



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 45027—2024

## 液氢阀门 通用规范

Valves for liquid hydrogen—General specification

2024-12-31 发布

2025-04-01 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 .....	3
4.1 基本要求 .....	3
4.2 材料 .....	3
4.3 结构设计 .....	5
4.4 常温性能 .....	10
4.5 低温性能 .....	13
5 试验方法 .....	14
5.1 试验条件 .....	14
5.2 材料 .....	15
5.3 结构设计 .....	16
5.4 脱脂检查 .....	16
5.5 常温性能 .....	16
5.6 低温性能 .....	20
5.7 标志检查 .....	28
6 检验规则 .....	28
6.1 出厂检验 .....	28
6.2 型式试验 .....	28
7 标志 .....	30
7.1 一般要求 .....	30
7.2 阀体上的标记 .....	30
7.3 标牌上的标志 .....	31
7.4 其他标记 .....	31
8 包装和储运 .....	31
附录 A（规范性） 焊接要求	32
附录 B（资料性） 阀门主要零部件金属材料推荐牌号	34
附录 C（资料性） 阀体加长颈推荐最小长度	35
附录 D（资料性） 气动控制阀泄漏率系数	36
附录 E（资料性） 液氢温度与压力对应表	37
参考文献 .....	38

## 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。

本文件由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）和全国宇航技术及其应用标准化技术委员会（SAC/TC 425）共同提出并归口。

本文件起草单位：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、北京航化节能环保技术有限公司、国家市场监督管理总局、中国标准化研究院、空气化工产品（中国）投资有限公司、上海市气体工业协会、苏州纽威阀门股份有限公司、上海瑞控阀门有限公司、北京航天雷特机电工程有限公司、重庆市特种设备检测研究院、雷舸流体科技（上海）有限公司、萨姆森控制设备（中国）有限公司、特瑞斯能源装备股份有限公司、埃迈流体技术（上海）有限公司、广西鑫晨特种设备检测有限公司、四川成都空分配套阀门有限公司。

本文件主要起草人：靳伟、吴玉珍、许健、秦先勇、杨燕梅、王春景、杜利锋、周伟明、周桂林、周鲁立、戴贤波、滕磊军、邱勇军、曹广滨、吴瑛、吴帮成、王悦萍、熊运华、陈锐。

# 液氢阀门 通用规范

警示：本文件不涉及与液氢阀门生产、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

本文件规定了液氢用阀门（以下简称“阀门”）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和储运要求。

本文件适用于公称压力不大于 PN160，压力等级不大于 Class900，采用真空夹套绝热措施和焊接连接的液氢用截止阀、止回阀、球阀、气动控制阀和易熔切断型紧急切断阀。

## 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 150.4 压力容器 第4部分：制造、检验和验收
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 1954 铬镍奥氏体不锈钢焊缝铁素体含量测量方法
- GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击
- GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）
- GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法
- GB/T 3634.2 氢气 第2部分：纯氢、高纯氢和超纯氢
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 4213 气动调节阀
- GB/T 4844 纯氮、高纯氮和超纯氮
- GB 4962 氢气使用安全技术规程
- GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮
- GB/T 9124 （所有部分） 钢制管法兰
- GB/T 12220 工业阀门 标志
- GB/T 12221 金属阀门 结构长度
- GB/T 12222 多回转阀门驱动装置的连接
- GB/T 12223 部分回转阀门驱动装置的连接
- GB/T 12224 钢制阀门 一般要求
- GB/T 12235 石油、石化及相关工业用钢制截止阀和升降式止回阀
- GB/T 12236 石油、化工及相关工业用的钢制旋启式止回阀
- GB/T 12237 石油、石化及相关工业用的钢制球阀
- GB/T 13305 不锈钢中  $\alpha$ -相面积含量金相测定法

## GB/T 45027—2024

GB/T 13927—2022 工业阀门 压力试验  
GB/T 17213.2 工业过程控制阀 第2-1部分：流通能力 安装条件下流体流量的计算公式  
GB/T 18442（所有部分） 固定式真空绝热深冷压力容器  
GB/T 18442.4—2019 固定式真空绝热深冷压力容器 第4部分：制造  
GB/T 21465 阀门 术语  
GB/T 22652 阀门密封面堆焊工艺评定  
GB/T 24159 焊接绝热气瓶  
GB/T 24918—2010 低温介质用紧急切断阀  
GB/T 26481—2022 工业阀门的逸散性试验  
GB/T 26640—2011 阀门壳体最小壁厚尺寸要求规范  
GB/T 29729 氢系统安全的基本要求  
GB/T 31481 深冷容器用材料与气体的相容性判定导则  
GB/T 40045 氢能汽车用燃料 液氢  
GB/T 40079—2021 阀门逸散性试验分类和鉴定程序  
GB 50177 氢气站设计规范  
HG 20202 脱脂工程施工及验收规范  
JB/T 6440—2008 阀门受压铸钢件射线照相检验  
JB/T 6899 阀门的耐火试验  
JB/T 6903—2008 阀门锻钢件超声波检测  
JB/T 7248 阀门用低温钢铸件技术规范  
JB/T 7927 阀门铸钢件外观质量要求  
JB/T 7928 工业阀门 供货要求  
JB/T 11150—2011 波纹管密封钢制截止阀  
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 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  
NB/T 47014—2011 承压设备焊接工艺评定

### 3 术语和定义

GB/T 21465界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**最大允许工作压力** **maximum allowable working pressure**

在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 介质温度时，阀门承压部件所允许承受的最大压力。

注：最大允许工作压力是阀门各承压部件最大允许工作压力中的最低值。

#### 3.2

**额定最低温度** **rated minimum temperature**

阀门的最低使用温度。

#### 3.3

**阀体加长颈** **body extension**

阀体与阀盖连接端之间进行适当加长的阀体结构。

## 3.4

**外部冷却法 outside cooling method**

通过将阀体浸泡在冷却介质中以达到所需试验温度的方法。

注：也称浸泡法。

## 3.5

**内部冷却法 inside cooling method**

通过将冷却介质流经阀门内腔以达到所需试验温度的方法。

注：也称通流法。

## 4 技术要求

## 4.1 基本要求

4.1.1 阀门除应符合本文件的规定外，还应符合 GB/T 4213、GB/T 12235、GB/T 12236、GB/T 12237、GB/T 24918—2010 相关产品标准的规定。

4.1.2 阀门的压力—温度额定值应符合 GB/T 12224 的规定。阀门允许使用的压力—温度额定值应按所用的非金属密封件和阀门壳体的压力—温度额定值两者中的较小值确定，并应在铭牌上标示。

4.1.3 阀门应能在 60℃ 到额定最低温度和最大允许工作压力范围内正常操作和使用。

4.1.4 采用真空夹套结构的阀门，夹套的设计压力应不小于管路系统真空夹套防爆装置设定的排放压力，设计外压不小于 0.1 MPa。

4.1.5 双阀座阀门应设置泄压孔或自泄压阀座，泄压方向宜为上游高压侧，泄压方向宜标示在阀门外侧。具有自泄压阀座结构的阀门应进行泄压试验。

4.1.6 阀门应设计防静电结构，保证阀体、启闭件和阀杆等各部件间具有导电性。

4.1.7 有耐火要求的阀门应设计耐火结构。

4.1.8 阀门的结构型式不应使用闸阀，紧急切断阀的结构型式可使用截止阀或球阀。

4.1.9 装配前阀门所有与氢介质接触的零部件应进行脱脂、烘干处理，脱脂处理及检验应符合 HG 20202 规定的要求。

4.1.10 阀门承压零部件的焊接应符合 GB/T 150.4、GB/T 18442.4—2019、NB/T 47014—2011 的规定，具体焊接要求应符合附录 A 的规定。

## 4.2 材料

4.2.1 材料的选择应评估材料的化学性能、物理性能和工艺性能的影响，以及与氢介质的相容性，并应符合 GB/T 29729 的规定。

4.2.2 直接与液氢介质相接触的密封副、填料和垫片材料，应能在最高使用温度到额定最低温度和最大允许工作压力范围内正常使用。

4.2.3 阀门内件材料应防止在液氢环境下因频繁操作引起的卡阻、咬合和擦伤等现象，其耐腐蚀性能应不低于阀体承压件。

4.2.4 用于制造波纹管的材料宜选用 S31608 或 S31603 材料。

4.2.5 阀门承压部件所使用的金属材料应选用奥氏体不锈钢并进行固溶处理。材料的金相组织结构应稳定，材料化学成分分析和常温力学性能应符合相应材料标准的规定。

4.2.6 与氢介质接触的奥氏体不锈钢，其镍含量要求不宜低于 10%。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%；阀门主要零件推荐材料见附录 B。

4.2.7 承压部件所使用的金属材料的低温冲击性能指标应不低于表 1 的规定。

表 1 阀门承压部件冲击性能指标

数量	试验温度/℃	每个标准试样冲击吸收能量值 KV <sub>2</sub> /J	侧膨胀值LE/mm	备注
1组(3个)	-196	≥70	≥0.76	标准试样: 10 mm×10 mm×55 mm
1组(3个)	≤-253	≥49	≥0.53	
<p>注1: 宽度为7.5 mm、5 mm的小尺寸冲击试样的冲击吸收能量指标, 分别为标准试样冲击吸收能量指标的75%、50%, 侧膨胀值与标准试样侧膨胀值的指标相同。</p> <p>注2: 除特别约定外, 材料冲击性能试验温度一般为-196 ℃。</p> <p>注3: 对于铸造的阀体同时浇铸随炉试样, 并随铸件进行热处理。</p> <p>注4: 对于铸造的阀体同时浇铸随炉试样, 并随铸件进行热处理。 出厂检验时, 冲击性能试验温度为-196 ℃; 型式试验时, 冲击性能试验温度小于或等于-253 ℃。</p>				

4.2.8 阀门在工作状态与液氢介质接触的零件(如阀体、阀瓣、球体、阀座、阀杆等)在精加工前应进行不少于2次的深冷处理。

4.2.9 非金属材料作为阀门密封部件使用时, 应选用聚四氟乙烯(PTFE)、聚三氟氯乙烯(PCTFE)或喷涂PTFE的石墨材质。

4.2.10 非金属材料作为阀门承压壳体的唯一密封部件使用时, 阀门外部对氢气介质的最大允许泄漏率为10 cm<sup>3</sup>/h。

4.2.11 非金属材料作为阀门绝热材料使用时, 非金属材料应与氧相容, 并应符合GB/T 31481的规定。

4.2.12 阀门制造单位应按材料批次对阀门承压件材料进行化学成分分析、常温力学性能检测以及低温冲击试验等材料性能检验, 同批次(指同炉号、同制造工艺、同热处理条件)承压件材料应至少检验1次。化学成分和常温力学性能的检查可采用对材料供货方提供的材料化学成分、力学性能、热处理报告等质量文件进行审核的方式进行。

4.2.13 阀门承压铸件、阀体对焊连接端以及承压零部件的对接焊缝应进行射线检测, 承压铸件的检测部位按GB/T 12224的规定。检测结果应符合以下要求:

- a) 阀体、阀盖铸钢件的射线检测结果符合JB/T 6440—2008中1级的规定;
- b) 阀体对焊连接端的射线检测结果符合JB/T 6440—2008中1级的规定;
- c) 承压焊缝的射线检测结果符合NB/T 47013.2—2015中I级的规定。

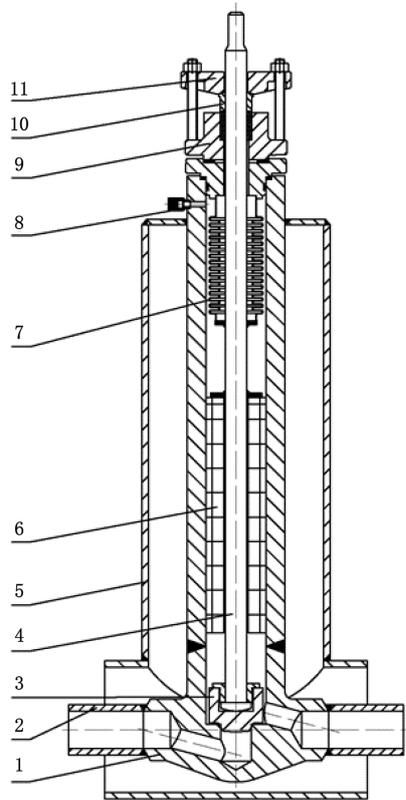
4.2.14 阀体和阀盖的承压外表面以及可达到的内表面、深冷处理后的零部件及硬质合金密封面堆焊表面应进行渗透检测, 渗透检测结果应符合NB/T 47013.5—2015中I级的规定。

4.2.15 锻造阀体、阀盖和阀杆等应进行超声检测, 超声检测结果应符合JB/T 6903—2008中1级的规定。

4.3 结构设计

4.3.1 结构型式

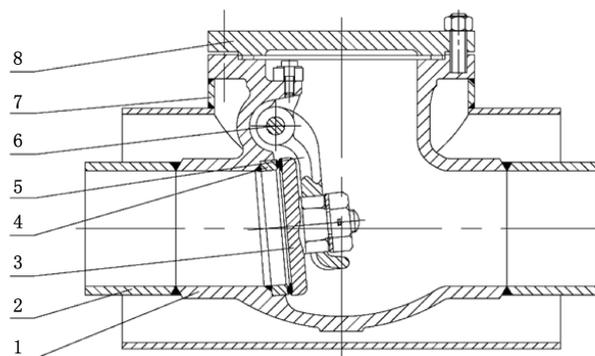
阀门典型结构示意图见图1~图7。



标引序号说明：

- |       |           |          |          |
|-------|-----------|----------|----------|
| 1—阀体； | 4—阀杆；     | 7—波纹管组件； | 10—填料压套； |
| 2—袖管； | 5—真空夹套；   | 8—置换接口；  | 11—填料压盖。 |
| 3—阀瓣； | 6—导向隔热部件； | 9—阀盖；    |          |

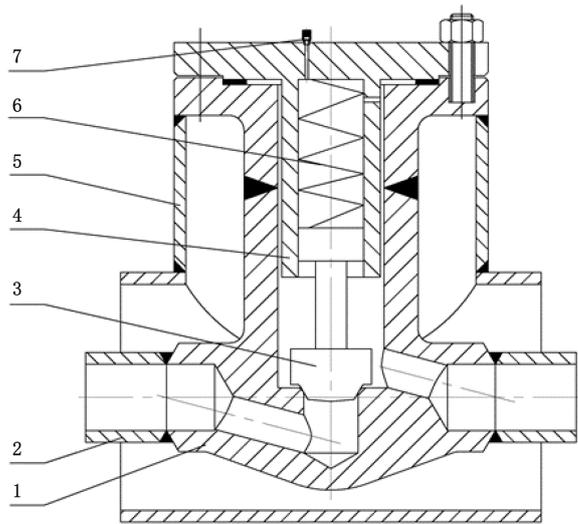
图1 真空夹套低温截止阀典型结构示意图



标引序号说明：

- |       |       |       |         |
|-------|-------|-------|---------|
| 1—阀体； | 3—阀板； | 5—摇臂； | 7—真空夹套； |
| 2—袖管； | 4—阀座； | 6—销轴； | 8—阀盖。   |

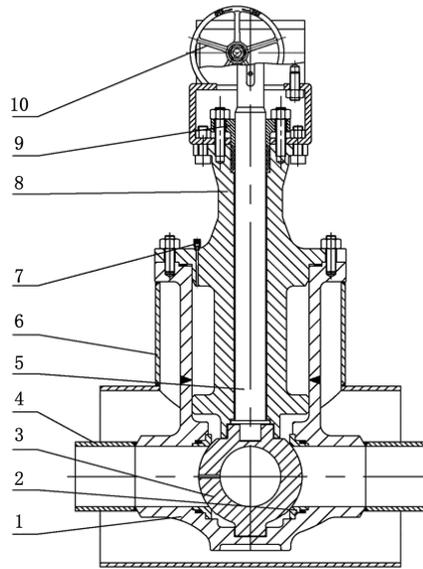
图2 真空夹套低温旋启式止回阀典型结构示意图



标引序号说明：

- |        |        |          |          |
|--------|--------|----------|----------|
| 1——阀体； | 3——阀瓣； | 5——真空夹套； | 7——置换接口。 |
| 2——袖管； | 4——阀盖； | 6——弹簧；   |          |

图3 真空夹套低温升降式止回阀典型结构示意图

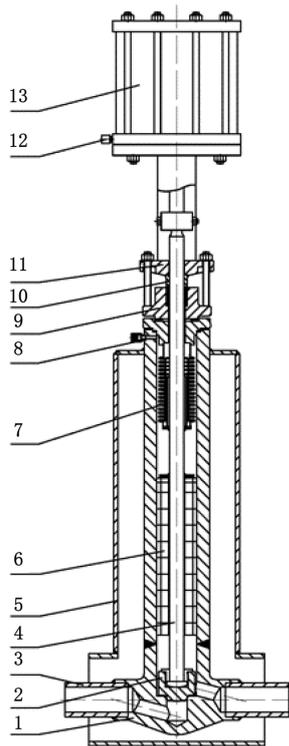


标引序号说明：

- |        |          |          |           |
|--------|----------|----------|-----------|
| 1——阀体； | 4——袖管；   | 7——置换接口； | 10——执行机构。 |
| 2——阀座； | 5——阀杆；   | 8——阀盖；   |           |
| 3——球体； | 6——真空夹套； | 9——填料压盖； |           |

图4 真空夹套低温球阀典型结构示意图





标引序号说明：

- |        |            |           |            |             |
|--------|------------|-----------|------------|-------------|
| 1——阀体； | 4——阀杆；     | 7——波纹管组件； | 10——填料压套；  | 13——气动执行机构。 |
| 2——阀瓣； | 5——真空夹套；   | 8——置换接口；  | 11——填料压盖；  |             |
| 3——袖管； | 6——导向隔热部件； | 9——阀盖；    | 12——易熔合金塞； |             |

图7 真空夹套易熔切断型低温紧急切断阀（直行程）典型结构示意图

#### 4.3.2 结构长度

阀门的结构长度和允许偏差应符合 GB/T 12221 的规定，焊接端阀门的结构长度应评估端部焊接对阀座密封的影响。

#### 4.3.3 连接端

4.3.3.1 阀门的焊接连接端应符合 GB/T 12224 的规定。当采用法兰连接时，法兰应符合 GB/T 9124（所有部分）的规定。

4.3.3.2 当在焊接端加装袖管时，袖管的内外径尺寸和材料应与管道一致或相匹配。

4.3.3.3 采用法兰连接的阀门，法兰与阀体应为整体铸造或锻造制成。铸造的法兰端阀体，不应去除法兰后作为焊接端阀体使用。

#### 4.3.4 阀体及阀盖

4.3.4.1 阀体及阀盖共同组成的阀门壳体应能在设计寿命内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。

4.3.4.2 除对接焊的焊接坡口区域外，阀门壳体的最小壁厚应符合 GB/T 26640—2011 的规定。考虑管道系统负荷、操作（关闭和开启）负荷、非圆形状及应力集中等因素会对壳体强度产生影响，按 GB/T 26640—2011 中表 1 选取壳体壁厚数值时应增加附加厚度，附加厚度由制造厂根据具体情况各自确定。

4.3.4.3 阀体流道各处的截面积应与阀体和管道连接的孔的截面积相等，阀体密封座的内径应符合

GB/T 12235、GB/T 12236、GB/T 12237 的规定。

4.3.4.4 阀门（不含止回阀）应设计成便于保冷的阀体加长颈结构；止回阀不要求阀体加长颈结构，但升降式止回阀可采用阀体加长颈结构。

4.3.4.5 阀体加长颈与阀盖连接处宜设置可实现加长颈内部气体置换的置换接口。

4.3.4.6 阀体与阀盖应采用螺柱或者焊接型式连接，不应采用螺纹直接拧紧连接；安装位置在冷箱或真空夹套内部的止回阀，阀体与阀盖应采用焊接连接。

4.3.4.7 阀体与阀盖之间的密封宜采用具有抵抗温度交变、高回弹特性的金属缠绕柔性石墨（或PTFE）垫片或金属缠绕柔性石墨（或PTFE）垫片与唇形密封组合的型式，并应满足阀门逸散性要求。

4.3.4.8 阀体加长颈伸长量应满足气化空间要求，使阀杆填料的工作温度满足使用条件。阀体加长颈最小尺寸推荐值见附录C。

4.3.4.9 设计阀体加长颈的壁厚时，应评估阀门最高工作压力、执行机构的自重及操作扭矩、阀杆推力、弯曲应力以及由安装条件产生的综合应力。

4.3.4.10 阀体加长颈与阀体可铸造或锻造成一体，也可采用与阀体材质相同的无缝钢管与阀体对焊连接，焊缝应进行100%射线检测。

4.3.4.11 当阀体加长颈为焊接结构时，应评估材料焊接性能及低温下焊缝的可靠性，宜采用对焊连接的全焊透接头型式。焊接应符合GB/T 18442.4—2019中第7章的规定，焊后应进行深冷处理。

4.3.4.12 阀体加长颈内部应设置有支撑阀杆的导向结构。

### 4.3.5 阀杆

4.3.5.1 位于阀门壳体承压区域内的阀杆应为整体结构。为了保证阀杆运动平稳，宜在阀杆中间位置设置支撑导向件，阀杆与其配合零部件之间的硬度差宜不低于50 HB。

4.3.5.2 阀杆应采用防吹出设计，阀杆与填料接触面处宜进行硬化处理，表面粗糙度 $R_a$ 小于或等于 $0.4\ \mu\text{m}$ 。

4.3.5.3 采用波纹管密封结构的阀门，在阀杆结构设计时，应设计导向和防扭转结构，以防止波纹管的扭曲和扭转变形。

4.3.5.4 阀杆直径应计算确定，并应满足操作强度和稳定性的要求，其危险截面应设置在填料函以上的部位，阀杆的设计强度至少满足最大计算操作力或力矩的两倍要求。

### 4.3.6 密封副

4.3.6.1 阀门密封副结构应满足冷热交变工况下的密封要求以及耐磨损、抗擦伤的要求。

4.3.6.2 阀门密封副应设计为金属密封或金属对非金属密封。采用金属密封副时，应保证密封副间具有50 HB的最小硬度差；当两个表面均为硬质合金硬化表面时，则不要求该硬度差。采用金属对非金属密封时，非金属密封侧还应设计次级的金属密封结构，以避免非金属阀座产生冷流变形导致密封失效。

4.3.6.3 密封面如堆焊硬质合金，应进行消除应力处理，粗加工后应进行深冷处理，堆焊层加工后的剩余厚度应不小于1.6 mm。

### 4.3.7 波纹管组件

4.3.7.1 波纹管形状可以选择U型或 $\Omega$ 型，波纹管最小疲劳寿命应不小于10 000次。

4.3.7.2 波纹管宜在压缩状态下工作，且波纹管的轴向位移应限制在可压缩变形量的60%以内。

4.3.7.3 波纹管应采用与阀门相同的压力、温度额定值，具体设计计算宜参照JB/T 6169的规定。

4.3.7.4 波纹管宜采用无缝结构，当最大允许工作压力超过1 MPa时，宜采用液压成型的多层波纹管。

4.3.7.5 波纹管与阀杆及阀体加长颈之间应设计适当的间隙，防止因局部接触导致波纹管磨损和过早失效。

4.3.7.6 波纹管组件、波纹管组件与阀杆的连接，应采用焊接连接，连接焊缝不需要进行焊后热处理。

不应对波纹管材料进行焊补。

4.3.7.7 波纹管组件进行压力试验时，焊缝不应开裂、泄漏，且波纹管不应发生扭曲。

#### 4.3.8 填料和填料函

4.3.8.1 非波纹管密封结构的阀门，填料压紧装置与阀盖应采用螺柱连接的形式。

4.3.8.2 填料函的结构应满足逸散性要求，其内表面粗糙度  $Ra$  小于或等于  $1.6\ \mu\text{m}$ 。

4.3.8.3 填料应满足摩擦系数小、耐磨性好的性能要求，并在使用条件下具有较好的材料韧性、延展性。

4.3.8.4 填料可采用 PTFE、PCTFE、喷涂 PTFE 的柔性石墨、唇形密封圈多重组合的形式。

#### 4.3.9 驱动装置

4.3.9.1 阀门（止回阀除外）在冷箱内使用时，应能在与水平面上方的垂直方向成  $75^\circ$  范围内安装与操作；非冷箱使用时，应能在与水平面上方的垂直方向成  $45^\circ$  范围内安装与操作。

4.3.9.2 阀门操作机构应能在工作环境温度下正常操作，且不宜使用铸铁材质。

4.3.9.3 手动操作的阀门在低温工况运行和性能测试时，手柄或手轮边缘上的最大操作力应不超过  $360\ \text{N}$ ，阀门开启或关闭瞬间允许的最大操作力应符合表 2 的规定。

表 2 阀门开启或关闭瞬间允许的最大操作力

手柄长度 $L$ 或手轮直径 $D/\text{mm}$	100	125	160	200	250	315	400	500	630	720	800	1 000
启闭瞬间最大操作力/ $\text{N}$	500	600	600	700	800	800	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000

4.3.9.4 阀门的气动执行机构应设置可靠的密封型式，防止氢气进入控制气路，其所附带电气设施的选型不应低于 GB/T 3836.1 规定的级别、组别 II C T1。

4.3.9.5 阀门执行机构附带电气设施的防护等级应不低于 GB/T 4208 规定的 IP67。

4.3.9.6 驱动装置的连接法兰尺寸应符合 GB/T 12222 或 GB/T 12223 的规定。

#### 4.3.10 承压件外观质量

4.3.10.1 铸钢件外观质量应符合 JB/T 7927 的规定。

4.3.10.2 锻钢件的表面应无肉眼可见的裂纹、折叠等有害缺陷。

### 4.4 常温性能

#### 4.4.1 壳体强度

应符合 GB/T 13927—2022 中 7.1 的规定。

#### 4.4.2 常温密封性能

阀门常温密封性能应符合表3的规定，气动控制阀常温阀座密封性能应符合表4的规定。

表3 阀门常温密封性能合格指标

阀门类型	合格指标	
截止阀 球阀 紧急切断阀	低压密封试验	应符合GB/T 13927—2022表4中最大允许泄漏率A级的规定
	高压密封试验	弹性密封阀门应符合GB/T 13927—2022表4中最大允许泄漏率A级的规定。 金属密封阀门应符合GB/T 13927—2022表4中最大允许泄漏率AA级的规定
止回阀	高压密封试验	弹性密封阀门应符合GB/T 13927—2022表4中最大允许泄漏率A级的规定。 金属密封阀门应符合GB/T 13927—2022表4中最大允许泄漏率D级的规定
气动控制阀	阀座密封试验应符合表4的规定，填料函及其他连接处密封试验应符合GB/T 4213的规定	

表4 气动控制阀常温阀座密封性能合格指标

泄漏等级	试验介质	试验压力/MPa	最大阀座泄漏量
IV	气体	0.35	$10^{-4} \times \text{阀额定容量}^a$ (m <sup>3</sup> /h)
IV-S1	气体	0.35	$5 \times 10^{-6} \times \text{阀额定容量}^a$ (m <sup>3</sup> /h)
V	气体	0.35	$10.8 \times 10^{-6} \times D$ (m <sup>3</sup> /h)
VI	气体	0.35	$3 \times 10^{-3} \times \Delta p \times \text{泄漏率系数}^b$
注1：作为试验介质的气体可以是空气、氮气或惰性气体。			
注2：D为阀座直径，单位为毫米（mm）。			
注3： $\Delta p$ 为阀门前后压差，单位为千帕（kPa）。			
<sup>a</sup> 阀额定容量按GB/T 17213.2规定的方法计算，单位为立方米每小时（m <sup>3</sup> /h）；阀额定容量为体积流量时，指在绝对压力为101.325 kPa和热力学温度为288.6 K(标准状态)或273 K（正常状态）下的测定值。			
<sup>b</sup> 泄漏率系数见附录D。			

#### 4.4.3 常温逸散性

出厂检验时，阀杆密封处应符合GB/T 26481—2022表1中A级的规定，阀体连接处应符合GB/T 26481—2022中6.2的规定。型式试验时，阀杆密封处应符合GB/T 40079—2021表1中AH等级的规定，阀体连接处应符合GB/T 40079—2021表2的规定。

#### 4.4.4 波纹管组件性能

阀门具有波纹管密封结构时，波纹管组件应符合JB/T 11150—2011中4.8的规定。

#### 4.4.5 壳体抗破裂性能

阀门壳体的承压部位应能承受4倍最大允许工作压力；对于最大允许工作压力大于10 MPa且非铸件

## GB/T 45027—2024

壳体的阀门，壳体的承压部位应能承受 2.25 倍最大允许工作压力。

### 4.4.6 防静电性能

阀门的阀体、启闭件和阀杆等各部件间应有导电性，且放电路径最大电阻不应超过  $4\ \Omega$ 。

### 4.4.7 振动和冲击性能

安装在移动式压力容器上的阀门和总重量不大于 50 kg 的气动控制阀应具有耐振动和冲击性能。经振动和冲击性能试验后，阀门的常温密封性能、常温逸散性和低温性能应符合 4.4.2、4.4.3 和 4.5 的要求。

### 4.4.8 耐火性能

有耐火性能要求的阀门，其耐火性能应符合 JB/T 6899 的规定。

### 4.4.9 紧急切断阀附加性能要求

#### 4.4.9.1 动作性能

在最大允许工作压力下能够完成关闭动作，且关闭时间应符合 GB/T 24918—2010 中 5.3 的要求。

#### 4.4.9.2 自然闭止性能

应符合 GB/T 24918—2010 中 4.8.7 的规定。

#### 4.4.9.3 空载操作寿命

应符合 GB/T 24918—2010 中 5.7 的规定。

#### 4.4.9.4 易熔元件性能

在熔融试验压力下，紧急切断阀配备的易熔元件熔融温度应为  $70\ ^\circ\text{C}\pm 5\ ^\circ\text{C}$  或按设计文件要求；在抗挤出试验压力下，易熔元件在  $60\ ^\circ\text{C}\pm 1\ ^\circ\text{C}$  或按设计文件要求的温度时，易熔塞中的易熔合金结合处不应渗漏。

### 4.4.10 气动控制阀附加性能要求

#### 4.4.10.1 基本误差

应符合 GB/T 4213 中关于基本误差的规定。

#### 4.4.10.2 回差

应符合 GB/T 4213 中关于回差的规定。

#### 4.4.10.3 死区

应符合 GB/T 4213 中关于死区的规定。

#### 4.4.10.4 额定行程偏差

应符合 GB/T 4213 中关于额定行程偏差的规定。

#### 4.4.10.5 气室密封性

应符合 GB/T 4213 中关于气室密封性的规定。

#### 4.4.10.6 流通能力

应符合 GB/T 4213 中关于额定流量系数和固有流量特性的规定。

#### 4.4.10.7 动作寿命

动作寿命试验后，气动控制阀基本误差、回差、气室密封性和填料函及其他连接处密封性能应符合 4.4.10.1、4.4.10.2、4.4.10.5 和表 3 的规定。

### 4.5 低温性能

#### 4.5.1 低温密封性能

阀门的低温密封性能应符合表 5 的要求。

表 5 低温密封性能合格指标

阀门类型	最大允许泄漏量	备注
截止阀、球阀	低压密封： $1 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	弹性密封
	高压密封： $3 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	
	低压密封： $2 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	金属密封
	高压密封： $6 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	
止回阀	高压密封： $12 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	—
气动控制阀	低压密封： $5 \times 10^{-4} \times$ 阀额定容量 (m <sup>3</sup> /h)	调节型
	高压密封： $5 \times 10^{-4} \times$ 阀额定容量 (m <sup>3</sup> /h)	
	低压密封： $1 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	切断型（弹性密封）
	高压密封： $4 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	
	低压密封： $2 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	切断型（金属密封）
	高压密封： $6 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	
紧急切断阀	低压密封： $0.67 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	—
	高压密封： $2 \times n$ (cm <sup>3</sup> /min)	
注1：阀额定容积指在绝对压力为 101.325 kPa 和热力学温度为 288.6 K（标准状态）或 273 K（正常状态）下的体积流量测量值。		
注2： $n$ 为阀门的公称尺寸 DN 后接数值。		

#### 4.5.2 低温带压启闭动作性能

阀门在低温状态下能正常启闭操作、无卡阻现象。对于手动操作的阀门，启闭阀门的最大力矩不应大于 4.3.9.3 的要求；带压启闭动作性能试验结束后的密封试验结果应不超过表 5 规定最大允许泄漏量的两倍。

#### 4.5.3 紧急切断阀低温动作性能

切断时间应符合 GB/T 24918—2010 中 5.3 的规定。

#### 4.5.4 低温逸散性

阀门的阀杆密封处应符合 GB/T 26481—2022 表 1 中 A 级的规定，阀体连接处应符合 GB/T 26481—2022 中 6.2 的规定。

#### 4.5.5 真空夹套绝热性能

真空夹套外表面应无结霜或凝聚水珠现象，漏放气速率不大于  $1.3 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

#### 4.5.6 低温试验后的常温性能

阀门在低温试验结束并恢复常温后，常温密封性能和常温逸散性应符合 4.4.2、4.4.3 的要求。

### 5 试验方法

**警示**——进行压力试验时，需要对试验用气体或液体压力的安全性以及氢气的排放进行评估；进行低温性能试验时，需要对试验用介质、试验系统、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。本文件不涉及所有可能的安全问题，使用者有责任采取适当的安全、健康和保护措施，并保证符合国家有关法律法规规定的条件。

#### 5.1 试验条件

##### 5.1.1 试验环境条件

常温性能试验环境条件：温度为  $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ；相对湿度为 20%~80%。

低温性能试验环境条件：温度为小于或等于  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ；相对湿度为 40%~80%。

##### 5.1.2 试验介质

试验介质应符合以下规定：

- 水，氯离子含量应不超过  $25 \text{ } \mu\text{g}/\text{g}$ ；
- 氦气，纯度（体积分数）不低于 99.995%，且符合 GB/T 4844 的要求；
- 氮气，纯度（体积分数）不低于 99.99%，且符合 GB/T 8979 的要求；
- 氢气，纯度（体积分数）不低于 99.999%，且符合 GB/T 3634.2 的要求；
- 液氮，符合 GB/T 8979 的要求；
- 液氢，符合 GB/T 40045 的要求。

### 5.1.3 仪器设备

测量仪器仪表及量具等设备均应在检定或校准的有效期内，测量准确度应符合表 6 的规定。

表 6 测量仪器仪表准确度要求

名称	准确度等级要求
温度测量仪表	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
压力测量仪表	$\pm 1.0\%\text{FS}$
压差计	0.25级
流量测量仪表	密封泄漏量测试用： $\pm 3.0\%\text{FS}$ ；水流量测试用： $\pm 1.0\%\text{FS}$
逸散性试验测量仪	最小可检漏率 $1 \times 10^{-10} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$
时间测量仪表	测量时间的 $\pm 1.0\%$
注：FS是测量仪表的满量程值。	

### 5.1.4 试验准备

试验前的准备工作应包括：

- a) 确认试验设备在正常的使用状态下；
- b) 配备试验需要的试验介质；
- c) 对试验阀门进行唯一性样品标识；
- d) 配置试验需要的专用工装夹具。

## 5.2 材料

### 5.2.1 化学成分分析

在承压件材料本体上或同批次试棒上的加工面采用光谱分析法分析，或进行粉末取样采用化学法分析。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 1 次。

### 5.2.2 铁素体含量检测

主要承压件材料每批（指同炉号、同制造工艺、同热处理条件）的铁素体含量按照 GB/T 13305 中的方法进行测定。

### 5.2.3 常温力学性能检测

用承压件材料同批次的试棒按 GB/T 228.1 中的方法进行测试，主要承压件材料每批（指同炉号、同制造工艺、同热处理条件）应至少检验一次力学性能。

### 5.2.4 低温冲击试验

用承压件材料同批次的试棒按 GB/T 229 的规定进行低温夏比 V 型缺口冲击试验，1 组冲击试样数量至少 3 个。

## 5.2.5 非金属密封材料氢气密封性能

### 5.2.5.1 试验要求

试验应符合以下要求：

- a) 在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的常温条件下进行试验；
- b) 试验介质为氢气；
- c) 试验压力为阀门最大允许工作压力。

### 5.2.5.2 试验方法

按以下试验顺序进行试验：

- a) 试验阀门处于开启位置，封闭阀门出口，入口连接至氢气源；
- b) 以阀门在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的最大允许工作压力施加氢气至少70 h；
- c) 达到试验时间后，迅速将试验压力降至大气压力；
- d) 封闭阀门的进、出口端，从入口端通入氢气，加压到5.2.5.1规定的试验压力，试验压力持续时间为1 min，对阀门外部的泄漏情况进行检测。

## 5.2.6 无损检测

无损检测应符合以下要求：

- a) 射线检测方法按JB/T 6440—2008及NB/T 47013.2—2015的规定；
- b) 堆焊面的渗透检测方法按GB/T 22652的规定，其他部位的渗透检测方法按NB/T 47013.5—2015的规定；
- c) 超声检测方法按NB/T 47013.3的规定。

## 5.3 结构设计

5.3.1 审核检查厂家提供的设计文件，使用计量合格的量具或仪器测量阀门的结构长度、连接端尺寸和阀体、阀盖壁厚。

5.3.2 目视检查承压件外观质量，铸钢件的表面使用JB/T 7927中的图样所对应的照片进行对比，比对面积应与图片大小相同。

## 5.4 脱脂检查

按照HG 20202的要求对阀门进行脱脂检查。

## 5.5 常温性能

### 5.5.1 壳体强度

5.5.1.1 按照GB/T 13927—2022中6.1规定的方法对试验阀门进行壳体试验。

5.5.1.2 试验介质为水时，试验压力为阀门在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时最大允许工作压力的1.5倍；试验介质是气体时，试验压力为阀门在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时最大允许工作压力的1.1倍。

5.5.1.3 试验最少持续时间为5 min，在试验持续时间内以及试验结束后应对试验阀门进行目视检查。

5.5.1.4 使用气体介质进行壳体强度试验时，应先进行液体介质的壳体强度试验，在液体介质的试验合格后，才允许进行气体介质的壳体强度试验，并采取相应的安全保护措施。

5.5.1.5 进行液体介质的壳体试验可在阀门整体装配前进行。

## 5.5.2 常温密封性能

5.5.2.1 出厂检验应采用氦气或氮气作为试验介质，型式试验宜采用氦气作为试验介质。

5.5.2.2 紧急切断阀按照 GB/T 24918—2010 中 5.2.2 规定的方法进行密封试验。高压气密封试验压力为阀门在 20℃ 时最大允许工作压力的 1.1 倍，低压气密封试验压力为 0.1 MPa，试验最小持续时间为 5 min。

5.5.2.3 气动控制阀按照 GB/T 4213 中规定的试验方法进行填料函及其他连接处密封性和泄漏量试验。填料函及其他连接处密封性的试验压力为阀门在 20℃ 时最大允许工作压力的 1.1 倍，阀座密封试验压力为 0.35 MPa，试验最小持续时间为 5 min。

5.5.2.4 其他类型阀门按照 GB/T 13927—2022 中 6.3 规定的方法进行密封试验。高压气密封试验压力为阀门在 20℃ 时最大允许工作压力的 1.1 倍，低压气密封试验压力为 0.6 MPa±0.1 MPa，试验最小持续时间为 5 min。

## 5.5.3 常温逸散性

5.5.3.1 试验介质为氦气，氦气纯度应满足 5.1.2 的规定。

5.5.3.2 阀门进行型式试验时，应按照 GB/T 40079—2021 的要求进行常温状态下的逸散性试验，在试验持续时间内应对阀杆密封处和阀门壳体连接部位密封处的泄漏量进行测量。

5.5.3.3 阀门进行出厂检验时，按照 GB/T 26481—2022 的要求进行常温状态下的逸散性试验，在试验持续时间内应对阀杆密封处和阀门壳体连接部位密封处的泄漏量进行测量。

## 5.5.4 波纹管组件性能

按照 JB/T 11150—2011 中 6.1 的要求对试验阀门的波纹管组件进行强度、密封及氦气泄漏试验。

## 5.5.5 壳体抗破裂性能

### 5.5.5.1 试验要求

壳体破裂试验应在阀门所有试验项目完成后进行，试验时应移除阀内件并安装必要的试验工装，或使用独立的同批次壳体样品进行，试验后的壳体不应销售或使用。

### 5.5.5.2 试验方法

按以下试验顺序进行试验：

- a) 封闭阀门的进出各端口，向壳体内充入水，排净壳体腔内的空气，逐渐加压至试验压力；
- b) 试验压力为阀门在 20℃ 时最大允许工作压力的 4 倍；对于最大允许工作压力大于 10 MPa 且非铸件壳体的阀门，试验压力为阀门在 20℃ 时最大允许工作压力的 2.25 倍。试验压力持续时间为 1 min。

## 5.5.6 防静电性能

对阀门干燥处理并进行不少于 5 次的启闭操作后，使用不超过 12 V 的直流电源对阀体、启闭件和阀杆等各部件间进行电阻测量。

## 5.5.7 振动和冲击性能

### 5.5.7.1 振动试验

5.5.7.1.1 振动试验应按照 GB/T 2423.10 的要求进行，对阀门安装位置的前后、左右、上下的正交三方

向施加振动，方向顺序任意。

5.5.7.1.2 阀门在振动试验机上的安装，应采用与阀门正常工作时相近似的安装方法和安装位置，且阀门应处于关闭状态。

5.5.7.1.3 首先进行扫频振动试验，检测并记录每个振动方向有无共振频率，随后进行耐久性振动试验。

5.5.7.1.4 耐振动试验参数见表 7。

表 7 耐振动试验参数

扫频振动试验			耐久性振动试验			
频率范围	幅值	每个轴向上的扫频循环次数（持续时间）	无共振			有共振
			频率范围	在每一轴线方向上的扫频循环数		每个危险频率 每个轴向上的振动持续时间
	加速度10 m/s <sup>2</sup>	加速度20 m/s <sup>2</sup>				
10 Hz ~ 150 Hz	0.35 mm 或 50 m/s <sup>2</sup>	1次（8 min）	10 Hz ~ 150 Hz	20次	20次	30 min

5.5.7.1.5 试验结束后，首先进行外部检查，阀门零部件应无损伤，紧固件应无松脱，再进行冲击试验。

5.5.7.2 冲击试验

5.5.7.2.1 阀门在冲击试验机上的安装，应采用与阀门正常工作时相近似的安装方法和安装位置，且阀门应处于关闭状态。

5.5.7.2.2 抗冲击试验应按照 GB/T 2423.5 规定的方法进行，对阀门安装位置的前后、左右、上下的正交三方向施加冲击，冲击次数各为 1 000 次。

5.5.7.2.3 抗冲击试验参数见表 8。

表 8 抗冲击试验参数

加速度波形		持续时间	每个方向上的冲击次数	波形
100 m/s <sup>2</sup>	10 g <sub>n</sub>	16 ms	1 000次	半正弦 或后峰锯齿 或梯形

5.5.7.2.4 试验结束后，首先进行外部检查，阀门零部件应无损伤，紧固件应无松脱，再进行常温、低温状态下的密封性能、逸散性试验。

5.5.8 耐火性能

应按 JB/T 6899 规定的方法进行耐火性能试验。

5.5.9 紧急切断阀附加性能

5.5.9.1 动作性能

按阀门流向要求通入最大允许工作压力的试验介质后，关闭紧急切断阀，测量阀门的关闭时间。

### 5.5.9.2 自然闭止性能

按照 GB/T 24918—2010 中 5.4 的要求对紧急切断阀进行自然闭止性能试验，在试验结束后应对试验阀门进行目视检查。

### 5.5.9.3 空载操作寿命

按照 GB/T 24918—2010 中 5.7 的要求对紧急切断阀进行空载操作寿命试验，在试验结束后应对试验阀门进行密封性能试验。

### 5.5.9.4 易熔元件性能

按照 GB/T 24918—2010 中 5.8 的试验方法及要求对紧急切断阀配备的易熔元件进行熔融温度试验和抗挤出试验温度试验，在试验持续时间内对易熔元件进行目视检查。

## 5.5.10 气动控制阀附加性能

### 5.5.10.1 基本误差

按照 GB/T 4213 中基本误差的试验方法测量气动控制阀在规定输入信号所对应的行程值，并按照 GB/T 4213 中基本误差的计算公式计算基本误差。

### 5.5.10.2 回差

按照 GB/T 4213 中回差的试验方法测量气动控制阀在规定输入信号所对应的正反行程值并计算回差。

### 5.5.10.3 死区

按照 GB/T 4213 中死区的试验方法测量气动控制阀在规定行程位置所对应的输入信号变化值并计算死区。

### 5.5.10.4 额定行程偏差

按照 GB/T 4213 中额定行程偏差的试验方法测量并计算气动控制阀的额定行程偏差。

### 5.5.10.5 气室密封性

按照 GB/T 4213 中气室密封性的试验方法测量气动控制阀气动执行机构的气室密封性。

### 5.5.10.6 流通能力

按照 GB/T 4213 中额定流量系数和固有流量特性的试验方法测量气动控制阀的额定流量系数和固有流量特性，并按照 GB/T 4213 中流量系数计算公式计算气动控制阀的流量系数。对于公称通径大于 DN300 的气动控制阀免于本项试验。

### 5.5.10.7 动作寿命

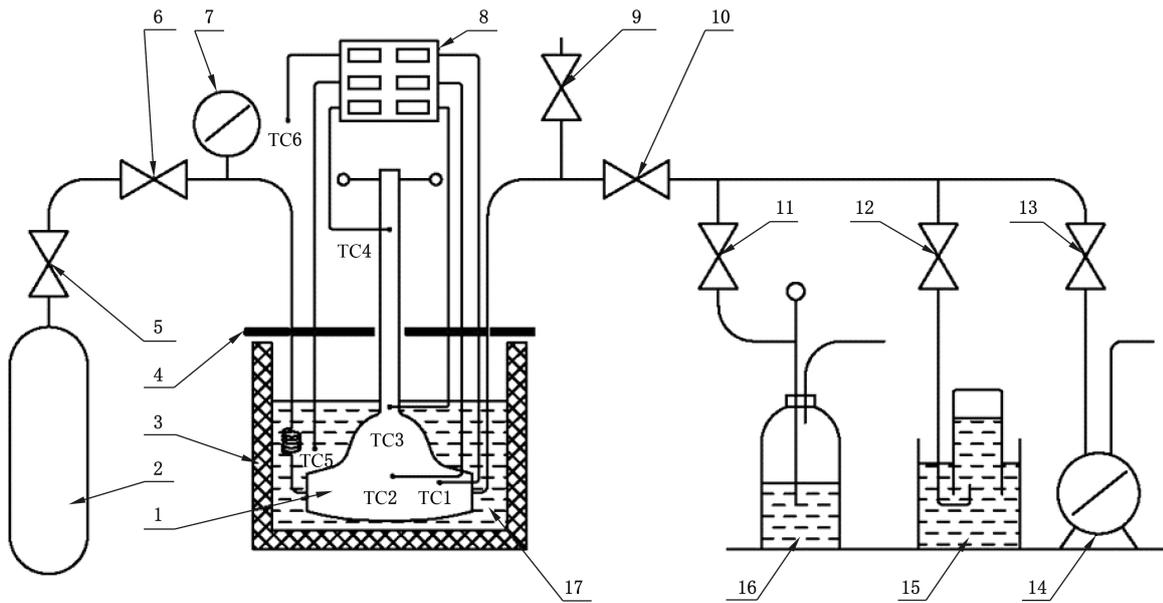
按照 GB/T 4213 中动作寿命的试验要求，对气动控制阀进行动作寿命试验，动作次数不少于 10 000 次，动作寿命试验完成后应按 5.5.10.1、5.5.10.2、5.5.10.5 和 5.5.2.3 的规定进行气动控制阀基本误差、回差、气室密封性和填料函及其他连接处密封性试验。

5.6 低温性能

5.6.1 低温试验装置

5.6.1.1 外部冷却法试验装置

外部冷却法低温性能试验装置示意图见图8。



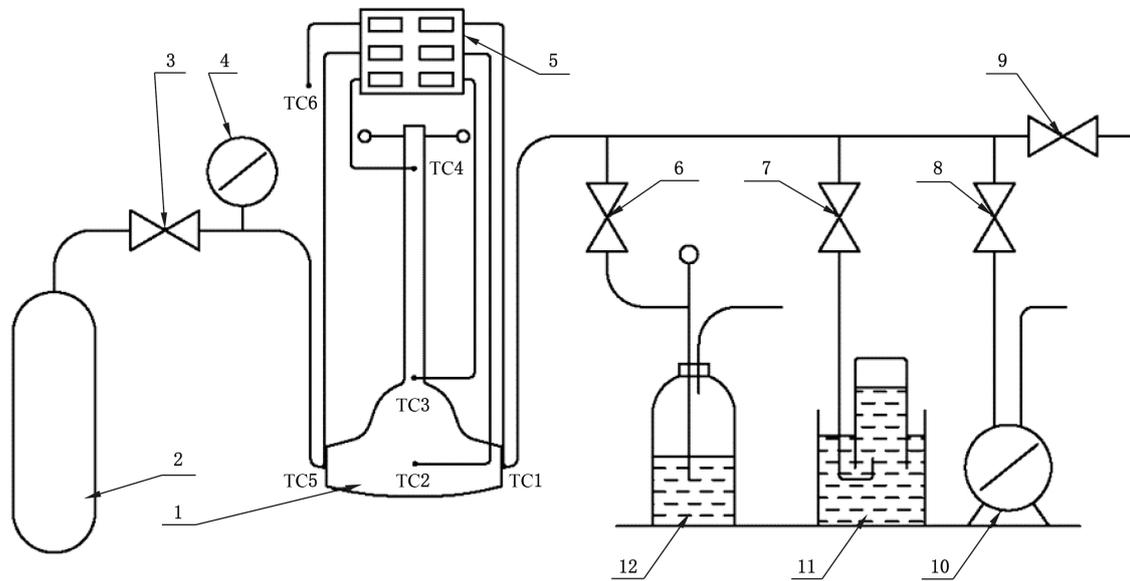
标引说明：

- |     |               |     |                |     |           |
|-----|---------------|-----|----------------|-----|-----------|
| 1   | ——试验阀门；       | 7   | ——压力表；         | 13  | ——密封测试阀；  |
| 2   | ——氮气瓶；        | 8   | ——温度显示仪表；      | 14  | ——流量计；    |
| 3   | ——低温试验槽；      | 9   | ——排空/回收阀；      | 15  | ——集气检测器；  |
| 4   | ——保温上盖；       | 10  | ——下游隔离阀；       | 16  | ——酒精计泡器；  |
| 5   | ——气瓶调节阀       | 11  | ——密封测试阀；       | 17  | ——冷却介质。   |
| 6   | ——上游隔离阀；      | 12  | ——密封测试阀；       |     |           |
| TC1 | ——阀体内部气相空间温度； | TC3 | ——阀体加长颈下部外部温度； | TC5 | ——冷却介质温度； |
| TC2 | ——阀体外壁温度；     | TC4 | ——填料函部位外部温度；   | TC6 | ——环境温度。   |

图8 外部冷却法低温性能试验装置示意图

## 5.6.1.2 内部冷却法试验装置

内部冷却法低温性能试验装置示意图见图9。



标引说明：

1	——试验阀门；	4	——压力表；	7	——密封测试阀；	10	——流量计；
2	——低温介质储罐；	5	——温度显示仪表；	8	——密封测试阀；	11	——集气检测器；
3	——上游隔离阀；	6	——密封测试阀；	9	——预冷泄出阀；	12	——酒精计泡器。
TC1	——阀门出口连接处内部介质温度；	TC4	——填料函部位外部温度；				
TC2	——阀体外壁温度；	TC5	——阀门入口连接处内部介质温度；				
TC3	——阀体加长颈下部外部温度；	TC6	——环境温度。				

图9 内部冷却法低温性能试验装置示意图

## 5.6.2 低温试验装置的基本要求

## 5.6.2.1 通用要求

5.6.2.1.1 低温性能试验装置应从健康、安全和环境等方面进行评估，并设置安全预防措施，确保试验装置牢固可靠，确保试验人员人身安全。试验人员应经过相关专业培训，具备安全意识和设备操作能力。试验人员应配备具有防冻、防静电功能的劳动保护用品。

5.6.2.1.2 所有贮存容器、输送管道及有关设备都应设置良好的接地装置，并应定期检查接地装置的完好性。试验系统中如存在死腔，为确保试验安全，应设置安全阀。

5.6.2.1.3 低温试验系统管路连接宜采用焊接连接，管路结构应留有充分的低温收缩余量。试验系统中应安置过滤器，其过滤精度不大于  $10\ \mu\text{m}$ 。

5.6.2.1.4 试验介质为氢介质的试验装置和场所应符合 GB 4962、GB 50177 及 GB/T 29729 的规定，试验时所用控制气体应为氮气或氦气。

5.6.2.1.5 低温试验场所内电气设施的选型，不应低于 GB/T 3836.1 规定的级别、组别 II CT1；防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP67。

5.6.2.1.6 阀门的低温性能试验应在常温性能试验合格后进行。

5.6.2.1.7 采用液氢作为试验介质进行低温试验时，应在低温试验结束后使用氦气对试验系统进行吹除。

5.6.2.1.8 采用液氮为冷却介质的低温性能试验宜采用外部冷却法进行试验。

5.6.2.1.9 采用液氢为冷却介质或试验介质的低温性能试验宜采用内部冷却法进行试验。

5.6.2.1.10 带有完整真空夹套的低温阀门应采用内部冷却法进行试验。

5.6.2.1.11 采用液氢为冷却介质或试验介质进行低温性能试验时，应在采用液氮为冷却介质的低温性能试验合格后进行。

#### 5.6.2.2 试验装置的材料要求

组成低温试验装置的各部件（包括管路、盲板、紧固件等），凡处于低温环境或自身可能处于低温状态下的，均采用耐低温材料制造，承压部件应采用奥氏体不锈钢制造，密封垫片宜采用 PCTFE 或金属缠绕石墨（或 PTFE）垫片。

#### 5.6.2.3 低温储罐

低温储罐应符合以下要求。

- a) 低温试验介质为液氮时，可选择固定式真空绝热深冷压力容器，其应符合 GB/T 18442（所有部分）的规定；或选择焊接绝热气瓶，其应符合 GB 24159 的规定。
- b) 低温试验介质为液氢时，应使用液氢用真空绝热压力容器，其应符合 GB/T 29729 及相关标准的规定。

#### 5.6.2.4 压力测量仪器

试验时可采用低温压力传感器或压力表进行压力测量。当采用压力表进行测量时，最大测试压力应在压力表量程最大值的  $1/3 \sim 2/3$  之间，压力表的引出管路应加长，其长度以靠近压力表的管路表面不产生霜冻为限。

#### 5.6.2.5 流量计

低温阀门阀座的泄漏量采用流量计在常温状态下测量时，流量计的标定介质应与试验介质相同。

#### 5.6.2.6 温度传感器

温度传感器应符合以下要求：

- a) 应能适应最低试验温度的低温环境；
- b) 使用外部冷却法进行低温性能试验时，应在阀体内部的气相空间、阀体外部及其阀体加长颈下部以及冷却介质中放置温度传感器，具体位置见图8；
- c) 使用内部冷却法进行低温性能试验时，应在试验入口管路内、阀体外部及其阀体加长颈下部、试验出口管路内放置温度传感器，具体位置见图9。

#### 5.6.2.7 低温试验槽

低温试验槽应符合以下要求：

- a) 低温试验槽应设计成敞口双层结构，内胆应具有适度的厚度和筋板加强结构，能承受盛放的冷却介质、试验阀门及其试验附件的重量以及在试验件吊装过程中可能产生的冲击，试验槽内、外壁间应形成绝热结构，并配有开合式保温上盖；
- b) 试验槽底部应设置能够固定试验阀门并使其高度可调的固定和支撑机构，应能承受试验阀门启、闭操作时所产生的力矩；
- c) 低温试验槽宜采用沉地式设计，其周围应留有宽度不少于1 m的安全通道。

### 5.6.2.8 试验管路系统

试验管路系统符合以下要求：

- a) 试验管路系统应能满足试验压力和温度下对试验阀门的加压、保压及卸压的操作要求；
- b) 试验管路系统应能承受不小于试验压力的1.5倍，并评估压力峰值冲击的影响；
- c) 试验管路系统应评估系统的安全性，并应设置紧急泄压结构；
- d) 使用排液集气法或气泡法进行泄漏量检测时，检测管路应设置合理的结构，防止检测用液体介质被吸入泄漏检测管路中。

### 5.6.2.9 冷却和试验介质要求

冷却和试验介质符合以下要求：

- a) 使用外部冷却法进行低温性能试验时，冷却介质为液氮时，试验介质可为氦气或氢气；
- b) 使用内部冷却法进行低温性能试验时，试验介质可为液氢、液氮，或其对应温区的蒸发气。

### 5.6.2.10 阀座密封泄漏量检测方法

#### 5.6.2.10.1 检测方法种类

泄漏量检测方法可选择流量计法、排液集气法或气泡法。

#### 5.6.2.10.2 流量计法

应在流量计读数稳定后进行泄漏率检测，试验持续时间不少于5 min或相关产品标准要求。

#### 5.6.2.10.3 排液集气法

使用排液集气法进行阀座密封泄漏量检测时应符合以下要求：

- a) 检测用液体介质为清洁的水或酒精；
- b) 泄漏检测导出管应浸入液面以下不大于5 mm；
- c) 在各试验参数稳定后进行泄漏率检测，试验最短持续时间不少于5 min或相关产品标准要求。

#### 5.6.2.10.4 气泡法

使用气泡法进行阀座密封泄漏量检测时应符合以下要求：

- a) 检测用液体介质为清洁的水或酒精；
- b) 泄漏检测导出管内径为4 mm，壁厚为1 mm，浸入液面以下不大于5 mm；
- c) 在各项试验参数稳定后进行泄漏率检测，记录气泡逸出数量，试验最短持续时间不少于5 min或相关产品标准要求。

### 5.6.2.11 阀门壳体连接部位及阀杆密封泄漏量检测方法

按照 GB/T 40079—2021 规定的方法进行检测。

## 5.6.3 外部冷却法低温性能试验方法

### 5.6.3.1 试验前准备

试验前应将阀门部件清洗、脱脂并干燥，试验环境应洁净、防尘、通风。

5.6.3.2 阀门的安装

按图 8 所示，将阀门安装并固定在低温试验槽中，阀杆应垂直放置（止回阀应水平放置），连接好所有的管路和接头，应确保阀门填料压盖位于试验槽箱盖以上。

5.6.3.3 吹除和置换

开启试验阀门，用 0.2 MPa 的氦气介质由进口端连续通过阀腔，置换阀腔内的空气，持续 1 min~2 min 后关闭试验装置的上、下游隔离阀。应确保低温试验结束前，试验阀门内部为氦气正压保护并与大气隔离，防止外部空气进入阀门内腔以及试验管路。

5.6.3.4 阀门的预冷

完成阀门安装及气体置换后，向试验槽中注入冷却介质，在阀门浸泡冷却以及试验过程中应维持冷却介质液面位于阀体与加长颈连接部位上端 25 mm 处。冷却过程中应保持阀门内部为氦气正压保护。当温度传感器 TC1、TC2 的温度示值达到表 9 的规定并持续稳定 5 min 后，开始进行低温试验。温度传感器测量阀门温度的部位设置应按 5.6.2.6 的要求。

表 9 低温试验温度要求

冷却方法	冷却介质	温度传感器 TC1 温度示值 ℃	温度传感器 TC2 温度示值 ℃
外部冷却法	液氮	$-196^{+5}_0$	-196
	液氮	$\leq -253$	$\leq -253$
	液氢 <sup>a</sup>	$-253^{+5}_0$	$-253^{+2}_0$
内部冷却法	液氮	$-196^{+5}_0$	温度基本稳定，5 min 内温度变化不大于 ±5℃
	液氮	$\leq -253$	温度基本稳定，5 min 内温度变化不大于 ±5℃
	液氢	$-253^{+12}_0$	温度基本稳定，5 min 内温度变化不大于 ±5℃
注：液氢温度与压力对应表见附录 E。			
<sup>a</sup> 考虑到试验安全，不推荐使用液氢为冷却介质进行外部冷却法的低温试验。			

5.6.3.5 低压启闭动作性能和低压密封性能（止回阀不适用）

按下列步骤进行试验。

- a) 将试验阀门开启至全开位置，打开下游隔离阀，当见到出口有气体逸出时，关闭下游隔离阀，将阀腔内压力稳定在 0.2 MPa 后，按规定的力矩启闭阀门 5 次。
- b) 完成最后一次开关动作后，按规定的力矩关闭试验阀门。将阀门入口压力稳定在 0.2 MPa 后，测量阀座的泄漏量。

5.6.3.6 高压密封性能（止回阀不适用）

按下列步骤进行试验。

- a) 高压密封试验时应注意试验的危险性，应从较低压力开始试验，并按照测试压力增量值逐渐增加压力，直至达到阀门最大允许工作压力。
- b) 在试验温度下，按规定的力矩关闭试验阀门，逐渐增加测试压力，测试压力增量值按表 10 的规定。每增压一次，都应确保试验压力的稳定，每次稳压时间不少于 3 min。测量并记录每次稳压

后的阀座泄漏量。若泄漏量超过规定值，则停止试验。

- c) 在阀门最大允许工作压力下，按流向标志进行密封性能试验。
- d) 气动控制阀（切断型）密封性能试验压力为最大允许工作压差，执行机构的信号压力为设计规定输入信号压力。
- e) 气动控制阀（调节型）密封试验压力为0.6 MPa，气开式控制阀执行机构的信号压力应为零，气关式控制阀执行机构的信号压力为规定输入信号压力的上限值加20%。

表 10 阀座密封测试压力增量值

公称压力	最大试验压力 MPa	测试压力增量值 MPa	压力等级
PN 16	1.6	0.4	—
PN 20	2.0	0.5	Class 150
PN 25	2.5	0.5	—
PN 40	4.0	1.0	—
PN 50	5.0	1.0	Class 300
PN 63	6.3	1.25	Class 400
PN 100	10.0	2.0	Class 600
PN 160	16.0	2.0	Class 900

#### 5.6.3.7 止回阀密封性能

按下列步骤进行试验。

- a) 预冷结束后，在试验温度下由止回阀出口端通入测试介质。
- b) 按照测试压力增量值逐渐增加压力，直至达到试验阀门最大允许工作压力。
- c) 高压密封性能试验测试压力增量值按表10的规定。每增压一次，都应确保试验压力的稳定，每次稳压时间不少于3 min。测量并记录每次稳压后的阀座泄漏量。若泄漏量超过规定值，则停止试验。

#### 5.6.3.8 低温带压启闭动作性能（止回阀不适用）

按下列步骤进行试验：

- a) 关闭低温试验装置出口端的排空/回收阀和下游隔离阀，开启试验阀门和上游隔离阀，将阀门内充入不小于50%最大允许工作压力的试验介质，然后关闭试验阀门，开启排空/回收阀，释放试验阀门出口侧压力后开启试验阀门，完成一次低温带压启闭动作性能试验操作；
- b) 按照步骤a)循环操作，当使用液氮为冷却介质进行低温性能试验时，应进行5次低温带压启闭动作性能试验操作；当使用液氢或液氦为冷却介质进行低温性能试验时，应进行100次低温带压启闭动作性能试验操作；
- c) 进行低温带压启闭动作性能试验时，应检查阀门的动作灵活性并测量启闭阀门所需的最大操作力，最大操作力应符合4.3.9.3的要求；
- d) 低温带压启闭动作性能试验结束后，按照5.6.3.6的要求再次进行低温高压密封性能试验，试验结果应符合4.5.2的要求。

#### 5.6.3.9 紧急切断阀动作性能

紧急切断阀应按照 GB/T 24918—2010 中 5.3 的要求进行动作性能试验，在试验时应对紧急切断阀

的启闭时间进行测量。

#### 5.6.3.10 低温逸散性

按下列步骤进行试验：

- a) 高压密封性能试验完成后，将试验阀门部分开启，将压力升至最大允许工作压力，保压15 min，将试验阀门保持在低温试验槽中，测量阀杆填料部位以及阀体与阀盖连接部位的泄漏量；
- b) 逸散性试验方法应按GB/T 26481—2022的规定执行。

#### 5.6.4 内部冷却法低温性能试验方法

##### 5.6.4.1 试验前准备

按 5.6.3.1 的要求。

##### 5.6.4.2 试验系统的绝热处理

低温介质贮存的容器和低温介质试验的管路、阀门等都应进行绝热处理。可采用抽空外层夹套的方法以获得不大于 0.013 Pa 的真空绝热条件，也可采用聚氨酯发泡绝热，发泡厚度应不小于 100 mm。

##### 5.6.4.3 吹除和置换

按 5.6.3.3 的要求。

##### 5.6.4.4 阀门的预冷

打开试验阀门，将冷却介质通入试验系统，开启预冷泄出阀，当温度传感器 TC1、TC2 的温度示值达到表 9 的规定并持续稳定 5 min 后，可认为预冷结束。温度传感器的设置部位按 5.6.2.6 规定。

##### 5.6.4.5 低压启闭动作性能和密封性能（止回阀不适用）

按下列步骤进行试验：

- a) 从试验阀门进口端通入试验压力为 0.2 MPa 的低温介质，按规定的力矩启闭阀门 5 次；
- b) 完成最后一次开关动作后，按规定的力矩关闭试验阀门，将阀门入口压力稳定在 0.2 MPa，保持 5 min 后，关闭预冷泄出阀，打开密封测试阀，测量阀座的泄漏量。

##### 5.6.4.6 高压密封性能（止回阀不适用）

按下列步骤进行试验：

- a) 从试验阀门进口端通入试验压力为最大允许工作压力的低温介质，按规定的力矩关闭试验阀门，保持 5 min 后，关闭预冷泄出管，打开密封测试阀，测量阀座的泄漏量；
- b) 气动控制阀（切断型）高压密封性能试验压力为最大允许工作压差，执行机构的信号压力为设计规定输入信号压力；
- c) 气动控制阀（调节型）密封试验压力为 0.6 MPa，气开式控制阀执行机构的信号压力应为零，气关式控制阀执行机构的信号压力为规定输入信号压力的上限值加 20%。

##### 5.6.4.7 止回阀密封性能

预冷结束后，从出口端通入最大允许工作压力的测试介质，从进口端测量并记录阀座泄漏量。

#### 5.6.4.8 低温带压启闭动作性能（止回阀不适用）

按下列步骤进行试验：

- a) 关闭低温试验装置出口端的密封测试阀，按顺序开启预冷泄出阀、试验阀门和上游隔离阀，从试验阀门进口端通入试验压力为不小于最大允许工作压力的50%的低温介质，然后关闭试验阀门，当试验阀门的出口端压力释放后，开启试验阀门，完成一次低温带压启闭动作性能试验操作；
- b) 按照步骤a)要求循环操作，当使用液氮为冷却介质进行低温性能试验时，应进行5次低温带压启闭动作性能试验操作；当使用液氢或液氦为冷却介质进行低温性能试验时，应进行100次低温带压启闭动作性能试验操作；
- c) 进行低温带压启闭动作性能试验时，应检查阀门的动作灵活性并测量启闭阀门所需的最大操作力，最大操作力应符合4.3.9.3的要求；
- d) 低温带压启闭动作性能试验结束后，按照5.6.4.6的要求再次进行低温高压密封性能试验，试验结果应符合4.5.2的要求。

#### 5.6.4.9 紧急切断阀动作性能

紧急切断阀应按照 GB/T 24918—2010 中 5.3 的要求进行动作性能试验，在试验时应对紧急切断阀的启闭时间进行测量。

#### 5.6.4.10 低温逸散性

按下列步骤进行试验：

- a) 高压密封性能试验完成后，关闭预冷泄出阀和密封测试阀，将阀门部分开启，将压力升至最大允许工作压力，保压5 min，测量阀杆填料部位以及阀体与阀盖连接部位的泄漏量；
- b) 逸散性试验方法应按GB/T 26481—2022的规定执行。

#### 5.6.5 真空夹套绝热性能

具有真空绝热结构的阀门，应对真空夹套内腔抽真空，使腔内真空压力不大于0.013 Pa。

使用灵敏度高于 $1 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的氦质谱仪检测阀体在真空夹套内的焊缝和真空夹套焊缝的漏放气速率，漏放气速率均不大于 $1.3 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

漏放气速率检测合格后，进行漏放气速率试验。在真空夹套内腔真空压力不大于0.013 Pa后，静置24 h，测定真空夹套的漏放气速率，总漏放气速率应不大于 $1.3 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。漏放气速率按公式（1）计算：

$$Q = \frac{p_2 - p_1}{t} \times V \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Q$  —— 气体泄漏率，单位为帕立方米每秒（ $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ）；

$p_1$  —— 试验开始时真空夹套内腔压力，单位为帕（Pa）；

$p_2$  —— 试验结束时真空夹套内腔压力，单位为帕（Pa）；

$t$  —— 试验时间，单位为秒（s）；

$V$  —— 真空夹套内腔容积，单位为立方米（ $\text{m}^3$ ）。

采用内部冷却法进行阀门低温性能试验时，应进行真空夹套低温绝热性能检查，真空夹套外表面应无结霜或凝聚水珠现象。

### 5.6.6 低温试验后的常温性能

试验阀门恢复环境温度后，宜在烘干箱内进行烘干，烘干温度为 50℃~55℃，保温时间 2 h。

将阀门恢复到环境温度后，按 5.5.2、5.5.3 的要求进行常温密封性能和常温逸散性试验，测量并记录阀门的泄漏率、启闭力矩。

### 5.7 标志检查

目视检查阀体、标牌及介质流向标识，检查内容如下：

- a) 阀体表面铸造、锻造或打印标志内容；
- b) 铭牌标志内容；
- c) 流向方向标识（有介质流向要求的阀门）。

## 6 检验规则

### 6.1 出厂检验

阀门应逐台进行出厂检验，检验合格后方可出厂。出厂检验项目应符合表 11 的规定。

### 6.2 型式试验

#### 6.2.1 有下列情况之一时，应进行型式试验：

- 新产品的试制、定型、鉴定；
- 正式生产时，定期或积累一定产量后应当周期性进行一次检验；
- 正式生产后，如产品的结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能；
- 产品长期停产后恢复生产时。

6.2.2 型式试验项目应符合表 11 的规定，型式试验的全部检验项目合格后方可批量生产。

表 11 检验项目

检验试验项目	截止阀		止回阀		球阀		紧急切断阀		气动控制阀		技术要求章条编号	检验试验方法章条编号	
	出厂检验	型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验	型式试验			
材料	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.2	5.2	
结构设计及承压件外观质量	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.3	5.3	
脱脂	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.1.9	5.4	
壳体强度	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.4.1	5.5.1	
常温密封性能	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.4.2	5.5.2	
常温逸散性	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.4.3	5.5.3	
波纹管组件	—	√	—	—	—	—	—	○	—	○	4.4.4	5.5.4	
非金属密封材料氢气密封性能	—	○	—	○	—	○	—	○	—	○	4.2.10	5.2.5	
壳体抗破裂性能	—	√	—	√	—	√	—	√	—	√	4.4.5	5.5.5	
防静电性能	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.4.6	5.5.6	
振动和冲击性能	—	○	—	○	—	○	—	○	—	○	4.4.7	5.5.7	
耐火性能	—	○	—	○	—	○	—	○	—	○	4.4.8	5.5.8	
紧急切断阀附加性能	—	—	—	—	—	—	√	√	—	—	4.4.9	5.5.9	
气动控制阀附加性能	—	—	—	—	—	—	—	—	√ <sup>a</sup>	√ <sup>a</sup>	4.4.10	5.5.10	
液氮温度低温性能试验	低温密封性能	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.5.1	5.6	
	低温带压启闭性能	√	√	—	—	√	√	√	√	√	4.5.2	5.6	
	紧急切断阀低温动作性能	—	—	—	—	—	—	√	√	—	—	4.5.3	5.6
	低温逸散性	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.5.4	5.6	
	真空夹套绝热性能	○	○	○	○	○	○	○	○	○	4.5.5	5.6	
	低温试验后的常温性能	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	4.5.6	5.6
液氢温度低温性能试验	低温密封性能	—	√	—	√	—	√	—	√	—	√	4.5.1	5.6
	低温带压启闭性能	—	√	—	—	—	√	—	√	—	√	4.5.2	5.6

表 11 检验项目（续）

检验试验项目		截止阀		止回阀		球阀		紧急切断阀		气动控制阀		技术要求章条编号	检验试验方法章条编号
		出厂检验	型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验	型式试验		
液氢温度 低温性能 试验	紧急切断 阀低温动 作性能	—	—	—	—	—	—	—	√	—	—	4.5.3	5.6
	低温逸 散性	—	√	—	√	—	√	—	√	—	√	4.5.4	5.6
	真空夹套 绝热性能	—	○	—	○	—	○	—	○	—	○	4.5.5	5.6
	低温试验 后的常温 性能	—	√	—	√	—	√	—	√	—	√	4.5.6	5.6
标志		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	7	5.7
注：“√”为检验项目；“—”为不检验项目；“○”为阀门特有结构或要求的检验项目。													
*对于切断型气动控制阀不进行基本误差、回差、死区试验。													

6.2.3 型式试验的样品抽样可在生产线的终端经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，或从已供给用户但未使用并保持出厂状态的产品中随机抽取1台。对整个系列产品进行质量考核时，根据该系列范围大小情况从中抽取2个或3个典型规格进行试验。

## 7 标志

### 7.1 一般要求

阀门应按 GB/T 12220 的规定进行标记，并应符合本文件的规定。阀门的标牌材料应采用奥氏体不锈钢。

### 7.2 阀体上的标记

在阀体上至少应标示以下标记：

- 制造厂名称或商标标志；
- 阀体材料；
- 公称压力或压力等级；
- 阀体材料批号；
- 产品生产系列编号。

### 7.3 标牌上的标志

在阀门标牌上至少应包括以下内容：

- 制造厂名称；
- 公称压力或压力等级；
- 公称尺寸或管道名义直径数；
- 最大允许工作压力；
- 额定最低温度；
- 阀体、阀盖、阀杆、阀瓣和阀座密封件的材料牌号；
- 产品执行的标准编号；
- 产品出厂编号。

### 7.4 其他标记

7.4.1 带有耐火结构的阀门应标记“FD”。

7.4.2 若阀门设计制造为单向流时，应在阀体上注有允许流向“箭头”的永久标记，或用一个独立的流向“箭头”标牌牢固地固定到阀体与阀盖连接的法兰上。

## 8 包装和储运

8.1 阀门除驱动装置外，其内外表面不应涂漆或喷涂任何防锈层。

8.2 在检验和试验完成后，应保持阀门内部无油、无杂物及干燥，整台阀门应当封闭包装，宜使用充氮保护。

8.3 阀门的包装、运输和储存应符合 JB/T 7928 的规定。

8.4 包装场地应清洁、干燥，包装时应采取适当的防护措施，阀门不应与裸手及不洁的物件接触，并防止铁离子污染。

8.5 包装材料应能满足环境腐蚀要求，应采用防潮材料进行包裹和封闭。

8.6 阀门在运输、存放过程应采取必要的防护措施，防止因暴露于盐雾或大气中而受到氯离子腐蚀。

8.7 阀门应贮存在干燥、通风的室内，不应露天存放。

附 录 A  
( 规范性 )  
焊接要求

### A.1 焊前准备和施焊环境

焊前准备和施焊环境应符合 GB/T 150.4 的规定。

### A.2 焊接工艺

**A.2.1** 阀门承压部件焊接前应按本文件及 NB/T 47014—2011 进行焊接工艺评定，并应符合 GB/T 150.4 的规定及设计文件要求。

**A.2.2** 阀门承压部件的焊接工艺评定测试要求按表 A.1，其他部位的焊接工艺评定应符合 NB/T 47014—2011 的要求。用于试验的试样取样方法按 NB/T 47014—2011 的规定进行。

表 A.1 阀门承压部件焊接工艺评定要求

序号	试验项目	试验数量	试验温度	合格指标	试验方法	备注
1	横向拉伸	焊接接头：2个	室温	强度：符合NB/T 47014—2011中6.4.1.5.4	GB/T 228.1	—
2	横向弯曲	面弯+背弯： 2个+2个 或侧弯：4个	室温	符合NB/T 47014—2011中6.4.1.6.4	GB/T 2653	当板厚小于10 mm时，采用面弯和背弯试验；当板厚大于或等于10 mm时，可以采用侧弯代替面弯和背弯
3	冲击试验	焊缝区：1组 (3个) 热影响区：1组 (3个)	-196℃	冲击吸收能量 $KV_2 \geq 47$ J 侧膨胀值 $LE \geq 0.53$ mm	GB/T 229	—
		焊缝区：1组 (3个) 热影响区：1组 (3个)	$\leq -253$ ℃	冲击吸收能量 $KV_2 \geq 38$ J 侧膨胀值 $LE \geq 0.38$ mm		
<p>注1：冲击试验标准试样尺寸为10 mm×10 mm×55 mm。当制备宽度为7.5 mm或5 mm的小尺寸冲击试样时，其冲击吸收能量指标分别为标准试样冲击吸收能量指标的75%或50%。冲击试验每个试样的冲击吸收能量均不低于规定值。</p> <p>注2：试验的覆盖范围：试件厚度为T，则可覆盖的厚度范围为T/2~T+6 mm。</p>						

**A.2.3** 阀门承压部件的焊接应严格控制焊接线能量。在焊接工艺评定所确认的范围内，应选用较小的焊接线能量，以多道施焊为宜。

**A.2.4** 阀门承压部件的焊接接头在焊接完成后应按 GB/T 1954 的规定进行铁素体测量，铁素体测量值应小于或等于8%。

**A.2.5** 焊缝表面的形状尺寸及外观应符合 GB/T 18442.4—2019 中 7.3 的规定。

### A.3 焊接返修及母材缺陷补焊

阀门铸件的缺陷清除以及焊补修复应符合 JB/T 7248 的规定，锻件材料不应焊补处理。焊接接头返

修应符合 GB/T 18442.4—2019 中 7.4 的规定。

#### A.4 焊接材料

A.4.1 焊接材料的选用应满足焊接接头力学性能以及与阀门焊接部件母材的匹配。

A.4.2 焊接材料应按本文件及 NB/T 47014—2011 的要求进行焊接工艺评定，评定合格后方可使用。进行与液氢介质接触的阀门承压部件焊接工艺评定时，还应对不同焊接方法所用焊接材料的熔敷金属进行拉伸、冲击试验和铁素体测量值检测，且应满足表 A.2 的要求。

表 A.2 熔敷金属性能要求

序号	试验项目	试验数量	试验温度	合格指标	试验方法
1	铁素体测量值	1个	室温	$\leq 8\%$	GB/T 1954
2	全焊缝金属拉伸	1个	室温	断后伸长率 $\geq 30\%$	GB/T 228.1
3	冲击试验	1组(3个)	$-196\text{ }^{\circ}\text{C}$	冲击吸收能量 $KV_2 \geq 47\text{ J}$ 侧膨胀值 $LE \geq 0.53\text{ mm}$	GB/T 229
		1组(3个)	$\leq -253\text{ }^{\circ}\text{C}$	冲击吸收能量 $KV_2 \geq 38\text{ J}$ 侧膨胀值 $LE \geq 0.38\text{ mm}$	
<p>注1：冲击试验标准试样尺寸为 10 mm×10 mm×55 mm，宽度为 7.5 mm 或 5 mm 的小尺寸冲击试样的冲击吸收能量指标，分别为标准试样冲击吸收能量指标的 75% 或 50%。冲击试验每个试样的冲击吸收能量和侧膨胀值均不低于规定值。</p> <p>注2：除特别约定外，材料冲击性能试验温度一般为 <math>-196\text{ }^{\circ}\text{C}</math>。</p>					

附录 B

(资料性)

阀门主要零部件金属材料推荐牌号

阀门主要零件的金属材料推荐牌号见表 B.1。

表 B.1 阀门主要零部件推荐材料

零件名称	材料类型	材料标准	推荐材料牌号
阀体、阀盖、阀瓣、阀座、阀杆	奥氏体不锈钢铸件	JB/T 7248	CF8M、CF3M
		ASTM A351	CF8M、CF3M
	奥氏体不锈钢锻件	NB/T 47010	S31608、S31603
		ASTM A182	F316、F316L
波纹管	奥氏体不锈钢管	GB/T 3089	S31608、S31603
		ASTM A312	TP316L
螺栓	奥氏体不锈钢	GB/T 3098.6	A5-80
		ASTM A320	B8M-2
螺母	奥氏体不锈钢	GB/T 3098.15	A5-80
		ASTM A194	8M

附录 C

(资料性)

阀体加长颈推荐最小长度

阀体加长颈推荐长度尺寸指阀门流道中心线到填料函顶部的尺寸，具体参见图 C.1 和表 C.1。

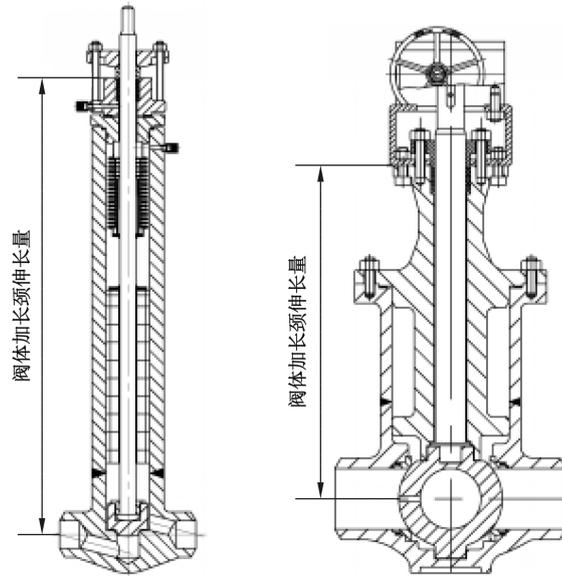


图 C.1 阀体加长颈伸长量示意图

表 C.1 阀体加长颈的推荐最小长度

单位为毫米

公称尺寸 DN	升降阀杆阀门		1/4回转阀门	
	冷箱用	非冷箱用	冷箱用	非冷箱用
15	425	300	400	200
20	425	300	400	200
25	425	300	400	200
40	500	350	500	225
50	500	400	500	250
80	600	450	550	300
100	650	550	600	350
150	750	600	600	425
200	900	700	650	450
250	1 000	800	700	600
300	1 150	900	800	700

注：表中的尺寸指阀门流道中心线到填料函顶部的尺寸。

附录 D

(资料性)

气动控制阀泄漏率系数

气动控制阀泄漏率系数见表 D.1。

表 D.1 气动控制阀泄漏率系数

阀座直径	泄漏率系数	
	cm <sup>3</sup> /min	气泡数/min
mm		
25	0.15	1
40	0.30	2
50	0.45	3
65	0.60	4
80	0.90	6
100	1.70	11
150	4.00	27
200	6.75	45
250	11.1	—
300	16.0	—
350	21.6	—
400	28.4	—

注1：表中列出的每分钟气泡数是用一根外径6 mm，壁厚1 mm的管子（管端表面应平整光滑，无斜口和毛刺，管子轴线应与水平面垂直）浸入水中3 mm~6 mm深度进行测量。

注2：如果阀座直径与表列值相差2 mm以上，则可在假定泄漏率系数与阀座直径的平方成正比的情况下，通过插值法（内推法）取得泄漏率系数。

## 附录 E

(资料性)

## 液氢温度与压力对应表

液氢温度与压力对应关系见表 E.1。

表 E.1 液氢温度与压力对应表

序号	温度/℃	压力/MPa
1	-255	0.049 204
2	-254	0.069 356
3	-253	0.0949 29
4	-252	0.126 69
5	-251	0.165 41
6	-250	0.211 88
7	-249	0.266 90
8	-248	0.331 28
9	-247	0.405 85
10	-246	0.491 47
11	-245	0.589 02
12	-244	0.699 48
13	-243	0.823 93
14	-242	0.963 64
15	-241	1.120 3

注：以上数据摘自 National Institute of Standards and Technology 数据库。

参 考 文 献

- [1] GB/T 3089 不锈钢极薄壁无缝钢管
  - [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] JB/T 6169 金属波纹管
  - [5] NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
  - [6] ISO 21011: 2008 Cryogenic vessels—Valves for cryogenic service
  - [7] ASTM A182 Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High—Temperature Service
  - [8] ASTM A194 Standard Specification for Carbon Steel, Alloy Steel, and Stainless Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both
  - [9] ASTM A312 Standard Specification for Seamless, Welded, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes
  - [10] ASTM A320 Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for Low-Temperature Service
  - [11] ASTM A351 Standard Specification for Castings, Austenitic, for Pressure-Containing Parts
  - [12] MSS SP-134—2012 Valves for Cryogenic Service, including Requirements for Body-Bonnet Extensions
-