



中华人民共和国国家标准

GB/T 47696—2026

过程工业安全仪表系统检验测试

Proof test of safety instrumented systems for the process industry sector

2026-05-25 发布

2026-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 一般要求	2
5.1 目的	2
5.2 管理要求	2
5.3 检验测试内容和方式	3
5.4 检验测试流程	3
6 检验测试规划	4
6.1 总则	4
6.2 规划内容	5
7 检验测试的实施	6
7.1 一般要求	6
7.2 测试准备	6
7.3 测试执行	6
8 检验测试分析	9
8.1 检验测试覆盖率分析	9
8.2 基于检验测试的失效概率量化分析	9
8.3 基于失效数据的运行状况分析	9
9 检验测试报告	10
10 检验测试整改	10
10.1 一般要求	10
10.2 离线检验测试整改要求	10
10.3 在线检验测试整改要求	10
附录 A (资料性) 检验测试记录和报告示例	12
附录 B (资料性) 执行检验测试过程中可能出现的错误	15
B.1 概述	15
B.2 测试理念方面的误区	15
B.3 测试准备工作可能出现的错误	15
B.4 测试过程中可能出现的错误	16

B.5 测试后恢复工作可能出现的错误	16
附录 C (资料性) 检验测试实施方法示例	18
C.1 概述	18
C.2 传感单元检测方法	20
C.3 逻辑处理单元检测方法	23
C.4 中间元器件单元检测方法	26
C.5 执行单元检测方法	27
附录 D (资料性) 基于检验测试对失效分类的示例	29
参考文献	31
图 1 检验测试流程图	4
图 2 SIF 分段检验测试示例	7
图 D.1 目前安全和危险失效的分类	29
图 D.2 考虑到诊断失效的失效分类	29
图 D.3 考虑到诊断失效、PTC1 的失效分类	29
图 D.4 考虑到诊断失效的揭露、PTC1 失效分类	30
图 D.5 考虑到诊断失效的揭露、PTC1 和 PTC2 失效分类	30
表 A.1 检验测试的报告示例	12

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本文件起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、国家石油天然气管网集团有限公司科学技术研究总院分公司、中石化安全工程研究院有限公司、中控技术股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司西南油气田数字智能技术分公司、国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司、上海电力大学、浙江正泰中自控制工程有限公司、江西星火航天新材料有限公司、北京康吉森自动化技术股份有限公司、广东利元亨智能装备股份有限公司、贵州天然气能源投资股份有限公司、中化兴中石油转运(舟山)有限公司。

本文件主要起草人：熊文泽、李秋娟、刁宇、曹德舜、刘瑶、陆卫军、包伟华、王麟琨、谭建华、金伟峰、杨振国、郑骏伟、朱杰、姚赞彬、徐培、王秀礼、范咏峰、朱文超、董志强、李富强、梁恽、陈祖志、张海鹏、刘黎、茅晓晨、马云宾、杨凯、李娜、陈明文、宋晗、许铎、张兴、李清亮、帅冰、施隋靖、刘培智、朱明露、朱弘毅、孙爱、汪阳。

引 言

目前安全仪表系统(SIS)已经广泛地应用于过程工业,在确保生产过程安全稳定运行方面发挥了巨大的作用。功能安全是一个全生命周期的过程,当前在生产现场基于 HAZOP/LOPA 等方法的风险辨识、评估和安全完整性等级(SIL)确定/验证等工作已经得到了较为广泛的落地,SIS 的设计、验收和安装调试等规范也逐渐出台并得到应用,在投运前的功能安全生命周期阶段已经在过程工业得到了较好的应用。然而 SIS 在运行过程仍然会出现各种失效,而当前技术水平下所有的 SIS 产品的自诊断能力都无法达到 100% 的诊断覆盖率(DC),且诊断功能本身在运行过程也可能会出现失效,因此需要按照 GB/T 20438(所有部分)和 GB/T 21109(所有部分)等标准对 SIS 开展系统化的运行维护工作,以确保 SIS 的所有安全功能及其 SIL 在运行过程中得到持续的保持。

在这些运行维护工作中,除了和常规的仪表和控制器相同的维护内容之外,检验检测是对 SIS 开展系统性检查的一种方式。SIS 检验检测的目的是,确保 SIS 在其整个运行期间保持“如新”的状态,持续保持其设计所要求的安全完整性能力。一般情况下形成书面的检验检测规程,通过该规程保证执行的有效性并保留适当的记录。对于 SIS 的检验检测总体上分为两个层面:

- a) 诊断有效性测试;
- b) 为检查 SIS 是否已经发生危险不可诊断的失效而开展的测试工作。

对于第一种方式中的诊断有效性测试,是检查 SIS 内部诊断能力是否仍然有效的一种方式,一般采用故障插入测试的方式实施。对于第二种方式,一般是通过在线或离线的方式对 SIS 的安全功能进行触发,以确认是否发生了危险不可诊断的失效。

通过执行系统性的检验检测,可给运行中的 SIS 带来如下益处:

- 满足监管要求;
- 满足标准的要求;
- 通过见证试验、预防性维护记录和预测性维护记录,证明设备保持在“如新”的状态;
- 检测并纠正所有的隐藏故障;
- 确保满足 SIS 生命周期的安全完整性的要求;
- 对 SIS 可能会发生的影响未来性能降级的机制进行有效监控;
- 收集数据和信息,以便于对 SIS 的失效率进行统计分析。

虽然检验检测对于 SIS 的运行稳定非常重要,然而在现有的 GB/T 21109 等标准中,对于检验检测仅给出了基本的要求,在本文件中将结合过程工业的实践,对检验检测的开展方式、检验检测的实施、检验检测报告等给出更为具体的要求。

过程工业安全仪表系统检验测试

1 范围

本文件规定了过程工业安全仪表系统检验测试的总则、规划、实施、分析、报告和整改的要求。
本文件适用于过程工业领域安全仪表系统的检验测试。

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(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全

GB/T 21109(所有部分) 过程工业领域安全仪表系统的功能安全

3 术语和定义

GB/T 21109.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

检验测试 proof test

为检测出安全仪表系统中在正常运行时无法发现的危险失效而执行的周期性测试，以期在必要时通过维修使系统恢复“如新”状态或尽可能接近“如新”状态。

注 1：检验测试分为离线实施和在线实施。

注 2：正常运行中无法发现的危险失效可能包括不能诊断到的危险失效和诊断失效。

[来源：GB/T 21109.1—2022,3.2.56,有修改]

3.2

如新 as new

系统或组件的性能、可靠性和安全完整性适用度恢复到最初使用时的状态。

3.3

检验测试间隔 proof test interval

两次连续检验测试之间的时间间隔。

3.4

检验测试覆盖率 proof test coverage

检验测试能检测到的故障的百分比。

注 1：PTC 代表了检验测试的有效性。PTC 为 0%~100%，PTC 体现了对危险性失效对应的故障的揭露程度，PTC 为 100%意味着检验测试揭露发现了正常运行期间未发现的所有故障；PTC 为 0%意味着检验测试没有揭露发现任何正常运行期间未发现的故障。

注 2：PTC 分为 PTC1(面向不可诊断危险失效检验测试覆盖率)和 PTC2(面向诊断功能的诊断有效性检验测试覆盖率)。