



白皮书
简化工厂安全仪表



UNITED ELECTRIC
CONTROLS

www.ueonline.com

简化工厂安全仪表

安全装配过程通常由包括工厂仪器工程师和技术人员的小组完成，他们负责寻找简单可靠的解决方案。通常，这些情况涉及何时关闭进程的问题。这样的决定常常取决于关键的过程变量，如流量、水平、温度和压力。这些必须在化学和石油化工厂、炼油厂和发电厂内的不同地点的特定范围内，包括从关键工艺容器到观测站的所有东西。

对于这类安全应用，正确设计和实现具有自诊断功能的数字开关是重要的部分。作为多技术解决方案的一个组成部分，基于数字开关的方法可以帮助消除共模故障，显著提高响应时间，实现所需的安全完整性水平（SIL），并简化工厂安全仪表。

开关背景

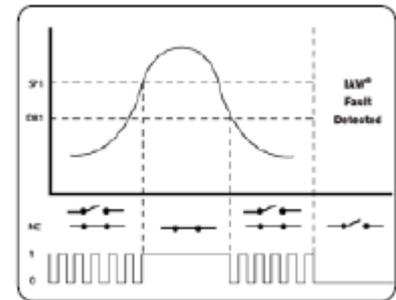
多年以前，许多开关是由机械或气动驱动的盲机械装置。他们无法给出可靠的指示，比如对命令的成功或失败的响应。这种缺乏反馈的情况在安全应用中尤其令人担忧。如果发生故障时没有及时响应，后果可能是灾难性的。

由于这种可能性，出现了其他解决方式的趋势。特别是，一种流行的实现方式是将变送器与专用控制系统一起使用，一个独立的和不同于基本的过程控制系统。这种方法的优点在于，变送器可传送大量相关的过程信息，这对于安全、控制和过程优化是非常有用的。该技术还确保变送器在工作时连接是灵活的，这是安全应用的两个关键要求。

在这样的设置中，变送器提供连续的过程数据，并且报警或保护系统根据这些信息来做出反应。非正式调查显示，有 25%到 33%的变送器处于此类环路中。因此，几乎三分之一的时间，结果是一个点安全解决方案，在控制室提供二进制的开关动作，这实际上等同于由传统开关提供的操作。

当变送器在不断发展时，开关也在经历着自己的革命。开关现在是数字的，具有可编程的设置点和死区。它们提供了自诊断固态电子、插头端口检测和干扰跳闸滤波等功能。它们还具有故障安全的开放编程模式，消除了未检测到的故障问题。

从 UE 公司 One 系列数字式压力和温度开关中可以找到如何实现这种功能的例子。当条件正常时，开关脉冲会在 1 到 0 之间的 20Hz 处发送连续跳动信号，使控制器很容易检测到。通过闭合开关和连续 1 的输出来标记过程干扰。



- 当过程和仪器条件正常时，脉冲输出指示。
- 当达到设定点时，开关闭合。
- 当条件恢复正常时，脉冲输出恢复。
- 当检测到的仪器故障时会使开关打开并保持打开状态。

投票提高安全完整性等级

数字交换技术还满足实现给定 SIL 所需的要求，SIL 是安全功能提供的相对风险降低的度量。根据国际电工委员会标准 IEC EN 61508 的定义，SIL 包括硬件和系统组件。在硬件方面，完整性由设备的概率分析确定，对于离散或低需求操作，具有下表中所示的特定 SIL 等级。

SIL	按需失效概率	风险降低因子
1	0.1-0.01	10-100
2	0.01-0.001	100-1000
3	0.001-0.0001	1000-10,000
4	0.0001-0.00001	10,000-100,000

在高需求或连续操作的情况下，应用下表

SIL	按需失效概率	风险降低因子
1	0.00001-0.000001	100,000-1,000,000
2	0.000001-0.0000001	1,000,000-10,000,000
3	0.0000001-0.00000001	10,000,000-100,000,000
4	0.00000001-0.000000001	100,000,000-1,000,000,000

要给一个系统实现 SIL 需要许多步骤。首先，对系统进行严格的风险分析，然后使用 SIL 或优选的原始故障概率数据计算确定在关键路径中的设备。由此确定总体可靠性规划，然后产生系统 SIL。

知道这提供了实现给定 SIL 所需的方法。例如，涉及三个 SIL 2 兼容组件的表决方案可以组成一个 SIL 3 系统，如下所示：

$$\text{Probs} = \text{Prob1} \times \text{Prob2} \times \text{Prob3}$$

其中 PROs 是基于独立分量的投票方案中系统故障的概率，而 Probx 是分量 X 失败的概率。

由于一个 SIL 与另一个 SIL 的比率是 10:1，三个组件的表决将系统 SIL 从一个级别提升到下一个级别。这也是打破联系所需的最少数量的部件。

点安全应用



那么，哪些应用程序需要给定的 SIL 和点安全解决方案？可以在加工厂、运输和工人安全中找到例子。

第一组涉及主动加工，例如化学和石油化工厂、炼油厂以及石油和天然气设施。在这种情况下，至少有一个，可能几个，关键的工艺容器会发生反应，必须监测其液位、流量、压力、温度或同时好几个因素。

例如，在石化精炼中，进入的原油经过蒸馏，其输出经过异构化装置处理以改变其结构，然后作为燃料出现。异构化通常涉及在催化剂存在下加热产物，如铂或另一种金属。热和化学反应的结合可能会失控，破坏产品并可能导致爆炸。在炼油厂的多个地方发现的除硫加氢装置也是如此。因此，必须在许多位置监视温度和压力，并且如果需要的话，该过程会被停止。

第二组应用涉及易燃材料的运输或储存。比如在带升降设备的谷仓中和电厂煤尘输送机中的应用。在第一种情况下，谷物必须由谷物提升机来移动到一个指定位置。然而，任何精细的空气悬浮有机材料都是可燃的。因此，在运输谷物或碾碎谷物之前，都必须除去石块和金属碎片。尽管如此，电梯本身也可以是热源或火花。因此，如果危险情况存在并有发展趋势，必须监测空间内的温度并停止运输。同样的情况在发电厂或煤尘输送机的其他设施中普遍存在。如果输送机轴承或滚子开始过热并且超过安全阈值，则必须检测此情况并关闭输送机。

最后一个应用类别的例子可以在洗眼站或安全站找到。这些安装是为了确保工人的安全，并且在需要时必须完美无缺。因此，至关重要的一点是，洗涤溶液足够冷，不能烫伤，足够暖和，不结冰。这些站位于工业设置中，温度极端是可能的。因此，在洗涤温度过高或过低的情况下，监测情况并发出紧急警报的方法非常重要。

考虑事项

正如这些例子所显示的，经常需要监控关键过程变量，如温度和压力，并作出反应。在实施解决方案时，工程师应该记住，多个技术比一个更好，可以节省时间，并且安全系统必须独立于基本的过程控制系统。

第一点很重要，因为多个技术避免了共模故障。以变送控制器回路与开关的情况为例作比较。前者由于依赖于可能位置较远的控制器而可能出现共模故障。后者因为它是独立运作的，不管其他组件发生了什么情况，开关可以继续工作不受影响。

开关反应时间也快得多。例如，One 系列的响应时间小于 60 毫秒，比变送器的时间要快五倍。任何时间的节约对于预防或减轻不安全的状况都是至关重要的。开关的独立运作性质也确保了安全系统可以独立于控制系统。例如，一个开关将承担它自己的温度和压力读数，然后响应于它自己的编程而作出反应。

然而，重要的是这种独立性不是所有的关键优势部分。也就是说，任何安全仪器必须能够报告自己的条件和接口与工厂网络的其余部分。在 1 系列的情况下，这是通过自诊断完成的，这允许广泛的故障检测，包括端口堵塞和超出范围的电源条件。它还提供多个输出，具有开关功能和 4-20mA 模拟输出。最后，它在本地显示故障，并通过多个输出远程报告。

任何技术的最终和当务之急是确定整个系统的 SIL 等级。如前面所讨论的，使用投票可以允许 SIL 2 组件创建 SIL 3 系统。在这样的安排中，关键的信息是安全等级的独立验证。这种验证的一部分将包括失效模式、影响和诊断分析。FEMDA 数据是 IEC EN 61508 认证的一部分，可用于计算整个系统 SIL。

结论

正如已经表明的，技术的进步使得开关能够在进行自我诊断的同时监测温度和压力，从而消除盲目机械作用的危险。这些发展对于今天想要简化石油化工厂、煤尘运输、关键管线或船只保护、或洗眼安全站中常见的点安全应用中的仪表的工程师来说是个好消息。这种开关通过避免共模故障、得到更快的响应时间、独立于基本过程控制系统以及通过表决方案实现期望的 SIL 的能力来提供改进的解决方案。

