



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 低温容器用安全阀

Safety valves for cryogenic vessels

(ISO 21013-1:2021, Cryogenic vessels - Pressure-relief accessories for cryogenic service - Part 1: Reclosable pressure-relief valve, MOD)

(征求意见稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 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 ..... 2

4 技术要求 ..... 2

    4.1 一般要求 ..... 2

    4.2 设计 ..... 2

        4.2.1 设计温度 ..... 2

        4.2.2 排液口 ..... 2

        4.2.3 导向机构 ..... 3

        4.2.4 阀瓣 ..... 3

        4.2.5 介质凝华工况 ..... 3

        4.2.6 整定压力 ..... 3

        4.2.7 最小壳体厚度 ..... 3

        4.2.8 额定排量系数（Kdr）的确定 ..... 3

        4.2.9 整定压力偏差 ..... 3

        4.2.10 回座压力 ..... 3

        4.2.11 清洁度 ..... 3

    4.3 材料 ..... 3

        4.3.1 一般要求 ..... 3

        4.3.2 金属材料 ..... 3

        4.3.3 非金属材料 ..... 4

        4.3.4 耐腐蚀性 ..... 4

        4.3.5 气体材料兼容性 ..... 4

        4.3.6 乙炔相容性 ..... 4

    4.4 防静电性能 ..... 4

5 检验和试验 ..... 4

    5.1 型式试验 ..... 4

        5.1.1 设计审查 ..... 4

        5.1.2 型号 ..... 5

    5.2 型式试验测试 ..... 5

        5.2.1 常温测试 ..... 5

        5.2.2 低温测试 ..... 5

        5.2.3 替代性低温试验 ..... 7

    5.3 出厂试验 ..... 7

6 标志 ..... 8

    6.1 安全阀壳体上的标志 ..... 8

6.2 铭牌上的标志..... 8

7 铅封..... 8

附 录 A （规范性） 无毒性的冷冻液态气体 ..... 9

参 考 文 献..... 10

## 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。

本文件修改采用ISO 21013-1: 2021《低温容器-用于低温工况的泄压附件-第一部分：可重复关闭的安全阀》。

本文件与ISO 21013-1:2021相比做了下述结构调整：

- 3.1 对应 ISO 21013-1:2021 中的 3.3；
- 3.2 对应 ISO 21013-1:2021 中的 3.4；
- 3.3 对应 ISO 21013-1:2021 中的 3.5；
- 3.4 对应 ISO 21013-1:2021 中的 3.7；
- 3.5 对应 ISO 21013-1:2021 中的 3.8；
- 4.2.6 对应 ISO 21013-1:2021 中的 4.2.7；
- 4.2.7 对应 ISO 21013-1:2021 中的 4.2.8；
- 4.2.8 对应 ISO 21013-1:2021 中的第 6 章；
- 4.2.9 对应 ISO 21013-1:2021 中的第 7 章；
- 4.2.10 对应 ISO 21013-1:2021 中的第 8 章；
- 4.2.11 对应 ISO 21013-1:2021 中的第 9 章；
- 4.4 对应 ISO 21013-1:2021 中的 4.2.6；
- 第 6 章对应 ISO 21013-1:2021 中的第 10 章；
- 第 7 章对应 ISO 21013-1:2021 中的第 11 章。

本文件与ISO 21013-1: 2021的技术差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本标准做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件并满足我国应用需要，调整的情况集中反映在第二章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 12241 代替 ISO 4126-1；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 28776 代替 ISO 15761；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 31481 代替 ISO 21010；
- 增加了引用在文中出现的 GB/T 12224、GB/T 12243、GB/T 29026。

——删除了未在文中使用的“公称尺寸”“压力”“低温介质”的术语和定义；

——替换了本文件 4.1 中低温介质引用的文件标准，改成附录 A 低温介质清单；

——更改了本文件 4.2.5 中翻译内容为介质凝华工况；

——更改了 4.2.7 最小壳体壁厚的参考文件为 GB/T 12224 以满足我国在实际应用中的需要；

——更改了 4.4 防静电性能最大电阻不得超过  $10\ \Omega$ ，以满足我国在实际应用中的需要；

——图一测试装置使用 EN 13648-1 中的测试装置示例，增加孔板 4 以满足要求。

本文件做了下列编辑性改动：

——在本文件范围内容之前添加了警示用语；

——增加了参考文献一方便我国在实际使用中的需要；

——泄漏率单位由  $\text{cc/s} \times \text{DN}$  转换为  $\text{cm}^3/\text{min} \times \text{DN}$ ，以满足我国在实际应用中的需要；

——添加了附录 A 无毒性的冷冻液化气体名录。

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。

GB/T XXXXX—XXXX

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC262）提出并归口。

本文件起草单位：XXXX。

本文件主要起草人：XXXX。

# 低温容器用安全阀

警示：本文件不涉及与低温容器安全阀生产、应用有关的所有安全问题。在使用本文件前，使用者有责任采取适当的安全、健康和保护措施，明确其适用范围，并保证符合国家有关法律法规、强制性国家标准的规定。

## 1 范围

本文件规定了低温容器用弹簧直接载荷式安全阀（以下简称“安全阀”）的技术要求、检验和试验、标志和铅封等要求。

本文件适用于尺寸不超过DN150的安全阀，适用于介质温度低于-10℃，运行温度从介质温度至环境温度工况，设计用于泄放低温气体。安全阀可以通过设计、制造和测试使其适用于多种单相气体或气体混合物。

注：本文件不提供确定特定低温容器的安全阀排放量的方法。ISO 21013-3中提供了此类方法。

## 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 12224 钢制阀门 一般要求

GB/T 12241-2021 安全阀 一般要求（ISO 4126-1:2013，MOD）

注：GB/T 12241-2021被引用的内容与ISO 4123-1:2013被引用的内容没有技术上的差异。

GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀

GB/T 28776 用于石油和天然气行业的DN100及以下的钢制闸阀、截止阀和止回阀（GB/T 28776—2012，ISO 15761:2002，MOD）

GB/T 29026 低温介质用弹簧直接载荷式安全阀

GB/T 31481 深冷容器用材料与气体的相容性判断（GB/T 31481—2015，ISO 21010: 2014，IDT）

ISO 11114-1 气瓶 气瓶和阀门材料与气体内容物的相容性 第1部分：金属材料（Gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents-Part 1: Metallic materials）

ISO 11114-2 气瓶 气瓶和阀门材料与气体内容物的相容性 第2部分：非金属材料（Gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents-Part 2: Non-metallic materials）

ISO 21028-1 低温容器 低温材料的韧性要求 第1部分：低于-80摄氏度的温度（Cryogenic vessels — Toughness requirements for materials at cryogenic temperature —Part 1: Temperatures below -80° C）

ISO 21028-2 低温容器 低温材料的韧性要求 第2部分：-80摄氏度至-20摄氏度之间的温度（Toughness requirements for materials at cryogenic temperature —Part 2: Temperatures between -80° C and -20° C）

ISO 23208 低温容器 低温工况的清洁度 (Cryogenic vessels — Cleanliness for cryogenic service)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**额定最低温度** rated minimum temperature

安全阀允许使用的最低温度

#### 3.2

**A类阀门** category A valve

在低温容器正常运行期间可以预期释放压力的安全阀。通过至少1,000次重复启闭试验并达到密封性能要求的安全阀。

注：阀座密封性试验的程序见5.2.1.2。

#### 3.3

**B类阀门** category B valve

由于提供了替代的泄压或控制装置（例如设计用于频繁动作的压力调节排气阀），在低温容器正常运行期间可以预期释放压力的安全阀，通过至少20次重复启闭试验并达到密封性能要求的安全阀。

注：阀座密封性试验的程序见5.2.1.2。

#### 3.4

**最大允许压力** maximum allowable pressure

PS

安全阀设计的最大允许工作压力

注：超压和泄压在GB/T 12241中定义。

#### 3.5

**额定压力** rated pressure

PR

在 20℃下,任意压力保持边界内外的最大压差。

注：安全阀的PR是安全阀任何部件的最低PR。

### 4 技术要求

#### 4.1 一般要求

安全阀除符合本文件规定外，还应符合GB/T 12241和GB/T 12243的规定。如这些标准与本文件要求不同时，以本文件为准。

在本文件中，对于低温介质及其混合物，用户应按附录A的低温介质清单。

#### 4.2 设计

##### 4.2.1 设计温度

在额定压力范围内，安全阀应在额定最低温度至+65℃之间的温度范围内运行。

##### 4.2.2 排液口



除另有规定，即使设计有出口连接，安全阀还应设计有排水口防止内部积水。

#### 4.2.3 导向机构

导向机构的设计应避免在正常运行期间由于安全阀表面和内部水分的沉积和冻结而导致安全阀故障。安全阀应具有足够的刚性，以便正常操作时不会破坏导向机构的可靠性。

#### 4.2.4 阀瓣

安全阀的密封副采用金属非金属时，应防止非金属密封垫因冷流对密封的影响。

#### 4.2.5 介质凝华工况

安全阀适用介质在排放时会因节流温降导致气体或蒸汽冷凝成固体介质时，如二氧化碳（CO<sub>2</sub>），则设计应避免安全阀因固体介质沉积在阀体或出口处而无法正常工作。

#### 4.2.6 整定压力

安全阀的整定压力不得超过其最大允许压力。

#### 4.2.7 最小壳体厚度

安全阀阀体的最小壳体厚度应符合GB/T 28776和GB/T 12224中对压力等级和尺寸的规定。修改这些标准可用作本文档中未具体涵盖的设计的信息参考。

#### 4.2.8 额定排量系数（K<sub>dr</sub>）的确定

安全阀的额定排量系数应根据GB/T 12241确定。

#### 4.2.9 整定压力偏差

安全阀的整定压力偏差应为整定压力的±3%或±0.01 MPa，取较大值。

#### 4.2.10 回座压力

安全阀排放后其阀瓣与阀座重新接触或开启高度变为零时的入口静压值应不低于安全阀整定压力的90%。

#### 4.2.11 清洁度

安全阀在组装前其部件以及组装后的成品均应符合ISO 23208清洁度的要求。

### 4.3 材料

#### 4.3.1 一般要求

安全阀所使用的材料应符合相关国家标准、行业标准并于介质相容。在选择材料时，还应考虑磨损、摩擦生热和电腐蚀。必要时，材料也应与氧气相容（见4.3.5.1）。

对于未列入相关标准的材料，安全阀制造商应通过确保控制化学含量和物理性质及质量不低于相关的国家标准、行业标准的要求。安全阀制造商应随安全阀提供包含化学成分和物理性能测试结果的报告。

#### 4.3.2 金属材料

4.3.2.1 在正常使用中暴露在低温下的安全阀部件，应符合 ISO 21028-1 或 ISO 21028-2 中额定最低温度的要求。

4.3.2.2 无明显韧性转变的金属材料，以及可以证明没有韧性转变的非铁质材料不需要冲击试验。

4.3.2.3 如果材料的额定最低温度高于材料的韧性过渡范围温度，则无需对这些原材料通过锻造、轧制、锻造和加工等工艺制成的安全阀部件进行冲击试验。符合 GB/T 12224 中关于锻件和轧制或锻造材料要求的铸件，如果额定最低温度高于材料的韧性过渡范围温度，则无需进行冲击试验。

不符合4.3.2.3要求的铸造阀体材料（包括阀盖，如适用），应从每个生产批次铸件中至少随机选择一件在额定最低温度下进行冲击试验。

#### 4.3.3 非金属材料

非金属材料通常仅用于阀瓣或阀座上的嵌件，以使得安全阀在关闭时达到阀座密封。如果此类材料用于结构件，它们应具有与应用相适合的特性，并符合ISO 21028-1或ISO 21028-2，以适应额定最低温度。

非金属材料还应：

- 足够的机械性能；
- 耐光照、耐候性和耐老化性能；
- 符合 4.3.5 的规定。

#### 4.3.4 耐腐蚀性

除了抵抗正常大气腐蚀外，还应确保安全阀不会因腐蚀产物的积累而失效。一些铜合金容易受应力腐蚀开裂。因此，在为受力部件选择这些材料之前，应充分考虑。

#### 4.3.5 气体材料兼容性

##### 4.3.5.1 氧气相容性

如果额定最低温度不大于液态空气沸点，或者安全阀用于氧气或氧化性介质，则与液态空气或氧化性介质接触的材料应符合GB/T 31481的氧气兼容性要求。

##### 4.3.5.2 氢

安全阀用于氢气介质，其材料应符合ISO 11114-1和ISO 11114-2的要求。

##### 4.3.6 乙炔相容性

安全阀用于含有乙炔的混合物介质时，金属材料中的铜含量应低于70%。

#### 4.4 防静电性能

对于用于氧化性和易燃性流体的安全阀，端口之间电压不超过28V时的最大电阻不得超过10 $\Omega$ ，以确保导电连续性，防止静电积聚。

### 5 检验和试验

#### 5.1 型式试验

##### 5.1.1 设计审查

首次进行生产时,该批次的每种规格和结构的安全阀都应进行检验和试验,以确保安全阀符合设计文件和本文件文件的要求。样品阀应通过5.2中所述的测试。安全阀的设计应符合适用的GB/T 12241的要求。

### 5.1.2 型号

对于通过型式认证要求的安全阀,应分配一个唯一的型号。

## 5.2 型式试验测试

### 5.2.1 常温测试

#### 5.2.1.1 动作和排量特性测试

测试应按照GB/T 12241的要求进行。在整定压力的90%下,泄漏率不得超过 $0.18 \text{ cm}^3/\text{min} \times \text{DN}$ 。(0.1013Mpa和15℃条件下)

#### 5.2.1.2 回座密封性的可重复性测试

按5.2.1.1试验合格的安全阀应进行重复启闭试验,使A类阀门开启至全开位置并重新回座1000次,对于B类阀门,循环20次。

测试过程整定压力偏差满足4.2.10的要求。测试过程中,不对样品安全阀进行调整或维护。然后按5.2.1.1再次测试密封性,泄漏率在整定压力的90%下应不超过 $0.36 \text{ cm}^3/\text{min} \times \text{DN}$ 。测试过程不对样品安全阀进行调整或维护。

### 5.2.2 低温测试

#### 5.2.2.1 一般要求

测试过程中,不对样品安全阀进行调整或维护。

#### 5.2.2.2 测试设置(见图1)

通过5.2.1.1和5.2.1.2中试验的样品安全阀应进行低温试验。样品安全阀应连接到装有低温介质的储液罐,该储液罐的压力可以控制以达到并保持超过安全阀的整定压力。储液罐应配备经过验证的压力保护系统,其整定压力应超过样品阀的整定压力。储液罐的设计应确保由样品阀排出的低温介质的温度不超过其内容物平衡温度30℃。

可以在储液罐和样品安全阀之间安装隔离阀,以中断流向样品安全阀的气流,使其重新回座。如果安装了隔离阀,隔离阀和样品安全阀之间的管道容积应不小于10升。这样可以确保样品安全阀上游有足够的流体可用,以确保其密封性的可闻性。

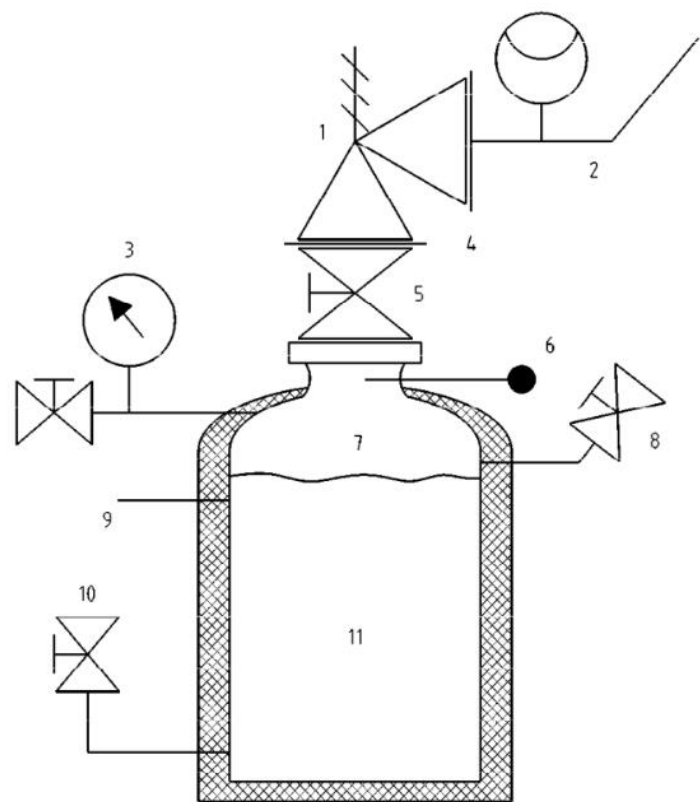
测试期间安全阀的方向应符合制造商数据表上的安装说明。如果制造商指定了多个可接受的安全阀方向,则应对每个方向重复进行低温测试。安全阀应安装任意制造商指定的出口管,以保证安全阀适宜工作。

应采取以下安全预防措施:

——应要求使用耳罩和护目镜。

——将不参与安全阀测试的人员排除在该区域之外-最好是在一个限制进入的房间或区域进行测试。

——计算来自PRV的反作用力,并确保出口管道对该力有足够的支撑。



说明：

- |   |         |    |      |
|---|---------|----|------|
| 1 | 待测安全阀   | 7  | 气相空间 |
| 2 | 泄漏计/流量计 | 8  | 排气阀  |
| 3 | 压力表     | 9  | 进液口  |
| 4 | 孔板      | 10 | 进气口  |
| 5 | 全通径阀    | 11 | 液相空间 |
| 6 | 测温点     |    |      |

图1 低温条件下的测试装置

5.2.2.3 测试介质

试验低温介质应从安全阀要批准适用的介质中选择，并且应是在绝对压力为0.1 MPa时具有最低平衡温度的流体。或者，无论安全阀的额定最低温度如何，储液罐内的测试流体均可以为液氮。如果安全阀是在用来释放一种可以从气体或蒸汽直接冷凝成固体的流体，例如CO<sub>2</sub>，则在安全阀的批准的排放压力和温度范围内，安全阀还应在该流体容易从气体或蒸汽直接凝结成固体的压力和温度下进行测试。

对于较低的测试压力，低温液体中的自然“蒸发”蒸汽足以产生试验所需的压力。对于更高的压力，可采用高压气体对容器加压。在这种情况下，气体可以与储液器中使用的低温介质相同，或与储液器中的低温介质相容的另一种平衡温度更低的流体。

5.2.2.4 动作性能试验

5.2.2.4.1 一般要求

所有测试应按顺序完成，测试之间不得有延迟。指定时间的容差为 $\pm 1$ 分钟。在以下测试中，样品阀应不受限制地打开，并在规定的压力公差内重新回座达到听觉上的密封。

经有关各方同意，如果对安全阀动作特性的评估显示安全阀动作不受雨水影响，则在动作测试期间可取消喷水。该评估应通过审查图纸和任何其他合适的资料来完成。

#### 5.2.2.4.2 测试 1—雨水在常温环境中沉积在安全阀上或滞留在安全阀中的影响

应从上方和四周用园艺喷壶的莲蓬头或模拟大雨的其他装置向样品阀外部喷水，持续三分钟。然后停止喷水，并允许样品阀排水5分钟。

如果安全阀的预期安装方式是在安全阀出口处不会积水（见4.2.2），则在喷洒过程中，安全阀出口应保持无水。

随后，应立即将低温储液罐中的压力提高到安全阀的整定压力，以打开和关闭安全阀至少五次。每两次开启之间的时间应被记录。整定压力的偏差在允许范围内。在测试结束时，安全阀应在整定压力的90%下保持关闭5分钟。在此之后，在90%的整定压力下，安全阀出口处的泄漏率不应超过 $0.18 \text{ cm}^3/\text{min} \times \text{DN}$ 。在安全阀上的任何其他位置都不应出现可见或可闻的泄漏。

#### 5.2.2.4.3 测试 2—雨水在低温环境中沉积在安全阀上或滞留在安全阀中的影响

测试1成功完成后，应将低温储液罐内的压力提高到安全阀整定压力，以打开和关闭安全阀至少5次。当样品阀处于循环状态时，应从上方和四周用园艺喷壶的莲蓬头或模拟大雨的其他装置向样品阀外部喷水。整定压力的偏差在允许范围内应没有变化。在测试结束时，安全阀应在整定压力的90%下保持关闭5分钟，同时仍持续保持外部喷水。在此之后，在90%的整定压力下，安全阀出口处的泄漏率不应超过 $0.18 \text{ cm}^3/\text{min} \times \text{DN}$ 。在安全阀上的任何其他位置都不应出现可见或可闻的泄漏。

如果安全阀的预期安装方式是在安全阀出口处不会积水（见4.2.2），则在喷洒过程中，安全阀出口应保持无水。

### 5.2.3 替代性低温试验

#### 5.2.3.1 一般要求

当不会有水和冰聚集在安全阀，且在型号批准号中添加5.2.3来保护其免受水和冰积聚的安全阀，可使用替代性低温试验，而不采用5.2.2中规定的试验方法。

#### 5.2.3.2 整定压力

样品安全阀应连接到一个压力源，该压力源可被控制以达到并保持超过整定压力与超过压力之和的压力。安装安全阀使其进口连接到一个带有腔室的压力源，该腔室充满温度为安全阀最低额定温度的液体，或者可使用 $-196^\circ\text{C}$ 的温度。等待至少15分钟或直到液体停止沸腾以冷却安全阀。增加输入压力，直到安全阀打开。记录开启压力。再重复测试两次。开启压力应在第4.2.10条规定的压力偏差范围内。

#### 5.2.3.3 阀座泄漏率

以机械方式保持安全阀打开，使其开启行程相当于进口压力为整定压力的110%引起的行程。将安全阀放置于冷却液中，当打开的安全阀完全冷却下来时，缓慢关闭安全阀并将其从冷却液中取出。将进口加压至整定压力的90%，每隔10分钟测量一次阀座泄漏率，直至30分钟。在整定压力的90%下，30分钟后的泄漏率不应超过 $0.36 \text{ cm}^3/\text{min} \times \text{DN}$ 。

### 5.3 出厂试验

安全阀应按照GB/T 12241：2021第6条的要求执行出厂试验。如需进行压力试验，试验介质应为氯化物浓度小于30 ppm的清洁水（用于液压试验）或干燥的无油空气或惰性气体，如氮气（用于气压试验）。推荐进行气压试验。但是，如果使用水作为测试介质，则安全阀应在测试后彻底干燥，特别注意任何凹槽和空腔。

## 6 标志

### 6.1 安全阀壳体上的标志

安全阀壳体上的标志可与壳体做成一体，也可标在可靠固定于壳体的标牌上。应在所有安全阀的壳体上至少标志下列内容：

- a) 进口尺寸，例如 DN XXX；
- b) 壳体材料；
- c) 制造厂名或商标；
- d) 当进口和出口连接端具有相同尺寸或相同压力级时，应指明介质流向的箭头；
- e) 安全阀壳体的额定压力。

### 6.2 铭牌上的标志

应在一个可靠固定于安全阀的铭牌上标志下列内容：

- a) 安全阀设计的极限工作温度，以摄氏度或开尔文为单位；
  - b) 整定压力，以兆帕为单位（MPa）；
  - c) 产品设计标准 GB/T XXXXX：20XX，如果是 B 类阀门，后接字母 B；
  - d) 安全阀型式批准号或安全阀型号和 5.2.3；
- 注：5.2.3标志仅在使用5.2.3的替代低温试验进行型式认证时才需要。
- e) 一个独特的序列号，允许识别单个安全阀及 5.2.3，如果在型式批准中使用了替代低温试验；
  - f) 完成完全组装安全阀的最终生产验收测试并密封安全阀的日期月月/年年（MM/YY）；
  - g) 标明基准流体及其状态（气体用 G，蒸汽用 S，液体用 L 表示）的额定排量系数或认证排量（标明单位）。介质标识可放置在额定排量系数之前或之后，如 G-0.815。
  - h) 阀口（流道）面积，单位： $\text{mm}^2$ ；
  - i) 安全阀的最小开启高度（以毫米为单位）以及对应的超过压力（例如以整定压力的百分数表示）。

## 7 铅封

所有的外部调节机构，包括任何排污环的设置，均应加铅封。

附 录 A  
(规范性)  
无毒性的冷冻液态气体

表A.1 无毒性的冷冻液态气体

| 联合国编号<br>UN number | 名称和说明                                            | 英文名称                                                                                                                                                                    | 类别或项别 |
|--------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 窒息性气体              |                                                  |                                                                                                                                                                         |       |
| 1913               | 冷冻液态氖                                            | Neon, refrigerated liquid                                                                                                                                               | 2.2   |
| 1951               | 冷冻液态氩                                            | Argon, refrigerated liquid                                                                                                                                              | 2.2   |
| 1963               | 冷冻液态氦                                            | Helium, refrigerated liquid                                                                                                                                             | 2.2   |
| 1970               | 冷冻液态氪                                            | Krypton, refrigerated liquid                                                                                                                                            | 2.2   |
| 1977               | 冷冻液态氮                                            | Nitrogen, refrigerated liquid                                                                                                                                           | 2.2   |
| 2187               | 冷冻液态二氧化碳                                         | Carbon dioxide, refrigerated liquid                                                                                                                                     | 2.2   |
| 2591               | 冷冻液态氙                                            | Xenon, refrigerated liquid                                                                                                                                              | 2.2   |
| 3136               | 冷冻液态三氟甲烷                                         | Trifluoro methane, refrigerated liquid                                                                                                                                  | 2.2   |
| 3158               | 冷冻液态气体, 未另作规定的                                   | Gas, refrigerated liquid, N.O.S. (not otherwise specified)                                                                                                              | 2.2   |
| 氧化性气体              |                                                  |                                                                                                                                                                         |       |
| 1003               | 冷冻液态空气                                           | Air, refrigerated liquid                                                                                                                                                | 2.2   |
| 1073               | 冷冻液态氧                                            | Oxygen, refrigerated liquid                                                                                                                                             | 2.2   |
| 2201               | 冷冻液态氧化亚氮                                         | Nitrous oxide, refrigerated liquid, oxidizing                                                                                                                           | 2.2   |
| 3311               | 冷冻液态气体, 氧化性, 未另作规定的                              | Gas, refrigerated liquid, oxidizing, N.O.S.                                                                                                                             | 2.2   |
| 易燃气体               |                                                  |                                                                                                                                                                         |       |
| 1038               | 冷冻液态乙烯                                           | Ethylene, refrigerated liquid                                                                                                                                           | 2.1   |
| 1961               | 冷冻液态乙烷                                           | Ethane, refrigerated liquid                                                                                                                                             | 2.1   |
| 1966               | 冷冻液态氢                                            | Hydrogen, refrigerated liquid                                                                                                                                           | 2.1   |
| 1972               | 冷冻液态甲烷或甲烷含量高的冷冻液态天然气                             | Methane, refrigerated liquid or natural gas, refrigerated liquid, with high methane content                                                                             | 2.1   |
| 3138               | 冷冻液态乙烯、乙炔和丙烯混合物, 含乙烯至少71.5%, 乙炔不超过22.5%, 丙烯不超过6% | Ethylene, acetylene and propylene mixture, refrigerated liquid, containing at least 71,5 % ethylene with not more than 22,5 % acetylene and not more than 6 % propylene | 2.1   |
| 3312               | 冷冻液态气体, 易燃, 未另作规定的                               | Gas, refrigerated liquid, flammable, N.O.S.                                                                                                                             | 2.1   |

### 参 考 文 献

- [1] ISO 6708, Pipework components — Definition and selection of DN (nominal size)
  - [2] ISO 21013-3, Cryogenic vessels — Pressure-relief accessories for cryogenic service  
— Part 3: Sizing and capacity determination
  - [3] ISO 20421-1:2019, Cryogenic vessels — Large transportable vacuum-insulated vessels  
— Part 1: Design, fabrication, inspection and testingCryogenic vessels
  - [4] ISO 21009-1:2008, Cryogenic vessels — Static vacuum-insulated vessels — Part 1:  
Design, fabrication, inspection and tests
  - [5] ISO 21029-1:2018, Cryogenic vessels — Transportable vacuum insulated vessels of  
not more than 1 000 litres volume — Part 1: Design, fabrication, inspection and tests
-