目錄

1 簡介 2
1.1 本手冊目的 2
1.2 其他資源 2
1.3 功能概述 2
1.4 核可與認證 2
1.5 符號、縮寫與慣例 3
2 安全性 4
2.1 安全符號 4
2.2 合格人員 4
2.3 安全預防措施 4
3 安裝 6
3.1 安全說明 6
3.2 STO 安裝 6
3.3 結合 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 之安裝 6
4 試運行 8
4.1 安全說明 8
4.2 STO 的啟動 8
4.3 STO 與 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 組合的參數設定值 8
4.4 自動/手動重新啟動 8
4.5 STO 試運行測試 8
4.6 系統設定安全性 9
4.7 維修與維護 9
5 應用範例 10
5.1 SISTEMA 數據 10
5.2 包含 Safe Torque Off 之變頻器的緊急停止 - 類別 1, PL c, SIL 1 10
5.3 包含 Safe Torque Off 之變頻器使用安全繼電器的緊急停止 - 類別 3, PL d, SIL 2 11
5.4 包含 Safe Torque Off 之變頻器、安全繼電器與輸出接點的緊急停止 - 類別 4, PL e, SIL 3 12
5.5 多台變頻器的緊急停止 - 類別 3, PL d, SIL 2 13
6 Safe Torque Off (STO) 技術資料 15
索引 16

 Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。

1

1 簡介

1.1 本手冊目的

本手冊提供了在功能安全性應用中使用 Danfoss VLT® 變頻器的相關資訊。手冊中包含了有關功能安全性標準、Danfoss VLT® 變頻器 Safe Torque Off (STO) 功能和相關安裝及試運行，以及 STO 維修和維護之資訊。

VLT® 為已註冊商標。

1.2 其他資源

本手冊的目標對象是已經熟悉 VLT® 變頻器的使用者。其旨在作為以下網址所提供下載之手冊與說明書的補充資訊： *drives.danfoss.com/knowledge-center/technical-documentation/*. 在安裝裝置前，請先閱讀變頻器和/或變頻器選配項目隨附的說明書，並遵循說明進行安全安裝。

1.3 功能概述

1.3.1 簡介

Safe Torque Off (STO) 功能是安全控制系統中的一個元件，能防止裝置產生轉動馬達所需的電力。

注意事項

請適當地選擇和使用安全控制系統中的元件，以便在操作上達到所需的安全度。在安裝和使用 STO 功能之前，請確認已針對安裝進行完整的風險分析，以決定 STO 功能和安全程度是否合宜且足夠。

VLT® 變頻器提供以下特點：

- Safe Torque Off (STO) 功能 (如 EN IEC 61800-5-2 所定義)。
- 停機類別 0 (如 EN 60204-1 所定義)。

變頻器可透過控制端子 37 來整合 STO 功能。

含 STO 功能的 VLT® 變頻器已獲得如下認可，可達到下列所要求的規定：

- EN ISO 13849-1 中的類別 3。
- 在 EN ISO 13849-1 裡的效能水準「d」。
- 在 IEC 61508 與 EN 61800-5-2 裡的 SIL 2。
- EN 62061 裡的 SILCL 2。

1.3.2 涵蓋的產品與標識

下列類型的變頻器提供了 STO 功能：

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301 外殼規格 A1
- VLT® AutomationDrive FC 302
- VLT® Decentral Drive FCD 302
- VLT® Parallel Drive Modules

標識

- 透過檢查銘牌上的裝置類型代碼，確認變頻器已含有 STO 功能完成 (請參閱 *表 1.1*)。

產品	類型代碼
VLT® HVAC Drive FC 102	T 或 U 位於類型代碼的第 18 位數
VLT® Refrigeration Drive FC 103	T 位於類型代碼的第 18 位數
VLT® AQUA Drive FC 202	T 或 U 位於類型代碼的第 18 位數
VLT® AutomationDrive FC 301 外殼規格 A1	T 位於類型代碼的第 18 位數
VLT® AutomationDrive FC 302	X、B 或 R 位於類型代碼的第 18 位數
VLT® Decentral Drive FCD 302	X、B 或 R 位於類型代碼的第 18 位數
VLT® Parallel Drive Modules	T 或 U 位於類型代碼的第 18 位數

表 1.1 類型代碼標識

1.4 核可與認證

我們可提供更多的核可與認證。請聯絡當地的 Danfoss 供應商。

1.4.1 適用標準和合規性

在端子 37 上使用 STO 功能時，使用者必須滿足相關法律、法規及規範等所有安全性規定。

整合的 STO 功能符合以下的標準：

- IEC/EN 60204-1： 2016 停機類別 0 - 未受控制的停機
- IEC/EN 61508： 2010 SIL2
- IEC/EC 61800-5-2： 2016
- IEC/EN 62601： 2015 SIL CL2
- EN ISO 13849-1： 2015 類別 3 PL d

1.5 符號、縮寫與慣例

縮寫	設定值	說明
B_{10d}		直至 10% 的元件出現危險故障為止的循環次數 (針對氣動與機電元件。)
類別	EN ISO 13849-1	類別，等級 “B, 1 - 4”
CCF		一般原因故障
DC		偵測覆蓋率區分成低、中和高。
FIT		一定時間內的故障數： 1E-9/小時
HFT	EN IEC 61508	硬體故障公差： HFT = n 代表 n+1 個故障可能造成安全性功能喪失。
MTTFd	EN ISO 13849-1	故障平均時間 - 危險。單位： 年數區分成低、中和高。
PFH	EN IEC 61508	每小時發生危險性故障的機率。如果安全性裝置是在極嚴苛的條件下作業或是在持續模式下運轉，應考量此值，在此，對安全性相關系統所做的運轉需求頻率是大於每年一次。
PFD	EN IEC 61508	需求時故障的平均機率，用於低需求操作的值。
PL	EN ISO 13849-1	用於指定控制系統的安全相關零件的能力之離散等級，用以在預見的情況下執行安全功能。等級區分成 a 到 e。
PLr		必要效能水準 (特定安全功能的必要效能水準)。
SIL	EN IEC 61508 EN IEC 62061	安全性完整程度
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	安全停機 1
SRECS	EN IEC 62061	安全相關電氣控制系統
SRP/CS	EN ISO 13849-1	控制系統的安全相關零件
PDS/SR	EN IEC 61800-5-2	電力驅動系統 (安全相關)

表 1.2 與「功能安全性」相關的縮寫字

慣例

編號清單表示程序。 項目清單表其示圖例的其他資訊與說明。

斜體字表示：

- 參照索引。
- 連接。
- 參數名稱。
- 註腳。
- 參數群組。
- 參數選項。
- 警報/警告。

圖中所有尺寸單位皆為公制和英制 (括弧內)，例如： mm (in)。 星字符號 (*) 表示參數的預設設定。

 Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。

2 安全性

2

2.1 安全符號

本指南使用了以下的符號：

⚠警告

表示可能會導致人員傷亡的潛在危險狀況。

⚠小心

表示可能會導致輕度或中度傷害的潛在危險狀況。也可用於危險施工方式的警示。

注意事項

表示重要訊息，包含可能會損及設備或財產的狀況。

2.2 合格人員

唯有經技術認證者能對產品進行組裝、安裝、程式設計、試運行、維護和淘汰。具備經認證技能的人員

- 為合格電氣工程師，或已從合格電氣工程師接受訓練課程的人員，且具備適當的裝置、系統、工廠和機械之操作經驗，並符合安全技術的一般標準和方針。
- 熟悉有關健康和安全/意外預防方式的基本規定。
- 已閱讀並瞭解本手冊中的安全方針，以及變頻器操作說明書中的指示。
- 瞭解適用於特定應用的一般性與專業標準。

電力驅動系統 (安全相關) (PDS(SR)) 之使用者需為下列幾點負責：

- 應用的危險和風險分析。
- 識別所需的安全功能，並分配 SIL 或 PLr 至每個功能。
- 其他子系統和來自它們之信號和命令的有效性。
- 設計適當的安全相關控制系統 (硬體、軟體和參數設置等等)。

保護措施

- 安全性工程系統僅可由合格的技術人員進行安裝與試運行。
- 於符合 IEC 60529 標準之 IP54 機櫃或相同環境中安裝變頻器。在特殊應用中，可能需要更高的 IP 保護級別。
- 確保已根據 ISO 13849-2 表 D.4，為安全選項與外接安全裝置之間的電纜線提供短路保護。當馬達軸受到任何外力的影響 (如懸吊的負載)，需採取額外的措施 (如安全靜止煞車) 以消除危害。

2.3 安全預防措施

請參閱相關*操作說明書/指南*中*安全性*一章，以瞭解一般安全預防措施。

⚠小心

安裝 Safe Torque Off (STO) 功能後，請執行 *章 4.5 STO 試運行測試* 中所指明的試運行測試。最初安裝和每次改動安全安裝後，系統必須通過試運行測試。

⚠警告

死亡或重傷風險

若在使用如垂直軸 (懸吊負載) 之情況下，外力作用於馬達上，而且可能因不必要的移動而造成危險 (如因重力而移動)，則務必為馬達加裝額外的防墜落措施。比如安裝額外的機械煞車。

⚠警告

死亡或重傷風險

Safe Torque Off (即移除端子 37 的 24 V 直流電源電壓) 無法提供電氣安全功能。Safe Torque Off 功能本身並不足以實施 EN 60204-1 所定義之緊急關閉功能。緊急關閉功能需要搭配多項電氣絕緣措施，例如透過額外接觸器以關閉主電源。

⚠警告

電擊風險

STO 功能「並未」將主電源電壓與變頻器或輔助電路隔離。唯有在隔離主電源電壓並等候於相關*操作說明書/指南*中*安全性*一章中指定的時間後，才能在變頻器或馬達的電氣零件上作業。未將主電源電壓自裝置隔離並等候指定的時間可能會造成傷亡。

- **請勿利用 Safe Torque Off 功能使變頻器停機。若利用此功能使運行中的變頻器停機，裝置會跳脫並自由旋轉停機。若無法接受此限制 (例如其會引發危險)，則敬請在使用 STO 功能前，利用適當的停機模式使變頻器與機器停機。視應用而定，可能需使用機械煞車。**
- **Safe Torque Off 功能僅適用於在變頻器系統或受影響的機器區域上執行機械作業。它並不提供電氣安全性。Safe Torque Off 功能絕不可用於控制變頻器啟動及/或停機。**

 Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。

⚠小心

自動重新啟動

自動重新啟動僅允許在以下兩種情況其中一種下執行：

- 「避免意外重新啟動」係由 Safe Torque Off 安裝的其他部分來執行的。
- 當 STO 未啟動時，危險區域的存在是可以排除的。特別是必須遵守 ISO 12100: 2010 的 6.3.3.2.5 一節。

⚠警告

死亡或重傷風險

Safe Torque Off 功能可用於非同步、同步與永磁馬達。變頻器的功率半導體可能產生兩種故障。當使用同步與永磁馬達，故障可能造成剩餘旋轉。旋轉的角度可以用以下公式計算：角度= 360/(極數)。使用同步或永磁馬達的應用必須將此剩餘旋轉納入考慮，並確保這不會產生安全風險。對非同步馬達而言，本狀況不會發生。

注意事項

請為每個停機功能進行風險評估，以根據 EN 60204-1 來確定應選擇的停機類別：

- 停機類別 0 的達成方式是透過直接移除致動器，導致未控制的自由旋轉而停機。Safe Torque Off (STO) 功能根據 EN 61800-5-2 實現停機類別 0 停機。
- 停機類別 1 的達成方式是透過電力提供予機器致動器來達到停機目的。根據 EN 61800-5-2 安全停機 1 (SS1)，當停機目的達成後，會自致動器中移除電力。
- 停機類別 2 是一種藉由將電力提供予機器致動器來達成目的的受控制停機方式。停機後電力會呈現保持狀態。

注意事項

當設計機器應用時，必須考量可從自由旋轉至停機的時間安排和距離 (停機類別 0 或 Safe Torque Off)。如需更多有關停機類別的資訊，請參考 EN 60204-1。

 Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。

3 安裝

3.1 安全說明

⚠小心

觸電危險

操作員或電氣安裝者有責任妥善接地並符合所有適用之國家/地區與地方安全規範。

請參閱*章 2 安全性* 和相關變頻器之*操作說明書/指南*。另外，務必遵守馬達製造商所提供的指示。

3.2 STO 安裝

對於馬達連接、交流電主電源連接和控制接線，請遵循變頻器*操作說明書/指南*中的安全安裝指示。

如需搭配經防爆認證的 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 一同安裝，請參閱 *章 3.3 結合 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 之安裝* 。

啟用整合的 Safe Torque Off 功能的方式如下：

1. 移除控制端子 37 與 12 或 13 之間的跳線電線。僅僅切斷或斷開該跳線不足以避免短路。(請參見 *圖 3.1* 上的跳線)

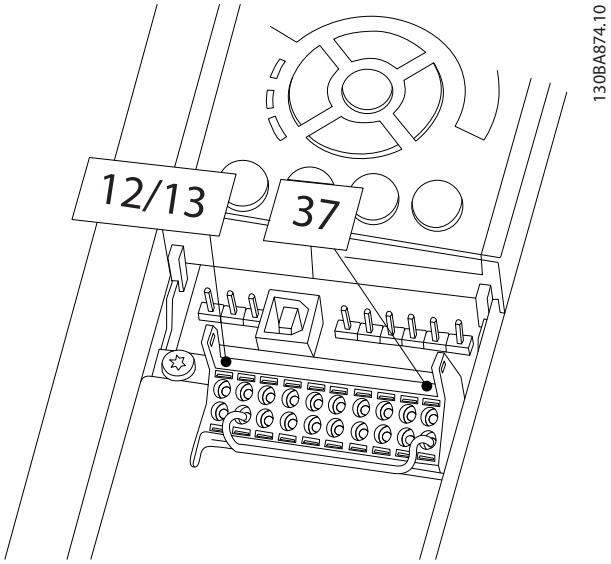


圖 3.1 控制端子 12/13 (24 V) 和 37 之間的跳線 (除了 FCD 302 以外之所有變頻器)

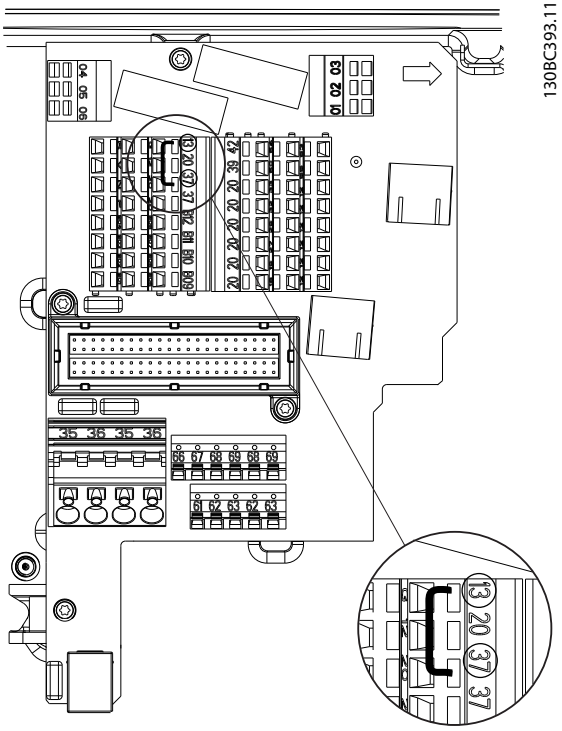


圖 3.2 控制端子 13 (24 V) 和 37 之間的跳線 (FCD 302)

2. 例如，透過 NO 安全性功能將外部安全監控繼電器連接至端子 37 (STO) 及端子 12 或 13 (24 V DC)。連接與應用範例可查看 *章 5 應用範例*。
3. 請按照變頻器*操作說明書/指南*中的指示完成配線。

3.3 結合 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 之安裝

注意事項

唯有 VLT® HVAC Drive FC 102、VLT® AQUA Drive FC 202、VLT® AutomationDrive FC 302 和 VLT® AutomationDrive FC 301 外殼規格 A1 才能結合 VLT® PTC PTC Thermistor CardMCB 112 和 Safe Torque Off 功能。

VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 採用端子 37 作為其安全相關關閉通道。

- 確保 MCB 112 的 X44/12 輸出端已與啟動 Safe Torque Off 的安全相關感測器 (例如緊急停機按鈕和安全防護開關) 進行邏輯「和」運算。這表示只有來自 MCB 112 輸出 X44/12 和來自安全相關感測器的信號皆為「高」時，Safe Torque Off 端子 37 的輸出為「高」(24 V)。

如果 2 個信號中至少 1 個為「低」，則端子 37 的輸出也必須為「低」。

- 確保採用邏輯「與」運算的安全裝置符合所需的安全等級。
- 短路會保護從採用安全邏輯「與」運用之安全裝置的輸出至 Safe Torque Off 端子 37 的連接，請參閱 *圖 3.3*。

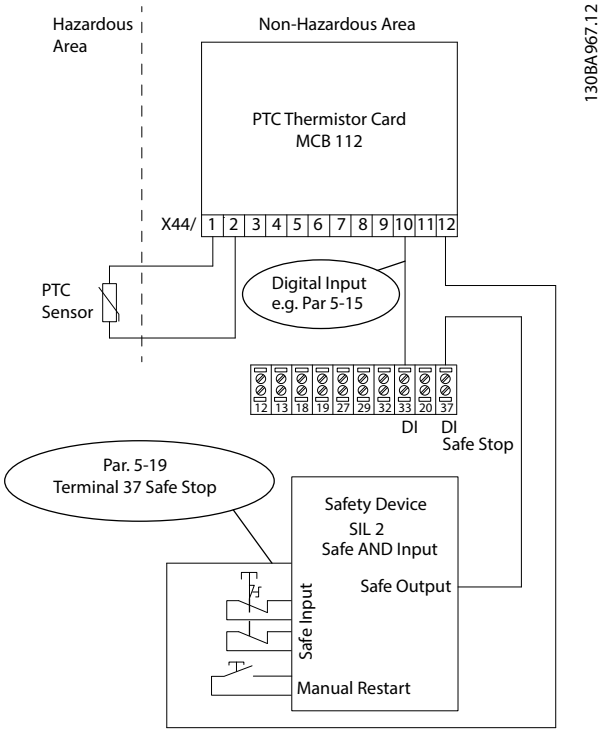


圖 3.3 結合 Safe Torque Off 應用和 MCB 112 應用

圖 3.3 顯示外接安全裝置的重新啟動輸入。這意味著在此安裝中，可將 *參數 5-19 Terminal 37 Safe Stop* 設為值 *[7] PTC 1 與繼電器 W* 或 *[8] PTC 1 與繼電器 A/W*。請參考 *VLT® PTC Thermistor Card* MCB 112 *操作說明書*取得更多詳細資料。

4 試運行

4.1 安全說明

⚠小心

觸電危險

操作員或電氣安裝者有責任妥善接地並符合所有適用之國家/地區與地方安全規範。

請參閱*章 2 安全性* 和相關變頻器之*操作說明書/指南*。另外，務必遵守馬達製造商所提供的指示。

4.2 STO 的啟動

要啟動 STO 功能，只需斷開變頻器端子 37 上的電壓。透過將變頻器連接到提供了安全延時的外接安全裝置，即可獲得屬於安全停機 1 的安裝。當連接至端子 37 時，外接安全裝置必須符合類別/PL 或 SIL 的要求。STO 功能可用於非同步、同步與永磁馬達。

啟動 STO 功能 (端子 37) 時，變頻器會發出警報、使裝置跳脫，並使馬達自由旋轉至停止。必須手動重新啟動。使用 STO 功能至在緊急停機狀況中停止變頻器。若在不需使用 STO 的正常操作模式下，則改用標準停機功能。確保在使用自動重新啟動功能前，已符合 ISO 12100 之 6.3.3.2.5 節的要求。

4.3 STO 與 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 組合的參數設定值

當連接 MCB 112 時，將提供額外的*參數 5-19 Terminal 37 Safe Stop* 選項 (*[4] PTC 1 警報至 [9] PTC 1 與繼電器 W/A*)。

- 選項 *[1]* 安全停機警報*和 *[3] 安全停機警告* 仍然可用，但只適用於不含 MCB 112 或任何外接安全裝置的安裝。
  如果選定 *[1]* 安全停機警報*或 *[3] 安全停機警告*且 MCB 112 被觸發，則變頻器將以*警報 72 危險故障*來回應並安全地自由旋轉馬達，而不自動重新啟動。
- 當使用外接安全裝置時，則不可選 *[4] PTC 1 警報*和 *[5] PTC 1 警告*。這些選項僅適用於 MCB 112 採用 Safe Torque Off 功能的情況。如果選擇了選項 *[4] PTC 1 警報*或 *[5] PTC 1 警告*且外接安全裝置觸發 Safe Torque Off 功能，則變頻器會發出*警報 72 危險故障*並安全地自由旋轉馬達，而不自動重新啟動。
- 若是結合外接安全裝置和 MCB 112，請選擇 *[6] PTC 1 與繼電器 A* 至 *[9] PTC 1 與繼電器 W/A*。

⚠小心

自動重新啟動

當停用外接安全裝置時，選項可用於自動重新啟動。

在選擇 *[7] PTC 1 與繼電器 W* 或 [8] PTC 1 與繼電器 *A/W*，確保：

- **「避免意外重新啟動」係由 Safe Torque Off 安裝的其他部分來執行的，或**
- **當 STO 未啟動時，危險區域的存在是可以排除的。特別是必須遵守 ISO 12100:2010 的 6.3.3.2.5 一節。**

請參閱 *VLT® PTC Thermistor Card* MCB 112 *操作說明書*，以瞭解詳細資訊。

4.4 自動/手動重新啟動

STO 與預設狀態可避免意外重新啟動 (避免重新啟動行為)。若要終止 STO 並恢復正常運作：

1. 重新向端子 37 施加 24 伏特直流電源。
2. 發送復歸信號 (透過總線、數位 I/O 或 [Reset] 鍵)。

藉由將 *參數 5-19 Terminal 37 Safe Stop* 的值從預設值 *[1]* 安全停機警報*設定成值 *[3] 安全停機警告*，將 STO 功能設定為自動重新啟動。
「自動重新啟動」代表 STO 已結束，且正常操作將於 24 V DC 加至端子 37 時繼續執行。不需要復歸信號。

4.5 STO 試運行測試

完成安裝後且在首次運轉之前，請使用 Safe Torque Off 功能執行安裝的試運行測試。
每當修改了含有 STO 功能的系統或應用後，請再次執行這樣的測試。

注意事項

在首次安裝或是對安裝進行每次後續更動後，都需要 STO 功能試運行測試成功。

進行試運行測試的方法：

- 針對不在安全停機後自動重新啟動的應用，遵循*章 4.5.1 STO 應用的重新啟動預防方式* 中的指示說明，或
- 針對在安全停機後自動重新啟動的應用，遵循*章 4.5.2 自動重新啟動 Safe Torque Off 應用*中的指示說明。

 Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。

4.5.1 STO 應用的重新啟動預防方式

應用中*參數 5-19 Terminal 37 Safe Stop*設定為出廠預設值 *[1]* 安全停機警報*或結合式 Safe Torque Off 時，以及 VLT® PTC ThermistorMCB 112 當*參數 5-19 Terminal 37 Safe Stop*設定為 *[6] PTC 1 與繼電器 A 或 [9] PTC 1 與繼電器 W/A*) 時：

1. 當變頻器驅動馬達時，使用中斷裝置將端子 37 的 24 V 直流電源斷開 (即不斷開主電源)。
2. 檢查：
   - 2a 馬達會自由旋轉。
   - 2b 啟動了機械煞車 (如果有連接)。
   - 2c 如果已裝上 LCP 操作控制器，則將*顯示警報 68，安全停機*。
3. 重新向端子 37 施加 24 V 直流電。
4. 確保馬達保持自由旋轉狀態，並且機械煞車 (如果有連接) 保持啟動狀態。
5. 發出復歸信號 (透過總線、數位 I/O 或 [Reset] 鍵)。
6. 確保馬達再次恢復運轉。

如果通過了所有已列步驟，則表示試運行測試成功。

4.5.2 自動重新啟動 Safe Torque Off 應用

應用中*參數 5-19 Terminal 37 Safe Stop*設定為 *[3] 安全停機警告*或結合式 Safe Torque Off 時，以及當 VLT® PTC ThermistorMCB 112 當*參數 5-19 Terminal 37 Safe Stop*設定為 *[7] PTC 1 與繼電器 W 或 [8] PTC 1 與繼電器 A/W*) 時：

1. 當變頻器驅動馬達時，使用中斷裝置將端子 37 的 24 V 直流電源斷開 (即不斷開主電源)。
2. 檢查：
   - 2a 馬達會自由旋轉。
   - 2b 啟動了機械煞車 (如果有連接)。
   - 2c 如果已裝上 LCP 操作控制器，則將顯示*警告 68，安全停機生效*。
3. 重新向端子 37 施加 24 V 直流電。
4. 確保馬達再次恢復運轉。

如果通過了所有已列步驟，則表示試運行測試成功。

注意事項

請參閱 *章 2.3 安全預防措施* 中對重新啟動行為的警告。

4.6 系統設定安全性

- 採取安全措施是使用者的責任。
- 變頻器參數可透過密碼保護。

4.7 維修與維護

要求 PL d 或 SIL2 每 12 個月執行基本功能測試，以偵測 STO 是否有任何故障或失效的情形。建議較低的 PL 或 SIL 應如此。

要進行功能測試，請執行以下步驟 (或適用於該應用的類似方法)：

1. 移除端子 37 的 24 V 直流電壓。
2. 檢查 LCP 是否顯示了*警報 68 ，安全停機*。
3. 確認變頻器使裝置跳脫。
4. 確認馬達正在自由旋轉，並且完全停止。
5. 確認馬達無法啟動。
6. 將 24 V 直流電源電壓重新接回端子 37。
7. 確認馬達並未自動啟動，並只藉由給予復歸信號 (透過總線、數位輸入/輸出或 [Reset] 鍵) 而重新啟動。

 Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。

5 應用範例

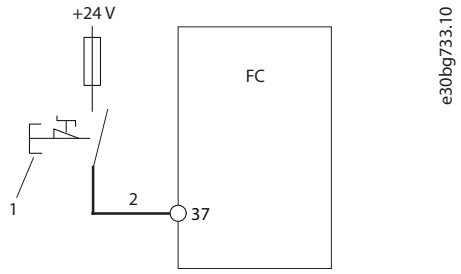
5.1 SISTEMA 數據

評估機器應用的安全完整性軟體工具 (SISTEMA) 是個軟體工具，可全面支援安全相關機器控制的開發者與測試者依據 ISO 13849-1 來評估安全。

功能安全數據能透過數據資料庫來取得，以和 IFA (德國社會意外保險職業安全與健康協會) 的 SISTEMA 計算工具配合使用，以及人工計算數據。SISTEMA 可自以下網址下載取得： *www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/sistema-safety-integrity-software-tool/#overview.*

5.2 包含 Safe Torque Off 之變頻器的緊急停止 - 類別 1，PL c，SIL 1

圖 5.1 顯示包含 Safe Torque Off 之緊急停止 - 類別 1，PL c，SIL 1 應用的範例。



1	緊急停機按鈕
2	短路保護電纜線 (若不在安裝 IP54 配電盤之內)。請參閱 ISO 13849-2 表 D.4 以獲得進一步的資訊。

圖 5.1 包含 Safe Torque Off 之緊急停止 - 類別 1，PL c，SIL 1

安全功能

若發生緊急狀況，會啟動緊急停止裝置。變頻器的 Safe Torque Off (STO) 功能會啟用。遵循停止或緊急停止命令，變頻器會停止。

設計特色

- 電路的使用最高可達類別 1，PL c (ISO 13849-1) 或 SIL 1 (EN 62061 與 IEC 61508)。
- Safe Torque Off (STO) 功能是透過 1 個常關正向作業開關接觸器啟用的 (根據 IEC 60947-1、IEC 60947-5-1 與 IEC 60947-5-5)。
- 若是 PL c，必須計算完整的安全功能 (MTTFd)。
- 使用基本安全原則。
- 用來啟用 Safe Torque Off (STO) 的裝置必須符合選取的類別、PL 或 SIL。

實施緊急停止時，請注意下列要點：

- 應達成應用以及其元件的任何非安全相關的標準。
- 應用設計者應負責選擇合適的元件。
- 必須根據 ISO 13849-2 表 D.4，為在 *圖 5.1* 粗體顯示的電纜線提供短路保護。
- 要達成 PL c，整個安全功能的 MTTFd 與 DC 必須要計算出來。
- 則會知道緊急停止裝置的 B_{10d} 值。B_{10d} 值必須高到足以達成 MTTFd 對應 PL c。

SISTEMA 的實施可使用 Danfoss VLT® 資料庫完成

舉例來說，使用子系統「VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (端子 37)」。不需要編輯資料庫中設定的所有參數。

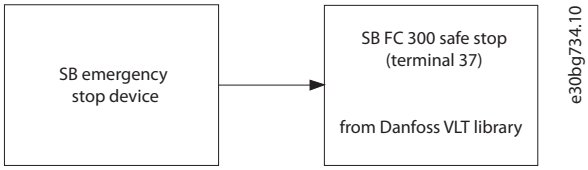
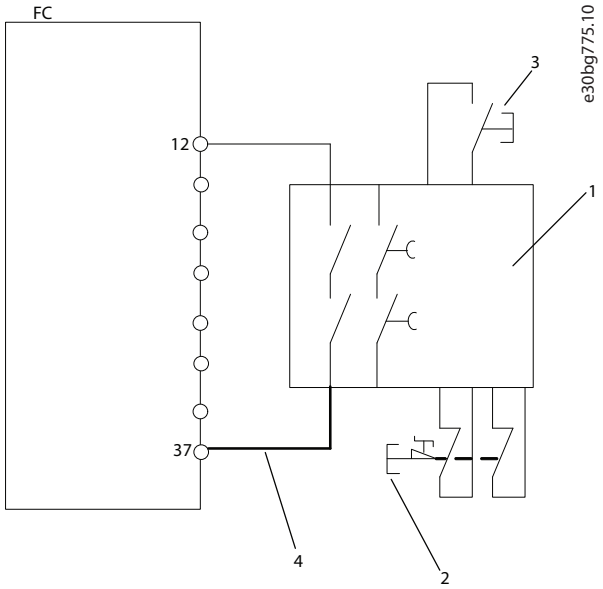


圖 5.2 安全相關區塊圖解

5.3 包含 Safe Torque Off 之變頻器使用安全繼電器的緊急停止 - 類別 3，PL d，SIL 2

圖 5.3 顯示包含 Safe Torque Off 之使用安全繼電器的緊急停止 - 類別 3，PL d，SIL 2 應用的範例。



1	安全繼電器 (類別 3，PL d 或 SIL 2)
2	緊急停機按鈕
3	復歸按鈕
4	短路保護電纜線 (若不在安裝 IP54 配電盤之內)。請參閱 ISO 13849-2 表 D.4 以獲得進一步的資訊。

圖 5.3 符合安全類別 3/PL "d" (ISO 13849-1) 或 SIL 2 (EN 62061 和 IEC 61508) 和停機類別 0 (EN 60204-1) 的安裝範例。

安全功能

若發生緊急狀況，會啟動緊急停止裝置。變頻器的 Safe Torque Off (STO) 功能會啟用。遵循停止或緊急停止命令，變頻器會停止。

設計特色

- 電路的使用最高可達類別 3，PL d (ISO 13849-1) 或 SIL 2 (EN 62061 與 IEC 61508)。
- 若是 PL d，必須計算完整的安全功能 (MTTFd)。
- 使用基本安全原則。
- 用來啟用 Safe Torque Off (STO) 的裝置必須符合選取的類別 PL 和 SIL。

實施緊急停止時，請注意下列要點：

- 應達成應用以及其元件的任何非安全相關的標準。
- 應用設計者應負責選擇合適的元件。
- 必須根據 ISO 13849-2 表 D.4，為在 *圖 5.3* 粗體顯示的電纜線提供短路保護。
- 要達成 PL d，整個安全功能的 MTTFd 與 DC 必須要計算出來。

若使用雙正向切換開裝置，可使用此設定。視安全繼電器而定，也可以將數個啟動裝置連接到 1 個 Safe Torque Off (STO)。

SISTEMA 的實施可使用 Danfoss VLT® 資料庫完成

舉例來說，使用子系統「VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (端子 37)」。不需要編輯資料庫中設定的所有參數。

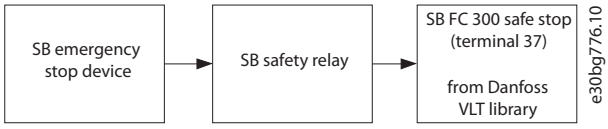
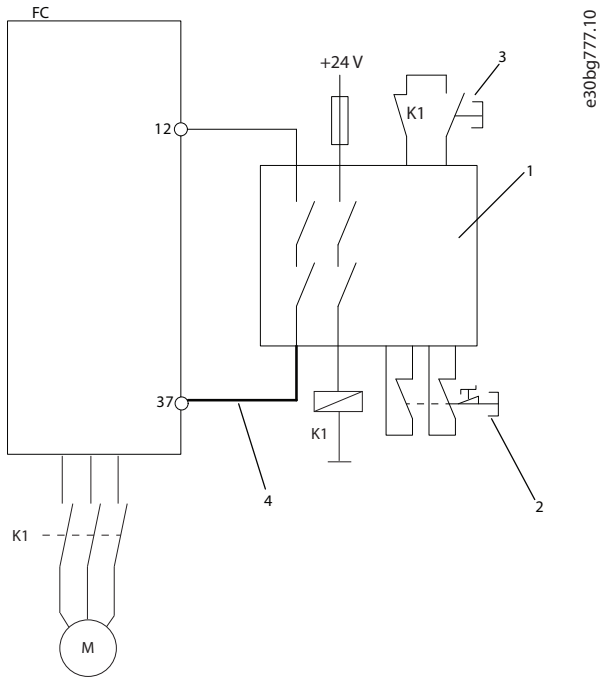


圖 5.4 安全相關區塊圖解

5.4 包含 Safe Torque Off 之變頻器、安全繼電器與輸出接點的緊急停止 - 類別 4，PL e，SIL 3

圖 5.5 顯示包含 Safe Torque Off 之變頻器、安全繼電器與輸出接點的緊急停止 - 類別 4，PL e，SIL 3 應用範例。



1	安全繼電器 (類別 4、PL e、SIL 3)
2	緊急停機按鈕
3	復歸按鈕
4	短路保護電纜線 (若不在安裝 IP54 配電盤之內)。請參閱 ISO 13849-2 表 D.4 以獲得進一步的資訊。

圖 5.5 包含 Safe Torque Off 之變頻器、安全繼電器與輸出接點 - 類別 4，PL e，SIL 3

安全功能

若發生緊急狀況，會啟動緊急停止裝置。變頻器的 Safe Torque Off (STO) 功能會啟用。遵循停止或緊急停止命令，變頻器會停止。

當安全控制系統必須遵循 PL e ISO 13849-1 或 SIL 3 (EN 62061 與 IEC 61508) 時，STO 功能需要 2 個通道停止。一個通道可由變頻器上的 STO 輸入實行，另一個通道由接點實行，可連接變頻器輸入或輸出電源電路來達成。接點必須透過輔助引導接觸點監控，如 *圖 5.5* 以 K1 顯示。

設計特色

- 電路的使用最高可達類別 4 和 PL e。
- 若是 PL e，必須計算完整的安全功能 (MTTFd)。
- 使用基本安全原則。
- 用來啟用 Safe Torque Off (STO) 的裝置必須符合選取的類別、PL 或 SIL。

實施緊急停止時，請注意下列要點：

- 應達成應用以及其元件的任何非安全相關的標準。
- 應用設計者應負責選擇合適的元件。
- 必須根據 ISO 13849-2 表 D.4，為在 *圖 5.5* 粗體顯示的電纜線提供短路保護。
- 要達成 PL e，整個安全功能的 MTTFd 與 DC 必須要計算出來。

若使用雙正向切換開裝置，可使用此設定。

SISTEMA 的實施可使用 Danfoss VLT® 資料庫完成

舉例來說，使用區塊「VLT® AutomationDrive FC 302 (端子 37)」。不需要編輯資料庫中設定的所有參數。

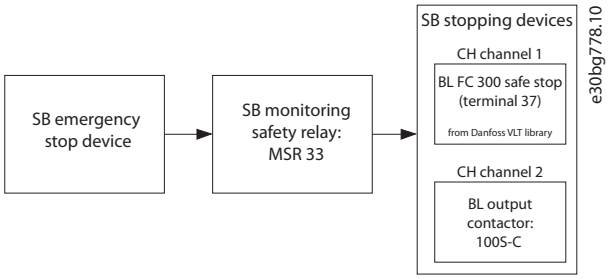
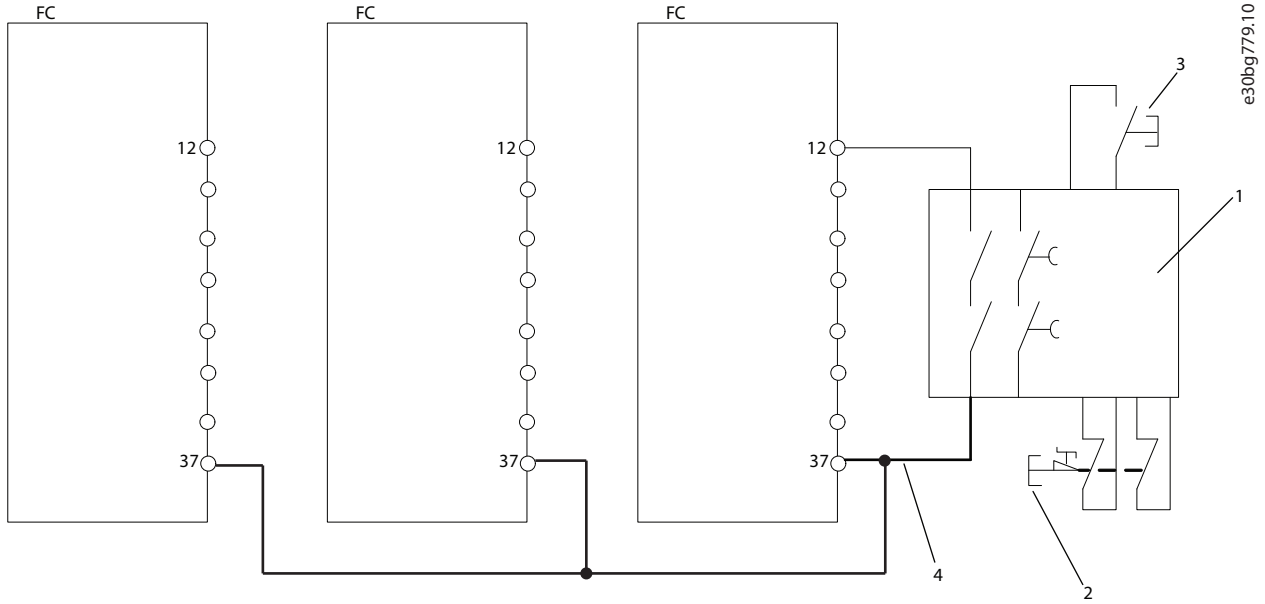


圖 5.6 安全相關區塊圖解

5.5 多台變頻器的緊急停止 - 類別 3，PL d，SIL 2

圖 5.7 顯示多台變頻器的緊急停止 - 類別 3，PL d，SIL 2 應用範例。



1	安全繼電器 (類別 3，PL d 或 SIL 2)
2	緊急停機按鈕
3	復歸按鈕
4	短路保護電纜線 (若不在安裝 IP54 配電盤之內)。請參閱 ISO 13849-2 表 D.4 以獲得進一步的資訊。

圖 5.7 多台變頻器的緊急停止 - 類別 3，PL d，SIL 2

安全功能

若發生緊急狀況，會啟動緊急停止裝置。變頻器的 Safe Torque Off (STO) 功能會啟用。遵循停止或緊急停止命令，變頻器會停止。

若需要從相同的控制線來控制多台變頻器，STO 輸入可直接連接在一起。

將輸入連接在一起會增加偏危險的故障可能性，因為 1 台變頻器的故障可能導致所有的變頻器都遭啟用。故障的機率非常的低，為每小時 1 x 10^{-10}，因此結論的機率依然符合變頻器實際數目的 SIL2 要求。建議不要同時連接超過 20 的輸入。

注意事項

使用內部 24 V DC 電源 (端子 12) 時，同時輸入 (端子 37) 的數量限制在 3 個，否則會超出可用輸出電源。

設計特色

- 電路的使用最高可達類別 3，PL d 或 SIL 2。
- 若是 PL d，必須計算完整的安全功能 (MTTFd)。
- 使用基本安全原則。
- 用來啟用 Safe Torque Off (STO) 的裝置必須符合選取的類別、PL 或 SIL。

 Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。

實施緊急停止時，請注意下列要點：

- 應達成應用以及其元件的任何非安全相關的標準。
- 應用設計者應負責選擇合適的元件。
- 必須根據 ISO 13849-2 表 D.4，為在 *圖 5.7* 粗體顯示的電纜線提供短路保護。
- 要達成 PL d，整個安全功能的 MTTFd 與 DC 必須要計算出來。

若使用雙正向切換開裝置，可使用此設定。視安全繼電器而定，也可以將數個啟動裝置連接到 1 個 Safe Torque Off。

SISTEMA 的實施可使用 Danfoss VLT® 資料庫完成

舉例來說，使用子系統「VLT® AutomationDrive FC 302/FCD 302 Safe Torque Off (端子 37)」。不需要編輯資料庫中設定的所有參數。子系統必須處於安全功能的次數，就跟單一 STO 線上存在多少台變頻器的數目一樣。

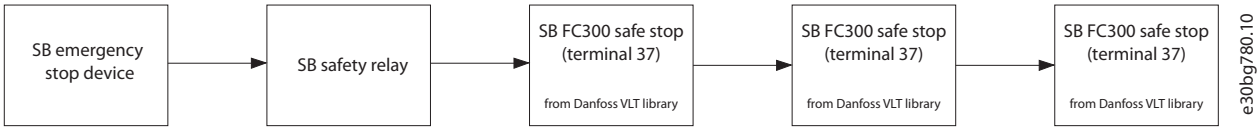


圖 5.8 安全相關區塊圖解

6 Safe Torque Off (STO) 技術資料

注意事項

如需變頻器的技術規格和操作條件，請參考變頻器的*相關操作說明書/指南*。

注意事項

STO 信號必須採用 SELV 或 PELV 供應。

歐洲指令	機械指令 (2006/42/EC)	EN ISO 13849-1	
		EN IEC 62061	
		EN IEC 61800-5-2	
	EMC 指令 (2014/30/EU)	EN 50011	
		EN 61000-6-3	
		EN 61800-3	
	低電壓指令 (2014/35/EU)	EN 50178	
		EN 61800-5-1	
安全標準	機器安全	EN ISO 13849-1、IEC 62061、IEC 60204-1	
	功能安全	IEC 61508-1 至 -7、IEC 61800-5-2	
安全功能		IEC 61800-5-2	IEC 60204-1
		Safe Torque Off (STO)	停止類別 0
安全裝置	**ISO 13849-1**		
	類別	類別 3	
	偵測覆蓋率	DC: 90% (中等)	
	危險故障平均時間	MTTFd: 14000 年 (高等)	
	效能水準	PL d	
	IEC 61508/IEC 62061		
	安全性完整程度	SIL 2、SIL CL2	
	機率 - 危險故障 每小時	PFH: 1E-10/h; 特定種類 1), 2) 1E-8/h (高負載模式)	
	機率 - 要求下的危險故障	PFD: 1E-10; 特定種類 s 1), 2) 1E-4 (低要求模式)	
	硬體故障公差	HFT: 0 (1oo1)	
	驗證測試間隔 T1	20 年	
	任務時間 TM	20 年	
反應時間	輸入到輸出的反應時間	最長 20 ms，特定種類 1), 2) 則為 60 ms	

表 6.1 技術資料

1) VLT® HVAC Drive FC 102、VLT® Refrigeration DriveFC 103、VLT® AQUA Drive FC 202 和 VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 外殼規格 F 的高功率變頻器:

- *400 V: 450/500 kW (600/650 hp) - 800/1000 kW (1075/1350 hp) (高度超載/一般超載)。*
- *690 V: 630/710 kW (850/950 hp) - 1800/2000 kW (2400/2700 hp) (高度超載/一般超載)。*

2) VLT® Parallel Drive Modules:

- *400 V: 250/315 kW (350/450 hp) - 800/1000 kW (1200/1350 hp) (高度超載/一般超載)。*
- *690 V: 315/400 kW (350/400 hp) - 1000/1200 kW (1150/1350 hp) (高度超載/一般超載)。*

Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。

索引

S

SIL CL2. 3
SIL2. 3
SISTEMA 數據. 10

信

信號. 4, 7

參

參數設定值. 8

合

合格人員. 4

命

命令. 4

啟

啟動. 8

外

外接安全裝置. 8

安

安全相關感測器. 7
安全裝置. 7
安全防護開關. 7
安裝. 6

慣

慣例. 3

技

技術資料. 15

控

控制系統. 4

標

標準和合規性. 2
標識. 2

機

機械煞車. 9

涵

涵蓋的產品. 2

熱

熱敏電阻卡. 7

符

符號. 3

終

終止. 8

維

維修. 9

縮

縮寫. 3

自

自動重新啟動. 8, 9

試

試運行測試. 8

認

認證. 2

警

警報. 8

輸

輸出. 7

選

選項. 8

避

避免意外重新啟動. 8
避免重新啟動. 8, 9

重

重新啟動. 8

關

關閉通道. 7

 Danfoss A/S © 11/2018 版權所有，翻錄必究。