

使用说明书

AC 伺服驱动器

VPV 系列

STO 选配

前言

本次承蒙采用 AC 伺服驱动器<VPV 系列>，特此致谢。
本说明书就 AC 伺服驱动器<VPV 系列>的 STO 选配进行说明。
请结合 VPV 系列驱动器主体的使用说明书使用。






术语定义

本使用说明书的正文中，若无特别指明，采用以下术语来表述。

使用术语	术语内容
本说明书	VPV Series STO 选配使用说明书
伺服驱动器	AC 伺服驱动器 (VPV 系列)
VA 类型	VPV 驱动器 I/O 规格
VD 类型	VPV 驱动器 EtherCAT 规格
马达	本公司 τ 盘式马达 (ND-s 系列、HD-s 系列、DD-s 系列)
VPV DES	VPV Data Editing Software (VPV 专用编辑软件)
P***	参数编号 ("***" 表示 3 位数的数字)
STO	Safe Torque Off
STO 功能	切断向伺服马达供电的安全功能
安全相关部	涉及安全的电气控制系统
非安全相关部	安全相关部以外
本功能	STO 功能

安全方面的注意事项

在使用本说明书前，请务必仔细阅读 AC 伺服驱动器<VPV 系列>使用说明书的“安全方面的注意事项”。本说明书中表示安全注意事项时，使用以下记号。

 危险	预想在错误使用时有可能导致危险状况，致使人员死亡或者受重伤的情况。
 注意	预想在错误使用时有可能导致危险状况，致使人员受中度伤害或轻伤，以及物理方面的损害发生的情况。 另外，记载为“  注意”的事项，根据状况也有可能导致重大的结果。任何一项中都记载有重要的内容，所以请务必遵守。
 禁止	表示禁止(不得做)。
 强制	表示强制(必须做)。

目 录

第 1 章 概要.....	1-1
1 - 1 关于 STO 功能	1-2
1 - 1 - 1 规格	1-2
1 - 1 - 2 型号	1-2
1 - 1 - 3 交货时的检查	1-2
1 - 2 安全方面的注意事项	1-3
第 2 章 输入输出信号.....	2-1
2 - 1 插座	2-2
2 - 1 - 1 STO 功能用插座 : CN5.....	2-2
2 - 2 输入输出界面	2-3
2 - 2 - 1 安全输入信号	2-3
2 - 2 - 2 监视输出信号	2-3
第 3 章 S T O 动作.....	3-1
3 - 1 安全输入信号 (SF1* / SF2*)	3-2
3 - 1 - 1 基于安全输入信号的驱动信号的切断动作	3-2
3 - 1 - 2 STO 动作状态.....	3-3
3 - 1 - 3 使用方法	3-4
3 - 2 监视输出信号 (EDM)	3-5
3 - 2 - 1 概要	3-5
3 - 2 - 2 动作	3-5
3 - 3 主体显示和状态显示	3-6
3 - 3 - 1 主体显示	3-6
3 - 3 - 2 状态显示	3-7
3 - 3 - 3 输入输出信号状态显示	3-7
3 - 4 与 STO 动作相关的伺服驱动器的动作	3-8
3 - 4 - 1 制动输出信号 (BRK)	3-8
3 - 4 - 2 P658[第 8~5 位数] : 制动作动延迟时间	3-8
3 - 4 - 3 P121[第 1 位数] : 主电源切断异常动作规格选择	3-9
3 - 4 - 4 P633[第 8~6 位数] : EMG 信号制动停止后伺服 OFF 延迟时间.....	3-9
3 - 4 - 5 动态制动	3-9
3 - 5 异常检测	3-10
3 - 5 - 1 安全输入时机异常	3-10
3 - 5 - 2 动作中安全输入异常	3-11
第 4 章 连接例.....	4-1
4 - 1 安全设备的连接例	4-2
4 - 2 多个轴使用时的连接例	4-3

第1章 概要

1 - 1 关于 STO 功能

STO 功能是用来切断向伺服驱动器上所连接的伺服马达供电的安全功能(Safe Torque Off : STO)。本功能用来预防意外启动引发的事故。

1 - 1 - 1 规格

伺服驱动器满足以下安全标准、规格。

项目	规格
安全功能	STO(IEC/EN61800-5-2)
安全性能	EN ISO13849-1 Cat3 PL e EN61508 SIL3
诊断范围(DC)	90%
危险侧故障率(PFH)	$1.00 \times 10^{-8} \sim 1.00 \times 10^{-7}$
平均故障发生率(PFD)	$1.00 \times 10^{-4} \sim 1.00 \times 10^{-3}$
EMC 指令	EMCD : EN61800-3

1 - 1 - 2 型号

本功能在 AC 伺服驱动器<VPV 系列>上作为选配功能而安装。

伺服驱动器上是否安装有本功能，通过以下所示的伺服驱动器型号的⑨来表达。

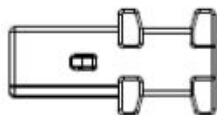
NCR- ① ② ③ ④ ⑤ - ⑥ - ⑦ ⑧ ⑨ - ⑩

编号	项目	显示	内容
①	系列名	V	VPV 系列
②	功能类别	—	※1
③	输入电源规格	—	
④	输出容量	—	
⑤	硬件规格	—	
⑥	软件类别	—	
⑦	模拟选配	—	
⑧	绝对位置补偿选配	—	
⑨	STO 选配	0	
		1	有
⑩	特殊规格	—	※1

1 - 1 - 3 交货时的检查

产品交货时，请确认以下内容。





- ① 确认交货的产品是否正确(在上述型号中，⑨是否为“1：有”)
- ② 作为附属品的短路插头：DZ02B008DC1(JAE 制)或相当品(参见下图)是否已与 CN5 连接



如有不足的地方、损伤等，请立即向本公司营业担当联系。

※1 有关显示及内容，请参照 VPV 系列主体的使用说明书。

1 - 2 安全方面的注意事项

 危险		
 强制	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用本功能时，为了确认已满足作为系统的安全要求事项，请务必在系统上实施风险评估。 ● 本功能是切断向马达供电的功能，并非停止马达的功能。在马达动作中，如果本功能被激活，马达将进入自由运行状态。请确保系统设计能够在 STO 功能被激活时避免产生危险。 ● 请对安全电路使用符合安全标准的设备。 ● 本功能动作中马达因外力而运动时，请另行实施制动等安全对策。 ● 动态制动及制动信号输出不是安全相关部。请确认在本功能动作时即使动态制动及制动信号输出发生故障也不会成为危险状态。 ● 系统启动时或更换伺服驱动器时，请务必实施本功能的动作确认。 ● 请定期实施伺服驱动器及本功能的动作确认。在确认发生故障时，请查明原因并采取对策。 	否则恐会导致人身事故。
 强制	<ul style="list-style-type: none"> ● 本功能是电性地切断向马达供电的功能。因此，在进行伺服驱动器和马达的保养时，请务必切断向伺服驱动器的供电。 	否则恐会引起触电。
 禁止	<ul style="list-style-type: none"> ● 在伺服驱动器故障时，马达会在电角最大 180 度的范围内运动。请只在此动作不会成为危险状态的用途中使用。 ● 监视输出信号 (EDM) 不是安全输出。请勿在故障监视功能以外的用途中使用。 	否则恐会导致人身事故。

第2章 输入输出信号

输入输出信号

2 - 1 插座

2 - 1 - 1 STO 功能用插座 : CN5

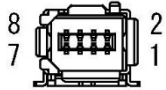
(a) 插座规格

使用插座(插塞) : DZ02R008NC1R400 (JAE) 或相当品

适合线缆侧插座(锡焊插头) : 2013595-1 (Tyco Electronics) 或相当品^{※1}

(b) 销排列

下图为从结合部看主体侧插座的排列。



编号	信号记号	信号名称
1	NC	未连接(预留完毕)
2	NC	未连接(预留完毕)
3	SF1*_RET	安全输入信号 1(返回)
4	SF1*	安全输入信号 1
5	SF2*_RET	安全输入信号 2(返回)
6	SF2*	安全输入信号 2
7	EDM -	监视输出信号用(返回)
8	EDM +	监视输出信号用



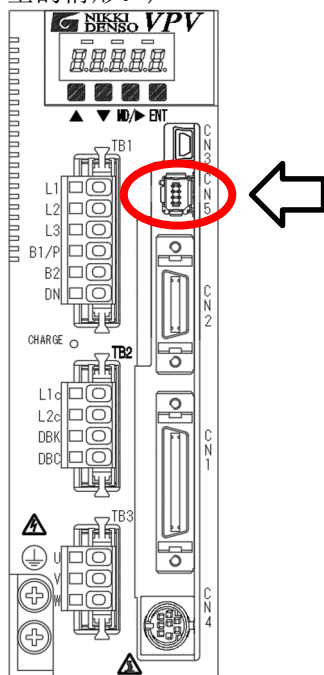
注意

请勿在信号记号“NC”的部位配线。

否则会导致伺服驱动器及 STO 功能故障。

(c) 配置

本插座位于 CN2 与 CN3 之间。请在拆除附属的短路插头后使用。(下图为 VPV-VA 系列 200V/400W 类型的情形。)



※1 本公司提供插座组件及对应线缆。

详情请参阅“TI-015090-**-** VPH/VPV Series Option 使用说明书”。

2 - 2 输入输出界面

2 - 2 - 1 安全输入信号

对应信号	电气规格	绝缘方式	光电耦合器绝缘
STO 输入信号		使用电压范围	DC24 V ± 10%
SF1*, SF1*_RET		脉动率	5%以内
SF2*, SF2*_RET		额定输入电流	DC24 V : 大约 5.0 mA
		输入电阻	大约 4.7 kΩ
		<ul style="list-style-type: none"> • 请对触点使用微小电流开闭用继电器或者集电极开路输出的晶体管。 • 将触点闭合的状态视为正常状态，将触点开启的状态视为STO状态。 	
等效电路			

2 - 2 - 2 监视输出信号

对应信号	电气规格	绝缘方式	MOSFET 继电器
监视输出信号		最大负载电压	DC30 V
EDM+, EDM-		最大负载电流	50 mA/1 点
		漏电流	2 nA
		<ul style="list-style-type: none"> • 将EDM各端子间导通的状态视为ON。 • 将EDM各端子间开路的状态视为OFF。 • 关于信号的概要，请参照“3 - 2监视输出信号(EDM)”。 	
等效电路			
		<ul style="list-style-type: none"> • 在连接继电器等的感性负载的情况下，请务必与负载并列地插入二极管。 • 输出电路中使用 MOSFET (相当于 G3VM-61VY3)，所以在接收电路中要考虑开关时间。 	



监视输出信号为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

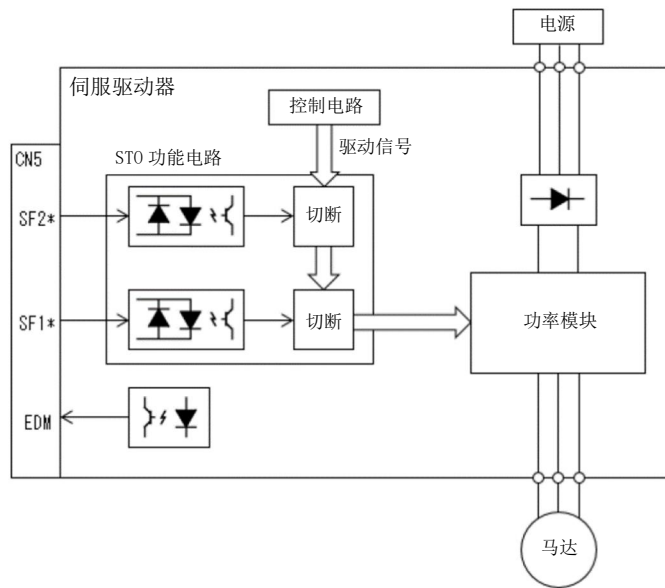
第3章 S T O 动作

STO动作

3-1 安全输入信号(SF1* / SF2*)

3-1-1 基于安全输入信号的驱动信号的切断动作

STO动作通过安全输入信号切断向功率模块传递驱动信号，停止向马达供电。
在马达停止时使用，预想的用途是用来预防意外启动引发的事故。



安全输入信号的状态为“OFF”时，驱动信号被切断。^{※1※2}

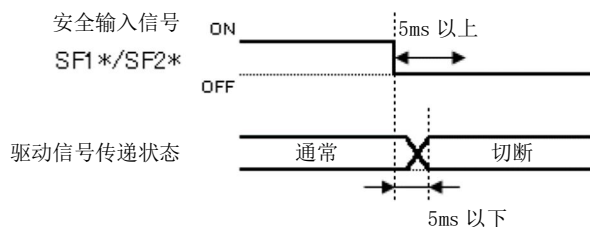
在从安全输入信号成为 OFF 后至驱动信号的传递被切断为止，最多会有 5ms 的延迟。因此，安全输入信号需维持 OFF 状态 5ms 以上。

在连接安全控制器、安全传感器等安全设备时，这些设备的安全输出信号可能包含自诊断用 L 脉冲(测试脉冲)。

为了防止因该测试脉冲导致的误动作，伺服驱动器不会将安全输入信号的 OFF 状态持续时间在 1ms 以下的情况识别为 OFF 状态。

因此，请确保输入到安全输入信号的测试脉冲持续时间不超过 1ms。

安全输入信号 1 / 2 的状态		向功率模块的驱动信号传递状态
SF1*	SF2*	
ON	ON	通常
OFF	ON	切断
ON	OFF	切断
OFF	OFF	切断



※1 只要安全输入信号 1 或安全输入信号 2 的任何一方成为 OFF，驱动信号就会被切断，请设计两方的安全输入都 OFF 的系统。

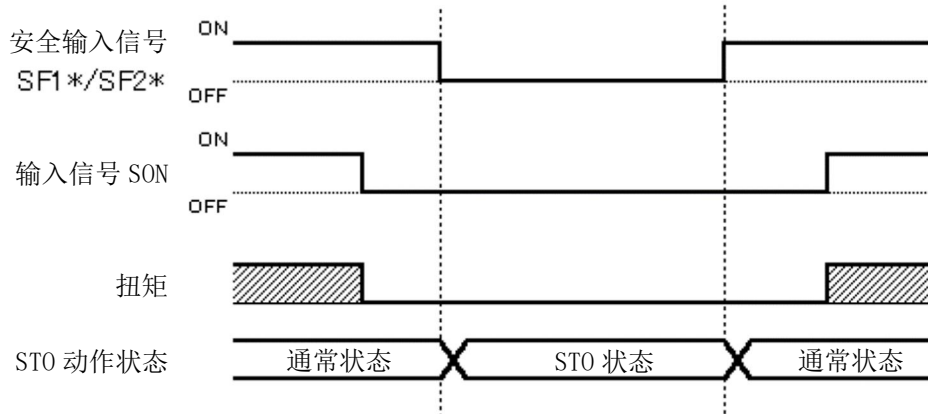
※2 在没有连接安全电路就在伺服驱动器上驱动马达时，需要专用的短路插头(NCR-XBJ6A)。详情请参阅“TI-015090-**-** VPH/VPV Series Option 使用说明书”。

3 - 1 - 2 STO 动作状态

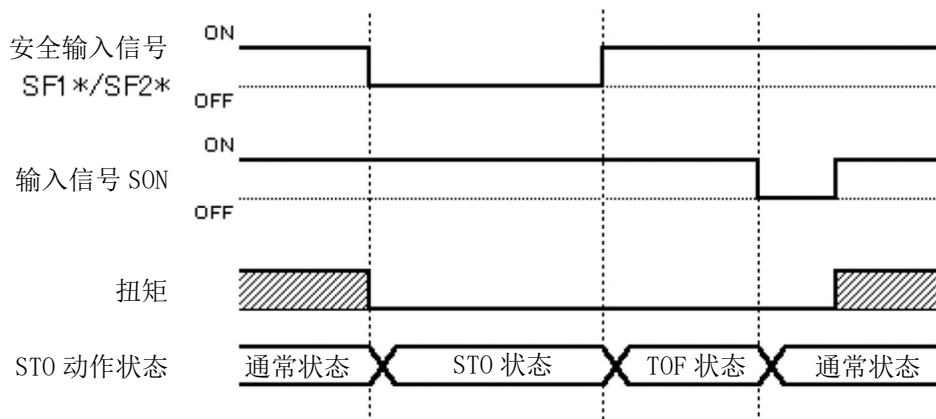
将每个安全输入信号的输入状态下的 STO 动作状态作为“STO 动作状态”来表示。

STO 动作状态	说明
通常状态	系驱动器可进行通常运转的状态。 安全输入信号 1、2 两方都为 ON。
STO 状态	系因 STO 动作驱动信号已被切断的状态。 安全输入信号 1、2 的任何一方或其两方都已 OFF。
TOF 状态 (扭矩 OFF 状态)	系从 STO 状态恢复时(将安全输入信号 1、2 两方都恢复至 ON 时)，SON 信号 ON(使用上位控制器时伺服开)的状态。 在暂时切断 SON 信号之前无法进行伺服开。 ※尚未通过 STO 动作来切断驱动信号。

安全输入信号 1 或安全输入信号 2 已被切断时，伺服驱动器的 STO 动作状态从“通常状态”变为“STO 状态”。将两方的安全输入信号都恢复至 ON 而成为“通常状态”之前无法进行伺服 ON。



在将安全输入信号 1 和安全输入信号 2 恢复至 ON 而从 STO 状态使其恢复时，在 SON 信号保持 ON(使用上位控制器时伺服 ON)的状态时会成为“TOF 状态”（扭矩 OFF 状态）。请切断 SON 信号(使用上位控制器时伺服 OFF)以返回至“通常状态”。



⚠ 注意

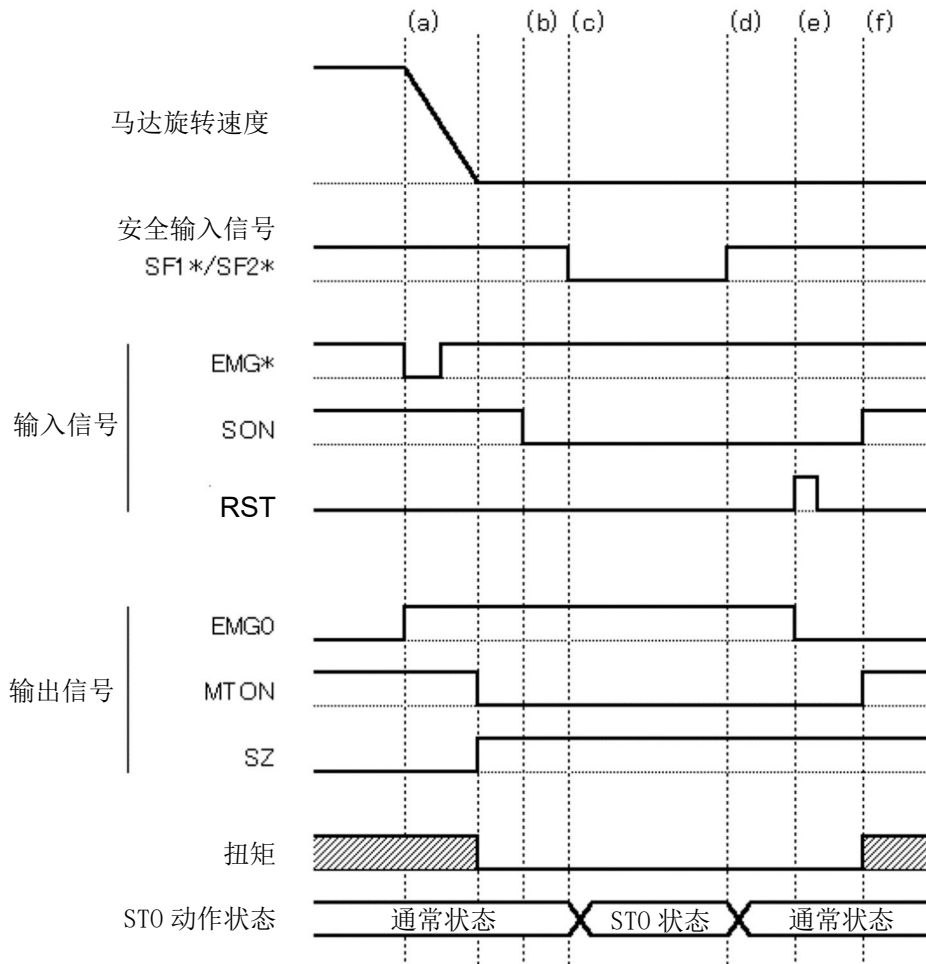
STO 动作状态的状态显示和 TOF 状态为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

STO 动作

3-1-3 使用方法

使用紧急停止输入的 STO 功能的使用方法如下所示。

- (a) 通过紧急停止输入使得马达动作紧急停止。
- (b) 马达停止后，将 SON 信号置于 OFF。
- (c) 切断安全输入。
- (d) 作业结束后，恢复安全输入。
- (e) 通过 RST 信号解除紧急停止状态。
- (f) 伺服 ON。



⚠ 危险

⚠ 强制

- STO 动作是切断向马达供电的功能，而非停止马达的功能。请设计系统，以免在马达动作中本功能启动时发生危险。
- 本功能动作中马达因外力而运动时，请另行实施制动等安全对策。
- 动态制动及制动信号输出不是安全相关部。请确认在本功能动作时即使动态制动及制动信号输出发生故障也不会成为危险状态。

⚠ 注意

STO 动作状态、紧急停止动作、安全输入信号以外的输入输出信号为非安全相关部。
属于安全标准的适用外。

3 - 2 监视输出信号 (EDM)

3 - 2 - 1 概要

监视输出信号 (EDM) 是用于进行安全输入的异常检测的输出信号。
通过利用外部设备监视本信号，来检测断线等异常。

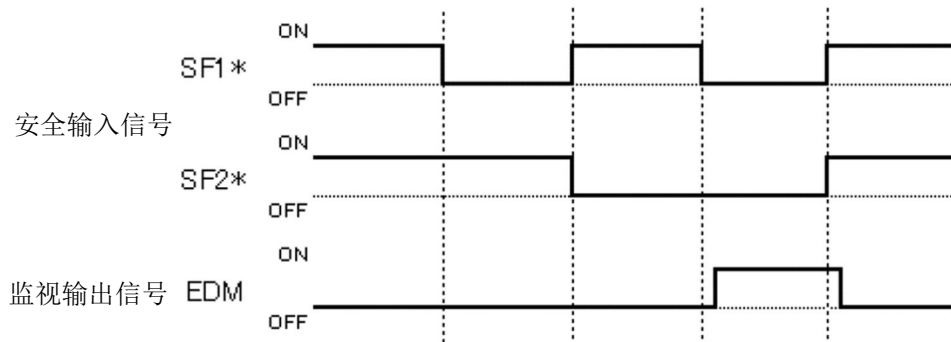


监视输出信号为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

3 - 2 - 2 动作

通常，在安全输入信号 1、2 (SF1*、SF2*) 两方都成为 OFF 时，监视输出信号 (EDM) 将会 ON^{※1}
通过外部设备监控以下信号状态，以检测异常情况。

信号记号	状态			
SF1*	ON	OFF	ON	OFF
SF2*	ON	ON	OFF	OFF
EDM	OFF	OFF	OFF	ON



故障检测的条件有以下两种情况：

- 即使 SF1* 和 SF2* 均处于 OFF 状态，EDM 仍未进入 ON 状态。
- 即使 SF1* 和 SF2* 的任何一方或两方均处于 ON 状态，EDM 仍进入 ON 状态。

※1 由于安全输入信号 1、2 的变化，直至监视输出信号变化最多会有 6ms 的延迟。

3 - 3 - 1 主体显示

当 STO 动作状态为“STO 状态”或“TOF 状态”时，伺服驱动器前面的操作面板将会在闪烁状态下显示以下内容。

STO 动作状态	操作面板显示
STO 状态	
TOF 状态	

但是，在发生警报或警告时，优先进行该显示。此外，当 STO 动作状态返回“通常状态”时，或操作了操作面板的操作键时，本显示会成为隐藏。

可通过以下参数来设定有无显示。

项目	内容	
参数编号	P600[第 6 位数]	
名称	STO 动作状态显示选择	
反映时期	常时反映	
设定选择	0: 显示	STO/TOF 状态时,在操作面板上进行 STO/TOF 显示。
	1: 隐藏	即使成为 STO/TOF 状态,也不会 在操作面板上进行显示。
	2: 显示 2 ^{※1}	只有在状态显示“C109: 网络连接状态”为“连接中”时才会进行 STO/TOF 显示。
初期值	0: 显示	

注意

STO 动作状态及 STO 状态和 TOF 状态、P600 的设定和操作面板显示为非安全相关部。
属于安全标准的适用外。

※1 在 VPV-VA 系列中进行设定时，作为“0：显示”而动作。

3-3-2 状态显示

在状态显示“C140：STO动作状态”显示STO动作状态(通常状态 / STO状态/TOF状态)。本状态显示可通过VPV DES进行确认。

项目	内容	
状态显示编号	C140	
名称	STO动作状态	
显示内容	0：通常	通常状态
	1：STO	STO状态
	2：TOF	TOF状态



注意

STO动作状态及状态显示为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

3-3-3 输入输出信号状态显示

安全输入信号1、2的ON/OFF状态和监视输出信号的ON/OFF状态，可通过VPV DES的“输入输出信号状态显示”画面进行确认(下图红色边框部分)。

(下图为VA系列的输入输出信号状态显示画面。)



注意

输入输出信号状态显示为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

STO 动作

3-4 与 STO 动作相关的伺服驱动器的动作

3-4-1 制动输出信号(BRK)

STO 状态时，与在通常状态下伺服 OFF 时一样动作。因此，SZ(零速度)信号为 OFF 时，依照“P659：制动动作有效低速范围”或“P660：制动强制作动延迟时间”的设定。但是，这种情况下会发生警报“动作中安全输入异常”。

类别	警报编号	警报内容
VA 类型	AL. 601	动作中安全输入异常
VD 类型	AL. E4. 1	

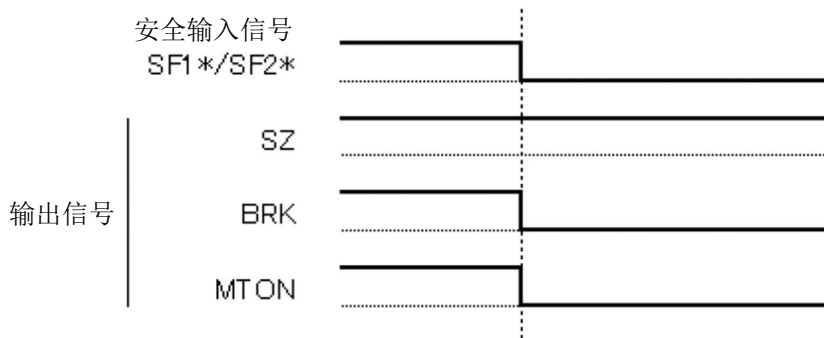


注意

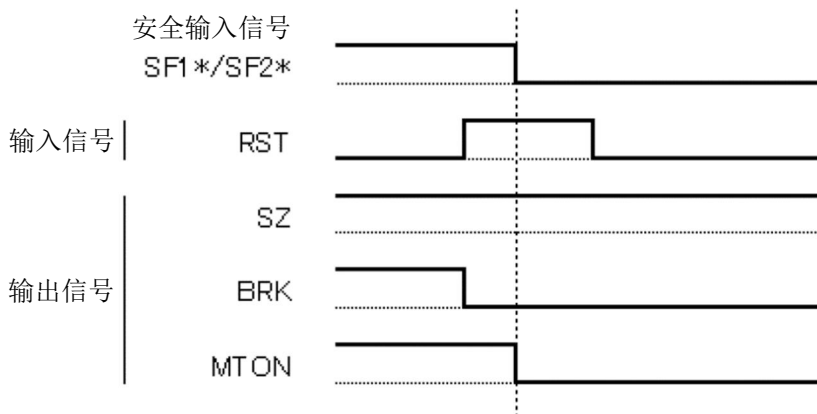
STO 动作状态、BRK 信号、P659 和 P660 的设定与动作及警报“动作中安全输入异常”为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

3-4-2 P658[第 8~5 位数]：制动作动延迟时间

SZ 信号 ON 下成为 STO 状态时，“P658[第 8~5 位数]：制动作动延迟时间”的设定将会无效，MTON(马达通电)信号将会 OFF。



此外，RST(复位)信号 ON 下由于制动作动延迟时间设定，维持伺服开期间成为 STO 状态时也一样，MTON 信号将会 OFF。即使在 RST 信号 OFF 下处于 STO 状态时，也不会进行伺服开。



注意

STO 动作状态、P658 的设定和动作、SZ 信号、MTON 信号、BRK 信号及 RST 信号为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

3-4-3 P121[第1位数]：主电源切断异常动作规格选择

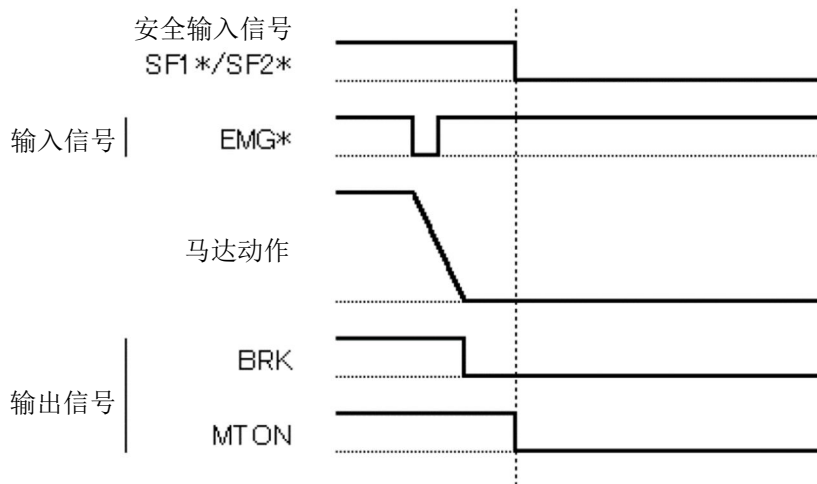
在“P121[第1位数]：主电源切断异常动作规格选择”中选择“0：制动停止后伺服 OFF”并切断主电源时，即使在制动停止过程中，在 STO 状态下 MTON(马达通电)信号也会 OFF。

**注意**

STO 动作状态、P121 的设定和动作及 MTON 信号为非安全相关部。
属于安全标准的适用外。

3-4-4 P633[第8~6位数]：EMG 信号制动停止后伺服 OFF 延迟时间

紧急停止中成为 STO 状态时，不管“P633：EMG 信号制动停止后伺服 OFF 延迟时间”的设定如何，在 STO 状态下 MTON(马达通电)信号也会 OFF。

**注意**

STO 动作状态、紧急停止、P633 的设定及 MTON 信号为非安全相关部。
属于安全标准的适用外。

3-4-5 动态制动

STO 状态时，按照“P103[第1位数]：动态制动规格选择”的设定进行与 SON 信号 OFF 时一样的动作。

**注意**

STO 动作状态、动态制动及 P103 的设定和动作为非安全相关部。
属于安全标准的适用外。

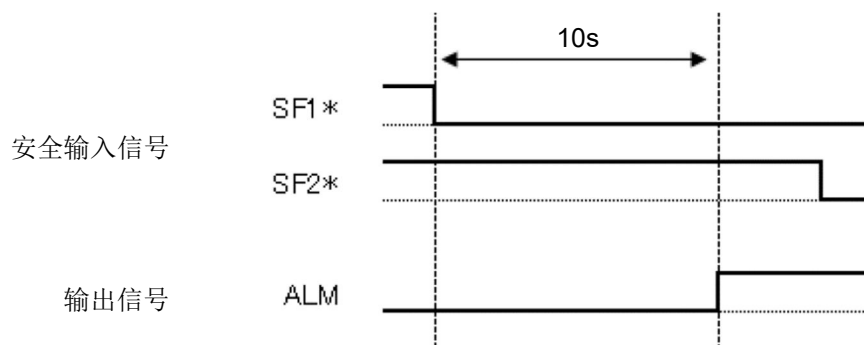
3 - 5 - 1 安全输入时机异常

(a) 概要

在安全输入信号 1 或安全输入信号 2 的任何一方 OFF 后，另一方在 10 秒钟以内没有 OFF 时，会发生警报“安全输入时机异常”。

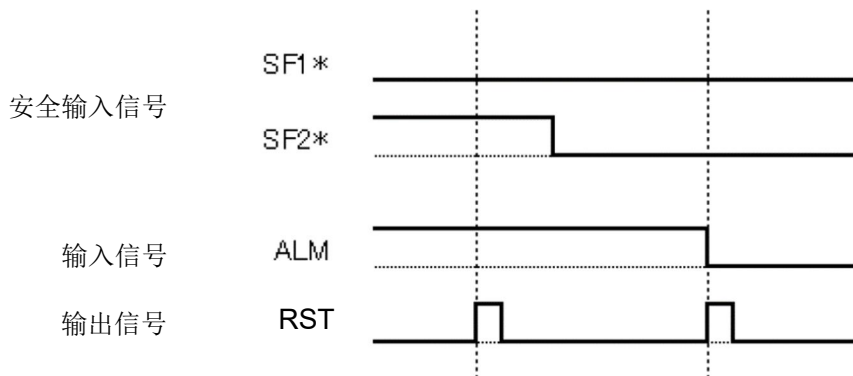
类别	警报编号	警报内容
VA 类型	AL. 600	安全输入时机异常
VD 类型	AL. E4. 0	

由此，可检测安全输入信号的断线等异常。



(b) 解除方法

请排除发生警报的要因，在安全输入信号 1 和安全输入信号 2 两方都 OFF 后，输入 RST 信号。安全输入信号的任何一方或两方都 ON 时，即使输入 RST 信号也不会解除警报。



注意

警报“安全输入时机异常”的检测及动作为非安全相关部。
属于安全标准的适用外。

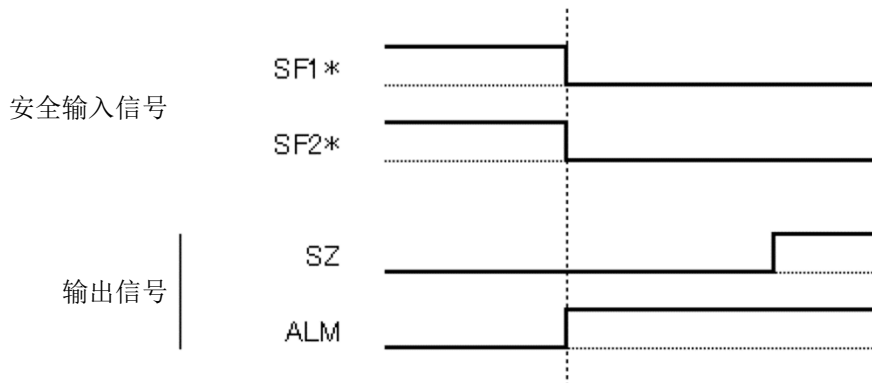
3-5-2 动作中安全输入异常

(a) 概要

马达动作中(SZ 输出信号 OFF)时,一旦安全输入信号 OFF 而成为 STO 状态,就会发生警报“动作中安全输入异常”。

类别	警报编号	警报内容
VA 类型	AL. 601	动作中安全输入异常
VD 类型	AL. E4. 1	

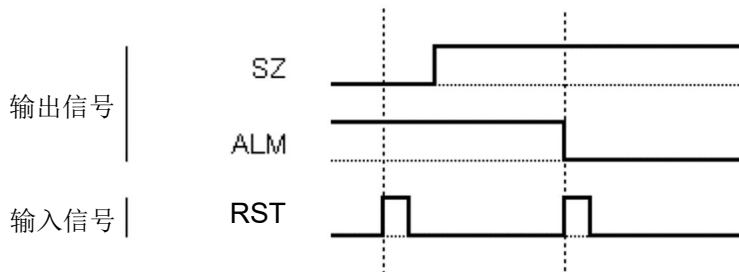
这是因为本功能预想在马达停止的状态下使用。



(b) 解除方法

当 SZ 输出信号为 ON 时,请输入 RST 信号。

当 SZ 输出信号为 OFF 时,即使输入 RST 信号也不会解除警报。



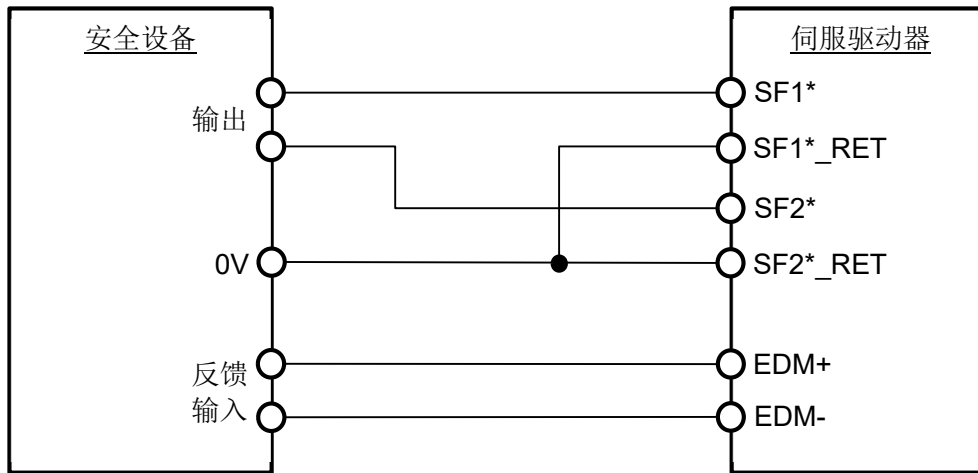
⚠ 注意

警报“动作中安全输入异常”的检测及动作为非安全相关部。
属于安全标准的适用外。

第4章 连接例

4 - 1 安全设备的连接例

伺服驱动器与安全设备的连接示例如下所示。



⚠ 危险

❗ 强制

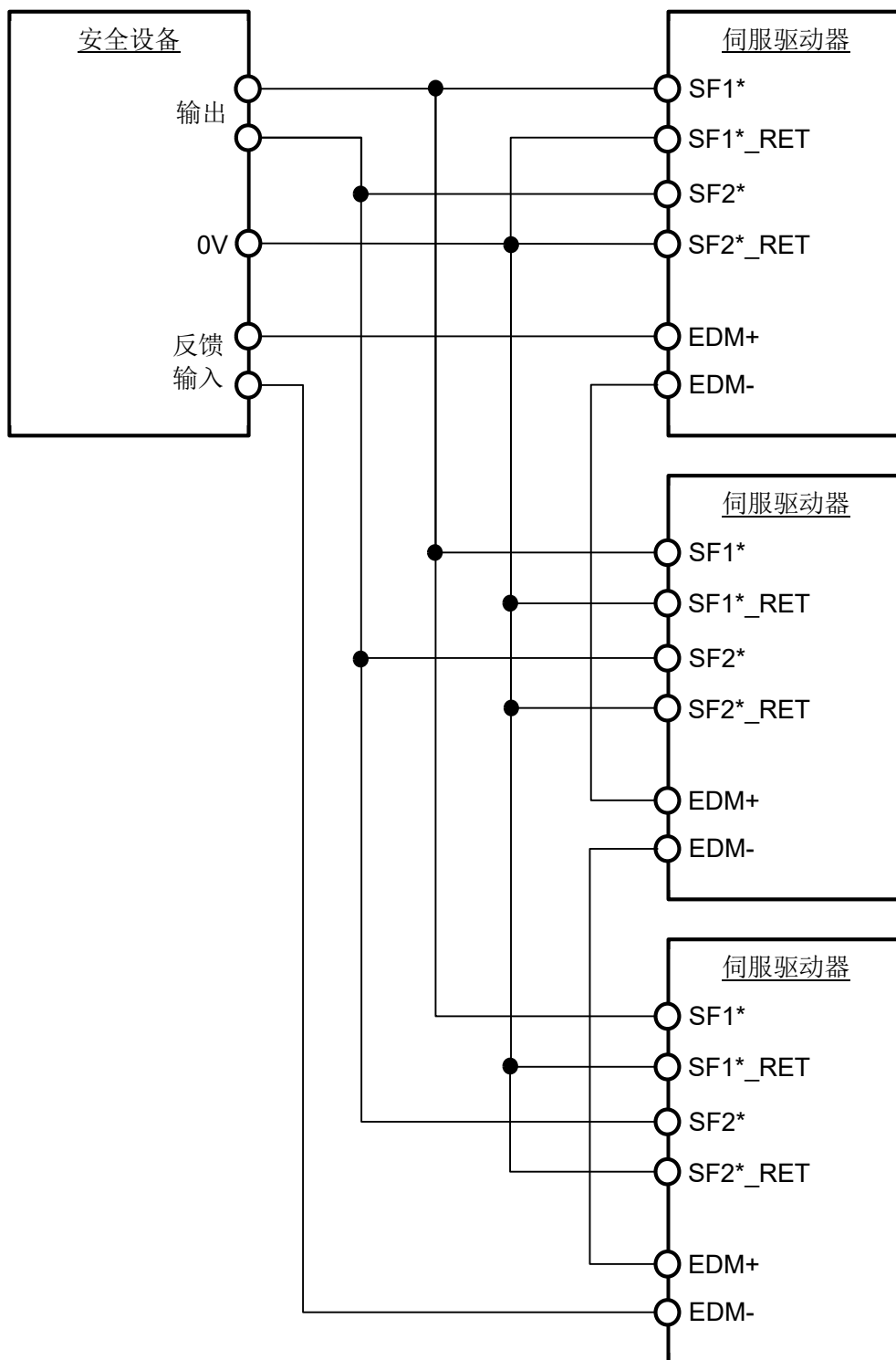
- 请对安全电路使用符合安全标准的设备。
- 请务必实施伺服驱动器及本功能的动作确认。

⚠ 注意

- 连接前请确认与本伺服驱动器的配线。
错误配线会导致伺服驱动器及本功能故障。
- 监视输出信号为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

4 - 2 多个轴使用时的连接例

多个轴使用伺服驱动器时与安全设备的连接例如下所示。



 危险 强制

- 请对安全电路使用符合安全标准的设备。
- 请务必实施伺服驱动器及本功能的动作确认。

 注意

- 连接前请确认与本伺服驱动器的配线。
错误配线会导致伺服驱动器及本功能故障。
- 监视输出信号为非安全相关部。属于安全标准的适用外。

联系信息

Consultation service

◎中国联络据点: 喜开理(上海)机器有限公司

上海市徐汇区虹梅路 1905 号远中科研大楼 6 楼 601

TEL: 021-61911888

E-mail: ckdservice@ckd.sh.cn

海外营业部

〒285-0802 千叶县佐仓市大作 1-4-2

TEL: +81-43-498-2315

FAX: +81-43-498-4654

E-mail: overseas@nikkidenso.co.jp

本社

〒216-0003 神奈川県川崎市宫前区有马 2-8-24

TEL: +81-44-855-4311

FAX: +81-44-856-4831

韩国总代理店

◎Nikki Denso International Korea Co.,Ltd.

Smart Square A-405, 27, Songdomirae-ro 11beon-gil, Yeonsu-gu, Incheon, 21988, Korea

TEL: +82-32-831-2133,2155

FAX: +82-32-831-2166

 **CKD NIKKI DENSO CO., LTD.**

Website <https://www.nikkidenso.co.jp>