ICS 13.240
CCS J 16

中华人民共和国国家标准

GB/T 45161—2024

液氢容器用安全阀技术规范

Technical specification of safety valves for liquid hydrogen vessels

国家标准全文公开系统专用，此文本仅供个人学习、研究之用，
未经授权，禁止复制、发行、汇编、翻译或网络传播等，侵权必究。
全国标准信息公共服务平台：https://std.samr.gov.cn

2024-12-31 发布　　2025-07-01 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 …… 2
4　技术要求 …… 2
4.1　一般要求 …… 2
4.2　设计要求 …… 2
4.3　性能要求 …… 3
4.4　材料 …… 4
4.5　无损检测 …… 5
5　试验方法 …… 6
5.1　安全提示 …… 6
5.2　标志检查 …… 6
5.3　壳体尺寸检查 …… 6
5.4　材料化学成分 …… 6
5.5　材料力学性能 …… 6
5.6　常温性能试验 …… 6
5.7　液氢温区低温性能试验 …… 7
5.8　防静电试验 …… 9
5.9　清洁度检查 …… 9
5.10　振动和冲击试验 …… 9
5.11　无损检测 …… 9
6　检验规则 …… 10
6.1　检验项目 …… 10
6.2　出厂检验 …… 11
6.3　型式试验 …… 11
7　标志 …… 11
7.1　一般要求 …… 11
7.2　阀体标志 …… 11
7.3　铭牌标志 …… 11
8　涂漆、包装、运输和储存 …… 11
附录 A（资料性）　流道尺寸和额定排量计算的工况条件 …… 12
附录 B（资料性）　阀门主要零件金属材料牌号 …… 14
参考文献 …… 15

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。

本文件由全国安全泄压装置标准化技术委员会(SAC/TC 503)归口。

本文件起草单位：北京航天动力研究所、合肥通用机械研究院有限公司、通用机械关键核心基础件创新中心(安徽)有限公司、上海阀门厂股份有限公司、北京航天石化技术装备工程有限公司、永一阀门集团有限公司、国家特种泵阀工程技术研究中心、张家港富瑞阀门有限公司、罗浮阀门集团有限公司、恒华阀门有限公司、福建省特种设备检验研究院、浙江省泵阀产品质量检验中心、广东省特种设备检测研究院、北京航天雷特机电工程有限公司、航天氢能科技有限公司、大连理工大学、浙江石化阀门有限公司、四川苏克流体控制设备股份有限公司、济南迈克阀门科技有限公司、四川精控阀门制造有限公司、武汉华科能源环境科技股份有限公司、江苏八方安全设备有限公司、广西鑫晨特种设备检测有限公司、凯斯通阀门有限公司、厦门旭隆密封件有限公司、浙江三和弹簧有限公司、温州瓯宏密封件有限公司、浙江富羽阀门制造有限公司、丽水欧意阀门有限公司、东正科技有限公司、立特阀门科技有限公司、中百阀门有限公司、本兴阀门制造有限公司、浙江博旭新能源科技有限公司、福建长鹰五金有限公司、江苏省埃迪机电设备实业有限公司。

本文件主要起草人：吴玉珍、王渭、徐双庆、李晓峰、王秋林、王学彬、干爱根、郭善刚、靳伟、李小同、马君、周志有、张希、陈宗杰、吴蔚峰、刘永胜、丘垂育、兰玉岐、宋学官、李华贵、张道军、杨海宁、冯程、张传虎、舒远、熊运华、杨跃苗、何剑飞、叶隆、朱可、傅红波、方忠恕、项光武、潘大钧、池岳福、陈金钻、宋本帅、洪淑岐、李勇健。

液氢容器用安全阀技术规范

1 范围

本文件规定了液氢容器用安全阀的技术要求、试验方法、检验规则、标志、涂漆、包装、运输和储存。

本文件适用于公称尺寸不大于DN200，整定压力不低于0.1 MPa，温度不低于－254 ℃，介质为单相液氢蒸发气的液氢容器用安全阀(包括弹簧直接载荷式安全阀和先导式安全阀)。

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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 12224 钢制阀门 一般要求

GB/T 12241 安全阀 一般要求

GB/T 12242 压力释放装置 性能试验方法

GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀

GB/T 13305 不锈钢中α-相含量测定法

GB/T 22652 阀门密封面堆焊工艺评定

GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语

GB/T 24921.1 石化工业用压力释放阀的尺寸确定、选型和安装 第1部分：尺寸的确定和选型

GB/T 26481 工业阀门的逸散性试验

GB/T 26640 阀门壳体最小壁厚尺寸要求规范

GB/T 28778 先导式安全阀

GB/T 29026 低温介质用弹簧直接载荷式安全阀

GB/T 40011 低温先导式安全阀

GB/T 40060 液氢贮存和运输技术要求

GB/T 40079 阀门逸散性试验分类和鉴定程序

HG 20202 脱脂工程施工及验收规范

JB/T 6440 阀门铸钢件射线检测

JB/T 6440—2008 阀门铸钢件射线检测

JB/T 6903 阀门锻钢件超声检测

JB/T 6903—2008 阀门锻钢件超声检测

JB/T 7248 阀门用低温钢铸件技术规范

JB/T 7927—2014 阀门铸钢件外观质量要求

JB/T 7928 工业阀门 供货要求

NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测

NB/T 47013.2—2015 承压设备无损检测 第2部分：射线检测

NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

NB/T 47013.5—2015　承压设备无损检测　第5部分:渗透检测
NB/T 47014　承压设备焊接工艺评定

3　术语和定义

GB/T 12241、GB/T 12242、GB/T 12243、GB/T 24499、GB/T 28778界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液压静强度试验　hydrostatic strength test

在常温、规定的液体压力和规定的时间下,承压壳体抗破裂能力的试验。

3.2

设计压力　design pressure

设计时规定的常温下液氢容器用安全阀承压部件所允许承受的最大压力。

3.3

深冷处理　cryogenic treatment

将零件浸没在不高于液氮温度的容器中进行冷却,当零件温度稳定后,保温2h～6h,然后取出并自然恢复至室温的处理过程。

3.4

A类阀门　valve category A

液氢容器系统中无自动控制阀或排放阀,在液氢容器正常运行期间可能泄放的安全阀。

3.5

B类阀门　valve category B

液氢容器系统中带有自动控制阀或排放阀,在液氢容器正常运行期间不泄放的安全阀。

4　技术要求

4.1　一般要求

4.1.1　液氢容器用安全阀(以下简称安全阀)除应符合本文件的规定外,还应符合GB/T 12241、GB/T 12243、GB/T 28778、GB/T 29026、GB/T 40011的要求。

4.1.2　安全阀设计压力的确定应符合GB/T 12224的规定,当某些采用弹性密封结构或内部零件材料的压力-温度额定值低于阀体材料压力-温度额定值时,应以低值确定设计压力。

4.1.3　安全阀的端部连接应符合GB/T 12241的规定。如需方有特殊要求,可在保证安全阀性能和安全的情况下按采购技术协议进行设计制造。

4.1.4　装配前所有零件应进行清洗,并按HG 20202的规定的方法进行脱脂、烘干处理,结果符合HG 20202的检验规定。

4.2　设计要求

4.2.1　温度适应性

在预定的压力范围内,在要求的最低温度至65 ℃之间安全阀应能正常工作。

4.2.2　整定压力

安全阀整定压力应小于或等于其设计压力与超过压力的差(整定压力≤设计压力-超过压力),不宜

超过 GB/T 24920—2010 附录 B 和附录 C 的规定值。

4.2.3 安全阀壳体

4.2.3.1 安全阀应做排液设计以避免液体在阀内的积聚。采购技术协议中另有规定的除外。

4.2.3.2 安全阀壳体应具有足够的强度，保证在强度试验及工作条件下不发生任何有害变形。能长期承受由于介质压力和温度变化产生的应力，连接管道产生的附加应力，以及操作条件下产生的综合应力的总载荷。

4.2.3.3 当安全阀排放时，避免在阀体内或者出口处因温度降低出现固体物质积聚而导致故障。

4.2.3.4 壳体厚度应符合 GB/T 26640 的规定。

4.2.4 导向装置

4.2.4.1 导向装置的设计应保证安全阀正常工作，避免出现大气中水分的沉积、冻结导致故障。

4.2.4.2 导向装置的结构应足够坚固，保证正常搬运和操作时的有效性。

4.2.5 阀瓣与阀座密封

4.2.5.1 阀瓣和阀座密封面应设计成金属对金属或金属对非金属。采用金属对非金属密封时，非金属密封侧宜设计次级的金属密封结构；非金属密封（如纯 PTFE 等材料）应有足够的支撑，防止材料冷流变形导致的密封失效。

4.2.5.2 非金属密封与其阀瓣或阀座连接件应机械固定并锁紧。

4.2.5.3 在阀瓣和阀座密封面上堆焊硬质合金时，应符合 GB/T 22652 的规定。

4.2.6 防静电

安全阀应设计防静电结构，保证壳体、启闭件和阀杆等各部件间具有导电性，且放电路径最大电阻不超过 5 Ω。

4.2.7 振动和冲击

用于移动容器的安全阀，必要时应根据安装容器的要求进行耐振动和抗冲击（跌落）设计，振动和冲击（跌落）试验后性能应不发生变化。

4.3 性能要求

4.3.1 常温性能要求

4.3.1.1 壳体强度

4.3.1.1.1 壳体强度应符合 GB/T 12241 和 GB/T 28778 的规定。

注：本文件中的设计压力对应 GB/T 12241 和 GB/T 28778 公称压力。

4.3.1.1.2 液压静强度应满足以下要求：

a) 对于设计压力不大于 10 MPa 的安全阀，壳体的承压部位应能承受 4 倍设计压力，保持 1 min 不发生破裂；

b) 对于设计压力大于 10 MPa 的非铸件壳体安全阀，壳体的承压部位应能承受 2.25 倍设计压力，保持 1 min 不发生破裂。当 2.25 倍的设计压力小于 40 MPa 时，按 40 MPa；

c) 采用螺栓连接的壳体承压部位（如适用），在试验压力超过 2 倍设计压力时，其连接部位尽管出现泄漏但能够达到并保持最终试验压力时可被接受，但不准许出现壳体破裂或壳体渗漏/泄漏的现象。

4.3.1.2 动作性能

安全阀动作性能包括整定压力及其偏差、排放压力、开启高度、启闭压差。

弹簧直接载荷式安全阀的动作性能应符合 GB/T 12243 的规定；先导式安全阀的动作特性和动作性能应符合 GB/T 28778 的规定。

4.3.1.3 密封性能

用氮气作为试验介质时，在规定的时间内应无泄漏；用氦气作为试验介质时，泄漏率不大于 1×10^{-5} Pa·m³/s。需方有特殊要求的按采购技术协议。

4.3.1.4 机械特性

安全阀应有良好的回座密封性，动作过程中应无可视或可听见的卡阻、颤振、抖动或整阀振动；先导式安全阀还应符合规定的阀门动作特性，如突跳式或调制式。

4.3.1.5 排量

额定排量应不大于试验测定排量的 90%。确定尺寸用排量按 GB/T 12241、GB/T 24921.1 进行计算，并在计算中考虑附录 A 所描述的工况。

4.3.1.6 逸散性

检测各连接部位密封性能(阀座密封除外)时，按 GB/T 26481 规定的吸枪法对各部位分别进行检测，各部位应无可见(或可检出)泄漏；按 GB/T 40079 规定的总泄漏率检测方法进行检测时，泄漏率应不大于 1×10^{-7} Pa·m³/s。

4.3.1.7 启闭循环寿命

A 类阀门启闭循环寿命至少 1 000 次、B 类阀门启闭循环寿命至少 20 次，在开启-关闭动作过程中应顺畅无卡阻。

4.3.1.8 启闭循环后的密封性能

启闭试验测试结束后，进行阀座密封性能试验，在相同的规定时间内应无泄漏，或泄漏率不超过启闭寿命试验前的 2 倍。

4.3.2 低温性能要求

4.3.2.1 整定压力

低温试验包括液氮温区和液氢温区试验。在试验温度下，对于整定压力小于或等于 0.5 MPa 的安全阀，整定压力允许偏差为±0.015 MPa；整定压力大于 0.5 MPa 的安全阀，整定压力允许偏差为±3%。

4.3.2.2 密封性能

在规定的密封试验压力和试验温度下，泄漏率不超过 0.25 cm³/(s·DN)。

4.4 材料

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 材料的选用应与氢介质相容。

4.4.1.2 材料应不产生因物理过程和化学反应导致的破坏，如氢脆、应力腐蚀开裂、磨损等。

4.4.1.3 直接与氢介质接触的材料，应满足从额定最低温度至 65℃和预期使用压力范围内的正常使用要求。

4.4.1.4 安全阀内件应选择能避免在液氢环境下因操作引起卡阻、咬合和擦伤等现象的材料，材料的耐腐蚀性能应不低于承压壳体。

4.4.1.5 未列入国家或行业标准的材料，安全阀制造单位应通过制定内部标准，对化学成分和物理性能实施控制，以确保材料性能符合要求；应提供材料的氢兼容性试验报告，经需方批准或第三方评价后应用。

4.4.2 金属材料

4.4.2.1 承压部件所使用的金属材料应选用奥氏体不锈钢。材料的金相组织结构应稳定，防止在液氢温度下因材料相变引起零件变形，从而影响阀门的低温性能。主要零件推荐金属材料见附录 B，或参考 GB/T 24920—2010 的附录 B 和附录 C 进行选择，材料的低温性能应满足本文件要求。

4.4.2.2 材料的化学成分和力学性能应符合相应标准的规定，直接与氢介质接触的奥氏体不锈钢镍含量应不低于 10%或按采购技术协议要求。锻件、管材、棒材的铁素体测量值应不大于 3%，铸件的铁素体测量值应不大于 8%，铁素体含量测定方法按照 GB/T 13305 的规定进行。

4.4.2.3 承压部件焊接前应按 NB/T 47014 的规定进行焊接工艺评定。

4.4.2.4 承压部件材料试样以及焊接试样应进行低温冲击试验，采用 V 型缺口试验件、在－196 ℃下进行试验；对于铸造的壳体或承压锻件，应同时浇铸随炉试样或在锻件中取样，并随铸/锻件进行热处理。1 组(3 个)标准试样的冲击吸收能量平均值 KV_2 不小于 70 J，最多允许 1 个试样的冲击吸收能量低于规定值，但不应低于规定值的 70%，侧膨胀值不小于 0.76 mm。一组(3 个)焊接标准试样冲击吸收能量平均值 KV_2 不小于 47 J，侧膨胀值不小于 0.53 mm。

4.4.2.5 阀座、阀瓣等奥氏体不锈钢零件在精加工前应进行不少于 2 次的深冷处理。

4.4.2.6 铸件外观质量应符合 JB/T 7927—2014 中 A 级要求。

4.4.2.7 阀门铸件的缺陷清除以及补焊修复应符合 JB/T 7248 的规定，承压件焊接后应进行热处理，并对补焊处进行 100%的射线或超声检测；锻件材料不应补焊处理。如用户有特殊要求，可按采购技术协议规定执行。

4.4.3 非金属材料

4.4.3.1 非金属材料仅用于密封垫片和阀座/阀瓣密封环，应选用 PTFE 或 PCTFE 材质，或在氢环境下低温性能优于上述材质的非金属材料。

4.4.3.2 未列入国家或行业标准的非金属材料，制造单位应进行必要的试验，验证材料在液氢温区和介质环境下其性能满足要求；当需方有要求时，应提供材料的氢兼容性试验报告(或见证资料)，经买方批准或第三方评价后方可应用。

4.5 无损检测

4.5.1 一般要求

承压部件应在热处理以及去除氧化皮后进行无损检测，要求如下：

a) 壳体铸件、锻件应进行 100%渗透检测及射线或超声检测；

b) 焊接部位，包括对焊阀门的对焊端部应进行 100%射线或超声检测。

4.5.2 射线检测

4.5.2.1 射线检测包括承压铸件、对接焊缝和焊接坡口。承压铸件的具体检测部位应符合 GB/T 12224

的规定。

4.5.2.2 承压壳体铸件、对焊连接端壳体的连接端部射线检测符合 JB/T 6440—2008 中 1 级的规定。

4.5.2.3 承压焊缝(如适用)的射线检测不低于 NB/T 47013.2—2015 中Ⅰ级的规定。

4.5.3 渗透检测

承压壳体的外表面、可达到的内表面应进行液体渗透检测,检验结果应符合 NB/T 47013.5—2015 中Ⅰ级的规定。硬质合金堆焊密封面应进行 100%液体渗透检测,不准许有裂纹或其他有害缺陷。

4.5.4 超声检测

锻造壳体、阀瓣、阀座等应进行超声检测,检验结果应符合 JB/T 6903—2008 中 1 级的规定。

5 试验方法

5.1 安全提示

5.1.1 进行压力试验前,需要对试验用气体或液体压力系统的安全性进行评估。

5.1.2 进行低温性能试验前,需要对试验介质、试验系统和试验环境的安全性以及试验操作人员的安全防护进行评估。

5.2 标志检查

目视检查阀体、铭牌标志(如适用),检查内容包括:

a) 壳体表面铸造、锻造或打印的标志内容;

b) 铭牌标志内容。

5.3 壳体尺寸检查

使用计量合格的量具或仪器测量阀门的壳体壁厚和连接端口尺寸。

5.4 材料化学成分

主要承压件材料每批(指同炉号、同制造工艺、同热处理条件)应至少检验一次,检验结果应符合相应材料标准的规定。

5.5 材料力学性能

5.5.1 承压件材料每批(指同炉号、同制造工艺、同热处理条件)应至少进行一次力学性能检验。

5.5.2 力学性能试验方法和结果应符合相应材料标准的规定。

5.5.3 应按 GB/T 229 的规定进行低温冲击试验。

5.6 常温性能试验

5.6.1 壳体强度和液压静强度试验

5.6.1.1 壳体强度试验按 GB/T 12241 规定进行。

5.6.1.2 壳体液压静强度试验在阀门所有试验项目完成后,按进口侧和排放侧分别进行。

5.6.1.3 壳体强度试验和液压静强度试验过程中,应分解移除安全阀的内部零件,并且堵塞安全阀喉部。

5.6.2 动作性能、机械性能和排量试验

安全阀动作性能、机械性能和排量的试验方法按 GB/T 12242 的规定。

5.6.3 密封性能试验

5.6.3.1 试验方法按 GB/T 12242 的规定进行。

5.6.3.2 试验介质为氮气时，应为纯度不低于 99.5%的干燥氮气；试验介质为氦气时，气体纯度(体积分数)不低于 97%，泄漏检测设备应为灵敏度不低于 1×10^{-10} Pa·m^3/s 的氦质谱仪，也可用流量计或计泡法进行泄漏检测。

5.6.3.3 试验压力为 GB/T 12243 或 GB/T 28778 规定的密封试验压力、保持压力 5 min，检测部位为安全阀出口处。

5.6.4 逸散性试验

5.6.4.1 试验介质为纯度(体积分数)不低于 97%的氦气，泄漏检测设备应为灵敏度不低于 1×10^{-10} Pa·m^3/s 的氦质谱仪，用吸枪法分别对各连接密封处或用总泄漏率检测方法进行泄漏率检测。

5.6.4.2 弹簧直接载荷式安全阀的试验压力为最大背压力，且不低于 0.2 MPa；先导式安全阀的试验压力为 90%整定压力或整定压力减去 0.035 MPa 中的较大者。用户有特殊要求的按照采购技术协议。

5.6.5 启闭循环寿命试验

5.6.5.1 按照 GB/T 12242 的方法进行安全阀开启-回座动作试验，A 类阀门应进行至少 1 000 次的开启-回座动作测试，B 类阀门应进行至少 20 次的开启-回座动作测试，测试过程中不准许对试验样品进行调整或更换零部件。

5.6.5.2 启闭循环寿命测试结束后按 5.6.3 的要求进行密封性能测试。

5.7 液氢温区低温性能试验

5.7.1 一般要求

5.7.1.1 低温试验的试验内容包括整定压力和密封性能，低温试验应在常温试验合格后进行。

5.7.1.2 试验前应保证安全阀内清洁，无油脂和水分。

5.7.1.3 试验过程中应监测试验介质或被试安全阀的壳体温度。

5.7.1.4 以液氢蒸发气为试验介质的低温试验宜在液氮温区的试验合格后进行。进行以液氮蒸发气为试验介质的低温试验时，试验方法按照 GB/T 29026 规定。

5.7.2 试验系统

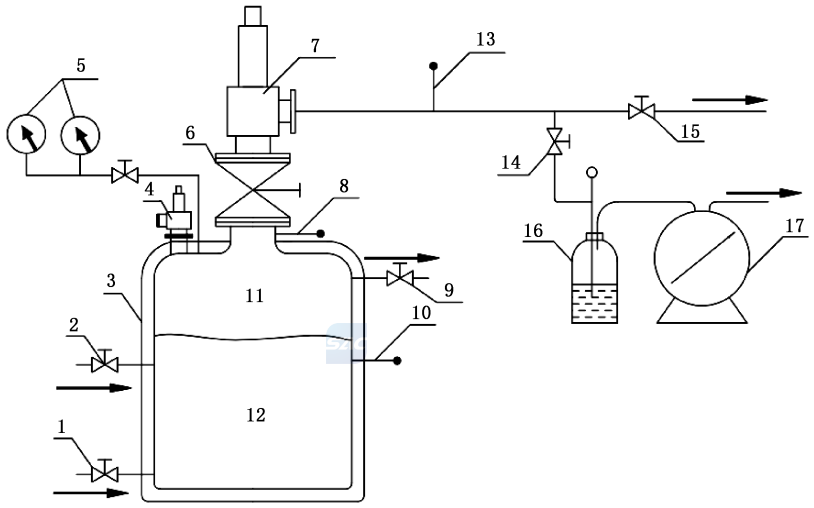
试验系统由增压和灌注及排放等管路、液氢介质储存容器和/或试验容器、测量和控制仪表、安全泄放装置等组成，见图 1。试验设备应符合以下要求：

a) 试验容器的承压能力和容积应能保证被试安全阀在其整定压力和超过压力下维持稳定，被试安全阀的泄放介质温度，与相同压力下液氢饱和温度差不超过 30 ℃；

b) 采用关闭截止阀(全通径)进行被试安全阀的密封性能测试时，从截止阀(全通径)到被试安全阀之间的容积应不少于 10 L；

c) 试验系统上应装有两个规格相同的压力表，其中一个表的精度应不低于 0.5 级，压力表的量程为安全阀试验压力的 1.5～3.0 倍，压力表应在检定合格有效期内；

d) 试验系统上应至少安装 3 个温度传感器，一个处于容器的液氢面以下测量液氢温度，一个处于试验安全阀入口附近测量液氢蒸发气温度(即介质实际温度)，另一个安装于试验安全阀出口。



标引序号说明：

1——注气/排液阀；
2——液氢注入阀；
3——试验容器；
4——安全泄放阀；
5——压力表；
6——截止阀(全通径)；
7——被试安全阀；
8——气相温度测点；
9——排放气阀；
10——液相温度测点；
11——液氢蒸发气；
12——液氢；
13——出口温度测点；
14、15——截止阀；
16——记泡器；
17——流量计。

图 1 液氢温区试验系统

5.7.3 试验流程

5.7.3.1 预冷

安全阀安装在试验容器上后，按 GB/T 40060 进行系统检查和置换，合格后进行预冷。预冷步骤如下：

a) 预冷时用机械方法开启安全阀，宜使其达到全开高；
b) 试验容器内连续通入液氢，对被试阀门进行充分的冷却；
c) 当试验容器内气相温度测点测得的介质温度不高于－233 ℃(温升不超过 20 ℃)，且安全阀出口处测得的温度与气相温度测点的温度相差不大于 30 ℃时，预冷结束。

注：连续进行多台安全阀试验时，更换安全阀后宜用氦气对试验系统有关部位进行置换和吹扫，合格后再对被试安全阀进行预冷。

5.7.3.2 整定压力试验

预冷结束后，解除安全阀的强制开启状态，进行整定压力试验。

a) 调整试验容器内介质压力，直至安全阀开启，停止增压，安全阀自动关闭；
b) 整定压力试验应连续进行不少于 3 次，安全阀应能顺利开启及正常关闭，关闭后应无可视或可听见的泄漏。

5.7.3.3 密封性能试验

密封性能试验应在整定压力试验合格后进行，试验步骤如下：

a) 用 0.2 MPa 的氦气对安全阀出口侧内腔进行吹扫，清除残留氢介质；
b) 在安全阀出口侧连接泄漏测试仪器；
c) 维持试验容器内压力进行泄漏率检测；
d) 可选用流量计、计泡器进行泄漏检测。采用流量计测量时，流量计的标定介质应与测试介质相同。

注：在结果判断时考虑温度对测量结果的影响。

5.7.4 低温试验后的处理与试验

5.7.4.1 低温介质试验后，应使用氮气对阀门内腔进行吹除。在阀门恢复环境温度后，在烘干箱内进行烘干，保温时间 2 h，温度 50 ℃～55 ℃。不排除用其他可证明能烘干的方式。

5.7.4.2 重复进行常温整定压力、机械特性、密封性能试验和逸散性试验。

5.8 防静电试验

取 1 台压力和密封试验合格的全新、干燥的安全阀，进行不少于 5 次的启闭操作循环后，用不超过 12 V 的直流电源对阀体、启闭件和阀杆等部件间进行电阻测量。

5.9 清洁度检查

零件装配前应按 HG 20202 的规定方法进行清洁度检查。

5.10 振动和冲击试验

5.10.1 振动试验

5.10.1.1 安全阀独立进行振动试验时可参照 GB/T 22653—2008 中 6.6 的要求进行，试验件数量与型式试验数量一致，具体试验内容和方法参照 GB/T 22653—2008 中附录 A 的规定。

5.10.1.2 安全阀与容器一起试验时可参照 GB/T 34510—2017 中 A.2.1 的要求和方法进行。

5.10.1.3 用户有特殊要求的按相应技术协议。

5.10.2 冲击试验

5.10.2.1 安全阀独立进行抗冲击(跌落)试验时，原则上安全阀在试验机上应采用与安全阀正常工作时相近似的安装方法和安装位置，冲击(跌落)试验应带压，压力为安全阀的工作压力，且安全阀应处于关闭状态。

5.10.2.2 安全阀与容器一起进行抗冲击(跌落)试验时，可参照 GB/T 34510—2017 中 A.2.1 的要求和方法进行，有特殊要求的按相应技术协议。

5.10.3 振动和冲击后的试验

振动和抗冲击试验后，分别按 5.6.2、5.6.3、5.6.4 的规定进行常温动作性能、机械特性、密封性能和逸散性试验。

5.11 无损检测

5.11.1 射线检测

射线检测按 JB/T 6440 及 NB/T 47013.2 的规定进行。

5.11.2 渗透检测

密封堆焊面的渗透检测按 GB/T 22652 的规定进行，其他部位按 NB/T 47013.5 的规定进行。

5.11.3 超声检测

超声检测按 JB/T 6903 的规定进行。

6 检验规则

6.1 检验项目

安全阀的检验分为出厂检验和型式试验，检验项目按表 1 的规定。

表 1 检验项目

检验项目			检验类别		技术要求	试验方法
			出厂检验	型式试验		
标志			√	√	第 7 章	5.2
壳体壁厚			√	√	4.2.3.4	5.3
承压件材料	化学成分		△	√	4.4.2.2	5.4
	力学性能		△	√	4.4.2.2	5.5
	低温冲击试验		△	√	4.4.2.4	5.5.3
常温性能试验	壳体强度		√	√	4.3.1.1.1	5.6.1
	动作性能	整定压力	√	√	4.3.1.2	5.6.2
		排放压力	—	√	4.3.1.2	5.6.2
		启闭压差	—	√	4.3.1.2	5.6.2
		开启高度	—	√ *	4.3.1.2	5.6.2
	机械特性		—	√	4.3.1.4	5.6.2
	密封性能		√	√	4.3.1.3	5.6.3
	排量		—	√	4.3.1.5	5.6.2
	逸散性		√	√	4.3.1.6	5.6.4
	启闭循环寿命		—	√	4.3.1.7	5.6.5.1
	启闭循环后的密封性能		—	√	4.3.1.8	5.6.5.2
	液压静强度		—	√	4.3.1.1.2	5.6.1
低温性能试验	整定压力		— *	√	4.3.2.1	5.7.3.2
	密封性能		— *	√	4.3.2.2	5.7.3.3
防静电试验			△	√	4.2.6	5.8
清洁度检查			√	√	4.1.4	5.9
振动和冲击试验[a]			—	√	4.2.7	5.10
无损检测			* *	√	4.5	5.11

注：“√”为检验项目；“△”为每批至少检验一次；
“—”为不检验项目；“√ *”直接载荷式可测；
“— *”为选做项，以液氦介质进行试验；“* *”为订货有要求时按订货技术协议要求项目检验。

[a] 振动和冲击试验适用于安装在移动式液氢容器上的安全阀。

6.2 出厂检验

6.2.1 安全阀应逐台进行出厂检验，检验合格后按 GB/T 12241 和 GB/T 40011 的规定分别对主阀和导阀(如适用)进行保护和铅封。

6.2.2 应为每台产品出具合格证，宜根据订货技术协议或 TSG 特种设备安全技术规范的有关要求提供必要的证明材料，如材质检验单、强度试验报告等。

6.3 型式试验

6.3.1 有下列情况之一时，应按表 1 规定进行型式试验，试验合格后方可生产：

a) 新产品试制定型；

b) 正式生产后，如产品的结构、材料、制造工艺有较大改变可能影响产品性能；

c) 用户要求、特种设备制造许可要求或其他有要求的情况。

6.3.2 型式试验样品的抽样可在生产线的终端、经出厂检验合格的产品中随机抽取，也可在产品成品库中随机抽取；抽样数量应不少于 2 台。

7 标志

7.1 一般要求

阀门标志应完整、清楚。

7.2 阀体标志

阀体标志应符合 GB/T 12241 规定。

7.3 铭牌标志

固定于安全阀上的铭牌，除应包括 GB/T 12241 规定的内容外，还应包括以下内容：

a) 安全阀制造许可证编号和标志；

b) 阀门所设计的极限工作温度，单位为摄氏度(℃)；

c) 设计压力，单位为兆帕(MPa)；

d) 制造厂名(或商标)、产品名称。

8 涂漆、包装、运输和储存

8.1 安全阀不应涂漆，安全阀内部的金属表面不应喷涂任何防锈层。

8.2 包装、运输和储存应按 JB/T 7928 的规定，应采取适当的保护措施，以防止在包装、运输、存放过程中污染物进入安全阀内，避免外部暴露于盐雾或大气中而受到氯离子腐蚀。

附 录 A
（资料性）
流道尺寸和额定排量计算的工况条件

A.1 流道尺寸确定和额定排量计算时的工况条件

安全阀流道尺寸和额定排量计算时宜考虑容器系统处于正常低温储存状态、排放状态、容器保温层损坏和外部高温或火灾情况的影响，具体工况如下：

a） 真空绝热容器的绝热系统（夹套和绝热材料）完好且处于正常的真空状态下，外部温度为环境温度，内容器的温度为所储存的介质在泄放压力下的饱和温度，即设备和系统处于正常储存工况；

b） 真空绝热容器的绝热系统（夹套和绝热材料）完好且处于正常的真空状态下，外部温度为环境温度，内容器的温度为所储存的介质在泄放压力下的饱和温度，且增压系统处于全开工作状态；

c） 真空绝热容器的绝热系统（夹套和绝热材料）完好，但夹层已丧失真空的状态下，外部温度为环境温度，内容器的温度为所储存的介质在泄放压力下的饱和温度；

d） 真空绝热容器的绝热系统（夹套和绝热材料）完好或部分完好，但夹层真空已丧失，且外部遭遇火灾或遭遇 649 ℃高温的情况；

e） 真空绝热容器的夹套外部遭遇火灾或遭遇 649 ℃高温，且绝热系统已完全损坏的情况。

注：对于真空绝热容器遭受喷射火、部分密闭或全部密闭空间内等严重火灾工况时安全泄放量的计算另行考虑。

A.2 液氢容器安全泄压装置系统配置及流道尺寸确定的相关参数

A.2.1 安全泄压装置系统配置

A.2.1.1 液氢储运容器的安全泄压装置系统配置，宜考虑安全阀位置的设置和排放位置设置；在 A.1 的工况下进行流道尺寸设计时，除考虑温度和压力条件外还需考虑管道配置条件，如图 A.1 所示。

单位为米

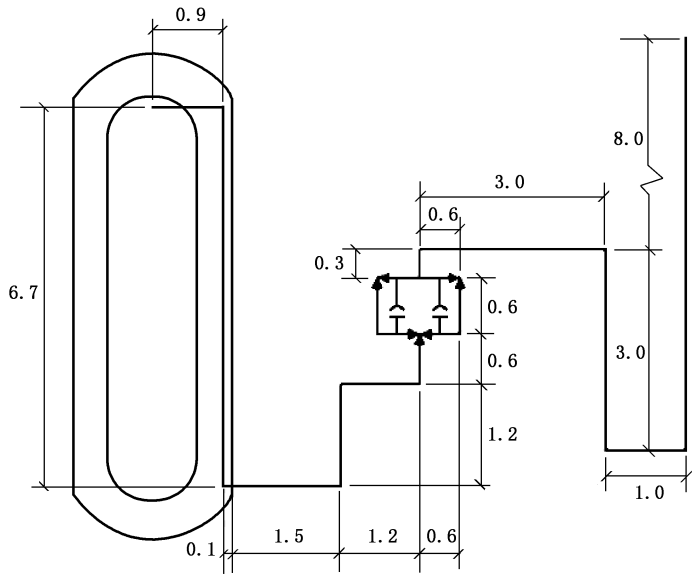


图 A.1 液氢容器的安全泄压装置系统典型示意图

A.2.1.2　图 A.1 为一标准液氢容器安全泄压装置系统配置示意图。安全泄压管线从容器上部气相空间引出，经容器保温层和外部管线与安全泄压装置相连，安全泄压装置由 1 台三通切换阀、2 组爆破片和 2 台安全阀构成，泄放的介质经管线排放到安全空间。

A.2.2　安全阀尺寸设计（选型）的相关参数

根据 A.1 给出的工况条件和图 A.1 的管线配置，在安全阀尺寸设计（选型）中应考虑以下情况：安全阀各工况条件和相关参数；安全阀入口温度和压力；安全阀出口温度和背压；介质物性随温度的变化；流动状态（亚临界还是临界）等。

附 录 B
（资料性）
阀门主要零件金属材料牌号

安全阀零部件金属材料见表 B.1。

表 B.1 阀门主要零件材料

零件名称	材料名称	材料牌号/标记	材料标准
阀体、阀盖、阀瓣、阀座、阀杆	奥氏体不锈钢铸件	CF8M、CF3M	JB/T 7248
	奥氏体不锈钢锻件	06Cr17Ni12Mo2 022Cr17Ni12Mo2	NB/T 47010
	奥氏体不锈钢棒料	06Cr17Ni12Mo2 022Cr17Ni12Mo2	GB/T 1220
螺栓	奥氏体不锈钢	A5-80	GB/T 3098.6
螺母	奥氏体不锈钢	A5-80	GB/T 3098.15

参 考 文 献

[1] GB/T 1220 不锈钢棒
[2] GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱
[3] GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母
[4] GB/T 22653—2008 液化气体设备用紧急切断阀
[5] GB/T 24920—2010 石化工业用钢制压力释放阀
[6] GB/T 34510—2017 汽车用液化天然气气瓶