

# STO 说明书

## 一、STO 安全功能 (Safe Torque Off)

### 1.1 定义

STO 安全功能 (IEC61800-5-2): STO 安全功能 (Safe Torque Off) 是可安全关闭电机转矩, 不需要断开电源电压的功能, 但不电机是否停机进行监测。

停机类型 0 (IEC60204-1): 即关闭向机器驱动元件输送的能量, 使机器停机 (非可控停止)

### 1.2 功能

通过产品中集成的 STO 安全功能, 可以实现停机类型 0 的“急停”(IEC60204-1)。工作原理: STO 安全功能是通过两个输入端 SR1、SR2 触发, 对机器输出转矩的切断。将这两个输入端分开接线, 以实现双通道特性。

两个输入端 SR1、SR2 必须同时进行开关操作, 将输出级切断并发出故障信息, 电机不再产生转矩, 从而停止转动, 只有在 SR1、SR2 同时接入 24V 控制电后通过“故障复位”, 才可以重新启动。

### 1.3 关于使用安全功能的要求

**危险**

**使用不当可导致触电**

STO 安全功能 (Safe Torque Off) 不会使电源断开, 伺服驱动器直流母线上的电压还会继续存在。请通过适当的装置来切断电源, 以确保没有电压。若不遵守该规定, 将会导致死亡或严重伤害。

**警告**

**谨防安全功能失灵**

A. STO 端口与外设备连好线后, 需试验安全功能是否有效, 以防连线未连接好或连错导致安全功能失效。

B. 使用不当时可能会存在因安全功能失灵而导致的危险。

请注意安全功能的使用要求。

若不遵守该规定, 可能会导致死亡或严重伤害。

- 1.3.1 停机类型: 本功能安全停机是停机类型 0, 驱动装置在不受控制的情况下停止, 如果接近正在停止的机器有危险, 则必须采取适当的措施。
- 1.3.2 垂直轴、外力: 当可能会引起危险意外运动的外力 (例如重力) 作用于驱动装置 (垂直轴) 上时, 如果没有采取必要的防坠落装置, 就不得运行该驱动装置。
- 1.3.3 防止意外重新启动: 为了防止电机重新启动, 请确保 SR1、SR2 无 24V 输入。
- 1.3.4 使用安全功能的防护级: 确保在生产中没有导电的污染物 (污染等级 2)。导电的污染物可能会导致安全功能失效。
- 1.3.5 防护式布线: 如果与安全相关的信号线出现短路或者横向短路, 且无法被串联的设备识别, 就必须依据 ISO13849-2 标准采用防护式布线。

备注: 如果不采用防护式布线, 安全功能的两个信号线 (两个通道) 可能由于电缆受损而与外部电压连接, 导致安全功能失效。

1.3.6 为了保证如下预估的危险失效率, STO 功能使用环境要求参考伺服驱动器说明书上要求使用的环境。

设备场所	室内, 不受阳光直晒, 无尘埃、腐蚀性气体、可燃性气体、油雾、水蒸汽、滴水或盐份等
环境温度	-10°C~+50°C
环境湿度	90%以下 (无水珠凝结现象)
振动强度	0.5g (加速度) 以下
海拔高度	1000 米以下 (海拔超过 1000 米需降额使用)
防护等级	IP20

注意: 若不满足要求使用的环境, 则功能安全就无法保证。

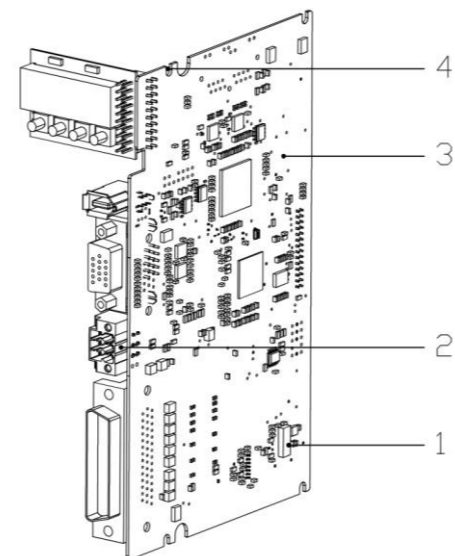
### 1.4 安全参数

使用寿命 Service life	年	10
安全失效系数 SFF (IEC61508)	[%]	67
硬件冗余度 HFT (IEC61508)		1
功能安全等级 IEC61508		SIL2
危险失效率 PFH (IEC61508)	[1/h]	$7.7 * 10^{-7}$
性能水平 PL (ISO13849-1)		d

危险与风险分析: 设备制造商必须对整个系统进行危险与风险分析, 在使用安全功能时必须考虑这些分析结果。

## 二、STO 功能简介

### 2.1 STO 集成电路板简介



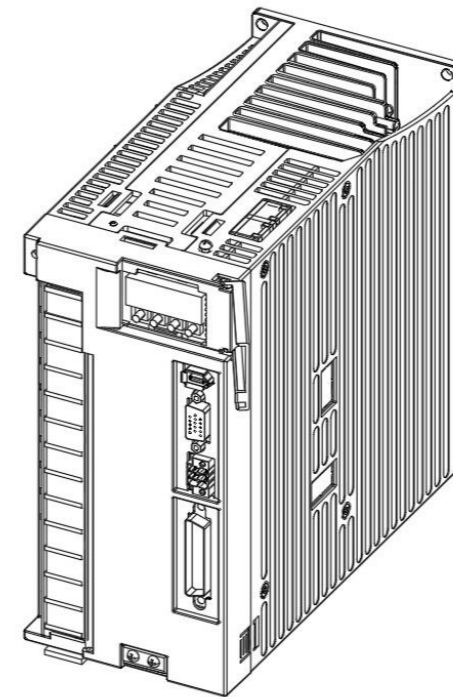
图示中标号解释如下:

- 1-STO 功能电路
- 2-STO 功能端子
- 3-集成 STO 功能的控制板
- 4-控制板固定孔位

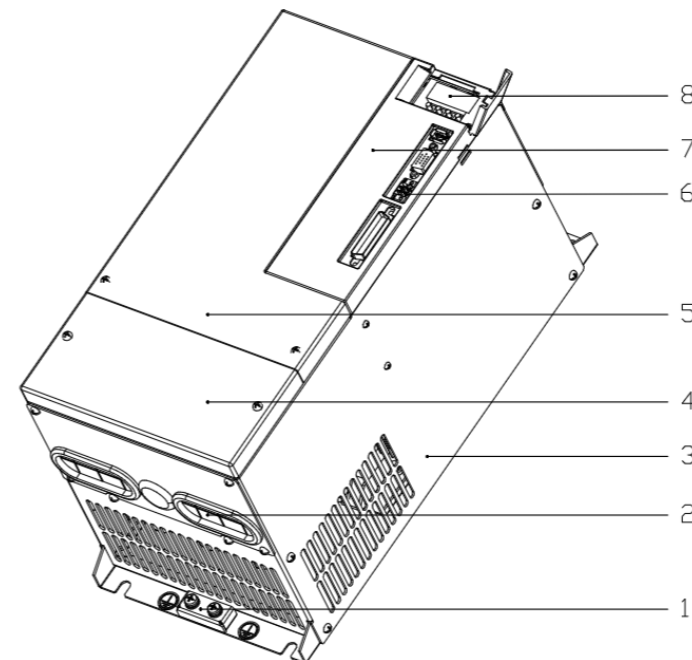
### 2.2 控制板与伺服驱动器之间连接方式介绍

连接方式分为塑壳机型与铁壳机型:

#### 2.2.1 塑壳机型样式图



#### 2.2.2 铁壳机型连接方式

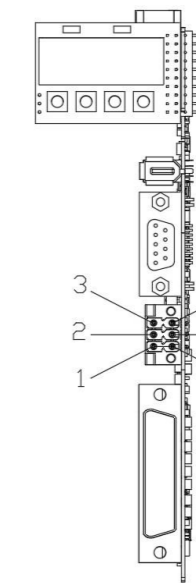


图示中标号解释如下:

- 1-接地端子
- 2-功率端子
- 3-钣金机壳
- 4-下盖
- 5-上盖
- 6-STO 功能端子
- 7-控制板盖
- 8-数码管

### 2.3 STO 功能端子介绍

#### 2.3.1 功能端子介绍



图示中标号解释如下:

- 1-FB
- 2-CM
- 3-CM
- 4-SR1
- 5-SR2
- 6-24V

## 三、STO 原理实现介绍

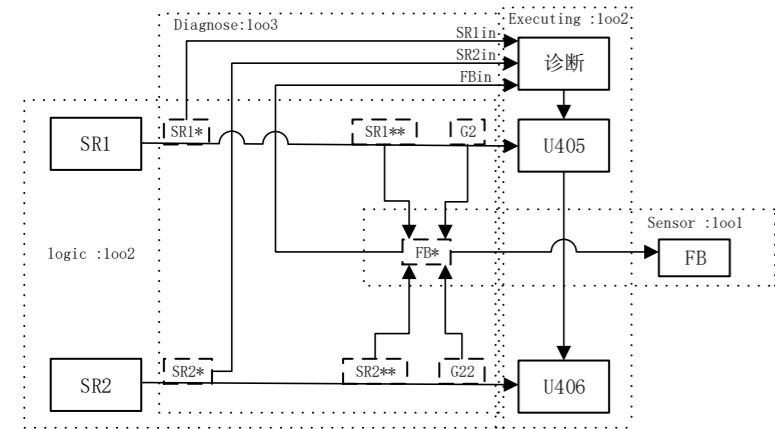
### 3.1 原理框图简介

本伺服驱动器的安全功能是通过硬件上切断伺服驱动器的驱动信号, 从而切断电机的电力供应、限制转矩产生的 STO 功能 (Safe Torque Off: IEC61800-5-2)。

STO 电路通过控制 Gate driver 使能端口 EN、监控输入信号 SR1、SR2 与 G2、G22 电平状态判断是否切断流向 IGBT 的 6 路 PWM 脉冲, 从而达到电机安全停止的目的。

重要: STO 功能为某项在故障响应阶段后转变到安全状态期间提供安全保障的运行模式, 请应急切断时, 为保障安全, 请同时切断两路信号 SR1、SR2。

### 3.1.1 原理框图如下所示



3.1.2 安全输入的连接：拆下 24V~SR1、24V~SR2 之间的短接针，如上图所示对安全输入信号进行连接。

3.1.3 安全监视输出连接：安全监视输出（FB）是用于监视安全功能故障，请作为安全装置等的反馈信号使用。

重要:请勿将 FB 用于故障监视功能以外的用途,安全监视输出信号并非安全输出。

### 3.2 管脚介绍

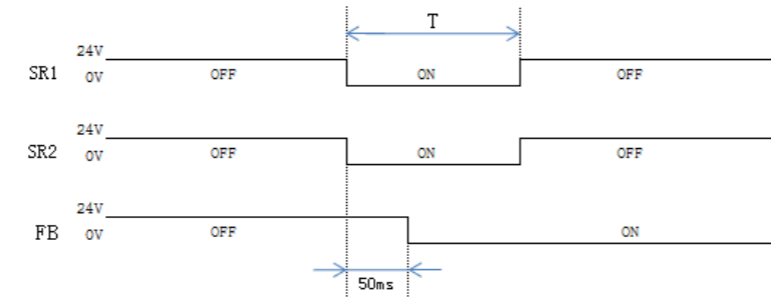
管脚名称	功能定义
SR1	STO 安全功能输入：双通道连接 1
SR2	STO 安全功能输入：双通道连接 2
+24V	24V 控制系统电源
CM	24V 控制系统电源参考电位：STO 参考电位
FB	STO 反馈输出端

### 3.3 逻辑说明

SR1	SR2	FB 端口	显示	STO 电路是 否有故障	Gate drive 状态	说明
0V	0V	0V	AL-61	否	关断 PWM	关断 6 路 PWM 驱动信号, UVW 无输出
0V	24V	24V	AL-62	是	关断 PWM	
24V	0V	24V	AL-62	是	关断 PWM	
24V	24V	24V	正常	STO 功能未 启用	导通	6 路 PWM 驱动 IGBT, UVW 有输出, 电机可运行

若不需要安全功能，则输入 SR1 和 SR2 必须与 24V 连接，伺服驱动器正常运行。

### 3.4 信号图（序列）



SR1 和 SR2 低电平范围为 0~3V，高电平范围为 21~26V。伺服驱动器显示“AL-61”延时

0.1s。

备注：SR1 与 SR2 有效信号时间差需要小于 50ms，否则会报故障；STO 有效脉冲宽度时间

T 需要大于 50ms，否则 CPU 检测不到。

### 3.5 STO 安全功能调试验收及流程图

3.5.1 为确保安全功能的安全运行，需对安全功能进行调试验证。机器的最终装配商必

须实现调试验收测试来验证安全功能。

3.5.1.1 下列情况下，必须实现调试验收测试：

- (1) 安全功能首次启动时；
- (2) 实现与安全功能（线路板，接线，部件和设置等）相关的任意更改后；
- (3) 实现与安全功能相关的任意维护作业后；

授权人员：安全功能的调试验收测试必须由具备安全功能专业技能和知识的授权人员实

现，验收人员同安装调试人员不得是同一个人。该测试必须经授权人员记录和签名。

验收测试报告：签名后的验收测试报告必须存储于机器的日志簿中。此报告应包括启动活

动和测试结果，故障报告参考以及故障解决方案的相关文档。因变更或维护而实现的所有

新验收测试均应记录于日志簿内。

3.5.1.2 安全功能调试验收需按照下列要求操作：

- (1) 测试 SR1、SR2 为 0V 和 24V 时的 FB 的状态，如 3.3 逻辑说明所示。

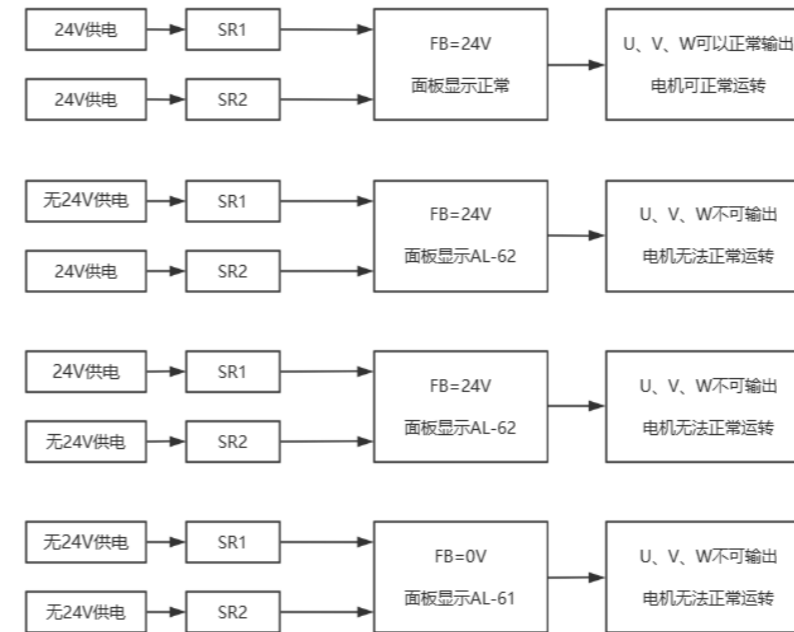
若与逻辑说明有任何不一致的地方，则 STO 电路或接线有故障。

若与逻辑说明一致，测试下系统性能，按下急停按钮或让外接 PLC 发出指令等。

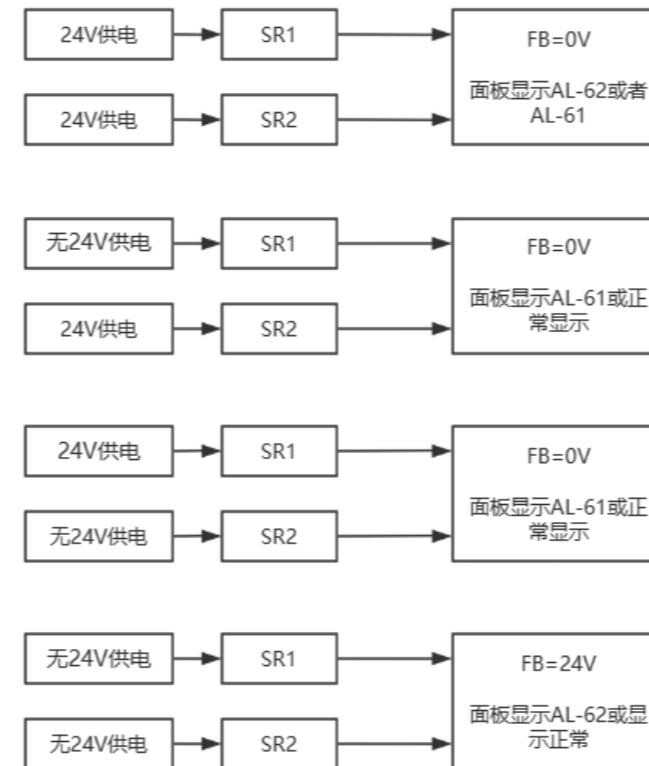
- (2) STO 功能起作用时，显示屏显示“AL-61”。

#### 3.5.2 调试验收流程图

#### A、STO 功能正常状态



#### B、STO 功能故障状态



若 STO 功能处于故障状态，请先检查连线是否接好。若确认连线已接好后故障仍不能排

除，则可判断是电子元件出现损坏，需要维修排除故障后才能使用。

### 3.6 外接电缆、端子要求

#### 3.6.1 输入电缆规格

屏蔽	必需
双绞线	推荐
PELV	必需
最小芯线截面	0.75mm <sup>2</sup>
最大电缆长度	100m

#### 3.6.2 外接端子的属性：

额定电流 (A)	UL 标准	IEC 标准
	8A	9.5A
线径范围 (AWG/mm <sup>2</sup> )	26~16/0.2~1.5	
剥线长度 (mm)	10	

注意：1. 在连接多台设备时，注意最大允许端子电流。

2. 注意导线最大允许接口横截面，小心将导线插入，以便达到最大的电流负载能力和振动阻力。

3. 线缆加装冷压头，最大线径 1.5 要自动降为 1.0 线径。

### 3.7 维护和报废要求

推荐按照下列内容进行常规的目测检查和功能测试：

- (1)、检查功能安全模块是否正确安装；
- (2)、检查电缆是否受损；
- (3)、检查电气功能；

根据工业安全健康规定，必须对本设备定期进行检修，至少一年一次。有关调试验收要求

详见 3.5，并填写日志簿。

受损或故障部件必须更换或者报废处理：

拆卸：

仅限在切断伺服驱动器电源的条件下拆卸功能安全模块。具体电源断开时时间要求请详

见伺服驱动器说明书。

拆卸方法：按住外壳底部向上推，然后略微前倾拆下。

报废处理及申请：

STO 功能退役/报废申请时, 应分析该功能退役/报废后对伺服驱动器的使用可能增加的危  
险进行说明、计划等并保留影响分析报告、计划及日志的证据。

维修过程中对无法修复的返回品或客户不需要该功能的, 由维修工程师填写《STO 功能退  
役/报废单》, 提出退役/报废申请。