

ICS 43.160

T 59

T/CATSI

团 体 标 准

T/CATSI 05002—2020

高压液化气体管束式集装箱 专项技术要求

Special Technical Requirements for High Pressure

Liquefied Gas Tube Skid Container

2020-02-24 发布

2020-03-24 实施

中国技术监督情报协会 发布

目 录

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 一般要求.....	3
5 材料.....	3
6 设计.....	4
7 安全附件、仪表及装卸附件.....	9
8 制造.....	14
9 贮存运输.....	16

前 言

本标准按GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

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。

本标准由中国技术监督情报协会危化品储运装备技术与信息化工作委员会提出并归口。

本标准起草单位：上海市气体工业协会、石家庄安瑞科气体机械有限公司、南亮压力容器技术（上海）有限公司、浙江蓝能燃气设备有限公司、洛阳双瑞特种装备有限公司、新兴能源装备股份有限公司、辽宁美托科技股份有限公司、空气化工产品（中国）投资有限公司、沈阳特种设备检测研究院、华东理工大学。

本标准主要起草人：周伟明、杨超、张雷、施锋萍、王红霞、杜丽敏、杨利芬、曹文红、邓欣、王瑞斌、王大伟、李召君、郁峰、马步强、惠虎、宫建国。

本标准为首次发布。

引 言

随着我国电子行业和工业气体行业的快速发展，高压液化气体的使用已越来越普遍，用量也越来越大。高压液化气体的运输一般使用管束式集装箱，而国内使用的高压液化气体管束式集装箱很大一部分依赖进口。

为满足国内的市场需求，确保我国自主设计、制造的高压液化气体管束式集装箱在使用过程中的安全性和可靠性，本团体标准在总结高压液化气体管束式集装箱材料、设计、制造、使用经验的基础上，结合国内外的最新研究成果制订。

本标准没有必要、也不可能囊括适用范围内高压液化气体管束式集装箱的所有技术细节。因此，在满足法规所规定的基本安全要求的前提下，不禁止本标准中没有特别提及的技术内容。

本标准规定的技术方法和技术要求不涉及任何专利。但本标准的工程应用可能会涉及特定专利，本标准使用者应承担与专利权益相关的责任。

高压液化气体管束式集装箱专项技术要求

1 范围

- 1.1 本标准规定了高压液化气体管束式集装箱（以下简称管束式集装箱）材料、设计、制造、检验试验等要求，充装介质为氯化氢（UN 1050）、氧化亚氮（UN 1070）、六氟化硫（UN 1080）、四氟甲烷（UN 1982）、硅烷（UN 2203）及三氟化氮（UN 2451）。
- 1.2 本标准适用于下列大容积钢质无缝气瓶（以下简称气瓶）管束与框架连接的管束式集装箱：
- 使用环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$ ；
 - 气瓶公称工作压力为 $10\text{MPa}\sim 25\text{MPa}$ ；
 - 气瓶公称水容积为 $1000\text{L}\sim 3000\text{L}$ 。
- 1.3 本标准适用于公路、铁路和水上运输以及用这些方式进行联运的管束式集装箱。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 567.1	爆破片安全装置 第1部分：基本要求
GB/T 567.2	爆破片安全装置 第2部分：应用、选择与安装
GB/T 567.3	爆破片安全装置 第3部分：分类及安装尺寸
GB/T 1220	不锈钢棒
GB/T 6394	金属平均晶粒度测定方法
GB/T 8337	气瓶用易熔合金塞装置
GB/T 14600	电子工业用气体 氧化亚氮
GB/T 14602	电子工业用气体 氯化氢
GB/T 14976	流体输送用不锈钢无缝钢管
GB/T 15909	电子工业用气体 硅烷
GB/T 16918	气瓶用爆破片安全装置
GB/T 18867	电子工业用气体 六氟化硫
GB/T 21287	电子工业用气体 三氟化氮
GB/T 33145-2016	大容积钢质无缝气瓶
GB/T 33215	气瓶安全泄压装置
NB/T 47008	承压设备用碳素钢和合金钢锻件

NB/T 47010	承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
NB/T 47013.2	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 47013.4	承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
NB/T 47013.5	承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47013.8-2012	承压设备无损检测 第8部分：泄漏检测
YS/T 649	铜及铜合金挤制棒
TSG R0005	移动式压力容器安全技术监察规程
TSG R0006-2014	气瓶安全技术监察规程
ASME SA-182	高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢公称管道法兰、锻制管件、阀门和零件技术规范
ASME SA-213	锅炉、过热器和热交换器用铁素体和奥氏体无缝钢管技术规范
ASME SA-312	奥氏体无缝和焊接钢管技术规范
ASME SB-622	锅炉和压力容器规范 镍、镍钴合金的无缝钢管和气瓶
CGA G-4.1	氧介质用设备清洁
CGA TB-9	CGA 630/710 系列接头安装导则
CGA V-1	压缩气体气瓶阀进出口接头标准
IMDG CODE	国际海运危险货物规则
ISO 11114-1	可运输气瓶—气瓶和阀门材料与气体介质相容性 第1部分：金属材料
ISO 11114-2	可运输气瓶—气瓶和阀门材料与气体介质相容性 第2部分：非金属材料

3 术语和定义

GB/T 33145、TSG R0005 及 TSG R0006 等法规标准确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

前端 Front

指管束式集装箱固定在运输装备时，根据充装介质的物化特性，可设置充装管路或备用阀门，必要时可设置超压泄放装置及仪表，一般与运输装备行进方向相反的一侧为前端。

3.2

后端 Rear

指管束式集装箱固定在运输装备时，根据充装介质的物化特性，可设置装卸管路系统、超压泄放装置及仪表，一般与运输装备行进方向相同的一侧为后端。

4 一般要求

4.1 管束式集装箱除应满足 TSG R0005、TSG R0006 以及相关行业标准的技术要求外，还应满足本文件要求。

4.2 制造单位应制订管束式集装箱产品企业标准，规定本单位产品适用范围以及材料、设计、制造、检验试验等具体技术要求。

5 材料

5.1 一般要求

5.1.1 管束式集装箱的材料要求除应符合相关的国家法规、标准和行业标准的规定外，还应符合本文件要求。

5.1.2 与充装介质接触的材料应与介质相容，且应符合 ISO 11114-1、ISO 11114-2 的要求。

5.1.3 针对腐蚀性及氧化性气体，应充分考虑材料的耐腐蚀特性及不发火特性。

5.2 气瓶

充装氯化氢、硅烷介质的气瓶，瓶体材料应采用 GB/T 33145-2016 表 A.1 中第 I 组材料；充装氧化亚氮、六氟化硫、四氟甲烷和三氟化氮的气瓶，瓶体材料应采用 GB/T 33145-2016 表 A.1 中第 I 组或第 II 组材料。

5.3 端塞

端塞材料应采用锻件，当采用 30CrMo 和 35CrMo 锻件时应符合 NB/T 47008 的规定，其级别不低于 III 级；当采用 S31608、S31603、S30408、S30403 等奥氏体不锈钢锻件时应符合 NB/T 47010 的规定，其级别不低于 III 级。

5.4 管路

5.4.1 管路用钢管宜采用 S31608、S31603、S30408、S30403、TP316、TP316L 等奥氏体不锈钢和 UNS N06022、UNS N10276 等哈氏合金无缝钢管；采用 S31608、S31603、S30408、S30403 奥氏体不锈钢无缝钢管时，应符合 GB/T 14976 的规定；采用 TP316、TP316L 等奥氏体不锈钢无缝钢管时，应符合 ASME SA-213、ASME SA-312 的规定；采用 UNS N06022、UNS N10276 等哈氏合金无缝钢管时，应符合 ASME SB-622 的规定。

5.4.2 管件应采用不锈钢锻件，其材料应符合 ASME SA-182 或 NB/T 47010 的规定，材料牌号宜采用 F316 (S31600)、F316L (S31603)、S31608III 或 S31603III。

5.4.3 钢管及管件应经表面清洁处理，与氯化氢、硅烷、三氟化氮介质接触的内表面粗糙度 Ra 应不大于 0.25 μm ，与氧化亚氮、六氟化硫和四氟甲烷介质接触的内表面粗糙度 Ra 应不大于 0.51 μm 。

5.4.4 包装运输要求应满足封闭无油无尘的要求。

5.5 密封材料

- 5.5.1 密封材料的允许使用温度和密封性能应满足管束式集装箱的使用要求。
- 5.5.2 密封材料使用寿命应满足管束式集装箱定期检验周期的要求。
- 5.5.3 气瓶与端塞之间的平垫片宜采用聚四氟乙烯材料。
- 5.5.4 气瓶与端塞之间的 O 形圈宜采用橡胶密封材料，材料采用符合下列要求：
- 盛装氯化氢介质的气瓶与端塞间的密封材料宜采用氟橡胶、三元乙丙橡胶等材料；
 - 盛装氧化亚氮介质的气瓶宜采用聚四氟乙烯、聚三氟氯乙烯、聚酰胺、甲基乙烯基硅橡胶、氟硅橡胶、聚丙烯酸酯橡胶、聚氨基甲酸酯橡胶和氟橡胶等材料；
 - 盛装六氟化硫的气瓶宜采用氟橡胶和三元乙丙橡胶等材料；
 - 盛装四氟甲烷介质的气瓶宜采用聚四氟乙烯、聚酰亚胺、聚偏二氯乙烯、聚酰胺、聚丙烯、氟橡胶等材料；
 - 盛装硅烷介质的气瓶，宜采用聚四氟乙烯、聚酰亚胺、聚三氟氯乙烯、聚偏二氯乙烯、聚甲醛、聚醚醚酮、硫化聚丙烯、氟硅橡胶、氟橡胶、三元乙丙橡胶、聚丙烯酸酯橡胶、聚氨基甲酸酯橡胶等材料；
 - 盛装三氟化氮介质的气瓶宜采用氟橡胶和全氟橡胶材料。
- 5.5.5 螺纹密封材料宜采用聚四氟乙烯生料带，端塞组装采用润滑脂时，宜采用全氟醚润滑脂。
- 5.5.6 管路中 CGA 接头和 VCR 接头之间的密封垫应采用镍材质。

6 设计

6.1 一般要求

管束式集装箱的设计要求除应符合相关国家法规、标准和行业标准的规定外，还应满足本文件要求。

6.2 介质要求

- 6.2.1 氯化氢介质应符合 GB/T 14602 的规定。
- 6.2.2 氧化亚氮介质应符合 GB/T 14600 的规定。
- 6.2.3 六氟化硫介质应符合 GB/T 18867 的规定。
- 6.2.4 四氟甲烷的纯度应不低于 99.999%（体积分数），水分含量应不大于 1PPM_v（体积分数）。
- 6.2.5 硅烷介质应符合 GB/T 15909 的规定。
- 6.2.6 三氟化氮介质应符合 GB/T 21287 的规定。

6.3 气瓶

6.3.1 气瓶最大允许充装量的确定

6.3.1.1 气瓶公称工作压力为 16.6MPa 时，应按照表 1 的要求；在其他气瓶公称工作压力时，应满足 TSG R0006-2014 表 C-3 的要求，表 C-3 中无相应介质数据的，应符合 6.3.1.2 的要求，并同时满足 IMDG CODE 中 P200 对充装系数的规定。

表 1 充装系数

介质	公称工作压力 (MPa)	充装系数 (Kg/L)
氯化氢	16.6	0.65
氧化亚氮	16.6	0.66
六氟化硫	16.6	1.38
四氟甲烷	16.6	0.65
硅烷	16.6	0.32
三氟化氮	16.6	0.56

6.3.1.2 气瓶最大允许充装量计算

a) 高压液化气体的气瓶充装系数按式 (1) 计算:

$$F_r = \frac{p \times M}{Z \times T \times R} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- F_r —— 气瓶充装系数, kg/L;
- p —— 气瓶公称工作压力, MPa;
- M —— 气体分子量, g/mol;
- T —— 最高工作温度, K;
- R —— 气体常数, $R=8.31451 \times 10^{-3}$ MPa L/ (mol K) ;
- Z —— 气体在公称工作压力为 p 、温度为 T 时的压缩系数。

b) 气瓶最大允许充装量按式 (2) 计算:

$$W_t = F_r \times V_n \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- W_t —— 气瓶最大允许充装量, kg;
- V_n —— 气瓶公称水容积, L。

6.4 许用应力

6.4.1 气瓶瓶体壁应力的许用值应符合下列规定:

- a) 盛装氯化氢、硅烷等有致脆性、应力腐蚀倾向气体的, 计算瓶体设计壁厚所选用的瓶体壁应力的许用值应不大于材料最小抗拉强度的 67%, 且应不大于 482 MPa;
- b) 盛装其它非致脆性、非应力腐蚀倾向气体的, 计算瓶体设计壁厚所选用的瓶体壁应力的许用值应不大于材料最小抗拉强度的 67%, 且应不大于 624 MPa。

6.4.2 承压管路用管子和管件的许用应力按表 2 的规定。

表 2 管子和管件许用应力表

钢号	标准	标准规定的最小强度值 /MPa		在下列温度 (°C) 下的许用应力 /MPa	
		R_m	$R_{p0.2}$	20	100
06Cr19Ni10 (S30408)	GB/T 14976	520	205	137	137
022Cr19Ni10 (S30403)	GB/T 14976	480	175	117	117
06Cr17Ni12Mo2 (S31608)	GB/T 14976	520	205	137	137
022Cr17Ni12Mo2 (S31603)	GB/T 14976	480	175	117	117
F316 TP316 (S31600)	ASME SA-182 ASME SA-213 ASME SA-312	515	205	138	138
F316L TP316L (S31603)	ASME SA-182 ASME SA-213 ASME SA-312	485	170	113	113
UNS N06022	ASME SB-622	690	310	207	207
UNS N10276		690	283	189	189

6.5 管路

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 管路由管子和管件组成，管子与管子、管子与管件之间的焊接均选用全焊透对接焊结构。

6.5.1.2 管路各附件之间如果存在相对运动时，必要时应设置支撑和紧固装置。

6.5.2 承压管路设计参数应符合下列规定：

- 承压管路设计压力应不小于1.3倍的气瓶公称工作压力，强度计算应按照行业标准的相关要求；
- 设计温度应为65℃，最低设计金属温度不高于-40℃；
- 充装硅烷的管路内气体最大流量应不大于250L/h，充装三氟化氮的管路内气体最大流量应不大于200L/h，充装氧化亚氮、六氟化硫、四氟甲烷和氯化氢的管路内气体最大流量应不大于600L/h；
- 充装氧化亚氮、硅烷、三氟化氮和氯化氢时，管路内气体最大流速应不大于4m/s，充装四氟甲烷、六氟化硫时管路内气体最大流速应不大于10m/s；
- 管路气压试验的试验压力为管路设计压力的1.15倍。

6.5.3 管路的内直径应不小于按公式（3）计算值：

$$d_i = 18.8 \sqrt{\frac{V_0}{v}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

d_i —管子内直径，mm；

V_0 —介质体积流量， m^3/h ；

v —介质平均流速， m/s 。

6.6 管路系统

6.6.1 一般要求

6.6.1.1 管路、阀门、接头、仪表之间的连接应根据介质特性采用螺纹或焊接连接结构，并应优先采用焊接结构；管路、阀门、接头等之间焊接应优先选用全焊透对接接头形式。

6.6.1.2 管路系统设计时应保证阀门、装卸接头等与门板之间具有可靠的安全距离。

6.6.1.3 气瓶根部阀与端塞选用焊接结构时，端塞与阀门之间应设置一段连接管，连接管与端塞之间采用承插焊结构。

6.6.1.4 根据介质特性气瓶应设置内导管，内导管与端塞之间为承插焊结构，焊接位置沿端塞外圆面弧向偏差不大于 $\pm 5\text{mm}$ ，内导管的直管段应不超过气瓶肩部位置，内导管的进液口和出气口应垂直安装，向下的进液口与气瓶内壁的距离宜为 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ ，向上的出气口与气瓶内壁的距离宜为 $15\text{mm}\sim 25\text{mm}$ ，管口应径向垂直切割并打磨倒角，内导管成形时沿气瓶径向偏差均不超过 $\pm 2\text{mm}$ 。

6.6.1.5 充装氧化亚氮时，内导管应采用 UNS N06022 或 UNS N10276 哈氏合金无缝钢管；充装硅烷、六氟化硫介质时，内导管应采用 S31608 或 S31603 不锈钢无缝钢管；充装氯化氢介质时，内导管应采用 S31608、S31603 奥氏体不锈钢或 UNS N06022、UNS N10276 哈氏合金无缝钢管。

6.6.1.6 装卸阀门应符合下列规定：

- a) 装卸阀门包括根部阀、分支管路阀和总阀。根部阀和分支管路阀一般采用隔膜阀，总阀应采用波纹管阀；
- b) 手动阀门应在顺时针方向转动时被关闭，对其他形式的阀门应标明开关位置和关闭方向；
- c) 阀门应能防止被意外的开启；
- d) 阀门应安装牢固、可靠。

6.6.1.7 根据介质特性，管束式集装箱装卸用的卸气口分别由四个相互独立并且串联在一起的关闭装置组成；第一个是根部阀，第二个是分支管路阀，第三个是总阀，第四个是装卸接头或等效装置。

6.6.1.8 管路系统的设计须满足介质的装卸和安全使用要求。

6.6.2 管路系统专项要求

6.6.2.1 氯化氢管路系统专项设计要求

1) 前端管路系统设计要求

- a) 气瓶应设置内导管，内导管进液端应向下安装；
- b) 设置独立的充装口，每只气瓶根部应设置根部阀，阀门为手动控制；
- c) 气瓶根部阀宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置。

2) 后端管路系统设计的要求

- a) 气瓶应设置内导管，内导管出气端应向上安装；
- b) 每只气瓶根部应设置根部阀，阀门为手动控制或气动控制，阀门宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置；
- c) 汇总管路中一般设置一个或两个卸气口，卸气阀门可采用手动控制或气动控制，每个装卸接口应安装装卸接头。

6.6.2.2 氧化亚氮管路系统设计专项要求

1) 前端管路系统设计的要求

- a) 气瓶内部应设置内导管，内导管进液端应向下安装；
- b) 设置独立的充装口，每只气瓶根部设置根部阀，阀门为手动控制；
- c) 气瓶根部阀宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置。

2) 后端管路系统设计的要求

- a) 气瓶应设置内导管，内导管出气端应向上安装；
- b) 每只气瓶根部应设置根部阀，阀门为手动或气动控制，阀门宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置；
- c) 汇总管路中应设置一个或两个卸气口，卸气阀可采用手动控制或气动控制，每个卸气接口应安装一只卸气连接接头。

6.6.2.3 六氟化硫管路系统专项设计要求

1) 前端管路系统设计的要求

- a) 气瓶应设置内导管，内导管进液端应向下安装；
- b) 设置独立的充装口，每只气瓶根部应设置根部阀，阀门为手动控制；
- c) 气瓶根部阀宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置。

2) 后端管路系统设计的要求

- a) 气瓶应设置内导管，内导管出气端应向上安装；
- b) 每只气瓶根部应设置根部阀，阀门为手动控制或气动控制，阀门宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置；
- c) 汇总管路中一般设置一个或两个卸气口，卸气阀门可采用手动控制或气动控制，每个装卸接口应安装装卸接头。

6.6.2.4 四氟甲烷管路系统专项设计要求

1) 前端管路系统设计的要求

不宜设置装卸管路系统。

2) 后端管路系统设计的要求

- a) 气瓶不应设置内导管；
- b) 每只气瓶根部应设置根部阀，阀门为手动控制或气动控制，阀门宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置；
- c) 汇总管路中一般宜设置两个装卸接口，装卸阀门可采用手动控制或气动控制，每个装卸接口应安装装卸接头。

6.6.2.5 硅烷管路系统设计专项要求

1) 前端管路系统设计专项要求

- a) 气瓶应设置内导管，内导管出气端应向上安装；
- b) 气瓶根部阀宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置；
- c) 每只气瓶根部设置根部阀用于紧急情况的卸气。

2) 后端管路系统设计专项要求

- a) 气瓶应设置内导管，内导管出气端应向上安装；
- b) 每只气瓶根部应设置根部阀，阀门为气动控制，阀门应安装在端塞的径向水平位置；
- c) 分支管路中宜设置分支管路阀，阀门为手动控制；
- d) 汇总管路中一般分别设置充装和卸气接口，装卸阀门可采用手动控制或气动控制，每个装卸接口应安装装卸接头。

6.6.2.6 三氟化氮管路系统专项设计要求

1) 前端管路系统设计专项要求

不宜设置装卸管路系统。

2) 后端管路系统设计专项要求

- a) 气瓶不应设置内导管；
- b) 每只气瓶根部应设置根部阀，阀门为手动控制或者气动控制，阀门宜安装在端塞中心轴向位置或径向水平位置；
- d) 汇总管路中一般设置两个装卸接口，装卸阀门可采用手动控制或气动控制，每个装卸接口应安装装卸接头。

7 安全附件、仪表及装卸附件

7.1 一般要求

7.1.1 安全附件、仪表及装卸附件，其要求除符合相关国家法规、标准和行业标准外，还应满足本文件要求。

7.1.2 爆破片应采用 316L、Inconel 600 或纯镍（Ni201）等材料，不应使用脆性材料制作，且爆破片在破裂时不应产生碎片、脱落或火花。

7.1.3 爆破片装置应符合 GB/T 567.1~GB/T 567.3 及 GB/T 16918 的规定,爆破片装置的夹持器材料应采用 S30403 或 S31603 不锈钢锻件,锻件级别不低于 NB/T 47010 规定的 III 级,出口侧的压紧螺母材料应采用不锈钢棒材或铜合金棒材,不锈钢棒材应符合 GB/T 1220 的规定,铜合金棒材应符合 YS/T 649 的规定。

7.1.4 气瓶的安全泄放量计算应符合 GB/T 33215 的规定,且超压泄放装置的排放能力应不小于气瓶的安全泄放量。

7.2 超压泄放装置

7.2.1 一般规定

- a) 在非泄放状态下与介质接触的为爆破片,应避免因背压影响爆破片的爆破压力,易熔合金塞不应妨碍和影响爆破片的正常泄放功能;
- b) 易熔合金塞装置的公称动作温度应为 $102.5^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- c) 60°C 时,爆破片与易熔合金串联组合装置的动作压力为气瓶水压试验压力;
- d) 气瓶公称工作压力下易熔合金塞应不被挤出;
- e) 超压泄放装置与端塞的连接结构,需考虑介质泄漏的危险程度;
- f) 当超压泄放装置设置在后端时,应设置安全泄放管。

7.2.2 超压泄放装置设置专项技术要求

7.2.2.1 充装氯化氢介质

充装氯化氢介质的管束式集装箱不应设置超压泄放装置。

7.2.2.2 充装氧化亚氮介质

- a) 充装氧化亚氮的管束式集装箱应设置爆破片装置;
- b) 爆破片装置应设置在管束式集装箱的后端;
- c) 爆破片装置应设置在端塞径向或端塞中心轴向位置;
- d) 爆破片装置设置在端塞径向位置时,爆破片装置与端塞之间采用螺纹密封或螺纹与密封焊组合方式;
- e) 爆破片装置设置在端塞中心轴向位置时,爆破片装置与端塞之间应采用 NPT 螺纹连接方式。

7.2.2.3 充装六氟化硫的气瓶

- a) 充装六氟化硫的管束式集装箱应设置爆破片或爆破片与易熔合金塞组合装置;
- b) 超压泄放装置应设置在管束式集装箱的后端;
- c) 超压泄放装置应设置在端塞径向或端塞中心轴向位置;
- d) 超压泄放装置设置在端塞径向位置时,超压泄放装置与端塞之间采用螺纹连接与密封焊组合方式;
- e) 超压泄放装置安装在端塞轴向位置时,超压泄放装置与端塞之间应采用 NPT 螺纹连接方式。

7.2.2.4 充装四氟甲烷介质

- a) 充装四氟甲烷介质的管束式集装箱应设置爆破片装置或爆破片与易熔合金塞组合装置；
- b) 超压泄放装置应设置在管束式集装箱的前端或后端；
- c) 爆破片装置应设置在端塞径向或端塞中心轴向位置；
- d) 超压泄放装置设置在端塞径向位置时，超压泄放装置与端塞之间采用螺纹密封或螺纹与密封焊组合方式；
- e) 超压泄放装置设置在端塞中心轴向位置时，超压泄放装置与端塞之间应采用 NPT 螺纹连接方式。

7.2.2.5 充装硅烷介质

充装硅烷介质的管束式集装箱不应设置超压泄放装置。

7.2.2.6 充装三氟化氮介质

- a) 充装三氟化氮介质的管束式集装箱可不设置超压泄放装置。当设置超压泄放装置时，应采用爆破片装置或爆破片与易熔合金塞组合装置；
- b) 超压泄放装置应设置在管束式集装箱的前端或后端；
- c) 爆破片装置应设置在端塞径向位置；
- d) 超压泄放装置与端塞之间采用螺纹密封或螺纹与密封焊组合方式。

7.3 导静电装置

7.3.1 充装硅烷、氧化亚氮、三氟化氮的管束式集装箱，其气瓶、管路、支撑端板、框架和阀门等连接处的导电性应良好，且装设可靠的导静电接地端子，其电阻值不大于 $5\ \Omega$ 。

7.3.2 设有静电接地端子的管束式集装箱应在靠近静电接地端子位置处设置明显标志。

7.4 仪表

7.4.1 压力表

7.4.1.1 管路系统中应至少装设一只电子工业气体专用高纯压力表，压力表应经氦泄漏检验，泄漏率不大于 $1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

7.4.1.2 压力表应经清洁处理，充装三氟化氮和氧化亚氮的管束式集装箱采用的压力表，与介质接触的表面应进行脱脂处理，且符合氧用压力表的规定。

7.4.1.3 压力表的安装应满足下列要求：

- a) 压力表应安装在后仓管路系统中，并与汇总管路连通。压力表与管路之间，应装设一只隔膜阀，阀门为手动控制；
- b) 充装氯化氢、硅烷和三氟化氮介质时，压力表与管路之间的连接应采用 VCR 连接结构；充装氧化亚氮、六氟化硫和四氟甲烷介质时，压力表与管路之间的连接宜采用 VCR 连接结构；

- c) 当压力表连接接头采用 VCR 接头时, 压力表与转换接头之间采用平垫片密封, 垫片材料采用镍基合金。

7.4.2 温度计

7.4.2.1 管束式集装箱可不设置温度计, 当管路上设置温度计时, 在气瓶端塞中心位置安装一只温度计, 在温度计与端塞之间应设置温度计安装套管, 套管与端塞应为承插焊结构, 温度计应符合相关标准的规定。

7.4.2.2 应根据用途温度计可设置在前端或后端。

7.4.2.3 温度计的选用应符合下列要求:

- a) 精度等级不低于2.5级;
- b) 测量范围为-50℃~100℃。

7.5 装卸附件

7.5.1 装卸阀门、装卸接头的材料应与充装介质相容。

7.5.2 阀门阀体、装卸接头本体应采用 F316(S31600)、F316L(S31603)或 UNS N06022、UNS N10276, 材料化学成分和力学性能符合 ASME SA-182 或 ASME SB-575 标准的规定。

7.5.3 装卸附件连接接头尺寸及公差应符合 CGA V-1 标准的规定。

7.5.4 阀门在全开和全闭工作状态下的气密性试验应合格。

7.5.5 阀门应在公称工作压力下进行氦检漏试验, 波纹管阀的漏率不大于 $1 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$, 隔膜阀的漏率不大于 $1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

7.5.6 阀门按控制方式分为气动控制阀和手动控制阀, 手动阀门应控制其操作扭矩不大于 7Nm, 气动控制阀门的执行机构驱动压力为 0.5 MPa ~0.8MPa。

7.5.7 阀门内表面进行电化学抛光, 粗糙度应为 Ra0.2 μm , 阀门的连接型式和尺寸应符合设计图样的规定。

7.5.8 手动阀门应在阀门承受气密性试验压力下启闭操作自如, 且不应有异常阻力、空转等。

7.5.9 装卸附件连接形式专项要求

7.5.9.1 充装氯化氢介质的装卸附件连接形式

- a) 前端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用密封螺纹或全焊透对接焊结构, 阀门出口采用CGA 330或CGA DISS 634;
- b) 后端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用密封螺纹或全焊透对接焊结构, 根部阀与分支管路之间采用全焊透对接焊结构, 或采用CGA 330或CGA DISS 634接头, 接头与阀门之间应采用平垫片密封, 垫片材料应采用镍基合金, CGA/DISS接头与分支管路之间采用全焊透对接焊结构;
- c) 后端管路系统中设置的卸气接头与卸气阀门之间采用全焊透对接焊结构, 阀门外接出口采用CGA DISS 634接头。

7.5.9.2 充装氧化亚氮介质的装卸附件连接形式

- a) 前端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用密封螺纹或全焊透对接焊结构，阀门出口采用CGA 326或CGA/DISS 712接头；
- d) 后端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用密封螺纹或全焊透对接焊结构，根部阀与分支管路之间采用全焊透对接焊结构，或者采用CGA 326或CGA/DISS 712接头，接头与阀门之间应采用平垫片密封，垫片材料应采用镍基合金，CGA/DISS接头与分支管路之间采用全焊透对接焊结构；
- e) 后端管路系统中设置的卸气接头与卸气阀门之间采用全焊透对接焊结构，阀门出口采用CGA/DISS 712接头。

7.5.9.3 充装六氟化硫介质的装卸附件连接形式

- a) 前端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用密封螺纹或全焊透对接焊结构，阀门出口采用CGA590或CGA DISS 716；
- b) 后端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用密封螺纹或全焊透对接焊结构，根部阀与分支管路之间采用全焊透对接焊结构，或者采用CGA 590、CGA/DISS 716接头，接头与阀门之间应采用平垫片密封，垫片材料应采用镍基合金，CGA/DISS接头与分支管路之间采用全焊透对接焊结构；
- c) 后端管路系统中设置的卸气接头与卸气阀门之间采用全焊透对接焊结构，阀门出口采用CGA DISS 716接头。

7.5.9.4 充装四氟甲烷介质的装卸附件连接形式

- a) 后端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用密封螺纹或全焊透对接焊结构，根部阀与分支管路之间采用全焊透对接焊结构，或者采用CGA 320、CGA/DISS 716接头，接头与阀门之间应采用平垫片密封，垫片材料应采用镍基合金，CGA/DISS接头与分支管路之间采用全焊透对接焊结构；
- b) 后端管路系统中设置的装卸接头与装卸阀门之间采用全焊透对接焊结构，阀门出口采用CGA/DISS 716接头。

7.5.9.5 充装硅烷介质的装卸附件连接形式

- a) 前端每只气瓶设置的备用阀与管子之间采用全焊透对接焊结构，阀门出口采用CGA 350或CGA/DISS 632；
- b) 后端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用全焊透对接焊结构，根部阀与分支管路之间采用全焊透对接焊结构；
- c) 后端管路系统中设置的装卸接头与装卸阀门之间采用全焊透对接焊结构，阀门出口采用CGA/DISS 632接头。

7.5.9.6 充装三氟化氮介质的装卸附件连接形式

- a) 后端每只气瓶设置的根部阀与端塞之间采用全焊透对接焊结构,根部阀与分支管路之间采用全焊透对接焊结构,或者采用CGA 670或CGA/DISS 640接头,接头与阀门之间应采用平垫片密封,垫片材料应采用镍基合金,CGA/DISS接头与分支管路之间采用全焊透对接焊结构;
- b) 后端管路系统中设置的装卸接头与装卸阀门之间采用全焊透对接焊结构,阀门出口采用CGA/DISS 640接头。

8 制造

8.1 一般要求

管束式集装箱的制造要求除符合国家法规、标准和行业标准的规定外,还应符合本文件的技术要求。

8.2 气瓶

8.2.1 气瓶制造和合格验收项目及标准应符合 GB/T 33145 的规定,并应符合管束式集装箱设计图样和有关技术文件的规定。

8.2.2 充装氧化亚氮、三氟化氮的气瓶应禁油。

8.2.3 气瓶瓶体应进行整体调质热处理,热处理后的力学性能值应符合表 3 的要求。

表 3 瓶体材料热处理后的力学性能

试验项目		充装介质					
		盛装氯化氢、氧化亚氮、六氟化硫、四氟甲烷、硅烷、三氟化氮气体的钢瓶			盛装氧化亚氮、六氟化硫、四氟甲烷、三氟化氮的钢瓶		
实测屈强比 R_{ea}/R_m		≤ 0.86			≤ 0.90		
实测抗拉强度 R_m / MPa		\geq 制造单位热处理后的保证值, 且 $\leq 880 \text{ MPa}$			\geq 制造单位热处理后的保证值, 且 $\leq 1060 \text{ MPa}$		
实测屈服强度 R_{ea} / MPa		\geq 制造单位热处理后的保证值			\geq 制造单位热处理后的保证值		
断后伸长率 $A_{50\text{mm}} / \%$		≥ 20			≥ 16		
冲击吸收能量 KV_2	试样尺寸/mm	10×5×55	10×7.5×55	10×10×55	10×5×55	10×7.5×55 5	10×10×55
	平均值 /J	40	50	60	27	34	40
	单个试样最小值 /J	32	40	48	22	27	32
	试验温度 /℃	-40			-40		

- 8.2.4 气瓶内壁一般应经研磨处理,研磨时采用水溶性研磨剂。研磨后内表面需经粗糙度检测仪检测, 充装氯化氢、硅烷及三氟化氮介质的气瓶内壁粗糙度 Ra 应不大于 $0.8\ \mu\text{m}$, 充装氧化亚氮、六氟化硫、四氟甲烷的气瓶内壁粗糙度 Ra 应不大于 $1.6\ \mu\text{m}$ 。
- 8.2.5 气瓶内壁研磨处理后,再采用去离子水进行清洗,去除内表面残留的灰尘、颗粒物、油脂、研磨剂等。去离子水电阻率应不小于 $14\text{M}\Omega$,水温一般控制在 $70^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ 之间。
- 8.2.6 气瓶内壁用去离子水清洗后,采用异丙醇(纯度不小于 99.7%)清洗去除内壁颗粒物和油脂, 气瓶内壁表面应按 CGA G-4.1 的规定进行油脂含量检测,油脂含量应不大于 $100\text{mg}/\text{m}^2$,或符合设计图样的规定,气瓶内壁的不挥发性残余颗粒物含量(NVR)不大于 $100\text{mg}/\text{m}^2$ 。
- 8.2.7 通过氮气(99.999%)进行吹扫,保证气瓶内壁残余颗粒物应不大于 $100\ \mu\text{m}$ 。
- 8.2.8 气瓶内壁粗糙度、颗粒物和油脂含量检验合格后,再安装工艺端塞,并充入不低于 $0.05\text{MPa}\sim 0.1\text{MPa}$ 的氮气或氦气(纯度 $\geq 99.999\%$)进行保护。
- 8.3 端塞
- 8.3.1 端塞与介质接触的表面应采用纯度不小于 99.7%异丙醇(IPA)进行脱脂处理,处理后油脂残留量应为 $50\text{mg}/\text{m}^2\sim 100\text{mg}/\text{m}^2$ 。
- 8.3.2 端塞有径向开孔时,端塞应在气瓶静平衡测试时与气瓶进行预组装,开孔位置应符合设计图样的规定,并在端塞上标记对应气瓶编号和开孔位置。
- 8.3.3 端塞上安装有内导管时,端塞应在气瓶静平衡测试时与气瓶进行预组装,并在端塞上标记对应气瓶编号及内导管安装位置。
- 8.4 管路系统
- 8.4.1 管路的连接采用全焊透对接接头连接型式,对接接头采用全自动气体保护焊焊接。
- 8.4.2 每班应按焊工及管子规格进行试焊,焊接前、焊接后、焊接工况及参数变化,并对焊件进行解剖,目视检查焊缝内表面质量不允许存在氧化物、表面裂纹、未熔合、咬边、表面气孔和未填满等缺陷,且焊缝表面应圆滑过渡不得有尖锐棱角存在。
- 8.4.3 管路系统的无损检测应符合行业标准的相关要求。
- 8.4.4 管路系统焊接后,焊接接头的外表面应进行酸洗、钝化处理。
- 8.4.5 气瓶超压泄放装置应经检验合格后组装,压力表、温度计等应检定合格后方可组装。
- 8.4.6 装卸附件及仪表的组装、固定应牢固、可靠,阀门安装时应采用扭矩扳手控制安装时的预紧力。阀门与端塞之间的 NGT 螺纹安装扭矩为 $185\text{Nm}\sim 300\text{Nm}$,阀门与分支管路连接的 CGA/DISS 接头安装扭矩应为 $50\text{Nm}\sim 55\text{Nm}$,采用 VCR 连接时的安装扭矩应为 $15\text{Nm}\sim 25\text{Nm}$ 。
- 8.4.7 管子与端塞之间的承插焊接接头应做气压试验。

8.4.8 管路系统组装完毕并经无损检测合格后应进行气压试验，试验压力按 6.5.2 (e) 的规定，试验介质为氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ）。

8.5 组装

8.5.1 气瓶端塞经检验合格后方可进行组装，端塞应通过 O 形圈和端面密封垫片与瓶端密封，端塞与 O 形圈组装时允许使用无油润滑剂，有特殊要求的气瓶除外；组装端塞时应采用扭矩扳手，扭矩宜为 1000Nm~1500Nm。

8.5.2 气动阀门的控制软管应沿水平和竖向布置，并采用固定夹子固定在后支撑板侧，软管一端安装在多孔气动接头内，另一端连接在气动阀门控制接口内。

8.5.3 气动管路组装后应采用 0.5MPa~0.8MPa 的空气对气动阀门进行测试，确保阀门启闭自如，不应有卡死现象。

8.6 检验与试验

8.6.1 气体颗粒物含量检测

气瓶内采用氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ）置换后，在气体流速为 25L/min~30L/min 条件下，对排出气体内固体颗粒物进行检测，尺寸大于 100 μm 的颗粒物数不得检出。

8.6.2 漏率检测

8.6.2.1 管束式集装箱所有附件、管路系统安装完毕，经检验合格后方可进行整体泄漏试验，泄漏试验包括整体气密性试验和氦检漏试验。

8.6.2.2 管束式集装箱的气密性试验应符合 NB/T 47013.8-2012 附录 A 的规定。

8.6.2.3 氦检漏试验用气体应采用 90% 氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ）与 10% 氦气（纯度 $\geq 99.999\%$ ）混合气体。

8.6.2.4 气密性试验压力为气瓶公称工作压力。

8.6.3 抽真空及置换处理

8.6.3.1 管束式集装箱应采用氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ）进行置换处理，置换后气瓶内应剩余不大于 1.0MPa 的气体。

8.6.3.2 抽真空时所有阀门应置于全开状态，真空度应不大于 6.6Pa。

8.6.3.3 真空度达到规定值后，充入 0.3MPa~1.0MPa 氮气或氦气（纯度 $\geq 99.9999\%$ ），然后进行检测系统内的水分含量，测量值应不大于 1PPMv 且符合设计图纸的规定。

9 储存运输

9.1 当管束式集装箱长期存放时，应停放在防潮、通风和有消防设施的专用场地。停放前应对管束式集装箱检查，包括各阀门仪表是否正常，装卸阀门是否安全闭止，静电接地装置是否有效等。

9.2 应在空载情况下交付用户，交付时气瓶内惰性保护气体的压力应在 0.25MPa 左右且不大于 0.275MPa（21℃时）。

9.3 停放期间，管束式集装箱应按产品使用说明书进行正常的维护与保养。

9.4 公路和铁路运输时，应将管束式集装箱放置在平板车或底盘挂车上，并使用转锁或相应装置通过四个底角件紧固，堆码时应不超过设计允许的堆码质量。

9.5 管束式集装箱吊装应采用吊钩、卸扣或扭锁等专用吊具通过顶角件进行起吊，或利用适合于装卸的吊钩在标准或设计规定的角度内起吊。
