

附件 1

第 MEPC.397(83)号决议
(2025 年 4 月 11 日通过)

《2008 年氮氧化物技术规则》修正案

(船用柴油发动机使用多种发动机运行工况，包括明确发动机试验循环)

海上环境保护委员会，

忆及《国际海事组织公约》关于防止和控制船舶造成海洋污染国际公约赋予海上环境保护委员会职能的第38(a)条，

还忆及经 1978 年和 1997 年议定书修订的《1973 年国际防止船舶造成污染公约》(《防污公约》)规定了修正程序并赋予本组织适当机构审议并由缔约国通过其修正案职能的第 16 条，

进一步忆及《防污公约》附则 VI 第 13 条，根据该条，《船用柴油发动机氮氧化物排放控制技术规则》(以下称“《2008 年氮氧化物技术规则》”)在该附则下为强制性规则，

在其第八十三届会议上，审议了按照《防污公约》第 16(2)(a)条散发的关于船用柴油发动机使用多种发动机运行工况，包括明确发动机试验循环的《2008 年氮氧化物技术规则》修正案草案，

1 按《防污公约》第 16(2)(d)条，通过《2008 年氮氧化物技术规则》修正案，其文本载于本决议附件；

2 按《防污公约》第 16(2)(f)(ii)和 16(2)(f)(iii)条，决定该修正案应于 2026 年 9 月 1 日被视为获得接受，除非在此日期之前，有不少于三分之一的缔约国或拥有合计商船总吨位不少于世界商船总吨位 50% 的缔约国，已通知本组织其反对该修正案；

3 提请各缔约国注意，按《防污公约》第 16(2)(g)(ii)条，该修正案在按上述第 2 段获得接受后，应于 2027 年 3 月 1 日生效；

4 还提请各缔约国注意，上述修正案须按以下生效：

- (a) 对于新的单台发动机或先前未发证的发动机组或发动机族的母型机，依据单台发动机或母型机 EIAPP 证书的签发日期，上述修正案不晚于 2028 年 1 月 1 日适用；

- (b) 对于母型机在**2028年1月1日**以前发证的发动机组或发动机族的新成员发动机，在对该成员发动机发证之前，需表明，依据该成员发动机**EIAPP**证书的签发日期，该发动机组或发动机族不晚于**2030年1月1日**符合上述修正案；
- (c) 上述修正案不适用于已有**EIAPP**证书的船用柴油发动机，但以下情况除外：
 - (i) 对于**2028年1月1日**或以后进行实质性改装的发动机，依据该发动机**EIAPP**证书的签发日期，上述修正案将按照《**2008年氮氧化物技术规则**》经修正的第**1.3.2**段中“实质性改装”定义的规定适用；和
 - (ii) 对于**2028年1月1日**或以后安装的完全相同的替代发动机，用于原发动机签发**EIAPP**证书时的《**2008年氮氧化物技术规则**》的版本适用，除非替代的发动机已配备了多种发动机运行工况，在这种情况下，《**2008年氮氧化物技术规则**》新的第**8**章适用；

5 要求秘书长，按《防污公约》第**16(2)(e)**条，将本决议及其附件中所载修正案文本的核正无误副本送交《防污公约》所有缔约国；

6 还要求秘书长将本决议及其附件的副本送交非《防污公约》缔约国的本组织各会员。

附件

《2008 年氮氧化物技术规则》修正案

(船用柴油发动机使用多种发动机运行工况，包括明确发动机试验循环)

第 1 章 – 总则

1.3 定义

1 第 1.3.2 段由以下替换：

“1.3.2 船用柴油发动机的实质性改装系指：

- .1 对于 2000 年 1 月 1 日或以后建造的船上所安装的发动机而言，*实质性改装系指*：可能造成发动机超出第 13 条规定的适用排放限值的任何发动机改装。用技术档案中规定的部件进行不改变排放性能的发动机构件常规更换，不论是一部分还是多部分部件更换，均不视为“实质性改装”。对于此类发动机在实质性改装后的重新发证，用于原证书的本规则的版本须适用，除非该发动机配备了辅助控制装置或有多种发动机运行工况。当装有辅助控制装置时，本规则 2.5 和 3.3 的要求须适用。当发动机有多种运行工况时，本规则第 8 章的要求须适用。
- .2 对于 2000 年 1 月 1 日以前建造的船上所安装的发动机而言，*实质性改装系指*增加了 6.3 所述的简单测试方法确定的发动机现有排放特性，使其超出 6.3.11 规定的允许值的任何改装。这些改变包括，但不限于，其运行或技术参数(例如：改变凸轮轴、燃油喷射系统、空气系统、燃烧室构造，或发动机定时校准)的改变。就本附则第 13.2 条的适用而言，符合第 13.7.1.1 条的经证明的认可方法的安装，及符合第 13.7.1.2 条的发证，不被视为实质性改装。对于此类发动机在实质性改装后的重新发证，本规则的 2.5、3.3 和第 8 章(当发动机有多种运行工况时)须适用。”

2 新增第 1.3.21 至 1.3.37 段如下：

“1.3.21 *发动机运行工况*系指在影响氮氧化物的排放性能的基本排放控制策略中应用的一组特定的影响氮氧化物排放的设置。这些设置可能涉及但不限于燃油喷射、进排气阀操作、增压空气管理、排气旁通/废气门或排气后处理控制以及辅助控制装置。

1.3.22 多种发动机运行工况系指船用柴油发动机有不只一种发动机运行工况可供选择。

1.3.23 辅助控制装置系指安装在船用柴油发动机上的一种系统、功能或控制策略，用于保护发动机和/或其辅助设备免受可能导致损坏或故障的运行工况影响，或用于辅助发动机启动。辅助控制装置也可以是一种已被充分证明不属于失效装置的策略或措施。辅助控制装置包括设计中的任何元件，其中包含传感器或其他装置，通过控制系统的作用，这些元件可以启动、调节、延迟或停用基本排放控制系统任何部分的运行。任何启动后会导致排放发生非渐进式变化的装置或策略也属于辅助控制装置。在船用柴油发动机首次发证时未申报的辅助控制装置须被视为失效装置。

1.3.24 失效装置系指一种测量、感知或响应运行变量(如发动机转速、温度、进气压力或任何其他参数)的装置，其目的是启动、调节、延迟或停用排放控制系统的任何部件的运行或功能，从而在正常运行过程中遇到的工况下降低排放控制系统的有效性，除非此类装置的使用基本包含在适用的排放发证测试程序中。经主管机关对NO_x认证材料审查认可的辅助控制装置不属于失效装置。

1.3.25 基本排放控制策略系指在辅助控制装置未启动的任何时候所启用的排放控制策略。它由设计为根据发动机负载和/或转速进行调节，从而影响发动机的排放性能的任何参数、设计元件或运行控制组成。参数的调节应是渐进式的，且不会导致排放出现不成比例的变化。

1.3.26 合理排放控制策略系指应用于船用柴油发动机的基本排放控制策略，该策略确保用于得出加权比排放值的各个工况点的排放值能够代表发动机正常运行期间的排放值。

1.3.27 不合理排放控制策略系指当船用柴油发动机在正常使用条件下运行时将排放控制系统的有效性降至低于适用的排放试验程序所预期的水平的任何策略或措施。

1.3.28 不得超过排放限值系指在发动机不得超过区域内，根据本规则3.3确定的给定运行条件下允许的最大氮氧化物排放值。

1.3.29 不得超过区域系指申请方声明发动机经认证可在稳态条件下运行的不得超过区域极限范围内，船用柴油发动机的功率或扭矩及转速范围。就本规则3.2规定的C1循环而言，不得超过区域对应于不得超过区域的整个极限范围。

1.3.30 不得超过区域极限范围系指本规则3.2规定的除C1循环外所有试验循环中，在额定功率25%及以上时不得超过区域的功率或扭矩及转速边界，对于C1循环，则为发动机负荷50%及以上。

1.3.31 *点排放值*系指在本规则规定的湿度和温度参考条件下, 在特定功率或负载及转速点以克/千瓦时表示的氮氧化物排放值。

1.3.32 *NO_x 认证材料*系指申请方按照本规则2.5和3.3的要求提交给主管机关的一整套资料。

1.3.33 *推进发动机*系指用于直接或间接推进的船用柴油发动机。推进发动机在执行推进任务期间或单独执行推进任务时, 还可额外执行非推进任务。

1.3.34 *非推进发动机*系指不属于推进发动机的船用柴油发动机。仅用于或部分用于船舶横向移动的发动机不属于推进发动机。

1.3.35 *定速发动机*系指仅限于定速运行的船用柴油发动机。

1.3.36 *定速发动机运行*系指由速度控制装置调节的船用柴油发动机, 该装置自动控制操作需求, 以在整个负载范围内维持发动机的额定转速。^{*}

此外, 还可设置一个怠速, 用于启动或关闭期间。

^{*} 在实际使用中, 此类速度控制装置可以维持固定转速, 也可以维持与负载相关的转速, 使得在最大负载时的转速比零负载时的转速低约 10%。

1.3.37 *变速发动机*系指非定速发动机的发动机。”

第 2 章 – 检验和发证

3 新增第 2.5 节 如下:

“2.5 合理排放控制策略

2.5.1 除 2.2 外, 本节的要求须适用。

2.5.2 每台船用柴油发动机在其整个运行负载和转速范围内, 均须采用合理的排放控制策略。申请方须在 NO_x 认证材料中向主管机关记录实现该策略的方式。认证材料中包含的信息须能令主管机关确信, 发动机在正常运行期间采用了合理的排放控制策略。

2.5.3 对于应用了一个或多个辅助控制装置的发动机, 无论这些装置是在稳态还是瞬态条件下运行, 都须在 NO_x 认证材料中向主管机关申报。未进行申报的辅助控制装置须被视为失效装置, 因此, 应用了此类未申报装置的发动机, 其氮氧化物认证将无效。

2.5.4 为对基本排放控制策略进行审查，NO_x 认证材料须包括：

- .1 一份由发动机基本排放控制策略控制的所有影响氮氧化物排放的设置及运行值清单，例如燃油喷射、进排气阀操作、增压空气管理、排气旁通/废气门或排气后处理控制；
- .2 针对 2.5.4.1 中确定的设置及运行值，在适用试验循环各工况点的参考值记录；
- .3 证明文件，表明每当发动机在 2.5.4.2 中确定的两个工况点之间运行时，排放控制策略会在这些工况点之间进行渐进式插值；
- .4 证明文件，用以说明在从工况点连线到发动机不得超过区域极限范围的恒功率且转速变化的线上，基本排放控制策略应确保点排放值的任何变化都是渐进的，且与工况点连线上该功率对应的排放值相比具有合理性，除非该变化由辅助控制装置合理解释或因发动机的物理极限而可作说明；
- .5 一份声明，表明发动机的基本排放控制策略仅对发动机负载和转速的变化做出反应；
- .6 申请方认为相关的任何其他信息；和
- .7 主管机关要求的任何其他信息。

2.5.5 对于每一个可能在稳态条件下运行的辅助控制装置，NO_x 认证材料须包括：

- .1 对该装置必要性的说明；和
- .2 对该装置的描述，包括：
 - .1 该装置运行的详细条件以及该装置的功能；
 - .2 排放控制系统的每个调节参数如何实现基本排放控制策略的既定目标；
 - .3 用于确保调节仅限于辅助控制装置运行策略既定目标出现的条件，并将调节设定为实现该既定目标所需最小值的过程；
 - .4 该装置的应用对发动机基本排放控制策略的影响；
 - .5 对于在发动机功率 25%以上运行的辅助控制装置，须记录其对点排放值的影响；

.6 对于在申报的不得超过区域内运行的辅助控制装置，须记录对其点排放值影响的预估；

.7 申请方认为相关的任何其他信息；和

.8 主管机关要求的任何其他信息。

.3 仅在瞬态条件下运行的辅助控制装置无需包含在用于审查的 NO_x 认证材料中。

2.5.6 2.3.4 要求的技术档案须包含以下信息：

.1 识别依据 2.5.3 申报的辅助控制装置；

.2 对于 2.5.5 所涵盖的辅助控制装置，导致这些装置运行的操作工况；

.3 作为船上氮氧化物核实程序的一部分，用以核查 2.5.5 所述辅助控制装置运行情况的方法；和

.4 若适用 2.3.6 的规定，作为船上氮氧化物核实程序的一部分，须包含用以验证额外物质使用量符合实现发动机既定基本排放控制策略要求的方法。

2.5.7 若主管机关接受，2.5.4 和 2.5.5 中的文件要求，可通过引用与待认证发动机在氮氧化物排放特性方面具有可比性的船用柴油发动机的相关文件来满足。

2.5.8 本节规定仅适用于作为完全相同的替换发动机安装在船舶上的船用柴油发动机，前提是在该发动机所属的发动机族或发动机组首次认证时，本节要求已适用。”

第 3 章 – 氮氧化物排放标准

3.1 船用柴油发动机氮氧化物最大允许排放极限值

4 第 3.1.4 段由以下替换：

“3.1.4 如船用柴油发动机按第 13 条第 5.1.1 段予以验证，则在各模式点的具体排放量不得超过适用的氮氧化物排放限值的 50%，但下列除外：

.1 3.2.4 规定的 D2 试验循环的 10%模式点。

.2 3.2.5 规定的 C1 试验循环的 10%模式点。

.3 3.2.5 规定的 C1 试验循环的空转模式点。”

3.2 应适用的试验循环和加权因数

5 第 3.2 节由以下替换:

“3.2 应适用的试验循环和加权因数

3.2.1 对每一台发动机或发动机组或发动机族的母型机, 须使用 3.2.2 至 3.2.5 中规定的一个或多个相关试验循环核实是否符合第 13 条规定中适用的氮氧化物排放限值。附录 IX 提供了关于选择适当试验循环的指南, 但如果存在差异, 则以第 3 章的文本为准。

3.2.2 对于定距螺旋桨推进发动机或按推进特性运转的非推进发动机, 须按照表 1 应用 E3 试验循环。

3.2.3 对于不使用定距螺旋桨运转的推进发动机, 包括作为柴油电力装置一部分安装的发动机, 或使用可调螺距螺旋桨运转的发动机, 须按照表 2 应用 E2 试验循环。

3.2.4 对于恒速非推进发动机, 须按照表 3 应用 D2 试验循环。

3.2.5 对于上述发动机以外的作为变速发动机运转的非推进发动机, 须按照表 4 应用 C1 试验循环。

表 1 – 符合第 3.2.2 段的船用柴油发动机试验循环

试验循环 E3	转速	100%	91%	80%	63%
	功率	100%	75%	50%	25%
	加权因数	0.2	0.5	0.15	0.15

表 2 – 符合第 3.2.3 段的船用柴油发动机试验循环

试验循环 E2	转速	100%	100%	100%	100%*
	功率	100%	75%	50%	25%
	加权因数	0.2	0.5	0.15	0.15

* 有例外情况(包括拟用于 E2 应用的大缸径发动机), 由于其振动质量和构造, 发动机不能在名义速率低载荷下运转而不造成损坏重要部件的风险。在此情况下, 发动机制造厂须向主管机关提出申请, 对表 2 中有关发动机转速的 25%功率模式的试验循环进行修改。调整后的 25%功率时的发动机转速须尽可能接近发动机制造厂建议的和主管机关认可的额定发动机转速。试验循环的适用加权因数须保持不变。

表 3 – 符合第 3.2.4 段的船用柴油发动机试验循环

试验循环 D2	转速	100%	100%	100%	100%	100%
	功率	100%	75%	50%	25%	10%
	加权因数	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1

表 4 – 符合第 3.2.5 段的船用柴油发动机试验循环

试验循环 C1	转速	额定				中间			空转
	扭矩	100%	75%	50%	10%	100%	75%	50%	0%
	加权因数	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15

3.2.6 试验循环 C1 中给出的扭矩值为代表一给定的试验模式下，在给定转速下，所要求的扭矩和最大可能扭矩之比的百分比。

3.2.7 试验循环 C1 的中间转速须由制造商申报，并考虑到下列要求：

- .1 对于设计在一定转速范围中在满负荷扭矩曲线上运行的发动机，所申报的最大扭矩转速，如果出现于额定转速的 60%至 75%之间，须为中间转速。
- .2 如所申报的最大扭矩转速小于额定转速的 60%，则中间转速须为额定转速的 60%。
- .3 如所申报的最大扭矩转速大于额定转速的 75%，则中间转速须为额定转速的 75%。
- .4 对于未设计成在稳定状态下在一定转速范围中在满负荷扭矩曲线上运行的发动机，中间转速将典型地处于最大额定转速的 60%至 70%之间。

3.2.8 如果发动机制造厂请求对已经按照 3.2.2 至 3.2.5 中规定的不同试验循环核准过的发动机应用新的试验循环，则也许不需要因新的应用对发动机再完成全部发证过程。在此情况下，发动机制造厂可以将第一次发证试验的具体模式下的测量结果，使用新的试验循环的相应加权因数，用以计算新的试验循环应用的加权排放总量，通过此重新计算证明符合排放限值。”

6 新增第 3.3 节如下:

“3.3 不得超过区域极限范围内的不得超过排放值

3.3.1 作为 NO_x 认证材料的一部分, 申请方须向主管机关申报功率 25%及以上时, 功率或扭矩及转速不得超过区域的边界。在不得超过区域极限范围内, 仅在启动、停止、加速、减速、加载或卸载期间允许超出这些不得超过区域边界的运行。然而, 须允许 E3、E2 和 D2 试验循环功率低于 25%且转速达到或高于 63%的运行, 以及 C1 试验循环负载低于 50%的运行, 只要能按照 2.5 的要求证明仍在应用合理的排放控制策略。

3.3.2 2.3.4 要求的技术档案还须包含以下信息:

- .1 如 3.3.1 所述, 发动机经认证可运行的功率或扭矩及转速边界; 和
- .2 船上船上氮氧化物核实程序须包含验证发动机仅在 3.3.1 所述的功率或扭矩及转速边界内运行的方法。

3.3.3 除 3.2 规定的排放测试外, 主管机关可自行决定, 要求在不得超过区域内的负载点确定至多三个点的排放值, 以验证是否符合不得超过区域的要求。作为 NO_x 认证材料审查的一部分, 待测试的负载点应由申请方与主管机关商定。点排放值须按照第 5 章和附录 X 规定的程序确定。为获得认可, 如此确定的每个点排放值均不得超过使用附录 X 中的程序确定的各自不得超过排放限值 N_{Lz} 。

点排放值 $\leq$ 该点的排放限值 N_{Lz}

3.3.4 若能得到主管机关认可, 可采用其他方式来表明可确定点排放值或符合不得超过区域的要求。

3.3.5 对于在本节要求生效前首次获得认证的发动机族或发动机组的成员发动机, 证明符合本节要求可仅基于主管机关认可接受的文件。”

第 4 章 – 系列化生产的发动机认可: 发动机族和发动机组的概念

7 第 4.3.8.2 段中, 现有第 4.3.8.2.11 段后新增第 4.3.8.2.12 至 4.3.8.2.14 段如下:

- “12 第 8 章所涵盖的多种发动机运行工况。
- .13 基本排放控制策略。
- .14 辅助控制装置。”

8 删除第 4.3.10.5 段。

第 6 章 – 船上验证符合氮氧化物排放极限值的程序

9 第 6.2.2.3 段中, 在第 6.2.2.3.15 段末尾, 删除“或”, 在 6.2.2.3.16 末尾, “。”由“,”替换, 第 6.2.2.3.16 段后新增第 6.2.2.3.17 至 6.2.2.3.19 段如下:

- “.17 该发动机所有可用的发动机运行工况识别参考清单, 以及(如适用)每种工况的使用条件(见本规则第 8 章),
- .18 该发动机认可的辅助控制装置清单, 以及这些装置的运行条件, 或
- .19 发动机经认证可运行的、发动机功率 25%以上的发动机功率或发动机负载及转速边界。”

10 新增第 8 章如下:

“第 8 章 – 多种发动机运行工况

8.1 多种发动机运行工况的认可

8.1.1 在满足本章规定的前提下, 船舶在航工况下, 发动机运行工况可在以下情形中切换:

- .1 对于经认证可在排放等级间进行在航切换的船用柴油发动机;
- .2 对于依据 3.2 认证适用于多种试验循环应用的船用柴油发动机, 其运行工况可基于发动机执行的任务在航切换; 或
- .3 对于已按相同排放标准、相同额定功率、相同额定转速及相同试验循环认证的船用柴油发动机, 其运行工况可在多种发动机运行工况间进行在航切换。

8.1.2 依据 8.1.1.1 和/或 8.1.1.2 认证的船用柴油发动机, 在特定排放等级和/或任务下, 还可在多种发动机运行工况间切换, 在此情况下, 8.1.1.3 的规定同样适用。

8.1.3 每个发动机运行工况须按 2.3.4 要求在技术档案中注明, 如适用, 还须注明每种发动机运行工况的使用条件。

8.2 多种发动机运行工况的发证

8.2.1 对于适用 8.1.1.1 的船用柴油发动机, 每个排放等级的母型机测试报告须按 2.4.1.5 的要求纳入技术档案。每个排放等级的母型机特定排放值须填入 EIAPP 证书附页的 1.9.6。

8.2.2 对于适用 8.1.1.2 的船用柴油发动机, 每个试验循环的母型机测试报告须按

2.4.1.5 的要求纳入技术档案。发动机经认证适用的试验循环须在 EIAPP 证书上注明。每个试验循环的母型机特定排放值须填入 EIAPP 证书附页的 1.9.6 并加以标识。

8.2.3 对于适用 8.1.1.3 的船用柴油发动机:

- .1 具有 4.3.9 或 4.4.8 所确定的母型机特征和特性的每台发动机, 其每个发动机运行工况的发动机测试报告, 须按照本规则第 5 章的规定确定。若不同发动机运行工况间存在相同的工况点条件, 则无需在每个试验循环中重复测试。所需测试不一定在同一台实体发动机上进行;
- .2 按照 5.12.6.1 为每个发动机运行工况确定的特定排放值, 不得超过第 13 条规定的适用限值;
- .3 多种发动机运行工况母型机特定排放值, 须根据 5.12.6.1, 从发动机经认证的所有发动机运行工况的每个工况点处的最高氮氧化物排放率(按照 5.12.5.2 的 q_{mgas})确定;
- .4 发动机经认证的每个发动机运行工况的母型机测试报告, 须按 2.4.1.5 的要求纳入技术档案, 并附上多种发动机运行工况母型机特定排放值的确定过程;
- .5 多种发动机运行工况母型机特定排放值须填入 EIAPP 证书附页的 1.9.6;
- .6 IAPP 证书附页的第 2.2.1 节须填写完整, 以标识船上安装的哪些发动机经批准可在多种发动机运行工况下运行。

8.3 多种发动机运行工况的使用

8.3.1 发动机运行工况须仅按照技术档案中规定的相关条件使用。

8.3.2 正在使用的发动机运行工况的识别编码, 须作为船上氮氧化物核实程序的一部分进行记录, 同时记录能够证明该发动机运行工况使用条件得到遵守的数据。

8.3.3 从一种发动机运行工况转换到另一种运行工况时, 转换完成的日期和时间须作为该发动机船上氮氧化物核实程序的一部分进行记录。”

附录 V – 母型机试验报告和试验数据

11 附录 V 的标题由以下替换:

“母型机试验报告、试验数据、和最高综合特定排放值的测定”

12 第 1 节的标题由以下替换:

“第 1 节 – 母型机试验报告
(参见本规则 5.10 和 8.2)”

13 第 2 节的标题由以下替换:

“第 2 节 – 技术档案中包括的母型机试验数据, 此外, 对于 8.1.1.3 适用的船用柴油发动机, 技术档案中包括的该发动机所获认证的所有发动机运行工况的相关试验数据
(参见本规则 2.4.1.5 和 8.2)”

14 现有第 2 节后新增第 3 节如下:

“第 3 节 – 多种发动机运行工况母型机, 对于有多种发动机运行工况的发动机, 确定
纳入技术档案的综合特定排放值
(参见本规则 8.2)

按 8.2.3.3 计算最高综合特定排放值。”

附录 VII – 发动机参数检查方法的检查清单

15 第 1 段中, 第 1.14.1 段的末尾, “。”由“,”替换, 第 1.14 段后新增第 1.15 至 1.17 段如下:

“1.15 该发动机所有可用的发动机运行工况识别参考清单, 以及(如适用)每种工况
的使用条件(参见本规则第 8 章);

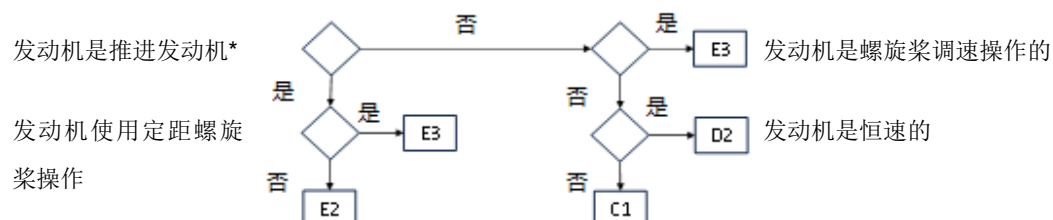
1.16 该发动机认可的辅助控制装置清单, 以及这些装置的运行条件;

1.17 发动机经认证可运行的发动机功率或发动机负载及转速边界。”

16 新增附录 IX 如下:

“附录 IX – 发动机认证试验循环确定流程图
(参见本规则 3.2)

试验循环选择流程图



* 推进发动机在执行推进任务期间或单独执行推进任务之外，还可能承担非推进任务。
仅提供船舶横向运动或部分提供横向运动的发动机不属于推进发动机。”

17 新增附录 X 如下:

“附录 X – 不得超过区域内不得超过排放限值的计算
(参见本规则第 3 和 5 章)

- 1 本附录描述了确定不得超过区域内的任何点的不得超过排放限值 N_{Lz} 的方法，以便与本规则 3.3 中确定的点排放值进行比较。
- 2 当使用发动机测试结果来确定某一点的排放值时，应使用公式(1)来生成该值。在该点，本规则 5.9.6.2 的偏差要求适用：

$$N_{Mn} = \frac{q_{mNOx}}{P_{Mn}} \quad (1)$$

式中：

N_{Mn} = 在 Mn 点的氮氧化物，g/kWh

P_{Mn} = 在 Mn 点的功率(制动加辅助)，kW

q_{mNOx} = 氮氧化物的质量流量，g/h – 参见本规则 5.12.5.2

q_{mNOx} 应按照本规则 5.12.4 中用于发动机试验的方法对湿度和温度进行校正。

3 指定不得超过区域限制范围内的 E2、E3 及 D2 试验循环的不得超过区域

3.1 对于 E2 和 E3 试验循环认证的发动机, 其不得超过区域的限制范围由速度边界(等于或大于 63%)和功率边界(等于或大于 25%)确定。对于 D2 循环, 不得超过区域的限制范围由发动机额定转速下功率等于或大于 25%的功率边界确定。

3.2 对于 E3 以及变速 E2 循环认证的发动机, 申请方须根据本规则 3.3.1 的规定, 在不得超过区域的限制范围内, 根据发动机预期应用情况, 将不得超过区域划定得或宽或窄。申请方划定的不得超过区域应涵盖发动机应用中, 不得超过区域限制范围内的所有正常稳态速度负载组合。

3.3 申请方指定的不得超过区域可用任何数学公式、坐标列表或其他界定边界的方法来定义。不得超过区域无需延伸至不得超过区域限制范围的边界。

3.4 对于 D2 以及定速 E2 循环认证的发动机, 不得超过区域须是额定转速下功率大于 25%的一条线。

4 确定 E2、E3 和 D2 试验循环的不得超过排放限值

4.1 每个氮氧化物检查点的不得超过排放限值须根据本节要求确定。

注: 如果因辅助控制装置导致在不得超过区域内出现氮氧化物排放不连续的情况, 遵循第 6 节中的附加程序, 插入替代氮氧化物排放点以处理不连续区域。

4.2 使用公式(2)确定的位于模式点之间功率 P_y 下的内插氮氧化物值:

$$N_y = N_{Ma} + (P_y - P_{Ma}) \cdot \frac{(N_{Mb} - N_{Ma})}{(P_{Mb} - P_{Ma})} \quad (2)$$

式中:

N_y = 功率 P_y 下的内插氮氧化物值

N_{Ma} = 根据公式(1), 在低于检查点功率时, 最近测量模式点处测量的点排放值

N_{Mb} = 根据公式(1), 在高于检查点功率时, 最近测量模式点处测量的点排放值

P_y = 检查点的功率

P_{Ma} = 检查点以下的模式点的功率

P_{Mb} = 检查点以上的模式点的功率

4.3 确定各层级适用的模式点之间功率 P_y 下的不得超过排放限值。

.1 对于 II 级

功率 P_y 下的不得超过排放限值根据公式(3)确定

$$N_{Lv} = N_y \cdot 1.2 \quad (3)$$

式中:

N_{Lv} = 功率 P_y 下的不得超过排放限值

N_y = 功率 P_y 下的内插氮氧化物值

.2 对于 III 级

功率 P_y 下的不得超过排放限值 N_{Lv} 须按本规则 3.1.4 的规定或根据公式(4)确定, 取小者。

N_{Lv} 取 N_{cap} 或 $N_{LV'}$ 的较小者。

其中:

$$N_{LV'} = N_y + 0.25 \cdot N_{LC} \quad (4)$$

$$N_{cap} = 1.5 \cdot N_{LC} \quad (5)$$

式中:

N_{LC} = 发动机的氮氧化物循环极限

N_{cap} = 根据本规则 3.1.4 发动机的最大模式点值

4.4 如果检查点功率 P_y 位于 E3 认证发动机的推进特性曲线上, 或者位于恒速 E2 或 D2 认证发动机的额定转速线上:

$$N_{Lz} = N_{Lv} \quad (6)$$

对于这种情况, 该检查点的不得超过排放限值 N_{Lz} 的确定已完成。否则, 继续执行 4.5。

4.5 对于经 E3 循环认证以及经 E2 循环变速应用认证的发动机, 若检查点功率 P_y 对应的转速不在测量模式点连线所在的直线上, 执行 4.5.1 至 4.5.4 中的附加程序。

.1 根据公式(7), 沿恒定功率线, 针对选定的检查点功率 P_y , 确定不得

超过区域任一边缘处的氮氧化物极限:

$$N_{Le} = N_y \cdot F_\beta \cdot 1.5 \quad (7)$$

其中:

$$F_\beta = \frac{N_{LC}}{N_C} \quad (8)$$

式中:

N_{Le} = 不得超过区域边缘处的氮氧化物极限

N_{LC} = 发动机的氮氧化物循环极限

N_C = 根据本规则 5.12.6.1, 发动机的氮氧化物排放值

.2 根据公式(9), 确定位于模式点连线与不得超过区域边缘之间的恒定功率线上的某一检查点功率 P_y 处的不得超过排放限值:

$$N_{Lz'} = N_{Lv'} + (n_z - n_v) \cdot \frac{(N_{Le} - N_{Lv'})}{(n_e - n_v)} \quad (9)$$

其中:

对于 II 级, $N_{Lv'} = N_{Lv}$ 取自公式(3)

对于 III 级, $N_{Lv'}$ 取自公式(4)

式中:

$N_{Lz'}$ = 所要求检查点的氮氧化物极限

N_{Le} = 不得超过区域边缘处的氮氧化物极限

n_z = 所要求检查点的转速

n_e = 检查点功率下申请方选定的不得超过区域边缘处的转速(根据 n_z 的值, 可能在模式线的较低或较高一侧)

n_v = 选定功率的测量模式线上的转速

对于 E2 试验循环认证的发动机, 测量模式线上的转速 n_v 为名义转速。

对于 E3 试验循环认证的发动机, 测量模式线上的转速 n_v 由立方原理推进器曲线确定:

$$n_v = n_{MCR} \cdot \sqrt[3]{\frac{P_y}{P_{MCR}}} \quad (10)$$

式中:

n_{MCR} = 根据本规则 1.3.12 的额定转速

P_y = 检查点的功率

P_{MCR} = 根据本规则 1.3.11 的额定转速

.3 视情况确定功率 P_y 下的不得超过排放限值:

.1 对于 II 级

氮氧化物极限为内插结果:

$$N_{Lz} = N_{Lz'} \quad (11)$$

.2 对于 III 级

功率 P_y 下的不得超过排放限值须按本规则 3.1.4 的规定或根据 4.5.3.1 确定, 取小者:

N_{Lz} 取 N_{cap} 或 $N_{Lz'}$ 的较小者。

5 确定 C1 试验循环的不得超过排放限值

5.1 对于 C1 试验循环, 在不得超过区域的限制范围内, 在中间转速(分别为模式点 5、6 和 7)和额定转速(分别为模式点 1、2 和 3)下 100%、75%和 50%负荷的测量模式点之间进行筛选。

这就产生了两个区域, 即 A 区和 B 区, 在最近的模式点之间进行双线性插值或外推:

.1 A 区使用模式点 5、1、6 和 2。A 区可延伸至模式点 5 与模式点 1 的扭矩线之上, 或超出从模式点 1 到模式点 5 的转速线范围。

.2 B 区使用模式点 6、2、7 和 3。B 区可超出从模式点 2 到模式点 3 的转速线范围。

.3 如果申请方能够证明发动机安装在船上时无法在某些点保持稳态运行, 则可请求主管机关将这些运行点从不得超过区域筛选的限制区域中排除。否则, 不得超过区域涵盖不得超过区域的整个限制区域。

5.2 通过判断检查点扭矩 T_z 高于或低于检查点转速下 A 区与 B 区边界(75%负荷线)上的扭矩, 确定检查点是在 A 区还是 B 区。

$$T_v = T_{M6} + (n_z - n_l) \cdot \frac{(T_{M6} - T_{M2})}{(n_l - n_R)} \quad (12)$$

式中:

T_v = 模式点 6 与模式点 2 之间的直线(75%负荷线)上检查点转速下的扭矩

T_{M6} = 模式点 6 的扭矩(中间转速下 75%扭矩)

T_{M2} = 模式点 2 的扭矩(额定转速下 75%扭矩)

n_z = 检查点转速

n_l = 中间转速

n_R = 额定转速

5.3 在预期的检查点确定内插/外推氮氧化物值:

.1 如检查点扭矩 T_z 大于 T_v , 则使用等式(13)和(14)进行内插或外推。

$$N_z = N_u + (T_z - T_u) \cdot \frac{(N_u - N_v)}{(T_u - T_v)} \quad (13)$$

其中:

$$T_u = T_{M5} + (n_z - n_l) \cdot \frac{(T_{M5} - T_{M1})}{(n_l - n_R)} \quad (14)$$

式中:

T_{M1} = 模式点 1 的扭矩(额定转速下 100%扭矩)

T_{M5} = 模式点 5 的扭矩(中间转速下 100%扭矩)

T_v = 根据公式(12)得出的, 模式点 6 与模式点 2 之间的直线(75%负荷线)上检查点转速下的扭矩

T_u = 根据公式(14)得出的, 模式点 5 与模式点 1 之间的直线(100%负荷线)上检查点转速下的扭矩

T_z = 检查点的扭矩

N_u = 100%负荷线上检查点转速的内插氮氧化物

N_v = 75%负荷线上检查点转速的内插氮氧化物

n_z = 检查点转速

n_l = 中间转速

n_R = 额定转速

.2 如检查点扭矩 T_z 小于 T_v , 则使用等式(15)和(16)进行内插或外推。

$$N_z = N_v + (T_z - T_v) \cdot \frac{(N_v - N_w)}{(T_v - T_w)} \quad (15)$$

其中:

$$T_w = T_{M7} + (n_z - n_l) \cdot \frac{(T_{M7} - T_{M3})}{(n_l - n_R)} \quad (16)$$

式中:

T_{M3} = 模式点 3 的扭矩(额定转速下 50%扭矩)

T_{M7} = 模式点 7 的扭矩(中间转速下 50%扭矩)

T_v = 根据公式(12)得出的, 模式点 6 与模式点 2 之间的直线(75%负荷线)上检查点转速下的扭矩

T_w = 根据公式(16)得出的, 模式点 7 与模式点 3 之间的直线(50%负荷线)上检查点转速下的扭矩

T_z = 检查点的扭矩

N_v = 在 75%负荷线上检查点转速的内插氮氧化物

N_w = 在 50%负荷线上检查点转速的内插氮氧化物

n_z = 检查点转速

n_l = 中间转速

n_R = 额定转速

5.4 确定检查点的不得超过排放限值:

.1 对于 II 级

不得超过排放限值根据公式(17):

$$N_{Lz} = N_z \cdot 1.2 \quad (17)$$

式中:

N_{Lz} = 检查点的不得超过排放限值

N_z = 功率 P_z 下的内插氮氧化物值

.2 对于 III 级

不得超过排放限值须按本规则 3.1.4 的规定或根据 5.3 确定, 取小者:

N_{Lz} 取 N_{cap} 或 $N_{Lz'}$ 的较小者

其中:

$$N_{LZ'} = N_z + 0.25 \cdot N_{LC} \quad (18)$$

$$N_{cap} = 1.5 \cdot N_{LC} \quad (19)$$

式中:

N_z = 检查点的内插氮氧化物值

N_{LC} = 发动机的氮氧化物循环极限

N_{cap} = 根据本规则 3.1.4 的最大模式点值

6 应对因辅助控制装置导致的运行区域不连续性的方法

6.1 对于每一经认可的辅助控制装置, 若其在不得超过区域内运行时, 导致氮氧化物排放出现不连续性, 可能需要引入额外的替代模式点, 以考虑该辅助控制装置处于激活状态时发动机运行区域内的不连续性。

6.2 为涵盖辅助控制装置的作用, 将设置两个或更多的替代模式点。

6.3 按照与 4.2 相同的方式计算 N_y , 如有必要, 在进行内插时使用替代点。

6.4 运用可包括模拟或内部测试的良好的工程判断, 以确定合适的氮氧化物水平及替代点的位置。

6.5 替代模式点的发动机功率可能会有重叠, 以考虑因功率上升或下降接近这些点时可能出现的滞后现象。该重叠还应考虑基于发动机转速的辅助控制装置的运行点的任何变化。

6.6 在向主管机关提交的 NO_x 认证材料包中, 将替代模式点作为辅助控制装置文档的一部分。”
