|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 点击此处添加ICS号 |
| CCS  |

|  |
| --- |
| D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png       |

点击此处添加CCS号 |

     团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

高压液化气体绝热气瓶

High pressure liquefied gases welded insulated cylinders

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

       发布

目次

[1 范围 1](#_Toc118816245)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc118816246)

[3 术语和定义 2](#_Toc118816247)

[4 符号 2](#_Toc118816248)

[5 型号命名方法和基本参数 3](#_Toc118816249)

[6 材料 4](#_Toc118816251)

[7 设计 4](#_Toc118816252)

[8 制造、检验和试验 7](#_Toc118816253)

[9 型式试验 14](#_Toc118816254)

[10 标志、包装、运输 14](#_Toc118816255)

[11 出厂资料 15](#_Toc118816256)

[12 资料保存 16](#_Toc118816257)

[附录A（资料性） 高压液化气体性质（部分） 17](#_Toc118816258)

[附录B（规范性） 最大准许充装系数 22](#_Toc118816259)

[附录C（规范性） 安全泄放量和泄放面积 27](#_Toc118816260)

[附录D（资料性） 产品合格证 30](#_Toc118816261)

[附录E（资料性） 批量检验质量证明书 31](#_Toc118816262)

高压液化气体绝热气瓶

* 1. 范围

本文件规定了适用于高压液化气体[液态二氧化碳、液态氧化亚氮、液态乙烷、液态乙烯、液态三氟甲烷（特性见附录A）]且可重复充装的焊接绝热气瓶（以下简称“气瓶”）的术语和定义，符号，型号命名方法和基本参数，材料，设计，制造、检验和试验，型式试验，标志、包装、运输，出厂资料，资料保存等要求。

* + 1. 适用的正常环境温度为-40 ℃～60 ℃。
		2. 液态二氧化碳的设计温度不高于-78.5℃，其余介质的不高于介质的沸点。
		3. 公称工作压力范围为0.2 MPa～3.5 MPa（本文件凡未注明的压力均指表压）。
		4. 液态二氧化碳、液态氧化亚氮、液态三氟甲烷的公称容积范围为10L～1000L，液态乙烷、液态乙烯的公称容积范围为150L～1000L。
1. 当试验介质的温度低于盛装介质的沸点时，设计温度应不高于试验介质的沸点。
	1. 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 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 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法

GB/T 7144 气瓶颜色标志

GB/T 9251 气瓶水压试验方法

GB/T 12137 气瓶气密性试验方法

GB/T 12241 安全阀 一般要求

GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀

GB/T 13005 气瓶术语

GB/T 16804 气瓶警示标签

GB/T 17925 气瓶对接焊缝X射线数字成像检测

GB/T 18443.2 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 2 部分：真空度测量

GB/T 18443.3 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 3 部分：漏率测量

GB/T 18443.4 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 4 部分：漏放气速率测量

GB/T 18443.5 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 5 部分：静态蒸发率测量

GB/T 18443.8 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 8 部分：容积测量

GB/T 18517 制冷术语

GB/T 24159 焊接绝热气瓶

GB/T 24511 承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带

GB/T 25198 压力容器封头

GB/T 26929 压力容器术语

GB/T 31480 深冷容器用高真空多层绝热材料

GB/T 31481 深冷容器用材料与气体的相容性判定导则

GB/T 33209 焊接气瓶焊接工艺评定

GB/T 33215 气瓶安全泄压装置

GB/T 34530.1 低温绝热气瓶用阀门 第 1 部分：调压阀

GB/T 34530.2 低温绝热气瓶用阀门 第 2 部分：截止阀

JB 4732-1995 钢制压力容器分析设计标准

JB/T 6896 空气分离设备表面清洁度

NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测

NB/T 47013.11 承压设备无损检测 第 11 部分：X射线数字成像检测

NB/T 47013.14 承压设备无损检测 第 14 部分：X射线计算机辅助成像检测

NB/T 47018.1 承压设备用焊接材料订货技术条件 第 1 部分：采购通则

NB/T 47018.3 承压设备用焊接材料订货技术条件 第 3 部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝

TSG 23 气瓶安全技术规程

* 1. 术语和定义

GB/T 13005、GB/T 24159界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

高压液化气体绝热气瓶 high pressure liquefied gases insulated cylinders

盛装高压液化气体的焊接绝热气瓶。

充装率 filling rate

气瓶充装的液体体积与公称容积之比。

[来自GB/T 18442.3-2019，第3.2条，有修改]

初始充装率 initial filling rate

气瓶在充装完毕时的充装率。

最大充装率 maximum filling rate

气瓶的压力达到主安全阀整定压力时允许的充装率。

初始质量充装系数 initial mass filling rate

气瓶在充装完毕时的液体密度。

* 1. 符号

下列符号适用于本文件。

*Di*：封头或筒体的内直径，mm。

*Do*：封头或筒体的外直径，mm。

*E0*：材料的弹性模量，MPa。

*g*：重力加速度，*g*=9.81 m/s2。

*Hi*：封头内高度，等于封头内曲面深度与封头直边高度之和，mm。

*hi*：封头内曲面深度，mm。

*h0*：封头外曲面总高度，*h0=hi+Sn* ；mm。

*k1*：由椭圆长短轴比值决定的系数。

*L*：筒体长度与每个封头的直边高度、内曲面深度的1/3的总和，mm。

*P*：公称工作压力，MPa。

*Pb*：爆破片设计爆破压力，MPa。

*Pcr*：临界压力,MPa。

*Pd*：设计压力，MPa。

*Pf*：安全阀的排放压力或爆破片安全装置的设计爆破压力，MPa。

*Pt*：耐压试验压力，MPa。

*Pz*：安全阀整定压力，MPa。

*P1*：外压力，MPa。

*R*：碟形封头的球壳外半径及椭圆封头的当量球壳外半径，mm。

*S*：设计壁厚，mm。

*Sb*：筒体实测最小壁厚，mm。

*Se*：有效厚度，等于名义壁厚减去腐蚀裕量和钢材厚度负偏差，mm。

*Sh*：封头成形后的最小壁厚，mm。

*Sn*：名义壁厚，mm。

*σ*：壁应力，MPa。

*ΔHi*：封头内高度公差，mm。

*ΔπDi*：封头内圆周长公差，mm。

* 1. 型号命名方法和基本参数
		1. 型号命名方法

气瓶型号按下列规定命名：

□ Δ ─ Δ ─ Δ □

设计更改顺序号，依次用Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ……表示。

公称工作压力，MPa。

公称工作压力，MPa。

内胆公称容积，L。

内胆公称直径，mm。

名称用化学分子式表示，L表示立式、W表示卧式。

例：LC2H4P450-175-1.6表示内胆内直径为450mm，公称容积为175L，工作压力为1.6MPa的液态乙烯气瓶。

* + 1. 基本参数
			1. 公称容积和内胆内直径

公称容积和内胆内直径宜按照表1选取。公称容积宜取5的整数倍。

1. 公称容积和内胆内直径

| 公称容积/L | 10~25 | 25~50 | 50～150 | 150～200 | 200～500 |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 内胆内直径/mm | 200~300 | 250~350 | 300～450 | 400～550 | 450～800 |  |  |

* + - 1. 压力

内胆筒体壁厚的内压计算所采用的压力为设计压力，设计压力为内胆耐压试验压力。内胆耐压试验压力不应小于2倍公称工作压力（Pd=Pt≥2P）。

气瓶内胆及外壳承受的外压力不应小于0.21MPa。

气密性试验压力不应小于公称工作压力。

* + - 1. 有效容积

二氧化碳、氧化亚氮、三氟甲烷的有效容积不应大于公称容积的95%。

乙烷、乙烯的有效容积不应大于公称容积的90%。

* 1. 材料
		1. 一般要求

内胆主体（筒体和封头）材料应采用符合GB/T 24511和设计文件要求的奥氏体不锈钢。若采用境外牌号材料时，应符合TSG 23的规定。内胆主体材料的材料质量证明书应符合6.1.4的规定、复验的结果应符合6.2、6.3的规定及设计文件要求。

焊接在内胆上的元件应采用相应材料标准规定的且符合设计文件要求的奥氏体不锈钢；其余与贮存介质直接接触的材料应与介质相容，并符合相应材料标准的规定。

焊接材料及其熔敷金属的化学成分、拉伸性能应符合NB/T 47018.1及NB/T 47018.3的规定和设计文件要求。

受压元件和焊接材料从材料制造单位采购时，应取得材料制造单位提供的材料质量证明书原件；原件应盖有材料制造单位质量检验章和印有可追溯的信息化标志（二维码、条形码等），可追溯信息化标志至少包括材料制造单位信息、材料牌号、规格、炉批号、交货状态、质量证明书签发日期等。从非材料制造单位采购时，应取得材料制造单位提供的材料质量证明书原件或复印件，复印件应加盖材料供应单位检验公章和经办人章。

外壳应采用奥氏体不锈钢或碳钢。

绝热材料性能应符合GB/T 31480的规定。

吸附材料应与所贮存的介质相容。

* + 1. 化学成分

内胆主体材料的化学成分及允许偏差应符合表2的规定。

1. 化学成分及允许偏差

| 化学成分 | C | Mn | P | S | Si | Ni | Cr |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 质量百分数 | ≤0.08 | ≤2.00 | ≤0.035 | ≤0.015 | ≤0.75 | 8.00～10.50 | 18.00～20.00 |
| 允许偏差 | ±0.01 | ±0.04 | ﹢0.005 | ﹢0.005 | ±0.05 | ±0.10 | ±0.20 |

* + 1. 力学性能

内胆主体材料的力学性能应符合表3和设计文件的规定。

1. 力学性能

| 抗拉强度Rm | 规定塑性延伸强度RP0.2 | 断后伸长率A |
| --- | --- | --- |
| ≥520MPa | ≥220MPa | ≥40% |

* 1. 设计
		1. 一般要求
			1. 组成

气瓶主要由内胆、外壳、绝热系统、内胆与外壳之间的连接件、阀门管路系统、保护阀门管路系统的保护装置、底座等组成。阀门管路系统包括阀门、仪表、安全泄压装置、管件、管道及管道支撑件。保护装置宜是保护罩、保护圈（环）、框架等。

内胆主体不应超过三部分，即纵焊缝不多于1条，环焊缝不多于2条。

* + - 1. 内胆与外壳之间的连接件

内胆与外壳之间的连接件的应力值在下列载荷独立作用下不应大于材料常温屈服强度（或规定塑性延伸强度）的2/3。

1. 立式气瓶应符合下列要求：
	1. 垂直于气瓶轴线方向的载荷不应低于最大质量与2*g*的乘积，
	2. 沿气瓶轴线竖直方向的载荷不应低于最大质量与3*g*的乘积。
2. 卧式气瓶应符合下列要求：
	1. 垂直于气瓶轴线且与地面平行方向的载荷不应低于最大质量与2*g*的乘积，
	2. 沿气瓶轴线方向的载荷不应低于最大质量与2*g*的乘积，
	3. 垂直于气瓶轴线且在竖直方向的载荷不应低于最大质量与3*g*的乘积。
3. 二氧化碳的“最大质量”是在饱和蒸气压为1.0MPa下充装至有效容积的质量、内胆金属质量及绝热层质量之和，其余介质的“最大质量”是在饱和蒸气压为1.01325×105Pa下充装至有效容积的质量、内胆金属质量及绝热层质量之和。
	* + 1. 性能指标

真空夹层漏气速率、真空夹层漏放气速率宜按照表4的规定，静态蒸发率宜按照表4的规定或者由供需双方商讨决定。液态二氧化碳的绝热性能也可以按照7.1.4的升压速率测试要求。

1. 性能指标

| 公称容积/（L） | 10 | 50 | 175 | 300 | 500 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 静态蒸发率上限η/（%/d）（测试介质为液氮） | 5.45 | 4.0 | 2.5 | 2.2 | 1.9 |
| 真空夹层漏气速率 （20℃）/（Pa﹒m3/s） | ≤2×10-8 | ≤6×10-8 |
| 真空夹层漏放气速率 （20℃）/（Pa﹒m3/s） | ≤2×10-7 | ≤6×10-7 |
| 低温真空度/（Pa）（夹层绝对压力） | ≤2×10-2 |
| 总接地电阻/（Ω） | ≤10 |
| 注：总接地电阻针对乙烷、乙烯。 |

* + - 1. 升压速率测试

升压速率测试步骤、结果应符合下列要求：

1. 测试使用两个量程相同的、并在检定有效期内的压力测试仪表，量程为公称工作压力的1.5倍～3倍，宜为公称工作压力的2倍，精度不低于1.6级，机械式的表盘直径不小于100mm；
2. 充装有效容积的液态二氧化碳；充装后气瓶的压力不应大于1.5MPa；
3. 静置，当瓶内压力达到2.0MPa时，开始测试升压速度，测试时间不少于24h；
4. 每间隔2h记录气瓶压力、环境温度；
5. 结果折算成环境温度20℃时的升压速度不应大于35kPa/d。
	* + 1. 初始充装率/初始质量充装系数

气瓶应按照附录B的规定对初始充装率/初始质量充装系数进行限制从而保证安全性。

* + - 1. 振动及跌落试验

乙烷、乙烯气瓶宜按GB/T 24159-2022的附录D进行振动试验及附录E进行跌落试验。

* + - 1. 设计使用年限

设计使用年限不应超过20年，且应在设计文件中注明并作为铭牌的内容。

* + - 1. 附件

调压阀应符合GB/T 34530.1的规定，截止阀应符合GB/T 34530.2的规定。阀门接口采用螺纹时，按照附录C的规定。

压力表的精度不应低于2.5级，量程宜为公称工作压力的1.5倍～3倍。

乙烷、乙烯气瓶使用电容液位计时应满足防爆要求。

乙烷、乙烯气瓶整体应设计为防静电结构，确保瓶体、阀门等任何与其液体接触部分具有导电连贯性，总接地电阻符合表4的要求。

推荐设置便于直接检测夹层空间真空的装置。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

阀门管路系统的保护装置应适应运输、装载和卸载过程中的静态和动态载荷。

底座应保证气瓶的稳定性。有轮的气瓶及有轮的框架应有刹车锁止装置。

当盛装介质后的总质量超过40kg时，应设置吊装附件。

保护罩、保护圈（环）应采用金属材料制成，且应采用焊接方式与气瓶连接。

* + 1. 内胆

内胆封头应凹面承受压力，形状为半球形或长短轴比为2∶1的标准椭圆形，最小壁厚不应小于按照公式（1）计算所得的筒体设计壁厚值的0.9倍。

内胆筒体的内压设计壁厚不应小于按照公式（1）计算的值。

 ………………………………………………….. ()

式中，壁应力σ取下列各项中的最小值：

1. 310MPa，
2. 复验时测定的内胆主体材料的最小抗拉强度Rm的50%，
3. 复验时测定的内胆主体材料的规定塑性延伸强度Rp0.2，
4. 产品试件的最小抗拉强度Rm的50%，
5. 对于有纵缝的内胆，壁应力不应超过上述各项中最小值的85%。
	* + 1. 只准许在封头上开孔，开孔应是圆形，且应焊装管接头、管座或凸缘等。开孔直径不应大于封头内直径的1/3，且不应大于76mm，开孔边缘应位于以封头中心为中心80%封头内直径的范围内。当开孔直径、开孔边缘超出本文件规定时，应按照JB 4732-1995的规定进行强度校核。
		1. 外壳

外壳筒体按照公式（2）得出的外压力*P1*应满足5.2.2.2的要求。

………………………………………(2)

外壳封头按照公式（3）得出的外压力*P1*应满足5.2.2.2的要求。碟形封头的*R*是球壳外半径；椭圆形封头的*R*是当量球壳外半径，*R=K1D0*，*K1*按照表5选取：

 ……………………………..…………………(3)

1. 系数K1值

| D0/2h0 | 2.6 | 2.4 | 2.2 | 2.0 | 1.8 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.0 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K1 | 1.18 | 1.08 | 0.99 | 0.90 | 0.81 | 0.73 | 0.65 | 0.57 | 0.50 |
| 1. 中间值采用内插法；
2. *K1*=0.9为标准椭圆形封头。
 |

* + 1. 压力泄放系统
			1. 一般要求

气瓶应配备主、副安全泄压装置（安全阀或爆破片安全装置）、放空阀等组成的保证气瓶安全的压力泄放系统。

安全泄放量及所需的泄放面积按照附录D的规定计算。

安全泄压装置的安装方式应满足泄放出的液（气）体不影响外壳、阀门、阀门管路系统的保护装置等。

* + - 1. 泄放管道

安全泄压装置连接的泄放管道的截面积不应小于安全泄压装置的进口面积总和，且能确保泄放能力满足气瓶所的安全泄放要求。

安全泄压装置进口管道应位于内胆顶部，其最低点应位于98%公称容积的液面以上。

* + - 1. 安全泄压装置

主安全泄压装置和副安全泄压装置应并联设置。主安全泄压装置应采用安全阀；二氧化碳、乙烷、乙烯的副安全泄压装置应采用安全阀，氧化亚氮、三氟甲烷的副安全泄压装置应采用安全阀或爆破片安全装置。

主安全泄压装置（安全阀）的整定压力在C.1.1情况下不应大于1.2倍公称工作压力（*Pz*≤1.2P），排放压力不应大于1.1倍整定压力。

副安全泄压装置只适用于C.1.2的情况，且应符合下列要求：

1. 采用安全阀时，整定压力为1.4倍～1.6倍公称工作压力（1.4*P*≤*Pz*≤1.6*P*），排放压力不应大于1.1倍整定压力；
2. 采用爆破片安全装置时，设计爆破压力为1.54倍～1.76倍公称工作压力（1.54*P*≤*Pb*≤1.76*P*）。

安全阀应满足GB/T 12243的规定，回座压力不低于90％整定压力；爆破片安全装置除螺塞螺纹外，其余应符合GB/T 16918的规定。安全阀及爆破片安全装置应通过相关的型式试验验证。

* + 1. 外壳泄压装置

外壳应设置泄压装置，且应满足如下规定：

1. 泄放压力不应大于0.1MPa；
2. 最小泄放面积不应小于内胆公称容积与0.34mm2/L的乘积，且最小内直径不小于6mm；
3. 不应采用重闭式结构；
4. 应有防护措施以免在泄放时伤人。
	1. 制造、检验和试验
		1. 制造单位职责

制造单位正式生产前，用于制造的文件应已通过鉴定批准，按照此文件生产的样瓶应已通过型式试验验证。

制造单位的检查部门应按照本文件及设计文件规定的要求进行检验和试验，出具相应的报告，并对报告的正确性和完整性负责。

* + 1. 组批

按照内胆组批进行制造，同一批内胆筒体的材料批号不应超过两个。产品组批在内胆组批的基础上进行；同一内胆批量宜为一个产品批量，也可以组成多个产品批量。

一批内胆数量不应大于200只（不包括破坏性检验用瓶）。

* + 1. 标志移植

受压元件的材料应有可追溯的标志。在制造过程中如果原标志被裁掉或材料被分成几块时，制造单位应规定标志的表达方式。在材料分割前用无氯无硫的记号笔完成标志移植，不应采用硬印标记。

* + 1. 未注公差

未注线性和角度尺寸公差的等级按照GB/T 1804的规定，机械加工表面为中等m级，非机械加工表面为粗糙c级。

* + 1. 筒体

筒体纵缝对口错边量bs[见图1（a）]不应大于0.1Sn；筒体纵缝形成的环向棱角高度Es（见图2），宜用弦长等于Di/2，但不大于300mm的内样板（或外样板）和直尺检测，其值不应大于0.1Sn+2mm。

* + - * 1. 筒体制作完成后，同一横截面最大最小内径差e不应大于0.01Di。 b)
1. 纵缝、环缝的对口错边量



1. 纵缝的环向棱角高度
	* 1. 封头

用于制造封头的钢板不应拼接，且内胆封头的壁应力值不应大于内胆筒体的壁应力值。

封头成形后不应有突变、裂纹、起皮、折皱等缺陷，壁厚符合7.2、7.3及设计文件的要求。

封头形状与尺寸公差按照GB/T 25198的规定进行检验，结果应符合表7的规定。

1. 封头形状和尺寸公差 单位:mm

| 内直径 Di | 封头形状与尺寸公差 |
| --- | --- |
| 内圆周长公差ΔπDi | 曲面与样板间隙a | 表面凹凸量c | 最大最小直径差e | 直边倾斜度 | 封头内高度公差ΔHi |
| 外倾 | 内倾 |
| ＜400 | ±4.0 | ≤2 | ≤1 | ≤2 | ≤1.5  | ≤1.0 | ﹢5－3 |
| ≤400～800 | ±6.0 | ≤3 | ≤2 | ≤3 |

氧化亚氮、乙烷、乙烯应分别在外壳阀门端封头明显部位压制出凸起的化学分子式“N2O”、“C2H6”、“C2H4”，字体高度不宜小于40mm。

* + 1. 连接接头

纵、环焊接接头应采用全焊透对接接头。纵焊接接头不应有永久性垫板；环焊接接头可采用永久性垫板或锁底接头。

与内胆直接连接的元件应采用熔化焊的方法。管接头、管座或凸缘等受压元件与封头的连接应采用全焊透接头。

钎焊和螺纹连接仅准许用于与内胆不直接相连的接头。

* + 1. 组装

元件组装前应检查合格，受压元件不准进行强力对中、找平。

封头与筒体对接环缝对口错边量*bh*[见]1b）]不应大于0.25*Sn*；封头与筒体形成的轴向棱角高度*Eh*（见图3）不应大于0.1*Sn*+2mm，检验尺的长度不应小于150mm。



1. 环焊缝轴向棱角高度示意图

焊接在内筒体上的元件应避开内筒体的纵、环焊接接头。

底座、框架及吊装附件等部件与瓶体的连接应避开外壳的纵、环焊缝。

* + 1. 焊接
			1. 焊前准备及施焊环境

焊接材料的贮存库应保持干燥，相对湿度不应大于60%。

焊接（包括焊接返修）应在清洁、干燥的室内专用场地上进行。当施焊环境出现下列任一情况，且无有效防护措施时，禁止施焊：

1. 气体保护焊时风速大于2m/s；
2. 相对湿度大于90%；
3. 焊件温度低于-20℃。

焊件温度低于0℃，但不低于-20℃时，应在始焊处100mm范围内预热到15℃左右。

* + - 1. 坡口要求

坡口表面不应有裂纹、分层、夹杂等缺陷。施焊前，应清除坡口及两侧母材表面至少20mm范围内（以坡口边缘计）的氧化物、油污等其他有害杂质。

* + - 1. 内胆焊接工艺评定

内胆的纵、环焊接接头以及所有元件与内胆的焊接接头均应进行焊接工艺评定。焊接工艺评定应符合本文件和GB/T 33209的规定。

公称容积小于等于100 L的焊接工艺评定，纵缝、环缝可采用试样瓶或纵缝采用平板试件、环缝采用圆筒形试件；公称容积大于100 L的可采用平板试件。

材料厚度不足以制备厚度2.5mm的内胆焊接工艺评定冲击试样时，应采用含碳量（质量分数）不低于0.05%，厚度不超过3.2mm的材料用相同焊接工艺焊接试样瓶或试件，然后再制备2.5mm的试样。

内胆纵、环焊接接头焊接工艺评定试验结果要求如下：

1. 拉伸试样无论断裂发生在任何位置，实测抗拉强度不应小于6.3的规定及设计文件要求；
2. 试样弯曲到180°后，其拉伸面上的焊缝和热影响区内不应有开口缺陷，试样的棱角开口缺陷一般不计，但由未熔合、夹渣或其他内部缺欠引起的棱角开口缺陷长度应计入；
3. 试样在不高于设计温度下进行夏比冲击试验， 10mm×10mm×55mm标准试样的冲击功吸收能量（KV2）平均值不应小于31J；至多准许有一个试样小于31J，但不应小于21.7J；厚度为7.5mm、5mm、2.5mm的小尺寸试样的KV2指标分别为标准试样的75%、50%、25%。
	* + 1. 内胆焊接
				1. 焊接设备、焊接标识

内胆的纵、环焊接接头宜采用机械化气体保护焊。施焊后，纵、环焊接接头应有可跟踪的标识和记录。标识不应采用硬印方式。

* + - * 1. 引弧板和熄弧板

施焊时，纵焊接接头应有引弧板和熄弧板，环焊接接头不应在非焊接处引弧。应采用切除的方法去除引弧板和熄弧板，严禁使用敲击的方法；去除后应磨平切除处。

* + - * 1. 内胆产品焊接试样

每批内胆应按照内胆筒体的材料批号以及下列规定制作试样瓶或产品焊接试件进行力学性能试验和弯曲性能试验：

1. 公称容积不大于100L时，纵、环焊接接头应分别制作；
2. 纵、环焊接接头焊接工艺不同时，纵、环焊接接头应分别制作；
3. 公称容积大于100L，且纵、环焊接接头焊接工艺相同时，可只制作纵向平板焊接试件。

制作试样瓶时，在焊接接头的形状尺寸和外观符合8.9.4.4的规定及100%无损检测符合8.10.4规定后，纵焊接接头与环焊接接头应分别取样，取样位置按照图4的规定。

制作产品焊接试件时，应采用与内胆筒体批号相同的材料。平板焊接试件可置于筒体焊缝延长部位与所代表的筒体一起施焊；圆筒形焊接试件的内直径不应大于在制品的内直径。在焊接接头的形状尺寸和外观符合8.9.4.4的规定及100%无损检测符合8.10.4规定后，圆筒形焊接试件取样位置按照图4的规定，平板焊接试件取样位置按照图5的规定。

符合8.9.4.3.1 a）、8.9.4.3.1 b）的情况时，纵焊接接头、环焊接接头制备拉伸试样各1件、横向面弯试样各1件、横向背弯试样各1件、冲击试样各6件(焊缝、热影响区各3件)。符合8.9.4.3.1 c）采用平板焊接试件时，制备拉伸试样1件、横向面弯试样1件、横向背弯试样1件、冲击试样6件(焊缝、热影响区各3件)。



标引序号说明：

1——拉伸试样；

2——面弯试样；

3——背弯试样；

4——冲击试样。

1. 试样瓶上试样位置图



1. 舍弃部分宽度至少为25mm，两端带引（熄）弧板时，可不舍弃。
2. 板状对接焊接接头上试样位置图

拉伸试验方法按照GB/T 228.1的规定，冲击试验方法按照GB/T 229的规定（冲击温度不高于-192℃），弯曲试验方法按照GB/T 2653的规定。试验结果应符合8.9.3.4的规定。

内胆材料不足以制备2.5mm的产品焊接试样时，可免做冲击试验。

* + - * 1. 焊接接头形状尺寸和外观

内胆对接焊缝的余高为0mm～2.5mm，同一焊缝最宽最窄处之差不应大于3mm。

焊缝与母材应圆滑过渡，角焊缝的外形应成凹形圆滑过渡。

焊接接头不准许有咬边、表面裂纹、表面气孔、未焊透、未熔合、未填满、弧坑、夹渣和飞溅物。

* + - * 1. 焊接返修

内胆焊接接头及产品焊接试件的返修应按照返修工艺进行，返修部位的形状尺寸和外观检测结果应符合8.9.4.4的规定，返修部位无损检测的结果应符合8.10.4的规定。

内胆同一焊接部位的返修次数不宜超过两次；如超过时，返修前应经制造单位技术负责人批准。返修次数和返修部位应记入产品生产检验记录，并在产品合格证中注明。

* + 1. 无损检测

内胆纵、环焊接接头的无损检测应在形状尺寸和外观符合8.9.4.4后进行。

内胆纵、环焊接接头的检测应采用射线检测方法（胶片感光、数字成像、计算机辅助成像）。采用胶片感光时应符合NB/T 47013.2的规定，采用数字成像时应符合GB/T 17925或NB/T 47013.11的规定，采用计算机辅助成像检测时应符合NB/T 47013.14的规定。

内胆纵、环焊接接头应选用以下方式进行检测：

1. 采用气压进行耐压试验时，纵、环焊接接头逐条100%射线检测；
2. 采用液压进行耐压试验时，抽取的纵焊接接头比例不应小于每批总数量的10%，且不应少于2条进行100%射线检测。

射线检测技术等级不低于AB级，检测结果评定和质量分级按照NB/T 47013.2的规定，合格级别不低于Ⅱ级。

* + 1. 内胆耐压试验

内胆耐压试验应在无损检测合格后逐只进行。

试验应有可靠的安全防护措施，并经制造单位技术负责人或安全生产负责人确认和批准。

试验应使用两个量程相同的、在检定有效期内的压力测试仪表，量程为试验压力的1.5倍～3倍（宜为试验压力的2倍），精度不低于1.6级，机械式的表盘直径不小于100mm。

液压试验按照如下要求：

1. 采用氯离子含量不超过25mg/L的清洁水；
2. 试验程序和步骤按照GB/T 9251的规定进行；
3. 保压检查期间压力不应下降，不应有渗漏、可见的宏观变形和异常声响等现象；
4. 液压试验后应及时排尽内胆与接管中的水，并使其干燥。

气压试验按照如下要求：

1. 采用干燥洁净的空气、氮气或其他惰性气体；
2. 试验时先缓慢升压至试验压力的10%，保压对所有焊接接头和连接部位进行初次检查；确认无泄漏后，再继续升压至试验压力的50%；如无异常现象，其后按照试验压力的10%逐级升压，直到试验压力，保压时间至少30s；后降至公称工作压力，保压进行检查；
3. 保压检查期间压力不应下降，不应有泄漏、可见的宏观变形和异常声响等现象。

试验时焊接接头有泄漏的应按照8.9.4.5的规定返修合格后重新进行耐压试验。

* + 1. 表面质量与清洁度

板材表面不应有影响正常使用的缺陷，对于尖锐划痕应进行修磨，修磨斜度最大为1：3，修磨处应圆滑光洁，且修磨后内胆厚度满足7.2的要求、外壳厚度满足7.3的要求。

形成（或处于）真空空间的元件按照JB/T 6896规定选取适合的方法进行处理，处理完毕后应有良好的保护措施。

与氧直接接触的零部件应按JB/T 6896规定的方法处理和检测碳氢化合物（油、油脂等），处理方法宜采用油分浓度测定法、质量法。处理后残余的碳氢化合物不应超过125mg/m2。

* + 1. 真空夹层漏气速率

抽真空前，按照GB/T 18443.3规定的方法和表9规定的频次进行检测，结果应符合7.1.3的要求。

* + 1. 真空夹层漏放气速率

抽真空结束，按照GB/T 18443.4规定的方法和表9规定的频次进行检测，结果应符合7.1.3的要求。

* + 1. 气密性试验

阀门、仪表及安全泄压装置等附件组装后，按照GB/T 12137规定的方法和表9规定的频次进行试验，保压检查期间压力不应下降、不应有泄漏。

* + 1. 低温真空度

充装液氮且至热平衡后，按照GB/T 18443.2规定的方法和表9规定的频次进行测量，夹层压力值不应高于2×10-2 Pa（绝对压力）。

* + 1. 静态蒸发率

制造完毕，按照GB/T 18443.5规定的方法和表9规定的频次进行检测，结果应符合7.1.3的要求。

* + 1. 容积与质量
			1. 容积测定

内胆容积可按照GB/T 18443.8规定的方法和表9规定的频次进行测定，测定的容积按照8.19取舍后的值不应小于公称容积。

* + - 1. 质量测定

制造完毕，应采用称量范围为实际质量的1.5倍～3倍、精度满足最小称量误差要求的衡器，按表9规定的频次测定气瓶净重。

* + 1. 取舍规则

对于测定的容积保留有效数字至个位，个位小于5时应舍去、大于5时取5作为标示在铭牌上的容积；对于气瓶净重和最大充装量应舍弃小数点后的数字保留有效数字至个位作为标示在铭牌上的质量。

1. 取舍示例

| 实测值 | 容积取值/（L） | 质量取值/（kg） |
| --- | --- | --- |
| 气瓶净重 | 最大充装量 |
| 10.67 | 10 | 10 | 10 |
| 104.45 | 100 | 104 | 104 |
| 177.78 | 175 | 177 | 177 |

* + 1. 检验规则
			1. 项目和频次

产品检验和型式试验的项目、频次、方法、判定依据应按照表9的规定。

1. 检验项目、频次、方法及判定依据

| 序号 | 检验项目 | 检验频次 | 检验方法 | 判定依据 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 逐只检验 | 批量检验 | 型式试验 |
| 1 | 内胆主体材料复验 |  | Δa、b | Δ | 6.1.5 | 6.1.5 |
| 2 | 筒体 | 纵缝对口错边量b | Δ |  |  | 8.5.1 | 8.5.1 |
| 3 | 纵缝环向棱角高度E | Δ |  |  | 8.5.1 | 8.5.1 |
| 4 | 同一截面最大最小直径差e | Δ |  |  | 8.5.2 | 8.5.2 |
| 5 | 实测最小厚度Sb | Δ |  |  |  | 设计文件 |
| 6 | 封头c | 外观 |  | Δ |  | 8.6.2 | 8.6.2 |
| 7 | 内圆周长公差ΔπDi |  | Δ |  | 8.6.3 | 8.6.3 |
| 8 | 曲面与样板间隙a |  | Δ |  | 8.6.3 | 8.6.3 |
| 9 | 表面凹凸量c |  | Δ |  | 8.6.3 | 8.6.3 |
| 10 | 最大最小直径差e |  | Δ |  | 8.6.3 | 8.6.3 |
| 11 | 内高度公差ΔHi |  | Δ |  | 8.6.3 | 8.6.3 |
| 12 | 直边倾斜度 |  | Δ |  | 8.6.3 | 8.6.3 |
| 13 | 成形后最小厚度Sh | Δ |  |  |  | 设计文件 |
| 14 | 封头与筒体对接环缝对口错量b | Δ |  |  | 8.8.2 | 8.8.2 |
| 15 | 封头与筒体形成的轴向棱角高度E | Δ |  |  | 8.8.2 | 8.8.2 |
| 16 | 内胆产品焊接试样力学性能 |  | Δ | Δ | 8.9.4.3 | 8.9.3.4 |
| 17 | 焊接接头形状尺寸和外观 | Δ |  |  | 8.9.4.4 | 8.9.4.4 |
| 18 | 无损检测d |  |  |  | 8.10 | 8.10 |
| 19 | 内胆耐压试验 | Δ |  |  | 8.11 | 8.11 |
| 20 | 表面质量与清洁度 | Δ |  |  | 8.12 | 8.12 |
| 21 | 真空夹层漏气速率 | Δe | Δe | Δ | 8.13 | 7.1.3 |
| 22 | 真空夹层漏放气速率 |  |  | Δ | 8.14 | 7.1.3 |
| 23 | 气密性试验 | Δ |  |  | 8.15 | 8.15 |
| 24 | 低温真空度 |  |  | Δ | 8.16 | 8.16 |
| 25 | 静态蒸发率f |  | Δ | Δ | 8.17 | 7.1.3 |
| 26 | 容积 | Δ |  |  | 8.18.1 | 8.18.1 |
| 27 | 气瓶净重 | Δ |  |  | 8.18.2 |  |
| 28 | 接地电阻g | Δ |  |  |  | 7.1.6.5 |
| 29 | 振动试验 |  |  | Δ | 7.1.6 | 7.1.6 |
| 30 | 跌落试验 |  |  | Δ | 7.1.6 | 7.1.6 |
| aΔ表示检验该项目；b此处的批量检验是指化学成分按照材料的炉罐号、力学性能按照材料的批号；c封头检验数量由制造单位确定； d内胆焊接接头无损检测按照8.10.3选择频次；e制造单位根据自身的具体情况选择“逐只检验”或“批量检验”；f型式试验的抽取数量不少于1只，批量检验时每批产品抽检数量不少于3只；g仅适用于乙烷、乙烯气瓶。 |

* + - 1. 复验规则

批量检验中，检验项目有不合格应按照表10进行复验，复验后仍不合格的应按照表10的规定处理。

1. 复验及复验不合格的处理规则

| 检验项目 | 内胆主体材料 | 封头形状外观等 | 内胆产品焊接试样力学性能 | 内胆焊接接头无损检测 | 静态蒸发率 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 复验数量 | 按照8.20.2.2 | 按照8.20.2.3 | 按照8.20.2.4 | 按照8.20.2.5 | 按照8.20.2.6 |
| 复验后仍不合格 | 逐张检验 | 逐只检验 | 按照8.20.2.4 | 逐条检验 | 逐只检验 |

内胆主体材料的化学成分、力学性能有不合格，复验试样的数量、取样位置、试样制备、试验方法按照相应材料标准的规定。化学成分复验时只针对不合格的元素含量进行；力学性能复验时只针对不合格项目进行。

封头检测有不合格，制造单位根据实际情况确定复验数量。

内胆产品焊接试样力学性能和弯曲试验有不合格，准许从原试样瓶或原产品焊接试件上取样对不合格项目复验。复验试样的取样位置、取样数量、试样制备、试验方法按照8.9.4.3的规定。拉伸试验、弯曲试验及前后两组冲击试样的平均值的试验结果应符合8.9.3.4的规定。复验后仍旧不合格，在确定主体材料合格及操作正确或试验设备正常的情况下，找出原因后重新焊接取样复验至合格。

按照8.10.3 b）方式检测的纵焊接接头有不合格，复验数量不少于8.10.3 b）规定的2倍。

静态蒸发率检测不合格，再抽取不少于6只进行复验。

如有证据证明是操作失误或试验设备失灵，可以进行第二次试验。第二次试验合格，则第一次试验结果可以不计；第二次试验不合格，按照8.20.2.1的规定。

* 1. 型式试验

有以下情况之一的，应进行型式试验：

1. 新开发的气瓶；
2. 制造单位首次制造的气瓶；
3. 制造中断12个月，又重新投入制造的首批气瓶；
4. 变更符合9.3规定的气瓶。

型式试验的项目按照表9规定；应从同一批气瓶（内胆）抽样，基数按以下规定：

1. 首次制造的不少于15只气瓶；
2. 非首次制造的气瓶基数不少于试验用样瓶数量的3倍；
3. 采用试样瓶取样的应提供至少3只内胆。

当设计有变更时制造单位应向设计文件鉴定机构提供变更内容，当变更项目有表11规定之一时，应按照表11规定的型式试验项目进行相关试验。

1. 变更后需进行型式试验的项目

| 型式试验项目 | 变更项目 |
| --- | --- |
| 绝热系统 | 内胆与外壳之间的连接件 | 内胆主体材料类型 | 内胆筒体厚度 | 内胆公称容积a | 框架或保护罩 |
| 材料化学成分 |  |  | Δb | Δ |  |  |
| 材料力学性能 |  |  | Δ | Δ |  |  |
| 产品焊接试样力学性能 |  |  | Δ | Δc |  |  |
| 真空夹层漏气速率 |  |  |  |  | Δ |  |
| 真空夹层漏放气速率 | Δ |  |  |  | Δ |  |
| 低温真空度 |  |  |  |  | Δ |  |
| 静态蒸发率 | Δ | Δd |  | Δe | Δ |  |
| 振动试验 |  | Δf |  | Δ | Δg、h | Δ |
| 跌落试验 |  | Δf |  |  | Δg、h | Δ |
| 1. 仅因长度变化引起的容积变化，下列情况仅做振动、跌落试验：变小后的容积不小于0.5倍已通过试验的受试瓶容积，变大后的容积不超过已通过试验的受试瓶容积的2倍；
2. Δ表示检验该项目；
3. 壁厚变化按照GB/T 33209-2016表2的规定需要做焊接工艺评定的；
4. 连接件截面积变化率不超过20%可免做；
5. 若因公称工作压力变小引起相同内胆内直径和相同公称容积的气瓶壁厚变薄的可免做；
6. 连接件截面积变大可以免做；
7. 仅因长度变化引起的公称容积变化，下列情况可以免做：变小后的容积不小于0.5倍已通过试验的受试瓶容积，变大后的容积不超过已通过试验的受试瓶容积的1.2倍；
8. 气瓶充装质量小于同一型号已通过试验的受试瓶时可免做。
 |

* 1. 标志、包装、运输

铭牌应当牢固地焊接或铆接在部件上。铭牌内容应采用机械打印、激光打印、蚀刻、镂刻等能够形成永久性标记的方法制作。铭牌至少包含以下内容：

1. 气瓶型号；
2. 气瓶编号；
3. 产品标准号；
4. 充装介质名称（只准许一种）；
5. 公称容积；
6. 公称工作压力；
7. 内胆耐压试验压力；
8. 气瓶净重；
9. 最大充装量；
10. 制造单位名称；
11. 制造单位代号；
12. 制造许可证编号；
13. 制造日期；
14. 监检标志；
15. 设计使用年限。

标签的底色和字色按照GB/T 7144的规定，布局合理，尺寸不小于300mm×300mm，应粘贴在瓶体易于观察的部位且耐撕毁。标签至少应包含以下内容：

1. 介质名称字样（如“液态二氧化碳”）；
2. 气瓶型号；
3. 公称工作压力；
4. 内胆耐压试验压力；
5. 介质化学分子式；
6. 介质主要特性（如低温性、窒息性等，但不限于）；
7. 警示标签（按照GB/T 16804的规定）；
8. 急救措施（如窒息的急救等，但不限于）；
9. 必要的警告内容（如“密闭或通风不良空间禁止使用”、；立式气瓶应有“应保持直立”或“禁止卧放”等，但不限于）。

出厂前，氧化亚氮、乙烷、乙烯气瓶应设置永久性电子识读标志，二氧化碳、三氟甲烷气瓶宜设置永久性电子识读标志。该识读标志应当能够通过手机扫描方式链接到制造单位建立的产品公示平台，直接获取每只产品的产品信息数据，且应在使用年限内不可更换并能有效识读。

出厂时内胆应充有不大于0.1MPa的干燥氮气。

包装应根据设计文件规定或用户要求。

在运输和装卸过程中，要防止碰撞、受潮和损坏附件。

* 1. 出厂资料
		1. 产品合格证

每只气瓶应有产品合格证，格式见附录G。

* + 1. 批量检验质量证明书

批量检验质量证明书的格式见附录H。

每批应有批量检验质量证明书。提供给用户的批量检验质量证明书是复印件时，应盖有制造单位检验公章。

* + 1. 产品使用说明书

应向用户提供产品使用说明书。使用说明书至少应包含产品简介、设计标准、结构和性能、产品使用指南（气体性质、充装、运输、贮存、定期检验、颜色标志以及需要用户遵守的安全基本要求等）、急救措施等内容。

* 1. 资料保存

设计鉴定文件资料、型式试验报告、各种工艺评定报告、工艺文件等技术资料，应当作为存档资料长期保存。

产品档案保存时间不应少于20年，包括材料质量证明书，材料复验报告，制造和检验过程的各种质量和记录报告如施焊记录、无损检测、耐压试验等，产品批量检验质量证明书，产品监督检验证书等。产品档案可以是纸质或者电子文档。内胆焊接工艺评定。

1.
2. （资料性）
本文件涵盖的高压液化气体性质
	1. 二氧化碳
		1. 基本特性

二氧化碳，别称碳酸气，干冰（固态），化学分子式为CO2，在室温和大气压下是无色、无臭、无味、无毒、不燃烧、弱酸性的惰性气体。

液态二氧化碳溅到皮肤上能引起冷灼伤。

危险品类别：2.2

UN编号：2187

* + 1. 饱和状态下的热力学数据
	1. 液态二氧化碳饱和状态下的热力学数据

| 温度/℃ | 绝对压力/MPa | 蒸汽密度/kg/m3 | 液体密度/kg/m3 | 液体比焓/kJ/kg | 蒸汽比焓/kJ/kg | 液体比熵/kJ/(kg·K) | 蒸汽比熵/kJ/(kg·K) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -56.56a | 0.51814 | 13.765 | 1178.4 | 80.051 | 430.42 | 0.52139 | 2.1390 |
| -50 | 0.68234 | 17.925 | 1154.6 | 92.943 | 432.68 | 0.57939 | 2.1018 |
| -45 | 0.83184 | 21.717 | 1135.8 | 102.87 | 434.13 | 0.62282 | 2.0747 |
| -40 | 1.0045 | 26.121 | 1116.4 | 112.90 | 435.32 | 0.66564 | 2.0485 |
| -35 | 1.2024 | 31.216 | 1096.4 | 123.05 | 436.23 | 0.70794 | 2.0230 |
| -30 | 1.4278 | 37.098 | 1075.7 | 133.34 | 436.82 | 0.74982 | 1.9980 |
| -25 | 1.6827 | 43.880 | 1054.2 | 143.79 | 437.06 | 0.79141 | 1.9732 |
| -20 | 1.9696 | 51.700 | 1031.7 | 154.45 | 436.89 | 0.83283 | 1.9485 |
| -15 | 2.2908 | 60.728 | 1008.0 | 165.34 | 436.27 | 0.87421 | 1.9237 |
| -10 | 2.6487 | 71.185 | 982.93 | 176.52 | 435.14 | 0.91571 | 1.8985 |
| -5 | 3.0459 | 83.359 | 956.21 | 188.05 | 433.38 | 0.95756 | 1.8725 |
| 0 | 3.4851 | 97.647 | 927.43 | 200.00 | 430.89 | 1.0000 | 1.8453 |
| 5 | 3.9695 | 114.62 | 896.03 | 212.50 | 427.48 | 1.0434 | 1.8163 |
| 10 | 4.5022 | 135.16 | 861.12 | 225.73 | 422.88 | 1.0884 | 1.7847 |
| 15 | 5.0871 | 160.73 | 821.21 | 239.99 | 416.64 | 1.1359 | 1.7489 |
| 20 | 5.7291 | 194.20 | 773.39 | 255.87 | 407.87 | 1.1877 | 1.7062 |
| 25 | 6.4342 | 242.73 | 710.50 | 274.78 | 394.43 | 1.2485 | 1.6498 |
| 30 | 7.2137 | 345.10 | 593.31 | 304.55 | 365.13 | 1.3435 | 1.5433 |
| 30.978c | 7.3773 | 476.60 | 332.25 | 1.4336 |
| 1. 以上数据摘自 National Institute of Standards and Technology 数据库；
2. 比焓与比熵的基准点是标准沸点（Normal Boiling Point 缩写 NBP）。
3. -35℃的1m3液体汽化成20℃、1atm状态下的气体体积约为612m3。
 |
| 1. 三相点
2. 临界点。
 |

* 1. 氧化亚氮
		1. 基本特性

氧化亚氮，别称一氧化二氮，笑气，化学分子式为N2O，在室温和大气压下是无色、有微甜味、无毒、不燃烧、氧化性、助燃性、麻醉性、无腐蚀性的气体。

氧化亚氮与可燃物和强还原物接触有着火和爆炸的危险；可与亚硫（酸）酐、无定形硼、磷化氢、醚类、铝、肼、苯基锂和碳化钨激烈反应；遇乙醚、乙烯等易燃气体，可加剧火焰的燃烧；与氢、氨、一氧化碳、硫化氢等可燃性气体以及油、油脂等易燃物可形成爆炸性混合物。

液态氧化亚氮溅到皮肤上能引起冷灼伤。

危险品类别：2.2

UN编号：1070

* + 1. 饱和状态下的热力学数据
	1. 液态氧化亚氮饱和状态下的热力学数据

| 温度℃ | 绝对压力/MPa | 蒸汽密度kg/m3 | 液体密度kg/m3 | 液体比焓kJ/kg | 蒸汽比焓kJ/kg | 液体比熵kJ/kg·K | 蒸汽比熵kJ/kg·K |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -88.47b | 0.10133 | 2.9814 | 1230.5 | -0.0067479 | 374.28 | -0.0000364 | 2.0266 |
| -85 | 0.12411 | 3.6006 | 1220.2 | 5.9728 | 376.32 | 0.031941 | 2.0003 |
| -80 | 0.16386 | 4.6629 | 1205.2 | 14.611 | 379.17 | 0.077079 | 1.9645 |
| -75 | 0.21290 | 5.9525 | 1190.1 | 23.283 | 381.90 | 0.12120 | 1.9310 |
| -70 | 0.27260 | 7.5008 | 1174.6 | 31.998 | 384.51 | 0.16438 | 1.8996 |
| -65 | 0.34439 | 9.3418 | 1158.9 | 40.766 | 386.99 | 0.20672 | 1.8700 |
| -60 | 0.42975 | 11.512 | 1142.8 | 49.596 | 389.31 | 0.24829 | 1.8420 |
| -55 | 0.53026 | 14.053 | 1126.4 | 58.499 | 391.46 | 0.28916 | 1.8155 |
| -50 | 0.64749 | 17.008 | 1109.7 | 67.487 | 393.44 | 0.32942 | 1.7901 |
| -45 | 0.78311 | 20.426 | 1092.4 | 76.570 | 395.22 | 0.36913 | 1.7658 |
| -40 | 0.93878 | 24.364 | 1074.8 | 85.763 | 396.79 | 0.40836 | 1.7424 |
| -35 | 1.1162 | 28.883 | 1056.5 | 95.079 | 398.12 | 0.44719 | 1.7197 |
| -30 | 1.3172 | 34.057 | 1037.7 | 104.54 | 399.20 | 0.48569 | 1.6976 |
| -25 | 1.5436 | 39.971 | 1018.3 | 114.15 | 400.00 | 0.52393 | 1.6758 |
| -20 | 1.7971 | 46.727 | 998.07 | 123.95 | 400.47 | 0.56201 | 1.6544 |
| -15 | 2.0797 | 54.448 | 977.00 | 133.95 | 400.59 | 0.60002 | 1.6329 |
| -10 | 2.3934 | 63.288 | 954.93 | 144.19 | 400.31 | 0.63807 | 1.6113 |
| -5 | 2.7401 | 73.443 | 931.70 | 154.71 | 399.55 | 0.67629 | 1.5894 |
| 0 | 3.1221 | 85.171 | 907.07 | 165.57 | 398.25 | 0.71487 | 1.5667 |
| 10 | 4.0012 | 114.91 | 852.17 | 188.60 | 393.49 | 0.79406 | 1.5177 |
| 15 | 4.5037 | 134.20 | 820.71 | 201.03 | 389.64 | 0.83548 | 1.4900 |
| 20 | 5.0525 | 157.99 | 785.10 | 214.40 | 384.32 | 0.87910 | 1.4588 |
| 25 | 5.6518 | 188.77 | 742.93 | 229.20 | 376.77 | 0.92650 | 1.4215 |
| 30 | 6.3075 | 232.70 | 688.11 | 246.71 | 365.14 | 0.98169 | 1.3724 |
| 36.37c | 7.2447 | 452.01 | 305.60 | 1.1682 |
| 1. 以上数据摘自 National Institute of Standards and Technology 数据库；
2. 比焓与比熵的基准点是标准沸点（Normal Boiling Point 缩写 NBP）。
3. 沸点下的1m3液体汽化成20℃、1atm状态下的气体体积约为518m3。
 |
| 1. 沸点，
2. 临界点。
 |

* 1. 乙烷
		1. 基本特性

乙烷的化学分子式为C2H6，在室温和大气压下是无色、无臭、无毒、易燃的气体。

在空气中爆炸极限为3.0%～16.0%（体积分数），自燃点为515℃。

液态乙烷溅到皮肤上能引起冷灼伤。

危险品类别：2.1

UN编号: 1035

* + 1. 饱和状态下的热力学数据
	1. 乙烷饱和状态下的热力学数据

| 温度℃ | 绝对压力/MPa | 蒸汽密度kg/m3 | 液体密度kg/m3 | 液体比焓kJ/kg | 蒸汽比焓kJ/kg | 液体比熵kJ/kg·K | 蒸汽比熵kJ/kg·K |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -88.6b | 0.10133 | 2.0525 | 543.85 | -0.045451 | 489.38 | -0.00024526 | 2.6518 |
| -85 | 0.12243 | 2.4476 | 539.32 | 8.7857 | 493.42 | 0.046936 | 2.6227 |
| -80 | 0.15741 | 3.0901 | 532.93 | 21.151 | 498.91 | 0.11145 | 2.5850 |
| -75 | 0.19961 | 3.8541 | 526.42 | 33.641 | 504.25 | 0.17489 | 2.5499 |
| -70 | 0.24993 | 4.7544 | 519.78 | 46.269 | 509.43 | 0.23734 | 2.5172 |
| -65 | 0.30933 | 5.8073 | 513.00 | 59.045 | 514.43 | 0.29892 | 2.4867 |
| -60 | 0.37877 | 7.0303 | 506.06 | 71.986 | 519.23 | 0.35970 | 2.4580 |
| -55 | 0.45926 | 8.4426 | 498.95 | 85.105 | 523.83 | 0.41979 | 2.4309 |
| -50 | 0.55183 | 10.066 | 491.65 | 98.419 | 528.20 | 0.47929 | 2.4053 |
| -45 | 0.65753 | 11.924 | 484.13 | 111.95 | 532.32 | 0.53828 | 2.3808 |
| -40 | 0.77744 | 14.044 | 476.38 | 125.71 | 536.16 | 0.59687 | 2.3573 |
| -35 | 0.91265 | 16.459 | 468.35 | 139.73 | 539.68 | 0.65517 | 2.3345 |
| -30 | 1.0643 | 19.206 | 460.03 | 154.04 | 542.85 | 0.71328 | 2.3123 |
| -25 | 1.2335 | 22.329 | 451.35 | 168.68 | 545.62 | 0.77132 | 2.2903 |
| -20 | 1.4215 | 25.884 | 442.28 | 183.67 | 547.93 | 0.82946 | 2.2684 |
| -15 | 1.6295 | 29.936 | 432.74 | 199.07 | 549.73 | 0.88783 | 2.2462 |
| -10 | 1.8588 | 34.574 | 422.65 | 214.94 | 550.91 | 0.94666 | 2.2234 |
| -5 | 2.1108 | 39.909 | 411.89 | 231.35 | 551.37 | 1.0062 | 2.1996 |
| 0 | 2.3867 | 46.097 | 400.32 | 248.41 | 550.96 | 1.0667 | 2.1743 |
| 5 | 2.6883 | 53.356 | 387.72 | 266.27 | 549.46 | 1.1287 | 2.1468 |
| 10 | 3.0172 | 62.017 | 373.74 | 285.14 | 546.55 | 1.1928 | 2.1161 |
| 15 | 3.3755 | 72.621 | 357.85 | 305.36 | 541.71 | 1.2602 | 2.0804 |
| 20 | 3.7655 | 86.176 | 339.04 | 327.57 | 533.99 | 1.3328 | 2.0369 |
| 25 | 4.1903 | 105.01 | 314.95 | 353.26 | 521.20 | 1.4152 | 1.9785 |
| 30 | 4.6551 | 138.33 | 276.32 | 388.24 | 494.95 | 1.5263 | 1.8783 |
| 32.18c | 4.8722 | 206.18 | 438.99 | 1.6901 |
| 1. 以上数据摘自 National Institute of Standards and Technology 数据库；
2. 比焓与比熵的基准点是标准沸点（Normal Boiling Point 缩写 NBP）。
3. 沸点下的1m3液体汽化成20℃、1atm状态下的气体体积约为430m3。
 |
| 1. 沸点，
2. 临界点。
 |

* 1. 乙烯
		1. 基本特性

乙烯的化学分子式为C2H4，在室温和大气压下是易燃、有一定麻醉性的、低毒性的气体。

在空气中爆炸极限为2.7%～36.0%（体积分数），自燃点为450℃。

在压力过高和明火的场合易导致爆炸性分解，与氟、氯等接触会发生反应。

液态乙烯溅到皮肤上能引起冷灼伤。

危险品类别：2.1

UN编号: 1962

* + 1. 饱和状态下的热力学数据
	1. 液态乙烯饱和状态下的热力学数据

| 温度℃ | 绝对压力/MPa | 蒸汽密度kg/m3 | 液体密度kg/m3 | 液体比焓kJ/kg | 蒸汽比焓kJ/kg | 液体比熵kJ/kg·K | 蒸汽比熵kJ/kg·K |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -103.77b | 0.10133 | 2.0879 | 567.65 | 0.0032756 | 482.41 | 0.000019255 | 2.8481 |
| -100 | 0.12585 | 2.5512 | 562.23 | 9.1543 | 486.03 | 0.05320 | 2.8073 |
| -95 | 0.16514 | 3.2818 | 554.93 | 21.342 | 490.65 | 0.12219 | 2.7565 |
| -90 | 0.21320 | 4.1614 | 547.50 | 33.603 | 495.06 | 0.18958 | 2.7091 |
| -85 | 0.27119 | 5.2095 | 539.91 | 45.953 | 499.25 | 0.25553 | 2.6647 |
| -80 | 0.34034 | 6.4473 | 532.16 | 58.410 | 503.18 | 0.32020 | 2.6229 |
| -75 | 0.42190 | 7.8979 | 524.21 | 70.993 | 506.85 | 0.38372 | 2.5834 |
| -70 | 0.51716 | 9.5871 | 516.06 | 83.722 | 510.22 | 0.44626 | 2.5457 |
| -65 | 0.62743 | 11.544 | 507.67 | 96.623 | 513.28 | 0.50794 | 2.5097 |
| -60 | 0.75406 | 13.801 | 499.02 | 109.72 | 515.99 | 0.56892 | 2.4749 |
| -55 | 0.89843 | 16.397 | 490.07 | 123.04 | 518.31 | 0.62934 | 2.4413 |
| -50 | 1.0619 | 19.377 | 480.77 | 136.62 | 520.21 | 0.68936 | 2.4083 |
| -45 | 1.2460 | 22.795 | 471.08 | 150.50 | 521.64 | 0.74915 | 2.3759 |
| -40 | 1.4521 | 26.717 | 460.92 | 164.72 | 522.53 | 0.80890 | 2.3436 |
| -35 | 1.6818 | 31.228 | 450.23 | 179.35 | 522.81 | 0.86883 | 2.3110 |
| -30 | 1.9366 | 36.434 | 438.88 | 194.45 | 522.38 | 0.92920 | 2.2779 |
| -25 | 2.2182 | 42.482 | 426.75 | 210.12 | 521.11 | 0.99034 | 2.2435 |
| -20 | 2.5284 | 49.572 | 413.62 | 226.49 | 518.80 | 1.0527 | 2.2074 |
| -15 | 2.8692 | 57.999 | 399.21 | 243.74 | 515.19 | 1.1169 | 2.1684 |
| -10 | 3.2428 | 68.232 | 383.04 | 262.16 | 509.86 | 1.1839 | 2.1252 |
| -5 | 3.6516 | 81.087 | 364.28 | 282.26 | 502.08 | 1.2554 | 2.0752 |
| 0 | 4.0990 | 98.265 | 341.21 | 305.06 | 490.32 | 1.3350 | 2.0132 |
| 5 | 4.5896 | 124.76 | 308.84 | 333.52 | 470.25 | 1.4327 | 1.9243 |
| 9.2c | 5.0417 | 214.24 | 399.43 | 1.6614 |
| 1. 以上数据摘自 National Institute of Standards and Technology 数据库；
2. 比焓与比熵的基准点是标准沸点（Normal Boiling Point 缩写 NBP）。
3. 沸点下的1m3液体汽化成20℃、1atm状态下的气体体积约为483m3。
 |
| 1. 沸点，
2. 临界点。
 |

* 1. 三氟甲烷
		1. 基本特性

三氟甲烷，别称氟仿，R23，化学分子式为CHF3，在室温和大气压下是无色、不可燃、有麻醉性、无腐蚀性、无毒的气体。

三氟甲烷与高温表面或火焰接触时，分解生成腐蚀性和毒性都极高的氟化氢烟雾。。

液态三氟甲烷溅到皮肤上能引起冷灼伤。

危险品类别：2.2

UN编号: 1984

* + 1. 饱和状态下的热力学数据
	1. 液态三氟甲烷饱和状态下的热力学数据

| 温度℃ | 绝对压力/MPa | 蒸汽密度kkkg/m3 | 液体密度kg/m3 | 液体比焓kJ/kg | 蒸汽比焓kJ/kg | 液体比熵kJ/kg·K | 蒸汽比熵kJ/kg·K |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -82.02b | 0.10133 | 4.6623 | 1445.6 | 84.597 | 323.96 | 0.51062 | 1.7630 |
| -80 | 0.11370 | 5.1955 | 1437.9 | 87.104 | 324.81 | 0.52363 | 1.7543 |
| -75 | 0.14955 | 6.7226 | 1418.6 | 93.345 | 326.84 | 0.55540 | 1.7338 |
| -70 | 0.19370 | 8.5821 | 1398.9 | 99.641 | 328.79 | 0.58662 | 1.7146 |
| -65 | 0.24737 | 10.824 | 1378.7 | 106.00 | 330.65 | 0.61735 | 1.6966 |
| -60 | 0.31188 | 13.503 | 1358.1 | 112.43 | 332.40 | 0.64764 | 1.6796 |
| -55 | 0.38859 | 16.682 | 1337.0 | 118.93 | 334.02 | 0.67754 | 1.6635 |
| -50 | 0.47893 | 20.430 | 1315.3 | 125.53 | 335.52 | 0.70712 | 1.6482 |
| -45 | 0.58439 | 24.830 | 1292.9 | 132.22 | 336.86 | 0.73642 | 1.6334 |
| -40 | 0.70653 | 29.972 | 1269.7 | 139.02 | 338.04 | 0.76551 | 1.6191 |
| -35 | 0.84697 | 35.969 | 1245.6 | 145.95 | 339.04 | 0.79445 | 1.6052 |
| -30 | 1.0074 | 42.950 | 1220.5 | 153.03 | 339.82 | 0.82330 | 1.5915 |
| -25 | 1.1896 | 51.079 | 1194.2 | 160.26 | 340.36 | 0.85213 | 1.5779 |
| -20 | 1.3953 | 60.556 | 1166.6 | 167.68 | 340.62 | 0.88104 | 1.5642 |
| -15 | 1.6265 | 71.639 | 1137.2 | 175.32 | 340.55 | 0.91013 | 1.5502 |
| -10 | 1.8853 | 84.672 | 1105.9 | 183.21 | 340.09 | 0.93953 | 1.5357 |
| -5 | 2.1739 | 100.12 | 1072.1 | 191.42 | 339.16 | 0.96941 | 1.5204 |
| 0 | 2.4947 | 118.67 | 1035.1 | 200.00 | 337.64 | 1.0000 | 1.5039 |
| 5 | 2.8503 | 141.34 | 993.88 | 209.08 | 335.36 | 1.0317 | 1.4857 |
| 10 | 3.2438 | 169.87 | 946.75 | 218.84 | 332.01 | 1.0650 | 1.4647 |
| 15 | 3.6791 | 207.58 | 890.35 | 229.64 | 327.06 | 1.1011 | 1.4392 |
| 20 | 4.1610 | 262.79 | 816.43 | 242.36 | 319.17 | 1.1430 | 1.4050 |
| 25 | 4.6986 | 379.91 | 680.09 | 261.94 | 301.55 | 1.2067 | 1.3396 |
| 26.14c | 4.8317 | 526.50 | 280.97 | 1.2697 |
| 1. 以上数据摘自 National Institute of Standards and Technology 数据库；
2. 比焓与比熵的基准点是标准沸点（Normal Boiling Point 缩写 NBP）。
3. 沸点下的1m3液体汽化成20℃、1atm状态下的气体体积约为1275m3。
 |
| 1. 沸点，
2. 临界点。
 |

1. （规范性）
初始充装率
	1. 概述

由于外部热量的传入会导致液化气体膨胀，直至充满气瓶而引发危险；因此本附录对充装进行限制以避免这种状况的发生。

* 1. 要求
		1. 初始充装率

二氧化碳、氧化亚氮、三氟甲烷允许的初始充装率应满足在主安全泄压装置整定压力下最大充装率不大于公称容积的98%，按照公式（B.1）进行计算：

 $F\_{v}=\frac{0.98\_{}^{}+0.02ρ\_{g}^{'}-\_{}}{ρ\_{l}-ρ\_{g}} $ (B.1)

式中：

*Fv*——初始充装率，以百分比表示；

$ρ\_{l}$——充装时，饱和液体的密度，单位为千克每升（kg/l）;

$ρ\_{g}$——充装时，饱和蒸汽的密度，单位为千克每升（kg/l）;

$ρ\_{l}^{'}$——安全阀整定压力下，饱和液体的密度，单位为千克每升（kg/l）;

$ρ\_{g}^{'}$——安全阀整定压力下，饱和蒸汽的密度，单位为千克每升（kg/l）。

乙烷、乙烯允许的初始充装率应满足在主安全泄压装置整定压力下最大充装率不大于公称容积的95%，按照公式（B.2）进行计算：

 $F\_{v}=\frac{0.95ρ\_{l}^{’}+0.05ρ\_{g}^{’}-ρ\_{g}}{ρ\_{l}-ρ\_{g}}$ (B.2)

 初始质量充装系数

初始充装率在充装时不直观，不易测量，换算成一一对应关系的初始质量充装系数。

初始质量充装系数按照公式（B.3）换算，常用数据见表B.1：

 $F\_{m}=F\_{v}ρ\_{l}+\left(1−F\_{v}\right)ρ\_{g} $ (B.3)

式中：

*Fm*——初始质量充装系数，单位为千克每升（kg/l）。

表B.1常用初始充装率/初始质量充装系数

| 主安全阀整定压力Pz/MPa | 二氧化碳 | 氧化亚氮 | 乙烷 | 乙烯 | 三氟甲烷 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Fv*/(%) | *Fm*/(kg/L) | *Fv*/(%) | *Fm*/(kg/L) | *Fv*/(%) | *Fm*/(kg/L) | *Fv*/(%) | *Fm*/(kg/L) | *Fv*/(%) | *Fm*/(kg/L) |
| 0.24 | — | — | 92.3 | 1.137 | 89.1 | 0.485 | 89.0 | 0.506 | 91.5 | 1.323 |
| 0.48 | — | — | 89.1 | 1.097 | 85.5 | 0.466 | 85.5 | 0.486 | 87.6 | 1.268 |
| 0.72 | — | — | 86.6 | 1.067 | 82.8 | 0.451 | 82.8 | 0.471 | 84.7 | 1.226 |
| 0.96 | — | — | 84.6 | 1.041 | 80.5 | 0.438 | 80.5 | 0.458 | 82.2 | 1.189 |
| 1.20 | — | — | 82.7 | 1.019 | 78.4 | 0.427 | 78.5 | 0.446 | 79.9 | 1.157 |
| 1.44 | 95.0 | 1.045 | 81.1 | 0.999 | 76.4 | 0.416 | 76.6 | 0.435 | 77.8 | 1.126 |
| 1.68 | 93.4 | 1.026 | 79.6 | 0.980 | 74.6 | 0.406 | 74.8 | 0.425 | 75.8 | 1.098 |
| 1.92 | 91.7 | 1.008 | 78.2 | 0.963 | 72.8 | 0.397 | 73.0 | 0.415 | 73.9 | 1.070 |
| 2.16 | 90.1 | 0.991 | 76.8 | 0.946 | 71.1 | 0.388 | 71.6 | 0.405 | 72.0 | 1.043 |
| 2.40 | 88.5 | 0.975 | 75.5 | 0.930 | 69.4 | 0.378 | 69.7 | 0.397 | 70.2 | 1.016 |
| 2.64 | 87.0 | 0.959 | 74.2 | 0.915 | 67.6 | 0.368 | 68.1 | 0.387 | 68.3 | 0.989 |
| 2.88 | 85.6 | 0.943 | 73.0 | 0.899 | 66.0 | 0.360 | 66.4 | 0.378 | 66.4 | 0.962 |
| 3.12 | 84.1 | 0.928 | 71.8 | 0.885 | 64.2 | 0.350 | 64.7 | 0.368 | 64.6 | 0.934 |
| 3.36 | 82.7 | 0.912 | 70.6 | 0.870 | 62.3 | 0.344 | 63.0 | 0.358 | 62.4 | 0.917 |
| 3.60 | 81.9 | 0.897 | 69.4 | 0.856 | 60.4 | 0.329 | 61.1 | 0.348 | 60.3 | 0.874 |
| 3.84 | 79.9 | 0.882 | 68.2 | 0.841 | 58.3 | 0.318 | 59.2 | 0.337 | 58.0 | 0.840 |
| 4.08 | 78.5 | 0.867 | 67.1 | 0.827 | 55.9 | 0.305 | 57.0 | 0.325 | 55.3 | 0.802 |
| 4.20 | 77.7 | 0.860 | 66.5 | 0.819 | 54.6 | 0.298 | 55.9 | 0.324 | 53.8 | 0.780 |

1. 中间值采用内插法。

（规范性）

阀门进口接头与出口接头

* 1. 基本要求
		1. 在阀门接头体的棱柱的六个面中任意面的明显位置刻印或用钢印打“WP 3.5MPa”（WP指工作压力）、“××× ×××”字样（“×××”应符合表C.1的规定），字体高度不应小于3.5mm。
		2. 乙烷、乙烯的阀门接头为左旋，其余为右旋。
		3. 其余的基本要求、试验方法、与阀门连接方式按照GB/T 24159的规定。
	2. 阀门接头代号与配对管口

充装口、出液口（或充装口、出液口合一）、气体使用口、放空口（或兼做测满口）按照表C.1的规定配置相应的阀门接头。CGA接头按照CGA V-1:2013，其余接头按照C.3规定。

* 1. 阀门接头代号与配对管口

| 介质 | 充装口 | 出液口 | 气体使用口 | 放空口（测满口） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 二氧化碳 | CGA 622/CCCO2-15/CCCO2-20 | CGA 320 | CGA 295 |
| 氧化亚氮 | CGA 624/CCN2O-15/CCN2O-20 | CGA 326 | CGA 624 |
| 乙烷 | CGA 350/CCNG-15/CCNG-20 | CGA 350 |
| 乙烯 | CGA 350/CCNG-15/CCNG-20 | CGA 350 |
| 三氟甲烷 | CGA 660/CCN2O-15/CCN2O-20 | CGA 660 |

* 1. DN15及DN20接头图纸及尺寸

二氧化碳、氧化亚氮和三氟氯甲烷



* 1. 二氧化碳、氧化亚氮及三氟甲烷接头图
	2. 二氧化碳、氧化亚氮及三氟甲烷尺寸

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | CCCO2-15 | CCN2O-15 | CCCO2-20 | CCN2O-20 | 备注 |
| 代号 | 尺寸（mm） | 尺寸（mm） |  |
| A | ø12.5 | ø18 |  |
| B | Ø22 | Ø27 |  |
| C | SW27 | SW32 |  |
| D | Ø26 | Ø28 |  |
| E | Ø15.5 | Ø19.5 |  |
| F | Ø21.5 | Ø22.5 |  |
| G | Ø23.5 | Ø27.5 |  |
| H | Tr30×3-7e | Tr32×3-7e | Tr34×3-7e | Tr36×3-7e | GB/T5796 |
| J | Ø21 | Ø25 |  |
| K | Ø18.5 | Ø22.5 |  |
| L | Ø16 | Ø20 |  |
| M | Ø12.5 | Ø18 |  |
| N | Ø26 | Ø30 |  |
| P | — | — | 设计确定 |
| Q | — | — | 设计确定 |
| R | SW36 | SW38 | SW40 | SW42 |  |
| S | Tr30×3-7H | Tr32×3-7H | Tr34×3-7H | Tr36×3-7H | GB/T5796 |
| T | Ø32 | Ø34 | Ø36 | Ø38 |  |
| NPT | 1/2” | 3/4” |  |

乙烯及乙烷



* 1. 乙烯及乙烷接头图
	2. 乙烯、乙烷尺寸

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 代号 | CCNG-15 | CCNG-20 | 代号 | CCNG-15 | CCNG-20 | 备注 |
| 尺寸（mm） | 尺寸（mm） |  |
| A | ø12.5 | ø19 | L | Ø14 | Ø20.5 |  |
| B | Ø22 | Ø27 | M | Ø12.5 | Ø19 |  |
| C | SW27 | SW32 | N | Ø26 | Ø30 |  |
| D | Ø26 | Ø28 | P | — | — | 由设计确定 |
| E | Ø14.5 | Ø20.5 | Q | — | — | 由设计确定 |
| F | Ø17.5 | Ø23.5 | R | SW38 | SW42 |  |
| G | Ø26 | Ø30 | S | Tr32×3-7H-LH | Tr36×3-7H-LH |  |
| H | Tr32×3-7e-LH | Tr36×3-7e-LH | T | Ø34 | Ø38 |  |
| J | Ø18 | Ø24 | NPT | 左旋1/2” | 左旋3/4” |  |
| K | Ø15 | Ø21.5 |  |  |  |  |

1. （规范性）
安全泄放量和泄放面积
	1. 安全泄放量

气瓶绝热层完好或者劣化，夹层空间处于大气压力下充满气态的贮存介质或空气，外部环境温度为328K(55℃)时，安全泄放量按照公式（C.1）计算：

 $Q\_{a1}=\frac{0.383\left(328−T\right)G\_{i}U\_{1}A\_{r}}{922−T}$ (C.1)

$U1=\frac{λ1}{δ}$

式中：

*Ar*——受热面积，绝热层内外表面积的算术平均值，单位为平方米（m2）；

*Gi*——*Pf*压力下介质的气体系数；

*Qa1*——折合成自由空气的安全泄放量（体积流量），单位为立方米每小时（m3/h）；

*T*——*Pf*压力下安全泄压装置进口处介质的温度，单位为开尔文（K）；

*U1*——绝热系统在外部温度为328K(55℃)，内部温度为Pf压力下介质的饱和温度时的传热系数，单位为千焦每小时每平方米每摄氏度[kJ/（h·m2·℃）]$；$

*λ1*——液体沸点时的饱和温度和328K下的平均热导率，宜由制造单位实际测出，没数据时也可参照表C.1的值，单位为千焦每小时每米每摄氏度[kJ/（h·m·℃）]；

*δ*——绝热层厚度，不包括真空空间、劣化绝热层所占空间，单位为米（m）。

气瓶绝热层完好或者劣化，夹层空间处于大气压力下充满气态的贮存介质或空气，同时外部处于火灾或922K（649℃）高温条件下，安全泄放量按照公式（C.2）计算：

 $Q\_{a2}=G\_{i}U\_{2}A\_{r}^{0.82}$ (C.2)

$U$2$=\frac{λ2}{δ}$

式中：

*Qa2*——折合成自由空气的安全泄放量（体积流量），单位为立方米每小时（m3/h）；

*U2*——绝热系统在外部温度为922K（649℃），内部温度为Pf压力下介质的饱和温度时的传热系数，单位为千焦每小时每平方米每摄氏度[kJ/（h·m2·℃）]；

*λ2*——液体沸点时的饱和温度与922K下的热导率的平均值，宜由制造单位实际测出，没数据时也可参照表C.1的值，单位为千焦每小时每米每摄氏度[kJ/（h·m·℃）]。

表D.1热导率

| 介质 | 二氧化碳 | 氧化亚氮 | 乙烷 | 乙烯 | 三氟甲烷 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| λ1 | 0.0612 | 0.0504 | 0.0576 | 0.054 | 0.0432 |
| λ2 | 0.1421 | 0.1368 | 0.2304 | 0.2016 | 0.0972 |
| 1. 夹层压力为1.01325×105 Pa（绝对压力）。
 |

* 1. 流量换算

质量流量与体积流量的换算按照公式（C.3）规定。

 $W\_{s}=\frac{Q\_{a}C}{92.34}\sqrt{\frac{M}{ZT}}$ (C.3)

式中：

*C*——气体特性系数，按GB/T 33215-2016的表1或按照式（C.4）求取：

 $C=520×\sqrt{k\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k−1}}}$ …………………………………（C.4）

式中：

*k*——气体绝热指数；

表D.2 气体绝热指数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 介质 | 二氧化碳 | 氧化亚氮 | 乙烷 | 乙烯 | 三氟甲烷 |
| 气体绝热指数 | 1.30 | 1.30 | 1.22 | 1.25 | 1.19 |
| 1. 压力为1.01325×105 Pa，三氟甲烷的温度为25℃，其余介质的温度为15℃。
 |

*M*——介质的摩尔质量，单位为千克每千摩尔（kg/kmol）；

*Qa*——*Qa1*、*Qa2*的统称；

*Ws*——安全泄放量(质量流量），单位为千克每小时（kg/h）；

*Z*——气体压缩系数。

* 1. 泄放面积

泄放面积按照公式（C.5）计算：

 $A\_{0}\geq \frac{W\_{s}}{7.6×10^{−2}CKP\_{f}}\sqrt{\frac{ZT}{M}}$ (C.5)

式中：

*A0*——泄放面积，单位为平方毫米（mm2）；

*K*——安全泄压装置的泄放系数，与泄压装置的类型、结构有关：爆破片装置一般选取不大于0.6，安全阀由泄压装置制造单位实测确定。

气体压缩系数Z

气体压缩系数应按照表C.2或GB/T 33215-2016附录A选取。当压力不在表C.3范围内时，Z值可以按照公式（C.6）计算。气体压缩系数不能确定时，选取Z=1。

 $Z=\frac{10^{6}MP\_{f}}{Rρ\_{g}T}$ (C.6)

式中：

*R*——通用气体常数，*R*=8314N·m/(kmol·K）；

*ρg*——*Pf*压力下介质饱和蒸汽密度，单位为千克每立方米（kg/m3）。

表D.3气体压缩系数Z

| 安全泄压装置/MPa | 二氧化碳 | 氧化亚氮 | 乙烷 | 乙烯 | 三氟甲烷 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公称工作压力 | 主安全阀整定压力 | 副安全阀整定压力/设计爆破压力 | 排放压力（绝压） |
| 0.2 | 0.24 | — | 0.364 | — | 0.935 1 | 0.916 5 | 0.918 5 | 0.903 4 |
| — | 0.32/0.352 | 0.452 | — | 0.924 5 | 0.902 9 | 0.905 3 | 0.888 8 |
| 0.4 | 0.48 | — | 0.628 | — | 0.905 2 | 0.870 7 | 0.881 0 | 0.862 4 |
| — | 0.64/0.704 | 0.804 | — | 0.887 6 | 0.855 3 | 0.858 8 | 0.838 3 |
| 0.6 | 0.72 | — | 0.892 | — | 0.881 5 | 0.844 6 | 0.848 3 | 0.826 9 |
| — | 0.96/1.056 | 1.156 | — | 0.855 7 | 0.813 8 | 0.818 2 | 0.794 3 |
| 0.8 | 0.96 | — | 1.156 | — | 0.855 7 | 0.813 8 | 0.818 2 | 0.794 3 |
| — | 1.28/1.408 | 1.508 | — | 0.822 7 | 0.775 4 | 0.780 8 | 0.753 8 |
| 1.0 | 1.2 | — | 1.420 | — | 0.833 7 | 0.784 8 | 0.789 9 | 0.763 7 |
| — | 1.6/1.76 | 1.860 | — | 0.799 5 | 0.738 8 | 0.745 2 | 0.715 3 |
| 1.2 | 1.44 | — | 1.684 | 0.818 0 | 0.812 9 | 0.757 0 | 0.762 8 | 0.734 4 |
|  | 1.92/2.112 | 2.212 | 0.779 1 | 0.773 7 | 0.703 1 | 0.710 6 | 0.677 9 |
| 1.4 | 1.68 |  | 1.948 | 0.798 2 | 0.793 0 | 0.729 8 | 0.736 5 | 0.705 9 |
| — | 2.24/2.464 | 2.564 | 0.754 3 | 0.758 8 | 0.667 7 | 0.676 4 | 0.640 8 |
| 1.6 | 1.92 | — | 2.212 | 0.779 1 | 0.773 7 | 0.703 1 | 0.710 6 | 0.677 9 |
| — | 2.56/2.816 | 2.916 | 0.730 1 | 0.7250 | 0.631 9 | 0.642 0 | 0.603 5 |
| 1.8 | 2.16 | — | 2.476 | 0.760 5 | 0.754 9 | 0.676 6 | 0.685 0 | 0.650 1 |
| — | 2.88/3.168 | 3.268 | 0.706 3 | 0.700 5 | 0.595 0 | 0.606 9 | 0.565 3 |
| 2.0 | 2.4 | — | 2.740 | 0.742 2 | 0.736 6 | 0.649 9 | 0.659 3 | 0.622 2 |
| — | 3.2/3.52 | 3.620 | 0.682 6 | 0.676 7 | 0.556 1 | 0.570 1 | 0.525 0 |
| 2.2 | 2.64 | — | 3.004 | 0.724 1 | 0.718 4 | 0.622 8 | 0.633 3 | 0.594 1 |
| — | 3.52/3.872 | 3.972 | 0.658 9 | 0.653 0 | 0.513 6 | 0.530 6 | 0.481 1 |
| 2.4 | 2.88 | — | 3.268 | 0.706 3 | 0.700 5 | 0.595 0 | 0.606 9 | 0.565 3 |
| — | 3.84/4.224 | 4.324 | 0.635 0 | 0.629 0 | 0.464 0 | 0.486 1 | 0.429 7 |
| 2.6 | 3.12 | — | 3.532 | 0.688 5 | 0.682 7 | 0.566 1 | 0.579 5 | 0.535 6 |
| — | 4.16/4.576 | 4.676 | 0.610 6 | 0.604 5 | 0.396 3 | 0.431 1 | 0.356 3 |
| 2.8 | 3.36 | — | 3.796 | 0.670 7 | 0.664 9 | 0.535 4 | 0.550 8 | 0.503 7 |
| — | 4.48/4.928 | 5.028 | 0.585 7 | 0.579 3 | — | 0.3206 | — |
| 3.0 | 3.60 | — | 4.060 | 0.652 9 | 0.647 0 | 0.502 0 | 0.520 1 | 0.469 2 |
| — | 4.8/5.28 | 5.380 | 0.559 8 | 0.553 0 | — | — | — |
| 3.2 | 3.84 | — | 4.324 | 0.635 0 | 0.629 0 | 0.464 0 | 0.486 1 | 0.429 7 |
| — | 5.12/5.632 | 5.732 | 0.532 4 | 0.525 0 | — | — | — |
| 3.4 | 4.08 | — | 4.588 | 0.616 8 | 0.610 7 | 0.416 6 | 0.446 5 | 0.379 1 |
| — | 5.44/5.984 | 6.084 | 0.503 0 | 0.494 6 | — | — | — |
| 3.5 | 4.2 | — | 4.720 | 0.607 6 | 0.601 4 | — | 0.422 8 | 0.342 1 |
| — | 5.6/6.16 | 6.260 | 0.487 2 | 0.478 0 | — | — | — |
| 注：表中主安全阀的整定压力是1.2倍公称工作压力；副安全阀的整定压力是1.6倍公称工作压力，设计爆破压力是1.76倍公称工作压力。 |

气体系数*Gi*

当*Pf＜Pcr*时，气体系数*Gi*采用公式（C.7）计算，常用数据见表C.4：

 $G\_{i}=\frac{241×\left(922−T\right)}{qC}\sqrt{\frac{ZT}{M}}$ (C.7)

式中：

*q*——*Pf*压力下介质的汽化潜热，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

当*Pf≥Pc*r时，气体系数*Gi*采用公式（C.8）计算：

 $G\_{i}=\frac{241×\left(922−T\right)}{θC}\sqrt{\frac{ZT}{M}}$ (C.8)

*θ=*$v\left[\frac{∂ℎ}{∂υ}\right]\_{P}$

式中：

*θ*——比热输入，在Pf压力和温度$\frac{\sqrt{υ}}{v\left[\frac{∂ℎ}{∂υ}\right]\_{P}}$下取得最大值时的值，单位为千克每千焦（kg/kJ）；

*υ*——介质在Pf压力和操作温度范围内任一温度下的质量体积，单位为立方米每千克（m3/kg）。

表C.4常用气体系数Gi

| 安全泄压装置排放压力（绝压）/MPa | 二氧化碳 | 氧化亚氮 | 乙烷 | 乙烯 | 三氟甲烷 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.364 | — | 3.030 | 2.859 | 2.928 | 3.906 |
| 0.452 | — | 3.085 | 2.914 | 2.987 | 3.986 |
| 0.628 | — | 3.178 | 3.008 | 3.088 | 4.125 |
| 0.804 | — | 3.257 | 3.091 | 3.177 | 4.248 |
| 0.892 | — | 3.298 | 3.131 | 3.219 | 4.306 |
| 1.156 | — | 3.394 | 3.244 | 3.339 | 4.472 |
| 1.420 | — | 3.484 | 3.355 | 3.455 | 4.635 |
| 1.508 | — | 3.517 | 3.392 | 3.494 | 4.689 |
| 1.684 | 3.429 | 3.576 | 3.468 | 3.573 | 4.800 |
| 1.860 | — | 3.635 | 3.547 | 3.653 | 4.914 |
| 1.948 | 3.515 | 3.664 | 3.587 | 3.695 | 4.973 |
| 2.212 | 3.600 | 3.751 | 3.715 | 3.824 | 5.159 |
| 2.476 | 3.687 | 3.839 | 3.855 | 3.965 | 5.363 |
| 2.564 | 3.716 | 3.869 | 3.905 | 4.015 | 5.435 |
| 2.740 | 3.775 | 3.936 | 4.012 | 4.121 | 5.591 |
| 2.916 | 3.836 | 3.992 | 4.130 | 4.236 | 5.763 |
| 3.004 | 3.886 | 4.024 | 4.193 | 4.298 | 5.835 |
| 3.268 | 3.962 | 4.128 | 4.409 | 4.504 | 6.169 |
| 3.532 | 4.063 | 4.228 | 4.672 | 4.750 | 6.555 |
| 3.620 | 4.098 | 4.264 | 4.775 | 4.844 | 6.706 |
| 3.796 | 4.171 | 4.340 | 5.011 | 5.056 | 7.055 |
| 3.972 | 4.247 | 4.419 | 5.302 | 5.310 | 7.489 |
| 4.060 | 4.287 | 4.461 | 5.477 | 5.485 | 7.752 |
| 4.324 | 4.413 | 4.593 | 6.198 | 6.031 | 8.860 |
| 4.588 | 4.550 | 4.739 | 7.621 | 6.975 | 11.238 |
| 4.676 | 4.602 | 4.791 | 8.566 | 7.467 | 13.059 |
| 4.720 | 4.628 | 4.818 | — | 7.776 | 14.650 |
| 5.028 | 4.822 | 5.024 | — | 21.397 | — |
| 5.380 | 5.087 | 5.306 | — | — | — |
| 5.732 | 5.417 | 5.662 | — | — | — |
| 6.084 | 5.851 | 6.141 | — | — | — |
|  |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |

|  |
| --- |

1. （资料性）
批量检验质量证明书

| ××××公司高压液化气体绝热气瓶批量检验质量证明书气瓶型号 备案图号 产品批号 内胆批号 出厂日期 制造许可证编号 本批气瓶产品共 只，编号从 到 本批气瓶内胆共 只，编号从 到 其中不含  本批产品的制造符合T/XXX XXXX―XXXX《高压液化气体绝热气瓶》要求。经检验合格。监督检验单位专用章 制造单位检验专用章监检员 检验负责人 年 月 日 年 月 日制造单位地址： 邮政编码：  |
| --- |

| 1.主要技术数据公称容积 L 公称工作压力 MPa 内胆内直径 mm内胆筒体/封头设计壁厚 / mm 气密性试验压力 MPa内胆试验压力 MPa（□气压□液压）2.材料数据内胆筒体钢板牌号 材料标准代号 材料批号 内胆封头钢板牌号 材料标准代号 材料批号 材料化学成分复验（%）：内胆筒体C S P Mn Si Ni Cr 内胆封头C S P Mn Si Ni Cr 焊材标准 焊丝（条）牌号 焊丝（条）直径 mm材料力学性能复验数据

| 试样 | 力学性能及弯曲试验 |
| --- | --- |
| 类别 | 材料批号或内胆瓶号 | 拉伸 | -192℃冲击KV2（J） | 弯曲 |
| 抗拉强度Rm（MPa） | 规定塑性延伸强度RP0.2（MPa） | 断后伸长率A（%） | 面弯 | 背弯 |
| 材料复验 |  |  |  |  | - | - | - |
| 焊材熔敷金属 |  |  |  |  | - | - | - |
| 产品焊接试样 |  |  |  |  |  |  |  |

3.静态蒸发率测试数据

| 抽检瓶产品编号 |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 静态蒸发率（LN2）%/d |  |  |  |

4.无损检测数据

| 抽检内胆编号 | 检测方式 | 无损检测 |
| --- | --- | --- |
| 检测长度（mm） | 检测比例 | 检测结果 |
| 纵焊接接头 | 环焊接接头 | 纵焊接接头 | 环焊接接头 | 纵焊接接头 | 环焊接接头 |
|  |  |  |  | □100% | □10%且不少于2条 | □100% | — | 级 | 级 |

5.抽检内胆无损检测返修1次 处，返修2次 处，返修3次 处。内胆焊接接头返修部位展开图（如有在简图上标明） 填写说明： 内胆筒体材料有两个批号时，材料数据应分别填写。 |