



中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 12004—2026

船用柴油氨双燃料发动机通用技术条件

General technical specification of marine diesel-ammonia dual fuel engines



2026-02-11 发布

2026-03-01 实施

中国船舶工业行业协会 发布



目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类和标记	3
4.1 分类	3
4.2 标记	3
5 技术要求	3
5.1 主要技术规格和参数	3
5.2 外观	4
5.3 密封性	4
5.4 清洁度	4
5.5 起动性能	4
5.6 标定功率	4
5.7 燃料消耗	5
5.8 各缸工作均匀性	5
5.9 调速性能	5
5.10 工作特性	6
5.11 最低空载稳定转速	6
5.12 最低工作稳定转速	6
5.13 电控系统功能	6
5.14 安全保护	6
5.15 耐久性	7
5.16 机械振动	7
5.17 轴系振动	7
5.18 噪声	7
5.19 废气排放	7
5.20 停缸	7
5.21 停增压器	7
5.22 排气背压	7
5.23 切换功能	7
6 试验方法	8
6.1 外观	8

6.2	密封性	8
6.3	清洁度	8
6.4	起动性能	8
6.5	标定功率	8
6.6	燃料消耗	8
6.7	各缸工作均匀性	8
6.8	调速性能	8
6.9	工作特性	8
6.10	最低空载稳定转速	9
6.11	最低工作稳定转速	9
6.12	电控系统功能	9
6.13	安全保护	9
6.14	耐久性	9
6.15	机械振动	9
6.16	轴系振动	9
6.17	噪声	9
6.18	废气排放	9
6.19	停缸	9
6.20	停增压器	9
6.21	排气背压	9
6.22	切换功能	10
7	检验规则	10
7.1	检验分类	10
7.2	型式检验	10
7.3	出厂检验	10
8	标志、包装、运输和贮存	11
8.1	标志	11
8.2	包装、运输	11
8.3	贮存	12

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。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：中船动力研究院有限公司、中船发动机有限公司、中国船舶集团有限公司第七一研究所。

本文件主要起草人：桂勇、赵俊红、刘博、刘佃涛、闫萍。



船用柴油氨双燃料发动机通用技术条件

1 范围

本文件规定了船用柴油氨双燃料发动机（以下简称发动机）的分类和标记，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于以柴油和氨双燃料两种模式运行的发动机的设计、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 包装储运图形符号标志
- GB/T 3475—2025 船用柴油机调速系统技术要求和试验方法
- GB/T 3821 中小功率内燃机 清洁度限值 and 测定方法
- GB/T 6072.1—2008 往复式内燃机 性能 第1部分：功率、燃料消耗和机油消耗的标定及试验方法 通用发动机的附加要求
- GB 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 8190.1 往复式内燃机 排放测量 第1部分：气体和颗粒排放物的试验台测量系统
- GB/T 8190.4 往复式内燃机 排放测量 第4部分：不同用途发动机的稳态和瞬态试验循环
- GB/T 9911 船用柴油机辐射的空气噪声测量方法
- GB/T 9969—2008 工业产品使用说明书 总则
- GB 11871—2009 船用柴油机辐射的空气噪声限值
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 36658—2018 船用柴油天然气双燃料发动机技术条件
- GB 15097 船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）
- CB/T 3154 船用柴油机振动测量方法
- CB/T 3253—2013 船用柴油机技术条件
- CB/T 3254.1—2013 船用柴油机台架试验 第1部分：标准基准状况及功率燃油消耗和机油消耗的标定
- CB/T 3254.2—2013 船用柴油机台架试验 第2部分：试验方法
- CB/T 3256—2013 船用柴油机振动评级
- CB/T 3325—2013 船用柴油机轴系扭转振动评级
- CB/T 3853 船用柴油机轴系振动测量方法
- CB/T 3895 船用柴油机清洁度测量方法
- CB/T 4147 船用柴油机燃油消耗率测定方法

中国船级社 《船舶应用氨燃料指南》 2022

中国船级社 《钢质海船入级规范》 2025

国际海事组织 防止船舶污染国际公约 附则VI (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships Annex VI)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

柴油氨双燃料发动机 diesel-ammonia dual fuel engine

可单独使用柴油，又可同时使用氨和柴油（引燃油）的发动机。

3.2

柴油模式 diesel mode

发动机仅以柴油为燃料的运行模式。

3.3

氨双燃料模式 ammonia dual fuel mode

发动机以氨和柴油（引燃油）为燃料的运行模式。

3.4

热耗率 specific heat consumption

发动机每单位功率和单位时间内消耗的热量。

注：单位为千焦每千瓦时 $[\text{kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})]$ 。

3.5

氨替代率 the substitution rate of ammonia

发动机在氨双燃料模式下，氨热量与整机燃料总热量的比值。

3.6

氨燃料缸内直喷 ammonia fuel direct injection

通过安装于气缸盖上的喷射器，直接将氨燃料喷入燃烧室内部的燃料供给方式。

3.7

氨燃料进气总管单点喷射 ammonia fuel intake manifold single point injection

通过安装于进气总管的单个喷射器，将氨燃料喷入进气总管与空气进行混合的燃料供给方式。

3.8

氨燃料进气道多点喷射 ammonia fuel intake port multi-point injection

通过安装于气缸盖进气道上的喷射器，将氨燃料喷入进气道与空气进行混合的燃料供给方式，一般每缸安装一个。

3.9

双壁管 double-walled pipe

由内管和外管组成的，用于向发动机供应氨的管路。

4 分类和标记

4.1 分类

柴油氨双燃料发动机的分类如表 1 所示。

表 1 柴油氨双燃料发动机分类

序号	分类依据	类别
1	冲程数	二冲程柴油氨双燃料发动机
		四冲程柴油氨双燃料发动机
2	发动机转速	低速柴油氨双燃料发动机
		中速柴油氨双燃料发动机
		高速柴油氨双燃料发动机
3	用途	主机/推进用柴油氨双燃料发动机
		辅机/发电用柴油氨双燃料发动机
4	氨燃料喷射方式	氨燃料进气总管单点喷射柴油氨双燃料发动机
		氨燃料进气道多点喷射柴油氨双燃料发动机
		氨燃料缸内直喷柴油氨双燃料发动机

4.2 标记

发动机的型号标记按发动机制造厂规定进行。

5 技术要求

5.1 主要技术规格和参数

制造厂的发动机技术规格宜包括下列主要技术参数：

- 型号；
- 型式（指冲程数、进气方式、冷却方式、是否带增压器和中冷器、左机或右机等）；
- 气缸数及排列型式；
- 气缸直径，单位为毫米（mm）；
- 活塞行程，单位为毫米（mm）；
- 排量，单位为升（L）；
- 标定功率，单位为千瓦（kW）；

- h) 标定转速, 单位为转每分钟 (r/min) ;
- i) 活塞平均速度, 单位为米每秒 (m/s) ;
- j) 压缩比;
- k) 平均有效压力, 单位为兆帕 (MPa) ;
- l) 最高燃烧压力, 单位为兆帕 (MPa) ;
- m) 最低空载稳定转速, 单位为转每分钟 (r/min) ;
- n) 最低工作稳定转速, 单位为转每分钟 (r/min) ;
- o) 氨双燃料模式标定工况燃料热耗率, 单位为千焦每千瓦时 [kJ/(kW·h)] ;
- p) 柴油模式标定工况柴油消耗率, 单位为克每千瓦时 [g/(kW·h)] ;
- q) 最大氨替代率及对应工况, %;
- r) 机油消耗率, 单位为克每千瓦时 [g/(kW·h)] ;
- s) 机油牌号;
- t) 排气温度, 单位为千克摄氏度 (°C) ;
- u) 起动方式;
- v) 旋转方向;
- w) 发火顺序;
- x) 外形尺寸 (长×宽×高), 单位为毫米 (mm) ;
- y) 净质量, 单位为千克 (kg) 。

5.2 外观

5.2.1 发动机整体应层次分明、布置整洁、表面光洁、管系平直、附件稳固、防污封口完整, 易碎易损部分应有保护装置。

5.2.2 发动机表面漆层应牢固、均匀, 不应有起皱和剥落等缺陷。

5.2.3 发动机应无漏气、漏水、漏油等现象。

5.2.4 氨管路应按规定标识清晰, 并粘贴安全标签。

5.3 密封性

5.3.1 柴油管系密封性应符合中国船级社《钢质海船入级规范》中第3篇第4章第2节的规定。

5.3.2 氨管系应采用双壁管设计, 密封性应符合中国船级社《船舶应用氨燃料指南》中第7章第1节的规定。

5.4 清洁度

发动机 (外围管路除外) 清洁度限值应符合 GB/T 3821 的规定。

5.5 起动性能

发动机的起动性能应符合 CB/T 3253—2013 中 4.3 的规定。

5.6 标定功率

5.6.1 发动机铭牌上的标定功率应按GB/T 6072.1—2008中第12章的规定进行表示，并应分别标出柴油模式和氨双燃料模式下的标定功率。

5.6.2 发动机在标准基准状况下运行时，应分别标定柴油模式和氨双燃料模式下的功率。

5.6.3 试验环境状况与标准基准状况有差异时，其功率应按CB/T 3254.1—2013及GB/T 6072.1—2008中附录B规定的方法进行修正。

5.7 燃料消耗

5.7.1 柴油消耗率

柴油模式下，发动机的燃料消耗率按CB/T 3254.1—2013中第6章的规定执行。

5.7.2 氨双燃料模式热耗率

氨双燃料模式下，热耗率的计算按公式（1）。

$$g_h = \frac{H_d \times M_d + H_a \times M_a}{P} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

g_h ——发动机热耗率，单位为千焦每千瓦时[kJ/(kW·h)]；

H_d ——柴油燃料的低热值，单位为千焦每千克(kJ/kg)；

M_d ——每小时消耗柴油的质量，单位为千克每小时(kg/h)；

H_a ——氨燃料的低热值，单位为千焦每千克(kJ/kg)；

M_a ——每小时消耗氨的质量，单位为千克每小时(kg/h)；

P ——发动机标定功率，单位为千瓦(kW)。

5.8 各缸工作均匀性

5.8.1 发动机在标定工况柴油模式运转时，各缸工作均匀性按CB/T 3253—2013中4.4的规定执行。

5.8.2 发动机在标定工况下氨双燃料模式运转时，各气缸的工作参数与所有气缸的平均值的偏差按表2执行。

表2 各缸工作参数与所有气缸参数的平均值的偏差

各缸工作参数	偏差 %
压缩压力	≤2.5
最高燃烧压力	≤4.0
排气温度	≤8.0

5.9 调速性能

5.9.1 柴油模式下，发动机调速性能按GB/T 3475—2025的规定执行。

5.9.2 氨双燃料模式下，发动机的调速性能见表3。附加的加载负荷由设计确定。

表 3 调速性能

性能等级	稳态特性		动态特性		用途
	稳态调速率 %	稳态转速波动率 %	瞬时调速率 %	转速稳定时间 s	
1	5	/	10	5	要求提供一般精度稳定频率及电压的发电机组，并联运行的电力推进或多机单桨的发动机
2	8	1.5	12	10	一般直接传动的高速发动机主机及其他用途的发动机
3	10	2	15	/	一般直接传动的中速发动机主机及其他用途的发动机
	10	5	15	/	一般直接传动的低速发动机主机及其他用途的发动机

5.10 工作特性

- 5.10.1 发动机环境状况按CB/T 3253—2013中4.6.1的规定执行。
- 5.10.2 作为主机用途，发动机应具有110%标定功率的运行能力，并能在12 h内持续运转1 h。作为辅机和电力推进用途，发动机应具有110%标定功率的运行能力，并能在110%标定功率持续运转1 h。

5.11 最低空载稳定转速

发动机在最低空载稳定转速下应符合CB/T 3253—2013中4.7的规定。

5.12 最低工作稳定转速

发动机在最低工作稳定转速下应符合CB/T 3253—2013中4.8的规定。

5.13 电控系统功能

发动机的电控系统功能要求应符合CB/T 3253—2013中4.9的规定。

5.14 安全保护

5.14.1 气缸安全阀

气缸安全阀应符合中国船级社《钢制海船入级规范》第3篇第9章9.7.2的要求。

5.14.2 曲轴箱安全阀

曲轴箱安全阀应符合中国船级社《钢制海船入级规范》第3篇第9章9.7.4的要求。

5.14.3 曲轴箱呼吸装置

透气管上应安装火焰消除器或其他等效装置，透气口应通往可安全处理气体的位置。

5.14.4 气体探测及报警

发动机应安装氨气泄漏探测装置。当氨气浓度达到 110 ppm 时，应发出听觉和视觉报警；当氨气浓度达到 220 ppm 时，安全系统应激活。当氨气浓度达到爆炸下限的 10%时，应发出听觉和视觉报警，并能自动切断氨燃料的供应，且断开所有非防爆设备。

5.14.5 控制、监测和探测

5.14.5.1 发动机应具备监测和探测不良燃烧或失火的功能。

5.14.5.2 在氨双燃料模式下，当探测到不良燃烧或失火时，应触发发动机安全系统，可切断相应气缸的燃料供应，允许发动机继续维持使用氨双燃料模式，但应充分考虑一缸熄火时扭转振动对发动机的影响。在柴油模式下，当探测到不良燃烧或失火时，应触发发动机安全系统。

5.14.6 氨燃料的供应、切断和吹扫

5.14.6.1 发动机采用氨作为燃料时，氨燃料的供应与切断应符合GB/T 36658—2018中4.3.9.4和中国船级社《船舶应用氨燃料指南》中第6章的规定。

5.14.6.2 氨燃料切断后，应根据需求启动氨燃料管路（含机带管路）的吹扫。

5.15 耐久性

发动机的耐久性要求应符合CB/T 3254.2—2013中规定的要求。

5.16 机械振动

发动机在标定工况下运行时，机械振动应不低于CB/T 3256—2013中B级要求。

5.17 轴系振动

根据发动机的用途，其曲轴轴系扭转振动应不低于CB/T 3325—2013中B级要求。

5.18 噪声

发动机在标定工况下运转时，其噪声限值应符合GB 11871—2009中第3章的规定。

5.19 废气排放

发动机排放应满足国际海事组织《防止船舶污染国际公约》（MARPOL）附则VI及GB 15097的规定。

5.20 停缸

发动机的停缸性能要求应符合CB/T 3253—2013中4.22的规定。

5.21 停增压器

发动机的停增压器性能要求应符合CB/T 3253—2013中4.23的规定。

5.22 排气背压

在设计排气背压下发动机主要性能参数应达到设计指标。

5.23 切换功能

5.23.1 发动机应具备柴油模式和氨双燃料模式自动和手动切换功能。

5.23.2 发动机在任何负荷工况下都应能从氨双燃料模式快速切换到柴油模式，在一定的功率范围内能从柴油模式切换到氨双燃料模式，并保持转速和输出功率稳定。

6 试验方法

6.1 外观

目视检查发动机外观。

6.2 密封性

6.2.1 柴油管路密封性检查应按中国船级社《钢质海船入级规范》中第3篇第9章第2节的规定执行。

6.2.2 氨管路密封性检查应采用气密性试验，向氨管路充入压缩空气或惰性气体（如氮气），加压至系统额定工况工作压力，保压不少于15 min。保压期间，在管道连接处和法兰密封面等部位涂抹肥皂水或发泡剂，观察应无气泡产生。

6.3 清洁度

清洁度测定按CB/T 3895的规定执行。

6.4 起动性能

发动机在柴油模式下，按CB/T 3254.2—2013中5.1的规定执行。

6.5 标定功率

发动机功率标定按CB/T 3254.1—2013的规定执行。

6.6 燃料消耗

6.6.1 柴油消耗率

发动机在柴油模式下，柴油消耗率标定按CB/T 4147的规定执行。

6.6.2 热耗率

发动机在氨双燃料模式下，燃料消耗率测量按CB/T 4147要求执行，并根据燃料实际热值进行热耗率计算。

6.7 各缸工作均匀性

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下，按CB/T 3254.2—2013中5.2的规定执行。

6.8 调速性能

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下，按GB/T 3475—2025中5.3和5.4的规定执行。

6.9 工作特性

6.9.1 负荷特性

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下进行负荷特性试验。试验方法按CB/T 3254.2—2013中5.4的规定执行。

6.9.2 推进特性

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下进行推进特性试验。试验方法按CB/T 3254.2—2013中5.7的规定执行。

6.10 最低空载稳定转速

发动机在柴油模式下，按CB/T 3254.2—2013中5.8的规定执行。

6.11 最低工作稳定转速

发动机在柴油模式下，按CB/T 3254.2—2013中5.9的规定执行。

6.12 电控系统功能

发动机按CB/T 3254.2—2013中5.12的规定，以及中国船级社《钢质海船入级规范》中第3分册第九章附录2中3.2.5的规定执行。

6.13 安全保护

发动机按CB/T 3254.2—2013中5.13的规定，以及中国船级社《船舶应用氨燃料指南》中的规定执行。

6.14 耐久性

按CB/T 3254.2—2013中5.14的规定执行，试验工况应包含柴油模式和氨双燃料模式。

6.15 机械振动

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下，按CB/T 3154的规定执行。

6.16 轴系振动

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下，按CB/T 3853的规定执行。

6.17 噪声

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下，按GB/T 9911的规定执行。

6.18 废气排放

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下，废气排放测量按GB/T 8190.1和GB/T 8190.4的规定执行。

6.19 停缸

发动机停缸按CB/T 3254.2—2013中5.17的规定执行。

6.20 停增压器

发动机停增压按CB/T 3254.2—2013中5.18的规定执行。

6.21 排气背压

发动机分别在柴油和氨双燃料两种模式下，按CB/T 3254.2—2013中5.19的规定执行。

6.22 切换功能

发动机进行柴油和氨双燃料模式的相互切换，记录过程中最高和最低转速以及转速稳定时间。

7 检验规则

7.1 检验分类

本文件规定的检验分为：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 新产品试制、定型或鉴定；
- b) 转厂生产的首制产品；
- c) 因产品结构，材料或工艺有较大改变，且可能影响发动机性能；
- d) 国家质量监督部门或检验主管部门提出进行型式检验要求。

7.2.2 发动机型式检验项目及顺序见表4。

7.2.3 对首台发动机进行型式检验。

7.2.4 发动机型式检验的项目全部符合要求时判为型式检验合格。若有1项不符合要求，则判发动机型式检验不合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 发动机的出厂检验项目及顺序见表4。

表4 检验项目和顺序

序号	检验项目	标准章条号		检验类别		
		技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验	
					主机	辅机
1	外观	5.2	6.1	●	●	●
2	密封性	5.3	6.2	●	●	●
3	清洁度	5.4	6.3	●	○	○
4	起动性能	5.5	6.4	●	●	●
5	标定功率	5.6	6.5	●	●	●
6	燃料消耗率	5.7.1	6.6.1	●	●	●
7	热耗率	5.7.2	6.6.2	●	●	●
8	各缸工作均匀性	5.8	6.7	●	○	○
9	调速性能	5.9	6.8	●	○	○

表4 检验项目和顺序（续）

序号	检验项目	标准章条号		检验类别		
		技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验	
					主机	辅机
10	工作特性	5.10	6.9	●	●	●
11	最低空载稳定转速	5.11	6.10	●	○	○
12	最低工作稳定转速	5.12	6.11	●	●	○
13	电控系统功能	5.13	6.12	●	●	●
14	安全保护	5.14	6.13	●	●	●
15	耐久性	5.15	6.14	●	/	/
16	机械振动	5.16	6.15	●	○	○
17	轴系振动	5.17	6.16	●	/	/
18	噪声	5.18	6.17	●	○	○
19	废气排放	5.19	6.18	●	○	○
20	停缸	5.20	6.19	●	○	○
21	停增压器	5.21	6.20	●	○	○
22	排气背压	5.22	6.21	●	○	○
23	自动切换功能	5.23	6.22	●	●	●
注1：“●”表示必检项目；“○”表示协商检验项目；“/”表示不检项目；“ ” 注2：在“●”及“○”的项目中包含多项试验内容时，也可选择进行部分试验 注3：废气排放特性如在发动机出厂试验时进行，则在发动机型式试验中可作为可选项						

7.3.2 每台发动机出厂前应进行出厂检验。

7.3.3 发动机出厂检验的项目全部符合要求时判该产品出厂检验合格。否则，判该产品出厂检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

发动机应具有牢固的铭牌，铭牌尺寸及要求宜符合GB/T 13306的规定。并至少标明以下内容：

- 制造商名称、商标；
- 产品名称及型号；
- 柴油模式下标定功率/标定转速；
- 氨双燃料模式下标定功率/标定转速；
- 外形尺寸；
- 净重量；
- 检验标记；
- 出厂编号及制造日期。

8.2 包装、运输

8.2.1 包装箱的包装储运标志应符合GB/T 191的规定。包装箱外应标明如下内容：

- a) 收货单位地址及名称；
- b) 产品名称及型号；
- c) 外形尺寸（长×宽×高），单位为毫米（mm）；
- d) 总质量，单位为千克（kg）；
- e) 出厂编号及制造日期；
- f) 制造商名称；
- g) 注意事项及标记，如“重心”、起吊位置等。

8.2.2 随机备件、附件、工具等应装入专用包装箱。随机技术文件包括：

- a) 产品使用说明书；
- b) 产品合格证；
- c) 装箱单；
- d) 随机备、附件清单；
- e) 其他相关技术文件。

8.2.3 产品使用说明书应符合GB/T 9969的规定。

8.2.4 包装箱的收发货标志应符合GB/T 6388的规定。

8.3 贮存

8.3.1 在运输贮存符合规定的条件下，自交货之日起，发动机及其随机附件、备件、工具的封存防锈有效期不应少于12个月。

8.3.2 发动机应贮存在通风、干燥、无腐蚀性物质的场地，存放期间要注意防水、防火、防冻、防锈蚀。