

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

VX25 機櫃系統

技術資料/PE導體(接地線)連接，載流量



機箱機櫃

配電組件

溫控系統

IT基礎設施

軟體與服務

FRIEDHELM LOH GROUP



機櫃系統 VX25

目錄

1.	總論		
1.1	簡介		
1.2	接地系統設計注意事項		
1.3	規則/標準		
2.	接地連接點		
2.1	框架—卡式螺母		
2.2	框架—插入螺母		
2.3	PE/PEN組合-組合角固定件、銅排、併櫃連接片		
2.4	兩塊VX25安裝板之間的填充板用螺釘緊固		
2.5	平板		
2.6	進線底板		
2.7	安裝板		
3.	載流量和短路電阻		
3	3.1 系統附件的載流量		
3	3.1.1 框架—帶安裝法蘭的沖孔軌		8
3	3.1.2 框架—中心接地點		8
	3.1.3 框架—支撐條		9
	3.1.4 框架—支架、電纜夾鉗軌		9
4	3.1.5 框架—支撐軌 75 x 20 mm		9
4	3.1.6 框架—支撐軌 45x25mm		10
	3.1.7 框架—沖孔軌 18x39mm		10
5	3.1.8 套筒螺釘，管狀門框		10
	3.1.9 底框—底座		11
6	3.1.10 框架（角件）—底座		11
7	3.2 自動接觸點的載流量		
7	3.2.1 框架—頂板		12
7	3.2.2 框架—側板/後板		13
	3.2.3 底框—進線底板		13
	3.3 接地線的允許對稱短路電流		
	3.3.1 PVC絕緣接地線		14
	3.3.2 裸接地線		14
4.	測試方法和評估		
4.1	測試方式		15
4.2	評估注意事項		15

注意：

以下數值主要基於標準噴塗表面。如果具體使用的噴漆不同，相應的注意事項也不同。

1. 總論

1.1 簡介

即使是詳細設計成套開關設備並進行專業的規劃，也不能完全防止系統運行時發生意外短路。鑒於此，必須採取適當的措施防止短路對人員、財產和包括機櫃在內的電氣設備造成傷害和損壞。此時，適當的短路保護設備必不可少。這些設備必須能在不影響安全性的前提下釋放故障期間的短路電流。

本檔具體採用的措施是通過成套開關設備中的機械部件實現接地連接。

成套開關設備的抗短路能力往往體現在抗電動力和熱應力。在考察機櫃或機櫃部件的性能時，熱應力尤受關注。

評估容許熱應力的決定性因素是整個短路期間的短路電流均方根值。當短路電流流過連接點和某個部件時，會因其存在電阻而發熱。連接點必須能耐受電流的發熱，不至於發生破壞而不能實現其安全功能。

短路應力主要受以下因素的影響：

- 短路持續時間
通過快速切斷安全元件進行限制，例如保險絲和具備電流過零跳閘或限流能力的現代電力開關等。
- 系統短路回路阻抗
這取決於系統與變壓器的距離和供電系統的容量。
- 接地連接點的施工和設計
這通常由操作設備製造商規定或提出建議。

本檔的目的是為規劃工程師提供資料，使其能在專案規劃階段快速可靠的實現需求調整。測試方法的詳細資訊和現有值轉換見附錄。

本檔中引用的數值是對單個樣品進行測試的結果，測試方案和取樣（短路電流週期）的不同，其值會發生波動。因此，製造商的設計中應包含足夠的安全裕量。另外須謹記：裝配工藝必須遵循我們的說明書。

1.2 接地系統設計注意事項

通常允許通過系統結構元件或單獨的接地導體（IEC/DIN EN 61439-1 8.4.3.2.2項）確保接地連接的連續性。在機櫃板件、門和進線底板等不用於安裝電氣設備的情況下，如果能確保其具有永久的良好導電性，則傳統的螺釘連接和金屬鉸鏈能實現接地連接的連續性。這適用於VX25機櫃系統中的所有該類連接（見3.2）。如果這些部件上安裝了電氣設備，或存在電勢轉移到這些部件上的風險，則必須使用接地線進行接地。

接地線的截面積由設備供電線的最大截面積決定。成套開關設備製造商必須始終確保接地回路能承受裝置短路帶來的熱應力和電動力負荷

1.3 規則標準

連接時必須遵守以下標準：

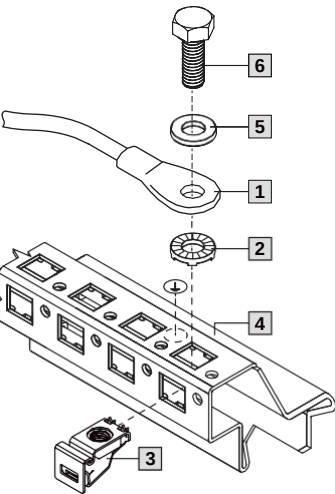
- DIN VDE 0100–200(2006-06)
低壓裝置
—通用術語
- DIN VDE 0100–470(2007-06)
低壓裝置
—第4-41部分：安全防護
- DIN VDE 0100–540(2012-06)
低壓裝置
—電氣設備的選擇和安裝——接地安排和保護導體(接地)
- DIN EN 60865-1(VDE 0103:2012-09)
短路電流—效應的計算
—第一部分：定義和計算方法
- DIN EN 60204-1(VDE 0113-1:2007-06)
機器的電氣設備
- DIN EN 61439-1(VDE 0660-600-1:2012-06)
低壓成套開關設備和控制設備
—第1部分：總則
- DIN EN 62208(VDE 0660-511:2012-06)
低壓成套開關設備和控制設備的空殼體；
—一般要求

¹⁾ 與規定截面積的有效導體(接地)的連接

PE 導體(接地)連接

2. 接地連接點

2.1 框架 – 卡式螺母



帶環形端子的PE導體(接地)

接觸墊圈 2335.000

卡式螺母 M8 4165.500

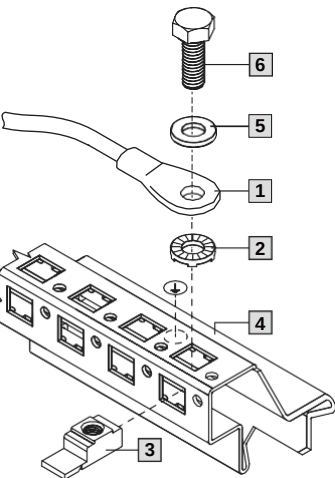
框架

平墊圈 A8.4

外六角螺釘 M8

額定峰值耐受電流	$I_p = 31.7 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 15.9 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2 t \text{ 值} = 15.4 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建議扭矩	$M_A = 10 - 12 \text{ Nm}$

2.2 框架 – 插入螺母



帶環形端子的PE導體(接地)

接觸墊圈 2335.000

插入螺母 M8 4163.000

框架

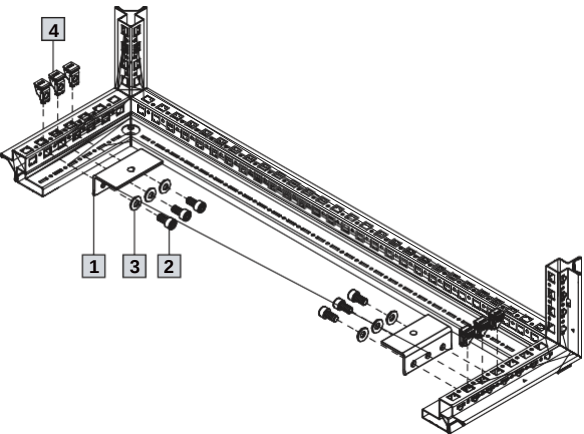
平墊圈 A8.4

外六角螺釘 M8

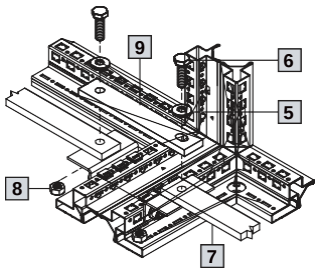
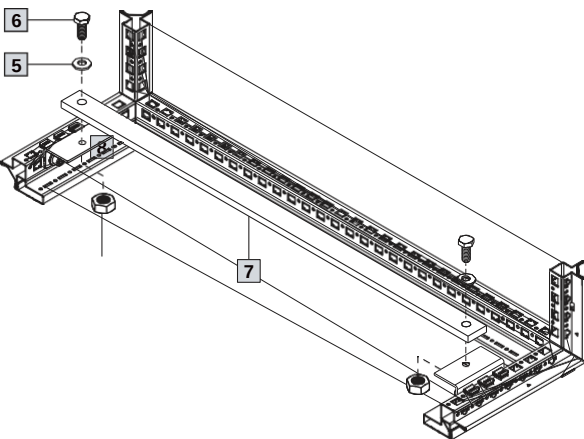
額定峰值耐受電流	$I_p = 13.5 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 8.3 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2 t \text{ 值} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建議扭矩	$M_A = 10 - 12 \text{ Nm}$

2. 接地連接點

2.3 PE/PEN組合-組合角固定件、銅排、併櫃連接片



- 角支架 PE/PEN 9686.350
- 外六角螺釘
- M8簧片墊圈
- A8.4
- 卡式螺母 M8 4165.500
- 簧片墊圈 A10.5
- 外六角螺釘 M10
- PE/PEN 母線 9686.5XX 30x5; 30x10; 40x10; 80x10
- 外六角螺母 M10
- 用於機櫃系統VX25的併聯:
- 併櫃連接片 PE/PEN 9686.529/.539/.549/.589

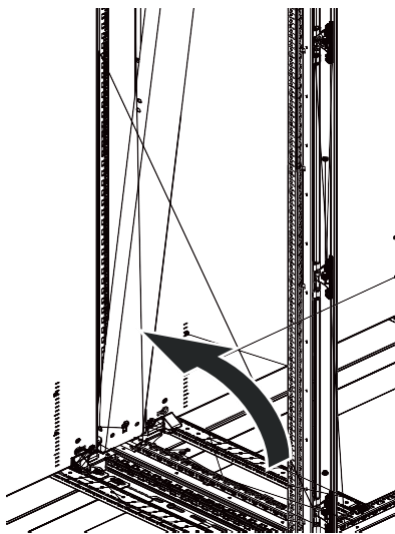


額定峰值耐受電流	30x5I _p = 36.0kA 30x10I _p = 63.0kA 80x10I _p = 138.0kA
額定短時耐受電流	30x5I _{cw} = 18.0kA(1s) 30x10I _{cw} = 30.0kA(1s) 80x10I _{cw} = 61.7kA(1s)

PE 導體(接地)連接

2. 接地連接點

2.4 兩塊VX25安裝板之間的填充板用螺釘緊固



圓頭螺釘 M8 x 16

接觸墊圈 2335.000

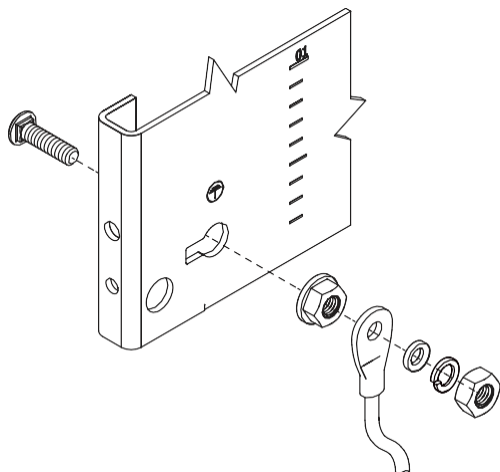
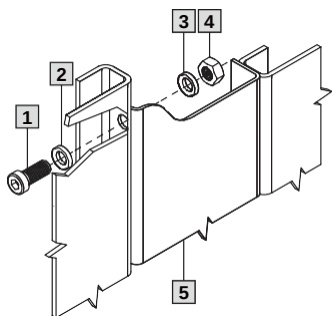
平墊圈A8.4

外六角螺母 M8

安裝板填充板 4590.700/4591.700/4592.700

額定峰值耐受電流	$I_p = 50.4 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 24 \text{ kA} (T_k = 1 \text{ s})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 604 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建議扭矩	$M_A = 8 \text{ Nm}$

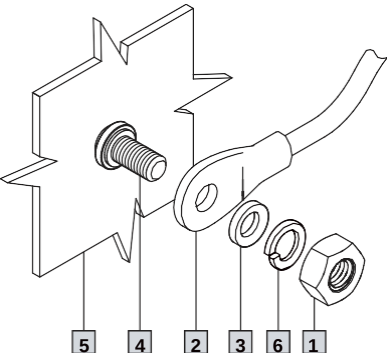
安裝板之間的填充板，可以用螺釘固定，每側各用三個M8圓頭螺釘。
安裝板填充板不需要單獨接地。
安裝板填充板的標準裝配零件不需要使用。



安裝板的連接請參見第2.7條。

2. 接地連接點

2.5 平板



外六角螺母 M8

帶環形端子的PE導體(接地)

平墊圈 A8.4

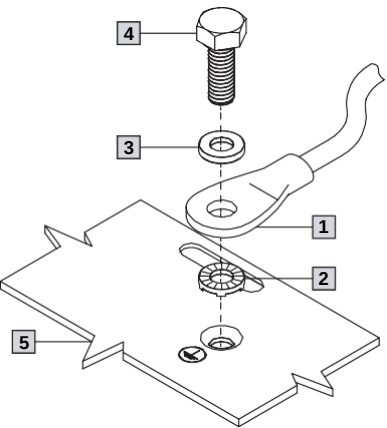
焊接螺柱

M8平板

簧片墊圈 A8

額定峰值耐受電流	$I_p = 32.6 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 16.1 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 16.1 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建議扭矩	$M_A = 8 - 10 \text{ Nm}$

2.6 進線底板



帶環形端子的PE導體(接地)

接觸墊圈 2335.000平墊圈

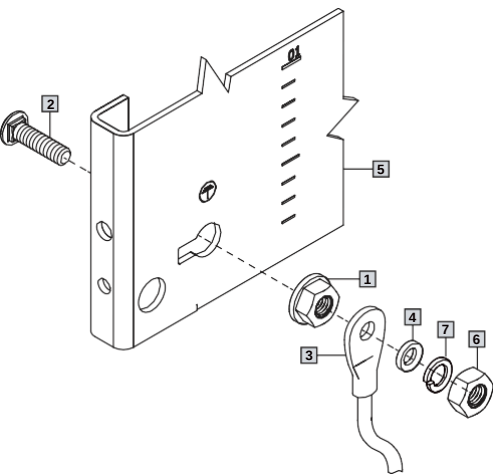
A8.4

自攻外六角螺釘 M8

進線底板

額定峰值耐受電流	$I_p = 27.0 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 13.4 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 11.1 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建議扭矩	$M_A = 10 - 12 \text{ Nm}$

2.7 安裝板



自鎖螺母 M8, DIN 6923

方頸螺柱 M8, DIN 603

帶環形端子的PE導體(接地)

平墊圈 A8.4

安裝板

外六角螺母 M8

簧片墊圈 A8

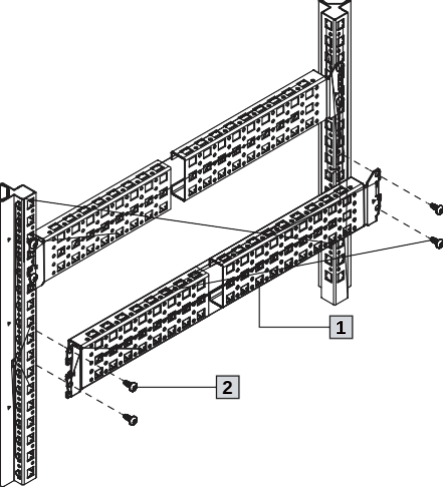
額定峰值耐受電流	$I_p = 53.6 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 25.3 \text{ kA} (T_k = 150 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 105 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建議扭矩	$M_A = 10 - 12 \text{ Nm}$

載流量

3. 載流量和短路電阻

3.1 系統附件的載流量

3.1.1 框架 – 帶安裝法蘭的沖孔軌

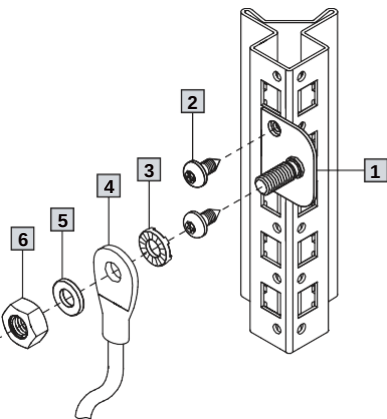


帶安裝法蘭的沖孔軌
8100.730 – 8100.733
8617.000 – 8617.060
8617.100 – 8617.210

螺釘 5.5x13

額定峰值耐受電流	$I_p = 61.1 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 29.2 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 47.7 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.2 框架 – 中心接地點



中心接地點 7829.200

螺釘 5.5x13

接觸墊圈 M8 2335.000

帶環形端子的PE導體(接地)

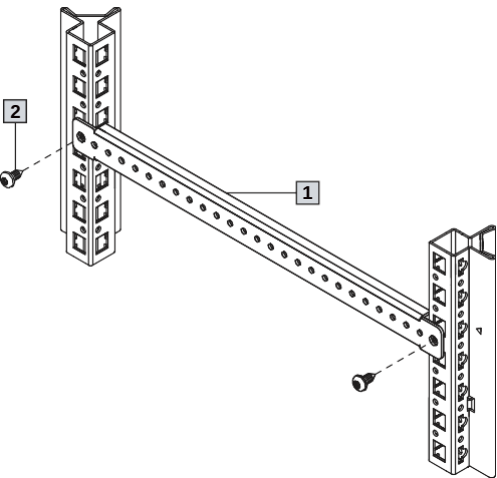
平墊圈 A8.4

外六角螺母 M8

額定峰值耐受電流	$I_p = 14.7 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 9.1 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 3.92 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3. 載流量和短路電阻

3.1.3 框架 – 支撐條

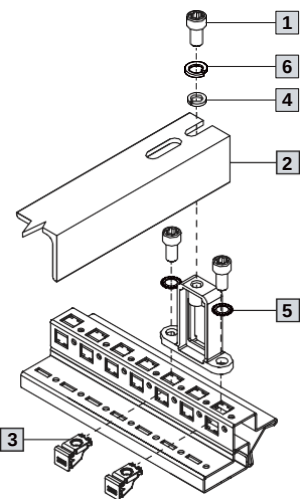


支撐條 4694.000–4697.000

螺釘 5.5x13

額定峰值耐受電流	$I_p = 26.4 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 13.0 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 10.3 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.4 框架 – 支架、電纜夾鉗軌



內六角螺釘 M8

電纜夾鉗軌 8619.400–8619.460

卡式螺母 M8 4165.500

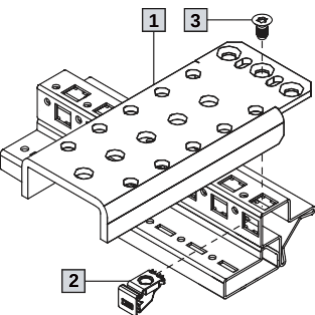
平墊圈 A8.4

鋸齒墊圈 A8.4

簧片墊圈 A8

額定峰值耐受電流	$I_p = 51.3 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 35.2 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 49.6 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.5 框架 – 支撐軌 75 x 20 mm



支撐軌 75 x 20 mm 4394.000 – 4398.000

卡式螺母 M8 4165.500

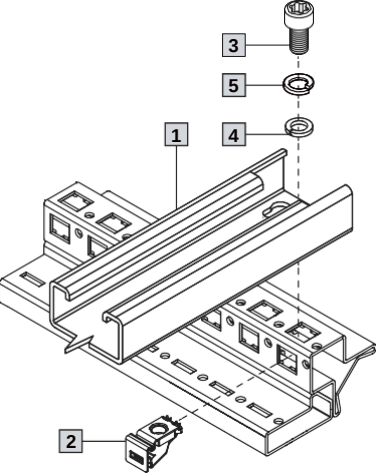
沉頭螺釘 M8

額定峰值耐受電流	$I_p = 50.6 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 35.8 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 51.3 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

載流量

3. 載流量和短路電阻

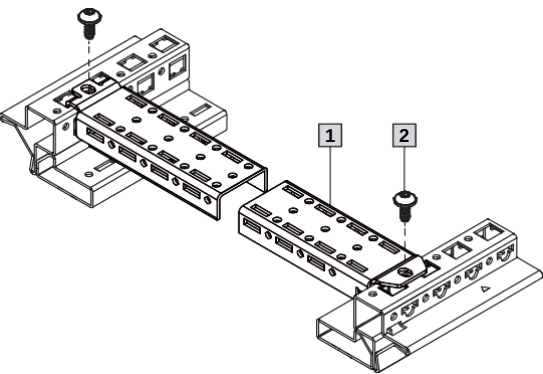
3.1.6 框架 – 支撐軌48x26mm



- 支撐軌 48x26mm
8617.800 –8617.830
- 卡式螺母 M8 4165.500
- 內六角螺釘
- M8平墊圈
- A8.4
- 簧片墊圈 A8

額定峰值耐受電流	$I_p=30.0\text{kA}$
額定發熱電流	$I_{th}=21.1\text{kA}(T_k=40\text{ms})$
焦耳熱值	$I^2t\text{值}=17.8\cdot 10^6\text{A}^2\text{s}$

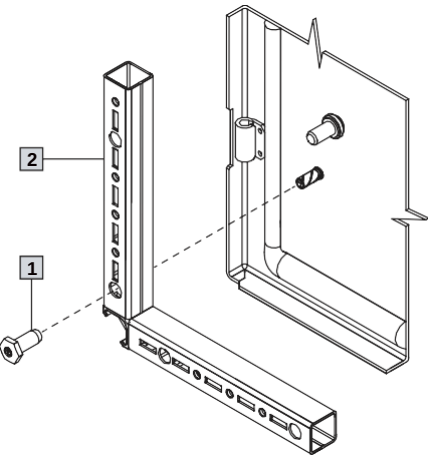
3.1.7 框架 – 沖孔軌 18 x 39 mm



- 帶法蘭沖孔軌 18 x 39 mm (安裝板滑軌)
8617.700 – 8617.730
- 螺釘 5.5x13

額定峰值耐受電流	$I_p=21.4\text{kA}$
額定發熱電流	$I_{th}=10.6\text{kA}(T_k=50\text{ms})$
焦耳熱值	$I^2t\text{值}=6.9\cdot 10^6\text{A}^2\text{s}$

3.1.8 套筒螺釘 · 管狀門框

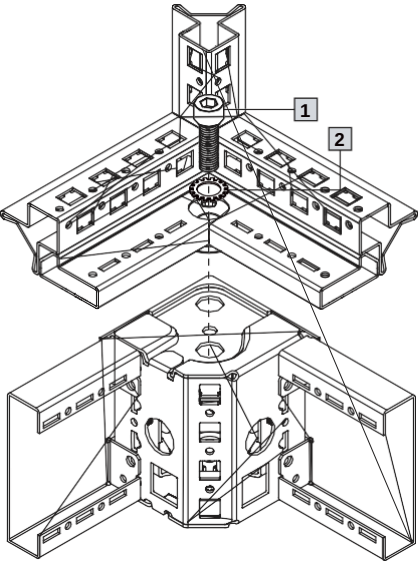


- 套筒螺釘
- M6管狀門框

額定峰值耐受電流	$I_p=30.0\text{kA}$
額定發熱電流	$I_{th}=21.0\text{kA}(T_k=40\text{ms})$
焦耳熱值	$I^2t\text{值}=17.6\cdot 10^6\text{A}^2\text{s}$

3. 載流量和短路電阻

3.1.9 底框 – 底座

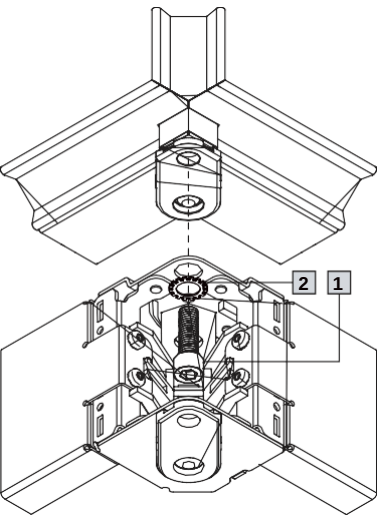


內六角螺釘 M12

鋸齒墊圈 A13

額定峰值耐受電流	$I_p = 40.7 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 27.4 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 30.0 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.10 框架(角件) – 底座



內六角螺釘 M12

鋸齒墊圈 A13

額定峰值耐受電流	$I_p = 40.8 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 27.7 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 30.7 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

機櫃系統 VX25

載流量

3.2 自動接觸點的載流量

VX25的自動接觸系統確保了所有平板件間的導電連接。

我們的試驗和測量結果表明這種導電連接的接觸電阻 $< 0.1\Omega$ ，滿足 IEC/DIN EN 62 208要求。

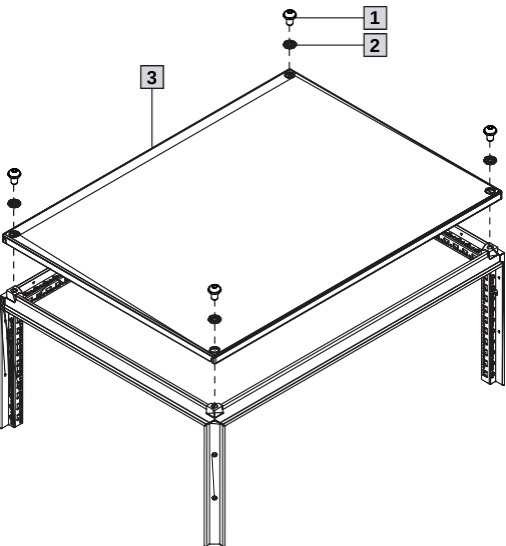
對於門的“間接觸電保護”措施，由於不能保證導電連接不變化（油漆、油和污染物等），我們建議使用單獨的接地線連接門。設計人員必須確定自動接觸系統是否能提供足夠的接地性能。此處需要注意的事項參考1.2節及相關的指令和標準（見1.3）。

注意：

下述值是通過使用標準噴塗獲得的。如果使用特殊油漆，則可能出現其它接觸狀況。這種設計科學合理，可以保證相應部件之間實現自動電位平衡，如後板-頂板-側板（附件）到框架之間，以及進線底板到框架之間。威圖電氣元件（冷卻裝置，風扇和濾網等）可以安裝在機櫃側板、後板或頂板表面，自動接觸系統完全可以保證穩定的、持續性的PE導體(接地)連接。相關元件應標有PE導體(接地)符號，以標記其作為PE導體(接地)的功能。

整個系統不需要進行額外的PE導體(接地)連接。

3.2.1 框架 – 頂板



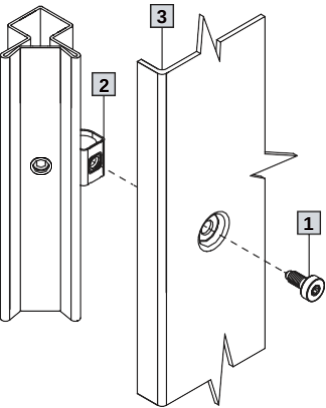
頂板安裝螺釘

鋸齒墊圈

頂板

額定峰值耐受電流	$I_p = 4.3 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 3.0 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 0.41 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建議扭矩	$MA = 25 - 30 \text{ Nm}$

3.2.2 框架 – 側板/後板



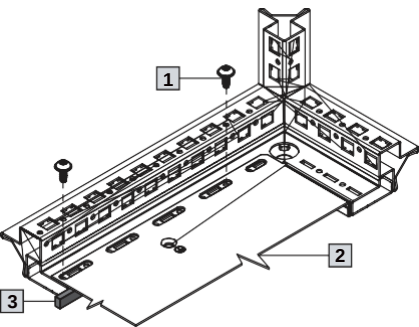
盤頭螺釘 M6x16

帶接觸彈簧的平板緊固件

側板

額定峰值耐受電流	$I_p = 15 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 7.5 \text{ kA} \text{ (} T_k = 50 \text{ ms)}$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 3.52 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.2.3 底框 – 進線底板



螺釘 5.5x13

進線底板

密封

額定峰值耐受電流	$I_p = 15.3 \text{ kA}$
額定發熱電流	$I_{th} = 7.7 \text{ kA} \text{ (} T_k = 33 \text{ ms)}$
焦耳熱值	$I^2t \text{ 值} = 0.4 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

機櫃系統 VX25

載流量

3.3 接地線的允許對稱短路電流

3.3.1 PVC絕緣接地線

在0.04s、0.2s、0.5s、1s和5s短路時長下4 mm²、10 mm²、16 mm²、25 mm²和35 mm² PVC絕緣銅接地線 (PE導體) 的允許對稱短路電流。

可允許對稱短路電流

保護設備動作時間	PE導體 (接地) 的橫截面 (PVC絕緣)				
	4 mm ² (Cu)	10 mm ² (Cu)	16 mm ² (Cu)	25 mm ² (Cu)	35 mm ² (Cu)
0.04s	2.86kA	7.15kA	11.44kA	17.88kA	25.03kA
0.2s	1.28kA	3.20kA	5.12kA	8.00kA	11.20kA
0.5s	0.81kA	2.02kA	3.23kA	5.05kA	7.07kA
1.0s	0.57kA	1.43kA	2.29kA	3.58kA	5.01kA
5.0s	0.26kA	0.64kA	1.02kA	1.60kA	2.24kA

計算依據EN 61 439-1附錄B (VDE 0660第600-1部分)

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} \quad I = S_p \cdot k \cdot \sqrt{1/t}$$

I = 允許對稱短路電流，單位A

其中：

導體橫截面 SP=4,10,16,25,35mm²

動作時間 t=0.04;0.2;0.5;1;5s

材料係數 k=143 A · $\sqrt{s/mm^2}$

3.3.2 裸接地線

在0.04s、0.2s、0.5s、1s和5s短路時長下4 mm²、10 mm²、16 mm²、25 mm²和35 mm²裸接地線 (PE導體) 的允許對稱短路電流。

可允許對稱短路電流

保護設備動作時間	PE導體(接地)的橫截面 (裸導體)				
	4 mm ² (Cu)	10 mm ² (Cu)	16 mm ² (Cu)	25 mm ² (Cu)	35 mm ² (Cu)
0.04s	3.52kA	8.79kA	14.07kA	21.99kA	30.79kA
0.2s	1.57kA	3.93kA	6.30kA	9.84kA	13.78kA
0.5s	1.00kA	2.48kA	3.97kA	6.21kA	8.70kA
1.0s	0.70kA	1.76kA	2.82kA	4.40kA	6.16kA
5.0s	0.32kA	0.79kA	1.25kA	1.97kA	2.76kA

計算依據EN 61 439-1附錄B (VDE 0660第600-1部分)

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} \quad I = S_p \cdot k \cdot \sqrt{1/t}$$

I = 允許對稱短路電流，單位A

其中：

導體橫截面 SP=4,10,16,25,35mm²

動作時間 t=0.04;0.2;0.5;1;5s

材料係數 k=176 A · $\sqrt{s/mm^2}$

4. 測試方法和評估

威圖委託德國最大的試驗研究所位於柏林的IPH精心設計了一系列實驗，以測試VX25機櫃的接地性能。這些實驗對機櫃元件和接地點的電氣連接進行了測試，以檢查它們的電氣連續性（根據IEC/DIN EN 62 208標準）和熱穩定性（根據IEC/DIN EN 61 439-1標準）。這些實驗的目的是確認單個機櫃元件間的電氣連續性和獲取短路阻抗。試驗確定並記錄了短路峰值電流和焦耳熱值（ I^2t 值）。

4.1 試驗方法

- 將試驗樣本通過電力變壓器連接到大電流發生器，並使其承受規定時間的短路電流。
- 使用電流錶-伏特計法測量並記錄短路前後的接觸電阻。
- 逐步增大衝擊電流，直至連接被破壞或超過允許接觸電阻。
- 繪製電流電壓曲線圖，確定衝擊電流、對稱短路電流（r.m.s.值）、短路時長和焦耳積分值（ I^2t 值）。
- 拍照記錄每個試驗階段前後連接的狀況。

4.2 評估注意事項

通過對電氣連接的目視檢查和電阻測量對試驗進行評估。在電氣連接未受影響並且鄰近的易燃元件未被點燃的情況下，允許出現一定程度的裂紋（根據IEC/DIN EN 61 439-1，10.11.5.6.2項說明1）。因此建議根據具體要求進行適當的單獨測試。

設計師可以參考焦耳熱值（ I^2t 值），估測實際安裝點產生的可能載荷值（見IEC/DIN EN 61 439-1）。

測試證明，焦耳熱值 I^2t 在整個短持續時間內基本上是恒定的。這意味著已知動作時間 T_k 和允許的額定發熱電流 I_{th} 的乘積不得超過規定的載流量（ I^2t 值）。

$$I^2 \cdot t = I_{th}^2 \cdot T_k = \text{定值}$$

需要注意的是，給出的值僅對被測結構元件和連接有效。

尤其是考慮到短路電動力，因此不可能給出通用值。當使用具體的額定峰值耐受電流時，必須注意，連接導線和機櫃的安裝佈局是決定電動力的決定性因素。

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- 機箱機櫃
- 配電組件
- 溫控系統
- IT基礎設施
- 軟體與服務

機箱機櫃

配電組件

溫控系統

IT基礎設施

軟體與服務

FRIEDHELM LOH GROUP

