

Maxsine

EPR6-S 系列

交流伺服驱动器

使用手册

(第 1 版)

武汉迈信电气技术有限公司

声明

武汉迈信电气技术有限公司版权所有。

未经本公司的书面许可，严禁转载或复制本手册的部分或全部内容。

因改进等原因，产品的规格或尺寸如有变更，恕不另行通知。

安全注意事项

在产品存放、安装、配线、运行、检查或维修前，用户必需熟悉并遵守以下重要事项，以确保安全地使用本产品。

⚠ 危险 错误操作可能会引起危险并导致人身伤亡。

⚠ 注意 错误操作可能会引起危险，导致人身伤害，并可能使设备损坏。

⊘ 禁止 严格禁止行为，否则会导致设备损坏或不能使用。

1. 使用场合

⚠ 危险

- 禁止将产品暴露在有水气、腐蚀性气体、可燃性气体的场合使用。否则会导致触电或火灾。
- 禁止将产品用于阳光直射，灰尘、盐分及金属粉末较多的场所。
- 禁止将产品用于有水、油及药品滴落的场所。

2. 配线

⚠ 危险

- 请将接地端子可靠接地，接地不良可能会造成触电或火灾。
- 请勿将220V驱动器电源接入380V电源，否则会造成设备损坏及触电或火灾。
- 请勿将U、V、W电机输出端子连接到三相电源，否则会造成人员伤亡或火灾。
- 必须将U、V、W电机输出端子和驱动器接线端子U、V、W一一对应连接，否则电机可能超速飞车造成设备损失与人员伤亡。
- 请紧固电源和电机输出端子，否则可能造成火灾。
- 配线请参考线材选择配线，否则可能造成火灾。

3. 操作

注意

- 当机械设备开始运转前，必须配合合适的参数设定值。若未调整到合适的设定值，可能会导致机械设备失去控制或发生故障。
- 开始运转前，请确认是否可以随时启动紧急开关停机。
- 请先在无负载情况下，测试伺服电机是否正常运行，之后再将负载接上，以避免不必要的损失。
- 请勿频繁接通、关闭电源，否则会造成驱动器内部过热。

4. 运行

禁止

- 当电机运转时，禁止接触任何旋转中的零件，否则会造成人员伤亡。
- 设备运行时，禁止触摸驱动器和电机，否则会造成触电或烫伤。
- 设备运行时，禁止移动连接电缆，否则会造成人员受伤或设备损坏。

5. 保养和检查

禁止

- 禁止接触驱动器及其电机内部，否则会造成触电。
- 电源启动时，禁止拆卸驱动器面板，否则会造成触电。
- 电源关闭5分钟内，不得接触接线端子，否则残余高压可能会造成触电。
- 禁止在电源开启时改变配线，否则会造成触电。
- 禁止拆卸伺服电机，否则会造成触电。

6. 使用范围

注意

本手册所涉及产品为一般工业用途，请勿用于可能直接危害人身安全的装置上，如核能装置、航天航空设备、生命保障及维持设备和各种安全设备。如有以上使用需要，请与本公司联系。

目录

第 1 章 产品检查及安装.....	1
1.1 产品检查.....	1
1.2 产品铭牌.....	1
1.3 产品前面板.....	2
1.4 伺服驱动器安装.....	3
1.4.1 安装环境条件.....	3
1.4.2 安装方法.....	3
1.5 伺服电机安装.....	5
1.5.1 安装环境条件.....	5
1.5.2 安装方法.....	5
1.6 电机旋转方向定义.....	5
第 2 章 接线.....	6
2.1 系统组成与接线.....	6
2.1.1 伺服驱动器接线图.....	6
2.1.2 接线说明.....	7
2.1.3 电线规格.....	7
2.1.4 强电端子说明.....	8
2.2 制动电阻的连接.....	9
2.3 X1 控制信号端子.....	10
2.3.1 X1 信号输入输出端子.....	10
2.3.2 X1 端子信号说明.....	11
2.3.3 X1 端子接口类型.....	12
2.4 电机编码器信号端子.....	14
2.4.1 驱动器编码器 X3 端子.....	14
2.4.2 X3 端子信号说明.....	14
2.4.3 编码器盒 X30 端子.....	15
2.4.4 X30 端子信号说明.....	15
2.4.5 编码器盒 X31、X32 端子.....	16
2.4.6 X31 端子信号说明.....	16
2.4.7 编码器盒电源端子.....	17
2.4.8 编码器盒端子说明.....	17
2.5 X5、X6 EtherCAT 网口.....	18
2.5.1 X5、X6 端子插座.....	18
2.5.2 X5、X6 端子信号说明.....	18
第 3 章 运行.....	19

3.1	驱动器面板说明.....	19
3.2	空载试运行.....	20
3.2.1	接线和检查.....	20
3.2.2	参数设置.....	20
3.3	位置控制.....	21
3.3.1	位置控制的参数设置.....	21
3.3.2	位置控制有关增益.....	21
3.4	速度控制.....	22
3.4.1	速度控制的参数设置.....	22
3.4.2	加速度.....	22
3.4.3	速度控制有关增益.....	23
3.5	转矩控制.....	24
3.5.1	转矩控制的参数设置.....	24
3.5.2	转矩控制的速度限制.....	24
3.6	增益调整.....	25
3.6.1	增益参数.....	25
3.6.2	增益调整步骤.....	27
3.7	共振抑制.....	28
3.7.1	低通滤波器.....	29
3.7.2	陷波器.....	29
3.8	绝对值编码器的设定.....	30
3.8.1	绝对值编码器多圈信息的保存.....	30
3.8.2	绝对值编码器的初始化.....	30
3.9	超程保护.....	31
3.10	转矩限制.....	32
3.10.1	转矩限制参数.....	32
3.10.2	转矩限制模式.....	32
3.11	工作时序.....	33
3.11.1	电源接通时序.....	33
3.11.2	伺服 ON 时报警时序.....	33
3.11.3	电机静止时的伺服 ON/OFF 动作时序.....	34
3.11.4	电机运转时的伺服 ON/OFF 动作时序.....	34
3.12	电磁制动器.....	35
3.12.1	电磁制动器使用.....	35
第 4 章	参数.....	36
4.1	参数一览表.....	36
4.1.1	0 段参数.....	37
4.1.2	1 段参数.....	38
4.1.3	2 段参数.....	40
4.1.4	3 段参数.....	40

4.2	DI 功能一览表	41
4.3	DO 功能一览表	41
4.4	参数详解	42
4.4.1	0 段参数	42
4.4.2	1 段参数	51
4.4.3	2 段参数	60
4.4.4	3 段参数	62
4.5	DI 功能详解	63
4.6	DO 功能详解	64
第 5 章	通讯功能	65
5.1	常用对象说明	65
5.2	EtherCAT 通信	74
5.2.1	CANopen over EtherCAT 的构造	74
5.2.2	EtherCAT 状态机	75
5.2.3	状态 LED	76
5.2.4	Data Type	77
5.2.5	PDO 映射	77
5.2.6	根据 DC (Distributed Clock) 的同步	80
5.3	驱动模式	80
5.3.1	伺服状态机	81
5.3.2	控制字 6040h、6840h、7040h、7840h、8040h、8840h	83
5.3.3	状态字 6041h、6841h、7041h、7841h、8041h、8841h	85
5.4	运行模式	87
5.4.1	周期同步位置模式	90
5.4.2	周期同步速度模式	91
5.4.3	周期同步转矩模式	92
5.4.4	原点回归模式 (hm mode)	93
5.5	模式共通功能	104
5.5.1	停机功能	104
5.5.2	数字输入/数字输出	107
5.5.3	位置信息	109
5.6	对象的 EEPROM 操作	116
5.7	厂家自定义功能操作	117
第 6 章	报警	118
6.1	报警一览表	118
6.2	报警原因和处理	120
第 7 章	上位机软件使用说明	129
7.1	ServoSoftStudio 上位机软件介绍	129
7.2	连接功能	130
7.3	菜单功能	131

7.4 参数配置.....	132
7.5 状态监视.....	135
7.6 波形显示.....	135
7.7 告警功能.....	137
7.8 原厂恢复.....	138
7.9 固件升级.....	138
7.10 电机编码器软件.....	139
第 8 章 规格.....	141
8.1 驱动器型号.....	141
8.2 编码器盒型号.....	141
8.3 驱动器尺寸.....	142
8.4 编码器盒尺寸.....	142

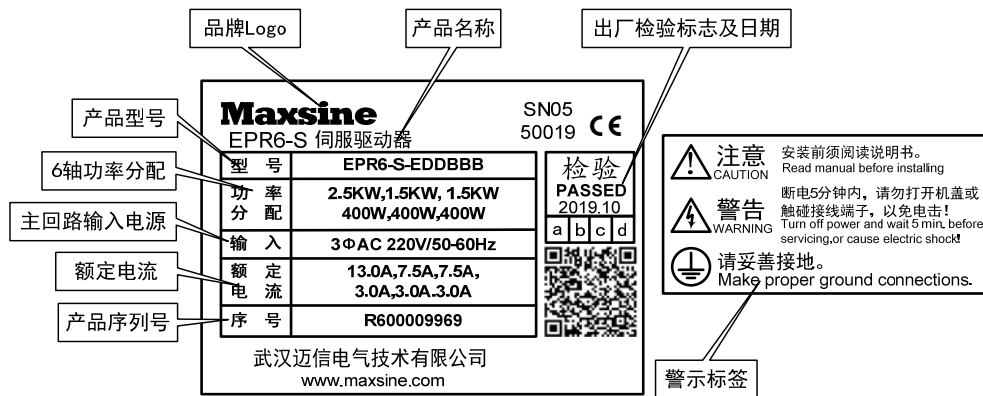
第 1 章 产品检查及安装

1.1 产品检查

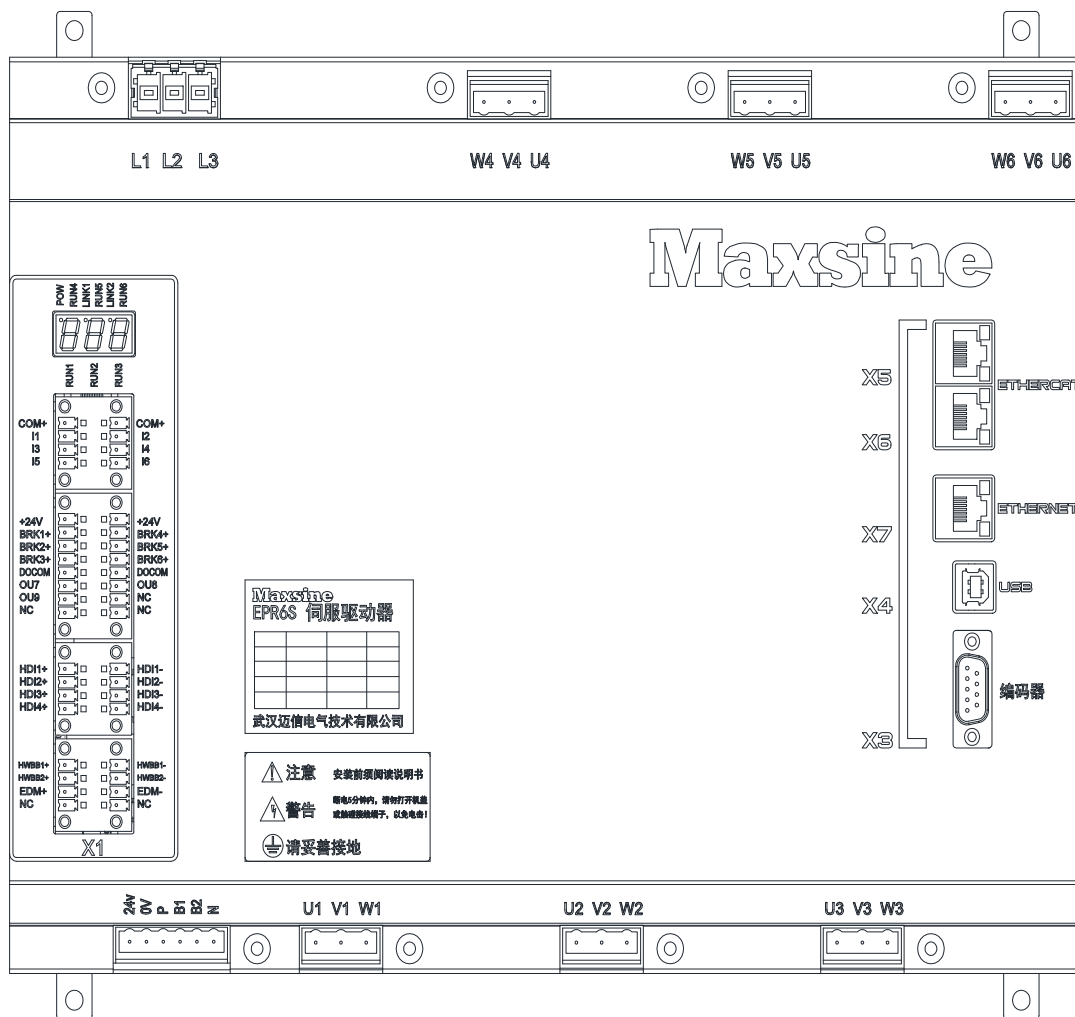
本产品在出厂前均做过完整功能测试，为防止产品运送过程中因疏忽导致产品不正常，拆封后请详细检查下列事项：

- 检查伺服驱动器与伺服电机型号是否与订购的机型相同。
- 检查伺服驱动器与伺服电机外观有无损坏及刮伤现象。运送中造成损伤时，请勿接线送电。
- 检查伺服驱动器与伺服电机有无零组件松脱之现象。是否有松脱的螺丝，是否螺丝未锁紧或脱落。
- 检查伺服电机转子轴是否能以手平顺旋转。带制动器的电机无法直接旋转。如果上述各项有发生故障或不正常的现象，请立即与经销商联系。

1.2 产品铭牌



1.3 产品前面板



1.4 伺服驱动器安装

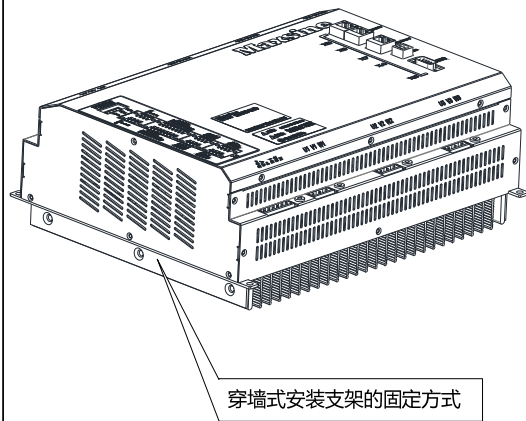
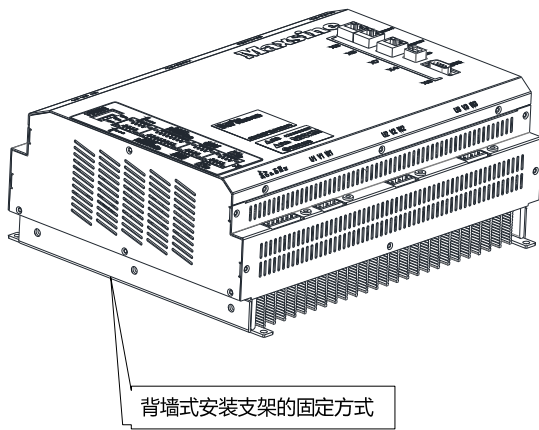
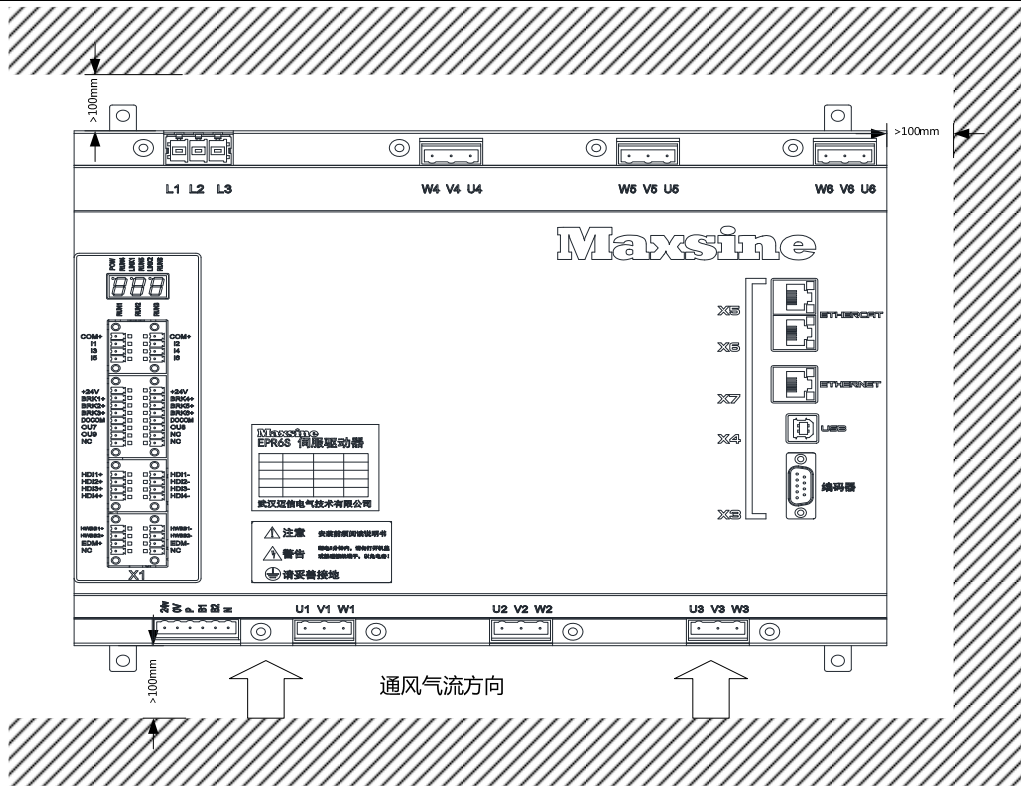
1.4.1 安装环境条件

伺服驱动器安装的环境对驱动器正常功能的发挥及其使用寿命有直接的影响，因此驱动器的安装环境必须符合下列条件：

- 工作环境温度：0~40℃；工作环境湿度：40%~80%以下(无结露)。
- 贮存环境温度：-40~50℃；贮存环境湿度：93%以下(无结露)。
- 振动：0.5G以下。
- 防止雨水滴淋或潮湿环境。
- 避免直接日晒。
- 防止油雾、盐分侵蚀。
- 防止腐蚀性液体、瓦斯侵蚀。
- 防止粉尘、棉絮及金属细屑侵入。
- 远离放射性物质及可燃物。
- 数台驱动器安装于控制柜中时，请注意摆放位置需保留足够的空间，以利于空气流动帮助散热。请外加配置散热风扇，使伺服驱动器周围温度降低。长期安全工作温度在40℃以下。
- 附近有振动源时(例如冲床)，若无法避免请使用振动吸收器或加装防振橡胶垫片。
- 附近有干扰设备时，对伺服驱动器的电源线和控制线有干扰，可能使驱动器产生误动作。可以加入噪声滤波器以及其它各种抗干扰措施，保证驱动器的正常工作。但噪声滤波器会增加漏电流，因此需在驱动器的电源输入端装上隔离变压器。

1.4.2 安装方法

- 伺服驱动器的正常安装方向是垂直直立方向，顶部朝上以利散热。
- 安装时，上紧伺服驱动器后部的 M5 固定螺丝。
- 伺服驱动器之间以及与其它设备间的安装间隔距离参考图中所示，为了保证驱动器的使用性能和寿命，请尽可能地留有充分的安装间隔。
- 电气控制柜内必须安装散热风扇，保证有垂直方向的风对伺服驱动器的散热器散热。
- 安装电气控制柜时，防止粉尘或铁屑进入伺服驱动器内部。



1.5 伺服电机安装

1.5.1 安装环境条件

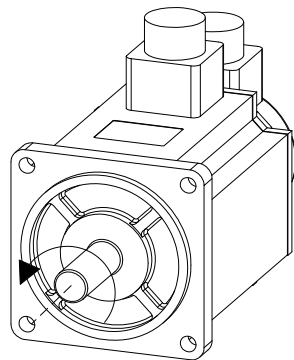
- 工作环境温度：0~40℃；工作环境湿度：80%以下(无结露)。
- 贮存环境温度：-40~50℃；贮存环境湿度：80%以下(无结露)。
- 振动：0.5G以下。
- 通风良好、少湿气及灰尘的场所。
- 无腐蚀性、引火性气体、油气、切削液、切削粉、铁粉等环境。
- 无水汽及阳光直射的场所。

1.5.2 安装方法

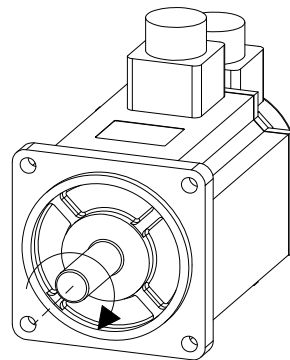
- 水平安装：为避免水、油等液体自电机出线端流入电机内部，请将电缆出口置于下方。
- 垂直安装：若电机轴朝上安装且附有减速机时，须注意并防止减速机内的油渍经由电机轴渗入电机内部。
- 电机轴的伸出量需充分，若伸出量不足时将容易使电机运动时产生振动。
- 安装及拆卸电机时，请勿用榔头敲击电机，否则容易造成电机轴及编码器损坏。

1.6 电机旋转方向定义

本手册描述的电机旋转方向定义：面对电机轴伸，转动轴逆时针旋转(CCW)为正转，转动轴顺时针旋转(CW)为反转。



正转
逆时针(CCW)

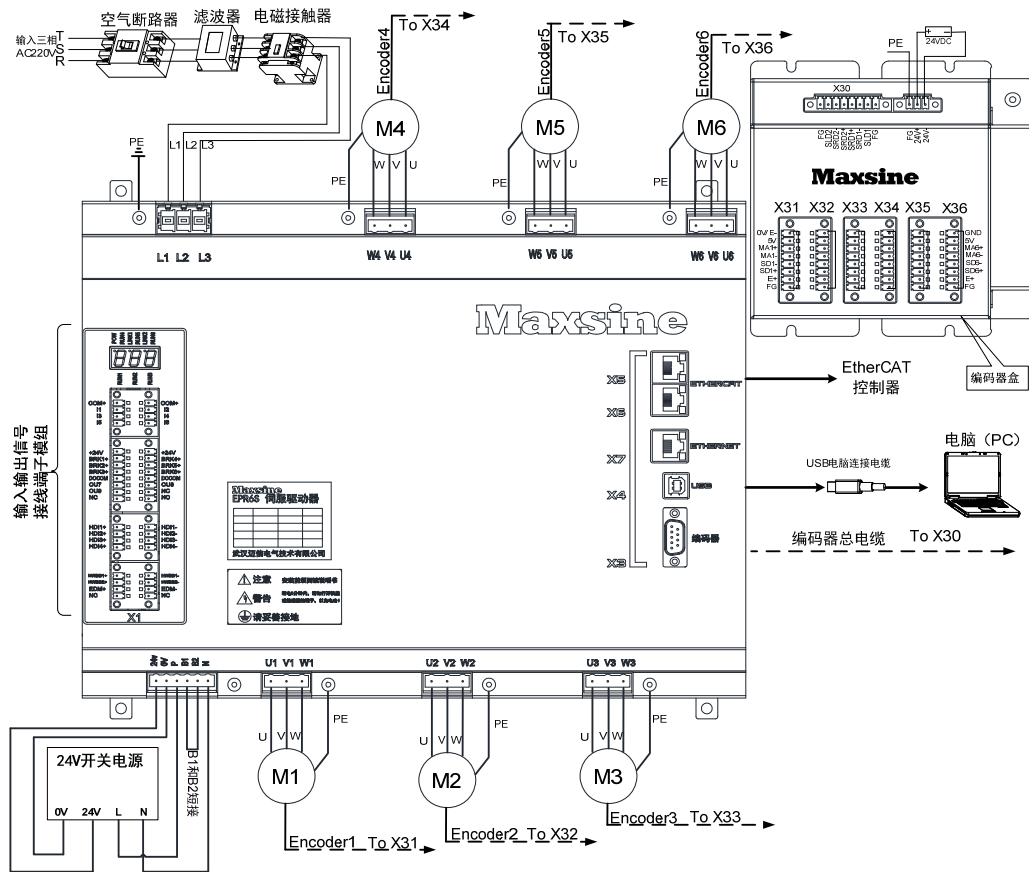


反转
顺时针(CW)

第2章 接线

2.1 系统组成与接线

2.1.1 伺服驱动器接线图



2.1.2 接线说明

接线注意事项：

- 检查L1、L2、L3接线是否正确，请勿接到380V电源上。
- 驱动器24V控制电源、编码器盒24V电源是否已经接入24V。
- 电机输出U、V、W端子相序，必须和驱动器相应端子一一对应，接错电机可能不转或飞车。不能用调换三相端子的方法来使电机反转，这一点与异步电动机完全不同。
- 驱动器、编码器盒必须可靠接地，而且单点接地。
- 请将动力线（电源线、电机线等的强电回路）与信号线相距30cm以上来配线，不要放置在同一配线管内。
- 请安装非熔断型断路器使驱动器故障能及时切断外部电源。

2.1.3 电线规格

连接端子	符号	电线规格
主电路电源	L1、L2、L3	2.5~4.0mm ²
控制电源	24V、0V	0.75~1.0mm ²
电机连接端子	U1、V1、W1 U2、V2、W2 U3、V3、W3 U4、V4、W4 U5、V5、W5 U6、V6、W6	1.5~2.5mm ²
接地端子	⊕	1.5~2.5mm ²
控制信号端子	X1	≥0.14mm ² (AWG26),含屏蔽线
编码器盒信号端子	X3	≥0.14mm ² (AWG26),含屏蔽线
制动电阻端子	P、B1/B1、B2	1.5~2.5mm ²
上位机USB接口	X4	B型USB数据线
EtherCAT输入接口	X5	双绞屏蔽网线
EtherCAT输出接口	X6	双绞屏蔽网线
Ethernet接口	X7	双绞屏蔽网线

编码器盒电缆必须使用双绞线。

连接端子	符号	电线规格
编码器盒电源	24V+、24V-	0.75~1.0mm ²
接地端子	⊕	1.5~2.5mm ²
驱动器信号端子	X30	≥0.14mm ² (AWG26),含屏蔽线
编码器信号端子	X31、X32、X31、 X34、X35、X36	≥0.14mm ² (AWG26),含屏蔽线

编码器盒电缆必须使用双绞线。

编码器电缆必须使用双绞线。如果编码器电缆太长 (>20m)，会导致编码器供电不足，其电源和地线可采用多线连接或使用粗电线。

2.1.4 强电端子说明

名称	端子符号	型号	详细说明
主电路电源端子	L1、L2、L3	EPR6-S 全系列	连接外部交流电源： 三相220VAC -15%~+10% 50/60Hz
控制电源端子	24V、0V	EPR6-S 全系列	外接DC24V ± 10%
制动电阻端子	P、B1、B2	EPR6-S 全系列	需使用外部制动电阻时，将B1、B2【注】之间断开，外部制动电阻跨接在P、B1端，使B2悬空。
电机连接端子	U1/U2/U3/ U4/U5/U6	EPR6-S 全系列	输出到电机U相电源
	V1/V2/V3/ V4/V5/V6		输出到电机V相电源
	W1/W2/W3/ W4/W5/W6		输出到电机W相电源
	⊕		电机外壳接地端子
接地端子	⊕	EPR6-S 全系列	驱动器接地端子

注：出厂时为默认内部制动电阻接法，B1和B2间呈短接状态。

2.2 制动电阻的连接

若使用内部制动电阻时，如图 A 所示，要将 B1、B2 短接，P 悬空。

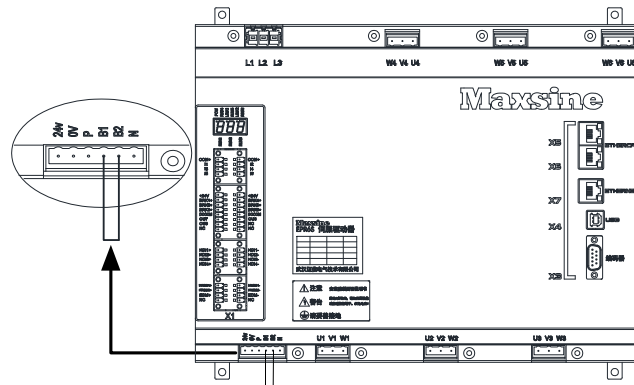
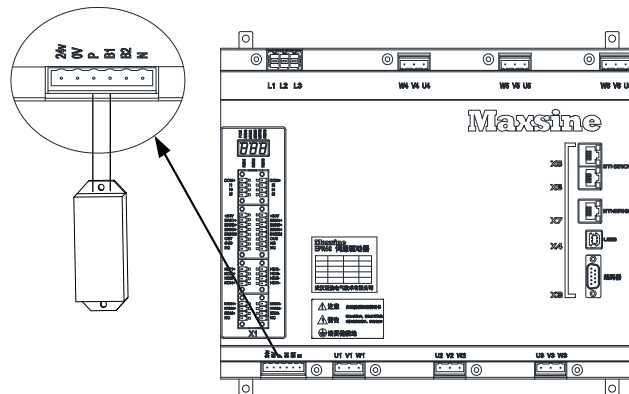


图 A

若使用外接制动电阻与伺服驱动器连接时，如图 B 所示，必须先拆开 B1、B2 间短接线，然后将外部制动电阻跨接在 P、B1 上，B2 悬空。



图B

特别注意：

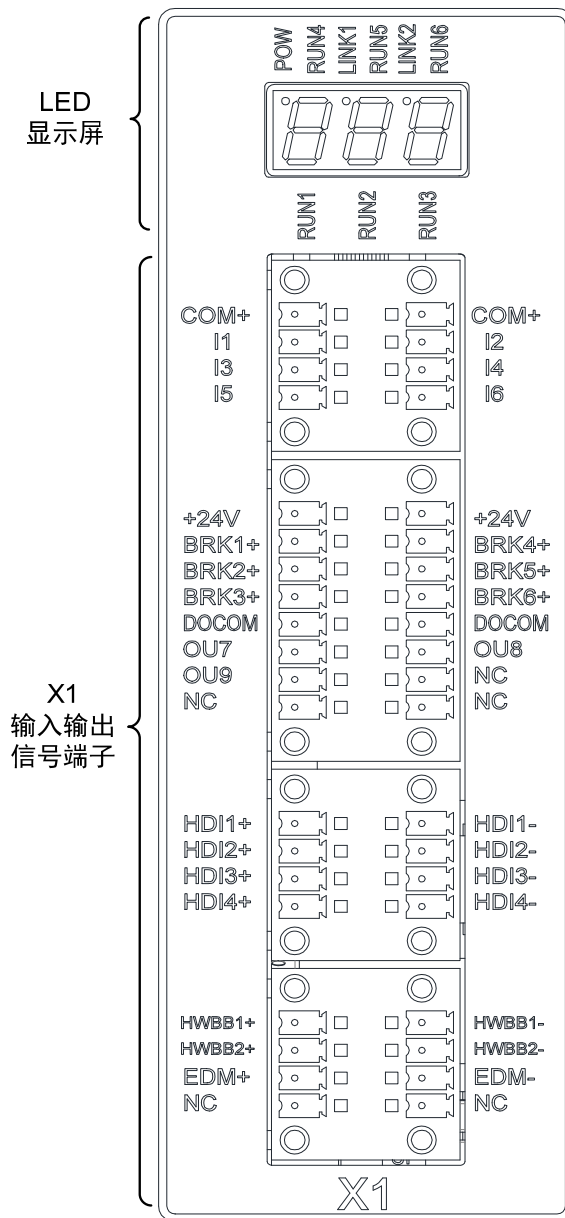
驱动器更改为外接制动电阻时，Axis-1轴参数P084、P085、P086要做相应的修改，（其他轴P084、P085、P086参数是无效的）。如外接制电阻规格为36Ω/300W时，上述参数的设置值如下：

参数	索引	名称	设置值	缺省值	单位	参数说明
P084	2054h	制动电阻选择开关	1	0		1：外部制动；0：内部制动
P085	2055h	外接制动电阻阻值	36	30	Ω	设置外接制动电阻的阻值
P086	2056h	外接制动电阻功率	300	600	W	设置外接制动电阻的功率

了解更多详细信息，请查阅4.1.1章节中**P084、P085、P086**的参数说明。

2.3 X1 控制信号端子

2.3.1 X1 信号输入输出端子



驱动器X1输入输出信号端子模组

2.3.2 X1 端子信号说明

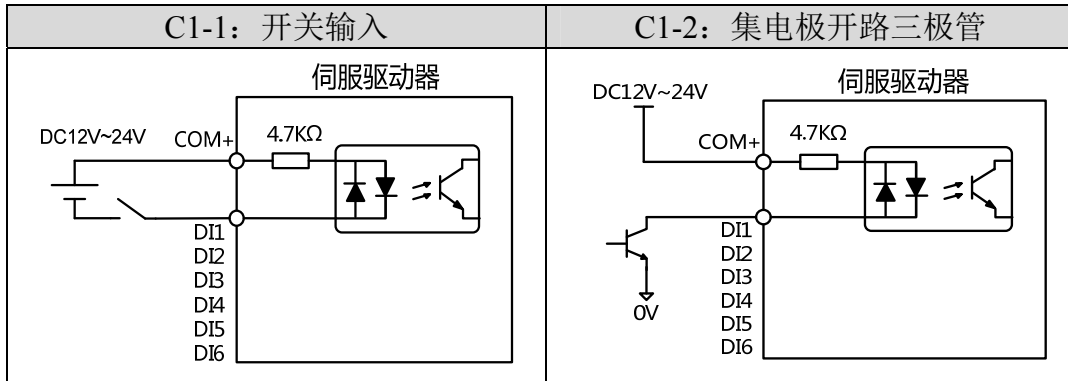
信号名称		功能	接口
数字输入	DI1 DI2 DI3 DI4 DI5 DI6	光电隔离输入，功能可编程，由参数 P100~P105 定义，详见第 4.4.2 章 DI 参数说明。	C1
	COM+	DI 电源 (DC12V~24V)	
数字输出	DO7 DO8 DO9	光电隔离输出，最大输出能力 50mA/25V，功能可编程，由参数 P136~P138 定义，详见第 4.4.2 章 DO 参数说明。	C2-1
	DOCOM	DO 公共端	
	BRK1+ BRK2+ BRK3+ BRK4+ BRK5+ BRK6+	电机抱闸控制端口，光电隔离输出，输出电压为 24V，最大输出能力 1A，BRK1 对应 1 轴抱闸输出，BRK2 对应 2 轴抱闸输出，依次类推。	C2-2
	24V	电机抱闸电源 (DC24V)	
	DOCOM	DO 公共端	
位置高速锁存	HDI1+ HDI1- HDI2+ HDI2- HDI3+ HDI3- HDI4+ HDI4-	高速光电隔离输入	C3
保留	HWBB1+ HWBB1- EDM+ EDM- NC	保留	

2.3.3 X1 端子接口类型

以下将介绍X1各接口电路，及与上位控制装置的接线方式。

1. 数字输入接口（C1）

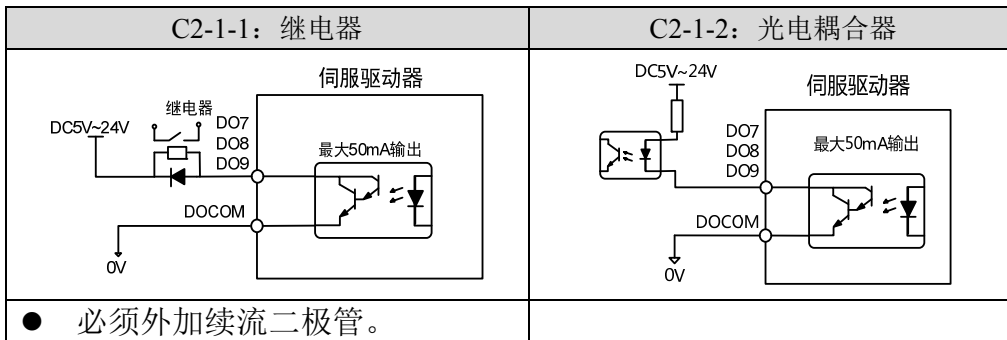
数字输入接口电路可由开关、继电器、集电极开路三极管、光电耦合器等
进行控制。继电器需选择低电流继电器，以避免接触不良的现象。外部电压范
围DC12V~24V。



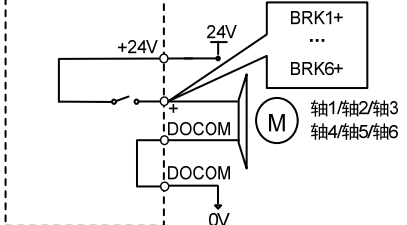
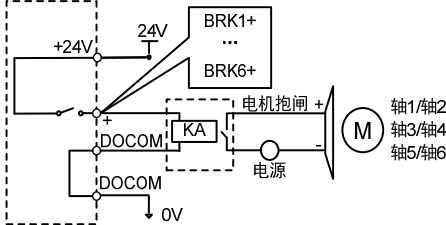
2. 数字输出接口（C2-1）

输出电路采用达林顿光电耦合器，可与继电器、光电耦合器连接，注意事
项：

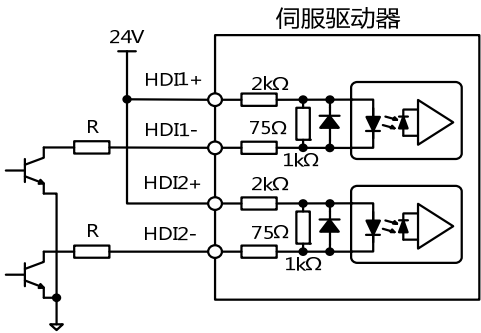
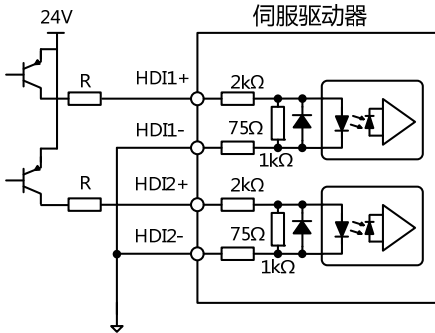
- 电源由用户提供，如果电源接反，会导致驱动器损坏。
- 外部电源最大 25V，输出最大电流 50mA，3 路电流总和不超过 100mA。
- 当使用继电器等感性负载时，需加入二极管与感性负载并联，若二极管的极性相反时，将导致驱动器损坏。
- 导通时，约有 1V 左右压降，不能满足 TTL 低电平要求，因此不能和 TTL 电路直接相连。



3. 电机抱闸控制端口 (C2-2)

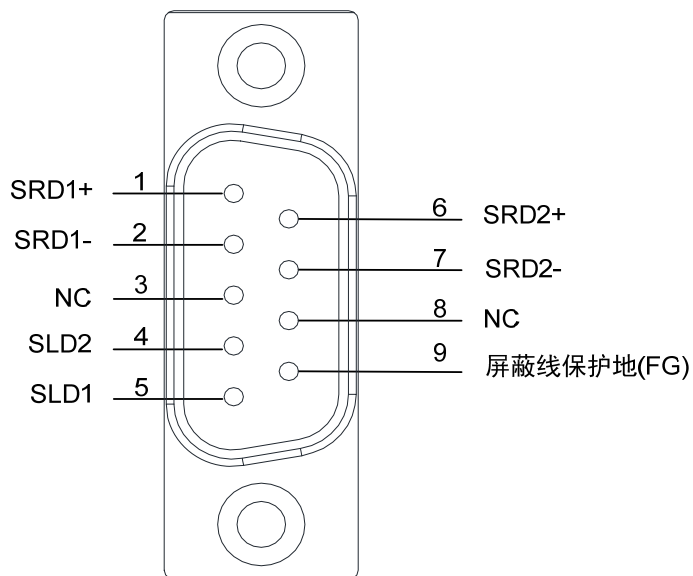
C2-2-1: 直接驱动抱闸	C2-2-2: 通过继电器驱动抱闸
	
<ul style="list-style-type: none"> ● 抱闸电源电压为24V, 电流在1A以下。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 抱闸电源电压超过24V, 或电流超过1A。

4. 位置高速锁存接口 (C3)

C3: 位置高速锁存接口	
	
<ul style="list-style-type: none"> ● R 取值范围: 82Ω~120Ω 	

2.4 电机编码器信号端子

2.4.1 驱动器编码器 X3 端子



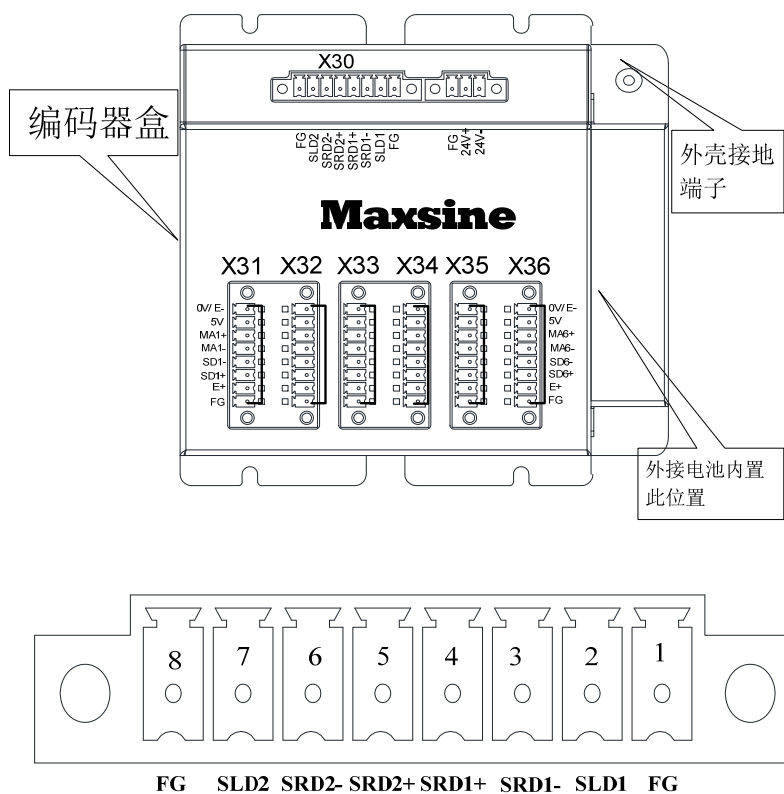
驱动器编码器 X3 端子

2.4.2 X3 端子信号说明

X3端子为EPR6-S编码器信号端子，它与编码器盒X30连接并与其进行信息交互得到6个轴的位置信息，其针脚定义如下：

信号名称	针脚号	功能	
信号输入	SRD1+	1	与编码器盒信号连接
	SRD1-	2	
	SRD2+	6	
	SRD2-	7	
	SLD1	5	编码器盒差分信号中心线
	SLD2	4	
屏蔽线保护地	FG	9	与信号电缆屏蔽线连接

2.4.3 编码器盒 X30 端子



编码器盒 X30 端子定义

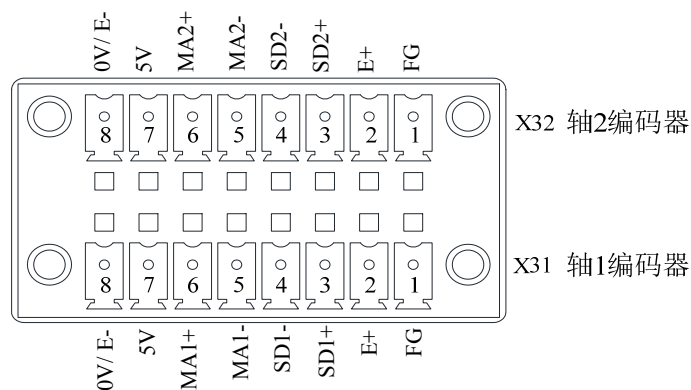
2.4.4 X30 端子信号说明

信号名称	针脚号	功能	
信号线	SRD1+	4	与驱动器信号连接
	SRD1-	3	
	SRD2+	5	
	SRD2-	6	
	SLD1	2	编码器盒差分信号中心线
SLD2	7		
屏蔽线保护地	FG	1/8	与信号电缆屏蔽线连接

2.4.5 编码器盒 X31、X32 端子

X31、X32 端子定义示意图如下，分别接轴 1、轴 2 编码器。X33、X34、X35、X36 端子接线定义与 X31 相同，分别接轴 3、轴 4、轴 5、轴 6 编码器。

各个轴编码器电池 E-与电源 0V 使用同一个端子引脚。



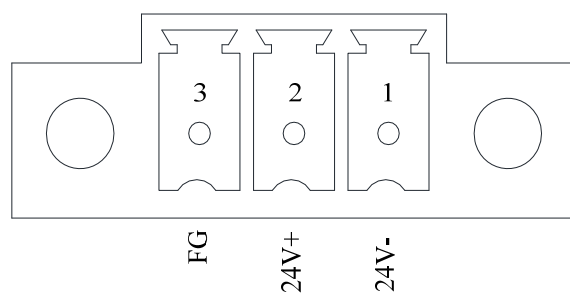
编码器盒 X31、X32 端子定义

2.4.6 X31 端子信号说明

绝对值通信编码器定义：

信号名称		针脚号	功能
编码器电源	5V	7	编码器用 5V 电源（由编码器盒提供），电缆在 20m 以上时，为了防止编码器电压降低，电源和底线可采用多线连接或使用粗电线， <u>编码器电池负与编码器电源 0V 共用引脚。</u>
	0V	8	
	E-		
电池	E+	2	编码器用电池正（由编码器盒提供）。
信号输入	SD1+	3	与绝对式编码器信号输出连接。
	SD1-	4	
时钟输出	MA1+	6	与绝对式编码器时钟输入连接。
	MA1-	5	
屏蔽线保护地	FG	1	与信号电缆屏蔽线连接。

2.4.7 编码器盒电源端子



编码器盒电源端子

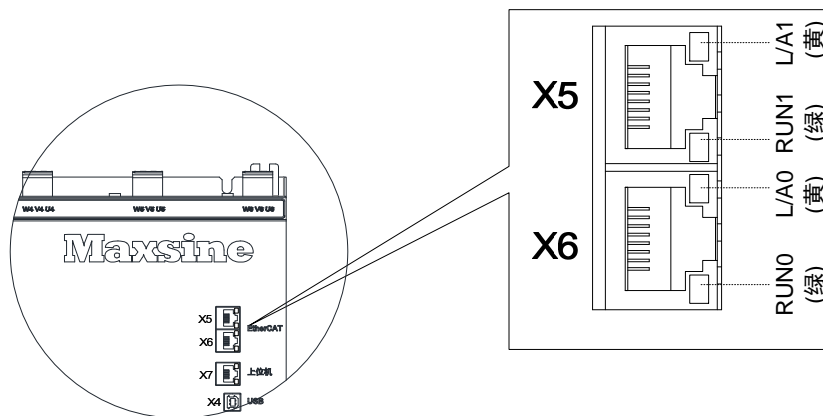
2.4.8 编码器盒端子说明

信号名称		针脚号	功能
电源	24V-	1	编码器盒用 24V 电源
	24V+	2	
屏蔽线 保护地	FG	3	与电源保护地连接

2.5 X5、X6 EtherCAT 网口

2.5.1 X5、X6 端子插座

上侧网口 X5 为 EtherCAT 口输入，下侧网口 X6 为 EtherCAT 口输出，务必按要求连接，否则会导致通讯异常。

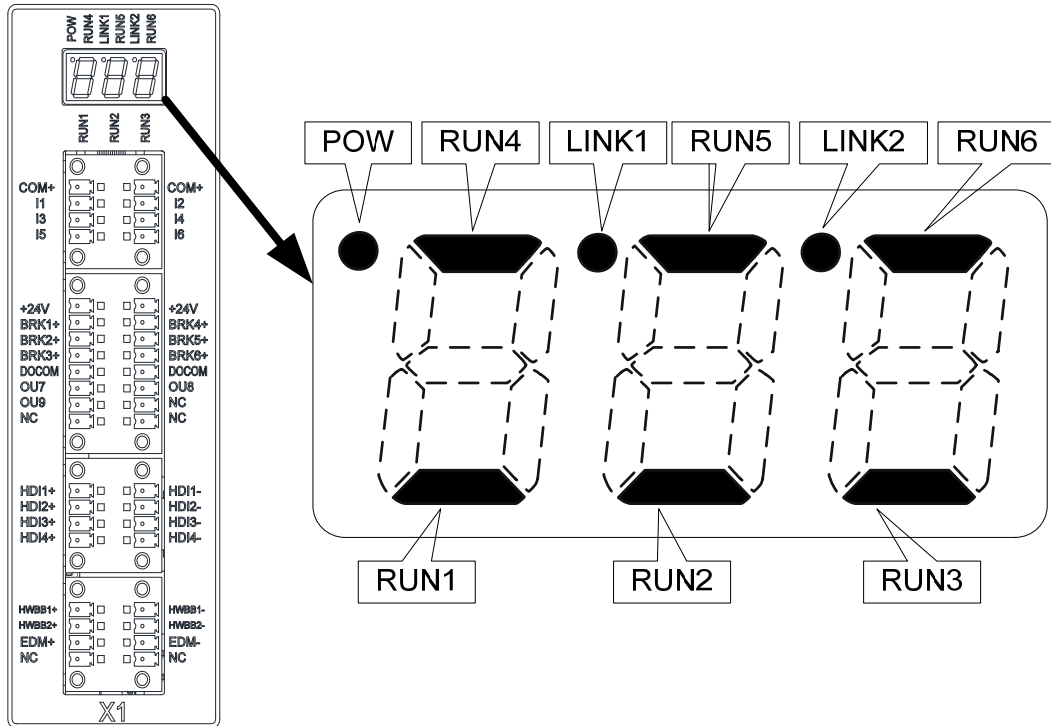


2.5.2 X5、X6 端子信号说明

信号名称	针脚号	功能
TX+	1	发信号+
TX-	2	发信号-
RX+	3	收信号+
RX-	6	收信号-

第3章 运行

3.1 驱动器面板说明



符号	名称	功能
POW	主电源灯	点亮：主电源已上电； 闪烁：主电源未上电。
RUN1/ RUN2/ RUN3/ RUN4/ RUN5/ RUN6	Axis-1/Axis-2/Axis-3/ Axis-4/Axis-5/Axis-6 运行灯	点亮：电机通电运行中； 熄灭：电机未通电运行； 闪烁：该轴出现报警。
LINK1	X5 端口 LINK 状态	点亮：连接 熄灭：断开
LINK2	X6 端口 LINK 状态	点亮：连接 熄灭：断开

3.2 空载试运行

试运行的目的是确认以下事项是否正确：

- 驱动器电源配线；
- 伺服电机动力线配线；
- 编码器配线；
- 伺服电机运转方向和速度。

3.2.1 接线和检查

在通电之前，确认电机：

- 电机空载，电机轴上不要加负载，已经安装在机械上也请脱开连接器。
- 由于电机加减速有冲击，必须固定电机。

在通电之前先检查以下几项：

- 连线是否正确？尤其是驱动器 U、V、W 是否与电机 U、V、W 接线一一对应，驱动器 L1、L2、L3 接线是否正确？B1、B2 是否短接？若采用外接制动电阻，外部制动电阻是否已经接到 P、B1 上，B1、B2 短接线是否已经断开？
- 驱动器控制电源 24V 和编码器盒 24V 是否已经接入？
- 输入电压是否正确？
- 编码器电缆连接是否正确？
- 各个轴动力线和编码器线是否混淆？

3.2.2 参数设置

本说明书所使用的参数，分为Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5和Axis-6参数，它们分别作用于对应的轴，互不影响。注意：有些特殊参数只有Axis-1参数有效，其他轴参数无效。详见参数表标注。

本章节内容适用于Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5和Axis-6六个轴中的任何一个轴（特别说明的参数除外），下面以Axis-1轴为例进行描述，描述中使用的对象也以Axis-1轴为例。

注意：有些特殊参数只有Axis-1有效，其他轴参数无效。详见参数表标注。

3.3 位置控制

参见“5.4.1 周期同步位置模式”部分说明。

位置控制应用于需要精密定位的系统中，如数控机床、纺织机械等。

3.3.1 位置控制的参数设置

参数设置：

参数	索引	名称	设置值	缺省值	参数说明
P097	2061h	忽略驱动禁止	3	3	使用正转驱动禁止（CCWL）和反转驱动禁止（CWL）。若设置为忽略，可不连接 CCWL、CWL。
P304	无	EtherCAT 模式开关	1	1	0：普通模式； 1：EtherCAT 模式。

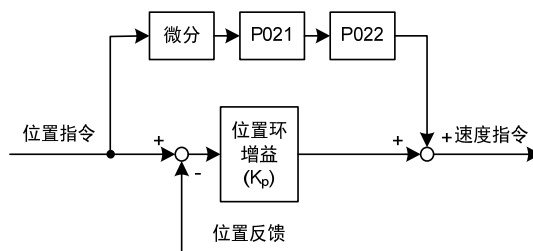
P304 仅 1 轴有效。

3.3.2 位置控制有关增益

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	适用
P009	2009h	第 1 位置环增益	1~1000	40	Hz	P
P021	2015h	位置环前馈增益	0~100	0	%	P
P022	2016h	位置环前馈滤波时间常数	0.20~50.00	1.00	ms	P

因为位置环包括速度环，依照先内环后外环次序，首先设置好负载转动惯量比，再调整速度环增益、速度环积分时间常数，最后调整位置环增益。

以下是系统的位置控制器，位置环增益 K_p 增加可提高位置环频宽，但受速度环频宽限制。欲提高位置环增益，必须先提高速度环频宽。



前馈能降低位置环控制的相位滞后，可减小位置控制时的位置跟踪误差以及更短的定位时间。前馈量增大，位置控制跟踪误差减小，但过大会使系统不稳定、超调。若电子齿轮比大于 10 也容易产生噪声。一般应用可设置 P021 为 0%，需要高响应、低跟踪误差时，可适当增加，不宜超过 80%，同时可能需要调整位置环前馈滤波时间常数（参数 P022）。

3.4 速度控制

参见“5.4.2 周期同步速度模式”部分说明。

速度控制应用于需要精确速度控制的场合，例如编织机、钻孔机、CNC 加工机。也可以通过上位装置构成位置控制。

3.4.1 速度控制的参数设置

参数设置：

参数	索引	名称	设置值	缺省值	参数说明
P025	无	速度指令来源	0	0	保留
P060	203Ch	速度指令加速时间	合适	0	
P061	203Dh	速度指令减速时间	合适	0	
P097	2061h	忽略驱动禁止	3	3	使用正转驱动禁止（CCWL）和反转驱动禁止（CWL）。若设置为忽略，可不连接 CCWL、CWL。

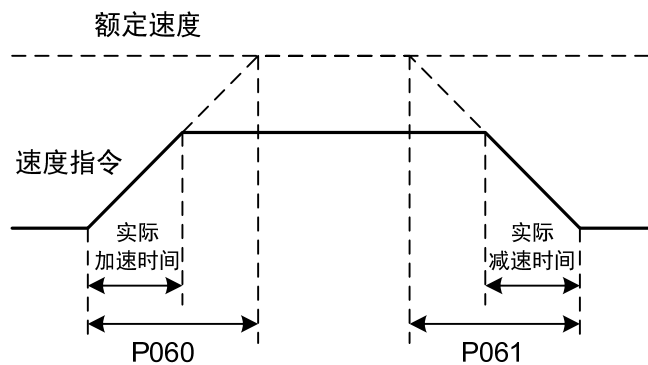
P304 仅 1 轴有效。

3.4.2 加速度

加减速与以下参数有关：

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	适用
P060	203Ch	速度指令加速时间	0~30000	0	ms	S
P061	203Dh	速度指令减速时间	0~30000	0	ms	S

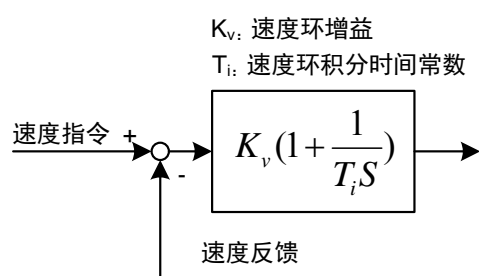
加减速能减缓速度的突变，使电机运行平稳。如下图所示，参数 P060 设置电机从零速到额定速度的加速时间，P061 设置电机从额定速度到零速的减速时间。如果指令速度比额定速度低，则需要的加速、减速时间也相应缩短。如果驱动器与上位装置构成位置控制，参数应设置为 0。



3.4.3 速度控制有关增益

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	适用
P005	2005h	第 1 速度环增益	1~3000	40	Hz	P,S
P006	2006h	第 1 速度环积分时间常数	1.0~1000.0	20.0	ms	P,S
P017	2011h	负载转动惯量比	0.0~200.0	1.0	倍	P,S
P018	2012h	速度环 PDFF 控制系数	0~100	100	%	P,S

首先设置好负载转动惯量比，再调整速度环增益、速度环积分时间常数。以下是系统的速度控制器，增加速度环增益 K_v 可提高速度的响应频宽，减小速度环积分时间常数 T_i ，可以增加系统刚性，减小稳态误差。



P018 可选择速度控制器结构，0 为 IP 调节器，100 为 PI 调节器，1~99 为 PDFF 调节器。P018 参数值偏大则系统具有高频率响应，参数值偏小则系统具有高刚度（抵抗偏差能力），中等数值兼顾频率响应和刚度。

3.5 转矩控制

参见“5.4.3 周期同步转矩模式”部分说明。

转矩控制用于印刷机、绕线机、注塑机等场合，电机输出转矩与输入指令成正比。

3.5.1 转矩控制的参数设置

参数设置：

参数	索引	名称	设置值	缺省值	参数说明
P304	无	EtherCAT 模式开关	1	1	0: 普通模式; 1: EtherCAT 模式。

P304 仅 1 轴有效。

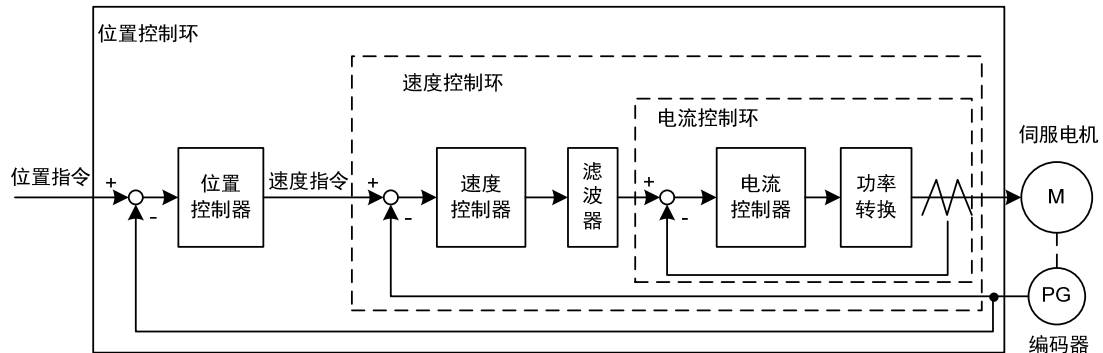
3.5.2 转矩控制的速度限制

转矩控制时，电机转矩输出受指令控制，但不对电机速度进行控制，因此在轻载时，可能发生超速现象，为了保护机械，必须对速度进行限制。速度限制有关参数是：

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	适用
P078	204Eh	转矩控制时速度限制	0~5000	3000	r/min	T

3.6 增益调整

驱动器包括电流控制环、速度控制环和位置控制环三个控制回路。控制框图如下：



理论上，内层的控制回路频宽一定要高于外层，否则整个控制系统会不稳定而造成振动或是响应不佳，因此这三个控制回路频宽的关系如下：

电流环频宽 > 速度环频宽 > 位置环频宽

由于驱动器已经调整好电流控制环为最佳状态，用户只需调整速度控制环和位置控制环参数。

3.6.1 增益参数

和增益有关的参数是：

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	适用
P005	2005h	第1速度环增益	1~3000	40	Hz	P,S
P006	2006h	第1速度环积分时间常数	1.0~1000.0	20.0	ms	P,S
P009	2009h	第1位置环增益	1~1000	40	Hz	P
P017	2011h	负载转动惯量比	0.0~200.0	1.0	倍	P,S

符号定义如下：

K_v ：速度环增益；

T_i ：速度环积分时间常数；

K_p ：位置环增益；

G ：负载转动惯量比（P017）；

J_L ：折算到电机轴的负载转动惯量；

J_M ：电机转子转动惯量。

1. 速度环增益 K_v

速度环增益 K_v 直接决定速度环的响应频宽。在机械系统不产生振动或是噪音的前提下，增大速度环增益值，则速度响应会加快，对速度命令的跟随性越佳。但是过大的设定容易引起机械共振。速度环频宽表示为：

$$\text{速度环频宽 (Hz)} = \frac{1+G}{1+J_L/J_M} \times K_v \text{ (Hz)}$$

如果负载转动惯量比 G 设置正确 ($G=J_L/J_M$)，则速度环频宽就等于速度环增益 K_v 。

2. 速度环积分时间常数 T_i

速度环积分可有效的消除速度稳态误差，快速反应细微的速度变化。在机械系统不产生振动或是噪音的前提下，减小速度环积分时间常数 T_i ，以增加系统刚性，降低稳态误差。如果负载惯量比很大或机械系统存在共振因素，必须确认速度回路积分时间常数够大，否则机械系统容易产生共振。如果负载转动惯量比 G 设置正确 ($G=J_L/J_M$)，利用以下公式得到速度环积分时间常数 T_i ：

$$T_i \text{ (ms)} \geq \frac{4000}{2\pi \times K_v \text{ (Hz)}}$$

3. 位置环增益 K_p

位置环增益直接决定位置环的反应速度。在机械系统不产生振动或是噪音的前提下，增加位置环增益值，以加快反应速度，减小位置跟踪误差，缩短定位时间。但过大设定会造成机械系统抖动或定位超调。位置环频宽不可高于速度环频宽，一般：

$$\text{位置环频宽 (Hz)} \leq \frac{\text{速度环频宽 (Hz)}}{4}$$

如果负载转动惯量比 G 设置正确 ($G=J_L/J_M$)，则位置环增益 K_p 计算如下：

$$K_p \text{ (1/s)} \leq 2\pi \times \frac{K_v \text{ (Hz)}}{4}$$

3.6.2 增益调整步骤

位置和速度频宽的选择必须由机械的刚性和应用场合决定,由皮带连接的输送机械刚性低,可设置为较低频宽;由减速器带动的滚珠丝杆的机械刚度中等,可设置为中等频宽;直接驱动滚珠丝杆或直线电机刚度高,可设置为高频宽。如果机械特性未知,可逐步加大增益以提高频宽直到共振,再调低增益即可。

在伺服增益中,如果改变一个参数,则其它参数也需要重新调整。请不要只对某一个参数进行较大的更改。关于伺服参数的更改步骤,一般请遵守以下原则:

提高响应	降低响应,抑制振动和超调
1.提高速度环增益 K_v	1.降低位置环增益 K_p
2.减小速度环积分时间常数 T_i	2.增大速度环积分时间常数 T_i
3.提高位置环增益 K_p	3.降低速度环增益 K_v

速度控制的增益调整步骤:

1. 设定负载转动惯量比。
2. 设定速度环积分时间常数为较大值。
3. 速度环增益在不产生振动和异常声音的范围内调大,如果发生振动稍许调小。
4. 速度环积分时间常数在不产生振动的范围内调小,如果发生振动稍许调大。
5. 如果因机械系统发生共振等原因而无法调大增益,不能得到希望的响应性时,对转矩低通滤波器或陷波器调整抑制共振后,然后重新进行以上步骤操作以提高响应性。首先使用转矩低通滤波器,若效果不好再考虑使用陷波器。请参考 3.7.2 章节。

位置控制的增益调整步骤:

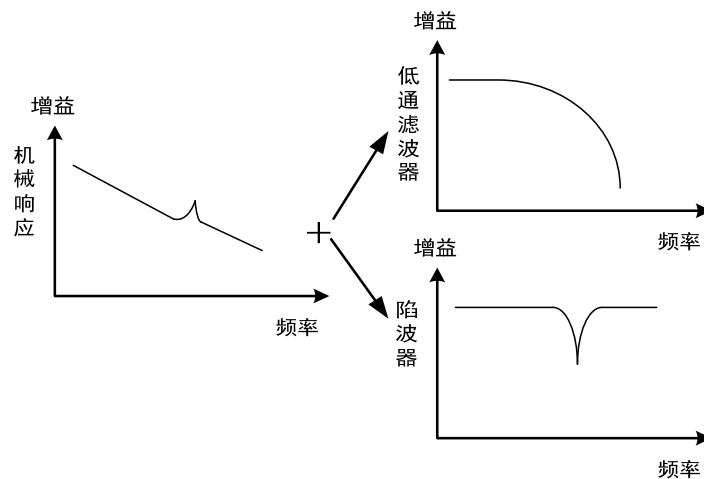
1. 设定负载转动惯量比。
2. 设定速度环积分时间常数为较大值。
3. 速度环增益在不产生振动和异常声音的范围内调大,如果发生振动稍许调小。
4. 速度环积分时间常数在不产生振动的范围内调小,如果发生振动稍许调大。
5. 增大位置环增益, 如果发生振动稍许调小。
6. 如果因机械系统发生共振等原因而无法调大增益,不能得到希望的响应性时,对转矩低通滤波器或陷波器调整抑制共振后,然后重新进行以上步骤操作以提高响应性。首先使用转矩低通滤波器,若效果不好再考虑使用陷波器。请参考 3.7.2 章节。
7. 若需要更短的定位时间和更小的位置跟踪误差,可适当调整位置前馈。

3.7 共振抑制

当机械系统发生共振现象，可能是伺服系统刚度过大、响应过快造成，降低增益或许可以改善。驱动器提供低通滤波器和陷波器，在不改变增益情况下，达到抑制共振的效果。共振抑制有关的参数如下：

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	适用
P007	2007h	第 1 转矩滤波时间常数	0.10~50.00	1.00	ms	ALL
P200	2200h	第 1 共振陷波器频率	50~1500	1500	Hz	ALL
P201	2201h	第 1 共振陷波器品质因数	1~100	7		ALL
P202	2202h	第 1 共振陷波器深度	0~100	0	%	ALL
P203	2203h	第 2 共振陷波器频率	50~1500	1500	Hz	ALL
P204	2204h	第 2 共振陷波器品质因数	1~100	7		ALL
P205	2205h	第 2 共振陷波器深度	0~100	0	%	ALL

共振抑制的原理是采用滤波器抑制机械响应的共振峰，示意图如下：



两种滤波器的特点是：

滤波器种类	适合场合	优点	缺点
低通滤波器	高频共振	不需要知道准确共振频率	带来相位滞后，系统频带降低。不适合中低频共振场合。
陷波器	中低频共振	不影响整体系统频宽	必须知道准确共振频率，频率设置有误反而影响性能。共振频率经常漂移场合不适合。

3.7.1 低通滤波器

由参数P007设置。低通滤波器默认是有效的。低通滤波器对高频有很好的衰减，能较好抑制高频共振、噪声。例如使用滚珠丝杠机械，提高驱动器增益时，有时会发生高频共振，使用低通滤波器有较好效果。但系统响应频宽和相位裕度也降低了，系统有可能变得不稳定。如果系统是中低频共振，低通滤波器无法抑制。

因伺服驱动而导致机器高频振动时，对转矩滤波器时间常数 T_f 进行调整。这样可能会消除振动。数值越小，越能进行响应性良好的控制，但受机械条件的限制；数值越大，越能抑制高频振动，太大则会造成相位裕度减小，引起振荡。如果负载转动惯量比G设置正确（ $G=J_L/J_M$ ），需满足：

$$T_f(ms) \leq \frac{1000}{2\pi \times 2 \times K_v(Hz)}$$

3.7.2 陷波器

由参数P200~P205设置，两个陷波器可同时使用，能抑制两种不同的频率共振。默认两个陷波器都是关闭的。如果可以知道共振频率，那么陷波器可以直接将共振量消除。通常如果确定共振频率，使用陷波器比低通滤波器效果好。共振频率不明时，可以按从高到低的顺序逐渐降低抑制频率，振动最小点的抑制频率就是最优设定值。但如果共振频率随时间或其他因素偏移，而且偏移过大时，就不适合使用陷波器。

除了频率，还可调整陷波器深度、品质因数，但要注意设置合适。陷波深度深，机械共振抑制的效果可能很好，但会造成相位变化大，有时反而会加强振动。品质因数小，陷波宽度宽，机械共振抑制的效果可能很好，但会造成相位变化区域大，有时反而会加强振动。

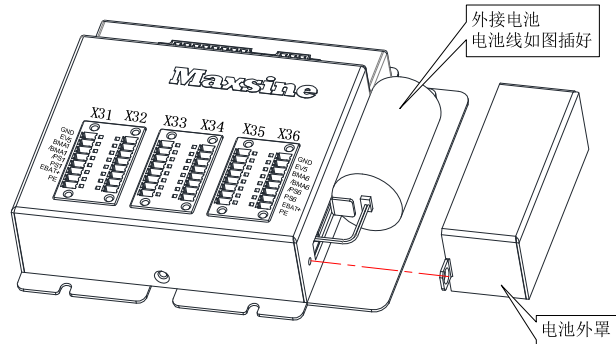
3.8 绝对值编码器的设定

3.8.1 绝对值编码器多圈信息的保存

绝对值编码器默认为单圈绝对值。若用户需要多圈位置值，则需要将参数P090设置为1，保存并重启驱动器。

为了保存绝对值编码器的多圈位置数据，需要在编码器盒侧安装电池单元，外接电池引脚E+、E-连接在编码器盒侧面。

编码器盒



注意：电池单元设置在编码器盒的指定位置。

电池电压要求：3.2VDC~4.8VDC

电池电压超出范围后，在上电时，伺服驱动器会报警（Err48），此时请更换电池。更换电池后，为解除“编码器电池警报（Err48）”显示，请确保伺服驱动器处于未使能状态。接通伺服驱动器控制部分电源，并将绝对值编码器初始化，初始化后，多圈值为0。确认错误显示消失，伺服驱动器可正常工作。

3.8.2 绝对值编码器的初始化

在以下场合，须对绝对值编码器进行初始化，具体请参考 5.7 章节或 7.10 章节。

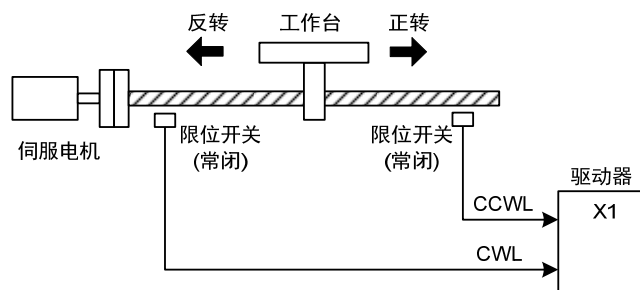
- 最初起动机械时；
- 要将绝对值编码器的旋转量数据设为0时。

在以下场合，须进行编码器报警清除，具体请参考 5.7 章节或 7.10 章节。

- 发生“编码器外接电池故障（Err47）”时；
- 发生“编码器内部故障警报（Err41）”时。

3.9 超程保护

超程保护功能是指当机械的运动部分超出设计的安全移动范围，限位开关动作，使电机强制停止的安全功能。超程保护示意图如下：



限位开关建议使用常闭接点，在安全范围内为闭合，超程为断开。连接到正转驱动禁止 (CCWL) 和反转驱动禁止 (CWL)，通过参数 P097 也可设置为使用与忽略。设置为使用，则必须接入限位信号；设置为忽略，则不需要该信号。参数缺省值是 CCWL 和 CWL 都忽略，如果需要使用，必须修改参数 P097。即使在超程状态下，仍允许通过输入反向指令退出超程状态。

P097	反转驱动禁止 (CWL)	正转驱动禁止 (CCWL)
0	使用	使用
1	使用	忽略
2	忽略	使用
3 (缺省)	忽略	忽略

3.10 转矩限制

出于保护机械的目的，可以对输出转矩进行限制。

3.10.1 转矩限制参数

转矩限制有关的参数是：

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	适用
P065	2041h	内部正转（CCW）转矩限制	0~300	300	%	ALL
P066	2042h	内部反转（CW）转矩限制	-300~0	-300	%	ALL

转矩限制有关的 402 参数是：

Index	Name	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6072h	Max torque	0.1%	0-65535	U16	rw	RxPDO
60E0h	PositiveTorque Limit Value	0.1%	0-65535	U16	rw	RxPDO
60E1h	NegativeTorque Limit Value	0.1%	0-65535	U16	rw	RxPDO

3.10.2 转矩限制模式

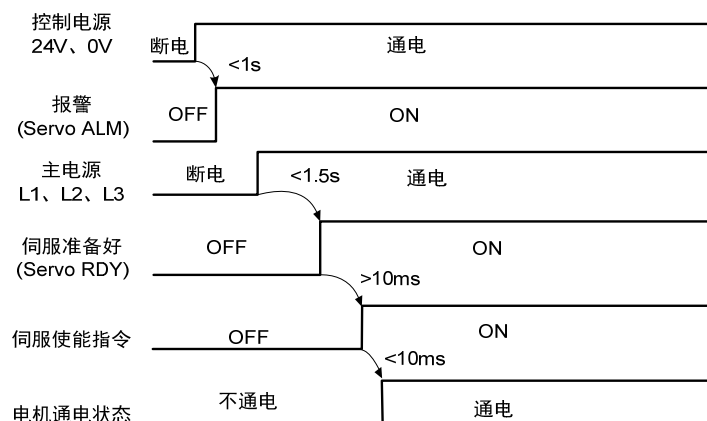
正转（CCW）	反转（CW）
由 P065, 6072h 和 60E0h 共同决定。	由 P066, 6072h 和 60e1h 共同决定。

注：如有多个限制发生，最终限制值是绝对值较小的数值。

3.11 工作时序

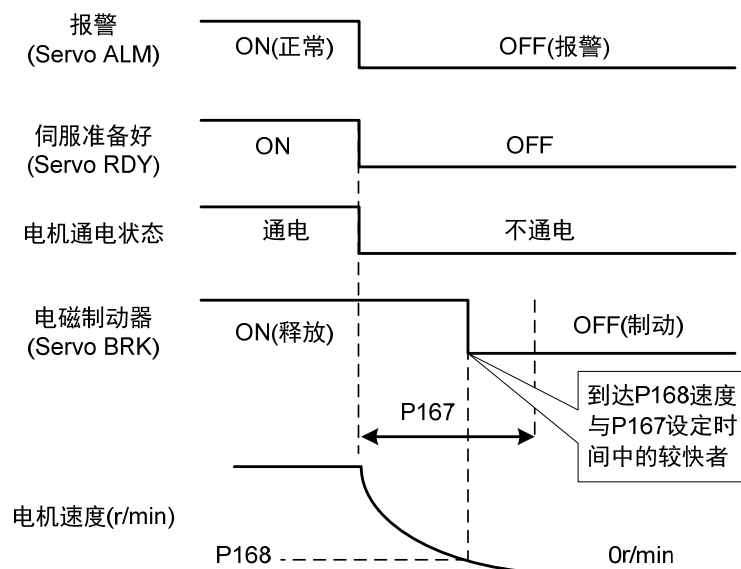
3.11.1 电源接通时序

- **EPR6-S 请遵循以下上电秩序：编码器盒 24V、控制电源 24V、主电源。**
- 主电源接通后，约延时 1.5 秒，伺服准备好信号 (RDY) ON，此时可以接受伺服使能指令，检测到伺服使能有效，功率电路开启，电机激励，处于运行状态。检测到伺服使能无效或有报警，功率电路关闭，电机处于自由状态。



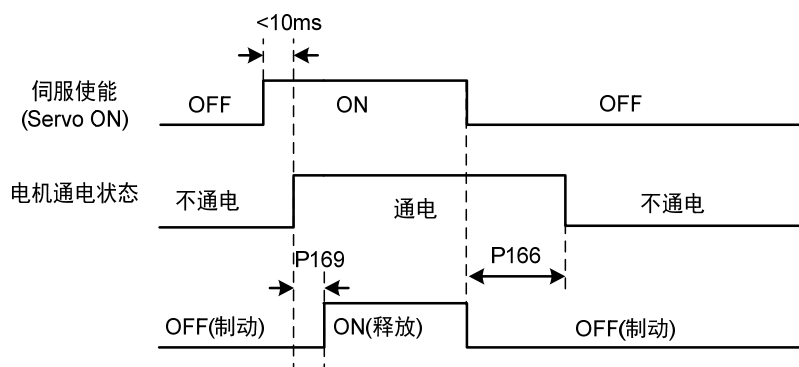
3.11.2 伺服 ON 时报警时序

电磁制动器由伺服控制时：



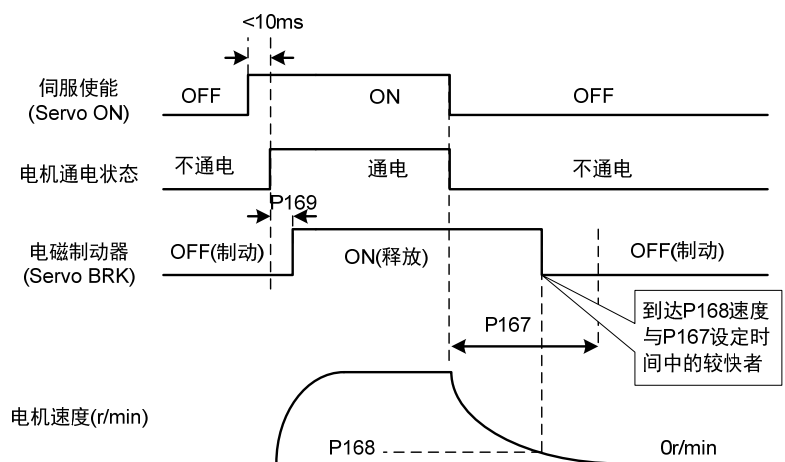
3.11.3 电机静止时的伺服 ON/OFF 动作时序

电磁制动器由伺服控制时，当电机转速低于参数 P165 时动作时序：



3.11.4 电机运转时的伺服 ON/OFF 动作时序

当电机转速高于参数 P165 时动作时序：



3.12 电磁制动器

电磁制动器有关参数：

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	适用
P165	2141h	电机静止速度检测点	0~1000	5	r/min	ALL
P166	2142h	电机静止时电磁制动器延时时间	0~150	150	ms	ALL
P167	2143h	电机运转时电磁制动器等待时间	0~2000	500	ms	ALL
P168	2144h	电机运转时电磁制动器动作速度	0~3000	100	r/min	ALL
P169	2145h	电磁制动器打开的延迟时间	0~1000	0	ms	ALL

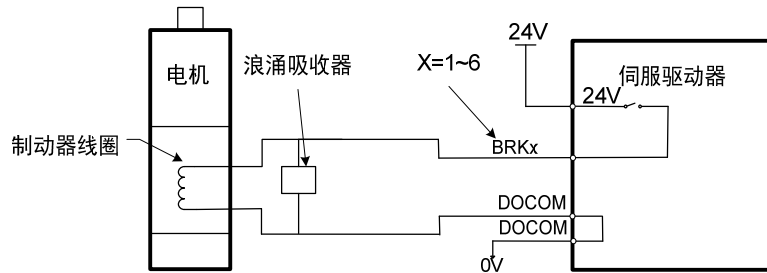
3.12.1 电磁制动器使用

下图是制动器接线图，驱动器的制动释放信号 BRK 连接继电器线圈，继电器触点连接制动器电源。制动器电源由用户提供，并且具有足够容量。建议安装浪涌吸收器来抑制继电器通/断动作造成的浪涌电压。也可用二极管作浪涌吸收器，要注意会造成少许制动延时。

电机停稳后静止后(速度小于 P165)伺服 OFF，这时电机继续通电以保持位置，制动器从释放到制动，稳定一段时间后(时间由参数 P166 确定)，撤除电机供电。

电机从不使能状态变化到使能状态时，电机电流开通到电磁制动器松开(DO 输出端子 BRK ON)的延时时间由参数 P169 确定。

电机在运行中(速度大于 P165)伺服 OFF，这时电机电流切断，制动器继续呈释放状态，延时一段时间后，制动器制动。这是为了使电机从高速旋转状态减速为低速后，再使机械制动器动作，避免损坏制动器。延时时间是参数 P167 或电机速度减速到参数 P168 的速度所需时间，取两者中的最小值。



第 4 章 参数

4.1 参数一览表

本说明书所使用的参数，分为Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5和Axis-6参数，它们分别作用于对应的轴，互不影响。注意：有些特殊参数只有Axis-1参数有效，其他轴参数无效。详见参数表标注。为了保持操作的一致性，对象字典制造商特定协议区域中对象的划分如下：

2000h~27FF	Axis 1
2800h~2FFF	Axis 2
3000h~37FF	Axis 3
3800h~3FFF	Axis 4
4000h~47FF	Axis 5
4800h~4FFF	Axis 6

本章节内容适用于 Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5 和 Axis-6 六个轴中的任何一个轴（特别说明的参数除外），下面以 Axis-1 轴为例进行描述，描述中使用的对象也以 Axis-1 轴为例。

名称	描述	范围
INT16	Signed 16bit	-32768 ~ 32767

经由SDO通讯所能够写入与读出的参数格式说明：

所读取和写入的参数须为十进制的整形数，在驱动器显示面板与说明书手册中标记有带小数点的参数，在读取和写入操作的过程中都被放大了相应的倍数，使其变成十进制的整形数。显示格式为二进制的参数，在读取和写入操作的过程中实际使用的为其等值的十进制整形数。

具体如下：

参数序号	说明书手册显示值	通讯操作值	变换方式
P005	40	40	不变
P006	20.0	200	有 1 位小数点，放大 10 倍
P007	1.00	100	有 2 位小数点，放大 100 倍
P120	00000（二进制）	0（十进制）	二进制转十进制

4.1.1 0 段参数

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	备注
P000	无	密码	0~9999	315		注 1
P001	无	驱动器代码	*	*		注 1
P002	无	电机代码	0~8	0		注 1
P003	2003h	软件版本	*	*		注 1
P004	2004h	控制方式	0~5	0		
P005	2005h	第 1 速度环增益	1~3000	40	Hz	
P006	2006h	第 1 速度环积分时间常数	1.0~1000.0	20.0	ms	
P007	2007h	第 1 转矩滤波时间常数	0.10~50.00	1.00	ms	
P009	2009h	第 1 位置环增益	1~1000	40	Hz	
P010	200Ah	第 2 速度环增益	1~3000	40	Hz	
P011	200Bh	第 2 速度环积分时间常数	1.0~1000.0	10.0	ms	
P012	200Ch	第 2 转矩滤波时间常数	0.10~50.00	1.00	ms	
P013	200Dh	第 2 位置环增益	1~1000	80	1/s	
P017	2011h	负载转动惯量比	0.0~200.0	1.0	倍	
P018	2012h	速度环 PDFF 控制系数	0~100	100	%	
P019	2013h	速度检测滤波时间常数	0.01~50.00	2.00	ms	
P021	2015h	位置环前馈增益	0~100	0	%	
P022	2016h	位置环前馈 滤波时间常数	0.20~50.00	1.00	ms	
P025	无	速度指令来源	0~5	0		
P040	无	位置指令指数 平滑滤波时间	0~1000	0	ms	
P060	203Ch	速度指令加速时间	0~30000	0	ms	
P061	203Dh	速度指令减速时间	0~30000	0	ms	
P065	2041h	内部正转 (CCW) 转矩限制	0~500	300	%	
P066	2042h	内部反转 (CW) 转矩限制	-500~0	-300	%	
P070	2046h	正转 (CCW) 转矩过载报警水平	0~300	300	%	
P071	2047h	反转 (CW) 转 矩过载报警水平	-300~0	-300	%	
P072	2048h	转矩过载报警检测时间	0~10000	0	10ms	

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	备注
P075	204Bh	最高速度限制	0~7500	5000	r/min	
P076	无	JOG 运行速度	0~7500	100	r/min	
P078	204Eh	转矩控制时速度限制	0~5000	3000	r/min	
P080	2050h	位置超差检测	0.00 ~327.67	4.00	圈	
P084	2054h	制动电阻选择开关	0~1	0		注 1
P085	2055h	外接制动电阻的阻值	1~750	30	Ω	注 1
P086	2056h	外接制动电阻的功率	1~10000	600	W	注 1
P088	无	编码器种类	0~31	1		
P090	205Ah	绝对位置编码器类型 (仅绝对式)	0~2	0		
P097	2061h	忽略驱动禁止	0~3	3		
P098	无	强制使能	0~1	0		

4.1.2 1 段参数

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	备注
P100	2100h	数字输入 DI1 功能	-37~37	4		注 2
P101	2101h	数字输入 DI2 功能	-37~37	3		注 2
P102	2102h	数字输入 DI3 功能	-37~37	23		注 2
P103	2103h	数字输入 DI4 功能	-37~37	0		注 2
P104	2104h	数字输入 DI5 功能	-37~37	0		注 2
P105	2105h	数字输入 DI6 功能	-37~37	0		注 2
P108	无	数字高速输入 1、2 (HDI1、HDI2) 滤波 使能	0~1	0		
P109	无	数字高速输入 3、4 (HDI3、HDI4) 滤波 使能	0~1	0		
P110	210Ah	数字输入 DI1 滤波	0.1~100.0	2.0	ms	注 1
P111	210Bh	数字输入 DI2 滤波	0.1~100.0	2.0	ms	注 1
P112	210Ch	数字输入 DI3 滤波	0.1~100.0	2.0	ms	注 1
P113	210Dh	数字输入 DI4 滤波	0.1~100.0	2.0	ms	注 1
P114	210Eh	数字输入 DI5 滤波	0.1~100.0	2.0	ms	注 1
P115	210Fh	数字输入 DI6 滤波	0.1~100.0	2.0	ms	注 1

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	备注
P118	无	数字高速输入1、2(HDI1、HDI2) 滤波等级	1~8	4		
P119	无	数字高速输入3、4(HDI3、HDI4) 滤波等级	1~8	4		
P120	2114h	数字输入 DI 强制有效 1	00000 ~11111	00000		注 1
P121	2115h	数字输入 DI 强制有效 2	00000 ~11111	00000		注 1
P122	2116h	数字输入 DI 强制有效 3	00000 ~11111	00000		注 1
P123	2117h	数字输入 DI 强制有效 4	00000 ~11111	00000		注 1
P124	2118h	数字输入 DI 强制有效 5	00000 ~11111	00000		注 1
P125	2119h	数字输入 DI 强制有效 6	00000 ~11111	00000		注 1
P130	211Eh	数字输出 DO1 功能	-39~39	8		注 3
P131	211Fh	数字输出 DO2 功能	-39~39	0		注 3
P132	2120h	数字输出 DO3 功能	-39~39	0		注 3
P133	2121h	数字输出 DO4 功能	-39~39	0		注 3
P134	2122h	数字输出 DO5 功能	-39~39	0		注 3
P135	2123h	数字输出 DO6 功能	-39~39	0		注 3
P136	2124h	数字输出 DO7 功能	-39~39	0		注 3
P137	2125h	数字输出 DO8 功能	-39~39	0		注 3
P164	2140h	紧急停机的方式	0~1	0		
P165	2141h	电机静止速度检测点	0~1000	5	r/min	
P166	2142h	电机静止时电磁制动器延时时间	0~2000	150	ms	
P167	2143h	电机运转时电磁制动器等待时间	0~2000	500	ms	
P168	2144h	电机运转时电磁制动器动作速度	0~3000	100	r/min	
P169	2145h	电磁制动器打 开的延迟时间	0~1000	0	ms	

4.1.3 2 段参数

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	备注
P200	2200h	第1共振陷波器频率	50~1500	1500	Hz	
P201	2201h	第1共振陷波器品质因数	1~100	7		
P202	2202h	第1共振陷波器深度	0~100	0	%	
P203	2203h	第2共振陷波器频率	50~1500	1500	Hz	
P204	2204h	第2共振陷波器品质因数	1~100	7		
P205	2205h	第2共振陷波器深度	0~100	0	%	

4.1.4 3 段参数

参数	索引	名称	参数范围	缺省值	单位	备注
P300	无	站点别名	0~128	0		注1
P304	无	EtherCAT 模式开关	0~1	1		注1
P306	无	CSP 模式样条类型	0~2	2		注1
P388	0x2358h	数字输出 DO9 功能	-39~39	0		注3

注1: 仅1轴参数有效。

注2: 当某个 DI_x 同时被多个轴规划选中时，则该输入通道同时对多个轴有效。如1轴 P100 参数被设置为2(DI1 被规划为 ARST 报警清除功能)，2轴 P100 参数被设置为15 (DI1 被规划为 EMG 紧急停机功能)，则当 DI1 状态为 ON 时，1轴执行 ARST 报警清除功能，2轴执行 EMG 紧急停机功能。

在规划同一个 DI 通道的多个轴功能时，既支持正逻辑也支持负逻辑；但当同一个 DI 通道同时被多个轴规划时，厂家建议采用同一种逻辑，即要么全部正逻辑，要么全部负逻辑。

注3: 数字输出 DO_x 输出只能被规划为单个轴的某个功能；即当某 DO_x 通道已经被规划为1轴的某个功能时，后来又将该 DO_x 规划为其他轴的功能，则1轴功能自动被规划为“NULL”，即多个轴对同一 DO_x 通道规划不同的功能，序号大的轴规划功能生效，序号小的轴规划功能无效。

4.2 DI 功能一览表

序号	符号	DI 功能
0	NULL	无功能
2	ARST	报警清除
3	CCWL	正转驱动禁止
4	CWL	反转驱动禁止
15	EMG	紧急停机
23	HOME SWITCH	原点回归参考点

4.3 DO 功能一览表

序号	符号	DO 功能
0	OFF	一直无效
1	ON	一直有效
2	RDY	伺服准备好
3	ALM	报警
4	ZSP	零速
8	BRK	电磁制动器
9	RUN	伺服运行中
11	TRQL	转矩限制中
12	SPL	速度限制中
13	HOME	原点回归完成
23	BRKNET	电磁制动器 (EtherCAT 对象控制)
24	NETIO1	EtherCAT 相应控制字控制 IO1
25	NETIO2	EtherCAT 相应控制字控制 IO2
26	NETIO3	EtherCAT 相应控制字控制 IO3
27	NETIO4	EtherCAT 相应控制字控制 IO4
28	NETIO5	EtherCAT 相应控制字控制 IO5
28	NETIO6	EtherCAT 相应控制字控制 IO6
28	NETIO7	EtherCAT 相应控制字控制 IO7
28	NETIO8	EtherCAT 相应控制字控制 IO8
28	NETIO9	EtherCAT 相应控制字控制 IO9

4.4 参数详解

4.4.1 0 段参数

P000	Index 无	密码				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RO	Yes	0~9999	315	

- 分级管理参数，可以保证参数不会被误修改。
- 设置为 315，可以查看和修改 0、1、2、3 段参数。设置为非 315 数值，只能查看参数，但不能修改。
- 一些特别的操作需要设置合适的密码。
- 仅 1 轴参数有效。

P001	Index 无	驱动器代码				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RO	Yes	*	*	

- 当前使用的驱动器型号。出厂已设置好，用户不能修改。

P002	Index 无	电机代码				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RO	Yes	0~8	*	

- 当前使用的电机型号，只在使用松下电机时有效。出厂已设置好。
- 当更换不同种类电机时，需要修改本参数。具体请参考《松下电机适配表》。

P003	Index 2003h	软件版本				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RO	Yes	*	*	

- 软件版本号，不能修改。

P004	Index 2004h	控制方式				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RO	Yes	0~5	0	

- 参数意义：
0：位置控制；1：速度控制；2：转矩控制；3~5：保留。

P005 Index 2005h		第 1 速度环增益				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	1~3000	40	Hz

- 速度调节器的比例增益，增大参数值，可使速度响应加快，过大容易引起振动和噪声。
- 如果 P017（转动惯量比）设置正确，则参数值等同于速度响应频宽。

P006 Index 2006h		第 1 速度环积分时间常数				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	1.0~1000.0	20.0	ms

- 速度调节器的积分时间常数，减小参数值，可减小速度控制误差，增加刚性，过小容易引起振动和噪声。
- 设置为最大值（1000.0）表示取消积分，速度调节器为 P 控制器。

P007 Index 2007h		第 1 转矩滤波时间常数				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0.10~50.00	1.00	ms

- 转矩的低通滤波器，可抑制机械引起振动。
- 数值越大，抑制振动效果越好，过大会造成响应变慢，可能引起振荡；数值越小，响应变快，但受机械条件限制。
- 负载惯量较小时，可设置较小数值，负载惯量较大时，可设置较大数值。

P009 Index 2009h		第 1 位置环增益				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	1~1000	40	Hz

- 位置调节器的比例增益；增大参数值，可减小位置跟踪误差，提高响应，过大可能导致超调或振荡。

P010 Index 200Ah		第 2 速度环增益				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	1~3000	40	Hz

- 参考参数 P005 说明，启用增益切换功能，才需要设置。

P011		Index 200Bh		第2速度环积分时间常数			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	1.0~1000.0	10.0	ms	

- 参考参数 P006 说明，启用增益切换功能，才需要设置。

P012		Index 200Ch		第2转矩滤波时间常数			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0.10~50.00	1.00	ms	

- 参考参数 P007 说明，启用增益切换功能，才需要设置。

P013		Index 200Dh		第2位置环增益			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	1~1000	80	1/s	

- 参考参数 P009 说明，启用增益切换功能，才需要设置。

P017		Index 2011h		负载转动惯量比			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0.0~200.0	1.0	倍	

- 机械负载转动惯量（折算到电机轴）对电机转子转动惯量的比率。

P018		Index 2012h		速度环 PDFF 控制系数			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0~100	100	%	

- 速度调节器的 PDFF 系数，可选择速度控制器结构，0 为 IP 调节器，100 为 PI 调节器，1~99 为 PDFF 调节器。
- 参数值偏大则系统具有高频率响应，参数值偏小则系统具有高刚度（抵抗偏差能力），中等数值兼顾频率响应和刚度。

P019		Index 2013h		速度检测滤波时间常数			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0.01~50.00	2.00	ms	

- 参数值越大，检测越平滑，参数值越小，检测响应越快，太小可能导致产生噪声；太大可能导致振荡。

P021		Index 2015h		位置环前馈增益			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0~100	0	%	

- 前馈可减小位置控制时的位置跟踪误差，设置为 100 时，任何频率的指令脉冲下，位置跟踪误差总是 0。
- 参数值增大，使位置控制响应提高，过大会使系统不稳定，容易产生振荡。

P022		Index 2016h		位置环前馈滤波时间常数			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0.20~50.00	1.00	ms	

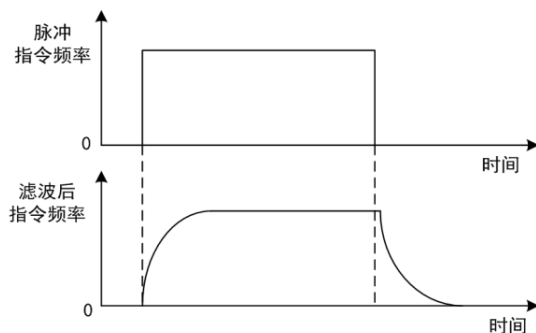
- 对位置环前馈量的滤波，作用是增加前馈控制的稳定性。

P025		Index 无		速度指令来源			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RO	Yes	0~5	0		

- 速度控制时，设置速度指令的来源。
- 参数意义：
 - 0~2：保留
 - 3：JOG 速度指令，进行点动(JOG)操作时，需要设置。
 - 4：键盘速度指令，进行键盘调速(Sr)操作时，需要设置。
 - 5：演示速度指令，进行调速演示时，需要设置，速度指令会自动变化。

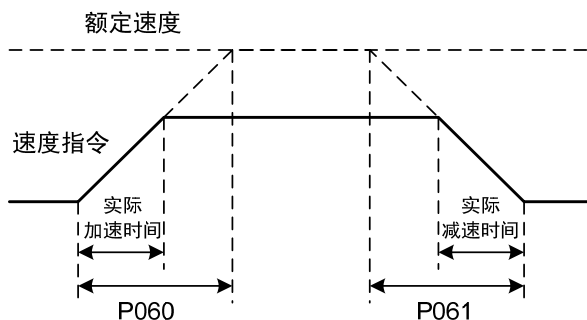
P040		Index 无		位置指令指数平滑滤波时间			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0~1000	0	ms	

- 对指令脉冲进行平滑滤波，具有指数形式的加减速。滤波器不会丢失输入脉冲，但会出现指令延迟现象，当设置为 0 时，滤波器不起作用。
- 此滤波器用于：
 1. 上位控制器无加减速功能；
 2. 电子齿轮比较大 (N/M>10)；
 3. 指令频率较低；
 4. 电机运行时出现步进跳跃、不平稳现象。



P060	Index 203Ch	速度指令加速时间				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~30000	0	ms

- 设置电机从零速到额定速度的加速时间。
- 如果指令速度比额定速度低，则需要的加速时间也相应缩短。
- 仅用于速度控制方式，位置控制方式无效。
- 如果驱动器与上位装置构成位置控制，此参数应设置为 0，否则影响位置控制性能。



P061	Index 203Dh	速度指令减速时间				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~30000	0	ms

- 设置电机从额定速度到零速的减速时间。
- 如果指令速度比额定速度低，则需要的减速时间也相应缩短。
- 仅用于速度控制方式，位置控制方式无效。
- 如果驱动器与外部位置环组合使用，此参数应设置为 0，否则影响位置控制性能。

P065		Index 2041h					内部正转（CCW）转矩限制	
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit		
0	INT16	RW	Yes	0~500	300	%		

- 设置电机 CCW 方向的内部转矩限制值。
- 任何时候，这个限制都有效。
- 如果设置值超过系统允许的最大过载能力，则实际限制为系统允许的最大过载能力。

P066		Index 2042h					内部反转（CW）转矩限制	
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit		
0	INT16	RW	Yes	-500~0	-300	%		

- 设置电机 CW 方向的内部转矩限制值。
- 任何时候，这个限制都有效。
- 如果设置值超过系统允许的最大过载能力，则实际限制为系统允许的最大过载能力。

P070		Index 2046h					正转（CCW）转矩过载报警水平	
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit		
0	INT16	RW	Yes	0~300	300	%		

- 设置正转（CCW）转矩过载值，该值为额定转矩的百分率。
- 当电机正转转矩超过 P070，持续时间大于 P072 情况下，驱动器报警，报警号为 Err29，电机停转。

P071		Index 2047h					反转（CW）转矩过载报警水平	
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit		
0	INT16	RW	Yes	-300~0	-300	%		

- 设置反转（CW）转矩过载值，该值为额定转矩的百分率。
- 当电机反转转矩超过 P071，持续时间大于 P072 情况下，驱动器报警，报警号为 Err29，电机停转。

P072		Index 2048h					转矩过载报警检测时间	
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit		
0	INT16	RW	Yes	0~10000	0	10ms		

- 参考参数 P070 和 P071 的说明。
- 设置为 0 时，屏蔽转矩过载报警。

P075	Index 204Bh	最高速度限制				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~7500	5000	r/min

- 设置伺服电机的允许的最高限速。
- 与旋转方向无关。
- 如果设置值超过系统允许的最大速度，实际速度也会限制在最大速度以内。

P076	Index 无	JOG 运行速度				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	No	0~7500	100	r/min

- 设置 JOG 操作的运行速度。

P078	Index 204Eh	转矩控制时速度限制				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~5000	3000	r/min

- 在转矩控制时，电机运行速度限制在本参数以内。
- 可防止轻载出现超速现象。
- 出现超速时，接入速度负反馈来减小实际转矩，但实际转速会略高于限速值。

P080	Index 2050h	位置超差检测				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0.00~327.67	4.00	圈

- 设置位置超差报警检测范围。
- 在位置控制方式下，当位置偏差计数器的计数值超过本参数值对应的脉冲时，伺服驱动器给出位置超差报警（Err 4）。
- 单位是圈，乘以编码器的每圈分辨率，可得到脉冲数。如果用 2500 线编码器，则编码器的每圈分辨率是 10000，参数值为 4.00 时，对应 40000 个编码器脉冲。

P084	Index 2054h	制动电阻选择开关				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~1	0	

- 参数意义：
0：采用内部制动电阻。1：采用外部制动电阻。
- 仅 1 轴参数有效。

P085 Index 2055h		外接制动电阻的阻值				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	1~750	30	Ω

- 根据实际外接制动电阻的阻值来设定此参数。
- 若采用内部制动电阻（P084=0），则此参数无效。
- 仅1轴参数有效。

P086 Index 2056h		外接制动电阻的功率				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	1~10000	600	W

- 根据实际外接制动电阻的功率来设定此参数。
- 若采用内部制动电阻（P084=0），则此参数无效。
- 仅1轴参数有效。

P088 Index 无		编码器种类				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~31	1	

- 参数意义：
0：保留。
1：多摩川。

P090 Index 205Ah		绝对位置编码器类型（仅绝对式）				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~2	0	

- 参数意义：
0：单圈绝对值编码器。
1：多圈绝对值编码器。
2：增量式绝对值编码器。
- 当编码器没有外接电池时，编码器无法保存多圈信息，请将此参数设为0。

P097	Index 2061h	忽略驱动禁止				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~3	3	

- DI 输入中的正转驱动禁止（CCWL）和反转驱动禁止（CWL）用于极限行程保护，采用常闭开关，输入为 ON 时电机才能向该方向运行，OFF 时，不能向该方向运行。若不使用极限行程保护，可通过本参数忽略，这样可不接入驱动禁止信号就能运行。
- 缺省值是忽略驱动禁止，若需要使用驱动禁止功能，请先修改本数值。
- 参数意义：

P097	反转驱动禁止（CWL）	正转驱动禁止（CCWL）
0	使用	使用
1	使用	忽略
2	忽略	使用
3	忽略	忽略

使用：输入信号 ON 时，电机可向该方向运行；OFF 时电机不能向该方运行。

忽略：电机可向该方向运行，该驱动禁止信号无作用，可不接入该信号。

P098	Index 无	强制使能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~1	0	

- P098 参数在 P304=1 时无效，P304=0 时有效。
- 参数意义：
 - 0：使能由 DI 输入的 SON 控制；
 - 1：软件强制使能。

4.4.2 1 段参数

P100	Index 2100h	数字输入 DI1 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-37~37	4	

- 数字输入 DI1 功能规划，参数绝对值表示功能，符号表示逻辑，功能请参考 4.5 章节。
- 符号表示输入逻辑，正数表示正逻辑，负数表示负逻辑，ON 为有效，OFF 为无效：

参数值	DI 输入信号	DI 结果
正数	开路	OFF
	导通	ON
负数	开路	ON
	导通	OFF

- 当多个输入通道功能选择一样时，功能结果为逻辑或关系。例如 P100 和 P101 都设置为 1（SON 功能），则 DI1、DI2 任何一个 ON 时，SON 有效。
- 没有被参数 P100~P105 选中的输入功能，即未规划的功能，结果为 OFF（无效）。但有例外情况，设置参数 P120~P125 可以强制输入功能 ON（有效），不管该功能规划与否。
- 当某个 DI_x 同时被多个轴规划选中时，则该输入通道同时对多个轴有效。如 1 轴 P100 参数被设置为 2（DI1 被规划为 ARST 报警清除功能），2 轴 P100 参数被设置为 15（DI1 被规划为 EMG 紧急停机功能），则当 DI1 状态为 ON 时，1 轴执行 ARST 报警清除功能，2 轴执行 EMG 紧急停机功能。
- 在规划同一个 DI 通道的多个轴功能时，既支持正逻辑也支持负逻辑；但当同一个 DI 通道同时被多个轴规划时，厂家建议采用同一种逻辑，即要么全部正逻辑，要么全部负逻辑。

P101	Index 2101h	数字输入 DI2 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-37~37	3	

- 数字输入 DI2 功能规划，参考参数 P100 的说明。

P102	Index 2102h	数字输入 DI3 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-37~37	23	

- 数字输入 DI3 功能规划，参考参数 P100 的说明。

P103		Index 2103h 数字输入 DI4 功能					
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	-37~37	0		

- 数字输入 DI4 功能规划，参考参数 P100 的说明。

P104		Index 2104h 数字输入 DI5 功能					
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	-37~37	0		

- 数字输入 DI5 功能规划，参考参数 P100 的说明。

P105		Index 2105h 数字输入 DI6 功能					
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	-37~37	0		

- 数字输入 DI6 功能规划，参考参数 P100 的说明。

P108		Index 无 数字高速输入 1、2 (HDI1、HDI2) 滤波使能					
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0~1	0		

- 参数意义：0：不使能；1：使能。

P109		Index 无 数字高速输入 3 (HDI3、HDI4) 滤波使能					
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0~1	0		

- 参数意义：0：不使能；1：使能。

P110		Index 210Ah 数字输入 DI1 滤波					
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0.1~100.0	2.0	ms	

- DI1 输入的数字滤波时间常数。
- 参数值越小，信号响应速度越快；参数值越大，信号响应速度越慢，但滤除噪声能力越强。
- 仅 1 轴参数有效。

P111		Index 210Bh					数字输入 DI2 滤波				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit					
0	INT16	RW	Yes	0.1~100.0	2.0	ms					

- DI2 输入的数字滤波时间常数。参考参数 P110 的说明。

P112		Index 210Ch					数字输入 DI3 滤波				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit					
0	INT16	RW	Yes	0.1~100.0	2.0	ms					

- DI3 输入的数字滤波时间常数。参考参数 P110 的说明。

P113		Index 210Dh					数字输入 DI4 滤波				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit					
0	INT16	RW	Yes	0.1~100.0	2.0	ms					

- DI4 输入的数字滤波时间常数。参考参数 P110 的说明。

P114		Index 210Eh					数字输入 DI5 滤波				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit					
0	INT16	RW	Yes	0.1~100.0	2.0	ms					

- DI5 输入的数字滤波时间常数。参考参数 P110 的说明。

P115		Index 210Fh					数字输入 DI6 滤波				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit					
0	INT16	RW	Yes	0.1~100.0	2.0	ms					

- DI6 输入的数字滤波时间常数。参考参数 P110 的说明。

P118		Index 无					数字高速输入 1、2 (HDI1、HDI2) 滤波等级				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit					
0	INT16	RW	Yes	1~8	4						

- 参数意义：
1~8：从低到高，滤波能力加强

P119	Index 无	数字高速输入 3、4 (HDI3、HDI4) 滤波等级				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	1~8	4	

- 参数意义:

1~8: 从低到高, 滤波能力加强。

P120	Index 2114h	数字输入 DI 强制有效 1				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	00000 ~11111	00000	

- 对应功能由 5 位二进制表示:

数位	bit4	Bit3	Bit2	Bit1	bit0
对应功能	CWL	CCWL	ARST	SON	NULL

- 用于强制 DI 输入的功能有效。如果功能对应位设置为 1, 则该功能强制 ON (有效)。
- DI 符号的意义参考 4.2 章节。
- 仅 1 轴参数有效。参数意义:

本参数中某一位	对应功能[注]	功能结果
0	未规划	OFF
	已规划	由输入信号决定
1	未规划或已规划	ON

注: 已规划是指被参数 P100~P105 选中的功能; 未规划是指没有被参数 P100~P105 选中的功能。

P121	Index 2115h	数字输入 DI 强制有效 2				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	00000 ~11111	00000	

- 对应功能由 5 位二进制表示:

数位	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
对应功能	CINV	CZERO	ZCLAMP	TCW	TCCW

- 其他参考参数 P120 的说明。

P122 Index 2116h 数字输入 DI 强制有效 3						
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	00000 ~11111	00000	

- 对应功能由 5 位二进制表示

数位	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
对应功能	TRQ2	TRQ1	SP3	SP2	SP1

- 其他参考参数 P120 的说明。

P123 Index 2117h 数字输入 DI 强制有效 4						
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	00000 ~11111	00000	

- 对应功能由 5 位二进制表示：

数位	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
对应功能	GEAR2	GEAR1	GAIN	CMODE	EMG

- 其他参考参数 P120 的说明。

P124 Index 2118h 数字输入 DI 强制有效 5						
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	00000~ 11111	00000	

- 对应功能由 5 位二进制表示：

数位	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
对应功能	REF	GOH	PC	INH	CLR

- 其他参考参数 P120 的说明。

P125 Index 2119h 数字输入 DI 强制有效 6						
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	00000~ 11111	00000	

- 对应功能由 5 位二进制表示：

数位	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
对应功能	RSD	RSD	RSD	RSD	RSD

- 其他参考参数 P120 的说明。

P130	Index 211Eh	数字输出 DO1 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-39~39	8	

- 数字输出 DO1 功能规划，该端口默认为 1 轴抱闸控制端口，最大驱动能力 1A/24V，DO2~DO6 驱动能力与此相同。对超出此驱动能力的抱闸，请外接继电器进行控制。
- 该端口也可规划为其他功能，具体请参考 P136 的说明。
- 6 个轴的 DO 参数默认值显示如下：

参数 轴数	P130	P131	P132	P133	P134	P135	P136	P137	P138
轴 1	8	0	0	0	0	0	0	0	0
轴 2	0	8	0	0	0	0	0	0	0
轴 3	0	0	8	0	0	0	0	0	0
轴 4	0	0	0	8	0	0	0	0	0
轴 5	0	0	0	0	8	0	0	0	0
轴 6	0	0	0	0	0	8	0	0	0

P131	Index 211Fh	数字输出 DO2 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-39~39	0	

- 数字输出 DO2 功能规划，参考参数 P130 的说明。

P132	Index 2120h	数字输出 DO3 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-39~39	0	

- 数字输出 DO3 功能规划，参考参数 P130 的说明。

P133 Index 2121h		数字输出 DO4 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-39~39	0	

- 数字输出 DO4 功能规划，参考参数 P130 的说明。

P134 Index 2122h		数字输出 DO5 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-39~39	0	

- 数字输出 DO5 功能规划，参考参数 P130 的说明。

P135 Index 2123h		数字输出 DO6 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-39~39	0	

- 数字输出 DO6 功能规划，参考参数 P130 的说明。

P136 Index 2124h		数字输出 DO7 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-39~39	0	

- 数字输出 DO7 功能规划，参数绝对值表示功能，符号表示逻辑，功能请参考 4.3 章节。
- 数字输出 DOx 输出只能被规划为单个轴的某个功能；即当某 DOx 通道已经被规划为 1 轴的某个功能时，后来又将该 DOx 规划为 2 轴的功能，则 1 轴功能自动被规划为“NULL”，即多个轴对同一 DOx 通道规划不同的功能，序号大的轴规划功能生效，序号小的轴规划功能无效。
- 0 为强制 OFF，1 为强制 ON。
- 符号代表输出逻辑，正数表示正逻辑，负数表示负逻辑：

参数值	对应功能	DO 输出信号
正数	ON	导通
	OFF	截止
负数	ON	截止
	OFF	导通

P137 Index 2125h		数字输出 DO8 功能				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	-39~39	0	

- 数字输出 DO8 功能规划，参考参数 P130 的说明。

P164 Index 2140h		紧急停机的方式				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~1	0	

- 当 DI 中的 EMG（紧急停机）ON 时，本参数意义为：
 - 0：驱动器直接切断电机电流，电机自由停止；
 - 1：驱动器保持使能状态，控制电机以 6085h（Quick stop deceleration）所定义的加减速停止。

P165 Index 2141h		电机静止速度检测点				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~1000	5	r/min

- 电机静止检测，电机速度低于参数值认为电机静止。
- 仅用于电磁制动器时序判断。

P166 Index 2142h		电机静止时电磁制动器延时时间				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~2000	150	ms

- 当系统从使能状态变化到不使能或发生报警时，定义电机静止期间从电磁制动器制动（DO 输出端子 BRK OFF）到电机电流切断的延时时间。
- 此参数是使制动器可靠制动后再切断电流，避免电机的微小位移或工件跌落。参数不应小于机械制动的延迟时间。
- 相应时序参见 3.11.3 章节。

P167 Index 2143h 电机运转时电磁制动器等待时间						
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~2000	500	ms

- 当系统从使能状态变化到不使能或发生报警时，定义电机运转期间从电机电流切断到电磁制动器制动（DO 输出端子 BRK OFF）的延时时间。
- 此参数是使电机从高速旋转状态减速为低速后，再让制动器制动，避免损坏制动器。
- 实际动作时间是 P167 或电机减速到 P168 数值所需时间，取两者中的最小值。
- 相应时序参见 3.11.4 章节。

P168 Index 2144h 电机运转时电磁制动器动作速度						
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~3000	100	r/min

- 参考参数 P167 的说明。

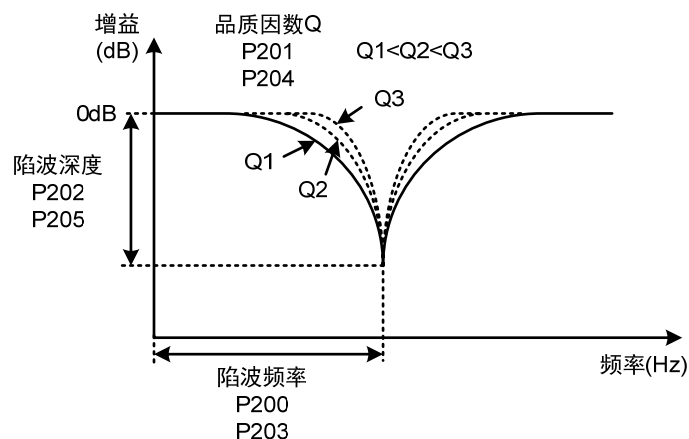
P169 Index 2145h 电磁制动器打开的延迟时间						
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~1000	0	ms

- 当系统从不使能状态变化到使能状态时，定义电机电流开通到电磁制动器松开（DO 输出端子 BRK ON）的延时时间。相应时序参见 3.11 章节。

4.4.3 2段参数

P200	Index 2200h	第1共振陷波器频率				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	50~1500	1500	Hz

- 陷波器是用来消除因机械引起的特定频率共振的滤波器。
- 若参数 P202 设置为 0 则关闭此陷波器。



P201	Index 2201h	第1共振陷波器品质因数				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	1~100	7	

- 品质因数 Q 表示陷波器形状，Q 越大陷波器形状越尖锐，陷波宽度（-3dB）越窄。

$$\text{品质因数 } Q = \frac{\text{陷波频率}}{\text{陷波宽度}}$$

P202	Index 2202h	第1共振陷波器深度				
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
0	INT16	RW	Yes	0~100	0	%

- 设置陷波器陷波深度，参数越大，陷波深度越大，即滤波器增益衰减越大。设置为 0 表示关闭陷波器。
- 用 dB 单位表示的陷波深度 D 为：

$$D = -20 \log\left(1 - \frac{P202}{100}\right) (dB)$$

P203		Index 2203h		第 2 共振陷波器频率			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	50~1500	1500	Hz	

- 陷波器是用来消除因机械引起的特定频率共振的滤波器。
- 若 P205 设置为 0 则关闭此陷波器。

P204		Index 2204h		第 2 共振陷波器品质因数			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	1~100	7		

- 参考参数 P201 的说明。

P205		Index 2205h		第 2 共振陷波器深度			
Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit	
0	INT16	RW	Yes	0~100	0	%	

- 设置陷波器陷波深度，设置为 0 表示关闭陷波器。其他参考 P202 说明。

4.4.4 3 段参数

P300	站点别名	范围	缺省值	单位	适用
		0~128	0		ALL

- 通过此参数设置站点别名，参数更改后，必须将参数存入 EEPROM，并且将驱动器断电后，再重新上电运行，方可生效！
- EtherCAT 站点的使用取决于 EtherCAT 主站。使用顺序寻址时，从站的站点号由 EtherCAT 主站按顺序分配，此站点别名设置无效。使用设置寻址时，EtherCAT 主站读取从站站点别名来设置从站地址，此站点别名需要设置成非零值，在同一个网络中，每台驱动器需要设置成不同的站点别名。
- 仅 1 轴参数有效。

P304	EtherCAT 模式开关	范围	缺省值	单位	适用
		0~1	1		ALL

- 通过此参数选择 EtherCAT 模式或者普通模式，值为 0 时选择普通模式，用户可在此模式下进行试机操作，以检测硬件问题；值为 1 时选择 EtherCAT 模式，在此模式下配合 EtherCAT 主站进行相应的操作。
- 参数意义：
0：普通模式；
1：EtherCAT 模式。
- 仅 1 轴参数有效。

P306	CSP 模式样条类型	范围	缺省值	单位	适用
		0~2	2		ALL

- 通过此参数选择在 CSP 模式下位移线段之间的衔接方式，值为 0 时选择两个位移线段之间以加速度连续的方式完成衔接，避免加速度突变；值为 1 时选择两个位移线段之间以速度连续的方式完成衔接，避免速度突变；值为 2 时不考虑两个线段之间的加速度和速度是否连续，每个线段都通过线性均分的方式来完成插值。
- 参数意义：
0：加速度连续方式过渡；
1：速度连续方式过渡；
2：直接过渡，线段之间线性均分。
- 仅 1 轴参数有效。

P388	Index 0x2358h	数字输出 DO9 功能					
	Sub Index	Data Type	Access	PDO Mapping	Setting Range	Initial Value	Unit
	0	INT16	RW	Yes	-39~39	0	

- 数字输出 DO9 功能规划，参考参数 P130 的说明。

4.5 DI 功能详解

具体内容请见“5.5.2 数字输入/数字输出”，下表为 DI 的功能说明。

序号	符号	功能	功能解释										
0	NULL	无功能	输入状态对系统无任何影响。										
2	ARST	报警清除	有报警时，如果该报警允许清除，输入上升沿（OFF 变 ON 瞬间）清除报警。注意只有部分报警允许清除。										
3	CCWL	正转驱动禁止	<p>OFF：禁止正转（CCW）转动； ON：允许正转（CCW）转动。</p> <p>用于机械极限行程保护，功能受参数 P097 控制。注意 P097 缺省值是忽略本功能，若需要使用本功能，需要修改 P097。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>P097</th> <th>说明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>使用正转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>使用正转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>忽略正转驱动禁止功能，电机可向正方向运行，本信号无作用，无需接入。</td> </tr> <tr> <td>3（缺省）</td> <td>忽略正转驱动禁止功能，电机可向正方向运行，本信号无作用，无需接入。</td> </tr> </tbody> </table>	P097	说明	0	使用正转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。	2	使用正转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。	1	忽略正转驱动禁止功能，电机可向正方向运行，本信号无作用，无需接入。	3（缺省）	忽略正转驱动禁止功能，电机可向正方向运行，本信号无作用，无需接入。
P097	说明												
0	使用正转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。												
2	使用正转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。												
1	忽略正转驱动禁止功能，电机可向正方向运行，本信号无作用，无需接入。												
3（缺省）	忽略正转驱动禁止功能，电机可向正方向运行，本信号无作用，无需接入。												
4	CWL	反转驱动禁止	<p>OFF：禁止反转（CW）转动； ON：允许反转（CW）转动。</p> <p>用于机械极限行程保护，功能受参数 P097 控制。注意 P097 缺省值是忽略本功能，若需要使用本功能，需要修改 P097。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>P097</th> <th>说明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>使用反转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>使用反转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>忽略反转驱动禁止功能，电机可向反方向运行，本信号无作用，无需接入。</td> </tr> <tr> <td>3（缺省）</td> <td>忽略反转驱动禁止功能，电机可向反方向运行，本信号无作用，无需接入。</td> </tr> </tbody> </table>	P097	说明	0	使用反转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。	1	使用反转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。	2	忽略反转驱动禁止功能，电机可向反方向运行，本信号无作用，无需接入。	3（缺省）	忽略反转驱动禁止功能，电机可向反方向运行，本信号无作用，无需接入。
P097	说明												
0	使用反转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。												
1	使用反转驱动禁止功能，必须接行程开关的常闭触点。												
2	忽略反转驱动禁止功能，电机可向反方向运行，本信号无作用，无需接入。												
3（缺省）	忽略反转驱动禁止功能，电机可向反方向运行，本信号无作用，无需接入。												
15	EMG	紧急停机	<p>OFF：允许伺服驱动器工作； ON：依据 P164 参数所设定的方式使电机停止运行</p>										

4.6 DO 功能详解

具体内容请见“5.5.2 数字输入/数字输出”，下表为 DO 的功能说明。

序号	符号	功能	功能解释
0	OFF	一直无效	强制输出 OFF。
1	ON	一直有效	强制输出 ON。
2	RDY	伺服准备好	OFF: 伺服主电源未合或有报警; ON: 伺服主电源正常, 无报警。
3	ALM	报警	OFF: 有报警; ON: 无报警。
8	BRK	电磁制动器	OFF: 电磁制动器制动; ON: 电磁制动器释放。 输出状态由伺服决定, 详见“3.10 电磁制动器”。
9	RUN	伺服运行中	OFF: 伺服电机未通电运行; ON: 伺服电机通电运行中。

第 5 章 通讯功能

5.1 常用对象说明

参照 CiA 402 协议规则，在多轴的应用中，对象字典标准设备子协议区域中对象的划分如下：

6000h~67FFh	Axis 1
6800h~6FFFh	Axis 2
7000h~77FFh	Axis 3
7800h~7FFFh	Axis 4
8000h~87FFh	Axis 5
8800h~8FFFh	Axis 6

在多轴的应用中，为了保持操作的一致性，对象字典制造商特定协议区域中对象的划分如下：

2000h~27FF	Axis 1
2800h~2FFF	Axis 2
3000h~37FF	Axis 3
3800h~3FFF	Axis 4
4000h~47FF	Axis 5
4800h~4FFF	Axis 6

1. Control Word

6040h	Axis-1 ControlWord
6840h	Axis-2 ControlWord
7040h	Axis-3 ControlWord
7840h	Axis-4 ControlWord
8040h	Axis-5 ControlWord
8840h	Axis-6 ControlWord

参见“6.3.2 控制字 6040h”部分说明。

2. Status Word

6041h	Axis-1 Status Word
6841h	Axis-2 Status Word
7041h	Axis-3 Status Word

7841hAxis-4 Status Word
8041hAxis-5 Status Word
8841hAxis-6 Status Word

参见“6.3.3 状态字 6041h”部分说明。

3. Mode Of Operation

6060hAxis-1 Mode Of Operation
6860hAxis-2 Mode Of Operation
7060hAxis-3 Mode Of Operation
7860hAxis-4 Mode Of Operation
8060hAxis-5 Mode Of Operation
8860hAxis-6 Mode Of Operation

目前只支持以下四种运行模式，描述如下：

6：原点回归模式；8：同步位置模式；
9：同步速度模式；10：同步转矩模式。

在发送使能命令之前，需要确定此对象值，使能之后的运行模式以接收到使能命令时此对象值为准。

4. Target Position

607AhAxis-1 Target Position
687AhAxis-2 Target Position
707AhAxis-3 Target Position
787AhAxis-4 Target Position
807AhAxis-5 Target Position
887AhAxis-6 Target Position

Target Position 目标位置，在 CSP 位置模式下生效，当前周期接收到的位置指令表示伺服在当前周期需要运行到的绝对位置，单位为 User Unit。

5. Target Velocity

60FFhAxis-1 Target Velocity
68FFhAxis-2 Target Velocity
70FFhAxis-3 Target Velocity
78FFhAxis-4 Target Velocity
80FFhAxis-5 Target Velocity
88FFhAxis-6 Target Velocity

Target Velocity 目标速度描述，在 CSV 速度模式下生效，当前周期接收到的速度指令表示伺服在当前周期运行内运行的目标速度，单位为 User Unit/s。

6. Target Torque

6071hAxis-1 Target Torque
6871hAxis-2 Target Torque
7071hAxis-3 Target Torque
7871hAxis-4 Target Torque
8071hAxis-5 Target Torque
8871hAxis-6 Target Torque

Target Torque 目标转矩，在 CST 速度模式下生效，当前周期接收到的转矩指令表示伺服在当前周期运行内运行的目标转矩，单位为额定转矩 0.1%。

7. PositionActualValue

6064hAxis-1PositionActualValue
6864hAxis-2PositionActualValue
7064hAxis-3PositionActualValue
7864hAxis-4PositionActualValue
8064hAxis-5PositionActualValue
8864hAxis-6PositionActualValue

PositionActualValue 当前实际位置值，单位是 User Unit。

以 Axis-1 为例，编码器的单圈值的原始数据可以通过 2601h 读出，读出的数据最高位对齐，如果编码器位数不足 32 位的，低位补 0，例如编码器分辨率为 17 位时，bit31 到 bit15 为编码器的 17bit 单圈值，bit14 到 bit0 位补 0。编码器的多圈值的原始数据可以通过 2602h 读出。

8. VelocityActualValue

606ChAxis-1VelocityActualValue
686ChAxis-2VelocityActualValue
706ChAxis-3VelocityActualValue
786ChAxis-4VelocityActualValue
806ChAxis-5VelocityActualValue
886ChAxis-6VelocityActualValue

VelocityActualValue 当前实际速度值，单位是 User Unit/s。

9. TorqueActualValue

6077hAxis-1TorqueActualValue
6877hAxis-2TorqueActualValue
7077hAxis-3TorqueActualValue
7877hAxis-4TorqueActualValue
8077hAxis-5TorqueActualValue
8877hAxis-6TorqueActualValue

TorqueActualValue 当前实际转矩值，单位为 0.1% 转矩。

10. Err Code

2600hAxis-1Err Code
2E00hAxis-2Err Code
3600hAxis-3Err Code
3E00hAxis-4Err Code
4600hAxis-5Err Code
4E00hAxis-6Err Code

Err Code 驱动器错误代码，在伺服驱动器出现错误报警时，可以通过此对象读取驱动器的错误代码（ERR60 除外）。

ERR60 表示伺服驱动器和 EtherCAT 主机（OP 模式下）通信失败，在伺服驱动器与 EtherCAT 主机通信成功之后，ERR60 会自动清除。

11. Absolute Position

2601hAxis-1 Absolute Position
2E01hAxis-2 Absolute Position
3601hAxis-3 Absolute Position
3E01hAxis-4 Absolute Position
4601hAxis-5 Absolute Position
4E01hAxis-6 Absolute Position

Absolute Position 为编码器单圈绝对位置。类型为 32 位数，编码器位置统一成 32 位，低位补零。例：

17 位绝对值编码器。数据范围是 0x0000 0000H~0xffff 8000H。

20 位绝对值编码器。数据范围是 0x0000 0000H~0xffff f000H。

23 位绝对值编码器。数据范围是 0x0000 0000H~0xffff fe00H。

12. Multi Turn

2602hAxis-1 Multi Turn
2E02hAxis-2 Multi Turn
3602hAxis-3 Multi Turn
3E02hAxis-4 Multi Turn
4602hAxis-5 Multi Turn
4E02hAxis-6 Multi Turn

Multi Turn 为编码器多圈信息，仅针对多圈绝对值编码器有效，多圈显示范围是 0x0000H~0xffffH。

13. First Z Event

2603hAxis-1 First Z Event
2E03hAxis-2 First Z Event
3603hAxis-3 First Z Event
3E03hAxis-4 First Z Event
4603hAxis-5 First Z Event
4E03hAxis-6 First Z Event

First Z Event 仅仅在适配增量编码器时候有效，z 信号出现后改值为 1，此时对应轴的 Absolute Position 修正为真实值。

14. Vibration Period

2604hAxis-1 Vibration Period
2E04hAxis-2 Vibration Period
3604hAxis-3 Vibration Period
3E04hAxis-4 Vibration Period
4604hAxis-5 Vibration Period
4E04hAxis-6 Vibration Period

参数暂时未用，保留。

15. 2605h DC Bus Voltage:

伺服驱动器直流母线电压，单位：V。

16. Power Module Internal Temperature

2606hAxis-1 Power Module Internal Temperature
2E06hAxis-2 Power Module Internal Temperature
3606hAxis-3 Power Module Internal Temperature
3E06hAxis-4 Power Module Internal Temperature
4606hAxis-5 Power Module Internal Temperature
4E06hAxis-6 Power Module Internal Temperature

模块内部温度，单位：摄氏度。

17. Accumulative Loop Rate

2670hAxis-1 Accumulative Loop Rate
2E70hAxis-2 Accumulative Loop Rate
3670hAxis-3 Accumulative Loop Rate
3E70hAxis-4 Accumulative Loop Rate
4670hAxis-5 Accumulative Loop Rate
4E70hAxis-6 Accumulative Loop Rate

累计负载率，单位：%。

18. 2671h Regenerative Loop Rate

再生制动负载率，单位：%。

19. Pos Loop Command

2680hSub Index 1Axis-1Pos Loop Command
2E80hSub Index 1Axis-2 Pos Loop Command
3680hSub Index 1Axis-3Pos Loop Command
3E80hSub Index 1Axis-4 Pos Loop Command
4680hSub Index 1Axis-5Pos Loop Command
4E80hSub Index 1Axis-6 Pos Loop Command

伺服收到的位置指令值，单位是 User Unit/s。

20. Pos Loop Feedback

2680hSub Index 2 Axis-1Pos Loop Feedback
2E80h Sub Index 2 Axis-2 Pos Loop Feedback
3680hSub Index 2 Axis-3Pos Loop Feedback
3E80h Sub Index 2 Axis-4 Pos Loop Feedback

4680hSub Index 2 Axis-5Pos Loop Feedback
4E80h Sub Index 2 Axis-6 Pos Loop Feedback

电机位置反馈值，单位是 User Unit/s。

21. Pos Loop Error

2680h Sub Index 3 Axis-1Pos Loop Error
2E80h Sub Index 3 Axis-2 Pos Loop Error
3680h Sub Index 3 Axis-3Pos Loop Error
3E80h Sub Index 3 Axis-4 Pos Loop Error
4680h Sub Index 3 Axis-5Pos Loop Error
4E80h Sub Index 3 Axis-6 Pos Loop Error

伺服位置跟踪误差，单位是 User Unit/s。

22. Velocity Loop Motor Speed

2681h Sub Index 1 Axis-1 Velocity Loop Motor Speed
2E81h Sub Index 1 Axis-2 Velocity Loop Motor Speed
3681h Sub Index 1 Axis-3 Velocity Loop Motor Speed
3E81h Sub Index 1 Axis-4 Velocity Loop Motor Speed
4681h Sub Index 1 Axis-5 Velocity Loop Motor Speed
4E81h Sub Index 1 Axis-6 Velocity Loop Motor Speed

伺服速度环反馈转速，单位：rpm。

23. Torque Loop Motor Actual Torque

2682hSub Index 1 Axis-1 Torque Loop Motor Actual Torque
2E82h Sub Index 1 Axis-2 Torque Loop Motor Actual Torque
3682hSub Index 1 Axis-3 Torque Loop Motor Actual Torque
3E82h Sub Index 1 Axis-4 Torque Loop Motor Actual Torque
4682hSub Index 1 Axis-5 Torque Loop Motor Actual Torque
4E82h Sub Index 1 Axis-6 Torque Loop Motor Actual Torque

伺服转矩环实际转矩，单位：%额定转矩。

24. Torque Loop Motor Actual Peak Torque

2682hSub Index 2 Axis-1 Torque Loop Motor Actual Peak Torque
2E82h Sub Index 2 Axis-2 Torque Loop Motor Actual Peak Torque
3682hSub Index 2 Axis-3 Torque Loop Motor Actual Peak Torque

3E82h Sub Index 2 Axis-4 Torque Loop Motor Actual Peak Torque
4682h Sub Index 2 Axis-5 Torque Loop Motor Actual Peak Torque
4E82h Sub Index 2 Axis-6 Torque Loop Motor Actual Peak Torque

伺服转矩环实际峰值转矩，单位：%额定转矩。

25. Torque Loop Motor Actual Current

2682h Sub Index 3 Axis-1 Torque Loop Motor Actual Current
2E82h Sub Index 3 Axis-2 Torque Loop Motor Actual Current
3682h Sub Index 3 Axis-3 Torque Loop Motor Actual Current
3E82h Sub Index 3 Axis-4 Torque Loop Motor Actual Current
4682h Sub Index 3 Axis-5 Torque Loop Motor Actual Current
4E82h Sub Index 3 Axis-6 Torque Loop Motor Actual Current

伺服转矩环实际电流，单位：0.1A。

26. Torque Loop Motor Actual Peak Current

2682h Sub Index 4 Axis-1 Torque Loop Motor Actual Peak Current
2E82h Sub Index 4 Axis-2 Torque Loop Motor Actual Peak Current
3682h Sub Index 4 Axis-3 Torque Loop Motor Actual Peak Current
3E82h Sub Index 4 Axis-4 Torque Loop Motor Actual Peak Current
4682h Sub Index 4 Axis-5 Torque Loop Motor Actual Peak Current
4E82h Sub Index 4 Axis-6 Torque Loop Motor Actual Peak Current

伺服转矩环实际峰值电流，单位：0.1A。

27. Para Motor Current Rms Rate

26A0h Axis-1 Para Motor Current Rms Rate
2EA0h Axis-2 Para Motor Current Rms Rate
36A0h Axis-3 Para Motor Current Rms Rate
3EA0h Axis-4 Para Motor Current Rms Rate
46A0h Axis-5 Para Motor Current Rms Rate
4EA0h Axis-6 Para Motor Current Rms Rate

电机额定电流，单位：0.1A。

28. Para Motor Torque rate

26A1h Axis-1 Para Motor Torque rate
2EA1h Axis-2 Para Motor Torque rate

36A1hAxis-3 Para Motor Torque rate
3EA1hAxis-4 Para Motor Torque rate
46A1hAxis-5 Para Motor Torque rate
4EA1hAxis-6 Para Motor Torque rate

电机额定扭矩，单位：0.1Nm。

29. Para Motor Speed Rate

26A2hAxis-1 Para Motor Speed Rate
2EA2hAxis-2 Para Motor Speed Rate
36A2hAxis-3 Para Motor Speed Rate
3EA2hAxis-4 Para Motor Speed Rate
46A2hAxis-5 Para Motor Speed Rate
4EA2hAxis-6 Para Motor Speed Rate

电机额定速度，单位：rpm。

30. Operation Command

27FE Axis-1 Operation Command
2FFE Axis-2 Operation Command
37FE Axis-3 Operation Command
3FFE Axis-4 Operation Command
47FE Axis-5 Operation Command
4FFE Axis-6 Operation Command
内部操作指令，执行厂家自定义功能。

31. Operation Status

27FF Axis-1 Operation Status
2FFF Axis-2 Operation Status
37FF Axis-3 Operation Status
3FFF Axis-4 Operation Status
47FF Axis-5 Operation Status
4FFF Axis-6 Operation Status
内部操作状态，厂家自定义功能状态。

5.2 EtherCAT 通信

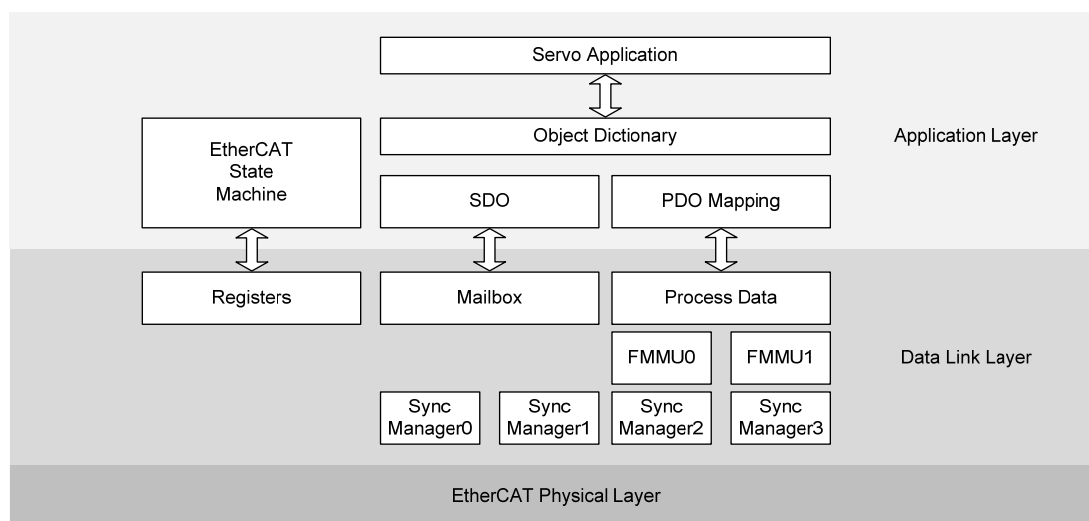
EtherCAT 是 Ethernet for Control Automation Technology 的缩写，是使用德国 BECKHOFF 公司开发的实时以太网（Real-Time Ethernet）主从机之间的通信方式，由 ETG（EtherCAT Technology Group）进行管理。

EtherCAT 通信的基本概念是，通过主机发送的 DataFrame 经过从服务器时，从服务器在接收发送 Data 的同时，向 DataFrame 发送接收 Data。

EtherCAT 使用的是以 IEEE802.3 为标准的 Ethernet 框架。

同样以 100BASE-TX 的 Ethernet 为 Base 的情况下，电缆长度最长为 100m，可接收的从服务器数最多为 65535，因此可以无限构成 Network。而在单独使用 Ethernet Switch 的情况下，也可与通常使用的 TCP/IP 的相互接收。

5.2.1 CANopen over EtherCAT 的构造

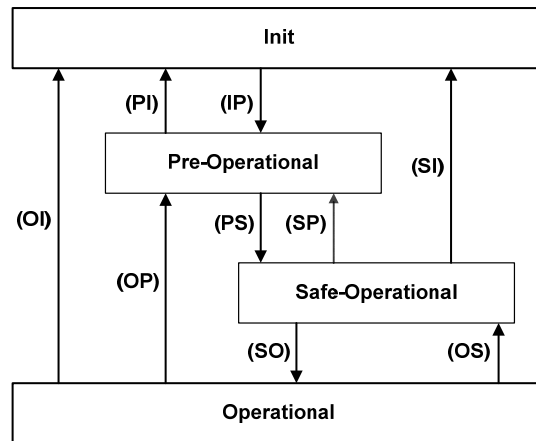


驱动器采用的是 CiA 402 驱动器的外形。应用阶层的 Object Dictionary 中包含应用数据及过程数据界面，还包括应用数据之间的 PDO 映射信息。

PDO（Process Data Object）是由可以映射在 PDO 中的 Object Dictionary 构成，过程数据的内容根据 PDO 映射定义。

过程数据通信会有周期的读写 PDO，信箱通信则是非周期性的通信，可以读写所有 Object Dictionary。

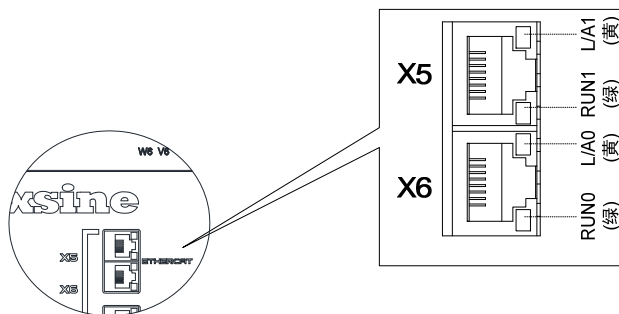
5.2.2 EtherCAT 状态机



状态	说明
Init	设备初始化。 无法使用信箱通信及过程数据通信。
Pre-Operational	当前状态可以使用信箱通信。
Safe-Operational	可以读取 PDO 输入数据 (TxPDO)。 不能接收 PDO 输出数据 (RxPDO)。
Operational	进行周期性的 I/O 通信, 可以处理 PDO 输出数据 (RxPDO)。
状态迁移	说明
IP	开始信箱通信。
PI	中断信箱通信。
PS	开始更新输入数据。
SP	终止更新输入数据。
SO	开始更新输出数据。
OS	终止更新输出数据。
OP	终止更新输入/输出数据。
SI	终止更新输入数据及信箱通信。
OI	终止所有输入/输出数据更新及信箱通信。

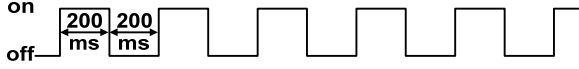
5.2.3 状态 LED

驱动器的状态 LED 位于 X5 (IN) 和 X6 (OUT) 插座上，如下图所示。



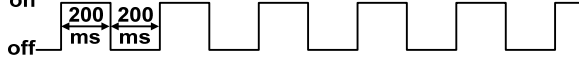
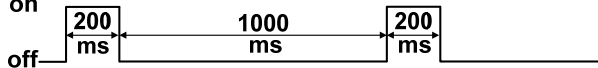
1. L/A0, L/A1 (Link Activity) LED (YELLOW LED)

L/A0 LED 显示 X5 通信接口的状态，L/A1 LED 显示 X6 通信接口的状态，各 LED 显示的内容如下表所示。

Link/Activity LED	Description
Off	通信未连接。
Flickering	通信已连接，通信被激活。 
On	通信已连接，通信尚未被激活。

2. RUN0, RUN1 (Run) LED (GREEN LED)

显示处于 EtherCAT State Machine 的哪个状态。

RUN LED	Description
Off	处于 INIT 状态。
Blinking	处于 Pre-Operational 状态。 
Single Flash	处于 Safe-Operational 状态。 
On	处于 Operational 状态。

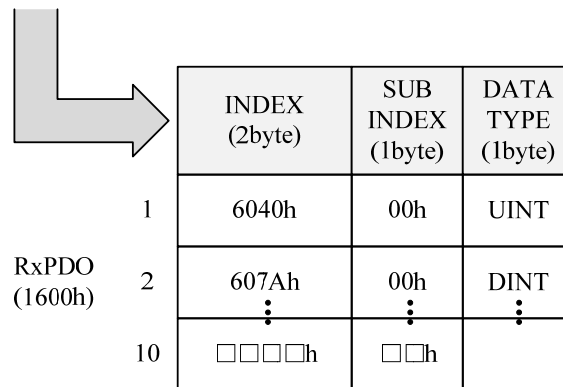
5.2.4 Data Type

本说明书所使用的 Data Type 的内容和范围如下表所示。

Name	Description	Range
SINT	Signed8bit	-128 ~ 127
USINT	Unsigned8bit	0 ~ 255
INT	Signed 16bit	-32768 ~ 32767
UINT	Unsigned 16bit	0 ~ 65535
DINT	Signed 32bit	-21247483648 ~ 21247483647
UDINT	Unsigned 32bit	0 ~ 4294967295
STRING	String Value	

5.2.5 PDO 映射

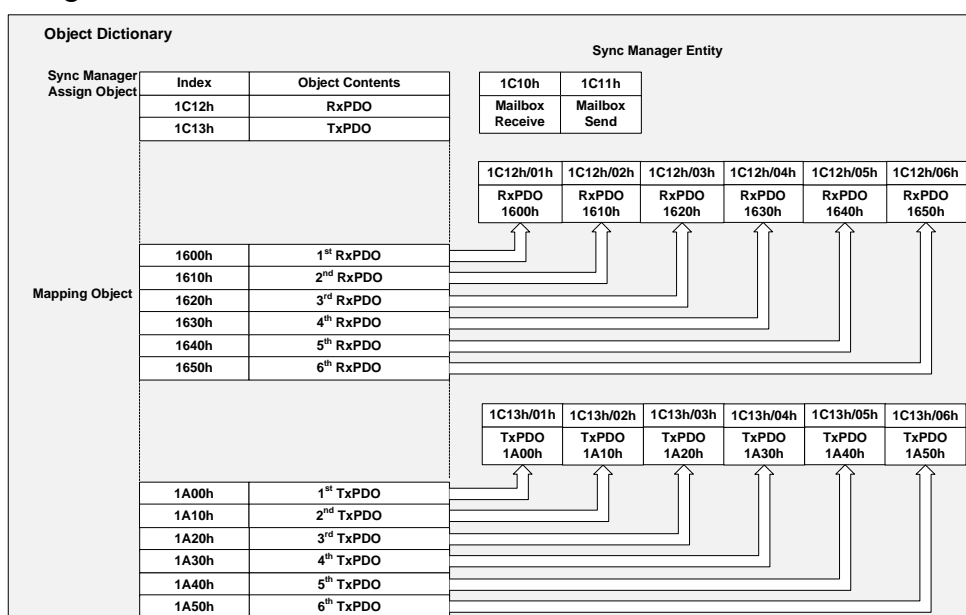
Index	Sub-Index	Name	Data Type
6040h	0x00	控制字 (Controlword)	UINT
607Ah	0x00	目标位置 (Target Position)	DINT



Index	Sub-Index	Name	Data Type
6041h	0x00	状态字 (StatusWord)	UINT
6064h	0x00	位置实际值 (Position Actual Value)	DINT
606Ch	0x00	速度实际值 (Velocity Actual Value)	DINT

	INDEX (2byte)	SUB INDEX (1byte)	DATA TYPE (1byte)
1	6041h	00h	UINT
2	6040h	00h	DINT
3	606Ch	00h	DINT
	⋮	⋮	⋮
10	□□□□h	□□h	

SyncManager PDO Assign Object (RxPD: 1C12h, TxPDO: 1C13h) 显示 SyncManger 与 PDO 之间的关系，如下图所示。



在多轴的应用中，各轴 PDO 的配置对象如下：

- Axis-1 中 RxPDO 的配置对象: 1600h, Axis-1 中 TxPDO 的配置对象: 1A00h;
- Axis-2 中 RxPDO 的配置对象: 1610h, Axis-2 中 TxPDO 的配置对象: 1A10h;
- Axis-3 中 RxPDO 的配置对象: 1620h, Axis-3 中 TxPDO 的配置对象: 1A20h;
- Axis-4 中 RxPDO 的配置对象: 1630h, Axis-4 中 TxPDO 的配置对象: 1A30h;
- Axis-5 中 RxPDO 的配置对象: 1640h, Axis-5 中 TxPDO 的配置对象: 1A40h;
- Axis-6 中 RxPDO 的配置对象: 1650h, Axis-6 中 TxPDO 的配置对象: 1A50h.

PDO 映射

在多轴的应用中，PDO 的映射关系以 Module 的形式存在，包括 RxPDO 和 TxPDO。每个 Module 表示一种有效的 PDO 配置。

每个伺服轴对应一个 Slot，Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5、Axis-6 分别对应 Slot1、Slot2、Slot3、Slot4、Slot5 和 Slot6，每个伺服轴需要选定一个有效的 Module 作为当前的 PDO 配置，配置中的对象 Index 以 Axis-1 轴对象作为参考，后续各个轴对象的 Index 都在前一个轴对应对象 Index 的基础上增加 0x800。

下列表格是默认设置的 Module。此设置定义于 EtherCAT Slave Information file (XML file) 之中。

1. Module 0x00000100

RxPDO (1600h)	Control Word (6040h)	Mode of Operation (6060h)	Target position (607Ah)	Target Velocity (60FFh)	Target Torque (6071h)
------------------	-------------------------	------------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------

TxPDO (1A00h)	Status Word (6041h)	Mode of Operation Display (6061h)	Position Actual Value (6064h)	Velocity Actual Value (606Ch)	Torque Actual Value (6077h)
------------------	------------------------	---	-------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

2. Module 0x00000200

RxPDO (1600h)	Control Word (6040h)	Target position (607Ah)
------------------	-------------------------	----------------------------

TxPDO (1A00h)	Status Word (6041h)	Position Actual Value (6064h)
------------------	------------------------	-------------------------------------

3. Module 0x00000300

RxPDO (1600h)	Control Word (6040h)	Target Velocity (60FFh)
------------------	-------------------------	----------------------------

TxPDO (1A00h)	Status Word (6041h)	Position Actual Value (6064h)	Velocity Actual Value (606Ch)
------------------	------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

4. Module 0x00000400

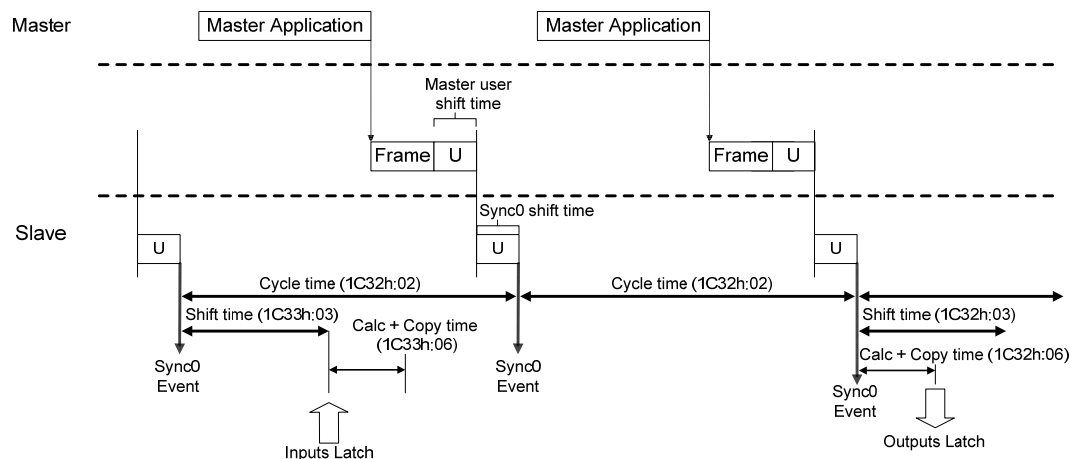
RxPDO (1600h)	Control Word (6040h)	Target Torque (6071h)
------------------	-------------------------	--------------------------

TxPDO (1A00h)	Status Word (6041h)	Position Actual Value (6064h)	Torque Actual Value (6077h)
------------------	------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

5.2.6 根据 DC (Distributed Clock) 的同步

EtherCAT 通信中，为实现同步而使用 DC (Distributed Clock)。主服务器与从服务器共享 Reference Clock (System time) 实现同步，从服务器根据 Reference Clock 引起的 Sync0 事件实现同步。

有如下同步模式，通过 Sync Control 注册可以更换模式。
DC Synchronous 模式下，驱动器通过 EtherCAT 主服务器的 Sync0 事件实现同步。



5.3 驱动模式

在多轴的应用中，Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5 和 Axis-6 六个轴的操作相互独立，使用独立的对象传输数据，使用独立的状态机，使用独立的控制环路。

如下描述内容适用于 Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5 和 Axis-6 六个轴中的任何一个轴，以 Axis-1 轴为例进行描述，描述中使用的对象也以 Axis-1 轴为例。

控制命令与状态切换

运行模式通过 6060h（轴运行模式）可以变更。运行模式的选择与关联目标的变更同时进行。

CiA402 状态切换		控制字 6040h	状态字 6041h 的 bit0~bit9*1
0	上电→初始化 Start→Not ready to switch on	自然过渡，无需控制指令	0000h
1	初始化→伺服无故障 Not ready to switch on→ Switch on disabled	自然过渡，无需控制指令 若初始化中发生错误，直接进入 13	0270h
2	伺服无故障→伺服准备好 Switch on disabled→Ready to switch on	0006h	0231h
3	伺服准备好→等待打开伺服使能 Ready to switch on→Switched on	0007h	0233h
4	等待打开伺服使能→伺服运行 Switched on→Operation enabled	000Fh	1237h
5	伺服运行→等待打开伺服使能 Operation enabled→Switched on	0007h	0233h
6	等待打开伺服使能→伺服准备好 Switched on→Ready to switch on	0006h	0231h
7	伺服准备好→伺服无故障 Ready to switch on→Switch on disabled	0000h	0270h
8	伺服运行→伺服准备好 Operation enabled→Ready to switch on	0006h	0231h
9	伺服运行→伺服无故障 Operation enabled→Switch on disabled	0000h	0270h
10	等待打开伺服使能→伺服无故障 Switched on→Switch on disabled	0000h	0270h
11	伺服运行→快速停机 Operation enabled→Quick stop active	0002h	0217h
12	快速停机→伺服无故障 Quick stop active→Switch on disabled	快速停机方式 605A 选择 为 0~3，停机完成后，自然过渡，无需控制指令	0270h
13	→故障停机 →Fault reaction active	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	021Fh

CiA402 状态切换		控制字 6040h	状态字 6041h 的 bit0~bit9*1
15	故障→伺服无故障 Fault→Switch on disabled	0080h bit7 上升沿有效; bit7 保持为 1, 其他控制指令均无效。	0270h
16	快速停机→伺服运行 Quick stop active→ Operation enabled	快速停机方式 605A 选择为 5~7, 停机完成后, 发送 000fh	1237h

注意:

1. 因状态字 6041h 的 bit10~bit15 (bit14 无意义) 与各伺服模式运行状态有关, 在上表中均以“0”表示, 具体的各位状态请查看各伺服运行模式。

2. 以上描述以 Axis-1 轴为例, Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5 和 Axis-6 轴具有相同的功能, 使用的对象与 Axis-1 轴不同, 需要注意区别。

5.3.2 控制字 6040h、6840h、7040h、7840h、8040h、8840h


Index	Sub-Index	Name/ Description	Units	Range	Data Type	Acc- ess	PDO	Op- mode	EEP- ROM
6040h	00h	ControlWord	-	0~65535	UINT	RW	Yes	ALL	Yes

指令:

bit	名称	描述
0	Switch On	1: 有效 0: 无效
1	Enable Voltage	1: 有效 0: 无效
2	Quick Stop	1: 无效 0: 有效
3	Enable Operation	1: 有效 0: 无效
4~6		与各伺服运行模式相关
7	Fault Reset	故障复位对于可复位故障和警告, 执行故障复位功能 bit7 上升沿有效; bit7 保持为 1, 其他控制指令均无效。
8	Halt	各模式下的暂停方式请查询对象字典 605Dh。
9		与各伺服运行模式相关
10~15		预留, 厂家自定义

注意:

1. bit0~bit3 和 bit7 在各伺服模式下意义相同，每一个 bit 位单独赋值无意义，必须与其他位共同构成某一控制指令。每一命令对应一确定的状态，伺服驱动器按照 CiA402 状态机切换流程引导进入预计的状态。

Command	Bits of the controlword					Transitions
	Bit 7	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
Shut Down	0	×	1	1	0	2, 6, 8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Switchon+enable operation	0	1	1	1	1	3+4 (NOTE)
Disable Voltage	0	×	×	0	×	7, 9, 10, 12
Quick Stop	0	×	0	1	×	7, 10, 11
Disable Operation	0	0	1	1	1	5
Enable Operation	0	1	1	1	1	4, 16
Fault Reset		×	×	×	×	15
NOTE 执行完 Switch on 状态功能之后自动跳转到 Enable Operation 状态。						

2. bit4~bit6 与各伺服模式相关（请查看不同模式下的控制指令）。

Op-mode	Bit 9	Bit 6	Bit 5	Bit 4
hm	-	-	-	Start homing
csp	-	-	-	
csv	-	-	-	
cst	-	-	-	

5.3.3 状态字 6041h、6841h、7041h、7841h、8041h、8841h

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6041h	00h	Status Word	-	0~65535	UINT	RO	TPDO	ALL	Yes

设置控制指令：

bit	名称	描述
0	Ready to Switch On	
1	Switch On	
2	Operation Enable	
3	Fault	
4	Voltage Enable	
5	Quick Stop	
6	Switch On Disable	
7	Warning	
8		预留，厂家自定义
9	Remote	0: 非远程控制模式，EP3E系列产品仅支持远程控制模式 1: 远程控制模式
10	Target Reached	0: 目标位置或速度未到达 1: 目标位置或速度到达
11	InternalLimit Active	0: 位置指令或反馈未达到软件内部位置限制 1: 位置指令达到软件内部位置限制，软件绝对位置限制生效后，伺服将以位置限制值为目标位置运行，到达限位值处停止，输入反向位移指令可使电机退出位置超限状态，并清零该位。
12~13		与各伺服模式相关
14~15		预留，厂家自定义
15	原点回零完成	0: 原点回零未进行或未完成 1: 已完成原点回零，参考点已找到

注意:

1. bit0~bit3、bit5 和 bit6 在各伺服模式下意义相同，每一个 bit 位单独读取无意义，必须与其他位共同组成，反馈伺服当前状态。控制字 6040h 按顺序发送命令后，伺服反馈一确定的状态。

状态字					PDS state	
xxxx	xxxx	x0xx	0000	b	Not Ready to Switch on	初始化未完成状态
xxxx	xxxx	x1xx	0000	b	Switch on disabled	初始化完成状态
xxxx	xxxx	x01x	0001	b	Ready to switch on	主电路电源 OFF 状态
xxxx	xxxx	x01x	0011	b	Switched on	伺服 OFF/伺服准备
xxxx	xxxx	x01x	0111	b	Operation enabled	伺服 ON
xxxx	xxxx	x00x	0111	b	Quick stop active	即停止
xxxx	xxxx	x0xx	1111	b	Fault reaction active	异常（报警）判断
xxxx	xxxx	x0xx	1000	b	Fault	异常（报警）状态

2. bit10、bit12~bit13 与各伺服模式相关（请查看不同模式下的控制指令）。

Op-mode	Bit 13	Bit 12	Bit 10
hm	原点复位报错	Homing attained	target reached
csp	Following error	Drive follows command value	-
csv	-	Drive follows command value	-
cst	-	Drive follows command value	-

3. bit4、bit7、bit9、bit11 在各伺服模式下意义相同，反馈伺服执行某伺服模式后的状态。

bit4（主电源上电）：1 的情况下，表示主电路继电器吸合。

bit7（报警）：1 的情况下，表示报警发生。报警时电机是否运动，取决于报警类型。

bit9（remote）：ESM 状态转换到 PreOP 以上时变为 1。

5.4 运行模式

在多轴的应用中，Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5 和 Axis-6 六个轴的操作相互独立，使用独立的对象传输数据，使用独立的状态机，使用独立的控制环路。如下描述内容适用于 Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5 和 Axis-6 六个轴中的任何一个轴，以 Axis-1 轴为例进行描述，描述中使用的对象也以 Axis-1 轴为例。

本系列产品支持以下运行模式（6060h）。

- Cyclic Synchronous Position Mode
- Cyclic Synchronous Velocity Mode
- Cyclic Synchronous Torque Mode
- Homing Mode

1. 关联目标

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6502h	00h	Supported Drive Modes	-	0~4294967295	UD-INT	RO	TxPDO	ALL	No

- 表示支持的控制模式（Mode of operation）。
- 表示值是1的情况下支持的此模式。

bit	31...16	16...10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Op-mode	Ms	r	cst	csv	csp	ip	hm	r	tq	pv	vl	pp
Value	0...0	0...0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0

Ms: manufacturer-specific

r: 保留

bit	名称	简称	对应
0	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp	No
1	Velocity mode (速度控制模式)	vl	No
2	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv	No
3	Torque profile mode (Profile 转矩控制模式)	tq	No
5	Homing mode (原点回归位置控制模式)	hm	Yes
6	Interpolated position mode (补偿位置控制模式)	ip	No
7	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp	Yes
8	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv	Yes
9	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 转矩控制模式)	cst	Yes

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6060h	00h	Modes of Operation	-	-128~127	SINT	RW	RxPDO	ALL	Yes

- 设定伺服驱动器的控制模式。
- 非对应的控制模式是禁止设定的。

Value	操作显示模式	简称	对应
-128~1	保留		
0	No mode change /no mode assigned (模式未变更/模式为设定)		Yes
1	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp	No
2	Velocity mode (速度控制模式)	vl	No
3	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv	No
4	Torque profile mode (Profile 转矩控制模式)	tq	No
6	Homing mode (原点回归位置控制模式)	hm	Yes
7	Interpolated position mode (补偿位置控制模式)	ip	No
8	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp	Yes
9	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv	Yes
10	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 转矩控制模式)	cst	Yes
11~127	保留		

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6061h	00h	Modes of Operation Display	-	-128~127	SINT	RO	TxPDO	ALL	No

- 表示现在的控制模式。
- 定义和6060h（运行模式）相同。

Value	操作显示模式	简称	对应*1
-128~1	保留		
0	No mode change /no mode assigned (模式未变更/模式为设定)		Yes
1	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp	Yes
2	Velocity mode (速度控制模式)	vl	No
3	Profile velocity mode (Profile速度控制模式)	pv	Yes
4	Torque profile mode (Profile转矩控制模式)	tq	Yes
6	Homing mode (原点回归位置控制模式)	hm	Yes
7	Interpolated position mode (补偿位置控制模式)	ip	No
8	Cyclic synchronous position mode (Cyclic位置控制模式)	csp	Yes
9	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv	Yes
10	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic转矩控制模式)	cst	Yes
11~127	保留		

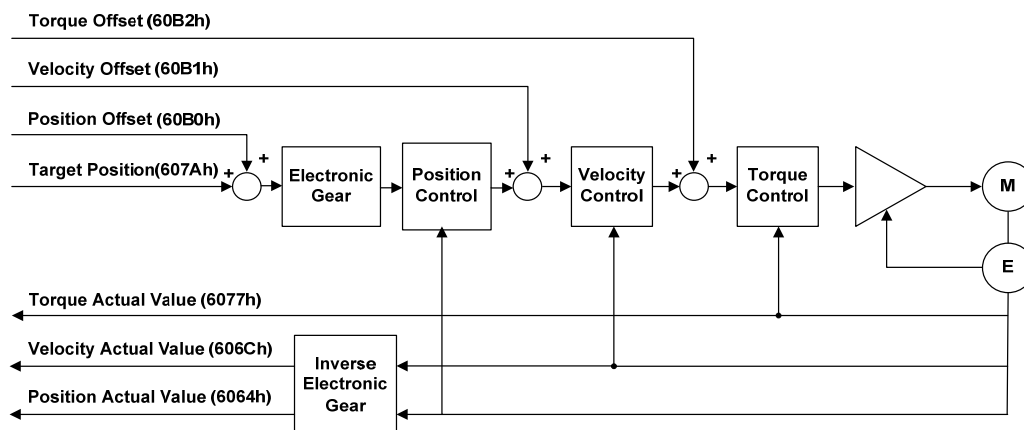
2. 切换控制模式时的注意事项

- 通过变更 6060h (运行模式) 的值, 可以切换控制模式。
- 请在 6061h (运行显示模式) 确认现在的伺服驱动器的控制模式。
- 控制模式切换时, 请更新和 6060h 同步的控制模式相关的 RxPDO 的对象。
- 在变更后的控制模式下, 不支持的对象的价值是不定的。
- 从控制模式变更时到切换完成需要花费 2ms。此期间 6061h 和控制模式相关的 TxPDO 的对象值是不定的。
- 控制模式的切换请执行在 20ms 以上。短于 20ms 间隔在控制模式连续切换的情况下会发异常。
- 控制模式的切换请一定在电机停止中进行。无法保证电机动作中(包含原点回归动作中、减速停止中)控制模式切换情况的动作。无法立即切换模式, 或者会发生异常。
- 6060h=0 且 6061h=0 的状态下, 如果转换 PDS 状态到“Operation enabled”, 会发生异常动作。
- 6060h 设定 0 以外的值后, 如果设定 6060h=0 则保持前次的控制模式。
- 如果设定 6060h 未对应的控制模式, 发生异常保护。

5.4.1 周期同步位置模式

Cyclic Synchronous Position Mode 是通过主服务器的 PDO 周期性更新, 接收目标位置 (607Ah) 运行的模式。在此模式下, 转矩偏差 (60B2h) 以及速度偏差 (60B1h) 可以追加运行。

1. 结构图



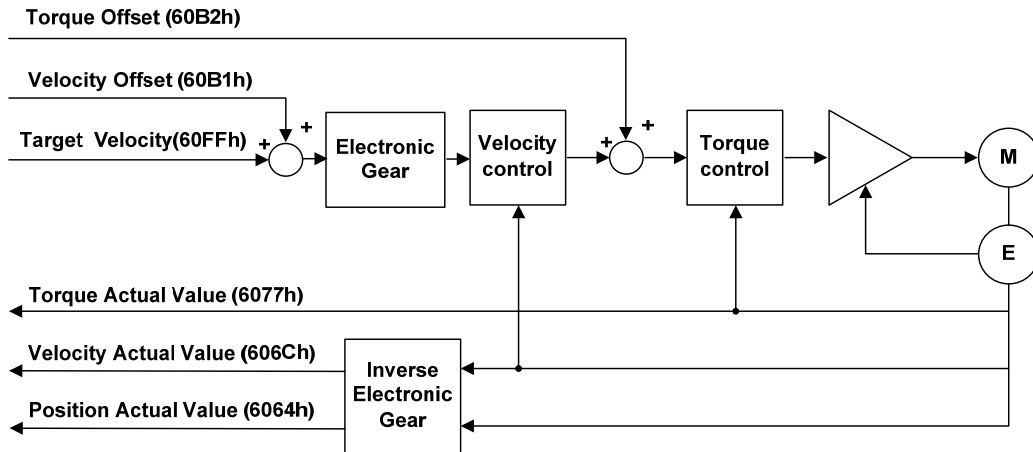
3. 关联目标

Index	Sub-Index	Name	Data Type	Access	PDO Mapping	Units
607Ah	-	目标位置 (Target Position)	DINT	RW	Yes	PosUnits
60B0h	-	位置偏差 (Position Offset)	DINT	RW	Yes	Pos Units
60B1h	-	速度偏差 (Velocity Offset)	DINT	RW	Yes	Vel Units
60B2h	-	转矩偏差 (Torque Offset)	INT	RW	Yes	0.1%
6077h	-	实际转矩 (Torque Actual Value)	INT	RO	Yes	0.1%
606Ch	-	实际速度 (Velocity Actual Value)	DINT	RO	Yes	Vel Units
6064h	-	实际位置 (Position Actual Value)	DINT	RO	Yes	Pos Units

5.4.2 周期同步速度模式

在 Cyclic Synchronous Velocity Mode 中，主服务器向驱动器指定目标速度（60FFh），以此来限制速度。在此模式下，主服务器可以追加转矩偏差（60B2h）。

1. 结构图



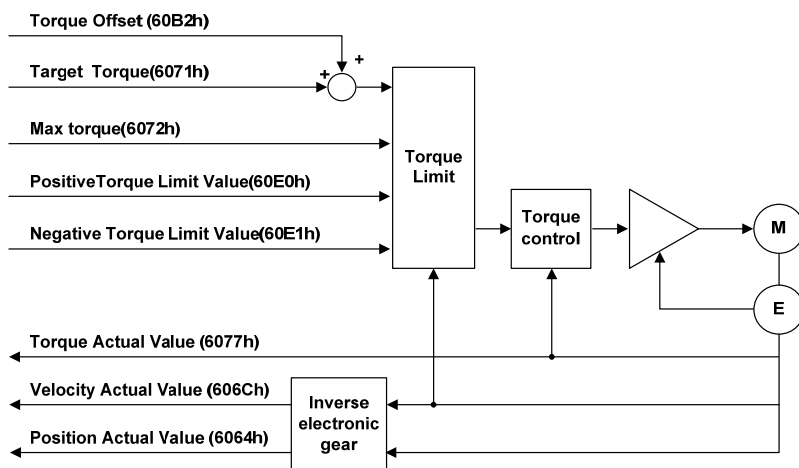
2. 关联目标

Index	Sub-Index	Name	Data Type	Access	PDO Mapping	Units
60FFh	-	目标速度 (Target Velocity)	DNIT	RW	Yes	Vel Units
60B1h	-	速度偏差 (Velocity Offset)	DINT	RW	Yes	Vel Units
60B2h	-	转矩偏差 (Torque Offset)	INT	RW	Yes	0.1%
6077h	-	实际转矩 (Torque Actual Value)	INT	RO	Yes	0.1%
606Ch	-	速度实际值 (Velocity Actual Value)	DINT	RO	Yes	Vel Units
6064h	-	实际位置 (Position Actual Value)	DINT	RO	Yes	Pos Units

5.4.3 周期同步转矩模式

在 Cyclic Synchronous Torque Mode 中，主服务器向驱动器指定目标转矩 (6071h)，以此控制转矩。

1. 结构图



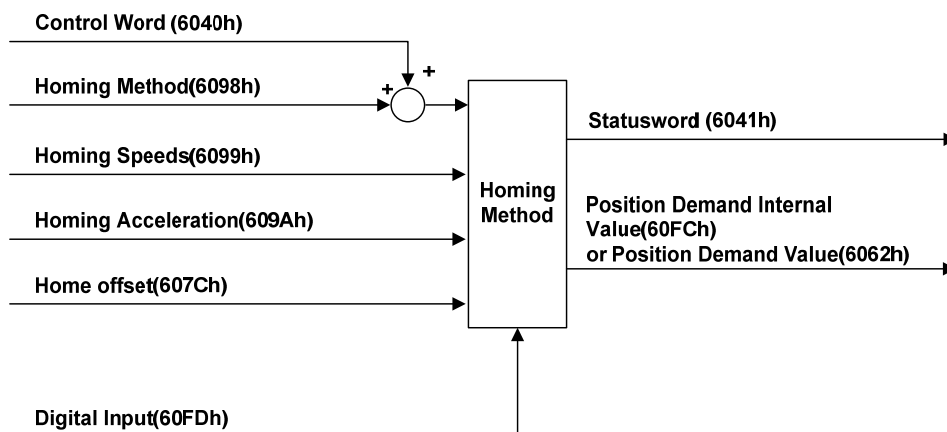
2. 关联目标

Index	Sub-Index	Name	Data Type	Access	PDO Mapping	Units
6071h	-	目标转矩 (Target Torque)	INT	RW	Yes	0.1%
6077h	-	转矩实际值 (Torque Actual Value)	INT	RO	Yes	0.1%
60B2h	-	转矩偏差 (Torque Offset)	INT	RW	Yes	0.1%
606Ch	-	实际速度 (Velocity Actual Value)	DINT	RO	Yes	Vel Units
6064h	-	实际位置 (Position Actual Value)	DINT	RO	Yes	Pos Units
6072h	-	转矩最大值 (Max Torque)	DINT	RW	Yes	0.1%
60E0h	-	正转矩限制值 (Positive Torque Limit Value)	DINT	RW	Yes	0.1%
60E1h	-	负转矩限制值 (Negative Torque Limit Value)	DINT	RW	Yes	0.1%

5.4.4 原点回归模式 (hm mode)

原点回归方法，指定动作速度，在伺服驱动器内部生成位置指令执行原点回归动作的位置控制模式。如果在增量模式下使用，电源投入后，有必要在执行位置定位工作前执行原点回归动作。

1. 结构图



2. 关联目标

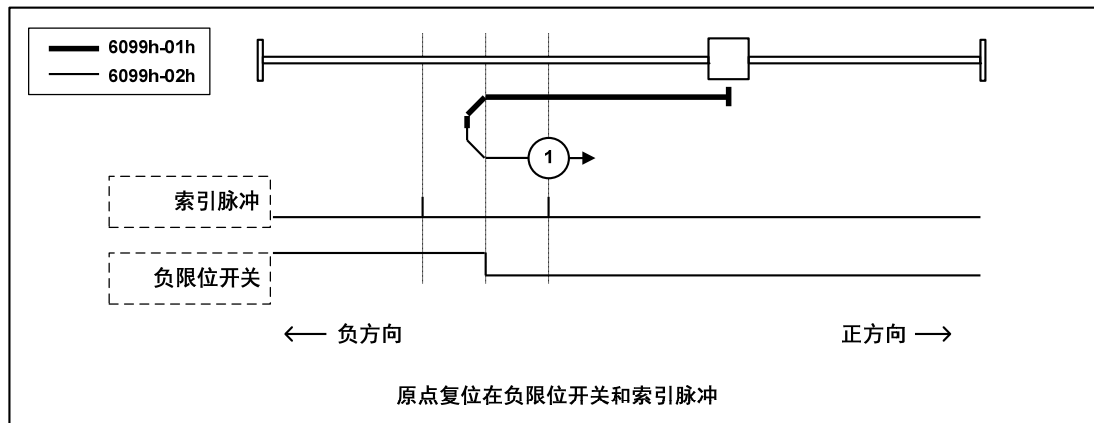
Index	Sub-Index	Name	Data Type	Access	PDO Mapping	Units
6040h	00h	Controlword	UNIT	RW	Yes	-
6041h	00h	Statusword	UINT	RO	Yes	-
607Ch	00h-	Home 偏差 (Home Offset)	DINT	RW	No	Pos Units
6098h	00h-	Homing 方法 (Homing Method)	SINT	RW	Yes	-
6099h	-	Homing 速度	-	-	-	-
	00h	项目的总数 (Number of entries)	USINT	RO	No	-

Index	Sub-Index	Name	Data Type	Access	PDO Mapping	Units
607Dh	-	限制软件位置 (Software Position Limit)	-	-	-	-
	00h	项目的总数 (Number of entries)	USINT	RO	No	-
	01h	位置限制最小 (Min.position limit)	DINT	RW	No	Pos Units
	02h	位置限制最大 (Max.position limit)	DINT	RW	No	Pos Units
609Ah	-	Homing 加速度 (Homing Acceleration)	UDINT	RW	Yes	Acc Units
200Dh	-	基本功能设置 (Function Select Switch)	UINT	RW	No	-
200Eh	-	位置刻度分子 (Position Scale Numerator)	INT	RW	No	-
200Fh	-	位置刻度分母 (Position Scale Denominator)	INT	RW	No	-

Index	Sub-Index	Name	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6040h	00h	ControlWord		0~65535	U16	RW	RxPDO
6098h	00h	Homing Method		-128~127	I8	RW	RxPDO
6099h	-	Homing Speeds		-	-	-	-
	00h	Number Of Entries		2	U8	RO	No
	01h	Speed During Searchfor Switch	指令单位/s	0~4294967295	U32	RW	RxPDO
	02h	Speed During SearchForzero	指令单位/s	0~4294967295	U32	RW	RxPDO
609Ah	00h	Homing Acceleration	指令单位/s ²	0~4294967295	U32	RW	RxPDO

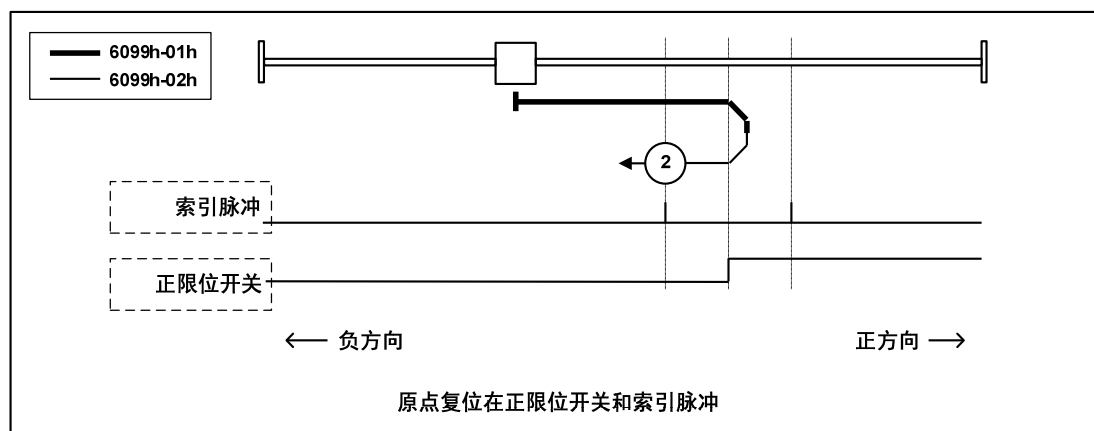
方法 1

- 此方法是，如果未激活负限位开关，初始化动作方向是负方向。
(图示为低电平状态下非激活状态)
- 原点检出位置是负限位信号为非激活后的在正方向侧位置的最初的索引脉冲检出位置。



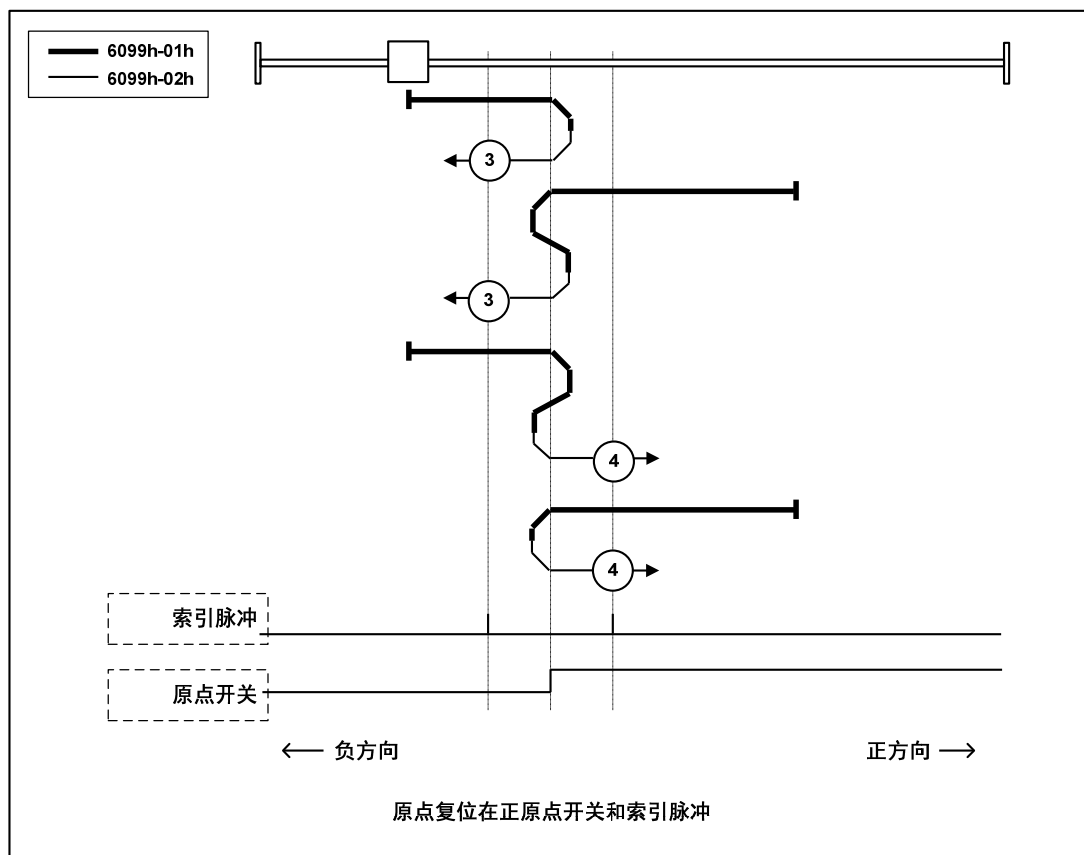
方法 2

- 此方法是，如果未激活正限位开关，初始化动作方向是正方向。
(图示为低电平状态下非激活状态)
- 原点检出位置是正限位信号为非激活后的在负方向侧位置的最初的索引脉冲检出位置。(请参照下图)



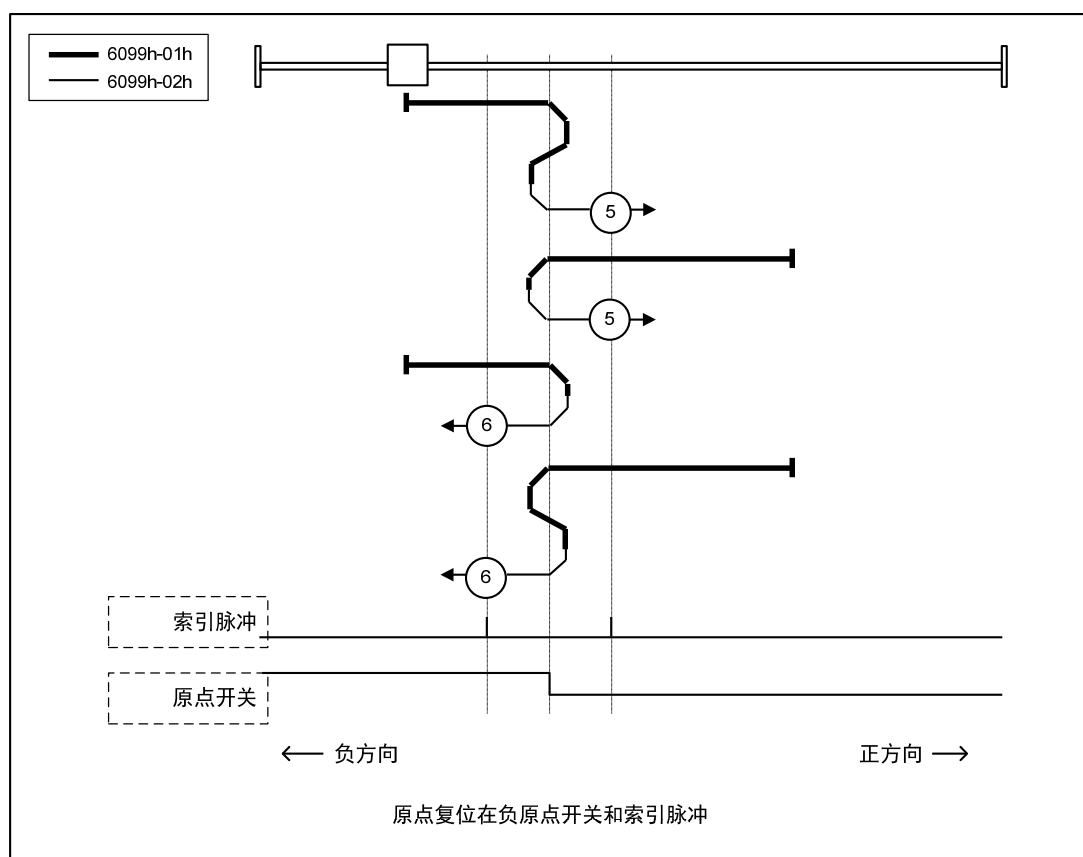
方法 3, 4

- 此方法是，基于启动时的原点开关的状态初始化动作方向变化。
- 原点检出位置是原点开关的状态变化后的负方向侧，或者负方向侧最初的索引脉冲检出位置。（请参照下图）



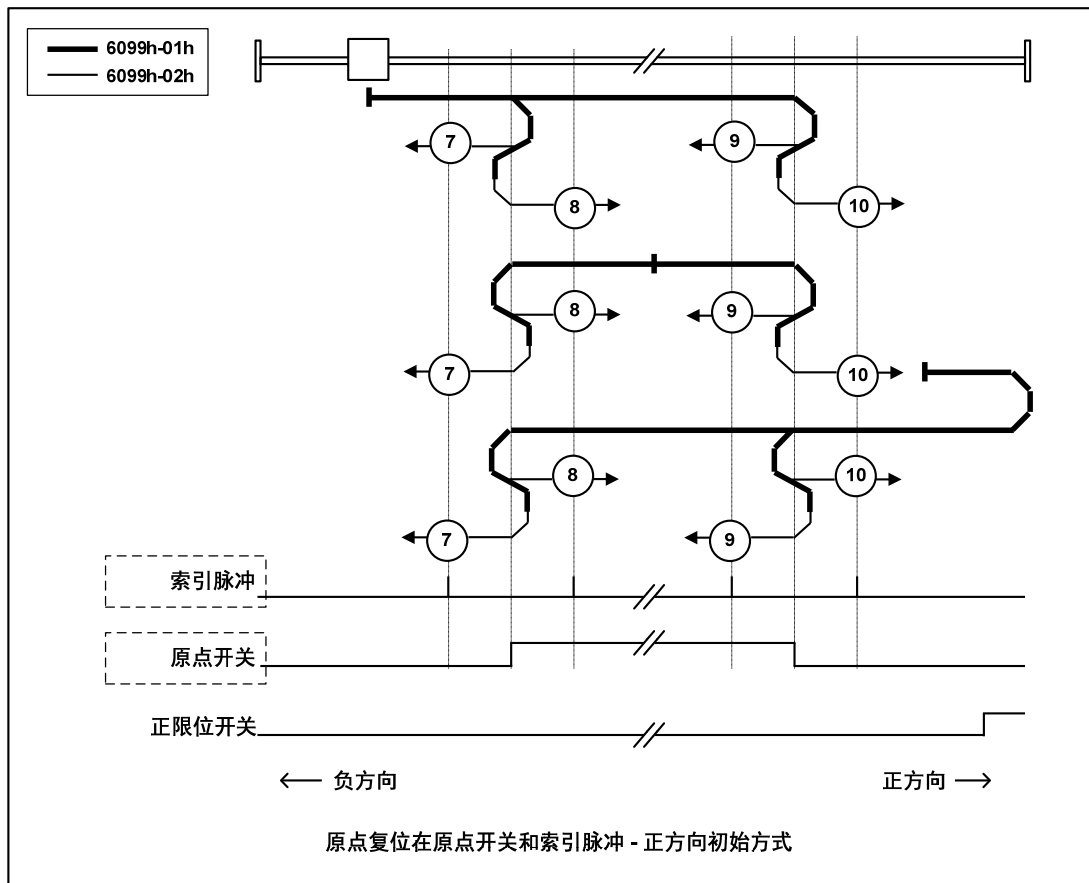
方法 5, 6

- 此方法是，基于启动时的原点开关的状态初始化动作方向变化。
- 原点检出位置是原点开关的状态变化后的负方向侧，或者正方向侧最初的索引脉冲检出位置。（请参照下图）



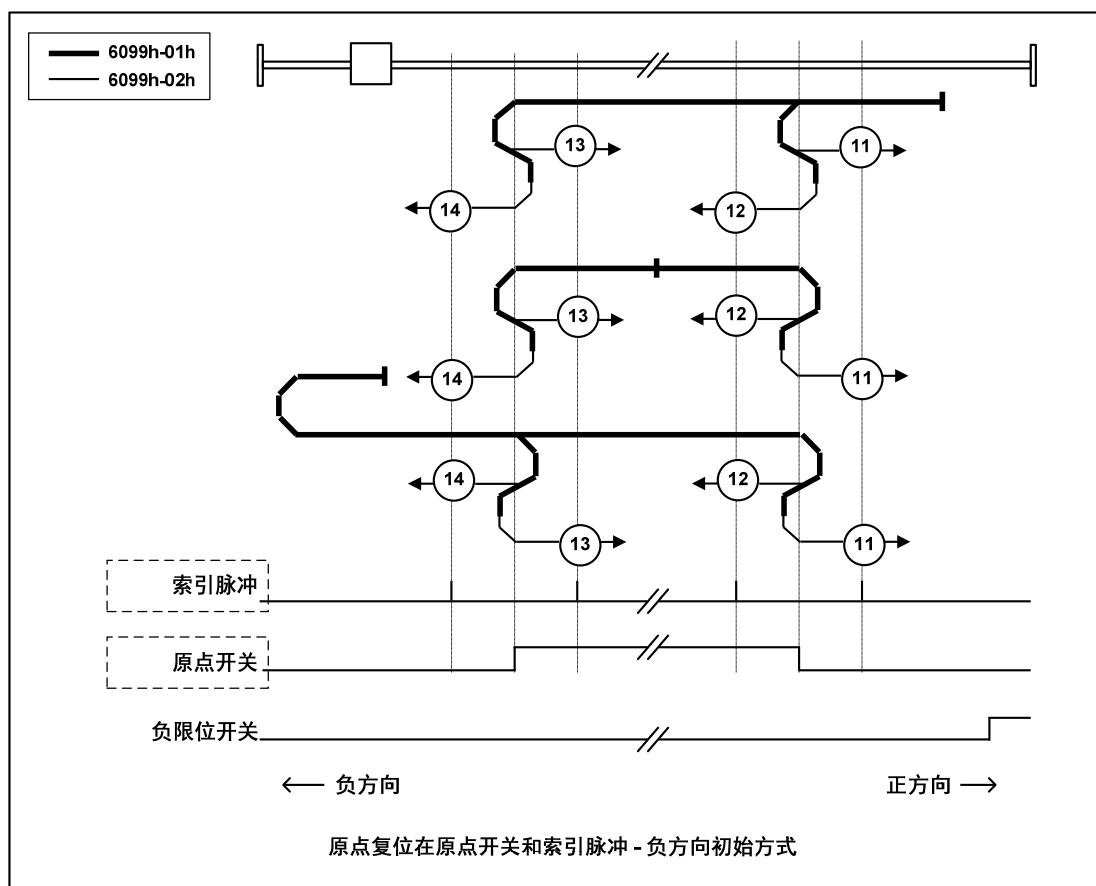
方法 7, 8, 9, 10

- 此方法是，使用原点开关盒索引脉冲。
- 方法 7, 8 的初始动作方向是原点开关如果在动作开始时已经激活，则为负方向。
- 方法 9, 10 的初始化动作方向是原点开关如果在动作开始时已经激活，则为正方向。
- 原点检出位置是，原点开关的上升沿或者下降沿附近的索引脉冲。
(请参照下图)



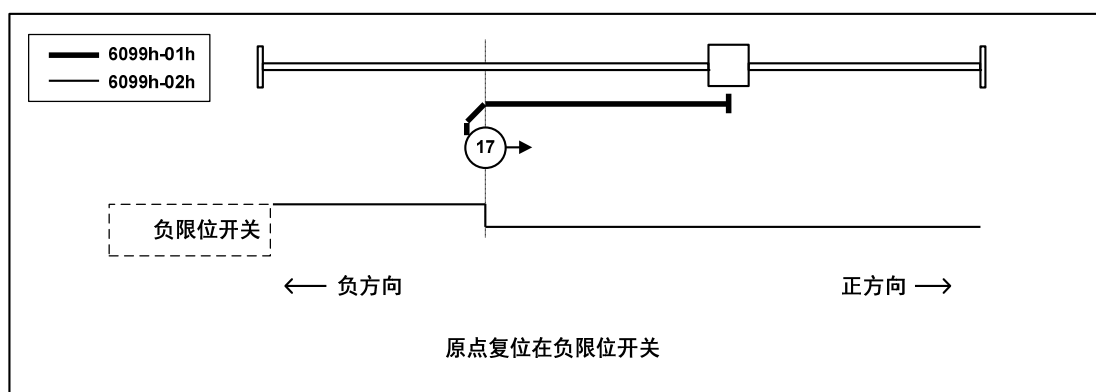
方法 11, 12, 13, 14

- 此方法是，使用原点开关和索引脉冲。
- 方法 11, 12 的初始化动作方向是原点开关如果在动作开始时已经激活，则为正方向。
- 方法 13, 14 的初始化动作方向是原点开关如果在动作开始时已经激活，则为负方向。
- 原点检出位置是，原点开关的上升沿或者下降沿附近的索引脉冲。
(请参照下图)



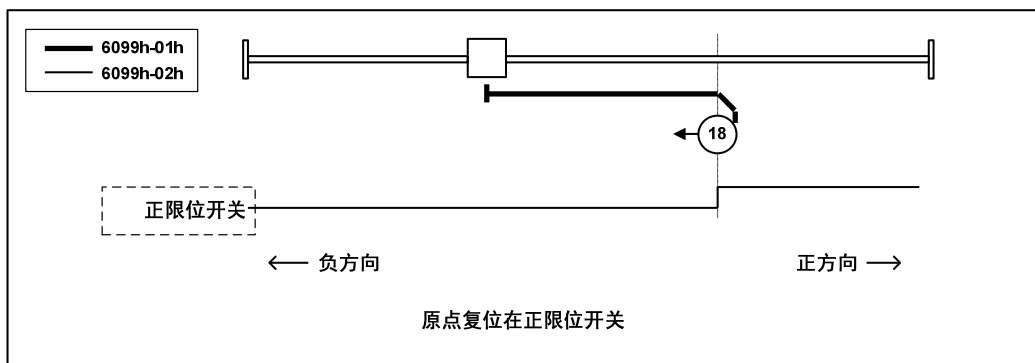
方法 17

- 此方法是和方法 1 相似。不同的是，原点检出位置不是索引脉冲，而是限位开关变化的位置。（请参照下图）



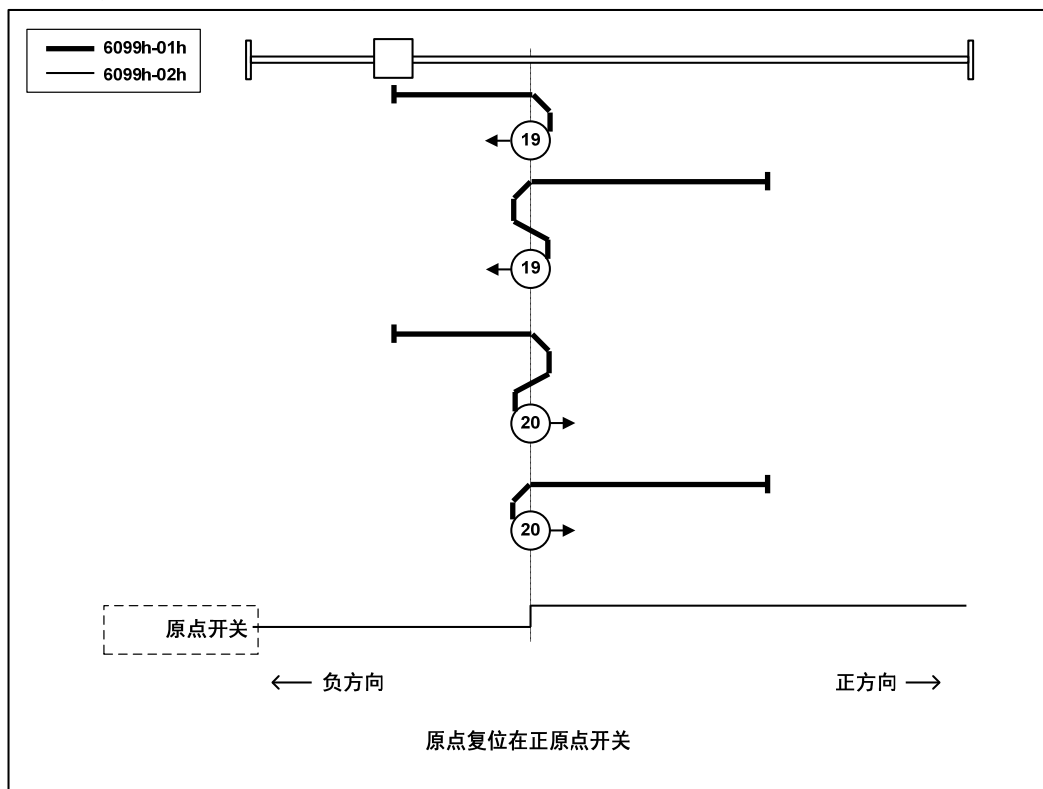
方法 18

- 此方法和方法 2 相似。不同的是，原点检出位置不是索引脉冲，而是限位开关变化的位置。（请参照下图）



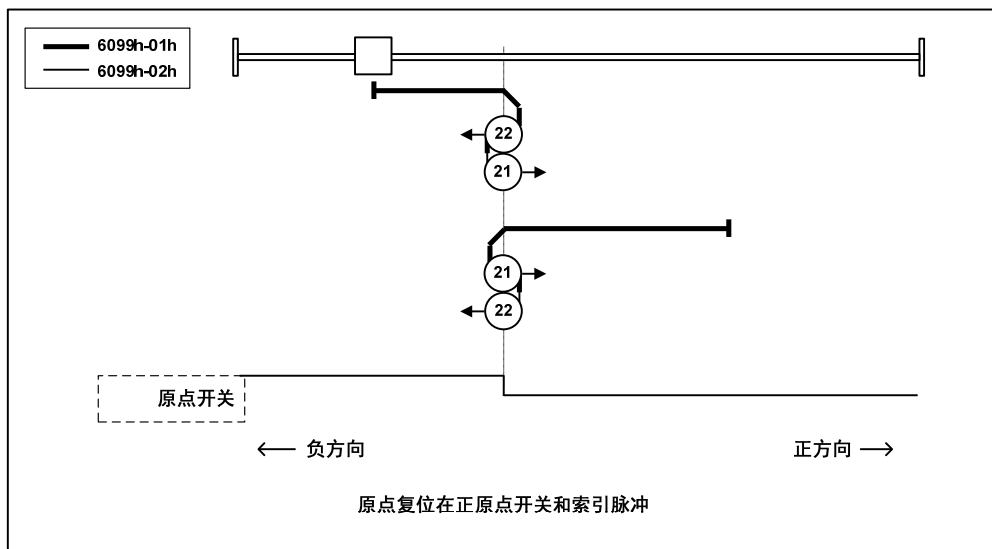
方法 19, 20

- 此方法和方法 3, 4 相似。不同的是，原点检出位置不是索引脉冲，而是原点开关变化的位置。（请参照下图）



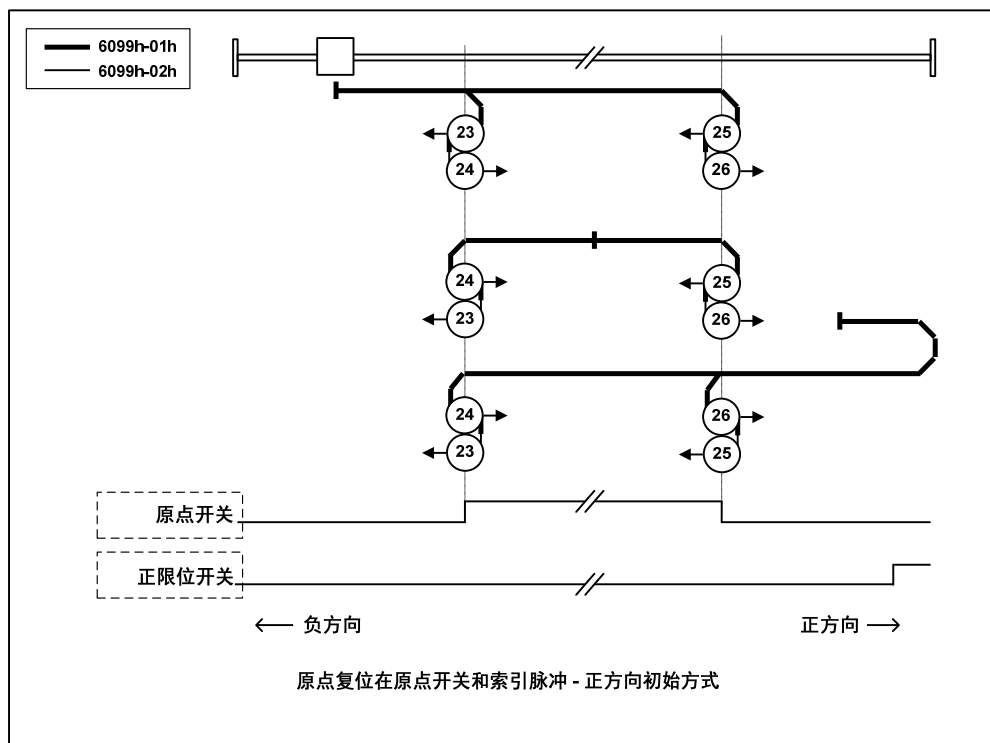
方法 21, 22

- 此方法和方法 5, 6 相似。不同的是，原点检出位置不是索引脉冲，而是原点开关变化的位置。（请参照下图）



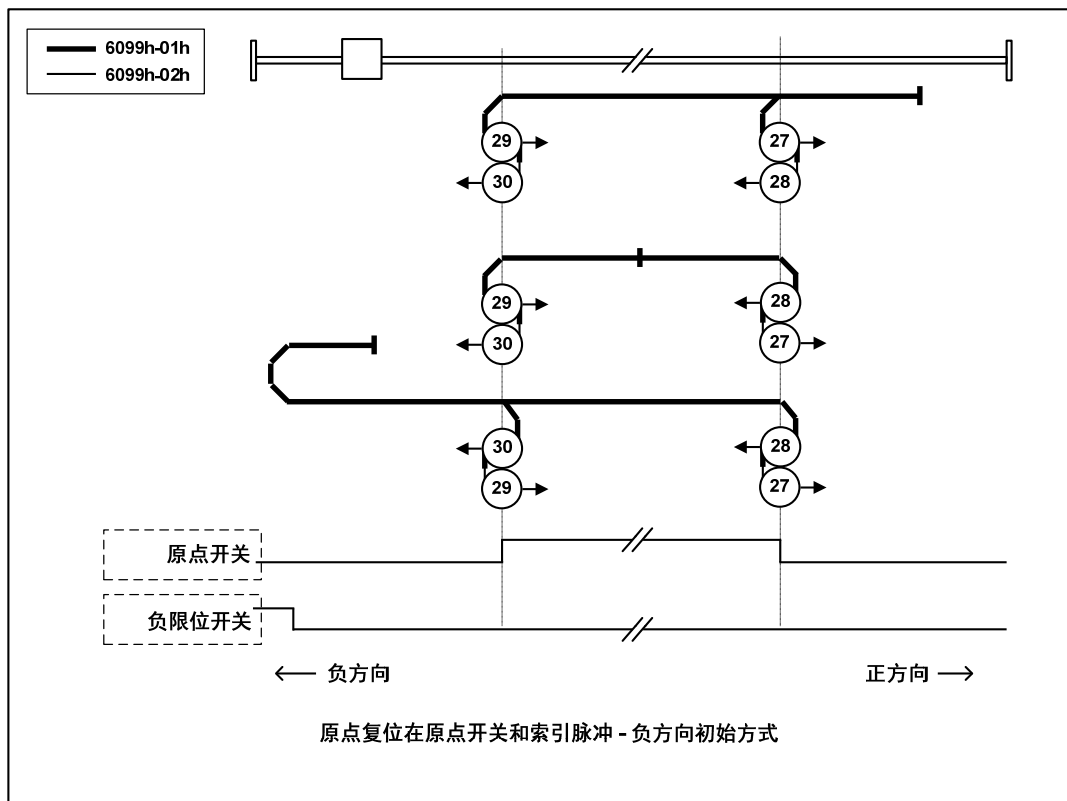
方法 23, 24, 25, 26

- 此方法和方法 7, 8, 9, 10 相似。不同的是，原点检出位置不是索引脉冲，而是原点开关变化的位置。（请参照下图）



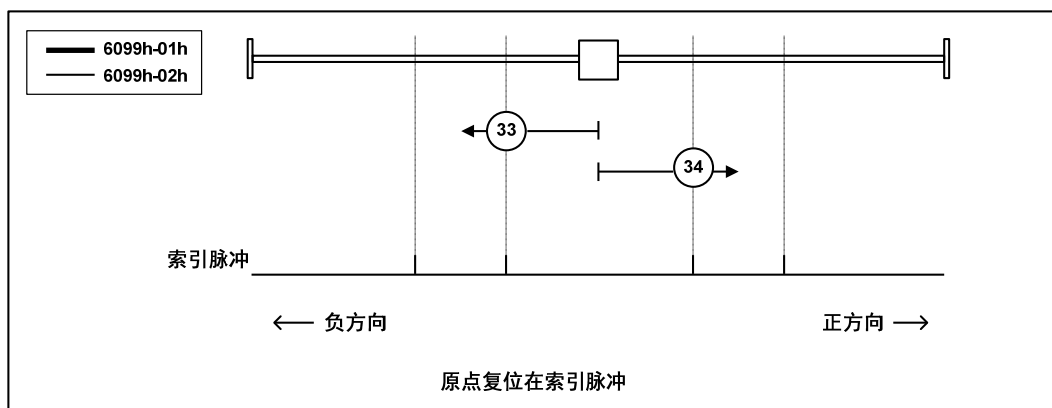
方法 27, 28, 29, 30

- 此方法是和方法 11, 12, 13, 14 相似。不同的是，原点检出位置不是索引脉冲，而是原点开关变化的位置。（请参照下图）



方法 33, 34

- 此方法是只使用索引脉冲。
- 在图中所示方向动作后检出索引脉冲作为原点检出位置。



方法 35

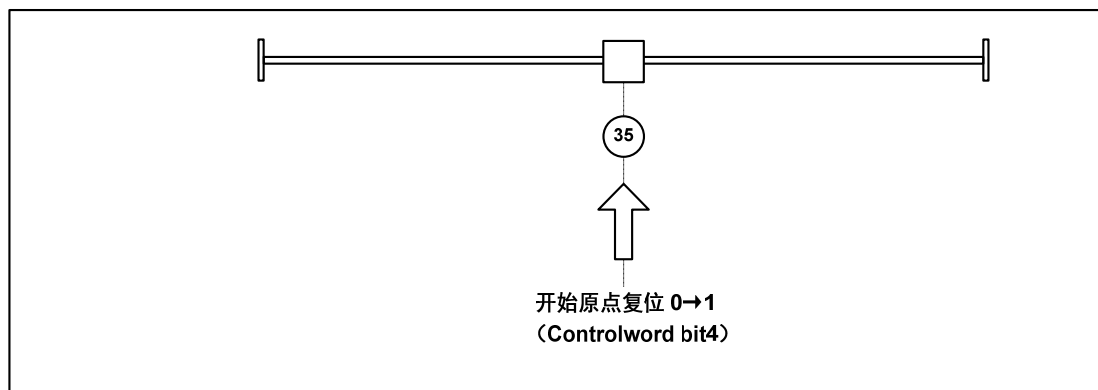
- 在执行伺服驱动器的坐标系的设定（位置信息的设定）时使用。
- 在零点回归启动时的点，以此位置为基准初始化（预置）下述的对象。

6062h（Position Demand Value）=6064h（Position Actual Value）=607Ch（Home Offset）

6063h（Position Actual Internal Value）=60FCh（Position Demand Internal Value）= 0

注：607Ch（Home Offset）被加算到 6062h 以及 6064h 中。

- PDS 状态不是操作使能状态，也可以执行。



5.5 模式共通功能

在多轴的应用中，Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5 和 Axis-6 六个轴的操作相互独立，使用独立的对象传输数据，使用独立的状态机，使用独立的控制环路。如下描述内容使用与 Axis-1、Axis-2、Axis-3、Axis-4、Axis-5 和 Axis-6 六个轴中的任何一个轴，以 Axis-1 为例进行描述，描述中使用的对象也以 Axis-1 轴为例。

5.5.1 停机功能

组合使用CoE（CiA402）定义的减速功能（选择代码）和伺服的减速功能（EMG、动态制动器停止、自由运转停止、即时停止等）实现“停机功能”。

1. PDS 选择代码一览

Index	Sub Index	Name	Units	Range	Date Type	Acc -ess	PDO
6007h	00h	Abort Connection Option Code	-	0-3	I16	rw	No
605Ah	00h	Quick Stop Option Code	-	0-7	I16	rw	No
605Bh	00h	Shutdown Option Code	-	0-1	I16	rw	No
605Ch	00h	Disable Operation Option Code	-	0-1	I16	rw	No
605Eh	00h	Fault Reaction Option Code	-	0-2	I16	rw	No

2. 关联对象一览

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Acc -ess	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6084h	00h	Profile Deceleration	指令单位 /s ²	0~4294967295	U32	RW	Rx-PDO	pp/ip /pv	Yes

- 设定 Profile 减速度。
- 如果设定为 0，内部处理作为 1 操作。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Acc -ess	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6085h	00h	Quick Stop Deceleration	指令单位 /s ²	0~4294967295	U32	RW	Rx-PDO	pp/ip/pv/hm /csp/csv	Yes

- 如果 605Ah（Quick stop option code）是“2”或者“6”，设定 Quick stop 时的电机减速停止使用的减速参数。

- 605Dh (Halt option code) 和 605Eh (Fault reaction option code) 是“2”是也被使用。
- 如果设定为 0, 内部处理作为 1 操作。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6087h	00h	Torque Slope	指令单位 0.1%/s	0~ 4294967295	U32	RW	RxPDO	tq/cst	Yes

- 设定因为给与倾向转矩指令的参数值。
- Cyclic 同期转矩模式 (cst) 下只有减速停止时间时有效。
- 如果设定为 0, 内部处理作为 1 操作。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
60C6h	00h	Max Deceleration	指令单位 /s ²	0~ 4294967295	U32	RW	RxPDO	pp/h m/pv/ ip	Yes

- 设定最大减速度。
- 如果设定为 0, 内部处理作为 1 操作。

(1) EMG 紧急停止

当DI中的EMG (紧急停机) ON时根据参数P164 (紧急停机方式) 的设置来执行紧急停止。

- P164=0 时, 驱动器直接切断电机电流, 电机自由停止。

(2) Quick Stop Option Code (605Ah)

设定电机减速停止方法

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
605Ah	00h	Quick Stop Option Code	-	0~7	I16	RW	No	ALL	Yes

- 设定 Quick stop 的时序。根据控制模式定义有所不同。
- 下述值以外设定禁止。

csp, csv, hm

0: 电机自由停止后, 迁移到 Switch on Disabled。

1~7: 保留。

(3) Shutdown Option Code (605Bh)

设定接收“ShutDown”和“Disable Voltage”命令时的电机减速停止的方法。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
605Bh	00h	ShutDown Option Code	-	0~1	I16	RW	No	ALL	Yes

- 设定 PDS 命令“Shutdown”、“Disable voltage”接收时的时序。根据控制模式定义有所不同。
- 下述值以外设定禁止。

PDS命令“Shutdown”接收时：

csp, csv, hm

0: 电机自由停止后，转换到 Ready to switch on。

1: 保留。

(4) Disable Operation Option Code (605Ch)

设定接收“Disable operation”命令时的电机减速停止的方法。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
605Ch	00h	Disableoperation option code	-	0~1	I16	RW	No	ALL	Yes

- 设定接收 PDS 命令“Disable operation”时的时序。根据控制模式定义有所不同。
- 下述值以外设定禁止。

csp, csv, hm

0: 电机自由停止后转换到 switched on。

1: 保留。

(5) Fault Reaction Option Code (605Eh)

设定报警发生时的电机停止方法。

当故障发生时，制动器立即动作同时关pwm进入fault状态。

5.5.2 数字输入/数字输出

1. 数字输入（60FDh）

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
60FDh	00h	Digital Inputs	-	0~4294967295	U32	RO	Tx-PDO	ALL	No

● 表示外部输入信号的理论输入状态。

bit	31	30	29	28	27	26	25	24
功能	(reserved)							DI6
bit	23	22	21	20	19	18	17	16
功能	DI5	DI4	DI3	DI2	DI1	(reserved)		
bit	15	14	13	12	11	10	9	8
功能	(reserved)							
bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	(reserved)				(Not Supported)	homeswitch [HOME]	positive limitswitch [POT]	negative limitswitch [NOT]

注意要使用如下功能时，必须要将 DI 配置到相应的 IO 功能，否则会产生不可预料的结果。

bit19-24 反应了 DI1 到 DI6 的原始 IO 状态，各 Bit 的详情如下：

Value	Definition
0	Switched off (理论输入状态OFF)
1	Switched on (理论输入状态ON)

表示 60FDh(Digital Inputs)的 bit2(home switch)、bit1(positive limit switch)、bit0(negative limitswitch) 并行 I/O 连接器的近原点输入 (HOME)、正方向驱动禁止输入 (POT)、负方向驱动禁止输入 (NOT) 的信号状态。

2. 数字输出 (60FEh)

使用此对象如果执行set brake信号控制，一定要通过PDO使用。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM		
60FEh	-	Digital Outputs	-	-	-	-	-	-	-		
		<ul style="list-style-type: none"> ● 外部输出信号的输出的三极管动作时使用。 									
		bit	31	30	29	28	27	26	25	24	
		功能	(Not Supported)							DO9	
		bit	23	22	21	20	19	18	17	16	
		功能	DO8	DO7	DO6	DO5	DO4	DO3	DO2	DO1	
		bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
		功能	(reserved)								
		bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
		功能	(reserved)							set brake	
	00h	Number of entries	-	2	U8	RO	No	ALL	No		
		<ul style="list-style-type: none"> ● 表示60FEh 的Sub-Index的数。 									
	01h	Physical outputs	-	0~4294967295	U32	RW	Rx-PDO	ALL	Yes		
		<ul style="list-style-type: none"> ● 操作外部输出信号的输出。 									
	02h	Bit mask	-	0~4294967295	U32	RW	Rx-PDO	ALL	Yes		
		<ul style="list-style-type: none"> ● 设定为“1”时，对应的Physical output正常输出；为“0”时，对应的Physical output输出无效电平。 									
bit16-24可控制DO1-9的输出状态，注意同样需将DOx配置为相应的功能，不支持bit mask。 bit0为1的时候表示制动器吸合；为0的时候表示制动器释放，支持bit mask。											

5.5.3 位置信息

1. 位置信息的初始化时间

伺服驱动器在通信建立时（ESM状态Init→PreOP转换时），初始化以下的位置信息对象。

- 6062h（Position Demand Value）
- 6063h（Position Actual Internal Value）
- 6064h（Position Actual Value）
- 60FCh（Position Demand Internal Value）

因此电子齿轮功能、极性、原点偏移等内容的生效是在通信建立时执行。

2. 电子齿轮功能

电子齿轮是将用户通过指令单位设定的移动量转换为进行实际移动伺服内部所需脉冲数的功能。此功能的使用，可以任意设定每个指令单位的电机旋转移动量。EP3E EtherCAT系列未根据参数P027, P028（电机每旋转1次的指令脉冲数）、P029（电子齿轮分子）、P030（电子齿轮分母）设定的电子齿轮比，而是根据CoE（CiA402）规定的对象608Fh（Position Encoder Resolution）、6091h（Gear Ratio）、6092h（Feed Constant）设定电子齿轮比。

用户定义的单位（指令单位）和内部单位（pulse）的关系，根据下述方程式进行计算。

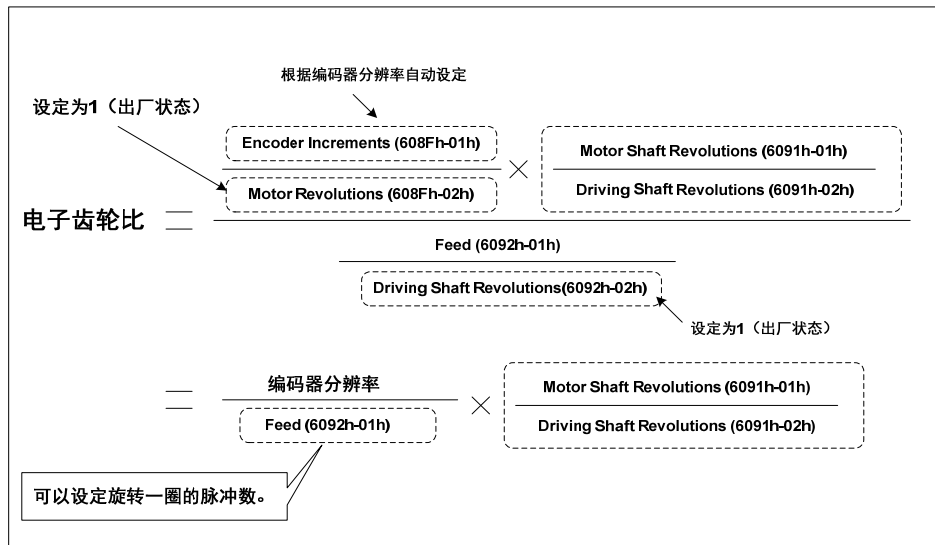
$$\text{电子齿轮比} = \frac{\text{Position Encoder Resolution} \times \text{Gear Ratio}}{\text{Feed Constant}}$$

$$\text{Position Demand Value} \times \text{电子齿轮比} = \text{Position Demand Internal Value}$$

注：电子齿轮比在1000倍～1/1000倍的范围内有效。如果超出范围则发生异常保护。

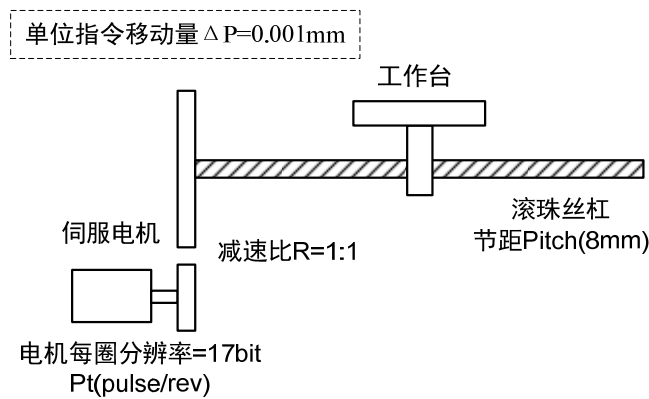
- 电子齿轮比的设定是从 Init 转换到 PreOP 的时刻生效。
- 电子齿轮比的值请设定在 -2^{31} （-2147483648）～ $+2^{31}-1$ （2147483647）的范围内，如果超出范围则会发生异常。

3. 电子齿轮计算公式



4. 电子齿轮举例

(1) 电子齿轮在滚珠丝杠应用



- 机械规格：滚珠丝杠节距 $Pitch$ 为 8mm；减速比 1/1
- 编码器分辨率为 131072（17bit）
- 指令单位 ΔP 为 0.001mm
- 负载轴转动一圈的指令脉冲数

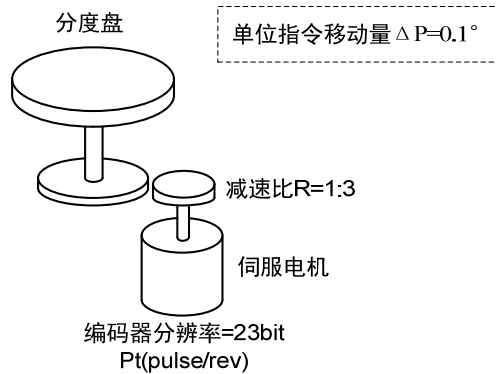
$$Feed(6092h-01h) = \frac{Pitch}{\Delta P} = \frac{8\text{mm}}{0.001\text{mm}} = 8000$$

- 计算电子齿轮比

$$\begin{aligned} \text{电子齿轮比} &= \frac{\text{编码器分辨率}}{\text{Feed}(6092h-01h)} \times \frac{\text{Motor Shaft Revolution s}(6091h-01h)}{\text{Driving Shaft Revolution s}(6091h-02h)} \\ &= \frac{131072}{8000} \times \frac{1}{1} \end{aligned}$$

- 设置参数: Feed(6092h-01h)设置为8000, Motor Shaft Revolutions(6091h-01h)设置为1, Driving Shaft Revolutions(6091h-02h)设置为1。

(2) 电子齿轮在分度盘应用



- 机械规格: 一圈的旋转角 360° ; 减速比 1/3
- 编码器分辨率为 8388608 (23bit)
- 指令单位 ΔP 为 0.1°
- 计算负载轴一转的指令脉冲数

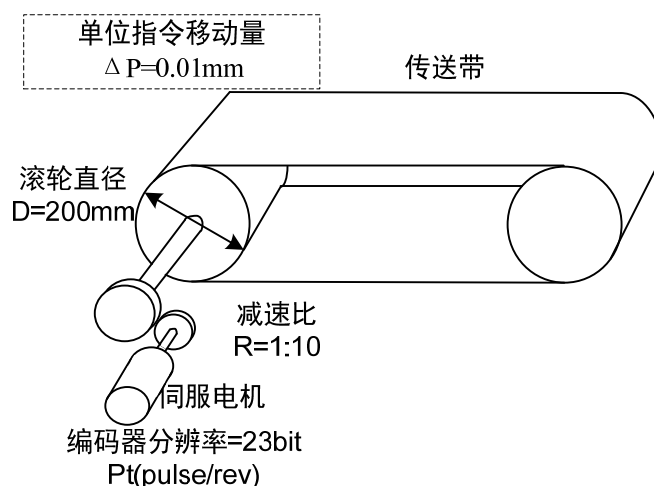
$$\text{Feed}(6092h-01h) = \frac{360^\circ}{\Delta P} = \frac{360^\circ}{0.1^\circ} = 3600$$

- 计算电子齿轮比

$$\begin{aligned} \text{电子齿轮比} &= \frac{\text{编码器分辨率}}{\text{Feed}(6092h-01h)} \times \frac{\text{Motor Shaft Revolutions}(6091h-01h)}{\text{Driving Shaft Revolutions}(6091h-02h)} \\ &= \frac{8388608}{3600} \times \frac{3}{1} \end{aligned}$$

- 设置参数: Feed(6092h-01h)设置为3600, Motor Shaft Revolutions(6091h-01h)设置为3, Driving Shaft Revolutions(6091h-02h)设置为1。

(3) 电子齿轮在传送带应用



- 机械规格：滚轮直径 200mm；减速比 1/10
- 编码器分辨率为 8388608（23bit）
- 指令单位 ΔP 为 0.01mm
- 负载轴转动一圈的指令脉冲数

$$Feed(6092h-01h) = \frac{\pi D}{\Delta P} = \frac{3.14 \times 200mm}{0.01mm} = 62800$$

- 计算电子齿轮比

$$\begin{aligned} \text{电子齿轮比} &= \frac{\text{编码器分辨率}}{Feed(6092h-01h)} \times \frac{Motor\ Shaft\ Revolutions(6091h-01h)}{Driving\ Shaft\ Revolutions(6091h-02h)} \\ &= \frac{8388608}{62800} \times \frac{10}{1} \end{aligned}$$

- 设置参数：Feed(6092h-01h)设置为62800，Motor Shaft Revolutions(6091h-01h)设置为10，Driving Shaft Revolutions(6091h-02h)设置为1。

5. 电子齿轮设定值的保存

电子齿轮关联对象（6091h-01h、6091h-02h、6092h-01h、6092h-02h）是保存对象。变更后推荐执行保存操作（写入EEPROM）。使用上位机软件的对象编辑器可以执行对象的设定、保存。

对象编辑器

修改参数值后,单击<设定值变更>按钮将修改后的参数值写入伺服驱动器,这些参数值在写入EEPROM后重新启动伺服驱动器才能生效。 设定值变更

Object Name	Main Index	Sub Index	Object Name	Data Type	Attrib	Min - Max	Setting Value	Units
0x2000h	0x2003	00	软件版本	S16	RO	0-32767	61.01	--
0x6000h	0x2005	00	速度环增益	S16	RW	1-3000	45	Hz
	0x2006	00	速度环积分时间常数	S16	RW	1.0-1000.0	1.5	ms
	0x2007	00	转矩滤波时间常数	S16	RW	0.10-50.00	0.13	ms
	0x2009	00	位置环增益	S16	RW	1-1000	40	Hz
	0x2011	00	负载转动惯量比	S16	RW	0.0-200.0	1.0	倍
	0x2012	00	速度环PDEF控制系数	S16	RW	0-100	100	%
	0x2013	00	速度检测滤波时间常数	S16	RW	0.50-50.00	0.50	ms
	0x2015	00	位置环前馈增益	S16	RW	0-100	0	%
	0x2016	00	位置环前馈滤波时间常数	S16	RW	0.20-50.00	1.00	ms
	0x201B	00	编码器脉冲因子1	S16	RW	1-32767	10000	--
	0x201C	00	编码器脉冲因子2	S16	RW	1-32767	1	--
	0x201D	00	指令脉冲电子齿轮第1分子	S16	RW	1-32767	1	--
	0x201E	00	指令脉冲电子齿轮分母	S16	RW	1-32767	1	--
	0x202A	00	CWL/CCWL方向禁止的方式	S16	RW	0-1	0	--
	0x203C	00	速度指令加速时间	S16	RW	0-30000	0	ms
	0x203D	00	速度指令减速时间	S16	RW	0-30000	0	ms
	0x203F	00	EMG(紧急停机)的减速时间	S16	RW	0-10000	1000	ms
	0x2041	00	内部正转(CCW)转矩限制	S16	RW	0-300	300	%
	0x2042	00	内部反转(CW)转矩限制	S16	RW	-300-0	-200	%
	0x2043	00	外部正转(CCW)转矩限制	S16	RW	0-300	100	%
	0x2044	00	外部反转(CW)转矩限制	S16	RW	-300-0	-100	%
	0x2046	00	正转(CCW)转矩过载报警水平	S16	RW	0-300	300	%
	0x2047	00	反转(CW)转矩过载报警水平	S16	RW	-300-0	-300	%

(1) Position Encoder Resolution (608Fh)

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM	
608Fh	-	Position Encoder Resolution	-	-	-	-	-	-	-	
	● 编码器的分辨率自动设定。									
	00h	Highest Sub-Index Supported	-	2	U8	RO	No	ALL	No	
	● 表示608Fh的Sub-Index的数。									
	01h	Encoder Increments	pulse	0~4294967295	U32	RO	No	ALL	No	
	● 表示编码器移动量。值是编码器分辨率自动设定。									
	02h	Motor Revolutions	R (电机)	0~4294967295	U32	RO	No	ALL	No	
	● 表示电机旋转数。值固定为1。									

此对象定义电机每旋转一圈的编码器分辨率,根据从和伺服驱动器连接的电机读出的信息自动设定。

$$\text{Position Encoder Resolution} = \frac{\text{Encoder Increments (608Fh - 01h)}}{\text{Motor Revolutions (608Fh - 02h)}}$$

例: 17bit/r 编码器连接的情况

$$608Fh-01h \text{ (Encoder Increments)} = 131072$$

$$608Fh-02h \text{ (Motor Revolutions)} = 1$$

$$\text{Position Encoder Resolution} = 131072 / 1 = 131072$$

(2) Gear ratio (6091h)

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6091h	-	Gear Ratio	-						
		● 设定齿轮比。							
	00h	Number of Entries	-	2	U8	RO	No	ALL	No
		● 表示 6091h 的 Sub-Index 的数。							
	01h	Motor Revolutions	R(电机)	0~4294967295	U32	RW	No	ALL	Yes
		● 设定电机旋转数。							
02h	Shaft Revolutions	r(轴)	0~4294967295	U32	RW	No	ALL	Yes	
	● 设定轴旋转数。								

此对象定义电机转数以及电子齿轮输出后的轴转数相关的内容。

$$\text{Gear ratio} = \frac{\text{Motor Shaft Revolutions (6091h-01h)}}{\text{Driving Shaft Revolutions (6091h-02h)}}$$

(3) Feed Constant (6092h)

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
6092h	-	Feed Constant	-	-	-	-	-	-	-
		● 设定feed 常数。							
	00h	Highest Sub-index Supported	-	2	U8	RO	No	ALL	No
		● 表示6092h 的Sub-Index 的数。							
	01h	Feed	指令单位	0-4294967295	U32	RW	No	ALL	Yes
		● 设定feed 量。							
02h	Shaft Revolutions	r(轴)	0-4294967295	U32	RW	No	ALL	Yes	
	● 设定轴旋转数。								

此对象表示电子齿轮输出后的轴每旋转1圈的动作量。

$$\text{Feed Constant} = \frac{\text{Feed (6092h - 01h)}}{\text{Driving Shaft Revolutions (6092h - 02h)}}$$

(4) 极性 (607Eh)

对于位置指令 / 速度指令 / 转矩指令以及每次的偏移，可以设定极性（电机旋转方向）。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
607Eh	00h	Polarity	-	0-255	U8	RW	No	ALL	Yes

设定把位置指令、速度指令、转矩指令和位置偏移、速度偏移（速度加算）、转矩偏移（转矩加算）的值从对象传送到内部处理时的极性，和把位置反馈、速度反馈、转矩反馈的值从内部处理传送到对象时的极性。具体涉及到的对象如下：

- 指令设定类对象
 - 607Ah (Target Position)、60B0h (Position Offset)、60FFh (Target Velocity)、60B1h (Velocity Offset)、6071h (Target Torque)、60B2h (Torque Offset)
- 监测类对象
 - 6062h (Position Demand Value)、6064h (Position Actual Value)、606Bh (Velocity Demand Value)、606Ch (Velocity Actual Value)、6074h (Torque Demand)、6077h (Torque Actual Value)
- 外部输入类对象
 - 60FDh-00h (Digital Input) 的 bit1 (positive Limit Switch (POT))、60FDh-00h (Digital Input) 的 bit0 (Negative Limit Switch (NOT))、外部输入信号的 POT、NOT

设定值	内容
0	位置、速度、转矩的符号没有反转
224	位置、速度、转矩的符号反转
上述以外	Not supported (请不要设定, 无效果)

例：采用 17bit 绝对值编码器时，607Eh 的设置及影响如下表所示：

607E (设定值)	位置信息
0 的情况 (CCW 为正方向)	6063h = $M \times 217 + S$
	6064h = (6063h × 电子齿轮逆变换值) + 607Ch
224 的情况 (CW 为正方向)	6063h = $-(M \times 217 + S)$
	6064h = (6063h × 电子齿轮逆变换值) + 607Ch

其中，6063h (Position Actual Internal Value)、6064h (Position Actual Value)、607Ch (Home offset)、M 为多圈数据、S 为单圈数据。

5.6 对象的 EEPROM 操作

使用对象 1010h 可对从站的 EEPROM 进行操作。

Index	Sub-Index	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
1010h	-	Store Parameters	-	-	-	-	-	-	-
	对象数据写入 EEPROM。 作为备用对象的对象是对象清单的 EEPROM 栏中记载“ Yes ”的对象。								
	00h	Number of Entries	-	0-255	U8	RO	No	All	No
	值固定为 1								
	01h	Save All Parameters	-	0~4294967295	U32	RW	No	All	No
<ul style="list-style-type: none"> ● 对象 1010h.01h 初始化的值为 0x01 。 ● 在需要保存参数的时候，通过 SDO 写对象 1010h.01h 值为 (65766173h)。 ● 在需要恢复参数缺省值的时候，通过 SDO 写对象 1010h.01h 值为 (64616f6ch)。 ● 检测到对象 1010h.01h 的值为 (65766173h) 时，将触发一次保存驱动器参数 EEPROM 操作 (E-SET)。在保存操作期间，SDO 的功能需要暂时中止直到保存操作完成，否则会导致错误。 ● 检测到对象 1010h.01h 的值为 (64616f6ch) 时，将触发一次缺省驱动器参数 EEPROM 操作 (E-DEF)。在缺省操作期间，SDO 的功能暂时中止直到缺省操作完成，否则会导致错误 ● 写 1010h.01h 触发 EEPROM 操作(E-SET 或 E-DEF)后，如果操作成功读 1010h.01h 的值返回为 0；如果操作失败读 1010h.01h 的值返回为 1。 									

- EEPROM 写入次数有限制。
- EEPROM 写入时间最长花费 10 秒（全部对象变更时）。

5.7 厂家自定义功能操作

使用对象 Operation Command 和对象 Operation Status 和可对各从站进行厂家自定义操作。

Index	Sub-Index	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
27FEh 2FFEh 37FEh 3FFEh 47FEh 4FFEh	00h	Operation Command	-	-	-	-	-	-	-
<ul style="list-style-type: none"> ● 每个对象对应特定的轴，详见 5.1 章节.30 说明。 ● 对象初始化值为 0x0000。 ● 在需要对特定轴执行厂家自定义功能时，通过 SDO 写轴对应对象值为厂家定义的功能码。 ● 检测到轴对应对象的值为合法的功能码时，将触发一次厂家自定义功能的执行过程，功能执行的结果可以通过读取此轴对应对象 Operation Status 获取，同时此轴对应对象值被清零。 ● 检测到轴对应对象的值为非法的功能码时，伺服无动作，此轴对应对象值自动被清零。 									

Index	Sub-Index	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO	Op-mode	EEP-ROM
27FFh 2FFFh 37FFh 3FFFh 47FFh 4FFFh	00h	Operation Sataus	-	-	-	-	-	-	-
<ul style="list-style-type: none"> ● 每个对象对应特定的轴，详见 5.1 章节.31 说明。 ● 对象初始化值为 0x0000。 ● 轴被触发执行厂家自定义功能时，此轴对应对象值被清零。随后此轴对应对象保存功能执行的结果，通过 SDO 读取轴对应对象获取。 ● 功能执行的结果不会自动清零，只到对应轴对象 Operation Command 接收到一个非零的操作功能码。 									

- 每次操作一个轴，当前轴操作完成之后，才能进行下一个轴的操作。
- 同时操作多个轴时，轴号大的轴操作命令覆盖轴号小的轴操作命令。

当前版本支持的厂家自定义功能码如下：

说明	Operation Command	Operation Status	操作意义
编码器初始化 (Fn36)	0xF024	0x24F0	编码器初始化成功
		0x2480	编码器初始化失败
编码器报警清除 (Fn37)	0xF025	0x25F0	编码器报警清除成功
		0x2580	编码器报警清除失败

第 6 章 报警

6.1 报警一览表

对象字典标准设备子协议区域中,轴 1 到轴 6 的故障对象依次为 603Fh、683Fh、703Fh、783Fh、803Fh 和 883Fh, 下表中的故障对象以轴 1 为例说明。

报警代码	序号	603Fh 值	报警名称	报警内容	报警清除
Err--	0	FF00h	无报警	工作正常	
Err 1	1	FF01h	超速	电机速度超过最大限制值	可
Err 2	2	FF02h	主电路过压	主电路电源电压超过规定值	可
Err 3	3	FF03h	主电路欠压	主电路电源电压低于规定值	可
Err 4	4	FF04h	位置超差	位置偏差计数器的数值超过设定值	可
Err 7	7	FF07h	驱动禁止异常	CCWL、CWL 驱动禁止输入都无效	可
Err 8	8	FF08h	位置偏差计数器溢出	位置偏差计数器的数值的绝对值超过 2^{30}	可
Err11	11	FF0Bh	功率模块过电流	功率模块发生故障	否
Err12	12	FF0Ch	过电流	电机电流过大	否
Err13	13	FF0Dh	过负载	电机过负载	否
Err14	14	FF0Eh	制动峰值功率过载	制动短时间瞬时负载过大	否
Err16	16	FF10h	电机热过载	电机热值超过设定值 (I^2t 检测)	否
Err17	17	FF11h	制动平均功率过载	制动长时间平均负载过大	否
Err18	18	FF12h	功率模块过载	功率模块输出平均负载过大	否
Err20	20	FF14h	EEPROM 错误	EEPROM 读写时错误	否
Err21	21	FF15h	逻辑电路出错	处理器外围逻辑电路故障	否
Err22	22	FF16h	功率版和控制板不匹配	更换功率版或者控制板	否
Err23	23	FF17h	AD 转换错误	电路或电流传感器错误	否
Err25	25	FF19h	FPGA 校验错误	FPGA 校验出错	否
Err29	29	FF1Dh	转矩过载报警	电机负载超过用户设定的数值和持续时间	可
Err35	35	FF23h	板间连接故障	驱动内连接通路故障	否

报警代码	序号	603Fh值	报警名称	报警内容	报警清除
Err40	40	FF28h	绝对值编码器通讯错误	驱动与编码器无法通信	否
Err41	41	FF29h	绝对值编码器握手错误	绝对值编码器握手错误	否
Err42	42	FF2Ah	绝对值编码器内部计数错	绝对值编码器计数异常	否
Err43	43	FF2Bh	绝对值编码器通讯应答错	绝对值编码器通讯应答异常	否
Err44	44	FF2Ch	绝对值编码器校验错	绝对值编码器通内容错误	否
Err45	45	FF2Dh	绝对值编码器 EEPROM 错误	绝对值编码器的 EEPROM 故障	否
Err46	46	FF2Eh	绝对值编码器参数错误	绝对值编码器参数被破坏	否
Err47	47	FF2Fh	绝对值编码器外接电池故障	电池电压过低	否
Err48	48	FF30h	绝对值编码器外接电池报警	电池电压偏低	否
Err49	49	FF31h	编码器过热	编码器过热	否
Err50	50	FF32h	电机参数与驱动器不匹配	电机和驱动的功率不匹配	否
Err51	51	FF33h	编码器自动识别失败	编码器自动识别失败	否
Err53	53	FF35h	编码器盒通讯失败	编码器盒通讯失败	否
Err54	54	FF36h	编码器盒通讯校验错	编码器盒通讯校验错	否
Err60	60	FF3Ch	Op 状态下数据接收异常	以太网通讯中断	是
Err61	61	FF3Dh	以太网通讯周期偏差过大	以太网通讯周期偏差过大	否
Err62	62	FF3Eh	以太网指令数据超出范围	以太网指令数据超出范围	否
Err65	65	FF41h	SYNC 信号初始化错误	SYNC 信号初始化错误	否
Err66	66	FF42h	SYNC 信号与数据接收节拍错误	SYNC 信号与数据接收相位错误	否
Err68	68	FF44h	EtherCAT 操作 EEPROM 失败	EtherCAT 操作 EEPROM 失败	否
Err80	80	FF50h	内部错误 1	内部计算出错，电子齿轮设置不合法	否
Err81	81	FF51h	内部错误 2	内部计算出错，参数设置为 0 异常	否
Err82	82	FF52h	内部错误 3	内部计算出错，回零参数设置不合法	否
Err84	84	FF54h	内部错误 4	伺服使能时主继电器未能成功关闭	否
Err88	88	FF58h	操作模式错误 1	使能时没有设置操作模式	可

报警代码	序号	603Fh 值	报警名称	报警内容	报警清除
Err89	89	FF59h	操作模式错误 2	设置无效的操作模式	可
Err95	95	FF5Fh	功率模块 ID 通讯错误	功率模块 ID 读取通讯故障	否
Err96	96	FF60h	功率模块 ID 不匹配	功率模块 ID 不支持 电机总功率超限	否
Err97	97	FF61h	IO 模块通讯错误	IO 模块发生通讯故障	否

6.2 报警原因和处理

Err1（超速）

原因	检查	处理
电机接线 U、V、W 相序错误	检查 U、V、W 接线	正确连接 U、V、W 接线，与驱动器插头的 U、V、W 标号一一对应
电机速度超调	检查运行状态，查看参数	调整伺服增益，使其减小超调；速度控制时，可增大加减速时间
编码器接线错误	检查编码器接线	正确接线

Err2（主电路过压）

原因	检查	处理
输入交流电源过高	检查电源电压	使电压符合产品规格
再生制动故障	再生制动电阻、制动管是否失效或接线断开	维修
再生制动能量过大	查看制动负载率	<ul style="list-style-type: none"> ● 降低起停频率 ● 增加加减速时间 ● 减小转矩限制值 ● 减小负载惯量 ● 更换更大功率驱动器和电机 ● 更换更大制动电阻

Err3（主电路欠压）

原因	检查	处理
输入交流电源过低	检查电源电压	使电压符合产品规格
继电器未能正常吸合	继电器驱动电路故障、直流母线电压检测故障	维修

Err4（位置超差）

原因	检查	处理
电机接线 U、V、W 相序错误	检查 U、V、W 接线	正确连接电机 U、V、W 接线，与驱动器插头的 U、V、W 标号一一对应
编码器零点变动	检查编码器零点	重新安装编码器并调零
编码器接线错误	检查编码器接线	正确接线
电机卡死	检查电机及机械连接部分	维修
指令脉冲频率太高	检查输入频率、脉冲分倍频参数	降低输入频率 调整脉冲分倍频参数
位置环增益太小	检查参数 P009、P013	增加位置环增益
转矩不足	查看转矩	增加转矩限制值 增加位置指令平滑滤波时间 减小负载 更换更大功率驱动器和电机

Err7（驱动禁止异常）

原因	检查	处理
伺服使能时 CCWL、CWL 驱动禁止输入都无效	检查 CCWL、CWL 接线	<ul style="list-style-type: none"> ● 正确输入 CCWL、CWL 信号 ● 若不使用 CCWL、CWL 信号，可设置参数 P097 屏蔽

Err8（位置偏差计数器溢出）

原因	检查	处理
电机卡死	检查电机及机械连接部分	检修
指令脉冲异常	检查脉冲指令	

Err11 (功率模块过电流)

原因	检查	处理
电机接线 U、V、W 之间短路	检查 U、V、W 接线	正确连接 U、V、W 接线
电机绕组绝缘损坏	检查电机	更换电机
驱动器损坏	检查驱动器	电机无问题,再次上电还是报警,可能是驱动器损坏
接地不良	检查接地线	正确接地
受到干扰	检查干扰源	增加线路滤波器,远离干扰源

Err12 (过电流)

原因	检查	处理
电机接线 U、V、W 之间短路	检查 U、V、W 接线	正确连接 U、V、W 接线
电机绕组绝缘损坏	检查电机	更换电机
驱动器损坏	检查驱动器	电机无问题,再次上电还是报警,可能是驱动器损坏

Err13 (过负载)

原因	检查	处理
超过额定负载连续运行	查看负载率	降低负载或换更大功率驱动器
系统不稳定	检查电机运行是否振荡	降低系统增益
加减速太快	检查电机运行是否平顺	加大加减速时间
编码器零点变动	检查编码器零点	重新安装编码器并调零

Err14 (制动峰值功率过载)

原因	检查	处理
输入交流电源偏高	检查电源电压	使电压符合产品规格
再生制动故障	再生制动电阻、制动管是否失效或接线断开	维修
再生制动能量过大	查看制动负载率	<ul style="list-style-type: none"> ● 降低起停频率 ● 增加加减速时间 ● 更换更大功率驱动器和电机 ● 更换更大制动电阻
接线错误	B1、B2 是否未短接 检查驱动器型号,是否需要连接外接制动电阻使用	将 B1、B2 短接 连接外接制动电阻使用

Err16 (电机热过载)

原因	检查	处理
超过额定负载长时间运行	查看负载率和电机温升	降低负载或换更大功率驱动器
编码器零点变动	检查编码器零点	重新安装编码器并调零

Err17 (制动平均功率过载)

原因	检查	处理
输入交流电源偏高	检查电源电压	使电压符合产品规格
再生制动能量过大	查看制动负载率	<ul style="list-style-type: none"> ● 降低起停频率 ● 增加加减速时间 ● 减小转矩限制值 ● 减小负载惯量 ● 更换更大功率驱动器和电机 ● 更换更大制动电阻

Err18 (功率模块过载)

原因	检查	处理
超过额定负载长时间运行	查看电流	降低负载或换更大功率驱动器
编码器零点变动	检查编码器零点	重新安装编码器并调零

Err20 (EEPROM 错误)

原因	检查	处理
EEPROM 芯片损坏	重新上电检查	故障不消失, 请更换驱动器

Err21 (逻辑电路出错)

原因	检查	处理
控制电路故障	重新上电检查	故障不消失, 请更换驱动器

Err22 (功率版和控制板不匹配)

原因	检查	处理
控制板和功率板不匹配	是否自行更换过控制板	使用和功率板相匹配的控制板

Err23 (AD 转换错误)

原因	检查	处理
电流传感器及接插件问题	查看主电路	故障不消失, 请更换驱动器
AD 转换器和模拟放大电路问题	检查控制电路	故障不消失, 请更换驱动器

Err25 (FPGA 校验错误)

原因	检查	处理
FPGA 校验错误	重新上电检查	故障不消失, 请更换驱动器

Err29 (转矩过载报警)

原因	检查	处理
意外大负载发生	检查负载情况	调整负载
参数 P070、P071、P072 设置不合理	检查参数	调整参数

Err35 (板间连接故障)

原因	检查	处理
板间连接的排线故障	检查排线及其端子	故障不消失, 请更换驱动器
连接通路故障	检查光耦	故障不消失, 请更换驱动器

Err40 (绝对值编码器通讯错误)

原因	检查	处理
编码器接线错误	检查编码器接线	正确接线
编码器电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器损坏	检查编码器	更换编码器

Err41 (绝对值编码器握手错误)

原因	检查	处理
编码器接线错误	检查编码器接线	正确接线
编码器电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器损坏	检查编码器	更换编码器

Err42 (绝对值编码器内部计数错)

原因	检查	处理
编码器电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器损坏	检查编码器	更换编码器

Err43 (绝对值编码器通讯应答错)

原因	检查	处理
编码器电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器损坏	检查编码器	更换编码器

Err44 (绝对值编码器校验错)

原因	检查	处理
编码器电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器损坏	检查编码器	更换编码器

Err45 (绝对值编码器 EEPROM 错误)

原因	检查	处理
编码器电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器 EEPROM 损坏	检查编码器	更换编码器

Err46 (绝对值编码器参数错误)

原因	检查	处理
编码器电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器 EEPROM 损坏	检查编码器	更换编码器

Err47 (绝对值编码器外接电池故障)

原因	检查	处理
外部电池没电	外部电池电压	更换电池

Err48 (绝对值编码器外接电池报警)

原因	检查	处理
外部电池没电	外部电池电压	更换电池
更换电池后第一次上电	电池电压	若电压正常, 请重启编码器, 参考 3.6.1 节

Err49 (编码器过热)

原因	检查	处理
编码器过热	是否适配电机的功率过小或环境温度过高	<ul style="list-style-type: none"> ● 更换合适功率等级或温度等级的电机 ● 降低环境温度

Err50 (电机参数与驱动器不匹配)

原因	检查	处理
电机和驱动的功率不匹配	核对驱动器的电机适配表	更换合适的驱动或电机

Err51（编码器自动识别失败）

原因	检查	处理
编码器接线错误	检查编码器接线	正确接线
编码器自动识别失败	确认编码器种类是否为驱动器支持的	更换驱动器支持种类的编码器

Err53（编码器盒通讯失败）

原因	检查	处理
编码器盒接线错误	检查编码器盒接线	正确接线
编码器盒电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器盒损坏	检查编码器盒	更换编码器盒

Err54（编码器盒通信校验错）

原因	检查	处理
编码器盒电缆和接插件不良	检查电缆和接插件	更换电缆和接插件
编码器盒损坏	检查编码器盒	更换编码器盒

Err60（Op 状态下数据接收异常）

原因	检查	处理
Op 状态下数据接收异常	<ul style="list-style-type: none"> ● 检查以太网线缆 ● 检查主站状态 	<ul style="list-style-type: none"> ● 更换以太网线缆 ● 检查主机状态

Err61（以太网通讯周期偏差过大）

原因	检查	处理
工业以太网通信中断	检查以太网线缆	更换以太网线缆
以太网通信周期抖动过大	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加通信周期时间 ● 减小主站负载 	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加通信周期时间 ● 减小主站负载

Err62（以太网指令数据超出范围）

原因	检查	处理
当前通信周期指令数据超限	<ul style="list-style-type: none"> ● 检查用户单位设置 ● 检查电子齿轮设置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 改变用户单位设置 ● 改变电子齿轮设置

Err65（SYNC 信号初始化错误）

原因	检查	处理
进入 OP 状态后没有收到 SYNC 信号	检查主机配置	检查主机配置

Err66 (SYNC 信号与数据接收相位错误)

原因	检查	处理
SYNC 信号与 SM 数据接收节拍错误	检查主机配置	检查主机配置

Err68 (EtherCAT 操作 EEPROM 失败)

原因	检查	处理
EtherCAT 操作 EEPROM 失败	重新上电检查	故障不消失, 请更换驱动器

Err80 (内部错误 1)

原因	检查	处理
电子齿轮相关参数设置不合法	电子齿轮相关参数的设置	设置合法的电子齿轮参数

Err81 (内部错误 2)

原因	检查	处理
内部运算中出现除“0”的情况	相关的参数设置值, 如额定电流, 额定电压, 额定转速等	设置“合法”(非“0”)的参数值

Err82 (内部错误 3)

原因	检查	处理
回零相关参数设置不合法	回零相关参数的设置	设置合法的回零参数

Err84 (内部错误 4)

原因	检查	处理
伺服使能时主继电器未能成功关闭	重新上电检查	故障不消失, 请更换驱动器

Err88 (操作模式错误 1)

原因	检查	处理
使能时没有设置操作模式	使能时操作模式的设置	设置操作模式后在加使能

Err89 (操作模式错误 2)

原因	检查	处理
设置无效的操作模式	操作模式的设置	根据 6502h 设置有效的操作模式

Err95 (功率模块 ID 通讯错误)

原因	检查	处理
功率模块 ID 读取通讯故障	重新上电检查	故障不消失, 请更换驱动器

Err96 (功率模块 ID 不匹配)

原因	检查	处理
功率模块 ID 不匹配	重新上电检查 电机总功率是否超限	故障不消失, 请更换驱动器

Err97 (IO 模块通讯故障)

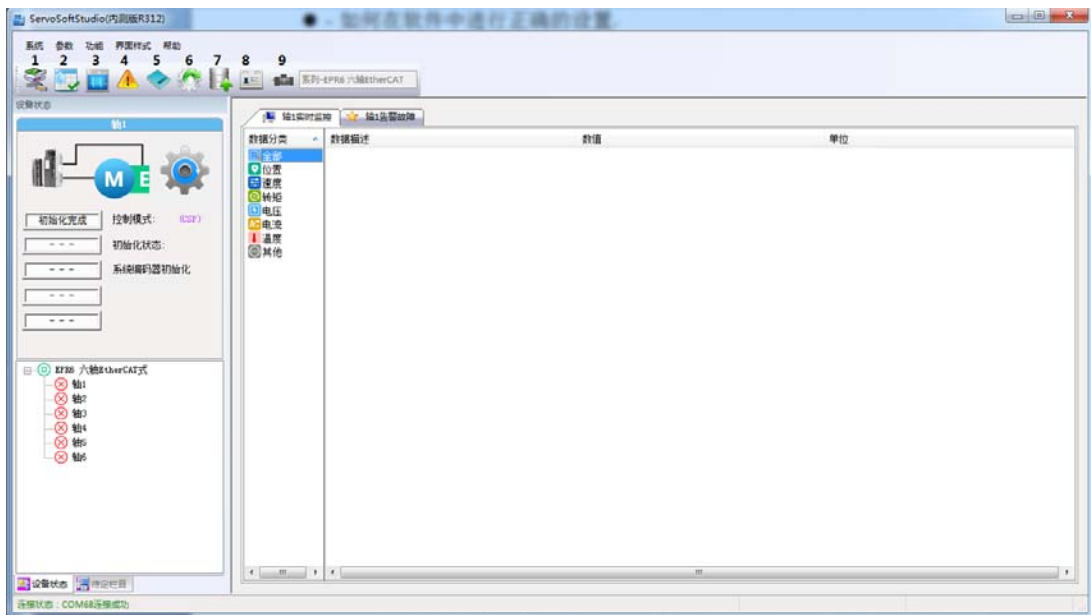
原因	检查	处理
IO 模块通讯故障	重新上电检查	故障不消失, 请更换驱动器

第 7 章 上位机软件使用说明

7.1 ServoSoftStudio 上位机软件介绍

本章节主要介绍迈信电气上位机软件 ServoSoftStudio V2.5 的主要功能及操作方法。本章节主要包括以下内容：

- 如何使用系统界面中的各个功能及特点
- 软件使用中的注意事项
- 如何在软件中进行正确的设置
- 软件从应用功能上大致划分为参数配置,波形录制,对象字典,固件升级,原厂恢复,告警和电机编码器编辑共 7 个部分。



工具栏中用黑色字体标注的 1-9 数字分别代表：连接设备，参数配置，波形显示，告警，对象字典，原厂恢复，固件升级，关于软件和电机编码器编辑软件。

7.2 连接功能

上位机和伺服控制器通信使用的是 Modbus RTU 串口通信的机制，在通过 USB 数据线连接后，需要点击工具栏最左边的图标，这时会弹出一个连接串口的对话框并且显示当前可连接的串口号，点击‘打开串口’按钮，如果连接成功，则界面左方会显示“初始化完成”，如果弹出图 3 的对话框“初始化串口失败”，可以继续尝试点击打开串口两次，如果还是不行，则说明串口设备没有连接或者型号不支持。



图 1 上位机连接图标



图 2 串口连接界面

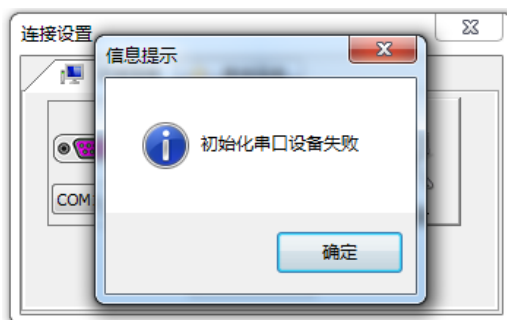


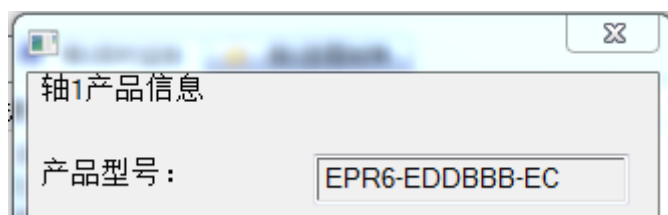
图 3 串口连接失败



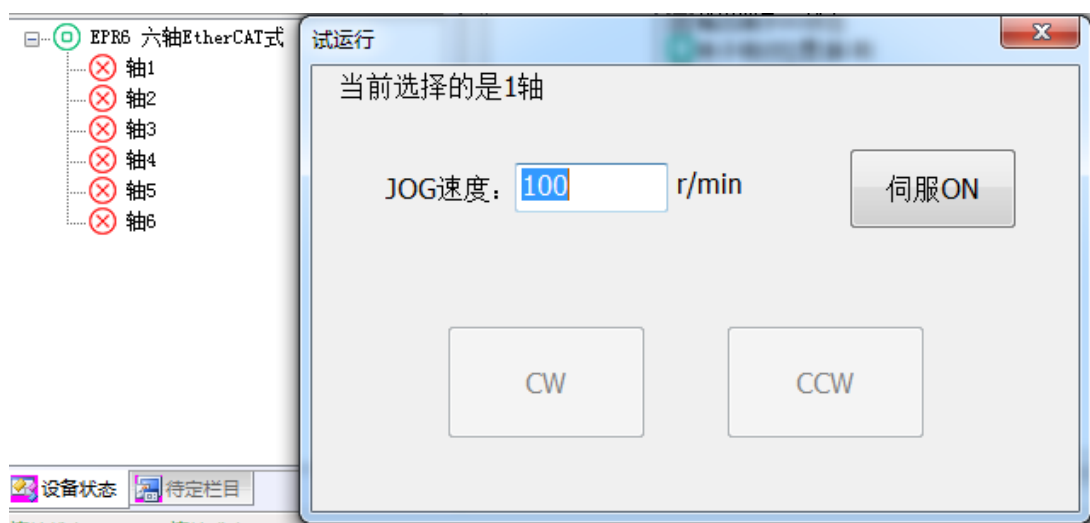
图 4 离线模式

7.3 菜单功能

- “参数”菜单下的“产品信息”，是用来显示当前所连接伺服驱动器产品型号。



- 伺服在普通模式下 (P304=0)，上位机中“参数”菜单下的“试运行”，是用来控制电机的 JOG 运行。以 EPR6-S 驱动为例，打开试运行窗口后，驱动器参数自动设置成 JOG 模式，显示状态如下图：



可以根据左边的轴号列来选择当前需要试运行的轴，JOG 速度默认值为 100r/min，可以根据实际情况来修改，按下伺服 ON 按钮使当前轴使能，用鼠标按下 CW 或 CCW 按钮，当 CW 或 CCW 一直按下时电机运行，按钮松开后电机停止运行。






注 1：当试运行完成后，一定要关闭试运行窗口，伺服驱动器会自动恢复到之前的设置。

注 2：若在普通模式下完成试运行后，需设置 P304=1，才能运行 EtherCAT 模式。

7.4 参数配置

参数配置模块主要功能为读取和写入参数功能。右键单击右边界面列表中的数据项就会弹出右键菜单(图 7)，分别为读取参数和修改参数，点击读取参数页面会刷新实时参数数据，而点击修改参数则会弹出修改对话框。

- 导入功能：将 xml 的参数导入。
- 导出功能：能将最新的参数信息导出为 xml 文件（图 9，10，11）。
- 写入 EEPROM 功能：在修改完参数后，只需要点击工具栏中最右边看似芯片模样的按钮。

注 1：为不可修改标志，为可修改标志，且修改后立即生效，为修改后将伺服控制器断电重启后才会生效。

注 2：参数编辑工具栏（图 9）的多个按钮当中，只有导入参数，导出参数和写入 EEPROM 按钮功能可以使用，其他按钮的功能还在完善。



图 5 圈中为工具栏中参数配置的按钮

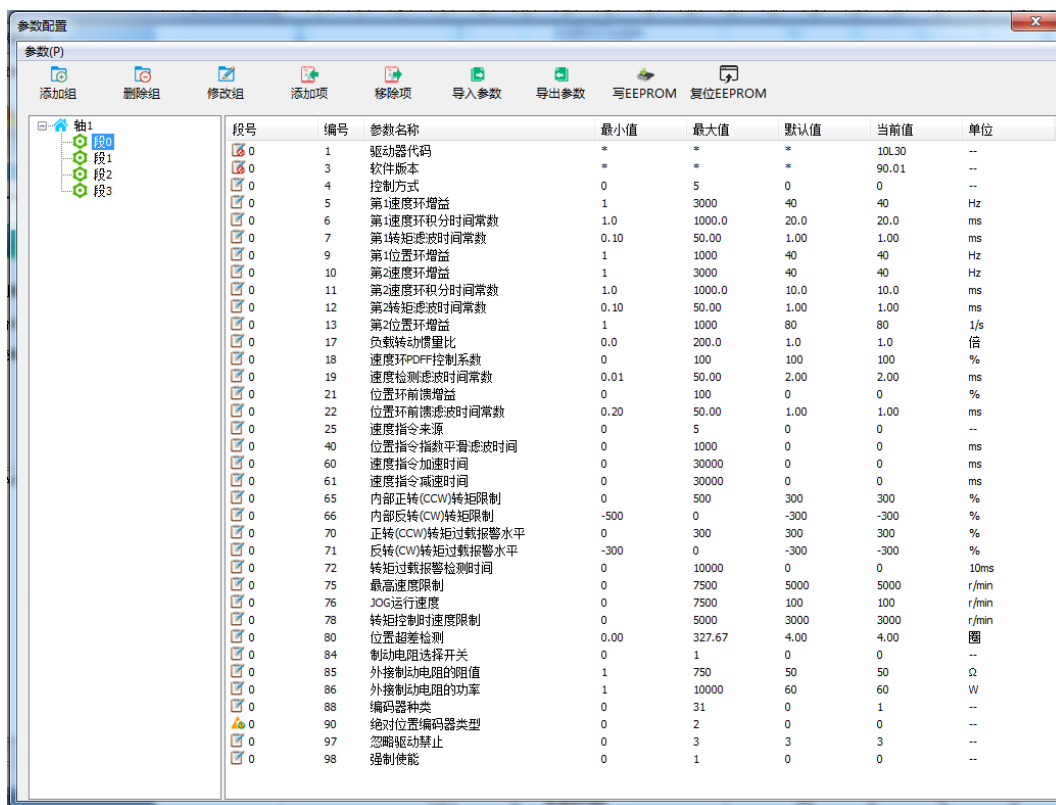


图 6 参数配置界面

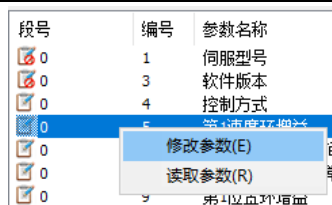


图7 右键点击菜单

段号	编号	参数名称	最小值	最大值	默认值	当前值	单位
0	1	驱动器代码	*	*	*	10L30	--
0	3	软件版本	*	*	*	90.01	--
0	4	控制方式	0	5	0	0	--
0	5	第1速度环增益	1	3000	40	40	Hz
0	6	第1速度环积分时间常数	1.0	1000.0	20.0	20.0	ms
0	7	第1转矩滤波时间常数	0.10	50.00	1.00	1.00	ms
0	9	第1位置环增益	1	1000	40	40	Hz
0	10	第2速度环增益	1	3000	40	40	Hz
0	11	第2速度环积分时间常数	1.0	1000.0	10.0	10.0	ms
0	12	第2转矩滤波时间常数	0.10	50.00	1.00	1.00	ms
0	13	第2位置环增益	1	1000	80	80	1/s
0	17	负载转动惯量比	0.0	200.0	1.0	1.0	倍
0	18	速度环PDF控制系数	0	100	100	100	%
0	19	速度检测滤波时间常数	0.01	50.00	2.00	2.00	ms
0	21	位置环前馈增益	0	100	0	0	%
0	22	位置环前馈滤波时间常数	0.20	50.00	1.00	1.00	ms

图8 参数修改对话框

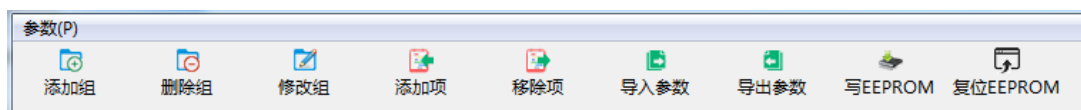


图9 参数编辑工具栏

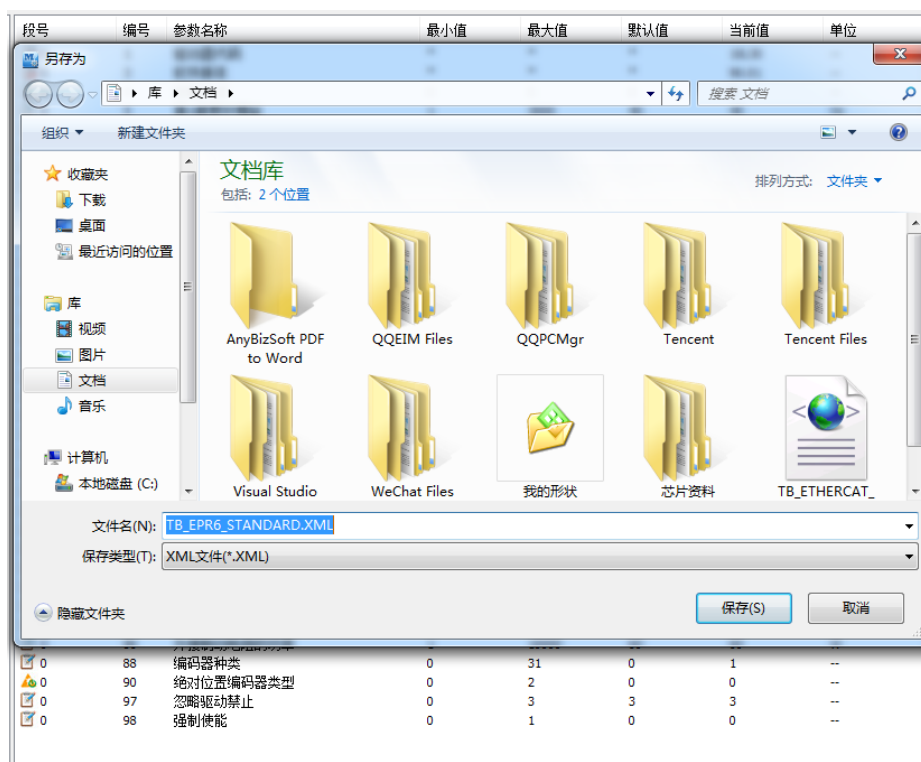


图10 导出 XML 文件功能

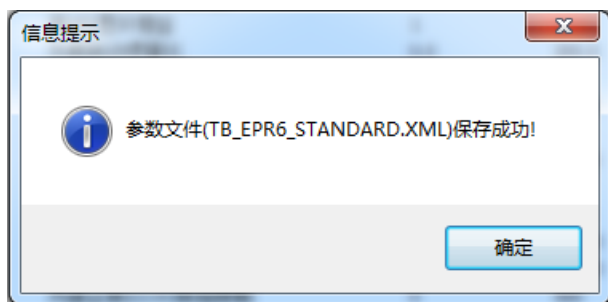


图 11 保存成功信息

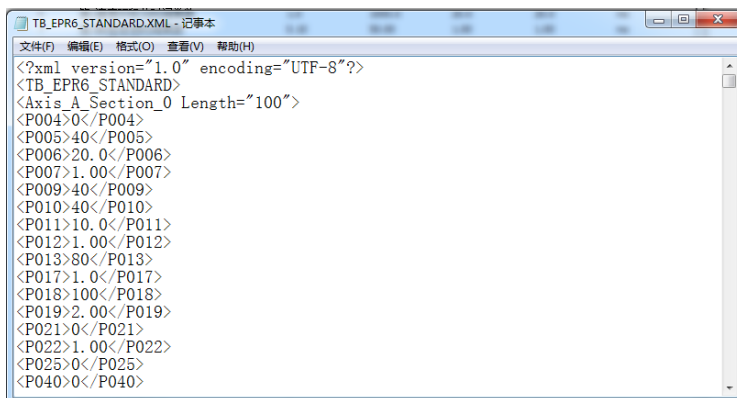


图 12 XML 文件信息

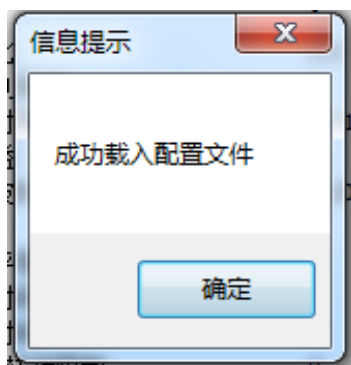


图 13 XML 成功载入提示图



图 14 EEPROM 操作成功提示

7.5 状态监视

上位机软件通过循环发送状态监视查询请求给伺服驱动，并直观的显示于主界面右边（图 15）。

数据分类	数据描述	数值	单位
全部	电机速度	0	r/min
位置	原始位置指令(输入脉冲)	0	--
速度	位置指令(脉冲)	0	--
转矩	当前位置(脉冲)	0	--
电压	位置偏差(脉冲)	0	--
电流	电机转矩	0	%
温度	峰值转矩	0	%
其他	电机电流	0.0	A
	峰值电流	0.0	A
	位置指令脉冲频率	0.0	kHz
	速度指令	0	r/min
	转矩指令	0	%
	速度模拟指令电压	0	mV
	转矩模拟指令电压	0	mV
	输入端子DI状态	-----	--
	输出端子DO状态	-----	--
	转子绝对位置(脉冲)	0	--
	累计负载率	0	%
	再生制动负载率	0	%
	报警代码	53	--
	母线电压	321	V
	模块内部温度	No NTC	℃
	多圈的位置	0	--

图 15 状态监视界面

7.6 波形显示

录波模块通过串口通讯，以一定的时间间隔向下位机查询指定通道的参数（最多为 4 个参数通道），在得到返回数据后将数据绘制出来（图 17 为录波模块的界面）。

录波模块（图 18）工具栏：

- 载入功能：载入 wave 文件，读取数据并显示波形
- 保存功能：把曲线数据保存为 wave 文件，导入错误则会报出报错信息，导入成功标题栏会显示文件所在地址（图 19）。
- 打印功能：打印曲线数据
- 选项功能：功能暂无
- 启动功能：开始录波
- 暂停功能：暂停录波
- 停止功能：停止录波
- 撤销功能：撤销当前的操作
- 恢复功能：回到上一步操作

- 平移功能：当录波完成，可长按鼠标左键进行平移功能，鼠标向左则将会向左平移，向右则将会向右平移
- 水平（平移）：坐标向左右平移
- 垂直（平移）：坐标向上下平移
- 缩放功能：当录波完成，可长按鼠标左键进行缩放功能，鼠标中间的滚轮缩放向上走则放大，向下则缩小。
- 水平（缩放）：水平方向缩放。
- 垂直（缩放）：垂直方向缩放。
- 全部功能：将曲线上所有的点调整到一个页面上。
- 全 X 功能：将曲线上 X 轴所有的点调整到一个页面上。
- 全 Y 功能：将曲线上 Y 轴所有的点调整到一个页面上。
- 清除功能：清理页面上的曲线。

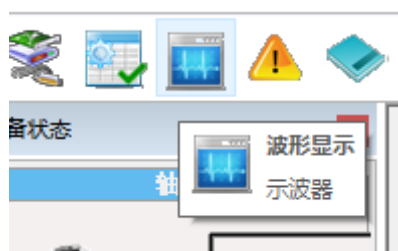


图 16 波形显示位置

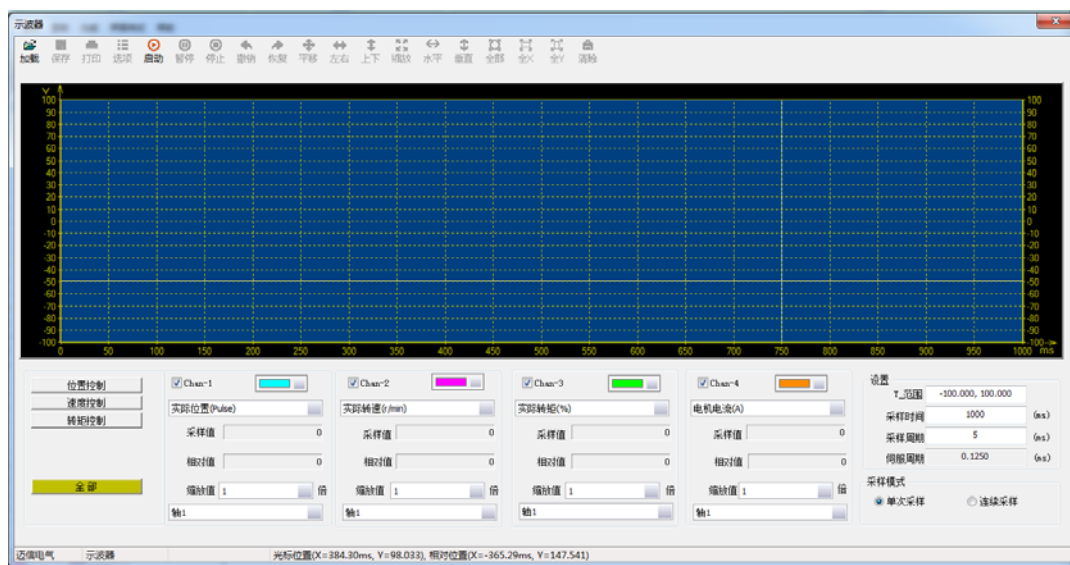


图 17 示波器界面

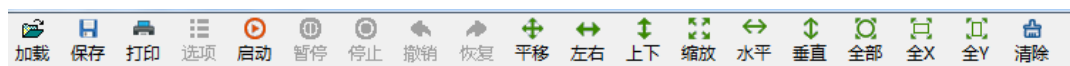


图 18 示波器工具栏

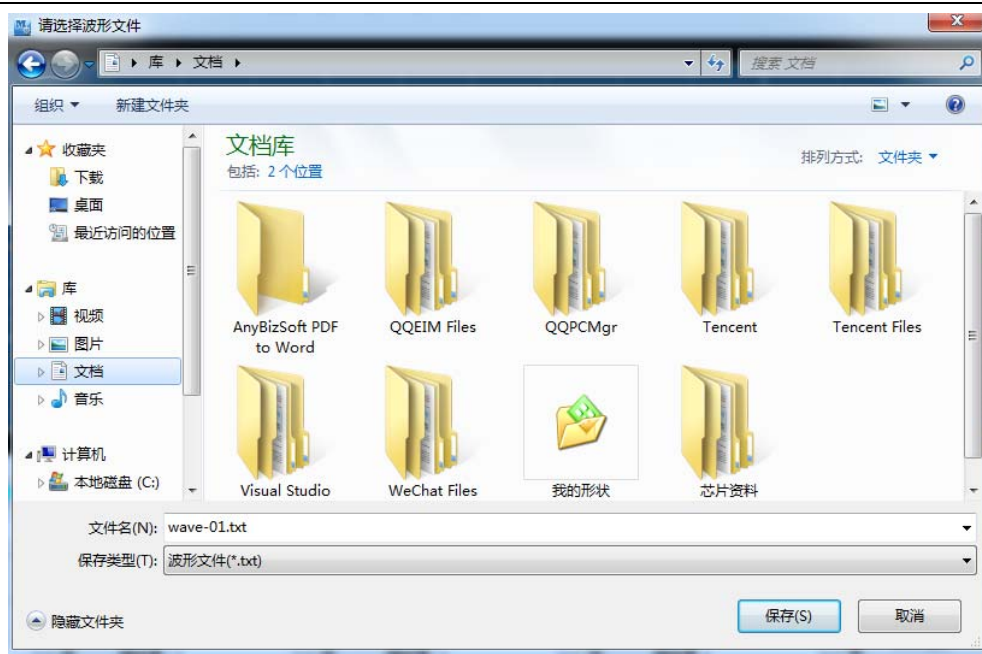


图 19 保存 wave 文件



图 20 载入 wave 文件

7.7 告警功能

告警功能可以点击工具栏顺数第 4 个图标进行查看，右方标签页中，双击可清除告警查看有没有可清除告警，双击不可清除告警查看有没有不可清除告警。

左边的树状图显示红叉，表示改设备有告警。可根据告警功能查看具体的告警原因和解决方法。

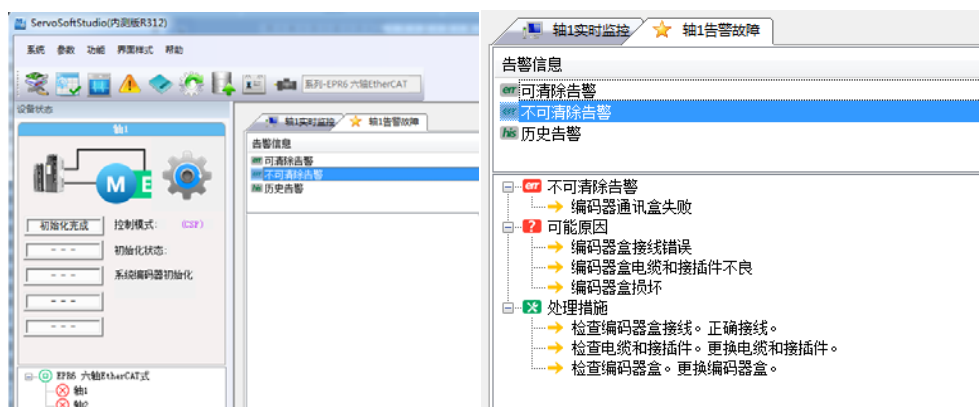


图 21 告警功能工具栏图标和标签页显示信告警息

7.8 原厂恢复

原厂恢复功能使得伺服控制器能够恢复原厂默认参数。



图 22 原厂恢复

7.9 固件升级

固件升级是当伺服控制器在 boot 模式下进行板子的软件升级和更新：

1. 如果和服务器在同一个局域网内，可点击内网模式（图 24），再点击检测按钮，会出现配置串口界面（如果显示已经连接则不用再连接）
2. 如果该伺服控制器不在 boot 模式，则会提示“查找不到对应的系列标示值，请确认是否已经进入 boot 模式”（图 26）。
3. 在关掉连接设置后，界面会自动显示伺服驱动型号和相应固件版本和日期信息（图 27）。
4. 点击更新按钮，等待进度条跑完，待编辑框出现“成功”文字之后（图 28），则可以退出界面。



图 23 固件升级图标

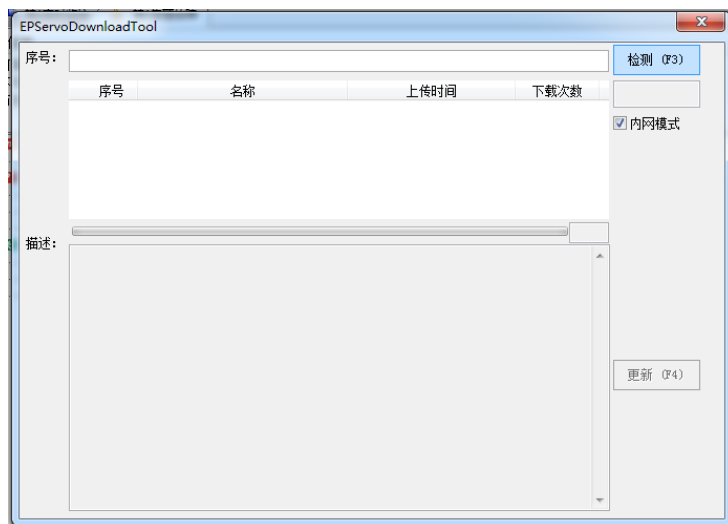


图 24 固件升级界面

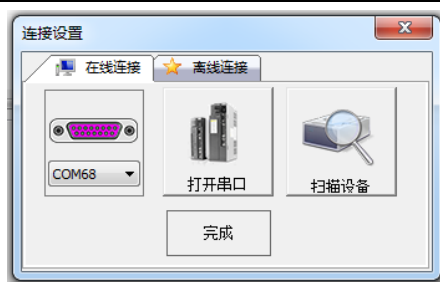


图 25 连接

信息提示

✕



查找不到对应的系列标示值，请确认是否已经进入boot模式

确定

图 26 非 BOOT 模式提示

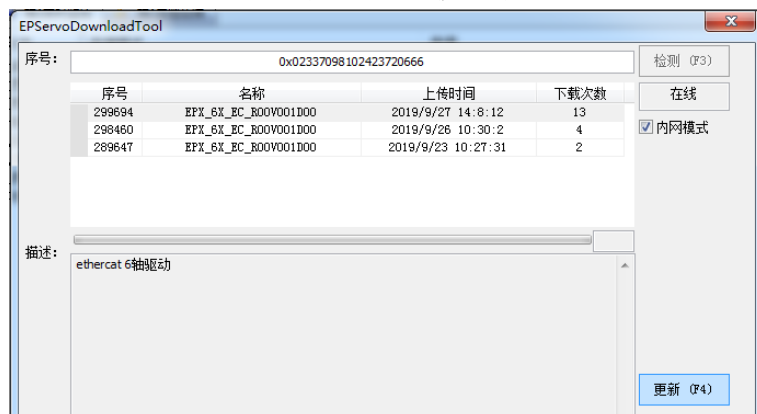


图 27 型号识别



图 28 更新成功标志

7.10 电机编码器软件

电机编码器操作

电机编码器软件单独集成在上位机软件中，独立于其他功能，用于编码器。

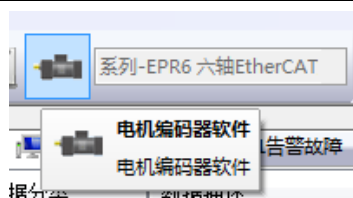


图 29 电机编码器软件标志

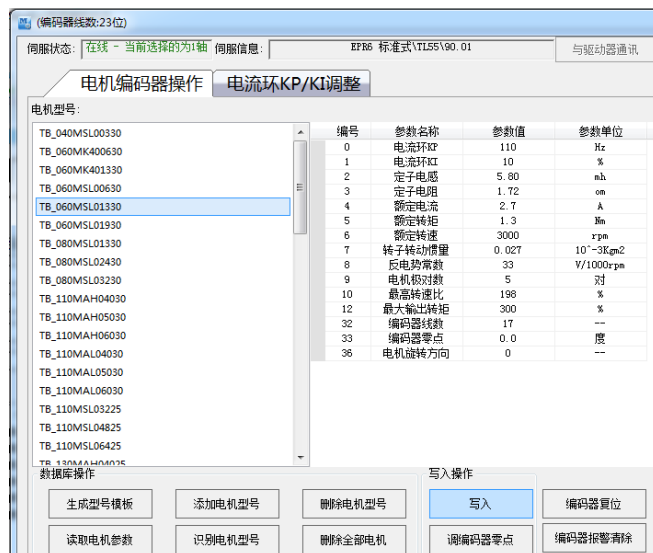


图 30 电机编码器软件界面

如果串口能够和伺服控制器通信，电机编码器软件界面里的编辑框则会显示在线状态，并且显示相应的伺服系列号，型号和软件版本号，可以点击界面左边的型号列表的型号来查看相应的电机和编码器相关参数。

● 编码器复位 (Fn 36)

伺服在普通模式下 (P304=0)，最初起动机机械时、要将绝对值编码器的旋转量数据设为 0 时，须执行 Fn 36 操作，直接点击“编码器复位”按钮后，伺服重启生效。

● 编码器报警清除 (Fn 37)

伺服在普通模式下 (P304=0)，发生“编码器电池警报 (Err48)”、“编码器内部故障警报 (Err41)”时，须通过 Fn37 进行编码器报警清除，直接点击“编码器报警清除”按钮后，伺服重启生效。

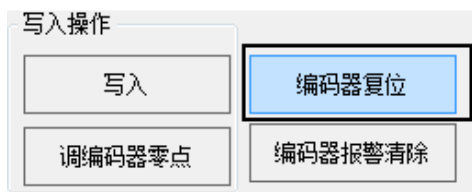


图 31 编码器复位 Fn 36 功能

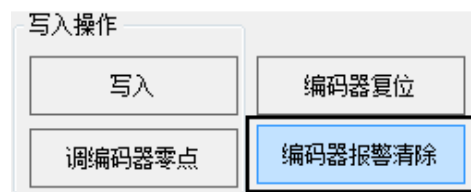


图 32 编码器报警清除 Fn 37 功能

第 8 章 规格

8.1 驱动器型号

EPR6 - S - X X X X X X

1轴 2轴 3轴 4轴 5轴 6轴

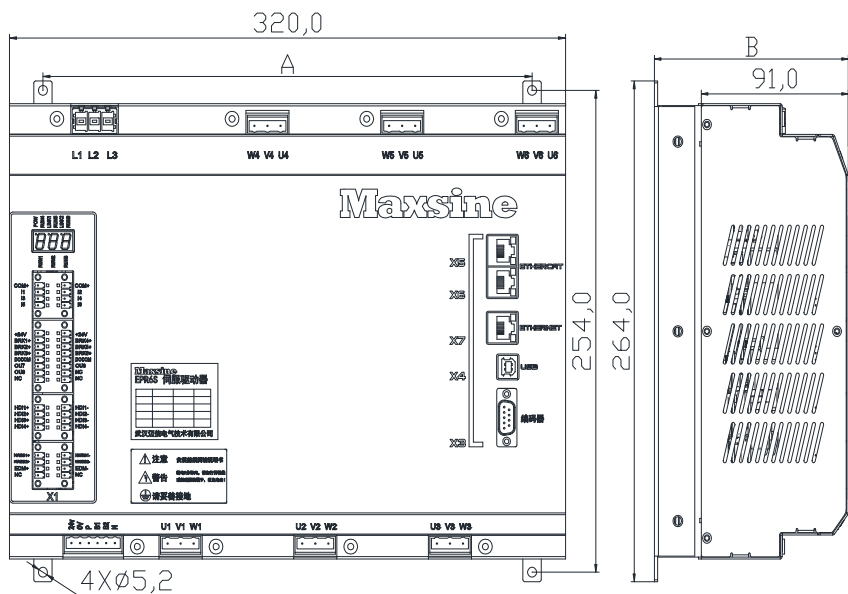
记号	额定功率	额定电流
A	200W	1.8A
B	400W	3.0A
C	750W	5.5A
D	1500W	7.5A
E	2500W	13A

8.2 编码器盒型号

EPR6 - ENCODE

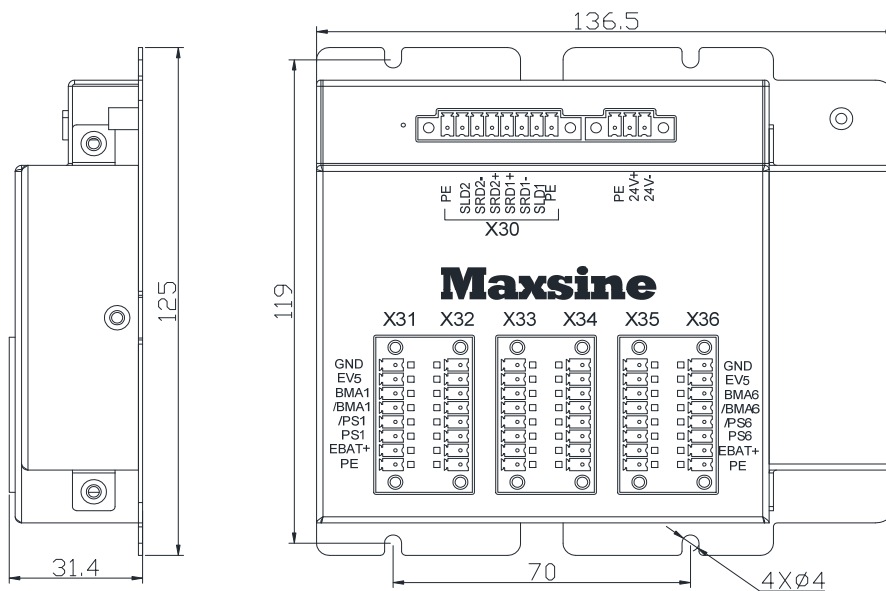
记号	规格
ENCODE	EPR6编码器解码盒

8.3 驱动器尺寸



安装方式 尺寸 (mm)	穿墙式	背墙式	产品类型 尺寸 (mm)	20KG	20KG 以下
	A	308.5		281.5	B

8.4 编码器盒尺寸



版本履历

版本号	发布时间	变更内容
第1版	2019年10月	

武汉迈信电气技术有限公司

地址：武汉市东湖新技术开发区武大科技园武大园路7号航域A6栋

邮政编号：430223

公司总机：400-894-1018

销售热线：400-894-1018-857/804

销售传真：027-87921290

售后服务：400-894-1018-831/832

公司网址：www.maxsine.com

2019年10月编制

严禁转载·复制