

T/SLEA

上海实验室装备协会团体标准

T/SLEA 0071.2—2023

实验室用供气阀门与配套件技术规范

第2部分：管道与管件

Technical specification for laboratory gas supply valve and accessories Part 2: Tubing and fittings

(征求意见稿)

xx-xx-xx 发布

xx-xx-xx 实施

上海实验室装备协会

发布

目 次

前 言	2
引 言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	错误! 未定义书签。
4 分类	4
5 技术要求	5
6 试验方法	9
7 标志、包装、贮存、运输	12
参考文献	18

上海实验室装备协会

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。

T/SLEA 0071—2023《实验室用供气阀门与配套件技术规范》，由下列四个部分组成：

- 第1部分：术语；
- 第2部分：管道与管件；
- 第3部分：阀门与切换面板；
- 第4部分：附件；

本文件为《实验室用供气阀门与配套件技术规范》第2部分。

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。

本文件由上海实验室装备协会提出。

本文件由上海实验室装备协会归口。

本文件起草单位：上海北友实验设备有限公司、诚创智能科技（江苏）有限公司、创实气体控制设备（上海）有限公司、昆山新莱洁净应用材料股份有限公司、研创测控（青岛）有限公司、捷锐企业（上海）有限公司、上海敦阳流体设备有限公司、上海皓固机械工业有限公司、博络实验设备（上海）有限公司、上海滔普实验室设备有限公司。

本文件参与起草单位：南开大学、浙江大学化学系、江苏省环境监测中心、江苏省宿迁环境监测中心、常州市生态环境监控中心、镇江市生态环境监测站、苏州市常熟环境监测站、苏州市张家港环境监测站、苏州市昆山环境监测站、无锡市江阴生态环境监测站、山东省农药检定所、上海市青浦食品药品检验所、上海市检验检测认证协会、上海顺为流体控制系统有限公司、鑫志鼎（苏州）阀门管道科技有限公司、江苏大橡木集团有限公司、九方流体系统技术（深圳）有限公司。

本文件主要起草人：毛毓麟、陈建锋、陈玉山、范志旻、王政明、金旭舟、荆运良、陆杲、张天雷、刘杰。

本文件参与起草人：王满意、徐光明、赵永刚、刘欢、夏京、蔡志平、丁淑琴、陆燕强、姜欣、龚惠达、高艳、钱蔚、姚应涛、姜原、周躲明、刘柱、罗镇江。

本文件首期承诺执行单位：上海北友实验设备有限公司、诚创智能科技（江苏）有限公司、创实气体控制设备（上海）有限公司、昆山新莱洁净应用材料股份有限公司、研创测控（青岛）有限公司、捷锐企业（上海）有限公司、上海敦阳流体设备有限公司、上海皓固机械工业有限公司、博络实验设备（上海）有限公司、上海滔普实验室设备有限公司。

引 言

实验室会使用到惰性、可燃性、氧化性、腐蚀性、毒性的特种气体，特种气体的输送需要使用管道与管件、阀门、切换面板、附件等产品，这些产品之间是相辅相成，不可或缺的关系。为了保证用气安全，规范产品的相关技术要求，特制定本标准。T/SLEA 0071—2023《实验室用供气阀门与配套件技术规范》是指导实验室供气阀门与配套件的基本技术要求，由下列四个部分组成：

- 第1部分：术语。目的在于定义实验室用供气阀门与配套件的相关术语。
- 第2部分：管道与管件。目的在于规范实验室用供气管道与管件的技术要求、试验方法等相关要求。
- 第3部分：阀门与切换面板。目的在于规范实验室用供气阀门与切换面板的技术要求、试验方法等相关要求。
- 第4部分：附件。目的在于规范实验室用供气附件的技术要求、试验方法等相关要求。

上海实验室装备协会

实验室用供气阀门与配套件技术规范

第 2 部分：管道与管件

1 范围

本部分规定了实验室用供气管道与管件的术语和定义、分类、技术要求、试验方法、标志、包装、贮存、运输。

本文件适用于公称压力为 $-0.1\text{ MPa}\sim 30\text{ MPa}$ ，外径为小于 50 mm 范围内的实验室用管道与管件。

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 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定还原型硅钼酸盐分光光度法
- GB/T 244 金属材料 管 弯曲试验方法
- GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定标准评级图显微检验方法
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 28708 管道工程用无缝及焊接钢管尺寸选用规定
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
- T/SLEA 0071.1—2023 实验室用供气阀门与配套件技术规范 第1部分：术语
- ASTM A269 一般用途无缝和焊接奥氏体不锈钢管的标准规范和焊接奥氏体不锈钢管的标准规范
- ASTM A632 一般用途无缝和焊接奥氏体不锈钢管(小管径)的标准规范
- ASTM E384 材料显微压痕硬度的标准测试方法
- ASTM G150 不锈钢电化学临界点蚀温度测试的标准试验方法
- SEMI F60 ESCA 评估钝化 316L 不锈钢部件润湿表面的表面成分的测试方法
- SEMI F72 钝化 316L 不锈钢部件润湿表面氧化层的俄歇电子能谱 (AES) 评估测试方法

3 术语和定义

T/SLEA 0071.1—2023 规定的术语适用于本文件。

4 分类

4.1 管道

4.1.1 按用途分

分为Tube管和Pipe管，Tube管作用是执行把受压介质从一个位置输送到另一个位置，Pipe管侧重于输送过程中管内介质对外界的热交换，外型如图1所示。

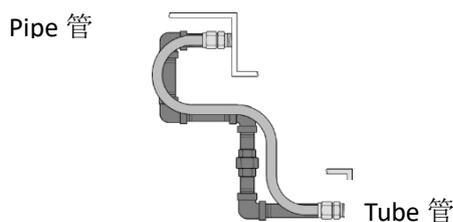


图1 Pipe管与Tube管的外型差异

4.1.2 按形状分

正方形管口、长方形管口、圆形。一般Pipe管皆为圆形。

4.1.3 按韧性分

刚性、挠性（紫铜、黄铜）。

4.1.4 按类别分

Tube按外径和壁厚区分；Pipe按壁厚代码区分。

4.2 管件

4.2.1 按气流类型分

直通（异径）、三通（同径、异径）、四通（同径、异径）等管件种类。

4.2.2 按弯头类型分

无缝 90° 弯头、焊接 90° 弯头、无缝 45° 弯头、焊接 45° 弯头、长半径弯头（标准 1.5 倍弯曲半径-1.5D）。

5 技术要求

5.1 管道与管件要求

5.1.1 工况要求

气体管道因各种不同工况，内表面不应有加工线、划痕、阴霾、波度、橙皮、凹陷、结霜、起泡、间断性电抛光、污染等。

5.1.2 常用管道内表面粗糙度(表面光洁度)

常用管道内表面粗糙度应为：

- a) Ra 0.125 μm (5 $\mu\text{in Ra}$);
- b) Ra 0.18 μm (7 $\mu\text{in Ra}$);
- c) Ra 0.25 μm (10 $\mu\text{in Ra}$);
- d) Ra 0.50 μm (20 $\mu\text{in Ra}$);
- e) Ra 1.00 μm (40 $\mu\text{in Ra}$)。

5.1.3 要求侧重点

Tube 管注重外径精确，Pipe 管注重壁厚。Pipe 管主要输送流体，对内部承压能力要求高。

5.1.4 壁厚等级

参考不锈钢管标准 GB/T 28708 与 ASTM A269 的壁厚等级要求。

5.1.5 各种牌号材料元素与等级要求

各种牌号材料元素与等级汇整见表 1。

上海实验室装备协会 专用

表1 各牌号材料元素与等级汇总表

材料 牌号	等级	尺寸 mm	成分 (Wt%)														
			C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Al	Ca	Cu	Nb	Se	N	Ti
304	GP 通用	-	≤.080	≤2.0	≤.045	≤.030	≤1.00	8.0-11.0	18.0-20.0	-	-	-	-	-	-	-	-
304L	GP 通用	-	≤.035	≤2.0	≤.045	≤.030	≤1.00	8.0-12.0	18.0-20.0	-	-	-	-	-	-	-	-
316	HP 高纯	-	≤.080	≤2.0	≤.045	≤.030	≤1.00	11.0-14.0	16.0-18.0	2.0-3.0	-	-	-	-	-	-	-
316L	HP 高纯	-	≤.035	≤2.0	≤.045	≤.030	≤1.00	10.0-15.0	16.0-18.0	2.0-3.0	-	-	-	-	-	-	-
316L (符合 F20 标准)	UHP 超高纯	<12.7	≤.030	≤1.5	≤.045	≤.010	≤0.75	10.0-15.0	16.0-18.0	2.00-3.00	≤.01	≤.02	≤.30	≤.05	≤.02	≤.10	≤.02
316L (符合 F20 标准)	UHP 超高纯	12.7< 50	≤.030	≤1.5	≤.045	≤.010	≤1.00	10.0-15.0	16.0-18.0	2.00-3.00	≤.01	≤.02	≤.30	≤.05	≤.02	≤.10	≤.02
316L VAR	UHP 超高纯	-	≤.015	1.00-1 .50	≤.045	≤.010	≤0.75	10.0-15.0	16.0-18.0	2.00-3.00	≤.01	≤.02	≤.30	≤.05	≤.02	≤.10	≤.02
316L VIM/VAR	UHP 超高纯	-	≤.015	≤0.15	≤.045	≤.010	≤1.00	10.0-15.0	16.0-18.0	2.00-3.00	≤.01	≤.02	≤.30	≤.05	≤.02	≤.10	≤.02

5.1.6 焊接性能要求

管道与管件、管道与焊接接头、管道与面密封接头焊接应考虑GP通用等级、HP高纯等级与UHP超高纯等级的差异性，不宜混用，各种零部件焊接前应验证焊接工艺规程（WPS）。

5.1.7 弯曲性能要求

弯曲处外表面应完好，金属基体上无肉眼可见因弯曲变形产生的缺陷、微裂纹、裂缝、裂纹、裂断。

5.1.8 化学性能要求

管道与管件化学性能要求包含晶粒大小、夹杂物类型、表面化学、表面污染、耐腐蚀性能要求。具体的性能要求应符合表2~表6的规定。计划类别请查阅表7 管道样品制备表内定义。

表2 平均晶粒度

特征	计划类别	等级	尺寸 mm	每个晶粒数量
晶粒大小	B	全部	≤50	≥5 个

表3 钢材夹杂物含量

特征	计划类别	等级	尺寸	符合 ASTM E45 的类型，方法 A			
				A	B	C	D
夹杂物类型	B	非超高纯	细系	2.5	2.5	2.5	2.5
	B		粗系	1	1	1	1
	B	超高纯	细系	1.5	1	1	1
	B		粗系	1	1	1	1

表4 表面化学

特征	计划类别	等级	尺寸	要求/数值
表面化学	B	非超高纯	全部	仅做钝化处理
	B	超高纯	全部	$Cr / Fe \geq 1.5$
	B			$CrO_x / FeO_x \geq 2.0$
	B			氧化层厚度 $t \geq 1.5 \text{ nm}$
	B			吸收的碳(C)污染应 $<30 \text{ atomic } \%$ ，在初始表面的 1.5 nm 范围内下降到基本水平
	B			初始表面上的硫(S)、磷(P)、氮(N)和硅(Si)应 $<2 \text{ atomic } \%$
	B			所有其他污染物在初始表面上应 $<1 \text{ atomic } \%$

表5 表面污染

特征	计划类别	等级	尺寸	数值
表面污染	B	非超高纯	全部	不适用
	B	超高纯	全部	除主要合金元素铁 (Fe), 铬 (Cr), 镍 (Ni), 钼 (Mo), 残留元素锰 (Mn) 和硅 (Si), 钝化剂的氧气 (O) 之外, EDS 不能检测到其他元素层和吸收的碳 (C)

表6 耐腐蚀性

特征	计划类别	等级	尺寸	数值
腐蚀	B	非超高纯	全部	不适用
临界点蚀温度 (CPT)	B	超高纯	全部	临界点蚀温度 > 23 °C

5.2 气体选型建议:

气体选型见附录A。

6 试验方法

6.1 试验前准备

管道样品制备应符合表 7 的规定。

表7 管道样品制备表

计划类别	种类	样品需求描述	取样位置	样品数
A	炉号	不同炉号各一组样品	1、从全长管段的两端各取1个样品 (长度不设要求) 2、从全长管截面中心取2个样品 取样示例如图2	各4个
	管径尺寸	不同尺寸各一组样品		
	等级	不同等级各一组样品		
B	炉号	不同炉号各一组样品	从全长管截面的任何位置取1个样品	各1个
	管径尺寸	不同尺寸各一组样品		
	等级	不同等级各一组样品		
C	炉号	不同炉号各一组样品	从全长管截面的任何位置取3个样品	各3个
	管径尺寸	不同尺寸各一组样品		
	等级	不同等级各一组样品		

注: 316L、304L、304管道都适用于以上要求, 不同炉号、尺寸或等级都必须要有单独分类制备样品。

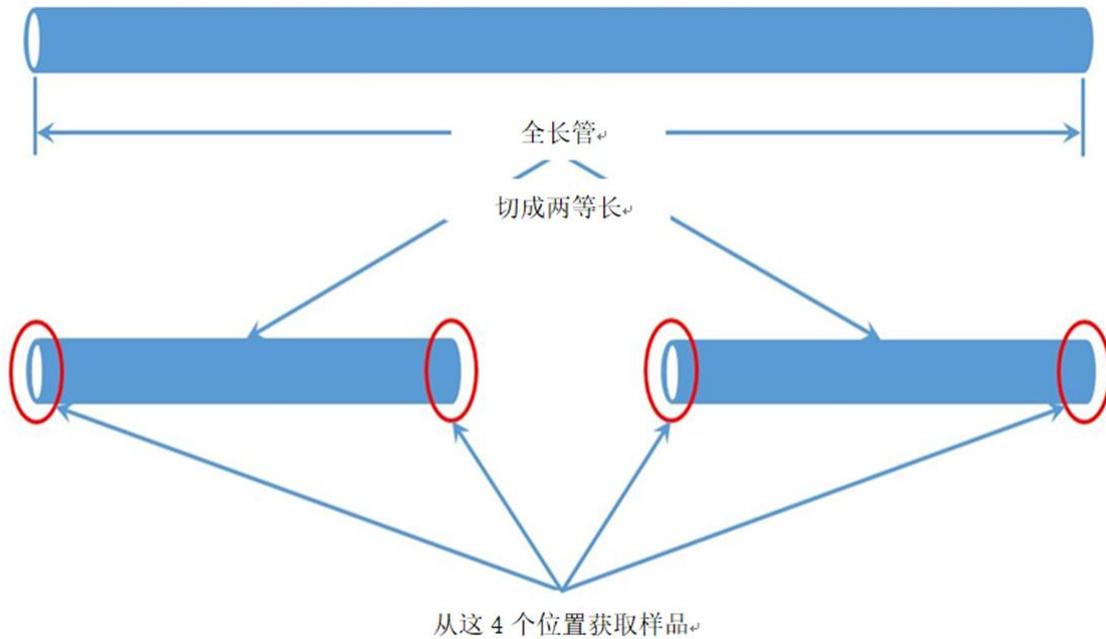


图 2 计划 A。

6.2 管道内壁目视检验

配合 5.1.1 工况要求，非超高纯（GP、HP）及超高纯（UHP）等级与所有小于 50 mm 尺寸应按表 8 的要求。

表 8 目视检验

检验项目	计划类别	测试方法	等级	判定规则
一般准则	A	目测	全部	检查接触气体表面是否有缺陷，应在正常的室内照明下进行
				适当的情况下，可以使用附加照明来照亮盲区或暗区，并弄清可疑区域
				目视检查不超过 4 倍放大；如果发现一个问题，一个 8 倍到 10 倍的放大镜可以用来澄清问题区域
加工线	A	目测	非超高纯	满足表面粗糙度要求的表面可接受
			超高纯	UHP 表面的表面加工工艺预计将“修圆”线条的程度，视觉定义未明确
划痕和阴霾	A	目测	非超高纯	满足表面粗糙度要求的表面可接受
			超高纯	不可接受
波度	A	目测	全部	如果满足表面粗糙度要求，则可接受
橙皮	A	目测	全部	如果满足表面粗糙度要求，则可接受
凹陷，结霜，起 泡		目测	全部	不可接受

和间断性电抛光	A			
污染 (水斑, 铁锈, 工艺残留物, 化学染色等)	A	目测	全部	不可接受
点蚀, 纵梁和夹 杂物	A	目测	非超高纯	如果肉眼可见则不可接受
			超高纯	如果肉眼可见则
				以 SEMI F73 的 SEM 测试方法确定验收标准

6.3 机械性能检验

配合 5.1.2 测重点、5.1.3 内部承压能力与 5.1.4 壁厚等级要求之机械性能方法, 依据 ASTM A632-2004 中表 2、ASTM E384 标准的规定进行, 具体的判定规则应符合表 9 的规定。

表9 机械性能

检验项目	计划类别	等级	外径尺寸 mm	判定规则		
外径、内径 管壁	A	全部	3.175	外径: +0.076, -0.000	内径: +0.000, -0.076	管壁: ±10%
			6.35	外径: +0.102, -0.000	内径: +0.000, -0.102	管壁: ±10%
			9.53			
			12.7<38.1	外径: ±0.127	内径: 不适用	管壁: ±10%
			38.1<50	外径: ±0.254	内径: 不适用	管壁: ±10%
屈服 强度	B	全部	3.175<12.7	>206.84 MPa (30,000 PSI)		
	B		12.7<50	>172.37 MPa (25,000 PSI)		
抗拉 强度	B	全部	3.175<12.7	>517.11 MPa (75,000 PSI)		
	B		12.7<50	>482.63 MPa (70,000 PSI)		
延伸 能力	B	全部	3.175<12.7	≥35%		
	B		12.7<50	≥30%		
硬度	B	全部	3.175<12.7	-		
	B		12.7<50	<100 洛氏硬度 B 级		
表面粗糙度	A	超高纯	全部	平均≤Ra 0.125 μm	最大≤Ra 0.25 μm	最大≤Ra Ry 2.5 μm
	A	非超高纯	全部	平均≤20 μin Ra	最大≤25 μin Ra	最大≤150 μin Ry Ra
形态学 (扫描 电镜)	B	超高纯	全部	平均数≤10 个, 最大计数≤20 个/ 每张照片		
	B	非超高纯	全部	不适用		
静水压力	B	全部	3.175<12.7	6.9 MPa (1,000 PSI)		
	B		12.7<50	不适用		
注:						
Ra: 在取样长度 L 内轮廓偏距绝对值的算术平均值						
Ry: 在取样长度 L 内轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离						

6.4 化学成分分析

配合 5.1.5 各种牌号材料元素与等级要求，应先确认各种牌号材料元素与等级要求，请参照本标准表 1 各牌号材料元素与等级汇总表，依据 GB/T 223.5 标准进行不锈钢的化学成份检验。

6.5 焊接性能检验

配合 5.1.6 焊接性能要求，除了依据相应的 WPS 之外，奥氏体不锈钢管内壁焊接完壁厚不进行任何处理，其焊道变色等级依据各种气体应用的要求来指定，如图 3 所示：

UHP 超高纯等级仅接受 1 级

HP 高纯可接受 1 级及 2 级

其他产业依其应用要求。



图 3 不锈钢管内壁焊接变色等

6.6 弯曲性能检验

配合 5.1.7 弯曲性能要求，依据 GB/T 244 金属材料管弯曲试验方法及 6.6 弯曲性能检验要求进行检验方为合格管道。316L、304L、304 材料管应按表 10 的要求，遵循如下弯模半径，弯曲到最小半径，检查内外表面，焊缝。

表 10 弯曲性能表

适用性	计划类别	非超高纯	超高纯	3.175	6.35	9.53	12.7	19.05	25.4	38.1	50
		适用	适用								
管尺寸	B			适用	适用	适用	适用	适用	适用	适用	适用
弯模半径	B			9.53	14.29	23.81	38.1	38.1	38.1	57.15	50

6.7 化学性能检验

6.7.1 平均晶粒度测定的标准试验方法应依据 GB/T 6394 标准进行。

6.7.2 钢材夹杂物含量的试验方法应依据 GB/T 10561 的标准进行。

6.7.3 Cr/Fe 检测方法依据 SEMI F60 标准进行。

6.7.4 氧化层厚度检测方法依据 SEMI F72 标准进行。

6.7.5 表面污染应依据 SEMI F60 的标准进行。

6.7.6 耐腐蚀性要求电化学临界点蚀温度试验的标准试验方法依据 ASTM G150 标准进行。

7 检验规则

7.1 出厂检验

管道与管件出厂检验应符合 5.1.2、5.1.4、5.1.5 的规定。

所有检验项目均合格，则判定该产品为合格品；凡有一项或一项以上不合格，则判定该产品不合格。

7.2 型式检验

管道与管件型式检验应符合 5.1.2、5.1.4、5.1.5、5.1.6、5.1.7、5.1.8 的规定。

8 标志、包装、贮存、运输

8.1 每个管道与管件标牌按 GB/T 13306 的有关规定，并标有下列内容：

- a) 外包装有制造厂信息；
- b) 产品型号及名称；
- c) 制造日期；
- d) 产品编号。

8.2 管道与管件包装应按分等级如下：

- a) 超高纯：双层包装内层厚度 0.08-0.15 mm PE 塑料袋包装，抽真空，外层透明印刷塑料袋包装，用 0.04-0.06 mm 尼龙膜封顶盖上白色软保护盖封口，内袋贴上已清除氧气清洗（禁油处理）识别标签。
- b) 高纯：双层包装内层厚度 0.08-0.15 mm PE 塑料袋包装，抽真空，外层透明印刷塑料袋包装，用 0.04-0.06 mm 尼龙膜封顶盖上白色软保护盖封口，内袋贴上已清除氧气清洗（禁油处理）识别标签。
- c) 通用：一般单层包装。

8.3 管道与管件应贮存于干燥、通风的仓库内，防止产品受磕碰和腐蚀。

8.4 管道与管件在运输过程中，应防止剧烈震动，严禁抛掷、碰撞等，防止雨淋及化学物品的侵蚀。

附录 A
(资料性)
气体分类与选型建议

A.1 气体分类

A.1.1 常用惰性气体对照表见表 A.1。

表 A.1 常用惰性气体对照表

种类	气体	中文	化学式	SEMI 气体代码
Inerts 惰性气体	Nitrogen	氮	N ₂	13
	Argon	氩	Ar	4
	Xenon	氙	Xe	6
	Helium	氦	He	1
	Neon	氖	Ne	2
	Krypton	氪	Kr	5

A.1.2 碳氢化合物和卤化碳氢化合物对照表见表 A.2。

表 A.2 碳氢化合物和卤化碳氢化合物对照表

种类	气体	中文	化学式	SEMI 气体代码
Hydrocarbons/Halogenated Hydrocarbons 碳氢化合物和卤化碳氢化合物	Methane	甲烷	CH ₄	28
	Ethane	乙烷	C ₂ H ₆	54
	Dichloromethane	二氯甲烷	CH ₂ Cl ₂	265
	Difluoromethane	二氟甲烷	CH ₂ F ₂	160
	Methyl Fluoride	氟化甲基	CH ₃ F	33
	Dichlorodifluoromethane	二氯二氟甲烷	CCl ₂ F ₂	84
	Carbon Tetrachloride	四氯化碳	CCl ₄	101
	Carbon Tetrafluoride	四氟化碳	CF ₄	63
	Hexafluoroethane	六氟乙烷	C ₂ F ₆	118
	Trichlorofluoromethane	三氯氟甲烷	CCl ₃ F	91
	Trichlorotrifluoroethane	三氯三氟乙烷	C ₂ Cl ₃ F ₃	126
	Trichloromethane	三氯甲烷	CHCl ₃	71
	Trifluoromethane	三氟甲烷	CHF ₃	49
	Hexafluoro-2-butyne	六氟-2-丁炔	C ₄ F ₆	270
	Hexafluoro Butadiene-1,3	六氟丁二烯-1,3	C ₄ F ₆	297
	Octafluorocyclobutane	八氟环丁烷	C ₄ F ₈	129
Octafluorocyclopentene	八氟环戊烯	C ₅ F ₈	266	

A.1.3 卤素/卤化物对照表见表 A.3。

表 A.3 卤素/卤化物对照表

种类	气体	中文	化学式	SEMI 气体代码
Halogens/Halides 卤素/卤化物	Chlorine	氯	Cl ₂	19
	Bromine	溴	Br ₂	21
	Fluorine	氟	F ₂	18
	Hydrogen Bromide	溴化氢	HBr	10
	Hydrogen Chloride	氯化氢	HCl	11
	Hydrogen Fluoride	氟化氢	HF	12
	Tungsten Hexafluoride	六氟化钨	WF ₆	121
	Boron Trichloride	三氯化硼	BCl ₃	70
	Boron Trifluoride	三氟化硼	BF ₃	48
	Chlorine Trifluoride	三氟化氯	ClF ₃	77
	Sulfur Hexafluoride	六氟化硫	SF ₆	110
	Dichlorosilane	二氯硅烷	SiH ₂ Cl ₂	67
	Trichlorosilane	三氯硅烷	SiHCl ₃	147
	Silicon Tetrafluoride	四氟化硅	SiF ₄	88
	Silicon Tetrachloride	四氯化硅	SiCl ₄	108
	Phosphorus Trifluoride	磷三氟化	PF ₃	62
Nitrogen Trifluoride	三氟化氮	NF ₃	53	

A.1.4 氧气和氧化物对照表见表 A.4。

表 A.4 氧气和氧化物对照表

种类	气体	中文	化学式	SEMI 气体代码
Oxygen/Oxides 氧气和氧化物	Hydrogen	氢	H ₂	7
	Hydrogen Sulfide	硫化氢	H ₂ S	22
	Hydrogen Selenide	硒化氢	H ₂ Se	23
	Arsine	砷化氢	AsH ₃	35
	Ammonia	氨	NH ₃	29
	Germane	氢化锗	GeH ₄	43
	Phosphine	磷化氢；三氢化磷	PH ₃	31
	Diborane	乙硼烷	B ₂ H ₆	58
	Pentaborane	戊硼烷；五硼烷	B ₅ H ₉	142
	Silane	硅烷	SiH ₄	39
	Disilane	乙硅烷	Si ₂ H ₆	97
	Trimethylsilane	三甲基硅烷	(CH ₃) ₃ SiH	190
	Methylsilane	甲基硅烷	CH ₃ SiH ₃	185

A.1.5 合金大类兼容对照表见表 A.5。

表 A.5 合金大类兼容对照表

Metal Alloys 金属合金	Inerts 惰性气体	Hydrocarbons and Halogenated Hydrocarbons 碳氢化合物和 卤化碳氢化合物	Halogens and Halides 卤素和 卤化物	Hydrogen and Hydrides 氢和氢化物	Oxygen and Oxides 氧气和 氧化物
S316 UHP	兼容	兼容	兼容	兼容	兼容
S316 HP	兼容	兼容	不兼容	兼容	兼容

A.1.6 常用气体材料推荐选型见表 16、表 17。

表 16 VAR 或 VIM/VAR 材料推荐选型表

Gas	中文	危险	状态	种类	建议材料
NH3	氨气	有毒/易燃/腐蚀性	液化气体	卤素/氢化物	VAR 或 VIM/VAR
SiH2CL2	二氯二氢硅	有毒/易燃/腐蚀性	液化气体	卤素/氢化物	
F2	氟气	有毒/腐蚀性/氧化剂	压缩气体	卤素/氢化物	
H2S	硫化氢	有毒/易燃/腐蚀性	液化气体	卤素/氢化物	
BCl3	三氯化硼	有毒/腐蚀性	液化气体	卤素/氢化物	
B11F3	三氟化硼	有毒/腐蚀性	压缩气体		
Cl2	氯	有毒/腐蚀性	液化气体	卤素/氢化物	
HBr	溴化氢	有毒/腐蚀性	液化气体	卤素/氢化物	
HCl	氯化氢	有毒/腐蚀性	液化气体	卤素/氢化物	
HF	氟化氢	有毒/腐蚀性	气体	卤素/氢化物	
PF5	五氟化磷	有毒/腐蚀性	压缩气体		
SiF4	四氟化硅	有毒/腐蚀性	压缩气体	卤素/氢化物	
SO2	二氧化硫	有毒/腐蚀性	液化气体		
WF6	六氟化钨	有毒/腐蚀性	液化气体	卤素/氢化物	
NF3	三氟化氮	有毒/氧化剂	压缩气体	卤素/氢化物	
SF4	四氟化硫	有毒/腐蚀性	液化气体		

表17 316L 材料推荐选型表

Gas	中文	危险	状态	种类	建议材料
AsH3	砷烷	有毒、易燃	液化气体	卤素/氢化物	SS 316L
CO	一氧化碳	有毒、易燃	压缩气体		
B2H6	硼烷	有毒、易燃	压缩气体	卤素/氢化物	
GeH4	锗烷	有毒、易燃	压缩气体	氧气和氧化物	
H2Se	硒化氢	有毒、易燃	气体	氧气和氧化物	
CH3Cl	氯甲烷	有毒、易燃	液化气体		
PH3	磷烷	有毒、易燃	液化气体	氧气和氧化物	
BF3	三氟化硼	有毒	压缩气体	三氟化硼	
CH4	甲烷	易燃 / 窒息性	压缩气体	碳氢化合物和卤化碳氢化合物	
Si2H6	乙硅烷	易燃	液化气体	氧气和氧化物	
H2	氢气	易燃	压缩气体		
SiH4	硅烷	易燃	压缩气体	氧气和氧化物	
N2O	笑气	氧化剂	液化气体		
O2	氧气	氧化剂	压缩气体		
Ar	氩气	窒息性	压缩气体	惰性气体	
CO2	二氧化碳	窒息性	液化气体		
CCl2F2	二氟二氯甲烷	窒息性	液化气体	碳氢化合物和卤化碳氢化合物	
CClF3	三氟氯甲烷	窒息性	液化气体		
CF4	四氟化碳	窒息性	压缩气体	碳氢化合物和卤化碳氢化合物	
CHF3	三氟甲烷	窒息性	液化气体	碳氢化合物和卤化碳氢化合物	
C2ClF5	五氟氯乙烷	窒息性	液化气体		
C2F6	六氟乙烷	窒息性	液化气体	碳氢化合物和卤化碳氢化合物	
He	氦气	窒息性	压缩气体	惰性气体	
Kr	氪气	窒息性	压缩气体		
Ne	氖气	窒息性	压缩气体		
N2	氮气	窒息性	压缩气体	惰性气体	
C3F8	八氟丙烷	窒息性	液化气体		
SF6	六氟化硫	窒息性	液化气体	卤素/卤化物	
Xe	氙气	窒息性	压缩气体	惰性气体	

参 考 文 献

- [1] ASTM A479—2011 锅炉及其它压力容器用不锈钢棒与型材的标准规范
- [2] ASTM A967—2017 不锈钢零件化学钝化处理的标准规范
- [3] ASTM A1016—2018 铁素体合金钢、奥氏体合金钢和不锈钢管一般要求的标准规范
- [4] ASTM E45—2018 测定钢中夹杂物含量的标准试验方法
- [5] ASTM E112—2013 平均晶粒度测定的标准试验方法
- [6] ASME B31—2008 压力管道系统
- [7] ASME BPE—2019 生物工艺设备
- [8] EN10204 金属制品、检验文件的类型
- [9] GB/T 20801.2-2020 压力管道规范_工业管道
- [10] GB/T 28708-2012 管道工程用无缝及焊接钢管尺寸选用规定
- [11] T/SLEA 0081.1—2022 实验室用供气阀门与配套件技术规范
- [12] SEMI E49.8—1103 半导体制造设备中的高纯度和超高纯度气体分配系统指南
- [13] SEMI F17—1995 高纯度优质电抛光 316L 不锈钢管、管接头和管件规范
- [14] SEMI F19—0815 不锈钢部件湿润表面条件规范
- [15] SEMI F20—0706E 用于一般用途、高纯度和超高纯度半导体制造应用的部件的 316L 不锈钢棒、锻件、挤压形状、板材和管材规范
- [16] SEMI F37—0299 气体分配系统部件表面粗糙度参数的测定方法
- [17] SEMI F73—1214 扫描电子显微镜(SEM)评定不锈钢部件气体表面状态的试验方法
- [18] SEMI F77—1214 使用替代气体的质量流量控制器转换因子计算的试验方法
- [19] JIS G3459:2017 配管用不锈钢管