

指南编号/Guideline No.M-06(202502)



M-06

氮气发生器（制氮机）

生效日期/Issued date:2025 年 02 月 01 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间: M-06(201510) 2015 年 10 月 20 日

本版本主要修改内容: 纠错并增加压力、密封试验时间

目 录

1 适用范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 图纸资料	4
5 原材料及零部件	6
6 设计技术要求	6
7 典型样品的选取	8
8 型式试验	8
9 单件/单批检验	12

氮气发生器（制氮机）

1 适用范围

1.1 本指南适用于惰性气体系统的氮气发生器；

1.2 本指南所适用的氮气发生器种类包括膜分离式与变压吸附式氮气发生器，对其它类型的氮气发生装置或系统可参照执行。

2 规范性引用文件

2.1 本指南采用的认可和检验依据如下：

- (1) CCS《钢质海船入级规范》；
- (2) 《国际消防安全系统规则》(FSS)第 15 章；
- (3) 《国际海上人命安全公约》(SOLAS)第 II-2 章。

3 术语和定义

3.1 关于产品检验、认可、型式试验、样品、单件/单批检验等术语的定义，请参考 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章 3.1.2 条。

3.2 变压吸附式（制氮方法）——以空气为原料，运用变压吸附原理，利用固体吸附剂对氧和氮的选择性吸附而使氮和氧分离的制氮方法，通称 PSA 制氮；

3.3 膜分离式（制氮方法）——以空气为原料，在一定压力条件下，利用氧和氮等不同性质的气体在半渗透膜中具有不同的渗透速率来使氧和氮分离的制氮方法。

4 图纸资料

申请方在提交《认可申请书》的同时还应按照本条要求提交如下图纸资料。

4.1 需提交 CCS 批准的图纸资料：

- (1) 产品主要性能规格表，包括：起动时间，氮（氧）浓度，产气量，出口压力等；
- (2) 产品组成设备型号/参数明细表，包括：配套的空压机，压力容器（空气储罐、氮气储罐、缓冲管等），进气处理设备（如冷干机或干燥器、油/气分离器、滤器等），电气控制箱，氮气（氧气）浓度检测设备，记录设备；
- (3) 系统原理图及工作流程图；
- (4) 自动控制/报警/安全保护系统原理图；
- (5) 总装配图；
- (6) 型式试验大纲（申请我社型式认可时提交）。

4.2 需提交 CCS 备查的图纸资料：

- (1) 产品使用/操作/维护说明书；
- (2) 产品铭牌、出厂合格证等样本。
- (3) 吸附材料或半渗透膜的牌号及生产厂家明细表；

4.3 其它应提交的资料：

- (1) 工厂概况：工厂名称、地址、生产历史、生产能力、技术和检验人员、主要产品、隶属关系、产品商标等；
- (2) 申请认可产品明细；
- (3) 主要生产设备；
- (4) 主要检测设备；
- (5) 申请认可产品的简要生产工艺；
- (6) 质量管理文件；

- (7) 企业注册登记证明；
- (8) 资质证明和/或生产许可证；
- (9) 产品质量证明书样本；
- (10) 质量控制计划，如适用。

5 原材料及零部件

5.1 产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行控制；

5.2 原材料及零部件主要包括配套的空压机组，压力容器（空气储罐、氮气储罐、缓冲罐等），进气处理设备（如冷干机或干燥器、油/气分离器、滤器等），电气控制箱，氮气（氧气）浓度检测设备、阀件等；

5.3 空压机组，压力容器（需配置安全阀、易熔塞等防止超压的设施），电气控制箱等配套设备需持有 CCS 产品证书；

5.4 吸附材料、膜组件、冷干机、干燥器、过滤器、阀件等，需持有制造厂质量证明文件；

5.5 氮气（氧气）浓度检测设备在安装在系统之前需经计量检定部门校验（或处于检定有效期内）。

6 设计技术要求

6.1 船用氮气发生器系统的设计应满足我社《钢质海船入级规范》第 6 篇，第 4 章，第 4.2.3 条及该条中引用的 FSS 规则和 SOLAS 公约条款的相关要求。

6.2 氮气发生器应能生成高纯度的氮气，其中 O₂ 含量不超过 5%（体积比）。

6.3 该系统还应装有自动装置以便在起动和非正常操作时能将有害气体排放至开敞甲板的安全位置。

6.4 如使用中可能会造成管路或系统组件所承受的压力超过其设计压力时，应在适当位置设置安全阀以防止超压。

6.5 如本氮气发生器作为船上唯一的惰性气体发生装置，则应至少配有 2

台空压机组。系统的总容量要求建议由该两空压机平均负担，且在任何时候其中一台空压机组的容量不应小于总容量的 1/3。如船上配备有足够的空压机备件和原动机使得船员能够降低其故障的发生，可以仅配备一台空压机。

6.6 应装有供气处理系统，以便能够除去压缩空气中的水分、颗粒和油滴，并保证达到所要求的温度。

6.7 为便于维护保养，应在发生器与储存装置（氮气储罐）之间设有分隔措施。

6.8 应在下述位置设有可连续显示空气温度和压力的仪器设备：

- (1) 空压机的排气口；
- (2) 氮气发生器的进气口。

6.9 当惰性气体产生时，应在氮气发生器的惰性气体排气口设有可连续显示和永久记录氧气含量的仪器设备。

6.10 氮气发生器应具备如下报警及自动保护功能：

- (1) 空压机出口压力低于正常工作压力时，系统应报警并自动关闭；
- (2) 空压机出口空气温度高于正常工作温度时，系统应报警并自动关闭；
- (3) 供气处理系统发生可能使供气质量达不到系统要求的故障时，比如冷干机、干燥器故障停机、油水分离设备自动泄水管的高冷凝水水位等，系统应报警并自动关闭；
- (4) 电加热器或其它对系统最终产生的气体质量有重要影响的设备（如有时）故障时，系统应报警并自动关闭；
- (5) 氮气发生器出口气体达不到所需标准（氧气含量 $\leq 5\%$ 或，氮气含量 $\geq 95\%$ ，此标准可依据用户要求提高）时，系统应报警并自动关闭；

- (6) 氮气发生器系统的气体出口检测、连续显示及永久记录氧气含量的设备电源故障时，系统应报警并将系统气体出口自动切换为排放至大气的状态；

* 上述(1)–(6)条所述的报警动作应包含就地控制设备上的报警显示及远程报警信号的输出；

* 上述(1)–(5)条所述的系统自动关闭动作，应包括设备的自动停机以及关闭系统氮气出口，同时将系统内残余气体自动排放至开敞甲板的安全位置；

7 典型样品的选取

认可时所选样机应为具有代表性的产品，能在特性、特征、制造质量上代表或覆盖申请认可的产品或系列产品，一般应选取每系列最大供气流量型号作为认可原型机。

8 型式试验

8.1 试验项目

(1) 型式试验项目一般应包括：

- ① 管路液压试验（连接管路为上船配装的不适用）；
- ② 管路密性试验（连接管路为上船配装的不适用）；
- ③ 起动试验；
- ④ 安全保护及报警功能试验；
- ⑤ 性能试验。

(2) 初次认可时应进行上述（1）条中所适用的全部试验项目。

8.2 试验要求

(1) 试验场所

工厂必须具有型式试验/出厂试验的设备及能力，认可试验应在制造厂进行。

(2) 测量仪表

试验用测量仪表应具有计量检定证书并在有效期内，且试验仪表的精度应不低于表 8.2 的要求：

试验仪表精度

表 8.2

仪表名称	测量仪表精度
压力表	± 1.5
流量计	± 1.5
温度计	± 0.5℃ 分度值≤0.5℃
气压计	± 66.6Pa
氧分析仪	最小分度 0.1% O ₂
氮分析仪	最小分度≤0.2% N ₂

*注：如设备上安装的仪表满足上述要求且检定合格，可使用设备自带仪表进行试验。

(3) 流量测量值的换算

- ① 使用转子流量计时应对干燥产品的氧气、氮气流量进行密度修正，修正方法按该转子流量计说明书的规定。
- ② 干燥产品的氧气、氮气流量按式（1）修正：

$$Q = Q_1 \sqrt{\frac{pT_1}{p_1T}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：Q ——修正后在设计状态下的干燥气体流量，m³/h；

Q₁ ——实际测得的气体流量，m³/h；

p₁ ——流量计前气体实际压力，MPa（绝压）；

p ——大气压力，取p = 0.098MPa（绝压）；

T₁ ——流量计前气体实际温度，K；

T ——设计状态下的大气温度，取 $T = 273.15\text{K}$ 。

③ 当大气条件与设计条件不符时，气体流量按式（2）换算：

$$Q_0 = Q \frac{(p_0 - \varphi_0 p_{s0}) T_2}{(p_2 - \varphi_2 p_{s2}) T_0} \dots\dots\dots (2)$$

式中： Q_0 ——设计条件下的气体流量， m^3/h （标准状态）；

p_0 ——设计条件下的大气压力， MPa （绝压）；

p_2 ——实际条件下的大气压力， MPa （绝压）；

φ_0 ——设计条件下的相对湿度，%；

φ_2 ——实际条件下的相对湿度，%；

p_{s0} ——设计条件下的大气中饱和水蒸气压， MPa （绝压）；

p_{s2} ——实际条件下的大气中饱和水蒸气压， MPa （绝压）；

T_0 ——设计条件下的大气温度， K ；

T_2 ——实际条件下的大气温度， K 。

8.3 试验方法

(1) 管路液压试验

如系统连接管路由氮气发生器制造厂提供，则连接管路制造完成后应进行 1.5 倍最大工作压力的液压试验，并在该试验压力下至少保持 5min。

(2) 连接管路密性试验

如系统连接管路由氮气发生器制造厂配装，则系统连接后应进行 1.25 倍工作压力密性试验，并在该试验压力下至少保持 5min。

(3) 起动试验

将氮气发生器调整至自动状态，起动设备，此时系统产生气体应自动排放至大气，直至产气质量达到要求（氧气含量 $\leq 5\%$ 或，氮气含量 $\geq 95\%$ ，此标准可依据用户要求提高）时切换至向后端设备（如氮气储罐）供气状态。

记录自按下起动按钮至开始供气的时间，不应超过制造厂提交的性能参数表中所列之起动时间。

(4) 安全保护及报警功能试验

- ① 空压机出口压力低于正常工作压力时，系统应报警并自动关闭；
- ② 空压机出口空气温度高于正常工作温度时，系统应报警并自动关闭；
- ③ 供气处理系统发生可能使供气质量达不到系统要求的故障时（比如冷干机故障停机，油水分离设备高油/水位报警等），系统应报警并自动关闭；
- ④ 电加热器或其它对系统最终产生的气体质量有重要影响的设备（如有时）故障时，系统应报警并自动关闭；
- ⑤ 氮气发生器出口气体达不到所需标准（氧气含量 $\leq 5\%$ 或，氮气含量 $\geq 95\%$ ，此标准可依据用户要求提高）时，系统应报警并自动关闭；
- ⑥ 氮气发生器系统的气体出口检测、连续显示及永久记录氧气含量的设备电源故障时，系统应报警并将系统气体出口自动切换为排放至大气的状态；

* 上述①—⑥条所述的报警动作应包含就地控制设备上的报警显示及远程报警信号的输出，可用外接指示灯的方式模拟远程报警；

* 上述①—⑤条所述的系统自动关闭动作，应包括设备的自动停机以及关闭系统氮气出口，同时将系统内残余气体自动排放至大气；

(5) 性能试验

- ① 性能试验时应使设备处于自动运行状态，试验应连续进行，试验期间不允许发生故障停机；
- ② 试验时间为：型式试验 24 小时；
- ③ 如氮气发生器系统配置 2 台或以上空气压缩机，则上述 B 条所述试验时间内允许工作与备用压缩机间自动切换；
- ④ 全部试验期间，氮气发生器系统出口气体成分必须始终符合要求（氧气含量 $\leq 5\%$ 或，氮气含量 $\geq 95\%$ ，此标准可依据用户要求提高）；
- ⑤ 试验期间，流量和氧气含量（或氮气含量）应每 1 小时测量一次；
- ⑥ 试验期间，所有的检测、显示及记录设备应一直处于正常工作状态；
- ⑦ 如氮气出口记录氧气含量（或氮气含量）的设备不作为氮气发生器厂家供货范围时，则应在试验期间每次测量氧气含量（或氮气含量）时，同时测量为记录设备预留的信号输出接口所输出的电信号，测量结果与实测氧气含量（或氮气含量）之间的运算关系应满足厂家的设计文件要求。

9 单件/单批检验

只有已经制造厂检验/试验合格并已达到可交付状态的产品，方可申请 CCS 产品检验。

9.1 对获得 CCS 型式认可 B 的制造厂的产品单件/单批检验；检验项目如下：

- (1) 检验项目应按照已在认可时获得批准的检验计划进行，但至少应包括外观检查及 8.1（1）条规定的试验项目；

- (2) 认可后单件/单批检验时性能试验的时间为 2 小时；
- (3) 上述试验可以由制造厂独立完成并出具完整的试验报告提交验船师审核；
- (4) 如厂家已完成所有出厂产品的全部试验项目并在验船师现场检验时可提供所有试验数据，现场验船师可按照每型号/规格至少抽验 10%、最少抽验 1 台的原则随机选取该批氮气发生器中的部分产品进行“起动试验”、“安全保护及报警功能试验”、“性能试验”三个项目的复验；
- (5) 每次申请单件/单批检验时应同时提交该批产品的主要零部件质量证明文件及产品证书（如要求时），由 CCS 验船师进行审核。

9.2 对未获得 CCS 认可的制造厂的产品单件/单批检验：

- (1) 检验内容应包括审图和型式试验；
- (2) 审图

制造厂应按照本指南 4.1、4.2 条的要求准备图纸/技术资料，并提交 CCS 审批/备查。

- (3) 型式试验

对申请产品检验的氮气发生器，应至少每型号随机抽取 1 台进行本指南第 8 条所要求的全部型式试验项目；

- (4) 对未被抽取到的氮气发生器应至少按照本指南 9.1 条的要求进行检验及试验。