
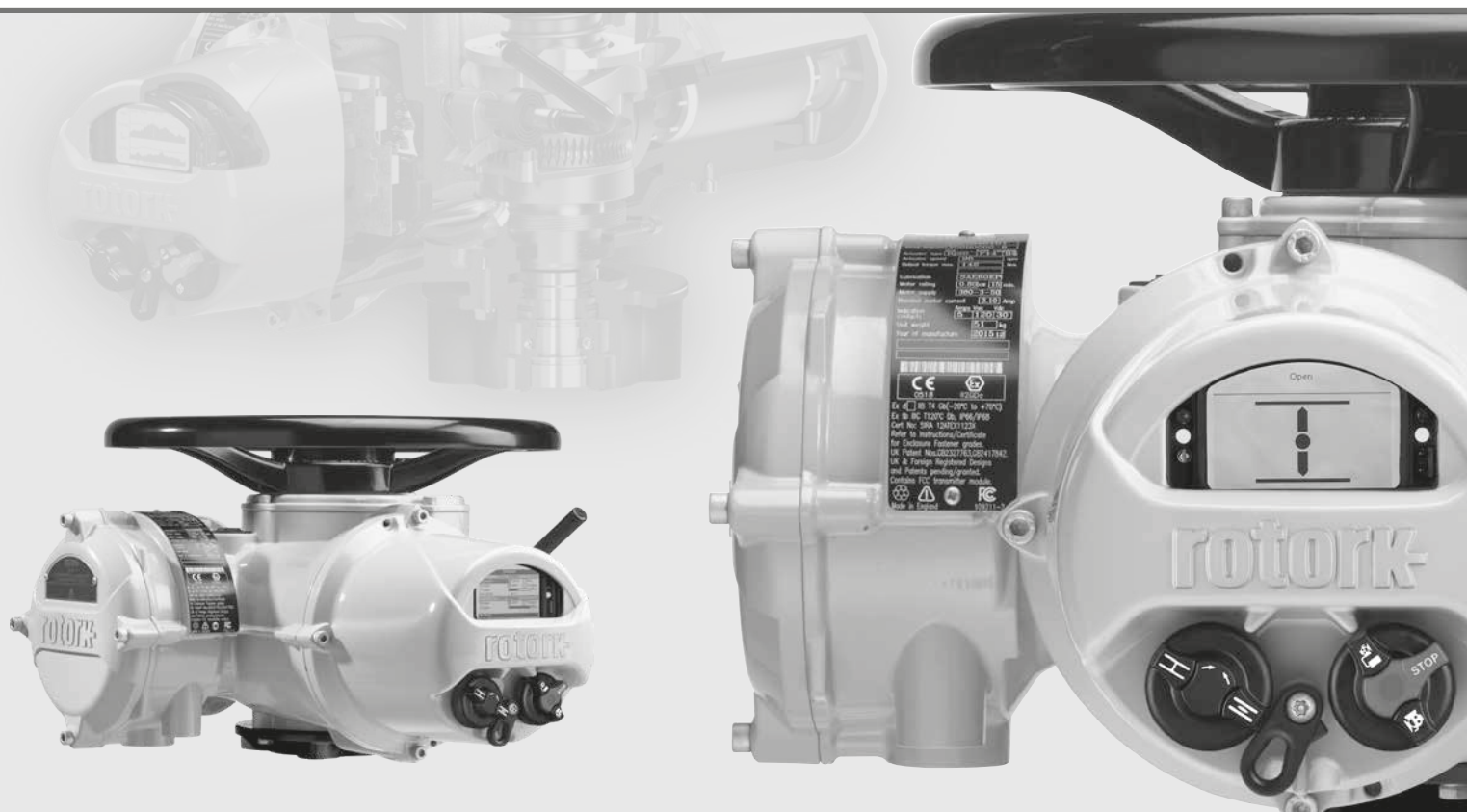


# rotork® 罗托克®

Keeping the World Flowing  
for Future Generations

IQ 系列 

包含安全功能控制模块的 IQ 电动阀门执行器  
安全使用手册



CE

IQ 多回转电动阀门执行器



<b>1. 概览</b>	<b>3</b>
1.1 功能安全评估所包含的设备概览	4
1.2 安全手册概览	4
1.3 安全功能	5
1.4 适用的执行器类型	5
1.5 IQ 安全功能控制模块选项 —— 可靠性数据	6
1.6 安全功能 2 —— 可靠性数据	6
1.7 IQ 安全功能控制模块选项 —— 操作原理	7
1.8 安全功能优先级	7
<b>2. 安全功能操作</b>	<b>10</b>
2.1 安全功能 1 —— 保位	10
2.2 安全功能 2 —— ESD 动作	10
<b>3. 设计要求</b>	<b>11</b>
3.1 执行器选择和选型	11
3.2 阀门负载	11
3.3 执行器电源	12
3.4 执行器控制	12
3.5 执行器指示	13
3.6 环境	13
3.7 SIL 2 和 SIL3 应用的安全仪表系统 (SIS) 评估	14
<b>4. 安装</b>	<b>15</b>
4.1 重要信息	15
4.2 基本调试 —— 阀门设定	16
4.3 连接执行器	16
4.4 基本设定 —— 限位	18
4.5 关阀设定	19
4.6 开阀设定	19
4.7 二级菜单设定 —— 指示设定	20
4.8 二级菜单设定 —— ESD	21
4.9 二级菜单设定 —— 远程保持 (SF1)	21
<b>5. 通用安全功能调</b>	<b>22</b>
5.1 通用安全功能设定	22
5.2 安全功能 1 —— 不执行杂散信号 (或保位)	24
5.3 安全功能 2 —— 根据指令执行 ESD 动作	25
5.4 双安全功能 —— SF1 优先	26
5.5 双安全功能 —— SF2 优先	26
5.6 中断计时器	27
<b>6. 验证</b>	<b>27</b>
6.1 阀门设定验证	27
6.2 安全功能 1 —— 保位验证	28
6.3 安全功能 2 —— ESD 设定验证	28
6.4 验证测试 —— 安全功能 2 —— ESD	29
<b>7. 安全预防</b>	<b>30</b>
<b>8. 日常维护</b>	<b>31</b>
<b>9. 设计寿命</b>	<b>31</b>

**执行器安全手册**

⚠ 本安全手册定义的是选配有安全控制功能模块的 IQ 执行器相关的设定、安装、操作和维护。选配该选项的执行器设计用于安全仪表系统, 该执行器符合 IEC 61508-2: 2010 标准所规定的功能安全完整性等级 (SIL) 2 或 SIL 3 能力。

**可用的安全功能**

1. **保位** —— 不响应杂散信号而执行动作 同时可作为电机允许 (允许信号) 和 / 或

2. **ESD** —— 根据指令动作

SIRA 功能性安全认证: SIRA FSP 15001

⚠ **警告:** 如果未按照手册中的步骤执行, 会造成安全功能证书失效。

⚠ **警告:** 请仔细阅读本安全手册, 并且结合 PUB002-039 —— IQ 安全使用、安装及维护手册实施相关操作。

**术语:**

SIL	安全完整性等级
SIS	安全仪表系统
ESD	紧急关断
Stayput	保位或不动作
SF1	安全功能 1 (保位)
SF2	安全功能 2 (ESD)
PVST	阀门部分行程测试
PST	部分行程测试
PO / Powered Operation	由电气指令激活的动作
PFD	要求时危险故障概率
MRT	平均修复时间
DCS	集散控制系统
PLC	可编程逻辑控制器
IT	中断计时器
PFH	每小时故障概率
SC2	系统性能 2 (设备以 SIL2 等级使用)
SC3	系统性能 3 (设备以 SIL3 等级使用)

IQ 系列是电动阀门执行器, 根据指定电源电压下的输出力矩和转速进行分类。执行器设计用于为各类工业阀门或风门装置提供就地和远程操作。本安全手册仅适用于选配了安全功能控制模块选项的 IQ 执行器。

除了正常的阀门操作以外, 远程控制还包括了紧急关断 (ESD) 操作, 用于开关阀门或电机允许输入, 以确保阀门不会因为杂散信息而进行动作。

IQ 设计包含了铝合金材质的外壳和电气罩壳, 通过一个铸铁的底座与阀门或齿轮箱连接。输出动作通过电机驱动油浴润滑的蜗轮蜗杆传动机构。电机通过选配的特殊设计的安全功能控制卡件进行控制。

所有 IQ 执行器包含了一个手 / 自动离合式手轮, 用于电源丢失后的手动操作。同时带有就地和远程控制选择旋钮、蓝牙通讯装置、阀位监测装置、力矩传感器和控制 / 指示 I/O。执行器的设定通过高分辨率 LCD 屏幕显示, 以及随设备附送的 Rotork 蓝牙设定器进行组态。

IQ 执行器的设计标准温度范围为  $-30$  至  $70$  °C。低温选项可提供  $-40$  °C, 且所有 IQ 执行器都满足 IEC 60529 规定的 IP66 和 IP68 防护等级。与此同时, IQ 可提供危险环境认证, 包括欧盟 ATEX 指令、IECEX 国际标准、北美 NFPA —— NEC 和 CSA 标准 (可根据要求提供其他国家的相关标准)

IQ 执行器兼容安全功能要求, 包括保位 (安全功能 1) 和/或 ESD (安全功能 2) —— 仅适用于三相电源。执行器执行安全功能时, 必须通电。

IQ 的详细规格, 请参见出版物 PUB002-038。

该文件是针对使用在安全仪表系统内, 符合 SIL 2 或 SIL 3 等级且使用电机允许及 ESD 输入的 IQ 执行器的安全手册。执行器类型可通过接线图号辨认。本手册包含了有关执行器的设计要求、安装、调试、安全仪表系统 (SIS) 验证、寿命内操作、验证测试及维护要求的详细信息。手册内提供了指示设定的相关指导, 该设定并不属于执行器安全功能的一部分, 但是现场可能会用到。

客户需要自行决定本手册内的测量要求是否充分或必要。

适用于 SIRA 评估审批的一系列文件列在 SIL 认证 FSP 15001 上。

### 1.3 安全功能

以下安全功能适用于带有安全功能控制选项的执行器 (请参考执行器接线图):

#### 安全功能 1 —— 保位

- 执行器在没有收到有效的电机允许控制信号及远程开、关或 ESD 信号前, 将不会动作
- 这是高需求模式安全功能

#### 安全功能 2 —— ESD

- 执行器将执行有效且可组态的 (开、关或保位) ESD 控制信号
- 这是低需求模式安全功能

安全功能 1 和 2 可以结合使用, 并将其中一个作为优先, 具体请见章节 5.4 和 5.5。

### 1.4 适用的执行器类型

带有安全功能控制选项的 IQ 三相执行器设计用于开关或调节阀门应用, 满足 SIS 安全功能 1 (保位) 和 / 或安全功能 2 (ESD) 的要求。在正常操作状态下可提供中间位置的调节。

#### 控制

安全功能 1 和 2 仅可通过硬接线信号执行, 电压范围 14–60 VDC。执行器可能包含了总线系统控制选项, 例如 Pakscan、Profibus、Foundation Fieldbus 等。但是此类总线系统并不属于本手册所适用的安全功能范畴。通常这样的控制选项都用于工艺控制 / 指示, 而安全功能 1 和 2 只能通过硬接线电机允许和 ESD 信号执行。

#### 指示

SIL 报警继电器 (参考接线图) 属于本手册内定义的可靠性范畴。而监视继电器、“S”触点、CPT 模拟量位置指示及总线系统反馈信号都不属于该范围。对于 SIS 系统要求的阀位指示, 必须使用经过认证的触点或其他手段, 直接监测阀门阀杆的动作。此类反馈并不属于本安全手册范围。

安全功能 1 和 2				
类型	操作	电源电压	负载	启动频次
IQ	多回转及角行程开关型	仅三相电源	S2/S3 - 25%, Class A & B	60

## 1.5 IQ 安全功能控制模块选项 —— 可靠性数据

以下可靠性数据覆盖完整的执行器及执行器输出组件。但是不包含阀门、阀门驱动组件或二级齿轮箱。

以下可靠性数据适用于安全功能 2。有关安全功能 1 的数据请见 SIRA 证书 FSP 15001。

## 1.6 安全功能 2 —— 可靠性数据

电源和用户控制信号的完整性 / 可靠性不包括在执行器可靠性评估中。

**SIL 应用基于所示的周期。用户必须保证实际使用中不能超过这些间隔。**

可通过定期的通电操作提高设备的 SIL 能力。采用通电操作方式的 PFD 数据, 请参考章节 6.4.3 内表格。

**PO —— PO (通电操作) 指的是执行器的验证动作, 执行器将执行有效的开和关方向上的就地或远程指令。**

**验证 PO —— 可在就地或远程状态\* 验证通电操作。就地通电操作必须在执行器旁, 通过观察动作进行验证。远程通电操作可通过 SIL 继电器指示验证。**

\*对于 SIL 软件版本为 V101 及 V103, 通电操作必须在就地确认。

### 举例 —— 执行器组态为 SF2 关动作

如果执行器收到有效的远程关指令, 然后接受到远程开指令, 那么 SIL 继电器将触发, 确认执行器按正确的方向动作, 因为验证了通电操作完成。

如果执行器收到有效的就地关指令, 操作人员可观察验证动作, 用以验证通电操作完成。

SIL 继电器可监测的故障如下:

- 执行器电源丢失
- 内部电气故障
- SIL 组态模式 —— 如果执行器在调试模式
- SIL 失效 —— 如果执行器未完成设定
- EEPROM 故障 —— 检测到 EEPROM 硬件故障
- 检测到电机温度保护
- SIL 方向错误 —— 如果执行器执行 ESD, 但是动作方向错误
- 检测到组态错误
- 堵转 —— 仅适用于 SF2。在接受到有效的远程或就地指令时, 检测到执行器未动作

**备注: 执行器规格 (1 至 5) 具体型号, 请参见 6.4.3。**

下表提供的各个通电操作间隔下的 PFD 值基于安全功能 2 且 MRT 为 8 小时, 验证测试间隔为 12 个月。

PO 间隔		执行器各个规格的 PFD 值					SIL 能力
月	小时	1	2	3	4	5	
1	730	9.95E-04	1.15E-03	1.10E-03	1.03E-03	1.46E-03	SIL2
2	1460	1.58E-03	1.82E-03	1.75E-03	1.64E-03	2.32E-03	SIL2
3	2190	2.17E-03	2.49E-03	2.39E-03	2.25E-03	3.18E-03	SIL2
4	2920	2.75E-03	3.17E-03	3.04E-03	2.86E-03	4.04E-03	SIL2
5	3650	3.34E-03	3.84E-03	3.69E-03	3.46E-03	4.90E-03	SIL2
6	4380	3.92E-03	4.52E-03	4.34E-03	4.07E-03	5.76E-03	SIL2

完整的数据见 SIL 认证 FSP 15001。

## 1.7 IQ 安全功能控制模块选项 —— 操作原理

执行器有两个操作性安全功能, 可根据安全仪表系统 (SIS) 要求独立使用或结合使用。安全功能的使用由要求的控制类型决定, 因此也有不同控制信号类型:

安全功能	动作	控制信号类型
1	保位	移除电机允许信号
2	执行预先组态的 ESD 安全功能	移除 ESD 信号
1 & 2	优先保位, 或者执行预先组态的 ESD 安全功能	移除电机允许信号 / ESD 信号 (电机允许优先)
2 & 1	优先执行预先组态的 ESD 安全功能, 或者保位	移除 ESD 信号 / 电机允许信号 (ESD 信号优先)

## 1.8 安全功能优先级

### 1.8.1 安全功能 1 —— 保位: 电机允许操作原理

安全功能 1 保位是高需求。组态安全功能为 SF1。

电机允许信号输入用于控制允许。因此, 其设计原理就是仅在需要并授权可进行开关操作时, 再提供电机允许信号。当操作未被允许或不需要, 那么电机允许信号必须移除。在执行器动作时切断电机允许信号线路将会导致执行器停止动作。

通过控制电机允许输入线路, 用户可以决定是否控制及何时控制执行器。因此, 电机允许输入线路可以通过安全仪表系统 (SIS) 逻辑控制器控制, 而远程控制信号可以由基本工艺控制系统 (BPCS) 输出。

电机允许输入线路提供了可论证的可靠性等级。由 SIRA 独立评估, 可参考认证证书 FSP 15001。

### 安全功能 1 —— 保位组态选项

电机允许可按以下功能组态, 用于执行安全功能 1 —— 保位:

- 就地及远程控制期间
- 仅远程控制期间

## 1.8.2 安全功能 2 —— ESD 操作原理

安全功能 2 —— ESD 是低需求。组态安全功能为 SF2。

远程 ESD 信号输入用于执行设定好的 SIL 动作, 包括开、关或保位。有效的 ESD 信号指的是移除 ESD 端子上的直流电压信号, 例如远程 ESD 触点断开。具体连接请参考电路图。执行 ESD 动作, 信号必须在 ESD 事件 (阀门行程中或保位期间) 发生时移除。请参考电路图。

### 安全功能 2 —— ESD 组态选项

ESD 可按以下功能组态, 用于执行安全功能 2 —— ESD:

- 远程、停止及 / 或就地控制期间
- 仅远程控制期间
- 执行开、关或保位
- 超越激活的电机过热保护 (相关危险区域认证将失效)
- 可组态延迟后执行 ESD
- 限位形式
- 就地或远程控制故障期间

## 1.8.3 安全功能 1 和安全功能 2 (保位 > ESD): 操作原理

安全功能 1 —— 保位是高需求, 安全功能 2 —— ESD 是低需求。将安全功能优先级组态为 SF1。

安全功能 1 —— 保位的优先级高于安全功能 2 —— ESD。保位操作原理请参考 1.8.1。在没有有效的电机允许信号时, 将不能执行可组态的 SIL ESD 动作。ESD 可超越就地和远程开关操作 (根据具体组态而定)。

### 安全功能 1 和安全功能 2 —— 组态选项

电机允许可按以下功能组态, 用于执行安全功能 1 —— 保位:

- 就地及远程控制期间
- 仅远程控制期间

ESD 可按以下功能组态, 用于执行安全功能 2 —— ESD:

- 远程、停止及 / 或就地控制期间
- 仅远程控制期间
- 执行开、关或保位
- 超越激活的电机过热保护 (相关危险区域认证将失效)
- 可组态延迟后执行 ESD
- 限位形式
- 就地或远程控制故障期间



#### 1.8.4 安全功能 2 和安全功能 1 (ESD > 保位): 操作原理

---

安全功能 2 —— ESD 是低需求, 安全功能 1 —— 保位是高需求。将安全功能优先级组态为 SF2。

安全功能 2 —— ESD 优先级高于安全功能 1 —— 保位。ESD 操作原理请参考 1.8.2。无论是否有电机允许信号, 都将优先执行可组态的 SIL ESD 动作。电机允许仍然比就地和远程开关操作有更高的优先级 (根据具体组态而定)。

#### 安全功能 1 和安全功能 2 —— 组态功能

ESD 可按以下功能组态, 用于执行安全功能 2 —— ESD:

- 远程、停止及 / 或就地控制期间
- 仅远程控制期间
- 执行开、关或保位
- 超越激活的电机过热保护 (相关危险区域认证将失效)
- 可组态延迟后执行 ESD
- 限位形式
- 就地或远程控制故障期间

电机允许可按以下功能组态, 用于执行安全功能 1 —— 保位:

- 就地及远程控制期间
- 仅远程控制期间

## 2. 安全功能操作

### 2.1 安全功能 1 —— 保位

下表提供了 IQ 受到电机允许信号状态的影响, 响应相关的就地 / 远程控制指令而执行操作的大致情况。同时也提供了 SIL 继电器的状态指示。

SF1					
超越就地	控制方式	控制信号	电机允许信号	动作	SIL 继电器状态
启用	就地 / 远程	开阀 / 关阀	给定	就地 / 远程操作	闭合
启用	就地 / 远程	开阀 / 关阀	移除	不动作	闭合
停用	就地	开阀 / 关阀	给定	就地操作	打开
停用	就地	开阀 / 关阀	移除	就地操作	打开
停用	远程	开阀 / 关阀	给定	远程操作	闭合
停用	远程	开阀 / 关阀	移除	不动作	闭合

表 2.1

### 2.2 安全功能 2 —— ESD 动作

下表提供了 IQ 响应 ESD 控制指令而执行操作的大致情况。同时也提供了 SIL 继电器的状态指示。

SF2						
超越就地	超越停止	控制方式	控制信号	ESD 输入	动作	SIL 继电器状态
启用	启用	就地 / 停止 / 远程	开阀 / 关阀	移除	组态的 ESD 动作	闭合
启用	停用	就地 / 远程	开阀 / 关阀	移除	组态的 ESD 动作	闭合
启用	停用	停止	开阀 / 关阀	移除	不动作	打开
停用	启用	停止 / 远程	开阀 / 关阀	移除	组态的 ESD 动作	闭合
停用	启用	就地	开阀 / 关阀	移除	就地操作	打开
停用	停用	就地	开阀 / 关阀	移除	就地操作	打开
停用	停用	停止	开阀 / 关阀	移除	不动作	打开
停用	停用	远程	开阀 / 关阀	移除	组态的 ESD 动作	闭合

表 2.2

### 3. 设计要求

#### 3.1 执行器选择和选型

执行器的类型和型号由阀门的类型及所需的作用力(力矩和 / 或推力) 决定。阀门制造商 / 供应商应负责提供相应的阀门类型及操作力。对于改造项目, 应由设计工程师负责提供相应的阀门类型及操作力。执行器性能参数在执行器铭牌或测试报告上均有体现。

安装人员必须验证以下选择或选型的设计原理 / 环境是否合适相关阀门及 SIS 系统下的安全功能:

- 请参考所提供 PUB002-039 文件内所描述的重要的健康与安全信息。
- 选型执行器的输出力矩 / 推力应至少等于阀门要求操作力矩 / 推力, 以及要求的行程时间。
- 除非明确要求, 否则不增加额外的安全系数。
- 执行器必须满足设计阶段所选择的阀门。
- 在设计阶段更改工艺流程可能会影响执行器选型, 必须由阀门厂 / 供应商或设计工程师提供更新的要求及参数。
- 特殊工艺流程下的阀门操作, 必须明确具体信息。

#### 备注: 以下设计原理 / 情况必须考虑

- 阀门必须有能力安全地承受所提供执行器输出的堵转力矩及 / 或在堵转力矩时所产生的推力。
- 为了设计需要, IQ 堵转力矩一般是所提供执行器或执行器齿轮箱组合的额定力矩的 2 倍。

### 3.2 阀门负载

阀门负载并不在本手册考虑范围内。应由 SIS 设计工程师验证阀门负载不会对执行器或执行器齿轮箱组合产生机械反向驱动, 从而导致在执行器在停止时被拉动反转。对于直行程闸阀, 阀杆螺纹的传动效率必须足够低, 以保证最差情况(推力、温度和压力) 下的自锁性能。

对于部分回转阀门, 包括风门挡板, 涡轮齿轮箱的效率需要足够低以确保执行器不会反向驱动。请注意在震动情况下, 任何时候涡轮箱都不可作为自锁, 且必须考虑增加机械刹车。

### 3.3 执行器电源

---

执行器电源并不在本安全手册考虑范围内。应由 SIS 设计工程师负责确保执行器电源满足 SIS 系统对目标的 SIL 能力的要求。执行器电源参数及要求, 请参考 PUB002-057。安全功能的执行要求必须有供电。

### 3.4 执行器控制

---

具体请参考所提供执行器的接线图及控制连接图。

为了满足安全功能 1 的 SIL 2 要求, 执行器必须使用合适的控制信号输入及电机允许信号控制执行器的开关。在这种应用中, 仅有控制信号输入将被视为无效, 且执行器屏幕上会显示 "MOTOR ENABLE LOSS (电机允许丢失)" 报警。

对于安全功能 2, 需要常闭触点 (断开触点触发 ESD) 提供一个独立且持续的 ESD 信号。当 ESD 信号激活时, 为了执行提前组态的 ESD 动作 (开、关或保位), 并且将超越当前存在的远程开或关信号。在没有预先设定时, ESD 将不会超越执行器选择停止或选择就地。

控制信号的完整性并不在执行器可靠性评估的考虑范围内。用户必须确保控制信号的完整性可以满足 SIS 系统对目标的 SIL 能力的要求。

#### 网络选项卡

如果执行器选配了要求的总线网络选项卡 (Modbus、Profibus、Foundation Fieldbus、Pakscan 等), SIS 系统下的逻辑控制器必须提供硬接线的电机允许 / ESD 信号。

#### 远程手动控制站

虽然远程手动控制站可兼容 SIL, 但是所有 SIL 设定和组态 (例如就地超越) 仅适用于执行器。SIL 执行器的调试必须在执行器本地进行。

## 3.5 执行器指示

安全功能控制选项包含了一个故障状态 "SIL" 继电器指示 —— 具体连接请参考执行器接线图。对于状态指示的详细信息，请参考表 2.1 和 2.2。这个继电器提供了执行器能否执行设定的安全功能的状态指示。

### 指示触点

执行器提供了 4 个可组态触点，S1 至 S4，用于指示开关限位及中间位置（可组态）。完整的功能信号，请参考 PUB002-040。

### 模拟量 4-20 mA 阀位指示

当选配了 CPT 选项，执行器将输出一个 4-20 mA 信号用于模拟量阀位指示 —— 请参考执行器接线图。

### 监视继电器

监视继电器将指示以下一个或多个状态：

- 丢失一个或多个电源相
- 丢失控制电路电源
- 执行器选择就地控制或就地停止 \*
- 电机温度跳断
- 内部故障
- 强制 SIL 动作

\* 监视继电器可组态为可用或者故障。如果设定为故障，监视继电器将忽略就地 / 停止 / 远程选择器。具体执行器接线，请参考接线图。

强制 SIL 动作定义为发生了由于阀位或力矩传感器故障而执行预先设定时间的 SIL 动作的状态。

**备注：指示触点输出 S1 至 S4、监视继电器和 CPT 模拟量阀位信号不属于执行器可靠性评估的考量范围。用户必须确保指示完整性满足 SIS 系统对目标的 SIL 能力的要求。如果需要，阀门到位指示应由执行器以外的认证设备，直接感应阀杆位置输出。**

## 3.6 环境

涉及到防护等级、温度、震动（地震或现场诱发）等环境条件必须满足执行器标称规格内。详细的通用信息请参考 PUB002-038、执行器铭牌及测试报告。执行器温度范围为 -40 至 +70 °C。在此温度范围外的环境将会导致安全评估认证无效。

对于危险区域，执行器的外壳认证必须满足现场的区域、气体组别、温度 "T" 等级。具体请参考执行器铭牌。

### 3.7 SIL 2 和 SIL3 应用的安全仪表系统 (SIS) 评估

按照本手册所包含内容执行的执行器适用于要求 1oo1 配置下达到 SIL 2 的 SIS 系统, 可执行安全功能 1 —— 保位和 / 或安全功能 2 —— ESD。应由 SIS 系统设计工程师负责完成 SIS 系统的整体 SIL 等级计算。IQ 执行器也可在 1oo2 配置下提供 SIL 3 的能力。需要注意以下备注。

**备注:**

1. 应由系统集成人员负责确保冗余模式下 IQ 执行器的相对独立性, 避免由于共用一根电源或电机允许信号线缆而导致的同时故障。
2. 本章节所示用于冗余模式的 PFD 计算采用了 5% 的共因失效系数, 默认每台 IQ 的完整独立性功能已完成配置。
3. 产品系统性能为 SC2。根据 IEC 61508 第二部分, 7.4.3 条款, 在满足以上描述的独立性要求的冗余系统内, 最高系统性能可达到 SC3。
4. 冗余系统内任何的安装、设定或校准都应独立执行。例如, 在完成一台 IQ 执行器的维护后再继续另外一台的维护作业。
5. 在冗余系统内, 每台 IQ 执行器都应采用独立的挂锁将就地选择器及手自动切换杆进行锁定。
6. IQ 执行器的软件独立性也按照 IEC 61508 第三部分, 章节 7.4.2.8 & 7.4.2.9 进行验算。

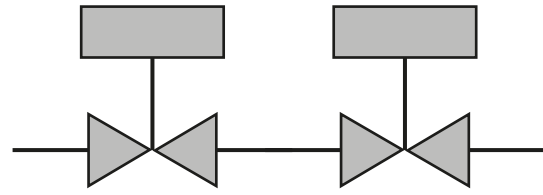


Fig 1. 1oo2 - 过程阀门切断配置

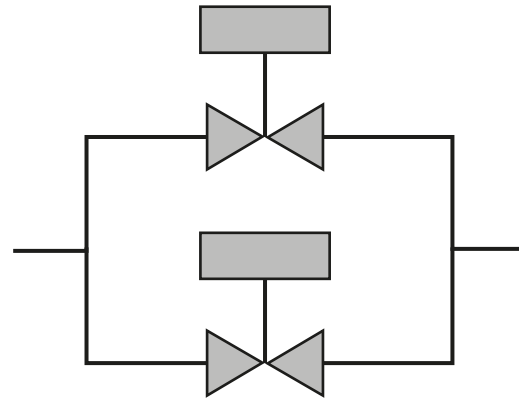


Fig 2. 1oo2 - 过程阀门旁路配置

以下表格提供了执行器在 1oo2 配置时的示例数据。

参数	规格 1	规格 2	规格 3	规格 4	规格 5
验证测试间隔 (小时)	8760	8760	8760	8760	8760
Type A/B	Type B	Type B	Type B	Type B	Type B
安全失效系数	98%	97%	97%	98%	97%
PFD	4.50E-04	5.30E-04	5.00E-04	4.70E-04	6.90E-04
SIL 能力 (低需求模式)	SIL3	SIL3	SIL3	SIL3	SIL3

完整的数据见 SIL 认证 FSP 15001。

## 4. 安装

**重要:** 所有安装必须由受过专业培训或有能力胜任的人员完成。作业需遵循当地相关的电气、健康安全及危险区域法规。基本安全使用及安装维护信息, 请参考出版物 PUB002-039。

应由用户负责确保调试工程师接受过功能性安全培训, 且能力达到合适的水平。

### 4.1 重要信息

在以下任何情况发生时, 必须完成和 / 或验证调试:

- 当执行器第一次安装在阀门上时。
- 当电动阀第一次安装在工艺装置上。
- 当执行器因为任何原因, 与阀门机械脱离。
- 当执行器与电源电缆机械脱离时。
- 当相旋转发生变化或可能发生变化时。
- 当任何执行器设定发生调整或改变时。
- 当工艺状态发生变化, 超过最初应用定义的适用范围时。

执行器出厂默认的安全功能是禁用的, 以便于阀门厂 / 成套商及现场安装人员根据阀门要求对基本操作进行设定和测试。仅当完成这些设定及任何二级指示设定并验证后, 才能对安全功能进行设定。

**备注:** 为了完成安全功能 2 (ESD) 的设定, 必须连接远程 ESD 线路并通电。

下表提供了必要的调试步骤、相应的步骤顺序、相关的章节说明以及责任方 (或他们的代理机构):

步骤	说明	负责方
1	执行器设定 (章节 4.2)	阀门厂 / 最终用户
2	验证阀门设定 (章节 4.3)	阀门厂 / 最终用户
3	执行器设定 (章节 4.2)	最终用户
4	执行器二级菜单设定 (章节 4.7, 4.8 和 4.9 (如适用))	最终用户
5	安全功能调试 (章节 5)	最终用户
6	设定配置 (章节 5)	最终用户
7	验证配置 (章节 5)	最终用户
8	激活 SIL (章节 5)	最终用户
9	双安全功能优先级有效性 (章节 5.4 和 5.5)	最终用户

**备注:** 执行器出厂默认的安全功能为禁用, 用以方便进行基本设定和组态。请参考章节 4.2。

## 4.2 基本调试 —— 阀门设定

以下程序必须按顺序执行。组态必须按照阀门厂 / 供应商及 / 或负责的设计工程师的要求进行。

设定器用于调整执行器的设定。有关如何使用设定器连接执行器的详细指导，请参考 PUB002-039 中章节 8.1。

### 调试

所有执行器的设定、数据记录器及资产管理数据可通过所提供的 Rotork 蓝牙设定器获取。主屏幕以外的执行器状态和报警数据也可通过设定器获取。

**警告：**请勿打开电气罩壳，在电气罩壳内无用户可设定内容。电气罩壳通过一个质量标签封闭，如果标签被破坏，则质保失效。

在执行器投入使用前，必须完成基本的设定。

**警告：**在基本设定完成并检查确认正确前，不得进行电动操作。

基本设定将影响执行器和阀门的正常运行。如果执行器和阀门以成套形式提供，那么阀门厂或供应商可能已经完成了组态。

设定和操作必须通过电动阀的通电操作和功能测试进行验证。

有关控制与指示的设定，以及诊断信息的相关内容，请参考出版物 PUB002-040。

## 4.3 连接执行器

Rotork 设定器采用了无线蓝牙技术，蓝牙设定器 (BTST) 如下图。可通过透明的按键和上下盖中间的透明密封条清晰辨认。

红外设定器的按键为实心的，且密封条为黄色。

有关 Rotork 蓝牙设定器的导航和组态按键如下所示。



连接执行器的默认安全级别是通过红外激活蓝牙。这需要用户保持在执行器 0.25 米距离内，并直线对准显示屏。

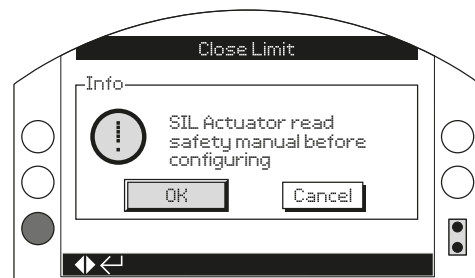
将设定器对准执行器屏幕窗口，并按下 **选择 / 保持** 键。

大约 5 秒后，设定器将自动通过蓝牙与执行器相连，此时设定器及执行器屏幕窗口上的蓝灯将会亮起。一旦连接成功，设定器就无需继续对准显示屏窗口。

当设定器按键发送指令时，蓝牙连接将始终保持。在没有接受到按键指令 6 分钟后，蓝牙连接将断开，同时设定器和显示屏的蓝灯将熄灭。如需在任何时候断开蓝牙连接，可同时按下 **向前** 键和 **向后** 键。

所有执行器设定可在执行器选择就地、停止或远程状态下查看。

如果发现需要查看设定菜单时，会出现以下报警，用于提醒用户在尝试更改任何设定前阅读本安全手册：

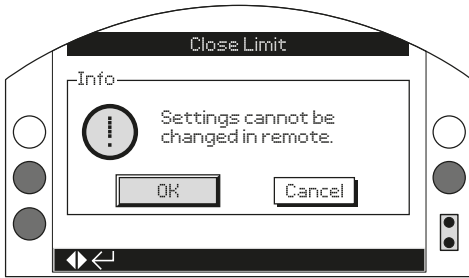




### 4.3 连接执行器 (续)

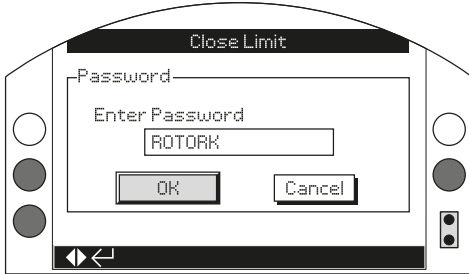
如果需要更改执行器参数，那么执行器必须选择就地或停止状态，并输入正确的口令密码。

如果执行器选择了远程位置，会显示以下警告：



选择 OK 返回设定菜单。

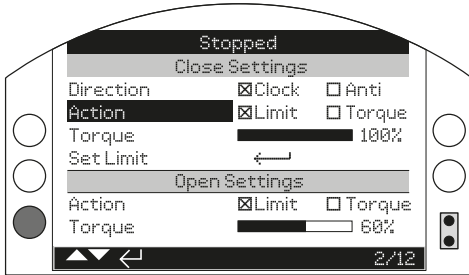
当执行器选择了就地或停止状态，若选择任何功能时，口令密码窗口将被弹出：



工厂默认密码 "ROTORK" 将会显示在屏幕上，并且 OK 键将会加深。

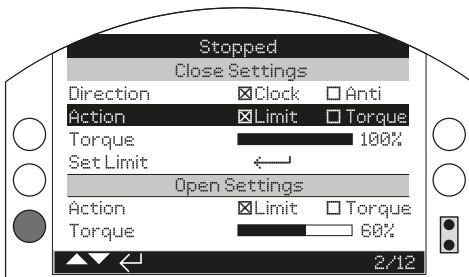
按下 **Enter** 键。

将会再次显示设定界面。以下示例展示了 Setting (设定) – Limits (限位) – Close (关方向) 设定的状态，其中 Action (动作) 功能加深点亮的状态：



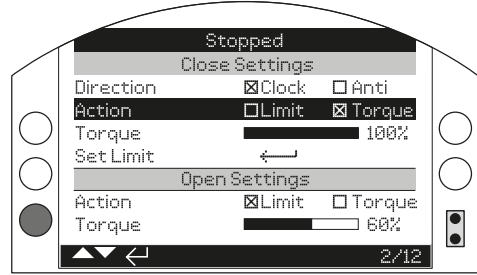
按下 **Enter** 键进行选择。

功能和其设定选项或范围将会被加深点亮：



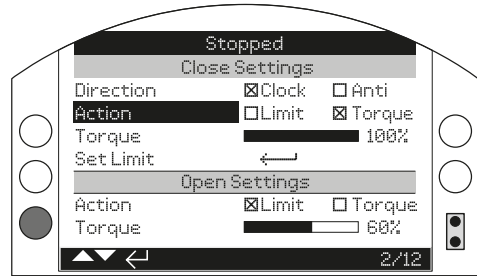
如果用户不想更改功能数值，则按下向后按键退出更改。

通过 **Enter** 或 **Left Arrow** 箭头按键将设定更改至需要的值，以下示例展示了关动作已被选择为力矩：

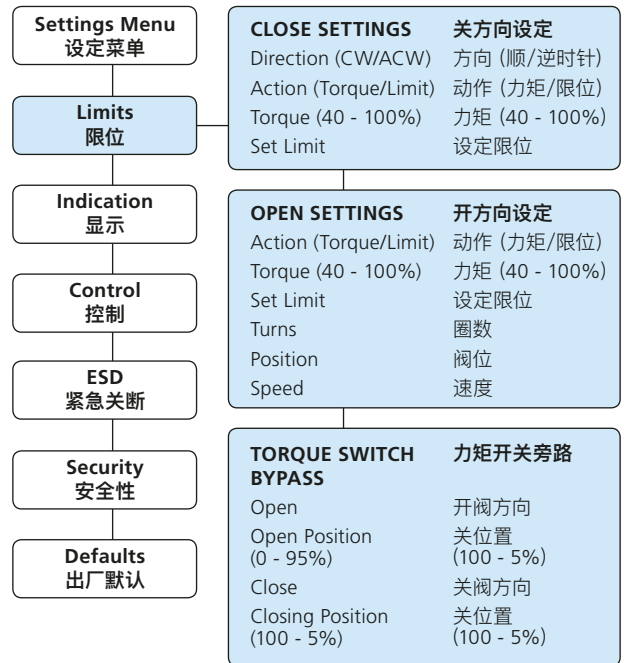


按下 **Enter** 键进行选择。

加深高亮的部分将会返回功能名称，并显示当前已储存的设定：









当第一次选择功能时，将会要求输入口令密码。一旦输入正确的密码，在设定器与执行器通讯期间不再需要密码，可对其他功能直接进行设定。

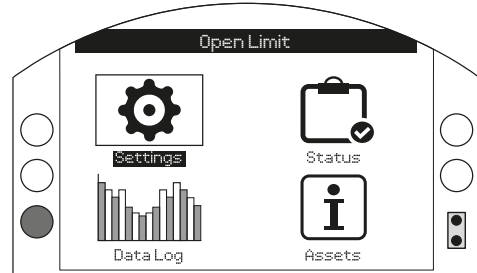


### 4.3.1 固件版本

**重要:** 在调试前, 用户 / 调试工程师必须验证 SIL 控制板的固件版本。版本应在 V101 或以上。SIL 固件请参考执行器测试报告或联系 Rotork 并提供相应序列号。




### 4.4 基本设定 —— 限位

设定与操作必须通过电动阀整体的通电操作及功能测试进行验证。请根据章节 4.3 描述连接至执行器。在阀位显示主屏幕窗口界面按下  键。将会显示主菜单。通过     键进行导航, 然后按下  键进行选择。











设定菜单将以如下显示:



Settings (设定)
Limits (限位)
Indication (指示)
Control (控制)
ESD (紧急关断)
Security (安全)
Defaults (出厂默认)

使用   键选择 Limits (限位) 并按下  键进行选择。

**第一次选择更改设定将会要求输入口令密码 —— 请参考章节 4.3。**

限位设定及出厂默认值如下所示:





Limits	
Close Settings	
1 / 15 Direction	<input checked="" type="checkbox"/> Clock <input type="checkbox"/> Anti
2 / 15 Action	<input checked="" type="checkbox"/> Limit <input type="checkbox"/> Torque
3 / 15 Torque	 40%
4 / 15 Set Limit	
Open Settings	
5 / 15 Action	<input checked="" type="checkbox"/> Limit <input type="checkbox"/> Torque
6 / 15 Torque	 40%
7 / 15 Set Limit	
8 / 15 Turns	25
9 / 15 Position	95.0
10 / 15 Speed	 40%
Torque Switch Bypass	
11 / 15 Opening	<input type="checkbox"/> On <input checked="" type="checkbox"/> Off
12 / 15 OP. Bypass Pos	 10%
13 / 15 Closing	<input type="checkbox"/> On <input checked="" type="checkbox"/> Off
14 / 15 CL. Bypass Pos	 90%
Auto Limit Setting	
15 / 15 Auto Set Limit	

所示的关方向 (1 / 15) 功能被加深点亮。使用   上下滚动功能菜单。各项功能设定将会被逐一加深点亮。

## 4.5 关阀设定

### 1 / 15 关方向

该功能设定阀门的关方向。手动操作执行器和阀门，以确定关阀方向。





按下  键以选择 Close Direction (关方向) 功能。使用  或  键进行选择。按下  键进行确认。

### 2 / 15 关动作

执行器可以组态为力矩关，用于阀座密封或限位关，用于非座阀类型。




**△ 请参考阀门厂家的建议来选择。在没有阀门厂家任何建议时，可参考如下表格。**


阀门类型	关动作	开动作
楔形闸阀	力矩	限位
截止阀	力矩	限位
蝶阀	限位	限位
直通阀	限位	限位
球阀	限位	限位
旋塞阀	限位	限位
闸板门	限位	限位
水闸	限位	限位
平板闸阀	限位	限位

按下  键以选择 Close Action (关动作) 功能。使用  或  键进行选择。按下  键进行确认。

### 3 / 15 关方向力矩

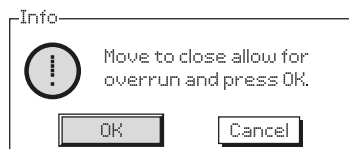
关阀力矩值可设定为额定值的 40% 至 100% 之间。执行器的额定扭矩值标注在铭牌上。

按下  键以选择 Close Torque (关方向力矩) 功能。使用  或  键进行选择。

按下  键进行确认。

### 4 / 15 设定关限位

按下  键以选择 Close Limit (关限位) 功能。执行器将显示如下指示：



将执行器和阀门动作至全关位置。手轮打死后，可向开方向回至 1 圈。





按下  键设定关限位。

## 4.6 开阀设定

### 5 / 15 开动作




执行器可以组态为力矩开，用于阀座密封或限位关，用于非座阀类型。

**△ 请参考阀门厂家的建议来选择。在没有阀门厂家任何建议时，请将开动作设定为“限位”。**

按下  键以选择 Open Action (开动作) 功能。使用  或  键进行选择。按下  键进行确认。


### 6 / 15 开方向力矩

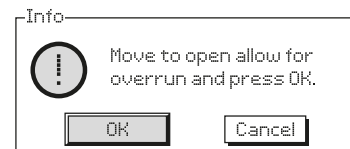
开阀力矩值可设定为额定值的 40% 至 100% 之间。执行器的额定扭矩值标注在铭牌上。

按下  键以选择 Open Torque (开方向力矩) 功能。使用  或  键进行选择。


按下  键进行确认。

### 7 / 15. 设定开限位

按下  键以选择 Open Limit (开限位) 功能。执行器将显示如下指示：



将执行器和阀门动作至全开位置。手轮打死后，可向开方向回至 1 圈。


按下  键设定开限位。

### 8 / 15. T圈数 (不可编辑)

执行器会显示所设定的关阀和开阀限位之间的总圈数。

### 9 / 15. 阀位 (不可编辑)

显示执行器目前的开度位置百分比。

备注：圈数和阀位值在显示时不会实时更新。如需查看最新的数值，请按下  键返回至 Setting (设定) 菜单，再选择 Limits (限位)。

## 4.6.1 验证阀门操作 (若工艺允许)

将红旋钮选择至 LOCAL (就地)。通过黑旋钮, 向 Close (关阀) 方向旋转, 确保阀门动作至全关位置。检查阀座动作是否正确, 以及阀门是否完全关闭。

使用黑旋钮, 向 Open (开阀) 方向旋转, 确保阀门动作至全开位置。检查阀座动作是否正确以及阀门是否完全打开。

### 返回阀位指示

使用红旋钮选择 REMOTE (远程) 控制以退出设定流程。如果按照描述步骤执行, 屏幕应显示开限位 (100%)。选择 STOP (停止)。

## 4.7 二级菜单设定 —— 指示设定

**备注:** 指示触点输出 S1 至 S4、监视继电器、CPT 模拟量阀位信号不在执行器可靠性评估考量范围内。用户必须确保指示完整性能满足 SIS 系统对目标 SIL 能力的要求。如果必要, 阀位指示应由执行器以外的认证设备, 直接感应阀杆位置输出。

### 故障状态继电器

SIL 控制板上包含了一个故障状态指示继电器。有关安全功能故障状态指示, 请参考表 2.1 & 2.2。当指示影响执行器执行安全功能的故障状态时继电器会断电, 触点断开。状态继电器无法进行组态。接线请参考提供的接线图。

### 监视继电器

监视继电器将指示以下一个或多个状态:

- 丢失一个或多个电源相
- 丢失控制电路电源
- 执行器选择就地控制或就地停止 \*
- 电机温度跳断
- 强制 SIL 动作

\*监视继电器可组态为可用或者故障。如果设定为故障, 监视继电器将忽略就地 / 停止 / 远程选择器。具体执行器接线, 请参考接线图。

强制 SIL 动作定义为发生了由于阀位或力矩传感器故障而执行预先设定时间的 SIL 动作的状态。

### S1 – S4 触点

执行器提供了 4 个可组态触点, S1 至 S4, 用于指示开关限位及中间位置 (可组态)。完整的功能信号, 请参考 PUB002-040。

若订单没有明确, 触点 S1 至 S4 将按如下设定:

触点	功能	触点
S1 [r1]	[CL] – 关到位	[NO] – 常开
S2 [r2]	[OP] – 开到位	[NO] – 常开
S3 [r3]	[CL] – 关到位	[NC] – 常闭
S4 [r4]	[OP] – 开到位	[NC] – 常闭



如果要求故障覆盖, 则 4 个指示继电器可按如下设定:

- 关到位
- 开到位
- 中心轴旋转 (指示执行器正在动作)
- 力矩开关跳断 (指示执行器在中间位置力矩跳断, 无法到达限位)

### CPT 选项

如果选配了 CPT, 执行器将提供一个 4–20 mA 信号用于模拟量阀位指示 —— 请参考执行器接线图。当执行器主电源丢失时, 无论此时执行器在什么位置, CPT 都将默认输出 0 mA。

## 4.8 二级菜单设定 —— ESD

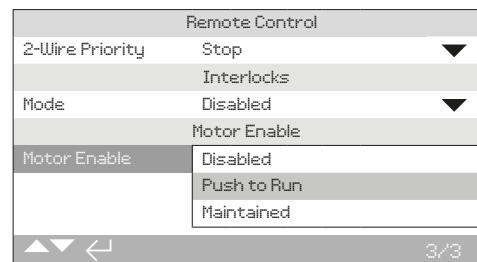
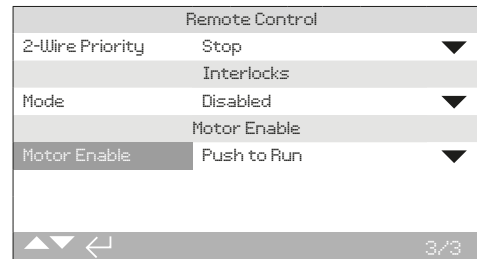
如果需要安全功能 2 (ESD), 必须禁用执行器的常规 ESD 功能, 以防止设定过程中的动作。导航至 CONTROL > ESD 菜单, 然后在 ESD 模式下按下  键进入下拉菜单。选择 OFF 并按下  键进行确认。



## 4.9 二级菜单设定 —— 远程保持 (SF1)

如果需要安全功能 1 时, 允许信号通过远程保持信号输入接到端子 34, 以此映射为电机允许输入信号。

在电机允许信号存在时, 用户可设定远程控制信号是否自保持, 以保留自保持 / 非自保持的动作特性。

导航至 CONTROL > REMOTE > HARDWIRED 菜单:



导航至 Motor Enable (电机允许) 设定菜单并按下  键。从下拉菜单中选择 Push to Run (点动) 或 Maintained (自保持)。按下  键进行确认。

## 5. 通用安全功能调

以下流程必须按照顺序执行。如果标注了强制性设定，则请勿变更。可组态的安全功能设定必须根据 SIS 系统要求设定。

组态通过提供的设定器进行。有关设定器的使用请参考章节 4.3 或 PUB002-039 内章节 8。

执行器可参照 PUB002-040 中所列出的要求进行功能设定。标准执行器功能不会影响安全功能，可正常组态。

如果要求安全功能 2，必须确保 ESD 信号（常闭）的提供。如果系统暂时无法 ESD 信号，那么可以通过短接端子 5 和 25，端子 4 和 31，提供临时的信号，以防止完成设定后执行安全功能。值得注意的是，当完成调试后，务必拆除短接线。

## 5.1 通用安全功能设定

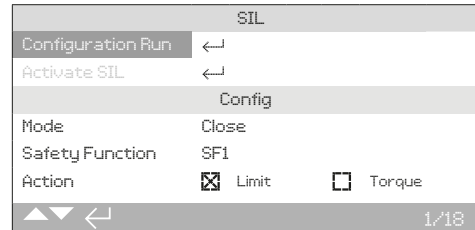
有关如何进入 SIL 菜单，激活设定模式的内容，请参考之前相关安全功能设定指导的章节。



**备注：**任何安全功能设定的更改都将禁用 SIL 模式，并将执行器置于 SIL 组态模式。为了确保安全功能可用，您必须先完成设定，执行组态运行并激活 SIL。安全功能可用性的状态可从故障状态继电器读取（章节 4.6）。

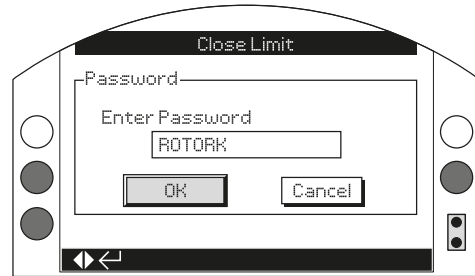
确保红旋钮选择了 LOCAL CONTROL（就地控制）。

通过提供的蓝牙设定器连接至执行器，参考章节 4.3。

导航至 CONTROL > SIL 菜单：




按下 ，在组态界面内导航至安全功能处，并按下 。这时口令密码窗口将弹出：

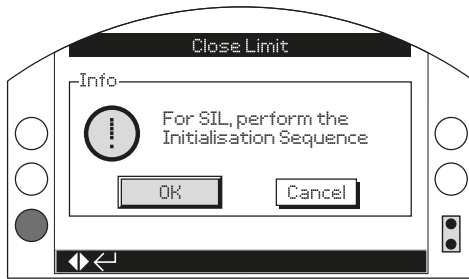


这时需要更高权限的密码用于调整设定。有关密码输入的指导，请参考 PUB002-039。高权限密码是：

ROTACT

## 5.1 通用安全功能设定 (续)

一旦进入菜单, 按下  键确认口令密码, 将显示以下窗口:



通过红色旋钮启动初始化程序 (在 20 秒内), 用以激活菜单。确保每次 LOCAL 和 STOP 操作的间隔不超过 5 秒, 否则程序将会重启:

STOP – LOCAL – STOP – LOCAL – STOP – LOCAL

现在可以进行 SIL 组态。SIL 组态模式将显示在显示屏顶部的信息条内, SIL 将被失效。

以下是可组态设定的完整列表和描述:


SIL 设定		描述
设定组态	←	将当前设定上传至记忆储存中并 (仅 SF2) 执行测试运行。
激活 SIL	←	激活 SIL 状态继电器, 用于指示所设定和激活的安全功能。
组态设定		
安全功能	SF1 / SF2 / 同时	执行安全功能。SF1 (保位), SF2 (ESD) 或结合两个安全功能同时使用。
优先级	SF1 / SF2	在同时启用 SF1 & SF2 时使用。设定哪个安全功能作为优先。
SF2 动作	开 / 关 / 保位	仅在 SF2 下使用。设定当 ESD 信号被移除后, 所执行的 ESD 动作。
动作形式	限位 / 力矩	仅在 SF2 下使用。设定安全动作时阀门到位后的动作形式。
超越就地	启用 / 停用	在同时启用 SF1 & SF2 时使用。允许当执行器选择就地控制时, 执行安全功能。
超越停止	启用 / 停用	仅在 SF2 下使用。允许当执行器选择停止状态时, 执行安全功能。
超越停止 / 故障	启用 / 停用	仅在 SF2 下使用。允许当执行器就地控制失效或检测到无效的就地控制信号时, 执行安全功能。
SIL 延迟时间	0–3600 秒	仅在 SF2 下使用。设定当 ESD 信号被移除后, SF2 动作的延迟时间。
运行时间	0–3600 秒	显示执行器 SF2 全行程所用的时间。如果 ESD 运行时间需要根据工艺调整时, 可进行编辑组态。
中断计时器		
复制设定	←	仅在 SF2 下使用。按下按键从执行器非 SIL 菜单中复制现有的中断计时器设定。或者也可以在安全功能期间采用不同的中断计时器设定。
启用	启用 / 停用	仅在 SF2 下使用。启动安全功能时, 启用中断计时器
启动	开方向 / 关方向	仅在 SF2 下使用。中断计时器将会启用或停用的方向。
关方向	0%–100% 阀位	仅在 SF2 下使用。阀位在关方向, 从全关位开始中断计时器启用的位置。
开方向	0%–100% 阀位	仅在 SF2 下使用。阀位在开方向, 从全开位开始中断计时器启用的位置。
启用时间 (s)	0–255 秒	仅在 SF2 下使用。接触器在每个启用周期内的通电时间。
停用时间 (s)	0–255 秒	仅在 SF2 下使用。

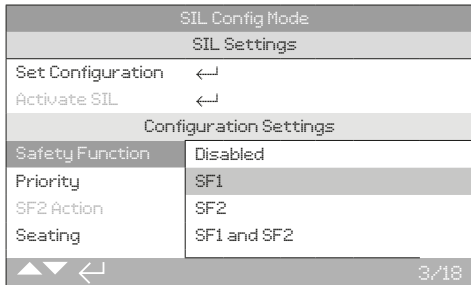
## 5.2 安全功能 1 —— 不执行杂散信号 (或保位)




以下章节解释了每种安全功能和 / 或两种安全功能结合的相关设定流程。

安全功能 1 (保位) 的实现是通过应用允许信号以允许任何远程操作。允许信号 (额定 24 VDC) 必须加载在电机允许输入 (端子 34), 用于允许操作, 具体请参考接线图。

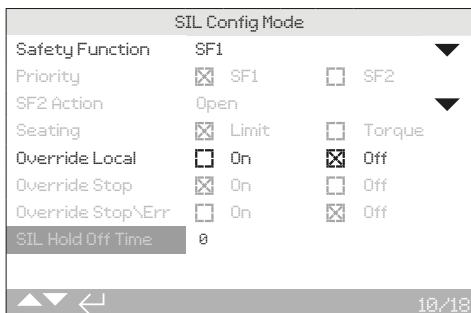
根据章节 5.1 进入 SIL 菜单和安全功能设定。


导航至 Safety Function (安全功能) 设定并按下 :



使用   箭头按键, 选择需要的安全功能。在当前情况, 选择 SF1。按下  键进行确认。屏幕将显示 SF1。




ESD MODE、ACTION 和 PRIORITY 设定在安全功能 1 下无需组态。这些设定将被忽略。





使用  箭头按键, 导航至超越章节, 并根据要求设定参数。对于 SF1 功能, 可能需要设定的超越功能是:



- **超越就地** —— 如果选择, 除了远程操作外, 就地操作也将需要允许输入

一旦完成了所有设定, 请将执行器置于 LOCAL (就地) 控制模式并执行 SET CONFIGURATION (确认组态) 功能。

使用   箭头按键导航回菜单的顶部, 此时会加深点亮 SET CONFIGURATION (确认组态) 菜单。按下  键, 用于确认当前 SIL 组态功能, 将其上传至非挥发性记忆中。一旦完成执行后, 执行器的安全功能已准备好被验证。

**备注: 验证安全功能已正确设定且达到预期的功能应是安装方 / 用户 / 集成方的责任。\***

当验证动作完成后, 使用  按键加深高亮 ACTIVATE SIL (激活 SIL) 功能, 并按下  键用于激活 SIL 状态继电器。这是对于安全功能设定及激活的外部确认。

同时按下   箭头按键, 用于显示执行器阀门指示。

执行器的安全功能现在可以使用了。

**\* 设定的安全功能的验证应在所有适用的操作模式下进行验证。远程状态下测试将会退出 SIL 组态模式, 且需要用户再次进入 SIL 设定界面。参照章节 5.1 的指导再次进入组态菜单并激活 SIL。**



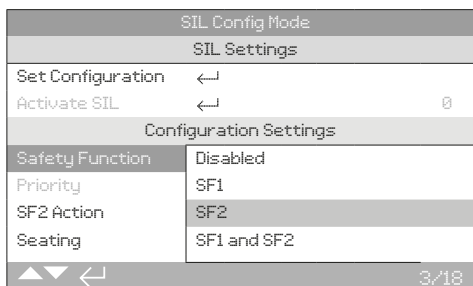
### 5.3 安全功能 2 —— 根据指令执行 ESD 动作




安全功能 2 (ESD) 通常移除一个保持信号, 用于允许 ESD (紧急关断) 动作。动作可以是开、关或者保持原位 (保位)\*。必须将 ESD 输入 (25 端子) 断开以触发 ESD 信号, 从而执行动作。具体连接请参考电路图。

\* 请勿和 SF1 (保位) 混淆, 这是两个功能。







有关进入 SIL 菜单和 Safety Function (安全功能) 设定的方法, 请参考章节 5.1。







导航至 Safety Function (安全功能) 设定, 并按下  :



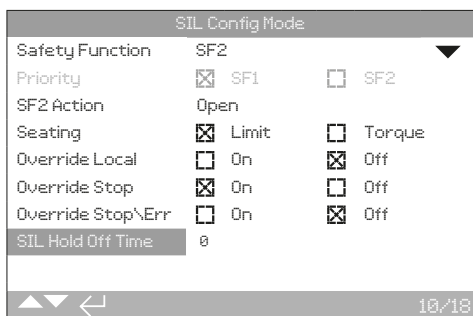
使用   箭头按键选择所需的安全功能。在当前情况下, 选择 SF2。按下  键进行确认。屏幕将显示 SF2。



Priority (优先级) 设定在仅 SF2 时无需设定。

使用   箭头按键, 选择 SF2 Action (SF2 动作), 并按下  键用于加深高亮该设定。使用   键从列表中选择所需的 ESD 动作。这设定了当移除端子 25 上的 ESD 输入时所激活的安全动作。按下  键进行确认。

使用   箭头按键, 选择 Seating (阀座), 并按下  键用于加深高亮该设定。使用   键为安全功能 2 选择正确的到位动作。动作方式应根据阀门类型决定。请参考阀门厂的建议进行设定。按下  键确认设定。




以下设定是额外的设定选项, 根据 SIS 的工艺要求决定。

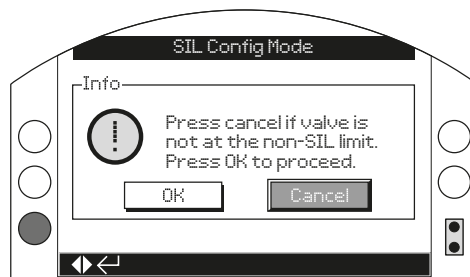




使用   箭头按键, 导航至超越章节并根据要求设定参数。



- **超越就地** —— 如果设定为启用, SF2 动作将超越就地控制。
- **超越停止** —— 如果设定为启用, SF2 动作将超越就地停止。
- **超越停止 / 故障** —— 如果设定为启用, SF2 动作将超越停止或就地控制故障。
- **延迟时间** —— 如果设定为任何大于 0 的数值, 那么在移除 ESD 信号和安全功能动作执行之间会有一个相应的延迟。

一旦完成了所有设定, 将执行器置于 LOCAL (就地) 控制模式, 并将执行器动作至不是所设定的 SIL 终端位置。确保执行器朝着与最终安全功能位置相反的方向动作。例如, 若安全功能 SF2 动作是关闭, 那么请将执行器动作至全开位置。

使用   头按键导航回菜单顶部, 使得 SET CONFIGURATION (确认组态) 加深点亮, 按下  键, 屏幕将出现以下报警:




 **警告:** 按下  键后, 执行器将执行 Set Configuration (确认组态), 用于确认行程时间。在点击 OK 前, 请确认执行器/阀门可以进行动作。设定器指令在此过程中将被禁止。



按下  键选择 OK, 然后按下  键将当前 SIL 组态上传至非挥发性记忆中, 并执行 Set Configuration (确认组态)。执行器将会向最终 SIL 位置动作并在过程中显示 "please wait (请等待)". 设定器指令在 Set Configuration (确认组态) 过程中将被禁止。当此过程完成后, 执行器安全功能已经准备好被验证了。



**备注:** 验证安全功能已正确设定且达到预期的功能应是安装方 / 用户 / 集成方的责任。\*\*

\*\*设定的安全功能的验证应在所有适用的操作模式下进行验证。远程状态下测试将会退出 SIL 组态模式, 且需要用户再次进入 SIL 设定界面。参照章节 5.1 的指导再次进入组态菜单并激活 SIL。

 **警告:** 应独立记录 SIL 全行程动作的时间, 用以验证行程时间\*\*\*。行程时间应与 SIL Configuration Settings (SIL 组态设定) 中的 Run Time (运行时间) 数值相互对比。如果有出入, 将执行器动作至非 SIL 限位, 并重新执行 Set Configuration (确认组态) 过程。如果用户由于操作情况, 需要更改设定的 Run Time (运行时间), 可选择 Run Time (运行时间) 数值, 可根据要求调整。

\*\*\* 如需在 SIL 行程内使用中断计时器的情况, 请参考章节 5.6 中断计时器设定的建议。

一旦执行验证作业, 按下  键以加深点亮 ACTIVATE SIL (激活 SIL) 功能, 并按下  键激活 SIL 状态继电器。这是对于安全功能设定及激活外部确认。

同时按下   箭头按键, 用于显示执行器阀门指示。

执行器的安全功能现在可以使用了。





## 5.4 双安全功能 —— SF1 优先



在一些场合下, 用户可能要求同时 SF1 和 SF2 功能。本章节描述了当同时需要时, SF1 (保位) 有更高优先级的情况。

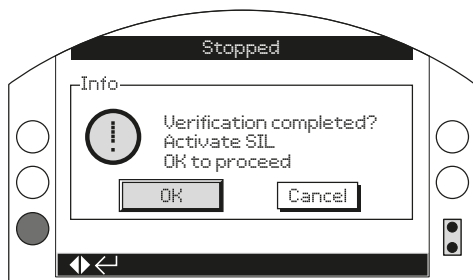
为了执行 SF2 (移除 25 号端子的 ESD 信号), 现场必须先在电机允许输入 (34 号端子) 上提供允许信号。

设定每种安全功能的流程, 请参考 5.1, 5.2 和 5.3。

导航至安全功能菜单并按下  键用于打开下拉菜单。使用   箭头按键用于选择 SF1 & SF2。

导航至 Priority (优先级) 并按下  键加深高亮设定。使用   箭头按键选择 SF1。按下  键确认更改。请注意, 若将 SF1 设定为优先, 将影响所有操作。验证测试同样也需要包含多种 SF1 和 SF2 的组合。验证结果需满足章节 2.1 内的表格; 当 SF1 移除时, 需要相应满足章节 2.2 内的表格。

当执行验证时, 使用  箭头按键加深高亮 ACTIVATE SIL (激活 SIL) 功能并按下  键用于激活 SIL 故障状态继电器。



SIL 故障状态继电器是对于安全功能设定和激活的外部确认。如需显示执行器阀位指示, 同时按下   箭头按键。执行器安全功能现在可以使用了。





## 5.5 双安全功能 —— SF2 优先


在一些场合下, 用户可能要求同时 SF1 和 SF2 功能。本章节描述了当同时需要时, SF2 (ESD) 有更高优先级的情况。


SF1 将始终禁止常规的远程操作, 但不会禁止 SF2 (ESD)。任何情况下, SF2 都将 ESD 安全功能, 无论 SF1 状态。

设定每种安全功能的流程, 请参考 5.1, 5.2 和 5.3。

导航至安全功能菜单并按下  键用于打开下拉菜单。使用   箭头按键用于选择 SF1 & SF2。

导航至 Priority (优先级) 并按下  键加深高亮设定。使用   箭头按键选择 SF2。按下  键确认更改。请注意, 若将 SF2 设定为优先, 将影响所有操作。验证测试同样也需要包含多种 SF1 和 SF2 的组合。验证结果需满足章节 2.2 内的表格; 当 SF2 移除时, 需要相应满足章节 2.1 内的表格。

 **警告:** 如果执行器的电源电缆被物理断开, 那么在重新连接时, 必须重新执行一次安全功能设定流程。而断电并不需要重新设定。

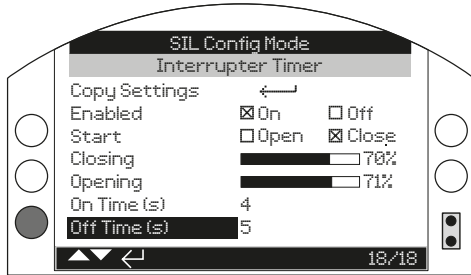
 **警告:** 如果执行器从阀门上拆卸下来, 那么在重新连接后, 必须重新执行一次安全功能设定流程。

当执行器在调试模式下, SIL 故障状态继电器输出信号是断开。当安全功能完成设定并激活可用时, 该继电器的状态会重置。

## 5.6 中断计时器

SIL SF2 (ESD) 下的中断计时器 (IT) 可以组态为独立于标准模式下的中断计时器进行工作, 所以它可以设定成与标准中断计时器一样的组态, 或者在 SIL ESD 行程中执行不同的动作。SIL 中断计时器的这个特性是标配的, 但是计时器本身可能是选配的。

为了方便设定, 可通过一键直接将标准设定内的中断计时器组态复制进 SIL 组态设定。



Copy Settings (复制设定) —— 通过该功能可直接复制标准中断计时器设定。仅当在 SIL ESD 动作期间需要相同的中断计时器动作方式的时候, 再使用该功能。使用 **←** 和 **→** 箭头按键, 加深点亮 Copy Settings (复制设定) 并按下 **↵** 键。一旦完成, 请参照章节 5.3 描述的设定组态和激活 SIL 流程继续操作。

对于在 SIL ESD 期间需要中断计时器执行不同操作的应用, 或者对于在正常操作时无需中断计时器, 但是在 ESD 动作时需要的应用, 请参考如下流程。

Enabled (允许) —— 导航至 Enabled (允许) 菜单项, 并按下 **↵** 键加深高亮。使用 **←** 和 **→** 键选择 ON (启用), 按下 **↵** 键确认。

Start (启动) —— 中断计时器启动区间在 Start (启动) 方向的行程终端位置与对应 Closing (关方向) 或 Opening (开方向) 设定的阀位之间。若安全功能是 ESD 触发执行关动作, 且 Start (启动) 设定为 CLOSE (关), 那么 SIL 动作期间, 中断计时器会在 0% 与 Closing (关方向) 所设定的阀位之间的区域内启动。相反的, 若安全功能时 ESD 触发执行开动作, 且 Start (启动) 设定为 OPEN (开), 那么中断计时器会在 100% 与 Opening (开方向) 所设定的阀位之间的区域内启动。使用 **←** 和 **→** 箭头按键导航并按下键用于加深高亮, 使用 **←** 和 **→** 箭头按键用于选择正确的方向并按下 **↵** 键用于确认。有关中断计时器动作区间的设定, 请参考图 5.1。

Closing (关方向) —— 该位置是中断执行器在关方向上启动的位置。如果 ESD 功能是开动作, 那么可以忽略该设定。使用 **←** 和 **→** 键导航, 使用 **←** 和 **→** 键选择数值。有关中断计时器动作区间的设定, 请参考图 5.1。

Opening (开方向) —— 该位置是中断执行器在开方向上启动的位置。如果 ESD 功能是关动作, 那么可以忽略该设定。使用 **←** 和 **→** 键导航, 使用 **←** 和 **→** 键选择数值。有关中断计时器动作区间的设定, 请参考图 5.1。

On Time (启用时间) —— 这是中断计时器每个脉冲动作时的电机启动时间。使用 **←** 和 **→** 键进行调整。

Off Time (停用时间) —— 这是中断计时器每个脉冲动作时的电机停用时间。使用 **←** 和 **→** 键进行调整。

当设定成功后, 参照章节 5.3 设定组态和激活 SIL 流程继续操作。

**备注:** 验证工作有一部分内容是记录行程时间, 并与 SIL 组态设定中 RUN TIME (运行时间) 做对比。当使用中断计时器功能时, 运行时间将仅显示电机运行的时间 (On Time), 排除闲置的时间 (Off Time)。因此, 当对比实测和计算时间时, 请考虑这部分。

## 6. 验证

为了确保达到安全功能, 验证执行器操作是非常重要的。为了确认在设计工况下的阀门工作和执行器运行, 需要在启动工艺流程的情况下进行相关验证。需要连接远程开 / 关和 / 或 ESD / 电机允许控制电路, 并保证其可用性。接线请参考执行器接线图。

IQ 执行器包含了一个数据记录器, 将记录力矩档案, 用于阀门性能的分析。

### 6.1 阀门设定验证

1. 执行器通电并选择就地控制。
2. 在开和关方向都电动操作执行器。确保执行器能带动阀门动作, 到达其正确的终端位置, 且执行正确的动作形式 (力矩或限位)。如必要, 调整基本设定, 请参考章节 4.2。

可下载力矩档案用于分析操作力矩要求与执行器力矩开关的设定。具体请参考 PUB002-040。

在 SF2 动作方向上, SIL 中断计时器的启动区间为下图中阀门行程的灰色部分。

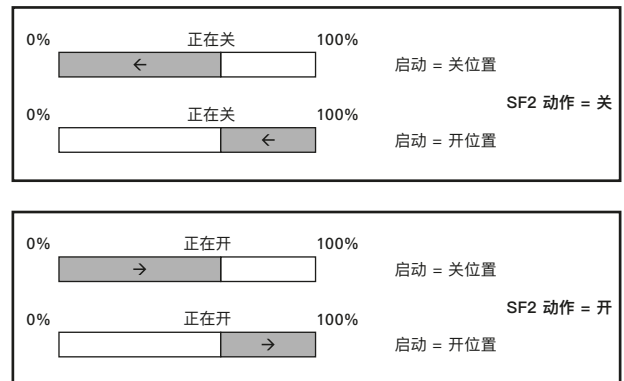


图 5.1.

## 6.2 安全功能 1 —— 保位验证

执行器通电。按照下表设定控制选项及提供输入信号, 以验证执行器的保位能力。执行器应仅在控制选项正确且同时提供了 2 个有效信号 (开关信号及电机允许信号) 的情况下才能动作:

SF1					
超越就地	控制方式	控制信号	电机允许信号	动作	SIL 继电器状态
启用	就地 / 远程	开阀 / 关阀	给定	就地 / 远程操作	闭合
启用	就地 / 远程	开阀 / 关阀	移除	不动作	闭合
停用	就地	开阀 / 关阀	给定	就地操作	打开
停用	就地	开阀 / 关阀	移除	就地操作	打开
停用	远程	开阀 / 关阀	给定	远程操作	闭合
停用	远程	开阀 / 关阀	移除	不动作	闭合

表 6.2

按照表格检查继电器的状态。如果无法达到表格内所示的状态, 那么就意味着调试流程有错误, 必须修正控制信号状态或控制选项。

## 6.3 安全功能 2 —— ESD 设定验证

按照下表设定控制选项及提供输入信号, 以验证执行器在就地或远程状态下, ESD 信号移除时可按照设定执行 ESD 动作 (开、关或保位)。

SF2						
超越就地	超越停止	控制方式	控制信号	ESD 输入	动作	SIL 继电器状态
启用	启用	就地 / 停止 / 远程	开阀 / 关阀	移除	组态的 ESD 动作	闭合
启用	停用	就地 / 远程	开阀 / 关阀	移除	组态的 ESD 动作	闭合
启用	停用	停止	开阀 / 关阀	移除	不动作	打开
停用	启用	停止 / 远程	开阀 / 关阀	移除	组态的 ESD 动作	闭合
停用	启用	就地	开阀 / 关阀	移除	就地操作	打开
停用	停用	就地	开阀 / 关阀	移除	就地操作	打开
停用	停用	停止	开阀 / 关阀	移除	不动作	打开
停用	停用	远程	开阀 / 关阀	移除	组态的 ESD 动作	闭合

表 6.3

按照表格检查继电器的状态。如果无法达到表格内所示的状态, 那么就意味着调试流程有错误, 必须检查控制信号状态或控制选项。

## 6.4 验证测试 —— 安全功能 2 – ESD

---

为了满足低需求 ESD 安全功能 2 的认证, 必须执行完整的操作验证试验, 至少每年一次。

IQ 执行器包括了数据记录器, 将记录操作力矩档案, 用于阀门性能的分析。验证试验力矩档案可下载至本地, 用于操作力矩的分析, 请参考 PUB095-001。

### 6.4.1 验证试验 —— 安全功能 2 ESD – 开关动作

---

动作执行器至与安全功能位置相反的行程终端位置。然后选择远程控制。

移除系统 ESD 信号。执行器将动作至 ESD 位置。验证动作成功完成并重新提供 ESD 信号。验证 SIL 继电器触点为关闭。

## 6.4.2 验证试验 —— 安全功能 2 ESD - 保位

当选择远程模式时, 提供有效的远程开或关指令。执行器将根据指令动作。当动作时, 移除 25 号端子上的 ESD 信号。执行器将停止动作, 且不显示任何故障或状态继电器故障。

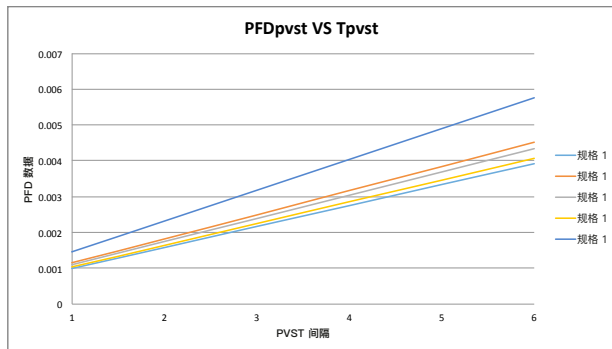
## 6.4.3 PFD 对比通电操作测试

一年必须至少执行一次验证测试 (SF2 开或关动作), 用于验证操作, 且必须包括全行程测试。

可通过定期执行通电操作降低要求时危险故障概率。通电操作可以是自动部分行程测试或 PVST (在就地或远程状态下的标准开关指令)。

下表和曲线图展示了 PVST 和 PFD 数值之间的关系。

月	小时	规格 1	规格 2	规格 3	规格 4	规格 5
1	730	9.95E-04	1.15E-03	1.10E-03	1.03E-03	1.46E-03
2	1460	1.58E-03	1.82E-03	1.75E-03	1.64E-03	2.32E-03
3	2190	2.17E-03	2.49E-03	2.39E-03	2.25E-03	3.18E-03
4	2920	2.75E-03	3.17E-03	3.04E-03	2.86E-03	4.04E-03
5	3650	3.34E-03	3.84E-03	3.69E-03	3.46E-03	4.90E-03
6	4380	3.92E-03	4.52E-03	4.34E-03	4.07E-03	5.76E-03



规格	执行器
1	IQ10, 12, 18
2	IQ19, 20, 25
3	IQ35
4	IQ40
5	IQ70, 90, 91, 95

## 7. 安全预防

IQ3 的常规运行在出版物 PUB002-039 有详细描述。

当做为 SIS 系统一部分运行时, 执行器应为仅受远程控制。因此执行器旋钮应选择并锁定在 "远程" 位置。也可选择超越就地控制及停止状态, 以确保安全功能可在这些模式下正常执行。手动操作应不被允许。应使用 6 mm / ¼" 的挂锁, 将红色旋钮锁定在 "远程" 位置, 将手自动切换杆锁定在高位。参考图 7.1 和 7.2。这些设定应服从现场运行流程, 例如 "作业许可"。

**警告:** 如果在调试期间, 需要通过手轮对执行器进行维护或测试。那么必须确保执行器在运行服务前回到电机驱动状态。为了实现这个目的, 必须电动操作执行器, 并通过检查输出动作验证其电动操作完好。然后必须将手自动切换杆锁定至高位位。



图 7.1. IQ 手自动切换杆挂锁



图 7.2. IQ 控制旋钮锁定在 "远程" 位置


## 8. 日常维护


---


重要的健康与安全信息, 请参考 PUB002-039。


在对执行器或其周边设备进行维护时, 请务必确保断开执行器电源, 以防止误操作。

需每年检查一次润滑油液位。请参考出版物 PUB002-039。

 **警告:** 请在执行器、阀门或相关系统设备或工艺上作业前切断执行器电源。

 **警告:** 执行器可能无视远程信号状态在没有警告的情况下进行动作。

 **警告:** 执行器在系统 ESD 状态下, 设计用于执行预先设定的安全功能 (开、关、保位)。

 **警告:** 设定的安全功能可组态为在就地及 / 或停止状态下动作, 因此任何模式下都无法保证不进行操作。

## 9. 设计寿命

---

在 10 年运行后, 必须更换执行器的电气部分。更换执行器电气单元将会重置服务年限, 因此设备可再使用 10 年。

在 500,000 次操作后, 必须更换执行器。当无法替换原型号时, Rotork 可提供等同规格的执行器进行替换。

# rotork®

Rotork 香港  
电话: 00852-25202390  
传真: 00852-25289746

Rotork 上海  
电话: 021-54452910  
传真: 021-54452912

Rotork 北京  
电话: 010-59756422  
传真: 010-59756423

Rotork 广州  
电话: 020-85560530  
传真: 020-85560503

Rotork 成都  
电话: 028-86628083  
传真: 028-86628182

Rotork 西安  
电话: 029-89522130  
传真: 029-89522117

## [www.rotork.com](http://www.rotork.com)

更多关于全球销售和服务网络的信息  
请参考我们的官网

UK  
Rotork plc  
tel +44 (0)1225 733200  
email [mail@rotork.com](mailto:mail@rotork.com)

USA  
Rotork Controls Inc.  
tel +1 (585) 247 2304  
email [info@rotork.com](mailto:info@rotork.com)

PUB002-057-10  
出版日期 10/20

作为产品不断发展过程的一部分, Rotork 保留在没有事先通知的情况下修改和变更性能参数的权利。公布的数据可能会有变化。请访问我们的官网 [www.rotork.com](http://www.rotork.com) 以获得最新版本资料档案。

Rotork 为注册商标。Rotork 承认所有注册商标。Bluetooth 字标及标识都是注册商标, 由 Bluetooth SIG Inc. 拥有, 且 Rotork 对其的任何使用都是经过授权的。在英国地区的出版和印刷都由 Rotork 负责。POWTG1020