

补充提示

请阅读本文件，并妥善保存以供日后使用。在组装、安装、运行或维护产品之前，请确保您已完全理解本文所述的指导和风险。请务必遵守安全提示。不遵守本文件的指导可能会导致严重的人身伤害和/或财产损失。本文件如有更改，恕不另行通知。

以下补充提示解释了本文件中安全信息的内容和结构。

安全章节

本文件的安全章节描述了基本安全知识。描述了一般危险并给出了避免这些危险的策略。

警告提示

本文件中使用了以下警告提示来表示危险情况：

符号	类别	含义	备注
▲	警告!	表示可能导致人员死亡或严重（不可逆转）伤害的情况。	警告提示中给出了避免危险的信息。
▲	小心!	表示可能导致人员轻微至中度（可逆转）伤害的情况。	
无	注意!	表示可能导致财产和环境损害的情况。	

本文件中使用的符号

符号	含义
▶	操作说明插图中的流动方向
①	插图中的位置编号
(1)	文本中的位置编号

目录

1 安全	5
1.1 用途.....	5
1.2 对人员的要求.....	5
1.3 避免电击和火灾.....	6
1.4 剩余风险.....	6
2 产品	7
2.1 供货范围.....	7
2.2 产品标识.....	7
2.2.1 型号名称示例.....	7
2.2.2 产品密钥.....	8
2.3 铭牌.....	9
2.4 符号和标识.....	10
2.5 结构.....	10
2.6 功能说明.....	10
2.6.1 测量功能.....	10
2.6.2 Live Zero 功能 (仅限 P45*11K2*** 和 P45*21K2***).....	10
2.6.3 方框图.....	11
2.6.4 传输特性.....	11
2.6.5 共模特性.....	13
2.7 输出/辅助电源端子分配.....	13
2.8 安装.....	14
2.8.1 一般安装提示.....	14
2.8.2 组装.....	15
2.8.3 连接准备.....	16
2.8.4 电气连接.....	17
3 运行	20
3.1 调试.....	20
3.2 操作.....	20
3.3 维护.....	20
4 故障排除	21
5 停止使用	22
5.1 拆卸.....	22
5.2 退返.....	22
5.3 废弃处理.....	22
6 尺寸图	23
7 负载量纲	25
7.1 最大负载.....	25
7.2 最小负载.....	26
7.2.1 单独运行.....	26
7.2.2 并排运行.....	27

8	技术数据	28
8.1	输入	28
8.2	输出	29
8.3	设备错误检测与信号发送	29
8.4	传输性能	29
8.5	共模抑制	29
8.6	辅助电源	30
8.7	绝缘防护	30
8.8	电气间隙和爬电距离	34
8.9	环境条件	35
8.10	设备	35
8.11	其他数据	36
9	附录	37
9.1	附件	37
9.2	标准和指令	38
9.3	材料评估	39
10	SIL 手册 (P45**1K2***)	40
10.1	一般说明	40
10.2	测定的安全技术特征值	40
10.3	适用范围	42
10.4	相关标准	42
10.5	安全子功能	42
10.6	测量信号与故障信息的信号电平	42
10.6.1	测量信号和故障信息的信号电平 P45*11K2***	42
10.6.2	测量信号和故障信息的信号电平 P45*21K2***	42
10.7	维护和维修	42
10.8	重复性检测	43
10.9	技术数据 (功能安全性)	43
11	缩写词	44

1 安全

以下安全说明包含安全使用产品的必要信息。如果您有任何疑问，请使用本文件背面提供的信息联络 Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG。

禁止打开、更改或自行维修产品。如果外壳受损，请停止产品的运行，并将其替换为同等产品。仅允许由 Knick 公司进行维修。

1.1 用途

P45000 产品系列的测量变送器适用于测量轨道车辆以及轨道交通基础设施和工业设施中的电压。在轨道车辆上，仅允许将 P45000 安装在符合 50155 附录 C 安装地点 1 的封闭式电气运行区域内。如需在轨道车辆内部安装 P45000，则必须将其安装在具有防火安全技术保护的封闭式开关柜内。

输入端允许直接连接到初级电路（高电位）。必须遵守技术数据中的所有定义和规格要求。

P45000 对输入信号进行采集、处理，并将其与输出和辅助电源电气隔离。与输入成比例的输出信号则和辅助电源之间电气连接。

输出信号将被馈送到控制装置、防护装置、指示器或数据采集系统以进行进一步处理。

应用领域

- 轨道车辆
- 铁路牵引变电所
- 高压驱动器
- 工业设施
- 基础设施
- 电力电子设备
- 整流器和逆变器
- 蓄电池电源和应急电源

在对产品实施安装、操作或其他处理时必须始终小心谨慎。禁止在本说明书所述范围之外的情况下使用产品，否则可能导致严重的人身伤害、死亡以及财产损失。因未按用途使用产品而造成的损失均由运营公司自行承担。

1.2 对人员的要求

运营公司必须确保使用或以其他方式接触该产品的员工均已经过充分培训并得到合规指导。

运营公司必须遵守所有与产品有关的适用法律、法规、条例以及相关的行业资质标准，并必须确保其员工同样遵守。不遵守上述规定将构成运营公司对产品的义务违反。严禁违规使用产品。

1.3 避免电击和火灾

敷设连接电缆时必须遵守 EN 50343 的规定。

连接在输出端和电源上的电缆必须符合该电路保护装置的电流限值。

防止直接接触的保护措施：运营公司必须采取保护措施，防止操作人员直接接触可自由接近的螺钉触点。根据 EN 50153 第 5 章规定，例如安装到可上锁的开关柜中就能确保做到这一点。必须注意遵守其他国家/地区规定或应用特定的规定。

必须根据应用标准确定与邻近设备和设备周围环境中导电零件的距离并且予以遵守。绝缘必须与空气间隙和爬电距离（→ *电气间隙和爬电距离, 页 33*, → *电气间隙和爬电距离, 页 34*）相协调并且符合相应的标准（例如 EN 50124-1），必须对此进行评估并且予以确保。

如果污染等级为 PD3A 且根据 EN 50124-1 卧式安装设备，则仅允许将其安装在 CTI 值为 600 的塑料表面上。

另请参见

→ *电气间隙和爬电距离, 页 33*

→ *电气间隙和爬电距离, 页 34*

→ *安装, 页 14*

1.4 剩余风险

本产品按照公认的技术安全规定开发和制造。P45000 已接受内部风险评估。然而，并非所有风险均可被充分降低，仍然存在以下剩余风险：

环境影响

潮湿、腐蚀、环境温度以及高电压和瞬态过电压的作用都可能影响产品的安全运行。请遵守以下提示：

- P45000 仅允许在遵守规定的运行条件下操作。 → *技术数据, 页 28*

2 产品

2.1 供货范围

- 按照订购规格的 P45000 产品
- 安装说明书，含安全提示
- 测试报告 2.2，符合 EN 10204 标准

2.2 产品标识

P45000 的不同产品规格均在型号名称中编入代码。

产品密钥标示在铭牌上（摘录）。具体产品型号可以通过该标识与前侧喷印（设备正面）处的订货代码确认。

2.2.1 型号名称示例

型号名称	P45	0	0	0	K	2	1	0	1	/	1	0	0	0
型式试验电压 10 kV AC, 额定电压 $U_{in,n}$ [V]: 500...1500		0								/				
$I_{out} = \pm 50$ mA; 双极			0							/				
没有 SIL 适用性				0						/				
外壳类型					K	2				/				
壁式安装/35毫米DIN导轨							1			/				
高压接口: 螺钉触点/环形接线片								0		/				
输出/电源: 直插式端子									1	/				
输入额定电压: $U_{in,n} = \text{xxxx}$ V										/	1	0	0	0

2.2.2 产品密钥

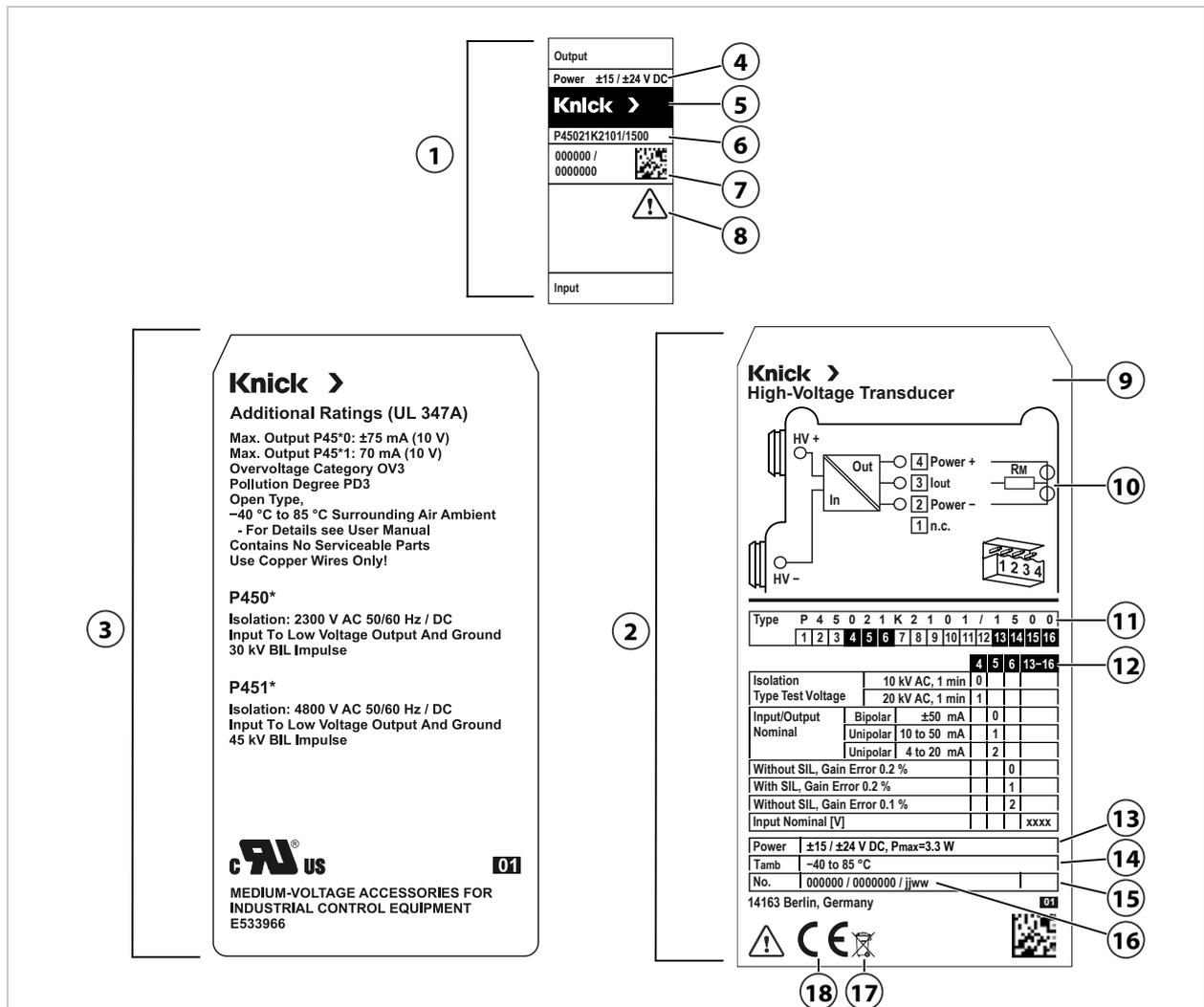
高压变频器	P45	-	-	-	K	2	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
型式试验电压 10 kV AC, 额定电压 $U_{in,n}$ [V]: 500 ... 1500	0									/											
型式试验电压 20 kV AC, 额定电压 $U_{in,n}$ [V]: 500 ... 3000	1									/											
$I_{out} = \pm 50$ mA; 双极	0	0								/											
$I_{out} = \pm 50$ mA; 双极	0	2								/											
$I_{out} = 10 \dots 50$ mA; 单极	1	1								/											
$I_{out} = 4 \dots 20$ mA; 单极	2	1								/											
Out 特殊类型 ¹⁾	9	0								/						-	S	x	x	x	
Out 特殊类型 ¹⁾	9	2								/						-	S	x	x	x	
没有 SIL 适用性, 增益误差 0.2 %	0									/											
有 SIL 适用性, 增益误差 0.2 % ²⁾	1									/											
没有 SIL 适用性, 增益误差 0.1 %	2									/											
外壳类型					K	2				/											
仅壁式安装							0			/											
壁式安装/35毫米DIN导轨							1			/											
高压接口: 螺钉触点/环形接线片								0		/											
高压接口: 固定电缆								1		/											
输出/电源: 直插式端子									1	/											
输出/电源: 螺钉端子									2	/											
输入额定电压: $U_{in,n} = \text{xxxx V}$										/	x	x	x	x							
特殊类型 ¹⁾																	-	S	x	x	x

1) 操作说明书与产品上的信息有偏差

2) 仅适用于额定电压 $U_{in,n}$ [V]: 500、750、1000、1500、2000、2800、3000

2.3 铭牌

P45000 通过外壳侧面和正面的铭牌进行识别。根据产品规格的不同，铭牌上提供的信息也不同。
示例图：



- | | |
|----------------|-----------------|
| 1 铭牌，设备正面 | 10 有端子分配的方框图 |
| 2 铭牌，右侧 | 11 型号名称与 定制产品版本 |
| 3 铭牌 UL，左侧 | 12 产品代码 (摘录) |
| 4 电源规格 | 13 电源规格 |
| 5 制造商 | 14 允许环境温度 |
| 6 型号名称与 定制产品版本 | 15 货号/序列号/生产日期 |
| 7 货号/序列号 | 16 制造商地址与原产地标志 |
| 8 特殊条件和危险地点 | 17 WEEE 标识 |
| 9 产品名称 | 18 CE 标识 |

2.4 符号和标识



产品的特殊条件和可能的危险点！请阅读操作说明书，注意技术数据，并遵循安全章节中的指示。



产品上的 CE 标签说明该产品符合欧盟统一立法中的相关要求。



UL Recognized Component: 美国和加拿大的组件认证



Knick 产品上的该图标表示，废旧设备必须与未经分类的城市垃圾分开处理。

2.5 结构

P45000 的外壳设计为模块化外壳，可并排或重叠安装多达三个设备。外壳配有一个用于35毫米 DIN导轨的卡扣固定件，以及用于拧紧安装到平坦表面的孔。

高压接口有两种类型：用于带环形接线片的电缆的螺钉触点 (M5)和封装在设备中的固定电缆。固定电缆的长度为 2 m。

输出/电源连接有两种类型：直插式端子和螺钉端子。

2.6 功能说明

2.6.1 测量功能

测量变送器用于调理、滤波以及电气隔离高电压。测量变送器将模拟信号从通常较高的电位变换成近地电位，以便能够以安全而且干扰极少的方式继续处理所采集的信号。

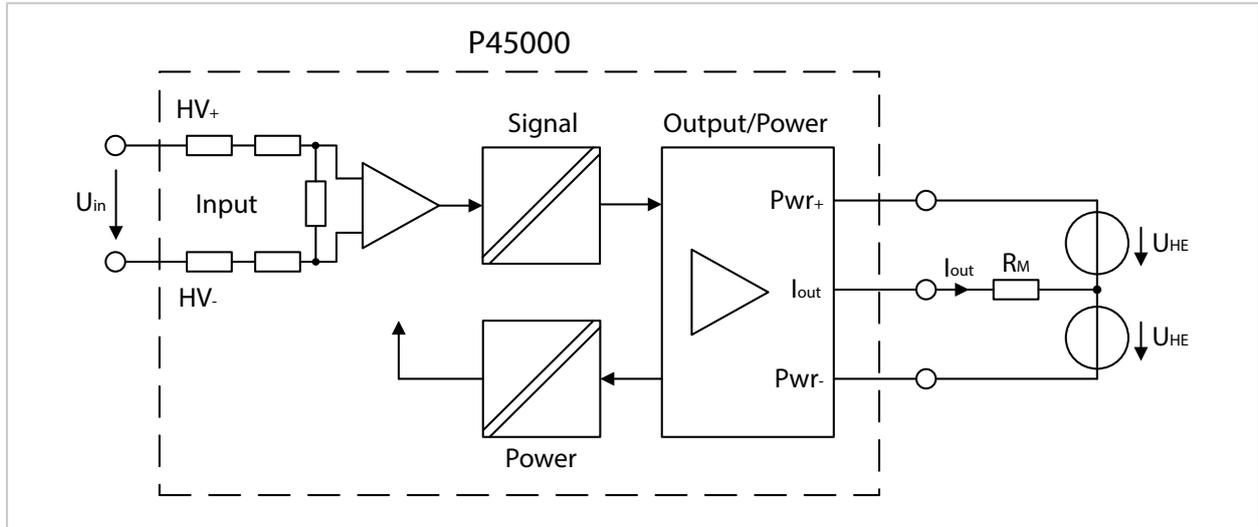
在测量变送器的输出端上输出模拟信号，该信号所反映的就是测量变送器输入端上的模拟测量信号。视设备规格而定，输入电压的幅值可达几千伏。不仅可以处理单极输入信号，也可以处理双极输入信号。在测量变送器的输出端提供单极电流信号或双极电流信号。两端口隔离，也就是输入端和输出端/电源之间的电气隔离，可确保人身安全和设备安全，提高测量装置的信号完整性。

2.6.2 Live Zero 功能 (仅限 P45*11K2*** 和 P45*21K2***)

具有 SIL 适用性的产品能识别某些内部错误，例如欠电压、传输故障，并将输出设为定义的值作为对错误的反应。Live Zero 功能可对输出信号进行外部监测。

- 如果使用 10 ... 50 mA 输出信号 (Live Zero; 仅限 P45*11K2***)，也可以识别输出线路的断路或者短路。此时应将 < 9 mA 的输出电流 (P45*11K2***) 判读为错误状态。
- 如果使用 4 ... 20 mA 输出信号 (Live Zero, 仅限 P45*21K2***)，则应将 < 3.6 mA 的输出电流判读为错误状态。

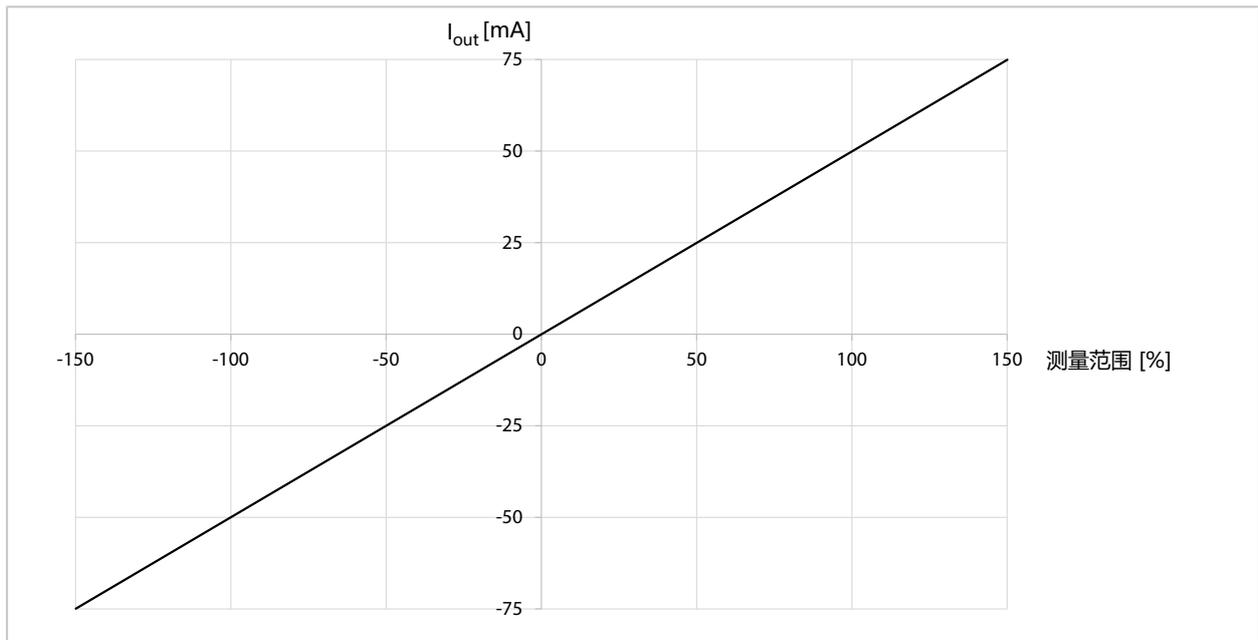
2.6.3 方框图

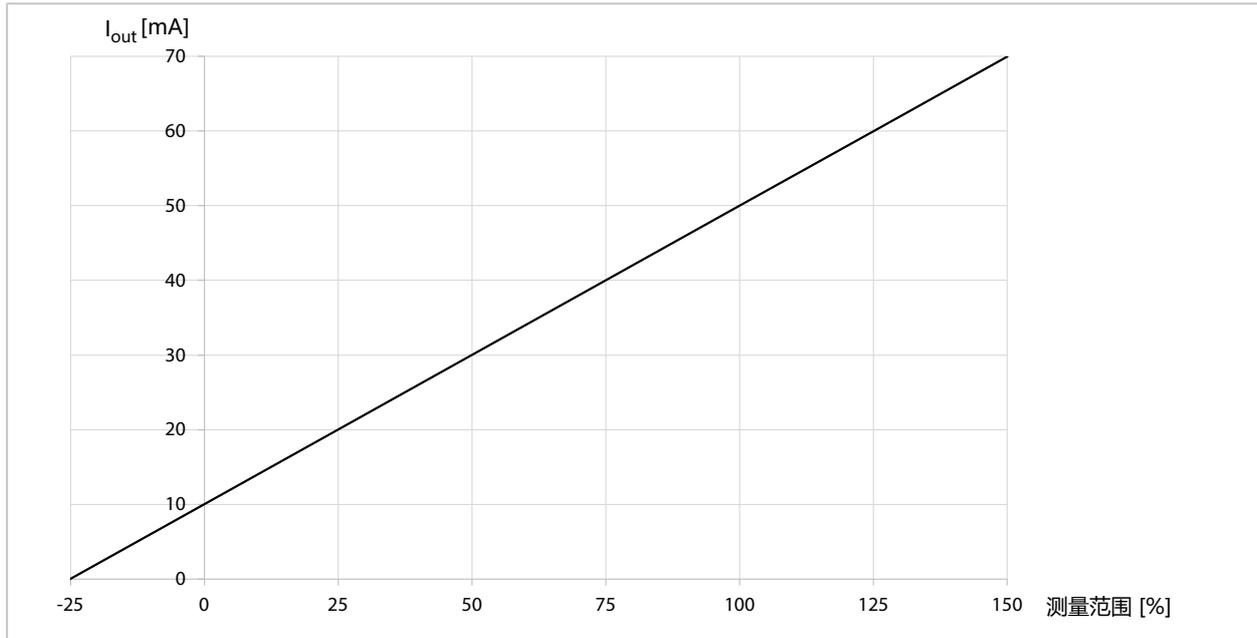
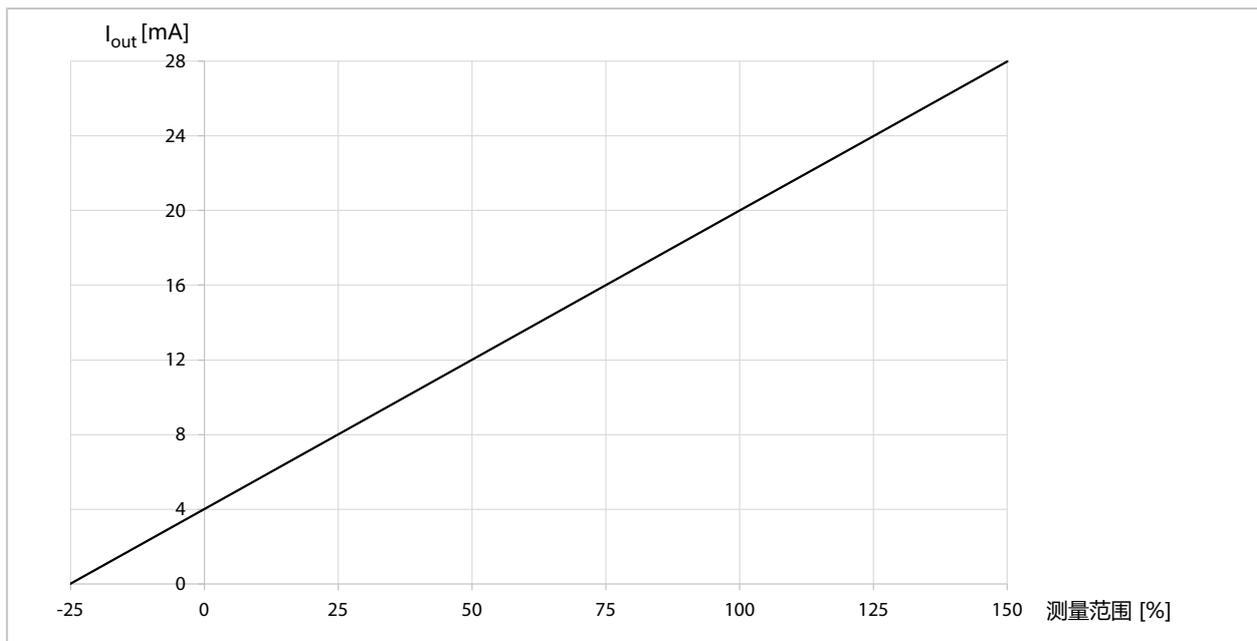


2.6.4 传输特性

测量值以线性方式传输。

输出电流 ± 50 mA; 双极

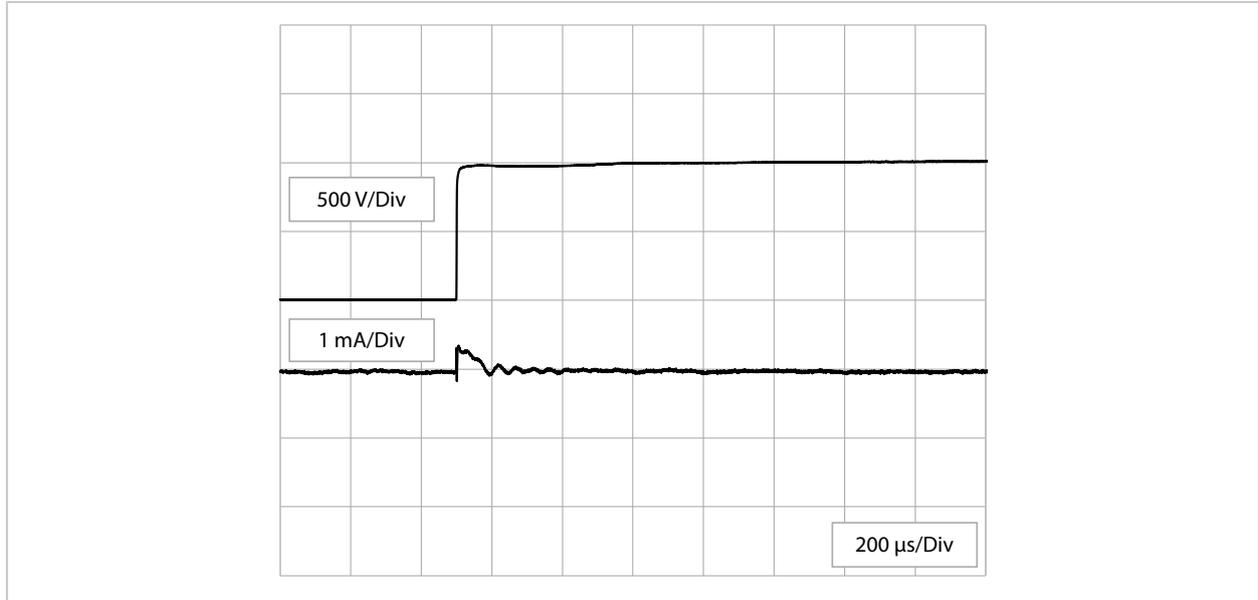


输出电流 10...50 mA; 单极**输出电流 4...20 mA; 单极**

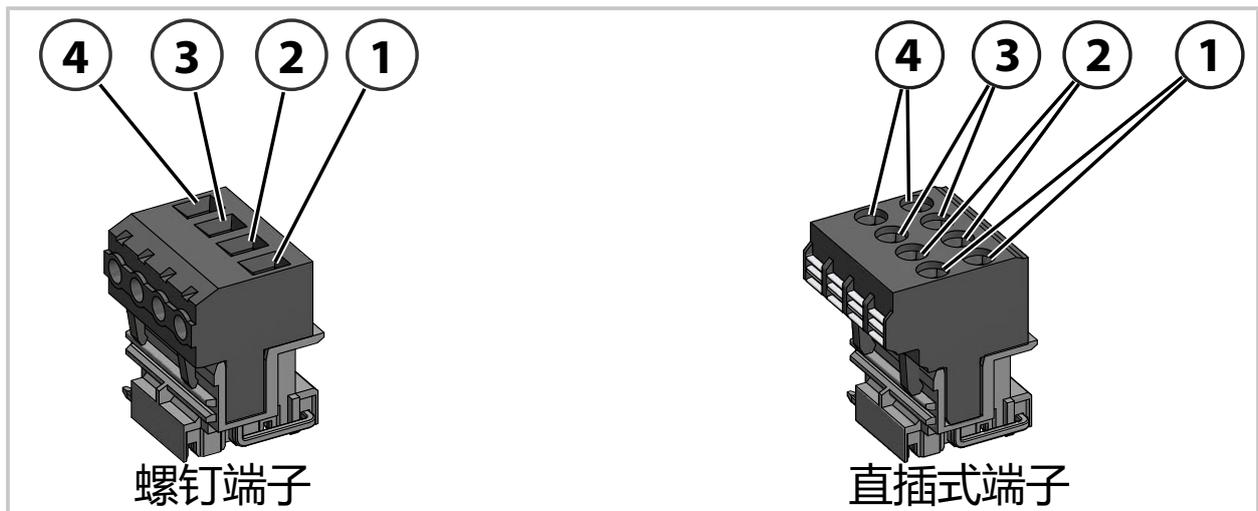
2.6.5 共模特性

P45000 在 1000 V 阶跃下且抗扰度为 6 kV/ μ s 时的共模特性 (典型)

$$U_{in,n} = 3000 \text{ V}, I_{out,n} = 50 \text{ mA}, R = 100 \Omega$$



2.7 输出/辅助电源端子分配



- 1 未分配
- 2 负电源电压/电源

- 3 电流输出
- 4 正电源电压/电源

直插式端子被设计成双层端子。每极都有两个内部连接的端子可用。这样就可以将电源从一个设备连通到下一个设备。此时要注意输出信号与电源有电连接。

2.8 安装

2.8.1 一般安装提示

▲警告! 危险电压, 切勿触摸。 本产品不得带电安装。

▲警告! 飞弧危险。 按照 EN 50124-1 标准并在污染等级 PD3A (仅限 P45***K2*1*) 的环境中使用时, 仅允许在具有 CTI 600 的塑料平面上对产品进行卧式安装。

▲小心! 防护装置与安全装置! 在轨道车辆内部, 必须将测量变送器安装在具有防火安全技术保护的封闭式开关柜内。

P45000 可以安装在任意安装位置:

- 竖立或者平躺在平坦的表面上
- 安装到35毫米DIN导轨上 (不使用安装导轨总线连接器)
- 并列安装 (最多三个设备相邻或者重叠, 之前所述的所有安装类型都可以)

可以安装附件 ZU1471 来加长空气间隙。将附件安装在输入端的高压触点区域内。

可以安装附件 ZU1474 来连接 (并联) 两个设备的输入端螺钉端子, 以实现冗余运行。将附件安装到螺钉触点上。

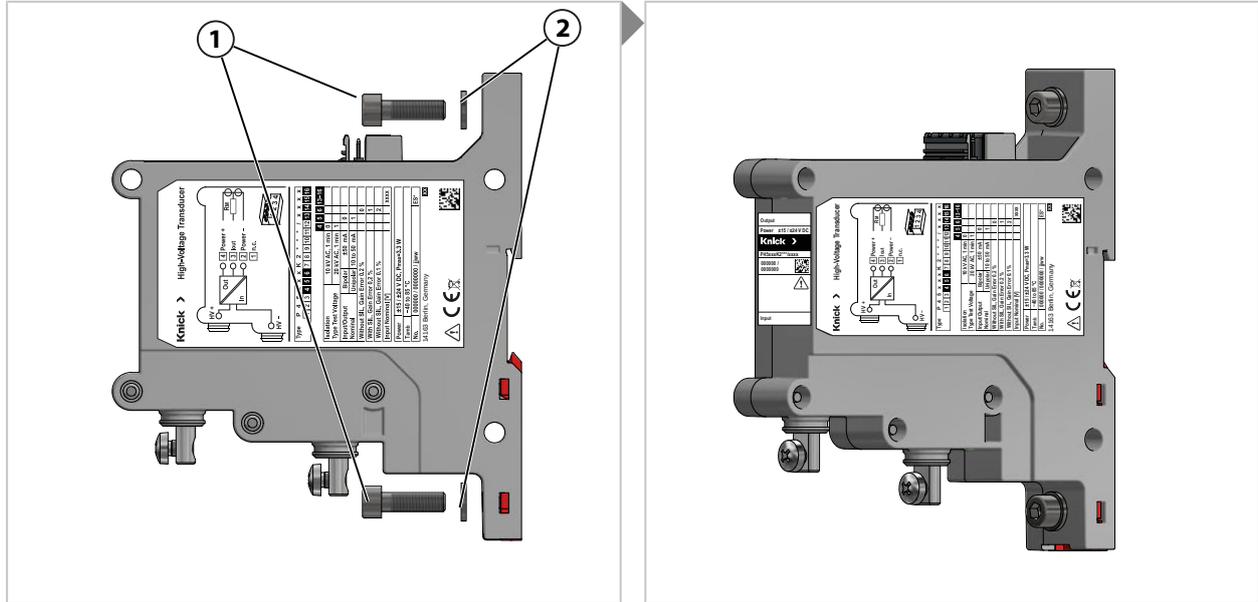
2.8.2 组装

▲警告! 危险电压, 切勿触摸。 本产品不得带电安装。

01. 检查供货范围是否齐备。 → *供货范围, 页 7*

02. 检查 P45000 是否受损。

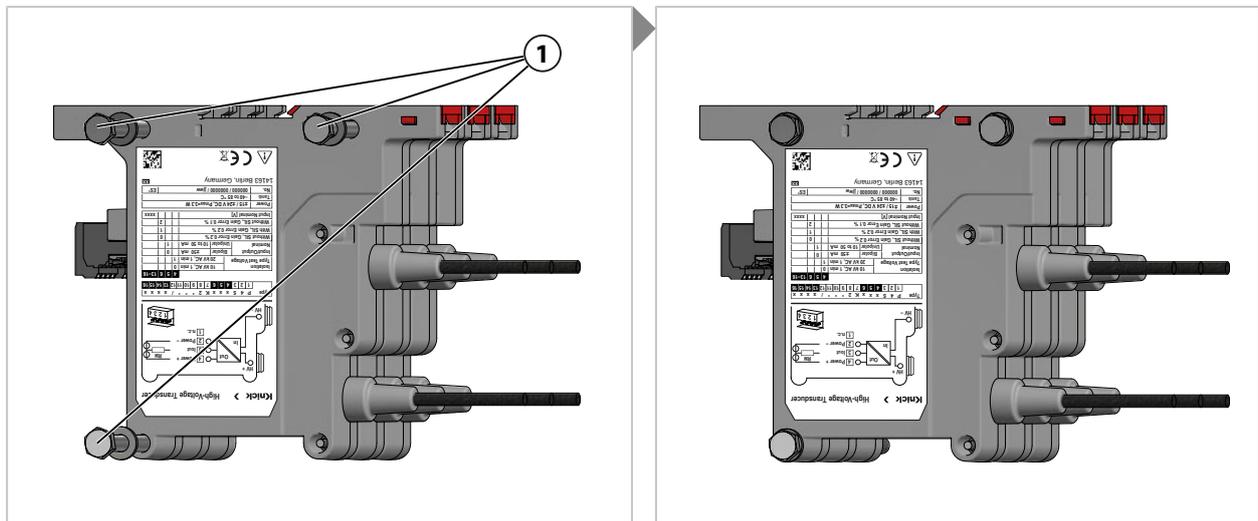
在安装表面上装配 (立式)



01. 如有必要, 安装隔板 ZU1471。

02. 用两个 M6 螺栓 (1) 和两个 M6 适用垫圈 (2) 将 P45000 固定在安装表面上。拧紧力矩 5 Nm。

在安装表面上装配 (卧式)

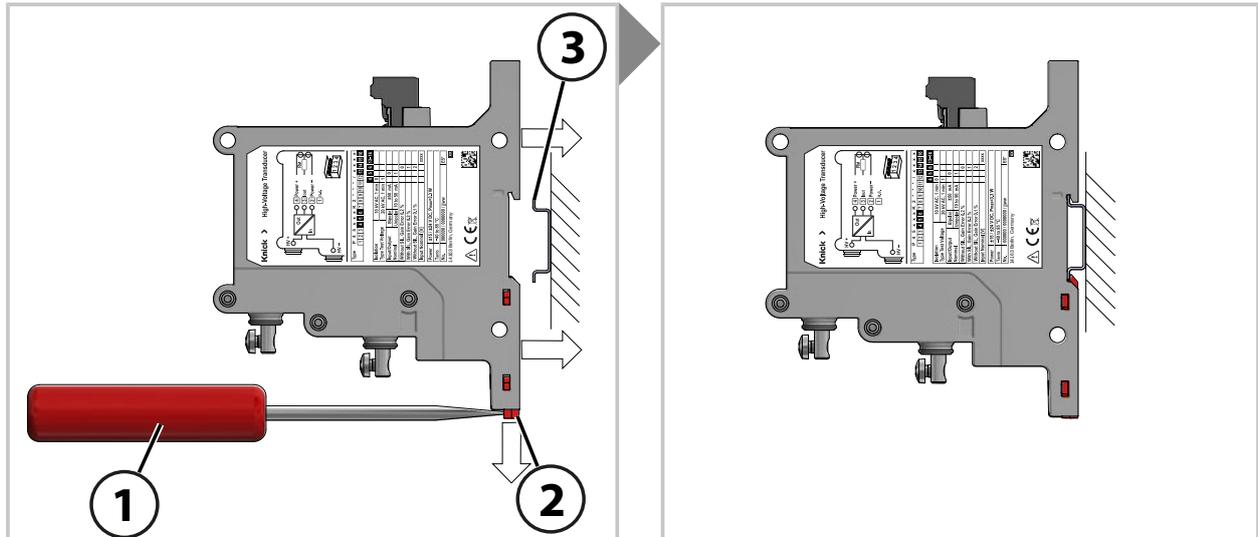


01. 如有必要, 安装隔板 ZU1471。

02. 用三个 M6 螺栓 (1) 和三个 M6 适用垫圈将 P45000 固定在安装表面上。拧紧力矩 3 Nm。

▲警告! 触电危险电压! 对采用螺钉触点的产品类型 P45***K2*0* 进行卧式安装时, 请注意其与周边环境的间隔距离。 → *电气间隙和爬电距离, 页 33*

在支导轨 P45***K21** 上方安装



当支导轨高度为 7.5 mm 时:

01. 如有必要, 安装隔板 ZU1471。
02. 用螺丝刀 (1) 拔出红色底脚锁销 (2)。
03. 将 P45000 水平推到支导轨 (3) 上并将底脚锁销卡合到位。

当支导轨高度为 15 mm 时:

01. 如有必要, 安装隔板 ZU1471。
02. 将 P45000 放到支导轨的上缘并卡入。

2.8.3 连接准备

输入

提示: 如果是订购型号 P45***K2*1*, 则预先固定安装了电缆横截面为 1.5 mm² 的电缆。这些电缆长达 2 m, 可以缩短到应用所需的长度。

输入电缆, 产品型号 P45***K2*0*

耐温性	最低 100 °C (212 °F)
最大电缆横截面	16 mm ²
最小电缆横截面	1.5 mm ²
环形接线片最大长度	从螺钉孔起 21 mm
环形接线片找正 ¹⁾	垂直, ±10°
环形接线片材料	镀锌钢
十字头螺钉材料	不锈钢

输出/电源电缆

提示: 使用金属套管长度为 10 mm 的管型冷压端子。如果是硬电缆, 则将电缆末端 10 mm 绝缘去除。

直插式端子或者螺钉端子电缆:

最大电缆横截面	2.5 mm ²
最小电缆横截面	0.2 mm ²

¹⁾ → 电气连接, 页 17

2.8.4 电气连接

▲警告! 危险电压, 切勿触摸。 本产品不得带电安装。

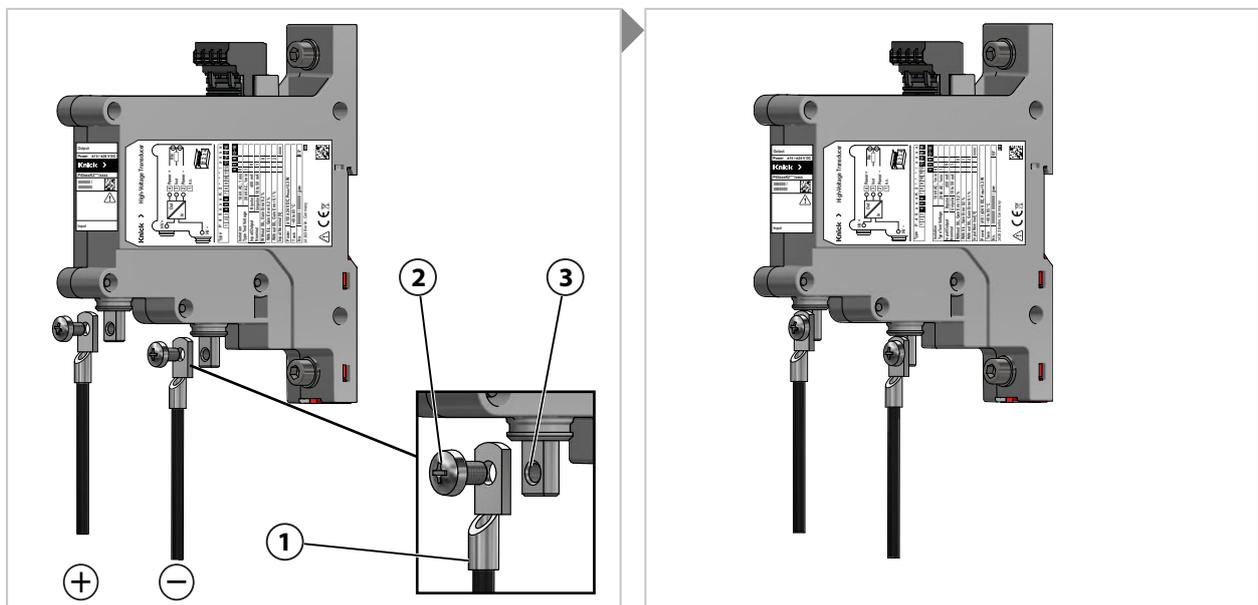
01. 将电气设备与带电部件断开——即断电。
02. 对电气设备上锁以防重新开启。
03. 确保电气设备不带电。
04. 将电气设备接地并短接。
05. 用绝缘材料遮盖或隔开相邻的带电部件。

输入极性标示在侧面的铭牌上。

反极性保护

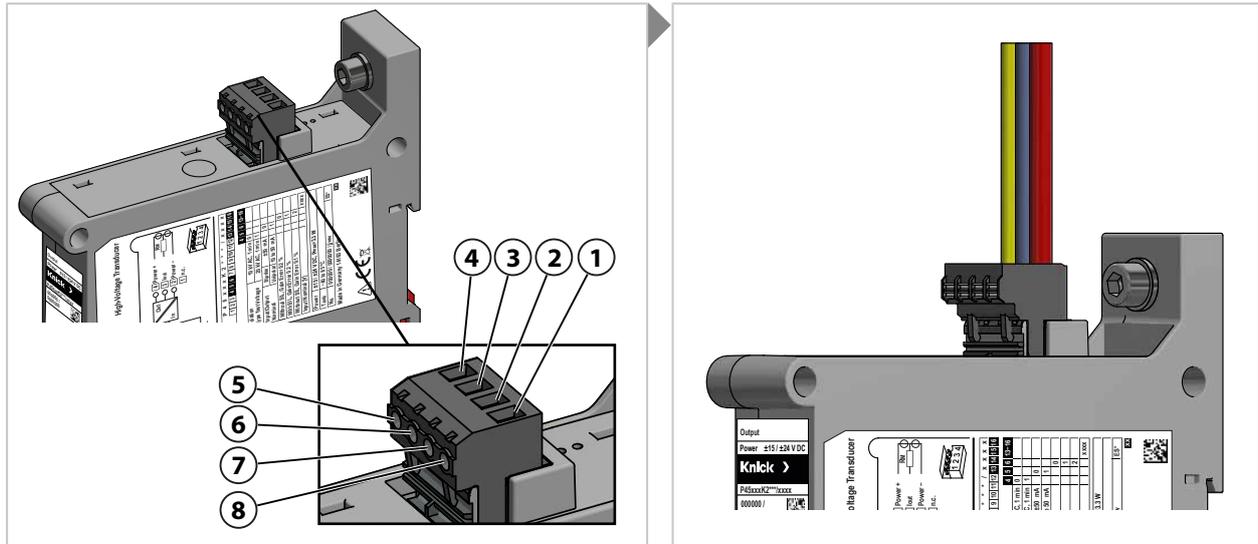
电源电压/辅助电源在输出端的连接具有反极性保护功能。出现反极性时, 产品无法运行。

连接 P45***K2*0* 输入接线片



01. 用 M5 × 8 mm 螺栓 (2) 将电缆 (1) 固定在螺钉触点 (3) 处。拧紧力矩 1 ... 3 Nm。

采用螺钉端子的输出/辅助电源连接



01. 将电缆插入端子 **(2)** ... **(4)**。 → 输出/辅助电源端子分配, 页 13

02. 拧紧螺栓 **(5)** ... **(7)**。拧紧力矩 0.6 Nm。

03. 将电气设备重置为初始状态。按照相反顺序, 解除用于保障不带电状态的措施。

另请参见

→ 输入, 页 29

3 运行

3.1 调试

注意! 持续过调制可能导致过热，从而造成故障率上升。请遵守技术数据并参阅有关负载量纲的章节。

3.2 操作

高压测量变送器在出厂时已配置完毕，不带有操作元件。

3.3 维护

设备免维护。根据客户需求，可以在原厂对设备重新校准或调整。由于设备采用浇注工艺，因此无法对电子部件进行维修。

4 故障排除

进行故障排除时需时刻保持小心谨慎。不遵守此处所述的要求可能会导致严重的人身伤害和/或财产损失。

注意安全指示。→ 安全, 页 5

查找故障的首要措施:

- 检查所有连接的电缆是否正确连接。
- 检查电源。

故障状态	可能原因	解决办法
非预期测量值。	输入信号连接不正确。	检查输入信号是否确实存在。
	电流输出过载。	测量电流输出端子处的电压和输出电流, 并据此确定负载。→ 输出, 页 29
	输入过载: 输入电压低于所选测量范围起始值或高于所选测量范围终值。	调整测量范围或纠正过载。→ 输入, 页 28
	输出和控制器之间的线路故障。	纠正输出处的线路短路或断路。 提示: 对于 P45*11K2*** 和 P45*21K2***, 用电流表检查输出, 查看是否发出错误状态信号。 → Live Zero 功能 (仅限 P45*11K2*** 和 P45*21K2***), 页 10

5 停止使用

5.1 拆卸

▲警告! 危险电压, 切勿触摸。 本产品不得带电拆卸。

01. 将电气设备与带电部件断开——即断电。
02. 对电气设备上锁以防重新开启。
03. 确保电气设备不带电。
04. 将电气设备接地并短接。
05. 用绝缘材料遮盖或隔开相邻的带电部件。
06. 检查 P45000 的输入端是否无电压。
07. 断开辅助电源。
08. 用螺丝刀松开螺钉端子, 拆下电缆。
09. 用螺丝刀向下拉出外壳的底脚锁销。将 P45000 向上提起, 从35毫米DIN导轨中取出。

5.2 退返

如有需要, 请将产品清洁并妥善包装后发送到当地代表处。 → knick-international.com

5.3 废弃处理

请遵守当地法规和法律, 以对产品进行正确的废弃处理。

客户可以将其废旧的电气与电子设备寄返。

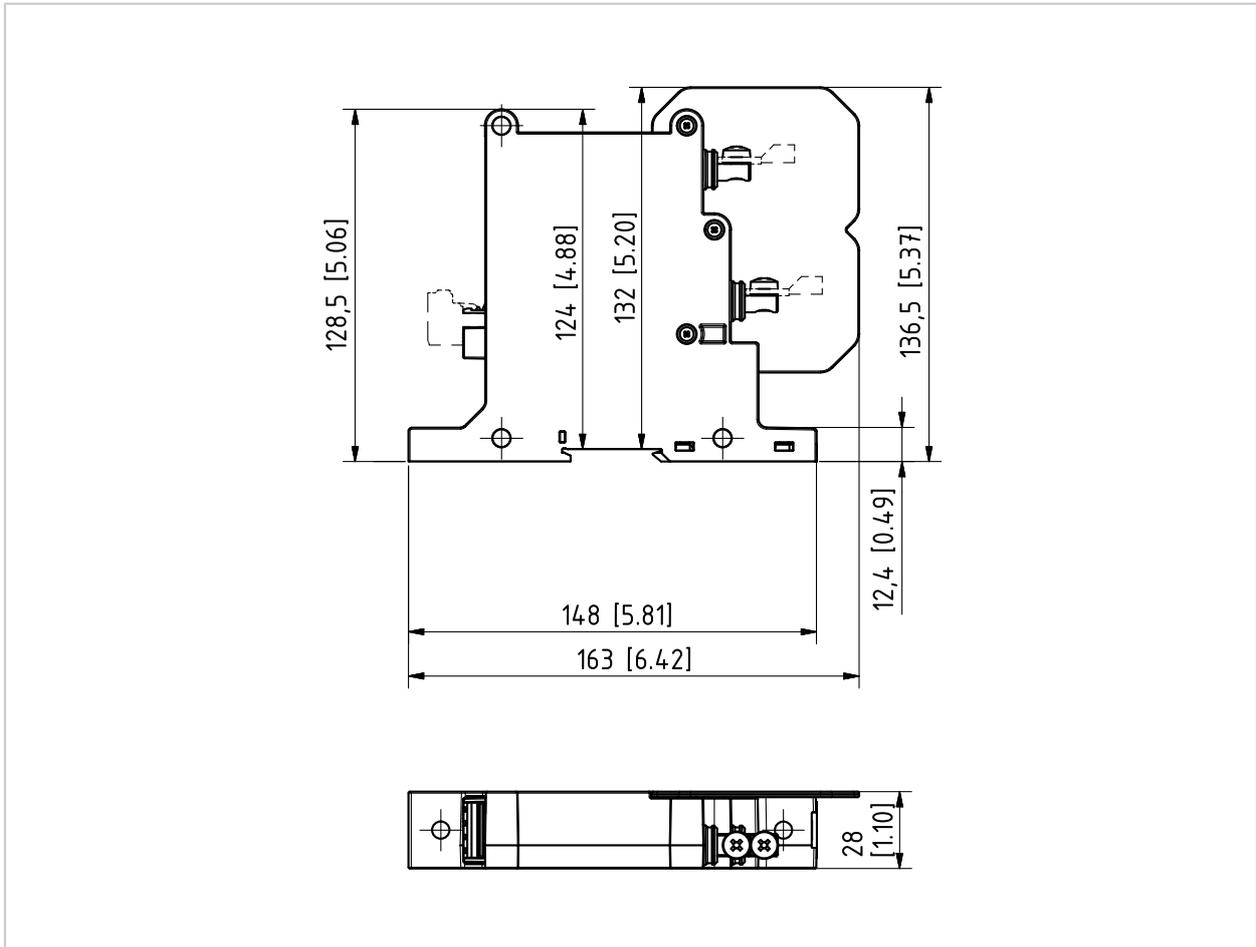
有关电气与电子设备回收和环保处理的详细信息, 请参见我司网站上的制造商声明。如果您对 Knick 公司废旧电气电子设备的回收利用措施有任何要求、建议或疑问, 敬请发送电子邮件至:

→ support@knick.de

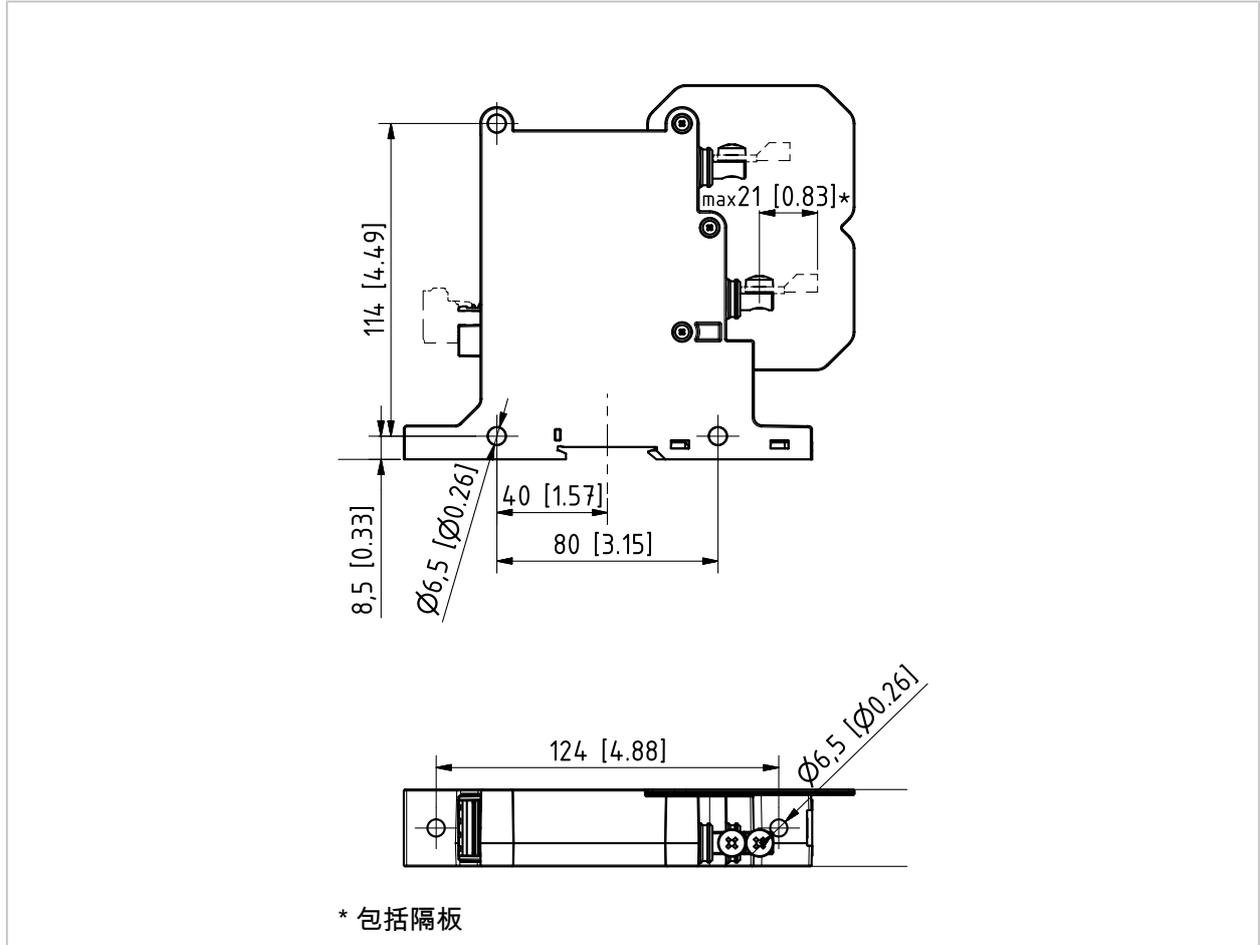
6 尺寸图

提示: 所有尺寸单位均为毫米[英寸]。

外形尺寸



孔位



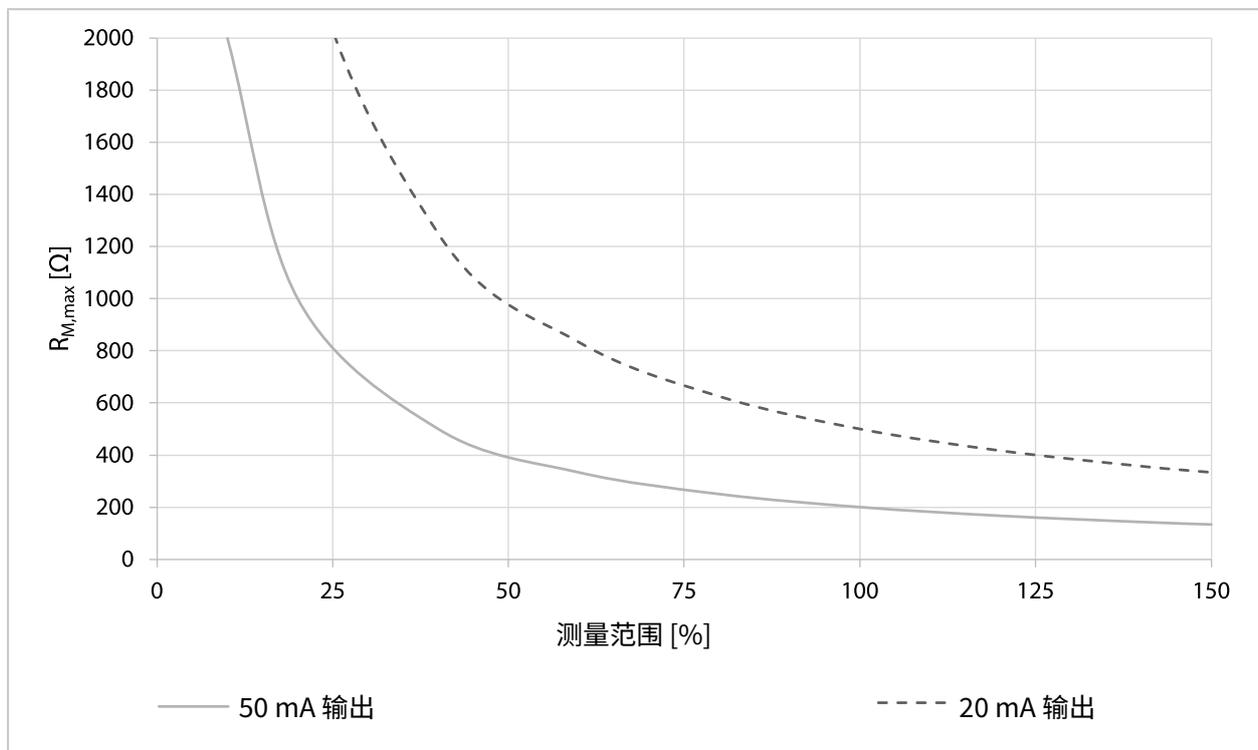
7 负载量纲

选择负载 R_M 时，必须考虑所产生的负载电压、工作模式（单独运行/并行运行）、电源电压以及 P45000 的环境温度。通常，当 $I_{out} = \pm 50 \text{ mA}$ 时，负载范围处于 $R_M = 0 \dots 200 \Omega$ ；当 $I_{out} = \pm 75 \text{ mA}$ 时，负载范围处于 $R_M = 0 \dots 133 \Omega$ 。其上限由最大负载电压所决定 → 最大负载, 页 25。其下限则在适当情况下取决于工作模式（单独运行/并行运行）、电源电压和环境温度 → 最小负载, 页 26。

7.1 最大负载

P45000 通过与输入电压相关的输出电流在负载 R_M 处产生一个负载电压。选择负载时，应使其能够在预期的输出电流下产生一个最高 10 V 至最低 -10 V 范围内的负载电压。如果所选负载过大，则无法继续保证输入电压在输出电流上的线性映射。

下图显示了最大负载 $R_{M,max}$ 在 $T_{amb} = -40 \dots 85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($-40 \dots 185 \text{ }^\circ\text{F}$) 且 $U_{HE} = \pm 13.5 \dots \pm 26.4 \text{ V}$ 的条件下与满量程输入电压的关系：



7.2 最小负载

原则上最小允许负载为 $R_M = 0 \Omega$ 。在某些条件下（高环境温度、高供电电压、高调制度）应选择负载 $R_M > 0 \Omega$ ，以避免 P45000 过度发热。负载较高时，产品在运行过程中温度会下降。如此便能降低预期故障率，并延长 P45000 的寿命。因此，要尽可能选择负载 $R_M \gg 0 \Omega$ 。

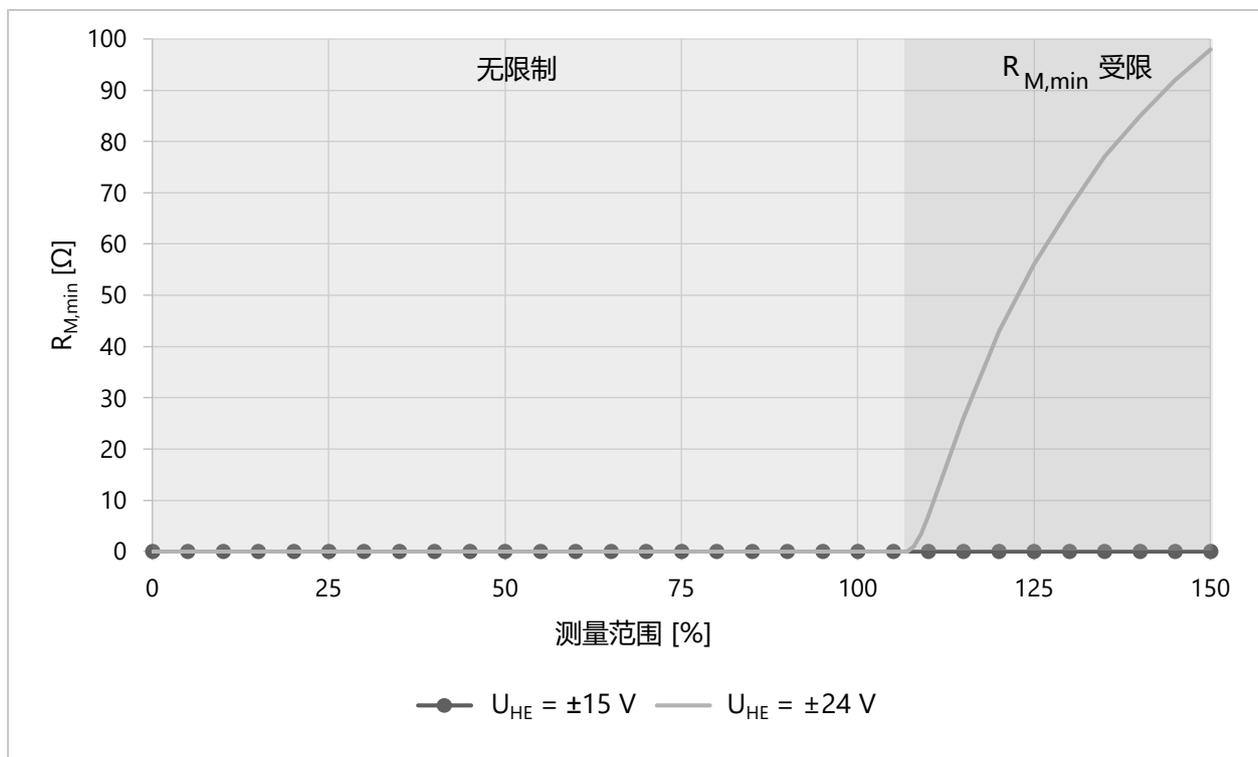
7.2.1 单独运行

对于 $I_{out} = 20 \text{ mA}_{rms}$ ：最高环境温度为 $85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)，与最小负载和供电电压无关。

对于 $I_{out} = 50 \text{ mA}_{rms}$ ：仅在环境温度 $T_{amb} = 75 \dots 85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($167 \dots 185 \text{ }^\circ\text{F}$) 时才考虑 $U_{电源} = \pm 24 \text{ V}$ 的限制。当环境温度 $T_{amb} < 75 \text{ }^\circ\text{C}$ ($< 167 \text{ }^\circ\text{F}$) 时，允许的最小负载 $R_M = 0 \Omega$ ，与供电电压和输入电压无关。

如果某个设备与其他设备侧壁的空隙 $\geq 15 \text{ mm}$ ($0.59''$)，则视为单独运行。

下图显示了最小负载 $R_{M,min}$ 与输入电压（最高至测量范围终值）以及单独运行时供电电压（最高至 $T_{amb} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)) 的关系：



提示: 在 100Ω 负载下，P45000 可以在温度、供电电压和控制的允许条件下单独运行。

7.2.2 并排运行

如果各个设备侧壁之间的空隙 $< 15 \text{ mm}$ (0.59"), 则将设备视为并列安装。在并列运行中适用单独运行的上述条件, 但有附加限制。

对于 3 个设备并列运行:

- 如果 $I_{\text{out}} = 20 \text{ mA}_{\text{rms}}$: 最高环境温度为 $85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$), 与最小负载和供电电压无关。
- 如果 $I_{\text{out}} = 50 \text{ mA}_{\text{rms}}$: 最高环境温度取决于最小负载和供电电压 (见表)。

U_{HE} [V]	± 13.5	± 15	± 16.5	± 21.6	± 24	± 26.4
R_{M} [Ω]						
0	$85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)	$85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)	$85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)	$75 \text{ }^\circ\text{C}$ ($167 \text{ }^\circ\text{F}$)	$70 \text{ }^\circ\text{C}$ ($158 \text{ }^\circ\text{F}$)	$65 \text{ }^\circ\text{C}$ ($149 \text{ }^\circ\text{F}$)
133	$85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)	$85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)	$85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)	$80 \text{ }^\circ\text{C}$ ($176 \text{ }^\circ\text{F}$)	$75 \text{ }^\circ\text{C}$ ($167 \text{ }^\circ\text{F}$)	$75 \text{ }^\circ\text{C}$ ($167 \text{ }^\circ\text{F}$)
200 (仅达到 50 mA DC)	$85 \text{ }^\circ\text{C}$ ($185 \text{ }^\circ\text{F}$)	$80 \text{ }^\circ\text{C}$ ($176 \text{ }^\circ\text{F}$)	$75 \text{ }^\circ\text{C}$ ($167 \text{ }^\circ\text{F}$)			

提示: 如果是具有并列安装设备的应用并且测量值在标称测量范围内, 则 $200 \text{ } \Omega$ 为最佳。如果是具有并列安装设备的应用并且测量值高达测量范围的 1.5 倍, 则 $133 \text{ } \Omega$ 为最佳。

8 技术数据

所有未指定公差规格的参数均为典型值。

8.1 输入

测量范围/输出范围				
产品型号	额定电压	标称测量范围	标称输出范围	型式试验电压
没有 SIL 适用性的产品				
P4500* ¹⁾	500 V	±500 V	±50 mA	10 kV
	... 1500 V	... ±1500 V	... ±50 mA	
P4510* ¹⁾	500 V	±500 V	±50 mA	20 kV
	... 3000 V	... ±3000 V	... ±50 mA	
有 SIL 适用性的产品/EN 61508				
P45011 ¹⁾	500 V	0...500 V	10...50 mA	10 kV
	... 1500 V	... 0...1500 V	... 10...50 mA	
P45111 ¹⁾	500 V	0...500 V	10...50 mA	20 kV
	... 3000 V	... 0...3000 V	... 10...50 mA	
P45021 ¹⁾	500 V	0...500 V	4...20 mA	10 kV
	... 1500 V	... 0...1500 V	... 4...20 mA	
P45121 ¹⁾	500 V	0...500 V	4...20 mA	20 kV
	... 3000 V	... 0...3000 V	... 4...20 mA	
EN 50163 规定的额定电压			U _n = 600 V DC 至 3000 V DC	
最大测量范围			标称测量范围的 150 %	
最大允许峰值因数			1.5 相对于标称测量范围	
热过载能力				
输入额定电压		持久过电压 ²⁾	持久过电压 ²⁾ (正弦波形)	输入电阻 R _{in}
500 V		±1050 V DC	1050 V AC _{rms}	2.7 MΩ
... 700 V				
701 V		±2100 V DC	2100 V AC _{rms}	5.4 MΩ
... 1499 V				
1500 V		±3000 V DC	3000 V AC _{rms}	10 MΩ
... 2000 V				
2001 V		±3900 V DC	4500 V AC _{peak}	16.8 MΩ
... 3000 V				
应注意绝缘章节和章节中注明的极限。→ 绝缘防护, 页 30				
输入电容			< 10 pF	

¹⁾ 具体产品型号可以通过产品窄边 (设备正面) 处标示的订货代码以及产品密钥确认。→ 产品密钥, 页 8

²⁾ 务必要注意关于绝缘、负载、环境温度和电源的说明→ 绝缘防护, 页 30, → 输出, 页 29, → 环境条件, 页 35, → 辅助电源, 页 30

8.2 输出

标称测量范围内的输出电流	
P45*0*K2***1):	$I_{out} = \pm 50 \text{ mA}$
P45*1*K2***1):	$I_{out} = 10 \dots 50 \text{ mA}$
P45*2*K2***1):	$I_{out} = 4 \dots 20 \text{ mA}$
最大测量范围内的最大输出电流	
P45*0*K2***1):	$I_{out,max} = \pm 75 \text{ mA}$
P45*1*K2***1):	$I_{out,max} = 70 \text{ mA}$
P45*2*K2***1):	$I_{out,max} = 28 \text{ mA}$
负载 R_M	$0 \dots 500 \Omega, I_{out} = 4 \dots 20 \text{ mA}$ $0 \dots 360 \Omega, I_{out} = 4 \dots 28 \text{ mA}$ $0 \dots 200 \Omega, I_{out} = -50 \dots 50 \text{ mA}$ $0 \dots 133 \Omega, I_{out} = -75 \dots 75 \text{ mA}$
注意以下信息: → 负载量纲, 页 25	

8.3 设备错误检测与信号发送

输出电流 (故障情况)	
P45*0*K2***1):	无错误信号
P45*1*K2***1):	$I_{out,failure} < 9 \text{ mA}$
P45*2*K2***1):	$I_{out,failure} < 3.6 \text{ mA}$

8.4 传输性能

增益误差	\leq 测量值的 0.2 %, 当温度为 23 °C (73.4 °F)
增益误差 (选项)	\leq 测量值的 0.1 %, 当温度为 23 °C (73.4 °F)
偏置误差	$< 100 \mu\text{A}$, 当温度为 23 °C (73.4 °F)
温度系数	$<$ 测量范围终值的 100 ppm/K
整个温度范围内的总误差	$<$ 测量范围终值的 1 %
残余纹波	$\leq 10 \text{ mV}_{rms}$
截止频率 (-3 dB)	$\geq 10 \text{ kHz}$
响应时间 T_{90resp}	$< 70 \mu\text{s}$
预热时间 (在接通电源之后)	$< 100 \text{ ms}$

8.5 共模抑制

CMRR	$> 150 \text{ dB (DC)}$ $> 90 \text{ dB (AC 16.7 Hz/50 Hz/60 Hz)}$
T-CMRR ²⁾	$> 70 \text{ dB}$ 输入方波跳变: $T_r = 1 \mu\text{s}$

1) 具体产品型号可以通过产品窄边 (设备正面) 处标示的订货代码以及产品密钥确认。→ 产品密钥, 页 8

2) 更多信息请参见→ 共模特性, 页 13

8.6 辅助电源

电源	
额定电压范围	$\pm 15 \text{ V DC}, \pm 10 \% \dots \pm 24 \text{ V DC}, \pm 10 \%$
串联电源直流电压波纹度	$\leq 100 \text{ mV}_{\text{p-p}}$
短时中断/供电不足	
EN 50155 规定的供电中断等级	S1
EN 50155 规定的供电切换等级	根据串联的电源
功耗	0.8 W, 若为 $\pm 15 \text{ V}$ 供电且 $I_{\text{out}} = 0 \text{ mA}$ 2.5 W, 若为 $\pm 24 \text{ V}$ 供电且 $I_{\text{out}} = \pm 50 \text{ mA}$ 3.3 W, 若为 $\pm 26.4 \text{ V}$ 供电且 $I_{\text{out}} = \pm 75 \text{ mA}$
极限负荷积分 (浪涌电流随时间的变化)	$200 \mu\text{A}^2\text{s}$
反极性保护	防极性接反

8.7 绝缘防护

电气隔离	输入对输出/电源 两端口隔离
型式试验	
P450**K2*** 测试电压 ¹⁾ :	10 kV AC, 1 分钟
P451**K2*** 测试电压 ¹⁾ :	20 kV AC, 1 分钟
P450**K2*** 浪涌电压 ¹⁾ :	30 kV
P451**K2*** 浪涌电压 ¹⁾ :	50 kV
P450**K2*** BIL ¹⁾ 根据 UL 347A (E533966):	30 kV
P451**K2*** BIL ¹⁾ 根据 UL 347A (E533966):	45 kV
器件测试	
P450**K2*** 测试电压 ¹⁾ :	10 kV AC, 10 秒
P451**K2*** 测试电压 ¹⁾ :	16 kV AC, 10 秒
局部放电熄灭电压	$\geq 10 \text{ kV AC (50 Hz)}$
EN 50125 规定的海拔等级	AX 最大海拔高度 2000 m, 大于 2000 ... 4000 m 海拔高度的绝缘数据有所减少 ²⁾
过电压类别	OV3
污染等级	
P45***K2*** ¹⁾ :	PD2
P45***K2*1* ¹⁾ :	PD2 (PD3A 根据 EN 50124-1 ³⁾)

1) 具体产品型号可以通过产品窄边 (设备正面) 处标示的订货代码以及产品密钥确认。→ 产品密钥, 页 8

2) 根据需求提供

3) 同时请遵守 → 避免电击和火灾, 页 6 中的要求。

螺钉触点型 P45***K2*0* 的绝缘防护

额定绝缘电压

输入对输出/电源加强绝缘

P450**K2*0* ¹⁾ :	EN 50124-1 (铁路车辆)	2300 V AC/DC
	EN 50124-1 (位置固定的设备)	2300 V AC/DC
	EN 50178	2300 V AC/DC
	UL 347A	2300 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/ 1500 V DC
P451**K2*0* ¹⁾ :	EN 61010-1	1000 V AC/DC
	EN 50124-1 (铁路车辆)	3700 V AC/DC
	EN 50124-1 (位置固定的设备)	3600 V AC/DC
	EN 50178	3600 V AC/DC
	UL 347A	4800 V AC/DC
EN IEC 60664-1	1000 V AC/ 1500 V DC	
	EN 61010-1	1000 V AC/DC

输入对输入功能绝缘

P450**K2*0*¹⁾:

EN 50124-1 (铁路车辆)	2300 V AC/DC
EN 50124-1 (位置固定的设备)	2300 V AC/DC
EN 50178	2300 V AC/DC
EN IEC 60664-1	1000 V AC/ 1500 V DC
EN 61010-1	1000 V AC/DC

P451**K2*0*¹⁾:

EN 50124-1 (铁路车辆)	3700 V AC/DC
EN 50124-1 (位置固定的设备)	3600 V AC/DC
EN 50178	3600 V AC/DC
EN IEC 60664-1	1000 V AC/ 1500 V DC
EN 61010-1	1000 V AC/DC

输入对环境绝缘

根据应用标准确定与邻近设备和设备周围环境中导电零件的距离。使绝缘与空气间隙和爬升距离 (→ 电气间隙和爬电距离, 页 33) 相协调并且符合相应的标准 (例如 EN 50124-1), 对此进行评估并予以确保。

根据 EN 50153 评估可接触零件的触摸保护, 必要时予以确保。

根据 EN 50343 进行布线。

另请参见

→ 电气间隙和爬电距离, 页 34

¹⁾ 具体产品型号可以通过产品窄边 (设备正面) 处标示的订货代码以及产品密钥确认。→ 产品密钥, 页 8

固装电缆型 P45***K2*1* 的绝缘防护

额定绝缘电压

输入对输出/电源加强绝缘

P450**K2*1* ¹⁾ :	EN 50124-1 (铁路车辆)	2300 V AC/DC
	EN 50124-1 (位置固定的设备)	2300 V AC/DC
	EN 50178	2300 V AC/DC
	UL 347A	2300 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC
P451**K2*1* ¹⁾ :	EN 50124-1 (铁路车辆)	3600 V AC/4800 V DC
	EN 50124-1 (位置固定的设备)	3600 V AC/4800 V DC
	EN 50178	3600 V AC/4800 V DC
	UL 347A	4800 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC

输入对输入功能绝缘

EN 50124-1 (铁路车辆)	3600 V AC/4800 V DC
EN 50124-1 (位置固定的设备)	3600 V AC/4800 V DC
EN 50178	3600 V AC/4800 V DC
EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
EN 61010-1	1000 V AC/DC

输入对环境绝缘

根据应用标准确定与邻近设备和设备周围环境中导电零件的距离。使绝缘与空气间隙和爬升距离 (→ 电气间隙和爬电距离, 页 33) 相协调并且符合相应的标准 (例如 EN 50124-1), 对此进行评估并予以确保。

根据 EN 50343 进行布线。

通过 3600 V AC/4800 V DC 导线绝缘提供绝缘。检查是否需要附加绝缘。

¹⁾ 具体产品型号可以通过产品窄边 (设备正面) 处标示的订货代码以及产品密钥确认。→ 产品密钥, 页 8

电气间隙和爬电距离

空气间隙			
P45***K2*0* ¹⁾ :	在输入端之间	F1	最小 36 mm (1.42")
	在输入端和输出端/电源之间	B1、D1	最小 102 mm (4.02")
	在输入端和安装用紧固螺丝之间 ²⁾	B3、D3、B5、 D5	最小 35 mm (1.38")
	在输入端和DIN导轨之间	B8、D8	最小 62 mm (2.44")
	在没有隔板的并列设备之间	F2	最小 14 mm (0.55")
	在有隔板的并列设备之间	F2 '	最小 33 mm (1.29")
	在输入端和有隔板的安装板之间，平放在安装板上	B2、D2	最小 18 mm (0.71")
P45***K2*1* ¹⁾ :	设备上没有可接触的带电/导电零件。电缆已被封装在设备中。		取决于剩余电缆长度。
爬升距离			
P45***K2*0* ¹⁾ :	在输入端之间	F1	最小 56 mm (2.20")
	在输入端和输出端/电源之间	B1、D1	最小 104 mm (4.09")
	在输入端和安装用紧固螺丝之间 ²⁾	B3、D3、B5、 D5	最小 57 mm (2.24")
	在输入端和DIN导轨之间	B8、D8	最小 64 mm (2.52")
	在没有隔板的并列设备之间	F2	最小 64 mm (2.52")
	在有隔板的并列设备之间	F2 '	最小 64 mm (2.52")
	P45***K2*1* ¹⁾ :	设备上没有可接触的带电/导电零件。电缆已被封装在设备中。	

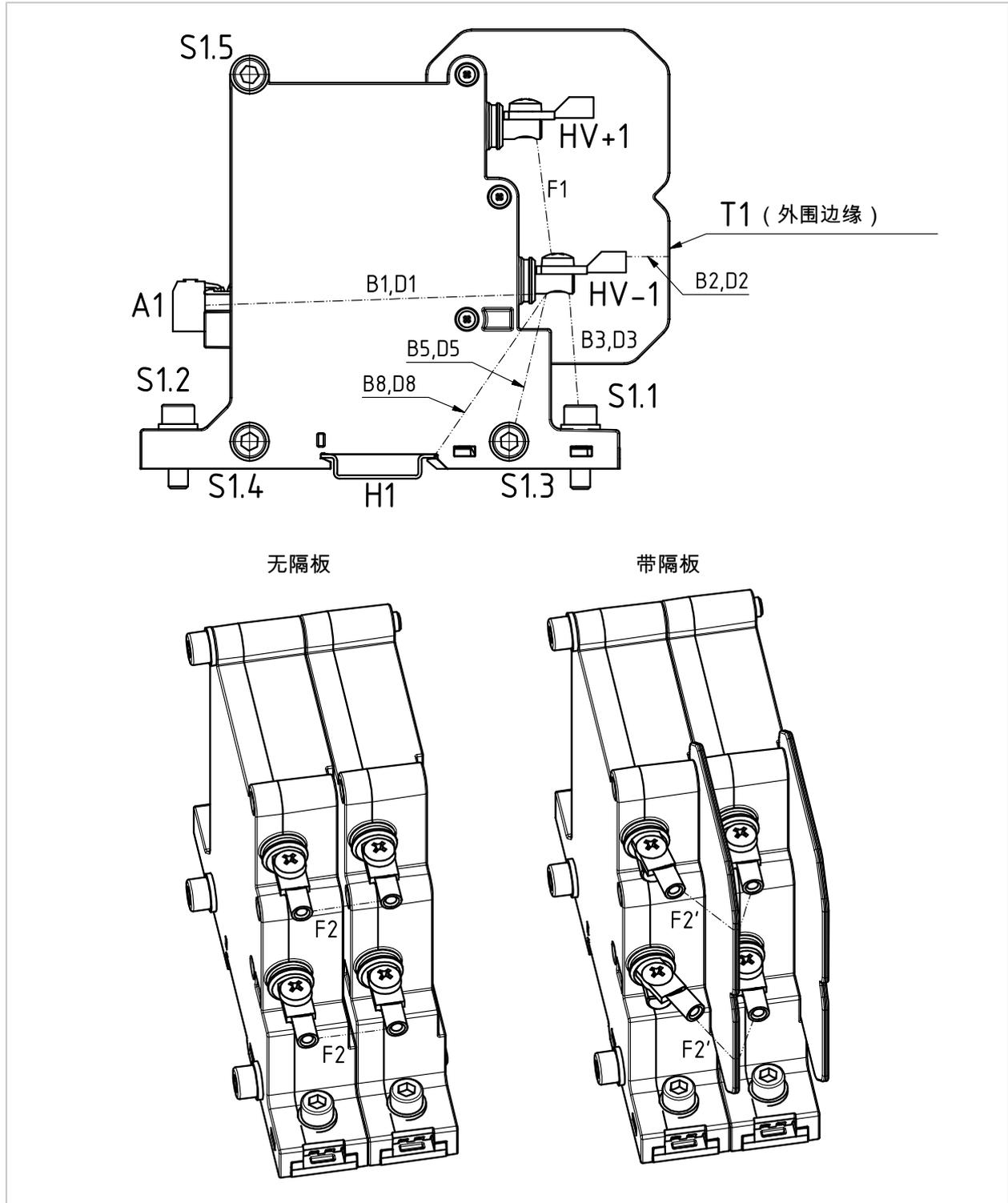
另请参见

→ 电气间隙和爬电距离, 页 34

¹⁾ 具体产品型号可以通过产品窄边（设备正面）处标示的订货代码以及产品密钥确认。→ 产品密钥, 页 8

²⁾ ISO 4762 内六角螺钉 M6 h = 6 mm, ISO 7089 垫圈 M6 h = 1.6 mm

8.8 电气间隙和爬电距离



8.9 环境条件

EN 50155 规定的安装位置	上锁的配电柜, 表格 C.1	
EN 50125 规定的海拔等级	AX 最大海拔高度 2000 m, 大于 2000 ... 4000 m 海拔高度的绝缘数据有所减少 ¹⁾	
EN 50155 规定的温度等级	OT4, ST1/ST2 (+ 15 K/10 分钟)	
EN 50155 规定的快速温度变化等级	H1	
U _{HE} /I _{out} /R _M 条件下的允许温度:		
	单独运行, 空隙 > 15 mm (0.59")	并列运行; 空隙 < 15 mm (0.59"); 最多 3 个设备
若为 ±24 V/75 mA DC/0 Ω	-40 ... 75 °C (-40 ... 167 °F)	-40 ... 55 °C (-40 ... 131 °F)
若为 ±24 V/75 mA DC/133 Ω	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	-40 ... 65 °C (-40 ... 149 °F)
若为 ±24 V/50 mA _{rms} /0 Ω	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
若为 ±15 V/75 mA DC/0 Ω	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	-40 ... 75 °C (-40 ... 167 °F)
若为 ±15 V/50 mA _{rms} /200 Ω	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)
运输/存放	-50 ... 90 °C (-58 ... 194 °F)	
相对湿度 (运行、存放和运输) 根据 EN 50125		
年平均值	≤ 75 %	
连续工作	15 ... 75 %	
一年连续 30 天	75 ... 95 %	
偶尔其他天数	95 ... 100 %	
过电压类别	OV3	
污染等级		
P45***K2*** ²⁾ :	PD2	
P45***K2*1* ²⁾ :	PD2 (PD3A 根据 EN 50124-1 ³⁾)	

8.10 设备

重量		
P45***K2*0* ²⁾	没有隔板	约 370 g
	有隔板	约 390 g
P45***K2*1* ²⁾		约 500 g
螺丝紧固扭矩	输入端子 M5	1 ... 3 Nm
	输出端螺钉端子	0.6 Nm
	竖立在安装板上 2 x M6	5 Nm
	平放在安装板上 3 x M6 (堆叠最多 3 个设备)	3 Nm

1) 根据需求提供

2) 具体产品型号可以通过产品窄边 (设备正面) 处标示的订货代码以及产品密钥确认。→ 产品密钥, 页 8

3) 同时请遵守 → 避免电击和火灾, 页 6 中的要求。

8.11 其他数据

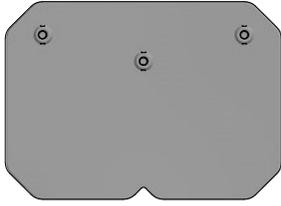
EMC		
铁路应用	EN 50121-1、EN 50121-3-2、EN 50121-5	
工业应用	EN 61326-1、EN 61326-3-1	
辐射	等级 B (最大 110 V DC/最大 230 V AC)	
抗干扰性	工业应用	
机械应力 - 振动和冲击 根据 EN 61373、IEC 61373	类别 1, 等级 B 由独立且经认可的检测实验室进行检测	
防火根据 EN 45545-1、EN 45545-2、EN 45545-5	用于室外应用 (可燃物质 < 400 g), 最高 HL3 ¹⁾ 用于室内应用: 安装在封闭且有防火措施的配电柜中 经过独立检测实验室的认证	
使用寿命	20 年, EN 50155 规定的 L4	
外壳类型	模块化外壳, 可选择安装在 35 毫米 DIN 导轨上	
触摸保护		
	输入	输出/电源
P45***K2*0* ²⁾ :	IP00	IP20
P45***K2*1* ²⁾ :	IP54	IP20
封装	通过不含硅酮的聚氨酯浇注树脂完全封装电子设备	
危险物质	不含 REACH 法规 (EC 1907/2006、1688/2016) 规定的危险物质。 遵守 RoHS 指令 (2011/65/EU) 对有害物质的限制。	
功能安全	→ 技术数据 (功能安全性), 页 43	

1) 更多信息请参见 → 材料评估, 页 39

2) 具体产品型号可以通过产品窄边 (设备正面) 处标示的订货代码以及产品密钥确认。 → 产品密钥, 页 8

9 附录

9.1 附件



隔板, ZU1471

用于增大电气间隙。安装在输入端的高压触点区域内。



跳线, ZU1474

用于连接（并联）两台设备的输入螺钉端子。安装在螺钉触点上。



高压信号线, ZU1475

高压信号线 ZU1475 将一次电路（高电位）与产品系列 P29000、P40000、P44000、P45000、P50000 的高压隔离放大器的输入端相连。

9.2 标准和指令

设备开发遵守以下标准和指令：

指令

2014/30/EU (EMC) 指令

2014/35/EU (低电压) 指令

2011/65/EU (RoHS) 指令

2012/19/EU (WEEE) 指令

(EC) 第 1907/2006 号 (REACH) 法规

最新标准和指令可能与此处所述有所不同。所应用的标准均记录在符合性声明和对应的证书中。
在 → www.knick-international.com 网站内的相应产品下方为您提供了这些信息。

标准

铁路应用	EN 50155、EN 50153、EN 50123-7-1、EN 50123-7-3
抗振动和冲击	EN 61373、IEC 61373
防火	EN 45545-1、EN 45545-2、EN 45545-5
EMC	EN 50121-1、EN 50121-3-2、EN 50121-5
绝缘要求	EN 50124-1、UL 347A
气候	EN 50125-1、EN 50125-3
工业应用	EN 61010-1
EMC	EN IEC 61326-1、EN 61326-3-1
功能安全 (仅限 P45**1K2***)	EN IEC 61508
绝缘要求	EN 50178、UL 347A、EN 61010-1、EN IEC 60664-1
限制有害物质/RoHS	EN IEC 63000

9.3 材料评估

测量变送器 P45000 及其可燃材料均符合 EN 45545-2 标准中针对轨道车辆外部区域中安装时的材料要求。对此包括底箱和顶箱。在轨道车辆内部，必须将测量变送器安装在具有防火安全技术保护的封闭式开关柜内。

可燃材料列示于下表。所列部件均已按照其防火特性进行评估并符合危险等级 HL 3 的要求。未列出的部件已按照分组原则 1 进行评估并汇总。

电路板上必需的功能部件均满足 EN 45545-2 第 4.1 节的基本要求（参见章节 4.7）。

部件名称	质量 单位: g (近似)	原则/要求	结果	危险等级
产品类型 P45***K2*0*¹⁾				
电路板	26	EL9/R24	满足	HL 3
外壳	109	EL10/R26	满足	HL 3
隔板	22	EL10/R26	满足	HL 3
浇注料	175	GR1/无	外部区域	n/a
底脚锁销	5	GR1/无	外部区域	n/a
产品类型 P45***K2*1*¹⁾				
电路板	26	EL9/R24	满足	HL 3
外壳	109	EL10/R26	满足	HL 3
隔板	22	EL10/R26	满足	HL 3
电缆	150	EL1A/R15 EL1B/R16	满足 满足	HL 3 HL 3
浇注料	175	GR1/无	外部区域	n/a
底脚锁销	5	GR1/无	外部区域	n/a
电缆套口	4	GR1/无	外部区域	n/a
按照 EN 45545-2 标准的易燃材料清单图例				
EL9	所列部件: 电路板			
EL10	所列部件: 电工技术及电子低功耗部件			
GR1	分组原则 1			
HL	Hazardous Level = 危险等级			
n/a	不适用			
R24、R26	按照表 5 材质要求的要求集合			

¹⁾ 具体产品型号可以通过产品窄边（设备正面）处标示的订货代码以及产品密钥确认。→ 产品密钥, 页 8

10 SIL 手册 (P45**1K2***)

10.1 一般说明

高压测量变送器系列 P45000 专为 SIL-2 及 SIL-3 回路中的应用而开发。高压测量变送器能够检测到例如欠电压、传输故障等某些内部错误，并将输出设置为一个指定值以作为错误响应。

(→ 安全子功能, 页 42)。

10.2 测定的安全技术特征值

按照 IEC 61508-6 标准计算安全技术特征值。根据 EN/IEC 61709 (SN 29500) 标准，对 45 °C 平均环境温度下（依照平均水平的工业环境条件）固定位置处的持续运行进行故障率预测。环境温度的升高将导致给定值的劣化。

单独运行

特征参数	特征值	说明
需求模式	高/连续	需求率高/连续的运行模式
设备类型	类型 A	
工作模式	10 ... 50 mA 或 4 ... 20 mA	适用于: P45*11K2*** 适用于: P45*21K2***
$\lambda_{\text{总}}$	486 FIT ¹⁾	总故障率
λ_{S}	222 FIT ¹⁾	非危险故障率
λ_{D}	264 FIT ¹⁾	危险故障率
λ_{DU}	163 FIT ¹⁾	未知的危险故障率
λ_{SD}	222 FIT ¹⁾	已识别的非危险故障率
λ_{DD}	103 FIT ¹⁾	已识别的危险故障率
SFF	66.63%	非危险故障占比
DC	38.65%	诊断覆盖率 ²⁾
MTTF _D	235 年 ³⁾	45 °C (113 °F) 平均工作温度下直至发生危险故障的平均运行时间
针对 SIL 的 SC	2 (1oo1), 3 (1oo2)	符合 EN 61508 安全完整性等级的系统适用性
MTTR	72 h	Mean Time To Restore, 平均恢复时间
MRT	72 h	Mean Repair Time, 平均修理时间
PFH _{1oo1}	1.62 × 10 ⁻⁷ 1/h 16.2 % ⁴⁾ (SIL 2)	Probability Of Failure, 危险故障的平均频次
PFH _{1oo2}	1.62 × 10 ⁻⁸ 1/h 16.2 % ⁴⁾ (SIL 3)	Probability Of Failure, 危险故障的平均频次

1) FIT = Failures In Time, 每 10⁹ 小时的故障次数

2) 诊断覆盖率: DC = $\lambda_{\text{DD}} / (\lambda_{\text{DU}} + \lambda_{\text{DD}})$

3) 对高或连续请求频度下的最坏情况计算。电子元件的故障率将在运行 8 至 12 年之后增高，从而造成推导所得的 PFD 和 PFH 值劣化 (IEC 61508-2, 第 2.0 版, 7.4.9.5, 注释 3)。

4) 安全功能的允许 PFH/PFD 相对比例

特征参数	特征值	说明
PFD ₁₀₀₁	1 年 ¹⁾ : 7.36×10^{-4} 2 年: 1.46×10^{-3} 3 年: 2.21×10^{-3}	Probability of dangerous failure on demand, 需求情况下发生危险故障的概率
PFD ₁₀₀₂	1 年 ¹⁾ : 7.36×10^{-5} 2 年: 1.46×10^{-4} 3 年: 2.21×10^{-4}	Probability of dangerous failure on demand, 需求情况下发生危险故障的概率

并列运行

特征参数	特征值	说明
需求模式	高/连续	需求率高/连续的运行模式
设备类型	类型 A	
工作模式	10...50 mA 或 4...20 mA	适用于: P45*11K2*** 适用于: P45*21K2***
$\lambda_{\text{总}}$	747 FIT ²⁾	总故障率
λ_{S}	339 FIT ²⁾	非危险故障率
λ_{D}	409 FIT ²⁾	危险故障率
λ_{DU}	248 FIT ²⁾	未知的危险故障率
λ_{SD}	339 FIT ²⁾	已识别的非危险故障率
λ_{DD}	161 FIT ²⁾	已识别的危险故障率
SFF	67%	非危险故障占比
DC	39%	诊断覆盖率 ³⁾
MTTF _D	153 年 ⁴⁾	45 °C (113 °F) 平均工作温度下直至发生危险故障的平均运行时间
针对 SIL 的 SC	2 (1001), 3 (1002)	符合 EN 61508 安全完整性等级的系统适用性
MTTR	72 h	Mean Time To Restore, 平均恢复时间
MRT	72 h	Mean Repair Time, 平均修理时间
PFH ₁₀₀₁	2.48×10^{-7} 1/h 24.8 % ⁵⁾ (SIL 2)	Probability Of Failure, 危险故障的平均频次
PFH ₁₀₀₂	2.48×10^{-8} 1/h 24.8 % ⁵⁾ (SIL 3)	Probability Of Failure, 危险故障的平均频次
PFD ₁₀₀₁	1 年 ¹⁾ : 1.13×10^{-3} 2 年: 2.25×10^{-3} 3 年: 3.39×10^{-3}	Probability of dangerous failure on demand, 需求情况下发生危险故障的概率
PFD ₁₀₀₂	1 年 ¹⁾ : 1.13×10^{-4} 2 年: 2.25×10^{-4} 3 年: 3.4×10^{-4}	Probability of dangerous failure on demand, 需求情况下发生危险故障的概率

1) Proof Test Interval, 定期进行检查, 以发现安全相关系统中隐藏的危险故障, 从而可在必要时进行维修, 使得系统恢复“如新”, 或者使之尽可能接近该状态

2) FIT = Failures In Time, 每 10^9 小时的故障次数

3) 诊断覆盖率: $DC = \lambda_{\text{DD}} / (\lambda_{\text{DU}} + \lambda_{\text{DD}})$

4) 对高或连续请求频度下的最坏情况计算。电子元件的故障率将在运行 8 至 12 年之后增高, 从而造成推导所得的 PFD 和 PFH 值劣化 (IEC 61508-2, 第 2.0 版, 7.4.9.5, 注释 3)。

5) 安全功能的允许 PFH/PFD 相对比例

10.3 适用范围

本章适用于订购时选择了“有 SIL 适用性”选项的 P45000 系列高压测量变送器。可以查看产品代码，确定设备是否有 SIL 适用性。Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG 的 P45000 系列高压测量变送器已经过 TÜV Rheinland Industrie Service GmbH 认证。

→ 产品密钥, 页 8

10.4 相关标准

高压测量变送器可用于最高为 SIL 2 的安全相关应用，在冗余运行状态下可用于最高至 SIL 3 的应用情况（系统适用性）。对此，必须采用例如 EN 61508 等与预期用途相关的标准。

10.5 安全子功能

高压测量变送器用于根据功能安全标准测量电压。

输入端的电压信号以电气隔离方式转换为 10 ... 50 mA 输出信号 (P45*11K2***) 或 4 ... 20 mA 输出信号 (P45*21K2***)。输入信号以指定的特性进行线性传输。小于 9 mA (P45*11K2***) 或小于 3.6 mA (P45*21K2***) 的范围被定义为错误信号。以此实现安全功能，例如在超过某个阈值时关闭。为此，需对模拟输出信号进行滤波和评估。可以使用 $f_{-3dB} \leq 200$ Hz 进行模拟或数字低通滤波。在双通道冗余使用情况下 (1oo2) 应进行值比较，并在超过公差时恢复安全状态。

10.6 测量信号与故障信息的信号电平

10.6.1 测量信号和故障信息的信号电平 P45*11K2***

信息	信号电平
测量信号	10 ... 50 mA
故障信息 (错误)	< 9 mA

10.6.2 测量信号和故障信息的信号电平 P45*21K2***

信息	信号电平
测量信号	4 ... 20 mA
故障信息 (错误)	< 3.6 mA

10.7 维护和维修

设备免维护。根据客户需求，可以在原厂对设备重新校准或调整。由于设备采用浇注工艺，因此无法对电子部件进行维修。

10.8 重复性检测

重复性检测用于查明安全相关系统中的故障。因此，必须按照适当的时间间隔对高压测量变送器的功能性进行检查。检测间隔时间主要在计算设施中各个单独的安全回路（PFD 值）时确定。执行检测时，需要验证安全子功能在所有部件相互作用下的完好状态。

功能检查

1. 对测量范围的初值和终值以及中值（例如 50 % 值）各预设一个目标值。
2. 检查测量误差是否处在指定的公差范围内。

如果功能测试进展不良，则必须停止高压测量变送器的运行，并采取其他措施使工艺过程保持在安全状态。

10.9 技术数据（功能安全性）

技术参数（功能安全）

安全相关系统的抗扰度要求 EN 61326-3-1:2017

输入和输出之间加强绝缘。以确保加强绝缘的方式操作设备。→ *绝缘防护*, 页 30

符合规格的信号传输

单独运行	SIL 2 (SC 2) (HFT = 0)
冗余运行 (1oo2 配置)	SIL 2 (SC 2)、SIL 3 (SC 3) (HFT = 1)
要使用的低通滤波器的截止频率	$f_{-3dB} \leq 200 \text{ Hz}$

11 缩写词

1oo1	1 out of 1 (一选一架构)
1oo2	1 out of 2 (二选一架构)
A1/AX	Altitude Class (海拔等级)
CMRR	Common Mode Rejection Ratio (共模抑制比)
DC	Diagnostic Coverage of Dangerous Failures (危险故障诊断覆盖率)
EMC	电磁兼容性
EN	欧洲标准
FIT	Failures In Time (每 10 ⁹ 小时的故障次数)
H1	快速温度变化等级
HFT	Hardware Fault Tolerance (硬件容错)
HL3	根据 EN 45545-2 的防火等级
HV ₊	高压的正电位
HV ₋	高压的负电位
I _{out}	输出电流
I _{out,failure}	出现错误信号时的输出电流 (故障安全状态)
I _{out,max}	最大允许输出电流
IPxx	Ingress Protection (防止异物和液体接触、侵入的防护等级)
MRT	Mean Repair Time (平均修理时间)
MTBF	Mean Time Between Failures (平均无故障工作时间)
MTTF	Mean Time To Failure (平均无故障时间)
MTTR	Mean Time To Restoration (平均恢复时间)
MSL	海拔高度
n.c.	Not connected (不连接端子)
OT	Operating Temperature Class (温度等级)
OV	Overvoltage Category (相较于浪涌电压的过电压类别)
PD	Pollution Degree (污染等级)
PFD	Probability of Failure on Demand (需求情况下发生故障的概率)
PFH	Probability of Failure per Hour (每小时的故障概率)
Pwr ₊	Power+, 正供电电压
Pwr ₋	Power-, 负供电电压
R _{in}	输入电阻
R _M	负载电阻
SC	Systematic Capability (系统性能能力)
SFF	Safe Failure Fraction (安全失效分数)
SIL	Safety Integrity Level (安全完整性级别)
ST	Switch-on Extended Operating Temperature (开启扩展工作温度)
T _{amb}	允许环境温度
T-CMRR	Transient Common Mode Rejection Ratio (瞬态共模抑制)
T _r	Rise Time (上升时间)
UL	Underwriters Laboratories (认可的检测中心和认证机构)
U _{HE}	设备供电电压 (电源)
U _{in}	标称输入电压范围

U_{out} 输出电压

WEEE Waste from Electrical and Electronic Equipment (废弃电气和电子设备)



**Knick
Elektronische Messgeräte
GmbH & Co. KG**

Beuckestraße 22
14163 Berlin
德国
电话: +49 30 80191-0
传真: +49 30 80191-200
info@knick.de
www.knick-international.com

原版操作说明书译文
版权 2025 • 保留变更权利
版本 5 • 本文档发布于 2025/4/30。

您可以在我们网站的相应产品下方下载最新版文档。

TA-257.500-KNZH05



104072