



团 体 标 准

T/ZZB3634—2024

合成氨用深冷液氮洗冷箱

Cryogenic liquid-nitrogen wash cold box for synthetic ammonia

2024-04-15 发布

2024-05-15 实施

浙江省质量协会 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 1

4 产品组成 2

5 基本要求 2

6 技术要求 3

7 试验方法 5

8 检验规则 6

9 标志、包装、运输和贮存 7

10 质量承诺 7

附录 A（资料性） 安装技术要求 8

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专利的责任。

本文件由浙江省质量协会归口。

本文件主要起草单位：杭州中泰深冷技术股份有限公司。

本文件参与起草单位：中国计量大学、浙江中泰深冷设备有限公司。

本文件主要起草人：章有虎、华森樑、陈环琴、朱培武、黄成华、谈硕、俞晓良、刘松、张国兴、雷昊、李斌、俞富灿、朱明明、刘涛鸣。

本文件评审专家组长：张晓斌。



合成氨用深冷液氮洗冷箱

1 范围

本文件规定了合成氨用深冷液氮洗冷箱的产品组成、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存以及质量承诺。

本文件适用于以深冷法脱除原料气中一氧化碳、氩气、甲烷等组分，并配比成氢氮比为3:1氨合成的纯净合成气的深冷液氮洗冷箱（简称“液氮洗冷箱”）。

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 压力容器 第4部分：制造、检验和验收
GB/T 3634.1 氢气 第1部分：工业氢
GB/T 5831 气体中微量氧的测定 比色法
GB/T 8984 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气相色谱法
GB/T 10606 空气分离设备术语
GB/T 13306 标牌
GB/T 20801.5 压力管道规范 工业管道 第5部分：检验与试验
GB/T 37361 漆膜厚度的测定 超声波测厚仪法
GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
JB/T 6896 空气分离设备表面清洁度
JB/T 8693 大中型空气分离设备
NB/T 10558 压力容器涂敷与运输包装
NB/T 47006 铝制板翅式热交换器
NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47013.7 承压设备无损检测 第7部分：目视检测
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

GB/T 10606界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

原料气 feed gas

用于作为产品气的原料，需脱除其中杂质而进入液氮洗冷箱的气体。

3.2

合成气 syngas

原料气经脱除杂质并配比成氢氮比为3:1出液氮洗冷箱的产品气体。

3.3

燃料气 fuel gas

从氮洗塔底部排出的液体经过节流复温，出液氮洗冷箱后一般作为燃料的气体。

3.4

氮洗塔 nitrogen washing column

上升原料气被塔顶来的液氮充分洗涤，气液两相间进行传热传质，达到原料气净化的塔。

3.5

混合器 mixer

将两股物料混合均匀的容器。

4 产品组成

液氮洗冷箱通常由板翅式热交换器、氮洗塔、混合器、气液分离器、仪表控制系统、冷箱管道系统、冷箱钢结构组成。液氮洗冷箱示例见图1。

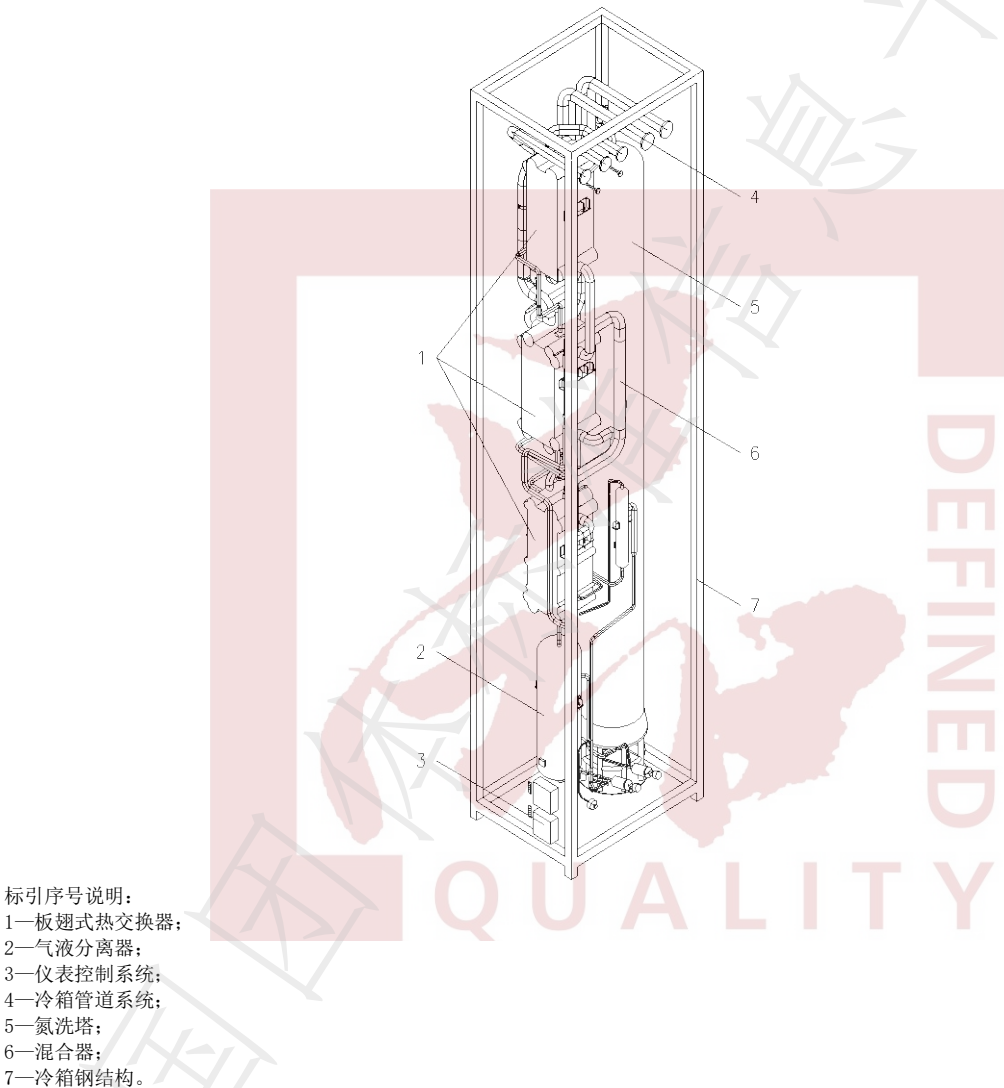


图1 液氮洗冷箱示例图

5 基本要求

5.1 设计研发

- 5.1.1 应采用经过实际验证的物性库计算液氮洗冷箱的工艺参数。
- 5.1.2 应具备关键设备板翅式热交换器和氮洗塔的设计能力。
- 5.1.3 应具备爆破试验确定翅片、导流片的最高允许设计压力的验证能力。
- 5.1.4 应采用计算机软件对冷箱钢结构的静态荷载和动态荷载模拟计算。

5.2 原材料

- 5.2.1 液氮洗冷箱内部的板翅式热交换器、氮洗塔、气液分离器、阀门和管道等应选用能耐受-196℃的材料。
- 5.2.2 液氮洗冷箱配套压力容器选材应符合 TSG 21 的规定。
- 5.2.3 液氮洗冷箱内容器支架、管道系统支架、阀门支架的不锈钢材料应选用奥氏体型。
- 5.2.4 液氮洗冷箱的电子式仪表防护等级应不低于 IP65；非电子式的现场仪表防护等级应不低于 IP55。

5.3 工艺装备

- 5.3.1 应配备用于板翅式热交换器制造的大型真空钎焊设备和翅片生产的冲床设备。
- 5.3.2 应配备冷卷厚度不小于 80 mm 的卷板机和单台额定重量不小于 50 t 的起重设备。
- 5.3.3 应配备满足厚壁容器自动焊接工艺要求的自动焊机。
- 5.3.4 应配备满足露点检测要求的烘干设备。

5.4 检验检测

- 5.4.1 应具备板翅式热交换器翅片流动阻力测试的能力。
- 5.4.2 应配备金属元素光谱分析仪、X 射线检测装置、压力曲线记录仪、氮质谱检漏仪、油份分析仪等检测设备。
- 5.4.3 应具备尺寸检测、焊接检测、耐压试验、泄漏试验、气阻试验、清洁度检测、干燥度测试等项目的检测能力。

6 技术要求

6.1 外观要求

- 6.1.1 液氮洗冷箱的平整度和外形尺寸偏差应符合 GB 50205 的规定。
- 6.1.2 液氮洗冷箱内外表面应作防锈处理，底漆厚度应不小于 40 μm；冷箱外表面中间漆厚度应不小于 110 μm，面漆厚度应不小于 75 μm。

6.2 焊接与装配

- 6.2.1 液氮洗冷箱所有焊缝应平整，表面不允许有裂纹、烧穿、缺焊和弧坑。液氮洗冷箱所有紧固件应连接可靠，并应有防止自动松脱的措施。
- 6.2.2 液氮洗冷箱内容器和管道的对接接头应 100%射线检测，质量等级符合 NB/T 47013.2 规定的 II 级要求，技术等级不低于 AB 级；角接接头应进行 100%渗透检测，质量等级符合 NB/T 47013.5 规定的 I 级要求。
- 6.2.3 液氮洗冷箱内部仪表管引出点应设有根部保护结构；冷箱内铝合金仪表管不应分段连接，从测点至冷箱外仪表根部阀应为整根无焊接的仪表管。
- 6.2.4 液氮洗冷箱内仪表线缆应使用桥架排布，线缆悬空处使用穿线管等进行保护。

6.3 性能指标

液氮洗冷箱达到正常工作状态，性能指标应符合表1的要求。

表1 性能指标

序号	项目	指标
1	氢气回收率, %	≥99.3
2	产品合成气氢氮比	3:1
3	产品合成气CO含量(体积分数), 10 ⁻⁶	≤2
4	产品合成气氧含量(CO ₂ +O ₂ +CO+CH ₃ OH以氧原子计)(体积分数), 10 ⁻⁶	≤10
5	压力降, kPa	≤180
6	液氮消耗量, Nm ³ /h	不大于设计值

6.4 启动时间

液氮洗装置的启动时间不应超过48 h。

6.5 复温时间

液氮洗冷箱的复温时间不应小于36 h，不包括排液时间。

6.6 清洁度

氮洗塔的内件表面油脂残留量应不大于50 mg/m²。

6.7 耐压试验

6.7.1 液压试验

单台容器的液压试验按表2的要求进行。试验过程中，无渗漏，无可见的变形和异常声响。

6.7.2 气压试验

单台容器和冷箱管道系统的气压试验按表2的要求进行。试验过程中，无异常声响，经肥皂液或其他检漏液检查无泄漏。

6.8 泄漏试验

6.8.1 气密性试验

单台容器和冷箱管道系统的气密性试验按表2的要求进行。试验过程中无泄漏。

表2 耐压试验和气密性试验要求

设备分类	耐压试验			气密性试验		
	试验介质	试验压力, MPa	保压时间, h	试验介质	试验压力, MPa	保压时间, h
单台容器	无油洁净水	1.25 $P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$ (其他容器) 1.3 $P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$ (板翅式热交换器)	0.5	干燥无油洁净空气或氮气	1.0 P	2
	干燥无油洁净空气或氮气	1.15 $P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$ (铝制容器) 1.1 $P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$ (钢制容器) 1.25 $P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$ (板翅式热交换器)	0.5			
冷箱管道系统	干燥无油洁净空气或氮气	1.1 $P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$	0.5	干燥无油洁净空气或氮气	1.0 P	24

注：P为容器或管道的设计压力。 $[\sigma]$ 为试验温度下容器或管道材料的许用应力， $[\sigma]^t$ 为设计温度下容器或管道材料的许用应力。

6.8.2 氦检漏试验

板翅式热交换器要进行氦检漏试验，所有含氢通道进行氦质谱检查内漏和外漏，外漏率 $\leq 1.0 \times 10^{-6}$ Pa·m³/s, 内漏率 $\leq 1.0 \times 10^{-4}$ Pa·m³/s。

6.9 透光性试验

液氮洗冷箱组装完后从冷箱内部观察无透光点。

6.10 故障报警和保护功能

液氮洗冷箱应具有下列故障报警和保护功能：

- a) 用于监测容器或管道系统泄漏的报警功能；
- b) 用于紧急泄放的安全起跳装置；
- c) 用于维持冷箱内部微正压运行的充氮保护系统。

6.11 干燥度

液氮洗冷箱在出厂前所有通道应进行干燥，露点不高于-5℃。

7 试验方法

7.1 外观检查

7.1.1 液氮洗冷箱的平整度和外形尺寸偏差按 GB 50205 规定的方法进行。

7.1.2 油漆厚度按 GB/T 37361 规定的方法进行。

7.2 焊接与装配检测

7.2.1 焊缝外观及仪表管和仪表线缆的装配按 NB/T 47013.7 规定的方法进行。

7.2.2 相关焊缝检测按 NB/T 47013.2、NB/T 47013.5 规定的方法进行。

7.3 性能试验

7.3.1 氢气回收率测定

氢气回收率按公式(1)计算。

$$E = \left(1 - \frac{F_2 \times a_2}{F_1 \times a_1}\right) \times 100\% \quad (1)$$

式中：

E ——氢气回收率；

F_1 ——原料气的流量，Nm³/h，在原料气进冷箱处测量，测量按JB/T 8693规定的方法进行；

F_2 ——燃料气的流量，Nm³/h，在燃料气出冷箱处测量，测量按JB/T 8693规定的方法进行；

a_1 ——原料气中氢气的含量，在原料气进冷箱处取样，分析方法按GB/T 3634.1规定的方法进行；

a_2 ——燃料气中氢气的含量，在燃料气出冷箱处取样，分析方法按GB/T 3634.1规定的方法进行。

7.3.2 产品合成气氢氮比测定

分析氢气含量的取样点在出冷箱的合成气总管处，分析方法按GB/T 3634.1规定的方法进行。

7.3.3 产品合成气 CO 含量测定

分析CO含量的取样点在出冷箱的合成气总管处，分析方法按GB/T 8984规定的方法进行。

7.3.4 产品合成气氧含量测定

分析CO₂+O₂+CO+CH₃OH含量的取样点在出冷箱的合成气总管处，分析方法按GB/T 5831规定的方法进行。

7.3.5 压力降测定

压力降计算按公式(2)计算。

$$\Delta P = PI_1 - PI_2 \quad (2)$$

式中：

ΔP ——液氮洗冷箱压力降，kPa；

PI_1 ——原料气进液氮洗冷箱压力，用压力表测量，kPa；

PI_2 ——合成气出液氮洗冷箱压力，用压力表测量，kPa。

7.3.6 液氮消耗量

在液氮出液氮洗冷箱处测得，流量监测按JB/T 8693规定的方法进行。

7.4 启动时间试验

液氮洗冷箱启动分为冷箱积液和原料气导入冷箱两个步骤，产品质量达到性能要求视为启动成功。启动时间为液氮洗冷箱启动至产品质量达到性能要求所需的时间。

7.5 复温时间试验

液氮洗冷箱停车至冷箱内各通道复温至常温所需的时间（不包括排液时间）。

7.6 清洁度检测

按照JB/T 6896的规定，对氮洗塔的内件表面进行清洁度检查，检测油脂残留量。

7.7 耐压试验

7.7.1 板翅式热交换器的耐压试验按 NB/T 47006 的规定进行。

7.7.2 其他容器的耐压试验按 GB/T 150.4 的规定进行。

7.7.3 冷箱管道系统的耐压试验按 GB/T 20801.5 的规定进行。

7.8 泄漏试验

7.8.1 板翅式热交换器的泄漏试验按 NB/T 47006 的规定进行。

7.8.2 其他容器的泄漏试验按 GB/T 150.4 的规定进行。

7.8.3 冷箱管道系统的泄漏试验按 GB/T 20801.5 的规定进行。

7.9 透光性试验

将冷箱的入孔、珠光砂泄放口、安全阀等活动部件全部关闭。以目视的方式在冷箱内部检查冷箱壳体的透光性。

7.10 故障报警和保护功能检测

采用模拟验证检查符合性。

7.11 干燥度测试

液氮洗冷箱出厂前，需要进行干燥度测试。用干燥无油洁净空气或氮气，对冷箱各个通道进行吹扫干燥，用露点分析仪测定每个通道的露点。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和现场验收。

8.2 出厂检验

8.2.1 液氮洗冷箱的出厂检验应按本文件的规定进行。

8.2.2 出厂检验采用逐台检验，出厂检验项目见表 3。

8.2.3 出厂检验所有项目合格后给予产品合格证；如果有不合格项，且不合格项适用于返修，允许返修复试，复试仍不合格，则该产品为不合格品。

8.3 现场验收

8.3.1 现场验收应按订货合同和本文件的规定进行，需保证检验产品和订货合同以及本文件的一致性。

8.3.2 现场验收项目按表 3 的规定进行。

8.3.3 各项指标均满足订货合同和本文件的要求视为验收合格。如有不合格项，允许进行修整调试，直到检验合格后方可完场验收。

表3 出厂检验和现场验收

序号	试验项目	出厂检验	现场验收	技术要求	试验方法
1	外观检查	√	√	6.1	7.1
2	焊接与装配	√	√	6.2	7.2
3	性能试验	×	√	6.3	7.3
4	启动时间	×	√	6.4	7.4

表3 出厂检验和现场验收（续）

5	复温时间	×	√	6.5	7.5
6	清洁度	√	√	6.6	7.6
7	耐压试验	√	√	6.7	7.7
8	泄漏试验	√	√	6.8	7.8
9	透光性	√	√	6.9	7.9
10	故障报警和保护功能	√	√	6.10	7.10
11	干燥度	√	√	6.11	7.11
注1：“√”为检测项目，“×”为非检测项目。					
注2：项目3~5可在用户现场检测。					

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 液氮洗冷箱应在明显位置设置冷箱铭牌及冷箱内各容器的复制铭牌，其尺寸应符合 GB/T 13306 的规定。

9.1.2 液氮洗冷箱的标志包括：

- a) 产品型号；
- b) 产品名称；
- c) 出厂日期；
- d) 制造厂名；
- e) 冷箱内各容器的复制铭牌。

9.2 包装

9.2.1 液氮洗冷箱的包装应符合 NB/T 10558 的规定。

9.2.2 液氮洗冷箱的出厂技术文件应包括下列内容：

- a) 出厂合格证；
- b) 各部机质量证明书、竣工图；
- c) 装箱清单；
- d) 成套交货范围；
- e) 安装技术要求（参见附录 A）；
- f) 使用说明书；
- g) 随机技术文件及图样清单。

9.3 运输

9.3.1 运输过程中，产品应固牢在运输工具上，不应翻滚，碰撞和挤压。

9.3.2 运输所需的支架，固定支撑等临时部件需涂油漆标记，在用户现场拆除。

9.4 贮存

9.4.1 产品安装前应存放在干燥、通风、无腐蚀性气体的库房内，垫高离地 300 mm；因条件限制可以安放在排水畅通的场地上。

9.4.2 贮存期间，应使用油布、塑料遮盖产品。

10 质量承诺

10.1 液氮洗冷箱质保期为验收合格之日起 12 个月或设备交货后 18 个月，以先到之日为准。

10.2 在质保期内，由于制造质量造成的问题，制造商应免费维修或更换零部件，所更换零部件的质保期为自更换之日起 12 个月。

10.3 用户对产品质量有诉求时，应在 24 小时内做出响应，48 小时内为用户提供服务和解决方案。

10.4 产品应具有可追溯的唯一性批次编码。

附录 A
(资料性)
安装技术要求

A.1 基本要求

- A.1.1 为保证顺利安装，在施工现场需要时或由于制造原因影响安装进行时，制造商及时派相关人员到现场协助安装工作，解决存在问题。
- A.1.2 液氮洗冷箱的安装按GB 50184、GB 50235、GB 50236、GB 50677等标准的规定进行。
- A.1.3 液氮洗箱安装单位按照产品制造商提供的安装技术资料和要求实施安装，如更改安装内容和要求，应经制造商确认可行后方可实施。
- A.1.4 液氮洗冷箱宜到货后6个月或出厂后12个月内安装运转。
- A.1.5 液氮洗冷箱在投入运行前用户需再次进行干燥，露点不高于 -70°C 。

A.2 保冷要求

- A.2.1 液氮洗冷箱保冷用绝热材料选用符合JC/T 1020规定的膨胀珍珠岩（即珠光砂）。
- A.2.2 现场膨化的珠光砂，经检验合格后方可装填。
- A.2.3 珠光砂的装填，需在冷箱整体检查合格、装置准备联动调试之前。装填之前，需检查与珠光砂接触的冷箱底板、各部机表面的干燥情况。
- A.2.4 为防止珠光砂受潮，不允许在雨雪天气进行装填。