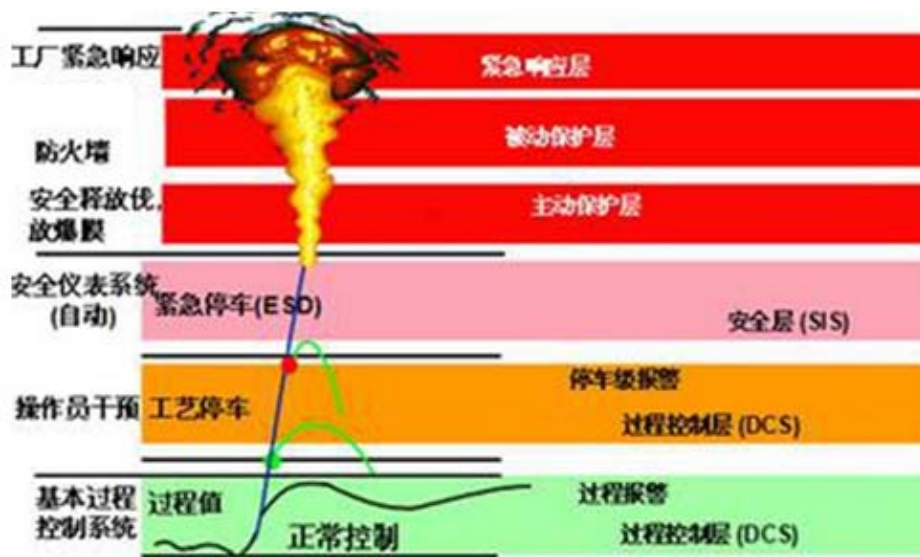


SIL 评估之 ESD 紧急停车

1) 什么是紧急停车?

紧急停车为化工装置运行过程中,突然出现不可预见的设备故障、人员操作失误或工艺操作条件恶化等情况,无法维持生产的正常运行造成的非计划性的被动停车。

紧急停车通常分为局部紧急停车与全面紧急停车。局部停车通常是指生产过程中部分设备或者电气仪表故障等导致的区域性停车。全厂停车通常是指生产过程中发生可燃或者有毒介质泄漏、火灾或者共用工程故障等导致整套生产装置的系统性停车。



2) 紧急停车按钮是做什么的?

作为石油化工以及天然气场站装置常见的主动停车措施,往往直接决定该装置是否可以在事故状态下安全停车。

紧急停车按钮通常分为:硬按钮和软按钮两类。一类安装在辅操台或者现场仪表盘或者操作柱,一类则通过组态在上位机实现关断,上位机按钮通常需要二次确认,以防止误动作导致装置误跳车。



图 1 辅操台紧急停车按钮（硬按钮）

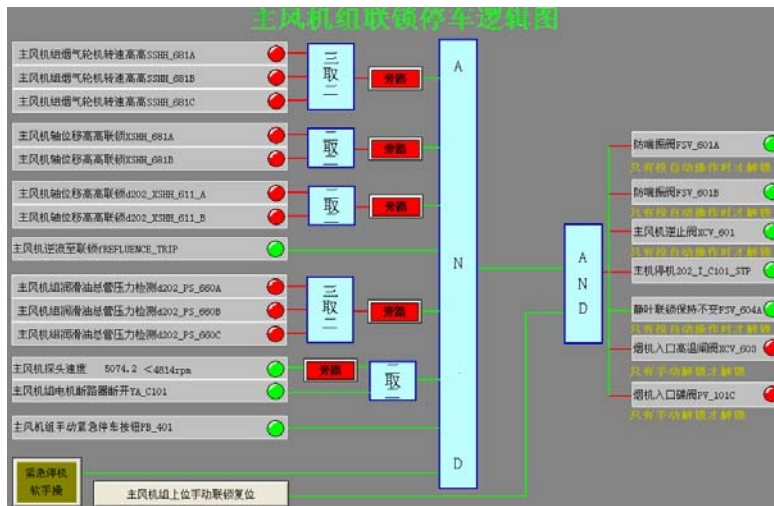


图 2 上位机紧急停车按钮（软按钮）

3) 紧急停车按钮的有什么设计要求？

GB50770 的要求如下：

- 6.5.2 对紧急停车按钮的要求是正常工况下触电应该处于闭合状态，非正常状况下，触电应该处于断开状态，即为故障安全型。
- 10.2.1 中要求紧急停车按钮应安装在辅操台，
- 10.2.5 中要求采用硬线连接，并且为红色。目前常见的为带有保护罩的紧急停车按钮，复位采用旋启式。

4) 紧急停车按钮是否可以 SIL 评估？

目前对紧急停车按钮是否进行 SIL 评估大致存在两种观点：

1， 赞成方：

理由：紧急停车为完整的 SIF 回路满足 IEC61508/61511 中的要求，在 SIS 系统中实现，因此需要进行 SIL 定级。

2， 反对方：

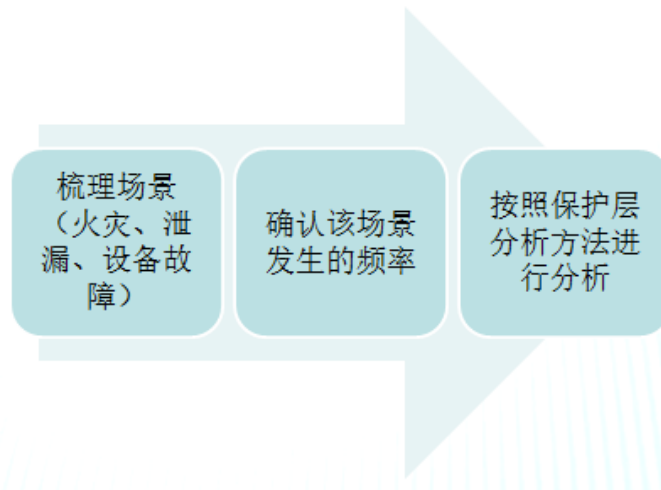
理由：Petronas 及 SHELL 的解释为，紧急停车按钮中人员作为 SIF 回路中关键一环，其可声明的失效概率最大为 1E-01，因此整个回路的 SIL 等级应该 ≤ SIL1 的。

无法进行 SIL 评估。

5) 紧急停车按钮如何进行 SIL 评估?

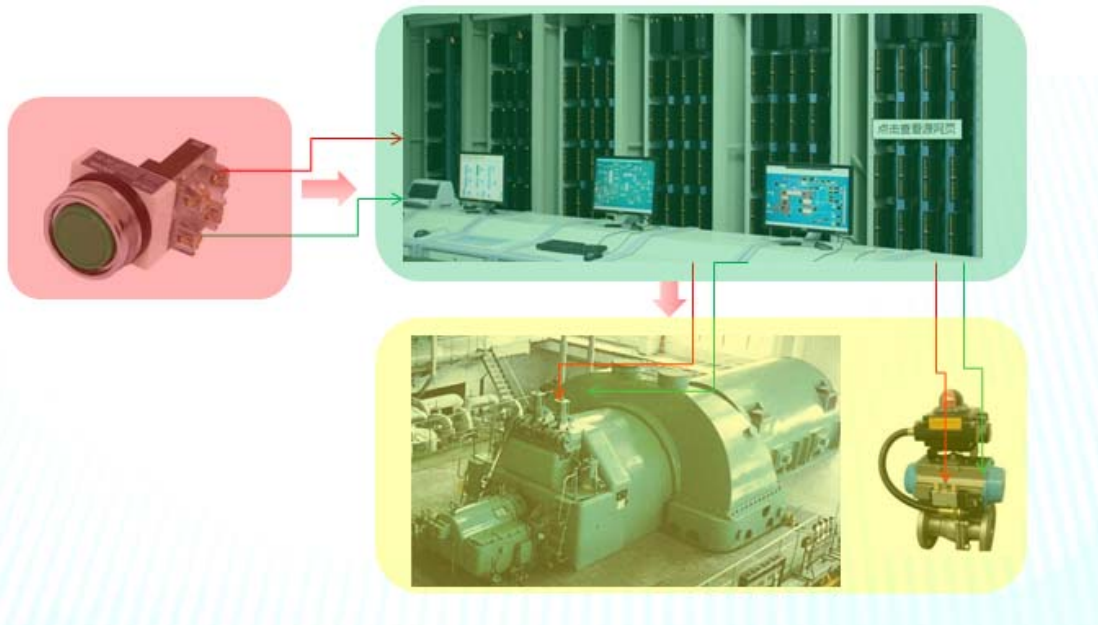
如果不考虑人员的失效概率，那么紧急停车按钮如何进行 SIL 等级确认?

如果对紧急停车按钮进行 SIL 评估应首先了解确定该按钮在什么场景下进行触发，是在机组设备故障情况下还是在外部火灾或者介质泄漏情况下？因此分析的思路如下：



6) 紧急停车按钮 SIL 等级如何实现?

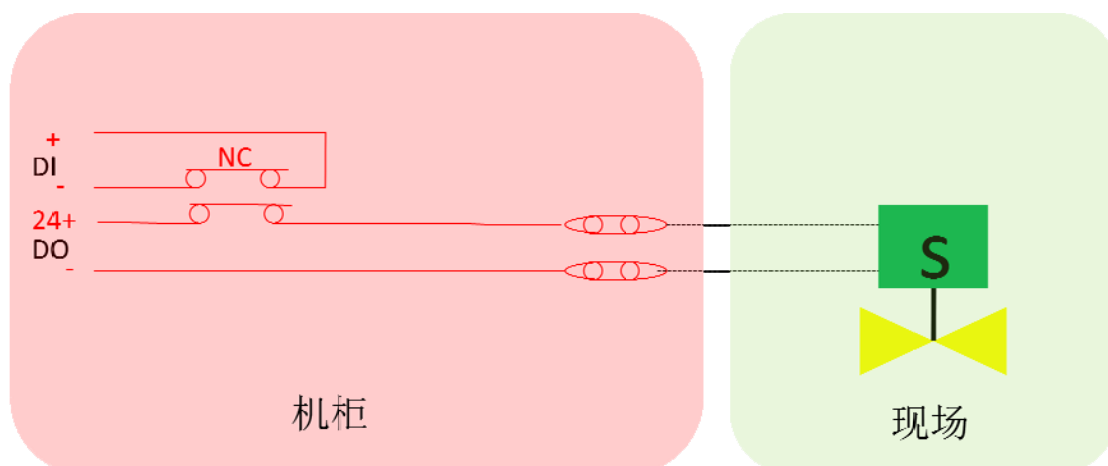
在实际的 SIL 评估过程中，紧急停车按钮通常没有 SIL 等级证书或者 FMEDA 报告。按照 EXIDA SERD V1 中对 ESD 按钮失效数据的统计可以发现，Push button 的失效模式通常仅为：黏联或者断开，而这两种失效模式均为无法检测的。以下为紧急停车按钮停车示意图：



7) 紧急停车按钮如何实现高可靠性?

- 1, 紧急停车按钮的设计除了采用传统的普通 24V 供电方式外，应接入带有诊断功能的卡键，对开关的状态进行诊断分析。
- 2, 对于较为重要的紧急关断阀，电磁阀的接线应该采用串联接入电磁阀的方式，

避免仅作为 DI 点接入 SIS 系统按照逻辑处理的方式进行紧急停车。



因此对于比较重要的阀门应采用 DI 输入串联至电磁阀供电电路的方式，从而避免系统失效导致的停车功能无法实施。

冯双虎 功能安全专家

曾参与多个国际项目马来西亚石油 Petronas、SABIC、泰国石油等 SIL 评估及报警管理工作，参与 GB20438 及 GB21109 等国标编制。主要作品：《报警管理在流程工业中的应用》、《功能安全的生命周期管理》、《保护层风险图表法在 SIL 定级中的应用》荣获化学品协会一等奖。出版物：《保护层分析：使能条件与修正因子导则》。QQ 576301903