

SIL 验算

概述

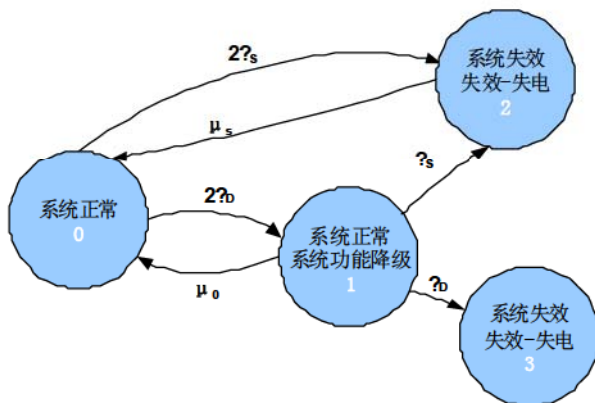
IEC 61508/61511 标准中规定了安全仪表系统 (SIS) 的技术及管理要求, 以确保对安全仪表系统生命周期中设计、安装、操作、维护和变更等各环节的有效管理。

SIS 通常包含传感器、逻辑解算器和最终元件三部分。

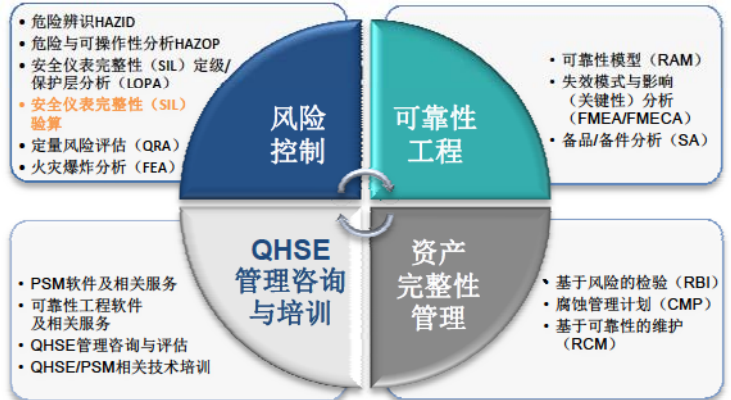
安全仪表系统通常包括紧急停车系统 (ESD)、火焰燃烧管理系统 (BMS)、高完整性压力保护系统 (HIPPS) 和火灾报警及可燃气检测系统 (FGS) 等。



$$PFD_{SYS} = PFD_S + PFD_L + PFD_{FE}$$



马尔可夫链 (Markov Chain)



验算方法

根据 SIF 回路中各组成部分的 PFD_{avg} (要求时的平均失效概率) 计算回路整体的要求时失效概率, 并充分考虑 SIF 回路的硬件结构约束特性, 确认 SIF 回路能否达到所需的 SIL 等级要求。

SIL 验算过程中需要考虑的因素包含 (但不限于):

- 硬件随机失效率 (λ);
- 硬件故障裕度 (HFT);
- 安全失效分数 (SFF);
- 共因失效 (β)

名词解释

λ : 系统中一个通道的失效概率 (每小时)

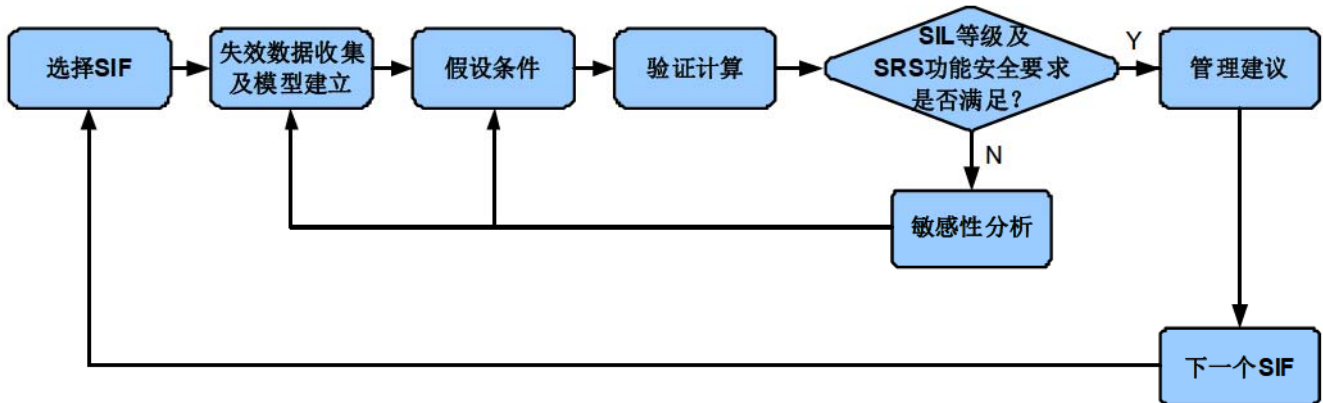
PFD: 要求时的失效概率

β : 共因失效因子

HFT: 硬件故障冗余

SFF: 安全失效分数

SIL 验算流程图



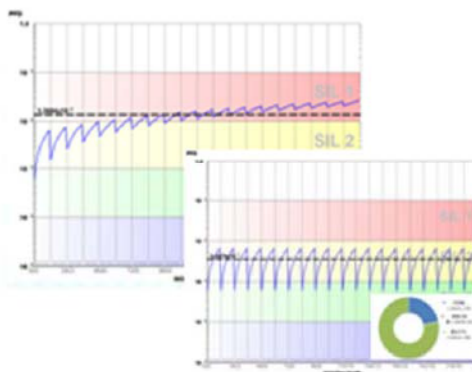
案例

对煤制烯烃联合装置所有工艺设施进行 HAZOP/SIL 定级/SIL 验算工作。

本次 SIL 验算涵盖了工艺装置中的所有 SIF 回路。采用马尔可夫 (Markov) 算法并考虑硬件结构约束 (IEC 61508/IEC 61511)，验证每个 SIF 回路是否满足所需的 SIL 等级要求。

SIL 验算中最关键的步骤是失效数据选取，典型数据来源包括：供应商数据、行业通用数据库、失效模式及诊断分析 (FMEDA) 等。

SIL 验算及敏感性分析的结果，在设计阶段有效的指导了各 SIF 回路的硬件冗余配置、关键元器件的选型等，并对日后运行阶段测试覆盖率、检测周期等日常检维修策略提供了指导性的建议。



软件

PSMSuite™ 软件包含 PHA、HAZOP、LOPA、SIL 验算、MOC、ATS 等分析及管理模块。软件符合 IEC 61882、IEC 61508、IEC 61511、ISO 14224 等国际标

相关服务

- SIL 定级
- SRS 功能安全要求
- FMEDA 失效模式及诊断分析
- Alarm Management 报警管理及优化

联系方式

风控 (北京) 工程技术有限公司

电话: +86 10 8586 4425

邮箱: info@irc-risk.com

网址: www.irc-risk.com

地址: 北京市朝阳区八里庄西里 61 号远洋商务中心 707-709