

ICS 23.010
CCS J75

T/CCGA

中国工业气体工业协会团体标准

T/CCGA 20020—2025

空温式气化器技术要求

Technical requirements of air vaporizer

2025 - 04 - 27 发布

2025 - 05 - 27 实施

中国工业气体工业协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 通用要求	2
5 设计要求	3
6 制造要求	4
7 检验和验收	5
8 质量证明文件	6
9 标志、包装和运输	6
10 使用要求	7

前 言

为促进我国空温式气化器的产品安全以及推广和技术提升，促进空温式气化器的升级换代，中国工业气体工业协会特组织专家编制本标准。

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业气体工业协会提出并归口。

本文件起草单位：无锡特莱姆气体设备有限公司、山东港华燃气集团有限公司、湖州三井低温设备有限公司、无锡市前卫化工装备有限公司、宏芯气体（上海）有限公司、上海申威医用气体有限公司、无锡祺晟铝业有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、辽宁省安全科学研究院。

本文件主要起草人：俞斌、李志勇、李亚松、杨旭平、钱彬、白久、孙爱群、孙晓、陈辉、潘林锋、王士涛、李世科。

空温式气化器技术要求

1 范围

本文件规定了空温式气化器的通用要求、设计要求、制造要求、检验和验收、质量证明文件、标志、包装和运输、使用要求。

本文件适用于最高工作压力大于0.1 MPa、标准状态下流量大于50 m³/h的工业气体介质的翅片管式空温式气化器。超低温气体空温式气化器应符合T/CCGA 20018的要求，医用空温式气化器应符合T/CCGA 50016的要求，食品级气体空温式气化器符合T/CCGA 50017要求。

本文件不适用于绕片管式和片板状型式制造的换热器。

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（所有部分） 压力容器
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 713.7 承压设备用钢板和钢带 第7部分：不锈钢和耐热钢
- GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分
- GB/T 4437.1 铝及铝合金热挤压管 第1部分：无缝圆管
- GB/T 6892 一般工业用铝及铝合金挤压型材
- GB/T 6893 铝及铝合金拉（轧）制管材
- GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 13305 不锈钢中 α -相含量测定法
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 15823-2009 无损检测 氦泄漏检测方法
- GB/T 20801（所有部分） 压力管道规范 工业管道
- GB/T 20975（所有部分） 铝及铝合金化学分析方法
- GB 50030 氧气站设计规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50683 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范
- HG/T 20592 钢制管法兰（PN系列）
- HG/T 20610 钢制管法兰用缠绕式垫片（PN系列）
- HG/T 20611 钢制管法兰用具有覆盖层的齿形组合垫（PN系列）
- HG/T 20612 钢制管法兰用金属环形垫（PN系列）
- HG/T 20613 钢制管法兰用紧固件（PN系列）
- HG/T 20615 钢制管法兰（Class系列）
- HG/T 20631 钢制管法兰缠绕式垫片（Class系列）
- HG/T 20632 钢制管法兰用具有覆盖层的齿形组合垫（Class系列）
- HG/T 20633 钢制管法兰用金属环形垫（Class系列）
- HG/T 20634 钢制管法兰用紧固件（Class系列）
- JB/T 2549 铝制空气分离设备制造技术规范

- JB/T 6896 空气分离设备表面清洁度
- NB/T 10558 压力容器涂敷与运输包装
- NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- NB/T 47013 (所有部分) 承压设备无损检测
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47018.6 承压设备用焊接材料订货技术条件 第6部分: 铝及铝合金焊丝和填充丝
- T/CCGA 20018 液氢、液氮空温式气化器技术要求
- T/CCGA 50016 医用空温式气化器技术要求
- T/CCGA 50017 食品级气体空温式气化器技术要求
- T/CCGA 20021 空温式气化器定期检验与评定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空温式气化器 air vaporizer

以大气作为热媒来加热低温液态气体,使低温液态气体气化或升温到一定温度的换热设备。

注:由铝翅片管、连接管道、支腿、吊耳、设备框架和法兰接口或螺纹接头等部分组成。

3.2

翅片管式空温式气化器 finned tube air vaporizer

空温式气化器的一种常见类型。通过翅片管将空气与低温液态气体进行热交换从而实现气化过程。

3.3

氧清洁 oxygen cleaning

清洁与氧气或富氧气体接触的设备、零件及通道表面,使其去除油、脂、非挥发性残留物、颗粒和纤维等污染物。

注:脱脂是氧清洁的一种或一个环节。

4 通用要求

4.1 一般要求

4.1.1 整体应有足够的强度,能够在极端环境温度、环境湿度、工作压力、工作温度下安全运行,能够抵御 12 级大风冲击和抗 8 级地震。

4.1.2 设计、制造应符合 GB 50030、JB/T 2549 的规定。

4.1.3 换热面积应满足在设计压力范围内最低环境温度、最大湿度工况下和连续运行时间 6 h~8 h,其额定气化流量、运行出口温度应满足设计使用要求。

4.1.4 设计使用年限应不低于 20 年。

4.2 材料要求

4.2.1 受压材料使用条件应符合下列要求:

- a) 材料的压力-温度等级应符合 GB/T 20801 (所有部分)、GB/T 150 (所有部分) 的规定 (材料的选择应考虑材料的力学性能、物理性能和工艺性能,以及与介质的相容性);
- b) 受压材料、支腿、连接件、框架等均不应采用铸铁等低温状态下会产生脆性的材料制造。

4.2.2 钢管和管件低温冲击试验应符合下列要求:

- a) 低合金钢钢管,最低工作温度低于或等于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,应进行低温冲击试验;
- b) 奥氏体不锈钢,含碳量大于 0.1%、最低工作温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,应进行低温冲击试验;
- c) 冲击试验方法及要求应符合 GB/T 229 的规定。

4.2.3 受压材料应由表 1 规定的金属材料制造,允许采用材料性能不低于表 1 规定的其他材料。

4.2.4 铝合金材料应符合下列要求:

- a) 铝合金材料应符合表 1 的规定,或不低于表 1 规定的其他材料要求。铝合金材料化学成分应符合 GB/T 3190 的要求,复验时应按 GB/T 7999 或 GB/T 20975 (所有部分) 规定的方法进行;

- b) 铝合金材料应不低于 GB/T 6892 规定的 3A21、3003、6063 级别；
- 4.2.5 翅片管直径不应超过 200 mm，且单根翅片管上翅片数量不应超过 12 片，翅片之间夹角不应小于 30°。
- 4.2.6 主翅片厚度不低于 2.0 mm、辅翅片厚度不低于 1.8 mm；
- 4.2.7 内衬不锈钢管应符合 GB/T 13296 的奥氏体不锈钢材料的规定。材料性能不应低于 06Cr19Ni10、06Cr17Ni12Mo2、06Cr18Ni11Ti 级别，其化学成分应符合含碳量不大于 0.10% 的规定。氧气压力大于等于 30 MPa 的，应采用蒙乃尔 (Monel400) 内衬管。
- 4.2.8 管道法兰、垫片及紧固件应符合 HG/T 20592、HG/T 20610、HG/T 20611、HG/T 20612、HG/T 20613、HG/T 20615、HG/T 20631、HG/T 20632、HG/T 20633、HG/T 20634 的规定，材质不低于不锈钢 06Cr19Ni10，II 级锻件。

表1 常用受压材料

材料	牌号	标准号
不锈钢无缝管 ^a	S30408 (06Cr19Ni10) S31603 (022Cr17Ni12Mo2) S31608 (06Cr17Ni12Mo2) S32168 (06Cr18Ni11Ti)	GB/T 14976
	S30408 (06Cr19Ni10) S31603 (022Cr17Ni12Mo2) S31608 (06Cr17Ni12Mo2) S32168 (06Cr18Ni11Ti)	GB/T 13296
铝合金翅片管 ^b	3A21、6061、6063-T5	GB/T 6892、GB/T 3190
铝合金连接件 ^b	6061、6063-T5	GB/T 6892、GB/T 3190
铝合金无缝管 ^b	3A21、6061、6063-T5	GB/T 6893、GB/T 3190
	3A21、6061、6063-T5	GB/T 4437.1、GB/T 3190
法兰	S30408 II	HG/T 20592、HG/T 20615
	20 II、16Mn II	HG/T 20592、HG/T 20615
^a 与介质相接触的材料应与介质相容。对与介质接触的受压元件用奥氏体型不锈钢钢板、钢管、钢锻件，应分别符合 GB/T 713.7、GB/T 14976、GB/T 13296、NB/T 47010 的规定，材料制造单位应按 GB/T 13305 对其进行铁素体含量测定，铁素体测量值不大于 3%。与介质接触的受压元件用管件，采用冷成型加工时，其成型后使用铁素体测量仪测得的铁素体测量值应不大于 5%，当超过 5% 时应进行固溶处理。与介质接触的受压元件以及受压管路（公称直径 > 25 mm）的奥氏体型不锈钢钢板、钢管、钢锻件进行化学成分（按炉号）、力学性能（按炉批号）的验证性复验，复验结果经确认合格后再投料使用）。		
^b 设计温度高于 65 °C 时，不应采用含镁量大于或等于 3% 的铝合金。		

5 设计要求

- 5.1 设计温度不应高于 -196 °C。
- 5.2 应提供外配法兰或接头。所有法兰螺栓孔应垂直或水平跨中布置。
- 5.3 所有管道应能承受表 2 规定的载荷。

表2 载荷要求

项目	力 (N)			力矩 (N·m)		
	轴向力 (拉伸力/压缩)	轴向力	切线力	扭矩	圆周弯矩	水平弯矩
中文名称	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
英文名称	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
最低值	900	900	900	60	60	60

- 5.4 设计压力应不小于最大工作压力，其设计额定流量的实测值不小于铭牌标识值。
- 5.5 最大压降不宜大于 0.05 MPa。
- 5.6 工作压力不大于 1.6 MPa 的换热面积不应低于 $0.35 \text{ m}^2/\text{Nm}^3$ ，工作压力大于 1.6 MPa 的换热面积不应低于 $0.4 \text{ m}^2/\text{Nm}^3$ 。
- 5.7 切换运行时的设计运行时间不应小于气化器的化霜时间。
- 5.8 应配有内衬管的两种情况：
- 设计压力大于 4.0 MPa 的；
 - 电子级低温液态气体的，衬管材料级别不低于 S30408，级别不低于 BA 级。
- 5.9 内衬管与弯管相互之间的连接宜采用对接焊。
- 5.10 管道上设有能切断的阀门时，应在阀门之间设置相应安全阀。
- 5.11 管道内介质的最大流速应按照最低工作压力、最高工作温度、最大流量时计算，还应满足限制阻力损失、压力脉动及机组的其它特殊要求。
- 5.12 液相流速不宜超过 1.5 m/s。氧气管道中最大流速应符合表 3 的规定，其它气体管道的流速宜参照表 3 执行。

表3 氧气管道中最大流速

工作压力 (MPa)	>0.1~1.5	>1.5~3.0	>3.0~10.0	>10.0
最大流速 (m/s)	30	25	10	4.5

- 5.13 弯管连接部分以及翅片管与翅片管之间均应采取有效补偿措施。
- 5.14 气化器相互之间或与周围建筑物之间保持的水平净间距，宜不小于单台气化器的最大边长，且不小于 0.8 m。
- 5.15 应设置耐低温、耐腐蚀的金属材质吊耳，便于吊装且不易腐蚀。
- 5.16 支座、底座、框架等可能接触低温液态气体泄漏的部位应采用低温材料制作或采取相关有效措施。
- 5.17 支座高度（翅片管根部到底脚板下部的距离）应考虑最大湿度下、长时间运行掉落的冰霜不会影响气化器正常使用。
- 5.18 管内介质为氧气时，如果在受压管内加扰流条：材料为铝的扰流条的厚度不小于 1.7 mm，材料为铜合金（最小 99.3% 的铜）的扰流条的厚度不小于 0.92 mm。不应使用不锈钢扰流条。

6 制造要求

6.1 基本要求

- 6.1.1 翅片管和不锈钢受压管尺寸应符合设计图样的要求，表面应光洁、无明显的缺陷。
- 6.1.2 翅片管的长度偏差不大于长度 L 的 1%，且当 L 不大于 6000 mm 时，不大于 4.5 mm。
- 6.1.3 翅片管内衬不锈钢等受压管时，不锈钢等受压管的外表面与铝翅片管的内表面应无油污和污垢，并应相互贴合紧密，在贴合过程中，翅片管内表面和受压管内外表面不应有划伤、起毛、铁离子污染等现象，铁素体测量值不应大于 5%，当超过 5% 时应进行固溶处理，无法满足应作报废处理。
- 6.1.4 弯管制作应在常温下采用机械弯制方法。管弯制后，应将内外表面清理干净，不应有裂纹、褶皱等明显缺陷，椭圆度不得大于 $0.75D$ （D 为管外径）；管子弯制后的最小厚度不应小于直管的设计厚度。
- 6.1.5 管子采用冷弯成型时，成型后使用铁素体测量仪测得的铁素体测量值不应大于 5%，当超过 5% 时应进行固溶处理，无法满足应作报废处理。
- 6.1.6 Π 形弯管的平面度允许偏差和两平行管段的平行度允许偏差，均不应大于 2 mm。
- 6.1.7 受压元件之间的焊接接头在焊接完成后使用铁素体测量仪测得的铁素体测量值应不大于 8%。
- 6.1.8 翅片管与框架宜采用满焊工艺焊接牢固，或采用不锈钢螺栓固定牢固（框架宜用槽型铝合金材质）。
- 6.1.9 支腿和底板的焊接应采用满焊工艺，不应间断焊。
- 6.1.10 连接管与集合管焊接时，连接管插入集合管内伸长度不应超过 1 mm。

- 6.1.11 管道支座和管托应采用耐低温材料制作，管托长度应满足位移量的要求。
6.1.12 所有管道内表面及与介质接触的零部件均应进行氧清洁，应符合 JB/T 6896 的要求。

6.2 焊接工艺

- 6.2.1 材料选择应保证适配性和可焊性。焊材须有生产厂质量合格证及质量证明文件，应符合 GB/T 150（所有部分）等有关标准的规定。
6.2.2 焊前应按 NB/T 47014 进行焊接工艺评定，焊接应按 GB 50236 的规定。
6.2.3 焊接应采用钨极弧焊或熔化极氩弧焊，不应采用气焊或电弧焊。受压件焊缝宜采用惰性气体保护焊等合适方法焊接。
6.2.4 施焊前坡口应采用化学方法或机械方法除去氧化膜，表面清洁度应符合 JB/T 6896 的规定。
6.2.5 铝合金部分的焊丝应符合 NB/T 47018.6 的规定。
6.2.6 对接焊和角焊缝，外观略高母材，焊缝宽度一致，焊缝表面应无裂纹、气孔、夹渣及未焊透等缺陷，焊缝外观质量应符合 GB 50683 中焊缝检查等级的规定。
6.2.7 焊缝经检验不合格应进行返修或换管后重新施焊，同一焊缝的返修次数不应超过 2 次。

7 检验和验收

7.1 检验及验收依据

翅片管及承压元件的检验和验收应符合 GB/T 20801（所有部分）的规定和设计文件的要求。

7.2 外观检查

- 7.2.1 装配应正确、牢固、不应有松脱现象，外观应光洁平整，无毛刺、裂纹和凹痕、无明显的变形等缺陷。
7.2.2 翅片管应分布均匀、布局合理，外形美观，支撑框架应固定牢固，裸管部分应无凹痕、无鼓包擦伤、无磨损等缺陷。

7.3 无损检测

焊缝无损检测应按 NB/T 47013（所有部分）的规定，所有对接焊缝应进行 100% 射线检测，检测技术等级不低于 AB 级，质量等级不低于 II 级；其余焊缝应进行 100% 渗透检测，质量等级不低于 I 级。

7.4 耐压检验和泄漏检验

- 7.4.1 应在无损检测合格后进行。
7.4.2 耐压检验宜采用气压检验或水压检验。
7.4.3 耐压检验和泄漏检验时，压力表的量程宜为检验压力的 2 倍。压力表的精度不应低于 1.6 级。
7.4.4 气压检验时应制定相关安全措施。气压检验用气体应为干燥洁净的氮气或其它惰性气体。
7.4.5 水压检验时，受压元件内气体应当排净并充满洁净水，水中的氯离子含量不应超过 25 mg/L。检验过程中，应保持气化器表面干燥。
7.4.6 检验介质和检验压力，应按表 4 要求执行并出具报告。

表4 检验介质和检验压力

管道设计压力P (MPa)	强度检验	
	检验介质	检验压力 (MPa)
0.1~3.0	气体	1.15P
>3.0	水	1.25P

- 7.4.7 耐压检验和泄漏检验应有安全操作规程和措施。
7.4.8 缓慢升压至规定检验压力的 10%，保压 5 min，并且对所有焊接接头和连接部位进行初次检查；确认无泄漏后，再继续升压至规定检验压力的 50%；如无异常现象，其后按规定检验压力的 10% 逐级升

压,达到检验压力后,保压 10 min;然后降至设计压力。保压足够时间进行检查,检查期间压力应保持不变。

7.4.9 耐压检验的合格标准为检验过程中无渗漏、无可见的变形和异常声响。

7.4.10 检验过程中,如有泄漏,应在修补后重新进行检验。

7.4.11 检验合格后,应用不含油的干燥洁净氮气,以不小于 20 m/s 的流速进行吹扫,直至出口无铁锈、杂质、尘土及其他脏物,且露点不高于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.4.12 设计压力超过 20 MPa 的,泄漏检验应按 GB/T 15823-2009 附录 C 的护罩技术进行检验,并出具报告。

7.5 涂装

碳钢附件的涂装应符合 NB/T 10558 的规定。喷涂前应该经喷砂(抛丸)或机械除锈处理,除去氧化皮、铁锈、油污等一切杂质,表面质量应符合 GB/T 8923.1 中 Sa2.5 级的规定。

8 质量证明文件

8.1 产品出厂证明文件应包括:产品合格证、产品说明书、质量证明书。

8.2 产品合格证应至少包括下列内容:

- a) 制造单位名称及制造日期;
- b) 本文件名称及编号;
- c) 质量检验部门印章;
- d) 质量检验员的代号及检验日期;
- e) 产品名称、型号、规格及材料。

8.3 产品说明书应至少包括下列内容:

- a) 安装说明;
- b) 操作运行说明;
- c) 维修与保养。

8.4 质量说明书应至少包括下列内容:

- a) 产品设计的主要参数;
- b) 主要元件配置一览表;
- c) 外观几何尺寸检验结果;
- d) 无损检测焊接接头标识示意图(无需无损检测除外);
- e) 无损检测报告及射线评片记录表(无需无损检测除外);
- f) 耐压检验与泄漏检验结果;
- g) 出厂检验报告。

9 标志、包装和运输

9.1 铭牌

铭牌应固定于明显的位置,应清楚地至少标明下列内容:

- a) 制造单位名称和/或商标;
- b) 工作介质;
- c) 产品型号和名称;
- d) 产品编号或批号;
- e) 本文件编号;
- f) 设计压力, MPa;
- g) 最大允许工作压力, MPa;
- h) 气化量, Nm^3/h ;
- i) 工作温度范围, $^{\circ}\text{C}$;
- j) 制造日期;

k) 设备重量, kg。

9.2 包装和运输

- 9.2.1 验收合格后, 开口处应做包扎防护或封堵。
- 9.2.2 需要在现场施焊的管子, 应标注管材牌号、零部件图号等必要信息。
- 9.2.3 应对气化器、法兰、螺纹接口等采取相应的保护措施, 防止运输过程中的损坏。
- 9.2.4 应根据结构尺寸、重量、运输等特点选用适宜的包装。包装应有足够的强度。
- 9.2.5 零配件、备品备件及专用工具等宜单独包装或装箱。
- 9.2.6 运输中应防止污染、剧烈震动、碰撞, 搬运时应轻放, 避免损伤。

10 使用要求

- 10.1 气化量应保证气化器出口的气体温度不低于下游管道系统设计允许温度, 且考虑低温液体过冷度和季节环境条件对气化能力的影响。
- 10.2 宜在气化器出口设置压力、温度测点, 其中温度测点应具有报警、联锁作用。
- 10.3 当气化规模超过 3000 Nm³/h (含) 且周围有碳钢材质的管道、容器, 或靠近道路等时, 应加装专业除雾装置, 以保证周围设施的使用安全、交通安全和环保要求。除雾装置主要由低温专用风机、电加热管、控制箱等组成。
- 10.4 气化器应按 T/CCGA 20021 进行定期检验与评定。



中国工业气体工业协会
CHINA INDUSTRIAL GASES INDUSTRY ASSOCIATION
北京市朝阳区惠新南里6号天建大厦709室
电话: 010-8737 8841
010-6731 5044
传真: 010-6731 5244
邮编: 100029
邮箱: cgia@263.net
网址: www.cigia.org.cn