

ICS 27.020

CCS J 92

团 体 标 准

T/CSICE 052-2025

船用尾气后处理系统氮氧化物检测单元技 术要求

Technical requirements for nitrogen oxide detection unit for marine
engine exhaust after-treatment system

2025-12-26 发布

2025-12-26 实施

中国内燃机学会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 结构和基本要求	2
4.1 结构	2
4.2 基本要求	2
5 技术要求	3
5.1 外观	3
5.2 材料	3
5.3 抗冲击	4
5.4 抗拉	4
5.5 耐高温	4
5.6 耐油污腐蚀	4
5.7 环境适应性	4
5.8 电气接口	4
5.9 防护等级	4
5.10 检测精度	5
6 试验方法	5
6.1 外观	5
6.2 材料	5
6.3 抗冲击	5
6.4 抗拉	5
6.5 耐高温	5
6.6 耐油污腐蚀	5
6.7 环境适应性	5
6.8 电气接口	6
6.9 防护等级	6
6.10 检测精度	6
7 检验规则	7
7.1 检验分类	7
7.2 型式检验	7
7.3 出厂检验	7
8 标志、包装、运输和贮存	8

8.1	标志.....	8
8.2	包装.....	8
8.3	运输.....	8
8.4	贮存.....	8

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国内燃机学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：中船动力（集团）有限公司、沪东重机有限公司、中国船级社。

本文件主要起草人：赵云辉、杨新伟、郭江峰、封雅芬、张杨、沈龙、李圣军、汪海龙、韩连任。

本文件于2025年首次发布。

船用尾气后处理系统氮氧化物检测单元技术要求

1 范围

本文件规定了船用发动机尾气后处理系统氮氧化物检测单元产品的结构和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于船用发动机尾气后处理系统氮氧化物检测单元的设计、制造和验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.18 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）

GB/T 2423.101 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验：倾斜和摇摆

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带

GB/T 13306 标牌

GB/T 28610 甲基乙烯基硅橡胶

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

尾气后处理系统 exhaust after-treatment system

安装在发动机尾气排放管路中的一系列技术装置的总称，用于通过物理、化学或催化反应等方式减少尾气中有害污染物的排放，使其符合环保法规要求。

3.2

氮氧化物检测单元 nitrogen oxide detection unit

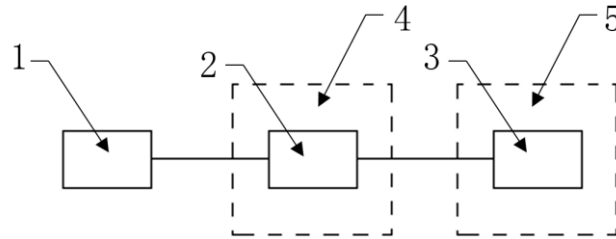
用于检测发动机排放尾气中氮氧化物含量的集成式装置。

4 结构和基本要求

4.1 结构

氮氧化物检测单元主要由三部分组成，结构如图1所示。

- a) 检测探头（带导线）。
- b) 采集模块。含一个采集箱，内部主要为电子控制元件。
- c) 控制模块。含一个控制箱，内部主要为可编程控制器。



标引序号说明：

- 1——检测探头；
- 2——采集箱；
- 3——控制箱；
- 4——采集模块；
- 5——控制模块。

图 1 氮氧化物检测单元示意图

4.2 基本要求

4.2.1 参数

氮氧化物检测单元适宜选用表1给出的基本参数。

表 1 氮氧化物检测单元基本参数

名称	量程 $\times 10^{-6}$	废气温度 $^{\circ}\text{C}$	废气压力 bar	废气含水率 %	探头接口尺寸	预期寿命 h
氮氧化物 检测单元	0~2000	200~550	0~4	4	M20X1.5	2000

4.2.2 安装

4.2.2.1 检测探头插入深度宜不小于20 mm。

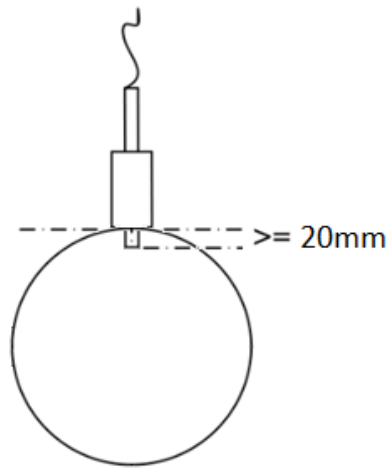


图2 检测探头插入

4.2.2.2 检测探头拧紧力矩宜 $50\text{ N}\cdot\text{m} \pm 10\text{ N}\cdot\text{m}$ 。

4.2.2.3 检测探头安装应注意避免烟尘、冷凝水在探头处聚集，宜采用如下方式安装：

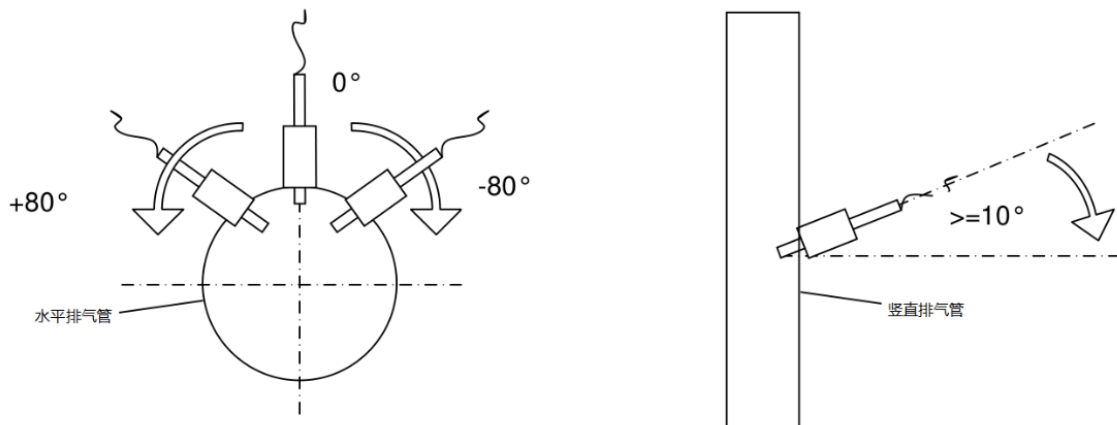


图3 检测探头安装

4.2.2.4 检测探头应接受平稳气流，安装位置与变径管、管道弯头、旁通分支、阀件等结构距离宜在1倍管径以上。

5 技术要求

5.1 外观

氮氧化物检测单元外表干净、完好，检测探头表面光滑、无锈蚀，气孔无堵塞。

5.2 材料

氮氧化物检测单元的材料宜根据表2选用。

表 2 氮氧化物检测单元的材料

部件名称	材料		
	名称	牌号	标准号
检测探头	不锈钢	022Cr17Ni12M02	GB/T 4237
导线（护套）	硅橡胶	MVQ	GB/T 28610
采集箱、控制箱	碳素钢	Q235A	GB/T 700

5.3 抗冲击

检测探头结构具有一定强度，耐碰撞冲击。

5.4 抗拉

检测探头与导线连接紧实，抗拉拽。

5.5 耐高温

检测探头能在200℃~800℃环境下工作。

5.6 耐油污腐蚀

检测探头、导线应耐化学（油类）腐蚀。

5.7 环境适应性

5.7.1 高、低温

采集箱、控制箱应在0℃~55℃范围内正常工作。

5.7.2 盐雾腐蚀

采集探头、采集箱应具有抗盐雾腐蚀能力。

5.7.3 倾斜和摇摆

采集箱、控制箱应在下述倾斜摇摆条件下正常工作：

- 前、后、左、右四个方向各倾斜22.5°；
- 前后、左右两个水平轴向±22.5°摇摆。

5.8 电气接口

5.8.1 输入

标准输入直流电电压为24V。

5.8.2 输出

NO_x浓度应以NO₂当量(mL/m³)表示，转化为电流信号输出。标准输出电信号范围为直流4 mA~20 mA。

5.9 防护等级

采集箱、控制箱防护等级应不低于GB/T 4208中规定的IP54。

5.10 检测精度

氮氧化物检测单元对氮氧化物检测的相对误差不大于±5%。

6 试验方法

6.1 外观

采用目测感观法。

6.2 材料

查验检测探头、导线护套、采集箱和控制箱等部件的材质证书。

6.3 抗冲击

对检测探头进行跌落试验和冲击试验。

- a) 跌落测试：对检测探头进行垂直（探头轴线垂直于地面）下落1次和水平（探头轴线平行于地面）下落2次，落点表面为混凝土，落差高度等于探头连接线的长度。
- b) 冲击试验：将检测探头水平固定，用金属小球（100 g）从1.5 m高处坠落，每次产生约1.5 N·m的冲击。对每个点进行一次冲击，冲击点的位置如图4所示。

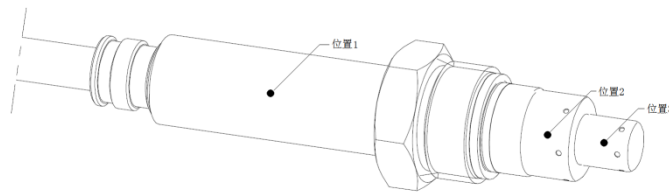


图4 冲击点位置

6.4 抗拉

对每根连接导线施加50 N的拉力，与探头连接的内部接口应保持电气连续性。

6.5 耐高温

将检测探头安装在测试管道上并保持开启，管道内高温气体，在850 °C维持400 h，在950 °C维持100 h。检测探头应能正常工作，信号输出正常。

6.6 耐油污腐蚀

将船用燃料油、润滑油等液体放在探头密封圈、导线上，然后将传感器在100 °C下保持200 h。探头、导线外表面无腐蚀变形、破损。

6.7 环境适应性

6.7.1 高、低温

电气箱的低温试验按GB/T 2423.1的规定进行，其中试验温度为0 °C±2 °C、持续时间为2 h。高温试验按GB/T 2423.2的规定进行，其中试验温度为55 °C±2 °C、持续时间为2 h。

6.7.2 盐雾腐蚀

试验按GB/T 2423.18的规定进行。

6.7.3 倾斜和摇摆

电气箱的倾斜和摇摆试验按GB/T 2423.101的规定进行。

6.8 电气接口

6.8.1 输入

利用万用表进行电压测量，接受供电电压范围应满足要求。

6.8.2 输出

利用相同浓度的一氧化氮、二氧化氮进行测试，检查输出电流信号是否一致。利用纯气体（氮气）、一氧化氮（满量程）标准气进行测试，检查电流信号是否分别对应4 mA、20 mA。。

6.9 防护等级

按GB/T 4208 的规定执行。

6.10 检测精度

氮氧化物检测单元对氮氧化物检测的相对误差不大于±5%。

6.10.1 试验系统

高精度气体分割器，分割精度≤±0.5%，输出流量范围（0~2.5）L/min，分割位数≥10位。

6.10.2 试验介质

一氧化氮（浓度≥测量量程的80%）、纯氮气（99.999%）。

6.10.3 试验程序

按下列步骤进行。

- 氮氧化物检测单元进行完整性检查完成，确保其正常运行。
- 启动氮氧化物检测单元，自动进行预热，预热时间不少于1h。
- 通入零气，待示值稳定后，调准零点对应的电流，再通入满量程约80%的标准气体，将系统的示值或电流电压值调到与标准值一致。
- 对于不可调零点及量程的气体传感器所组成的系统，通入零点气体，待示值稳定后，记录示值，确认零点示值或对应的电流值是否与理论值一致。
- 使用高精度气体分割器，对一氧化氮标准物质进行浓度稀释，浓度梯度应当均匀分布，稀释点数不少于10个点（0点除外），且切割点位的浓度应当尽可能的接近传感器实际测量的浓度区间。根据被校准传感器测量所需的流量要求将稀释后的标准物质分别通入传感器测量密闭腔内，通入气体的时间不少于3 min，待传感器采集模块的示值稳定后，记录稳定示值，记录完成后，通入零气，确定参与气体排出，避免对校准结果的影响。每个点做三次，取平均值，通过公式（1）计算示值相对误差。

$$\Delta C = \frac{\bar{c} - c_0}{c_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔC ——相对误差；

\bar{C} ——传感器测量的氮氧化物浓度的平均值，单位为(mL/m^3)；

C_0 ——通入经气体分割器稀释的标准氮氧化物浓度，单位为(mL/m^3)。

7 检验规则

7.1 检验分类

本文件规定的检验分类为：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

7.2 型式检验

在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品投产或者产品转场生产；
- b) 正常生产时，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能；
- c) 产品长期停产1年及以上恢复生产；
- d) 国家监督机构提出进行型式检验要求；
- e) 用户提出相关型式试验需求。

7.3 出厂检验

每套产品均应进行出厂检验，合格后方可出厂。产品出厂应附有合格证或合格标记，其检验项目表按表3规定进行。

表3 检验项目

序号	检验项目	标准章条号		检验类别	
		技术要求	试验方法	型式试验	出厂试验
1	外观	5.1	6.1	●	●
2	材料	5.2	6.2	●	●
3	抗冲击	5.3	6.3	●	●
4	抗拉	5.4	6.4	●	●
5	耐高温	5.5	6.5	●	○
6	耐油污腐蚀	5.6	6.6	●	○
7	环境适应性	5.7	6.7	●	○
8	电气接口	5.8	6.8	●	○
9	防护等级	5.9	6.9	●	○
10	检测精度	5.10	6.10	●	●

注：“●”为必检项目，“○”为协商检验项目。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每套氮氧化物检测单元应具有独立的铭牌或标志，铭牌应符合GB/T 13306的规定，其上应标明下列信息：

- a) 产品名称；
- b) 型号；
- c) 重量；
- d) 出厂日期、编号；
- e) 制造厂名称；
- f) 船检标记。

8.2 包装

包装的具体要求如下。

- a) 包装箱宜采用木板箱或者采用三防布内衬塑料薄膜的方式进行包装。箱体应采取加固措施，其牢固程度应能保证在运输过程中箱体不发生破损。包装应适应运输及装卸要求。
- b) 包装箱内应具有装箱清单。

8.3 运输

运输过程中，应对包装箱采取固定措施，并有防止雨、雪淋袭和撞击的措施。装卸时防止跌落碰撞，不应与有腐蚀性物品混装混运。

8.4 贮存

应贮存于清洁、通风、干燥、无腐蚀物质的仓库内。
