

ICS 27.020

CCS J 92

团 体 标 准

T/CSICE 049-2025

船用甲醇柴油双燃料发动机

Marine methanol diesel dual fuel engine

2025-12-26 发布

2025-12-26 实施

中国内燃机学会 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 分类和型号	3
5 技术要求	3
5.1 一般要求	3
5.1.1 主要技术规格和参数	3
5.1.2 防爆与防护	4
5.1.3 环境适应性	4
5.2 外观	4
5.3 性能	5
5.3.1 起动性能	5
5.3.2 标定功率	5
5.3.3 各缸工作均匀性	5
5.3.4 调速性能	5
5.3.5 工作特性	5
5.3.6 最低空载稳定转速	5
5.3.7 最低工作稳定转速	5
5.3.8 电控系统功能	5
5.3.9 安全保护	6
5.3.10 耐久性	7
5.3.11 连续运转	7
5.3.12 机械振动	7
5.3.13 轴系振动	7
5.3.14 噪声	7
5.3.15 排气烟度	7
5.3.16 排放限值	7
5.3.17 停缸	7
5.3.18 停增压器性能	7
5.3.19 排气背压	7
5.3.20 自动切换功能	7
5.3.21 热耗率	8
6 试验方法	8
6.1 外观查验	8

6.2	起动试验	8
6.3	功率标定试验	8
6.4	各缸均匀性试验	8
6.5	调速特性试验	8
6.6	速度特性试验	8
6.7	负荷特性试验	8
6.8	推进特性试验	8
6.9	最低空载稳定转速试验	8
6.10	最低工作稳定转速试验	8
6.11	电控系统功能性试验	8
6.12	安全保护装置试验	9
6.13	耐久试验	9
6.14	连续运转试验	9
6.15	机械振动测定	9
6.16	轴系扭转振动测定	10
6.17	噪声测定	10
6.18	排气烟度测量	10
6.19	废气排放特性测定	10
6.20	停缸试验	10
6.21	停增压器试验	10
6.22	背压试验	10
6.23	运行模式切换试验	10
6.24	热耗率测定	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	11
8	标志、包装、运输和贮存	12
8.1	标志	12
8.2	包装、运输	12
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、天津大学、安庆中船柴油机有限公司。

本文件主要起草人：王锋、梁刚、吴勇胜、张东明、刘浩业、杨涛、支援、徐聪聪、郑亮、郭立君、尹一帆、徐建新、朱清、张文正、沈翔。

本文件于2025年首次发布。

船用甲醇柴油双燃料发动机

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

本文件规定了船用甲醇柴油双燃料发动机的分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于船用甲醇柴油双燃料发动机的设计、制造、试验和验收。

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 19 包装储运图示标志
- GB/T 338 工业用甲醇
- GB/T 725 内燃机产品名称和型号编制规则
- GB/T 1690—2010 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法
- GB/T 1883.1 往复式内燃机 词汇 第1部分：发动机设计和运行术语
- GB 3033.1 船舶与海上技术管路系统内含物的识别颜色 第1部分主颜色和介质
- GB 3033.2 船舶与海上技术管路系统内含物的识别颜色 第2部分不同介质和(或)功能的附加颜色
- GB/T 3475 船用柴油机调速系统技术要求和试验方法
- GB/T 5741 船用柴油机排气烟度测量方法
- 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/T 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
- 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试验循环
- GB 8840—2009 船用柴油机排气烟度限值
- GB/T 9911 船用柴油机辐射的空气噪声测量方法
- GB/T 9969 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 15097 船舶发动机排气污染物排放限值和测量方法（中国第一、二阶段）
- GB/T 20651.1 往复式内燃机安全 第1部分：压燃式发动机
- GB/T 36658 船用柴油天然气双燃料发动机技术条件
- 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 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
 《船舶应用甲醇/乙醇燃料指南》2022
 《钢质海船入级规范》2024

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

甲醇燃料发动机 methanol fuel engine

可使用甲醇燃料的发动机，仅包含甲醇单一燃料发动机和甲醇柴油双燃料发动机。

3.2

甲醇单一燃料发动机 methanol single fuel engine

仅以甲醇为燃料，或采用微量柴油引燃甲醇，不能转换到其他燃料模式的发动机。

注：微量柴油引燃甲醇时，标定功率下引燃柴油热耗率占比小于等于10%。

3.3

甲醇柴油双燃料发动机 marine methanol diesel dual fuel engine

可同时使用甲醇和柴油（含引燃柴油），又可单独使用柴油的发动机。

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 H_{shc} 。

$$H_{shc} = \sum G_i \times H_i / P \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- H_{shc} ——发动机热耗率，kJ/(kW·h)；
 G_i ——燃料*i*的燃料消耗量，kg/h；
 H_i ——燃料*i*的低热值，kJ/kg；
 P ——发动机功率，kW。

3.5

引燃柴油热耗率占比 proportion of ignition diesel heat consumption rate

发动机引燃柴油热耗率与热耗率的比值。

$$\delta = (G_p \times H_p / \sum G_i \times H_i) \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

式中：

- δ ——引燃柴油热耗率占比，%；
 G_p ——引燃柴油的燃料消耗量，kg/h；
 H_p ——引燃柴油的低热值，kJ/kg；
 G_i ——燃料*i*的燃料消耗量，kg/h；
 H_i ——燃料*i*的低热值，kJ/kg。

3.6

甲醇替代率 the substitution ratio of methanol

甲醇热耗量与总热耗量的比值。

$$\alpha = (G_m \times H_m / \sum G_i \times H_i) \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- α ——甲醇替代率，%；
- G_m ——甲醇燃料的消耗量，kg/h；
- H_m ——甲醇燃料的低热值，kJ/kg；
- G_i ——燃料*i*的燃料消耗量，kg/h；
- H_i ——燃料*i*的低热值，kJ/kg。

3.8

双燃料模式 dual fuel mode

燃用柴油和甲醇两种燃料的发动机运行模式。

3.9

柴油模式 diesel mode

仅使用柴油的发动机运行模式。

3.10

甲醇气道喷射 methanol port injection

将甲醇喷入各缸的进气歧管或气缸盖进气道的喷射方式，甲醇喷射位置每缸不少于一个，且单缸独立控制。

3.11

甲醇缸内直喷 methanol direct injection

直接将甲醇喷入发动机气缸内的喷射方式，甲醇喷射位置每缸不少于一个，且单缸独立控制。

4 分类和型号

4.1 分类

发动机分类方式如下。

- a) 按甲醇喷射方式可分为：甲醇气道喷射发动机、甲醇缸内直喷发动机。
- b) 按发动机转速可分为：低速发动机、中速发动机、高速发动机，分类要求按照《钢质海船入级规范》2024第3篇第9章9.1.2执行。
- c) 按用途可分为：推进用主发动机（简称主机）、发电用辅发动机（简称辅机）。

4.2 型号

发动机型号命名规则宜符合GB/T 725的规定。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.2 主要技术规格和参数

制造厂的发动机技术规格应至少包括下列主要技术参数：

- a) 型号；
- b) 缸数；

- c) 气缸排列方式;
- d) 气缸直径, mm;
- e) 活塞行程, mm;
- f) 工作循环(冲程数);
- g) 发火顺序,
- h) 标定功率, kW;
- i) 标定转速, r/min;
- j) 旋转方向;
- k) 活塞平均速度, m/s;
- l) 喷油方式;
- m) 压缩比;
- n) 最大甲醇替代率, %;
- o) 最大甲醇替代率对应工况, %;
- p) 双燃料模式下额定工况热耗率, kJ/(kW·h);
- q) 柴油模式下额定工况燃油消耗率, g/(kW·h);
- r) 进排气系统(自然吸气、增压);
- s) 起动方式;
- t) 进气冷却系统(有否中间冷却器);
- u) 最低空载稳定转速, r/min;
- v) 最低工作稳定转速, r/min;
- w) 平均有效压力, MPa;
- x) 最高爆发压力, MPa;
- y) 超负荷转速(如有);
- z) 排气温度, °C;
- aa) 润滑油/气缸油/系统油牌号;
- bb) 润滑油/气缸油/系统油消耗率, g/(kW·h);
- cc) 外形尺寸,(长×宽×高), mm;
- dd) 净质量, kg。

5.1.3 防爆与防护

发动机的防爆和防护要求应符合CB/T 3253—2013中4.1.3~4.1.16及《船舶应用甲醇/乙醇燃料指南》2022和《中国船级社钢质海船入级规范》2024规定要求。

5.1.4 环境适应性

发动机应在《中国船级社钢质海船入级规范》2024第3篇第1章1.2.1节和第4篇第1章1.2.1节规定要求。

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,易碎易损部分有保护装置。

5.2.2 发动机表面漆层牢固、均匀,不应有起皱和剥落等缺陷。

5.2.3 甲醇燃料管路应标识清晰。

5.2.4 发动机应无漏气、漏水、漏油和漏醇现象。

5.3 性能

5.3.1 起动性能

发动机的起动性能符合CB/T 3253-2013中4.3规定。

5.3.2 标定功率

发动机铭牌上的标定功率应按GB/T 6072.1—2008中第12章的规定进行标识，应分别标出双燃料模式和柴油模式下的标定功率。甲醇柴油双燃料发动机在双燃料模式下的标定功率不低于柴油模式下标定功率。当试验环境状况与标准基准状况有差异时，其功率按照GB/T 21404中第7章规定方法进行修正。

5.3.3 各缸工作均匀性

发动机在标定工况下各缸工作均匀性按CB/T 3253—2013中4.4的规定执行。

5.3.4 调速性能

发动机调速系统的精度等级以及不同精度等级下的调速性能指标、转速波动率、不灵敏度、非直线度等，按照GB/T 3475的规定执行。

5.3.5 工作特性

5.3.5.1 工作特性应符合CB/T 3253—2013中4.6.2~4.6.5的规定。

5.3.5.2 柴油模式下应具有110%标定功率的运行能力，双燃料模式下可不具备110%标定功率的运行能力。

5.3.5.3 制造厂应按产品使用特性需要，进行必要的特性试验并提供相应的特性曲线。

5.3.6 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。

5.3.7 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。

注：当双燃料模式无法满足上述要求时，允许根据发动机设计确定双燃料模式时的最低工作稳定转速，并在产品技术规格中明确。

5.3.8 电控系统功能

发动机的电控系统功能要求除应符合CB/T 3253—2013中4.9及《钢质海船入级规范》2024第3篇第9章附录2中2.2的规定外，还应符合以下要求。

- a) 发动机电控系统应独立于安全系统。
- b) 柴油模式与双燃料模式间应能自动切换，且在任何情况下均应能实现人工干预。
- c) 柴油模式切换双燃料模式前，应对切换条件进行自检，自检通过后方可执行；如双燃料模式下出现不正常运转，应自动切换至柴油模式。
- d) 引燃柴油喷射没有动作的情况下，应保证不会向燃烧室供应甲醇燃料。
- e) 正常停车及紧急停车时，甲醇供应的切断不应迟于点火源的切断。

5.3.9 安全保护

5.3.9.1 一般要求

应满足《船舶应用甲醇乙醇燃料指南》2022 第 7 章 7.1.3、7.1.4 和 7.2.1 要求。

5.3.9.2 曲轴箱防爆安全阀

应按《钢质海船入级规范》2024 第 3 篇第 9 章 9.7.4 的要求安装曲轴箱安全阀。

5.3.9.3 曲轴箱呼吸装置

- a) 除二冲程十字头式发动机外，每台发动机的曲轴箱应设有独立于其他发动机的透气系统。
- b) 透气管上应安装火焰消除器或其他等效装置，透气口应通往开敞区域的安全位置或其他可安全处理气体的位置。
- c) 曲轴箱应提供接口（或其他措施）进行惰化以便于维修。

5.3.9.4 曲轴箱油雾探测器或等效设备

对于活塞下部空间与曲轴箱直接相通的发动机，应对曲轴箱内发生气体积聚的潜在风险进行详细评估。如不能证明在任何情况下曲轴箱内的气体浓度均不会超过爆炸下限，则应在曲轴箱内安装油雾探测器或等效设备（如轴承温度探测器），对曲轴箱内的热点进行监测。

5.3.9.5 排气系统防爆安全阀

发动机排气系统应安装防爆安全阀，其尺寸应满足在一缸点火失败时，排气系统内未燃混合气被点燃而产生的过高的爆炸压力，或者通过计算证明排气系统可以承受该爆炸产生的压力。

5.3.9.6 控制、监测和探测

发动机机油、冷却水的压力、温度监测和安保要求应符合CB/T 3253—2013中4.12.3的规定，同时应采取措施对发动机的不良燃烧或失火、甲醇泄漏等进行监测和探测：

- a) 与甲醇接触的传感器应选用防爆型传感器。
- b) 发动机应对甲醇燃料进机压力进行监测，当压力异常时发出报警，并在压力超出允许范围时采取安全保护措施。
- c) 发动机应接收甲醇燃料供给系统故障信号，并发出报警，控制发动机执行安全保护措施。
- d) 发动机应对引燃油喷射或火花塞点火系统故障进行监测，当监测到故障时，控制发动机执行安全保护措施。
- e) 在引燃油喷射或火花塞点火系统没有动作的情况下，应保证不会向燃烧室供应甲醇燃料。
- f) 发动机应能实现单个气缸的燃烧状态监测。如由于发动机尺寸和设计等原因，无法实现单个气缸的燃烧状态监测，则应对整体燃烧状态监测。
- g) 活塞下部空间与曲轴箱连接相通的发动机应监测曲轴箱压力，当压力超过限值时应执行安全保护措施。
- h) 正常停车及紧急停车时，甲醇供应的切断不应迟于点火源或引燃油供应的切断。切断点火源或引燃油供应时，应确保提前或同时切断每个气缸或整台发动机的甲醇供应。
- i) 发动机上的甲醇管路应设置泄漏监测报警装置，双壁管环形空间内应布置合适的气体和液体泄漏探测措施，当发生甲醇泄漏时，应执行安全保护措施。
- j) 如燃料能直接泄漏到发动机辅助系统介质（润滑油、冷却水）中，则应设置合适的监测与报警装置。

5.3.9.7 警示标志

- a) 发动机甲醇管路显著位置应具有警示标志,如有泄漏应采取正确的处置方式,如用清水冲洗干净。
- b) 发动机机器处所内应固定安装一块警示牌或告示板,上面写明在发动机使用燃料运转时,不应进行可能对燃料管路造成危险的起重作业。

5.3.10 耐久性

发动机的耐久性要求应符合 CB/T 3253-2013 中 4.13 的规定,在每一个循环工况中,应根据工厂的设计包含双燃料模式。

5.3.11 连续运转

发动机的连续运转特性要求应符合 CB/T 3253-2013 中 4.14 的规定。

5.3.12 机械振动

发动机在标定工况下运行时,机械振动应符合 CB/T 3253-2013 中 4.15 的规定。

5.3.13 轴系振动

根据发动机的用途,发动机的轴系扭转振动应符合 CB/T 3253-2013 中 4.16 的规定。

5.3.14 噪声

发动机在标定工况下运转时,其噪声限值应符合 GB/T11871-2009 中第 3 章的规定。

5.3.15 排气烟度

发动机在标定工况下运转时,排气烟度应符合 GB/T8840-2009 中 4.2 的规定。

5.3.16 排放限值

适用时,发动机的污染物排放限值应符合《防止船舶污染国际公约》附则VI第3章第13条有关氮氧化物的修订草案的排放要求,以及GB 15097的规定。

5.3.17 停缸

发动机停缸性能要求应符合 CB/T 3253-2013 中 4.22 的规定。

5.3.18 停增压器性能

发动机在柴油模式下的停增压器性能要求应符合 CB/T 3253-2013 中 4.23 的规定。

5.3.19 排气背压

在 300mmH₂O 排气背压下发动机主要性能参数应达到设计指标。

5.3.20 自动切换功能

- a) 当甲醇燃料供应中断时,发动机应能以柴油模式持续正常运转。
- b) 发动机应具有燃料模式自动转换系统,燃料模式转换时应保证转速波动小,应通过试验验证燃料模式转换的可靠性。

- c) 在任何情况下均应能通过手动方式切换运行模式。
- d) 正常停车及紧急停车时，甲醇燃料供应的切断不应迟于柴油的切断；切断柴油供应时，应确保提前或同时切断每个气缸或整台发动机的燃料供应。

5.3.21 热耗率

发动机在标定功率时的热耗率最大偏差不应超过标定值的+5%。

6 试验方法

6.1 外观查验

目测检查发动机外观。

6.2 起动试验

按照 CB/T 3254.2—2013 中 5.1 的规定执行。

6.3 功率标定试验

按照 CB/T 3254.1—2013 中第 5 章的规定执行。

6.4 各缸均匀性试验

发动机分别在双燃料模式和柴油模式下，按照 CB/T 3254.2—2013 中 5.2 的规定执行。

6.5 调速特性试验

发动机分别在双燃料模式和柴油模式下，按照 GB/T 3475—2008 中 4.3 和 4.4 的规定执行。

6.6 速度特性试验

发动机分别在双燃料模式和柴油模式下，按照 CB/T 3254.2—2013 中 5.5 的规定执行。

6.7 负荷特性试验

发动机分别在双燃料模式和柴油模式下，按照 CB/T 3254.2—2013 中 5.4 的规定执行。

6.8 推进特性试验

发动机分别在双燃料模式和柴油模式下，按照 CB/T 3254.2—2013 中 5.7 的规定执行。

6.9 最低空载稳定转速试验

发动机分别在双燃料模式和柴油模式下，按照 CB/T 3254.2—2013 中 5.8 的规定执行。

6.10 最低工作稳定转速试验

发动机分别在双燃料模式和柴油模式下，按照 CB/T 3254.2—2013 中 5.9 的规定执行。

6.11 电控系统功能性试验

除按照 CB/T 3254.2—2013 中 5.12 的要求进行外，还需补充如下试验：

对主机和辅机，应分别按推进特性和负荷特性进行燃料模式的切换试验，应在发动机设计允许的切换工况范围内开展切换试验，切换过程中发动机负荷应保持不变，记录切换前后发动机的转速、功率变化情况。切换工况应包含表1中所列工况。

表1 发动机燃料模式切换试验工况表

序号	工况 %	由柴油模式切换到双燃料模式	由双燃料模式切换到柴油模式
1	最低切换工况 ^①	●	●
2	最高切换工况 ^①	●	●
3	50	●	●
4	75 ^②	●	●
5	100	○	●

注1：“●”表示必做项目；“○”表示根据发动机设计确定是否开展该项目。
注2：①允许的最低切换工况和最高切换工况根据发动机设计确定。
注3：②当允许的最高切换工况低于75%工况时，则可不开展75%工况由燃油模式切换到甲醇模式。

6.12 安全保护装置试验

发动机按照CB/T 3254.2-2013中5.13的规定执行，以及《钢质海船入级规范》2024第3篇第9章附录10要求进行。

6.13 耐久试验

发动机耐久试验应按照CB/T 3254.2—2013中5.14的规定进行，耐久试验循环工况及时间可按表2规定执行。

表2 耐久试验循环工况表

序号	甲醇气道喷射双燃料发动机		甲醇缸内直喷双燃料发动机	
	工况 %	运行时间 min	工况 %	运行时间 min
1	双燃料模式最低运行工况	30	双燃料模式最低运行工况	30
2	50	40	50	40
3	最高替代率工况	450	75	40
4	90	40	90	40
5	100	40	100	450

注：双燃料模式最低运行工况和最高替代率工况根据发动机设计确定。

6.14 连续运转试验

发动机在双燃料模式和柴油模式下，按照CB/T 3254.2-2013中5.15的规定执行。

6.15 机械振动测定

发动机在双燃料模式和柴油模式下，按照CB/T 3154的规定执行。

6.16 轴系扭转振动测定

发动机在双燃料模式和柴油模式下，按照 CB/T 3853 的规定执行。

6.17 噪声测定

发动机在双燃料模式和柴油模式下，按照 GB/T 9911 的规定执行。

6.18 排气烟度测量

发动机在双燃料模式和柴油模式下，按照 GB/T 5741 的规定执行。

6.19 废气排放特性测定

发动机在双燃料模式和柴油模式下，按照 GB/T 15097 规定执行或相应的国际海事组织排放控制规则或相应国家船级社的排放指南进行。

6.20 停缸试验

发动机在柴油模式下，按照 CB/T 3254.2-2013 中 5.17 的规定执行。

6.21 停增压器试验

发动机在柴油模式下，按照 CB/T 3254.2-2013 中 5.18 的规定执行。

6.22 背压试验

发动机在双燃料模式和柴油模式下，按照 CB/T 3254.2-2013 中 5.19 的规定执行。

6.23 运行模式切换试验

按照表 1 工况表进行发动机在双燃料模式和柴油模式下相互切换，记录过程中最高和最低转速以及转速稳定时间。

6.24 热耗率测定

发动机燃料消耗率测量应按照 CB/T 4147 要求进行，并根据燃料实际热值进行热耗率计算；热耗率测定应结合工作特性试验进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

本标准规定的检验分为：

- a) 型式试验；
- b) 出厂试验。

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动，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3。

7.2.3 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。若有一项不符合要求，允许采取纠正措施对不符合要求项目重新试验，如型式检验有多于一项不符合要求或整改一次仍不符合要求，则判定型式检验不合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 发动机的出厂检验项目及顺序见表3。

7.3.2 每台发动机出厂前均应进行出厂检验。

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。若有一项不符合要求，允许采取纠正措施对不符合要求项目重新试验，如出厂检验有多于一项不符合要求或整改一次仍不符合要求，则判定出厂检验不合格。

表3 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	型式试验	出厂试验	
					主机	辅机
1	外观检查	5.2	6.1	●	●	●
2	起动试验	5.3.1	6.2	●	●	●
3	功率标定试验	5.3.2	6.3	●	●	●
4	各缸均匀性试验	5.3.3	6.4	●	○	○
5	调速特性试验	5.3.4	6.5	●	○	●
6	速度特性试验	5.3.5	6.6	●	○	○
7	负荷特性试验	5.3.5	6.7	●	○	●
8	推进特性试验	5.3.5	6.8	●	●	○
9	最低空载稳定转速试验	5.3.6	6.9	●	●	○
10	最低工作稳定转速试验	5.3.7	6.10	●	●	○
11	电控系统功能性试验	5.3.8	6.11	●	●	●
12	安全保护装置试验	5.3.9	6.12	●	●	●
13	耐久试验	5.3.10	6.13	●	○	○
14	连续运转试验	5.3.11	6.14	●	●	●
15	机械振动测定	5.3.12	6.15	●	○	○
16	轴系扭转振动测定	5.3.13	6.16	●	○	○
17	噪声测定	5.3.14	6.17	●	○	○
18	排气烟度测量	5.3.15	6.18	●	○	○
19	废气排放成分测定	5.3.16	6.19	○	○	○
20	停缸试验	5.3.17	6.20	●	○	○
21	停增压器试验	5.3.18	6.21	●	○	○
22	背压试验	5.3.19	6.22	●	○	○
23	运行模式切换试验	5.3.20	6.23	●	○	○
24	热耗率	5.3.21	6.24	●	●	●

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	型式试验	出厂试验	
					主机	辅机
注 1：“●”表示必须进行的试验；“○”表示由双方协商进行的试验。 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 3：18 项一般与发动机型式试验分开单独进行，因此在发动机型式试验中作为可选项。						

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，铭牌尺寸及要求符合 GB/T 13306 的规定，并至少标明以下内容：

- a) 制造商名称、商标、产品执行标准号；
- b) 产品名称及型号；
- c) 柴油模式，双燃料两种模式下标定功率/标定转速；
- d) 最大甲醇替代率；
- e) 外形尺寸；
- f) 净重量；
- g) 检验标记；
- h) 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；
- a) 产品名称及型号；
- b) 外形尺寸（长×宽×高），mm；
- c) 总质量，kg；
- d) 出厂编号和和制造日期；
- e) 制造商名称；
- f) 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

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。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。
