

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

VX25 机柜系统

技术资料/PE导体连接，载流量



机箱机柜

配电组件

温控系统

IT基础设施

软件与服务

FRIEDHELM LOH GROUP



机柜系统 VX25

目录

目录

1.	总论		
1.1	简介	3	
1.2	接地系统设计注意事项	3	
1.3	规则/标准	3	
2.	接地连接点		
2.1	框架 - 卡式螺母	4	
2.2	框架 - 插入螺母	4	
2.3	PE/PEN组合-组合角固定件、 母线, 并柜连接片	5	
2.4	两块VX25安装板之间的 填充板用螺钉紧固	6	
2.5	平板	7	
2.6	进线底板	7	
2.7	安装板	7	
3.	载流量和短路电阻		
3	3.1 系统附件的载流量		
3	3.1.1 框架 - 带安装法兰的冲孔轨		8
3	3.1.2 框架 - 中心接地点		8
	3.1.3 框架 - 支撑条		9
	3.1.4 框架 - 支架、电缆夹钳轨		9
	3.1.5 框架 - 支撑轨 75 x 20 mm		9
	3.1.6 框架 - 支撑轨 45 x 25 mm		10
	3.1.7 框架 - 冲孔轨 18 x 39 mm		10
	3.1.8 套筒螺钉, 管状门框		10
	3.1.9 底框 - 底座		11
	3.1.10 框架 (角件) - 底座		11
	3.2 自动接触点的载流量		
	3.2.1 框架 - 顶板		12
	3.2.2 框架 - 侧板/后板		13
	3.2.3 底框 - 进线底板		13
	3.3 接地线的允许 对称短路电流		
	3.3.1 PVC绝缘接地线		14
	3.3.2 裸接地线		14
4.	测试方法和评估		
4.1	测试方式		15
4.2	评估注意事项		15

注意:

以下数值主要基于标准喷涂表面。如果具体使用的喷漆不同, 相应的注意事项也不同。

1. 总论

1.1 简介

即使是仔细设计成套开关设备并进行专业的规划也不能完全防止系统运行时发生意外短路。鉴于此，必须采取适当的措施防止短路对人员、财产和包括机柜在内的电气设备造成伤害和损坏。此时，适当的短路保护设备必不可少。这些设备必须能在不影响安全性的前提下释放故障期间的短路电流。

本文件具体采用的措施是通过成套开关设备中的机械部件实现接地连接。

成套开关设备的抗短路能力往往体现在抗电动力和热应力。在考察机柜或机柜部件的性能时，热应力尤受关注。

评估容许热应力的决定性因素是整个短路期间的短路电流均方根值。当短路电流流过连接点和某个部件时，会因其存在电阻而发热。连接点必须能耐受电流的发热，不至于发生破坏而不能实现其安全功能。

短路应力主要受以下因素的影响：

- 短路持续时间
通过快速切断安全元件进行限制，例如保险丝和具备电流过零跳闸或限流能力的现代电力开关等。
- 系统短路回路阻抗
这取决于系统与变压器的距离和供电系统的容量。
- 接地连接点的施工和设计
这通常由操作设备制造商规定或提出建议。

本文件的目的是为规划工程师提供数据，使其能在项目规划阶段快速可靠的实现需求调整。测试方法的详细信息和现有值转换见附录。

本文件中引用的数值是对单个样品进行测试的结果，测试方案和取样（短路电流周期）的不同，其值会发生波动。因此，制造商的设计中应包含足够的安全裕量。另外须谨记：装配工艺必须遵循我们的说明书。

1.2 接地系统设计注意事项

通常允许通过系统结构组件或单独的接地导体（IEC/DIN EN 61439-1 8.4.3.2.2项）确保接地连接的连续性。在机箱盖、门和进线底板等不用于安装电气设备的情况下，如果能确保其具有永久的良好导电性，则传统的螺钉连接和金属铰链能实现接地连接的连续性。这适用于VX25机柜系统中的所有该类连接（见3.2）。如果这些部件上安装了电气设备，或存在电势转移到这些部件上的风险，则必须使用接地线进行接地。

接地线的截面积由设备供电线的最大截面积决定。成套开关设备制造商必须始终确保接地回路能承受装置短路带来的热应力和电动力负荷

1.3 规则/标准

连接时必须遵守以下标准：

- DIN VDE 0100 - 200 (2006-06)
低压装置
-通用术语
- DIN VDE 0100 - 470 (2007-06)
低压装置
-第4-41部分：安全防护
- DIN VDE 0100 - 540 (2012-06)
低压装置
-电气设备的选择和安装——接地安排和保护导体
- DIN EN 60 865-1 (VDE 0103 : 2012-09)
短路电流 - 效应的计算
-第一部分：定义和计算方法
- DIN EN 60 204-1 (VDE 0113-1 : 2007-06)
机器的电气设备
- DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1 : 2012-06)
低压成套开关设备和控制设备
-第1部分：总则
- DIN EN 62 208 (VDE 0660-511 : 2012-06)
低压成套开关设备和控制设备的空壳体；
-一般要求

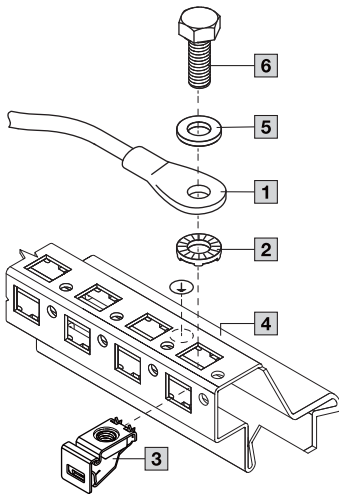
1)与规定截面积的有效导体的连接

机柜系统 VX25

PE 导体连接

2. 接地连接点

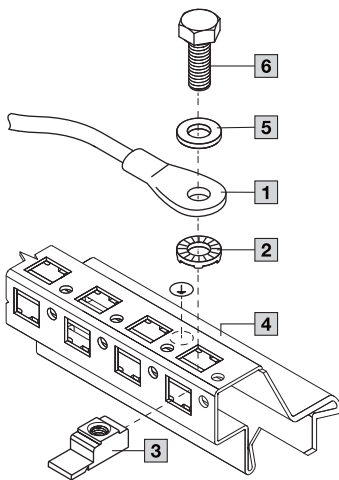
2.1 框架 - 卡式螺母



- 1 带环形端子的PE导体
- 2 接触垫圈 2335.000
- 3 卡式螺母 M8 4165.500
- 4 框架
- 5 平垫圈 A8.4
- 6 外六角螺钉 M8

额定峰值耐受电流	$I_p = 31.7 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 15.9 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 15.4 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建议扭矩	$M_A = 10 - 12 \text{ Nm}$

2.2 框架 - 插入螺母

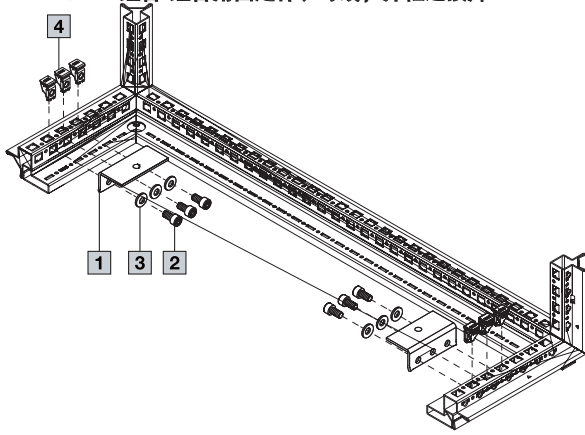


- 1 带环形端子的PE导体
- 2 接触垫圈 2335.000
- 3 插入螺母 M8 4163.000
- 4 框架
- 5 平垫圈 A8.4
- 6 外六角螺钉 M8

额定峰值耐受电流	$I_p = 13.5 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 8.3 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建议扭矩	$M_A = 10 - 12 \text{ Nm}$

2. 接地连接点

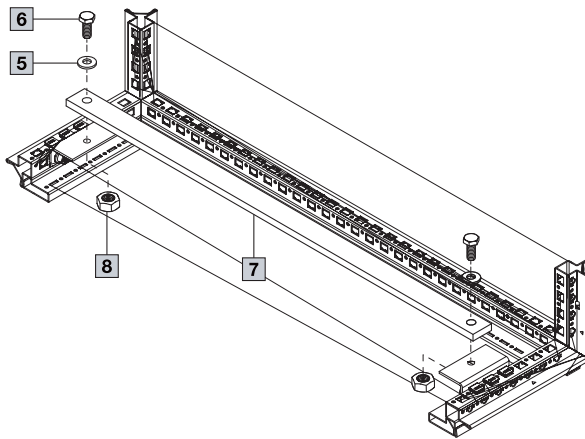
2.3 PE/PEN组合-组合角固定件、母线，并柜连接片



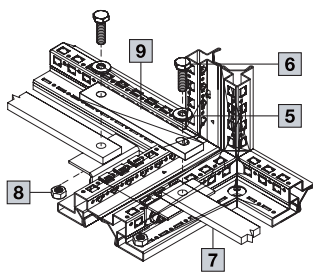
- 1 角支架 PE/PEN 9686.350
- 2 外六角螺钉 M8
- 3 簧片垫圈 A8.4
- 4 卡式螺母 M8 4165.500
- 5 簧片垫圈 A10, 5
- 6 外六角螺钉 M10
- 7 PE/PEN 母线 9686.5XX 30 x 5; 30 x 10; 40 x 10; 80 x 10
- 8 外六角螺母 M10

用于机柜系统VX25的并联:

- 9 并柜连接片 PE/PEN 9686.529/.539/.549/.589



额定峰值耐受电流	30 x 5 $I_p = 36.0$ kA 30 x 10 $I_p = 63.0$ kA 80 x 10 $I_p = 138.0$ kA
额定短时耐受电流	30 x 5 $I_{cw} = 18.0$ kA (1 s) 30 x 10 $I_{cw} = 30.0$ kA (1 s) 80 x 10 $I_{cw} = 61.7$ kA (1 s)

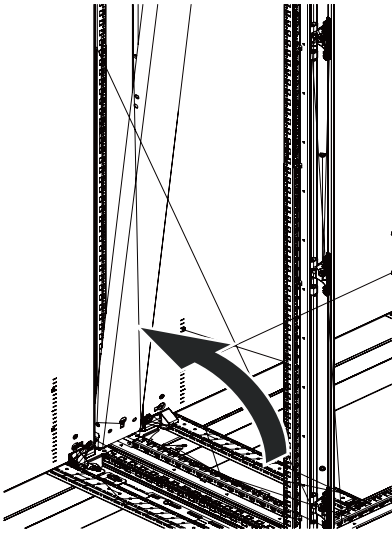


机柜系统 VX25

PE 导体连接

2. 接地连接点

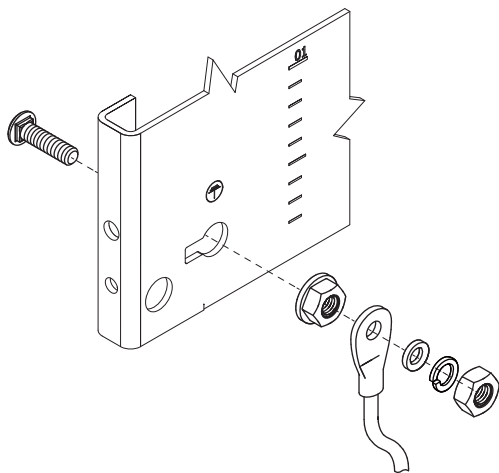
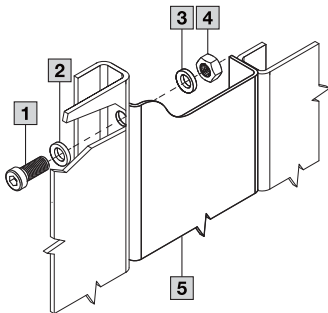
2.4 两块VX25安装板之间的填充板用螺钉紧固



- 1 圆头螺钉 M8 x 16
- 2 接触垫圈 2335.000
- 3 平垫圈A8.4
- 4 外六角螺母 M8
- 5 安装板填充板 4590.700/4591.700/4592.700

额定峰值耐受电流	$I_p = 50.4 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 24 \text{ kA} (T_k = 1 \text{ s})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 604 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建议扭矩	$M_A = 8 \text{ Nm}$

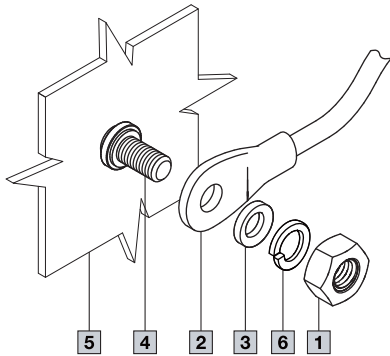
安装板之间的填充板，可以用螺钉固定，每侧各用三个M8圆头螺钉。
安装板填充板不需要单独接地。
安装板填充板的标准装配零件不需要使用。



安装板的连接请参见第2.7条。

2. 接地连接点

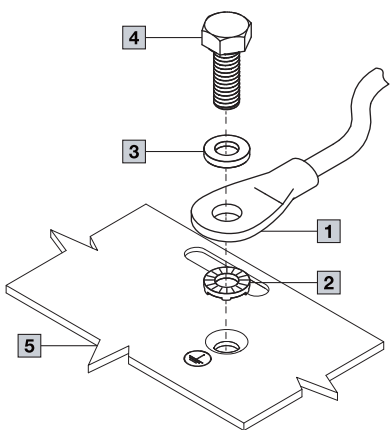
2.5 平板



- 1 外六角螺母 M8
- 2 带环形端子的PE导体
- 3 平垫圈 A8.4
- 4 焊接螺柱 M8
- 5 平板
- 6 簧片垫圈 A8

额定峰值耐受电流	$I_p = 32.6 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 16.1 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 16.1 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建议扭矩	$M_A = 8 - 10 \text{ Nm}$

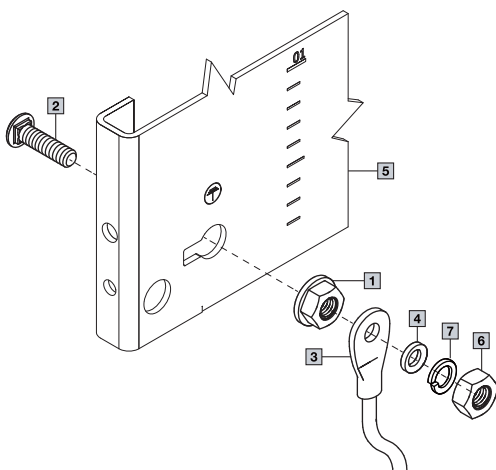
2.6 进线底板



- 1 带环形端子的PE导体
- 2 接触垫圈 2335.000
- 3 平垫圈 A8.4
- 4 自攻外六角螺钉 M8
- 5 进线底板

额定峰值耐受电流	$I_p = 27.0 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 13.4 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 11.1 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建议扭矩	$M_A = 10 - 12 \text{ Nm}$

2.7 安装板



- 1 自锁螺母 M8, DIN 6923
- 2 方颈螺栓 M8, DIN 603
- 3 带环形端子的PE导体
- 4 平垫圈 A8.4
- 5 安装板
- 6 外六角螺母 M8
- 7 簧片垫圈 A8

额定峰值耐受电流	$I_p = 53.6 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 25.3 \text{ kA} (T_k = 150 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 105 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$
建议扭矩	$M_A = 10 - 12 \text{ Nm}$

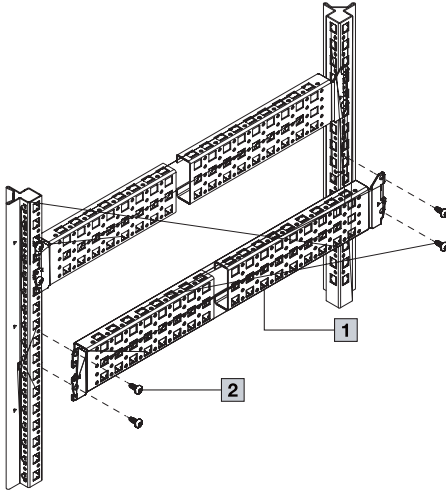
机柜系统 VX25

载流量

3. 载流量和短路电阻

3.1 系统附件的载流量

3.1.1 框架 - 带安装法兰的冲孔轨

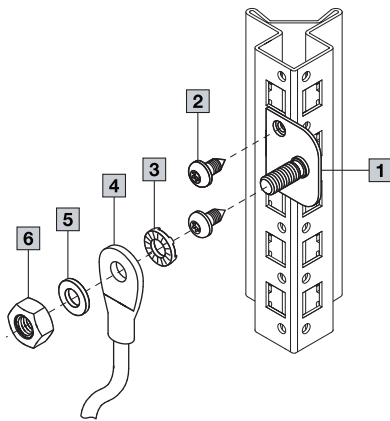


- 1 带安装法兰的冲孔轨
8100.730 - 8100.733
8617.000 - 8617.060
8617.100 - 8617.210

- 2 螺钉 5.5 x 13

额定峰值耐受电流	$I_p = 61.1 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 29.2 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 47.7 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.2 框架 - 中心接地点

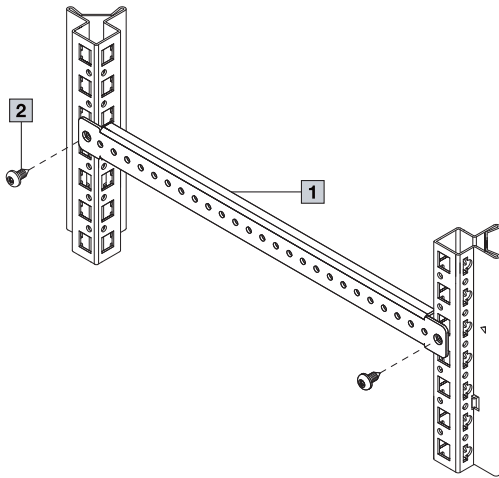


- 1 中心接地点 7829.200
- 2 螺钉 5.5 x 13
- 3 接触垫圈 M8 2335.000
- 4 带环形端子的PE导体
- 5 平垫圈 A8.4
- 6 外六角螺母 M8

额定峰值耐受电流	$I_p = 14.7 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 9.1 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 3.92 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3. 载流量和短路电阻

3.1.3 框架 - 支撑条

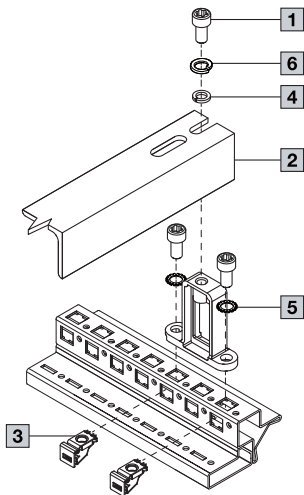


1 支撑条 4694.000 - 4697.000

2 螺钉 5.5 x 13

额定峰值耐受电流	$I_p = 26.4 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 13.0 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 10.3 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.4 框架 - 支架、电缆夹钳轨



1 内六角螺钉 M8

2 电缆夹钳轨 8619.400 - 8619.460

3 卡式螺母 M8 4165.500

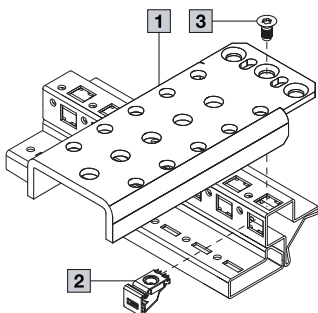
4 平垫圈 A8.4

5 锯齿垫圈 A8.4

6 簧片垫圈 A8

额定峰值耐受电流	$I_p = 51.3 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 35.2 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 49.6 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.5 框架 - 支撑轨 75 x 20 mm



1 支撑轨 75 x 20 mm 4394.000 - 4398.000

2 卡式螺母 M8 4165.500

3 沉头螺钉 M8

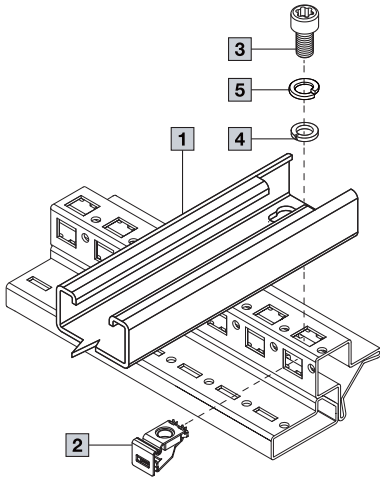
额定峰值耐受电流	$I_p = 50.6 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 35.8 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 51.3 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

机柜系统 VX25

载流量

3. 载流量和短路电阻

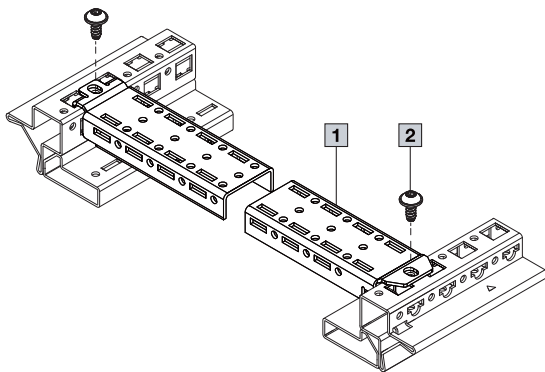
3.1.6 框架 - 支撑轨 48x26mm



- 1 支撑轨 48 x 26 mm
8617.800 - 8617.830
- 2 卡式螺母 M8 4165.500
- 3 内六角螺钉 M8
- 4 平垫圈 A8.4
- 5 簧片垫圈 A8

额定峰值耐受电流	$I_p = 30.0 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 21.1 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 17.8 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

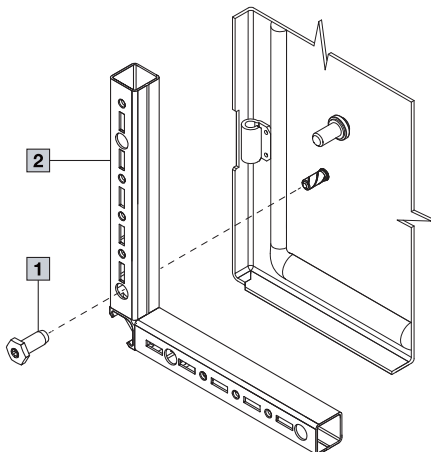
3.1.7 框架 - 冲孔轨 18 x 39 mm



- 1 带法兰冲孔轨 18 x 39 mm (安装板滑轨)
8617.700 - 8617.730
- 2 螺钉 5.5 x 13

额定峰值耐受电流	$I_p = 21.4 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 10.6 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 6.9 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.8 套筒螺钉，管状门框

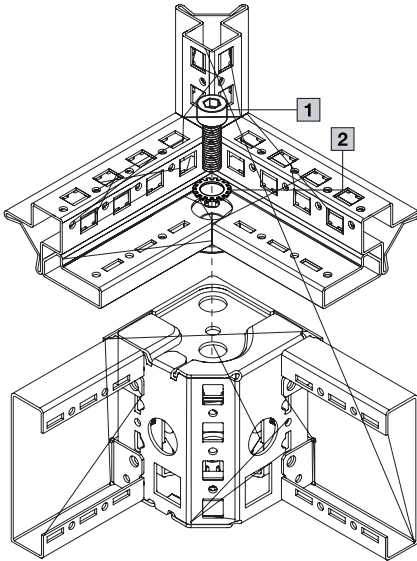


- 1 套筒螺钉 M6
- 2 管状门框

额定峰值耐受电流	$I_p = 30.0 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 21.0 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 17.6 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3. 载流量和短路电阻

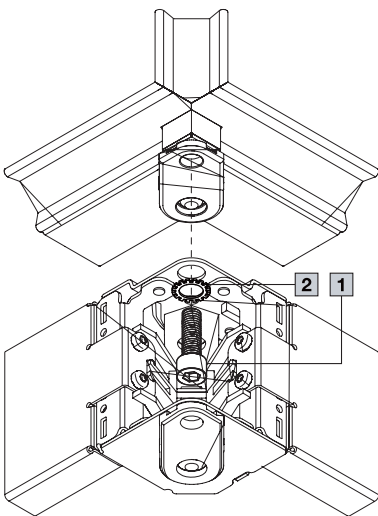
3.1.9 底框 - 底座



- 1 内六角螺钉 M12
- 2 锯齿垫圈 A13

额定峰值耐受电流	$I_p = 40.7 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 27.4 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 30.0 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.1.10 框架(角件) - 底座



- 1 内六角螺钉 M12
- 2 锯齿垫圈 A13

额定峰值耐受电流	$I_p = 40.8 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 27.7 \text{ kA} (T_k = 40 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 30.7 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

机柜系统 VX25

载流量

3.2 自动接触点的载流量

VX25的自动接触系统确保了所有平板件间的导电连接。

我们的试验和测量结果表明这种导电连接的接触电阻 $<0.1\ \Omega$ ，满足IEC/DIN EN 62 208要求。

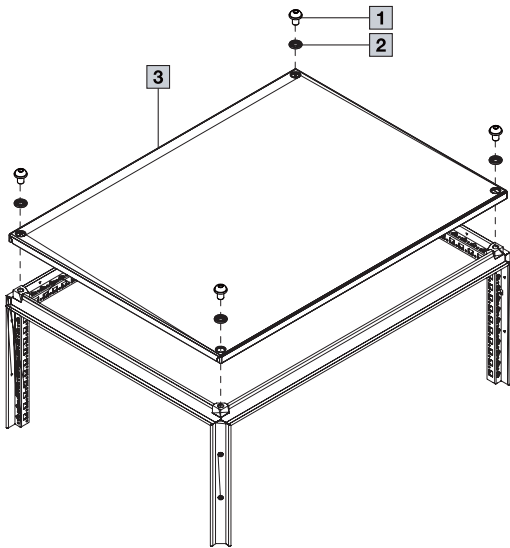
对于门的“间接触电保护”措施，由于不能保证导电连接不变化（油漆、油和污染物等），我们建议使用单独的接地线连接门。设计人员必须确定自动接触系统是否能提供足够的接地性能。此处需要注意的事项参考1.2节及相关的指令和标准（见1.3）。

注意：

下述值是通过使用标准喷涂获得的。如果使用特殊油漆，则可能出现其它接触状况。这种设计科学合理，可以保证相应部件之间实现自动电位平衡，如后板-顶板-侧板（附件）到框架之间，以及进线底板到框架之间。威图电气组件（冷却装置，风扇和过滤器等）可以安装在机柜侧板、后板或顶板表面，自动接触系统完全可以保证稳定的、持续性的PE导体连接。相关组件应标有PE导体符号，以标记其作为PE导体的功能。

整个系统不需要进行额外的PE导体连接。

3.2.1 框架 - 顶板



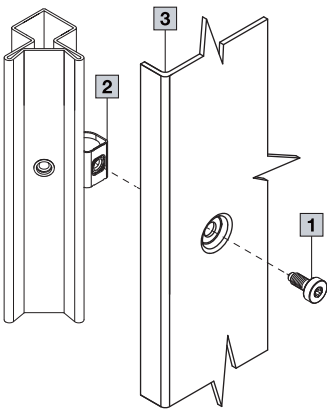
顶板安装螺钉

锯齿垫圈

顶板

额定峰值耐受电流	$I_p = 4.3\ \text{kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 3.0\ \text{kA} (T_k = 50\ \text{ms})$
焦耳热值	$I^2t\ \text{值} = 0.41 \cdot 10^6\ \text{A}^2\ \text{s}$
建议扭矩	$M_A = 25 - 30\ \text{Nm}$

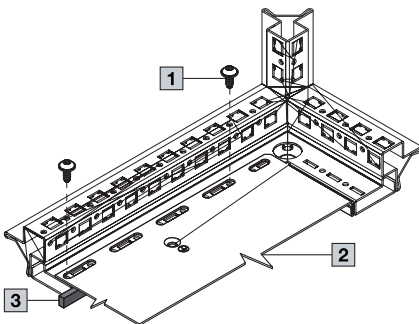
3.2.2 框架 - 侧板/后板



- 1 盘头螺钉 M6 x 16
- 2 带接触弹簧的平板紧固件
- 3 侧板

额定峰值耐受电流	$I_p = 15 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 7.5 \text{ kA} (T_k = 50 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 3.52 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

3.2.3 底框 - 进线底板



- 1 螺钉 5.5 x 13
- 2 进线底板
- 3 密封

额定峰值耐受电流	$I_p = 15.3 \text{ kA}$
额定发热电流	$I_{th} = 7.7 \text{ kA} (T_k = 33 \text{ ms})$
焦耳热值	$I^2t \text{ 值} = 0.4 \cdot 10^6 \text{ A}^2 \text{ s}$

机柜系统 VX25

载流量

3.3 接地线的允许对称短路电流

3.3.1 PVC绝缘接地线

在0.04s、0.2s、0.5s、1s和5s短路时长下4 mm²、10 mm²、16 mm²、25 mm²和35 mm² PVC绝缘铜接地线（PE导体）的允许对称短路电流。

可允许对称短路电流

保护设备动作时间	PE导体的横截面（PVC绝缘）				
	4 mm ² (Cu)	10 mm ² (Cu)	16 mm ² (Cu)	25 mm ² (Cu)	35 mm ² (Cu)
0.04 s	2.86 kA	7.15 kA	11.44 kA	17.88 kA	25.03 kA
0.2 s	1.28 kA	3.20 kA	5.12 kA	8.00 kA	11.20 kA
0.5 s	0.81 kA	2.02 kA	3.23 kA	5.05 kA	7.07 kA
1.0 s	0.57 kA	1.43 kA	2.29 kA	3.58 kA	5.01 kA
5.0 s	0.26 kA	0.64 kA	1.02 kA	1.60 kA	2.24 kA

计算依据EN 61 439-1附录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 = 允许对称短路电流，单位A

其中：

导体横截面 SP = 4, 10, 16, 25, 35 mm²

动作时间 t = 0.04; 0.2; 0.5; 1; 5 s

材料系数 k = 143A · √s/mm²

3.3.2 裸接地线

在0.04s、0.2s、0.5s、1s和5s短路时长下4 mm²、10 mm²、16 mm²、25 mm²和35 mm²裸接地线（PE导体）的允许对称短路电流。

可允许对称短路电流

保护设备动作时间	PE导体的横截面（裸导体）				
	4 mm ² (Cu)	10 mm ² (Cu)	16 mm ² (Cu)	25 mm ² (Cu)	35 mm ² (Cu)
0.04 s	3.52 kA	8.79 kA	14.07 kA	21.99 kA	30.79 kA
0.2 s	1.57 kA	3.93 kA	6.30 kA	9.84 kA	13.78 kA
0.5 s	1.00 kA	2.48 kA	3.97 kA	6.21 kA	8.70 kA
1.0 s	0.70 kA	1.76 kA	2.82 kA	4.40 kA	6.16 kA
5.0 s	0.32 kA	0.79 kA	1.25 kA	1.97 kA	2.76 kA

计算依据EN 61 439-1附录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 = 允许对称短路电流，单位A

其中：

导体横截面 SP = 4, 10, 16, 25, 35 mm²

动作时间 t = 0.04; 0.2; 0.5; 1; 5 s

材料系数 k = 176A · √s/mm²

4. 测试方法和评估

威图委托德国最大的试验研究所位于柏林的IPH精心设计了一系列实验，以测试 VX 25机柜的接地性能。这些实验对机柜组件和接地点的电气连接进行了测试，以检查它们的电气连续性（根据IEC/DIN EN 62 208标准）和热稳定性（根据IEC/DIN EN 61 439-1标准）。这些实验的目的是确认单个机柜组件间的电气连续性和获取短路阻抗。试验确定并记录了短路峰值电流和焦耳热值（ I^2t 值）。

4.1 试验方法

- 将试验样本通过电力变压器连接到大电流发生器，并使其承受规定时间的短路电流。
- 使用电流表-伏特计法测量并记录短路前后的接触电阻。
- 逐步增大冲击电流，直至连接被破坏或超过允许接触电阻。
- 绘制电流电压曲线图，确定冲击电流、对称短路电流（r.m.s.值）、短路时长和焦耳积分值（ I^2t 值）。
- 拍照记录每个试验阶段前后连接的状况。

4.2 评估注意事项

通过对电气连接的目视检查和电阻测量对试验进行评估。在电气连接未受影响并且邻近的易燃组件未被点燃的情况下，允许出现一定程度的裂纹（根据IEC/DIN EN 61 439-1，10.11.5.6.2项说明1）。因此建议根据具体要求进行适当的单独测试。

设计师可以参考焦耳热值（ I^2t 值），估测实际安装点产生的可能载荷值（见IEC/DIN EN 61 439-1）。

测试证明，焦耳热值 I^2t 在整个短持续时间内基本上是恒定的。这意味着已知动作时间 T_k 和允许的额定发热电流 I_{th} 的乘积不得超过规定的载流量（ I^2t 值）。

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

需要注意的是，给出的值仅对被测结构组件和连接有效。

尤其是考虑到短路电动力，因此不可能给出通用值。当使用具体的额定峰值耐受电流时，必须注意，连接导线和机柜的安装布局是决定电动力的决定性因素。

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- 机箱机柜
- 配电组件
- 温控系统
- IT基础设施
- 软件与服务



扫码获取更多信息
<https://www.rittal.com/cn-zh/>

机箱机柜

配电组件

温控系统

IT基础设施

软件与服务

FRIEDHELM LOH GROUP

