

第 MEPC.177 (58) 號決議

2008 年 10 月 10 日通過

船用柴油發動機氮氧化物排放控制技術規則修正案

(2008 年氮氧化物技術規則)

海上環境保護委員會，

憶及《國際海事組織公約》關於防止和控制海洋污染國際公約賦予海上環境保護委員會（本委員會）的職能之第 38 (a) 條，

注意到《1973 年國際防止船舶造成污染公約》（以下簡稱“1973 年公約”）第 16 條和《〈1973 年國際防止船舶造成污染公約〉1978 年議定書》（以下簡稱“1978 年議定書”）第 VI 條，以及修訂《經 1978 年議定書修訂的〈1973 年國際防止船舶造成污染公約〉》的 1997 年議定書（以下簡稱“1997 年議定書”）第 4 條，共同規定了 1997 年議定書的修正程序並賦予本組織的適當機構審議和通過經 1978 年議定書和 1997 年議定書修正的 1973 年公約修正案之職能，

還注意到 1997 年議定書將標題為《防止船舶造成大氣污染規則》的附則 VI（以下簡稱“附則 VI”）增加到了 1973 年公約中，

進一步注意到《防污公約》附則 VI 第 13 條使《船用柴油發動機氮氧化物排放控制技術規則》（氮氧化物技術規則）在該附則下具有強制性，

審議了《氮氧化物技術規則》修正草案，

1. 根據 1973 年公約第 16(2)(d) 條，通過《氮氧化物技術規則》的修正案，正文列於本決議附件中；
2. 決定，根據 1973 年公約第 16(2)(f)(iii) 條，本修正案將於 2010 年 1 月 1 日視為獲接受，除非在此日期之前，有不少於三分之一的當事國或合計商船噸位不少於世界商船隊總噸位 50% 的當事國正式向本組織提出反對本修正案；
3. 提請各當事國注意，根據 1973 年公約第 16(2)(g)(ii) 條，該修正案在根據上述第 2 段獲接受後，將於 2010 年 7 月 1 日生效；
4. 要求秘書長，依照 1973 年公約第 16(2)(e) 條，將本決議和載於附件中的修正案案文的核正無誤副本分發給經 1978 年議定書和 1997 年議定書修訂的 1973 年公約的所有當事國；
5. 進一步要求秘書長將本決議及其附件的副本分發給經 1978 年議定書和 1997 年議定書修正的 1973 年公約非當事國的所有本組織會員；
6. 邀請《防污公約》附則 VI 各當事國和其他成員國政府提請船舶所有人、船舶經營人、造船廠、船用柴油發動機製造商和其他感興趣組織注意本《氮氧化物技術規則》修正案。

2008 年氮氧化物技術規則
船用柴油發動機氮氧化物排放控制技術規則

目 錄

引言

2008 年氮氧化物技術規則

縮寫、下標和符號

第 1 章 – 總則

- 1.1 目的
- 1.2 適用範圍
- 1.3 定義

第 2 章 – 檢驗和發證

- 2.1 通則
- 2.2 發動機前期發證程序
- 2.3 發動機發證程序
- 2.4 技術檔案和船上氮氧化物核實程序

第 3 章 – 氮氧化物排放標準

- 3.1 船用柴油發動機最大允許氮氧化物排放限值
- 3.2 適用的試驗循環和加權因數

第 4 章 – 系列化生產的發動機認可：

發動機族和發動機組的概念

- 4.1 通則
- 4.2 文件
- 4.3 發動機族概念的應用
- 4.4 發動機組概念的應用

第 5 章－試驗台上氮氧化物排放測量程序

- 5.1 通則
- 5.2 試驗條件
- 5.3 試驗燃油
- 5.4 測量設備和要測量的數據
- 5.5 廢氣流量的測定
- 5.6 發動機相關參數和其他基本參數測試儀器的允許偏差
- 5.7 確定氣體成分的分析儀
- 5.8 分析儀器的校準
- 5.9 試驗運行
- 5.10 試驗報告
- 5.11 氣體排放數據評估
- 5.12 氣體排放計算

第 6 章－船上驗證符合氮氧化物排放限值的程序

- 6.1 通則
- 6.2 發動機參數檢查方法
- 6.3 簡化測量方法
- 6.4 直接測量和監測方法

第 7 章－現有發動機的發證

附錄

附錄 I — EIAPP 證書格式

附錄 II — 船用柴油發動機檢驗和發證流程圖

附錄 III — 確定船用柴油發動機排放氣體成分的分析儀的
技術規範

附錄 IV — 分析和測量儀器的校準

附錄 V — 母型機試驗報告及實驗數據

— 第 1 節－母型機試驗報告

— 第 2 節－要列入技術檔案中的母型機試驗數據

附錄 VI — 廢氣質量流量計算（碳平衡法）

附錄 VII — 發動機參數檢查方法的檢查清單

附錄 VIII — 直接測量和監測法的實施

引　言

2008 年氮氧化物技術規則

1997 年 9 月 26 日，《經 1978 年議定書修訂的〈1973 年國際防止船舶造成污染公約〉》（MARPOL73/78）當事國大會以大會決議 2 通過了《船用柴油發動機氮氧化物排放控制技術規則》（《氮氧化物技術規則》）。《防污公約》附則 VI—《防止船舶造成空氣污染規則》於 2005 年 5 月 19 日生效後，該附則第 13 條所適用的所有船用柴油發動機均須符合本規則的規定。2005 年 7 月，環保會第 53 屆會議同意對《防污公約》附則 VI 和《氮氧化物技術規則》進行修訂。2008 年 10 月，環保會第 58 屆會議完成了審議，本版本的《氮氧化物技術規則》（以下簡稱本規則）就是該過程的結果。

作為一般性的背景信息，在燃燒過程中形成氮氧化物的前體是氮和氧。這些成分一起構成柴油發動機吸入空氣的 99%。在燃燒過程中氧氣將被消耗，多餘氧氣的數量是柴油發動機運轉的空氣/燃料比的函數。氮在燃燒過程中大多未起反應；但有很小一部分將被氧化形成多種形式的氮氧化物。可形成的氮氧化物 (NO_x) 包括一氧化氮 (NO) 和二氧化氮 (NO_2)，其數量主要是火焰或燃燒溫度的函數，以及存在於燃料中有機氮（如果存在）數量的函數，氮氧化物的形成還是氮和多餘氧氣在柴油發動機燃燒過程中暴露在高溫下的時間的函數。換句話說，燃燒溫度越高（如高峰值壓力、高壓縮比、高供油比率等），形成的氮氧化物數量就越大。通常低速柴油發動機所形成的氮氧化物量比高速機要大。氮氧化物能引起酸化，形成對流層臭氧，營養富集等不良環境影響，並加劇了對全球健康的不利影響。

本規則旨在為船用柴油發動機的試驗、檢驗和發證定出強制性程序，以使柴油發動機製造廠、船舶所有人和主管機關能夠確保所有適用的船用柴油發動機符合附則 VI 第 13 條規定的相關氮氧化物排放限值。在認識到難於精確確定船用柴油發動機實際加權平均氮氧化物排放量的情況下，制定了一系列簡單實用的要求，其中對確保符合氮氧化物排放允許值的措施做出了定義。

鼓勵各主管機關在能夠於適當控制條件下進行精確試驗的試驗台上，對船用推進系統和輔助柴油發動機的排放性能進行評估。本規則的一個重要特點就是在這個初始階段確保符合附則 VI 第 13 條。之後的船上試驗，其範圍和精確度將不可避免地受到限制，其目的應為推理或推斷排放性能和證實柴油發動機的安裝、操作和維護遵循了製造廠的技術規範，以及任何調整或改裝未降低製造廠初次試驗和發證時確定的排放性能。

縮寫、下標和符號

下列表 1、2、3 和 4 概述了本規則，包括附錄 III 中的分析儀器的技術規範、附錄 IV 中的分析儀器的校準要求、第 5 章和附錄 VI 中的氣體質量流量計算公式中所用的縮寫、下標和符號以及第 6 章有關船上核實檢驗數據所用的符號。

- .1 表 1：代表本規則中所述的柴油發動機氣體排放以及校準和量程氣體中的化學成分的符號；
- .2 表 2：用於本規則附錄 III 中規定的柴油發動機氣體排放測量的分析儀的縮寫；
- .3 表 3：用於本規則第 5 章、第 6 章、附錄 IV 和附錄 VI 中的術語和變量的符號及下標；及
- .4 表 4：用於本規則第 5 章、第 6 章和附錄 VI 中的燃料成分符號。

表 1
化學成分的符號和縮寫

符號	定義
CH ₄	甲烷
C ₃ H ₈	丙烷
CO	一氧化碳
CO ₂	二氧化碳
HC	碳氫化合物
H ₂ O	水
NO	一氧化氮
NO ₂	二氧化氮
NO _x	氮氧化物
O ₂	氧

表 2
柴油發動機氣體排放測量分析儀的縮寫
(參閱本規則附錄 III)

CLD	化學熒光探測器
ECS	電化傳感器
HCLD	加熱式化學熒光探測器
HFID	加熱式火焰離子探測器
NDIR	非彌散紅外分析儀
PMD	順磁探測器
ZRDO	二氧化鋯傳感器

表 3
術語和變量的符號及下標
(參閱本規則第 5 章、第 6 章、附錄 IV 和附錄 VI)

符號	術語	單位
A/F _{st}	空氣與燃料的理論配比值	1
c _x	廢氣濃度 (成分的後綴命名, d = 乾或 w = 濕)	ppm % (V/V)
E _{CO2}	NO _x 分析儀的 CO ₂ 抑制	%
E _{H2O}	NO _x 分析儀的水抑制	%
E _{NOx}	NO _x 轉換器的效率	%
E _{O2}	氧分析儀修正係數	1
λ	過量空氣係數 kg 乾空氣 / (kg 燃料 · A/F _{st})	1
f _a	試驗條件參數	1
f _c	碳係數	1
f _{fd}	乾基廢氣流量計算的燃料特定係數	1
f _{fw}	濕基廢氣流量計算的燃料特定係數	1
H _a	吸入空氣的絕對濕度, (g 水/kg 乾空氣)	g/kg
H _{SC}	增壓空氣濕度	g/kg
i	代表個別模式的下標	1
k _{hd}	柴油發動機 NO _x 的濕度修正係數	1
k _{wa}	吸入空氣的乾對濕修正係數	1
k _{wr}	原始廢氣的乾對濕修正係數	1
n _d	發動機轉速	min ⁻¹
n _{turb}	渦輪增壓器轉速	min ⁻¹
%O ₂ I	HC 分析儀氧干擾百分比	%
p _a	在測量 p _b 和 R _a 的同一位置測量的吸入空氣溫度確定的	kPa

符號	術語	單位
	發動機吸入空氣飽和蒸氣壓力	
p_b	總大氣壓力	kPa
p_c	增壓空氣壓力	kPa
p_r	分析系統冷卻槽之後的水汽壓力	kPa
p_s	乾燥大氣壓力，由以下公式確定： $p_s = p_b \cdot R_a \cdot p_a / 100$	kPa
p_{sc}	增壓空氣的飽和蒸氣壓力	kPa
P	未修正的制動功率	kW
P_{aux}	僅為試驗而安裝但 ISO 14396 不要求的輔機吸收的總標稱功率	kW
P_m	試驗條件下柴油發動機試驗轉速下的最大實測功率或標稱功率	kW
q_{mad}	乾基吸入空氣質量流量	kg/h
q_{maw}	濕基吸入空氣質量流量	kg/h
q_{mew}	濕基廢氣質量流量	kg/h
q_{mf}	燃料質量流量	kg/h
q_{mgas}	個別氣體排放質量流量	g/h
R_a	吸入空氣的相對濕度	%
r_h	碳氫化合物響應係數	1
ρ	密度	kg/m ³
s	燃料齒條位置	
T_a	發動機進口處確定的吸入空氣溫度	K
T_{caclin}	增壓空氣冷卻器，冷卻劑進口溫度	°C
$T_{caclout}$	增壓空氣冷卻器，冷卻劑出口溫度	°C
T_{Exh}	廢氣溫度	°C
T_{Fuel}	燃油溫度	°C
T_{Sea}	海水溫度	°C
T_{sc}	增壓空氣溫度	K
T_{SCRef}	增壓空氣參照溫度	K
u	廢氣成分和廢氣密度比率	1
W_F	加權因數	1

表 4
燃料成分的符號

符號	定義	
w_{ALF}	燃料的氫含量	%m/m
w_{BET}	燃料的碳含量	%m/m
w_{GAM}	燃料的硫含量	%m/m
w_{DEL}	燃料的氮含量	%m/m
w_{EPS}	燃料的氧含量	%m/m
α	摩爾比率 (H/C)	1

第 1 章

總 則

1.1 目的

1.1.1 本《船用柴油發動機氮氧化物排放控制技術規則》，以下稱本規則的目的為定出船用柴油發動機的試驗、檢驗和發證要求，以確保其符合附則 VI 第 13 條的氮氧化物（NO_x）排放限值。本規則中所引用的規則條款均指附則 VI。

1.2 適用範圍

1.2.1 本規則適用於所有已安裝或設計並擬安裝在附則 VI 和第 13 條適用的任何船上的輸出功率大於 130 kW 的船用柴油發動機。就第 5 條關於檢驗和發證要求而言，本規則僅涉及柴油發動機符合 NO_x 排放限值的適用要求。

1.2.2 就本規則的適用而言，各主管機關有權委託經授權的組織代行本規則要求的主管機關的全部職能*。在任何情況下，主管機關對檢驗和發證負全部責任。

1.2.3 就本規則而言，如能證明柴油發動機在初次發證、年度、中間和換證檢驗和其他要求的檢驗時其 NO_x 加權排放在限值之內，則該柴油發動機須被認為符合第 13 條的適用 NO_x 排放限值。

* 參見第 A.739(18)號決議通過的《代表主管機關的組織的授權指南》和第 A.789(19)號決議通過的《被認可組織代表主管機關執行檢驗和發證職責的規範》。

1.3 定義

1.3.1 氮氧化物 (NO_x) 排放係指氮氧化物總排放量，按二氧化氮加權排放總量計算，並以本規則所規定的相關試驗循環和測量方法確定。

1.3.2 船用柴油發動機的實質性改裝係指：

- .1 對於 2000 年 1 月 1 日或以後建造的船上所安裝的發動機而言，實質性改裝係指：可能造成發動機超出列於第 13 條規定的適用排放限值的任何發動機改裝。用技術檔案中規定的部件進行不改變排放性能的發動機構件常規更換，不論是一部分還是多部分部件更換，均不視為“實質性改裝”。
- .2 對於 2000 年 1 月 1 日以前建造的船上所安裝的發動機而言，實質性改裝係指增加了 6.3 所述的簡單測試方法確定的發動機現有排放特性，使其超出 6.3.11 規定的允許值的任何改裝。這些改變包括，但不限於，其運作或技術參數（例如：改變凸輪軸、燃油噴射系統、空氣系統、燃燒室構造，或發動機定時校準）的改變。就本附則第 13.2 條的適用而言，符合第 13.7.1.1 條的經證明的認可方法的安裝，及符合第 13.7.1.2 條的發證，不被視為實質性改裝。

1.3.3 構件係指影響氮氧化物排放功能的互換性部件，由其設計/部件號標識。

1.3.4 設定係指對影響發動機氮氧化物排放性能的可調整部分的調整。

1.3.5 操作值係指發動機日誌中所載與氮氧化物排放性能有關的柴油發動機數據，如氣缸峰值壓力、排氣溫度等。這些數據均為載荷控制。

1.3.6 *EIAPP* 證書係指與氮氧化物排放相關的發動機國際防止空氣污染證書。

1.3.7 *IAPP* 證書係指國際防止空氣污染證書。

1.3.8 主管機關的含義與《73 防污公約》第 2 章第（5）款相同。

1.3.9 船上氮氧化物核實程序係指由發動機證書申請方制訂並經主管機關認可，在所要求的初次發證檢驗或換證、年度或中間檢驗時，在船上使用的可包括設備要求的程序，以證實符合本規則的任何要求。

1.3.10 船用柴油發動機係指第 13 條適用的，以液體或雙燃料運行的任何往復式內燃機，包括加壓器/混合系統（如適用）。

如果發動機擬通常以氣體模式運轉，即主要燃料為氣體及少量的液體引燃燃料，僅此運轉模式須滿足第 13 條的要求。如果發生故障造成氣體供應受限而使用純液體燃料運轉，須對駛往下個港口進行故障修理的航次予以免除。

1.3.11 額定功率係指第 13 條和本規則適用的船用柴油發動機的銘牌及技術檔案中載明的最大持續額定輸出功率。

1.3.12 **額定轉速**係指船用柴油發動機銘牌及技術檔案中載明的在額定功率輸出時的每分鐘的曲軸轉數。

1.3.13 **制動功率**係指，發動機僅設有在試驗台上運轉所必需的標準輔助設備時，在曲軸或其等效處測量的實測功率。

1.3.14 **船上狀態**係指發動機：

- .1 安裝在船上並與其驅動的實際設備相連接；及
- .2 處於執行該設備功能的運行狀態。

1.3.15 **技術檔案**係指符合本規則第 2.4 條，含有包括發動機構件和設定值在內的，會影響發動機氮氧化物排放的所有參數細節的記錄。

1.3.16 **發動機參數記錄簿**係指與《發動機參數檢查法》共用、記錄包括構件和發動機的設定值等可能影響發動機氮氧化物排放的所有參數變化的文件。

1.3.17 **認可方法**係指應用於特定發動機或一系列發動機、確保其符合第 13.7 條所述的適用氮氧化物限值的方法。

1.3.18 **現有發動機**係指第 13.7 條所適用的的發動機。

1.3.19 **認可方法檔案**係指描述認可方法及其檢驗方式的文件。

第 2 章

檢驗和發證

2.1 通則

2.1.1 凡 1.2 中規定的船用柴油發動機，除本規則另有規定外，均須接受下列檢驗：

- .1 前期發證檢驗，此檢驗須保證所設計和裝備的發動機符合第 13 條規定的氮氧化物排放限值。如經檢驗合格，主管機關須簽發發動機國際防止空氣污染（EIAPP）證書。
- .2 初次發證檢驗，此檢驗須在發動機安裝上船後但尚未投入使用之前進行。該檢驗須保證安裝上船的發動機包括前期發證後的任何改裝和/或調整（如適用）符合第 13 條規定的氮氧化物排放限值。該檢驗，作為船舶初次檢驗的一部分，完成後可向船舶初次簽發《國際防止空氣污染（IAPP）證書》或對船舶有效 IAPP 證書予以修正以反映出安裝了新發動機。
- .3 換證、年度和中間檢驗，此類檢驗須為第 5 條要求的船舶檢驗的一部分，以確保發動機繼續完全符合本規則的要求。
- .4 發動機初次發證檢驗，此種檢驗須在每次對發動機進行了第 13 條定義的重大改裝後在船上進行，以確保發動機符合第 13 條的適用氮氧化物排放限值。在此之後，如適用，將簽發 EIAPP 證書和修正 IAPP 證書。

2.1.2 為符合 2.1.1 中規定的各種檢驗和發證要求，本規則包含了下列供發動機製造廠、造船廠或船舶所有人酌情選用的測量、計算、試驗或核實發動機氮氧化物排放的方法：

- .1 符合第 5 章要求的前期發證檢驗試驗台試驗；
- .2 符合第 5 章全部試驗台要求的對未經前期發證的發動機在船上進行的前期發證檢驗和初次發證檢驗的合併試驗；
- .3 按照 6.2 規定，使用技術檔案規定的構件數據、發動機設定值和發動機性能數據，在初次、換證、年度和中間檢驗時確認前期發證的發動機或自最近一次檢驗後對氮氧化物關鍵構件、設定值和操作值進行過改裝或調整的發動機，符合要求的船上發動機參數檢查方法；
- .4 需要時，按照 6.3 規定，在換證、年度和中間檢驗時確認符合要求或初次發證檢驗時確認已獲前期發證的柴油發動機符合要求的船上簡化測量法；或
- .5 按照 6.4 的規定，僅在換證、年度和中間檢驗時確認符合要求的船上直接測量和監測法。

2.2 發動機前期發證程序

2.2.1 除 2.2.2 和 2.2.4 允許者外，每台船用柴油發動機（單發動機）在船上安裝前須：

- .1 予以調整，以符合適用的氮氧化物排放限值；

.2 根據本規則第 5 章規定的程序在試驗台上對氮氧化物排放進行測量；

.3 由主管機關進行前期發證，以簽發 EIAPP 證書為證。

2.2.2 依據主管機關的認可，對系列化生產的發動機的前期發證可採用發動機族或組的概念（見第 4 章）。在此情況下，僅要求對發動機組或發動機族的母型機進行 2.2.1.2 中規定的試驗。

2.2.3 獲得發動機前期發證的方法是讓主管機關：

.1 證實試驗台上進行的發動機試驗；

.2 核實所有經過試驗的發動機，包括在發動機族或發動機組內交付的發動機（如適用），符合適用的氮氧化物限值；及

.3 如適用，核實所選母型機可代表該發動機族或發動機組。

2.2.4 有些柴油發動機因其尺寸、構造和交貨計劃，不能在試驗台上進行前期發證測試。在此情況下，發動機製造廠、船舶所有人和造船廠須向主管機關申請進行船上試驗（見 2.1.2.2）。申請者必須向主管機關證明該船上試驗完全滿足本規則第 5 章規定的試驗台程序的所有要求。這種檢驗僅對單機或由母型機所代表的發動機組可以接受，但對發動機族的發證不得接受。如果初次檢驗在船上進行，且無任何有效的前期發證試驗，則無論如何不允許有任何可能的測量偏差。對於在船上進行發證試驗以取得 EIAPP 證書的發動機，須採用與在試驗台上進行前期發證試驗相同的程序。

2.2.5 氮氧化物減少裝置

- .1 如在 EIAPP 證書中包括氮氧化物減少裝置，該裝置須被認為是發動機的一個構件並且其存在須記錄於到發動機技術檔案中。前期發證試驗時，須對裝有氮氧化物減少裝置的發動機進行試驗。
- .2 如果因前期發證試驗時未能滿足所要求的排放值而安裝氮氧化物減少裝置，為使該組合獲得 EIAPP 證書，對發動機包括所安裝的減少裝置須重新試驗以表明符合適用的氮氧化物排放限值。但在此情況下，該組合可按 6.3 所述的簡化測量方法重新試驗。在任何情況下均不得給予 6.3.11 中給出的容許偏差。
- .3 如果按 2.2.5.2 使用簡化測量方法核實氮氧化物減少裝置的有效性，該試驗報告須作為前期發證試驗報告的附件，表明發動機本身不能滿足所要求的排放值。兩份報告均須提交主管機關，兩次試驗的 2.4.1.5 中詳述的試驗報告數據，均須包括在發動機技術檔案中。
- .4 根據 2.2.5.2 作為符合要求證實程序一部分而使用的簡化測量方法僅對發動機和氮氧化物減少裝置組合的有效性證實可以接受，對發動機族或發動機組發證則不可接受。
- .5 在 2.2.5.1 和 2.2.5.2 所述的兩種情況下，該氮氧化物減少裝置連同設備運行時獲得的排放值和主管機關要求的其他記錄須一同包括在 EIAPP 證書中。發動機的技術

檔案也須包括該裝置的船上氮氧化物核實程序，以確保該設備正確運行。

.6 儘管有 2.2.5.3 和 2.2.5.4 的規定，主管機關可依據本組織有待制訂的導則對氮氧化物減少裝置予以批准。

2.2.6 如因構件設計改變需要確立新的發動機族或發動機組但無可用母型機，發動機製造廠可向主管機關申請使用對適用試驗循環的各特定模式作出修改後的以前獲取的母型機試驗數據，以得到氮氧化物排放值的相應變化。在此情況下，用於確定修改排放數據的發動機須按 4.4.6.1、4.4.6.2 和 4.4.6.3 的要求對應於以前使用的母型機。如果多於一個構件需要改變，由此變化引起的複合效果由單獨一套試驗結果予以證實。

2.2.7 對於發動機族或發動機組內發動機的前期發證，須按照主管機關制定的程序，為母型機和在該發證下生產的每一台成員發動機簽發 EIAPP 證書，以伴隨發動機安裝於該主管機關管轄下的船舶上的整個使用期。

2.2.8 發動機製造國主管機關簽發證書

.1 如果船上將安裝的發動機在該船舶主管機關的國家之外製造，則船舶主管機關可要求發動機生產國的主管機關檢驗該發動機。如果能滿意地認定第 13 條的適用要求已按照本規則得到滿足，發動機製造國的主管機關須簽發或授權簽發 EIAPP 證書。

.2 證書副本和檢驗報告副本各 1 份須儘快送交提出要求的主管機關。

.3 如此簽發的證書須含有 1 份聲明，說明此證書係應主管機關要求而簽發。

2.2.9 本規則附錄 II 中的相關流程圖，提供了有關本規則第 2 章所述船用柴油發動機前期檢驗和發證指南。如有不一致，以第 2 章文本為準。

2.2.10 EIAPP 證書的格式範本作為附錄 I 附於本規則之後。

2.3 發動機的發證程序

2.3.1 對於製造廠的原技術規範未做調整或改裝的發動機，有效的 EIAPP 證書應足以證明其符合適用的氮氧化物排放限值。

2.3.2 發動機安裝於船上後，須確定其經過何種程度的會影響氮氧化物排放的進一步改裝和/或調整。因此在發動機安裝於船上之後但簽發 IAPP 證書之前，須檢驗其改裝情況並且採用船上氮氧化物核實程序及 2.1.2 中所述方法之一予以核准。

2.3.3 有些發動機在前期發證後，需要做最後的性能調整或改裝。在此情況下，可以使用發動機組的概念以保證發動機仍符合適用限值。

2.3.4 凡安裝於船上的船用柴油發動機須備有 1 份技術檔案。該技術檔案須由發動機發證申請方提供並經主管機關認可，並要求伴隨發動機的整個船上使用期。技術檔案須包括 2.4.1 中所述資料。

2.3.5 如安裝並需要氮氧化物減少裝置以符合氮氧化物排放限值，便於核實符合第 13 條要求的可選手段之一是符合 6.4 的直接測

量和監測方法。但是，根據所用裝置的技術可能性，經主管機關認可，也可以監測其他相關參數。

2.3.6 如為符合氮氧化物要求而引進一種附加物質如氨、尿素、蒸氣、水、燃料添加劑等，則須提供監測此物質消耗的方法。技術檔案須提供足夠的資料以便能夠使用一種便捷方法證明該附加物質的消耗與達到符合適用的氮氧化物限值的目的相一致。

2.3.7 在使用符合 6.2 的發動機參數檢查方法核實符合性時，如前期發證後對發動機進行了任何調整或改裝，則 1 份該調整或改裝的完整記錄須記載在發動機參數記錄簿上。

2.3.8 如所有安裝於船上的發動機經核查仍保持在技術檔案記錄的參數、構件和可調整特徵之內，則須認為發動機在第 13 條規定的適用氮氧化物限值內運行。在此情況下，如本附則其他所有適用要求均獲滿足，則應為該船舶簽發 IAPP 證書。

2.3.9 如果任何調整或改裝超出技術檔案規定的認可限值，只有通過下列方法之一核實氮氧化物總體排放性能處於規定的限值之內，方可簽發 IAPP 證書：符合 6.3 的簡化船上測量；或參照表明該調整或改裝未超出適用氮氧化物排放限值的有關發動機組認可的試驗台試驗。在初次發動機檢驗之後的檢驗中，可選用經主管機關認可的符合 6.4 的直接測量和監測方法。

2.3.10 對於已獲得 EIAPP 證書的發動機，主管機關可根據本規則自行決定省略或減少所有船上檢驗部分。但是，對於發動機族或發動機組（如適用）中的至少 1 個氣缸和/或 1 台發動機必須完成全部船上檢驗，並且僅在所有其他氣缸和/或發動機預期與被檢驗的發動機和/

或氣缸運作相同時方可省略。對已裝構件檢查，主管機關可對船上的備件進行該部分檢驗作為替代，但是該備件應能代表已裝構件。

2.3.11 本規則附錄 II 的流程圖，提供了本規則第 2 章所述船用柴油發動機初次、換證、年度和中間檢驗時的檢驗和發證指南。如有不一致，以第 2 章文本為準。

2.4 技術檔案和船上氮氧化物核實程序

2.4.1 為使主管機關能夠進行 2.1 中所述發動機檢驗，2.3.4 所要求的技術檔案須最低限度包括下列資料：

- .1 列明影響氮氧化物排放的構件、設定值和操作值，包括任何氮氧化物減少裝置或系統；
- .2 列明發動機構件的可允許調整或替代的整個範圍；
- .3 有關發動機性能包括其額定轉速和額定功率的全部記錄；
- .4 根據第 6 章規定，在船上核實檢驗中的證明符合氮氧化物排放限值的船上氮氧化物核實程序體系；
- .5 本規則附錄 V 第 2 節所述母型機相關試驗數據副本 1 份；
- .6 如適用，對屬於發動機組或族的 1 台發動機的劃定和限定；
- .7 按照規範在發動機上使用時將使發動機繼續符合適用的氮氧化物排放限值的備件/部件的規範；以及

.8 EIAPP 證書（如適用）。

2.4.2 作為一般原則，船上氮氧化物核實程序須能使驗船師易於判定發動機是否仍符合第 13 條的適用要求。同時，不得過於繁複以致不當延誤船舶或需要對某一特定發動機的特性有深入的了解或需要船上所沒有的專門測量裝置。

2.4.3 船上氮氧化物核實程序須為下列方法之一：

- .1 符合 6.2 的發動機參數檢查方法以核定發動機構件、設定值和操作值沒有偏離發動機技術檔案的規定；
- .2 符合 6.3 的簡化測量方法；或
- .3 符合 6.4 的直接測量和監測方法。

2.4.4 當考慮何種船上氮氧化物核實程序應包括在發動機技術檔案中以在所要求的船上核實檢驗（發動機的初次船上檢驗除外）中核實發動機是否符合氮氧化物排放限值時，6.1 中所列 3 種船上氮氧化物核實程序的任何一種均適用。但是，與所用方法相關的程序要經主管機關認可。如方法與原經認可的技術檔案中規定的核實程序方法不同，該方法程序須增為技術檔案的修正案或者添為技術檔案所述程序的替代方法。此後船舶所有人可選擇使用技術檔案中經認可的何種方法證明符合要求。

2.4.5 除經主管機關認可的發動機製造廠規定並包括在技術檔案中用於發動機初次發證的方法外，船舶所有人須可以選擇符合 6.4 的氮氧化物排放直接測量法。該測量數據可以為涵蓋發動機運作全程與發動機的其他操作數據一同定期抽樣記錄的形式，或者為連續監測和數據儲存的結果。數據必須是現時的（最近 30 天之內）並且必須使

用本規則中列舉的試驗程序獲取。這些監測記錄須在船上保存 3 個月以備當事國按第 10 條進行核查。須按照船上操作手冊中經認可的程序，對數據根據環境條件和燃料規格進行校正，並對測量設備是否校準和運作正確進行檢查。如裝有影響氮氧化物排放的廢氣後處理裝置，測量點必須位於該裝置的下游。

第 3 章

氮氧化物排放標準

3.1 船用柴油發動機氮氧化物最大允許排放限值

3.1.1 氮氧化物最大允許排放限值按其適用於第 13 條第 3、4、5.1.1 和 7.4 段中給出。根據本規則中的程序測量和計算出的氮氧化物加權排放總量（修正至小數點後第一位）須等於或小於對應於發動機額定轉速的適用計算值。

3.1.2 當發動機按照 5.3 使用試驗燃油運轉時，氮氧化物排放總量（以二氧化氮加權排放總量計）須採用本規則規定的試驗循環和測量方法確定。

3.1.3 按第 13 條第 3、4 或 5.1.1 段中所適用的公式計算出的發動機廢氣排放限值和實際計算出的發動機廢氣排放值（修正至小數點後第一位）須在發動機的 EIAPP 證書中予以標明。如果發動機是發動機族或發動機組的成員發動機，須將相關母型機的排放值與該發動機族或發動機組的適用限值進行比較。此限值須為按第 13 條第 3、4 或 5.1.1 段，以該發動機族或發動機組應涵蓋的最高發動機轉速為基礎的該發動機族或發動機組的限值，（不考慮該發動機 EIAPP 證書標明的母型機額定轉速或該特定發動機的額定轉速）。

3.1.4 如發動機按第 13 條第 5.1.1 段予以驗證，則在各模式點的具體排放量不得超過適用的氮氧化物排放限值的 50%，但下列除外：

.1 3.2.5 規定的 D2 試驗循環的 10% 模式點。

.2 3.2.6 規定的 C1 試驗循環的 10% 模式點。

.3 3.2.6 規定的 C1 試驗循環的空轉模式點。

3.2 所應用的試驗循環和加權因數

3.2.1 對每一台發動機或發動機組或發動機族的母型機，須使用 3.2.2 至 3.2.6 中規定的一個或多個相關試驗循環核實是否符合第 13 條規定中適用的氮氧化物排放限值。

3.2.2 用於船舶主推進包括柴油電力驅動的恆速船用柴油發動機，須按照表 1 應用 E2 試驗循環。

3.2.3 與可控螺距螺旋槳相連的發動機，無論其組合曲線如何，須按照表 1 應用 E2 試驗循環。

表 1

應用於“恆速主推進”的試驗循環

(包括柴油-電力驅動和所有可控螺距螺旋槳裝置)

試驗循環類型 E2	轉速	100%	100%	100%	100%*
	功率	100%	75%	50%	25%
	加權因數	0.2	0.5	0.15	0.15

3.2.4 按推進器原理運轉的主、輔發動機，須按照表 2 應用 E3 試驗循環。

表 2

應用於“按推進器原理運轉的主、輔發動機”的試驗循環

試驗循環類型 E3	轉速	100%	91%	80%	63%
	功率	100%	75%	50%	25%
	加權因數	0.2	0.5	0.15	0.15

3.2.5 恒速輔發動機，須按照表 3 應用 D2 試驗循環。

表 3

應用於“恒速輔發動機”的試驗循環

試驗循環類型 D2	轉速	100%	100%	100%	100%	100%
	功率	100%	75%	50%	25%	10%
	加權因數	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1

3.2.6 上述未包括的變速、變載荷輔發動機，須按照表 4 應用 C1 試驗循環。

-
- * 在一些特殊情況下，包括擬應用 E2 的大缸徑發動機，由於其振動質量和構造，發動機在標定轉速下低載荷運轉有損壞重要部件的風險。在此情況下，發動機製造廠須向主管機關提出申請，對表 1 中試驗循環的 25% 功率模式點，就發動機轉速作出修改。但是，調整後的 25% 功率時的發動機轉速須儘可能接近發動機製造廠建議的和主管機關認可的額定發動機轉速。試驗循環的適用加權因數須保持不變。

表 4

應用於“變速、變載荷輔發動機”的試驗循環

試驗循環類型	轉速	額定				中間			空轉
		扭矩	100%	75%	50%	10%	100%	75%	
C1	加權因數	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15

3.2.7 試驗循環 C1 中給出的扭矩值是代表着在一給定的試驗模式下，在給定轉速下，所要求的扭矩和最大可能扭矩之比的百分比。

3.2.8 試驗循環 C1 的中間轉速須由製造廠申報，並考慮到下列要求：

- .1 對於設計在一定轉速範圍中在滿負荷扭矩曲線上運行的發動機，所申報的最大扭矩轉速，如果出現於額定轉速的 60%至 75%之間，須為中間轉速。
- .2 如所申報的最大扭矩轉速小於額定轉速的 60%，則中間轉速須為額定轉速的 60%。
- .3 如所申報的最大扭矩轉速大於額定轉速的 75%，則中間轉速須為額定轉速的 75%。
- .4 對於未設計成在穩定狀態下在一定轉速範圍中在滿負荷扭矩曲線上運行的發動機，中間轉速將典型地處於最大額定轉速的 60%至 70%之間。

3.2.9 如果發動機製造廠請求對已經按照 3.2.2 至 3.2.6 中規定的不同試驗循環核准過的發動機應用新的試驗循環，則也許不需要因新的應用對發動機再完成全部發證過程。在此情況下，發動機製造廠可以將第一次發證試驗的具體模式下的測量結果，使用新的試驗循環的相應加權因數，用以計算新的試驗循環應用的加權排放總量，通過此重新計算證明符合排放限值。

第 4 章

系列化生產的發動機認可：發動機族和發動機組的概念

4.1 通則

4.1.1 為避免對每台發動機進行證明其符合氮氧化物的排放限值的發證測試，可採用兩種認可的概念之一，即發動機族或發動機組概念。

4.1.2 發動機族概念可用於任何系列化生產的發動機，通過其設計已證明具有類似的氮氧化物排放特性，按原樣使用，及，在船上安裝中，毋需進行任何會對氮氧化物的排放造成不利影響的調整或改裝。

4.1.3 發動機組概念可用於具有相似用途的小系列生產的發動機，在船上安裝或使用過程中需做輕微調整和改裝。

4.1.4 發動機製造廠最初可自行決定發動機是否要屬於發動機族或發動機組的概念。通常，應用的類型須基於在試驗台試驗後，對發動機是否將要，及在多大程度上進行改裝。

4.2 文件

4.2.1 所有發證文件必須完整並酌情由經正式授權的當局適當地蓋章。該文件還須包括所有條款和條件，包括備件的更換，以確保發動機保持符合適用的氮氧化物排放限值。

4.2.2 對發動機族或發動機組中的發動機，發動機參數檢查方法所要求的文件規定於 6.2.2 中。

4.3 發動機族概念的運用

4.3.1 發動機族概念在保證發動機族中的所有發動機均符合認可要求的同時，提供了減少須交付認可試驗的發動機數量的可能性。在發動機族的概念中，以 1 台母型機代表具有相似排放特點和設計的發動機。

4.3.2 系列生產並且不打算進行改裝的發動機可以納入發動機族概念。

4.3.3 母型機的選擇程序須為所選擇的發動機具有對氮氧化物排放水平產生最不利影響的特點。該發動機通常在該發動機族的所有發動機中具有最高的氮氧化物排放水平。

4.3.4 製造廠根據試驗和技術判斷，須提議哪些發動機屬於發動機族，哪些發動機產生最高的氮氧化物排放，以及應選出哪個發動機進行發證試驗。

4.3.5 主管機關須對發動機族中的母型機選擇進行發證認可審查，並須可以選擇一台不同的發動機進行認可檢驗或產品合格試驗以確信發動機族中的所有發動機符合適用的氮氧化物排放限值。

4.3.6 發動機族概念允許通過可調整零件對發動機進行微量調整。備有可調整零件的船用柴油發動機必須符合對在實際可及範圍內的任何調整的全部要求。如果某一零件為永久性封焊的或其他在通常情況下不可及的零件，則不能視為可調整零件。主管機關可要求將可調整零件調整到發證或在用試驗的可調整範圍內的任何規格以確定是否符合要求。

4.3.7 在對發動機族給予認可之前，主管機關須採取必要措施核實已作出適當安排以確保對產品合格的有效控制。這可包括，但不限於：

- .1 氮氧化物關鍵部件或建議作為發動機族的標識號與這些部件的圖紙編號(及修改狀況，如適用)之間的關係；
- .2 主管機關在檢驗時核實用於生產氮氧化物關鍵部件的圖紙與為界定該發動機族而確立的圖紙是否一致的方法；
- .3 圖紙修正控制措施。如製造廠提議對界定一發動機族的氮氧化物關鍵部件圖紙的修改可在發動機的服務期限內進行時，則產品合格保證體系需展示修改將，或將不影響氮氧化物排放時，要採用的程序。這些程序須包括圖紙編號的分配、對氮氧化物關鍵部件的標識標誌的影響以及向負責原發動機族認可的主管機關提供經修改的圖紙的規定。如這些修改可能影響氮氧化物的排放，則評估或核實母型機性能須採用的方法連同與通知主管機關有關的要採取的後續行動須一起予以說明，及，如必要，在這些改裝投入服務前，申報新的母型機；
- .4 業已實施的確保提供給經認證的發動機的任何氮氧化物關鍵部件的備件將與經認可的技術檔案中所列明的一致，因而將按界定該發動機族的圖紙生產的程序；或
- .5 經主管機關認可的等效措施。

4.3.8 發動機族選擇指南

4.3.8.1 發動機族須由該發動機族中所有發動機共同的基本特性予以界定。某些情況下參數間會有相互作用；這些影響也必須得到考慮，以確保僅具有相似排放特性的發動機方可包括在一個發動機族

中，例如，在某些發動機上，由於所用的增壓空氣或燃料系統，氣缸數量可成為相關參數，但對其他設計，廢氣排放特性可能與氣缸數或構形無關。

4.3.8.2 發動機製造廠負責從其不同型號的發動機中選出可包括在一個發動機族中的發動機。下列基本特性而非規格須是一個發動機族中的所有發動機所共有的：

.1 燃燒循環

- 二衝程循環
- 四衝程循環

.2 冷卻介質

- 空氣
- 水
- 油

.3 單個氣缸排量

- 在總差異範圍 15% 之內

.4 氣缸數量及氣缸構形

- 僅在某些情況下適用，例如與廢氣清潔裝置相聯時

.5 空氣抽吸方法

- 自然抽吸
- 增壓

.6 燃料類型

— 蒸餾/殘餘燃油

— 雙燃料

.7 燃燒室

— 開式燃燒室

— 分開燃燒室

.8 閥和開孔，構形、尺寸和數量

— 氣缸頭

— 氣缸壁

.9 燃料系統類型

— 泵線噴射器

— 串聯

— 分配器

— 單一元件

— 單元噴射器

— 氣體閥

.10 其他特性

— 廢氣再循環

— 水/乳液噴射

— 空氣噴射

— 增壓冷卻系統

— 廢氣後處理

— 還原催化劑

- 氧化催化劑
- 热反應器
- 顆粒捕捉器。

4.3.8.3 如果發動機包含其他被認為能影響氮氧化物廢氣排放的特徵，則這些特徵必須在選擇包括在發動機族中的發動機時予以認定和考慮。

4.3.9 發動機族的母型機選擇指南

4.3.9.1 用於氮氧化物測量的母型機選擇方法須經主管機關同意並認可。該方法須基於所選擇的發動機具有根據經驗已知會產生以克每千瓦小時 (g/kWh) 表示的最高氮氧化物排放量的發動機特徵和特性。這需要對發動機族中的發動機有詳盡的了解。在某些情況下，主管機關會斷定，對另外一台發動機進行實驗能更好地體現該發動機族的最差氮氧化物排放率。因此，主管機關可以根據該發動機族的發動機中表明具有最高氮氧化物排放水平的特徵，選擇另一台發動機進行試驗。如果在發動機族的發動機範圍中包含其他可能被認為影響氮氧化物排放的可變特徵，這些特徵也必須在母型機選擇中予以認定和考慮。

4.3.9.2 母型機須具有所適用試驗循環的最高排放值。

4.3.10 發動機族的發證

4.3.10.1 證書須包括一份由發動機製造廠制定和保管並經主管機關批准的清單，該清單中列有同一發動機族中的所有發動機及其規格，其操作條件限制和可允許的發動機調整細節和限度。

4.3.10.2 根據本規則須為發動機族的一成員發動機簽發一張前期證書或 EIAPP 證書，證明母型機符合第 13 條中規定的適用氮氧化物限

值。如果成員發動機的前期發證需要測量性能值，須按照本規則附錄 IV 中 1.3 的要求校準測量用設備。

4.3.10.3 如果在本規則規定的最惡劣條件下對發動機族的母型機進行試驗和氣體排放測量並證實符合 3.1 中給出的適用的最大允許排放限值，和試驗及氮氧化物測量結果須記錄在簽發給該特定母型機及該發動機族的所有成員機的 EIAPP 證書中。

4.3.10.4 如果兩個或以上主管機關同意接受彼此的 EIAPP 證書，則由其中一個主管機關發證的整個發動機族須得到與原發證主管機關簽定協議的其他主管機關的接受，協議中另有規定者除外。按該協議簽發的證書須被視為該發動機族證書所包括的所有發動機均符合特定氮氧化物排放要求的初步證據。如經證實所安裝的發動機未經改裝並且其調整在發動機族證書所允許的限度之內，則不需要對符合第 13 條規定做進一步證實。

4.3.10.5 如果發動機族的母型機根據本規則允許之外的其他標準或不同試驗循環予以認證，則製造廠必須向主管機關證明適當試驗循環下的氮氧化物加權平均排放在本規則和第 13 條的有關限值內，之後主管機關方可簽發 EIAPP 證書。

4.4 發動機組概念的應用

4.4.1 發動機組的發動機通常需要調整或改裝以適合船上運作條件，但這些調整或改裝不得導致氮氧化物排放超過第 13 條的適用限值。

4.4.2 發動機組概念還提供了減少對生產或使用中的發動機的改裝進行認可試驗的可能性。

4.4.3 發動機組概念通常可適用於具有 4.4.6 規定的相同設計特徵的任何發動機型，但在試驗台測試後允許單機改裝或調整。發動機組內的發動機範圍和母型機的選擇須經主管機關同意和認可。

4.4.4 如發動機製造廠或其他方要求應用發動機組概念，主管機關須考慮給予發證認可。如果發動機所有人無論有無發動機製造廠的技術支持，決定對其擁有船隊中許多相似發動機進行改裝，發動機所有人可以申請發動機組證書。發動機組可基於測試台上一台作為試驗發動機的母型機。典型應用為相似運作條件下相似柴油發動機的相似改裝。如除發動機製造廠之外的其他方申請發動機證書，發動機證書的申請方承擔本規則其他部分給出的發動機製造廠的責任。

4.4.5 在對系列化生產的發動機給予初始發動機組認可前，主管機關須採取必要措施核實已做出適當安排以確保對產品合格的有效控制。4.3.7 中的要求在細節上做出必要修正後，適用於本節。對於在簽發 EIAPP 證書後，為船上發動機改裝而建立的發動機組，此要求可能沒有必要。

4.4.6 發動機組選擇指南

4.4.6.1 除 4.3.8 中為發動機族定義的參數之外，發動機組可按基本特性和規格界定。

4.4.6.2 發動機組中的發動機須共有的參數和規格如下：

- .1 缸內徑和衝程尺寸；
- .2 增壓和排氣系統的方法和設計特點：
 - 恒壓；

一 脈衝系統；

.3 增壓空氣冷卻系統方法：

一 有/無增壓空氣冷卻器；

.4 影響氮氧化物排放的燃燒室設計特點；

.5 可確定影響氮氧化物排放的基本特徵的燃料噴射系統、活塞和噴射凸輪的設計特點；及

.6 額定轉速下的額定功率。發動機功率（kW/氣缸）和/或額定轉速的允許範圍由製造廠申報並經主管機關認可。

4.4.6.3 如果 4.4.6.2 所要求的標準並非預期發動機組內所有發動機所共有，則一般可認為那些發動機不屬同一個發動機組。但是，如那些標準中僅一項不是預期發動機組中所有發動機所共有，則發動機組可予接受。

4.4.7 發動機組中可允許的調整或改裝指南

4.4.7.1 經有關當事國同意及主管機關認可，在發動機組的前期發證或最後試驗台測量之後，符合發動機組概念的輕微調整和改裝可以允許，如果：

.1 對與排放有關的發動機參數和/或發動機船上氮氧化物核實程序的規定和/或發動機製造廠提供的數據的檢查證實經調整或改裝的發動機符合適用的氮氧化物排放限值。發動機試驗台上氮氧化物排放結果可作為核查發動機組中發動機的船上調整或改裝的一種選擇而加以接受；或

.2 船上測量證實經調整或改裝的發動機符合適用的氮氧化物排放限值。

4.4.7.2 發動機組內可以允許的調整和改裝實例（但不限於這些實例）如下：

.1 針對船上條件：

- 為補償燃料性質差異對噴射定時的調整，
- 為最大氣缸壓力對噴射定時的調整，
- 對氣缸間燃料輸送差異的調整。

.2 針對性能，對下列部件進行的改裝：

- 涡輪增壓器，
- 噴射泵部件，
- 柱塞規格，
- 輸送閥規格，
- 噴嘴，
- 凸輪輪廓，
- 進氣和/或排氣閥，
- 噴射凸輪，
- 燃燒室。

4.4.7.3 上述試驗台試驗後的改裝實例涉及到發動機整個使用壽命中的部件或發動機性能的重大改進。這是發動機組概念存在的主要原因之一。主管機關在收到申請之後，可將對一台發動機（可能是試驗發動機）進行的表明該改裝對氮氧化物排放水平造成影響驗證試驗

結果，接受為該發動機組內的所有發動機的試驗結果，而不要求對發動機組的每台成員發動機進行發證測量。

4.4.8 發動機組的母型機選擇指南

4.4.8.1 母型機的選擇須符合 4.3.9 中的適用標準。並非總能以與大批量生產發動機（發動機族）相同的方式從小批量生產的發動機中選出母型機。第一台訂購的發動機可被登記為母型機。此外在前期發證試驗中，如果母型機未調整至發動機製造廠定義的發動機組的參照或最大允許運作條件（可包括但不限於：最大燃燒壓力、壓縮壓力、排氣背壓、增壓空氣溫度），所測定的氮氧化物排放值須根據其他代表性發動機的排放敏感度測試修正至所定義的參照和最大允許條件。經修正的參照條件下的加權平均氮氧化物排放值須在 EIAPP 證書附件的 1.9.6 中標明。在任何情況下參照條件公差的影響不得導致排放值超過第 13 條要求的適用的氮氧化物排放限值。用於選擇代表發動機組的母型機的方法、參照值和應用的公差須經主管機關同意和認可。

4.4.9 發動機組的發證

4.4.9.1 4.3.10 中的要求，在細節上作出必要修正後，適用於本節。

第 5 章

試驗台氮氧化物排放的測量程序

5.1 通則

5.1.1 此程序須應用於船用柴油發動機的每一次初始認可試驗而不論其試驗地點（2.1.2.1 和 2.1.2.2 所述試驗方法）。

5.1.2 本章規定了確定氮氧化物廢氣排放加權平均值所需往複式內燃機在穩定狀態下的氣體排放測量和計算方法。

5.1.3 由於確定排放值需要進行一組多元單項測量而並非僅獲得單一測量值，所以許多下述程序為實驗室方法的詳細闡述。因此，所獲結果不僅取決於發動機和試驗方法並同樣地取決於測量程序。

5.1.4 本章包括作為試驗台測量程序的試驗和測量方法、試驗運行和試驗報告。

5.1.5 原則上，在排放試驗過程中，發動機須以與其船上應用相同的方式配備輔助設備。

5.1.6 對於本規則範圍內的許多發動機類型，發動機運行時會安裝的輔助設備在製造和發證時可能不會得知。因此，所標示的排放基於 1.3.13 所定義的制動功率。

5.1.7 當不適合在 5.2.3 規定的條件下試驗發動機時，例如，如果發動機和傳動裝置構成一個整體單元，發動機僅可在裝妥其他輔助設備後進行試驗。在這種情況下，功率計的設置須按照 5.2.3 和 5.9 確定。輔助設備損耗須不超過最大實測功率的 5%。超過 5% 的損耗須在試驗前經有關主管機關認可。

5.1.8 所有容量和容積流量率須與 273K (0°C) 和 101.3kPa 相關。

5.1.9 除另有規定外，本章要求的所有測量結果、試驗數據或計算須按照 5.10 記錄在發動機試驗報告中。

5.1.10 本規則中提到的“增壓空氣”一詞同樣適用於掃氣。

5.2 試驗條件

5.2.1 發動機族認可的試驗條件參數和試驗有效性

5.2.1.1 須測量發動機吸入空氣的絕對溫度 T_a (以 K 表示)，須根據以下公式測量或計算乾燥大氣壓力 p_s ，以 kPa 表示：

$$p_s = p_b - 0.01 \cdot R_a \cdot p_a$$

p_a 按公式 (10) 確定

5.2.1.2 對於自然進氣和機械增壓發動機， f_a 參數須根據以下公式確定：

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right) \cdot \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0.7} \quad (1)$$

5.2.1.3 對於有或無吸入空氣冷卻的渦輪增壓發動機， f_a 參數須根據以下公式確定：

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0.7} \cdot \left(\frac{T_a}{298} \right)^{1.5} \quad (2)$$

5.2.1.4 對於承認發動機族認可有效的試驗，參數 f_a 須為：

$$0.93 \leq f_a \leq 1.07 \quad (3)$$

5.2.2 具有增壓空氣冷卻的發動機

5.2.2.1 冷卻介質溫度和增壓空氣溫度須予以記錄。

5.2.2.2 所有發動機按照擬定的船上安裝配置後，必須能夠在 25°C 環境海水溫度下於第 13 條的適用氮氧化物排放限值內運轉。此參照溫度，須根據下列適用於具體安裝的增壓空氣冷卻安排加以考慮：

.1 發動機增壓空氣冷卻器直接海水冷卻。須證實增壓空氣冷卻器冷卻劑的進口溫度為 25°C 時符合適用的氮氧化物限值。

.2 發動機增壓空氣冷卻器中間淡水冷卻。須證實增壓空氣冷卻系統在與 25°C 的環境海水溫度相對應的冷卻劑進口設計溫度下運行時，符合適用的氮氧化物限值。

註：以上 (.1) 中所述直接海水冷卻系統的母型機試驗證明符合要求，不能證明本節所要求的在使用中間淡水冷卻安排所必有的更高增壓空氣溫度機制下符合要求。

.3 對於安裝的增壓空氣冷卻器不含直接或間接海水冷卻，如散熱器冷卻的淡水系統、氣/氣增壓空氣冷卻器，須證實發動機和增壓空氣冷卻系統在 25°C 空氣溫度下按製造廠的規定運行時，符合適用的氮氧化物限值。

5.2.2.3 是否符合第 13 條規定的適用的氮氧化物排放限值，須使用製造廠所規定和證明的增壓空氣參照溫度 (T_{SCRef}) 通過試驗或，適用時，計算加以證實。

5.2.3 功率

5.2.3.1 具體排放量測量的基礎是 1.3.11 和 1.3.13 定義的未經修正的制動功率。發動機須與發動機運行所需的輔助設備（例如：風扇、水泵等）一同提交。如在測試台上無法或不適宜安裝輔助設備，則其功耗須加以確定並從測定的發動機功率中扣除。

5.2.3.2 發動機上可能安裝的非運行必需的輔助設備可在試驗時拆除。另參閱 5.1.5 和 5.1.6。

5.2.3.3 如果輔助設備未拆除，其試驗轉速下的功耗須加以確定，以計算功率計的設定值，但輔助設備與發動機構成單一整體的發動機除外（例如：空氣冷卻發動機的冷卻風扇）。

5.2.4 發動機空氣進氣系統

5.2.4.1 須使用發動機空氣進氣系統或試驗車間系統，所呈現的空氣進氣限制為乾淨空氣濾清器在額定功率和滿載荷的轉速時，製造廠規定的最大值的 $\pm 300\text{Pa}$ 以內。

5.2.4.2 如果發動機配有一體化空氣進氣系統，則須在試驗時使用。

5.2.5 發動機排氣系統

5.2.5.1 須使用發動機排氣系統或試驗車間系統，所呈現的背壓為在額定功率和滿載荷的轉速時，製造廠規定的最大值的 $\pm 650\text{Pa}$ 以內。排氣系統須符合 5.9.3 中的廢氣取樣要求。

5.2.5.2 如果發動機配有一體化排氣系統，則須在試驗時使用。

5.2.5.3 如果發動機配有廢氣後處理裝置，其排氣管直徑須與包含廢氣後處理裝置的展開部分開端進口上游至少 4 倍於管直徑之處所使用的管直徑相同。從排氣總管法蘭或渦輪增壓器出口至廢氣後處理裝

置的距離須與船上構形相同，或位於製造廠的距離規格之內。排氣背壓或限制須遵循上述同一標準並可使用閥門調定。

5.2.5.4 如試驗台的裝置妨礙按照要求調整排氣背壓，對氮氧化物排放的影響應由該製造廠予以證明，並在主管機關認可後，對排放值相應地做出必要修正。

5.2.6 冷卻系統

5.2.6.1 須使用具有足夠容量的發動機冷卻系統以維持製造廠規定的發動機正常運作溫度。

5.3 試驗燃油

5.3.1 燃油特性會影響發動機廢氣排放；特別是，一些燃油結合氮在燃燒中會轉換成氮氧化物。因此，試驗所用燃油的特性須予以確定並記錄。如使用參照燃油，則須提供該燃油的參照號碼或規格及分析。

5.3.2 試驗用燃油的選擇取決於試驗的目的。如果沒有適合的參照燃油，建議使用 ISO 8217 : 2005 規定的具有適合該發動機類型的性質的 DM 級蒸餾船用燃料。如果沒有 DM 級船用燃料，須使用與 ISO 8217 : 2005 相符的 RM 級殘油燃油。對燃油的所有構成成分須進行必要的分析，以明確其規格及確定其 DM 或 RM 級別。母型機試驗時使用的燃油須在試驗中取樣。

5.3.3 燃油溫度須符合製造廠的建議。燃油溫度須在燃料噴射泵進口處或按照製造廠的規定測量，並且溫度和測量點須予以記錄。

5.3.4 以液體燃料為引燃燃料的雙燃料發動機須使用最大液體和氣體燃料比進行試驗。燃料的液體部分須符合 5.3.1、5.3.2 和 5.3.3。

5.4 測量設備和測量數據

5.4.1 交付試驗的發動機所排放的氣體成分須按本規則附錄 III 所述方法測量，該附錄闡述了氣體排放的建議分析系統。

5.4.2 其他系統或分析儀，如果能得出與 5.4.1 中所提到的設備等效的結果，經主管機關認可，可被接受。為確立等效，經使用公認國家或國際標準驗證合格的建議替代系統或分析儀，用於測量柴油發動機的廢氣排放濃度時，就 5.4.1 所援引的要求而言，能得出等效結果。

5.4.3 對於引入新系統，等效的確定須基於 ISO 5725-1 和 ISO 5725-2 或其他類似的公認標準中闡述的重複性和再現性的計算。

5.4.4 本規則不包含流量、壓力和溫度測量設備的詳細資料，而僅在本規則附錄 IV 的 1.3.1 中給出了此類設備進行排放試驗所需精度要求。

5.4.5 功率計規格

5.4.5.1 須採用具有適當性能可完成 3.2 所述的適合的試驗循環的發動機功率計。

5.4.5.2 扭矩和轉速測量儀器須使軸功率測量精度在給定範圍之內。可能需要附加計算。

5.4.5.3 測量設備的精度須不超過本規則附錄 IV 的 1.3.1 中給出的允許偏差。

5.5 廢氣流量測定

5.5.1 廢氣流量須採用 5.5.2, 5.5.3 或 5.5.4 中規定的方法之一予以測定。

5.5.2 直接測量方法

5.5.2.1 該方法通過流量嘴或等效的測量系統直接測量廢氣流量，並且須符合公認的國際標準。

註：直接氣體流量測量是一項困難的任務。須採取預防措施避免將會導致排放值錯誤的測量錯誤。

5.5.3 空氣和燃料測量方法

5.5.3.1 採用空氣和燃料測量方法確定廢氣排放流量的方法須根據公認的國際標準進行。

5.5.3.2 該方法對空氣流量和燃料流量進行測量。須使用具有本規則附錄 IV 中 1.3.1 所定義的精確度的空氣流量表和燃料流量表。

5.5.3.3 廢氣流量須作如下計算：

$$q_{\text{new}} = q_{\text{maw}} + q_{\text{mf}} \quad (4)$$

5.5.3.4 空氣流量表須符合本規則附錄 IV 的精確度規範，CO₂ 分析儀須滿足本規則附錄 III 的技術規範，且整個系統須符合本規則附錄 IV 的廢氣流量的精確度規範。

5.5.4 燃料流量和碳平衡法

5.5.4.1 該方法採用本規則附錄 VI 規定的碳平衡法根據燃料消耗、燃料成分和廢氣濃度進行廢氣質量流量計算。

5.6 發動機相關參數和其他基本參數測試儀的允許偏差

5.6.1 所有測量儀的校準，包括本規則附錄 IV 中詳述的測量儀和為了確定發動機的氮氧化物排放性能，例如測量汽缸峰值或增壓空氣

壓力而額外需要的測量儀的校準，須符合主管機關認可的標準和本規則附錄 IV 的 1.3.1 中列出的要求。

5.7 確定氣體成分的分析儀

5.7.1 確定氣體成分的分析儀須滿足本規則附錄 III 的規定。

5.8 分析儀的校準

5.8.1 用於發動機氣體排放測量的分析儀須按照本規則附錄 IV 的要求校準。

5.9 試驗運行

5.9.1 通則

5.9.1.1 對建議取樣和分析系統的詳細描述包含在 5.9.2 至 5.9.4 和本規則附錄 III 中。由於不同的結構可產生相同的結果，所以不要求完全一致。可使用附加構件，如儀器、閥、螺線管、泵和開關提供補充資料及協調構件系統的功能。如主管機關同意，對維持某些系統的精確性所不需要的其他構件可以排除，只要該排除基於良好的技術判斷。

5.9.1.2 進氣限制（自然進氣發動機）或增壓空氣壓力（渦輪增壓發動機）和廢氣背壓的處理須分別符合 5.2.4 和 5.2.5 的要求。

5.9.1.3 對於增壓發動機，進氣限制條件須以乾淨空氣進氣濾清器，及增壓系統在母型機試驗結果所代表，為該發動機族或發動機組申報或確立的範圍內運作為條件。

5.9.2 主要廢氣成分： CO 、 CO_2 、 HC 、 NO_x 和 O_2

5.9.2.1 確定原始廢氣中氣體排放的分析系統須以使用 5.4 中規定的分析儀為基礎。

5.9.2.2 對於原始廢氣所有成分的試樣可以使用一隻取樣管或用兩隻位置緊靠在一起並內部分至不同分析儀的取樣管採集。必須當心不要在分析系統的任何部位發生廢氣成分（包括水和硫酸）凝結。

5.9.2.3 這些分析儀的規格和校準須分別符合本規則附錄 III 和 IV。

5.9.3 氣體排放物的取樣

5.9.3.1 氣體排放物取樣管須安裝在發動機、渦輪增壓器或最後一個後處理裝置（取最下游者）的出口之後至少 10 倍於排氣管直徑之處，但同時至少在廢氣系統出口上游 0.5m 或 3 倍於排氣管直徑（取大者）之處。對於位置無法滿足上述規格的短廢氣系統，取樣管的替代位置須由主管機關認可。

5.9.3.2 碳氫化合物取樣管處的廢氣溫度須至少為 190°C，與碳氫化合物取樣管分離的其他氣體測量取樣管處須至少為 70°C。

5.9.3.3 對於帶有多路支管廢氣管的多氣缸發動機，取樣管進口須位於足夠下游之處，以確保試樣能代表從所有氣缸排出的平均廢氣排放。對於帶有不同支管組的多氣缸發動機，允許分別從每組廢氣管處取樣並計算平均廢氣排量。另外，允許從一組中取樣以代表平均廢氣排量，條件是能向主管機關證明其他組的排放是相同的。經主管機關認可，已表明和上述方法相關聯的其他方法可以採用。廢氣排放計算，須採用總廢氣質量排量。

5.9.3.4 廢氣取樣系統須按本規則附錄 IV 的第 4 節進行泄漏試驗。

5.9.3.5 如果廢氣成分受到任何廢氣後處理系統的影響，則廢氣試樣必須在該設備的下游取得。

5.9.3.6 取樣管入口位置須能避免吸入廢氣系統中為冷卻、調節或降低噪音而注入的水。

5.9.4 分析儀的檢查

5.9.4.1 排放分析儀須按本規則附錄 IV 的第 6 節置零及設定量程。

5.9.5 試驗循環

5.9.5.1 發動機須按照 3.2 定義的試驗循環進行試驗，這考慮到發動機應用的不同。

5.9.6 試驗順序

5.9.6.1 完成 5.9.1 至 5.9.5 的程序後，須開始試驗順序。發動機須按照 3.2 定義的適用試驗循環以任何順序進行每一種模式的運行。

5.9.6.2 在實驗循環的每一種模式的初轉換期之後，除低速空轉時須在製造廠申報的公差之內，指定轉速須維持在額定轉速的 $\pm 1\%$ 或 $\pm 3\text{min}^{-1}$ （取大者）之間。指定扭矩須加以維持，使整個測量期間的平均扭矩在發動機額定轉速下的額定扭矩的 $\pm 2\%$ 之間。

5.9.7 分析儀響應

5.9.7.1 當穩定時，在試驗和所有零位和量程響應檢查過程中分析儀的輸出須使用數據採集系統或條圖記錄器進行記錄。分析廢氣時的記錄時間須不小於 10 分鐘，每次零位和量程響應檢查時須不小於 3 分鐘。數據採集系統須使用每分鐘至少三次的取樣頻率。所測定的 CO、HC 和 NO_x 濃度須使用 ppm 或等效方式記錄並至少精確到最接近整數

位。所測定的 CO₂ 和 O₂ 濃度須使用%或等效方式記錄並精確到不少於小數點後兩位。

5.9.8 發動機狀況

5.9.8.1 各模式點下發動機的轉速、負荷及其他重要參數須在發動機穩定之後測量。廢氣流量須予以測量或計算並記錄。

5.9.9 分析儀複查

5.9.9.1 排放試驗後，須使用零位氣體和測量前使用的相同量程氣體對分析儀的零位和量程響應進行複查。如果滿足以下條件，則須認定試驗合格：

- .1 試驗前、後零位氣體響應差異低於初始量程氣體濃度的 2%；及
- .2 在試驗前、後量程氣體響應差異低於初始量程氣體濃度的 2%。

5.9.9.2 對按 5.9.7 記錄的分析儀響應不得進行零位和量程漂移校正。

5.10 試驗報告

5.10.1 對建立發動機族或發動機組而測試的每台單機或母型機，發動機製造廠須為其準備一份試驗報告，內容須包括能全面確定發動機性能和進行氣體排放計算的必要數據，包括本規則附錄 V 第 1 節規定的數據。試驗報告的正本須由製造廠存檔保管，一份經核准的真實副本須由主管機關存檔保管。

5.11 氣體排放數據評估

5.11.1 對於氣體排放評估，須對每種模式的至少最後 60s 記錄的數據作平均，每種模式中 CO、CO₂、HC、NO_x 和 O₂ 的濃度須根據平均記錄數據和相應零位和量程檢查數據確定。CO₂ 和 O₂ 的平均結果須精確到不少於小數點後兩位（以 % 表示），CO、HC 和 NO_x 須至少精確到最接近整數位（以 ppm 表示）。

5.12 氣體排放計算

5.12.1 試驗報告的最後結果須按下列 5.12.2 至 5.12.6 中的步驟確定。

5.12.2 廢氣流量的確定

5.12.2.1 每種模式的廢氣流量率 (q_{mew}) 須按照 5.5.2 至 5.5.4 中所述的方法之一確定。

5.12.3 乾/濕修正

5.12.3.1 如排放未按濕度基礎測量，則須根據下列公式將所測濃度轉換成濕度基礎：

$$C_w = K_w \cdot C_d \quad (5)$$

5.12.3.2 對於原始廢氣：

.1 完全燃燒，按 5.5.2 的直接測量方法或 5.5.3 的空氣和燃料測量方法確定廢氣流量時，須使用下列公式：

$$K_{WRJ} = \left(1 - \frac{1.2442 \cdot H_a + 111.19 \cdot W_{ALF} \cdot \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{7773.4 + 1.2442 \cdot H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \cdot f_{fw} \cdot 1000} \right) \cdot 1.008 \quad (6)$$

或

$$k_{WT1} = \left(1 - \frac{1.2442 \cdot H_a + 111.19 \cdot w_{ALF} \cdot \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773.4 + 1.2442 \cdot H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \cdot f_{fw} \cdot 1000} \right) \left/ \left(1 - \frac{p_r}{p_b} \right) \right. \quad (7)$$

式中

$$f_{fw} = 0.055594 \cdot w_{ALF} + 0.0080021 \cdot w_{DEL} + 0.0070046 \cdot w_{EPS} \quad (8)$$

H_a 係指以 g (水) /kg (乾空氣) 表示的吸入空氣的絕對濕度

註：可通過相對濕度測量、露點測量、蒸氣壓力測量或乾/濕球測量，運用普遍接受的公式，計算出 H_a 。

$$H_a = 6.22 \cdot p_a \cdot R_a / (p_b - 0.01 \cdot R_a \cdot p_a) \quad (9)$$

式中：

p_a = 吸入空氣的飽和蒸氣壓力，kPa

$$p_a = (4.856884 + 0.2660089 \cdot t_a + 0.01688919 \cdot t_a^2 - 7.477123 \cdot 10^{-5} \cdot t_a^3 + 8.10525 \cdot 10^{-6} \cdot t_a^4 - 3.115221 \cdot 10^{-8} \cdot t_a^5) \cdot (101.32/760) \quad (10)$$

式中：

t_a = 吸入空氣溫度，°C； $t_a = T_a - 273.15$

p_b = 總大氣壓力，kPa

p_r = 分析系統冷卻槽後的水汽壓力，kPa

$p_r = 0.76\text{kPa}$ ，冷卻槽溫度 3°C

.2 不完全燃燒，在一個或多個模式點 CO 大於 100ppm 或 HC 大於 100ppmC，按 5.5.2 的直接測量方法或 5.5.3 的

空氣和燃料測量方法及任何情況下使用 5.5.4 的碳平衡法確定廢氣流量時，須使用下列公式：

註：(11) 和 (13) 中 CO 和 CO₂ 濃度的單位是%。

$$k_{wT2} = \frac{1}{1 + a \cdot 0.005 \cdot (c_{CO2d} + c_{COD}) - 0.01 \cdot c_{H2d} + k_{w2} - \frac{p_r}{p_b}} \quad (11)$$

式中：

$$a = 11.9164 \cdot \frac{w_{ALF}}{w_{BET}} \quad (12)$$

$$c_{H2d} = \frac{0.5 \cdot a \cdot c_{COD} \cdot (c_{COD} + c_{CO2d})}{c_{COD} + 3 \cdot c_{CO2d}} \quad (13)$$

$$k_{w2} = \frac{1.608 \cdot H_a}{1000 + (1.608 \cdot H_a)} \quad (14)$$

5.12.3.3 對於吸入空氣：

$$k_{wa} = 1 - k_{w2} \quad (15)$$

5.12.4 氮氧化物濕度和溫度修正

5.12.4.1 由於氮氧化物的排放取決於環境空氣狀況，所以氮氧化物濃度須使用 5.12.4.5 或 5.12.4.6 中的適用系數進行環境空氣溫度和濕度修正。

5.12.4.2 除參照溫度 25°C 下 10.71g/kg 外，不得使用其他濕度參照值。

5.12.4.3 其他修正公式如證明正確、有效，並經主管機關認可，可以使用。

5.12.4.4 增壓空氣中注入水或蒸氣（空氣加濕）被視作排放控制手段，因此濕度修正中不做考慮。增壓冷卻器中凝結的水會改變增壓空氣的濕度，因此濕度修正中須作考慮。

5.12.4.5 壓燃式發動機：

$$k_{hd} = \frac{1}{1 - 0.0182 \cdot (H_a - 10.71) + 0.0045 \cdot (T_a - 298)} \quad (16)$$

式中：

T_a = 空氣濾清器進口的空氣溫度，K

H_a = 空氣濾清器進口的吸入空氣濕度，克水(g)/每千克乾空氣(kg)

5.12.4.6 具有中間空氣冷卻器的壓燃式發動機須使用下列替代公式：

$$k_{hd} = \frac{1}{1 - 0.012 \cdot (H_a - 10.71) - 0.00275 \cdot (T_a - 298) + 0.00285 \cdot (T_{sc} - T_{scRef})} \quad (17)$$

式中：

T_{sc} 係指增壓空氣溫度；

T_{scRef} 係指 5.2.2 規定的對應於海水溫度 25°C 的每個模式點的增壓空氣溫度。

T_{scRef} 須由製造廠規定。

為考慮增壓空氣的濕度，須增加下列因素：

H_{sc} = 增壓空氣濕度，克水(g)/每千克乾空氣(kg)，其中：

$$H_{sc} = 6.22 \cdot p_{sc} \cdot 100 / (p_c - p_{sc})$$

式中：

p_{sc} = 增壓空氣的飽和蒸氣壓力，kPa

p_c = 增壓空氣壓力，kPa

但是，如果 $H_a \geq H_{sc}$ ，須使用 H_{sc} 替代公式（17）中的 H_a 。

5.12.5 排放質量流量的計算

5.12.5.1 每種模式原始廢氣中各成分的排放質量流量須使用按 5.11.1 獲取的測量濃度、表 5 中的適用 u_{gas} 值和 5.5 中的廢氣質量流量按照 5.12.5.2 計算出。

表 5

原始廢氣的系數 u_{gas} 和燃料特定參數

氣體		NO _x	CO	HC	CO ₂	O ₂
ρ_{gas}	kg/m ³	2.053	1.250	*	1.9636	1.4277
	ρ_e^{**}	系數 u_{gas}^{***}				
燃油	1.2943	0.001586	0.000966	0.000479	0.001517	0.001103

* 取決於燃料

** ρ_e 為廢氣的正常密度。

*** $\lambda=2$ 時，濕空氣，273K，101.3kPa

表 5 中的 u 值基於理想的氣體特性。

5.12.5.2 須使用以下公式：

$$q_{mgas} = u_{gas} \cdot c_{gas} \cdot q_{new} \cdot k_{hd} (\text{對NO}_x) \quad (18)$$

$$q_{mgas} = u_{gas} \cdot c_{gas} \cdot q_{new} \cdot k_{hd} (\text{對其他氣體}) \quad (18a)$$

式中：

q_{mgas} =個別氣體排放質量流量，g/h

u_{gas} =廢氣成分密度和廢氣密度比率，見表 5

c_{gas} =原始廢氣中各成分的濃度，ppm，濕基

q_{new} =廢氣質量流量，kg/h，濕基

k_{hd} =NO_x濕度修正系數

註：對於CO₂和O₂測量，濃度通常以%報告。應用公式18a時，濃度須以ppm表示。1.0%=10000ppm。

5.12.5.3 對於氮氧化物的計算，須使用按5.12.4確定的濕度修正系數 k_{hd} 。

5.12.5.4 測量的濃度如不是以濕度基礎測量，須按5.12.3轉換成濕度基礎。

5.12.6 具體排放量計算

5.12.6.1 所有單獨成分的排量須按照下列公式計算

$$\text{gas}_x = \frac{\sum_{i=1}^n (q_{mgas_i} \cdot W_{F_i})}{\sum_{i=1}^n (p_i \cdot W_{F_i})} \quad (19)$$

式中：

$$p = p_m + p_{aux} \quad (20)$$

和

q_{mgas} 係指個別氣體排放質量流量

P_m 係指單獨模式的測定功率

P_{aux} 係指單獨模式的安裝到發動機上的輔助設備功率。

5.12.6.2 上述計算中使用的加權因數和模式數目(n)須符合3.2的規定。

5.12.6.3 按公式(19)得出的發動機平均加權氮氧化物排放值須和第13條中適用排放限值相比較，以確定發動機是否符合要求。

第 6 章

船上驗證符合氮氧化物排放限值的程序

6.1 通則

6.1.1 獲得前期證書的發動機安裝到船上後，每台船用柴油發動機須按照 2.1.1.2 到 2.1.1.4 的規定，進行船上核實檢驗以驗證該發動機繼續符合第 13 條規定的適用氮氧化物排放限值。這種符合驗證須用下列方法之一確定：

- .1 按照 6.2 規定的發動機參數檢查法驗證發動機的構件，設定值和操作值未偏離發動機技術檔案中的技術規範；
- .2 符合 6.3 的簡化測量法；或
- .3 符合 6.4 的直接測量和監測法。

6.2 發動機參數檢查方法

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 滿足下述條件的發動機適合發動機參數檢查法：

- .1 業已得到試驗台前期證書（EIAPP 證書）的發動機及按照 2.2.4 進行初次發證檢驗後得到證書（EIAPP 證書）的發動機；及
- .2 上次檢驗後，指定的構件和可調特性業經改裝或調整的發動機。

6.2.1.2 當柴油發動機設計成在適用的氮氧化物排放限值內運轉時，很可能在其船上使用壽命內氮氧化物的排放限值不會改變。但是

對發動機的調整或改裝就可能使適用的氮氧化物排放限值被突破。因此，須採用發動機的參數檢查方法驗證發動機是否仍在適用的氮氧化物排放限值之內運轉。

6.2.1.3 發動機構件的檢查，包括設定值和發動機操作值的檢查旨在提供一種推斷發動機排放性能的簡易手段，以驗證未經或業經微小調整或改裝的發動機仍符合適用的氮氧化物排放限值。如果需對一些操作值進行測定，所用測量設備的校準須符合本規則附錄 IV 的要求。

6.2.1.4 上述檢查旨在提供一種方便方法，確定發動機按照製造廠的技術規範進行正確調整，並處於與主管機關證明與第 13 條中的適用的規定相符的初次發證相一致的調整狀態。

6.2.1.5 如果使用電子發動機控制系統，須對照原設定值予以評估以確保適當參數運行於建造時設定的限值之內。

6.2.1.6 為了評估是否符合第 13 條，並非總需要測量氮氧化物排放量以了解未配備後處理裝置的發動機是否符合適用的氮氧化物排放限值。只要了解發動機現狀和初次發證時特定的構件、校準或參數調整的狀況一致就可能足夠。如果發動機參數檢查方法的結果顯示該發動機符合適用的氮氧化物排放限值，可對該發動機重新發證而毋需氮氧化物直接測量。

6.2.1.7 對於配備氮氧化物減少裝置的發動機，作為參數檢查的組成部分，有必要對該裝置的運轉進行檢查。

6.2.2 發動機參數檢查方法的文件

6.2.2.1 每台船用柴油發動機均須備有 2.3.4 要求的技術檔案，列明影響廢氣排放的發動機構件、設定值或操作值，並須經核查以確保符合要求。

6.2.2.2 發動機的技術檔案須包括與氮氧化物排放性能相關，在發動機前期發證或船上發證時（取先者）指定的發動機構件、可調特性及參數的所有適用的資料。

6.2.2.3 根據特定的發動機的具體設計，各種影響氮氧化物排放的船上改裝和調整是可能而且常見的。這包括下列發動機參數：

- .1 噴射定時；
- .2 噴嘴；
- .3 噴油泵；
- .4 燃油凸輪；
- .5 共軌系統的噴油壓力；
- .6 燃燒室；
- .7 壓縮比；
- .8 渦輪增壓器類型和構造；
- .9 增壓空氣冷卻器，增壓空氣預熱器；
- .10 閥定時；
- .11 氮氧化物抑制設備“水噴射”；
- .12 氮氧化物抑制設備“乳化的燃料”（燃料水乳化液）；
- .13 氮氧化物抑制設備“廢氣再循環”；
- .14 氮氧化物抑制設備“選擇性催化還原”；或
- .15 主管機關規定的其他參數。

6.2.2.4 根據發動機發證申請方的建議和主管機關的認可，依據特定的發動機和具體的設計，發動機的實際技術檔案可以包含少於第 6.2.2.3 節所論述的構件和/或參數。

6.2.2.5 對某些參數存在不同的檢驗可能性。經主管機關認可及在發動機發證申請方的支持下，船舶所有人可以選擇適合的方法。本規則附錄 VII 給出的發動機參數檢查法檢查清單中所列的任何一種或一組方法均足以證明符合要求。

6.2.2.6 包含在發動機技術檔案中的有關發動機構件改裝的技術文件，須包括改裝的細節及其對氮氧化物排放的影響，並須在進行改裝時提供。從該發動機組概念適用範圍內的晚期發動機獲得的試驗台數據，可以接受。

6.2.2.7 船舶如配有需接受發動機參數檢查法檢查的船用柴油發動機，其船舶所有人或船舶負責人須在船上保存下列有關船上氮氧化物核實程序的文件：

- .1 記錄關於發動機構件和設定值的所有變化，包括相同部件更換或認可範圍內的調整的發動機參數記錄簿；
- .2 發動機發證申請方提交並經主管機關認可的發動機指定構件和設定值參數清單和/或發動機載控操作值文件；及
- .3 對任何發動機指定構件進行了改裝時，發動機構件改裝技術文件。

6.2.2.8 任何影響特定發動機參數的改變，包括調整、發動機部件的更換和改裝，其說明須在發動機參數記錄簿上按時間順序予以記錄。

上述說明須輔以用以評估發動機氮氧化物排放量的任何其他有用數據。

6.2.3 發動機參數檢查方法的程序

6.2.3.1 發動機參數檢查方法須用下列 2 個程序進行：

- .1 除其他檢查外，須對發動機參數進行文件檢查，包括發動機參數記錄簿檢查以並驗證發動機參數在發動機技術檔案規定的許可範圍之內；及
- .2 如必要，除進行文件檢查外，須對發動機構件及可調特性進行實際檢查。然後須參照文件檢查的結果，驗證發動機可調特性在發動機技術檔案所規定的許可範圍內。

6.2.3.2 驗船師須能夠選擇對 1 個或所有被列明的構件、設定值或操作值進行檢查以確保未經或業經微小調整或改裝的發動機符合適用的氮氧化物排放限值並確保按照 2.4.1.7 的規定，僅使用了符合經核准的規格的構件。如果調整和/或改裝參照技術檔案中的技術規範，則須為發動機發證申請方建議並經主管機關認可的範圍之內。

6.3 簡化測量方法

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 本節規定的下列簡化試驗和測量程序僅適用於需要時在船上進行的確認試驗、及換證檢驗、年度檢驗和中間檢驗。各首次試驗台上發動機試驗均須按照第 5 章規定的程序進行。由於船舶在冷/熱和乾/濕氣候下航行，而這會造成氮氧化物排放變化，因此按照 5.12.4 對環境空氣濕度和溫度進行修正至關重要。

6.3.1.2 為了使船上確認試驗和船上換證檢驗、年度檢驗和中間檢驗獲得有意義的結果，作為最低的要求，須按照適當試驗循環對氮氧化物和二氧化碳的氣體排放濃度予以測量。計算中所使用的加權因數(W_F)和模式數目(n)須符合3.2。

6.3.1.3 須測量發動機扭矩和轉速。但為簡化程序，為船上核實而測量發動機有關參數的儀器，其容許偏差(見6.3.7)不同於在試驗台試驗方法中所允許的容許偏差。如直接測量扭矩有困難，可採用經發動機發證申請方推薦並經主管機關認可的任何其他方法估算制動功率。

6.3.1.4 在實際情況下，發動機一旦裝於船上，經常不再可能測量燃油消耗。為簡化船上程序，發動機前期發證試驗台試驗的燃油消耗測量結果可以接受。在這種情況下，特別是對於殘餘燃油(根據ISO 8217:2005的RM級燃油)的運轉，須對相應的估算誤差進行估算。因為計算中所用的燃油流量(q_{mf})必須與試驗中抽取的燃油試樣所確定的燃油成分相關聯，所以須對試驗台試驗測定的 q_{mf} 就試驗台和試驗燃油之間的任何淨熱值差異進行修正。此誤差對最終排放造成的影響須加以計算，並與排放測量的結果一同報告。

6.3.1.5 除另有規定外，所有本章要求的測量結果、試驗數據或計算，均須按照5.10的要求記錄於在發動機試驗報告中。

6.3.2 須測量和記錄的發動機參數

6.3.2.1 表6列出了在船上核實程序中須予以測量和記錄的發動機參數。

表 6
須測量和記錄的發動機參數

符號	參數	量綱
H_a	絕對濕度（發動機吸入空氣水分質量與乾燥空氣質量之比）	g/kg
$n_{d,i}$	發動機轉速（循環中第 <i>i</i> 次模式時）	min ⁻¹
$n_{turb,i}$	渦輪增壓器轉速（如適用）（循環中第 <i>i</i> 次模式時）	min ⁻¹
p_b	總大氣壓力（在ISO 3046-1，1995中： $p_x=P_x$ =現場環境總壓力）	kPa
$p_{C,i}$	增壓空氣冷卻器後的增壓空氣壓力（循環中第 <i>i</i> 次模式時）	kPa
P_i	制動功率（循環中第 <i>i</i> 次模式時）	kW
$q_{mf,i}$	燃油流量（循環中第 <i>i</i> 次模式時）	kg/h
s_i	燃料齒條位置（每個氣缸，如適用）（循環中第 <i>i</i> 次模式時）	
T_a	空氣入口處吸入空氣溫度（在ISO 3046-1，1995中： $T_x=TT_x$ =現場環境熱力空氣溫度）	K
$T_{sc,i}$	增壓空氣冷卻器後的增壓空氣溫度（如適用）（循環中第 <i>i</i> 次模式時）	K
T_{caclin}	增壓空氣冷卻器，冷卻劑進口溫度	°C
$T_{caclout}$	增壓空氣冷卻器，冷卻劑出口溫度	°C
$T_{Exh,i}$	取樣點的廢氣溫度（循環中第 <i>i</i> 次模式時）	°C
T_{Fuel}	發動機前的燃油溫度	°C
T_{Sea}	海水溫度	°C

6.3.3 制動功率

6.3.3.1 船上氮氧化物試驗中，獲得所要求數據的能力問題特別地與制動功率相關。雖然對直連齒輪箱的情況在第5章(5.1.7)中給予了考慮，但是，正如在船上所能看到的，發動機在許多應用中的佈置，由於沒有明確的主軸因而無法進行扭矩測量(如通過專門安裝的應變

儀獲得扭矩測量值）。在這裏主要是發電機，但發動機還可能與泵，液壓裝置，壓縮機等連接。

6.3.3.2 驅動 6.3.3.1 中所列機器的發動機，在安裝到船上與功率消耗裝置永久連接之前的建造階段，一般均已用水力測功器進行過試驗。對發電機來說，採用電壓和電流測量及製造廠申報的發電機效率，應不成問題。對按推進器原理運轉的設備來講，可採用已知的轉速功率曲線以及有保證的從自由端或利用例如凸輪軸轉速的速比，測量發動機轉速的能力。

6.3.4 試驗燃油

6.3.4.1 一般來說，所有排放測量均須在發動機使用 ISO 8217 : 2005，DM 級船用柴油運轉時進行。

6.3.4.2 為了避免造成船舶所有人不能接受的負擔，根據發動機發證申請方的建議和主管機關的認可，確認試驗測量或重新檢驗測量可允許發動機使用 ISO 8217 : 2005，RM 級殘餘燃油運行。在這種情況下，燃油結合氮和燃油的點火性能可能會對發動機的氮氧化物排放有影響。

6.3.5 氣體排放的取樣

6.3.5.1 5.9.3 所述的一般要求亦須適用於船上測量。

6.3.5.2 所有發動機的船上安裝，須使得這些試驗可以安全地進行並且對發動機有最少的干擾。船上須提供廢氣取樣的合適佈置和獲得所要求的數據的能力。所有發動機的排氣管均須設置一個易於接近的標準取樣點。取樣點接頭法蘭的實例在本規則附錄 VIII 第 5 節中給出。

6.3.6 測量設備和須測量的數據

6.3.6.1 氣體污染物的排放須採用第 5 章所述方法予以測量。

6.3.7 發動機有關參數和其他重要參數測量儀器的允許偏差

6.3.7.1 本規則附錄 IV 的第 1.3 節中的表 3 和 4 列出了船上驗證程序過程中用於測量發動機有關參數和其他重參數的儀器的允許偏差。

6.3.8 氣體成分的確定

6.3.8.1 須採用第 5 章所述分析測量設備和方法。

6.3.9 試驗循環

6.3.9.1 船上所用的試驗循環須與 3.2 所規定的適用試驗循環相符。

6.3.9.2 發動機在船上並非總有可能按照 3.2 所規定的試驗循環運行，但基於發動機製造廠的建議並經主管機關認可的試驗程序須儘可能接近 3.2 所確定的程序。因此，這種情況下的測定值可能無法與試驗台試驗結果直接比較，因為測定值在很大程度上取決於試驗循環。

6.3.9.3 如果船上測量點的數目與試驗台試驗測量點數目不同，考慮到 6.4.6 的規定，測量點和加權因數須符合發動機發證申請方的建議並經主管機關認可。

6.3.10 氣體排放計算

6.3.10.1 考慮到簡化測量程序的特殊要求，須採用第 5 章規定的計算程序。

6.3.11 容許偏差

6.3.11.1 由於船上應用本章簡化測量程序時可能出現偏差，可接受適用限值 10%的容許偏差，但僅適用於確認試驗、換證檢驗、年度檢驗和中間檢驗。

6.3.11.2 發動機氮氧化物排放可隨燃油點火性能和燃油結合氮而改變。如沒有燃燒過程中點火性能影響氮氧化物形成的充分資料且燃油結合氮轉換率也取決於發動機的效率，對於以 RM 級燃油 (ISO 8217: 2005) 進行的船上試驗運轉，可以允許 10%的容許偏差，但船上進行的前期發證試驗沒有容許偏差。對於所使用的燃油，須對其碳、氫、氮、硫的成分，以及在 ISO 8217: 2005 的範圍內，對任何其他成分進行分析以明確其規格。

6.3.11.3 對船上簡化測量及使用 ISO 8217: 2005 標準的 RM 級殘餘燃油所准許的總容許偏差不得超過適用限值的 15%。

6.4 直接測量和監測方法

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 換證、年度和中間檢驗時，船上核實可使用下述直接測量和監測程序。

6.4.1.2 與廢氣的處理和接近、測量設備以及鋼瓶裝純氣體和校準氣體的儲存和使用相關的安全問題須予以適當注意。取樣位置和通道腳手架須能確保監測安全並且不干擾發動機。

6.4.2 排放種類測量

6.4.2.1 船上氮氧化物測量須至少包括氮氧化物 ($\text{NO}+\text{NO}_2$) 氣體排放濃度的測量。

6.4.2.2 如廢氣質量流量按照本規則附錄 VI 的碳平衡法確定，須同時測量二氧化碳。另外也可測量一氧化碳、碳氫化合物和氧。

6.4.3 發動機性能測量

6.4.3.1 表 7 列出了船上氮氧化物監測時在每個模式點須測量或計算和記錄的發動機性能參數。

表 7
須測量和記錄的發動機參數

符號	參數	量綱
n_d	發動機轉速	min^{-1}
p_c	接收器增壓空氣壓力	kPa
P	制動功率（如同以下規定）	kW
P_{aux}	輔機功率（如相關）	kW
T_{sc}	接收器增壓空氣溫度（如適用）	K
T_{caclin}	增壓空氣冷卻器冷卻劑進口溫度（如適用）	°C
$T_{caclout}$	增壓空氣冷卻器冷卻劑出口溫度（如適用）	°C
T_{Sea}	海水溫度（如適用）	°C
q_{mf}	燃油流量（如同以下規定）	kg/h

6.4.3.2 界定發動機操作條件所需的其他發動機設定值，如廢氣門、增壓空氣旁通、渦輪增壓器的狀態，須予以確定和記錄。

6.4.3.3 氮氧化物減少裝置的設定值和操作條件須予以確定和記錄。

6.4.3.4 如果直接測量功率有困難，可使用主管機關認可的任何其他方法估算未經修正的制動功率。確定制動功率的可行方法包括，但不限於：

.1 與 6.3.3 相符的間接測量；或

.2 從諾模圖估算。

6.4.3.5 燃油流量（實際消耗率）須按下列方式確定：

.1 直接測量；或

.2 於 6.3.1.4 相符的試驗台數據。

6.4.4 環境條件測量

6.4.4.1 表 8 列出了船上氯氧化物監測時在每個模式點須測量或計算和記錄的環境條件參數。

表 8
須測量和記錄的環境條件參數

符號	參數	量綱
H_a	絕對濕度（發動機吸入空氣水分質量與乾燥空氣質量之比）	g/kg
p_b	總大氣壓力（在 ISO 3046-1，1995 中： $p_x=P_x$ =現場環境總壓力）	kPa
T_a	空氣入口溫度（在 ISO 3046-1，1995 中： $T_x=TT_x$ =現場環境熱力空氣溫度）	K

6.4.5 發動機性能和環境條件監測設備

6.4.5.1 發動機性能和環境條件監測設備須依照製造廠的建議安裝和維護，以使本規則附錄 IV 中 1.3 節和表 3 和表 4 中有關允許偏差的要求得到滿足。

6.4.6 試驗循環

6.4.6.1 發動機在船上並非總有可能按照規定的試驗循環運行，但經主管機關認可的試驗程序須儘可能接近 3.2 規定的程序。因此，這種

情況下的測定值可能不能與試驗台試驗結果直接比較，因為測定值在很大程度上取決於試驗循環。

6.4.6.2 在 E3 試驗循環下，如實際螺旋槳曲線與 E3 曲線不同，所用載荷點須使用該循環相關模式給出的發動機轉速或相應的平均有效壓力（MEP）或平均指示壓力（MIP）予以設定。

6.4.6.3 如果船上測量點的數目與試驗台測量點數目不同，則測量點數目和相關的經修改的加權因數須由主管機關認可。

6.4.6.4 對於 6.4.6.3，如果應用 E2、E3 或 D2 試驗循環，則須使用 3.2 中規定的組合標定加權因數大於 0.5 的最少量的載荷點。

6.4.6.5 對於 6.4.6.3，如果應用 C1 試驗循環，則對每個額定、過渡和空轉部分須至少使用一個載荷點。如果船上測量點的數目與試驗台測量點數目不同，則每個載荷點的標定加權因數須按比例增加以總和取整（1.0）。

6.4.6.6 關於 6.4.6.3 的應用，有關載荷點的選擇和經修改的加權因數指南見本規則附錄 VIII 第 6 節。

6.4.6.7 為證明符合要求而使用的實際載荷點須在模式點額定功率 $\pm 5\%$ 之內，但如果是 100% 載荷，範圍須是 $+0-10\%$ 。例如，75% 載荷點的可接受範圍須為額定功率的 70%-80%。

6.4.6.8 在每個選定的載荷點（空轉除外），並在最初轉換期之後（如適用），發動機功率須以 10 分鐘的間隔期在 5% 偏差係數（%C.O.V.）內的載荷設定點予以保持。此偏差係數的計算實例見本規則附錄 VIII 第 7 節。

6.4.6.9 關於 C1 試驗循環，空轉轉速限度須申報，並經主管機關認可。

6.4.7 試驗條件參數

6.4.7.1 5.2.1 規定的試驗條件參數不適用於船上氮氧化物監測。任何現行環境條件下的數據均可接受。

6.4.8 分析儀使用性能

6.4.8.1 分析設備須按製造廠的建議操作。

6.4.8.2 測量前須檢查零位和量程值，必要時須對分析儀進行調整。

6.4.8.3 測量後須核實分析儀的零位和量程值在 5.9.9 的許可範圍內。

6.4.9 排放計算數據

6.4.9.1 在試驗過程和所有響應檢查（零位和量程）過程中分析儀的輸出須予以記錄。該數據須記錄在 1 台條圖記錄器或其他型式的數據記錄裝置上。數據記錄精度須符合 5.9.7.1 的要求。

6.4.9.2 對於氣體排放評估，須對每個載荷點的 10 分鐘穩定取樣間隔的至少 1Hz 圖形讀數作平均。 NO_x 和 CO_2 （如要求）和 CO 、 HC 及 O_2 （可選）的平均濃度須根據平均圖形讀數和相應的校準數據確定。

6.4.9.3 上述的 10 分鐘期內，須至少記錄排放濃度、發動機性能和環境條件數據。

6.4.10 廢氣流量

6.4.10.1 廢氣流量須按下列方式確定：

- .1 按照 5.5.2 或 5.5.3；或
- .2 按照 5.5.4 和本規則附錄 VI，不測量類設為零， c_{CO2d} 設為 0.03%。

6.4.11 燃油成分

6.4.11.1 為了計算濕氣體質量流量 q_{mf} ，燃油成分須按下列方式之一確定：

- .1 分析得出的燃油成分，碳、氫、氮和氧（可採用默認氧值）；或
- .2 表 9 的默認值。

表 9
默認燃油參數

	碳 w_{BET}	氫 w_{ALF}	氮 w_{DEL}	氧 w_{EPS}
蒸餾燃油 (ISO 8217 : 2005 , DM 級)	86.2%	13.6%	0.0%	0.0%
殘餘燃油 (ISO 8217 : 2005 , RM 級)	86.1%	10.9%	0.4%	0.0%

6.4.12 乾/濕修正

6.4.12.1 如果排放未按濕度基礎測量，則須根據下列方式將氣體排放濃度轉換成濕度基礎：

- .1 水成分的直接測量；或
- .2 根據 5.12.3 計算的乾/濕修正。

6.4.13 氮氧化物濕度和溫度修正

6.4.13.1 氮氧化物濕度和溫度修正須符合 5.12.4。須標明參照增壓空氣溫度 (T_{SCRef}) 並經主管機關認可。 T_{SCRef} 值須以 25°C 海水溫度為參照，在 T_{SCRef} 值的應用中須按實際海水溫度留出餘量。

6.4.14 排放流量和具體排放量的計算

6.4.14.1 排放流量和具體排放量的計算須符合 5.12.5 和 5.12.6。

6.4.15 限值和容許公差

6.4.15.1 在應用 6.4.6.3 時，經主管機關認可，對獲取的排放值須作如下修正：

$$\text{經修正的 } \text{gas}_x = \text{gas}_x \cdot 0.9 \quad (21)$$

6.4.15.2 須酌情使用排放值 gas_x 或經修正的 gas_x 和第 13 條規定的的氯氧化物排放限值以及 6.3.11.1、6.3.11.2 和 6.3.11.3 的容許偏差值進行比較以核實發動機繼續符合第 13 條的要求。

6.4.16 證明符合要求的數據

6.4.16.1 在換證檢驗、年度檢驗和中間檢驗時或按 1.3.2 做了實質性改裝後，需要求證明符合要求。根據 2.4.5，數據必須是現時的；即 30 天內的。數據須在船上保存至少三個月。這些時間段須被看作是船舶在營運的時期。30 天內的數據可在一次試驗序列中從全部所要求的載荷點收集，或者當發動機載荷與 6.4.6 的要求相符的兩個或更多的不同時機獲取。

6.4.17 認可格式

6.4.17.1 直接測量和監測方法須記錄在船上監測手冊中。船上監測手冊須提交主管機關認可。船上監測手冊的認可參照須填入 EIAPP 證書附件第 3 節。如該方法在首次簽發 EIAPP 證書後獲得認可，即在前期發證檢驗之後，主管機關可簽發新的 EIAPP 證書，並對附件第 3 節中的細節作出適當修正。

6.4.18 設備和方法的檢驗

6.4.18.1 對直接測量和監測方法的檢驗須考慮但不限於：

- .1 通過所要求的測量而獲得和產生的數據；以及
- .2 獲取數據的方式，考慮到 6.4.14 要求的船上監測手冊中提供的資料。

第 7 章

現有發動機的發證

- 7.1 如現有發動機須符合第 13.7 條，負責獲得排放證書的實體須向認可主管機關申請發證。
- 7.2 如果對認可方法的認可申請中包括排放測量和計算，則須符合第 5 章的要求。
- 7.3 從一台發動機獲取的排放和性能數據可表明能適用於一系列發動機。
- 7.4 為符合第 13.7 條所採取的經認可的方法須包括該經認可的方法之檔案副本，且要求該副本須伴隨發動機的整個船上使用期限。
- 7.5 發動機船上核實程序的描述須包括在經認可的方法之檔案中。
- 7.6 經認可的方法安裝後，須按照經認可的方法之檔案進行檢驗。如檢驗證實符合要求，主管機關須對船舶的 IAPP 證書做出相應修改。

附錄 I

EIAPP 證書格式

(參閱《2008 年氮氧化物技術規則》2.2.10)

發動機國際防止空氣污染證書

本證書係根據經 2008 年 MEPC.176(58) 號決議修正的修訂《經 1978 年議定書修訂的〈1973 年國際防止船舶造成污染公約〉》的 1997 年議定書（以下簡稱本公約）的規定，

經 國政府授權，

(國家全稱)

由 簽發。

(經按本公約規定授權的適任組織或個人全稱)

發動機 製造廠	型號	序號	試驗循環	額定功率 (kW) 和轉速 (rpm)	發動機 認可號

茲證明：

1 上述船用柴油發動機已按照本公約附則 VI 定為強制性的《2008 年船用柴油發動機氮氧化物排放控制技術規則》的要求進行了前期發證檢驗；及

2 前期發證檢驗表明，在其船上安裝和/或運行之前，該發動機，其構件、可調特性及技術檔案完全符合本公約附則 VI 第 13 條的適用規定。

在本政府管轄下的船舶上安裝，並按照本公約附則 VI 第 5 條的規定接受檢驗的發動機使用期內，本證書有效。

簽發於：

.....
(簽發證書地點)

(年/月/日) :
(簽發日期) (經正式授權的發證官員簽字)

(主管當局蓋章或鋼印)

發動機國際防止空氣污染證書（EIAPP 證書）附頁

結構、技術檔案及核實方法記錄

註：

- 1 本記錄及其附件須永久附於 EIAPP 證書之後。EIAPP 證書須伴隨該柴油發動機整個使用壽命並須一直保存在船上。
- 2 本記錄須至少為英文、法文或西班牙文。如果還使用了發證國的官方文字，在出現爭議或不一致時，以發證國的官方文字為準。
- 3 除另有明文規定外，本記錄所述各條係指本公約附則 VI 的各條，發動機的技術檔案和核實方法的要求係指《2008 年氮氧化物技術規則》中的強制性要求。

1 發動機資料

- 1.1 製造廠名稱和地址
- 1.2 發動機製造地點
- 1.3 發動機製造日期
- 1.4 前期發證檢驗地點
- 1.5 前期發證檢驗日期
- 1.6 發動機類型及型號
- 1.7 發動機序號
- 1.8 如適用，該發動機是一台：母型機 或下列發動機族 或發動機組 的成員機
- 1.9 單機或發動機族/發動機組的詳細資料：.....
 - 1.9.1 認可參考

- 1.9.2 額定功率 (kW) 及額定轉速 (rpm) 值或範圍
- 1.9.3 試驗循環
- 1.9.4 母型機試驗燃油規格
- 1.9.5 適用的氮氧化物排放限值 (g/kWh)，第 13.3、13.4 或 13.5 條
(不適用者刪除)
- 1.9.6 母型機排放值 (g/kWh)

2 技術檔案資料

按照《2008 年氮氧化物技術規則》第 2 章的要求，技術檔案是 EIAPP 證書的重要組成部分且必須一直伴隨發動機的整個使用壽命並一直保存在船上。

- 2.1 技術檔案標識號/認可號
- 2.2 技術檔案認可日期

3 船上氮氧化物核實程序技術規範

《2008 年氮氧化物技術規則》第 6 章所要求的船上氮氧化物核實程序技術規範是 EIAPP 證書的重要組成部分且必須一直伴隨發動機的整個使用壽命並一直保存在船上。

3.1 發動機參數檢查法：

- 3.1.1 標識號/認可號
- 3.1.2 認可日期

3.2 直接測量和監測法：

- 3.2.1 標識號/認可號
- 3.2.2 認可日期

作為替代，可使用符合《2008年氯氧化物技術規則》的 6.3 的
簡化測量方法。

簽發於：

.....

(簽發證書地點)

(年/月/日) :

(簽發日期) (正式授權發證官員簽字)

(主管當局蓋章或鋼印)

附錄 II

船用柴油發動機檢驗和發證流程圖

(參閱《2008 年氮氧化物技術規則》2.2.9 和 2.3.11)

本附錄的圖 1、圖 2 和圖 3 紿出了本規則第 2 章闡述的符合船用柴油發動機檢驗和發證的指南：

圖 1： 製造廠設施中前期發證檢驗

圖 2： 船上初次檢驗

圖 3： 船上換證、年度或中間檢驗

註：這些流程圖並未顯示第 13.7 條要求的現有發動機發證標準。

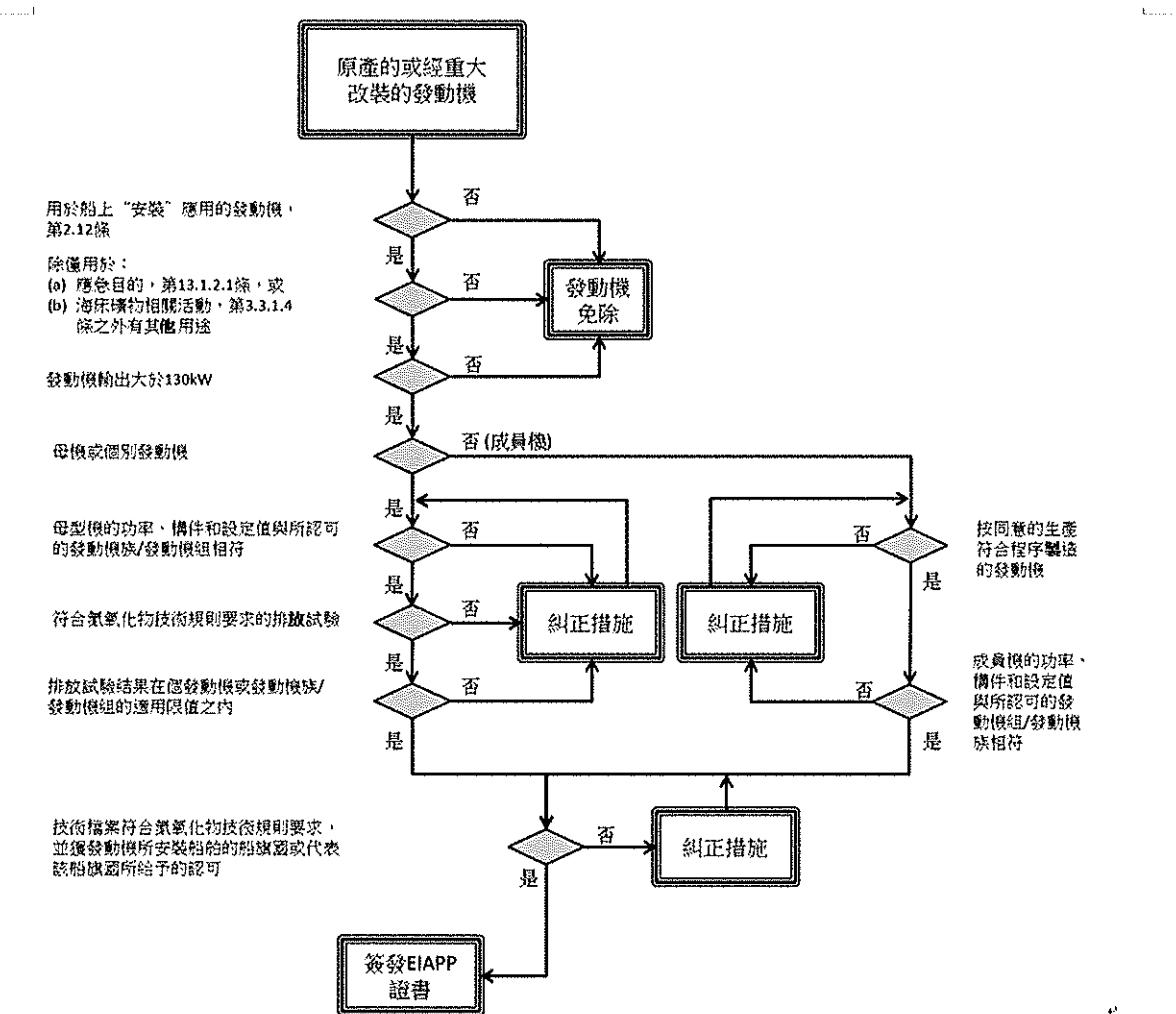


圖 1-製造廠設施中前期發證檢驗

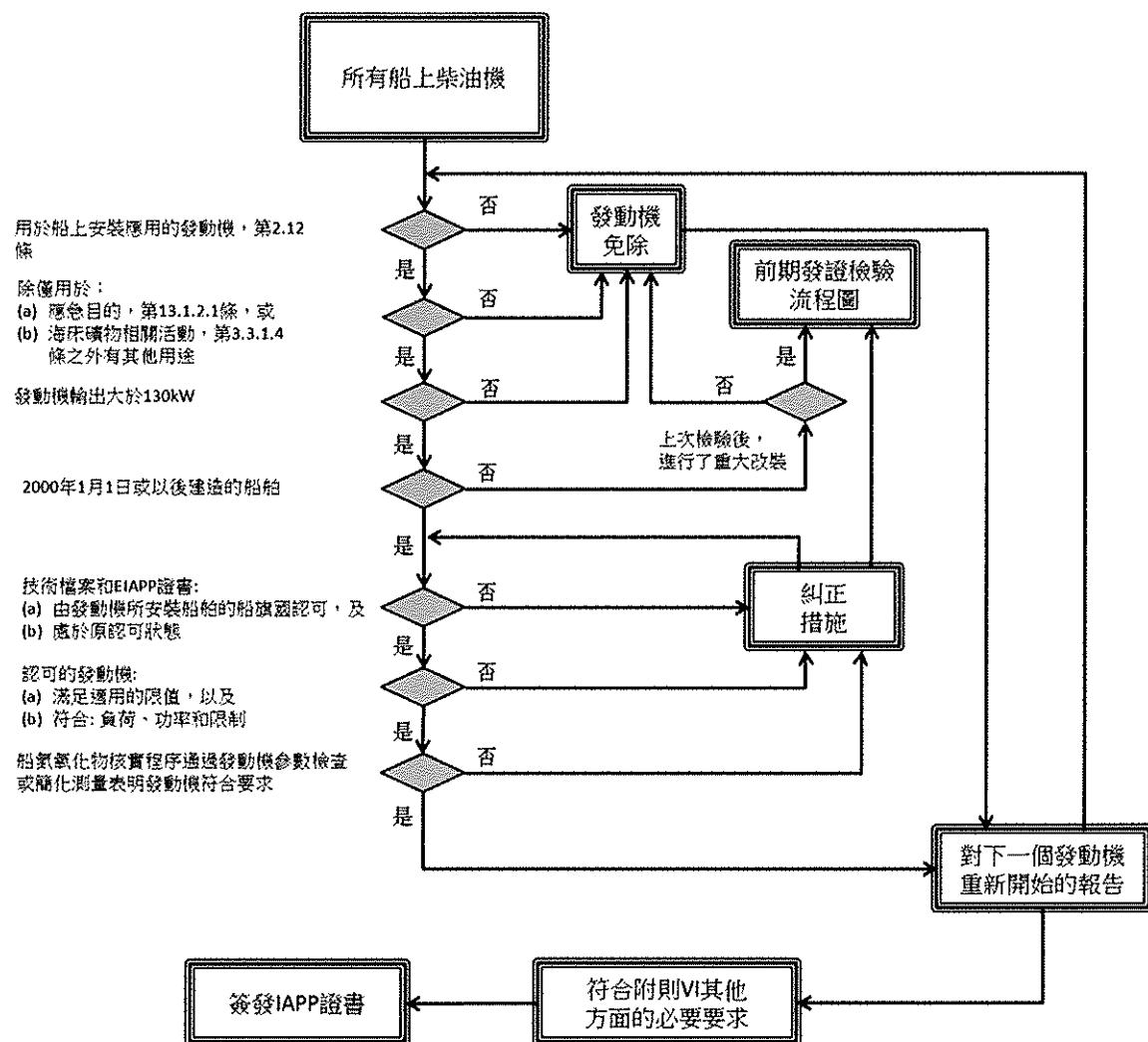


圖 2-船上初次檢驗

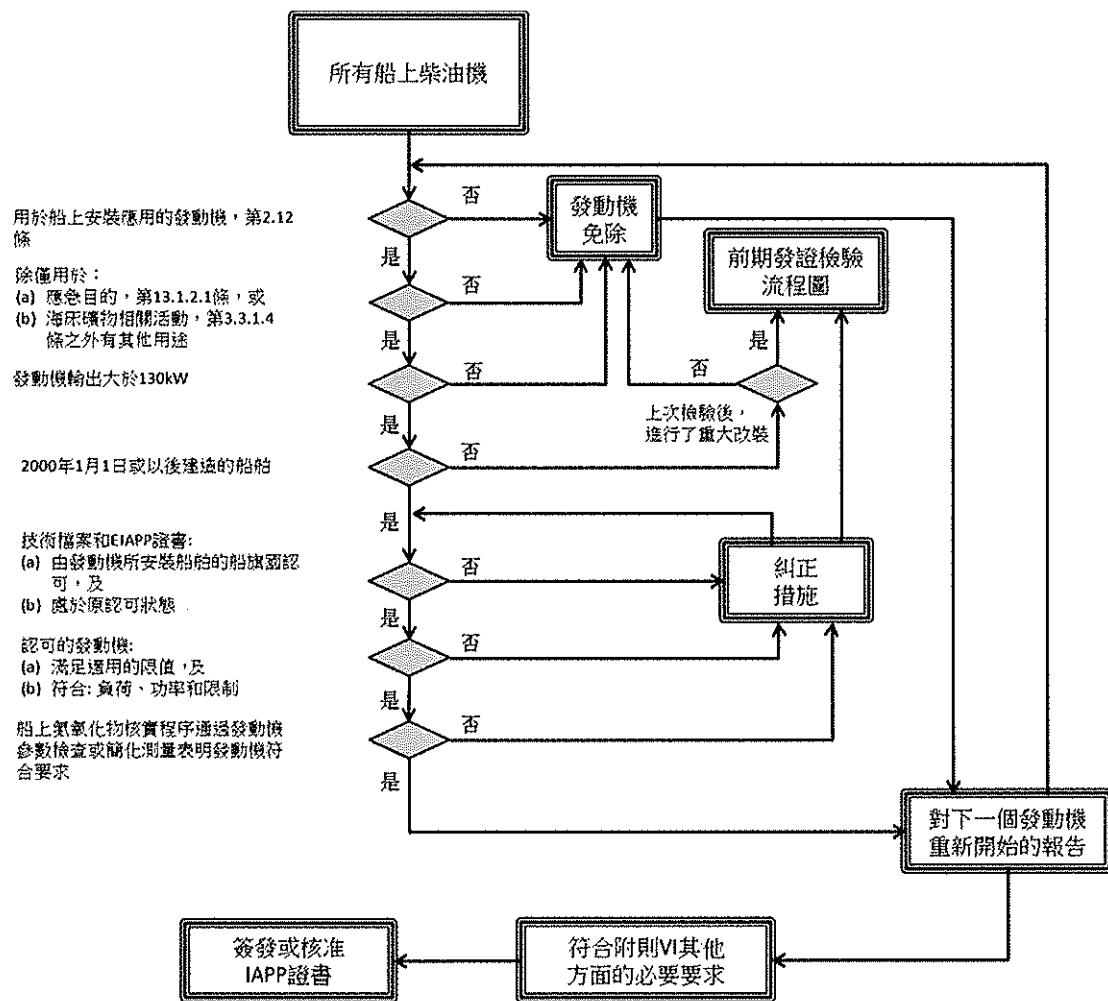


圖 3-船上換證、年度或中間檢驗

附錄 III

用於確定船用柴油發動機排放氣體成分的分析儀技術規範

(參閱《2008 年氮氧化物技術規則》第 5 章)

1 通則

1.1 用於確定 CO、CO₂、NO_x、HC 和 O₂ 濃度的廢氣分析系統中所包括的構成部分見圖 1。取樣氣道上的所有構件須維持各系統的規定溫度。

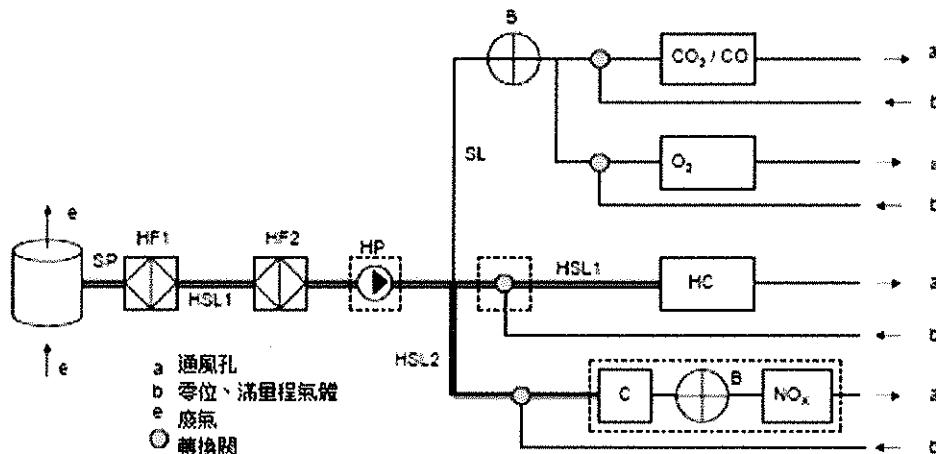


圖 1-廢氣分析系統的佈置

1.2 廢氣分析系統須包括下列部件。根據本規則第 5 章，經主管機關認可的等效佈置和部件可以接受。

.1 SP—原始廢氣取樣管

一末端封閉的不鏽鋼多孔直管。內直徑須不大於取樣管路的內直徑。管壁厚度不應大於 1 毫米。在 3 個不同徑

向平面內須至少有 3 個孔，其大小能夠對大致相同流量進行取樣。

原始廢氣所有成分的試樣可以使用 1 隻取樣管或用 2 隻位置極為接近並內部分至不同分析儀的取樣管採集。

註：如果廢氣脈動或發動機震動可能影響取樣管，經主管機關認可，壁厚可增大。

.2 HSL1 – 加熱取樣管路

取樣管路通過單一取樣管向分離點和 HC 分析儀提供氣體試樣。取樣管路須由不鏽鋼或聚四氟乙烯（PTFE）製成，其內直徑至少為 4 毫米，至多為 13.5 毫米。

取樣管處的廢氣溫度須不低於 190°C。取樣點至分析儀的廢氣溫度須使用加熱過濾器和管壁溫度為 $190^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的加熱傳輸管路予以維持。

如果取樣管處的廢氣溫度高於 190°C，管壁溫度須維持在 180°C 以上。

在加熱的過濾器和 HC 分析儀之前須維持 $190^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的氣體溫度。

.3 HSL2 – 加熱氯氧化物取樣管路

取樣管路須由不鏽鋼或 PTFE 製成，如使用冷卻裝置 B，至轉換器 C 前，如不使用冷卻裝置 B，至分析儀前，管壁溫度須維持在 55°C 至 200°C 度。

.4 HF1 – 加熱預過濾器（可選）

所要求的溫度與 HSL1 相同。

.5 HF2 – 加熱過濾器

過濾器須在分析儀之前從氣體試樣中濾出任何固體顆粒。溫度須與 HSL1 的溫度相同。過濾器須按需更換。

.6 HP – 加熱取樣泵（可選）

泵須加熱至 HSL1 的溫度。

.7 SL – CO、CO₂ 和 O₂ 取樣管路

管路須由 PTFE 或不鏽鋼製成，可加熱或不加熱。

.8 CO₂/CO – 二氧化碳和一氧化碳分析儀

無彌散紅外（NDIR）吸收。可為不同的分析儀，或單個分析儀裝置中整合兩項功能。

.9 HC – 碳氫化合物分析儀

加熱式火焰離子探測器（HFID）。溫度須保持在 180°C 至 200°C。

.10 NO_X – 氮氧化物分析儀

化學熒光探測器（CLD）或加熱式化學熒光探測器（HCLD）。如使用 HCLD，溫度須保持在 55°C 至 200°C。

註：在所示佈置中氮氧化物以乾基測量。氮氧化物也可
以濕基測量，在此情況下分析儀須為 HCLD 型式。

.11 C – 轉換器

在 CLD 或 HCLD 中進行分析之前，須使用轉換器將 NO₂ 催化還原成 NO。

.12 O₂ – 氧分析儀

順磁探測器（PMD）、二氧化鋯傳感器（ZRDO）或電化傳感器（ECS）。

註：在所示佈置中 O₂ 以乾基測量。O₂ 也可以濕基測量，在此情況下分析儀須為 ZRDO 型式。

.13 B – 冷卻裝置

冷卻和冷凝廢氣試樣中的水分。冷卻器的溫度須通過冰或製冷機維持在 0°C 至 4°C。如果水分通過冷凝去除，須在脫水器內或下游監測氣體試樣的溫度或露點。氣體試樣的溫度或露點不得超過 7°C。

1.3 分析儀須具有與所測廢氣成分濃度所需精度相稱的測量範圍（見 1.6 和本規則 5.9.7.1）。建議分析儀的操作須使所測量的濃度落在滿刻度的 15% 和 100% 之間，滿刻度係指所用的測量範圍。

1.4 如果滿刻度是 155 ppm（或 ppmC）或更少，或如果使用在滿刻度的 15% 以下具有足夠的精確度和清晰度讀數系統（計算機，數據記錄器），在滿刻度 15% 以下的濃度也可以接受。在這種情況下須進行補充校準以確保校準曲線精確度。

1.5 設備的電磁兼容性（EMC）須能將附加誤差減至最低限度。

1.6 精確度

1.6.1 定義

ISO 5725-1：1994/Cor1：1998，測試方法與結果的精確度（正確度與精密度）－第 1 部分：基本原理與定義，技術勘誤 1。

ISO 5725-2：1994，測試方法與結果的精確度（正確度與精密度）－第 2 部分：測定標準測試方法的重複性和可再現性的基本方法。

1.6.2 分析儀與標定校準點的偏差不得超過整個測量範圍（零位除外）讀數的 $\pm 2\%$ ，或者滿刻度的 $\pm 0.3\%$ （取大者）。精確度須按本規則附錄 IV 第 5 節的校準要求確定。

1.7 精密度

精密度，定義為對校準或量程氣體的 10 次重複響應的標準偏差的 2.5 倍，對於每個用於 100ppm（或 ppm C）以上的範圍，須不超過滿刻度濃度的 $\pm 1\%$ 或對於每個用於 100ppm（或 ppm C）以下的範圍，須不超過 $\pm 2\%$ 。

1.8 噪聲

分析儀對零位和校準或量程氣體在任一 10 秒期間內的峰間響應，不得超過所有所用範圍滿刻度的 2%。

1.9 零位漂移

零位響應的定義為 30 秒間隔期內對零位氣體的平均響應(包括噪聲)。1 小時期間內的零位響應漂移須小於所用最低範圍滿刻度的 2%。

1.10 量程漂移

量程響應的定義為在 30 秒間隔期內對量程氣體的平均響應（包括噪聲）。在最低使用範圍 1 小時期間內的量程響應漂移須小於所用最低範圍滿刻度的 2%。

2 氣體乾燥

廢氣可乾測或濕測。如使用，須使用對測量氣體成分影響最小的氣體乾燥裝置。用化學乾燥劑從試樣中除去水分的方法是不能接受的。

3 分析儀

3.1 至 3.5 節闡述了應使用的測量原則。待測量的氣體須用下列儀器予以分析。對非線性分析儀，允許使用線性化電路。

3.1 一氧化碳 (CO) 分析

一氧化碳分析儀須為無彌散紅外 (NDIR) 吸收型。

3.2 二氧化碳 (CO₂) 分析

二氧化碳分析儀須為無彌散紅外 (NDIR) 吸收型。

3.3 碳氫化合物 (HC) 分析

碳氫化合物分析儀須為加熱式火焰離子探測器 (HFID) 型，並對探測器、閥門、管路和相關部件加熱使氣體溫度維持在 190°C ± 10 °C。

3.4 氮氧化物 (NO_x) 分析

如果為乾基測量，氮氧化物分析儀須為化學熒光探測器 (CLD) 或配有 NO₂/NO 轉換器的加熱式化學熒光探測器 (HCLD)。

如果為濕基測量，須採用保持在 55°C 以上的配有轉換器的 HCLD，但要水淬檢查合格(見本規則附錄 IV 第 9.2.2 節)。對於 CLD 和 HCLD，乾測時至轉換器和濕測時至分析儀的氣道管壁溫度須維持在 55°C 至 200°C 。

3.5 氧 (O_2) 分析

氧分析儀須為順磁性探測器 (PMD)，二氧化鋯型 (ZRDO) 或電化傳感器型 (ECS) 。

附錄 IV

分析和測量儀器的校準

(參閱《2008 年氮氧化物技術規則》第 5 和 6 章)

1 引言

1.1 用以測量發動機參數的每一台分析儀須按照本附錄的要求儘可能經常地進行校準。

1.2 除另有明文規定外，所有本附錄所要求的測量結果、試驗數據或計算須按本規則 5.10 節的規定記錄在發動機試驗報告中。

1.3 測量儀器的精確度

1.3.1 所有測量儀器的校準須符合表 1、2、3 和 4 中列出的要求且須符合主管機關認可的標準。主管機關可要求附加的發動機測量，所使用的附加測量儀器須符合適當的偏差標準和校準有效期限。

1.3.2 儀器須作如下校準：

- .1 時間間隔不得大於表 1、2、3 和 4 規定的間隔期；或
- .2 符合替代的校準程序和有效期限，但相關提議須在試驗前提交主管機關並獲認可。

註： 表 1、2、3 和 4 中給出的偏差係指最終記錄值，包括數據獲取系統在內。

表 I
試驗台上發動機相關參數測量
儀器的允許偏差和校準有效期

編號	測量儀器	允許偏差	校準有效期(月)
1	發動機轉速	讀數的 $\pm 2\%$ 或發動機最大值的 $\pm 1\%$ (取大者)	3
2	扭矩	讀數的 $\pm 2\%$ 或發動機最大值的 $\pm 1\%$ (取大者)	3
3	功率 (直接測量)	讀數的 $\pm 2\%$ 或發動機最大值的 $\pm 1\%$ (取大者)	3
4	燃料消耗	發動機最大值的 $\pm 2\%$	6
5	空氣消耗	讀數的 $\pm 2\%$ 或發動機最大值的 $\pm 1\%$ (取大者)	6
6	廢氣流量	讀數的 $\pm 2.5\%$ 或發動機最大值的 $\pm 1.5\%$ (取大者)	6

表 2
試驗台上其他重要參數測量
儀器的允許偏差和校準間隔期

編號	測量儀器	允許偏差	校準有效期(月)
1	溫度 $\leq 327^{\circ}\text{C}$	$\pm 2^{\circ}\text{C}$ 絶對值	3
2	溫度 $> 327^{\circ}\text{C}$	讀數的 $\pm 1\%$	3
3	廢氣壓力	$\pm 0.2\text{kPa}$ 絶對值	3
4	增壓空氣壓力	$\pm 0.3\text{kPa}$ 絶對值	3
5	大氣壓力	$\pm 0.1\text{kPa}$ 絶對值	3
6	其他壓力 $\leq 1000\text{kPa}$	$\pm 20\text{kPa}$ 絶對值	3
7	其他壓力 $> 1000\text{kPa}$	讀數的 $\pm 2\%$	3
8	相對濕度	$\pm 3\%$ 絶對值	1

表 3
已獲前期發證的發動機船上發動機
相關參數測量儀器的允許偏差和校準有效期

編號	測量儀器	允許偏差	校準有效期(月)
1	發動機轉速	發動機最大值的 $\pm 2\%$	12
2	扭矩	發動機最大值的 $\pm 5\%$	12
3	功率(直接測量)	發動機最大值的 $\pm 5\%$	12
4	燃料消耗	發動機最大值的 $\pm 4\%$	12
5	空氣消耗	發動機最大值的 $\pm 5\%$	12
6	廢氣流量	發動機最大值的 $\pm 5\%$	12

表 4

已獲前期發證的發動機船上其他重要
參數測量儀器的允許偏差和校準有效期

編號	測量儀器	允許偏差	校準有效期(月)
1	溫度 $\leq 327^{\circ}\text{C}$	$\pm 2^{\circ}\text{C}$ 純對值	12
2	溫度 $> 327^{\circ}\text{C}$	$\pm 15^{\circ}\text{C}$ 純對值	12
3	廢氣壓力	發動機最大值的 $\pm 5\%$	12
4	增壓空氣壓力	發動機最大值的 $\pm 5\%$	12
5	大氣壓力	讀數的 $\pm 0.5\%$	12
6	其他壓力	讀數的 $\pm 5\%$	12
7	相對濕度	$\pm 3\%$ 純對值	6

2 校準氣體和零位與量程檢查氣體

須遵守所有校準氣體和零位與量程檢查氣體的安全儲存期限。生產廠聲明的校準氣體和零位與量程檢查氣體的有效期須予以記錄。

2.1 純氣體（包括零位檢查氣體）

2.1.1 所要求的氣體純度根據下列污染限度確定。須具有下列氣體：

- .1 純化氮（污染： $\leq 1 \text{ ppm C}$ ， $\leq 1 \text{ ppm CO}$ ， $\leq 400 \text{ ppm CO}_2$ ， $\leq 0.1 \text{ ppm NO}$ ）；
- .2 純化氧（純度 $>$ 容積 99.5% 的氧含量）；
- .3 氢氦混和氣（ $40 \pm 2\%$ 氢，其餘為氦），（污染： $\leq 1 \text{ ppm C}$ ， $\leq 400 \text{ ppm CO}_2$ ）；以及

.4 純化合成空氣（污染： $\leq 1 \text{ ppm C}$ ， $\leq 1 \text{ ppm CO}$ ， $\leq 400 \text{ ppm CO}_2$ ， $\leq 0.1 \text{ ppm NO}$ ，（氧含量在容積 18-21% 之間）。

2.2 校準和量程氣體

2.2.1 須具有下列化學成分構成的混合氣體：

- .1 CO 和純化氮；
- .2 NO_x 和純化氮（本校準氣體所含 NO_2 的總量不得超過 NO 含量的 5%）；
- .3 O_2 和純化氮；
- .4 CO_2 和純化氮；以及
- .5 CH_4 和純化合成空氣或 C_3H_8 和純化合成空氣。

註：允許氣體之間不起反應的其他氣體組合。

2.2.2 校準和量程氣體的實際濃度須在標定值 $\pm 2\%$ 之內。所有校準氣體的濃度須以容積為基礎給出（容積百分比或容積 ppm）。

2.2.3 用作校準和量程的氣體還可通過精密混合裝置（氣體分隔器）用純化氮或純化合成空氣稀釋方法獲得。混合裝置的精確度須使得混合的校準氣體的濃度精確在 $\pm 2\%$ 的範圍之內。該精確度表明用於混合的基礎氣體的精確度須至少為 $\pm 1\%$ 並符合國家或國際氣體標準。對每個包含混合裝置的校準須在滿刻度的 15% 和 50% 之間進行核實。另外可使用線性性質的儀器檢查混合裝置，如使用 NO 氣體進行 CLD 測量。儀器量程值須通過量程氣體與儀器直接連接進行調節。須按所使用的設定值檢查混合裝置，標定值須與儀器的測定濃度相比

較。各點的差別須在標定值的 $\pm 1\%$ 之內。曾用同一氣體分隔器線性化的氣體分析儀不得用來進行該氣體分隔器的線性檢查。

2.2.4 氧干擾檢查氣體須含有碳氫化合物為 $350 \text{ ppmC} \pm 75 \text{ ppmC}$ 的丙烷或甲烷。該濃度須通過對全部碳氫化合物加雜質的色譜分析或動態排氣限定至校準氣體的公差濃度。氮須為平衡氧的主要稀釋劑。所要求的混合列於表 5 中。

表 5

氧干擾檢查氣體

O ₂ 濃度	平衡
21 (20 至 22)	氮
10 (9 至 11)	氮
5 (4 至 6)	氮

3 分析儀和取樣系統的操作程序

分析儀操作程序須遵循儀器製造廠的啟動和操作說明。4 到 9 節所給出的最低要求須包括在內。

4 泄漏試驗

4.1 須進行系統泄漏試驗，測試管探頭須與排氣系統脫開並且塞住端口。開啟分析儀泵，初步穩定期之後，所有流量表的讀數須為零。如不是零，須檢查取樣管路並消除缺陷。

4.2 真空端的最大許可泄漏率須為系統被檢查部分使用流量的 0.5%。分析儀流量和旁通流量可用以估算使用流量。

4.3 另一方法是在取樣管路的起點採用從零位至量程氣體的濃度步進改變。如在適當的時間以後，讀數表上顯示的濃度低於導入的濃度，即表明有校準或泄漏問題。

4.4 其他佈置如經主管機關認可，可以接受。

5 校準程序

5.1 儀器裝配

儀器裝配須經校準，並用標準氣體檢查校準曲線。須使用與廢氣取樣時相同的氣體流量。

5.2 預熱時間

預熱時間須遵循分析儀製造廠的建議。如未規定，建議至少對分析儀預熱 2 個小時。

5.3 NDIR 和 HFID 分析儀

如必要，須按需調校 NDIR 分析儀。HFID 的火焰須按需優化。

5.4 校準

5.4.1 各常用操作範圍須經校準。分析儀用於測試之前 3 個月內或做出影響校準的系統修理或更改時須經校準，或遵循 1.3.2.2 的要求。

5.4.2 須採用純淨合成空氣（或氮），將 CO, CO₂, NO_x 和 O₂ 的分析儀置零。須採用純淨合成空氣將 HFID 分析儀置零。

5.4.3 須向分析儀中注入適當的校準氣體，記錄其數值並依之制定校準曲線。

5.5 制定校準曲線

5.5.1 一般導則

5.5.1.1 校準曲線須通過從零至排放試驗預期最高值的操作範圍內間距大致相等的（除零以外）至少 6 個校準點加以制定。

5.5.1.2 校準曲線用最小二乘法計算。可使用最優線性或非線性等式。

5.5.1.3 校準點與最小二乘法最優線的差異須不超過讀數的 $\pm 2\%$ 或滿刻度的 $\pm 0.3\%$ （取大者）。

5.5.1.4 必要時須重新檢查零位設定並重複校準程序。

5.5.1.5 如能表明替代校準方法（如：計算機，電子控制範圍開關等）具有等效精確度，則這些替代校準方法經主管機關認可後可以被採用。

6 校準驗證

6.1 每次分析前，須根據下列程序對各常用操作範圍進行檢查：

- .1 須用零位氣體和標定值大於測量範圍滿刻度 80% 的量程氣體檢查校準；及
- .2 對所考慮的 2 個點，如其值與申報的參照值的差異不超過滿刻度的 $\pm 4\%$ ，則可修改調整參數。如非如此，須按照上述 5.5 的規定制定新的校準曲線。

7 NO_x 轉換器的效率試驗

用於將 NO₂ 轉換成 NO 的轉換器，其效率須根據下述 7.1 至 7.10 進行試驗。

7.1 試驗裝置

使用圖 1 所示的試驗裝置和下述程序，須用臭氧發生器對轉換器的效率進行試驗。

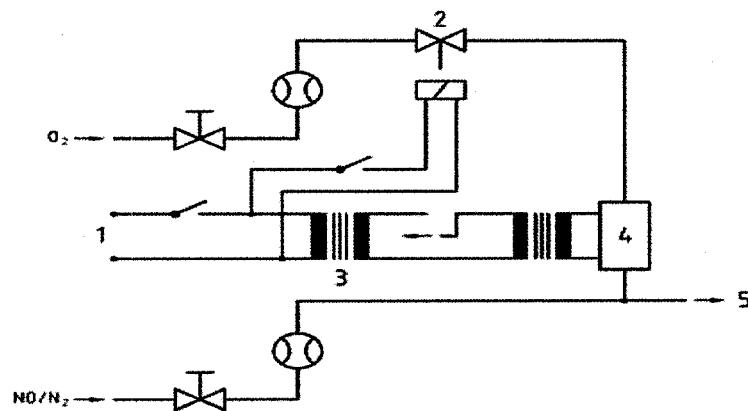


圖 1—二氧化氮轉換器效率裝置原理圖

1 交流電 4 臭氧發生器

2 電磁閥 5 至分析儀

3 自耦調壓器

7.2 校準

須在最通用的操作範圍內按照製造廠的技術規範，使用零位氣體和量程氣體（其 NO 含量須佔操作範圍的約 80%且混和氣體的 NO₂濃度小於 NO 濃度的 5%）對 CLD 和 HCLD 進行校準。氮氧化物分析儀必須置於 NO 模式使量程氣體不通過轉換器。所顯示的濃度須予以記錄。

7.3 計算

須按下列方式計算氮氧化物轉換器的效率：

$$3. \quad E_{\text{NOx}} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

式中：

a = 符合下述 7.6 要求的氮氧化物濃度

b = 符合下述 7.7 要求的氮氧化物濃度

c = 符合下述 7.4 要求的一氧化氮濃度

d = 符合下述 7.5 要求的一氧化氮濃度

7.4 氧的加入

7.4.1 經由一個 T 型附件，將氧氣或零空氣連續不斷地加入到氣流中直至所顯示的濃度約小於上述 7.2 所給定的指示校準濃度的 20% 時為止。該分析儀必須置於一氧化氮模式。

7.4.2 對所示濃度 (c) 須予以記錄。在整個過程中臭氧發生器必須處於關閉狀態。

7.5 臭氧發生器的啟動

然後須啟動臭氧發生器產生足量的臭氧，以使一氧化氮濃度降至約為上述 7.2 所給定的校準濃度的 20%（最小 10%）。所示的濃度 (d) 須予以記錄。分析儀須置於一氧化氮模式。

7.6 NO_X 模式

然後須將一氧化氮分析儀轉換到氮氧化物模式，使得混和氣體（由 NO , NO_2 , O_2 和 N_2 構成）通過轉換器。所示濃度 (a) 須予以記錄。分析儀須置於氮氧化物模式。

7.7 關閉臭氧發生器

然後關閉臭氧發生器。上述 7.6 所述的混合氣體通過轉換器進入探測器。所示濃度 (b) 須予以記錄。分析儀置於氮氧化物模式。

7.8 一氧化氮模式

在臭氧發生器關閉狀態下轉換到一氧化氮模式，同時還須切斷氧氣或合成空氣氣流。分析儀的氮氧化物讀數與按照上述 7.2 規定所測定的數值的偏差不得大於 $\pm 5\%$ 。分析儀必須置於一氧化氮模式。

7.9 試驗間隔期

每次校準氮氧化物分析儀之前，均須對轉換器的效率進行試驗。

7.10 效率要求

轉換器的效率不得小於 90%。

8 HFID 的調整

8.1 探測器響應的優化

8.1.1 HFID 須按照儀器製造廠的規定進行調整。須使用含有丙烷的空氣量程氣體對最通用的操作範圍的響應進行優化。

8.1.2 當燃料和空氣流量設定於製造廠的建議值時，須將 350 ± 75 ppmC 的量程氣體導入分析儀。給定燃油流量的響應須根據量程氣體和零位氣體的響應之差加以確定。該燃料流量須在製造廠技術規範之上和之下予以增量調整。這些燃料流量的量程和零位響應需加以記錄。量程和零位響應之間的差別須予以標繪，並對燃料流量按曲線的密集面進行調整。此係初始的流量設定，根據 8.2 和 8.3 的碳氫化合物響應係數和氧干擾檢查的結果可能需要進一步優化。

8.1.3 如果氧干擾或碳氫化合物響應係數不能滿足下述規範，空氣流量須在製造廠技術規範之上和之下予以增量調整（8.2 和 8.3 的每一流量）。

8.1.4 經主管機關認可，可使用替代程序進行優化。

8.2 碳氫化合物響應係數

8.2.1 須按第 5 節使用含有丙烷的空氣和純合成氣體校準分析儀。

8.2.2 初次使用分析儀之前和較大使用間隔之後，須對響應係數加以確定。某一特定種類的碳氫化合物的響應係數 (r_h) 為 HFID ppmC 讀數和以 ppmC 表示的氣瓶中氣體濃度的比率。

8.2.3 試驗氣體的濃度水平須能給出滿刻度的約 80%的響應。濃度的已知精確度須為以按容積表示的比重測定標準為參照的±2%之內。此外，氣瓶須在 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的溫度下進行 24 小時的預處理。

8.2.4 使用的試驗氣體和建議的相對響應係數範圍如下：

- 甲烷和純淨合成氣體 $1.00 \leq r_h \leq 1.15$
- 丙烯和純淨合成氣體 $0.90 \leq r_h \leq 1.1$
- 甲苯和純淨合成氣體 $0.90 \leq r_h \leq 1.1$

這些數值與丙烷和純淨合成氣體的 r_h 值為 1 相對應。

8.3 氧干擾檢查

8.3.1 初次使用分析儀之前和較大使用間隔之後，須對氧干擾檢查加以確定。

8.3.2 須選擇氧干擾檢查氣體位於上 50%的範圍。進行試驗時爐的溫度須按要求設置。氧干擾氣體的規定在 2.2.4 中。

- .1 分析儀須置零。
- .2 分析儀須用 21% 氧混合氣體設定量程。
- .3 須重新檢查零位響應。如果變化超過滿刻度 (FS) 的 0.5%，須重複 8.3.2.1 和 8.3.2.2。
- .4 須導入 5% 和 10% 的氧干擾檢查氣體。
- .5 須重新檢查零位響應。如果變化超過滿刻度的 $\pm 1\%$ ，須重複試驗。
- .6 對步驟 .4 中的每一混合氣體須按如下公式計算氧干擾 ($\%O_2I$) :

$$\%O_2I = \frac{(B - \text{分析儀響應})}{B} \cdot 100 \quad (2)$$

式中：

分析儀響應為 (A 的 $A/\%FS$) • (B 的 $\%FS$)

式中：

$A = 8.3.2.2$ 所用量程氣體的碳氫化合物濃度, ppmC
(百萬分之一升)

$B = 8.3.2.4$ 所用氧干擾檢查氣體的碳氫化合物濃度
(ppmC)

$$(ppmC) = \frac{A}{D} \quad (3)$$

$D = A$ 引起的分析儀響應的滿刻度百分比

- .7 試驗前所要求的全部氧干擾檢查氣體的氧氣干擾 ($\%O_2I$) %須小於 $\pm 3.0\%$ 。
- .8 如果氧干擾大於 3.0% ，空氣流量須在製造廠技術規範之上和之下予以增量調整，對每一流量重複 8.1。
- .9 如果調整空氣流之後氧干擾大於 $\pm 3.0\%$ ，須改變燃料流量及此後的取樣流量，對每一新設定值重複 8.1。
- .10 如果氧干擾仍然大於 $\pm 3.0\%$ ，在試驗之前須修理或更換分析儀、HFID 燃料或燃燒器空氣。然後使用修理或更換的儀器或氣體重複本條。

9 CO, CO₂, NO_x 和 O₂ 分析儀的干擾效應

除被分析的氣體外，其他氣體可能以多種方式干擾讀數。如果干擾氣體和被測量的氣體具有相同但程度較小的效應，則在 NDIR 和 PMD 儀器中發生正干擾。在 NDIR 儀器中由於干擾氣體增寬被測量氣體的吸收帶，和在 CLD 儀器中由於干擾氣體抑制發散均發生負干擾。下述 9.1 和 9.2 的干擾檢查須在分析儀初次使用前和較大使用間隔之後進行，但至少一年一次。

9.1 CO 分析儀的干擾檢查

水和 CO₂ 可干擾 CO 分析儀的性能。因此，濃度為試驗中所用最大操作範圍滿刻度 80% 到 100% 的 CO₂ 量程氣體，須在室溫下從水中氣泡式通過，並記錄分析儀的響應。對於使用範圍大於或等於

300 ppm 者，分析儀的響應不得大於滿刻度的 1%，而低於 300 ppm 者，則不得大於 3 ppm。

9.2 氮氧化物分析儀抑制檢查

對 CLD（和 HCLD）分析儀有影響的二種氣體是 CO₂ 和水蒸氣。對這些氣體的抑制響應與其濃度成正比，因此，需要以試驗方法來確定在試驗過程中最高預期濃度下的抑制。

9.2.1 CO₂ 抑制檢查

9.2.1.1 具有濃度為最大操作範圍滿刻度的 80% 到 100% 的 CO₂ 量程氣體須通過 NDIR 分析儀，將該 CO₂ 值記錄為 A。然後用 NO 量程氣體將它稀釋到約 50% 且通過 NDIR 和 (H) CLD，將該 CO₂ 和 NO 值分別記錄為 B 和 C。然後關閉 CO₂，僅讓 NO 量程氣體通過 (H) CLD，將該 NO 值記錄為 D。

9.2.1.2 對抑制須作如下計算：

$$E_{\text{CO}_2} = \left[1 - \left(\frac{(C \cdot A)}{(D \cdot A) - (D \cdot B)} \right) \right] \cdot 100 \quad (4)$$

式中：

A = 用 NDIR 測量的未經稀釋的 CO₂ 濃度，容積百分比；

B = 用 NDIR 測量的經稀釋的 CO₂ 濃度，容積；

C = 用 (H) CLD 測量的經稀釋的 NO 濃度，ppm；以及

D = 用 (H) CLD 測量的未經稀釋的 NO 濃度，ppm。

9.2.1.3 稀釋和量化 CO₂ 和 NO 量程氣體值的替代方法，如動態混和/調合法，亦可採用。

9.2.2 水抑制檢查

9.2.2.1 這種檢查僅適用於濕氣體濃度測量。水抑制計算須考慮到試驗過程中水蒸氣對 NO 量程氣體的稀釋以及混合氣體的水蒸氣濃度與期望值的比例。

9.2.2.2 濃度為正常操作範圍滿刻度 80% 到 100% 的 NO 量程氣體須通過 HCLD 並將該 NO 值記錄為 D。之後，該 NO 量程氣體須在 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的室溫下從水中水泡式通過後再通過 HCID，將該 NO 值記錄為 C。水溫須予確定並記錄為 F。與發泡水的溫度 (F) 相應的混合氣體的飽和蒸氣壓力須予以確定並記錄為 G。混合氣體的水蒸氣濃度 (H 以 % 表示) 須按下式進行計算：

$$H = 100 \cdot \left(\frac{G}{P_b} \right) \quad (5)$$

預期稀釋的 NO 滿量程氣體（在水蒸氣中）濃度 (D_e) 須按下式進行計算：

$$D_e = D \cdot \left(1 - \frac{H}{100} \right) \quad (6)$$

對於柴油發動機的廢氣，在試驗過程中預期的最大廢氣水濃度（用 %），須在燃料的原子 H/C 比為 1.8/1 的假定條件下，根據廢氣中最大 CO_2 濃度 (A) 作如下估算：

$$H_m = 0.9 \cdot A \quad (7)$$

並記錄 H_m 。

9.2.2.3 水抑制須按下式計算：

$$E_{\text{H}_2\text{O}} = 100 \cdot \left(\frac{D_e - C}{D_e} \right) \cdot \left(\frac{H_m}{H} \right) \quad (8)$$

式中：

D_e = 預期經稀釋的 NO 濃度，ppm；

C = 經稀釋的 NO 濃度，ppm；

H_m = 最大水蒸氣濃度，%；和

H = 實際水蒸氣濃度，%。

註：本項檢查中，NO 量程氣體包含最小的 NO_2 濃度很重要，因為在抑制計算中，對 NO_2 的水中吸收未做考慮。

9.2.3 最大允許抑制

最大允許抑制須為：

.1 根據 9.2.1 的 CO_2 抑制：滿刻度的 2%

.2 根據 9.2.2 的水抑制：滿刻度的 3%。

9.3 O_2 分析儀干擾

9.3.1 由氧氣以外的氣體造成的 PMD 分析儀的儀器響應是相當小的，普通廢氣成分的氧當量示於表 6 之中。

表 6

氧當量

氣體	O_2 當量 %
二氧化碳 (CO_2)	-0.623
一氧化碳 (CO)	-0.354

一氧化氮 (NO)	+44.4
二氧化氮 (NO ₂)	+28.7
水 (H ₂ O)	-0.381

9.3.2 對實測的氧濃度須用下列公式進行修正：

$$E_{O_2} = \frac{(O_2 \text{當量} \cdot c_{\text{觀測}})}{100} \quad (9)$$

9.3.3 對於 ZRDO 和 ECS 分析儀，氧以外的氣體造成的儀器干擾，須按照製造廠的建議和良好的技術操作進行校正。電氣化學傳感器須針對 CO₂ 和 NO_x 的干擾進行校正。

附錄 V

母型機試驗報告和實驗數據

(參照《2008 年氮氧化物技術規則》2.4.1.5 和 5.10)

第 1 節-母型機試驗報告-見本規則 5.10

排放試驗報告編號.....

表 1/5

發動機：	
製造廠	
機型	
發動機族或發動機組標識	
序號	
額定轉速	rpm
額定功率	kW
中間轉速	rpm
中間轉速的最大扭矩	Nm
靜態噴射定時	壓縮空氣度 (deg) 在止點前
電子噴射控制	否： 是：
可變噴射定時	否： 是：
可變渦輪增壓器幾何構形	否： 是：
氣缸內徑	mm
衝程	mm
標稱壓縮比	
額定功率下平均有效壓力	kPa
額定功率下最大氣缸壓力	kPa
氣缸數目和排列	數目： V型： 直列：
輔助設備	
規定的環境條件：	
最高海水溫度	°C
最高增壓空氣溫度，如適用	°C
冷卻系統規格中間冷卻器	否： 是：
冷卻系統規格增壓空氣級	
低/高溫冷卻系統設定點	/ °C
最大進口壓降	kPa
最大排氣背壓	kPa

燃油規格					
燃油溫度	°C				
排放試驗結果：					
循環					
氮氧化物					g/kWh
試驗標識					
日期/時間					
試驗場地/試驗台					
試驗編號					
驗船師					
報告日期和地點					
簽字					

發動機族/發動機組資料 (通用規範)	
燃燒循環	2衝程循環/4衝程循環
冷卻介質	空氣/水
氣缸排列	僅在設有廢氣濾清裝置時才要求填寫
進氣方法	自然進氣/增壓
船上使用的燃料類型	蒸餾/蒸餾或重燃油/雙燃料
燃燒室	開啟式燃燒室/分隔式燃燒室
閥口佈置	氣缸頭/氣缸壁
閥口尺寸和數目	
燃油系統類型	

其他特性：	
廢氣再循環	否/是
水噴射/乳化	否/是
空氣噴射	否/是
增壓冷卻系統	否/是
排氣後處理	否/是
排氣後處理類型	
雙燃料	否/是

發動機族/發動機組資料 (試驗台試驗的母型機選擇)				
族/組標識				
增壓方法				
增壓空氣冷卻系統				
母型機選擇標準	最高 NO _x 排放值			
氣缸數				
每個氣缸最大額定功率				
額定轉速				
噴射定時 (範圍)				
選擇的母型機				母型機
試驗循環				

排放試驗報告編號.....

試驗台資料

表 3/5

排氣管				
直徑	mm			
長度	m			
隔熱層	否： 是：			
取樣器位置				

測量設備					
	製造廠	型號	測量範圍	校準	
				量程氣體濃度	校準偏差
分析儀					
NO _x 分析儀			ppm		%
CO分析儀			ppm		%
CO ₂ 分析儀			%		%
O ₂ 分析儀			%		%
HC分析儀			ppmC		%
轉速			rpm		%
扭矩			Nm		%
功率，如適用			kW		%
燃油流量					%
空氣流量					%
排氣流量					%
溫度					
增壓空氣冷卻劑 進口			°C		°C
廢氣			°C		°C
進氣口空氣			°C		°C
增壓空氣			°C		°C
燃油			°C		°C
壓力					
廢氣			kPa		kPa
增壓空氣			kPa		kPa
大氣			kPa		kPa
蒸氣壓力					
吸人空氣			kPa		%

濕度					
吸入空氣			%	██████████	%

燃油特性

燃油種類	燃油性能:					燃油成分分析:
密度	ISO 3675	Kg/m ³	碳		%m/m	
黏度	ISO 3104	mm ² /s	氫		%m/m	
水	ISO 3733	%V/V	氮		%m/m	
			氧		%m/m	
			硫		%m/m	
			(低熱值) LHV/Hu		MJ/kg	

排放試驗報告編號.....

環境和氣體排放數據表

表 4/5

環境數據	
大氣壓力	kPa
進氣溫度	°C
進氣濕度	g/kg
進氣相對濕度*	%
相對濕度傳感器處的空氣 溫度*	°C
進氣乾球溫度*	°C
進氣濕球溫度*	°C
試驗條件參數，fa	

氣體排放數據		
	濃度	乾/濕 ppm
NO _x	濃度	乾/濕 ppm
CO	濃度	ppm
CO ₂	濃度	%
O ₂	濃度	乾/濕 %
HC	濃度	ppmC
NO _x	濕度修正係數， k_{hd}	
乾/濕修正係數， k_{wr}		
NO _x	質量流量	kg/h
CO	質量流量	kg/h
CO ₂	質量流量	kg/h
O ₂	質量流量	kg/h
HC	質量流量	kg/h
NO _x	比值	g/kWh

* 如適用

排放試驗報告編號.....

發動機試驗數據

表 5/5

模式		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
功率/扭矩	%										
轉速	%										
模式開始時間											

發動機數據	
轉速	rpm
輔機功率	kW
功率計設定值	kW
功率	kW
平均有效壓力	kPa
燃料齒條	mm
未修正的燃油耗量	g/kWh
燃油流量	kg/h或 m^3/hr *
空氣流量	kg/h
排氣流量 (q_{new})	kg/h
排氣溫度	°C
排氣背壓	kPa
增壓空氣進口冷卻劑溫度	°C
增壓空氣出口冷卻劑溫度	°C
增壓空氣溫度	°C
增壓空氣參照溫度	°C
增壓空氣壓力	kPa
燃油溫度	°C

* 如適用

第 2 節－技術檔案中包括的母型機試驗數據－見本規則 2.4.1.5

發動機族 / 發動機組參照	
母型機	
型號 / 類型	
指定額定功率	kW
指定額定轉速	rpm

母型機試驗燃油	
參照燃料標號	
ISO 8217 : 2005 等級 (DM 或 RM)	
碳	%m/m
氫	%m/m
硫	%m/m
氮	%m/m
氧	%m/m
水	%V/V

測量數據 (母型機)

功率率/扭矩	%						
轉速	%						
模式點	1	2	3	4	5	6	7 8

發動機性能

功率	kW						
轉速	rpm						
燃料流量	kg/h						
吸入空氣流量 (濕/乾)	kg/h						
廢氣流量	kg/h						
吸入空氣溫度	°C						
增壓空氣溫度	°C						
增壓空氣參照溫度	°C						
增壓空氣壓力	kPa						
用於排放修正的 附加參數 (詳細說明)							

環境條件

大氣壓力	kPa						
吸入空氣相對濕度 (RH)	%						
RH 傳感器空氣溫度*	°C						
吸入空氣乾球溫度*	°C						
吸入空氣濕球溫度*	°C						
吸入空氣絕對濕度*	g/kg						

排放濃度	
NO _x 濕 / 乾	ppm
CO ₂	%
O ₂ 濕 / 乾	%
CO	ppm
HC	ppmC

計算數據（母型機）

吸人空氣濕度	g/kg
增壓空氣濕度	g/kg
試驗條件參數， f_a	
乾濕修正係數， k_{wr}	
NO _x 濕度修正係數， k_{hd}	
廢氣流量	kg/h
NO _x 排放流量	k/h
附加排放修正係數（詳細說明）	g/kWh
NO _x 排放	g/kWh

試驗循環	排放值

* 如適用。

附錄 VI

廢氣質量流量計算（碳平衡法）

（參閱《2008 年氮氧化物技術規則》第 5 章）

1 引言

1.1 本附錄論述了以廢氣濃度測量和對燃料消耗的了解為基礎的廢氣質量流量計算。符號和術語說明及碳平衡測量方法公式中所用變量均概述於本規則引言中。

1.2 除另有規定外，本附錄所要求的全部計算結果均須按照本規則 5.10 記錄在發動機試驗報告中。

2 碳平衡方法，一步計算程序

2.1 本方法為以燃料消耗、燃料成分和廢氣濃度為條件的廢氣質量計算。

2.2 濕基的廢氣質量流量：

$$q_{\text{new}} = q_{\text{mf}} \left(\left[\frac{\frac{1.4 \cdot (w_{\text{BET}} \cdot w_{\text{BET}})}{\left(\frac{(1.4 \cdot w_{\text{BET}}) + (w_{\text{ALF}} \cdot 0.08936) - 1}{f_c} \right) \cdot \frac{1}{1.293} + f_{\text{fd}}}}{f_c \cdot f_c} + (w_{\text{ALF}} \cdot 0.08936) - 1 \right] \cdot \left(1 + \frac{H_a}{1000} \right) + 1 \right) \quad (1)$$

式中

f_{fd} 根據公式 (2)， f_c 根據公式 (3) 確定

H_a 係指吸入空氣的絕對濕度，g(水)/kg(乾空氣)。但如
 $H_a \geq H_{SC}$ ，在公式(1)中須用 H_{SC} 代替 H_a 。

註：可使用普遍接受的公式從相對濕度測量、露點測量、蒸氣壓力測量或乾/濕球測量中推算出 H_a 。

2.3 乾廢氣的燃料特定常量 f_{fd} 須通過燃料成分燃燒附加容積的相加計算出：

$$f_{fd} = -0.055593 \cdot w_{ALF} + 0.008002 \cdot w_{DEL} + 0.0070046 \cdot w_{EPS} \quad (2)$$

2.4 根據公式(3)，碳係數 f_c ：

$$f_c = (c_{CO2d} - c_{CO2ad}) \cdot 0.5441 + \frac{c_{COd}}{18522} + \frac{c_{HCw}}{17355} \quad (3)$$

式中：

c_{CO2d} = 原始廢氣中的乾 CO_2 濃度，%

c_{CO2ad} = 環境空氣中的乾 CO_2 濃度，% = 0.03%

c_{COd} = 原始廢氣中的乾 CO 濃度，ppm

c_{HCw} = 原始廢氣中的濕 HC 濃度，ppm。

附錄 VII

發動機參數檢查方法的檢查清單

(參閱《2008年氮氧化物技術規則》6.2.2.5)

1 下列某些參數，有着一種以上的可行檢驗方法。在這種情況下，作為指南，下列方法的任何一種或一組均可充分表明符合要求。經主管機關認可，在發動機發證申請方的支持下，船舶所有人可以對適用方法做出選擇。

.1 “噴射定時” 參數

.1 燃油凸輪位置（如凸輪不可調整，單個凸輪或凸輪軸），

— 選擇（根據設計）：凸輪和泵驅動裝置之間的

頂桿位置，

— 套筒計量泵的選擇：可變噴射定時（VTT）指

數和凸輪位置或套筒位置，或

— 其他套筒計量裝置；

.2 某些燃油齒條位置的供油起點（動壓力測量）；

.3 某些負荷點噴油閥的開啟，例如，用霍爾傳感器或
加速傳感器；

.4 增壓空氣壓力，燃燒峰值壓力，增壓空氣溫度，廢氣溫度的載控操作值與氮氧化物相關曲線顯示圖相比較。此外，須確保壓縮比與初次驗證值相一致（見 1.7）。

註：為評估實際定時，有必要根據試驗台氮氧化物的測量結果，了解滿足排放限值的允許限度或甚至顯示定時對氮氧化物影響的曲線圖。

.2 “噴油嘴”參數：

.1 技術要求和構件標識號；

.3 “噴油泵”參數：

.1 構件標識號（說明柱塞和套筒的設計）；

.4 “燃油凸輪”參數：

.1 構件標識號（說明形狀）；

.2 某一燃油齒條位置的供油起點和終點（動壓力測量）；

.5 “噴油壓力”參數：

.1 僅對共軌系統：齒軌中載控壓力，氮氧化物相關曲線顯示圖；

.6 “燃燒室” 參數：

.1 氣缸頭和活塞頭的構件標識號；

.7 “壓縮比” 參數：

.1 檢查實際間隙；

.2 檢查活塞桿或連桿的墊片；

.8 “增壓器型式和構造” 參數：

.1 型式和規格（標識號）；

.2 載控增壓空氣壓力，氮氧化物相關曲線顯示圖；

.9 “增壓空氣冷卻器、增壓空氣加熱器” 參數：

.1 型號和規格；

.2 按參照條件修正後的載控增壓空氣溫度，氮氧化物
相關曲線顯示圖；

.10 “閥定時” 參數（僅針對下死點（BDC）前具有進氣閥
關閉裝置的四衝程發動機）：

.1 凸輪位置；

.2 檢查實際定時；

.11 “水噴射”參數（用於評價：顯示對氮氧化物影響的曲線圖）：

.1 載控水耗（監測）；

.12 “乳化燃油”參數（用於評價：顯示對氮氧化物影響的曲線圖）：

.1 載控燃油齒條位置（監測）；

.2 載控水耗（監測）；

.13 “廢氣再循環”參數（用於評價：顯示對氮氧化物影響的曲線圖）：

.1 再循環廢氣與載控質量流量（監測）；

.2 新鮮空氣與再循環廢氣的混和氣體，即“掃氣”中的 CO_2 濃度（監測）；

.3 “掃氣”中的 O_2 濃度（監測）；

.14 “選擇性催化還原”參數（SCR）：

.1 載控還原劑質量流量（監測）以及對 SCR 之後的 NO_x 濃度附加定期檢查（用於評價：顯示對 NO_x 影響的曲線圖）。

2 對具有無反饋控制的選擇性催化還原（SCR）的發動機，可選用的 NO_x 測量（定期抽查或監測）有助於表明無論環境條件或燃油質量是否造成原始排放的不同，SCR 的有效性仍然和發證時的狀況一致。

附錄 VIII

直接測量和監測法的實施

(參閱《2008 年氮氧化物技術規則》6.4)

1 電氣設備：材料和設計

1.1 電氣設備須用耐久、阻燃和耐潮的材料製成，使其在裝設的環境中及可能承受的溫度下不會劣化。

1.2 電氣設備的設計須使有可能接地的導電部分得到意外接觸保護。

2 分析設備

2.1 分析儀

2.1.1 須使用下列儀器對廢氣進行分析。非線性分析儀，允許使用線性化電路。其他系統或分析儀，如果取得與下述設備等效的結果，經主管機關認可，可以接受：

.1 氮氧化物 (NO_x) 分析

氮氧化物分析儀須為化學熒光探測器 (CLD) 或加熱式化學熒光探測器 (HCLD) 型。為 NO_x 測量取樣的廢氣在通過 NO_2 至 NO 的轉換器之前須保持在露點溫度之上。

註：對於原始廢氣，如果發動機使用 ISO 8217：2005 DM 級燃料，此溫度須大於 60°C；如果使用 ISO 8217: 2005 RM 級燃料，此溫度須大於 140°C。

.2 二氧化碳 (CO₂) 分析

如要求，二氧化碳分析儀須為非彌散紅外 (NDIR) 吸收型。

.3 一氧化碳 (CO) 分析

如要求，一氧化碳分析儀須為 (NDIR) 吸收型式。

.4 碳氫化合物 (HC) 分析

如要求，碳氫化合物分析儀須為加熱式火焰離子探測器 (HFID) 型。為 HC 測量取樣的廢氣從取樣點至探測器的溫度須保持在 190°C ± 10°C。

.5 氧 (O₂) 分析

如要求，氧分析儀須為順磁探測器 (PMD)、二氧化錯傳感器 (ZRDO) 或電化傳感器 (ECS) 型。

2.2 分析儀技術規範

2.2.1 分析儀技術規範須與本規則附錄 III 的 1.6、1.7、1.8、1.9 和 1.10 一致。

2.2.2 分析儀範圍須使測量的排放值位於所用範圍的 15%至 100% 之間。

2.2.3 分析儀須按照製造廠的建議進行安裝和維護以滿足本規則附錄 III 中 1.7、1.8、1.9 和 1.10 以及附錄 IV 中第 7 和第 9 節的要求。

3 純氣體和校準氣體

3.1 所要求的純氣體和校準氣體須符合本規則附錄 IV 的 2.1 和 2.2。所申報的濃度須符合國家和/或國際標準。校準氣體須符合分析設備製造廠的建議。

3.2 分析儀量程氣體須處於分析儀所定量程刻度的 80%至 100% 之間。

4 氣體取樣和傳輸系統

4.1 廢氣試樣須能代表從發動機所有氣缸排出的平均廢氣排放。氣體取樣系統須符合本規則 5.9.3。

4.2 廢氣試樣須從管直徑 10%至 90%內的區域抽取。

4.3 為了利於取樣管的安裝，第 5 節給出了取樣點接頭法蘭實例。

4.4 須按照分析設備製造廠的建議維持 NO_x 測量的廢氣試樣，以防止水或酸冷凝造成的 NO₂ 損失。

4.5 氣體試樣不得用化學乾燥劑乾燥。

4.6 須能按照分析設備製造廠的建議驗證氣體取樣系統無進入滲漏。

4.7 須在所用取樣點附近設有附加取樣點以便利系統質量控制檢查。

5 取樣點接頭法蘭

5.1 以下為通用取樣點接頭法蘭實例，該法蘭須位於使用直接測量和監測法證實符合要求的每一發動機的排氣管上的合宜之處。

規格	尺寸
外徑	160 mm
內徑	35 mm
法蘭厚度	9 mm
螺栓圈直徑 1	130 mm
螺栓圈直徑 2	65 mm
法蘭槽口	直徑 12 mm 的孔 4 個，等距離分佈在上述螺栓圈直徑上。2 個螺栓圈直徑的孔在相同半徑對齊。在內外螺栓圈直徑孔之間的法蘭開槽口，槽口寬 12 mm
螺栓和螺帽	4 套，要求的直徑和長度
法蘭須以鋼製成，表面平整。	

5.2 法蘭須設置在與排氣管直徑對齊的以適當規格材料製成的短管上。短管長度須不超過凸出排氣管覆層所需的長度，但須足以進入法蘭的內側。短管須予以絕緣。短管須中止於可接觸到的位置，附近沒有會干擾取樣管和相關附件就位或裝設的阻礙物。

5.3 不使用時，短管須用鋼製無孔法蘭和適當耐熱材料製成的墊圈封閉。取樣法蘭和封閉無孔法蘭不使用時，須用易於移除和適當耐熱材料加以覆蓋，以防意外接觸。

6 選擇載荷點和經修改的加權因數

6.1 按照本規則 6.4.6.4，對於 E2、E3 或 D2 試驗循環，載荷點的最少數目須使本規則 3.2 規定的組合標定加權因數大於 0.5。

6.2 按照 6.1，E2 和 E3 試驗循環有必要使用 75% 載荷點加上其他一個或多個載荷點。D2 試驗循環，須使用 25% 或 50% 載荷點加上一個或多個載荷點以使組合標定加權因數大於 0.5。

6.3 以下實例為一些載荷點的可能組合，可與各經修改的加權因數共用：

.1 E2 和 E3 試驗循環

功率	100%	75%	50%	25%
標定加權因數	0.2	0.5	0.15	0.15
選項 A	0.29	0.71		
選項 B		0.77	0.23	
選項 C	0.24	0.59		0.18

加上可取得組合標定加權因數大於 0.5 的其他組合。因此使用 100% + 50% + 25% 載荷點是不夠的。

.2 D2 試驗循環

功率	100%	75%	50%	25%	10%
標定加權因數	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1
選項 D			0.5	0.5	
選項 E		0.45		0.55	
選項 F		0.38	0.46		0.15
選項 G	0.06	0.28	0.33	0.33	
加上可取得組合標定加權因數大於 0.5 的的其他組合。因此使用 100% + 50% + 10%載荷點是不夠的。					

6.4 對於 C1 試驗循環，每個額定、過渡和空轉部分須至少使用一個載荷點。以下實例為載荷點的一些可能組合，可與各經修改的加權因數一起使用：

.1 C1 試驗循環

轉速	額定				過渡			空轉
	100%	75%	50%	10%	100%	75%	50%	
扭矩	100%	75%	50%	10%	100%	75%	50%	0%
標定加權因數	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15
選項 H		0.38			0.25			0.38
選項 I				0.29		0.29		0.43
選項 J	0.27	0.27					0.18	0.27
選項 K	0.19	0.19	0.19	0.13		0.13		0.19
加上包括每個額定、過渡和空轉轉速的至少一個載荷點的其他組合。								

6.5 經修改的加權因數計算實例：

.1 對給定的載荷點，經修改的加權因數須計算如下：

$$y\% \text{ 載荷} = \text{載荷 } y \text{ 時的標定加權因數} \cdot (1 / (\text{獲取數據} \text{ 的各載荷點的載荷因數之和}))$$

.2 對選項 A：

75%載荷：修改值計算為： $0.5 \cdot (1 / (0.5+0.2)) = 0.71$

100%負荷：修改值計算為： $0.2 \cdot (1 / (0.5+0.2)) = 0.29$

.3 對選項 F：

75%載荷：修改值計算為： $0.25 \cdot (1 / (0.25+0.3+0.1)) = 0.38$

.4 經修改的加權因數精確至小數點後兩位。但是，本規則公式（19）所用的值須取整。因此，在上述選項 F 中，經修改的加權因數示為 0.38 雖然精確值為 0.384615.....。因此，在經修改的加權因數實例中，由於四捨五入的原因顯示值（精確至小數點後兩位）的總和可能不是 1.00。

7 功率設定點穩定性的確定

7.1 為了確定設定點穩定性，功率偏差係數須在 10 分鐘間隔期內計算，且取樣率至少為 1-Hz。結果須小於或等於百分之五（5%）。

7.2 計算偏差係數的公式如下：

$$Ave = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j \quad (1)$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - Ave)^2} \quad (2)$$

$$\%C.O.V. = \frac{S.D.}{Ave} \cdot 100 \leq 5\% \quad (3)$$

式中：

%C.O.V. 功率偏差係數，%

S.D. 標準偏差

Ave 平均

N 取樣數據點總數目

x_i, x_j 功率數據點的第 i, j 個值，kW

I 標準偏差公式的下標變量

J 平均公式的下標變量