

环保会 MEPC.402(83)决议  
(2025 年 4 月 11 日通过)

船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)  
排放试验台和船上测量导则

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，

还忆及本委员会在其第 80 届会议上以 MEPC.377(80)决议通过了《2023 年国际海事组织船舶温室气体减排战略》(《2023 年国际海事组织温室气体战略》)，规定了国际航运业在减少温室气体排放方面的减排力度，

注意到《2023 年国际海事组织温室气体战略》规定，为支持全球提供和采用零或接近零温室气体排放技术、燃料和/或能源，本组织可考虑和分析处理甲烷(CH<sub>4</sub>)和氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放的措施，

在其第 83 届会议上审议了《船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放试验台和船上测量导则》草案，

- 1 通过《船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放试验台和船上测量导则》，其文本载于本决议附件；
- 2 提请各成员国鼓励船东、船舶经营者、船厂、船用柴油机制造厂和任何其他利益集团在对船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放值进行测量、计算和报告时自愿应用本导则；
- 3 还提请各成员国将应用本导则过程中收集的数据分享给本委员会未来的会议；
- 4 同意根据本导则实施过程获得的经验，保持对本导则的审议。

## 船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放试验台和船上测量导则

### 1 引言

1.1 本导则旨在规定船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放值的试验台和船上测量、计算和报告规程，以及 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 排放值的文件记录和验证。

1.2 除本导则附录 1 所述规程中另有明确规定外，应按照经修正的《2008 年 NO<sub>x</sub> 技术规则》(NTC 2008)规定对船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放值进行测量、计算和报告。附录 1 中所有参考均指向《2008 年 NO<sub>x</sub> 技术规则》。

1.3 对于船上测量，附录 1 中规定的规程可被接受用于单台发动机或由母型机代表的发动机组。如无进一步论证，该规程不应被接受用于发动机族。对于试验台测量，该规程也可被接受用于发动机族。<sup>1</sup>

### 2 CH<sub>4</sub>和/或 N<sub>2</sub>O 文件中应包含的信息

2.1 确定排放值的申请方应编制含有以下信息的 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 文件：

- .1 所测试发动机的详细信息应包括但不限于：
  - .1 型号和名称；
  - .2 额定功率和额定速度；
  - .3 所安装的 NO<sub>x</sub> 关键部件清单以及所采用的设置/运行值，包括对于 CH<sub>4</sub>，经 NO<sub>x</sub> 认证的全负荷范围内最大液气燃料比；和
  - .4 影响 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 排放的其他部件和设置/运行值。
- .2 显示取样位置的详细信息，包括排气系统图纸。
- .3 当报告 C<sub>slip</sub> 时，包括曲轴箱排放，应提供其测定方法的详细信息。
- .4 根据本导则附录 2 规定的相关发动机测试数据副本，以及用于完整定义发动机性能并支持计算 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 气体排放的任何附加数据。对于试验台测量，该信息也可参考《2008 年 NO<sub>x</sub> 技术规则》第 5.10 节的要求在试验报告中提供。
- .5 如使用 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 减少装置或系统，CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 文件应包含有关该排放减少装置的文件，详细说明其预期用途、运行方式、关键部件和设置/运行值以及其运行所需的任何耗材信息。如从该装置前后分别采集废气样本，且仅使用一套分析仪时，则应提供分析仪转换装置和转换顺序的详细信息。

### 3 CH<sub>4</sub>和/或 N<sub>2</sub>O 排放值的验证

3.1 为确认已按照本导则确立了排放值，应将 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 文件提交至主管机关进行验证。

3.2 收到申请方提交的 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 文件并完成验证并且结果令人满意后，主管机关应签发 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 排放值声明。CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 排放值声明的格式载于本导则附录 3。

---

<sup>1</sup> 《2008 年 NO<sub>x</sub> 技术规则》中定义的发动机族或发动机组的构成仅由影响 NO<sub>x</sub> 排放的因素来决定；这些因素不能假定同样适用于 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 排放。在某些情况下，例如液气燃料比，针对最高 NO<sub>x</sub> 的要求往往会导致 CH<sub>4</sub> 最低值。

## 附录 1

### 基于《2008 年 NO<sub>x</sub> 技术规则》的船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放 试验台和船上测量规程

#### 解释性注释:

本规程不修订《2008 年 NO<sub>x</sub> 技术规则》中的强制性规定。除本规程中另有明确规定外，应按照《2008 年 NO<sub>x</sub> 技术规则》规定对船用柴油发动机 CH<sub>4</sub> 和/或 N<sub>2</sub>O 排放值进行测量、计算和报告。

《2008 年 NO <sub>x</sub> 技术规则》 条款	对《2008 年 NO <sub>x</sub> 技术规则》的新增内容								
缩写、下标和符号									
	<p>在表 1 中，新增 N<sub>2</sub>O 和 NMHC 的定义如下：</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">符号</th> <th style="text-align: center;">定义</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">N<sub>2</sub>O</td> <td>氧化亚氮</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NMHC</td> <td>非甲烷碳氢化合物</td> </tr> </tbody> </table>	符号	定义	N <sub>2</sub> O	氧化亚氮	NMHC	非甲烷碳氢化合物		
符号	定义								
N <sub>2</sub> O	氧化亚氮								
NMHC	非甲烷碳氢化合物								
	<p>在表 2 中，新增 FTIR、NDUV 和 NMC 三个缩写如下：</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">符号</th> <th style="text-align: center;">定义</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">FTIR</td> <td>傅里叶变换红外(分析仪)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NDUV</td> <td>非色散紫外光(分析仪)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NMC</td> <td>非甲烷截止器</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>注：</b> NMC = 带非甲烷截止器的火焰离子探测器(FID)</p>	符号	定义	FTIR	傅里叶变换红外(分析仪)	NDUV	非色散紫外光(分析仪)	NMC	非甲烷截止器
符号	定义								
FTIR	傅里叶变换红外(分析仪)								
NDUV	非色散紫外光(分析仪)								
NMC	非甲烷截止器								
	<p>在表 3 中，新增 <math>C_{fCH_4}</math>、<math>C_{fN_2O}</math> 和 <math>C_{slip-CH_4}</math> 三个符号和术语如下：</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">符号</th> <th style="text-align: center;">术语</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math>C_{fCH_4}</math></td> <td>g CH<sub>4</sub>/ g 燃料<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>C_{fN_2O}</math></td> <td>g N<sub>2</sub>O/ g 总燃料(适用于气体燃料和液体燃料)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>C_{slip-CH_4}</math></td> <td>%(能量转换装置所用含甲烷燃料的质量)</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>注：</b> <math>C_{slip-CH_4}</math> 是考虑从能量转换装置排放的 CH<sub>4</sub> (以能量转换装置消耗的含甲烷燃料质量的百分比表示) 的因子，包括来自燃烧室/氧化过程的燃料以及来自曲轴箱 (如适用) 的燃料。</p>	符号	术语	$C_{fCH_4}$	g CH <sub>4</sub> / g 燃料 <sup>2</sup>	$C_{fN_2O}$	g N <sub>2</sub> O/ g 总燃料(适用于气体燃料和液体燃料)	$C_{slip-CH_4}$	%(能量转换装置所用含甲烷燃料的质量)
符号	术语								
$C_{fCH_4}$	g CH <sub>4</sub> / g 燃料 <sup>2</sup>								
$C_{fN_2O}$	g N <sub>2</sub> O/ g 总燃料(适用于气体燃料和液体燃料)								
$C_{slip-CH_4}$	%(能量转换装置所用含甲烷燃料的质量)								

<sup>2</sup> 对于含有甲烷的燃料， $C_{slip-CH_4}$  涵盖了  $C_{fCH_4}$  的作用，因此对于此类燃料，将  $C_{fCH_4}$  设为零。就本导则而言，非甲烷气体燃料应被视作液体燃料。

<b>第3章</b>	
3.2 适用的试验循环和加权因数	<p>对于试验循环类型 E2 和 E3, 除现有模式点外, 还应测量并报告 10%模式点或使用气体燃料的最低模式点的特定排放。</p> <p><b>仅对于船上测量:</b> 在设置所遵循的试验循环载荷点时, 6.4.6.7 的规定应适用。对于 100% 载荷点, 在符合发动机排放试验计划的前提下, 应允许其不低于额定功率的 85%。如果无法达到该值, 则应推迟测试, 直至至少能达到该功率水平。无论该载荷点实际输出功率如何, 均应适用 3.2 规定的试验循环 100%功率加权因数。</p>
<b>第5章</b>	
5.2.5.3 减少装置或系统的位置	要求不一定适用于 CH <sub>4</sub> 和/或 N <sub>2</sub> O 减少装置或系统。应尊重该装置的安装要求并在 CH <sub>4</sub> 和/或 N <sub>2</sub> O 文件中作出规定。
5.6.1 发动机相关参数和其他基本参数的测试仪的允许偏差	<p><b>仅对于船上测量:</b> 发动机性能和环境条件监测设备的要求应满足 6.4.5.1 的规定。</p>
5.9.2	应将 CH <sub>4</sub> 和/或 N <sub>2</sub> O 加入主要废气成份清单。就甲烷而言, 这系指测量装置在未对 NMC 效率进行校正前报告的甲烷含量。
5.9.3.2 碳氢化合物取样管处的废气温度	对于 CH <sub>4</sub> 和/或 N <sub>2</sub> O 的测量, 没有最低温度要求。
5.9.6.2 试验顺序	<p><b>仅对于船上测量:</b> 对于试验循环的每一个载荷点, 6.4.6.8 的规定应适用, 而非 5.9.6.2 的规定。</p> <p>就 E3 试验循环而言, 如果实际螺旋桨曲线与 E3 曲线不同, 应使用测得的发动机功率来设置所采用的载荷点。</p>
5.11 气体排放数据评估	除了《2008 年 NO <sub>x</sub> 技术规则》5.11 规定的待测定物质浓度外, 还应测定 CH <sub>4</sub> 和/或 N <sub>2</sub> O 的浓度。平均结果应以 ppm 表示
	<p>如果 NMC 甲烷效率不为 0%和/或 NMC 乙烷效率不为 100%, 则用于公式 18a 中的 CH<sub>4</sub> 浓度应按以下方式计算:</p> $c_{NMHC} = \frac{c_{HC}(w/oCutter) \cdot (1 - Em) - c_{HC}(wCutter)}{Ee - Em}$ <p>式中:</p> <p><math>c_{HC}(wCutter)</math> 通过 NMC 的样气碳氢化合物浓度(以 ppmC1 为单位)</p> <p><math>c_{HC}(w/oCutter)</math> NMC 被旁通的碳氢化合物浓度, 即常规碳氢化合物读数(<math>c_{HC}</math>)(以 ppmC1 为单位)</p>

	<p><math>E_m</math> NMC 甲烷效率 – 附录 IV, 8.5.1</p> <p><math>E_e</math> NMC 乙烷效率 – 附录 IV, 8.5.2</p> <p>CH<sub>4</sub> 浓度:</p> $C_{CH_4} = C_{HC} - C_{NMHC}$																																																		
<b>5.12.5.1 排放质量流量的计算</b>	<p>对于 5.12.5.1 中排放质量流量的计算, 应使用扩展的表 5 来计算 N<sub>2</sub>O 和 /或 CH<sub>4</sub> 的 <math>u_{gas}</math> 值:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">气体</th> <th>HC</th> <th>CH<sub>4</sub></th> <th>N<sub>2</sub>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><math>\rho_{gas}</math> kg/m<sup>3</sup></td> <td>*</td> <td>0.716</td> <td>1.9631</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>\rho_e^\dagger</math></td> <td colspan="3">系数 <math>u_{gas}^\ddagger</math></td> </tr> <tr> <td>液体燃料**</td> <td>1.2943</td> <td>0.000479</td> <td>0.000553</td> <td>0.001517</td> </tr> <tr> <td>菜籽油甲酯</td> <td>1.2950</td> <td>0.000536</td> <td>0.000553</td> <td>0.001516</td> </tr> <tr> <td>甲醇</td> <td>1.2610</td> <td>0.001133</td> <td>0.000568</td> <td>0.001557</td> </tr> <tr> <td>乙醇</td> <td>1.2757</td> <td>0.000805</td> <td>0.000561</td> <td>0.001539</td> </tr> <tr> <td>天然气</td> <td>1.2661</td> <td>0.000558*</td> <td>0.000565</td> <td>0.001551</td> </tr> <tr> <td>丙烷</td> <td>1.2805</td> <td>0.000512</td> <td>0.000559</td> <td>0.001533</td> </tr> <tr> <td>丁烷</td> <td>1.2832</td> <td>0.000505</td> <td>0.000558</td> <td>0.001530</td> </tr> </tbody> </table> <p>*当使用天然气作为燃料时, 对于 HC 排放, 基于 CH<sub>2</sub>.93, NMHC 应使用给定的 <math>u_{gas}</math> 值 0.000558。对于总 HC, 应使用 CH<sub>4</sub> 的 <math>u_{gas}</math> 值。</p>	气体		HC	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	$\rho_{gas}$ kg/m <sup>3</sup>		*	0.716	1.9631		$\rho_e^\dagger$	系数 $u_{gas}^\ddagger$			液体燃料**	1.2943	0.000479	0.000553	0.001517	菜籽油甲酯	1.2950	0.000536	0.000553	0.001516	甲醇	1.2610	0.001133	0.000568	0.001557	乙醇	1.2757	0.000805	0.000561	0.001539	天然气	1.2661	0.000558*	0.000565	0.001551	丙烷	1.2805	0.000512	0.000559	0.001533	丁烷	1.2832	0.000505	0.000558	0.001530
气体		HC	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O																																															
$\rho_{gas}$ kg/m <sup>3</sup>		*	0.716	1.9631																																															
	$\rho_e^\dagger$	系数 $u_{gas}^\ddagger$																																																	
液体燃料**	1.2943	0.000479	0.000553	0.001517																																															
菜籽油甲酯	1.2950	0.000536	0.000553	0.001516																																															
甲醇	1.2610	0.001133	0.000568	0.001557																																															
乙醇	1.2757	0.000805	0.000561	0.001539																																															
天然气	1.2661	0.000558*	0.000565	0.001551																																															
丙烷	1.2805	0.000512	0.000559	0.001533																																															
丁烷	1.2832	0.000505	0.000558	0.001530																																															
<b>5.12.5.2</b>	待输入公式 18a 的 CH <sub>4</sub> 和/或 N <sub>2</sub> O 浓度应为按 5.11 规定以湿度基础测量的值。																																																		
<b>5.12.6 排放量计算</b>	<p>针对每个测量排放的载荷点, 计算 <math>C_{fCH_4}</math> (g/kg 燃料和 g/kWh)、<math>C_{fN_2O}</math> (g/kg 燃料和 g/kWh) 以及 <math>C_{slip-CH_4}</math> (占发动机所用含甲烷燃料质量的百分比)。</p> $C_{fgas} = q_{mgas} / \text{燃料流量}$ $C_{slip-CH_4} = (q_{mCH_4} / \text{燃料流量}) \cdot 100$ <p>计算平均加权排放量</p>																																																		

	$C_{fgas} = \sum_{i=1..n} (q_{mgas} \cdot W_{Fi}) / \sum_{i=1..n} (q_{fuel,i} \cdot W_{Fi})$ <p>其中 <math>q_{fuel,i}</math> 为每个模式点的燃料流量。</p> $C_{slip-CH4} = \sum_{i=1..n} (q_{mCH4} \cdot W_{Fi}) / 10 / \sum_{i=1..n} (q_{fuel,i} \cdot W_{Fi})$ <p><math>q_{mgas}</math> (g/h): 见 NTC 2008 的第 5.12.5.2 节, 公式 18a</p> <p>燃料流量(kg/h), 实测值。</p>
<b>附录 III</b>	
	<p>第 1.1 节 新增 CH<sub>4</sub>和/或 N<sub>2</sub>O 至废气分析系统所包含的部件清单。</p>
	<p>图 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 用于测量 CH<sub>4</sub>的废气分析测量系统的布置, 参考 ISO 8178-1 第 7.4.4 节。</li> <li>• NMC 和 N<sub>2</sub>O 分析仪的布置、安装和操作应符合相应制造商的建议。</li> </ul>
	<p>第 1.2 节 CH<sub>4</sub> 和 N<sub>2</sub>O 分析仪: 见第 3 节。</p>
	<p>第 3 节</p> <p><b>3.6 甲烷(CH<sub>4</sub>)分析</b></p> <p>甲烷的参考方法应为 FID+NMC。 若其他原理/系统通过使用待测量成分的废气与 FID+NMC 方法进行验证, 则可被接受。 应确保所使用的 HC/ CH<sub>4</sub>分析仪针对待测量的相应浓度具有经过适当校准的量程。 NMC 应具备处理预期 CH<sub>4</sub>和 NMHC 浓度的能力。</p> <p><b>3.7 氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)分析</b></p> <p>可根据仪器供应商的说明使用傅里叶变换红外(FTIR)分析仪、非色散红外(NDIR)分析仪、激光红外分析仪或非色散紫外(NDUV)分析仪。</p> <p>注: 根据 NTC 2008 的第 5.4.2 和 5.4.3 节, 其他系统或分析仪, 如果其产生与提到的设备等效的结果, 经主管机关认可, 可予接受。</p>
<b>附录 IV</b>	<b>分析和测量仪器的校准</b>

	表 1 或表 3 中关于燃料测量装置的要求分别适用于液体燃料流量计和气体燃料流量计。
	除了 NTC 2008 中附录 IV 的校准程序外，ISO 8178-1 中关于 CH <sub>4</sub> 和/或 N <sub>2</sub> O 测量仪器的相关部分应适用。  应在 NMC 被旁通的情况下对 FID 进行校准，其中 NMC 效率( $E_e$ 和 $E_m$ ) 需分别确定。
	第 2 节 在 2.2.1.5 中新增“C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 和净化合成空气”。 在现有 2.2.1.5 之后新增一段“2.2.1.6 N <sub>2</sub> O 和净化氮气”。
	第 5 节 在 5.4.2 的第一句话中，将 N <sub>2</sub> O 添加到分析仪列表中。
8.4	对于 N <sub>2</sub> O 的测量，新增的第 8.4 节适用。
8.4.1	在首次使用分析仪之前，以及在进行重大维修或软件更新之后，应检查干扰情况。
8.4.2	在分析仪采用补偿算法且该算法将其他测量气体的浓度作为输入的情况下，这些测量应与本验证检查同时进行。
8.4.3	对于 NDIR - 应检查 CO、CO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、CH <sub>4</sub> 和 SO <sub>2</sub> (如适用)的交叉干扰影响的可能性。
8.4.3.1	除 H <sub>2</sub> O 外，干扰物质取决于装置所选用的 N <sub>2</sub> O 吸收波段，该波段信息应已知。基于此信息，应运用良好的工程判断，根据待测废气中可能存在的气体来确定应使用的干扰气体。
8.4.4	对于 FTIR 或激光红外分析仪 — 干扰气体取决于装置所选用的 N <sub>2</sub> O 吸收波段，该波段信息应已知。基于此信息，应运用良好的工程判断来确定应使用的干扰气体。
8.4.5	干扰气体的综合影响不应超过 1.0 μmol/mol。
8.4.6	验证程序：  .1 从 8.4.3 或 8.4.4 中确定的干扰量程气体浓度应至少不低于使用中可能遇到的最大值。这些干扰气体可采用多组分量程气体的形式；  .2 N <sub>2</sub> O 分析仪的启动、运行、调零和量程校准应与实际使用状态一致；

	<p>.3 应向分析仪注入加湿的干扰试验气体。该试验气体应通过将多组分量程气体鼓泡通过密封容器中的蒸馏水来制备。如样品未经过干燥器处理，容器温度应控制在能产生至少与使用中预期最大值相当的 H<sub>2</sub>O 浓度；如样品经过干燥器处理，容器温度应控制在能基于使用中干燥器出口温度产生至少与预期最大值相当的 H<sub>2</sub>O 浓度；</p> <p>.4 试验气体的水摩尔分数应根据尽可能靠近分析仪入口处的测量值确定。这些测量可以是露点和绝对压力；</p> <p>.5 从产生加湿试验气体的容器到分析仪的管道中，应通过维持足够的最低温度来最大限度减少冷凝；</p> <p>.6 稳定后，应记录分析仪 30 秒的输出。该时间段内的算术平均响应值应与 8.4.5 中的限值进行比较。</p>
8.4.6.1	<p>作为 8.4.6 中多组分量程气体的替代方案，可单独使用各量程气体。</p> <p>当干扰气体浓度高于实际使用中待测浓度时，所确定的干扰值应按“使用中最大值/量程浓度”的比例进行下调。</p> <p>当 H<sub>2</sub>O 浓度低于实际使用中待测浓度，但不低于 0.025 mol/mol H<sub>2</sub>O 含量时，所确定的干扰值应按“使用中最大值/使用值”的比例进行上调。</p> <p>各单独干扰的总和应与 8.4.5 中的限值进行比较。</p>
8.4.7	<p>应编制干扰验证检查报告，记录所遵循的程序(包括使用干扰气体的依据及其浓度)以及该程序的结果，并应按要求提供该报告。</p>
8.4.8	<p>可接受 N<sub>2</sub>O 分析仪干扰验证的替代方法。如使用，所采用方法的合理性说明应纳入 8.4.7 要求的报告中。</p> <p>无论采用何种程序，8.4.5 规定的限值仍然适用。</p>
8.5	<p><b>非甲烷截止器(NMC)的效率</b></p> <p>通过氧化除 CH<sub>4</sub> 以外的所有碳氢化合物，NMC 用于从样气中去除非甲烷碳氢化合物。理想情况下，CH<sub>4</sub> 的转化率为 0%，而以乙烷为代表的其他碳氢化合物的转化率为 100%。如果在特定气体浓度范围和温度范围之外运行，NMC 的性能可能会在没有预警的情况下迅速恶化，因此 NMC 的效率应作为 6.1 规定的预先试验验证程序的一部分进行检查，并在测量工作完成时(根据 NTC 2008 的 5.9.9 重新检查分析仪时)再次检查，将获得的两个 <i>Em</i> 值和 <i>Ee</i> 值的平均值用于校正测量的 CH<sub>4</sub> 浓度。对于船上测量，NMC 的效率可在测量工作前后在实验室中进行评估。</p>

	<p>经主管机关同意，可接受 NMC 效率评估的替代方法。</p> <p>甲烷效率 &lt; 15%</p> <p>乙烷效率 &gt; 98%</p>
8.5.1	<p><b>NMC 甲烷效率</b></p> <p>将浓度为待测典型值的甲烷校准气在旁通和不旁通 NMC 的情况下分别穿过火焰离子检测器(FID)分析仪。甲烷效率(<math>Em</math>)按以下方式确定：</p> $Em = 1 - \frac{C_M(wCutter)}{C_M(w/oCutter)}$ <p>式中：</p> <p><math>C_M(wCutter)</math> 当 CH<sub>4</sub> 流经 NMC 时的 HC 浓度(以 ppmC1 为单位)</p> <p><math>C_M(w/oCutter)</math> 当 CH<sub>4</sub> 旁通 NMC 时的 HC 浓度(以 ppmC1 为单位)</p>
8.5.2	<p><b>NMC 乙烷效率</b></p> <p>将浓度为预期待测非甲烷碳氢化合物典型值的乙烷校准气，在旁通和不旁通 NMC 的情况下分别穿过火焰离子检测器(FID)分析仪。乙烷效率(<math>Ee</math>)按以下方式确定：</p> $Ee = 1 - \frac{C_E(wCutter)}{C_E(w/oCutter)}$ <p>式中：</p> <p><math>C_E(wCutter)</math> 当 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 流经 NMC 时的 HC 浓度(以 ppmC1 为单位)</p> <p><math>C_E(w/oCutter)</math> 当 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 旁通 NMC 时的 HC 浓度(以 ppmC1 为单位)</p>

附录 2  
发动机试验报告和试验数据——CH<sub>4</sub>和/或 N<sub>2</sub>O 计算

发动机	
制造商	
发动机类型	
排放后处理装置	
发动机族或发动机组标识	
序列号	
额定功率	
额定速度	

排放试验结果:					
试验循环					
$C_{fCH_4}$ 加权					g/kg 燃料
$C_{slip-CH_4}$ 加权					% (发动机所使用的含甲烷燃料的质量)
N <sub>2</sub> O(加权)					g/kg 总燃料
试验标识					
日期/时间					
试验场地					
试验编号					
公司名					
报告日期和地点					
签名					

测量设备					
	制造商	型号	测量范围	校准	
				量程气体浓度	校准偏差
<b>分析仪</b>					
HC / CH <sub>4</sub> 分析仪*			ppm		%
N <sub>2</sub> O 分析仪			ppm		%
CO 分析仪			ppm		%
CO <sub>2</sub> 分析仪			%		%
O <sub>2</sub> 分析仪			%		%
速度			rpm		%
扭矩			Nm		%
功率(如适用)			kW		%
燃料流量—液体					%
燃料流量—气体					%
空气流量					%

废气流量					%
<b>温度</b>					
增压空气冷却剂入口			°C		°C
废气			°C		°C
进气空气			°C		°C
增压空气			°C		°C
燃料—液体			°C		°C
燃料—气体			°C		°C
<b>压力</b>					
废气			kPa		kPa
增压空气			kPa		kPa
大气			kPa		kPa
<b>蒸汽压力</b>					
进气			kPa		%
<b>湿度</b>					
进气			%		%

\* 针对 FID+NMC

NMC 的品牌和型号		
	测量前	测量后
NMC CH <sub>4</sub> 气体浓度	ppmC	ppmC
当 CH <sub>4</sub> 流经 NMC 时的 HC	ppmC	ppmC
当 CH <sub>4</sub> 旁通 NMC 时的 HC	ppmC	ppmC
NMC 甲烷效率 <i>E<sub>m</sub></i>		
NMC C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 气体浓度	ppmC	ppmC
当 C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 流经 NMC 时的 HC	ppmC	ppmC
当 C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 旁通 NMC 时的 HC	ppmC	ppmC
NMC 乙烷效率 <i>E<sub>e</sub></i>		

#### 液体燃料特征

燃料类型				
燃料特性:			燃料元素分析:	
密度	ISO 3675	kg/m <sup>3</sup>	碳	% m/m
黏度	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	氢	% m/m
水	ISO 3733	% V/V	氮	% m/m
低热值/Hu		MJ/kg	氧	% m/m
			硫	% m/m

气体燃料特征

燃料类型				
燃料特性:			燃料元素分析:	
甲烷值	EN16726:2015		碳	% m/m
低热值		MJ/kg	氢	% m/m
沸点		°C	氮	% m/m
沸点时的密度		kg/m <sup>3</sup>	氧	% m/m
沸点时的压力		Bar (abs)	硫	% m/m
			甲烷, CH <sub>4</sub>	mol%
			乙烷, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	mol%
			丙烷, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	mol%
			异丁烷, i C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	mol%
			正丁烷, n C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	mol%
			戊烷, C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	mol%
			C <sub>6</sub> +	mol%
			CO <sub>2</sub>	mol%

气体排放数据

模式	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
功率/扭矩(%)										
速度(%)										
模式开始时间										

气体排放数据:										
采样位置										
HC 浓度(ppmC)										
CH <sub>4</sub> 浓度(ppmC)* 已记录#										
CH <sub>4</sub> 浓度(ppmC)* - 已修正#										
N <sub>2</sub> O 浓度(ppm)*										
CO 浓度(ppm)										
CO <sub>2</sub> 浓度(%)										
O <sub>2</sub> 浓度(%)										
CH <sub>4</sub> 质量流量(kg/h)*#										
N <sub>2</sub> O 质量流量(kg/h)*										
CO 质量流量(kg/h)										
CO <sub>2</sub> 质量流量(kg/h)										
O <sub>2</sub> 质量流量(kg/h)										
CH <sub>4</sub> (g/kg)*#										
CH <sub>4</sub> (g/kWh)*#										
N <sub>2</sub> O(g/kg)*										
N <sub>2</sub> O(g/kWh)*										

\* 如适用

# 适用于液体或气体燃料

待测量和记录的发动机参数

模式	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
功率/扭矩(%)										
速度(%)										
模式开始时间										

发动机数据										
速度(rpm)										
功率(kW)										
平均有效压力(kPa)										
燃料齿条 / 燃料喷射持续时间 ** (mm/sec)										
液气燃料比(基于质量)										
液体燃料流量(kg/h 或 m <sup>3</sup> /h*)										
气体燃料流量(kg/h)										
废气流量( $q_{mew}$ )(kg/h)										
取样点的排气温度(°C)										
增压空气冷却剂进口温度(°C)										
增压空气冷却剂出口温度(°C)										
增压空气温度(°C)										
增压空气参考温度(°C)										
增压空气压力(kPa)										
发动机前的燃料液体温度(°C)										
发动机前的燃料气体温度(°C)										

环境数据										
大气压力(kPa)										
进气温度(°C)										
进气湿度(g/kg)										
进气的相对湿度(RH)* %										
RH 传感器处的空气温度* (°C)										
进气的干球温度* (°C)										
进气的湿球温度* (°C)										

\* 如适用

\*\* 仅适用于使用气体燃料进行试验的发动机

**减少装置:**

报告应说明所报数据是装置处理前还是处理后的数据—因此，若需同时提供装置处理前和处理后的数据，则需重复填写气体排放数据页。

此外，如果同时提供装置处理前和处理后的数据，应重复相关分析仪数据，以涵盖所有使用的分析仪。

对于每个模式点，还应记录以下装置数据：设置参数、运行数值和消耗量(指定速率)。

附录 3

甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放值声明格式

经.....政府授权，  
(国家全称)

由.....  
(经授权的适任人员或组织的全称)

根据《船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放试验台和船上测量导则》  
(MEPC.402(83)决议)的规定签发。

申请方详情

申请方名称.....

兹声明：

1. 申请方已向本主管机关提交了《船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放试验台和船上测量导则》(MEPC.402(83)决议)所建议的信息；
2. 排放值已按照《船用柴油发动机甲烷(CH<sub>4</sub>)和/或氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)排放试验台和船上测量导则》(MEPC.402(83)决议)确定；
3. 发动机加权验证排放值如下：

1	发动机制造商及型号	
2	发动机序列号	
3	减少装置制造商及型号	
4	减少装置序列号	
5	使用(适用的试验循环—NTC 3.2)	
6	C <sub>fCH4</sub> (g/kg 燃料)*	
7	C <sub>slip-CH4</sub> % (发动机所用含甲烷燃料的质量)*	
8	C <sub>fN2O</sub> (g/kg 燃料)*	

\* 适用时包含

签发于.....  
(声明签发地点)

(年/月/日).....  
(签发日期) (经正式授权签发声明的官员签字)

(主管当局盖章或钢印)