

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T XXXX—2022

氦气纯化器

Helium purifier

(报批稿)

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

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 型号、基本参数	2
5 要求	3
6 外观、尺寸及性能参数测定	6
7 检验规则	7
8 出厂资料	8
9 标识、包装、运输和贮存	8
图 1 氦气纯化器工艺流程示意图	4
表 1 氦气纯化器性能参数	3
表 2 干燥器典型参数	4

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国化工机械与设备标准化技术委员会（SAC/TC 429）归口。

本文件起草单位：安徽万瑞冷电科技有限公司、广州广钢气体能源股份有限公司、中国科学院近代物理研究所、中国科学院合肥物质科学研究院、中国科学院高能物理研究所、中国科学院上海高等研究院、天华化工机械及自动化研究设计院有限公司、陕西延长石油天然气股份有限公司。

本文件主要起草人：师铜墙、丁怀况、邓韬、王开兵、马香莲、张军辉、欧阳峥嵘、张启勇、葛锐、许皆平、杭玉宏、刘杨、吕继祥、罗智、王志刚、曹强强。

氮气纯化器

1 范围

本文件规定了氮气纯化器的术语和定义、型号、基本参数、要求、性能参数测定、检验规则、出厂资料、标识、包装、运输和贮存。

本文件适用于采用液氮为低温冷源的氮气纯化器。

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 151 热交换器
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 4844 纯氮、高纯氮和超纯氮
- GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第2部分：露点法
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 14174 大口径液氮容器
- GB/T 19142 出口商品包装 通则
- GB/T 25923 在线气体分析器 技术条件
- GB/T 28123 工业氮
- GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50724 大宗气体纯化及输送系统工程技术规范
- HG/T 20507—2014 自动化仪表选型设计规范
- JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
- NB/T 47013.2—2015 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
- NB/T 47013.3—2015 承压设备无损检测 第3部分：超声检测
- NB/T 47013.4—2015 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
- NB/T 47013.5—2015 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
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47015 压力容器焊接规程

3 术语和定义

GB/T 150.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氦气纯度 helium purity

氦气体积占气体总体积的分数，单位为体积百分数（%）。

3.2

原料氦气 raw material helium

进入纯化器的纯度为30%~99.99 %的氦气。

3.3

产品氦气 product helium

经纯化器纯化后纯度不小于99.999 %的氦气。

3.4

干燥器 desiccator

利用物理吸附原理，在常温下去除原料氦气中水分和二氧化碳等杂质的设备。

3.5

逆流换热器 countercurrent heat exchanger

原料氦气和低温产品氦气进行逆流热交换的换热器。

3.6

冷凝分离器 condensing separator

在低温下，将原料氦气中沸点大于-196℃的杂质冷凝为液体并去除的设备。

3.7

吸附器 adsorber

在低温下，用于去除冷凝分离以后原料氦气中杂质组分的设备。

3.8

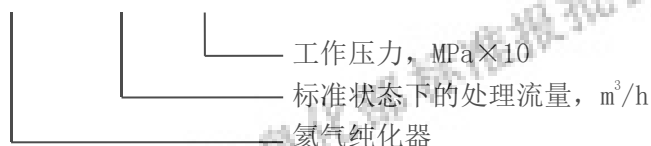
冷箱 cold box

用于将原料氦气通过低温分离和吸附净化并得到产品氦气的设备。

4 型号、基本参数

4.1 型号

GCH — □ / □



示例：标准状态下的流量为 30 m³/h，工作压力为 7 MPa 的氦气纯化器，其型号为：

GCH—30/70

4.2 基本参数

氦气纯化器的性能参数应符合表 1 的规定。

表 1 氦气纯化器性能参数

典型型号	GCH-30/70	GCH-60/200	GCH-100/200	GCH-200/20	GCH-300/200
处理流量 m ³ /h (标准状态下)	≤30	≤60	≤100	≤200	≤300
原料氦气纯度	原料氦气纯度为 30%~97.5%时，杂质成分为空气 原料氦气纯度为 97.5%~99.99%时，杂质成分含量应符合 GB/T 28123 的规定				
产品氦气纯度	≥99.999%，杂质成分含量应符合 GB/T 4844 中高纯氦的规定				
进气口、排气口之间的最大准许压降/MPa	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
^a 饱和时间/h	≥8				
运行时每立方氦气消耗液氮 L/m ³ (标准状态下)	0.8~1.6				
进气、排气温差/°C	≤10				
^a 饱和时间是指氦气纯化器生产出产品氦气后的单次持续运行时间。					

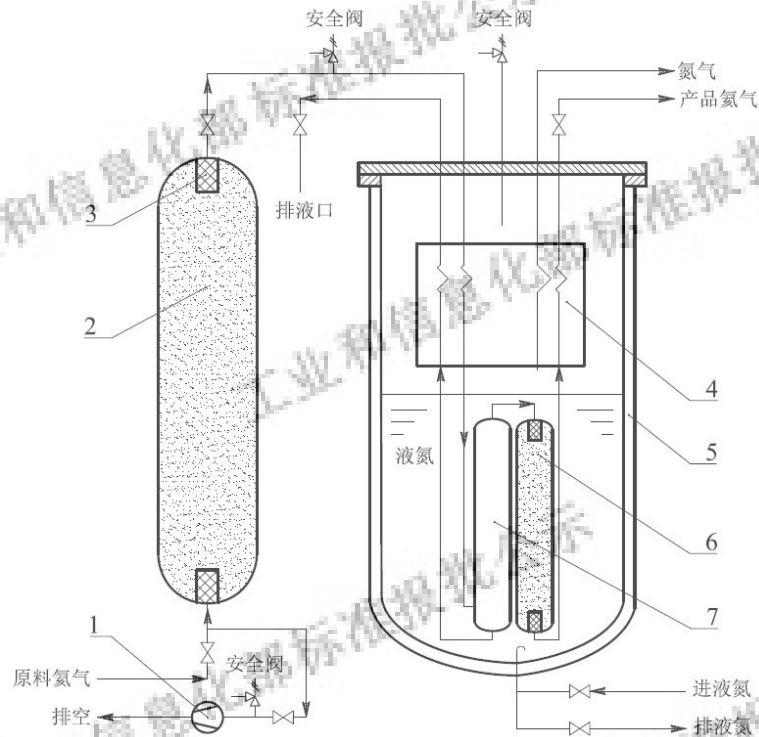
5 要求

5.1 设备组成

氦气纯化器由干燥器、冷箱、真空泵、管道及附件、仪表控制系统组成。

5.2 工艺流程

原料氦气进入干燥器初步去除二氧化碳和水分，以降低后级低温段冰堵风险和低温吸附负荷，然后经逆流换热器与纯化后的冷氦气进行逆流换热，以降低液氮损耗；在温度降到-196℃后进入冷凝分离器，将原料氦气中沸点高于-196℃的杂质组分冷凝为液体，将析出液体经底部低温阀排空。经过冷凝分离后的原料氦气再通过吸附器进一步去除杂质成分，获得产品氦气。干燥器和吸附器饱和后应采用真空泵进行活化再生。氦气纯化器工艺流程见图1。



标引序号说明:

- 1 — 真空泵;
- 2 — 干燥器;
- 3 — 固体颗粒过滤器;
- 4 — 逆流换热器;
- 5 — 液氮柱瓦;
- 6 — 吸附器;
- 7 — 冷凝分离器。

图 1 氮气纯化器工艺流程示意图

5.3 干燥器

干燥器由厚壁无缝管制成，装填有分子筛、活性炭和硅胶等吸附剂以吸附原料氮气中的水分和二氧化碳杂质组分。进口、出口应装有固体颗粒过滤器。干燥器应符合GB/T 150（所有部分）的规定。干燥器的典型参数应符合表2的规定。

表 2 干燥器典型参数

典型型号	GCH-30/70	GCH-60/200	GCH-100/200	GCH-200/20	GCH-300/200
工作压力/MPa ^a	7	20	20	2	20
设计压力/MPa	8	22	22	2.5	22
工作温度/℃	-20~110				
设计温度/℃	150				
^b 除专门说明外，本文件压力均为表压。					

5.4 冷箱

- 5.4.1 冷箱由逆流换热器、冷凝分离器、吸附器、液氮杜瓦、管路及相应的仪表和连接装置组成。
- 5.4.2 冷箱的工作温度宜为 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，设计温度宜为 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.4.3 逆流换热器、冷凝分离器、吸附器的工作压力、设计压力应与干燥器相同。
- 5.4.4 逆流换热器应符合 GB/T 151 中通用要求的规定。
- 5.4.5 冷凝分离器底部设置排液口，冷凝分离器应符合 GB/T 150（所有部分）的规定。
- 5.4.6 吸附器由装填分子筛、活性炭等吸附剂的设备组成。吸附器进、出口应装有固体颗粒过滤器。吸附器应符合 GB/T 150（所有部分）的规定。
- 5.4.7 液氮杜瓦应符合 GB/T 14174 的规定。
- 5.4.8 液氮杜瓦顶部应设置安全阀进行压力保护。
- 5.4.9 液氮杜瓦中设置液位计，液位以没过冷凝分离器和吸附器为宜。

5.5 真空泵

真空泵抽速宜根据干燥器和吸附器的容积来确定。真空泵抽气速率应按公式（1）计算。

$$Q = (V/t) \ln(P_1/P_2) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- Q ——抽气速率，单位为立方米每秒（ m^3/s ）；
- V ——系统容积，单位为立方米（ m^3 ）；
- t ——抽空时间，宜取120 s，单位为秒（s）；
- P_1 ——系统初始压力即系统泄压后的压力，宜取0.12 MPa（A），单位为兆帕（MPa）；
- P_2 ——系统终压即系统活化需要的压力，宜取0.02 MPa（A），单位为兆帕（MPa）。

注：A为绝对压力。

5.6 管道及附件

- 5.6.1 管道、阀门、管法兰、垫片及紧固件应集中安装。
- 5.6.2 管道及附件的选择应符合 GB 50724 的规定。
- 5.6.3 氢气纯化器内所有管道不宜有难以吹除的“盲管”死空间。
- 5.6.4 管道中应设置取样口、泄压口、二次循环旁通管路。
- 5.6.5 管道中应设置安全阀进行压力保护，以防超压。
- 5.6.6 氢气纯度不大于95%时，管道可根据设计需求选用金属缠绕软管或无缝钢管。氢气纯度大于95%时，管道可根据输送氢气纯度等级不同进行选择，应符合 GB 50724 的规定。
- 5.6.7 管道安装应符合 GB 50235 的规定，验收应符合 GB 50184 的规定。

5.7 仪表控制系统

- 5.7.1 控制系统主要是对温度、压力、氢气纯度、液氮液位等参数进行监测、联锁和安全保护，同时具备数据存储、远程通讯等功能。
- 5.7.2 系统应采用可编程控制器进行控制。
- 5.7.3 仪表选择应符合 HG/T 20507—2014 的规定。

5.8 焊接

- 5.8.1 焊接工艺评定应符合 NB/T 47014 的规定，焊接规程应符合 NB/T 47015 的规定。

5.8.2 压力容器的焊接应符合 GB/T 150.4、GB/T 14174 的规定，并符合设计文件的要求。

5.8.3 压力管道的焊接应符合 GB 50236 的规定，并符合设计文件的要求。

5.9 无损检测

5.9.1 焊接接头的分类应符合 GB/T 150.1 的规定。

5.9.2 无损检测的方法包括射线检测(或超声检测)、磁粉检测和渗透检测。射线检测应按 NB/T 47013.2—2015 规定的方法进行，超声检测应按 NB/T 47013.3—2015 规定的方法进行，磁粉检测应按 NB/T 47013.4—2015 规定的方法进行，渗透检测应按 NB/T 47013.5—2015 规定的方法进行。

5.9.3 干燥器的 A、B 类焊接接头应进行 100%射线或超声检测。射线检测技术等级应不低于 NB/T 47013.2—2015 规定的 AB 级，合格级别应不低于 NB/T 47013.2—2015 规定的 II 级；超声检测技术等级应不低于 NB/T 47013.3—2015 规定的 B 级，合格级别应不低于 NB/T 47013.3—2015 规定的 I 级。

干燥器的 C、D、E 类焊接接头应进行磁粉或渗透检测。磁粉检测合格级别为 NB/T 47013.4—2015 规定的 I 级；渗透检测合格级别为 NB/T 47013.5—2015 规定的 I 级。

5.9.4 吸附器和冷凝分离器的 A、B 类焊接接头应进行 100%射线检测，检测技术等级应不低于 NB/T 47013.2—2015 规定的 AB 级，合格级别应不低于 NB/T 47013.2—2015 规定的 II 级。C、D、E 类焊接接头应进行渗透检测，渗透检测合格级别为 NB/T 47013.5—2015 规定的 I 级。

5.9.5 按 GB/T 150.3 设计的液氮杜瓦的焊接接头无损检测应符合 GB/T 150.1、GB/T 150.4 的规定。

5.9.6 压力管道应按 GB 50184 的规定进行无损检测。

5.10 耐压试验和泄漏试验

5.10.1 干燥器、冷凝分离器和吸附器在组装前，均应按照 GB/T 150.4 和设计文件的规定进行耐压试验和泄漏试验，试验合格后方可进行组装。

5.10.2 液氮杜瓦应按 GB/T 14174 的规定进行氦质谱检漏；按照 GB/T 150.3 设计的液氮杜瓦，应按 GB/T 150.4 的规定进行耐压试验和泄漏试验。

5.10.3 系统组装完成后，应按 GB 50184 和设计文件的规定对管道进行泄漏试验。

6 外观、尺寸及性能参数测定

6.1 外观及尺寸检查

6.1.1 外观质量检查

应按 NB/T 47013.7 的规定，对氮气纯化器进行外观质量检查。

6.1.2 关键尺寸检查

按照设计图样对氮气纯化器进行关键尺寸检查，需要借助量具如直尺、钢卷尺、焊缝检查尺、样板、游标卡尺等。

6.2 性能参数测定

6.2.1 性能测试设备

氮气纯化器性能参数测定主要需要压缩机、球囊、纯度仪、流量计等仪器设备。

6.2.2 原料氮气纯度测定

宜使用热导式氦气纯度检测仪，从设备进气口进行检测，检测仪表应符合 GB/T 25923 的规定。

6.2.3 水分含量的测定

产品氦气纯度中水分含量的测定可按 GB/T 5832.2 规定的方法进行。允许采用其他方法，但当测定结果有异议时，以 GB/T 5832.2 为仲裁方法。

6.2.4 氟加氢、氧加氩、氮、甲烷含量的测定

产品氦气纯度中氟加氢、氧加氩、氮、甲烷含量的测定应按 GB/T 28123 规定的方法进行。允许采用其他方法，但当测定结果有异议时，以 GB/T 28123 为仲裁方法。

6.2.5 流量的测定

原料氦气处理流量宜使用涡街流量计进行检测，涡街流量计应符合 HG/T 20507—2014 中 6.4 的规定。

6.2.6 液氮消耗的测定

液氮平均消耗量应通过设备运行过程中液氮的实际消耗量进行计算，宜采用称重法测量。

6.2.7 压力降的测定

压力应使用压力表或压力传感器进行检测，进气口、排气口的压力降为进气口压力与排气口的压力差值。压力仪表应符合 HG/T 20507—2014 中的第 5 章的规定。

6.2.8 温差的测定

进气、排气温差应使用温度传感器进行测定。温度传感器应符合 HG/T 20507—2014 中的第 4 章的规定。

7 检验规则

7.1 检验分类

氦气纯化器检验与验收分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

出厂检验项目应包括：

- a) 外观质量检查；
- b) 主要尺寸检查；
- c) 原料氦气纯度测定；
- d) 氦气中水分露点含量测定；
- e) 氟加氢、氧加氩、氮、甲烷含量中任一组分（根据用户要求选择）的测定；
- f) 饱和时间测定。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品的试制鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

- c) 产品长期停产 12 个月后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 型式检验的项目为 5.9、5.10 和第 6 章规定的项目。

8 出厂资料

出厂资料应至少包括下列内容：

- a) 产品合格证；
- b) 产品质量证明书；
- c) 产品使用说明书，其内容应包括：
 - 1) 设备组成，
 - 2) 操作手册，
 - 3) 维护保养，
 - 4) 备品备件清单。
- d) 重要采购件合格证及说明书；
- e) 装箱清单。

9 标识、包装、运输和贮存

9.1 标识

设备应有清晰的铭牌、阀门位号、管道名称和介质流向标识。设备铭牌应固定在设备表面的醒目位置。设备铭牌制作应符合 GB/T 13306 的规定。压力容器铭牌应符合 GB/T 150.4 的规定。设备铭牌至少包括下列内容：

- a) 产品名称及型号；
- b) 产品编号；
- c) 出厂日期；
- d) 制造厂名称；
- e) 处理流量、承压等级、使用环境温度；
- f) 执行标准。

9.2 包装

包装箱运输图志标志应符合 GB/T 191 的规定，容器类的包装图示标志还应符合 JB/T 4711 的规定，出口产品的包装图示标志还应符合 GB/T 19142 的规定。

9.3 运输

运输车辆应按规定方式运输，运输中应避免雨、雪直接淋袭和机械碰撞。

9.4 贮存

氦气纯化器应贮存在温度为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 75% 的干燥、通风、无腐蚀性气体的室内环境中。