

# DX4

单轴伺服驱动器

用户手册

# 前言

## 概述

本手册对 DX4 伺服驱动器（简称“DX4”）的选型、接线、连接、设置、试运行、调谐、功能所需的信息进行了说明。

请阅读并理解本手册，以确保正确使用本产品。






## 术语与缩写

本手册可能使用的术语或缩写如下所述。

名词	含义
电机	旋转型伺服电机
驱动器	伺服驱动器，用来控制旋转型伺服电机的驱动设备
伺服系统	由主控制器、驱动器、电机以及外围装置配套而成的伺服控制系统
Servo ON	电机通电
Servo OFF	电机不通电
Motion Perfect	用于调试和编程 Trio 产品套件的 PC 工具
STO	Safe Torque Off，安全转矩关断功能为防止驱动器在电机中产生转矩提供了一种安全方法
全闭环	使用双编码器反馈进行的控制

## 符号约定

在本文中可能出现如下安全标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
 危险	以本标志开始的文本表示有高度潜在危险，如果不能避免，会导致人员死亡或严重伤害。
 警告	以本标志开始的文本表示有中度或低度潜在危险，如果不能避免，可能导致人员轻微或中等伤害。
 注意	以本标志开始的文本表示有潜在风险，如果忽视这些文本，可能导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或不可预知的结果。
 重要	以本标志开始的文本表示必须遵守的注意事项及限制事项。 同时也可表示发出警示等，但不至于造成设备损坏的注意事项。
 说明	以本标志开始的文本是正文的附加信息，是对正文的强调和补充。

在本手册的正文中，反信号名（L 电平时有效的信号）通过在信号名前加（/）来表示。例如：

$$\overline{\text{S-ON}} = \text{/S-ON}$$

$$\overline{\text{P-CON}} = \text{/P-CON}$$

关于参数的书写，调整型参数书写为 PnXXX（XXX 是唯一的编号），而功能型参数包括了最多 4 个功能，书写为 PnXXX.X。

【例如】

- Pn112（速度前馈），是一个不含子参数（功能）的调整型参数。
- Pn000（基本功能设定 0），是由四个不同的子功能组成的功能型参数。
  - Pn000.0（保留），未定义其功能，请勿变更该参数的设定。
  - Pn000.1（禁止正转输入），表示外部 P-OT 信号的生效方式。
  - Pn000.2（禁止反转输入），表示外部 N-OT 信号的生效方式。
  - Pn000.3（保留），未定义其功能，请勿变更该参数的设定。

# 安全注意事项

## 整体注意事项



危险

- 请勿在驱动器通电的状态下，拆下外罩、电缆、连接器及选购设备。
- 请勿在驱动器的输出端子 U、V、W 上连接三相电源。
- 请在断开电源至少 5 分钟，确认电源指示灯(CHARGE)已熄灭，再进行接线及检查作业。  
即使断开了电源，驱动器内部仍然可能残留高电压。因此，在电源指示灯(CHARGE)亮灯期间，请勿触摸电源端子。



警告

- 请使用与产品相符的电源规格（相数、电压、频率、AC/DC）。
- 请务必将驱动器及电机的接地端子与接地极连接。
- 请勿损伤或用力拖拉线缆，勿使线缆过度受力，勿在线缆上吊挂重物，或被柜门夹住。
- 请勿私自对产品进行拆卸、修理或改造。
- 与机械连接后开始运行时，请使设备处于可随时紧急停止的状态。
- 请勿触摸驱动器的内部。



注意

- 通电时或者电源刚刚切断时，驱动器的散热片、再生电阻器、外置动态制动电阻器、电机等可能会处于高温状态。  
采取安装外罩等安全措施，以免手及部件（电缆等）意外碰触。
- 控制电源请使用双重绝缘或强化绝缘的设备。
- 请勿在会溅到水的场所、腐蚀性环境、可燃性气体环境和可燃物的附近使用该产品。
- 请勿使用损坏、部件缺失的驱动器及电机。
- 请在外部设置紧急停止回路，确保可在异常发生时切断电源并立即停止运行。
- 在电源状况不良的情况下使用时，请设置保护设备（AC 电抗器等），确保在指定的电压变动范围内供给输入电源。
- 请使用噪音滤波器等减小电磁干扰的影响。
- 驱动器与电机请按照指定的组合使用。
- 请勿用湿手触摸驱动器及电机。

## 存储及运输时的注意事项



- 请按照外包装的提示进行储存，切勿对产品施加过多的负荷。
- 请在下述环境中放置本产品：
  - 无阳光直射的场所。
  - 环境温度不超过产品规格的场所。
  - 相对湿度不超过产品规格、无凝露的场所。
  - 无腐蚀性气体、可燃性气体的场所。
  - 尘土、灰尘、盐分及金属粉末较少的场所。
  - 无水、油、药品等飞溅的场所。
  - 振动或冲击不超过产品规格的场所。
  - 附近无产生强磁场的设备。

## 安装时的注意事项



- 请将驱动器安装在能提供防火、电气防护的控制柜中。
- 请将驱动器及电机安装在具有足够耐重性的位置。
- 请在下述环境中安装本产品：
  - 无阳光直射的场所。
  - 环境温度不超过产品规格的场所。
  - 相对湿度不超过产品规格、无凝露的场所。
  - 无腐蚀性气体、可燃性气体的场所。
  - 尘土、灰尘、盐分及金属粉末较少的场所。
  - 无水、油、药品等飞溅的场所。
  - 振动或冲击不超过产品规格的场所。
  - 附近无产生强磁场的设备。
- 请勿堵塞进气口与排气口，勿使异物进入驱动器及电机的内部。
- 请勿踩踏产品或在驱动器上放置重物。
- 请按照规定方向安装驱动器。
- 请确保驱动器控制柜内表面以及其他机器之间保持规定的间隔。

## 配线时的注意事项



- 驱动器与电机的接线中，请勿通过电磁接触器。
- 请牢固地连接电源端子与电机端子。
- 安装驱动器时，请为其周围预留足够的空气间隙。
- 信号线、编码器线缆请使用双绞屏蔽线缆，屏蔽层双端接地。
- 编码器的配线长度最长为 20m。
- 尽可能降低电源的通电/断电的频率。

## 运行时的注意事项



注意

- 为防止意外的发生，请对伺服电机进行空载（未连接驱动器）试运行测试。
- 安装在配套机械上开始运行时，请预先设定与该机械相符的用户参数。
- 在 JOG 操作和回零操作时，禁止正转输入（P-OT）、禁止反转输入（N-OT）的信号无效。
- 在垂直轴上使用电机时，请设置安全装置以免工件在报警、超程等状态下掉落。  
此外，请在发生超程时进行 S-OFF 的停止设定。
- 不进行免调谐时，请务必设定正确的转动惯量比，以免引起振动。
- 发生报警时，请在排查原因并确保安全之后进行复位。
- 请勿将抱闸电机的抱闸用于通常的制动。

## 维护时的注意事项



警告

- 请由专业技术人员进行检查作业。
- 进行驱动器的绝缘电阻测试时，请先切断与驱动器的所有连接。
- 请勿使用汽油、稀释剂、酒精、酸性或碱性洗涤剂，以免外壳变色或破损。
- 更换驱动器时，请将要更换的驱动器用户参数传送至新的驱动器，然后再重新开始运行。
- 请勿在通电状态下改变配线。
- 请勿私自拆卸电机。

## 废弃的注意事项



注意

- 产品作为废品处理时，请按一般工业废弃物处置。  
有关电子信息产品的回收、再利用事宜，请遵守当地的法律规定。

# 目 录

.....	ii
<b>前言</b> .....	<b>i</b>
概述 .....	i
术语与缩写 .....	i
符号约定 .....	ii
<b>安全注意事项</b> .....	<b>iii</b>
整体注意事项 .....	iii
存储及运输时的注意事项.....	iv
安装时的注意事项 .....	iv
配线时的注意事项 .....	iv
运行时的注意事项 .....	v
维护时的注意事项 .....	v
废弃的注意事项 .....	v
<b>目 录</b> .....	<b>i</b>
<b>第 1 章 关于 DX4</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 产品特性 .....	1-1
1.2 铭牌信息 .....	1-2
1.3 型号说明 .....	1-2
1.4 部件名称 .....	1-3
1.5 额定值和规格 .....	1-4
1.6 外形尺寸 .....	1-6
1.7 系统构成 .....	1-7
<b>第 2 章 安装</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 注意事项 .....	2-1
2.2 安装类型与方向 .....	2-1
2.3 安装孔尺寸 .....	2-2
2.4 安装间隔 .....	2-2
<b>第 3 章 接线和连接</b> .....	<b>3-1</b>
3.1 接线时的注意事项.....	3-1
3.1.1 一般注意事项.....	3-1
3.1.2 抗干扰对策.....	3-2
3.1.3 滤波器推荐.....	3-4
3.1.4 接地.....	3-5
3.2 基本连接图 .....	3-6
3.3 驱动器电源的连接 (X1, X2) .....	3-7
3.3.1 端子说明.....	3-7
3.3.2 端子接线步骤.....	3-8
3.3.3 电源接线.....	3-10

3.4 电机动力电缆的连接 (X3) .....	3-12
3.5 EtherCAT 通信的连接 (X4, X5) .....	3-13
3.6 安全设备的连接 (X6) .....	3-14
3.7 输入输出信号的接线 (X7) .....	3-14
3.8 编码器的连接 (X8) .....	3-15
<b>第 4 章 STO .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 概述 .....	4-1
4.1.1 功能框图 .....	4-1
4.1.2 功能特性 .....	4-2
4.1.3 残留风险 .....	4-3
4.1.4 报警说明 .....	4-3
4.1.5 适用标准 .....	4-3
4.2 环境说明 .....	4-4
4.3 端口定义 .....	4-5
4.4 功能描述 .....	4-6
4.4.1 外围设备监视 (EDM) .....	4-6
4.4.2 SAF 状态 .....	4-7
4.4.3 关于伺服准备 (S-RDY) 信号 .....	4-8
4.4.4 关于制动器控制输出 (/BK) 信号 .....	4-8
4.4.5 关于停止方式 .....	4-8
4.4.6 关于偏差计数器清零方式 .....	4-9
4.5 安全设备的连接 .....	4-9
4.5.1 不连接安全设备时 .....	4-9
4.5.2 连接安全设备时 .....	4-10
4.6 使用步骤 .....	4-11
<b>第 5 章 状态显示 .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 伺服控制状态 .....	5-1
5.1.1 代码说明 .....	5-2
5.1.2 通信状态指示 .....	5-3
5.1.3 RJ45 端口指示灯说明 .....	5-4
<b>第 6 章 调试 .....</b>	<b>6-1</b>
6.1 Motion Perfect .....	6-1
6.2 设置 .....	6-2
6.3 设备调试画面 .....	6-4
6.4 基本操作 .....	6-7
6.4.1 制动器 .....	6-8
6.4.2 JOG .....	6-11
6.4.3 PJOE .....	6-12
<b>第 7 章 调谐 .....</b>	<b>7-13</b>
7.1 调谐过程 .....	7-14
7.2 调谐模式 .....	7-16
7.2.1 免调谐 .....	7-17
7.2.2 单参数自动调谐 .....	7-18
7.2.3 手动调谐 .....	7-21
7.3 补偿 .....	7-24
7.3.1 前馈 .....	7-24



7.3.2 摩擦补偿.....	7-26
7.3.3 速度反馈.....	7-27
7.3.4 负载转矩补偿.....	7-28
7.3.5 阻尼选择.....	7-29
7.4 振动抑制 .....	7-30
7.4.1 自动振动抑制.....	7-30
7.4.2 中频振动抑制.....	7-31
7.4.3 陷波滤波器.....	7-32
7.4.4 负载振动抑制.....	7-33
7.5 增益切换 .....	7-35
7.5.1 P/PI 切换.....	7-35
7.5.2 增益切换.....	7-36
7.6 模型跟踪控制 .....	7-38
7.7 负载识别 .....	7-40
7.7.1 负载惯量检测.....	7-40
7.7.2 自动整定工具.....	7-41
<b>第 8 章 全闭环控制.....</b>	<b>8-1</b>
8.1 调试步骤 .....	8-2
8.2 启用外部编码器 .....	8-2
8.3 电机方向和机器移动方向的设定.....	8-3
8.4 警报检出设置 .....	8-3
<b>第 9 章 附录.....</b>	<b>9-1</b>
9.1 EtherCAT 通信 .....	9-1
9.1.1 简介.....	9-1
9.1.2 规格.....	9-1
9.1.3 EtherCAT 从站信息.....	9-2
9.1.4 EtherCAT 状态机.....	9-2
9.1.5 主站与从站的通信 .....	9-3
9.1.6 相关设定.....	9-4
9.1.7 CANopen over EtherCAT 参考模型.....	9-4
9.2 Object Dictionary.....	9-5
9.3 参数列表 .....	9-19
9.4 报警列表 .....	9-45
9.4.1 报警等级说明.....	9-45
9.4.2 报警详细列表.....	9-46

# 第 1 章 关于 DX4

---

## 1.1 产品特性

DX4 单轴交流伺服驱动器旨在与 Trio 控制器的无缝协作而设计，并完全集成至 Trio 的应用开发工具 Motion Perfect。其额定功率从 50 W 到 3 kW，与 MX 型电机配合使用，可提供高速，高精度的机器解决方案。

用户可通过 Motion Perfect 这一种工具便可进行完整的机器配置：调试、诊断和编程。

DX4 注重产品的性能和易用性：最大限度地提高机器性能，同时尽可能缩短应用开发的时间。

DX4 具有如下卓越的特性。

- 驱动器和运动控制器完全集成至 Motion Perfect
- 支持 EtherCAT，DC 同步周期低至 125µs
- 精致外形，紧凑尺寸
- 支持紧贴安装
- 安全功能 STO（SIL3，PLe）
- AC 200V 供电，功率范围从 50W 至 3kW
- 适配 MX 型的中、低惯量电机
- 20 位增量型或 23 位绝对值编码器接口
- 7 路数字输入，其中 2 路为 Touch Probe 专用高速通道
- 4 路数字输出
- 双编码器专用的外部编码器端口。
- 综合的调谐技术：自动调谐、自适应抑振、摩擦补偿



说明

EtherCAT®是德国倍福自动化有限公司（Beckhoff Automation GmbH）的注册商标和专利技术。

## 1.2 铭牌信息

额定输入规格
额定输出规格

驱动器型号 →

产品序列号 →

SERVODRIVE	
MODEL	DX4-102AJA IP20
	AC-INPUT      AC-OUTPUT
Phase	1PH/3PH      3PH
Voltage	200-240V      0-240V
Freq	50/60Hz      0-500Hz
F.L.C(1PH)	3.3A      2.9A
F.L.C(3PH)	1.7A      2.9A
Power	0.5kVA      0.4kW

OPERATING TEMPERATURE -5 +55°C

S/N: 123456789ABCDE

EtherCAT →

Trio Motion Technology Ltd.

Made in China

IND. CONT. EQ.  
E365853

Please read the manual and follow all installation instructions  
请务必熟读使用说明书，并按其规定进行操作。

**危险**  
WARNING

切断电源 5 分钟内，请勿触摸  
驱动器端子和配线！有触电的危险。

Disconnect all power and wait 5 min before servicing.  
May cause electric shock.  
Débranchez toutes les alimentations et attendez  
5min. avant l'entretien. peut provoquer un  
choc électrique.

**注意**  
CAUTION

请勿触摸散热片！有烫伤危险。

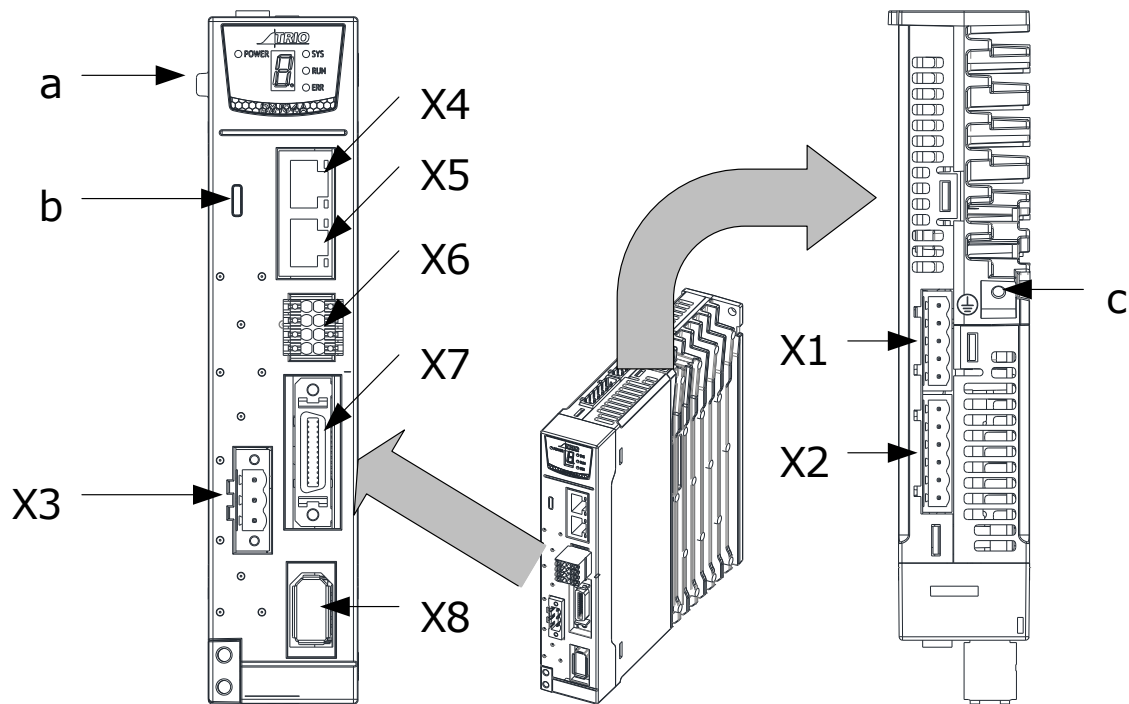
Do not touch heatsink. Burn hazard  
Ne touchez pas le radiateur.  
Peut causer des brûlures.

Use proper grounding techniques.  
Utilisez les techniques de mise à la terre appropriées.  
接地端子必须接地。

### 1.3 型号说明

DX4	-	轴数		额定输出功率		电压等级		选购项		设计顺序	
1	单轴	A5	50W	A	200VAC	J	EtherCAT+STO	A	-		
		01	100W								
		02	200W								
		04	400W								
		08	750W								
		10	1kW								
		15	1.5kW								
		20	2kW								
		30	3kW								

1.4 部件名称



编号	名称	说明
X1	控制回路连接端口	控制回路连接端子的接插口（5-pin）。
X2	主回路连接端口	主回路连接端子的接插口（6-pin）。
a	操作面板	状态显示和参数设置的操作模块。
b	CHARGE 指示灯	在主回路接通电源时点亮。 <sup>(1)</sup>
X3	电机动力线连接端口	电机动力线缆的接插口。
c	接地端子	与电机动力线缆的接地端子连接。
X4	EtherCAT 输入端连接端口	EtherCAT 通信线缆的输入信号接插口。
X5	EtherCAT 输出端连接端口	EtherCAT 通信线缆的输出信号接插口。
X6	安全功能（STO）连接端口	安全设备连接端子的接插口。
X7	IO 信号连接端口	IO 信号连接端子的接插口。
X8	编码器连接端口	电机的编码器连接端子的接插口。

(1)：切断主回路电源后，如果驱动器内部电容器残留有电压，指示灯也会点亮，此时请勿触摸主回路和电机端子，以免触电。

## 1.5 额定值和规格

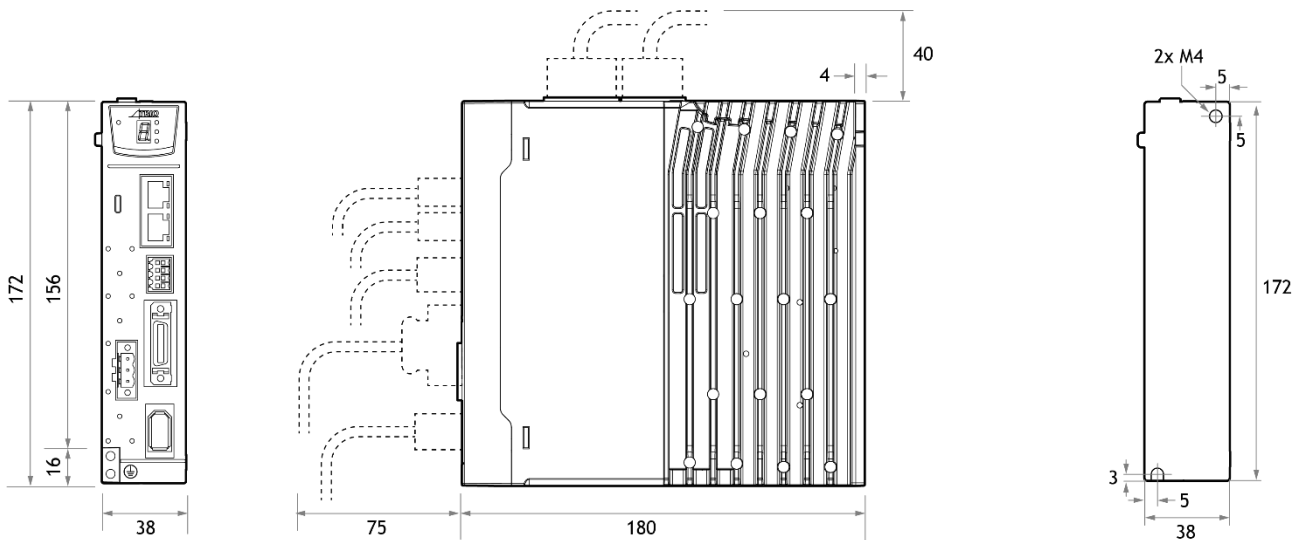
驱动器型号：DX4-		1A5A	101A	102A	104A	108A	110A	115A	120A	130A
连续输出电流 [Arms]		0.9	1.1	1.5	2.9	5.1	6.9	8.2	11.3	16.0
最大输出电流 [Arms]		3.3	4.0	5.8	11.5	19.5	21.0	24.6	33.9	54.0
主电源设备容量 [kVA]（单相）		0.2	0.3	0.6	1.2	1.9	2.6	4.0 <sup>注</sup>	—	—
主电源设备容量 [kVA]（三相）		0.2	0.3	0.5	0.9	1.6	2.0	3.0	3.5	4.5
输入电源	主回路	<ul style="list-style-type: none"><li>• 单相或三相 AC 200V~240V, -15%~+10%, 50Hz/60Hz</li><li>• DC 270V~324V, -15%~+10%</li></ul> <b>【说明】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• DX4-120A 和 DX4-130A 仅能使用三相电源。</li><li>• 对 DX4-115A（额定功率 1.5kW）使用单相电源供电时，请降额至 1.2kW。</li></ul>								
	控制回路	<ul style="list-style-type: none"><li>• 单相 AC 200V~240V, -15%~+10%, 50Hz/60Hz</li><li>• DC 270V~324V, -15%~+10%</li></ul>								
控制方式		SVPWM 控制								
反馈		串行通讯编码器： <ul style="list-style-type: none"><li>• 20bits 增量式编码器</li><li>• 23bits 绝对值编码器</li></ul>								
使用条件	工作环境	温度	<ul style="list-style-type: none"><li>• 单个设备使用时：-5℃~55℃</li><li>• 多设备紧贴安装时：-5℃~40℃</li></ul>							
		湿度	5%~95%RH（无结露、无冻结）							
	存储环境	温度	-20℃~85℃							
		湿度	5%~95%RH（无结露、无冻结）							
	防护等级	IP20								
	海拔高度	1000m 以下								
	耐振动	4.9m/s <sup>2</sup>								
	耐冲击	19.6m/s <sup>2</sup>								
	电力系统	TN 系统								
安装结构		基座安装								
性能	速度控制范围	1：5000								
	速度波动率	额定转速的±0.01%以下（负载波动：0%~100%时）								
		额定转速的 0%（电压波动：±10%时）								
		额定转速的±0.1%以下（温度波动：25℃±25℃）								
输入输出信号	外部编码器输入	支持 A、B 和 Z 相的差分型传感器信号 最大线路频率为 500kHz								

驱动器型号：DX4-		1A5A	101A	102A	104A	108A	110A	115A	120A	130A
	输入信号	工作电压范围：24 VDC±20% 输入通道数：7（其中 2 路为高速光耦输入，固定用于 Touch Probe）								
		Touch Probe 信号为：TP1 (Touch Probe 1)、TP2 (Touch Probe 2) 其它输入信号为通用输入，均可在调试中进行分配和正负逻辑的变更								
	输出信号	工作电压范围：5 VDC～30 VDC 输出通道数：4								
		所有输出信号为通用输出，均可在调试中进行分配和正负逻辑的变更								
EtherCAT 通讯	适用的通讯标准	IEC 61158 Type12, IEC 61800-7 CiA402 Drive Profile								
	物理层	100BASE-TX (IEEE802.3)								
	通信连接器	X4-IN (RJ45): EtherCAT 输入信号连接器 X5-OUT (RJ45): EtherCAT 输出信号连接器								
	电缆	5 类屏蔽双绞线（CAT5e SF/UTP）								
	Sync Manager	SM0: 输出邮箱, SM1: 输入邮箱 SM2: 输出过程数据, SM3: 输入过程数据								
	FMMU	FMMU0: 映射到过程数据（RxPDO）输出区域 FMMU1: 映射到过程数据（TxPDO）发送区域 FMMU2: 映射到邮箱状态								
	EtherCAT Commands (Data Link Layer)	APRD, FPRD, BRD, LRD, APWR, FPWR, BWR, LWR, ARMW, FRMW （暂不支持 APRW, FPRW, BRW, LRW 命令）								
	PDO 数据	动态 PDO 映射								
	MailBox (CoE)	紧急事件，SDO 请求，SDO 响应 （不支持 TxPDO/RxPDO 与远程 TxPDO/RxPDO）								
	分布式时钟（DC）	Free-run 模式和 DC 模式（可切换） DC 同步周期：125μs～8ms								
	SII	256 bytes（只读）								
CiA402 Drive Profile		Cyclic synchronous position mode Cyclic synchronous velocity mode Cyclic synchronous torque mode Touch probe function Torque limit function								
显示		一个 7 段 LED 数码管								
指示灯		CHARGE, POWER ,SYS, RUN, ERR, L/A IN , L/A OUT								
再生制动		DX4-1A5A，DX4-101A，DX4-102A 和 DX4-104A 必须外接制动电阻。 其它产品均配有内置制动电阻								
保护功能		过电流、过电压、欠电压、过负载、再生异常、超速等等								

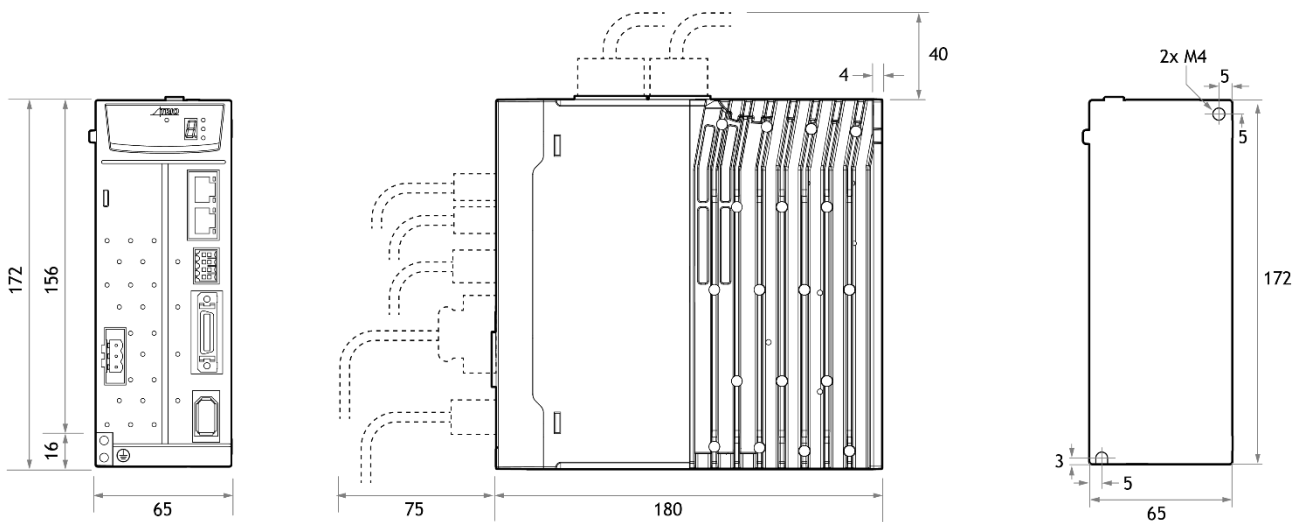
驱动器型号: DX4-	1A5A	101A	102A	104A	108A	110A	115A	120A	130A
辅助功能	报警记录、JOG 运行、负载惯量识别、自动调谐等								
安全功能 STO	STO acc. to IEC 61800-5-2. Cat.4, PLe acc. to ISO 13849-1. SIL3 acc. to IEC 61508, IEC 62061.								

## 1.6 外形尺寸

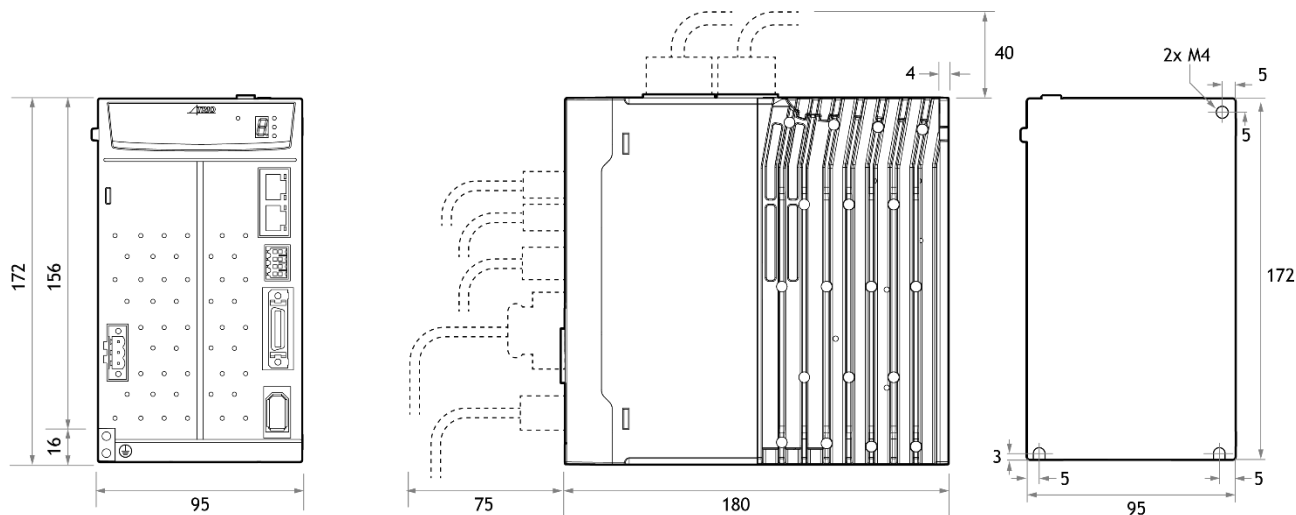
### DX4-1A5A~DX4-104A



### DX4-108A~DX4-115A

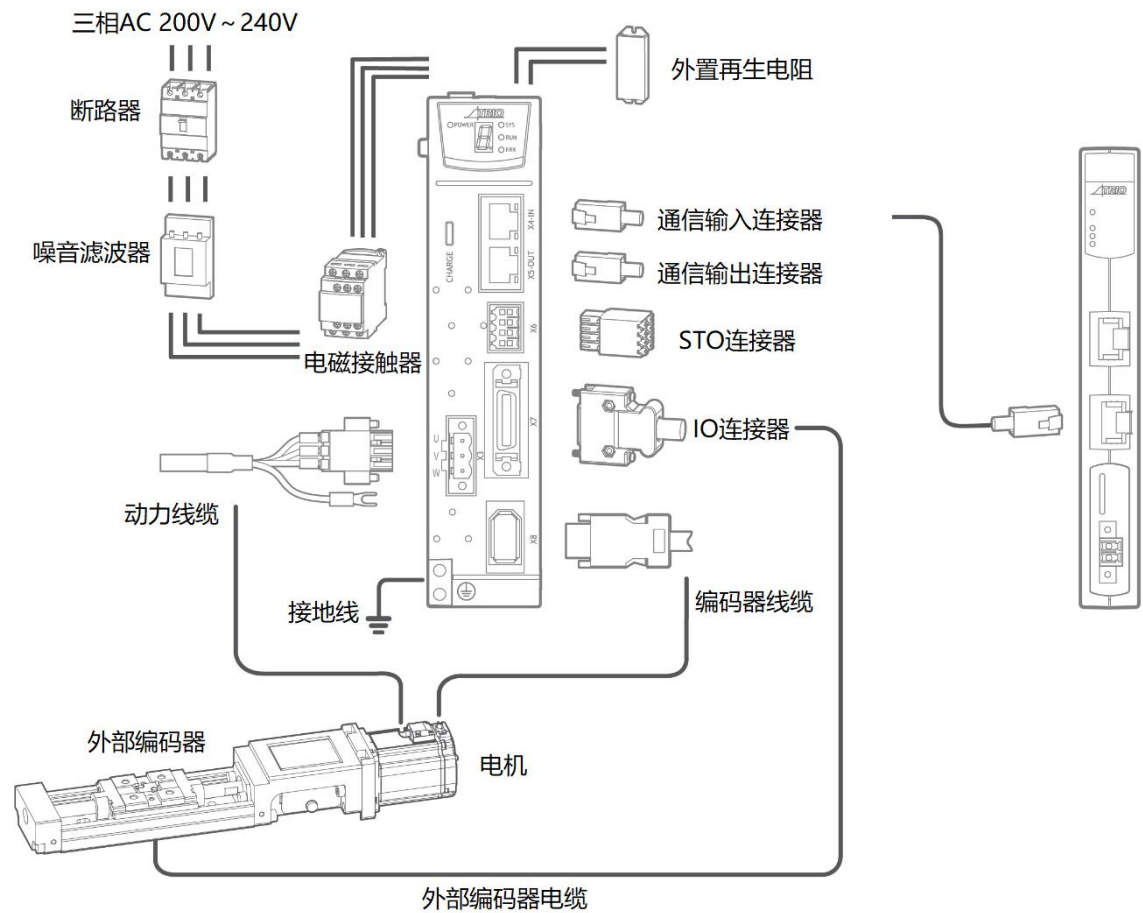


DX4-120A~DX4-130A



1.7 系统构成

示例图





### 最低系统配置

- 电源
- 断路器
- 噪音滤波器
- 电磁接触器
- 外置再生电阻
- 驱动器
- 电机
- 控制器
- PC 调试工具
- 若干电缆（编码器电缆、电机动力电缆、EtherCAT 通信电缆、STO、IO 电缆）

### 外设规格

名称	说明	规格												
断路器	用于保护电源线，出现过流时切断电路。	断路器的最小额定电流随驱动器型号而定。 使用 C 型 MCB。												
		<table><tr><th>驱动器型号</th><th>断路器最小额定电流</th></tr><tr><td>DX4-1A5A DX4-101A DX4-102A DX4-104A</td><td>10A</td></tr><tr><td>DX4-108A DX4-110A</td><td>25A</td></tr><tr><td>DX4-115A</td><td>35A</td></tr><tr><td>DX4-120A</td><td>55A</td></tr><tr><td>DX4-130A</td><td>70A</td></tr></table>	驱动器型号	断路器最小额定电流	DX4-1A5A DX4-101A DX4-102A DX4-104A	10A	DX4-108A DX4-110A	25A	DX4-115A	35A	DX4-120A	55A	DX4-130A	70A
		驱动器型号	断路器最小额定电流											
		DX4-1A5A DX4-101A DX4-102A DX4-104A	10A											
		DX4-108A DX4-110A	25A											
		DX4-115A	35A											
		DX4-120A	55A											
		DX4-130A	70A											
噪音滤波器	防止电源线的外部噪音干扰。	额定电流为 10A 或 20A。												
外置再生电阻器	母线电容不足时，移除 B2 和 B3 之间的短接线，并在 B1 和 B2 之间连接外置再生电阻。 <sup>(1)</sup>	再生电阻器的最小值随驱动器型号而定。												
		<table><tr><th>驱动器型号</th><th>再生电阻器最小值</th></tr><tr><td>DX4-1A5A DX4-101A DX4-102A DX4-104A DX4-108A DX4-110A</td><td>25Ω</td></tr><tr><td>DX4-115A DX4-120A DX4-130A</td><td>10Ω</td></tr></table>	驱动器型号	再生电阻器最小值	DX4-1A5A DX4-101A DX4-102A DX4-104A DX4-108A DX4-110A	25Ω	DX4-115A DX4-120A DX4-130A	10Ω						
		驱动器型号	再生电阻器最小值											
DX4-1A5A DX4-101A DX4-102A DX4-104A DX4-108A DX4-110A	25Ω													
DX4-115A DX4-120A DX4-130A	10Ω													

(1): 对于 DX4-1A5A, DX4-101A, DX4-102A, DX4-104A 的驱动器，必须连接外置再生电阻。

## 第 2 章 安装

### 2.1 注意事项

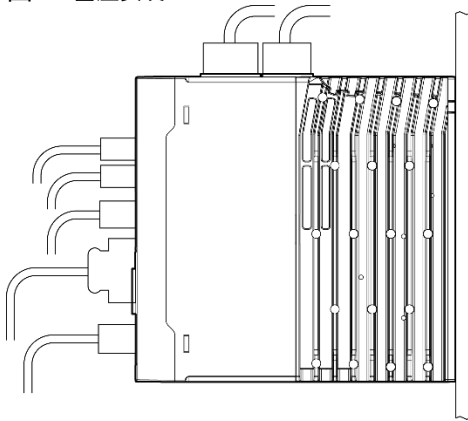
- 安装在发热体附近时  
为使驱动器周围的温度符合环境条件，请控制因发热体的热辐射或对流而造成的升温。
- 安装在振动源附近时  
请在驱动器的安装面上安装防振器具，以防止振动传递至驱动器。
- 其它  
请勿设置在高温潮湿的场所、有水滴或切削油飞溅的场所、环境气体中粉尘或铁粉较多的场所、有腐蚀性气体的场所以及放射线照射的场所。

### 2.2 安装类型与方向

驱动器使用基座安装，应安装在为上漆的金属表面上。图 2-1 是垂直安装驱动器的示意。

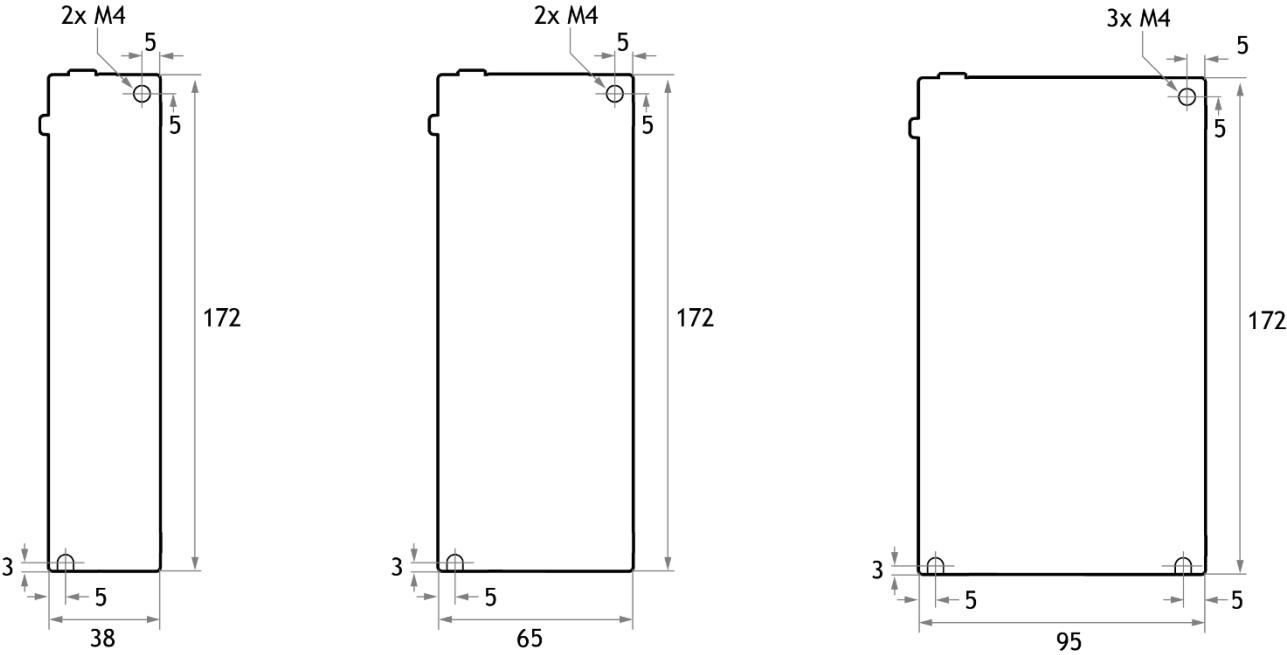
此外，请使设备的正面（接线侧）面向操作人员进行安装。通过 2 或 3 个安装孔，将设备牢固在安装面上（安装孔的数量取决于驱动器的容量）。

图2-1 基座安装



## 2.3 安装孔尺寸

请使用所有安装孔将驱动器牢固在安装面上。安装时，请准备长度大于设备进深的螺丝刀。

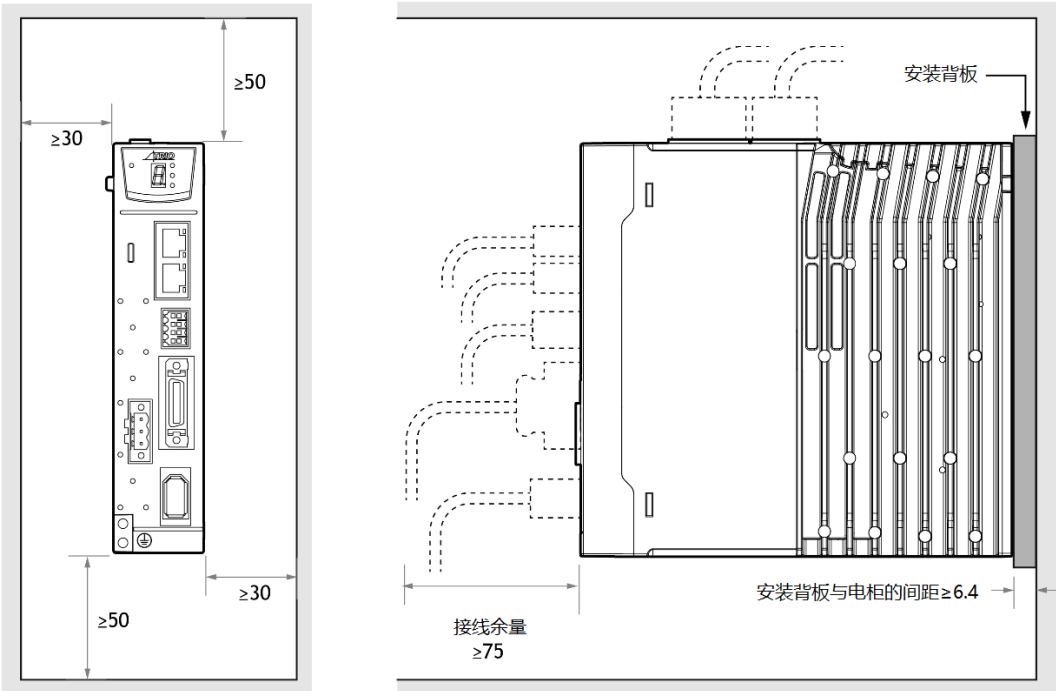


## 2.4 安装间隔

### 安装单个驱动器

在控制柜中安装单个驱动器时，应保证如图 2-2 所示的间隔。

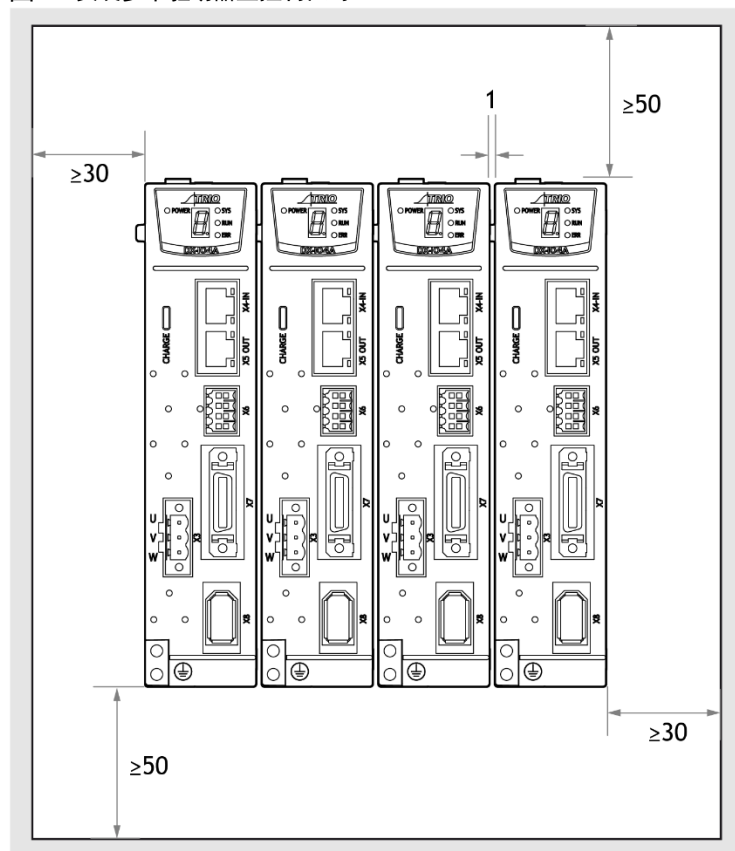
图2-2 安装单个驱动器至控制柜时



## 安装多个驱动器

在控制柜中安装多个驱动器时，应保证如图 2-3 所示的间隔。

图2-3 安装多个驱动器至控制柜时



 说明

DX4 支持紧贴安装，相邻两台驱动器之间的距离为 1mm。

## 第 3 章 接线和连接

### 3.1 接线时的注意事项

#### 3.1.1 一般注意事项



通电过程中请勿变更接线，以免触电或受伤。



- 请由专业技术人员进行接线或检查作业。
- 请慎重确认接线及电源。输出回路会因接线错误、异常电压的施加而发生短路故障。发生上述故障时制动器不动作，因此可能导致机械损坏或人员伤亡。
- AC 电源及 DC 电源与驱动器连接时，请与指定端子连接。



- 请在电源关闭至少 5 分钟后确认充电指示(CHARGE)灯熄灭，然后再进行接线及检查作业。即便关闭电源，驱动器内部仍然可能残留高电压。因此，在充电指示(CHARGE)灯亮期间，请勿触摸电源端子。
- 请按本手册所记载的注意事项及步骤进行接线、试运行作业。
- 请正确、可靠地进行接线。连接器及连接器的针脚排列因机型而异。请务必通过相应机型的技术资料确认针脚排列。
- 输入输出信号用电缆以及编码器电缆请使用带屏蔽双绞线或多芯双绞整体屏蔽线。
- 驱动器的主回路线缆须保证在 75°C 时仍能正常工作。
- 对驱动器的主回路端子进行接线时，请务必遵守下述注意事项。
  - 在包括主回路端子在内的接线全部完成后，再接通驱动器的电源。
  - 主回路端子为连接器型时，请将连接器从驱动器主体上拆下后再接线。
  - 主回路端子的 1 个电线插口只能插入 1 根电线。
  - 在插入电线时，请勿使芯线的毛刺与邻近的电线接触而造成短路。
- 安装 C 型 MCB 等安全装置以防止外部接线短路。



- 接线时请尽可能使用本公司指定的电缆。
- 请切实紧固电缆连接器的固定螺丝及锁定机构，以免电缆连接器的脱落。
- 请勿使强电线（主回路电缆）和弱电线（输入输出信号用电缆及编码器电缆）使用同一套管，也不要将其绑扎在一起。不将强电线和弱电线放入单独的套管时，接线时请保持 30cm 以上的间隔。
- 请使用 C 型 MCB 保护主回路。

本驱动器直接连在商用电源上，没有使用变压器等进行绝缘。为了防止发生伺服系统和外界的混触事故，请务必使用 C 型 MCB。
- 请安装漏电断路器。

为构建更安全的系统，请配置过载、短路保护兼用的漏电断路器，或者与 C 型 MCB 组合，安装接地短路保护用漏电断路器。

### 3.1.2 抗干扰对策



重 要

由于驱动器为工业设备，因此未采取防无线电干扰措施。

由于驱动器的主回路使用高速开关元件，因此周边设备可能会受到开关干扰的影响。在民宅附近使用时，或者担心会受到无线电干扰时，请采取抗干扰对策。

本驱动器内置有微处理器。因此，可能会受到驱动器周边设备的噪音影响。

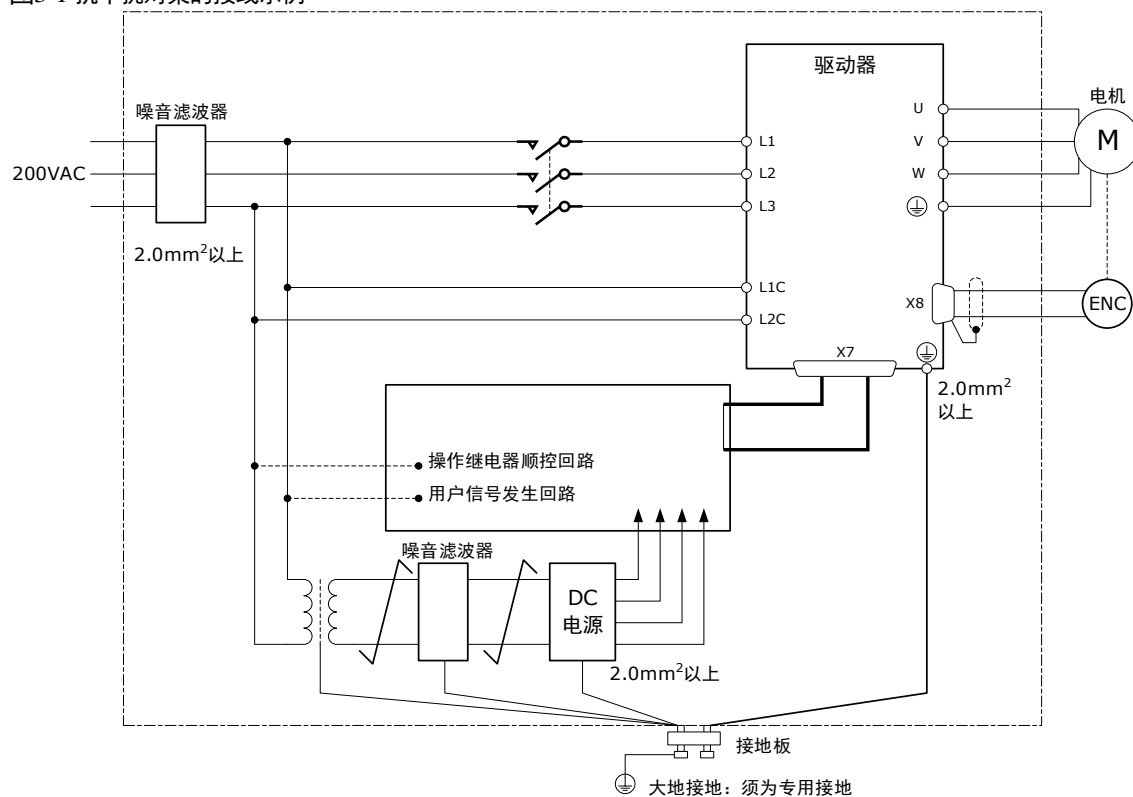
为抑制驱动器与周边设备间的噪音干扰，可根据需要，采取以下抗干扰对策。

- 请尽可能将输入指令设备及噪音滤波器设置在驱动器的附近。
- 请务必在继电器、电磁阀、电磁接触器的线圈上连接浪涌吸收器。
- 请勿将以下电缆放入同一套管内，也不要将其捆扎在一起。此外，接线时请保持 30 cm 以上的间隔。
- 切勿与电焊机、电火花加工机等使用同一电源。即使不是同一电源，当附近有高频发生器时，请在主回路电源电缆及控制电源电缆的输入侧连接噪音滤波器。关于噪音滤波器的连接方法，请参见“**噪音滤波器**”的内容。
- 请进行适当的接地处理。关于接地处理，请参见“**3.1.4 接地**”的内容。

#### 噪音滤波器

将噪音滤波器连接在适当的场所，以避免噪音对驱动器造成不良影响。图 3-1 是考虑了抗干扰对策的接线示例。

图3-1 抗干扰对策的接线示例

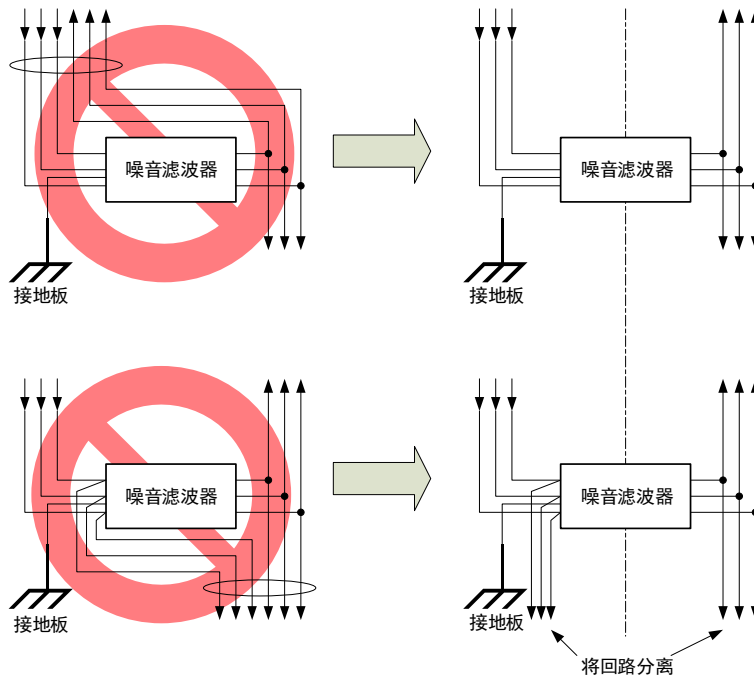


【说明】 接地用的地线请尽量使用2.0mm²以上的粗线（平扁铜线较适合）。  
 部分请尽量使用双股绞合线进行接线。

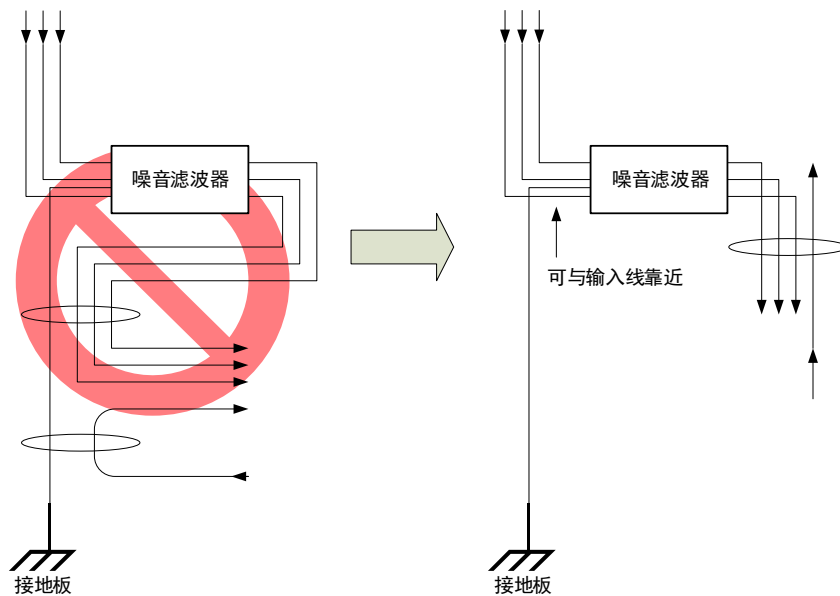
## 噪音滤波器的接线及连接注意事项

噪音滤波器的接线及连接请遵守以下注意事项。

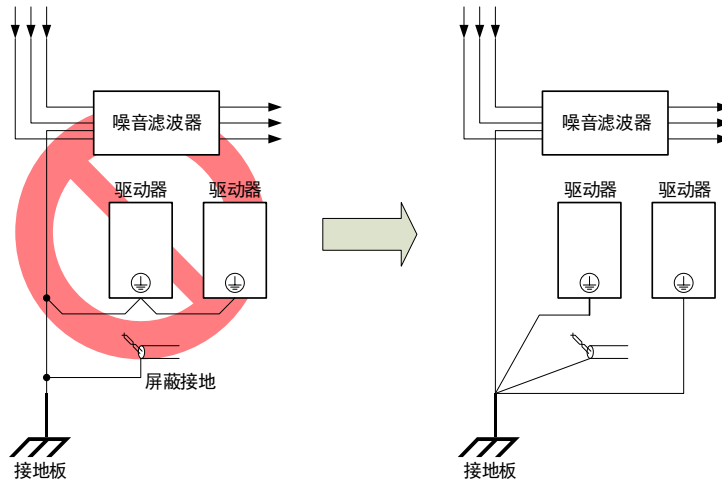
- 请将输入接线与输出接线分开。另外，请勿将输入、输出接线放入同一套管内，也不要将其捆扎在一起。



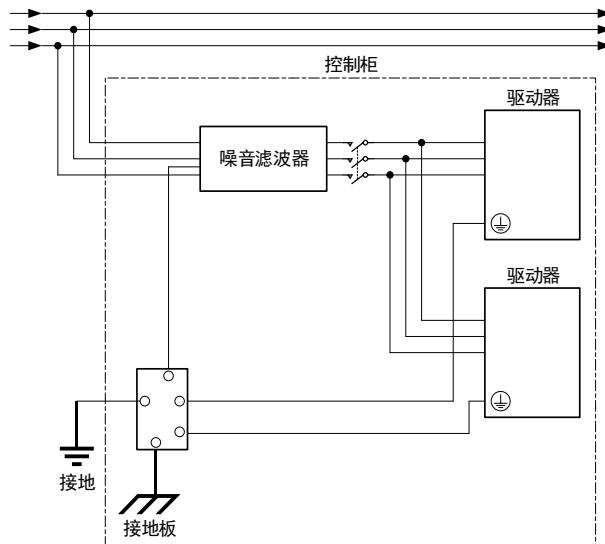
- 噪音滤波器的地线请与输出接线分开设置。另外，请勿与噪音滤波器的输出接线及其他信号线使用同一套管，也不要将其捆扎在一起。



- 将噪音滤波器的地线单独连接在接地板上。请勿连接其他地线。



- 控制柜内部有噪音滤波器时，请将噪音滤波器的地线和控制柜内其他设备的地线，连接在控制柜的接地板上之后再进行接地。



### 3.1.3 滤波器推荐

为了符合 IEC/EN 61800-3 第二环境 (C2) 的要求，驱动器和电动机必须安装有 EMC/RFI 滤波器。推荐的过滤器如下：

驱动器结构	EMC C2
结构 A (50W~400W)	Schaffner FN3270H-10-44
结构 B (750W~1.5kW)	Schaffner FN3270H-10-44
结构 C (2kW~3kW)	Schaffner FN3270H-20-44

上述滤波器已通过使用电缆长度为 3m 和 20m 的测试。



### 3.1.4 接地

请遵照以下内容进行接地处理。如果采取适当的接地处理，也可防止因干扰影响造成的误动作。

对接地电缆进行接线时，请注意以下几点：

- 接地电阻为 100 mΩ以下。
- 务必采用单点接地。
- 伺服电机与机械之间相互绝缘时，请将伺服电机直接接地。

#### 电机框架的接地或电机的接地

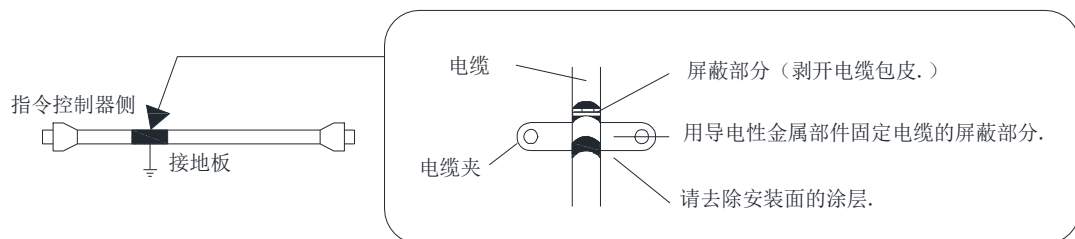
当伺服电机经由机械接地时，开关干扰电流会从驱动器的主回路通过伺服电机的浮游电容流出。为了防止这种现象发生，请务必将伺服电机的电机框架端子（FG）或接地端子（FG）和驱动器的接地端子 $\oplus$ 相连。另外，接地端子 $\oplus$ 必须接地。

#### 输入输出信号用电缆中出现噪音时

在输入输出信号用电缆中出现干扰等情况时，请将该输入输出信号用电缆的屏蔽线连接至连接器壳体后再进行接地。电机动力电缆套有金属管时，对金属套管及接地盒实施单点接地。

#### 电缆的固定

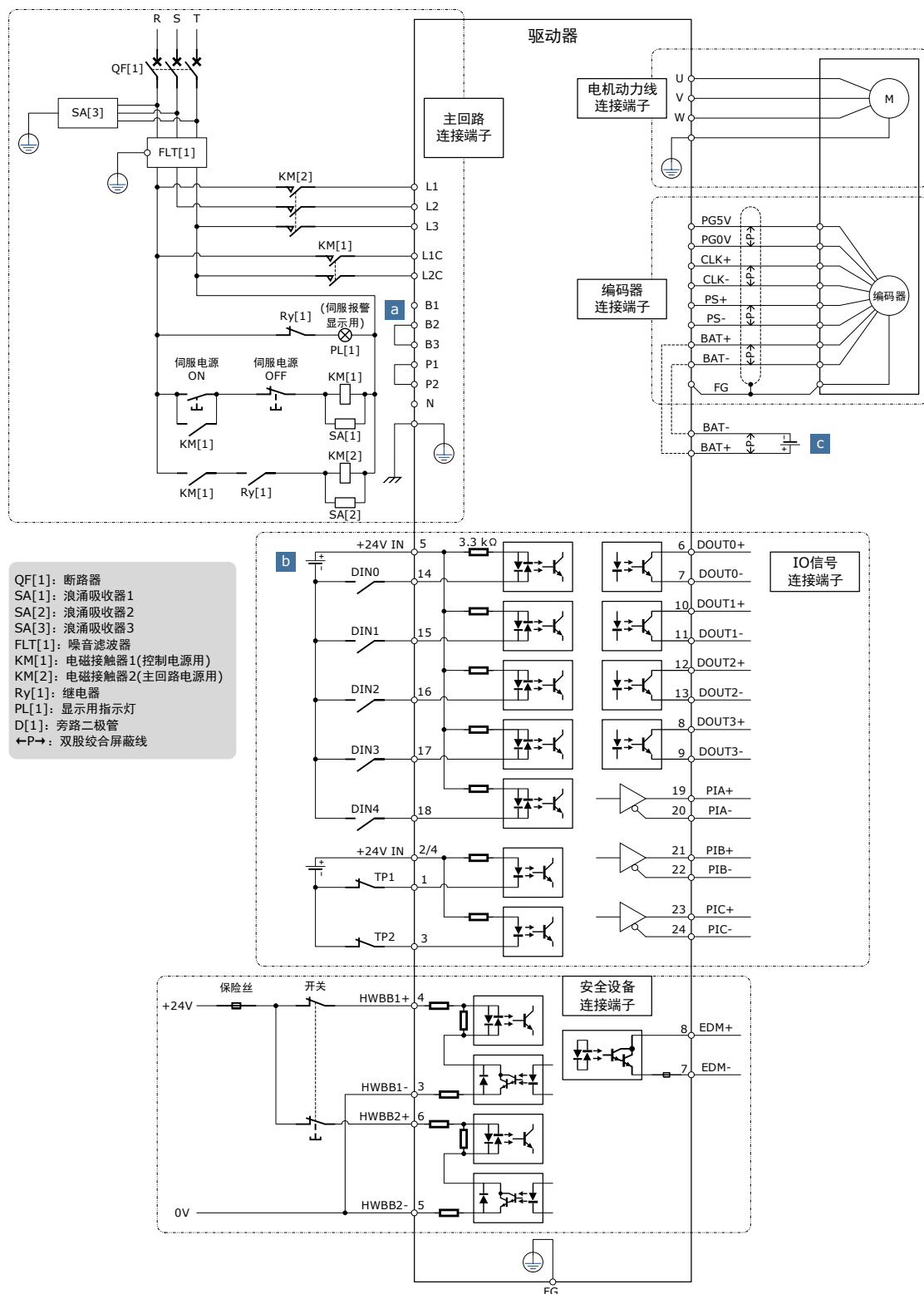
用导电性固定件(电缆夹)固定电缆的屏蔽层部分，并固定在接地板上。



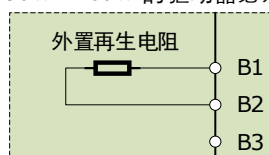
#### 铁氧体线圈

尽管铁氧体线圈可用于解决特定的 EMC 应用问题，但它们不是必需的。

## 3.2 基本连接图



- a: 50W~400W 的驱动器必须外置再生电阻，接法如下所示。此外，需检查并设定 “Pn521.0 = 0”。



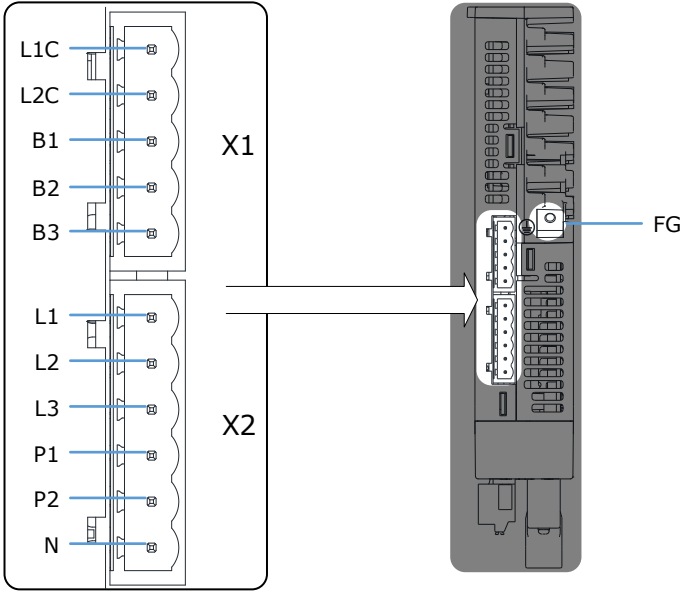
- b: 输入端口的接线可使用共阴接法，也可使用共阳接法。  
c: 仅带绝对值编码器的伺服电机使用电池盒的接线。

### 3.3 驱动器电源的连接（X1，X2）


#### 3.3.1 端子说明

电源端子是包括了主回路连接端子和控制回路连接端子。

端子排列



信号定义

端子符号	名称	规格
L1、L2	主回路电源端子	单相 AC 200V~240V，-15%~+10%，50Hz/60Hz
L1、L2、L3		三相 AC 200V~240V，-15%~+10%，50Hz/60Hz
L1C、L2C	控制电源端子	单相 AC 200V~240V，-15%~+10%，50Hz/60Hz
B1、B2、B3	再生电阻器连接端子	<ul style="list-style-type: none"><li>使用内置再生电阻器时： 请保持 B2 和 B3 之间的短接状态。</li><li>使用外置再生电阻器时： 请先拆下 B2 和 B3 之间的短接线，并在 B1 和 B2 之间连接外置再生电阻器。</li></ul>
P1、P2、N	DC 连接端子	<p>出厂时，P1 和 P2 之间处于短接状态。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>使用 DC 电抗器时： 在 P1 和 P2 之间连接 DC 电抗器。</li><li>使用直流电源输入时，P2 接正极，N 接负极。</li><li>使用共母线架构时： 依次串级连接所有驱动器的 P2 和 N。</li></ul>
	接地端子	连接电源接地端子，进行接地处理。

### 3.3.2 端子接线步骤

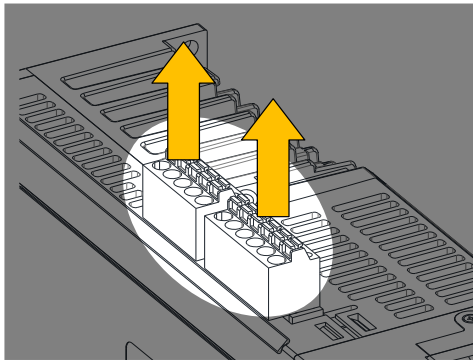
在准备进行电源连接端子的接线前，需要准备以下物品。

准备物品	说明
一字螺丝刀	刃口宽度 3.0mm~3.5mm 的市售产品
冷压端子	截面在 $1.5\text{mm}^2 \sim 2.5\text{mm}^2$ 左右的套管式产品
接线钳	具有压线、剥线功能的市售产品

按照如下指导步骤对电源连接端子进行接线。

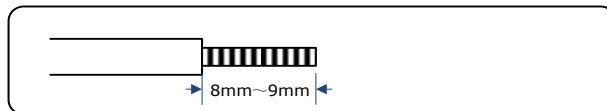
步骤 1 电源连接端子（主回路连接端子和控制回路连接端子）从驱动器的连接器上拆下。

图3-2 拆下电源连接端子



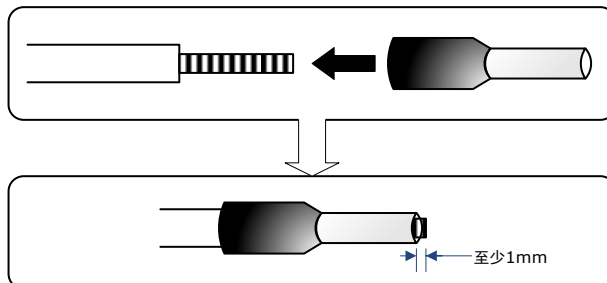
步骤 2 使用接线钳剥下连接电线的外层，一般为 8mm~9mm。

图3-3 剥下电线外层



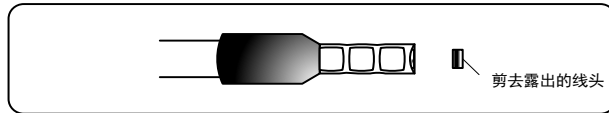
步骤 3 将电线的线芯套入至冷压端子（线芯需露出冷压端子部分至少 1mm）。

图3-4 套入冷压端子



步骤 4 使用接线钳压制已套有冷压端子的电线，并剪去露出的线头（允许露出部分不超过 0.5mm）。

图3-5 压制电线



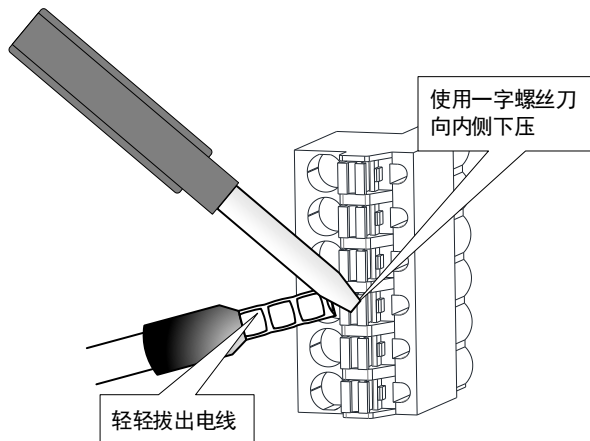
步骤 5 将压制好的电线的直接插入连接端子中，直至电线不易拔出（可尝试轻微拨动）。

步骤 6 重复上述操作，进行必要的接线。

步骤 7 若要更改接线，需将电线从连接端子中拔出。

拔出时，请使用一字螺丝刀向内侧下压连接端子对应的弹簧按钮，然后轻轻拔出电线。

图3-6 拔出电线



步骤 8 接线完成后，将主回路连接端子和控制回路连接端子安装至驱动器的连接器上。

---结束



说明

上述接线步骤同样适用于电机动力线的连接端子。

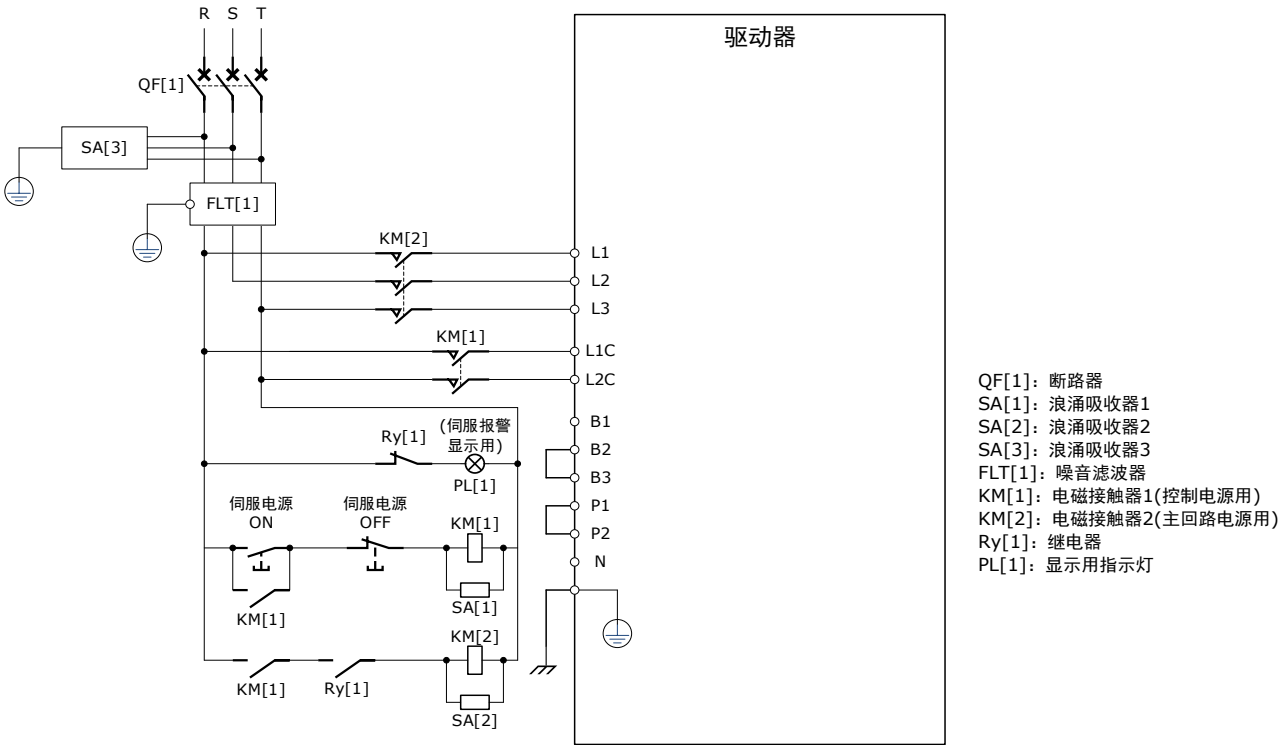
3.3.3 电源接线

推荐线径

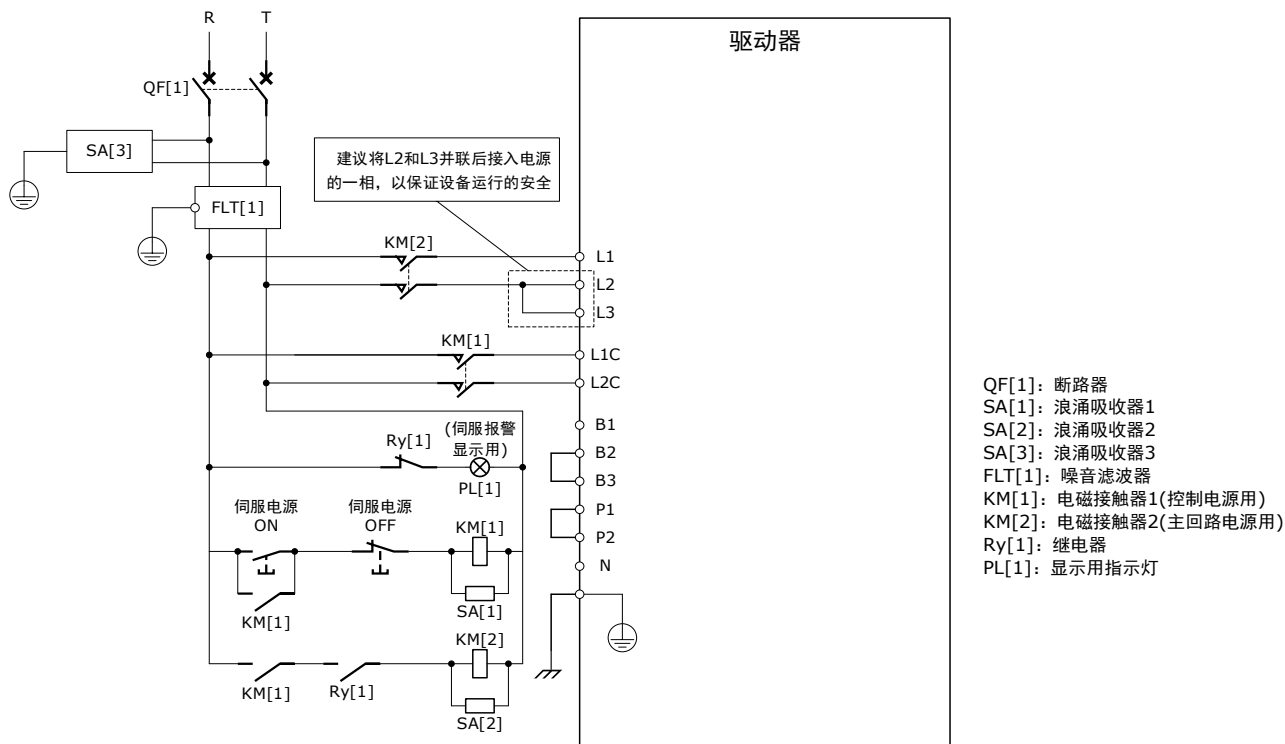
驱动器电源输入的配线规格因型号而异，下表列出了各型号的推荐线径。

型号	推荐线径	
	截面积 (mm <sup>2</sup> )	AWG
DX4-1A5A	2.075	14
DX4-101A	2.075	14
DX4-102A	2.075	14
DX4-104A	2.075	14
DX4-108A	2.627	13
DX4-110A	2.627	13
DX4-115A	3.332	12
DX4-120A	3.332	12
DX4-130A	3.332	12

使用三相 AC 电源接入时

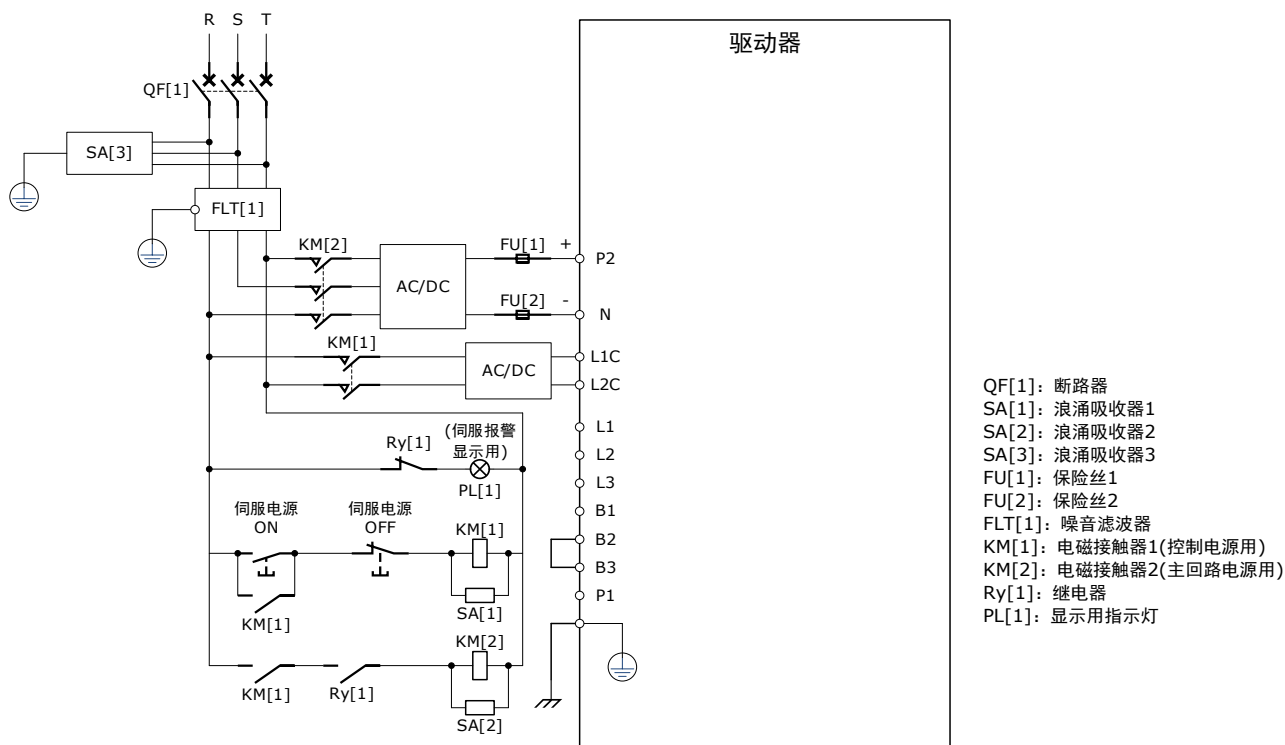


## 使用单相 AC 电源接入时



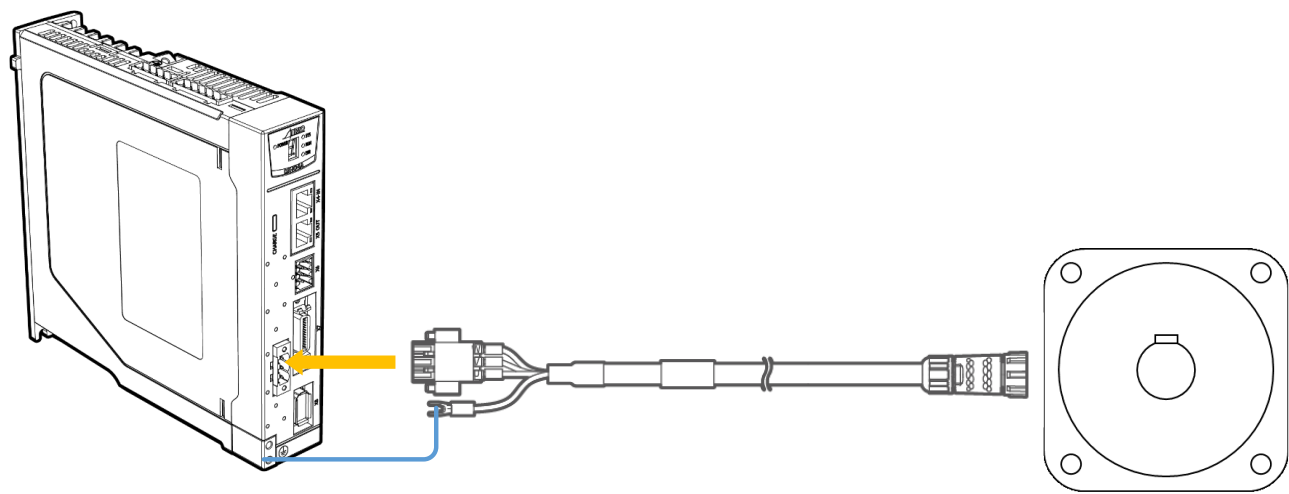
【注】对于型号为 DX4-115A 的驱动器，在单相 AC 电源的情况下使用时，请将负载率的额定值降低到 80%。

## 使用 DC 电源接入时



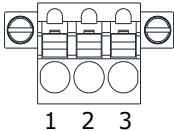


3.4 电机动力电缆的连接（X3）

连接示意图



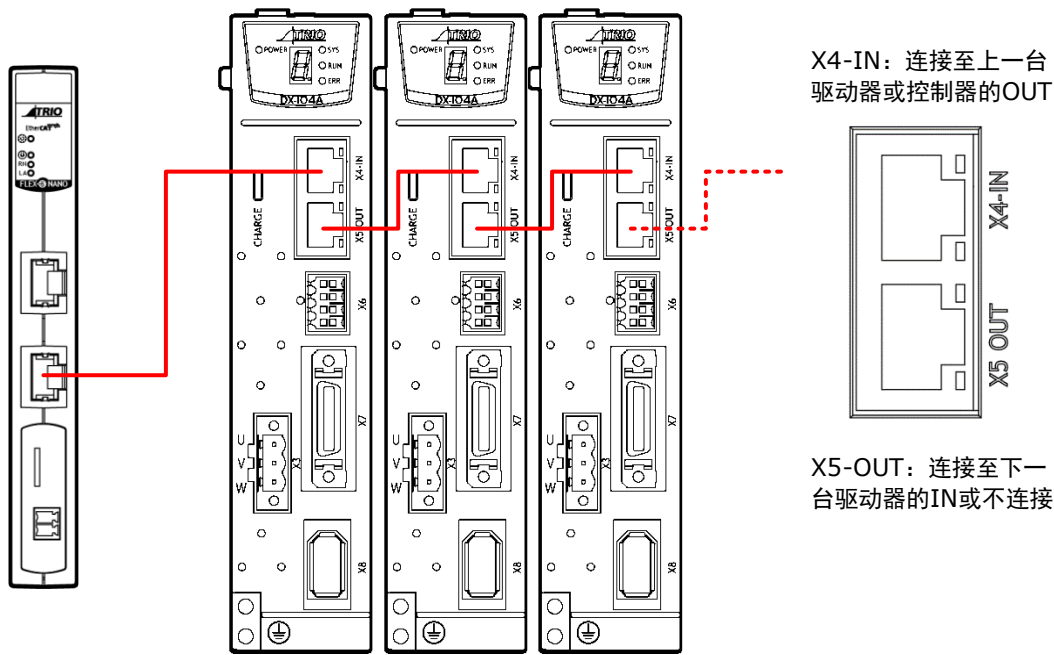
线缆说明

连接器		引脚分布																					
连接电机侧	<div>EC3P-B1718</div> 	<table><tr><th>针脚</th><th>信号名称</th><th>颜色</th></tr><tr><td>1</td><td>U</td><td>棕</td></tr><tr><td>2</td><td>V</td><td>灰</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td><td>黑</td></tr><tr><td>4</td><td>FG</td><td>黄绿</td></tr><tr><td>5</td><td>B1</td><td>白</td></tr><tr><td>6</td><td>B2</td><td>绿</td></tr></table>	针脚	信号名称	颜色	1	U	棕	2	V	灰	3	W	黑	4	FG	黄绿	5	B1	白	6	B2	绿
	针脚	信号名称	颜色																				
1	U	棕																					
2	V	灰																					
3	W	黑																					
4	FG	黄绿																					
5	B1	白																					
6	B2	绿																					
	<div>EC3P-N1718</div> 	<table><tr><th>针脚</th><th>信号名称</th><th>颜色</th></tr><tr><td>1</td><td>U</td><td>棕</td></tr><tr><td>2</td><td>V</td><td>灰</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td><td>黑</td></tr><tr><td>4</td><td>FG</td><td>黄绿</td></tr></table>	针脚	信号名称	颜色	1	U	棕	2	V	灰	3	W	黑	4	FG	黄绿						
针脚	信号名称	颜色																					
1	U	棕																					
2	V	灰																					
3	W	黑																					
4	FG	黄绿																					
连接驱动器侧		<table><tr><th>针脚</th><th>信号名称</th><th>颜色</th></tr><tr><td>1</td><td>U</td><td>棕</td></tr><tr><td>2</td><td>V</td><td>灰</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td><td>黑</td></tr></table>	针脚	信号名称	颜色	1	U	棕	2	V	灰	3	W	黑									
针脚	信号名称	颜色																					
1	U	棕																					
2	V	灰																					
3	W	黑																					



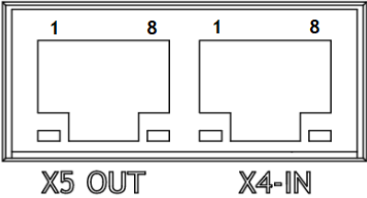
3.5 EtherCAT 通信的连接（X4，X5）

连接示意图



端子说明

EtherCAT 连接端子（X4-IN 和 X5-OUT）为 RJ45 连接器，其中作为主站或控制器的接口线应从 X4-IN 接入，由 X5-OUT 接入下一台驱动器（从站）的 X4-IN 端子。

连接器	引脚	定义	描述
	1	TX+	数据发送+
	2	TX-	数据发送-
	3	RX+	数据接收+
	4	—	—
	5	—	—
	6	RX-	数据接收-
	7	—	—
	8	—	—
	外壳	PE	屏蔽

线缆说明

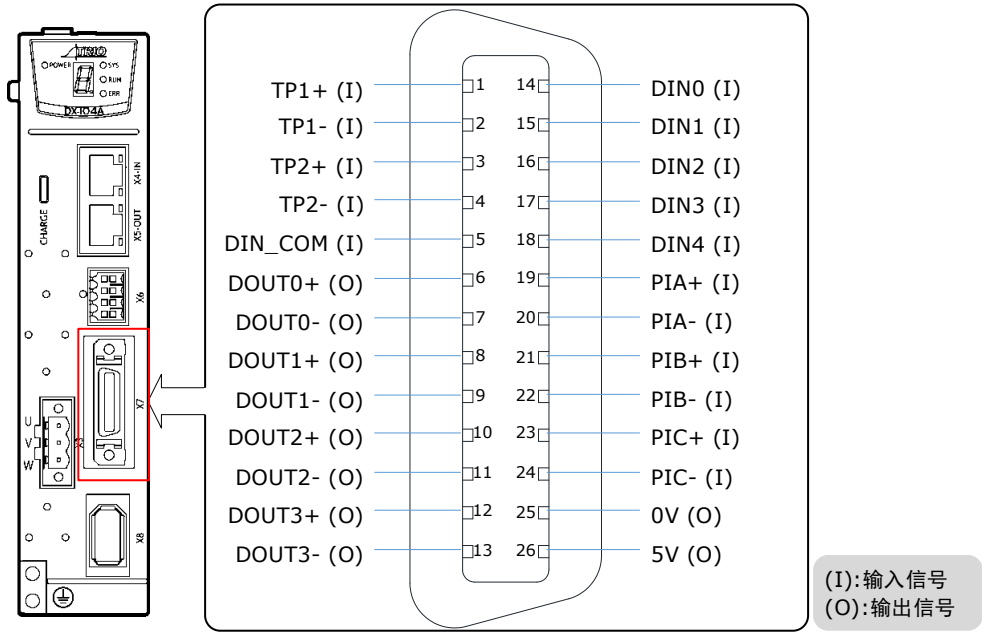
请使用超五类屏蔽／双屏蔽双绞线缆（CAT5e SF/UTP），推荐使用金属屏蔽层的接插件，防止信号干扰。

### 3.6 安全设备的连接（X6）

连接安全设备时，需使用驱动器的安全功能（STO）。接线及使用方法请参见“第 4 章 STO”。

### 3.7 输入输出信号的接线（X7）

端子排列



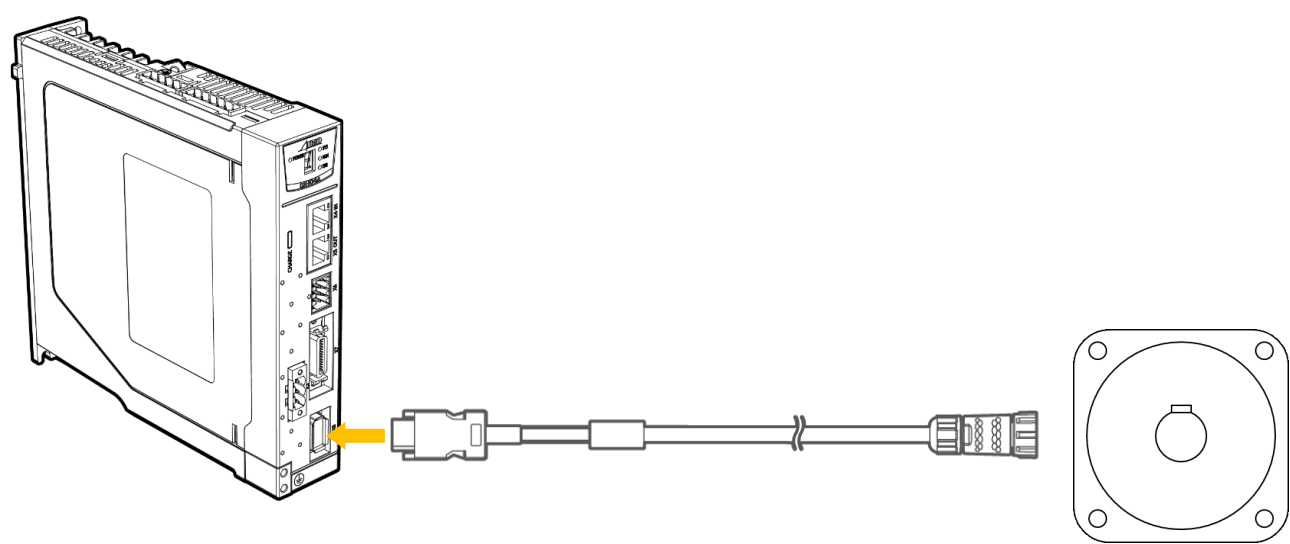
信号定义

针号	名称	类型	说明
1	TP1+	输入	探针 Touch Probe 输入信号 1
2	TP1-	输入	
3	TP2+	输入	探针 Touch Probe 输入信号 2
4	TP2-	输入	
5	DIN_COM	输入	通用输入信号的供电电源，连接至 DC 24V
6	DOUT0+	输出	通用数字量输出 0
7	DOUT0-	输出	
8	DOUT1+	输出	通用数字量输出 1
9	DOUT1-	输出	
10	DOUT2+	输出	通用数字量输出 2
11	DOUT2-	输出	
12	DOUT3+	输出	通用数字量输出 3
13	DOUT3-	输出	


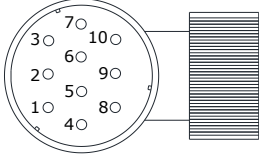
针号	名称	类型	说明
14	DIN0	输入	通用数字量输入 0
15	DIN1	输入	通用数字量输入 1
16	DIN2	输入	通用数字量输入 2
17	DIN3	输入	通用数字量输入 3
18	DIN4	输入	通用数字量输入 4
19	PIA+	输出	外部编码器 A 相输入信号
20	PIA-	输出	
21	PIB+	输出	外部编码器 B 相输入信号
22	PIB-	输出	
23	PIC+	输出	外部编码器 C 相输入信号
24	PIC-	输出	
25	0V	输出	外部编码器的电源电压。
26	5V	输出	

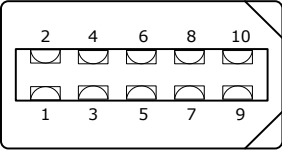
3.8 编码器的连接（X8）

连接示意图



线缆说明

连接器		引脚分布		
连接电机侧	<div>ECS-I1724 / ECS-A1724</div> 	针脚	信号名称	颜色
		1	S+	蓝
		2	S-	蓝黑
		3	BAT+	黄
		4	MA+	绿
		5	MA-	绿黑
		6	PG5V	红
		7	PG0V	黑
		8	BAT-	黄黑
		9	FG	屏蔽线
	<div>EC3S-I1324 / EC3S-A1324</div> 	针脚	信号名称	颜色
		1	S+	蓝
		2	S-	蓝黑
		3	BAT+	黄
		4	BAT-	绿
		5	MA+	绿黑
		6	MA-	红
		7	PG0V	黑
		8	PG5V	黄黑
		9	-	-
		10	FG	屏蔽线

连接器		引脚分布		
连接驱动器侧		针脚	信号名称	颜色
		1	PG5V	红
		2	PG0V	黑
		3	—	—
		4	—	—
		5	MA+	绿
		6	MA-	绿黑
		7	S+	蓝
		8	S-	蓝黑
		9	BAT+	黄
		10	BAT-	黄黑
		外壳	FG	屏蔽线

编码器电池的连接

编码器类型为 L 的电机型号（如：MXL-02A0630 **L** A222）表示该电机使用的是绝对值编码器。这类电机需要使用电池为编码器供电，以在其断开驱动器电源后能够保留其数据。

电池电源由安装在电缆电池盒中的串联电池提供，当从驱动器上卸下编码器电缆时，需要保留编码器电源。



注意

电池盒的安装与拆卸需要在控制回路通电时进行，以免丢失编码器的多圈信息。

## 第 4 章 STO

### 4.1 概述

本产品具有符合 IEC 61800-5-2 标准的“安全转矩关断”（Safe Torque Off，以下简称 STO）功能，等效于符合 IEC 60204-1 标准的不受控停止（停止类别 0），能够保护作业人员免受机械运动部件危险动作的伤害，降低使用机械时的风险。

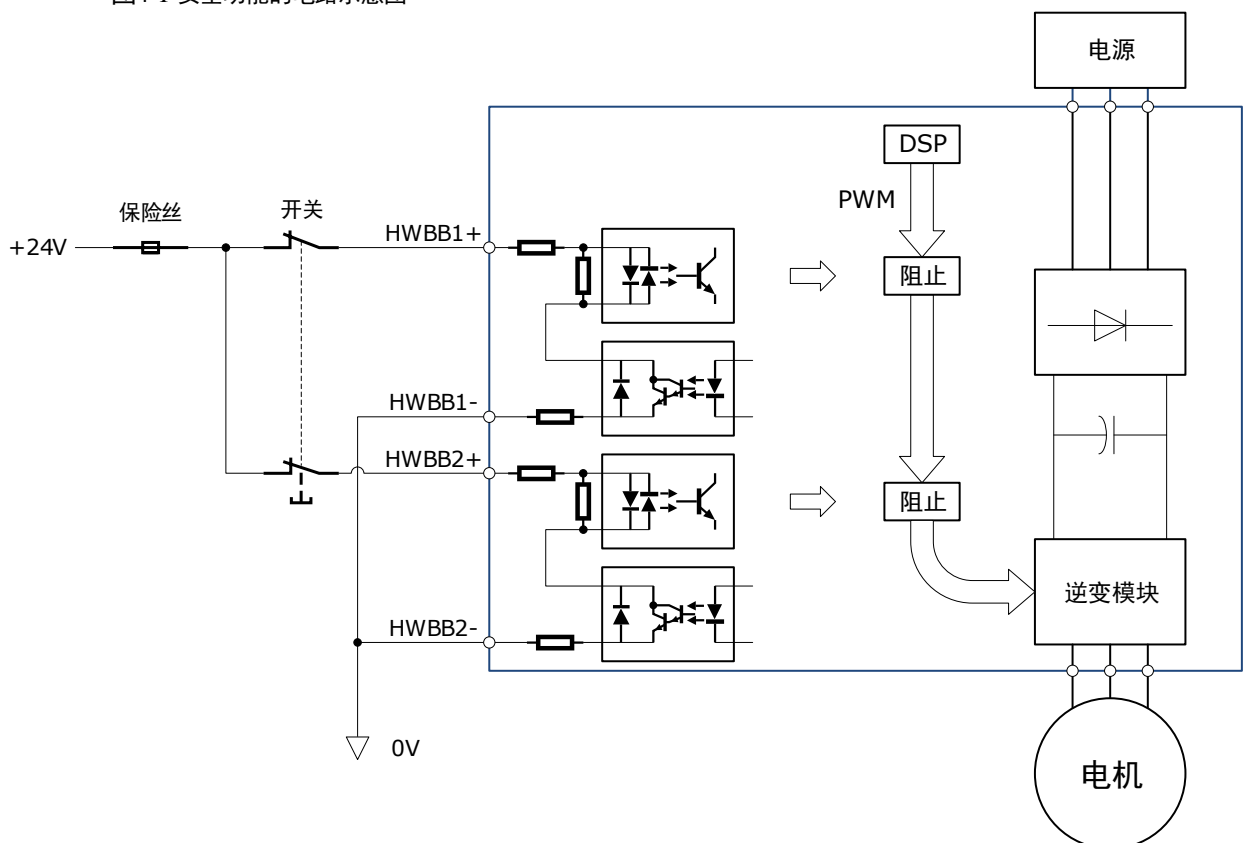
STO 功能提供了一种防止驱动器在电动机中产生转矩的方法，是由安全输入信号通过强制关闭驱动器内部的功率晶体管的驱动信号，以此切断电机电流，关闭电机输出转矩的安全功能。

STO 不提供电流绝缘功能，因而它并不等效于 IEC 60204-1 的“安全关闭”功能，这意味着处于 STO 状态下的驱动器，其电机端子仍可能具有危险电压。

#### 4.1.1 功能框图

安全功能电路工作示意如图 4-1 所示。

图4-1 安全功能的电路示意图



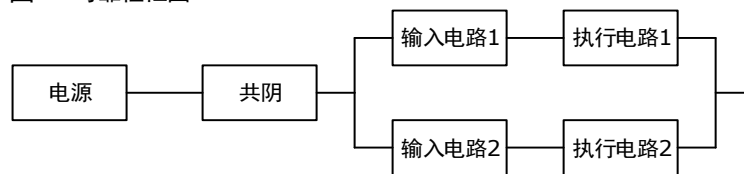
**【说明】**

当开关闭合时，HWBB1、HWBB2 为 ON，信号阻断电路允许 PWM 信号通过，即允许转矩输出；

当开关断开时，HWBB1 或 HWBB2 为 OFF，信号阻断电路不允许 PWM 信号通过，即关断转矩输出。

可靠性框图如图 4-2 所示。

图4-2 可靠性框图



## 4.1.2 功能特性

STO 安全功能具有如下特性：

- 安全状态是指关闭硬件的所有 PWM 信号，使得电机转矩关闭。
- 系统结构为：单通道 + 双通道（1oo1+1oo2）。
- STO 工作于高要求的运行模式，系统能力为 SC3。
- PFH 可达到整个安全回路的 0.018%，即  $1.8 \times 10^{-11}$ 。
- 每个通道的 MTTFd 为 3184 年。
- 遵循 IEC 61508-6: 2010，MRT 和 MTTR 均为 0。
- 总失效率  $\lambda = 355.80 \text{ fit}$ ；安全失效率  $\lambda_S = 283.38 \text{ fit}$ ；检出危险失效率  $\lambda_{DD} = 71.69 \text{ fit}$ ；未检出危险失效率  $\lambda_{DU} = 0.73 \text{ fit}$ 。

【注】故障率单位 1 fit (failures in time) =  $1 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ ，即设备在  $10^9$  工作小时内发生一次故障。

- 安全等级为 SIL3 (IEC 62061: 2015)，性能等级为 PLe，类别为 Cat.4 (ISO 13849-1: 2015)。
- 遵循 IEC 61508: 2010 和 IEC 62061: 2015，单通道（1oo1）的 SFF 不低于 99%，双通道部分（1oo2）的 SFF 不低于 90%。
- 遵循 ISO 13849-1: 2015，DC 不低于 99%。
- (\*) 启用 STO 的响应时间不超过 30ms。  
STO 的响应时间是从触发 STO 信号至关闭 PWM 信号的时间间隔。
- (\*) 当 HFT = 0 时，诊断测试间隔低于 20ms；  
当 HFT > 0 时，诊断测试间隔低于 1h。
- (\*) 遵循 IEC61326-3-1 对于 DS 的定义，电机将在 200ms 内停止。
- 遵循 ISO 13849-1: 2015，CCF 得分优于 65 分。
- (\*) 所有检测到的故障都将导致驱动器进入安全状态。
- (\*) 在单通道中，诊断测试间隔+故障反应时间 < 30ms。
- (\*) 输入信号滤波时间定义：当输入信号保持低电平的时间超过 2ms 时，HWBB1 和 HWBB2 信号将置 OFF，驱动器进入安全状态。



为了防止故障的累积，以机械或装置的风险评估为基础，每隔一定时间确认功能是否丧失。与系统安全等级无关，安全性确认检测至少 20 年进行 1 次。检查项主要包括上述特性中加 (\*) 的项目。

### 4.1.3 残留风险

装置制造厂商对全部风险评估相关的残留风险负责。以下为 STO 功能相关的残留风险。本公司对于因残留风险造成的任何损伤、受伤等事故概不负责。



**警告**

- STO 功能仅关闭电机的转矩输出，并没有切断驱动器和电机之间的物理连接，因此存在触电危险。请不要在带电情况下接触接线端子。
- 安全电路上使用的部件请使用经过安全性确认的或满足安全规格的产品。
- 启动 STO 功能会关闭电机的转矩输出，应确保伺服电机不会因为外力或其他影响而动作。
- 在更换该驱动器时，请确认新产品和之前使用的产品是否为相同型号的产品。安装后运行系统前，请务必确认功能的性能。
- 请对机械或装置整体进行风险评估。
- 请务必由共同电源供电给 STO 输入信号（HWBB1、HWBB2）。如果分开电源供电，漏电流可能导致 STO 功能误动作，不能进入 STO 切断状态。
- 请使用 PELV/SELV 开关电源来为 STO 功能的输入输出信号供电。

### 4.1.4 报警说明

如果驱动器发生 A.30（STO 模块断线）或 A.31（STO 硬件电路故障）报警，意味着 STO 功能电路可能已经损坏，应排除故障后再使用 STO 功能。

报警编号	报警名称	描述
A30	STO 模块断线	HWBB1 或 HWBB2 断线超过 10s，应检查接线并排除故障后再使用 STO 功能。
A31	STO 硬件电路故障	STO 功能电路可能已经损坏，应排除故障后再使用 STO 功能。

### 4.1.5 适用标准

STO 功能所遵循的标准如下表所示。

项目	标准
EMC 指令	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61800-3: 2017</li> <li>• IEC 61000-4: 2017</li> <li>• IEC 61326-3-1: 2017</li> <li>• IEC 61800-5-2: 2016</li> </ul> 说明： 环境类别是第二环境，设备类别是 C2。
低电压指令	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 61800-5-1: 2007 + AMD1:2017</li> </ul>
功能安全	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61800-5-2: 2016</li> <li>• IEC 60204-1: 2016</li> <li>• IEC 61508: 2010</li> <li>• IEC 62061: 2015</li> <li>• ISO 13849-1: 2015</li> </ul>



项目	标准
环境要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 60068-2-1: 2007</li> <li>• IEC 60068-2-2: 2007</li> <li>• IEC 60068-2-6: 1995</li> <li>• IEC 60068-2-14: 1984</li> <li>• IEC 60068-2-27: 1987</li> <li>• IEC 60068-2-78: 2001</li> <li>• IEC 61800-2: 2015</li> <li>• IEC 61800-5-1:2007 + AMD1:2016</li> </ul>

## 4.2 环境说明

项目	说明	
工作环境	温度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 单个设备使用时: -5℃~55℃</li> <li>• 多设备紧贴安装时: -5℃~40℃</li> </ul>
	湿度	5%~95%RH (无结露、无冻结)
存储环境	温度	-20℃~85℃
	湿度	5%~95%RH (无结露、无冻结)
海拔	≤1000m (额定)	
IP 等级	IP20	
污染程度	II	
过压等级	III	
绝缘耐压	输入至输出: 2.7 kVAC 输入至地: 2.0 kVAC	
绝缘电阻	50 MΩ及以上	

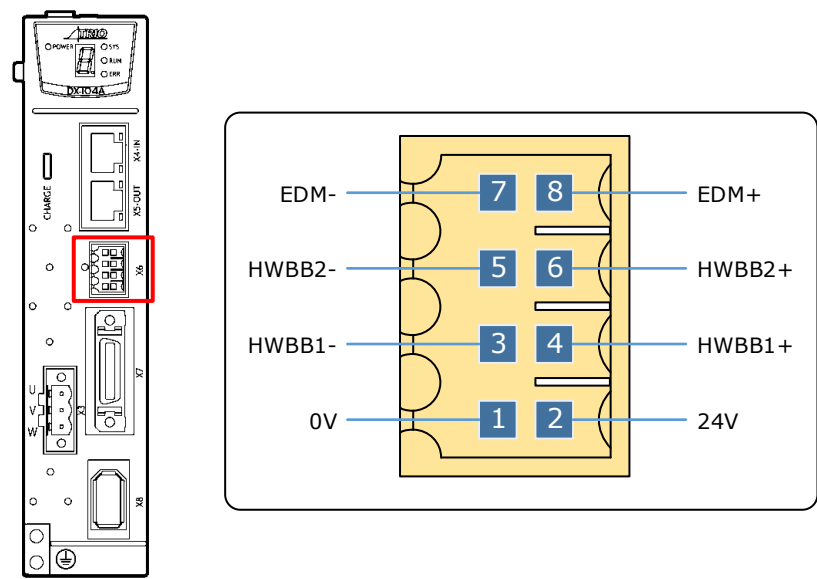


注 意

- 为避免信号线缆串扰的风险，请将电源接口电缆与信号电缆分开，或采用其他缓解方法。
- 不建议在公共低压电源系统中使用本产品。

### 4.3 端口定义

端子排列



信号说明



警告

- 请使用 PELV/SELV 开关电源来为 STO 功能的输入输出信号供电。
- 外部信号应符合无效电流原则。

引脚	名称	说明	功能
1	0V	24V 电源	不连接安全设备时，用于短接 HWBB1 和 HWBB2，不可用于给外部设备供电。
2	24V		
3	HWBB1-	HWBB1 输入	HWBB1 信号或 HWBB2 信号为 OFF，STO 功能将被启用。
4	HWBB1+		
5	HWBB2-	HWBB2 输入	
6	HWBB2+		
7	EDM-	外围设备监视输出	HWBB1 信号或 HWBB2 信号为 OFF 时，EDM 置为 ON。
8	EDM+		

信号规格

HWBB1 信号（X6-3，X6-4）和 HWBB2 信号（X6-5，X6-6）的输入规格如下：

项目	特性	备注
内部阻抗	3.3 kΩ	–
工作电压范围	24V±20%	V <sub>H_min</sub> = 17.6 V; V <sub>L_max</sub> = 4 V

EDM（X6-7，X6-8）输出信号的电气特性如下：

Item	Characteristics	Description
最大容许电压	35 VDC	–
最大容许电流	80 mA DC	–
ON 时的最大压降	1.0 V	电流为 80mA 时，EDM+~EDM-间的电压
最长延迟时间	5 ms	从 HWBB1、HWBB2 变化到 EDM 变化的时间

4.4 功能描述


4.4.1 外围设备监视（EDM）

外围设备监视（EDM）是监视 STO 功能的电路工作是否正常，请与安全装置等反馈连接。

EDM 信号和 HWBB1 信号、HWBB2 信号的逻辑关系如表 4-1 所示。

表4-1 EDM 和 HWBB1、HWBB2 的逻辑关系

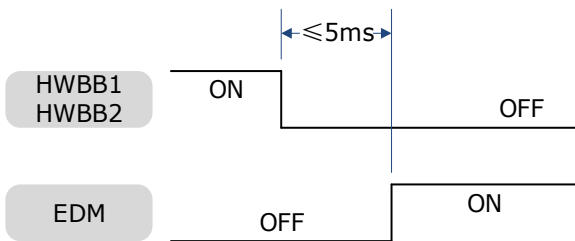
信号	逻辑			
HWBB1	ON	ON	OFF	OFF
HWBB2	ON	OFF	ON	OFF
EDM	OFF	OFF	OFF	ON



警告

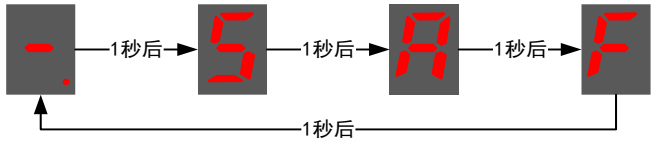
EDM 信号并非安全输出，请勿将其用于监视 STO 功能以外的用途。

通过将输入信号 HWBB1 和 HWBB2 置为 OFF 来启用 STO 功能后，安全功能正常动作时，EDM 输出信号将在 5ms 以内置为 ON。



4.4.2 SAF 状态

使用 STO 功能关断伺服电机转矩输出后，伺服的状态会置为 “SAF”，此时数码管显示如下：

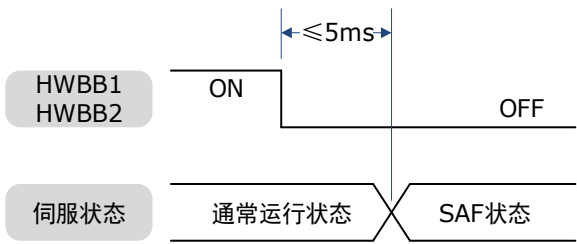


SAF 状态和 HWBB1 信号、HWBB2 信号的逻辑关系如表 4-2 所示。

表4-2 伺服状态和 HWBB1、HWBB2 的逻辑关系

项目	逻辑			
HWBB1 信号	ON	ON	OFF	OFF
HWBB2 信号	ON	OFF	ON	OFF
伺服状态	—	报警	报警	SAF

通过将输入信号 HWBB1 和 HWBB2 置为 OFF 来启用 STO 功能后，5ms 以内切断通向电机的电力。



安全输入信号中可能包含有安全设备自诊断用的 L 脉冲，应确保该 L 脉冲不超过 1ms，否则可能会被视为 OFF 信号而进入安全状态。



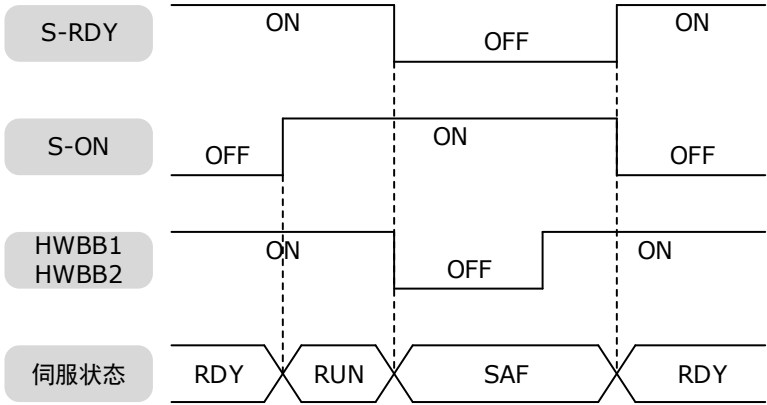
注意

将 HWBB1 信号和 HWBB2 信号都置为 ON 后，才能复位 STO 功能。

4.4.3 关于伺服准备（S-RDY）信号

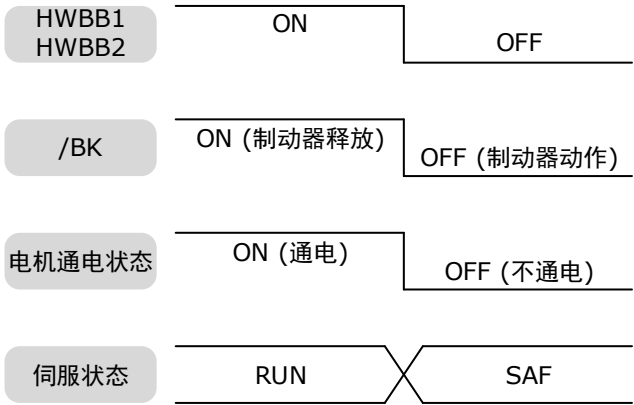
在 SAF 状态下，伺服准备 S-RDY 信号为 OFF。

若将 HWBB1、HWBB2 信号置为 ON，且伺服 OFF，伺服准备 S-RDY 信号将置为 ON，伺服将进入伺服准备状态。



4.4.4 关于制动器控制输出（/BK）信号

启用 STO 功能后，制动器控制输出（/BK）信号将置为 OFF（制动器动作）。此时，电机会立即进入不通电状态，Pn506（伺服 OFF 等待时间）无效。



4.4.5 关于停止方式

启用 STO 功能后，伺服进入 SAF 状态时，电机将根据 Pn003.0（伺服 OFF 时的停止方式）的设定来停止。

参数	设定值	电机停止方式	停止后状态	生效时间
Pn003.0	0	动态制动器停止	惯性运行	重启
	1	动态制动器停止	动态制动器	
	2	惯性运行停止	惯性运行	

4.4.6 关于偏差计数器清零方式

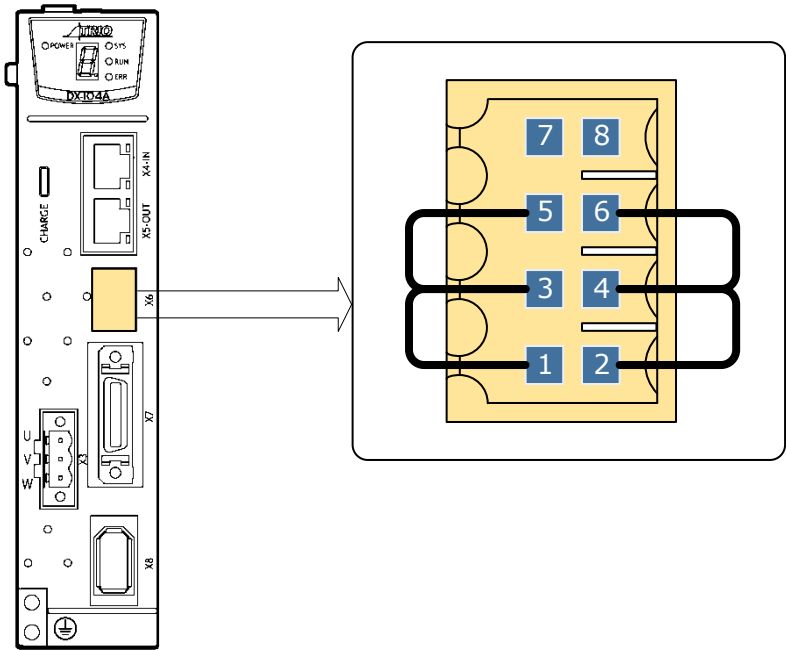
启用 STO 功能后，伺服进入 SAF 状态时，偏差计数器会根据 Pn004.1（偏差计数器清零方式）的设定来清零。

参数	设定值	清零方式	生效时间
Pn004.1	0	偏差计数器在伺服进入 SOFF 或 SAF 状态时清零	重启
	2	偏差计数器在伺服进入 SOFF、SAF 状态或超程状态时清零	

4.5 安全设备的连接

4.5.1 不连接安全设备时

如果不需要连接安全设备，应当保持安全端口连接器插入在安全接口 X6 上，连接器上的短接设置保持着出厂状态。

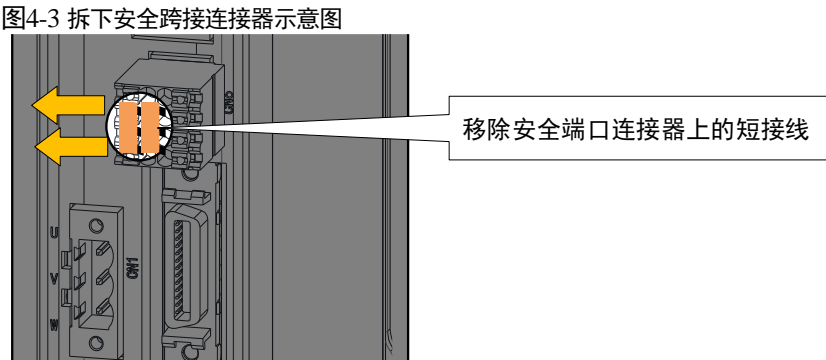


注意

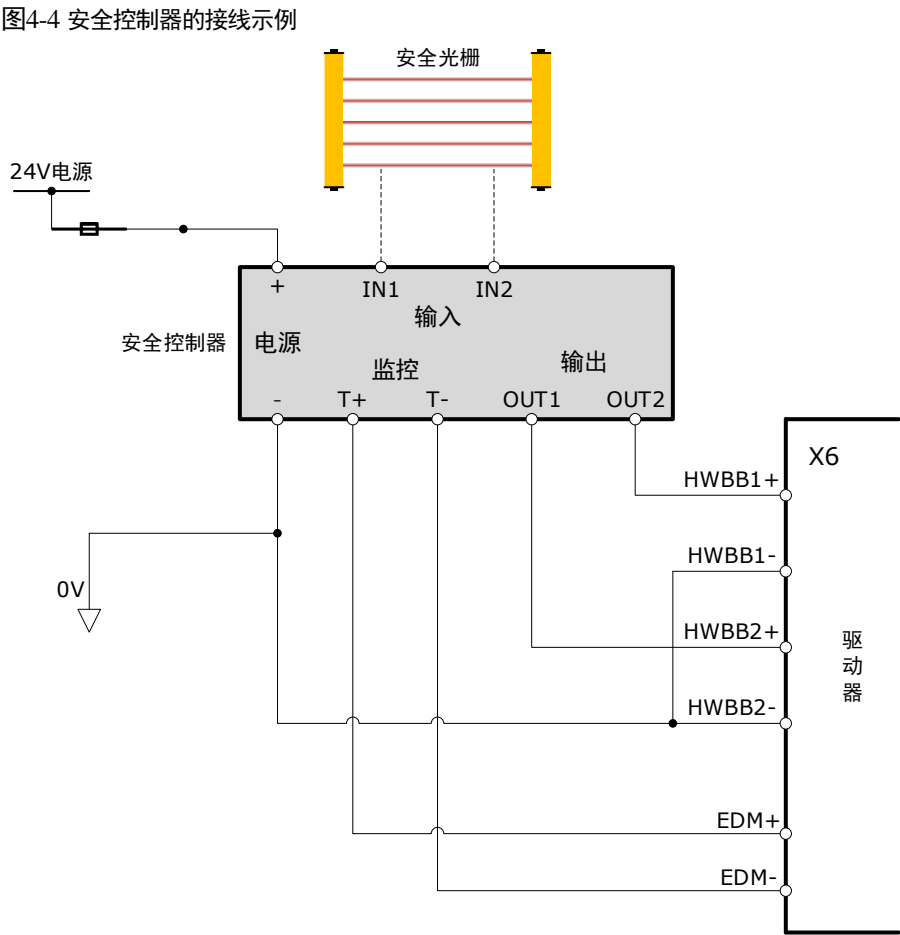
若移除安全端口连接器上的短接线插头而未连接安全设备，伺服将进入 SAF 状态，将不向电机供给电流，也不输出电机转矩。此时，操作面板的数码管将会显示“SAF”。

4.5.2 连接安全设备时

- 步骤 1 移除安全跨接连接器。
- 按照图 4-3 所示的方法，拆下安全设备连接用端口（X6）的安全跨接连接器。



- 步骤 2 连接安全设备。
- 按照图 4-4 所示的接线示例，将安全设备连接到安全设备连接用端口（X6）。



**【注】**在接线时，请使用铠装线缆来保护 HWBB1+和 HWBB2+免于短路。  
在共发射极输出时使用 EDM 信号。进行接线时，请确保电流从 EDM+向 EDM-流动。

正常情况下，当安全光栅被阻断时，HWBB1 和 HWBB2 信号同时 OFF，EDM 信号 ON，进入安全状态。若安全光栅未被阻断，HWBB1 和 HWBB2 信号在 ON 后进入可动作状态。

### 步骤3 验证安全功能。

在装置启动、维护、更换驱动器或接线以后，请务必实施下述试验以验证安全功能（建议记录并保留验证结果）。

- 请确认在 HWBB1 和 HWBB2 信号置为 OFF 时，操作面板上显示 “SAF”，且电机停止动作。
- 监视 HWBB1 和 HWBB2 信号的 ON/OFF 状态。

如果信号的 ON/OFF 状态与 Un006 的显示不一致，如下因素必须考虑：

- 外部设备出现故障
- 外部接线已断开或短路
- 驱动器出现故障

请找出原因并采取相应的措施。

### 步骤4 故障排查

输入信号 HWBB1 或 HWBB2 中的任意一个置为 OFF 后，伺服都将进入 SAF 状态，若 10s 内另一个信号仍为 ON，将产生“A.30（安全功能输入信号不同步）”的报警。此时，如下因素必须考虑：

- 用来输入 HWBB1 和 HWBB2 信号的电路或设备可能存在故障，
- 输入信号的电缆已经断开。

请找出原因并采取相应的措施。

## 4.6 使用步骤

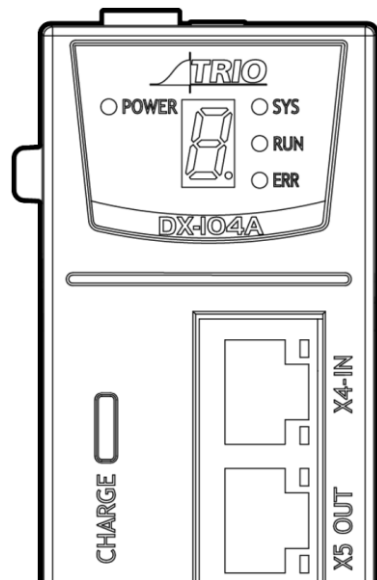
以图 4-4 所示的安全控制器的接线为例，按照如下步骤使用 STO 功能。





## 第 5 章 状态显示

驱动器前面板上的所有指示灯表示了 EtherCAT 网络和伺服控制的状态。



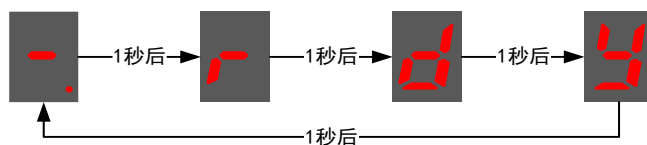
其中：

- POWER 指示灯表示控制板是否通电。
- CHARG 指示灯表示主回路是否存在电压。
- 7 段 LED 数码管表示伺服的控制状态。
- SYS、RUN 和 ERR 指示灯，以及 RJ45 连接器上的 LINK/ACT 指示灯表示网络通信的状态。

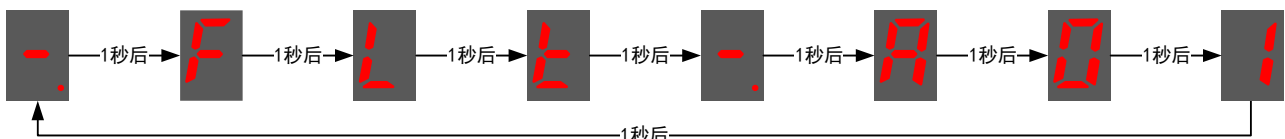
### 5.1 伺服控制状态

驱动器通电后，7 段 LED 数码管将会显示伺服的控制状态。

数码管循环显示多个代码来表示伺服的状态信息。显示序列从分隔符开始（连字符和小数点“-.”），接着显示 2 位或 3 位数的代码，每个代码显示 1 秒，并持续循环。例如，伺服通电后显示如下内容，表示伺服状态为“rdy”。



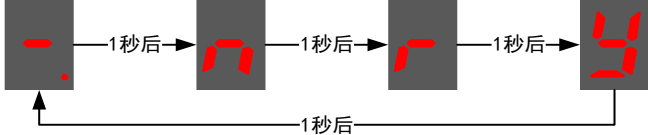
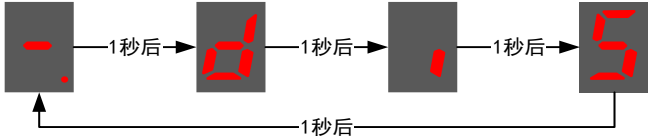
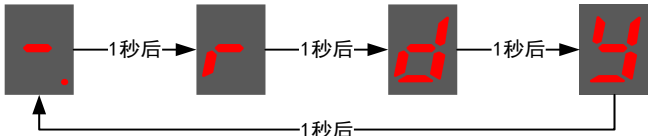
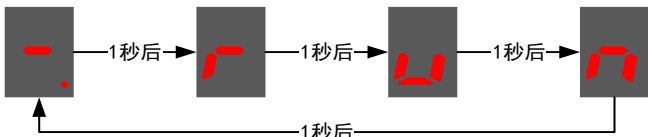
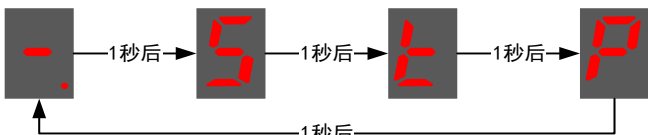
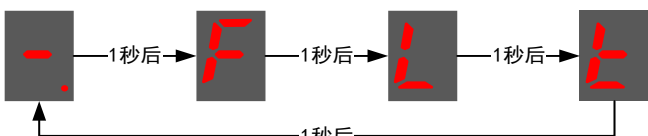
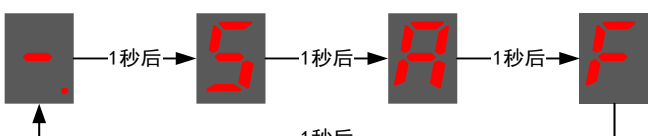
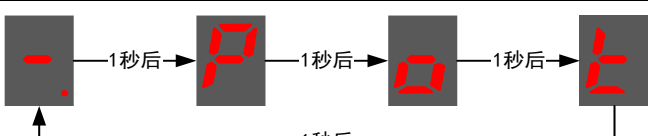
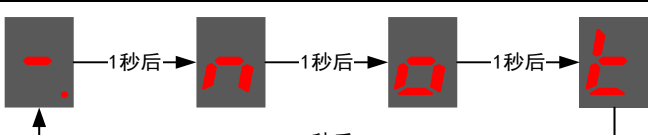
有些状态下具有附加信息，显示报警信息时，会显示报警状态“FLt”和报警代码（A01），如驱动器发生 A01 报警信息时的显示如下。

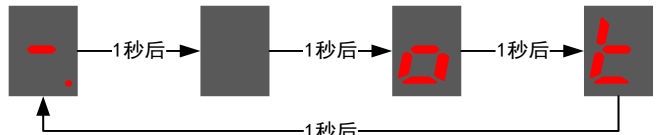
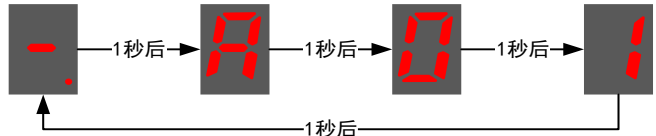


5.1.1 代码说明

下表描述了驱动器上显示的不同代码说明。

表5-1 代码显示说明

显示内容	含义
	伺服初始化失败 (请检查编码器的连接)
	电机未通电
	伺服已准备就绪
	运行中 伺服 ON 状态 (电机已通电)
	快速停止状态
	报警故障处理状态或 报警故障处理完成状态
	安全状态
	正转超程状态
	反转超程状态

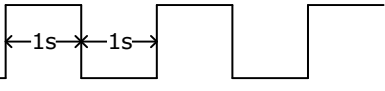
显示内容	含义
	(正转和反转) 超程状态
	报警状态 显示当前报警编号 A01

5.1.2 通信状态指示

驱动器的操作面板上共有 3 个指示灯来表示 EtherCAT 的通讯状态：SYS、RUN 和 ERR。

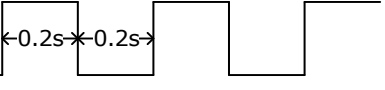
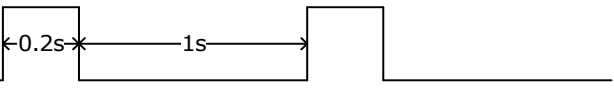
SYS：系统指示灯

系统指示灯用来表示 EtherCAT 的系统状态。

LED 指示灯（绿/黄）		说明
状态	描述	
熄灭	长灭	未通电或正在复位
闪烁（黄）	<div>ON </div> <div>OFF</div>	EtherCAT 正在启动
长亮（绿）	长亮	初始化完成，EtherCAT 运行正常

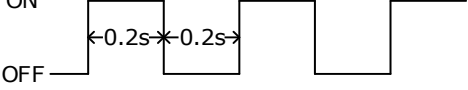
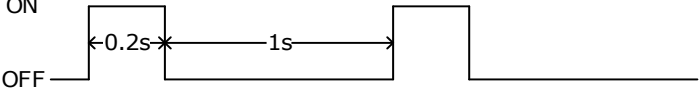
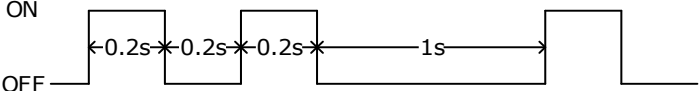
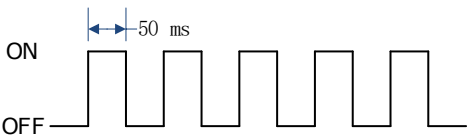
RUN：运行指示灯

运行指示灯用来表示 EtherCAT 的运行状态。

LED 指示灯（绿/黄）		说明
状态	描述	
熄灭	长灭	初始化状态
闪烁	<div>ON </div> <div>OFF</div>	预操作状态
单闪	<div>ON </div> <div>OFF</div>	安全状态
长亮	长亮	正常运行状态

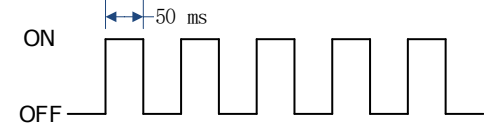
ERR：错误指示灯

错误指示灯用来表示 EtherCAT 的错误状态。

LED 指示灯（绿/黄）		说明
状态	描述	
熄灭	长灭	无异常
闪烁	<div>ON </div> <div>OFF</div>	由于寄存器或对象设置的问题，主站要求的状态转换不能实现
单闪	<div>ON </div> <div>OFF</div>	同步异常，通讯数据异常
双闪	<div>ON </div> <div>OFF</div>	应用程序监控超时，SyncManager 看门狗超时
闪光环	<div>ON </div> <div>OFF</div>	启动异常
长亮	长亮	PDI 监视超时

5.1.3 RJ45 端口指示灯说明

LINK/ACT 指示灯用来指示网络物理上的连接以及是否有数据交换。

LED 指示灯（绿/黄）		说明
状态	描述	
熄灭	长灭	物理层上没有连接 EtherCAT 未启动
闪光环	<div>ON </div> <div>OFF</div>	正在进行数据交换
长亮	长亮	链路层上有连接，但没有数据交换

## 第 6 章 调试

DX4 的所有配置和调试都使用 Motion Perfect v5.0（或更高版本）进行。

### 6.1 Motion Perfect

Motion Perfect 是基于 Microsoft Windows™的 PC 应用程序，旨在与 Trio Motion Technology 的多任务运动控制器、伺服驱动器、HMI 和 IO 扩展产品系列结合使用。

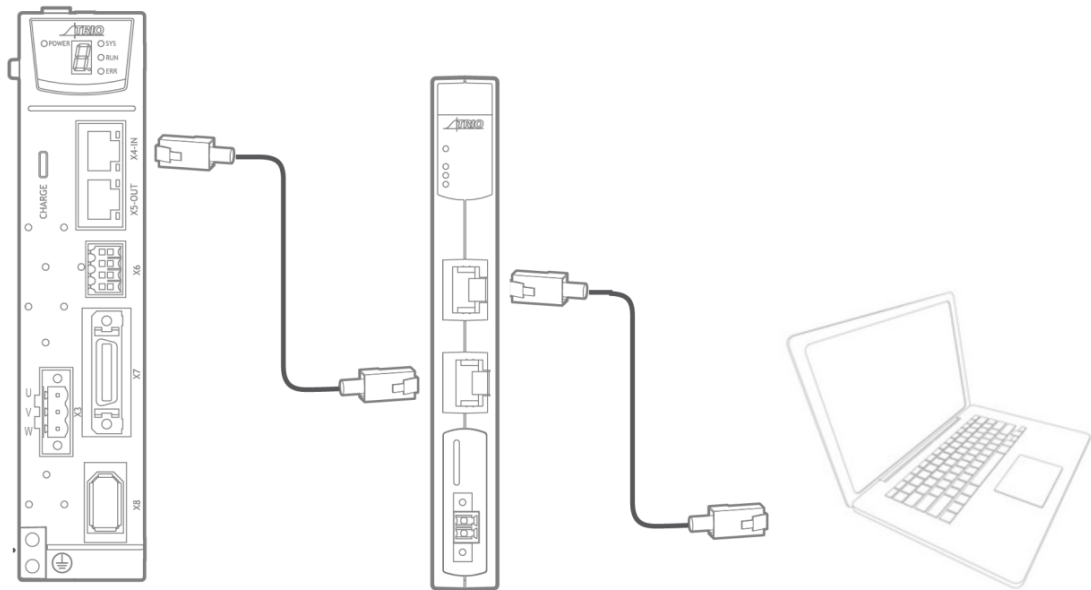
用户可从 Trio 网站（[www.triomotion.com](http://www.triomotion.com)）免费下载 Motion Perfect。要运行 Motion Perfect，需要具有以下规格的 PC：

项目	最小配置	推荐配置
操作系统	Windows XP SP3, Windows Vista <sup>(1)</sup> , Windows 7	Windows 10
.NET Library	4.6.2	
处理器	双核	双核以上
内存	2GB	4GB
硬盘容量	至少 200MB	500MB
3D 图形处理	DirectX 9	DirectX 11
通信	以太网	

(1)：自 2017 年 4 月 11 日起，Microsoft 不再支持 Windows Vista 和 Windows XP。由于不再提供与安全相关的补丁程序，导致运行 Windows Vista 或更早版本的 PC 将更容易受到恶意软件感染。尽管我们将继续在 Windows XP 和 Windows Vista 上测试基本功能，并将继续尽可能长地支持它，但不能保证所有功能都将起作用。

## 6.2 设置

要与 DX4 通信，驱动器必须通过 EtherCAT 连接到 Trio 控制器，并且 Trio 控制器需要通过以太网连接至可运行 Motion Perfect 的 PC。



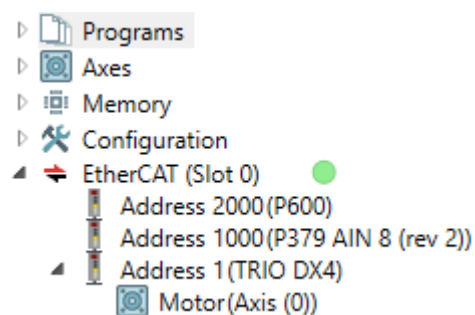
### 首次连接

首次建立与控制器的连接：

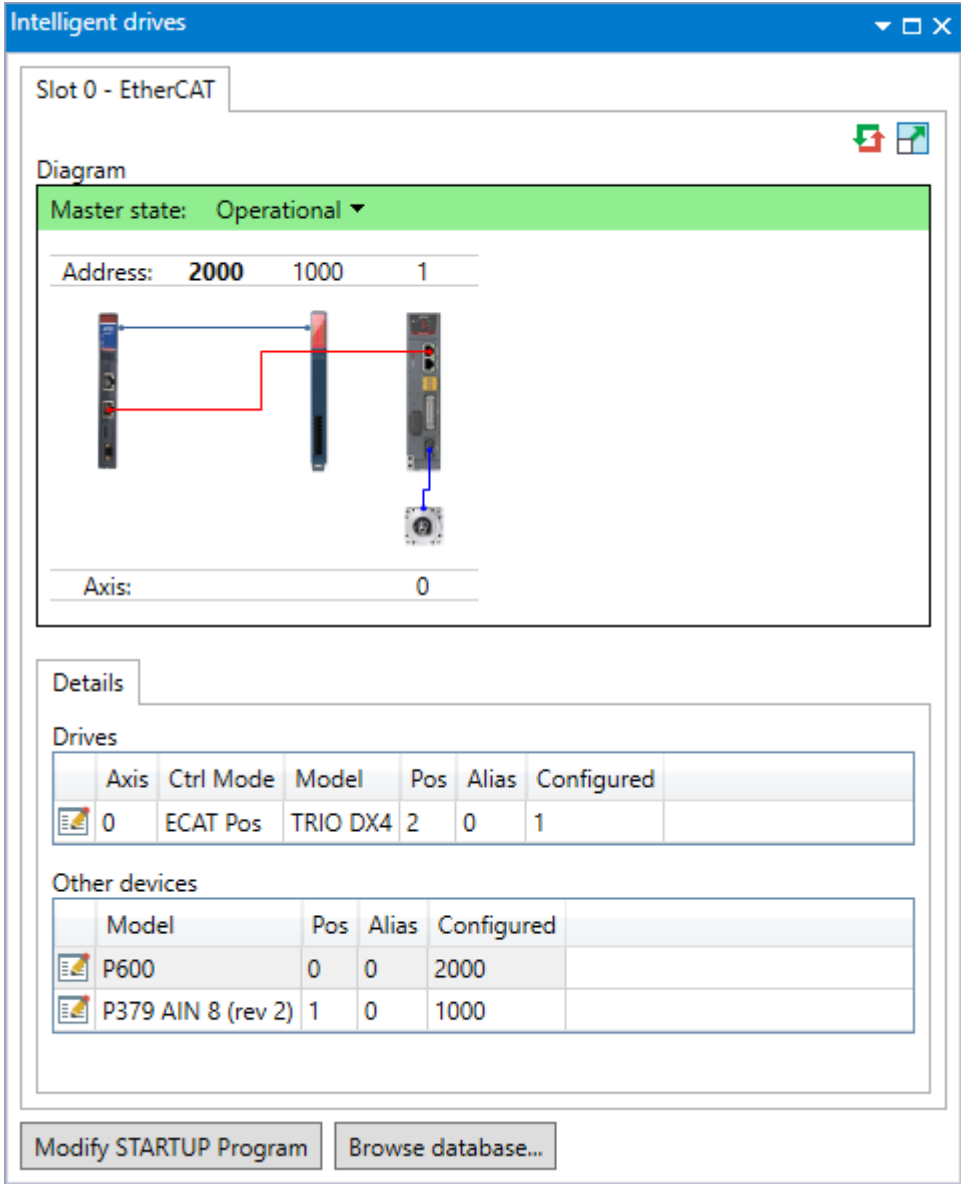
- 确保控制器已开机并连接到计算机。
- 启动 Motion Perfect。  
一旦启动，PC 上应显示初始画面。
- 选择“控制器 → 连接用 Sync 模式”。  
由于尚未连接 Motion Perfect，因此将显示“连接”对话框。
- 选择“Ethernet”作为控制器使用的通信接口，然后输入“控制器 IP 地址”（默认为 192.168.0.250）和“IP 端口”（默认为 23）。
- 单击“应用&并连接”。  
“连接”对话框将会关闭，Motion Perfect 将进入同步模式，左侧显示“控制器”窗口。

Trio 控制器会自动检测驱动器，并显示为 EtherCAT 的节点，用户可在“控制器”窗口中或“工具 → 智能驱动”中查看。

### “控制器”窗口示例



“智能驱动 D” 工具示例



EtherCAT 状态

如果 EtherCAT 状态无法运行（“控制器”窗口中的绿色指示灯和“智能驱动”工具中的绿色横幅），则可能有必要重启 EtherCAT 网络。

若要重启 EtherCAT 网络，可右击“控制器”窗口中 EtherCAT 的节点并选择重启命令，也可以在“智能驱动”对话框中右击控制器并选择重启命令。

重启命令将强制控制器进行扫描 EtherCAT 网络上设备的操作。

轴分配

为了正确运行，控制器必须为驱动器分配一个轴号。轴分配的规则是：

- 如果在 MC\_CONFIG 中有一个节点号（基于网络位置）的 NODE\_AXIS 条目，则使用由 NODE\_AXIS 指定的轴号。
- 如果驱动器的设备节点号（Pn704）非零，且该节点号在网络上唯一的，则轴号将为“节点号-1”。如：节点号 13 将是轴号 12。

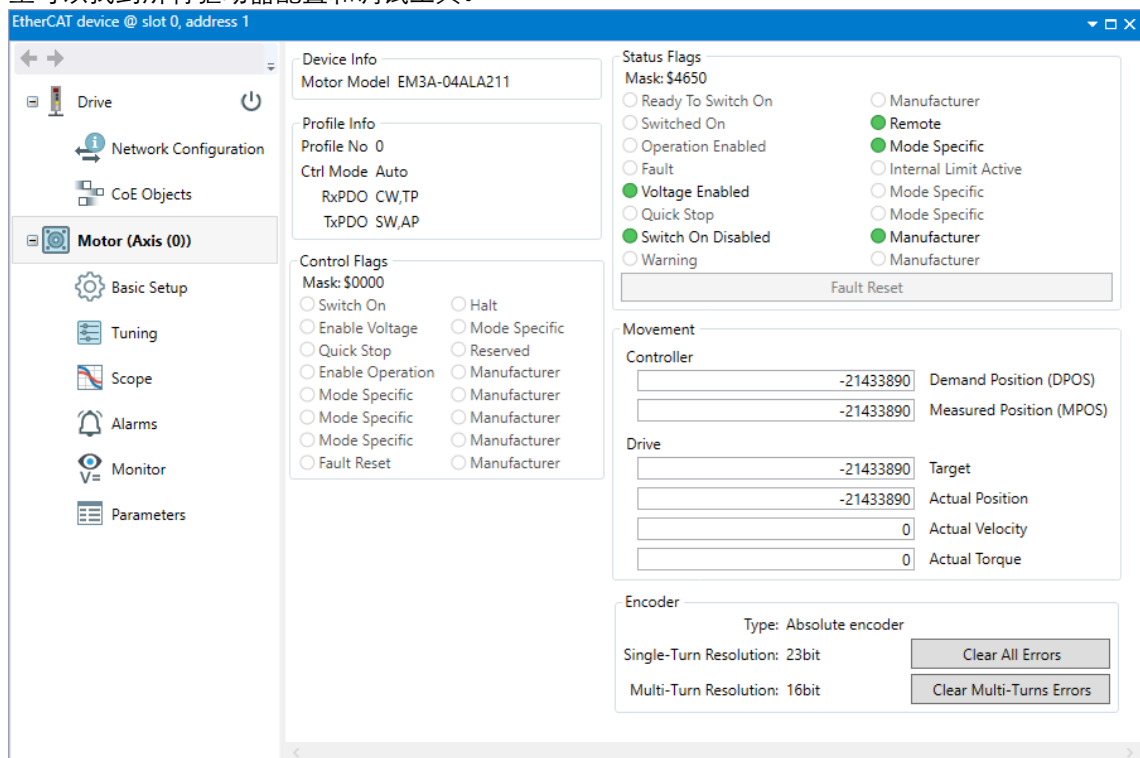
- 否则，将根据网络位置和 AXIS\_OFFSET 分配轴号。如果 AXIS\_OFFSET 为 0，则第一个 EtherCAT 驱动器将是轴 0，然后是第二轴为 1，依此类推。

默认情况下，会根据网络位置为驱动器分配轴号。如果在轴分配过程中发生冲突，并且无法为驱动器分配节点号，则 EtherCAT 网络将无法置为运行状态。造成无法分配轴号的典型原因如下：

- MC\_CONFIG 中重复的轴编号被分配。  
要解决此问题，请在 MC\_CONFIG 中更改 NODE\_AXIS 命令，以避免重复。
- 与本地硬件冲突。如果控制器具有本地轴的硬件，则它将使用轴 0，这可能会导致与 EtherCAT 网络冲突。要更改本地硬件或 EtherCAT 网络的轴分配的基本数量，请使用 MC\_CONFIG 中的 AXIS\_OFFSET 命令。命令 AXIS\_OFFSET (-1) = 32 能强制本地硬件轴分配从轴 32 开始，而较低的轴编号可用于 EtherCAT。

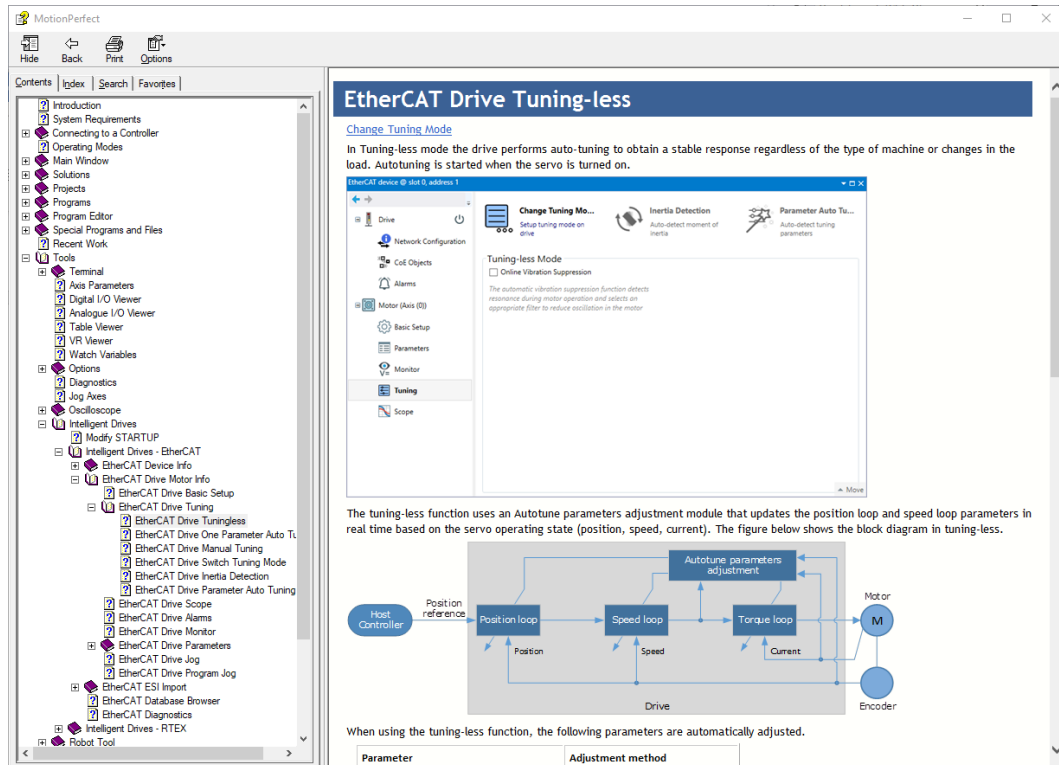
## 6.3 设备调试画面

无论是在“控制器”窗口或“智能驱动”工具中双击驱动器或电机都将打开设备配置画面。在这里可以找到所有驱动器配置和调试工具。





在任何设备配置画面上，如果需要帮助或获取更多信息，请按 F1 键将根据当前窗口启动 Motion Perfect 的帮助文档。



在设备调试画面中，菜单分为两个组：驱动器和电机。“驱动器”用于显示状态和相关操作，但它不指定某个轴。“电机”显示指定轴的详细信息。

## Drive

- EtherCAT information
- Device information
- Update firmware (DSP and FPGA)
- Drive status

## Network Configuration

- Flexible process data mapping

## CoE Objects

- Read / Write access to all objects
- Create custom object lists
- Display values in decimal or hexadecimal

## Motor

- Motor model detected
- Live monitor of key parameters used by controller
  - Control word, Status word
  - DPOS, MPOS
  - Target
  - Actual Position, Actual Velocity, Actual Torque
  - Status of motor feedback device

## Basic Setup

- Allows easy access to basic drive configuration
- Parameters that define the physical operation of the drive
  - Power supply type
  - Motor Direction and Abs. Encoder Usage
  - Behavior in case of alarm
  - Internal torque limit
  - Brake control

## Tuning

- Selection of tuning mode
- Access to tuning tools
- Access to control law parameters through graphical interface
- Generate test move without using the command line

## Scope

- Select up to 8 drive parameters to capture
- Data capture performed on the drive
- Zoom / Cursors on graph
- Save and Load graph data
- Generate test move without using the command line

## Alarms

- View active alarm and historical alarm log
- Trouble shooting tips for all alarm codes

## Monitor

- Read only access to drive status
- Items in logical groups for viewability
- Show / Hide option to customize view
- Import / Export monitor item set

## Parameters

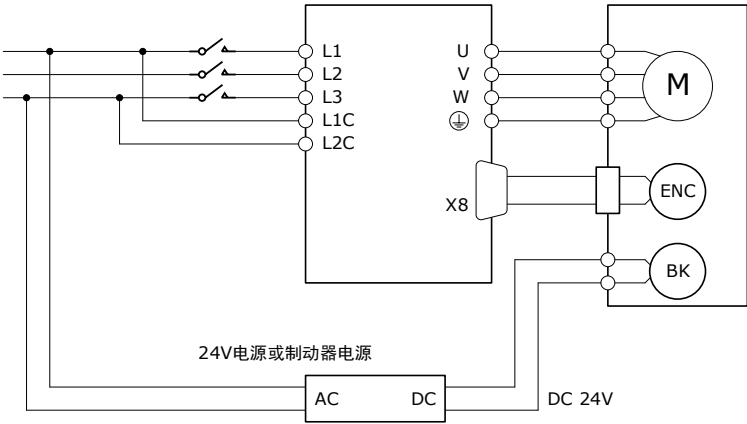
- Read / Write access to all drive parameters
- Folding tree structure for easy navigation
- Text search for easy location based on name
- Filters to identify changes
- Import and export of full or partial parameter set
- Create STARTUP program based on full or partial parameter set

## 6.4 基本操作

为确保安全正确的进行调试操作，请在开始操作之前检查以下项目。

- 正确进行了驱动器和电机的设置、接线和连接。
- 供给驱动器的电源电压正常。
- 电机的各紧固部无松动。
- 使用带油封的电机时，油封部无损坏。且已涂抹机油。
- 使用长期保存的电机时，电机的维护、检查已完成。
- 带制动器的电机已预先解除了制动器。解除制动器时，需对制动器施加指定电压(DC 24V)。

试运行用的回路示例如下。



一旦成功连接了电机，在驱动器通电后，将自动执行电机的检测并为之设置，以允许电机运行。

默认的主回路供电电源为三相 200 VAC/50Hz。若使用的电源与此不同，则驱动器将发生报警。

此时，用户可在“设备调试 → 基本设置”中选择正确的电源类型，或直接写入参数 Pn007.1 和 Pn007.3。

参数	设定值	含义
Pn007.1	0	单相 AC 电源输入 <b>【说明】</b> 该设定值对最大适用电机容量≤1.5kW 的驱动器无效。
	1 [出厂设定]	三相 AC 电源输入
	2	DC 电源输入
Pn007.3	0	交流供电频率为 50Hz
	1	交流供电频率为 60Hz

**【说明】** 更改电源类型后，请重新启动驱动器以生效变更。

若电机使用了绝对编码器，则驱动器在检测到编码器电池电压过低时将产生警报。

- 若安装了编码器电池且电压正确，则可以从“设备调试 → 电机”中清除此警报。

- 如果未安装电池，则编码器的使用应变更为增量式使用。  
将编码器的使用方式从绝对值更改为增量值不会更改编码器分辨率，但会忽略来自编码器的多圈信息并禁止电池电量不足警报。

此时，可从“设备调试 → 基本设置”中选择正确的编码器用法，或者直接写入参数 Pn002.2。

参数	设定值	含义
Pn002.2	0 [出厂设定]	将绝对值编码器用作绝对值编码器
	1	将绝对值编码器用作增量式编码器

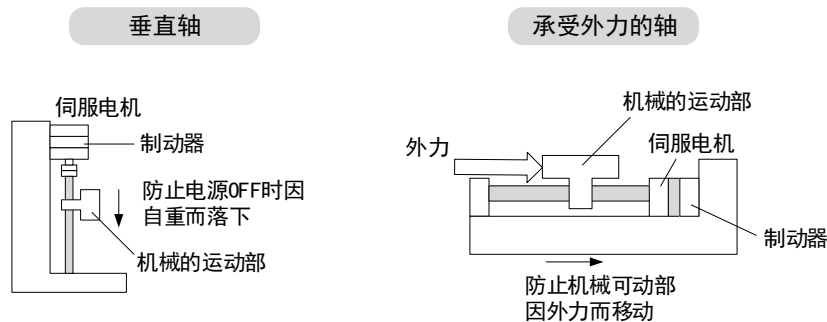
【说明】更改编码器用法后，请重新启动驱动器以生效变更。

若要进行简单的运动，在“设备调试 → 范围（或调整）→ 移动”，来进行 JOG 或 PJOG。

## 6.4.1 制动器

制动器是在驱动器的电源 OFF 时保持位置固定，以使机械的可动部不会因自重或外力作用而移动的部件。制动器内置于带制动器的伺服电机中，请设置在机械侧。

请在如下场合中使用。



内置于带制动器的伺服电机中的制动器为无励磁动作型保持专用制动器，不能用于制动，只能用于保持伺服电机的停止状态。

重 要

对于带制动器的电机，用户可为其在驱动器上分配一个数字量输出以进行制动控制。

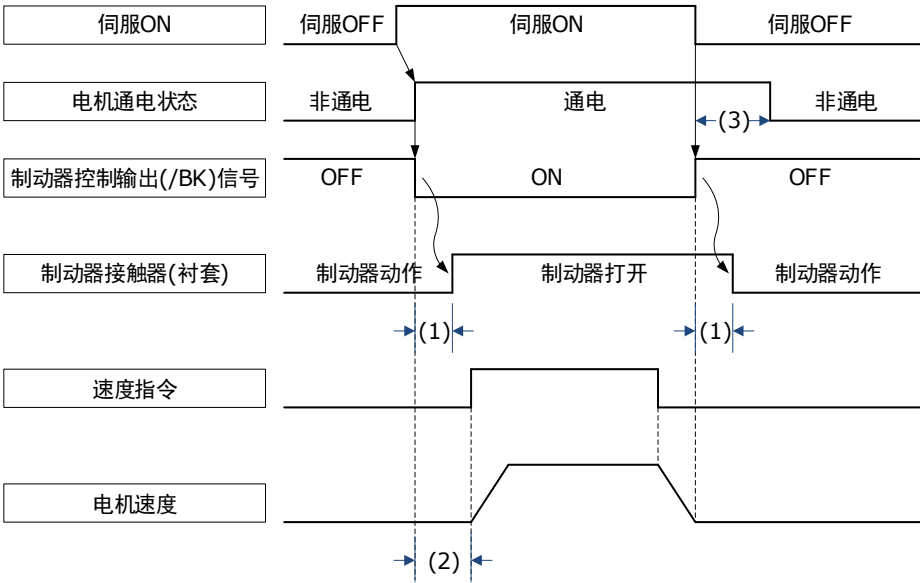
驱动器的任何数字量输出都可以配置为制动器控制输出，在“设备调试 → 基本设置”中选择或直接写入参数 Pn511 进行分配。

参数号	设定值	+ 端子	- 端子	说明
Pn511.0	4	X7-6	X7-7	从 X7-6, X7-7 输出/BK 信号。
Pn511.1	4	X7-8	X7-9	从 X7-8, X7-9 输出/BK 信号。
Pn511.2	4	X7-10	X7-11	从 X7-10, X7-11 输出/BK 信号。
Pn511.3	4	X7-12	X7-13	从 X7-12, X7-13 输出/BK 信号。

当分配了/BK 输出信号后，则与制动器控制时序相关的参数也随之生效。

制动器动作时序

考虑制动器的打开时间和动作时间，制动器的动作时间请进行如下设定。



- (1): 制动器动作的延迟时间  
(2): 请在 S-ON 指令发送后，等待制动器打开时间+50ms 以上再输出上位装置对驱动器的指令。  
(3): 制动器动作和伺服 OFF 时间请使用参数 Pn505（伺服 ON 等待时间）、Pn506（基本等待流程）和 Pn508（制动等待时间）进行设定。

说明

- 制动器打开时间：制动器控制输出(/BK)信号 ON 后至制动器实际打开的时间。
- 制动器动作时间：制动器控制输出(/BK)信号 OFF 后至制动器实际动作的时间。

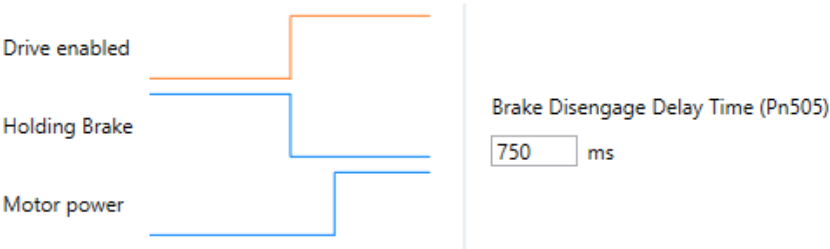
制动器 ON/OFF 的设定(电机停止时)

出厂设定时，/BK 信号在驱动器励磁使能信号（来自总线使能信号、IO 端口的/S-ON 信号、辅助功能下的使能信号以及 ESView 的使能信号）的同时进行输出，可通过用户参数变更伺服 ON/OFF 的定时，具体时序如下所示。

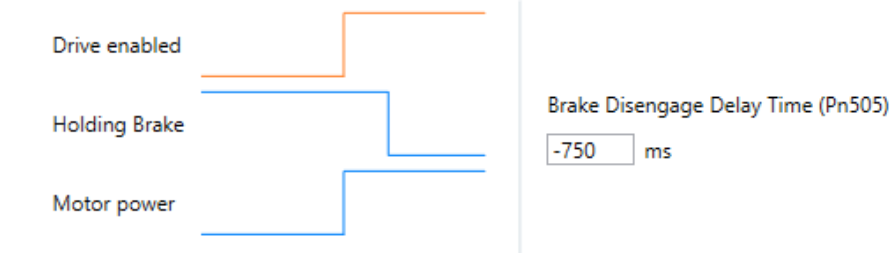
- 当电机停止时，若驱动器从禁用状态置为启用状态，则制动器通过分离延迟时间来控制制动信号的顺序和延迟。

编号	名称	范围	单位	出厂值
Pn505	制动器分离延迟时间	-2000~2000	ms	0

- 若 Pn505 为正值，则在接收到伺服 ON 命令时，制动信号将首先改变，然后经过 Pn505 设定的延迟时间之后，再为电机通电。



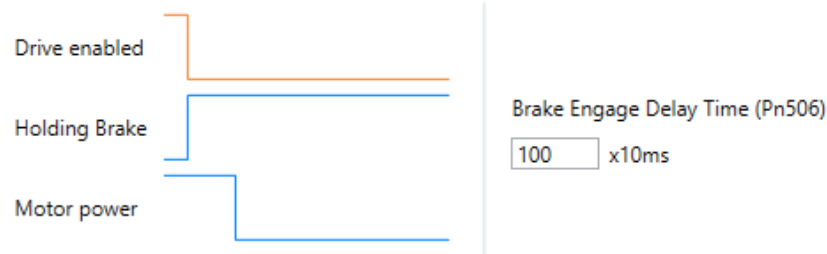
- 若 Pn505 为负值，则在接收到伺服 ON 命令后，将立即为电机通电，然后经过 Pn505 设定的延迟时间之后，再变更制动信号。



- 当电机停止时，若驱动器从启用状态置为禁用状态，则制动器通过接合延迟时间来控制制动信号的顺序和延迟。

编号	名称	范围	单位	出厂值
Pn506	制动器接合延迟时间	0~500	10 ms	0

当使用电动机控制垂直轴时，由于重力或外力作用，机器运动部件可能会略微运动。此时，可以通过设置制动接合延迟时间（Pn506）来消除这种轻微的运动，以便在施加制动后停止向电机供电。



重 要

发生警报时，与该设定无关，电机立刻进入不通电状态。此时，由于机械可动部的自重或外力等原因，机器有时会在制动器动作之前发生移动。

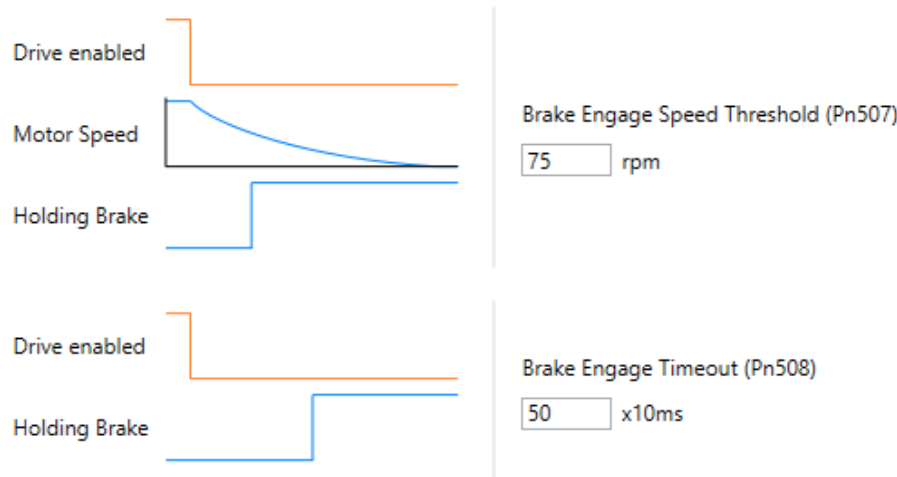
制动器 ON/OFF 的设定(电机旋转时)

在电机运行期间发生警报或收到伺服 OFF 命令，则电动机将开始停止，并且制动信号将关闭。

用户可以通过设置制动接合超时（Pn508）来调整制动信号输出的时间。

在伺服 OFF 或者发生警报时等向正在旋转的伺服电机发出停止指令的情况下，可根据下述用户参数变更/BK 信号的输出条件。

编号	名称	范围	单位	出厂值
Pn507	制动等待速度	10~100	1rpm	100
Pn508	制动等待时间	10~100	10ms	50



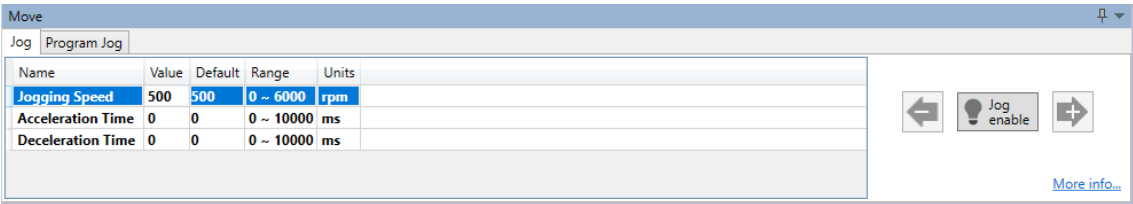
以下任意一项条件成立时，将制动器信号都将发生变更：

- 伺服 OFF 后，电机转速为 Pn507 以下时。
- 伺服 OFF 后，超过 Pn508 的设定时间时。

6.4.2 JOG

JOG 是一种基于速度指令控制的运动。它没有终点，因此将在指定方向上产生连续运动。速度指令由加速度，速度和减速度值定义，并将生成梯形速度曲线。单击鼠标按钮时命令运动，释放按钮时将其暂停。

JOG 控制面板如下所示。

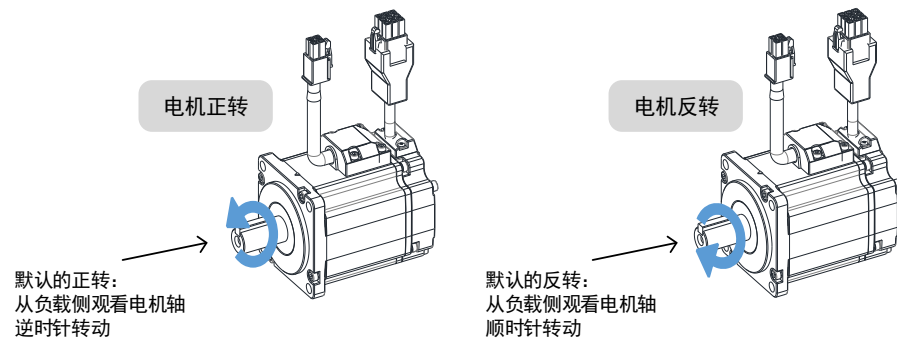


JOG 中的速度指令由如下参数组成：

- JOG 速度：设定电机点动运行的速度。
- 加速时间：设定电机开始加速运行至 1000rpm 所需用的时间。
- 减速时间：设定电机从 1000rpm 减速运行至停止所需用的时间。

要执行 JOG 操作，首先须单击“Jog enable”启动驱动器，此时，JOG 的箭头按钮才可被启用。

电机将在按住 JOG 的箭头按钮可持续运行，并在释放按钮时停止运行。箭头“+”表示电机正向转动，箭头“-”表示电机反向转动。



【说明】上图显示的是默认设定，用户可通过“设备调试 → 电机方向”变更电机的旋转方向。

用户通过“Jog enable”启用驱动器后，驱动器将切换到本地控制模式。在此模式下，位置变化不会发送至控制器。在 JOG 操作期间，MPOS 和 DPOS 的控制器值不会更改。禁用驱动器后，将恢复控制器上 MPOS 和 DPOS 的更新。

6.4.3 PJOG

PJOG 是指电机在两个指定的位置指令控制下进行的运动。两个位置指令都具有独立的移动距离，加速度，减速度和速度。两者都使用梯形速度轮廓进行轮廓分析。执行 PJOG 后，电机的动作将重复进行直到被用户停止。

PJOG 控制面板如下所示。

Move

Jog

Program Jog

First Move

Name	Value	Default	Range	Units
Move Distance for first move	5	5	-50 ~ 50	rev
Max Speed for first move	1000	1000	100 ~ 3000	rpm
Accel/Decel Time for first move	500	500	50 ~ 2000	ms
Dwell Time for first move	1000	1000	100 ~ 10000	ms

Second Move

Name	Value	Default	Range	Units
Move Distance for second move	-5	-5	-50 ~ 50	rev
Max Speed for second move	1000	1000	100 ~ 3000	rpm
Accel/Decel Time for second move	500	500	50 ~ 2000	ms
Dwell Time for second move	1000	1000	100 ~ 10000	ms

PJog enable

Run

More info...

PJOG 中的位置指令由如下参数组成：

- 移动距离：设定电机在该位置曲线控制下移动的距离，以电机转数（rev）为单位。  
该参数设定为正值时，表示电机正向运行；设定为负值时，表示电机反向运行。
- 最大速度：位置曲线控制下的最大速度，以每分钟转数（rpm）为单位。
- 加减速时间：电机从静止加速到最大速度的时间，以毫秒（ms）为单位。  
减速度值与加速度相同。
- 停止时间：电机在进行下一个动作之前的停顿时间，以毫秒（ms）为单位。

要执行 PJOG 操作，首先须单击“PJog enable”启动驱动器。此时，“Run”按钮才可被启用。

单击“Run”按钮，电机将开始进行 PJOG 设定的动作。在 PJOG 操作下，电机将不断地动作在这两个位置指令，直至用户再次单击“PJog enable”或“Run”。

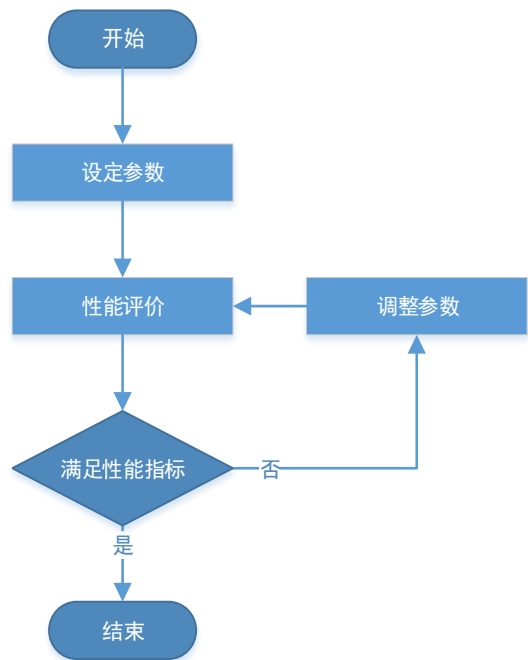
用户通过“PJog enable”启用驱动器后，驱动器将切换到本地控制模式。在此模式下，位置变化不会发送至控制器。在 PJOG 操作期间，MPOS 和 DPOS 的控制器值不会更改。禁用驱动器后，将恢复控制器上 MPOS 和 DPOS 的更新。



# 第 7 章 调谐

调谐是指通过调整伺服参数的方法使伺服性能满足要求的过程。

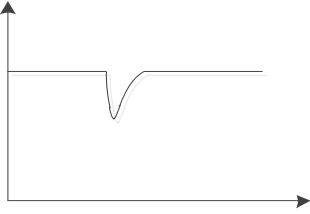
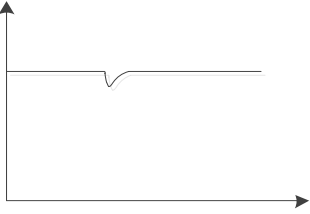
调谐通常是反复迭代的操作，下图显示了一般的调谐过程。



用于评估伺服性能的指标，包括带宽，响应时间，超调，稳态误差，抗负载干扰，速度波动，转矩波动等，其重要性取决于应用。

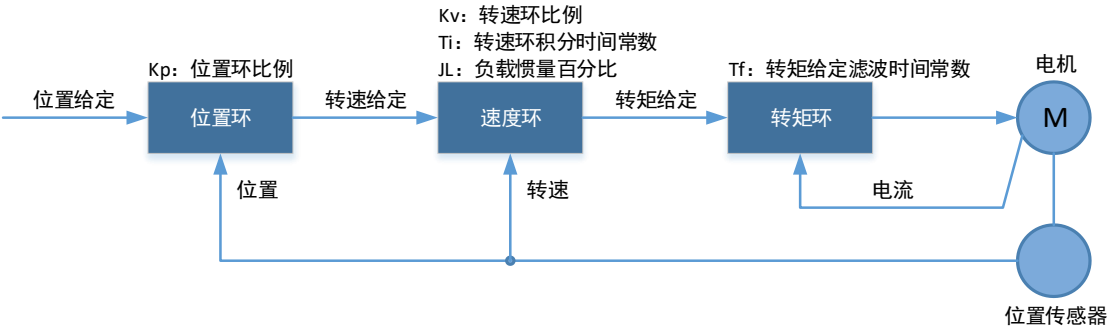
下表使用速度与时间的关系图来表示调谐前后的对比。

性能指标	调谐前	调谐后
速度阶跃响应		
位置跟踪		

性能指标	调谐前	调谐后
抗负载扰动		

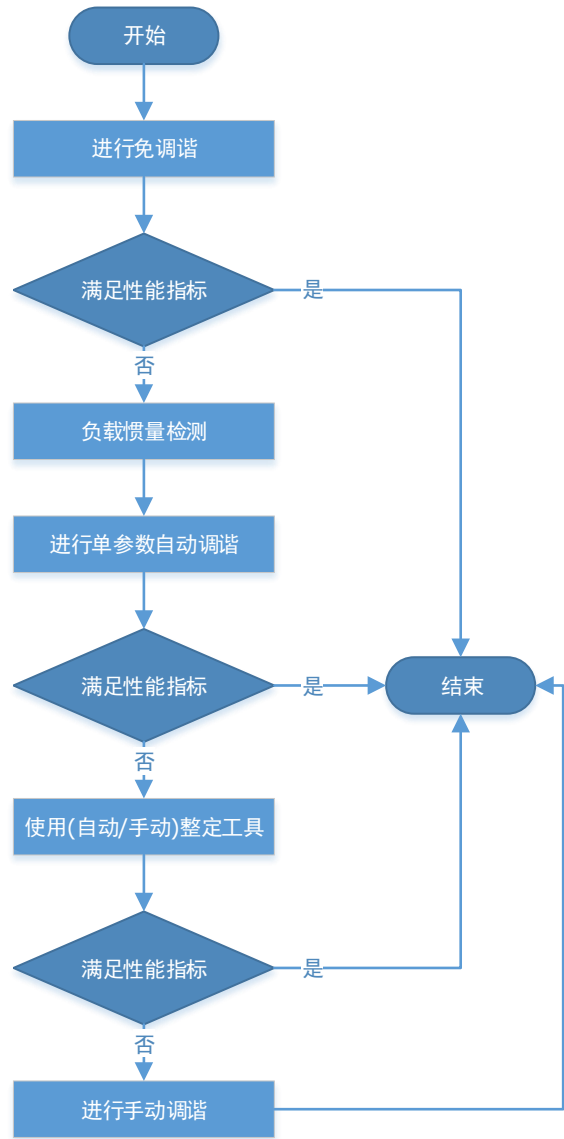
7.1 调谐过程

了解伺服的控制原理能有助于驱动器的调谐过程。下图显示了伺服的控制框图，其中，位置环，速度环和转矩环是级联结构，分别对应于位置控制模式，速度控制模式和转矩控制模式。



【注】图中仅列出的调谐过程中基本的调整参数。

通常在调谐驱动器时，请遵循如下过程。



重 要

如果伺服电机经过拆装或更换负载设备，应重新执行调谐操作。



警 告

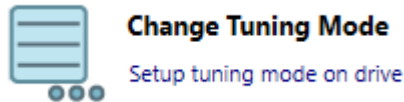
- 执行调谐功能前，应确保限位功能有效。
- 执行调谐功能前，应确保能紧急停止伺服电机。
- 执行调谐功能前，应根据实际情况设定转矩限幅值。
- 执行调谐功能时，操作人员不应直接或间接接触运动部件

## 7.2 调谐模式

驱动器支持 3 种调谐模式，每种模式都具有不同的功能。

- 免调谐：无论机器类型或负载变化如何，驱动器都会执行自动调整以获得稳定的响应。
- 单参数自动调谐：与无调谐功能相似，但需要执行负载惯性检测，并使用刚度设定能够参数来控制系统带宽。
- 手动调谐：所有增益参数都需手动设定。

用户可在“设备调试 → 调谐”中，单击“Change Tuning Mode”并在向导窗口中变更驱动器的调谐模式。



或者，用户可以通过直接写入参数 Pn100.0 来更改调整模式。

编号	设定值	说明
Pn100.0	1	使用“免调谐”
	2	保留
	3	使用“单参数自动调谐”
	4	保留
	5	使用“手动调谐”

【说明】更改调谐模式后，请重新启动驱动器以生效变更。

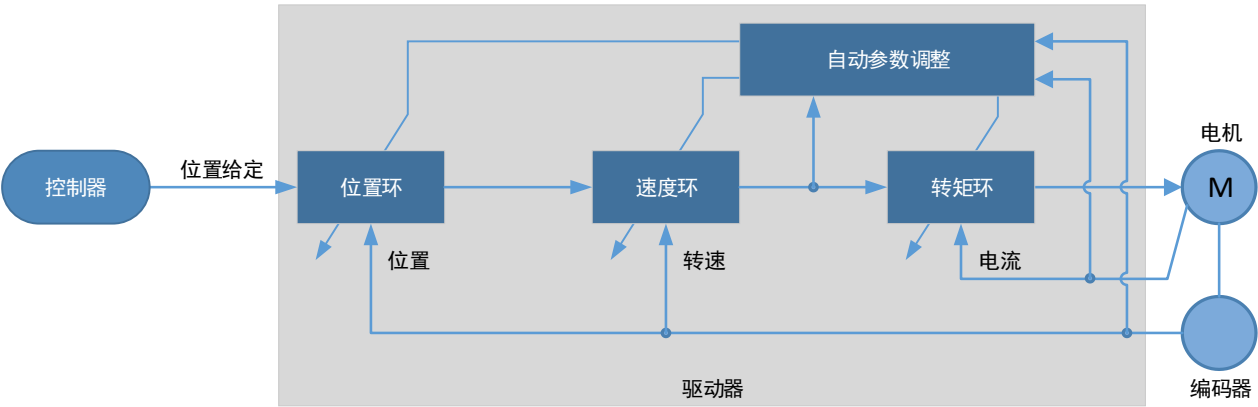
下表显示了每种调谐模式下可用的摘要功能。

功能	免调谐	单参数自动调谐	手动调谐
前馈（速度和转矩）	✓	✓	✓
摩擦补偿	✓	✓	✓
速度反馈	—	✓	✓
负载转矩补偿	—	✓	✓
自动调谐类型	—	✓	—
自动振动抑制	✓	✓	✓
中频振动抑制	✓	✓	✓
陷波滤波器	✓	✓	✓
负载振动抑制	—	—	✓
P/PI 切换	—	✓	✓
增益切换	—	—	✓
模型跟踪控制	—	—	✓

7.2.1 免调谐

使用免调谐，无论机器类型或负载如何变化，驱动器都会执行自动调整以获得稳定的响应性能。

免调谐模式使用一个自动参数调整模块，它根据伺服运行的状态（位置、转速、电流等）实时地更新位置环和速度环参数，其工作示意图如下所示。



在使用免调谐模式时，将自动对如下参数进行调整。

参数	类型
速度环增益	自动调整
速度环积分时间	自动调整
位置环增益	自动调整
转矩指令滤波时间常数	自动调整
负载惯量百分比	自动调整

【注】免调谐模式使用的增益参数不会显示在驱动器参数中。

用例

- 适用于电机/负载惯性不超过 30 倍的应用。
- 适用于任何电机转速的应用

相关参数

编号	设定值	说明
Pn100.0	1 [出厂设定]	设定“参数调谐模式”为“免调谐”

限制

下表列出了免调谐模式下可用的功能。

功能	免调谐
前馈（速度和转矩）	✓

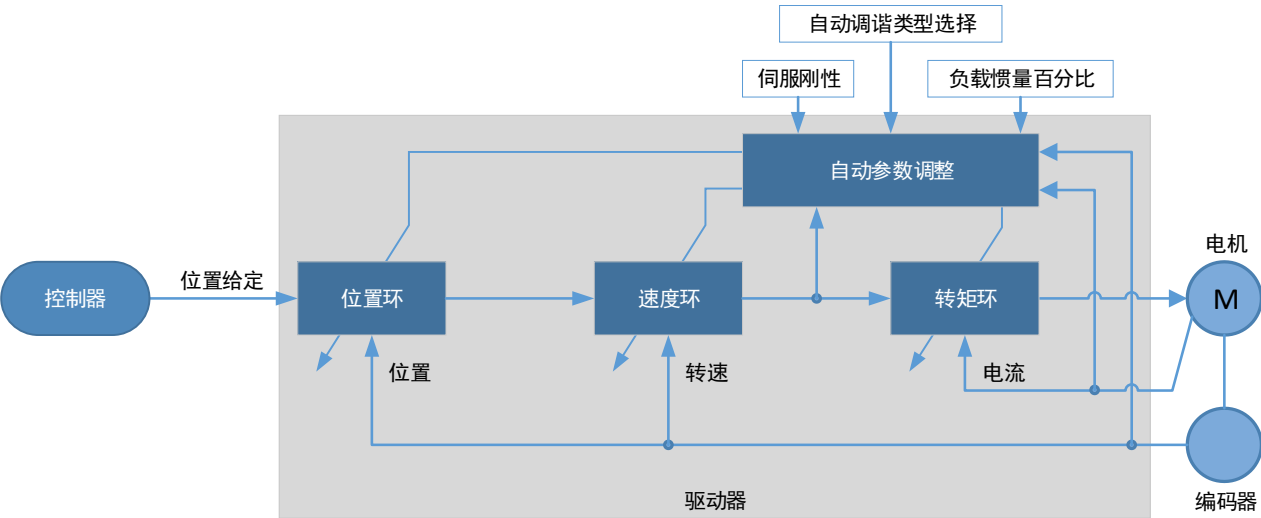
功能	免调谐
摩擦补偿	✓
自动振动抑制	✓
中频振动抑制	✓
陷波滤波器	✓

7.2.2 单参数自动调谐

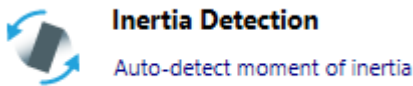
与免调谐模式相似，单参数自动调谐通过自动参数调整模块根据伺服运行的状态（位置、转速、电流等）实时地更新位置环和速度环参数。

由于如下原因，单参数自动调整可能会比免调谐模式更具优势：

- 单参数自动调谐是基于适当的负载惯量百分比的，因而更倾向于提供性能提升。
- 提供给用户的刚性设定，意味着该调谐模式可应用于更多的工况。



用户可在“设备调试 → 调谐”，单击 “Inertia Detection” 并在向导窗口中进行负载惯量检测。



或者，用户可以通过直接写入参数 Pn106 来设定负载惯量百分比。

编号	名称	说明
Pn106	负载惯量百分比	电机惯性与负载惯量的比值

伺服的刚性设定可在“设备调试 → 调谐”中的滑块进行调整。

One Parameter Auto-Tuning Mode

☐ Online Vibration Suppression

The automatic vibration suppression function detects resonance during motor operation and selects an appropriate filter to reduce oscillation in the motor

Servo rigidity = 40 (Soft)

←

→

0500

Servo rigidity is analogous with bandwidth.

A low rigidity will result is high stability, but lower performance. Softer control

A high rigidity will result in higher performance, but may induce oscillation. Stiffer control

Damping Selection

Standard

Standard damping optimizes for positioning time, but may result in overshoot. Less damping

Stable damping optimizes for stability, but may result in longer positioning time. More damping

或者，用户可以通过直接写入参数 Pn101 来设定伺服的刚性。

编号	名称	说明
Pn101	伺服刚性	设定伺服位置环或速度环的响应性能。

伺服刚性设定值越小，表示使用较低的刚性设定，会导致伺服响应速度迟缓；设定值越大，表示伺服刚性设定越高，会提高伺服的响应速度，但可能会引起振动。

The graph illustrates the trade-off between rigidity and response. The '高刚性' (High Rigidity) curve shows a rapid rise to a high peak, indicating fast response but potentially higher overshoot or vibration. The '低刚性' (Low Rigidity) curve shows a slower rise to a lower peak, indicating better stability but slower response.

在使用免调谐模式时，将自动对如下参数进行调整。

参数	类型
速度环增益	自动调整
速度环积分时间	自动调整
位置环增益	自动调整
转矩指令滤波时间常数	自动调整

【注】单参数自动调谐模式使用的增益参数不会显示在驱动器参数中。

用例

- 适用于电机/负载惯性不超过 50 倍的应用。
- 适用于任何电机转速的应用

文档版本 V1.03 (2020-08)

© Trio Motion Technology Ltd. 2020

7-19

## 相关参数

编号	设定值	说明
Pn100.0	3	设定“参数调谐模式”为“单参数自动调谐”
Pn100.3	0	设定“单参数自动调谐类型”为“标准型”
	1	设定“单参数自动调谐类型”为“稳定型”
Pn101	—	伺服刚性设定
Pn106	—	负载惯量百分比

## 限制

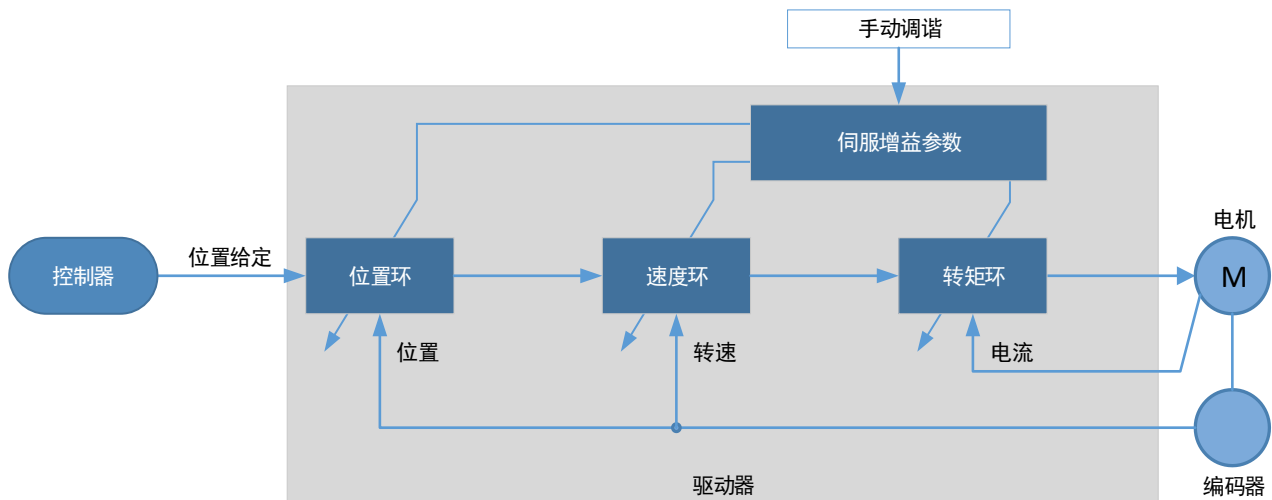
下表列出了单参数自动调谐模式下可用的功能。

功能	单参数自动调谐
前馈（速度和转矩）	✓
摩擦补偿	✓
速度反馈	✓
负载转矩补偿	✓
阻尼选择	✓
自动振动抑制	✓
中频振动抑制	✓
陷波滤波器	✓
P/PI 切换	✓



### 7.2.3 手动调谐

使用手动调谐模式，需要用户手动设定增益参数直至伺服达到期望的性能，而不使用自动参数调整模块。



进行手动调谐时，需要按照由内而外依次调整伺服的三环控制参数，即调整顺序为“转矩环→速度环→位置环”。此外，为了满足稳定性，转矩环的带宽应调整为最大，速度环次之，位置环最小。

执行手动调谐时，需要在各环中调整如下参数。

- 转矩环/转矩控制模式

- 转矩指令滤波时间常数  $T_f$ :

转矩指令滤波器是对输入转矩环的转矩指令进行滤波，以去除其中的高频成分，可以有效减小伺服电机输出的转矩波动、消除信号噪声及降低电机温升。

转矩指令滤波时间常数越大，对转矩指令的滤波效果越好，但相位滞后也越大，会使转矩响应较慢。所以，实际调整时应选取可接受的较小值以获取较大的转矩环带宽。

- 速度环/转速控制模式

- 转矩控制参数 ( $T_f$ )

- 负载惯量百分比  $J_L$

正确设置负载惯量百分比是调谐能否达到较优性能的前提。负载惯量百分比可以通过计算或分析工具（负载惯量检测）等途径获取，也可通过控制器实时修改。

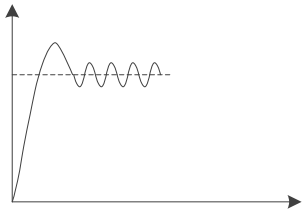
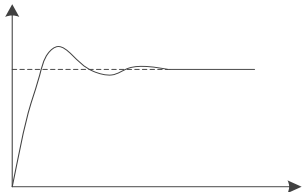
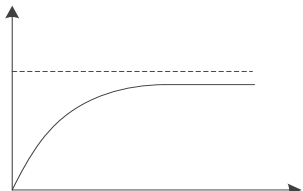
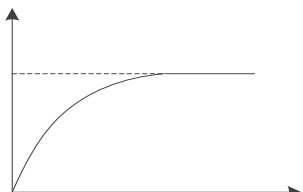
- 速度环增益  $K_v$ 、速度环积分时间  $T_i$

速度环使用 PI 调节器，包含比例增益和积分时间常数。它们均会影响伺服的速度环带宽和抗扰动性能。

比例系数越大，速度环带宽越宽，抗负载扰动性能越好。

积分时间常数越小，积分作用越强，速度环带宽越宽，抗负载扰动性能越好。积分作用还可以将稳态误差缩小至零。

根据速度阶跃响应的特征，下表列出常用的几个调整方法。

波形曲线	说明	调整方法
	速度环带宽偏高	适当降低比例增益或增加积分时间常数
	速度环阻尼比偏低	适当增加积分时间常数
	存在稳态误差	适当减小积分时间常数
	速度环带宽偏低	适当增加比例增益或减小积分时间常数

实际调整时，建议设定较大的比例增益和较小的积分时间常数以获取较大的速度环带宽。

- 位置环/位置控制模式
  - 转速控制参数 (Kv、Ti、Tf、JL)
  - 位置环增益 Kp  
位置环使用 P 调节器，仅包含比例增益。该系数会影响位置环的带宽，比例增益越大，位置环带宽越宽，抗扰动性能也越好，但可能会引起位置过冲或抖动。  
实际调整时，可取速度环增益系数的 1/4，并在此基础上进行适当的调整。

用例

- 适用于电机/负载惯性不超过 50 倍的应用。
- 适用于任何电机转速的应用

相关参数

功能模块	参数	名称
位置控制	Pn104	位置环增益
	Pn109	第二位置环增益
速度前馈	Pn112	速度前馈
	Pn113	速度前馈滤波时间
速度控制	Pn102	速度环增益

功能模块	参数	名称
	Pn107	第二速度环增益
	Pn103	速度环积分时间
	Pn108	第二速度环积分时间
	Pn106	负载惯量百分比
转矩前馈	Pn114	转矩前馈
	Pn115	转矩前馈滤波时间
抑振滤波器	Pn173	中频振动抑制中心频率
	Pn175	中频振动抑制中心频率
速度滤波器	Pn135	速度反馈滤波器
陷波滤波器	Pn181	陷波滤波器 1 频率
	Pn182	陷波滤波器 1 深度
	Pn183	陷波滤波器 1 宽度
	Pn184	陷波滤波器 2 频率
	Pn185	陷波滤波器 2 深度
	Pn186	陷波滤波器 2 宽度
	Pn187	陷波滤波器 3 频率
	Pn188	陷波滤波器 3 深度
	Pn189	陷波滤波器 3 宽度
转矩滤波器	Pn105	转矩指令滤波时间常数
	Pn110	第二转矩指令滤波时间常数
转矩限制	Pn401	正转内部转矩限制
	Pn402	反转内部转矩限制

## 限制

下表列出了手动调谐模式下可用的功能。

功能	手动调谐
前馈（速度和转矩）	✓
摩擦补偿	✓
速度反馈	✓
负载转矩补偿	✓

功能	手动调谐
自动振动抑制	✓
中频振动抑制	✓
陷波滤波器	✓
负载振动抑制	✓
P/PI 切换	✓
增益切换	✓
模型跟踪控制	✓

7.3 补偿

驱动器提供了多种补偿功能，在调谐时使用可以提高伺服性能。

7.3.1 前馈

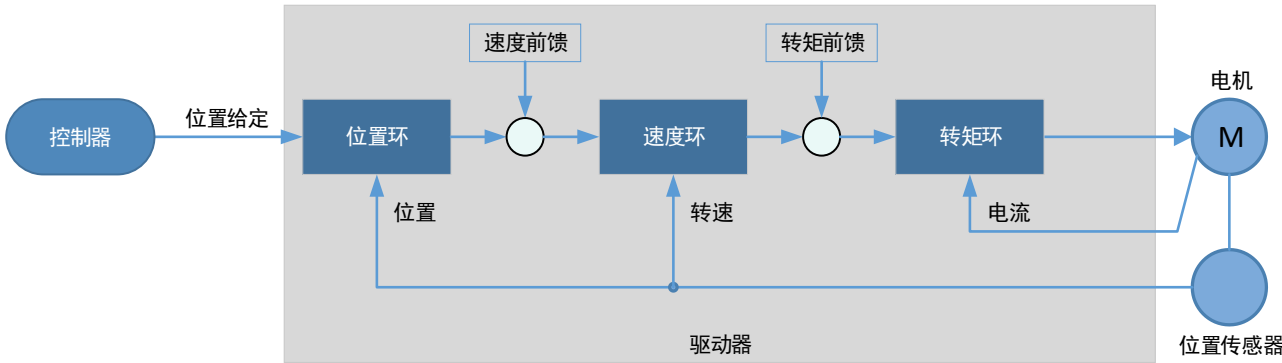
可使用前馈功能的调谐模式如下表所示。

调谐模式	前馈功能
免调谐	✓
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

前馈包括速度前馈和转矩前馈：

- 速度前馈可以加快位置响应、减小位置跟踪误差
- 转矩前馈可以加快速度响应、减小速度跟踪误差

其工作示意如下图所示。



一般情况下，使用位置/转速指令的微分作为前馈。默认使用内部前馈指令，用户也可选择使用其它方式来生成前馈指令。

- 内部前馈（默认）
- 模型跟踪前馈（选择模型跟随控制时可用）
- Cubic 前馈

### 内部前馈

使用内部前馈时，指令值使用以下公式计算：

- 内部速度前馈 = 位置给定的微分 × 内部速度前馈百分比
- 内部转矩前馈 = 速度给定的微分 × 系统惯量 × 内部转矩前馈百分比

增加前馈值能减少指令值恒定时的误差，即：在恒定速度期间，速度前馈将允许控制方案减少其跟随误差，但前馈可能会引起过冲。

此外，还需要过滤前馈微分引起的噪声，增加前馈滤波时间会减少噪声，但可能会增加过冲。

在转速较高的情况下，需要使用高速转矩前馈功能，此时需变更能够如下参数。

- Pn005.0 = 2（选择高速内部扭矩前馈）
- Pn005.2 = 0（使用内部转矩前馈）

### 模型跟踪前馈

模型跟踪前馈仅在启用模型跟踪控制功能时才可用。

关于模型跟踪功能的设定方法，请参见“7.6 模型跟踪控制”。

### Cubic 前馈

使用三次曲线算法对前馈指令进行插补。

### 相关参数

参数	设定	说明
Pn005.0	0	内部一般转矩前馈
	2	内部高速转矩前馈
Pn005.2	0	使用内部转矩前馈。
	1	使用模型跟随控制转矩前馈，当启用模型跟随控制功能时可用。
	2	保留。
	3	使用三次插值算法生成的转矩前馈。
Pn005.3	0	使用内部速度前馈。
	1	使用模型跟随控制速度前馈，当启用模型跟随控制功能时可用。
	2	保留。
	3	使用三次插值算法生成的速度前馈。
Pn112	—	内部速度前馈百分比

参数	设定	说明
Pn113	—	内部速度前馈滤波时间常数
Pn114	—	内部转矩前馈百分比
Pn115	—	内部转矩前馈滤波时间常数

7.3.2 摩擦补偿

可使用摩擦补偿功能的调谐模式如下表所示。

调谐模式	摩擦补偿
免调谐	✓
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

在传动系统中，必然存在一定量的摩擦负载。较大的摩擦负载容易导致低速爬行、速度过零时波形畸变、定位缓慢等现象，对系统的动态和静态性能都有影响。

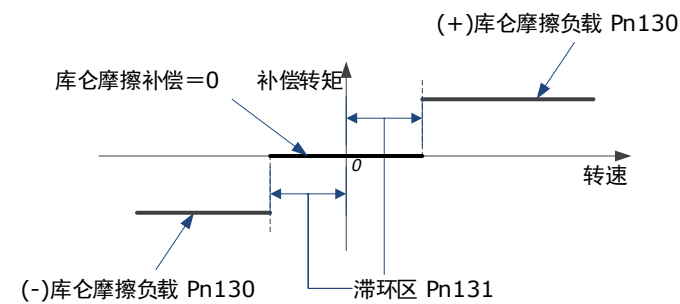
摩擦补偿功能允许驱动器利用已知的摩擦参数对相关摩擦负载进行补偿，适用于频繁的正反方向运行、对速度平稳性要求较高的应用场合。

摩擦补偿用于补偿粘滞摩擦波动和库仑摩擦波动。

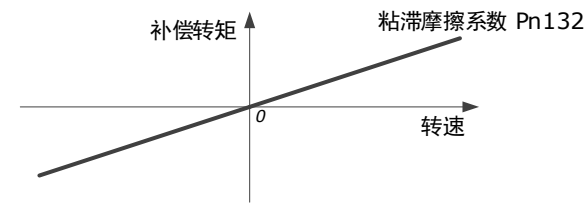
通过参数 Pn130 和 Pn131 的设定来控制库仑摩擦补偿。

编号	设定值	说明
Pn130	—	库仑摩擦负载
Pn131	—	库仑摩擦补偿速度滞环区

由于库仑摩擦补偿在零速附近是对称的，建议为摩擦补偿设置一个死区，以避免系统在零速附近频繁更改补偿方向，其设定的示意图如下所示。



粘滞摩擦补偿与电机的转速是线性关系，用户可通过 Pn132 来设定“粘滞摩擦系数”。



随着转速的增加，粘滞摩擦补偿的转矩将随以“粘滞摩擦系数”增加。

7.3.3 速度反馈

可使用速度反馈功能的调谐模式如下表所示。

调谐模式	速度反馈
免调谐	—
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

默认情况下，驱动器通过读取编码器的位置值并对时间求微分后所获得的速度值。

在低转速或编码器分辨率较低的情况下，通过位置对时间微分的方法会引入较大的噪声。此时可以考虑“使用瞬时观测速度作为速度反馈”。

若“使用编码器转速作为速度反馈”，使用低通滤波器来消除编码器转速中的量化噪声和高频分量，用户需要设定“速度反馈滤波器时间常数”。

编号	设定值	说明
Pn135	—	速度反馈滤波器时间常数，单位为 0.01ms。

增加“速度反馈滤波器时间常数”的设定，能提高滤波效果，编码器反馈的转速也越平滑。但速度反馈的相位滞后也越大，会影响伺服性能。

根据编码器位置来计算速度反馈的另一种方法是使用速度“观测器”，这样可以提供较低的噪声速度。用户可通过调整“负载扰动观测器增益”来匹配实际的电机转速，但可能会引起过冲。

编号	设定值	说明
Pn161	—	观测器增益
Pn162	0 [出厂设定]	使用编码器转速作为速度反馈
	1	使用瞬时观测速度作为速度反馈

7.3.4 负载转矩补偿

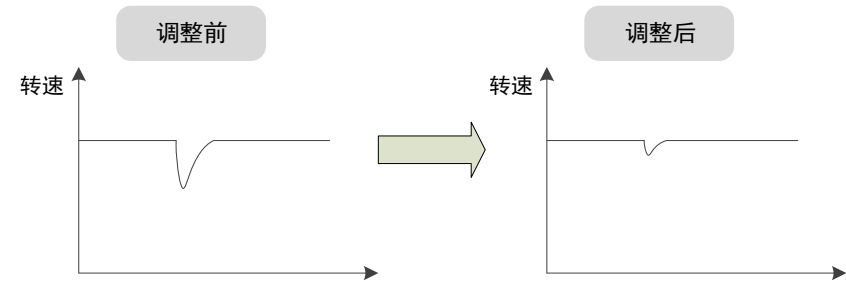
可使用负载转矩补偿功能的调谐模式如下表所示。

调谐模式	负载转矩补偿
免调谐	-
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

电机在运转过程中，若有突加的负载转矩，会造成转速下降或位置移动，持续变化的负载转矩还会引起转速波动或位置抖动。此时，一般需要通过调谐来改善伺服的抗负载扰动性能。

在调谐过程中，考虑到不能兼顾指令响应性能和抗负载扰动性能，可使用负载转矩补偿功能来改善抗负载扰动性能。

例如，下图中的转速跌落是由突加负载转矩引起，使用负载转矩补偿功能可减小转速的跌落。



负载转矩补偿功能是通过负载转矩观测器观测负载转矩，然后将该转矩补偿至转矩给定中，从而达到负载转矩补偿的效果。

为减小负载转矩补偿引起的过冲，使用负载扰动补偿百分比来调整补偿值：

负载转矩补偿 = 负载转矩观测值 × 负载扰动补偿百分比

编号	设定值	说明
Pn160	-	负载扰动补偿百分比

另外，用户还可通过“观测器增益”来调节负载转矩观测器的带宽。该设定值越大，观测的负载转矩越接近实际负载转矩，但可能会引入噪声或不稳定。

编号	设定值	说明
Pn161	-	观测器增益



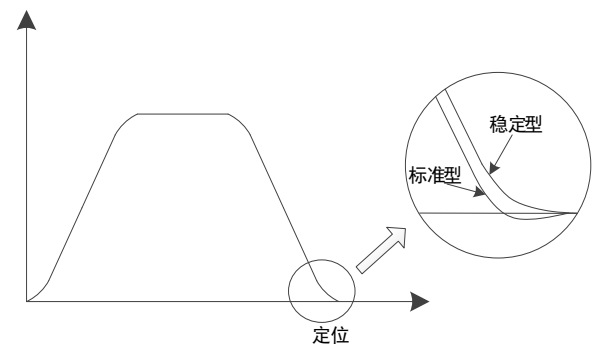
7.3.5 阻尼选择

可使用阻尼选择的调谐模式如下表所示。

调谐模式	阻尼选择
免调谐	-
单参数自动调谐	✓
手动调谐	-

阻尼选择仅有效于单参数自动调谐，请按照不同的应用场合或需求来选择。

- [0] 标准型：定位快，但易出现超调
- [1] 稳定型：定位平稳，但耗时长



用户可在“设备调试 → 调谐”中进行阻尼选择。

或者，用户可以通过直接写入参数 Pn100.3 来更改阻尼选择。

编号	设定值	说明
Pn100.3	0 [出厂设定]	标准型：定位快，但易出现超调
	1	稳定型：定位平稳，但耗时长

## 7.4 振动抑制

驱动器提供了几种振动抑制功能，在调谐时使用可以提高伺服性能。

### 7.4.1 自动振动抑制

可使用自动振动抑制功能的调谐模式如下表所示。

调谐模式	自动振动抑制
免调谐	✓
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

自动振动抑制功能可以确定电机在运行状态中振动的状态并识别共振的频率，然后根据振动频率的特性来选择使用陷波滤波器或是中频振动抑制。用户需根据需要，设定中频振动抑制或陷波滤波器 2 的参数。

用户可在“设备调试 → 调谐”中启用“自动振动抑制”功能。

或者，用户可以通过直接写入参数 Pn100.2 来启用。

编号	设定值	说明
Pn100.2	0 [出厂设定]	不使用自动振动抑制功能
	1	使用自动振动抑制功能

为了防止自动振动抑制作用在不正确的振动上，用户可设定“振动的幅值阈值”。除非超过阈值，否则这将防止振动抑制作用于任何检测到的频率。

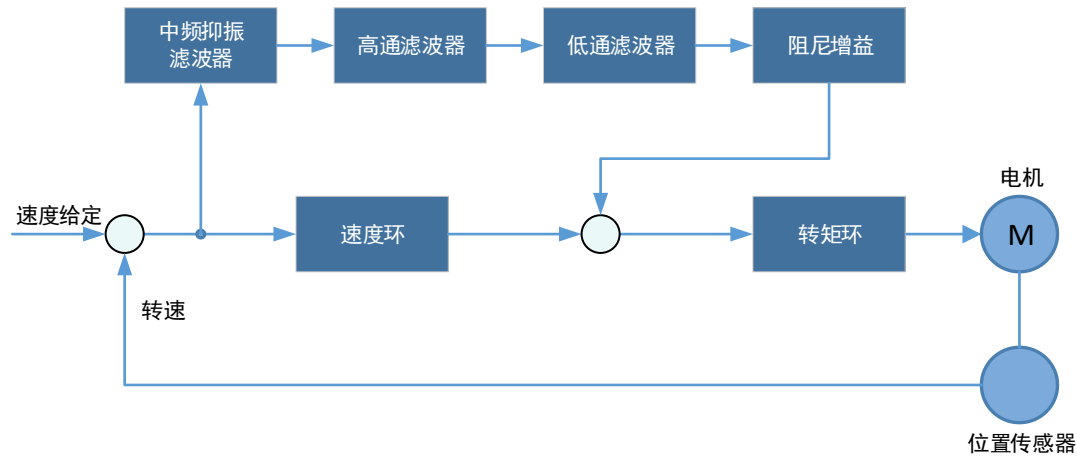
编号	设定值	说明
Pn179	—	振动的幅值阈值

7.4.2 中频振动抑制

可使用中频振动抑制功能的调谐模式如下表所示。

调谐模式	中频振动抑制
免调谐	✓
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

中频振动抑制滤波器用于处理速度偏差并为转矩参考值提供补偿。它适用于 100 Hz 至 2000 Hz 的频率范围。



编号	设定值	说明
Pn173	—	进行中频振动抑制的频率中心
Pn174	—	中频振动抑制滤波器的带宽，表示围绕中心频率的调整滤波器的范围 增大该设定可以增加振动抑制的范围，但会影响中心附近频率的相位
Pn175	—	中频振动抑制阻尼增益
Pn176	—	中频振动抑制的低通滤波时间
Pn177	—	中频振动抑制的高通滤波时间
Pn178	—	中频振动抑制的最终补偿程度

【注】“中频振动抑制中心频率”设定为 2000，表示不使用中频振动抑制功能。

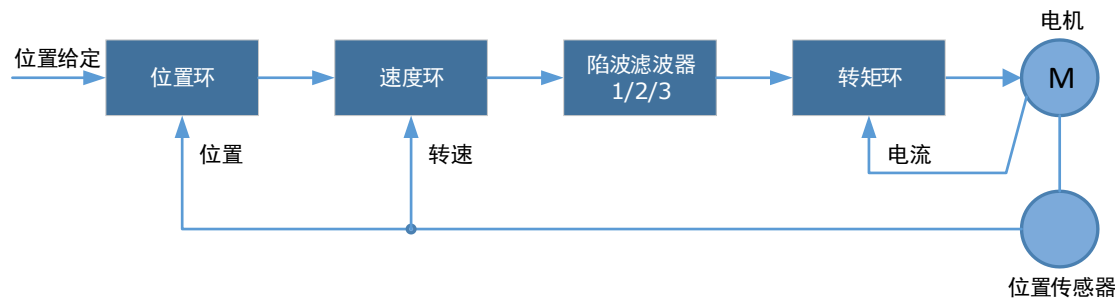
7.4.3 陷波滤波器

可使用陷波滤波器功能的调谐模式如下表所示。

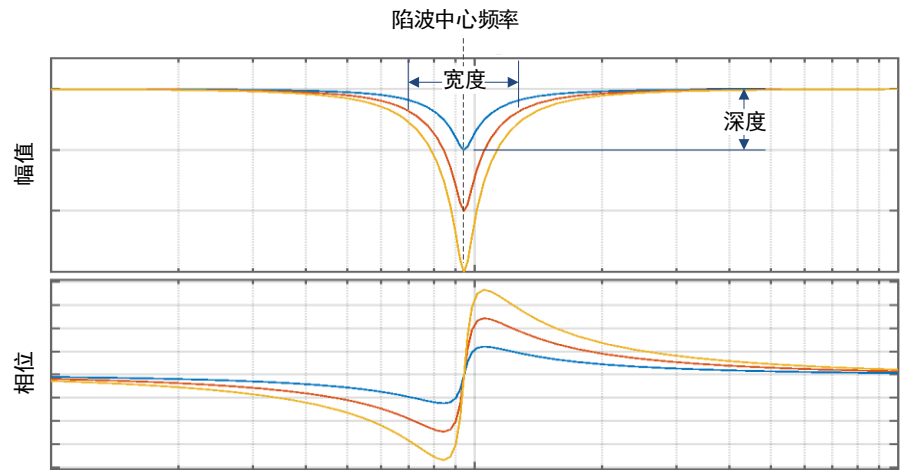
调谐模式	陷波滤波器
免调谐	✓
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

陷波滤波器用于消除机械共振引起的振动。

驱动器中共有 3 个陷波滤波器，它们可独立使用或组合使用，其工作示意图如下所示。

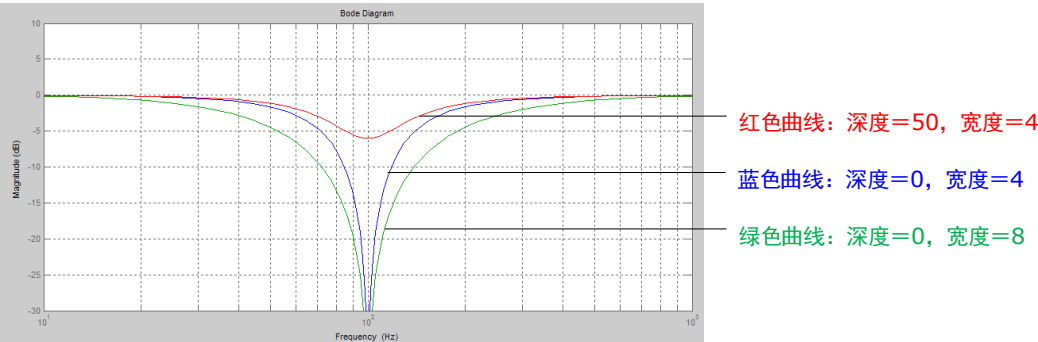


陷波滤波器可以衰减特定频率的信号，因而非常适用于消除共振。设置正确的频率和宽度，可以滤除转矩指令中的振动信号。下图显示了陷波滤波器的相关参数。



设定陷波滤波器参数时，需注意如下要求：

- 频率：陷波滤波器频率设为“5000”时，表示该陷波滤波器无效。
- 深度：设定为“0”表示最大深度，设定为“23”表示最小深度。
- 宽度：设定为“0”表示最小宽度，设定为“15”表示最大宽度。



用户可在“设备调试 → 调谐”中对陷波滤波器的参数进行设定。

或者，用户可以通过直接写入如下参数来设定。

编号	设定值	说明
Pn181	—	陷波滤波器 1 频率
Pn182	—	陷波滤波器 1 深度
Pn183	—	陷波滤波器 1 宽度
Pn184	—	陷波滤波器 2 频率
Pn185	—	陷波滤波器 2 深度
Pn186	—	陷波滤波器 2 宽度
Pn187	—	陷波滤波器 3 频率
Pn188	—	陷波滤波器 3 深度
Pn189	—	陷波滤波器 3 宽度

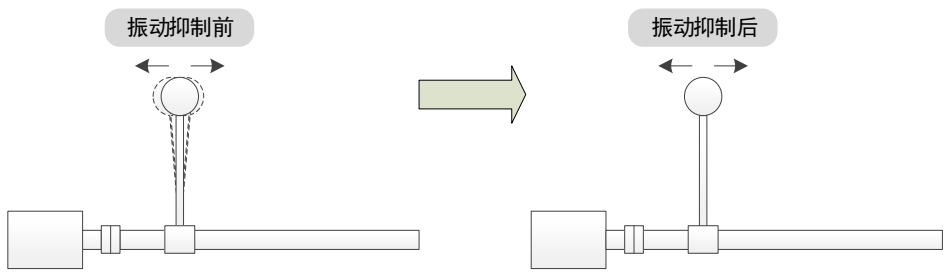
7.4.4 负载振动抑制

可使用负载振动抑制功能的调谐模式如下表所示。

调谐模式	负载振动抑制
免调谐	—
单参数自动调谐	—
手动调谐	✓

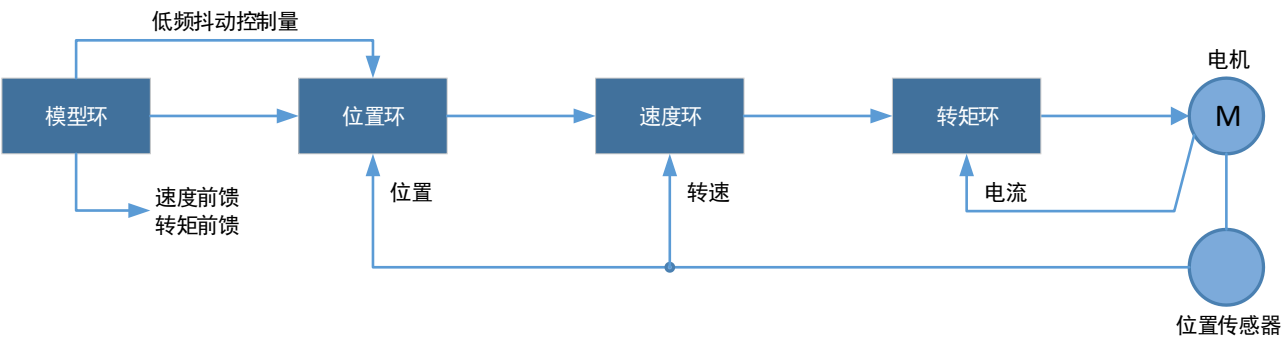
【注】负载振动抑制不能在全闭环控制（双编码器反馈）中使用。

负载振动抑制功能可抑制位置控制时负载末端的低频抖动，如下图所示。



根据模型跟踪控制中的负载位置和电机位置之间的关系，以控制负载端位置稳定为目的，修正电机端的位置指令，同时修正模型生成的前馈量，达到负载振动抑制的目的。

其工作示意如下图所示。



该功能基于模型跟踪控制（“7.6 模型跟踪控制”），通过 Pn150 来启用。

编号	设定值	说明
Pn150.0	2	使用模型跟随控制和负载振动抑制。

【注】启用模型跟踪控制后，请重新启动驱动器以生效变更。

设定负载振动抑制时，需注意如下要求：

- 频率：指定进行负载振荡抑制的频率。
- 滤波时间：增加此设定，滤波效果越好，但滞后较大，可能会影响振动抑制效果。
- 限幅：将限制负载振荡抑制的输出，有助于减少启动和停止期间的过冲。

编号	设定值	说明
Pn155	—	负载振动抑制的频率，单位为 Hz
Pn156	—	抑制负载振荡的滤波时间
Pn157	—	负载振荡抑制的限幅

## 7.5 增益切换

驱动器提供了几种增益切换功能，在调谐时使用可以提高伺服性能。

### 7.5.1 P/PI 切换

可使用 P/PI 切换的调谐模式如下表所示。

调谐模式	P/PI 切换
免调谐	—
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

驱动器默认使用 PI 调节器来控制速度环的调整。用户可通过 Pn116 来设定 “P/PI 切换条件”，表示在满足所设定的条件时，切换并使用 P 控制。

编号	设定值	说明
Pn116	0 [出厂设定]	使用转矩指令百分比作为切换条件（阈值设定：Pn117）
	1	使用位置偏差计数器作为切换条件（阈值设定：Pn118）
	2	使用加速度指令作为切换条件（阈值设定：Pn119）
	3	使用速度指令作为切换条件（阈值设定：Pn120）
	4	固定为 PI 控制

【注】启用 “P/PI 切换条件” 后，请重新启动驱动器以生效变更。

相应的阈值设定如下表所示。

编号	设定值	说明
Pn117	—	转矩指令百分比阈值
Pn118	—	偏差计数器阈值
Pn119	—	加速度指令阈值
Pn120	—	速度指令阈值

以默认设置为例。默认设置是使用转矩指令作为切换条件，默认转矩指令阈值（Pn117）为 200。

- 当转矩指令百分比小于 200 时，速度环由 P 控制切换至 PI 控制。
- 当转矩指令百分比大于 200 时，速度环由 PI 控制切换至 P 控制。

7.5.2 增益切换

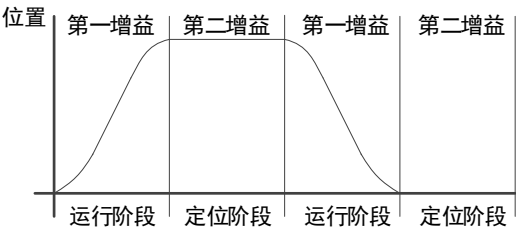
可使用增益切换的调谐模式如下表所示。

调谐模式	增益切换
免调谐	—
单参数自动调谐	—
手动调谐	✓

仅在手动调谐模式下，可以使用增益切换功能。该功能允许驱动器根据工作条件在两组增益参数之间切换。

在下图的示例中：

- “定位阶段”更关注位置波动、位置刚性等性能。
- “运行阶段”则更关注跟踪误差等性能。

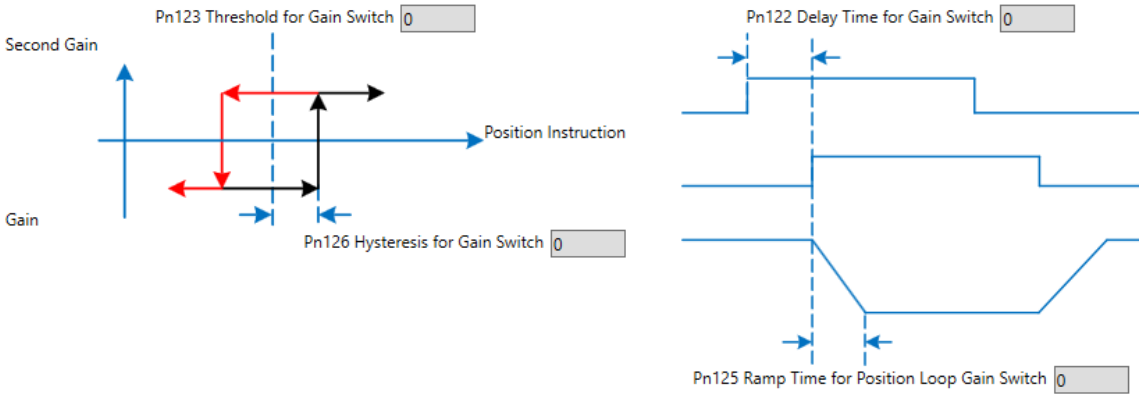


用户可在“设备调试 → 调谐”中启用增益切换功能，并从下拉列表中选择增益切换的条件。

- 固定使用第一增益
- 通过外部开关来切换增益(G-SEL)
- 使用转矩指令百分比作为切换条件
- 使用位置偏差计数器作为切换条件
- 使用加速度指令作为切换条件
- 使用速度指令作为切换条件
- 使用位置指令作为切换条件
- 根据实际转速作为切换条件
- 结合位置指令和实际转速作为切换条件
- 固定使用第二增益
- 使用定位完成标志作为切换条件

一旦选定增益切换的条件后，将显示需要的后续设定。





任意切换条件下的增益设定都可以从如上所示的控制框图中获得。

Position Control					
NO.	Name	Value	Default	Range	Units
Pn104	Position Loop Gain	40	40	0 ~ 1000	1/s
Pn109	Second Position Loop Gain	40	40	0 ~ 1000	1/s
i This parameter determines the bandwidth of position loop.					
Apply					

或者，用户可以通过直接写入如下参数来设定。

编号	设定值	说明
Pn121	0 [出厂设定]	固定使用第一增益
	1	通过外部开关来切换增益(G-SEL)
	2	使用转矩指令百分比作为切换条件（阈值设定：Pn117）
	3	使用位置偏差计数器作为切换条件（阈值设定：Pn118）
	4	使用加速度指令作为切换条件（阈值设定：Pn119）
	5	使用速度指令作为切换条件（阈值设定：Pn120）
	6	使用位置指令作为切换条件（阈值设定：Pn123）
	7	根据实际转速作为切换条件（阈值设定：Pn124）
	8	结合位置指令（Pn123）和实际转速（Pn124）作为切换条件
	9	固定使用第二增益
	10	使用定位完成标志作为切换条件

【注】启用“增益切换条件”后，请重新启动驱动器以生效变更。

相应的阈值设定如下表所示。

编号	设定值	说明
Pn117	—	转矩指令百分比阈值

编号	设定值	说明
Pn118	—	偏差计数器阈值
Pn119	—	加速度指令阈值
Pn120	—	速度指令阈值
Pn123	—	位置指令阈值
Pn124	—	速度反馈阈值

第一增益和第二增益的相关参数如下。

参数	第一增益	第二增益
速度环增益	Pn102	Pn107
速度环积分时间	Pn103	Pn108
位置环增益	Pn104	Pn109
转矩指令过滤时间	Pn105	Pn110

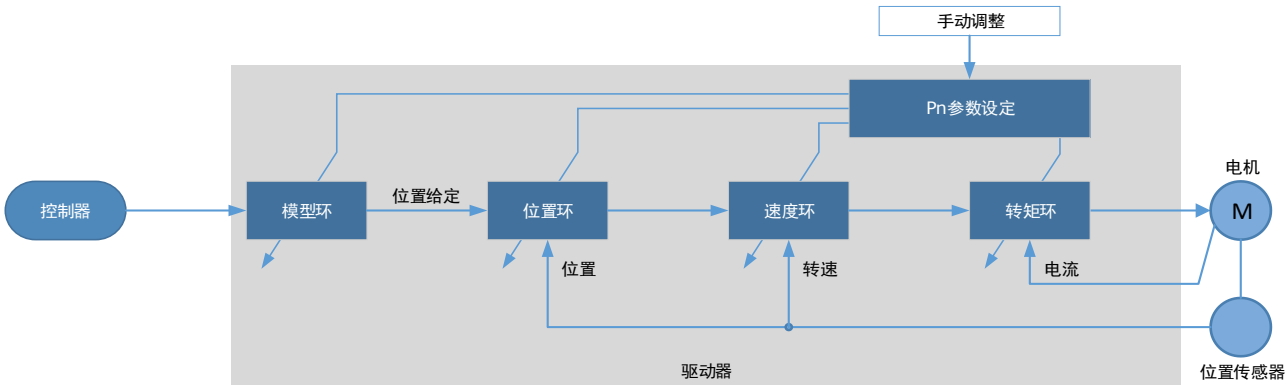
7.6 模型跟踪控制

可使用模型跟踪控制的调谐模式如下表所示。

调谐模式	模型跟踪控制
免调谐	—
单参数自动调谐	—
手动调谐	✓

【注】负载振动抑制不能在全闭环控制（双编码器反馈）中使用。

模型跟踪控制是在位置环之前的功能。在模型跟踪控制中，基于理论上的电机控制模型，生成新的位置指令，并生成相关的速度前馈和转矩前馈。模型跟踪控制生成的控制量应用于实际控制环路中能够明显提高位置控制的响应性能和定位性能，其工作示意图如下所示。



用户可通过 Pn150 来选择模型跟踪控制功能的方式。

编号	设定值	说明
Pn150.0	0 [出厂设定]	不使用模型跟踪控制
	1	使用模型跟踪控制前馈
	2	使用模型跟踪控制前馈和低频振动抑制

【注】选择“模型跟踪控制”功能后，请重新启动驱动器以生效变更。

使用模型跟踪控制功能，需要设定模型环、位置环、速度环和转矩环的相关参数，调整顺序依次是“转矩环→速度环→位置环→模型环”。

转矩环、速度环和位置环的相关参数请参见“7.2.3 手动调谐”。模型环相关的参数如下所示。

编号	设定值	说明
Pn151	—	模型跟踪控制增益
Pn152	—	模型跟踪控制增益补偿百分比
Pn153	—	模型跟踪控制速度前馈百分比（Pn005.3=1 时生效）
Pn154	—	模型跟踪控制转矩前馈百分比（Pn005.2=1 时生效）

模型跟踪控制增益决定位置响应性能。增大此设定可以提高响应速度，但是可能会发生超调。

模型跟踪控制增益补偿百分比决定模型环的阻尼比。

模型跟踪（速度/转矩）前馈是一个百分比系数，用于调节输出前馈的大小。

## 7.7 负载识别

在调谐过程中，可使用调谐伺服调谐工具来进行操作。

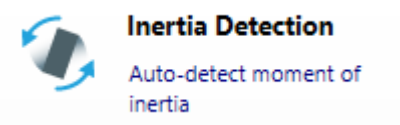
### 7.7.1 负载惯量检测

可使用负载惯量检测的调谐模式如下表所示。

调谐模式	负载惯量检测
免调谐	—
单参数自动调谐	✓
手动调谐	✓

负载惯量检测用于测量负载惯量相对于电机转子惯量的大小（负载惯量百分比）。

用户可在“设备调试 → 调谐”中，点击“Inertia Detection”启用负载惯量检测功能。



进行负载惯量检测时，电机将来回旋转 4 次或 8 次，在此运动期间将计算惯量。在执行结束后，将显示结果，用户可选择是否将其更新至 Pn106 中。



警告

- 执行负载惯量检测操作前，请先停止电机的运转。
- 由于在负载惯量检测操作期间电机将最多运转 8 圈，请确保可移动部件在正向和反向方向上具有足够的行程。

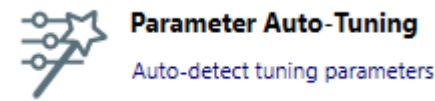
### 7.7.2 自动整定工具

可使用自动整定工具的调谐模式如下表所示。

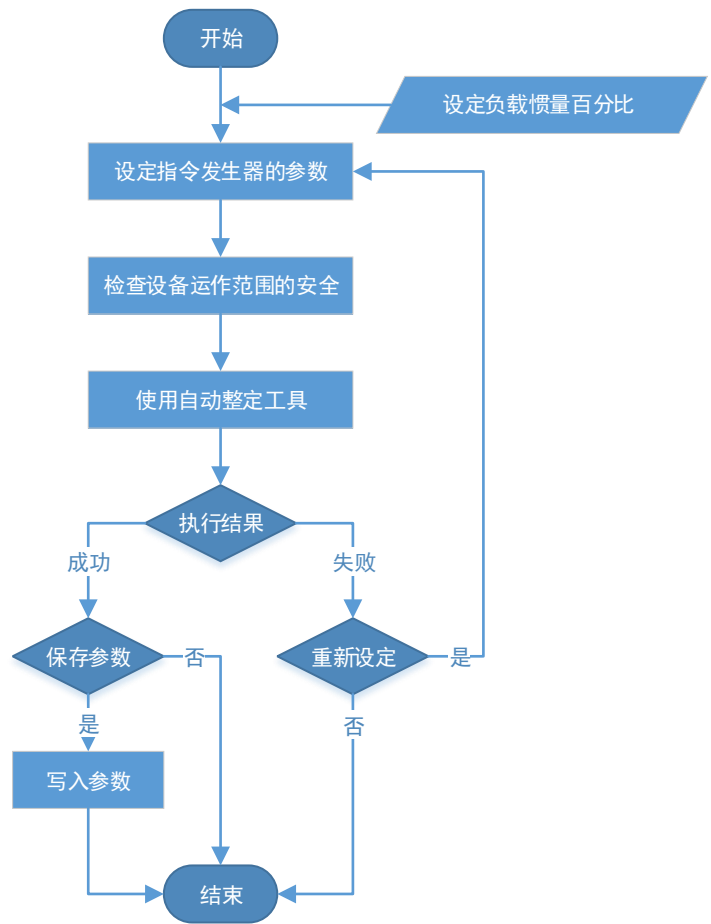
调谐模式	负载惯量检测
免调谐	—
单参数自动调谐	—
手动调谐	✓

使用自动整定工具时，驱动器将使用内部生成的位置指令来运行电机，同时反复更改控制参数以实现调整。

用户可在“设备调试 → 调谐”中，点击“Parameter Auto-Tuning”启用自动整定工具。

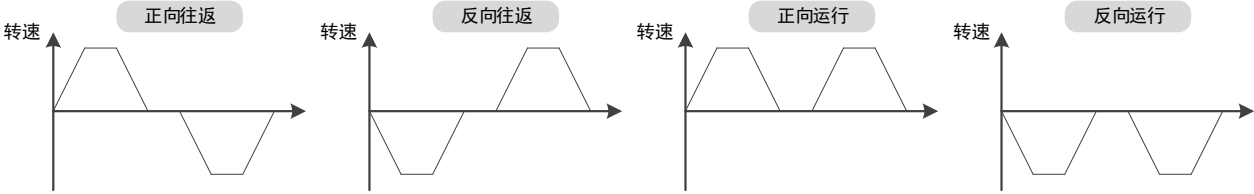


请按照下图所示的流程使用自动整定工具。

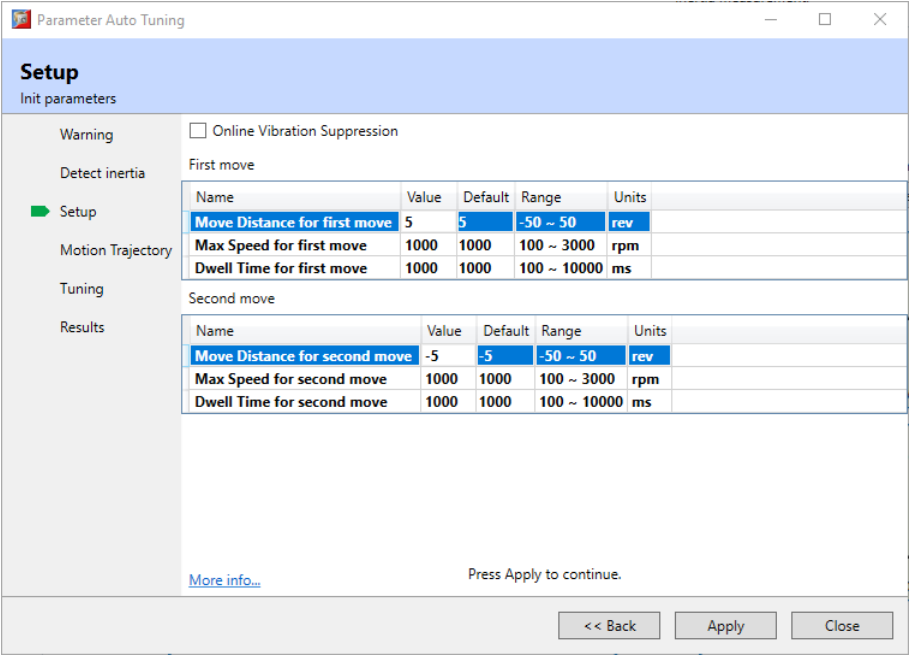


使用自动整定工具的向导由如下步骤：

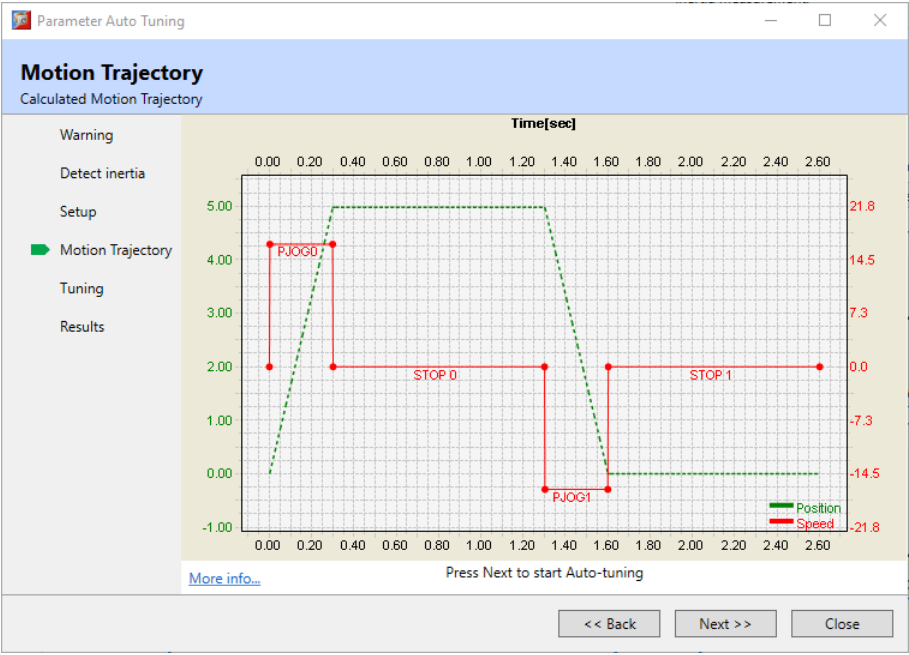
- 负载惯量检测  
对参数自动调整的要求是精确测量惯性。用户可以手动输入或使用惯性检测工具进行测量。  
有关惯性检测的更多详细信息，请参见“7.7.1 负载惯量检测”。
- 设置  
在参数自动调整期间，电机将重复运行两个动作，这些动作包括距离、速度和停留时间。动作的顺序可以是正反交替或一直以同一方向运行。



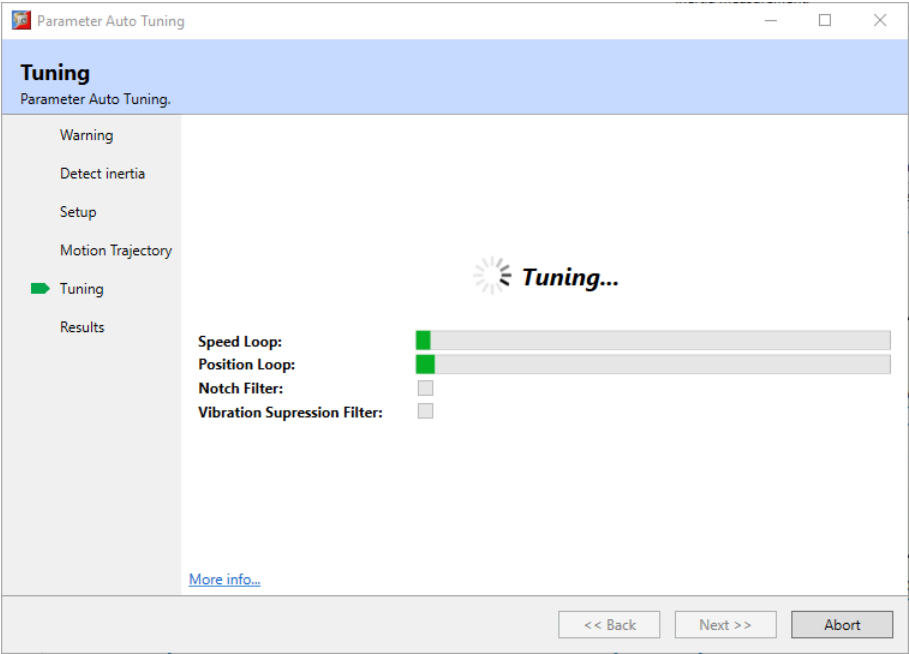
在“设置”页面中，可以设定的参数如下所示。



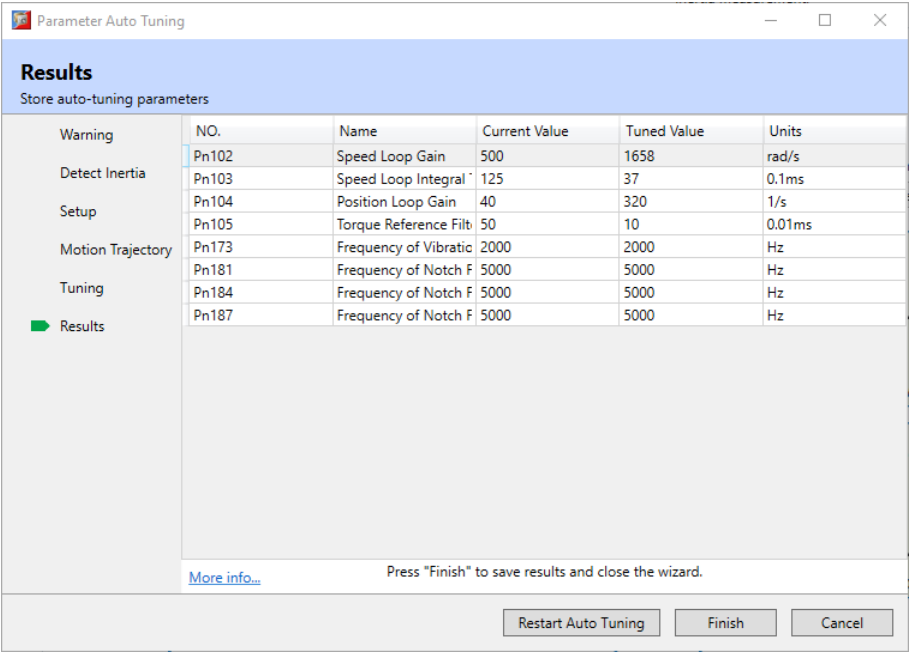
- 运动轨迹  
在该页面中，用户可检查电机执行动作前的运行轨迹。



- 调整  
用户通过该页面可以查看进行参数自动调整的进程。

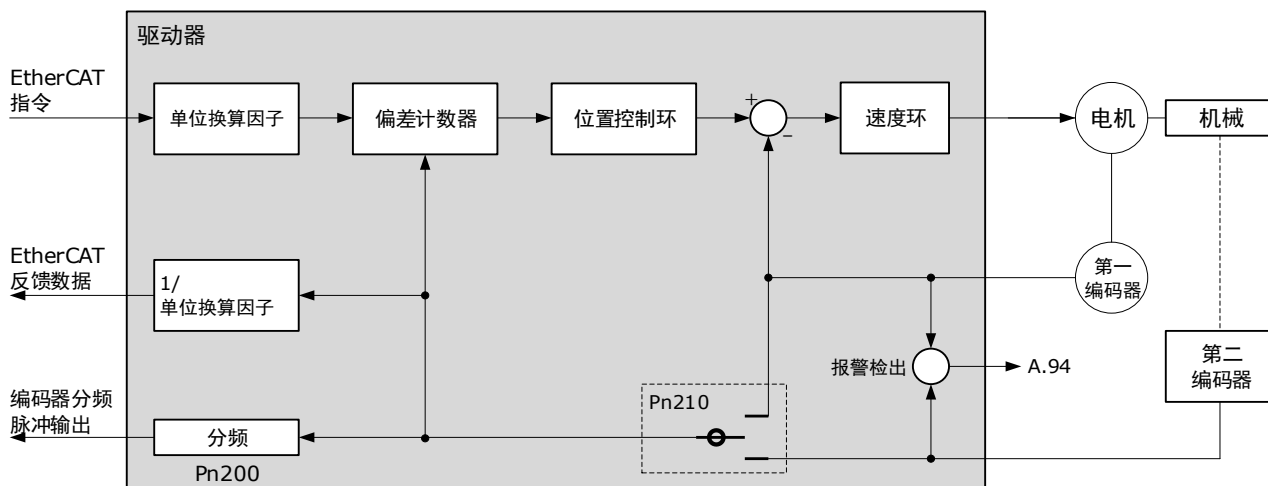


- 结果  
调整结束后，将显示所有计算出的增益值。用户可选择是否将其更新至驱动器中。

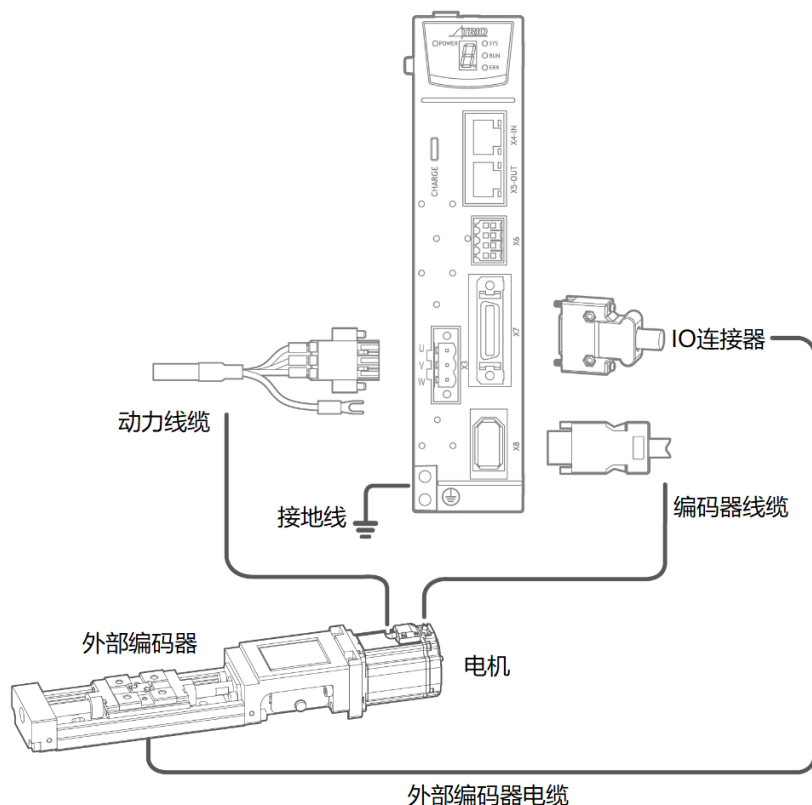


## 第 8 章 全闭环控制

在全闭环控制中，通过电机编码器和外部编码器的结合使用，以检测负载的位置，亦称为“双编码器反馈”，其控制框图如下所示。



全闭环控制非常适用于在某些高精度定位中，电机与负载之间存在顺应性或间隙的应用。然而，由于编码器的独立性，全闭环系统也可能会因机械零件的松动或扭曲，导致振动或震荡，使得定位不稳定。



使用全闭环控制，仔细调试对于获得良好的伺服性能至关重要。



## 8.1 调试步骤

下述给出用于全闭环控制驱动器的调试过程。

步骤 1 完成驱动器和电机的安装、接线，并连接至机械。

步骤 2 将 Pn210.0 设置为 0，表示仅使用电机编码器（半闭环控制）。

步骤 3 使用 JOG 操作，将机械侧的可移动部件移至丝杆的中间区域，然后通过正反转电机来确认电机的动作。

关于 JOG 操作，请参见“6.4.2 JOG”。

步骤 4 变更 Pn210.0 为 1，表示使用外部编码器（全闭环控制）。

步骤 5 再次使用 JOG 操作，然后通过正反转电机来确认电机的动作。

步骤 6 若伺服出现报警，根据报警信息来处理并复位系统。

- 发生报警 A.90（第二编码器 A 相断线）、A.91（第二编码器 B 相断线）和 A.92（第二编码器 C 相断线），请检查第二编码器的电源状况，并确认其是否可正常使用。
- 如果发生警报 A93（编码器通讯错误），请联系 Trio 或授权分销商。
- 如果发生报警 A94（位置偏差溢出），请检查 Pn210，Pn212，Pn213 和 Pn214 的设置。另外，请检查外部编码器的接线，并检查机械连接结构是否松动，打滑或间隙较大

步骤 7 检查参数 Pn210.3、Pn212 和 Pn213 的设定。

- 检查外部编码器的计数方向与主编码器相同。Pn210.3 可用于更改外部编码器的计数方向。
- 设置 Pn212 更改外部编码器的分辨率。
- 设置 Pn213 改变电机编码器和外部编码器之间的位置偏差阈值。

步骤 8 在 JOG 运行电机无报警后，尝试使用 PJOG 操作来确认电机的动作。

关于 PJOG 操作，请参见“6.4.3 PJOG”。

步骤 9 若伺服出现报警，可按照步骤 6 的方法，继续处理报警，直至无报警发生。

步骤 10 确认伺服在 PJOG 操作正常运转后，表示伺服可正式启用全闭环控制并投入作业。

## 8.2 启用外部编码器

设置 Pn210.0 = 1 或 2 以启用外部编码器：

- 将 Pn210.0 设置为 1，表示启用外部编码器以实现全闭环控制。
- 将 Pn210.0 设置为 2，表示启用外部编码器，但仅用于计数。

另外，设置参数 Pn212（外部编码器的分辨率）以指定外部编码器的分辨率，指示电机旋转一圈后外部编码器发出的 AB 正交脉冲边沿的数量（一个正交脉冲具有四个边沿，即脉冲数×4）。

编号	名称	范围	单位	出厂值
Pn210.0	第二编码器使能位	0~2	—	0
Pn212	第二编码器分辨率	1~1048576	1 pulse	10000

8.3 电机方向和机器移动方向的设定

进行全闭环控制运行时，必须配置电动机方向和机器运动方向。下表显示了 Pn001.0，Pn210.3 和运行方向之间的关系。

Pn001.0 (CCW, CW 选择) <sup>(1)</sup>		Pn210.3 (第二编码器脉冲计数方向)			
		0（不变）		1（取反）	
0（CCW， 逆时针旋转 为正方向）	指令方向	正转指令	反转指令	正转指令	反转指令
	电机旋转方向	CCW	CW	CCW	CW
	外部编码器 <sup>(2)</sup>	正向移动	反向移动	反向移动	正向移动
1（CW，顺 时针旋转为 正方向）	指令方向	正转指令	反转指令	正转指令	反转指令
	电机旋转方向	CW	CCW	CW	CCW
	外部编码器	反向移动	正向移动	正向移动	反向移动

(1)：分频脉冲与 Pn001.0 的设定无关，对于正转指令，变为 B 相超前。  
(2)：正向移动是指编码器的脉冲计数为正计数的方向。反向移动是指编码器的脉冲计数为倒计数的方向。

8.4 警报检出设置

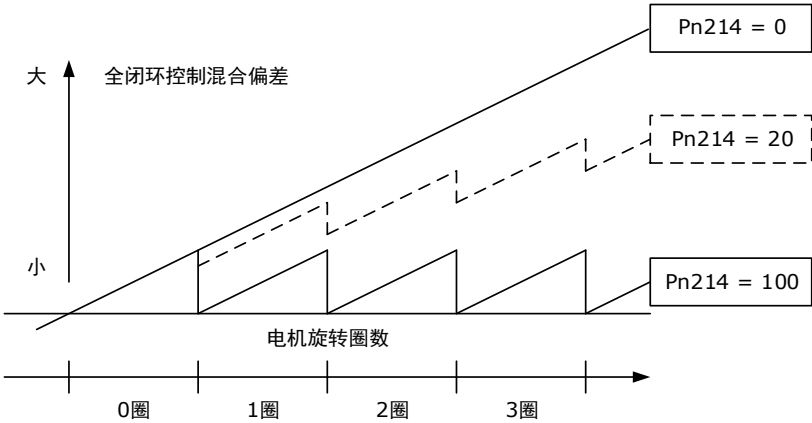
警报检出设置用于检测电机编码器的反馈位置与外部编码器的反馈负载位置之间的差异，以进行全闭环控制。

如果检测到的差异超过阈值，则会生成 A94 警报（位置偏差超限）。

另外，可以设置每转电机的电机和外部编码器之间的偏差系数（Pn214）。此设置可用于防止电机由于外部编码器的损坏或皮带打滑而失控。

编号	名称	范围	单位	出厂值
Pn213	全闭环控制混合偏差过大报警阈值	0~134217728	1 Pulse	1000
Pn214	全闭环控制混合偏差清零	0~100	1%	0

- 如果 Pn214 设置值为 0，则直接读入外部编码器的值。
- 如果 Pn214 设置为 20，则在电机旋转的第 2 圈时，从第一圈后的偏差乘以 0.8 处开始，如下图所示。



## 第 9 章 附录

### 9.1 EtherCAT 通信

#### 9.1.1 简介

EtherCAT 是最初由 Beckhoff Automation 开发的实时工业以太网技术。IEC 标准 IEC61158 中公开的 EtherCAT 协议适用于自动化技术，测试和测量以及许多其他应用中的硬性和软性实时要求。

EtherCAT 主站发送通过每个节点的电报。每个 EtherCAT 从设备都“实时”读取寻址到其的数据，并在帧向下游移动时将其数据插入帧中。仅通过硬件传播延迟时间来延迟帧。网段中的最后一个节点检测到一个开放端口，并使用以太网技术的全双工功能将消息发送回主机。

#### 9.1.2 规格

项目	规格
适用标准	IEC 61158 Type12, IEC 61800-7 CiA402 Drive Profile
传输协议	100BASE-TX (IEEE802.3)
接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X4-IN (RJ45) : EtherCAT 输入信号</li> <li>• X5-OUT (RJ45) : EtherCAT 输出信号</li> </ul>
线缆	5 类双绞线 (CAT5e SF/UTP)
SM 通道	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SM0: 0~128 bytes 输出邮箱</li> <li>• SM1: 0~128 bytes 输入邮箱</li> <li>• SM2: 0~32 bytes 输出过程数据</li> <li>• SM3: 0~32 bytes 输入过程数据</li> </ul> <p>【说明】 输入及输出是从主站角度看。</p>
FMMU 单元	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FMMU0: 映射到过程数据从站 RxPDO 区域</li> <li>• FMMU1: 映射到过程数据从站 TxPDO 区域</li> <li>• FMMU2: 映射到邮箱状态</li> </ul>
EtherCAT 命令 (数据链路层)	APRD, FPRD, BRD, LRD, APWR, FPWR, BWR, LWR, ARMW, FRMW (暂不支持 APRW, FPRW, BRW, LRW 命令)。
PDO 数据	动态 PDO 映射
MailBox (CoE)	紧急事件, SDO 请求, SDO 响应。 (不支持 TxPDO/RxPDO 与远程 TxPDO/RxPDO)
DC 时钟	Free-run 模式和 DC 模式 (可切换) DC 同步周期: 125μs~8ms
SII	256 bytes (只读)

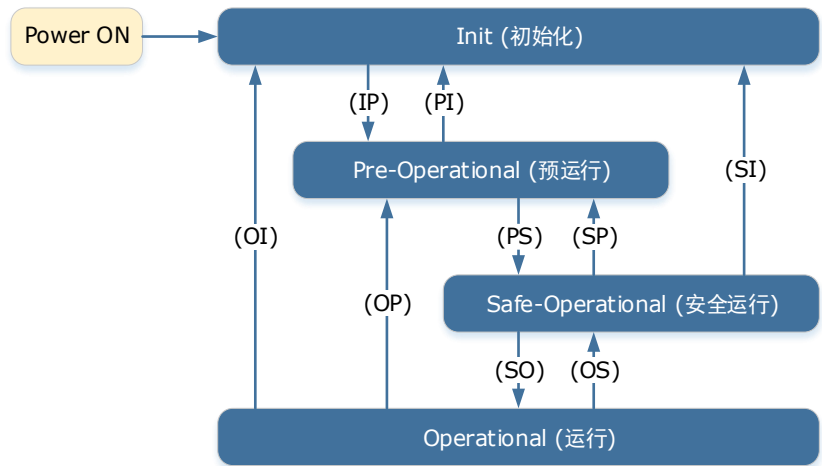
9.1.3 EtherCAT 从站信息

EtherCAT 从站信息 (ESI) 文件是一个基于 XML 构建的文档，驱动器通过读取该文件来发布网络中可访问的属性。对于 DX4，此文件的信息已内置在 Motion Perfect 和 Trio 控制器中。

DX4 的 ESI 文件可在 Trio 网站上找到，名称为 “TRIO\_DX4\_V\*\*\*.xml”，其中，星号 (\*\*\*) 表示版本号。

9.1.4 EtherCAT 状态机

EtherCAT 状态机用来描述从站应用的状态和状态改变。从站的状态会根据主站的请求而响应。EtherCAT 状态转换图如下所示。



状态的转换操作和初始化过程如所示。

表9-1 状态或状态转换的操作说明

状态或状态转换	操作说明
初始化 (Init, I)	<ul style="list-style-type: none"><li>没有邮箱通讯</li><li>没有过程数据通讯</li></ul>
初始化→预运行 (Init to Pre-Op, IP)	<ul style="list-style-type: none"><li>主站配置链路层地址，启动邮箱通讯</li><li>主站初始化 DC 时钟同步</li><li>主站请求向 Pre-Op 状态转换</li><li>主站设置 AL 控制寄存器</li><li>从站检查邮箱是否初始化正确</li></ul>
预运行 (Pre-Operation, P)	<ul style="list-style-type: none"><li>邮箱通讯被激活</li><li>不能进行过程数据通讯</li></ul>
预运行→安全运行 (Pre-Op to Safe-Op, PS)	<ul style="list-style-type: none"><li>主站为过程数据配置同步管理器 (Sync Manager) 通道和 FMMU 通道</li><li>主站通过 SDO 对从站进行 PDO 数据映射及 Sync Manager PDO 参数设置</li><li>主站请求向 Safe-Op 状态转换</li><li>从站检查负责 PDO 数据的 Sync Manager 配置是否正确，如果主站发出启动同步请求，检查分布时钟的设置是否正确。</li></ul>
安全运行 (Safe-Operation, S)	从站应用程序将传送实际输入数据，不对输出进行操作，输出被设置为 “安全状态”

状态或状态转换	操作说明
安全运行→运行 (Safe-Op to Op, SO)	<div><ul style="list-style-type: none"><li>主站发送有效的输出数据</li><li>主站请求向 Op 状态转换</li></ul></div>
运行 (Operational, O)	可以进行过程数据通讯。

9.1.5 主站与从站的通信

PDO

PDO 用于传输周期数据。周期数据是指在每个网络周期中，主站与从站之间传输的数据。这些数据都是驱动器运行所必需的，如：控制字，状态字，设定点。

SDO

SDO 用于传输非循环数据，如通信参数配置和伺服运行参数配置。CoE 服务类型包括紧急消息，SDO 请求和 SDO 响应。

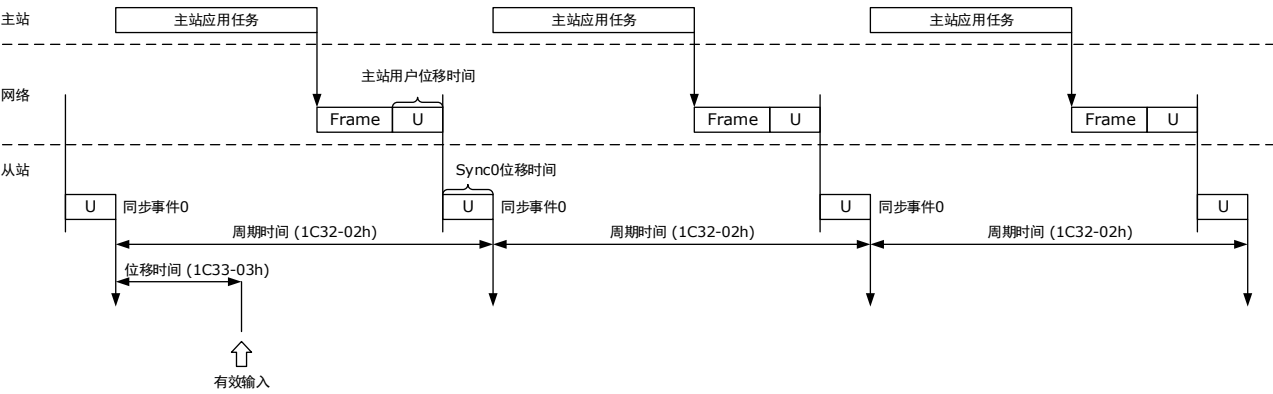
Emergency Message

当驱动器中发生警报时，CoE 服务可以触发紧急消息以通知用户错误代码。运动协调器对紧急消息的响应可以通过控制器中的 ECAT\_MODE 系统参数来设置。

Distributed Clock

EtherCAT 通信的同步基于称为分布式时钟的机制。使用分布式时钟，所有设备通过共享相同的参考时钟而达到彼此同步。从设备将内部应用程序同步到根据参考时钟生成的 Sync0 事件。

下图显示了 DC 同步的时序图。



【说明】在 DX4 中，仅可对子索引 1C33-03h（位移时间）进行设定。

9.1.6 相关设定

为了使用 EtherCAT 正确运行，请确保正确地设置以下参数。

参数	名称	设定值	含义
Pn006.0	总线类型	1 [出厂设定]	使用 EtherCAT。

此外，“设备节点”可用于强制控制器使用的轴号。如果驱动器的设备节点号（Pn704）非零，并且该节点号在网络上唯一的，则轴号将为“节点号－1”（如：节点号 13 将是轴号 12）。

编号	名称	范围	单位	出厂值
Pn704	EtherCAT 通信节点设置	0～127	－	1

【注】变更“设备节点”后，请重新启动驱动器以生效变更。

9.1.7 CANopen over EtherCAT 参考模型

DX4 使用 EtherCAT 上的 IEC 61800-7 CiA402 驱动器配置文件，通常称为 CoE。它定义了驱动器的启用，禁用命令，错误条件以及用于配置驱动器操作和公开状态信息的对象集的行为。

用户可 Motion Perfect “设备配置” 页面中查看控制字和状态字的信息。下图显示了驱动器处于运行状态的示例。

图9-1 设备运行状态页面示例

Control Flags

Mask: \$002F

☒ Switch On

☒ Enable Voltage

☒ Quick Stop

☒ Enable Operation

☐ Mode Specific

☒ Mode Specific

☐ Mode Specific

☐ Fault Reset

☐ Halt

☐ Mode Specific

☐ Reserved

☐ Manufacturer

☐ Manufacturer

☐ Manufacturer

☐ Manufacturer

☐ Manufacturer

Status Flags

Mask: \$3637

☒ Ready To Switch On

☒ Switched On

☒ Operation Enabled

☐ Fault

☒ Voltage Enabled

☒ Quick Stop

☐ Switch On Disabled

☐ Warning

☐ Manufacturer

☒ Remote

☒ Mode Specific

☐ Internal Limit Active

☒ Mode Specific

☒ Mode Specific

☐ Manufacturer

☐ Manufacturer

Fault Reset

## 9.2 Object Dictionary

### 对象组 1000h 的分配

索引	子索引	名称	数据类型	访问性	PDO 映射	单位	数据范围	默认值
1003	Pre-defined error field							
	00	Number of entries	UINT8	RO	No	—	—	—
	01	Standard error field 1	UINT32	RO	No	—	—	—
	02	Standard error field 2	UINT32	RO	No	—	—	—
	03	Standard error field 3	UINT32	RO	No	—	—	—
	04	Standard error field 4	UINT32	RO	No	—	—	—
	05	Standard error field 5	UINT32	RO	No	—	—	—
	06	Standard error field 6	UINT32	RO	No	—	—	—
	07	Standard error field 7	UINT32	RO	No	—	—	—
	08	Standard error field 8	UINT32	RO	No	—	—	—
1010	Store parameters							
	00	highest sub-index supported	UINT8	RO	No	—	—	—
	01	Reserved	UINT32	RO	No	—	—	—
	02	Reserved	UINT32	RO	No	—	—	—
	03	save application parameters	UINT32	RW	No	—	—	—
1018	Identity Object							
	00	Number of entries	UINT8	RO	No	—	—	—
	01	Vender ID	UINT32	RO	No	—	—	—
	02	Product code	UINT32	RO	No	—	—	—
	03	Revision number	UINT32	RO	No	—	—	—
	04	Serial number	UINT32	RO	No	—	—	—
1600	1st Receive PDO Mapping							
	00	Number of entries	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Mapping entry 1	UINT32	RW	No	—	—	—
	02	Mapping entry 2	UINT32	RW	No	—	—	—
	03	Mapping entry 3	UINT32	RW	No	—	—	—
	04	Mapping entry 4	UINT32	RW	No	—	—	—
	05	Mapping entry 5	UINT32	RW	No	—	—	—
	06	Mapping entry 6	UwINT32	RW	No	—	—	—

索引	子索引	名称	数据类型	访问性	PDO 映射	单位	数据范围	默认值
	07	Mapping entry 7	UINT32	RW	No	—	—	—
	08	Mapping entry 8	UINT32	RW	No	—	—	—
1601	2nd Receive PDO Mapping							
	00	Number of entries	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Mapping entry 1	UINT32	RW	No	—	—	—
	02	Mapping entry 2	UINT32	RW	No	—	—	—
	03	Mapping entry 3	UINT32	RW	No	—	—	—
	04	Mapping entry 4	UINT32	RW	No	—	—	—
	05	Mapping entry 5	UINT32	RW	No	—	—	—
	06	Mapping entry 6	UINT32	RW	No	—	—	—
	07	Mapping entry 7	UINT32	RW	No	—	—	—
	08	Mapping entry 8	UINT32	RW	No	—	—	—
1602	3rd Receive PDO Mapping							
	00	Number of entries	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Mapping entry 1	UINT32	RW	No	—	—	—
	02	Mapping entry 2	UINT32	RW	No	—	—	—
	03	Mapping entry 3	UINT32	RW	No	—	—	—
	04	Mapping entry 4	UINT32	RW	No	—	—	—
	05	Mapping entry 5	UINT32	RW	No	—	—	—
	06	Mapping entry 6	UINT32	RW	No	—	—	—
	07	Mapping entry 7	UINT32	RW	No	—	—	—
	08	Mapping entry 8	UINT32	RW	No	—	—	—
1603	4th Receive PDO Mapping							
	00	Number of entries	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Mapping entry 1	UINT32	RW	No	—	—	—
	02	Mapping entry 2	UINT32	RW	No	—	—	—
	03	Mapping entry 3	UINT32	RW	No	—	—	—
	04	Mapping entry 4	UINT32	RW	No	—	—	—
	05	Mapping entry 5	UINT32	RW	No	—	—	—
	06	Mapping entry 6	UINT32	RW	No	—	—	—
	07	Mapping entry 7	UINT32	RW	No	—	—	—



索引	子索引	名称	数据类型	访问性	PDO 映射	单位	数据范围	默认值
	08	Mapping entry 8	UINT32	RW	No	—	—	—
1A00	1st Transmit PDO Mapping							
	00	Number of entries	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Mapping entry 1	UINT32	RW	No	—	—	—
	02	Mapping entry 2	UINT32	RW	No	—	—	—
	03	Mapping entry 3	UINT32	RW	No	—	—	—
	04	Mapping entry 4	UINT32	RW	No	—	—	—
	05	Mapping entry 5	UINT32	RW	No	—	—	—
	06	Mapping entry 6	UINT32	RW	No	—	—	—
	07	Mapping entry 7	UINT32	RW	No	—	—	—
	08	Mapping entry 8	UINT32	RW	No	—	—	—
1A01	2nd Transmit PDO Mapping							
	00	Number of entries	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Mapping entry 1	UINT32	RW	No	—	—	—
	02	Mapping entry 2	UINT32	RW	No	—	—	—
	03	Mapping entry 3	UINT32	RW	No	—	—	—
	04	Mapping entry 4	UINT32	RW	No	—	—	—
	05	Mapping entry 5	UINT32	RW	No	—	—	—
	06	Mapping entry 6	UINT32	RW	No	—	—	—
	07	Mapping entry 7	UINT32	RW	No	—	—	—
	08	Mapping entry 8	UINT32	RW	No	—	—	—
1A02	3rd Transmit PDO Mapping							
	00	Number of entries	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Mapping entry 1	UINT32	RW	No	—	—	—
	02	Mapping entry 2	UINT32	RW	No	—	—	—
	03	Mapping entry 3	UINT32	RW	No	—	—	—
	04	Mapping entry 4	UINT32	RW	No	—	—	—
	05	Mapping entry 5	UINT32	RW	No	—	—	—
	06	Mapping entry 6	UINT32	RW	No	—	—	—
	07	Mapping entry 7	UINT32	RW	No	—	—	—
	08	Mapping entry 8	UINT32	RW	No	—	—	—

索引	子索引	名称	数据类型	访问性	PDO 映射	单位	数据范围	默认值
1A03	4thTransmit PDO Mapping							
	00	Number of entries	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Mapping entry 1	UINT32	RW	No	—	—	—
	02	Mapping entry 2	UINT32	RW	No	—	—	—
	03	Mapping entry 3	UINT32	RW	No	—	—	—
	04	Mapping entry 4	UINT32	RW	No	—	—	—
	05	Mapping entry 5	UINT32	RW	No	—	—	—
	06	Mapping entry 6	UINT32	RW	No	—	—	—
	07	Mapping entry 7	UINT32	RW	No	—	—	—
	08	Mapping entry 8	UINT32	RW	No	—	—	—
1C12	Sync Manager PDO assignment 2							
	00	Number of assigned PDOs	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Index of assigned RxPDO 1	UINT16	RW	No	—	—	—
	02	Index of assigned RxPDO 2	UINT16	RW	No	—	—	—
1C13	Sync Manager PDO assignment 3							
	00	Number of assigned PDOs	UINT8	RW	No	—	—	—
	01	Index of assigned TxPDO 1	UINT16	RW	No	—	—	—
	02	Index of assigned TxPDO 2	UINT16	RW	No	—	—	—
1C32	Sync Man 2 Synchronization							
	00	Number of elements	UINT8	RO	No	—	—	—
	01	Synchronization type	UINT16	RW	No	—	—	—
	02	Cycle time	UINT16	RW	No	ns	125,000×n (n=1~64)	—
1C33	Sync Man 3 Synchronization							
	00	Number of elements	UINT8	RO	No	—	—	—
	01	Synchronization type	UINT16	RW	No	—	—	—
	02	Cycle time	UINT16	RW	No	ns	125,000×n (n=1~64)	—
	03	Shift time	UINT16	RW	No	ns	—	125,000

## 对象组 3000h 的分配

索引	参数编号	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认值
30A5	—	SinglePos	UIN32	RO	No	—	—	—
30A6	—	MultiPos	UIN32	RO	No	—	—	—
30A8	—	ExtEncoderPosition	INT32	RO	Yes	1 pulse	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	—
3164	Pn000	基本功能设定 0	INT32	RW	No	—	0000~0111	0000
3165	Pn001	应用功能设定 1	INT32	RW	No	—	0000~0001	0000
3166	Pn002	应用功能设定 2	INT32	RW	No	—	0000~0100	0000
3167	Pn003	应用功能设定 3	INT32	RW	No	—	0000~1032	0000
3168	Pn004	应用功能设定 4	INT32	RW	No	—	0000~0025	0000
3169	Pn005	应用功能设定 5	INT32	RW	No	—	00d0~33d3	00d0
316A	Pn006	应用功能设定 6	INT32	RW	No	—	0000~0001	0001
316B	Pn007	应用功能设定 7	INT32	RW	No	—	0000~1120	0010
316C	Pn008	开机面板显示项选择	INT32	RW	No	—	0~9999	0010
316D	Pn009	应用功能设定 9	INT32	RW	No	—	0000~0001	0000
31C8	Pn100	应用功能设定 100	INT32	RW	No	—	0001~1105	0001
31C9	Pn101	伺服刚性设定	INT32	RW	No	Hz	0~500	40
31CA	Pn102	速度环增益	INT32	RW	No	rad/s	1~10000	500
31CB	Pn103	速度环积分时间	INT32	RW	No	0.1ms	1~5000	125
31CC	Pn104	位置环增益	INT32	RW	No	1/s	0~1000	40
31CD	Pn105	转矩指令滤波时间常数	INT32	RW	No	0.01ms	0~2500	50
31CE	Pn106	负载惯量百分比	INT32	RW	No	%	0~9999	0
31CF	Pn107	第二速度环增益	INT32	RW	No	rad/s	1~10000	250
31D0	Pn108	第二速度环积分时间	INT32	RW	No	rad/s	1~5000	200

索引	参数编号	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认值
31D1	Pn109	第二位置环增益	INT32	RW	No	1/s	0~1000	40
31D2	Pn110	第二转矩指令滤波时间常数	INT32	RW	No	0.01ms	0~2500	100
31D4	Pn112	内部速度前馈百分比	INT32	RW	No	%	0~100	0
31D5	Pn113	内部速度前馈滤波时间常数	INT32	RW	No	0.1ms	0~640	0
31D6	Pn114	内部转矩前馈百分比	INT32	RW	No	%	0~100	0
31D7	Pn115	内部转矩前馈滤波时间常数	INT32	RW	No	0.1ms	0~640	0
31D8	Pn116	P/PI 切换条件	INT32	RW	No	—	0~4	0
31D9	Pn117	转矩切换阈值	INT32	RW	No	%	0~300	200
31DA	Pn118	偏差计数器切换阈值	INT32	RW	No	1 pulse	0~10000	0
31DB	Pn119	给定加速度切换阈值	INT32	RW	No	10 rpm/s	0~3000	0
31DC	Pn120	给定速度切换阈值	INT32	RW	No	rpm	0~10000	0
31DD	Pn121	增益切换条件	INT32	RW	No	—	0~10	0
31DE	Pn122	切换延迟时间	INT32	RW	No	0.1 ms	0~20000	0
31DF	Pn123	切换门槛水平	INT32	RW	No	—	0~20000	0
31E0	Pn124	速度阈值	INT32	RW	No	rpm	0~2000	0
31E1	Pn125	位置增益切换时间	INT32	RW	No	0.1 ms	0~20000	0
31E2	Pn126	切换滞环	INT32	RW	No	—	0~20000	0
31E3	Pn127	低速测速滤波	INT32	RW	No	1 cycle	0~100	0
31E6	Pn130	库仑摩擦负载	INT32	RW	No	0.1% Tn	0~3000	0
31E7	Pn131	库仑摩擦补偿速度滞环区	INT32	RW	No	rpm	0~100	0
31E8	Pn132	粘滞摩擦系数	INT32	RW	No	0.1% Tn/1000rpm	0~1000	0
31EB	Pn135	速度反馈滤波器	INT32	RW	No	0.01ms	0~30000	4
31FA	Pn150	应用功能设定 150	INT32	RW	No	—	0000~0002	0000
31FB	Pn151	模型追踪控制增益	INT32	RW	No	1/s	10~1000	50

索引	参数编号	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认值
31FC	Pn152	模型追踪控制增益补偿百分比	INT32	RW	No	%	20~500	100
31FD	Pn153	模型追踪控制速度前馈百分比	INT32	RW	No	%	0~200	100
31FE	Pn154	模型追踪控制转矩前馈百分比	INT32	RW	No	%	0~200	100
31FF	Pn155	低频振动抑制频率	INT32	RW	No	0.1 Hz	50~500	100
3200	Pn156	低频振动抑制滤波时间常数	INT32	RW	No	0.1 ms	2~500	10
3201	Pn157	低频振动抑制速度前馈补偿量限幅	INT32	RW	No	rpm	0~1000	100
3204	Pn160	负载扰动补偿百分比	INT32	RW	No	%	0~100	0
3205	Pn161	负载扰动观测器增益	INT32	RW	No	Hz	0~1000	200
3206	Pn162	使用瞬时观测速度作为速度反馈	INT32	RW	No	—	0~1	0
3208	Pn164	PJOG0 旋转圈数	INT32	RW	No	rotation	-50~50	5
3209	Pn165	PJOG0 旋转速度	INT32	RW	No	rpm	100~3000	1000
320A	Pn166	PJOG0 加减速时间	INT32	RW	No	ms	50~2000	500
320B	Pn167	PJOG0 停止时间	INT32	RW	No	ms	100~10000	1000
320C	Pn168	PJOG1 旋转圈数	INT32	RW	No	rotation	-50~50	5
320D	Pn169	PJOG1 旋转速度	INT32	RW	No	rpm	100~3000	1000
320E	Pn170	PJOG1 加减速时间	INT32	RW	No	ms	50~2000	500
320F	Pn171	PJOG1 停止时间	INT32	RW	No	ms	100~10000	1000
3210	Pn172	负载惯量检测电机旋转圈数选择	INT32	RW	No	—	0~1	0
3211	Pn173	中频振动抑制中心频率	INT32	RW	No	Hz	100~2000	2000
3212	Pn174	中频振动抑制带宽调整	INT32	RW	No	—	1~100	30
3213	Pn175	中频振动抑制阻尼增益	INT32	RW	No	—	0~500	100

索引	参数编号	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认值
3214	Pn176	中频振动抑制低通滤波器时间常数	INT32	RW	No	0.1 ms	0~50	0
3215	Pn177	中频振动抑制高通滤波器时间常数	INT32	RW	No	0.1 ms	0~1000	1000
3216	Pn178	中频振动抑制比例衰减增益	INT32	RW	No	—	0~500	100
3217	Pn179	振动的幅值阈值	INT32	RW	No	—	5~500	100
3218	Pn180	振动的频率阈值	INT32	RW	No	—	0~100	100
3219	Pn181	陷波滤波器 1 频率	INT32	RW	No	Hz	50~5000	5000
321A	Pn182	陷波滤波器 1 深度	INT32	RW	No	—	0~23	0
321B	Pn183	陷波滤波器 1 宽度	INT32	RW	No	—	0~15	2
321C	Pn184	陷波滤波器 2 频率	INT32	RW	No	Hz	50~5000	5000
321D	Pn185	陷波滤波器 2 深度	INT32	RW	No	—	0~23	0
321E	Pn186	陷波滤波器 2 宽度	INT32	RW	No	—	0~15	2
321F	Pn187	陷波滤波器 3 频率	INT32	RW	No	Hz	50~5000	5000
3220	Pn188	陷波滤波器 3 深度	INT32	RW	No	—	0~23	0
3221	Pn189	陷波滤波器 3 宽度	INT32	RW	No	—	0~15	2
322C	Pn200	PG 分频	INT32	RW	No	1 pulse	16~16384	16384
3236	Pn210	第二编码器配置 1	INT32	RW	No	—	0000~1111	0000
3237	Pn211	第二编码器配置 2	INT32	RW	No	—	0000~0001	0001
3238	Pn212	第二编码器分辨率	INT32	RW	No	1 pulse	1~2 <sup>20</sup>	10000
3239	Pn213	全闭环控制混合偏差过大报警阈值	INT32	RW	No	1 pulse	0~2 <sup>27</sup>	1000
323A	Pn214	全闭环控制混合偏差清零	INT32	RW	No	%	0~100	0
3245	Pn225	Biss 编码器的延迟补偿	INT32	RW	No	—	0~1	0
3246	Pn226	Biss 编码器的手动延迟补偿值	INT32	RW	No	10ns	0~255	0
3294	Pn304	参数速度	INT32	RW	No	rpm	-6000~6000	500
3295	Pn305	JOG 速度	INT32	RW	No	rpm	0~6000	500

索引	参数编号	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认值
3296	Pn306	软启动加速时间	INT32	RW	No	ms	0~10000	0
3297	Pn307	软启动减速时间	INT32	RW	No	ms	0~10000	0
3298	Pn308	速度指令滤波时间常数	INT32	RW	No	ms	0~10000	0
3299	Pn309	S 曲线上升时间	INT32	RW	No	ms	0~10000	0
329A	Pn310	速度指令曲线形式	INT32	RW	No	—	0~3	0
329B	Pn311	S 形状选择	INT32	RW	No	—	0~3	0
32A7	Pn323	超速报警检测阈值	INT32	RW	No	—	1~8000	8000
32AF	Pn331	Touch probe 信号分配	INT32	RW	No	—	0000~0022	0010
32B0	Pn332	Touch probe CPLD 输入滤波时间	INT32	RW	No	10ns	0~1000	0
32B1	Pn333	Touch probe 信号取反选择	INT32	RW	No	—	0000~0011	0000
32F5	Pn401	正转内部转矩限制	INT32	RW	No	%	0~350	350
32F6	Pn402	反转内部转矩限制	INT32	RW	No	%	0~350	350
32F7	Pn403	正转外部转矩限制	INT32	RW	No	%	0~350	100
32F8	Pn404	反转外部转矩限制	INT32	RW	No	%	0~350	100
32F9	Pn405	反接制动转矩限制	INT32	RW	No	%	0~350	300
32FA	Pn406	欠压转矩限制	INT32	RW	No	%	0~100	50
32FB	Pn407	欠压转矩限制解除时间	INT32	RW	No	ms	0~1000	100
32FC	Pn408	转矩控制时的速度限制	INT32	RW	No	rpm	0~6000	1500
3358	Pn500	定位误差	INT32	RW	No	1 pulse	0~50000	10
3359	Pn501	同速误差	INT32	RW	No	rpm	0~100	0
335B	Pn503	旋转检测速度	INT32	RW	No	rpm	0~3000	20
335C	Pn504	偏差计数器溢出报警	INT32	RW	No	1 pulse	1~10*2 <sup>23</sup>	—
335D	Pn505	伺服 ON 等待时间	INT32	RW	No	ms	-2000~2000	0
335E	Pn506	基本等待流程	INT32	RW	No	10 ms	0~500	0
335F	Pn507	制动等待速度	INT32	RW	No	rpm	10~100	100

索引	参数编号	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认值
3360	Pn508	制动等待时间	INT32	RW	No	10 ms	10~100	50
3361	Pn509	将输入信号分配到端口 1	INT32	RW	No	—	0000~7777	3210
3362	Pn510	将输入信号分配到端口 2	INT32	RW	No	—	0000~0007	0004
3363	Pn511	输出信号分配	INT32	RW	No	—	0000~0bbb	0210
3364	Pn512	总线控制输入接点低位使能	INT32	RW	No	—	0000~1111	0000
3365	Pn513	总线控制输入接点高位使能	INT32	RW	No	—	0000~1111	0000
3366	Pn514	输入端口滤波时间	INT32	RW	No	1 cycle	0~1000	1
3367	Pn515	报警端口滤波时间	INT32	RW	No	2 cycle	0~3	1
3368	Pn516	输入端口信号取反 1	INT32	RW	No	—	0000~1111	0000
3369	Pn517	输入端口信号取反 2	INT32	RW	No	—	0000~0001	0000
336B	Pn519	串行编码器错误允许时间	INT32	RW	No	1 cycle	0~10000	3
336C	Pn520	到位时间	INT32	RW	No	0.1 ms	0~60000	500
336D	Pn521	报警屏蔽寄存器 521	INT32	RW	No	—	0000~0011	0000
3371	Pn525	过载报警阈值	INT32	RW	No	%	100~150	100
3374	Pn528	输出端口信号取反	INT32	RW	No	—	0000~1111	0000
3375	Pn529	转矩检测信号输出阈值	INT32	RW	No	%	3~300	100
3376	Pn530	转矩检测信号输出时间	INT32	RW	No	ms	1~1000	10
337B	Pn535	泄放电阻阻值	INT32	RW	No	Ω	10~300	—
337C	Pn536	泄放电阻功率	INT32	RW	No	W	0~2000	—
337E	Pn538	瞬停保持时间	INT32	RW	No	1 period	0~50	1
3424	Pn704	EtherCAT 通信节点设置	INT32	RW	No	—	0~127	1
3434	Pn720	回零方式	INT32	RW	No	—	1~35	1



索引	参数编号	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认值
3435	Pn721	寻找参考点速度	INT32	RW	No	0.1 rpm	$1 \sim (2^{31}-1)$	5000
3436	Pn722	寻找原点速度	INT32	RW	No	0.1 rpm	$1 \sim (2^{31}-1)$	100
3437	Pn723	回零加速度	INT32	RW	No	0.1 rpm/s	$1 \sim (2^{31}-1)$	100
3438	Pn724	原点偏移	INT32	RW	No	1 pulse	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	0
3439	Pn725	电子齿轮比分子	INT32	RW	No	—	$1 \sim 2^{30}$	1
343A	Pn726	电子齿轮比分母	INT32	RW	No	—	$1 \sim 2^{30}$	1

## 对象组 6000h 的分配

索引	子索引	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认
603F	00	Error code	UINT16	RW	Yes	—	0~65535	—
6040	00	Control word	UINT16	RW	Yes	—	0~65535	—
6041	00	Status word	UINT16	RO	Yes	—	0~65535	—
605A	00	Quick stop option code	INT16	RW	No	—	0, 1, 2, 5, 6	—
605B	00	Shutdown option code	INT16	RW	No	—	0, 1	—
605C	00	Disable operation option code	INT16	RW	No	—	0, 1	—
605D	00	Stop option code	INT16	RW	No	—	1, 2	—
605E	00	Fault reaction option code	UINT16	RW	No	—	0	—
6060	00	Modes of operation	INT8	RW	Yes	—	0~10	—
6061	00	Modes of operation display	INT8	RO	Yes	—	0~10	—
6062	00	Position demand value	INT32	RO	Yes	position units	-2147483648~2147483647	—
6063	00	Position actual internal value	INT32	RO	Yes	inc	-2147483648~2147483647	—
6064	00	Position actual value	INT32	RO	Yes	position units	-2147483648~2147483647	—
6065	00	Following error window	UINT32	RW	Yes	position units	-2147483648~2147483647	1048576
6066	00	Following error time out	UINT16	RW	Yes	Ms	0~65535	5

索引	子索引	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认
6067	00	Position window	UINT32	RW	Yes	position units	0~4294967295	734
6068	00	Position window time	UINT16	RW	Yes	ms	0~65535	5
6069	00	Velocity sensor actual value	UINT16	RW	Yes	speed units	-2147483648~2147483647	-
606B	00	Velocity demand value	INT32	RO	Yes	speed units	-2147483648~2147483647	-
606C	00	Velocity actual value	INT32	RO	Yes	speed units	-2147483648~2147483647	-
606D	00	Velocity window	UINT16	RW	Yes	speed units	0~65535	0
606E	00	Velocity window time	UINT16	RW	Yes	ms	0~65535	0
606F	00	Velocity threshold	UINT16	RW	Yes	speed units	0~65535	0
6070	00	Velocity threshold time	UINT16	RW	Yes	ms	0~65535	0
6071	00	Target Torque	INT16	RW	Yes	-	-32768~32768	0
6072	00	Max Torque	UINT16	RW	Yes	-	0~65535	3000
6077	00	Torque actual value	INT16	RO	Yes	-	-5000~5000	-
6078	00	Current actual value	INT16	RO	Yes	-	-32768~32768	-
607A	00	Target position	INT32	RW	Yes	-	-2147483648~2147483647	0
607C	00	Home offset	INT32	RW	Yes	-	-	-
607D	Software Position Limit							
	00	Number of entries	UINT8	RO	No	-	-	2
	01	Min position limit	INT32	RW	No	position units	-2147483648~2147483647	-
	02	Max position limit	INT32	RW	No	position units	-2147483648~2147483647	-
607E	00	Polarity	USINT	RW	No	-	0, 1	0
607F	00	Max profile velocity	UINT32	RW	Yes	speed units	0~200000	从电机中读取
6080	00	Max motor speed	UINT32	RW	Yes	rpm	0~额定转速	从电机中读取
6081	00	Profile velocity	UINT32	RW	Yes	speed units	0~200000	10000

索引	子索引	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认
6082	00	End velocity	UINT32	RW	Yes	speed units	0~4294967295	0
6083	00	Profile acceleration	UINT32	RW	Yes	acceleration units	0~4294967295	200000
6084	00	Profile deceleration	UINT32	RW	Yes	acceleration units	0~4294967295	200000
6085	00	Quick stop deceleration	UINT32	RW	Yes	acceleration units	0~4294967295	200000
6086	00	Motion profile type	INT16	RO	Yes	—	0, 2	0
6087	00	Torque Slope	UINT32	RW	Yes	0.1 %/s	0~4294967295	100
6093	Position factor							
	00	Number of entries	UINT32	RW	No	—	—	2
	01	numerator	UINT32	RW	No	—	—	1
	02	divisor	UINT32	RW	No	—	—	1
6094	Velocity encoder factor							
	00	Number of entries	UINT32	RW	No	—	—	2
	01	numerator	UINT32	RW	No	—	—	1
	02	divisor	UINT32	RW	No	—	—	1
6097	Acceleration factor							
	00	Number of entries	UINT32	RW	No	—	—	2
	01	numerator	UINT32	RW	No	—	—	1
	02	divisor	UINT32	RW	No	—	—	1
6098	00	Homing method	INT8	RW	Yes	—	1~35	1
6099	Homing speeds							
	00	Number of entries	UINT8	RW	Yes	—	—	2
	01	Speed during search for switch	UINT32	RW	Yes	speed units	0~4294967295	5000
	02	Speed during search for zero	UINT32	RW	Yes	speed units	0~4294967295	100
60E0	00	Positive Torque Limit Value	RW	UINT16	Yes	0.1%	0~65535	3500
60E1	00	Negative Torque Limit Value	RW	UINT16	Yes	0.1%	0~65535	3500
60F4	00	Following Error	RO	INT32	Yes	Position units	-2147483648~2147483647	—

索引	子索引	名称	数据类型	访问性	PDO映射	单位	数据范围	默认
60FC	00	Position Demand Internal Value	RO	INT32	Yes	Position units	-2147483648~2147483647	—
60FF	00	Target Velocity	RW	INT32	Yes	Speed units	-2147483648~2147483647	0
6502	00	Supported Drive Modes	RO	UINT32	No	—	—	1005

## 9.3 参数列表

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效	
Pn000	3164	基本功能设定 0	b0000~b0111	—	0000	重启	
	Pn000.0: 保留						
	Pn000.1: 禁止正转输入						
	0	启用。发生超程时，电机根据 Pn003.1 停止					
	1	禁用。始终允许正转运行					
	Pn000.2: 禁止反转输入						
	0	启用。发生超程时，电机根据 Pn003.1 停止					
	1	禁用。始终允许反转运行					
	Pn000.3: 保留						
	Pn001	3165	基本功能设定 1	b0000~b0001	—	0000	重启
		Pn001.0: CCW，CW 选择					
		0	CCW 即逆时针旋转为正方向				
		1	CW 即顺时针旋转为正方向				
		Pn001.1: 保留					
Pn001.2: 保留							
Pn000.3: 保留							

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn002	3166	应用功能设定 2	0000~0100	—	0000	重启
	Pn002.0: 保留					
	Pn002.1: 保留					
	Pn002.2: 绝地址编码器的选择					
	0	将绝对值编码器用作绝对值编码器				
	1	将绝对值编码器用作增量式编码器				
	Pn002.3: 保留					
Pn003	3167	应用功能设定 3	h0000~h1032	—	0000	重启
	Pn003.0: 发生 Gr.1 报警、STO 有效、SOFF 时电机的停止方式					
	0	DB 制动停止，停止后保持自由状态				
	1	DB 制动停止，停止后保持 DB 状态				
	2	自由停止，停止后保持自由状态				
	Pn003.1: 超程时的停止方式					
	0	DB 制动停止，停止后保持自由状态				
	1	自由停止，停止后保持自由状态				
	2	反接制动停止，停止后保持零钳位				
	3	反接制动停止，停止后保持自由状态				
	Pn003.2: 保留					
	Pn003.3: 过载增强（MX 型电机无效）					
	0	不增强电机的过载能力				
	1	增强电机的过载能力				

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn004	3168	应用功能设定 4	h0000~h0025	—	0000	重启
	Pn004.0：发生 Gr.2 报警时的停止方式					
	0	DB 制动停止，停止后保持自由状态				
	1	DB 制动停止，停止后保持 DB 状态				
	2	自由停止，停止后保持自由状态				
	3	反接制动停止，停止后保持 DB 状态				
	4	反接制动停止，停止后保持自由状态				
	5	当作警告处理，电机正常运行				
	Pn004.1：非总线模式下 Ek 清零方式					
	0	S-OFF 清零、STO 时清零、OT 不清零				
	1	保留				
	2	S-OFF 或 STO 或 OT（零钳位除外）时都清零				
Pn004.2：保留						
Pn004.3：保留						

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn005	3169	应用功能设定 5	h00d0~h33d3	—	00d0	重启
	Pn005.0: 内部转矩前馈方式					
	0	内部一般转矩前馈				
	1	保留				
	2	内部高速转矩前馈				
	3	保留				
	Pn005.1: 非总线时控制方式					
	d	速度控制（内部速度指令），速度由 Pn304 确定。				
	Pn005.2: 转矩前馈方式					
	0	内部转矩前馈 通过 Pn005.0 进行设置。				
	1	模型追踪控制转矩前馈 通过 Pn150.0 使能模型追踪控制算法后有效。				
	2	控制器设定转矩前馈 总线控制模式下有效，通过对象 60B2h 进行设置。				
	3	Cubic 插补算法生成的转矩前馈 总线控制模式下，通过对象 60C0h 选择 Cubic 插补算法后有效。				
	Pn005.3: 速度前馈方式					
	0	内部速度前馈				
	1	模型追踪控制速度前馈 通过 Pn150.0 使能模型追踪控制算法后有效。				
	2	控制器设定速度前馈 总线控制模式下有效，通过对象 60B1h 进行设置。				
	3	Cubic 插补算法生成的速度前馈 总线控制模式下，通过对象 60C0h 选择 Cubic 插补算法后有效。				



编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn006	316A	应用功能设定 6	h0000~h0001	—	0001	重启
	Pn006.0: 总线类型					
	0	非总线，通过 Pn005.1 设置控制方式				
	1	EtherCAT 总线				
	Pn006.1: 保留					
	Pn006.2: 保留					
	Pn006.3: 保留					
Pn007	316B	应用功能设定 7	h0000~h1120	—	0010	重启
	Pn007.0: 保留					
	Pn007.1: 主电供电方式					
	0	单相交流（功率≤1.5kW）				
	1	三相交流				
	2	直流（功率 > 1.5kW）				
	Pn007.2: 欠压转矩限制使能					
	0	欠压转矩限制无效				
	1	欠压转矩限制使能				
	Pn007.3: 交流供电频率					
	0	50Hz				
	1	60Hz				

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn009	316D	应用功能设定 9	h0000~h0001	—	0000	重启
	Pn009.0: 共直流母线功能					
	0	禁用共直流母线功能				
	1	使能共直流母线功能				
	Pn009.1: 保留					
	Pn009.2: 保留					
	Pn009.3: 保留					
Pn100	31C8	调谐功能设定	h0001~h1105	—	0001	重启
	Pn100.0: 参数调谐模式选择					
	1	免调谐				
	2	保留				
	3	自动调谐 II				
	4	保留				
	5	手动调谐 II				
	Pn100.1: 保留					
	Pn100.2: 自动振动抑制功能选择					
	0	不使用				
	1	使用				
	Pn100.3: 阻尼选择 (Pn100.0=3 时生效)					
	0	标准型: 定位时间短, 但易出现超调				
	1	稳定型: 定位平稳, 但定位时间长				

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn101	31C9	伺服刚性设定	0~500	Hz	40	即刻
	该值决定了伺服系统的响应快慢。 通常情况下应尽量将刚性设定大一些，但如果设定得过大易造成机械的冲击；当有较大机械振动时应把该值设小些。该值只在自动调谐时有效。					
Pn102	31CA	速度环增益	1~10000	rad/s	500	即刻
	该值决定了速度环增益的大小。					
Pn103	31CB	速度环积分时间	1~5000	0.1ms	125	即刻
	减小该值可以缩短定位时间，提高速度响应。					
Pn104	31CC	位置环增益	0~1000	1/s	40	即刻
	该值决定了位置环的增益大小。 增大该值可以提高位置控制的伺服刚性，但过大可能引起振荡。					
Pn105	31CD	转矩指令滤波时间常数	0~2500	0.01ms	50	即刻
	设置转矩指令滤波可以消除或减轻机械振动，但设置不合理时可能会引入机械振动。					
Pn106	31CE	负载惯量百分比	0~9999	%	0	即刻
	负载惯量对电机转子惯量之比率。 设定值 = ( 负载惯量/电机转子惯量 ) * 100					
Pn107	31CF	第二速度环增益	1~10000	rad/s	250	即刻
	—					
Pn108	31D0	第二速度环积分时间	1~5000	rad/s	200	即刻
	—					
Pn109	31D1	第二位置环增益	0~1000	1/s	40	即刻
	—					
Pn110	31D2	第二转矩指令滤波时间常数	0~2500	0.01ms	100	即刻
	—					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn112	31D4	内部速度前馈百分比	0~100	%	0	即刻
	用来设置速度前馈百分比，该值设得越高位置响应越快，位置偏差越小。 该值设置过大易引起过冲和振荡。 当 Pn005.3=0 时有效。					
Pn113	31D5	内部速度前馈滤波时间常数	0~640	0.1ms	0	即刻
	用来平缓速度前馈引起的机械冲击。 该值设定太大会使速度前馈滞后较多，易引起振荡。					
Pn114	31D6	内部转矩前馈百分比	0~100	%	0	即刻
	用来设置转矩前馈百分比，加快速度响应。 手动调谐模式下使用该功能，请正确设置负载惯量百分比 Pn106。 当 Pn005.2=0 时有效。					
Pn115	31D7	内部转矩前馈滤波时间常数	0~640	0.1ms	0	即刻
	用来平缓转矩前馈引起的机械冲击。					
Pn116	31D8	P/PI 切换条件	0~4	—	0	重启
	[0] 转矩指令百分比 [1] 偏差计数器数值 [2] 给定加速度数值 [3] 给定速度数值 [4] 固定 PI					
Pn117	31D9	转矩切换阈值	0~300	%	200	即刻
	由 PI 控制切换成 P 控制的转矩阈值。					
Pn118	31DA	偏差计数器切换阈值	0~10000	1 pulse	0	即刻
	由 PI 控制切换成 P 控制的偏差计数器阈值。					
Pn119	31DB	给定加速度切换阈值	0~3000	10 rpm/s	0	即刻
	由 PI 控制切换成 P 控制的加速度阈值。					
Pn120	31DC	给定速度切换阈值	0~10000	rpm	0	即刻
	由 PI 控制切换成 P 控制的速度阈值。					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn121	31DD	增益切换条件	0~10	—	0	重启
	[0] 固定到第一组增益 [1] 外部开关增益切换(G-SEL) [2] 转矩百分比 [3] 偏差计数器数值 [4] 给定加速度数值 (10rpm/s) [5] 给定速度数值 [6] 有位置指令输入 [7] 电机实际转速 [8] 位置指令 (Pn123) + 实际速度 (Pn124) [9] 固定到第二组增益 [10] 定位完成					
Pn122	31DE	切换延迟时间	0~20000	0.1 ms	0	即刻
	切换条件满足后到增益切换需要的时间。					
Pn123	31DF	切换门槛水平	0~20000	—	0	即刻
	增益切换的触发水平					
Pn124	31E0	速度阈值	0~2000	rpm	0	即刻
	Pn121=8 时有效。					
Pn125	31E1	位置增益切换时间	0~20000	0.1 ms	0	即刻
	如果两组增益之间的变化较大可以通过该参数平滑过渡。					
Pn126	31E2	切换滞环	0~20000	—	0	即刻
	该值用于设置增益切换动作迟滞。					
Pn127	31E3	低速测速滤波	0~100	1 cycle	0	即刻
	该值用在低速测速时的滤波，该值设定太大，低速时测速会滞后。					
Pn130	31E6	库仑摩擦负载	0~3000	0.1% Tn	0	即刻
	库仑摩擦负载或固定负载补偿。					
Pn131	31E7	库仑摩擦补偿速度滞环区	0~100	rpm	0	即刻
	库仑摩擦开始补偿的阈值。					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn132	31E8	粘滞摩擦系数	0~1000	0.1%Tn/1000rpm	0	即刻
	—					
Pn135	31EB	速度反馈滤波器	0~30000	0.01ms	4	即刻
	速度反馈滤波器时间常数。当 Pn162=0 时有效。					
Pn150	31FA	应用功能设定 150	h0000~h0002	—	0000	重启
	Pn150.0: 模型追踪控制功能选择					
	0	不使用				
	1	使用模型追踪控制前馈				
	2	使用模型追踪控制前馈、低频振动抑制				
	Pn150.1: 保留					
	Pn150.2: 保留					
	Pn150.3: 保留					
	Pn151	31FB	模型追踪控制增益	10~1000	1/s	50
此值决定了伺服系统的响应性。 如果提高模型追踪控制增益，则响应性变高，定位时间变短。						
Pn152	31FC	模型追踪控制增益补偿百分比	20~500	%	100	即刻
	用于修正模型中速度环的增益。					
Pn153	31FD	模型追踪控制速度前馈百分比	0~200	%	100	即刻
	用于调整模型输出的速度前馈值，设定值越高，位置偏差越小，同时也越容易引起超调。					
Pn154	31FE	模型追踪控制转矩前馈百分比	0~200	%	100	即刻
	用于调整模型输出的转矩前馈值，设定值越高，响应性越高，同时也越容易引起超调。					
Pn155	31FF	低频振动抑制频率	50~500	0.1 Hz	100	即刻
	低频振动抑制频率，理论上设定为二质量系统的反谐振频率。					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn156	3200	低频振动抑制滤波时间常数	2~500	0.1 ms	10	即刻
	滤波时间常数越大，伺服响应越柔和，振动抑制效果越差。					
Pn157	3201	低频振动抑制速度前馈补偿量限幅	0~1000	rpm	100	即刻
	速度前馈中，振动抑制分量补偿值限幅。 限幅值越小，伺服响应越柔和，振动抑制效果越差。					
Pn160	3204	负载扰动补偿百分比	0~100	%	0	即刻
	用于调整负载扰动补偿值的大小，设定值越高，抗负载扰动性能越好，但可能会引起振动。					
Pn161	3205	负载扰动观测器增益	0~1000	Hz	200	即刻
	用于调节负载扰动观测器的响应性能。					
Pn162	3206	使用瞬时观测速度作为速度反馈	0~1	—	0	重启
	[0]使用编码器速度作为反馈速度。 [1]使用观测速度作为反馈速度。					
Pn164	3208	PJOG0 旋转圈数	-50~50	rotation	5	即刻
	—					
Pn165	3209	PJOG0 旋转速度	100~3000	rpm	1000	即刻
	—					
Pn166	320A	PJOG0 加减速时间	50~2000	ms	500	即刻
	—					
Pn167	320B	PJOG0 停止时间	100~10000	ms	1000	即刻
	—					
Pn168	320C	PJOG1 旋转圈数	-50~50	rotation	5	即刻
	—					
Pn169	320D	PJOG1 旋转速度	100~3000	rpm	1000	即刻
	—					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn170	320E	PJOG1 加减速时间	50~2000	ms	500	即刻
	—					
Pn171	320F	PJOG1 停止时间	100~10000	ms	1000	即刻
	—					
Pn172	3210	负载惯量检测电机旋转圈数选择	0~1	—	0	即刻
	[0] 约 8 圈 [1] 约 4 圈					
Pn173	3211	中频振动抑制中心频率	100~2000	Hz	2000	即刻
	—					
Pn174	3212	中频振动抑制带宽调整	1~100	—	30	即刻
	—					
Pn175	3213	中频振动抑制阻尼增益	0~500	—	100	即刻
	—					
Pn176	3214	中频振动抑制低通滤波器时间常数	0~50	0.1ms	0	即刻
	—					
Pn177	3215	中频振动抑制高通滤波器时间常数	0~1000	0.1ms	1000	即刻
	—					
Pn178	3216	中频振动抑制比例衰减增益	0~500	—	100	即刻
	—					
Pn179	3217	振动的幅值阈值	5~500	—	100	即刻
	自动振动抑制功能使能时有效。					
Pn180	3218	振动的频率阈值	0~100	Hz	100	即刻
	自动振动抑制功能使能时有效。					



编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn181	3219	陷波滤波器 1 频率	50~5000	Hz	5000	即刻
	—					
Pn182	321A	陷波滤波器 1 深度	0~23	—	0	即刻
	—					
Pn183	321B	陷波滤波器 1 宽度	0~15	—	2	即刻
	—					
Pn184	321C	陷波滤波器 2 频率	50~5000	Hz	5000	即刻
	—					
Pn185	321D	陷波滤波器 2 深度	0~23	—	0	即刻
	—					
Pn186	321E	陷波滤波器 2 宽度	0~15	—	2	即刻
	—					
Pn187	321F	陷波滤波器 3 频率	50~5000	Hz	5000	即刻
	—					
Pn188	3220	陷波滤波器 3 深度	0~23	—	0	即刻
	—					
Pn189	3221	陷波滤波器 3 宽度	0~15	—	2	即刻
	—					
Pn200	322C	PG 分频	16~16384	1 pulse	16384	重启
	编码器输出正交差分脉冲，该值的含义是电机旋转一圈模拟编码器输出的正交脉冲数。					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效	
Pn210	3236	第二编码器配置 1	h0000~h1112	—	0000	重启	
	Pn210.0: 第二编码器使能位						
	0	不使用第二编码器					
	1	第二编码器用于全闭环功能					
	2	第二编码器用于外部增量编码器计数功能					
	Pn210.1: 保留						
	Pn210.2: 保留						
	Pn210.3: 第二编码器脉冲计数方向						
	0	不变					
	1	取反					
	Pn211	3237	第二编码器配置 2	b0000~b0001	—	0001	重启
		Pn211.0: 是否支持 C 脉冲					
		0	第二编码器不支持 C 脉冲				
		1	第二编码器支持 C 脉冲				
Pn211.1: 保留							
Pn211.2: 保留							
Pn211.3: 保留							
Pn212		3238	第二编码器分辨率	1~1048576	1 pulse	10000	重启
	—						
Pn213	3239	全闭环控制混合偏差过大报警 阈值	0~134217728	1 pulse	1000	即刻	
	—						

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn214	323A	全闭环控制混合偏差清零	0~100	0	%	即刻
	—					
Pn225	3245	Biss 编码器的延迟补偿	0~1	0	—	即刻
	[0]自动补偿 [1]手动补偿					
Pn226	3246	Biss 编码器的手动延迟补偿值	0~255	10ns	0	即刻
	—					
Pn304	3294	参数速度	-6000~6000	rpm	500	即刻
	当控制方式 Pn006.0=0 且 Pn005.1=d 时该值有效，用于设定电机的运行速度。					
Pn305	3295	JOG 速度	0~6000	rpm	500	即刻
	JOG 运转时速度指令的大小，方向则由按键决定。					
Pn306	3296	软启动加速时间	0~10000	ms	0	即刻
	斜坡速度指令下，加速 1000rpm 所需时间。					
Pn307	3297	软启动减速时间	0~10000	ms	0	即刻
	斜坡速度指令下，减速 1000rpm 所需时间。					
Pn308	3298	速度指令滤波时间常数	0~10000	ms	0	即刻
	速度指令一次滤波时间常数。					
Pn309	3299	S 曲线上升时间	0~10000	ms	0	即刻
	从一个速度点过渡到另一个速度点以 S 曲线过渡所需的时间。					
Pn310	329A	速度指令曲线形式	0~3	—	0	重启
	[0] 斜坡 [1] S 曲线 [2] 一次滤波 [3] 二次滤波					
Pn311	329B	S 形状选择	0~3	—	0	重启
	该值决定了 S 曲线的过渡形态。					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn323	32A7	超速报警检测阈值	1～8000	—	8000	即刻
	当电机转速超过该设定值后，将触发超速报警 A.03。					
Pn331	32AF	Touch probe 信号分配	h0000～h0022	—	0010	重启
	Pn331.0: Touch probe1 信号分配					
	0	将 Touch probe 1 信号分配至针号 X7-1				
	1	将 Touch probe 1 信号分配至针号 X7-3				
	2	使用 C 脉冲触发 Touch probe 1 信号				
	Pn331.1: Touch probe2 信号分配					
	0	将 Touch probe 2 信号分配至针号 X7-1				
	1	将 Touch probe 2 信号分配至针号 X7-3				
	2	使用 C 脉冲触发 Touch probe 2 信号				
	Pn331.2: 保留					
	Pn331.3: 保留					
	Pn332	32B0	Touch probe CPLD 输入滤波时间	0～1000	10ns	0
—						

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效	
Pn333	32B1	Touch Probe 信号取反选择	b0000~b0011	—	0000	重启	
	Pn333.0: Touch Probe1 信号取反选择						
	0	不取反 Touch Probe1 信号（低电平时生效）					
	1	取反 Touch Probe1 信号（高电平时生效）					
	Pn333.1: Touch Probe2 信号取反选择						
	0	不取反 Touch Probe2 信号（低电平时生效）					
	1	取反 Touch Probe2 信号（高电平时生效）					
	Pn333.2: 保留						
	Pn333.3: 保留						
	Pn401	32F5	正转内部转矩限制	0~350	%	350	即刻
		—					
	Pn402	32F6	反转内部转矩限制	0~350	%	350	即刻
—							
Pn403	32F7	正转外部转矩限制	0~350	%	100	即刻	
	—						
Pn404	32F8	反转外部转矩限制	0~350	%	100	即刻	
	—						
Pn405	32F9	反接制动转矩限制	0~350	%	300	即刻	
	—						
Pn406	32FA	欠压转矩限制	0~100	%	50	即刻	
	—						
Pn407	32FB	欠压转矩限制解除时间	0~1000	ms	100	即刻	
	—						

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn408	32FC	转矩控制时的速度限制	0~6000	rpm	1500	即刻
	—					
Pn500	3358	定位误差	0~50000	1 pulse	10	即刻
	当偏差计数器数值小于该值时，则输出/COIN 信号。					
Pn501	3359	同速误差	0~100	rpm	10	即刻
	速度指令值和速度反馈值之间的偏差小于该值，则输出同速信号/VCMP。					
Pn503	335B	旋转检测速度	0~3000	rpm	20	即刻
	当电机速度超过该值时，认为电机已经稳定旋转且输出/TGON 信号。					
Pn504	335C	偏差计数器溢出报警	1~83886080	1 pulse	—	即刻
	当偏差计数器数值大于该值时，认为偏差计数器溢出且输出报警信号。 注：出厂值与编码器分辨率有关。					
Pn505	335D	伺服 ON 等待时间	-2000~2000	ms	0	即刻
	Pn505~Pn508 只在端口输出参数配制成有/BK 输出才有效。 它们是控制保持制动器（防止重力下滑或持续外力作用于电机）时序的。 <ul style="list-style-type: none"> <li>该参数为正时，当有伺服 ON 输入时首先输出/BK 信号，然后延时该参数设置的时间再给出电机励磁信号；</li> <li>该参数为负时，当有伺服 ON 输入时立即给出电机励磁信号，然后延时该参数设置的时间再输出/BK 信号。</li> </ul>					
Pn506	335E	基本等待流程	0~500	10 ms	0	即刻
	标准设定为，/BK 输出（制动器动作）的同时伺服 OFF。此时，根据机械的构成和制动器的特性，机械在重力的作用下有时会发生微少量的移动。这时，通过使用用户常数延迟伺服 OFF 动作，可以消除移动。该参数只对电机停止或较低速度有作用					
Pn507	335F	制动等待速度	10~100	rpm	100	即刻
	伺服 OFF 后电机转速降低到该参数设置值以下则输出/BK 信号					
Pn508	3360	制动等待时间	10 ~ 100	10 ms	50	即刻
	伺服 OFF 后延时超过该参数设置值以上则输出/BK 信号。 <b>制动等待速度和制动等待时间</b> 只要其中一个条件满足就输出/BK 信号。					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn509	3361	将输入信号分配到端口 1	h0000~h7777	—	3210	重启
	Pn509.0: 为 X7-14 分配信号					
	0	S-ON				
	1	P-OT				
	2	N-OT				
	3	P-CL				
	4	N-CL				
	5	G-SEL				
	6	HmRef				
	7	Remote				
	Pn509.1: 为 X7-15 分配信号					
	0~7: 与 X7-14 的分配取值相同。					
	Pn509.2: 为 X7-16 分配信号					
	0~7: 与 X7-14 的分配取值相同。					
	Pn509.3: 为 X7-17 分配信号					
	0~7: 与 X7-14 的分配取值相同。					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn510	3362	将输入信号分配到端口 2	0000~0007	—	0004	重启
	Pn510.0: 为 X7-18 分配信号					
	0	S-ON				
	1	P-OT				
	2	N-OT				
	3	P-CL				
	4	N-CL				
	5	G-SEL				
	6	HmRef				
	7	Remote				
	Pn510.1: 保留					
	Pn510.2: 保留					
	Pn510.3: 保留					



编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn511	3363	输出信号分配	h0000~h0bbb	—	0210	重启
	Pn511.0: 为 X7-6, 7 分配信号					
	0	COIN/VCMP				
	1	TGON				
	2	S-RDY				
	3	CLT				
	4	BK				
	5	PGC				
	6	OT				
	7	RD				
	8	TCR				
	9	Remote0				
	a	Remote1				
	b	Remote2				
	Pn511.1: 为 X 7-10, 11 分配信号					
	0~b: 与 X7-6, 7 的分配取值相同。					
	Pn511.2: 为 X7-12, 13 分配信号					
	0~b: 与 X7-6, 7 的分配取值相同。					
	Pn511.3: 保留					
Pn512	3364	总线控制输入接点低位使能	b0000~b1111	—	0000	重启
	CiA402 中的对象 60FEh 的子索引 01h 内存中 bit16~23 作为 IO 输入, 对应到 X7-4~X7-17。					
Pn513	3365	总线控制输入接点高位使能	b0000~b0001	—	0000	重启
	CiA402 中的对象 60FEh 的子索引 01h 内存中 bit24 作为 IO 输入, 对应到 X7-18。					
Pn514	3366	输入端口滤波时间	0~1000	1 cycle	1	即刻
	输入端口滤波时间, 设置时间太长会使得输入端口信号滞后。					
Pn515	3367	报警端口滤波时间	0~3	2 cycle	1	即刻
	报警端口滤波时间, 设置时间太久会使得报警滞后。					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效	
Pn516	3368	输入端口信号取反 1	0000~1111	—	0000	重启	
	Pn516.0: X7-14 的信号取反选择						
	0	不取反					
	1	取反					
	Pn516.1: X7-15 的信号取反选择						
	0	不取反					
	1	取反					
	Pn516.2: X7-16 的信号取反选择						
	0	不取反					
	1	取反					
	Pn516.3: X7-17 的信号取反选择						
	0	不取反					
	1	取反					
	Pn517	3369	输入端口信号取反 2	0000~0001	—	0000	重启
		Pn517.0: X7-18 的信号取反选择					
0		不取反					
1		取反					
Pn517.1: 保留							
Pn517.2: 保留							
Pn517.3: 保留							
Pn519	336B	串行编码器错误允许时间	0~10000	1 cycle	3	即刻	
	在此参数时间以内，不报串行编码器相关错误的警告。						

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn520	336C	到位时间	0~60000	0.1 ms	500	即刻
	该值设定了完成定位所需要的时间。					
Pn521	336D	报警屏蔽寄存器 521	0000~0011	—	0000	重启
	Pn521.0: A15 报警屏蔽位（对于功率≤400W 的驱动器亦可用作 A16 报警屏蔽位）					
	0	不屏蔽				
	1	屏蔽				
	Pn521.1: A06 报警屏蔽位					
	0	不屏蔽				
	1	屏蔽				
	Pn521.2: 保留					
	Pn521.3: 保留					
	Pn525	3371	过载报警阈值	100~150	%	100
当负载百分比大于设定的阈值时，超过一定时间会产生过载报警 A04。 此参数推荐值在 120 以下，否则有可能损坏驱动器和电机。 该参数对于 MX 电机固定为 115。						

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效	
Pn528	3374	输出端口信号取反	0000~1111	—	0000	即刻	
	Pn516.0: X7-06, 07 的信号取反选择						
	0	不取反					
	1	取反					
	Pn516.1: X7-08, 09 的信号取反选择						
	0	不取反					
	1	取反					
	Pn516.2: X7-10, 11 的信号取反选择						
	0	不取反					
	1	取反					
	Pn516.3: X7-12, 13 的信号取反选择						
	0	不取反					
	1	取反					
	Pn529	3375	转矩检测信号输出阈值	3~300	%	100	即刻
		当转矩输出超过 Pn529 设置的阈值，且持续 Pn530 设置的时间。 如果分配了该信号端口，则输出 /TCR。					
	Pn530	3376	转矩检测信号输出时间	1~1000	ms	10	即刻
		当转矩输出超过 Pn529 设置的阈值，且持续 Pn530 设置的时间。 如果分配了该信号端口，则输出 /TCR。					
	Pn535	337B	泄放电阻阻值	10~300	Ω	—	重启
		恢复出厂值时，该参数不会重置。 对于不同的功率的驱动器出厂值如下： • 功率≤1kW：50Ω • 功率 = 1.5kW：40Ω • 功率 = 2kW、3kW：20Ω					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn536	337C	泄放电阻功率	0~2000	W	—	重启
	恢复出厂值时，该参数不会重置。 对于不同的功率的驱动器出厂值如下： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 功率≤750W：40W</li> <li>• 750W &lt; 功率≤1kW：60W</li> <li>• 功率 = 1.5kW：80W</li> <li>• 功率 = 2kW、3kW：150W</li> </ul>					
Pn538	337E	瞬停保持时间	0~50	1 period	1	即刻
	主电源频率对应的周期。 Pn007.3 为 0 时，单位为 1/50s； Pn007.3 为 1 时，单位为 1/60s；					
Pn541	3381	电机运行异常检测电流阈值	0~400	% In	200	即刻
	电机运行异常检测电流阈值百分比。					
Pn542	3382	电机运行异常检测加速度阈值	0~1000	krpm/s	50	即刻
	电机运行异常检测加速度阈值。					
Pn704	3424	EtherCAT 通信节点设置	0~127	—	1	重启
	用于设置驱动器在 EtherCAT 通信网络中的节点号。					
Pn720	3434	回零方式	1~35	—	1	即刻
	CiA402 对应的回零模式，对应于 6098h					
Pn721	3435	寻找参考点速度	$1 \sim (2^{31}-1)$	0.1 rpm	5000	即刻
	对应于 CiA402 对象 6099-01h					
Pn722	3436	寻找原点速度	$1 \sim (2^{31}-1)$	0.1 rpm	100	即刻
	对应于 CiA402 对象 6099-02h					
Pn723	3437	回零加速度	$1 \sim 2^{31}-1$	0.1 rpm/s	1000000	即刻
	对应于 CiA402 对象 609Ah					
Pn724	3438	原点偏移	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	1 pulse	0	即刻
	对应于 CiA402 对象 607Ch					

编号	索引	名称	范围	单位	出厂值	何时生效
Pn725	3439	电子齿轮比分子	$1\sim 2^{30}$	—	1	即刻
	对应于 CiA402 对象 6093-01h					
Pn726	343A	电子齿轮比分母	$1\sim 2^{30}$	—	1	即刻
	对应于 CiA402 对象 6093-02h					

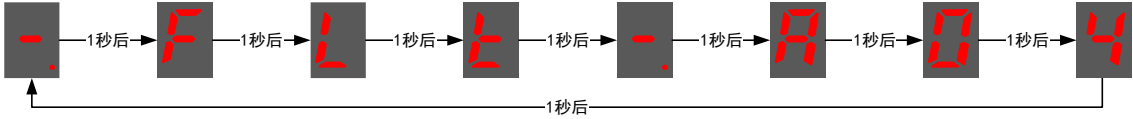
## 9.4 报警列表

### 9.4.1 报警等级说明

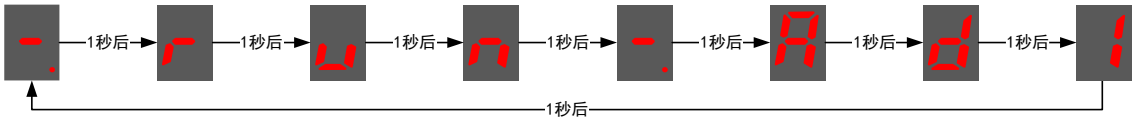
DX4 的报警分为三个等级：Gr.1（一级报警）、Gr.2（二级报警）和警告，这三种不同等级的报警将影响伺服系统的启停与状态显示。

报警等级	停止方法	面板显示
Gr.1	按照 Pn003.0 的设定制动电机。	面板将交替显示伺服的报警状态“FLT”和报警编号。
Gr.2	按照 Pn004.0 的设定制动电机。	
警告	不制动电机，继续运行	面板将交替显示伺服的当前状态和报警编号。

【Gr.1，Gr.2 显示示例】 发生了 A.04（电机过载）。操作面板将交替显示“FLT”和“A.04”。



【警告显示示例】 伺服处于运行状态“run”时，发生了 A.D1（欠压警告）。操作面板将交替显示“run”和“A.D1”。



## 9.4.2 报警详细列表

报警类别	报警编号	等级	含义	说明	解决方法
硬件自检和功能错误	A01	Gr.1	参数校验和错误	存储的参数数据错误	使用“参数”页面中的“恢复出厂设置”将参数重置为出厂设置。如果问题仍然存在，请与 TRIO 或授权分销商联系。
	A03	Gr.1	超速	电机速度超过限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>超速阈值是 Pn323 或最大电机速度 + 1000RPM 中的较低者。</li> <li>检查 Pn323 是否设置为适当的值</li> </ul>
	A04	Gr.1	电机过载	驱动器已超出其过载容量	减少负载或降低运行参数来减少过载要求。或调整伺服驱动器和伺服电机的容量以匹配所需的负载条件
	A05	Gr.1	位置偏差内部计数器溢出	位置偏差脉冲已超出内部的限制	检查主站的目标设定值。
	A06	Gr.1	位置偏差脉冲溢出	位置偏差脉冲已超出限制	检查 Pn504 的设定是否正确。也可使用 Pn521.1 禁用此警报。
	A07	Gr.1	电子齿轮错误	电子齿轮比超出允许范围	更改电子齿轮比为正确的值。 支持的范围取决于编码器分辨率： <ul style="list-style-type: none"> <li>20 位范围是 0.001 至 4000</li> <li>23 位范围是 0.001 至 32000</li> </ul>
	A08	Gr.1	U 相检测错误	电机 U 相电流测量值无效	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A09	Gr.1	V 相检测错误	电机 V 相电流测量值无效	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A0A	Gr.1	DSP 与 FPGA 握手错误	DSP 与 FPGA 握手失败	请联系 TRIO 或授权经销商。



报警类别	报警编号	等级	含义	说明	解决方法
功率板错误	A11	Gr.1	模块内部结温过高	IPM 结温超过 Pn534 设置值	减小负载。
	A12	Gr.1	模块过流或泄放回路过流	过流：IPM 模块或泄放回路过流后，发出一个硬件信号，检测到这个信号则报警	检查电机是否堵转。
	A13	Gr.1	过压	过压：母线电压>420V	尝试通过修改电机运行轨迹，使电机运行更加平稳。
	A14	Gr.1	欠压	欠压：母线电压<165V	如果主电源系统正常，请联系 TRIO 或授权经销商。
	A15	Gr.2	泄放电阻损坏	泄放电阻未接	检查是否已连接再生电阻。
	A16	Gr.1	泄放异常	泄放异常	检查再生电阻的阻值。
	A18	Gr.1	模块过热	IPM 检测温度超过设定的阈值	检查环境温度并降低负载。
	A1A	Gr.2	充电电阻过载	充电电阻过载	将两次上主电时间的间隔加大
	A1B	Gr.2	DB 制动电路损坏	DB 制动电路损坏	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A1C	Gr.2	风扇故障报警	风扇故障报警。风扇故障时间超过 30s	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A1D	Gr.1	驱动板温度传感器断线	温度传感器未连接或损坏	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A1E	Gr.1	主电充电回路故障	充电电阻坏，或 P1、P2 端子没有短接	检查 P1 端子和 P2 端子是否正确连接。
	A1F	Gr.1	对地短路故障	出现主电对地短路的情况，导致电流过大	查看电机是否堵转
控制板错误	A20	Gr.1	主回路电源线缺相	主电源打开时，在 L1，L2 或 L3 上检测到低电压超过一秒钟	检查三相电源是否正确连接到驱动器。 检查驱动器配置为使用正确的电源类型（检查 Pn007.1）
	A24	Gr.1	主回路电源接线错误	主回路电源接线错误	查看主回路供电方式（直流供电、交流供电）是否与参数设置的一致。
	A30	Gr.2	STO 模块断线	STO 模块断线	查看 STO 端子接线是否正确
	A31	Gr.1	STO 硬件电路故障	STO 硬件电路故障	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A35	Gr.2	控制板温度传感器断线	控制板温度传感器断线	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A37	Gr.1	显示面板通信超时	与显示面板的通信失败	重启驱动器，若故障仍然存在，请联系 TRIO 或授权经销商。

报警类别	报警编号	等级	含义	说明	解决方法
电机编码器错误	A42	Gr.1	电机功率与驱动器功率不匹配	电机功率不等于驱动器功率	重新选择电机以匹配驱动器。
	A43	Gr.1	编码器类型错误	编码器类型错误	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A45	Gr.1	多圈信息出错	多圈信息出错，可能的原因有码盘污染、强电磁干扰等	检查编码器电池是否可用。 尝试使用 Motion Perfect 重置警报，然后重新启动驱动器。
	A46	Gr.1	多圈数据溢出	多圈数据超出限制值	检查编码器电池是否可用。 尝试使用 Motion Perfect 重置警报，然后重新启动驱动器。
	A47	Gr.1	电池电压过低	编码器的电池电压低于 2.45V	更换编码器电池。
	A48	Gr.1	电池电压欠压	编码器的电池电压低于 3.1V	更换编码器电池。
	A49	Gr.1	编码器数据错误	编码器中存在内部数据错误	检查编码器电池是否可用。 尝试使用 Motion Perfect 重置警报，然后重新启动驱动器。
	A4A	Gr.2	编码器温度过高	编码器的内部温度过高	减小电机负载，优化散热环境。
	A50	Gr.1	编码器断线	编码器断线	监测编码器电缆是否可靠连接，编码器电缆尽量避开强辐射源。
	A51	Gr.1	绝对值编码器检测到超速报警	编码器检测到电机已超过最大速度	检查编码器电池是否正确安装。 降低电机速度。
	A52	Gr.1	编码器内部出错	编码器内部出错，可能原因有：码盘污染或损坏、编码器供电电压过低、编码器老化等	尝试重新上电。
	A53	Gr.1	编码器单圈数据错误	编码器内部出错	尝试重新上电。
	A54	Gr.1	编码器通信错误	与编码器的通信检测到错误的 CRC。	尝试重新上电。
	A58	Gr.1	编码器一区信息错误	编码器一区相位等信息错误或丢失	尝试更换电机。
	A59	Gr.1	编码器二区信息错误	电机版本错误或编码器二区信息错误或丢失	尝试更换电机。
CAN 错误	A65	Gr.1	位置溢出报警	两个连续目标位置之间的差异超过最大值	检查主站位置轨迹规划是否正确。
EtherCAT 错误	A70	Gr.1	DC 同步错误	EtherCAT 主站中设置的周期值不正确或 SYNC0 与驱动器不同步	检查主站 DC 设置参数是否正确。
	A71	Gr.1	SM 事件过早	SM 事件同步操作过早	检查主站设置。
	A72	Gr.1	SM 事件超时	SM 事件同步操作超时	检查主站设置。

报警类别	报警编号	等级	含义	说明	解决方法
	A74	Gr.1	Cubic 插补错误	使用 Cubic 插值算法时，检测到算法周期错误，该算法周期等于 DC 同步周期	检查 1c32h 设置是否正确且非 0。
	A75	Gr.1	同步周期设置出错	DC 同步周期或置 60C2 对象设置值不为 125us 整数倍，或小于 125us	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 DC 同步周期的设置是否为 125us 整数倍，是否大于 125us</li> <li>检查 60C2h 的设置是否为 125us 的整数倍并大于 125us</li> </ul>
	A76	Gr.1	PP/PV 模式下加速度对象设置为 0	PP/PV 模式下加速度对象设置为 0	修改 6083h /6084h /6085h 的值为非 0 值。
	A77	Gr.1	同步信号丢失	网络同步信号丢失	检查网络电缆是否已断开。
电机保护错误	A81	Gr.1	电机 UVW 接线错误	电机 UVW 接线错误	查看 UVW 接线是否松动、缺相、相序错误。
	A82	Gr.1	电机类型不匹配	电机的参数数据和编码器数据不一致	<p>当编码器数据用于区域 1，参数数据用于区域 2，并且由参数设置的电动机功率与编码器数据中的电动机功率不同时，将生成此警报。</p> <p>请检查 Pn895.0, Pn895.1, Pn807。</p> <p>如果编码器数据不正确，则可能需要更换电机。</p>
	A83	Gr.1	电机运行异常	<ul style="list-style-type: none"> <li>电机接线异常</li> <li>电机反向被拖发电</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查电机动力线接线相序是否正确。</li> <li>确定电机是否处于反向被拖的发电状态。</li> <li>可以根据实际工况需要，设置 Pn521.2=1 对此报警进行屏蔽。</li> </ul>
外部编码器错误	A90	Gr.1	第二编码器 A 相断线	第二编码器 A 相断线	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 Pn210 的参数设置是否正确。</li> <li>检查第二编码器接线是否正常。</li> </ul>
	A91	Gr.1	第二编码器 B 相断线	第二编码器 B 相断线	
	A92	Gr.1	第二编码器 C 相断线	第二编码器 C 相断线	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 Pn210 和 Pn211 的参数设置是否正确。</li> <li>检查第二编码器接线是否正常。</li> </ul>
	A93	Gr.1	与第二编码器通信失败	与第二编码器通信失败	请联系 TRIO 或授权经销商。
	A94	Gr.1	第二编码器混合偏差过大	第二编码器混合偏差过大	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 Pn210、Pn212、Pn213 和 Pn214 的参数设置是否正确。</li> <li>检查第二编码器接线是否正常。</li> <li>检查机械连接结构是否松动、打滑或有较大间隙。</li> </ul>

报警类别	报警编号	等级	含义	说明	解决方法
警告	AD1	警告	欠压警告	欠压警告	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查主电源输入电压是否正常。</li> <li>检查驱动器电源线接线是否正确。</li> </ul>
	AD5	警告	伺服单元内部风扇停止警告	风扇故障报警。风扇故障时间超过 1s, 且小于 30s	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查驱动器内部风扇旋转是否正常。</li> <li>请联系 TRIO 或授权经销商。</li> </ul>
内部错误	AFA	Gr.2	中断过载	中断操作所需的时间超过中断时间的 85%	请联系 TRIO 或授权经销商。
	AFB	Gr.2	CLA 过载	CLA 运行超过中断时间的 85%	请联系 TRIO 或授权经销商。

# 修订记录

日期	版本号	描述
2020-03	V0.01	初稿。
2020-06	V1.00	添加了 Motion Perfect 和调试详细信息
2020-07	V1.01	更新关于 ETG 的相关说明。
2020-07	V1.02	更新了对象字典。
2020-08	V1.03	更新了额定值和最低配置相关的信息。

Trio Motion Technology Limited

 [www.triomotion.uk](http://www.triomotion.uk)