



中华人民共和国国家标准

GB/T 40011—2021

低温先导式安全阀

Pilot safety valve for cryogenic fluid service

2021-04-30 发布

2021-11-01 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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

 4.1 结构 1

 4.2 设计要求 2

 4.3 材料 3

 4.4 无损检测 3

 4.5 脱脂处理 3

 4.6 性能 4

5 试验方法 4

 5.1 常温试验 4

 5.2 低温试验 4

 5.3 恢复常温后密封试验 6

6 检验要求 6

 6.1 检验项目与技术要求 6

 6.2 出厂检验和铅封 6

 6.3 型式试验 7

7 标志 7

 7.1 主阀阀体上的标志 7

 7.2 导阀阀体上的标志 7

 7.3 铭牌的标志 7

8 包装、运输和贮存 7

 8.1 包装 7

 8.2 运输 8

 8.3 贮存 8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国安全泄压装置标准化技术委员会(SAC/TC 503)归口。

本标准起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、北京航天动力研究所、北京航天石化技术装备工程有限公司、杭州杭氧工装泵阀有限公司、扬中市阀门厂有限公司、江苏苏盐阀门机械有限公司、天正阀门有限公司、徐州八方安全设备有限公司、罗浮阀门集团有限公司、科科集团有限公司、凯瑞特阀业有限公司。

本标准主要起草人：王晓钧、吴玉珍、陈殿京、唐旭丽、胡赟、陈金龙、韩正海、张俊策、刘利利、葛臣信、葛金存、李运龙。

低温先导式安全阀

1 范围

本标准规定了低温先导式安全阀(以下简称安全阀)的术语和定义,技术要求,试验方法,检验要求,标志,包装、运输和贮存。

本标准适用于公称压力小于或等于 PN100,公称尺寸小于或等于 DN500,工作温度不低于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低整定压力为 0.1 MPa 的低温蒸发气介质的先导式安全阀。

整定压力 0.06 MPa~0.1 MPa 的低温蒸发气介质的先导式安全阀可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 150.4 压力容器 第 4 部分:制造、检验和验收

GB/T 12225 通用阀门 铜合金铸件技术条件

GB/T 12241 安全阀 一般要求

GB/T 12242 压力释放装置 性能试验规范

GB/T 28778 先导式安全阀

JB/T 7248 阀门用低温钢铸件技术条件

HG 20202 脱脂工程施工及验收规范

NB/T 47013.2—2015 承压设备无损检测 第 2 部分:射线检测

NB/T 47013.3—2015 承压设备无损检测 第 3 部分:超声检测

NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第 5 部分:渗透检测

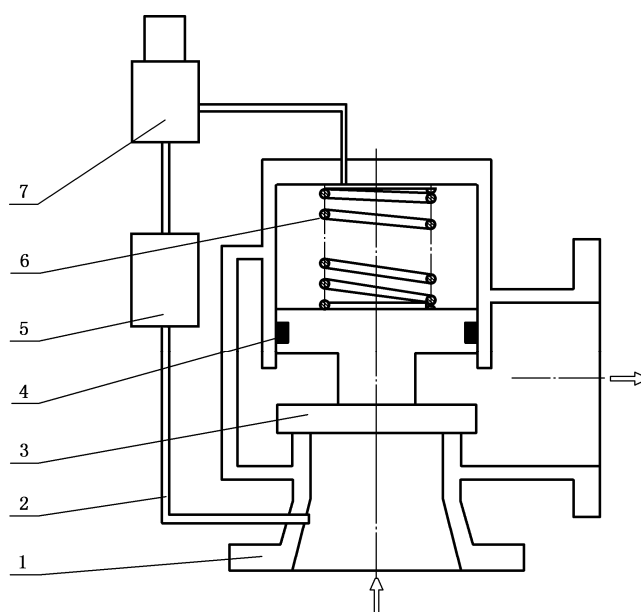
3 术语和定义

GB/T 12241、GB/T 12242 和 GB/T 28778 界定的术语和定义适用于本文件。

4 技术要求

4.1 结构

低温先导式安全阀的组成示意如图 1 所示。



说明：

- 1——主阀体；
- 2——连接导管；
- 3——主阀瓣；
- 4——活塞密封环；
- 5——升温装置；
- 6——弹簧；
- 7——导阀。

图 1 低温先导式安全阀

4.2 设计要求

4.2.1 安全阀结构

安全阀结构要求除符合本标准外,还应符合 GB/T 28778 的规定。

4.2.2 设计温度

在要求的最低工作温度至 65 ℃ 之间,安全阀应能正常工作。

4.2.3 阀体

4.2.3.1 阀体在长期受介质压力、温度交变产生的应力及管道安装引起的附加应力的总载荷下,应能保持足够的强度和刚度。

4.2.3.2 阀体采用组焊方式时,焊接应按 GB/T 150.4 的规定。

4.2.3.3 主阀体的阀座宜采用分离阀座形式,分离阀座应采用可靠的方式固定在阀体内。

4.2.4 阀瓣和阀座

4.2.4.1 主阀和导阀的密封副可为金属与金属,或金属与非金属的密封结构。采用弹性密封副结构的,非金属材料应镶嵌或安装在金属槽内,以防止弹性材料冷流变形、被吹出等现象发生。

4.2.4.2 密封面堆焊硬质合金时,加工后堆焊层的厚度应不小于 2 mm。

4.2.5 导向装置

安全阀的主阀和导向装置设计应考虑工作环境中,始终能正常动作。设计应考虑避免安全阀使用时,阀座密封和连接管接头处可能出现的泄漏,从而引起凝固成霜等现象,导致安全阀动作故障。

4.2.6 升温或气化机构

导阀进口端宜采用升温或气化机构,使导阀和主阀气室进入的均是气体介质,且温度高于安全阀入口的介质温度,使阀瓣导向密封材料在适宜温度范围内。升温或气化机构应进行相应的传热计算或试验,保证进入导阀的介质温度。

4.2.7 导阀排空出口

用于有毒或可燃性介质的安全阀,导阀的排空出口应排放到主阀出口或是一个安全的地方。对于无污染和危险的介质,导阀的排空出口可采用导管向下侧对空排放。

4.2.8 安全阀强制泄压装置

应在导阀处设置有强制泄压装置。强制泄压装置在安全阀主阀进口端有介质压力时,应能使安全阀主阀开启。

4.2.9 附加背压的影响

4.2.9.1 如果存在附加背压,则结构设计时应考虑背压的影响。在附加背压可能高于安全阀进口压力时,主阀保持正常状态,不能开启。

4.2.9.2 在任何情况下,附加装置与导阀和主阀的装配不应影响安全阀的正常动作和排量。

4.3 材料

4.3.1 安全阀所使用的材料应按工作温度及材料性能进行选择,并应符合下列要求:

- a) 在工作温度下,材料的组织结构应稳定,材料不应产生低温脆性破坏,具有抗老化性能。
- b) 安全阀与介质接触的材料应考虑介质的耐腐蚀性等要求。
- c) 安全阀内有动作的零件应选用不低于阀体的耐腐蚀材料,应最大限度地降低卡阻、咬合和擦伤等现象的发生,并考虑材料的电化学腐蚀等因素。
- d) 导向件等材料除应考虑大气水雾产生的腐蚀影响,还应考虑在低温工作环境温度时,腐蚀物质聚积的腐蚀影响。
- e) 采用焊接结构时,应考虑材料焊接性能及低温下的可靠性。

4.3.2 低温钢和奥氏体钢铸件应符合 JB/T 7248 的规定。铜合金铸件应符合 GB/T 12225 的规定。

4.3.3 当工作介质为氧气或者具有氧化性时,安全阀的材料应具有与氧的相容能力。

4.4 无损检测

4.4.1 阀体采用组焊方式时,阀体进口端处焊缝应进行射线检测或超声检测,检测结果应符合 NB/T 47013.2—2015 或 NB/T 47013.3—2015 中的 I 级。

4.4.2 阀座和阀瓣的密封面堆焊硬质合金的应进行表面无损检测,检测结果应符合 NB/T 47013.5—2015 中的 I 级。

4.5 脱脂处理

装配前所有零件应进行清洗,必要时进行脱脂处理,脱脂处理应符合 HG 20202 的规定。

4.6 性能

4.6.1 液压强度试验

在安全阀组装前,与介质接触的部分和连接管道等应进行水压强度试验,水压强度试验应符合 GB/T 28778 的规定,试验部位应无可见泄漏。

4.6.2 安全阀气密性试验

安全阀组装前,与介质接触的部分和连接管道等零件应干燥。安全阀组装后,除出口端外,进行压力值为 90% 整定压力的气密性试验,试验应符合 GB/T 28778 的规定,试验部位无可见泄漏。

4.6.3 动作性能

整定压力偏差、超过压力、启闭压差及动作特性应符合 GB/T 28778 的规定。

4.6.4 排量

安全阀的排量应符合 GB/T 28778 的规定。

4.6.5 密封性

4.6.5.1 常温密封性

安全阀常温密封性应符合 GB/T 28778 的规定。

4.6.5.2 低温密封性

安全阀低温工况试验时,主阀座的泄漏率应不大于 $3 \times \text{DN mm}^3/\text{s}$ (标态),安全阀的其他部件不允许泄漏。

5 试验方法

5.1 常温试验

5.1.1 安全阀在装配前,应完成安全阀壳体、连接管道等的液压强度试验。装配后,进行整体气密性试验。

5.1.2 安全阀常温动作性能、排量或排量系数、密封性能试验按 GB/T 28778 的规定,试验介质应为纯净气体。

5.2 低温试验

5.2.1 安全阀的低温试验在常温试验合格后进行。

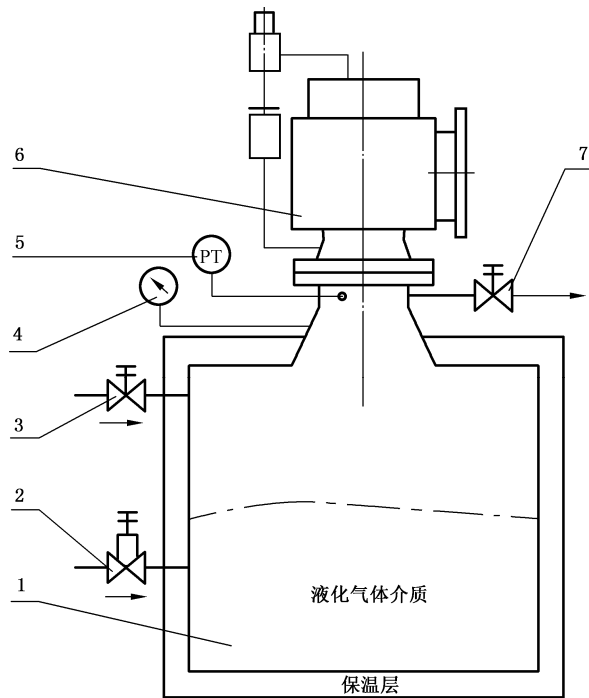
5.2.2 安全阀低温试验项目为整定压力和密封性。

5.2.3 低温试验条件如下所列:

- a) 低温试验的安全阀应保持清洁,其内部无水分。试验过程中,应监测阀体的温度。低温试验冷却采用液氮,试验介质为氮气(液氮),也可以是其他非易燃易爆、有低温蒸发特性的介质。
- b) 在阀内有介质压力时,安全阀能全部开启,在出厂时可将该装置拆除,采用堵头封闭,并有防松措施。

5.2.4 试验设备应符合以下要求:

- 安全阀试验装置由与试验阀门口径相适应、有一定容积的低温气体试验容器，阀门，管路及压力仪表等组成，如图 2 所示。
- 试验容器应设置两个温度测点，一个用来测量低温液体温度，另一个用来测量低温气体温度，且尽可能靠近待试阀门入口。



- 说明：
- 1——低温容器；
- 2——低温液化介质阀；
- 3——气体增压阀；
- 4——压力表；
- 5——温度仪表；
- 6——被测试低温先导式安全阀；
- 7——放空阀。

图 2 低温安全阀试验系统

5.2.5 试验程序

5.2.5.1 整定压力试验

整定压力试验方法如下所列：

- 试验前，将安全阀安装在低温试验容器上，可采取强制措施开启安全阀，在系统内通入液氮或其他有低温蒸发特性的介质，采用吹扫预冷等方式充分冷却安全阀和试验系统，以达到要求的温度。采用其他冷却方法时，安全阀的流道不应有结霜现象。
- 试验时，安全阀入口处的介质温度与试验容器内的流体温度相差应不超过 30℃。在安全阀进口端温度达到后，解除安全阀强制开启，调整试验容器内介质压力达到安全阀的整定压力，从而控制安全阀开启、关闭。观察安全阀在整定压力下能否顺利开启及开启后能否正常回座。
- 安全阀的整定压力试验应不少于 3 次，试验应连续进行，其整定压力偏差应符合 GB/T 28778

的规定。阀门回座后应无可视或可听见的泄漏。

5.2.5.2 密封试验

密封试验程序如下所列：

- a) 密封试验应在完成安全阀的整定压力试验后进行。
- b) 在安全阀主阀和导阀出口安装有引漏接管的盲板,引漏接管采用排水集气法收集气体。
- c) 控制试验容器内的压力在安全阀整定压力的 90%,维持该压力 5 min,检测排水集气法收集气体量。

5.3 恢复常温后密封试验

低温试验后,待阀恢复到常温后,进行常温时的密封性能试验,试验方法和试验结果按GB/T 28778的规定。

6 检验要求

6.1 检验项目与技术要求

安全阀检验分出厂检验和型式试验两种,其检验项目和技术要求见表 1。

表 1 检验项目和技术要求

检验项目		检验类型		技术要求	试验方法
		出厂检验	型式试验		
常温试验	安全阀气密性试验	√	√	4.6.2	5.1
	整定压力	√	√	4.6.3	5.1.2
	密封性	√	√	4.6.5.1	5.1.2
	超过压力	—	√	4.6.3	5.1.2
	启闭压差		√	4.6.3	5.1.2
	动作特性		√	4.6.3	5.1.2
	排量		√	4.6.4	5.1.2
低温试验	整定压力		√	4.6.3	5.2.5.1
	密封性		√	4.6.5.2	5.2.5.2
低温试验后,常温密封性试验			√	4.6.5.1	5.3
标志		√	√	7	目视检查

6.2 出厂检验和铅封

6.2.1 安全阀应逐台进行出厂检验,检验合格后方可出厂。检验项目按表 1 的规定。

6.2.2 允许仅通过调节导阀来设定整定压力或冷态试验差压力。在这种情况下,应证明导阀在此开启感应压力下能使主阀达到需要的整定压力。

6.2.3 安全阀出厂检验合格后,在主阀进出口安装保护堵盖,并对主阀和导阀进行铅封。

6.3 型式试验

6.3.1 安全阀有以下情况之一的,应进行产品试制并且通过型式试验:

- a) 新产品投产前、停产一年以上重新生产;
- b) 产品的结构、材料、工艺等方面有重大改变影响产品性能时。

6.3.2 型式试验采取从制造厂经检查合格的库存阀门中随机抽取的方法。每一规格的抽样基数不少于3件。

6.3.3 型式试验项目按表1的规定。

7 标志

7.1 主阀阀体上的标志

标志可与主阀阀体一起做出或标在铭牌上,铭牌固定于主阀阀体上。在先导式安全阀的阀体上至少应标明下列内容:

- a) 公称尺寸 DN;
- b) 阀体材料或代号;
- c) 制造商名或商标;
- d) 当进口与出口连接的尺寸或压力级相同时,应标有介质流向的箭头;
- e) 产品序列号。

7.2 导阀阀体上的标志

标志可与导阀一起做出或标在铭牌上,铭牌固定在导阀上。在先导式安全阀导阀的阀体上至少应标明下列内容:

- a) 制造商名或其他能鉴别制造商的标记;
- b) 产品序列号;
- c) 导阀阀体材料或代号;
- d) 整定压力;
- e) 阀体上各种进出口的标记。

7.3 铭牌的标志

固定于先导式安全阀的铭牌至少应标明下列内容:

- a) 整定压力,MPa;
- b) 依据的标准编号;
- c) 产品型号;
- d) 基准流体代号(G表示气体)的额定排量系数或额定排量;
- e) 流道面积,mm²;
- f) 极限工作温度。

8 包装、运输和贮存

8.1 包装

8.1.1 安全阀在装箱前,应进行干燥处理,阀门应密封包装。氧气介质用安全阀装箱前,应进行清洁,

防止油脂污染,整台阀门应封闭包装。氧气用安全阀和包装箱外应有“禁油”等标志。

8.1.2 包装箱应坚固耐用,用可靠固定方式保证安全阀在箱内垂直并不晃动。

8.1.3 包装箱上应注明下列标志:产品名称、规格、数量。包装箱上应有防雨、不许倒置等标识。

8.2 运输

在运输过程中,应使产品直立放置,避免剧烈撞击、倒置等,应注意防雨、防潮。

8.3 贮存

安全阀应存放在洁净干燥的室内环境中,有条件时应装箱存放。
