



团 体 标 准

T/CCSAS 045—2023

安全仪表功能(SIF)安全完整性等级(SIL) 验证导则

Guidelines for safety integrity level(SIL) verification of safety instrumented
functions(SIF)

2023-11-27 发布

2023-11-27 实施

中国化学品安全协会 发 布
中国标准出版社 出 版

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和缩略语 3

5 概述 4

6 总体原则和要求 6

7 过程和执行 7

附录 A（资料性） SIL 验证示例 12

附录 B（资料性） SIL 验证输入 15

附录 C（资料性） 计算方法 16

附录 D（资料性） 调整和影响 24

附录 E（资料性） 公式和推导 25

附录 F（资料性） 故障树方法和 PFD 28

附录 G（资料性） 马尔可夫方法和 PFD 30

附录 H（资料性） 计算示例和方法比较 35

附录 I（资料性） 失效模式和影响分析 FMEA 示例 47

参考文献 49

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国化学品安全协会提出并归口。

本文件起草单位：惠生工程(中国)有限公司、北京安必达科技有限公司、中国化学品安全协会、上海歌略软件科技有限公司、中科合成油工程有限公司、中国成达工程有限公司、中海壳牌石油化工有限公司、巴斯夫(中国)有限公司、珠海安彦企业管理咨询有限公司、中石油华东设计院有限公司、中国化学赛鼎宁波工程有限公司、中国寰球工程有限公司、万华化学集团股份有限公司、浙江石油化工有限公司。

本文件主要起草人：程浹、唐彬、王琳、王楠、王娇龙、范咏峰、张红东、刘友玲、冯建柱、曾裕玲、代轶民、戴益、孙彦东、林洪俊、张志、王雪梅、李才华、陆兴旺。

安全仪表功能(SIF)安全完整性等级(SIL) 验证导则

1 范围

本文件确立了安全仪表功能(SIF)的安全完整性等级(SIL)验证的原则,提供了验证方法、公式、示例、数据等内容,给出了失效率、结构约束、系统性能力等验证的程序、内容等说明。

本文件适用于石油化工和化工装置的 SIL 验证。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 20438.2—2017 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第2部分:电气/电子/可编程电子安全相关系统的要求

GB/T 20438.3—2017 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第3部分:软件要求

GB/T 20438.4—2017 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第4部分:定义和缩略语

GB/T 21109.1—2022 过程工业领域安全仪表系统的功能安全 第1部分:框架、定义、系统、硬件和应用编程要求

3 术语和定义

GB/T 20438.4—2017 和 GB/T 21109.1—2022 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全仪表功能 safety instrumented function; SIF

由安全仪表系统(SIS)实现的安全功能。

注: SIF 设计用来达到一个要求的 SIL, SIL 由其他参与降低相同风险的保护层决定。

[来源:GB/T 21109.1—2022, 3.2.66]

3.2

安全完整性等级 safety integrity level; SIL

为规定 SIS 应达到的安全完整性要求而分配给 SIF 的离散等级(4 个等级中的一个)。

注 1: SIL 等级越高,期望的 PFD_{avg} 、PFH 越低。

注 2: 目标失效率量和 SIL 间的关系见 GB/T 21109.1—2022 的表 4 和表 5。

注 3: SIL4 是安全完整性的最高等级, SIL1 是最低等级。

注 4: 此定义和 GB/T 20438.4—2017 中的定义有差别,从而反映过程领域术语中的差异。

[来源:GB/T 21109.1—2022, 3.2.69, 有修改]

3.3

验证 verification

通过检查和客观证据证实要求已满足。