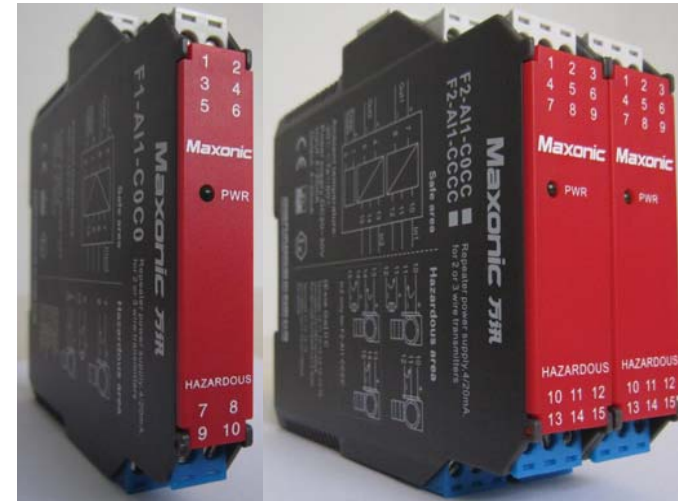


## F-SIL ISOLATED BARRIERS Selection Guide

### F-SIL 功能安全型隔离式安全栅 选型手册



Maxonic 万讯



**Maxonic 万讯**

SHENZHEN MAXONIC AUTOMATION CONTROL CO.,LTD.

深圳万讯自控股份有限公司

地址/Add: 深圳市南山区高新技术产业园北区 3 号路万讯大厦

电话/Tel: (+86)0755-86250388 传真/Fax:(+86)0755-86250389

http://www.maxonic.com.cn E-mail:info@maxonic.com.cn

腾讯微博: <http://t.qq.com/maxonic>

新浪微博: <http://weibo.com/maxonic>

版本号: V1.03\_20.02

售后服务 | 4000 300 112

与您共享世界新技术成果

深圳万讯自控股份有限公司

## 产品选型与应用 PRODUCT AND APPLICATION

现场仪表	现场信号类型	类型	型号	通道数	系统侧应用说明	特点	页码
	2/3/4 线制智能变送器输出 4~20mA (HART) 信号	检测端配 电隔离栅 (HART)	F1-AI2-SIL-11	1 入 1 出	4~20mA (HART) 信 号输入到 AI 卡	SIL3	4
			F1-AI2-SIL-12	1 入 2 出			5
			F1-AI2-SIL-22	2 入 2 出			5
	4~20mA (HART) 信 号输入到智能 阀门定位器	操作端电 流隔离栅 (HART)	F1-AO2-SIL-11	1 入 1 出	AO 卡输出 4~20mA (HART) 信 号	SIL2	6
			F1-AO2-SIL-12	1 入 2 出			7
			F1-AO2-SIL-22	2 入 2 出			7
	接近开关或干 接点输出开关 信号	检测端开 关量隔离 栅	F1-DI1-SIL-11	1 入 1 出	继电器常开 触点信号输 入到 DI 卡	SIL2 输出串 联 SIL3	8-9
			F1-DI1-SIL-12	1 入 2 出			8-9
			F1-DI1-SIL-22	2 入 2 出			8-9
	11V@45mA 输入到电磁阀 或报警器	操作端开 关量隔离 栅	F1-DO2-SIL-11	1 入 1 出	DO 卡输出 0/24V 电平信 号	SIL3	10
			F1-DO2-SIL-22	2 入 2 出			11

## 通用技术指标

### ● 型号代码规则

例：F1-AI2-SIL-11-T

F1: F1 系列, 自开式端子

AI2: 配电隔离栅, 兼容 HART

SIL: 功能安全认证产品

11: 11: 1 入 1 出

12: 1 入 2 出

22: 2 入 2 出

T: 导轨供电型 (需选导轨相关附件)

或为 0, 表示端子型

### ● 系列特点

外壳厚度 12.8mm/17.8mm

绝缘强度 2500V AC

温度漂移 0.005%F.S / °C

典型误差 0.05%F.S@25°C

宽温工作 -20~60°C

工作电源 20~30VDC

### ● 通用技术参数

电源保护: 电源反接保护

电磁兼容性: 符合 IEC 61326-1、IEC 61326-3-1、  
GB/T18268

静电: 空气放电, 8kV; 接触放电 4kV

脉冲群: 电源线-地, 2kV; 信号线-地, 1kV

浪涌: 电源线-地, 2kV; 电源线-线 1kV;

信号线-地, 1kV

射频: 10V/m。

端子色标: 白色端 (非本安端) 接线通往安全区。

蓝色端 (本安端) 接线通往危险区

环境要求: 不含爆炸性气体的安全场所, 且周围环境中无强烈振动和冲击, 无对产品元器件有腐蚀性的气体、粉尘。

### ● 安全认证

功能安全 (SIL): SIL2/3 符合 IEC61508

认证机构: 德国莱茵 TÜV 集团

防爆认证 (Ex): [Exia Ga]II C 符合 GB3836

认证机构: 国家防爆电气产品质量监督检验中心

### ● 工作条件

工作温度: -20~60°C

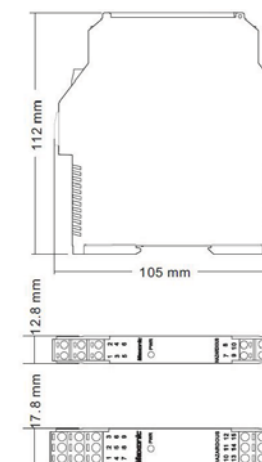
存储/运输温度: -40~85°C

相对湿度: 10~90%RH

大气压力: 86~106kPa

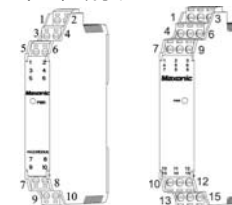
防护等级: IP20

### ● 外形尺寸图



### ● 接线端子图

接线端子可插拔, 使用 0.5mm<sup>2</sup>~2.5mm<sup>2</sup>的多束或单股电缆。最多 5 个 2 位端子, 或 5 个 3 位端子。



## F2-PS1-5A 导轨供电模块 RAIL POWER SUPPLY FEED MOUDULE

### ● 功能

向导轨供电。检测导轨上的故障信号。包括 2 路冗余供电、1 个可拆卸式保险丝、3 个 LED 指示、1 路继电器输出。

### ● 技术指标

工作电源:  $U_i$ , 20~30VDC, 功耗 $\leq 2W$

保险丝: 5A (推荐最大工作电流 4A)

输出电压:  $\geq (U_i - 0.6V)$

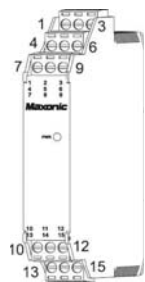
报警输出: 常开继电器触点

触点负载: 30VAC/2A 或 30VDC/2A

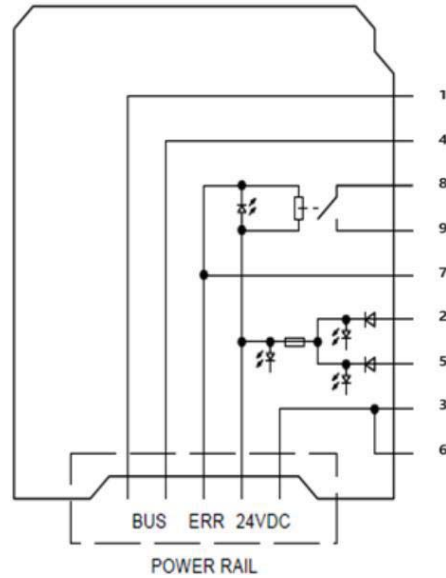
指示灯: 黄灯亮, 继电器吸合

绿灯亮, 对应端子有电源接入

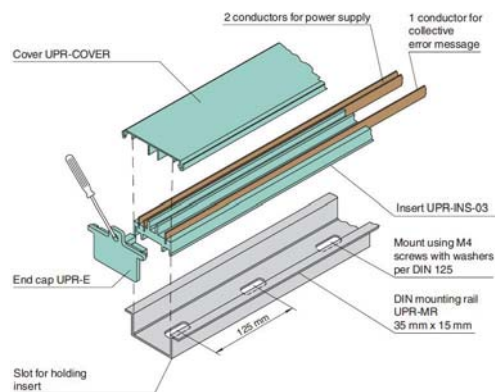
### ● 应用接线



### ● 原理框图



## F1-DIN2-2 导轨 RAIL



## F1-AI2-SIL 检测端配电隔离栅 (HART) SMART REPEATER POWER SUPPLY

### ● 功能

向危险场所的 2 线制或 3 线制智能变送器提供工作电源, 并采样变送器输出的电流信号 (兼容 HART), 经过隔离后输出到 DCS/PLC。也可用于 4 线制变送器输出的电流信号隔离。该产品需要独立供电, 电源、输入、输出三隔离。可选 1 入 1 出。

该产品根据 IEC61508 设计和评估, 可用于 SIL3 的安全仪表系统, 安全状态为输出信号小于 3.6mA 或大于 21 mA。

### ● 应用

2 线制或 3 线制或 4 线制智能变送器、非智能变送器, 4~20mA + HART 信号

### ● 型号

型号	输入 1	输入 2	输出 1	输出 2
F1-AI2-SIL-11	4~20mA + HART	无	4~20mA + HART	无

### ● 技术指标

工作电源: 20~30VDC, 功耗 $\leq 1.6W$

输入信号: 危险侧, 2/3/4 线制, 4~20mA + HART

配电电压: 16~26V, 内部串联电阻 320 $\Omega$

配电保护: 最大短路电流, 40mA

最高开路电压, 26V

输入阻抗: 电流输入,  $\leq 50\Omega$

输出信号: 安全侧, 4~20mA + HART

输出负载: 0~500 $\Omega$ , 用于 HART 时必须 $\geq 230\Omega$

误差@25 $^{\circ}C$ :  $\leq 0.1\%F.S$  (分辨率  $I_{out} \leq 10\mu A$ )

温度漂移:  $\leq 0.005\%F.S/^{\circ}C$

响应时间:  $\leq 10ms$

电气隔离: 输入-电源, 输入-输出, 375V

绝缘强度: 输入-输出,  $\geq 2500VAC$  (1min)

输入-电源,  $\geq 2500VAC$  (1min)

输出-电源,  $\geq 500VAC$  (1min)

绝缘电阻: 输入-输出-电源,  $\geq 200M\Omega$  (500VDC)

### ● 防爆指标

防爆标志: [Exia Ga] IIC

认证参数: (端子 7-8)

$U_m=250V$   $U_o=28V$   $I_o=93mA$

$P_o=651mW$   $C_o=50nF$   $L_o=2.4mH$

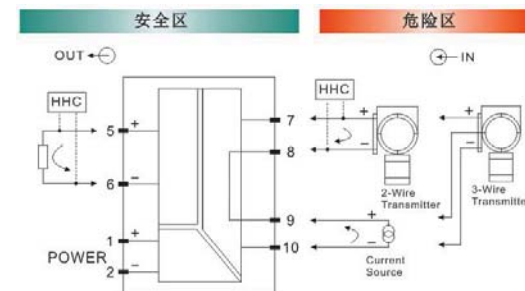
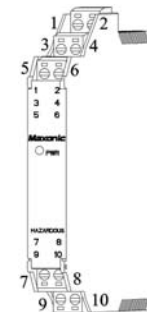
认证参数: (端子 9-10)

$U_m=250V$   $U_o=1.5V$   $I_o=100mA$

$P_o=37.5mW$   $C_o=70\mu F$   $L_o=2.2mH$

### ● 功能安全认证: SIL3 符合 IEC61508

### ● 应用接线:



## F1-AI2-SIL 检测端配电隔离栅 (HART) SMART REPEATER POWER SUPPLY

### ● 功能

向危险场所的 2 线制或 3 线制智能变送器提供工作电源，并采样变送器输出的电流信号（兼容 HART），经过隔离后输出到 DCS/PLC。也可用于 4 线制变送器输出的电流信号隔离。该产品需要独立供电，电源、输入、输出三隔离。可选 1 入 2 出、2 入 2 出。

该产品根据 IEC61508 设计和评估，可用于 SIL3 的安全仪表系统，安全状态为输出信号小于 3.6mA 或大于 21mA。

### ● 应用

2 线制或 3 线制或 4 线制智能变送器、非智能变送器，4~20mA + HART 信号

### ● 型号

型号	输入 1	输入 2	输出 1	输出 2
F1-AI2-SIL-12	4~20mA + HART	无	4~20mA + HART	4~20mA + HART
F1-AI2-SIL-22	4~20mA + HART	4~20mA + HART	4~20mA + HART	4~20mA + HART

### ● 技术指标

工作电源：20~30VDC，功耗≤1.6W/通道

输入信号：危险侧，2/3/4 线制，4~20mA + HART

配电电压：16~26V，内部串联电阻 320Ω

配电保护：最大短路电流，40mA

最高开路电压，26V

输入阻抗：电流输入，≤50Ω

输出信号：安全侧，4~20mA + HART

输出负载：0~500Ω，用于 HART 时必须≥230Ω

误差@25°C：≤0.1%F.S (分辨率 Iout≤10uA)

温度漂移：≤0.005%F.S/°C

响应时间：≤10ms

电气隔离：输入-电源，输入-输出，375V

绝缘强度：输入-输出，≥2500VAC (1min)

输入-电源，≥2500VAC (1min)

输出-电源，≥500VAC (1min)

绝缘电阻：输入-输出-电源，≥200MΩ (500VDC)

### ● 防爆指标

防爆标志：[Exia Ga] IIC

认证参数：(端子 11-12、14-15)

Um=250V Uo=28V Io=93mA

Po=651mW Co=50nF Lo=2.4mH

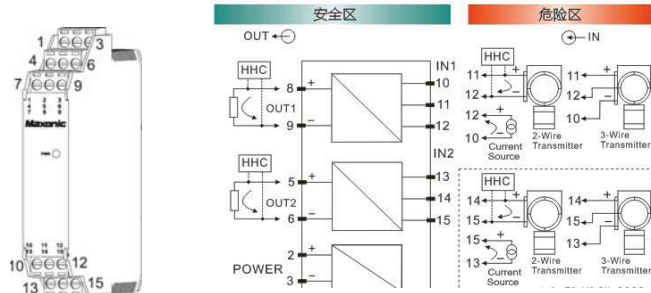
认证参数：(端子 12-10、15-13)

Um=250V Uo=1.5V Io=100mA

Po=37.5mW Co=70uF Lo=2.2mH

### ● 功能安全认证：SIL3 符合 IEC61508

### ● 应用接线：



## F1-AO2-SIL 操作端电流隔离栅 (HART) SMART ISOLATING DRIVER

### ● 功能

接收 DCS/PLC 输出的电流信号（兼容 HART），经过隔离后输出到危险场所，控制智能阀门定位器。也可用于非智能阀门定位器。该产品需要独立供电，电源、输入、输出三隔离。可选 1 入 1 出。

该产品根据 IEC61508 设计和评估，可用于 SIL2 的安全仪表系统，安全状态为输出信号小于 3.6mA 或大于 21mA。产品具有输出线路开路与短路检测功能。

### ● 应用

智能阀门定位器、非智能阀门定位器，4~20mA + HART 信号

### ● 型号

型号	输入 1	输入 2	输出 1	输出 2
F1-AO2-SIL-11	4~20mA + HART	无	4~20mA + HART	无

### ● 技术指标

工作电源：20~30VDC，功耗≤1.5 W

输入信号：安全侧，4~20mA + HART

输入阻抗：≤3V@20mA

输出信号：危险侧，4~20mA + HART

输出负载：80~800Ω，用于 HART 时须≥230Ω

线路检测：输出回路≤50Ω或≥10kΩ，输入回路电阻小于 2.4mA

误差@25°C：≤0.1%F.S (分辨率 Iout≤10uA)

温度漂移：≤0.005%F.S/°C

响应时间：≤10ms

电气隔离：输出-电源，输入-输出，375V

绝缘强度：输入-输出，≥2500VAC (1min)

输出-电源，≥2500VAC (1min)

输入-电源，≥500VAC (1min)

绝缘电阻：输入-输出-电源，≥200MΩ (500VDC)

### ● 防爆指标

防爆标志：[Exia Ga] IIC

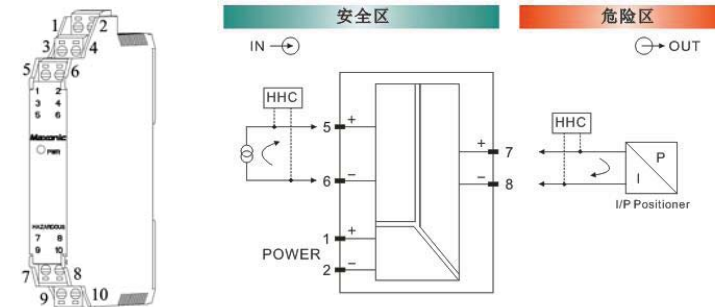
认证参数：(端子 7-8)

Um=250V Uo=28V Io=93mA

Po=651mW Co=50nF Lo=2.4mH

### ● 功能安全认证：SIL2 符合 IEC61508

### ● 应用接线：



## F1-AO2-SIL 操作端电流隔离栅 (HART) SMART ISOLATING DRIVER

### ● 功能

接收 DCS/PLC 输出的电流信号 (兼容 HART), 经过隔离后输出到危险场所, 控制智能阀门定位器。也可用于非智能阀门定位器。该产品需要独立供电, 电源、输入、输出三隔离。可选 1 入 2 出、2 入 2 出。该产品根据 IEC61508 设计和评估, 可用于 SIL2 的安全仪表系统, 安全状态为输出信号小于 3.6mA 或大于 21mA。产品具有输出线路开路与短路检测功能。

### ● 应用

智能阀门定位器、非智能阀门定位器, 4~20mA + HART 信号

### ● 型号

型号	输入 1	输入 2	输出 1	输出 2
F1-AO2-SIL-12	4~20mA + HART	无	4~20mA + HART	4~20mA + HART
F1-AO2-SIL-22	4~20mA + HART	4~20mA + HART	4~20mA + HART	4~20mA + HART

### ● 技术指标

工作电源: 20~30VDC, 功耗≤1.5 W/通道

输入信号: 安全侧, 4~20mA + HART

输入阻抗: ≤3V@20mA

输出信号: 危险侧, 4~20mA + HART

输出负载: 80~800Ω, 用于 HART 时须≥230Ω

线路检测: 输出回路≤50Ω或≥10kΩ, 输入回路  
电流小于 2.4mA

误差@25°C: ≤0.1%F.S (分辨率 Iout≤10uA)

温度漂移: ≤0.005%F.S/°C

响应时间: ≤10ms

电气隔离: 输出-电源, 输入-输出, 375V

绝缘强度: 输入-输出, ≥2500VAC (1min)

输出-电源, ≥2500VAC (1min)

输入-电源, ≥500VAC (1min)

绝缘电阻: 输入-输出-电源, ≥200MΩ(500VDC)

### ● 防爆指标

防爆标志: [Exia Ga] IIC

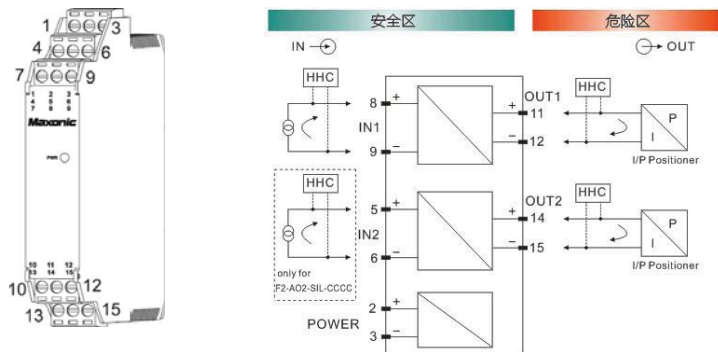
认证参数: (端子 11-12、14-15)

Um=250V Uo=28V Io=93mA

Po=651mW Co=50nF Lo=2.4mH

### ● 功能安全认证: SIL2 符合 IEC61508

### ● 应用接线:



## F1-DI1-SIL 检测端开关量隔离栅 SWITCH AMPLIFIER

### ● 功能

检测危险场所的接近开关或干接点信号, 经过隔离处理后, 输出继电器触点信号到 DCS/PLC。各通道可独立设置为输入和输出同相或反相控制, 同时具有输入线路故障检测和指示功能。该产品需要独立供电, 电源、输入、输出三隔离。可选 1 入 1 出、1 入 2 出、2 入 2 出。

该产品根据 IEC61508 设计和评估, 可用于 SIL2 或 SIL3 的安全仪表系统, 安全状态为输出掉电。

### ● 应用

NAMUR 接近开关或干接点信号。

### ● 型号

型号	输入 1	输入 2	输出 1	输出 2
F1-DI1-SIL-11	接近开关	无	继电器常开触点	无
F1-DI1-SIL-12	接近开关	无	继电器常开触点	继电器常开触点
F1-DI1-SIL-22	接近开关	接近开关	继电器常开触点	继电器常开触点

### ● 技术指标

工作电源: 20~30VDC, 功耗≤1.0W/通道

输入信号: 危险侧, 接近开关或干接点

输入开路电压, 8V±10%

输入短路电流, 8mA±10%

输入和输出特性 (同相控制时):

回路电流≥2.1mA 或输入电阻≤2kΩ表示 ON

回路电流≤1.2mA 或输入电阻≥10kΩ表示 OFF

输入线路检测 (LFD):

回路电流≥6.5mA 表示输入线路短路

回路电流≤0.1mA 表示输入线路开路

输出信号: 安全侧, 单刀单掷继电器, 输出

触点容量(阻性): 250VAC(1.25A)或 30VDC(1.25A)

继电器机械寿命: 100 万次

转换频率: ≤20Hz

绿色 LED: 绿亮, 电源指示

双色 LED: 黄亮, 输出 ON;

红亮, 输入线路故障

绝缘强度: 输入-输出, ≥2500VAC (1min)

输入-电源, ≥2500VAC (1min)

输出-电源, ≥500VAC (1min)

电气隔离: 输入-电源, 输入-输出, 375V

绝缘电阻: 输入-输出-电源, ≥200MΩ(500VDC)  
开关设置:

状态	K1(通道 1) K3(通道 2)	K2(通道 1) K4(通道 2)
ON	输入和输出反相	有线路故障检测
OFF	输入和输出同相	无线路故障检测

注意: 开关输入 (I), 需将 K2、K4 设置为 OFF 状态, 无 LFD 功能, 且不能进行安全相关应用; 需要进行安全相关应用时, 应有 LFD 功能, 且在开关两端并联 22kΩ电阻, 串联 680Ω电阻, 见开关 (II), K2、K4 设置为 ON。

### ● 防爆指标

防爆标志: [Exia Ga] IIC

认证参数: (端子 7-8、9-10)

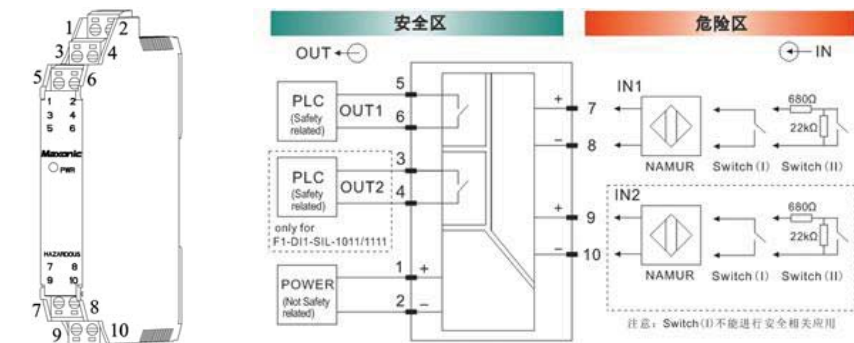
Um=250V Uo=11V Io=14mA

Po=39mW Co=1.4uF Lo=60mH

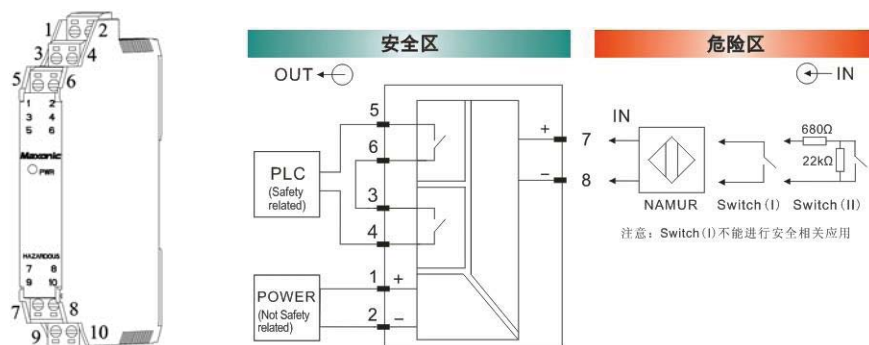
### ● 功能安全认证: 符合 IEC61508

型号	满足 SIL2	满足 SIL3
F1-DI1-SIL-11	1 入 1 出	/
F1-DI1-SIL-12	1 入 2 出	2 个输出串联 当 1 入 1 出用
F1-DI1-SIL-22	2 入 2 出	2 个输出串联 当 2 入 1 出用

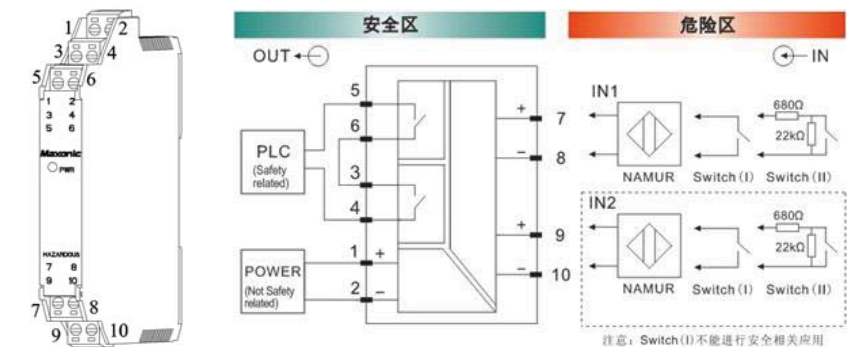
● 应用接线 1: SIL2 应用系统架构, 即 3 个型号分别用于 1 入 1 出、1 入 2 出、2 入 2 出



● 应用接线 2: SIL3 应用系统架构, F1-D11-SIL-12 的 2 个输出串联, 当 1 入 1 出使用



● 应用接线 3: SIL3 应用系统架构, F1-D11-SIL-22 的 2 个输出串联, 当 2 入 1 出使用



## F1-DO2-SIL 操作端开关量隔离栅 SOLENOID/ALARM DRIVER

● 功能

接收 DCS/PLC 的开关信号, 经过隔离后, 驱动危险场所的本安电磁阀或报警器, 输出功率为 11V@45mA。该产品需要独立供电, 电源、输入、输出三隔离。可选 1 入 1 出。  
该产品根据 IEC61508 设计和评估, 可用于 SIL3 的安全仪表系统, 安全状态为输出掉电。

● 应用

本安电磁阀, 本安报警器

● 型号

型号	输入 1	输入 2	输出 1	输出 2
F1-DO2-SIL-11	高低电平	无	输出 11V@45mA	无

● 技术指标

工作电源: 20~30VDC, 功耗≤2.5W

输入信号: 安全侧, 高低电平信号

输入电压 16~30V 表示 ON

输入电压 0~5V 表示 OFF

输入回路电流: ≤5mA@24VDC

输入阻抗: ≥10MΩ@输出线路故障

线路检测(LFD): 输出线路短路, ≤50Ω  
输出线路开路, ≥10kΩ

输出信号: 危险侧, 12V@45mA

开路电压: ≤25VDC

最大输出电流: ≤60mA

响应时间: ≤5ms

转换频率: ≤100Hz

绿色 LED: 绿亮, 电源指示

双色 LED: 黄亮, 输出 ON; 红亮, 输入线路故障

错误信息输出 (安全侧): 常闭触点输出

最小/最大开关电压: 2VDC/30VDC

最小/最大切换电流: 3mA/50mA

拨码开关: 拨到 7/8 端子侧, LFD 开通

电气隔离: 输出-电源, 输入-输出, 375V

绝缘强度: 输入-输出, ≥2500VAC (1min)

输出-电源, ≥2500VAC (1min)

输入-电源, ≥500VAC (1min)

绝缘电阻: 输入-输出-电源, ≥200MΩ (500VDC)

● 防爆指标

防爆标志: [Exia Ga] IIC

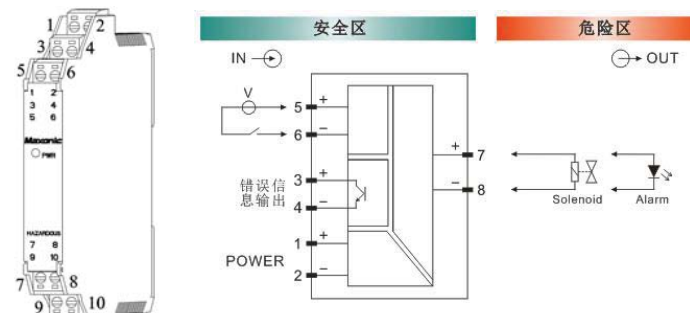
认证参数: (端子 7-8)

Um=250V Uo=28V Io=110mA

Po=770mW Co=50nF Lo=2.2mH

● 功能安全认证: SIL3 符合 IEC61508

● 应用接线:



## F1-DO2-SIL 操作端开关量隔离栅 SOLENOID/ALARM DRIVER

### ● 功能

接收 DCS/PLC 的开关信号，经过隔离后，驱动危险场所的本安电磁阀或报警器，输出功率为 11V@45mA。

该产品需要独立供电，电源、输入、输出三隔离。可选 2 入 2 出。

该产品根据 IEC61508 设计和评估，可用于 SIL3 的安全仪表系统，安全状态为输出掉电。

### ● 应用

本安电磁阀，本安报警器

### ● 型号

型号	输入 1	输入 2	输出 1	输出 2
F1-DO2-SIL-22	高低电平	高低电平	输出 11V@45mA	输出 11V@45mA

### ● 技术指标

工作电源：20~30VDC，功耗≤2.5W/通道

输入信号：安全侧，高低电平信号

输入电压 16~30V 表示 ON

输入电压 0~5V 表示 OFF

输入回路电流：≤5mA@24VDC

输入阻抗：≥10MΩ@输出线路故障

线路检测(LFD)：输出线路短路，≤50Ω

输出线路开路，≥10kΩ

输出信号：危险侧，输出功率，11V@45mA

开路电压：≤25VDC

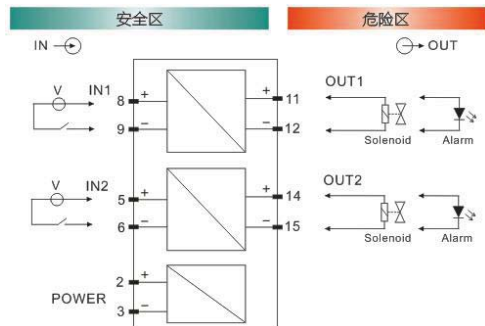
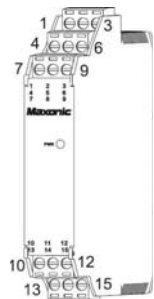
最大输出电流：≤60mA

响应时间：≤5ms

转换频率：≤100Hz

绿色 LED：绿亮，电源指示

### ● 应用接线：



双色 LED：黄亮，输出 ON；

红亮，输入线路故障

拨码开关：拨到 10-12 端子侧，LFD 开通

电气隔离：输出-电源，输入-输出，375V

绝缘强度：输入-输出，≥2500VAC (1min)

输出-电源，≥2500VAC (1min)

输入-电源，≥500VAC (1min)

绝缘电阻：输入-输出-电源，≥200MΩ (500VDC)

### ● 防爆指标

防爆标志：[Exia Ga] IIC

认证参数：(端子 11-12、14-15)

Um=250V Uo=28V Io=110mA

Po=770mW Co=50nF Lo=2.2mH

### ● 功能安全认证：SIL3 符合 IEC61508

## 功能安全认证 (SIL) 知识



### ● SIL 认证

SIL (Safety Integrity Level) 认证基于 IEC61508, IEC61511, IEC13849-1 等标准，对安全设备的安全完整性等级 (SIL) 进行评估、验证和确认。功能安全认证主要涉及针对安全设备开发流程的文档管理评估，硬件可靠性计算和评估、软件评估、环境试验、EMC 电磁兼容性测试等内容。



### ● SIS 的功能安全要求

IEC 61511-1 中要求用于安全仪表系统 (SIS) 中的设备应遵循 IEC61508 部分 2 和 3 的要求，取得要求的安全完整性等级 (SIL) 的认证。

除非设备满足了 IEC61555-1 部分 11.5 中的“使用验证 Prior Use”的要求。安全栅属于功能安全系统关联设备。SIS 的安全完整性等级是由构成 SIS 系统的各个单元的 SIL 等级来确定的：SIL 回路=SIL 传感器+ SIL 安全相关关联设备+SIL 逻辑单元+SIL 执行机构

### ● 安全功能和 SIL 等级

安全功能是指设备在失效时执行的功能。安全功能的作用就是将危险事件发生的风险降低到可接受的程度，从而保证被控设备处于安全状态。SIL 是对 SIS 在规定的状态和时间周期内，完成所要求的安全功能的能力的表征。SIL 是一种离散的等级，等级越高，SIS 不能完成所要求的安全功能的概率越低。SIL 认证一共分为 4 个等级，SIL1~SIL4，其中，SIL4 等级最高。

表 1 安全完整性等级：在各操作模式下分配给一个 E/E/PE 安全相关系统的安全功能目标失效量

SIL	低要求操作模式 (在要求时就执行其设计功能要求的平均失效概率 PFD <sub>avg</sub> )	高要求或连续操作模式 (每小时危险失效概率 PFH)
4	$10^{-5} \leq PFD_{avg} < 10^{-4}$	$10^{-9} \leq PFH < 10^{-8}$
3	$10^{-4} \leq PFD_{avg} < 10^{-3}$	$10^{-8} \leq PFH < 10^{-7}$
2	$10^{-3} \leq PFD_{avg} < 10^{-2}$	$10^{-7} \leq PFH < 10^{-6}$
1	$10^{-2} \leq PFD_{avg} < 10^{-1}$	$10^{-6} \leq PFH < 10^{-5}$

### ● 功能安全认证过程中对产品的评估过程

1、对功能安全管理体系的评估：为确保实施 E/E/PE 安全相关系统能够达到并保持所要求的功能安全，对于其生命周期的一个或几个阶段负全责的组织或个人的管理和技术活动要符合 GB/T 20438 等效于 IEC 61508 所规定的要求。

2、SIL 等级的确定：降额设计，确保每个元件都能安全应用；失效率计算与 FMEA 分析，对系统的各个模块和各个元器件进行失效率分析并汇总得出系统的平均失效率；FIT 故障插入测试，验证 FMEA 分析的准确性，核定 SIL 等级。

3、对性能和环境适应性的评估：按照 GB3836 和 61508 的要求，对产品进行严格的型式试验；功能安全产品必须符合与功能安全相关的电磁兼容标准 IEC61326-3-1 的要求，其检验和测试的严酷程度要高于通常防爆电器的产品对于 EMC 性能的要求。

## 电气设备防爆基本知识

在石油、化工、冶金、制药、天然气等生产过程中，经常会出现具有爆炸性物质存在的危险场所，这些场所使用的电气设备必须遵循有关爆炸性环境用的国家标准。

### ● 爆炸性物质的分类、分级和分组

代表性物质	物质分组体系 中国 /IEC/ 欧洲国家 GB3836.1/IEC60079-0/E N50014	点燃特性
乙炔	II C 级	↑ 易
氢气	II C 级	
乙烯	II B 级	
丙烷	II A 级	
甲烷	I (煤矿)	
导电性粉尘	III C 级	↓ 难
非导电性粉尘	III B 级	
可燃性飞絮	III A 级	

### ● II类电气设备的最高表面温度组别

按照我国国家防爆标准 GB3836.1 的有关规定，电气设备的温度组别与设备允许最高表面温度的适用气体引燃温度的关系如下：

温度组别	最高表面温度	电气安全性能
T1	450°C	↓ 低    高
T2	300°C	
T3	200°C	
T4	135°C	
T5	100°C	
T6	85°C	

### ● 爆炸性气体危险场所的区域划分

在安全防爆系统的设计及防爆产品的选型中，除了需要对爆炸性环境中存在的气体进行分级、分组外，还应根据爆炸性气体出现的频繁程度和持续时间对爆炸性气体危险场所进行区域划分：

区域等级	描述	点燃特性
0区 (Zone0)	爆炸性气混合物连续地、短时间频繁地出现或长时间存在的场所	易燃点
1区 (Zone1)	爆炸性气混合物有可能出现的场所	难燃点
2区 (Zone2)	爆炸性气混合物不可能出现，仅在不正常情况下偶尔短时间出现的场所	

### ● 电气设备的防爆类型

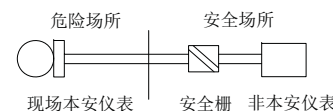
防爆型式	代号	国家标准	防爆措施	适用区域
隔爆型	d	GB3836.2	隔离存在的点火源	Zone1-2
增安型	e	GB3836.3	防止产生点火源	Zone1-2
本安型	ia	GB3836.4	限制点火源的能量	Zone0-2
本安型	ib	GB3836.4	限制点火源的能量	Zone1-2
正压型	p	GB3836.5	危险物质与点火源	Zone1-2
充油型	o	GB3836.6	与点火源	Zone1-2
充砂型	q	GB3836.7	隔开	Zone1-2
无火花型	n	GB3836.8	防止产生点火源	Zone2
浇封型	m	GB3836.9	防止产生点火源	Zone1-2
气密型	h	GB3836.10	防止产生点火源	Zone1-2

## 本安型安全栅相关知识

本安型安全栅应用在本安防爆系统的设计中，安装于安全场所，接收来自危险区的信号，输出安全信号到安全区或危险区。电路中通过限流和限压电路限制了送往现场本安回路的能量，从而防止非本安电路的危险能量串入本安电路。

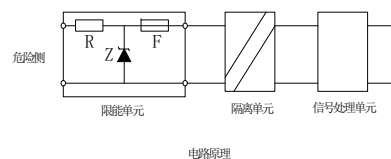
安全栅在本安防爆系统中为关联设备，是本安系统的重要组成部分。

常见的安全栅结构形式分为齐纳式安全栅和隔离式安全栅。齐纳式安全栅电路中采用快速熔断器、限流电阻或限压二极管以对输入的电能量进行限制，从而保证输出到危险区的能量。它的原理简单，价格低廉，但由于其安装位置必须有非常可靠的接地系统、抗干扰能力低、对电源影响大等原因，限制了其应用范围。隔离式安全栅由于其突出的优点，已逐渐取代了齐纳式安全栅，在安全防爆领域得到了日益广泛的应用。



安全栅安装位置图

### ● 隔离式安全栅



电路原理

隔离式安全栅的输入、输出以及电源相互电气隔离，同时符合本安型限制能量的要求。具有以下优势：

- 1、由于采用了三方隔离方式，因此无需系统接地线路，给设计及现场施工带来极大方便。
- 2、对危险区的仪表要求大幅度降低，现场无需采用隔离式的仪表。
- 3、由于信号线路无需共地，使得检测和控制

回路信号的稳定性和抗干扰能力大大增强，从而提高了整个系统的可靠性。

4、隔离式安全栅具备更强的输入信号处理能力，能够接受并处理热电偶、热电阻、频率等信号，这是齐纳式安全栅所无法做到的。

5、隔离式安全栅可输出两路相互隔离的信号，以提供给使用同一信号源的两台设备使用，并保证两设备信号不互相干扰，同时提高所连接设备相互之间的电气安全绝缘性能。

### ● 本安等级

安全栅必须放置在安全区或相应安全等级的场所。

本安等级	相应安全等级的场所
[Exia]	在正常工作、一个计数故障和两个计数故障情况下均不能点燃爆炸性气体混合物。该等级的安全栅本质安全端可连接到0区、1区、2区危险场所的本质安全设备。
[Exib]	在正常工作和一个计数故障情况下不能点燃爆炸性气体混合物。该等级的安全栅本质安全端可连接到1区、2区危险场所的本质安全设备。
[Exic]	在正常工作情况下不能点燃爆炸性气体混合物。该等级的安全栅本质安全端可连接到2区危险场所的本质安全设备。

### ● 防爆标志

[Ex ia] IIC



其中：Ex — 防爆标志  
ia — 防爆等级  
IIC — 气体组别

公司产品防爆级别：[Exia] IIC，适用于0区1区和2区。



## ● 本安设备本安性能认证参数

### 最高电压(Um)：

可施加到关联设备非限能连接装置上,而不会使其防爆型式失效的最高电压(交流有效值或直流电压值)

### 最高输入电压(Ui)：

施加到本质安全电路连接装置上,而不会使本质安全性能失效的最高电压(交流峰值或直流)。

### 最高输出电压(Uo)

在开路条件下,在设备连接装置施加电压达到最高电压(包括Um和Ui)时,可能出现的本质安全电路的最高输出电压(交流峰值或直流)。

### 最大输入电流(Ii)

施加到本质安全电路连接装置上,而不会使本质安全性能失效的最大电流(交流峰值或直流)。

### 最大输出电流(Io)

来自电气设备连接装置的本质安全电路的最大电流(交流峰值或直流)。

### 最大输入功率(Pi)

当电气设备与外电源连接不使本质安全性能失效时,可能在电气设备内部消耗的本质安全电路的最大输入功率。

### 最大输出功率(Po)

能从电气设备获得的本质安全电路的最大输出功率。

### 最大内部电容(Ci)

通过电气设备连接装置出现的电气设备总等效内电容。

### 最大外部电容(Co)

可以连接到电气设备连接装置上,而不会使本质安全性能失效的本质安全电路的最大电容。

### 最大内部电感(Li)

通过电气设备连接装置出现的电气设备总等效内电感。

### 最大外部电感(Lo)

可以连接到电气设备连接装置上,而不会使本质安全性能失效的本质安全电路的最大电感。

### 电缆最大允许分布电容

关联设备允许的最大外部电容(Co)与本安设

备最大内部电容(Ci)之差。

### 电缆最大允许分布电感(Lc)

关联设备允许的最大外部电感(Lo)与本安设备最大内部电感(Li)之差。

### 最大外部电感电阻比(Lo/Ro)

可以连接到电气设备连接装置上,而不会使本质安全性能失效的外电路的电感与电阻之比。

### 配电电压

为本质安全设备(如二线制变送器)提供电源的电压值。

## ● 防爆参数的匹配原则

为保证设备的安全正常使用,本质安全回路系统各配置间必须满足以下条件。

安全栅参数	安全参数匹配条件	本安仪表参数+电缆参数
Uo	≤	Ui
Io	≤	Ii
Po	≤	Pi
Co	≥	Ci+Cc
Lo	≥	Li+Lc

## ● 连接电缆的选择原则

连接电缆存在分布电容和分布电感,使连接电缆成为储能元件。它的本安性能的基本参数如下:

电缆最大允许分布电容  $CC = CP \times L$

电缆最大允许分布电感  $LC = LP \times L$

式中:

CP——电缆单位长度的分布电容( $\mu\text{F}/\text{km}$ )

LP——电缆单位长度的分布电感( $\text{mH}/\text{km}$ );

L——实际配线长( $\text{km}$ )。

注:推荐符合本质安全性能的电缆最大参数值  
 $CP = 0.2\mu\text{F}/\text{km}$ ,  $LP = 1\text{mH}/\text{km}$ 。

## 安全栅防爆注意事项

- 1、安全栅应安装在安全场所,安装位置不得有强烈的机械振动、冲击,以及来自信号端、电源端和空间的大电流、火花、强电磁感应等影响,空气中不得含有对金属、塑料起严重腐蚀作用的气体。周围环境温度和环境湿度范围能满足本隔离式安全栅技术规格所要求的条件,环境温度为: $-20\sim+60^{\circ}\text{C}$ ,湿度为 $10\sim90\%\text{RH}$ (无冷凝)。
- 2、安全栅本安端(蓝色端)和非本安端(白色端)使用的连接电缆在汇线槽中应分开铺设,各自采用独立的保护套管。本安侧的配线套管内不允许有其它电源线,包括其本安电路使用的电源线。
- 3、通往危险场所的连接电缆应选用蓝色或有蓝色标记的本安电缆,电缆截面的软铜面积必须大于 $0.5\text{mm}^2$ 。
- 4、连接电缆的绝缘强度应大于 $500\text{V}$ 。
- 5、在对安全栅进行通电调试时,必须注意安全栅的型号、接线方法、线路极性是否符合设计及产品要求,否则可能对人身及设备造成伤害。
- 6、严禁用兆欧表测试安全栅端子之间的绝缘强度。若要检查系统的绝缘强度,应先断开全部接线,否则可能会引起安全栅内部电路损坏。
- 7、与安全栅相连接的现场仪表,均应为通过国家认定的有关防爆检验部门进行防爆试验,并取得防爆合格证值的仪表。
- 8、如安全栅内部模块损坏需要更换时,需会同制造厂共同修理,经检修后方能重新投入运行。
- 9、安全栅的安装、使用和维护应严格遵照GB3836.15《爆炸性环境第15部分:电气装置的设计、选型和安装》的有关规定进行。