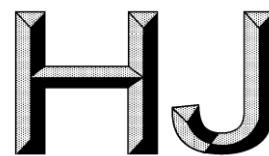


附件 2



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□—201□

---

非道路移动机械及其装用的柴油机  
污染物排放控制技术要求

Emissions control technical requirements of non-road mobile  
machinery and diesel engine

(征求意见稿)

201□-□□-□□发布

201□-□□-□□实施

---

环 境 保 护 部 发布

# 目 次

前 言.....	7
1 适用范围.....	8
2 规范性引用文件.....	8
3 术语和定义.....	9
4 污染控制要求.....	13
5 技术要求.....	14
6 在机械上的安装.....	17
7 新生产机械排放达标要求及检查.....	17
8 在用符合性要求及检查.....	18
9 机械系族.....	19
10 标准实施.....	19
附录 A（规范性附录） 型式检验材料.....	20
附件 AA（规范性附件） 型式检验报告格式.....	22
附件 AB（规范性附件） 在用符合性自查报告.....	25
附件 AC（规范性附件） 排放质保零部件要求.....	29
附录 B（规范性附录） 试验规程.....	30
附件 BA（规范性附件） 瞬态试验循环（NRTC）.....	36
附件 BB（规范性附件） 粒子数量测量规程.....	55
附件 BC（规范性附件） 粒子数量排放测量设备.....	59
附件 BD（规范性附件） 氨的测试规程.....	65
附录 C（规范性附录） NO <sub>x</sub> 控制系统的要求.....	68
附件 CA（规范性附件） 验证试验要求.....	75
附件 CB（规范性附件） 驾驶员报警和驾驶性能限制系统激活与解除.....	79
附件 CC（规范性附件） 向最终用户提供的详细相关信息和说明.....	84
附录 D（规范性附录） 颗粒物控制措施正确运行的要求.....	86
附录 E（规范性附录） 车载法检测规程和要求.....	91
附录 F（规范性附录） 生产一致性保证要求及检查.....	101
附录 G（规范性附录） 在用符合性技术要求.....	103
附件 GA（规范性附件） 在用符合性自查的抽样和判定程序.....	105
附录 H（规范性附录） 卫星定位系统 车载终端技术要求.....	106

# 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，防治非道路移动机械排气污染物对环境的污染，改善环境空气质量，制定本标准。

本标准规定了第四阶段非道路移动机械及其装用的柴油机污染物排放控制技术要求。本标准是对GB20891-2014《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）》中第四阶段内容的补充。

本标准修改采用欧盟（EU）指令97/68/EC（截止到修订版2012/46/EU）《关于协调各成员国采取措施防治非道路移动机械用柴油机气态污染物和颗粒物排放的法律》中有关非道路移动机械用柴油机的技术内容及欧洲非道路第五阶段法规（EU）2016/1628《非道路移动机械用发动机排气污染物排放限值要求，以及对（EU）1024/2012法规和（EU）167/2013的修订和对97/68/EC的修订和替代》中的部分技术内容。

本标准附录A、附录B、附录C、附录D、附录E、附录F、附录G和附录H为规范性附录。

本标准首次发布。

本标准由环境保护部大气环境管理司、科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：济南汽车检测中心有限公司、中国环境科学研究院。

本标准自20□□年□月□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 非道路移动机械及其装用的柴油机

## 污染物排放控制技术要求

### 1 适用范围

本标准规定了非道路移动机械及其装用的柴油机和在道路上用于载人(货)的机械装用的第二台柴油机的技术要求。

本标准适用于以下(包括但不限于)非道路移动机械及其装用的在非恒定转速下工作的柴油机的型式检验、生产一致性检查、耐久性要求和在用符合性要求,如:

- 工业钻探设备;
- 工程机械(包括装载机、推土机、压路机、沥青摊铺机、非公路用卡车、挖掘机、叉车等);
- 农业机械(包括大型拖拉机、联合收割机等);
- 林业机械;
- 材料装卸机械;
- 雪犁装备;
- 机场地勤设备。

本标准适用于以下(包括但不限于)非道路移动机械及其装用的在恒定转速下工作的柴油机的型式检验、生产一致性检查、耐久性要求和在用符合性要求,如:

- 空气压缩机;
- 发电机组;
- 渔业机械(增氧机、池塘挖掘机等);
- 水泵。

最大净功率不超过 37kW 的船用柴油机及其船舶执行本标准。

### 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款,凡是不注日期的引用文件,其有效版本适用于本标准。

GB/T 1147.1 中小功率内燃机 第1部分:通用技术条件

GB 17691-2005 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法(中国III、IV、V阶段)

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)

HJ437-2008 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机和汽车车载诊断系统(OBD)技术要求

ISO 15031-3 道路机械 机械与排放有关诊断用外部试验装置之间的通讯 第3部分:诊断连接器和相关的电路:技术要求及使用

ISO 15031-4 道路机械 机械与排放有关诊断用外部试验装置之间的通讯 第4部分:外部试验装置

ISO 15031-5 道路机械 机械与排放有关诊断用外部试验装置之间的通讯 第5部分:排放相关的诊断服务

ISO DIS 15031-6:2004 道路机械 机械与排放有关诊断用外部试验装置之间的通讯 第6部分:诊断故障代码的定义

ISO 15765-4 道路车辆 对控制器局域网(CAN)的诊断 第4部分:与排放有关

## 系统的要求

JT/T 794 道路运输车辆卫星定位系统 车载终端技术要求

SAE J1939 推荐标准：串行控制和通讯机械网络

SAE J1939-13 机械外部诊断连接器

SAE J1939-73 应用层—诊断

SAE J2012 诊断故障代码的定义（等同于 ISO DIS 15031-6）

## 3 术语和定义

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）》确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**排放控制策略** emission strategy

指与柴油机系统或非道路移动机械整体设计结合到一起的一个或一组设计元素，以达到控制排气污染物排放的目的，包括一个基础排放控制策略（BECS）和一组辅助排放控制策略（ADCS）。

**基础排放控制策略（BECS）** base Emission control strategy

指辅助排放控制策略未激活的条件下，在整个柴油机转速及负荷范围内都起作用的排放控制策略。如：柴油机正时特性图（engine timing map）、EGR 流量特性图（EGR map）、SCR 系统反应剂供给特性图（SCR catalyst reagent dosing map）等。

**辅助排放控制策略（ADCS）** auxiliary emission control strategy

指为了一个或多个特定目的，并在特定环境条件和（或）运行工况（如车速、柴油机转速、档位、进气温度或进气压力等）下起作用的，或对基础排放控制策略进行修改的排放控制策略。

### 3.2

**反应剂** reagent

指储存在非道路移动机械使用的储存罐内、根据排气控制系统的需要提供给排气后处理系统的一种介质。

### 3.3

**降氮氧化物系统** deNO<sub>x</sub> system

指设计用来降低氮氧化物（NO<sub>x</sub>）的排气后处理系统。（如主动和被动的稀燃式柴油机的 NO<sub>x</sub> 催化器，吸附型 NO<sub>x</sub> 催化器以及选择性催化还原（SCR）系统）。

### 3.4

**组合式降氮氧化物—颗粒物系统** combined deNO<sub>x</sub>-particulate filter

指设计用来同时减少氮氧化物（NO<sub>x</sub>）和颗粒物（PM）的排气后处理系统。

### 3.5

**排气后处理系统** exhaust aftertreatment system

指催化器（氧化型催化器、三元催化器，以及任何气体催化器）、颗粒捕集器，除氮氧系统、组合式除氮氧系统的颗粒捕集器，以及其它各种安装在发动机下游的削减污染物的装置。

### 3.6

#### 排放控制系统 emission control system

指用于控制排放而开发或标定的技术要点或排放策略。

### 3.7

#### NO<sub>x</sub>控制诊断系统 (NCD) NO<sub>x</sub> Control Diagnostic system

指柴油机上安装的一个系统, 具有以下功能:

a) 诊断 NO<sub>x</sub> 控制故障;

b) 通过存储器内存中的信息和 (或) 外部通信信息, 发现可能造成 NO<sub>x</sub> 控制故障的原因。

### 3.8

#### NO<sub>x</sub>控制故障 (NCM) NO<sub>x</sub> Control Malfunction

指对柴油机的 NO<sub>x</sub> 控制系统的篡改企图或因这种企图引起的对 NO<sub>x</sub> 控制系统造成影响的故障。在本标准中, 一旦检测到这种情况, 需触发报警或限制系统。

### 3.9

#### NCD柴油机系族 NCD engine family

指柴油机生产企业的柴油机系统分组, 同一 NCD 系族内的柴油机具有相同的 NCM (氮氧化物控制故障) 监控/诊断方法。

### 3.10

#### 颗粒物控制诊断系统 (PCD) particulate control diagnostic system

指柴油机上安装一个系统, 具有以下功能:

a) 诊断颗粒物控制故障;

b) 通过存储器内存储的信息和 (或) 外部通信信息, 发现可能造成颗粒物控制故障的原因。

### 3.11

#### 颗粒物控制故障 (PCM) particulate control malfunction

指对柴油机颗粒物控制系统的篡改企图或因这种企图引起的对颗粒物控制系统造成影响的故障。在本标准中, 一旦检测到这种情况, 需触发报警或者限制系统。

### 3.12

#### PCD柴油机系族 PCD engine family

指柴油机生产企业的柴油机分组, 同一 PCD 系族内的柴油机具有相同的 PCM 监控/诊断方法。

### 3.13

#### 诊断故障码 (DTC) diagnostic trouble code

指能够代表或标示出故障的一个数字或字母数字组合。

### 3.14

**确认有效诊断故障码 confirmed and active DTC**

指氮氧化物控制诊断系统（NCD）确认存在故障时存储下来的 DTC。

### 3.15

**访问 access**

指通过标准的诊断串行接口，获取所有与排放相关的数据。该数据包括与非道路移动机械排放有关的零部件检查、诊断、维护或修理时的所有故障代码。

### 3.16

**无限制 unrestricted**

指不依靠从机械生产企业获得的访问码或类似设备就可进行的访问，或如果被访问的信息是非标准化的，则不需要任何独特的解码信息就可对所产生的数据进行访问。

### 3.17

**便携式排放测试系统（PEMS） portable emissions measurement system**

指能安装在机械上，同时进行排气流量、污染物浓度测量，环境温度、湿度、大气压力测量和柴油机的转速、扭矩、负荷、经纬度及海拔等相关参数实时测量或采集的整套排放测试系统。

### 3.18

**车载法 PEMS Method**

指将便携式排放测试系统安装在被测机械上，对机械在实际作业过程的排气污染物排放进行测量的方法。

### 3.19

**功基窗口 work-based window**

指从试验终止点到截止点之间的一个连续区间，当区间的累积做功等于瞬态循环的柴油机做功量时，定义该连续区间为一个功基窗口

### 3.20

**窗口比排放 window brake-specific emissions**

指功基窗口内机械排气污染物排放总质量与窗口内做功量的比值，单位：g/kWh。

### 3.21

**功基窗口法 work-based window method**

指通过比较各功基窗口比排放与柴油机型式检验比排放的符合性评价机械排放的方法。

### 3.22

**窗口平均功率百分比 average window power percentage**

指功基窗口内柴油机平均功率占该柴油机最大净功率的百分比。

### 3. 23

**有效功基窗口 valid work-based window**

指窗口平均功率百分比大于20%的窗口。

如窗口平均功率百分比大于20%的窗口个数少于所有窗口个数的50%，可将窗口平均功率百分比20%的要求以1%为步长逐渐减小，但最小不能小于15%。

### 3. 24

**有效数据点 valid data points**

指当柴油机的冷却液温度在70℃以上，或者当冷却液的温度在PEMS测试开始后，5分钟之内的变化小于2℃时（以先到为准，但不能晚于柴油机启动后20分钟），至试验结束的所有测试数据点。

### 3. 25

**事件 event**

指在用检测试验中在等同数据采样周期增量时间 $\Delta t$ 内获得气体污染物排放计算的测量数据。

### 3. 26

**作业循环 working cycle**

指由经过培训的专业技术人员操作，能够反映出柴油机安装在机械上的实际排放性能的完整（或部分）实际操作过程。

### 3. 27

**最大净功率 ( $P_{\max}$ ) maximum net power**

指在柴油机全负荷下测得的柴油机最大净功率值。

### 3. 28

**连续性再生 continuous regeneration**

指持续发生的或在每个NRTC热态试验中至少发生一次的排气后处理系统再生过程。

### 3. 29

**周期性再生 periodic regeneration**

指柴油机正常运行期间，排放控制装置不超过100小时便周期性发生的再生过程。

### 3. 30

**非易失性存储器 Non-volatile computer memory**

指当电源供给中断（例如，机械电池断开，控制单元保险丝移除）时仍能保留信息的随机存取存储器。通常非易失性存储器的非易失性是通过采用车载电脑配备的备用电池来实现的，也可以通过使用电子擦除且可编程的只读存储芯片来实现。

### 3. 31

**排放控制装置 pollution control device**

指机械上所安装的降低柴油机污染物排放的系统的总称。



### 3.32

#### 机械 machinery

指本标准适用范围里定义的各类非道路移动机械。

### 3.33

#### 壁流式颗粒物捕集器 wall flow diesel particulate filter

指相邻的蜂窝孔道两端交替堵孔，迫使气流通过多孔的壁面，将颗粒物捕集在壁面孔内以及入口壁面上的颗粒物捕集器。

## 4 污染控制要求

### 4.1 机械及柴油机型式检验

#### 4.1.1 一般要求

4.1.1.1 本标准适用范围的非道路移动机械和柴油机机型应按照GB20891-2014及本标准要求进行型式检验。

4.1.1.2 柴油机机型或柴油机系族可作为独立技术总成进行型式检验。

4.1.1.3 对装有未经型式检验柴油机的机械，应对柴油机进行型式检验；对装有已经型式检验柴油机的机械，无需再进行额外的柴油机型式检验。

4.1.1.4 进行型式检验时，应使用符合GB20891-2014附录D中表D.2规定的基准燃料。

#### 4.1.2 系族（源机）的型式检验

4.1.2.1 柴油机型式检验时，应选择一台能够代表柴油机机型或系族的源机。如果所选择的机型不能完全代表GB20891-2014附录A所述机型或系族，则应增选一台有代表性的柴油机进行试验。

4.1.2.2 源机（机械）代表了系族中所有机型（机械）的排放水平，对源机（机械）进行的型式检验，可扩展到系族中的所有成员，系族中的其他成员无需进行试验。

4.1.2.3 检验机构应将型式检验时柴油机的ECU封存备查，柴油机或机械停产5年后，可不再保留。环境保护主管部门可以进行确认检查。

### 4.2 产品型式的变更

对已型式检验柴油机机型或机械的任何修改，不应出现对污染物排放的不利影响，且仍能满足本标准的要求，并由机械生产企业将产品变更内容进行信息公开；若变更项目可能影响到的排放性能，应进行相应的试验，并将产品变更内容和试验结果进行信息公开。

### 4.3 信息公开

本标准适用范围的机械，应由机械生产企业按照GB20891-2014附录A和本标准附录A的要求进行信息公开。涉及机械生产企业机密的相关内容，可仅向环境保护主管部门公开。

### 4.4 环保生产一致性和在用符合性

4.4.1 机械生产企业应按本标准规定确保批量生产的机械的环保生产一致性，并按本标准附录F的要求提供有关生产一致性保证材料。机械生产企业应按本标准规定确保新生产机械排放达标，并按本标准第7章的要求向环境保护主管部门提供有关新生产机械排放自查的相关材料，主管部门可按第7章的要求对新生产机械进行达标监督抽查。

4.4.2 机械生产企业应按本标准规定确保生产机械的在用符合性，并按附录G的要求提供有关在用符合性自查计划。机械生产企业应按本标准的规定确保机械在实际使用中排放达标，并按第8章的要求向环境保护主管部门提供在用符合性自查报告，主管部门可按本标准

第8章的要求进行在用符合性抽查。

## 5 技术要求

### 5.1 一般要求

#### 5.1.1 基础排放控制策略的要求

基础排放控制策略应该贯穿于柴油机正常的工作范围内，并满足本标准全部要求。任何型式检验之外的工作条件下，禁止使用降低排放控制水平的基础排放控制策略。

#### 5.1.2 辅助排放控制策略的要求

5.1.2.1 辅助排放控制策略可以在柴油机或非道路移动机械上使用，作为对一组具体的环境和（或）运行条件的反应，这个控制策略可以被激活并修改基础排放控制策略，但是不能永久的降低排放控制系统的效力，且满足下列条件之一：

a) 当型式检验时，如果辅助排放控制策略被激活，则仅在5.1.2.2条规定的使用条件之外运行，且满足5.1.2.3条的激活条件。

b) 在5.1.2.2条规定的使用条件下，满足5.1.2.3条激活条件时可暂时起作用，当激活条件不存在时，辅助排放控制策略应不再起作用。

#### 5.1.2.2 控制条件：

a) 海拔高度不超过 2400m（或者相对大气压力不高于 90 kPa）；

b) 环境温度在 266 K 到 311K（-7 ℃ 到 38 ℃）；

c) 柴油机冷却液温度不低于 343 K（70 ℃）。

当柴油机在上述 a)、b)、c) 控制条件下工作时，辅助排放控制策略不应被激活。

#### 5.1.2.3 为了下述目的，辅助排放控制策略可以被激活：

a) 为保护柴油机系统（包括对气动装置的保护）和（或）机械避免毁坏，且仅通过车载信号激活；

b) 为了运行安全的目的；

c) 为冷启动、暖机或防止过量排放；

d) 对于存在问题的柴油机，如果在特定的环境或运行条件下为了使其他所有污染物排放达标，而放弃对某种污染物控制。

5.1.2.4 柴油机生产企业应该按照 5.1.3 条的要求，说明在型式检验时，运行任何的辅助排放控制策略都满足 5.1.2 条的要求。

#### 5.1.2.5 禁止使用降低排放控制装置功效的失效策略。

5.1.3 机械生产企业应将该机械任何影响排放的技术要点、发动机排放控制策略、发动机系统直接或间接控制与排放有关变量的方法，以及附录C和附录D中所要求的报警系统和驾驶性能限制系统的详细说明整理成文件包，并满足A.3.2的要求。

5.1.4 装有钒基SCR催化剂的机械，在有效寿命期内，不得向大气中泄漏含钒化合物；并在型式检验时提交相关的资料（如温度控制策略及相关测试报告等），证明在机械使用期间的任何工况下，SCR 的入口温度低于550 ℃。

5.1.5 机械生产企业应明确告知用户及时添加并使用符合要求的燃油及反应剂，以保证机械在实际使用中能够满足本标准的排放要求。

5.1.6 柴油机生产企业应最大限度降低柴油机原机（后处理装置前端）的排放，并将原机排放情况（数据）及测试方法向环境保护主管部门报告。

### 5.2 气态污染物和颗粒物排放要求

5.2.1 按照本标准进行型式检验的柴油机或机械，应按照GB20891-2014附录B及本标准附录B的试验规程进行试验。污染物排放结果应满足GB20891-2014表1第四阶段的限值要求。

5.2.2 装用37kW到560kW柴油机的非道路移动机械应加装壁流式颗粒物捕集器（DPF），型式检验时，恒定转速柴油机在稳态测试循环（NRSC）、非恒定转速柴油机在瞬态测试循环（NRTC）下的粒子数量，其排放结果应不大于 $5 \times 10^{12}$ #/kWh，同时DPF再生时不能有明显可见烟。

5.2.3 鼓励柴油机生产企业按照本标准规定的试验规程，满足表1提出的目标性要求。

表 1 目标性要求

$P_{max}$ (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	HC+ NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM (g/kWh)	PN (#/kWh)
$P_{max} > 560$	3.5	0.19	3.5, 0.67 <sup>(1)</sup>	—	0.045	—
$130 \leq P_{max} \leq 560$	3.5	0.19	0.40	—	0.015	$1 \times 10^{12}$
$56 \leq P_{max} < 130$	5.0	0.19	0.40	—	0.015	$1 \times 10^{12}$
$37 \leq P_{max} < 56$	5.0	—	—	4.7	0.015	$1 \times 10^{12}$
$19 \leq P_{max} < 37$	5.0	—	—	4.7	0.015	$1 \times 10^{12}$
$P_{max} < 19$	5.5	—	—	7.5	0.40	—

<sup>(1)</sup> 适用于可移动式发电机组用  $P_{max} > 900$  kW 的柴油机。

### 5.3 排放控制系统的要求（如适用）

5.3.1 机械生产企业应提供详细的信息充分描述排放控制系统的功能特性。

5.3.2 如果排放控制系统使用反应剂，机械生产企业必须说明反应剂的特性，包括类型、溶解时的浓度、工作温度等。

5.3.3 机械生产企业应证明在所有正常条件，特别是在低温条件下，排放控制系统能保持其排放功能。

5.3.4 在进行型式检验排放试验时，如果有反应剂使用，机械生产企业应证明柴油机在型式检验程序的 NRTC 或 NRSC 循环中的平均氨排放值不超过 25ppm。

5.3.5 如果在非道路机械上使用单独的反应剂罐，则反应剂罐上必须要有采样点，且不需要专门的工具或设备，能够轻易地接近采样点。

5.3.6 作为型式检验的必要条件，柴油机生产企业应：

- a) 向驾驶员提供书面的维护指导材料；
- b) 向机械生产企业提供柴油机的安装文件，包括作为柴油机的组成部分的排放控制系统的安装文件；
- c) 向机械生产企业提供驾驶员警告系统、限制系统以及反应剂防冻系统（若适用）的指导材料；
- d) 确保本标准附录 C 中规定的有关驾驶员指导、安装文件、驾驶员警告系统、限制系统和反应剂防冻系统的规定得到落实。

5.3.7 确保NO<sub>x</sub>控制措施正常运行的详细技术要求见附录C。

5.3.8 确保颗粒物控制措施正常运行的详细技术要求见附录D。

### 5.4 控制区要求

5.4.1 控制区的要求，适用于所有非道路移动机械用柴油机。

5.4.2 应按照附录B定义的控制区要求，在完成稳态测试工况后，立刻进行控制区测试要求。

5.4.3 在控制区内最少选择3个随机的负荷和转速点进行试验。还应随机决定上述试验点的运行顺序。试验应根据稳态测试循环的要求进行，但每个试验点应单独进行计算各种污染物

的比排放量，每个试验点的比排放量均应小于GB20891-2014第5.2.3条中规定的排放限值的2倍。

## 5.5 耐久性要求

耐久性要求除满足 GB20891-2014 相关的要求外，还需满足下列要求。

5.5.1 在确定劣化系数或劣化修正值的过程中，柴油机每个节点的最大净功率应满足附录 B.2条的规定。

5.5.2 可采用GB20891-2014第B.3.8.1和B.3.8.2（仅热启动循环）两种试验循环中的一种在每个时间节点进行劣化系数或劣化修正值的确定，另一个试验循环需在耐久性试验的开始和终点各进行一次排放测试。确定的劣化系数或劣化修正值适用于两个循环，且耐久性试验初始点和终点的污染物排放必须满足GB20891-2014第5.2.3条限值要求。恒定转速柴油机仅需进行稳态测试循环。

5.5.3 柴油机生产企业可以选择表2指定的相乘的劣化系数，作为替代用耐久性劣化系数。没有给出指定的相加的劣化系数，不允许将表2的劣化系数转化为相加的劣化系数。指定的劣化系数适用于GB20891-2014附录B.1条规定的稳态和瞬态测试循环。

在使用指定的劣化系数情况下，柴油机生产企业应提交有力的证据，证明柴油机具有适用这些指定系数的排放劣化特性。这一证据可以依据设计分析或试验，或依据两者的结合来提出。

表 2 各污染物指定的劣化系数

污染物	CO	THC	NO <sub>x</sub>	PM	PN
指定的劣化系数	1.3	1.3	1.15	1.05	1.0

## 5.6 机械技术要求

5.6.1 机械生产企业将柴油机安装到机械上时，应严格按照第6章规定的安装要求进行，确保机械满足第5.6.4条的排放要求。

5.6.2 机械生产企业应确保将柴油机装备到机械上后，排放控制系统不发生改变，且在实际作业过程中按照附录E进行验证时，仍能满足第5.6.4条的技术要求。

5.6.2.1 排放控制诊断系统应提供标准化的或无限制的访问，且符合HJ437-2008的规定。诊断接口应处于容易发现和访问的位置。如果诊断接口在特定的设备箱内，该箱子的门可以在不需要工具的情况下手动打开，并且箱子上应清楚的标示“排放控制诊断系统”以识别诊断接口。若因驾驶室的结构无法满足以上要求，可以采用替代位置，但应易于接近，且在正常使用条件下能够防止意外损坏，机械生产企业应将替代位置进行信息公开。

5.6.2.2 机械生产企业有责任防止机械的排放控制诊断系统和排放控制单元被篡改，机械上应具有防止篡改的功能。如果被篡改，机械生产企业应查明原因向环境保护主管部门报告，给出防篡改的技术解决方案，并在新生产机械中采取补救措施。

5.6.3 禁止使用失效策略。

5.6.4 PEMS测试时，90%及以上有效功基窗口的NO<sub>x</sub>比排放结果应小于GB20891-2014表1相应功率段限值的2.5倍。

5.6.5 装用37kW到560kW柴油机的非道路移动机械，应能通过卫星导航精准定位系统实现对其的准确定位，定位系统应满足附录H的要求。

## 5.7 排放质保期规定

5.7.1 机械生产企业应保证排放相关零部件的材料、制造工艺及产品质量，能确保其在有效寿命期内的正常功能。

5.7.2 排放相关零部件如果在质保期内由于零部件本身质量问题而出现故障或损坏，导致

排放控制系统失效，或机械排放超过5.6.4条要求，机械生产企业应当承担相关维修费用。

5.7.2.1 机械生产企业应明确告知使用者按照机械的正常使用和维护指南（手册），使用符合标准规定的油品和反应剂。

5.7.2.2 机械生产企业应明确告知使用者，在质保期内应保留使用符合标准规定的油品和反应剂的材料证明（如：1年内正规加油站凭证，正规销售店的反应剂销售凭证）。

5.7.2.3 若能证明排放相关零部件所出现的故障或损坏是由用户使用或维护不当所造成，则机械生产企业可不承担相关质保责任。

5.7.3 机械生产企业应至少对附件AC给出的排放相关零部件提供质保服务，其排放质保期不应短于GB20891-2014表1中规定的柴油机的有效寿命。

5.7.4 信息公开时，应公开排放相关零部件名单及其相应的质保期，并将以上信息在产品说明书中进行说明。

## 6 在机械上的安装

对本标准适用范围的机械，其机械生产企业应确保按照本章的安装要求来安装柴油机。

6.1 进气压力降不应超过GB20891-2014附录A对已经型式检验的柴油机规定的压力降；

6.2 排气背压不应超过GB20891-2014附录A中对已经型式检验的柴油机规定的背压；

6.3 柴油机运行所需辅件吸收的功率不应超过GB20891-2014附录A中对已经型式检验的柴油机规定的辅件吸收功率。

6.4 排气后处理系统特性应与GB20891-2014附录A中柴油机型式检验中的一致。

6.5 作为独立技术总成进行型式检验的柴油机，在机械上安装时，排放控制诊断系统的应满足柴油机生产企业的要求。

## 7 新生产机械排放达标要求及检查

### 7.1 一般要求

7.1.1 机械生产企业应按附录F的要求，采取措施保证生产一致性。

7.1.2 生产一致性检查应以附录A及GB20891-2014附录A的信息为基础进行，并进行信息公开。

7.1.3 试验用的机械应随机抽取，机械生产企业不得对抽取的机械进行任何调整（包括对ECU软件的更新）。

7.1.4 机械原则上不进行磨合。如机械生产企业提出要求，可按磨合规范进行磨合，但不得超过5小时，且不得对机械进行任何调整。

### 7.2 新生产机械达标自查

7.2.1 机械生产企业应自行制定自查规程，对新生产的机械按系族进行排放达标自查，并将自查计划和自查结果进行信息公开。

7.2.2 机械污染物排放自查，应按照本标准附录E的规定进行PEMS测试，同时满足非道路移动机械烟度排放相关标准的要求。

7.2.3 机械生产企业应对机械自查试验做详细记录并存档，该记录文档应至少保存5年。环境保护主管部门可根据需要检查试验记录。

7.2.4 机械生产企业进行自查的机械应提供充足的证据证明其具有足够的代表性。

### 7.3 新生产机械的达标监督抽查

环境保护主管部门对新生产机械达标抽查可以包括下述全部或部分项目。

7.3.1 排放基本配置核查

环境保护主管部门可以对排放基本配置进行核查,如被检查的机械排放控制关键部件或排放控制策略与信息公开的内容不一致,则视为该型号机械检查不通过。

#### 7.3.2 下线检查计划和自查结果审查

环境保护主管部门可对机械生产企业自查计划、自查过程、自查记录和自查结果进行审查。

#### 7.3.3 污染物排放检查

7.3.3.1 主管部门可对机械的污染物排放进行抽查。

7.3.3.2 污染物排放检查按附录E进行PEMS排放测试。

7.3.3.3 从批量生产的机械中随机抽取3台,若2台及以上机械的测试结果满足第5.6.4条的要求,则判定合格,否则不合格。

#### 7.3.4 新生产柴油机的抽查

环境保护主管部门可按GB20891-2014第6章的规定,对新生产柴油机进行抽查。

### 7.4 新生产机械出厂检查

新生产机械在下线、入库及出厂前应满足非道路移动机械烟度排放相关标准的要求,并将结果信息公开。

## 8 在用符合性要求及检查

### 8.1 一般要求

8.1.1 对按本标准要求的机械或柴油机,应采取措施保证其在用符合性。

8.1.2 机械生产企业采用的技术措施应确保在正常使用条件下,机械在全寿命周期的排气污染物排放都能得到有效控制。

### 8.2 在用符合性检查

在用符合性应在正常使用条件下,有效寿命期内,按本标准附录G的规定进行检查。在用符合性检查包括8.2.1规定的机械及柴油机生产企业自查和8.2.2规定的环境保护主管部门抽查。

#### 8.2.1 生产企业自查

8.2.1.1 柴油机系族在进行型式检验时,柴油机生产企业应同时制定在用符合性自查计划,柴油机生产企业的在用符合性自查应以柴油机系族为基础进行。

8.2.1.2 机械生产企业应同时制定在用符合性自查计划,自查计划应以机械系族为基础。

8.2.1.3 在用符合性自查计划包括试验的时间表和抽样计划等,并按GB20891-2014附录A及本标准附录A的要求向环境保护主管部门报备。

8.2.1.4 柴油机生产企业按自查计划进行在用符合性自查,应尽量选择不同机械生产企业的机械进行试验,柴油机系族的在用符合性自查报告由柴油机所安装机械的机械生产企业进行信息公开(可作为机械生产企业在用符合性自查报告的一部分),并向环境保护主管部门报备。

8.2.1.5 机械生产企业按自查计划进行在用符合性自查,机械的在用符合性自查报告由机械生产企业进行信息公开。

#### 8.2.2 环境保护主管部门抽查

8.2.2.1 环境保护主管部门可根据附录G规定的在用符合性试验规程,对机械的在用符合性进行抽查,并记录购买、维护以及生产商的参与度等信息。

8.2.2.2 如环境保护主管部门证实某一机械不满足本标准要求,机械生产企业应按本标准第8.2.3条和附录G.5的规定采取整改措施。

### 8.2.3 不符合性整改措施

8.2.3.1 机械生产企业应在规定时间内，向环境保护主管部门提交整改措施计划。

8.2.3.2 整改措施应适用于属于同一机械的所有在用柴油机，并扩展到该机械及柴油机生产企业可能受相同缺陷影响的柴油机机型（系族）、机械。

8.2.3.3 整改措施计划应在规定时间内，由机械生产企业负责实施。

8.2.3.4 机械生产企业应保存每一台机械或柴油机的召回、维修或改造记录，保存期至少10年。

## 9 机械系族

同时满足下列条件的，视同为同一个机械系族：

- a) 机械由同一机械生产企业生产；
- b) 柴油机为同一机型（或系族）；
- c) 机械种类一致，如挖掘机、装载机、叉车、拖拉机、玉米收割机等。

## 10 标准实施

### 10.1 型式检验

自本标准发布之日起，即可依据本标准进行型式检验。

### 10.2 生产和销售

自2020年1月1日起，凡不满足本标准要求的非道路移动机械及其装用的柴油机不得生产、进口、销售和投入使用。

附录 A  
(规范性附录)  
型式检验材料

## A.1 概述

非道路移动机械应提供以下资料，并由机械生产企业或进口企业进行信息公开。

## A.2 基本信息

- A.2.1 机械型号：
- A.2.2 机械名称：
- A.2.3 机械环保代码：
- A.2.4 生产日期：
- A.2.5 商标：
- A.2.6 机械系族：
- A.2.7 机械分类：
- A.2.8 排放阶段：
- A.2.9 机械的识别方法和位置：
- A.2.10 环保信息标签位置：
- A.2.11 机械环保代码标示位置：
- A.2.12 机械生产企业名称：
- A.2.13 机械生产企业地址：
- A.2.14 机械生产企业法人姓名和住址：

## A.3 附属文件

A.3.1 机械上与排放污染物相关的零部件或系统的基本特点（如适用）

A.3.2 排放控制策略信息

A.3.2.1 机械生产企业应将该机械任何影响排放的技术要点、柴油机排放控制策略、柴油机系统直接或间接控制与排放有关变量的方法，以及附录C和附录D中所要求的报警系统和驾驶性能限制系统的详细说明整理成文件包，文件包可以包括两部分：

a) 正式文件：应向环境保护主管部门公开，可根据需要提供给相关方。

b) 扩展文件：应予保密。扩展文件应向环境保护主管部门公开，或由机械生产企业保存，但应保证在型式检验有效性进行确认时可随时检查这些文件。

A.3.2.2 文件应该描述附录C和附录D要求的驾驶性能限制系统的功能操作，包括检索系统相关信息所需的参数。该材料应向环境保护主管部门公开。

A.3.2.3 扩展文件包应包括所有辅助排放控制策略(AECS)和基本排放控制策略(BECS)操作信息，包括说明AECS修订参数、AECS工作边界条件、可能启动AECS和BECS指示等说明。扩展文件还应包括燃料系统的控制逻辑、正时策略和所有工况期间切换点的说明。它还应包括一个附录C和附录D中所需的驾驶性能限制系统的完整描述，包括相关的监控策略。

A.3.2.4 按7.1.2条制定的新生产机械达标自查计划。

A.3.2.5 按8.2.1.3条制定的在用符合性自查计划

A.3.3 对作为独立技术总成进行型式检验的柴油机机型或系族，还应提交以下材料：

a) 说明防止篡改和修改排放控制电子单元的规定，其中包括防止对机械生产企业认可或者校准的设备进行更新；

b) 按GB20891-2014附录G规定的生产一致性保证计划；



- c) 用于型式检验扩展或确定劣化系数的其它型式检验文件（如适用）。
- A.3.4 型式检验的报告格式见GB20891-2014附件FA及本标准附件AA。
- A.3.5 新生产机械达标自查和在用符合性自查报告见附件AB。
- A.3.6 排放质保零部件要求见附件AC。
- A.3.7 其他附属文件清单（如适用）。

**附件 AA**  
**(规范性附件)**  
**型式检验报告格式**

**型式检验报告类型:**

- 柴油机系族内源机型式检验报告
- 柴油机系族内各发动机型的型式检验报告
- 装有未型式检验柴油机的机械的型式检验报告

**AA.1 第一部分**

- AA.1.1 厂牌(生产企业商标):
- AA.1.2 型号:
- AA.1.3 生产企业名称:
- AA.1.4 机械(或机型)识别方法和位置(如标记在机械上):
- AA.1.5 铭牌的位置和固定方法:
- AA.1.6 总装厂的名称和地址:
- AA.1.7 生产企业法人的姓名和住址(如适用):

**AA.2 第二部分**

- AA.2.1 附加信息(如适用):
- AA.2.2 负责进行测试的检验机构:
- AA.2.3 测试报告的日期:
- AA.2.4 测试报告编号:
- AA.2.5 备注(如适用):
- AA.2.6 日期

**AA.3 检验机构的测试报告**

- AA.3.1 与装有柴油机械型式检验相关的信息
  - AA.3.1.1 柴油机厂牌(柴油机生产企业名称):
  - AA.3.1.2 型式和商品描述(提及各种变型):
  - AA.3.1.3 柴油机上的柴油机生产企业代码:
  - AA.3.1.4 类别: 柴油
  - AA.3.1.5 柴油机生产企业名称和地址:
  - AA.3.1.6 柴油机生产企业授权代表的名称和地址(如适用):
- AA.3.2 在AA.3.1提及的作为独立技术总成进行型式检验的柴油机
  - AA.3.2.1 发动机/发动机系族的型式检验编号:
  - AA.3.2.2 发动机控制单元(ECU)的软件标定号:
- AA.3.3 与作为独立技术总成的发动机(或系族)型式检验相关的详细说明(柴油机在机械上的安装条件也要考虑)
  - AA.3.3.1 最大和(或)最小进气阻力:
  - AA.3.3.2 允许的最大排气背压:
  - AA.3.3.3 排气系统容积:
  - AA.3.3.4 限制条件(如有):
  - AA.3.3.5 后处理安装位置(在排气管路中的位置和基准距离):
  - AA.3.3.6 柴油机企业规定的柴油机高怠速的 $\lambda$ 值控制范围(如适用):
- AA.3.4 柴油机/源机的排放水平
  - 劣化系数(DF): 计算/定值

NRSC或NRTC测试劣化系数（DF）和排放值见下表。

AA.3.4.1 NRSC试验循环排放结果见表AA.1

表 AA. 1 NRSC 试验循环排放结果

污染物	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM	PN	NH <sub>3</sub>
DF 值					-	-
污染物	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM (g/kWh)	PN (#/ kWh)	NH <sub>3</sub> (ppm)
试验结果						
DF 修正结果						

AA.3.4.2 NRTC试验循环排放结果见表AA.2。

表 AA. 2 NRTC 试验循环排放结果

污染物	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM	PN	NH <sub>3</sub>
DF 值					-	-
污染物	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM (g/kWh)	PN (#/ kWh)	NH <sub>3</sub> (ppm)
试验结果						
DF 修正结果						

AA.3.4.3 控制区试验点的排放结果见表AA.3。

表AA. 3 控制区试验点的排放结果

控制区试验点						
试验点排放	柴油机转速 (rpm)	负荷 (%)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM (g/kWh)
试验点 1						
试验点 2						
试验点 3						

AA.3.4.4 功率测量

AA.3.4.4.1 在试验台架上发动机功率测试见表AA.4。

表AA. 4 在试验台架上发动机功率测试

实测发动机转速 (r/min)						
实测燃油流量 (g/h)						
实测扭矩 (Nm)						
实测功率 (kW)						
大气压力 (kPa)						
水蒸气分压 (kPa)						
进气温度 (K)						

功率校正系数							
校正功率 (kW)							
附件功率 (kW)							
净功率 (kW)							
净扭矩 (Nm)							
校正后的燃油消耗量 (g/kWh)							

AA.3.4.4.2 附加数据

**附件 AB**  
**（规范性附件）**  
**在用符合性自查报告**

**AB. 1 一般要求**

- AB.1.1 机械生产企业的名称和地址
- AB.1.2 装配厂地址
- AB.1.3 机械生产厂的名称，地址，电话和传真号码和电子邮件地址
- AB.1.4 类型和商业用途描述（涉及各种变型）
- AB.1.5 柴油机系族
- AB.1.6 源机
- AB.1.7 柴油机系族成员及机械系族成员
- AB.1.8 机械环保代码
- AB.1.9 识别牌和铭牌的位置和标示方式
- AB.1.10 机械类别
- AB.1.11 机械系族
- AB.1.12 燃料类型
- AB.1.13 柴油机系族内的适用于该机型/机械的型式检验的数量，适用时，还包括所有扩展和维修/召回领域的数量
- AB.1.14 机械生产企业提供的柴油机/机械型式检验扩展、维修/召回区域的详细信息
- AB.1.15 柴油机/机械的制造时间

**AB. 2 柴油机/机械的选择**

- AB.2.1 机械或柴油机的安装方法
- AB.2.2 机械、机械系族、柴油机、柴油机系族的选择标准
- AB.2.3 机械生产企业召集测试机械的地理区域

**AB. 3 设备**

- AB.3.1 PEMS设备、商标和型号
- AB.3.2 PEMS设备校准
- AB.3.3 PEMS设备电源供应
- AB.3.4 数据分析软件和版本号

**AB. 4 测试数据**

- AB.4.1 试验日期和时间
- AB.4.2 测试地点和路线的详细信息
- AB.4.3 天气/环境条件（如温度、湿度、海拔等）
- AB.4.4 每台机械测试工况
- AB.4.5 试验燃料的技术参数
- AB.4.6 反应剂的技术参数（如适用）
- AB.4.7 润滑油的技术参数
- AB.4.8 按照附录E进行的排放试验结果

## AB. 5 柴油机信息

- AB.5.1 柴油机燃料类型
- AB.5.2 柴油机燃烧系统
- AB.5.3 型式检验编号
- AB.5.4 柴油机再制造
- AB.5.5 柴油机生产企业
- AB.5.6 柴油机型号
- AB.5.7 柴油机生产日期
- AB.5.8 柴油机编号
- AB.5.9 柴油机排量 (L)
- AB.5.10 缸数
- AB.5.11 柴油机最大净功率 (kW @ rpm)
- AB.5.12 柴油机最大扭矩 (Nm @ rpm)
- AB.5.13 怠速转速 (r/min)
- AB.5.14 柴油机生产企业提供的有效满负荷扭矩曲线 (是/否)
- AB.5.15 柴油机生产企业提供的满负荷扭矩曲线参考数值
- AB.5.16 降NO<sub>x</sub>系统类型 (如EGR, SCR)
- AB.5.17 催化转化器类型
- AB.5.18 颗粒捕集器类型
- AB.5.19 后处理系统安装位置:
- AB.5.20 柴油机ECU的信息 (软件标定号)
- AB.5.21 瞬态循环 (NRTC) 做功量

## AB. 6 机械信息

- AB.6.1 所有者 (如适用)
- AB.6.2 类别
- AB.6.3 机械生产企业
- AB.6.4 机械环保代码
- AB.6.5 登记注册号和注册地 (如适用)
- AB.6.6 型号
- AB.6.7 生产日期
- AB.6.8 排放阶段
- AB.6.9 变速箱类型 (如适用)
- AB.6.10 用途
- AB.6.11 试验开始前的柴油机运行时间 (h)
- AB.6.12 最大设计总质量 (kg)
- AB.6.13 排气管直径 (mm)
- AB.6.14 油箱容积 (L) (可选项)
- AB.6.15 油箱数量 (可选项)
- AB.6.16 反应剂罐的容积 (L) (可选项)
- AB.6.17 反应剂罐的数目 (可选项)

## AB. 7 测试工况特征

- AB.7.1 持续时间 (s)
- AB.7.2 平均环境条件 (根据瞬时测量数据计算得到)
- AB.7.3 环境条件传感器信息 (类型和传感器位置)
- AB.7.4 无效工作事件比例

## AB. 8 瞬时测量数据

- AB.8.1 NO<sub>x</sub>浓度 (ppm)
- AB.8.2 CO浓度 (ppm)
- AB.8.3 CO<sub>2</sub>浓度 (%)
- AB.8.4 THC浓度 (ppmC) (可选项)
- AB.8.5 排气流量 (kg/h或L/min)
- AB.8.6 排气温度 (°C)
- AB.8.7 环境温度 (°C)
- AB.8.8 环境大气压 (kPa)
- AB.8.9 环境湿度 (g/kg或%)
- AB.8.10 柴油机扭矩 (Nm)
- AB.8.11 柴油机转速 (r/min)
- AB.8.12 柴油机燃油消耗速率 (g/s)
- AB.8.13 柴油机冷却液温度 (°C)
- AB.8.14 纬度 (°)
- AB.8.15 经度 (°)
- AB.8.16 海拔 (m)

## AB. 9 瞬时数据计算

- AB.9.1 NO<sub>x</sub>质量 (g/s)
- AB.9.2 CO质量 (g/s)
- AB.9.3 CO<sub>2</sub>质量 (g/s)
- AB.9.4 THC质量 (g/s) (可选项)
- AB.9.5 NO<sub>x</sub>累积质量 (g)
- AB.9.6 CO累积质量 (g)
- AB.9.7 CO<sub>2</sub>累积质量 (g)
- AB.9.8 THC累积质量 (g) (可选项)
- AB.9.9 燃油消耗速率计算值 (g/s)
- AB.9.10 柴油机功率 (kW)
- AB.9.11 柴油机做功 (kWh)
- AB.9.12 功基窗口持续时间 (s)
- AB.9.13 功基窗口柴油机平均功率百分比 (%)

## AB. 10 数据平均和整合

- AB.10.1 NO<sub>x</sub>平均浓度 (ppm)

- AB.10.2 CO平均浓度 (ppm)
- AB.10.3 CO<sub>2</sub>平均浓度 (ppm)
- AB.10.4 THC平均浓度 (ppm) (可选项)
- AB.10.5 平均排气质量流量 (kg/h)
- AB.10.6 平均排气温度 (°C)
- AB.10.7 NO<sub>x</sub>排放量 (g)
- AB.10.8 CO排放量 (g)
- AB.10.9 CO<sub>2</sub>排放量 (g)
- AB.10.10 THC排放量 (g) (可选项)

#### AB. 11 测试结果判断

- AB.11.1 在有效功基窗口中, 最小、最大和第90百分位数的
  - AB.11.1.1 功基窗口法NO<sub>x</sub>排放结果 (g/kWh)
  - AB.11.1.2 功基窗口法CO排放结果 (g/kWh)
  - AB.11.1.3 功基窗口法THC排放结果 (g/kWh) (可选项)
- AB.11.2 功基窗口: 最小和最大平均窗口功率
- AB.11.3 功基窗口: 有效窗口百分比 (%)

#### AB. 12 试验确认

- AB.12.1 试验前、后的NO<sub>x</sub>分析仪零点、满量程和评定结果
- AB.12.2 试验前、后的CO分析仪零点、满量程和评定结果
- AB.12.3 试验前、后的CO<sub>2</sub>分析仪零点、满量程和评定结果
- AB.12.4 试验前、后的THC分析仪零点、满量程和评定结果 (可选项)

#### AB. 13 需要的更多附件

- AB.13.1 机械加载及PEMS系统安装完成后的试验机械照片 (不少于2张)。
- AB.13.2 所有排放测试的原始数据记录电子文件。



**附件 AC**  
**(规范性附件)**  
**排放质保零部件要求**

**AC.1 概述**

机械生产企业应至少对本附件规定的排放质保零部件提供排放质保服务,其排放质保期不应低于GB20891-2014表1中规定的使用寿命。

**AC.2 排放质保零部件**

**AC.2.1 与下列系统相关的柴油机部件**

**AC.2.1.1 进气系统**

**AC.2.1.2 燃油系统**

**AC.2.1.3 废气再循环系统**

**AC.2.2 排放控制相关部件**

**AC.2.2.1 后处理装置**

**AC.2.2.2 传感器**

**AC.2.2.3 电子控制单元**

附录 B  
(规范性附录)  
试验规程

### B.1 概述

本附录描述了本标准适用范围内的非道路移动机械及其装用的柴油机排气污染物的测量方法,包括稳态试验循环和瞬态试验循环:

——稳态试验循环(NRSC),包含五工况、六工况和八工况循环,适用于所有第四阶段柴油机的排气污染物的测量。

——瞬态试验循环(NRTC),包含1238个逐秒变化的瞬态工况,适用于第四阶段19kW至560kW非恒定转速柴油机及19kW以下多缸柴油机排气污染物的测量。

### B.2 测功机设定值的确定

进气压力降和排气背压的设定值应根据GB20891-2014第B.2.3条和第B.2.4条的规定调节到柴油机企业规定的上限。

应通过试验测定全负荷的扭矩曲线,以便按照GB20891-2014第AA.7.2条的规定,计算净功率状态下规定的试验工况的扭矩值。用于检查被测试柴油机性能与柴油机生产企业的规定是否一致。柴油机型式检验时,与柴油机生产企业的规定值相比,柴油机转速差别应在 $\pm 1.5\%$ 以内,同时最大净功率的差别不得大于 $\pm 2\%$ (37kW以下为4%);最大净扭矩的差别不得大于 $\pm 4\%$ (37kW以下为8%)。生产一致性检查及耐久性试验时,与柴油机生产企业的规定值相比,柴油机转速差别应在 $\pm 5\%$ 以内,同时最大净功率和最大净扭矩的差别分别不得大于 $\pm 5\%$ (37kW以下为10%)。对超负荷功率的柴油机,应满足GB/T1147.1-2007标准第3.3.3条要求。应考虑柴油机生产企业提出的、适用于该机型的、由柴油机驱动的附件允许吸收的功率。每一试验工况下测功机的设定值按下列公式计算:

若在净功率状态下试验:

$$S = P_{(n)} \times \frac{L}{100}$$

若在非净功率状态下试验:

$$S = P_{(n)} \times \frac{L}{100} + (P_{(a)} - P_{(b)})$$

如果  $\frac{P_{(b)} - P_{(a)}}{P_{(n)}} \geq 0.03$ , 则  $(P_{(b)} - P_{(a)})$  值需经环境保护主管部门同意。

式中:

S——测功机设定值, kW;

$P_{(n)}$ ——GB20891-2014第AA.7.2条中指出的净功率, kW;

L——GB20891-2014第B.3.8.1条指出的负荷百分数, %;

$P_{(a)}$ ——GB20891-2014第AA.5.1条指出的应安装附件吸收的功率, kW;

$P_{(b)}$ ——GB20891-2014第AA.5.2条指出的应拆除附件吸收的功率, kW。

### B.3 控制区试验要求

B.3.1 试验应按照以下方式进行:

a) 应在GB20891-2014第B.3.8条稳态试验循环结束后立即开始本试验;

b) 试验应根据GB20891-2014第B.3.8的要求,使用多滤纸法(每个试验点使用一个滤纸

对) 进行试验点的试验;

- c) 每个试验点均应计算出各自的排放值, g/kWh;
- d) 排放值的计算采用与稳态测试循环相同的计算方法;
- e) 计算气态污染物时, 工况数应设置为1, 加权系数应为1;
- f) 计算颗粒物时, 使用多滤纸法; 工况数应设置为1, 加权系数应为1。

### B.3.2 柴油机控制区

#### B.3.2.1 大于等于 19kW 的柴油机控制区要求

速度范围: 转速 A 至最高转速;

其中:

$$A = n_{lo} + 15\% \times (n_{hi} - n_{lo});$$

高转速 $n_{hi}$  是最大净功率 $P_{(n)}$ 70%下的转速, 最大净功率 $P_{(n)}$ 由GB20891-2014第AA.7.2 条确定。功率曲线上此功率对应的柴油机最高转速定义为 $n_{hi}$ 。

低转速 $n_{lo}$  是最大净功率 $P_{(n)}$ 50%下的转速, 最大净功率 $P_{(n)}$ 由GB20891-2014第AA.7.2 条确定。功率曲线上此功率对应的柴油机最低转速定义为 $n_{lo}$ 。

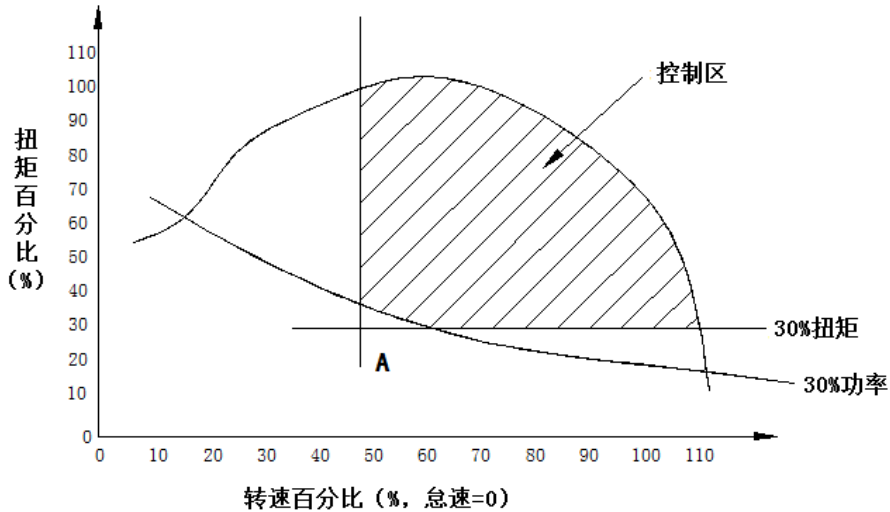


图 B.1 大于等于 19kW 的柴油机控制区

试验中应排除以下柴油机运行区域:

- a) 最大扭矩30%以下的运行区域;
- b) 30%功率对应的扭矩曲线以下的运行区域。

详见图B.1, 大于等于19kW的柴油机控制区。

#### B.3.2.2 19kW 以下控制区要求

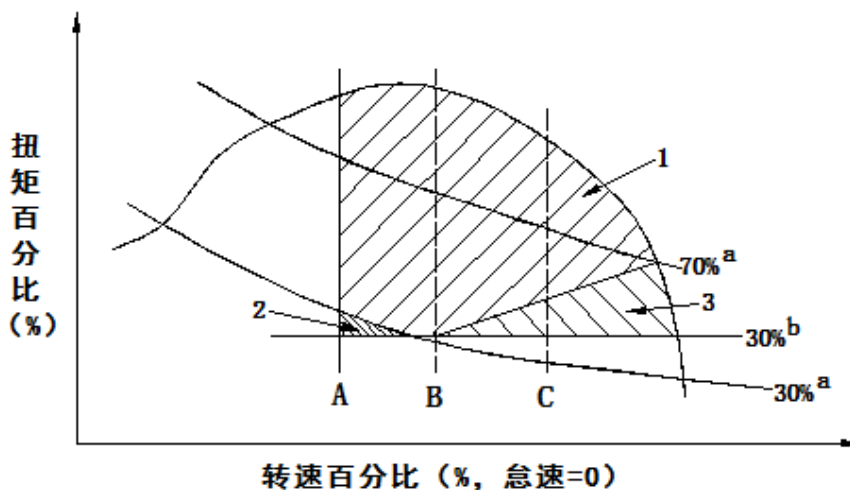
a) 颗粒物非控区, 若转速 $C < 2400\text{r/min}$ , 将在B转速下最大扭矩30%的点或最大净功率30%的点(取较大者)与高转速下最大净功率70%的点相连接, 形成的区域右侧或下方的点, 见图B.2。

b) 颗粒物非控区, 若转速 $C \geq 2400\text{r/min}$ , 将在B转速下最大扭矩30%的点或最大净功率30%的点(取较大者)、在2400r/min转速下最大净功率50%的点与高转速下最大净功率70%的点相连接, 形成的区域的右侧或下方的点, 见图B.3。

其中:

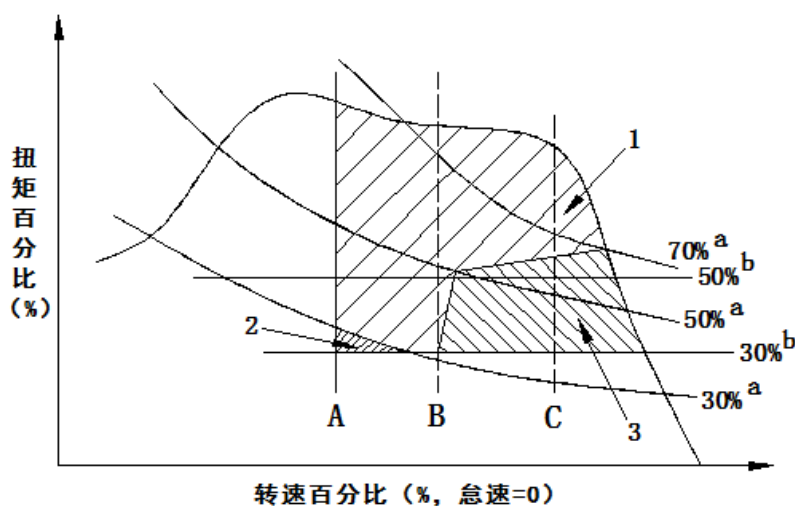
$$B = n_{lo} + 50\% \times (n_{hi} - n_{lo});$$

$$C = n_{lo} + 75\% \times (n_{hi} - n_{lo})。$$



图B.2 19kW以下转速 $C < 2400$ r/min柴油机控制区

- 图解: 1 柴油机控制区  
 2 所有污染物的非控区  
 3 PM 非控区  
 a 最大净功率的百分比  
 b 最大扭矩的百分比



图B.3 19kW以下转速 $C \geq 2400$ r/min柴油机控制区

- 图解: 1 柴油机控制区  
 2 所有污染物的非控区  
 3 PM 非控区  
 a 最大净功率的百分比  
 b 最大扭矩的百分比

B.3.2.3 按照五工况或六工况试验的柴油机的控制区。

恒速柴油机主要在其设计转速下运行，所以其控制区定义如下：

转速：100%

扭矩范围：最大功率点扭矩的50%-100%

**B.3.3** 如果测得的柴油机转速A、B、C与柴油机生产企业申报的柴油机转速相差 $\pm 3\%$ 以内，则应使用柴油机生产企业申报的转速。如果任何试验转速超过公差范围，则应使用实际测得的柴油机转速。

#### **B.3.4 排除点**

柴油机生产企业可以要求主管部门从第B.3.2规定的控制区中排除某些运行点，不在型式检验中进行。若柴油机生产企业能够证明柴油机在任何机械上都不可能到达此类运行点的运行条件，则主管部门可以批准这种排除要求。

### **B. 4 试验循环**

#### **B.4.1 稳态测试循环（NRSC）**

应采用GB20891-2014附录B.3.8.1条的试验循环进行试验，颗粒物粒子数量的测量尽可能在每个工况的最后进行取样，取样时间不应少于60秒。

#### **B.4.2 瞬态测试循环（NRTC）**

**B.4.2.1** 应采用GB20891-2014附件BE规定的NRTC试验循环，按照附件BA规定的试验规程进行试验，如果实际测量的基准转速在柴油机生产企业申报值的 $\pm 3\%$ 以内，则采用柴油机生产企业申报值，反之则采用实际测量值。

**B.4.2.2** 排放试验后，应使用零气和相同的量距气进行再检查。如果试验前后的检查结果相差不到量距气值的2%，则认为试验有效。

### **B. 5 柴油机排气后处理系统**

如果柴油机装有排气后处理装置，排气管直径应与实际使用的相一致。排气支管凸缘或涡轮增压器出口至排气后处理装置的距离，应与机械的配置相一致，或者应在柴油机生产企业规定的距离范围内。排气背压或阻力应遵守上述同样的准则，由排气背压阀来设定。背压变化的后处理系统，最大背压上限值为柴油机生产企业规定后处理系统的条件（如老化程度和再生或载荷水平）下的背压值。如果排气背压上限值小于等于5kPa，则背压应控制在规定的上限值的 $\pm 1$  kPa之内。在进行模拟试验和柴油机的瞬态性能曲线试验时，可以拆掉后处理壳体，并用一个装有无活性催化剂载体的壳体代替。

如果柴油机装有排气后处理装置，试验循环所测试的排放值应能代表实际使用中的排放值。柴油机生产企业应提供测试所需的反应剂类型以及反应剂消耗量的书面说明。

装有连续性再生后处理系统的柴油机，不需要进行特殊的测试，但需要按第B. 5.1条的规定进行再生过程的验证。

装有周期性再生后处理系统的柴油机，应根据第B.5.2条的要求进行测试，排放结果应考虑再生情况进行修正。在这种情况下，就发生再生的试验部分而言，平均排放量取决于再生发生的频率。

#### **B.5.1 连续性再生**

对于连续性再生的排气后处理系统，应在后处理系统稳定后测量污染物排放。热态NRTC试验循环中应至少发生一次再生试验，柴油机生产企业应说明再生发生时的条件（颗粒物载荷、温度、排气背压等）。

对连续性再生过程进行验证，应至少进行3个热态的NRTC循环。柴油机进行热态的NRTC试验循环时，按照BA.3.3条要求进行热机，根据BA.3.8.6条要求进行热浸，然后进行第一次热态NRTC试验，其他两次NRTC试验也应按BA.3.8.6条要求热浸后进行。试验期间，

应记录排气温度和压力（后处理前后温度、排气背压等）。

如果试验证明了柴油机生产企业说明的再生发生条件，且3次NRTC试验的结果偏差小于±25%或0.005g/kWh（两者中的大者），则认为排气后处理系统是连续性再生的，按第BA.3.8条（NRTC）测试规范进行测试。

如果排气后处理系统具有可转变成周期性再生模式的安全模式，应根据B.5.2条进行检查。这种特殊情况下，排放有可能超过排放限值，且排放不予加权计算。

### B.5.2 周期性再生

对于周期性再生的排气后处理系统，排放量的测量应至少进行3个热态的NRTC循环，其中：1个在再生过程期间，2个在再生过程之外，并且应是排气后处理系统稳定后的NRTC循环，最后将测量结果根据C.5.2公式加权。

热态NRTC试验循环期间周期性再生应至少发生一次。柴油机可以配备一个开关，使之能够阻止或允许再生发生，但这项技术不能影响原有柴油机的标定。

柴油机生产企业应说明再生发生的一般参数条件（如：颗粒物载荷、温度、排气背压等）、再生周期及再生频率。再生周期及再生频率的确定应基于良好的工程经验，并应经检验机构同意。

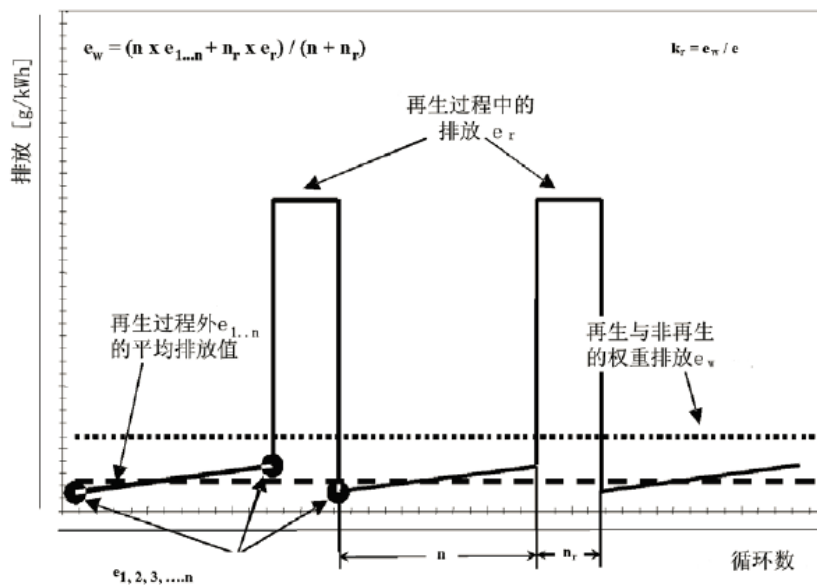
柴油机生产企业应提供一个已经接近再生条件的后处理系统，以便在NRTC试验时实现再生。进行NRTC试验时，按照第B.6.4.1条进行热机，根据第B.6.6.3条要求进行热浸，然后进行热态NRTC试验，不应在热机阶段发生再生。

再生之间的平均比排放量应通过几个近似的NRTC试验结果的算术平均值来确定。建议在发生再生之前，且尽可能地接近再生时，进行至少一次NRTC试验；在再生结束后，立即再进行一次NRTC试验。作为替代选择，柴油机生产企业可以提供数据，来证明两次再生之间，测试结果偏差小于±25%或0.005g/kWh（两者中的大者），在这种情况下，只需进行一次热态NRTC试验。

再生期间，应记录所有用于检测再生的数据（CO或NO<sub>x</sub>的排放量，后处理系统前、后的温度，排气背压等）。

再生过程中排放测量结果可以超过排放限值。但一个再生周期的加权排放（ $e_w$ ）应满足排放限值的要求。

测试过程示意图见图B.4。



图B.4 再生过程测试示意图

热态NRTC的加权结果:

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r}$$

式中:

$n$ ——两次再生之间的热态NRTC次数;

$n_r$ ——再生期间的热态NRTC次数 (至少为1);

$\bar{e}$ ——两次再生之间的平均比排放, g/kWh;

$\bar{e}_r$ ——再生期间的平均比排放, g/kWh。

在确定 $\bar{e}_r$ 时, 下列条款适用:

a) 若再生期间不止发生一次热态NRTC试验, 应连续进行完整的热态NRTC试验, 中间无需停机和热浸, 直至再生完成。取所有热态NRTC试验的平均值;

b) 若在NRTC试验过程中再生结束, 则仍需将NRTC试验循环测试完成。

### B.5.3 再生因子

在良好的工程经验的基础上, 经主管部门同意, 可以采用a) 式或b) 式的再生因子对结果进行校正。

a) 相乘的再生因子计算公式:

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{e}$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{e_r}$$

b) 相加的再生因子计算公式:

$$k_{r,u} = e_w - e$$

$$k_{r,d} = e_w - e_r$$

对于第BA.5.1.2.4条规定的比排放的计算, 再生因子应按以下条款进行应用:

c) 无再生发生的试验, BA.5.1.2.4的比排放结果应分别相乘或相加再生因子 $k_{r,u}$ ;

d) 有再生发生的试验, BA.5.1.2.4的比排放结果应分别相乘或相加再生因子 $k_{r,d}$ ;

按照柴油机生产企业的要求, 再生因子可以适用于以下条款:

e) 系族内的其他柴油机;

f) 安装了同样后处理的其他系族, 且检验机构通过柴油机生产企业提供的技术资料认定排放水平相近的柴油机。

## B.6 碳平衡对排气流量的校准

应采用GB20891-2014附件BA.1.2.3条规定的碳平衡法对排气流量进行校准, 且流量计测量排气量结果与碳平衡法测量排气量结果偏差应在5%以内。

附件 BA  
(规范性附件)  
瞬态试验循环 (NRTC)

## BA.1 NRTC测定规程

### BA.1.1 确定柴油机瞬态性能转速范围

为使可在试验室内进行NRTC试验循环,在试验循环前需对柴油机进行瞬态性能测定试验,以得到柴油机的转速-扭矩曲线。最小和最大瞬态性能转速定义如下:

最小瞬态性能转速=怠速;

最大瞬态性能转速= $n_{hi} \times 1.02$  或减油点的转速,取其较低者。

### BA.1.2 测定柴油机瞬态性能的功率

按照柴油机生产企业和成熟的工程经验的推荐,柴油机在最大功率状态下进行热机,以便稳定柴油机参数。当柴油机参数稳定后,应按下列步骤进行柴油机瞬态性能的功率测定:

a) 柴油机应卸载,并在怠速下运转;

b) 柴油机应在喷油泵全负荷设定及最小瞬态性能转速下运转;

c) 保持满负荷情况下,保持控制参数图最低转速至少15秒钟,记录最后5秒的平均扭矩。

应以不大于 $100 \pm 20 \text{ min}^{-1}$ 的转速增量,来测定从控制参数图最低转速到最高转速的最大扭矩曲线。每个试验点应保持至少15秒钟,记录最后5秒的平均扭矩。

### BA.1.3 柴油机瞬态性能曲线的形成

采用线性内插法连接第BA.1.2条记录的所有数据点,所得到的扭矩曲线即是柴油机瞬态性能曲线。利用该曲线将NRTC循环规定的标准百分值转化为实际扭矩值,如第BA.2条所述。

### BA.1.4 替代的性能测定

如果柴油机生产企业认为上述柴油机瞬态性能曲线测定技术不安全或不能代表该柴油机,则可采用替代柴油机瞬态性能曲线测定技术。替代的柴油机瞬态性能曲线测定技术必须达到规定的柴油机瞬态性能曲线测定规程的目的,即测定柴油机整个允许转速范围内所能发出的最大有效扭矩。由于安全性或代表性的理由不采用本条所规定的柴油机瞬态性能曲线测定技术,应经检验机构批准,并说明所用替代方法的合理性。然而,对于涡轮增压或调速器控制的柴油机,绝不可以采用柴油机转速连续递减的方法。

### BA.1.5 重复试验

每次试验循环之前,柴油机不必进行柴油机瞬态性能曲线测定。但如出现下列情况,柴油机在试验循环前应重新进行柴油机瞬态性能曲线测定:

——由工程经验判定,距最近一次柴油机瞬态性能曲线测定,经过了一段过长的时间。

或

——改变或重新校调机件可能影响柴油机的性能。

## BA.2 基准试验循环的形成

瞬态试验循环如GB20891-2014附件BE所述。扭矩和转速的标准百分值应按下述方法转换成实际值,以形成基准循环。

### BA.2.1 实际转速

使用下列公式将GB20891-2014附件BE转速标准百分值转换成实际值:

$$\text{实际转速} = \% \text{转速} \times \frac{\text{基准转速} - \text{怠速}}{100} + \text{怠速}$$

基准转速 ( $n_{ref}$ ) 是指GB20891-2014附件BE的柴油机测功机规范所规定的100%相对转



速点的实际转速值。其定义如下：

$$n_{ref} = n_{lo} + 95\% \times (n_{hi} - n_{lo})$$

式中：

高转速 $n_{hi}$ ——最大净功率 $P_{(n)}$ 70%下的最高转速；

低转速 $n_{lo}$ ——最大净功率 $P_{(n)}$ 50%下的最低转速。

#### BA.2.2 实际扭矩

GB20891-2014附件BE的扭矩是各个转速下的最大扭矩的标准百分值。基准循环的扭矩值应使用实际值，根据第BA.1.3条确定柴油机瞬态性能曲线，对应第BA.2.1条确定的各个实际转速，按照下列公式形成实际扭矩：

$$\text{实际扭矩} = \frac{(\% \text{扭矩} \times \text{最大扭矩})}{100} \text{ 为生成基准循环，反拖点（“m”）的负扭矩值应取实}$$

际值，由下列任一方法确定：

——在相关转速点下，用正扭矩的40%作为负扭矩；

——从最小瞬态性能转速到最大瞬态性能转速反拖柴油机，进行负扭矩的柴油机瞬态性能曲线测定；

——在怠速和基准转速下反拖柴油机确定负扭矩，并在这两点之间进行线性内插。

#### BA.2.3 标准百分值转换成实际值示例

做为示例，将下列试验点的标准百分值转换成实际值：

%转速 =43

%扭矩 =82

假定下列数值：

基准转速 ( $n_{ref}$ ) =2200 r/min

怠速=600 r/min

计算得出，

$$\text{实际转速} = \frac{43 \times (2200 - 600)}{100} + 600 = 1288 \text{ r/min}$$

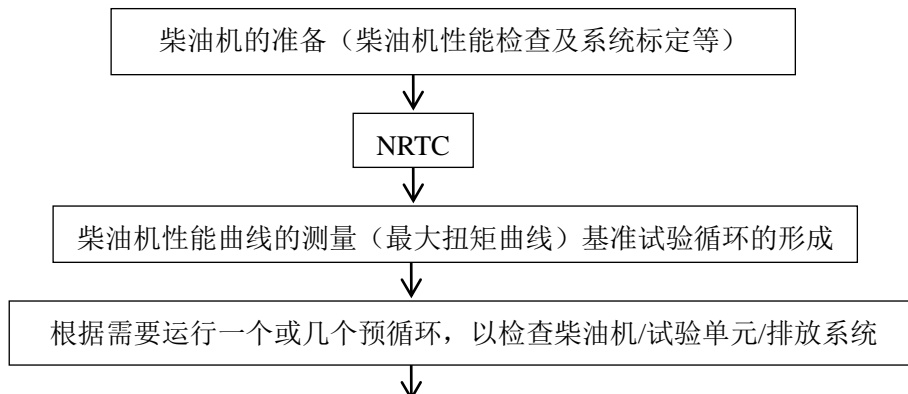
$$\text{实际扭矩} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

式中：

700 Nm为瞬态性能测定曲线上柴油机在1288 r/min转速下的最大扭矩值。

### BA.3 排放试验的运行

试验顺序的流程图见图BA.1：



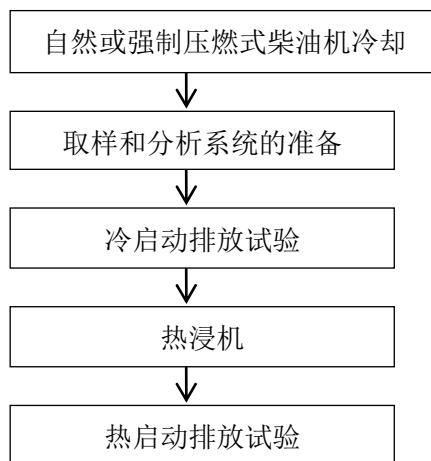


图 BA.1 试验流程图

按照柴油机生产企业的要求，在测量循环前，可先进行旨在预处理柴油机和排气系统的模拟试验，以检查柴油机、试验间和排放系统。

#### BA.3.1 准备取样滤纸（仅对柴油机）

试验前至少一小时，应将每张（对）滤纸置于一个密闭但不密封的培养皿里，放入称量室中进行稳定。稳定结束后，应称量每张（对）滤纸的净质量并记录。然后应把滤纸（对）存放在密闭但不密封的培养皿里或密封的滤纸保持架中，直至试验需要时。如滤纸（对）从称量室取出后，8小时内没有使用，则必须在使用前重新预处理和称量。

#### BA.3.2 测量设备的安装

按要求安装仪器和取样探头。柴油机排气尾管应与颗粒物稀释系统相连接。

#### BA.3.3 启动稀释系统和柴油机

应该按照柴油机生产企业和成熟的工程经验的推荐，启动和预热稀释系统和柴油机，直至最大功率下所有的温度和压力均达到稳定。

#### BA.3.4 启动颗粒物取样系统

应启动颗粒物取样系统，并在旁通下进行。颗粒物试验中稀释空气的背景值可以将稀释空气通过颗粒物过滤器测定。若用已经过滤的稀释空气，则可在试验前或后仅测定一次。若稀释空气未经过滤，则应在循环开始和结束时分别进行测定，并取其平均值。

#### BA.3.5 调整稀释系统

应设定稀释排气的总流量，使水不在系统内凝结，并使滤纸表面的温度不超过52℃。

#### BA.3.6 检查分析仪

应标定排放分析仪的零点和量距点。如果采用了取样袋，需排空取样袋。

#### BA.3.7 冷却要求

可以采用自然冷却或强制冷却的方法。采用强制冷却时，应使用良好的工程判断对系统进行设置，将冷却空气送进柴油机、冷却润滑油送进柴油机润滑系统并通过柴油机冷却系统去除冷却液和排气后处理系统的热量。在强制后处理冷却中，应等到后处理系统冷却至催化活性温度之下时才能使用冷却空气。禁止使用任何导致排放结果不具代表性的冷却程序。

柴油机冷却后，润滑油、冷却液和后处理装置温度应稳定在20℃至30℃并保持至少15分钟后，方能开始冷启动循环排放试验。

#### BA.3.8 试验循环

##### BA.3.8.1 冷启动循环

BA.3.7条中所有冷却要求都满足后，开始冷启动循环，试验顺序也随即开始。柴油机应根据柴油机生产企业在用户手册中推荐的启动程序，使用启动电动机或测功机进行启动。

柴油机一旦确定启动后，开始“无负荷怠速”计时器。使柴油机无负荷怠速运转 $23 \pm 1$ 秒。在 $23 \pm 1$ 秒时开启瞬态柴油机循环，无负荷怠速时间为 $23 \pm 1$ 秒。

应根据GB20891-2014附件BE中规定的基准循环来执行试验。柴油机转速和扭矩指令设置点应以5次/秒或以上（推荐10次/秒）发出。试验循环期间，柴油机转速和扭矩的反馈信号应每秒至少记录一次，信号可进行电子滤波。

#### BA.3.8.2 分析仪响应

如直接从预处理进入试验循环，柴油机或试验循环启动时，测量设备应同时启动：

- 启动采集或分析稀释空气的设备；
- 启动采集或分析稀释排气的设备；
- 启动稀释排气量测量装置（CVS）和所需温度及压力的测量设备；
- 启动测功机转速和扭矩反馈数据的记录设备。

应以2次/秒的频率连续测量稀释风道内的HC和NO<sub>x</sub>。平均浓度应由整个试验循环内的分析仪浓度测量信号积分求得。系统响应时间应不大于20s，如果需要，还应根据CVS的流量波动和取样时间/试验循环的偏移进行调整。CO、CO<sub>2</sub>、NMHC和CH<sub>4</sub>应通过积分或分析整个循环内取样袋采集到的气体浓度来确定。稀释空气中的气态污染物浓度应该通过积分或通过背景气袋内采集到的气体来确定。所有其它数值应以每秒至少测量一次进行记录。

#### BA.3.8.3 颗粒物取样

如果循环直接从预处理开始，柴油机或试验程序启动时，颗粒物取样系统应从旁通切换至颗粒物采集。如不采用流量补偿，取样泵的调整应能使通过颗粒物取样探头或输送管的流量保持在设定值的 $\pm 5\%$ 以内。如果采用流量补偿（即按比例控制样气流量），则必须证明主稀释风道流量与颗粒物样气流量之比的变化不超过其设定值的 $\pm 5\%$ 以内（取样开始第一个10秒除外）。

注：对于双级稀释，样气流量是通过样气滤纸的流量与第二级稀释空气流量的净差。

应记录流量计或流量仪器进口处的平均温度和压力。若由于滤纸上积存的颗粒物太多，使设定的流量不能在整个循环内保持在 $\pm 5\%$ 以内，则试验无效。应当采用较低流量和（或）使用较大直径滤纸重新进行试验。

#### BA.3.8.4 冷启动试验循环中的柴油机熄火

如果柴油机在冷启动试验循环的任何阶段发生熄火，应对柴油机进行预调节，并重复冷却程序；最后应重启柴油机并重复试验。若试验循环中任何必需的试验设备发生故障，则试验无效。

#### BA.3.8.5 冷启动循环后的柴油机运行

试验完成时对稀释排气的容积测量、取样袋的气体取样和颗粒物取样泵的取样都应停止工作。对于积分式分析系统取样应继续进行，直至系统响应时间结束。若使用采样袋，任何情况下均应在试验循环结束后20分钟内尽快分析其浓度。

排放试验后，应使用零点气体和相同的量距气对分析仪进行重新检查。如果试验前后两次测量结果的误差在量距气数值的2%以内，则视试验为有效。

试验完成后，颗粒物滤纸应在一小时之内送回称量室，并在称重前置于一个密闭但不密封的培养皿里处理至少1小时。应记录滤纸的总重量。

#### BA.3.8.6 热浸机

柴油机关机后，若使用了柴油机冷却风扇，应立即关闭冷却风扇；若使用了CVS鼓风机，也应立即关闭（或断开排气系统与CVS的连接）。

使柴油机在热浸机状态保持 $20 \pm 1$ 分钟。为柴油机和测功机进行热启动试验准备。将排空后的采样袋与稀释排气和稀释空气采样系统相连。启动CVS（若使用了CVS/若尚未启动CVS）或将排气系统与CVS相连（若已断开）。启动采样泵（除颗粒物采样泵外）、柴油机

冷却风扇和数据采集系统。

试验开始前，应将定容取样器（若已使用）的热交换器和任何连续采样系统的受热部件（若适用）预热至各自指定的运行温度。

将样本流量调节至所需水平，并将CVS流量测量装置设置为零。小心地将洁净的颗粒物滤纸安装至每个滤纸保持架上，并将组装后的滤纸保持架安装至样本流经管路中。

#### BA.3.8.7 热启动循环

柴油机一旦确定启动后，开始“无负荷怠速”计时器。使柴油机无负荷怠速运转 $23 \pm 1$ 秒。在 $23 \pm 1$ 秒时开启瞬态柴油机循环，无负荷怠速时间为 $23 \pm 1$ 秒。

应根据GB20891-2014附件BE中规定的基准循环来执行试验。柴油机转速和扭矩指令设置点应以5次/秒或以上（推荐10次/秒）发出。试验循环期间，柴油机转速和扭矩的反馈信号应每秒至少记录一次，信号可进行电子滤波。

重复BA.3.8.2条和BA.3.8.3条中的程序。

#### BA.3.8.8 热启动试验循环中的柴油机熄火

如果柴油机在热启动循环的任何阶段发生熄火，可关闭柴油机并进行20分钟的重复热浸机。然后可重新运行热启动循环。只允许执行一次重复热浸机和一次热启动循环重启。

#### BA.3.8.9 热启动循环后的柴油机运行

试验完成时对稀释排气的容积测量、取样袋的气体取样和颗粒物取样泵的取样都应停止工作。对于积分式分析系统取样应继续进行，直至系统响应时间结束。若使用采样袋，任何情况下均应在试验循环结束后20分钟内尽快分析其浓度。

排放试验后，应使用零点气体和相同的量距气对分析仪进行重新检查。如果试验前后两次测量结果的误差在量距气数值的2%以内，则视试验为有效。

试验完成后，颗粒物滤纸应在1小时之内送回称量室，并在称重前置于一个密闭但不密封的培养皿里处理至少1小时。应记录滤纸的总重量。

### BA.3.9 试验运行的验证

#### BA.3.9.1 数据转换

为了将反馈信号相对于基准循环的时间滞后带来的偏差影响减至最小，整个柴油机转速和扭矩反馈信号序列在时间上可以提前或滞后于对应的基准转速和扭矩序列。若反馈信号转换，则扭矩和转速两者都需向同一方向转换同一序列量值。

#### BA.3.9.2 循环功的计算

利用柴油机的每对反馈转速和扭矩来计算实际循环功 $W_{act}$  (kWh)。如果选择计算的方法，计算应在每个反馈数据偏移后进行。实际循环功 $W_{act}$  用于与基准循环功 $W_{ref}$  相比较，并用于计算制动功比排放量（见附件BA.5）。应该使用相同的方法积分计算柴油机基准功率和实际功率。如果要确定相邻两个基准值（或测量值）之间的值，采用线性内插法。

在积分计算基准功率和实际循环功率时，所有负扭矩值都应包括在内，并设定为零。如果在频率小于5Hz下进行积分且如果在给定的时间段内，扭矩从正到负或从负到正，负扭矩部分应设定为零进行计算。正扭矩部分应包括在积分值内。

$W_{act}$  应在 $-15\% W_{ref}$  至 $+5\% W_{ref}$  之间。

#### BA.3.9.3 对试验循环有效性的确认统计

对转速、扭矩和功率进行基于基准值的反馈值的线性回归分析。如果采用线性回归的方法，则对所有运行的反馈数据转换，都需进行线性回归。应采用最小二乘法，其最适合的等式为：

$$y = mx + b$$

式中：

y —— 转速(r/min)、扭矩(Nm)或功率(kW)的反馈（实际）值；

m——回归线的斜率；

x ——转速(r/min)、扭矩(Nm)或功率(kW)的基准值；

b ——回归线的y截距。

对每条回归线都应该计算y基于x的估算值的标准偏差(SE)和相关系数 (r)。

建议分析的频率为1Hz。所有负基准扭矩值和与之对应的反馈值都应从循环扭矩和循环功率有效性统计计算中删除。统计结果符合表BA.1 中的标准值，试验方被认为有效。

表 BA. 1 回归线的允差

	转速	扭矩	功率
y 对x 的估算值 (SE) 的标准偏差	最大为 100 min <sup>-1</sup>	最大为功率曲线分布图中最大柴油机扭矩的 13 %	最大为功率曲线分布图中最大柴油机功率的 8 %
回归线的斜率, m	0.95-1.03	0.83-1.03	0.89-1.03
相关系数, r <sup>2</sup>	最小为 0.9700	最小为 0.8800	最小为 0.9100
回归线的 y 截距, b	±50 min <sup>-1</sup>	±20 Nm 或最大扭矩的 ±2 %, 取其较大者	±4 kW 或最大功率的 ±2 %, 取其较大者

进行回归计算前，可根据表 BA.2 对部分点进行删除（仅适用于回归计算目的）。但在计算循环做功和排放时不得删除这些点。怠速点的定义为标准化基准扭矩和标准化基准转速均为 0% 的点。允许从整个循环或循环的一部分中删除试验点。

表 BA. 2 回归分析中允许删除的点（删除的点需注明）

条件	在表格左侧栏内的条件下，可以删除的转速和/或扭矩和/或功率点
最开始 24 (±1) s 和最后 25 s	转速、扭矩和功率
节气门全开，反馈扭矩<基准扭矩的 95%	扭矩和/或功率
节气门全开，反馈转速<基准转速的 95%	转速和/或功率
节气门关闭，反馈转速>怠速转速+50 min <sup>-1</sup> ，且反馈扭矩>基准扭矩的 105%	扭矩和/或功率
节气门关闭，反馈转速≤怠速转速+50 min <sup>-1</sup> ，且反馈扭矩=柴油机生产企业规定的/实测的怠速扭矩±最大扭矩的 2%	转速和/或功率
节气门关闭，反馈转速>基准转速的 105 %	转速和/或功率

#### BA. 4 测量和取样规程

##### BA.4.1 简介

应根据GB20891-2014附录C的方法，对柴油机生产企业提交的试验柴油机排放的气态污染物和颗粒物成分进行测量。GB20891-2014附录C的方法介绍了推荐的气体排放分析系统和推荐的颗粒物稀释和采样系统。

##### BA.4.2 测功机和试验间设备

连接测功机的柴油机排放试验应使用以下设备：

#### BA.4.2.1 柴油机测功机

选用的柴油机测功机，应具有执行本附录中试验循环所需的全部功能。扭矩和转速的测量仪表应具有测量指定限值内的功率的性能。可进行额外计算。测量设备的精度方面，测量值不得超过表BA.3中规定的最大公差。

#### BA.4.2.2 其他仪表

应（根据需要）使用测量燃油消耗量、空气消耗量、冷却液和润滑剂温度、排气压力和进气歧管真空度、排气温度、进气温度、大气压、湿度与燃油温度的测量仪表。这些仪表应符合表BA.3中的要求：

表 BA. 3 测量仪表的精度

序号	测量仪表	精度
1	柴油机转速	读数的 $\pm 2\%$ 或柴油机最大值的 $\pm 1\%$ ，以较大者为准
2	扭矩	读数的 $\pm 2\%$ 或柴油机最大值的 $\pm 1\%$ ，以较大者为准
3	耗油量	柴油机最大值的 $\pm 2\%$
4	耗气量	读数的 $\pm 2\%$ 或柴油机最大值的 $\pm 1\%$ ，以较大者为准
5	排气流量	读数的 $\pm 2.5\%$ 或柴油机最大值的 $\pm 1.5\%$ ，以较大者为准
6	温度 $\leq 600\text{ K}$	$\pm 2\text{ K}$ ，绝对值
7	温度 $> 600\text{ K}$	读数的 $\pm 1\%$
8	排气压力	$\pm 0.2\text{ kPa}$ ，绝对值
9	进气真空度	$\pm 0.05\text{ kPa}$ ，绝对值
10	大气压	$\pm 0.1\text{ kPa}$ ，绝对值
11	其他压力	$\pm 0.1\text{ kPa}$ ，绝对值
12	绝对湿度	读数的 $\pm 5\%$
13	稀释空气流量	读数的 $\pm 2\%$
14	稀释排气流量	读数的 $\pm 2\%$

#### BA.4.2.3 原始排气流量

为了原始排气的排放计算以及分流稀释系统的控制，必须了解排气质量流量。为了测定排气质量流量，可从以下两种方法中任选一种。

在计算排放值方面，以下两种方法的响应时间应小于等于BD.4规定的分析仪响应时间要求。

在控制分流稀释系统方面，则需要更快的响应时间。对于现场控制的分流稀释系统，响应时间应 $\leq 0.3\text{ s}$ 。对于采用预控制的分流稀释系统，排气流量测量系统的响应时间应 $\leq 5\text{ s}$ ，上升时间应 $\leq 1\text{ s}$ 。系统响应时间应由仪表生产企业指定。排气流量和分流稀释系统的响应时间如BA.4.2.4条所示。

直接测量法：

瞬时排气流量的直接测量可通过以下系统实现：

- a) 压差设备，如流量喷嘴；
- b) 超声波流量计；
- c) 涡流流量计。

应采取措施防止出现影响排放结果的测量误差。此类措施包括根据仪表生产企业的建议以及良好的工程实践，小心地将测量设备安装到柴油机排气系统中。特别是柴油机的性能和排放水平不应受设备安装的影响。

流量计应符合表BA.3中的精度规格。

空气和燃油测量法：

该方法需使用合适的流量计，对空气流量和燃油流量进行测量。瞬时排气流量的计算公式如下：

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL} \quad (\text{用于湿基排气质量})$$

式中：

$G_{EXHW}$ ——瞬时排气质量流量，kg/s；

$G_{AIRW}$ ——湿基进气质量流量，kg/s；

$G_{FUEL}$ ——燃油质量流量，kg/s。

流量计应符合表BA.3中的精度规格，但还需具有足够精度，满足排气流量测量的精度规格。

示踪测量法：

该方法通过测量排气中示踪气体的浓度来测量排气流量。

已知量的惰性气体（如纯氮气）将作为示踪气体被注入排气中。该气体将与排气混合并被排气稀释，但不会在排气管中发生反应。随后在排气样本中测量该气体浓度。

为确保示踪气体混合充分，排气采样探头应放置在示踪气体注入点下游至少1m或30倍排气管管径的位置（以较大者为准）。将示踪气体浓度与基准浓度（在柴油机上游注入示踪气体时的浓度）进行比较，可验证混合是否充分；此时排气采样探头可以放置在离注入点更近的位置。

应对示踪气体流量进行设置，使柴油机怠速条件下混合后的示踪气体浓度不超过示踪气体分析仪的满量程。

排气流量的计算如下：

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

式中：

$G_{EXHW}$ ——瞬时排气质量流量，kg/s；

$G_T$ ——示踪气体流量，cm<sup>3</sup>/min；

$conc_{mix}$ ——示踪气体混合后的瞬时浓度，ppm；

$\rho_{EXH}$ ——排气密度，kg/m<sup>3</sup>；

$conc_a$ ——进气中示踪气体背景浓度，ppm。

示踪气体背景浓度( $conc_a$ )可根据试验前后背景浓度测量值的平均值来测定。

若背景浓度小于排气流量达到最大值时的混合后示踪气体浓度 ( $conc_{mix}$ ) 的1%，则背

景浓度可以忽略不计。

空气流量和空气燃油比测量法：

该方法通过测量空气流量和空气燃油比来计算废气质量。瞬时废气质量流量的计算如下：

$$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{\text{st}} \times \lambda}\right)$$

式中：

$A/F_{\text{st}}=14.5$ ——空气/燃油化学计量比，kg/kg；

$\lambda$ ——空气/燃油比。

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{\text{conc}_{\text{CO}} \cdot 10^{-4}}{2} - \text{conc}_{\text{HC}} \cdot 10^{-4}\right) + \left(0.45 \cdot \frac{1 - \frac{2 \cdot \text{conc}_{\text{CO}} \cdot 10^{-4}}{3.5 \cdot \text{conc}_{\text{CO}_2}}}{1 + \frac{\text{conc}_{\text{CO}} \cdot 10^{-4}}{3.5 \cdot \text{conc}_{\text{CO}_2}}}\right) \cdot (\text{conc}_{\text{CO}_2} + \text{conc}_{\text{CO}} \cdot 10^{-4})}{6.9078 \cdot (\text{conc}_{\text{CO}_2} + \text{conc}_{\text{CO}} \cdot 10^{-4} + \text{conc}_{\text{HC}} \cdot 10^{-4})}$$

式中：

$\text{conc}_{\text{CO}_2}$ ——CO<sub>2</sub>干基浓度，%；

$\text{conc}_{\text{CO}}$ ——CO干基浓度，ppm；

$\text{conc}_{\text{HC}}$ ——HC浓度，ppm。

注：上述计算公式适用的燃油，其碳氢比等于1.8。

空气流量计应符合BA.3中的精度规格，CO<sub>2</sub>分析仪应符合BA.4.3.3.2条中的规格，整体系统应符合排气流量的精度规格。

另外，符合BA.4.3.4条规格的空气燃油比测量设备，如氧化锆型传感器，也可用于测量空燃当量比。

#### BA.4.2.4 稀释排气流量

为了稀释排气的排放计算，必须了解稀释排气质量流量。应根据整个循环的测量值和流量测量装置相应的校准数据（PDP为V<sub>0</sub>，CFV为K<sub>V</sub>，SSV为C<sub>d</sub>）来计算整个循环中稀释排气总流量（kg/test）：应使用附件BA.5.2.1条中介绍的方法。如果颗粒物和气态污染物样气的总质量流量（M<sub>SAM</sub>）超过CVS总流量（M<sub>TOTW</sub>）的0.5%，则CVS流量用M<sub>SAM</sub>修正，或颗粒物样气返回到CVS系统流量测量装置（PDP或CFV）之前。

#### BA.4.3 气体组分的测定

##### BA.4.3.1 分析仪规格

分析仪的测量范围应适合测量排气成分浓度所需的精度要求（BA.4.3.1.1条）。建议使用适当的操作方法，使实测浓度位于分析仪满量程的15%至100%之间。

若满量程小于等于155 ppm（或ppm C）或读数系统（电脑、数据记录器）在满量程15%以下仍提供足够的精确度和分辨率，则实测浓度位于分析仪满量程的15%以下时仍符合要求。这种情况下，需要进行额外的校准，以确保校准曲线的精度。

设备应具有良好的电磁兼容性（EMC），从而将附加误差降至最低。

##### BA.4.3.1.1 测量误差

分析仪总的测量误差，包括对其它气体的交叉影响，不应超过读数的±2%或满量程的±0.3%，以较大者为准。对低于100ppm的浓度，测量误差应不超过±4ppm。

##### BA.4.3.1.2 可重复性

重复性的定义：对某一给定的标定气或量距气的10次重复响应值的标准偏差的2.5倍。



对于大于155ppm（或ppm C）的标定气或量距气，其重复性不得超过该量程满量程浓度的 $\pm 1\%$ ，对于低于155ppm（或ppm C）的标定气或量距气，不得超过该量程满量程浓度的 $\pm 2\%$ 。

#### BA.4.3.1.3 响应值

对于所有使用量程，分析仪对于零气、标定气或量距气的任意10s期间的峰—峰响应值均不应超过满量程的2%。

#### BA.4.3.1.4 零点漂移

对于使用的最低量程，1 h期间的零点漂移应小于使用量程满量程的2%。零点漂移定义为：在30s 时间间隔内对零气的平均响应（包括响应值在内）。

#### BA.4.3.1.5 量距气偏移

对于使用的最低量程，1h期间的量距漂移应小于满量程的2%。量距漂移定义为：在30s 时间间隔内对量距气的平均响应（包括响应值在内）。

#### BA.4.3.2 气体干燥

选用的气体干燥装置必须对被测气体的浓度影响最小，不能采用化学干燥剂除去样气中的水分。

#### BA.4.3.3 分析仪

测量的气体应使用以下仪表进行分析。对于非线性分析仪，禁止使用线性化电路。

##### BA.4.3.3.1 一氧化碳（CO）分析

一氧化碳分析仪应采用不分光红外线（NDIR）吸收型。

##### BA.4.3.3.2 二氧化碳（CO<sub>2</sub>）分析

二氧化碳分析仪应采用不分光红外线（NDIR）吸收型。

##### BA.4.3.3.3 碳氢化合物（HC）分析

碳氢化合物分析仪应采用加热式氢火焰离子分析仪（HFID）。其检测器、阀、管道等需被加热，使气体温度保持在 $463\text{K} \pm 10\text{K}$  ( $190 \pm 10^\circ\text{C}$ )。

##### BA.4.3.3.4 氮氧化物（NO<sub>x</sub>）分析

若测量干基氮氧化物，应采用带有NO<sub>2</sub>/NO 转换器的化学发光分析仪（CLD）或加热式化学发光分析仪（HCLD）。若测量湿基氮氧化物，应采用带有温度保持 $328\text{K}$  ( $55^\circ\text{C}$ )以上转换器的HCLD，并满足水熄光检查。

对于CLD和HCLD，采样通道的壁温应保持在 $328\text{K}$ 至 $473\text{K}$  ( $55^\circ\text{C}$ 至 $200^\circ\text{C}$ )之间，干基测量时壁温一直保持到转换器位置，湿基测量时保持到分析仪位置。

#### BA.4.3.4 空气燃油比测量

根据BA.4.2.3条测定排气流量的空气燃油比测量设备，应采用宽带型空气燃油比传感器或氧化锆型 $\lambda$ 氧传感器。传感器应直接安装在排气管上，排气的高温可避免水分冷凝的发生。

带电子元件的传感器的精度应符合以下条件：

当 $\lambda < 2$ 时，读数 $\pm 3\%$ ；

当 $2 \leq \lambda < 5$ 时，读数 $\pm 5\%$ ；

当 $5 \leq \lambda$ 时，读数 $\pm 10\%$ ；

为满足上述精度要求，传感器应根据仪表生产企业的规定进行校准。

#### BA.4.3.5 气体排放的采样

##### BA.4.3.5.1 原始排气流量

气态污染物取样探头必须安装在距排气系统出口至少0.5m或三倍排气管径（取其较大者）的上游处。并尽量远些，但要离柴油机足够近，以保证在探头处的排气温度 $\geq 343\text{K}$  ( $70^\circ\text{C}$ )。

对于带有分支排气歧管的多缸柴油机，探头的进口应置于下游足够远的地方，以保证样气代表了所有气缸的平均排气污染物。若多缸柴油机具有分组排气歧管，例如V型柴油机，则允许从每组单独取样，并计算平均排气排放量。也可使用与上述方法相关的其它方法。排

气排放量的计算必须使用排气质量总流量。

如果柴油机装有排气后处理系统，应在排气后处理系统下游采集排气样气。

#### BA.4.3.5.2 稀释排气流量

若使用全流稀释系统，应遵守以下规格。

柴油机至全流稀释系统间的排气管应遵守GB20891-2014附录C的要求。

气体排放采样探头应安装在稀释通道内稀释空气和排气充分混合的位置，并靠近颗粒物采样探头。

一般可采用两种采样方法：

a) 在整个试验循环中使用采样袋对污染物进行采样，并在试验完成后进行测量。

b) 在整个试验循环中对污染物进行持续采样，并通过积分计算污染物数值，HC和NO<sub>x</sub>的测量必须使用该方法。

应在稀释通道上游使用采样袋对空气中背景污染物浓度进行采样，并根据附件BA.5.2.3条规定从测量排放值中减去背景浓度。

#### BA.4.3.6 颗粒物测定

颗粒物的测定可以使用分流稀释系统或全流稀释系统进行稀释。稀释系统的流量能力应满足完全消除水在稀释和取样系统中的凝结，并使紧靠滤纸保持架上游处的稀释排气温度 $\leq 325\text{K}$  ( $52^\circ\text{C}$ )。稀释空气在进入稀释系统前允许除湿（特别是对于具有较高湿度的稀释空气），稀释空气温度应为 $298\text{K} \pm 5\text{K}$  ( $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ )。

颗粒物采样探头应安装在靠近气体排放采样探头的位置，安装方法应符合BA.4.3.5条的规定。

为了测量颗粒物质量，需要使用颗粒物取样系统，颗粒物取样滤纸，微克天平和控制温度及湿度的称重室。

#### BA.4.3.7 颗粒物采样滤纸

颗粒物取样滤纸采用GB17691-2005附件BD.4.1条技术要求。

#### BA.4.3.8 称重室和分析天平规格

称重室和分析天平的规格采用GB17691-2005附件BD.4.2条技术要求。

### BA.5 数据评估和计算

本段介绍了以下两种可用于NRTC循环污染物排放评估的测量原理：

a) 实时测量原始排气中的气体成分，使用分流稀释系统测定颗粒物；

b) 使用全流稀释系统（CVS系统）测定气体成分和颗粒物。

#### BA.5.1 原始排气中的气体排放计算以及使用分流稀释系统计算颗粒物排放

##### BA.5.1.1 简介

将气体成分的瞬时浓度信号与瞬时排气流量相乘，可计算排放质量。排气质量流量可直接测量，也可使用BA.4.2.3条中的方法进行计算（进气和燃油流量测量、示踪法、进气和空气/燃油比测量）。应特别注意不同仪表的响应时间，应对信号进行时间对准，来消除这些时间差。

在颗粒物测量中，使用排气质量流量信号来控制分流稀释系统采集一份与排气质量流量成比例的样本。使用BA.4.3.6条中的方法，对样本流量和排气流量进行回归分析，以此检查比例是否符合要求。

##### BA.5.1.2 气体成分的测定

###### BA.5.1.2.1 质量排放量的计算

应计算瞬时质量排放量（根据污染物原始浓度）、表BA.4中的u值、排气质量流量（经过转化时间对准）并计算整个试验循环中瞬时值的积分，以此测定污染物质量 $M_{\text{gas}}$  (g/test)。

以湿基浓度测量为优先。若测量的是干基浓度，在进行进一步计算前，应根据BA.5.1.2.2所述内容对瞬时浓度值进行干/湿校正。

表BA.4 不同排气成分的系数u - 湿基的数值

气体	u	conc
NO <sub>x</sub>	0.001587	ppm
CO	0.000966	ppm
HC	0.000479	ppm
CO <sub>2</sub>	15.19	百分比

HC的密度以平均碳氢比1:1.85计算。

使用以下公式：

$$M_{gas} = \sum_{i=1}^n u \cdot conc_i \cdot G_{EXHW,i} \cdot \frac{1}{f} (in \text{ g/test})$$

式中：

u——排气成分密度与排气密度比；

conc<sub>i</sub>——原始排气中各成分瞬时浓度，ppm；

G<sub>EXHW,i</sub>——瞬时排气质量流量，kg/s；

f——数据采样率，Hz；

n——测量次数。

计算NO<sub>x</sub>时，应使用BA.5.1.2.3中的湿度校正系数k<sub>H</sub>。

若测得的瞬时浓度非湿基浓度，应根据BA.5.1.2.2中的公式对其进行转换。

#### BA.5.1.2.2 干/湿校正

若测得的瞬时浓度为干基浓度，应根据以下公式对其进行干/湿转换：

$$conc_{wet} = K_w \cdot conc_{dry}$$

式中：

$$K_{w,r} = \left( \frac{1}{1 + 1.88 \cdot 0.005 \cdot (conc_{CO} + conc_{CO_2})} \right) - K_{w2}$$

式中：

$$K_{w2} = \frac{1.608 \cdot H_a}{1000 + (1.608 \cdot H_a)}$$

conc<sub>CO<sub>2</sub></sub>——CO<sub>2</sub>干基浓度，%；

conc<sub>CO</sub>——CO干基浓度，ppm；

H<sub>a</sub>——进气湿度，g/kg（水/干燥空气）。

$$H_a = \frac{6.220 \cdot R_a \cdot p_a}{p_B - p_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

式中：

R<sub>a</sub>——进气相对湿度，%；

p<sub>a</sub>——进气饱和蒸汽压力，kPa；

p<sub>B</sub>——大气压，kPa。

注：可通过相对湿度测量，或通过露点及蒸汽压力测量或干/湿球测量，并根据通用公式来计算Ha。

#### BA.5.1.2.3 NO<sub>x</sub>湿度和温度校正

NO<sub>x</sub>排放与环境空气条件有关。应使用以下公式中的系数k<sub>H</sub>，对NO<sub>x</sub>浓度进行校正：

$$k_H = \frac{1}{1 - 0.0182 \cdot (H_a - 10.71) + 0.0045 \cdot (T_a - 298)}$$

式中：

T<sub>a</sub>——进气温度，K；

H<sub>a</sub>——进气湿度，g/kg（水/干燥空气）。

$$H_a = \frac{6.220 \cdot R_a \cdot p_a}{p_B - p_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

式中：

R<sub>a</sub>——进气相对湿度，%；

p<sub>a</sub>——进气饱和蒸汽压力，kPa；

p<sub>B</sub>——大气压，kPa。

注：可通过相对湿度测量，或通过露点及蒸汽压力测量或干/湿球测量，并根据通用公式来计算Ha。

#### BA.5.1.2.4 比排放量计算

应根据以下公式计算每种成分的比排放量（g/kWh）：

$$\text{Individual Gas} = \frac{(1/10)M_{\text{gas,cold}} + (9/10)M_{\text{gas,hot}}}{(1/10)W_{\text{gas,cold}} + (9/10)W_{\text{gas,hot}}}$$

式中：

M<sub>gas,cold</sub>——冷启动循环中气态污染物总质量，g；

M<sub>gas,hot</sub>——热启动循环中气态污染物总质量，g；

W<sub>act,cold</sub>——冷启动循环实际总做功，根据BA.3.9.2条测定，kWh；

W<sub>act,hot</sub>——热启动循环实际总做功，根据BA.3.9.2条测定，kWh。

#### BA.5.1.3 颗粒物测定

##### BA.5.1.3.1 质量排放量的计算

应根据以下两种方法的其中一种来计算颗粒物质量M<sub>PT,cold</sub>和M<sub>PT,hot</sub>（g/test）：

a)

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \cdot \frac{M_{EDFW}}{1000}$$

式中：

M<sub>PT</sub>——冷/热启动循环M<sub>PT,cold</sub>/M<sub>PT,hot</sub>；

M<sub>f</sub>——整个循环中采集的颗粒物质量，mg；

M<sub>EDFW</sub>——整个循环中稀释排气质量当量，kg；

M<sub>SAM</sub>——通过颗粒物采集过滤器的稀释排气质量，kg。

整个循环中稀释排气质量当量应根据以下公式计算：

$$M_{EDFW} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \cdot \frac{1}{f}$$

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW} \cdot q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOYW,i} - G_{DILW,i})}$$

式中:

$G_{EDFW,i}$ ——瞬时稀释排气质量流量当量, kg/s;

$G_{EXHW,i}$ ——瞬时排气质量流量, kg/s;

$q_i$ ——瞬时稀释比例;

$G_{TOTW,i}$ ——通过稀释通道的瞬时稀释排气质量流量, kg/s;

$G_{DILW,i}$ ——瞬时稀释空气质量流量, kg/s;

$f$ ——数据采样率, Hz;

$n$ ——测量次数。

b)

$$M_{PT} = \frac{M_f}{r_s \cdot 1000}$$

式中:

$M_{PT}$ ——冷/热启动循环 $M_{PT,cold}/M_{PT,hot}$ ;

$M_f$ ——整个循环中采集的颗粒物质量, mg;

$r_s$ ——整个循环的平均样本比。

式中:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \cdot \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

$M_{SE}$ ——整个循环中采样排气质量, kg;

$M_{EXHW}$ ——整个循环中的排气总流量, kg;

$M_{SAM}$ ——通过颗粒物采集过滤器的稀释排气质量, kg;

$M_{TOTW}$ ——通过稀释通道的稀释排气质量, kg。

注: 对于全量采样系统,  $M_{SAM}$ 和 $M_{TOTW}$ 值相同

#### BA.5.1.3.2 颗粒物湿度校正系数

柴油柴油机的颗粒物排放与环境空气湿度有关。应使用以下公式中的系数 $k_p$ , 对颗粒物测量结果进行校正。

$$k_p = \frac{1}{(1 + 0.0133 \cdot (H_a - 10.71))}$$

式中:

$H_a$ ——进气湿度, g/kg (水/干燥空气);

$$H_a = \frac{6.220 \cdot R_a \cdot p_a}{p_B - p_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

式中:

$R_a$ ——进气相对湿度, %;

$p_a$ ——进气饱和蒸汽压力, kPa;

$p_B$ ——大气压, kPa。

注: 可通过相对湿度测量, 或通过露点及蒸汽压力测量或干/湿球测量, 并根据通用公式来计算 $H_a$ 。

#### BA.5.1.3.3 比排放量计算

应根据以下公式计算比排放量（g/kWh）：

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \cdot M_{PT,cold} + (9/10)K_{p,hot} \cdot M_{PT,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

式中：

$M_{PT,cold}$ ——冷启动循环中颗粒物质量，g/test；

$M_{PT,hot}$ ——热启动循环中颗粒物质量，g/test；

$K_{p,cold}$ ——冷启动循环中颗粒物湿度校正系数；

$K_{p,hot}$ ——热启动循环中颗粒物湿度校正系数；

$W_{act,cold}$ ——冷启动循环中实际循环做功，根据BA.3.9.2条测定，kWh；

$W_{act,hot}$ ——热启动循环中实际循环做功，根据BA.3.9.2条测定，kWh。

#### BA.5.2 全流稀释系统中气体成分和颗粒物成分的测定

为了稀释排气的排放计算，必须了解稀释排气质量流量。应根据整个循环的测量值和流量测量装置相应的校准数据（PDP为 $V_0$ ,CFV为 $K_V$ ,SSV为 $C_d$ ）来计算整个循环中稀释排气总流量 $M_{TOTW}$ （kg/test）：可使用BA.5.2.1条中介绍的方法。若颗粒物和气态污染物样本总质量（ $M_{SAM}$ ）超过CVS总流量（ $M_{TOTW}$ ）的0.5%，则CVS流量应根据 $M_{SAM}$ 进行校正或将颗粒物样本送回流量测量设备前的CVS。

##### BA.5.2.1 稀释排气流量的测定

###### PDP-CVS系统

若使用热交换器将整个循环的稀释排气温度变化保持在 $\pm 6$  K以内，则循环中的排气质量计算如下：

$$M_{TOTW} = \frac{1.293 \cdot V_0 \cdot N_p \cdot (p_B - p_1) \cdot 273}{101.3 \cdot T}$$

式中：

$M_{TOTW}$ ——循环的湿基稀释排气质量；

$V_0$ ——试验条件下正排量泵每转排出的排气体积， $m^3/rev$ ；

$N_p$ ——每次试验总转数；

$p_B$ ——试验间大气压，kPa；

$p_1$ ——泵入口压降，kPa；

$T$ ——整个循环中稀释排气平均温度，K。

若系统使用流量补偿（即不使用热交换器），应计算整个循环的瞬时排放质量并进行积分。这种情况下，稀释排气瞬时质量的计算如下：

$$M_{TOTW,i} = \frac{1.293 \cdot V_0 \cdot N_{p,i} \cdot (p_B - p_1) \cdot 273}{101.3 \cdot T}$$

式中：

$N_{p,i}$ ——每次时间间隔内泵的总转数。

###### CFV-CVS系统

若使用热交换器将整个循环的稀释排气温度变化保持在 $\pm 1$  K以内，则循环中的排气质量计算如下：

$$M_{TOTW} = \frac{1.293 \cdot t \cdot K_V \cdot p_A}{T^{0.5}}$$

式中：

$M_{TOTW}$ ——循环的湿基稀释排气质量;

$t$ ——循环时间, s;

$K_V$ ——标准条件下临界流文丘里管的校准系数;

$p_A$ ——文丘里管入口绝对压强, kPa;

$T$ ——文丘里管入口绝对温度, K。

若系统使用流量补偿(即不使用热交换器),应计算整个循环的瞬时排放质量并进行积分。这种情况下,稀释排气瞬时质量的计算如下:

$$M_{TOTW,i} = \frac{1.293 \cdot \Delta t_i \cdot K_V \cdot p_A}{T^{0.5}}$$

式中:

$\Delta t_i$ ——时间间隔, s;

SSV-CVS系统

若使用热交换器将整个循环的稀释排气温度变化保持在 $\pm 1$  K以内,则循环中的排气质量计算如下:

$$M_{TOTW} = 1.293 \cdot Q_{SSV} \cdot \Delta t$$

式中:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} (r^{1.4286} - r^{1.7143}) \cdot \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1.4286}} \right) \right]}$$

$A_0$ ——常数和单位组合=: 0.006111, 国际单位,  $\frac{m^3}{\min} \left( \frac{K^2}{kPa} \right) \left( \frac{1}{mm^2} \right)$ ;

$d$ ——SSV喉管直径, m;

$C_d$ ——SSV流量系数;

$P_A$ ——文丘里管入口绝对压强, kPa;

$T$ ——文丘里管入口温度, K;

$r$ ——绝对静压下SSV喉管与入口之比 =  $1 - \frac{\Delta P}{P}$ ;

$\beta$ ——SSV喉管直径 $d$ 与入口管内径之比 =  $\frac{d}{D}$ 。

若系统使用流量补偿(即不使用热交换器),应计算整个循环的瞬时排放质量并进行积分。这种情况下,稀释排气瞬时质量的计算如下:

$$M_{TOTW,i} = 1.293 \cdot Q_{SSV} \cdot \Delta t_i$$

式中:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} (r^{1.4286} - r^{1.7143}) \cdot \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1.4286}} \right) \right]}$$

$\Delta t_i$ ——时间间隔, s。

实时计算应从合理的 $C_d$ 值,如0.98,或从合理的 $Q_{SSV}$ 值开始。若计算从 $Q_{SSV}$ 开始,应使用 $Q_{SSV}$ 的初始值来计算雷诺数(Re)。

#### BA.5.2.2 NO<sub>x</sub>湿度校正

NO<sub>x</sub>排放与环境空气条件有关。应使用以下公式中的系数 $K_H$ ,对测量的NO<sub>x</sub>浓度进行校正。

$$k_H = \frac{1}{1 - 0.0182 \cdot (H_a - 10.71) + 0.0045 \cdot (T_a - 298)}$$

式中：

$T_a$ ——空气温度，K；

$H_a$ ——进气湿度，g/kg（水/干燥空气）。

$$H_a = \frac{6.220 \cdot R_a \cdot p_a}{p_B - p_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

式中：

$R_a$ ——进气相对湿度，%；

$p_a$ ——进气饱和蒸汽压力，kPa；

$p_B$ ——大气压，kPa。

注：可通过相对湿度测量，或通过露点及蒸汽压力测量或干/湿球测量，并根据通用公式来计算 $H_a$ 。

### BA.5.2.3 排放质量流量的计算

#### BA.5.2.3.1 使用恒定质量流量的系统

使用热交换器的系统，污染物质量 $M_{gas}$ （g/test）应根据以下公式计算：

$$M_{GAS} = u \cdot conc \cdot M_{TOTW}$$

式中：

$u$ ——排气成分密度与稀释排气密度比；

$conc$ ——整个循环的平均背景校正浓度，根据积分计算（ $NO_x$ 和HC为强制）或采样袋测量，ppm；

$M_{TOTW}$ ——测定的整个循环的稀释排气总质量，kg。

$NO_x$ 排放取决于环境空气条件。应使用BA.5.2.2条中的系数 $k_H$ ，对测量的 $NO_x$ 浓度进行校正。

若测量干基浓度，应根据BA.5.1.3.2条转换为湿基浓度。

#### BA.5.2.3.1.1 背景校正浓度的测定

应从测得的浓度中减去稀释空气污染物平均背景浓度，从而得到污染物净浓度。可通过采样袋法或连续测量求积分来测定背景浓度的平均值。应使用以下公式。

$$conc = conc_e - conc_d \cdot \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

式中：

$conc$ ——经过背景浓度校正的稀释排气各污染物浓度，ppm；

$conc_e$ ——稀释排气中测得的各污染物浓度，ppm；

$conc_d$ ——稀释空气中测得的各污染物浓度，ppm；

$DF$ ——稀释系数。

按照以下公式计算稀释系数：

$$DF = \frac{13.4}{conc_{eCO_2} + (conc_{eHC} + conc_{eCO}) \cdot 10^{-4}}$$

#### BA.5.2.3.1.2 使用流量补偿的系统

对于未装配热交换器的系统，应通过计算瞬时排放质量和整个试验循环中瞬时值的积分来测定污染物质量 $M_{GAS}$ （g/test）。同时，应对瞬时浓度值直接进行背景校正。使用以下公式：



$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^n ((M_{TOTW,i} \cdot conc_{e,i} \cdot u)) - (M_{TOTW} \cdot conc_d \cdot (1 - \frac{1}{DF}) \cdot u)$$

式中：

$conc_{e,i}$ ——稀释排气中测得的各污染物瞬时浓度，ppm；

$conc_d$ ——稀释空气中测得的各污染物浓度，ppm；

$u$ ——排气成分密度与稀释排气密度比；

$M_{TOTW,i}$ ——稀释排气的瞬时质量，kg；

$M_{TOTW}$ ——整个循环的稀释排气总质量，kg；

$DF$ ——稀释系数。

$NO_x$ 排放与环境空气条件有关。应使用BA.5.2.2的系数 $k_H$ ，将 $NO_x$ 浓度进行校正。

#### BA.5.2.4 比排放量计算

应根据以下公式计算每种成分的比排放量（g/kWh）：

$$Individual\ Gas = \frac{(1/10)M_{gas,cold} + (9/10)M_{gas,hot}}{(1/10)W_{gas,cold} + (9/10)W_{gas,hot}}$$

式中：

$M_{gas,cold}$ ——冷启动循环中气态污染物总质量，g；

$M_{gas,hot}$ ——热启动循环中气态污染物总质量，g；

$W_{act,cold}$ ——冷启动循环中实际循环做功，根据BA.3.9.2条测定，kWh；

$W_{act,hot}$ ——热启动循环中实际循环做功，根据BA.3.9.2条测定，kWh。

#### BA.5.2.5 颗粒物排放计算

##### BA.5.2.5.1 质量流量的计算

应根据以下公式来计算颗粒物质量 $M_{PT,cold}$ 和 $M_{PT,hot}$ （g/test）：

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \cdot \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

式中：

$M_{PT}$ ——冷/热启动循环 $M_{PT,cold}/M_{PT,hot}$ ；

$M_f$ ——整个循环中采集的颗粒物质量，mg；

$M_{TOTW}$ ——测定的整个循环的稀释排气总质量，kg；

$M_{SAM}$ ——通过稀释通道颗粒物采样过滤器的稀释排气质量，kg。

$M_f$ —— $M_{f,p} + M_{f,b}$ ，若分开称重，mg；

$M_{f,p}$ ——主过滤器上采集的颗粒物质量，mg；

$M_{f,b}$ ——备用过滤器上采集的颗粒物质量，mg。

若采用二次稀释系统，应从通过颗粒物过滤器采集的二次稀释排气总质量中减去二次稀释空气质量。

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

式中：

$M_{TOT}$ ——通过颗粒物过滤器的二次稀释排气质量，kg；

$M_{SEC}$ ——二次稀释空气质量，kg。

颗粒物质量应进行背景校正。这种情况下，应根据以下公式来计算颗粒物质量 $M_{PT,cold}$ 和 $M_{PT,hot}$ （g/test）：

$$M_{PT} = \left( \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left( \frac{M_d}{M_{DIL}} \cdot \left( 1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right) \cdot \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

式中：

$M_{PT}$ ——冷/热启动循环 $M_{PT,cold}/M_{PT,hot}$ ；

$M_{DIL}$ ——背景颗粒物采样过滤器采集的主要稀释空气质量，kg；

$M_d$ ——主要稀释空气中采集的背景颗粒物质量，mg；

DF——测定的稀释系数。

$M_f$ ， $M_{SAM}$ ， $M_{TOTW}$ 解释见上文。

#### BA.5.2.5.2 颗粒物湿度校正系数

柴油柴油机的颗粒物排放与环境空气湿度有关。应使用以下公式中的系数 $k_p$ ，对颗粒物测量结果进行校正。

$$k_p = \frac{1}{(1 + 0.0133 \cdot (H_a - 10.71))}$$

式中：

$H_a$ ——进气湿度，g/kg（水/干燥空气）。

$$H_a = \frac{6.220 \cdot R_a \cdot p_a}{p_B - p_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

式中：

$R_a$ ——进气相对湿度，%；

$p_a$ ——进气饱和蒸汽压力，kPa；

$p_B$ ——大气压，kPa。

注：可通过相对湿度测量，或通过露点及蒸汽压力测量或干/湿球测量，并根据通用公式来计算 $H_a$ 。

#### BA.5.2.5.3 比排放量计算

应根据以下公式计算比排放量（g/kWh）：

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \cdot M_{PT,cold} + (9/10)K_{p,hot} \cdot M_{PT,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

式中：

$M_{PT,cold}$ ——NRTC冷启动循环中颗粒物质量，g/test；

$M_{PT,hot}$ ——NRTC热启动循环中颗粒物质量，g/test；

$K_{p,cold}$ ——冷启动循环中颗粒物湿度校正系数；

$K_{p,hot}$ ——热启动循环中颗粒物湿度校正系数；

$W_{act,cold}$ ——冷启动循环中实际循环做功，根据BA.3.9.2条测定，kWh；

$W_{act,hot}$ ——热启动循环中实际循环做功，根据BA.3.9.2条测定，kWh。

附件 BB  
(规范性附件)  
粒子数量测量规程

## BB.1 取样

粒子数量排放可以采用GB20891-2014附录C.1.2.1所述的全流稀释系统连续取样测定。

### BB.1.1 稀释气过滤

用于一级和二级排气稀释系统(如需)的稀释气应流经附件GB20891-2014附录C.1.2.1规定的空气过滤器。为减少和稳定稀释气中碳氢化合物浓度,在稀释气通过空气过滤器滤纸前也可先用活性炭过滤。推荐在空气过滤器滤纸前和活性炭刷(如使用)后放置附加粗颗粒滤纸。

## BB.2 粒子数量取样补偿-全流稀释系统

为对粒子数量取样稀释系统中抽取的质量流量补偿,所抽取的质量流(经过滤)应返回稀释系统。作为替代,稀释系统中的总质量流量可对抽取的粒子数量取样流进行数学修正。如果从稀释系统中抽取的用于测量粒子数量和颗粒物质量样气之和的总质量流量小于稀释通道中总稀释排气流量( $m_{ed}$ )的0.5%,则可忽略修正或返回稀释系统。

## BB.3 粒子数量取样补偿-部分流稀释系统

BB.3.1 对部分流稀释系统,从稀释系统中抽取的用于粒子数量测量取样的排气流量应计入控制取样比例。可通过向流量测量装置上游的稀释系统返回粒子数量取样气流或按BB.3.2进行数学修正来实现。对总体取样型部分流稀释系统,为粒子数量取样而抽取的排气流量,也应按BB.3.3规定在颗粒物质量计算时进行修正。

BB.3.2 用于控制取样比例输入稀释系统的瞬态排气流量( $q_{mp}$ ),也应按照下列方法之一进行修正:

- a) 如果抽取的粒子数量取样流直接排掉,应用下面的公式:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex}$$

式中:

$q_{mp}$ ——部分流稀释系统中的排气取样流量, kg/s;

$q_{mdew}$ ——稀释排气质量流量, kg/s;

$q_{mdw}$ ——稀释空气质量流量, kg/s;

$q_{ex}$ ——粒子数量取样质量流量, kg/s。

无论何时,向部分流系统控制器发送的 $q_{ex}$ 信号都应精确至 $q_{mdew}$ 的0.1%内。信号发送频率不低于1Hz。

b) 当抽取的粒子数量取样流完全或部分排掉,但等量气流被回流到位于气流测量装置上游的稀释系统时,应用下面的公式:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw}$$

式中:

$q_{mp}$ ——部分流稀释系统中的排气取样流量, kg/s;

$q_{mdew}$ ——稀释排气质量流量, kg/s;

$q_{mdw}$ ——稀释空气质量流量, kg/s;

$q_{ex}$ ——粒子数量取样质量流量, kg/s;

$q_{sw}$ ——对粒子数量取样进行补偿而输送回稀释风道的质量流量，kg/s。

无论何时，向部分流系统控制器发送的 $q_{ex}$ 与 $q_{sw}$ 的差值都应精确至 $q_{medw}$ 的0.1%内。信号发送频率不低于1Hz。

### BB.3.3 PM测量修正

当从总体部分流稀释系统抽取粒子数量测量样气时，考虑抽取的气流影响，附件BA.5.1.3.1 计算得出的颗粒物质量（ $m_{PM}$ ）应按如下方式进行修正。即使过滤后的抽取气流返回到部分流稀释系统时也需要进行修正。

$$m_{PM,cor} = m_{PM} \times \frac{m_{sed}}{(m_{sed} - m_{ex})}$$

式中：

$m_{PM,cor}$ ——因粒子数量取样，修正后的颗粒物质量，g/test；

$m_{PM}$ ——BA.5.1.3.1测定的颗粒物质量，g/test；

$m_{sed}$ ——流经稀释通道的稀释排气总质量，kg；

$m_{ex}$ ——用于粒子数量取样，从稀释通道中抽取的稀释排气总质量，kg。

### BB.3.4 部分流稀释取样比例

为测量粒子数量，按照BA.4.2.3规定的任一方法测定的排气质量流量将用于控制部分流稀释系统按比例从排气取样。具体比例数应按照BA.4.3.6通过对取样和排气流的回归分析进行检查。

## BB.4 粒子数量的确定

### BB.4.1 数据转换

对部分流稀释系统，对粒子数量信号与试验循环和排气质量流速进行数据转换，以消除粒子数量取样和测量系统的滞后时间。粒子数量取样和测量系统的转换时间应按照附件BC.1.4确定。部分流稀释系统确定粒子数量

BB.4.2 如果用部分流稀释系统对粒子数量取样，试验循环中排出的粒子数量应采用下列公式计算：

$$N = \frac{M_{EDFW}}{1.293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6$$

式中：

$N$ ——试验循环排出的粒子数量，#；

$M_{EDFW}$ ——按BA.5.1.3.1确定的循环当量稀释排气质量，kg/test；

$k$ ——标定系数。用于修正粒子计数器到标准测试设备下的标定系数，不适用于内部标定的粒子计数器，当为内部标定时， $k=1$ 粒子数量；

$\bar{c}_s$  ——校正至标准条件（273.2 K、101.33 kPa）的稀释排气中的粒子平均浓度，每立方厘米的粒子数；

$\bar{f}_r$  ——试验时稀释设定的挥发性粒子去除器的平均粒子浓度衰减系数。

$\bar{c}_s$  应根据下面的公式计算

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n}$$

式中：

$c_{s,i}$ ——粒子计数器非连续测量的稀释排气中粒子数量浓度值（每立方厘米的粒子数）

校正至标准条件（273.2 K、101.33 kPa）；

n——试验过程中粒子数量浓度测量次数。

#### BB.4.3 用全流稀释系统测定粒子数量

当采用全流稀释系统对粒子数量进行取样时，试验循环中排出的粒子数量应按照下列公式计算：

$$N = \frac{M_{ed}}{1.293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6$$

式中：

N——试验循环的粒子数量，#；

$M_{ed}$ ——计算的试验循环期间稀释排气总质量，kg/test；

k——标定系数。用于修正粒子计数器到标准测试设备下的标定系数，不适用于内部标定的粒子计数器，当为内部标定时， $k=1$ ；

$\bar{c}_s$ ——校正至标准条件（273.2 K、101.33 kPa）的稀释排气中的粒子平均浓度，每立方厘米的粒子数；

$\bar{f}_r$ ——试验时稀释设定的挥发性粒子去除器的平均粒子浓度衰减系数。

$\bar{c}_s$ 应根据下面的公式计算

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n}$$

式中：

$c_{s,i}$ ——粒子计数器非连续测量的稀释排气中粒子数量浓度值（每立方厘米的粒子数），

校正至标准条件（273.2 K、101.33 kPa）；

n——试验过程中粒子数量浓度测量次数。

#### BB.4.4 试验结果

##### BB.4.4.1 比排放的计算

对于每一个单独的NRSC、热启动NRTC和冷启动NRTC循环，粒子数量比排放按下式计算：

$$e = \frac{N}{W_{act}}$$

式中：

N——总的粒子数量，#；

e——粒子数量比排放量，#/kWh；

$W_{act}$ ——BA.3.9.2规定的实际循环功，kWh。

##### BB.4.4.2 具有周期性再生功能的排气后处理系统

对装备具有周期性再生后处理系统的柴油机，采用B.5.2的一般规定。热态NRTC排放应按照B.5.2公式加权处理，式中 $\bar{e}$ 为未再生时的平均粒子数量（#/kWh）， $\bar{e}_r$ 为再生条件下的

平均粒子数量（#/kWh）。再生调整因子应从B.5.3中选择相应公式计算。

#### BB.4.4.3 加权平均后的NRTC试验结果

对NRTC，最终试验结果应按照下列公式之一、根据冷启动和热启动（包括相关的周期性再生）试验加权平均。

a) 相乘的再生调整因子或没有周期性再生后处理的柴油机

$$e = k_r \left[ \frac{(0.14 \times N_{cold}) + (0.86 \times N_{hot})}{(0.14 \times W_{act,cold}) + (0.86 \times W_{hot})} \right]$$

b) 相加的再生调整因子  $e = k_r + \left[ \frac{(0.14 \times N_{cold}) + (0.86 \times N_{hot})}{(0.14 \times W_{act,cold}) + (0.86 \times W_{hot})} \right]$

式中：

$N_{cold}$ ——NRTC冷态循环排放的粒子数量，#；

$N_{hot}$ ——NRTC热态循环排放的粒子数量，#；

$W_{act,cold}$ ——按BA.3.9.2计算的NRTC冷态试验循环的实际循环功，kWh；

$W_{act,hot}$ ——按BA.3.9.2计算的NRTC热态试验循环的实际循环功，kWh；

$k_r$ ——按照B.5.2得到的再生因子，对没有周期性再生后处理的柴油机， $k_r=1$ 。

#### BB.4.4.4 试验结果的有效位数

NRSC试验结果及加权平均的NRTC试验结果，应按照ASTM E 29-06B的要求保留3位有效数字。用于计算最终比排放量的中间值可不做任何圆整有效位数的调整。

### BB. 5 背景粒子数量的确定

BB.5.1 应柴油机生产企业要求，可以于试验前或试验后，对稀释通道背景粒子取样，取样点在稀释空气过滤器下游，以便计算通道背景粒子数量。

BB.5.2 通道背景粒子数量在型式试验时不可扣除。如果能够证明通道背景粒子数量影响明显，可应柴油机生产企业要求并经主管部门同意，在一致性检查试验时从稀释排气实际测量值中减去。

附件 BC  
(规范性附件)  
粒子数量排放测量设备

## BC.1 技术要求

### BC.1.1 系统概要

BC.1.1.1 颗粒物取样系统应由从按GB20891-2014附录C.1.2.1条所述的稀释系统中均匀混合气中取样的取样管或取样探头、安装在粒子计数器(PNC)上游的挥发性颗粒去除器(VPR)以及合适的传输管组成。

BC.1.1.2 推荐在挥发性颗粒去除器(VPR)之前安装粒径预分离器(例如,旋风式或作用力式)。也可使用具有适当粒径分级功能的取样探头来代替粒径预分级器。对部分流系统,颗粒物质量和粒子数量取样可采用同一预分级器,在预分级器下游的稀释系统中进行粒子数量取样。作为替代,也可使用单独的预分级器,从颗粒物质量预分级器上游的稀释系统中进行粒子数量取样。

### BC.1.2 一般要求

BC.1.2.1 颗粒取样点应位于稀释通道内。

颗粒传输系统(PTS)是由取样探头或探针(PSP)和颗粒传输管(PTT)共同组成。颗粒传输系统(PTS)引导样气从稀释通道进入挥发性颗粒去除器(VPR)入口。颗粒传输系统(PTS)应满足以下条件:

对部分取样型的全流稀释系统和部分流稀释系统,取样管应安装在稀释通道中心线附近、距气体入口下游大约10倍至20倍通道直径、面向气流方向的位置,取样探头的中心轴与稀释通道的中心轴平行。取样探头应安装在稀释通道区域,以保证取样为稀释空气和排气均匀混合物。

对全部取样型的部分流系统,颗粒物取样点或取样探头应安装在颗粒物输送管内,在滤纸保持架、流量测量装置和任何取样/旁通分岔点的上游。取样点或取样管的位置应保证稀释空气和排气均匀混合。颗粒物取样管的规格尺寸应不影响部分流稀释系统的正常工作。

在颗粒传输系统中抽取的样气要满足以下条件:

对于全流稀释系统,气流雷诺数 $Re < 1700$ ;

对于部分流系统,输送管即取样探头或取样点下游的气流雷诺数 $Re < 1700$ ;

在颗粒传输系统中的滞留时间 $\leq 3s$ 。

若能证明粒径为30nm的颗粒具有等效的透过性,则其他颗粒传输取样系统结构也可接受。

引导稀释样气从挥发性颗粒去除器(VPR)进入粒子计数器入口的出口管(OT)应具有以下特性:

内径 $\geq 4mm$ ;

样气流过出口管的滞留时间 $\leq 0.8s$ 。

若能证明粒径为30nm的颗粒具有等效的透过性,则其他出口管取样结构也可接受。

BC.1.2.2 挥发性颗粒去除器(VPR)应包括样气稀释装置和挥发性颗粒去除装置。

BC.1.2.3 从排气管到粒子计数器(PNC)之间的稀释系统和取样系统的所有部件,只要接触原排气和稀释排气,其设计均应将颗粒的沉积降到最低。所有部件应由导电材料制造且不得与排气成分反应,系统应接地以防止静电效应。

BC.1.2.4 颗粒取样系统应良好匹配气溶采样特性,其中包括避免锐角弯头和横截面的突变、使用光滑内表面、尽量缩短取样管长度。允许横截面渐变。

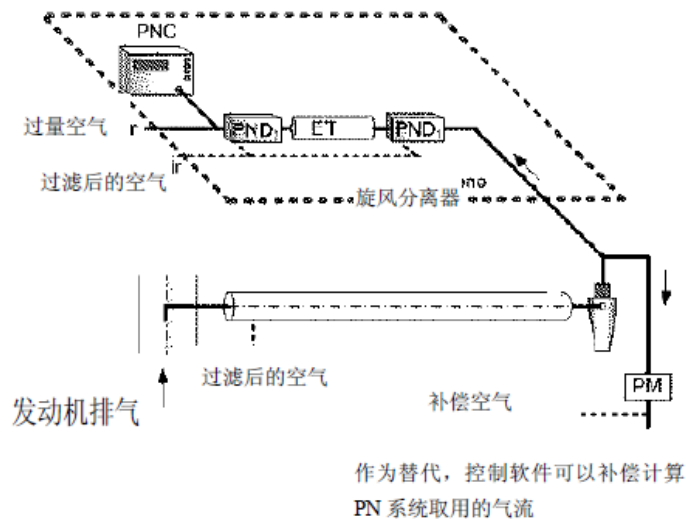
### BC.1.3 详细要求

- BC.1.3.1 颗粒样气在流过粒子计数器之前不应经过取样泵。
- BC.1.3.2 推荐使用一个取样预分级器（PCF）。
- BC.1.3.3 取样预处理单元应：
- BC.1.3.3.1 能对样气进行一次或多次稀释，使颗粒数浓度低于粒子计数器中单个颗粒计数模块的上限，并使粒子计数器入口处的温度低于35℃。
- BC.1.3.3.2 包括一个初始加热稀释过程，其输出样气温度为150℃至400℃之间，且稀释倍数至少为10。
- BC.1.3.3.3 控制加热阶段到恒定工作温度，该温度在第BC.1.3.3.2条规定的范围内，允差为±10℃。
- BC.1.3.3.4 通过指示信息显示加热阶段是否处于正确的工作温度。
- 电迁移直径为30nm和50nm的颗粒物浓度衰减系数( $f_r(d_i)$ )其定义见BC.2.2.2条规定)，分别不超过30%和20%。挥发性颗粒去除器（VPR）整体而言，其电迁移直径小于100nm的颗粒物相应颗粒物衰减系数的幅度不超过5%。
- BC.1.3.3.5 通过加热和降低四十烷（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ）的局部压力，能使入口浓度 $\geq 10,000\text{cm}^{-3}$ 的30nm正四十烷（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ）颗粒汽化率 $> 99.0\%$ 。
- BC.1.3.4 粒子数量计数器（PNC）
- BC.1.3.4.1 在全流条件下工作。
- BC.1.3.4.2 根据可溯源的原则，从 $1\text{cm}^{-3}$ 到单个颗粒计数模块上限的范围内，计数精度为±10%。若在延长的取样期间内颗粒浓度的测量平均值低于 $100\text{cm}^{-3}$ ，可要求使用更高的统计置信度来验证粒子计数器（PNC）的准确度。
- BC.1.3.4.3 颗粒浓度低于 $100\text{cm}^{-3}$ 时的分辨率至少为 $0.1\text{cm}^{-3}$ 。
- BC.1.3.4.4 单个颗粒计数模块在整个测量范围内对颗粒浓度具有线性响应。
- BC.1.3.4.5 数据刷新的频率大于等于0.5Hz。
- BC.1.3.4.6 测量量程的 $T_{90}$ 响应时间不超过5秒。
- BC.1.3.4.7 具有最大为10%符合校正功能，可使用第BC.2.1.3条确定的校正系数，但是不应使用任何其他算法来校正或者定义计数效率。
- BC.1.3.4.8 对电迁移直径为23nm（±1nm）和41nm（±1nm）颗粒计数效率分别为50%（±12%）和大于90%。该计数效率可通过内部方式（如：对仪器设计的控制）或者外部方式（如：粒径预分级器）实现。
- BC.1.3.4.9 如果粒子计数器使用工作液，则应按仪器生产厂规定的频率更换。
- BC.1.3.4.10 若没有保持在粒子计数器（PNC）可控的已知恒定流量水平，则应测量并记录粒子计数器进口的压力和（或）温度，以将颗粒浓度测量值修正到标准状态。
- BC.1.3.4.11 颗粒物在颗粒物传输系统（PTS）、挥发性颗粒去除器（VPR）和出口管（OT）中的滞留时间与粒子计数器 $t_{90}$ 响应时间之和应不超过20s。
- BC.1.3.4.12 整个颗粒物计数取样系统（输送系统、挥发性颗粒去除器、出口管和粒子计数器）的传输时间应由颗粒物传输管进口的气溶胶转换速度确定。气溶胶转换应在0.1秒内完成。试验用的气溶胶应能导致至少60%的满量程的浓度变化。
- BC.1.3.4.13 应记录示踪气的浓度。为进行粒子数量浓度和排气流量信号时间对齐，传输时间定义为开始变化（ $t_0$ ）至最终读数的50%（ $t_{50}$ ）的时间间隔。
- BC.1.4 推荐系统的描述

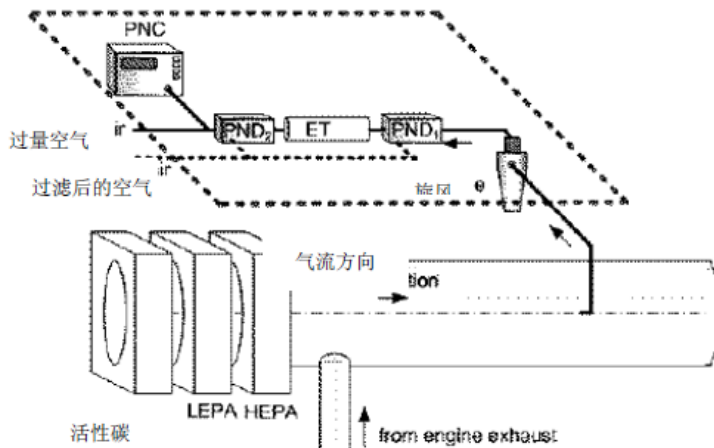
下列条款包含粒子数量测量的推荐操作流程。任何满足第BC.1.2条和第BC.1.3条性能规范的系统都可接受。

图BC.1和图BC.2分别为推荐的部分流和全流粒子数量取样系统示意图。





图BC.1 推荐的粒子数量取样系统示意图——部分流取样



图BC.2 推荐的粒子数量取样系统示意图——全流取样

#### BC.1.4.1 取样系统的描述

BC.1.4.1.1 颗粒物取样系统应由稀释通道内取样探头或探针、颗粒传输管 (PTT)、粒径预分级器 (PCF) 和位于粒子数浓度测量 (PNC) 单元上游的挥发性颗粒去除器 (VPR) 组成。挥发性颗粒去除器 (VPR) 应包含取样稀释装置 (粒子数稀释装置: 初级粒子数稀释装置 (PND<sub>1</sub>) 和次级粒子数稀释装置 (PND<sub>2</sub>) 和颗粒蒸发装置 (蒸发管 ET)。待测气体的取样探头或探针应安装在稀释通道内, 以便从空气和排气的均匀混合气中抽取具有代表性的样气。颗粒物在取样系统内的滞留时间和粒子计数器的 T<sub>90</sub> 响应时间之和不能大于 20s。

#### BC.1.4.2 颗粒传输系统

取样探头或探针和颗粒传输管 (PTT) 共同组成了颗粒物传输系统 (PTS)。对全流稀释系统和部分流稀释系统, 取样管应安装在稀释通道中心线附近, 距气体入口下游大约 10 倍至 20 倍通道直径、面向气流方向的位置, 取样探头的中心轴与稀释通道的中心轴平行。取样探头应安装在稀释通道区域, 以保证取样为稀释空气和排气均匀混合物。

对全部取样型的部分流稀释系统, 颗粒物取样点或取样探头应安装在颗粒物输送管内, 滤纸保持架、流量测量装置和任何取样/旁通分岔点的上游。取样点或取样管的位置应保证稀释空气和排气均匀混合。颗粒物取样管的规格尺寸应不影响部分流稀释系统的正常工作。

在颗粒传输系统中样气要满足以下条件:

对于全流稀释系统, 气流雷诺数  $Re < 1700$ ;

在颗粒传输系统中的滞留时间应 $\leq 3s$ 。

若能证明粒径为 $30nm$ 的颗粒具有等效的透过性，则其他颗粒传输取样系统结构也可接受。

引导稀释样气从挥发性颗粒去除器（VPR）进入粒子计数器入口的出口管（OT）应具有以下特性：

内径应 $\geq 4mm$ ；

样气流过出口管（POT）的滞留时间 $\leq 0.8s$ 。

若能证明粒径为 $30nm$ 的颗粒具有等效的透过性，则其他出口管取样结构也可接受。

#### BC.1.4.3 粒径预分级器（PCF）

推荐的预分级器应安装在挥发性颗粒去除器的上游处。在粒子数排放取样所选定的体积流量下，预分级器的分割粒径（分级效率为50%的颗粒直径）应在 $2.5\mu m$ 至 $10\mu m$ 之间。预分级器应允许99%的质量浓度为 $1\mu m$ 的颗粒物进入并以粒子数量排放取样所选定的体积流量流出。对部分流系统，颗粒物质量和粒子数量取样可采用同一预分级器，在预分级器下游的稀释系统中进行粒子数量取样。作为替代，也可使用单独的预分级器，从颗粒物质量预分级器上游的稀释系统中进行粒子数量取样。

#### BC.1.4.4 挥发性颗粒去除器（VPR）

挥发性颗粒去除器应由初级粒子数稀释装置（ $PND_1$ ）、蒸发管（ET）和次级稀释器（ $PND_2$ ）串联组成。稀释的作用是减少进入颗粒浓度测量单元中的样气数量浓度，使其低于粒子计数器中单个颗粒计数模块的上限，并且抑制样气的成核和凝聚。VPR应显示 $PND_1$ 和ET的工作温度是否正常。

对于挥发性颗粒去除器，通过加热和降低正四十烷（ $CH_3(CH_2)_{38}CH_3$ ）的局部压力，能使入口浓度 $\geq 10,000cm^{-3}$ 的 $30nm$ 正四十烷颗粒汽化率 $> 99.0\%$ 。

粒子浓度衰减系数（ $f_1$ ）还应能达到：对于挥发性颗粒去除器整体，对电迁移直径为 $30nm$ 和 $50nm$ 的颗粒的衰减系数不应超过30%和20%，对电迁移直径小于 $100nm$ 的颗粒不超过5%。

##### BC.1.4.4.1 初级粒子数稀释装置（ $PND_1$ ）

初级粒子数稀释装置的设计应能稀释粒子数浓度，且在壁温为 $150^\circ C$ 至 $400^\circ C$ 的条件下工作。壁温的设定应保持恒定在名义运行温度下，偏差在 $\pm 10^\circ C$ 内且不应超过蒸发管（见BC.1.4.4.2）的温度。稀释气体应经过空气过滤器，且稀释系数能从10倍到200倍之间调节。

##### BC.1.4.4.2 蒸发管（ET）

应控制蒸发管壁温大于等于初级粒子数稀释装置，且壁温应保持为 $300$ 至 $400^\circ C$ 之间的一个固定值，偏差在 $\pm 10^\circ C$ 内。

##### BC.1.4.4.3 次级粒子数稀释装置（ $PND_2$ ）

次级粒子数稀释装置的设计应能稀释粒子数浓度。稀释装置应连接空气过滤器，且稀释系数能从10倍到30倍之间调节。次级粒子数稀释装置的稀释系数应在10倍到15倍之间选择，使其下游的粒子数浓度低于粒子计数器中单个颗粒计数模块的上限，并使进入粒子计数器之前的气体温度低于 $35^\circ C$ 。

#### BC.1.4.5 粒子数量计数器（PNC）

粒子数量计数器应满足BC.1.3.4的要求。

## BC.2 粒子数量取样系统的标定和确认

### BC.2.1 粒子数量计数器的标定

BC.2.1.1 检验机构应保证粒子计数器具有可溯源的检定证书，且试验时该证书在12个月的检定有效期内。

BC.2.1.2 粒子计数器若进行任何大的维护，则应重新进行标定并取得新的检定证书。

BC.2.1.3 应采用标准的可溯源的标定方法:

a) 在对已静电分级的标准颗粒取样时, 通过比较标定过的和待标定的空气静电计粒子计数器的响应进行标定; 或

b) 使用第二个粒子计数器(此计数器已通过上述方法直接校准), 通过比较粒子计数器的响应进行标定。

对于静电计的校准, 应使用至少6个标准浓度值, 且尽可能的均匀分布在粒子计数器的量程中。这些数值应包括由安装在每个仪器入口处的高效空气过滤器(至少满足EN1822:2008规定的H13等级)所产生的标称零点。当粒子计数器在标定过程中没有使用校准系数时, 对于每个使用的浓度值, 其测量结果应不超过标准浓度值的 $\pm 10\%$ , 零点值例外, 否则标定应不通过。应计算并记录这两组数据的线性回归的斜率。在校准过程中应使用与斜率值倒数相同的校准系数。通过两组数据的皮尔森积矩相关系数的平方( $R^2$ )计算响应线性度, 该值应大于等于0.97。计算线性回归的斜率以及 $R^2$ 值时, 应强制通过原点值(两个仪器的零点浓度值)。

使用基准粒子计数器法, 校准时应使用至少6个分布在粒子计数器的量程中的标准浓度值。其中至少3个值应低于浓度值 $1000\text{cm}^{-3}$ , 剩余的几个浓度值应在 $1000\text{cm}^{-3}$ 和单个粒子计数器模块最大量程之间线性分布。这些浓度值应包括由安装在每个仪器入口处的高效空气过滤器(至少满足EN1822:2008规定的H13等级或等效性能)所产生的标称零点浓度值。当粒子计数器在标定过程中没有使用校正系数时, 对于每个使用的浓度值, 其测量结果应不超过标准浓度值的 $\pm 10\%$ , 零点值例外, 否则标定应不通过。应计算并记录这两组数据的线性回归的斜率。在校准过程中应使用与斜率值倒数相同的校准系数。通过两组数据的皮尔森积矩相关系数的平方( $R^2$ )计算响应线性度, 该值应大于等于0.97。计算线性回归的斜率以及 $R^2$ 值时应强制通过原点值(两个仪器的零点浓度值)。

BC.2.1.4 标定时还应按照BC.1.3.4.8的要求进行检查, 使用电迁移直径为23nm的颗粒检查粒子计数器的计数效率。不需要检查粒径为41nm颗粒的计数效率。

## BC.2.2 挥发性颗粒去除器的校准和确定

BC.2.2.1 对于新的挥发性颗粒去除器及设备进行任何大的维护后, 应在仪器厂商推荐的工作温度下, 对挥发性颗粒去除器在满量程范围内标定粒子浓度衰减系数。挥发性颗粒去除器粒子浓度衰减系数的定期核查要求仅在单一设定时(典型应用如: 用于测量装有颗粒捕集器的柴油机)检查。检验机构应确保试验时挥发性颗粒去除器在6个月的检定有效期内。如果挥发性颗粒去除器具有温度监测报警功能, 可允许检定有效期为12个月。

应使用电迁移直径为30nm、50nm和100nm的固体颗粒来表示挥发性颗粒去除器的粒子浓度衰减系数。

对电迁移直径为30nm和50nm的颗粒其浓度衰减系数( $f_r(d_i)$ )不应超过30%和20%, 对电迁移直径小于100nm的颗粒不超过5%。

为了确认, 粒子浓度衰减系数的平均值应在挥发性颗粒去除器初次标定时确定的颗粒浓度衰减系数( $\bar{f}_r$ )平均值的 $\pm 10\%$ 范围内。

BC.2.2.2 挥发性颗粒去除器的粒子浓度衰减系数试验用悬浮颗粒应是电迁移直径为30nm、50nm和100nm的固体颗粒, 且在挥发性颗粒去除器的入口处最小浓度为 $5000\text{cm}^{-3}$ 。应在挥发性颗粒去除器的上游和下游处测量颗粒浓度。

按下式计算各种粒径的粒子浓度衰减系数( $f_r(d_i)$ )

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)}$$

式中：

$N_{in}(d_i)$  ——粒径为 $d_i$ 的上游粒子数浓度；

$N_{out}(d_i)$  ——粒径为 $d_i$ 的下游粒子数浓度；

$d_i$  ——电迁移直径（30nm、50nm或100nm）。

$N_{in}(d_i)$  和  $N_{out}(d_i)$  应在相同的条件下修正。

应按下列式计算给定稀释设置下的平均粒子浓度衰减系数( $\bar{f}_r$ )

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30nm) + f_r(50nm) + f_r(100nm)}{3}$$

推荐将挥发性颗粒去除器作为一个整体进行校准和确认。

**BC.2.2.3** 对于挥发性颗粒去除器，检验机构应保证试验时在挥发性颗粒去除效率的检定证书的6个月有效期内。如果挥发性颗粒去除器具有温度监测报警功能，可允许检定有效期为12个月。在最小稀释设定以及仪器生产企业推荐的工作温度下，进口浓度 $\geq 10000\text{cm}^{-3}$ 时，应验证挥发性颗粒去除器能去除超过99%的电迁移直径为30nm的正四十烷( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ )颗粒。

### **BC.2.3 颗粒计数系统检查程序**

**BC.2.3.1** 试验前，当在整个颗粒取样系统（挥发性颗粒去除器和粒子计数器）的进口处安装了一个高效空气过滤器（至少满足EN 1822规定的H13等级或等效性能）时，粒子计数器显示的测量浓度值应小于 $0.5\text{cm}^{-3}$ 。

**BC.2.3.2** 每个月应通过已标定的流量计检查粒子计数器，粒子计数器流量的测量值与标称值的差异不得超过5%。

**BC.2.3.3** 试验前将高效空气过滤器（至少满足EN 1822规定的H13或相应的等级或等效性能）安装在粒子计数器进口处时，粒子计数器显示的测量浓度值应 $\leq 0.2\text{cm}^{-3}$ 。移除此过滤器改用环境空气后，粒子计数器显示的测量浓度值应至少增加到 $100\text{cm}^{-3}$ ；再次安装高效空气过滤器，则测量浓度值应返回到 $\leq 0.2\text{cm}^{-3}$ 。

**BC.2.3.4** 试验之前，应确认测量系统关键部件蒸发管已达到其正常工作指示温度。

**BC.2.3.5** 每次试验之前，应确认测量系统 PND<sub>1</sub> 已达到其正常工作指示温度。

**附件 BD**  
**(规范性附件)**  
**氨的测试规程**

## **BD.1 概述**

本附件规定了氨(NH<sub>3</sub>)的测量规程。对于非线性分析仪,允许采用线性化电路。

## **BD.2 测量原理**

氨的测量原理应符合第BD.2.1条或第BD.2.2条要求,NH<sub>3</sub>测量过程中不应使用气体干燥器。

### **BD.2.1 二极管激光光谱仪(LDS)**

#### **BD.2.1.1 测量原理**

LDS采用单路光谱原理,通过单路二极管激光器扫描近红外光谱范围,以确定NH<sub>3</sub>的吸收谱线。

#### **BD.2.1.2 安装**

分析仪直接安装在排气管(原位)中或分析仪取样柜中,依据分析仪生产企业推荐规范取样。如果安装在分析仪取样柜中,取样管路(取样管、粗滤器和阀门)应采用不锈钢或聚四氟乙烯材料,并至少加热到463±10K(190±10℃),以降低氨的损失和取样产生的影响。此外,取样管根据实际情况应尽可能短。

应尽可能减小排气温度和压力、安装环境以及振动对测试的影响,或采用补偿技术。如适用,与原位测量相连、用于保护仪器的保护气,不应影响设备下游任何排气成分浓度的测量,如有影响可将其他排气成分的取样点安置在该设备上游。

#### **BD.2.1.3 干扰检查**

为将排气中其他成分的干扰降至最低,激光光谱分辨率应在0.5cm<sup>-1</sup>以内。

### **BD.2.2 傅里叶变换红外线光谱(FTIR)分析仪**

#### **BD.2.2.1 测量原理**

FTIR的采用了宽波段红外光谱原理。它可在仪器内部实现同步同时测试多种具有标准光谱的排气成分。各成分的吸收光谱(强度/波长)由按照傅里叶变换方法计算的干涉图(强度/时间)得出。

#### **BD.2.2.2 安装和取样**

FTIR应按照设备生产企业的要求安装。选择NH<sub>3</sub>的波长进行分析。取样管路(取样管,前置过滤器和阀门)应采用不锈钢或聚四氟乙烯材料,并可至少加热到463±10K(190±10℃),以降低氨的损失和取样产生的影响。此外,取样管根据实际情况应尽可能短。

#### **BD.2.2.3 干扰检查**

为将排气中其他成分的干扰降至最低,NH<sub>3</sub>波长分辨率应在0.5cm<sup>-1</sup>以内。

## **BD.3 排放测试规程和评价**

### **BD.3.1 分析仪检查**

排放测试前,首先选择分析仪量程。允许使用具有自动或手动量程切换功能的分析仪,但在试验过程中,不应切换分析仪的量程。

若第BD.3.4.2条的规定不适用于仪器,应确定零气和量距气的响应时间。对于量距气的响应,应采用符合第BD.4.2.7条的NH<sub>3</sub>标准气。允许使用包含NH<sub>3</sub>量距气的基准测试间。

### **BD.3.2 排放相关数据的采集**

试验循环开始时,应同时采集NH<sub>3</sub>数据。试验过程中应连续测量NH<sub>3</sub>浓度,并以至少1Hz

频率进行存储。

### BD.3.3 试验后的流程

试验结束后，仍应继续取样，直至系统的响应时间结束为止。仅当第BD.3.4.2条规定无法满足时，才根据BD.3.4.1条测定分析仪的漂移。

### BD.3.4 分析仪漂移检查

BD.3.4.1 应在热浸阶段或试验循环结束后30分钟内尽快进行分析仪零气和量距气的漂移检查。试验前后的偏差应低于满量程的2%。

BD.3.4.2 以下情形下不要求进行分析仪漂移检查：

a) 如果第BD.4.2.3条和BD.4.2.4条中仪器生产企业规定的零点和量距气漂移满足第BD.3.4.1条的规定；

b) 如果第BD.4.2.3条和BD.4.2.4条中仪器生产企业规定的零点和量距气漂移的时间间隔超过试验周期。

### BD.3.5 数据处理

NH<sub>3</sub>平均浓度通过循环内所有瞬时值累加得到。计算公式如下：

$$C_{NH_3} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} C_{NH_3,i}$$

式中：

$C_{NH_3}$  ——排气中的NH<sub>3</sub>的瞬时浓度，ppm；

$n$  ——测量次数。

NRTC 循环最终试验结果按下式计算：

$$C_{NH_3} = (0.10 \times C_{NH_3,cold}) + (0.90 \times C_{NH_3,hot})$$

式中：

$C_{NH_3,cold}$  ——冷启动循环下NH<sub>3</sub>的平均浓度，ppm；

$C_{NH_3,hot}$  ——热启动循环下NH<sub>3</sub>的平均浓度，ppm。

## BD. 4 分析仪的技术参数和标定

### BD.4.1 标定要求

分析仪应至少每3个月或当系统维护或更改可能影响标定时，按照GB20891-2014附件BB.1.5标定规程的要求，进行线性化检查。如能验证达到同等精度且经检验机构事先同意，允许进行标定的基准点少于10个。线性化检查时所用NH<sub>3</sub>应符合第BD.4.2.7条要求。允许采用含NH<sub>3</sub>量距气的基准测试间。线性化检查应按照内部检验程序、设备供应商推荐规范的要求进行。

### BD.4.2 分析仪技术参数

分析仪的量程和响应时间应满足稳态和瞬态循环下NH<sub>3</sub>的浓度测量精度要求。

#### BD.4.2.1 最低检测限值

在所有测试条件下，分析仪的检测极限应 $< 2$  ppm。

#### BD.4.2.2 准确度

即分析仪读数和基准值的偏差，应不超过读数的 $\pm 3\%$ 或 $\pm 2$ ppm，取较大值。

#### BD.4.2.3 零点漂移

零气响应的漂移和相关时间间隔应满足仪器生产企业规范。

#### BD.4.2.4 量距气漂移

量距气响应的漂移和相关时间间隔应满足仪器生产企业规范。

#### BD.4.2.5 系统响应时间

系统响应时间应 $\leq 20$  s

#### BD.4.2.6 上升时间

分析仪上升时间应 $\leq 5$  s

#### BD.4.2.7 NH<sub>3</sub>标准气

应具有化学成分如下的混合气。

NH<sub>3</sub>和纯氮气。

标准气的实际浓度应在标称值的 $\pm 3\%$ 以内。NH<sub>3</sub>浓度为体积比（%或ppm）。

应记录生产企业声明的标准气的有效日期。

### BD.5 替代系统

如其他系统或分析仪能够达到GB20891-2014第5.2.1条相同的“结果”，检验机构也可采用。“结果”是指循环内氨浓度平均值。

附录 C  
(规范性附录)  
NO<sub>x</sub>控制系统的要求

## C.1 前言

本附录规定了确保NO<sub>x</sub>控制措施正常运行的技术要求。

## C.2 一般要求

柴油机系统应配备NO<sub>x</sub>控制诊断系统(NCD),以识别本附录内所述的NO<sub>x</sub>控制故障(NCM)。所有柴油机系统的设计、构造和安装都应在其使用寿命内的正常使用条件下满足要求。

### C.2.1 必要信息

C.2.1.1 如果排放控制系统需要反应剂,柴油机生产企业应说明此反应剂的类型、反应剂在溶解状态下的浓度信息、使用温度条件、其成分和质量、参考的国际标准等特性。

C.2.1.2 在型式检验时,柴油机生产企业应提交详细描述第C.4条所述的驾驶员报警系统功能性的书面说明,并提交第C.5条所述的驾驶性能限制系统激活的详细功能性说明。

C.2.1.3 柴油机生产企业应提供安装文件,文件中应当包含柴油机(软件、硬件和通讯)正确安装在非道路移动机械上所需的详细技术要求和规定。

### C.2.2 运行条件

C.2.2.1 NO<sub>x</sub>控制诊断系统应在下列条件下工作:

- a) 环境温度在266K到311K (-7℃到38℃)之间;
- b) 海拔低于2400米;
- c) 柴油机冷却液温度高于343K (70℃)。

以上条件不适用于反应剂液位的监测,只要技术上可行,包括液态反应剂未冻结的任何条件下都应进行监测。

### C.2.3 反应剂防冻

C.2.3.1 允许使用一个加热或非加热的反应剂罐和定量给料系统。加热系统应满足第C.2.3.2条的要求,非加热系统应满足第C.2.3.3条的要求。

C.2.3.1.1 非加热的反应剂罐和喷射系统应在说明书中向机械设备所有者说明。

C.2.3.2 带加热系统的反应剂罐和定量给料系统

C.2.3.2.1 如果反应剂冻结,柴油机生产企业应确保在环境温度266K (-7℃)下和柴油机运行70分钟内反应剂能够正常使用。

C.2.3.2.2 演示试验

C.2.3.2.2.1 反应剂罐和定量给料系统应该在255K (-18℃)条件下静置72小时或直至反应剂凝固,以先发生者为准。

C.2.3.2.2.2 在第C.2.3.2.2.1条的静置期结束后,机械/柴油机应在266K (-7℃)或以下温度启动,怠速运行10到20分钟,然后在不高于40%负荷的条件下运行不超过50分钟。

C.2.3.2.2.3 在第C.2.3.2.2.2条的试验程序结束时,定量给料系统应能正常工作。

C.2.3.2.3 经主管部门同意,可使用机械或用于安装在机械上的代表性零部件在低温仓内进行或基于现场试验。

C.2.3.3 非加热系统的驾驶员报警和驾驶性能限制系统的激活

C.2.3.3.1 如果在266K (-7℃)及以下无反应剂供给,第C.4条所述的驾驶员报警系统应被激活。

C.2.3.3.2 如果在266K (-7℃)及以下无反应剂供给,第C.5.4条所述的严重驾驶性能限制系



统应在柴油机运行70分钟内被激活。

#### C.2.4 诊断要求

C.2.4.1 NO<sub>x</sub>控制诊断系统（NCD）应能通过计算机内存中存储的诊断故障码（DTCs）识别本附录中所述的NO<sub>x</sub>控制故障（NCMs），并根据要求离线传递信息。

##### C.2.4.2 诊断故障码记录要求

C.2.4.2.1 NCD系统应针对每个不同的NO<sub>x</sub>控制故障（NCM）记录一个DTC。

C.2.4.2.2 无论是否检测到故障，NCD系统应在柴油机运行60分钟内停止。这时应存储一个“确认并激活的”DTC，并且报警系统按照第C.4条要求被激活。

C.2.4.2.3 如果监测项需要柴油机运行60分钟以上以准确检测和确认一个NCM（例如，监测项使用统计模型或基于机械的液体消耗量），在柴油机生产企业证明其较长时间需求后，环境保护主管部门可允许更长的监测时间（例如通过技术原理、试验结果和内部经验等）。

##### C.2.4.3 诊断故障码擦除要求

C.2.4.3.1 除非DTC故障已被纠正，否则DTC不能由NCD系统直接从计算机内存中擦除。

C.2.4.3.2 根据柴油机生产企业提供的专利诊断工具或维护工具的要求，或使用柴油机生产企业提供的密码，NCD系统可擦除所有DTCs。

C.2.4.4 在柴油机的有效寿命内，NCD系统不能进行编程，或基于机械年限被部分或全部停用；此系统也不得在整个有效寿命内包含任何降低NCD系统效能的算法和策略。

C.2.4.5 任何可重复编程的计算机代码或NCD系统工作参数应防止被篡改。

##### C.2.4.6 NCD柴油机系族

柴油机生产企业负责确定NCD柴油机系族的构成。NCD系族内的柴油机系统分组应基于良好的工程经验判断并获得型式检验机构的批准。不属于同一柴油机系族的柴油机仍可以归属同一NCD柴油机系族。

##### C.2.4.6.1 定义NCD柴油机系族的参数

一个NCD柴油机系族的特点是基本设计参数，系族内柴油机系统的基本设计参数应相同。同一个NCD系族的不同柴油机系族应具有以下相似的基本参数：

- a) 排放控制系统；
- b) NCD监测的方法；
- c) NCD监测的标准；
- d) 监测参数（例如频率）。

柴油机生产企业应通过相关工程论证或其他正当程序来证明这些相似的基本参数，并获得型式检验机构的批准。

如果由于柴油机系统配置变化而导致NCD系统的监测/诊断方法出现微小差异，但是柴油机生产企业认为其提供的这些方法是相似的，之所以出现差异只为满足零部件的具体特性（例如尺寸、废气流等），或者这些相似的基本参数是基于良好的工程判断。

### C.3 维修保养要求

柴油机企业应按照附件CC的要求，向新柴油机或机械的最终用户提供或安排有关后处理控制系统及其正常运行的书面介绍。

### C.4 驾驶员报警系统

C.4.1 机械应配备驾驶员报警系统。当系统检测到反应剂液位低、反应剂质量异常、喷射中断或C.9.3中规定的故障时，如果未及时纠正则会激活驾驶性能限制系统。同时，驾驶员报警系统将采用可见警报信号通知驾驶员。当C.5所述的驾驶性能限制系统被激活后，报警系统应保持激活状态。

C.4.2 虽然可能采用同一报警系统，但是此报警应不同于指示故障或柴油机维修的其他报警信号。

C.4.3 驾驶员报警系统可包括一个或多个报警灯或显示短消息，这包括清晰显示以下消息：

- a) 初级和/或严重限制系统激活前的剩余时间；
- b) 初级和/或严重限制系统的参数，如限扭；
- c) 机械失效可擦除的条件。

当显示消息时，显示这些消息的系统可与用于其他维修目的的系统相同。

C.4.4 如果机械生产企业要求，报警系统可配有声音报警组件来警告驾驶员，并且驾驶员有权关闭声音报警。

C.4.5 驾驶员报警系统应分别按照C.2.3.3.1、C.6.2、C.7.2、C.8.4和C.9.3的要求激活。

C.4.6 当激活条件不再存在时，驾驶员报警系统应解除激活。如果导致系统激活的问题没有纠正，驾驶员报警系统不能自动解除激活。

C.4.7 在含有重要安全信息的其他报警信号发生时，此报警系统可暂时中断。

C.4.8 本附录附件CB中详细规定了驾驶员报警系统的激活和解除激活方法。

C.4.9 作为本法规型式检验的一部分，柴油机生产企业应按照本附录附件CB要求验证驾驶员报警系统的运行过程。

## C.5 驾驶性能限制系统

C.5.1 机械在配备驾驶性能限制系统时应满足以下两项原则中的一项：

C.5.1.1 两级驾驶性能限制系统，在激活初级限制系统（性能限制）后再激活严重限制系统（有效限制机械运行）。

C.5.1.2 单级严重限制系统（有效限制机械运行）在初级限制系统条件下按照C.6.3.1、C.7.3.1、C.8.4.1和C.9.4.1条要求激活。

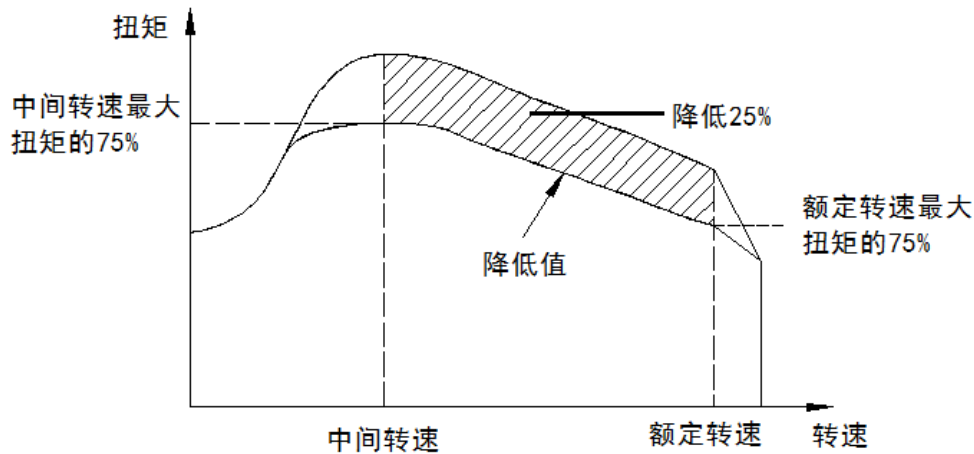
C.5.2 在事先获得环境主管部门同意后，柴油机可安装一个在紧急情况下禁用驾驶性能限制系统的设施，相关紧急情况由国家/地方政府部门规定。

### C.5.3 初级限制系统

C.5.3.1 在满足C.6.3.1、C.7.3.1、C.8.4.1和C.9.4.1条中规定的任一条件时，初级限制系统应激活。

C.5.3.2 在柴油机中间转速到额定转速（如图C.1所示）之间，初级限制系统应在柴油机转速范围内至少逐渐降低最大可用柴油机扭矩的25%。扭矩限制速率应至少为每分钟1%。

C.5.3.3 如果其他限制措施等于或高于向型式检验机构证明的限制严重程度的话，则可采用此限制措施。



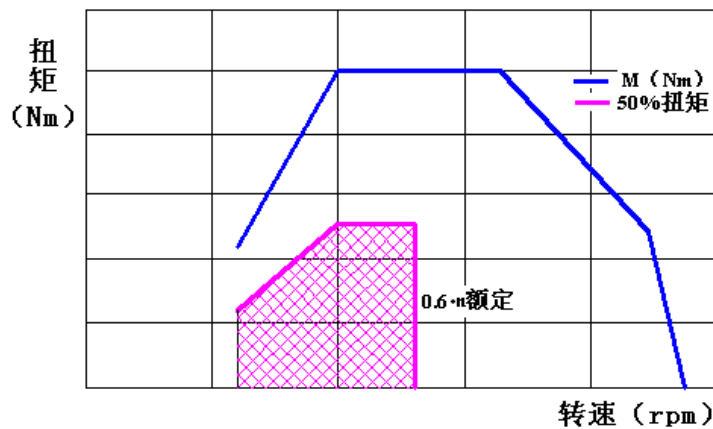
图C.1 初级限制系统方案

#### C.5.4 严重限制系统

C.5.4.1 在满足C.2.3.3.2、C.6.3.2、C.7.3.2、C.8.4.2和C.9.4.2条中规定的任一条件时，严重限制系统应激活。

C.5.4.2 严重限制系统应将机械效能降低至驾驶员不得不纠正C.6至C.9条所述问题。严重限制系统应采用以下策略：

C.5.4.2.1 在柴油机中间转速到额定转速之间的柴油机扭矩应按照最低每分钟1%的速率从图C.2所示的初级限制扭矩逐渐降低至最大扭矩的50%或更初级，在扭矩降低的同时，柴油机转速应逐渐降低至额定转速的60%或更低（如图C.2所示）。



图C.2 严重限制系统方案

C.5.4.2.2 如果向型式检验机构证明其他限制措施具有相同或更高严重程度的话，则可采用此限制措施。

C.5.5 出于安全考虑和自修复诊断功能，允许使用限制重写功能以释放柴油机最大功率，如果符合以下条件：

- a) 处于激活状态的时间不超过30分钟，且
- b) 在驾驶性能限制系统激活的各个时段内均不超过3次激活。

C.5.6 当激活条件不再存在时，驾驶性能限制系统应解除激活。如果导致系统激活的问题没有纠正，驾驶性能限制系统不能自动解除激活。

C.5.7 本附录附件CB中详细规定了驾驶性能限制系统的激活和解除激活方法。

C.5.8 作为本法规型式检验的一部分，柴油机生产企业应按照本附录附件CB要求验证驾驶

性能限制系统的运行过程。

## C.6 反应剂的供给

### C.6.1 反应剂液位指示器

非道路移动机械应在配备指示器以明确告知驾驶员反应剂储罐内液位。在第4段中所述的驾驶员报警系统激活时，该指示器应至少能连续指示反应剂液位。该指示器可以模拟量或数字量的形式显示，和指示反应剂液位占储罐总容量的比例，或剩余反应剂的量，或继续工作的估算时间。

### C.6.2 驾驶员报警系统的激活

C.6.2.1 C.4中所述的驾驶员报警系统应在反应剂液位不足储罐容量10%时或柴油机生产企业自行规定的更高比例时被激活。

C.6.2.2 报警系统的警报信号和反应剂指示器的显示应清晰明确，以便驾驶员了解反应剂液位低。如果驾驶员报警系统配备消息显示系统，可视警报应显示反应剂液位低的消息（例如“尿素液位低”、“AdBlue液位低”或“反应剂液位低”）。

C.6.2.3 驾驶员报警系统无需从一开始就被连续激活（例如，警报消息无需连续显示），但是当反应剂快用尽时和液位接近驾驶性能限制系统的激活点时（例如，警报灯频繁闪烁，激活强度应逐步升高且最终变成连续激活。在达到柴油机生产企业规定的液位时，报警系统以最强烈方式告知驾驶员，这比C.6.3条所述的驾驶性能限制系统第一次激活时更容易引起驾驶员的注意。

C.6.2.4 连续报警不得轻易停用或忽略。如果报警系统配备消息显示系统，应明确显示报警消息（例如，“加满尿素”、“加满AdBlue”或“加满反应剂”）。在含有重要安全信息的其他警报信号发生时，连续报警可能暂时中断。

C.6.2.5 除非反应剂已加注到解除激活的液位，否则驾驶员报警系统不应被关闭。

### C.6.3 驾驶性能限制系统的激活

C.6.3.1 如果反应剂液位低于储罐标称容量的2.5%或柴油机生产企业规定的更高比例，C.5.3条所述的初级驾驶性能限制系统应被激活。

C.6.3.2 如果反应剂罐空了（也即是说，当喷射系统无法从储罐内抽取反应剂）或液位低于储罐标称容量的2.5%或柴油机生产企业规定的比例，C.5.4条所述的严重限制系统应被激活。

C.6.3.3 除C.5.5条允许的情况外，除非反应剂重新加注到系统解除激活的液位，否则不能关闭初级或严重驾驶性能限制系统。

## C.7 反应剂质量监测

C.7.1 柴油机或机械应配备可以测定不良反应剂的方法。

C.7.1.1 柴油机生产企业应规定最低可接受的反应剂浓度 $CD_{min}$ ，并应在信息公开中说明，以确保尾气 $NO_x$ 排放量不超过该功率段限值的2.25倍。

C.7.1.1.1  $CD_{min}$ 修正值应在型式检验期间按照本附录附件3中规定的程序验证，并按照本法规5.3.要求记录在扩展文件包中。

C.7.1.2 根据C.7.1条规定，所有低于 $CD_{min}$ 浓度值的反应剂都应被检测到，并被视为错误的反应剂。

C.7.1.3 应配备用于测量反应剂质量的专门计数器（反应剂质量计数器）。此计数器应记录柴油机使用错误反应剂的运行时数。

C.7.1.3.1 或者，柴油机生产企业可将反应剂质量故障与C.8条和C.9条所列的一个或多个故障归入单个计数器。

C.7.1.4 本附录附件CB详细说明了反应剂质量计数器激活和解除激活的标准和机制。

#### C.7.2 驾驶性能限制系统的激活

如果监测系统确认反应剂质量错误，C.4条所述的驾驶员报警系统应被激活。当报警系统配备消息显示系统时，该系统应显示报警原因的消息（例如，“检测到错误尿素”、“检测到错误AdBlue”或“检测到错误反应剂”）。

#### C.7.3 驾驶性能限制系统的激活

C.7.3.1 在C.7.2条所述的驾驶员报警系统激活后，如果反应剂质量在柴油机持续运行10小时内未被纠正，那么C.5.3条所述的初级限制系统应被激活。

C.7.3.2 在C.7.2条所述的驾驶员报警系统激活后，如果反应剂质量在柴油机持续运行20小时内未被纠正，那么C.5.4条所述的严重限制系统应被激活。

C.7.3.3 如果故障按照本附录附件CB所述的机制重复发生的话，那么在驾驶性能限制系统激活之前的运行时数应减少。

### C.8 反应剂喷射动作监测

C.8.1 柴油机应当配备确定喷射中断的方法。

#### C.8.2 反应剂喷射动作计数器

C.8.2.1 应配备用于测量反应剂喷射动作的专门计数器（喷射动作计数器）。此计数器应在反应剂喷射动作发生中断的情况下计算柴油机运行时数。如果柴油机电控单元（ECU）请求中断反应剂喷射，那么就不需要计算柴油机运行时数（因为在此机械运行条件下机械排放性能不需要反应剂喷射）。

C.8.2.1.1 柴油机生产企业可将反应剂喷射故障与C.7条和C.9条中所列的一个或多个故障归入单个计数器。

C.8.2.2 本附录附件CB详细说明了反应剂喷射计数器激活和解除激活的标准和机制。

#### C.8.3 驾驶员报警系统的激活

根据C.8.2.1条的规定，如果启动喷射动作计数器的喷射中断，那么C.4条所述的驾驶员报警系统应被激活。当报警系统配备消息显示系统时，该系统应显示报警原因的消息（例如“尿素喷射故障”、“AdBlue喷射故障”或“反应剂喷射故障”）。

#### C.8.4 驾驶性能限制系统的激活

C.8.4.1 在C.8.3条所述的驾驶员报警系统激活后，如果反应剂喷射中断在柴油机持续运行10小时内未被纠正，那么C.5.3条所述的初级限制系统应被激活。

C.8.4.2 在C.8.3条所述的驾驶员报警系统激活后，如果反应剂喷射中断在柴油机持续运行20小时内未被纠正，那么C.5.4条所述的严重限制系统应被激活。

C.8.4.3 如果故障按照本附录附件CB所述的机制重复发生的话，那么在驾驶性能限制系统激活之前的运行时数应减少。

### C.9 因篡改导致的故障监测

C.9.1 除反应剂罐液位低、反应剂质量和反应剂喷射中断之外，以下可能归因于篡改引发的故障，应通过防篡改系统监测：

- a) EGR 阀卡滞；
- b) C.9.2.1条中所述的NO<sub>x</sub>控制诊断（NCD）系统故障。

#### C.9.2 监测要求

C.9.2.1 对于NCD系统，应监测其电器故障，并监测移除或停用阻止NCD系统诊断C.6条至C.8条所述其他故障（部件监测）的传感器。

影响诊断功能的传感器包括但不限于以下项：直接测量NO<sub>x</sub>浓度、尿素质量传感器、环

境传感器和用于监测反应剂喷射动作、反应剂液位或反应剂消耗量的传感器。

#### C.9.2.2 EGR阀计数器

C.9.2.2.1 应配备用于测量EGR阀卡滞的专门计数器。EGR阀计数器应记录与EGR阀卡滞相关的DTC确认已激活后柴油机的运行时数。

C.9.2.2.1.1 或者柴油机生产企业可将EGR阀卡滞故障与C.7、C.8、和C.9.2.3条所列的一个或多个故障归入单个计数器。

C.9.2.2.2 本附录附件CB详细说明了EGR阀卡滞计数器激活和解除激活的标准和机制。

#### C.9.2.3 NCD系统计数器

C.9.2.3.1 C.9.1 b) 条中所述的每个监测故障均应配备专门计数器。NCD系统计数器应记录与NCD系统故障相关的DTC确认已激活后柴油机的运行时数。允许将多个故障归入一个计数器。

C.9.2.3.1.1 或者，柴油机生产企业可将NCD系统故障与C.7、C.8、和C.9.2.2条所列的一个或多个故障归入单个计数器。

C.9.2.3.2 本附录附件CB详细说明了NCD系统计数器激活和解除激活的标准和机制。

#### C.9.3 驾驶员报警系统的激活

当C.9.1条中规定的故障发生时，C.4条所述的驾驶员报警系统应被激活，并应提示需要紧急维修。当报警系统配备消息显示系统时，该系统应显示报警原因的消息（例如，“反应剂喷射阀断开”或“严重排放故障”）。

#### C.9.4 驾驶性能限制系统的激活

C.9.4.1 在C.9.3条所述的驾驶员报警系统激活后，如果C.9.1条中规定的故障在柴油机持续运行36小时内未被纠正，那么C.5.3条所述的初级限制系统应被激活。

C.9.4.2 在C.9.3条所述的驾驶员报警系统激活后，如果C.9.1条中规定的故障在柴油机持续运行100小时内未被纠正，那么C.5.4条所述的严重限制系统应被激活。

C.9.4.3 如果故障按照本附录附件CB所述的机制重复发生的话，那么在驾驶性能限制系统激活之前的运行时数应减少。

C.9.5 作为C.9.2条规定要求的替代选择，柴油机生产企业可在排气管内安装一个NO<sub>x</sub>传感器。

- a) NO<sub>x</sub>值应不超过该功率段限值的2.25倍；
- b) 可使用单一故障“高NO<sub>x</sub>含量——根本原因未知”；
- c) C.9.4.1应为“在柴油机运行10小时内”；
- d) C.9.4.2应为“在柴油机运行20小时内”。

**附件 CA**  
**(规范性附件)**  
**验证试验要求**

**CA. 1概述**

在进行型式检验时，应通过以下方式验证本附录要求的符合性，具体见表CA.1和本附件的规定：

- a) 报警系统激活的验证；
- b) 初级限制系统激活的验证（如适用）；
- c) 严重限制系统激活的验证。

**表CA. 1 附录C. 4条和C. 5条中规定的验证过程的说明**

项目	验证项目
CA.3 条所规定的警报系统激活	<ul style="list-style-type: none"><li>• 两项激活试验（包括反应剂不足）</li><li>• 视情况增加验证项目（如适用）</li></ul>
CA.4 条所规定的初级限制系统激活	<ul style="list-style-type: none"><li>• 两项激活试验（包括反应剂不足）</li><li>• 视情况增加验证项目（如适用）</li><li>• 一项扭矩降低试验</li></ul>
CA.4.6 条规定的严重激活	<ul style="list-style-type: none"><li>• 两项激活试验（包括反应剂不足）</li><li>• 视情况增加验证项目（如适用）</li></ul>

**CA. 2 柴油机系族和NCD柴油机系族**

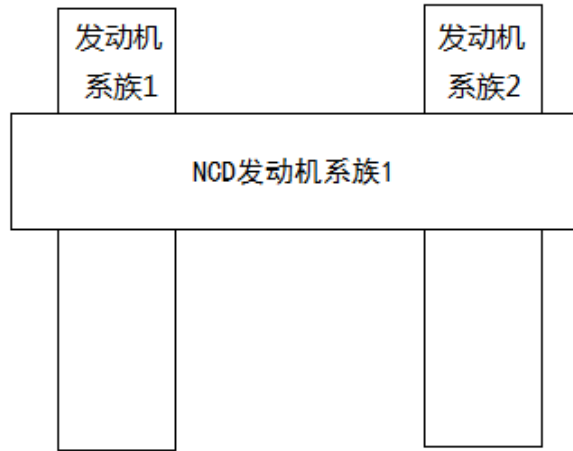
通过测试某一系族内的一台柴油机来验证该柴油机系族或NCD系族满足附录C的要求，但是柴油机生产企业应向型式检验机构证明，符合附录C要求的监测系统在该系族内是相似的。

CA.2.1 通过向型式检验机构提交计算、功能性分析等要素来验证NCD系族内其他柴油机的监测系统是相似的。

CA.2.2 经型式检验机构同意，由柴油机生产企业选择试验柴油机，此柴油机可以是或不是该系族的源机。

CA.2.3 如果某一柴油机系族内的柴油机属于一个已按照CA.2.1条要求获得型式检验的NCD系族（见图CA.1），那么此柴油机系族被视为已证明其符合性，无需额外试验；但是柴油机生产企业应向型式检验机构证明，符合附录C要求的监测系统在该柴油机系族和NCD系族内是相似的。

发动机系族1的符合性被视为已验证 ← NCD发动机系族1的符合性已通过发动机系族2完成验证



图CA.1 NCD 柴油机系族视同验证

### CA.3 报警系统激活的验证

CA.3.1 通过两项试验验证报警系统的激活是否符合要求：反应剂不足和C.7至C.9所述的一类故障。

#### CA.3.2 试验故障的选择

CA.3.2.1 为验证由于反应剂质量错误而导致报警系统的激活，应根据C.7要求选择一种反应剂，其活效成分至少稀释至柴油机生产企业规定的程度。

CA.3.2.2 为验证由于篡改引发故障（如C.9所述）而导致报警系统的激活，应按以下要求选择试验故障：

CA.3.2.2.1 柴油机生产企业应向型式检验机构提供此类潜在故障的清单。

CA.3.2.2.2 型式检验机构应参照CA.3.2.2.1条要求从此清单中选择试验故障。

#### CA.3.3 验证

CA.3.3.1 出于此验证目的，CA.3.1条所述的每项故障都应进行单独试验。

CA.3.3.2 在试验过程中，除正在验证的故障外，不得有其它故障发生。

CA.3.3.3 在试验开始前，所有的诊断故障码（DTC）应已全部擦除。

CA.3.3.4 根据柴油机生产企业的要求，并经型式检验机构同意，可对试验的故障进行模拟。

#### CA.3.3.5 检测除反应剂不足之外的故障

对于除反应剂不足之外的故障，一旦该故障被引入或模拟，应按照以下要求对该故障进行检测：

CA.3.3.5.1 按照本附件规定，NCD系统应对型式检验机构选择的故障引入进行响应。按照CA.3.3.7条规定，如果在两个连续的NCD试验循环内发生激活，那么可视为已验证。

如果在监测描述中明确说明，并经型式检验机构同意，某一特定监测项需要两个以上NCD试验循环来完成监测，并且NCD试验循环数可能有所增加。

在验证试验过程中，每个单独的NCD试验循环可通过柴油机停机分开。在下次启动之前的时间段内，柴油机停机后可能发生的任何监测行为以及在下次启动时监测发生的任何必要条件都应纳入考虑范围。

CA.3.3.5.2 在根据CA.3.2.1条要求进行的每次验证试验结束时，如果报警系统已正确激活



且所选故障的DTC显示“确认且激活的”状态，那么可认为报警系统激活的验证已完成。

#### CA.3.3.6 检测反应剂供给不足

为验证由于反应剂供给不足而导致报警系统的激活，柴油机系统应按照柴油机生产企业的要求运行一个或多个NCD试验循环。

CA.3.3.6.1 在进行验证试验时，反应剂液位应为柴油机生产企业与型式检验机构商定的水平，但不能低于储罐标称容量的10%。

CA.3.3.6.2 如果以下条件同时满足，可认为报警系统按照正确方式运行：

- a) 当反应剂液位等于或高于反应剂储罐标称容量的10%时，报警系统已被激活；
- b) 当反应剂液位等于或高于柴油机生产企业根据本附录C.6条要求设定的值时，“连续”报警系统已被激活。

#### CA.3.3.7 NCD 试验循环

CA.3.3.7.1 用于验证NCD系统正确性能的NCD试验循环为热态NRTC循环。

CA.3.3.7.2 根据柴油机生产企业要求，并经型式检验机构批准，可针对某一特定监测项使用替代的NCD试验循环（例如NRSC循环）。柴油机生产企业应提供技术考虑、模拟、试验结果等要素来证明：

- a) 要求的试验循环产生实际行驶工况下的监测项；
- b) CA.3.3.7.1条规定的适用NCD试验循环被证明是不太适用于此项监测。

CA.3.4 再根据CA.3.3条要求进行的每次验证试验结束时，如果报警系统已正确激活，那么可认为报警系统激活的验证已完成。

### CA. 4限制系统激活的验证

CA.4.1 限制系统激活的验证试验应在柴油机试验台架上进行。

为进行验证试验而需要在柴油机系统上额外安装的所有零部件或附属系统，包括但不限于环境温度传感器、液位传感器及驾驶员报警和信息系统，应与柴油机系统连接或模拟，以满足型式检验机构的要求。

CA.4.2 此试验流程应验证在反应剂不足情况下和在C.7、C.8或C.9条定义的某一故障发生时限制系统的激活。

CA.4.3 出于此验证目的：

- a) 除反应剂不足外，应从C.7、C.8或C.9条定义的且已用于之前报警系统激活验证的故障中再选择一个故障进行验证。
- b) 经型式检验机构同意，柴油机生产企业应通过模拟达到特定运行时数来加速试验。
- c) 初级限制系统的激活要求实现限扭，此验证可与本法规要求的柴油机一般性能核准流程同时进行。在这种情况下，再进行限制系统验证时无需单独进行扭矩测量。
- d) 应根据本附录CA.4.6条要求进行严重限制验证。

CA.4.4 对于本附录C.7、C.8或C.9条中定义的但未被选择用于CA.4.1条至CA.4.3条所述验证试验的故障，柴油机生产企业也应验证这些故障发生时限制系统的激活。

这些附加验证可通过向型式检验机构提交基于计算、功能分析和以往试验结果等技术案例证据来进行。

CA.4.4.1 这些附加验证应特别向型式检验机构证明，柴油机ECU内包含正确的限扭机制。

#### CA.4.5 初级限制系统验证试验

CA.4.5.1 当报警系统或“连续”报警系统由于检测到型式检验机构选择的故障而被激活时，初级限制系统的验证开始。

CA.4.5.2 在检查系统对储罐内反应剂不足的反应时，柴油机系统应持续运转，直至反应剂液位达到储罐标称容量的2.5%或柴油机生产企业按照附录C.6.3.1段要求设定的值，在此液

位时初级限制系统应激活。

CA.4.5.2.1 经型式检验机构同意，无论柴油机运转还是停机，柴油机生产企业可从储罐内抽取反应剂来模拟柴油机的持续运转过程。

CA.4.5.3 在检查系统对储罐内反应剂不足之外的其他故障的反应时，柴油机系统应按附件CB中表CB.3中所示或柴油机生产企业规定的时数持续运行，直至相关计数器达到初级限制系统激活时的值。

CA.4.5.4 在按照CA.4.5.2条和CA.4.5.3条要求进行的每次验证试验结束时，如果柴油机生产企业向型式检验机构证明柴油机ECU已经激活限扭策略，那么应认为初级限制系统的验证已完成。

#### CA.4.6 严重限制系统的验证试验

CA.4.6.1 严重限制系统的验证应在初级限制系统激活完成后开始，也可作为初级限制系统验证试验的延续。

CA.4.6.2 在检查系统对储罐内反应剂不足的反应时，柴油机系统应持续运转，直至反应剂用尽或液位不足储罐标称容量的2.5%，此比例为柴油机生产企业设定的严重限制系统激活液位。

CA.4.6.2.1 经型式检验机构同意，无论柴油机运转还是停机，柴油机生产企业可从储罐内抽取反应剂来模拟柴油机的持续运转过程。

CA.4.6.3 在检查系统对储罐内反应剂不足之外的其他故障的反应时，柴油机系统应按附件CB中表CB.3中所示或柴油机生产企业规定的时数持续运行，直至相关计数器达到严重限制系统激活时的值。

CA.4.6.4 在按照CA.4.6.2条和CA.4.6.3条要求进行的每次验证试验结束时，如果柴油机生产企业向型式检验机构证明本附录中所述的严重限制机制已经激活，那么应认为严重限制系统的验证已完成。

附件 CB  
(规范性附件)

驾驶员报警和驾驶性能限制系统激活与解除

CB.1 概述

为补充本附录关于驾驶员报警和驾驶性能限制系统激活与解除激活机制的要求,本附件规定了关于激活和解除激活机制的技术要求。

CB.2 驾驶员报警系统的激活和解除

CB.2.1 当某一导致系统激活的NCM的诊断故障码(DTC)显示的状态如本附件表CB.1所示时,驾驶员报警系统应被激活。

表CB.1 驾驶员报警系统的激活

故障类型	警报系统的 DTC 状态
反应剂质量差	确认并激活
反应剂定量给料中断	确认并激活
EGR 阀卡滞	确认并激活
监控系统的故障	确认并激活
NO <sub>x</sub> 限值(如适用)	确认并激活

CB.2.2 当诊断系统判定与报警相关的故障不再存在时,或与导致系统激活的故障相关的DTC信息被诊断工具擦除时,驾驶员报警系统应被解除激活。

CB.2.2.1 “NO<sub>x</sub>控制信息”的擦除要求

CB.2.2.1.1 根据诊断工具的要求,以下数据应被从计算机内存(如表CB.2所示)擦除或重置为本附件中的规定值。

表CB.2 通过诊断工具擦除/重置“NO<sub>x</sub>控制信息”

NO <sub>x</sub> 控制信息	可擦除的	可重置的
所有的诊断故障码(DTCs)	X	
显示柴油机运行小时数的最大值的计数器的读数		X
NCD计数器记录的柴油机运行小时数		X

CB.2.2.1.2 机械蓄电池断开不应导致NO<sub>x</sub>控制信息被擦除。

CB.2.2.1.3 只允许在“柴油机停机”状态下擦除NO<sub>x</sub>控制信息。

CB.2.2.1.4 在擦除包括DTCs在内的NO<sub>x</sub>控制信息时,任何与故障相关的和本附录中规定的计数器读数不应被擦除,而应重置为本附录对应段落中的规定值。

CB.3 驾驶性能限制系统激活和解除激活机制

CB.3.1 在报警系统激活后,并且与导致其激活的NCM的类型相关的计数器读数达到本附件表4中的规定值时,驾驶性能限制系统应被激活。

CB.3.2 当系统不再检测到导致其激活的故障时,或与导致其激活的NCMs相关的DTCs信息已被诊断工具或维护工具擦除时,驾驶性能限制系统应被解除激活。

CB.3.3 在对反应剂罐内的反应剂质量评估后,驾驶员报警和限制系统应根据附录C.6条规定立即被激活或解除激活,但是激活和解除激活机制不应取决于任何相关DTC的状态。

## CB.4 计数器机制

### CB.4.1 概述

CB.4.1.1 按照本附录要求，系统应包含至少4个计数器来记录系统检测到以下任一故障时柴油机运行的小时数：

- a) 反应剂质量错误；
- b) 反应剂喷射动作中断；
- c) EGR阀卡滞；
- d) 附录C.9.1 b) 段规定的NCD系统故障。

CB.4.1.1.1 柴油机生产企业可使用一个或多个计数器对CB.4.1.1条内所述的故障进行分组。

CB.4.1.2 除非允许计数器归零的条件得到满足，否则每个计数器应每小时累加2个字节直至达到最大值为止，并保持在该数值。

CB.4.1.3 柴油机生产企业可使用单个或多个NCD系统计数器。单个计数器可记录2个或多个与该计数器类型相关的不同故障的累加小时数，没有故障达到单个计数器显示的时间。

CB.4.1.3.1 如果柴油机生产企业决定采用多个NCD系统计数器，系统应根据本附录规定将每个与计数器类型匹配的故障分配给一个特定监测系统计数器。

### CB.4.2 计数器机制的原理

CB.4.2.1 每个计数器都应按以下方式运行：

CB.4.2.1.1 如果计数器从0开始，一旦与该计数器相关的故障被检测到，并且相应诊断故障码的状态如表CB.2所示，那么计数器应开始计数。

CB.4.2.1.2 如果发生重复性故障，根据柴油机生产企业的要求，以下任一规定适用：

a) 如果单个监测事件发生且原先激活计数器的故障不再被检测到或该故障已被诊断工具或维护工具擦除的话，计数器应停止计数且保持在当前数值。当严重限制系统处于激活状态时，如果计数器停止计数，计数器应保持冻结在本附表CB.3规定的数值，或大于等于严重限制计数器读数减去30分钟的数值。

b) 计数器应保持冻结在本附表CB.3规定的数值，或大于等于严重限制计数器读数减去30分钟的数值。

CB.4.2.1.3 对于单个监测系统计数器，如果与计数器相关的NCM已被检测到且其相应诊断故障码显示“确认并激活”状态，那么该计数器应继续计数。如果没有检测到导致计数器激活的NCM或所有与该计数器相关的故障均已被诊断工具或维护工具擦除的话，那么该计数器应停止计数并保持在CB.4.2.1.2条规定的数值。

表CB.3 计数器和限值

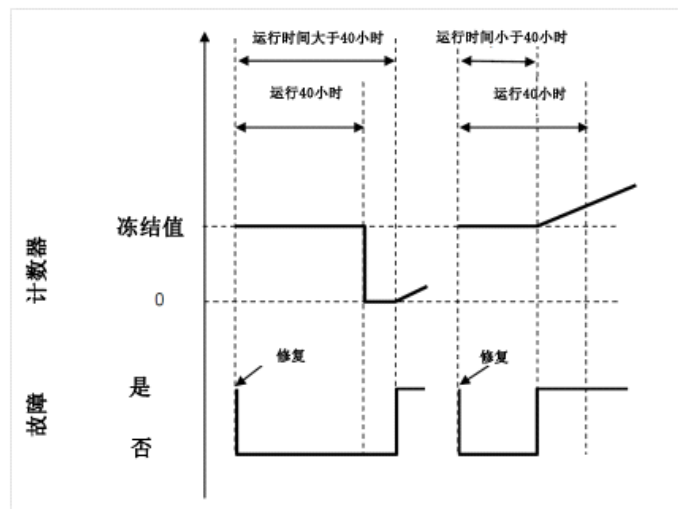
	计数器第一次激活时的DTC状态	初级限制系统的计数器值	严重水平限制系统的计数器值	计数器保持的冻结值
反应剂质量计数器	确认并激活	≤10小时	≤20小时	≥90%的严重限制系统的计数器值
喷射计数器	确认并激活	≤10小时	≤20小时	≥90%的严重限制系统的计数器值
EGR阀计数器	确认并激活	≤36小时	≤100小时	≥95%的严重限制系统的计数器值
监测系统计数器	确认并激活	≤36小时	≤100小时	≥95%的严重限制系统的计数器值
NO <sub>x</sub> 限值(如适用)	确认并激活	≤10小时	≤20小时	≥90%的严重限制系统的计数器值

CB.4.2.1.4 一旦计数器读数冻结，如果该计数器相关的监测项在未检测到故障的情况下已至少运行一次完整的监测循环，并且自计数器上次停止后柴油机累计运行40小时内未检测到该计数器相关的故障，那么计数器应归零（如图CB.1所示）。

CB.4.2.1.5 如果在计数器冻结后一段时间内检测到与该计数器相关的故障，计数器应从冻结的数值开始继续计数。（见图CB.1）

### CB.5 关于激活和解除激活以及计数器机制的说明

CB.5.1 本段说明了某些典型情况下的激活、解除激活以及计数器机制。CB.5.2、CB.5.3和CB.5.4段中的图形和描述只是单独用于本附录的说明，且不能作为本法规要求的实例或作为所涉及过程的权威声明。图CB.3和图CB.4中所示的计数器小时数指的是表CB.3中的严重限制最大值。为简化目的，例如当限制系统激活时报警系统也应激活，在相关说明中就没有提到。



图CB.1 计数器读数被冻结一段时间后再次激活和归零

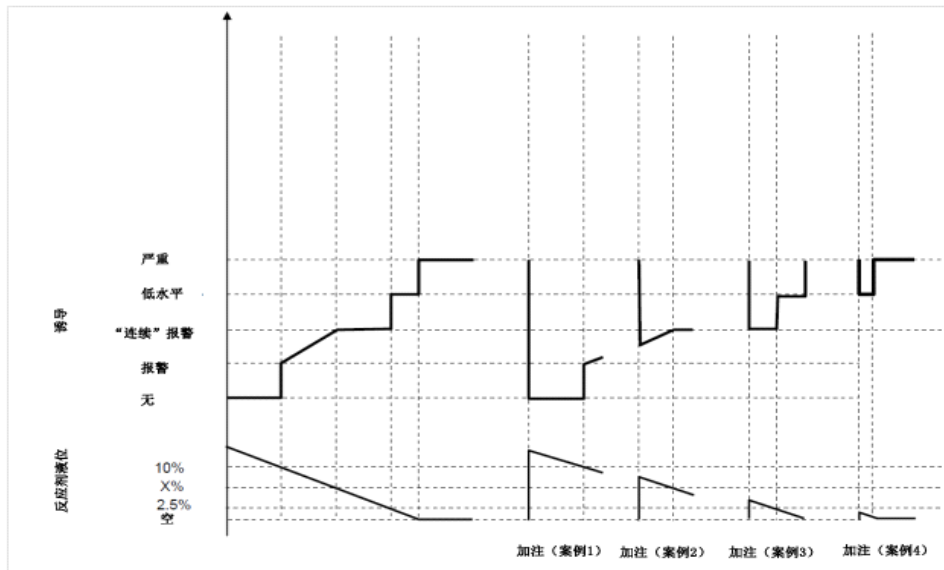
CB.5.2 图CB.2说明了在监测到不同反应剂液位时关于激活和解除激活机制运行的五个案例：

使用案例1：驾驶员不顾警报继续操作机械，直至机械无法运行；

加注案例1（“充足”加注）：驾驶员添加反应剂直至超过10%的液位限值，警报和限制解除激活；

加注案例2和3（“不足”加注）：报警系统激活，报警程度取决于反应剂液位；

加注案例4（“非常不足”加注）：初级限制系统立即激活。



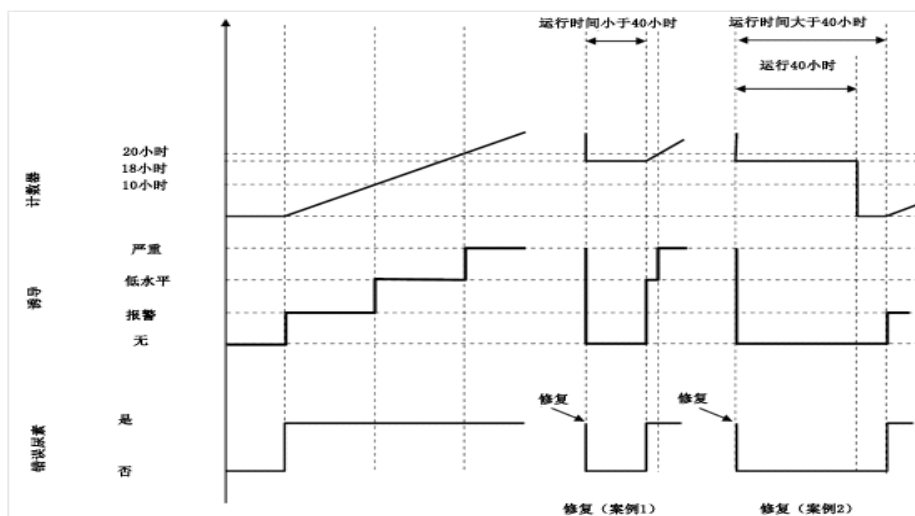
图CB.2 反应剂供给

CB.5.3 图CB.3说明了错误反应剂质量的三个案例：

使用案例 1：驾驶员不顾警报继续操作机械，直至机械无法运行。

修复案例1（“不正确”或“虚假”修复）：在机械被禁行后，驾驶员更换了反应剂的质量，但是很快又换成质量差的反应剂。柴油机运行两小时后，限制系统立即重新激活，并且禁止机械运行。

修复案例2（“正确”修复）：在机械被禁行后，驾驶员纠正了反应剂质量。但一段时间后，再次加入质量差的反应剂。报警、限制和计数过程重新从0开始。



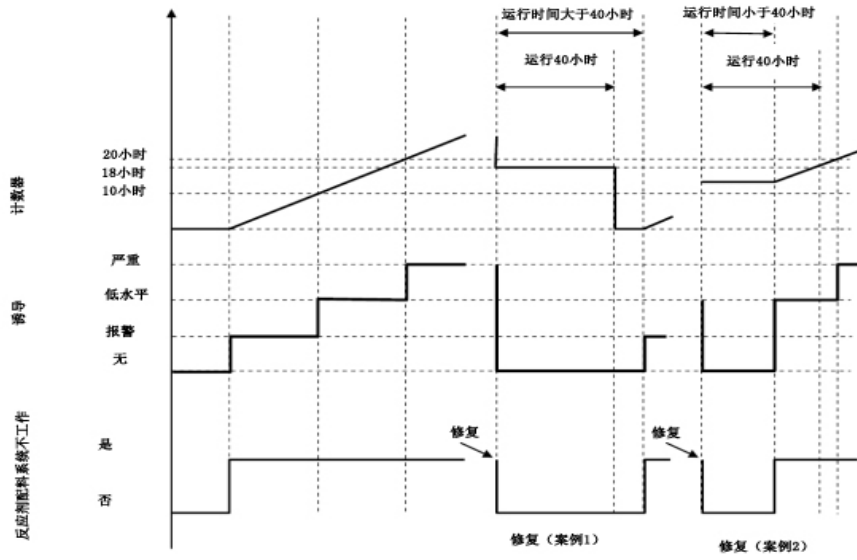
图CB.3 加注质量差的反应剂

CB.5.4 图CB.4说明了尿素喷射系统故障三个示例，还说明了适用于附录C.9条所述的监测故障的过程。

使用案例 1：驾驶员不顾警报继续操作机械，直至机械无法运行。

修复案例1（“正确”）修复：在机械被禁行后，驾驶员修复了喷射系统。但一段时间之后，喷射系统再次发生故障。报警、限制和计数过程重新从0开始。

修复案例2（“不正确”修复）：在初级限制期间（限扭），驾驶员修复了喷射系统。但很快喷射系统再次发生故障。初级限制系统立即重新激活，并且计数器从修复时的数值重新开始计数。



图CB.4 反应剂喷射系统故障

**附件 CC**  
**(规范性附件)**  
**向最终用户提供的详细相关信息和说明**

**CC. 1 概述**

机械生产企业应向最终用户提供正确使用柴油机的所有信息和必要说明,以便柴油机气态污染物和颗粒物的排放始终能够满足型式检验柴油机机型或系族的限值。为实现该目的的说明应向最终用户明确标识。

**CC. 2 最终用户的说明书应:**

CC.2.1 以明确和非技术性的方式,使用与非道路移动机械最终用户说明书相同的语言进行描述;

CC.2.2 以纸质的形式提供,或使用常用的电子格式;

CC.2.3 作为非道路移动机械最终用户说明书的一部分,或额外的文件;

CC.2.3.1 当与非道路移动机械最终用户说明书分开时,应以相同的形式提供。

**CC. 3 向最终用户提供的信息和说明应至少包括:**

CC.3.1 声明应按照最终用户说明书对包含排放控制系统在内的柴油机进行操作、使用和维护,以使柴油机的排放性能持续满足适用柴油机类别的要求;

CC.3.2 声明不得故意篡改或滥用柴油机排放控制系统,特别是关于停用或不维护排气再循环(EGR)或试剂喷射系统;

CC.3.3 声明必须对第 CC.3.4、CC.3.5 条所述的报警及时采取措施,纠正对排放控制系统的错误操作、使用或维护;

CC.3.4 详细说明柴油机的不正确安装、使用或者维护会导致排放控制系统可能发生的故障,并有相应的报警信号及对应的整改措施;

CC.3.5 详细说明可能会导致柴油机排放控制系统故障的非道路移动机械的不正确使用,并有相应的报警信号及对应的整改措施;

CC.3.6 可能使用的非加热试剂罐和喷射系统的信息(如适用);

CC.3.7 声明应指出柴油机专用于除雪机(适用);

CC.3.8 具有驾驶员报警系统的非道路移动机械,声明应指出当排放控制系统不正常工作时,驾驶员将接收到驾驶员报警系统的报警;

CC.3.9 具有驾驶性能限制系统的非道路移动机械,声明应指出忽视驾驶员报警系统的报警将会激活驾驶性能限制系统,导致非道路移动机械的功能失效;

CC.3.10 解释驾驶员报警和限制系统如何工作,包括性能及故障记录、忽视报警系统的信号、不补充使用的试剂或不纠正所发现问题的后果(如适用);

CC.3.11 能够解除驾驶性能限制系统的非道路移动机械,有关该功能的操作信息,声明应指出只有在紧急情况下才可激活该功能,所有的激活信息会被记录在车载存储器内,且主管部门使用扫描工具可以读取到这些信息;

CC.3.12 为保持排放控制系统功能所必要的燃油规格信息;

CC.3.13 为保持排放控制系统性能所需的润滑油的规格信息;

CC.3.14 当排放控制系统需要使用试剂时,反应剂特性包括试剂的类型、试剂在溶液中的浓度信息、工作温度条件、试剂的组成和质量所参考的标准应符合柴油机型式检验所列出的规格;

CC.3.15 说明在正常维护间隔期间驾驶员如何重新添加试剂,应指出依据非道路移动机械



的使用情况，驾驶员如何向试剂罐添加试剂及预计的添加次数（如适用）；

CC.3.16 声明为了保持柴油机的排放性能，必须按照机械的规定使用和添加试剂。

附录 D  
(规范性附录)  
颗粒物控制措施正确运行的要求

D.1 概述

本附录规定了确保颗粒物控制措施正确运行的要求。

D.2 一般要求

柴油机应配有颗粒物控制诊断系统 (PCD)，以能够识别出本附录考虑到的颗粒物后处理系统的故障。

D.2.1 必要信息

D.2.1.1 如果排放控制系统需要试剂，例如后喷燃油的DPF再生系统需要的燃油，燃料催化剂，包括试剂类型、试剂溶液中的浓度、反应温度条件的反应剂特性和柴油机生产企业指定的质量等，应在产品说明书里详细说明。

D.2.1.2 在型式检验时，应向环境主管部门提供书面资料，详细描述驾驶员报警系统的功能操作特性。

D.2.1.3 柴油机生产企业应提供安装文件，文件中应当包含柴油机（软件、硬件和通讯）正确安装在非道路移动机械上所需的详细技术要求和规定。

D.2.2 工作条件

D.2.2.1 PCD 系统应可以在下述条件下运行：

- a) 环境温度在 226K 至 311K (-7℃至 38℃)；
- b) 海拔在 2400m 以下；
- c) 柴油机冷却液的温度高于343K (70℃)。

D.2.3 诊断要求

D.2.3.1 PCD 系统应能够通过存储在计算机系统诊断故障代码 (DTC) 识别出本附录考虑的颗粒物控制故障，并根据要求离线传递信息。

D.2.3.2 诊断故障码 (DTC) 的记录要求

D.2.3.2.1 PCD 系统应为每一不同的颗粒物控制故障 (PCM) 记录一个 DTC。

D.2.3.2.2 PCD 系统在表 D.1 所示的柴油机运行周期内检测到是否有故障信息出现。与此同时，应存储一个“确认和有效的 DTC”，并启动在 D.4 中规定的报警系统。

D.2.3.2.3 在需要超过表 D.1 所列的运行周期以准确检测和确认一个 PCM（如检测项使用统计模型或基于机械的液体消耗量），柴油机生产企业证明确实需要更长的周期，则环境保护主管部门可以允许更长的检测时间。

表 D.1 检验种类和相应的能够存储到“已确认和有效”DTC 的周期

检测种类	应能够存储到“已确认和有效”DTC 的累积运行时间
移除颗粒物后处理系统	柴油机非怠速运行 60 分钟
颗粒后处理系统失效	柴油机非怠速运行 240 分钟
PCD 系统故障	柴油机运行 60 分钟

D.2.3.3 故障诊断码 (DTCs) 的擦除要求

- a) 除非 DTC 故障已被纠正，否则 DTC 不能由 PCD 系统直接从计算机内存中擦除；
- b) 根据柴油机生产企业提供的专利诊断工具或维护工具的要求，或使用柴油机生产企业提供的密码，PCD 系统可擦除所有 DTCs；

c) 按照 D.5.2 点要求的存储在非易失性存储器中的已确认和有效 DTCs 的事件记录不得被擦除。

D.2.3.4 在柴油机的有效寿命内，PCD 系统不能进行编程，或基于机械年限被部分或全部停用。

此系统也不得在整个有效寿命内包含任何降低 PCD 系统效能的算法和策略。

D.2.3.5 PCD 任何可重复编程的计算机代码或 PCD 系统工作参数应防止被篡改。

D.2.3.6 PCD 柴油机系族

柴油机生产企业负责确认一个 PCD 柴油机系族的组成。同一 PCD 柴油机系统的划分应基于良好的工程判断，并经核准部门批准不属于同一柴油机系族的柴油机也可能属于同一个 PCD 柴油机系族。

D.2.3.6.1 划分为一个 PCD 柴油机系族的参数

基本设计参数的特性对于同一 PCD 系族内的柴油机应该是通用的。

为使柴油机能够划分为同一 PCD 柴油机系族，以下所列的基本参数应是相似的：

a) 颗粒物后处理系统的工作原理（如机械式、空气动力、扩散效应、惯性原理、周期性再生、连续性再生等）；

b) PCD 监测的方法；

c) PCD 监测的标准；

d) 监测参数（例如频率）。

柴油机生产企业应通过相关工程论证或其他正当程序来证明这些相似的基本参数，并获得型式检验机构的批准。

如果由于柴油机系统配置变化而导致 NCD 系统的监测/诊断方法出现微小差异，但是柴油机生产企业认为其提供的这些方法是相似的，之所以出现差异只为满足零部件的具体特性（例如尺寸、废气流等），或者这些相似的基本参数是基于良好的工程判断。

### D.3 维护要求

柴油机生产企业应按照附件 CC 的要求，向新柴油机或机械的最终用户提供或安排有关后处理控制系统及其正常运行的书面介绍。

### D.4 驾驶员报警系统

D.4.1 非道路移动机械应配备驾驶员报警系统。当系统检测到 D.7 条和 D.8 条故障时，如果未及时纠正则会激活驾驶性能限制系统。同时，驾驶员报警系统将采用可见警报信号通知驾驶员。当 D.5 所述的驾驶性能限制系统被激活后，报警系统应保持激活状态。

D.4.2 驾驶员报警系统可以有一个或多大指示灯组成，或者显示短消息。用于显示这些消息的系统可以与用于其他维护或 NCD 的相同。

报警系统应明示需要紧急维修。当报警系统包含显示系统时，其应显示一条信息指出报警原因（例如传感器断开或严重地排放故障）。

D.4.3 如果机械生产企业要求，报警系统可配有声音报警组件来警告驾驶员，并且驾驶员有权关闭声音报警。

D.4.4 驾驶员报警系统应按照 D.2.3.2.2 的规定激活。

D.4.5 当激活条件不再存在时，驾驶员报警系统应解除激活。如果导致系统激活的问题没有纠正，驾驶员报警系统不能自动解除激活。

D.4.6 在含有重要安全信息其他报警信号发生时，此报警系统可暂时中断。

D.4.7 型式检验时，柴油机生产企业应按照 D.9 的要求验证驾驶员报警系统的运行过程。

### D.5 驾驶性能限制系统

D.5.1 机械在配备驾驶性能限制系统时应满足以下两项原则中的一项：

D.5.1.1 两级驾驶性能限制系统，在激活初级限制系统（性能限制）后再激活严重限制系统（有效限制机械运行）；

D.5.1.2 严重限制系统（有效限制机械运行）在初级限制系统条件下按照D.5.3条要求激活。

D.5.2 在事先获得环境主管部门同意后，柴油机可安装一个在紧急情况下禁用驾驶性能限制系统的设施，相关紧急情况由国家/地方政府部门规定。

D.5.3 当系统检测到 D.7 条、D.8 条和 D.9 条的故障时，在柴油机持续运行 36 小时内故障仍没有被修复，C.5.3 条所述的初级限制系统应激活。在柴油机持续运行 100 小时内故障仍没有被修复，C.5.4 条所述的严重限制系统应激活。

D.5.4 型式检验时，柴油机生产企业应按照D.9的要求验证驾驶性能限制系统的运行过程。

## D.6 存储驾驶员报警系统激活信息的系统

D.6.1 PCD 系统应包含一个非易失性存储器或者计数器，在 DTC 以确认或激活时用于存储柴油机运行情况，确保信息不能被故意删除。

D.6.2 PCD 系统在一个 DTC 被确认和激活时，非易失性存取器中应存储所有柴油机的运行事件的总次数和持续时间。

D.6.3 主管部门应可以使用扫描工具读取到这些记录。

## D.7 监测颗粒物后处理系统的移除

PCD系统应能够监测到颗粒物后处理系统的移除、烧结及堵塞，包括用于监测、激活、复位或调整其动作的传感器。

## D.8 对于使用再生助燃剂（例如后喷燃油）的颗粒物后处理系统的要求

D.8.1 如果颗粒物后处理系统移除或失效的已确认和激活的 DTC，试剂的配给应立即中断，当 DTC 复位后，重新配给。

D.8.2 如果添加剂罐再生助燃剂液位低于柴油机生产企业规定的最小值时，排放控制策略应激活。

## D.9 因篡改引起的故障

D.9.1 因篡改引起的故障有：

- a) 颗粒物后处理系统失效，如 D.9.2 所述；
- b) PCD 系统故障，如 D.9.3 所述。

### D.9.2 颗粒捕集器的功能监测

颗粒控制装置PCD应能监测到颗粒捕集器载体的完全移除。在这种情况下颗粒捕集器的外壳以及用于监测、激活、复位或调节其操作的传感器仍旧应存在。

### D.9.3 监测 PCD 系统的故障

D.9.3.1 应监测 PCD 系统的电气故障及为防止 D.7 和 D.9.1 a) 中提到的故障进行监测的所有传感器或执行器移除。

D.9.3.2 如果PCD系统的单个传感器或执行器故障、移除或失效不影响对D.7和D.9.1 a) 进行监测，则不需要激活报警系统和限制系统，也无需存储在驾驶员报警系统中。

## D.10 验证要求

### D.10.1 一般要求

在进行型式检验时，应通过表D.2的规定验证本附录要求的符合性。

表 D.2 颗粒物控制系统验证内容的说明

项目	验证项目
D.4 条规定的驾驶员报警系统激活	—两项激活试验（包含颗粒物后处理系统的移除） —视情况增加验证项目（如适用）
D.5 条规定的驾驶性能限制系统激活	—两项激活试验（包含颗粒物后处理系统的移除） —视情况增加验证项目（如适用）

D.10.2 柴油机系族及 PCD 柴油机系族

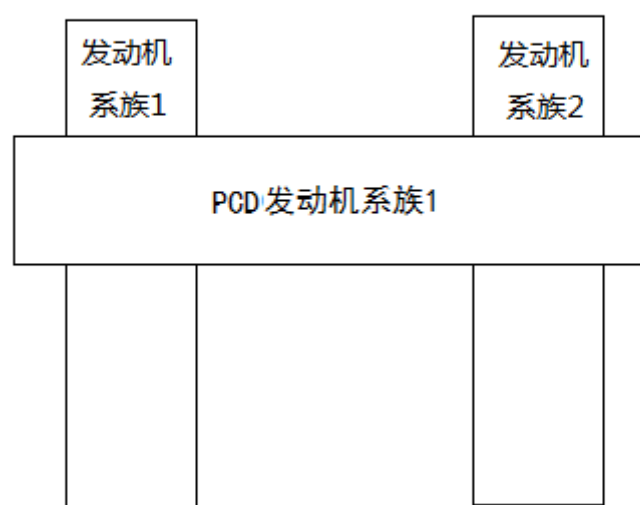
通过测试某一系族内的一台柴油机来验证该柴油机系族或PCD系族满足附录D的要求，但是柴油机生产企业应向型式检验机构证明，符合附录D要求的监测系统在该系族内是相似的。

D.10.2.1 通过向型式检验机构提交计算、功能性分析等要素来验证PCD系族内其他柴油机的监测系统是相似的。

D.10.2.2 经型式检验机构同意，由柴油机生产企业选择试验柴油机，此柴油机可以是或不是该系族的源机。

D.10.2.3 如果某一柴油机系族内的柴油机属于一个已按照D.10.2.1条要求获得型式检验的PCD系族（见图D.1），那么此柴油机系族被视为已证明其符合性，无需额外试验；但是柴油机生产企业应向型式检验机构证明，符合附录D要求的监测系统在该柴油机系族和PCD系族内是相似的。

发动机系族1的符合性被视为已验证 ← PCD发动机系族1的符合性已通过发动机系族2完成验证



图D.1 PCD 柴油机系族视同验证

D.10.3 驾驶员报警系统及驾驶性能限制系统激活的验证

D.10.3.1 驾驶员报警系统及驾驶性能限制系统的符合性应通过两项试验来证明：本附件D.6及D.9.3所述的颗粒物后处理系统功能损失和一个失效类别。

D.10.3.2 试验故障的选择

柴油机生产企业应向核准部门提供这些潜在故障的清单，验证试验应从柴油机生产企业提供的潜在故障中选择。

D.10.3.3 验证

D.10.3.3.1 对于本验证的目的，对D.9.2中所述的颗粒物后处理系统功能的损失以及D.6和D.9.2中所述的故障应进行单独的试验。颗粒物后处理系统功能的损失应从颗粒物后处理

系统壳体内完全移除基质。

D.10.3.3.2 在试验过程中，除试验所涉及外，不得出现任何故障。

D.10.3.3.3 在开始试验之前，所有的 DTC 都应能擦除。

D.10.3.3.4 在柴油机生产企业的要求下，并经核准部门同意，试验故障可以模拟。

D.10.3.3.5 故障的检出

D.10.3.3.5.1 PCD 系统应按照本附录的要求，对核准部门适当选择出的故障做出响应，如果在表 D.3 给出的连续 PCD 测试周期内被激活，则验证通过。

当在检测描述中已提及并经核准部门同意，需要超出 D.3 中所述的 PCD 试验周期来实现，则 PCD 试验循环最多可增加 50%。

在验证试验过程中，每一单独的 PCD 试验循环可以通过柴油机停机来分开，在柴油机重新启动前的时间应被考虑在柴油机停机后可能发生的任何监测及再次起机后监测出现的必要条件中。

表 D.3 监测模式及“已确认和激活”DTC 被存储的相应 PCD 试验周期数

监测模式	存储“已确认和激活”DTC 的 PCD 试验循环数
颗粒物后处理系统移除	2
颗粒物后处理系统功能损失	8
PCD 系统的故障	2

D.10.3.3.6 PCD 试验循环

D.10.3.3.6.1 为验证 D.9 中所述颗粒物后处理系统正常性能的 PCD 试验循环为热态 NRTC，其他所有类别适用 NRSC。

D.10.3.3.6.2 在柴油机生产企业要求并经核准部门同意后，替代 PCD 试验循环（例如 NRTC 或 NRSC 以外）可以用于特定的检测。该要求应包含以下要素（技术考虑，模拟、试验结果等）的验证：

a) 要求的测试周期产生的监测会在实际作业过程中出现。

b) D.10.3.3.6.1 中规定的适用 PCD 试验循环并不适用于所考虑的监测。

D.10.3.3.7 用于验证报警系统激活的配置

D.10.3.3.7.1 报警系统激活的验证应在柴油机试验台架上进行试验来完成

D.10.3.3.7.2 为进行验证试验而需要在柴油机系统上额外安装的所有零部件或附属系统，包括但不限于环境温度传感器、液位传感器及驾驶员报警和信息系统，应与柴油机系统连接或模拟，以满足型式检验机构的要求。

D.10.3.4 在按照 D.10.3.3 执行的每次验证试验结束时，报警系统及限制系统能够正确激活，且所选择故障的 DTC 已被确认和激活，则报警系统的激活验证可被认定已完成。

D.10.3.5 如果对使用试剂的颗粒物后处理系统进行了颗粒物后处理系统功能损失或移除的验证试验，还应确认试剂的停喷。

## D. 11 驾驶员报警系统及驾驶性能限制系统的解除

PCD 驾驶员报警系统及驾驶性能限制系统的解除参考 NCD 驾驶员报警系统及驾驶性能限制系统的解除来进行。

附录 E  
(规范性附录)  
车载法检测规程和要求

### E.1 概述

本附录规定了利用便携式排放测试系统 (PEMS) 进行装用37kW到560kW柴油机的非道路移动机械污染物排放测试规程。测量柴油机排气中的氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)，并对测试结果及机械信息按照附录A进行信息公开。

### E.2 试验要求

#### E.2.1 一般要求

机械生产企业应向环境保护主管部门提交试验方案，内容应包括非道路移动机械 (柴油机) 的选取是否具有代表性、典型作业工况、载荷、磨合方法等。

E.2.1.1 环境温度在266 K到311K (-7 ℃ 到38 ℃)。

E.2.1.2 测试时海拔不超过2400m。

E.2.1.3 试验之前，应当按照E.5的内容详细地记录机械参数。

#### E.2.2 机械的准备

E.2.2.1 机械用柴油机应在其有效寿命期内，且机械应正常使用和维护保养，未经改动。机械的污染物排放控制装置工作正常，未有影响污染物排放控制装置正常工作的报警或故障，如：柴油机有气缸失火、污染物排放控制装置传感器损坏等。

E.2.2.2 机械排放控制诊断系统应符合HJ 437-2008的规定，且应提供标准化接口及无限制的访问。通过标准的诊断串行接口能获取：冷却液温度、柴油机转速、扭矩、柴油机燃油消耗速率等数据。数据采集频率为1Hz。

E.2.2.3 车载排放试验应在机械正常作业状态下进行。试验应代表机械在实际作业状态的负荷特性。

E.2.2.4 试验使用的燃料采用市售燃料，机油为机械厂商规定的机油。对于使用反应剂降低排放的后处理系统，反应剂应满足相关法规，并在试验中不能出现冻结等异常状况。

E.2.2.5 对于新生产机械排放达标检查，机械原则上不进行磨合，如机械生产企业提出书面申请，可按磨合规范进行磨合，但不得超过5小时，且不得对机械进行任何调整。

E.2.2.6 对于在用符合性检查，机械装用的柴油机累计运行时间应在GB20891-2014要求的有效寿命内。

E.2.2.7 试验机械的载荷按照实际作业需求进行加载。

E.2.2.8 如果需要，试验时应采集受试机械的燃料、润滑油、后处理反应剂样品。

#### E.2.3 测量内容

E.2.3.1 将便携式排放测试系统安装固定在机械上，在实际作业过程中，实时测量和收集表E.1所列数据。数据采集频率为1Hz。

表E.1 测量内容

测量内容	单位	测试仪器
NO <sub>x</sub> 浓度 <sup>1)</sup>	ppm	分析仪
CO浓度 <sup>1)</sup>	ppm	分析仪
CO <sub>2</sub> 浓度 <sup>1)</sup>	ppm	分析仪
THC浓度 <sup>1)</sup> (可选项)	ppmC	分析仪
排气流量	kg/h (或L/min)	排气流量计 (EFM)
排气温度	℃	EFM

环境温度	℃	传感器
环境大气压	kPC	传感器
环境相对湿度	%	传感器
柴油机转速	rpm	ECU数据读取设备
柴油机扭矩 <sup>2)</sup>	Nm	ECU数据读取设备
柴油机燃油消耗速率	g/s	ECU数据读取设备
柴油机冷却液温度	℃	ECU数据读取设备
经度	°	卫星导航精准定位系统
纬度	°	卫星导航精准定位系统
海拔	m	卫星导航精准定位系统

<sup>1)</sup> 直接测量得到或根据E.2.3.2条的规定修正后的湿基浓度。

<sup>2)</sup> 根据SCE J1939、J1708/ISO15765或ISO 15031等标准协议，柴油机扭矩应该为柴油机的净扭矩或由柴油机实际扭矩百分比、摩擦扭矩和参考扭矩计算而得的净扭矩，净扭矩=参考扭矩×（实际扭矩百分比-摩擦扭矩百分比）。

### E.2.3.2 干-湿基修正

如果测量的污染物浓度为干基浓度，测得干基浓度应转化为湿基浓度。

$$C_{wet} = k_w \times C_{dry}$$

式中：

$C_{wet}$ ——污染物湿基浓度，单位为ppm（或ppmC），或体积百分数；

$C_{dry}$ ——污染物干基浓度，单位为ppm（或ppmC），或体积百分数；

$k_w$ ——干-湿基修正系数。

可用下式计算  $k_w$ ：

$$k_w = \left( \frac{1}{1 + \alpha \times 0.005(c_{CO_2} + c_{CO})} - k_{w1} \right) \times 1.000$$

其中，

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)}$$

式中：

$H_a$ ——进气绝对湿度，g H<sub>2</sub>O /kg 干空气；

$C_{CO_2}$ ——干基CO<sub>2</sub>浓度，%；

$C_{CO}$ ——干基CO浓度，%；

$\alpha$ ——氢摩尔比。

### E.2.4 测试工况

E.2.4.1 试验应在非道路移动机械的完整（或部分）实际操作过程中进行。

E.2.4.2 当机械生产企业向环境主管部门说明不能满足E.2.4.1要求时，试验工作循环应尽可能地代表非道路移动机械的实际操作。代表性的试验工作循环应在环境主管部门同意的情况下由机械生产企业确定。

E.2.4.3 无论是在非道路移动机械实际的操作过程中，还是在具有代表性的试验工作循环下进行试验，应：

a) 评估所选用非道路移动机械类别的整体实际操作；



- b) 不包含怠速下的零散工作量;
- c) 包含足够负载工况, 以达到E.3.4.1中所列的最短试验时间;
- d) 机械在测试过程中保证不间断操作。

E.2.4.4 机械生产企业应向环境主管部门提供有关通常专业操作人员的技能及培训的详细说明, 并说明所选的操作人员能够胜任在用检测试验。如果操作人员向环境主管部门演示足够的技能和培训, 进行非道路移动机械在用检测的操作人员可不是通常的专业人员。

#### E.2.5 设备安装连接

##### E.2.5.1 主机单元

按照操作要求将PEMS安装在测试机械上, 且安装位置受以下外界条件影响最小:

- 环境温度的变化
- 环境大气压的变化
- 电磁辐射
- 机械振动
- 环境中的碳氢化合物 (如果氢火焰离子检测器 (HFID) 的助燃气为环境空气)

##### E.2.5.2 排气流量计 (EFM)

排气流量计应与测试机械排气管相连, 必要时可使用短的柔性连接器连接, 但柔性连接器需用不锈钢软管夹或者夹子密封, 且应尽可能减少排气与柔性连接器之间的接触面积, 以避免因复杂作业地形导致的测量结果偏差。排气流量计传感器所处位置的上游和下游直管长度至少为排气流量计直径的两倍。

排气流量计的安装不得使排气背压大于柴油机生产企业的推荐值。

##### E.2.5.3 ECU数据读取设备

ECU数据读取设备应能够实时记录表E.1中所列柴油机参数, 其可以根据SAE J1939、J1708、ISO15765或ISO 15031等标准协议获得测试机械的ECU数据。

##### E.2.5.4 取样系统

取样探头应按照仪器生产企业规定的安装规程, 安装在流量测量装置之后。气态污染物加热采样管线 (加热温度为 $190^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ , 如适用) 在取样探头和主机单元的连接点应绝热, 以避免碳氢化合物在取样系统中冷凝。在颗粒物取样探头处, 排气和稀释空气的混合应均匀, 且取样探头应能抽取稀释排气中有代表性的样气。

若采样管线的长度发生变化, 系统的响应时间需重新校正。

### E.3 排放测试

#### E.3.1 测试准备

##### E.3.1.1 启动和固定PEMS

PEMS应按照操作要求进行预热和固定, 使PEMS的压力、温度和流量达到设备要求。

##### E.3.1.2 取样系统清理

为避免系统污染, PEMS的取样系统应按照操作要求, 进行吹扫清理。

##### E.3.1.3 分析取样系统的检漏检查

按照设备操作要求对取样系统进行气体泄漏检查。

##### E.3.1.4 气体标定

###### E.3.1.4.1 按照设备操作要求, 执行气体的标定 (标定气应符合E.6规定):

- 用零气 (纯合成空气或氮气) 将 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ ) 和THC分析仪调零。
- 用量距气标定常用工作量程, 其标定值应为测量量程满量程的80%以上。

E.3.1.4.2 在每次测试以前, 每个常用工作量程都应按照上述各步进行零气和量距气检查。

### E.3.1.5 排气流量计清理

按照设备操作要求，吹扫排气流量计，清除管路和相关测量端口冷凝物和柴油颗粒物。

### E.3.1.6 柴油机相关信息测量设备调试，确保获得正确的柴油机相关数据信息。

E.3.1.7 在测试开始前，预先收集一段数据，判断设备安装的正确性，并初步检查可读取的柴油机信息内容。

### E.3.2 测试开始

应在机械启动前开始PEMS采样，测量排气参数并记录柴油机及环境参数。在测试开始时柴油机冷却液温度不得超过30℃；如果环境温度高于30℃，测试开始时柴油机冷却液温度不得高于环境温度2℃。当柴油机的冷却液温度在70℃以上，或者当冷却液的温度在5分钟之内的变化小于2℃时，以先到为准，但是不能晚于柴油机启动后20分钟，测试数据开始用于排放达标与否的判定。

### E.3.3 测试运行

按照E.2.4条规定的测试工况进行测试。测试时，所有组分的样气可用一个取样探头取样，注意不能让排气成分（包括水汽等）在分析系统的样气通路中产生冷凝。所有仪器检查和标定工作完成后，机械继续正常行驶并进行数据收集。

### E.3.4 测试结束

E.3.4.1 包含所有操作规程且仅包含有效数据的试验持续时间应足够长，当测试机械的累积功达到柴油机NRTC循环功的5-7倍时，测试终止。

E.3.4.2 有效功基窗口应占有功基窗口的50%以上，否则试验无效，应调整试验方案，重新开始试验。

E.3.4.3 应使用与E.3.1.4条规定相同的标定气对气体分析仪的零点和量距点进行检查，以评估分析仪的响应漂移，并与试验前的标定结果进行对比。如果能够确定零点漂移在允许范围内，则允许在验证量距点漂移前对分析仪进行零点标定。试验后，应在PEMS或单个分析仪或传感器关闭之前、或在分析仪转为非工作模式之前完成对仪器漂移的检查。试验前后分析仪检查结果的差异应符合表E.2的规定。

表E.2 PEMS试验期间允许的分析仪漂移

污染物	零点漂移	量距点漂移 <sup>1)</sup>
CO <sub>2</sub>	≤2000ppm/试验	≤2%读数或≤2000ppm/试验，取其中较大者
CO	≤75ppm/试验	≤2%读数或≤75ppm/试验，取其中较大者
NO <sub>x</sub>	≤5ppm/试验	≤2%读数或≤5ppm/试验，取其中较大者
THC	≤5ppmC <sub>3</sub> /试验	≤2%读数或≤5ppmC <sub>3</sub> /试验，取其中较大者

<sup>1)</sup>如果零点漂移在允许的范围内，允许在验证量距点漂移前对分析仪进行标零。

## E.4 数据处理与机械排放评估

### E.4.1 数据处理

E.4.1.1 最终的测试结果应四舍五入至所适用排放标准所指示的小数点后一位，再加一位有效数字。计算最终结果的中间值应当允许不进行四舍五入。试验过程应连续采样，数据记录不应中断。除下述情况外，不允许将多个作业循环的数据组合处理。

- 测试机械的一个完整作业循环无法满足E.3.4.1的要求；
- 由于不可控因素导致的3分钟以内的数据丢失；
- 测试机械的类别具有不同工作周期的多个工作区。

当进行组合数据处理时，应满足以下要求：

- a) 不同的作业循环应使用同一机械和柴油机；
- b) 组合数据最多包含3个作业循环；

- c) 组合数据中的每一个作业循环累积功应至少达到 1 倍 NRTC 循环功;
- d) 组合数据处理应按照获取时间排序并整合处理;
- e) 多个数据组合后做为整体进行数据分析;

#### E.4.1.2 时间对齐

在计算质量排放时,为降低各信号之间的时间偏移,应按照E.4.1.2.1的要求对排放计算相关的数据进行对齐。

E.4.1.2.1 PEMS的测试参数分成三类,详见表E.1,具体分类要求如下:

- a) 气体分析仪(CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>浓度);
- b) 排气流量计(排气质量流量和排气温度);
- c) 柴油机(扭矩,速度,温度,油耗率,来自于ECU)。

E.4.1.2.2 每一个类别同其他类别时间对齐应通过寻找两系列参数中相关性系数最高的参数进行确认。任一类别中的所有参数都应调整以使相关性系数最高。下面的参数应用于计算相关性系数。时间对齐要求如下:

- a) 一类、二类(分析仪和EFM数据)与第三类(柴油机数据)的时间对齐:来自ECU;
- b) 一类与二类的对齐:CO<sub>2</sub>浓度和排气质量;
- c) 一类与三类的对齐:CO<sub>2</sub>浓度和柴油机油耗量。

#### E.4.1.3 数据一致性检查

##### E.4.1.3.1 分析仪和EFM数据

数据(EFM测量的排气质量和气体浓度)的一致性应使用ECU的测量燃料消耗量和GB/T 27840-2011内的公式2计算的燃料消耗量间的相关性进行确认(HC项可忽略)。利用计算燃料消耗值和测量燃料消耗量进行线性回归判定。使用最小二乘法,用公式(E.1)达到最好的拟合,计算斜率m和相关系数r<sup>2</sup>;推荐对油耗最大值的15%至最大值之间进行该线性回归,测试频率大于等于1Hz。当满足表E.3中两参数要求时,可认为试验合格。

$$y=mx+b$$

式中:

- y——计算油耗, g/s;
- m——回归线斜率;
- x——测量油耗, g/s;
- b——回归线的y截距。

表E.3 偏差

回归线的斜率, m	0.9~1.1 (推荐值)
相关系数r <sup>2</sup>	最小0.90 (强制性)

E.4.1.3.2 ECU扭矩数据的一致性确认:测试时不同转速(怠速转速除外)下的最大扭矩与定型试验时不同转速全负荷下的扭矩的大小相比,两者之间的差异应小于定型试验时全负荷扭矩的7%。

#### E.4.1.3 在用检测期间确定有效事件的算法

##### E.4.1.3.1 一般规定

###### E.4.1.3.1.1 无效工作事件

以下事件应被视为无效工作事件:

- 柴油机功率低于最大功率 10%的事件;
- E.3.2 所列柴油机冷态(冷启动)对应的事件;
- 环境条件不满足 E.2.1 要求所记录的事件;
- 在测量设备定期检查期间记录的事件。

无效工作事件应分为短期无效工作事件(≤ D2)和长期无效工作事件(> D2)(见表

E.4)。

表E.4 D0、D1、D2和D3数值

参数	数值
D0	2分钟
D1	2分钟
D2	10分钟
D3	4分钟

#### E.4.1.3.1.1 无效工作事件的判定

——短于 D0 的无效工作事件应被视为有效工作事件，并与周围的有效工作事件合并（见表 E.4）

——长期无效工作事件 (> D2) 之后的起机阶段也应被视为无效工作事件，直至排温温度达到 523K (250℃)。如果排气温度在 D3 分钟内未达到 523K (250℃)，D3 之后的所有事件都应被视为有效工作事件（见表 E.4）

——对于所有的无效工作事件，第一个 D1 的事件应被视为工作事件（见表 E.4）

#### E.4.1.3.2 有效工作事件的确定方法

##### E.4.1.3.2.1 第一步

确定无效工作事件并计算事件的持续时间。

——根据 E.4.1.3.1.1 确定无效工作事件；

——计算无效工作事件的持续时间；

——将短于 D0 的无效工作事件标记为有效工作事件（见表 E.4）

——计算剩余无效工作事件的持续时间。

##### E.4.1.3.2.2 第二步

将短期有效工作事件与无效工作事件合并。

——将短于 D0 的有效工作事件与周围长于 D1 的无效工作事件合并。

##### E.4.1.3.2.3 第三步

剔除长期无效工作事件后的有效工作事件（起始工况突变阶段）

一起始工况突变阶段指从有效工作事件的第一秒到 T1 或 T2（以先到者为准）期间的工况变化阶段。

T1——排温首次达到 523K (250℃) 所需的时间；

T2——突变开始的最初 4 分钟。

##### E.4.1.3.2.4 第四步

将无效工作事件纳入有效工作事件

——对于紧跟有效工作事件的无效工作事件，其最初的 2 分钟算作有效工作事件，并与之前的有效工作事件合并。

E.4.1.3.2 根据 E.4.1.3 确定的无效工作事件所包含的数据不参与 E.4.2 和 E.4.3 的计算过程。只有有效工作事件才可用于计算。

#### E.4.2 计算排放质量

E.4.2.1 气态污染物的瞬时排放质量  $gas_t$  (g/s) 按下列公式计算（假设排气在 273K (0℃) 和 101.3kPa 下的密度为 1.293 kg/m<sup>3</sup>）

$$NO_{xt} = \frac{0.001587 \times NO_{xconc} \times G_{exh}}{3600}$$

$$CO_t = \frac{0.000966 \times CO_{conc} \times G_{exh}}{3600}$$

$$THC_t = \frac{k_{THC} \times THC_{conc} \times G_{exh}}{3600}$$

式中：

$NO_{xt}$ 、 $CO_t$  和  $THC_t$ ——各气态污染物瞬时排放量，g/s；

$NO_{xconc}$ 、 $CO_{conc}$  和  $THC_{conc}$ （以C1当量表示）——原始排气中各气态污染物瞬时湿基浓度，ppm；

$k_{THC}$ ——取值为0.000479。

$G_{exh}$ ——瞬时排气流量，kg/h。

E.4.2.2 计算柴油机瞬时功。根据柴油机的实际转速和扭矩值，得到柴油机输出功率，并与时间间隔相乘后得到柴油机的瞬时功大小，单位：kWh。

$$W_t = \frac{\pi \times T_t \times n_t}{1.08 \times 10^8}$$

式中：

$W_t$ ——瞬时功，kWh；

$T_t$ ——瞬时净扭矩，Nm；

$n_t$ ——瞬时转速，r/min。

E.4.3 功基窗口法的计算和结果判定

E.4.3.1 排放试验结果计算原则：

——柴油机冷却液温度不足70℃、不符合E.2.1条规定的环境条件、分析仪标定等的测试测试数据不用于比排放量的计算；

——排放试验结果是根据所有有效功基窗口比排放进行计算，而不是基于整个试验的实时比排放进行计算；

——功基窗口的大小是由瞬态循环中柴油机特征和性能决定的参考值，瞬态循环与柴油机型式检验时所用瞬态循环（NRTC）相同，而参考值的大小决定了平均过程的特征（也就是窗口持续时间的长短）；

——功基窗口比排放计算随时间向后推移，每个窗口的起始数据点推移的步长等于排气污染物采样频率的倒数，如此不断随时间做滑动平均，直到窗口的终止点到达试验数据的结束点。

E.4.3.2 计算功基窗口比排放及窗口平均功率百分比

第*i*个功基窗口的确定：

$$\sum_{t_{1,i}}^{t_{2,i}} W_t \geq W_{ref}$$

其中  $t_{2,i}$  应满足：

$$\sum_{t_{1,i}}^{t_{2,i}-\Delta t} W_t < W_{ref} \leq \sum_{t_{1,i}}^{t_{2,i}} W_t$$

式中：

$t_{1,i}$  和  $t_{2,i}$ ——分别为第  $i$  个功基窗口起始时间和终止时间，s；

$W_{ref}$ ——柴油机瞬态循环（NRTC）做功量，kWh；

功基窗口比排放：

$$EF_{gas} = \frac{\sum_i \sum_{t_{1,i}}^{t_{2,i}} gas_t}{\sum_i \sum_{t_{1,i}}^{t_{2,i}} W_t}$$

窗口平均功率百分比：

$$AWP\% = \frac{\sum_i W_t}{(t_{2,i} - t_{1,i}) \cdot P_{rated}} \times 100\%$$

式中：

$P_{rated}$ ——柴油机最大净功率，kW。

E.4.3.3 统计有效功基窗口中，窗口比排放满足5.6.4所规定的污染物排放限值的个数，计算其占有所有有效功基窗口个数的比例。

## E.5 试验报告

试验报告应当满足附件AB的要求，并应包括所有排放测试的原始数据记录文件。

## E.6 排放试验仪器设备

### E.6.1 分析仪的一般技术规格

排气分析仪应符合GB 17691-2005附件BD3.1条的规定。

下面是需要使用和推荐使用的一些试验设备的最低要求，其中响应时间指上升时间  $T_{10-90}$  和下降时间  $T_{90-10}$ ，精度、可重复性和噪声要求如表E.5所示。

表E.5 车载排放测试仪器要求

仪器	响应时间 (s)	采样频率 (Hz)	准确度	精度	噪声
气体分析仪	5	1	读数的 $\pm 2.0\%$ 或满量程的 $\pm 0.5\%$	满量程的 $\pm 1.0\%$ （如测量值范围低于 155ppm 或 155ppmC，为满量程浓度的 $\pm 2\%$ ）	满量程的 $\pm 2.0\%$
排气流量计	1	1	读数的 $\pm 2.0\%$ 或满量程的 $\pm 1.0\%$	满量程的 $\pm 1.0\%$	满量程的 $\pm 2.0\%$
等比例稀释系统	1	1	读数的 $\pm 1.5\%$	读数的 $\pm 0.75\%$	读数的 $\pm 1.0\%$
PM2.5 切割器	-	-	DC50=2.5 $\pm$ 0.2 $\mu\text{m}$ ；捕集效率的几何标准差为 $\sigma\text{g}=1.2\pm 0.1 \mu\text{m}$	-	-
颗粒物在线测量设备	5	1	读数的 $\pm 5.0\%$ 或满量程的 $\pm 2.0\%$	满量程的 $\pm 2.0\%$	满量程的 $\pm 2.0\%$
温度传感器	5	1	温度 $\leq 600\text{K}(327^\circ\text{C})$ 时为	温度 $\leq 600\text{K}(327^\circ\text{C})$ 时	满量程的

			±5K, 温度>600K 时为读数的±1.0%	为±2K, 温度>600K 时为读数的±0.4%	±0.5%
大气压力计	10	0.1	±250PC	±200PC	±100PC
相对湿度计	10	0.1	-	±5%	-
卫星导航精准定位系统	1	1	校正卫星导航精准定位系统数据计算得到的总行驶距离与参考值偏差≤4%	-	-

## E.6.2 气态污染物分析仪的工作原理

### E.6.2.1 一氧化碳 (CO) 分析

应采用不分光红外线 (NDIR) 吸收型分析仪。

### E.6.2.2 二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 分析

应采用不分光红外线 (NDIR) 吸收型分析仪。

### E.6.2.3 氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 分析

应采用化学发光分析仪 (CLD) 或不分光紫外线 (NDUV) 分析仪。

### E.6.2.4 总碳氢 (THC) 分析

应采用氢火焰离子分析仪 (HFID); 测量时 HFID 的温度应保持在 453 K ~ 473 K (180°C ~ 200°C)。

E.6.2.5 若采用其他满足 E.6.2.1~E.6.2.4 条要求的替代方法, 应将替代方法向环境保护主管部门报告。

## E.7 气体

必须遵从所有标定气的储藏期限。

应记录由生产企业规定的标定气体失效日期。

### E.7.1 纯净气

各种纯净气要求的纯度需符合下列给出的杂质限值要求。工作时应具备下列气体:

——纯氮气: THC≤1 ppmC, CO≤1 ppm, CO<sub>2</sub>≤400 ppm, NO≤0.1 ppm;

——纯合成空气: THC≤1 ppmC, CO≤1 ppm, CO<sub>2</sub>≤400 ppm, NO≤0.1 ppm; 氧含量的体积分数为 18% 至 21% 之间;

——纯氧气: 纯度≥99.5% 体积分数;

——氢-氮混合气 (40±2% 氢, 氮作平衡气): THC≤1 ppmC, CO<sub>2</sub>≤400 ppm。

具体按测试仪器需求准备。

### E.7.2 量距气

应备有下列化学组分的混合气体:

——CO<sub>2</sub>、CO、NO、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 和纯氮气;

——NO<sub>2</sub> 和纯氮气;

——CO<sub>2</sub>、CO、NO、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、CH<sub>4</sub> 和纯氮气;

——CO<sub>2</sub>、CO、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 和纯氮气。

标定气体的实际浓度应在标称值的 $\pm 2\%$ 以内，所有标定气体的浓度应以体积分数表示（%或ppm）。

具体按测试仪器需求准备，各种成分的浓度按测量排放物的范围制备。

## E.8 试验测试系统的辅助设备

E.8.1 试验需要使用各种辅助设备连接便携式排放测试系统并为其提供能源。

E.8.2 使用的流量计、连接器和连接管的流通阻力不能超过柴油机生产企业规定的最大值。

E.8.3 根据需要为柔性连接器、环境传感器和其它设备采用安装保护装置。

使用可靠的安装点，推荐使用专门设计的夹子、吸盘、磁铁。

### E.8.4 辅助电源

在不影响机械柴油机正常工作的情况下，可从测试机械获取电源或安装另外的便携式能源（如电瓶、燃料电池、便携式发电机等）。

E.8.4.1 在不影响机械柴油机正常工作的情况下，可从测试机械获取电源，其测试设备在最高电力需求时应满足如下条件：

——机械供电系统需要能够确保供电安全，如测试设备所需电力不能超过机械供电系统的能力；

——柴油机排气污染物排放不能因测试设备的电力供应而显著改变；

——测试设备所需电力不能使柴油机输出功率增加幅度超过其最大功率的1%。

E.8.4.2 可以安装另外的便携式能源（如电瓶、燃料电池、便携式发电机等）来代替测试机械供电。可以将外部电源与测试机械电力系统相连，但在测试期间，测试设备所需的由机械提供的电力不能使柴油机输出功率增加幅度超过其最大功率的1%。



**附录 F**  
**(规范性附录)**  
**生产一致性保证要求及检查**

**F.1 概述**

生产企业应具备生产一致性保证体系，包括质量管理体系和生产一致性保证计划。

**F.2 质量管理体系**

F.2.1 生产企业应建立质量保证体系，有效控制生产过程的计划和规程，确保生产一致性控制能力，以保证机械在全寿命周期的排气污染物排放都能得到有效控制。

F.2.2 生产企业的质量管理体系应满足GB/T 19001的要求，并具备有效的质量保证体系认证证书，但免除其中有关设计和开发方面的要求。

F.2.3 柴油机生产企业应向机械生产企业提供完整的柴油机及其后处理总成的安装指导文件，机械生产企业应按柴油机及其后处理总成的安装指导文件进行装配，保证柴油机及其后处理系统在机械上正确安装。

F.2.4 生产企业应向主管部门提交F.2.1至F.2.3所述质量管理体系相关材料及文件编号，包括：

- 质量保证体系认证证书；
- 有效控制生产过程的计划和规程；
- 柴油机及其后处理总成的安装指导文件。

F.2.5 如F.2.4材料的有效性和范围方面的任何修订，都应向主管部门报告，提交修订的说明。

**F.3 生产一致性保证计划**

F.3.1 生产企业在完成型式检验并开始批量生产前，必须将生产一致性保证计划进行信息公开。

F.3.2 适用于本标准的机械，在生产时应符合本标准要求，使其与已公开信息一致，生产企业应满足以下要求：

F.3.3.1 具有并执行能有效地控制产品（机械、系统、零部件或单独技术总成）与信息公开机械一致的规程；

F.3.3.2 为检测已经信息公开的每一台机械的一致性，需使用必要的试验设备或其它相应设备；

F.3.3.3 抽样形式和数量必须具有统计代表性，能够代表该生产周期内产品的排放控制水平；

F.3.3.4 记录试验或检查的结果并形成文件，该文件要在主管部门规定的期限内一直保留并可获取，要求的保留期限不少于10年；

F.3.3.5 分析每种机械的试验结果，以便验证和确保产品排放特性的稳定性，并制订生产过程控制允差。

F.3.3.6 如任一组样品在要求的试验中被确认一致性不符合，需进行再次抽样，并试验或检验；同时，生产企业应采取必要的整改措施恢复其生产一致性。如果缺陷涉及到已经出厂的产品，应立即采取补救措施，并向主管部门报告。

**F.4 生产一致性保证计划的监督检查**

F.4.1 主管部门可根据需要，对生产企业实施的生产一致性保证计划进行检查。检查内容

可包括F.2条规定的质量管理体系和F.3条规定的生产一致性保证计划及其执行情况。

F.4.2 在主管部门要求下，生产企业应提供试验或检验记录及生产记录。

F.4.3 主管部门可随机抽取样品，在符合本标准要求试验室进行检验，试验或检验可包含本标准及GB20891-2014中规定的部分或所有试验项目。机械的检查应按照第7.3条的规定进行，柴油机的检查应按照GB20891-2014第4章的规定进行。

**附录 G**  
**(规范性附录)**  
**在用符合性技术要求**

**G.1 概述**

本附录规定了本标准第8章所述的在用符合性检查规程。在用符合性检查包括生产企业自查，主管部门对自查报告进行审查，以及主管部门的抽查。

**G.2 在用符合性自查**

G.2.1 生产企业的在用符合性自查，应采用附录E规定的污染物排放测量方法（PEMS）。

G.2.2 柴油机或机械的选择

G.2.2.1 选择的柴油机和机械应在中国使用。

G.2.2.2 每一台机械应具有维护保养记录，以证明受试机械已按照生产企业的建议进行了合理的维护保养和维修。

G.2.2.5 若柴油机包含有如附录C的条款所述的某个计数器不为“0”，则不能用于试验。这种情况应向主管部门报告。

G.2.2.6 柴油机或机械不应有不良使用的记录（如超载、加错油或错误操作）或其他可能影响排放性能的因素（如篡改排放控制系统）。应对存储在行车电脑中的系统故障代码和柴油机运行时长信息进行分析。

G.2.2.7 机械上所有排放控制系统部件应与该机械公开的信息保持一致。

G.2.2.8 生产企业收集的资料应充分，以便能评定出在用机械是否符合规定的正常使用条件。在选择样机来源时应考虑诸如在环境条件、作业工况等方面的差异。

G.2.2.9 在选择样机地区时，生产企业可以从被认为最具有代表性的地区中挑选。在该情况下，生产企业应向主管部门证明该挑选是具有代表性的（如在该地区中该机械的年销售量在市场上是最大的，该机械具有最高的作业负荷等）。

G.2.3 符合性自查的抽样数量应符合GA.2的规定

G.2.4 完成型式检验以后，生产企业应在安装了该柴油机的机械首次销售后18个月内，开始对安装该系族柴油机的机械进行在用符合性自查。

G.2.5 生产企业至少应以每两年为周期提交在用符合性自查报告，并进行信息公开。柴油机生产企业自查对象应为同一柴油机机型（系族），机械生产企业的自查对象为机械系族。

G.2.6 柴油机停产5年后，生产企业可以停止提交在用符合性自查报告。若某一柴油机机型（系族）的柴油机年产量少于300台，在主管部门的同意下，生产企业可减少进行在用符合性自查的机械数量。

G.2.7 在用符合性自查报告应满足附件FB的要求。

G.2.8 在型式检验主管部门要求时，生产企业应向主管部门提供质保期索赔、质保期修理和维修过程中记录的报警故障等相关信息。资料应详细描述与排放相关的部件和系统故障的频率和原因。

G.2.9 生产企业应向主管部门提供特殊机械的选择标准。

**G.3 在用符合性自查报告的审查**

主管部门根据对在用符合性自查报告进行的审查，可做出如下判定：

- a) 判定生产企业的在用符合性测试符合要求，不需执行下一步的措施；
- b) 判定生产企业所提供的数据不足以说明是否合格，需进行补充试验，并重新提交自查报告；
- c) 判定生产企业的在用符合性测试不符合要求，需要开始执行本附录G.5条的整改措施。

#### G.4 主管部门抽查

G.4.1 按8.2.2规定，主管部门可以进行在用符合性抽查。

G.4.2 主管部门的在用符合性抽查应按附录E进行机械的PEMS排放测试。

G.4.3 抽查的机械应为具有代表性的机械，应保证机械状态正常。

G.4.4 主管部门随机抽取3台机械，若2台及以上机械的测试结果满足第5.6.4条的要求，则判定合格，否则不合格。

#### G.5 整改措施

G.5.1 如果主管部门根据生产企业提供的自查报告，判断该款机械在用符合性不满足本标准要求，或者主管部门抽查后判定该款机械的在用符合性不满足本标准要求，主管部门应通知机械生产企业，采取整改措施，提交改正不符合项的整改措施计划。

G.5.2 整改措施应适用于属于同一款机械或系族及其装用的同一柴油机生产企业的柴油机，并扩展到该机械及柴油机生产企业可能受相同缺陷影响的柴油机机型（系族）、其他机械。生产企业提出的整改措施计划应得到主管部门的批准方可生效。整改措施计划应由生产企业实施。

G.5.3 生产企业应提供与整改措施相关的所有资料，应保留每一台柴油机或机械的召回、维修或改造记录，并按要求定期向主管部门提交整改措施进展情况报告。

G.5.4 整改措施计划应包括本条规定的各项内容。生产企业应给整改措施计划指定一个唯一的识别名称或编号。

G.5.4.1 整改措施计划应包括每个相关机械（柴油机机型）的描述。

G.5.4.2 为使机械达标而采取的特殊改进、替换、修理、改正、调整或其他改动的说明，包括生产企业决定对不达标柴油机（机械）采取特殊整改措施时，所用支撑数据和技术研究的介绍。

G.5.4.3 生产企业向机械所有人通知整改措施的方法，及通知的内容。

G.5.4.4 如果生产企业在整改措施计划中把正确维护或正确使用作为修理的条件，应对正确维护或正确使用的内容加以详细说明，并对采用这些条件的原因进行解释。不允许强加任何与整改措施无关的维护或使用条件。

G.5.4.5 为使未达标机械得到纠正，机械所有人需遵循的程序，应包括：将采取整改措施的起始日期、修理厂地点和完成修理所需时间。

G.5.4.6 生产企业为确保完成整改措施所采取的保证零部件或系统供应的方法，并说明开始供应零部件或系统的时间。

G.5.4.7 提供给修理人员的指导文件。

G.5.4.8 整改措施对每款机械排放的影响分析，包括支持这些结论的数据、技术研究等。

G.5.4.9 主管部门为评估整改措施计划所需要的其他任何资料、报告或数据。

G.5.4.10 若整改措施计划包括召回，应向主管部门提交对已修理机械进行标记或记录的方法。如果采用标签，应提交该标签的样本。

G.5.5 可以要求机械生产企业对所需更换、修理、改进或添加的零部件和机械进行合理的设计和必要的试验，以证明更换、修理、改进或添加零部件后的效果。

G.5.6 机械生产企业应将更换、修理、改进或添加新装置的情况以书面形式提供给机械所有人。

#### G.6 在用符合性自查报告要求

在用符合性自查报告应满足附件AB要求。

**附件 GA**  
**(规范性附件)**

**在用符合性自查的抽样和判定程序**

**GA.1 概述**

本附件规定了在用符合性自查的抽样和合格判定程序。

**GA.2 抽样**

最小样本数量为3台机械，最大样本量为10台机械。取样规程的设定应能使一批有20%缺陷率的机械或柴油机的通过率为0.90（生产企业风险为10%），而一批有60%缺陷率的机械或柴油机的通过率为0.10（消费者风险为10%）。n次试验中不符合试验累计数的统计量应由样本确定。

**GA.3 在用符合性自查，应按照下面要求进行合格判定**

- a) 计算样机中排放超标机械的数量；
- b) 如果排放超标机械数小于或等于表GA.1中的合格判定数，则判定为合格；
- c) 如果排放超标机械数大于或等于表GA.1中的不合格判定数，则判定为不合格；
- d) 如果排放超标机械数不能判定合格与否，则逐一增加测试样本，继续判定。

**表GA.1 抽样计划的合格和不合格判定数**

样本数, n	超标机械数量	
	合格判定数	不合格判定数
3	-	3
4	0	4
5	0	4
6	1	4
7	1	4
8	2	4
9	2	4
10	3	4

附录 H  
(规范性附录)  
卫星定位系统 车载终端技术要求

## H.1 范围

本附录规定了卫星定位系统车载终端(以下简称终端)的一般要求、功能要求、性能要求及安装要求。

## H.2 一般要求

### H.2.1 终端组成

#### H.2.1.1 主机

终端主机应包括微处理器、数据存储器、卫星定位模块、无线通信传输模块、实时时钟、数据通信接口等。

#### H.2.1.2 外部设备

外部设备应包括卫星定位天线、无线通信天线等。

## H.3 定位

### H.3.1 定位功能

终端的定位功能应包括以下内容:

H.3.1.1 终端应能提供实时的时间、经度、纬度等定位状态信息,可存储到终端内部,同时通过无线通信方式上传至监控中心。

H.3.1.2 终端应能接受一个或多个监控中心的定位请求进行定位信息上传,并能按监控中心要求中止对应中心的实时上报。

### H.3.2 定位性能

终端的定位功能应能满足以下技术要求:

H.3.2.1 定时报送:在正常作业状态下,最小报送时间间隔不大于5s,最大报送时间间隔不小于60s。

H.3.2.2 实时定位:从终端收到监控中心下发的实时定位请求到终端应答,时间不大于10s。

H.3.2.3 记录时间经度要求在24h内,累计时间允许误差在±5s以内。

## H.4 通信

### H.4.1 通信方式

应能至少支持基于通用GSM、CDMA、TD-SCDMA、WCDMA、CDMA2000等多种无线通信网络以及北斗卫星导航系统传输机制下的通信模式之一。当装用定位系统的非道路移动机械所在地无线网络支持分组数据传输时,车载终端应首先选择分组数据传输方式;当所在地不支持分组数据传输时,可切换到短消息方式传送数据;当所在地无线通信网络不通时,可根据需要采用北斗通信方式。

### H.4.2 通信要求

终端的通信要求应包括以下内容:

终端应支持至少两个远程连接,即主监控中心和备份监控中心的连接,能在与主监控中心通信中断时自动切换至备份监控中心;

如果终端无法注册到所在地的无线网络时,应将数据以先进先出方式保存,直至注册到无线网络时一并传送。如果保存数据超过最大容量时,应按时间顺序将最先保存的数据丢弃。

终端应支持数据批量接收与发送功能、断点续传功能。

## H.5 性能要求

H.5.1 终端及固件应保持24h持续独立稳定工作，同时终端的平均无故障间隔时间最低为3000h。

H.5.2 卫星定位模块应满足以下技术要求：

卫星接收通道不少于12个

灵敏度优于-130dBm

水平定位精度不大于1m，高程定位精度不大于30m，速度定位精度不大于2m/s。

最小位置更新率为1Hz；

热启动实现捕获时间不超过10s。

H.5.3 无线通信模块应满足JT/T 794第6.3条的要求。

H.5.4 终端的电气性能满足JT/T 794第6.4条的要求。

H.5.5 终端的环境适应性应满足JT/T 794第6.5条的要求。

## H.6 安装要求

终端的安装要求应满足JT/T 794第7章的要求。