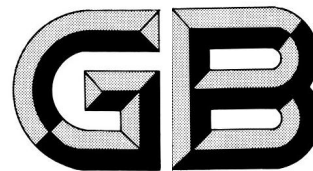


ICS 49.050;23.060.01

CCS J 16



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—XXXX

液氢阀门 通用规范

Valves for liquid hydrogen service
— General specification

(征求意见稿)

20 — — 发布

20 — — 实施

中华人民共和国国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 结构型式	4
5 技术要求	8
5.1 通用要求	8
5.2 结构长度	9
5.3 连接端	9
5.4 阀体及阀盖	9
5.5 阀杆	10
5.6 密封副	10
5.7 波纹管组件	10
5.8 填料和填料函	11
5.9 驱动装置与操作	11
5.10 材料	11
5.11 焊接	13
5.12 外观质量	14
5.13 无损检测	14
6 性能要求	14
6.1 常温性能要求	14
6.2 壳体抗破裂性能要求	17
6.3 低温性能要求	17
6.4 防静电性能要求	19
6.5 耐振动和抗冲击性能要求	19
6.6 耐火性能要求	20
7 试验方法	20
7.1 试验步骤及基本要求	20
7.2 标志检验	21
7.3 外观质量检查	21
7.4 尺寸检查	22
7.5 承压件材料性能检查	22

7.6	无损检测	22
7.7	耐振动试验	22
7.8	抗冲击试验	23
7.9	常温性能试验	23
7.10	脱脂检查	26
7.11	防静电试验	26
7.12	低温性能试验	26
7.13	低温试验后的常温性能试验	33
7.14	耐火试验	34
7.15	壳体抗破裂试验	34
8	检验规则	34
8.1	出厂检验	34
8.2	型式试验	34
9	标志	41
9.1	标志的要求	41
9.2	阀体上的标记	41
9.3	标牌上的标志	41
9.4	其他标记	41
10	包装和储运	41
附录 A (资料性)	阀体/阀盖加长颈推荐最小长度	43
附录 B (资料性)	阀门主要零件金属材料推荐牌号	44
附录 C (资料性)	阀杆强度计算指南	45
附录 D (资料性)	国内外相关标准对照	48
附录 E (资料性)	液氢温度与压力对应表	49
	参考文献	50
图 1	真空夹套低温截止阀	4
图 2	真空夹套低温旋启式止回阀	5
图 3	真空夹套低温升降式止回阀	5
图 4	真空夹套低温球阀	6
图 5	低温蝶阀	6
图 6	真空夹套低温气动控制阀	7
图 7	真空夹套易熔切断型低温紧急切断阀 (角行程)	7
图 8	真空夹套易熔切断型低温紧急切断阀 (直行程)	8
图 9	低温试验方法方框图	27
图 10	外部冷却法低温性能试验装置示意图	28
图 11	内部冷却法低温性能试验装置示意图	28
图 A.1	阀体/阀盖加长颈伸长量示意图	43
表 1	阀门开启或关闭瞬间允许的最大操作力	11
表 2	氢用低温阀门承压部件冲击性能要求	12

表 3	熔敷金属试验要求	12
表 4	阀门承压部件焊接工艺评定试验要求	13
表 5	截止阀常温性能试验项目及试验结果要求	15
表 6	止回阀常温性能试验项目及试验结果要求	15
表 7	球阀常温性能试验项目及试验结果要求	15
表 8	蝶阀常温性能试验项目及试验结果要求	15
表 9	气动控制阀常温密封试验泄漏量要求	16
表 10	泄漏率系数	16
表 11	气动控制阀常温性能试验项目及试验结果要求	16
表 12	紧急切断阀常温性能试验项目及试验结果要求	17
表 13	低温密封试验泄漏量要求	18
表 14	截止阀低温性能试验项目及试验结果要求	18
表 15	止回阀低温性能试验项目及试验结果要求	18
表 16	球阀低温性能试验项目及试验结果要求	19
表 17	蝶阀低温性能试验项目及试验结果要求	19
表 18	气动控制阀低温性能试验项目及试验结果要求	19
表 19	紧急切断阀低温性能试验项目及试验结果要求	19
表 20	固定容器和管道用阀门试验步骤	20
表 21	移动容器、槽车和罐车用阀门试验步骤	20
表 22	测量仪器仪表准确度要求	21
表 23	耐振动试验参数	23
表 24	抗冲击试验参数	23
表 25	低温试验温度要求	30
表 26	阀座密封测试压力增量值	31
表 27	截止阀检验项目、检验和试验要求	35
表 28	止回阀检验项目、检验和试验要求	36
表 29	球阀检验项目、检验和试验要求	37
表 30	蝶阀检验项目、检验和试验要求	38
表 31	气动控制阀检验项目、检验和试验要求	39
表 32	紧急切断阀检验项目、检验和试验要求	40
表 A.1	阀体/阀盖加长颈的推荐最小长度	43
表 B.1	阀门主要零件推荐材料	44
表 B.2	液氢用不锈钢化学成分	44
表 B.3	经固溶热处理的液氢用不锈钢室温下的机械性能	44
表 D.1	国内外相关标准对照表	48
表 E.1	液氢温度与压力对应表	49

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这些专利的责任。

本文件由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）、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：

本标准主要起草人：

液氢阀门 通用规范

1 范围

本文件规定了液氢用低温阀门（以下简称“阀门”）的结构型式、技术要求、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装和储运要求。

本文件适用于介质温度不高于-196℃且不低于标准大气压下氢沸点温度的液氢或冷氢气，采用焊接或法兰连接，公称压力不大于PN160，压力等级不大于Class900的截止阀、止回阀、球阀、蝶阀、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 150.4-2011 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 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 4213-2008 气动调节阀
- GB 4962 氢气使用安全技术规程
- 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 12224-2015 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 α -相面积含量金相测定法
- GB/T 13927-2008 工业阀门 压力试验

GB/T XXXX—XXXX

- 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 21465 阀门 术语
- GB/T 22652 阀门密封面堆焊工艺评定
- GB 24159 焊接绝热气瓶
- GB/T 24918 低温介质用紧急切断阀
- GB/T 26481-2011 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 28776 石油和天然气工业用钢制闸阀、截止阀和止回阀（≤DN100）
- 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 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测
- JB/T 6899 阀门的耐火试验
- JB/T 6903 阀门锻钢件超声波检测
- JB/T 7248 阀门用低温钢铸件 技术条件
- 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 8527-2015 金属密封蝶阀
- JB/T 10507 阀门用金属波纹管
- JB/T 11150 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
- T/CATSI 05006 固定式真空绝热液氢压力容器专项技术要求
- ISO 11114-2 气瓶—气瓶和瓶阀材料与盛装气体的相容性—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)

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; MAWP

20℃时阀门承压部件所允许承受的最大工作压力。

注：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

阀门制造单位确定的阀门最低使用温度。

3.3

阀体/阀盖加长颈 body/bonnet extension

为避免阀杆填料和阀门操作机构的功能因阀体内低温介质的温度影响受到损坏或性能削弱的情况，对阀体至与阀盖连接端之间或者阀盖颈部进行适当加长的部分。

3.4

气柱 gas column

低温液体介质在阀体/阀盖加长颈内部形成的隔热气化气柱。

3.5

深冷处理 cryogenic treatment

将零件浸没在液氮中进行冷却，当零件温度稳定在 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，根据零件厚度保温 $2\text{ h}\sim 4\text{ h}$ ，然后取出并自然恢复至室温的处理过程。

3.6

绝热 heat insulation

在低温阀外部设置隔热层以限制低温介质与外界进行热交换、避免阀体内部出现两相流的措施。

3.7

真空夹套 Vacuum jacket

在低温阀外部设置金属夹套，并将阀门外壁和夹套的内壁之间的空间形成真空，以限制低温介质与外界进行热交换的一种绝热措施。

3.8

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。

3.9

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。

3.10

吹除 purge

在低温性能试验前保持惰性气体在阀门内腔进行连续流动的操作。

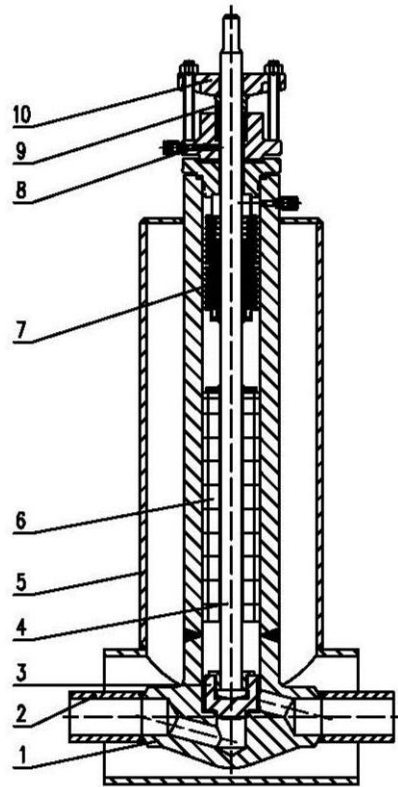
3.11

预冷 precool

在低温性能试验前通过使用低温介质连续通过阀门内腔或持续将阀门浸泡在低温液体介质中,使阀门内壁降至低温试验温度并保持稳定的过程。

4 结构型式

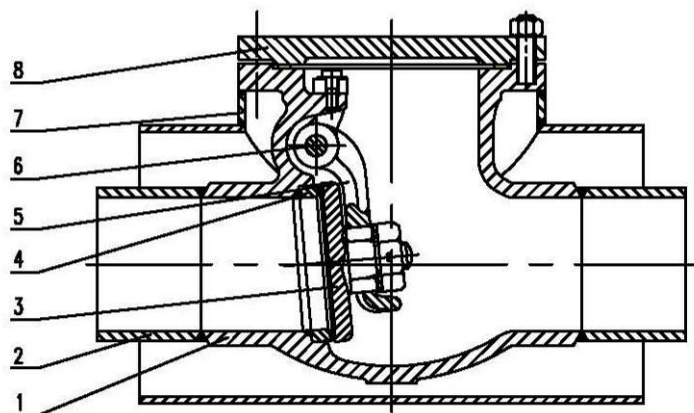
液氢阀门的典型结构如图1~图8所示。



标引序号说明:

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

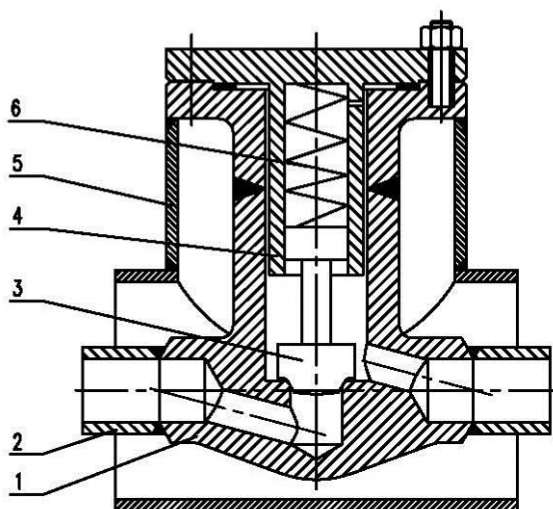
图1 真空夹套低温截止阀



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。 |

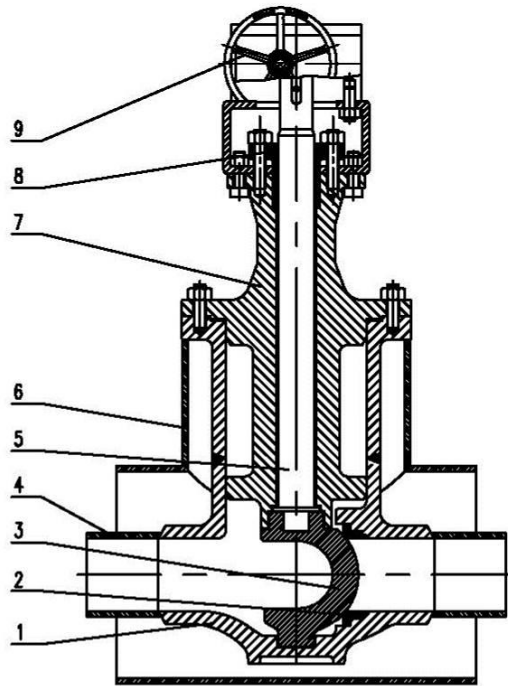
图 2 真空夹套低温旋启式止回阀



标引序号说明:

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

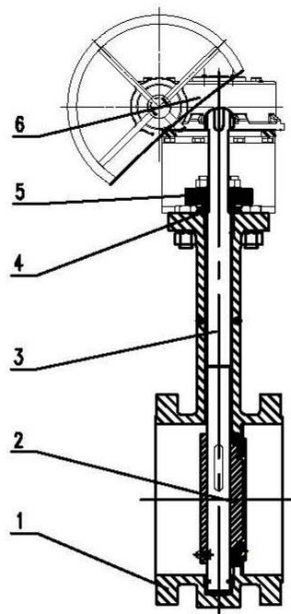
图 3 真空夹套低温升降式止回阀



标引序号说明:

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

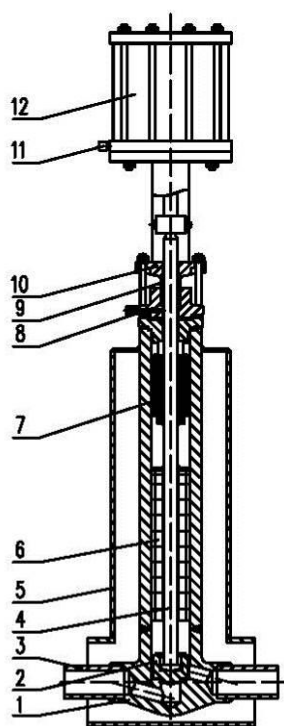
图4 真空夹套低温球阀



标引序号说明:

- | | | |
|--------|----------|----------|
| 1——阀体; | 3——阀杆; | 5——填料压盖; |
| 2——蝶板; | 4——填料压套; | 6——执行机构。 |

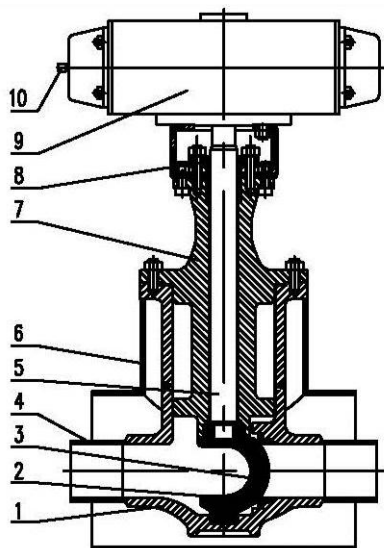
图5 低温蝶阀



标引序号说明:

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

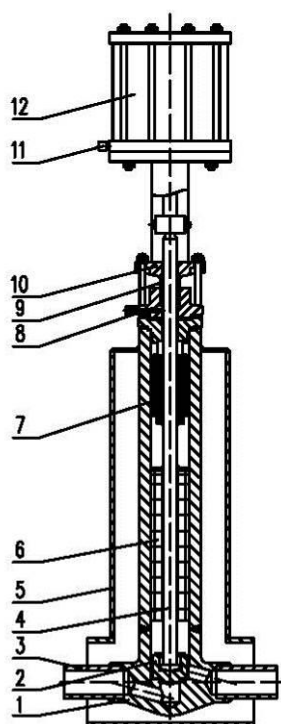
图 6 真空夹套低温气动控制阀



标引序号说明:

- | | | | |
|--------|----------|------------|------------|
| 1——阀体; | 4——袖管; | 7——阀盖; | 10——易熔合金塞。 |
| 2——阀座; | 5——阀杆; | 8——填料压盖; | |
| 3——球体; | 6——真空夹套; | 9——气动执行机构; | |

图 7 真空夹套易熔切断型低温紧急切断阀（角行程）



标引序号说明:

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

图 8 真空夹套易熔切断型低温紧急切断阀（直行程）

5 技术要求

5.1 通用要求

5.1.1 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、GB/T 28776、JB/T 8527 等相关产品标准及订货合同的要求。

5.1.2 阀门的压力—温度额定值应符合 GB/T 12224 的规定;对于某些采用弹性密封结构或内部零件是经特殊处理的材料,其允许使用的压力—温度额定值低于阀体材料的压力—温度额定值的应取其较低值,并以此确定阀门的最大允许工作压力。

5.1.3 阀门应能够在 65 °C 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。

5.1.4 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。

5.1.5 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,且放电路径最大电阻不超过 4 Ω。

5.1.6 有耐火要求的阀门应设计耐火结构,耐火性能应符合 JB/T 6899 的规定或按订货合同的要求。

5.1.7 氢用低温阀门的结构型式不准使用闸阀,紧急切断阀的结构型式可使用截止阀或球阀。

5.1.8 安装在罐车(槽车)等移动设备上的阀门和总重量不大于 50 Kg 的气动控制阀,应进行耐振动试验和抗冲击试验。

5.1.9 装配前，阀门所有零部件应进行脱脂、烘干处理，脱脂处理及检验应符合 HG 20202 的规定或订货合同要求。

5.2 结构长度

阀门的结构长度和允许偏差按 GB/T 12221 的规定，或按订货合同的规定。焊接端阀门的结构长度应考虑端部焊接对阀座密封的影响。

5.3 连接端

5.3.1 阀门的连接形式为法兰连接或焊接连接。连接法兰应符合 GB/T 9124（所有部分）的规定，对焊接连接端应符合 GB/T 12224 或 GB/T 28776 的规定，或按订货合同要求。

5.3.2 需要在焊接端加套管时，其套管的内外径尺寸和材料应与管道一致。

5.3.3 法兰连接的阀门，法兰与阀体应为整体铸造或锻造制成，不准许焊接连接。

5.3.4 铸造的法兰端阀体，不准许去除法兰后作为焊接端阀体使用。

5.4 阀体及阀盖

5.4.1 阀体及阀盖共同组成的阀门壳体应具有足够的强度，能长期承受由于介质压力和温度变化产生的应力和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。

5.4.2 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，对于阀体为锻造且 $DN \leq 100$ 的阀门，其最小壁厚应符合 GB/T 28776 的规定。由于要承受管道系统负荷、操作（关闭和开启）负荷、非圆形状及应力集中等因素的影响，按 GB/T 26640-2011 中表 1 查取的壳体壁厚需要附加厚度余量，附加厚度余量由制造厂根据具体情况各自确定。

5.4.3 阀门壳体的承压部位应能承受 4 倍最大允许工作压力，保持 1 min 不发生破裂；对于最大允许工作压力大于 10 MPa 且非铸件壳体的阀门，壳体的承压部位应能承受 2.25 倍最大允许工作压力，保持 1 min 不发生破裂。对于采用螺栓连接阀体、阀盖的壳体承压部位，在试验压力超过 2 倍最大允许工作压力时，其连接部位出现微量泄漏且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发生泄漏的现象。

5.4.4 阀门（不含止回阀）应设计具有便于保冷功能的阀体/阀盖加长颈结构；采用真空夹套结构的阀门，阀体应设计为焊接连接和阀体加长颈结构，阀体不宜采用铸件；采用其他绝热形式的阀门也可设计为法兰连接和阀盖加长颈结构，但应确保阀体与阀盖加长颈的连接部位在低温环境下具有可靠的密封性能；止回阀不要求加长颈结构，但升降式止回阀可采用阀体加长颈结构。

5.4.5 阀门应采用螺柱或者焊接连接阀体与阀盖，不允许阀体与阀盖使用螺纹直接拧紧连接的型式；安装位置在冷箱或真空夹套内部的止回阀，应采用焊接连接阀体与阀盖。

5.4.6 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形式，满足阀门逸散性要求。

5.4.7 加长颈应有足够的长度以便在其内部形成绝热气柱，使阀杆填料和阀门操作机构远离阀体内的液氢介质，防止填料区域和操作机构冻结。加长颈最小长度尺寸可参照附录 A 中图 A.1 和表 A.1 中的推荐值或按订货合同要求。

5.4.8 加长颈的最小壁厚应符合 GB/T 12224-2015 中 6.1.4 的规定或通过计算确定，且应考虑阀门最高工作压力、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的影响，对加长颈的壁厚进行校核计算。

- 5.4.9 加长颈与阀杆的间隙设计应尽可能减少热流损失。
- 5.4.10 加长颈与阀体/阀盖可铸造或锻造成一体，也可采用与阀体/阀盖材质相同的无缝钢管与阀体/阀盖对焊连接，焊缝应 100%射线探伤或按订货合同要求。
- 5.4.11 加长颈为焊接结构时，应考虑到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形式。焊接应符合 GB/T 18442.4-2019 第 7 章的规定，焊后应进行深冷处理。
- 5.4.12 加长颈内部应设置有支撑阀杆的导向结构。
- 5.4.13 阀体内腔表面应光滑，流道各处截面积应符合相应产品标准的规定。

5.5 阀杆

- 5.5.1 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保持最小值为 50HB。
- 5.5.2 阀盖与阀杆的配合，应设计成在介质压力作用下，拆除执行机构、填料压盖、阀杆密封挡圈时，阀杆不会脱出阀体的防脱出结构。阀杆与填料接触面处宜进行硬化处理，表面粗糙度 $Ra \leq 0.4 \mu\text{m}$ 。
- 5.5.3 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。
- 5.5.4 阀杆直径应计算确定，在满足操作强度的条件下，还应满足稳定性要求，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；阀杆强度计算方法可参照附录 C。

5.6 密封副

- 5.6.1 阀门密封副结构应能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。
- 5.6.2 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 50HB 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。
- 5.6.3 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。

5.7 波纹管组件

- 5.7.1 波纹管形状可以选择 U 型或 Ω 型，波纹管最小疲劳寿命应不小于 10000 次。
- 5.7.2 波纹管宜在压缩状态下工作，设计时宜使其在工作中处于压缩状态，且波纹管的轴向位移应限制在可压缩变形量的 60% 以内。
- 5.7.3 波纹管应采用与阀门相同的压力—温度额定值，具体设计计算可参照 JB/T 6169 的规定。
- 5.7.4 波纹管宜采用无缝结构，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。
- 5.7.5 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。
- 5.7.6 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。不对波纹管材料进行焊补。
- 5.7.7 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。波纹管的制造、试验和验收还应符合 JB/T 10507 的规定。

5.8 填料和填料函

- 5.8.1 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对填料施加预紧力。
- 5.8.2 填料函的结构应满足逸散性要求，其内表面粗糙度 $Ra \leq 1.6 \mu\text{m}$ 。
- 5.8.3 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。
- 5.8.4 填料可采用 PTFE、PCTFE、喷涂 PTFE 的柔性石墨或唇形密封圈多重组合的形式，或按订货合同的要求。

5.9 驱动装置与操作

- 5.9.1 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° 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° 范围内安装与操作。
- 5.9.2 阀门操作机构应能够在工作环境温度下正常操作，且不宜使用铸铁材质。
- 5.9.3 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 N，阀门开启或关闭瞬间允许的最大操作力应符合表 1 的规定。

表 1 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/mm	100	125	160	200	250	315	400	500	630	720	800	1000
启闭瞬间最大操作力/N	500	600	600	700	800	800	1000	1000	1000	1000	1000	1000

- 5.9.4 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 3836.1 规定的级别、组别 II C T1。
- 5.9.5 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 IP65。
- 5.9.6 驱动装置的连接法兰尺寸应符合 GB/T 12222 或 GB/T 12223 的规定。

5.10 材料

5.10.1 一般要求

- 5.10.1.1 材料的选择应考虑材料的力学性能、物理性能和工艺性能，以及与氢介质的相容性，并应符合国家或国际公认的标准要求。
- 5.10.1.2 在液氢温度下，材料不应产生低温脆性破坏，材料的选择应充分考虑磨损、摩擦加热、介质腐蚀和电化学腐蚀的影响。
- 5.10.1.3 直接与液氢介质相接触的密封副、填料和垫片材料，应能够在最高使用温度到额定最低温度和预期使用的压力范围内正常使用。
- 5.10.1.4 阀门内件材料的选择应避免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。
- 5.10.1.5 用于制造波纹管的材质宜采用 S31608 或 S31603 材料。如制造单位采用其它材料，制造单位应提供材料的氢兼容性试验报告，并经买方批准后才能用于氢用低温阀门的制造。
- 5.10.1.6 未列入国家或国际公认标准的材料应由制造单位通过制定企业标准，对化学成分和力学性能按照制定的标准实施控制的方式，确保材料性能符合本文件及订货合同的要求。

5.10.2 金属材料

5.10.2.1 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，防止在液氢温度下因材料相变引起体积变化，从而影响阀门在低温条件下的性能。

5.10.2.2 直接与液氢介质相接触的奥氏体不锈钢镍含量要求应不低于 10%或按订货合同要求，且应按 GB/T 13305 进行铁素体含量测定，对于锻件、管材、棒材的铁素体测量值应不大于 3%，对于铸件的铁素体测量值应不大于 8%；阀门主要零件推荐材料及化学成分和机械性能要求见附录 B。

5.10.2.3 承压部件所使用的金属材料应按 GB/T 229 规定的方法进行规定温度下的夏比 V 型缺口低温冲击试验。对于铸造的阀体，应同时浇铸随炉试样，并随铸件进行热处理。1 组冲击试样数量至少三个，低温冲击性能指标应不低于表 2 的规定。

表 2 氢用低温阀门承压部件冲击性能要求

数量	试验温度/℃	3 个标准试样冲击吸收能量平均值 KV_2/J	侧膨胀值 LE/mm	备注
1 组 (3 个)	-196	≥ 70	≥ 0.76	标准试样： 10 mm x 10 mm x 55 mm
1 组 (3 个)	$\leq -253^\circ\text{C}$	≥ 49	≥ 0.53	
注 1：3 个试样的冲击吸收能量平均值需满足规定值，至多允许有 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%。				
注 2：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。				
注 3：除阀门订货合同特别约定外，材料冲击性能试验温度一般取 -196°C 。				

5.10.2.4 阀门制造过程中使用的焊接材料应满足以下要求：

a) 焊接材料的选用应考虑焊接接头力学性能以及与阀门焊接部件母材的匹配。

b) 焊接材料应按本文件及 NB/T 47014 的要求进行焊接工艺评定，评定合格后方可使用。进行与氢接触的阀门承压部件焊接工艺评定时，还应针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 3 的要求。

表 3 熔敷金属试验要求

序号	试验项目	试样数量	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°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)	$\leq -253^\circ\text{C}$	冲击吸收能量 $KV_2 \geq 38\text{ J}$ 侧膨胀值 $LE \geq 0.38\text{ mm}$	
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。					
注 2：除阀门订货合同特别约定外，材料冲击性能试验温度一般取 -196°C 。					

5.10.2.5 阀门在工作状态与液氢介质接触的零件（如阀体、阀瓣、球体、蝶板、阀座、阀杆等）在精加工前应进行不少于2次的深冷处理，深冷处理后宜进行渗透检测，检测结果应符合5.13.2的要求。

5.10.2.6 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。

5.10.3 非金属材料

5.10.3.1 非金属材料作为阀门密封部件使用时，应选用PTFE、PCTFE或喷涂PTFE石墨材质。制造单位也可使用在氢环境下低温性能优于上述材料的非金属材料，但应满足液氢温度下的应用，并符合ISO 11114-2中与氢相容的材料要求。

5.10.3.2 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，并符合GB/T 31481的要求。

5.10.3.3 未列入国家或国际公认标准的非金属材料，制造单位应进行必要的试验，验证材料在液氢环境的性能满足本文件及订货合同的要求。

5.11 焊接

5.11.1 焊前准备和施焊环境

焊前准备和施焊环境应符合GB/T 150.4-2011中7.1的规定。

5.11.2 焊接工艺

5.11.2.1 阀门承压部件焊接前应按本文件及NB/T 47014进行焊接工艺评定，且符合GB/T 150.4的规定及设计文件要求。

5.11.2.2 阀门承压部件的焊接工艺评定测试要求按表4，表4未列的按NB/T 47014要求进行。其他部位的焊接工艺评定应满足NB/T 47014的要求。

表4 阀门承压部件焊接工艺评定试验要求

序号	试验项目	试样数量	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 °C	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）	≤ -253 °C	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。当无法制备5 mm×10 mm×55 mm小尺寸冲击试样时，免做冲击试验。</p> <p>注2：取样方法按NB/T 47014进行。</p> <p>注3：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>						

5.11.2.3 阀门承压部件的焊接应严格控制线能量。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。

5.11.2.4 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 $\leq 8\%$ 。

5.11.3 阀门承压部件焊缝表面的形状尺寸及外观要求

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。

5.11.4 焊接返修及母材缺陷补焊

焊接接头返修及母材缺陷补焊应符合 GB/T 18442.4-2019 中 7.4 的规定。

5.12 外观质量

5.12.1 铸钢件外观质量应符合 JB/T 7927 的规定。

5.12.2 锻钢件的表面应无肉眼可见的裂纹、折叠等有害缺陷的存在。

5.13 无损检测

5.13.1 射线检测

5.13.1.1 检测部位要求如下：

- a) 承压铸件，检测部位按 GB/T 12224 的规定；
- b) 对接焊缝和焊接坡口。

5.13.1.2 检验结果应符合以下要求：

- a) 阀体、阀盖铸钢件的射线检测符合 JB/T 6440-2008 中 1 级的规定；
- b) 对焊连接端阀体的连接端部射线检测符合 JB/T 6440-2008 中 1 级的规定；
- c) 承压焊缝的射线检测符合 NB/T 47013.2-2015 中 1 级的规定。

5.13.2 渗透检测

阀体、阀盖的承压外表面、可达到的内表面及硬质合金密封面堆焊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。

5.13.3 超声检测

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

5.13.4 检测时机

无损检测的检测时机和技术要求应满足以下要求：

- a) 承压部件在热处理以及去除氧化皮后，制造单位应按 5.13.1~5.13.3 的要求进行无损检测；
- b) 阀门承压铸件、锻件应进行 100%PT 和射线或超声检测；
- c) 所有对焊端阀门的对焊端部应进行 100%射线或超声检测。

6 性能要求

6.1 常温性能要求

6.1.1 截止阀常温性能试验项目及试验结果要求见表 5。

6.1.2 止回阀常温性能试验项目及试验结果要求见表 6。

6.1.3 球阀常温性能试验项目及试验结果要求见表 7。

6.1.4 蝶阀常温性能试验项目及试验结果要求见表 8。

6.1.5 气动控制阀常温密封试验泄漏量要求见表 9，常温性能试验项目及试验结果要求见表 11。

6.1.6 紧急切断阀常温性能试验项目及试验结果要求见表 12。

表 5 截止阀常温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注	
壳体试验	应符合 GB/T 13927-2008 中 6.1 的规定	—	
密封试验	低压气密封试验	应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定	—
	高压气密封试验	弹性密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定； 金属密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 AA 级的规定	
常温逸散性试验	型式检验：应符合 GB/T 40079-2021 规定的 AH 级要求； 出厂检验：应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—	
波纹管组件试验	应符合 JB/T 11150-2011 中 4.8 的规定	—	
非金属密封材料 氢气密封性能试验	阀门外部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h； 阀门内部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h	采用非金属密封材料时	

表 6 止回阀常温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注
壳体试验	应符合 GB/T 13927-2008 中 6.1 的规定	—
密封试验	高压气密封试验： 弹性密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定； 金属密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 D 级的规定	—
常温逸散性试验	型式检验：应符合 GB/T 40079-2021 规定的 AH 级要求； 出厂检验：应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—
非金属密封材料 氢气密封性能试验	阀门外部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h； 阀门内部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h	采用非金属密封材料时

表 7 球阀常温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注	
壳体试验	应符合 GB/T 13927-2008 中 6.1 的规定	—	
密封试验	低压气密封试验	应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定	—
	高压气密封试验	弹性密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定； 金属密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 AA 级的规定	
常温逸散性试验	型式检验：应符合 GB/T 40079-2021 规定的 AH 级要求； 出厂检验：应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—	
非金属密封材料 氢气密封性能试验	阀门外部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h； 阀门内部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h	采用非金属密封材料时	

表 8 蝶阀常温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注	
壳体试验	应符合 GB/T 13927-2008 中 6.1 的规定	—	
密封试验	低压气密封试验	应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定	—
	高压气密封试验	弹性密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定； 金属密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 AA 级的规定	
蝶板承载能力试验	应符合 JB/T 8527-2015 中 6.7 的规定	—	
常温逸散性试验	型式检验：应符合 GB/T 40079-2021 规定的 AH 级要求；	—	

	出厂检验：应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	
非金属密封材料 氢气密封性能试验	阀门外部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h； 阀门内部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h	采用非金属密封材料时

表 9 气动控制阀常温密封试验泄漏量要求

泄漏等级	试验介质	试验压力/MPa	最大阀座泄漏量
I	由用户与制造厂商定		
II	气体	0.35	$5 \times 10^{-3} \times \text{阀额定容量 (m}^3/\text{h)}$
III	气体	0.35	$10^{-3} \times \text{阀额定容量 (m}^3/\text{h)}$
IV	气体	0.35	$10^{-4} \times \text{阀额定容量 (m}^3/\text{h)}$
IV-S1	气体	0.35	$5 \times 10^{-6} \times \text{阀额定容量 (m}^3/\text{h)}$
V	气体	0.35	$10.8 \times 10^{-6} \times D \text{ (m}^3/\text{h)}$
VI	气体	0.35	$3 \times 10^{-3} \times \Delta p \times (\text{表 10 规定的泄漏率系数})$

阀额定容量应按 GB/T 17213.2 规定的方法计算。

注 1： Δp 以 kPa 为单位。

注 2： D 为阀座直径，以 mm 为单位。

注 3：阀额定容量为体积流量时，指在绝对压力为 101.325 kPa 和绝对温度为 288.6 K (标准状态) 或 273 K (正常状态) 下的测定值。

表 10 泄漏率系数

阀座直径/mm	泄漏率系数	
	cm ³ /min	每分钟气泡数
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：每分钟气泡数是在用外径 6 mm、壁厚 1 mm 的管子垂直浸入水下 3 mm~6 mm 的条件下测量所得。

注 2：如果阀座直径与表列值之一相差 2 mm 以上，则泄漏率系数可在假设泄漏率系数与阀座直径的平方成正比的情况下通过内推法取得。

表 11 气动控制阀常温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注
壳体试验	应符合 GB/T 13927-2008 中 6.1 的规定	—
密封试验	应符合表 9 的规定，但单座阀结构的气动控制阀的泄漏等级不得低于 IV 级， 双座阀结构的气动控制阀的泄漏等级不得低于 II 级	—
常温逸散性试验	型式检验：应符合 GB/T 40079-2021 规定的 AH 级要求； 出厂检验：应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—
波纹管组件试验	应符合 JB/T 11150-2011 中 4.8 的规定	具有波纹管密封结构时

非金属密封材料 氢气密封性能试验	阀门外部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h； 阀门内部的最大允许泄漏率：应符合常温密封试验时执行的泄漏等级要求	采用非金属密封材料时
基本误差试验	应符合 GB/T 4213-2008 表 1 中带定位器的 E 级规定	—
回差试验	应符合 GB/T 4213-2008 表 1 中带定位器的 E 级规定	—
死区试验	应符合 GB/T 4213-2008 表 1 中带定位器的 E 级规定	—
额定行程偏差试验	应符合 GB/T 4213-2008 表 1 中带定位器的 E 级规定	—
气室密封性试验	应符合 GB/T 4213-2008 中 5.8 的规定	—
流通能力试验	应符合 GB/T 4213-2008 中 5.10、5.11 的规定	—
动作寿命试验	动作次数不少于 10000 次，试验方法应符合 GB/T 4213-2008 中 5.13 的规定	—

表 12 紧急切断阀常温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注	
壳体试验	应符合 GB/T 13927-2008 中 6.1 的规定	—	
密封 试验	低压 气密封试验	应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定	—
	高压 气密封试验	弹性密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定； 金属密封阀门应符合 GB/T 13927-2008 表 4 中允许泄漏率 AA 级的规定	
常温逸散性试验	型式检验：应符合 GB/T 40079-2021 规定的 AH 级要求； 出厂检验：应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—	
波纹管组件试验	应符合 JB/T 11150-2011 中 4.8 的规定	具有波纹管密封结构	
非金属密封材料 氢气密封性能试验	阀门外部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h； 阀门内部的最大允许泄漏率：10 cm ³ /h	采用非金属密封材料时	
动作试验	紧急切断时间应符合 GB/T 24918-2010 中 5.3 或订货合同的要求	—	
自然闭止试验	应符合 GB/T 24918-2010 中 4.8.7 的规定	—	
空载操作寿命试验	应符合 GB/T 24918-2010 中 5.7 的规定	—	
易熔元件试验	应符合 GB/T 24918-2010 中 5.8 或订货合同的规定	具有易熔元件装置时	

6.2 壳体抗破裂性能要求

6.2.1 所有类型阀门均应进行壳体破裂试验。

6.2.2 壳体破裂试验应在阀门所有试验项目完成后进行，试验时可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，试验后的壳体不得销售或使用。

6.2.3 在试验持续时间内以及试验结束后应对被测阀门进行目视检查，壳体不发生破裂。

6.2.4 采用螺栓连接阀体、阀盖的壳体承压部位，在试验压力超过 2 倍最大允许工作压力时，其连接部位出现微量泄漏且能够达到并保持最终试验压力时可被接受，但不允许出现壳体破裂或壳体发生泄漏的现象。

6.3 低温性能要求

6.3.1 低温密封试验泄漏量要求见表 13。

6.3.2 截止阀低温性能试验项目及试验结果要求见表 14。

6.3.3 止回阀低温性能试验项目及试验结果要求见表 15。

6.3.4 球阀低温性能试验项目及试验结果要求见表 16。

6.3.5 蝶阀低温性能试验项目及试验结果要求见表 17。

6.3.6 气动控制阀低温性能试验项目及试验结果要求见表 18。

6.3.7 紧急切断阀低温性能试验项目及试验结果要求见表 19。

表 13 低温密封试验泄漏量要求

阀门种类	泄漏等级	最大允许泄漏量 (cm ³ /min)	备注
截止阀、球阀、蝶阀	A 级	低压密封: 1×DN	弹性密封
		高压密封: 3×DN	
	B 级	低压密封: 0.36×DN	
		高压密封: 1×DN	
	A 级	低压密封: 2×DN	金属密封
		高压密封: 6×DN	
B 级	低压密封: 0.67×DN		
	高压密封: 2×DN		
止回阀	A 级	高压密封: 12×DN	—
	B 级	高压密封: 4×DN	
气动控制阀	A 级	低压密封: 8.33×阀额定容量	调节型
	B 级	低压密封: 6×DN	调节型 (金属密封)
		高压密封: 6×DN	切断型 (金属密封)
紧急切断阀	—	低压密封: 0.67×DN	—
		高压密封: 2×DN	

注: 阀额定容量应按 GB/T 17213.2 规定的方法计算, 以 m³/h 为单位。

表 14 截止阀低温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注
密封试验	应符合表 13 的规定	—
带压启闭试验	带压开启—关闭操作时, 试验阀门能正常启闭操作、无卡阻现象, 启闭阀门的最大力矩不得大于 5.9.3 的要求; 带压开启—关闭操作结束后的密封试验结果应不超过表 13 规定最大允许泄漏量的两倍	—
低温逸散性试验	应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—
真空夹套绝热性能试验	真空夹套外表面应无结霜或凝聚水珠现象。 漏气速率不大于 1.3×10^{-9} Pa·m ³ /s	具有真空夹套结构时

表 15 止回阀低温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注
密封试验	应符合表 13 的规定	—
低温逸散性试验	应符合 GB/T 26481-2011 表 4 中允许泄漏率 A 级的规定	—
真空夹套绝热性能试验	真空夹套外表面无结霜或凝聚水珠现象。 漏气速率不大于 1.3×10^{-9} Pa·m ³ /s	具有真空夹套结构时

表 16 球阀低温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求	备注
密封试验	应符合表 13 的规定	—
带压启闭试验	带压开启—关闭操作时，试验阀门能正常启闭操作、无卡阻现象，启闭阀门的最大力矩不得大于 5.9.3 的要求；带压开启—关闭操作结束后的密封试验结果应不超过表 13 规定最大允许泄漏量的两倍	—
低温逸散性试验	应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—
真空夹套绝热性能试验	真空夹套外表面应无结霜或凝聚水珠现象。 漏气速率不大于 $1.3 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$	具有真空夹套结构时

表 17 蝶阀低温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求（分软硬密封分别要求）	备注
密封试验	应符合表 13 的规定	—
带压启闭试验	带压开启—关闭操作时，试验阀门能正常启闭操作、无卡阻现象，启闭阀门的最大力矩不得大于 5.9.3 的要求；带压开启—关闭操作结束后的密封试验结果应不超过表 13 规定最大允许泄漏量的两倍	—
低温逸散性试验	应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—
真空夹套绝热性能试验	真空夹套外表面应无结霜或凝聚水珠现象。 漏气速率不大于 $1.3 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$	具有真空夹套结构时

表 18 气动控制阀低温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求（分软硬密封分别要求）	备注
密封试验	应符合表 13 的规定	—
带压启闭试验	带压开启—关闭操作时，试验阀门能正常启闭操作、无卡阻现象；带压开启—关闭操作结束后的密封试验结果应不超过表 13 规定最大允许泄漏量的两倍	—
低温逸散性试验	应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—
真空夹套绝热性能试验	真空夹套外表面应无结霜或凝聚水珠现象。 漏气速率不大于 $1.3 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$	具有真空夹套结构时

表 19 紧急切断阀低温性能试验项目及试验结果要求

试验项目	试验结果要求（分软硬密封分别要求）	备注
密封试验	应符合表 13 的规定	—
带压启闭试验	带压开启—关闭操作时，试验阀门能正常启闭操作、无卡阻现象；带压开启—关闭操作结束后的密封试验结果应不超过表 13 规定最大允许泄漏量的两倍	—
低温逸散性试验	应符合 GB/T 26481-2011 规定的 A 级要求	—
动作试验	紧急切断时间应符合 GB/T 24918-2010 中 5.3 或订货合同的要求	—
真空夹套绝热性能试验	真空夹套外表面应无结霜或凝聚水珠现象。 漏气速率不大于 $1.3 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$	具有真空夹套结构时

6.4 防静电性能要求

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 4Ω 。

6.5 耐振动和抗冲击性能要求

按照规定的试验参数和要求完成耐振动试验和抗冲击试验后，应首先对阀门进行外部检查，阀门零部件应无损伤、紧固件应无松脱；然后进行常温、低温状态下的阀门各项性能试验，试验结果应符合本文件的要求。

6.6 耐火性能要求

有耐火要求的阀门应进行耐火性能试验，试验结果应符合 JB/T 6899 的规定，或按订货合同的要求。

7 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。本文件并未指出所有可能的安全问题，使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法律法规规定的条件。

7.1 试验步骤及基本要求

7.1.1 试验步骤

7.1.1.1 固定容器和管道用阀门

用于固定容器和管道的阀门，其试验步骤按表 20 所列顺序进行。

表 20 固定容器和管道用阀门试验步骤

试验步骤	检验和试验项目	试验步骤	检验和试验项目
1	标志及承压件外观质量	7	防静电试验
2	承压件壁厚、尺寸	8	液氮温度低温性能试验
3	承压件材料性能	9	液氢温度低温性能试验
4	无损检测	10	低温试验后的常温性能试验
5	常温性能试验	11	耐火试验（需要时）
6	脱脂检查	12	阀体抗破裂试验

7.1.1.2 移动容器、槽车和罐车用阀门

用于移动容器、槽车和罐车的阀门，其试验步骤按表 21 所列顺序进行。

表 21 移动容器、槽车和罐车用阀门试验步骤

试验步骤	检验和试验项目	试验步骤	检验和试验项目
1	标志及承压件外观质量	8	脱脂检查
2	承压件壁厚、尺寸	9	防静电试验
3	承压件材料性能	10	液氮温度低温性能试验
4	无损检测	11	液氢温度低温性能试验
5	耐振动试验	12	低温试验后的常温性能试验
6	抗冲击试验	13	耐火试验（需要时）
7	常温性能试验	14	阀体抗破裂试验

7.1.2 试验环境条件

7.1.2.1 进行常温性能试验时，环境条件应符合以下规定：

温度：25℃±10℃；相对湿度：20%~80%。

7.1.2.2 进行低温性能试验时，环境条件应符合以下规定：

温度：≤25℃；相对湿度：40%~80%。

7.1.3 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 μg/g；

——氦气，纯度（体积分数）不低于 97%；

——氮气，纯度（体积分数）不低于 99.9%；

——氢气，纯度（体积分数）不低于 99.9%。

7.1.4 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。其测量准确度应符合表 22 的规定。

表 22 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	±1℃
压力测量仪表	±1.0%FS
压差计	0.25 级
流量测量仪表	密封泄漏量测试用：±3.0%FS；水流量测试用：±1.0%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±1.0%
注：FS 是测量仪表的满量程值。	

7.1.5 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) 对被测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。

7.2 标志检验

目视检查阀体、铭牌标志及介质流向标识，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）。

7.3 外观质量检查

目视检查，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。检查是否符合 5.12 的规定。

7.4 尺寸检查

7.4.1 使用计量合格的量具或仪器测量阀门的端部尺寸、结构长度和阀体壁厚。

7.4.2 检查是否符合5.2、5.3、5.4的规定。

7.5 承压件材料性能检查

7.5.1 一般要求

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）承压件材料至少检验一次。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。

7.5.2 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）应至少检验一次，检验结果应符合相应材料标准的规定。

7.5.3 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规定的方法进行，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。试验方法和结果应符合相应材料标准的规定。

7.5.4 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；除阀门订货合同特别约定外，材料冲击性能试验温度一般取-196℃，试验是否符合5.10.2.3的规定。

7.6 无损检测

7.6.1 射线检测

检测方法按 JB/T 6440 及 NB/T 47013.2 的规定。

7.6.2 渗透检测

堆焊面的渗透检测方法按 GB/T 22652 的规定进行，其他部位的检测方法按 NB/T 47013.5 的规定进行。

7.6.3 超声检测

检测方法按 NB/T 47013.3 的规定。

7.7 耐振动试验

7.7.1 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。

7.7.2 阀门在振动试验机上的安装，原则上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。

7.7.3 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。

7.7.4 具体耐振动试验参数见表 23。

7.7.5 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，再进行抗冲击试验。

表 23 耐振动试验参数

扫频振动试验				耐久性振动试验				
频率范围	幅值或加速度	扫频循环次数	扫频循环持续时间	无共振			有共振	
				频率范围	幅值或加速度	扫频循环次数	每次扫频循环持续时间	每个共振频率每个轴向的振动持续时间
10 Hz ~ 500 Hz	0.35 mm 或 50 m/s ²	1 次	2 h	10 Hz ~ 500 Hz	0.35 mm 或 50 m/s ²	10 次	2 h	10 h

7.8 抗冲击试验

7.8.1 阀门在冲击试验机上的安装，原则上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。

7.8.2 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 10000 次。

7.8.3 具体抗冲击试验参数见表 24。

7.8.4 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。

表 24 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 ²	10 g _n	16 ms	10000 次	半正弦 或后峰锯齿 或梯形

7.9 常温性能试验

7.9.1 壳体试验

7.9.1.1 按照 GB/T 13927-2008 中 5.1 规定的方法对被测阀门进行壳体试验。

7.9.1.2 试验介质为液体时，试验压力为阀门在 20 °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 °C 时最大允许工作压力的 1.1 倍。

7.9.1.3 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被测阀门进行目视检查。

7.9.1.4 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，并应采取相应的安全保护措施。

7.9.1.5 进行液体介质的壳体试验可在阀门整体装配前进行。

7.9.2 密封试验

7.9.2.1 试验介质

出厂检验时为氦气或氮气，型式试验时应采用氦气作为试验介质。

7.9.2.2 紧急切断阀的密封试验

7.9.2.2.1 按照 GB/T 24918-2010 中 5.2.2 规定的方法对被测阀门进行密封试验。

7.9.2.2.2 高压气密封试验压力为阀门在 20 °C 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，试验最少持续时间为 5 min。

7.9.2.3 气动控制阀的密封试验

7.9.2.3.1 按照 GB/T 4213-2008 中 6.2、6.9 规定的方法对被测阀门进行密封试验。

7.9.2.3.2 填料函及其他连接处密封性的试验压力为阀门在 20 °C 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，试验最少持续时间为 5 min。

7.9.2.4 其他类型阀门的密封试验

7.9.2.4.1 按照 GB/T 13927-2008 中 5.3 规定的方法对被测阀门进行密封试验。

7.9.2.4.2 高压气密封试验压力为阀门在 20 °C 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，试验最少持续时间为 5 min。

7.9.3 常温逸散性试验

7.9.3.1 阀门进行型式检验时，应按照 GB/T 40079 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体、阀杆密封和阀门壳体连接部位密封的泄漏量进行测量。

7.9.3.2 阀门进行出厂检验时，按照 GB/T 26481 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体、阀杆密封和阀门壳体连接部位密封的泄漏量进行测量。

7.9.4 波纹管组件试验

按照 JB/T 11150-2011 中 6.1 的要求对被测阀门进行波纹管组件的强度、密封及氦气泄漏试验。

7.9.5 非金属密封材料氢气密封性能试验

7.9.5.1 试验要求

试验应符合以下要求：

- a) 应在 20°C±5°C 的常温条件下进行试验；
- b) 试验介质为氢气；
- c) 试验压力：
 - 整体密封性试验压力为阀门最大允许工作压力；
 - 高压密封试验压力为阀门最大允许工作压力；
 - 低压密封试验压力为 0.2MPa。

7.9.5.2 试验方法

按以下方法进行试验：

- a) 封闭阀门出口，入口连接至氢气源。
- b) 以阀门在 20°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) 按 7.9.5.3、7.9.5.4 的要求进行氢气密封性能试验。

7.9.5.3 整体密封性试验

被测阀门处于开启位置，封闭阀门的进、出口端，从入口端通入氢气，加压到 7.9.5.1 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。

7.9.5.4 内部密封性试验

被测阀门处于关闭位置，封闭阀门的进、出口端，从入口端通入氢气，加压到 7.9.5.1 规定的试验压力，分别进行高压密封试验和低压密封试验，试验压力持续时间为 1min，从出口端检查阀门内部的泄漏情况。

7.9.6 蝶阀的蝶板承载能力试验

按照 JB/T 8527-2015 中 6.7 的要求进行蝶板承载能力试验。

7.9.7 紧急切断阀的附加试验

7.9.7.1 动作试验

按照 GB/T 24918-2010 中 5.3 的要求对被测阀门进行动作试验，在试验时应对被测阀门的启闭时间进行测量。

7.9.7.2 自然闭止试验

按照 GB/T 24918-2010 中 5.4 的要求对被测阀门进行自然闭止试验，在试验结束后应对被测阀门进行目视检查。

7.9.7.3 空载操作寿命试验

按照 GB/T 24918-2010 中 5.7 的要求进行空载操作寿命试验，在试验结束后应对被测阀门进行密封性能试验。

7.9.7.4 易熔元件试验

按照 GB/T 24918-2010 中 5.8 的试验方法及要求进行易熔元件试验，易熔元件熔融温度为 $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或按订货合同要求；易熔元件抗挤出试验温度为熔融温度减去 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，温度误差 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在试验持续时间内应对易熔元件进行目视检查。

7.9.8 气动控制阀的附加试验

7.9.8.1 一般要求

对于弹簧压力范围在 $20\text{ kPa} \sim 100\text{ kPa}$ ， $40\text{ kPa} \sim 200\text{ kPa}$ ， $60\text{ kPa} \sim 300\text{ kPa}$ 以外的气动控制阀及切断型气动控制阀免于进行基本误差、回差、死区试验。

7.9.8.2 基本误差试验

按照 GB/T 4213-2008 中 6.4 的要求测量被测阀门在规定输入信号所对应的行程值，并按照 GB/T 4213 中公式 (1) 计算基本误差限。

7.9.8.3 回差试验

按照 GB/T 4213-2008 中 6.5 的要求测量被测阀门在规定输入信号所对应的正反行程值并计算回差。

7.9.8.4 死区试验

按照 GB/T 4213-2008 中 6.6 的要求测量被测阀门在规定行程位置所对应的输入信号变化值并计算死区。

7.9.8.5 额定行程偏差试验

按照 GB/T 4213-2008 中 6.8 的要求测量并计算被测阀门的额定行程偏差。

7.9.8.6 气室密封性试验

按照 GB/T 4213-2008 中 6.3 的要求测量被测阀门的气室密封性。

7.9.8.7 流通能力试验

7.9.8.7.1 仅适用于 $\text{DN} \leq 300$ 的气动控制阀。

7.9.8.7.2 试验步骤如下：

a) 使用适当的方式将被测阀门连接到符合 GB/T 4213-2008 中 6.11.1 规定的试验装置上，并按照 GB/T 4213 中 6.11 的要求进行流量系数的测量。

b) 按照 GB/T 4213-2008 中公式 (2) 计算流量系数。

7.9.8.8 动作寿命试验

按照 GB/T 4213-2008 中 6.13 的要求对被测阀门进行动作寿命试验，动作次数不少于 10000 次，动作寿命试验完成后应对被测阀门的基本误差、回差、气室密封性和填料函及其他连接处的密封性进行测量。

7.10 脱脂检查

常温性能试验合格并经清洗、烘干处理后，按照 HG 20202 或订货合同的要求对阀门进行脱脂检查。

7.11 防静电试验

对压力试验合格并经干燥的阀门进行不少于 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。

7.12 低温性能试验

7.12.1 安全要求

7.12.1.1 低温性能试验装置应从健康、安全和环境等方面全面考虑安全预防措施，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。

7.12.1.2 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。

7.12.1.3 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 μm。

7.12.1.4 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。

7.12.1.5 低温试验场所内电气设施的选型，不应低于 GB 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 IP65。

7.12.1.6 阀门的低温性能试验必须在常温性能试验合格后进行。

7.12.1.7 使用液氢或其蒸发气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。

7.12.2 外部冷却法与内部冷却法应用

7.12.2.1 适用于外部冷却法的低温试验范围：

- a) 使用液氮为冷却介质的低温性能试验；
- b) 使用液氮为冷却和试验介质的低温性能试验。

7.12.2.2 适用于内部冷却法的低温试验范围：

- a) 真空夹套绝热结构的低温阀门应采用内部冷却法进行低温性能试验；
- b) 使用液氢为冷却介质的低温性能试验，必须在使用液氮为冷却介质的低温性能试验合格后方可进行。

7.12.2.3 不同低温试验方法的选择见图 9 所示。

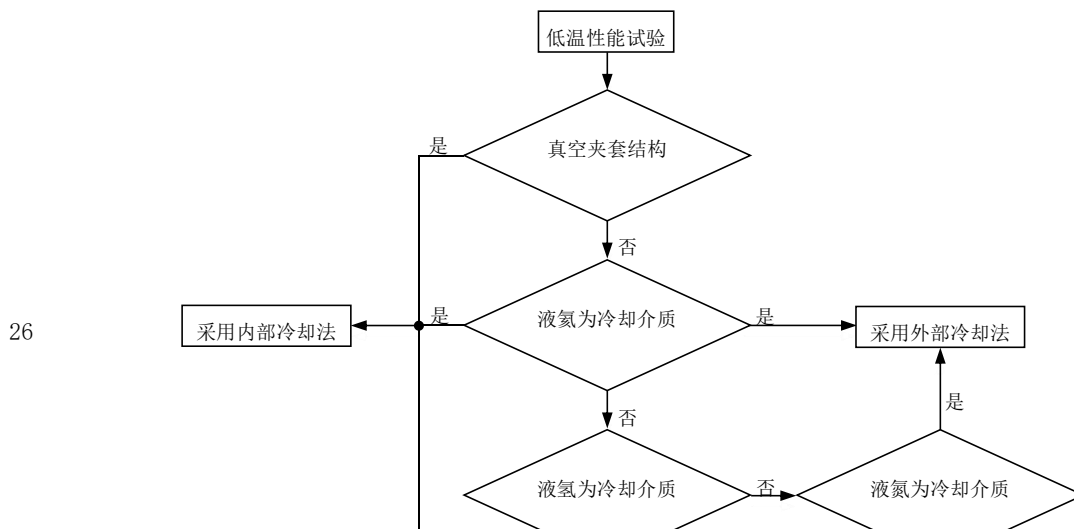
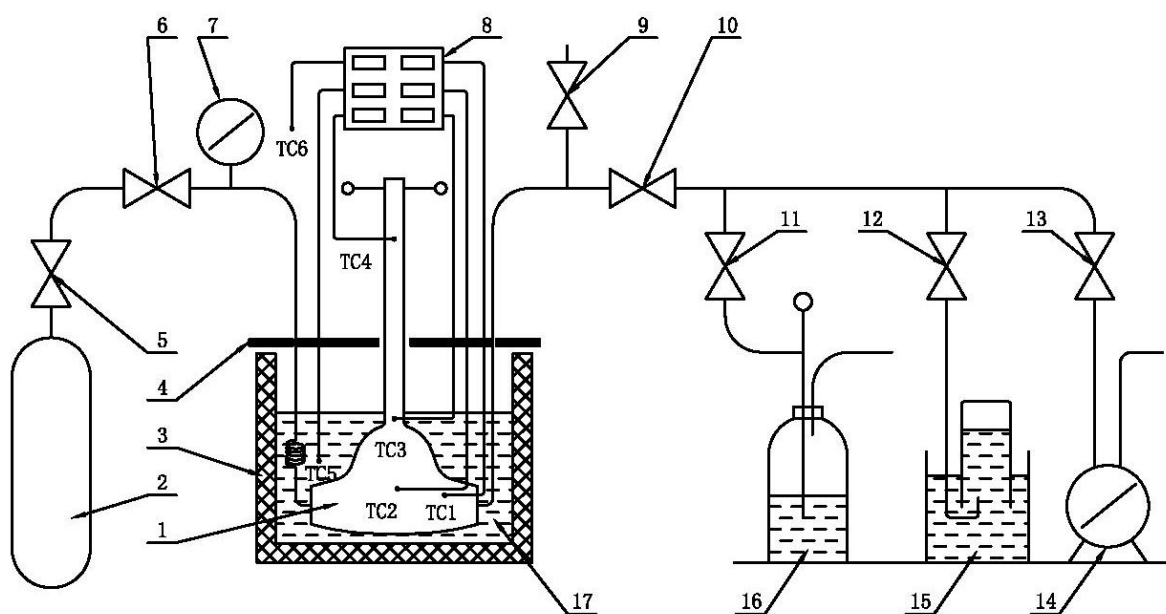


图9 低温试验方法方框图

7.12.3 低温试验装置

7.12.3.1 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如图10所示。



标引序号说明:

- | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|
| 1——被测阀门; | 6——上游隔离阀; | 11——密封测试阀; | 16——酒精记泡器; |
| 2——氦气瓶; | 7——压力表; | 12——密封测试阀; | 17——冷却介质。 |
| 3——低温试验槽; | 8——温度显示仪表; | 13——密封测试阀; | |
| 4——保温上盖; | 9——排空/回收阀; | 14——流量计; | |
| 5——气瓶调节阀; | 10——下游隔离阀; | 15——集气检测器; | |

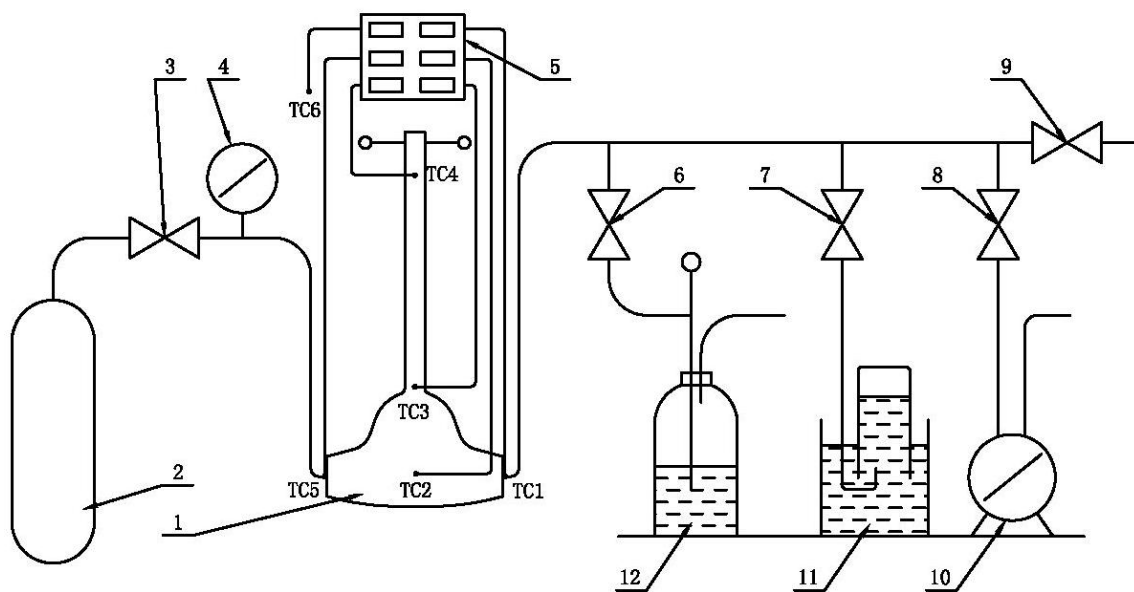
温度传感器:

- | | | |
|------------------|-------------------|--------------|
| 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 10 外部冷却法低温性能试验装置示意图

7.12.3.2 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如图 11 所示。



标引序号说明：

- | | | | |
|------------|------------|-----------|------------|
| 1——被测阀门； | 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——酒精记泡器。 |

温度传感器：

- | | |
|---------------------|---------------------|
| TC1——入口法兰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——出口法兰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 11 内部冷却法低温性能试验装置示意图

7.12.4 低温试验装置的基本要求

7.12.4.1 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），凡位于低温环境或自身可能处于低温状态下的，均应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。

7.12.4.2 低温储罐

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 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, 应选择液氢用真空绝热压力容器, 其应符合 T/CATSI 05006 的规定。

7.12.4.3 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。

7.12.4.4 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被测介质相同。

7.12.4.5 温度传感器

温度传感器符合以下要求:

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, 具体位置如图 10 所示。

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, 具体位置如图 11 所示。

7.12.4.6 低温试验槽

低温试验槽符合以下要求:

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, 能够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 1m 的安全通道。

7.12.4.7 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 1.5 倍的试验压力, 并考虑适度的压力峰值冲击。

c) 试验管路系统应充分考虑系统的安全性, 应有紧急泄压结构。

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。

7.12.4.8 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, 试验介质应为氦气。

b) 使用内部冷却法进行低温性能试验时, 试验介质可为液氮、液氢、液氦, 或其对应温区的蒸发气。

7.12.5 阀座密封泄漏量检测方法

7.12.5.1 流量计法

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

7.12.5.2 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 10mm。
- c) 应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相关产品标准要求。

7.12.5.3 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酒精。
- b) 泄漏检测导出管内径为 4mm，壁厚为 1mm，浸入液面以下不大于 5mm。
- c) 应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相关产品标准要求。

7.12.6 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 规定的检测方法进行。

7.12.7 外部冷却法低温性能试验步骤

7.12.7.1 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。

7.12.7.2 阀门的安装

按图 10 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。

7.12.7.3 吹除、置换和气封

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 1~2 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。

7.12.7.4 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（液氮），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其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 25 的规定并持续稳定 5 分钟后，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 7.12.4.5 的要求。

表 25 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	≤ -253	≤ -253
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 $\pm 5^\circ\text{C}$
	液氮	-253^{+10}_0	温度基本稳定，5 min 内温度变化不大于 $\pm 5^\circ\text{C}$
	液氮	-253^{+10}_0	温度基本稳定，5 min 内温度变化不大于 $\pm 5^\circ\text{C}$

注：液氮温度与压力对应表见附录 A。

7.12.7.5 低压启闭动作试验和低压密封试验（止回阀不适用）

试验方法、步骤和要求应符合以下要求：

a) 将试验阀门开启至全开位置，打开下游隔离阀，当见到出口有气体溢出时，关闭下游隔离阀，将阀腔内压力稳定在 0.2MPa 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 0.2MPa 后，测量阀座的泄漏量。

c) 气动控制阀（调节型）低压密封试验压力为 0.6MPa，气开式调节阀执行机构的信号压力应为零，气关式调节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%。

7.12.7.6 高压密封试验（止回阀不适用）

试验方法、步骤和要求应符合以下要求：

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 26 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 分钟。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试验。

d) 气动控制阀（切断型）高压密封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。

表 26 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	Class 150
PN 20	2.0	0.5	
PN 25	2.5	0.5	Class 300
PN 40	4.0	1.0	
PN 63	6.3	1.25	Class 400
PN 100	10.0	2.0	Class 600
PN 160	16.0	2.0	Class 900

7.12.7.7 止回阀密封试验

试验方法、步骤和要求应符合以下要求：

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，直至达到阀门最大允许工作压力。

c) 高压密封试验测试压力增量值按表 6 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 分钟。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。

7.12.7.8 低温逸散性试验

试验方法、步骤和要求应符合以下要求：

a) 高压密封试验完成后, 将阀门部分开启, 将压力升至最大允许工作压力, 保压 15 分钟, 将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 的规定执行。

7.12.7.9 低温带压开启—关闭操作试验（止回阀不适用）

试验方法、步骤和要求应符合以下要求：

a) 先关闭低温试验装置出口端阀门, 开启试验阀门, 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, 开启低温试验装置出口端阀门, 释放试验阀的出口压力后开启试验阀门。

b) 在液氮温度下进行 5 次低温带压开启—关闭操作, 在液氢温度下进行 100 次低温带压开启—关闭操作。

c) 按上述要求完成循环操作后, 检查阀门的动作灵活性, 测量启闭阀门所需的力矩, 启闭阀门的最大力矩不得大于规定值。随后进行低温密封试验, 阀座泄漏量应满足要求, 试验阀门能正常启闭操作、无卡阻现象。

7.12.7.9 紧急切断阀动作试验

按照 GB/T 24918-2010 中 5.3 的要求对被测阀门进行动作试验, 在试验时应应对被测阀门的启闭时间进行测量。

7.12.8 内部冷却法低温性能试验步骤

7.12.8.1 试验前准备

按 7.12.7.1 的要求。

7.12.8.2 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 0.013Pa 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 20mm。

7.12.8.3 吹除、置换和气封

按 7.12.7.3 的要求。

7.12.8.4 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 25 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 7.12.4.5 规定。

7.12.8.5 低压启闭动作试验和密封试验（止回阀不适用）

试验方法、步骤和要求应符合以下要求：

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。

c) 气动控制阀（调节型）低压密封试验压力为 0.6 MPa, 气开式调节阀执行机构的信号压力应为零, 气关式调节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%。

7.12.8.6 高压密封试验（止回阀不适用）

试验方法、步骤和要求应符合以下要求：

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。

7.12.8.7 止回阀密封试验

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。

7.12.8.8 逸散性试验

试验方法、步骤和要求应符合以下要求:

a) 高压密封试验完成后,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 的规定执行。

7.12.8.9 低温带压开启—关闭操作试验(止回阀不适用)

试验方法、步骤和要求应符合以下要求:

a) 可与高压密封试验、逸散性试验同时进行。

b) 从试验阀门进口端通入试验压力为不小于 50%最大允许工作压力的低温介质,开启预冷泄出管,在液氮温度下进行 5 次低温带压开启—关闭操作,在液氢温度下进行 100 次低温带压开启—关闭操作。检查阀门的动作灵活性,测量启闭阀门的力矩,启闭阀门的最大力矩不得大于规定值。

c) 随后进行低温高压密封试验,阀座泄漏量应满足要求。

7.12.8.10 紧急切断阀动作试验

按照 GB/T 24918-2010 中 5.3 的要求对被测阀门进行动作试验,在试验时应对被测阀门的启闭时间进行测量。

7.12.9 真空夹套绝热性能试验

7.12.9.1 对真空夹套内腔抽真空,使腔内真空压力不大于 0.013 Pa。

7.12.9.2 使用灵敏度高于 1×10^{-10} Pa·m³/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气速率,漏气速率均不大于 1.3×10^{-9} Pa·m³/s。

7.12.9.3 漏气速率检测合格后,进行漏气率试验,试验方法和结果应符合以下要求:

在真空夹套内腔真空压力不大于 0.013 Pa 后,静置 24 小时,测定真空夹套的漏气率,总漏气率应不大于 1.3×10^{-8} Pa·m³/s。

漏气率按公式(1)计算:

$$Q = (P_2 - P_1) / t \times V \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Q ——气体泄漏率,单位为帕立方米每秒(Pa·m³/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(m³)。

7.12.9.4 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。

7.13 低温试验后的常温性能试验

7.13.1 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 °C,保温时间 2 h。

7.13.2 将阀门恢复到环境温度后,按 7.9 的要求进行常温密封性能和逸散性试验,测量并记录阀门的泄漏率、启闭力矩。

7.14 耐火试验

有耐火要求的阀门应按 JB/T 6899 或订货合同的要求进行耐火试验验证。

7.15 壳体抗破裂试验

7.15.1 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,试验后的壳体不得销售或使用。

7.15.2 封闭阀门的进出各端口,向壳体内充入液体试验介质,排净壳体腔内的空气,逐渐加压至试验压力。

7.15.3 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。

7.15.4 试验压力保持时间 1 min。

8 检验规则

8.1 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、技术要求和检验试验方法按表 27~表 33 的规定,检验中涉及的部分国内标准与国外标准对照见附录 D。

8.2 型式试验

8.2.1 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;
- 国家产品质量监督检验部门提出型式试验要求时。

8.2.2 型式试验的全部检验项目应全部符合要求后,方可批量生产。

8.2.3 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。

8.2.4 型式试验的全部试验项目应符合表 27~表 32 的规定。

表 27 截止阀检验项目、检验和试验要求

检 验 项 目		出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
标志		√	√	9	7.2
承压件外观质量		√	√	5.12	7.3
承压件壁厚、尺寸		√	√	5.2、5.3、5.4	7.4
承压件材料性能	化学成分	√ ^a	√	符合有关材料标准的要求	7.5
	力学性能	√ ^a	√ ^b	符合有关材料标准的要求	7.5
	低温冲击试验	√	√ ^b	5.10.2.3	7.5
无损检测		√	√	5.13	7.6
耐振动试验		—	○	6.5	7.7
抗冲击试验		—	○	6.5	7.8
常温性能试验	壳体试验	√	√	表 5	7.9
	密封试验	√	√	表 5	7.9
	常温逸散性试验	√	√	表 5	7.9
	波纹管组件试验	—	○	表 5	7.9
	非金属密封材料 氢气密封性能试验	—	√	表 5	7.9
脱脂检查		√	√	5.1.9	7.10
防静电试验		√	√	6.4	7.11
液氮温度 低温性能试验	密封试验	*	√	表 14	7.12
	带压启闭试验	*	√	表 14	7.12
	低温逸散性试验	*	√	表 14	7.12
	真空夹套绝热性能试验	*	○	表 14	7.12
液氢温度 低温性能试验	密封试验	—	√	表 14	7.12
	带压启闭试验	—	√	表 14	7.12
	低温逸散性试验	—	√	表 14	7.12
	真空夹套绝热性能试验	—	○	表 14	7.12
低温试验后的常温性能试验		*	√	表 5	7.13
耐火试验		—	○	6.6	7.14
壳体抗破裂试验		—	√	6.2	7.15
注：“—”为不检验项目；“√”为检验项目；“○”为特有结构或要求的阀门检验项目；“*”为可选择的检验项目。					
^a 可采用对材料供货方提供的相关质量文件进行审核的方式；					
^b 应使用与阀门零件同炉号、同制造工艺、同热处理的试棒进行试验。					

表 28 止回阀检验项目、检验和试验要求

检 验 项 目		出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
标志		√	√	9	7.2
承压件外观质量		√	√	5.12	7.3
承压件壁厚、尺寸		√	√	5.2、5.3、5.4	7.4
承压件材料性能	化学成分	√ ^a	√	符合有关材料标准的要求	7.5
	力学性能	√ ^a	√ ^b	符合有关材料标准的要求	7.5
	低温冲击试验	√	√ ^b	5.10.2.3	7.5
无损检测		√	√	5.13	7.6
耐振动试验		—	○	6.5	7.7
抗冲击试验		—	○	6.5	7.8
常温性能试验	壳体试验	√	√	表 6	7.9
	密封试验	√	√	表 6	7.9
	常温逸散性试验	√	√	表 6	7.9
	非金属密封材料 氢气密封性能试验	—	○	表 6	7.9
脱脂检查		√	√	5.1.9	7.10
防静电试验		√	√	6.4	7.11
液氮温度 低温性能试验	密封试验	*	√	表 15	7.12
	低温逸散性试验	*	√	表 15	7.12
	真空夹套绝热性能试验	*	○	表 15	7.12
液氢温度 低温性能试验	密封试验	—	√	表 15	7.12
	低温逸散性试验	—	√	表 15	7.12
	真空夹套绝热性能试验	—	○	表 15	7.12
低温试验后的常温性能试验		*	√	表 6	7.13
耐火试验		—	○	6.6	7.14
壳体抗破裂试验		—	√	6.2	7.15
注：“—”为不检验项目；“√”为检验项目；“○”为特有结构或要求的阀门检验项目；“*”为可选择的检验项目。					
^a 可采用对材料供货方提供的相关质量文件进行审核的方式；					
^b 应使用与阀门零件同炉号、同制造工艺、同热处理的试棒进行试验。					

表 29 球阀检验项目、检验和试验要求

检 验 项 目		出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
标志		√	√	9	7.2
承压件外观质量		√	√	5.12	7.3
承压件壁厚、尺寸		√	√	5.2、5.3、5.4	7.4
承压件材料性能	化学成分	√ ^a	√	符合有关材料标准的要求	7.5
	力学性能	√ ^a	√ ^b	符合有关材料标准的要求	7.5
	低温冲击试验	√	√ ^b	5.10.2.3	7.5
无损检测		√	√	5.13	7.6
耐振动试验		—	○	6.5	7.7
抗冲击试验		—	○	6.5	7.8
常温性能试验	壳体试验	√	√	表 7	7.9
	密封试验	√	√	表 7	7.9
	常温逸散性试验	√	√	表 7	7.9
	非金属密封材料 氢气密封性能试验	—	√	表 7	7.9
脱脂检查		√	√	5.1.9	7.10
防静电试验		√	√	6.4	7.11
液氮温度 低温性能试验	密封试验	*	√	表 16	7.12
	带压启闭试验	*	√	表 16	7.12
	低温逸散性试验	*	√	表 16	7.12
	真空夹套绝热性能试验	*	○	表 16	7.12
液氢温度 低温性能试验	密封试验	—	√	表 16	7.12
	带压启闭试验	—	√	表 16	7.12
	低温逸散性试验	—	√	表 16	7.12
	真空夹套绝热性能试验	—	○	表 16	7.12
低温试验后的常温性能试验		*	√	表 7	7.13
耐火试验		—	○	6.6	7.14
壳体抗破裂试验		—	√	6.2	7.15

注：“—”为不检验项目；“√”为检验项目；“○”为特有结构或要求的阀门检验项目；“*”为可选择的检验项目。

^a 可采用对材料供货方提供的相关质量文件进行审核的方式；
^b 应使用与阀门零件同炉号、同制造工艺、同热处理的试棒进行试验。

表 30 蝶阀检验项目、检验和试验要求

检 验 项 目		出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
标志		√	√	9	7.2
承压件外观质量		√	√	5.12	7.3
承压件壁厚、尺寸		√	√	5.2、5.3、5.4	7.4
承压件材料性能	化学成分	√ ^a	√	符合有关材料标准的要求	7.5
	力学性能	√ ^a	√ ^b	符合有关材料标准的要求	7.5
	低温冲击试验	√	√ ^b	5.10.2.3	7.5
无损检测		√	√	5.13	7.6
耐振动试验		—	○	6.5	7.7
抗冲击试验		—	○	6.5	7.8
常温性能试验	壳体试验	√	√	表 8	7.9
	密封试验	√	√	表 8	7.9
	蝶板承载能力试验	—	√	表 8	7.9
	常温逸散性试验	√	√	表 8	7.9
	非金属密封材料 氢气密封性能试验	—	√	表 8	7.9
脱脂检查		√	√	5.1.9	7.10
防静电试验		√	√	6.4	7.11
液氮温度 低温性能试验	密封试验	*	√	表 17	7.12
	带压启闭试验	*	√	表 17	7.12
	低温逸散性试验	*	√	表 17	7.12
	真空夹套绝热性能试验	*	○	表 17	7.12
液氢温度 低温性能试验	密封试验	—	√	表 17	7.12
	带压启闭试验	—	√	表 17	7.12
	低温逸散性试验	—	√	表 17	7.12
	真空夹套绝热性能试验	—	○	表 17	7.12
低温试验后的常温性能试验		*	√	表 8	7.13
耐火试验		—	○	6.6	7.14
壳体抗破裂试验		—	√	6.2	7.15
注：“—”为不检验项目；“√”为检验项目；“○”为特有结构或要求的阀门检验项目；“*”为可选择的检验项目。					
^a 可采用对材料供货方提供的相关质量文件进行审核的方式；					
^b 应使用与阀门零件同炉号、同制造工艺、同热处理的试棒进行试验。					

表 31 气动控制阀检验项目、检验和试验要求

检 验 项 目		出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
标志		√	√	9	7.2
承压件外观质量		√	√	5.12	7.3
承压件壁厚、尺寸		√	√	5.2、5.3、5.4	7.4
承压件材料性能	化学成分	√ ^a	√	符合有关材料标准的要求	7.5
	力学性能	√ ^a	√ ^b	符合有关材料标准的要求	7.5
	低温冲击试验	√	√ ^b	5.10.2.3	7.5
无损检测		√	√	5.13	7.6
耐振动试验		—	○	6.5	7.7
抗冲击试验		—	○	6.5	7.8
常温性能试验	壳体试验	√	√	表 11	7.9
	密封试验	√	√	表 11	7.9
	常温逸散性试验	√	√	表 11	7.9
	波纹管组件试验	—	○	表 11	7.9
	基本误差试验	√	√	表 11	7.9
	回差试验	√	√	表 11	7.9
	死区试验	√	√	表 11	7.9
	额定行程偏差试验	√	√	表 11	7.9
	气室密封性试验	√	√	表 11	7.9
	流通能力试验	—	√	表 11	7.9
	动作寿命试验	—	√	表 11	7.9
非金属密封材料 氢气密封性能试验	—	√	表 11	7.9	
脱脂检查		√	√	5.1.9	7.10
防静电试验		√	√	6.4	7.11
液氮温度 低温性能试验	密封试验	*	√	表 18	7.12
	带压启闭试验	*	√	表 18	7.12
	低温逸散性试验	*	√	表 18	7.12
	真空夹套绝热性能试验	*	○	表 18	7.12
液氢温度 低温性能试验	密封试验	—	√	表 18	7.12
	带压启闭试验	—	√	表 18	7.12
	低温逸散性试验	—	√	表 18	7.12
	真空夹套绝热性能试验	—	○	表 18	7.12
低温试验后的常温性能试验		*	√	表 11	7.13
耐火试验		—	○	6.6	7.14
壳体抗破裂试验		—	√	6.2	7.15
注：“—”为不检验项目；“√”为检验项目；“○”为特有结构或要求的阀门检验项目；“*”为可选择的检验项目					
^a 可采用对材料供货方提供的相关质量文件进行审核的方式；					
^b 应使用与阀门零件同炉号、同制造工艺、同热处理的试棒进行试验。					

表 32 紧急切断阀检验项目、检验和试验要求

检 验 项 目		出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
标志		√	√	9	7.2
承压件外观质量		√	√	5.12	7.3
承压件壁厚、尺寸		√	√	5.2、5.3、5.4	7.4
承压件材料性能	化学成分	√ ^a	√	符合有关材料标准的要求	7.5
	力学性能	√ ^a	√ ^b	符合有关材料标准的要求	7.5
	低温冲击试验	√	√ ^b	5.10.2.3	7.5
无损检测		√	√	5.13	7.6
耐振动试验		—	○	6.5	7.7
抗冲击试验		—	○	6.5	7.8
常温性能试验	壳体试验	√	√	表 12	7.9
	密封试验	√	√	表 12	7.9
	常温逸散性试验	√	√	表 12	7.9
	波纹管组件试验	—	○	表 12	7.9
	动作试验	√	√	表 12	7.9
	自然闭止试验	—	√	表 12	7.9
	空载操作寿命试验	—	√	表 12	7.9
	易熔元件试验	—	√	表 12	7.9
	非金属密封材料 氢气密封性能试验	—	√	表 12	7.9
脱脂检查		√	√	5.1.9	7.10
防静电试验		√	√	6.4	7.11
液氮温度 低温性能试验	密封试验	*	√	表 19	7.12
	带压启闭试验	*	√	表 19	7.12
	低温逸散性试验	*	√	表 19	7.12
	动作试验	*	√	表 19	7.12
	真空夹套绝热性能试验	*	○	表 19	7.12
液氢温度 低温性能试验	密封试验	—	√	表 19	7.12
	带压启闭试验	—	√	表 19	7.12
	低温逸散性试验	—	√	表 19	7.12
	动作试验	—	√	表 19	7.12
	真空夹套绝热性能试验	—	○	表 19	7.12
低温试验后的常温性能试验		*	√	表 12	7.13
耐火试验		—	○	6.6	7.14
壳体抗破裂试验		—	√	6.2	7.15

注：“—”为不检验项目；“√”为检验项目；“○”为特有结构或要求的阀门检验项目；“*”为可选择的检验项目。

^a 可采用对材料供货方提供的相关质量文件进行审核的方式；

^b 应使用与阀门零件同炉号、同制造工艺、同热处理的试棒进行试验。

9 标志

9.1 一般要求

9.1.1 阀门应按 GB/T 12220 的规定进行标记，并应符合 9.2、9.3 和 9.4 的规定。

9.1.2 阀门的标牌材料应采用奥氏体不锈钢。

9.2 阀体上的标记

在阀体上应注有下列的永久标记：

——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[铸件炉号或锻打批号，大于或者等于 DN50(NPS2)的]；

——产品生产系列编号[大于或者等于 DN50(NPS2)的]。

9.3 标牌上的标志

在阀门标牌上应有不少于如下所列的内容：

——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。

9.4 其他标记

9.4.1 带有耐火结构的阀门应标记“FD”；

9.4.2 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。

10 包装和储运

10.1 阀门内外表面不得涂漆或喷涂任何防锈层。

10.2 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。

10.3 阀门的包装、运输和储存应符合 JB/T 7928 的规定，包装场地应清洁、干燥。

10.4 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。

10.5 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。

10.6 阀门在运输、存放过程应避免因暴露于盐雾或大气中而受到氯离子腐蚀。

10.7 阀门应贮存在干燥、通风的室内，不允许露天存放。

附录 A
(资料性)

阀体/阀盖加长颈推荐最小长度

本附录给出的阀体/阀盖加长颈推荐长度尺寸是指指阀门流道中心线到填料函顶部的尺寸，具体参见图 A.1 和表 A.1。

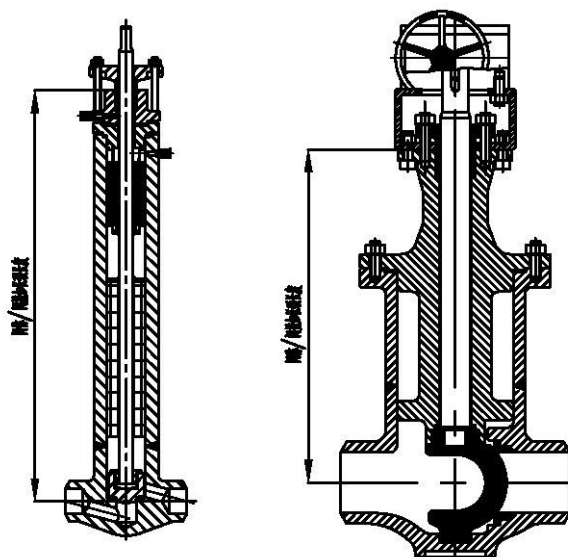


图 A.1 阀体/阀盖加长颈伸长量示意图

表 A.1 阀体/阀盖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	1000	800	700	600
300	1150	900	800	700

注：表中的尺寸是指阀门流道中心线到填料函顶部的尺寸。

附录 B
(资料性)

阀门主要零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，理化性能要求见表 B.2、表 B.3。

表 B.1 阀门主要零件推荐材料

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

表 B.2 液氢用不锈钢化学成分

材料牌号	化学成分 (质量分数) / %								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Mo	N
CF3M、F316L、TP316L、S31603	≤ 0.03	≤ 2.00	≤ 0.75	16.0 ~ 18.0	10.0 ~ 14.0	≤ 0.035	≤ 0.020	2.00 ~ 3.00	≤ 0.10
	≤ 0.08	≤ 2.00	≤ 0.75	16.0 ~ 18.0	10.0 ~ 14.0	≤ 0.035	≤ 0.020	2.00 ~ 3.00	≤ 0.10

表 B.3 经固溶热处理的液氢用不锈钢室温下的机械性能

材料牌号	机械性能						
	规定非比例 延伸强度 Rp0.2/MPa	规定非比例 延伸强度 Rp1.0/MPa	抗拉强度 Rm/MPa	断后伸长率 A/%	硬度值		
					HBW	HRB	HV
CF3M、F316L、TP316L、S31603	≥180	≥260	≥490	≥40	≤217	≤95	≤220
CF8M、F316、S31608	≥205	≥260	≥520	≥40	≤217	≤95	≤220

附录 C
(资料性)
阀杆强度计算指南

C.1 一般要求

C.1.1 对于截止阀，应对阀杆长度与直径（或回转半径）之比进行校核，以防止阀杆在压力载荷作用下发生压缩应力屈服失效或弹性翘曲。

C.1.2 对于球阀和蝶阀，应对阀杆扭转角进行校核，以防止阀杆在扭转载荷作用下发生剪切应力屈服失效。

C.2 符号

下列符号适用于本附录。

A —— 阀杆横截面面积。

C —— 常数，取决于阀杆端点的支撑条件，可按下列方式选取：

- 具有阀杆导向阀瓣的截止阀阀杆， $C=2$ ；
- 具有阀体导向阀瓣截止阀阀杆， $C=4$ ；
- 其他常数 C 也可依照制造商的选择，只要能表示阀杆端点支撑结构即可。

d —— 阀杆直径。

E —— 阀杆材料的弹性模量。

F_c —— 翘曲应力导致阀杆失效的临界负载。

F_{cr} —— 压缩/翘曲组合应力导致阀杆失效的临界载荷。

F_s —— 阀杆允许力。

G —— 刚性模量， $G = \frac{E}{2}(1 + \mu)$ 。

I —— 围绕通过阀杆横截面矩心的轴弯曲最小惯性矩。

J —— 圆形阀杆极惯性矩。

L —— 对于截止阀是指在阀杆上部导向段与阀杆/阀瓣界面间匀直阀杆跨距的无支撑长度，对于球阀和蝶阀是指扭矩施加点至与关闭件连接处的阀杆长度。

$\frac{L}{r}$ —— 取自各种阀杆横截面几何体的阀杆长度与直径的比值。

$\frac{L}{d}$ ——取自圆形棒材的阀杆长度与直径的比值。

N ——安全系数，取 2。

r ——阀杆横截面的惯性半径， $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$ 。

S_y ——阀杆材料的屈服强度。

T ——阀杆最大设计扭矩。

T_s ——制造商指定的最大阀杆扭矩。

θ ——扭转角，弧度 (rad)。

μ ——泊松比。

τ_{max} ——阀杆材料最大剪切应力。

C.3 截止阀的阀杆校核

C.3.1 截止阀的阀杆临界长度与阀杆直径的比值按式 (C.1) 计算：

$$\frac{L}{r} = \pi \sqrt{\frac{2CE}{S_y}} \dots\dots\dots (C.1)$$

或对于 $r = d/4$ 的圆形实心阀杆，按式 (C.2) 计算：

$$\frac{L}{d} = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{2CE}{S_y}} \dots\dots\dots (C.2)$$

C.3.2 应按照阀杆的实际设计尺寸计算 L/r 或 L/d 的比值，将该值与式 (C.1) 或式 (C.2) 的计算值进行比较。如果阀杆实际 L/r 或 L/d 比值大于式 (C.1) 或式 (C.2) 计算值，则潜在的应力失效模式是翘曲应力失效，应使用 B3.3 节所述的方法来计算临界负载和允许负载的要求。如果阀杆实际 L/r 或 L/d 比值小于式 (C.1) 或式 (C.2) 计算值，则潜在的应力失效模式是压缩/翘曲组合应力失效。应使用 D3.4 节所述的方法计算临界负载和允许负载的要求。

C.3.3 失效模式为翘曲应力失效时的临界负载和允许负载计算

C.3.3.1 临界负载按式 (C.3) 计算：

$$F_c = \frac{C\pi^2 EA}{(L/r)^2} \dots\dots\dots (C.3)$$

或对于 $r = d/4$ 的圆形实心阀杆，临界负载按式 (C.4) 计算：

$$F_c = \frac{C\pi^2 EA}{16(L/d)^2} \dots\dots\dots (C.4)$$

C.3.3.2 阀杆允许负载按式 (C.5) 计算：

$$F_s = \frac{F_c}{N} \dots\dots\dots (C.5)$$

C.3.3.3 如果阀杆实际负载小于由式 (C.3) 或式 (C.4) 确定的临界载荷, 则预测不会出现翘曲应力失效, 但还应使用式 (C.5) 计算阀杆允许负载, 以确保阀杆的实际负载不大于式 (C.5) 的计算值。

C.3.3.4 如果阀杆实际负载大于临界负载 F_c , 则应增加阀杆横截面尺寸, 可以使用式 (C.3) 或式 (C.4) 来确定阀杆需要的横截面尺寸。

C.3.3.5 阀杆设计尺寸改变后, 应再次计算 L/r 或 L/d 的比值并重新校核。

C.3.4 失效模式是压缩/翘曲组合应力失效时的临界负载和允许负载计算。

C.3.4.1 阀杆的临界负载按式 (C.6) 计算:

$$F_{cr} = S_y A \left[1 - \frac{S_y (L/r)^2}{4C\pi^2 E} \right] \dots\dots\dots (C.6)$$

或对于 $r = d/4$ 的圆形实心阀杆, 临界负载按式 (C.7) 计算:

$$F_{cr} = S_y A \left[1 - \frac{4S_y (L/d)^2}{C\pi^2 E} \right] \dots\dots\dots (C.7)$$

C.3.4.2 阀杆允许负载按式 (C.8) 计算:

$$F_s = \frac{F_{cr}}{N} \dots\dots\dots (C.8)$$

C.3.4.3 如果阀杆实际负载小于由式 (C.6) 或式 (C.7) 确定的临界载荷, 则预测不会出现组合压缩/翘曲应力失效, 但还应使用式 (C.8) 计算阀杆允许负载, 以确保阀杆的实际负载不大于式 (C.8) 的计算值。

C.3.4.4 如果阀杆实际负载大于临界负载 F_{cr} , 则应增加阀杆横截面尺寸。可以使用式 (C.6) 或式 (C.7) 来确定阀杆需要的截面尺寸。

C.3.4.5 阀杆设计尺寸改变后, 应再次计算 L/r 或 L/d 的比值并重新校核。

C.3.5 对于适合其他柱端限制模式的无支撑跨度的阀杆, 制造商可以开发 L/r 或 L/d 公式以确定临界负载和包括一个推荐的安全系数 $N=2$ 的允许负载。对于直径不均匀的阀杆, 制造商应进行更为广泛的估算或试验以确保防止阀杆翘曲或组合压力/翘曲。

C.4 球阀和蝶阀的阀杆校核

C.4.1 阀杆在扭转载荷的作用下, 阀杆扭转角应不大于 $\pi/90$ 弧度 (2°)。

C.4.2 阀杆扭转角按式 (C.9) 计算:

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \leq \frac{\pi}{90} \dots\dots\dots (C.9)$$

C.4.3 阀杆扭矩校核按式 (C.10) 计算:

$$T_s \leq \frac{\pi d_s^3 \tau_{\max}}{16N} \dots\dots\dots (C.10)$$

附录 D
(资料性)
国内外相关标准对照

国内外相关标准对照见表 D. 1。

表 D. 1 国内外相关标准对照表

测试项目	中国标准	ASME/ASTM 标准	ISO 标准
材料拉伸试验	GB/T 228.1	ASTM A370	ISO 6892-1
材料冲击试验	GB/T 229	ASTM A370	ISO 148-1
焊接工艺评定	NB/T 47014	ASME IX	EN ISO 15614
焊缝射线探伤	NB/T 47013.2 I 级	ASME VIII.1 UW51	ISO 17636-1
承压焊缝, 堆焊渗透探伤	NB/T 47013.5 I 级	ASME VIII.1 App. 8	ISO 3452
铸件材料和对接端部射线探伤	JB/T 6440 1 级	ASTM E446 ASTM E186 ASTM E280	ISO 17636-1
锻件材料对接端部超声探伤	JB/T 6903 1 级	ASTM A388	ISO 16810
材料铁素体测试 (金相法)	GB/T 13305	ASTM E562	ISO 13520
焊缝铁素体测试 (磁性法测量)	GB/T 1954	ANSI/AWS 4.2	ISO 8249

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 (°C)	压力 (MPa)
1	-255	0.050746
2	-254	0.07139
3	-253	0.097556
4	-252	0.13002
5	-251	0.16956
6	-250	0.21697
7	-249	0.27306
8	-248	0.33865
9	-247	0.41458
10	-246	0.5017
11	-245	0.60094
12	-244	0.71327
13	-243	0.83984
14	-242	0.98204
15	-241	1.142

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] NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- [5] JB/T 6169 金属波纹管
- [6] ISO 148-1 Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method
- [7] ISO 3452 Non-destructive testing — Penetrant testing
- [8] ISO 6892-1 Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature
- [9] ISO 8249 Welding — Determination of Ferrite Number (FN) in austenitic and duplex ferritic-austenitic Cr-Ni stainless steel weld metals
- [10] ISO 13520 Determination of ferrite content in austenitic stainless steel castings
- [11] ISO 16810 Non-destructive testing — Ultrasonic testing — General principles
- [12] ISO 17636-1 Non-destructive testing of welds — Radiographic testing — Part 1: X- and gamma-ray techniques with film
- [13] ISO 21011-2008 Cryogenic vessels—Valves for cryogenic service
- [14] EN ISO 15614 Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test
- [15] ASME IX QUALIFICATION STANDARD FOR WELDING, BRAZING, AND FUSING PROCEDURES; WELDERS; BRAZERS; AND WELDING, BRAZING, AND FUSING OPERATORS
- [16] ASME VIII.1 RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS Division 1
- [17] ANSI/AWS 4.2 Standard Procedures for Calibrating Magnetic Instruments to Measure the Delta Ferrite Content of Austenitic and Duplex Ferritic-Austenitic Stainless Steel Weld Metal
- [18] ASTM A182 Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service
- [19] ASTM A194 Standard Specification for Carbon Steel, Alloy Steel, and Stainless Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both

- [20] ASTM A312 Standard Specification for Seamless, Welded, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes
- [21] ASTM A320 Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for Low-Temperature Service
- [22] ASTM A351 Standard Specification for Castings, Austenitic, for Pressure-Containing Parts
- [23] ASTM A370 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
- [24] ASTM A388 Standard Practice for Ultrasonic Examination of Steel Forgings
- [25] ASTM E186 Standard Reference Radiographs for Heavy-Walled (2 to 4 1/2-in. [50.8 to 114 mm]) Steel Castings
- [26] ASTM E280 Standard Reference Radiographs for Heavy-Walled (4 1/2 to 12-in. [114 to 305-mm]) Steel Castings
- [27] ASTM E446 Standard Reference Radiographs for Steel Castings Up to 2 in. (50.8 mm) in Thickness
- [28] ASTM E562 Standard Test Method for Determining Volume Fraction by Systematic Manual Point Count
- [29] MSS SP-134-2012 Valves for Cryogenic Service, including Requirements for Body-Bonnet Extensions
-