-13	速度反馈滤波器时间常数	0.00~10.00 (msec)	0	一直
P2-14	速度环 PI 调节器	0: 正常; 1:PDFF; 2:高节拍	0	断电

P2-15	PDFF-Kf	0.00~2.00	1	一直
P2-16	保留	0.0~25.5	0	断电
P2-17	静态力矩限制值	0~150(%)	95	一直
P2-18	静态力矩限制判断时间	0~10000 (msec)	0	一直
P2-19	备用	0~200	0	一直
P2-20	备用	0~200	0	一直
P2-21	备用	0~200	0	一直
P2-22	虚拟 In1 (未实现)	预留	0	断电
P2-23	虚拟 In2 (未实现)	预留	0	断电
P2-24	虚拟 In3 (未实现)	预留	0	断电
P2-25	虚拟 In4 (未实现)	预留	0	断电
P2-26	虚拟 In5 (未实现)	预留	0	断电
P2-27	虚拟 In6 (未实现)	预留	0	断电
P2-28	虚拟 In7 (未实现)	预留	0	断电
P2-29	虚拟 In8 (未实现)	预留	0	断电
P2-30	虚拟 OUT1 (未实现)	预留	0	断电
P2-31	虚拟 OUT2 (未实现)	预留	0	断电
P2-32	虚拟 OUT3 (未实现)	预留	0	断电
P2-33	虚拟 OUT4 (未实现)	预留	0	断电
P2-34	虚拟 OUT5 (未实现)	预留	0	断电
P2-35	虚拟 OUT6 (未实现)	预留	0	断电
P2-36	虚拟 OUT7 (未实现)	预留	0	断电
P2-37	虚拟 OUT8 (未实现)	预留	0	断电
P2-38	位置数据小数点位置	预留	0	一直
P2-39	原点复归速度	0.1~1000.0 (rpm)	500	一直
P2-40	原点复归爬行速度	0.1 * ~1000.0 (rpm)	50	一直

P2-41	原点回归配置位	0x1445 bit0~3 原点回归模式 0: 正方向回归(外部参考点), 1: 反方向回归(外部参考点), 2: 正正(混合参考), 3: 正负(混合参考) 4: 负正, 5: 负负 bit4~7 原点回归触发方式 0: 关闭, 1: 电平触发, 2: 上升沿触发, 3: 上电自动触发一次且电平触发; 4: 上电触发一次且上升沿触发 bit8~11 参考点设定 原点基准信号: 0: 外部参考, 1: Z 信号参考, 2: 混合参考 3. 以记录位置得到参考点, 再到原点 4. 直接位置到原点 bit12~15 是否允许跳段 0: 允许在外部信	0	断电
P2-42	保留	0-255	0	断电
P2-43	保留	0-255	0	断电
P2-44	原点信号在位延时	0-5000(ms)	50	一直
P2-45	原点信号输出延时	0-5000(ms)	100	一直
P2-46	预置位置	-2147483647~2147483647	0	一直
P2-47				
P2-48	Z 相偏置	-2147483647~2147483647	0	一直
P2-49				
P2-50	原点 LS 时机选择	0-1 (未实现)	0	断电
P2-51	选择原点复归 OT 运行	0-1 (未实现)	0	断电
P2-52	正软件 OT 检测位置	-2147483647~2147483647	2000000000	一直
P2-53				
P2-54	负软件 OT 检测位置	-2147483647~2147483647	-2000000000	一直
P2-55				
P2-56	软件 OT 有效/无效	0-0x22 bit0-3 如何处理 OT 0: 不检测软件 OT; 1: OT 不当做错误; 2: OT 报软件错误 bit4-7 PN001=1~6 是否处理 0 不处理 1 只有绝对位置建立后限制 2. 相对位置和绝对位置都限制	0	断电

P2-57	位置指令 i 形态	(若 P0-09=7) 0-1 (未实现)	0	断电
P2-58	定位数据有效/无效	0-1 (未实现)	0	一直
P2-59	顺次启动有效/无效	0~2 (未实现)	0	一直
P2-60	停止定时小数点位置	0~10 (未实现)	10	一直
P2-61	回原点加速时间	1~10000 (msec)	100	一直
P2-62	回原点减速时间	1~10000 (msec)	100	一直
P2-63	正向行程 必须为正数	0~2147483647	2000000000	一直
P2-64				
P2-65	反向行程 必须为正数	0~2147483647	2000000000	一直
P2-66				
P2-67	EtherCAT 通讯配置参数	0x0111 bit0-3 位置环平滑功能 0 关闭 1 开启 bit4-7 位置环指令补偿命令 0 关闭 1	0x0010	断电
P2-68	保留	0~0xFFFF	0	断电
P2-69	Ethercat 位置环平滑速度阈	0~500rpm	60	一直
P2-70	Ethercat 数据帧丢失报警阈	2~100	9	一直
P2-71	保留	0~0xFFFF	0	一直
P2-72	保留	0~0xFFFF	0	一直
P2-73	保留	0~0xFFFF	0	一直
<b>P3</b>				
P3-00	点对点控制参数 1	bit0~3 点对点触发方式 0: 高电平, 1 上升沿 bit4~7 运行模式 0:1/0 模式, 多段位置; 1: 非连续编程模式; 2: 连续编程模式; 3: 无限循环 bit8~11 寻址模式 0: 正常, 1: 顺序寻址, 2: 逆序寻址, 3: 最优寻址 bit12~15 坐标系模式 0: 相对位置, 1: 绝对位置	0x1001	断电
P3-01	点对点控制参数 2	bit0~3 M 代码输出模式 0: 启动时输出 1: 定位完成时输出 bit4~7 组合代码逻辑: 0 类台达组合逻辑 1 类台达组合逻辑	0x0011	断电
P3-02	保留	0~3	0	断电

P3-03	保留	0~1	1	断电
P3-04	循环次数 配合模式 2	1~30000	1	一直
P3-05	备用	1~30000	1	断电
P3-06	分度功能单圈设定	-2147483647~2147483647	10000	断电
P3-07				
P3-08	编程模式使能段数/分度功	1~32	16	一直
P3-09	保留	0.0~25.5	0	断电
P3-10	多端位置给定 0	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-11				
P3-12	多端位置给定 1	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-13				
P3-14	多端位置给定 2	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-15				
P3-16	多端位置给定 3	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-17				
P3-18	多端位置给定 4	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-19				
P3-20	多端位置给定 5	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-21				
P3-22	多端位置给定 6	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-23				
P3-24	多端位置给定 7	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-25				
P3-26	多端位置给定 8	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-27				
P3-28	多端位置给定 9	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-29				
P3-30	多端位置给定 10	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-31				
P3-32	多端位置给定 11	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-33				
P3-34	多端位置给定 12	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-35				
P3-36	多端位置给定 13	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-37				

P3-38	多端位置给定 14	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-39				
P3-40	多端位置给定 15	-2147483647~2147483647	0	一直
P3-41				
P3-42	延时 1 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-43	延时 2 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-44	延时 3 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-45	延时 4 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-46	延时 5 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-47	延时 6 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-48	延时 7 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-49	延时 8 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-50	延时 9 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-51	延时 10 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-52	延时 11 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-53	延时 12 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-54	延时 13 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-55	延时 14 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-56	延时 15 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-57	延时 16 单位	0~5000(ms)	100	一直
P3-58	保留	0.0~25.5	0	断电
P3-59	保留	0-0x01	0	断电
P3-60	泄放电阻阻值	1-1000( $\Omega$ )	16	一直
P3-61	泄放电阻功率	0-10000(W)	0	一直
P3-62	电压线性修正系数	0.0001-3.0000	1.0000	一直
P3-63	电压线性修正偏置	0.0-1000.0(V)	500.0	一直
P3-64	保留	0-0x1111	0x1100	断电

一直：修改后立即生效；

断电：参数修改后需断电重启后才会生效；

条件有效：只有在伺服没有使能的时候可以修改。

#### 4.2.1 EtherCAT 相关参数

为了能够使驱动器准确的接入 EtherCAT 网络，使用前必须设置相关的功能码。相关的参数如下表。

参数号	参数名称	可选范围	默认值	备注
P0-09	控制模式选择	0-12	12	注意： 当使用 EtherCAT 功能时，该值必须设置为 12。 断电有效
P2-67	EtherCAT 通讯配置参数	0x0111 bit0-3 位置环平滑功能 0 关闭 1 开启 bit4-7 位置环指令补偿命令 0 关闭 1 开启	0x0010	断电有效
P2-70	Ethercat 数据帧丢失报警阈值	2~100	18	立即生效
P2-69	Ethercat 位置环平滑速度阈值	0~500rpm	60	立即生效

#### 4.2.2 其他关键参数

一般情况下，为了能使 EtherCAT 主站控制伺服驱动器正常工作，某些参数可能需要进行调整，例如电子齿轮比，电机参数，环路增益等，以下是参数列表：

参数号	参数名称	可选范围	默认值	备注
P0-00/P0-01	电子齿轮比分子 1	0-10000	13	一直有效
P0-00/P0-01	电子齿轮比分子 2	0-9999	1072	
P0-02/P0-03	电子齿轮比分母 1	0-10000	1	一直有效
P0-02/P0-03	电子齿轮比分母 2	0-9999	0	
P0-64	电机代码	0-500	120	由电机型号决定
P1-52	编码器类型	1-4	1	1:单圈式，增量式系统 2:多圈式，绝对值系统

				3:多圈式, 增量式系统 4:多圈式, 绝对值系统, 但无视多圈报警
P1-53	绝对值式编码器类型	0-2	0	0: 17 位绝对值编码器 1: 20 位绝对值编码器 2: 23 位绝对值编码器
P0-44	位置环前馈增益	0-1.2	0	
P0-45	前馈滤波系数	0-2.5	0	
P0-40	位置环增益	1-2000	25	
P0-41	速度环增益	1-30000	100	
P0-42	速度环积分时间常数	1-4096	400	
P0-10~P0-13	数字 IO 口输入	0-78	0	详见其他规格驱动器手册。

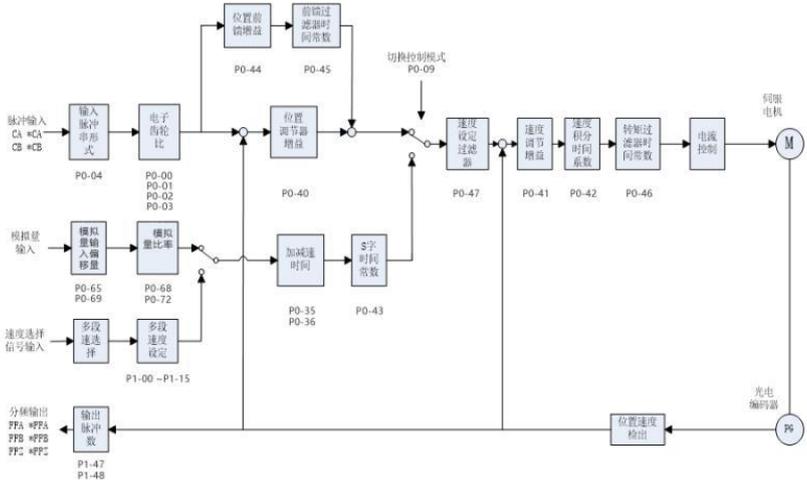
#### 4.2.3 EtherCAT 观测参数

一般情况下, 为了观测从站和主站部分特性, 需要观测一些周期值和计数值。以下是参数列表:

参数号	参数名称	备注
0n-38	最初检测无效帧计数器	H: Port1 接口计数器 L: Port0 接口计数器 最高可计数到 0xFF。 计数 EtherCAT 接收到的错误帧个数
0n-39	前端错误帧计数器	H: Port1 接口计数器 L: Port0 接口计数器 最高可计数到 0xFF。 计数 EtherCAT 接收到的前端错误帧个数
0n-40	链接丢失计数器	H: Port1 接口计数器 L: Port0 接口计数器 最高可计数到 0xFF。 仅在端口处于自动(Auto)或自动关闭(Auto close)模式下计数。
0n-41	EtherCAT 位置修正次数	该参数在 P2-67 的 bit0-3 参数设置为 1 即开启 EtherCAT 位置平滑功能的时候有效
0n-42	EtherCAT 在 OP 模式下丢包次数	该参数计数 EtherCAT 运行在 OP 状态下的丢包次数。 该参数只会从从站运作用在 OP 状态下有效。
0n-43	主站 Sync 周期	单位: us

On-44	EtherCAT 通讯状态寄存器	EtherCAT 状态机中 0x110 寄存器的值, 大部分时候查看 SN05 已经可以判断连接问题了。
-------	------------------	--

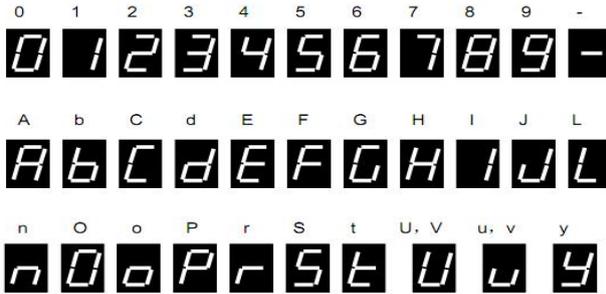
### 4.3 控制结构图



## 第五章 伺服主要操作功能

### 5.1 触摸面板介绍

七段显示



按键



切换模式(MODE)。  
删除(ESC)。



将设定向右侧移位(SHIFT)。  
确定模式与数值(ENT)。  
确定的时候要按住此键 1 秒以上。



选择伺服模式。  
为数值的减量(-1)。



选择伺服模式。  
为数值的增量(+1)。

### 5.2 参数设置

线路连好之后即可上电，如果没有出现报警就可进行参数的设定。

1. 首先按 键多次直到面板上显示: P0, 再按 键 1 秒以上, 面板显示 P0-01;
2. 按 键 1 秒以上, 面板显示 P0-01 的参数值;
3. 按 、 键改变值的大小, 想移位时按 键。改好数值后按 键 1 秒以上, 显示 P0-01 表明参数值成功写入;
4. 按 键, 面板显示: P0-02, 重复第二步的操作设定 2 号参数;
5. 可以通过 键的移位功能, 快速的切换到要设的参数号, 或快速的设好需要设的值;
6. 以同样的方法设定其它参数。

注: 第一次调试务必要设置电机代码;

全部参数设完之后请务必先关掉电源, 然后重新上电。

### 5.3 功能一览

模式	子模式	选择子模式	表示和设定实例
顺序监 控模式	顺序模式	Sn-01	P-SOF
	当前报警	Sn-02	EC
	报警记录	Sn-03	1-EC
	显示站号	Sn-04	Ad01
	CANopen/EtherCAT 状态	Sn-05	53on
监控模 式	反馈速度	0n-01	1000
	命令速度	0n-02	1000
	平均转矩	0n-03	1
	反馈当前位置	0n-04	H0001/L5330
	命令当前位置	0n-05	H0001/L5330
	位置偏差量	0n-06	10000
	直流母线电压	0n-07	100
	电角度	0n-08	10
	驱动器内部温度	0n-09	25
	预留	0n-10	
	输入信号	0n-11	H0001/L0000
	输出信号	0n-12	H000E
		0n-13	备用
	峰值力矩	0n-14	3
	脉冲串输入频率	0n-15	10
	电机代码	0n-16	6
	软件版本号	0n-17	
	厂家保留	0n-18~19	厂家保留
	绝对值编码器通信错误次数	0n-20	50
	厂家保留	0n-21~27	厂家保留
DE 错误号	0n-28	P 82	
绝对坐标系反馈位置	0n-29	H0001/L0000	

	通信坐标系反馈位置	On-30	H0001/L0000
	多圈编码器值	On-31	1
	EtherCAT 无效帧数	On-38	H0001/L0000
	EtherCAT 前向错误数	On-39	H0001/L0000
	EtherCAT 失去链接数	On-40	H0001/L0000
	EtherCAT 平滑功能启动数	On-41	0
	EtherCAT OP 模式丢帧数	On-42	0
	EtherCAT 通讯周期(us)	On-43	2000
	EtherCAT 通讯状态寄存器	On-44	H0001/L0000
参数编	参数编辑	P0-01~P3-64	
试运行 模式	手动运行	Fn-01	JOG
	清除当前命令和反馈脉冲	Fn-02	PRT
	清除积算脉冲	Fn-03	CPCR
	报警复位	Fn-04	RT
	清除历史报警记录	Fn-05	ALRT
	参数初始化	Fn-06	PART
	自动补偿调整	Fn-07	OFFB
	制造商预留	Fn-08、Fn-09	
	测试运行	Fn-10	ESY. 1
	制造商预留	Fn-11, Fn12	
	绝对值编码器校零	Fn13	
	绝对值编码器清除多圈	Fn14	
	制造商预留	Fn15, Fn16	
	绝对值编码器坐标系清零	Fn17	Clr0

## 5.4 顺序监控模式

顺序监控模式可对伺服驱动器的现在状态和报警检测记录进行显示。

按下 MODE 键, 可使 [Sn] 显示, 按 ENT 键显示 [Sn-01], 再由 ^ 键或 v 键调整子模式, 按 ENT 键 (按下 1 秒以上), 可以显示输入内容。

SN-01: 顺序模式

SN-02: 当前报警

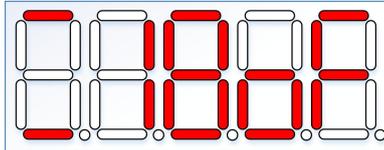
SN-03: 报警记录

SN-04: 显示站号

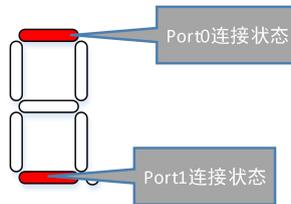
SN-05: CANopen/EtherCAT 状态

当使用 EtherCAT 总线时，可以通过面板数码管获得 EtherCAT 物理层 Port0 和 Port1 的连接状态，ESM 状态，工作模式和私服运行状态。

使用四个按键将显示页面切换到 Sn-05 状态页面，将看到例如下面的画面：



1) 左起第一位数码管表示 Port0 (CN3) 和 Port1 (CN4) 的连接状态，



该段长亮表示该 Port 口有通信连接，长灭表示无通信连接。

2) 左起第二位数码管表示 ESM 状态，

显示	含义
	1: 代表目前 ESM 状态机为 Init 状态。
	2: 代表目前 ESM 状态机为 Pre-Op 状态。
	4: 代表目前 ESM 状态机为 Safe-Op 状态。
	8: 代表目前 ESM 状态机为 Op 状态。



b: 代表目前 ESM 状态出错, 例如状态转换出错或者系统断线。

3) 左起第三位数码管表示伺服目前工作模式, 即对象字典 6061h 值。

可能的显示是: 数字 0-数字 10, 代表不同的工作模式, 例如设定工作模式为同步位置模式 (CSP), 那么该位显示“8”。“0”表示未设置工作模式。

4) 左起第四位和第五位数码管表示伺服目前运行状态,

显示	含义
	0F: 代表目前伺服处于未使能状态
	0n: 代表目前伺服处于使能状态

## 第六章 伺服报警

### 6.1 报警内容

报警检出的内容:

报警检出后在伺服驱动器上的触摸面板上, 自动地跳出表示报警信息的代码, 并闪烁。

如果同时检出多个报警时, 触摸面板按以下优先顺序进行显示。

优先顺序	显示	名称	通讯报警代码
1	OC1	过电流 1	1
2	OC2	过电流 2	2
3	EH	电流采样回路损坏	8
4	PLD	CPLD 错误	13
5	EC	编码器通信异常	7
6	OS	过速度	3
7	HU	过电压	4
8	EP	泄放回路故障	5
9	RH1	再生电阻过热	14
10	AH	驱动器过热	12
11	DE	存储器异常	6
12	OL	过载	9
13	LU	低电压	10
14	OF	偏差超出	11
15	CE	电机代码错误	17
16	ND	未设电机代码	18
17	BAT1	电池报警 1	19
18	BAT2	电池错误 2	20
19	LOT	绝对值编码器多圈报警	21
20	GOH	回零错误	22
21	PPOT	正软限位报警	23
22	PNOT	负软限位报警	24
23	PST	点对点位置规划错误	25
24	FB	FPGA 故障	26
25	C001	402 状态机不正常切换	27
26	C002	301 状态机不正常切换	28

## 6.2 报警解释及报警处理方法

报警代码	报警名称	运行状态	原因	处理方法（仅供参考）
OS	过速度	驱动器通电时出现	驱动器电路故障	更换驱动器
			编码器故障	更换伺服电机
		电机刚启动时出现	负载惯量过大	1. 减少负载惯量
				2. 更换更大功率的驱动器和伺服电机
			编码器零点错误	1. 更换伺服电机
				2. 发回厂家重调整编码器零点
		电机 U, V, W 相序错误	核对接线，正确接线	
		电机运行过程中出现	输入指令的脉冲频率	上位机正确设置输入指令脉冲频率
			电子齿轮比太大	正确设置合适的电子齿轮比
			加减速时间常数太小，使速度超调量过大（速度控制时）	1. 增大加减速时间常数
				2. S 字时间常数（参数 P0-43）设定大一些
				3. 动作时的速度应答（参数 P0-41）设定高一点
			编码器故障	更换伺服电机
伺服系统参数未调整好，引起超调	1. 重新设定调节器相关增益			
	2. 增益很难设定到合适值，更换合适电机			
HU	主电路刚接通电源时出现	驱动器内部电路板故障	更换伺服驱动器	
		电源电压过高	查看驱动器 On-07 值是否大于 380V，检查供电电源是否过大	
	电机运行过程中出现	制动电阻接线断开	重新连接	
		制动电阻损坏	在断电条件下，测量制动电阻阻值是否与标示一致，若判定损坏，更换制动电阻	
		驱动器内部制动晶体	更换伺服驱动器	

			驱动器内部制动回路损坏	
			制动电阻容量不够	1. 减少起停频率
				2. 增加加/减速时间常数
				3. 减小电流限幅值
				4. 减小负载惯量
				5. 降低运行速度
				6. 外接容量足够的制动电阻
			伺服电机惯量不够	更换惯量更大的伺服电机
LU	主电路欠电压	接通电源时出现	主电源线接触不良	驱动器电源接线端子座间的主电源指示灯是否亮, 如果不亮, 则检查连线是否连接好。
			供电电源不稳定, 电源电压低	查看驱动器 On-07 值是否小于 P0-61 的设定值 确定供电电源是否稳定
			临时停电 20ms 以上	检查供电电源
			驱动器内部元器件故障	更换伺服驱动器
		电机运行过程中出现	电源容量不够	检查供电电源
			瞬时掉电	
OF	位置偏差超出	接通控制电源时出现	驱动器电路板故障	更换伺服驱动器
		电机启动时出现	电机 U, V, W 引线错误	正确接线
			编码器引线错误	
			位置比例增益太小	加大位置比例增益
		输出转矩不足	1. 检查转矩限制值	
2. 减小负载容量				

				3. 更换较大功率的伺服驱动器和伺服电机
			脉冲指令频率太高	差分输入时查看 0n-15 是否为 500 以下,集电极开路输入时, 查看 0n-15 是否为 200 以下, 如不是, 则降低脉冲频率
		电机运行时出现	驱动器功率电路故障	更换伺服驱动器
			驱动器参数未调整好	增加位置增益
			脉冲指令频率太高	差分输入时查看 0n-15 是否为 500 以下,集电极开路输入时, 是否为 200 以下, 如不是, 则降低脉冲频率
			输入电源电压不足	带载时电压下降到工作电压以下, 选择正确的变压器及安装稳压器
AH	驱动器过热	接通电源即报警, 环境温度正常时	驱动器内部电路故障	更换伺服驱动器
		电机运行过程中出现	散热风扇不起作用	查看 0n-09 显示的温度值, 超过 40℃ 风扇未开启, 则更换伺服驱动器
			环境温度高, 工作环境散热不好	尽量提高环境的通风效果
			不能消耗再生电力	延长减速时间
EC	编码器通信异常	接通电源时出现	编码器电缆线错误	检查编码器线接线是否正确, 是否有断线
		运行过程中出现	编码器线接触不良	检查编码器线是否接触良好
			编码器损坏	更换伺服电机
			驱动器内部检测电路	更换伺服驱动器
EH	电流采样回路	接通电源时出现	驱动器内部电流采样回路损坏	更换伺服驱动器
DE	存储器异常	接通电源时出现	速度类参数超过了最大速度 P0-34	检查参数 P0-19, P0-66, P0-73, P0-92, P0-94, P1-00~P0-15 并且确认比 P0-34 小, 然后再重启

			数据超过正常的大小限位	查看 ON28, 确认造成 DE 的参数, 然后修改此参数至正常范围		
			存储器受损或通讯修改存储器参数太频繁	更换伺服驱动器, 如果通讯修改存储器参数太频繁, 请设置 P0-80=HXXX1 参数, 将通讯参数不写入存储器		
			存储器与主芯片通信异常			
OL	过载	接通电源时出现	驱动器内部电路板故障	更换伺服驱动器		
		电机运行过程中出现	超过额定转矩运行	1. 检查负载 2. 降低启停频率 3. 更换更大功率的驱动器和伺服电机		
			驱动器动力线 U, V, W 接线错误	检查接线确认 U, V, W 正确接线		
			电机运行不稳定有振荡	1. 加大增益 2. 增加加减速时间 3. 减小负载惯量		
			伺服电机异常	更换伺服电机		
		OC1	过电流 1	接通电源时	驱动器内部电路损坏	更换伺服驱动器
				电机运行过程中出现	驱动器动力线 U, V, W 之	检查动力线
加减速时间太小	加大加减速时间					
控制环参数刚性过大	降低刚性, 即减小位置增益, 速度增益					
输出电流过大	降低最大电流限定值参数 P0-07/08 号					
接地不良, 外界干扰	正确接地					
驱动器内部电路损坏,	更换驱动器					
OC2	过电流 2	电机运行过程中出现	驱动器故障	更换驱动器		
ND	未设	上电即出现	驱动器使用前需要设	电机代码设置方法:		

				设置 P0-64: 电机代码, 电机代码请查看说明书或者电机铭牌上的代码项。
CE	电机代码	修改完电机代码后出现	所设的电机代码与驱动器不匹配	请重新确认电机代码
PLD	CPLD 通讯	上电出现	CPLD 与 DSP 通讯错误	更换驱动器
RH1	泄放电阻过热	运行中	泄放电阻和运行工况不匹配	1 检查参数 P3-60 和 P3-61 和实际泄放电阻是否一致 2. 更换功率更大的泄放电阻
BAT1	电池报警	运行中	电池电压开始下降	在驱动器上电的时候更换电池
BAT2	电池报警 2	运行中	电池电压下降到较低, 记录位置已经丢失	1. 在驱动器上电的时候更换电池 2. 由于位置数据已经丢失, 必须重新回零
LOT	绝对值编码器	电机往一个方向运行一段时间	在绝对值系统中往一个方向转的超过了 32767 圈, 位置记录发	1 查看应用类型 设置合适的 P1-52 2 在工作范围附近做 FN14 后, 再次找原点
GOH	回零错误	回零一段时间后	撞完左右限位开关后仍然找不到原点	1. 检查原点开关信号是否正常 2. 查看对于的回原点设置是否是正确的情况
PPOT	正软限位	往电机的正转方向运行	运行到了软件正 OT 限位点	确认给定命令的方向和大小有没有问题
PNOT	负软限位	往电机的反转方向运行	运行到了软件负 OT 限位点	确认给定命令的方向和大小有没有问题
C001	402 状态机不	伺服器运行在 canopen 或者 EtherCAT	Canopen 或者 EtherCAT 模式在没有设置运行模式的情况下, 直接要	查看上位机在发送使能命令前, 有没有设置运行的模式。本 error 可以通过主站通讯清除。

C002	301 状态 机不 正常 切换	伺服器运行 在 canopen 模 式或者 EtherCAT 模 式并且使能 中	在 402 状态机已经切换 到了使能的情况下重 启了 301 状态机	查看上位机有没有此违规操作，最好先用 SDO 确定是否状态后再对 301 状态机进行切换。对应 于 EtherCAT 模式来说就是，典型的情况就是在 伺服使能时，通讯状态机从 OP 切换到其他状态。 主站重启时序上来说最好先将 SDO 配合 402 协议 将伺服器使能关闭后再初始化。本 error 可以通 过主站通讯清除。
------	-----------------------------	---	--	--

# 第七章 EtherCAT 协议概述

## 7.1 EtherCAT 从站协议结构

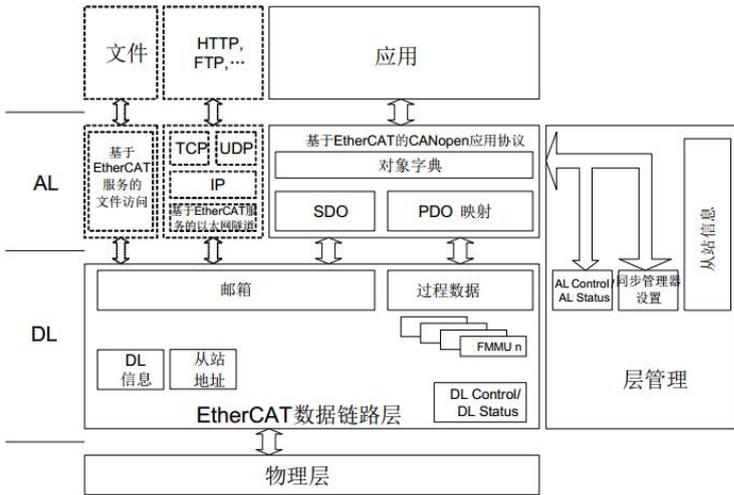


图 7.1 EtherCAT 从站参考模型

从上图可以看到，EtherCAT 从站节点可以分为应用层、数据链路层、物理层三层结构。

物理层使用与标准以太网兼容的物理接口，保证了从站实施的便捷性和通用性；数据链路层主要由专用的 ESC 从站处理芯片从硬件上保证数据传输实时性和快速性；而应用层一般由 MCU 通过软件 EtherCAT 从站协议栈来实现复杂的数据通信，例如由 CANopen over EtherCAT (CoE) 实现基于 CANopen 协议的 SDO 服务和 PDO 服务。

## 7.2 ESM 状态机

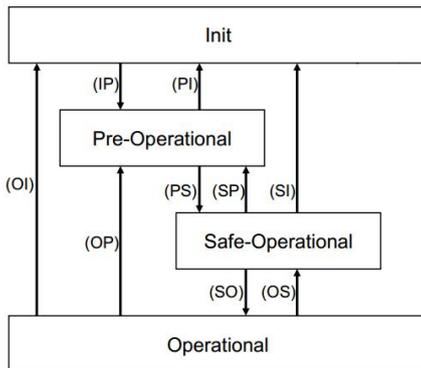


图 7.2 EtherCAT 状态机 (ESM)

ESM 定义了四种应被支持的状态：

1) Init: 初始化

初始化状态时主站可以配置从站寄存器，但服务数据对象 SDO (Service data object) 和过程数据对象 PDO(Process data object) 都还未启动。

2) Pre-Operational: 预运行

预运行状态下服务数据的发送和接收被激活，此时可通过 SDO 配置伺服参数。

3) Safe-Operational: 安全运行

安全运行状态下有过程数据，但是只允许读输入数据，不产生输出信号。例如只允许通过 TPDO 观察伺服位置、速度等参数，不可使用 RPDO 控制伺服运动。

4) Operational: 运行

运行状态下服务数据和过程数据全部有效，可以使用 SDO 服务和 PDO 服务。

通常，状态改变由主站请求，从站本地应用程序根据目前状态响应主站请求，如果状态转换失败，从站将错误标志置位。所有支持的状态转换如下表所示：

状态转换	操作
IP	开始服务数据 (SDO) 通信
PI	停止服务数据 (SDO) 通信
PS	开始输入更新
SP	停止输入更新
SO	开始输出更新
OS	停止输出更新
OP	停止输出更新，停止输入更新
SI	停止输入更新，停止邮箱通信
OI	停止输入更新，停止输出更新，停止服务数据 (SDO) 通信

### 7.3 DC 分布时钟

分布时钟 (DC, Distributed Clock) 可以使所有的 EtherCAT 设备使用相同的系统时间，从而控制各设备任务的同步执行。

EtherCAT 从站共有 3 种同步模式可以配置，如下表：

名称	特性
Free Run (自由运行)	本地应用程序由本地定时器中断产生，与 EtherCAT 事件无关。
SM Event (同步输入输出事	同步于 SM 事件，由于硬件延时等原因，该事件通常有几个微秒

件)	的抖动。
DC SYNC Event (同步分布时钟事件)	由 DC 分布时钟的 SYNC 信号触发, 该信号抖动小于 1us, 一般精度在 100ns 以内。

从上表中可以看出 DC 同步模式时钟精度远远高于其他两种模式, 而伺服应用一般对周期性和实时性要求较高, 所以本伺服只支持一种同步模式: **DC 同步模式**。

注意: 连接本伺服的 EtherCAT 主站要求支持 DC 分布时钟。

下图 7.3 表示 EtherCAT 数据帧到达时间与 DC 同步事件的关系, 可以看出使用 DC 同步事件具有更小的抖动时间。

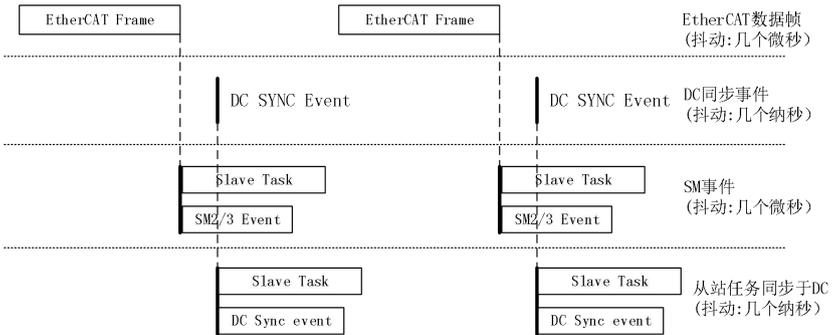


图 7.3 SM 事件与 DC 同步事件示意图

注: 该产品不支持 SYNC1 同步任务。

注: SYNC0 的周期应从 125us/250us/500us/1ms/2ms 中选择。

## 7.4 SDO Abort Code

使用 CoE 的 SDO 服务时, 由于各种原因可能会导致 SDO 写入或者读取失败, 当 SDO 操作未能成功完成时, 从站会向主站返回中止传输的故障码, 便于主站定位错误原因, 中止传输代码列表如下:

代码	含义
0x05030000	开关位没有变化
0x05040000	SDO 协议超时
0x05040001	客户机/服务器命令限定符无效或未知
0x05040005	内存溢出
0x06010000	不支持的对象访问
0x06010001	试图读取一个只写对象

0x06010002	试图写入一个只读对象
0x06010003	无法写入对象字典因为要求其子索引 00 的值为 0
0x06020000	对象字典中不存在该对象
0x06040041	该对象不能映射被映射到 PDO
0x06040042	被映射的对象的数量和长度将超过 PDO 长度
0x06040043	一般参数不兼容的原因
0x06040047	在设备中一般的内部不兼容性
0x06060000	由于硬件错误而导致访问失败
0x06070010	数据类型不匹配，服务参数的长度不匹配
0x06070012	数据类型不匹配，服务参数的长度太长
0x06070013	数据类型不匹配，服务参数的长度太短
0x06090011	子索引不存在
0x06090030	参数值超出范围
0x06090031	写入的参数值太大
0x06090032	写入的参数值太小
0x06090036	最大值小于最小值
0x08000000	一般错误
0x08000020	数据不能被传输或存储到应用
0x08000021	由于本地控制，数据不能被传输或存储到应用程序
0x08000022	由于目前设备状态，数据不能被传输或存储到应用程序
0x08000023	对象字典动态生成失败或当前没有对象字典

## 7.5 PDO 配置

PDO 服务用来周期性的传输数据，该产品支持高达 8KHz 的数据更新频率。PDO 服务分为 RPDO 和 TPDO 两种，RPDO 数据从主站发往从站，TPDO 数据从从站发往主站。

### 7.5.1 PDO 分配

RPDO 相关对象字典：

索引 (Index)	最大子索引 (Max Subindex)	备注
1C12h	1	决定使用 1600h-1604h 具体某一组 RPDO 配置。

1600h	8	第 1 组 RPDO 映射信息 (RPD01)，用户可配置。
1601h	5	第 2 组 RPDO 映射信息 (RPD02)，固定配置。
1602h	2	第 3 组 RPDO 映射信息 (RPD03)，固定配置。
1603h	2	第 4 组 RPDO 映射信息 (RPD04)，固定配置。
1604h	2	第 5 组 RPDO 映射信息 (RPD05)，固定配置。

TPDO 相关对象字典：

索引 (Index)	最大子索引 (Max Subindex)	备注
1C13h	1	决定使用 1A00h-1A04h 具体某一组 TPDO 配置。
1A00h	8	第 1 组 TPDO 映射信息 (TPD01)，用户可配置。
1A01h	5	第 2 组 TPDO 映射信息 (TPD02)，固定配置。
1A02h	2	第 3 组 TPDO 映射信息 (TPD03)，固定配置。
1A03h	3	第 4 组 TPDO 映射信息 (TPD04)，固定配置。
1A04h	3	第 5 组 TPDO 映射信息 (TPD05)，固定配置。

如果需要切换 PDO 配置组，例如由 RPD01 到 RPD02，则需要设定 1C12h 和 1C13h 的值，设定步骤如下：

- 1) 切换 ESM 状态机为 Pre-Op 状态。（只有在 Pre-Op 状态下才能修改该对象值）
- 2) 写 1C12h（或 1C13h）的子索引 00h 值为 0。
- 3) 写 1C12（或 1C13h）的子索引 01h 值为 1600h-1604h（1A00h-1A04h）某一个。例如需要 RPD02 组配置，那么写 1C12h 子索引 01h 值为 1601h。
- 4) 写 1C12h（或 1C13h）的子索引 00h 值为 1。
- 5) 切换 ESM 状态到 Op 状态，PDO 配置已生效。

### 7.5.2 PDO 映射

PDO 映射信息存储在 1600h-1604h 和 1A00h-1A04h 这些对象中，以 1600h 为例说明其存储格式，假设 1600h 对象的内容是：



(RPD03)	01h	60400010h	控制字
(固定配置)	02h	607A0020h	目标位置
1603h	00h	2	
(RPD04)	01h	60400010h	控制字
(固定配置)	02h	60FF0020h	目标速度
1604h	00h	2	
(RPD05)	01h	60400010h	控制字
(固定配置)	02h	60710010h	目标转矩

TPD0 默认映射值:

索引	子索引	值	映射对象名称
1A00h	00h	2	
(TPD01)	01h	60410010h	状态字
(可配置)	02h	60640020h	反馈位置
1A01h	00h	5	
(TPD02)	01h	60410010h	状态字
(固定配置)	02h	60640020h	反馈位置
	03h	606C0020h	反馈速度
	04h	60770010h	反馈转矩
	05h	60610008h	当前工作模式
1A02h	00h	2	
(TPD03)	01h	60410010h	状态字
(固定配置)	02h	60640020h	反馈位置
1A03h	00h	3	
(TPD04)	01h	60410010h	状态字
(固定配置)	02h	60640020h	反馈位置
	03h	606C0020h	反馈速度
1A04h	00h	3	
(TPD05)	01h	60410010h	状态字
(固定配置)	02h	60640020h	反馈位置
	03h	60770010h	反馈转矩

## 第八章 对象字典

### 8.1 CoE 通信配置对象区域 (1000h-1FFFh)

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO映射	单位	默认值
1000h	00h	设备类型	-	UINT32	RO	NO	-	00020192h
1001h	00h	错误寄存器	-	UINT8	RO	NO	-	-
1008h	00h	设备名称	-	STRING	RO	NO	-	Riding Servo Drives
1009h	00h	硬件版本	-	STRING	RO	NO	-	
100Ah	00h	软件版本	-	STRING	RO	NO	-	
1018h	设备 ID			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	4
	01h	供应商 ID	-	UINT32	RO	NO	-	000008C4h
	02h	产品代码	-	UINT32	RO	NO	-	10000001h
	03h	版本号	-	UINT32	RO	NO	-	00000001h
	04h	序列号	-	UINT32	RO	NO	-	00000000h
10F1h	错误配置			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	本地错误配置	-	UINT32	RO	NO	-	1
	02h	同步错误计数阈值	4-65535	UINT16	RW	NO	-	4
1600h	RPD01 映射对象			UINT32	RW	NO		
	00h	子索引数目	0-8	UINT8	RW	NO	-	3
	01h	第一个映射	-	UINT32	RW	NO	-	60400010h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RW	NO	-	607A0020

								h
	03h	第三个映射	-	UINT32	RW	NO	-	60600008 h
	04h	第四个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	05h	第五个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	06h	第六个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	07h	第七个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	08h	第八个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
1601h	RPD02 映射对象			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	5
	01h	第一个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60400010 h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RO	NO	-	607A0020 h
	03h	第三个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60FF0020 h
	04h	第四个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60710010 h
	05h	第五个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60600008 h
1602h	RPD03 映射对象			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	第一个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60400010 h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RO	NO	-	607A0020 h
1603h	RPD04 映射对象			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	第一个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60400010 h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60FF0020 h

1604h	RPD05 映射对象			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	第一个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60400010 h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60710010 h
1A00h	TPD01 映射对象			UINT32	RW	NO		
	00h	子索引数目	0-8	UINT8	RW	NO	-	2
	01h	第一个映射	-	UINT32	RW	NO	-	60410010 h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RW	NO	-	60640020 h
	03h	第三个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	04h	第四个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	05h	第五个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	06h	第六个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	07h	第七个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
	08h	第八个映射	-	UINT32	RW	NO	-	0
1A01h	TPD02 映射对象			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	5
	01h	第一个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60410010 h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60640020 h
	03h	第三个映射	-	UINT32	RO	NO	-	606C0020 h
	04h	第四个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60770010 h
1A02h	TPD03 映射对象			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	2

	01h	第一个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60410010h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60640020h
1A03h	TPD04 映射对象			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	3
	01h	第一个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60410010h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60640020h
	03h	第三个映射	-	UINT32	RO	NO	-	606C0020h
1A04h	TPD05 映射对象			UINT32	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	3
	01h	第一个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60410010h
	02h	第二个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60640020h
	03h	第三个映射	-	UINT32	RO	NO	-	60770010h
1C00h	SM 通道类型			UINT8	RO	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	4
	01h	SM0 类型	-	UINT8	RO	NO	-	1
	02h	SM1 类型	-	UINT8	RO	NO	-	2
	03h	SM2 类型	-	UINT8	RO	NO	-	3
	04h	SM3 类型	-	UINT8	RO	NO	-	4
1C12h	RPDO 分配			UINT16	RW	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RW	NO	-	1
	01h	RPDO 组别	1600h-1604h	UINT16	RW	NO	-	1600h
1C13h	TPDO 分配			UINT16	RW	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RW	NO	-	1
	01h	TPDO 组别	1A00h-1A04h	UINT16	RW	NO	-	1A00h

1C32h	SM2 参数			UINT16	RW	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	32
	01h	同步类型	-	UINT16	RW	NO	-	2
	02h	周期时间	-	UINT32	RO	NO	ns	0
	04h	支持的同步类型	-	UINT16	RO	NO	-	0004h
	05h	最小周期时间	-	UINT32	RO	NO	ns	125000
	06h	计算与复制时间	-	UINT32	RO	NO	ns	10000
	09h	延迟时间	-	UINT32	RO	NO	ns	0
	0Ah	SYNCO 周期时间	125us/250us/500us/ 1ms/2ms	UINT32	RW	NO	ns	-
	0Bh	SM 事件丢失计数器	-	UINT16	RO	NO	-	-
	0Ch	帧循环时间过短计数器	-	UINT16	RO	NO	-	-
	20h	同步错误	-	BOOL	RO	NO	-	0
1C33h	SM3 参数			UINT16	RW	NO		
	00h	子索引数目	-	UINT8	RO	NO	-	32
	01h	同步类型	-	UINT16	RW	NO	-	2
	02h	周期时间	-	UINT32	RO	NO	ns	0
	04h	支持的同步类型	-	UINT16	RO	NO	-	0004h
	05h	最小周期时间	-	UINT32	RO	NO	ns	125000
	06h	计算与复制时间	-	UINT32	RO	NO	ns	10000
	09h	延迟时间	-	UINT32	RO	NO	ns	0
	0Ah	SYNCO 周期时间	125us/250us/500us/ 1ms/2ms	UINT32	RW	NO	ns	-

	0Bh	SM 事件丢失计数器	-	UINT16	RO	NO	-	-
	0Ch	帧循环时间过短计数器	-	UINT16	RO	NO	-	-
	20h	同步错误	-	BOOL	RO	NO	-	0

## 8.2 伺服自定义参数区域（2000h-2005h）

GHA-E 伺服内部共有 Pn0xx, Pn1xx, Pn2xx, Pn3xx, Pn4xx, Pn5xx 六组自定义参数，每组分别映射到 2000h-2005h 对象中，上位机可直接通过对象字典写入或者读取伺服自定义参数。

映射关系如下表所示：

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
2000h	Pn0xx 组参数			UINT16	RW	ALL		
	00h	Pn0xx 组参数个数	-	UINT8	RO	NO	-	98
	01h	Pn000	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	02h	Pn001	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	62h	Pn097	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
2001h	Pn1xx 组参数			UINT16	RW	ALL		
	00h	Pn1xx 组参数个数	-	UINT8	RO	NO	-	80
	01h	Pn100	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	02h	Pn101	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	50h	Pn179	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
2002h	Pn2xx 组参数			UINT16	RW	ALL		

	00h		Pn2xx 组参数 个数	-	UINT8	RO	NO	-	81
	01h		Pn200	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	02h		Pn201	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	51h		Pn280	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
2003h			Pn3xx 组参数		UINT16	RW	ALL		
	00h		Pn3xx 组参数 个数	-	UINT8	RO	NO	-	71
	01h		Pn300	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	02h		Pn301	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	47h		Pn370	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
2004h			Pn4xx 组参数		UINT16	RW	ALL		
	00h		Pn4xx 组参数 个数	-	UINT8	RO	NO	-	50
	01h		Pn400	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	02h		Pn401	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	32h		Pn449	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
2005h			Pn5xx 组参数		UINT16	RW	ALL		
	00h		Pn5xx 组参数 个数	-	UINT8	RO	NO	-	100
	01h		Pn500	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	
	02h		Pn501	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	

	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	64h		Pn599	0-65536	UINT16	RW	ALL	-	

注：2000h-2005h 对象可以通过 SDO 服务和 PDO 服务读写，PDO 修改参数不保存到 EEPROM。

注：Pn-046 参数决定通过 SDO 写入的参数值是否保存到 EEPROM。（见 4.2.1 节）

### 8.3 CiA402 子协议区域(6000h-6FFFh)

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
603Fh	00h	错误码	0-65535	UINT16	RO	TPDO	-	0
6040h	00h	控制字	0-65535	UINT16	RW	ALL	-	0
6041h	00h	状态字	0-65535	UINT16	RO	TPDO	-	0
605Ah	00h	快速停机方式选择	0-2	INT16	RW	NO	-	2
605Bh	00h	关机停机方式选择	0-2	INT16	RW	NO	-	0
605Ch	00h	断使能停机方式选择	0-2	INT16	RW	NO	-	1
605Eh	00h	故障停机方式选择	0-2	INT16	RW	NO	-	0
6060h	00h	工作模式	0-10	INT8	RW	ALL	-	0
6061h	00h	工作模式显示	0-10	INT8	RO	TPDO	-	0
6062h	00h	位置指令	-21474836 48-214748 3647	INT32	RO	TPDO	指令单位	0
6063h	00h	内部反馈位置	-21474836 48-214748 3647	INT32	RO	TPDO	pulse	0

6064h	00h	反馈位置	-21474836 48-214748 3647	INT32	RO	TPDO	指令单位	0
6065h	00h	跟随误差 阈值	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位	0
6067h	00h	位置到达 阈值	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位	0
6068h	00h	位置到达 窗口时间	0-65535	UINT1 6	RW	ALL	ms	0
606Bh	00h	速度指令	-21474836 48-214748 3647	INT32	RO	TPDO	指令单位 /s	0
606Ch	00h	反馈速度	-21474836 48-214748 3647	INT32	RO	TPDO	指令单位 /s	0
606Dh	00h	速度到达 阈值	0-65535	UINT1 6	RW	ALL	指令单位 /s	100
606Eh	00h	速度到达 窗口时间	0-65535	UINT1 6	RW	ALL	ms	100
606Fh	00h	零速度阈 值	0-65535	UINT1 6	RW	ALL	指令单位 /s	50
6070h	00h	零速度窗 口时间	0-65535	UINT1 6	RW	ALL	ms	0
6071h	00h	目标转矩	-32768-32 767	INT16	RW	ALL	0.1%	0
6072h	00h	最大转矩	0-65535	UINT1 6	RW	ALL	0.1%	3000
6074h	00h	转矩指令	-32768-32 767	INT16	RO	TPDO	0.1%	0
6075h	00h	电机额定 电流	0-4294967 295	UINT3 2	RO	TPDO	mA	0
6076h	00h	电机额定 转矩	0-4294967 295	UINT3 2	RO	TPDO	mN·m	0

6077h	00h	反馈转矩	-32768-32 767	INT16	RO	TPDO	0.1%	0
6078h	00h	反馈电流	-32768-32 767	INT16	RO	TPDO	0.1%	0
607Ah	00h	目标位置	-21474836 48-214748 3647	INT32	RW	ALL	指令单位	0
607Ch	00h	原点偏移 量	-21474836 48-214748 3647	INT32	RW	ALL	指令单位	0
607Dh	软件限位			INT32	RW	ALL	指令单位	
	00h	子索引个 数	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	最小位置 限制	-21474836 48-214748 3647	INT32	RW	ALL	指令单位	-20000 00000
	02h	最大位置 限制	-21474836 48-214748 3647	INT32	RW	ALL	指令单位	200000 0000
607Eh	00h	指令极性	0-255	UINT8	RW	ALL	-	0
607Fh	00h	最大指令 速度	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位 /s	32000
6081h	00h	简表运行 速度	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位 /s	0
6083h	00h	简表加速 度	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位 /s <sup>2</sup>	100
6084h	00h	简表减速 度	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位 /s <sup>2</sup>	100
6085h	00h	快速停车 减速度	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位 /s <sup>2</sup>	100
6087h	00h	转矩斜坡	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	0.1%/s	0
6091h	电子齿轮比			UINT3	RW	ALL		

				2				
	00h	子索引个数	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	电机分辨率	1-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	pul(电机)	131072
	02h	负载轴分辨率	1-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	pul(轴)	10000
6098h	00h	原点回归方法	-128-127	INT8	RW	ALL	-	35
6099h	原点回归速度			UINT3 2	RW	ALL		
	00h	子索引个数	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	第1段搜索减速点速度	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位 /s	0
	02h	第2段搜索原点速度	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位 /s	0
609Ah	00h	回零减速速度	0-4294967 295	UINT3 2	RW	ALL	指令单位 /s <sup>2</sup>	100
60B0h	00h	位置指令偏置	-21474836 48-214748 3647	INT32	RW	ALL	指令单位	0
60B1h	00h	速度指令偏置	-21474836 48-214748 3647	INT32	RW	ALL	指令单位 /s	0
60B2h	00h	转矩指令偏置	-21474836 48-214748 3647	INT32	RW	ALL	0.1%	0
60B8h	00h	探针模式	0-65535	UINT1	RW	ALL	-	0

				6				
60B9h	00h	探针状态	0-65535	UINT16	RO	TPDO	-	0
60BAh	00h	探针 1 上升沿锁存位置值	-2147483648-2147483647	INT32	RO	TPDO	指令单位	0
60BBh	00h	探针 1 下降沿锁存位置值	-2147483648-2147483647	INT32	RO	TPDO	指令单位	0
60BCh	00h	探针 2 上升沿锁存位置值	-2147483648-2147483647	INT32	RO	TPDO	指令单位	0
60BDh	00h	探针 2 下降沿锁存位置值	-2147483648-2147483647	INT32	RO	TPDO	指令单位	0
60C5h	00h	最大加速度	0-4294967295	UINT32	RW	ALL	指令单位 /s <sup>2</sup>	10000
60C6h	00h	最大减速度	0-4294967295	UINT32	RW	ALL	指令单位 /s <sup>2</sup>	10000
60E0h	00h	正向转矩限制	0-65535	UINT16	RW	ALL	0.1%	3000
60E1h	00h	反向转矩限制	0-65535	UINT16	RW	ALL	0.1%	3000
60F4h	00h	跟随误差	-2147483648-2147483647	INT32	RO	TPDO	指令单位	0
60FCh	00h	内部位置指令	-2147483648-2147483647	INT32	RO	TPDO	指令单位	0
60FDh	00h	DI 数字输入	-	UINT32	RO	TPDO	-	0
60FEh	DO 数字输出			UINT32	RW	ALL		

	00h	子索引个数	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	物理输出	0h-FFFFFF FFh	UINT3 2	RW	ALL	-	0
	02h	位掩码	0h-FFFFFF FFh	UINT3 2	RW	ALL	-	0
60FFh	00h	目标速度	-21474836 48-214748 3647	INT32	RW	ALL	指令单位 /s	0
6502h	00h	支持工作模式	-	UINT3 2	RO	TPDO	-	3ADh

注：607Dh、607Eh、6091h 通过 SDO 服务修改后存入 EEPROM，其他不保存。

注：通过 PDO 服务修改的值都不存入 EEPROM。

# 第九章 控制模式

## 9.1 CiA402 状态机

使用 GHA-E 驱动器必须按照标准 CiA402 协议规定的流程引导伺服驱动器，伺服驱动器才可运行于指定的状态。

CiA402 协议规定的状态机如图 9.1:

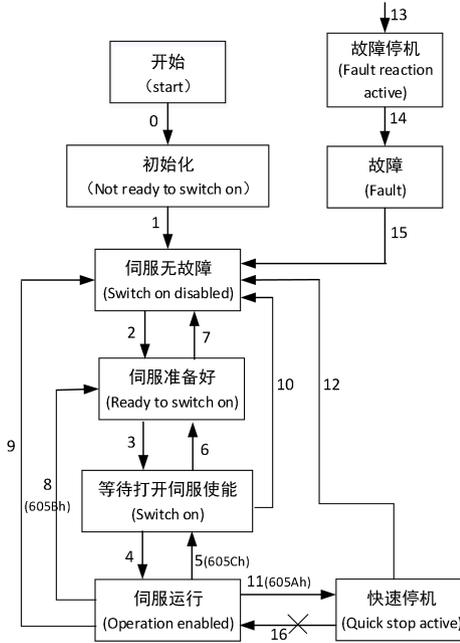


图 9.1 CiA402 状态机切换图

各状态的描述如下表:

状态	描述
初始化	驱动器初始化、内部自检已经完成。 驱动器的参数不能设置，也不能执行驱动功能。
伺服无故障	伺服驱动器无故障或错误已排除。驱动器参数可以设置。
伺服准备好	伺服驱动器已准备好，驱动器参数可以设置。
等待打开伺服使能	伺服驱动器等待打开伺服使能，驱动器参数可以设置。
伺服运行	驱动器正常运行，已使能某一伺服运行模式，电机已通电，

	驱动器参数属性为“运行更改”的可以设置，其他不可。
快速停机	快速停机功能被激活，驱动器正在执行快速停机功能。 驱动器参数属性为“运行更改”的可以设置，其他不可。
故障停机	驱动器发生故障，正在执行故障停机过程中。 驱动器参数属性为“运行更改”的可以设置，其他不可。
故障	故障停机完成，所有驱动功能均被禁止，同时允许更改驱动器参数以便排除故障。 对于可复位故障，参数更改后，可通过控制字6040h=80h 使故障复位。

以上状态机的所有切换动作如下表：

CiA402 状态切换		事件	动作
0	上电→初始化	自然过渡，无需控制指令	伺服初始化及自检
1	初始化→伺服无故障	自然过渡，无需控制指令，若初始化中发生错误，直接进入13	通讯激活
2	伺服无故障→伺服准备好	接收Shutdown指令	无动作
3	伺服准备好→等待打开伺服使能	接收Switch on指令	无动作
4	等待打开伺服使能→伺服运行	接收Enable operation指令	伺服使能，电机上电
5	伺服运行→等待打开伺服使能	接收Disable operation指令	伺服按照605Ch方式停机，之后断使能
6	等待打开伺服使能→伺服准备好	接收Shutdown指令	无动作
7	伺服准备好→伺服无故障	接收Disable voltage指令	无动作
8	伺服运行→伺服准备好	接收Shutdown指令	伺服按照605Bh方式停机，之后断使能
9	伺服运行→伺服无故障	接收Disable voltage指令	伺服直接断使能
10	等待打开伺服使能→伺服无故障	接收Disable voltage指令	无动作

11	伺服运行→快速停机	接收Quick stop指令	伺服按照605Ah方式停机，之后断使能并自动执行I2
12	快速停机→伺服无故障	自然过渡，无需控制指令	无动作
13	→故障停机	除“故障”外其他任意状态下，伺服驱动器一旦发生故障，自动切换到故障停机状态，无需控制指令	伺服执行相应的故障停机动作
14	故障停机→故障	停机完成后，自然过渡，无需控制指令	伺服断使能
15	故障→伺服无故障	接收Fault reset指令	故障恢复后执行复位动作
16	快速停机→伺服运行	快速停机方式605A选择为5~7，停机后返回Operation enabled。（ <b>本伺服不支持该动作</b> ）	不支持

## 9.2 控制字（6040h）和状态字（6041h）

### 9.2.1 控制字（6040h）

对象 6040h（Controlword）的作用是控制 CiA402 状态机的动作，控制不同工作模式下伺服的动作。

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
6040h	00h	控制字	0-65535	UINT16	RW	ALL	-	0

其各 bit 位含义如下：

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
含义	ms					r	oms	h	fr	oms			eo	qs	ev	so

ms : manufacturer-specific 厂家自定义，保留

r : reserved 保留

oms: operation mode specific 特定工作模式专用

h : halt 暂停（不支持）

fr : fault reset 故障复位

eo : enable operation 使能

qs : quick stop 快速停车

ev : enable voltage 伺服准备好

so : switch on 等待使能

控制 CiA402 状态机切换的指令组合如下表：

指令	控制字（6040h）					状态机切换
	Bit7	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
Shutdown	0	X	1	1	0	2, 6, 8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Switch on + enable operation	0	1	1	1	1	3+4

Disable voltage	0	X	X	0	X	7, 9, 10, 12
Quick stop	0	X	0	1	X	7, 10, 11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4, 16
Fault reset	0→1	X	X	X	X	15

注：表中“X”代表该位此时不重要，一般写“0”即可。

注：例如要执行 Shutdown 指令，写 6040h 值为 0x06 即可。

Bit8 控制暂停功能（Halt），本伺服中不支持该功能，所以该位无效。

Bit4-Bit6 及 Bit9 在特定的工作模式中有不同的含义，它们的含义概览如下表，具体的操作详见各工作模式介绍。

工作模式	Bit9	Bit6	Bit5	Bit4
pp	Change on set-point(不支持)	Absolute/Relative	Change set immediately	New set-point
pv	-	-	-	-
tq	-	-	-	-
hm	-	-	-	Start homing
esp	-	-	-	-
csv	-	-	-	-
cst	-	-	-	-

注：表中“-”表示未使用，该位请写“0”。

## 9.2.2 状态字 (6041h)

对象 6041h (Statusword) 的作用是指示目前 CiA402 状态机的状态，表明伺服工作情况。

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
6041h	00h	状态字	0-65535	UINT16	RO	TPDO	-	0

其各 bit 位含义如下：

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
含义	ms		oms		ila	tr	rm	ms	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso

- ms : manufacturer-specific 厂家自定义, 保留
- oms: operation mode specific 特定工作模式专用
- ila: internal limit active 内部限制激活
- tr: target reached 目标位置到达
- rm: remote 远程控制模式
- w: warning 警告
- sod: switch on disabled
- qs: quick stop
- ve: voltage enabled
- f: fault
- oe: operation enabled
- so: switched on
- rtso: ready to switch on

Bit0-Bit3, Bit5, Bit6 组合起来可以确定目前 CiA402 状态机的状态:

状态字 (6041h)	CiA402 状态	
xxxx xxxx x0xx 0000b	Not ready to switch on	初始化
xxxx xxxx x1xx 0000b	Switch on disabled	伺服无故障, 初始化完成
xxxx xxxx x01x 0001b	Ready to switch on	伺服准备好
xxxx xxxx x01x 0011b	Switch on	等待打开伺服使能
xxxx xxxx x01x 0111b	Operation enabled	伺服使能
xxxx xxxx x00x 0111b	Quick stop active	快速停止
xxxx xxxx x0xx 1111b	Fault reaction active	故障响应
xxxx xxxx x0xx 1000b	Fault	故障

注: “x”表示该位不影响其表示的状态。

Bit4 表示主电源已经接通, 本伺服中上电后主电源一直处于接通状态, 所以该位一直保持为“1”。

Bit5 为“0”时，表示 Quick stop 有效。

Bit7 为“1”时，表示有警告产生，不是错误或者故障，不影响状态机。

Bit9 为“1”时，表示 6040h 控制字被处理。

Bit10, Bit12, Bit13 与工作模式有关，在不同工作模式下有不同的含义，它们的含义概览如

下表：

工作模式	Bit13	Bit12	Bit10
pp	following error	set-point acknowledge	target reached
pv	-	speed	target reached
tq	-	-	target reached
hm	homing error	homing attained	target reached
csp	following error	drive follows command value	-
csv	-	drive follows command value	-
cst	-	drive follows command value	-

## 9.3 工作模式相关

### 9.3.1 支持的工作模式 (6502h)

对象 6502h(Supported drive modes)的值表示了本伺服所支持的工作模式，它的介绍如下：

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
6502h	00h	支持工作模式	-	UINT32	RO	TPDO	-	3ADh

其内容是按位定义的，每 Bit 位表示一种工作模式，当相应的位值为“1”时，表示支持该工作模式，各位定义如下表：

Bit	工作模式	值
0	简表位置模式 pp	1
1	速度控制模式 vl	0
2	简表速度模式 pv	1
3	简表转矩模式 tq	1
4	保留	0

5	回零模式 hm	1
6	插补位置模式 ip	0
7	同步位置模式 csp	1
8	同步速度模式 csv	1
9	同步转矩模式 cst	1
10-15	保留	0
16-31	厂家自定义	0

### 9.3.2 工作模式设定 (6060h) 和显示 (6061h)

对象 6060h (Modes of operation) 表示目前控制器正在请求的伺服工作模式，对象 6061h (Modes of operation display) 表示目前伺服处于的工作模式，它们具体介绍如下：

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
6060h	00h	工作模式	0-10	INT8	RW	ALL	-	0
6061h	00h	工作模式显示	0-10	INT8	RO	TPDO	-	0

6060h 与 6061h 取值范围都为-128 到 127，取值具有相同的含义，如下表：

取值	含义
-128~-1	厂家自定义
0	未指定
+1	Profile position mode(pp)
+2	Velocity mode(vl) (不支持)
+3	Profile velocity mode(pv)
+4	Torque profile mode(tq)

+5	保留
+6	Homing mode (hm)
+7	Interpolated position mode (ip) (不支持)
+8	Cyclic sync position mode (csp)
+9	Cyclic sync velocity mode (csv)
+10	Cyclic sync torque mode (cst)
11-127	保留

注：设置工作模式时，控制器写对象 6060h，并从 6061h 读回目前伺服工作模式进行确认。

注：6060h 默认值为 0，所以伺服使能之前应设置相应的工作模式，如果未设置，伺服报警“Co01”（故障码：FF05）。

注：切换工作模式请在伺服未使能情况下进行，否则可能出现异常情况。

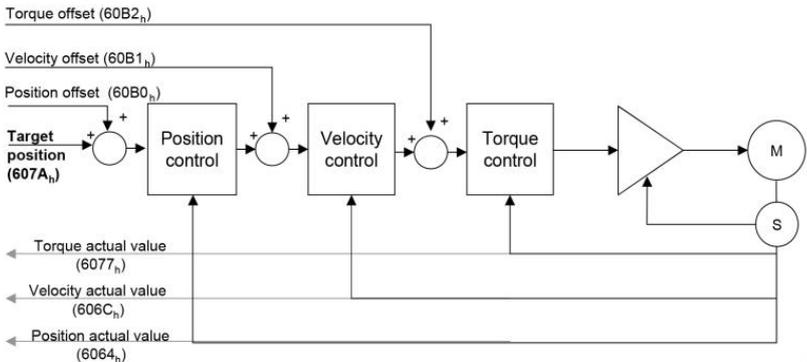
## 9.4 位置控制模式

### 9.4.1 同步位置模式 CSP

同步位置模式（Cyclic synchronous position mode）是一种周期性同步方式发送目标位置指令的位置运行模式，它的特点是位置轨迹规划在上位机中完成，伺服直接响应位置指令。

使用该模式时请设置 6060h=8。

1) 结构图



位置指令偏置 60B0h、速度指令偏置 60B1h 及转矩指令偏置 60B2h 在该模式中都是有效的，反馈的对象有实际转矩 6077h、实际速度 606Ch 及实际位置 6064h。上位机轨迹规划的结果直接

以最高 8K 的频率刷新目标位置 607Ah。

## 2) 相关对象

控制字 6040h		
无特殊控制，其他见 9.2.1 节		
状态字 6041h		
位	名称	描述
Bit10	保留	
Bit12	drive follows command value	0: 从站未跟随目标位置指令 1: 从站跟随目标位置指令
Bit13	following error	0: 跟随误差在阈值范围内 1: 跟随误差过大

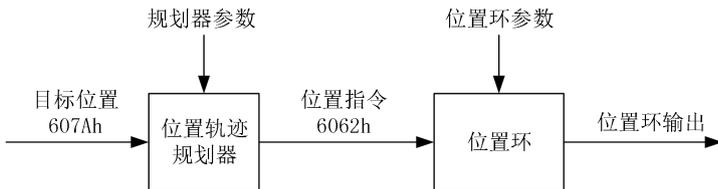
索引	子索引	名称	描述
6065h	00	跟随误差阈值	当位置偏差大于 6065h 时，认为跟随误差过大，6041h 的 Bit13 置位。

## 9.4.2 轮廓位置模式 PP

简表位置模式 (Profile position mode) 是一种指定目标位置、目标速度、加减速速度等，在伺服驱动器内部生成位置指令后动作的位置控制模式。即位置规划功能由伺服完成，主要应用于点对点应用。

使用该模式时请设置 **6060h=1**。

### 1) 结构图



该模式相比于 CSP 工作模式，伺服内部多出位置轨迹规划器的功能。

## 2) 相关对象

控制字 6040h		
位	名称	描述
Bit4	New Set-point	由 0 到 1 上升沿表示触发新的目标位置 607Ah、速度 6081h 等
Bit5	Change set immediately	0: 非立即更新 1: 立刻更新
Bit6	abs/rel	0: 目标位置为绝对位置 1: 目标位置为相对位置指令
Bit9	Change on set-point	不支持
状态字 6041h		
位	名称	描述
Bit10	target reached	0: 目标位置未到达 1: 目标位置到达
Bit12	drive follows command value	0: 从站未跟随指令 1: 从站跟随指令
Bit13	following error	0: 跟随误差在阈值范围内 1: 跟随误差过大

索引	子索引	名称	描述
6067h	00	位置到达阈值	当位置偏差在 $\pm 6067h$ 范围内, 且时间达到 6068h 时, 认为位置到达, 将 6041h 的 Bit10 位置 1。
6068h	00	位置到达窗口时间	
607Fh	00	最大指令速度	限制 6081h 给定的速度, 单位: 指令单位/s
6081h	00	简表运行速度	单位: 指令单位/s
6083h	00	简表加速度	单位: 指令单位/s <sup>2</sup>
6084h	00	简表减速度	单位: 指令单位/s <sup>2</sup>

### 9.4.3 回零模式 HM

回零模式 (Homing mode) 也称为原点复位模式, 是寻找机械原点, 并定位机械原点与机械零点的位置关系。

使用该模式时请设置 **6060h=6**。

机械原点：机械上某一固定位置，对应原点开关或者电机 Z 相信号。

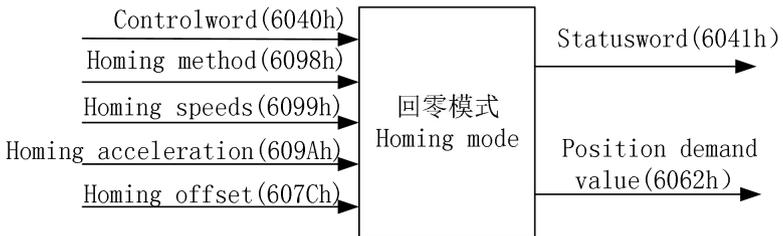
机械零点：机械上绝对 0 位置。

回零完成后，电机停止的位置为机械原点，通过设置对象 607Ch，可设定机械原点与机械零点的关系：

机械原点=机械零点+607Ch

即回零成功后反馈位置 6064h=607Ch。

1) 结构图



2) 相关对象

控制字 6040h		
位	名称	描述
Bit4	Start homing	由 0 到 1 上升沿表示开始新的回零动作
状态字 6041h		
位	名称	描述
Bit10	target reached	0: 目标位置未到达 1: 目标位置到达
Bit12	Homing attained	0: 回零未完成 1: 回零成功
Bit13	Homing error	0: 回零没有发生错误 1: 回零发生错误

索引	子索引	名称	描述
6098h	00	原点回归方法	方法 1-方法 14, 方法 17-方法 30, 方法 33, 34, 35。

			每种方法详细介绍见以下章节。
6099h	01	第 1 段搜索减速点速度	单位：指令单位/s
	02	第 2 段搜索原点速度	单位：指令单位/s
609Ah	00	回零减速度	单位：指令单位/s <sup>2</sup>
607Ch	00	原点偏移量	单位：指令单位

### 3) 回零方法

#### 方法 1:

此方法下，在未遇到 NOT(反向限位, Negative limit)情况下，初始化动作方向是反向(negative)。

原点检出位置是在 NOT 信号为非激活状态后正向遇到的第一个 Z 相信号 (Index pulse)。

如图 9.2:

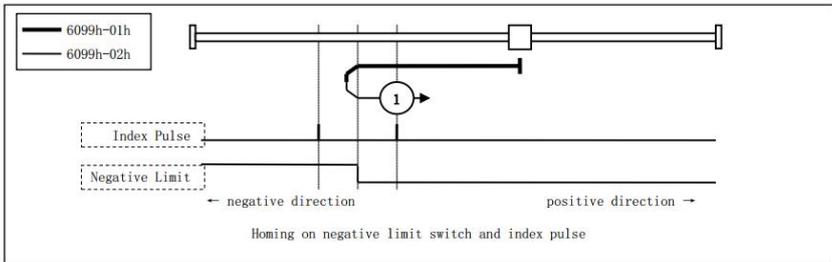


图 9.2 回零方法 1

#### 方法 2:

此方法下，在未遇到 POT(正向限位, Positive limit)情况下，初始化动作方向是正向(Positive)。

原点检出位置是在 POT 信号为非激活状态后反向遇到的第一个 Z 相信号 (Index pulse)。

如图 9.3:

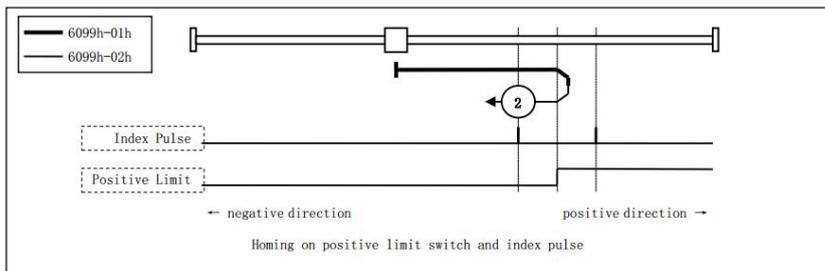


图 9.3 回零方法 2

**方法 3、4:**

此方法下，基于启动时的 Home switch 的状态初始化动作方向变化。

原点检出位置是 Home switch 的状态变化后反向侧，或者正向侧的第一个 Z 相信号 (Index pulse)。如图 9.4:

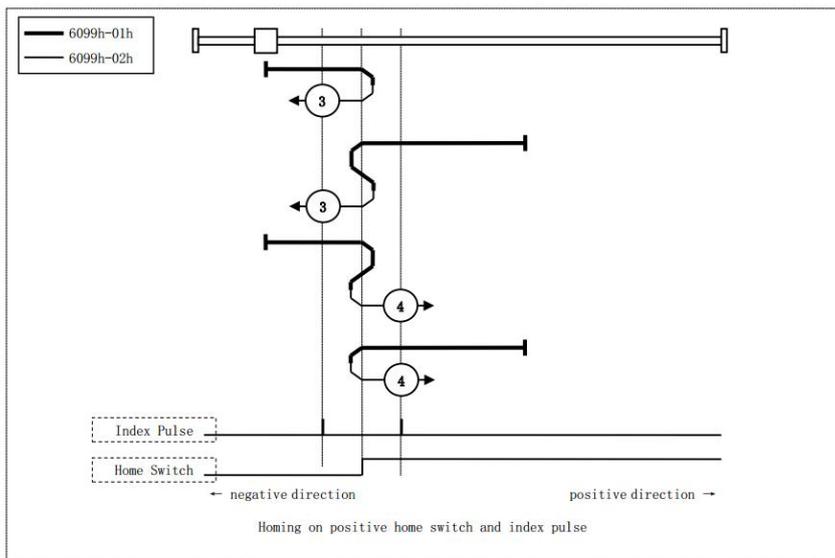


图 9.4 回零方法 3 和方法 4

### 方法 5、6:

此方法下，基于启动时的 Home switch 的状态初始化动作方向变化。

原点检出位置是 Home switch 的状态变化后反向侧，或者正向侧的第一个 Z 相信号 (Index pulse)。如图 9.5:

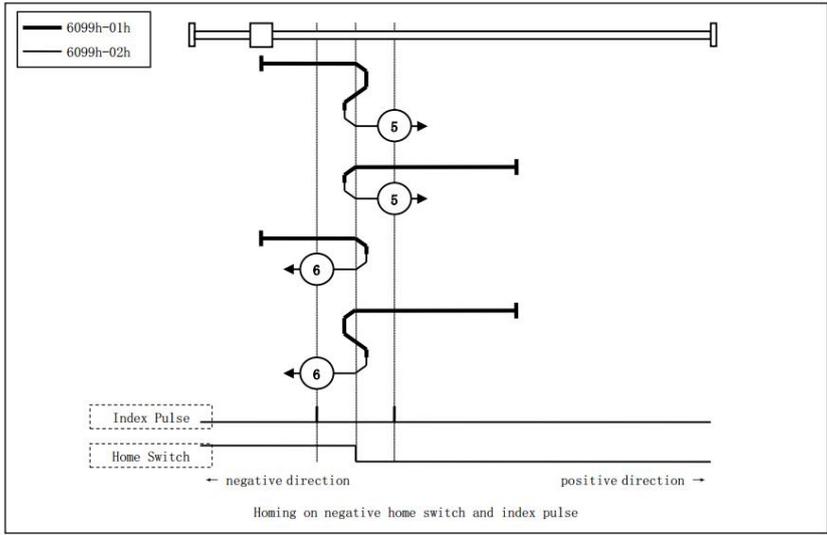


图 9.5 回零方法 5 和方法 6

### 方法 7、8、9、10:

此方法使用 Home switch 和 index pulse。

方法 7,8 初始化动作方向是: 如果开始时处于 Home 信号有效区域, 则往反向运动。

方法 9,10 初始化动作方向是: 如果开始时处于 Home 信号有效区域, 则往正向运动。

原点检出位置是, home 信号的上升沿或者下降沿附件的 Index 信号。如图 9.6:



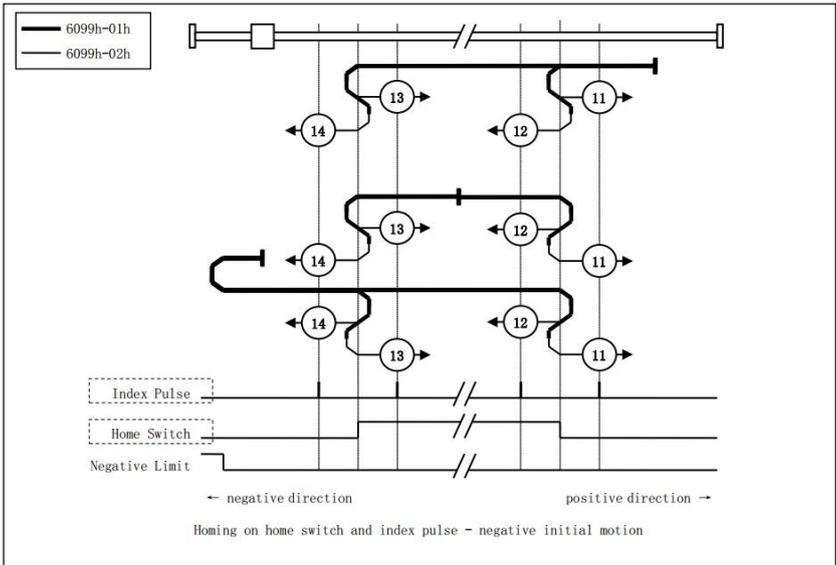


图 9.7 回零方法 11、12、13、14

**方法 17:**

此方法和方法 1 相似，不同的是原点检出位置不是 index pulse，而是 NOT 变化的位置，  
如图 9.8:

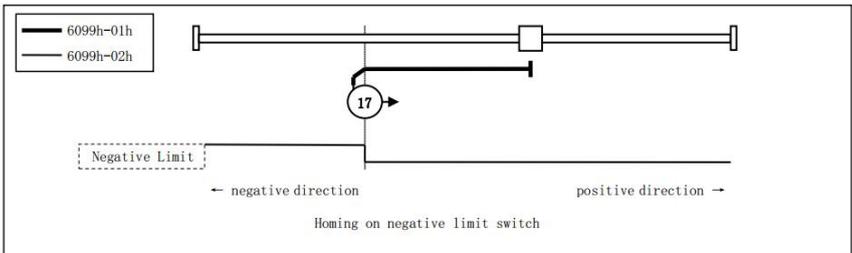


图 9.8 回零方法 17

### 方法 18:

此方法和方法 2 相似，不同的是原点检出位置不是 index pulse, 而是 POT 变化的位置。

如图 9.9:

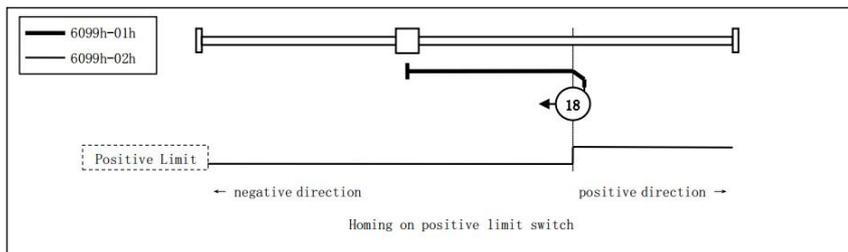


图 9.9 回零方法 18

### 方法 19, 20:

此方法和方法 3, 4 相似，不同的是原点检出位置不是 index pulse, 而是 Home 信号变化的位置，如图 9.10:

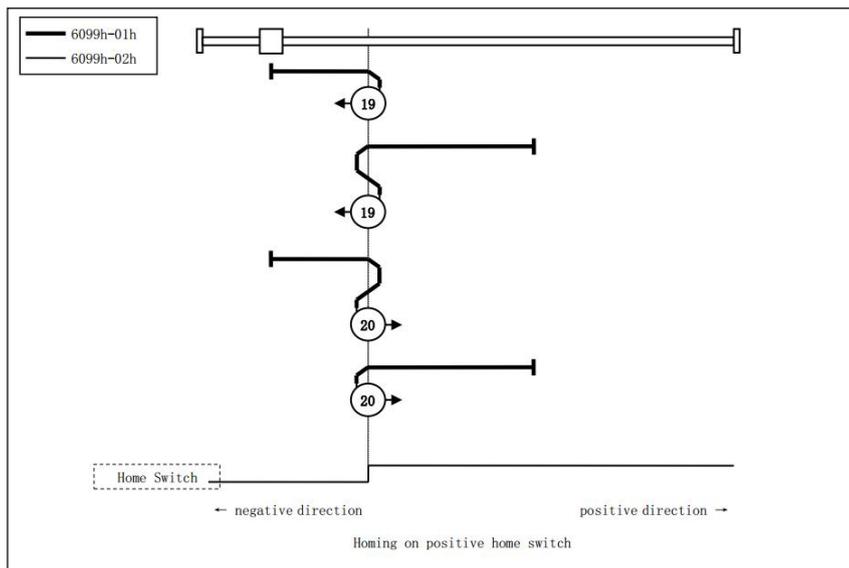


图 9.10 回零方法 19, 20

**方法 21, 22:**

此方法和方法 5, 6 相似, 不同的是原点检出位置不是 index pulse, 而是 Home 信号变化的位置, 如图 9. 11:

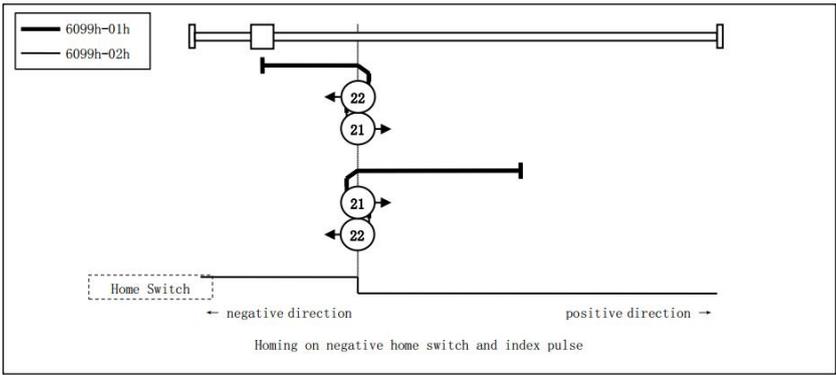


图 9. 11 回零方法 21, 22

**方法 23, 24, 25, 26:**

此方法和方法 7, 8, 9, 10 相似, 不同的是原点检出位置不是 index pulse, 而是 Home 信号变化的位置, 如图 9. 12:

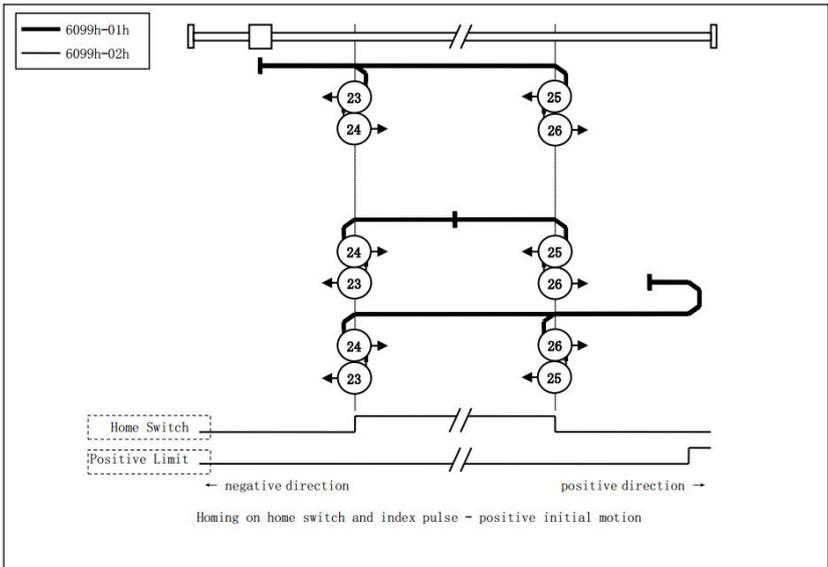


图 9. 12 回零方法 23, 24, 25, 26

**方法 27, 28, 29, 30:**

此方法和方法 11, 12, 13, 14 相似, 不同的是原点检出位置不是 index pulse, 而是 Home 信号变化的位置, 如图 9.13:

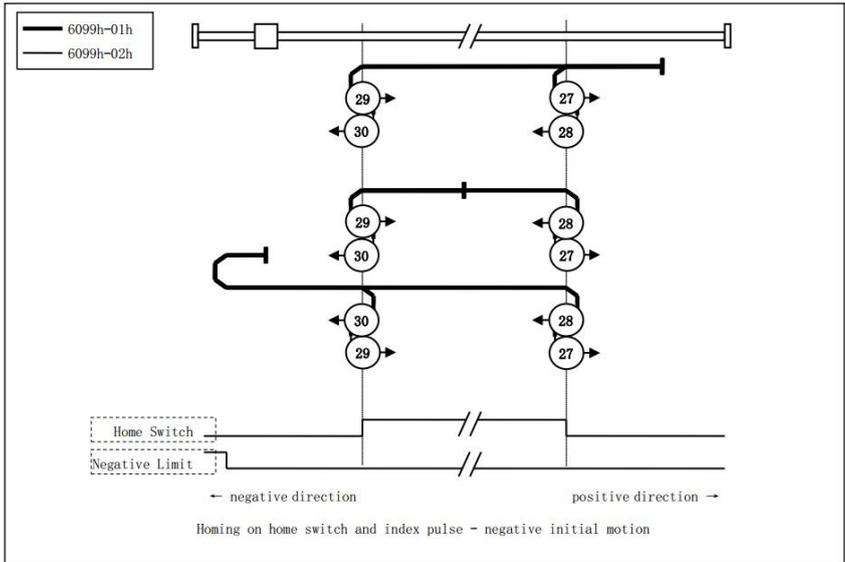


图 9.13 回零方法 27, 28, 29, 30

**方法 33, 34:**

此方法只使用 Index pulse, 如图 9.14:

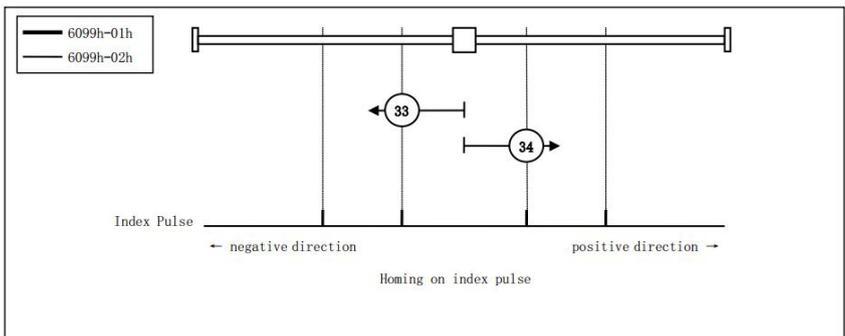


图 9.14 回零方法 33, 34

### 方法 35:

此方法是以启动回零时的当前位置作为原点。如图 9.15:

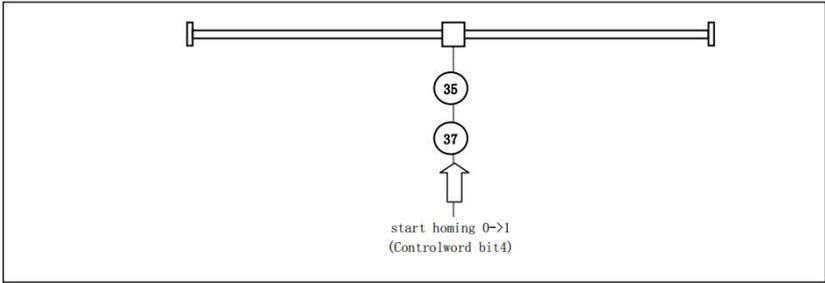


图 9.15 回零方法 35

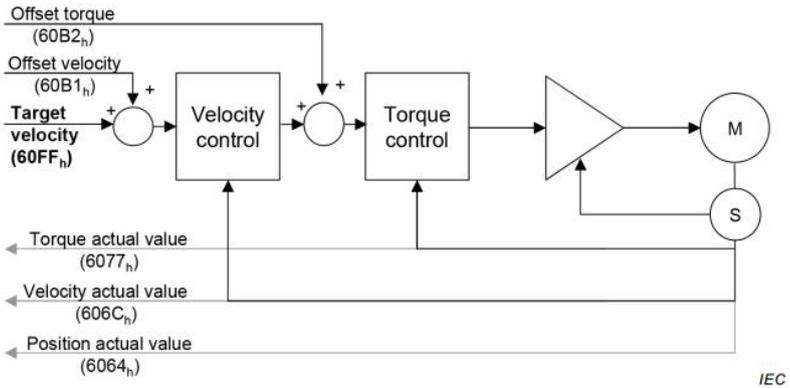
## 9.5 速度控制模式

### 9.5.1 同步速度模式 CSV

同步速度模式 (Cyclic synchronous velocity mode) 与同步位置模式相似，上位机规划速度曲线，然后以最高 8K 的刷新频率将速度指令 60FFh 发送给伺服。

使用该模式时请设置 **6060h=9**。

1) 结构图



与 CSP 模式对比，CSV 没有了位置环，直接接收目标速度 60FFh，速度曲线规划在上位机中完成。

2) 相关对象

控制字 6040h
无特殊控制，其他见 9.2.1 节

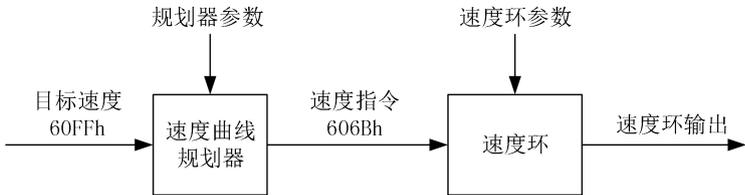
状态字 6041h		
位	名称	描述
Bit12	drive follows command value	0: 从站未跟随目标速度指令 1: 从站跟随目标速度指令

### 9.5.2 轮廓速度模式 PV

简表速度模式（Profile velocity mode）是指上位机将目标速度，加速度，减速度等指令发送到伺服，伺服内部执行速度曲线规划，然后执行的过程。

使用该模式时请设置 **6060h=3**。

1) 结构图



2) 关联对象

控制字 6040h		
无特殊控制，其他见 9.2.1 节		
状态字 6041h		
位	名称	描述
Bit10	target reached	0: 目标速度未到达 1: 目标速度到达
Bit12	Speed	0: 电机转速不为零 1: 电机转速为零

索引	子索引	名称	描述
606Dh	00	速度到达阈值	目标速度 60FFh 与电机实际速度 606Ch 的差值在 $\pm 606Dh$ 以内，且时间到达 606Eh 时，认为速度到达，6041h 的 Bit10 置 1。
606Eh	00	速度到达窗口时间	
606Fh	00	零速度阈值	实际速度 606Ch 的值在 606Fh 以下且时间

6070h	00	零速度窗口时间	保持 6070h, 认为转速为零。
-------	----	---------	-------------------

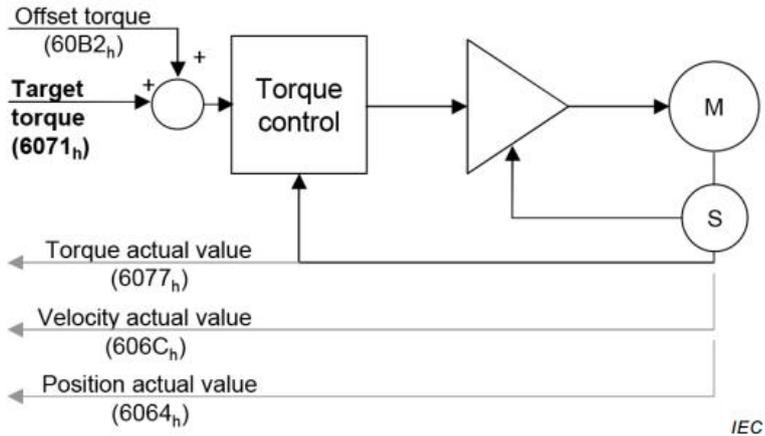
## 9.6 转矩控制模式

### 9.6.1 同步转矩模式 CST

同步转矩模式 (Cyclic synchronous torque mode) 是指上位机将计算好的目标转矩 6071h 周期性的发送给伺服驱动器, 伺服直接响应控制器的转矩指令。

使用该模式时请设置 **6060h=10**。

1) 结构图



2) 相关对象

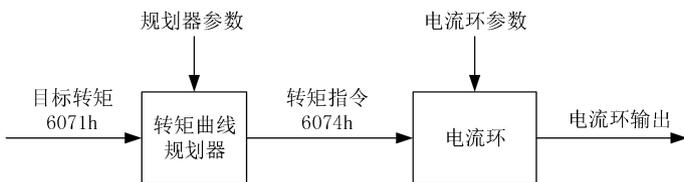
控制字 6040h		
无特殊控制, 其他见 9.2.1 节		
状态字 6041h		
位	名称	描述
Bit12	drive follows command value	0: 从站未跟随目标转矩指令 1: 从站跟随目标转矩指令

### 9.6.2 简表转矩模式 TQ

简表转矩模式 (Profile torque mode) 是指上位机直接将目标转矩 6071h、转矩斜坡常数 6087h 发送到伺服驱动器, 转矩调节由伺服执行。

使用该模式时请设置 **6060h=4**。

1) 结构图



## 2) 相关对象

控制字 6040h		
无特殊控制，其他见 9.2.1 节		
状态字 6041h		
位	名称	描述
Bit10	target reached	0: 目标转矩未到达 1: 目标转矩到达

索引	子索引	名称	描述
60E0h	00	正向转矩限制	限制目标转矩 6071h 在 60E0h 和 60E1h 范围内
60E1h	00	反向转矩限制	

## 9.7 其他功能

### 9.7.1 位置锁存功能 (Touch Probe)

位置锁存功能又称为探针功能，是 CiA402 子协议中所规定的一种用于在某信号的边沿锁存位置的功能。

本系列伺服提供了两组独立的探针，可同时锁存位置信息，触发源可以是普通数字输入 (DI7 和 DI8)、Z 相信号 (绝对值编码器过零点模拟)。其功能框图如下所示：

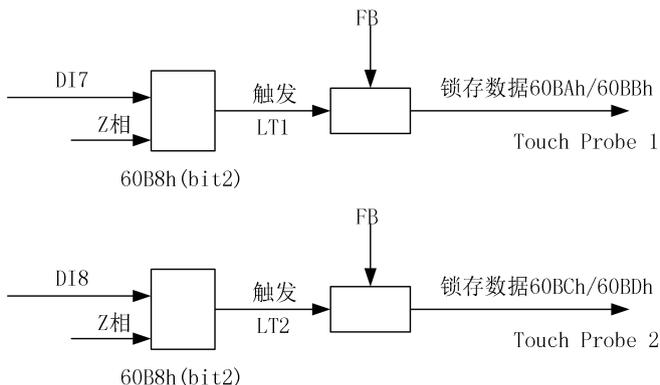


图 9.16 Touch Probe 功能框图

为了使位置锁存功能正常工作，以下几点需要注意：

- ◇ESM 状态在“Init”时无法使用 Touch Probe；伺服工作模式不能为 hm(回零模式)。
- ◇触发信号的有效时间和无效时间都要在 2ms 或者以上。

Touch probe 1 以下简称 Tp1, Touch probe 2 简称 Tp2。

1) Touch probe function (60B8h)

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
60B8h	00h	探针模式	0-65535	UINT16	RW	ALL	-	0

该对象按位操作，执行探针功能，各个位的含义如下表：

位	值	含义	
0	0	关闭 Tp1	Tp1 的启动和停止 (上升沿触发启动)
	1	打开 Tp1	
1	0	单次模式	Tp1 触发模式选择
	1	连续模式	
2	0	触发源选择数字输入 DI7	Tp1 触发源选择
	1	触发源选择 Z 相信号	
3	-	保留	未使用
4	0	关闭 Tp1 上升沿触发	Tp1 上升沿选择
	1	使能 Tp1 上升沿触发	
5	0	关闭 Tp1 下降沿触发	Tp1 下降沿选择
	1	使能 Tp1 下降沿触发	
6-7		保留	未使用
8	0	关闭 Tp2	Tp2 的启动和停止 (上升沿触发启动)
	1	打开 Tp2	
9	0	单次模式	Tp2 触发模式选择
	1	连续模式	
10	0	触发源选择数字输入 DI8	Tp2 触发源选择
	1	触发源选择 Z 相信号	

11	-	保留	未使用
12	0	关闭 Tp2 上升沿触发	Tp2 上升沿选择
	1	使能 Tp2 上升沿触发	
13	0	关闭 Tp2 下降沿触发	Tp2 下降沿选择
	1	使能 Tp2 下降沿触发	
14-15		保留	未使用

注：触发信号的上升沿是指信号从无效状态到有效状态的跳变沿；下降沿是指信号从有效状态到无效状态的跳变沿。

## 2) Touch Probe status (60B9h)

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO映射	单位	默认值
60B9h	00h	探针状态	0-65535	UINT16	RO	TPDO	-	0

该对象指示探针状态，各个位的含义如下表：

位	值	含义	
0	0	Tp1 停止中	
	1	Tp1 动作中	
1	0	Tp1 上升沿未完成	
	1	Tp1 上升沿已经捕捉到	
2	0	Tp1 下降沿未完成	
	1	Tp1 下降沿已经捕捉到	
3-5	-	保留	未使用
6-7	-	不支持	未使用
8	0	Tp2 停止中	
	1	Tp2 动作中	
9	0	Tp2 上升沿未完成	
	1	Tp2 上升沿已经捕捉到	
10	0	Tp2 下降沿未完成	
	1	Tp2 下降沿已经捕捉到	
11-13	-	保留	未使用

14-15	-	不支持	未使用
-------	---	-----	-----

### 3) Touch probe 启动步骤

60B8h 对象的 Bit1/Bit9 选择探针工作在单次模式还是连续模式：

当 60B8h: bit1=0/bit9=0，工作于单次模式。启动后遇到第一个触发信号就完成锁存并结束探针工作。如下图：

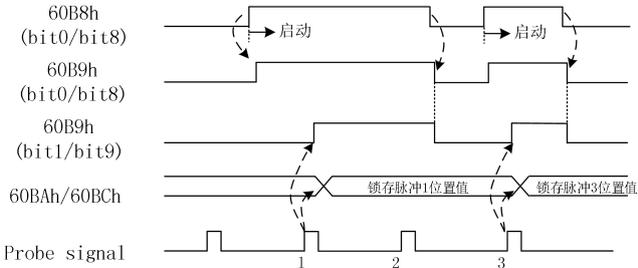


图 9.17 探针单次上升沿触发示意图

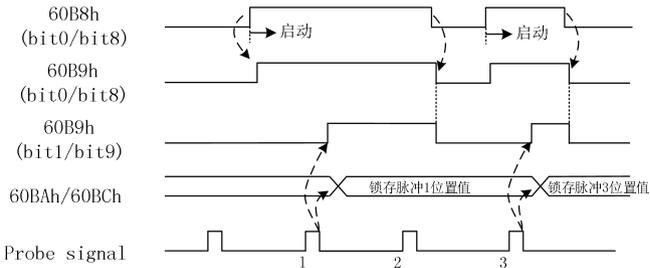


图 9.18 探针单次下降沿触发示意图

当 60B8h: bit1=1/bit9=1，工作于连续模式。启动后每次遇到触发信号都锁存，并当结束命令到来时结束探针工作。如下图：

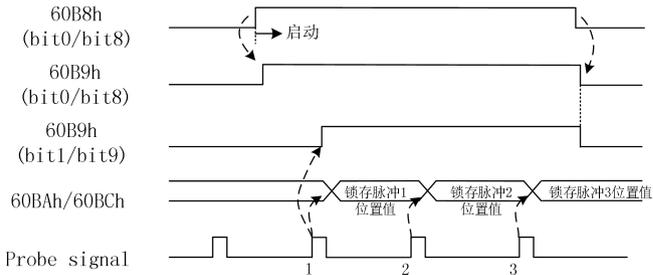


图 9.19 探针连续上升沿触发示意图

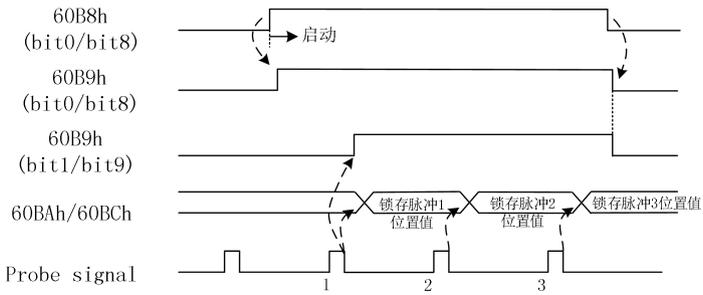


图 9.20 探针连续下降沿触发示意图

### 9.7.2 停机功能

相关的对象字典：

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO映射	单位	默认值
605Ah	00h	快速停机方式选择	0-2	INT16	RW	NO	-	2
605Bh	00h	关机停机方式选择	0-2	INT16	RW	NO	-	0
605Ch	00h	断使能停机方式选择	0-2	INT16	RW	NO	-	1
605Eh	00h	故障停机方式选择	0-2	INT16	RW	NO	-	0
6084h	00h	简表减速度	0-4294967295	UINT32	RW	ALL	指令单位/s <sup>2</sup>	100
6085h	00h	快速停车减速度	0-4294967295	UINT32	RW	ALL	指令单位/s <sup>2</sup>	100

本系列伺服支持 CiA402 子协议中规定的快速停机 (Quick stop option code, 605Ah)、关机停机 (Shutdown option code, 605Bh)、断使能停机 (Disable operation option code, 605Ch)、故障停机 (Fault reaction option code, 605Eh) 四种停车方式。其中 605Ah、605Bh、605Ch 的取值范围都为 0, 1 或者 2。如下表：

停车代码	操作
0	自由停车, FSM 状态迁移到 Switch on disabled
1	以 6084h 指定的减速度停车后, FSM 状态迁移到 Switch on disabled
2	以 6085h 指定的减速度停车后, FSM 状态迁移到 Switch on disabled

注：故障停机方式由不同的故障类型决定，不受 605Eh 对象值的影响。

### 9.7.3 位置信息

1) 电子齿轮比 6091h

对象 6091h (Gear ratio) 的作用是可以使伺服反馈位置按照一定比例输出，它的定义如下：

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO映射	单位	默认值
6091h		电子齿轮比		UINT32	RW	ALL		
	00h	子索引个数	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	电机分辨率	1-4294967295	UINT32	RW	ALL	pul(电机)	131072
	02h	负载轴分辨率	1-4294967295	UINT32	RW	ALL	pul(轴)	10000

本系列伺服支持 17bit, 20bit, 23bit 绝对值编码器, 内部单位为 pulse(脉冲), 电机每旋转一圈反馈的脉冲数分别为 217, 220, 223 个脉冲, 而电子齿轮比可以用来建立负载位移(用户单位)与电机位移(脉冲)的比例关系。

$$\text{电子齿轮比6091h (Gear ratio)} = \frac{\text{电机分辨率 (Motor revolutions)}}{\text{负载轴分辨率 (Shaft revolutions)}}$$

例如选用 17bit 绝对值编码器, 电机分辨率为 131072 脉冲, 用户需要电机每旋转一圈伺服反馈 10000 个脉冲, 即对象 6064h 根据电机每旋转一圈增加或者减少 10000 个脉冲, 此时 6091h 设置如下:

$$6091h = \frac{01h: 131072(pul)}{02h: 10000(pul)}$$

根据 6091h 的设置, 反馈位置 6064h 与内部反馈位置 6063h 的关系如下:

$$\text{反馈位置6064h(指令单位)} = \frac{\text{内部反馈位置6063h(pul)}}{\text{电子齿轮比6091h}} + \text{原点偏移607Ch}$$

注: 6091h 对象与伺服自定义参数 Pn006-Pn009 相对应, 详见 4.2.2 节。

注: 6091h 通过 SDO 服务修改后存入 EEPROM, 掉电不丢失。

## 2) 极性 607Eh

对象 607Eh (Polarity) 可以改变位置, 速度及转矩指令极性, 即可以决定电机旋转正方向, 它的介绍如下:

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO映射	单位	默认值
607Eh	00h	指令极性	0-255	UINT8	RW	ALL	-	0

其按位定义如下:

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
位置极性	速度极性	转矩极性	保留 (0)				

本系列伺服支持对该对象的两种配置方式:

607Eh 值	含义
0	电机旋转方向以 CCW 为正方向
224	电机旋转方向以 CW 为正方向
其他	不支持（请勿设定）

关于 CCW（逆时针）和 CW（顺时针）方向定义如下图：

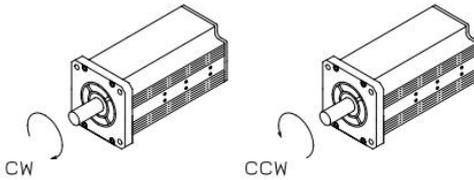


图 9.21 CCW 和 CW 方向定义

当 607Eh 值为 0 时，系统以 CCW 为正方向，此时系统参考系如图 9.22：

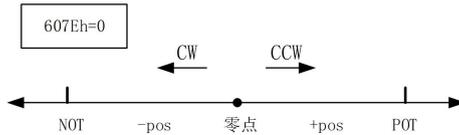


图 9.22

当 607Eh 值为 224 时，系统以 CW 为正方向，此时系统参考系如图 9.23：

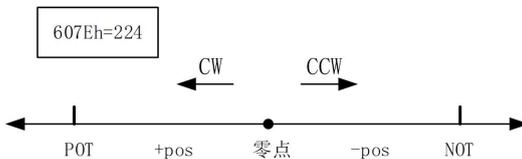


图 9.23

### 3) 绝对值系统相关

伺服参数 Pn079 用来选择编码器类型及用法, 该参数介绍如下:

参数号	参数名称	可选范围	默认值	备注
Pn-079	编码器类型	1-4	2	1:单圈式, 增量式系统 2:多圈式, 绝对值系统 3:多圈式, 增量式系统 4:多圈式, 绝对值系统, 但无视多圈报警

伺服默认选择多圈式绝对值编码器, 绝对值系统下驱动器通过外加电池保存多圈数据, 此时相比于增量式系统无需每次上电都进行原点回归动作。

绝对值系统特点:

- ◇需要外接电池, 当电池电压低时会出现报警 (BAT1/BAT2)。
  - ◇无需每次上电进行原点回归动作, 重启后反馈位置可能不为零。
  - ◇有效行程受多圈编码器限制, 多圈数据范围-32768~32767, 多圈数据溢出会报警 (LOT)。
- 注: 当出现多圈数据溢出报警 (LOT) 时, 仅复位故障可清除错误, 但溢出的多圈数据仍然存在。此时应将机械行程移动到有效范围内或者清除多圈数据。
- 注: 清除多圈数据的方法是: 通过面板执行 Fn-14 操作。

增量式系统特点:

- ◇无需外接电池, 电池电压低报警不会出现。
- ◇需要在每次上电后进行原点回归动作, 重启后反馈位置为零。
- ◇无多圈数据溢出限制, 可以往某一固定方向一直旋转。

当 Pn079=2 或者 Pn079=4 时, 伺服驱动器工作在绝对值系统下, 它们的区别是当 Pn079=4 时, 忽略多圈数据溢出报警, 但此时仅仅是忽略报警, 多圈数据会因溢出而出错, 比如超过 32767 后变为-32768, 反馈位置由正值突变为负值。

注: 如果系统无需使用多圈数据, 或者电机一直往固定方向旋转, 此时可设置 Pn079=1 或者 Pn079=3, 伺服驱动器工作在增量式系统下。

## 9.7.4 数字输入和数字输出

### 1) 数字输入 (60FDh)

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
60FDh	00h	DI 数字输入	-	UINT32	R0	TPD0	-	0

60FDh 对象按位映射, 其各位含义如下表:

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24
功能	保留							DI9
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16
功能	DI8	DI7	DI6	DI5	DI4	DI3	DI2	DI1
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
功能	保留							
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	保留			不支持	原点信号 (HOME)	正向限位 (POT)	反向限位 (NOT)	

当各位值为“0”时，代表该输入无效；值为“1”时，代表该输入有效。

注：Bit0-Bit2 使用时，必须正确配置 IO 功能分配参数 Pn200-Pn208, 见 4.2.2 节。

## 2) 数字输出 (60FEh)

索引	子索引	名称	范围	数据类型	访问属性	PDO 映射	单位	默认值
60FEh		DO 数字输出		UINT32	RW	ALL		
	00h	子索引个数	-	UINT8	RO	NO	-	2
	01h	物理输出	0h-FFFFFFFFh	UINT32	RW	ALL	-	0
	02h	屏蔽位	0h-FFFFFFFFh	UINT32	RW	ALL	-	0

01 子索引值按位映射到物理输出上：

Bit	31	30	29	28		27	26	25	24
功能	保留								
Bit	23	22	21	20		19	18	17	16
功能	保留		D06	D05		D04	D03	D02	D01
Bit	15	14	13	12		11	10	9	8
功能	保留								
Bit	7	6	5	4		3	2	1	0
功能	保留								不支持

Bit16-Bit21 对应着物理输出 D01-D06，当 01 子索引某一位值为 1 时，且 02 子索引该位也为 1 时，使能该 DO 口输出，否则不输出有效电平。逻辑关系如下表所示：

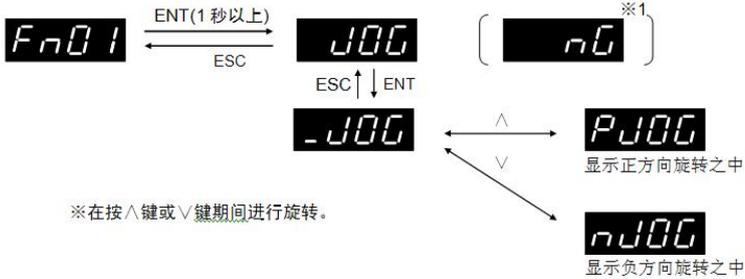
01 子索引 Bitx 值	02 子索引 Bitx 值	输出状态
0	0	输出无效 (switch off)
1	0	输出无效 (switch off)
0	1	输出无效 (switch off)
1	1	输出有效 (switch on)

# 第十章 试运行

## 10.1 手动试运行

### 10.1.1 手动运行

在按动触摸面板上的键期间，可以使伺服电机旋转。伺服电机的旋转速度，依据 P0-92 进行设定。



在伺服电机由输入输出指令控制序列信号驱动旋转时，为 [NG] 显示。

- ※1) NG 显示的原因
- RUN 信号和 FWD/REV 信号接通情况下
- 电机正在旋转中

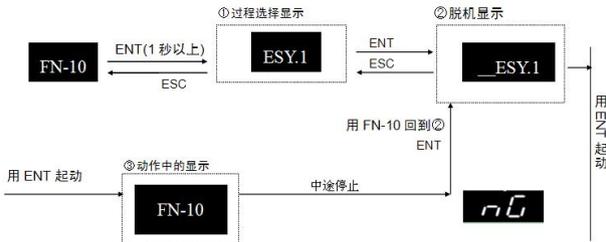
**注意** 强制停止、外部再生电阻过热、±OT 空转信号即使在试运行中，依然有效。如试运行不转动，请检查上述信号。

### 10.1.2 测试运行

用户可以通过 FN10 功能进行测试运行，速度模式运行时，运行速度通过 P0-94 设置。

在 FN10 模式下按 ENT, 显示 essy.x (x=0:位置模式; x=1: 速度模式, x=2: 力矩模式,) 再次按 ENT, 显示-essy.x, 再按 UP 或者 DWN 键选择电机正转或者反转, 运行之后速度模式显示会跳转到当前速度显示, 位置运行不会跳转, 力矩模式会跳转至显示当前输出力矩。

用键盘操作再次回到 FN10 模式, 按 ent 会使电机使能停止, 自由滑行停下。



## 10.2 使用 TwinCAT2 连接日鼎 FS-E 伺服

### 10.2.1 准备工作

1) 正确安装 TwinCAT2 上位机软件

TwinCAT 是由德国 Beckhoff 公司的基于 PC 平台和 Windows 操作系统的控制软件。本文以下介绍所使用的 TwinCAT 版本是 TwinCAT2.11 (Build 2245)，操作系统为 Windows XP，网卡型号 Intel 82559 PCI Ethernet Adapter（只兼容 Intel 网卡，其他型号网卡可能不完全与 TwinCAT 兼容）。

安装时选择最高级别即可，如图 10.1。

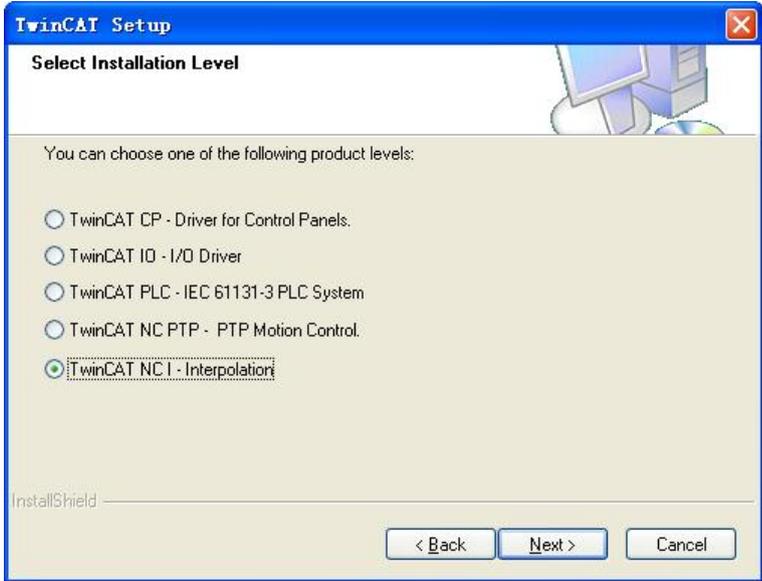


图 10.1 选择 TwinCAT 安装级别

如果没有许可证，可选择 30 天试用，如图 10.2。

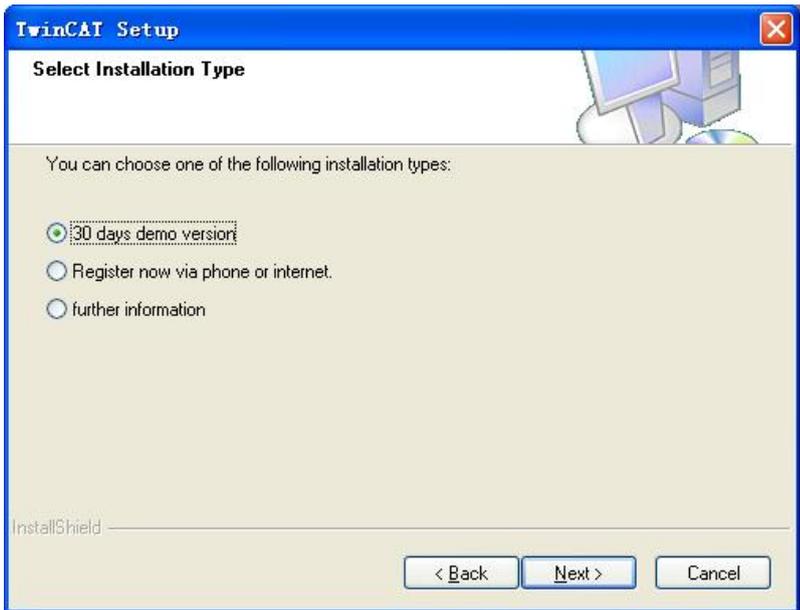


图 10.2 选择 30 天试用

## 2) XML 配置文件

EtherCAT 主站一般情况下要获取从站的配置信息，即 XML 文件。GHA-E 系列伺服配置文件为 Riding Servo Driver.xml，对于 TwinCAT2 来讲，该文件需要放在 C:\TwinCAT\Io\EtherCAT 文件夹内。

## 3) 正确配置伺服参数

参考本文 4.1 节正确连接伺服与 EtherCAT 主站，然后按照 4.2 节所示内容检查关键参数是否都已正确配置。

## 10.2.2 配置

### 1) 扫描并添加设备

正确安装软件后，打开 TwinCAT System Manager，如图 10.3 所示：

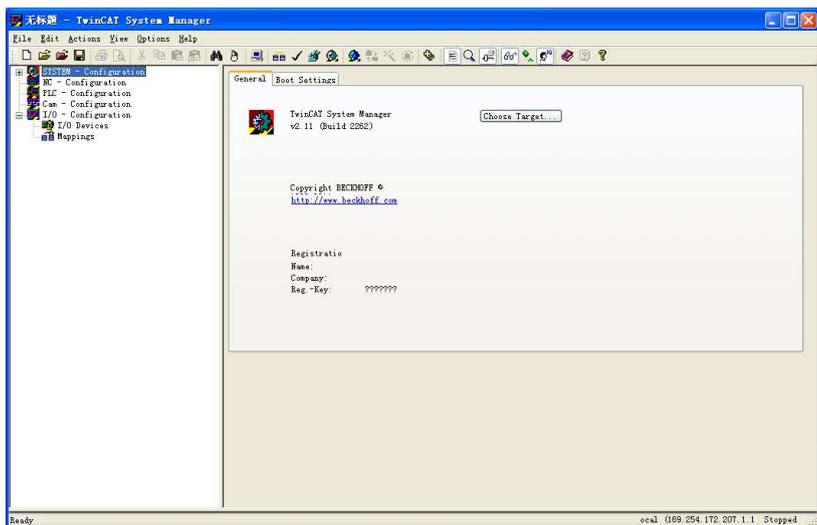


图 10.3

如果是首次使用某 PC 机安装 TwinCAT，可能需要为该 PC 的网卡安装驱动。点击 Options->Show Real Time Ethernet Compatible Devices，查看是否有可用的物理网卡，如果有，点击网卡名称，然后 Install。安装成功后如图 10.4：

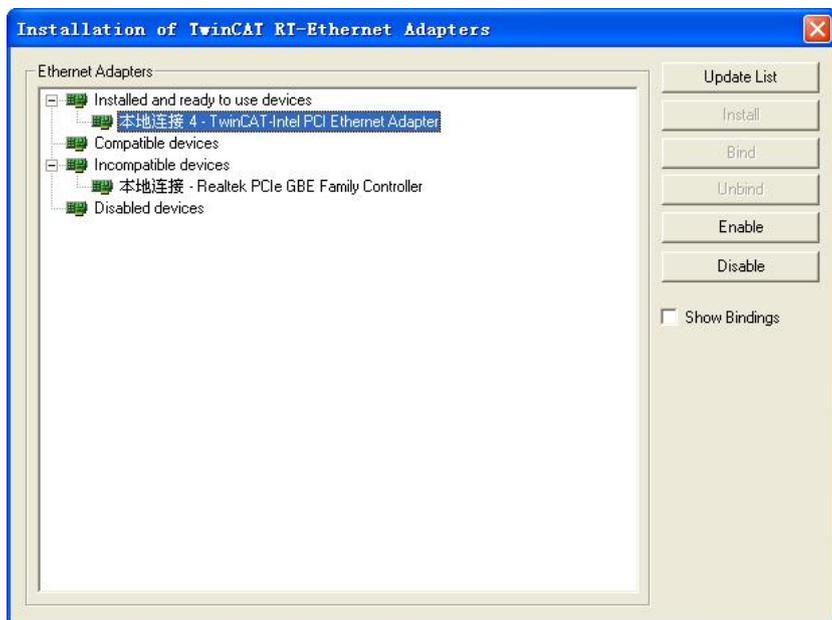


图 10.4 TwinCAT 兼容性网卡驱动安装

网卡驱动成功安装后，就可以扫描添加伺服设备，如图 10.5：

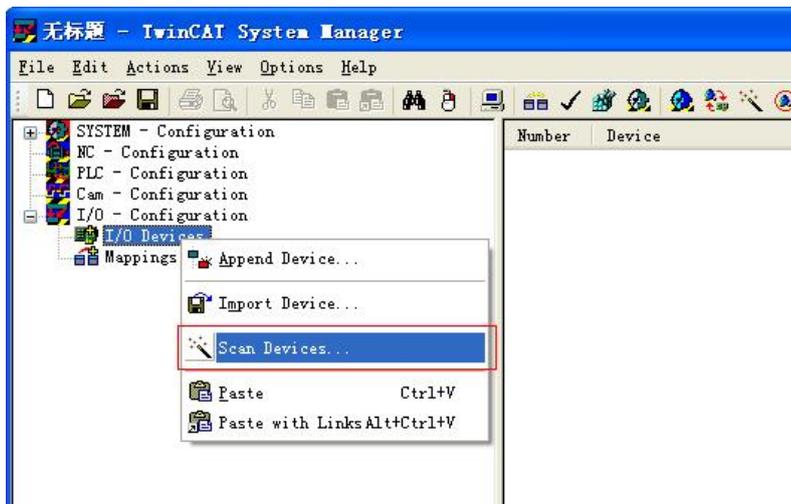


图 10.5 开始扫描 EtherCAT 设备

之后在弹出的对话框中点击“确定”，如图 10.6：



图 10.6

在伺服运行正常及接线正确的情况下会出现下面的窗口，如图 10.7：



图 10.7

出现图 10.7 窗口说明主站已经扫描到了 EtherCAT 从站设备，点击“OK”按钮进行下一步。接着出现图 10.8 窗口，点击“是”扫描所有从站设备并加载。



图 10.8

紧接着会出现图 10.9 所示窗口，询问是否要添加设备到 NC 轴中，点击“是”：



图 10.9

之后弹出的对话框询问是否使主站进入“Free Run”模式，点击“否”。如图 10.10，使主站处于“Config”模式。



图 10.10

最终添加设备成功后界面如图 10.11，可以看到此时 ESM 状态机处于“PREOP”状态，可以配置 NC 轴参数以及使用 CoE 的 SDO 服务配置伺服参数。

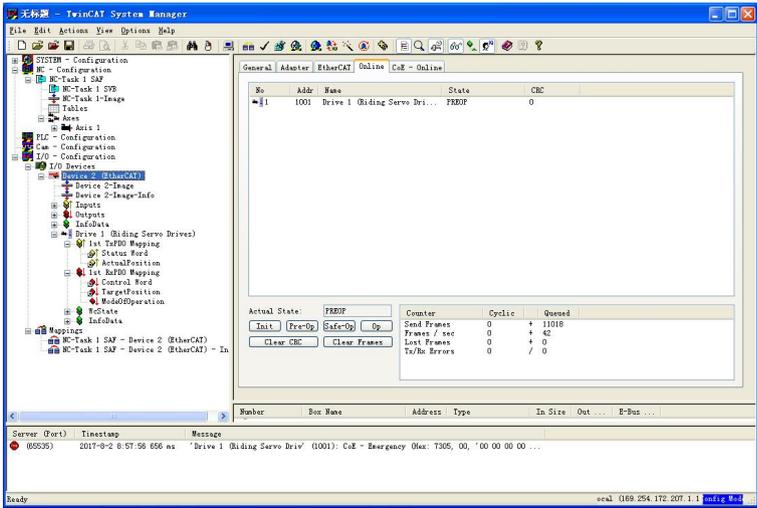


图 10.11

## 2) 配置 NC 参数及伺服参数

TwinCAT 默认系统最小时间单位是 1ms, 但本伺服支持最小达 125 微秒的刷新时间, 所以首先设置系统最小时间单位为 125 微秒, 如图 10.12:

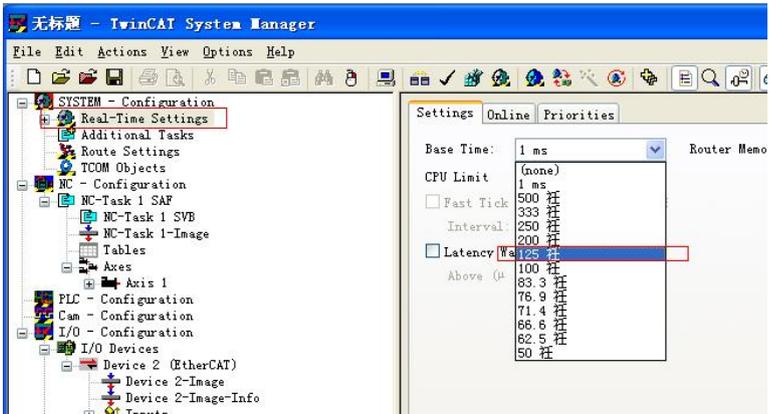


图 10.12

之后可以根据应用需求设定 SYN0 周期时间, 即刷新时间, 取值范围为 125us, 250us, 500us, 1ms, 2ms 其中之一, 本案例中设定为 500us, 方法如下图 10.13:

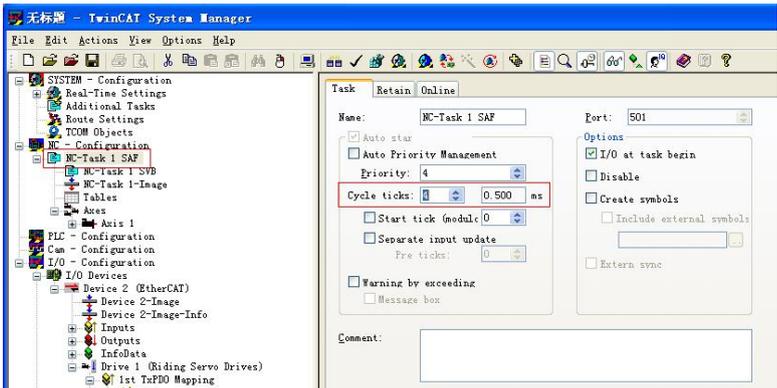


图 10.13

NC 轴需要配置脉冲当量等参数，设置脉冲当量（Scaling Factor）及编码器模式方法如下

图 10.14:

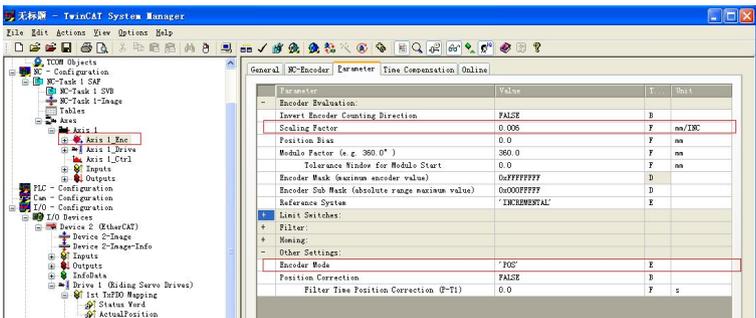


图 10.14

Scaling Factor: 每个位置反馈的编码器脉冲对应的距离。比如: 电机每转动一圈反馈 10000 个脉冲，而电机转动一圈对应 360mm，那么 Scaling Factor 应为  $360/10000=0.036\text{mm/INC}$ 。

对于空载调试，一般习惯假设电机每转动一圈对应 60mm，因为这样 1mm/s 的速度就相当于 1rpm，以 rpm 为单位就很直观了。

图 10.15 所示关掉 NC 轴的跟随误差监控:

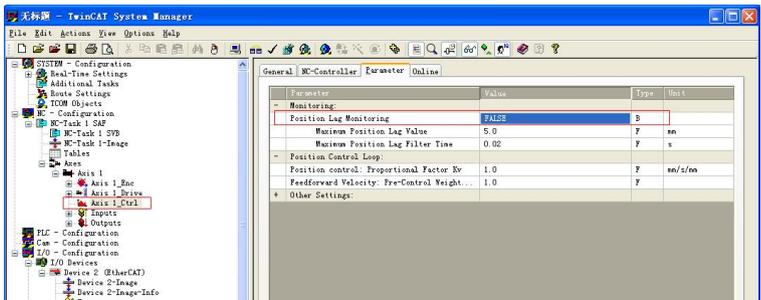


图 10.15

到此运行 NC 轴所必须的参数已经设置完毕，以下介绍使用 TwinCAT System Manager 修改对象字典的方法，包括 6000h 组对象和 2000h 组厂家自定义参数。

图 10.16 所示为利用 SDO 服务修改 6091h 电子齿轮比：

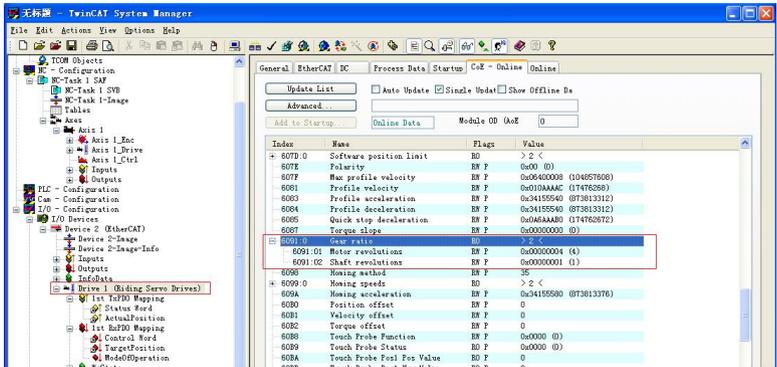


图 10.16

图 10.17 所示为利用 SDO 服务修改 Pn000 参数的方法：

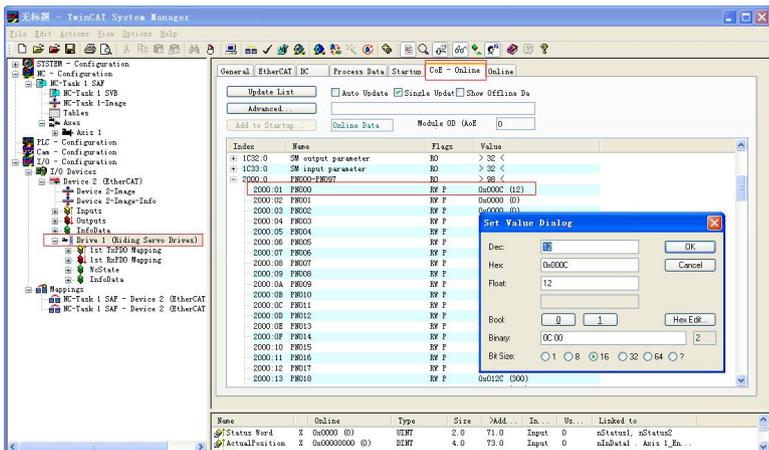


图 10.17

### 10.2.3 运行

以上演示了如何利用 TwinCAT2 添加设备及配置各种参数，全部配置完成后，就可以启动 TwinCAT 进入 RUN 模式，控制伺服运动。

图 10.18 所示为启动 RUN 模式步骤：

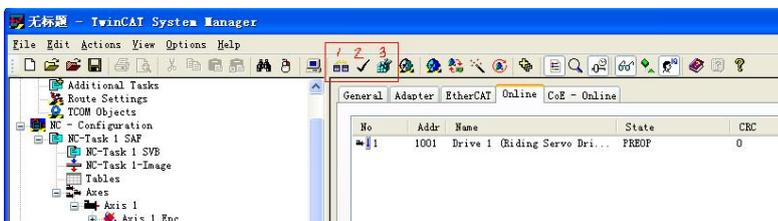


图 10.18

依次点击图 10.18 中红色方框内第一个按钮产生所需的数据映射，第二个按钮检查配置，第三个按钮激活配置，之后出现图 10.19 对话框，点击“是”：



图 10.19

紧接着出现图 10.20 所示询问对话框，点击“是”：



图 10.20

然后在图 10.21 对话框再次点击“是”：



图 10.21

等待 2-3 秒 TwinCAT 进入 RUN 模式, EtherCAT 总线启动, ESM 状态处于“OP”, NC 轴“Online”页面由无效状态转为有效, 如图 10.22:

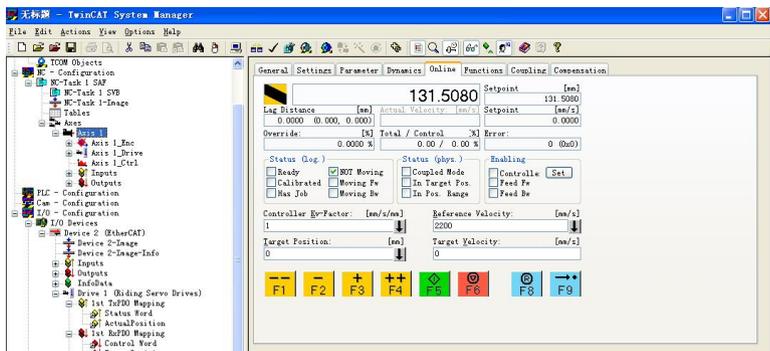


图 10.22

从图 10.22 页面可以看到电机此时的反馈位置, 可以手动拨动电机轴, 发现该反馈位置值也会发生变化。在该页面下就可以控制电机进行使能、点动、点到点运动等测试动作。

在电机动作之前, 还应该设置伺服工作在同步位置模式 (CSP), 通过 PDO 设置对象 6060h 值为 8, 如图 10.23:

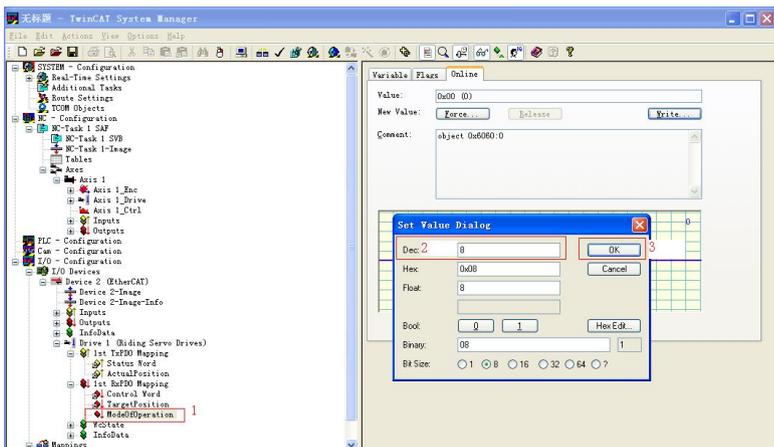


图 10.23

之后切换到 NC 轴“Online”页面，执行使能动作，如图 10.24:

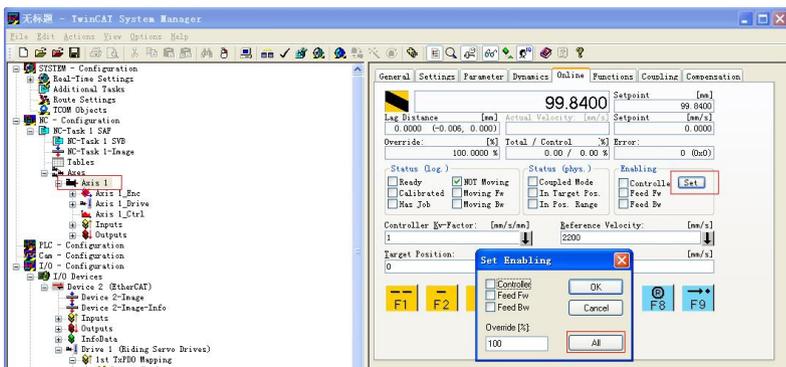


图 10.24

使能之后电机开始输出动力，此时电机轴应已锁定在当前位置，使能后“Online”页面的状态如图 10.25:

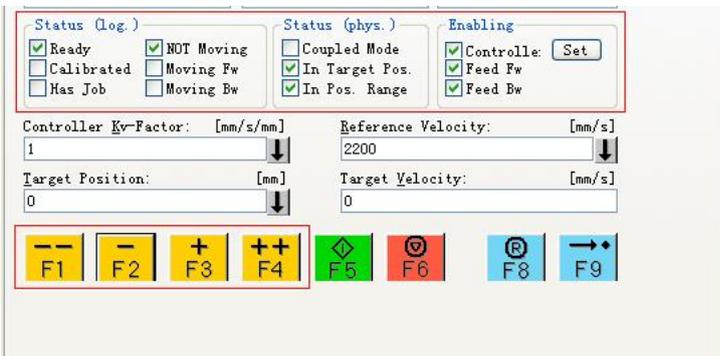


图 10.25

此时可以通过“Online”页面下方的 F1-F8 功能码测试电机是否运动正常，F1-F4 为点动运行，通过鼠标点击或者按下键盘 F1-F4 按钮都可以使电机寸动。

除了点动运行外，还可以设置点对点运行，如图 10.26，设置速度为 100mm/s(100rpm)，运动到 0 位置，按下 F5 按钮启动，此时应该可以观察到电机开始以 100rpm 的速度往某个方向运动，到达 0 位置后停止。



图 10.26

使用 NC 轴“Function”页面功能可以做一些复杂的测试运动，如图 10.27，设置伺服在某两点之间做往复运动，速度为 500mm/s，到达端点后间歇 2s，点击“Start”按钮启动运行。

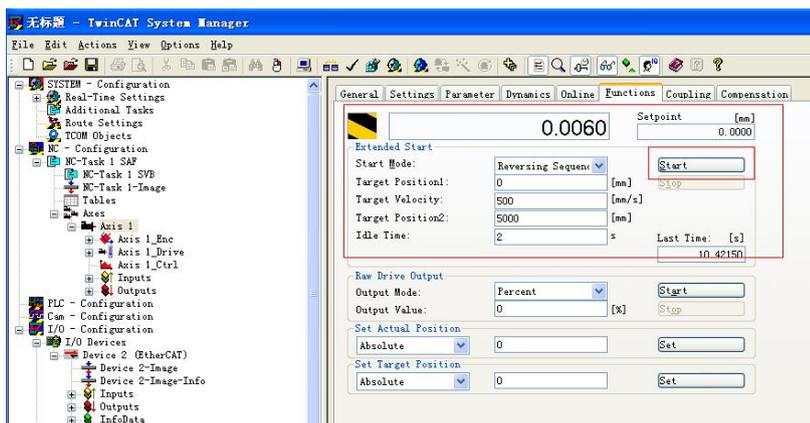


图 10.27

## 10.3 使用正运动 EtherCAT 运动控制器连接日鼎 FS-E 伺服

### 10.3.1 准备工作

本案例中使用的正运动 EtherCAT 控制器型号为 ZMC464R，如图 10.28。它是一款支持多达 64 轴运动控制的总线型运动控制器，具有点位，直线，圆弧，电子凸轮，连续轨迹运动，机械手指令等可直接调用的运动指令，功能强大，开发简单。

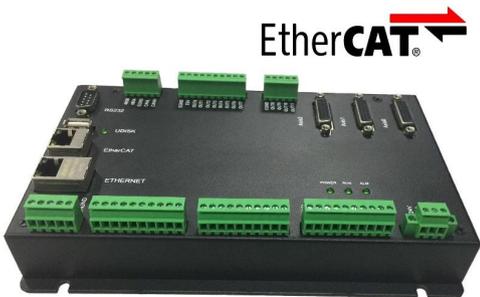


图 10.28 正运动 ZMC464R

#### 1) 配置 PC 机网卡参数

为了向 ZMC464 下载应用程序或者更新固件，可以用网线将控制器与 PC 机物理网卡相连，同时配置 PC 机网卡 IP 地址等参数，如图 10.29：

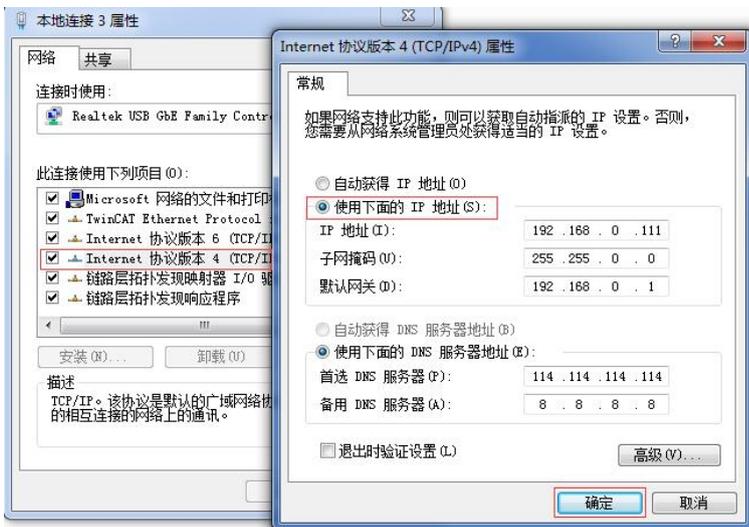


图 10.29

#### 2) 获取适配日鼎伺服的 ZMC464 固件

使用 ZMC464 时首先要从供应商处获取包含了日鼎 EtherCAT 伺服 XML 文件的相应固件，并通过

zfirmdown.exe 工具下载固件到控制器中。如图 10.30 所示，IP 地址选择控制器默认 IP192.168.0.11，点击“链接”，成功后显示当前控制器信息，点击“选择”对应的要下载的固件，之后点击“升级”，会弹出如图 10.31 对话框。

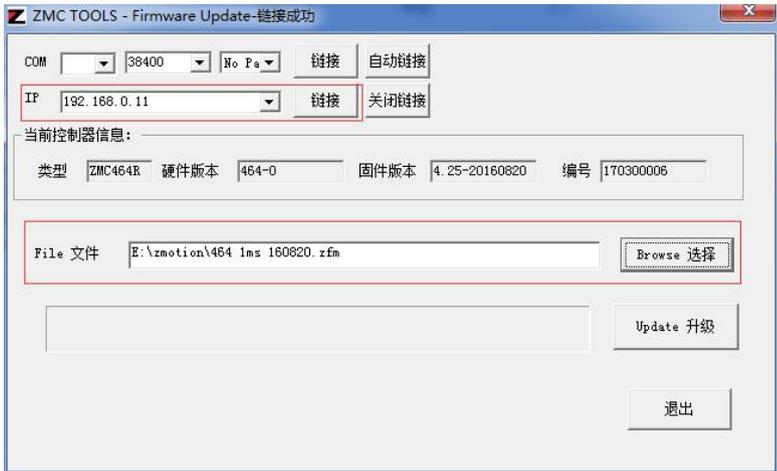


图 10.30

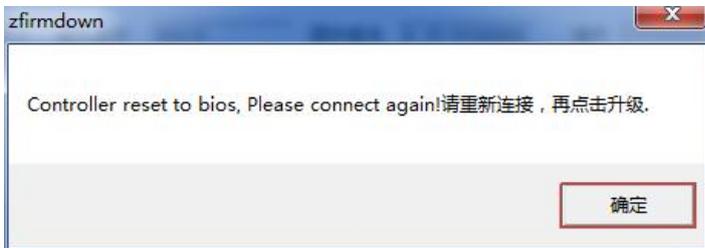


图 10.31

点击“确定”后出现图 10.32，显示链接 ZBIOS 成功。再次点击“升级”，出现如图 10.33，开始更新固件。



图 10.32

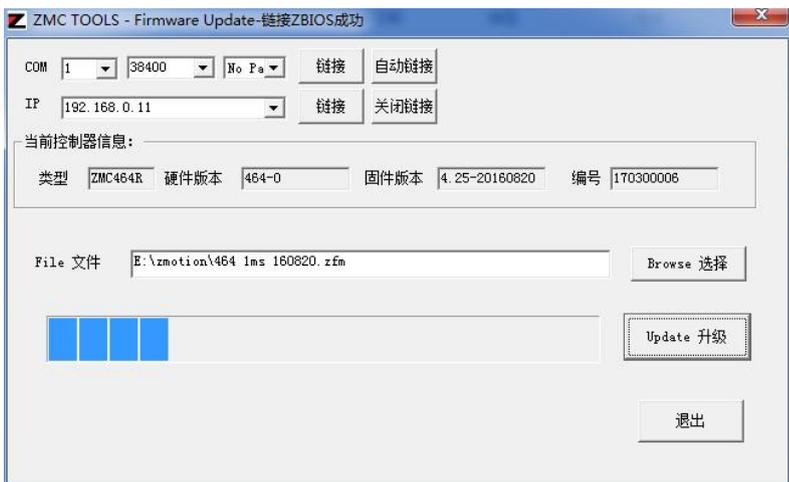


图 10.33

更新完成后弹出如图 10.34 对话框，点击“确定”完成升级。

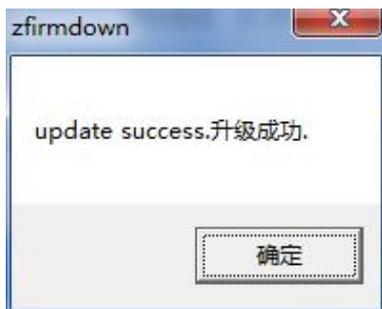


图 10.34

### 10.3.2 编写程序

打开 zdevelop.exe 开发环境，点击“文件”，选择“新建项目”，如图 10.35:

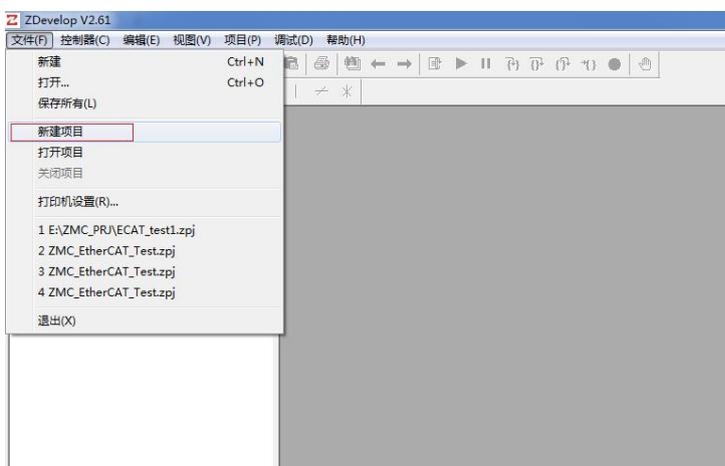


图 10.35

在弹出的窗口中输入工程名称，点击“保存”，如图 10.36:

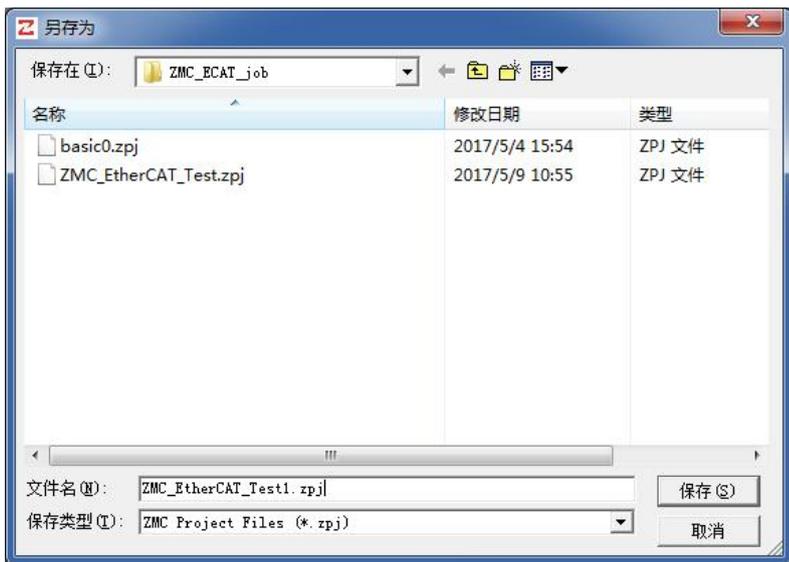


图 10.36

点击“文件”，选择“新建”，新建任务文件，如图 10.37：

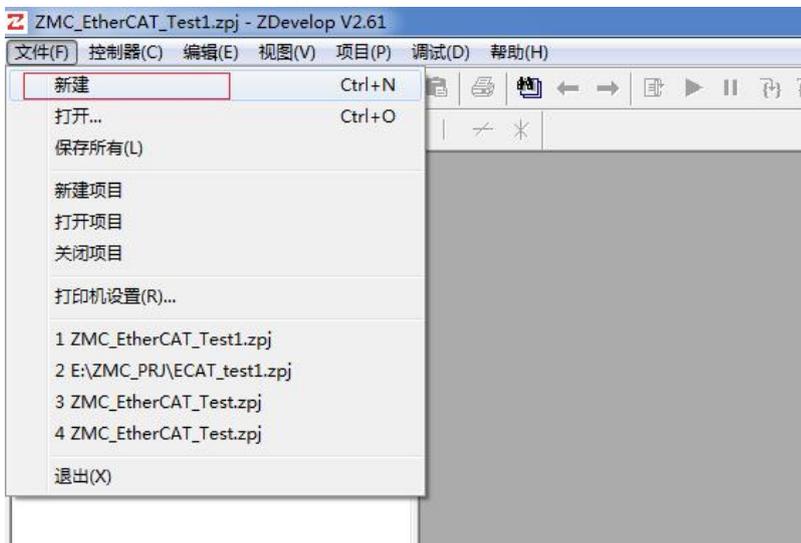


图 10.37

在弹出的对话框中选择“Basic”选项，点击“确定”，如图 10.38：



图 10.38

新建 basic 任务文件后，就可以在右边的编辑页面编写程序，具体的语法可参考“帮助”-“ZBASIC 帮助”页面。本案例中编写的 ZBASIC 完整程序见附录一。其中关键部分如下：

```

62 base(0)
63 rapidstop
64 units =10000/60
65 INVERT_STEP = 0
66 speed=2000
67 lspeed=0
68 creep=50
69 accel=20000
70 decel=20000

```

'脉冲当量' '停止原来可能的运动'  
'方向'  
'起始速度'  
'回零反找速度'

Units（脉冲当量）：伺服电机每圈反馈脉冲数/负载轴位移距离（mm）。本例中伺服每圈反馈 10000 脉冲，假设电机轴每圈带动负载轴移动 60mm，所以设置脉冲当量 units=10000/60。

speed=2000，设置速度为 2000mm/s。

accel=20000，设置加速度为 20000mm/s<sup>2</sup>。

decel=20000，设置减速度为 20000 mm/s<sup>2</sup>。

控制运动部分程序如下：

```

82 if IN_SCAN(0,3) then
83   if IN_EVENT(0)>0 then
84     move(60)
85     delay(200)
86   elseif IN_EVENT(1)>0 then
87     test_start = 1
88     MOVEABS(60000)
89   elseif IN_EVENT(2)>0 then
90     test_start = 0
91     CANCEL(0)
92   elseif IN_EVENT(3)>0 then
93     speed=600
94     creep=200
95     accel=50000
96     DATUM(21)
97     wait idle(0)
98   endif
99 endif

```

本例中使用 ZMC464 的三个输入口 IN0, IN1, IN2 控制伺服运动，当 IN0 输入有效时，move(60) 指令执行，控制伺服运动 60 个指令单位，既电机轴会转动一圈；当 IN1 输入有效时，MOVABS(60000) 指令使伺服运动到绝对位置 60000，同时置位 test\_start 变量，使伺服在 60000 和 0 绝对位置之间往复运动；当 IN2 输入有效时，DATUM(21) 指令执行，执行回零运动，回零方法通过 SDO 服务

设置。

程序编写完成后，点击“保存”按钮，出现如下图 10.39：

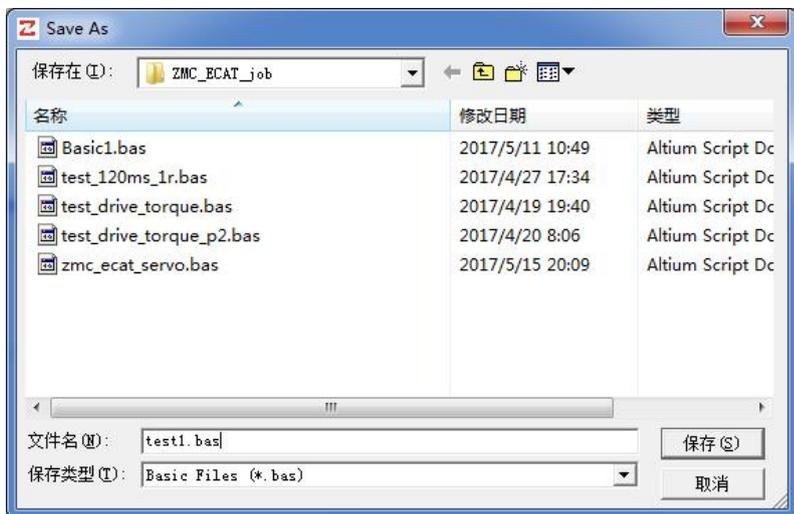


图 10.39

保存后，右击文件视图空白处，选择“增加到项目”，如图 10.40：

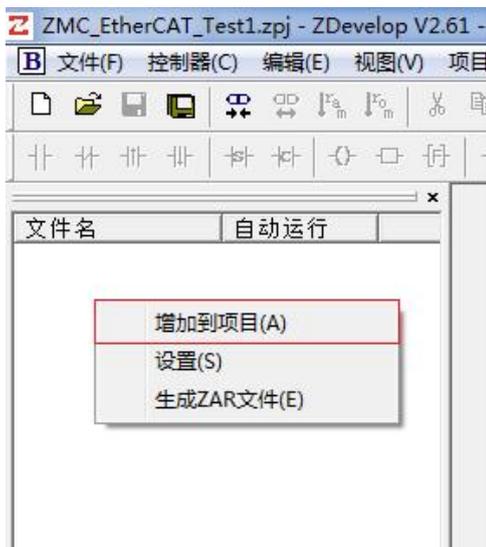


图 10.40

之后在弹出的窗口中选择刚保存的文件“test1.bas”，并在文件视图的自动运行框中输入“0”。如图 10.41：

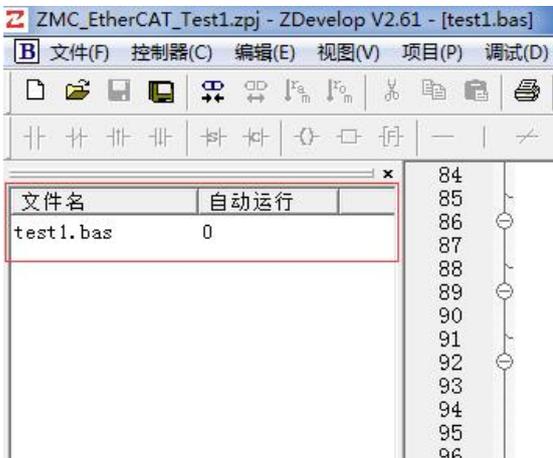


图 10.41

### 10.3.3 调试与运行

点击菜单栏的“控制器”，选择“连接”，如图 10.42：



图 10.42

连接成功后，点击“调试”，选择“启动/停止调试”，出现如图 10.43：

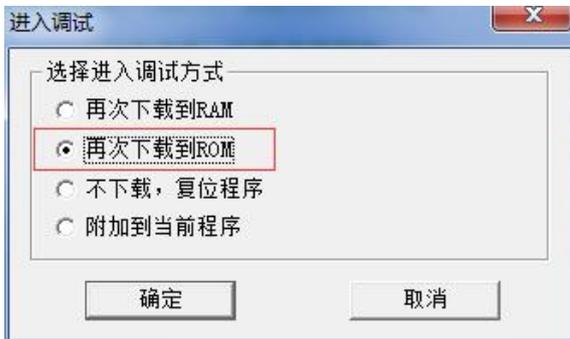


图 10.43

选择调试方式后，点击“确定”，进入调试界面：



图 10.44

点击图 10.44 所示的 ，运行程序，之后可以使 IN0 输入有效，可以看到电机轴转动一圈。

## 附录一 正运动 ZBASIC 例程

```
1 dim num '设备个数
2 num=1
3 dim test_start
4 test_start = 0
5 dim nodestatus
6 nodestatus = 0
7
8 reflash:
9
10 SLOT_SCAN(0) '槽位号指的是控制器有几个EtherCAT接口, 默认为0
11 '扫描成功将返回-1, 扫描失败返回0
12
13 print return , NODE_COUNT(0) '打印扫描返回值, 0槽口连接的设备个数
14
15
16
17
18 if NODE_COUNT(0) < num then goto reflash '防止设备漏接多接
19
20
21
22 axis_address(0) = 1 '第一个连接的驱动器, 设置轴号为0 (轴号可以随意设置)
23 atype(0)=65 'CSP
24
25 DRIVE_PROFILE(0)=0 '使用ZMC第0组PDO对1600和1A00进行配置
26
27 DRIVE_MODE(0) = 8
28
29 if return then
30
31 SLOT_START(0) '执行后ECAT进入OP, 之前全是PREOP
32 ? return
33
34 delay(1000)
35
36 ? "clear error"
37 '清除驱动器错误, 驱动器不同, 设置不同, 根据驱动器的手册数据字典设置
38
39 DRIVE_CONTROLWORD =128
40 wa 2
41 DRIVE_CONTROLWORD =6
42 wa 2
43 DRIVE_CONTROLWORD =15
44 wa 2
45
46 DELAY(500)
47
48 '清除控制器错误
49 datum(0)
50
51 axis_enable=1 '只有总线启动了, 所有轴使能wdog和单轴使能都打开了才能运动
52 wdog=1 '该语句执行后电机使能
53
54 DELAY(5)
55
56 endif
57
58 ?"drive_status", DRIVE_STATUS(0)
59
60 ?"node_status", NODE_STATUS(0,0)
61
62 base(0)
63 rapidstop '停止原来可能的运动
64 units =10000/60 '脉冲当量
65 INVERT_STEP = 0 '方向
66 speed=2000
67 lspeed=0 '起始速度
68 creep=50 '回零反找速度
69 accel=20000
70 decel=20000
71 fs_limit = 600000 '正向软限位
```

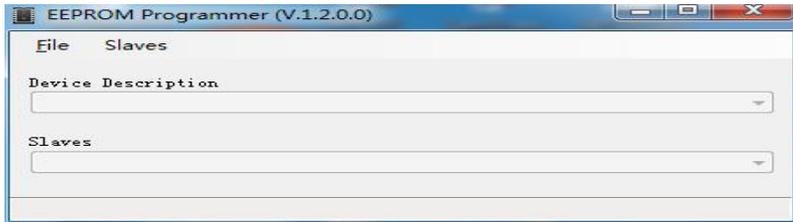
```

72 rs_limit = -600000                                '负向
73 fastdec=5000                                     '快速减速度, CANCEL与RAPIDSTOP时用
74
75 clutch_rate =1                                   '链接速率, 处理速度限制
76 SRAMP = 30                                       's曲线设置
77 ALM_IN = -1
78
79
80 while 1
81
82     if IN_SCAN(0, 3) then
83         if IN_EVENT(0)>0 then
84             move(60)
85             delay(200)
86         elseif IN_EVENT(1)>0 then
87             test_start = 1
88             MOVEABS(60000)
89         elseif IN_EVENT(2)>0 then
90             test_start = 0
91             CANCEL(0)
92         elseif IN_EVENT(3)>0 then
93             speed=600
94             creep=200
95             accel=50000
96             DATUM(21)
97             wait idle(0)
98         endif
99     endif
100
101     if IDLE(0) then
102         if test_start=1 then
103             delay(200)
104             MOVEABS(0)
105             test_start = 2
106         elseif test_start=2 then
107             delay(200)
108             MOVEABS(60000)
109             test_start = 1
110         endif
111     endif
112
113     nodestatus = NODE_STATUS(0, 0)
114
115     ?"node_status", nodestatus
116
117     if nodestatus<>1 then
118         OP(0, ON)
119     endif
120
121     ' SDO_WRITE(0, 0, 24728, 0, 2, 1)
122
123     ' SDO_READ(0, 0, 24730, 0, 7, 0)
124
125     ' dpos(0)
126
127     ' ?table(0)
128
129 wend

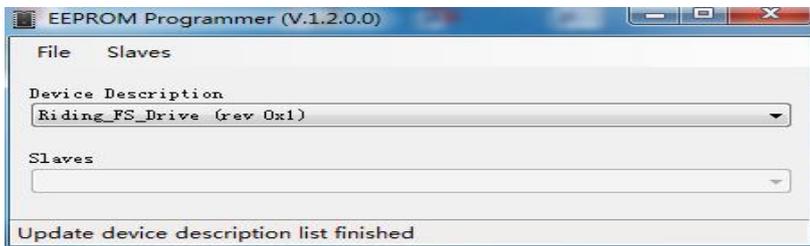
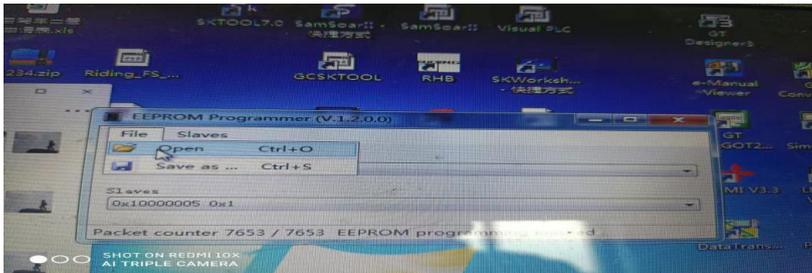
```

## 附录二 FS\_EtherCAT 伺服 xml 文件导入说明

1. 伺服上电，伺服 CN3 网口与电脑相连：
2. 打开 e<sup>2</sup> 导入软件：

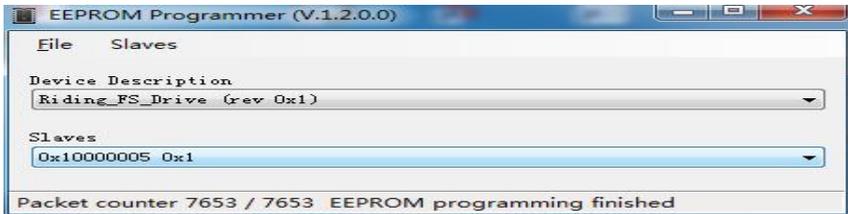


3. 打开 FS 伺服 xml 文件：

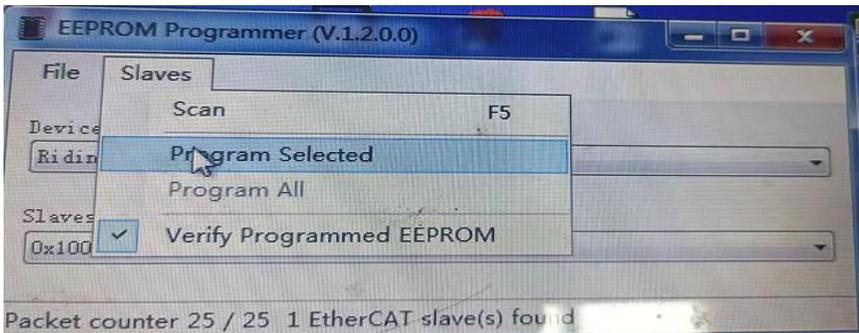


4. 选择本地联机：

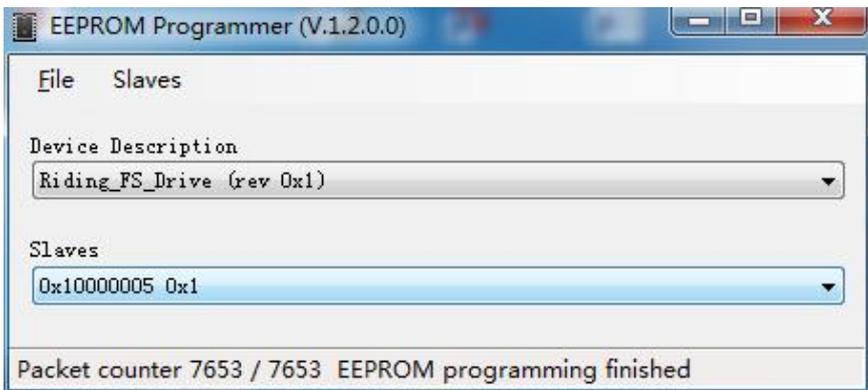




5. 下载 xml 文件:



6. 下载完成:



7. 伺服重启。

## 附件一 伺服驱动器和电机选型表

序号	伺服电机					对应驱动器	
	型号	额定功率 (KW)	额定电流 (A)	额定力矩 (n. m)	额定转速 (r/min)	型号	电机 代码
1	40ST-A001D2H	0.05	0.4	0.16	3000	FS3201-ATE	83
2	40ST-A003D2H	0.1	0.6	0.32	3000	FS3201-ATE	81
3	60ST-A006D2D	0.2	1.2	0.637	3000	FS3201-ATE	4
4	60ST-A013D2D	0.4	2.8	1.27	3000	FS3202-ATE	5
5	60ST-A019D2D	0.6	3.5	1.91	3000	FS3204-ATE	6
6	80ST-A013D2A	0.4	2	1.27	3000	FS3202-ATE	11
7	80ST-A024D2A	0.75	3	2.39	3000	FS3204-ATE	12
8	80ST-A035B2A	0.73	3	3.5	2000	FS3204-ATE	13
9	80ST-A035D2A	1.05	4.5	3.5	3000	FS3205-ATE	17
10	80ST-A040C2A	1.0	4.4	4	2500	FS3205-ATE	14
11	90ST-A024B2D	0.5	3	2.4	2000	FS3204-ATE	21
12	90ST-A024D2D	0.75	3	2.4	3000	FS3204-ATE	22
13	90ST-A035B2D	0.73	3	3.5	2000	FS3204-ATE	23
14	90ST-A040C2D	1.0	4	4	2500	FS3205-ATE	24
15	110ST-A020D2A	0.6	2.5	2	3000	FS3202-ATE	31
16	110ST-A040B2A	0.8	3.5	4	2000	FS3204-ATE	32
17	110ST-A040D2A	1.2	5	4	3000	FS3205-ATE	33
18	110ST-A050D2A	1.5	6	5	3000	FS3206-ATE	34
19	110ST-A060B2A	1.2	4.5	6	2000	FS3205-ATE	35
20	110ST-A060D2A	1.8	6	6	3000	FS3206-ATE	36
21	130ST-A040C2A	1.0	4	4	2500	FS3205-ATE	41
22	130ST-A050C2A	1.3	5	5	2500	FS3205-ATE	42
23	130ST-A060A2A	0.9	4.3	6	1500	FS3205-ATE	43
24	130ST-A060C2A	1.5	6	6	2500	FS3206-ATE	44
25	130ST-A060D2A	1.9	7.5	6	3000	FS3206-ATE	101
26	130ST-A077C2A	2.0	7.5	7.7	2500	FS3206-ATE	45
27	130ST-A100E2A	1.0	4.5	10	1000	FS3205-ATE	46
28	130ST-A100A2A	1.5	6	10	1500	FS3206-ATE	47
29	130ST-A120E2A	1.2	6.5	12	1000	FS3206-ATE	152
30	130ST-A150E2A	1.5	7.3	15	1000	FS3206-ATE	53

## 附件二 电机代码设置方法

如电机代码未设置，驱动器上电后会显示“Nd”报警,这时就需设置电机代码：  
设置 P0-64：电机代码，具体的电机代码请查看说明书或者电机铭牌上的代码项。

**注：**设置完成后需断电重启，如设置不合理驱动器会报“CE”报警。

## 附件三 FS(EtherCAT 系列) 伺服主要型号及说明

序号	型号	功率 (KW)	制动电阻	风扇
1	FS3201-ATE	0.2	可选配	无
2	FS3202-ATE	0.4	可选配	无
3	FS3204-ATE	0.75	可选配	有
4	FS3205-ATE	1.0	内置 60 Ω、80W	有
5	FS3206-ATE	1.5	内置 60 Ω、80W	有

