

**VACON<sup>®</sup> 100**  
交流变频器

**OPTBJ**  
STO 和 ATEX 选件板  
安全手册

**VACON<sup>®</sup>**



# 目录

文档：DPD01122C1

发布日期：09112015

1.	认证 .....	2
2.	概述 .....	8
2.1	参考 .....	9
3.	<b>OPTBJ 板的安装</b> .....	10
4.	<b>OPTBJ 板的布局</b> .....	13
4.1	OPTBJ 板的跳线 .....	13
4.2	Vacon 100 变频器上的 STO 跳线 .....	14
5.	<b>STO 和 SS1 的安全功能</b> .....	15
5.1	安全转矩关断 (STO) 的原理 .....	15
5.2	安全停机 1 (SS1) 原理 .....	18
5.3	技术细节 .....	20
5.3.1	响应时间 .....	20
5.3.2	连接 .....	20
5.3.3	继电器输出 .....	21
5.3.4	根据标准与安全相关的数据 .....	21
5.3.5	接线示例 .....	23
6.	调试 .....	26
6.1	常规接线说明 .....	26
6.2	调试 OPTBJ 板的检查表 .....	27
6.3	测试安全转矩关断 (STO) 或安全停机 1 (SS1) 的安全功能 .....	28
7.	维护 .....	29
7.1	与安全转矩关断 (STO) 或安全停机 1 (SS1) 的安全功能相关的故障 .....	29
8.	<b>热敏电阻的功能 (ATEX)</b> .....	<b>31</b>
8.1	技术数据 .....	34
8.1.1	功能描述 .....	34
8.1.2	硬件和连接 .....	34
8.1.3	Atex 功能 .....	34
8.1.4	短路监控 .....	34
8.2	调试 .....	35
8.2.1	常规接线说明 .....	35
8.2.2	热敏电阻功能的故障诊断 .....	35

# 1. 认证



## EC 一致性声明

**制造商名称:** Vacon Plc  
**制造商地址:** P.O.Box 25  
 Runsorintie 7  
 FIN-65381 Vaasa  
 Finland

兹声明下列产品的安全功能

**产品名称:** 与 Vacon 100 系列产品配套使用的 Vacon OPTBJ 选件板  
**产品标识** 70CVB01380  
**产品安全功能** 安全转矩关断 (EN 61800-5-2 中指定)

符合 EC 机械指令 2006/42/EC 的所有相关安全组件要求。

### 执行 EC 类检查的第三方指定机构:

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH (NB0035)  
 Am Grauen Stein  
 51105 Köln, Germany

### 使用了下面引用的标准和/或技术规格:

#### EN 61800-5-2:2007

可调速电气驱动器系统  
 第 5-2 部分: 安全要求 - 功能

#### EN 61800-5-1:2007 (仅为符合 LV 指令)

可调速电气驱动器系统  
 第 5-2 部分: 安全要求 - 电气、热力和能源

#### EN 61800-3:2004/A1:2012 (仅为符合 EMC 指令)

可调速电气驱动器系统  
 第 3 部分: EMC 要求和特定测试方法

#### EN ISO 13849-1:2008 + AC:2009

机械安全 - 控制系统的安全相关部件 -  
 第 1 部分: 一般设计原则

#### EN 62061:2005 + AC:2010

机械安全 - 安全相关的电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全

#### IEC 61508 Parts 1-7:2010

电气/电子/可编程安全相关电子系统的功能安全

#### EN 60204-1:2006 + A1:2009 + AC:2010 (节选)

机械安全 -  
 机器的电气设备 -  
 第 1 部分: 一般要求

#### EN 61326-3-1:2008

供测量、控制和实验室使用的电气设备 - EMC, 第 3-1 部分: 与安全相关的系统及用于执行与安全相关功能 (功能安全) 的设备的抗干扰要求

### 签名

2015 年 2 月 10 日于瓦萨

Vesa Laisi  
 总裁兼 CEO

# EC Type-Examination Certificate



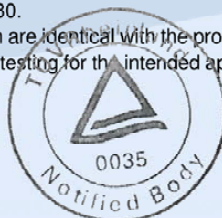
**Reg.-No.: 01/205/5216.01/15**

<b>Product tested</b>	Safety Function "Safe Torque Off (STO)" within Adjustable Frequency AC Drive	<b>Certificate holder</b>	Vacon PLC Runsorintie 7 65380 Vaasa Finland
<b>Type designation</b>	Vacon 100 AC Drive with OPTBJ (STO and ATEX option board): Frame Sizes MR4 to MR10, VACON 0100-3L-xxxx-y, Details see Revision Release List		
<b>Codes and standards</b>	EN 61800-5-1:2007 EN 61800-5-2:2007 EN 61800-3:2004 + A1:2012 EN ISO 13849-1:2008 + AC:2009	EN 62061:2005 + AC:2010 + A1:2013 EN 61508 Parts 1-7:2010 EN 60204-1:2006 + A1:2009 + AC:2010 (in extracts)	
<b>Intended application</b>	The safety function "Safe Torque Off" complies with the requirements of the relevant standards (PL e / Cat. 3 acc. to EN ISO 13849-1, SIL CL 3 acc. to EN 61800-5-2 / EN 62061 / IEC 61508) and can be used in applications up to PL e acc. to EN ISO 13849-1 and SIL 3 acc. to EN 62061 / IEC 61508.		
<b>Specific requirements</b>	The instructions of the associated Installation and Operating Manual shall be considered.		

It is confirmed that the product under test complies with the requirements for machines defined in Annex I of the EC Directive 2006/42/EC.

Valid until 2020-01-30

The issue of this certificate is based upon an examination, whose results are documented in Report No. 968/M 350.01/15 dated 2015-01-30.  
This certificate is valid only for products which are identical with the product tested. It becomes invalid at any change of the codes and standards forming the basis of testing for the intended application.



*E. Frejno*

Berlin, 2015-01-30

Certification Body for Machinery, NB 0035

Dipl.-Ing. Eberhard Frejno

[www.fs-products.com](http://www.fs-products.com)  
[www.tuv.com](http://www.tuv.com)



TUV Rheinland Industrie Service GmbH, Albinstr. 56, 12103 Berlin / Germany  
Tel. +49 30 7562-1557, Fax: +49 30 7562-1370, E-Mail: [industrie-service@de.tuv.com](mailto:industrie-service@de.tuv.com)

10222 12 12 E A4 © TÜV, TÜV and TUV are registered trademarks. Utilisation and application requires prior approval.



1. **EC-TYPE EXAMINATION CERTIFICATE**
2. **Equipment or Protective System Intended for use in  
Potentially explosive atmospheres  
Directive 94/9/EC**
3. Reference: **VTT 06 ATEX 048X Issue 1**
4. Equipment: **Thermal motor protection system for Vacon 100  
drives**  
Certified types: **OPTBJ**
5. Manufactured by: **Vacon Plc**
6. Address: **Runsorintie 7  
FI-65380 VAASA  
Finland**
7. This equipment or protective system and any acceptable variations thereto are specified in the schedule and possible supplement(s) to this Certificate and the documents therein referred to.
8. VTT Expert Services Ltd, notified body number 0537, in accordance with Article 9 of the Council Directive 94/9/EC of March 1994, certifies that this equipment or protective system has been found to comply with the Essential Health and Safety Requirements relating to the design and construction of equipment and protective system intended for use in potentially explosive atmospheres given in Annex II to the Directive

The examination and test results are recorded in confidential reports nos. VTT-S-05774-06 and 968/M 350.00/12 by TÜV Rheinland Industrie Service GmbH.



9. Compliance with the Essential Health and Safety Requirements has been assured by compliance with:

**EN ISO 13849-1 (2006)**  
**EN ISO 13849-2 (2003)**  
**EN 60079-14 (2007)**  
**EN 61508-3 (2010)**  
**EN 50495 (2010)**

10. If the sign "X" is placed after the certificate number, it indicates that the equipment or protective system is subject to special conditions for safe use specified in the schedule to this certificate.
11. This EC-Type examination certificate relates only to the design, examination and tests of the specified equipment or protective system in accordance to the directive 94/9/EC. Further requirements of the Directive apply to the manufacturing process and supply of this equipment or protective system. These are not covered by this certificate.
12. The marking of the equipment or protective system shall include the following:



**II (2) GD**

Espoo 26.4.2012

**VTT Expert Services Ltd**

Olavi Nevalainen  
Deputy Service Manager

Risto Sulonen  
Product Manager

---

Certificate without signatures shall not be valid.  
This certificate, including the schedule, may only be reproduced in its entirety and without any change.

13. **Schedule**
14. **EC-TYPE EXAMINATION CERTIFICATE VTT 06 ATEX 048X Issue 1**
15. **Description of Equipment**
- Thermal motor protection system, type OPTBJ, consist one safe disable & ATEX option board with possibility to connect to temperature sensor (PTC). The temperature sensor is not included in this certificate. The ATEX safety function may be used with all Vacon 100 drives that are controlled with the M-platform STO option board.
- Documents specifying the equipment:
- Functional safety management plan for the M-Platform STO, rev 1.3.
16. **Report No. VTT-S-05774-06 and 968/M 350.00/12 by TÜV Rheinland Industrie Service GmbH.**
17. **Special conditions for safe use**
1. In the case of Exe- and ExnA-motors, the end user has to confirm that the installation of measurement circuit is installed according to area classification. E.g. in Exe- and ExnA-motors PTC-sensors shall be certified together with the motor according to requirements of the type of protection.
  2. The allowed ambient temperature range is -10°C...+50°C.
18. **Essential Health and Safety Requirements**
- Assessment using standards referred in point 9 have confirmed compliance with the Directive 94/9/EC, Annex II and in particular point 1.5. The device themselves are to be installed outside potentially explosive atmospheres (article 1, section 2 of the Directive).

---

Certificate without signatures shall not be valid.

This certificate, including the schedule, may only be reproduced in its entirety and without any change.



Certificate history

Issue	Date	Report No.	Comment
-	19.6.2006	VTT-S-05774-06	Prime certificate
Supplement 1 and 2	26.6.2008 and 6.4.2010		The introduction of new revisions and STO function
1	26.4.2012	968/M 350.00/12	The introduction of M-Platform STO-function and changing equipment name and type designation. Updating the certificate with the latest edition of relevant standards

Espoo 26.4.2012

**VTT Expert Services Ltd**

Olavi Nevalainen  
Deputy Service Manager



Risto Sulonen  
Product Manager

Certificate without signatures shall not be valid.

This certificate, including the schedule, may only be reproduced in its entirety and without any change.

## 2. 概述

**另请注意！** 这些都属于原始说明书。

**另请注意！** 设计与安全相关的系统要求具有专业知识和技能。仅允许合格的人员安装和设置 OPTBJ 板。

本文件涵盖了 OPTBJ 选件板 70CVB01380 的功能以及 Vacon 100 控制板 70CVB01582。

OPTBJ 选件板与 Vacon 100 控制板为 Vacon 100 产品提供了以下安全功能。

在本手册中，使用了以下与安全相关的缩写词和表达方式。

<b>SIL</b>	安全完整性水平
<b>PL</b>	性能水平
<b>PFH</b>	每小时危险的随机硬件故障发生概率
<b>类别</b>	安全功能的指定架构（源自 EN ISO 13849-1:2006）
<b>MTTF<sub>d</sub></b>	危险故障的平均时间
<b>DC<sub>avg</sub></b>	平均诊断覆盖率
<b>PDF<sub>avg</sub></b>	即时故障的平均概率（随机硬件）
<b>T<sub>M</sub></b>	持续运行时间

### 安全转矩关断 (STO)

基于硬件的“Safe Torque Off”安全功能可以防止变频器使电机轴产生转矩。根据以下标准的要求使用 STO 安全功能：

- EN 61800-5-2 安全转矩关断 (STO) SIL3
- EN ISO 13849-1 PL“e” 第 3 类
- EN 62061: SILCL3
- IEC 61508: SIL3
- 该功能亦对应于 EN 60204-1 第 0 类停机的非可控停机
- STO 安全功能通过 TÜ Rheinland 的认证 \*

**另请注意！** STO 功能与防止意外启动功能不同。为了满足这些要求，根据相应的标准和应用要求，必须提供额外的外部部件。必要的外部部件示例：

- 合适的可锁定开关
- 实现重置功能的安全继电器

**另请注意！** OPTBJ 的安全功能不符合 EN 60204-1 要求的紧急切断。

**另请注意！** 请勿将 STO 功能用作变频器的标准停机功能。

**另请注意！** 在 IGBT 发生故障的情况下，永久磁铁电机的轴最多可沿电机磁极旋转 180 度。

**另请注意！** 如果无法保证 2 级污染，请使用 IP54 保护类型。



**小心！** OPTBJ 板及其安全功能无法通过电气方式把变频器输出与主电源供电相隔离。如果需要在驱动器、电机或电机接线上完成电气操作，变频器应与主电源供电完全隔离，例如，可以使用外部电源切断开关。参见 EN60204-1 第 6.3 节中的示例。

## 安全停机 1 (SS1)

所提供的 SS1 安全功能符合变频器安全标准 EN 61800-5-2 的 C 型（C 型：“经过应用程序指定的延时后，PDS(SR) 启动电机制动并且启动 STO 功能”）。

根据以下标准的要求使用 SS1 安全功能：

- EN 61800-5-2 安全停机 1 (SS1) SIL2
- EN ISO 13849-1 PL"d" 第 3 类
- EN 62061: SILCL2
- IEC 61508: SIL2
- 该功能亦对应于 EN 60204-1 第 1 类停机的可控停机

## 电机热敏电阻超温保护（根据 ATE）

使用热敏电阻检测超温。可用作 ATEX 认证电机的跳闸装置。

根据 ATEX 指令 94/9/EC，热敏电阻跳闸功能通过 VTT\*\* 的认证。

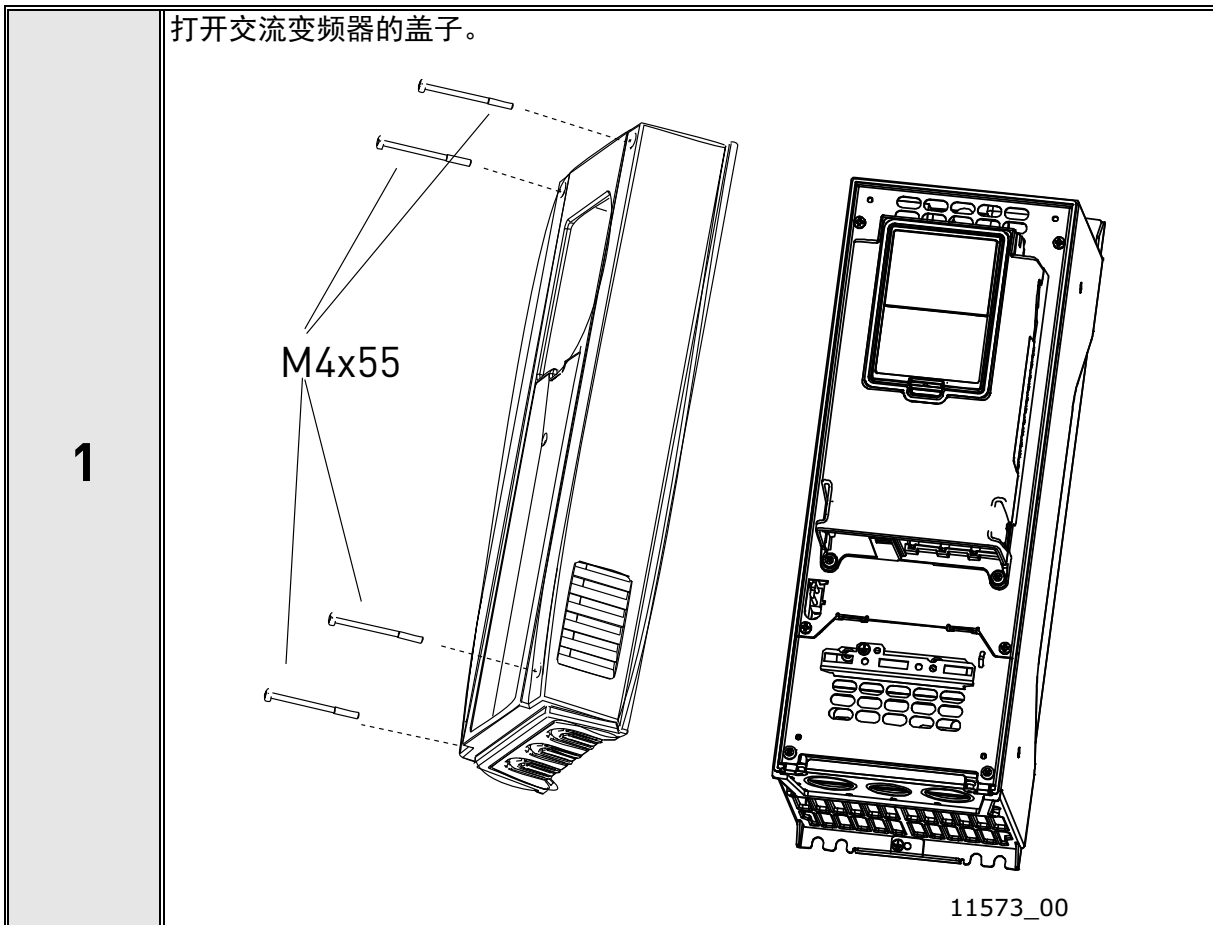
本手册中描述了 OPTBJ 板的所有安全功能。

\*\* VTT = 芬兰技术研究中心

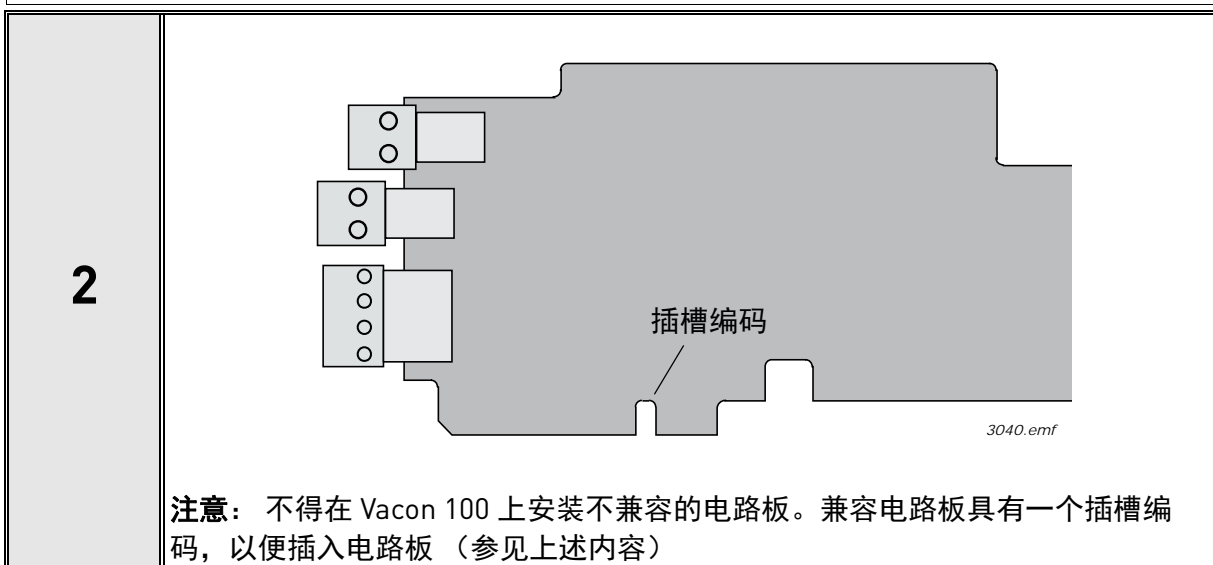
## 2.1 参考

Vacon 100 安装和应用手册可从以下网址下载：[www.vacon.com](http://www.vacon.com) -> 支持和下载 -> Vacon 手册 -> Vacon 100 手册。

### 3. OPTBJ 板的安装

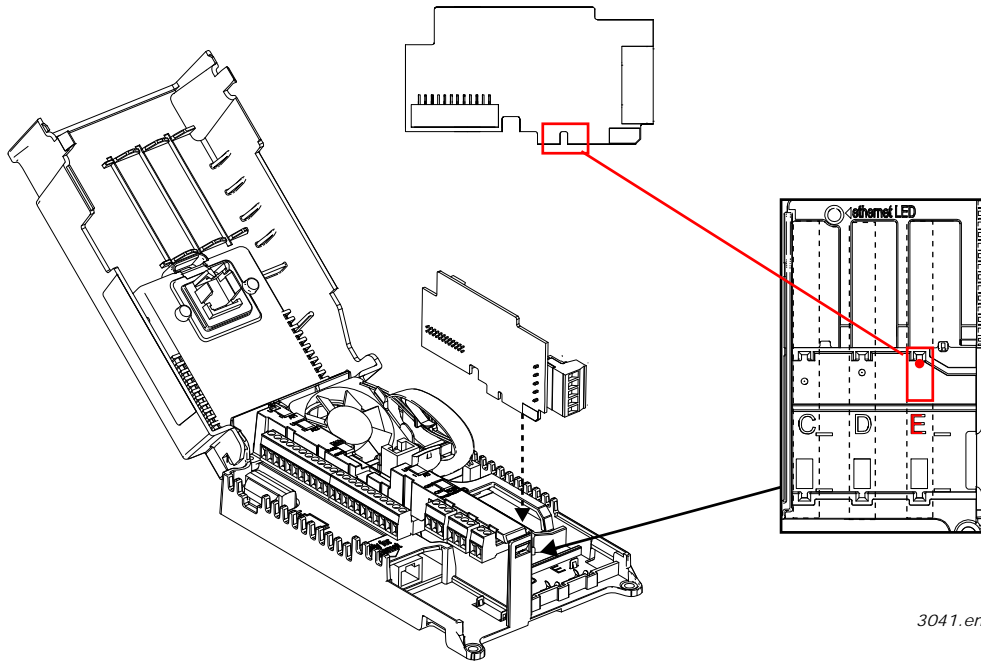


即使断开 Vacon 100 的主电源，继电器输出和其他 I/O 端子也可能存在危险的控制电压。



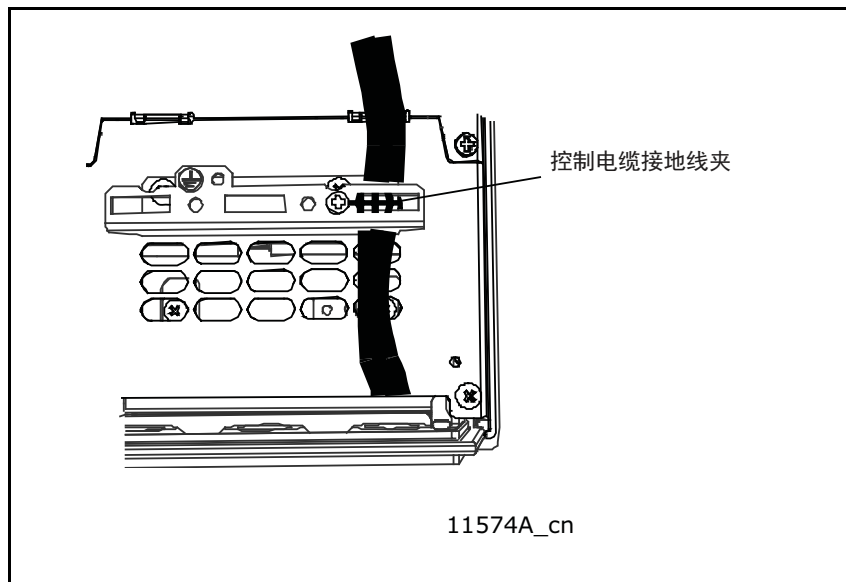
3

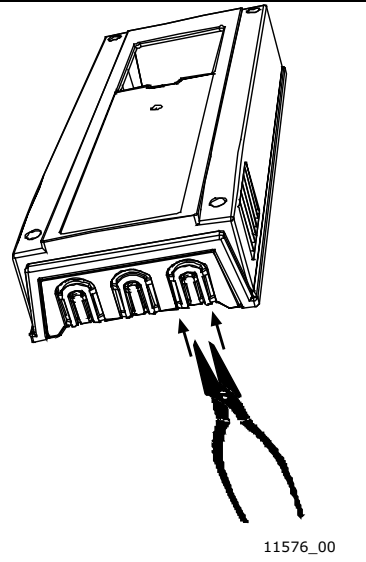
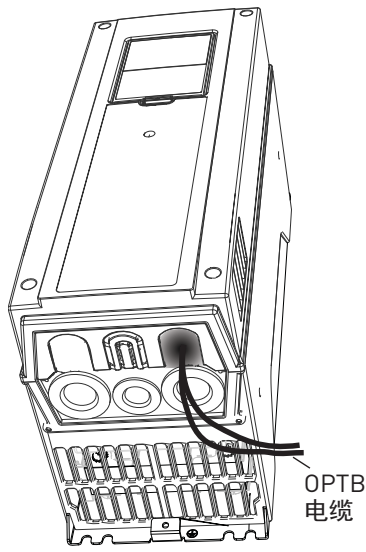
打开内盖，露出选件板插槽，把 OPTBJ 板安装到插槽 E。关上内盖。  
另请注意！参见第 4.1 章，了解跳线设置！



4

使用变频器随附的控制电缆接地线夹，把 OPTBJ 板的屏蔽接到交流变频器的机架上，实现接地。  
另请注意！应使用屏蔽线缆。  
另请注意！应按照最佳实践进行接地。



<p style="text-align: center; font-size: 24pt; font-weight: bold;">5</p>	<p>除非已经连接了其他控制电缆，否则应在交流变频器盖板上切开一个开口，以便让 OPTBJ 电缆穿过（保护分类 IP21）。</p> <p><b>另请注意！</b> 在插槽 E 的一侧切开开口！</p>	 <p style="text-align: right; font-size: 8pt;">11576_00</p>
<p style="text-align: center; font-size: 24pt; font-weight: bold;">6</p>	<p>拆下交流变频器盖板并如图所示布置线缆。</p> <p><b>另请注意！</b> 在规划布线时，应注意使 OPTBJ 电缆和电机电缆之间的距离至少保持 30 cm。建议 OPTBJ 电缆的布线应远离电源线，如图所示。</p>	 <p style="text-align: right; font-size: 8pt;">11572_cn</p>

## 4. OPTBJ 板的布局

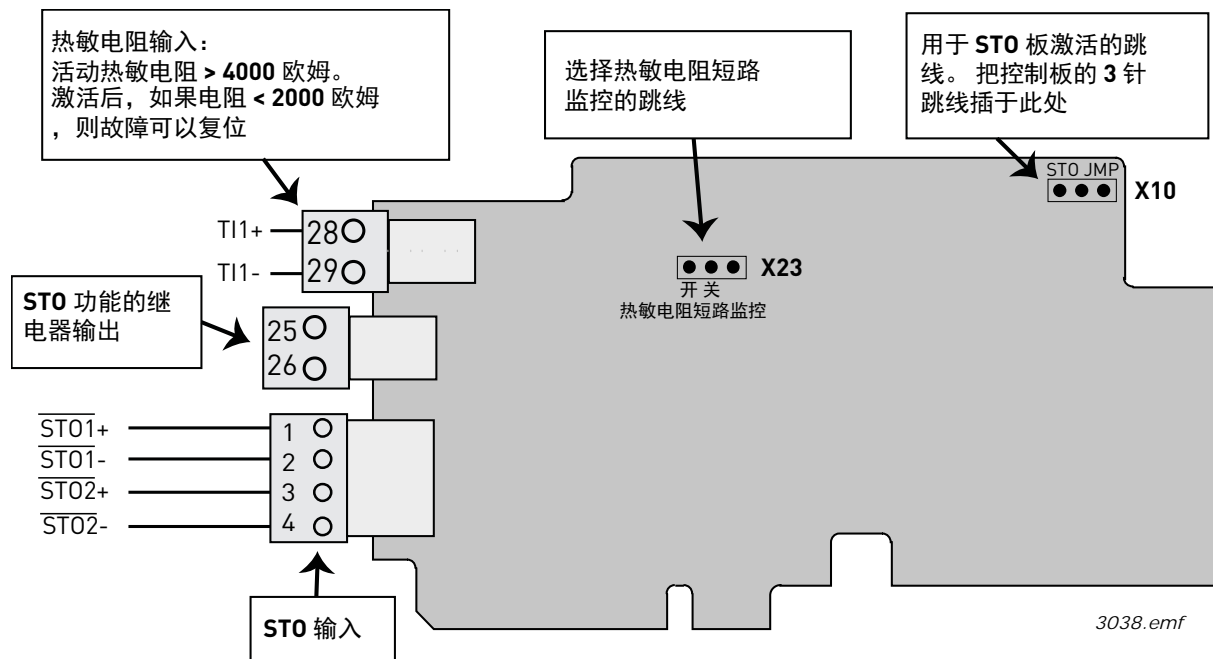


图 1. OPTBJ 板的布局

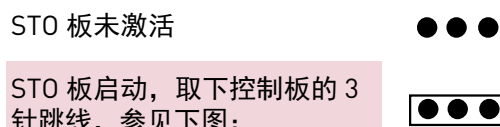
### 4.1 OPTBJ 板的跳线

OPTBJ 选件板上有两个跳线。跳线如下所示：

跳线 X23，短路监控



跳线 X10，STO 板激活



= 出厂默认设置

3039.emf

图 2. OPTBJ 板的跳线

为了启动 OPTBJ 板，需要从变频器控制板上取下三针跳线，然后插到 OPTBJ 板的跳线 X10 上。更多信息，请参见下一章。

**另请注意！** 如果跳线存在问题，请参见第 7.1 章！

## 4.2 Vacon 100 变频器上的 STO 跳线

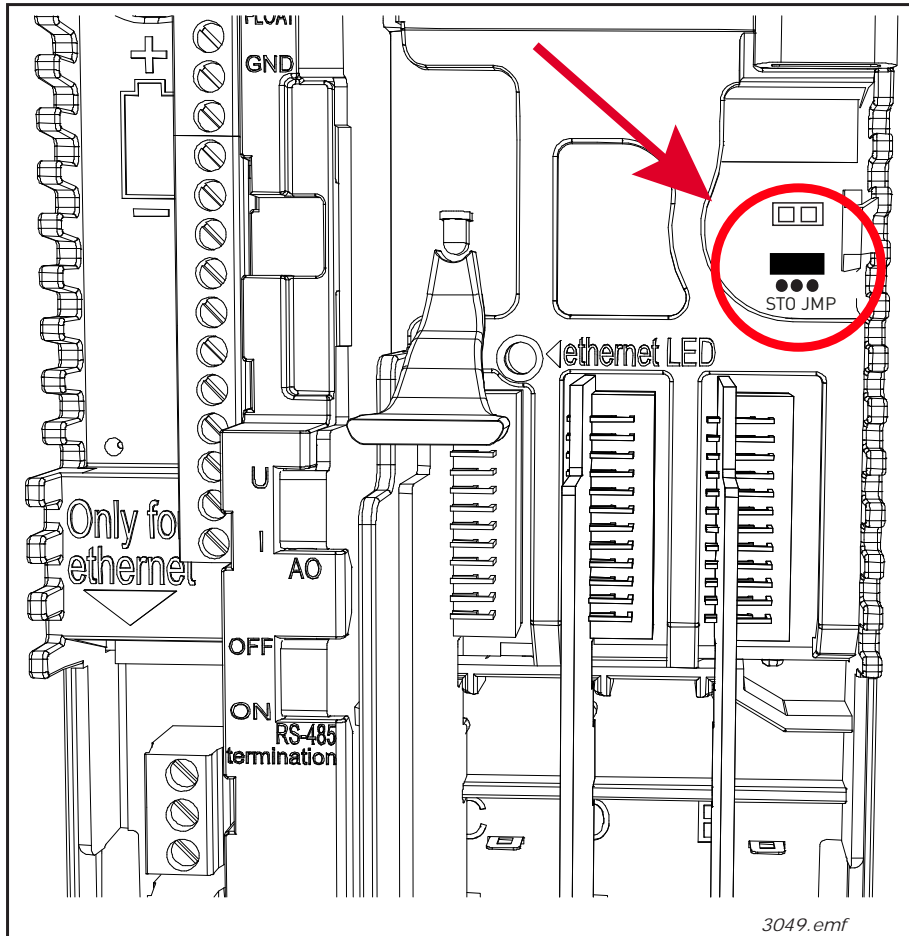


图 3. Vacon 100 变频器上的 STO 跳线位置。打开主盖板和内盖即可露出跳线。



## 5. STO 和 SS1 的安全功能

本章将描述 OPTBJ 板的安全功能，比如技术原理和数据、接线示例和调试。

**另请注意！** 仅使用 STO、SS1 或其他安全功能并不能确保安全。为了确保调试系统的安全，必须实施整体的风险评估。像 OPTBJ 板之类的安全装置应正确连接到整个系统。整个系统的设计应符合行业领域内的所有相关标准。

在诸多标准中提供了设计安全机械和实施风险评估的方法，比如 EN12100 第 1 部分和第 2 部分以及 ISO 14121-1。



**小心！** 本手册中的信息为使用安全功能提供了指导，通过 OPTBJ 选件板与 Vacon 100 控制板配套使用实现了这些安全功能。该信息符合撰写当时的可接受规范和管理条例。不过，最终产品 / 系统设计人员应确保系统的安全性并且符合相关管理条例的要求。

### 5.1 安全转矩关断 (STO) 的原理

OPTBJ 板的 STO 安全功能可以禁止变频器的输出，变频器就不会使电机轴产生转矩。对于 STO，OPTBJ 板具有两种独立且采用电隔离的输出 STO1 和 STO2。

**另请注意！** STO 输入必须连接到 +24V 信号，使变频器可以进入启用状态。

通过禁用变频器调制，即可实现 STO 安全功能。通过 STO1 和 STO2 控制的两个独立路径可以禁用变频器调制，安全相关部件的单一故障不会使安全功能失效。通过禁止门变频器信号输出到变频器电子装置，即可实现上述功能。门变频器输出信号可以控制 IGBT 模块。禁用门变频器输出信号时，变频器将不会使电机轴产生转矩。请参见图 4 和 5。

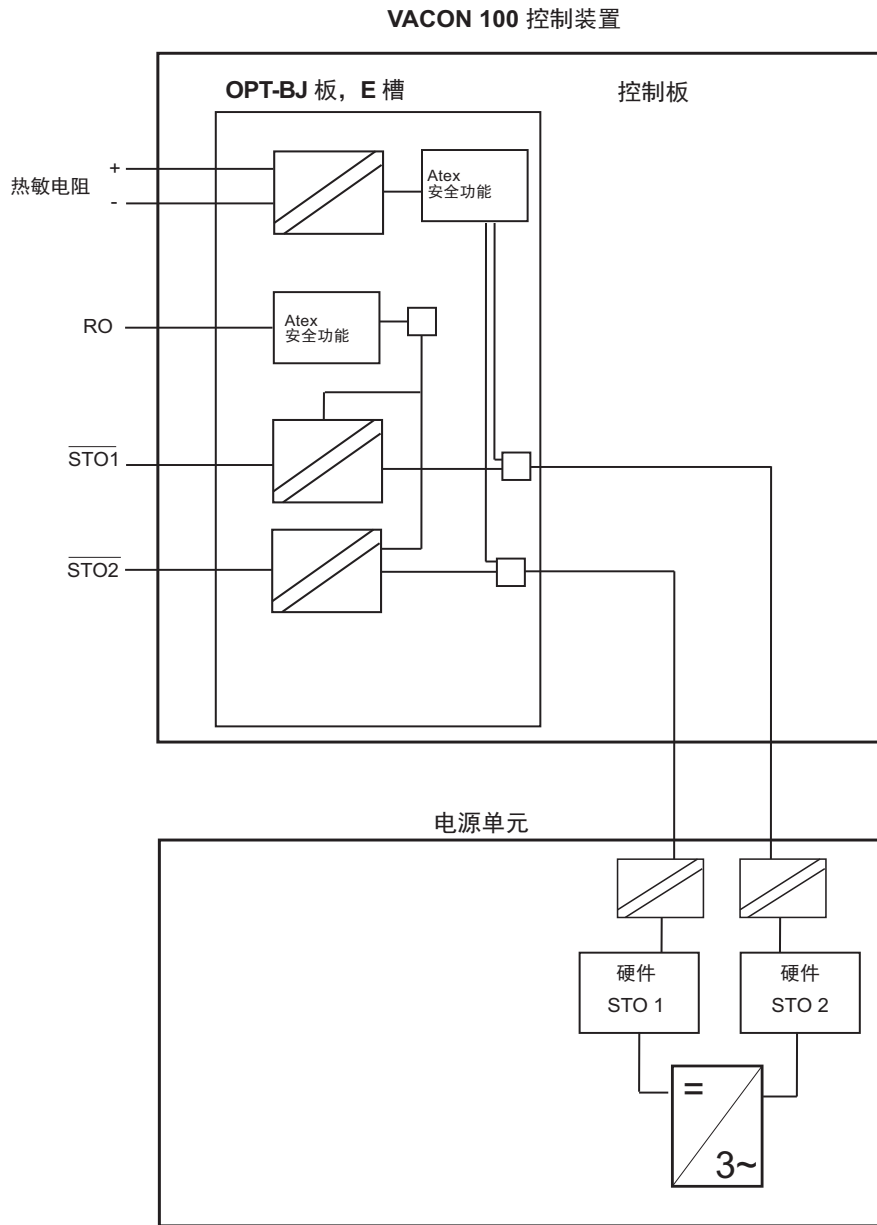
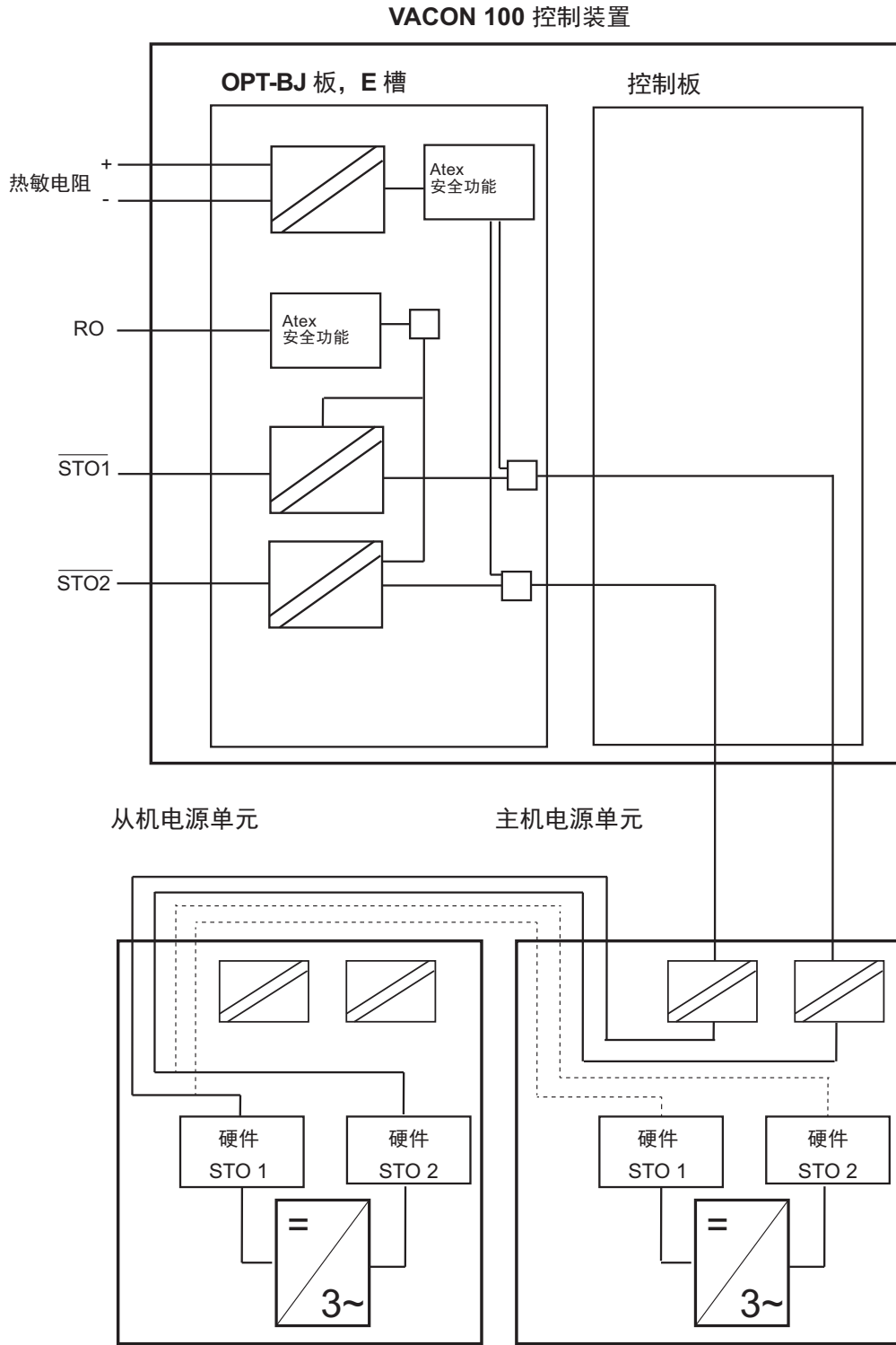


图 4. OPTBJ 板和 Vacon 100 控制板 MR4-10 的 STO 原理

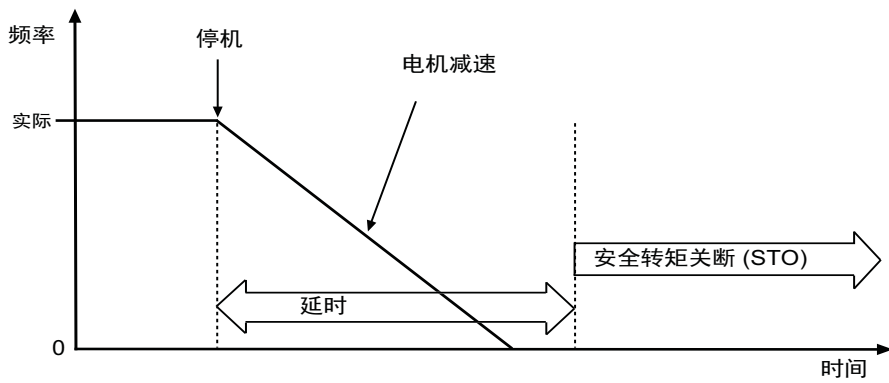


11654\_cn

图 5. OPTBJ 板和 Vacon 100 控制板 MR12 的 STO 原理

### 5.2 安全停机 1 (SS1) 原理

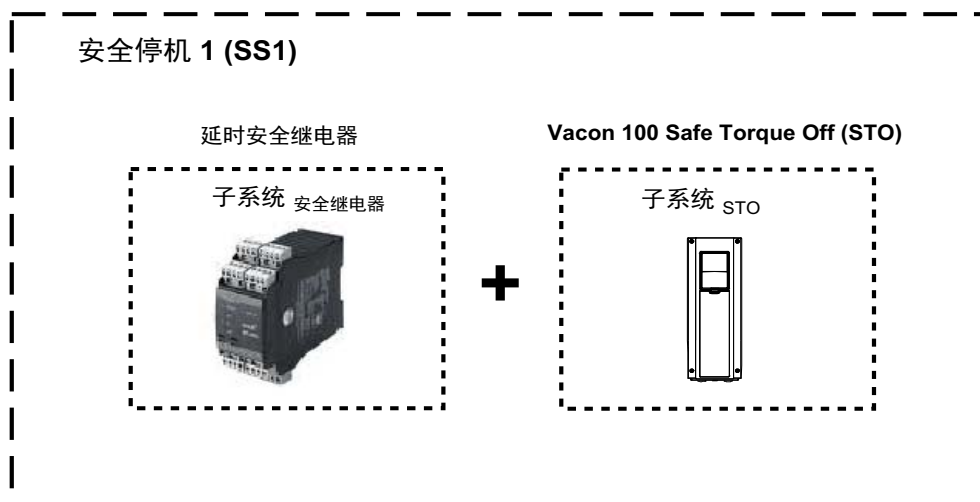
接收到安全停机命令后，电机开始减速，且 SS1 安全功能在用户设定的时间延迟后启动 STO。



11578\_cn

图 6. 安全停机 1 (SS1) 原理 (EN 61800-5-2, c 型 SS1)

安全停机 1 (SS1) 的安全功能包括两个与安全相关的子系统，即外部延时安全继电器和 STO 安全功能。这两个子系统相结合，构成了安全停机 1 的安全功能，如图 7 中所示。



11579\_cn

图 7. 安全停机 1 (SS1) 的安全功能

图 8 显示了安全停机 1 安全功能的连接原理，如图 6 所示。

- 延时安全继电器的输出连接到 STO 输入。
- 安全继电器独立的数字输出连接到 Vacon 100 变频器的通用数字输入。通用数字输入应经过编程，以便执行变频器停机命令并在不存在延时的情况下启动变频器停机功能（应设定为“斜坡停机”），且使电机制动。如果要求实现图 6 中的 SS1 动作，在接收到停机信号时，应确保启动斜坡停机。系统设计人员应对此进行验证。

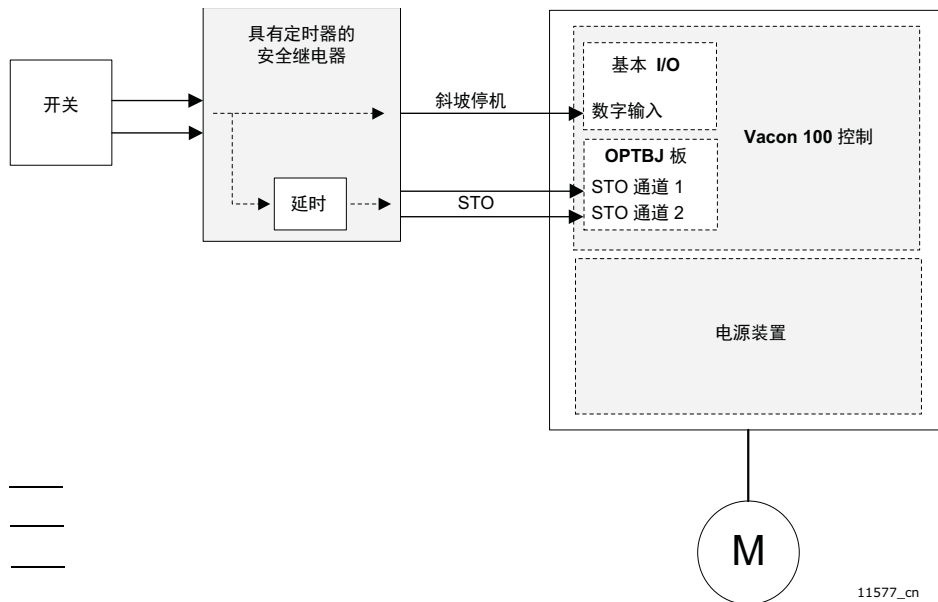




图 8. 安全停机 1 (SS1) 的连接原理

	<p><b>小心！</b> 系统设计人员 / 用户应了解并设定安全继电器的延时，该设置因工艺 / 机器不同而有所不同。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 延时的设置值应大于变频器的减速时间*。电机的减速时间取决于工艺 / 机器。</li> <li>• 应根据工艺 / 机器正确设置变频器的停机功能。启动 SS1 的安全功能后，将会执行变频器中配置的停机动作。在 Vacon 100 默认的应用程序软件中，建议为此使用“快速停机”功能。</li> </ul> <p>* 如果发生单一故障，变频器可能无法减速，但在设定的延时后，将只能被置于 STO 模式。</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>小心！</b> 应根据应用程序的要求设置控制位置。</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------

参见第 5.3.4 章，了解安全停机 1 的参数化要求，参见第 5.3.5 章，了解安全停机 1 的接线。

## 5.3 技术细节

### 5.3.1 响应时间

安全功能	启动时间	停用时间
安全转矩关断 (STO)	< 20 ms	500 ms

表 1. STO 响应时间

### 5.3.2 连接

除了 STO 输入，电路板上还包括热敏电阻输入。如果未使用热敏电阻输入，则必须禁用。短接端子并且把跳线 X23 设置到“OFF”状态，就可以禁用热敏电阻输入。在第 8.1 章中提供了热敏电阻输入的操作和说明。

端子		技术信息
1	STO1+	隔离 STO 输入 1, +24V +-20% 10... 15mA
2	STO1-	虚拟 GND 1
3	STO2+	隔离 STO 输入 2, +24V +-20% 10... 15mA
4	STO2-	虚拟 GND 2
25	R01	继电器输出 1 (编号)* 开关容量： • 24VDC/8A • 250VAC/8A • 125VDC/0.4A 最小开关负荷：5V/10mA
26	R02	
28	T11+	热敏电阻输入；跳闸 > 4.0 kΩ (PTC)
29	T11-	

表 2. OPTBJ I/O 端子

\* 如果输出继电器的 230VAC 被用作控制电压，应使用单独的隔离变压器为控制电路供电，以便限制短路电流和过电压尖峰信号。采用上述方法，即可避免继电器触点发生粘结。

$V_{STO1+} - V_{STO1-}$	$V_{STO2+} - V_{STO2-}$	STO 状态
0VDC	0VDC	STO 启用
24VDC	0VDC	STO 诊断故障
0VDC	24VDC	STO 诊断故障
24VDC	24VDC	STO 停用

表 3. STO 功能真值表

### 5.3.3 继电器输出

STO 功能处于活动状态时，继电器输出闭合。STO 功能处于非活动状态时，继电器输出断开。当 STO 功能检测到不可重置的诊断故障时，继电器输出将以 1 赫兹的频率切换。

**另请注意！** ATEX 输入对继电器输出无影响。



小心！继电器输出仅可用于诊断 STO 功能。



小心！继电器输出属于非安全相关的功能。

### 5.3.4 根据标准与安全相关的数据

表 4. 安全转矩关断 (STO) 安全相关的数据

	MR4 - MR10	MR12
<b>EN 61800-5-2:2007</b>	SIL 3 PFH = $2.5 \times 10^{-10}$ / 小时 HFT = 1	SIL 3 PFH = $3.1 \times 10^{-10}$ / 小时 HFT = 1
<b>EN 62061:2005</b>	SIL CL 3 PFH = $2.5 \times 10^{-10}$ / 小时 HFT = 1	SIL CL 3 PFH = $3.1 \times 10^{-10}$ / 小时 HFT = 1
<b>EN/ISO 13849-1:2006</b>	PL e MTTF <sub>d</sub> = 2600 年 DC <sub>avg</sub> = 中等 类别 3	PL e MTTF <sub>d</sub> = 1100 年 DC <sub>avg</sub> = 中等 类别 3
<b>IEC 61508:2010, 高要求模式</b>	SIL 3 PFH = $2.5 \times 10^{-10}$ / 小时 HFT = 1	SIL 3 PFH = $3.1 \times 10^{-10}$ / 小时 HFT = 1
<b>IEC 61508:2010, 低要求模式</b>	SIL 3 PFD <sub>AVG</sub> (T <sub>M</sub> ) = $2.2 \times 10^{-5}$ / 小时 T <sub>M</sub> = 20 年 HFT = 1	SIL 3 PFD <sub>AVG</sub> (T <sub>M</sub> ) = $2.7 \times 10^{-5}$ / 小时 T <sub>M</sub> = 20 年 HFT = 1

### 安全停机 (SS1) 安全相关数据

另请注意！以下章节仅为组合产品的信息性示例。

SS1 安全功能包括两个具有不同安全相关数据的子系统。子系统包括延时安全继电器，制造商为（举例）PHOENIX CONTACT。以下类型由该制造商提供：

- PSR-SCP-24DC/ESD/5X1/1X2/300 或
- PSR-SPP-24DC/ESD/5X1/1X2/300

更多有关延时安全继电器的信息，请参见制造商的用户手册。

用户手册和证书中的 PSR-SC/PP-24DC/ESD/5X1/1X2/300 安全相关数据：

<b>IEC 61 508</b>	SIL 2
<b>EN 62061</b>	SIL CL 2
<b>DIN EN/ISO 13849-1</b>	PL d 类别 3
<b>PFH</b>	$1,89 \cdot 10^{-9} / \text{小时}$

子系统安全断路器

Vacon 100 STO 安全相关数据：

<b>EN 61800-5-2</b>	SIL 3
<b>EN 62061</b>	SIL CL 3
<b>IEC 61508</b>	SIL 3
<b>DIN EN/ISO 13849-1</b>	PL e 类别 3
<b>PFH</b>	$2,52 \cdot 10^{-10} / \text{小时}$

子系统 Vacon100STO

+

### 安全停机 1(SS1) 安全相关数据：



<b>EN 61800-5-2</b>	SIL 2
<b>EN 62061</b>	SIL CL 2
<b>IEC 61508</b>	SIL 2
<b>DIN EN/ISO 13849-1</b>	PL d 类别 3
<b>PFH</b>	$2,14 \cdot 10^{-9} / \text{小时}$

两个子系统组合后，最高安全完整性水平或性能水平达到下层子系统的水平。

- SIL 2 和 PL d

组合子系统的安全功能 PFH 值是所有子系统 PFH 值的总和。

$$PFH_{SS1} = PFH_{\text{安全继电器}} + PFH_{\text{VACON100 STO}} = 1,89 \cdot 10^{-9} / \text{小时} + 2,52 \cdot 10^{-10} / \text{小时} = 2,14 \cdot 10^{-9} / \text{小时}$$

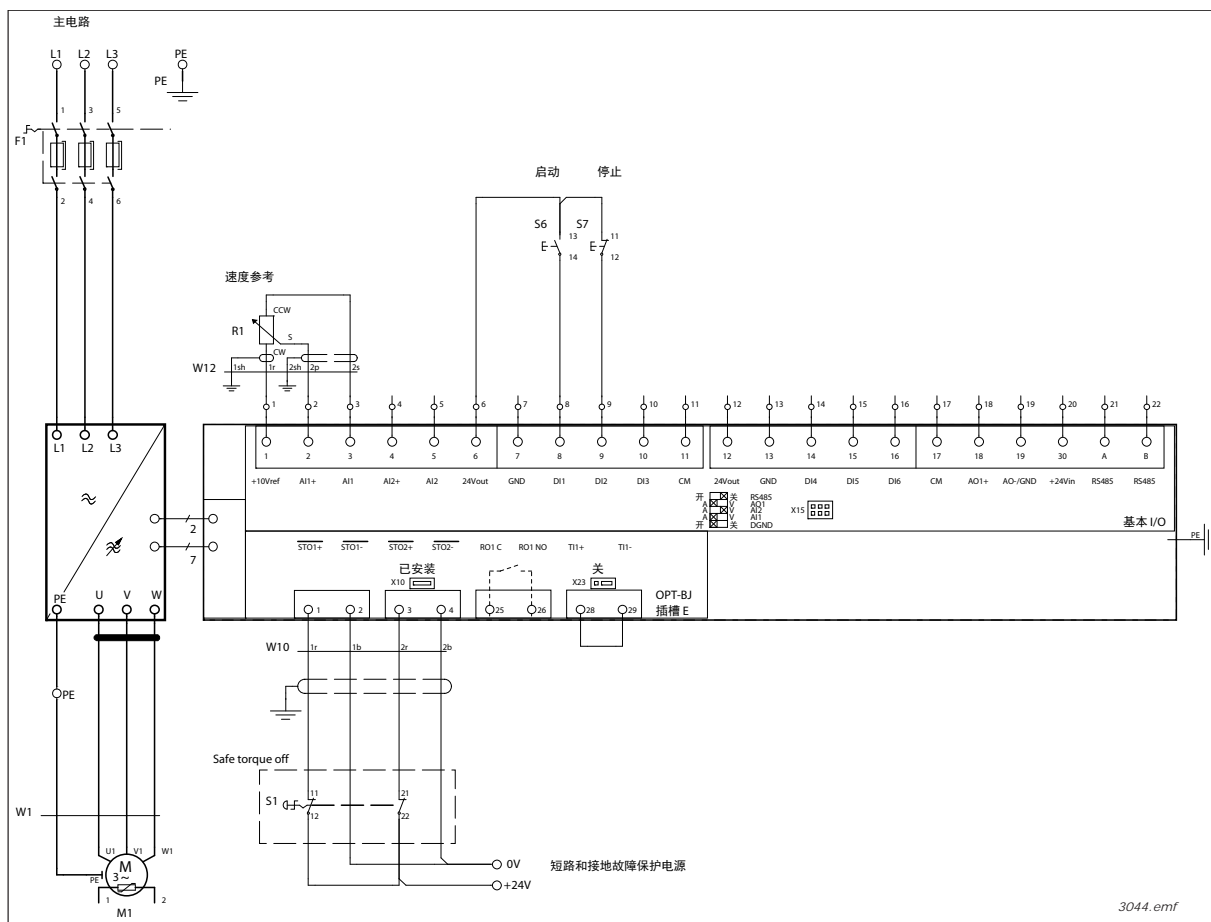
- 结果在 SIL 2 和 PL d 的要求之内。



### 5.3.5 接线示例

本章的例子显示了 OPTBJ 板接线的基本原理。在最终设计中，务必遵循当地的标准和管理条例。

#### 示例 1：不具有安全转矩关断 (STO) 重置的 OPTBJ 板



上图显示了不具有重置 Safe Torque Off 安全功能的 OPTBJ 板连接示例。开关 S1 通过 4 根接线连接到 OPTBJ 板，如上所示。

S1 的电源可以来自控制板（上图中的连接器针脚 6 和 7）或者也可以来自外部。

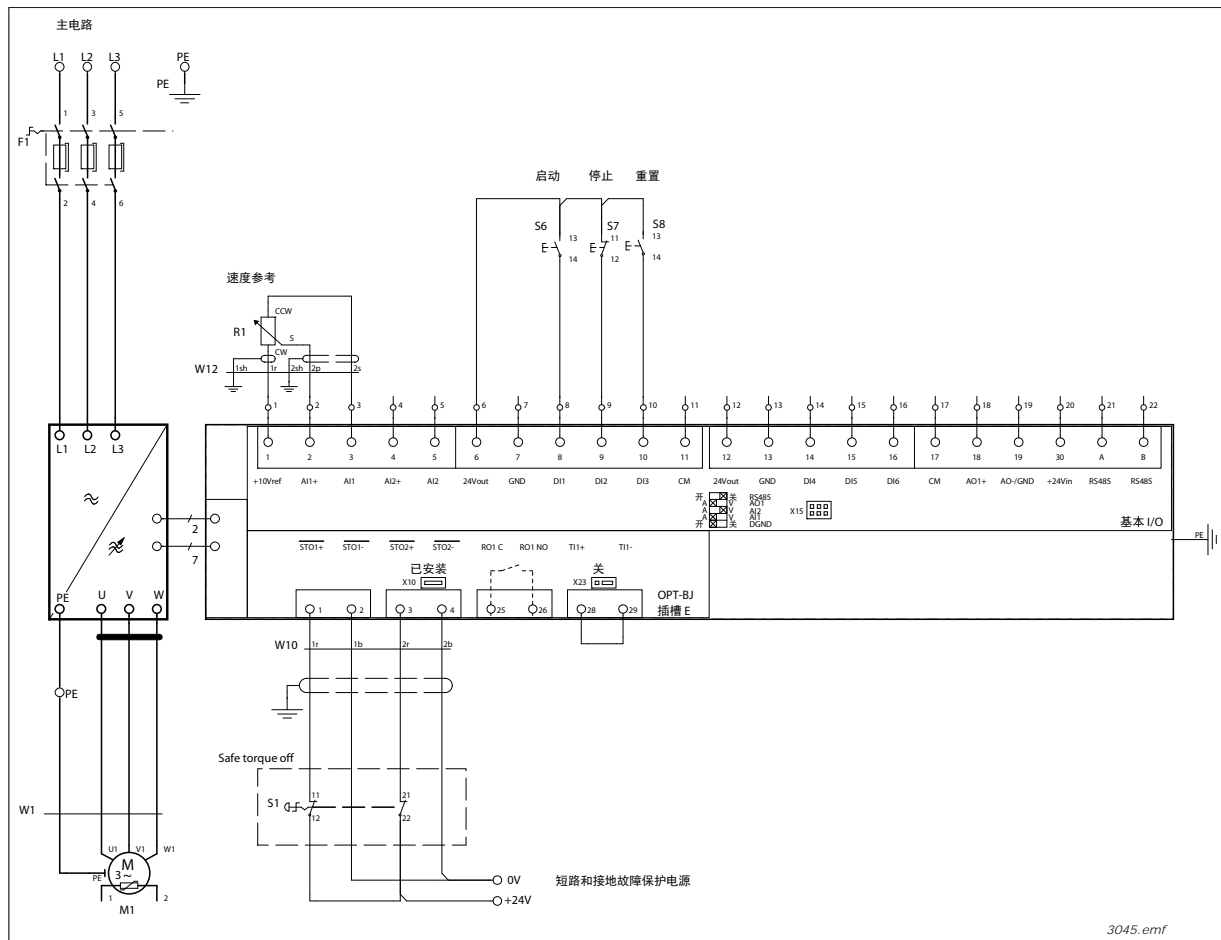
启动开关 S1 时（触点打开），变频器将切换到 STO 状态且电机（如果正在运行）将惯性停机。变频器将指示：“30 SafeTorqueOff”。

如果需要重新启动电机的运行，请执行以下顺序。

- 松开开关 S1（触点闭合）。此时启用了硬件，但变频器继续显示故障“30 SafeTorqueOff”。
- 通过边缘感应重置功能确认开关的释放。变频器恢复到就绪状态。
- 给予一个有效的启动命令即可启动电机的运行。

**另请注意！** Vacon 100 默认的应用程序软件把边缘感应启动用作默认的启动命令，以便避免从 STO 状态意外启动。

**示例 2：具有安全转矩关断重置或 EN 60204-1 停机类别 0 的 OPTBJ 板。**



上图显示了具有重置 STO 安全功能的 OPTBJ 板连接示例。开关 S1 通过 4 根接线连接到 OPTBJ 板，如上所示。例如，接通数字输入 3 (DIN3) 即可实现默认的重置功能。能够根据任何可用的数字输入对重置功能（不属于任何安全功能）进行编程。

如果采用了接地故障和短路保护，S1 的电源可以来自控制板（上图中的连接器针 6 和 7）或者也可以来自外部。

启动开关 S1 时（触点打开），变频器将切换到 STO 状态且电机（如果正在运行）将惯性停机。变频器将指示：“30 SafeTorqueOff”。

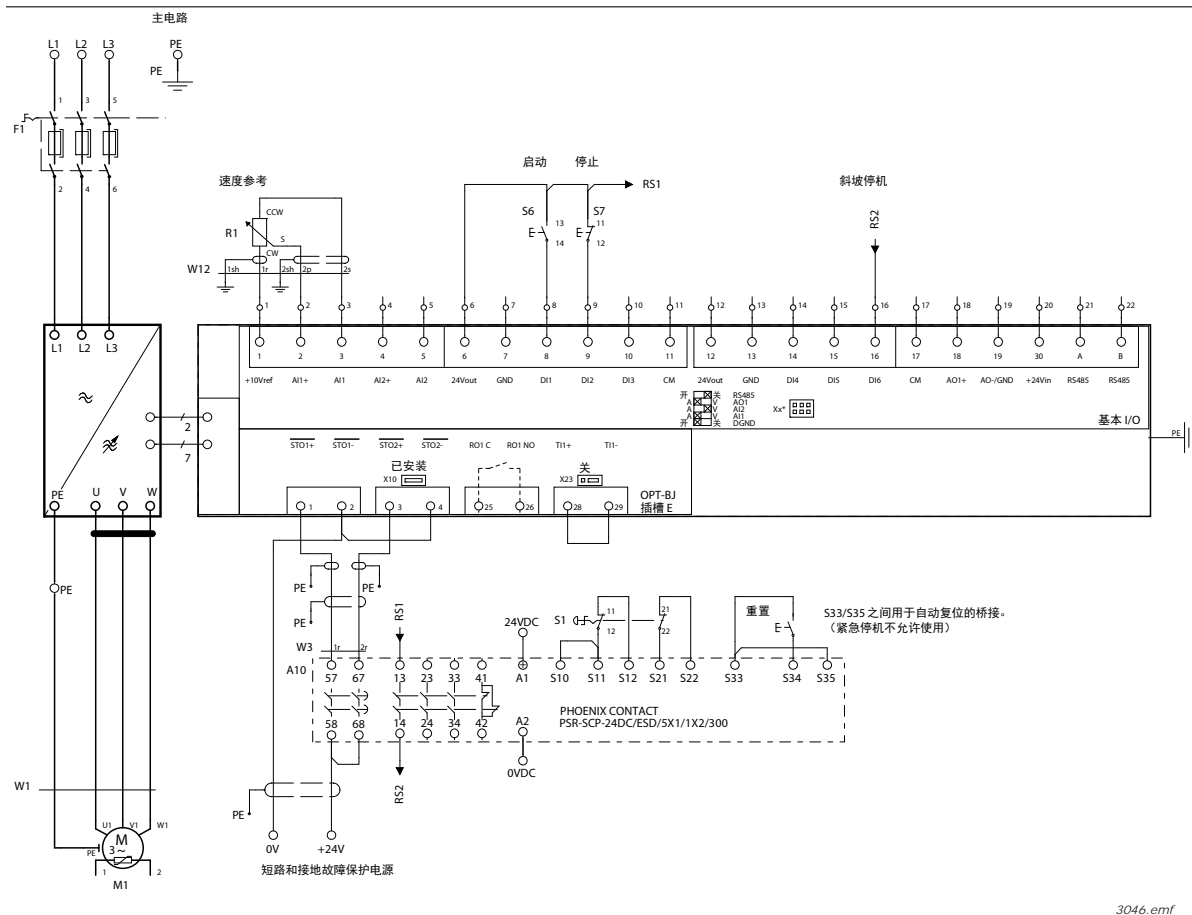
如果需要重新启动电机的运行，请执行以下顺序。

- 松开开关 S1 (触点闭合)。此时启用了硬件，但变频器继续显示故障 "30 SafeTorqueOff"。
- 通过边缘感应重置功能确认开关的释放。变频器恢复到就绪状态。
- 给予一个有效的启动命令即可启动电机的运行。

**另请注意！** Vacon 100 默认的应用程序软件把边缘感应启动用作默认的启动命令，以便避免从 STO 状态意外启动。

**另请注意！** 对于遵循停机类别 0 的 EN 60204-1 紧急停机，需要使用紧急停机按钮。

**示例 3：具有 SS1 和安全重置或 EN 60204-1 类别 1 的 OPTBJ 板。**



上图显示了 OPTBJ 板的连接示例，可以实现具有外部安全继电器模块和安全重置的 SS1 安全功能。

外部安全继电器模块连接到开关 S1。开关 S1 使用的电源 230 VAC 仅是一个示例。安全继电器模块通过 4 根接线连接到 OPTBJ 板，如上图所示。

启动开关 S1 时（触点打开），变频器将切换到 STO 状态且电机（如果正在运行）将惯性停机。变频器将指示：“30 SafeTorqueOff”。

如果需要重新启动电机的运行，请执行以下顺序。

- 松开开关 S1（触点闭合）。此时启用了硬件，但变频器继续显示故障“30 SafeTorqueOff”。
- 通过边缘感应重置功能确认开关的释放。变频器恢复到就绪状态。
- 给予一个有效的启动命令即可启动电机的运行。

有关安全继电器模块的更多信息，请参见安全继电器文件。

**另请注意！** Vacon 100 默认的应用程序软件把边缘感应启动用作默认的启动命令，以便避免从 STO 状态意外启动。

**另请注意！** 对于遵循停机类别 1 的 EN 60204-1 紧急停机，需要使用紧急停机按钮。

## 6. 调试

**另请注意!** 仅使用 STO、SS1 或其他安全功能并不能确保安全。务必确保整个系统的安全性经过确认。

**另请注意!** 用户应负责排除外部接线中的故障。

### 6.1 常规接线说明

- 如果安装了 OPTBJ，应根据具体产品的常规接线说明进行接线。
- 应使用屏蔽线缆连接 OPTBJ 板。
- EN 60204-1 第 13.5 部分：从供电点到负载的压降不得超过 5%。
- 实际上，由于存在电磁干扰，电缆长度最多不得超过 200 米。在嘈杂的环境中，为了避免意外绊倒危险，电缆长度应短于 200 米。

电缆建议：

<b>型号</b>	例如：2x2x0.75mm <sup>2</sup> 低电压，单层屏蔽，双绞线。
<b>最大长度</b>	STO 输入和工作触点相隔 200 米。

## 6.2 调试 OPTBJ 板的检查表

编号	步骤	是	否
1	是否已经实施了系统的风险评估, 并且确保使用 OPTBJ 板的 Safe Torque Off (STO) 或安全停机 1 (SS1) 的安全功能是安全且符合当地的管理条例?		
2	评估中包括检查是否使用外部装置, 比如要求使用机械制动装置吗?		
3	在风险评估中, 根据所要求的安全性能目标 (SIL 或 PL) 设置选择开关 S1 吗?		
4	开关 S1 需要锁定或者固定在 OFF 位置吗?		
5	能够确保开关 S1 的色码和标记符合其既定用途吗?		
6	开关 S1 的外部电源有电源接地故障和短路保护 (根据 EN 60204-1) 吗?		
7	在 IGBT 发生故障的情形下, 永久磁铁电机的轴最多可沿电机磁极旋转 180 度。能够确保采用可以接受这种情况的方式设计系统吗?		
8	是否根据本手册中的说明配置 STO 的跳线?		
9	工艺要求 (包括制动时间) 是否考虑到正确执行安全停机 1 (SS1) 的安全功能, 且进行了相应的设置?		
10	环境中是否可能存在导电污染物 (例如, 导电灰尘)?		
11	如果无法保证 2 级污染, 则必须使用 IP54 保护类型。		
12	是否遵循了具体产品用户手册中的说明?		
13	系统是否需要具有经过安全认证的防意外启动措施? 应由外部安全继电器提供安全功能。		
14	对于系统的设计方式来说, 它是否可以通过 STO 输入激活 (启用) 变频器, 且不会导致变频器的意外启动?		
15	是否仅使用了经过批准的装置和部件?		
16	是 Vacon 100 控制板 70CVB01582 吗? (参见 Vacon 100 控制板上的标签或 Vacon Live 上的“变频器信息”)		
17	是 Vacon 100 系统软件版本 FW0072V002 或更新版本吗? (检查键盘上或 Vacon Live 中的系统软件)		
18	是否建立了常规, 能够确保定期检查安全功能的情况?		
19	是否阅读、理解并认真遵守本手册执行操作?		
20	根据第 5.3 章节的要求正确测试了 STO 和 SS1 的安全功能吗?		

### 6.3 测试安全转矩关断 (STO) 或安全停机 1 (SS1) 的安全功能

**另请注意!** 在测试 STO 或 SS1 的安全功能之前, 应确保检查并填写了检查表 (6.2 第章)。

**另请注意!** 在连接电路板后, 应在操作系统之前采用测试方法确保 STO 或 SS1 的安全功能工作正常。

**另请注意!** 注意 **SS1** 的安全功能, 按照流程的要求, 通过测试确保变频器可以借助于斜坡功能正确停止运行

**另请注意!** 如果在低要求的运行模式中使用了 STO 安全功能, 则至少每年必须定期测试一次。

启用了 STO 安全功能时, 代码: 故障 30 "SafeTorqueOff" 将出现在控制键盘显示屏上。这表示正在使用 STO 安全功能。停用 STO 后, 故障在确认之前一直保持活动状态。

## 7. 维护



小心！如果需要在安装了 OPTBJ 板的变频器上从事保养或修理工作，请遵循第 6.2 章中给出的检查表。



小心！在维护停机或者保养 / 修理期间，OPTBJ 板应从其插槽中拔除。重新连接电路板后，务必确保 STO 或 SS1 安全功能启用且通过测试证明其功能完全正常。请参见章节 6.3。

### 7.1 与安全转矩关断 (STO) 或安全停机 1 (SS1) 的安全功能相关的故障

下表显示了启用 STO 安全功能时产生的常见故障：

故障代码	故障	ID	说明	解决方法
30	SafeTorqueOff	530	STO 通过 OPTBJ 选件板启动	STO 功能已激活。变频器处于安全状态。

对于与 STO 安全功能相关的硬件，下表显示了监控该硬件的软件部分可能产生的故障。如果发生了下列的某些故障，请勿将故障复位：

故障代码	故障	ID	说明	解决方法
30	安全配置	500	STO 跳线安装在控制板上。	<ul style="list-style-type: none"> <li>从控制板上取下 STO 跳线。请参见第 3.1 和 3.1.1 章节。</li> </ul>
30	安全配置	501	在变频器中检测到的 OPTBJ 选件板超过一块。	<ul style="list-style-type: none"> <li>变频器只支持一块 OPTBJ 板。从变频器中取下其他 OPTBJ 板，插槽 E 除外。</li> </ul>
30	安全配置	502	OPTBJ 选件板安装在错误的插槽。	<ul style="list-style-type: none"> <li>OPTBJ 选件板只能安装在插槽 E。把电路板安装在插槽 E。</li> </ul>
30	安全配置	503	控制板上没有 STO 跳线。	<ul style="list-style-type: none"> <li>从变频器中拆除 OPTBJ 板时，把 STO 跳线安装到控制板。请参见第 3.1 和 3.1.1 章节。</li> </ul>
30	安全配置	504	控制板上的 STO 跳线安装中检测到的问题。	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查控制板上 STO 跳线的安装情况。请参见第 3.1 和 3.1.1 章节。</li> </ul>
30	安全配置	505	OPTBJ 板上的 STO 跳线安装中检测到的问题。	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 OPTBJ 板上 STO 跳线的安装情况。请参见第 3.1 和 3.1.1 章节。</li> </ul>
30	安全配置	506	控制板和 OPTBJ 选件板之间的通信发生故障。	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 OPTBJ 板的安装情况。</li> <li>重启变频器。</li> <li>如有必要，可以更换 OPTBJ 板。</li> <li>如果仍发生故障，请联系您附近的经销商。</li> </ul>
30	安全配置	507	硬件不支持 OPTBJ 板。	<ul style="list-style-type: none"> <li>重启变频器。</li> <li>如果仍发生故障，请联系您附近的经销商。</li> </ul>

故障代码	故障	ID	说明	解决方法
30	安全诊断	520	STO 安全功能发生诊断故障。当 STO 输入处于不同状态超过 100 ms 时会发生该故障。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重启变频器。</li> <li>• 如果重启与事无补，应更换 OPTBJ 板。</li> <li>• 如果仍发生故障，请联系您附近的经销商。把故障报告发送给经销商，以便从故障详情中查找更多信息。</li> </ul>
30	安全诊断	521	Atex- 热敏电阻诊断故障。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重启变频器。</li> <li>• 如果重启与事无补，应更换 OPTBJ 板。</li> <li>• 如果仍发生故障，请与您就近的经销商联系</li> </ul>
30	安全诊断	522	Atex- 热敏电阻短路。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查 Atex 热敏电阻的连接</li> <li>• 检查热敏电阻</li> <li>• 重启变频器。</li> <li>• 如果重启与事无补，应更换 OPTBJ 板。</li> <li>• 如果仍发生故障，请与您就近的经销商联系</li> </ul>
30	安全诊断	523	内部安全电路出现问题	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置变频器并重新启动。如果仍发生故障，请联系离您最近的经销商。</li> </ul>
30	安全诊断	524	在安全选件板中检测到过压	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置变频器并重新启动。如果仍发生故障，请联系离您最近的经销商。</li> </ul>
30	安全诊断	525	在安全选件板中检测到欠压	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置变频器并重新启动。如果仍发生故障，请联系离您最近的经销商。</li> </ul>
30	安全诊断	526	在安全选件板 CPU 或内存处理中检测到内部故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置变频器并重新启动。如果仍发生故障，请联系离您最近的经销商。</li> </ul>
30	安全诊断	527	在安全功能中检测到内部故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重置变频器并重新启动。如果仍发生故障，请联系离您最近的经销商。</li> </ul>



## 8. 热敏电阻的功能 (ATEX)

热敏电阻超温监控应符合 ATEX 指令 94/9/EC 的要求。它经过 VTT Finland 的批准，适用于 II 组（证书编号 VTT 06 ATEX 048X），类别 (2)，“G”区（可能存在易爆气体、蒸汽、雾气或空气混合物的区域）以及“D”区（存在可燃性粉尘的区域）。证书编号中的“X”指安全使用的特殊条件。请参见本页最后一个注释里规定的条件。



0537



II (2) GD

它可以在易爆区用作电机的超温跳闸装置（EX 电机）。

**注意！** OPTBJ 板也具有安全转矩关断 (Safe Torque Off, STO) 安全功能。在无须使用 STO 时，输入 ST01+(OPTBJ:1)、ST02+(OPTBJ:3) 将连接到 +24V（例如，Vacon 100 控制板的 6 号针）。ST01-(OPTBJ:2)、ST02-(OPTBJ:4) 将连接到 GND（例如，Vacon 100 控制板的 7 号或 13 号针）。

**另请注意！** 像 OPTBJ 板之类的安全装置应正确连接到整个系统。OPTBJ 板的功能无须适用于所有系统。整个系统的设计应符合行业领域内的所有相关标准。



**小心！** 本手册中的信息为使用热敏电阻的功能提供了指导，用于防止电机在易爆环境中出现过热。不过，最终产品 / 系统设计人员应确保系统的安全性并且符合相关管理条例的要求。



**小心！** 在维护停机或者保养 / 修理期间，OPTBJ 板应从其插槽中拔除。重新插上该板后，通过测试确保热敏电阻的功能正常工作。



**小心！** 在具有 Vacon 100 控制功能的 OPTBJ 板上，热敏电阻的功能是为了防止电机在易爆环境中出现过热。包括 OPTBJ 板在内的变频器不得安装在易爆环境中。

**另请注意！** 安全使用所需的特殊条件（证书编号中的 X）：本功能可以与 Exe-、Exd- 和 ExnA- 型电机配套使用。在使用 Exe- 和 ExnA- 电机时，最终用户应确认已经按照区域分类安装测量电路。例如，对于 Exe- 和 ExnA- 电机，必须根据保护类型的要求对 PTC 传感器与电机一起进行认证。变频器允许的环境温度范围是 -10°C...+50°C。

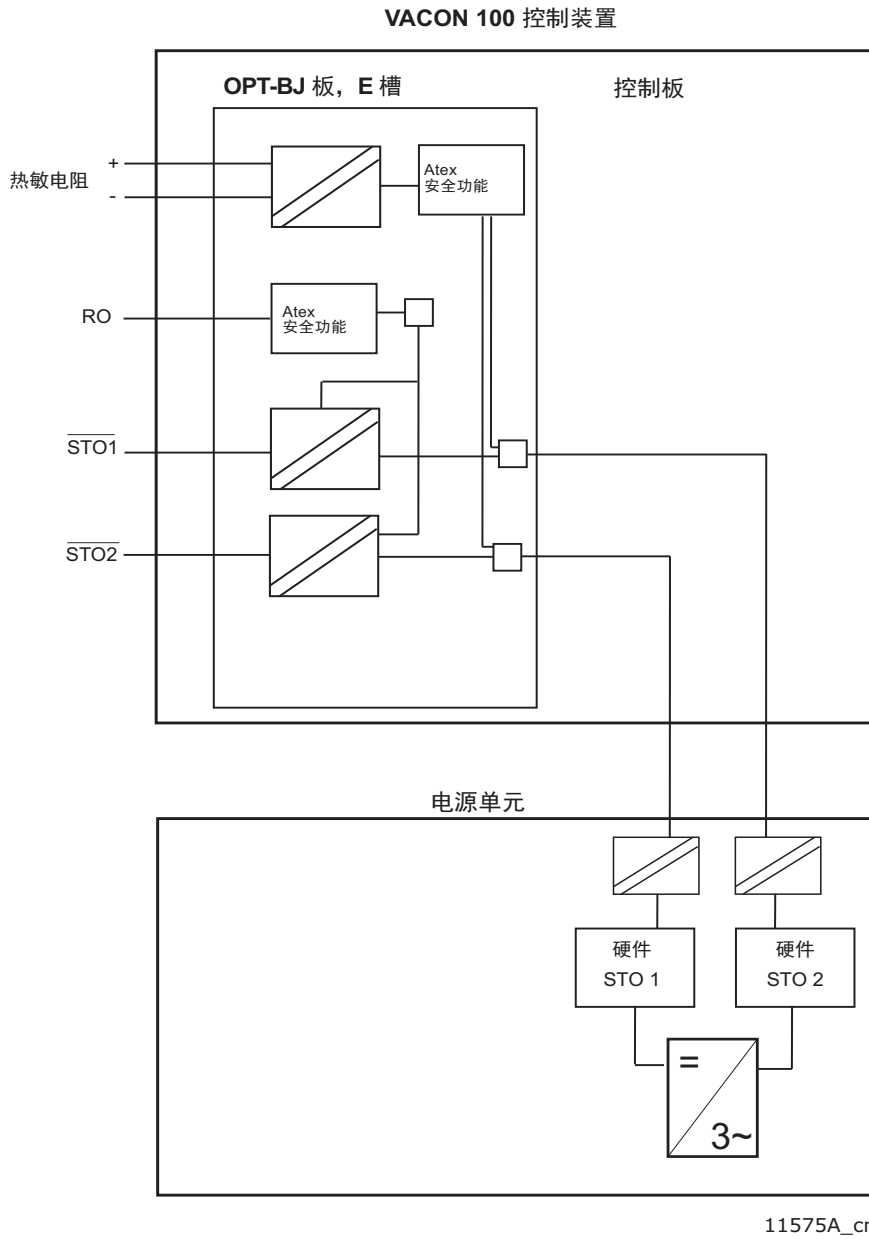
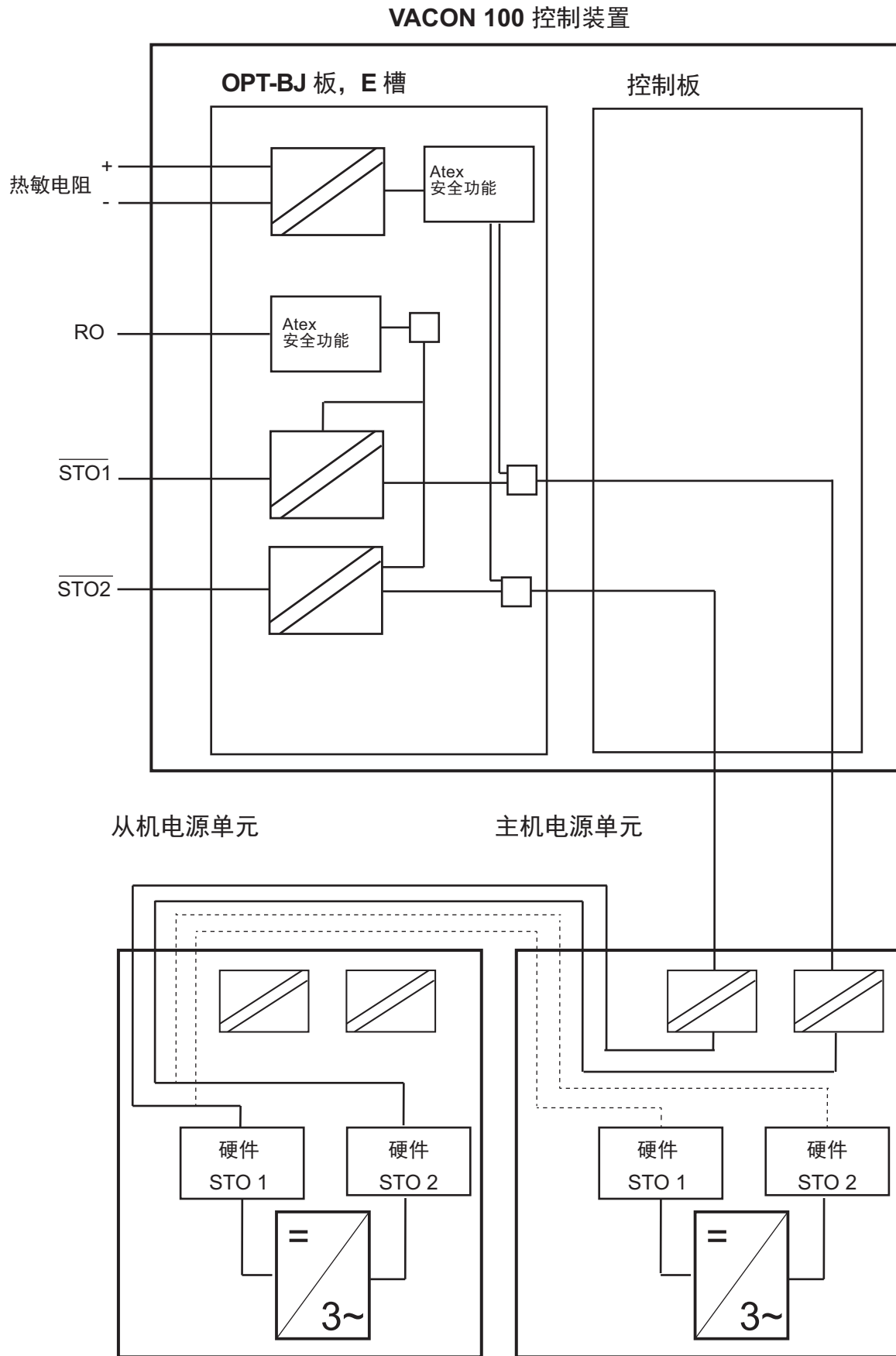


图 9. 配备 OPTBJ 板 MR4-10 的 Vacon 100 频率转换器中热敏电阻的功能原理



11654\_cn

图 10. OPTBJ 板和 Vacon 100 控制板 MR12 的 STO 原理

## 8.1 技术数据

### 8.1.1 功能描述

在 OPTBJ 板上, 热敏电阻监控电路的设计提供了一种稳妥的方法, 在电机热敏电阻超温时, 能够禁用变频器的调制。

通过禁用变频器的调制, 即可断开电机的电源, 避免电机因为持续供电导致温度进一步的升高。

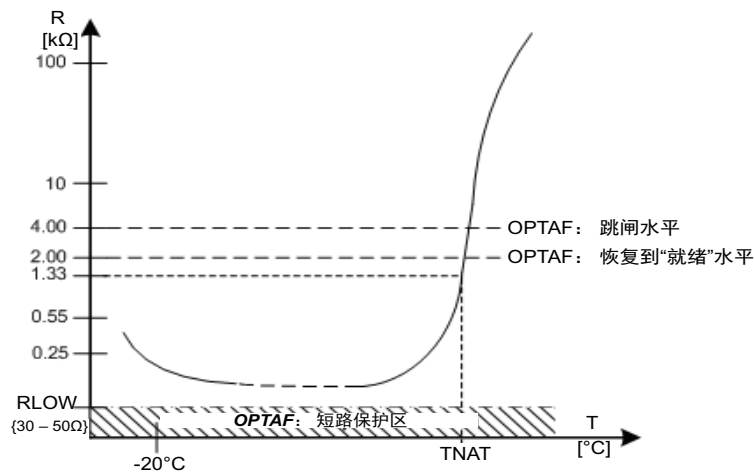
热敏电阻监控电路达到了 ATEX 指令的要求, 它可以直接启动 Vacon 100 的 "STO" 安全功能 (参见图 9), 因此, 提供了一种与软件和参数无关且可以信赖的途径, 能够断开电机的供电。

### 8.1.2 硬件和连接

请参见章节 5.3.2。

热敏电阻 (PTC) 连接在 OPTBJ 板的端子 28(TI1+) 和 29(TI1-) 之间。光耦合器可以隔离热敏电阻的输入与控制板的电压

\* 如果输出继电器的 230VAC 被用作控制电压, 应使用单独的隔离变压器为控制电路供电, 以便限制短路电流和过电压尖峰信号。采用上述方法, 即可避免继电器触点发生粘结。



11580\_cn

图 11. 有关电机保护传感器的典型特征, 请参见 DIN 44081/DIN 440 中的规定

### 8.1.3 Atex 功能

在变频器连接到主电源时, 如果电机温度低于超温限值 (参见图 11), 变频器进入就绪状态。接收到有效的启动命令后, 电机即可启动。

如果电机温度超过超温限值 (参见图 11), 则激活故障 29 (Atex 热敏电阻)。

由于电机超温, 当装在机器中的热敏电阻阻值超过 4 kΩ 时, 变频器的调制功能将在 20ms 内被禁用。

根据图 11, 当热敏电阻下降到低于 2 kΩ 时, 热敏电阻的功能将允许故障复位并且进入就绪状态。

### 8.1.4 短路监控

监控热敏电阻的输入 TI1+ 和 TI1- 是否发生短路。如果检测到短路, 变频器的调制功能将在 20ms 内被禁用, 同时生成故障 30, 安全诊断 (子代码 522)。解决短路问题后, 变频器只能在电源恢复后复位。

分别在 ON 或 OFF 位置插入跳线 X23, 就可以启用或禁用短路监控。跳线出厂默认设置在 ON 位置。

## 8.2 调试

**另请注意！** 仅能由合格的人员执行 OPTBJ 板上的安装、测试和保养工作。

**另请注意！** 不允许在 OPTBJ 板上从事任何修理工作。将发生故障的电路板送返 Vacon 以供分析。

**另请注意！** 建议定期使用 OPTBJ 板上的热敏电阻输入测试 ATEX 的功能（通常每年一次）。测试时应激活热敏电阻的功能（例如，从 OPTBJ 板上拔去 Atex 热敏电阻的插头）。变频器应进入故障状态且显示故障 29（Atex 热敏电阻故障，子代码 280）。

### 8.2.1 常规接线说明

应使用独立的控制电缆连接热敏电阻。不允许使用电机电源线或其他主电路电缆中的接线。应使用带屏蔽的控制电缆。同时，请参见第 3 章。

	无短路监控的电缆最大长度 X23: 关	无短路监控的电缆最大长度 X23: 开
$\geq 1.5 \text{ mm}^2$	1500 米	250 米

### 8.2.2 热敏电阻功能的故障诊断

下表显示了热敏电阻的输入处于活动状态时产生的常见故障 / 警告

故障代码	故障	ID	说明	解决方法
29	Atex- 热敏电阻	280	ATEX 热敏电阻已检测到温度过高。	

参见第 7.1 章节的故障表。

# VACON<sup>®</sup>

[www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)

Vacon Ltd  
Member of the Danfoss Group  
Runsorintie 7  
65380 Vaasa  
Finland

Document ID:



Rev. C1

Sales code: DOC-OPTBJ+DLCN