ICS 27.020
CCS J 92

团　　体　　标　　准

T/CSICE 063-2026

非道路移动机械 高原用柴油机污染物排放测量方法（工况法）

Measurement method of emissions from diesel engines of non-road mobile machinery for high-altitude (cycle method)

2026-09-24 发布　　2026-09-24 实施

中国内燃机学会　　发布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　试验条件 2
4.1　环境条件 2
4.1.1　大气压力 2
4.1.2　环境温度 2
4.1.3　试验推荐进气条件 3
4.2　燃料、润滑油等要求 3
4.3　发动机试验台架要求 3
5　试验程序 3
5.1　发动机安装 3
5.2　发动机边界条件控制 3
5.2.1　中冷后温度控制 3
5.2.2　中冷后压降控制 4
5.2.3　进气负压控制 4
5.2.4　排气背压控制 4
5.3　曲轴箱排放 4
5.4　试验流程 4
5.4.1　发动机瞬态性能曲线 4
5.4.2　高海拔试验循环转速的形成 4
5.4.3　高海拔试验循环转矩的形成 4
5.4.4　排放循环测试流程 6
5.4.5　非标准循环测试要求 6
6　推荐污染物限值 6
7　试验结果 6
附录A（规范性）　注意事项 7
附录B（资料性）　发动机高海拔排放循环台架污染物排放试验报告 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国内燃机学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：中汽研汽车检验中心（昆明）有限公司、中国内燃机学会、潍柴动力股份有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、昆明云内动力股份有限公司、西南林业大学、青海省高原科技发展有限公司、北京福田康明斯发动机有限公司、湖南道依茨动力有限公司。

本文件主要起草人：解礼兵、郑永明、杨国峰、周健、李加强、窦战成、刘浩、胡佳富、王兴元、陆寿域、薛俊强、罗联伟、**蔡宇琛**、刘康、吉江林、李瑞、侯春元。

本文件于2026年首次发布。

非道路移动机械 高原用柴油机污染物排放测量方法（工况法）

警告：本标准的应用可能涉及到某些有危险性的材料、操作和设备，但未对与此有关的所有安全问题都提出建议。因此，用户在使用本标准之前有责任制定相应的安全和防护措施（见附录A），并确定相关规章限制的适用性。

1 范围

本文件规定了高海拔环境下非道路移动机械用柴油机排放的气态和颗粒污染物的测量方法。

本文件适用于非道路移动机械用柴油机。

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 11122—2025 柴油机油

GB 20891—2014 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）

GB 29518—2013 柴油发动机氮氧化物还原剂 尿素水溶液

GB 29743.1—2022 机动车冷却液 第1部分：燃油汽车发动机冷却液

HJ 1014—2020 非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求

T/CSICE 002—2023 重型车用发动机污染物排放测量（高原）法

T/CSICE 066—2026 发动机进排气海拔模拟测试条件方法

3 术语和定义

GB 20891—2014、HJ 1014—2020界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高海拔环境 high altitude environment

指海拔在1500 m到5600 m 的环境地区。

3.2

最小瞬态性能转速 minimum transient performance speed

发动机怠速转速。

3.3

最大瞬态性能转速 maximum transient performance speed

发动机最大净功率70%下的最高转速×1.02或减油点的转速，取较低者。

3.4

高海拔瞬态性能曲线 high altitude transient performance curve

高海拔环境下，发动机空载且喷油泵全负荷设定，发动机转速以恒定的速率由最小瞬态转速增至最大瞬态性能转速，记录发动机转速和转矩，形成的转矩-转速曲线即为高海拔瞬态性能曲线。

3.5

高海拔瞬态循环（HNRTC） high altitude non-road transient cycle

高海拔环境下，根据高海拔瞬态性能曲线生成包含1238个逐秒变换工况的试验循环。

3.6

高海拔稳态循环（HNRSC） high altitude non-road steady cycle

高海拔环境下，由多组恒定转速、恒定转矩构成的试验循环，包含五工况、六工况和八工况的试验循环。

4 试验条件

4.1 环境条件

4.1.1 大气压力

高海拔下，大气压力应符合表1的要求。

表 1 高海拔下大气压力表（推荐）

海拔高度/m	大气压力/kPa
1500	84.5
2400	75.6
3000	70.1
4000	61.6
5600	49.8

高海拔下，表中其余海拔点的大气压力可通过式（1）进行计算。大气压力不低于49.8 kPa。

$$p = 101.325 \times (1 - \frac{0.0065 \times H}{288.16})^{5.25588} \quad \text{（1）}$$

式中：

H——海拔高度，m；

p——大气压力，kPa。

4.1.2 环境温度

环境温度不高于按公式（2）计算得出的值。

$$T = -0.4514 \times (101.3 - p) + 311 \quad \text{（2）}$$

式中：

T——环境温度，K；

p——大气压力，kPa。

4.1.3 试验推荐进气条件

表 2 试验推荐进气条件

海拔高度/m	进气温度/℃	进气湿度/%
1500	22±2	45±5
2400	20±2	
3000	19±2	
4000	17±2	
5600	14±2	

4.2 燃料、润滑油等要求

试验用燃料应满足GB 20891—2014附录D中表D.1、D.2规定的基准燃油或使用符合相应排放标准的市售燃油的要求。试验用润滑油应满足GB 11122—2025、冷却液应满足GB 29743.1—2022、尿素水溶液应满足GB 29518—2013的要求。

4.3 发动机试验台架要求

4.3.1 测量仪表精度应符合HJ 1014—2020对发动机试验测量精度的要求。

4.3.2 发动机进气温度、冷却液温度等，可通过温控设备精确控制。

4.3.3 具备满足GB 20891—2014要求的台架排放测试设备。

4.3.4 采用满足标准T/CSICE 066—2026《发动机进排气海拔模拟测试条件方法》或能够实现环境模拟功能的发动机试验台架时，模拟压力精度≤±2 kPa。

4.3.5 测试设备应能在相应高海拔环境下正常工作。

5 试验程序

5.1 发动机安装

排放试验用辅件安装应满足GB 20891—2014附录E的要求。

5.2 发动机边界条件控制

5.2.1 中冷后温度控制

对增压发动机，如果采用了实验室增压空气冷却系统或外部鼓风机，发动机额定工况下的增压空气温度，应保持在生产企业规定的高海拔环境下最大值的±5K范围内；生产企业提供的高海拔环境下的最大值不应高于生产企业规定的平原环境下最大值，生产企业无法提供高海拔环境下的发动机边界条件控制要求的，测试机构可按照标准T/CSICE 002—2023附录B的要求确认发动机边界条件。

除非出现增压空气冷却过度现象，否则在整个试验循环中不允许改变冷却介质的温度和流量。生产企业应在试验前根据实际装车的工程经验给出增压空气冷却容积，实验室应在整个试验循环中使用增压空气冷却器，且在排放试验开始前放净冷凝水。

对于非增压发动机无中冷后温度控制要求。

5.2.2 中冷后压降控制

对增压发动机，如果采用了实验室增压空气冷却系统或外部鼓风机，发动机额定工况下的增压空气冷却系统压降，应保持在生产企业规定的高海拔环境下最大值的±1 kPa范围内；生产企业提供的高海拔环境下的最大值不应高于生产企业规定平原环境下的最大值，生产企业无法提供高海拔环境下的发动机边界条件控制要求的，测试机构可按照标准T/CSICE 002—2023附录B的要求确认发动机边界条件。

对于非增压发动机无中冷压降控制要求。

5.2.3 进气负压控制

应采用一套发动机进气系统或实验室系统，此系统能够控制发动机标定工况下的进气真空度，使其在生产企业规定的要求上限值的±0.3 kPa范围内；生产企业提供的高海拔环境下的最大值不应高于生产企业规定的平原环境下最大值，生产企业无法提供高海拔环境下的发动机边界条件控制要求的，测试机构可按照标准T/CSICE 002—2023附录B的要求确认发动机边界条件。测量位置由生产企业规定。

5.2.4 排气背压控制

应采用一套发动机或实验室的排气系统，此系统能够控制发动机额定工况下的排气背压，使其在规定的上限值的80%~100%；生产企业提供的高海拔环境下的最大值不应高于生产企业规定的平原环境下最大值，生产企业无法提供高海拔环境下的发动机边界条件控制要求的，测试机构可按照标准T/CSICE 002—2023附录B的要求确认发动机边界条件。如果规定的上限值≤5 kPa，则控制在规定的上限值的±1 kPa内。

5.3 曲轴箱排放

开式发动机曲轴箱污染物排放接至尾排采样下游。

5.4 试验流程

5.4.1 发动机瞬态性能曲线

不同海拔下，发动机热机完成并稳定运转后，按照下列步骤进行发动机瞬态性能的测试：

a) 发动机应卸载，并在怠速转速下运转；
b) 发动机应在喷油泵全负荷设定及怠速转速的情况下运转；
c) 发动机从最小瞬态性能转速至最大瞬态性能转速的平均增加率为8±1 (r/min)/s，或使用一个恒定的速率使最小瞬态性能转速在4 min-6 min内增加到最大瞬态性能转速。应以至少每秒一点的取样率对柴油机转速和转矩进行记录。

5.4.2 高海拔试验循环转速的形成

依据HJ 1010-2020附件BA的要求基于发动机平原瞬态性能曲线生成NRTC循环的实际转速作为高海拔瞬态测试循环（HNRTC）的实际转速。

依据GB 20891—2014附录B3.8.1的要求生成高海拔稳态测试循环（HNRSC）的实际转速。

5.4.3 高海拔试验循环转矩的形成

高海拔试验循环的转矩值应使用实际值，根据平原瞬态性能曲线和高海拔瞬态性能曲线，对应第5.4.2节确定的各个实际转速，按照式（3）、式（4）形成高海拔试验循环的实际转矩。

$$M_{ref,i} = \mathrm{Min}(M_{Plain\,ref,i},\ M_{Plateau\ max,i}) \quad (3)$$

$$M_{Plain\,ref,i} = M_{norm,i}/100 \times M_{Plain\,max,i} + M_{f,i} + M_{r,i} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4)$$

式中：

$M_{ref,i}$ ——高海拔实际转矩，N•m；

$M_{Plain\ ref,i}$ ——基于平原瞬态性能曲线确定的NRTC和NRSC循环实际转矩，N•m；

$M_{Plateau\ max,i}$ ——高海拔瞬态性能曲线确定的最大转矩值，N•m；

$M_{norm,i}$ ——GB 20891-2014附件BE（NRTC）和B3.8.1（稳态试验循环）中的发动机测功机转矩规范值百分比，是各个转速下的最大转矩的标准百分比，%；

$M_{Plain\ max,i}$ ——平原瞬态性能曲线确定的最大转矩值，N•m；

$M_{f,i}$ ——应安装的附件/设备吸收的转矩，N•m；

$M_{r,i}$ ——应拆除的附件/设备吸收的转矩，N•m。

如果按照GB 20891-2014附录E进行附件/设备的安装，$M_{f,i}$和$M_{r,i}$均为0。

按上述方法生成的HNRTC循环工况、HNRSC循环工况，如图1~图3所示。

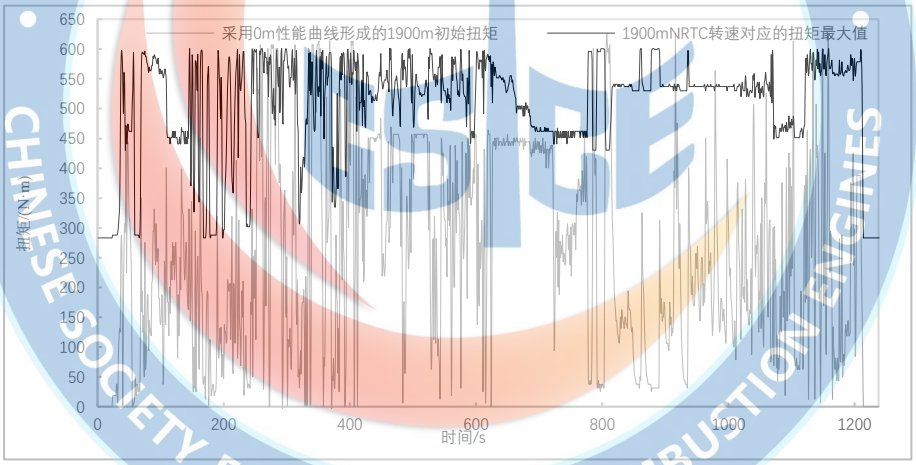


图1　1 900 m柴油机NRTC各转速对应的最大扭矩值

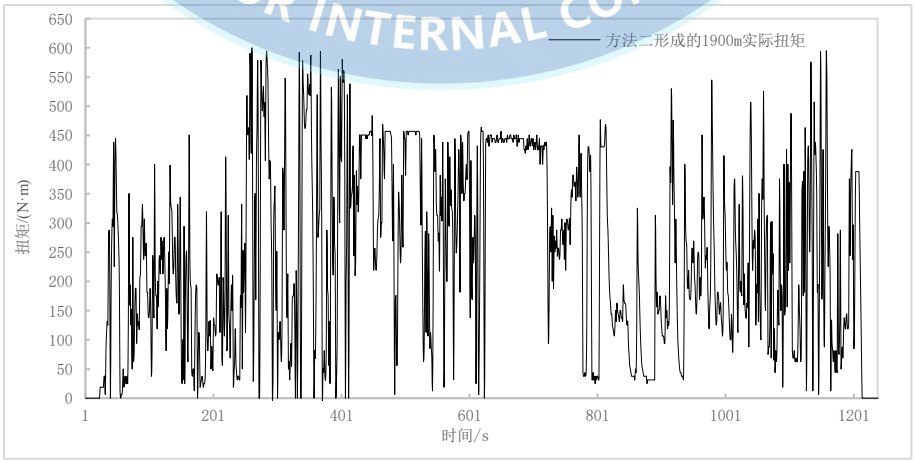


图2　1 900 m柴油机HNRTC实际转矩

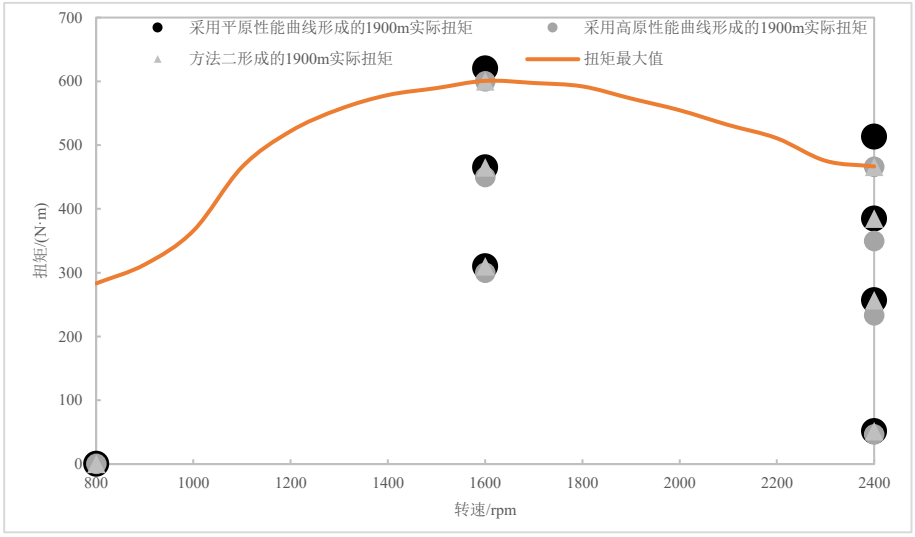


图3　非道路移动机械用柴油机HNRSC

5.4.4　排放循环测试流程

HNRTC和HNRSC的试验流程按照GB 20891—2014附录B的要求进行。

5.4.5　非标准循环测试要求

非标准循环的测试要求按照HJ 1014—2020附录B 3.2的要求进行。

6　推荐污染物限值

不同海拔下，污染物限值为法规GB 20891—2014限值与表2高海拔推荐限值扩展系数的乘积。

表 3　高海拔推荐限值扩展系数

海拔高度/m	推荐限值扩展系数					
	CO排放	NO_x排放	THC排放	NH_3排放	PM排放	PN排放
1500≤*H*≤2400	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2400＜*H*≤3000	1.3	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0
3000＜*H*≤4000	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0
4000＜*H*≤5600	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0
注：*H*为海拔高度。						

7　试验结果

按照GB 20891—2014中规定的方法计算试验结果，污染物排放的劣化按照HJ 1014—2020第5.5.4的要求确定，并按本标准附录B的要求报告结果。

附 录 A
（规范性）
注意事项

A.1 燃料系统

规范燃油管路布置，设置燃油温度、压力、泄露监测与报警装置，减少因不安全因素造成的安全事件。

A.2 机械安全

发动机台架安装，做好紧固件安全状态标志，每次试验前做好点检，确保发动机各部件都处于安全连接状态。

A.3 标气

试验过程所用标气均需要单独存放，定期检查，标气间设置强制通风、气体浓度检查与报警装置，失效及不合规标气禁用。

附 录 B
（资料性）
发动机高海拔排放循环台架污染物排放试验报告

B.1 HNRSC 结果报告格式

表 B.1 HNRSC 测试结果

测试海拔： m（□模拟、□实地） 环境压力： kPa

检验项目	功率范围/kW	标准限值	实测结果	再生因子	劣化系数(指定)	劣化系数(实测)	劣化修正结果	符合性判定
CO排放/(g•(kW•h^{-1}))								
HC排放/(g•(kW•h^{-1}))								
NO_x排放/(g•(kW•h^{-1}))								
HC+NO_x排放/(g•(kW•h^{-1}))								
NH_3排放/10^{-6}								
PM排放/(g•(kW•h^{-1}))								
PN排放/(个•(kW•h^{-1}))								
CO_2排放/(g•(kW•h^{-1}))								
燃油消耗量/(g•(kW•h^{-1}))								

B.2 HNRTC 结果报告格式

表 B.2 HNRTC 测试结果

测试海拔： m（□模拟、□实地） 环境压力： kPa

检验项目	功率范围/kW	标准限值	冷启动	热启动	加权结果	再生因子	劣化系数(指定)	劣化系数(实测)	劣化修正结果	符合性判定
CO排放/(g•(kW•h^{-1}))										
HC排放/(g•(kW•h^{-1}))										
NO_x排放/(g•(kW•h^{-1}))										
HC+NO_x排放/(g•(kW•h^{-1}))										

表 B.2 HNRTC 测试结果（续）

检验项目	功率范围/kW	标准限值	冷启动	热启动	加权结果	再生因子	劣化系数(指定)	劣化系数(实测)	劣化修正结果	符合性判定
NH_3排放/ppm										
PM排放/(g•(kW•h^{-1}))										
PN排放/(个•(kW•h^{-1}))										
CO_2排放/(g•(kW•h^{-1}))										
燃油消耗量/(g•(kW•h^{-1}))										
HNRTC循环功/（kW•h）										

B.3 非标准循环结果报告格式

表 B.3 非标准循环测试结果

测试海拔：　　m（□模拟、□实地）　　环境压力：　　kPa

检验项目	功率范围/kW	限值	点1	点2	点3	符合性判定
转速/(r•min^{-1})						
负荷/%						
CO排放/(g•(kW•h^{-1}))						
HC排放/(g•(kW•h^{-1}))						
NO_x排放/(g•(kW•h^{-1}))						
HC+NO_x排放/(g•(kW•h^{-1}))						
PM排放/(g•(kW•h^{-1}))						
CO_2排放/(g•(kW•h^{-1}))						