

ICS 27.020

CCS J 92

团 体 标 准

T/CSICE 047-2025

船用氨燃料供应系统技术要求

Technical specification for marine ammonia fuel supply system

2025-12-26 发布

2025-12-26 实施

中国内燃机学会 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 系统架构及原理图	2
5 技术要求	3
5.1 一般要求	3
5.1.1 材料	3
5.1.2 外观	4
5.1.3 密性	4
5.1.4 环境适应性	4
5.2 性能要求	4
5.2.1 压力和压力波动	4
5.2.2 温度和过热度	4
5.2.3 流量和流量响应	4
5.2.4 监测、报警和控制	4
5.2.5 安保及防护	5
6 试验方法	5
6.1 试验介质	5
6.2 试验项目	5
6.2.1 密性试验	5
6.2.2 性能试验	5
6.2.3 监测、报警和控制	6
6.2.4 安保及防护	6
7 标志、包装、运输、贮存	6
7.1 标志	6
7.2 包装	6
7.3 运输	7
7.4 贮存	7

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》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。

本文件由中国内燃机学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：中国船舶集团有限公司第七一一研究所、灵谷化工集团有限公司、上海交通大学。

本文件主要起草人：李华、张文正、李晓声、郭立君、郑亮、王昌庆、刘广才、具德浩、朱向利、戴佳男。

本文件于2025年首次发布。

船用氨燃料供应系统技术要求

警告：本标准的应用可能涉及到某些有危险性的材料、操作和设备，但未对与此有关的所有安全问题都提出建议。因此，用户在使用本标准之前有责任制定相应的安全和防护措施，并确定相关规章限制的适用性。

1 范围

本文件规定了船用氨燃料供应系统的术语和定义、分类和标记、系统架构及原理图、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存等。

本文件适用于应用状态要求为气态的氨燃料供应系统（以下简称氨气系统），包括但不限于船载、陆地等应用场景下的氨气供给装置的设计、制造和验收。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 536 液体无水氨
- GB/T 2423.17—2024 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2423.34—2024 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Z/AD：温度/湿度组合循环试验
- GB/T 2423.10—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- CB/T 3256-2013 船用柴油机振动评级
- GB/T 12241 安全阀一般要求
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 27698.1—2023 热交换器及传热元件性能测试方法 第1部分：通用要求
- GB/T 32074 无损检测 氨泄漏检测方法
- GB/T 43122 船舶与海上技术 LNG燃气供给系统（FGSS）性能测试要求
- IMO MSC.391(95) 使用气体或其他低闪点燃料的船舶国际安全规则（IGF规则）
- CCS 《钢制海船入级规范》
- CCS 《船舶应用氨燃料指南》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氨气系统 ammonia fuel supply system

通过液氨气化、增压和过滤，用于向采用气道喷射方案的船用氨燃料发动机或其他用气设备稳定供给氨气的集成系统。

3.2

危险区域 hazardous area

可能出现爆炸性气体环境并要求对设备的结构、安装和使用采取特殊预防措施的区域。

注：危险区域分区如下。

0区：持续存在或长时间存在爆炸性气体环境的区域。

1区：在正常操作情况下可能出现爆炸性气体环境的区域。

2区：在正常操作情况下不大可能出现爆炸性气体环境的区域。

3.3

系统负载 system load

使用氨气系统的船用发动机或其他设备。

3.4

紧急关闭系统 emergency shutdown device system (ESD)

发生泄漏、火灾等紧急情况时，紧急关闭氨气系统的系统。

3.5

氨释放源 ammonia release source

氨气系统内可能释放出液态燃料或燃料蒸气的部位或地点，如燃料管路上的阀件、可拆卸式管接头、管垫圈或泵密封装置等。

4 系统架构及原理图

氨气系统主要由氨气调温调压单元、捕集回收单元、监测控制单元和安保保护单元构成，系统原理图如图1所示。其中，调温调压单元一般由液氨输送泵、气化器、缓冲罐、管路、阀件等构成。该单元应具备根据燃料特性及负载需求的变化特性，实现对供给氨气的过滤，以及压力、温度和流量实时调节的功能；捕集回收单元一般由氨气捕集回收管路、收集舱、吸收罐或氨气处理装置构成。该单元应具备将燃料释放源泄放氨气或吹扫混合气收集至专门处所，并通过热氧化、催化氧化、水溶或空气稀释等方式进行无害化处理的功能；监测控制单元主要由温度传感器、压力传感器、压差传感器、流量计、控制柜等仪表和控制系统软硬件构成。该单元应包含燃料充装、供给（调温调压）、待机、泄放、吹扫等各种工艺过程的控制策略，并具备压力、温度、流量等系统状态监测，以及信号的数据采集、处理和响应功能；安保保护单元主要由氨气供给装置、截止阀、安全阀、风机、报警装置、双层壁管及防护罩壳等组成。该单元应具备系统报警或故障后紧急切断燃料供应、供气前及停止供气后的惰气吹扫、氨泄漏后声光报警、双壁管夹层及围蔽处所防爆通风功能。

5.1.2 外观

氨气系统的外观应满足下列要求。

- a) 内外表面应平整、光滑、清洁、无锈蚀，不应有起泡和剥落等缺陷，必要时应按照GB/T 32074规定进行无损探伤。
- b) 布置应整洁美观、防污封口完整。水平方向的平行度误差每米不大于5 mm，垂直方向的平行度误差每米不大于8 mm。
- c) 阀门和管路应标明介质类型、流向，截止阀应标明开启和关闭方向。

5.1.3 密性

氨气系统应符合密性要求。在1.25倍最大供给压力条件下保压2 h，系统压降应不超过0.01 MPa。

5.1.4 环境适应性

氨气系统应能在下列环境条件下正常工作。

- a) 倾斜摇摆：横摇 $\pm 22.5^\circ$ ；纵摇 $\pm 7.5^\circ$ ；横倾 $\pm 15^\circ$ ；纵倾 $\pm 5^\circ$ 。
- b) 温度和湿度： $-40^\circ\text{C}\sim 60^\circ\text{C}$ ，25%~75%相对湿度。
- c) 振动：各工况下最大振动烈度应满足CB3256-2013中B级要求，即：采用刚性安装，系统振动烈度级不超过11。

5.2 性能要求

5.2.1 压力和压力波动

氨气系统供给压力应满足负载需求，具体数值应根据供应系统型式、发动机类型等因素进行要求。一般情况下，氨气系统供给压力不超过1.6 MPa。

氨气系统应满足负载对供给压力波动的需求。一般情况下，氨气系统稳态运行时供给压力波动应不超过供给压力的 $\pm 5\%$ ，且瞬态压力波动应在5 s内稳定至设定值的 $\pm 5\%$ 以内以应对负载变化。

5.2.2 温度和过热度

氨气系统供给温度应满足负载需求，具体数值应根据供应系统型式、发动机类型等因素进行要求。一般情况下，氨气系统供给温度在 $20\sim 60^\circ\text{C}$ 之间。系统出口氨气温度的过热度一般应不小于 5°C 。若负载存在后续压力调节和温降可能，过热度需进一步提升。

5.2.3 流量和流量响应

氨气系统供给流量应满足负载需求，具体数值应根据供应系统型式、发动机类型等因素进行要求。一般情况下，氨气系统供给流量在8000 kg/h以内。氨气系统流量应匹配负载需求，从怠速到全负荷流量调整时间一般应不超过5 s，流量偏差应控制在设定值的 $\pm 2\%$ 以内。

5.2.4 监测、报警和控制

氨气系统的监测、报警和控制应满足下列要求。

- a) 控制系统应包含“监控、报警和控制系统”和“应急切断系统（ESD）”两部分，且每个系统应单独提供系统组件，如电源、过程控制站、过程I/O模块等，以确保两个系统之间的隔离和独立性。
- b) 数据监测：应设置合适的仪表设备就地和远程读取重要参数，包括压力、温度、流量等，且信号接收值与实际值间偏差应小于 $\pm 1\%$ 。

- c) 信号传递和报警：应远程提供信号，包括燃料泄露报警、缓冲罐压力高、燃料温度低、燃料流量低、控制空气压力低、通风失效报警、热交换器传热介质温度低、热交换器出口温度低等，提供信号应准确无误，且当数值超限时应同时具备外部声光报警。
- d) 远程控制：应具备系统远程开/关机、切断供给、调节压力的能力，且遥测、遥信的数据应同步更新。

5.2.5 安保及防护

氨气系统的安全性应满足下列要求。

- a) 所有可能被隔离且含有氨燃料的管路应安装压力释放阀，压力释放阀的设定压力应为系统最大供给压力的1.1倍，且不超过管路承压极限。
- b) 氨气系统应设有本地及远程紧急切断装置（ESD），触发报警时，应能关闭氨气系统。
- c) 安装在危险区域部分的设备应为合格防爆型设备，且防爆类别和温度组别应不低于IIA、T1。
- d) 室内接线箱及控制箱应满足IP44，室外应满足IP55防护等级要求。
- e) 氨气系统载流部分对地以及载流部分极间或相间的冷态绝缘电阻应不低于1 M Ω 。
- f) 当需设置两套或多套氨气系统时，每套系统均应设有独立的燃料控制和安全系统，且每套系统可独立运行。
- g) 氨气系统应具备吹扫功能。其中，吹扫氮气压力应不小于0.8 MPa且不超过系统承压限值，吹扫排出的气体应存储在合适的收集舱或经氨回收处理系统无害化处理。
- h) 氨气系统应视客户要求配备独立风机，并满足每小时至少30次通风换气的船规要求。

6 试验方法

6.1 试验介质

不能接受水作为试验介质或在系统投入使用前无法干燥管系时，氨气系统的密性试验应使用惰性气体或其他合适介质开展试验；性能试验应使用满足GB/T 536要求的液体无水氨作为试验介质。

6.2 试验项目

6.2.1 密性试验

氨气系统在组装完成后应检查密封性。其中，试验压力为1.25倍最大供给压力，保压时间为2h，系统压降应不超过0.01 MPa。

6.2.2 性能试验

a) 压力和压力波动

氨气系统供给压力和压力波动应通过在负载供给管路上安装压力传感器和压力波传感器进行测定。测试工况及加载步骤应根据负载运行工况确定，也可参照GB/T 43122的5.2部分进行试验。若氨气系统具有多个不同供给压力、流量的供给管，则应对每个输出分别进行测试，结果应符合5.2.1要求。

b) 温度和过热度

氨气系统供给温度应通过在负载供给管路上安装温度传感器进行测定。气化器性能应参照GB/27698.1进行试验，结果应符合5.2.2要求。

c) 流量和流量响应

氨气系统供给流量通过在负载供给管路上安装流量计进行测定，流量计偏差应不超过 $\pm 2\%$ 。测试工况及加载步骤应根据负载运行工况确定，也可参照GB/T 43122的5.2部分进行试验。流量调节响应时间

可参照IMO MSC. 391 (95) 的5.9.1部分进行试验。若氨气系统具有多个不同供给压力、流量的供给管，则应对每个输出分别进行测试，结果应符合5.2.3要求。

6.2.3 监测、报警和控制

- a) 依次单独切断“监控、报警和控制系统”和“应急切断系统(ESDS)”电源，测试各个系统独立功能满足5.2.4要求。
- b) 数据监测：模拟被测设备输出标准信号，目视检查接收值与本地实测值的误差应满足5.2.4要求。
- c) 信号传递和报警：人工触发开关量输入，目视检查接收信号应准确无误，报警信号显示及声光效应满足5.2.4要求。
- d) 远程控制：发出遥控命令，目视检查遥测、遥信数据更新状态，应满足5.2.4要求。

6.2.4 安保及防护

- a) 按照 GB/T 12241 规定要求，进行安全阀整定压力试验。
- b) 根据系统信号交互清单和报警清单开展ESD试验，通过手动触发ESD装置或模拟超限信号触发报警，ESD触发后观察系统安保连锁状态，验证ESD与主控系统的通讯逻辑。
- c) 查验电气设备出厂报告或证书，以及防爆型设备的防爆等级证书。
- d) 查验接线箱及控制箱防护等级证书。
- e) 通过直流电阻表测量载流部分的绝缘电阻。
- f) 模拟单套系统故障，其他系统应可以正常使用。
- g) 利用专用器具检验氨气系统与氮气供给装置、氨回收处理系统间的连接情况，通过在氮气供给管路安装压力传感器检测氮气供给压力，吹扫管路出口安装氨浓度探测器检测吹扫效果，结果应满足6.2.5要求。
- h) 查验负压风机产品合格证，核算系统通风容积与风机流量，结果应满足6.2.5要求。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

每套氨气系统应在明显处装订铭牌，并应符合GB/T 13306的规定，铭牌应包括下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 型号；
- c) 氨气供给流量；
- d) 氨气供给压力；
- e) 氨气供给温度；
- f) 重量；
- g) 出厂日期、编号；
- h) 制造厂名称；
- i) 船检标记。

7.2 包装

氨气系统包装前内部干燥、清洁、所有开口都封闭，包装应防潮、防震动，符合安全、经济、不受损的要求并适于长途运输，包装与运输的标志应符合GB/T 191的规定。

氨气系统包装应包括下列随机技术文件：

- a) 产品合格证；
- b) 使用说明书；
- c) 防爆设备证书；
- d) 备件清单；
- e) 船级社产品证书

7.3 运输

运输时应采用合理装载加固措施，应对设备的管口法兰表面加以保护，使法兰面不受损坏，并对包装箱设有防雨淋和防溅水措施。

7.4 贮存

氨气系统应存放在干燥和通风的仓库内，避免高温、暴晒、凝露和霜冻，贮存期不应超过1年。



