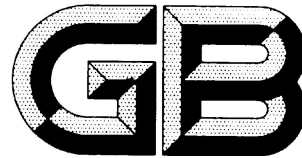


附件 2



# 中华人民共和国国家标准

GB 20891—20□□

代替GB 20891-2014

## 非道路移动机械及其发动机污染物排放限值 及测量方法(中国第五阶段)

Limits and measurement methods for emissions from non-road mobile machinery  
and engine (CHINA V)

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部  
国家市场监督管理总局

发布

# 目次

前 言 .....	II
1 适用范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 排放控制要求 .....	11
5 技术要求和试验 .....	13
6 系族和源机 .....	21
7 生产一致性 .....	21
8 在用符合性 .....	24
9 机械下线检验 .....	25
10 标准实施 .....	26
附录 A（规范性附录） 信息公开技术资料 .....	27
附录 B（规范性附录） 发动机台架试验规程 .....	47
附录 C（规范性附录） 氮氧化物控制诊断系统要求 .....	182
附录 D（规范性附录） 颗粒物控制诊断系统要求 .....	208
附录 E（规范性附录） 机械整机车载法试验规程 .....	215
附录 F（规范性附录） 机械下线检验方法 .....	232
附录 G（规范性附录） 生产一致性保证要求及检查 .....	234
附录 H（规范性附录） 在用符合性技术要求 .....	236
附录 I（规范性附录） 远程排放监控技术要求 .....	239
附录 J（规范性附录） 确认检查技术要求 .....	280
附录 K（规范性附录） 机械环保信息标签 .....	290
附录 L（规范性附录） 机械环保代码 .....	295
附录 M（规范性附录） 液化石油气或天然气机械及其发动机的型式检验特殊要求 .....	300
附录 N（规范性附录） 双燃料发动机的技术要求 .....	306
附录 O（规范性附录） 基准燃料及基准尿素水溶液 .....	328

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国生态环境法典》，防治非道路移动机械对环境的污染，改善环境空气质量，积极推进减污降碳协同控制，制定本标准。

本标准规定了非道路移动机械（含混合动力机械）及其装用的发动机，和在机动车上装用的第二台发动机的污染物和二氧化碳（CO<sub>2</sub>）排放限值及测量方法。燃料类型包括柴油、天然气（NG）、液化石油气（LPG）、氢（H<sub>2</sub>）、甲醇（CH<sub>3</sub>OH）等。

本标准与《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB 20891—2014）相比，主要差异如下：

- 增加了天然气、液化石油气、氢气和甲醇等的机械及其发动机要求；
- 加严了污染物排放限值，增加了额定净功率 19 kW~37 kW 功率段发动机颗粒物粒子数量排放限值；
- 增加了发动机二氧化碳排放限值；
- 增加了带线性过渡工况的稳态循环和用于点燃式发动机的测试循环；
- 扩大了非标准循环控制区域；
- 增加了曲轴箱排放控制要求；
- 增加了在用监测频率（IUPR）的要求；
- 加严了机械实际作业排放测试要求和限值；
- 修改了远程排放监控数据监控项及采集频率要求，增加了额定净功率 19 kW~37 kW 功率段机械的远程排放监控要求；
- 增加了新生产机械下线检验的要求。

自本标准发布之日起，即可依据本标准进行型式检验。自 202 口年口口月口口日起，凡不满足本标准要求的非道路移动机械及其装用的发动机不得生产、进口和销售。

自本标准发布之日起，相关地方标准停止执行。

自本标准实施之日起，代替《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB 20891—2014）。

发动机最大净功率 560 kW 以上的固定安装的水泵及发电机组等执行固定源相关排放标准。

本标准附录 A~附录 O 为规范性附录。

本标准由生态环境部大气环境司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境科学研究院、国家重型汽车质量检验检测中心、国家轿车质量检验检测中心、北京理工大学、国家机动车质量检验检测中心（重庆）、中国内燃机工业协会。

本标准生态环境部 202 口年口口月口口日批准。

本标准自 20 口口年口口月口口日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 非道路移动机械及其发动机污染物排放限值 及测量方法（中国第五阶段）

## 1 适用范围

本标准规定了非道路移动机械（含混合动力机械）及其装用的发动机，和在机动车上装用的第二台发动机的污染物和二氧化碳（CO<sub>2</sub>）排放限值及测量方法。燃料类型包括柴油、天然气（NG）、液化石油气（LPG）、氢（H<sub>2</sub>）和甲醇（CH<sub>3</sub>OH）等。

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发动机的型式检验、下线检验、生产一致性和在用符合性要求，如：

- 工程机械（如挖掘机械、铲土运输机械、起重机械、工业车辆、压实机械、路面施工与养护机械、混凝土机械、桩工机械、凿岩机械等）；
- 农业机械（如大型拖拉机、联合收割机等）；
- 林业机械；
- 材料装卸机械；
- 机场地勤设备；
- 工业钻探设备；
- 矿山机械；
- 铁路基础设施检修装备；
- 铁路救援起重机。

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发动机的型式检验、下线检验、生产一致性和在用符合性要求，如：

- 空气压缩机；
- 发电机组；
- 渔业机械（如增氧机等）；
- 水泵。

三轮汽车其装用的发动机执行本标准要求。

若非道路移动机械及其装用的气体燃料点燃式发动机已执行 GB 26133 标准，可不执行本标准。

## 2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

GB/T 1988—1998 信息技术 信息交换用七位编码字符集

GB/T 2423.18—2021 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 6379 测量方法和结果的准确度（正确度与精密度）

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定  
GB/T 17692 汽车发动机及驱动电机净功率测试方法  
GB 18030—2022 信息技术 中文编码字符集  
GB 18047 车用压缩天然气  
GB/T 19001 质量管理体系 要求  
GB/T 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求  
GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南  
GB 26133 非道路移动机械用小型点燃式发动机排气污染物排放限值与测量方法  
GB/T 28046.1—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定  
GB 29518 柴油发动机氮氧化物还原剂 尿素水溶液（AUS 32）  
GB/T 32960.2—2025 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第2部分：车载终端  
GB/T 32960.3—2025 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第3部分：通信协议及数据格式  
GB/T 37027—2018 信息安全技术 网络攻击定义及描述规范  
GB/T 39851.3—2021 道路车辆 基于控制器局域网的诊断通信第3部分：排放相关系统的需求  
GB/T 40430 道路车辆 基于控制器局域网的诊断通信 符号集  
GB/T 42193 道路车辆 车辆和外部设备之间排放相关诊断的通信  
GB/T 43258.2—2023 道路车辆 基于因特网协议的诊断通信（DoIP）第2部分：传输协议与网络层服务  
HJ 509 车用陶瓷催化转化器中铂、钯、铑的测定 电感耦合等离子体发射光谱法和电感耦合等离子体质谱法  
HJ XXXX—20XX 非道路移动机械环保信息公开技术规范  
GM/T 0008—2012 安全芯片密码检测准则  
GM/T 0009—2023 SM2 密码算法使用规范  
QC/T 968 金属催化转化器中铂、铑、钯含量的测定方法  
ISO 27145 道路车辆 实现全球范围内统一的车载诊断系统（WWH-OBD）通信要求  
SAE J1939 商用车控制系统局域网络（CAN 总线）通信协议  
SAE J1939-73 应用层——诊断  
EN 1822 高效空气过滤器（EPA HEPA 和 ULPA）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**非道路移动机械** non-road mobile machinery

用于非道路上的各类机械（以下简称“机械”），即：

- a) 自驱动或具有双重功能（既能自驱动又能进行其他功能操作）的机械；
- b) 不能自驱动，但被设计成能够从一个地方移动或被移动到另一个地方，且一年内移动次数大于1次的机械。

#### 3.2

**第二台发动机** secondary engine

机动车或机械上装用的、不为车辆或机械提供行驶驱动力而仅为车载专用设施提供动力的发动机。

### 3.3

#### 排气污染物 emission pollutants

发动机排气管及开式曲轴箱排出的气态污染物和颗粒物。

### 3.4

#### 气态污染物 gaseous pollutants

包括一氧化碳 (CO)、氮氧化物[NO<sub>x</sub>, 以等价二氧化氮 (NO<sub>2</sub>) 表达]、碳氢化合物 (HC)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、氨气 (NH<sub>3</sub>)、氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O)、甲醛 (HCHO)、甲醇 (CH<sub>3</sub>OH) 等气体排放物。

### 3.5

#### 颗粒物 particulate matter (PM)

在温度为 315 K~325 K (42°C~52°C) 的稀释排气中, 由滤纸收集到的所有排气成分。

### 3.6

#### 粒子数量 particle number (PN)

按附件 BB.4.2 中所描述的试验方法, 在去除挥发性物质的稀释排气中, 所有粒径超过 23 nm 的粒子总数。

### 3.7

#### 温室气体 greenhouse gas

大气中具有温室效应的气体, 本标准中的温室气体指二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O)。

### 3.8

#### 排放控制系统 emission control system

由污染控制装置、配套控制程序和必要的连接管件、线束等组成的系统。

### 3.9

#### 污染控制装置 pollution control devices

机械或第二台发动机上控制或者限制污染物排放、车载排放诊断及监控等的装置和配套控制程序。包括但不限于三元催化器 (TWC)、柴油氧化型催化器 (DOC)、颗粒物捕集器 (如 DPF 等)、选择性催化还原装置 (SCR)、氨催化转化器 (ASC)、稀燃 NO<sub>x</sub> 捕集器 (LNT)、增压器、中冷器、喷油泵、喷油器、共轨管、废气再循环装置 (EGR)、LPG/NG 燃气喷射单元、NCD、PCD、ECU 软件及硬件、传感器、执行器、车载终端等。

### 3.10

#### 氮氧化物控制诊断系统 NO<sub>x</sub> control diagnostic system (NCD)

发动机上安装的计算机信息系统，属于排放控制系统，具有以下功能的系统：

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

### 3.11

#### 氮氧化物控制故障 NO<sub>x</sub> control malfunction (NCM)

对发动机的 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，需触发驾驶员报警或驾驶性能限制系统。

### 3.12

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

发动机上安装计算机信息系统，属于排放控制系统，具有以下功能：

- a) 诊断颗粒物控制故障 (PCM)；
- 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。

### 3.13

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

对发动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，需触发驾驶员报警或者驾驶性能限制系统。

### 3.14

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

能够代表或标示出故障的一组数字或字母数字组合。

### 3.15

#### 确认并激活的故障码 confirmed and active DTC

NCD 和 PCD 确认存在故障时存储下来的 DTC。

### 3.16

#### 有效访问 effective access

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。

### 3.17

#### 系族 family

在排气污染物和温室气体排放控制、NCD、PCD、排放耐久性等方面具有相似特征的一组发动

机或机械。

### 3. 18

**源机** parent engine

从系族中选出的、能代表该系族特性的发动机。

### 3. 19

**基准机型** reference machine model

从系族中选出的，能代表该系族特性，并开展型式检验的机械。

### 3. 20

**排放控制策略** emission control strategy

与发动机系统或机械整体设计结合到一起的用于控制污染物排放的一个或一组设计元素，包括一个基础排放控制策略（BECS）和一组辅助排放控制策略（AECS）。

### 3. 21

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

辅助排放控制策略未激活的条件下，在整个发动机转速及负荷范围内都起作用的排放控制策略。

### 3. 22

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

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（如发动机转速、挡位、进气温度或进气阻力等）下起作用的，对基础排放控制策略进行临时替代或修改的排放控制策略。

### 3. 23

**失效策略** defeat strategy

不满足本标准规定的基础排放策略或辅助排放策略性能要求的排放策略。失效策略通过测量、感应或响应发动机转速、变速器挡位、温度、海拔、进气歧管压力或其他参数等运行参数：（1）激活、调整、延迟或停止某一部件的工作或排放控制系统的功能，使得机械在正常使用条件下排放控制系统的控制效果降低；或（2）识别试验条件，激活、调整、增加某一部件的工作或排放控制系统的功能。

### 3. 24

**篡改** tampering

关闭、调整或修改包括软件、标定数据或其他逻辑控制单元在内的机械排放或动力系统（无论有意或无意），符合本标准规定的辅助排放策略除外。

### 3. 25

**液体燃料** liquid fuel

在标准环境条件[298 K (25°C)，绝对压力101.3 kPa]下以液态形式存在的燃料。

### 3. 26

**气体燃料 gaseous fuel**

在标准环境条件[298 K (25°C)，绝对压力101.3 kPa]下以气态形式存在的燃料。

### 3. 27

**反应剂 reagent**

储存在机械使用的储存罐内，根据排气后处理系统的需要提供给排气后处理系统的一种介质。

### 3. 28

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

任何控制或减少发动机污染物排放的装置、系统或设计元素，包括催化器(氧化型催化器(DOC)、三元催化器以及任何气体催化器)、颗粒物后处理系统、降氮氧化物系统等。

### 3. 29

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

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、大气压力测量和发动机的转速、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. 30

**车载法 vehicle-mounted method**

使用安装到机械上的 PEMS、通用诊断仪等仪器设备，对机械在实际作业循环的排气污染物与温室气体排放、NCD、PCD 等进行测量或诊断的方法。

### 3. 31

**混合动力机械 hybrid machinery**

能够至少从下述两类车载储存的能量装置中获得动力的机械：

——可消耗燃料的装置；

——可再充电能/能量储存装置。

### 3. 32

**可外接充电式混合动力机械 off-machinery-chargeable hybrid machinery**

正常使用情况下可从非车载装置中获取电能量的混合动力机械。插电式混合动力机械属于此类型。

### 3. 33

**不可外接充电式混合动力机械 non off-machinery-chargeable hybrid machinery**

正常使用情况下从车载燃料中获取全部能量的混合动力机械。

### 3.34

**充电式电量储存系统 rechargeable electric energy storage system (REESS)**

可重复充电的电量储存系统。

### 3.35

**荷电状态 state of charge (SOC)**

REESS 中按照规定放电条件下可以释放的容量占可用容量的百分比。本标准中 SOC 的分辨率为 1%或更高,当 SOC 分辨率高于 1%时,按四舍五入圆整至 1%记录和使用。应采用通用且合理的方式定义 SOC,可采用 REESS 存储的能量与其标称的最大储能量或最大可用能量之比定义。同一机型或系族其 SOC 的定义方法应保持一致。

### 3.36

**作业循环 working cycle**

由发动机起动、机械运行、发动机停机和从发动机停机至发动机下次起动前的时间组成的连续过程。若机械采用由发动机控制系统控制的起停 (STOP-START) 控制策略 (例如,具有在怠速时关闭发动机功能的混合动力机械,且随后发动机起动),该过程 (发动机停机-发动机起动)应作为现有作业循环的一部分。对于混合动力机械,作业循环应从发动机起动或从机械运行开始,以先发生为准。

### 3.37

**电控燃料系统 electronic fuel injection system**

可以使发动机的喷射参数随条件不同而做出调整的发动机的电子控制系统。

### 3.38

**稳态循环 non-road steady cycle (NRSC)**

在若干个恒定的转速与扭矩设定值下保持运行的测试循环,包括离散工况稳态循环 (DMC) 和带线性过渡工况的稳态循环 (RMC)。

### 3.39

**瞬态循环 non-road transient cycle (NRTC)**

由转速与扭矩按一定顺序所构成的逐秒变化的测试循环。对于点燃式发动机瞬态循环,简称为 LSI-NRTC。

### 3.40

**连续再生 continuous regeneration**

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

### 3.41

**周期再生** periodic regeneration

除连续再生以外，按一定周期发生的再生过程。

### 3.42

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

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。

### 3.43

**壁流式柴油颗粒物捕集器** wall flow diesel particulate filter (DPF)

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后处理系统。

### 3.44

**环保信息标签** non-road mobile machinery environmental identification label

机械上安装的用于公开环保信息的标签。包括机械的基本信息、满足的排放标准以及污染控制信息等内容。

### 3.45

**机械环保代码** machine environmental identification number (MEIN)

为识别机械，由机械生产、进口企业根据本文要求为其生产、进口的每一台机械指定的一组字母。

### 3.46

**全寿命** full life

机械从生产、使用直到报废的全生命周期。

### 3.47

**有效寿命** useful life

在标准中规定的机械正常使用条件下，气态污染物、颗粒物和烟度排放满足标准限值要求的耐久性运行时间或周期，以先到者为准。

### 3.48

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

在试验台架上,按照 GB/T 17692 的试验方法,在本标准规定的试验条件<sup>1)</sup>下,在发动机曲轴末端或等效部件上测得的功率的最大值。

### 3.49

**额定净功率** rated net power ( $P_{rat}$ )

指生产、进口企业为发动机型式检验时标明的净功率。

### 3.50

**额定转速** rated speed

生产、进口企业使用说明书中规定的、调速器所允许的全负荷最高转速;如果发动机不带调速器,则指生产、进口企业在使用说明书中规定的发动机最大净功率时的转速。

### 3.51

**中间转速** intermediate speed

指设计在非恒定转速下工作的发动机,按全负荷扭矩曲线运行时,符合下列条件之一的转速:  
——如果标定的最大扭矩转速在额定转速的 60%~75%之间,则中间转速取标定的最大扭矩转速;  
——如果标定的最大扭矩转速低于额定转速的 60%,则中间转速取额定转速的 60%;  
——如果标定的最大扭矩转速高于额定转速的 75%,则中间转速取额定转速的 75%。

### 3.52

**三轮汽车** tri-wheel vehicles

按照 GB 7258 规定,最大设计车速不超过 50 km/h,具有三个车轮的载货汽车。

### 3.53

**车载终端** on-board terminal

安装于机械上,用于采集、存储和传输机械定位信息、排放控制诊断系统信息和发动机排放数据的装置,属于污染控制装置。

### 3.54

**软件标定识别号** software calibration identification (CAL ID)

用于识别安装在发动机系统中与排放相关的标定/软件版本号的一系列字母数字符号。

### 3.55

**标定验证码** calibration verification number (CVN)

发动机系统计算和报告的用于验证标定/软件完整性的数字符号。

### 3.56

**分子计数器** numerator

---

<sup>1)</sup> 净功率试验时,发动机上所安装的装备和辅件见附件 BE,使用的基准燃料技术参数见附录 O。

某监测功能的分子计数器是指在该监测功能所需监测条件完全满足时的作业循环次数。

3. 57

**分母计数器 denominator**

某监测功能的分母计数器是指与该监测功能相关的机械作业循环次数。

3. 58

**在用监测频率 In-Use Performance Ratio (IUPR)**

包括某监控功能  $m$  的在用监测频率 (IUPR<sub>m</sub>) 及一组监控器  $g$  的在用监测频率 (IUPR<sub>g</sub>) :

a)  $IUPR_m = \text{Numerator}_m / \text{Denominator}_m$

Numerator<sub>m</sub>为监测功能 $m$ 的分子计数器, Denominator<sub>m</sub>为监测功能 $m$ 的分母计数器。

b)  $IUPR_g = \text{Numerator}_g / \text{Denominator}_g$

Numerator<sub>g</sub>为一组监测器 $g$ 中的分子计数器,是指安装在特定机械上的一组监测器 $g$ 内最小IUPR值所对应的特定监测功能 $m$ 的分子计数器值;

Denominator<sub>g</sub>为一组监测器 $g$ 中的分母计数器,是指安装在特定机械上的一组监测器 $g$ 内最小IUPR值所对应的特定监测功能 $m$ 的分母计数器值。

3. 59

**一般分母计数器 the general denominator**

一般条件下机械作业循环次数的计数器。

3. 60

**双燃料发动机 dual-fuel engine**

设计为同时使用两种燃料的发动机,两种燃料分别计量,其中一种燃料相对另一种燃料的消耗量可随发动机的工况而变化。

3. 61

**气体能量比 gas energy ratio (GER)**

双燃料发动机中,气体燃料所包含的能量占两种燃料所包含的能量的百分比。

3. 62

**沃泊指数 wobbe index**

在同一基准条件下,单位容积燃气的发热量与相对密度的平方根的比值。

$$W = H_{Gas} \sqrt{\frac{\rho_{Air}}{\rho_{Gas}}}$$

3. 63

**$\lambda$ -转换系数  $\lambda$ -shift factor ( $S_\lambda$ )**

发动机燃用的燃气成分不是纯甲烷时,要求发动机管理系统具有灵活改变过量空气系数 $\lambda$ 的一种

描述。

### 3.64

#### 液体燃料模式 liquid mode

双燃料发动机的正常工作模式之一，在此模式下，发动机在任何工况下都不使用任何气体燃料。

### 3.65

#### 双燃料模式 dual-fuel mode

双燃料发动机的正常工作模式之一，在此模式下，发动机在某些运行工况下同时使用两种燃料。

### 3.66

#### 转换时间 switching time

基准点测量到的组分变化至系统响应到最后读数的 50% ( $t_{50}$ ) 之间的时间，取样探头被定义为基准点。转换时间用于不同的测量仪器信号校正。

### 3.67

#### 超负荷功率 overload power

发动机在实际运行中短暂超出其额定净功率的功率值。

## 4 排放控制要求

### 4.1 型式检验

4.1.1 本标准适用范围的机械和发动机应按照本标准 5.2 规定的检验项目进行型式检验。

4.1.2 发动机型式检验时，应选择源机进行试验。如果所选择的发动机不能完全代表附录 A 所述机型或系族，则应增选一台有代表性的发动机进行试验。

4.1.3 机械型式检验时，应选择基准机型进行试验。如果所选择的机械不能完全代表附录 A 所述机械或系族，则应增选一辆有代表性的机械进行试验。

4.1.4 源机和基准机型代表了系族中所有机型的排放水平，对源机和基准机型进行的型式检验，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。

4.1.5 型式检验发动机（含后处理）应在检验机构至少封存 1 年，型式检验的机械及发动机使用的电子控制单元（ECU）应在检验机构长期封存。在机型停产 5 年后，可不再保留 ECU。在封存备查期间，除必要的维护保养之外，不得对检验样机和 ECU 进行任何调整。检验机构应将检验数据和报告保存至少 6 年（包括纸质报告和电子报告），视频数据保存 2 年。

4.1.6 国务院生态环境主管部门可按照附录 J 进行确认检查。

4.1.7 在进行型式检验期间，除 4.1.7.1 和 4.1.7.2 规定外，型式检验样机的 CAL ID 和 CVN 数据应保持一致。

4.1.7.1 在 NCD、PCD 试验中，如需通过软件修改进行故障模拟，应该记录软件修改的内容，并记录变化后的 CAL ID 和 CVN 数据。

4.1.7.2 耐久试验发动机的 CAL ID 和 CVN 可以和其他检验项目试验发动机不同，但在整个耐久试验期间，发动机的 CAL ID 和 CVN 应保持一致。

- 4.1.7.3 每次试验前后，应采用通用诊断仪读取 CAL ID 和 CVN 数据，核对并存储记录。
- 4.1.8 型式检验稳态循环测试时，对于最大净功率 560 kW 及以下的发动机，应采用 RMC；最大净功率 560 kW 以上的发动机，可选择 RMC 或 DMC。
- 4.1.9 若一个发动机系族中有多个功率段的发动机，则源机和该系族内发动机的排气污染物应满足最严格功率段排放限值要求，CO<sub>2</sub> 应满足相应功率段的要求。
- 4.1.10 当发动机在台架上实测的最大净功率与额定净功率不在一个功率段时，且不满足 B.6.4 功率偏差的要求，应执行更严格功率段的排放限值和技术要求，经企业同意也可调整该机型额定净功率。
- 4.1.11 对于发电机组用发动机，允许存在超负荷功率，超负荷功率不应超过额定转速下额定净功率的 110%，且在 12 h 运行期内累计时间不应超过 1 h，型式检验前应先满足 B.5 的条件下进行确认检查。型式试验应在额定净功率下进行。

## 4.2 环保生产一致性和在用符合性

- 4.2.1 机械及发动机生产、进口企业应确保批量生产的机械及发动机的环保生产一致性，并按本标准第 7 章和附录 G 的要求制定生产一致性保证计划，开展生产一致性自查工作。生产一致性保证计划及自查结果等材料应纳入信息公开技术资料中并及时更新。主管部门可按本标准第 7 章规定对机械及发动机生产、进口企业进行生产一致性监督检查。
- 4.2.2 机械生产、进口企业应确保机械的在用符合性，并按本标准第 8 章和附录 H 的要求制定在用符合性测试计划，开展在用符合性自查工作。在用符合性自查计划及自查结果等材料应纳入信息公开技术资料中并及时更新。主管部门可按本标准第 8 章规定进行在用符合性监督检查。
- 4.2.3 装用最大净功率 19 kW 及以上发动机的机械和三轮汽车按照 5.8.2 和 F.2.4.4 的要求，进行新生产机械环保生产一致性和在用符合性检查。装用最大净功率小于 19 kW 发动机的机械、三轮汽车，应按照 F.2.4.4 要求，进行新生产机械环保生产一致性和在用符合性检查。对有多种运行模式（指标模式、经济模式、强力模式等）的机械，可在各种模式下进行新生产机械环保生产一致性和在用符合性检查。

## 4.3 新生产机械下线检验

- 4.3.1 机械生产、进口企业应按照本标准第 9 章要求，对每台机械开展下线检验，检验结果等材料应纳入信息公开技术资料中，并报国务院生态环境主管部门备案。
- 4.3.2 主管部门可按第 9 章要求，对新生产机械进行排放基本配置、NCD、PCD 和排气污染物进行检查。
- 4.3.3 进口企业应在机械销售前完成新生产机械下线检验。
- 4.3.4 对于机械出厂前进行下线检查存在困难的，应说明原因，可在使用不超过 500 h 前进行下线检查，并将原因报送国务院生态环境主管部门。

## 4.4 信息公开

- 4.4.1 本标准适用范围的机械和发动机，应由机械和发动机生产、进口企业分别按照附录 A 的要求进行信息公开。涉及企业商业秘密的，可经技术处理后公开。
- 4.4.2 机械环保信息标签包括机械的基本信息、满足的排放标准、环保信息公开编号和环保关键零部件等内容。机械生产、进口企业应在产品出厂或货物入境前在机身明显位置安装环保信息标签。环保信息标签应满足附录 K 的要求。
- 4.4.3 每一台机械都必须具有唯一的机械环保代码，机械环保代码应满足附录 L 的要求。

## 5 技术要求和试验

### 5.1 一般要求

5.1.1 任何能影响排放的发动机系统和部件的设计、制造和安装，应使发动机在正常使用条件下满足本标准的规定。环保关键零部件应具备与机械有效寿命相匹配的耐久性，确保在附件 AD 规定的使用周期内，不因自身故障或损坏导致排放系统失效，或机械排放超过本标准限值要求。生产、进口企业应确保机械在可能运行的环境条件及可能遇到的运行工况范围内，有效控制排放。

5.1.2 生产、进口企业应采取技术措施确保机械在全寿命期内的正常使用条件下，能够有效控制排放。

5.1.2.1 应确保排放控制系统使用的软管、接头，及其连接安全性，符合原始设计要求。

5.1.2.2 机械及发动机在本标准规定的试验条件下进行排放试验，其结果应符合本标准规定的相应限值。

5.1.2.3 生产、进口企业应确保任何污染控制装置的使用，不得新增有毒有害物质的排放。装有钒基 SCR 催化剂的机械，在全寿命期内，不得向大气中排放含钒化合物；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 的入口温度不高于 550℃。

5.1.2.4 禁止使用任何失效策略。下列装置或配套控制程序，不作为失效策略：

- a) 保护发动机免遭损坏或不出事故，以及机械安全作业所需要的策略；
- b) 满足本标准规定的辅助排放策略；
- c) 在正常使用条件下对排放控制系统影响与本标准规定的试验中相应条件下效果相当的策略。

5.1.3 机械生产、进口企业应将排放控制策略信息整理成文件包，并满足 A.2.2 的要求。

5.1.4 机械生产、进口企业应最大限度地降低发动机原机（后处理装置前端）的 NO<sub>x</sub> 排放。

5.1.5 生产、进口企业应明确告知用户及时添加并使用符合要求的反应剂，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 基础排放控制策略的要求

基础排放控制策略应在发动机正常的工作范围内有效，并满足本标准的相关要求。

#### 5.1.7 辅助排放控制策略的要求

5.1.7.1 在发动机或机械上允许使用辅助排放控制策略，作为对部分特定环境和（或）运行条件的反应。辅助排放控制策略可以被激活，但是不能永久改变基础排放控制策略。具体条件如下：

- a) 当使用条件超出了 5.1.7.2 规定的控制条件，且满足 5.1.7.3 的条件时，辅助排放控制策略可以被激活。
- b) 当使用条件满足 5.1.7.2 规定的要求，但为了 5.1.7.3 的目的，辅助排放控制策略可以被激活。但是，当激活条件不存在时，辅助排放控制策略应不再起作用。

#### 5.1.7.2 控制条件：

- a) 海拔高度不超过 2 500 m；
- b) 环境温度在 266 K~313 K（-7℃~40℃）；
- c) 发动机冷却液温度不低于 343 K（70℃）。
- d) 如果环境温度低于 275 K（2℃）并且满足以下两个条件之一，则无论 5.1.7.1 中的控制条件如何，在配备有排气再循环（EGR）的发动机上可以激活 EGR 的辅助排放控制策略：
  - 1) 进气歧管温度小于或等于由以下公式计算的温度：

$$IMT_c = \frac{P_{IM}}{15.75} + 304.4 \quad (1)$$

式中：  $IMT_c$  ——进气歧管温度，K；  
 $P_{IM}$  ——绝对进气歧管压力，kPa；  
 $1/15.75$  ——发动机标定或试验拟合得到的工程经验系数，K/kPa。  
 2) 发动机冷却液温度小于或等于由以下公式计算的温度：

$$ECT_c = \frac{P_{IM}}{14.004} + 325.8 \quad (2)$$

式中：  $ECT_c$  ——发动机冷却液温度，K；  
 $P_{IM}$  ——绝对进气歧管压力，kPa；  
 $1/14.004$  ——发动机标定或试验拟合得到的工程经验系数，K/kPa。

5.1.7.3 为了下述目的，辅助排放控制策略可以被激活：

- a) 为保护发动机系统（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) 为冷起动、热机或停机时防止过量排放；
- d) 在特定环境或运行工况下，可进行权衡并降低对某一种污染物的控制，以保持对所有其他污染物的控制。

5.1.7.4 发动机生产、进口企业应按 5.1.3 的要求进行说明，在型式检验时，运行任何的辅助排放控制策略都应满足 5.1.7.1~5.1.7.3 的要求。

## 5.2 型式检验项目

不同燃料类型的发动机机型（系族）按本标准进行型式检验时，应按照表 1 规定的试验项目进行试验。机械整机应按照 5.8.2 要求进行 PEMS 型式检验。

表 1 发动机型式检验项目

标准 循环	稳态循环 (NRSC)	气态污染物
		颗粒物质量 (PM) 粒子数量 (PN) <sup>a</sup>
		燃料消耗量、温室气体
	瞬态循环 (NRTC) <sup>b</sup>	气态污染物
		颗粒物质量 (PM) 粒子数量 (PN) <sup>a</sup>
		燃料消耗量、温室气体
非标准 循环 <sup>c</sup>	稳态单点工况	气态污染物
		颗粒物质量 (PM)
耐久性		
NCD		
PCD		

- <sup>a</sup>适用于  $19 \text{ kW} \leq P_{\text{max}} \leq 560 \text{ kW}$  发动机；
- <sup>b</sup>适用于  $P_{\text{max}} \leq 560 \text{ kW}$  的非单缸非恒定转速发动机；
- <sup>c</sup>适用于除最大净功率小于  $56 \text{ kW}$  的点燃式发动机外的电控燃料系统发动机。

### 5.3 标准循环排放要求

按照本标准附录 B.6.2 规定的标准循环进行试验，气态污染物和颗粒物排放试验结果乘以或加上按 5.6.3 确定的劣化系数或劣化修正值后，应小于表 2 中给出的限值。并应同步测量温室气体的排放量，CO<sub>2</sub> 排放结果应小于表 2 中给出的限值，CH<sub>4</sub> 和 N<sub>2</sub>O 应记录比排放量结果。

对于装用周期再生后处理的发动机，气态污染物和颗粒物排放试验结果应先按 B.6.12 进行再生修正后，再进行劣化修正。

表 2 发动机标准循环排放限值

$P_{\text{max}}$ (kW)	CO (g/kW·h)	HC <sup>a</sup> (g/kW·h)	NO <sub>x</sub> (g/kW·h)	HC+NO <sub>x</sub> <sup>a</sup> (g/kW·h)	PM (g/kW·h)	NH <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> )	PN (个/kW·h)	HCHO <sup>b</sup> (g/kW·h)	CO <sub>2</sub> <sup>c</sup> (g/kW·h)	
$P_{\text{max}} < 19$	5.5	—	—	7.5	0.40	10	$1 \times 10^{12}$	0.02	—	
$19 \leq P_{\text{max}} < 37$	5.0	—	—	4.7	0.015				940	
$37 \leq P_{\text{max}} < 56$	5.0	—	—	4.7	0.015				880	
$56 \leq P_{\text{max}} < 75$	5.0	0.19	0.40	—	0.015				845	
$75 \leq P_{\text{max}} < 130$										830
$130 \leq P_{\text{max}} < 225$	3.5	0.19	0.40	—	0.015				770	
$225 \leq P_{\text{max}} < 450$										740
$450 \leq P_{\text{max}} \leq 560$										—
$P_{\text{max}} > 560$	3.5	0.19	3.5 (0.67 <sup>d</sup> )	—	0.045 (0.035 <sup>d</sup> )				—	—

<sup>a</sup>对于气体燃料和双燃料发动机，HC 限值应按 N.8 进行修正；对于可燃用含甲醇燃料的发动机，该限值包含甲醇排放；

<sup>b</sup>仅适用于可燃用含甲醇燃料的发动机；

<sup>c</sup> $P_{\text{max}} < 19 \text{ kW}$  和  $P_{\text{max}} > 560 \text{ kW}$  仅记录；

<sup>d</sup>适用于发电机组用发动机。

### 5.4 非标准循环排放要求

5.4.1 应按照附录 B.6.2 规定的非标准循环排放要求，在完成稳态测试工况后，进行非标准循环排放测试。

5.4.2 在非标准循环排放控制区域内最少选择 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。试验应根据稳态循环的要求进行，但每个试验点应单独计算各种污染物的比排放量，每个试验点 CO、HC、NO<sub>x</sub>（或 HC+NO<sub>x</sub>）和 PM 的比排放量均应小于表 2 相应功率段限值的 2 倍。

### 5.5 曲轴箱排放

对于点燃式闭式曲轴箱，在进行标准循环规定的测试时，应按 B.6.13.2 的规定同时测量曲轴箱压力，曲轴箱压力 95 分位值应不大于大气压力。

对于开式曲轴箱，曲轴箱排气应按照 B.6.13.1 开式曲轴箱污染物测试方法，将曲轴箱排放与尾

气排放一起进行测试，不得超过 5.3 规定的排放限值。

## 5.6 耐久性要求

5.6.1 应保证机械及其装用的发动机在表 3 规定的有效寿命期内正常运转，且污染物排放应小于 5.3、5.4 以及 5.8.2 规定的限值要求。

表 3 耐久性时间要求

发动机功率段 (kW)	转速 (r/min)	有效寿命 <sup>a</sup> (小时/年)	允许最短试验时间 (小时)
$P_{\max} \geq 37$	任何转速	8 000/8	2 000
$19 \leq P_{\max} < 37$	非恒定转速	5 000/7	1 250
	恒定转速 < 3 000		
	恒定转速 $\geq 3 000$	3 000/5	750
$P_{\max} < 19$	任何转速		

<sup>a</sup> 两者以先到为准。

5.6.2 型式检验时，应按附件 BF 规定，确定发动机的劣化系数或劣化修正值，以证明其排放耐久性符合本标准的要求。

5.6.3 可采用 NRSC 或 NRTC（热态）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，且耐久性试验每个节点的污染物排放均不应超过表 2 限值的要求。发动机生产、进口企业可以选择表 4 中指定的劣化系数，作为替代 5.6.2 确定的劣化系数或劣化修正值。对于使用表 4 中规定的劣化系数通过型式检验的机型，如生产、进口企业提出书面申请，自信息公开一年内，可以实测确定劣化系数或劣化修正值，替代表 4 中的劣化系数，并变更型式检验报告。

表 4 各污染物指定的劣化系数

污染物	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM	PN	NH <sub>3</sub>	HCHO	CH <sub>3</sub> OH
压燃式	1.3	1.3	1.15	1.05	1.0	1.0	—	—
点燃式	1.3	1.3	1.15	1.05	1.0	1.0	2.0	1.5

5.6.4 在确定劣化系数或劣化修正值的过程中，每个试验节点的最大净功率和最大净扭矩应满足附录 B.6.4 的规定。

5.6.5 对于装用了三元催化转化器的发动机，在型式检验时，生产、进口企业应提交不少于两套三元催化转化器，任选一套催化转换器，陶瓷载体催化转化器应按 HJ 509 的规定检测其载体体积及各种贵金属含量，金属载体催化转化器应按照 QC/T 968 的规定检测其载体体积及各种贵金属含量，测量结果与信息公开值的差异应不超过信息公开值的  $\pm 10\%$ 。

5.6.6 如果发动机装配的三元催化转化器涂覆了铂、铑、钯以外的贵金属，则该发动机或发动机-后处理系统必须按附件 BF 规定进行耐久性试验，不能使用表 4 指定劣化系数，且耐久性试验后应进行三元催化转化器贵金属检测，每种贵金属含量（线性外推至有效寿命终点）不应低于 5.6.5 测试结果的 80%。

## 5.7 NCD 和 PCD 要求

5.7.1 机械生产、进口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。

5.7.2 如果排放控制系统使用反应剂，机械生产、进口企业必须说明反应剂的特性，包括类型、浓度、工作温度等。

5.7.3 机械生产、进口企业应确保在所有正常条件，特别是在低温条件下，排放控制系统能保持其排放功能。

5.7.4 如果在非道路机械上使用反应剂罐，则反应剂罐应易于接近、易于从反应剂罐内取样。

5.7.5 发动机生产、进口企业应：

- a) 向机械生产、进口企业提供书面的发动机维护指导材料；
- b) 向机械生产、进口企业提供发动机的安装文件，包括作为发动机的组成部分的排放控制系统的安装文件；
- c) 向机械生产、进口企业提供驾驶员报警系统、限制系统以及反应剂防冻系统（若适用）的说明材料。

确保满足本标准附录 C 和附录 D 中的有关安装文件、驾驶员报警系统、限制系统和反应剂防冻系统的规定。

5.7.6 NCD（如适用）正常运行应满足附录 C 的要求，并按照附录 C 的规定进行试验验证。允许企业采用比附录 C 更加严格的控制策略。

5.7.7 PCD（如适用）正常运行应满足附录 D 的要求，并按照附录 D 的规定进行试验验证。允许企业采用比附录 D 更加严格的控制策略。

5.7.8 I.4.2.3 中要求的发动机参数、CVN、CAL ID、NCD 信息及 PCD 信息应能通过通用诊断仪使用以下标准协议中的一种获取：ISO 27145、SAE J1939-73、SAE J1979-2 或 GB/T 42193。

## 5.8 机械技术要求

### 5.8.1 排放控制系统要求

5.8.1.1 排放控制诊断系统应提供标准化的接口及无限制的访问，接口应满足 GB/T 42193 或 SAE J1939 的要求。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，该箱子的门应在不需要工具的情况下手动打开，并且箱子上清楚地标示“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、进口企业应将替代位置进行信息公开。

5.8.1.2 禁止篡改排放控制系统。机械生产、进口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、进口企业应查明原因向国务院生态环境主管部门说明，给出防篡改的技术解决方案，并在新生产机械中采取相应补救措施。

### 5.8.2 整机排放要求

对于装用最大净功率 19 kW 及以上发动机的机械（或系族），按照附录 E 的试验规程进行排气污染物排放测量，非怠速 Bin 的 CO、NO<sub>x</sub> 和 PN 的比排放量应小于表 5 中规定的限值，并应在同一次试验中同时测量和记录 CO<sub>2</sub> 排放值。冷起动 Bin 和怠速 Bin 的窗口数量和结果，应记录并报告。

表 5 整机试验排放限值

$P_{max}$ (kW)	CO (g/kW·h)	NO <sub>x</sub> (g/kW·h)	PN (#/kW·h)
$19 \leq P_{max} < 56$	10.0	9.4	$2 \times 10^{12}$
$56 \leq P_{max} < 130$	10.0	0.80	
$130 \leq P_{max} < 560$	7.0	0.80	
$P_{max} > 560$	7.0	7.0 (1.34 <sup>a</sup> )	—
<sup>a</sup> 适用于发电机组			

### 5.8.3 远程排放监控要求

5.8.3.1 装用最大净功率 19 kW 及以上发动机的机械，出厂前应加装车载终端和排气尾管 NO<sub>x</sub> 传感器，并满足附录 I 的规定。

5.8.3.2 机械生产、进口企业应采取必要的技术措施，在机械全寿命期内作业时，按本标准要求进行数据传输。

### 5.8.4 CAL ID 要求

5.8.4.1 机械上的每个与机械排放相关的诊断应使用唯一的 CAL ID，使用满足 5.7.8 协议的通用诊断仪通过排放控制诊断系统的诊断接口时应该能够获得机械的 CAL ID。

5.8.4.2 对每个与机械排放相关的标定/软件，若生产、进口企业对控制软件进行调整，企业应在信息公开技术资料中说明软件调整的内容和影响，若软件调整对污染物排放产生影响，则应对更新后的软件创建一个全新的 CAL ID。国务院生态环境主管部门可对调整后的软件进行确认检查。

### 5.8.5 CVN 要求

5.8.5.1 应对机械排放相关的计算机软件，按循环冗余校验 32 位算法 (CRC-32)，或具有同等复杂度的等效方法，计算得到 CVN，若该软件或标定数据发生变化，则应通过计算更新 CVN。排放控制系统相同的机械安装同一软件时，CVN 应相同，当该软件发生相同变化时，更新后的 CVN 也应相同。使用满足 5.7.8 协议的通用诊断仪通过排放控制诊断系统的诊断接口应能读取 CVN。一个 CVN 应适用一个 CAL ID。

5.8.5.2 在一个作业循环内 ( $\geq 5$  min)，应该至少计算一次 CVN 并进行存储。通过连接到排放控制诊断系统的诊断接口的通用诊断仪应该能够获得存储的 CVN 信息。除 5.8.5.2 a) 和 5.8.5.2 b) 外，车载计算机不应该用负响应代码进行回应（指不可在发送 CVN 时有时间延迟，且不可应答为“当前 CVN 不可用”），并且不可应答为默认值。

a) 如果在重新编程或者非易失性存储器被清除后起动机机械的第一个 300 s 内以及清除非易失性存储器或者蓄电池断电后的第一个 300 s 内，车载计算机可用一个负响应进行回应。

b) 当 CVN 值模块出现故障时，排放控制系统应存储相应的未解决故障代码或点亮故障指示器的确认故障代码，CVN 值应使用全零。

5.8.5.3 在使用扫描工具清除故障信息时，或机械正常熄火期间（如钥匙关闭、发动机熄火），不应清除存储的 CVN 信息。

5.8.5.4 发动机和机械完成信息公开前，发动机和机械生产、进口企业应将该机型和机械与排放控制系统相关的 CAL ID 和 CVN 应纳入信息公开技术资料中，型式检验的 NCD、PCD 试验中因软件修改进行故障模拟导致 CAL ID 和 CVN 变化的除外。

5.8.5.5 发动机和机械完成信息公开后，若生产、进口企业对控制软件进行调整，则更新后的软件版本应生成一个全新的 CVN，并于装配新软件版本升级前纳入信息公开技术资料中。若软件调整对污染物排放产生影响，则应对更新后的软件创建一个全新的 CAL ID，生成相应的 CVN，并在信息公开技术资料中补充更新后的排放和 NCD、PCD 仍符合本标准的评估验证材料。

#### 5.8.6 MEIN 要求

所有机械都应有一个符合附录 L 要求的 MEIN，使用满足 5.7.8 协议的通用诊断仪通过排放控制诊断系统的诊断接口，应该能够获得该 MEIN。

#### 5.8.7 发动机编号 (ESN) 要求

所有发动机都应有一个生产企业定义的 ESN，使用满足 5.7.8 协议的通用诊断仪通过排放控制诊断系统的诊断接口时，应该能够获取该 ESN。

### 5.9 非柴油燃料特殊要求

#### 5.9.1 灵活燃料发动机和机械的要求

灵活燃料发动机和机械应分别在两种燃料掺混比例最低、最高和排放最恶劣的燃料模式下（基于良好的工程经验判断）进行型式检验试验，并满足第 5 章要求。

#### 5.9.2 双燃料发动机和机械的要求

双燃料发动机和机械应满足相应燃料的发动机和整机型式检验要求。柴油-天然气和柴油-LPG 双燃料发动机和机械应按附录 N 的规定进行试验，其他双燃料发动机和机械参照附录 N 执行。

#### 5.9.3 两用燃料发动机和机械的要求

两用燃料发动机和机械应对可燃用的两种燃料分别进行型式检验试验，并满足 5.2 和 5.8 要求。

#### 5.9.4 天然气/液化石油气发动机和机械的要求

对于天然气/液化石油气发动机和机械，应按照附录 M 的规定燃料类型进行型式检验。

### 5.10 型式检验燃料和反应剂规定

5.10.1 发动机进行型式检验时，应使用符合附录 O 规定的基准燃料。机械进行型式检验时，可使用满足相关标准的市售燃料，试验时应采集受试机械的燃料样品。

5.10.2 如果发动机系族设计上应使用的燃料不包含在附录 O 规定的基准燃料范围内，生产、进口企业应：

- a) 明确说明发动机系族所能够燃用的市售燃料种类。
- b) 证明源机在燃用市售燃料时能够满足本标准的要求。
- c) 证明当使用规定燃料与相关市售燃料任意组分燃料混合时，发动机能满足本标准的要求。

发动机进行型式检验时，若使用的反应剂类型为尿素水溶液，应使用符合附录 O 规定的基准尿素水溶液。机械进行型式检验时，应使用基准尿素水溶液或满足 GB 29518 要求的尿素水溶液。

## 5.11 发动机和机械标签

### 5.11.1 发动机标签

5.11.1.1 发动机标签可采用文字和数字的形式。

5.11.1.2 发动机标签内容至少应包括发动机型号、燃料类型、生产、进口企业全称或商标、发动机信息公开编号、发动机生产日期（年/月）、环保关键零部件（如：EGR、DOC、SCR、DPF、ASC、TWC 等）、“国五”字样等

5.11.1.3 发动机标签信息应清晰可见，且不可被擦除。发动机标签应安装在发动机明显可见位置，并且在发动机的全寿命期内必须牢固。

5.11.1.4 对型式检验时限定燃料范围的天然气和液化石油气发动机，发动机标签的内容还应该包括“限于使用高（低）热值天然气”或“限于使用规格为\_\_\_\_的天然气（液化石油气）”，对型式检验时限定燃料范围的氢气和甲醇等发动机，还需明确说明燃料的核心参数。

5.11.1.5 发动机在完成最终检查离开生产线之前应带有发动机标签。

5.11.1.6 发动机标签在发动机上的安装位置，不能妨碍发动机的正常工作，并在发动机寿命期内，一般不需要更换位置。此外，当发动机运转所需的所有辅件安装完成后，发动机标签应位于容易看见的地方。发动机标签应靠近或合并于机械生产、进口企业的环保信息标签上。

5.11.1.7 如果发动机安装到移动机械上以后，因机械遮盖而使发动机标签变得不明显易见，则发动机生产、进口企业应向机械生产、进口企业提供一个附加的标签。该附加标签也应满足 5.11.1 的要求。

### 5.11.2 机械标签

5.11.2.1 本标准适用范围的机械，应在机身明显位置标注“国五”字样，并在机械明显位置及机械环保标签上标注机械环保代码，机械环保代码应满足附录 L 的要求。

5.11.2.2 机械环保信息标签包括机械的基本信息、满足的排放标准、环保信息公开编号和环保关键零部件等内容。机械生产、进口企业应在产品下线或货物入境前在机身明显位置安装环保信息标签。环保信息标签应满足附录 K 的要求。

5.11.2.3 机械在安装机械环保信息标签的同时应采用二维码的形式辅助展示。二维码应能链接到生态环境主管部门非道路移动机械查询平台。二维码的制码与印刷质量应符合《快速响应矩阵码(QR Code)》(GB/T 18284—2000)及《二维条码符号印制质量的检验》(GB/T 23704—2017)的要求，确保二维码符号清晰、不易磨损、易于识读。二维码应支持通过通用手持终端、手机应用程序或专用扫描设备进行识读。机械在出厂前，应通过扫描该二维码，确认机械 MEIN、CVN、CAL ID 信息。

5.11.2.4 对于装有限定燃料范围的天然气、液化石油气等燃料发动机的机械，也应具备 5.11.1.4 规定的标签，该标签应位于靠近机械燃料加注口处。

## 5.12 发动机在机械上的安装要求

5.12.1 对本标准适用范围的机械，其生产、进口企业应确保按照本章的安装要求来安装发动机，满足发动机生产、进口企业的安装要求。

5.12.2 进气阻力不应超过附录 A 中对已经型式检验的发动机规定的阻力。

5.12.3 排气背压不应超过附录 A 中对已经型式检验的发动机规定的背压。

5.12.4 发动机运行所需辅件吸收的功率不应超过附录 A 中对已经型式检验的发动机规定的辅件吸收功率。

5.12.5 排气后处理系统特性应与附录 A 中发动机型式检验中的声明一致，应具有与发动机型式检验相同的后处理系统保温措施。

5.12.6 对 NCD，应按附录 C 规定安装。对 PCD，应按附录 D 的规定安装。并能满足附件 ED 的要求。

## 6 系族和源机

### 6.1 发动机排放系族

#### 6.1.1 确定发动机排放系族的参数

同一发动机系族必须共有 B.4.1 规定的基本参数。

#### 6.1.2 源机的选择

系族的源机应按照 B.4.2 规定的要求选择。

#### 6.1.3 发动机排放系族的扩展

6.1.3.1 如满足 6.1.1 的规定，可将新的发动机机型纳入已型式检验的发动机系族。

6.1.3.2 如符合 6.1.2 源机选择要求的源机机型，仍能代表新的发动机系族，源机应保持不变，并信息公开。

6.1.3.3 如新的发动机机型具有 6.1.2 源机机型不能代表的技术要点，但其自身按照这些要求能够代表整个系族，则新的发动机机型将作为新的源机。在这种情况下，应证明新的技术要点满足本标准的规定并信息公开。

### 6.2 发动机 NCD、PCD 系族

NCD 系族应按照 C.2.4.6 确定，PCD 系族应按照 D.2.3.6 确定。

### 6.3 耐久性系族

耐久性系族应按照附件 BF.3 确定，系族内发动机的排气后处理系统应具有相同的技术规格和安装方式，不同发动机系族的发动机可以组合为同一耐久性系族。

### 6.4 机械系族

机械系族应按照 E.8 确定。

### 6.5 其他发动机机型和系族的扩展

当某一机型或系族按照 6.1~6.4 的规定获得扩展后，此扩展机型或系族不可再扩展到其他机型或系族。

## 7 生产一致性

## 7.1 基本要求

7.1.1 机械（发动机）生产、进口企业应按附录 G 的要求，采取措施保证生产一致性。生产一致性检查应以附录 A 的信息公开材料为基础进行。

7.1.2 为确保批量生产的机械（发动机）、系统、部件以及独立技术总成与已型式检验的状态一致，保证批量生产的产品排放达标，生产、进口企业应对每个机械（发动机）系族制定并实施生产一致性保证计划，具体要求见附录 G。

7.1.3 生产、进口企业应在批量生产前制定生产一致性保证计划书。

7.1.4 如发生不达标情况，生产、进口企业应尽快重新建立生产一致性保证体系，应包括可能会受到同样缺陷影响的同系族机型。

## 7.2 生产一致性监督检查

### 7.2.1 一般要求

7.2.1.1 主管部门可根据需要，对生产、进口企业实施的生产一致性保证情况进行检查，生产、进口企业应提供生产记录及检验记录。主管部门对于生产一致性保证情况的检查内容可包括 G.2 规定的质量管理体系和 G.3 规定的生产一致性保证计划及其执行情况。主管部门也可根据需要抽取机械（发动机），开展对机械（发动机）的生产一致性检查。

7.2.1.2 主管部门可从批量产品中随机抽取三台样品，生产、进口企业不得对选取的机械（发动机或后处理系统）进行任何调整（包括对 ECU 软件的更新），机械（发动机）的抽样应按机械系族（发动机排放系族）进行。

7.2.1.3 主管部门对新生产发动机的生产一致性检查可以包括表 1 的全部或部分项目。对于装用了三元催化转化器或其他含贵金属催化剂的后处理装置的发动机，主管部门可以选择抽取样品，陶瓷载体催化转化器应按 HJ 509 的规定检测其载体体积及各种贵金属含量，金属载体催化转化器应按照 QC/T 968 的规定检测其载体体积及各种贵金属含量。

7.2.1.4 主管部门对新生产机械的生产一致性检查可以包括 7.2.2~7.2.5 全部或部分项目。

7.2.1.5 生产一致性检查应采用符合附录 O 要求的基准燃料或符合国家相关标准规定的市售燃料。若反应剂类型为尿素水溶液，应符合附录 O 或 GB 29518 要求。

7.2.1.6 发动机原则上不进行磨合。如生产、进口企业提出要求，可对抽取的样机进行不超过 50 h 的后处理系统激活运转。发动机后处理系统的激活（如适用）运转按生产、进口企业的运转规程进行，不允许生产、进口企业外接任何设备，不得对发动机或后处理系统进行任何影响排放控制的调整。

7.2.1.7 机械原则上不进行磨合。如确有必要，可按企业提供的磨合规范进行磨合，但不得超过 5 h，且：

- a) 磨合规范不应与机械使用手册要求相矛盾；
- b) 不允许生产、进口企业外接任何设备（包括使用物理端口的连接和通过网络连接）；
- c) 不得对机械进行其他影响排放控制的调整。

### 7.2.2 机械排放基本配置核查

从 7.2.1.2 抽取的三台机械进行排放基本配置核查，具体配置信息应与信息公开一致，若不一致则判定环保一致性检查不合格。

### 7.2.3 机械 NCD、PCD 检查

从 7.2.1.2 抽取的三台机械，按照附件 ED 进行 NCD、PCD 检查，若两台及以上满足附件 ED 的规定，则判定合格，否则不合格。若一台及以上诊断系统无法有效访问，或者发现无诊断接口的情况，则判定环保一致性检查不合格。

#### 7.2.4 机械污染物排放检查

7.2.4.1 从 7.2.1.2 抽取的三台机械按附录 E 进行 PEMS 排放测试或按照 F.2.4.4 要求进行测试。

7.2.4.2 按附录 E 进行排放测试的机械，若三台机械的各污染物比排放量结果均不超过 5.8.2 要求的 1.1 倍，且其平均值不超过 5.8.2 的要求，则判定环保一致性检查合格；若三台机械中任一台的某种污染物排放结果超过 5.8.2 要求的 1.1 倍，或其平均值超过 5.8.2 的要求，则判定环保一致性检查不合格。

7.2.4.3 按 F.2.4.4 进行排放测试的机械，如果有两台及以上满足表 6 的烟度限值要求，则判定环保一致性检查合格，否则不合格。

#### 7.2.5 机械远程排放监控车载终端检查

7.2.5.1 从 7.2.1.2 抽取的机械按照附录 IA.7 的要求，对机械远程排放监控车载终端数据传输、定位及数据一致性进行检查，若有一台及以上不合格，则判定环保一致性检查不合格。

#### 7.2.6 发动机排放检查

7.2.6.1 从 7.2.1.2 抽取的三台发动机按附录 B.6 进行试验，测量结果经劣化系数修正后，计算排放结果。

7.2.6.2 若三台发动机的污染物和 CO<sub>2</sub> 排放结果均小于表 2 限值的 1.1 倍，且其平均值小于表 2 限值，则判定生产一致性检查合格；若三台发动机中有任一台发动机的某种污染物或 CO<sub>2</sub> 排放结果不小于表 2 限值的 1.1 倍，或其平均值不小于表 2 限值，则判定环保一致性检查不合格。

#### 7.2.7 发动机 NCD 和（或）PCD 检查

7.2.7.1 从 7.2.1.2 抽取的三台发动机中随机抽取一台，按附录 C 和（或）附录 D 进行试验。主管部门可进行附录 C 和（或）附录 D 规定的全部或部分项目。

7.2.7.2 若此台发动机所检项目符合附录 C 和（或）附录 D 的要求，则判定环保一致性检查合格；否则判定不合格。

#### 7.2.8 发动机耐久性检查

7.2.8.1 从 7.2.1.2 抽取的三台发动机中随机抽取一台，按 5.6 进行耐久性试验。

7.2.8.2 耐久性试验过程中的所有排放测试点以及有效寿命终点排放均不超过表 2 要求，则判定环保一致性检查合格；否则判定不合格。

#### 7.2.9 催化转化器贵金属含量检查

7.2.9.1 从 7.2.1.2 抽取的三套催化转化器，陶瓷载体催化转化器应按 HJ 509 的规定检测其载体体积及各种贵金属含量，金属载体催化转化器应按照 QC/T 968 的规定检测其载体体积及各种贵金属含量。

7.2.9.2 若被测的三套催化转化器的载体体积及各贵金属含量的测量结果均不低于声明值的 0.85 且其平均值不低于声明值的 0.9 倍，则判定催化转化器的环保一致性检查合格。若被测的三套催化转化器中有任一套的载体体积或某一贵金属含量的测量结果低于声明值的 0.85 倍，或其平均值低于

声明值的 0.9 倍，则判定催化转化器的环保一致性检查不合格。

### 7.3 整改措施

若在检查过程中，发现生产一致性不合格，生产、进口企业应采取一切必要措施，尽快恢复生产一致性，并完成整改措施报告。

## 8 在用符合性

### 8.1 基本要求

8.1.1 对按本标准要求的机械，应采取措施保证其在用符合性。

8.1.2 机械生产、进口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。

8.1.3 为确保批量生产的机械在正常使用条件下在有效寿命期内符合本标准规定的排放要求，生产、进口企业应对一定数量的机械系族制定并实施在用符合性自查计划，并长期保存备查，具体要求见附录 H。

8.1.4 生产、进口企业的在用符合性自查应以机械系族为基础进行。

8.1.5 主管部门可对机械系族进行在用符合性监督检查。如主管部门证实某一机械系族不满足本标准要求，生产、进口企业应按 8.3 及 H.3 整改。

### 8.2 在用符合性要求及检查

#### 8.2.1 一般要求

8.2.1.1 主管部门根据对在用符合性自查报告进行的检查，可做出如下判定：

- a) 判定生产、进口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、进口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、进口企业的在用符合性测试不符合要求，需开始执行 H.3 的整改措施。

8.2.1.2 主管部门也可以抽取机械，开展在用符合性检查。在用符合性检查包括 8.2.2~8.2.4 中全部或部分试验。

8.2.1.3 主管部门可从满足在用符合性机械选取要求的机械中随机抽取一台，不得对选取的机械（发动机或后处理系统）进行任何调整（包括对 ECU 软件的更新）。若此机械不满足在用符合性判定要求，需加抽两台机械进行试验。

8.2.1.4 机械（发动机）的抽样应按系族进行。

8.2.1.5 在用符合性机械选取应满足以下要求：

- a) 选择的机械应尽可能使用 500 h 以上；
- b) 污染控制装置与企业信息公开一致；
- c) CAL ID 及 CVN 与企业信息公开一致；
- d) 连接通用诊断仪诊断无排放相关故障。

8.2.1.6 试验应采用符合附录 O 要求的基准燃料或符合相关国家标准规定的市售燃料，若反应剂类型为尿素水溶液，应符合 GB 29518 要求。

## 8.2.2 机械污染物排放在用符合性检查

8.2.2.1 从 8.2.1.3 抽取的一台机械按附录 E 或 F.2.4.4 规定进行试验。

8.2.2.2 按附录 E 进行排放测试的机械，若此机械的各种污染物排放结果小于限值，则可判定在用符合性检查合格；若此机械的某种污染物排放结果不小于限值，应按 8.2.1.3 的要求加抽两台机械进行试验。

8.2.2.3 若加抽的两台机械各污染物排放结果均小于限值，且三台机械的各污染物排放结果平均值均小于限值，则判定在用符合性检查合格；否则判定在用符合性检查不合格。

8.2.2.4 按 F.2.4.4 进行排放测试的机械，若此机械的排气污染物烟度满足表 6 的烟度限值要求，则判定在用符合性检查合格，若此机械的排气污染物烟度不小于表 6 的烟度限值要求，应按 8.2.1.3 的要求加抽两台机械进行试验。

8.2.2.5 若加抽的两台机械排气污染物烟度均小于表 6 的烟度限值要求，且三台机械的排气污染物烟度平均值小于表 6 的烟度限值要求，则判定在用符合性检查合格；否则判定在用符合性检查不合格。

## 8.2.3 机械 NCD、PCD 在用符合性检查

8.2.3.1 从 8.2.1.3 抽取的一台机械按附件 ED 进行试验，主管部门可进行附件 ED 规定的全部或部分项目。

8.2.3.2 若此机械符合附件 ED 的要求，则判定在用符合性检查合格；否则不合格。若此机械诊断系统无法有效访问，或者发现无诊断接口的情况，则判定在用符合性检查不合格。

## 8.2.4 机械远程排放监控在用符合性检查

8.2.4.1 从 8.2.1.3 抽取的一台机械按附录 IA.7 规定的数据传输、定位及数据一致性试验方法进行试验。

8.2.4.2 若此机械符合附录 IA.7 的要求，则判定在用符合性检查合格；否则不合格。

## 8.3 整改措施

8.3.1 生产、进口企业应按要求提交整改措施计划并按计划实施。

8.3.2 整改措施应适用于属于同一机械（系族）的所有在用机械。

8.3.3 机械生产、进口企业应保存每一台机械的召回、维修或改造记录，保存期至少 10 年。

8.3.4 生产、进口企业应采取一切必要措施，尽快恢复在用符合性，并完成整改措施报告。

## 9 机械下线检验

### 9.1 一般要求

机械生产、进口企业，应对出厂前的机械进行排放基本配置、NCD、PCD 和排气污染物检查，均满足标准要求方可出厂。

### 9.2 排放基本配置检查

机械生产、进口企业应检查表 AD.2 的环保关键零部件（如有）及 MEIN、CVN、CAL ID 正确。

### 9.3 NCD、PCD 检查

机械生产、进口企业应检查机械是否按要求设置了 NCD、PCD 诊断接口，检查 NCD、PCD 系统（如适用）通信是否正常，有无故障代码。

### 9.4 排气污染物检查

实施排气污染物检查的机械数量应满足下述要求：

- a) 单一机械年产量超过 1 500 台的，至少按照年产量的 1%；
- b) 单一机械年产量大于 10 台且小于等于 1 500 台的，最小抽查数为 10 台/年；
- c) 单一机械年产量小于等于 10 台的，每台均应进行检验。

按照附录 F 进行污染物排放测量，测量过程中 95%以上数据点不高于表 6 中的 NO<sub>x</sub> 浓度限值，不透光烟度最大值不高于表 6 限值。

表 6 下线检验排气污染物限值

功率段 (kW)	NO <sub>x</sub> (10 <sup>-6</sup> ) <sup>a</sup>	不透光烟度 (m <sup>-1</sup> )
P <sub>max</sub> < 19	900	0.8
19 ≤ P <sub>max</sub> < 56		0.5
56 ≤ P <sub>max</sub> < 560	500	
P <sub>max</sub> ≥ 560	记录	
<sup>a</sup> 体积分数		

## 10 标准实施

### 10.1 型式检验

自本标准发布之日起，即可依据本标准开展型式检验。

### 10.2 生产、进口和销售

自 2018 年 10 月 1 日起，凡不满足本标准要求的机械及其装用的发动机不得生产、进口、销售。

### 10.3 生产一致性检查

对按本标准型式检验的机械（发动机），其生产一致性检查应符合本标准的要求。

### 10.4 在用符合性检查

对按本标准生产、进口和销售的机械，其在使用符合性检查应符合本标准的要求。

**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**信息公开技术资料**

**A.1 概述**

A.1.1 进行型式检验时，生产、进口企业应提供以下信息公开技术资料。

如果有示意图，应以适当的比例充分说明细节。如有照片，应显示其细节。如系统、部件或独立技术总成由计算机控制，应提供其性能资料。

A.1.2 当发动机或发动机系族作为独立技术总成进行型式检验时，应提交附录 A.2、附件 AB 和附件 AC 信息。

A.1.3 当装有已型式检验发动机的机械进行排放型式检验时，应提交附录 A.2、附件 AA 信息。

A.1.4 当装有未型式检验发动机的机械进行排放型式检验时，应提交附录 A.2、附件 AA、附件 AB 和附件 AC 信息。

A.1.5 环保关键零部件要求见附件 AD。

A.1.6 型式检验报告格式参考附件 AE 和附件 AF。

A.1.7 机械和发动机生产、进口企业应对机械单机信息、发动机单机信息公开。

**A.2 附属文件**

A.2.1 机械上与排放污染物相关的关键零部件或系统的基本特点（如适用）

A.2.2 排放控制策略信息

A.2.2.1 机械生产、进口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、防篡改的措施、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，文件包可以包括两部分：

a) 正式文件：应向国务院生态环境主管部门公开，可根据需要提供给相关方。

b) 扩展文件：应予保密。扩展文件应向国务院生态环境主管部门公开，或由机械生产、进口企业保存，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.2.2.2 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。该材料应向国务院生态环境主管部门公开。

A.2.2.3 扩展文件包应包括所有辅助排放控制策略（AECS）和基础排放控制策略（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.2.3 对作为独立技术总成进行型式检验的发动机机型或系族，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、进口企业认可或者校准的设备进行更新；

b) 按附录 F 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他型式检验文件（如适用）。

A.2.4 对有多种运行模式（指标准模式、经济模式、强力模式等）的机械，应提供技术文件说明各工作模式的应用特点。

A.2.5 其他附属文件清单（如适用）。

附件 AA  
(规范性附件)  
机械信息

AA.1 机械基本参数

- AA.1.1 机械型号<sup>2</sup>;
- AA.1.2 机械名称;
- AA.1.3 生产日期;
- AA.1.4 商标;
- AA.1.5 机械环保代码;
- AA.1.6 环保信息标签;
- AA.1.7 机械分类;
- AA.1.8 排放阶段;
- AA.1.9 机械的识别方法和位置;
- AA.1.10 机械环保信息标签位置;
- AA.1.11 机械环保代码标示位置;
- AA.1.12 诊断接口位置;
- AA.1.13 装机最高空载转速;
- AA.1.14 装机最低空载转速;
- AA.1.15 机械生产企业名称;
- AA.1.16 机械生产企业地址;
- AA.1.17 机械生产企业法人姓名和住址;
- AA.1.18 机械进口企业名称(如适用);
- AA.1.19 机械进口企业地址(如适用);
- AA.1.20 机械进口企业法人姓名和住址(如适用);
- AA.1.21 型式检验依据的标准;
- AA.1.22 型式检验检验机构;
- AA.1.23 驱动电机顺序号(如适用);
- AA.1.24 驱动电机生产企业;

AA.2 发动机基本参数

- AA.2.1 信息公开编号;
- AA.2.2 发动机型号;
- AA.2.3 系族名称;
- AA.2.4 商标;
- AA.2.5 排放阶段;
- AA.2.6 生产企业名称;
- AA.2.7 生产企业地址;
- AA.2.8 型式检验依据的标准;
- AA.2.9 型式检验检验机构;
- AA.2.10 额定净功率/转速;

---

<sup>2</sup> 不得与其他排放阶段的型号相同

- AA. 2. 11 最大净扭矩/转速;
- AA. 2. 12 燃料供给系统型式;
- AA. 2. 13 喷油泵型号、生产企业;
- AA. 2. 14 喷油器型号、生产企业;
- AA. 2. 15 共轨管型号、生产企业(如适用);
- AA. 2. 16 增压器型号、生产企业(如适用);
- AA. 2. 17 中冷器型式(如适用);
- AA. 2. 18 NO<sub>x</sub>控制诊断系统(NCD)、颗粒物控制诊断系统(PCD)供应商(如适用);
- AA. 2. 19 废气再循环装置(EGR)型号、生产企业(如适用);
- AA. 2. 20 电控单元(ECU)型号、生产企业(如适用);
- AA. 2. 21 排气后处理系统型式(如适用);
- AA. 2. 22 催化转化器(DOC)型号、生产企业;封装、载体、涂层生产企业(如适用);
- AA. 2. 23 催化转化器(SCR)型号、生产企业;封装、载体、涂层生产企业(如适用);
- AA. 2. 24 催化转化器(ASC)型号、生产企业;封装、载体、涂层生产企业(如适用);
- AA. 2. 25 催化转化器(LNT)型号、生产企业;封装、载体、涂层生产企业(如适用);
- AA. 2. 26 颗粒物捕集器(DPF)型号、生产企业;封装、载体、涂层生产企业(如适用);
- AA. 2. 27 三元催化器(TWC)型号、生产企业;封装、载体、涂层生产企业(如适用);
- AA. 2. 28 生产(进口)企业名称;
- AA. 2. 29 法定代表人;
- AA. 2. 30 企业地址;
- AA. 2. 31 企业联系电话;
- AA. 2. 32 企业官方网站。

### AA. 3 混合动力系统(如适用)

- AA. 3. 1 混合动力类型(按外接充电能力划分);
- AA. 3. 2 混合动力类型(按动力系统结构类型划分);
- AA. 3. 3 储能装置型号;
- AA. 3. 4 储能装置生产企业;
- AA. 3. 5 储能装置储电量。

附件 AB  
(规范性附件)  
发动机基本参数和污染控制装置信息

AB. 1 发动机基本参数

- AB. 1. 1 型号<sup>3</sup>;
- AB. 1. 2 生产企业;
- AB. 1. 3 编号;
- AB. 1. 4 源机/子机;
- AB. 1. 5 商标;
- AB. 1. 6 气缸排量 (与源机的百分比, %);
- AB. 1. 7 额定净功率 (kW);
- AB. 1. 8 额定净功率转速 (r/min);
- AB. 1. 9 最大净扭矩 (N·m);
- AB. 1. 10 参考扭矩 (N·m);
- AB. 1. 11 最大净扭矩转速 (r/min);
- AB. 1. 12 怠速转速 (r/min);
- AB. 1. 13 最高空转转速 (r/min);
- AB. 1. 14 额定净功率转速时每冲程燃料供给量 (mm<sup>3</sup>);
- AB. 1. 15 最大扭矩转速时每冲程燃料供给量 (mm<sup>3</sup>);
- AB. 1. 16 气缸数;
- AB. 1. 17 排列方式;
- AB. 1. 18 缸心距 (mm);
- AB. 1. 19 着火次序;
- AB. 1. 20 缸体构造;
- AB. 1. 21 燃料喷射系统型式;
- AB. 1. 22 单缸排量 (L);
- AB. 1. 23 发动机排量 (L);
- AB. 1. 24 冷却方式;
- AB. 1. 25 冷却液性质;
- AB. 1. 26 进气方式;
- AB. 1. 27 单缸气门数;
- AB. 1. 28 燃烧室型式;
- AB. 1. 29 容积压缩比;
- AB. 1. 30 喷油正时 (°CA);
- AB. 1. 31 最高排温 (°C);
- AB. 1. 32 最低燃油温度 (K);
- AB. 1. 33 最高燃油温度 (K);
- AB. 1. 34 最大允许进气阻力 (kPa);
- AB. 1. 35 最大允许排气背压 (kPa);
- AB. 1. 36 排气系统容积 (L);

---

<sup>3</sup> 不得与其他排放阶段的型号相同

- AB. 1. 37 额定转速时辅件吸收的功率 (kW) ;
- AB. 1. 38 中间转速时辅件吸收的功率 (如适用) (kW) ;
- AB. 1. 39 排气后处理系统型式;
- AB. 1. 40 点火方式:
- AB. 1. 41 点火线圈型式;
- AB. 1. 42 火花塞型式;
- AB. 1. 43 限制条件 (如适用) 。

## AB. 2 污染控制装置

- AB. 2. 1 喷油泵
  - AB. 2. 1. 1 型号;
  - AB. 2. 1. 2 生产企业;
- AB. 2. 2 共轨管
  - AB. 2. 2. 1 型号;
  - AB. 2. 2. 2 生产企业;
- AB. 2. 3 喷油器
  - AB. 2. 3. 1 型号;
  - AB. 2. 3. 2 生产企业;
- AB. 2. 4 增压器
  - AB. 2. 4. 1 型号;
  - AB. 2. 4. 2 生产企业;
- AB. 2. 5 中冷器型式;
- AB. 2. 6 曲轴箱气体再循环装置;
- AB. 2. 7 EGR
  - AB. 2. 7. 1 型号;
  - AB. 2. 7. 2 生产企业;
- AB. 2. 8 EECU
  - AB. 2. 8. 1 型号;
  - AB. 2. 8. 2 生产企业;
- AB. 2. 9 NCD
  - AB. 2. 9. 1 型号;
  - AB. 2. 9. 2 生产企业;
- AB. 2. 10 PCD
  - AB. 2. 10. 1 型号;
  - AB. 2. 10. 2 生产企业;
- AB. 2. 11 NCD+PCD
  - AB. 2. 11. 1 型号;
  - AB. 2. 11. 2 生产企业;
- AB. 2. 12 反应剂控制单元
  - AB. 2. 12. 1 型号;
  - AB. 2. 12. 2 生产企业;
- AB. 2. 13 颗粒捕集器控制单元

AB. 2. 13. 1 型号;  
AB. 2. 13. 2 生产企业;  
AB. 2. 14 颗粒物控制装置控制单元  
AB. 2. 14. 1 型号;  
AB. 2. 14. 2 生产企业;  
AB. 2. 15 催化转化器 (DOC)  
AB. 2. 15. 1 型号;  
AB. 2. 15. 2 生产企业;  
AB. 2. 16 催化转化器 (SCR)  
AB. 2. 16. 1 型号;  
AB. 2. 16. 2 生产企业;  
AB. 2. 17 催化转化器 (ASC)  
AB. 2. 17. 1 型号;  
AB. 2. 17. 2 生产企业;  
AB. 2. 18 催化转化器 (LNT)  
AB. 2. 18. 1 型号;  
AB. 2. 18. 2 生产企业;  
AB. 2. 19 催化转化器 (TWC)  
AB. 2. 19. 1 型号;  
AB. 2. 19. 2 生产企业;  
AB. 2. 20 颗粒捕集器  
AB. 2. 20. 1 型号;  
AB. 2. 20. 2 生产企业;  
AB. 2. 21 颗粒物控制装置 (其他)  
AB. 2. 21. 1 型号;  
AB. 2. 21. 2 生产企业;  
AB. 2. 22 反应剂液位传感器  
AB. 2. 22. 1 型号;  
AB. 2. 22. 2 生产企业;  
AB. 2. 23 反应剂质量传感器  
AB. 2. 23. 1 型号;  
AB. 2. 23. 2 生产企业;  
AB. 2. 24 NO<sub>x</sub> 传感器  
AB. 2. 24. 1 型号;  
AB. 2. 24. 2 生产企业;  
AB. 2. 25 NH<sub>3</sub> 传感器  
AB. 2. 25. 1 型号;  
AB. 2. 25. 2 生产企业;  
AB. 2. 26 氧传感器  
AB. 2. 26. 1 型号;  
AB. 2. 26. 2 生产企业;  
AB. 2. 27 排温传感器

- AB. 2. 27. 1 型号;
- AB. 2. 27. 2 生产企业;
- AB. 2. 28 压差传感器
- AB. 2. 28. 1 型号;
- AB. 2. 28. 2 生产企业;
- AB. 2. 29 压力传感器
- AB. 2. 29. 1 型号;
- AB. 2. 29. 2 生产企业;
- AB. 2. 30 颗粒物传感器
- AB. 2. 30. 1 型号;
- AB. 2. 30. 2 生产企业;
- AB. 2. 31 其他系统
- AB. 2. 31. 1 型号;
- AB. 2. 31. 2 生产企业;

### AB. 3 后处理系统（ASC、DOC、LNT、TWC）基本参数

- AB. 3. 1 型号;
- AB. 3. 2 生产企业;
- AB. 3. 3 催化转化器作用型式;
- AB. 3. 4 催化转化器数目;
- AB. 3. 5 催化单元数目;
- AB. 3. 6 贵金属总含量 (g) ;
- AB. 3. 7 贵金属含量 (g/L) ;
- AB. 3. 8 相对浓度 (铂: 铑: 钯) ;
- AB. 3. 9 孔密度 (目) ;
- AB. 3. 10 载体结构;
- AB. 3. 11 载体材料;
- AB. 3. 12 载体生产企业;
- AB. 3. 13 涂层材料;
- AB. 3. 14 涂层生产企业;
- AB. 3. 15 封装企业名称;
- AB. 3. 16 催化转化器的正常工作温度范围 (K) ;
- AB. 3. 17 额定转速下的排气流量与载体的有效容积之比 (即: 空速) ;
- AB. 3. 18 安装位置 (在排气系统中的位置和基准距离) : (mm) ;
- AB. 3. 19 壳体型式;
- AB. 3. 20 形状;
- AB. 3. 21 尺寸;
- AB. 3. 22 容积;
- AB. 3. 23 热管理措施。

### AB. 4 后处理系统（SCR）基本参数

- AB. 4. 1 型号;

- AB. 4. 2 生产企业;
- AB. 4. 3 催化转化器作用型式;
- AB. 4. 4 催化转化器数目;
- AB. 4. 5 催化单元数目;
- AB. 4. 6 贵金属总含量 (g);
- AB. 4. 7 贵金属含量 (g/L);
- AB. 4. 8 相对浓度 (铂: 铑: 钯);
- AB. 4. 9 孔密度 (目);
- AB. 4. 10 载体结构;
- AB. 4. 11 载体材料;
- AB. 4. 12 载体生产企业;
- AB. 4. 13 涂层材料;
- AB. 4. 14 涂层生产企业;
- AB. 4. 15 封装企业名称;
- AB. 4. 16 催化转化器的正常工作温度范围 (K);
- AB. 4. 17 额定转速下的排气流量与载体的有效容积之比 (即: 空速);
- AB. 4. 18 安装位置 (在排气系统中的位置和基准距离): (mm);
- AB. 4. 19 反应剂类型;
- AB. 4. 20 反应及浓度;
- AB. 4. 21 反应剂喷射位置;
- AB. 4. 22 反应剂喷射泵;
- AB. 4. 23 反应剂起喷温度 (K);
- AB. 4. 24 反应剂起喷压力 (kPa) (适用固态反应剂);
- AB. 4. 25 壳体型式;
- AB. 4. 26 形状;
- AB. 4. 27 尺寸;
- AB. 4. 28 容积;
- AB. 4. 29 热管理措施;
- AB. 4. 30 催化器载体材料是否为钒基或注明其他类型;
- AB. 4. 31 钒基催化器载体系统不产生五氧化二钒的原因。

#### AB. 5 后处理系统 (DPF) 基本参数

- AB. 5. 1 型号;
- AB. 5. 2 生产企业;
- AB. 5. 3 系统型式;
- AB. 5. 4 颗粒物控制装置数量;
- AB. 5. 5 单元数目;
- AB. 5. 6 颗粒物控制装置尺寸;
- AB. 5. 7 载体容积 (cm<sup>3</sup>);
- AB. 5. 8 贵金属总含量 (g);
- AB. 5. 9 贵金属含量 (g/L);
- AB. 5. 10 相对浓度 (铂: 铑: 钯);

- AB. 5. 11 孔密度（目）；
- AB. 5. 12 载体结构；
- AB. 5. 13 载体材料；
- AB. 5. 14 载体生产企业；
- AB. 5. 15 涂层材料；
- AB. 5. 16 涂层生产企业；
- AB. 5. 17 封装企业名称；
- AB. 5. 18 颗粒物控制装置的正常工作温度范围（K）；
- AB. 5. 19 额定转速下的排气流量与过滤体的有效容积之比（即：空速）；
- AB. 5. 20 再生方式；
- AB. 5. 21 周期再生相邻两次再生之间的 NRTC（NRSC）试验循环次数  $n_r$ ；
- AB. 5. 22 周期再生发生再生期间的 NRTC（NRSC）试验循环次数  $n_r$ ；
- AB. 5. 23 安装位置（在排气系统中的位置和基准距离）：（mm）；
- AB. 5. 24 排气中燃油喷射系统型式（碳氢喷射系统、缸内后喷等）。

## AB. 6 进气系统

- AB. 6. 1 增压器：有/无；
  - AB. 6. 1. 1 增压器类型：（单级增压器、双级增压器、VGT 等）；
  - AB. 6. 1. 2 厂牌；
  - AB. 6. 1. 3 型号；
  - AB. 6. 1. 4 系统描述（相关技术参数，例如废气等最高增压压力，kPa，如适用）
- AB. 6. 2 中冷型式（如适用）：空空/空水；
- AB. 6. 3 进排气压力
  - AB. 6. 3. 1 允许的最大进气阻力；
  - AB. 6. 3. 2 允许的最大排气背压；
- AB. 6. 4 进气管和其他附件的描述和图纸（增压室，加热装置，进气口等）。

## AB. 7 燃油系统

- AB. 7. 1 燃料供给；
  - AB. 7. 1. 1 燃料喷射：是/否；
    - AB. 7. 1. 1. 1 系统说明；
    - AB. 7. 1. 1. 2 工作原理：进气歧管（单点/多点）/直接喷射/其他（注明）；
  - AB. 7. 1. 2 油泵
    - AB. 7. 1. 2. 1 生产企业；
    - AB. 7. 1. 2. 2 型号；
    - AB. 7. 1. 2. 3 油泵排量， $\text{mm}^3/\text{行程}$ （泵速， $\text{r}/\text{min}$ ）或特性曲线；
  - AB. 7. 1. 3 喷油器
    - AB. 7. 1. 3. 1 生产企业；
    - AB. 7. 1. 3. 2 型号；
    - AB. 7. 1. 3. 3 开启压力，kPa 或特性曲线。

## AB. 8 点火系统

- AB. 8. 1 点火方式;
- AB. 8. 2 点火提前曲线;
- AB. 8. 3 点火正时 (上止点前角度);
- AB. 8. 4 断电器触点间隙;
- AB. 8. 5 闭合角;
- AB. 8. 6 火花塞
  - AB. 8. 6. 1 生产企业;
  - AB. 8. 6. 2 型号;
  - AB. 8. 6. 3 火花塞调整间隙;
- AB. 8. 7 点火线圈
  - AB. 8. 7. 1 生产企业;
  - AB. 8. 7. 2 型号;
- AB. 8. 8 点火控制器
  - AB. 8. 8. 1 生产企业;
  - AB. 8. 8. 2 型号;
- AB. 8. 9 分电器
  - AB. 8. 9. 1 生产企业;
  - AB. 8. 9. 2 型号。

**附件 AC**  
**(规范性附件)**  
**试验条件**

**AC.1 所用的润滑油**

AC.1.1 厂牌;

AC.1.2 型号;

AC.1.3 若燃料中混有润滑油, 应说明混合物中润滑油的百分比。

**AC.2 发动机驱动设备**

AC.2.1 仅需确定辅件/设备吸收的功率

a) 若发动机运转所需辅件没有装在发动机上, 和 (或)

b) 若发动机运转所不需要的辅件装在发动机上

注意: 排放试验发动机驱动设备的要求与功率试验中的不同。

AC.2.2 列举并确定其细节:

AC.2.3 排放试验中发动机特定转速下的吸收功率

**表 AC.1 排放试验中发动机在特定转速下的吸收功率**

设备	怠速	低转速	高转速	基准转速
$P_{(a)}$ 附件 BE 要求的辅件/设备				
$P_{(b)}$ 附件 BE 要求的不需要的辅件/设备		$P_{(b)}$		

**AC.3 发动机性能**

AC.3.1 按照附录 B 进行发动机排放试验的发动机转速。

AC.3.1.1 按照附录 B 在液体燃料模式下进行排放试验的发动机转速 (仅适用于 1B 型、2B 型和 3B 型双燃料发动机)

低转速 ( $n_{lo}$ ): r/min

高转速 ( $n_{hi}$ ): r/min

怠速: r/min

基准转速: r/min

AC.3.2 双燃料模式发动机功率

AC.3.2.1 怠速: r/min

AC.3.2.2 最大功率对应的转速: r/min

AC.3.2.3 最大功率: kW

AC.3.2.4 最大扭矩对应的转速: r/min

AC.3.2.5 最大扭矩: N·m

AC.3.2.6 柴油模式发动机功率

AC.3.2.6.1 怠速: r/min

AC.3.2.6.2 最大功率对应的转速: r/min

AC.3.2.6.3 最大功率: kW

- AC. 3. 2. 6. 4 最大扭矩对应的转速: r/min  
AC. 3. 2. 6. 5 最大扭矩: N·m

#### AC. 4 NCD 和 PCD 试验有关信息

- AC. 4. 1 NCD 和 PCD 试验的测试条件:  
AC. 4. 2 NCD 和 PCD 系统验证的测试循环:  
AC. 4. 3 NCD 和 PCD 验证试验前预处理循环数量:

附件 AD  
(规范性附件)  
环保关键零部件要求

AD.1 概述

机械或零部件生产企业应对本附件规定的零部件提供质保服务，其排放质保期不应低于表 AD.1 的要求。环保关键零部件不包括在有效寿命内需定期更换的部件（如：滤芯等消耗部件）。

表 AD.1 环保关键零部件质保期要求

发动机功率段 (kW)	转速 (r/min)	质保期 <sup>a</sup>	
		运行时长(小时)	年限(年)
$P_{\max} \geq 37$	任何转速	3 000	5
$19 \leq P_{\max} < 37$	非恒定转速		
	恒定转速 < 3 000		
	恒定转速 $\geq 3 000$	1 500	2
$P_{\max} < 19$	任何转速	1 500	2

<sup>a</sup> 质保期从销售之日起计算。

AD.2 环保关键零部件清单

环保关键零部件清单见表 AD.2，如果有其他关键零部件，对排放影响明显，应满足 AD.1 要求。

表 AD.2 环保关键零部件清单

系统	零部件		
排气后处理系统	排气相关传感器	排气温度传感器	
		排气压力传感器	
		氧传感器	
		NO <sub>x</sub> 传感器	
		DPF 压差传感器	
		EGR 压差传感器	
		PM 传感器	
		还原剂浓度传感器	
		还原剂液位传感器	
		还原剂温度传感器	
	排气后处理器	颗粒捕集系统	颗粒捕集器
			燃料喷射器
		稀燃 NO <sub>x</sub> 捕集器 (LNT)	
		选择性催化还原装置	SCR 催化器
			还原剂喷射器
			还原剂喷射泵
		氧化型催化转化器 (DOC)	
		氨逃逸催化转化器 (ASC)	

系统	零部件	
		三元催化转化器（TWC）
		其他可能采用的后处理总成及部件（如适用）
	排气热管理系统	排气节流阀
		电加热催化转化器（EHC）
		燃烧器总成及部件
废气再循环系统	EGR 阀	
	EGR 冷却器	
	EGR 温度传感器	
	EGR 压力传感器	
	文丘里压差传感器	
曲轴箱通风系统	油气分离器	
	曲轴箱通风阀	
	其他曲轴箱通风装置（如适用）	
电子控制系统	ECU 控制器	
	DCU 控制器及其他排放相关控制单元（如适用）	
燃油系统	喷油器	
	喷油泵	
	共轨管	
	轨压传感器	
燃气系统	喷射器	
	混合装置	
	蒸发器或压力调节器	
点火系统	点火线圈（如适用）	
进气系统	进气节流阀	
	增压器	
	进气压力传感器	
	进气温度传感器	
	进气空气流量计	
	中冷器	
其他	远程排放车载终端	
	车速传感器（如适用）	
	环境温度传感器	
	发动机水温传感器	
	曲轴位置传感器	
	凸轮轴位置传感器	
	其他影响排放控制或NCD 和（或）PCD 诊断功能的相关部件或传感器（如适用）	

附件 AE  
(资料性附件)  
发动机型式检验报告格式

AE.1 发动机信息

发动机信息参考附件 AB。

AE.2 检验报告信息

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

AE.3 检验机构的检验报告

AE.3.1 燃料类型：柴油/甲醇/氢/LPG/NG-H/NG-LNG-HL/双燃料 (1A 型/1B 型/2A 型/2B 型/3B 型<sup>1</sup>) /其他 (请注明)

AE.3.2 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 (发动机在机械上的安装条件也要考虑)

- AE.3.2.1 允许的最大进气阻力；
- AE.3.2.2 允许的最大排气背压；
- AE.3.2.3 排气系统容积；
- AE.3.2.4 限制条件 (如适用)；
- AE.3.2.5 后处理安装位置 (在排气管路中的位置和基准距离)；
- AE.3.2.6 发动机企业规定的发动机高怠速的 $\lambda$ 值控制范围 (如适用)；

AE.3.3 发动机/源机的排放水平

AE.3.3.1 NRSC 试验循环排放结果及劣化系数 (DF) 或劣化修正值 (DC) 见表 AE.1。

表 AE.1 NRSC 试验循环排放结果

污染物	CO (g/kW·h)	HC (g/kW·h)	NO <sub>x</sub> (g/kW·h)	PM (g/kW·h)	PN (#/kW·h)	NH <sub>3</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (g/kW·h)
DF/DC 值							—
试验结果							
K <sub>r,u</sub> 乘/加 <sup>1</sup>							
K <sub>r,d</sub> 乘/加 <sup>1</sup>							
加权试验结果							
DF/DC 修正结果							
N <sub>2</sub> O 排放量: g/kW·h    CH <sub>4</sub> 排放量: g/kW·h (如适用)    燃料消耗量: g/kW·h 测试循环中闭式曲轴箱的压力负值时长百分比:							

<sup>1</sup> 划掉不适用者。

AE. 3. 3. 2 NRTC 试验循环排放结果及劣化系数 (DF) 或劣化修正值 (DC) 见表 AE.2。

表 AE. 2 NRTC 试验循环排放结果

污染物	CO (g/kW·h)	HC (g/kW·h)	NO <sub>x</sub> (g/kW·h)	PM (g/kW·h)	PN (#/ kW·h)	NH <sub>3</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (g/kW·h)
DF/DC 值							—
冷起动							
无再生的热起动							
有再生的热起动							
K <sub>r,u</sub> 乘/加 <sup>1</sup>							
K <sub>r,d</sub> 乘/加 <sup>1</sup>							
加权试验结果							
DF/DC 修正结果							
NRTC 循环功 (kW·h)							
N <sub>2</sub> O 排放量: g/kW·h CH <sub>4</sub> 排放量: g/kW·h (如适用) 燃料消耗量: g/kW·h							
测试循环中闭式曲轴箱的压力负值时长百分比: 冷态: ____; 热态: ____							

AE. 3. 3. 3 非标准循环排放试验点的排放结果见表 AE.3。

表 AE. 3 非标准循环排放试验点的排放结果

非标准循环排放试验点						
试验点排放	发动机转速 (r/min)	负荷 (%)	CO (g/kW·h)	HC (g/kW·h)	NO <sub>x</sub> (g/kW·h)	PM (g/kW·h)
试验点 1						
试验点 2						
试验点 3						

AE. 3. 3. 4 功率测量

在试验台架上发动机功率测试见表 AE.4。

表 AE. 4 在试验台架上发动机功率测试

实测发动机转速 (r/min)							
实测燃料流量 (g/h)							
实测扭矩 (N·m)							
ECU 读取扭矩 (N·m) (如适用)							

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)							
辅件功率 (kW)							
最大净功率 (kW)							
最大净扭矩 (N·m)							
校正后的燃料消耗量 (g/kW·h)							

附件 AF  
(资料性附件)  
机械型式检验报告格式

AF.1 基本信息

机械信息参考附件 AA。

AF.2 设备信息

- AF.2.1 品牌;
- AF.2.2 生产企业;
- AF.2.3 气态污染物分析仪型号、检定有效期;
- AF.2.4 颗粒数量测量设备型号、检定有效期;
- AF.2.5 排气流量计型号、检定有效期;
- AF.2.6 卫星导航定位系统型号、检定有效期;
- AF.2.7 气象站型号、检定有效期;
- AF.2.8 烟度设备、商标、型号;
- AF.2.9 烟度设备校准;

AF.3 测试条件

- AF.3.1 测试日期和时间;
- AF.3.2 测试人员;
- AF.3.3 测试地点;
- AF.3.4 天气;
- AF.3.5 环境温度范围 (°C) ;
- AF.3.6 环境湿度范围 (%RH) ;
- AF.3.7 大气压力范围 (kPa) ;
- AF.3.8 起始时刻冷却液温度 (°C) ;
- AF.3.9 起始时刻后处理系统温度 (°C) ;
- AF.3.10 燃料规格参数;
- AF.3.11 反应剂规格参数 (如适用) ;
- AF.3.12 润滑油规格参数;
- AF.3.13 实际测试作业循环类型;

AF.4 测试数据

- AF.4.1 瞬时测量数据项见表 E.1;
- AF.4.2 瞬时测量数据计算
  - AF.4.2.1 CO 质量 (mg/s) ;
  - AF.4.2.2 NO<sub>x</sub> 质量 (mg/s) ;
  - AF.4.2.3 CO<sub>2</sub> 质量 (mg/s) ;

AF.4.2.4 PN 数量 (个/s) ;

AF.4.2.5 发动机功率 (kW) ;

AF.4.3 按照 F.2.4.4 进行的烟度排放试验结果。

### AF.5 试验结果

#### AF.5.1 PEMS 检验结果

表 AF.1 PEMS 检验结果

项目	CO (mg/kW·h)	NO <sub>x</sub> (mg/kW·h)	PN (个/kW·h)	CO <sub>2</sub> (mg/kW·h)
冷起动Bin				
非怠速Bin				
怠速Bin <sup>a</sup>				
周期再生修正值 (相加: mg/kW·h或个/kW·h; 相乘: 无量纲)				
冷起动Bin修正后检验结果				
非怠速Bin修正后检验结果				
非怠速Bin排放限值				/
结果判定				/
<sup>a</sup> 对于怠速Bin的气态物结果单位为mg/h, PN的结果单位为个/h。				

#### AF.5.2 PEMS 循环运行特征数据

表 AF.2 循环运行特征数据

循环运行特征	测试时间 (s)	平均功率百分比 (%)	累计功 (kW·h)	NRTC 循环功 (kW·h)	累计功/ NRTC 循环功	300 s 移动平均窗口数量 (个)
冷起动 Bin						
非怠速 Bin						
怠速 Bin						
总循环						

#### AF.5.3 PEMS 数据一致性分析

表 AF.3 数据一致性结果

燃油消耗量相关系数	相关系数限值	符合判定
	≥0.8	

#### AF.5.4 烟度测量结果 (m<sup>-1</sup>)

表 AF.4 烟度测量结果

光吸收系数 (m <sup>-1</sup> )				
测量次数	1	2	3	平均
测量值				
限值				
符合性判定				

附录 B  
(规范性附录)  
发动机台架试验规程

B.1 概述

本附录规定了发动机排气污染物的测量方法，包括 NRSC、NRTC 及非标准循环。

B.2 通用符号和缩写

B.2.1 通用符号

符号	单位	定义
$a_1$	-	回归线的斜率
$a_0$	-	回归线的截距
$A/F_{st}$	-	理论空燃比
$C$	$10^{-6}$ (体积分数)	浓度
$C_d$	$10^{-6}$ (体积分数)	干基浓度
$C_w$	$10^{-6}$ (体积分数)	湿基浓度
$C_b$	$10^{-6}$ (体积分数)	背景浓度
$C_d$	-	SSV流量系数
$C_{gas}$	$10^{-6}$ (体积分数)	排气组分的浓度
$c_s$	个/cm <sup>3</sup>	修正到标准状态 (273.2 K, 101.33 kPa) 后每立方厘米 稀释排气的平均粒子浓度
$c_{s,i}$	个/cm <sup>3</sup>	粒子计数器每次测量所得到的稀释排气中的粒子浓度, 并修正到标准状态 (273.2 K, 101.33 kPa)
$d$	m	直径
$d_i$	nm	粒子电迁移直径 (30, 50 or 100 nm)
$d_V$	m	文丘里喉管直径
$D_0$	m <sup>3</sup> /s	PDP标定函数曲线的截距
$D$	-	稀释系数
$\Delta t$	s	时间间隔
$e$	个	每kW·h排放的颗粒数量
$e_{gas}$	g/kW·h	气态污染物比排放量
$e_{PM}$	g/kW·h	颗粒污染物比排放量
$e_r$	g/kW·h	再生期间的比排放量
$e_w$	g/kW·h	加权比排放量
$E_{CO_2}$	%	NO <sub>x</sub> 分析仪的CO <sub>2</sub> 熄光率
$E_E$	%	乙烷效率
$E_{H_2O}$	%	NO <sub>x</sub> 分析仪的水熄光率

符号	单位	定义
$E_M$	%	甲烷效率
$E_{NO_x}$	%	NO <sub>x</sub> 转化器的转化效率
$f$	Hz	取样频率
$f_a$	-	试验室大气因子
$F_s$	-	化学计量比
$f_r$	-	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
$H_a$	g/kg	进气绝对湿度
$H_d$	g/kg	稀释空气绝对湿度
$i$	-	瞬时测量的下标（如：1 Hz）
$k$	-	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， $k=1$
$k_c$	-	碳特殊因子
$k_{h,D}$	-	压燃式发动机NO <sub>x</sub> 湿度校正系数
$k_{h,G}$	-	点燃式发动机NO <sub>x</sub> 湿度校正系数
$k_r$	-	再生因子，或者无周期再生后处理系统的 $k_r=1$
$k_{r,d}$	-	下调性再生因子
$k_{r,u}$	-	上调性再生因子
$k_{w,a}$	-	进气干湿基校正系数
$k_{w,d}$	-	稀释空气干湿基校正系数
$k_{w,e}$	-	稀释排气干湿基校正系数
$k_{w,r}$	-	原始排气干湿基校正系数
$K_V$	-	CFV 标定系数
$\lambda$	-	过量空气系数
$m_b$	mg	稀释空气采集到的颗粒物质量
$m_d$	kg	通过颗粒物取样过滤器的稀释空气质量
$m_{ed}$	kg	整个循环的总稀释排气质量
$m_{edf}$	kg	整个循环当量稀释排气质量
$m_{ew}$	kg	整个循环的总排气质量
$m_{ex}$	kg	粒子数测量从稀释通道抽取的稀释排气的总质量
$m_f$	mg	颗粒物采样滤纸质量
$m_{gas}$	g	整个循环的气态污染物的排放质量
$m_p$	mg	收集到的颗粒物质量
$m_{PM}$	g	整个循环的颗粒排放质量

符号	单位	定义
$m_{PM,corr}$	g	采样流量修正后的颗粒质量
$m_{se}$	kg	整个循环的排气采样质量
$m_{sed}$	kg	通过稀释通道的稀释排气质量
$m_{sep}$	kg	通过颗粒物取样过滤器的稀释排气质量
$m_{ssd}$	kg	二级稀释空气质量
$M$	N·m	扭矩
$M_a$	g/mol	进气的摩尔质量
$M_d$	g/mol	稀释空气的摩尔质量
$M_e$	g/mol	排气的摩尔质量
$M_f$	N·m	附件吸收的扭矩
$M_{gas}$	g/mol	气体组分的摩尔质量
$M_r$	N·m	被拆掉的附件/装置的吸收扭矩
$N$	-	整个循环排放的粒子数量
$n$	-	测量次数
$n_r$	-	再生期间的测量次数
$n_{ref}$	r/min	基准转速
$n$	r/min	发动机转速
$n_{hi}$	r/min	高转速
$n_{lo}$	r/min	低转速
$n_p$	r/s	PDP 泵转速
$N_{cold}$	-	NRTC冷态测试循环排放的颗粒物总数量
$N_{hot}$	-	NRTC热起动测试循环排放的颗粒物总数量
$N_{in}$	个/cm <sup>3</sup>	上游粒子数量浓度
$N_{out}$	个/cm <sup>3</sup>	下游粒子数量浓度
$p_a$	kPa	发动机进气的饱和蒸汽压
$p_b$	kPa	大气总压
$p_d$	kPa	稀释空气的饱和蒸汽压
$p_p$	kPa	绝对压力
$p_r$	kPa	通过冷却池后的水蒸汽分压
$p_s$	kPa	干大气压
$P$	kW	功率
$P_f$	kW	安装的辅件吸收的功率
$P_r$	kW	拆掉的辅件吸收的功率
$q_{ex}$	kg/s	颗粒数量取样质量流量
$q_{mad}$	kg/s	进气质量流量（干基）

符号	单位	定义
$q_{maw}$	kg/s	进气质量流量（湿基）
$q_{mCe}$	kg/s	原始排气碳质量流量
$q_{mCf}$	kg/s	进入发动机的碳质量流量
$q_{mCp}$	kg/s	部分流系统中碳质量流量
$q_{mdew}$	kg/s	稀释排气质量流量（湿基）
$q_{mdw}$	kg/s	稀释空气质量流量（干基）
$q_{medf}$	kg/s	当量稀释排气质量流量（湿基）
$q_{mew}$	kg/s	排气质量流量（湿基）
$q_{mex}$	kg/s	从稀释通道中选取的取样质量流量
$q_{mf}$	kg/s	燃料质量流量
$q_{mp}$	kg/s	进入部分流稀释系统中的排气取样流量
$q_{sw}$	kg/s	反馈到稀释通道补偿颗粒数量取样的质量流量
$q_{vCVS}$	m <sup>3</sup> /s	CVS体积流量
$q_{vs}$	dm <sup>3</sup> /min	排气分析仪系统流量
$q_{vt}$	cm <sup>3</sup> /min	示踪气体流量
$r^2$	-	相关系数
$r_d$	-	稀释比
$r_D$	-	SSV 内径比
$r_h$	-	FID碳氢化合物响应系数
$r_m$	-	FID甲醇响应系数
$r_p$	-	SSV的压比
$r_s$	-	平均采样比
$s$		标准偏差
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	密度
$\rho_e$	kg/m <sup>3</sup>	排气密度
$T$	K	绝对温度
$T_a$	K	进气绝对温度
$t$	s	时间
$t_{10}$	s	从阶跃输入到10%最终读数间的时间
$t_{50}$	s	从阶跃输入到50%最终读数间的时间
$t_{90}$	s	从阶跃输入到90%最终读数间的时间
$u$	-	气态组分与排气的密度（摩尔质量）比
$V_0$	m <sup>3</sup> /r	PDP泵每转气体容积
$V_s$	dm <sup>3</sup>	排气分析仪的系统容积
$W_{act}$	kW·h	试验循环实际循环功
$W_{act,cold}$	kW·h	冷态试验循环实际循环功

符号	单位	定义
$W_{act,hot}$	kW·h	热起动试验循环实际循环功
$W_{ref}$	kW·h	试验循环基准循环功
$X_0$	m <sup>3</sup> /r	PDP标定系数

### B.2.2 缩写

CFV	临界流量文丘里管
CLD	化学发光检测器
CVS	定容取样系统
EGR	废气再循环
ET	蒸发管
FID	氢火焰离子化检测器
FTIR	傅立叶变换红外线分析仪
GC	气相色谱仪
HCLD	加热式化学发光检测器
HFID	加热式氢火焰离子化检测器
LDS	二极管激光光谱仪
LIA	激光红外分析仪
NDIR	不分光红外线分析仪
NMC	非甲烷截止器
OT	出口管
PDP	容积泵
PCF	粒径预分级器
PFS	部分流系统
PNC	粒子计数器
PND	粒子数量稀释装置
PTS	粒子传输系统
PTT	粒子传输管
QCL	量子级联激光器
SSV	亚音速文丘里管
VPR	挥发性粒子去除器

### B.3 试验说明

B.3.1 试验应采用本附录描述的方法，按照NRTC、NRSC及非标准循环确定气态污染物、颗粒物和温室气体排放。测量系统的线性要求应符合BB.1的要求，且不超过表BB.1规定的范围，测量系统的技术指标应符合BB.2、BB.3、BB.4的要求。

B.3.2 CO、CH<sub>4</sub>、NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>、HCHO、HC、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>3</sub>OH分析仪需满足BB.2的要求。

B.3.3 PM和PN的测试设备需分别满足BB.3、BB.4的要求。

B.3.4 气体组分、PM、PN的排放按照附件BA进行计算。

### B.4 发动机系族

#### B. 4.1 发动机排放系族的参数

以下设计参数相同的发动机，可以划分到同一个发动机排放系族。如果本条没有列出的装置和特性严重影响排放，基于良好的工程经验生产企业应查明这个装置，并新建一个发动机系族。

下列参数相同：

- a) 生产企业；
- b) 发动机转速（恒定转速、非恒定转速）
- c) 发动机燃料类型（单一燃料/双燃料/两用燃料/灵活燃料）；
- d) 发动机燃料种类；
- e) 燃烧循环（二冲程、四冲程等）；
- f) 冷却介质（空气、水、油）；
- g) 单缸排量（系族内发动机间相差不超过 15%）；
- h) 气缸数（对于带后处理装置的发动机）；
- i) 进气方式（自然吸气、增压、增压中冷等）；
- j) 燃烧室型式（预燃式、涡流式、开式）；
- k) 单缸气门数；
- l) 气门、气口结构和尺寸；
- m) 缸体构造（干式、湿式、无缸套）；
- n) 气缸盖构造；
- o) 气缸排列型式；
- p) 燃料喷射系统型式（高压共轨、电控单体泵、电控分配泵、电控泵喷嘴、机械单体泵、机械分配泵、机械直列泵等）；
- q) 废气再循环装置（EGR）（有/无）；
- r) 特殊装置（喷水装置、乳化装置、空气喷射装置、进气节流阀、排气节流阀等有/无）；
- s) 排气后处理系统型式（类别、数目、组合方式）（后处理封装变化，如：布置原因导致后处理拆分多个独立封装的情况，若载体总体积不变且控制策略、喷射策略、监控策略、喷射系统及传感器数目不变，则可划为同一系族，仅增加排放测试）；
- t) 电子控制策略（正时、喷油压力、增压、VGT、EGR 等策略）；
- u) 后处理再生方式；
- v) SCR 系统载体材料是否为钒基。

#### B. 4.2 源机的选择

##### B. 4.2.1 源机选择原则

B. 4.2.1.1 发动机排放系族大源机的选取，应根据最大扭矩转速时全负荷每循环最大燃料供给量作为首选原则。若有两台甚至更多的发动机符合首选标准，则应根据额定转速时全负荷每循环最大燃料供给量作为源机的次选原则。

B. 4.2.1.2 发动机排放系族小源机的选取，应根据最大扭矩转速时全负荷每循环最小燃料供给量作为首选原则。若有两台甚至更多的发动机符合首选标准，则应根据额定转速时全负荷每循环最小燃料供给量作为源机的次选原则。

##### B. 4.2.2 源机选择的补充规定

B. 4.2.2.1 在某些情况下，根据发动机生产、进口企业提供的技术资料，可以增选发动机作为代表

性发动机进行试验，以便确定系族中发动机的最差排放水平。如果系族中的发动机还有其他能够影响排气污染物的可变特性，那么在选择源机时，这些特性也应考虑在内。

**B. 4. 2. 2. 2** 下列污染控制装置型号或生产企业发生变化时（包括喷油泵、喷油器、增压器、EGR、压力调节器或蒸发器、混合装置、喷射装置、ECU、排气后处理系统、DCU、颗粒物捕集器控制单元、氧传感器、氮氧传感器等），应在源机或代表性发动机上进行试验。（除颗粒物捕集器发生变化时需进行再生验证试验，其余配置变化均不需进行再生验证。）

**B. 4. 2. 2. 3** 进气阻力最大值、排气背压最大值、中冷器出口处最高温度增加时，应在源机或代表性机型上进行试验。

**B. 4. 2. 2. 4** 后处理系统的下列参数变化时，应在源机或代表性发动机上进行试验：

a) 催化转化器

- 1) 催化转化器及其催化单元的数目（包括机械布置原因导致 SCR 拆分为多个并独立封装的情况）；
- 2) 作用型式；
- 3) 贵金属总含量；
- 4) 贵金属比例；
- 5) 载体的尺寸和体积；
- 6) 载体的结构和材料；
- 7) 载体生产企业；
- 8) 涂层生产企业；
- 9) 涂层材料；
- 10) 孔密度；
- 11) 安装的位置（在排气管中的位置和基准距离的最大值）；
- 12) 正常工作温度（K）范围；
- 13) 反应剂类型及浓度；
- 14) 反应剂喷射系统、喷射泵等；
- 15) 热管理措施（有/无）；
- 16) 其他。

b) 颗粒物捕集器

- 1) 颗粒物捕集器数量及单元数目；
- 2) 载体的尺寸和体积；
- 3) 载体的结构和材料；
- 4) 载体生产企业；
- 5) 涂层生产企业；
- 6) 涂层材料；
- 7) 孔密度；
- 8) 贵金属总含量；
- 9) 贵金属比例；
- 10) 安装的位置（在排气管中的位置和基准距离的最大值）；
- 11) 正常工作温度（K）范围；
- 12) 再生热管理方式（碳氢喷射系统及燃烧装置、缸内后喷等）；
- 13) 其他。

## B. 5 试验要求

### B. 5.1 试验室测试条件

应测量发动机进气口处空气的绝对温度 ( $T_a$ , K) 和干空气压 ( $P_s$ , kPa)。对于具有多组进气歧管的多缸发动机, 如“V 型”发动机, 应测量各组进气歧管的平均温度。应按照下述规定确定试验室大气因子  $f_a$ ,  $f_a$  与试验结果一并记录, 当  $f_a$  满足下列条件时, 认为试验有效。

$$0.93 \leq f_a \leq 1.07 \quad (\text{B.1})$$

a) 压燃式发动机:

自然吸气式和机械增压式发动机:

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right) \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0.7} \quad (\text{B.2})$$

带或不带进气中冷的涡轮增压式发动机:

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{0.7} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1.2} \quad (\text{B.3})$$

带水/空中冷器的涡轮增压式发动机:

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{0.7} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0.7} \quad (\text{B.4})$$

b) 点燃式发动机:

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{1.2} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0.6} \quad (\text{B.5})$$

进行生产一致性检查时, 当测试发动机的试验室海拔超过 600 m, 在  $P_s$  不小于 80 kPa 的条件下,  $f_a$  可以超过 1.07, 不大于 1.25。该测试条件下, 无需对最大净功率和  $\text{CO}_2$  进行合格性判定。

### B. 5.2 发动机功率确定

#### B. 5.2.1 发动机安装

发动机应安装附件 BE 要求的辅件和设备进行试验。

如果发动机辅件不能按要求进行安装, 则应根据 B.5.2.2~B.5.2.5 的规定计算辅件功率。

#### B. 5.2.2 试验需要安装的辅件和设备

按照附件 BE 要求应安装的辅件和设备, 如果在测试时没有安装, 则在测试中应该减去这些辅件的吸收功率。

#### B. 5.2.3 试验不需要安装的辅件和设备

按照附件 BE 要求不应安装的辅件和设备, 在测试时如果不能拆除, 则在测试中应加上这些辅件的吸收功率 (基准和实际的功率)。如果这些辅件的吸收功率总和大于最大净功率的 3%, 生产、进口企业应提供书面说明。

#### B. 5.2.4 辅件功率的确定

如果满足下列条件之一, 或下列条件均满足, 则需要测定辅件和设备吸收的功率, 且检验机构应确认发动机生产、进口企业提交的整个测试循环中辅件功率的测试/计算方法:

- 根据附件 BE 的要求, 安装到发动机的辅件和设备没有安装, 和 (或)
- 根据附件 BE 的要求, 不需要安装到发动机的辅件和设备不能拆除。

#### B. 5.2.5 发动机功率修正

根据 B.5.2.1, 应基于发动机功率计算基准和实际循环功 (见 B.6.5.4 和 B.6.11.7)。在这种情况下, 公式的  $P_f$  和  $P_r$  等于 0, 而  $P$  等于  $P_m$ 。

如果根据 B.5.2.2 且/或 B.5.2.3 安装了相应辅件和设备, 应按公式 (B.6) 和 (B.7) 对瞬时循环功率  $P_{m,i}$  进行修正:

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (\text{B.6})$$

$$P = \frac{n \times M}{9549.3} \quad (\text{B.7})$$

式中:  $P_i$  ——第  $i$  点修正后的发动机瞬时功率, kW;  
 $P_{m,i}$  ——第  $i$  点发动机瞬时功率, kW;  
 $P_{f,i}$  ——应安装的辅件第  $i$  点瞬时吸收功率, kW;  
 $P_{r,i}$  ——应拆除的辅件第  $i$  点瞬时吸收功率, kW;  
 $P$  ——发动机瞬时功率, kW;  
 $n$  ——发动机瞬时转速, r/min;  
 $M$  ——发动机瞬时扭矩, N·m。

使用线性插值法来确定相邻的基准值或相邻的实测值之间的值。在功率积分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 5 Hz 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。

### B. 5. 3 发动机进气系统

应采用一套发动机进气系统或试验室系统, 此系统能控制发动机额定工况下的进气阻力, 使其在规定的上限值的  $\pm 0.3$  kPa 范围内。测量位置由生产、进口企业规定。

### B. 5. 4 增压中冷系统

B. 5. 4. 1 应记录增压中冷后空气的温度。发动机额定工况下的增压中冷后温度, 应保持在生产、进口企业规定的最大值  $\pm 5$  K ( $\pm 5$  °C) 范围内。冷却介质的温度应不低于 293 K (20 °C)。

B. 5. 4. 2 如果采用了试验室增压空气冷却系统或外部鼓风机, 发动机额定工况下的增压空气温度, 应保持在生产、进口企业规定的最大值的  $\pm 5$  K ( $\pm 5$  °C) 范围内。除非出现增压空气冷却过度现象, 否则在整个试验循环中不允许改变冷却介质的温度和流量。生产、进口企业应在试验前根据实际安装的工程经验给出增压空气冷却容积, 试验室应在整个试验循环中使用增压空气冷却器, 且在排放试验开始前放净冷凝水。

B. 5. 4. 3 中冷压差应在生产、进口企业规定的范围内, 且测量位置应满足生产、进口企业的规定。

### B. 5. 5 发动机排气系统

应采用一套发动机或试验室的排气系统, 此系统能控制发动机额定工况下的排气背压, 使其在规定的上限值的 80%~100%。如果规定的上限值小于等于 5 kPa, 则控制在规定的上限值的  $\pm 1$  kPa 内。排气系统应满足 BB.2.3 规定。测量位置应在后处理系统上游或下游, 由生产、进口企业规定。

### B. 5. 6 发动机排气后处理系统

如果发动机装有排气后处理装置, 排气管直径应与实际使用一致。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, 应与机械的配置一致, 或应在生产、进口企业规定的距离范围内。排气背压或阻力应满足 B.5.5 的要求, 由排气背压阀来设定。背压变化的后处理系统, 最大背压上限值为生产、进口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。在各项条件范围中, 应尽量选择对排放最不利的条件进行试验。

### B. 5.7 冷却系统

采用的发动机冷却系统应有足够的容量，使发动机维持在生产、进口企业规定的正常工作温度。

### B. 5.8 润滑油

润滑油应由生产、进口企业指定。记录试验时所用润滑油的规格等。

### B. 5.9 燃料和反应剂

燃料应是附录 N 规定的基准燃料或其他符合国家标准的市售燃料。燃料温度和测量点应由生产、进口企业规定。

若反应剂类型为尿素水溶液，应符合附录 N 或 GB 29518 要求。

## B. 6 试验规程

### B. 6.1 排放测量

#### B. 6.1.1 一般要求

按 B.6.2.1~B.6.2.4 要求运行测试循环，按 B.6.1.2 和 B.6.1.3 描述的采样方法进行污染物和温室气体的测量，通过测得的各种排放物质量、数量和相应的发动机循环功计算比排放量。

#### B. 6.1.2 连续采样

在原始或稀释排放中连续测试污染物的体积分数和数量浓度、排气质量流量（原始或稀释），计算污染物的质量流量和比排放量。

#### B. 6.1.3 气袋采样

按比例将稀释排放的样气连续抽取并存储下来。使用气袋对气态污染物和温室气体进行收集。计算气态污染物和温室气体比排放量。

#### B. 6.1.4 测试系统组合

本标准中，描述了功能同等的两种测量系统：

- a) 气体组分从原始排气中采样测量，颗粒物从部分流稀释系统采样测量；
- b) 气体组分从稀释排气中采样测量，颗粒物从全流稀释系统采样测量。

这两种测量系统都可用在排放测量循环中，并允许两种系统的任意组合（如直采气体测量和全流颗粒物测量等）。

### B. 6.2 测试循环

#### B. 6.2.1 离散稳态试验循环（DMC）

对于在非恒定转速下工作的发动机（ $P_{\max} < 56 \text{ kW}$  点燃式发动机除外），按表 B.1 进行试验。对于在恒定转速下工作的发动机，按表 B.3 进行试验。

对于在非恒定转速下工作、 $P_{\max} < 19 \text{ kW}$  的发动机，也可以按表 B.2 进行试验。对于在非恒定转速下工作、 $19 \text{ kW} \leq P_{\max} < 56 \text{ kW}$  的点燃式发动机，应按表 B.4 进行试验，其中， $19 \text{ kW} \leq P_{\max} < 30 \text{ kW}$

且总排量小于 1 L 的点燃式发动机，应按表 B.2 进行试验。

表 B. 1 八工况 DMC 循环

工况号	发动机转速	负荷百分比	加权系数
1	100%转速	100	0.15
2	100%转速	75	0.15
3	100%转速	50	0.15
4	100%转速	10	0.1
5	中间转速	100	0.1
6	中间转速	75	0.1
7	中间转速	50	0.1
8	怠速	0	0.15

表 B. 2 六工况 DMC 循环

工况号	发动机转速	负荷百分比	加权系数
1	100%转速	100	0.09
2	100%转速	75	0.20
3	100%转速	50	0.29
4	100%转速	25	0.30
5	100%转速	10	0.07
6	怠速	0	0.05

表 B. 3 五工况 DMC 循环

工况号	发动机转速	负荷百分比	加权系数
1	100%转速	100	0.05
2	100%转速	75	0.25
3	100%转速	50	0.3
4	100%转速	25	0.3
5	100%转速	10	0.1

表 B. 4 七工况 DMC 循环

工况号	发动机转速	负荷百分比	加权系数
1	100%转速	25	0.06
2	中间转速	100	0.02
3	中间转速	75	0.05
4	中间转速	50	0.32
5	中间转速	25	0.30
6	中间转速	10	0.10
7	怠速	0	0.15

#### B. 6. 2. 2 线性过渡稳态试验循环 (RMC)

对于在非恒定转速下工作的发动机（ $P_{\max} < 56 \text{ kW}$  点燃式发动机除外），按表 B.5 进行试验。对于在恒定转速下工作的发动机，按表 B.7 进行试验。

对于在非恒定转速下工作、 $P_{\max} < 19 \text{ kW}$  的发动机，也可以按表 B.6 进行试验。对于在非恒定转速下工作、 $19 \text{ kW} \leq P_{\max} < 56 \text{ kW}$  的点燃式发动机，应按表 B.8 进行试验，其中， $19 \text{ kW} \leq P_{\max} < 30 \text{ kW}$  且总排量小于 1 L 的点燃式发动机，应按表 B.6 进行试验。

表 B.5 八工况 RMC 试验循环

序号	工况时间 (s)	发动机转速 (r/min)	扭矩百分数 (%)
1a 稳态	126	怠速	0
1b 过渡	20	线性过渡	线性过渡
2a 稳态	159	中间转速	100
2b 过渡	20	中间转速	线性过渡
3a 稳态	160	中间转速	50
3b 过渡	20	中间转速	线性过渡
4a 稳态	162	中间转速	75
4b 过渡	20	线性过渡	线性过渡
5a 稳态	246	100%转速	100
5b 过渡	20	100%转速	线性过渡
6a 稳态	164	100%转速	10
6b 过渡	20	100%转速	线性过渡
7a 稳态	248	100%转速	75
7b 过渡	20	100%转速	线性过渡
8a 稳态	247	100%转速	50
8b 过渡	20	线性过渡	线性过渡
9 稳态	128	怠速	0

表 B.6 六工况 RMC 试验循环

序号	工况时间 (s)	发动机转速 (r/min)	扭矩百分数 (%)
1a 稳态	41	怠速	0
1b 过渡	20	线性过渡	线性过渡
2a 稳态	135	100%转速	100
2b 过渡	20	100%转速	线性过渡
3a 稳态	112	100%转速	10
3b 过渡	20	100%转速	线性过渡
4a 稳态	337	100%转速	75
4b 过渡	20	100%转速	线性过渡
5a 稳态	518	100%转速	25
5b 过渡	20	100%转速	线性过渡
6a 稳态	494	100%转速	50

6b 过渡	20	线性过渡	线性过渡
7 稳态	43	怠速	0

表 B. 7 五工况 RMC 试验循环

序号	工况时间 (s)	发动机转速 (r/min)	扭矩百分数 (%)
1a 稳态	53	100%转速	100
1b 过渡	20	100%转速	线性过渡
2a 稳态	101	100%转速	10
2b 过渡	20	100%转速	线性过渡
3a 稳态	277	100%转速	75
3b 过渡	20	100%转速	线性过渡
4a 稳态	339	100%转速	25
4b 过渡	20	100%转速	线性过渡
5 稳态	350	100%转速	50

表 B. 8 七工况 RMC 试验循环

序号	工况时间 (s)	发动机转速 (r/min)	扭矩百分数 (%)
1a 稳态	119	怠速	0
1b 过渡	20	线性过渡	线性过渡
2a 稳态	29	中间转速	100
2b 过渡	20	中间转速	线性过渡
3a 稳态	150	中间转速	10
3b 过渡	20	中间转速	线性过渡
4a 稳态	80	中间转速	75
4b 过渡	20	中间转速	线性过渡
5a 稳态	513	中间转速	25
5b 过渡	20	中间转速	线性过渡
6a 稳态	549	中间转速	50
6b 过渡	20	线性过渡	线性过渡
7a 稳态	96	100%转速	25
7b 过渡	20	线性过渡	线性过渡
8 稳态	124	怠速	0

### B. 6. 2. 3 瞬态试验循环 (NRTC及LSI-NRTC)

19 kW ≤ P<sub>max</sub> ≤ 560 kW 压燃式非恒定转速发动机、19 kW 以下压燃式非恒定转速多缸发动机和 56 kW ≤ P<sub>max</sub> ≤ 560 kW 点燃式非恒定转速发动机采用表 BH.1 的规范百分值；19 kW ≤ P<sub>max</sub> < 56 kW 点燃式，最大试验转速 (MTS) ≤ 3400 rpm 的发动机（不包括 19 kW ≤ P<sub>max</sub> < 30 kW 且总排量小于 1 L 的点燃式发动机），采用表 BH.2 的规范百分值。

为了在发动机试验台上进行试验，根据每台发动机的瞬态性能曲线将百分值转化成实际值，以形成基准循环。按照基准循环进行试验时，应同时记录实际转速、扭矩和功率。为保证试验有效性，试验完成后按 B.6.11.8 进行回归分析。

为计算比排放量，应对整个循环的发动机实际功率进行积分，计算出实际循环功。实际循环功和基准循环功的偏差在 B.6.11.6 规定范围内，则判定试验有效。

气态污染物和温室气体应连续采样或采样到取样袋中。PM 取样经稀释空气连续稀释并收集到合适的单张滤纸上，PN 应连续采样。

#### B. 6. 2. 4 非标准循环排放试验

##### B. 6. 2. 4. 1 按照八工况试验的发动机的非标准循环排放

##### B. 6. 2. 4. 1. 1 $P_{max} \geq 19$ kW 压燃式发动机及 $P_{max} \geq 56$ kW 点燃式发动机的非标准循环排放要求

速度范围：转速 A 至最高转速；

其中：

$$A = n_{lo} + 15\% \times (n_{hi} - n_{lo}) \quad (B.8)$$

高转速  $n_{hi}$  是最大净功率  $P_{max}$  70% 下的转速。功率曲线上此功率对应的发动机最高转速定义为  $n_{hi}$ 。  
低转速  $n_{lo}$  是最大净功率  $P_{max}$  50% 下的转速。功率曲线上此功率对应的发动机最低转速定义为  $n_{lo}$ 。

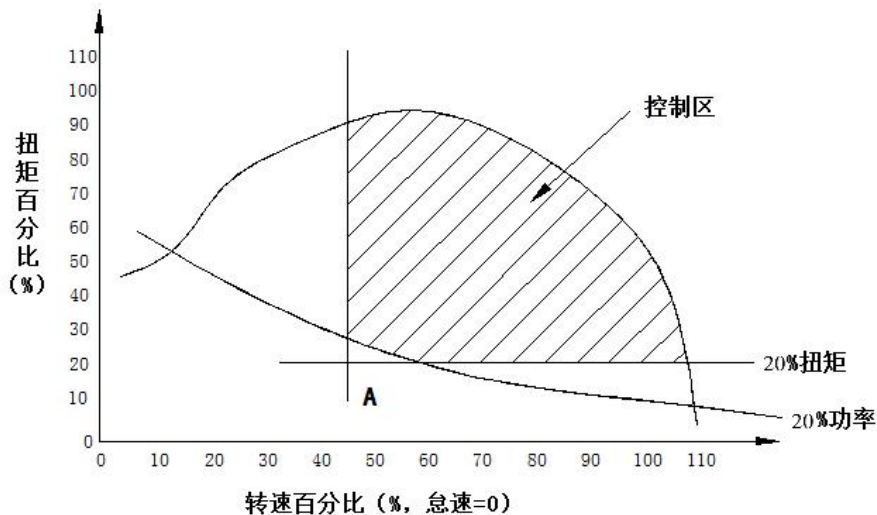


图 B. 2  $P_{max} \geq 19$  kW 压燃式发动机及  $P_{max} \geq 56$  kW 点燃式发动机非标准循环排放

试验中应排除以下发动机运行区域：

- 20%最大扭矩以下的运行区域；
- 20%最大净功率对应的扭矩曲线以下的运行区域。

详见图 B.2， $P_{max} \geq 19$  kW 压燃式发动机及  $P_{max} \geq 56$  kW 点燃式发动机的发动机非标准循环排放。

##### B. 6. 2. 4. 1. 2 $P_{max} < 19$ kW 压燃式发动机的非标准循环排放要求

- a) 颗粒物非控区，若转速  $C < 2400$  r/min，将在 B 转速下最大扭矩 20% 的点或最大净功率 20% 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.3。
- b) 颗粒物非控区，若转速  $C \geq 2400$  r/min，将在 B 转速下最大扭矩 20% 的点或最大净功率 20% 的点（取较大者）、在 2400 r/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.4。

其中：

$$B = n_{lo} + 50\% \times (n_{hi} - n_{lo}) \quad (\text{B.9})$$

$$C = n_{lo} + 75\% \times (n_{hi} - n_{lo}) \quad (\text{B.10})$$

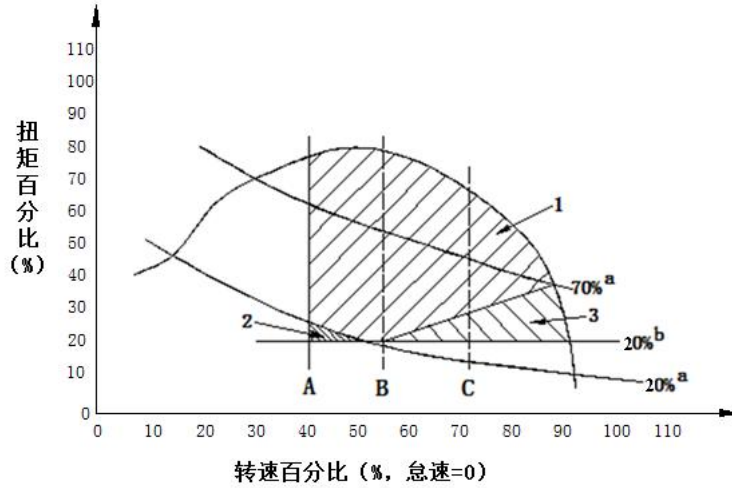


图 B.3 19 kW 以下转速  $C < 2400$  r/min 发动机非标准循环排放

- 图解：1 发动机非标准循环排放  
 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

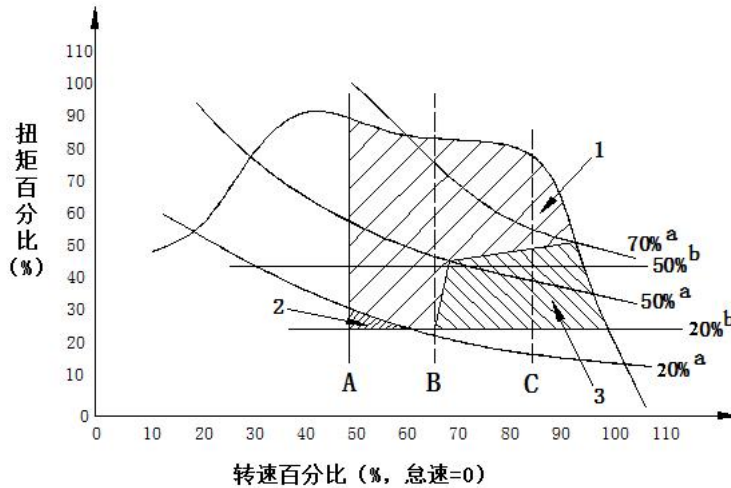


图 B.4 19 kW 以下转速  $C \geq 2400$  r/min 发动机非标准循环排放

- 图解：1 发动机非标准循环排放  
 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. 6. 2. 4. 2 按照五工况或六工况试验的发动机的非标准循环排放

按照五工况或六工况试验的发动机主要在其设计转速下运行，其非标准循环排放定义如下：

转速：100%

扭矩范围：最大功率点扭矩的 50%~100%

**B. 6. 2. 4. 3** 如果测得的发动机转速 A、B、C 与发动机生产、进口企业申报的发动机转速相差±3%以内，则应使用发动机生产、进口企业申报的转速。如果任何试验转速超过公差范围，则应使用实际测得的发动机转速。

#### **B. 6. 2. 4. 4 排除点**

若发动机生产、进口企业能够证明发动机在任何机械上都不可能到达此类运行点的运行条件，发动机生产、进口企业可以要求从 B.6.2.4 规定的非标准循环排放区域中排除某些运行点，不在型式检验中进行。

### **B. 6. 3 试验流程及转速扭矩的确定**

#### **B. 6. 3. 1 试验流程**

图 B.5 描述了发动机的台架试验流程，每一步骤的具体内容都在标准相关条款中进行了规定。可以对流程进行适当的偏离，但条款相应的要求不能改变。

NRTC 测试程序由自然冷却或强制冷却的冷起动试验循环、发动机热浸期和热起动测试循环组成。

NRSC 测试程序在预循环工况下进行热机，接着进行一个热起动测试循环，按图 B.5 中的流程进行试验。

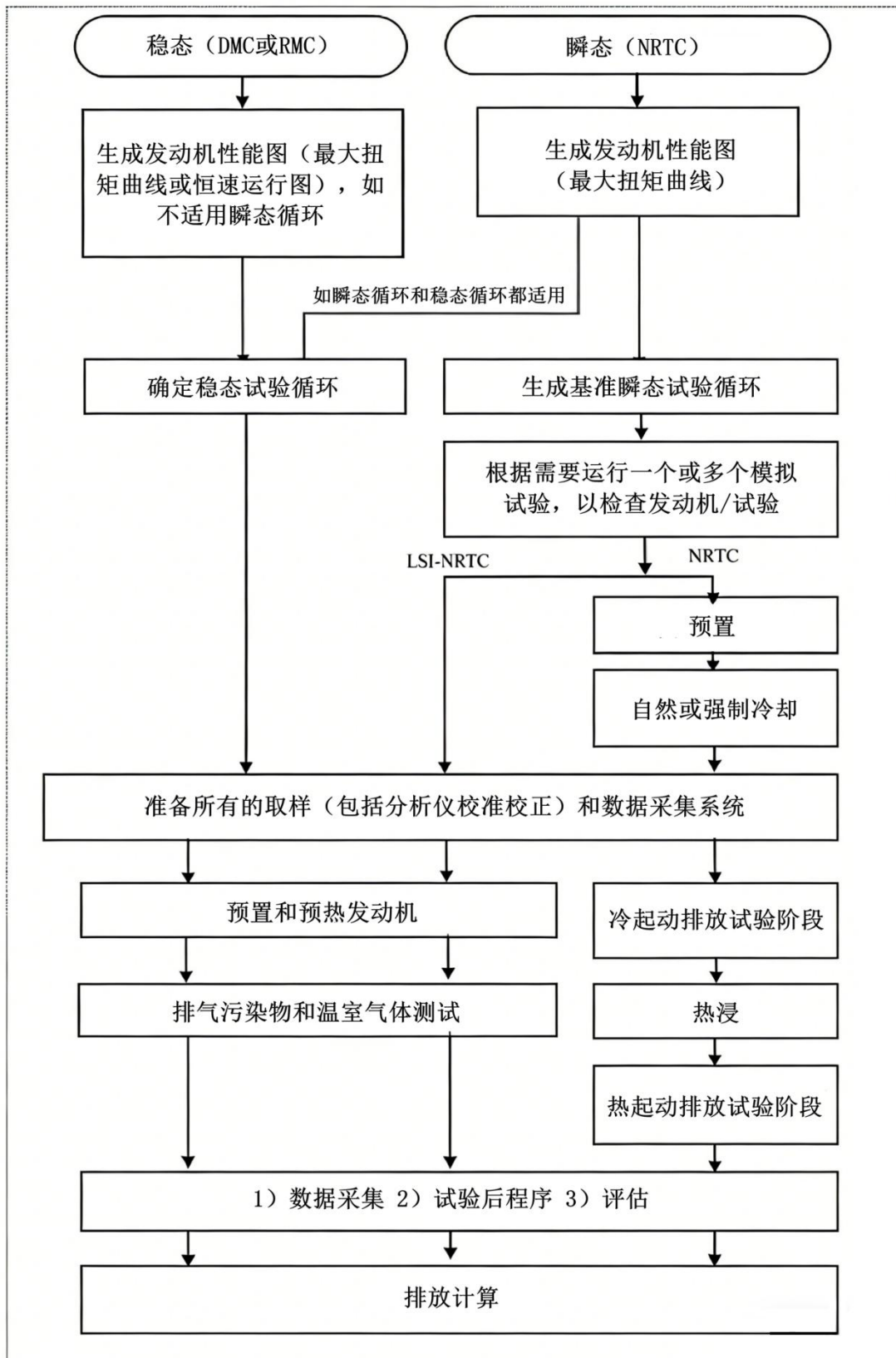


图 B.5 试验流程

### B.6.3.2 转速的确定

### B. 6. 3. 2. 1 最大试验转速 (MTS)

#### B. 6. 3. 2. 1. 1 MTS 的计算

为计算 MTS, 应进行瞬态性能试验。通过以下公式之一进行计算, 从测得的发动机转速—功率曲线上确定 MTS:

- a) 基于低转速和高转速值进行计算

$$MTS=n_{lo}+0.95\times(n_{hi}-n_{lo}) \quad (B.11)$$

式中,  $n_{hi}$ ,  $n_{lo}$ 是指 B.6.2.4.1.1 中定义的转速。

- b) 基于最长矢量法进行计算

$$MTS=n_i \quad (B.12)$$

$n_i$ 是指当  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  等于  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  最大值的 98%时对应的最低转速和最高转速的平均值。如果仅有一个转速等于  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  最大值的 98%, 则 $n_i$ 为  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  最大时的转速。

其中:  $n$  ——发动机转速;

$i$  ——表征发动机特性试验记录值的索引变量;

$n_{normi}$  ——发动机转速除以 $n_{p_{max}}$ 后的发动机转速规范值;

$P_{normi}$  ——发动机功率除以 $P_{max}$ 后的发动机功率规范值;

$n_{p_{max}}$  ——功率等于 98%  $P_{max}$ 时的最低转速和最高转速的平均值。应使用线性插值法在特性试验数值中确定功率等于 98%  $P_{max}$ 时的转速。如果只有一个转速的功率等于 98%  $P_{max}$ , 则 $n_{p_{max}}$ 为 $P_{max}$ 处的转速。

应使用线性插值法在特性试验数值中确定  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  等于  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  最大值的 98%时的转速。

#### B. 6. 3. 2. 1. 2 使用声明的 MTS

如果根据 B.6.3.2.1.1 所算出的 MTS 在生产、进口企业声明的 MTS 的±3%以内, 排放试验可使用该声明的 MTS。如果超过该公差, 排放试验应使用计算得到的 MTS。

#### B. 6. 3. 2. 1. 3 使用调整的 MTS 以使 NRTC 正常运行

若全负荷曲线的下降部分具有非常陡峭的边缘, 可导致在 NRTC 试验循环中无法正常运行 105% 转速。此时, 经有关各方事先同意, 采用由以下方法之一确定 MTS 的替代值:

- a) 稍微降低 MTS (最大 3%), 以使 NRTC 正常运行;  
b) 按以下公式计算替代的 MTS:

$$MTS=(n_{max}-n_{idle})/1.05+n_{idle} \quad (B.13)$$

式中:  $n_{max}$  ——最大空载转速;

$n_{idle}$  ——怠速。

#### B. 6. 3. 2. 2 额定转速

额定转速定义见 3.51。

生产、进口企业可自行决定, 在任何稳态试验循环中都可使用 MTS 代替额定转速。

#### B. 6. 3. 2. 3 非恒定转速发动机的最大扭矩转速

最大扭矩转速为:

- a) 记录的最高扭矩处的转速；或
- b) 扭矩为 98%最大扭矩时所对应的最低转速和最高转速的平均值。必要时，应采用线性插值法确定扭矩等于 98%最大扭矩时的转速。

对于最大净功率小于 56 kW 的点燃式发动机，如根据最大扭矩曲线确定的最大扭矩转速在生产、进口企业声明的最大扭矩转速的 $\pm 4\%$ 以内，或对于所有其他发动机，如根据最大扭矩曲线确定的最大扭矩转速在生产、进口企业声明的最大扭矩转速的 $\pm 2.5\%$ 以内，则可使用声明的转速。如超过该范围，则应使用根据最大扭矩曲线确定的最大扭矩转速。

#### B. 6. 3. 2. 4 中间转速

中间转速定义见 3.52。

当用 MTS 代替额定转速作为 100%试验转速时，在确定中间转速时，也应用 MTS 代替额定转速。

#### B. 6. 3. 2. 5 怠速

当发动机转速由发动机调速器功能来控制时，怠速为最小负荷（大于或等于 0）下的最低发动机转速。当发动机无控制怠速的调速功能时，怠速为生产、进口企业声明的最小负荷下可能的最低发动机转速。注意，热机怠速是预热后发动机的怠速。

#### B. 6. 3. 3 扭矩的确定

试验循环中给出的扭矩值表示在某一给定试验工况下的百分比值，表示下列之一：

- a) 所需扭矩与给定试验转速下最大可能扭矩之比(除五工况循环以外的所有循环)；
- b) 所需扭矩与生产、进口企业声明的额定净功率相对应的扭矩之比(五工况循环)。

#### B. 6. 4 发动机性能检查

进行 B.6.3.1 测试流程时，应对发动机进行性能检查。

进气阻力和排气背压的设定值应根据 B.5.3 和 B.5.5 规定调节到发动机企业规定的上限。

性能检查应按 GB/T 17692 的要求，进行试验测定全负荷的功率、扭矩曲线（恒定转速发动机及 4.5 kW 以下非恒定转速发动机除外），计算净功率状态下规定的试验工况的扭矩值，用于检查被测发动机性能与发动机生产、进口企业的规定是否一致。发动机型式检验时，与发动机生产、进口企业的信息公开参数相比，发动机最大净功率转速差别应在 $\pm 1.5\%$ 以内，同时最大净功率的差别不得大于 $\pm 2\%$ （37 kW 以下为 $\pm 4\%$ ）；最大净扭矩的差别不得大于 $\pm 4\%$ （37 kW 以下为 $\pm 8\%$ ）。生产一致性检查及耐久性试验时，与发动机生产、进口企业的信息公开参数相比，发动机转速差别应在 $\pm 5\%$ 以内，同时最大净功率和最大净扭矩的差别分别不得大于 $\pm 5\%$ （37 kW 以下为 $\pm 10\%$ ）。

#### B. 6. 5 发动机瞬态性能和循环的确认

##### B. 6. 5. 1 发动机瞬态性能

###### B. 6. 5. 1. 1 概述

进行 B.6.3.1 测试流程时，在发动机瞬态外特性（MAP）测试之前，应对发动机进行性能检查和系统标定。

为了在台架上进行 NRTC 和 NRSC 试验，在试验循环前需在全负荷条件下对发动机进行瞬态性能测定试验，获得发动机的转速-扭矩曲线，用于发动机转速和发动机扭矩规范值的确定。

#### B. 6. 5. 1. 2 发动机热机

采用七工况和八工况循环的发动机起动后保持在50%转速和50%扭矩下热机；采用五工况和六工况循环的发动机起动后保持在额定转速和50%扭矩下热机，或根据生产、进口企业建议的工况，或根据成熟的工程经验确定的工况进行热机。在发动机热机结束时，应保证发动机冷却液和润滑油的温度保持在平均值的 $\pm 2\%$ 之内至少2 min，或发动机冷却液温度由节温器控制调节。

#### B. 6. 5. 1. 3 瞬态性能转速确定

按下式确定最小和最大瞬态性能转速。

最小瞬态性能转速=怠速转速；

最大瞬态性能转速=  $n_{hi} \times 1.02$  或扭矩降为 0 的转速（取其值较小者）。

#### B. 6. 5. 1. 4 发动机瞬态性能曲线测试

按照 B.6.5.1.2 要求，当发动机热机结束后，应按照下列步骤进行发动机瞬态性能曲线的测试：

- a) 发动机应卸载，并在怠速转速下运行；
- b) 发动机应在喷油泵全负荷设定及最小瞬态性能转速的情况下运行；
- c) 发动机从最小瞬态性能转速至最大瞬态性能转速的平均增加率为  $8 \pm 1$  (r/min)/s。或使用一个恒定的速率使最小瞬态性能转速在 4 min~6 min 内增加到最大瞬态性能转速。应以至少 1 Hz 取样率对发动机转速和扭矩进行记录。

#### B. 6. 5. 1. 5 发动机瞬态性能曲线测试的替代方法

如果生产、进口企业认为上述发动机瞬态性能曲线测定技术不安全或不能代表该发动机，则可采用替代发动机瞬态性能曲线测定技术。替代的发动机瞬态性能曲线测定技术必须达到规定的发动机瞬态性能曲线测定规程的目的，即测定发动机在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发动机瞬态性能曲线测定技术，应经检验机构同意，并说明所用替代方法的合理性。涡轮增压发动机不可采用发动机转速连续递减的方法。

#### B. 6. 5. 1. 6 发动机瞬态性能曲线的重新测定

每次试验循环之前，发动机不必进行发动机瞬态性能曲线测定。但如出现下列情况之一，发动机在试验循环前应重新进行发动机瞬态性能曲线测定：

- a) 由工程经验判定，距最近一次发动机瞬态性能曲线测定，经过了一段过长的时间；
- b) 可能影响发动机性能的机件改变或重新调校。

#### B. 6. 5. 2 NRSC循环的确定

B. 6. 5. 2. 1 对于除了 NRSC 外还需进行 NRTC 或 LSI-NRTC 循环的发动机，B.6.3.2.1 中规定的 MTS 应作为瞬态和稳态测试的 100%转速。

根据 B.6.3.2.4 确定中间转速时，应使用 MTS 代替额定转速。

怠速应根据 B.6.3.2.5 确定。

B. 6. 5. 2. 2 对于只进行 NRSC 循环的发动机，应以 B.6.3.2.2 规定的额定转速为 100%转速。

根据 B.6.3.2.4 使用额定转速确定中间转速。如果 NRSC 规定了额外的百分比转速，则应将这些转速计算为额定转速的百分比。

怠速应根据 B.6.3.2.5 确定。

在本条情况下确定测试转速时，企业可选择使用 MTS 代替额定转速。

### B. 6. 5. 2. 3 NRSC 负载的确定

NRSC 每种试验工况的百分比负载应取自 B.6.2.1 或 B.6.2.2 相应的工况表。

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：

$$S=P_{(n)}\times\frac{L}{100} \quad (\text{B.14})$$

若在非净功率状态下试验：

$$S=P_{(n)}\times\frac{L}{100}+(P_{(a)}-P_{(b)}) \quad (\text{B.15})$$

如果  $\frac{P_{(b)}-P_{(a)}}{P_{(n)}}\geq 0.03$ ，则  $(P_{(b)}-P_{(a)})$  值需生产、进口企业提供书面说明。

式中： S ——测功机设定值，kW；

$P_{(n)}$  ——试验条件下对应测试转速下的最大功率，kW；

L ——B.6.2.1 和 B.6.2.2 中指出的负荷百分数，%；

$P_{(a)}$  ——AC.2 指出的应安装辅件吸收的功率，kW；

$P_{(b)}$  ——AC.2 指出的应拆除辅件吸收的功率，kW。

### B. 6. 5. 3 NRTC循环的确定

#### B. 6. 5. 3. 1 瞬态循环转速确定

为了生成基准循环，将附件 BH 的规范转速按公式 (B.16) 反归一化成实际转速。

$$n_{\text{ref}}=\frac{\% \text{speed}\times(\text{MTS}-n_{\text{idle}})}{100}+n_{\text{idle}} \quad (\text{B.16})$$

式中：  $n_{\text{ref}}$  ——基准循环转速，r/min；

%speed ——转速规范值，%；

$n_{\text{idle}}$  ——怠速，r/min；

MTS ——最大试验转速，r/min；

#### B. 6. 5. 3. 2 NRTC循环扭矩确定

附件 BH 中的发动机测功机基准循环扭矩规范值是各个转速下的最大扭矩的标准百分比。基准循环的扭矩值应使用实际值，根据 B.6.5.1 所述确定的发动机瞬态性能曲线，对应 B.6.5.3.1 确定的各个实际转速，按照下列公式形成实际扭矩：

$$M_{\text{ref},i}=\frac{M_{\text{norm},i}}{100}\times M_{\text{max},i}+M_{\text{f},i}-M_{\text{r},i} \quad (\text{B.17})$$

式中：  $M_{\text{ref},i}$  ——基准循环扭矩，N·m；

$M_{\text{norm},i}$  ——扭矩规范值百分比，%；

$M_{\text{max},i}$  ——性能曲线确定的最大扭矩值，N·m

$M_{\text{f},i}$  ——应安装的辅件/设备吸收的扭矩，N·m；

$M_{\text{r},i}$  ——应拆除的辅件/设备吸收的扭矩，N·m。

如果按照 B.5.2.1 和附件 BE 进行辅件和设备的安装， $M_{\text{f},i}$  和  $M_{\text{r},i}$  均为 0。

#### B. 6. 5. 4 基准循环功的计算

根据 B.6.5.3.1 和 B.6.5.3.2 所述确定的基准循环转速和基准循环扭矩连续同步的计算发动机功率，

进而确定整个试验循环的基准循环功。按以下公式计算基准循环功  $W_{\text{ref}}$ 。

$$W_{\text{ref}} = \frac{1}{3600} \times \sum_{i=1}^t (P_{\text{ref},i} \times \Delta t) \quad (\text{B.18})$$

式中：  
 $W_{\text{ref}}$  ——基准循环功，kW·h；  
 $P_{\text{ref},i}$  ——第  $i$  秒修正后的基准循环瞬时功率，根据公式 (B.7) 计算，r/min；  
 $t$  ——循环时长，s；  
 $\Delta t$  ——步长，取 1 s。

## B. 6. 6 排放测试系统准备

### B. 6. 6. 1 测试设备的安装

按照需要安装仪器和取样探头。

### B. 6. 6. 2 采样测试设备的准备

排放采样之前，应按如下步骤准备测试设备：

- 根据 BB.7.3.2 所述规定，在排放采样开始前 8 h 以内，进行泄漏检测；
- 吹扫采样管路（含开式曲轴箱排气连接管）及连接处或者取样袋中的附着物（如排空气袋）；
- 根据设备说明和良好的工程经验，启动所有的测试仪器；
- 启动稀释系统、采样泵、冷却风扇和数据采集系统；
- 通过旁通系统将采样流量调整为要求值（如要求）；
- 每次试验时取样系统的热交换器应进行预热或预冷，以便处于设备最佳运行温度范围内；
- 采样管、滤芯、冷却器和泵等加热或冷却部件应在其工作温度下稳定；
- 稀释排气系统应在试验程序开始前至少 10 min 开启；
- 任何试验间隔开始之前，电子积分装置应清零或重复清零。

### B. 6. 6. 3 检查气体分析仪

分析仪量程的选择。可以使用能够自动或手动切换量程的排放分析仪，但试验循环过程中，排放分析的量程不应进行切换。同时，分析仪模拟放大器的增益在试验循环过程中也不应切换。

应使用满足 BB.8 所述技术要求的可溯源的标准气体确定分析仪的零气和量距气响应。FID 分析单元应基于单个碳元素 (C1) 进行分析。

### B. 6. 6. 4 颗粒物采样滤纸准备

试验前至少 1 h，应将滤纸置于防尘且透气带盖的培养皿里，放入称量室中进行稳定。稳定结束后，应称量滤纸的重量并记录自重。然后应把滤纸存放在有盖的培养皿里或密封的滤纸保持架中，直至试验需要时。如滤纸从称量室取出后，必须在 8 h 内使用。

### B. 6. 6. 5 稀释系统的调整

稀释系统总的稀释排气流量或通过颗粒物流量系统的稀释排气流量的设定应防止水在系统中的冷凝，并保证紧靠颗粒物初级滤纸前的稀释排气温度在  $320 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $47 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 之间。

### B. 6. 6. 6 启动颗粒物 (PM) 取样系统

颗粒物取样系统开始应在旁通模式下工作。试验可以对颗粒物的背景进行测试。背景测量可以

在试验前进行，也可在试验后进行。若试验前、后都进行了测量需要取其平均。如果有另一路取样系统可进行背景测量，则可以在进行排气颗粒物采样的同时对背景进行取样测试。

#### B. 6. 6. 7 启动PN采样设备

按 BB.4 规定启动颗粒物数量 (PN) 采样设备。

#### B. 6. 7 NRTC及LSI-NRTC循环

##### B. 6. 7. 1 一般要求

在进行B.6.7.2稀释系统与发动机的预置前，应生产、进口企业的要求，可先进行旨在预处理发动机和排气系统的模拟试验。

##### B. 6. 7. 2 稀释系统与发动机的预置

###### B. 6. 7. 2. 1 冷起动 NRTC 运行的预置

发动机应通过至少运行一次热启动NRTC进行预置。在完成每次预置循环后，应立即关闭发动机，并完成发动机停机后的热浸期。在完成最后一次预置后，应立即关闭发动机，并开始B.6.7.3所述的发动机冷却过程。

###### B. 6. 7. 2. 2 热起动 NRTC 或 LSI-NRTC 运行的预置

本条规定了不运行冷起动 NRTC 而直接从热态 NRTC 循环或 LSI-NRTC 循环取样排放时应实施的预置。发动机应通过至少运行一次热起动 NRTC 或 LSI-NRTC 进行预置。在完成每次预置循环后，应立即关闭发动机，并在完成上一个预置循环后的 60 s 内起动下一个预置循环。在适用的情况下，在最后一个预置循环之后，对于进行热态 NRTC 试验的，应在起动发动机进行排放测试之前执行相应的热浸期；对于进行 LSI-NRTC 试验的，应在起动发动机进行排放测试之前执行发动机冷却。如果不进行热浸期或发动机冷却，应在完成最后一个预置循环后的 60 s 内开始排放测试。

##### B. 6. 7. 3 发动机冷却

可以采用自然冷却或强制冷却。对于强制冷却，可根据成熟的工程经验设置系统使冷空气经过发动机，或机油强制冷却，或冷却液强制冷却，带走热量降低发动机和排气后处理系统温度。后处理装置强制降温时，除非后处理系统已冷却至低于其催化激活温度，否则不能用冷空气降温。不允许进行可导致排放改变的任何冷却程序。

##### B. 6. 7. 4 冷起动试验

B. 6. 7. 4. 1 当发动机的润滑剂、冷却液和后处理系统的温度都达到 293 K~303 K (20 °C~30 °C) 之间后，可以进行冷起动试验。

B. 6. 7. 4. 2 使用下列方法之一起动发动机：

- a) 根据用户使用手册的建议，使用启动电机和适配蓄电池或合适的电源起动发动机；
- b) 使用测功机拖动发动机，并控制在其典型的起动转速±25%以内。发动机起动后 1 s 内停止拖动。如果经过 15 s 后发动机未起动，应停止拖动并确定起动失败的原因，除非用户使用手册或服务维修手册描述了较长起动时间是正常的。排除起动失败原因后，若发动机仍能满足 B.6.7.4.1 要求的冷起动循环试验条件，则可再次起动发动机进行试验。

### B. 6. 7. 5 热浸期

在完成冷起动循环试验后应立即进行 20 min ± 1 min 的热浸。

### B. 6. 7. 6 热起动试验

B. 6. 7. 6. 1 对于采用 NRTC 循环的发动机，热起动试验应在 B.6.7.5 所述定义的热浸期后立即开始。使用 B.6.7.4.2 所述给出的起动方式起动发动机。气体分析仪应在热浸期结束前至少 10 s 打开。热起动试验的排放测量应与发动机起动同时开始。加权排放量的计算方法应将冷启动运行结果加权 10%，热启动运行结果加权 90%，排放量的计算方法见公式 (BA.66)。

B. 6. 7. 6. 2 对于采用 LSI-NRTC 循环的发动机，热起动试验应在 B.6.7.2 所述定义的稀释系统与发动机的预置结束后，按照以下程序运行：

- a) 起动发动机并在 LSI-NRTC 循环的前 180 秒内运行，随后在空载怠速状态下运转 30 s。该阶段的排放数据不采集。
- b) 完成 30 s 怠速后，应从 LSI-NRTC 循环起点 (0 秒) 开始同步启动排放测量，并完整运行整个 LSI-NRTC 循环。

排放量的计算方法见公式 (BA.68)。

如企业提出要求，a) 中的热机程序最长可扩展至 LSI-NRTC 循环的前 15 min。

### B. 6. 7. 7 循环的运行

发动机起动后，应立即进行冷起动或热起动试验。发动机开始运行后，测试循环控制应初始化，使发动机从循环的起始点运行。

基准循环 1 Hz 设置点之间采用线性插值方法计算。测试循环中实际发动机转速和扭矩的记录频率至少为 1 Hz，信号可经电子滤波。

### B. 6. 7. 8 气态污染物取样

若使用原始排气测量方法，应对气体污染物和温室气体的浓度和排气质量流量连续测量并记录到计算机系统中。数据记录频率至少为 2 Hz，其他数据记录频率至少为 1 Hz。对于模拟记录仪应记录其响应性，校准应在数据评估时，以在线或离线方式进行。

若使用全流稀释系统，HC、NO<sub>x</sub>、N<sub>2</sub>O 和 NH<sub>3</sub> 应在稀释通道内连续测量，测量频率最低为 2 Hz，通过对整个试验循环分析仪测量值积分计算其平均浓度。系统响应时间不超过 20 s，如果需要，应与 CVS 流量波动、采样时间、测试循环对齐。CO、CO<sub>2</sub> 和 HC 为连续测量值积分或分析整个循环的袋采结果。在连续采样和分析袋采浓度之前确定背景空气中污染物浓度。所有其他需要测量的数据以至少 1 Hz 的频率记录。

对于燃用甲醇燃料的发动机，甲醇和甲醛应按附件 BG 的方法进行离线测量。

### B. 6. 7. 9 颗粒物取样

试验循环开始时，颗粒物取样系统应从旁通状态转换回来。

若使用部分流取样系统，应控制采样泵，使通过颗粒物采样探头或输送管的流量与依据 BB.7.4.2 条确定的排气质量流量成比例。

若使用全流取样系统，应控制采样泵，使通过颗粒物采样探头或输送管的流量控制在设定流量的 ±2.5% 范围内。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 ±2.5% 以内 (取样开始第一个 10 s 除外)。应记录气体流量计或流量仪器进口的平均温度和压力。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±2.5%以内，则试验无效；应采用较低流量重新进行试验。

#### B. 6. 7. 10 PN取样

按BB.4.2进行PN取样。

#### B. 6. 7. 11 数据记录

- a) 试验循环开始时，测试设备应同步开始；
- b) 若为全流稀释系统，开始收集和分析稀释空气；
- c) 依据使用的方法，开始收集和分析原始排气或稀释后的排气；
- d) 开始测量稀释排气的量及必要的温度和压力；
- e) 如果对原始排气分析，开始记录排气质量流量；
- f) 开始记录测功机转速和扭矩的反馈值。

#### B. 6. 7. 12 发动机停机与设备故障

如果发动机在冷起动 NRTC 试验循环期间停机，则试验无效。发动机需按照 B.6.7.2 所述的要求重新预置后重新起动，试验重做。

如果发动机在热起动 NRTC 试验循环期间停机，则热起动试验无效。发动机需按照 B.6.7.5 所述的要求热浸，重新开始热起动试验。此时冷起动试验不需重做。

如果发动机在 LSI-NRTC 试验循环期间停机，则试验无效。发动机需按照 B.6.7.2 所述的要求重新预置后重新起动，试验重做。

如果在试验循环期间，任何试验所需的仪器设备发生故障，测试应该终止，并按 B.6.7.2~B.6.7.11 重新开始。

### B. 6. 8 DMC循环

#### B. 6. 8. 1 一般要求

在进行 B.6.8.2 稀释系统与发动机的预置前，应生产、进口企业的要求，可先进行旨在预处理发动机和排气系统的模拟试验。

#### B. 6. 8. 2 稀释系统与发动机的预置

按照 B.6.7.4.2 起动发动机，采用七工况和八工况循环的发动机起动后保持在 50%转速和 50%扭矩下热机；采用五工况和六工况循环的发动机起动后保持在额定转速和 50%扭矩下热机，直到发动机冷却液和润滑油的温度保持稳定（2 min 内温度波动小于平均值的±2%）。对于使用 MTS 生成测试转速的发动机，50%转速应根据 B.6.3.2.1 的规定计算；在所有其他情况下，应根据 B.6.5.2.3 的规定计算。50%扭矩定义为该转速下最大可用扭矩的 50%。排放测试应在不关闭发动机的情况下立即开始。

#### B. 6. 8. 3 试验运行

- a) 在稀释系统与发动机的预置结束后 1 min 内，不关闭发动机，按照 B.6.2.1 中相应的循环进行 DMC 试验。
- b) 试验循环中，每工况过渡阶段以后，规定的转速必须保持稳定，偏差应在额定转速的+1%或+3 r/min，取其中较大值；怠速点应该在生产、进口企业规定的偏差以内。规定扭矩在试验测量阶段的平均值应该保持稳定，偏差应在试验转速下最大扭矩的+2%以内。

- c) 每工况点最少需要 10 min，当对某台发动机进行试验，为了在测量滤纸上获得足够的颗粒物质量，需要更长的取样时间时，试验工况时间可以根据需要延长。
- d) 工况时间应该记录并写入报告中。
- e) 在每个工况的最后 3 min 测量气态污染物和温室气体浓度值、闭式曲轴箱压力值并记录，气态污染物和温室气体浓度值是每个工况的平均值，曲轴箱压力采集频率为 1 Hz。
- f) 在发动机达到稳定状态之前，不应该进行颗粒物的采样和气态污染物和温室气体的测量，稳定条件由生产、进口企业确定。颗粒物采样和气态污染物和温室气体测量的完成时间应一致。
- g) 燃油温度应在生产、进口企业规定的位置或在燃油喷射泵的进口测量，应记录测量点的位置。

#### B. 6. 8. 4 气态污染物取样

排气应至少在每工况的最后 3 min 通过分析仪。如果对稀释后的 CO 和 CO<sub>2</sub> 气体使用取样袋方式测量，排气应在每工况的最后 3 min 进入取样袋，然后对取样袋分析并记录结果。

若使用原始排气测量方法，应对气体污染物和温室气体的浓度和排气质量流量连续测量并记录到计算机系统中。数据记录频率至少为 2 Hz，其他数据记录频率至少为 1 Hz。对于模拟记录仪应记录其响应性，校准应在数据评估时，以在线或离线方式进行。

若使用全流稀释系统，HC、NO<sub>x</sub>、N<sub>2</sub>O 和 NH<sub>3</sub> 应在稀释通道内连续测量，测量频率最低为 2 Hz，通过对整个试验循环分析仪测量值积分计算其平均浓度。系统响应时间不超过 20 s，如果需要，应与 CVS 流量波动、采样时间、测试循环对齐。CO、CO<sub>2</sub> 和 HC 为连续测量值积分或分析整个循环的袋采结果。在连续采样和分析袋采浓度之前确定背景空气中污染物浓度。所有其他需要测量的数据以至少 1 Hz 的频率记录。

对于燃用甲醇燃料的发动机，甲醇和甲醛应按附件 BG 的方法进行离线测量。

#### B. 6. 8. 5 颗粒物取样

采用单滤纸方法或多滤纸方法进行颗粒物取样，由于使用不同的方法所产生的结果可能会略有不同，使用的方法必须和结果一起说明。

对单滤纸方法，试验循环中的加权系数在取样过程中应该考虑，并据此调节取样流量和取样时间。PM 采样的有效加权因子在给定工况加权因子的±0.005 范围内。

必须尽可能在每个工况的最后进行取样，每工况的取样时间，对单滤纸方法最少 20 s，对多滤纸方法最少 60 s；对没有旁通功能的系统，每工况的取样时间，对单滤纸和多滤纸方法最少必须 60 s

试验循环开始时，颗粒物取样系统应从旁通状态转换回来。若使用部分流取样系统，应控制采样泵，使通过颗粒物采样探头或输送管的流量与依据 BB.7.4.2.确定的排气质量流量成比例。

若使用全流取样系统，应控制采样泵，使通过颗粒物采样探头或输送管的流量控制在设定流量的±2.5%范围内。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±2.5%以内（取样开始第一个 10 s 除外）。应记录气体流量计或流量仪器进口的平均温度和压力。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±2.5%以内，则试验无效。应采用较低流量重新进行试验。

#### B. 6. 8. 6 PN取样

颗粒物取样点应位于稀释通道内。如有二级稀释系统，取样点应位于一级稀释通道内。

颗粒物数量（PN）取样及测量系统应满足BB.4要求。

### B. 6. 8. 7 数据记录

- a) 试验循环开始时，测试设备应同步开始；
- b) 若为全流稀释系统，开始收集和分析稀释空气；
- c) 依据使用的方法，开始收集和分析原始排气或稀释后的排气；
- d) 开始测量稀释排气的量及必要的温度和压力；
- e) 如果对原始排气分析，开始记录排气质量流量；
- f) 开始记录测功机转速和扭矩的反馈值。

### B. 6. 8. 8 试验过程中若发动机或者设备出现故障。

如果发动机在排放采样开始后的任何时间点熄火或排放采样中断，并且使用的是单滤纸法，则试验作废，应终止测试。发动机按 B.6.8.2 所述预置，按 B.6.8.3 所述重新开始测试。

如果使用多滤纸法（每种工况点使用一个采样滤纸）进行 PM 测量，发动机在排放采样开始后的某工况点熄火或排放采样中断，则测试应通过将发动机稳定在上一个工况点以进行发动机温度调节，然后从发动机熄火的工况点重新开始测量。

在循环测试过程中，任何必要的测试设备出现故障，测试应该终止，并按 B.6.8.2~B.6.8.7 规定重新开始。

### B. 6. 9 RMC循环

#### B. 6. 9. 1 一般要求

在进行 B.6.9.2 稀释系统与发动机的预置前，应生产、进口企业的要求，可先进行旨在预处理发动机和排气系统的模拟试验。

#### B. 6. 9. 2 稀释系统与发动机的预置

按照 B.6.7.4.2 起动发动机，采用七工况和八工况循环的发动机起动后保持在 50%转速和 50%扭矩下热机；采用五工况和六工况循环的发动机起动后保持在额定转速和 50%扭矩下热机，直到发动机冷却液和润滑油的温度保持稳定（2 min 内温度波动小于平均值的±2%）。对于使用 MTS 生成测试转速的发动机，50%转速应根据 B.6.3.2.1 的规定计算；在所有其他情况下，应根据 B.6.5.2.3 的规定计算。50%扭矩定义为该转速下最大可用扭矩的 50%。排放测试应在不关闭发动机的情况下立即开始。

对于 RMC 试验循环，还可选择以下方式进行稀释系统与发动机的预置：

发动机应通过至少运行 RMC 的后半部分（基于测试模式的数量）进行预置。循环之间不得关闭发动机。在完成每次预置循环后，应在完成上一个预置循环后的 60 s 内启动下一个循环（包括排放测试循环）。

#### B. 6. 9. 3 试验运行

- a) 在稀释系统与发动机的预置结束后，按照 B.6.2.2 中相应的循环进行 RMC 试验。如果发动机转速和扭矩尚未设定到循环的第一个工况点，则应以  $20\text{ s} \pm 1\text{ s}$  的线性斜坡过渡到测试的第一个工况点。在斜坡结束后的 5 s~10 s 内开始测量。
- b) 根据每台发动机的瞬态性能曲线将百分值转化成实际值，发动机按每工况规定的时间运行，在  $20\text{ s} \pm 1\text{ s}$  内以线性速度完成发动机转速和扭矩转换。
- c) 为计算比排放量，应对整个循环的发动机实际功率进行积分，计算出实际循环功。实际循

环功和基准循环功的偏差在 B.6.11.7 规定范围内，则判定试验有效。

- d) 在整个试验循环过程中测定气态污染物和温室气体的浓度、排气流量和输出功率以及闭式曲轴箱压力，闭式曲轴箱压力采集频率为 1 Hz，其余测量值是整个循环的积分值。气态污染物和温室气体应连续采样或采样到取样袋中。PM 取样经稀释空气连续稀释并收集到合适的单张滤纸上，PN 应连续采样。
- e) 在 RMC 试验结束时，除 PM 采样外，应继续采样，并保持所有系统运行以等待系统响应结束。

#### B.6.9.4 气态污染物取样

若使用原始排气测量方法，应对气体污染物和温室气体的浓度和排气质量流量连续测量并记录到计算机系统中。数据记录频率至少为 2 Hz，其他数据记录频率至少为 1 Hz。对于模拟记录仪应记录其响应性，校准应在数据评估时，以在线或离线方式进行。

若使用全流稀释系统，HC、NO<sub>x</sub>、N<sub>2</sub>O 和 NH<sub>3</sub> 应在稀释通道内连续测量，测量频率最低为 2 Hz，通过对整个试验循环分析仪测量值积分计算其平均浓度。系统响应时间不超过 20 s，如果需要，应与 CVS 流量波动、采样时间、测试循环对齐。CO、CO<sub>2</sub> 和 HC 为连续测量值积分或分析整个循环的袋采结果。在连续采样和分析袋采浓度之前确定背景空气中污染物浓度。所有其他需要测量的数据以至少 1 Hz 的频率记录。

对于燃用甲醇燃料的发动机，甲醇和甲醛应按附件 BG 的方法进行离线测量。

#### B.6.9.5 颗粒物取样

试验循环开始时，颗粒物取样系统应从旁通状态转换回来。若使用部分流取样系统，应控制采样泵，使通过颗粒物采样探头或输送管的流量与依据 BB.7.4.2 确定的排气质量流量成比例。

若使用全流取样系统，应控制采样泵，使通过颗粒物采样探头或输送管的流量控制在设定流量的 ±2.5% 范围内。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 ±2.5% 以内（取样开始第一个 10 s 除外）。应记录气体流量计或流量仪器进口的平均温度和压力。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 ±2.5% 以内，则试验无效。应采用较低流量重新进行试验。

#### B.6.9.6 PN 取样

颗粒物取样点应位于稀释通道内。如有二级稀释系统，取样点应位于一级稀释通道内。

颗粒物数量（PN）取样及测量系统应满足 BB.4 要求。

#### B.6.9.7 数据记录

- a) 试验循环开始时，测试设备应同步开始；
- b) 若为全流稀释系统，开始收集和分析稀释空气；
- c) 依据使用的方法，开始收集和分析原始排气或稀释后的排气；
- d) 开始测量稀释排气的量及必要的温度和压力；
- e) 如果对原始排气分析，开始记录排气质量流量；
- f) 开始记录测功机转速和扭矩的反馈值。

#### B.6.9.8 试验过程中若发动机或者设备出现故障。

如果发动机在任何循环下熄火，应终止测试。发动机按 B.6.9.2 所述预置，根据 B.6.9.3 所述重新开始测试。

在循环测试过程中，任何必要的测试设备出现故障，测试应该终止，并按 B.6.9.2~B.6.9.7 规定重新开始。

#### B. 6. 10 非标准循环

非标准循环试验应按照以下方式进行：

- a) 应在 B.6.2.1 或 B.6.2.2 规定的稳态循环结束后，开始本试验；
- b) 每个试验点使用一张滤纸进行试验点的试验；
- c) 每个试验点均应计算出各自的排放值， $\text{g/kW}\cdot\text{h}$ ；
- d) 排放值的计算采用与稳态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，工况数应设置为 1，加权系数应为 1；
- g) 非标准循环排放发动机全负荷扭矩曲线按照 B.6.4 进行确定。

#### B. 6. 11 试验后的处理程序

##### B. 6. 11. 1 测试后操作

测试结束后，排放流量和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。

##### B. 6. 11. 2 比例采样的验证

对于比例采样，例如袋采或 PM 采样，根据 B.6.7.9、B.6.8.5 和 B.6.9.5 规定对比例采样进行验证。任何不符合要求的采样，试验都应该无效。

##### B. 6. 11. 3 PM预置和称重

滤纸应放在带盖的或封闭的器皿中，也可放到滤纸架中，以免外部环境污染。滤纸应放置在称重室，至少 1 h，但不超过 24 h，按 BB.3.4.1 所述称重。

颗粒物滤纸应至少连续称量 3 次，记录有效数据的平均值。

##### B. 6. 11. 4 漂移验证

- a) 试验循环结束后 30 min 内或者热浸周期中需要对气体分析仪使用量程的零点和距点进行检査，对于本条款，试验循环的定义如下：
  - 1) NRTC：冷起动—热浸—热起动；
  - 2) 热态 NRTC：热浸—热起动；
  - 3) 多次再生的热起动 NRTC—所有的热起动试验；
  - 4) LSI-NRTC：热起动；
  - 5) NRSC—热起动。
- b) 分析仪的偏差应满足：
  - 1) 确定漂移前，将试验前、后的零点和量距气的测量值代入 BA.7.1 中公式计算；
  - 2) 试验前后的偏差在  $\pm 1\%F.S$  以内，测量浓度无需修正或按照 BA.7.1 的要求对其进行修正；
  - 3) 若超过  $\pm 1\%F.S$ ，试验无效，或按照 BA.7.1 的要求对其进行修正。

##### B. 6. 11. 5 气体袋采分析

具体要求如下：

- a) 气体袋分析应在热起动试验完成后 30 min 内进行，或在热浸期间进行冷起动采样袋分析；
- b) 背景采样袋分析应在热起动试验后 60 min 内进行。

#### B. 6. 11. 6 计算循环功

在计算循环功之前，应删除发动机起动期间的任何记录。整个测试循环的实际循环功  $W_{act}$  的确定应基于修正后的发动机瞬时功率计算。如果根据 B.5.2.1 所述发动机没有安装辅件/设备，则按 B.5.2.5 所述公式对功率进行修正。将实际循环功  $W_{act}$  与基准循环功  $W_{ref}$  对比， $W_{act}$  应在  $85\%W_{ref}$  至  $105\%W_{ref}$  之间。计算公式如下：

$$W_{act} = \frac{1}{3600} \times \sum_{i=1}^n \left( P_{act,i} \times \frac{1}{f} \right) \quad (B.19)$$

式中：  $W_{act}$  ——实际循环功，kW·h；

$P_{act,i}$  ——第  $i$  次采样的实际修正后发动机瞬时功率，按公式 (B.7) 计算，如果小于 0，取 0，kW；

$f$  ——采样频率，Hz；

$n$  ——采样次数。

#### B. 6. 11. 7 试验循环的确认统计

##### B. 6. 11. 7. 1 DMC 循环

除初始过渡阶段外，每个工况点下测得的转速与基准转速的偏差不得超过额定转速的  $\pm 1\%$  或  $\pm 3$  r/min（以较大值为准）；怠速工况除外，其偏差应在生产、进口企业声明的偏差范围内。测得的扭矩与参考扭矩的偏差不得超过该测试转速下最大扭矩的  $\pm 2\%$ 。

##### B. 6. 11. 7. 2 NRTC 和 RMC 循环

应对其转速、扭矩和功率进行基于基准值与实际值的线性回归分析。为将反馈信号相对于实际循环和基准循环之间的时间滞后带来的偏差影响减至最小，整个发动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。若实际信号移位，则扭矩和转速两者都需向同一方向转换同一序列量值。

应采用最小二乘法，见公式：

$$y = a_1 x + a_0 \quad (B.20)$$

式中：  $y$  ——转速 (r/min)、扭矩 (N·m) 或功率 (kW) 的实际值；

$a_1$  ——回归线的斜率；

$x$  ——转速 (r/min)、扭矩 (N·m) 或功率 (kW) 的基准值

$a_0$  ——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(SEE)和相关系数 ( $r^2$ )。

建议分析的频率为 1 Hz。统计结果符合表 B.7 (NRTC) 或表 B.8 (RMC) 中的标准值，试验方被认为有效，对于 560 kW 以上发动机的 RMC 测试，其回归线的允差符合表 B.7 要求即可。

若在非瞬态试验台架上运行 RMC 循环，且无法获取逐秒转速与扭矩值时，则应采用以下验证标准：

每个工况点的转速及扭矩允差应符合 B.11.8.1 的要求。对于每个工况点之间的 20 s 线性过渡工

况，应符合以下速度及扭矩允差：

- a) 转速应保持在额定转速的±2%以内，
- b) 扭矩应保持在额定转速下最大扭矩的±5%以内。

表 B.7 NRTC 回归线的允差

	转速	扭矩	功率
y 对 x 的估算值的标准偏差 (SEE)	≤最高试验转速的 5%	≤最大发动机扭矩的 10%	≤最大发动机功率的 10%
回归线的斜率, $a_1$	0.95 ~1.03	0.83~1.03	0.89 ~1.03
相关系数, $r^2$	最小 0.970	最小 0.850	最小 0.910
回归线的 y 截距, $a_0$	≤怠速的 10%	±20 N·m 或 ±2%最大扭矩, 取其较大者	±4 kW 或 ±2%最大功率, 取其较大者

表 B.8 RMC 回归线的允差

	转速	扭矩	功率
y 对 x 的估算值的标准偏差 (SEE)	≤最高试验转速的 1%	≤最大发动机扭矩的 2%	≤最大发动机功率的 2%
回归线的斜率, $a_1$	0.99 ~1.01	0.98~1.02	0.98~1.02
相关系数, $r^2$	最小 0.990	最小 0.950	最小 0.950
回归线的 y 截距, $a_0$	≤最高试验转速的 1%	±20 N·m 或 ±2%最大扭矩, 取其较大者	±4 kW 或 ±2%最大功率, 取其较大者

仅为回归计算的目的，在进行回归计算之前，表 B.9 中标示的点允许被删除。但计算循环功和排放时不得被删除。怠速点是确定的一个点，此点参考扭矩为 0%和基准转速为 0%。点删除适用于全部循环或任何部分循环。

表 B.9 回归分析中允许删除的点

油门位置	工况	可删除点
最小油门 (怠速点)	$n_{ref} = n_{idle}$ 和 $M_{ref} = 0\%$ 和 $M_{act} > (M_{ref} - 0.02 \times M_{max. mapped torque})$ 和 $M_{act} < (M_{ref} + 0.02 \times M_{max. mapped torque})$	转速和功率
最小油门 (倒拖点)	$M_{ref} < 0\%$	功率和扭矩
最小油门	$n_{act} \leq 1.02 \times n_{ref}$ 和 $M_{act} > M_{ref}$ , 或 $n_{act} > n_{ref}$ 和 $M_{act} \leq M_{ref}$ , 或 $n_{act} > 1.02 \times n_{ref}$ 和 $M_{ref} < M_{act} \leq (M_{ref} + 0.02 \times M_{max. mapped torque})$	功率 (扭矩) 或转速
最大油门	$n_{act} < n_{ref}$ 和 $M_{act} \geq M_{ref}$ , 或 $n_{act} \geq 0.98 \times n_{ref}$ 和 $M_{act} < M_{ref}$ , 或 $n_{act} < 0.98 \times n_{ref}$ 和 $M_{ref} > M_{act} \geq (M_{ref} - 0.02 \times M_{max. mapped torque})$	功率 (扭矩) 或转速

#### B. 6. 11. 8 部分流稀释系统的特殊要求

对于颗粒物，排气质量流量信号用于控制部分流稀释系统按照一定排气质量流量比例取样，按照 BB.7.4.2.2 规定在取样流量和排气流量之间进行回归分析，以检查比例取样的质量。

## B. 6. 12 再生

### B. 6. 12. 1 连续再生

B. 6. 12. 1. 1 对于连续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，生产、进口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）。

B. 6. 12. 1. 2 对连续再生过程进行验证，应至少进行 3 次热态 NRTC 循环。发动机进行热态的 NRTC 试验循环时，按照 B.6.7.2 要求进行热机，根据 B.6.7.5 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 B.6.7.5 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）。

B. 6. 12. 1. 3 如果试验证明了生产、进口企业说明的再生发生条件，且 3 次热态 NRTC 试验颗粒物质量的比排放结果偏差小于  $\pm 25\%$  或  $0.005 \text{ g/kW}\cdot\text{h}$ （两者中的大者），则认为排气后处理系统是连续再生的。按 B.6.7（NRTC）测试规范进行测试。

B. 6. 12. 1. 4 如果排气后处理系统具有可转变成周期再生模式的安全模式，应根据 B.6.12.2 进行检查。在这种特殊情况下，排放有可能超过排放限值，且排放不予加权计算。

B. 6. 12. 1. 5 恒定转速及 560 kW 以上发动机用 NRSC 循环替代热态 NRTC 循环。

### B. 6. 12. 2 周期再生

B. 6. 12. 2. 1 对于周期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 B.6.12.3 公式加权。

B. 6. 12. 2. 2 热态 NRTC 试验循环期间周期再生应至少发生一次。发动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发动机的标定。

B. 6. 12. 2. 3 生产、进口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。

B. 6. 12. 2. 4 生产、进口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 B.6.7.2 进行预置，根据 B.6.7.5 要求进行热浸，热浸结束后进行热态 NRTC 试验，不应在热机阶段发生再生。

B. 6. 12. 2. 5 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。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；在再生结束后热浸 20 min，随后再进行一次 NRTC 试验，也可按企业预判进行不超过 6 个热起动 NRTC 循环的预处理，之后再进行一次第二次再生之间的热起动 NRTC 试验。若企业需要增加再生之间的热起动 NRTC 循环次数，需提供相应的说明或依据。作为替代选择，生产、进口企业可以提供数据，来证明两次再生之间，PM 测试结果偏差小于  $\pm 25\%$  或  $0.005 \text{ g/kW}\cdot\text{h}$ （两者中的大者），在这种情况下，只需进行一次热起动 NRTC 试验。

B. 6. 12. 2. 6 再生期间，应记录所有用于检测再生的数据（如 CO 或  $\text{NO}_x$  的排放量，后处理系统前、后的温度，排气背压等）。

B. 6. 12. 2. 7 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。测试过程见图 B.8。

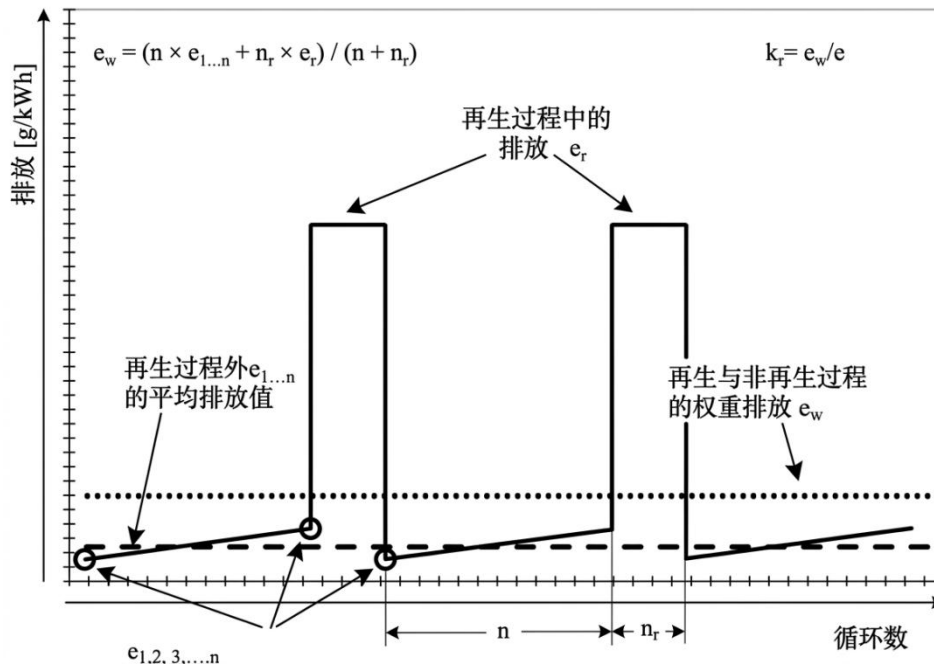


图 B.8 周期再生图

加权结果：

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r} \quad (\text{B.21})$$

- 式中：
- $n$  ——两次再生之间的循环次数；
  - $n_r$  ——再生期间的循环次数（至少为 1）；
  - $\bar{e}$  ——两次再生之间的平均比排放，g/kW·h；
  - $\bar{e}_r$  ——再生期间的平均比排放，g/kW·h。

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，中间无需停车和热浸，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. 6. 12. 2. 8 对于恒定转速发动机及 560 kW 以上发动机，应使用 NRSC 循环替代 NRTC 循环进行测试。

### B. 6. 12. 3 再生因子

B. 6. 12. 3. 1 再生因子应按 a) 或 b) 进行计算。

a) 相乘的再生因子计算公式：

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{\bar{e}} \quad (\text{B.22})$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{\bar{e}_r} \quad (\text{B.23})$$

b) 相加的再生因子计算公式：

$$k_{r,u} = e_w - \bar{e} \quad (\text{B.24})$$

$$k_{r,d} = e_w - \bar{e}_r \quad (\text{B.25})$$

B. 6. 12. 3. 2 对于 BA.7.3 规定的比排放的计算，再生因子应按以下条款进行应用：

- a) 无再生发生的试验，BA.7.3 的比排放结果应分别乘以 (B.22) 确定的相乘的再生因子 $k_{r,u}$ 或加上 (B.24) 确定的相加的再生因子 $k_{r,u}$ ；
- b) 有再生发生的试验，BA.7.3 的比排放结果应分别乘以 (B.23) 确定的相乘的再生因子 $k_{r,d}$ 或加上 (B.25) 确定的相加的再生因子 $k_{r,d}$ ；
- c) 对于周期再生的排气后处理系统，若其再生周期大于 100 h，则不进行再生因子修正。

B. 6. 12. 3. 3 按照生产、进口企业的要求，再生因子可以适用以下条款：

- a) 系族内的其他发动机；
- b) 安装了同样后处理的其他系族，且检验机构通过生产、进口企业提供的技术资料认定排放水平相近的发动机。

## B. 6. 13 曲轴箱排放

### B. 6. 13. 1 开式曲轴箱发动机的曲轴箱排放测量

进行 NRTC、NRSC 和非标准循环试验时，曲轴箱污染物应按如下要求引入到排气测量系统中进行测量。

- a) 连接管内壁应光滑、导电、不和曲轴箱污染物反应，长度应尽可能短；
- b) 曲轴箱管路弯头的数量应尽量少，必须安装的弯头的半径应尽可能大；
- c) 曲轴箱排气管应采用加热式、薄壁结构或保温设计。并且曲轴箱的背压应满足发动机生产、进口企业的规定；
- d) 曲轴箱排气应引到后处理或排放控制装置的下游，但应在取样探头的上游，并在取样前完成与发动机尾气排气的充分混合。为了加速混合以及避免边界层效应，曲轴箱的排气管应伸入到排气流中，曲轴箱排气管出口的方向相对于排气的方向是固定的。

### B. 6. 13. 2 点燃式闭式曲轴箱发动机的曲轴箱压力测量

B. 6. 13. 2. 1 在整个测试循环过程中，应在合适的位置测量曲轴箱压力。

B. 6. 13. 2. 2 对于点燃式发动机，应使用闭式曲轴箱。

B. 6. 13. 2. 3 曲轴箱压力的压力测量准确度应在 $\pm 0.1$  kPa 之内，且测试循环中数据记录频率为 1 Hz。

B. 6. 13. 2. 4 在进行 NRTC 及 NRSC 试验时均应进行曲轴箱压力测量。

附件 BA  
(规范性附件)  
排放计算

BA.1 概述

本附件包含了排放计算的公式及示例。

按照 GB/T 8170 的要求，最终的试验结果应一次四舍五入到比排放限值的小数点右边多一位有效数字，计算最终比排放的中间值不允许进行四舍五入。

BA.2 干/湿基转换

若未以湿基进行测量，测得的浓度应按照下列公式换算至湿基：

$$c_w = k_w \times c_d \quad (\text{BA.1})$$

式中：  $c_d$  ——干基浓度（体积分）， $10^{-6}$ ；

$k_w$  ——干湿基校正系数， $k_{w,a}$ 、 $k_{w,e}$ 、 $k_{w,d}$  根据 BA.2.1 中的公式计算。

BA.2.1 原始排气

$$k_{w,a} = \left( 1 - \frac{1.2442 \times H_a + 111.19 \times W_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773.4 + 1.2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1000} \right) \times 1.008 \quad (\text{BA.2})$$

或

$$k_{w,a} = \left( 1 - \frac{1.2442 \times H_a + 111.19 \times W_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773.4 + 1.2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1000} \right) \left/ \left( 1 - \frac{P_r}{P_b} \right) \right. \quad (\text{BA.3})$$

或

$$k_{w,a} = \left( \frac{1}{1 + \alpha \times 0.005 \times (c_{co2} + c_{co})} - k_{w1} \right) \times 1.008 \quad (\text{BA.4})$$

其中

$$k_{f,w} = 0.055594 \times W_{ALF} + 0.0080021 \times W_{DEL} + 0.0070046 \times W_{EPS} \quad (\text{BA.5})$$

和

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)} \quad (\text{BA.6})$$

式中：  $H_a$  ——进气绝对湿度，g 水/kg 干空气；

$W_{ALF}$  ——燃料中的氢含量，质量百分比；

$q_{mf,i}$  ——燃料瞬时质量流量，kg/s；

$q_{mad,i}$  ——瞬时进气干基质量流量，kg/s；

$P_r$  ——发动机进气空气的饱和蒸汽压，kPa；

$P_b$  ——大气压，kPa；

$W_{DEL}$  ——燃料中的氮质量分数，%；

$W_{EPS}$  ——燃料中的氧质量分数，%；

- $\alpha$  ——燃料的氢摩尔比；  
 $C_{CO_2}$  ——CO<sub>2</sub>干基体积分数，%；  
 $C_{CO}$  ——CO的干基体积分数，%。

公式 (BA.4) 不适用于碳氢摩尔比为零的发动机。

### BA. 2. 2 稀释排气

$$k_{w,e} = \left[ \left( 1 - \frac{\alpha \times C_{CO_2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \times 1.008 \quad (\text{BA.7})$$

或

$$k_{w,e} = \left[ \frac{\left( \frac{1 - k_{w2}}{1 + \frac{\alpha \times C_{CO_2d}}{200}} \right)}{1 + \frac{\alpha \times C_{CO_2d}}{200}} \right] \times 1.008 \quad (\text{BA.8})$$

其中

$$k_{w2} = \frac{1.608 \times \left[ H_d \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right] + H_a \times \left( \frac{1}{D} \right)}{1000 + \left\{ 1.608 \times \left[ H_d \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right] + H_a \times \left( \frac{1}{D} \right) \right\}} \quad (\text{BA.9})$$

- 式中： $\alpha$  ——燃料的氢摩尔比；  
 $C_{CO_2w}$  ——湿基 CO<sub>2</sub> 的体积分数，%；  
 $C_{CO_2d}$  ——干基 CO<sub>2</sub> 的体积分数，%；  
 $H_d$  ——稀释空气的绝对湿度，g 水/kg 干空气；  
 $H_a$  ——进气的绝对湿度，g 水/kg 干空气；  
 $D$  ——稀释系数（详见 BA.6.2.3.2）。

公式 (BA.7) 和公式 (BA.8) 不适用于碳氢摩尔比为零的发动机。

### BA. 2. 3 稀释空气

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \times 1.008 \quad (\text{BA.10})$$

和

$$k_{w3} = \frac{1.608 \times H_d}{1000 + (1.608 \times H_d)} \quad (\text{BA.11})$$

式中： $H_d$  ——稀释空气的绝对湿度，g 水/kg 干空气。

## BA. 3 NO<sub>x</sub>湿度校正

由于 NO<sub>x</sub> 的排放和大气状态有关，NO<sub>x</sub> 浓度应根据 BA.3.1 或 BA.3.2 中湿度系数进行校正。进气的绝对湿度  $H_a$  可以由相对湿度的测量值、露点测量值、蒸汽压测量值或干/湿球温度计测量值计算得出。

### BA. 3. 1 压燃式发动机

$$k_{h,d} = \frac{15.698 \times H_a}{1000} + 0.832 \quad (\text{BA.12})$$

式中： $k_{h,d}$  ——压燃式发动机 NO<sub>x</sub> 湿度校正系数；  
 $H_a$  ——进气的绝对湿度，g 水/kg 干空气。

或者，可采用下列公式来考虑环境空气温度的影响：

$$k_{h,d} = \frac{1}{1 - 0.0182 \times (H_a - 10.71) + 0.0045 \times (T_a - 298)} \quad (\text{BA.13})$$

式中： $k_{h,d}$  ——压燃式发动机 NO<sub>x</sub> 湿度校正系数；  
 $T_a$  ——进气温度，K；  
 $H_a$  ——进气的绝对湿度，g 水/kg 干空气。

### BA.3.2 点燃式发动机

$$k_{h,G} = 0.6272 + 44.030 \times 10^{-3} \times H_a - 0.862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (\text{BA.14})$$

式中： $k_{h,G}$  ——点燃式发动机 NO<sub>x</sub> 湿度校正系数；  
 $H_a$  ——进气的绝对湿度，g 水/kg 干空气。

### BA.4 颗粒物滤纸的浮力修正

取样滤纸的质量应根据其在空气中的浮力进行校正。浮力校正取决于取样滤纸的密度、空气密度和天平校准砝码的密度，不考虑 PM 自身的浮力。浮力校正应同时应用于滤纸自重和滤纸毛重。

若不知道滤纸材质，可适用下面的密度值：

- a) 带碳氟化合物涂层的玻璃纤维滤纸：2 300 kg/m<sup>3</sup>；
- b) 碳氟化合物薄膜滤纸：2 144 kg/m<sup>3</sup>；
- c) 碳氟化合物带聚甲基支撑环的薄膜滤纸：920 kg/m<sup>3</sup>。

对于不锈钢砝码，密度是 8 000 kg/m<sup>3</sup>，若校准砝码为其他材质，应知道其密度。

可使用如下公式：

$$m_f = m_{uncor} \times \left( \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right) \quad (\text{BA.15})$$

和

$$\rho_a = \frac{\rho_b \times 28.836}{8.3144 \times T_a} \quad (\text{BA.16})$$

式中： $m_f$  ——颗粒物滤纸的质量，mg；  
 $m_{uncor}$  ——未修正的颗粒物滤纸的质量，mg；  
 $\rho_a$  ——空气的密度，kg/m<sup>3</sup>；  
 $\rho_w$  ——天平砝码的密度，kg/m<sup>3</sup>；  
 $\rho_f$  ——颗粒物取样滤纸密度，kg/m<sup>3</sup>；  
 $P_b$  ——大气压，kPa；  
 $T_a$  ——称重室环境温度，K；  
28.836 ——天平周围空气的摩尔质量，g/mol；  
8.3144 ——理想气体常数。

BA.5.3 和 BA.6.3 中采样的颗粒物的质量计算如下：

$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T} \quad (\text{BA.17})$$

式中： $m_p$  ——整个循环收集的颗粒物质量，mg；  
 $m_{f,G}$  ——浮力修正后的采样滤纸质量，mg；  
 $m_{f,T}$  ——浮力修正后的空白滤纸质量，mg。

## BA.5 部分流稀释系统（PFS）和原始排气测量

气体组分的瞬时浓度信号乘以排气流量的瞬时质量流量计算得出质量排放量。排气质量流量可以直接测量得到，或者通过进气和燃料流量测量值计算，示踪法或进气和空燃比测量值计算。

对于不同测量设备的响应时间差异，应根据这些不同测量数据对应信号时间序列进行累计。根据响应时间差异，对各测试信号进行时间对齐处理。对于颗粒物，排气质量流量信号用于控制部分流稀释系统按照一定排气质量流量比例取样，按照 BB.7.4.2.1 规定在取样流量和排气流量之间进行回归分析，以检查比例取样的质量。完整的试验设置如图 BA.1 所示。

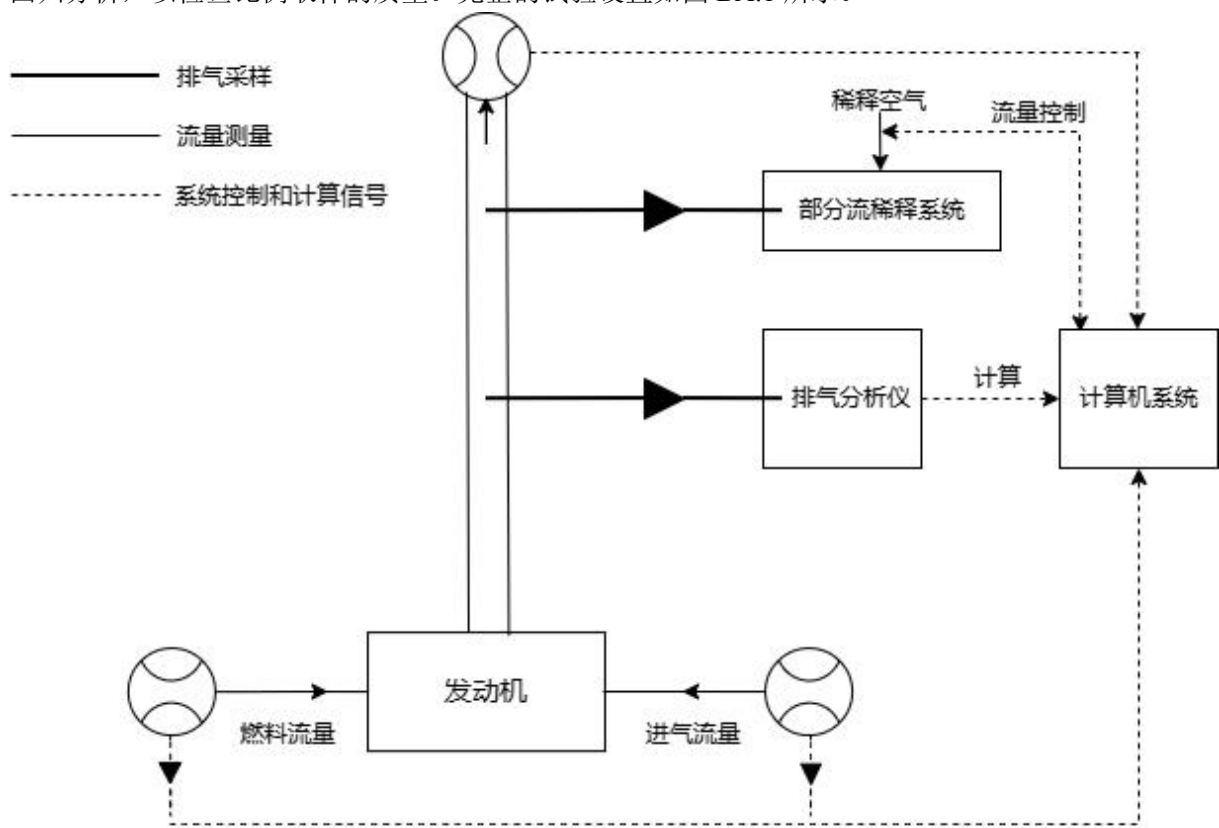


图 BA.1 部分流测试系统原始排气采样示意图

### BA.5.1 排气质量流量的测量

#### BA.5.1.1 概述

应使用 BA.5.1.3~BA.5.1.7 中描述的方法之一确定排气质量流量。

#### BA.5.1.2 响应时间

为了计算排放量，BA.5.1.3~BA.5.1.7 描述的任何一种方法的响应时间应等于或小于 BB.7.3.3 规定的分析仪的响应时间（ $\leq 10$  s）。为了控制部分流稀释系统，需要更快的响应，对于在线控制模式

下的部分流稀释系统，响应时间应 $\leq 0.3$  s。对于采用以预记录试验为基础的可预见性控制的部分流稀释系统，排气质量流量的数值上升时间 $\leq 1$  s，其响应时间应 $\leq 5$  s。仪器生产、进口企业应说明系统的响应时间。BB.7.4.2.1 规定了排气流量和部分流稀释系统的综合响应时间的要求。

### BA. 5. 1. 3 直接测量方法

按 BB.5 要求进行测量。

### BA. 5. 1. 4 基于进气量和燃料消耗量的测量方法

瞬时排气流量应通过进气流量和燃料质量流量的测量值按照如下公式计算：

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (\text{BA.18})$$

式中： $q_{mew,i}$  ——瞬时排气质量流量，kg/s；  
 $q_{maw,i}$  ——瞬时进气质量流量，kg/s；  
 $q_{mf,i}$  ——瞬时燃料质量流量，kg/s。

### BA. 5. 1. 5 示踪法测量方法

已知量的惰性气体（如纯氦）注入排气流中作为示踪剂。该气体与排气混合、被稀释但不在排气管中发生反应。随后该气体的浓度在排气样本中测得。

为了确保示踪气体完全混合，排气取样探头应位于距示踪气体喷入点下游至少 1 m 或排气管直径的 30 倍（取其较大者）处。当示踪气体从发动机上游喷入时，如果经比较示踪气体浓度与基准浓度，确信已完全混合，取样探头可接近喷入点。

应确定示踪气体流量，以使示踪气体混合后的浓度在发动机怠速时比示踪气体分析仪的满量程低。

排气流量计算如下：

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_b)} \quad (\text{BA.19})$$

式中： $q_{mew,i}$  ——瞬时排气质量流量，kg/s；  
 $q_{vt}$  ——示踪气体流量， $\text{cm}^3/\text{min}$ ；  
 $c_{mix,i}$  ——示踪气体混合后瞬时浓度，体积分数， $10^{-6}$ ；  
 $\rho_e$  ——排气密度， $\text{kg}/\text{m}^3$  (见表 BA.1)；  
 $c_b$  ——进气中示踪气体的背景浓度，体积分数， $10^{-6}$ 。

示踪气体的背景浓度 ( $c_b$ ) 可以通过在试验运行前和试验运行后测得的平均背景浓度确定。

在最大排气流量时，当背景浓度低于在混合后的示踪气体浓度的 1%，背景浓度可以忽略不计。

### BA. 5. 1. 6 进气流量和空燃比测量方法

通过空气流量和空气燃料比计算排气质量。瞬时排气质量流量的计算如下：

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda_i} \right) \quad (\text{BA.20})$$

和

$$A/F_{st} = \frac{138.0 \times \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12.011 + 1.00794 \times \alpha + 15.9994 \times \varepsilon + 14.0067 \times \delta + 32.065 \times \gamma} \quad (\text{BA.21})$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{CO_d} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{CO_d} \times 10^{-4}}{3.5 \times c_{CO_2d}}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3.5 \times c_{CO_2d}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \times (c_{CO_2d} + c_{CO_d} \times 10^{-4})}{4.764 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \times (c_{CO_2d} + c_{CO_d} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})} \quad (\text{BA.22})$$

式中： $q_{maw,i}$  ——瞬时进气质量流量，kg/s；  
 $A/F_{st}$  ——理论空燃比，kg/kg；  
 $\lambda_i$  ——瞬时过量空气系数；  
 $c_{CO_2d}$  ——干基 CO<sub>2</sub> 体积分数，%；  
 $c_{COd}$  ——干基 CO 体积分数，10<sup>-6</sup>；  
 $c_{HCw}$  ——C1 湿基体积分数，10<sup>-6</sup>。

如果应用空燃比的测量设备，如氧化锆型传感器用于测量过量空气系数应符合 BB.2.5.12 的规定。

### BA.5.1.7 碳平衡测量方法

通过燃料消耗量和含碳气体排气成分计算排气质量流量。瞬时排气质量流量的计算如下：

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \times \left( \frac{w_{BET}^2 \times 1.4}{(1.0828 \times w_{BET} + k_{fd} \times k_c) \times k_c} \left(1 + \frac{H_a}{1000}\right) + 1 \right) \quad (\text{BA.23})$$

其中：

$$k_c = (c_{CO_2d} - c_{CO_2d,a}) \times 0.5441 + \frac{c_{COd}}{18.522} + \frac{c_{HCw}}{17.355} \quad (\text{BA.24})$$

$$k_{fd} = -0.055594 \times W_{ALT} + 0.0080021 \times W_{DEL} + 0.0070064 \times W_{EPS} \quad (\text{BA.25})$$

式中： $q_{mf,i}$  ——瞬时燃料质量流量，kg/s；  
 $H_a$  ——进气的绝对湿度，g 水/kg 干空气；  
 $W_{BET}$  ——燃料中的碳含量，质量百分比；  
 $W_{ALF}$  ——燃料中的氢含量，质量百分比；  
 $W_{DEL}$  ——燃料中的氮含量，质量百分比；  
 $W_{EPS}$  ——燃料中的氧含量，质量百分比；  
 $c_{CO_2d}$  ——干基 CO<sub>2</sub> 体积分数，%；  
 $c_{CO_2d,a}$  ——进气中干基 CO<sub>2</sub> 体积分数，%；  
 $c_{COd}$  ——干基 CO 体积分数，10<sup>-6</sup>；  
 $c_{HCw}$  ——C1 湿基体积分数，10<sup>-6</sup>。

公式 (BA.23) 和公式 (BA.24) 不适用于燃料组分碳氢摩尔比为零的发动机。

## BA.5.2 气体组分的测定

### BA.5.2.1 概述

发动机原始排放气体组分应由 BB.2.5 和 BB.3.5 中描述的分析 and 取样系统通过发动机试验测量。数据评价描述见 BA.5.2.2。

BA.5.2.3 和 BA.5.2.4 (与附录 N 中的基准燃料相关) 描述了两种计算过程。未给出 u 值的燃料，应按 BA.5.2.4 进行排放计算。

### BA.5.2.2 数据评价

为了计算气体组分的排放质量，按照 B.6.7.11、B.6.8.7 和 B.6.9.7 记录和存储排放相关数据所记录浓度及排气质量流量应按转换时间对齐（定义见 3.71）。每种排放气体分析仪和排气质量流量系统的响应时间应分别符合 BA.5.1.2 和 BB.7.3.3 规定并被记录。

### BA.5.2.3 基于列表值计算质量排放量

按照 BA.5.2.2 规定按转换时间排列的污染物原始浓度和排气质量流量来计算瞬时排放质量，对整个循环的瞬时值进行积分，积分乘以  $u$  值（见表 BA.1）得到污染物质量排放。如果是干基测量，在进行任何其他计算前，瞬时浓度值应按照 BA.2 规定进行干湿基校正。

计算  $\text{NO}_x$  排放质量应乘以按照 BA.3 的确定的湿度修正系数  $k_{h,D}$  或  $k_{h,G}$ 。

所用计算公式如下：

$$m_{gas} = u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n} \left( c_{gas,i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f} \right) \quad (\text{BA.26})$$

- 式中：  
 $m_{gas}$  ——整个循环气态污染物的排放质量，g；  
 $u_{gas}$  ——表 BA.1 中排气组分密度和排气密度比；  
 $c_{gas,i}$  ——排气组分的瞬时体积分数， $10^{-6}$ ；  
 $q_{mew,i}$  ——瞬时排气质量流量，kg/s；  
 $f$  ——采样频率，Hz；  
 $n$  ——测量次数。

表 BA.1 原始排气的  $u$  值和排气密度

燃料	$\rho_e$	气体							
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O
		$\rho_{gas}[\text{kg/m}^3]$							
		2.053473	1.250133	a	1.964202	1.428139	0.716005	0.760089	1.964336
$u_{gas}^b$									
柴油	1.2943	0.001586	0.000966	0.000479	0.001518	0.000553	0.001103	0.000587	0.001518
NG <sup>c</sup>	1.2661	0.001622	0.000987	0.000523 <sup>d</sup>	0.001552	0.000565	0.001128	0.000600	0.001551
丙烷	1.2805	0.001603	0.000976	0.000512	0.001533	0.000559	0.001115	0.000594	0.001534
丁烷	1.2832	0.001600	0.000974	0.000505	0.001530	0.000558	0.001113	0.000592	0.001531
LPG <sup>e</sup>	1.2811	0.001602	0.000976	0.000510	0.001533	0.000559	0.001115	0.000593	0.001533
H <sub>2</sub>	1.1872	0.001729	0.001053	0.000075	0.001654	0.000603	0.001203	0.000640	0.001655
甲醇	1.2610	0.001628	0.000991	0.001133	0.001558	0.000568	0.001133	0.000603	0.001558

<sup>a</sup>取决于燃料。  
<sup>b</sup>在 $\lambda=2$ ，干空气，273 K，101.3 kPa下  
<sup>c</sup> $u$ 精度0.2%质量组分：C=66%~76%；H=22%~25%；N=0~12%  
<sup>d</sup>NMHC基于CH<sub>2.93</sub>（对总碳氢使用CH<sub>4</sub>的 $u_{gas}$ 系数）  
<sup>e</sup> $u$ 精度0.2%质量组分：C3=70%~90%；C4=10%~30%  
 燃料的碳/氢/氧摩尔比（C H O）：  
 柴油：CH<sub>1.86</sub>O<sub>0.006</sub>  
 LPG：CH<sub>2.525</sub>  
 NG和生物甲烷：CH<sub>4</sub>

#### BA.5.2.4 基于精确方程的质量排放计算

通过对按照 BA.5.2.2 规定按时间排列的污染物原始浓度、u 值和排气质量流量来计算瞬时排放质量，对整个循环的瞬时值进行积分，积分乘以 u 值得到污染物质量排放。如果是干基测量，在进行任何其他计算前，瞬时浓度值应按照 BA.2 规定进行干湿基校正。应用以下公式：

$$m_{gas} = u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n} \left( u_{gas,i} \times c_{gas,i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f} \right) \quad (\text{BA.27})$$

式中： $m_{gas}$  ——整个循环气态污染物的排放质量，g；  
 $u_{gas,i}$  ——根据下述公式计算；  
 $c_{gas,i}$  ——排气组分的瞬时体积分数， $10^{-6}$ ；  
 $q_{mew,i}$  ——瞬时排气质量流量，kg/s；  
 $f$  ——采样频率，Hz；  
 $n$  ——测试次数。

瞬时 u 值的计算如下：

$$u_{gas,i} = M_{gas} / (M_{e,i} \times 1000) \quad (\text{BA.28})$$

或

$$u_{gas,i} = \rho_{gas} / (\rho_{e,i} \times 1000) \quad (\text{BA.29})$$

其中

$$\rho_{gas} = M_{gas} / 22.414 \quad (\text{BA.30})$$

式中： $M_{gas}$  ——气体组分的摩尔质量，g/mol（附件 BA.8）；  
 $M_{e,i}$  ——排气的瞬时摩尔质量，g/mol；  
 $\rho_{gas}$  ——气体组分的密度，kg/m<sup>3</sup>；  
 $\rho_{e,i}$  ——排气的瞬时密度，kg/m<sup>3</sup>。

排气摩尔质量  $M_e$  应根据一通用燃料组成分子式  $C_\beta H_\alpha O_\epsilon N_\delta S_\gamma$  在假设完全燃烧的条件下得到，计算如下：

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}} \times \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\epsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12.011 + 1.00794 \times \alpha + 15.9994 \times \epsilon + 14.0067 \times \delta + 32.065 \times \gamma} + \frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1.00794 + 15.9994} + \frac{1}{1 + H_a \times 10^{-3}}} \quad (\text{BA.31})$$

式中： $q_{maw,i}$  ——进气瞬时质量流量（湿基），kg/s；  
 $q_{mf,i}$  ——燃料瞬时质量流量，kg/s；  
 $H_a$  ——进气湿度，g/kg；  
 $M_a$  ——进气的摩尔质量（干基）= 28.965g/mol。

排气密度由下式得到：

$$\rho_{e,i} = \frac{1000 + H_a + 1000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})}{773.4 + 1.2434 \times H_a + k_{fw} \times 1000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})} \quad (\text{BA.32})$$

式中： $m_{gas}$  ——整个循环气态污染物的排放质量，g；  
 $q_{mad,i}$  ——进气瞬时质量流量（干基），kg/s；  
 $q_{mf,i}$  ——瞬时燃料质量流量，kg/s；  
 $H_a$  ——进气湿度，g/kg；  
 $k_{fw}$  ——根据 BA.2.1 的公式湿基排气下的燃料特定系数。

### BA.5.3 PM 计算

#### BA.5.3.1 数据评定

颗粒物质量应根据 BA.4 公式进行计算。应记录整个测试循环中通过滤纸的采样质量 ( $m_{sep}$ )。

基于良好的工程实践和颗粒物测量系统的设计特性,可以按 B.6.6.6 规定对颗粒物质量进行稀释空气背景颗粒物修正。

#### BA.5.3.2 质量计算

根据测试系统的原理不同,颗粒物质量可通过 BA.5.3.2.1 和 BA.5.3.2.2,使用经浮力修正后的收集的颗粒物质量进行计算。

##### BA.5.3.2.1 基于采样比的计算

$$m_{PM} = m_P / (r_s \times 1000) \quad (\text{BA.33})$$

式中:  $m_{PM}$  ——整个循环的颗粒排放质量, g;  
 $m_P$  ——整个循环收集的颗粒物质量, mg;  
 $r_s$  ——整个循环的平均采样比。

其中

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (\text{BA.34})$$

式中:  $m_{se}$  ——整个循环的排气采样质量, kg;  
 $m_{ew}$  ——整个循环的总排气质量, kg;  
 $m_{sep}$  ——通过颗粒物取样滤纸的稀释排气质量, kg;  
 $m_{sed}$  ——通过稀释通道的稀释排气质量, kg。

对于全部采样的情形,  $m_{sep}$  和  $m_{sed}$  是相同的值。

##### BA.5.3.2.2 基于稀释比的计算

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{edf}}{1000} \quad (\text{BA.35})$$

式中:  $m_{PM}$  ——整个循环的颗粒排放质量, g;  
 $m_p$  ——整个循环的颗粒物采集的质量, mg;  
 $m_{sep}$  ——通过颗粒物取样滤纸的稀释排气质量, kg;  
 $m_{edf}$  ——整个循环当量稀释排气质量, kg。

整个循环当量稀释排气质量按下式计算:

$$m_{edf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medf,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{BA.36})$$

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \times r_{d,i} \quad (\text{BA.37})$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{(q_{mdew,i} - q_{mdw,i})} \quad (\text{BA.38})$$

式中:  $m_{edf}$  ——整个循环当量稀释排气质量, kg/s;  
 $q_{medf,i}$  ——当量稀释排气瞬时质量流量, kg/s;  
 $q_{mew,i}$  ——排气瞬时质量流量, kg/s;

- $r_{d,i}$  ——瞬时稀释比;
- $q_{mdew,i}$  ——稀释排气瞬时质量流量, kg/s;
- $q_{mdw,i}$  ——稀释空气瞬时质量流量, kg/s;
- $f$  ——采样频率, Hz;
- $n$  ——测量次数。

### BA. 5. 3. 2. 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, BA.5.3.2.1 或 BA.5.3.2.2 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。

$$m_{PM,cor} = m_{PM} \times \frac{m_{med}}{(m_{sed} - m_{ex})} \quad (\text{BA.39})$$

- 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.5.3.2.1 或 BA.5.3.2.2 测定的颗粒物质量, g/test;
- $m_{med}$  ——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。

### BA. 5. 4 PN计算

#### BA. 5. 4. 1 数据转换

对从原始排气取样的系统, 按照BA.5.2.2规定程序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BB.3确定。

BA. 5. 4. 2 试验循环中排出的粒子数量应采用下列公式计算:

$$m = \frac{m_{edf}}{1.293} \times k \times \bar{c}_s \times \bar{f}_r \times 10^6 \quad (\text{BA.40})$$

- 式中:  $m$  ——试验循环排出的粒子数量;
- $m_{edf}$  ——按 BA.5.3.2.2 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:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (\text{BA.41})$$

- 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。

### BA. 6 全流稀释系统

通过对整个循环内气体组分浓度积分或取样袋采样后获得气体浓度, 并乘以稀释排气质量流量

计算得到排放质量。排气质量流量通过定容取样系统（CVS）测量，该系统可以选用容积泵（PDP）、临界文丘里管（CFV）及带或不带流量补偿的亚音速文丘里管（SSV）。

对于袋取样和颗粒物取样，应从 CVS 系统稀释排气中按比例取样。对于不带流量补偿的系统，取样流量对 CVS 流量的比值不得超过设定值的±2.5%。对于带流量补偿的系统，取样流量在其目标值的±2.5%之内。

完整的试验系统如图 BA.2 所示。

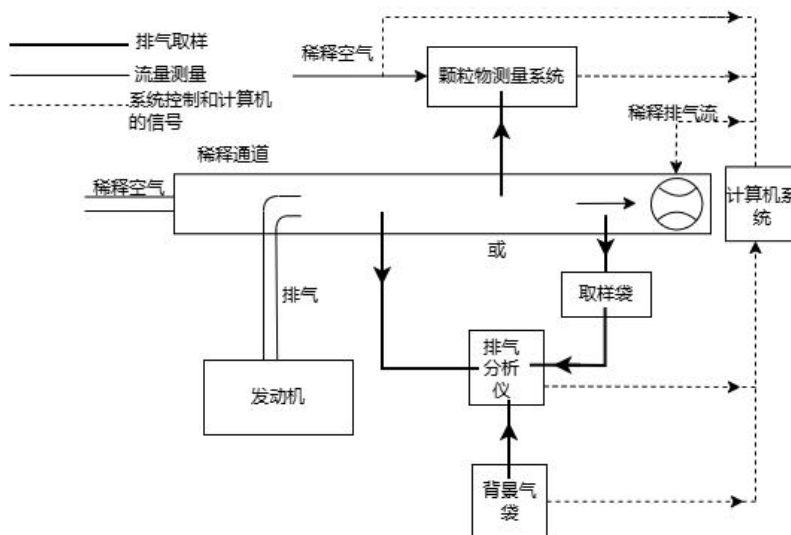


图 BA.2 全流取样系统示意图

## BA.6.1 稀释排气流量的测定

### BA.6.1.1 概述

稀释排气的排放量必须通过稀释排气质量流量计算。整个循环内总的稀释排气流量通过整个循环的测量值和相应的流量测试设备的标定数据计算的。整个循环内的总稀释排气流量可按照 BA.6.1.2~BA.6.1.4 所描述的方法之一，使用整个循环的测量值和相应的流量测量仪器设备的校正系数（PDP 的  $V_o$ 、CFV 的  $K_v$ 、SSV 的  $C_d$ ）计算得到。如果 PM 总的采样流量  $m_{sep}$  超过 CVS 总流量  $m_{ed}$  的 0.5%，应对 PM 的总流量进行修正或将颗粒物的取样流量引回到 CVS 流量测试装置的前部。

### BA.6.1.2 PDP-CVS 系统

若利用一个热交换器可以保证测试循环中稀释排气的温度保持在±6 K（±6 °C）以内，测试循环的总稀释排气质量  $m_{ed}$  计算公式如下：

$$m_{ed} = \frac{1.293 \times V_o \times n_p \times P_p \times 273}{(101.3 \times T)} \quad (\text{BA.42})$$

式中：  $m_{ed}$  ——整个循环的总稀释排气质量，kg；

$V_o$  ——测试条件下每转泵出的气体体积， $\text{m}^3/\text{r}$ ；

$n_p$  ——试验中泵的总转速；

$P_p$  ——泵进口绝对压力，kPa；

$T$  ——泵进口稀释排气的平均温度，K。

如果采用流量补偿（例如未带热交换器）系统，则应计算整个循环内瞬时排放质量并对其积分。稀释排放瞬态质量计算公式如下：

$$m_{ed,i} = \frac{1.293 \times V_0 \times n_{p,i} \times P_p \times 273}{(101.3 \times T)} \quad (\text{BA.43})$$

式中：  $n_{p,i}$  ——每间隔时间内泵的总转数。

#### BA. 6. 1. 3 CFV-CVS 系统

如果利用热交换器使得整个试验循环内稀释排气温度保持在  $\pm 11 \text{ K}$  ( $\pm 11 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 以内，则试验循环质量流量计算公式如下：

$$m_{ed} = \frac{1.293 \times t \times K_v \times P_p}{T^{0.5}} \quad (\text{BA.44})$$

式中：  $t$  ——循环时间，s；  
 $K_v$  ——标准条件下临界流量文丘里管标定系数；  
 $P_p$  ——文丘里管入口绝对压力，kPa；  
 $T$  ——文丘里管入口绝对温度，K。

如果采用流量补偿（例如未带热交换器）系统，则应计算整个循环内瞬时排放质量并对其积分。稀释排放瞬态质量计算公式如下：

$$m_{ed} = \frac{1.293 \times \Delta t_i \times K_v \times P_p}{T^{0.5}} \quad (\text{BA.45})$$

式中：  $\Delta t$  ——间隔时间，s。

#### BA. 6. 1. 4 SSV-CVS 系统

如果利用热交换器使得整个试验循环内稀释排气温度保持在  $\pm 11 \text{ K}$  ( $\pm 11 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 以内，则试验循环内的质量流量计算公式如下：

$$m_{ed} = 1.293 \times Q_{SSV} \quad (\text{BA.46})$$

其中

$$Q_{SSV} = A_0 d_v^2 C_d P_p \sqrt{\left[ \frac{1}{T} (r_p^{1.4286} - r_p^{1.7143}) \times \left( \frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1.4286}} \right) \right]} \quad (\text{BA.47})$$

式中：  $Q_{SSV}$  ——标准状态（101.3 kPa，273 K）下 CVS 容积流量， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$A_0$  ——取  $0.0061111 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) \times \left( \frac{\text{K}^2}{\text{kPa}} \right) \times \left( \frac{1}{\text{mm}^2} \right)$ ；

$d_v$  ——SSV 喉管的直径，m；

$C_d$  ——SSV 的流量系数；

$P_p$  ——文丘里管入口的绝对压力，kPa；

$T$  ——文丘里管入口的温度，K；

$r_p$  ——SSV 喉管压力与进口绝对静压力的比， $1 - \frac{\Delta p}{P_a}$ ；

$r_d$  ——SSV 喉管直径  $d$  与进气管内径  $D$  的比。

如果采用流量补偿（例如未带热交换器）系统，则应计算整个循环内瞬时排放质量并对其积分。稀释排放瞬态质量计算如下：

$$m_{ed} = 1.293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i \quad (\text{BA.48})$$

式中：  $\Delta t_i$  ——时间间隔，s。

实时计算时应初始化或者给  $C_d$  赋一合理值(如 0.98)或给  $Q_{SSV}$  赋一合理值。如果计算用  $Q_{SSV}$  初始化，则  $Q_{SSV}$  的初始值应用于评估雷诺数。

在所有的排放测试中，SSV 喉管处的雷诺数应在 BB.7.6.4 导出的校准曲线的雷诺数范围内。

## BA.6.2 气体组分的测定

### BA.6.2.1 概述

发动机排出的稀释排气中各气态污染物和温室气体应按照附件 BB 要求的方法测试，稀释空气应为过滤后的环境空气、合成空气或氮气。全流系统的流量应足够大以完全消除稀释和取样系统中的水冷凝现象。数据评定方法和计算程序见 BA.6.2.2 和 BA.6.2.3。

### BA.6.2.2 数据记录

根据 B.6.7.11、B.6.8.7 和 B.6.9.7 的规定，记录排放相关数据。

### BA.6.2.3 排气质量

#### BA.6.2.3.1 排气质量的计算

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed} \quad (\text{BA.49})$$

式中：  
 $m_{gas}$  —— 整个循环各气态污染物和温室气体的排放质量，g；  
 $u_{gas}$  —— 表 BA.2 中排气组分密度和稀释排气密度比；  
 $c_{gas}$  —— 背景修正后的排气组分平均体积分数， $10^{-6}$ ；  
 $m_{ed}$  —— 整个循环的总稀释排气质量，kg。

如果是干基测量，应按照 BA.2 规定进行干湿基校正。

计算  $\text{NO}_x$  排放质量，必要时应乘以按照 BA.3 确定的湿度修正系数  $k_{h,D}$  或  $k_{h,G}$ 。

表 BA.2 中给出了  $u$  值。对于  $u_{gas}$  值的计算，假设稀释排气的密度等于空气密度。

除 HC 以外的单一气体组分的  $u_{gas}$  值相同。

表 BA.2 稀释排气的  $u$  值和成分密度

燃料	$\rho_e$	气体							
		$\text{NO}_x$	CO	HC	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{NH}_3$	$\text{N}_2\text{O}$
		$\rho_{gas} [\text{kg}/\text{m}^3]$							
		2.053473	1.250133	<sup>a</sup>	1.964202	1.428139	0.716005	0.760089	1.964336
		$u_{gas}^b$							
柴油	1.293	0.001588	0.000966	0.000479	0.001519	0.001104	0.000553	0.000588	0.001519
NG <sup>c</sup>	1.293	0.001588	0.000966	0.000517 <sup>d</sup>	0.001519	0.001104	0.000553	0.000588	0.001519
丙烷	1.293	0.001588	0.000966	0.000507	0.001519	0.001104	0.000553	0.000588	0.001519
丁烷	1.293	0.001588	0.000966	0.000501	0.001519	0.001104	0.000553	0.000588	0.001519
LPG <sup>e</sup>	1.293	0.001588	0.000966	0.000505	0.001519	0.001104	0.000553	0.000588	0.001519
甲醇	1.293	0.001588	0.000966	0.001162	0.001519	0.001104	0.000553	0.000588	0.001519
氨	1.293	0.001588	0.000966	0.000082	0.001519	0.001104	0.000553	0.000588	0.001519

<sup>a</sup> 取决于燃料。  
<sup>b</sup> 在  $\lambda=2$ ，干空气，273 K，101.3 kPa 下  
<sup>c</sup> u 精度 0.2% 质量组分：C=66%~76%；H=22%~25%；N=0~12%  
<sup>d</sup> HC 基于  $\text{CH}_{2.93}$ （对总碳氢使用  $\text{CH}_4$  的  $u_{gas}$  系数）  
<sup>e</sup> u 精度 0.2% 质量组分：C3=70%~90%；C4=10%~30%  
<sup>f</sup> 燃料的碳/氢/氧摩尔比（C H O）：  
柴油： $\text{CH}_{1.86}\text{O}_{0.006}$   
LPG： $\text{CH}_{2.525}$

另外, 也可按 BA.5.2.4 计算  $u$  值, 计算公式如下:

$$u_{gas} = \frac{M_{gas}/1000}{M_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_e \times \left(\frac{1}{D}\right)} \quad (\text{BA.50})$$

式中:  $M_{gas}$  —— 气体组分摩尔质量, g/mol (见附件 BA.8);

$M_e$  —— 排气摩尔质量, g/mol;

$M_d$  —— 稀释排气摩尔质量 = 28.965 g/mol;

$D$  —— 稀释系数 (见 BA.6.2.3.2)。

灵活燃料应按附录 M 里的公式计算  $u$  值。

### BA.6.2.3.2 背景校正浓度的确定

应从测得的浓度值中减去稀释空气中气态污染物的平均背景浓度, 以得到污染物的背景校正浓度。背景浓度的平均值可通过取样袋方法或连续积分方法确定。背景校正浓度计算公式如下:。

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \times \left(1 - \left(\frac{1}{D}\right)\right) \quad (\text{BA.51})$$

式中:  $c_{gas,e}$  —— 稀释排放中测得的组分体积分数, 10<sup>-6</sup>;

$c_d$  —— 稀释空气中测得的组分体积分数, 10<sup>-6</sup>;

$D$  —— 稀释系数。

稀释系数计算方法如下:

a) 对柴油和 LPG 发动机

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2,e} + (c_{HC,e} + c_{CO,e}) \times 10^{-4}} \quad (\text{BA.52})$$

b) 对天然气发动机

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2,e} + (c_{NMHC,e} + c_{CO,e}) \times 10^{-4}} \quad (\text{BA.53})$$

式中:  $c_{CO_2,e}$  —— 稀释排气中 CO<sub>2</sub> 的湿基体积分数, %;

$c_{HC,e}$  —— 稀释排气中 C1 湿基体积分数, 10<sup>-6</sup>;

$c_{NMHC,e}$  —— 稀释排气中 C1 湿基体积分数, 10<sup>-6</sup>;

$c_{CO,e}$  —— 稀释排气中 C1 湿基体积分数, 10<sup>-6</sup>;

$F_s$  —— 化学计量比。

化学计量比的计算公式如下:

$$F_s = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3.76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \quad (\text{BA.54})$$

式中:  $\alpha$  —— 燃料的氢碳摩尔比 (H/C)。

如果不知道燃料组分, 可用以下化学计量比代替:

$F_s$  (柴油) = 13.4;

$F_s$  (LPG) = 11.6;

$F_s$  (NG) = 9.5;

### BA.6.2.3.3 带流量补偿的系统

对于不带热交换器的系统，污染物的质量应通过计算瞬时排放物质量并对整个循环内的瞬时值积分来确定。对瞬时浓度直接进行背景校正的计算公式如下：

$$m_{gas} = \sum_{i=1}^n [(m_{ed,i} \times c_{gas,e} \times u_{gas})] - \left[ \left( m_{ed} \times c_d \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \times u_{gas} \right) \right] \quad (BA.55)$$

式中：  
 $c_{gas,e}$  —— 稀释排气中测得的组分体积分数， $10^{-6}$ ；  
 $c_d$  —— 稀释空气中测得的组分体积分数， $10^{-6}$ ；  
 $m_{ed,i}$  —— 稀释排气的瞬时质量，kg；  
 $m_{ed}$  —— 整个循环的总稀释排气质量，kg；  
 $u_{gas}$  —— 见表 BA.2 中列值  
 $D$  —— 稀释系数。

### BA. 6. 3 PM 计算

应使用浮力修正后的值计算颗粒物的质量，计算公式如下：

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{ed}}{1000} \quad (BA.56)$$

式中：  
 $m_p$  —— 整个循环收集到的颗粒物质量，mg；  
 $m_{sep}$  —— 通过颗粒物取样滤纸的稀释排气质量，kg；  
 $m_{ed}$  —— 整个循环的总稀释排气质量，kg。

其中，

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd} \quad (BA.57)$$

式中：  
 $m_{set}$  —— 经过滤纸的两级稀释排气质量，kg；  
 $m_{ssd}$  —— 二级稀释空气质量，kg。

如果按照 B.6.5.6 确定稀释空气的颗粒物背景水平，可对其进行背景修正，则颗粒物的质量计算公式如下：

$$m_{PM} = \left[ \frac{m_p}{m_{sep}} - \left( \frac{m_b}{m_{sd}} \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{ed}}{1000} \quad (BA.58)$$

式中：  
 $m_{sep}$  —— 通过颗粒物取样滤纸的稀释排气质量，kg；  
 $m_{ed}$  —— 整个循环的总稀释排气质量，kg；  
 $m_{sd}$  —— 通过背景取样滤纸的稀释空气的质量，kg；  
 $m_b$  —— 稀释空气中收集的背景颗粒物质量，mg；  
 $D$  —— 稀释系数，由 BA.6.2.3.2 确定。

### BA. 6. 4 PN 计算

BA. 6. 4. 1 当采用BA.6规定程序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计算公式如下：

$$m = \frac{m_{ed}}{1.293} \times k \times \bar{c}_s \times \bar{f}_r \times 10^6 \quad (BA.59)$$

式中：  
 $m$  —— 试验循环排出的粒子数量，个；  
 $m_{ed}$  —— 按照 BA.6.1.2~BA.6.1.4 规定的任意方法计算的试验循环期间稀释排气质量，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：

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (\text{BA.60})$$

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。

#### BA. 6. 4. 2 背景粒子数量的确定

应发动机生产、进口企业要求，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。通道背景粒子数量在型式试验时不可扣除。如能证明通道背景粒子数量影响明显，在生产、进口企业要求下，可在一致性检查试验时从稀释排气实际测量值中减去，但应在信息公开技术资料中说明。

### BA. 7 比排放量计算

#### BA. 7. 1 漂移校正

按 B.6.11.4 漂移校正的计算公式如下：

$$c_{cor} = c_{ref,z} + (c_{ref,s} - c_{ref,z}) \left( \frac{2 \times c_{gas} - (c_{pre,z} + c_{post,z})}{(c_{pre,s} + c_{post,s}) - (c_{pre,z} + c_{post,z})} \right) \quad (\text{BA.61})$$

式中： $c_{ref,z}$  ——零气的基准体积分数，通常为 0， $10^{-6}$ ；

$c_{ref,s}$  ——量距气的基准体积分数， $10^{-6}$ ；

$c_{pre,z}$  ——试验前分析仪通零气的体积分数， $10^{-6}$ ；

$c_{pre,s}$  ——试验前分析仪通量距气的体积分数， $10^{-6}$ ；

$c_{post,z}$  ——试验后分析仪通零气的体积分数， $10^{-6}$ ；

$c_{post,s}$  ——试验后分析仪通量距气的体积分数， $10^{-6}$ ；

$c_{gas}$  ——样气的体积分数， $10^{-6}$ 。

所有校正完成后，按照 BA.7.3 应计算两组每种污染物组分的比排放结果。一组计算使用未修正体积分数，另一组使用按 BA.7.1 中的公式进行漂移校正后的体积分数。

根据使用的测量系统和计算方法，计算未校正排放时使用 BA.5.2.3、BA.5.2.4 和 BA.6.2.3.1 中的公式或 BA.6.2.3.3 中的公式；相应地，计算校正排放时，使用 BA.5.2.3、BA.5.2.4 和 BA.6.2.3.1 中的公式或 BA.6.2.3.3 中的公式，公式中的  $C_{gas}$  分别使用 BA.7.1 中的公式中的  $C_{cor}$  代替。如果在相应的公式里使用的是瞬时浓度值  $c_{gas,i}$ ，则校正后也同为瞬时浓度值  $c_{cor,i}$ 。BA.6.2.3.1 中的公式，测量值和背景浓度都需要进行修正。

将修正后的体积分数计算的最终比排放结果与未修正的比排放进行对比，两者之间的差值应在未修正结果的  $\pm 4\%$  或限值的  $\pm 4\%$  的较大者之内，若超过  $\pm 4\%$ ，试验无效。

如果进行了漂移修正，报告中显示的应为修正后的结果。

#### BA. 7. 2 NMHC 和 CH<sub>4</sub> 的计算

NMHC 和 CH<sub>4</sub> 的计算方法是由标定方法决定的。不带非甲烷截止器 NMC 的 FID 测试设备(附件 BE 图 BE.3 下半部分), 应使用丙烷标定; 对于带非甲烷截止器 NMC 的 FID 测试设备(附件 BE 图 BE.3 上半部分), 可以按照下面的方法进行标定:

- a) 标准气体-丙烷, 丙烷绕过 NMC;
- b) 标准气体-甲烷, 甲烷通过 NMC。

若使用 a) 标准气, NMHC 和 CH<sub>4</sub> 的浓度应按照下式计算:

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/NMC)} - c_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (\text{BA.62})$$

$$c_{CH_4} = \frac{c_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_M) - c_{HC(w/NMC)}}{E_E - E_M} \quad (\text{BA.63})$$

若使用 b) 标准气, NMHC 和 CH<sub>4</sub> 的计算应按照下面公式计算:

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_M) - c_{HC(w/NMC)} \times r_h \times (1 - E_M)}{E_E - E_M} \quad (\text{BA.64})$$

$$c_{CH_4} = \frac{c_{HC(w/NMC)} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (\text{BA.65})$$

式中:  $c_{HC(w/NMC)}$  ——经过 NMC 样气的 HC 体积分数, 10<sup>-6</sup>;  
 $c_{HC(w/oNMC)}$  ——NMC 旁通样气的 HC 体积分数, 10<sup>-6</sup>;  
 $r_h$  ——甲烷响应系数 (见 BB.7.3.5.2);  
 $E_M$  ——甲烷效率 (见 BB.7.3.6.2);  
 $E_E$  ——乙烷效率 (见 BB.7.3.6.3)。

若  $r_h < 1.05$ , 在上述公式中可以忽略。

### BA. 7. 3 比排放量的计算

根据采用的测试循环, 计算每种排放物的比排放量。

冷热加权的比排放量计算如下:

$$e_W = \frac{0.1 \times m_{cold} + 0.9 \times m_{hot}}{0.1 \times W_{act,cold} + 0.9 \times W_{act,hot}} \quad (\text{BA.66})$$

式中:  $e_W$  ——冷热加权的比排放量, g/kW·h 或个/kW·h;  
 $m_{cold}$  ——冷起动试验各排放组分的质量或数量, g 或个;  
 $m_{hot}$  ——热起动试验各排放组分的质量或数量, g 或个;  
 $W_{act,cold}$  ——冷起动试验的实际循环功, kW·h;  
 $W_{act,hot}$  ——热起动试验的实际循环功, kW·h;

冷起动试验比排放量计算如下:

$$e_{cold} = \frac{m_{cold}}{W_{act,cold}} \quad (\text{BA.67})$$

式中:  $e_{cold}$  ——冷起动试验比排放量, g/kW·h 或个/kW·h;

热起动试验比排放量计算如下:

$$e_{hot} = \frac{m_{hot}}{W_{act,hot}} \quad (\text{BA.68})$$

式中:  $e_{hot}$  ——热起动试验比排放量, g/kW·h 或个/kW·h;

### BA. 8 计算程序示例

### BA. 8.1 转速和扭矩归一化程序

以下为试验工况点归一化示例：

转速%= 43

扭矩%= 82

给定下面的数值：

$n_{lo} = 1\ 015\ \text{r/min}$

$n_{hi} = 2\ 200\ \text{r/min}$

$n_{idle} = 600\ \text{r/min}$

计算得出：

$MTS = 1015 + 0.95 \times (2200 - 1015) = 2141\ \text{r/min}$

实际转速 =  $\frac{43 \times (2141 - 600)}{100} + 600 = 1263\ \text{r/min}$

在发动机瞬态性能曲线上 1 263 r/min 处得到最大扭矩 700 N·m

实际扭矩 =  $\frac{82 \times 700}{100} = 574\ \text{N} \cdot \text{m}$

### BA. 8.2 排放计算基础数据

H 原子量 1.00794 g/atom

C 原子量 12.011 g/atom

S 原子量 32.065 g/atom

N 原子量 14.0067 g/atom

O 原子量 15.9994 g/atom

Ar 原子量 39.9 g/atom

水的摩尔质量 18.01534 g/mol

CO<sub>2</sub> 的摩尔质量 44.01 g/mol

CO 的摩尔质量 28.011 g/mol

O<sub>2</sub> 的摩尔质量 31.9988 g/mol

N<sub>2</sub> 的摩尔质量 28.011 g/mol

NO 的摩尔质量 30.008 g/mol

二氧化氮 NO<sub>2</sub> 的摩尔质量 46.01 g/mol

二氧化硫 SO<sub>2</sub> 的摩尔质量 64.066 g/mol

干空气 Air 的摩尔质量 28.965 g/mol

假设气体无压缩效应，依据阿伏加德罗定律，发动机进气/燃烧/排气过程中的所有气体均可以认为是理想状态，任何涉及容积的计算均可采用摩尔容积 22.414 L/mol。

### BA. 8.3 气态污染物（柴油）

下面给出了测试循环中每个工况点的测量数据（数据采集频率为 1 Hz），用于计算瞬时质量排放。本例中，CO 和 NO<sub>x</sub> 以干基测量，HC、N<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub> 以湿基测量。HC 浓度以丙烷当量（C3）表示，需将其乘以 3 换算成 C1 当量。循环其他工况点的计算程序相同。

为更好地说明，本计算示例给出的是不同步骤取整后的中间结果。但应注意在实际计算中，不允许对中间数据进行取整处理（见附件 BA.1）。

表 BA.3 计算示例

$T_{a,i}$ (K)	$H_{a,i}$ (g/kg)	$W_{act}$ (kW·h)	$q_{mew,i}$ (kg/s)	$q_{maw,i}$ (kg/s)	$q_{mf,i}$ (kg/s)	$c_{HC,i}$ (ppm)	$c_{CO,i}$ (ppm)	$c_{NOx,i}$ (ppm)	$c_{N_2O,i}$ (ppm)	$c_{NH_3,i}$ (ppm)
295	8.0	40	0.155	0.150	0.005	10	40	500	10	10

表 BA.4 燃料成分

成分	摩尔比	质量百分比
H	$\alpha=1.8529$	$W_{ALF}=13.45$
C	$\beta=1.0000$	$W_{BET}=86.50$
S	$\gamma=0.0002$	$W_{GAM}=0.050$
N	$\delta=0.0000$	$W_{DEL}=0.000$
O	$\zeta=0.0000$	$W_{EPS}=0.000$

步骤 1: 干/湿基校正系数 (见附录 BA.2)

$$k_f = 0.055584 \times 13.45 - 0.0001083 \times 86.5 - 0.0001562 \times 0.05 = 0.7382$$

$$k_{wa} = \left( 1 - \frac{1.2434 \times 8 + 111.12 \times 13.45 \times \frac{0.005}{0.148}}{773.4 + 1.2434 \times 8 + \frac{0.005}{0.148} \times 0.7382 \times 1000} \right) \times 1.008 = 0.9331$$

$$c_{CO,i}(wet) = 40 \times 0.9331 = 37.3$$

$$c_{NOx,i}(wet) = 500 \times 0.9331 = 466.6$$

步骤 2:  $NO_x$  温湿度校正系数 (附录 BA.3.1)

$$k_{hd} = \frac{15.698 \times 800}{1000} + 0.832 = 0.9576$$

步骤 3: 计算试验循环中每个工况点的瞬时排放值 (附录 BA.5.2.3):

$$m_{HC,i} = 10 \times 3 \times 0.155 = 4.650$$

$$m_{CO,i} = 37.3 \times 0.155 = 5.782$$

$$m_{NOx,i} = 466.6 \times 0.9576 \times 0.155 = 69.26$$

$$m_{N_2O,i} = 10 \times 0.155 = 1.55$$

$$m_{NH_3,i} = 10 \times 0.155 = 1.55$$

步骤 4: 通过将瞬时排放值积分以及表 BA.1 的  $u$  值 (附录 BA.5.2.3) 计算整个循环的质量排放: NRTC 循环为 1800s, 假设每一点的排放量相同, 则该循环的气态污染物排放质量为:

$$m_{HC} = 0.000479 \times \sum_{i=1}^{1800} 4.650 = 4.01 \text{ g}$$

$$m_{CO} = 0.000966 \times \sum_{i=1}^{1800} 5.782 = 10.05 \text{ g}$$

$$m_{NOx} = 0.001586 \times \sum_{i=1}^{1800} 69.26 = 197.72 \text{ g}$$

$$m_{N_2O} = 0.001519 \times \sum_{i=1}^{1800} 1.55 = 4.24 \text{ g}$$

$$m_{\text{NH}_3} = 0.000588 \times \sum_{i=1}^{1800} 1.55 = 1.64 \text{ g}$$

步骤 5:

计算比排放量 (见附录 BA.7.3)

$$\begin{aligned} e_{\text{HC}} &= 4.01/40 = 0.10 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{CO}} &= 10.05/40 = 0.25 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{NO}_x} &= 197.72/40 = 4.94 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{N}_2\text{O}} &= 4.24/40 = 0.11 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{NH}_3} &= 1.64/40 = 0.04 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

#### BA. 8.4 PM 排放 (柴油)

$P_{b,b}$ (kPa)	$P_{b,a}$ (kPa)	$W_{act}$ (kW·h)	$q_{mew,i}$ (kg/s)	$q_{mf,i}$ (kg/s)	$q_{mdw,i}$ (kg/s)	$q_{mdew,i}$ (kg/s)	$m_{uncor,b}$ (mg)	$m_{uncor,a}$ (mg)	$m_{sep}$ (kg)
99	100	40	0.155	0.005	0.0015	0.0020	90.000	91.700	1.515

步骤 1:

计算  $m_{edf}$ : (见附录 BA.5.3.2.2)

$$r_{d,I} = \frac{0.002}{(0.002 - 0.0015)} = 4$$

$$q_{medf,I} = 0.155 \times 4 = 0.620 \text{ kg/s}$$

$$m_{edf} = \sum_{i=1}^{1800} 0.620 = 1116 \text{ kg/试验}$$

步骤 2: 颗粒物质量的浮力修正 (见附录 BA. 4)

试验前:

$$\rho_{a,b} = \frac{99 \times 28.836}{8.3144 \times 295} = 1.164 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{f,I} = 90.0000 \times \frac{(1 - 1.164/8000)}{(1 - 1.164/2300)} = 90.0325 \text{ mg}$$

试验后:

$$\rho_{a,a} = \frac{100 \times 28.836}{8.3144 \times 295} = 1.176 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{f,G} = 91.7000 \times \frac{(1 - 1.176/8000)}{(1 - 1.176/2300)} = 91.7334 \text{ mg}$$

$$m_p = 91.7334 \text{ mg} - 90.0325 \text{ mg} = 1.7009 \text{ mg}$$

步骤 3: 计算颗粒物质量排放 (见附录 BA.5.3.2.2)

$$m_{PM} = \frac{1.7009 \times 1116}{1.515 \times 1000} = 1.253 \text{ g/试验}$$

步骤 4: 计算比排放量 (见附录 BA.7.3)

$$e_{PM}=1.253/40=0.031 \text{ g/kWh}$$

## BA. 8. 5 $\lambda$ -转换系数 ( $S_\lambda$ )

### BA. 8. 5. 1 计算 $\lambda$ -转换系数 ( $S_\lambda$ )

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}}$$

式中:  $S_\lambda$  —— $\lambda$ -转换系数;

Inert% ——燃料中惰性气体的体积百分数 (如  $N_2$ 、 $CO_2$ 、He 等);

$O_2$  ——燃料中原始氧的体积百分数;

n 和 m ——代表燃料中的平均碳氢化合物  $C_nH_m$ , 如:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_2H_8\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}}$$

式中:  $CH_4$  ——燃料中甲烷的体积百分数;

$C_2$  ——燃料中所有  $C_2$  碳氢化合物 (如:  $C_2H_6$ 、 $C_2H_4$  等) 的体积百分数;

$C_3$  ——燃料中所有  $C_3$  碳氢化合物 (如:  $C_3H_8$ 、 $C_3H_6$  等) 的体积百分数;

$C_4$  ——燃料中所有  $C_4$  碳氢化合物 (如:  $C_4H_{10}$ 、 $C_4H_8$  等) 的体积百分数;

$C_5$  ——燃料中所有  $C_5$  碳氢化合物 (如:  $C_5H_{12}$ 、 $C_5H_{10}$  等) 的体积百分数;

diluent ——燃料中稀释气体的体积百分数 (如:  $O_2^*$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$ 、He 等)。

### BA. 8. 5. 2 $\lambda$ -转换系数 $S_\lambda$ 的计算示例

示例 1:  $G_{25}:CH_4=86\%, N_2=14\%(v/v)$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{1 \times 0.86}{1 - \frac{14}{100}} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{4 \times 0.86}{0.86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1.16$$

示例 2:  $G_R:CH_4=87\%, C_2H_6=13\%(v/v)$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{1 \times 0.87 + 2 \times 0.13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1.13}{1} = 1.13$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{diluent\%}{100}} = \frac{4 \times 0.87 + 6 \times 0.13}{1} = 4.26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{inert\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1.13 + \frac{4.26}{4}\right)} = 0.911$$

示例 3: USA: CH<sub>4</sub>=89%, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>=4.5%, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>=2.3%, C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>=0.2%, O<sub>2</sub>=0.6%, N<sub>2</sub>=4%

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{diluent\%}{100}} = \frac{1 \times 0.89 + 2 \times 0.045 + 3 \times 0.023 + 4 \times 0.002}{1 - \left(\frac{0.64 + 4}{100}\right)} = 1.11$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[ \frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[ \frac{C_3H_8\%}{100} \right]}{1 - \frac{diluent\%}{100}}$$

$$CO_t = \frac{0.000966 \times CO_{conc} \times G_{exh}}{3600}$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{inert\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1.11 + \frac{4.24}{4}\right) - \frac{0.6}{100}} = 0.96$$

附件 BB  
(规范性附件)  
测量、取样和标定规程

BB.1 台架要求

测功机的参数应满足 B.6.2 所述试验循环的要求。测量设备的性能应满足表 BB.1 的要求，线性度满足表 BB.2 要求。

表 BB.1 测量仪表的性能规范

测量仪器	上升/下降时间 <sup>a</sup>	采集频率	准确度 <sup>b</sup>	可重复性 <sup>b</sup>	噪声 <sup>b</sup>
发动机转速	1 s	平均 1 Hz	pt 的 2%或 max 的 0.5%	pt 的 1%或 max 的 0.25%	max 的 0.05%
发动机扭矩	1 s	平均 1 Hz	pt 的 2%或 max 的 1%	pt 的 1%或 max 的 0.5%	max 的 0.05%
燃料流量	5 s (N/A)	1 Hz (N/A)	pt 的 2%或 max 的 1.5%	pt 的 1%或 max 的 0.75%	max 的 0.5%
空气流量 (进气/排气/稀释空气/样气)	1 s	1 Hz	pt 的 2.5%或 max 的 1.5%	pt 的 1.25%或 max 的 0.75%	max 的 1%
连续取样气体分析仪	5 s	1 Hz	pt 的 2%或 max 的 2%	pt 的 1%或 max 的 1%	max 的 1%
分批取样气体分析仪	—	—	pt 的 2%或 max 的 2%	pt 的 1%或 max 的 1%	max 的 1%
通用压力转换器 (非其他仪器的一部分)	5 s	1 Hz	pt 的 2%或 max 的 1%	pt 的 1%或 max 的 0.5%	max 的 0.1%
用于 PM 稳定平衡环境的大气压力表	50 s	每小时 5 次	50 Pa	25 Pa	5 Pa
通用大气压力表	50 s	每小时 5 次	250 Pa	100 Pa	50 Pa
PM 稳定平衡环境用温度传感器	50 s	0.1 Hz	0.25 K	0.1 K	0.1 K
其他温度传感器 (非其他仪器的一部分)	10 s	0.5 Hz	pt,K 的 0.4%或 max,K 的 0.2%	pt,K 的 0.2%或 max,K 的 0.1%	max 的 0.1%
PM 稳定平衡环境用露点温度传感器	50 s	0.1 Hz	0.25 K	0.1 K	0.02 K
其他露点温度传感器	50 s	0.1 Hz	1 K	0.5 K	0.1 K
总的稀释排气流量表 (CVS) (流量表前有热交换)	1 s (5 s)	1 Hz	pt 的 2%或 max 的 1.5%	pt 的 1%或 max 的 0.75%	max 的 1%
PM 质量天平	—	—	见 BB.3.4.3	0.5 μg	—

<sup>a</sup> 本表给出的性能规范分别适用于上升时间和下降时间。  
<sup>b</sup> 准确度、可重复性、噪声都由测量系统收集到的基于绝对值的那些数据所确定。“pt”为标准中预计的总流量加

权平均值；“max”为任何试验间隔期间，标准中预计的峰值，但不是设备量程的最大值。

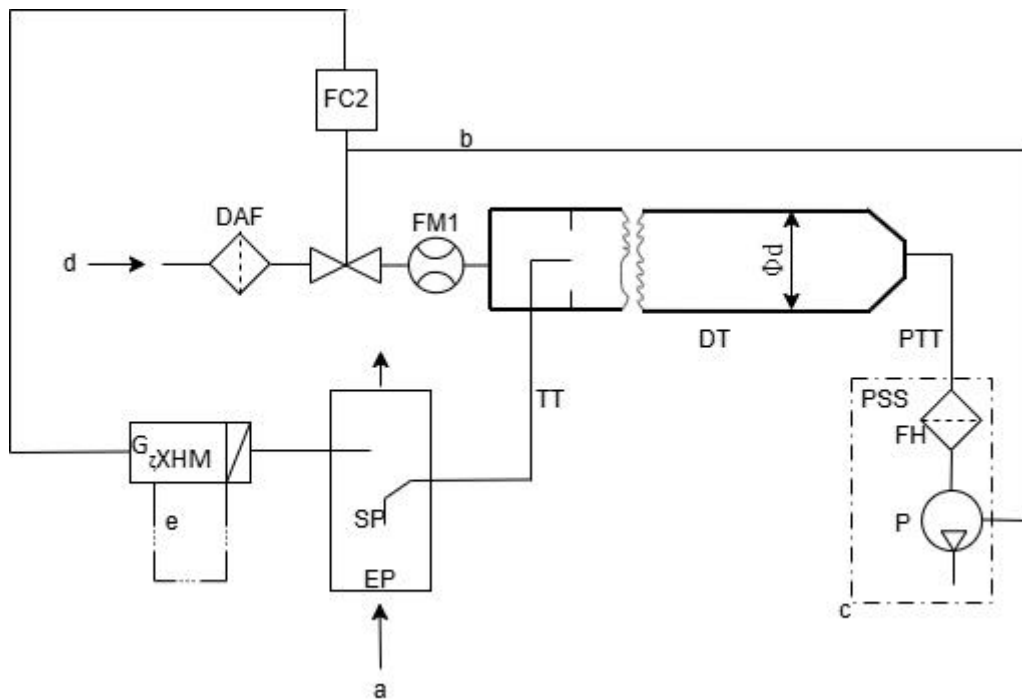
## BB.2 稀释系统

### BB.2.1 部分流稀释系统

#### BB.2.1.1 部分流稀释系统的描述

稀释系统的描述是基于稀释部分排气的系统，排气分流及其后的稀释过程可以用不同型式的稀释系统完成。颗粒物的采集，分为全部稀释排气或部分流稀释排气通过颗粒物取样系统。第一种方法为全部取样型，第二种方法为部分取样型。稀释比的计算取决于所用系统的型式。

图 BB.1 为全部取样型系统，通过取样探头 (SP) 和输送管 (TT)，将排气管 (EP) 中的原始排气输送到稀释风道 (DT)。通过颗粒物取样系统中流量控制器 FC2 和取样泵 (P) 调节稀释通道的总流量 (见图 BB.6)。流量控制器 FC1 控制稀释空气流量，可将  $q_{mew}$  或  $q_{maw}$  和  $q_{mf}$  作为指令信号，来控制采样率。进入 DT 的采样流量为总流量和稀释空气流量之差。稀释空气流量由流量计 FM1 测量，颗粒物取样系统的总流量由流量计 FM3 测量 (见图 BB.6)。通过这两个流量可计算稀释比。

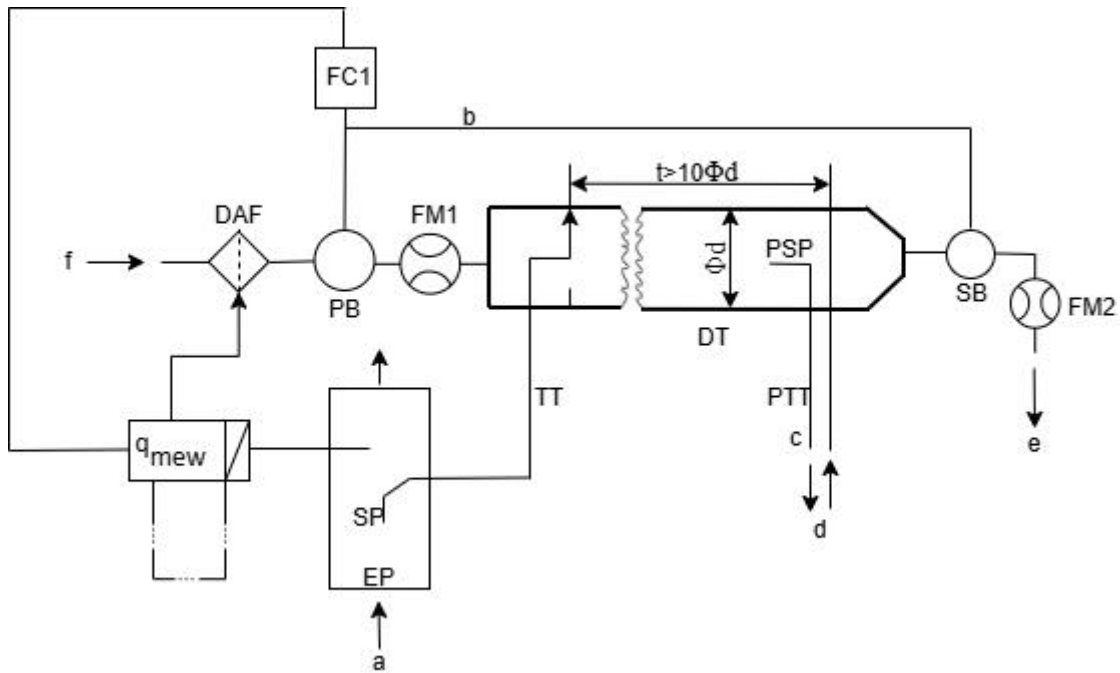


a—排气，b—可选，c—详见图 BB.6

图 BB.1 部分流稀释系统示意图 (全部取样型)

图 BB.2 给出了部分取样型系统，通过取样探头 (SP) 和输送管 (TT)，将排气管 (EP) 中的原始排气输送到稀释风道 (DT)。稀释通道总流量通过连接到稀释空气或总流量通道上的抽风机上的流量控制器 FC1 来调节。

流量控制器 FC1 将  $q_{mew}$  或  $q_{maw}$  和  $q_{mf}$  作为指令信号，控制需要的排气流量。进入 DT 的样气流量为总流量和稀释空气流量之差。稀释空气流量由流量计 FM1 测量，总流量由流量计 FM2 测量，通过这两个流量可计算稀释比。颗粒物取样系统从 DT 内采样 (见图 BB.6)。



a—排气，b—连接到 PB 或 SB，c—详见图 BB.6，d—连接到颗粒物取样系，e—出口

图 BB. 2 部分流稀释系统示意图（部分取样型）

#### BB. 2. 1. 2 图 BB. 1 和图 BB. 2 的部件描述

##### a) EP 排气管

可将排气管隔热。为了减少排气管的热惯量，推荐排气管壁厚与直径之比不大于 0.015。所用柔性管段的长度与直径之比应限制在不超过 12。为减少惯量沉积，应尽量减少弯管处。若系统中设有试验台消声器，消声器也可隔热。建议从取样探头顶端上游 6 倍管径处到下游 3 倍管径处的排气管为直管。

##### b) SP 取样探头

探头类型应是下列四种之一：

- 1) 开口直面排气管中心线上游；
- 2) 开口直面排气管中心线下游；
- 3) BB.2.1.2 中 SP 所述的多孔探头；
- 4) 带帽探头朝向排气管中心线上游（见图 BB.3）。

探头顶端最小内径为 4 mm。排气管与采样管的最小直径比应为 4。

当选择 1) 型探头时，应在滤纸架的上游安装粒径预分离器（旋风式或作用力式），预分离器的分割粒径（分级效率为 50% 的粒子直径）应在 2.5 μm~10 μm 之间。

尺寸单位为毫米

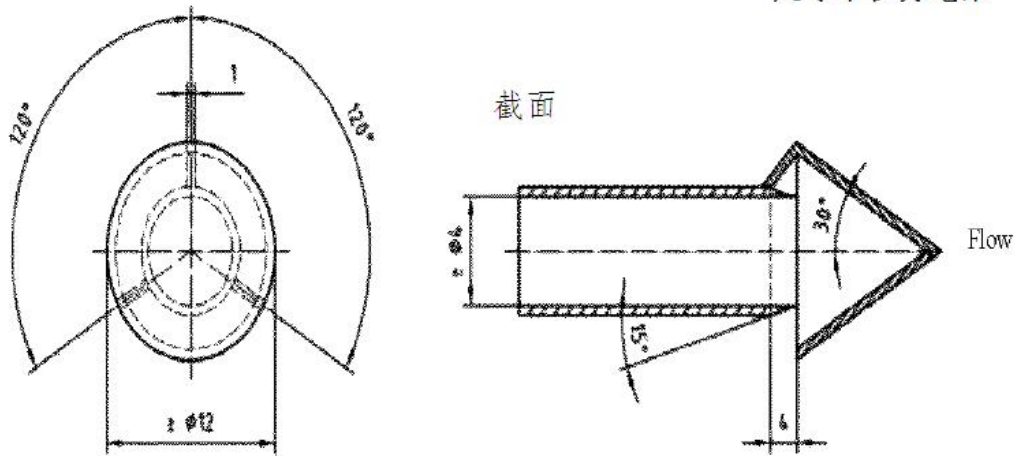


图 BB.3 带帽探头结构

c) TT 输送管

输送管应尽可能的短，且应满足 1) 或 2) 的要求：

- 1) 如果探头末端和稀释段之间长度的 80%隔热，则传输管不能超过 0.26 m。
- 2) 如果探头末端和稀释段之间长度的 90%加热到 150℃ 以上，则传输管不能超过 1 m。输送管直径应等于或大于探头直径，但不能超过 25 mm，出口端位于稀释通道中心线，并指向下游。

对于 1) 型探头，应使用最高导热系数 0.05 W/(m·K) 的材料进行隔热，其径向隔热厚度与探头直径相应。

d) FC1 流量控制器

流量控制器通过鼓风机 (PB) 和/或抽风机 (SB) 来控制稀释流量，并与 BB.3.4 中的排气流量传感器信号相连。流量控制器应该安装在相应风机的上游或下游。当使用压缩空气时，FC1 可直接控制压缩空气流量。

e) FM1 流量测量装置

采用气体流量计或其他流量计测量稀释排气流量。若经标定后的压力鼓风机 (PB) 用于测量流量，则 FM1 可选用。

f) DAF 稀释空气过滤器

应该用一个高效的过滤器 (HEPA) 对稀释空气 (环境空气、合成空气或氮气) 进行过滤。根据 EN 1822 (过滤级 H14 或更好) 或等同标准要求，该过滤器初始最小过滤效率为 99.97%。

g) FM2 流量测量装置 (仅用于部分取样型, 图 BB.2)

采用气体流量计或其他流量计测量稀释排气流量。若经标定的抽风机 SB 用于测量流量，则 FM2 可选用。

h) PB 压力鼓风机 (仅用于部分取样型, 图 BB.2)

用于控制稀释空气流量。PB 可连接到流量控制器 FC1 或 FC2 上。当使用蝶阀时，无需再用 PB。如已标定，PB 可用于测量稀释空气流量。

i) SB 抽风机 (仅用于部分取样型, 图 BB.2)

如已标定，SB 可用于测量稀释空气流量。

j) DT 稀释通道（部分流）

稀释通道应满足以下要求：

- 1) 对于部分取样系统，应有足够长度，使排气和稀释空气能在紊流条件下充分混合（雷诺数  $Re$  大于 4 000，雷诺数是基于通道内径计算的），对于全部取样型，不要求充分混合；
- 2) 应由不锈钢制成；
- 3) 壁面可加热但温度不应超过 325 K（52 °C）。

k) PSP 颗粒物取样探头（仅用于部分取样型，图 BB.2）

颗粒物取样探头是颗粒物输送管 PTT 的引导部分（见 BB.3.2.3.2），并有以下要求：

- 1) 朝向上游，并安装在稀释空气与排气充分混合处，即在稀释通道 DT 中心线上，距排气进入稀释通道处大约 10 倍管径的下游；
- 2) 最小内径 8 mm；
- 3) 壁面温度可以直接加热到不超过 325 K（52 °C）或预热稀释空气，稀释空气在进入稀释通道前的温度不应超过 325 K（52 °C）。

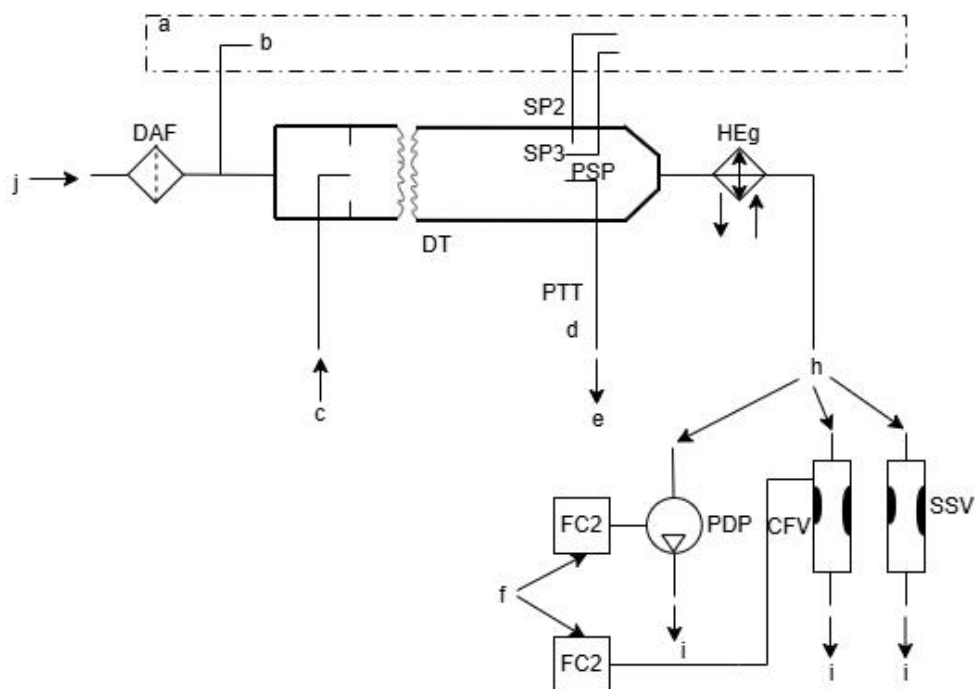
## BB. 2. 2 全流稀释系统

### BB. 2. 2. 1 全流稀释系统的描述

图 BB.4 所述稀释系统建立在定容取样（CVS）原理稀释总排气的基础上。

测量稀释排气流量可使用容积泵 PDP、临界流量文丘里管 CFV 或亚音速文丘里管 SSV。热交换器（HE）或电子流量补偿器（EFC）可用于颗粒物比例取样和流量测量。由于颗粒物质量的测量是以总稀释排气流量为基础的，因此无需计算稀释比。

为了连续采集颗粒物，将稀释排气样气通入两级稀释颗粒物取样系统（见图 BB.7）。虽然二级稀释系统是稀释系统的一部分，但它具有典型颗粒物取样系统的大多数部件，因此将其作为颗粒物取样系统的一种变型。



a—分析系统, b—背景空气, c—排气, d—详见图 BB.7, e—连接二级稀释系统, f—如采用 EFC, g—备选, h—或, i—出口。

图 BB.4 全流稀释系统 (CVS) 结构图

#### BB.2.2.2 图 BB.4 部件描述

##### a) EP 排气管

从发动机排气歧管出口、涡轮增压器出口或后处理装置到稀释通道的排气管长度应不大于 10 m。如发动机排气歧管出口、涡轮增压器出口或后处理装置下游的排气管的长度超过 4 m, 则超过 4 m 的全部管路应隔热。如需串接烟度计, 串接部分除外。绝热层径向厚度至少应为 25 mm。绝热材料的导热系数在 673 K (400 °C) 下的测量值应不大于 0.1 W/(m·K)。为了减少排气管的热惯量, 推荐排气管壁厚与直径之比不大于 0.015。所用柔性管段的长度直径比不超过 12。

##### b) PDP 容积泵

根据 PDP 的转数和排量来测量总稀释排气流量。排气系统背压应不受 PDP 或稀释空气进气系统的影响而降低。PDP 系统工作时测得的静态排气背压, 应保持在发动机同样转速和负荷下、不接 PDP 所测静态排气背压的  $\pm 1.5$  kPa 以内。当不使用流量补偿 (EFC) 时, 在紧靠 PDP 前的混合稀释排气温度应在试验期间所测得的平均工作温度的  $\pm 6$  K ( $\pm 6$  °C) 以内。只有当 PDP 入口处温度不超过 325 K (52 °C) 时, 才可使用流量补偿。

##### c) CFV 临界流量文丘里管

CFV 通过将气流保持在临界流动状态来测量总稀释排气流量。CFV 系统工作时所测得的静态排气背压, 应保持在发动机同样转速和负荷下、不接 CFV 所测静态排气背压的  $\pm 1.5$  kPa 以内。当不使用流量补偿 (EFC) 时, 在紧靠 CFV 前的混合稀释排气温度应在试验期间所测得的平均工作温度的  $\pm 11$  K 以内。

##### d) SSV 亚音速文丘里管

SSV 用文丘里管进口和喉口间的进口压力、温度和压降计算总稀释排气流量。应保持在发动机同样转速和负荷下、不接 SSV 所测静态排气背压的  $\pm 1.5$  kPa 以内。当不使用流量补偿 (EFC) 时, 在紧靠 SSV 前的混合稀释排气温度应在试验期间所测得的平均工作温度的  $\pm 11$  K 以内。

##### e) HE 热交换器 (可选)

热交换器应有足够的容量, 使温度保持在上述规定范围内。如果使用流量补偿 (EFC), 可不需要热交换器。

##### f) EFC 电子流量补偿器 (可选)

若在 PDP、CFV 和 SSV 入口处的温度不能保持在上述规定范围内, 则需要采用流量补偿系统, 连续测量流量, 并控制颗粒物取样系统内的比例取样。因此, 需要用连续测得的流量信号来保证通过颗粒物滤纸的样气流量比例, 比例偏差应控制在  $\pm 2.5\%$  以内。(见图 BB.4)

##### g) DT 稀释通道 (全流)

稀释通道应满足下述要求:

- 1) 直径应小到可以产生紊流 (雷诺数  $> 4\,000$ , 基于稀释通道内部直径计算), 长度应大到可以使排气和稀释空气充分混合;
- 2) 应加热到足够的壁面温度从而消除冷凝水。

将发动机排气引入下游的稀释通道进口处, 并充分混合。

当使用两级稀释时, 将稀释通道内的样气输送到二级稀释通道内进一步稀释, 然后通过取样滤纸 (图 BB.4)。二级稀释系统应提供充足的二级稀释流量, 以使紧靠颗粒物滤纸前的稀释排气温度保持在  $320\text{ K} \pm 5\text{ K}$  ( $47\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ )。

#### h) DAF 稀释空气过滤器

应该用一个高效的过滤器（HEPA）对稀释空气（环境空气、合成空气或氮气）进行过滤。根据 EN 1822（过滤等级 H14 或更好）或等同标准的要求，该过滤器初始最小过滤效率为 99.97%。

#### i) PSP 颗粒物取样探头

探头是 PTT 的前导部分，应满足以下要求：

- 1) 朝向上游，并安装在稀释空气与排气充分混合处，即在稀释通道 DT 中心线上，距排气进入稀释通道处大约 10 倍管径的下游；
- 2) 最小内径 8 mm；
- 3) 壁面温度可以通过直接加热或稀释空气预热至不超过 325 K（52℃），进入稀释通道前的空气温度不应超过 325 K（52℃）。

### BB. 2. 3 气体组分取样

#### BB. 2. 3. 1 直接从原始排气中取样

取样探头在排气管上的安装位置应位于排气系统出口上游、距离出口至少 0.5 m 或三倍排气管径（取其较大者）处，确保取样探头前排气不出现冷凝水。

对于带有分支排气歧管的多缸发动机，取样探头进口应位于下游足够远处，以确保样品能代表所有气缸的平均排放水平，对于排气歧管组完全分开的发动机，例如 V 型发动机，代替从两侧合并后的排气气流中取样，允许分别从每侧歧管取样，再将两侧流量和浓度加在一起。可根据良好的工程实践经验来选择方法，并应满足以下任一要求。

a) 同时确定各组内的浓度和排气质量流量。可对所有组同时进行测定，或对每组依次重复试验并根据浓度和排气质量流量计算各组的排放量。总体结果应通过各组排放物的数学组合来确定。

b) 不符合 a) 要求的方法。在此情况下，应证明发动机排放计算中产生的误差不超过 2%。

若排气成分受任何排放后处理装置的影响，则应在该装置下游进行排气取样。

若发动机为了冷却或降噪，向其排气系统喷水，探头进口应位于能防止水吸入的位置，例如，可采用带帽探头。

对于点燃式发动机，可在消声器的高压力侧取样，但尽可能远离排气出口。可在消声器出口和取样探头之间插入一混合室。混合室内部容积应不小于受试发动机气缸排量的 10 倍，且其长、宽、高尺寸宜大致相等。混合室尺寸宜尽可能小，并宜尽可能近地与发动机连接。离开混合室的排气管宜至少延伸至离取样探头安装位置 610 mm，排气管尺寸应足够大，以使排气背压降至最低。混合室内表面温度应保持在排气露点之上，避免出现冷凝水。

#### BB. 2. 3. 2 从稀释排气中取样

发动机和稀释系统之间的排气管应符合 BB.3.2 的要求。排气取样探头应安装在稀释通道内靠近 PM 取样探头的位置，安装位置应确保稀释空气和排气充分混合。

背景气浓度应在稀释通道上游测定，并从 BA.6.2.3.2 测得的污染物浓度值中减去。

### BB. 2. 4 氨分析仪取样的特殊要求

NH<sub>3</sub> 的分析仪应按照仪器生产企业的说明进行安装，根据实际情况尽可能缩短采样管。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，或采用测量补偿技术。

如使用与原位测量相连、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，或将其他排气成分的取样点安置在该设备上游。

分析仪应按照仪器生产企业的说明直接安装在排气管中或 CVS 通道内。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 PTFE 材料，并至少加热到 383 K~464 K（110 °C~191 °C），以降低氨的损失和取样产生的影响。

## BB. 2. 5 气体分析仪

### BB. 2. 5. 1 性能要求

#### BB. 2. 5. 1. 1 一般要求

分析仪的量程和响应时间应与瞬态和稳态条件下测量排气组分浓度所需要的精度相适应。

若进行氢燃料发动机的试验，应确保排放测量系统所有装用样气的部件（样品干燥器除外）的温度在对应位置上应保持在样气露点温度 10 K（10 °C）以上，保证排放测量系统在最高排气水含量下正常运行。

对非线性分析仪，允许使用线性化电路。

#### BB. 2. 5. 1. 2 准确度

准确度是指分析仪读数与基准值的偏差，不应超过读数的±2%，或满量程的±0.3%中的较大者。

#### BB. 2. 5. 1. 3 精度

精度是指对某一给定标定气或量距气的 10 次重复响应值的标准偏差的 2.5 倍。对体积分数大于  $155 \times 10^{-6}$ （或  $10^{-6} C_1$ ）的标定气或量距气，其重复性不超过该量程满量程的 1%，对体积分数低于  $155 \times 10^{-6}$ （或  $10^{-6} C_1$ ）的标定气或量距气，其重复性不超过该量程满量程的 2%。

#### BB. 2. 5. 1. 4 噪声

对所有使用量程，分析仪对零气、标定气或量距气在任意 10 s 内的峰-峰响应均不应超过满量程的 2%。

#### BB. 2. 5. 1. 5 零点漂移

零点响应的漂移应符合仪器生产企业的规定。

#### BB. 2. 5. 1. 6 量距漂移

量距响应的漂移应符合仪器生产企业的规定。

#### BB. 2. 5. 1. 7 上升时间（ $t_{90} - t_{10}$ ）

测量系统所安装的分析仪的上升时间不应超过 2.5 s，对于 NH<sub>3</sub> 分析仪不应超过 5 s。

#### BB. 2. 5. 1. 8 气体干燥

排气在干、湿状态下测定均可。如采用气体干燥设备，其对所测量气体成分的影响应最小。不能采用化学干燥剂的方法从样气中去除水分。

### BB. 2. 5. 2 一氧化碳（CO）分析仪

可采用以下几种分析仪中的一种测量 CO：

- a) 不分光红外分析仪（NDIR）；
- b) 傅里叶变换红外光谱分析仪（FTIR）；

c) 激光红外光谱分析仪 (LIA)。

### BB. 2. 5. 3 二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 分析仪

可采用以下几种分析仪中的一种测量CO<sub>2</sub>：

- a) 不分光红外分析仪 (NDIR)；
- b) 傅里叶变换红外光谱分析仪 (FTIR)；
- c) 激光红外光谱分析仪 (LIA)。

### BB. 2. 5. 4 碳氢化合物 (HC) 分析仪

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、管道等需加热，使气体温度保持在 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C)。

### BB. 2. 5. 5 甲烷 (CH<sub>4</sub>) 和非甲烷碳氢化合物 (NMHC) 分析仪

BB. 2. 5. 5. 1 可采用以下几种分析仪中的一种测量CH<sub>4</sub>：

- a) CH<sub>4</sub>和 NMHC 的测定可用加热式非甲烷截止器 (NMC) 和两个 HFID 进行，浓度 (体积分数) 应按照 BA.7.2 确定；
- b) 傅里叶变换红外光谱分析仪 (FTIR)；
- c) 激光红外光谱分析仪 (LIA)。

### BB. 2. 5. 5. 2 非甲烷截止器

NMC 能将除 CH<sub>4</sub> 以外所有的碳氢化合物氧化成 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O。样气通过 NMC 时，HFID 只检测出 CH<sub>4</sub>。除了通用的 HC 采样气路布置 (图 BB.8 和图 BB.9)，带截止器系统的 HC 采样气路的安装如图 BB.5 所示，保证所有 CH<sub>4</sub> 和 NMHC 同步测试。

试验工作开始前，应在 600 K (327 °C) 或以上的温度下确定截止器在排气气流典型含水量下对 CH<sub>4</sub> 和 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 的催化效果的特性。应监测抽取的排气气流的露点和含氧量。按 BB.4.3.6 检查 NMC 对 CH<sub>4</sub> 和 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 的截止效率。

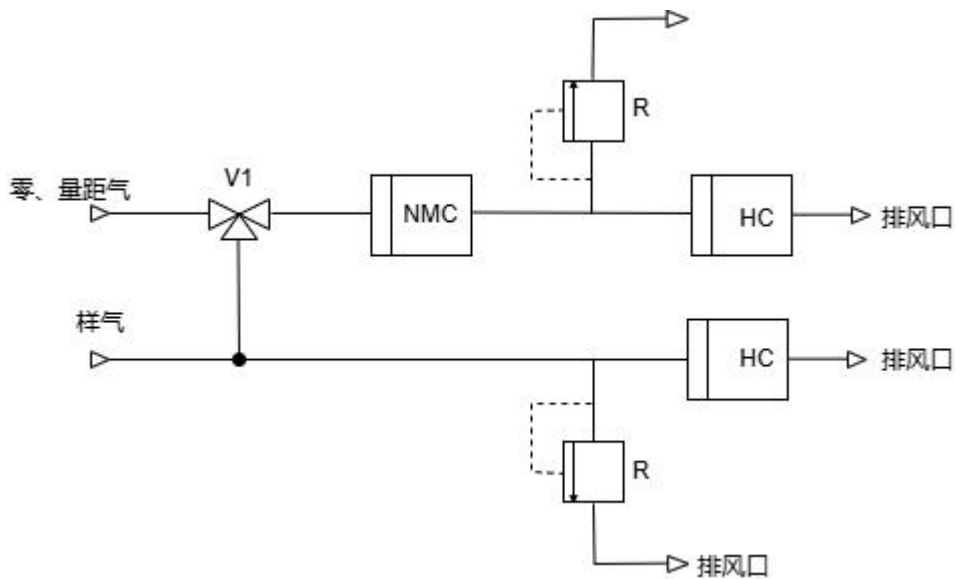


图 BB. 5 带 NMC 的甲烷分析流程图

### BB. 2. 5. 5. 3 图 BB. 5 的部件描述

a) NMC

非甲烷截止器：氧化除甲烷外所有碳氢化合物。

b) HC

HC 分析仪：测量 HC 和 CH<sub>4</sub> 浓度的加热式氢火焰离子化检测器 (HFID)，温度应保持在 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C)。

c) V1

切换阀：切换零气和量距气。

d) R

压力调节器：控制取样管内的压力和通向 HFID 的流量。

### BB. 2. 5. 6 氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 分析仪

如 NO<sub>x</sub> 分析仪只测量 NO，应在分析仪上游安装 NO<sub>2</sub>/NO 转换器。分析仪应保持一定的温度，以防止水汽冷凝，除非在 NO<sub>2</sub>/NO 转换器（如采用）上游或分析仪的上游安装取样干燥器。可采用以下几种分析仪测量 NO<sub>x</sub>。

a) 如采用干基测定，氮氧化物分析仪可采用 CLD 或 HCLD。如采用湿基测定，应采用 HCLD，NO<sub>2</sub>/NO 转换器温度应保持在 328 K (55 °C) 以上，对于零碳燃料，从原始排气取样时 NO<sub>2</sub>/NO 转换器温度应保持在 358 K (85 °C) 以上，水熄光检查应满足 BB.7.3.7.3.3 的要求。无论 CLD 和 HCLD，取样路径内壁温度应保持 328 K~473 K (55 °C~200 °C)；对于干基测量，取样管路至转换器应保温；对湿基测量，取样管路至分析仪应保温：

b) NO<sub>x</sub> 浓度测定可以采用不分光紫外分析仪 (NDUV)；

c) NO<sub>x</sub> 浓度测定可以采用激光红外光谱分析仪 (LIA)；

d) NO<sub>x</sub> 浓度测定可以采用傅里叶变换红外光谱分析仪 (FTIR)。

### BB. 2. 5. 7 氢 (H<sub>2</sub>) 分析仪

某些化合物会对磁场扇形质谱和拉曼光谱产生正干扰，使分析仪产生与 H<sub>2</sub> 类似的响应。在进行干扰验证时，要运用良好的工程判断来确定干扰物质。对于拉曼光谱，确定适合每个 H<sub>2</sub> 红外吸收带的干扰物质，或根据仪器生产企业的建议确定干扰物质。可以使用以下任何分析仪来测量 H<sub>2</sub>：

a) 扇形磁场质谱仪。利用磁场根据质量与电荷比来进行采样分析；

b) 拉曼光谱仪。根据拉曼效应，得到拉曼光谱从而对气体成分进行采样分析。

### BB. 2. 5. 8 氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O) 分析仪

可以使用以下任何分析仪来测量 N<sub>2</sub>O：

a) 不分光红外分析仪 (NDIR)；

b) 傅里叶变换红外光谱分析仪 (FTIR)；

c) 激光红外光谱分析仪 (LIA)。

### BB. 2. 5. 9 氨 (NH<sub>3</sub>) 分析仪

可以使用以下任何分析仪来测量 NH<sub>3</sub>：

a) 激光红外光谱分析仪 (LIA)；

使用激光红外光谱分析仪 (LIA) 时，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 0.5 cm<sup>-1</sup> 以内。

b) 傅里叶变换红外光谱分析仪 (FTIR) ;  
使用 FTIR 时, 为将排气中其他成分的干扰降至最低,  $\text{NH}_3$  波长分辨率应在  $0.5 \text{ cm}^{-1}$  以内。

#### BB. 2. 5. 10 甲醛 (HCHO) 分析仪

使用高效液相色谱法 (HPLC), 按 BG.2 的规定测量 HCHO。

#### BB. 2. 5. 11 甲醇分析仪

排气中甲醇的测定采用固相吸附 / 顶空—气相色谱质谱联用法, 按 BG.1 的规定进行。  
排气中醛酮类物质的测定采用高效液相色谱法, 按 BG.2 的规定进行。

#### BB. 2. 5. 12 空燃比测量

排气流的空燃比测量装置应为宽幅空燃比传感器或氧化锆型  $\lambda$  传感器。传感器应直接安装在排气管上、排气温度足够高使水汽无法冷凝的位置。

集成电子传感器的准确度应在以下范围内:

- 当  $\lambda < 2$  时, 读数的  $\pm 3\%$ ;
- 当  $2 \leq \lambda < 5$  时, 读数的  $\pm 5\%$ ;
- 当  $\lambda \geq 5$  时, 读数的  $\pm 10\%$ 。

为达到上述准确度, 传感器应按生产企业规定进行标定。

### BB. 3 颗粒物 (PM) 取样及测量系统

#### BB. 3. 1 一般要求

颗粒物质量测量需要颗粒物稀释取样系统 (见 BB.2.2), 颗粒物取样滤纸, 微克天平和控制温度及湿度的称重室。颗粒物取样系统的设计应确保颗粒物取样排气与总稀释排气流量成比例。

颗粒物测量需要用稀释空气 (经过过滤的环境空气、合成空气或氮气) 对样气进行稀释。稀释系统要求如下:

- a) 完全消除水在稀释和取样系统中的凝结;
- b) 在滤纸保持架上游或下游 20 cm 内的稀释排气温度保持在  $320 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $47 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ );
- c) 在接近稀释通道入口处的稀释空气温度应保持在  $293 \text{ K} \sim 315 \text{ K}$  ( $20 \text{ }^\circ\text{C} \sim 42 \text{ }^\circ\text{C}$ );
- d) 在发动机最大排气流量时, 总稀释比应在 5~7 范围内, 并且初级稀释比最小为 2;
- e) 对部分流稀释系统, 从稀释空气进入滤纸保持架开始, 在系统内的滞留时间应在 0.5 s~5 s 之间;
- f) 对全流稀释系统, 从稀释空气进入滤纸保持架开始, 在系统内的总滞留时间应在 1 s~5 s 之间; 如有二级稀释系统, 从二级稀释空气进入滤纸保持架开始, 在二级稀释系统内的滞留时间至少 0.5 s。

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)。

若进行氢燃料发动机的试验, 应确保排放测量系统所有装用样气的部件 (样品干燥器除外) 的温度在对应位置上应保持在样气露点温度  $10 \text{ K}$  ( $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 以上, 保证排放测量系统在最高排气水含量下正常运行。

#### BB. 3. 2 取样系统

### BB. 3. 2. 1 部分流稀释系统取样要求

颗粒物取样探头的安装位置应靠近气态污染物和温室气体取样探头，但其距离应确保不会产生干扰。因此，BB.2.1的安装规定也适用于颗粒物取样。

对具有分支排气歧管的多缸发动机，探头入口应位于下游、足够远的位置，从而保证样气能够代表所有气缸的平均排气污染物。对具有分组排气歧管的多缸发动机，例如V型发动机，推荐在取样探头上游将各组歧管联合起来。如果无法实现，允许从颗粒物排放最高的歧管组获取样气。排气排放量的计算必须使用排气质量总流量。

### BB. 3. 2. 2 全流稀释系统取样要求

型式检验和主管部门监督检查时，最大净功率560 kW以下发动机应采用全流稀释系统进行试验。

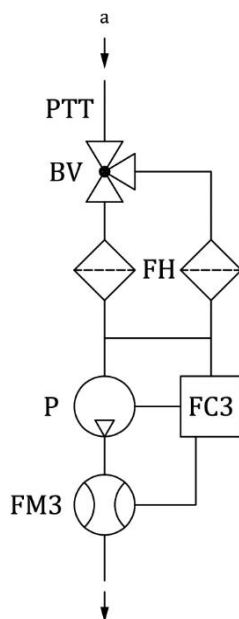
颗粒物取样探头的安装位置应靠近气态污染物和温室气体取样探头，但其距离应确保不会产生干扰。因此，BB.2.2的安装规定也适用于颗粒物取样。

### BB. 3. 2. 3 颗粒物（PM）取样系统

BB. 3. 2. 3. 1 颗粒物测量设备是用于将颗粒物采集到颗粒物滤纸上，见图BB.6和图BB.7。在部分流稀释全部取样情况下，全部稀释排气样气均流经滤纸，稀释系统和取样系统通常组成一个整体装置（见图BB.1）。在部分流稀释或全流稀释部分取样情况下，仅部分稀释排气流过滤纸，稀释系统和取样系统通常是两个不同的装置。

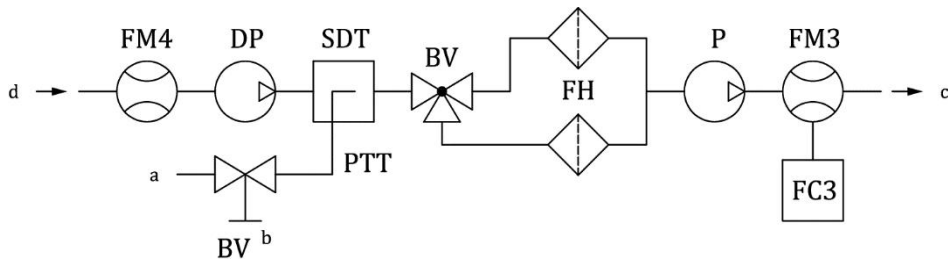
对部分流稀释系统，依靠取样泵P，通过颗粒物取样探头PSP和颗粒物输送管PTT，从稀释通道DT抽取稀释排气样气，见图BB.6。样气流过含有颗粒物取样滤纸的滤纸保持架FH。样气流量由流量控制器FC3控制。

对全流稀释系统，应使用两级稀释颗粒物取样系统，见图BB.7。通过颗粒物取样探头PSP和颗粒物输送管PTT，稀释排气样气从稀释通道DT，被输送到二级稀释通道SDT进行再次稀释。样气流过含有PM的取样滤纸的滤纸保持架FH。样气流量由流量控制器FC3控制。若使用电子流量补偿器EFC（见图BB.4），则用总稀释排气流量作为FC3的指令信号。



a=从稀释通道

图 BB. 6 颗粒物取样系统结构图



a—从 DT 来的稀释排气, b—可选, c—出口, d—二级稀释空气

图 BB. 7 两级稀释颗粒物取样系统结构图

BB. 3. 2. 3. 2 图BB. 6（仅用于部分流系统）和图BB. 7（仅用于全流系统）部件注释

1) PTT 颗粒物输送管

颗粒物输送管：

- a) 应对 PM 是惰性的；
- b) 壁温可加热至不超过 325 K (52 °C) ；
- c) 可隔热。

2) SDT 二级稀释通道（仅见图 BB.7）

二级稀释通道：

- a) 应该有足够的长度和直径，以满足 BB.3.2.1 (f) 对滞留时间的要求；
- b) 壁温可加热至不超过 325 K (52 °C) ；
- c) 可隔热。

3) FH 滤纸保持架

滤纸保持架：

- a) 从输送管直径扩展到滤纸接口直径，应该有 12.5°（从中心）的锥角过渡；
- b) 壁温可加热至不超过 325 K (52 °C) ；
- c) 可隔热。

只要取样滤纸间不互相干扰，可采用多滤纸转换器（自动转换）。

PTFE 薄膜滤纸应该安装在滤纸架的特殊暗盒内。

如果使用朝向上游的开口取样探头，应在滤纸架的上游安装粒径预分离器（旋风式或作用力式），预分离器的分割粒径（分级效率为 50%的粒子直径）应在 2.5 μm~10 μm 之间。

4) P 取样泵

若不使用 FC3 作流量校正，则颗粒物取样泵应与风道有足够距离，以保持进气温度的恒定（±3K）。

5) FC2 流量控制器

流量控制器用于控制颗粒物采样流量。

6) FM3 流量测量装置

用气量计或流量计测量通过颗粒物滤纸的样气流量，可以安装在取样泵 P 的上游或下游。

7) FM4 流量测量装置

用气量计或流量计测量通过颗粒物滤纸的二级稀释流量。

8) BV 球阀（可选）

球阀内径应不小于颗粒物输送管 PTT 的内径，且切换时间小于 0.5 s。

### BB. 3. 3 颗粒物 (PM) 取样滤纸

#### BB. 3. 3. 1 滤纸取样要求

所有滤纸类型对0.3 μm的DOP (邻二甲酸二辛脂) 或PAO (聚α-烯烃) 的采集效率至少为99%。可由取样滤纸生产企业根据测试情况划分的产品等级判断滤纸是否符合要求。

滤纸材料应为:

- a) 带碳氟化合物 (PTFE) 涂层的玻璃纤维滤纸; 或
- b) 以碳氟化合物 (PTFE) 为基体的薄膜滤纸。

#### BB. 3. 3. 2 滤纸尺寸

颗粒物滤纸公称直径应为 47 mm (允差为 46.5 mm ± 0.6 mm), 滤纸污染直径至少为 38 mm。

#### BB. 3. 3. 3 滤纸迎面速度

气体通过滤纸的迎面速度应为 0.90 m/s~1.00 m/s, 记录的数据最多有 5%可超过该范围。如果滤纸上的颗粒物总质量超过 400 μg, 滤纸迎面速度可降低至 0.50 m/s。迎面速度应由在滤纸上游压力和滤纸表面温度下的滤纸体积流量除以滤纸污染面积计算得出。

### BB. 3. 4 称重室和分析天平

#### BB. 3. 4. 1 称重室

称重室 (间) 环境应无任何可能污染颗粒物滤纸的环境污染物 (例如灰尘、气溶胶或半挥发性物质)。在滤纸称重前至少 60 min 内, 称重间应满足规定的技术条件。

在滤纸进行预处理和称重期间, 颗粒物滤纸预处理和称量用的称重室 (间) 温度应保持在 295 K ± 1 K (22 °C ± 1 °C), 其湿度应保持在露点温度 282.5 K ± 1 K (9.5 °C ± 1 °C); 如果滤纸稳定和称重环境是独立的, 则稳定环境应保持在 295 K ± 3 K (22 °C ± 3 °C), 但露点温度仍为 282.5 K ± 1 K (9.5 °C ± 1 °C)。湿度和环境温度应予记录。

#### BB. 3. 4. 2 参比滤纸

在称量取样滤纸的 12 h 内, 必须至少称量两张未经使用的参比滤纸或参比滤纸对 (最好同时称量)。其材料应与取样滤纸相同。应对称重进行浮力修正。

如果在取样滤纸的两次称量期间, 任一参比滤纸的质量变化大于 10 μg, 则取样滤纸全部作废, 并重新进行排放试验。

参比滤纸应根据良好的工程判断定期更换, 但每年至少更换一次。

#### BB. 3. 4. 3 分析天平

用来称量滤纸重量的分析天平应满足表 BB.1 和表 BB.2 的要求。即其精度 (标准偏差) 至少为 2 μg, 分辨率至少为 0.5 μg。

为确保滤纸称重精确, 推荐按如下方式安装天平:

- a) 安装在隔振平台上, 以避免外部噪声和震动;
- b) 通过接地的静电防护罩隔绝空气对流。

#### BB. 3. 4. 4 消除静电

称重前，应通过针中和剂或具有类似作用的装置对滤纸除静电。如采用PTFE薄膜滤纸，应对静电进行测量，推荐静电电压应在±2.0V范围内。

天平环境下的静电作用应尽可能小。可采用的方法如下：

- a) 天平电路应接地；
- b) 手工处理PM取样时，应采用不锈钢镊子；
- c) 镊子应通过接地线接地，或使操作者通过接地线接地，以便使接地线和天平共同接地。接地线应具有适当的电阻，以防止意外电击。

### BB. 3. 4. 5 附加技术要求

从排气管到滤纸保持架之间的稀释系统和取样系统的所有零件在设计上应尽量减少颗粒物的附着或变化。所有零件必须由不与排气成分发生反应的导电材料制成，并且必须接地。

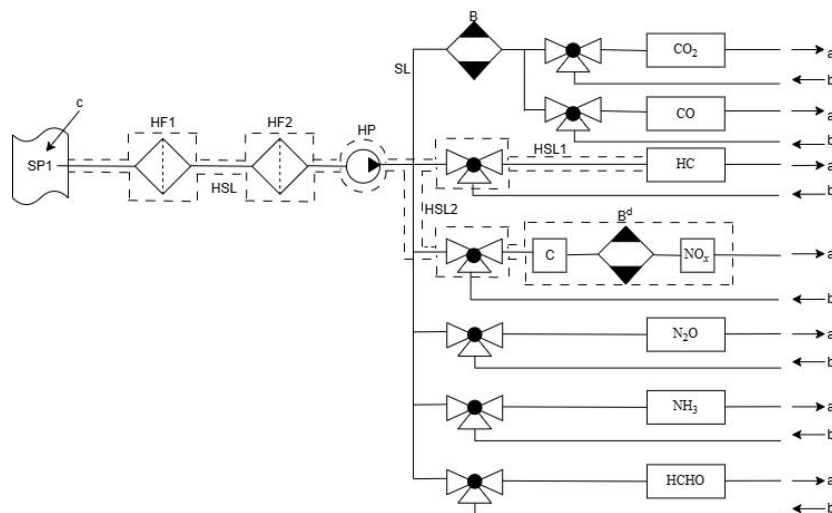
### BB. 3. 5 气体分析系统

#### BB. 3. 5. 1 系统描述

使用下列分析仪测量原始排放（图 BB.8）和稀释排放（图 BB.9）中气态污染物和温室气体：

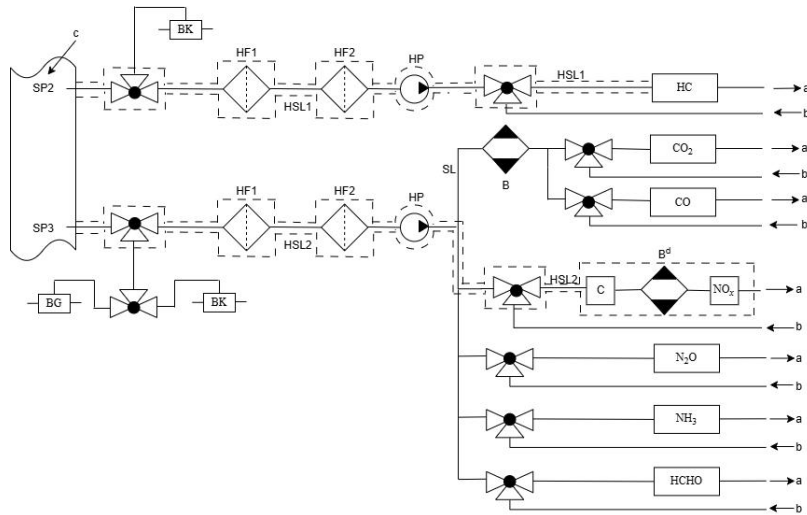
- a) 测试 HC 和 CH<sub>4</sub> 的分析仪；
- b) 测试 CO 和 CO<sub>2</sub> 的分析仪；
- c) 测试 NO<sub>x</sub> 的分析仪；
- d) 测试 N<sub>2</sub>O 的分析仪；
- e) 测试 NH<sub>3</sub> 的分析仪；
- f) 测试 HCHO 的分析仪。

所有组分的样气可用一个取样探头，在其内部分至各分析仪，也可选择紧靠在一起的两个取样探头取样。注意不能让排气成分（包括水和硫酸）在分析系统中任何位置产生冷凝。



a=出口 b=零气，标气 c=排气管 d=可选项

图 BB. 8 原始排放 CO、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、HC、N<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>、HCHO 分析系统流程图



a=出口 b=零气, 标气 c=稀释通道 d=可选项

图 BB. 9 稀释排放 CO、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、HC、N<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>、HCHO 的分析系统流程图

### BB. 3. 5. 2 图 BB. 8 和图 BB. 9 的部件描述

a) EP 排气管

b) SP1 原始排气取样探头 (仅图 BB.8)

推荐用一根不锈钢、顶端封闭、多孔直探头, 其内径小于取样管内径。探头壁厚不大于 1 mm。在三个不同的径向平面上至少应有 3 个小孔, 其大小应能抽取基本相同的气样流量。探头必须横向伸入排气管内至少 80%的排气管径。可用一个或两个取样探头。

c) SP2 稀释排气 HC 取样探头 (仅图 BB.9)

- 1) 其定义为加热取样管 HSL1 开始的 254 mm~762 mm 部分;
- 2) 最小内径 5 mm;
- 3) 安装在稀释通道 DT (见图 BB.4) 内稀释空气和排气充分混合处 (即距排气进入稀释通道点的下游约 10 倍通道直径处);
- 4) 与其他探头和通道内壁保持足够距离 (径向), 使其不受任何尾流或涡流的影响;
- 5) 加热提高探头出口处的排气温度至 463 K±10 K (190 °C±10 °C), 点燃式发动机为 385 K±10 K (112 °C±10 °C)。

d) SP3 稀释排气取样探头 (仅图 BB.9)

- 1) 与 SP2 处于同一平面;
- 2) 与其他探头和通道内壁保持足够距离 (径向), 使其不受任何尾流或涡流的影响;
- 3) 对整个长度进行加热和保温, 使其温度不低于 328 K (55 °C), 以防止水凝结。

e) HF1 加热的前置过滤器 (可选)

温度应与 HSL1 相同。

f) HF2 加热的过滤器

过滤器应从样气进入气体分析仪前过滤固体颗粒物, 过滤器温度应该与 HSL1 相同。过滤器根据需要可进行更换。

g) HSL1 加热取样管

取样管将样气从单个探头送至分流点和 HC 分析仪。

- 1) 内径范围 4 mm~13.5 mm;

- 2) 由不锈钢或聚四氟乙烯制成;
  - 3) 使每段独立控制和加热的管路, 其管壁温度保持在  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$ ) (若取样探头处排气温度 $\leq 463\text{ K}$  ( $190\text{ }^\circ\text{C}$ ));
  - 4) 保持管壁温度 $>453\text{ K}$  ( $180\text{ }^\circ\text{C}$ ) (若取样探头处排气温度 $>463\text{ K}$  ( $190\text{ }^\circ\text{C}$ ));
  - 5) 保持加热过滤器 HF2 和 HFID 紧临的气体温度在  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$ )。
- h) HSL2 NO<sub>x</sub>加热取样管
- 1) 使转化器前(当干基测量时)或分析仪前(当湿基测量时)的管壁温度保持在  $328\text{ K} \sim 473\text{ K}$  ( $55\text{ }^\circ\text{C} \sim 200\text{ }^\circ\text{C}$ );
  - 2) 由不锈钢或聚四氟乙烯制成。
- i) HP 加热采样泵  
泵应该加热到与 HSL 一样的温度。
- j) SL CO 和 CO<sub>2</sub> 取样管  
取样管应由不锈钢或聚四氟乙烯制成。
- k) 气体分析仪  
测量 HC、CO、CO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O、HCHO、NO<sub>x</sub> 的分析仪
- l) B 干燥器(NO 测试时也可选用)  
用于冷凝排气样气中的水分。按照 BB.4.3.7.3 所述, 若分析仪不受水蒸气干扰的影响, 该装置可选用。如采用冷凝除水, 应在水截留器内或其下游处监测样气的温度和露点。样气的温度或露点不应超  $280\text{ K}$  ( $7\text{ }^\circ\text{C}$ ), 不允许用化学干燥剂去除样气中的水。
- m) BK 背景取样袋(选用; 仅图 BB.9 适用)  
用于测量背景气体浓度。
- n) BG 取样袋(选用; 仅图 BB.9 适用)  
用于测量样气浓度。

## BB.4 颗粒物数量(PN) 取样及测量系统

### BB.4.1 技术要求

#### BB.4.1.1 系统概要

BB.4.1.1.1 粒子取样系统应由取样探头、安装在粒子计数器(PNC)上游的挥发性粒子去除器(VPR)和合适的传输管组成。

BB.4.1.1.2 推荐在挥发性粒子去除器(VPR)入口的上游安装粒径预分级器(PCF)(如: 气旋式或作用力式)。在颗粒物质量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%的粒子直径)应在  $2.5\text{ }\mu\text{m} \sim 10\text{ }\mu\text{m}$  之间, 且能使粒径为  $1\text{ }\mu\text{m}$  的粒子至少 99%(质量浓度)进入并通过出口。作为对独立预分级器的替代, 也可使用图 BB.3 所示的具有粒径分级功能取样探头。

#### BB.4.1.2 一般要求

BB.4.1.2.1 颗粒物取样点应位于稀释通道内。如有二级稀释系统, 取样点应位于一级稀释通道内。

BB.4.1.2.1.1 粒子传输系统(PTS)是由取样探头探针或颗粒物取样探头(PSP)和粒子传输管(PTT)组成。粒子传输系统可以引导样气从稀释通道进入挥发性粒子去除器(VPR)。粒子传输系统应满足以下条件:

- 取样探头应安装在距气体入口大约 10 倍通道直径且处于气流下游方向的地方, 朝向气流方向,

取样探头探针的中心轴与稀释通道的中心轴平行；

—取样探头应安装在所有调节装置（如换热器）的上游；

—取样探头应位于稀释通道内，以便均匀混合稀释排气中采集稀释排气样气。

**BB. 4. 1. 2. 1. 2** 通过 PTS 输送的样气应满足以下条件：

—全流排气稀释系统雷诺数  $Re$  应小于 1 700；

—二级稀释系统的 PTT 中的雷诺数  $Re$  应小于 1 700（即取样头或取样点下游的雷诺数应小于 1 700）；

—停留时间  $\leq 3$  s。

**BB. 4. 1. 2. 1. 3** 若能证明粒径为 30 nm 的固态粒子具有等效的穿透性，则其他 PTS 也可接受。

**BB. 4. 1. 2. 1. 4** 用于引导稀释样气从挥发性粒子去除器到粒子计数器入口的出口管（OT）应具有以下特性：

—内径  $\geq 4$  mm；

—样气停留时间  $\leq 0.8$  s。

**BB. 4. 1. 2. 1. 5** 若能证明具有对粒径为 30 nm 的粒子的等效的透过性，则其他出口管取样结构也可接受。

**BB. 4. 1. 2. 2** 挥发性颗粒物去除器（VPR）应包括样气稀释装置和挥发性颗粒物去除装置。

**BB. 4. 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，其设计均应将颗粒物的沉积降到最低。所有部件应由导电材料制造且不得与排气成分反应（BB.4.3.1.3 所述的蒸发管除外），系统应接地以防止静电效应。

**BB. 4. 1. 2. 4** 颗粒物取样系统应良好匹配气溶胶采样特性，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。

### **BB. 4. 1. 3 详细要求**

**BB. 4. 1. 3. 1** 颗粒物样气在流过粒子计数器之前不应经过取样泵。

**BB. 4. 1. 3. 2** 推荐使用一个取样预分级器（PCF）。

**BB. 4. 1. 3. 3** 取样预处理单元应按 BB.4.1.3.3.1~BB.4.1.3.3.5 进行检查。

**BB. 4. 1. 3. 3. 1** 能对样气进行一次或多次稀释，使颗粒物数浓度低于粒子计数器中单个颗粒物计数模块的上限，并使粒子计数器入口处的温度低于 35℃。

**BB. 4. 1. 3. 3. 2** 包括一个初始热稀释过程，在这个过程中输出温度为  $\geq 150$ ℃ 且  $\leq 350$ ℃  $\pm 10$ ℃ 之间的样气，且稀释倍数至少为 10 倍。

**BB. 4. 1. 3. 3. 3** 控制加热阶段到恒定工作温度，温度控制在  $\geq 150$ ℃ 且  $\leq 400$ ℃  $\pm 10$ ℃ 之间。

**BB. 4. 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 30 nm 和 50 nm 的颗粒物浓度衰减系数 ( $f_r(d_i)$  其定义见 BB.4.5.2.2 规定)，分别不超过 30% 和 20%。挥发性颗粒物去除器（VPR）整体而言，其电迁移直径小于 100 nm 的颗粒物，相应颗粒物衰减系数的幅度不超过 5%。

**BB. 4. 1. 3. 3. 5** 对电迁移率粒径为 100 nm 的颗粒物穿透效率至少达到 70%。

### **BB. 4. 2 颗粒物数量（PN）取样**

**BB. 4. 2. 1** 粒子数量排放可以从原始排气或稀释排气连续取样测定。

#### **BB. 4. 2. 2 稀释空气的过滤**

用于一级和二级排气稀释系统（如需）的稀释空气应流经 BB.2.1 或 BB.2.2 规定的高效颗粒物空气（HEPA）过滤器。为减少和稳定稀释空气中碳氢化合物浓度，在稀释空气通过 HEPA 滤纸前也

可先用活性炭过滤。推荐在 HEPA 滤纸前和活性炭刷（如使用）后放置附加粗颗粒物滤纸。

#### BB. 4. 2. 3 从稀释排气取样的粒子数量取样补偿

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. 4. 2. 4 从原始排气取样的粒子数量取样补偿

BB. 4. 2. 4. 1 对从原始排气取样的系统，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.4.2.4.2 进行数学修正来实现。为粒子数量取样而抽取的排气流量，应按 BA.5.3.2.3 规定在颗粒物质量计算时进行修正。

BB. 4. 2. 4. 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，应用下面的公式代替BB.7.4.2.2中公式：

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} \quad (BB.1)$$

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1 Hz。

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，应用下面的公式替代 BB.7.4.2.2 中公式：

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw} \quad (BB.2)$$

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通道的质量流量，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 $q_{mdew}$ 的0.1%内。信号发送频率不低于1 Hz。

#### BB. 4. 2. 4. 3 部分流稀释取样比例

为测量粒子数量，按照 BA.5.1.3~BA.5.1.7 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 BB.7.4.2.1 通过对取样和排气流的回归分析进行检查。

### BB. 4. 3 颗粒物数量测量设备

#### BB. 4. 3. 1 取样系统的描述

BB. 4. 3. 1. 1 颗粒物取样系统应由稀释通道内取样探头或探针、颗粒物传输管（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物去除器（VPR）组成。

BB. 4. 3. 1. 2 挥发性颗粒物去除器（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>）和颗粒物蒸发装置（蒸发管 ET））。

BB. 4. 3. 1. 3 蒸发管（ET）应具有催化活性功能。

BB. 4. 3. 1. 4 待测气体的取样探头或探针应安装在原始排气或稀释排气通道内，以便从原始排气或稀释排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 20 s。

#### BB. 4. 3. 2 PN 颗粒物传输系统

BB. 4. 3. 2. 1 取样探头或探针和颗粒物传输管（PTT）共同组成了颗粒物传输系统（PTS）。

BB. 4. 3. 2. 2 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 10 倍~20 倍通道直径、朝向气流方向的位置，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。

BB. 4. 3. 2. 3 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不应影响部分流稀释系统的正常工作

BB. 4. 3. 2. 4 在颗粒物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  $Re < 1\ 700$ ；

在颗粒物传输系统中的滞留时间应  $\leq 3\ s$ 。

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

BB. 4. 3. 2. 5 引导稀释样气从挥发性颗粒物去除器（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  $\geq 4\ mm$ ；

样气流过出口管（POT）的滞留时间  $\leq 0.8\ s$ 。

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

#### BB. 4. 3. 3 粒径预分级器（PCF）

推荐的预分级器应安装在挥发性颗粒物去除器的上游处。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% 的颗粒物直径）应在  $2.5\ \mu m \sim 10\ \mu m$  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。

#### BB. 4. 3. 4 挥发性颗粒物去除器（VPR）

挥发性颗粒物去除器应由初级粒子数稀释装置（PND<sub>1</sub>）、蒸发管（ET）和次级稀释器（PND<sub>2</sub>）串联组成。稀释的作用是减少进入颗粒物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物计数模块的上限，并且抑制样气的成核和凝聚。VPR 应显示 PND<sub>1</sub> 和 ET 的工作温度是否正常。

对于挥发性颗粒物去除器，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 $\geq 10\ 000\ \text{cm}^{-3}$ 的30 nm正四十烷颗粒物汽化率 $> 99.0\%$ 。

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

#### BB. 4. 3. 5 初级粒子数稀释装置 (PND<sub>1</sub>)

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 °C~400 °C的条件下工作。壁温的设定点应保持恒定在名义运行温度下,偏差在 $\pm 10\ ^\circ\text{C}$ 内且不应超过蒸发管的温度。稀释气体应经过高效空气过滤器(HEPC)处理,且稀释系数能在10倍~200倍调节。

#### BB. 4. 3. 6 次级粒子数稀释装置 (PND<sub>2</sub>)

次级粒子数稀释装置的设计应能稀释粒子数浓度。稀释装置应连接高效空气过滤器(HEPA),且稀释系数能从10倍~30倍之间调节。次级粒子数稀释装置的稀释系数应在10倍~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物计数模块的上限,并使进入粒子计数器之前的气体温度低于35 °C。

#### BB. 4. 3. 7 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 °C~400 °C之间的一个固定值,偏差在 $\pm 10\ ^\circ\text{C}$ 内。蒸发管(ET)应具有催化活性功能。

#### BB. 4. 3. 8 粒子数量计数器 (PNC)

BB. 4. 3. 8. 1 根据可溯源的原则,从 $1\ \text{cm}^{-3}$ 到单个颗粒物计数模块上限的范围内,计数精度为 $\pm 10\%$ 。若在延长的取样期间内颗粒物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。

BB. 4. 3. 8. 2 颗粒物浓度低于 $100\ \text{cm}^{-3}$ 时的分辨率至少为 $0.1\ \text{cm}^{-3}$ 。

BB. 4. 3. 8. 3 单个颗粒物计数模块在整个测量范围内对颗粒物浓度具有线性响应。

BB. 4. 3. 8. 4 数据刷新的频率大于等于0.5 Hz。

BB. 4. 3. 8. 5 测量量程的 $T_{90}$ 响应时间不超过5 s。

BB. 4. 3. 8. 6 具有最大为10%符合校正功能,可使用BB.4.5.1.3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。

BB. 4. 3. 8. 7 如果粒子计数器使用除正丁醇或异丙醇以外的其他工作液体,则应使用4cSt聚 $\alpha$ 烯烃和烟灰状颗粒物来证明粒子计数器的计数效率。

BB. 4. 3. 8. 8 如果粒子计数器使用工作液,则应按仪器生产企业规定的频率更换。

BB. 4. 3. 8. 9 对电迁移直径为10 nm( $\pm 1\ \text{nm}$ )和15 nm( $\pm 1\ \text{nm}$ )颗粒物计数效率分别为65%( $\pm 15\%$ )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。

BB. 4. 3. 8. 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,以将颗粒物浓度测量值修正到标准状态。

BB. 4. 3. 8. 11 颗粒物在颗粒物传输系统(PTS)、挥发性颗粒物去除器(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20 s。

BB. 4. 3. 8. 12 整个颗粒物计数取样系统(输送系统、挥发性颗粒物去除器、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 s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。

BB. 4. 3. 8. 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。

BB. 4. 3. 8. 14 如果在控制 PNC 流速时未保持在已知的恒定水平，则应测量 PNC 入口处的压力和/或温度，以便将颗粒物数浓度测量值校正为标准条件。

#### BB. 4. 4 推荐的系统

下列条款包含粒子数量测量的推荐操作流程。任何满足 BB.3.3.1 的系统都可接受。

图 BB.10 和图 BB.11 分别为推荐的原始排气取样和稀释排气取样系统示意图：

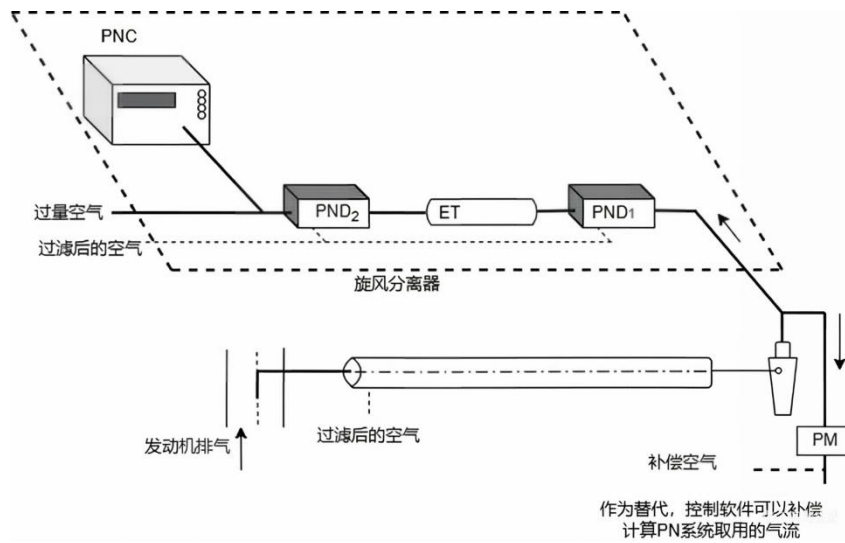


图 BB. 10 推荐的粒子数量取样系统示意图——原始排气取样

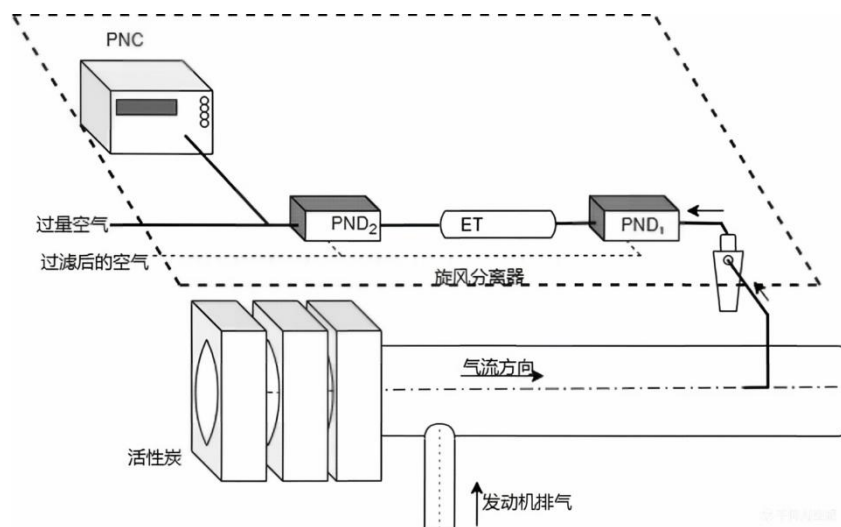


图 BB. 11 推荐的粒子数量取样系统示意图——稀释排气取样

部件描述：

蒸发管（ET）应具有催化活性功能。

## BB. 5 排气流量测量

BB. 5.1 瞬时排气流量的直接测量可以使用下述流量计：

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

BB. 5.2 流量计应满足 BB.7.1 和 BB.7.2 线性要求。

BB. 5.3 应采取预防措施避免测量误差使排放值产生误差，这些防范措施包括按照仪器生产企业的建议和良好的工程实践，在发动机的排气系统中合理安装仪器装置。特别是发动机的性能和排放不受此仪器装置安装的影响。

BB. 5.4 不直接测量排气流量时，可采用 BA.5.1.4~BA.5.1.7 的方法计算排气流量。

## BB. 6 等效系统

若要确定等效系统与本附件中某一系统之间的等效性，应在至少七对样本的相关性研究基础上加以确认。

结果是指循环的比排放值。比对试验应在同一试验室内、同一试验台架、同一发动机上进行，最好是同时进行。在上面所述的试验室的测试台架和发动机条件下，样本平均数值的等效应由BD.3所描述的F—检验和t—检验统计获得。根据GB/T 6379判定离群数据并从数据库中删除。用于比对的试验的系统应在信息公开技术资料中说明。

如果其他系统或分析仪能够得到等效结果，则检验机构可以对其认可。

## BB. 7 标定/检查周期及标定规程

### BB. 7.1 标定检查周期

所有测量仪器和系统的标定应按照国家（国际）标准进行。根据表 BB.2 的要求，气体分析仪的线性化检查至少每三个月进行一次，系统维修或更换（部件）时可能影响标定，也应进行线性化检查。其他设备和系统的线性化检查应根据试验室内部审核流程、仪器生产企业或 GB/T 19001 的要求进行。

表 BB. 2 设备和系统的线性要求

测量系统	$\min (a_1 - 1) + a_0$	斜率 $a_1$	标准差 SEE	相关系数 $r^2$
发动机转速	≤最大值的 0.05%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990
发动机扭矩	≤最大值的 1%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990
燃料流量	≤最大值的 1%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990
空气流量	≤最大值的 1%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990
排气流量	≤最大值的 1%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990
稀释流量	≤最大值的 1%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990

稀释排气流量	≤最大值的 1%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990
样气流量	≤最大值的 1%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990
气体分析仪	≤最大值的 0.5%	0.99-1.01	≤最大值的 1%	≥0.998
气体分割仪	≤最大值的 0.5%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.990
温度	≤最大值的 1%	0.99-1.01	≤最大值的 1%	≥0.998
压力	≤最大值的 1%	0.99-1.01	≤最大值的 1%	≥0.998
天平	≤最大值的 1%	0.99-1.01	≤最大值的 1%	≥0.998
湿度测量设备	≤最大值的 2%	0.98-1.02	≤最大值的 2%	≥0.95

## BB. 7.2 线性化检查程序

### BB. 7.2.1 概述

表 BB.2 所列的每一项测量系统都应进行线性化检查，除特殊说明外，测量系统应至少设定 10 个基准值，应按照 B.6.8.7 中公式采用最小二乘法对测量值和基准值进行比较。表 BB.2 所列最大限值是指检查中可能出现的最大值。

### BB. 7.2.2 一般要求

测量系统应根据仪器生产企业推荐意见进行预热。测量系统应在规定的温度、压力和流量下工作。

### BB. 7.2.3 程序

线性化检查应按照下列步骤在每一个正常使用量程范围内进行。

- a) 接入零信号使仪器归零。对气体分析仪，纯合成空气（或氮气）应直接通入分析仪接口；
- b) 接入量距信号对仪器量程进行标定。对气体分析仪，应将合适的量距气直接通入分析仪接口；
- c) 重复 a) 所述归零程序；
- d) 线性化检查应在从零点至排放试验测量最大值之间至少 10 个点（包括零点）进行确认。对气体分析仪，符合 BB.8.2 已知气体浓度应直接通入分析仪接口；
- e) 以不低于 1 Hz 的频率测量基准值，连续记录 30 s；
- f) 计算 30 s 周期内的算术平均值，并按照 B.6.11.7 中公式计算最小二乘法的线性回归参数；
- g) 线性回归参数应满足表 BB.2 的要求；
- h) 如需要，应再次检查零点设定并重复确认程序。

## BB. 7.3 气体分析仪的检查

### BB. 7.3.1 使用气体分割器进行线性化检查

标定气和量距气可通过气体分割器（精确混合装置）、用纯 N<sub>2</sub> 或纯合成空气稀释后获得。混合装置的准确度应使稀释后的标定气和量距气的浓度精确到±2%以内。这一精度要求意味着用于混合的主要气体浓度至少应精确至±1%，且应符合国家或国际气体标准。每次采用气体分割器进行校准时，应在满量程的 15%和 50%进行确认。如果第一次标定失败，也可换一种标定气再次进行确认。

也可选用具有线性关系（例如使用 NO 气体和 CLD）的仪器对混合装置进行检查。应将量距气直接与仪器相连，对仪器的量距值进行调整。气体分割器应在所采用的设置下进行检查，并将标称

值与仪器的测量浓度进行对比,各测量点的差值应在标称值的±1%内。按照 BB.7.2 进行线性度确认时,气体分割器应精确至±1%。

### BB.7.3.2 泄漏检查

应进行系统的泄漏检查。将取样探头从排气系统中卸下并把末端堵死。启动分析仪取样泵。如无泄漏,在初始稳定期后,所有流量计读数应为零。否则,应检查取样管路并排除故障。

真空端的最大允许泄漏量应为系统受检部分在用流量的 0.5%。在用流量可用分析仪流量和旁通流量来估算。

作为替代,也可通过排空系统,直至阻力达到 20 kPa (绝对值为 80 kPa)。初始稳定期过后,系统压力增加 $\Delta p$  应不超过:

$$\Delta p = p/V_s \times 0.005 \times q_{VS} \quad (\text{BB.3})$$

式中:  $V_s$  ——系统容积, L;

$q_{VS}$  ——系统流速, L/min。

另一种方法是在取样管路前端,改变浓度将零气转换到量距气。如果经过适当时间后,读数显示浓度低于通入的浓度 99%,则表示存在应予修复的泄露问题。

### BB.7.3.3 分析系统响应检查

响应时间评价时的系统设置(如压力、流速、分析仪过滤装置及其他影响响应时间的因素)应与试验测量时完全一致。响应时间应通过在取样管入口切换气体测定。气体切换应在 0.1 s 内完成。试验所用气体导致的浓度变化至少为满量程 60%。

应记录每一单独气体组分的浓度变化过程。响应时间定义为气体切换与相应的记录浓度变化之间的时间差。系统响应时间( $t_{90}$ )包括测量探测器的延迟时间和探测器的上升时间。延迟时间是指从(浓度)变化开始至响应达到最终浓度数 10% ( $t_{10}$ )的时间。上升时间是指从最终浓度数的 10% 至 90%之间的时间( $t_{90}-t_{10}$ )。

就分析仪和排气流信号时间对齐而言,转换时间是指从(浓度)变化开始至响应达到最终浓度数 50% ( $t_{50}$ )的时间。

对限定组分(CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HCHO)及所有使用量程,系统响应时间应小于 10 s,上升时间应≤ 2.5 s。

对于 NH<sub>3</sub> 组分及所有使用的量程,系统响应时间应小于 20 s,上升时间应≤ 5 s。

### BB.7.3.4 CLD 分析仪的 NO<sub>x</sub> 转化器的效率检查

#### BB.7.3.4.1 试验装置

利用图 BB.12 所示试验装置及以下程序,用臭氧发生器测试转化器的效率。

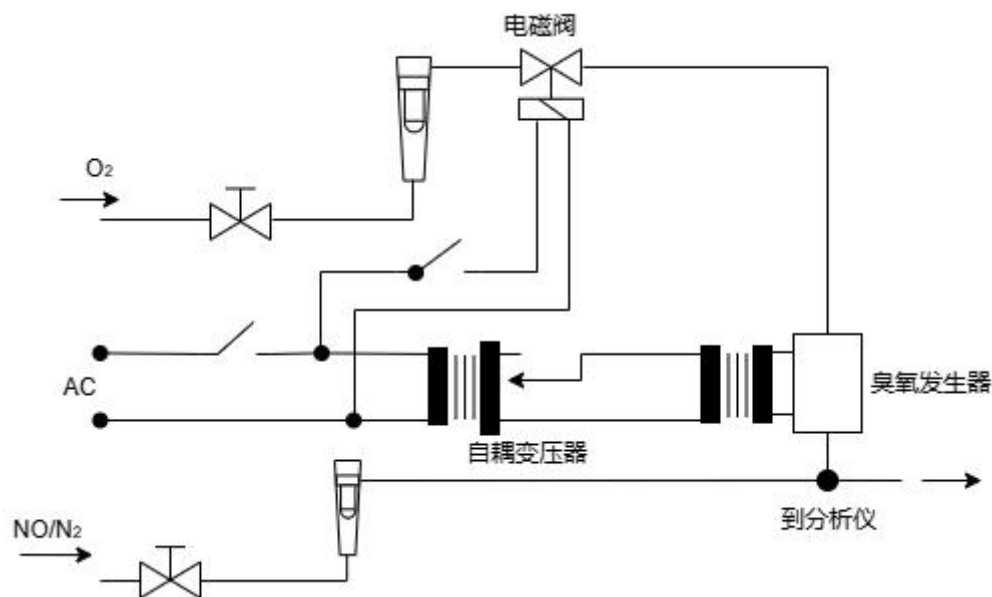


图 BB. 12 NO<sub>x</sub>转化器效率装置简图

#### BB. 7. 3. 4. 2 标定

按照生产企业的技术要求，用零气和量距气（其 NO 含量必须达到工作量程的 80%左右，混合气中 NO<sub>2</sub> 的浓度必须小于 NO 浓度的 5%）标定 NO<sub>x</sub> 分析仪最常用的工作量程。NO<sub>x</sub> 分析仪必须置于 NO 方式，以便使量距气不通过转化器。指示浓度应予记录。

#### BB. 7. 3. 4. 3 计算

NO 转化器效率的计算如下：

$$E_{NO_x} = \left( 1 + \frac{a-b}{c-d} \right) \quad (\text{BB.4})$$

式中： a ——按BB.7.3.4.6得到的NO<sub>x</sub>体积分数；  
 b ——按BB.7.3.4.7得到的NO<sub>x</sub>体积分数；  
 c ——按 BB.7.3.4.4 得到的 NO 体积分数；  
 d ——按BB.7.3.4.5得到的NO体积分数。

#### BB. 7. 3. 4. 4 加入氧气

通过一个 T 形接头，向量距气流中持续加入氧气或合成空气，直到所指示的浓度比 BB.7.3.4.2（分析仪处于 NO 模式）记录的指示标定浓度低 20%左右为止。

记录指示的浓度（c）。使臭氧发生器在这一过程中不起作用。

#### BB. 7. 3. 4. 5 启动臭氧发生器

启动臭氧发生器以产生足够的臭氧，使 NO 浓度降低到 BB.7.3.4.2 记录的标定浓度的 20%左右（最低 10%）。记录指示的浓度（d）（分析仪置于 NO 模式）。

#### BB.7.3.4.6 NO<sub>x</sub>模式

把 NO 分析仪切换到 NO<sub>x</sub> 模式，使混合气（包括 NO，NO<sub>2</sub>，O<sub>2</sub>，和 N<sub>2</sub>）流过转化器。记录指示的浓度（a）（分析仪置于 NO<sub>x</sub> 模式）。

#### BB.7.3.4.7 关闭臭氧发生器

关闭臭氧发生器，使 BB.7.3.4.3 所述的混合气通过转化器流入检测器。记录指示浓度（b）（分析仪置于 NO<sub>x</sub> 模式）。

#### BB.7.3.4.8 模式

在臭氧发生器关闭状态下切换到 NO 模式，切断氧气或合成空气的气流。这时，分析仪的 NO<sub>x</sub> 读数不应偏离 BB.7.3.4.2 所记录的数值的±5%以上（分析仪置于 NO 模式）。

#### BB.7.3.4.9 试验间隔

转化器的效率每月至少测定一次。

#### BB.7.3.4.10 效率要求

转化器的效率 $E_{NO_x}$ 不得低于 95%。

如果在分析仪最常用量程内，若臭氧发生器不能按 BB.7.3.4.5 要求使 NO 浓度从 80%降低到 20%，那么就使用 NO<sub>x</sub> 转化器工作的最高量程。

### BB.7.3.5 HFID 的检查

#### BB.7.3.5.1 检测器响应最佳化

HFID 应按照仪器生产企业的规定进行调整。应在最常用的工作量程，用空气作平衡气的丙烷量距气优化其响应。

将燃气和空气流量设定在生产企业的推荐值，向分析仪通入  $350 \pm 75 \times 10^{-6}$ （体积分数）C1 的量距气。给定燃气流量的响应由量距气响应与零气响应之差确定。燃气流量在高于和低于生产企业要求的条件下进行渐增调整。记录这些燃气流量下的量距气和零气的响应。然后将量距气和零气响应之差绘制成曲线，并将燃气流量调整到曲线的高响应区。初始流速设定，可能需要根据 BB.7.3.5.2 及 BB.7.3.5.3 规定碳氢化合物响应、氧干扰检查结果做进一步优化。如果碳氢化合物响应、氧干扰检查结果不满足下列要求，则应在高于和低于生产企业规定条件下逐步调整流量重复 BB.7.3.5.2 及 BB.7.3.5.3。

#### BB.7.3.5.2 碳氢化合物响应系数

按照 BB.7.2，分析仪应该用空气作平衡气的丙烷量距气和纯合成空气进行线性核查。

在分析仪投入使用时及以后主要的保养周期中，都应测定响应系数。对于某种特定的碳氢化合物，响应系数（ $r_h$ ）等于 HFID 的 C1 读数与气瓶浓度（C1 体积分数，以  $10^{-6}$  表示）之比。

试验气的浓度应能够产生工作量程满量程 80% 左右的响应。根据重量分析标准，用体积表示浓度应精确至 ±2%。另外，气瓶应在  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ （ $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ）温度下预置 24 h。

所用的试验气及相对响应系数范围如下：

- (a) 甲烷和纯合成空气:  $1.00 \leq r_h \leq 1.15$ ;
- (b) 丙烯和纯合成空气:  $0.90 \leq r_h \leq 1.1$ ;
- (c) 甲苯和纯合成空气:  $0.90 \leq r_h \leq 1.1$ 。

这些系数相对的是响应系数  $r_h$  为 1.00 的丙烷与纯合成空气。

### BB. 7. 3. 5. 3 氧干扰的检查

BB. 7. 3. 5. 3. 1 对直采分析仪, 在分析仪投入使用时及以后主要的保养周期中, 都应进行氧干扰检查。

BB. 7. 3. 5. 3. 2 试验量程的选择应使氧干扰检查气覆盖50%以上。试验应在保温箱温度按规定设置条件下进行。氧干扰检查气技术条件见BB.7.3.5.3.3。

- a) 对分析仪调零;
- b) 对点燃式发动机, 分析仪应用含氧量0%的混合气标定量程。对压燃式发动机, 应用含氧量21%的混合气标定量程;
- c) 应重新进行零气响应检查。如果变化幅度超过满量程的0.5%, 则应重复a) b) 两步的操作;
- d) 通入5%和10%的氧干扰检查气;
- e) 重新进行零气响应检查。如果变化幅度超过满量程的±1%, 则重复试验。

按下列公式计算每种混合气的氧干扰:

$$E_{O_2} = \frac{(c_{mf,d} - c)}{c_{ref,d}} \times 100 \quad (BB.5)$$

分析仪响应系数

$$c = \frac{c_{ref,b} \times C_{FS,b}}{c_{m,b}} \times \frac{c_{m,d}}{C_{FS,d}} \quad (BB.6)$$

- 式中:
- $C_{ref,b}$  ——b) 步操作中的基准HC的C1体积分数,  $10^{-6}$ ;
  - $C_{ref,d}$  ——d) 步操作中的基准HC的C1体积分数,  $10^{-6}$ ;
  - $C_{FS,b}$  ——b) 步操作中的满量程HC的C1体积分数,  $10^{-6}$ ;
  - $C_{FS,d}$  ——d) 步操作中的满量程HC的C1体积分数,  $10^{-6}$ ;
  - $c_{m,b}$  ——b) 步操作中的实测HC的C1体积分数,  $10^{-6}$ ;
  - $c_{m,d}$  ——d) 步操作中的实测HC的C1体积分数,  $10^{-6}$ 。

试验前, 所有规定的氧干扰检查气的氧干扰系数  $E_{O_2}$  应小于±1.5%。

如果氧干扰系数  $E_{O_2}$  大于±1.5%, 可采取修正措施, 即在生产企业规定条件下调整空气以及燃料气和样气流量。

每次进行新设置都应重复氧干扰(检查)。

### BB. 7. 3. 5. 3. 3 氧气干扰检查气

氧气干扰检查气应为丙烷、氧气和氮气的混合气, 应包含体积分数为  $350 \times 10^{-6} \pm 75 \times 10^{-6}$  的碳氢化合物。通过色谱法分析总碳氢化合物及杂质或通过动态混合确定检查气浓度值及公差。点燃式和压燃式发动机所需要的氧气浓度见表BB.3, 其余组分为纯氮。

表 BB. 3 氧气干扰检查气

发动机类型	O <sub>2</sub> 体积分数(百分比)
压燃	21 (20~22)
压燃和点燃	10 (9~11)
压燃和点燃	5 (4~6)

点燃	0 (0~1)
----	---------

### BB. 7. 3. 6 甲烷截止器的效率检查

BB. 7. 3. 6. 1 NMC用于从样气中去除非甲烷碳氢化合物，即氧化除甲烷以外的所有碳氢化合物。理想状态下，甲烷转换量（截止量）为0%，以乙烷为代表的其他碳氢化合物，转换量（截止量）为100%。为准确测定NMHC，按下述要求甲烷、乙烷效率并用于NMHC排放质量流量计算（见BA.7.2）。

#### BB. 7. 3. 6. 2 甲烷效率

甲烷标定气在流过和旁通流过非甲烷截止器（NMC）两种情况下流经 FID，记录这两种情况下的浓度值。由下式确定甲烷效率：

$$E_M = 1 - \frac{C_{HC(w/NMC)}}{C_{HC(w/oNMC)}} \quad (\text{BB.7})$$

式中：  $E_M$  ——甲烷效率；  
 $C_{HC(w/NMC)}$  ——CH<sub>4</sub>流过NMC时的HC的C1体积分数，10<sup>-6</sup>；  
 $C_{HC(w/oNMC)}$  ——CH<sub>4</sub>旁通流过NMC时的HC的C1体积分数，10<sup>-6</sup>。

#### BB. 7. 3. 6. 3 乙烷效率

乙烷标定气在流过和旁通流过非甲烷截止器（NMC）两种情况下流经 FID，记录这两种情况下的浓度值。由下式确定乙烷效率：

$$E_E = 1 - \frac{C_{HC(w/NMC)}}{C_{HC(w/oNMC)}} \quad (\text{BB.8})$$

式中：  $E_E$  ——乙烷效率；  
 $C_{HC(w/NMC)}$  ——乙烷流过NMC时的HC的C1体积分数，10<sup>-6</sup>；  
 $C_{HC(w/oNMC)}$  ——乙烷旁通流过NMC时的HC的C1体积分数，10<sup>-6</sup>。

### BB. 7. 3. 7 干扰检查

BB. 7. 3. 7. 1 除所分析的目标气体外，排气中存在的其他气体会以多种方式干扰读数。NDIR 分析仪中出现的正干扰，是指干扰气体产生与被测气体相同的作用，但影响程度较小。NDIR 分析仪中出现的负干扰，是指由于干扰气体扩大了被测气体的吸收带。CLD 分析仪中出现的干扰是由于干扰气体的熄光作用。在分析仪投入使用时及以后主要的保养周期中，应进行BB.7.3.7.2和BB.7.3.7.4所规定的干扰检查。

#### BB. 7. 3. 7. 2 NDIR分析仪的干扰检查

使用 NDIR 分析仪测量 CO 时，H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 会干扰 CO 分析仪的性能。因此，应在室温下将浓度为 80%~100%满量程（测试时所用最大工作量程）的 CO<sub>2</sub> 量距气从水中冒泡流出，记录分析仪的响应值。分析仪响应不超过试验预期平均 CO 体积分数的 2%或 20 ppm，以较大者为准。

CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 的干扰检查也可分别进行。如果使用的 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 水平高于试验中预期出现的最高水平，应在实际读取的干扰系数数值基础上乘以最大预期浓度值与试验中实际使用的浓度值之比，将每种实际度数调低。如果 H<sub>2</sub>O 浓度低于试验预期 H<sub>2</sub>O 浓度值，则可单独进行干扰检查，但应在实际读取的干扰系数基础上乘以最大预期浓度值与试验中实际使用的浓度值之比，将实际度数调高。两种量距干扰值之和应满足本条的误差。

#### BB. 7. 3. 7. 3 (H) CLD 分析仪的熄光检查

BB. 7. 3. 7. 3. 1 (H) CLD 分析仪所涉及的两种气体是CO<sub>2</sub>和水蒸气。这些气体的熄光响应与其浓度成正比，因而需用测试方法在测试经验认为的最高浓度下，测定熄光。如果 (H) CLD 分析仪利用H<sub>2</sub>O和/或CO<sub>2</sub>测量仪器进行熄光补偿，应在这些仪器启动且进行补偿的情况下进行熄光评价。

#### BB. 7. 3. 7. 3. 2 CO<sub>2</sub>熄光检查

将浓度为80%~100%满量程（测试时所用最大工作量程）的CO<sub>2</sub>量距气通入NDIR分析仪，记录CO<sub>2</sub>浓度值A。然后将NO量距气稀释到50%左右，并通入NDIR和(H) CLD，记录CO<sub>2</sub> (B)和NO (C)。然后切断CO<sub>2</sub>，只让NO量距气通过(H) CLD，记录NO (D)。按下列公式计算熄光：

$$E_{CO_2} = \left[ 1 - \left( \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100 \quad (\text{BB.9})$$

式中： A ——用 NDIR 测定的未稀释 CO<sub>2</sub> 体积分数，%；  
 B ——用 NDIR 测定的稀释CO<sub>2</sub>体积分数，%；  
 C ——用 (H) CLD 测定的稀释 NO 体积分数，10<sup>-6</sup>；  
 D ——用 (H) CLD 测定的未稀释 NO 体积分数，10<sup>-6</sup>。

可用动力混合/搅拌等替代方法稀释和量化CO<sub>2</sub>和NO量距气的数值。

#### BB. 7. 3. 7. 3. 3 水熄光检查

这种检查只适用于湿基气体的浓度测量。熄光计算应考虑用水蒸气稀释 NO 量距气，以及测试期间混合气中的水蒸气浓度达到预期比例。将浓度为常用工作量程 80%~100%满量程的 NO 量距气通入 (H) CLD，记录 NO 浓度值 D。在室温下使 NO 量距气从水中冒泡流出，通入 (H) CLD，记录 NO 浓度值 C。测定记录水温为 F。测定记录与起泡器水温 (F) 对应的混合气饱和蒸汽压力 G。

混合气中水蒸气浓度 (%) 按下式计算并记录为 H：

$$H = 100 \times \frac{G}{P_b} \quad (\text{BB.10})$$

按下式计算预期的稀释 NO 量距气（在水蒸气中）的浓度并记录为 D<sub>e</sub>：

$$D_e = D \times \left( 1 - \frac{H}{100} \right) \quad (\text{BB.11})$$

根据排气 A 中的最大 CO<sub>2</sub> 浓度估算试验排气中预期最大水蒸气浓度，记录为 H<sub>m</sub>。

$$H_m = \frac{\alpha}{2} \times A \quad (\text{BB.12})$$

水熄光百分率按下式计算：

$$E_{H_2O} = 100 \times \frac{D_e - C}{D_e} \times \frac{H_m}{H} \quad (\text{BB.13})$$

式中： D<sub>e</sub> ——稀释 NO 的预期体积分数，10<sup>-6</sup>；  
 C ——稀释NO的体积分数，10<sup>-6</sup>；  
 H<sub>m</sub> ——水蒸气最大体积分数，%；  
 H ——水蒸气实际体积分数，%。

#### BB. 7. 3. 7. 3. 4 最大允许熄光值

CO<sub>2</sub>和水的最大熄光率不超过满量程的2%。

#### BB. 7. 3. 7. 4 NDUV分析仪的熄光检查

BB. 7. 3. 7. 4. 1 碳氢化合物和H<sub>2</sub>O会对NDUV分析仪产生正干扰，其对响应的的影响与NO<sub>x</sub>类似。如果

NDUV分析仪通过测量其他气体进行补偿以满足干扰检查要求，在进行分析仪干扰检查时也应同时进行这些测定。

#### BB. 7. 3. 7. 4. 2 程序

应按照仪器生产企业的说明，使分析仪启动、运行、零点和量距点标定。推荐抽取发动机排气进行检查。应采用（H）CLD测量排气中的NO<sub>x</sub>。（H）CLD响应作为基准值（标定值）。排气中的HC也应用HFID分析仪进行测定。HFID响应应用作碳氢化合物基准值。

如测试中使用了取样干燥器，则发动机排气应通入NDUV分析仪。应预留分析仪响应时间以使其稳定。稳定期包括清空转换管路及建立分析仪响应的的时间。在分析仪测量样气浓度期间，应记录30 s的取样数据，并计算三个分析仪的算术平均值。

从NDUV平均值中减去（H）CLD平均值，其差值乘以预期HC体积分数平均值与检查时测定的HC体积分数之比，如下式所示：

$$E_{\text{HC}/\text{H}_2\text{O}} = (c_{\text{NO}_x, \text{CLD}} - c_{\text{NO}_x, \text{NDUV}}) \times \left( \frac{c_{\text{HC}, e}}{c_{\text{HC}, m}} \right) \quad (\text{BB.14})$$

式中： $E_{\text{HC}/\text{H}_2\text{O}}$  ——NDUV分析仪的碳氢化合物和H<sub>2</sub>O的熄光率；

$c_{\text{NO}_x, \text{CLD}}$  ——CLD测得的NO<sub>x</sub>体积分数，10<sup>-6</sup>；

$c_{\text{NO}_x, \text{NDUV}}$  ——NDUV测得的NO<sub>x</sub>体积分数，10<sup>-6</sup>；

$c_{\text{HC}, e}$  ——HC预期最大体积分数，10<sup>-6</sup>；

$c_{\text{HC}, m}$  ——HC实测最大体积分数，10<sup>-6</sup>。

#### BB. 7. 3. 7. 4. 3 最大允许熄光值

CO<sub>2</sub>和水的总熄光率不超过试验中NO<sub>x</sub>预期浓度满量程的2%。

#### BB. 7. 3. 7. 5 取样干燥器检查

##### BB. 7. 3. 7. 5. 1 取样干燥器效率

对于CLD分析仪，应确认证明在最高预期水蒸气浓度H<sub>m</sub>下，取样干燥器应使CLD湿度保持在每kg干燥空气中含水量不超过5 g（含水量约为0.008），即273.9 K（3.9℃）和101.3 kPa时相对湿度为100%。该湿度要求相当于298 K（25℃）和101.3 kPa下相对湿度为25%。可通过测量加热式除湿器出口温度或CLD上游某点的湿度确定。只要是干燥器进入CLD的唯一气流，也可测量CLD排气湿度。

##### BB. 7. 3. 7. 5. 2 取样干燥器NO<sub>2</sub>损耗

在取样干燥器中残留的液态水会去除样气中的NO<sub>2</sub>。如果取样干燥器与上游不带NO<sub>2</sub>/NO转化器的NDUV分析仪组合使用，也会在NO<sub>x</sub>测定前从样气中去除NO<sub>2</sub>。

NO<sub>2</sub>最大预期浓度，取样干燥器应能测量NO<sub>2</sub>总量的至少95%

#### BB. 7. 4 PM测试设备的检查

##### BB. 7. 4. 1 流量测量仪器校准

颗粒物取样和部分流稀释系统使用的每一流量计都应按BB.7.2进行线性度确认，确认频率应保证满足本标准的要求。对气流基准值，应采用符合国际和/或国家标准的精准流量计测定。不同的气流测量基准要求见BB.7.4.2.2。

## BB. 7. 4. 2 部分流稀释系统的特殊要求

### BB. 7. 4. 2. 1 系统响应时间

部分流稀释系统需要快速的系统响应。系统切换时间应按照BB.7.4.2.6规定的程序确定。如果排气流量测量和部分流系统的综合切换时间 $\leq 0.3$  s, 应采用在线控制。如果切换时间超过0.3 s, 应根据事先记录的试验循环进行预判控制。在这种情况下, 综合上升时间 $\leq 1$  s, 综合延迟时间 $\leq 10$  s。

系统总体响应设计应确保颗粒物取样样气( $q_{mp,i}$ )与排气流量成比例。为确定其比例关系, 应以最小5 Hz的数据采集频率对 $q_{mp,i}$ 和 $q_{mew,i}$ 进行回归分析, 并应满足下列标准:

- $q_{mp,i}$ 和 $q_{mew,i}$ 线性回归的相关系数不小于0.95;
- $q_{mp,i}$ 对 $q_{mew,i}$ 的标准偏差估计应不超过 $q_{mp}$ 最大值的5%;
- $q_{mp}$ 回归线的截距不应超过 $q_{mp}$ 最大值的2%。

如果颗粒物系统的综合切换时间 $t_{50,P}$ 和排气流信号的综合响应时间 $t_{50,F}$ 大于0.3 s, 则需要预判控制。在这种情况下, 应进行预试验, 将预试验的排气流信号应用于控制颗粒物系统的取样气流。如果将用于控制 $q_{mp}$ 的预试验时间轨迹 $q_{mew,pre}$ 替换为“预判时间” $t_{50,P} + t_{50,F}$ , 则可实现对部分流系统的正确控制。

BB. 7. 4. 2. 2 为确定 $q_{mp,i}$ 和 $q_{mew,i}$ 相关性, 应采用实际试验获取的数据, 以 $q_{mp,i}$  ( $t_{50,P}$ 对时间校准没有贡献)为基准用 $t_{50,F}$ 对 $q_{mew,i}$ 进行时间对齐。 $q_{mew}$ 和 $q_{mp}$ 的时间变化即按BB.7.4.2.6确定的切换时间之差。不同流量测量的技术要求

对部分流系统, 如果不是直接测量, 而是通过差流测量确定, 须特别注意取样流量 $q_{mp}$ 的准确度。

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (\text{BB.15})$$

在这种情况下, 最大偏差应确保当稀释比小于15时,  $q_{mp}$ 的准确度在 $\pm 5\%$ 以内。可通过每种仪器的偏差取均方根来计算。

可选用下列方法使 $q_{mp}$ 达到可接受的精度:

- $q_{mdew}$ 和 $q_{mdw}$ 的绝对准确度为 $\pm 0.2\%$ , 可以保证稀释比为15时,  $q_{mp}$ 偏差 $\leq 5\%$ 。但随着稀释比增加, 偏差也会变大;
- 基于 $q_{mdew}$ 对 $q_{mdw}$ 进行校准, 使 $q_m$ 达到a)规定相同的精度。详见BB.7.4.2.3;
- 通过示踪气如 $\text{CO}_2$ 确定的稀释比准确度, 间接确定 $q_{mp}$ 的准确度。 $q_{mp}$ 的准确度应与方法a)相当;
- $q_{mdew}$ 和 $q_{mdw}$ 的绝对准确度应在满量程的 $\pm 0.2\%$ 内,  $q_{mdew}$ 和 $q_{mdw}$ 之差最大偏差应在0.2%内, 在试验中线性度偏差应在实测 $q_{mdew}$ 最高值的 $\pm 0.2\%$ 内。

### BB. 7. 4. 2. 3 差流测量校准

应按下列方法之一对流量计或流量测量仪器进行校准, 使通道内的探头流量 $q_{mp}$ 达到BB.7.4.2.2的准确度要求。

- $q_{mdw}$ 流量计应与 $q_{mdew}$ 流量计串联连接, 两个流量计偏差应在至少5个校准点进行校准。这5个校准点气流量值应在试验中使用的 $q_{mdw}$ 最低值和试验中使用的 $q_{mdew}$ 之间均匀分布。稀释通道可旁通;
- 校准过的流量装置应与 $q_{mdew}$ 流量计串联连接, 应对试验使用的数值精度进行检查。校准过的流量装置与 $q_{mdw}$ 流量计串联连接, 在稀释比3-50之间至少选取5个基准点, 检查试验中使用的相应 $q_{mdew}$ 的准确度;
- 从排气上断开输送管(TT), 并将校准过的流量测量装置与输送管相连, 测量的量程应适合测量 $q_{mp}$ 。 $q_{mdew}$ 应设定为试验中使用的数值, 对应稀释比3~50之间 $q_{mdw}$ 应依次设定至少5

个数值。作为替代，也可提供专门的校准气流路径，使通道旁通，但通过相应流量计的总气流和稀释空气气流应与实际试验相同；

- d) 应将示踪气通入排气输送管 (TT)。示踪气可为一种排气组分，例如 CO<sub>2</sub> 或 NO<sub>x</sub>。在通道稀释后，对示踪气组分进行测定。应在 3~50 之间取 5 个稀释比下进行。样气流量的准确度应根据稀释比公式  $r_d$  确定。

$$q_{mp} = q_{mdev} / r_d \quad (\text{BB.16})$$

为保证  $q_{mp}$  的准确度，应考虑气体分析仪的准确度。

#### BB. 7. 4. 2. 4 碳流量检查

##### BB. 7. 4. 2. 4. 1 概述

为检测测量和控制问题并确认系统工作是否正常，应采用实际排气进行碳流量检查。每当新安装发动机或试验室架构发生重大变化时，都应进行碳流量检查。燃料碳氢摩尔比为零的燃料不进行碳流量检查（例如氢、氨）。

发动机应在最大扭矩转速全负荷或其他能够产生 5% 或更多 CO<sub>2</sub> 的稳定工况下运行。部分流取样系统应在稀释比 15 左右运行。

进行碳流量检查时，应采用 BB.7.4.2.4 规定的程序。所有碳流量偏差都应在 3% 以内。

发动机排气中绝大部分的碳来自于燃料，而绝大部分的碳以 CO<sub>2</sub> 形式存在，这是基于 CO<sub>2</sub> 测试进行系统标定检查的基础。

排气中碳流量取决于燃料流量，排放和颗粒物取样系统的不同采样点的碳流量由这些采样点的 CO<sub>2</sub> 的浓度和排气流量决定。

这种情况下，当发动机提供已知的碳流源，分别从排气管内和部分流颗粒物取样系统的出口来监测该碳流量，可以检测整个系统的泄漏和流量测量精度。这项检查的优点是各部件可以在发动机实际运行的温度和流量下进行检查。

图 BB.13 为碳流量检查的采样点，下面给出了每个采样点的碳流量计算方程。

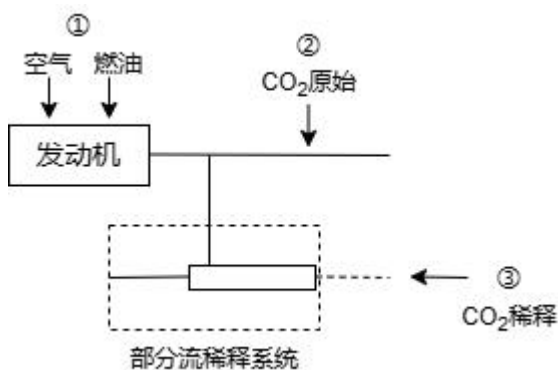


图 BB. 13 碳流量检查的测量位置

##### BB. 7. 4. 2. 4. 2 进入发动机的碳流量 (图BB. 13位置1)

对于使用燃料 CH<sub>α</sub>O<sub>ε</sub>，发动机碳的质量流量计算如下：

$$q_{mCf} = \frac{12.011}{12.011 + 1.00794\alpha + 15.9994\epsilon} \times q_{mf} \quad (\text{BB.17})$$

式中：  $q_{mCf}$  ——进入发动机的碳流量，kg/s；

$q_{mf}$  ——燃料质量流量, kg/s。

#### BB. 7. 4. 2. 4. 3 原始排气中的碳流量 (图BB. 13位置2)

$$q_{mCe} = \left( \frac{c_{CO_2r} - c_{CO_2a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12.011}{M_e} \quad (\text{BB.18})$$

式中:  $q_{mCe}$  ——原始排气中碳流量, kg/s;  
 $c_{CO_2r}$  ——原始排气中 CO<sub>2</sub> 的湿基体积分数, %;  
 $c_{CO_2a}$  ——环境空气中 CO<sub>2</sub> 的湿基体积分数, %;  
 $q_{mew}$  ——湿基排气质量流量, kg/s;  
 $M_e$  ——排气摩尔质量, g/mol。

如果 CO<sub>2</sub> 测试为干基浓度, 应根据 BA.2 规定转换为湿基体积分数。

#### BB. 7. 4. 2. 4. 4 稀释系统中的碳流量 (图BB. 13位置3)

对于部分流系统, 应考虑稀释比, 碳流量由稀释的 CO<sub>2</sub> 浓度、排气质量流量和采样流量决定:

$$q_{mCp} = \left( \frac{c_{CO_2,d} - c_{CO_2a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12.011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}} \quad (\text{BB.19})$$

式中:  $c_{CO_2,d}$  ——稀释排气出口测量的稀释排气中 CO<sub>2</sub> 的湿基体积分数, %;  
 $c_{CO_2a}$  ——环境空气中 CO<sub>2</sub> 的湿基体积分数, %;  
 $q_{mew}$  ——湿基的排气质量流量, kg/s;  
 $q_{mp}$  ——进入部分流系统的采样质量流量, kg/s;  
 $M_e$  ——排气的摩尔质量, g/mol。

如果 CO<sub>2</sub> 测试为干基体积分数, 应根据 BA.2 规定转换为湿基体积分数。

#### BB. 7. 4. 2. 4. 5 排气的摩尔质量计算

排气的摩尔质量应按 BA.5.2.4 中的公式计算。

也可以使用以下代替排气摩尔质量:

$M_e$  (柴油) ——28.9 g/mol;  
 $M_e$  (LPG) ——28.6 g/mol;  
 $M_e$  (NG) ——28.3 g/mol。

#### BB. 7. 4. 2. 5 试验前检查

检查应在试验开始前 2 h 内按下列方式进行。

流量计的准确度应采用与校准时相同的方法 (见 BB.7.4.2.2) 在至少两点进行检查, 包括对应稀释比在 5~15 之间的  $q_{mdw}$  流量值。

按 BB.7.4.2.2 规定的校准流程记录如果能够证明流量计校准在较长的一段时期内是稳定的, 则可省略试验前检查。

#### BB. 7. 4. 2. 6 切换时间的确定

评价切换时间时, 系统设置应与试验测定时完全相同。切换时间应按如下方法确定。

采用的单独的基准流量计与探头串联并紧密连接, 流量计的测量量程应与探头流量适应。气流阶跃幅度与响应时间测量时一致、气流节流到足够低而不影响部分流稀释系统动态性能, 其切换时间应小于 100 ms, 并且具有良好的一致性工程实践。

从低流量至 90% 最大排气流量, 阶跃改变部分流稀释系统的排气流 (当通过空气流计算排气流

时，为空气流）输入。排气流改变时机应与实际试验中开始预判控制的完全一致。排气流阶跃响应和流量计响应应以至少10 Hz的采样频率记录。

根据此数据确定部分流稀释系统的切换时间，即从阶跃响应开始到流量计响应达到50%的时间。部分流系统中 $q_{mp}$ 信号和排气流量计中 $q_{mew,i}$ 信号的转换时间应采用类似方式确认。这些信号将用于每次试验（见BB.7.4.2.1）后进行回归检查。

应在至少5个上升和下降响应中重复上述计算，并计算结果平均值。内部切换时间（ $<100\text{ ms}$ ）应该从该数值中减去，即为部分流稀释系统的预判控制值，该值将用于BB.7.4.2.1。

### BB. 7. 4. 3 微克天平标定

对称量取样滤纸的微克天平的校准应能溯源到国家或国际基准。天平应符合表 BB.1 和表 BB.2 的要求，天平线性度的检查确认应每 12 个月进行一次。天平大修后，也应进行标定。

### BB. 7. 5 PN取样系统的标定检查

#### BB. 7. 5. 1 粒子数量计数器的标定

BB. 7. 5. 1. 1 主管部门应确定在粒子计数器用于测试前的13个月内，该设备具备证明其符合溯源标准的标定证书。在两次标定之间，应监控粒子计数器计数效率的衰减，或根据生产企业建议，每6个月周期性地更换粒子计数器芯体，如图BB.14和图BB.15所示。应使用基准粒子计数器来监控测试用粒子计数器的计数效率，或者用至少两台其他粒子计数器进行监控。相较于基准或多个粒子计数器，如果平均结果误差在 $\pm 10\%$ 以内，则认为仪器稳定，否则仪器需要维护保养。当使用两个或多个测量粒子计数器进行监控的方法时，允许使用一台基准发动机分别在不同试验室中进行试验，用于监控各试验室粒子计数器的状态。

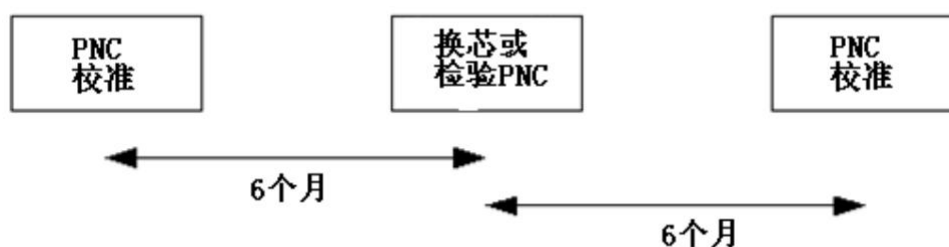


图 BB. 14 正常情况下 PNC 年度标定顺序

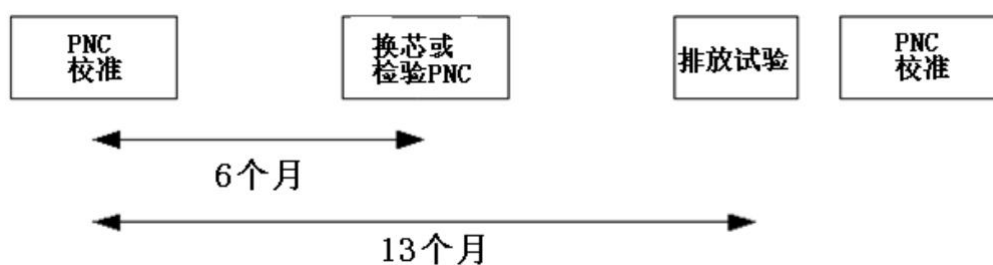


图 BB. 15 扩展的 PNC 年度标定顺序

BB. 7. 5. 1. 2 粒子计数器若进行重要维修，则应重新进行标定并取得新的检定证书。

### BB. 7. 5. 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物取样时，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。校准应在粒子计数器的测量范围内使用至少 6 个标准浓度进行。其中至少 3 个值应低于浓度值  $1\ 000\ \text{cm}^{-3}$ ，剩余的几个浓度值应在  $1\ 000\ \text{cm}^{-3}$  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 EN 1822 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）。

被校准粒子计数器的测量浓度经校准系数修正后应在基准粒子计数器测量浓度的  $\pm 5\%$  以内，零点除外，否则标定无效。

BB. 7. 5. 1. 4 效率为同时测量电迁移率直径为  $d_i$  的单分散性气溶胶且将测量结果均修正至相同温度和压力时，PNC 的测量值与标准粒子计数器或者静电计指示的颗粒物数量浓度之比。测试材料应是热稳定的碳烟形态颗粒物（如火花放电的石墨或者经预处理的扩散火焰碳烟）。用其他类型的气溶胶（如 NaCl）测试的，其效率应等效修正至碳烟形态颗粒物效率，修正系数应大于等于 0.9 且小于等于 1.1。

BB. 7. 5. 1. 5 标定时还应按照要求，使用电迁移直径为 23 nm 的颗粒物检查粒子计数器的计数效率。不需要检查粒径为 41 nm 颗粒物的计数效率。

### BB. 7. 5. 2 挥发性颗粒物去除器的校准和确定

BB. 7. 5. 2. 1 对于新的挥发性颗粒物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，对挥发性颗粒物去除器在满量程范围内标定粒子浓度衰减系数。挥发性颗粒物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：用于测量装有颗粒物捕集器的柴油车）检查。检验机构应确保试验时挥发性颗粒物去除器在 6 个月的检定有效期内。如果挥发性颗粒物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。

推荐将挥发性粒子去除器作为一个完整的单元进行标定和验证。

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

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

为了确认，30 nm、50 nm 和 100 nm 粒子浓度衰减系数的平均值应在挥发性颗粒物去除器最近一次标定时确定的颗粒物浓度衰减系数 ( $\bar{f}_r$ ) 平均值的  $\pm 10\%$  范围内。

BB. 7. 5. 2. 2 挥发性颗粒物去除器的粒子浓度衰减系数试验用悬浮颗粒物应是电迁移直径为 30 nm、50 nm 和 100 nm 的固体颗粒物，且在挥发性颗粒物去除器的入口处最小浓度为  $5\ 000\ \text{cm}^{-3}$ 。应在挥发性颗粒物去除器的上游和下游处测量颗粒物浓度。

按下式计算各种粒径的粒子浓度衰减系数：

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)} \quad (\text{BB.20})$$

式中： $f_r(d_i)$  ——各种粒径的粒子浓度衰减系数；  
 $N_{in}(d_i)$  ——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（30 nm、50 nm或100 nm）。

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

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

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30 \text{ nm}) + f_r(50 \text{ nm}) + f_r(100 \text{ nm})}{3} \quad (\text{BB.21})$$

推荐将挥发性颗粒物去除器作为一个整体进行校准和确认。

**BB. 7. 5. 2. 3** 对于挥发性颗粒物去除器，检验机构应保证试验时在挥发性颗粒物去除效率的检定证书的6个月有效期内。如果挥发性颗粒物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，应验证挥发性颗粒物去除器能去除超过99.0%的电迁移直径为30 nm的正四十烷（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ）颗粒物。

**BB. 7. 5. 2. 4** 仪器生产企业应提供设备维护保养周期，以确保挥发性粒子去除器的去除效率不低于技术要求。如果未提供此类信息，则应每年检查设备的挥发性去除效率。

**BB. 7. 5. 2. 5** 仪器生产企业应对系统单一部件进行测量以提供挥发性粒子去除系统整体的固体颗粒物穿透率 $P_r(d_i)$ ，所测系统固体颗粒物穿透率应能涵盖了具有相同硬件构造的挥发性粒子去除系统，例如气溶胶通过路径中的具有相同的几何形状、导管材料、流量和温度曲线的挥发性粒子去除系统。

粒径 $d_i$ 的 $P_r(d_i)$ 应使用以下公式计算：

$$P_r(d_i) = \frac{DF \times N_{out}(d_i)}{N_{in}(d_i)} \quad (\text{BB.22})$$

式中： $P_r(d_i)$  ——固体颗粒物穿透率，%；  
 $N_{in}(d_i)$  ——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（30 nm、50 nm或100 nm）；  
 $DF$  —— $N_{in}(d_i)$ 和 $N_{out}(d_i)$ 测量位置之间的稀释系数，由示踪气体或流量测量确定。

### BB. 7. 5. 3 颗粒物计数系统检查程序

**BB. 7. 5. 3. 1** 试验前，当在整个颗粒物取样系统（挥发性颗粒物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 $0.5 \text{ cm}^{-3}$ 。

**BB. 7. 5. 3. 2** 每个月应通过已标定的流量计检查粒子计数器流量，粒子计数器流量的测量值与标称值的差异不得超过5%。此处，标称流量指的是生产企业最近一次校准PNC时规定的流量。

**BB. 7. 5. 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 $\leq 0.2 \text{ cm}^{-3}$ 。

**BB. 7. 5. 3. 4** 试验之前，应确认测量系统关键部件蒸发管已达到正常工作指示温度。

**BB. 7. 5. 3. 5** 每次试验之前，应确认测量系统PND<sub>1</sub>已达到正常工作指示温度。

### BB. 7. 5. 4 颗粒物计数系统效率检查

按照EC.6.2进行颗粒物计数系统的效率检查。

## BB. 7. 6 CVS系统的校准

### BB. 7. 6. 1 一般要求

应借助精确流量计和节流装置标定CVS系统。流过系统的流量需在不同的节流状态测量，应测量系统与流量有关的控制参数。

可采用各类流量计，例如，校准过的文丘里管、校准过的层流流量计或校准过的转子流量计。

### BB. 7. 6. 2 容积泵（PDP）的标定

BB. 7. 6. 2. 1 应同时测量所有与泵有关的参数，以及与泵串联的流量计的相关参数，绘制与相关函数相对应的计算流量率（泵进口处以 $m^3/s$ 表示，绝对压力和温度下）曲线。相关函数是泵的各参数的特定组合值。根据曲线可以确定泵流量和相关函数的线性方程。如果CVS系统有多种驱动装置，则应对所使用的每种量程进行标定。

标定过程中应保持温度稳定。

文丘里管与CVS泵之间所有接头与管路的泄漏应保持在最低流量点（最大节流和最低PDP速度点）的0.3%以下。

### BB. 7. 6. 2. 2 数据分析

每个节流设定值（最少有6个设定值）按照生产企业规定的方法测量的流量数据，需换算成标准状态下 CVS 容积流量（ $q_{vCVS}$ ），用 $m^3/s$ 表示。然后将标准空气流量以及泵进口处的绝对温度和绝对压力代入下式，换算成泵的流量（ $V_0$ ），用 $m^3/r$ 表示：

$$V_0 = \frac{q_{vCVS}}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101.3}{P_p} \quad (\text{BB.23})$$

式中： $q_{vCVS}$  ——标准状态（101.3 kPa，273 K）下CVS容积流量， $m^3/s$ ；  
 $T$  —— PDP 泵进口处绝对温度，K；  
 $P_p$  —— PDP 泵进口处绝对压力，kPa；  
 $n$  —— PDP 泵转速，r/s。

考虑到泵中压力波动与泵的滑转率的相互影响，泵的转速、泵进出口压差和泵出口绝对压力之间的相关函数（ $X_0$ ），应按下式计算：

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_p}} \quad (\text{BB.24})$$

式中： $\Delta P_p$  ——PDP 泵进出口压差，kPa；  
 $P_p$  ——PDP 泵进口绝对压力，kPa。

用最小二乘法线性拟合，得到标定方程如下：

$$V_0 = D_0 - m \times X_0 \quad (\text{BB.25})$$

式中： $D_0$  ——回归直线的截距， $m^3/r$ ；  
 $m$  ——回归直线的斜率常数， $m^3/s$ 。

对于具有多种驱动转速的CVS 系统，泵的各流量范围形成的标定曲线应近似平行，且截距值（ $D_0$ ）应随泵流量范围的减小而增加。

$V_0$ 的公式计算值应在测量值的 $\pm 0.5\%$ 以内。不同的泵， $m$ 值也不同。颗粒物的长时间的流入引起泵滑转率降低，导致 $m$ 值降低。因此，在泵投入使用时和大修后，以及系统整体检查发现滑转率

改变时，均应进行标定。

### BB. 7. 6. 3 临界流量文丘里管（CFV）的标定

BB. 7. 6. 3. 1 CFV 的标定以临界流量文丘里管的流量方程为基础。气体流量是进口压力和温度的函数。

为确定临界流量的范围，应绘制 $K_v$ 与文丘里管进口压力的关系曲线。对应临界（节流）流量， $K_v$ 值相对稳定。如果文丘里管进口压力降低（真空度增加）到一定程度，则阻力消失，而使 $K_v$ 减小，这表示文丘里管在许可范围外工作。

#### BB. 7. 6. 3. 2 数据分析

采用生产企业规定的方法，根据流量计数据，在每个节流设定值（最少有8个设定值）计算空气流速（用 $m^3/s$ 表示）。每个节流设定值的标定系数按下列公式计算：

$$K_v = \frac{q_{vCVS} \times \sqrt{T}}{P_p} \quad (\text{BB.26})$$

式中： $q_{vCVS}$  ——标准状态（101.3 kPa，273 K）下CVS 容积流量， $m^3/s$ ；  
 $T$  ——文丘里管进口处的绝对温度，K；  
 $P_p$  ——文丘里管进口处的绝对压力，kPa。

计算 $K_v$ 平均值及其标准偏差，标准偏差应不超过 $K_v$ 平均值的 $\pm 0.3\%$ 。

### BB. 7. 6. 4 亚音速文丘里管（SSV）的标定

BB. 7. 6. 4. 1 根据亚音速文丘里管的气流公式对SSV进行校准。气体流量为进口压力和温度、SSV入口和喉管之间的压力降的函数，见BA.6.1.4。

#### BB. 7. 6. 4. 2 数据分析

采用生产企业规定的方法，根据流量计数据，在每个节流设定值（最少有6个设定值）计算空气流速（用 $m^3/s$ 表示）流量系数应在每种节流设置下根据校准数据计算，如下：

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_v^2 \times P_p \times \sqrt{\frac{1}{T} \times (r_p^{1.4286} - r_p^{1.7143}) \times \left( \frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1.4286}} \right)}} \quad (\text{BB.27})$$

式中： $Q_{SSV}$  ——标准状态（101.3 kPa，273 K）下CVS 容积流量， $m^3/s$ ；  
 $T$  ——文丘里管进口处的绝对温度，K；  
 $d_v$  ——SSV喉管直径，m；  
 $r_p$  ——SSV喉管与入口绝对静态压力之比 $= 1 - \frac{\Delta P}{P_p}$ ；  
 $r_D$  ——SSV喉管直径 $d_v$ 与输入管内径 $D$ 之比。

为确定亚音速气流的范围，应绘制 $C_d$ 与SSV喉管处雷诺数 $Re$ 的函数。SSV喉管处雷诺数 $Re$ 应用下列公式计算：

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_v \times \mu} \times 60 \quad (\text{BB.28})$$

$$\mu = \frac{b \times T^{1.5}}{S + T} \quad (\text{BB.29})$$

式中:  $A_1$  —— $27.438\ 31, \left(\frac{1}{m^3}\right)\left(\frac{min}{s}\right)\left(\frac{mm}{m}\right)$ ;

$Q_{SSV}$  ——标准状态(101.3 kPa, 273 K)下的CVS容积流量,  $m^3/s$ ;

$d_v$  ——SSV喉管的直径,  $m$ ;

$\mu$  ——气体的绝对或动态速度,  $kg/ms$

$b$  —— $1.458 \times 10^6$  (经验常数),  $kg/ms\ K^{0.5}$ ;

$S$  ——110.4 (经验常数),  $K$ 。

由于 $Q_{SSV}$ 是Re公式的输入参数, 因此, 计算应先假定 $Q_{SSV}$ 或校准文丘里管的 $C_d$ 的初始值, 并不断重复直至 $Q_{SSV}$ 收敛。收敛方法应精确至收敛点的0.1%或更好。

在亚音速气流范围内至少16个点, 由结果校正曲线拟合公式计算得出的 $C_d$ 值应在各校准点 $C_d$ 测量值的 $\pm 0.5\%$ 。

### BB. 7. 6. 5 系统总体检查

在CVS 取样系统和分析系统正常运转情况下, 注入已知质量的污染气体, 确定这些系统的总准确度。对污染物进行分析并按照BA.6.2.3计算质量, 但对于丙烷, HC的 $u_{gas}$ 用0.000472代替0.000480。应使用下面两种技术:

#### a) 临界流量量孔方法

将已知质量的纯气体(CO或C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)通过已标定的临界流量量孔, 通入CVS系统。若进口压力足够高, 则通过临界流量量孔调节的流量与量孔出口压力无关(即为临界流状态)。CVS系统按照正常的排气污染物试验方式运转约5 min~10 min, 采用常规设备(取样袋或积分方法)对样气进行分析并计算气体质量。气体质量与喷入气体的已知质量的偏差不得超过 $\pm 3\%$ 。

#### b) 质量分析方法

用准确度为 $\pm 0.01\ g$ 的天平称出一个充满CO或C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>小罐的质量。在CO或C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 喷入系统时, CVS系统按照正常的排气污染物试验方式运行5 min~10 min。喷入的纯气体量应是小罐的质量差。全流稀释系统分析仪进行分析(取样袋或积分方法)并计算气体质量。采用常规设备(取样袋或积分方法)对样气进行分析并计算气体质量。计算的气体质量与喷入气体的已知质量的偏差不得超过 $\pm 3\%$ 。

## BB. 8 标准物质(标气和工作气)

### BB. 8. 1 工作气

所有气体都应在有效期内使用。气体纯度应符合下列杂质限值要求。工作时应具备下列气体:

#### a) 对原始排气

纯氮(其中杂质(体积分数):  $C_1 \leq 1\ ppm, CO \leq 1\ ppm, CO_2 \leq 400\ ppm, NO \leq 0.1\ ppm$ )

纯氧(纯度 $>99.5\%$ (体积分数))

氢-氦或氢-氮混合气(FID 燃料)(体积分数  $40 \pm 1\%$ 氢, 氦或氮作平衡气)(其中杂质(体积分数):  $C_1 \leq 1\ ppm, CO_2 \leq 400\ ppm$ )

纯合成空气(其中杂质(体积分数):  $C_1 \leq 1\ ppm, CO \leq 1\ ppm, CO_2 \leq 400\ ppm, NO \leq 0.1\ ppm$ )  
(氧气的体积含量在  $18\% \sim 21\%$ )

#### b) 对稀释排气(原始排放也可选用)

纯氮(其中杂质(体积分数):  $C_1 \leq 0.05\ ppm, CO \leq 1\ ppm, CO_2 \leq 10\ ppm, NO \leq 0.02\ ppm$ )

纯氧(纯度 $>99.5\%$ (体积分数))

氢-氮混合气(FID 燃料)(体积分数  $40 \pm 1\%$ 氢, 氮作平衡气)(其中杂质(体积分数):

$C1 \leq 0.05 \text{ ppm}$  ,  $CO_2 \leq 10 \text{ ppm}$ )

纯合成空气（其中杂质（体积分数）： $C1 \leq 0.05 \text{ ppm}$ ,  $CO \leq 1 \text{ ppm}$ ,  $CO_2 \leq 10 \text{ ppm}$ ,  $NO \leq 0.02 \text{ ppm}$ ）  
（氧气的体积含量在 20.5%~21.5%）

如果没有气瓶，也可采用气体净化装置，只要能证明其杂质水平即可。

#### BB. 8.2 标定气和量距气

如适用，应具备下列化学组分的混合气体。只要气体不相互反应，也可采用其他混合气体。应记录由生产企业规定的标定气体失效日期。

$C_3H_8$  和纯合成空气；

CO 和纯氮；

NO 和纯氮；

$NO_2$  和纯氮；

$CO_2$  和纯氮；

$CH_4$  和纯合成空气；

$C_2H_6$  和纯合成空气；

$N_2O$  和纯氮；

$NH_3$  和纯氮；

$H_2$  和纯氮；

HCHO 和纯氮。

标定气和量距气的实际浓度应在标称值的 $\pm 1\%$ 内或设备供应商建议使用的标定气体浓度（体积分数），且应符合国家或国际标准。所有标定气体的浓度应以体积分数表示（体积%或体积 ppm）。

附件 BC  
(规范性附件)  
燃料消耗量测量规程

BC.1 概述

本附件规定了型式检验中的发动机燃料消耗的测试方法。

BC.2 一般要求

应按照B.6.2~B.6.11中的规定，在各试验中测定燃料消耗量。  
测试结果应记录试验的燃料消耗量与循环功的比值，以 g/kW·h 为单位。

BC.3 燃料消耗量的确定

BC.3.1 测试设备

测量瞬时燃料流量，应采用直接测量质量的系统，如：

- a) 质量流量传感器；
- b) 燃料称重法；
- c) 克里奥利质量流量计。

燃料流量测量系统应满足以下要求：

- a) 准确度满足读数的±2%或者满量程的±0.3%取较好者；
- b) 精度为满量程的±1%或更好；
- c) 上升时间不超过 5 s。

燃料流量测量系统应符合表 BB.1 和表 BB.2 的要求。

应采取预防措施以降低测量误差，预防措施包括：

- a) 按照生产企业的说明和良好的工程经验，合理安装设备；
- b) 流动状态应避免波动、涡流、环流或流量脉冲，以免影响流量测量系统的精度和准确度；
- c) 任何发动机旁通或从发动机返回的燃料都应回到储油罐中。

BC.3.2 数据记录

应按照 B.6.7.11、B.6.8.7 和 B.6.9.7 的要求记录和保存相关数据。

BC.3.3 循环平均油耗的计算

燃料质量消耗量通过循环内瞬时油耗求和得到：

$$q_{mf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{mf,i} \times \frac{1}{f} \times 1000 \quad (\text{BC.1})$$

式中：  
 $q_{mf,i}$  ——瞬时油耗量，kg/s；  
 $f$  ——取样频率，Hz；  
 $n$  ——测量次数。

### BC. 3. 4 比油耗计算

#### BC. 3. 4. 1 循环功计算

计算比油耗所需的循环功应按附录 B 的 6.11.6 确定。

#### BC. 3. 4. 2 NRTC 循环比油耗

比油耗  $e_f$  应按以下公式计算：

$$e_f = \frac{(0.1 \times q_{mf,cold}) + (0.9 \times q_{mf,hot})}{(0.1 \times W_{act,cold}) + (0.9 \times W_{act,hot})} \quad (\text{BC.2})$$

式中：  
 $q_{mf,cold}$  ——冷起动燃料消耗量，g；  
 $q_{mf,hot}$  ——热起动燃料消耗量，g；  
 $W_{act,cold}$  ——冷起动循环的实际循环功，kW·h；  
 $W_{act,hot}$  ——热起动循环的实际循环功，kW·h。

#### BC. 3. 4. 3 NRSC 循环比油耗

比油耗  $e_f$  应按以下公式计算：

$$e_f = \frac{q_{mf}}{W_{act}} \quad (\text{BC.3})$$

式中：  
 $q_{mf}$  ——燃料消耗量，g；  
 $W_{act}$  ——实际循环功，kW·h。

附件 BD  
(规范性附件)  
统计公式和系统等效性

BD.1 平均值和标准偏差

算术平均值按下列公式计算:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (\text{BD.1})$$

标准偏差按下列公式计算:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{BD.2})$$

BD.2 回归分析

回归斜率按下列公式计算:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{BD.3})$$

回归截距 y 按下列公式计算:

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x}) \quad (\text{BD.4})$$

标准偏差 (SEE) 按下列公式计算:

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}}{n-2} \quad (\text{BD.5})$$

相关系数按下列公式计算:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (\text{BD.6})$$

BD.3 系统等效性判定

根据 BB.6 所述, 应基于合适的测试循环获得的 7 对 (或更多) 样本的相关性研究, 来进行备选系统和本附录已接受的参考系统之间的系统等效性判定。采用 F-检验和 t-检验作为等效性判定标准。

这种统计方法用于假设备选系统和参考系统测量的标准偏差和平均值差异不大的基础上。应基于 F 和 t 值 10% 的显著水平进行假设。表 BD.1 给出了 7~10 对样品的 F 和 t 值的临界值。如果根据以下公式计算的 F 和 t 值高于临界值, 则备选系统不等效。

应采用以下步骤。其中下标 R 和 C 分别为参考系统和备选系统;

- a) 备选和参考系统至少同样的进行 7 次测试, 测试数计为  $n_R$  和  $n_C$ ;
- b) 计算平均值  $X_c$  和  $X_r$  和标准偏差  $S_R$  和  $S_c$ ;
- c) 计算 F 值:

$$F = \frac{S_{major}^2}{S_{minor}^2} \quad (\text{BD.7})$$

( $S_R$  和  $S_C$  中的大者作为分子)

d) 计算 t 值:

$$t = \frac{|\bar{x}_C - \bar{x}_R|}{\sqrt{S_C^2/n_C + S_R^2/n_R}} \quad (\text{BD.8})$$

e) 根据相应的试验次数比较 F 和 t 的计算值与临界值, 见表 BD.1。如果选择更大的样品数, 查询 10%显著性水平 (90%置信率) 的统计表。

f) 自由度 ( $d_f$ ) 的确定

对 F-检验:  $df_R = n_R - 1$       $df_C = n_C - 1$

对 t-检验:  $df = (n_C + n_R - 2) / 2$

g) 等效性判定依据, 如下:

- 1) 如果  $F < F_{crit}$  和  $t < t_{crit}$ , 则备选系统等效于本附录的参考系统;
- 2) 如果  $F > F_{crit}$  或  $t > t_{crit}$ , 则备选系统与本附录的参考系统不等效。

表 BD.1 不同样本数下的 t 和 F 值

样品数	F-检验		t-检验	
	$d_f$	$F_{crit}$	$d_f$	$t_{crit}$
7	6.6	3.055	6	1.943
8	7.7	2.785	7	1.895
9	8.8	2.589	8	1.860
10	9.9	2.440	9	1.833

附件 BE  
(规范性附件)  
排放试验用辅件及设备安装的要求

BE.1 辅件及安装要求

表 BE.1 排放试验用辅件及设备安装要求

序号	辅件	排放试验时是否安装
1	进气系统	
	进气歧管	是
	曲轴箱排放控制系统	是
	双进气歧管系统控制装置	是
	空气流量计	是
	进气风道系统	是, 或试验台架设备替代
	空气滤清器	是, 或试验台架设备替代
	进气消声器	是, 或试验台架设备替代
	限速装置	是
	进气歧管加热装置	是, 如可能, 应设置为最有利条件
2	排气系统	
	排气歧管	是
	连接管路	是
	消声器	是
	排气尾管	是
	排气制动	否, 或完全打开
	增压装置	是
3	输油泵	是
4	燃气发动机设备	
	电子控制系统、空气流量计等	是
	减压阀	是
	蒸发器	是
	混合器	是
5	燃料喷射装置	
	粗滤器	是
	细滤器	是
	燃料泵	是
	高压油管	是
	喷油器	是
	进气阀	是
	电子控制系统、传感器等	是
	调速器/控制系统	是

	依据大气状况控制齿条的全负荷自动挡块	是
6	液冷装置	
	散热器	否
	风扇	否
	风扇护风罩	否
	水泵	是
	节温器	是, 可完全打开
7	风冷装置	
	风罩	否
	风扇或风机	否
	温度调节装置	否
8	电气设备	
	发电机	否
	线圈	是
	线路	是
	电子控制系统	是
9	进气增压装置	
	发动机直接驱动和/或排气驱动的压缩机	是
	中冷器	是, 或试验台架设备替代
	冷却液泵或风扇 (发动机驱动)	否
	冷却液流量控制器	是
10	排气后处理系统	是
11	启动装置	是, 或试验台架设备替代
12	机油泵	是

**附件 BF**  
**(规范性附件)**  
**耐久性技术要求**

**BF.1 概述**

本附件规定了耐久系族的划分及劣化系数或劣化修正值的确定方法。

**BF.2 劣化系数或劣化修正值的确定**

**BF.2.1** 企业应以良好的工程方法为基础,采用能够代表在用发动机排放性能劣化的试验循环,在发动机台架上运行耐久性试验。耐久性时间应不少于表2中规定的允许最短试验时间。可采用等功或等油耗的加速劣化耐久试验方法,相关的加速劣化因子由企业根据良好的工程方法来确定。

**BF.2.2** 耐久性试验期间,除了企业推荐的日常维护外,不能对环保关键零部件进行维护或替换。

**BF.2.3** 同一耐久系族的发动机,可以采用相同的排放劣化系数或劣化修正值。

**BF.2.4** 应在磨合期结束时、耐久性试验结束时、耐久性试验期间选择5个以上间隔点进行排放测试。

**BF.2.5** 排放耐久性试验和排放测试应按照BF.2.1确定的试验循环来进行,并确定劣化系数或劣化修正值。

**BF.2.6** 应对每种污染物分别确定劣化系数或劣化修正值。对于NO<sub>x</sub>+HC的劣化修正值,应根据排放耐久性试验过程中测量的NO<sub>x</sub>+HC总量来计算确定;对于NO<sub>x</sub>+HC的劣化系数,应根据排放耐久性试验过程中测量的NO<sub>x</sub>和HC分别确定劣化系数,分别计算NO<sub>x</sub>和HC有效寿命期终点的排放试验结果,最后把NO<sub>x</sub>和HC的计算排放值相加以判断是否符合标准要求。

**BF.2.7** 当排放耐久性试验没有覆盖整个排放耐久期时,排放耐久期结束时的排放值应根据试验期间确立的劣化趋势外插到排放耐久期结束点。

**BF.2.8** 应周期性地记录耐久性试验期间的排放试验结果,采用合适的回归方程确定有效寿命期终点的排放值。

**BF.2.9** 对于安装排气后处理系统的发动机,各污染物的劣化系数(DFi)计算如下:

$$DF_i = \frac{M_{i1}}{M_{i0}} \quad (\text{BF.1})$$

式中:  $M_{i0}$  ——耐久性试验起点的污染物i的排放量, g/kW·h;

$M_{i1}$  ——有效寿命期终点的污染物i的排放量, g/kW·h。

如果DF<sub>i</sub>小于1,则视为1。

**BF.2.10** 对于不安装排气后处理系统的发动机,各污染物的劣化修正值(DC<sub>i</sub>)计算如下:

$$DC_i = M_{i1} - M_{i0} \quad (\text{BF.2})$$

式中:  $M_{i0}$  ——耐久性试验起点的污染物i的排放量, g/kW·h;

$M_{i1}$  ——有效寿命期终点的污染物i的排放量, g/kW·h。

如果DC<sub>i</sub>小于0,则视为0。

**BF.2.11** 对于安装排气后处理系统的发动机,应生产、进口企业的要求,也可使用按照BF.2.10确定的劣化修正值。

**BF.3 耐久系族的划分**

耐久试验源机应为同一耐久系族中机械磨损最大的机型，该机型的工作负荷及强化特性最大，劣化特性最差，并且有效寿命不能小于系族内其他机型。

下列所描述的参数相同或保持在其规定限值之内的机型，都认为其发动机及污染控制装置的组合是相同的。

### BF. 3.1 发动机下列参数相同

- a) 生产企业；
- b) 燃烧循环（二冲程、四冲程等）；
- c) 冷却介质（空气、水、油）；
- d) 单缸排量（系族内发动机间相差不超过 30%）；
- e) 气缸数（对于带后处理装置的发动机）；
- f) 进气方式（自然吸气、增压、增压中冷等）；
- g) 燃烧室型式（预燃式、涡流式、开式）；
- h) 单缸气门数；
- i) 气门、气口结构和尺寸；
- j) 缸体构造（干式、湿式、无缸套）；
- k) 气缸盖构造；
- l) 气缸排列型式；
- m) 燃料喷射系统型式（高压共轨、电控单体泵、电控分配泵、电控泵喷嘴、机械单体泵、机械分配泵、机械直列泵等）；
- n) 废气再循环装置（EGR）（有/无）；
- o) 特殊装置（喷水装置、乳化装置、空气喷射装置、进气节流阀、排气节流阀等有/无）；
- p) 排气后处理系统型式（类别、数目、组合方式）（后处理封装变化，如：由于布置原因导致后处理拆分多个独立封装的情况，若总体积不变且控制策略、喷射策略、监控策略、喷射系统及传感器数目不变，则可扩展）；
- q) 电子控制策略（正时、喷油压力、增压、VGT、EGR 等策略）。

### BF. 3.2 后处理下列参数相同

- a) 催化转化器
  - 1) 型号及生产企业；
  - 2) 催化转化器及其催化单元的数目；
  - 3) 作用型式；
  - 4) 贵金属总含量（g/L）（与源机相比相同或更多）；
  - 5) 贵金属比例（与源机相比在 $\pm 15\%$ 以内）；
  - 6) 载体的尺寸、体积；
  - 7) 载体的结构和材料；
  - 8) 载体生产企业；
  - 9) 涂层生产企业；
  - 10) 涂层材料；
  - 11) 孔密度；
  - 12) 安装的位置（在排气管中的位置和基准距离的最大值）；
  - 13) 正常工作温度（K）范围；
  - 14) 反应剂类型及浓度；

- 15) 反应剂喷射系统、喷射泵等;
  - 16) 其他。
- b) 颗粒物捕集器
- 1) 型号及生产企业;
  - 2) 颗粒物捕集器数量及单元数目;
  - 3) 载体的尺寸、体积;
  - 4) 载体的结构和材料;
  - 5) 载体生产企业;
  - 6) 涂层生产企业;
  - 7) 涂层材料;
  - 8) 孔密度;
  - 9) 贵金属总含量 (g/L) (与源机相比相同或更多);
  - 10) 贵金属比例 (与源机相比在 $\pm 15\%$ 以内);
  - 11) 安装的位置 (在排气管中的位置和基准距离的最大值);
  - 12) 正常工作温度 (K) 范围;
  - 13) 再生方式;
  - 14) 排气中燃料喷射系统型式 (燃烧器、碳氢喷射系统、缸内后喷等);
  - 15) 其他。

附件 BG  
(规范性附件)  
醇类、醛酮类物质的测定方法

BG. 1 使用固相吸附/顶空—气相色谱质谱联用法测量甲醇

BG. 1.1 一般要求

本节规定了排气中甲醇的测定方法，适用于排气中甲醇的测定与分析。

BG. 1.2 方法原理

用冲击瓶/填充柱采样管采集稀释排气中的甲醇，采用顶空—气相色谱质谱联用法进行检测，以保留时间及特征离子定性，峰面积（或峰高）定量。

BG. 1.3 试剂和耗材

BG. 1.3.1 三级水

满足 GB/T 6682 规定的实验室用水，其中甲醇的浓度小于 0.10 mg/L。

BG. 1.3.2 标准样品（标准物质）

可直接购买甲醇液体标准样品（标准物质），纯度为色谱纯。

BG. 1.4 仪器和设备

BG. 1.4.1 气相色谱—质谱联用仪（GC-MS）。

BG. 1.4.2 顶空进样装置。

BG. 1.4.3 分析天平：精密度 0.1 mg。

BG. 1.4.4 振荡器：振荡频率 60 次/min。

BG. 1.4.5 顶空瓶。

BG. 1.4.6 移液枪或移液器：1 mL。

BG. 1.5 样品预处理

取出 1 mL 采集的样品，使用振荡器常温振荡 30 min，振荡频率为 60 次/min

BG. 1.6 分析

BG. 1.6.1 顶空—气相色谱质谱分析条件

BG. 1.6.1.1 顶空—气相色谱质谱参数设置见表 BG.1、表 BG.2，由于测试结果取决于所使用的仪器，因此不可能给出色谱分析的普遍参数，通常可以采用下列操作条件。

表 BG.1 GC-MS 参考条件

采集模式	全扫描（SCAN）和选择离子检测（SIM）模式
进样模式	分流比 2:1

进样温度	220 °C
色谱柱	DB-WAX 60 m × 250μm × 0.25μm
载气	氦气
流速	1.0 mL/min
初始温度	40 °C 保持8 min
升温程序	40 °C/min 到 220 °C, 保持0 min
传输线温度	220 °C
检测器温度	离子源 230 °C/四极杆 150 °C
采集模式	SCAN(m/z) 25~80
	甲醇 SIM (m/z) 29、30、31 乙醇
溶剂延迟	7 min

表 BG. 2 顶空进样器参考条件

仪器	顶空进样器
进样针温度	85 °C
传输线温度	105 °C
炉温	80 °C
恒温时间	10 min

BG. 1. 6. 1. 2 用保留时间和与标准质谱的对比, 来确定目标化合物。

BG. 1. 6. 1. 3 用特征离子来定量 (见表 BG.3) 。

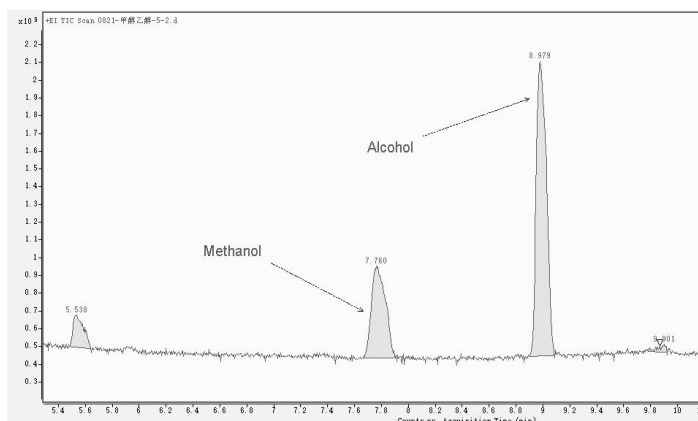


图 BG. 1 质谱分析甲醇 TIC 图

表 BG. 3 化合物定量离子、定性离子

保留时间/min	目标物	CAS NO.	定量离子/ (m/z)	定性离子/ (m/z)
7.760	甲醇	67-56-1	31	29、30

BG. 1. 6. 2 标准曲线的绘制

BG. 1. 6. 2. 1 选用标准溶液绘制校准曲线，将标准溶液稀释至适当浓度梯度后进样分析，至少配制五个曲线浓度点。

BG. 1. 6. 2. 2 以甲醇的浓度为横坐标，峰面积（或峰高）为纵坐标，绘制校准曲线。校准曲线的斜率即是响应因子 RF，线性相关系数至少应达到 0.995。如果校正曲线实在不能通过零点，则曲线方程应包含截距。

BG. 1. 6. 2. 3 每一个新的校准曲线都应用不同源的标准物质进行分析验证。标准物质连续分析六次，在显著性水平 $\alpha=5\%$ 条件下，分析结果和标准物质标称值无显著性差异，否则，则应采取正确的措施来消除由两种不同源标准物质引起的误差。

### BG. 1. 6. 3 样品分析

将样品按照绘制校准曲线的操作步骤和相同的分析条件进行分析。

## BG. 1. 7 结果计算

### BG. 1. 7. 1 质量体积浓度计算

$$C_m = \frac{m_F - m_B}{V} \times 1000 \quad (\text{BG.1})$$

式中： $C_m$  ——分析样品的浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；  
 $m_F$  ——采样管所采集到的甲醇的质量， $\mu\text{g}$ ；  
 $m_B$  ——空白管中甲醇的质量， $\mu\text{g}$ ；  
 $V$  ——校准后的采样体积，L。

由于每支冲击瓶的空白值都是未知的，所以在计算中选用空白值的平均值。每一批三级水都要确定其平均空白值。若一批三级水的取样数量为 N，则至少要分析 $\sqrt{N}$  次的空白值。比如，一批次取样 200 次，则至少要分析 $\sqrt{200}$  次的空白值。

若要将浓度换算成标准状态下的浓度，则上式变为：

$$C_c = C_m \times \frac{P_0}{P} \times \frac{T}{T_0} \quad (\text{BG.2})$$

式中： $C_c$  ——标准状态下分析样品的浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；  
 $P_0$  ——标准状态下的大气压力，101.3kPa；  
 $P$  ——采样时的大气压力，kPa；  
 $T_0$  ——标准状态下的温度，273 K；  
 $T$  ——采样现场的温度，K。

### BG. 1. 7. 2 结果计算的要求

根据单一组分校准曲线，得到甲醇测量值，排气中甲醇的测量值应扣除空白值，并进行稀释空气修正。

### BG. 1. 7. 3 结果表示

当测定结果小于  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  时，保留至整数位；当测定结果大于等于  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  时，保留三位有效数字。

### BG. 1. 8 结果报告

应至少包括以下内容：

- a) 分析条件；
- b) 计算结果，应包括：甲醇测量值、空白值；
- c) 分析谱图。

## BG. 2 排气中醛酮类的测定——高效液相色谱法

### BG. 2.1 一般要求

本节规定了排气中醛酮类的分析方法，适用于对排气中醛酮类的分析测定。

### BG. 2.2 方法原理

BG. 2.2.1 选择填充了涂渍 DNPB 硅胶的填充柱采样管，采集一定体积的稀释样品，样品中的甲醛保留在采样管中。醛酮类组分在强酸作为催化剂的条件下与涂渍于硅胶上的 DNPB 反应，按照图 BG.2 的反应式生成稳定有颜色的腙类衍生物（示例甲醛）：

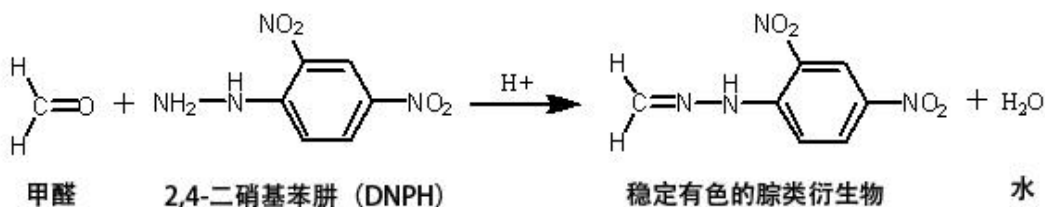


图 BG.2 反应原理

BG. 2.2.2 使用高效液相色谱仪的紫外或二极管阵列检测器检测，保留时间定性，峰面积（峰高）定量。

### BG. 2.3 试剂和材料

#### BG. 2.3.1 DNPB 采样管

已填充了涂渍 DNPB 硅胶的采样管，应确保每批采样管的空白验证应满足甲醛小于 0.15 μg/管的要求。

#### BG. 2.3.2 高纯乙腈（高效液相色谱仪（HPLC）专用流动相）

UV 级纯，醛酮类的浓度应小于 1.5 ng/mL。

#### BG. 2.3.3 标准样品（标准物质）

BG. 2.3.3.1 用标准气体或液体或固体配制成所需浓度的标准气体，用恒流气体采样器将其定量采集到 DNPB 采样管中，形成标准系列。所配制标准系列的分析物浓度与拟分析的样品浓度相似。在采集过程中，应以与采样相同的流速采集标准气体。

BG. 2.3.3.2 可直接购买标准样品（标准物质），亦可使用标准样品（标准物质）自行配制标准系列。

BG. 2.3.3.3 可直接购买国家主管部门批准的附有证书的醛酮衍生物标准物质的标准管，任何预装标准管都应提供以下信息：

装填标准物之前空白管的色谱图和相关的分析条件和日期；

装填标准物的日期；

标准化合物的含量和不确定度；

标准物的实例分析（与空白管的分析条件相同）；  
标准制备方法的简要描述；  
有效期限。

#### BG. 2. 3. 4 滤膜

规格为 0.45  $\mu\text{m}$  有机滤膜。

#### BG. 2. 4 仪器和设备

##### BG. 2. 4. 1 高效液相色谱仪 HPLC

具有紫外或二极管阵列检测器；等效 C18 反相高效液相色谱柱。

##### BG. 2. 4. 2 微量进样器

规格为 10  $\mu\text{L}$ 、50  $\mu\text{L}$ 、100  $\mu\text{L}$ 。

##### BG. 2. 4. 3 容量瓶

规格为 5 mL。

##### BG. 2. 4. 4 固相萃取装置及其附件。

##### BG. 2. 4. 5 超声波清洗器。

#### BG. 2. 5 样品预处理

BG. 2. 5. 1 将采样管放于固相萃取装置上进行样品洗脱，洗脱液的流向应与采样时气流方向相反。

BG. 2. 5. 2 准确加入 5 mL 乙腈反向洗脱采样管，将洗脱液收集于 5 mL 容量瓶中。用 0.45  $\mu\text{m}$  滤膜对洗脱液过滤后，用超声波清洗器处理 3 min~5 min。

BG. 2. 5. 3 用乙腈定容至容量瓶 5 mL 标线。将样品二等分置于样品瓶中，贴上标签放于冰箱中保存。

BG. 2. 5. 4 洗脱液在 0  $^{\circ}\text{C}$ ~4  $^{\circ}\text{C}$  条件下可保存 7 天。

#### BG. 2. 6 分析

##### BG. 2. 6. 1 液相色谱分析条件

由于测试结果取决于所使用的仪器，因此不可能给出色谱分析的普遍参数，通常可采用下列操作条件：

- a) 色谱柱：等效 C18 反相高效液相色谱柱；
- b) 流动相：乙腈/水；
- c) 洗脱：均相等梯度，60%乙腈/40%水；
- d) 检测器：紫外检测器 360 nm，或二极管阵列；
- e) 流速：1.0 mL/min；
- f) 进样量：25  $\mu\text{L}$ 。

表CF.4 目标物保留时间

序号	保留时间/min	目标物	CAS NO.
1	4.899	甲醛	50-00-0

2	7.159	乙醛	75-07-0
3	10.764	丙酮	67-64-1
4	11.506	丙烯醛	107-02-8
5	12.25	糠醛 呋喃甲醛	98-01-1
6	13.21	丙醛	123-38-6
7	17.906	丁烯醛	4170-30-3
8	19.502	2-甲基丙烯醛	78-85-3
9	20.043	2-丁酮	78-93-3
10	21.384	丁醛	123-72-8
11	24.784	苯甲醛	100-52-7
12	26.309	环己酮	108-94-1
13	27.31	异戊醛	590-86-3
14	28.304	戊醛	110-62-3
15	30.057	邻甲基苯甲醛	529-20-4
16	31.045	间甲基苯甲醛	620-23-5
17	31.045	对甲基苯甲醛	104-87-0
18	31.441	戊二醛	111-30-8
19	33.141	4-甲基-2-戊酮	108-10-1
20	36.883	己醛	66-25-1
21	37.678	2,5-二甲苯甲醛	5779-94-2

## BG. 2. 6. 2 校准曲线的绘制

### BG. 2. 6. 2. 1 选用自制或购买的系列标准管绘制校准曲线

将系列标准管放置于固相萃取装置上，加入 5 mL 乙腈反向洗脱标准管，洗脱液的流向应与装载时气流方向相反。将洗脱液收集于 5 mL 试管中。用 0.45  $\mu\text{m}$  滤膜对洗脱液进行过滤，用超声波清洗器处理 3 min~5 min。用乙腈定容至试管 5 mL 标线。将标准洗脱液二等分置于样品瓶中，采用高效液相色谱分析。

### BG. 2. 6. 2. 2 选用标准溶液绘制校准曲线

将标准溶液稀释至适当浓度梯度后进样分析。

**BG. 2. 6. 2. 3** 每一浓度（至少 5 个浓度梯度）平行分析三次，以目标组分的浓度为横坐标，以扣除空白响应后的峰面积（或峰高）的平均值为纵坐标，绘制校准曲线。校准曲线的斜率即是响应因子 RF，线性相关系数至少应达到 0.995。如果校正曲线实在不能通过零点，则曲线方程应包含截距。

**BG. 2. 6. 2. 4** 每一个新的校准曲线都应用不同源的标准物质进行分析验证。标准物质连续分析六次，在显著性水平  $\alpha=5\%$  条件下，分析结果和标准物质标称值无显著性差异，否则，则应采取正确的措施来消除由两种不同源标准物质引起的误差。

### BG. 2. 6. 3 样品分析

将样品按照绘制校准曲线的操作步骤和相同的分析条件进行分析。

## BG. 2.7 结果计算

### BG. 2.7.1 质量体积浓度计算

$$C_m = \frac{m_F - m_B}{V} \times 1000 \quad (\text{BG.3})$$

式中： $C_m$  ——分析样品的浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；  
 $m_F$  ——采样管所采集到的醛酮类的质量， $\mu\text{g}$ ；  
 $m_B$  ——空白管中醛酮类的质量， $\mu\text{g}$ ；  
 $V$  ——校准后的采样体积，L。

由于每支 DNPH 采样管的空白值都是未知的，所以在计算中选用空白值的平均值。每一批管都要确定其平均空白值。若一批管的数量为  $N$ ，则至少要分析  $\sqrt{N}$  支管的空白值。比如，一批管有 200 支，则至少要分析  $\sqrt{200}$  或 14 支管的空白值。

若要将浓度换算成标准状态下的浓度，则上式变为：

$$C_c = C_m \times \frac{P_0}{P} \times \frac{T}{T_0} \quad (\text{BG.4})$$

式中： $C_c$  ——标准状态下分析样品的浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；  
 $P_0$  ——标准状态下的大气压力，101.3 kPa；  
 $P$  ——采样时的大气压力，kPa；  
 $T_0$  ——标准状态下的温度，273 K；  
 $T$  ——采样现场的温度，K。

### BG. 2.7.2 结果计算的要求

根据单一组分校准曲线，得到醛酮类测量值，排气中醛酮类的测量值应扣除空白值，并进行稀释空气修正。

### BG. 2.7.3 结果表示

当测定结果小于  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  时，保留至整数位；当测定结果大于等于  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  时，保留三位有效数字。

## BG. 2.8 结果报告

应至少包括以下内容：

- a) 分析条件；
- b) 计算结果，应包括：醛酮物质测量值、空白值；
- c) 分析谱图。

附件 BH  
(规范性附件)  
NRTC 循环中测功机设定规范

表 BH. 1 NRTC 循环

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
1	0	0	51	102	50	101	75	24
2	0	0	52	102	46	102	73	30
3	0	0	53	102	41	103	74	24
4	0	0	54	102	31	104	77	6
5	0	0	55	89	2	105	76	12
6	0	0	56	82	0	106	74	39
7	0	0	57	47	1	107	72	30
8	0	0	58	23	1	108	75	22
9	0	0	59	1	3	109	78	64
10	0	0	60	1	8	110	102	34
11	0	0	61	1	3	111	103	28
12	0	0	62	1	5	112	103	28
13	0	0	63	1	6	113	103	19
14	0	0	64	1	4	114	103	32
15	0	0	65	1	4	115	104	25
16	0	0	66	0	6	116	103	38
17	0	0	67	1	4	117	103	39
18	0	0	68	9	21	118	103	34
19	0	0	69	25	56	119	102	44
20	0	0	70	64	26	120	103	38
21	0	0	71	60	31	121	102	43
22	0	0	72	63	20	122	103	34
23	0	0	73	62	24	123	102	41
24	1	3	74	64	8	124	103	44
25	1	3	75	58	44	125	103	37
26	1	3	76	65	10	126	103	27
27	1	3	77	65	12	127	104	13
28	1	3	78	68	23	128	104	30
29	1	3	79	69	30	129	104	19
30	1	6	80	71	30	130	103	28
31	1	6	81	74	15	131	104	40
32	2	1	82	71	23	132	104	32
33	4	13	83	73	20	133	101	63
34	7	18	84	73	21	134	102	54

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
35	9	21	85	73	19	135	102	52
36	17	20	86	70	33	136	102	51
37	33	42	87	70	34	137	103	40
38	57	46	88	65	47	138	104	34
39	44	33	89	66	47	139	102	36
40	31	0	90	64	53	140	104	44
41	22	27	91	65	45	141	103	44
42	33	43	92	66	38	142	104	33
43	80	49	93	67	49	143	102	27
44	105	47	94	69	39	144	103	26
45	98	70	95	69	39	145	79	53
46	104	36	96	66	42	146	51	37
47	104	65	97	71	29	147	24	23
48	96	71	98	75	29	148	13	33
49	101	62	99	72	23	149	19	55
50	102	51	100	74	22	150	45	30
151	34	7	206	27	34	261	52	96
152	14	4	207	32	33	262	63	62
153	8	16	208	41	31	263	71	6
154	15	6	209	43	31	264	33	16
155	39	47	210	37	33	265	47	45
156	39	4	211	26	18	266	43	56
157	35	26	212	18	29	267	42	27
158	27	38	213	14	51	268	42	64
159	43	40	214	13	11	269	75	74
160	14	23	215	12	9	270	68	96
161	10	10	216	15	33	271	86	61
162	15	33	217	20	25	272	66	0
163	35	72	218	25	17	273	37	0
164	60	39	219	31	29	274	45	37
165	55	31	220	36	66	275	68	96
166	47	30	221	66	40	276	80	97
167	16	7	222	50	13	277	92	96
168	0	6	223	16	24	278	90	97
169	0	8	224	26	50	279	82	96
170	0	8	225	64	23	280	94	81
171	0	2	226	81	20	281	90	85
172	2	17	227	83	11	282	96	65
173	10	28	228	79	23	283	70	96

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
174	28	31	229	76	31	284	55	95
175	33	30	230	68	24	285	70	96
176	36	0	231	59	33	286	79	96
177	19	10	232	59	3	287	81	71
178	1	18	233	25	7	288	71	60
179	0	16	234	21	10	289	92	65
180	1	3	235	20	19	290	82	63
181	1	4	236	4	10	291	61	47
182	1	5	237	5	7	292	52	37
183	1	6	238	4	5	293	24	0
184	1	5	239	4	6	294	20	7
185	1	3	240	4	6	295	39	48
186	1	4	241	4	5	296	39	54
187	1	4	242	7	5	297	63	58
188	1	6	243	16	28	298	53	31
189	8	18	244	28	25	299	51	24
190	20	51	245	52	53	300	48	40
191	49	19	246	50	8	301	39	0
192	41	13	247	26	40	302	35	18
193	31	16	248	48	29	303	36	16
194	28	21	249	54	39	304	29	17
195	21	17	250	60	42	305	28	21
196	31	21	251	48	18	306	31	15
197	21	8	252	54	51	307	31	10
198	0	14	253	88	90	308	43	19
199	0	12	254	103	84	309	49	63
200	3	8	255	103	85	310	78	61
201	3	22	256	102	84	311	78	46
202	12	20	257	58	66	312	66	65
203	14	20	258	64	97	313	78	97
204	16	17	259	56	80	314	84	63
205	20	18	260	51	67	315	57	26
316	36	22	371	32	0	426	81	58
317	20	34	372	10	8	427	74	51
318	19	8	373	17	7	428	76	57
319	9	10	374	16	13	429	76	72
320	5	5	375	11	6	430	85	72
321	7	11	376	9	5	431	84	60
322	15	15	377	9	12	432	83	72

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
323	12	9	378	12	46	433	83	72
324	13	27	379	15	30	434	86	72
325	15	28	380	26	28	435	89	72
326	16	28	381	13	9	436	86	72
327	16	31	382	16	21	437	87	72
328	15	20	383	24	4	438	88	72
329	17	0	384	36	43	439	88	71
330	20	34	385	65	85	440	87	72
331	21	25	386	78	66	441	85	71
332	20	0	387	63	39	442	88	72
333	23	25	388	32	34	443	88	72
334	30	58	389	46	55	444	84	72
335	63	96	390	47	42	445	83	73
336	83	60	391	42	39	446	77	73
337	61	0	392	27	0	447	74	73
338	26	0	393	14	5	448	76	72
339	29	44	394	14	14	449	46	77
340	68	97	395	24	54	450	78	62
341	80	97	396	60	90	451	79	35
342	88	97	397	53	66	452	82	38
343	99	88	398	70	48	453	81	41
344	102	86	399	77	93	454	79	37
345	100	82	400	79	67	455	78	35
346	74	79	401	46	65	456	78	38
347	57	79	402	69	98	457	78	46
348	76	97	403	80	97	458	75	49
349	84	97	404	74	97	459	73	50
350	86	97	405	75	98	460	79	58
351	81	98	406	56	61	461	79	71
352	83	83	407	42	0	462	83	44
353	65	96	408	36	32	463	53	48
354	93	72	409	34	43	464	40	48
355	63	60	410	68	83	465	51	75
356	72	49	411	102	48	466	75	72
357	56	27	412	62	0	467	89	67
358	29	0	413	41	39	468	93	60
359	18	13	414	71	86	469	89	73
360	25	11	415	91	52	470	86	73
361	28	24	416	89	55	471	81	73

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
362	34	53	417	89	56	472	78	73
363	65	83	418	88	58	473	78	73
364	80	44	419	78	69	474	76	73
365	77	46	420	98	39	475	79	73
366	76	50	421	64	61	476	82	73
367	45	52	422	90	34	477	86	73
368	61	98	423	88	38	478	88	72
369	61	69	424	97	62	479	92	71
370	63	49	425	100	53	480	97	54
481	73	43	536	81	17	591	104	59
482	36	64	537	76	45	592	103	54
483	63	31	538	76	30	593	102	56
484	78	1	539	80	14	594	102	56
485	69	27	540	71	18	595	103	61
486	67	28	541	71	14	596	102	64
487	72	9	542	71	11	597	103	60
488	71	9	543	65	2	598	93	72
489	78	36	544	31	26	599	86	73
490	81	56	545	24	72	600	76	73
491	75	53	546	64	70	601	59	49
492	60	45	547	77	62	602	46	22
493	50	37	548	80	68	603	40	65
494	66	41	549	83	53	604	72	31
495	51	61	550	83	50	605	72	27
496	68	47	551	83	50	606	67	44
497	29	42	552	85	43	607	68	37
498	24	73	553	86	45	608	67	42
499	64	71	554	89	35	609	68	50
500	90	71	555	82	61	610	77	43
501	100	61	556	87	50	611	58	4
502	94	73	557	85	55	612	22	37
503	84	73	558	89	49	613	57	69
504	79	73	559	87	70	614	68	38
505	75	72	560	91	39	615	73	2
506	78	73	561	72	3	616	40	14
507	80	73	562	43	25	617	42	38
508	81	73	563	30	60	618	64	69
509	81	73	564	40	45	619	64	74
510	83	73	565	37	32	620	67	73

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
511	85	73	566	37	32	621	65	73
512	84	73	567	43	70	622	68	73
513	85	73	568	70	54	623	65	49
514	86	73	569	77	47	624	81	0
515	85	73	570	79	66	625	37	25
516	85	73	571	85	53	626	24	69
517	85	72	572	83	57	627	68	71
518	85	73	573	86	52	628	70	71
519	83	73	574	85	51	629	76	70
520	79	73	575	70	39	630	71	72
521	78	73	576	50	5	631	73	69
522	81	73	577	38	36	632	76	70
523	82	72	578	30	71	633	77	72
524	94	56	579	75	53	634	77	72
525	66	48	580	84	40	635	77	72
526	35	71	581	85	42	636	77	70
527	51	44	582	86	49	637	76	71
528	60	23	583	86	57	638	76	71
529	64	10	584	89	68	639	77	71
530	63	14	585	99	61	640	77	71
531	70	37	586	77	29	641	78	70
532	76	45	587	81	72	642	77	70
533	78	18	588	89	69	643	77	71
534	76	51	589	49	56	644	79	72
535	75	33	590	79	70	645	78	70
646	80	70	701	102	68	756	103	47
647	82	71	702	100	69	757	102	49
648	84	71	703	102	70	758	102	42
649	83	71	704	102	68	759	102	52
650	83	73	705	102	70	760	102	57
651	81	70	706	102	72	761	102	55
652	80	71	707	102	68	762	102	61
653	78	71	708	102	69	763	102	61
654	76	70	709	100	68	764	102	58
655	76	70	710	102	71	765	103	58
656	76	71	711	101	64	766	102	59
657	79	71	712	102	69	767	102	54
658	78	71	713	102	69	768	102	63
659	81	70	714	101	69	769	102	61

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
660	83	72	715	102	64	770	103	55
661	84	71	716	102	69	771	102	60
662	86	71	717	102	68	772	102	72
663	87	71	718	102	70	773	103	56
664	92	72	719	102	69	774	102	55
665	91	72	720	102	70	775	102	67
666	90	71	721	102	70	776	103	56
667	90	71	722	102	62	777	84	42
668	91	71	723	104	38	778	48	7
669	90	70	724	104	15	779	48	6
670	90	72	725	102	24	780	48	6
671	91	71	726	102	45	781	48	7
672	90	71	727	102	47	782	48	6
673	90	71	728	104	40	783	48	7
674	92	72	729	101	52	784	67	21
675	93	69	730	103	32	785	105	59
676	90	70	731	102	50	786	105	96
677	93	72	732	103	30	787	105	74
678	91	70	733	103	44	788	105	66
679	89	71	734	102	40	789	105	62
680	91	71	735	103	43	790	105	66
681	90	71	736	103	41	791	89	41
682	90	71	737	102	46	792	52	5
683	92	71	738	103	39	793	48	5
684	91	71	739	102	41	794	48	7
685	93	71	740	103	41	795	48	5
686	93	68	741	102	38	796	48	6
687	98	68	742	103	39	797	48	4
688	98	67	743	102	46	798	52	6
689	100	69	744	104	46	799	51	5
690	99	68	745	103	49	800	51	6
691	100	71	746	102	45	801	51	6
692	99	68	747	103	42	802	52	5
693	100	69	748	103	46	803	52	5
694	102	72	749	103	38	804	57	44
695	101	69	750	102	48	805	98	90
696	100	69	751	103	35	806	105	94
697	102	71	752	102	48	807	105	100
698	102	71	753	103	49	808	105	98

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
699	102	69	754	102	48	809	105	95
700	102	71	755	102	46	810	105	96
811	105	92	866	83	29	921	80	50
812	104	97	867	83	22	922	81	37
813	100	85	868	83	16	923	82	49
814	94	74	869	83	12	924	83	37
815	87	62	870	83	9	925	83	25
816	81	50	871	83	8	926	83	17
817	81	46	872	83	7	927	83	13
818	80	39	873	83	6	928	83	10
819	80	32	874	83	6	929	83	8
820	81	28	875	83	6	930	83	7
821	80	26	876	83	6	931	83	7
822	80	23	877	83	6	932	83	6
823	80	23	878	59	4	933	83	6
824	80	20	879	50	5	934	83	6
825	81	19	880	51	5	935	71	5
826	80	18	881	51	5	936	49	24
827	81	17	882	51	5	937	69	64
828	80	20	883	50	5	938	81	50
829	81	24	884	50	5	939	81	43
830	81	21	885	50	5	940	81	42
831	80	26	886	50	5	941	81	31
832	80	24	887	50	5	942	81	30
833	80	23	888	51	5	943	81	35
834	80	22	889	51	5	944	81	28
835	81	21	890	51	5	945	81	27
836	81	24	891	63	50	946	80	27
837	81	24	892	81	34	947	81	31
838	81	22	893	81	25	948	81	41
839	81	22	894	81	29	949	81	41
840	81	21	895	81	23	950	81	37
841	81	31	896	80	24	951	81	43
842	81	27	897	81	24	952	81	34
843	80	26	898	81	28	953	81	31
844	80	26	899	81	27	954	81	26
845	81	25	900	81	22	955	81	23
846	80	21	901	81	19	956	81	27
847	81	20	902	81	17	957	81	38

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
848	83	21	903	81	17	958	81	40
849	83	15	904	81	17	959	81	39
850	83	12	905	81	15	960	81	27
851	83	9	906	80	15	961	81	33
852	83	8	907	80	28	962	80	28
853	83	7	908	81	22	963	81	34
854	83	6	909	81	24	964	83	72
855	83	6	910	81	19	965	81	49
856	83	6	911	81	21	966	81	51
857	83	6	912	81	20	967	80	55
858	83	6	913	83	26	968	81	48
859	76	5	914	80	63	969	81	36
860	49	8	915	80	59	970	81	39
861	51	7	916	83	100	971	81	38
862	51	20	917	81	73	972	80	41
863	78	52	918	83	53	973	81	30
864	80	38	919	80	76	974	81	23
865	81	33	920	81	61	975	81	19
976	81	25	1031	84	25	1086	99	38
977	81	29	1032	86	23	1087	102	24
978	83	47	1033	85	22	1088	100	31
979	81	90	1034	83	26	1089	100	28
980	81	75	1035	83	25	1090	98	3
981	80	60	1036	83	37	1091	102	26
982	81	48	1037	84	14	1092	95	64
983	81	41	1038	83	39	1093	102	23
984	81	30	1039	76	70	1094	102	25
985	80	24	1040	78	81	1095	98	42
986	81	20	1041	75	71	1096	93	68
987	81	21	1042	86	47	1097	101	25
988	81	29	1043	83	35	1098	95	64
989	81	29	1044	81	43	1099	101	35
990	81	27	1045	81	41	1100	94	59
991	81	23	1046	79	46	1101	97	37
992	81	25	1047	80	44	1102	97	60
993	81	26	1048	84	20	1103	93	98
994	81	22	1049	79	31	1104	98	53
995	81	20	1050	87	29	1105	103	13
996	81	17	1051	82	49	1106	103	11

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
997	81	23	1052	84	21	1107	103	11
998	83	65	1053	82	56	1108	103	13
999	81	54	1054	81	30	1109	103	10
1000	81	50	1055	85	21	1110	103	10
1001	81	41	1056	86	16	1111	103	11
1002	81	35	1057	79	52	1112	103	10
1003	81	37	1058	78	60	1113	103	10
1004	81	29	1059	74	55	1114	102	18
1005	81	28	1060	78	84	1115	102	31
1006	81	24	1061	80	54	1116	101	24
1007	81	19	1062	80	35	1117	102	19
1008	81	16	1063	82	24	1118	103	10
1009	80	16	1064	83	43	1119	102	12
1010	83	23	1065	79	49	1120	99	56
1011	83	17	1066	83	50	1121	96	59
1012	83	13	1067	86	12	1122	74	28
1013	83	27	1068	64	14	1123	66	62
1014	81	58	1069	24	14	1124	74	29
1015	81	60	1070	49	21	1125	64	74
1016	81	46	1071	77	48	1126	69	40
1017	80	41	1072	103	11	1127	76	2
1018	80	36	1073	98	48	1128	72	29
1019	81	26	1074	101	34	1129	66	65
1020	86	18	1075	99	39	1130	54	69
1021	82	35	1076	103	11	1131	69	56
1022	79	53	1077	103	19	1132	69	40
1023	82	30	1078	103	7	1133	73	54
1024	83	29	1079	103	13	1134	63	92
1025	83	32	1080	103	10	1135	61	67
1026	83	28	1081	102	13	1136	72	42
1027	76	60	1082	101	29	1137	78	2
1028	79	51	1083	102	25	1138	76	34
1029	86	26	1084	102	20	1139	67	80
1030	82	34	1085	96	60	1140	70	67
1141	53	70	1174	76	8	1207	68	62
1142	72	65	1175	76	7	1208	68	62
1143	60	57	1176	67	45	1209	68	62
1144	74	29	1177	75	13	1210	54	50
1145	69	31	1178	75	12	1211	41	37

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
1146	76	1	1179	73	21	1212	27	25
1147	74	22	1180	68	46	1213	14	12
1148	72	52	1181	74	8	1214	0	0
1149	62	96	1182	76	11	1215	0	0
1150	54	72	1183	76	14	1216	0	0
1151	72	28	1184	74	11	1217	0	0
1152	72	35	1185	74	18	1218	0	0
1153	64	68	1186	73	22	1219	0	0
1154	74	27	1187	74	20	1220	0	0
1155	76	14	1188	74	19	1221	0	0
1156	69	38	1189	70	22	1222	0	0
1157	66	59	1190	71	23	1223	0	0
1158	64	99	1191	73	19	1223	0	0
1159	51	86	1192	73	19	1224	0	0
1160	70	53	1193	72	20	1225	0	0
1161	72	36	1194	64	60	1226	0	0
1162	71	47	1195	70	39	1227	0	0
1163	70	42	1196	66	56	1228	0	0
1164	67	34	1197	68	64	1229	0	0
1165	74	2	1198	30	68	1230	0	0
1166	75	21	1199	70	38	1231	0	0
1167	74	15	1200	66	47	1232	0	0
1168	75	13	1201	76	14	1233	0	0
1169	76	10	1202	74	18	1234	0	0
1170	75	13	1203	69	46	1235	0	0
1171	75	10	1204	68	62	1236	0	0
1172	75	7	1205	68	62	1237	0	0
1173	75	13	1206	68	62	1238	0	0

表 BH. 2 LSI-NRTC 测功机设定规范

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
1	0	0	39	17	41	77	100	42
2	0	0	40	17	37	78	100	54
3	0	0	41	7	50	79	100	58
4	0	0	42	20	32	80	100	38
5	0	0	43	5	55	81	83	17
6	0	0	44	30	42	82	61	15
7	0	0	45	44	53	83	43	22
8	0	0	46	45	56	84	24	35
9	1	8	47	41	52	85	16	39
10	6	54	48	24	41	86	15	45
11	8	61	49	15	40	87	32	34
12	34	59	50	11	44	88	14	42
13	22	46	51	32	31	89	8	48
14	5	51	52	38	54	90	5	51
15	18	51	53	38	47	91	10	41
16	31	50	54	9	55	92	12	37
17	30	56	55	10	50	93	4	47
18	31	49	56	33	55	94	3	49
19	25	66	57	48	56	95	3	50
20	58	55	58	49	47	96	4	49
21	43	31	59	33	44	97	4	48
22	16	45	60	52	43	98	8	43
23	24	38	61	55	43	99	2	51
24	24	27	62	59	38	100	5	46
25	30	33	63	44	28	101	8	41
26	45	65	64	24	37	102	4	47
27	50	49	65	12	44	103	3	49
28	23	42	66	9	47	104	6	45
29	13	42	67	12	52	105	3	48
30	9	45	68	34	21	106	10	42
31	23	30	69	29	44	107	18	27
32	37	45	70	44	54	108	3	50
33	44	50	71	54	62	109	11	41
34	49	52	72	62	57	110	34	29
35	55	49	73	72	56	111	51	57
36	61	46	74	88	71	112	67	63
37	66	38	75	100	69	113	61	32
38	42	33	76	100	34	114	44	31

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
115	48	54	153	1	58	191	6	51
116	69	65	154	21	57	192	24	48
117	85	65	155	29	47	193	49	67
118	81	29	156	33	45	194	47	49
119	74	21	157	16	49	195	22	44
120	62	23	158	38	45	196	25	40
121	76	58	159	37	43	197	38	54
122	96	75	160	35	42	198	43	55
123	100	77	161	39	43	199	40	52
124	100	27	162	51	49	200	14	49
125	100	79	163	59	55	201	11	45
126	100	79	164	65	54	202	7	48
127	100	81	165	76	62	203	26	41
128	100	57	166	84	59	204	41	59
129	99	52	167	83	29	205	53	60
130	81	35	168	67	35	206	44	54
131	69	29	169	84	54	207	22	40
132	47	22	170	90	58	208	24	41
133	34	28	171	93	43	209	32	53
134	27	37	172	90	29	210	44	74
135	83	60	173	66	19	211	57	25
136	100	74	174	52	16	212	22	49
137	100	7	175	49	17	213	29	45
138	100	2	176	56	38	214	19	37
139	70	18	177	73	71	215	14	43
140	23	39	178	86	80	216	36	40
141	5	54	179	96	75	217	43	63
142	11	40	180	89	27	218	42	49
143	11	34	181	66	17	219	15	50
144	11	41	182	50	18	220	19	44
145	19	25	183	36	25	221	47	59
146	16	32	184	36	24	222	67	80
147	20	31	185	38	40	223	76	74
148	21	38	186	40	50	224	87	66
149	21	42	187	27	48	225	98	61
150	9	51	188	19	48	226	100	38
151	4	49	189	23	50	227	97	27
152	2	51	190	19	45	228	100	53
229	100	72	267	13	53	305	98	81

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
230	100	49	268	23	45	306	100	74
231	100	4	269	29	50	307	100	13
232	100	13	270	28	42	308	100	11
233	87	15	271	21	55	309	100	17
234	53	26	272	34	57	310	99	3
235	33	27	273	44	47	311	80	7
236	39	19	274	19	46	312	62	11
237	51	33	275	13	44	313	63	11
238	67	54	276	25	36	314	64	16
239	83	60	277	43	51	315	69	43
240	95	52	278	55	73	316	81	67
241	100	50	279	68	72	317	93	74
242	100	36	280	76	63	318	100	72
243	100	25	281	80	45	319	94	27
244	85	16	282	83	40	320	73	15
245	62	16	283	78	26	321	40	33
246	40	26	284	60	20	322	40	52
247	56	39	285	47	19	323	50	50
248	81	75	286	52	25	324	11	53
249	98	86	287	36	30	325	12	45
250	100	76	288	40	26	326	5	50
251	100	51	289	45	34	327	1	55
252	100	78	290	47	35	328	7	55
253	100	83	291	42	28	329	62	60
254	100	100	292	46	38	330	80	28
255	100	66	293	48	44	331	23	37
256	100	85	294	68	61	332	39	58
257	100	72	295	70	47	333	47	24
258	100	45	296	48	28	334	59	51
259	98	58	297	42	22	335	58	68
260	60	30	298	31	29	336	36	52
261	43	32	299	22	35	337	18	42
262	71	36	300	28	28	338	36	52
263	44	32	301	46	46	339	59	73
264	24	38	302	62	69	340	72	85
265	42	17	303	76	81	341	85	92
266	22	51	304	88	85	342	99	90
343	100	72	381	79	11	419	100	59
344	100	18	382	80	16	420	100	98

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
345	100	76	383	92	21	421	100	99
346	100	64	384	99	16	422	100	75
347	100	87	385	83	2	423	100	95
348	100	97	386	71	2	424	100	100
349	100	84	387	69	4	425	100	97
350	100	100	388	67	4	426	100	90
351	100	91	389	74	16	427	100	86
352	100	83	390	86	25	428	100	82
353	100	93	391	97	28	429	97	43
354	100	100	392	100	15	430	70	16
355	94	43	393	83	2	431	50	20
356	72	10	394	62	4	432	42	33
357	77	3	395	40	6	433	89	64
358	48	2	396	49	10	434	89	77
359	29	5	397	36	5	435	99	95
360	59	19	398	27	4	436	100	41
361	63	5	399	29	3	437	77	12
362	35	2	400	22	2	438	29	37
363	24	3	401	13	3	439	16	41
364	28	2	402	37	36	440	16	38
365	36	16	403	90	26	441	15	36
366	54	23	404	41	2	442	18	44
367	60	10	405	25	2	443	4	55
368	33	1	406	29	2	444	24	26
369	23	0	407	38	7	445	26	35
370	16	0	408	50	13	446	15	45
371	11	0	409	55	10	447	21	39
372	20	0	410	29	3	448	29	52
373	25	2	411	24	7	449	26	46
374	40	3	412	51	16	450	27	50
375	33	4	413	62	15	451	13	43
376	34	5	414	72	35	452	25	36
377	46	7	415	91	74	453	37	57
378	57	10	416	100	73	454	29	46
379	66	11	417	100	8	455	17	39
380	75	14	418	98	11	456	13	41
457	19	38	495	35	66	533	71	56
458	28	35	496	56	47	534	66	48
459	8	51	497	49	64	535	61	50

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
460	14	36	498	59	64	536	55	56
461	17	47	499	42	69	537	52	52
462	34	39	500	6	77	538	54	49
463	34	57	501	5	59	539	61	50
464	11	70	502	17	59	540	64	54
465	13	51	503	45	53	541	67	54
466	13	68	504	21	62	542	68	52
467	38	44	505	31	60	543	60	53
468	53	67	506	53	68	544	52	50
469	29	69	507	48	79	545	45	49
470	19	65	508	45	61	546	38	45
471	52	45	509	51	47	547	32	45
472	61	79	510	41	48	548	26	53
473	29	70	511	26	58	549	23	56
474	15	53	512	21	62	550	30	49
475	15	60	513	50	52	551	33	55
476	52	40	514	39	65	552	35	59
477	50	61	515	23	65	553	33	65
478	13	74	516	42	62	554	30	67
479	46	51	517	57	80	555	28	59
480	60	73	518	66	81	556	25	58
481	33	84	519	64	62	557	23	56
482	31	63	520	45	42	558	22	57
483	41	42	521	33	42	559	19	63
484	26	69	522	27	57	560	14	63
485	23	65	523	31	59	561	31	61
486	48	49	524	41	53	562	35	62
487	28	57	525	45	72	563	21	80
488	16	67	526	48	73	564	28	65
489	39	48	527	46	90	565	7	74
490	47	73	528	56	76	566	23	54
491	35	87	529	64	76	567	38	54
492	26	73	530	69	64	568	14	78
493	30	61	531	72	59	569	38	58
494	34	49	532	73	58	570	52	75
571	59	81	609	43	65	647	20	52
572	66	69	610	52	80	648	22	55
573	54	44	611	52	83	649	30	53
574	48	34	612	49	57	650	37	59

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
575	44	33	613	48	46	651	41	58
576	40	40	614	37	36	652	36	54
577	28	58	615	25	44	653	29	49
578	27	63	616	14	53	654	24	53
579	35	45	617	13	64	655	14	57
580	20	66	618	64	69	656	10	54
581	15	60	619	64	74	657	9	55
582	10	52	620	67	73	658	10	57
583	22	56	621	65	73	659	13	55
584	30	62	622	68	73	660	15	64
585	21	67	623	65	49	661	31	57
586	29	53	624	81	0	662	19	69
587	41	56	625	37	25	663	14	59
588	15	67	626	24	69	664	33	57
589	24	56	627	68	71	665	41	65
590	42	69	628	70	71	666	39	64
591	39	83	629	76	70	667	39	59
592	40	73	630	71	72	668	39	51
593	35	67	631	73	69	669	28	41
594	32	61	632	76	70	670	19	49
595	30	65	633	77	72	671	27	54
596	30	72	634	77	72	672	37	63
597	48	51	635	77	72	673	32	74
598	66	58	636	77	70	674	16	70
599	62	71	637	76	71	675	12	67
600	36	63	638	76	71	676	13	60
601	17	59	639	77	71	677	17	56
602	16	50	640	77	71	678	15	62
603	16	62	641	78	70	679	25	47
604	34	48	642	23	50	680	27	64
605	51	66	643	32	59	681	14	71
606	35	74	644	36	63	682	5	65
607	15	56	645	33	59	683	6	57
608	19	54	646	24	52	684	6	57
685	15	52	723	4	61	761	26	50
686	22	61	724	10	56	762	28	55
687	14	77	725	8	61	763	18	56
688	12	67	726	20	56	764	15	52
689	12	62	727	32	62	765	11	59

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
690	14	59	728	33	66	766	16	59
691	15	58	729	34	73	767	34	54
692	18	55	730	31	61	768	16	82
693	22	53	731	33	55	769	15	64
694	19	69	732	33	60	770	36	53
695	14	67	733	31	59	771	45	64
696	9	63	734	29	58	772	41	59
697	8	56	735	31	53	773	34	50
698	17	49	736	33	51	774	27	45
699	25	55	737	33	48	775	22	52
700	14	70	738	27	44	776	18	55
701	12	60	739	21	52	777	26	54
702	22	57	740	13	57	778	39	62
703	27	67	741	12	56	779	37	71
704	29	68	742	10	64	780	32	58
705	34	62	743	22	47	781	24	48
706	35	61	744	15	74	782	14	59
707	28	78	745	8	66	783	7	59
708	11	71	746	34	47	784	7	55
709	4	58	747	18	71	785	18	49
710	5	58	748	9	57	786	40	62
711	10	56	749	11	55	787	44	73
712	20	63	750	12	57	788	41	68
713	13	76	751	10	61	789	35	48
714	11	65	752	16	53	790	29	54
715	9	60	753	12	75	791	22	69
716	7	55	754	6	70	792	46	53
717	8	53	755	12	55	793	59	71
718	10	60	756	24	50	794	69	68
719	28	53	757	28	60	795	75	47
720	12	73	758	28	64	796	62	32
721	4	64	759	23	60	797	48	35
722	4	61	760	20	56	798	27	59
799	13	58	837	9	55	875	60	66
800	14	54	838	10	54	876	58	55
801	21	53	839	20	53	877	60	52
802	23	56	840	27	58	878	64	55
803	23	57	841	29	59	879	68	51
804	23	65	842	30	62	880	63	54

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
805	13	65	843	30	65	881	64	50
806	9	64	844	27	66	882	68	58
807	27	56	845	32	58	883	73	47
808	26	78	846	40	56	884	63	40
809	40	61	847	41	57	885	50	38
810	35	76	848	18	73	886	29	61
811	28	66	849	15	55	887	14	61
812	23	57	850	18	50	888	14	53
813	16	50	851	17	52	889	42	6
814	11	53	852	20	49	890	58	6
815	9	57	853	16	62	891	58	6
816	9	62	854	4	67	892	77	39
817	27	57	855	2	64	893	93	56
818	42	69	856	7	54	894	93	44
819	47	75	857	10	50	895	93	37
820	53	67	858	9	57	896	93	31
821	61	62	859	5	62	897	93	25
822	63	53	860	12	51	898	93	26
823	60	54	861	14	65	899	93	27
824	56	44	862	9	64	900	93	25
825	49	39	863	31	50	901	93	21
826	39	35	864	30	78	902	93	22
827	30	34	865	21	65	903	93	24
828	33	46	866	14	51	904	93	23
829	44	56	867	10	55	905	93	27
830	50	56	868	6	59	906	93	34
831	44	52	869	7	59	907	93	32
832	38	46	870	19	54	908	93	26
833	33	44	871	23	61	909	93	31
834	29	45	872	24	62	910	93	34
835	24	46	873	34	61	911	93	31
836	18	52	874	51	67	912	93	33
913	93	36	951	93	17	989	93	32
914	93	37	952	93	19	990	93	45
915	93	34	953	93	22	991	93	43
916	93	30	954	93	24	992	93	37
917	93	32	955	93	23	993	93	29
918	93	35	956	93	20	994	93	23
919	93	35	957	93	20	995	93	20

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
920	93	32	958	94	19	996	93	18
921	93	28	959	95	19	997	93	16
922	93	23	960	95	17	998	93	17
923	94	18	961	96	13	999	93	16
924	95	18	962	95	10	1000	93	15
925	96	17	963	96	9	1001	93	15
926	95	13	964	95	7	1002	93	15
927	96	10	965	95	7	1003	93	14
928	95	9	966	95	7	1004	93	15
929	95	7	967	95	6	1005	93	15
930	95	7	968	96	6	1006	93	14
931	96	7	969	96	6	1007	93	13
932	96	6	970	89	6	1008	93	14
933	96	6	971	68	6	1009	93	14
934	95	6	972	57	6	1010	93	15
935	90	6	973	66	32	1011	93	16
936	69	43	974	84	52	1012	93	17
937	76	62	975	93	46	1013	93	20
938	93	47	976	93	42	1014	93	22
939	93	39	977	93	36	1015	93	20
940	93	35	978	93	28	1016	93	19
941	93	34	979	93	23	1017	93	20
942	93	36	980	93	19	1018	93	19
943	93	39	981	93	16	1019	93	19
944	93	34	982	93	15	1020	93	20
945	93	26	983	93	16	1021	93	32
946	93	23	984	93	15	1022	93	37
947	93	24	985	93	14	1023	93	28
948	93	24	986	93	15	1024	93	26
949	93	22	987	93	16	1025	93	24
950	93	19	988	94	15	1026	93	22
1027	93	22	1065	93	18	1103	93	26
1028	93	21	1066	93	18	1104	93	25
1029	93	20	1067	93	19	1105	93	27
1030	93	20	1068	93	18	1106	93	27
1031	93	20	1069	93	18	1107	93	27
1032	93	20	1070	93	20	1108	93	24
1033	93	19	1071	93	23	1109	93	20
1034	93	18	1072	93	25	1110	93	18

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
1035	93	20	1073	93	25	1111	93	17
1036	93	20	1074	93	24	1112	93	17
1037	93	20	1075	93	24	1113	93	18
1038	93	20	1076	93	22	1114	93	18
1039	93	19	1077	93	22	1115	93	18
1040	93	18	1078	93	22	1116	93	19
1041	93	18	1079	93	19	1117	93	22
1042	93	17	1080	93	16	1118	93	22
1043	93	16	1081	95	17	1119	93	19
1044	93	16	1082	95	37	1120	93	17
1045	93	15	1083	93	43	1121	93	17
1046	93	16	1084	93	32	1122	93	18
1047	93	18	1085	93	27	1123	93	18
1048	93	37	1086	93	26	1124	93	19
1049	93	48	1087	93	24	1125	93	19
1050	93	38	1088	93	22	1126	93	20
1051	93	31	1089	93	22	1127	93	19
1052	93	26	1090	93	22	1128	93	20
1053	93	21	1091	93	23	1129	93	25
1054	93	18	1092	93	22	1130	93	30
1055	93	16	1093	93	22	1131	93	31
1056	93	17	1094	93	23	1132	93	26
1057	93	18	1095	93	23	1133	93	21
1058	93	19	1096	93	23	1134	93	18
1059	93	21	1097	93	22	1135	93	20
1060	93	20	1098	93	23	1136	93	25
1061	93	18	1099	93	23	1137	93	24
1062	93	17	1100	93	23	1138	93	21
1063	93	17	1101	93	25	1139	93	21
1064	93	18	1102	93	27	1140	93	22
1141	93	22	1164	93	19	1187	93	38
1142	93	28	1165	93	22	1188	93	30
1143	93	29	1166	93	25	1189	93	24
1144	93	23	1167	93	29	1190	93	20
1145	93	21	1168	93	27	1191	95	20
1146	93	18	1169	93	22	1192	96	18
1147	93	16	1170	93	18	1193	96	15
1148	93	16	1171	93	16	1194	96	11
1149	93	16	1172	93	19	1195	95	9

时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)	时间 (s)	规范转速 (%)	规范扭矩 (%)
1150	93	17	1173	93	19	1196	95	8
1151	93	17	1174	93	17	1197	96	7
1152	93	17	1175	93	17	1198	94	33
1153	93	17	1176	93	17	1199	93	46
1154	93	23	1177	93	16	1200	93	37
1155	93	26	1178	93	16	1201	16	8
1156	93	22	1179	93	15	1202	0	0
1157	93	18	1180	93	16	1203	0	0
1158	93	16	1181	93	15	1204	0	0
1159	93	16	1182	93	17	1205	0	0
1160	93	17	1183	93	21	1206	0	0
1161	93	19	1184	93	30	1207	0	0
1162	93	18	1185	93	53	1208	0	0
1163	93	16	1186	93	54	1209	0	0

**附录 C**  
**(规范性附录)**  
**氮氧化物控制诊断系统要求**

### C.1 概述

本附录规定了确保氮氧化物控制诊断系统和在用监测性能的技术要求。本附录适用于任何影响 NO<sub>x</sub> 排放的污染物控制系统，如 SCR、EGR、TWC 等。

### C.2 一般要求

发动机应配备 NCD，以识别本附录内所述的 NCM。所有 NCD 的设计、构造和安装都应在其全寿命内的正常使用条件下满足要求。NCD 系统某一部件的失效不应导致 NCD 系统停止工作。

#### C.2.1 必要信息

C.2.1.1 如果排放控制系统需要反应剂，发动机生产、进口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、参考的标准等特性。

C.2.1.2 在型式检验时，发动机生产、进口企业应提交详细描述 C.4 所述的驾驶员报警系统功能性的书面说明，并提交 C.5 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 发动机生产、进口企业应提供安装文件，文件中应包含发动机（软件、硬件和通信）正确安装在机械上所需的详细技术要求和规定。

#### C.2.2 运行条件

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 266 K~313 K (-7 °C~40 °C) 之间；
- b) 海拔不超过 2500 m；
- c) 发动机冷却液温度高于 343 K (70 °C)。

反应剂存量监测不局限于以上条件，只要技术上可行，任何条件下都应对反应剂存量进行监测，如果使用液态反应剂，在反应剂未冻结的任何条件下都应对反应剂存量进行监测。

#### 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反应剂定量喷射系统。加热系统应满足 C.2.3.2 的要求，非加热系统应满足 C.2.3.3 的要求。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 对于带加热系统的反应剂罐和反应剂定量喷射系统，如果反应剂冻结，企业应确保在环境温度 266 K (-7 °C) 下和发动机运行 70 min 内反应剂能够正常使用。演示试验满足下述要求：

- a) 反应剂罐和反应剂定量喷射系统应该在 255 K (-18 °C) 的条件下静置 72 h 或直至反应剂凝固，以先发生者为准。
- b) 在按照 a) 的要求静置期结束后，机械或发动机应在 266 K (-7 °C) 或以下温度起动，怠速运行 10 min 到 20 min，然后在不高于 40% 负荷的条件下运行不超过 50 min。
- c) 在 b) 的试验程序结束时，反应剂定量喷射系统应能正常工作。

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

C.2.3.3.2 如果在 266 K (-7 °C) 及以下无反应剂供给, C.5.4 所述的严重驾驶性能限制系统应在发动机运行 70 min 内被激活。

### C.2.4 诊断要求

C.2.4.1 NCD 应能通过系统中存储的 DTC 识别本附录中所述的 NCM, 并根据要求传递离线时存储的信息。

#### 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 NCM 记录一个 DTC。

C.2.4.2.2 在发动机运行 60 min 内, NCD 系统应该诊断出某个潜在故障是否存在。如存在, 应存储“确认并激活的”故障码, 并激活 C.4 规定的驾驶员报警系统。

C.2.4.2.3 如果监测项需要发动机运行 60 min 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), 且发动机生产、进口企业已按 A.2 要求提交的文件中进行了说明, 则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 和相关信息不能由 NCD 系统直接从系统中擦除。

C.2.4.3.2 根据发动机生产、进口企业提供的诊断工具或维护工具, 或使用发动机生产、进口企业提供的密码, NCD 系统可擦除所有 DTC。

C.2.4.4 在发动机的全寿命期内, NCD 系统不应根据机械的使用年限进行部分或全部失活的编程或其他设计; 也不得在整个全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 发动机系族

发动机生产、进口企业负责确定 NCD 发动机系族的构成。NCD 系族内的发动机系统分组应基于良好的工程经验判断, 不属于同一发动机系族的发动机仍可以归属同一 NCD 发动机系族。

一个 NCD 发动机系族的基本设计参数应相同。同一个 NCD 系族的不同发动机系族应具有以下相似的基本设计参数:

##### a) 发动机

- 1) 生产企业;
- 2) 燃料供给系统型式;
- 3) 发动机电控单元生产企业;

##### b) 排放控制系统

- 1) 排气后处理系统型式 (类别、数目、组合方式) (后处理封装变化, 如: 由于机械布置原因导致后处理拆分, 数目发生变化且独立封装的情况, 若控制策略、喷射策略、监控策略、喷射系统不变, 则可扩展);
- 2) 废气再循环装置 (EGR) (有/无);
- 3) 特殊装置 (二次空气喷射等有/无);
- 4) 其他。

##### c) NCD 系统供应商相同;

- d) NCD 的监测方法相同—系统及部件的监测策略和监测技术应相同；
- e) 功能监测及诊断的原理—部件及系统的工作范围的监测原理应相同（如：EGR、增压器等部件及装置的工作范围的监测原理）；
- f) 部件监测及诊断的原理—用于控制或监测排放控制系统的电气、电子部件的电路故障、功能性故障及合理性故障的监测原理应相同（如：柴油发动机上的各种传感器、排气中的燃料或反应剂喷射器、电热塞、进气加热器等）；
- g) 监测参数—部件或系统监测参数类型应相同（频率、开关、电流、电压、电阻、PWM 等信号）。  
发动机生产、进口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。

如果由于发动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，但是发动机生产、进口企业认为其控制策略是相似的，之所以出现差异只是为了满足零部件的具体特性（例如尺寸、排气流量等），或者这些相似控制策略是基于良好的工程判断，生产、进口企业可向型式检验机构申请作为同一个 NCD 发动机系族。

### C.3 维修保养要求

机械企业应按照附件 CC 的要求，向机械的最终用户提供有关排放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存量低、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。驾驶员报警系统应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，驾驶员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，但是报警灯应不同于指示故障或发动机维修的其他报警信号。如果引起报警激活的原因未被纠正，则不能利用诊断工具将报警系统或视觉警报关闭。

C.4.3 驾驶员报警系统可包括一个或多个报警灯，或者显示短消息。短消息应清晰显示以下消息，若采用报警灯方式可以不包含下面的文字内容：

- 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) 驾驶性能限制系统可擦除的条件。

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、进口企业要求，驾驶员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.8.3 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 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 作为型式检验的一部分，发动机生产、进口企业应按照附件 CA 和附件 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 如果仅有一级严重限制系统（有效限制机械运行），则应按照 C.6.3.2、C.7.3.2、C.8.4.2 和 C.9.4.2 要求激活。

C.5.2 发动机可安装一个在紧急情况下禁用驾驶性能限制系统的装置，该装置的激活应由企业来完成。该装置激活后，应有计数器记录其运行时间。在紧急情况消失后，该装置应不再起作用，计数器停止并保留事件记录数据，且使用通用诊断仪可以读取到这些信息，再次激活时应从上次记录数据点继续记录。禁止该装置长期处于激活状态，每次激活最多不应超过 120 h。

### 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 中规定的任一条件时，初级限制系统应激活。

C.5.3.2 在发动机最大扭矩转速到额定转速（如图 C.1 所示）之间，初级限制系统应在发动机转速范围内至少逐渐降低各转速下最大可用发动机扭矩的 25%。在初级驾驶性能限制系统激活后，发动机最大扭矩转速以下转速段的扭矩不能超过限制后的最大扭矩。扭矩限制速率应至少为每分钟 1%。

C.5.3.3 如果向国务院生态环境主管部门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。

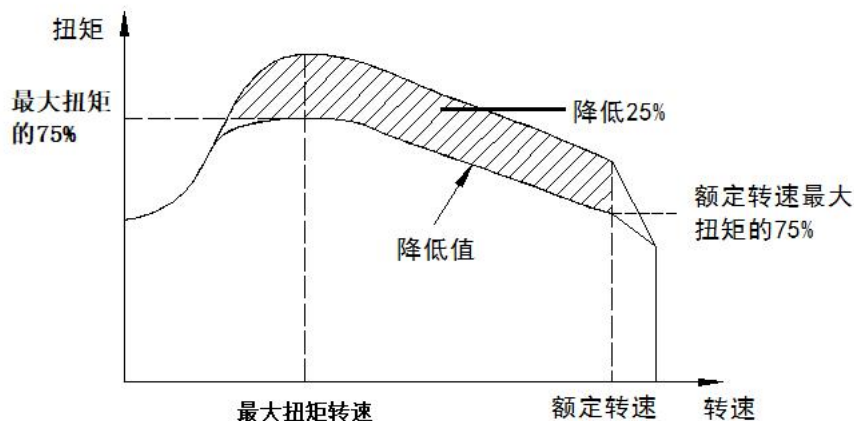


图 C.1 初级限制系统方案

### 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 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 所述问题。严重限制系统应采用以下策略：

C.5.4.2.1 在发动机最大扭矩转速到额定转速之间的发动机扭矩应按照最低每分钟 1% 的速率从图 C.1 所示的初级限制扭矩逐渐降低至最大扭矩的 50% 或更低，在扭矩降低的同时，发动机（恒定转速发动机除外）转速应逐渐降低至额定转速的 60% 或更低（如图 C.2 所示）。

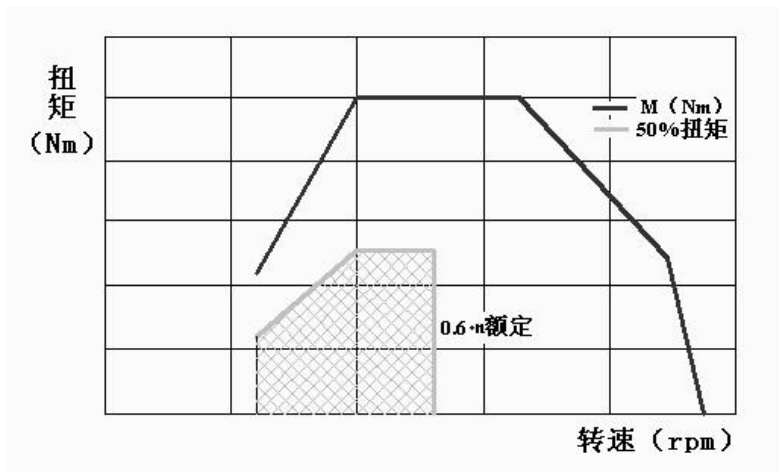


图 C.2 严重限制系统方案

C.5.4.2.2 在严重驾驶性能限制系统激活后，发动机最大扭矩转速以下转速的扭矩不能超过限制后的最大扭矩。

C.5.4.2.3 如果向国务院生态环境主管部门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 为充分考虑安全因素，并支持自愈诊断功能，允许驾驶性能限制系统暂时失效，但应符合以下条件：

- a) 处于激活状态的时间每次不超过 30 min，且；
- b) 在驾驶性能限制系统激活期间均不超过 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 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 作为型式检验的一部分，发动机生产、进口企业应按照附件 CA 和附件 CB 要求验证驾驶性能限制系统的运行过程。考虑到安全的因素，机械可以停机再次开机后启动驾驶性能限制系统。

## C.6 反应剂的供给

### C.6.1 反应剂存量指示器

机械应配备指示器以明确告知驾驶员反应剂储罐内存量。在 C.4 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存量。该指示器可以以模拟量或数字量的形式显示，或指示反应剂存量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存量不足储罐容量 10% 时或发动机生产、进口企业自行规定的更高比例时被激活。

C.6.2.2 驾驶员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存量低。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存量低的消息（例如“尿素存量低”、“AdBlue 存量低”或“反应剂存量低”）。

C.6.2.3 驾驶员报警系统无须从一开始就被连续激活（例如，警报消息无须连续显示），但是当反应

剂快用尽时和存量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。在达到发动机生产、进口企业规定的存量时，驾驶员报警系统以最强烈方式告知驾驶员，应比 C.6.3 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。如果驾驶员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存量，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 如果反应剂存量低于储罐标称容量的 2.5%或发动机生产、进口企业规定的更高比例，C.5.3 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（当喷射系统无法从储罐内抽取反应剂）或存量低于储罐标称容量的 2.5%或发动机生产、进口企业规定的比例，C.5.4 所述的严重限制系统应被激活。

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

C.6.4 尿素液位的诊断不能成为其他诊断的先决判定条件。

## C.7 反应剂质量监测

C.7.1 发动机或机械应配备可以测定不良反应剂的方法。

C.7.1.1 发动机生产、进口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  $NO_x$  排放量应不超过表 2 中规定的该功率段  $NO_x$  限值（对于最大净功率小于 56 kW 的发动机  $NO_x$  限值为 HC+ $NO_x$  组合限值减去 0.19 g/kWh）的 2.25 倍或该功率段  $NO_x$  限值加 1.5 g/kWh 中的较低值。

C.7.1.1.1  $CD_{min}$  浓度值应在型式检验期间按照附件 CB.6 中规定的程序验证，并按照 A.3 要求记录在扩展文件中。

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

C.7.1.3 应配备用于测量反应剂质量的计数器（反应剂质量计数器）。此计数器应记录发动机使用不良反应剂的运行时间。或者，发动机生产、进口企业可将反应剂质量故障与 C.8 和 C.9 所列的一个或多个故障归入单个计数器。

C.7.1.4 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 驾驶员报警系统的激活

如果监测系统确认为不良反应剂质量，C.4 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，“检测到不良尿素”、“检测到不良 AdBlue”或“检测到不良反应剂”）。

### C.7.3 驾驶性能限制系统的激活

C.7.3.1 在 C.7.2 所述的驾驶员报警系统激活后，如果反应剂质量在发动机累积运行 10 h 内未被纠正，那么 C.5.3 所述的初级限制系统应被激活。

C.7.3.2 在 C.7.2 所述的驾驶员报警系统激活后，如果反应剂质量在发动机累积运行 20 h 内未被纠正，那么 C.5.4 所述的严重限制系统应被激活。

C.7.3.3 如果故障反复发生，按照附件 CB 所述的机制，应减少驾驶性能限制系统激活之前的运行小

时数。

C.7.3.4 如果 C.8 和 C.9 所列的一个或多个故障归入反应剂质量的计数器，则所有故障累加时间达到 C.7.3.1 和 C.7.3.2 所述的小时数时，应触发驾驶性能限制系统。

## C.8 反应剂喷射动作监测

C.8.1 发动机 NCD 系统应具有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记录发动机运行时数。如果发动机电控单元（ECU）请求中断反应剂喷射，那么就不需要记录发动机运行时数（因为机械在此运行条件下排放性能不需要反应剂喷射）。

C.8.2.1.1 发动机生产、进口企业可将反应剂喷射故障与 C.7 和 C.9 中所列的一个或多个故障归入单个计数器。

C.8.2.2 附件 CB 详细说明了反应剂喷射动作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 的规定，如果喷射动作计数器开始记录喷射中断，那么 C.4 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 所述的驾驶员报警系统激活后，如果反应剂喷射中断在发动机累积运行 10 h 内未被纠正，那么 C.5.3 所述的初级限制系统应被激活。

C.8.4.2 在 C.8.3 所述的驾驶员报警系统激活后，如果反应剂喷射中断在发动机累积运行 20 h 内未被纠正，那么 C.5.4 所述的严重限制系统应被激活。

C.8.4.3 如果故障反复发生，按照附件 CB 所述的机制，应减少驾驶性能限制系统激活之前的运行小时数。

C.8.4.4 如果 C.7 和 C.9 所列的一个或多个故障归入反应剂喷射动作的计数器，则所有故障累加时间达到 C.8.4.1 和 C.8.4.2 所述的小时数时，应触发驾驶性能限制系统。

## C.9 因篡改导致的故障监测

C.9.1 除反应剂罐存量低、反应剂质量差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 中所述的 NCD 系统故障。

### C.9.2 监测要求

C.9.2.1 装有 SCR 的 NCD 系统应能通过 NO<sub>x</sub> 浓度传感器监测到 SCR 后处理系统载体的完全移除；装有 TWC 的 NCD 系统应能通过氧传感器监测到后处理系统载体的完全移除。同时应监测 NCD 系统电路故障，并且，对于任何引起 NCD 系统 C.6~C.8 诊断功能失效的传感器或执行器的移除或停用，系统应进行监测。

### C.9.2.2 EGR 阀计数器

C.9.2.2.1 应配备用于测量 EGR 阀卡滞的计数器。EGR 阀计数器应记录与 EGR 阀卡滞相关的 DTC 确认并激活后的发动机运行时数。或者发动机生产、进口企业可将 EGR 阀卡滞故障与 C.7、C.8、和 C.9.2.3 所列的一个或多个故障归入单个计数器。

C.9.2.2.2 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) 中所述的每个监测故障均应配备计数器。NCD 系统计数器应记录与 NCD 系统故障相关的 DTC 确认已激活后发动机的运行时数。允许将多个故障归入一个计数器。或者，发动机生产、进口企业可将 NCD 系统故障与 C.7、C.8、和 C.9.2.2 所列的一个或多个故障归入单个计数器。

C.9.2.3.2 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 中规定的故障发生时，C.4 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 所述的驾驶员报警系统激活后，如果 C.9.1 中规定的故障在发动机累积运行 36 h 内未被纠正，那么 C.5.3 所述的初级限制系统应被激活。

C.9.4.2 在 C.9.3 所述的驾驶员报警系统激活后，如果 C.9.1 中规定的故障在发动机累积运行 100 h 内未被纠正，那么 C.5.4 所述的严重限制系统应被激活。

C.9.4.3 如果故障反复发生，按照附件 CB 所述的机制，减少驾驶性能限制系统激活之前的运行小时数。

C.9.4.4 如果 C.7 和 C.8 所列的一个或多个故障归入因篡改导致的故障的计数器，则所有故障累加时间达到 C.9.4.1 和 C.9.4.2 所述的小时数时，应触发驾驶性能限制系统。

## C.10 在用监测性能

### C.10.1 技术要求

附件 CD 中规定了 NCD 系统在用监测性能的技术要求，包括有关通信协议、分子计数器和分母计数器及增量条件等用于验证 NCD 系统在用监测性能的技术要求。

### C.10.2 最小监测频率 IUPR

C.10.2.1 在发动机有效寿命内，NCD 系统最小在用监测频率  $IUPR_{(min)}$  为 0.03。

C.10.2.2 在以下条件均满足时，NCD 系统所有监测组应满足 C.10.2.1 的要求。

a) 同一 NCD 系族的  $IUPR_g$  的平均值不低于  $IUPR_{(min)}$ 。

b) 在 (a) 中涉及的超过 34% 的机械的  $IUPR_g$  值大于等于  $IUPR_{(min)}$ 。

### C.10.3 存档要求

- C.10.3.1 按照 A.2 规定,与每个被监控组件或系统相关的文档,都应包括与在用性能相关的下列数据:
- a) 允许分子计数器和分母计数器增量的条件;
  - b) 禁止分子计数器或分母计数器增量的任何条件。

C.10.3.2 任何禁止一般分母计数器增量的条件均应添加到 C.10.3.1 节所述的文件中。

#### C.10.4 NCD系统在用监测性能符合性声明

C.10.4.1 型式检验时,生产、进口企业应该按照附件 CD.9 中给出的模板提交在用监测性能要求的说明。除此说明,还要通过 C.10.5 规定的附加检验准则验证在用监测性能要求是否符合 C.10.2 的要求。

C.10.4.2 在 C.10.4.1 中提到的说明,应该附加到 A.3 和 C.10.3 要求的关于 NCD 系族的说明文件中。

C.10.4.3 生产、进口企业应保持记录,包括所有测试数据、工程分析和生产分析数据,以及为 NCD 系统在用符合性说明提供依据的数据,并应作为在用符合性材料提交这些信息。

#### C.10.5 在用监测性能验证

C.10.5.1 根据附件 CD.7 要求验证 NCD 系统的在用监测性能及与 C.10.2.2 的符合性。

C.10.5.2 主管部门和生产、进口企业可以要求追加测试,验证 NCD 系统是否符合 C.10.2.2 要求。

- a) 基于 C.10.5.2 规定,若验证 NCD 系统在用监测性能不符合 C.10.2.2 的要求,生产企业须至少选择 30 台同一 NCD 系族的机械,在 95%置信区间内指出至少有一项 NCD 在用监测性能不符合 C.10.2.2 的要求。
- b) 在不少于 30 台同一 NCD 系族的机械的样本基础上,生产、进口企业有机会通过优化置信区间将依据 a) 判定的那些不符合项重新确定为符合项以满足 C.10.2.2 要求。
- c) 在按照 a) 和 b) 执行测试时,主管部门和生产、进口企业都应向对方公开相关细节,例如测试机械的选择等。

如果按照 C.10.5.1 或 C.10.5.2 的测试方法,产品不满足本附件 C.10.2.2 的要求,应该按照本标准 9.3 执行补救措施。

**附件 CA**  
**(规范性附件)**  
**验证试验要求**

**CA.1 概述**

本附件规定了 NCD 系统驾驶员报警激活、驾驶性能限制激活的验证试验要求及发动机 NCD 系族的划分。

**CA.2 验证项目**

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) 驾驶员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 和 C.5 中规定的验证过程的说明**

项目	验证项目
CA.4 所规定的驾驶员报警系统激活	<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.5.5 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.5.6 规定的严重限制系统激活	<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.3 NCD 发动机系族视同要求**

可以通过测试某一系族内的一台发动机来验证该发动机系族或 NCD 系族满足附录 C 的要求，但是发动机生产、进口企业应向国务院生态环境主管部门证明，符合附录 C 要求的监测系统在该系族内是相似的。

**CA.3.1** 通过向国务院生态环境主管部门提交计算、功能性分析等资料来验证 NCD 系族内其他发动机的监测系统是相似的。

**CA.3.2** 发动机生产、进口企业选择试验发动机可以是或不是该系族的源机。

**CA.3.3** 如果某一发动机系族内的发动机属于一个已按照 CA.3.1 要求获得型式检验的 NCD 系族（见图 CA.1），那么此发动机系族被视为已证明其符合性，无须额外试验；但是发动机生产、进口企业应向国务院生态环境主管部门证明，符合附录 C 要求的监测系统在该发动机系族和 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 发动机系族视同验证

#### CA. 4 驾驶员报警系统激活的验证

CA. 4. 1 通过两项试验验证驾驶员报警系统的激活是否符合要求：反应剂不足和 C.7~C.9 所述的某一类故障。

##### CA. 4. 2 试验故障的选择

CA. 4. 2. 1 为验证由于反应剂质量错误而导致驾驶员报警系统的激活，应根据 C.7 要求选择一种反应剂，其活效成分至少稀释至发动机生产、进口企业规定的程度。

CA. 4. 2. 2 为验证由于篡改引发故障（如 C.9 所述）而导致报驾驶员警系统的激活，应按以下要求选择试验故障：

CA. 4. 2. 2. 1 发动机生产、进口企业应向国务院生态环境主管部门提供此类潜在故障的清单。

CA. 4. 2. 2. 2 国务院生态环境主管部门应参照 CA.4.2.2.1 要求从此清单中选择试验故障。

##### CA. 4. 3 验证

CA. 4. 3. 1 出于此验证目的，CA.4.2 所述的每项故障都应进行单独试验。

CA. 4. 3. 2 在试验过程中，除正在验证的故障外，不得有其他不相关故障发生。

CA. 4. 3. 3 在试验开始前，所有的诊断故障码（DTC）应已全部擦除。

CA. 4. 3. 4 根据发动机生产、进口企业的要求，并在不影响其他功能的前提下，可对试验的故障进行模拟。

##### CA. 4. 3. 5 检测反应剂供给不足

为验证由于反应剂供给不足而导致驾驶员报警系统的激活，发动机系统应按照发动机生产、进口企业的要求运行一个或多个 NCD 试验循环。

CA. 4. 3. 5. 1 在进行验证试验时，反应剂存量应为发动机生产、进口企业与检验机构商定的水平，但不能低于储罐标称容量的 10%。

CA. 4. 3. 5. 2 如果以下条件同时满足，可认为驾驶员报警系统按照正确方式运行：

- a) 当反应剂存量等于或高于反应剂储罐标称容量的 10%时，驾驶员报警系统已被激活；
- b) 当反应剂存量等于或高于发动机生产、进口企业根据附录 C.6 要求设定的值时，“连续”驾驶员报警系统已被激活。

#### CA. 4. 3. 6 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. 4. 3. 6. 1 按照本附件规定，NCD 系统应对主管部门选择的故障引入进行响应。按照 CA.4.3.7 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，某一特定监测项需要两个以上 NCD 试验循环来完成监测，那么 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 试验循环可通过发动机停机分开。在下次起动车之前的时间段内，发动机停机后可能发生的任何监测行为以及在下次起动车时监测发生的任何必要条件都应纳入考虑范围。

CA. 4. 3. 6. 2 在根据 CA.4.3 要求进行的每次验证试验结束时，如果驾驶员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，那么可认为驾驶员报警系统激活的验证已完成。

#### CA. 4. 3. 7 NCD 试验循环

CA. 4. 3. 7. 1  $19\text{ kW} \leq P_{\max} \leq 560\text{ kW}$  压燃式非恒定转速发动机、 $19\text{ kW}$  以下压燃式非恒定转速多缸发动机和  $56\text{ kW} \leq P_{\max} \leq 560\text{ kW}$  点燃式非恒定转速发动机，用于验证 NCD 系统性能的 NCD 试验循环为热态 NRTC 循环， $19\text{ kW} \leq P_{\max} < 56\text{ kW}$  点燃式且最大试验转速  $\leq 3400\text{ rpm}$  的发动机（不包括  $19\text{ kW} \leq P_{\max} < 30\text{ kW}$  且总排量小于 1 L 的点燃式发动机）用于验证 NCD 系统性能的 NCD 试验循环为 LSI-NRTC 循环，其他类别使用 NRSC 循环进行验证。

CA. 4. 3. 7. 2 根据发动机生产、进口企业要求，可针对某一特定监测项使用替代的 NCD 试验循环（NRTC 或 NRSC 循环除外）。发动机生产、进口企业应提供技术考虑、模拟、试验结果等要素来证明：

- a) 要求验证故障监测的试验循环，为实际运行工况；
- b) CA.4.3.7.1 规定的适用 NCD 试验循环被证明不太适用于此项监测。

CA. 4. 4 根据 CA.4.3 要求进行的每次验证试验结束时，如果驾驶员报警系统已正确激活，那么可认为驾驶员报警系统激活的验证已完成。

### CA. 5 限制系统激活的验证

CA. 5. 1 限制系统激活的验证试验应在发动机试验台架上进行。为进行验证试验而需要在发动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、存量传感器及驾驶员报警和信息系系统，应与发动机系统连接或模拟连接的部件，以满足主管部门的要求。

CA. 5. 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 定义的某一故障发生时限制系统的激活。

CA. 5. 3 除反应剂不足外，可从 C.7、C.8 或 C.9 定义的且已用于之前驾驶员报警系统激活验证的故障中再选择一个故障进行验证，按以下步骤进行：

- a) 在不影响其他功能的前提下，发动机生产、进口企业可通过模拟特定运行时数来加速试验。
- b) 初级限制系统的激活要求实现限扭，此验证可与本标准要求的发动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须单独进行扭矩测量。
- c) 应根据 CA.5.5 要求进行初级限制系统验证（如适用）。
- d) 应根据 CA.5.6 要求进行严重限制系统验证。

**CA. 5. 4** 对于 C.7、C.8 或 C.9 中定义的但未被选择用于 CA.5.1~CA.5.3 所述验证试验的故障，发动机生产、进口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国务院生态环境主管部门提交基于计算、功能分析和以往试验结果等技术案例证据来进行，并应向国务院生态环境主管部门证明发动机 ECU 内包含正确的限扭机制。

#### **CA. 5. 5 初级限制系统验证试验**

**CA. 5. 5. 1** 当驾驶员报警系统或“连续”驾驶员报警系统由主管部门选择的故障而被激活时，初级限制系统的验证开始。

**CA. 5. 5. 2** 在检查系统对储罐内反应剂不足的反应时，发动机系统应持续运转，直至反应剂存量达到储罐标称容量的 2.5%或发动机生产、进口企业按照附录 C.6.3.1 段要求设定的值，在此存量时初级限制系统应激活。

在不影响其他功能的前提下，无论发动机运转还是停机，发动机生产、进口企业可从储罐内抽取反应剂来模拟发动机的持续运转过程。

**CA. 5. 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，发动机系统应按附件 CB 中表 CB.3 中所示或发动机生产、进口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. 5. 5. 4** 在按照 CA.5.5.2 和 CA.5.5.3 要求进行的每次验证试验结束时，如果发动机生产、进口企业向主管部门证明发动机 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. 5. 6 严重限制系统的验证试验**

**CA. 5. 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. 5. 6. 2** 在检查系统对储罐内反应剂不足的反应时，发动机系统应持续运转，直至反应剂用尽或存量不足储罐标称容量的 2.5%，此比例为发动机生产、进口企业设定的严重限制系统激活存量。

在不影响其他功能的前提下，无论发动机运转还是停机，发动机生产、进口企业可从储罐内抽取反应剂来模拟发动机的持续运转过程。

**CA. 5. 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，发动机系统应按附件 CB 中表 CB.3 中所示或发动机生产、进口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. 5. 6. 4** 在按照 CA.5.6.2 和 CA.5.6.3 要求进行的每次验证试验结束时，如果发动机生产、进口企业向主管部门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

本附件详细规定了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。

CB.2 驾驶员报警系统的激活和解除

CB.2.1 当某一 NCM 导致系统的 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
反应剂定量喷射中断	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,以下数据应从系统(如表 CB.2 所示)中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 (DTC)	√	
显示发动机运行小时数最大值的计数器读数		√
NCD 计数器记录的发动机运行小时数		√

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 只允许在发动机停机不断电的状态下擦除 NO<sub>x</sub> 控制信息。

CB.2.2.1.4 在擦除包括 DTC 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 在驾驶员报警系统激活后，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 CB.3 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，或与导致其激活的 NCM 相关的 DTC 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存量评估后，驾驶员报警和限制系统应根据附录 C.6 规定立即被激活或解除激活，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 一般要求

CB. 4.1.1 按照附录 C 要求，系统应包含至少 4 个计数单元来记录系统检测到以下任一故障时发动机运行的小时数：发动机生产、进口企业可使用一个或多个计数器对下述的故障进行分组。

- 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. 4.1.2 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，并保持在数值不变。

CB. 4.1.3 发动机生产、进口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，这些故障累加的小时数不应超过单个计数器允许显示的最大时间。

如果发动机生产、进口企业决定采用多个 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 开始计数，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.1 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，根据发动机生产、进口企业的要求，以下任一规定适用：

- a) 如果单个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件表 CB.3 规定的数值，或大于等于严重限制计数器读数减去 30 min 的数值；
- b) 计数器应保持冻结在本附件表 CB.3 规定的数值，或大于等于严重限制计数器读数减去 30 min 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，那么该计数器应停止计数并保持在 CB.4.2.1.2 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 h	≤20 h	≥90%的严重限制系统的计数器值
喷射计数器	确认并激活	≤10 h	≤20 h	≥90%的严重限制系统的计数器值
EGR 阀计数器	确认并激活	≤36 h	≤100 h	≥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 h	≤100 h	≥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 h	≤20 h	≥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发动机累计运行 36 h 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. 4. 2. 1. 6 当 C.5.5 所述驾驶性能限制系统失效功能激活时,计数器应停止计数并保持当前值,当 C.5.5 所述功能解除激活时,计数器应从冻结的数值开始继续计数。

## 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,不能作为本标准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。为简明起见,图示未给出限制系统激活时驾驶员报警系统亦被激活的情况。

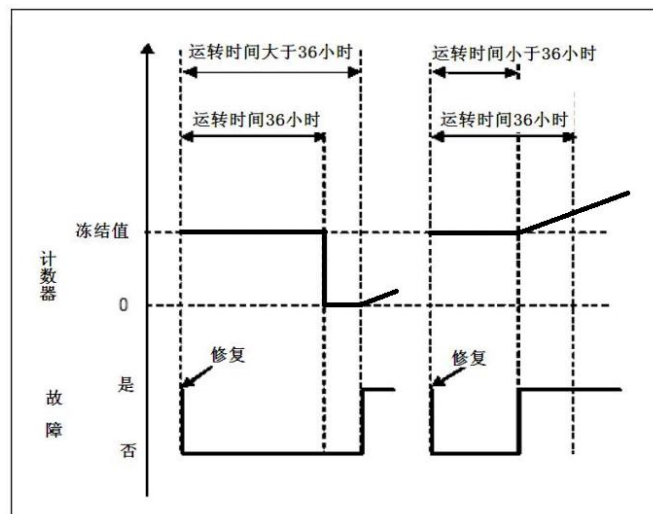


图 CB. 1 计数器读数被冻结一段时间后再次激活和归零

CB. 5.2 图 CB.2 说明了在监测到不同反应剂存量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%的存量限值，警报和限制解除激活；

加注案例 2 和 3（“不足”加注）：驾驶员报警系统激活，报警程度取决于反应剂存量；

加注案例 4（“非常不足”加注）：初级限制系统立即激活。

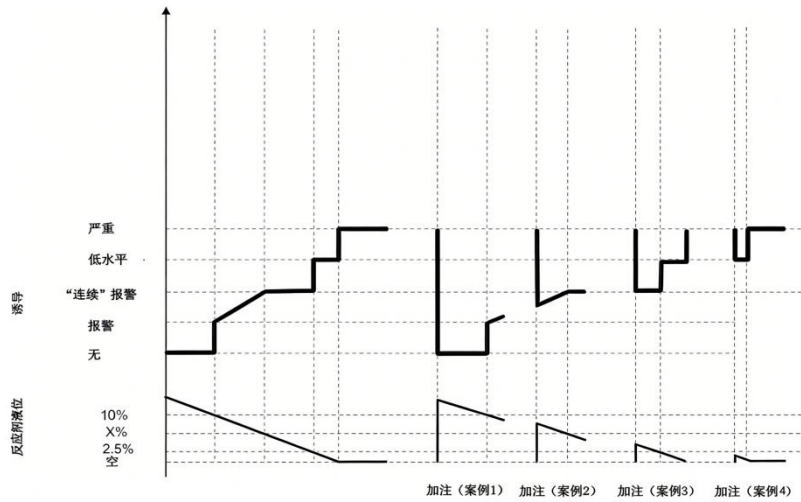


图 CB. 2 反应剂供给

CB. 5.3 图 CB.3 说明了不良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。发动机运行 2 h 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。

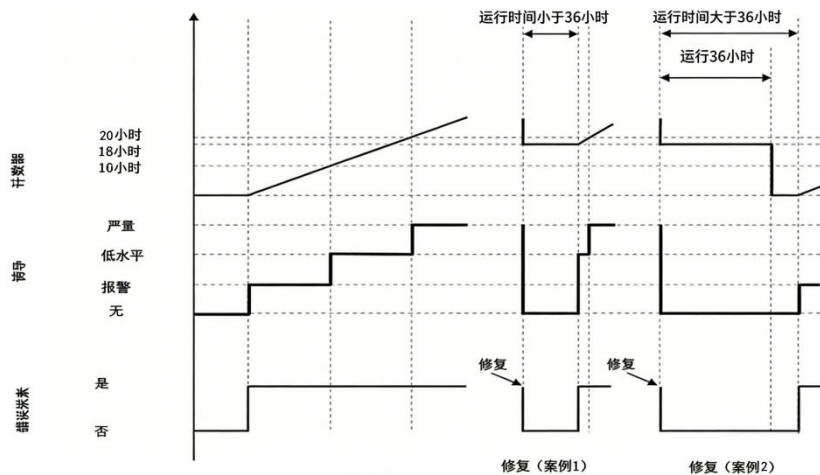


图 CB. 3 加注质量差的反应剂

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 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。

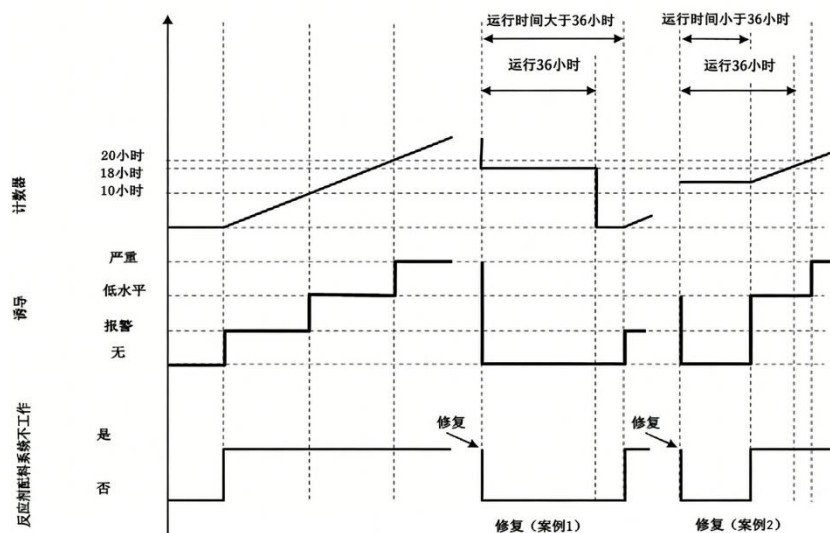


图 CB.4 反应剂喷射系统故障

## CB.6 最小可接受反应剂浓度 $CD_{min}$ 的证明

CB.6.1 生产、进口企业应在型式检验时采用 CB.6.3 所述试验循环对  $CD_{min}$  的正确值加以验证，污染物排放量不得超过 C.7.1.1 规定的要求。

CB.6.2 试验应按照 CB.6.3 所述试验循环或生产、进口企业定义的循环进行预处理，允许采用闭环的  $NO_x$  控制系统来满足  $CD_{min}$  浓度的反应剂质量要求。预处理循环应不超过 9 个试验循环。在预处理循环开始之前应确保 SCR 系统中残留的氨存储和系统之中残存的正常浓度尿素已清除。

CB.6.3  $19\text{ kW} \leq P_{max} \leq 560\text{ kW}$  压燃式非恒定转速发动机、 $19\text{ kW}$  以下压燃式非恒定转速多缸发动机和  $56\text{ kW} \leq P_{max} \leq 560\text{ kW}$  点燃式非恒定转速发动机，采用冷态+热态 NRTC 循环进行  $CD_{min}$  验证； $19\text{ kW} \leq P_{max} < 56\text{ kW}$  点燃式且最大试验转速  $\leq 3400\text{ rpm}$  的发动机（不包括  $19\text{ kW} \leq P_{max} < 30\text{ kW}$  且总排量小于 1 L 的点燃式发动机），采用 LSI-NRTC 循环进行验证；其他类别使用 NRSC 循环进行验证。

CB.6.4 检验报告中应记录对最小可接受反应剂浓度的论证过程，同时应包括：

- 明确所检查的故障；
- 描述所采用的验证方法，包括采用的试验循环；
- 证明所导致的污染物排放量不超过 C.7.1.1 规定的要求。

**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**

本附录规定了机械生产、进口企业应向最终用户提供正确使用发动机的所有信息和必要说明，以便发动机气态污染物和颗粒物的排放始终能够满足型式检验发动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**

CC.2.1 应以明确和非技术性的方式，使用与机械最终用户说明书相同的语言进行描述。

CC.2.2 应以纸质的形式提供，或使用常用的电子格式。

CC.2.3 应作为机械最终用户说明书的一部分，或额外的文件；当与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**

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发动机进行操作、使用和维护，以使发动机的排放性能持续满足适用发动机类别的要求。

CC.3.2 声明不得故意篡改或滥用发动机排放控制系统，特别是关于停用或不维护 EGR 或反应剂喷射系统。

CC.3.3 声明应对 CC.3.4、CC.3.5 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 详细说明发动机的不正确安装、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发动机排放控制系统故障的机械的不正确使用，并有相应的报警信号及对应的整改措施。

CC.3.6 可能使用的非加热反应剂罐和喷射系统的信息（如适用）。

CC.3.7 具有驾驶员报警系统的机械，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.3.8 具有驾驶性能限制系统的机械，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激活，导致机械的功能失效。

CC.3.9 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、不补充使用的反应剂或不纠正所发现问题的后果（如适用）。

CC.3.10 能够解除驾驶性能限制系统的机械，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，且主管部门使用通用诊断仪可以读取到这些信息。

CC.3.11 为保持排放控制系统功能所必要的燃料规格信息。

CC.3.12 为保持排放控制系统性能所需的润滑油的规格信息。

CC.3.13 当排放控制系统需要使用反应剂时，反应剂的特性包括反应剂的类型、反应剂在溶液中的浓

度信息、工作温度条件、反应剂的组成和质量所参考的标准应符合发动机型式检验所列出的规格。

**CC. 3. 14** 说明在正常维护间隔期间驾驶员如何重新添加反应剂，应指出依据机械的使用情况，驾驶员如何向反应剂罐添加反应剂及预计的添加次数（如适用）。

**CC. 3. 15** 声明为了保持发动机的排放性能，必须按照机械的规定使用和添加反应剂。

**CC. 3. 16** 用于维持排放控制系统性能所必需的燃料和反应剂的规格信息应与本标准一致。

**附件 CD**  
**(规范性附件)**  
**在用监测性能的技术要求**

## CD.1 概述

本附件规定了机械（发动机）NCD系统在用监测性能的技术要求及验证方法。

## CD.2 一般要求

NCD系统应具有追踪、记录NCD监测器在用监测性能数据（CD.4）、将数据存储在ECU内存，并在需要时提供离线访问（CD.5）的能力。

某监测功能的在用监测性能数据包括计算IUPR的分子计数器和分母计数器。

### CD.2.1 IUPR监测功能

#### CD.2.1.1 监测功能组

生产、进口企业应对CD.6所述监测功能组的在用监测性能数据按CD.4进行追踪和记录，并满足CD.5存储和通信的要求。监测频率至少应满足CD.2.1.2的要求。

#### CD.2.1.2 监测频率

只要监测条件满足，监测应连续进行或每个作业循环进行一次监测。

如监测不可连续进行，生产、进口企业应将该监测进行的条件与证明其合理性的技术方案说明（如良好的工程实践）纳入信息公开技术资料。

在CA.4.3.7规定的NCD试验循环期间，监测工作要运行。

如果监测以不低于2 Hz频率运行，且在15 s内判断出是否存在与该监测相关的故障，则可将该监测视为连续监测。为实现控制发动机的目的，若ECU的输入或输出部件信号采集频率低于2 Hz，但系统每次采集都能判断是否存在故障，也可认为该监测是连续运行。

对于连续监测的部件或系统，不要求为实现某单一监测功能激活输出部件或系统。

### CD.2.2 在用监测性能数据 IUPR 的评价要求

单一机械的IUPR数据只能用于一组机械的NCD系统在用性能统计分析和验证，不能用于个体机械的在用性能评价。

## CD.3 在用监测频率计算要求

### CD.3.1 在用监测频率的计算

对本附件考虑的每一个监测功能m，应按3.59计算在用监测频率，分子计数器m和分母计数器m按本段规定逐步增加。

#### CD.3.1.1 系统计算和存储时的比值要求

各IUPR<sub>m</sub>的取值范围最小值为0，最大值为7.99527。取值间隔是0.000122（此值对应于最大十六进制数0xFFFF的分辨率0x1）。

当某特定部件对应分子计数为零，而分母计数不为零时，其比值应为零。

当某特定部件对应分母计数为零或分子除以分母得到的实际值超过最大值7.99527时，其比值应取最大值7.99527。

### CD. 3. 2 分子计数器增加要求

每个作业循环分子计数器增加不能超过1。

当且仅当在一个作业循环内满足下列条件时，特定监测的分子计数器应在10 s内增加：

a) 当特定组件监测项的故障监测和潜在故障码存储所需的所有监测条件，包括启动条件、是否存在相关DTCs、足够长的监测时间及诊断执行优先级分配（例如诊断“A”应该优先于诊断“B”执行）等都满足；

注：为增加特定监测器的分子计数器，仅满足该监测器确认故障消失所需的所有监测条件可能并不充分。

b) 对于在一个作业循环内需要多个阶段或事件进行故障监测的监测器，对所有监测事件所需的所有监测条件都应满足。

c) 对用于故障识别且仅在一个潜在DTC存储后运行的监测器，分子计数器和分母计数器可能与监测到最初故障的监测项的计数值相同。

d) 对需要附加介入操作来判断故障是否存在的监测器，生产、进口企业应向主管部门提交分子计数器增加的备选方法。假定故障存在，该备选方法应允许增加分子计数器。

对在发动机熄火期间运行或完成的监测功能，应在发动机熄火期间完成监测后10 s内或在下一作业循环发动机启动后10 s内增加分子计数器。

### CD. 3. 3 分母计数器增加的要求

#### CD. 3. 3. 1 一般增加规则

如作业循环满足下列条件，分母计数器每个作业循环增加一次：

a) 一般分母计数器增加按 CD.3.4 规定增加，且

b) 分母计数器未被按 CD.3.5 要求禁止，且

c) 若适用，满足 CD.3.3.2 规定的附加增加规则。

#### CD. 3. 3. 2 附加的增加规则

##### CD. 3. 3. 2. 1 仅在启动阶段运行的组件或系统的专用分母计数器。

除了CD.3.3.1a)和b)的要求外，如仅在发动机启动阶段运行的部件或系统的控制指令为“on”的时间大于等于10 s，则相应分母计数器应该增加。

为确定指令为“on”的时间，NCD系统不可将在同一作业循环中只用于监测目的的任一部件或策略的附加介入操作时间包括在内。

##### CD. 3. 3. 2. 2 非持续受控运行的组件或系统的专用分母计数器

除CD.3.3.1 a)和b)要求外，非持续受控运行的部件或系统（EGR阀）如果其在作业循环中被指令（例如指令“on”“open”“closed”“locked”）作用两次或以上，或累计作用时间大于等于10 s（以先发生为准），其分母计数器应增加。

#### CD.3.4 一般分母计数器增加要求

当且仅当单个作业循环内满足下列条件时，一般分母计数器应该在10 s内增加：

- a) 循环起动以来累积时间大于或等于600 s，同时满足：
  - 1) 海拔低于2500 m；
  - 2) 环境温度大于或等于266 K (-7 °C)；
  - 3) 环境温度小于或等于313 K (40 °C)。
- b) 发动机在CD.3.4 a) 条件下以1150 r/min或以上转速累积运行的时间大于或等于300 s；或者，作为对应1150 r/min转速的替代条件，生产、进口企业可选择让发动机在当前转速的15%负荷或以上运行。
- c) 在CD.3.4 a) 的条件下，除恒定转速机械外，连续怠速时间大于或等于30 s。

#### CD.3.5 分子计数器、分母计数器及一般分母计数器禁止增值

CD.3.5.1 当一个使某监测功能暂时中断的故障被检测到(例如一个潜在的或确认并激活的故障码被保存下来)的10 s以内，NCD系统应该禁止每一个暂时中断的监测功能的相应分子计数器和分母计数器进一步增加。

当故障不再被检测到(例如通过自我清除或扫描工具将潜在的故障码删除)，在10 s内要恢复所有相应分子计数器和分母计数器的增加。

CD.3.5.2 当出现的故障(例如一个潜在或确认并激活的故障代码已经被存储)影响到对CD.3.3所述监测功能的分母计数器是否满足条件的判断(例如发动机转速、负荷、环境温度、海拔、怠速或怠速操作时间等)，NCD系统要在10 s内禁止分子计数器和分母计数器进一步增加。

当该故障不再存在(例如通过自我清除或通过扫描工具清除)，该分子计数器和分母计数器要在10 s内重新开始增加。

CD.3.5.3 当出现的故障(例如一个潜在或确认并激活的故障代码已经被存储)影响到对CD.3.4所述的一般分母计数器是否满足条件的判断，NCD系统要在10 s内禁止一般分母计数器的进一步增加。

当该故障不再存在(例如通过自我清除或通过扫描工具清除)，该一般分母计数器的增加要在10 s内重新开始。

在其他任何状况下，一般分母计数器计数操作不能中断。

#### CD.4 在用监测性能数据跟踪和记录要求

对于CD.6列出的监测功能组，均应跟踪和记录相应分子计数器和分母计数器值。

NCD系统还应跟踪、报告一般分母计数器。

#### CD.5 在用监测性能数据存储和通信要求

##### CD.5.1 在用监测性能数据信息

NCD记录的在用监测性能数据相关信息可按CD.5.2离线获取。

该信息应向国务院生态环境主管部门提供在用监测性能数据。

NCD系统应向通用诊断仪提供所有信息，并向检查人员提供以下信息：

- a) MEIN 号(机械环保代码)；
- b) 系统按 CD.4 记录的每个监测功能组分子数和分母数；

- c) 一般分母;
  - d) 发动机总的运转小时数;
  - e) 确认并激活的故障代码;
- 这些信息通过只读功能访问 (不可清除)。

#### CD. 5.2 在用监测性能数据的获取

机械在用监测性能数据的获取应遵循5.7.8及下列条款规定。

- a) 机械在用监测性能数据的获取应不依赖于任何只能从生产、进口企业或其供应商处获得的访问码或其他设备或方法。在用监测性能数据解读不要求任何特别的解码信息, 除非这些信息是公开的。
- b) 机械在用监测性能数据的获取应和所有NCD信息的获取方法是相同的, 这种方法应允许访问本附件要求的所有功能性检查数据。

#### CD. 5.3 在用监测性能数据的初始化

##### CD. 5.3.1 零点复位

只有当非易失性随机访问存储器 (NVRAM) 复位时 (例如, 重新编程), 每个数字才重置为零。在任何其他情况下, 包括允许使用诊断工具命令清除故障码, 数字也都不应设置为零。

##### CD. 5.3.2 内存溢出时的复位

若某特定监测器的分子或分母达到 $65535 \pm 2$ , 分子及分母数值应除以2, 以避免再次递增而溢出。

如果一般分母达到最大值 $65535 \pm 2$ , 一般分母可在满足一般分母增加条件的作业循环中重置为零, 以避免溢出。

#### CD. 6 监测功能分组

##### CD. 6.1 选择性催化还原系统 (SCR)

- a) 反应剂存量低;
- b) 反应剂质量差;
- c) 反应剂喷射中断;
- d) SCR 系统载体的移除;
- e) 电路故障;
- f) 传感器或执行器移除或停用;
- g) 当 SCR 后处理器采用钒基催化剂时的温度监测:
  - 1) 要求安装监测 SCR 钒基催化剂温度的传感器, 以有效监控 SCR 工作温度;
  - 2) 当 1) 中提到的温度传感器监测到 SCR 催化剂温度超过  $550^{\circ}\text{C}$ , 则立即通过报警系统显示 SCR 催化剂温度超过  $550^{\circ}\text{C}$  的报警信息;
  - 3) 生产、进口企业应设计相应的发动机控制策略, 以保证任何工况下 SCR 催化剂温度不超过  $550^{\circ}\text{C}$ 。

##### CD. 6.2 三元催化转化器 (TWC)

- a) TWC 系统载体的移除;

- b) 电路故障;
- c) 传感器移除或停用。

### CD. 6.3 EGR系统

- a) EGR 阀卡滞;
- b) 电路故障;
- c) 传感器或执行器移除或停用。

## CD. 7 NCD系统在用监测性能验证

### CD. 7.1 NCD 系统在用监测性能验证程序

CD. 7.1.1 主管部门提出验证要求时, 生产、进口企业应向主管部门验证机械系族的 NCD 在用监测性能。NCD 在用监测性能验证应由生产、进口企业组织和执行。

CD. 7.1.2 对 NCD 系统的在用监测性能检验应该与附录 G 规定的在用符合性检验在同一时间、同一频率下进行。

CD. 7.1.3 对于具备 NCD 系统的机械, 若没有配备在用监测性能数据通信接口、数据缺失或采用非标准数据通信协议的, 应视为不合格。

CD. 7.1.4 采集在用监测性能数据会影响 NCD 功能检查的机械, 应视为不合格。

### CD. 7.2 NCD 在用监测性能数据

用于评估机械系族符合性的 NCD 在用监测性能数据, 应该按照 CD.4 中的规定记录在 NCD 系统中, 并可按照 CD.5 的规定访问数据。

### CD. 7.3 机械选择

CD. 7.3.1 按照 C.10.5 的要求, 选择不少于 30 台机械。机械选择时, 应充分考虑其市场销售情况。

CD. 7.3.2 每台选定的机械须有维修记录, 以表明机械按照生产、进口企业的建议已进行妥善保养和维护。

CD. 7.3.3 应检查 NCD 系统是否正常工作。存储在 NCD 系统内存中的任何 NCD 自身故障, 都应予以记录, 并进行必要的维修。

CD. 7.3.4 发动机和机械应证明无不正常操作, 如超载、加错油或其他误操作, 或其他因素, 如可能影响 NCD 性能的篡改操作。NCD 系统故障代码和储存在电脑内的运行时间也应作为判断依据确定机械有无不正常操作, 是否有资格进行 NCD 在用监测性能验证。

CD. 7.3.5 如果分母计数器的值未达到 25, 所评价的监控组试验数据无效。

### CD. 7.4 NCD 在用监测性能验证报告

CD. 7.4.1 NCD 系族内的发动机系族列表;

CD. 7.4.2 验证试验中涉及机械的信息:

- a) 试验机械总数;
- b) 机械的类型和数量;
- c) MEIN 和每台机械的简要描述。

CD. 7.4.3 每台机械的试验前在用监测性能信息:

- a) 每组监控的分子计数器、分母计数器和在用监测频率 (IUPR<sub>g</sub>);

b) 一般分母计数器的值和发动机运转总时间。

**CD. 7. 4. 4** 每组监测的在用监测性能检查数据统计：

a) 样本的 $IUPR_g$ 的平均值 $\overline{IUPR_g}$ ；

b) 监测样本中 $IUPR_g$ 大于或等于 $IUPR(\min)$ 的发动机的数量和比例。

**CD. 8** NCD在用符合性声明的模板

“（生产、进口企业名称）装有该NCD系族的发动机的设计和安装符合CD.1和CD.2的要求。”

“（生产、进口企业名称）在适用的操作条件和环境条件下，经对该NCD系族内发动机的NCD在用监测性能的合理工程评价后，作出此诚信声明。”

**【日期】**

**附录 D**  
**(规范性附录)**  
**颗粒物控制诊断系统要求**

## D.1 概述

本附录规定了确保颗粒物控制诊断系统的要求，本附录适用于影响颗粒物排放的 PCD 后处理系统，如 DPF、TWC 等。

## D.2 一般要求

发动机应配有 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。所有 PCD 系统的设计、构造和安装都应在其全寿命内的正常使用条件下满足要求。PCD 系统某一部件的失效不应导致 PCD 系统停止工作。

### D.2.1 必要信息

D.2.1.1 如果排放控制系统需要反应剂，例如后喷燃料的 PCD 再生系统需要的燃料，燃料催化剂，包括反应剂类型、反应剂溶液中的浓度、反应温度条件的反应剂特性和发动机生产、进口企业指定的质量等，应在产品说明书里详细说明。

D.2.1.2 在型式检验时，应按标准要求，提供详细描述驾驶员报警系统和驾驶性能限制系统的功能操作特性的书面资料。

D.2.1.3 发动机生产、进口企业应提供安装文件，文件中应包含发动机（软件、硬件和通信）正确安装在机械上所需的详细技术要求和规定。

### D.2.2 运行条件

PCD 系统应可以在下述条件下运行：

- a) 环境温度在 266 K~313 K (-7 °C~40 °C)；
- b) 海拔不超过 2500 m；
- c) 发动机冷却液的温度高于 343 K (70 °C)。

### D.2.3 诊断要求

#### D.2.3.1 一般要求

D.2.3.1.1 PCD 应能够通过存储在计算机系统里的 DTC 识别出本附录考虑的 PCM，并根据要求传递离线时存储的信息。

D.2.3.1.2 只要诊断条件满足，诊断应连续进行。如果监测不持续进行，生产、进口企业要明确告知主管部门，并且说明该监测进行的条件以及通过合理的技术方案（如良好的工程实践）证明该提案。

#### D.2.3.2 诊断故障码（DTC）的记录要求

D.2.3.2.1 PCD 系统应为每一个不同的 PCM 记录一个 DTC。

D.2.3.2.2 PCD 系统在表 D.1 所示的发动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“确认并激活的 DTC”，并启动在 D.4 中规定的驾驶员报警系统。

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），发动机生产、进口企业如能证明确实需要更长的周期，且满足诊断要求，则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“确认并激活”DTC 的周期

检测种类	应能够存储到“已确认并激活”DTC 的累积运行时间
颗粒物后处理系统的移除	发动机非怠速运行 60 min
颗粒物后处理系统功能缺失	发动机非怠速运行 240 min
PCD 系统故障	发动机运行 60 min

### D.2.3.3 故障诊断码（DTC）的擦除要求

- a) 除非 DTC 故障已被纠正，否则 DTC 和相关信息不能由 PCD 系统直接从系统中擦除；
- b) 根据发动机生产、进口企业提供的诊断工具或维护工具的要求，或使用发动机生产、进口企业提供的密码，PCD 系统可擦除所有 DTC；
- c) 按照 D.6.2 点要求的存储在非易失性存储器中的已确认并激活 DTC 的事件记录不得被擦除。

D.2.3.4 在发动机的全寿命期内，PCD 系统不应根据机械的使用年限进行部分或全部失活的编程或其他设计。此系统也不得在整个全寿命期内包含任何降低 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 发动机系族

发动机生产、进口企业负责确认一个 PCD 发动机系族的组成。同一 PCD 发动机系统的划分应基于良好的工程判断，不属于同一发动机系族的发动机也可能属于同一个 PCD 发动机系族。

一个 PCD 发动机系族的基本设计参数应相同。同一个 PCD 系族的不同发动机系族应具有以下相似的基本设计参数：

- a) 发动机
  - 1) 生产、进口企业；
  - 2) 燃料供给系统型式；
  - 3) 发动机电控单元生产、进口企业。
- b) 排放控制系统
  - 1) 排气后处理系统型式（类别、数目、组合方式）（后处理封装变化，如：由于机械布置原因导致后处理拆分，数目发生变化且独立封装的情况，若控制策略、喷射策略、监控策略、喷射系统不变，则可扩展）；
  - 2) 特殊装置（二次空气喷射等有/无）；
  - 3) 其他。
- c) PCD 系统供应商相同；
- d) PCD 的监测方法相同—系统及部件的监测策略和监测技术应相同；
- e) 功能监测及诊断的原理—部件及系统的工作范围的监测原理应相同（如：增压器、PM 传感器等部件及装置的工作范围的监测原理）；
- f) 部件监测及诊断的原理—用于控制或监测排放控制系统的电气、电子部件的电路故障、功能性故障及合理性故障的监测原理应相同（如：发动机上的各种传感器、排气中的燃料或反应剂喷射器、电热塞、进气加热器等）；
- g) 监测参数—部件或系统监测参数类型应相同（频率、开关、电流、电压、电阻、PWM 等信号）。

发动机生产、进口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。

如果由于发动机系统配置变化而导致 PCD 系统的监测/诊断方法出现微小差异，但是发动机生产、进口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、排气流等），或者这些相似的基本参数是基于良好的工程判断，生产、进口企业可作为一个 PCD 发动机系族。

### D.3 维护要求

机械生产、进口企业应按照附件 CC 的要求，向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 机械应配备驾驶员报警系统。当系统检测到 D.7、D.8 和 D.9 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，驾驶员报警系统应保持激活状态。

D.4.2 驾驶员报警系统可以由一个或多个指示灯组成，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，若采用报警灯方式可以不包含文字内容。如果引起报警激活的原因未被纠正，则不能利用诊断工具将报警系统或视觉警报关闭。

驾驶员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的排放故障）。

D.4.3 如果机械生产、进口企业要求，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的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，发动机生产、进口企业应按照 D.10 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 要求激活。

D.5.2 发动机可安装一个在紧急情况下禁用驾驶性能限制系统的装置，该装置的激活应由企业来完成，该装置激活后，应有计数器记录其运行时间。在紧急情况消失后，该装置应不再起作用，计数器停止并保留事件记录数据，且主管部门使用通用诊断仪可以读取到这些信息，再次激活时应从上次记录数据点激活，累计记录。禁止该装置长期处于激活状态，每次激活最多不应超过 120 h。

D.5.3 当系统检测到 D.7、D.8 和 D.9 的故障时，在发动机累积运行 36 h 内故障仍没有被修复，C.5.3 所述的初级限制系统应激活。在发动机累积运行 100 h 内故障仍没有被修复，C.5.4 所述的严重限制系统应激活。

D.5.4 型式检验时，发动机生产、进口企业应按照 D.10 的要求验证驾驶性能限制系统的运行过程。

D.5.5 为充分考虑安全因素，并支持自愈诊断功能，允许驾驶性能限制系统暂时失效，但应符合以下条件：

- a) 处于激活状态的时间不超过 30 min，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。

D.5.6 如果 D.7、D.8 和 D.9 所列的一个或多个故障归入同一个计数器，则所有故障累加时间达到 D.5.3 所述的小时数时，应触发驾驶性能限制系统。

## D.6 存储激活信息的系统

D.6.1 PCD 系统应包含一个非易失性存储器或者计数器，用于存储 DTC 确认并激活时的发动机运行事件，确保信息不能被故意删除。

D.6.2 PCD 系统存储了确认并激活的 DTC，且激活驾驶员报警系统超出 20 h 发动机运行时间，或生产、进口企业所选择的较短的时长之后，DTC 仍处于激活状态，PCD 系统应在非易失性存储器中存储 PCD 事件发生的总次数和总累积运行时间。

D.6.3 主管部门应可以使用通用诊断仪读取到这些记录。

## D.7 监测颗粒物后处理系统的移除、打孔、堵塞

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

## D.8 对于使用液态反应剂（例如燃料添加型催化剂）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的 DTC 已确认和激活，反应剂的喷射应立即中断，当故障消除后，喷射应恢复正常。

D.8.2 当存储液态反应剂罐的储量低于发动机生产、进口企业规定的最小值时，应根据 D.4 和 D.5 的要求进行激活。

D.8.3 禁止使用含有金属离子的燃料添加型催化剂。

## D.9 因篡改引起的故障

D.9.1 因篡改引起的故障有：

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

### D.9.2 颗粒物后处理系统的功能监测

颗粒物排放控制装置 PCD 应能监测到颗粒物后处理系统载体的完全移除。在这种情况下颗粒物后处理系统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 系统电路故障，并且，对于任何引起 PCD 系统 D.7 和 D.9.2 诊断功能失效的传感器或执行器的移除或停用，系统应进行监测。

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.9.2 进行监测，则

不需要激活驾驶员报警系统和限制系统，也无须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 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 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） ——一项扭矩降低试验（包括初级限制系统和严重限制系统）

### D.10.2 PCD 发动机系族视同要求

可以通过测试某一系族内的一台发动机来验证该发动机系族或 PCD 系族满足附录 D 的要求，但是发动机生产、进口企业应向主管部门证明，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 通过向国务院生态环境主管部门提交计算、功能性分析等要素来验证 PCD 系族内其他发动机的监测系统是相似的。

D.10.2.2 发动机生产、进口企业选择试验发动机可以是或不是该系族的源机。

D.10.2.3 如果某一发动机系族内的发动机属于一个已按照 D.10.2.1 要求获得型式检验的 PCD 系族（见图 D.1），那么此发动机系族被视为已证明其符合性，无须额外试验；但是发动机生产、进口企业应向主管部门证明，符合附录 D 要求的监测系统在该发动机系族和 PCD 系族内是相似的。

### 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.7 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

发动机生产、进口企业应向国务院生态环境主管部门提供这些潜在故障的清单，验证试验应从发动机生产、进口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.7 和 D.9.3 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，不得出现任何不相关故障。

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 在发动机生产、进口企业的要求下，并且在不影响其他功能的前提下，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，对主管部门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。

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 发动机系族视同验证

当在检测描述中已提及的故障，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 试验循环可以通过发动机停机来分开，在发动机重新起动的时间内应被考虑在发动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“确认并激活” DTC 的 PCD 试验循环数
颗粒物后处理系统的移除	2
颗粒物后处理系统功能缺失	8
PCD 系统的故障	2

### D. 10. 3. 3. 6 PCD 试验循环

D. 10. 3. 3. 6. 1  $19\text{ kW} \leq P_{\text{max}} \leq 560\text{ kW}$  压燃式非恒定转速发动机、 $19\text{ kW}$  以下压燃式非恒定转速多缸发动机和  $56\text{ kW} \leq P_{\text{max}} \leq 560\text{ kW}$  点燃式非恒定转速发动机，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 循环， $19\text{ kW} \leq P_{\text{max}} < 56\text{ kW}$  点燃式且最大试验转速  $\leq 3400\text{ rpm}$  的发动机（不包括  $19\text{ kW} \leq P_{\text{max}} < 30\text{ kW}$  且总排量小于  $1\text{ L}$  的点燃式发动机）用于验证 PCD 系统性能的 PCD 试验循环为 LSI-NRTC 循环，其他类别使用 NRSC 循环进行验证。

D. 10. 3. 3. 6. 2 在发动机生产、进口企业要求下，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) 要求验证故障监测的试验循环，为实际运行工况；
- 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 用于验证驾驶员报警系统激活的配置

D. 10. 3. 3. 7. 1 驾驶员报警系统激活的验证应通过在发动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发动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

于环境温度传感器、存量传感器及驾驶员报警和信息系統，应与发动机系統连接或模拟，以满足檢驗的要求。

D. 10. 3. 4 在按照 D.10.3.3 执行的每次验证試驗结束时，驾驶员报警系統及限制系統能够正确激活，且所选择故障的 DTC 已被“确认并激活”，则驾驶员报警系統的激活验证可被认定已完成。

D. 10. 3. 5 如果对使用燃料添加型催化剂的颗粒物后处理系統进行了颗粒物后处理系統功能损失或移除的验证試驗，还应确认燃料添加型催化剂的停喷。

#### D. 11 驾驶员报警系統及駕駛性能限制系統的解除

PCD 驾驶员报警系統及駕駛性能限制系統的激活及解除激活参考附件 CB。

PCD 系統 D.7~D.9 所述故障若反复发生，应减少駕駛性能限制系統激活之前的运行小时数。计数器机制参照附录 CB，PCD 计数器和限值见表 D.4。

D. 4 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
移除、堵塞颗粒物后处理系統	确认并激活	≤36 h	≤100 h	≥95%的严重限制系统的计数器值
颗粒物后处理系統功能缺失	确认并激活	≤36 h	≤100 h	≥95%的严重限制系统的计数器值
PCD 系統故障	确认并激活	≤36 h	≤100 h	≥95%的严重限制系统的计数器值

#### D. 12 在用监测性能

##### D. 12. 1 一般要求

PCD 最小监测频率 IUPR、存档要求、PCD 系統在用监测性能符合性声明及在用监测性能验证参考 C.10。PCD 在用监测性能的技术要求及验证按照 D.12.2 执行。

##### D. 12. 2 PCD 在用监测性能的技术要求及验证

###### D. 12. 2. 1 概述

PCD 在用监测性能的技术要求及验证参考附件 CD 执行。PCD 监测功能组如 D.12.2.2 所示。

###### D. 12. 2. 2 DPF 系統监测功能

PCD 系統要监测 DPF 系統的以下功能：

- a) DPF 载体（指 DPF 载体完全损坏、移除、丢失或颗粒捕集器被一个消音器或直管所取代）；
- b) DPF 系統堵塞、移除；
- c) 电路故障；
- d) 传感器或执行器的移除或停用。

附录 E  
(规范性附录)  
机械整机车载法试验规程

### E.1 概述

本附录规定了机械排气污染物（NO<sub>x</sub>、PN 和 CO）、CO<sub>2</sub> 排放检测规程及计算方法，以及机械 NCD 和 PCD 的检验要求。

### E.2 一般要求

E.2.1 机械 PEMS 排放试验应在机械实际作业状态下进行。对于 1B、2B 和 3B 型双燃料发动机，除进行双燃料模式 PEMS 试验，还应对液体燃料模式开展附加 PEMS 试验。

E.2.2 机械 NCD 和 PCD 的测试按附件 ED 进行。

E.2.3 热稳运行期间，有效数据点为当发动机的冷却液温度首次达到 70℃，或者当冷却液的温度在 PEMS 测试开始后，5 min 之内的变化小于 2℃时（以先到为准，但不能晚于发动机起动后 20 min），至试验结束的所有测试数据点。

### E.3 试验条件

E.3.1 应在满足如下要求的环境条件下进行试验：

——海拔高度不高于 2400 m；

——环境温度应不低于 266 K（-7℃），不高于 313 K（40℃）。

E.3.2 在自然环境温度条件下浸机，浸机环境条件应满足 E.3.1 的要求。浸机期间，应保持发动机关闭。浸机期间应避免将试验机械暴露在极端的环境下，如大雪、风暴、冰雹、过量灰尘和烟雾等环境条件，冷起动前发动机冷却液和后处理系统温度（冷却液和后处理系统温度可由机械 ECU 数据流信息获得）与环境温度差值应在±5 K（±5℃）以内，或自然环境浸机时间不低于 8 h。

E.3.3 润滑油应满足生产、进口企业规定。

E.3.4 试验燃料应为满足相关标准的市售燃料。

E.3.5 对于使用反应剂的机械，反应剂应满足相关标准要求，并在试验中不能出现冻结等异常状况，若反应剂类型为尿素水溶液，应符合 GB 29518 要求。

### E.4 试验要求

E.4.1 测试持续时间应保证测试机械的发动机累计功达到发动机 NRTC 循环功的 5~7 倍或测试发动机运行时间达到 2 h，第一个 NRTC 循环功测试期间以及全部测试期间（混合动力机械为发动机运行时间段内）均应满足平均功率百分比大于等于 15%额定净功率的运行要求。对于无法获得 NRTC 循环功的发动机，应按公式（E.1）计算 NRTC 等效循环功替代 NRTC 循环功。

$$W_{NRTC} = 0.1394 \times P_{rat} \quad (E.1)$$

式中： $W_{NRTC}$  ——NRTC 等效循环功，kW·h；

$P_{rat}$  ——发动机额定净功率，kW。

E.4.2 试验机械的载荷按照实际作业需求进行加载，但不可空载测试。

E.4.3 除下述情况和 E.4.4 外，不允许将不同作业循环的数据合并，或对某一作业循环的数据进行修

改或删除。试验应在机械正常作业状态下连续进行，数据记录不应中断。并且连续采集以满足 E.4.1 中规定的测试持续时间要求。

——测试机械的一个完整作业循环无法满足 E.4.1 的要求；

——由于不可控因素导致的 3 min 以上的数据丢失；

——测试机械的类别具有不同工作模式。

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台机械；

b) 组合数据最多包含 3 个作业循环，第一个作业循环之外的数据，仅取有效数据点进行组合；

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) 多个数据组合后作为整体进行数据分析。

E. 4. 4 当测试持续时间超过 E.4.1 的要求，在不破坏数据连续性且符合机械正常作业循环运行特征的前提下，可以仅选择满足 E.4.1 要求的部分数据纳入排放结果计算，未纳入计算的数据应保留。

E. 4. 5 如果发动机熄火，可重新启动，但不可中断数据采集。

E. 4. 6 PEMS 设备应由外部独立供电。

E. 4. 7 PEMS 设备的安装应不影响机械的排放和性能。

E. 4. 8 应按照 EA.2.2 的规定，进行数据一致性检查。

E. 4. 9 如果 PEMS 测试过程中 NCD、PCD 或动力系统监测到相关故障，应修复故障后重新进行试验。

## E. 5 ECU 数据流

E. 5. 1 若对机械 ECU 初步检查发现以下情况之一，则判定该机械不合格：

a) 无 ECU 数据的通信接口；

b) 需通过本标准规定协议之外的通信协议访问；

c) 收集 ECU 数据会影响机械排放或机械性能。

E. 5. 2 进行 PEMS 测试前，应通过诊断工具读取并记录发动机 CAL ID 和 CVN，若读取的 CAL ID 和 CVN 与企业信息公开不一致，则判定该机械不满足本标准要求。

E. 5. 3 进行 PEMS 测试时，表 E.1 中的 ECU 相关数据项应以不低于 1 Hz 的频率实时发送。

E. 5. 4 输出扭矩可由 ECU 内置程序通过实际扭矩和摩擦扭矩进行计算。

### E. 5. 5 ECU 数据流的有效性

E. 5. 5. 1 进行 PEMS 测试之前，应进行数据流信息的验证。若从 PEMS 设备中无法获得数据信息或 ECU 数据持续丢失，可使用符合附录 C 和附录 D 规定的外部诊断工具验证信息的有效性。

a) 若可通过诊断工具获得信息或 ECU 数据持续丢失不超过 30 s，则应重新调试 PEMS 设备；

b) 若采用诊断工具仍无法获得信息或 ECU 数据持续丢失超过 30 s，则认为机械不满足本标准要求。

E. 5. 5. 2 PEMS 排放测试时，根据 PEMS 设备采集到的符合 E.5.2 规定的 ECU 数据流信息计算出扭矩信号，应在满负荷工况点对该扭矩信号的一致性进行确认。即在机械测试过程中，证明发动机已达到基于发动机转速变化的最大扭矩曲线上的某个工况点。

E. 5. 5. 2. 1 若计算的扭矩保持在 B.6.11.5 规定的满负荷扭矩偏差范围内（海拔 1700 m 以上由 7% 扩展为 10%），则认为 ECU 扭矩信号的一致性符合要求。

E. 5. 5. 2. 2 若扭矩信号的偏差超出 B.6.11.5 规定的满负荷扭矩偏差，则认为 ECU 扭矩信号的一致性不符合要求。

E. 5. 5. 3 如果 PEMS 测试期间，没有达到最大扭矩曲线上的工况点：

a) 若计算扭矩均不超过 B.6.11.5 规定的满负荷扭矩（含最大偏差），且其最大输出扭矩与企业提供的万有特性曲线进行比较，偏差小于 7%，可认为 ECU 扭矩信号的一致性符合要求，否则认为 PEMS 试验不合格。

b) E.5.5.3 a) 判定试验有效的情况下，主管部门可以专门进行机械试验验证扭矩一致性，按 E.5.5.2 进行判定。

## E.6 测试规程

### E.6.1 测试设备

试验使用附件 EB 规定的 PEMS 设备进行实际作业循环车载排放测试。

### E.6.2 测试参数

试验需要测量和记录的参数见表 E.1。

表 E.1 测量内容

测试内容	单位	测试仪器
CO浓度 <sup>a</sup>	10 <sup>-6</sup> （体积分数）	分析仪
NO <sub>x</sub> 浓度 <sup>a</sup>	10 <sup>-6</sup> （体积分数）	分析仪
CO <sub>2</sub> 浓度 <sup>a</sup>	10 <sup>-2</sup> （体积分数）	分析仪
PN浓度	个/cm <sup>3</sup>	分析仪
排气流量	kg/h（或L/min）	排气流量计（EFM）
排气温度	℃	传感器
环境温度	℃	传感器
环境湿度	% RH	传感器
环境大气压	kPa	传感器
发动机转速	r/min	ECU数据读取设备
发动机实际扭矩	%	ECU数据读取设备
发动机摩擦扭矩	%	ECU数据读取设备
发动机参考扭矩	N·m	ECU数据读取设备
燃料流量	L/h（或kg/h）	ECU数据读取设备
发动机冷却液温度	℃	ECU数据读取设备
进气量	kg/h	ECU数据读取设备
反应剂余量	%	ECU数据读取设备（如适用）
燃料余量（如适用）	%	ECU数据读取设备（如适用）
颗粒物捕集器主动再生状态	—	ECU数据读取设备（如适用）
油门开度	%	ECU数据读取设备（如适用）
运行模式		ECU数据读取设备（如适用）
驱动电机扭矩 <sup>b</sup>	N·m	ECU数据读取设备（如适用）
驱动电机转速 <sup>b</sup>	r/min	ECU数据读取设备（如适用）
驱动电池总电压	V	ECU数据读取设备（如适用）
驱动电池总电流	A	ECU数据读取设备（如适用）

总荷电状态 (SOC)	%	ECU数据读取设备 (如适用)
定位状态		ECU数据读取设备 (如适用)
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>a</sup> 直接测量得到或按附件BA.2修正后的湿基浓度； <sup>b</sup> 每个驱动电机均需传输数据，传输顺序采用从前往后、从左往右的顺序，驱动电机数量与机械静态数据一致。		

### E. 6. 3 机械准备

E. 6. 3. 1 机械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：污染物排放控制装置传感器损坏等。

E. 6. 3. 2 机械 NCD、PCD 系统应符合 5.7 的规定。数据采集频率至少为 1 Hz。

### E. 6. 3. 3 混合动力机械的准备

#### E. 6. 3. 3. 1 外接充电型混合动力机械预处理

试验之前将机械在实际作业循环下充分放电，直至发动机起动或 REESS 在实际作业循环下达到电量平衡状态。

电量平衡状态判定条件如下：在机械放电过程结束（实际作业循环下运行，直至发动机起动为止）后，按照 1 次/min 的频率记录 ECU 读取 SOC 值（百分数），以 5 min 为一个周期，选取最大值  $SOC_{Max}$  和最小值  $SOC_{Min}$ ，当满足公式 (E.2) 和 (E.3)，表示机械达到实际作业循环的电量平衡状态。若机械无法满足公式 (E.2) 和 (E.3) 的要求，在放电直至发动机起动后，实际作业循环下运行 30 min，预处理完成，可进行后续试验。

单个个周期：

$$SOC_{Max,5} - SOC_{Min,5} \leq 5\% \quad (E.2)$$

连续两个周期：

$$SOC_{Max,10} - SOC_{Min,10} \leq 5\% \quad (E.3)$$

#### E. 6. 3. 3. 2 非外接充电型混合动力机械预处理

试验之前应进行充分放电，放电可在最大电力消耗模式下，直至发动机起动。机械应具备纯燃料模式切换开关，方便切换为纯燃料模式，并能在纯燃料模式下正常运行（包括怠速），便于进行 PEMS 排放测试，且开关位置应在机械使用说明书中写明。

### E. 6. 4 测试设备安装

#### E. 6. 4. 1 主机单元

按照 PEMS 生产企业操作要求将 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：

- a) 环境温度的变化；
- b) 环境大气压的变化；
- c) 电磁辐射；

d) 机械振动。

#### E. 6. 4. 2 排气流量计 (EFM)

排气流量计应与测试机械的排气管相连，其测量范围应与测试过程中可能的排气流量范围相匹配；560 kW 以上非道路移动机械也可采用碳平衡法计算排气流量。EFM 及一切调整、连接排气管的装置，均不得对发动机或排气后处理系统工作带来不利影响。需要时可使用耐高温柔性连接器连接，但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。

EFM 的安装不得使排气背压大于发动机生产、进口企业的推荐值。对于 PEMS 设备的所有组件，EFM 的安装应不影响实际作业循环的安全要求。

#### E. 6. 4. 3 卫星导航精准定位系统

信号接收装置应尽可能安装在最高处，同时避免在实际测试过程中受到障碍物干扰。

#### E. 6. 4. 4 取样系统

取样探头应按照仪器生产企业规定的要求，安装在流量测量装置之后。颗粒物排气取样应在气流中线处进行，且颗粒物取样和气态物取样之间不得相互影响。

气态污染物取样应采用加热采样管线（加热温度为  $190\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，如适用）。

颗粒物采样时，从排气管到稀释系统和取样系统之间的所有部件，只要接触原排气和稀释排气，其设计均应将颗粒物的沉积和改变降到最低。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。

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. 6. 5 试验准备

##### E. 6. 5. 1 启动和固定 PEMS

PEMS 设备应按照操作要求进行预热和固定，PEMS 设备的压力、温度和流量等主要参数应达到设备的工作设定值。

##### E. 6. 5. 2 取样系统清理

为避免系统污染，PEMS 的取样系统应在试验前按照 PEMS 设备操作要求，进行吹扫清理。

##### E. 6. 5. 3 检查并标定分析仪

###### E. 6. 5. 3. 1 气体分析仪泄漏检查

应按照设备操作要求对取样系统进行泄漏检查，或按附件 EC.3 进行泄漏检查。

###### E. 6. 5. 3. 2 标定/检查分析仪零点

每次试验前，均应使用满足 EC.2 要求的标准气体，对分析仪进行零点标定。

每次试验前，应按附件 EC.6.1 进行颗粒分析仪零点检查。

###### E. 6. 5. 3. 3 标定/检查分析仪的量距点

每次试验前，均应使用满足 EC.2 要求的标准气体，对分析仪进行量距点标定。对于多量程分析仪，

应对每一个可能会使用到的量距点进行标定。标准气体浓度应与试验过程中可能遇到的污染物浓度相匹配，应按照设备供应商推荐的标准气体浓度对气体分析仪进行量距点标定。

#### E. 6. 5. 4 排气流量计（EFM）清理

试验前应按照设备操作要求，吹扫和准备排气流量计，清除管线和设备端口的冷凝和沉积物。建议使用清洁空气或氮气吹扫压力传感器接头的方式清洗排气流量计，可使用反吹措施清除压力管线和压力测量端口中的冷凝和沉积物。

#### E. 6. 6 排放测试流程

##### E. 6. 6. 1 测试开始

PEMS 应在机械起动前开始取样、测量和记录，无论发动机是否起动。在测试开始时机械状态应满足 E.3 要求。

##### E. 6. 6. 2 测试运行

E. 6. 6. 2. 1 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. 6. 6. 2. 2 对于混合动力机械，不应选择只用于一些特殊用途的专用模式进行试验，例如“维护模式”等非日常运行模式。试验过程中不允许人为切换机械的动力输出模式，如纯电模式、混动模式、节能模式等。

E. 6. 6. 2. 3 在整个测试期间，应连续进行排气取样、测量排气参数以及记录发动机和环境数据。在机械起动后，应立即确定数据记录装置已记录了所有必需的参数。

E. 6. 6. 2. 4 试验期间，PEMS 记录的所有数据应不低于完整数据的 99%。由于信号意外损失，测量和记录数据的中断时间不能超过总运行时间的 1%，并且连续中断时间不超过 30 s。中断过程应由 PEMS 直接记录，不允许通过对试验数据的前处理、变换或者后处理人为中断。

E. 6. 6. 2. 5 试验期间，可按照需求设置空调系统等其他附属设备，同时应详细记录使用情况。在相应测试环境下对驾驶舒适性和安全性产生影响的负载可合理开启。如夏天开启空调制冷，座椅通风等附属设备，冬天开启空调、方向盘及座椅加热等附属设备，低光照条件下开启照明大灯等设备。允许合理使用机械出厂时配备的相关附属设备。禁止使用非机械出厂时配备的附属设备。

##### E. 6. 6. 3 测试结束

应在完成整个试验后关闭发动机、机械下电，此时应继续记录数据至达到取样系统的响应时间后结束采样。

##### E. 6. 6. 4 装有周期再生后处理系统的机械

如果在 PEMS 试验期间发生周期再生事件，在生产、进口企业的要求下可以重复进行一次试验。试验期间是否发生再生可以根据 ECU 信号判断，也可以根据排气温度、PN、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 的测量结果以及机械的相关运行信息判断。生产、进口企业应确保在第二次试验前，机械已完成再生，并且已经进行了适当的预处理。如果在第二次试验期间再次发生再生，排放试验结果应包括再生期间的污染物排放。

#### E. 6. 7 测试设备的核实确认

##### E. 6. 7. 1 气体分析仪检查

按照 E.6.5.3 要求进行零点和量距点响应漂移检查。

#### E. 6. 7. 1. 1 零点漂移

零点漂移，定义为至少 30 s 的时间段内，分析仪对零气体的平均响应（包括噪声在内）。零点漂移应满足表 E.2 的要求。

#### E. 6. 7. 1. 2 量距点漂移

量距点漂移，定义为至少 30 s 时间段内，分析仪对量距气的平均响应（包括噪声在内）。量距点漂移应满足表 E.2 的要求。

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>a</sup>
CO <sub>2</sub>	≤2000×10 <sup>-6</sup> （体积分数）/试验	≤读数的2%或≤2000×10 <sup>-6</sup> （体积分数）/试验，较大者
CO	≤75×10 <sup>-6</sup> （体积分数）/试验	≤读数的2%或≤75×10 <sup>-6</sup> （体积分数）/试验，较大者
NO <sub>x</sub>	≤5×10 <sup>-6</sup> （体积分数）/试验	≤读数的2%或试验≤5×10 <sup>-6</sup> （体积分数）/试验，较大者

<sup>a</sup>如果零点漂移在允许范围内，允许在验证量距点漂移前对分析仪进行标零。

#### E. 6. 7. 1. 3 漂移确认

试验结束后 30 min 内，通零气和量距气，检查漂移并与试验前结果对比。以下规定适用于分析仪漂移确认：

- 当前后结果相差满足 E.6.7.1.1 和 E.6.7.1.2 的规定，测量浓度无需修正或按照 E.6.7.1.4 进行漂移修正；
- 当前后结果相差不满足 E.6.7.1.1 和 E.6.7.1.2 的规定，则试验无效，或者按照 E.6.7.1.4 对浓度进行漂移修正。

#### E. 6. 7. 1. 4 漂移修正

如果按照 E.6.7.1.3 b) 进行了漂移确认，则应按照 BA.7.1 计算修正浓度值。

经修正的比排放值与未经修正的比排放值之差应在未经修正的比排放值的±6%以内。如果偏差大于 6%，测试无效。如果使用了漂移修正，则出具排放报告时应使用经漂移修正的排放结果。

#### E. 6. 7. 2 PN 分析仪检查

试验结束后 30 min 内，应按附件 EC.6.1 进行颗粒分析仪零点检查。

### E. 7 排放结果计算

应按照附件 EA 的规定，进行污染物比排放量计算。

### E. 8 机械系族

#### E. 8. 1 机械系族划分条件

同时满足下列条件的，视同为同一个机械系族：

- 机械由同一机械生产企业生产；
- 发动机为同一排放系族；

- 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；
- d) 动力类型一致，如纯燃料机械或混合动力机械等。

### E.8.2 机械系族命名规范

机械系族代码共 13 位，由一组字母数字组成。机械系族代码由法规阶段部分、企业说明部分和自定义部分三部分组成，如图 E.1 所示。

第 1~2 位固定为“G5”，代表国五阶段；第 3 位，燃料类型代码定义见表 L.2；第 4~7 位，企业注册账户时由环保信息公开平台自动生成的代码；第 8 位，机械类型代码定义见表 L.1；第 9~13 位，企业自定义。

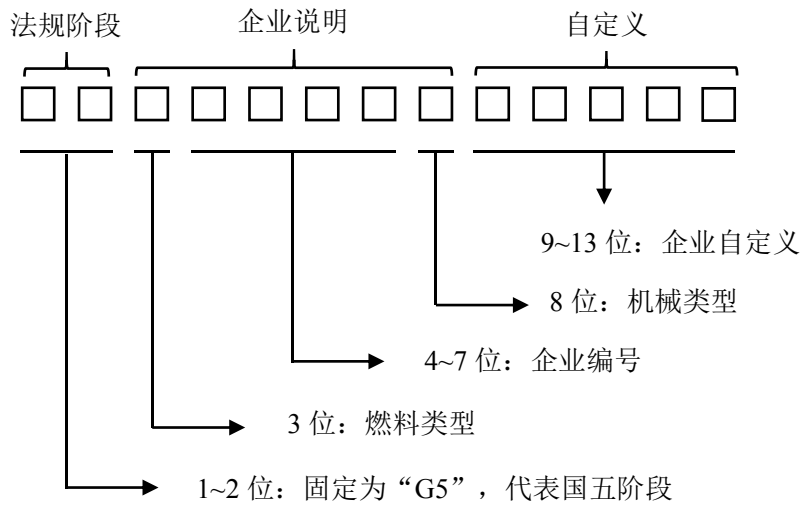


图 E.1 机械系族命名规范

### E.9 试验报告

试验报告参考附件 AF 的要求。

附件 EA  
(规范性附件)  
车载法检测的排放计算

### EA.1 概述

本附件规定了车载法检测结果的计算方法。

### EA.2 排放计算

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允许不进行四舍五入。如果排放测试采集数据出现负值，负值数据归零处理后再进行排放计算。

#### EA.2.1 数据的对齐

在计算质量排放时，为降低各信号之间的时间偏移，应按照以下要求对排放计算相关的数据进行对齐：

PEMS 数据时间对齐的要求：

表 E.1 中的测量数据分成三类。

一类：分析仪（NO<sub>x</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、PN 等浓度）；

二类：排气流量计（排气质量流量和排气温度）；

三类：发动机（扭矩、转速、燃料消耗率等）。

每一个类别同其他类别时间对齐应通过寻找两类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：

- a) 一类、二类（分析仪和 EFM 数据）与第三类（发动机数据）的时间对齐：来自于 ECU 的数据；
- b) 一类与二类的时间对齐：如 CO<sub>2</sub> 浓度和排气质量流量；
- c) 一类与三类的时间对齐：如 CO<sub>2</sub> 浓度和发动机燃料消耗量。

#### EA.2.2 数据一致性检查

数据（EFM 测量的排气质量流量和气体浓度）的一致性应使用 ECU 的测量燃料消耗量和依据尾气污染物排放计算的燃料消耗量之间的相关性进行确认。利用 ECU 燃料消耗值和碳平衡计算燃料消耗值进行线性回归判定。使用最小二乘法，用公式（EA.1）达到最好的拟合：

$$y=mx+b \quad \text{(EA.1)}$$

式中：  $y$  ——计算燃料消耗，g/s；

$m$  ——回归线斜率；

$x$  ——测量燃料消耗；

$b$  ——回归线的  $y$  截距。

计算斜率  $m$  和相关系数  $r^2$ ；推荐对最大值的 15%至最大值之间进行该线性回归，测试频率大于等于 1Hz。当满足以下两参数时，可认为试验有效：

表EA.1 偏差

回归线的斜率， $m$	0.9-1.1（推荐）
相关系数， $r^2$	最小0.80（强制）

### EA. 2.3 干湿基修正

若测量值为干基浓度，应根据 BA.2 转化为湿基浓度。

### EA. 2.4 NO<sub>x</sub>湿度校正

PEMS 测量得到的 NO<sub>x</sub> 浓度不进行环境大气温湿度校正。

### EA. 2.5 瞬时 PN 排放的计算

粒子数量应根据 BA.5.4 计算。

## EA. 3 排放结果的确定

### EA. 3.1 无效数据

任何无效数据均不应用于排放计算。以下数据为无效数据：

- a) 设备检查及漂移核查期间的数据；
- b) 发动机转速低于 50 r/min 的数据。

### EA. 3.2 排放计算

冷起动和热稳运行工况排放分别计算与评价，如图 EA.1 所示。

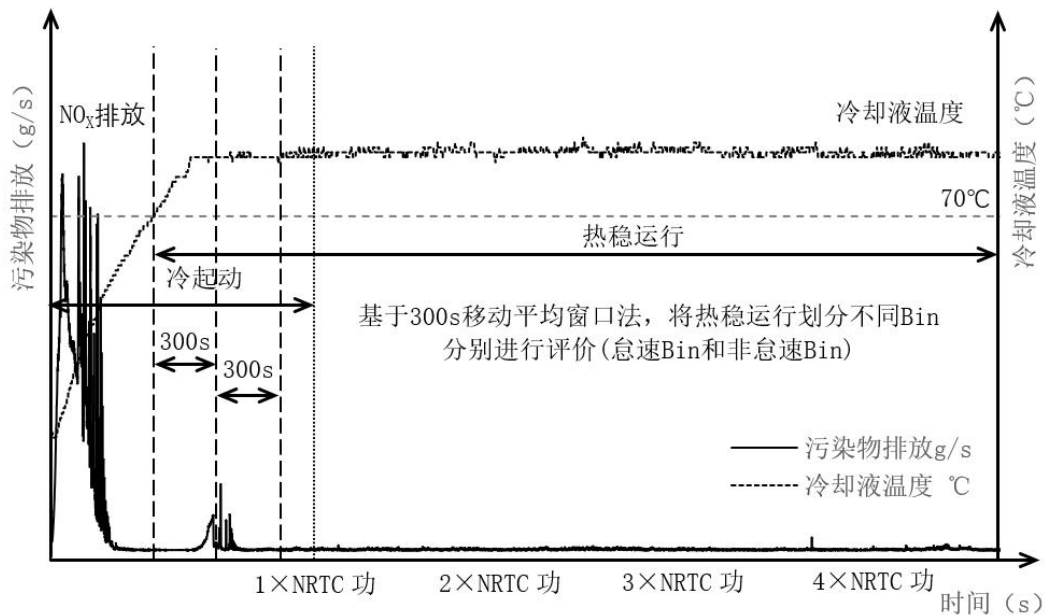


图 EA.1 PEMS 数据分析与排放评价方法

#### EA. 3.2.1 冷起动 Bin 排放计算

满足 E.3 的试验条件下，自机械起动开始通过连续发动机功率值积分至累计功达到发动机 1 倍 NRTC 循环功的阶段，定义为冷起动 Bin。按照公式 (EA.2) 计算平均比排放：

$$e_{Bin\ cold,i} = \frac{\sum_{t=1}^{T_{cold}} m_{i,t}}{W_{NRTC}} \quad (EA.2)$$

式中：  
 $e_{Bin\ cold,i}$  ——冷启动 Bin 污染物 i 的比排放，mg/kW·h 或个/kW·h；  
 $T_{cold}$  ——冷启动 Bin 测试时长，s；  
 $m_{i,t}$  ——t 时刻污染物 i 的瞬时排放，mg/s 或个/s。

### EA. 3. 2. 2 热稳运行工况排放计算

#### EA. 3. 2. 2. 1 工况窗口划分

从第一个有效数据点开始，以 300 s 为周期逐秒移动划分窗口，计算每个窗口的平均功率，并按表 EA.2 将窗口划分为非怠速 Bin 和怠速 Bin。

表EA.2 工况窗口划分

Bin	单位	窗口平均功率占额定净功率比例
怠速Bin	mg/h	≤6%
非怠速Bin	mg/kW·h (或个/kW·h)	>6%

#### EA. 3. 2. 2. 2 怠速 Bin 计算（仅计算 NO<sub>x</sub> 排放）

$$m_{e,bin\ idle} = \frac{\sum_{i=1}^N m_{e,300,i}}{N \times 300/3600} \quad (\text{EA.3})$$

式中：  
 $m_{e,bin\ idle}$  ——NO<sub>x</sub> 的怠速 Bin 平均排放，mg/h；  
 $i$  ——第 i 个窗口序号；  
 $N$  ——怠速 Bin 窗口总数；  
 $m_{e,300,i}$  ——第 i 个窗口污染物排放量，mg。

#### EA. 3. 2. 2. 3 非怠速 Bin 计算

$$e_{Bin\ Non-idle,i} = \frac{\sum_{i=1}^K m_{e,300,i}}{\sum_{i=1}^K W_{300,i}} \quad (\text{EA.4})$$

式中：  
 $e_{Bin\ Non-idle,i}$  ——非怠速 Bin 污染物 i 的比排放，mg/kW·h 或个/kW·h；  
 $i$  ——第 i 个窗口序号；  
 $K$  ——非怠速 Bin 窗口总数；  
 $m_{e,300,i}$  ——第 i 个窗口污染物排放量，mg；  
 $W_{300,i}$  ——第 i 个窗口累积功，kW·h。

### EA. 3. 3 不同再生后处理系统的排放测试数据的修正

在开展 PEMS 测试时，对连续再生后处理系统不需要进行测试数据的修正；对周期再生后处理系统，排放结果应用装有周期再生系统的发动机在排放型式检验中获得的再生因子按照 B.6.12.3 的规定进行修正。

附件 EB  
(规范性附件)  
便携式排放测试设备

EB.1 概述

本附件规定了适用于车载法检测的便携式排放测试设备的技术要求，包括：排气分析仪、排气流量计、卫星导航精准定位系统、环境温湿度和大气压力传感器、ECU 数据读取设备。

EB.2 测量设备

EB.2.1 排气分析仪

气体分析仪的技术要求应符合 BB.2.5 的要求。PN 排放测量设备的技术要求应符合 BB.4.3 的要求。

EB.2.2 排气流量计

排气流量计应符合 BB.5 的要求。

EB.2.3 取样

污染物采用从原始排气中直接采样测量。

气态污染物取样分析应符合 BB.2.3.1，颗粒物粒子数量取样分析应符合 BB.4.2.2.4 中的规定要求。

EB.2.4 传感器和辅助仪器

传感器和辅助仪器的精度应满足表 EB.1 的要求。

表 EB.1 测试参数准确度要求

测试参数	准确度
燃油流量 <sup>a</sup>	读数±1% <sup>b</sup>
空气流量 <sup>a</sup>	读数±2%
温度≤600 K <sup>c</sup>	±2 K绝对值
温度>600 K	读数±0.4% (K)
环境压力	±0.2 kPa绝对值
相对湿度	±5%绝对值
绝对湿度	±10%读数或1g H <sub>2</sub> O/kg 干空气，取其中较大者
<sup>a</sup> 选用，确定排气质量流量。 <sup>b</sup> 仅适用于采用燃油流量计算空气流量和排气流量时，准确度应为读数的0.02%。 <sup>c</sup> 对应用于测量环境温度的气象站设备，应针对夏季阳光辐射状态下，设置对应的技术措施。	

附件 EC  
(规范性附件)  
便携式排放测试设备的标定检查

#### EC.1 概述

本附件规定了便携式排放测试设备的标定和检查方法。

#### EC.2 标准气体

应使用 BB.8 要求的气体对 PEMS 的气体分析仪进行标定。

#### EC.3 泄漏检查

应按 BB.7.3.2 要求的对 PEMS 进行泄漏检查。

#### EC.4 分析系统的响应时间检查

应按 BB.7.3.3 要求的对 PEMS 分析系统的响应时间检查。

#### EC.5 排气流量计标定和检查

##### EC.5.1 验证标准

应使用空气或排气对照可追溯标准对排气流量计的性能进行验证,例如使用一个经过验证的排气流量计或全流稀释通道进行验证。

##### EC.5.2 验证频率

排气流量应保证在 PEMS 试验的一年内已进行准确度和精度符合性验证。

##### EC.5.3 准确度

准确度,定义为排气流量计读数和基准流量值之间的偏差,偏差不能超过读数的 $\pm 2\%$ 、满量程的 $0.5\%$ 或已被校准排气流量计的最大流量的 $\pm 1.0\%$ ,取其中的较大者。

##### EC.5.4 精度

精度,定义为对一个给定名义流量(该名义流量应该位于校准范围的中间点附近)的10个重复响应标准差的2.5倍,不应超过校准排气流量计的最大流量的1%。

##### EC.5.5 噪声

噪声,定义为10个标准差的均方根的两倍,每个标准差是在30s的时间内,以至少1.0Hz的固定频率测得的零响应的计算值,不能超过最大校准流量值的2%。10个测量周期之间有30s的间断时间,间断期间,排气流量计暴露在最大校准流量的气流中。

##### EC.5.6 零点响应漂移

零点响应定义为在至少 30 s 的时间段内，排气流量计对零流量的平均响应。可以根据报告的原始信号对零响应漂移进行验证，例如根据压力信号。原始信号在 4 h 时间内的漂移应小于校准排气流量计所用流量记录的原始信号最大值的  $\pm 2\%$ 。

#### EC. 5.7 量距点响应漂移

量距点响应的漂移，定义为在至少 30 s 的时间段内，排气流量计对名义流量的平均响应。可以使用报告的原始信号量距点响应漂移进行验证。例如可以使用压力信号。原始信号在 4 h 时间内的漂移应小于校准排气流量计所用流量记录的原始信号最大值的  $\pm 2\%$ 。

#### EC. 5.8 上升时间

排气流量计的上升时间和确定方法应该尽可能与气体分析仪的上升时间匹配，但不能超过 1 s。

#### EC. 5.9 响应时间检查

应该使用与排放试验中相似的参数（即：压力、流量和其他所有影响响应时间因素）确定排气流量计的响应时间。确定响应时间时，气体开关应该设置在流量计的入口处，气体流量开关的动作应尽可能快，该时间应小于 0.1s。试验用气体流量应至少能够导致排气流量计满量程（FS）60%的流量率变化。应记录气体流量。延迟时间定义为从气流打开( $t_0$ )到流量计达到最终读数的 10%响应 ( $t_{10}$ ) 之间的时间。上升时间定义为流量计达到最终读数 10%和 90%响应 ( $t_{90}-t_{10}$ ) 之间的时间。响应时间 ( $t_{90}$ ) 定义为延迟时间和上升时间之和。排气流量计的响应时间( $t_{90}$ )应不大于 3 s, 根据 EC.4.8 的要求, 上升时间( $t_{90}-t_{10}$ )应不大于 1 s。

### EC. 6 颗粒分析仪标定和检查

#### EC. 6.1 颗粒分析仪零点检查

在取样探头的入口或者取样管的入口，对零气或高效过滤的环境空气，按不低于 1 Hz 的频率进行取样，时间持续 2 min，并计算平均值作为结果。结果应在颗粒分析仪生产企业规定的范围内，但不得超过 5000 个/cm<sup>3</sup>。

#### EC. 6.2 颗粒分析仪计数效率检查

应至少每个月检查 1 次 PN 分析仪对于电迁移率粒径为 50 nm 和 100 nm 的单分散气溶胶的计数效率。样气应从取样探头或取样管入口通入 PN 分析仪，颗粒物数量浓度应选择在 10000 个/cm<sup>3</sup> ~ 200000 个/cm<sup>3</sup> 范围内，取样信号应持续 2 min 并取其平均值作为最终结果。最终结果与标准粒子计数器或静电计指示的颗粒数量浓度之比应满足表 EC.1 规定的效率要求。

表EC.1 PN 分析系统（包括采样管）的效率要求

$dp/nm$	PN $E(dp)$
50	$0.85 \leq E(dp) < 1.15$
100	$0.8 \leq E(dp) < 1.2$
<p>注：效率<math>E(dp)</math>为同时测量电迁移率直径为<math>dp</math>的单分散性气溶胶且将测量结果均修正至相同温度和压力时，PN分析系统的测量值与标准粒子计数器或者静电计指示的颗粒物数量浓度之比。测试材料应是热稳定的碳烟形态颗粒物（如火花放电的石墨或者经预处理的扩散火焰碳烟）。用其他类型的气溶胶（如NaCl等）测试的，其效率应等效修正至碳烟形态颗粒物效率，修正系数应大于等于0.9且小于等于1.1。</p>	

附件 ED  
(规范性附件)  
机械整机 NCD 和 PCD 检验要求

## ED.1 一般要求

本附件规定了非道路移动机械整机 NCD 和 PCD 的检验要求。

## ED.2 机械检验规程

ED.2.1 对机械进行 NCD 和 PCD 检验的项目包括：

- a) 基本功能的检查；
- b) 故障模拟、报警系统反应检查；
- c) 驾驶性能限制系统反应检查；
- d) IUPR 基本功能检查；
- e) 远程排放监控车载终端功能检查。

### ED.2.2 机械验证循环

机械检验时，应在机械正常作业循环下进行，机械载荷应符合 E.4.2 的要求。作业循环次数等试验条件应根据企业提交的 A.2 文件包中的要求进行调整。

### ED.2.3 基本功能的检查

ED.2.3.1 机械报警系统是否符合 C.4 的要求。

ED.2.3.2 诊断接口是否符合 5.8.1.1 的要求。

ED.2.3.3 使用通用诊断仪应能读取附录 C 和附录 D 规定的所有 NCD 和 PCD 信息。

### ED.2.4 故障模拟、报警灯反应检验

ED.2.4.1 按生产、进口企业提供的故障列表选择故障。生产、进口企业提供的故障列表应至少覆盖附录 C 和附录 D 所有监测项。

ED.2.4.2 根据选择的故障，可通过断开传感器或执行器的接插件、堵塞相应管路、更换故障部件或电子模拟的方法来实现故障模拟；对于反应剂质量监测的验证，劣质反应剂浓度不应低于  $CD_{min}$  浓度的 80%。

ED.2.4.3 对于需要更换故障部件进行故障模拟的，相应故障部件或系统应由生产、进口企业提供。

ED.2.4.4 制造故障后，应按故障对应的监测要求，运行足够数量的作业循环，完成运行后 NCD 和 PCD 应能正确报警并记录相应故障码。可通过观察报警系统是否按照附录 C 和附录 D 的要求正确报警，通过连接通用诊断仪验证 NCD 和 PCD 是否正确存储相应故障代码。

### ED.2.5 驾驶性能限制系统反应检验

#### ED.2.5.1 反应剂供给不足驾驶性能限制系统反应检验

首先应验证反应剂存量不足存储罐标称容量 10% 时，驾驶员报警系统应激活；进一步验证反应剂存量不足存储罐标称容量 2.5% 时，初级驾驶性能限制系统应激活；最后放空反应剂，严重驾驶性能限制系统应激活。

#### ED.2.5.2 除反应剂供给不足之外的故障的驾驶性能限制系统反应检验

可在 ED.2.4 的故障中选择故障继续开展驾驶性能限制系统反应检验。应在完成 ED.2.4 验证后，继续运行机械，直至故障计数器累计值达到初级驾驶性能限制系统激活要求，初级驾驶性能限制系统应激活；进一步继续运行机械，直至故障计数器累计值达到严重驾驶性能限制系统激活要求，严重驾驶性能限制系统应激活。

#### ED. 2. 6 IUPR 基本功能验证

ED. 2. 6. 1 应对 IUPR 一般分母计数器的计数功能进行验证。

ED. 2. 6. 2 一般分母计数器在一个作业循环内满足 CD.3.4 条件时应增加 1。

#### ED. 2. 7 远程排放监控车载终端功能检验

ED. 2. 7. 1 所有 NCD 和 PCD 检验在采用通用诊断仪进行测试时，同时可采用远程排放管理平台来检测远程排放监控车载终端发送的 NCD 和 PCD 信息应与通用诊断仪读取的相同，验证远程排放管理平台读取的故障代码应与通用诊断仪读取的故障代码相同。

ED. 2. 7. 2 在进行车载排放试验时，可同时按 E.5.5.2、EA.2.2 分别进行扭矩一致性和燃料流量数据一致性验证，通用诊断仪读取的 ECU 发动机扭矩数据、燃料流量数据和远程排放监控管理平台的数据应符合表 HA.1 的要求。

**附录 F**  
**(规范性附录)**  
**机械下线检验方法**

## F.1 概述

本附录规定了机械下线后，NCD、PCD 检查方法及排气污染物（NO<sub>x</sub>及烟度）排放测试规程。

## F.2 测量方法

### F.2.1 机械状态确认检查

被检测机械应满足以下要求：

- a) 对采用 SCR 后处理的机械，试验开始前应确认反应剂罐中有足够的符合本标准的基准尿素水溶液或满足 GB 29518 要求的尿素水溶液；
- b) 被测机械应使用符合国家相关标准的市售燃料；

### F.2.2 测试设备准备

将采样探头插入受检机械的排气管中，NO<sub>x</sub>分析仪和（或）不透光烟度计取气口应在机械排气管出口上游不少于 20 cm 处。测试设备应充分预热，确保测试设备可以正常测量污染物。

### F.2.3 NCD、PCD 检查方法

检查机械是否设置了 NCD、PCD 诊断接口，使用通用诊断仪连接机械 NCD、PCD 诊断接口，通信应正常，能正确读取 NCD、PCD 信息且无故障代码。

### F.2.4 排气污染物检查方法

F.2.4.1 应确保发动机进行 NO<sub>x</sub> 和（或）烟度检验前，受检机械的发动机应充分预热。在机械连续测试过程中处于正常工作的状态。

F.2.4.2 在整个测试过程中无 NCD、PCD 故障码，辅助排放控制策略不应被激活。

F.2.4.3 采用如下描述的自由加载法对机械进行检验：现场检验人员可以根据受检机械的实际工作状态确定加载方法，确保试验过程中测试设备测量的排气温度不低于 250 °C。在机械连续正常工作过程中（例如装载机从铲土到装载完毕的全过程）进行测量。

F.2.4.4 用不透光烟度计连续测量 F.2.4.3 所述工况下的机械排气的吸收系数，采样频率不应低于 1 Hz。取测量过程中不透光烟度计的最大读数值作为测量结果。

F.2.4.5 用 NO<sub>x</sub> 分析仪连续测量 F.2.4.3 所述工况下的机械排气 NO<sub>x</sub> 浓度，采样频率不应低于 1 Hz，可以与 F.2.4.4 烟度测量过程同步进行。记录整个测量过程 NO<sub>x</sub> 浓度，取 95 分位值作为测量结果。

## F.3 测量设备

NO<sub>x</sub> 分析仪应满足 GB 3847—2018 中 B.3.4 要求，不透光烟度计应满足 GB 3847—2018 中 B.3.3 要求。排温传感器测量精度不低于 ±2 °C。

## F.4 下线检测报告

下线检测报告见表 F.1。

表 F.1 下线检测报告

报告编号：\_\_\_\_\_

检验日期：\_\_\_\_\_

机械基本信息					
机械型号		机械环保代号 (MEIN)		机械生产企业	
发动机型号		发动机编号		发动机生产企业	
发动机额定净功率 (kw)		额定转速 (rpm)		排放阶段	
CVN		后处理类型		CAL ID	
排气污染物测试					
污染物结果	光吸收系数 ( $m^{-1}$ )		NO <sub>x</sub> 体积分数 ( $10^{-6}$ )		
	测量最大值		测量95分位值		
	限值		限值		
	<input type="checkbox"/> 合格		<input type="checkbox"/> 不合格		检验员：

**附录 G**  
**(规范性附录)**  
**生产一致性保证要求及检查**

**G.1 概述**

为确保批量生产的机械或发动机的排放特性与已信息公开的机械系族或发动机系族一致，生产、进口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。

**G.2 质量管理体系**

**G.2.1** 生产、进口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，以保证批量生产的机械或发动机的排放控制能力与已信息公开的机械系族或发动机系族一致。

**G.2.2** 生产、进口企业的质量管理体系应满足 GB/T 19001 或不低于 ISO 9001 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。

**G.2.3** 发动机生产、进口企业或者发动机生产、进口企业指定的第三方后处理器生产企业应向机械生产企业提供完整的发动机及其后处理总成的安装指导文件，机械生产、进口企业应按发动机及其后处理总成的安装指导文件进行装配，保证发动机及其后处理系统在机械上正确安装。

**G.2.4** 生产、进口企业应提交 G.2.1~G.2.3 所述质量管理体系相关材料 & 文件编号，包括：

- 质量管理体系认证证书；
- 有效控制生产过程的计划和规程；
- 发动机及其后处理总成的安装指导文件。

**G.2.5** 质量管理体系认证证书的有效性和范围方面的任何修订，都应进行修订的说明。

**G.3 生产一致性保证计划**

**G.3.1** 生产、进口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。

**G.3.2** 按照本标准进行型式检验的每一机械系族或发动机系族，在制造时应符合本标准的要求，使其与已型式检验机械系族或发动机系族的公开信息一致，生产、进口企业应满足以下要求：

**G.3.2.1** 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。

**G.3.2.2** 为检测已经型式检验机械系族或发动机系族的生产一致性，生产、进口企业应使用必要的试验设备开展生产一致性自查，生产、进口企业自查测试所选机械系族或发动机系族的上一年度机械或发动机产量应能覆盖该企业上一年度机械或发动机产量的 70%。

**G.3.2.3** 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。

**G.3.2.4** 记录试验或检查的结果并形成生产一致性自查报告，提交国务院生态环境主管部门。生产、进口企业应保存该报告及试验原始数据，保留期限不少于 5 年。

**G.3.2.5** 生产、进口企业至少应每年向国务院生态环境主管部门提交生产一致性年度分析报告。

**G.3.2.6** 生产、进口企业按自查计划进行生产一致性自查，每年第一季度结束前，企业应提交本年度自查计划、上一年度自查结果和年度分析报告。

**G.3.2.7** 分析每种机械系族或发动机系族的试验或检验结果，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；

**G.3.2.8** 对机械出厂前进行自查存在困难的，可在使用不超过 500 h 期间进行新生产机械达标自查，

并将原因纳入信息公开技术资料中。

**G.3.2.9** 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、进口企业应采取必要的整改措施恢复其生产一致性。如果缺陷涉及已经出厂的产品，应立即采取补救措施，并告知国务院生态环境主管部门。

**G.3.2.10** 若某一生产、进口企业的机械（发动机）年产量少于 300 台，生产、进口企业可减少进行生产一致性自查的机械（发动机）数量，但应覆盖上一年度机械或发动机产量的 50%。

**G.3.3** 生产一致性自查应确保满足 7.2 规定的合格判定要求。

#### **G.4 生产一致性保证计划的监督检查**

**G.4.1** 主管部门可根据需要，对生产、进口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 G.2 规定的质量管理体系和 G.3 规定的生产一致性保证计划及其执行情况。

**G.4.2** 生产、进口企业应按照主管部门要求提供试验或检验记录及生产记录。

**附录 H**  
**(规范性附录)**  
**在用符合性技术要求**

## H.1 概述

生产、进口企业应采取措施保证机械的在用符合性，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。

## H.2 在用符合性自查

H.2.1 机械生产、进口企业应在机械首次销售后的 12 个月内，制定在用符合性自查计划，自查计划应以机械系族为基础，生产、进口企业所选机械系族的上一年度机械产量应能覆盖该企业上一年度机械产量的 70%。自查的系族应具有足够的代表性，确保其他系族也能达标。信息公开时，生产、进口企业应在合理的操作和适用环境条件下，对各系族排放性能进行了合理的工程评估，并同时声明其他机械系族也符合本标准 5.8 的要求。

H.2.2 在用符合性自查应确保满足 8.2 规定的合格判定要求。

H.2.3 在用符合性自查计划包括试验的时间表和抽样计划等，以备主管部门监督检查。

H.2.4 以机械首次销售算起，生产、进口企业至少应以两年为周期提交在用符合性自查报告，并进行信息公开。

H.2.5 机械生产、进口企业按自查计划进行在用符合性自查，第一年第一季度结束前，企业应提交本年度自查计划，第三年第一季度结束前，提交上个自查周期的分析报告和自查结果。

H.2.6 机械除满足 8.2.1.6 外，应按照以下要求进行选择：

- a) 选择的发动机和机械应尽可能使用达到 500 h 以上。
- b) 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、进口企业的建议进行了合理的维护保养和维修。
- c) 连接通用诊断仪诊断无排放相关故障，且附录 C 所述的全部计数器均为“0”。
- d) 发动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发动机运行时长信息进行分析。
- e) 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。
- f) 机械的 CAL ID 及 CVN 应与企业信息公开一致。
- g) 生产、进口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。
- h) 在选择样机地区时，生产、进口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、进口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）。

H.2.7 符合性自查的抽样数量应符合 HA.3 规定的合格判定要求。

H.2.8 机械系族停产 5 年后，生产、进口企业可以停止提交在用符合性自查报告。若某一机械系族年产量少于 300 台，生产、进口企业可减少进行在用符合性自查的机械数量，但应覆盖上一年度机械产量的 50%。

H.2.9 如有必要，生产、进口企业应提供特殊机械的选择标准。

### H.3 整改措施

H.3.1 如果国务院生态环境主管部门根据生产、进口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，或者主管部门监督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、进口企业，采取整改措施，提交改正不符合项的整改措施计划。

H.3.2 整改措施应适用于属于同一款机械或系族的所有在用机械，并可扩展到该机械可能受相同缺陷影响的其他机械（系族）。生产、进口企业提出的整改措施计划应纳入信息公开技术资料后实施。

H.3.3 生产、进口企业应提供与整改措施相关的所有资料，应保留每一台发动机或机械的召回、维修或改造记录，并按要求定期向国务院生态环境主管部门提交整改措施进展情况报告。

H.3.4 整改措施计划应包括本条规定的各项内容。生产、进口企业应给整改措施计划指定一个唯一的识别名称或编号。

H.3.4.1 整改措施计划应包括每个相关机械（发动机机型）的描述。

H.3.4.2 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、进口企业决定对不达标发动机（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。

H.3.4.3 生产、进口企业向机械所有人通知整改措施的方法及通知的内容。

H.3.4.4 如果生产、进口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。

H.3.4.5 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：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。

H.3.4.6 生产、进口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。

H.3.4.7 提供给修理人员的指导文件。

H.3.4.8 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。

H.3.4.9 国务院生态环境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。

H.3.4.10 若整改措施计划包括召回，应向国务院生态环境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。

H.3.5 可以要求机械生产、进口企业对所需更换、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。

H.3.6 机械生产、进口企业应将更换、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。

附件 HA  
(规范性附件)  
在用符合性自查的抽样和判定程序

### HA.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。

### HA.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%缺陷率的机械或发动机的通过率为 0.90（生产、进口企业风险为 10%），而一批有 60%缺陷率的机械或发动机的通过率为 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。

### HA.3 合格判定

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 HA.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 HA.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 HA.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 ( $\leq$ )	不合格判定数 ( $\geq$ )
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 I**  
**(规范性附录)**  
**远程排放监控技术要求**

## 1.1 概述

本附录规定了机械远程排放监控车载终端的一般要求，车载终端和企业平台的功能、性能和安全性要求，以及测试方法和数据传输的通信协议及数据格式。

## 1.2 术语和定义

### 1.2.1

#### **数字签名 digital signature**

附加在数据单元上的数据，或是对数据单元所做的密码变换，这种数据或变换允许数据单元的接收者用以确认数据单元的来源和完整性，并保护数据防止被人（例如接收者）伪造或抵赖。

### 1.2.2

#### **密钥 secret key**

用于控制密码变换操作（例如加密、解密、密码校验函数计算、签名生成或签名验证）的符号序列，是非对称密钥对，包括公钥和私钥。私钥用于签名或解密，不应泄露。公钥用于验签或加密。

### 1.2.3

#### **首次定位时间 time to first fix (TTFF)**

导航接收机通电后获得正确定位的时间。

### 1.2.4

#### **实时动态 real-time kinematic (RTK)**

载波相位差分技术，是实时处理两个测量站载波相位观测量的差分方法，将基准站采集的载波相位发给用户接收机，进行求差解算坐标。

### 1.2.5

#### **企业平台 enterprise platform**

由企业组织建设的采集和管理机械排放数据的平台，对机械远程排放监控数据进行直接采集和管理，并向国家平台进行数据传输的平台，简称“企业平台”。

### 1.2.6

#### **国家平台 national platform**

由国务院生态环境主管部门建立的，接收机械激活信息和企业平台传输的机械远程排放监控数据，并对数据进行统一管理的平台，简称“国家平台”。

### 1.2.7

#### **丢包率 data packet loss rate**

在数据传输过程中丢失数据包占发送数据包总量的比率。

#### 1.2.8

##### 机械登入 machinery login

车载终端向数据接收端传输机械状态信息前在机械上进行的登入认证。

#### 1.2.9

##### 机械登出 machinery logout

车载终端向数据接收端确认机械数据正常后停止传输并登出。

#### 1.2.10

##### 企业平台登入 platform login

企业平台在向数据接收端传输机械状态信息前在数据接收端进行的登入认证。

#### 1.2.11

##### 企业平台登出 platform logout

企业平台停止数据传输并从数据接收端登出。

#### 1.2.12

##### 功能异常 functional abnormality

由于机械或车载终端问题导致的无法按照本标准要求完成远程排放监控数据上传,包括车载终端故障、欠费、拆除、与机械连接中断、接触不良或无法采集机械数据等原因,不包括通信网络信号不良或远程平台异常等非机械或车载终端问题导致的异常。

### 1.3 一般要求

1.3.1 车载终端应符合 I.4 的要求,机械生产、进口企业或车载终端生产、进口企业应按照附录 IA 规定对车载终端进行功能和性能测试。机械生产、进口企业应确保车载终端在机械全寿命期内正常工作。

1.3.2 对于井下作业机械、海上平台机械等特殊用途的机械,应尽可能安装车载终端及远程在线联网。对于不能安装车载终端及远程在线联网的机械,应在信息公开技术资料中明确:机械型号、机械环保代码、机械类型、使用场景、无法进行远程排放监控的理由等。

1.3.3 机械应具有车载终端防拆除技术措施,确保车载终端未经机械生产、进口企业授权无法拆除。

1.3.4 车载终端的定位、数据采集和传输,企业平台服务器设置、网络数据存储和应用等,应满足相关管理部门的相关法律法规规定。

1.3.5 车载终端应按 I.4.2.2 要求进行激活并接收国家平台的结果反馈,激活成功后,进行数据采集,并按规定的通信协议传输至企业平台,企业平台应将接收到的数据实时按规定的通信协议传输至国家平台。企业平台应符合 I.5 的要求,企业平台应具有附件 IC 规定的静态数据的存储和传输功能。

1.3.6 国家平台对接收数据情况向企业平台发送应答消息,数据流向框架见图 I.1。

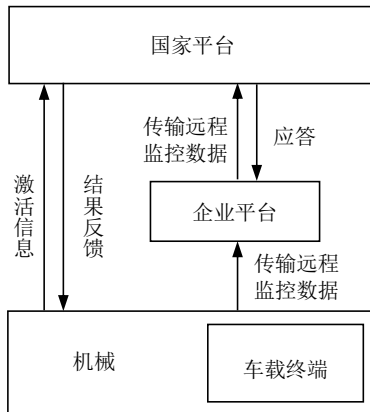


图 1.1 机械远程排放监控数据流向框架图

#### 1.4 车载终端

##### 1.4.1 一般要求

1.4.1.1 车载终端应满足 I.4.2 规定的功能要求、I.4.3 规定的性能要求和 I.4.4 规定的数据安全性要求，具体项目见表 I.1。

表 I.1 车载终端技术要求

技术要求	
功能要求	开机自检
	激活
	数据采集
	数据存储
	数据传输
	数据补传
	数据一致性
性能要求	适应性
	防护性
	耐久性
	定位性能
	电磁兼容性
数据安全性要求	安全芯片
	安全策略
保障要求	远程排放监控指示器
	功能异常报警

1.4.1.2 安装车载终端不应占用排放控制诊断接口。

1.4.1.3 机械生产、进口企业应提供车载终端全寿命周期内的质保服务。

## 1.4.2 功能要求

### 1.4.2.1 开机自检

在机械上电（即车载终端通电）时，I.5 规定的状态指示器应持续点亮至少 10 s，若不存在远程排放监控功能异常，状态指示器熄灭。

### 1.4.2.2 激活

1.4.2.2.1 机械在出厂前，应按照图 I.2 规定的程序进行车载终端的激活。激活信息包括安全芯片标识 ID（简称芯片 ID）、储存在安全芯片中的公钥和 MEIN。MEIN 应写入车载终端或电子控制单元中。车载终端的激活信息应通过安全芯片中存储的私钥添加数据签名后传输至国家平台。

1.4.2.2.2 车载终端应按附件 IB 规定的协议接收国家平台反馈的激活结果。

1.4.2.2.3 如果机械装用两台发动机，两台发动机应以相同 MEIN 不同发动机编号（ESN）进行激活并接收国家平台反馈的激活结果。

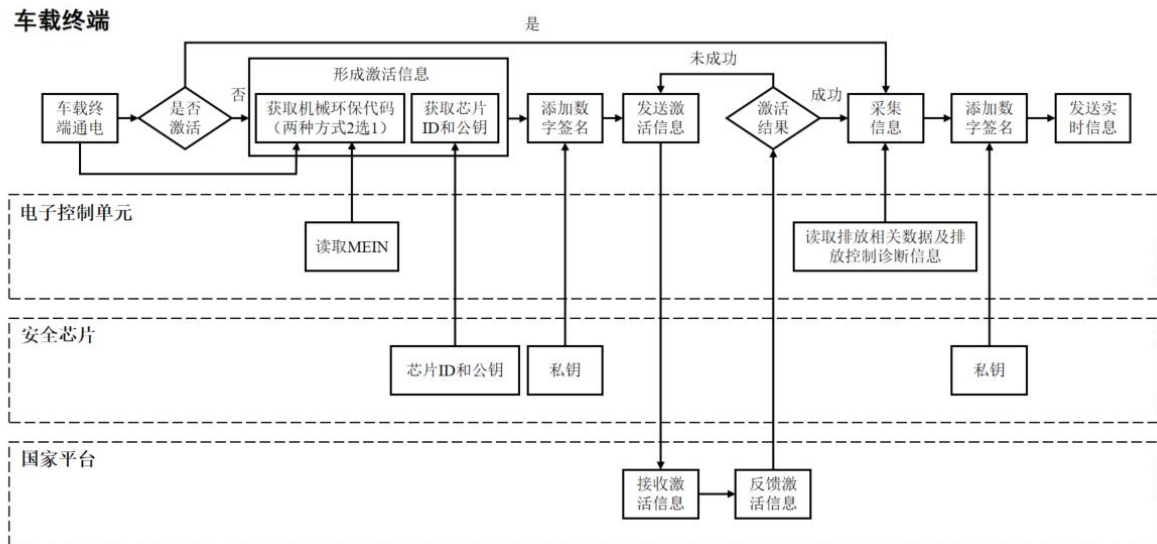


图 I.2 车载终端激活流程

### 1.4.2.3 数据采集

#### 1.4.2.3.1 数据流信息

a) 车载排放终端应能采集表 I.2 中规定的的数据，采集频率至少为 1Hz。

表 I.2 车载终端采集的排放相关数据

序号	数据项
1	大气温度
2	大气压力
3	车速 <sup>a</sup>
4	发动机实际扭矩（与发动机最大基准扭矩的百分比） <sup>b</sup>

序号	数据项
5	发动机摩擦扭矩（与发动机最大基准扭矩的百分比）
6	发动机转速
7	燃料流量
8	发动机冷却液温度
9	进气量
10	上游 NO <sub>x</sub> 传感器露点状态 <sup>c</sup>
11	SCR 上游 NO <sub>x</sub> 浓度 <sup>d</sup>
12	排气尾管 NO <sub>x</sub> 浓度
13	SCR 上游 NO <sub>x</sub> 质量流量 <sup>d</sup>
14	排气尾管 NO <sub>x</sub> 质量流量
15	排气尾管 NO <sub>x</sub> 传感器露点状态 <sup>c</sup>
16	SCR 入口温度 <sup>d</sup>
17	SCR 出口温度 <sup>d</sup>
18	颗粒物捕集器压差 <sup>e</sup>
19	颗粒物捕集器主动再生状态 <sup>e</sup>
20	实际 EGR 阀开度 <sup>f</sup>
21	设定 EGR 阀开度 <sup>f</sup>
22	TWC 上游氧传感器输出（当量比） <sup>g</sup>
23	TWC 下游氧传感器输出（电压） <sup>g</sup>
24	TWC 温度（上游、或下游、或模拟） <sup>g</sup>
25	当前挡位
26	油门开度
27	反应剂余量
28	燃料余量
29	里程表读数
30	燃料流量 <sup>h</sup>

<sup>a</sup> 若机械无相关传感器或模拟值，则该参数应上传无效值；

<sup>b</sup> 发动机实际扭矩等于有效扭矩和摩擦扭矩之和；

<sup>c</sup> NO<sub>x</sub> 传感器未完成露点检测时上传模拟值，完成露点检测后上传传感器输出值；当环境温度大于 0 °C 时，露点检测时间应小于 120 s；

<sup>d</sup> 若未采用 SCR 技术或无相关传感器，则该参数应上传无效值；

<sup>e</sup> 若未采用 DPF 技术，则该参数应上传无效值；

<sup>f</sup> 若未采用 EGR 技术，则该参数应上传无效值；

<sup>g</sup> 若未采用 TWC 技术或无相关传感器，则该参数应上传无效值；

<sup>h</sup> 用于双燃料发动机机械上传第二种燃料的燃料流量，非双燃料发动机机械不上传。

- b) 对于装有内燃机的混合动力机械，除应采集表 I.2 数据外，还应采集表 I.3 规定的的数据，采集频率至少为 1 Hz。

表 I.3 数据流信息（混合动力机械补充采集）

序号	数据项
1	运行模式
2	电池总电压
3	电池总电流
4	总荷电状态 (SOC)
5	电机转速 <sup>a</sup>
6	电机扭矩 <sup>a</sup>
<sup>a</sup> 电机数量与机械静态数据一致，下同。	

#### 1.4.2.3.2 作业循环信息

- a) 应按照表 I.4 的规定采集作业循环信息。对于装有内燃机的混合动力机械，在一个作业循环内，如果发动机未起动，则无需采集表 I.4 的作业循环信息。

表 I.4 作业循环信息（纯燃料机械和混合动力机械）

序号	数据项
1	MEIN
2	ESN
3	软件标定识别号 (CAL ID)
4	软件标定验证码 (CVN)
5	故障指示灯 (NCD、PCD) 状态
6	NCD、PCD 点亮后运行时间
7	驾驶员报警系统状态
8	驾驶性能限制系统状态
9	反应剂浓度
10	上个作业循环的累积反应剂消耗量 <sup>a</sup>
11	上个作业循环的累积燃料消耗量 <sup>ab</sup>
12	发动机参考扭矩
13	发动机累计运行时长
14	发动机累计燃料消耗量
15	发动机累计输出能量
16	在用监测频率 (IUPR)
17	确认并激活的故障码总数
18	故障码类型 <sup>c</sup>
19	确认并激活的故障码信息列表 <sup>c</sup>
<sup>a</sup> 对于混合动力机械，作业循环指从驱动系统激活开始到结束的过程；	
<sup>b</sup> 包含发动机本体和后处理装置的燃料消耗量；	
<sup>c</sup> 上传NCD、PCD故障码，确认并激活的故障码总数为0时不上传。	

- b) 对于装有内燃机的混合动力机械，也应采集表 I.5 的规定的的数据。

表 I.5 作业循环信息（混合动力机械补充采集）

序号	数据项
1	MEIN
2	驱动系统累计运行时长
3	能量存储系统的累积输入能量
4	能量存储系统的累积输出能量
5	电池健康度
6	确认并激活的故障码总数
7	故障码类型 <sup>a</sup>
8	确认并激活的故障码信息列表 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>确认并激活的故障码总数为0时不上传。

1.4.2.3.3 车载终端应具有北斗卫星信息采集功能，定位信息应符合 GB/T 32960.3—2025 中 7.2.4.8 的规定。

1.4.2.3.4 车载终端的时间应以时分秒或 hh:mm:ss 的方式采集和记录；日期应以年月日或 yyyy/mm/dd 的方式采集和记录。与标准时间相比，24 h 内时间误差应在±5 s 以内。

1.4.2.3.5 车载终端应保证采集数据的数据质量，车载终端采集和传输的数据应与电子控制单元数据一致。

#### 1.4.2.4 数据存储

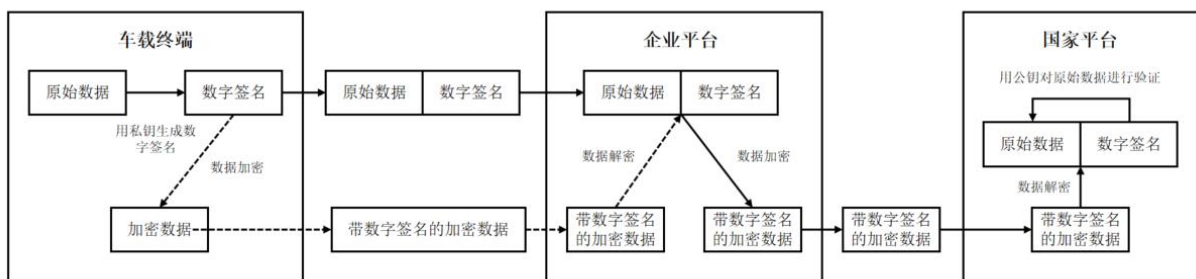
1.4.2.4.1 车载终端应具有存储介质，可按数据上传频率进行数据存储，至少满足 168 h 机械工作状态的数据存储要求。

1.4.2.4.2 车载终端内部存储的数据应具有可查阅性。

1.4.2.4.3 当车载终端断电停止工作时，应能完整保存断电前存储的数据。

#### 1.4.2.5 数据传输

1.4.2.5.1 判定激活成功后，车载终端应按附件 IB 规定的通信协议传输采集的数据（见图 I.3）。车载终端传输数据应添加数字签名。



注：虚线表示企业可根据需要自行实现，可选。

图 I.3 车载终端数据传输流程

1.4.2.5.2 机械的数据上传频率应满足如下要求：

- a) 数据流和定位信息：每 10 个作业循环的前 9 个作业循环应按 1 min 的周期上传当前时刻信息。最后 1 个作业循环以 1 Hz 数据采集频率按 10 s 的周期组成数据包并进行上传，时长应不低于

3 h；如该作业循环不足 3 h，则下个作业循环继续按照 1 Hz 数据频率上传，直到满足时长要求为止。

b) 作业循环信息：每个作业循环上传一次。

1.4.2.5.3 数字签名应遵循 GM/T 0009—2023 的相关要求，每个完整的数据包进行一次签名，签名应使用保存在安全芯片中的私钥进行。

1.4.2.5.4 对于纯燃料机械，应在发动机启动后 30 s 内开始传输数据流信息，发动机停机后不可传输数据流信息。对于混合动力机械应在驱动系统激活后 30 s 内开始传输数据流信息，驱动系统不激活时不可传输数据流信息。

#### 1.4.2.6 数据补传

当数据通信链路异常时，应将需要传输的数据进行本地存储。在数据通信链路恢复正常后，应按附件 IB 规定的通信协议补传。补传的数据应为恢复通信时刻前 120 h 内（机械工作小时数）通信链路异常期间存储的数据。

#### 1.4.2.7 数据一致性

应保证机械远程排放监控系统采集、传输的数据与电子控制单元数据保持一致。

### 1.4.3 性能要求

#### 1.4.3.1 适应性

车载终端的电气适应性、环境适应性应符合 GB/T 32960.2—2025 中 4.3.1 和 4.3.2 的要求，其中外壳防护性应满足 5.3.2.2 要求。

#### 1.4.3.2 防护性

##### 1.4.3.2.1 盐雾防护性

车载终端应按 GB/T 2423.18—2021 规定的试验方法 4 进行测试，对于暴露安装的车载终端应按 GB/T 2423.18—2021 规定试验方法 5 进行测试。试验后，密封性不变，标志和标签清晰可见，功能状态应达到 GB/T 28046.1—2011 定义的 C 级。

##### 1.4.3.2.2 外壳防护性

车载终端应至少满足 GB/T 4208—2017 中规定的 IP53 的防护等级，对于暴露安装的车载终端应至少满足 GB/T 4208—2017 中规定的 IP65 的防护等级，按 IA.4.2 进行外壳防护性测试后车载终端所有功能应处于 GB/T 28046.1—2011 定义的 A 级。

#### 1.4.3.3 耐久性

车载终端使用寿命应不低于 7 年。

#### 1.4.3.4 定位性能

车载终端的定位性能应能满足：

- a) 水平定位精度不大于 5 m；
- b) 垂直定位精度不大于 15 m；
- c) 最小位置更新频率为 1 Hz；

- d) 定位时间：
  - 1) 冷起动：从系统加电运行到实现捕获时间不超过 90 s；
  - 2) 热起动：实现捕获时间小于 5 s。
- e) 定位信息未获得时经度、纬度和海拔传输无效值。

#### 1.4.3.5 电磁兼容性能

车载终端的电磁兼容性能应符合 GB/T 32960.2—2025 要求。车载终端对沿电源线的电瞬态传导抗扰度试验脉冲 1 的要求为 C 类。

#### 1.4.4 数据安全性要求

##### 1.4.4.1 安全芯片

车载终端应配备安全芯片，安全芯片生产、进口企业应具备完善的质量保证体系，通过 GB/T 19001 质量管理体系和 GB/T 24001 环境管理体系认证。安全芯片应满足以下要求：

- a) 具备唯一的芯片 ID。芯片 ID 由 4 位芯片型号标识符和车载终端生产、进口企业自定义的最多 12 位字符组成；
- b) 存储芯片 ID 和密钥，由安全芯片生产、进口企业进行密钥注册。芯片 ID 和公钥可以读取，私钥不可读不可改；
- c) 安全等级应满足 GM/T 0008 安全等级 2 级要求或产品安全保证级别不低于 EAL4+级要求，且具备商用密码产品认证证书；
- d) 密钥强度应为 256 bit；
- e) 数字签名速度应不小于 50 次/s。

##### 1.4.4.2 安全策略

车载终端应提供技术可行的安全策略，保证产品各种性能和功能处于安全范围内。安全策略应包括以下内容：

- a) 车载终端存储、传输的数据应是完整的；车载终端应采用非对称加密算法进行签名，可使用国密 SM2 算法，并应采用硬件方式对私钥进行严格保护；存储传输的数据可加密，可采用国密 SM2 算法或者 RSA 算法；
- b) 数据传输过程中应对数据进行扫描，及时发现恶意的数据及攻击行为，如对电子控制单元等 CAN 总线设备的写命令，或其他超出正常数据读取的指令，安全检测应检出 95%以上的攻击，误报率小于 1%，在攻击开始后 10 s 内发现并启动防护措施；
- c) 车载终端不应有权威漏洞数据库公开的 6 个月及以上的漏洞，保证存储数据安全性；
- d) 未经机械生产、进口企业同意，车载终端只能读取数据，不能向电子控制单元发送除诊断请求外的其他任何指令；
- e) 除附录 C 中 C.6.8 的激活结果应答消息外，车载终端应只向外发送数据，不应接受除机械生产、进口企业外的操作指令；
- f) 车载终端如具有非本标准要求的其他功能，则本标准要求的功能应具有独立性；
- g) 原则上不允许通过远程方式对车载终端的软件系统进行更改。

#### 1.5 保障要求

##### 1.5.1 机械应在仪表盘或显示面板等显著位置安装远程排放监控指示器。

1.5.2 远程排放监控指示器可以为指示灯或文字（指示灯形状或文字显示内容由生产、进口企业自定义）。当采用指示灯作为指示器时，不能与其他报警系统共用。

1.5.3 当远程排放监控功能正常时，指示器应为熄灭状态；当远程排放监控功能异常时，或在 I.4.1 规定的开机自检过程中，指示器应为常亮状态。

1.5.4 当发生远程排放监控功能异常时，尽可能按照本标准的通信协议上传功能异常报警。

## 1.6 企业平台要求

### 1.6.1 一般要求

1.6.1.1 企业可采用一个及以上企业平台，也可委托其他机构建设运行企业平台，不同平台间可独立运行。

1.6.1.2 企业平台应通过环保信息公开系统填写企业平台基本资料进行注册。基本资料包括：企业平台名称、企业平台当期服务器数量、存储容量、当前带宽容量等。

1.6.1.3 企业平台注册成功后可获取数据端口，用于本企业信息公开机械的远程排放监控数据传输。

1.6.1.4 企业平台接收到的数据不满足本标准要求时，企业应立即排查并在 30 天内修复。

### 1.6.2 功能要求

1.6.2.1 企业平台应具有从机械接收远程排放监控数据的功能。

1.6.2.2 企业平台应保证数据安全，宜采用加密的方式接收并存储来自机械的数据，企业平台应确保数据未经任何修改。

1.6.2.3 企业平台应按附件 IC 规定的通信协议将接收到的数据实时传输至国家平台，国家平台对数据接收情况向企业平台发送应答消息。

1.6.2.4 企业平台应至少具有附件 IC 规定的静态数据的存储和传输功能。

1.6.2.5 企业平台应具有存储机械全寿命期内传输的数据的功能，其中，至少 1 年内数据应作为热数据存储，1 年以上数据可每 10 s 选取其中 1 s 数据作为热数据存储，5 年以上的数据可作为冷备数据存储，单台机械的热数据查询响应时间不应大于 5 s。企业平台应具有充足的存储空间用以接收机械的实时数据。

1.6.2.6 当数据通信链路异常时，企业平台应在数据通信链路恢复正常后进行数据补传。

1.6.2.7 若已激活的车载终端因损坏等需进行更换，企业平台应记录并传输机械静态数据至国家平台。

### 1.6.3 性能要求

1.6.3.1 企业平台应具备防备恶意访问和攻击的认证功能，应具备针对数据类型和数据实体的权限管理，如不同用户对于不同机械数据访问权限的管理。

1.6.3.2 企业平台应具备高可用机制，能够防止故障带来的任务失效和数据丢失。

1.6.3.3 企业平台应满足 GB/T 22239—2019 安全等级保护第二级及以上的要求。

1.6.3.4 企业平台数据转发时延应不大于 10 s，数据传输丢包率应不大于 1%。

## 1.7 测试方法

### 1.7.1 车载终端测试项目和测试方法

每个型号的车载终端应按表 I.6 规定的测试项目和测试方法进行测试。

表 1.6 车载终端测试项目和测试方法

测试项目	技术要求 (本标准条款)	测试方法 (本标准附录 IA 条款)
开机自检、激活	I.4.2.1、I.4.2.2	IA.3.1
数据采集	I.4.2.3.1、I.4.2.3.2	IA.3.3
导航定位	I.4.2.3.3、I.4.3.4	IA.4.4、IA.7.3.2
时间和日期	I.4.2.3.4	IA.3.2
数据一致性	I.4.2.3.5	IA.7.4
数据存储	I.4.2.4	IA.3.4
数据传输	I.4.2.5	IA.7.3.1
数据补传	I.4.2.6	IA.3.5
电气适应性、环境适应性	I.4.3.1	IA.4.1
盐雾防护性、外壳防护性	I.4.3.2	IA.4.2
耐久性	I.4.3.3	IA.4.3
电磁兼容性能	I.4.3.5	IA.4.5
数据安全性	I.4.4	IA.5
		IA.6
保障要求	I.5	IA.8

## 1.7.2 企业平台符合性

1.7.2.1 企业平台应按照 I.6 要求进行符合性自评估，自评估报告模板见附件 IE。

1.7.2.2 平台符合性自评估可由机械生产、进口企业自行开展或委托第三方检测机构进行。

**附件 IA**  
**(规范性附件)**  
**车载终端测试方法**

## IA.1 概述

本附件规定了机械远程排放监控车载终端功能和性能的测试方法。

## IA.2 测试准备

应至少准备 5 套车载终端、相应的线束及配套接插件等，进行测试时随机选取样件。

## IA.3 功能测试

### IA.3.1 开机自检和激活测试

车载终端接上电源后，按图 I.2 流程在检测平台（指用于车载终端测试时由检测机构使用的测试平台）进行激活操作，车载终端激活功能需满足 I.4.2.2 的要求。按车载终端生产、进口企业提供的产品说明书检查车载终端是否工作正常，车载终端开机自检功能应满足 I.4.2.1 的要求，然后检查车载终端是否能正常连接到检测平台，并有数据传输到检测平台。

### IA.3.2 时间和日期检查

读取车载终端传输至检测平台的数据，检查数据中的时间格式，并记录标准时间 24 h 对应到车载终端和传输时间的误差，车载终端提供的时间和日期需满足 I.4.2.3.4 的要求。

### IA.3.3 数据采集检查

读取车载终端传输至检测平台的数据，检查数据采集频率和数据内容是否满足 I.4.2.3.1 和 I.4.2.3.2 的要求。

### IA.3.4 数据存储检查

按生产、进口企业说明书查询车载终端数据存储功能，根据连续传输 10 min 的数据量计算车载终端内部存储介质容量，检查是否满足 I.4.2.4 的存储要求。

### IA.3.5 数据补传检查

人为制造车载终端通信异常故障，之后恢复通信，通过检测平台查看是否有补传数据，是否满足 I.4.2.6 要求。

## IA.4 性能测试

### IA.4.1 适应性测试

车载终端电气适应性测试、环境适应性测试应按照 GB/T 32960.2—2025 中相关要求进行了。

#### IA. 4. 2 防护性测试

车载终端盐雾防护性应按 GB/T 2423.18 规定的试验方法进行测试。

车载终端外壳防护性应按 GB/T 4208 规定的相应防护等级的试验方法进行测试。

#### IA. 4. 3 耐久性测试

耐久性测试方法采用 GB/T 32960.2—2025 中附录 A 温度交变耐久寿命测试方法。

#### IA. 4. 4 卫星导航定位性能测试

##### IA. 4. 4. 1 测试设备

仿真测试采用全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System, GNSS）模拟器，模拟器应可同时模拟产生最少 24 颗卫星动态信号，并支持模拟路径规划，为了和真实环境中卫星数目比较接近，模拟 7~8 颗恒定载噪比（42~44）质量的卫星。测试样件可采用车载 GNSS 整机（车载终端）或车载 GNSS 模块，为了测试性能的稳定性，采用传导测试（GNSS 模拟器与测试样件有线连接，见图 IA.1）或空口测试（测试样件置于微波暗室，GNSS 模拟器与测试样件无线连接，见图 IA.2）进行测试。

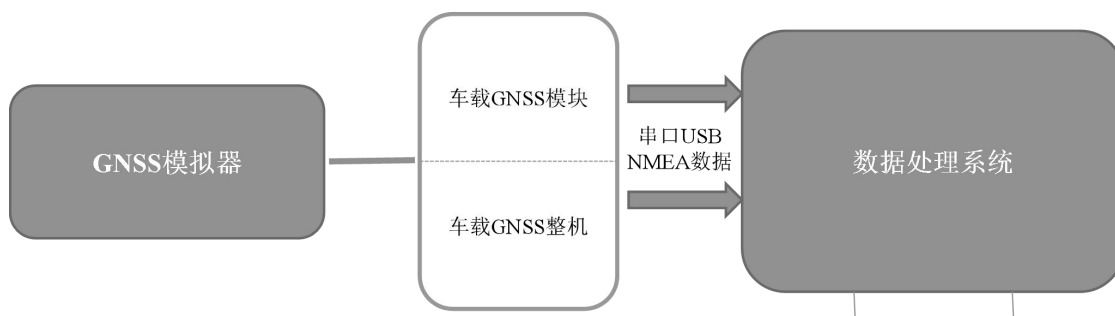


图 IA. 1 传导测试示意

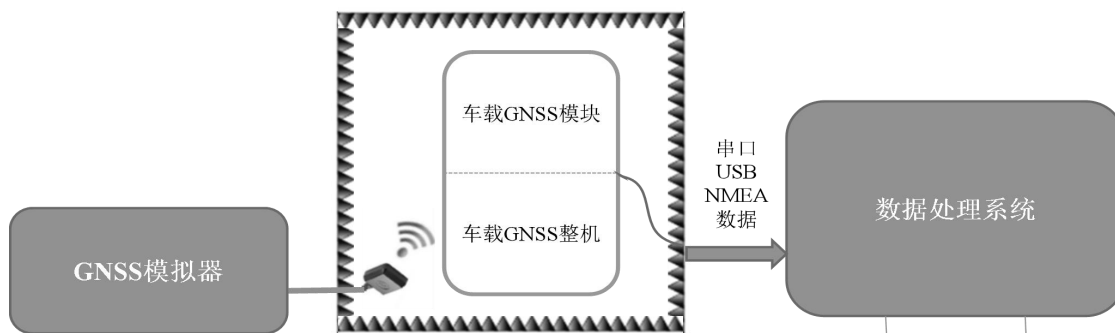


图 IA. 2 空口测试示意

##### IA. 4. 4. 2 首次定位时间（TTFF）测试方法

从待测件开机开始计时，直至其定位正确停止计时。分别进行冷启动和热启动，得到两种模式下的启动时间。冷启动，通过卫星模拟器初始化一个距实际测试位置不少于 1000 km 的伪位置，使星历等信息失效，实现冷启动；热启动，需使待测件正常工作情况下，断电 60 s，再重新启动。

##### IA. 4. 4. 3 位置更新频率测试方法

待测件以文件形式输出定位结果，查看时间间隔为  $t$ ，则位置更新频率为  $1/t$ 。

#### IA.4.5 电磁兼容性能测试

车载终端电磁兼容性能测试应按照 GB/T 32960.2—2025 中相关要求进行。

### IA.5 数据安全性测试

#### IA.5.1 样件准备

IA.5.1.1 测试样件能够上电运行，能够正常通信。

IA.5.1.2 测试样件能够输出或者通过远程查看入侵日志和入侵响应。

IA.5.1.3 测试样品能够实现 SM2 加密算法。

#### IA.5.2 渗透测试方法

##### IA.5.2.1 测试设备

渗透测试的设备如下：

- a) 异常指令发送设备；
- b) 信号连接设备；
- c) 测试控制电脑。

##### IA.5.2.2 测试方法

IA.5.2.2.1 基于正常的获取排放及其相关数据要求，建立车载终端需要处理来自企业平台的正常操作指令集，以及不少于 100 个样本的异常指令集，至少应包括 GB/T 37027—2018 中 6.2 规定的典型网络攻击方式。检测车载终端是否具有检测出其中 95% 以上异常指令的能力，且误报率能够小于 1%，在攻击开始后 10 s 内能够发现并启动防护措施。

IA.5.2.2.2 对车载终端系统进行漏洞扫描，检查系统是否存在相关部门规定的权威漏洞库公开的 6 个月及以上漏洞。漏洞应来源于国内具有权威性的漏洞库或共享平台，所验证漏洞及测试用例应获得漏洞库或共享平台授予的公开漏洞编号，漏洞类型应涵盖通用型漏洞和事件型漏洞。

IA.5.2.2.3 车载终端存储、传输的数据完整性测试。发送指定源数据至车载终端，并由车载终端传输至检测平台。对车载终端存储的数据进行解析，并与指定源数据进行比对，确认存储数据的完整性；对车载终端传输到检测平台的数据进行解析，并与指定源数据进行比对，确认传输数据的完整性。

IA.5.2.2.4 车载终端连接至企业平台，使用检测平台模拟非企业操作指令并下发至车载终端，测试车载终端是否接受并执行该指令。

#### IA.5.3 评价指标

IA.5.3.1 响应时间：被测样件输出第一条检测到的异常指令，如在攻击开始时间后 10 s（包含 10 s）以内，测试通过；大于 10 s 或者未检测到异常指令，测试不通过。

IA.5.3.2 被测样件输出全部检测到的异常指令，如检测出异常指令占比大于（包含）95%，则测试通过，否则测试不通过。

IA.5.3.3 在满足 IA.5.3.2 的情况下，比对检测结果与异常指令对应情况，如果正确率大于（包含）99%，则测试通过，否则测试不通过。

IA.5.3.4 车载终端系统不存在权威漏洞库公开的 6 个月及以上漏洞，则测试通过，否则测试不通过。

- IA. 5. 3. 5 车载终端存储和传输的数据应是完整的。
- IA. 5. 3. 6 车载终端应不执行非企业平台下发的指令。

## IA. 6 密码算法实现安全性测试方法

### IA. 6. 1 测试设备

密码算法安全性测试设备如下：

- a) 侧信道信号采集分析系统；
- b) 示波器；
- c) 电磁采集探头；
- d) 故障信号注入系统；
- e) 电磁辐射发生器；
- f) 测试结果记录电脑。

### IA. 6. 2 测试方法

IA. 6. 2. 1 车载终端生产、进口企业应提供设计和说明文件或相关国密认证证书。

IA. 6. 2. 2 车载终端正常运行并获取车载终端签名后的数据，使用厂家声明的密码算法对至少 100 条信息验签。通过接口测试验证其国密算法 SM2 使用正确性；由测试送样人员提供公钥、签名使用的 ID 及签名后数据。

IA. 6. 2. 3 通过侧信道采集分析系统和测试结果记录电脑，借助电磁采集探头、示波器对样品签名处理及传输过程进行侧信道分析监听或破解。

IA. 6. 2. 4 通过故障信号注入系统对安全芯片签名处理过程进行激光、电磁或毛刺注入测试，分析和破解安全芯片私钥。

### IA. 6. 3 评价指标

IA. 6. 3. 1 样品的芯片如具备 GM/T 0008—2012 规定的安全等级第 2 级的商用密码产品认证证书复印件，则检测通过，否则检测不通过。

IA. 6. 3. 2 参加验签的数据正确率不低于 99%，则检测通过，否则检测不通过。

IA. 6. 3. 3 测试样品使用硬件加密，且无法获得加密芯片私钥，则测试通过，否则测试不通过。

IA. 6. 3. 4 通过故障注入手段无法获得安全芯片私钥，则测试通过，否则测试不通过。

## IA. 7 数据传输、定位及数据一致性测试方法

### IA. 7. 1 测试条件

应将车载终端安装到机械上进行远程排放监控测试，按以下要求进行测试环境的准备：

- a) 天线：准备接收卫星信号天线。
- b) 基准接收机：静态定位精度优于 0.1 m；确认基准接收机工作额定电压及供电方式；确保测试过程中存储基准路径数据并能够导出处理。
- c) 车载终端：确认车载终端工作额定电压及供电方式；确保测试过程中存储定位数据并能够导出处理。
- d) 测试机械：准备有足够空间及供电接口（或蓄电池）给基准接收机、待测件供电的测试机械。

测试机械顶部能够安装卫星天线及与差分基站之间通信的通信天线，且配有相应的车载终端。导航定位精度测试及数据一致性测试应采用便于道路行驶的测试机械进行。

- e) 检测平台：由国务院生态环境主管部门或第三方检测机构建立，对车载终端开展测试并提供测试对象测试记录和结果的平台。
- f) 排放控制诊断系统通信设备：可采用通用诊断仪或车载排放测试（PEMS）设备主机模块等通信设备，能够连接测试机械排放控制诊断接口并通过本标准 5.7.8 规定的标准协议与测试机械进行通信，数据流信息记录频率可设置为 1 Hz。

## IA. 7. 2 试验场地

测试场地空旷，周围无明显电磁信号干扰。在测试道路上布置实时动态（RTK）差分基站，仅供基准 RTK 差分定位接收机使用。RTK 差分基站放置点应经过测绘部门测绘或经过差分基站自我校准得到准确位置信息。测试机械的车载终端不得与在测试道路上布置的 RTK 差分基站连接通信。在差分基站覆盖范围内，包含开阔场地及建筑物遮挡场地，允许测试机械做加减速、拐弯等行驶操作。

## IA. 7. 3 测试程序及判定

将车载终端数据采集和传输频率设置为 1 Hz，进行 IA.7.3.1~IA.7.3.3 的测试，统计值传输频率以实际为准（最大不超过 10 min），且测试机械每次发动机点火 5 min 之内至少上传一次排放控制诊断信息。

### IA. 7. 3. 1 数据传输测试

通过机械点火进行登入登出（3 次）、数据补发、机械行驶等测试步骤将数据传输至企业平台，再通过企业平台将数据转发至检测平台，或直连检测平台进行数据校验，检测数据是否符合本标准规定的协议格式。

### IA. 7. 3. 2 导航定位精度测试

IA. 7. 3. 2. 1 导航定位精度测试采用高精度 RTK 差分定位接收机作为基准，被测机械作为载体，将高精度 RTK 差分定位接收机所用天线安装在被测机械上，与车载终端所用天线的相位中心相距不超过 0.2 m。测试示意图 IA.3。

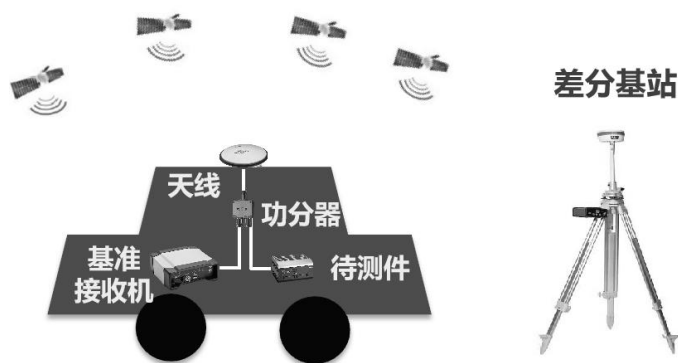


图 IA. 3 导航定位精度测试示意

IA. 7. 3. 2. 2 测试机械应非匀速行驶不少于 30 min，原则上行驶速度不低于 10 km/h。

IA. 7. 3. 2. 3 测试过程中车载终端以 1 Hz 频率采集定位信息，同时，使用高精度 RTK 差分定位接收机获取被测机械在运动过程中的瞬态定位信息。

IA.7.3.2.4 测试结束后，将车载终端输出的坐标与高精度 RTK 差分定位接收机提供的标准点坐标进行比较，定位轨迹误差的 95 百分位值应在 5 m 以内，且垂直定位轨迹误差的 95 百分位值在 15 m 以内时判定合格，否则不合格。

#### IA.7.4 数据一致性测试

##### IA.7.4.1 数据流信息

###### IA.7.4.1.1 测试程序

- a) 将机械连接至检测平台，并按照本标准规定的通信协议进行数据传输和接收；
- b) 将通信设备连接至机械诊断接口，选择相应诊断或通信协议进行通信；
- c) 机械按照 IA.7.3.2.2 进行动态行驶，机械行驶足够长的时间，保证各项数据流信息的有效数据时长 $\geq 30$  min。

###### IA.7.4.1.2 数据记录

###### a) 基准数据

通过通信设备读取并记录表 IA.1 要求的数据流信息(不适用的数据项除外)，数据记录频率为 1 Hz。如果测试过程中，NO<sub>x</sub> 传感器重新进入露点检测状态，继续试验并适当延长试验时间；

###### b) 被核查数据

检测平台接收并记录试验过程中的数据流信息。

###### IA.7.4.1.3 数据处理

###### IA.7.4.1.3.1 数据对齐

将基准数据和被核查数据按照 IA.7.4.1.3.4 进行线性拟合，为降低基准数据和被核查数据的时间偏移，对两组数据进行合理对齐以使相关系数最高。

###### IA.7.4.1.3.2 数据剔除

数据处理过程中应剔除由于信号干扰、接触不良或传感器未响应等原因产生的明显不合理数据，保证两组数据的相关性系数最高，不应剔除符合要求的正常数据点。剔除数据不能超过测试阶段数据的 10%，否则判定测试无效，重新测试。

###### IA.7.4.1.3.3 数据计算

对于限值类型为“拟合”的数据项，仅采用线性拟合的方式进行判定；对于限值类型为“拟合或平均值”的数据项，优先采用线性拟合的方式进行判定，当由于基准数据数值较小或变化浮动过小导致拟合结果无法满足拟合限值时，应采用平均值差值的方式进行判定；对于限值类型为“平均值”的数据项，仅采用平均值差值的方式进行判定。

IA.7.4.1.3.4 使用最小二乘法，将两组数据用公式 IA.1 达到最好的拟合，并计算相关系数  $r^2$ ：

$$y = kx + b \quad (\text{IA.1})$$

式中， $x$  ——基准数据；  
 $y$  ——被核查数据；  
 $k$  ——拟合直线斜率；  
 $b$  ——拟合直线的截距。

按公式 IA.2 计算截距偏移度  $p$ :

$$p = \frac{b}{\text{基准数据最大值}} \times 100\% \quad (\text{IA.2})$$

IA.7.4.1.3.5 平均值差值按公式 IA.3 计算:

$$\text{平均值差值} = |\text{被核查数据平均值} - \text{基准数据平均值}| \quad (\text{IA.3})$$

#### IA.7.4.1.4 合格判定

测试数据项（如有）及限值要求见表 IA.1，其中不同的拟合类限值级别见表 IA.2。当所有要求的数据项符合限值时判定合格，否则不合格。

表 IA.1 数据流信息一致性测试数据项及限值

序号	数据项	单位	限值类型	拟合限值级别	平均值差值
1	大气温度	℃	平均值	—	<1℃
2	大气压力	kPa	平均值	—	<1 kPa
3	车速	km/h	拟合	1	—
4	发动机实际扭矩（与发动机最大基准扭矩的百分比）	%	拟合	2	—
5	发动机摩擦扭矩（与发动机最大基准扭矩的百分比）	%	拟合	2	—
6	发动机转速	r/min	拟合	1	—
7	燃料流量（双燃料机械切换单一燃料后分别测试）	L/h	拟合	2	—
8	发动机冷却液温度	℃	拟合或平均值	1	<1℃
9	进气量	kg/h	拟合	2	—
10	实际 EGR 阀开度	%	拟合	1	—
11	设定 EGR 阀开度	%	拟合	1	—
12	SCR 上游 NO <sub>x</sub> 浓度	×10 <sup>-6</sup> （体积分数）	拟合	2	—
13	排气尾管 NO <sub>x</sub> 浓度	×10 <sup>-6</sup> （体积分数）	拟合或平均值	2	<10×10 <sup>-6</sup> （体积分数）
14	SCR 上游 NO <sub>x</sub> 质量流量	g/s	拟合	2	—
15	排气尾管 NO <sub>x</sub> 质量流量	g/s	拟合或平均值	2	<0.01 g/s
16	SCR 入口温度	℃	拟合	1	—
17	SCR 出口温度	℃	拟合	1	—
18	颗粒物捕集器压差	kPa	拟合或平均值	2	<0.5 kPa
19	反应剂余量	%	平均值	—	<1%
20	燃料余量	%	平均值	—	<1%
21	TWC 上游氧传感器输出	—	拟合	2	—
22	TWC 温度	℃	拟合	1	—
23	电池总电压	V	平均值	—	2 V
24	电池总电流	A	拟合	2	—
25	SOC	%	平均值	—	1%

表 IA. 2 拟合类限值

限值级别	拟合直线斜率, $k$	截距偏移度, $p$	相关系数, $r^2$
1	0.90~1.11	<±5%	>0.90
2	0.85~1.18	<±8%	>0.85
3	0.8~1.25	<±10%	>0.80

#### IA. 7. 4. 2 作业循环信息

##### IA. 7. 4. 2. 1 测试程序

- a) 将机械连接至检测平台, 并按照本标准规定的通信协议进行数据传输和接收;
- b) 将车载终端设置为发动机起动 5 min 之内至少上传一次作业循环信息;
- c) 在机械上模拟任意故障, 使机械报出至少一条确认并激活的故障码;
- d) 机械原地怠速或动态行驶 5 min 以上, 确认机械完成至少一次作业循环信息上传。混合动力机械上传表 I.4 和表 I.5 的作业循环信息;
- e) 将通信设备连接至机械诊断接口, 选择相应诊断或通信协议进行通信;
- f) 可与 IA.7.4.1 同时进行测试。

##### IA. 7. 4. 2. 2 数据记录

###### a) 基准数据

通过通信设备读取并记录表 I.4 和表 I.5 要求的所有作业循环信息 (无法读取的数据项除外)。观察并记录机械 NCD 和 (或) PCD 报警系统和作业性能限制系统状态;

###### b) 被核查数据

检测平台接收并记录试验过程中的作业循环信息。

##### IA. 7. 4. 2. 3 合格判定

将基准数据和被核查数据进行对比, 当各数据项一致时判定合格, 否则不合格 (发动机累计运行时长、发动机累计燃料消耗量和发动机累计输出能量除外)。

#### IA. 8 保障要求测试

##### IA. 8. 1 测试程序

- a) 机械连接至检测平台, 能够正常采集机械数据并上传, 通信链路正常;
- b) 检查状态指示器是否满足 I.5.1 和 I.5.2 要求;
- c) 实时信息传输 1 min 后, 断开车载终端连接, 造成远程排放监控功能异常, 观察状态指示器是否点亮。

##### IA. 8. 2 合格判定

当远程排放监控功能异常后, 状态指示灯点亮时判定合格, 否则不合格。

**附件 IB**  
(规范性附件)  
通信协议及数据格式 (车载终端)

### IB.1 协议结构

以 TCP/IP 网络控制协议作为底层通信承载协议，如图 IB.1 所示。

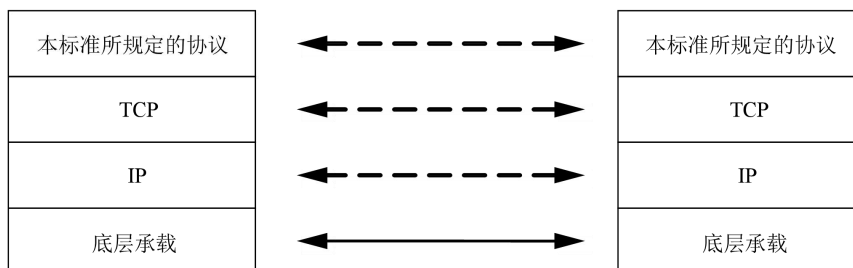


图 IB.1 车载终端与企业平台通信协议栈

### IB.2 连接建立

车载终端向数据接收端发起通信连接请求，当通信链路连接建立后，车载终端应自动向数据接收端发送登入信息进行身份识别，数据接收端应对接收到的数据进行校验：校验正确时，数据接收端接收数据；校验错误时，数据接收端应忽略所接收数据。登入流程如图 IB.2 所示。

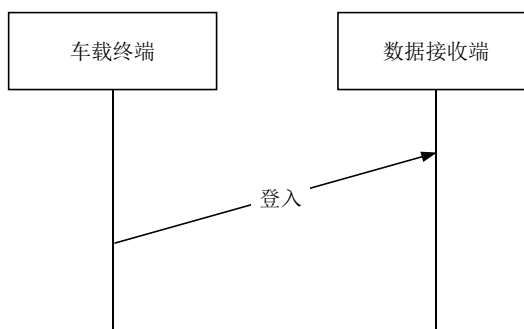


图 IB.2 机械登入流程示意图

### IB.3 信息传输

IB.3.1 机械登入成功后，应按 I.4.2.5.2 的要求向数据接收端发送数据，发送流程如图 IB.3 所示。

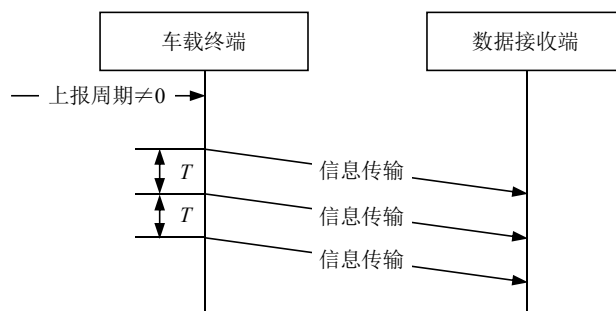


图 IB.3 实时信息上报流程示意图

IB.3.2 数据接收端应对接收到的数据进行校验。当校验正确时，数据接收端正常接收数据；当校验错误时，数据接收端应忽略所接收数据。

#### IB.4 数据类型和传输规则

协议中传输的数据类型见表 IB.1 所示。协议应采用大端模式的网络字节序来传递字和双字。

表 IB.1 数据类型

数据类型	描述及要求
BYTE	无符号单字节整型（8位）
WORD	无符号双字节整型（16位）
DWORD	无符号四字节整型（32位）
BYTE[N]	连续N个无符号单字节整型组合
STRING	ASCII字符码，若无数据则以0终结符补足定义的长度，编码标识参见GB/T 1988—1998中5.1所述，含汉字时，采用区位码编码，占用2个字节，编码标识参见GB 18030—2022中第6章所述

#### IB.5 数据包

##### IB.5.1 数据包结构和定义

一个完整的数据包应由起始符、命令单元、MEIN、ESN、车载终端软件版本号、数据加密方式、数据单元长度、数据单元和校验码组成，数据包结构和定义如表 IB.2 所示。

表 IB.2 数据包结构和定义

定义	长度 (字节)	数据类型	描述及要求
起始符	2	STRING	ASCII 字符“\$\$”，用“0x24, 0x24”表示
命令单元	1	BYTE	命令单元定义见表 IB.3
MEIN	17	STRING	由 17 位字符构成，字符应符合 L.2 规定
ESN	17	STRING	至多17位ASCII字符，不足17位的，由空格补齐
车载终端软件版本号	1	BYTE	有效值范围 0~255
数据加密方式	1	BYTE	0x01: 数据不加密；0x02: 数据经过 RSA 算法加密；0x03: 数据经过国密 SM2 算法加密；0xFE: 异常；0xFF: 无效；其他预留

数据单元长度	2	WORD	数据单元长度是数据单元的总字节数，有效值范围：0~65531
数据单元	—	—	数据单元格式和定义见 IB.6
校验码	1	BYTE	采用 BCC（异或校验）法，校验范围从命令单元的第一个字节开始，同后一字节异或，直到校验码前一字节为止，校验码占用一个字节

## IB.5.2 命令单元

命令单元应是发起方的唯一标识，命令单元定义见如表 IB.3 所示。

表 IB.3 命令单元定义

编码	定义	数据传输方向	数据格式
0x01	机械登入	上行	IB.6.1
0x02	实时信息传输	上行	IB.6.2
0x03	补传信息传输	上行	IB.6.3
0x04	机械登出	上行	IB.6.4
0x05	终端校时	上行	IB.6.5
0x06	功能异常报警	上行	IB.6.6
0x07	激活信息	上行	IB.6.7
0x08	激活信息应答	下行	IB.6.8
0x09~0x7F	上行数据系统预留	上行	/

## IB.6 数据单元和定义

### IB.6.1 机械登入

机械登入数据格式和定义见表 IB.4 所示。

表 IB.4 机械登入数据格式和定义

数据项	长度（字节）	数据类型	描述及要求
数据采集时间	6	BYTE[6]	时间定义见 IB.6.9
登入流水号	4	WORD	车载终端每登入一次，登入流水号自动加 1，从 1 开始循环累加，最大值为 65531，循环周期为天
SIM 卡号的 ICCID 号	20	STRING	SIM 卡 ICCID 号 (ICCID 应为车载终端从 SIM 卡获取的值，不应人为填写或修改)

### IB.6.2 实时信息传输

IB.6.2.1 车载终端实时信息数据格式和定义应符合表 IB.5 的要求。

表 IB.5 车载终端实时信息数据格式和定义

数据项	长度（字节）	数据类型	描述及要求
数据发送时间	6	BYTE[6]	时间定义见 IB.6.9
信息流水号	2	WORD	以天为单位，每包实时信息流水号唯一，从 1 开始累加
信息类型标志（1）	1	BYTE	信息类型标志定义见 IB.6.2.3

信息采集时间 (1)	6	BYTE[6]	时间定义见IB.6.9, 其中信息采集时间 (1) 至 (m) 按时间倒序排列
信息体 (1)			根据信息类型不同, 长度和数据类型不同
.....			.....
信息类型标志 (m)	1	BYTE	信息类型标志定义见IB.6.2.3
信息采集时间 (m)	6	BYTE[6]	时间定义见IB.6.9
信息体 (m)			根据信息类型不同, 长度和数据类型不同
签名信息			从数据发送时间的第一字节到签名信息前一个字节的 数据签名, 签名信息定义见IB.6.2.10

IB. 6. 2. 2 定位状态位定义见表 IB.6。

表 IB. 6 定位状态位定义

位	状态
0	0: 有效定位; 1: 无效定位 (当数据通信正常, 而不能获取定位信息时, 发送最后一次有效定位信息, 并将定位状态置为无效)
1	0: 北纬; 1: 南纬
2	0: 东经; 1: 西经
3	0: 连接; 1: 断开 (车载终端与机械状态)
4	0: WGS84坐标系; 1: GCJ02坐标系; 0x03: 其他坐标系 注: 坐标系选择应满足国家地理信息相关管理要求
5~7	保留

IB. 6. 2. 3 信息类型标志应符合表 IB.7 规定。

表 IB. 7 信息类型

类型编码	说明
0x01	数据流信息: DPF、SCR 技术
0x02	数据流信息: TWC 技术
0x03	数据流信息: 混合动力机械补充采集
0x04	作业循环信息: 混合动力机械
0x05	作业循环信息: 混合动力机械补充采集
0x06~0x7F	预留
0x80	补充数据流: 保留
0x81~0xFE	用户自定义

IB. 6. 2. 4 数据流信息数据格式和定义应符合表 IB.8 的规定。无法传输的数据项应传输无效值, 空余位由空格补齐。

表 IB. 8 数据流信息数据格式和定义 (采用 DPF、SCR 技术的机械)

数据项	长度 (字节)	数据 类型	精度	偏移量	数据范围	其他说明
-----	------------	----------	----	-----	------	------

数据项	长度 (字节)	数据 类型	精度	偏移量	数据范围	其他说明
大气温度	2	WORD	0.03125 °C/bit	-273 °C	-273 °C ~ 1734.96875 °C	0xFF, 0xFF表示无效
大气压力	1	BYTE	0.5 kPa/bit	0	0~125 kPa	0xFF表示无效
车速	2	WORD	1/256 (km/h) /bit	0	0~250.996 km/h	0xFF, 0xFF表示无效
发动机实际扭矩	1	BYTE	1%/bit	-125%	-125%~125%	0xFF表示无效
发动机摩擦扭矩	1	BYTE	1%/bit	-125%	-125%~125%	0xFF表示无效
发动机转速	2	WORD	0.125 (r/min) /bit	0	0~8031.875 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
燃料流量	2	WORD	0.05 (L/h) /bit	0	0~3212.75 L/h	0xFF, 0xFF表示无效
发动机冷却液温度	1	BYTE	1 °C/bit	-40 °C	-40 °C ~210 °C	0xFF表示无效
进气量	2	WORD	0.05 (kg/h) /bit	0	0~3212.75 kg/h	0xFF, 0xFF表示无效
上游NO <sub>x</sub> 传感器露点状态	1	BYTE	1 /bit	0	1~2位: SCR上游 3~4位: 排气尾管	0表示未达到露点, 1表示达到露点, 2保留, 3表示不支持, 0xFF表示无效
SCR上游NO <sub>x</sub> 浓度	2	WORD	0.05 (×10 <sup>-6</sup> (体积分 数)) /bit	-200×10 <sup>-6</sup> (体积分 数)	-200×10 <sup>-6</sup> ~3012.75 ×10 <sup>-6</sup> (体积分 数)	0xFF, 0xFF表示无效
排气尾管NO <sub>x</sub> 浓度	2	WORD	0.05 (×10 <sup>-6</sup> (体积分 数)) /bit	-200×10 <sup>-6</sup> (体积分 数)	-200×10 <sup>-6</sup> ~3012.75 ×10 <sup>-6</sup> (体积分 数)	0xFF, 0xFF表示无效
SCR上游NO <sub>x</sub> 质量流量	2	WORD	0.0001 (g/s) /bit	0	0~6.4255 g/s	0xFF, 0xFF表示无效
排气尾管NO <sub>x</sub> 质量流量	2	WORD	0.0001 (g/s) /bit	0	0~6.4255 g/s	0xFF, 0xFF表示无效
排气尾管NO <sub>x</sub> 传感器露点状态	1	BYTE	1 /bit	0	1~2位: SCR上游 3~4位: 排气尾管	0表示未达到露点, 1表示达到露点, 2保留, 3表示不支持, 0xFF表示无效
SCR入口温度	2	WORD	0.03125 °C/bit	-273 °C	-273 °C ~ 1734.96875 °C	0xFF, 0xFF表示无效
SCR出口温度	2	WORD	0.03125 °C/bit	-273 °C	-273 °C ~ 1734.96875 °C	0xFF, 0xFF表示无效
颗粒物捕集器压差	2	WORD	0.1 kPa/bit	0	0~6425.5 kPa	0xFF, 0xFF表示无效
颗粒物捕集器 主动再生状态	1	BYTE	1 /bit	0	0~3	0表示未激活, 1表示激活, 2表示需要再生(主动再生即将开始), 3

数据项	长度 (字节)	数据 类型	精度	偏移量	数据范围	其他说明
						表示不支持, 0xFF表示无效
实际EGR阀开度	2	BYTE	0.0025%/bit	0	0~160.6375%	0xFF, 0xFF表示无效
设定EGR阀开度	2	BYTE	0.0025%/bit	0	0~160.6375%	0xFF, 0xFF表示无效
当前挡位	1	BYTE	1/bit	-125	-125~125	数值表示挡位, 负值表示倒车挡, 正值表示前进挡, 0表示空挡, 0xFB表示驻车挡, 0xFF表示无效
油门开度	1	BYTE	0.4%/bit	0	0~100%	0xFF表示无效
反应剂余量	1	BYTE	0.4%/bit	0	0~100%	0xFF表示无效
燃料余量	1	BYTE	0.4%/bit	0	0~100%	0xFF表示无效
里程表读数	4	DWORD	0.1 km/bit	0	—	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
定位状态	1	BYTE	—	—	—	状态位定义见表IB.6
经度	4	DWORD	0.000001 °/bit	0	0~180.000000 °	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
纬度	4	DWORD	0.000001 °/bit	0	0~90.000000 °	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
海拔	2	DWORD	0.1 m	-500 m	-500.0 m~6000.0 m	0xFF, 0xFF表示无效
燃料流量	2	WORD	0.05 (L/h) /bit	0	0~3212.75 L/h	0xFF, 0xFF表示无效

IB.6.2.5 采用TWC后处理技术机械的数据流信息数据格式和定义应符合表IB.9的规定。无法传输的数据项应传输无效值, 空余位由空格补齐。

表 IB.9 数据流信息数据格式和定义 (采用 TWC 技术的机械)

数据项	长度 (字节)	数据 类型	精度	偏移量	数据范围	其他说明
大气温度	2	WORD	0.03125 °C/bit	-273 °C	-273 °C ~ 1734.96875 °C	0xFF, 0xFF表示无效
大气压力	1	BYTE	0.5 kPa/bit	0	0~125 kPa	0xFF表示无效
车速	2	WORD	1/256 (km/h) /bit	0	0~250.996 km/h	0xFF, 0xFF表示无效
发动机实际扭矩	1	BYTE	1%/bit	-125%	-125%~125%	0xFF表示无效
发动机摩擦扭矩	1	BYTE	1%/bit	-125%	-125%~125%	0xFF表示无效
发动机转速	2	WORD	0.125 (r/min) /bit	0	0~8031.875 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
燃料流量	2	WORD	0.05 (L/h) /bit	0	0~3212.75 L/h	0xFF, 0xFF表示无效

数据项	长度 (字节)	数据 类型	精度	偏移量	数据范围	其他说明
发动机冷却液温度	1	BYTE	1 °C/bit	-40 °C	-40 °C~210 °C	0xFF表示无效
进气量	2	WORD	0.05 (kg/h) /bit	0	0~3212.75 kg/h	0xFF, 0xFF表示无效
TWC上游氧传感器输出	2	WORD	0.0000305/bit	0	0~1.9597775	0xFF, 0xFF表示无效
TWC下游氧传感器输出	2	WORD	0.01 V/bit	0	0~2.5 V	0xFF, 0xFF表示无效
TWC温度	2	WORD	0.03125 °C/bit	-273 °C	-273 °C~ 1734.96875 °C	0xFF表示无效
排气尾管NO <sub>x</sub> 传感器露 点状态	1	BYTE	1 /bit	0	0~3	0表示未达到露点, 1 表示达到露点, 2保留, 3表示不支持, 0xFF表 示无效
排气尾管NO <sub>x</sub> 浓度	2	WORD	0.05 (×10 <sup>-6</sup> (体积分 数) ) /bit	-200×10 <sup>-6</sup> (体积分 数)	-200×10 <sup>-6</sup> ~3012.75 ×10 <sup>-6</sup> (体积分 数)	0xFF, 0xFF表示无效
排气尾管NO <sub>x</sub> 质量流量	2	WORD	0.0001 (g/s) /bit	0	0~6.4255 g/s	0xFF, 0xFF表示无效
实际EGR阀开度	2	BYTE	0.0025%/bit	0	0~160.6375%	0xFF, 0xFF表示无效
设定EGR阀开度	2	BYTE	0.0025%/bit	0	0~160.6375%	0xFF, 0xFF表示无效
当前挡位	1	BYTE	1 /bit	-125	-125~125	数值表示挡位, 负值 表示倒车挡, 正值表 示前进挡, 0表示空 挡, 0xFF表示驻车挡, 0xFF表示无效
油门开度	1	BYTE	0.4%/bit	0	0~100%	0xFF表示无效
里程表读数	4	DWORD	0.1 km/bit	0	—	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
定位状态	1	BYTE	—	—	—	状态位定义见表IB.6
经度	4	DWORD	0.000001 °/bit	0	0~180.000000 °	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
纬度	4	DWORD	0.000001 °/bit	0	0~90.000000 °	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
海拔	2	DWORD	0.1 m	-500 m	-500.0 m~6000 m	0xFF, 0xFF表示无效
燃料流量	2	WORD	0.05 (L/h) /bit	0	0~3212.75 L/h	0xFF, 0xFF表示无效

IB. 6. 2. 6 装有内燃机的混合动力机械补充采集的数据流信息数据格式和定义,应符合表 IB.10 的规定。无法传输的数据项应传输无效值, 空余位由空格补齐。

表 IB. 10 数据流信息数据格式和定义 (混合动力机械补充采集)

数据项	长度 (字节)	数据类型	精度	偏移量	数据范围	其他说明
运行模式	1	BYTE	1 /bit	0	0~2	0表示纯电模式, 1表示混动模式, 2表示纯燃油模式, 0xFF表示无效
电池总电压	2	WORD	0.05 V/bit	0	0~3212.75 V	0xFF, 0xFF表示无效
电池总电流	2	WORD	0.05 A/bit	-1600 A	-1600 A~1612.75 A	正值表示电池充电电流, 负值表示电池放电电流, 0xFF, 0xFF表示无效
总SOC	2	WORD	0.0015625%/bit	0	0~100.398 4375%	0xFF, 0xFF表示无效
电机支持	1	BYTE	1 /bit	0	1位: 电机A 2位: 电机B 3位: 电机C 4位: 电机D 5位: 电机E 6位: 电机F 7位: 电机G 8位: 电机H	0表示不支持, 1表示支持, 0xFF表示无效
电机A转速	2	WORD	1 (r/min) /bit	0	-32768 r/min~32767 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
电机B转速	2	WORD	1 (r/min) /bit	0	-32768 r/min~32767 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
电机C转速	2	WORD	1 (r/min) /bit	0	-32768 r/min~32767 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
电机D转速	2	WORD	1 (r/min) /bit	0	-32768 r/min~32767 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
电机E转速	2	WORD	1 (r/min) /bit	0	-32768 r/min~32767 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
电机F转速	2	WORD	1 (r/min) /bit	0	-32768 r/min~32767 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
电机G转速	2	WORD	1 (r/min) /bit	0	-32768 r/min~32767 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
电机H转速	2	WORD	1 (r/min) /bit	0	-32768 r/min~32767 r/min	0xFF, 0xFF表示无效
电机A扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	-32768 N·m~32767 N·m	0xFF, 0xFF表示无效
电机B扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	-32768 N·m~32767 N·m	0xFF, 0xFF表示无效
电机C扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	-32768 N·m~32767 N·m	0xFF, 0xFF表示无效
电机D扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	-32768 N·m~32767 N·m	0xFF, 0xFF表示无效

数据项	长度 (字节)	数据类型	精度	偏移量	数据范围	其他说明
电机E扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	-32768 N·m~32767 N·m	0xFF, 0xFF表示无效
电机F扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	-32768 N·m~32767 N·m	0xFF, 0xFF表示无效
电机G扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	-32768 N·m~32767 N·m	0xFF, 0xFF表示无效
电机H扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	-32768 N·m~32767 N·m	0xFF, 0xFF表示无效

IB. 6. 2. 7 纯燃料机械和装有内燃机的混合动力机械的作业循环信息数据格式和定义应符合表 IB.11 的规定。无法传输的数据项应传输无效值，空余位由空格在后方补齐。

表 IB. 11 作业循环信息数据格式和定义（纯燃料机械和混合动力机械）

数据项	长度 (字节)	数据类型	精度	偏移量	数据范围	描述及要求
MEIN	17	STRING	—	—	—	由17位字符构成，字符应符合L.2的规定
ESN	17	STRING	—	—	—	至多17位ASCII字符，不足17位的，由空格补齐
CAL ID	18	STRING	—	—	—	CAL ID由生产、进口企业自定义，字母或数字组成，不足后面补字符0，0xFF表示无效
CVN	18	STRING	—	—	—	CVN由生产、进口企业自定义，字母或数字组成，不足后面补字符0，0xFF表示无效
NCD和（或）PCD状态	1	BYTE	1 /bit	0	0~1	0表示未点亮，1表示点亮，0xFF表示无效
NCD和（或）PCD点亮后运行时间	2	WORD	1 min/bit	0	0~65535 min	0xFF, 0xFF表示无效
驾驶员报警系统状态	1	BYTE	1 /bit	0	0~1	0表示未点亮，1表示点亮，0xFF表示无效
驾驶性能限制系统状态	1	BYTE	1 /bit	0	0~2	0表示未激活，1表示初级驾驶性能限制，2表示严重驾驶性能限制，0xFF表示无效
反应剂浓度	1	BYTE	0.25%/bit	0	0~62.5%	0xFF表示无效
上个作业循环的累积反应剂消耗量	4	DWORD	0.05 L/bit	0	0~ 210554060.75 L	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
上个作业循环的累积燃料消耗量	4	DWORD	0.001 L/bit	0	0~ 4211081.215 L	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效

数据项	长度 (字节)	数据类型	精度	偏移量	数据范围	描述及要求
发动机参考 扭矩	2	WORD	1 N·m/bit	0	0~64255 N·m	0xFF表示无效
发动机累计 运行时长	4	DWORD	1 s/bit	0	0~ 4294967295 s	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
发动机累计 燃料消耗量	4	DWORD	0.01 L/bit	0	0~ 42949672.95 L	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
发动机累计 输出能量	4	DWORD	0.1 kWh/bit	0	0~ 429496729.5 kWh	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
IUPR	16或 24	BYTE[16或24]	—	—	—	发动机数据格式和定义见表IB.12, 数据长度为14字节
确认并激活 的故障码总 数	1	BYTE	1 /bit	0	0~253	0xFF表示无效
故障码类型	1	BYTE	1 /bit	0	0~4	0表示2字节故障码, 满足GB/T 40430要求; 1表示3字节故障码且标识符为0x00, 满足 GB/T 40430要求; 2表示3字节故障码且标识符为0x04, 满足 GB/T 40430要求; 3表示可疑参数编号 (SPN) -故障模式标志 (FMI) 类故障码; 4表示生产、进口企业自定义 (生产、进口 企业应说明自定义的原因和方式); 0xFF表示无效
确认并激活 的故障码信 息列表	故障 码数 量N 的4倍	N×BYTE[4]	—	—	—	每个故障码为4字节, 数据格式和定义见表 IB.13; 可按故障实际顺序进行排序 0xFF表示无效

表 IB.12 发动机 IUPR 数据格式和定义

数据项	长度 (字节)	数据类型	其他说明
一般分母计数器	2	WORD	0xFF, 0xFF 表示不适用
NO <sub>x</sub> /SCR催化器监控, 分子计数器	2	WORD	
NO <sub>x</sub> /SCR催化器监控, 分母计数器	2	WORD	
颗粒物捕集器监控, 分子计数器	2	WORD	
颗粒物捕集器监控, 分母计数器	2	WORD	
EGR监控, 分子计数器	2	WORD	
EGR监控, 分母计数器	2	WORD	

表 IB. 13 故障码数据格式及定义

字节	表IB.12中的故障码类型			
	0	1或2	3	4
1	故障码高字节	故障码高字节	8~1位, SPN的低8位有效位 (最高有效位为第8位)	生产、进口企业自定义
2	故障码低字节	故障码中间字节	8~1位, SPN的第2个字节 (最高有效位为第8位)	
3	0	故障码低字节	8~6位, SPN的高3位有效位	
			5~1位, FMI (最高有效位为第5位)	
4	0	故障码状态	8位, SPN转化方式	
			7~1位, 发生次数	

IB. 6. 2. 8 装有内燃机的混合动力机械（补充采集）的作业循环信息数据格式和定义应符合表 IB.14 的规定。无法传输的数据项应传输无效值，空余位由空格补齐。

表 IB. 14 作业循环信息数据格式和定义（混合动力机械补充）

数据项	长度 (字节)	数据类型	精度	偏移量	数据范围	描述及要求
MEIN	17	STRING	—	—	—	由17位字符构成，字符应符合L.2的规定
驱动系统累计运行时长	4	DWORD	1 s/bit	0	0~4294967295 s	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
能量存储系统的累积输入能量	4	DWORD	1 kWh/bit	0	0~4294967295 kWh	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
能量存储系统的累积输出能量	4	DWORD	1 kWh/bit	0	0~4294967295 kWh	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
电池健康度	1	BYTE	$\frac{100}{255}$ %/bit	0	0~100%	0xFF表示无效
确认并激活的故障码总数	1	BYTE	1 /bit	0	0~253	0xFF表示无效
故障码类型	1	BYTE	1 /bit	0	0~4	0表示2字节故障码，满足GB/T 40430要求； 1表示3字节故障码且标识符为0x00，满足GB/T 40430要求； 2表示3字节故障码且标识符为0x04，满足GB/T 40430要求； 3表示SPN-FMI类故障码； 4表示生产、进口企业自定义（生产、进口企业应说明自定义的原因和方式）； 0xFF表示无效
确认并激活的故障码信息列表	故障码数量N的4倍	N×BYTE[4]	—	—	—	每个故障码为4字节，数据格式和定义见表IB.16；可按故障实际顺序进行排序 0xFF表示无效

IB. 6. 2. 9 实时信息的数字签名应满足表 IB.15 的规定。

表 IB. 15 签名的数据格式和定义

数据项	长度 (字节)	数据类型	描述及要求
签名 R 值长度	1	BYTE	签名数据 R 值长度
签名 R 值	N	BYTE[N]	签名实际 R 值
签名 S 值长度	1	BYTE	签名数据 S 值长度
签名 S 值	N	BYTE[N]	签名实际 S 值

### IB. 6. 3 补传信息传输

补传信息传输具体要求同 IB.6.2。

### IB. 6. 4 机械登出

登出的数据格式和定义见表 IB.16 所示。

表 IB. 16 登出的数据格式和定义

数据项	长度 (字节)	数据类型	描述及要求
登出时间	6	BYTE	时间定义见 IB.6.9
登出流水号	2	WORD	登出流水号与当次登入流水号一致

### IB. 6. 5 功能异常报警

当发生远程排放监控功能异常时，应上传功能异常报警信息，数据格式和定义见表 IB.17。

表 IB. 17 功能异常报警数据格式和定义

数据项	长度 (字节)	数据类型	精度	偏移量	数据范围	描述及要求
数据采集时间	6	BYTE[6]	—	—	—	时间定义见IB.6.9
流水号	2	WORD	1 /bit	0	0~65531	每发生一次远程排放监控功能异常，登入流水号自动加1，从1开始循环累加
状态位	1	BYTE	—	—	—	状态位定义见表IB.6
经度	4	DWORD	0.000001 °/bit	0	0~180.000000°	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
纬度	4	DWORD	0.000001°/bit	0	0~90.000000 °	0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效

### IB. 6. 6 终端校时

车载终端校时数据单元为空。

### IB. 6. 7 激活信息

激活信息的数据格式和定义见表 IB.18 所示。

表 IB. 18 激活信息数据格式和定义

数据项	长度（字节）	数据类型	描述及要求
数据采集时间	6	BYTE[6]	时间定义见IB.6.9
芯片ID	16	STRING	芯片ID由16位字符构成，不足16位的，由空格补齐
公钥	64	STRING	公钥
MEIN	17	STRING	MEIN
ESN	17	STRING	至多17位ASCII字符，不足17位的，由空格补齐 0xFF表示无效
签名信息	—	STRING	签名信息定义见IB.6.2.10

### IB. 6. 8 激活信息应答

激活信息应答的数据格式和定义见表 IB.19 所示。

表 IB. 19 激活结果应答的数据格式和定义

数据项	长度（字节）	数据类型	描述及要求
状态码	1	BYTE	0x01: 激活成功, 0x02: 激活失败
信息	1	BYTE	激活成功: 0x00 激活失败: 0x01: 芯片已激活 0x02: MEIN错误 0x03: ESN错误

### IB. 6. 9 时间

时间应采用 GMT+8 时间，时间定义见表 IB.20 所示。

表 IB. 20 时间定义

数据项	长度（字节）	数据类型	有效值范围
年	1	BYTE	0~99
月	1	BYTE	1~12
日	1	BYTE	1~31
小时	1	BYTE	0~23
分钟	1	BYTE	0~59
秒	1	BYTE	0~59

**附件 IC**  
(规范性附件)  
**通信协议及数据格式（企业平台）**

**IC.1 协议结构**

以 TCP/IP 网络控制协议作为底层通信承载协议，见图 IC.1 所示。

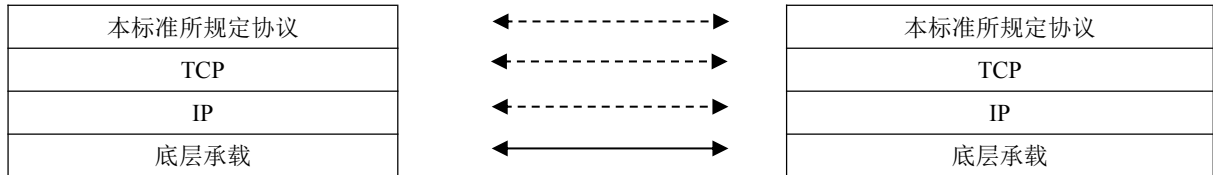


图 IC.1 通信协议栈

**IC.2 连接建立**

IC.2.1 企业平台向数据接收端发起通信连接请求，当通信链路连接建立后，企业平台应自动向数据接收端发送登入信息进行身份识别，数据接收端应对接收到的数据进行校验：校验正确时，数据接收端应返回成功应答；校验错误时，数据接收端应存储错误信息记录并通知企业平台。登入流程见图 IC.2 所示。

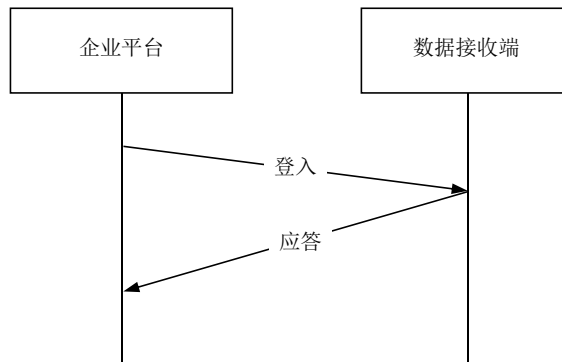


图 IC.2 企业平台登入流程示意图

IC.2.2 企业平台应在接收到数据接收端的应答指令后完成本次登入传输，企业平台在规定时间内未收到应答指令，应每隔 1 min 重新进行登入。若连续重复 3 次登入无应答，应间隔 30 min 后，继续重新连接，并把连接成功前存储的未成功发送的数据重新传输，重复登入间隔可以设置。

**IC.3 数据传输**

IC.3.1 企业平台登入成功后，应向数据接收端传输数据，数据传输流程见图 IC.3 所示。

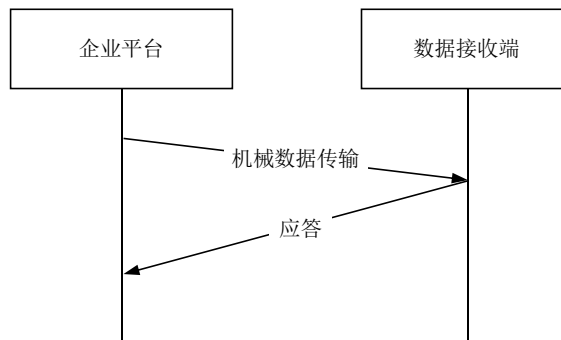


图 IC.3 企业平台数据传输流程示意图

IC.3.2 当企业平台向数据接收端传输数据时，数据接收端应对接收到的数据进行校验。当校验正确时，数据接收端做正确应答；当校验错误时，数据接收端做错误应答。

#### IC.4 连接断开

IC.4.1 数据接收端应根据以下情况断开与企业平台的会话连接：TCP 连接中断。

IC.4.2 企业平台应根据以下情况断开与数据接收端的会话连接：

- TCP 连接中断；
- TCP 连接正常，达到重新发送次数后仍未收到应答。

#### IC.5 数据类型和传输规则

协议中传输的数据类型见表 IC.1 所示。协议应采用大端模式的网络字节序来传递字和双字。

#### IC.6 数据包

##### IC.6.1 数据包结构和定义

一个完整的数据包应由起始符、命令单元、MEIN、数据加密方式、数据单元长度、数据单元和校验码组成，数据包结构和定义见表 IC.1 所示。

表 IC.1 数据包结构和定义

定义	长度 (字节)	数据类型	描述及要求	
起始符	2	STRING	ASCII字符“{}”，用“0x7d, 0x7d”表示	
命令单元	命令标识	1	BYTE	命令单元定义见IC.6.2
	应答标识	1	BYTE	应答标识定义见IC.6.3
MEIN	17	STRING	由17位字符构成，字符应符合L.2的规定	
ESN	17	STRING	至多17位ASCII字符，不足17位的，由空格补齐 0xFF表示无效	
数据加密方式	1	BYTE	0x01：数据不加密；0x02：数据经过SM2算法加密；0x03：数	

			据经过SM4位算法加密; 0x04: 数据经过RSA算法加密; 0x05: 数据经过AES128位算法加密; 0xFE: 异常; 0xFF: 无效; 其他预留
数据单元长度	2	WORD	数据单元长度是数据单元的总字节数, 有效值范围: 0~65531
数据单元	—	—	数据单元格式和定义见IC.7
校验码	1	BYTE	采用BCC (异或校验) 法, 校验范围从命令单元的第一个字节开始, 同后一字节异或, 直到校验码前一字节为止, 校验码占用一个字节

### 1C. 6. 2 命令标识

命令标识应是发起方的唯一标识, 命令标识定义见表 IC.2 所示。

表 IC. 2 命令标识定义

编码	定义	数据传输方向
0x01	机械登入	上行
0x02	实时信息传输	上行
0x03	补传信息传输	上行
0x04	机械登出	上行
0x06	功能异常报警	上行
0x07	企业平台登入	上行
0x08	企业平台登出	上行
0x09	密钥交换	上行/下行
0x10	机械静态数据	上行
0x11~0x7F	上行数据系统预留	上行
0x83~0xBF	下行数据系统预留	下行
0xC0~0xFE	自定义数据	—

### 1C. 6. 3 应答标识

命令的主动发起方应答标识为“0xFE”，表示此包为命令包；当应答标识不是“0xFE”时，被动接收方不应应答。当命令的被动接收方应答标识不是“0xFE”，此包表示为应答包。

当数据接收端发送应答时，只需变更应答标识和应答报文时间，删除其余报文内容，并重新计算校验位即可。

应答标识定义见表 IC.3 所示。

表 IC. 3 应答标识定义

编码	定义	说明
0x01	成功	接收到的信息正确
0x02	修改错	设置未成功
0x03	MEIN重复	MEIN重复错误
0xFE	命令	表示数据包为命令包，而非应答包

### 1C. 7 数据单元格式及定义

### 1C.7.1 一般要求

企业平台的机械登入、实时信息、补传数据、机械登出、功能异常报警的数据格式和定义应符合 1C.6 的要求。

### 1C.7.2 企业平台登入

企业平台登入数据格式和定义见表 1C.4 所示。

表 1C.4 企业平台登入数据格式和定义

数据项	长度（字节）	数据类型	描述及要求
登入时间	6	BYTE[6]	时间定义见1C.6.9
登入流水号	2	WORD	下级平台每登入一次，登入流水号自动加1，从1开始循环累加，最大值为65531，循环周期为天
用户名	12	STRING	平台登入用户名
密码	20	STRING	平台登入密码
加密规则	1	BYTE	0x01：数据不加密；0x02：数据经过SM2算法加密；0x03:数据经过SM4位算法加密；0x04：数据经过RSA算法加密；0x05：数据经过AES128位算法加密；0xFE：异常；0xFF：无效；其他预留

### 1C.7.3 企业平台登出

平台登出分为自动登出和被动登出，自动登出的数据格式和定义见表 1C.5 所示。

表 1C.5 企业平台自动登出数据格式和定义

数据项	长度（字节）	数据类型	描述及要求
登出时间	6	BYTE[6]	时间定义见1C.6.9
登出流水号	2	WORD	登出流水号与当次登入流水号一致

### 1C.7.4 密钥交换

密钥交换数据格式和定义见表 1C.6 所示。

表 1C.6 平台密钥交换数据格式和定义

数据项	长度（字节）	数据类型	描述及要求
密钥类型	1	BYTE	0x01：SM2； 0x02：SM4； 0x03：RSA； 0x04：AES128； 其他预留
密钥长度	2	WORD	密钥总字节数，有效值范围：0~65531
密钥	N	BYTE[N]	平台密钥
启用时间	6	BYTE[6]	时间定义见1C.6.9
失效时间	6	BYTE[6]	时间定义见1C.6.9

### 1C.7.5 机械静态数据

机械静态数据的数据格式和定义见表 IC.7 所示。

表 IC.7 机械静态数据

数据项	长度 (字节)	数据类型	精度	偏移量	数据范围	描述及要求
MEIN	17	STRING	—	—	—	由17位字符构成，字符应符合L.2的规定
ESN	17	STRING	—	—	—	至多17位ASCII字符，不足17位的，由空格补齐；0xFF表示无效
机械型号	30	STRING	—	—	—	至多30位ASCII字符，不足30位的，由空格补齐
发动机数量	1	BYTE	1/bit	0	0~7	1~3位：按照本标准进行型式检验的发动机（A类）数量
			1/bit	0	0~7	4~6位：不按照本标准进行型式检验的发动机（B类）数量
			1/bit	0	0~3	7~8位：后处理形式 0表示无后处理，1表示不共用后处理系统，2表示A类发动机共用一套后处理系统且不和B类发动机共用，3表示A类和B类发动机共用一套后处理系统
			—	—	—	0xFF表示无效
电机数量	1	BYTE	1/bit	0	0~250	0xFF表示无效
诊断协议	1	BYTE	1/bit	0	0~3	0表示ISO 15765，1表示ISO 27145，2表示SAE J1939，3表示同时支持ISO 27145和SAE J1939，0xFF表示无效
动力类型	1	BYTE	1/bit	0	0~2	1~2位：0表示纯燃料，1表示装有内燃机的混合动力，2表示燃料电池混合动力
			1/bit	0	0~2	3~4位：0表示非混合动力机械，1~2针对装有内燃机的混合动力或燃料电池混合动力，1表示可外接充电式，2表示不可外接充电式
			1/bit	0	0~2	5~6位：0表示非混合动力机械，1~2针对装有内燃机的混合动力或燃料电池混合动力，1表示增程式，2表示非增程式；
			1/bit	0	0~1	7~8位：0表示非换电机械，1表示可换电机械；
			—	—	—	0xFF表示无效
发动机燃料类型	1	BYTE	1/bit	0	0~18	0表示无内燃机； 1表示汽油（含E10等市售汽油类型）； 2表示乙醇（含E85等乙醇汽油混合燃料）； 3表示柴油； 4表示CNG；

数据项	长度 (字节)	数据类型	精度	偏移量	数据范围	描述及要求
						5表示LNG; 6表示甲醇; 7表示氢气; 8表示氨气; 9表示其他单燃料; 10表示柴油—CNG双燃料; 11表示柴油—LNG双燃料; 12表示甲醇—柴油双燃料; 13表示甲醇—汽油双燃料; 14表示甲醇—乙醇汽油双燃料; 15表示氢气—氨气双燃料; 16表示柴油—氨气双燃料; 17表示其他双燃料组合; 18表示其他燃料类型; 0xFF表示无效
发动机 额定净 功率	2	WORD	0.5 kW/bit	0	0~32127.5 kW	0xFF表示无效
电池类 型	1	BYTE	1 /bit	0	0~11	有效范围1~11 1表示磷酸铁锂电池; 2表示锰酸锂电池; 3表示钴酸锂电池; 4表示三元材料电池; 5表示聚合物锂离子电池; 6表示超级电容器; 7表示钛酸锂电池; 8表示钠离子电池; 9表示固态电池; 10表示其他可充电储能装置 0xFF表示无效
电池额 定电压	2	WORD	0.05 V/bit	0	0~3276.75 V	0xFF, 0xFF表示无效
电池额 定容量	3	BYTE[3]	0.001 kWh/bit	0	0~16777.215 kWh	0xFF, 0xFF, 0xFF表示无效
电池能 量密度	2	WORD	0.1 (Wh/kg) /bit	0	0~6425.5 Wh/kg	0xFF, 0xFF表示无效

**附 件 ID**  
(资料性附件)  
企业平台存储静态数据

**ID.1 安全芯片信息**

车载终端采用的安全芯片静态数据应包括以下内容：

- 型号；
- 生产企业机构代码；
- 生产企业名称；
- 生产企业营业执照图片；
- 生产企业说明；
- 安全等级证书；
- 商用密码产品型号证书。

**ID.2 车载终端信息**

车载终端静态数据应包括以下内容：

- 车载终端型号；
- 安全芯片型号；
- 生产企业机构代码；
- 生产企业名称；
- 外壳防护等级；
- 数据传输频率；
- 数据存储容量；
- 软件版本号；
- 生产企业营业执照图片；
- 生产企业简介；
- 检测报告。

**ID.3 机械信息**

机械静态数据应包括以下内容：

- MEIN；
- ESN；
- 机械型号；
- 发动机数量；
- 驱动电机数量；
- 诊断协议；
- 动力类型；
- 发动机燃料类型；
- 发动机额定净功率；

- 电池类型;
- 电池额定电压;
- 电池额定容量;
- 电池能量密度。

**附件 IE**  
**(资料性附件)**  
**企业平台自评估报告**

我公司对\_\_\_\_\_平台进行自评估，评估结果如下。

序号	内容	要求	标准要求	评估结果
1	数据接收	企业平台应具有接收符合标准规定的车载终端采集的数据的功能	1.6.2.1 1.6.2.2 1.6.2.3	符合 /不符合
2	数据发送	企业平台应将接收到的数据按规定的通信协议传输至生态环境部，数据转发时延应不大于 10 s，数据传输丢包率不大于 1%	1.6.3.4	符合 /不符合
3	数据查询	企业平台热数据单机数据查询响应时间不应大于 5 s	1.6.2.5	符合 /不符合
4	安全管理	企业平台应具备防备恶意访问和攻击的认证功能，应具备细粒度权限管理	1.6.3.1	符合 /不符合
5	高可用性	企业平台应具备高可用机制，能够防止机器失效带来的任务失效和数据丢失	1.6.3.2	符合 /不符合

评估结论：\_\_\_\_\_平台符合上述要求，自评估合格。

单位名称：（盖章）  
年 月 日

**附录 J**  
**(规范性附录)**  
**确认检查技术要求**

### J.1 概述

本附录详细规定了进行确认检查时的抽样流程及试验流程。

### J.2 抽样流程

- J.2.1 关键部件核查。抽样人员根据抽检单及计划书附录参数检查拟抽样发动机的关键部件生产备件（不少于 30 台份），核对型号生产企业名称。
- J.2.2 发动机开始上线装配，对装配过程工位进行监督。
- J.2.3 在发动机缸体号打刻工位，逐一记录 30 台发动机缸体号，并进行标记。
- J.2.4 30 台发动机全部下线检验合格后，根据抽检单及记录的发动机编号核对发动机配置。
- J.2.5 从 30 台发动机中随机抽取 3 台（或 4 台）进行封样。（如现场目击试验，试验发动机不需封样，仅封所需运送的发动机，但抽样单应填写）。要求发动机用塑料袋整体包裹后，封样胶带呈“十”或“#”封样。胶带中间不得有断点且首尾相接。在胶带交接处粘贴封字标签。要求标签覆盖胶带收尾及塑料袋。封样完成后，在封样塑料袋外再罩一层塑料袋以保护封签。要求封样过程拍照，至少包括发动机标签、关键部件及标签（或打刻）、封样后整体照片、封签细节放大照片。
- J.2.6 填写《发动机确认检查样品登记表》，并签字。见表 J.1。
- J.2.7 对带有后处理装置发动机，后处理单独封样。用电刻笔在后处理壳体表面刻字标记（封样人签名、封样日期）。后处理用塑料袋包裹后用胶带及封签整体封样。对封样进行拍照，至少包括后处理标签（或打刻）、刻字标记、封样后整体照片、封签细节放大照片。
- J.2.8 填写《后处理装置抽检登记表》，并签字。见表 J.2。
- J.2.9 将《确认检查抽样规则知情确认单》交企业阅读并盖章带回。见表 J.3。

### J.3 试验流程

- J.3.1 检验机构应按照标准要求，认真完成检测试验任务，保证过程公正、数据真实，对检测情况保密。整个试验过程要求在视频监控下进行。
- J.3.2 样机拆封。由国务院生态环境主管部门从样机中抽取进行排放测试发动机。由检验机构人员对样机进行拆封。首先确认封样完好性。对封签进行拍照；对封样胶带按照缠绕顺序打开，注意胶带是否中间有断开。确认封签及封样胶带完好。
- J.3.3 核对发动机关键部件。对发动机标签、关键部件标签（或打刻）信息进行核对。
- J.3.4 发动机台架安装。
- J.3.5 发动机磨合。磨合工况由企业提供，磨合时间不得超过 50 h。磨合用燃料与排放试验一致。
- J.3.6 发动机试验边界条件确认。填写《试验条件确认表》并签字。见表 J.4。
- J.3.7 标准气体检查及分析仪标定。填写《标准气体检查记录表》。见表 J.5。
- J.3.8 进行标准规定的排放测试及 NCD、PCD 功能验证。
- J.3.9 滤纸的称量、取放均应在视频监控下进行。记录颗粒物称量数据，填写《颗粒物称量记录表》。见表 J.6。
- J.3.10 三台排放试验结束后，由监督试验人员选取其中一台进行 300 h 耐久试验及耐久后排放测试。

耐久运行工况为企业信息公开耐久计划中工况。

J. 3. 11 排放测试应使用满足标准要求的基准燃料，耐久试验可以使用符合相应排放标准的市售燃料，润滑油按照企业信息公开资料规定或者由企业自行提供。

J. 3. 12 发动机磨合、试验、耐久过程中，企业人员不得对发动机进行调整，允许按照型式检验耐久试验保养规范进行正常保养维护。

J. 3. 13 企业人员可在发动机安装台架时予以协助配合。发动机试验开始后，在未经允许情况下不可进入试验间。可留 1 名人员在操作间观看试验过程。

J. 3. 14 结果判定。确认检查抽取的 3 台样机经劣化修正系数修正后的排放结果及其中 1 台样机 300 h 耐久后排放测试结果均符合标准限值要求，同时 3 台发动机性能检查应满足 B.6.4 要求，贵金属检测结果应满足 7.2.9 要求，则判定为确认检查通过。

J. 3. 15 试验结束后，所有纸质原始记录、机打记录均需签字。检验机构出具正式检验报告。

表 J.1 发动机确认检查样品登记表

样品生产企业			
样机编号			
商标		样机型号	
抽样数		抽样方式	
抽样基数		抽样日期	
抽样地点		封样方式	
送样方式		送样地点与 预计到达时间	
试验前磨合要求		试验燃料	
检测项目			
序号	生产日期	发动机号	合格证号
1			
2			
3			
4			
抽样人签名：   年 月 日		封样人签名：   年 月 日	
被抽样单位法定代表人（委托代理人 <sup>a</sup> ）签名：   年 月 日		备注：	
<sup>a</sup> 委托代理人应持有委托书。			

表 J.2 后处理装置抽检登记表<sup>a</sup>

类别	内容
发动机型号	
发动机生产企业	
发动机编号	
排放阶段	
催化器型号	
催化器生产企业	
催化器数量	
单元数量	
载体材料	
载体生产企业	
涂层生产企业	
新或耐久后催化器	
是否留存金属外壳	
抽样人签名：   年 月 日	被抽样单位法定代表人（委托代理人）签名：   年 月 日
<sup>a</sup> 后处理抽检记录表应一式两份，一份由封样工作组存留，一份随样品送交检测单位。	

表 J.3 确认检查抽样规则知情确认单

在确认检查抽样过程中，企业须严格按照要求配合工作，确保抽样顺利进行。如有以下情况可直接判定此次确认检查不合格：

1. 生产、进口企业不配合进行检查及样品封样；
2. 企业人员私自人为破坏样品封样；
3. 样品未按规定时间内送达指定地点；
4. 送达样品与抽取样品不符；
5. 样品未按要求进行磨合。

企业代表签字（盖章）

年 月 日

表 J.4 试验条件确认表

生产、进口企业名称：

发动机型号：

项目	企业信息 公开值	试验值	备注
额定净功率/转速 (kW/r/min)			确认检查允许偏差±5% <sup>a</sup> 一致性检查允许偏差±5%
最大扭矩/转速 (N·m/r/min)			确认检查±5% <sup>b</sup> 一致性±5%
进气阻力 (kPa)			不大于企业信息公开值，尽量接近 信息公开值
排气背压 (kPa)			不大于企业信息公开值，尽量接近 信息公开值
中冷后温度 (K)			不大于企业信息公开值，差异不超 过 5 K，不得低于 318 K
燃料温度 <sup>c</sup> (K)			尽量接近信息公开值
冷却液温度 (K)			尽量接近信息公开值
中间转速 (r/min)			测量值在信息公开值±3%以内采用 信息公开值。转速超差则全部采用 实测值。
非标准循环排放			由系统自动产生三个测试点。
试验条件满足要求，同意开始试验。			
<sup>a</sup> 37 kW 以下，确认检查及一致性检查允许偏差 10%。 <sup>b</sup> 37 kW 以下，确认检查及一致性检查允许偏差 10%。 <sup>c</sup> 仅适用于柴油机。			

检验机构签字：

企业签字：

日期：

表 J.5 标准气体检查记录表

生产、进口企业名称：

发动机型号：

发动机编号：				
标准气	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (ppm)	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)
气瓶编号				
浓度				
有效期				
零气 (前)				
零气 (后)				
量程				
量距气 (前)				
量距气 (后)				
判定标准	不大于±2%			
偏差 (%)				
判定结果				

检验机构签字：

日期：

表 J.6 发动机排气污染物颗粒物称量记录表

生产、进口企业名称：

发动机型号：

项目	检验前滤纸质量 (mg)				检验后滤纸质量 (mg)				颗粒物质量 (mg)
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值	
排放									
背景									
对比滤纸									颗粒物总质量 (mg)
称量时间									
大气压力 (kPa)									
大气温度 (°C)									
相对湿度 (%)									
检验后滤纸恒重时间 (h)					放置后滤纸质量 (mg)				颗粒物质量 (mg)
					第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值	
称量时间				排放					
大气压力 (kPa)				背景					
大气温度 (°C)				对比滤纸					颗粒物质量 (mg)
相对湿度 (%)									
颗粒物称量过程				颗粒物称量过程					
试验前滤纸称量过程				滤纸架取下过程					
滤纸架安装过程				试验后滤纸初次称量过程					
				滤纸恒重后称量过程					

检验机构签字：

日期：

表 J.7 试验数据记录表

生产、进口企业名称：

发动机型号：

工况	HC (ppm)	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Fuel (kg/h)	Air-flow (kg/h)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

检验机构签字：

日期：

表 J. 8 NCD 或 PCD 验证试验记录表

生产、进口企业名称：

发动机型号：

序号	试验项目	故障代码	结果描述
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

检验机构签字：

日期：

附录 K  
(规范性附录)  
机械环保信息标签

### K.1 概述

本附录规定了机械环保信息标签的内容、标签的样式及信息公开编号编制规则。

### K.2 标签制作要求

#### K.2.1 材质

标签材质应能保证其在机械整个生命周期内不易毁坏且内容清晰可见，建议采用金属材质。

#### K.2.2 字码

字码应以能保持长久的方法显示在标签上，且在机械整个生命周期内保持清楚易读；通常情况下，文字和数字高度建议至少为4 mm。

### K.3 标签样式和内容要求

#### K.3.1 标题

K.3.1.1 标题为“环保信息标签”。

K.3.1.2 标题位置可在标签上方第一行居中或标签左侧第一列。

#### K.3.2 尺寸

K.3.2.1 标签推荐标准尺寸为 130 mm×60 mm。

K.3.2.2 企业可根据机械实际情况对标签尺寸进行适当调整。

#### K.3.3 排放阶段

应标注机械的排放阶段，包括机械达到的排放标准的标准号及相应阶段，电动非道路移动机械可不标注此项。例如“达到 GB 20891—XXXX 第五阶段排放标准”。

#### K.3.4 生产日期

标签上应标注机械的生产日期，建议日期格式为 MM/YYYY。

#### K.3.5 信息公开编号

应标注机型完成信息公开获得的信息公开编号。例如：“信息公开编号：CN FJ G4 00 0123000001 000001”。

#### K.3.6 基本信息

K.3.6.1 机械型号，应标注机械的型号。对于不同排放阶段的机械应采用不同的机械型号。表 K.1 中不同机械类别应采用不同的机械型号。

K.3.6.2 企业名称，应标注生产或进口企业名称全称。

- K. 3. 6. 3 机械商标，应为中文商标、英文商标或徽标。
- K. 3. 6. 4 机械类别，应标注机械所属分类，如：工程机械、农业机械、林业机械、渔业机械、矿山机械、发电机组等。
- K. 3. 6. 5 发动机型号，对于不同排放阶段的发动机应采用不同的发动机型号。
- K. 3. 6. 6 燃料喷射系统型式，应标注机械装用的发动机的燃料喷射系统型式。柴油发动机包括高压共轨、电控单体泵、电控分配泵、电控泵喷嘴、机械单体泵、机械分配泵、机械直列泵等；点燃式发动机包括化油器、单点喷射、多点喷射、直接喷射等。

#### K. 4 标签固定要求

##### K. 4. 1 位置

- K. 4. 1. 1 标签应固定在机械正常运转所需部件上，该部件应在机械整个生命周期内不需要更换，且应固定在防止磨损且机械操作期间不易被损坏，或受天气影响小的位置。
- K. 4. 1. 2 标签应固定在明显可见位置，且固定位置不应妨碍机械的正常工作。
- K. 4. 1. 3 标签的固定位置应在信息公开平台上公开。

##### K. 4. 2 固定

标签在机械整个生命周期内必须牢靠，如果不毁坏标签或损伤机械外观则无法更换或移除标签。

#### K. 5 其他要求

- K. 5. 1 标签应至少用中文标注。
- K. 5. 2 可以将机械的环保信息标签和机械铭牌合二为一，但整合后的标签仍应满足本标准要求；当机械和其装配的发动机由同一企业生产时，发动机标签和机械环保信息标签可整合到一起，但整合后的标签应同时满足发动机排放标准和本标准对发动机及机械标签的要求。
- K. 5. 3 对于非道路小型点燃式移动机械，当机械尺寸有限，确实无法找到合适的足够大空间固定环保信息标签时，可适当缩小标签字码或删减环保关键零部件的有关内容。

表 K. 1 机械、发动机类别对应代码表

序号	类别	代码
1	非道路移动机械用柴油发动机	FC
2	非道路移动机械用小型点燃式发动机	FD
3	非道路柴油移动机械	FJ
4	非道路小型点燃式移动机械	FQ
5	电动非道路移动机械	FE

附件 KA  
(规范性附件)  
环保信息标签样式

非道路移动机械生产、进口企业应按照附录 K 相关要求制作各类环保信息标签, 示例见图 KA.1~图 KA.6。

发动机生产、进口企业应按照本标准中发动机标签相关要求制作发动机标签。


环保信息标签	
达到 GB 20891—20xx 第五阶段排放标准 环保信息公开编号: MEIN:	
生产日期: mm/yyyy 	
基本信息	机械型号、名称、商标、机械类别、生产企业名称、进口企业名称（如适用）、发动机型号和生产企业名称、燃料喷射系统型式
污染控制装置	ECU、EGR、增压器、中冷器、喷油泵、喷油器、共轨管、DOC、SCR、ASC、LNT、DPF、NCD、PCD、TWC

图 KA.1 非道路移动机械标签式样（标题在上方）



环保信息标签	达到 GB 20891—20xx 第五阶段排放标准 环保信息公开编号: MEIN:	
	生产日期: mm/yyyy 	
	基本信息	机械型号、名称、商标、机械类别、生产企业名称、进口企业名称（如适用）、发动机型号和生产企业名称、燃料喷射系统型式
	污染控制装置	ECU、EGR、增压器、中冷器、喷油泵、喷油器、共轨管、DOC、SCR、ASC、LNT、DPF、NCD、PCD、TWC

图 KA.2 非道路柴油移动机械标签式样（标题在左侧）

环保信息标签	
达到 GB 20891—20xx 第五阶段排放标准 环保信息公开编号: MEIN:	
生产日期: mm/yyyy 	
基本信息	机械型号、名称、商标、机械类别、生产企业名称、进口企业名称（如适用）、发动机型号和生产企业名称、燃料喷射系统型式 驱动电机型号和生产企业名称
污染控制装置	ECU、EGR、增压器、中冷器、喷油泵、喷油器、共轨管、DOC、SCR、ASC、LNT、DPF、NCD、PCD、TWC

环保关键 零部件	驱动电机、机械整机控制器、储能装置
-------------	-------------------

图 KA.3 非道路移动机械标签式样（标题在上方）


环保 信息 标签	环保信息公开编号： _____ 生产日期： mm/yyyy	
	MEIN: _____ 	
	基本信息	机械型号、名称、商标、机械类别、生产企业名称、进口企业名称（如适用）、 发动机型号和生产企业名称、燃料喷射系统型式
		驱动电机型号和生产企业名称
污染控制 装置	ECU、EGR、增压器、中冷器、喷油泵、喷油器、共轨管、DOC、SCR、ASC、 LNT、DPF、NCD、PCD、TWC	
环保关键 零部件	驱动电机、机械整机控制器、储能装置	

图 KA.4 非道路混合动力移动机械标签式样（标题在左侧）



环保信息标签		
环保信息公开编号： _____ 生产日期： mm/yyyy		
MEIN: _____		
基本信息	机械型号、名称、商标、机械类别、生产企业名称、进口企业名称（如适用）、驱 动电机型号和生产企业名称	
环保关键 零部件	驱动电机、机械整机控制器、储能装置	

图 KA.5 电动非道路移动机械标签式样（标题在上方）

环保 信息 标签	环保信息公开编号： _____ 生产日期： mm/yyyy	
	MEIN: _____ 	
基本信息	机械型号、名称、商标、机械类别、生产企业名称、进口企业名称（如适用）、 驱动电机型号和生产企业名称	

	环保关键 零部件	驱动电机、机械整机控制器、储能装置
--	-------------	-------------------

图 KA.6 电动非道路移动机械标签式样（标题在左侧）

附录 L  
(规范性附录)  
机械环保代码

L.1 概述

本附录规定了机械环保代码的编号规则及相关要求。每台机械的机械环保代码应具有唯一性。

L.2 机械环保代码的内容和构成

L.2.1 基本构成

机械环保代码共 17 位，由一组字母数字组成。对于已执行《土方机械 产品识别代码系统》(GB/T 25606—2010/ISO 10261:2002) 的机械，机械环保代码可用机械产品识别代码（简称 PIN 码）代替。其他机械的机械环保代码由企业标识部分、机械说明部分、检验码、机械指示部分四部分组成，如图 L.1 所示。

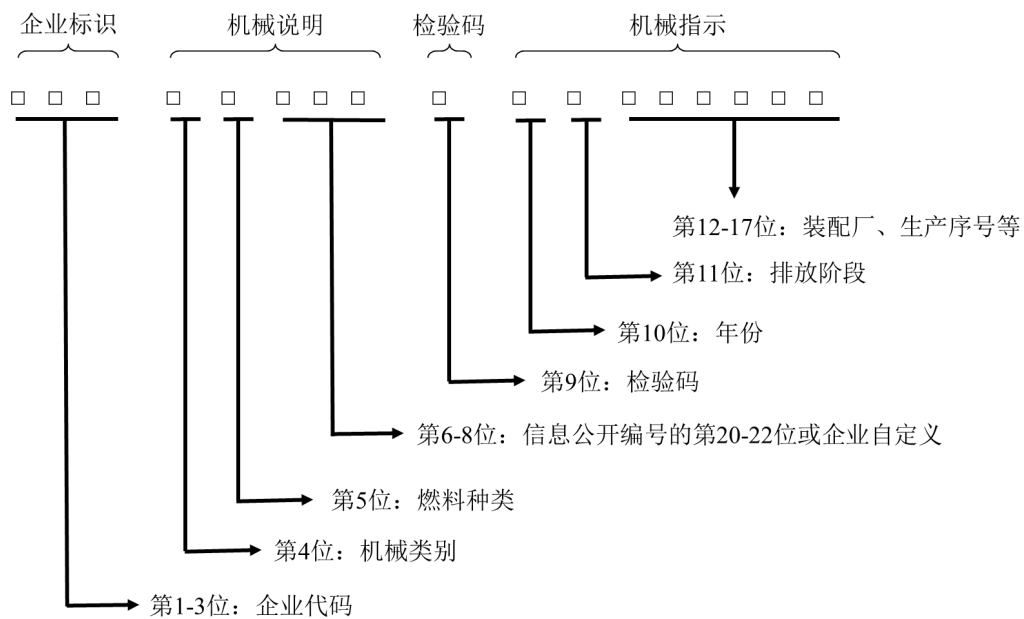


图 L.1 机械环保代码结构示意图

L.2.2 企业标识部分

企业标识部分是机械环保代码的第一部分，由 3 位字母数字组成(即机械环保代码的第 1~3 位)，用于表明机械生产、进口企业，由环保信息公开平台自动生成，取自企业代码的后三位。

L.2.3 机械说明部分

机械说明部分是机械环保代码的第二部分，由 5 位字母数字组成(即机械环保代码的第 4~8 位)，代表不同机械型号。其中，第 4 位应说明机械类别，详见表 L.1。

表 L.1 指定机械类别的代码

机械类别	代码	机械类别	代码
工程机械	1	矿山机械	5
农业机械	2	发电机组	6
林业机械	3	其他	7
渔业机械	4		

第 5 位为燃料种类，详见表 L.2。

表 L.2 指定燃料类型的代码

燃料类型	代码	燃料类型	代码
柴油	1	天然气	3
汽油	2	其他	4
电动	0		

第 6~8 位，可以由信息公开平台自动生成，取自机械环保信息公开编号的第 20~22 位；也可由企业自定义，该部分应说明机械产品类别、主要参数和基本特征等信息。

#### L.2.4 检验码

检验码是机械环保代码的第三部分，由 1 位字母数字组成（即机械环保代码的第 9 位），是企业确定了另外 16 个字符后计算得出，可以是 0~9 中的任一数字或字母“X”。生产、进口企业在确定了机械环保代码的其他十六位字码后，应通过以下方法计算得出检验位。

- 机械环保代码中的数字和字母对应值如表 L.3、L.4 所示。
- 按表 L.5 为机械环保代码中的每一位指定一个加权系数。
- 将检验位之外的 16 位每一位的加权系数乘以此位数字或字母的对应值，再将各乘积相加，求得的和被 11 除。
- 除得的余数即为检验位；如果余数是 10，检验位应为字母 X。

表 L.3 机械环保代码中的数字对应值

机械环保代码中的数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
对应值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

表 L.4 机械环保代码中的字母对应值

机械环保代码中的字母	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
对应值	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9

表 L.5 机械环保代码中的位置加权系数

机械环保代码中的位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
加权系数	8	7	6	5	4	3	2	10	*	9	8	7	6	5	4	3	2

示例：

通过表 L.6 的示例说明检验位的确定过程。

表 L.6 检验位确定过程

机械环保代码中的位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
MEIN 代码	2	3	4	1	1	A	C	3		H	3	1	2	3	4	4	6
对应值	2	3	4	1	1	1	3	3		8	3	1	2	3	4	4	6
加权系数	8	7	6	5	4	3	2	10	*	9	8	7	6	5	4	3	2
乘积总和	16+21+24+5+4+3+6+30+72+24+7+12+15+16+12+12=279																
余数	279/11=25 余 4																

经上述计算，确定此机械环保代码中的检验位字码为 4。

则该产品完整的机械环保代码为：23411AC34H3123446。

### L.2.5 机械指示部分

机械指示部分是机械环保代码的第四部分，由 8 位字母数字组成（即机械环保代码的第 10~17 位）。

L.2.5.1 机械指示部分的第 1 位，即机械环保代码的第 10 位，应代表制造年份，年份代码按表 L.7 规定使用（30 年循环一次）。

表 L.7 年份代码表

年份	代码	年份	代码	年份	代码	年份	代码
2015	F	2023	P	2031	1	2039	9
2016	G	2024	R	2032	2	2040	A
2017	H	2025	S	2033	3	2041	B
2018	J	2026	T	2034	4	2042	C
2019	K	2027	V	2035	5	2043	D
2020	L	2028	W	2036	6	2044	E
2021	M	2029	X	2037	7	2045	F
2022	N	2030	Y	2038	8	2046	G

L.2.5.2 机械指示部分的第 2 位，即机械环保代码的第 11 位，应指明该机械达到的污染物排放阶段，详见表 L.8。电动非道路移动机械此位置代码用“0”表示。

表 L.8 指定污染物排放阶段的代码

污染物排放阶段	代码	污染物排放阶段	代码
国一	1	国二	2
国三	3	国四	4
国五	5	国六	6

L. 2.5.3 机械指示部分的第 3~8 位，即机械环保代码的第 12~17 位，由企业自定义，应说明机械装配厂（如适用）、生产或进口顺序号以及企业认为需要说明的其他信息。

### L. 3 机械环保代码样式和要求

机械环保代码示例如图 L.2 所示。标示在机体上或机械结构件上的机械环保代码应由位于一条单独的水平线上的 17 位字符组成，字符之间不能断开或分离。

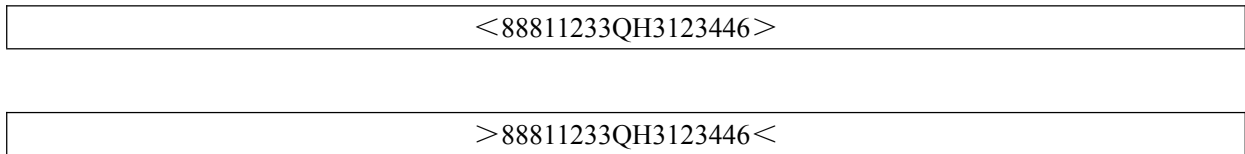


图 L. 2 机械环保代码式样

#### L. 3.1 字码

在机械环保代码中仅应使用下列阿拉伯数字和大写的罗马字母：

1234567890

ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZ

（字母 I、O 不能使用）

#### L. 3.2 分隔符

分隔符为标示在机械环保代码的两端（即机械环保代码第 1 个数字或字母之前以及最后 1 个数字之后）的符号，分隔符应选用下列之一：

——星号（\*）；

——大于或小于符号（><），或尖括号；

——公司的标志。

分隔符不得使用机械环保代码的任何字码及可能与之混淆的字码。在分隔符前后不应出现额外的标记、字母或字符。

#### L. 3.3 唯一性

企业应确保 30 年不会再发布 17 位字符相同的机械环保代码。对于所有已出厂及入境的机械，机械生产、进口企业有义务保留完整的机械环保代码记录文件。

### L. 4 机械环保代码的标示位置

机械环保代码应标示在机架或其他坚固的结构件上，该部件在机械整个生命周期内不需要更换。

机械环保代码应标示在机械易于接近的位置并从机械的外部可以读到。大型机械的首选位置是靠近机械前部的右侧，且在不用移动机械任何部分的情况下都应是可见的。

企业可以在一台机械的不同位置标示机械环保代码，应至少有一个机械环保代码打刻在机械主要承载且不能拆卸、能防止锈蚀或磨损部件上。同一台机械上标示的所有机械环保代码的字码构成与排列顺序应相同。

企业应至少在一种随机文件中标示机械环保代码。

企业应至少在信息公开平台上公开机械环保代码的标识位置。

## L.5 机械环保代码的标示方式和要求

### L.5.1 标示方式

机械环保代码应以凸印、压印或印刻的方式在机架或其他坚固的结构件上标示。

### L.5.2 标示要求

机械环保代码的字码在任何情况下都应是字迹清楚、坚固耐久和不易替换的，且在日光下可读。通常情况下，机械环保代码的字码高度：字高应不小于 6 mm，深度应不小于 0.2 mm。

标示的字码间距应紧密、均匀；若标示的机械环保代码两端使用分隔符，则分隔符与字码的间距亦应紧密、均匀。

机械环保代码标示在机械上时，应尽量标示在一行，此时应使用分隔符。特殊情况下，由于技术原因必须标示在两行时，两行之间不应有空行，每行的开始与终止处应选用一个分隔符。

机械环保代码标示在文件上时，应标示在一行，不应有空格，不应使用分隔符。

## L.6 标示责任

每个机械生产、进口企业应负责按 L.4 和 L.5 的要求在每台机械上标示机械环保代码，并应在随机文件中对机械环保代码的标示位置、标示方式加以说明。

## L.7 其他要求

机械生产、进口企业应按照本文的规定制定本企业的机械环保代码编制规则，机械环保代码编制规则应包括对机械环保代码各位字码的编码规则、机械环保代码的标示位置及标示方式等内容的详细规定。

机械生产、进口企业的机械环保代码编制规则应上传至环保信息公开平台。

每个机械生产、进口企业应负责按本文要求的标示位置和标示方式在每台机械上标示机械环保代码，并应在随机文件中对机械环保代码的标示位置、标示方式加以说明。

**附录 M**  
**(规范性附录)**  
**液化石油气或天然气机械及其发动机的型式检验特殊要求**

**M.1 概述**

在申请型式检验时,生产、进口企业可就发动机的燃料范围选择以下选项之一:

- a) 根据 M.2 的要求,通用燃料范围发动机;
- b) 根据 M.3 的要求,限定燃料范围发动机;
- c) 根据 M.4 的要求,使用特定燃料发动机。

**M.2 对通用燃料范围发动机的要求**

对于以天然气为燃料的发动机,包括双燃料发动机,生产、进口企业应证明发动机有能力适应市场上可能出现的任何天然气成分。型式试验应按照附录M进行,如果是双燃料发动机,还应根据附录N中有关燃料适应程序的附加规定进行。

**M.2.1** 对于使用压缩天然气作为燃料的发动机,通常有两种类型的燃料,即高发热量燃料(H-燃气)和低发热量燃料(L-燃气),两者都有很宽的燃料范围;其表示热容量的沃泊指数和其 $\lambda$ 转换系数( $S_{\lambda}$ )都有很大差别。 $S_{\lambda}$ 值在 0.89~1.08 之间 ( $0.89 \leq S_{\lambda} < 1.08$ ) 的天然气,被认为属于 H 高发热量范围, $S_{\lambda}$ 值在 1.08~1.19 之间 ( $1.08 \leq S_{\lambda} < 1.19$ ) 的天然气,被认为属于 L 低发热量范围。基准燃料的组成反映了  $S_{\lambda}$  的极端变化。

**M.2.1.1** 源机在使用附录 O 规定的基准燃料  $G_R$  (基准燃料 1) 和  $G_{25}$  (基准燃料 2), 都应满足本标准的要求,且在两次试验之间无需对发动机燃料供给系统进行任何手动重新调整(要求自适应)。在更换燃料后,允许进行一次适应性运转。适应性运转应包括根据相应的测试循环要求为下一次排放测试进行的预调节。对于仅进行非道路稳态测试循环的发动机,如果适应性运转不足以使发动机燃料进行自适应,则可在对发动机进行预调节之前执行由生产、进口企业指定的替代适应性运转。

**M.2.1.2** 在生产、进口企业的要求下,生产、进口企业可以用  $S_{\lambda}$  值在 0.89 (即  $G_R$  的下限范围) 和 1.19 (即  $G_{25}$  的上限范围) 之间的第三种燃料(燃料 3) 对发动机进行测试,例如,燃料 3 是一种市售燃料。该测试结果可作为评价生产一致性是否合格的基础。

**M.2.2** 对于以液化天然气为燃料的发动机,源机在使用附件 O 中规定的基准燃料  $G_R$  (基准燃料 1) 和  $G_{20}$  (基准燃料 2) 时,都应满足本标准的要求,且在两次试验之间无需对发动机燃料供给系统进行任何手动重新调整(要求自适应)。更换燃料后允许进行一次适应性运转。适应性运转应包括根据相应的测试循环为下一次排放测试进行的预调节。对于仅进行非道路稳态测试循环的发动机,如果适应性运转不足以使发动机燃料进行自适应,则可在对发动机进行预调节之前执行由生产、进口企业指定的替代适应性运转。

**M.2.3** 对于以压缩天然气为燃料的发动机,一方面对 H 类气体范围具有自适应能力,另一方面对 L 类气体范围具有自适应能力,并通过开关在 H 类和 L 类之间切换,源机应在开关的每个位置,用附件 N 的相关基准燃料进行测试。

**M.2.3.1** 对于 H 范围的气体,基准燃料为  $G_R$  (基准燃料 1) 和  $G_{23}$  (基准燃料 3), 对于 L 范围的气体,基准燃料为  $G_{25}$  (基准燃料 2) 和  $G_{23}$  (基准燃料 3), 源机发动机在开关的两个位置上均应满足本规定的要求,在开关的每个位置上进行两次试验之间不得对燃料作任何重新调整。更换燃料后允许进行一次适应性运行。适应运行应包括根据相应的测试循环为下一次排放测试进行的预调节。对于仅进行非道路稳态测试循环的发动机,如果适应性运转不足以使发动机燃料进行自适应,

则可在对发动机进行预调节之前执行由生产、进口企业指定的替代适应性运转。

**M. 2.3.2** 在生产、进口企业的要求下，生产、进口企业可以用  $S_{\lambda}$  值在 0.89（即  $G_R$  的下限范围）和 1.19（即  $G_{25}$  的上限范围）之间的第三种燃料（燃料 3）对发动机进行测试，例如，燃料 3 是一种市售燃料。该测试结果可作为评价生产一致性是否合格的基础。

**M. 2.4** 对于以天然气为燃料的发动机，每种污染物的排放结果之比“r”应由以下公式确定：

$$r = \frac{\text{基准燃料 2 的排放结果}}{\text{基准燃料 1 的排放结果}} \quad (\text{L.1})$$

或

$$r_a = \frac{\text{基准燃料 2 的排放结果}}{\text{基准燃料 3 的排放结果}} \quad (\text{L.2})$$

和

$$r_b = \frac{\text{基准燃料 1 的排放结果}}{\text{基准燃料 3 的排放结果}} \quad (\text{L.3})$$

**M. 2.5** 对于以液化石油气（LPG）为燃料的发动机，生产、进口企业应证明源机有适应市场上任何组分燃料的能力。

对于 LPG， $C_3/C_4$  的组分是变化的，这些变化反映在基准燃料中。源机适用附录 O 规定的基准燃料 A 和 B，均应满足排放要求，并在两次试验之间无需重新调整燃料供给系统。但在更换燃料后允许进行一次适应性运转。适应运转应包括根据相应的测试循环为下一次排放测试进行的预调节。对于仅进行非道路稳态测试循环的发动机，如果适应性运转不足以使发动机燃料进行自适应，则可在对发动机进行预调节之前执行由生产、进口企业指定的替代适应性运转。每种污染物的排放结果之比“r”应按以下公式确定：

$$r = \frac{\text{基准燃料 B 的排放结果}}{\text{基准燃料 A 的排放结果}} \quad (\text{L.4})$$

### M. 3 对限定燃料范围发动机的要求

**M. 3.1** 对于以压缩天然气为燃料且设计用于在 H 气体或 L 气体范围内运行的发动机。

源机应采用附件 O 规定的相关范围内的基准燃料进行测试。对于按 H 范围气工作的发动机，H 范围气体的基准燃料为  $G_R$ （基准燃料 1）和  $G_{23}$ （基准燃料 3）；对于按 L 范围气工作的发动机，L 范围气体的基准燃料为  $G_{25}$ （基准燃料 2）和  $G_{23}$ （基准燃料 3）。两次测试源机都应满足本标准的要求，无需重新调整燃料供给系统。但在更换燃料后允许进行一次适应性运转。适应运转应包括根据相应的测试循环为下一次排放测试进行的预调节。对于仅进行非道路稳态测试循环的发动机，如果适应性运转不足以使发动机燃料进行自适应，则可在对发动机进行预调节之前执行由生产、进口企业指定的替代适应性运转。

**M. 3.1.1** 在生产、进口企业的要求下，生产、进口企业可以用  $S_{\lambda}$  值在 0.89（即  $G_R$  的下限范围）和 1.19（即  $G_{25}$  的上限范围）之间的第三种燃料（燃料 3）代替  $G_{23}$ （基准燃料 3）对发动机进行测试，例如，燃料 3 是一种市售燃料。该测试结果可作为评价生产一致性是否合格的基础。

**M. 3.1.2** 每种污染物的排放结果之比“r”应按以下公式确定：

$$r = \frac{\text{基准燃料 2 的排放结果}}{\text{基准燃料 1 的排放结果}} \quad (\text{L.5})$$

或

$$r_a = \frac{\text{基准燃料 2 的排放结果}}{\text{基准燃料 3 的排放结果}} \quad (\text{L.6})$$

和

$$r_b = \frac{\text{基准燃料 1 的排放结果}}{\text{基准燃料 3 的排放结果}} \quad (\text{L.7})$$

**M. 3. 1. 3** 出售给用户的发动机上应带一个标牌，说明发动机型式检验时的燃气范围。

**M. 3. 2** 对于以天然气或液化石油气为燃料且设计用于在一种特定燃料组分下运行的发动机。

**M. 3. 2. 1** 如果是压缩天然气，则在使用基准燃料  $G_R$  和  $G_{25}$ ，源机应满足排放要求；如果是液化天然气，则在使用基准燃料  $G_R$  和  $G_{20}$ ，源机应满足排放要求；如果是液化石油气，则在基准燃料 A 和 B 的条件下，源机应满足排放要求。允许在两次试验之间对燃料供给系统进行微调。微调包括对燃料供给数据的再标定，但不改变基础排放控制策略或基本结构。必要时，允许更换与燃料流量直接相关的部件，如喷嘴。

**M. 3. 2. 2** 对于以压缩天然气为燃料的发动机，在生产、进口企业的要求下，可使用基准燃料  $G_R$  和  $G_{23}$ ，或基准燃料  $G_{25}$  和  $G_{23}$ ，在这种情况下，型式检验仅分别对 H 范围或 L 范围的气体有效。

**M. 3. 2. 3** 出售给用户的发动机上应带标牌，说明发动机型式检验的燃气范围。

**M. 4** 对使用特定燃料工作的液化天然气发动机的要求。

发动机应根据特定的液化天然气气体组分进行标定，燃料的  $S_\lambda$  与附件 O 中规定的  $G_{20}$  燃料的  $S_\lambda$  值相差不超过 3%，且乙烷含量不超过 1.5%。源机应仅使用  $G_{20}$  进行测试。

如不符合上述要求，生产、进口企业应按照 M.2 的要求申请通用燃料范围发动机。

**M. 5** 系族成员型式检验

**M. 5. 1** 除 M.5.2 所述情况外，源机的型式检验可扩展到系族中所有成员。对于源机已获得型式检验范围内的任何燃料组分（对于 M.4 描述的发动机）或源机已获得型式检验的相同燃料范围内的任何燃料组分（对于 M.2 或 M.3 描述的发动机），无需进行进一步测试。

**M. 5. 2** 如国务院生态环境主管部门认定，就所选的源机而言，所提交的资料不能完全代表发动机系族，则国务院生态环境主管部门可选择一台替代发动机进行测试。

**M. 6** 对双燃料发动机的附加要求

为了通过双燃料发动机的型式检验，生产、进口企业应：

- a) 按照表 M.3 进行测试；
- b) 除上述要求外，还须证明双燃料发动机经过测试并符合附录 N 的要求。

## M.7 天然气发动机的型式检验

天然气燃料发动机的型式检验次数应按表 M.1 的规定。

表 M.1 天然气发动机型式检验要求

	通用燃料范围发动机的型式检验	试验次数	r的计算	限定燃料范围发动机的型式检验	试验次数	r的计算
通用燃料范围NG发动机	G <sub>R</sub> (1)和G <sub>25</sub> (2) 应生产、进口企业的要求,可使用S <sub>i</sub> =0.89~1.19的其他市售燃料进行测试(3)	2 (最多3次)	$r = \frac{\text{基准燃料 2}}{\text{基准燃料 1}}$ 如进行附加燃料 3 的测试 $r_a = \frac{\text{基准燃料 2}}{\text{基准燃料 3(市售)}}$ 和 $r_b = \frac{\text{基准燃料 1}}{\text{基准燃料 3(市售)}}$	—	—	—
带自动调节开关的NG发动机	H燃气为G <sub>R</sub> (1)和G <sub>23</sub> (3), L燃气为G <sub>25</sub> (2)和G <sub>23</sub> (3), 应生产、进口企业的要求,可使用S <sub>i</sub> =0.89~1.19的其他市售燃料替代G <sub>23</sub> (3)进行测试	在各自的开关位置上, H范围2, L范围2;	$r_b = \frac{\text{基准燃料 1}}{\text{基准燃料 3(市售)}}$ 和 $r_a = \frac{\text{基准燃料 2}}{\text{基准燃料 3(市售)}}$	—	—	—
按H范围或L范围工作的NG发动机	—	—	—	H燃气为G <sub>R</sub> (1)和G <sub>23</sub> (3), L燃气为G <sub>25</sub> (2)和G <sub>23</sub> (3), 应生产、进口企业的要求, 可使用S <sub>i</sub> =0.89~1.19的其他市售燃料替代G <sub>23</sub> (3)进行测试	H范围2 或 L范围2	H范围 $r_b = \frac{\text{基准燃料 1}}{\text{基准燃料 3(市售)}}$ 或 L 范围 $r_a = \frac{\text{基准燃料 2}}{\text{基准燃料 3(市售)}}$

	通用燃料范围发动机的型式检验	试验次数	r的计算	限定燃料范围发动机的型式检验	试验次数	r的计算
使用特定燃料组分的NG发动机	——	——	——	<p><math>G_R(1)</math>和<math>G_{25}(2)</math>、</p> <p>两次测试之间可进行微调。</p> <p>应生产、进口企业的要求，发动机可采用以下燃料进行测试</p> <p>H燃气为<math>G_R(1)</math>和 <math>G_{23}(3)</math>，或者L燃气为<math>G_{25}(2)</math>和<math>G_{23}(3)</math></p>	<p>2</p> <p>2为H范围</p> <p>或</p> <p>2为L范围</p>	——

### M.8 液化石油气发动机的型式检验

液化石油气燃料发动机的型式检验次数应按表M.2的规定。

表 M.2 液化石油气发动机型式检验要求

	通用燃料范围发动机的型式检验	试验次数	r 的计算	限定燃料范围发动机的型式检验	试验次数	r 的计算
通用燃料范围 LPG 发动机	燃料 A 和燃料 B	2	$r = \frac{\text{基准燃料 B}}{\text{基准燃料 A}}$			
特定燃料组分 LPG 发动机				燃料 A 和燃料 B, 允许在两次测试之间进行微调	2	

### M.9 双燃料发动机的型式检验

双燃料发动机的型式检验次数应按表M.3的规定。

表 M.3 双燃料发动机型式检验要求

双燃料类型	液体燃料模式	双燃料模式			
		CNG	LNG	LNG <sub>20</sub>	液化石油气
1A	—	通用或限定 (2次测试)	通用 (2次测试)	特定燃料 (1次测试)	通用或限定 (2次测试)
1B	通用 (1次测试)	通用或限定 (2次测试)	通用 (2次测试)	特定燃料 (1次测试)	通用或限定 (2次测试)
2A	—	通用或限定 (2次测试)	通用 (2次测试)	特定燃料 (1次测试)	通用或限定 (2次测试)
2B	通用 (1次测试)	通用或限定 (2次测试)	通用 (2次测试)	特定燃料 (1次测试)	通用或限定 (2次测试)
3B	通用 (1次测试)	通用或限定 (2次测试)	通用 (2次测试)	特定燃料 (1次测试)	通用或限定 (2次测试)

附录 N  
(规范性附录)  
双燃料发动机的技术要求

N.1 范围

本附录适用于同时使用液体燃料和气体燃料运行的双燃料发动机。

N.2 术语和定义

N.2.1 平均气体能量比 average gas energy ratio (GER)

指在适用的发动机测试循环中运行发动机时的平均GER。

N.2.2 双燃料发动机1A型 Dual-fuel Type 1A engine

指以下任意一种：

- a) 属于  $19\text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560\text{ kW}$  的双燃料发动机，在热启动 NRTC 测试循环中运行，平均气体能量比例不少于 90%，且在怠速运行时不能单独使用液体燃料，没有液体燃料模式；
- b) 除  $19\text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560\text{ kW}$  之外的双燃料发动机以及仅适用 NRSC 循环的双燃料发动机，在 NRSC 循环中运行，平均气体能量比不低于 90%，且在怠速运行时不能单独使用液体燃料，没有液体燃料模式。

N.2.3 双燃料发动机1B型 Dual-fuel Type 1B engine

指以下任意一种：

- a) 属于  $19\text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560\text{ kW}$  的双燃料发动机，在热启动 NRTC 测试循环中运行，平均燃气能量比不低于 90%，在双燃料模式下的怠速运行时不能单独使用液体燃料，并具有液体燃料模式；
- b) 除  $19\text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560\text{ kW}$  之外的双燃料发动机以及仅适用 NRSC 循环的双燃料发动机，在 NRSC 循环中运行，平均气体能量比不低于 90%，在双燃料模式下的怠速运行时不能单独使用液体燃料，并具有液体燃料模式；

N.2.4 双燃料发动机2A型 Dual-fuel Type 2A engine

指以下任意一种：

- a) 属于  $19\text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560\text{ kW}$  的双燃料发动机，在热启动 NRTC 测试循环中运行，平均气体能量比在 10%~90%之间，且无液体燃料模式，或者在热启动 NRTC 测试循环中运行，平均气体能量比不低于 90%，但怠速时能单独使用液体燃料，且无液体燃料模式；
- b) 除  $19\text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560\text{ kW}$  之外的双燃料发动机以及仅适用 NRSC 循环的双燃料发动机，在 NRSC 循环中运行，平均气体能量比在 10%~90%之间，且无液体燃料模式，或者在 NRSC 循环中运行，平均气体能量比不低于 90%，但怠速时能单独使用液体燃料，且无液体燃料模式。

N.2.5 双燃料发动机2B型 Dual-fuel Type 2B engine

指以下任意一种：

- a) 属于  $19 \text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560 \text{ kW}$  的双燃料发动机，在热启动 NRTC 测试循环中运行，平均气体能量比在 10%至 90%之间，并且具有液体燃料模式，或者在热启动 NRTC 测试循环中运行，平均气体能量比不低于 90% ，并且具有液体燃料模式，但在双燃料模式下怠速时能单独使用液体燃料；
- b) 除  $19 \text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560 \text{ kW}$  之外的双燃料发动机以及仅适用 NRSC 循环的双燃料发动机，在 NRSC 循环中运行，平均气体能量比在 10%至 90%之间，且无液体燃料模式，或者在 NRSC 下运行，平均气体能量比不低于 90%，且有液体燃料模式，但在双燃料模式下怠速时能单独使用液体燃料。

#### N. 2. 6 双燃料发动机3B型 Dual-fuel Type 3B engine

指以下任意一种：

- a) 属于  $19 \text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560 \text{ kW}$  的双燃料发动机，在热启动 NRTC 测试循环中运行时，平均气体能量比不超过 10%，并且具有液体燃料模式；
- b) 除  $19 \text{ kW} \leq P_{\text{rat}} \leq 560 \text{ kW}$  之外的双燃料发动机以及仅适用 NRSC 循环的双燃料发动机，在 NRSC 循环中运行，其平均气体能量比不超过 10%，并且具有液体燃料模式。

#### N. 3 双燃料发动机特定的附加检验要求

如果某一型号发动机的GER值可通过操作员控制使其从最大值降低，则不应限制最小GER值，发动机应能在生产、进口企业允许的任何GER值下满足排放限值要求。

以天然气或液化石油气和液体燃料为动力的双燃料发动机类型定义及主要要求说明见附件NA。

#### N. 4 一般要求

##### N. 4. 1 双燃料发动机的运行模式

###### N. 4. 1. 1 双燃料发动机在液体燃料模式下运行的条件

- a) 双燃料发动机可以液体燃料模式运行，当运行液体燃料模式时，须符合本标准中关于指定液体燃料运行的所有要求。
- b) 如果双燃料发动机是由已经通过型式检验的液体燃料发动机发展而来，则需要在液体燃料模式下重新通过型式检验。

###### N. 4. 1. 2 双燃料发动机怠速单独使用液体燃料的条件

- N. 4. 1. 2. 1 双燃料 1A 型发动机除 N.4.1.3 规定的热机和启动条件下，怠速不能单独使用液体燃料。
- N. 4. 1. 2. 2 双燃料 1B 型发动机在双燃料模式下，怠速不能单独使用液体燃料。
- N. 4. 1. 2. 3 双燃料 2A、2B 和 3B 型发动机，怠速可单独使用液体燃料。

###### N. 4. 1. 3 双燃料发动机热机和启动单独使用液体燃料的条件

N. 4. 1. 3. 1 1B 型、2B 型或 3B 型双燃料发动机在热机或启动时可单独使用液体燃料。如果双燃料模式下热机或启动期间的排放控制策略与液体燃料模式下的相应排放控制策略相同，则发动机在热机或启动期间可运行于双燃料模式。若此条件不满足，则发动机在液体燃料模式下热机或启动时应仅使用液体燃料。

**N. 4. 1. 3. 2** 在热机或启动时, 1A 型或 2A 型双燃料发动机可单独使用液体燃料。但在此情况下, 该策略应被申明为 AECS, 且还需满足以下附加要求:

- a) 当冷却液温度达到 343 K (70 °C) 时, 或者在启动后 15 min 内 (以先到达为准), 该策略将停止运行。
- b) 在策略生效期间, 服务模式应被激活。

## **N. 4. 2 服务模式**

### **N. 4. 2. 1 双燃料发动机在服务模式下运行的条件**

当发动机处于服务模式运行时, 它将受到操作能力限制, 并且暂时免除本标准中有关排气污染物和 NO<sub>x</sub> 控制的要求。

附件 ND 给出了操作能力限制要求的实例图表。

### **N. 4. 2. 2 服务模式下的操作能力限制**

#### **N. 4. 2. 2. 1 服务模式下的操作能力限制要求**

- a) 装有双燃料发动机的非道路移动机械在服务模式下的操作能力限制, 是附录 C 或附录 D 中规定的“严重驾驶性能限制系统”激活。
- b) 为考虑安全因素并允许进行自我修复诊断, 根据附录 C 或附录 D 规定, 允许使用激活超控功能来释放发动机的全部功率。
- c) 操作能力限制不得因附录 C 或附录 D 规定的警告和驾驶性能限制系统的启动或停用而失效。
- d) 服务模式的启动和关闭不得启动或关闭附录 C 或附录 D 中规定的警告和驾驶性能限制系统。

#### **N. 4. 2. 2. 2 操作能力限制的激活**

- a) 当服务模式被激活时, 操作能力限制应自动激活。
- b) 如果由于燃气供应系统故障而根据 N.4.2.3 激活服务模式, 则在服务模式激活后的 30 分钟内, 操作能力限制应激活。
- c) 如果因气体燃料箱空激活服务模式, 那么应立即激活操作能力限制。

#### **N. 4. 2. 2. 3 解除操作能力限制**

当发动机不在服务模式下运行时, 应解除操作能力限制。

### **N. 4. 2. 3 双燃料模式下运行时气体燃料的失效**

当监测到气体燃料箱空, 或气体燃料供应系统出现故障时, 允许非道路移动机械移动到安全位置:

- a) 1A 型和 2A 型双燃料发动机应激活服务模式;
- b) 1B 型、2B 型和 3B 型双燃料发动机应以液体燃料模式运行。

#### **N. 4. 2. 3. 1 气体燃料失效——气体燃料箱空**

- a) 在气体燃料箱空的情况下, 发动机系统一旦监测到燃料箱空, 应立即激活服务模式, 或者根据 N.4.3.2 的规定激活液体燃料模式。
- b) 当气罐内的气体储量超过了激活 N.4.3.2 中规定的燃料箱空的警报水平时, 可关闭服务模式, 或者在适当情况下重新激活双燃料模式。

#### **N. 4. 2. 3. 2 气体燃料失效——气体燃料供给故障**

- a) 如果燃气供给系统出现故障导致无法提供气体燃料，则应激活服务模式，或者根据 N.4.2.3 的规定激活液态燃料模式。
- b) 一旦气体燃料供给恢复，即可关闭服务模式，或者在适当情况下重新激活双燃料模式。

### **N. 4. 3 双燃料指示器**

#### **N. 4. 3. 1 双燃料工作模式指示器**

非道路移动机械应向操作者提供可视的指示器，显示发动机的运行模式（双燃料模式、液体燃料模式或服务模式）。

该指示器的特征和安装位置由机械生产、进口企业决定，也可以是已存在的可视指示器系统的一部分。

该指示器可以文字信息形式显示，信息显示系统可以与用于NO<sub>x</sub>控制诊断或其他维护保养目的的信息系统相同。

双燃料工作模式指示器的显示设备不得与用于NO<sub>x</sub>控制诊断或其他发动机维护目的的指示器相同。

安全警报的显示优先级始终高于工作模式指示。

**N. 4. 3. 1. 1** 当激活服务模式时，双燃料工作模式指示器应同时设为服务模式，并且当服务模式在激活状态时，该指示器应一直保持显示在服务模式。

**N. 4. 3. 1. 2** 当发动机工作模式从液体燃料切换至双燃料模式，双燃料模式指示器应在相应模式下至少保持显示一分钟。在发动机起动时（点火开关打开时）或应生产、进口企业要求在发动机起动过程中，该指示器也应至少显示一分钟。此外，指示器也可根据操作员的要求显示。

#### **N. 4. 3. 2 气体燃料耗尽报警系统（双燃料报警系统）**

装有双燃料发动机的非道路移动机械应配备双燃料报警系统，用于气体燃料箱即将耗尽时给操作者报警。

在燃料箱重新加注到报警线以上之前，双燃料报警系统应一直保持激活状态。

双燃料报警系统可以临时地被另外一个提供重要安全相关信息的报警打断。

只要导致双燃料报警系统启动的因素没有被消除，就不能通过诊断工具关闭双燃料报警系统。

##### **N. 4. 3. 2. 1 双燃料报警系统的特征**

双燃料报警系统应包含可视的报警系统（符号或图像等），由生产、进口企业自行选择确定。

可自行选择是否包含声音报警，该声音报警可由操作者消除。

双燃料报警系统的可视报警不能和用于NO<sub>x</sub>控制诊断或其他发动机维护保养目的的系统相同。

双燃料报警系统可显示简短的信息，包括距操作能力限制激活剩余的距离或时间。

用于显示警告或信息的系统，可以与用于显示NO<sub>x</sub>控制诊断相关警告信息，或用于其他维护保养目的的信息系统相同。

### **N. 4. 4 气体燃料供应故障计数器**

**N. 4. 4. 1** 系统应该包含一个计数系统，用以记录当系统监测到一个气体燃料供应系统故障时发动机在故障状态下连续工作的小时数。

**N. 4. 4. 2** 计数器激活、失效的准则和机制应该服从附件 NB 中的规定。

**N. 4. 4. 3** 当生产、进口企业能向主管部门证明（例如，通过策略描述，试验环节等）当系统监测到故障时，双燃料发动机自动切换到液体燃料模式，此时不需要计数器。

#### N. 4.5 扭矩通信

N. 4.5.1 双燃料发动机在双燃料模式下运行时的扭矩通信，当双燃料发动机以双燃料模式运行时：

- a) 数据流的参考扭矩曲线应是发动机在双燃料模式下在发动机试验台架上测得；
- b) 记录的实际扭矩（显示扭矩和摩擦扭矩）应为双燃料燃烧模式的结果，而不是纯液体燃料运行时的结果。

N. 4.5.2 双燃料发动机在液体燃料模式下运行时的扭矩通信

当双燃料发动机以液体燃料模式运行时，参考扭矩曲线应该是发动机在液体燃料模式下在发动机试验台架上测得。

#### N. 4.6 附加要求

在用于双燃料发动机时，自适应策略除满足附录 C 和附录 D 的要求外，还应符合以下要求：

- a) 发动机应始终处于已申报型式认可的双燃料发动机类型（即 1A 型、2B 型等）范围内；
- b) 对于 2A 和 2B 型发动机，除怠速外，系族内最高和最低 GER 差不得超过 30%。

#### N. 4.7 安装和操作说明

发动机生产、进口企业应向机械生产、进口企业和最终用户提供双燃料发动机的安装和操作说明，包括 N.4.2 所述的服务模式以及 N.4.3 所述的双燃料指示系统。

#### N. 5 性能要求

N. 5.1 双燃料发动机的性能要求（包括排放限值）与本标准中规定的相应发动机类别的要求相同。

N. 5.2 双燃料模式下的 HC 限值应根据发动机适用测试循环中的平均气体能量比按 N.8 的要求确定。

N. 5.3 对于排放控制策略的技术要求，包括证明这些策略所需的文件、防篡改的技术规定以及禁止使用失效装置的规定，与相应发动机类别的任何其他发动机的要求相同。

N. 5.4 与 NRSC 相关的区域的详细技术要求与相应发动机类别的任何其他发动机的技术要求相同。

#### N. 6 演示试验要求

N. 6.1 适用于双燃料发动机的演示要求与本标准中规定的相应发动机类别的任何其他发动机的要求相同，但 N.6 另有规定的除外。

N. 6.2 应按附件 MC 的要求，在双燃料模式下演示限值符合性。

N. 6.3 对于具有液体燃料模式的双燃料发动机类型（即 1B、2B、3B 型），还应证明其在液体燃料模式下的限值符合性。

N. 6.4 对于 2A 和 2B 型发动机，生产、进口企业应向主管机构提供证据，证明双燃料发动机系列中所有成员的 GER 调节范围仍处于所规定的百分比范围内；对于具有可由操作人员调节 GER 的发动机，则应满足 N.6.5 的要求（例如，通过算法、功能分析、计算、模拟、以往测试结果等）。

N. 6.5 若发动机配备有 GER 可由操作人员调节的装置，则需额外提供相关的演示。生产、进口企业所允许的 GER 最小值和最大值均应符合相应的限值要求。

N. 6.6 非标准测试循环排放试验和整机实际道路试验（PEMS）的要求

#### N. 6. 6. 1 非标准循环排放试验

双燃料发动机在双燃料模式下或液体燃料模式下，均应满足非标准循环的排放限值要求。

#### N. 6. 6. 2 机械车载法排放试验（PEMS）

双燃料发动机非道路移动机械在进行PEMS演示试验时，应在双燃料模式下进行。对于1B、2B、3B型双燃料发动机非道路移动机械，应在双燃料模式下完成PEMS演示试验之前或之后，立即对同一机械进行液体燃料模式下的PEMS演示试验，双燃料模式和液体燃料模式PEMS均需满足本标准的排放限值要求。

#### N. 6. 7 双燃料发动机耐久性验证要求

应符合对应功率段耐久性能的规定。

#### N. 6. 8 双燃料指示器、报警系统及操作能力限制的演示

型式检验时，生产、进口企业应按照附件ND的规定，证明双燃料指示器以及报警系统和操作能力限制功能的运行情况。

### N. 7 确保 NO<sub>x</sub> 控制正确运行的要求

N. 7. 1 附录C适用于双燃料发动机，无论其处于双燃料模式还是液体模式。

N. 7. 2 1B型、2B型和3B型双燃料发动机的附加NO<sub>x</sub>控制要求。

N. 7. 2. 1 对于附录C所定义的严重驾驶性能限制的扭矩，应考虑为液体燃料模式和双燃料模式下所获得扭矩中的最小值。

N. 7. 2. 2 不得因运行模式的影响延长驾驶性能限制的激活时间。

N. 7. 2. 3 如故障的诊断不取决于发动机运行模式，附录C中规定的与DTC状态相关的机制不应取决于发动机的运行模式（例如，如果在双燃料模式下DTC为潜在状态，那么在下次检测到故障时，即使是在液体燃料模式下，DTC也将被确认和激活）。

N. 7. 2. 4 如故障监测取决于发动机运行模式，则在不同的运行模式下，DTC不能达到预先的激活状态，只有在相同的运行模式下才能被确认和激活。

N. 7. 2. 5 运行模式的变更（双燃料模式变更为液体燃料模式或反之）不应停止或重置附录C要求的机制（例如计数器）。但是，如这些机制之一（例如诊断系统）取决于运行模式，则在生产、进口企业提出请求并经主管机构批准的情况下，与该机制相关的计数器可以按下述方式运行：

- a) 暂停计数，保持运行模式更改前的数值（如适用）；
- b) 当运行模式更改为原运行模式时，重新启动，在原数值基础上继续计数（如适用）。

### N. 8 气体燃料和双燃料发动机 HC 限值

对于气体燃料及部分气体燃料发动机的总碳氢化合物（HC）限值，使用以下公式计算：

$$HC=0.19+(1.5\times A\times GER) \quad (M.1)$$

式中：A ——排放系数， $P_{\max}\leq 560\text{ kW}$  时，A 值取 1.1， $P_{\max}> 560\text{ kW}$  时，A 值取 6.0；

GER ——试验循环内的平均气体能量比。

排放系数 A 根据表 N.1 确定。

表 N.1 排放系数 A

功率段	A
$P_{\max} \leq 560 \text{ kW}$	1.1
$P_{\max} > 560 \text{ kW}$	6.0

在稳态和瞬态试验循环均适用的情况下，GER 应从热态瞬态试验循环中确定。在多个稳态试验循环可适用的情况下，每个循环的平均 GER 应分别确定，GER 函数图表见图 N.1。

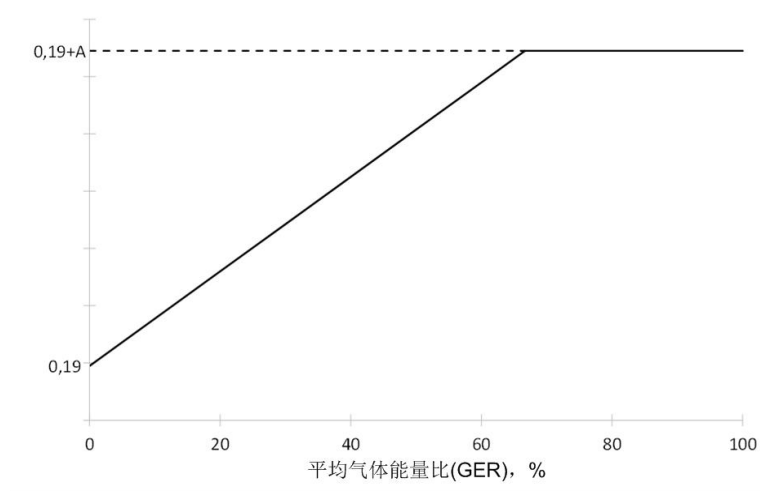


图 N.1 气体燃料 HC 排放限值

另外：

- a) 以 HC 和  $\text{NO}_x$  组合结果作为限值的，其  $\text{NO}_x$  限值应在表 2 限值基础上减少  $0.19 \text{ g/kW}\cdot\text{h}$ 。
- b) 如果根据公式计算结果大于  $0.19+A$ ，以  $0.19+A$  作为 HC 的限值。

附件 NA  
(规范性附件)

以天然气或液化石油气和液体燃料为动力的双燃料发动机类型定义及主要要求说明

表NA.1是以天然气或液化石油气和液体燃料为动力的双燃料发动机类型定义及主要要求说明。

表 NA. 1 以天然气或液化石油气和液体燃料为动力的双燃料发动机类型定义及主要要求说明

双燃料发动机类型	$GER_{cycle}$	怠速使用液体燃料	热机使用液体燃料	单独使用液体燃料运行	气体燃料耗尽时	备注
1A	$GER_{NRTC,hot} \geq 0.9$ 或 $GER_{NRSC} \geq 0.9$	不允许	仅允许在服务模式下使用	仅允许在服务模式	服务模式	
1B	$GER_{NRTC,hot} \geq 0.9$ 或 $GER_{NRSC} \geq 0.9$	仅允许在液体燃料模式	仅允许在液体燃料模式	仅允许在液体燃料模式或服务模式	液体燃料模式	
2A	$0.1 < GER_{NRTC,hot} < 0.9$ 或 $0.1 < GER_{NRSC} < 0.9$	允许	仅允许在服务模式	仅允许在服务模式	服务模式	允许 $GER_{NRTC,hot} \geq 0.9$ 或 $GER_{NRSC} \geq 0.9$
2B	$0.1 < GER_{NRTC,hot} < 0.9$ 或 $0.1 < GER_{NRSC} < 0.9$	允许	允许	允许	液体燃料模式	允许 $GER_{NRTC,hot} \geq 0.9$ 或 $GER_{NRSC} \geq 0.9$
3A	无定义，不允许存在					
3B	$GER_{NRTC,hot} \leq 0.1$ 或 $GER_{NRSC} \leq 0.1$	允许	允许	允许	液体燃料模式	

**附 件 NB**  
(规范性附件)

**双燃料发动机和机械的计数器、报警系统、操作能力限制、服务模式的激活和失效机制——描述和图解**

**NB. 1 计数器机制的描述**

**NB. 1.1 概述**

为满足本附件的要求，系统应包含一个计数器，用以记录当系统监测到气体燃料供应故障时，发动机在故障下持续运行的时间。

该计数器应该能记录30 min 的运行时间。计数器的间隔时间不应超过3 min。当计数器到达系统允许的最大值，应记录其计数值，直到满足使计数器重置归零的条件。

**NB. 1.2 计数器机制的原理**

**NB. 1.2.1** 当监测到一个气体燃料供应故障，计数器应立即开始从零计数，与之对应的诊断故障代码（DTC）应确认和激活。

**NB. 1.2.2** 如果诊断后，没有监测到原本激活计数器的故障，或者该故障已经被一个诊断工具或维修软件删除，计数器应终止和记下当前值。当服务模式激活的时候，计数器也应终止和记下当前值。

**NB. 1.2.3** 当计数器冻结的时，如监测到一个与计数器相关的故障且服务模式被激活，计数器应重置为零，并重新计数。当计数器冻结的时，自计数器上次记录开始，当与计数器相关的监测已经运行完一个监测周期而没有监测到任何故障，且在发动机运行36 h后，没有监测到任何与计数器相关的故障，计数器应重置为零。

**NB. 1.3 计数器机制的图解**

图NB.1给出了3个实例说明计数器机制。

a) 实例一：

- 1) 第一次监测到气体燃料供应故障，存储潜在DTC；
- 2) 一旦DTC被确认并激活（第二次监测到），服务模式应被激活，计数器开始计数；
- 3) 服务模式激活后，在机械运行达到30 min之前，机械运行到一个停止状态；
- 4) 操作能力限制开始生效，机械再次启动后应激活严重驾驶性能限制系统；
- 5) 严重驾驶性能限制系统激活后，计数器冻结在当前值。

b) 实例二：

- 1) 气体燃料供应故障计数器不为零时(在该实例中,计数器显示了实例1中当机械停止时的显示值)，监测到了一个气体燃料供应故障；
- 2) 计数器存储潜在DTC（第一次监测到），服务模式应被激活，计数器开始从零计数；
- 3) 服务模式激活后，机械继续运行，在30min内没有停止，操作能力限制开始生效，机械应激活严重驾驶性能限制系统；
- 4) 计数器的值冻结为到达30 min 运行时间时的值。

c) 实例三：

- 1) 连续运行36 h没有监测到任何气体燃料供应故障，计数器应归零；
- 2) 当气体燃料供应故障计数器处于零时，一旦DTC被确认并激活（第二次监测到），服务模式应被激活，计数器开始计数；

- 3) 服务模式激活后, 机械继续运行, 在30 min内没有停止, 操作能力限制开始生效, 机械应激活严重驾驶性能限制系统;
- 4) 计数器的值冻结为达到30 min运行时间时的值。

## NB. 2 其他激活和失效机制的图解

### NB. 2.1 气体燃料耗尽

图NB.2通过典型的实例给出了双燃料发动机机械当气体燃料耗尽时, 发生事件的图解。

在该实例中:

- a) 当气体燃料的量下降到生产、进口企业定义的报警水平, 报警系统被激活;
- b) A型双燃料发动机服务模式应被激活, B型双燃料发动机应切换到液体燃料模式。

A型双燃料发动机, 当机械下次到停止状态或者机械在30 min内没有停止, 操作能力限制应生效, 机械应激活严重驾驶性能限制系统;

重新加注气体燃料。当燃料箱中的气体燃料量重新达到报警水平之上, 机械应立即切换至双燃料模式运行。

### NB. 2.2 气体燃料供应故障

图NB.3通过典型的实例给出了当气体燃料供应系统出现故障时, 发生事件的图解。该图解可以理解为对NB.2.1计数器机制的补充。

在该实例中:

- a) 第一次监测到气体燃料故障, 储存潜在DTC;
- b) 一旦 DTC 被确认并激活(第二次监测到), A型双燃料发动机, 服务模式应被激活, B型双燃料发动机应切换到液体燃料模式。

A型双燃料发动机, 当机械下次到停止状态或者机械在30 min内没有停止, 操作能力限制应生效, 机械应激活严重驾驶性能限制系统。

当故障被修复时, 机械应立即切换至双燃料模式运行。

### NB. 2.3 气体燃料消耗异常

图NB.4通过典型的实例给出了当气体燃料供应出现异常时, 发生事件的图解。

在该实例中, 当系统储存潜在DTC(第一次监测到), A型双燃料发动机, 服务模式应被激活, B型双燃料发动机应切换至液体燃料模式;

A型双燃料发动机, 当机械下次到停止状态或者机械在30 min内没有停止, 操作能力限制应生效, 机械应激活严重驾驶性能限制系统;

当异常情况被矫正时, 机械应立即切换至双燃料模式运行。

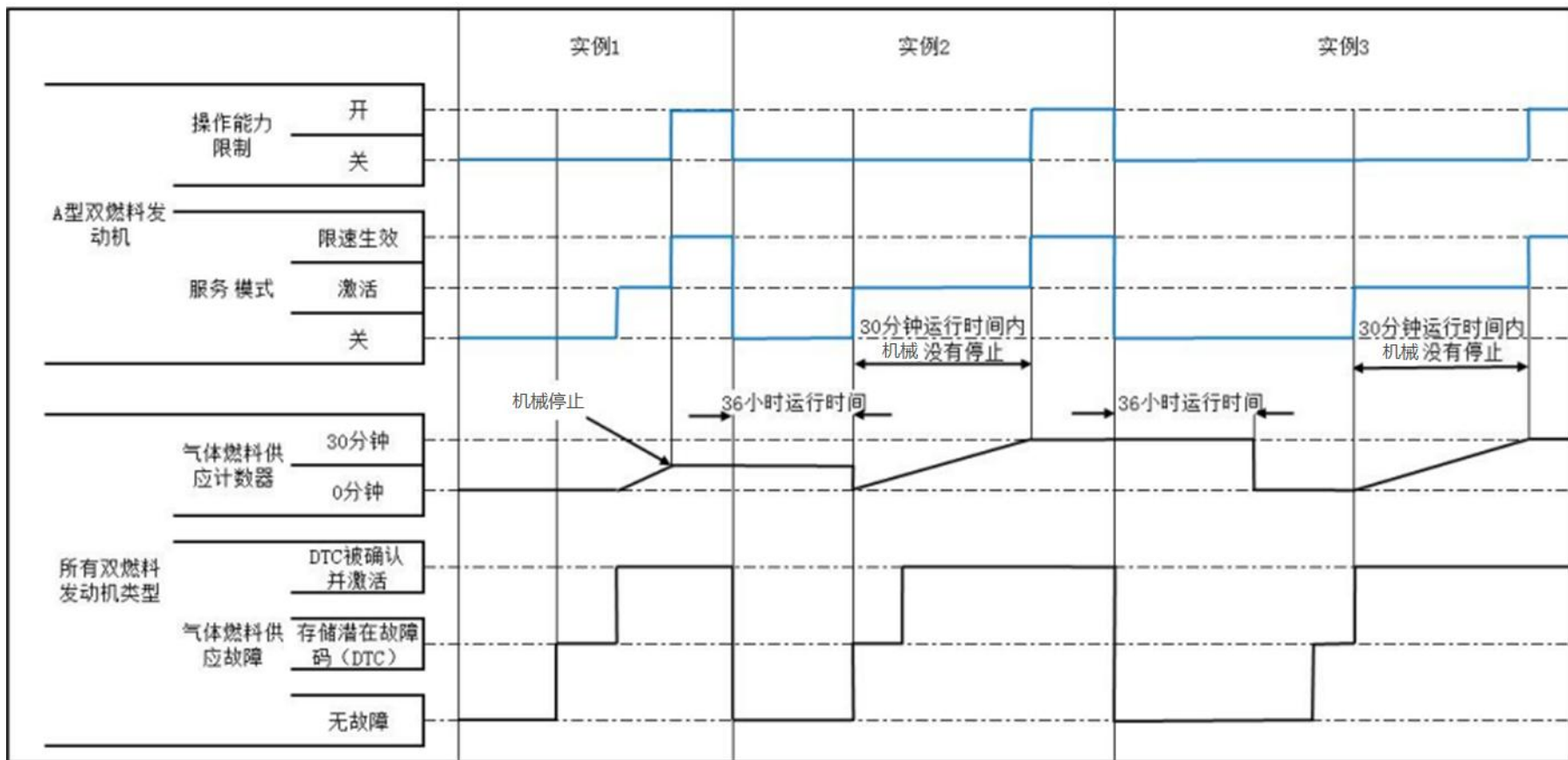


图 NB.1 气体燃料供应计数器机制 (A型双燃料发动机)

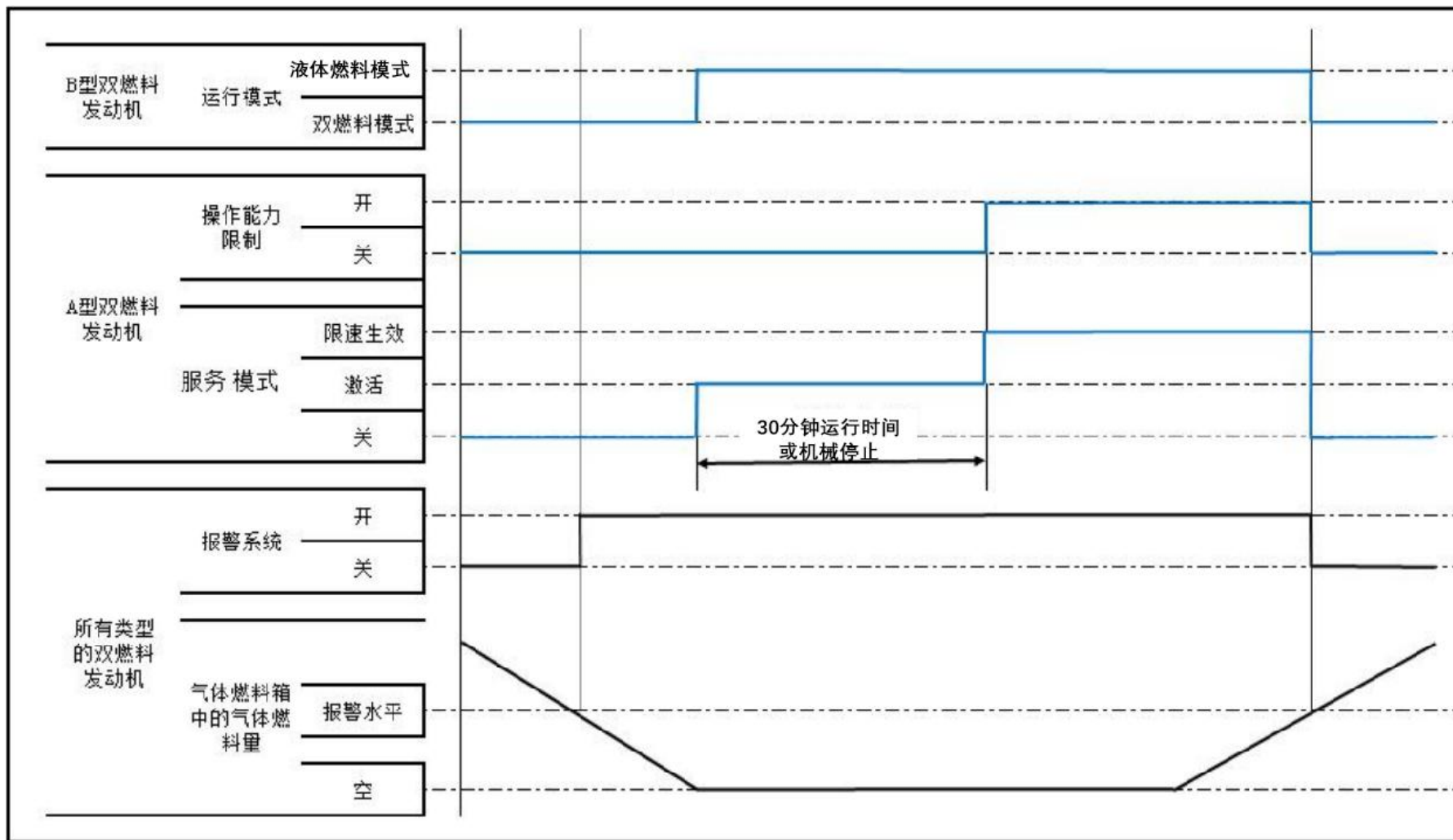


图 NB. 2 当气体燃料耗尽时，发生事件的图解（A型和B型双燃料发动机）

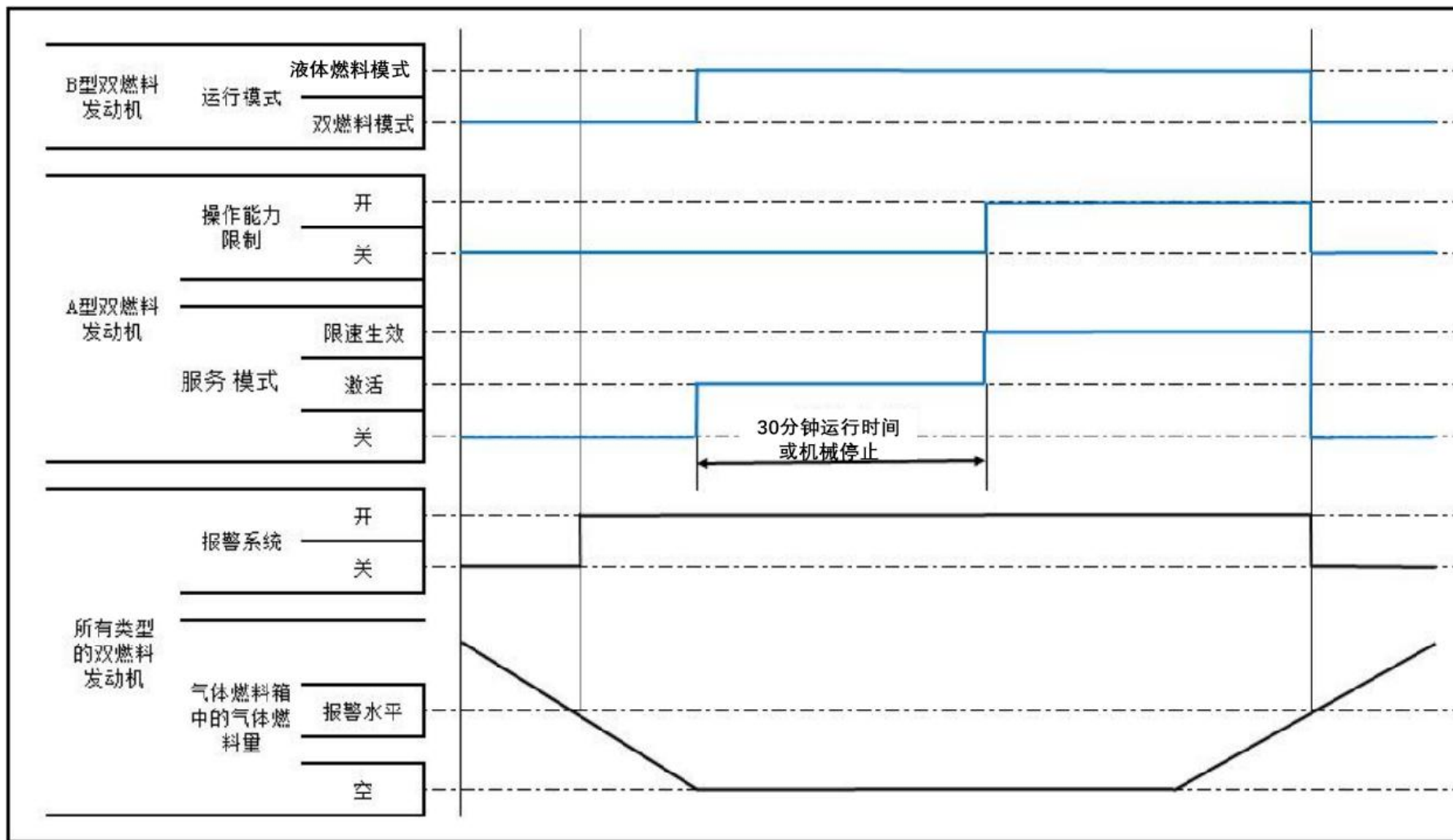


图 NB. 3 当气体燃料供应系统出现故障时，发生事件的图解（A型和B型双燃料发动机）

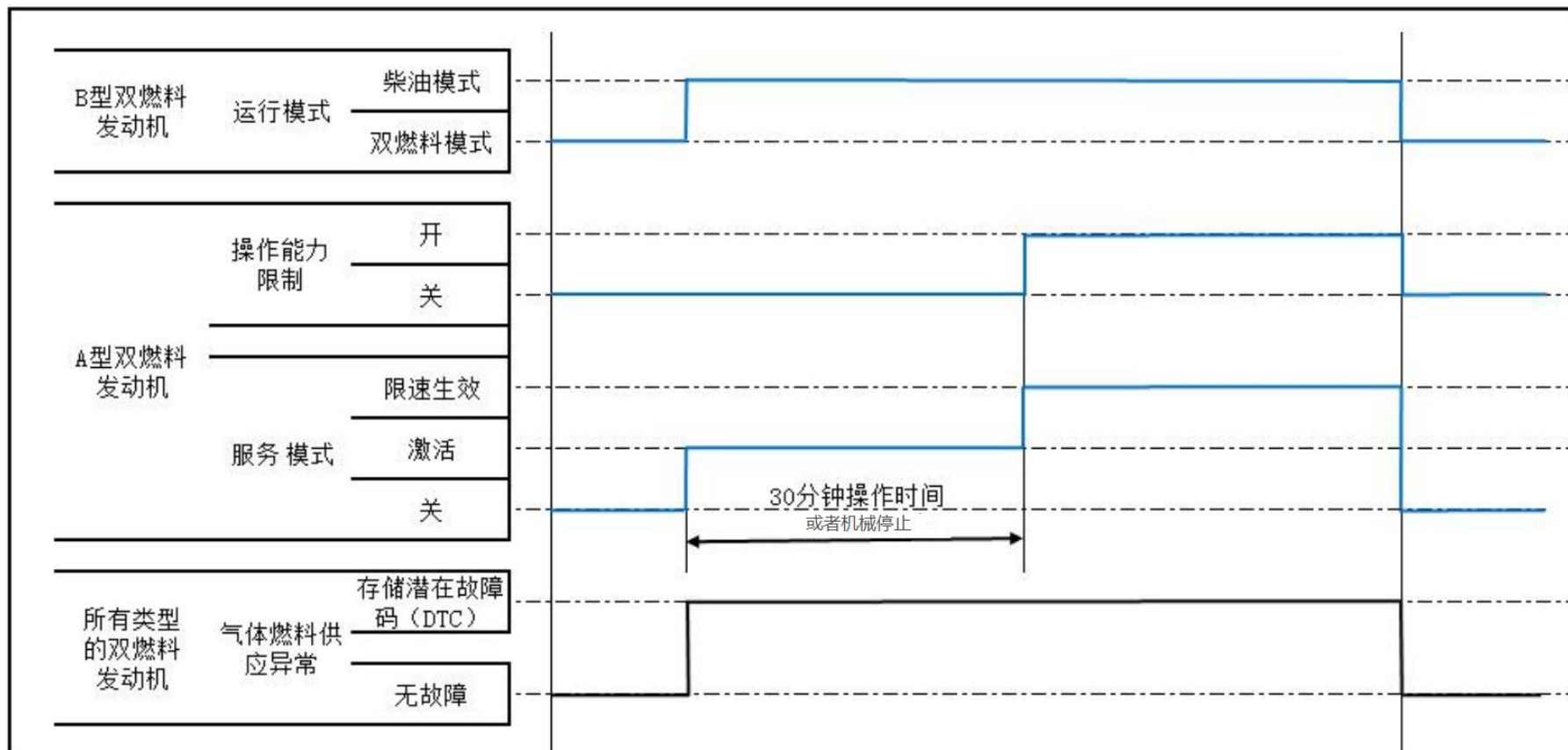


图 NB. 4 当气体燃料供应出现异常时，发生事件的图解（A型和B型双燃料发动机）

附件 NC  
(规范性附件)  
双燃料发动机排放测试程序要求

#### NC.1 概述

本附件规定了双燃料发动机排放测试的附加要求和特殊情况，以便对双燃料发动机进行排放测试，无论其排放为单独的尾气排放物，还是包含了曲轴箱排放的尾气排放。如果未列出任何附加要求或特殊情况，则本标准对任何其他发动机类型或发动机系族的要求，同样适用于双燃料发动机。

#### NC.2 测试条件

测试条件应满足附录B的要求，其中 $f_a$ 应由公式(B.3)确定。

#### NC.3 试验规程

试验规程应满足附录B的要求。

#### NC.4 测量规程

除本附录另有规定外，适用附录B的规定。

双燃料发动机的推荐测试系统为全流稀释系统。此测量系统可确保测试中燃料成分的变化只影响碳氢化合物的测量结果。应通过NC.7所述的方法之一对其进行补偿。

也可使用原始气体/部分流测试系统进行测试，但需注意尾气质量流量的确定和计算方法。

#### NC.5 测试设备

测试设备应满足附录B的要求。

#### NC.6 颗粒物数量排放测量

颗粒物数量排放的测量应满足附录B的要求。

#### NC.7 排放计算

排放计算应按照附录B进行，但本节另有规定的除外。基于质量的计算应符合NC.7.1的附加要求，基于摩尔的计算应符合NC.7.2的附加要求。

排放计算需要了解所使用燃料的成分。当供应的气体燃料附有确认燃料组分的证书（例如瓶装气体）时，可以使用供应商指定的成分。如果无法获取成分信息（例如管道燃料），则应在发动机排放测试之前和之后至少对燃料成分进行分析。允许更频繁地进行分析，并将结果用于计算。

在使用气体能量比（GER）的情况下，应与本标准关于气体燃料和双燃料发动机总碳氢化合物（HC）限值的特定规定保持一致。循环中的GER平均值应通过以下方法之一计算：

- a) 对于热启动的 NRTC 和 RMC 模式 NRSC，通过将每个测量点的 GER 总和除以测量点的数量来计算；
- b) 对于离散模式 NRSC，将每一测试工况的平均 GER 乘以该工况相应的加权系数，然后计算所有工况的总和。加权系数应取自适用测试循环。

## NC. 7. 1 基于质量的排放计算

### MC7. 1. 1 干/湿修正

#### NC. 7. 1. 1. 1 原始排气

除本节规定外，应适用附录B的规定。应使用附录B中公式（BA.1）和（BA.3）计算干/湿修正。燃料的具体参数应根据NC.7.1.5确定。

#### NC. 7. 1. 1. 2 稀释排气

应使用附录B公式（BA.1）和（BA.7）或（BA.8）来计算干/湿校正。

两种组合燃料氢元素的摩尔比 $\alpha$ 用于干/湿基转换的计算。该氢元素的摩尔比 $\alpha$ 应按照NC.7.1.5的规定,依据两种燃料的燃料消耗测量值来计算。

#### NC. 7. 1. 2 NO<sub>x</sub>湿度校正

应使用附录B中规定的压燃式发动机的NO<sub>x</sub>湿度校正值。

#### NC. 7. 1. 3 部分流稀释系统（PFS）和原始排气确定

##### NC. 7. 1. 3. 1 排气质量流量的确定

排气质量流量应使用直接测量的排气流量计来确定。

或者，仅当根据NC.7.1.5.2确定了 $\alpha$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 和 $\epsilon$ 值时，才可使用附录B中公式(BA.19)至(BA.21)所述的方法测量空气流量和空燃比。不允许使用氧化锆型传感器来确定空燃比。

对于发动机仅适用于稳态测试循环时，排气质量流量可通过空气流量和燃料流量测量确定。

##### NC. 7. 1. 3. 2 气体成分的测定

除本节另有规定外，应适用附录B。

燃油成分的可能变化会影响排放计算中所用到的 $u_{gas}$ 值和摩尔比。可选择以下方法之一来确定 $u_{gas}$ 值和摩尔比。

- a) 应使用附录 B 中的精确方程，通过液态和气体燃料的瞬时比例（根据瞬时燃料消耗测量值或计算值确定）以及按照 NC.7.1.5 确定的瞬时摩尔比来计算  $u_{gas}$  的瞬时值；
- b) 当使用质量计算方法来处理以气体燃料和柴油为燃料的双燃料发动机的特定情况时，可采用列表形式给出的摩尔比和  $u_{gas}$  值。这些列表值应按如下方式应用：
  - 1) 对于在适用的测试循环中平均气体能量比大于或等于 90%的发动机，应采用气体燃料的  $u_{gas}$  值和摩尔比数值。
  - 2) 对于在适用的测试循环中平均气体能量比介于 10%和 90%的发动机，应采用表 NC.1 和 NC.2 中 50%气体燃料和 50%柴油混合物的  $u_{gas}$  值和摩尔比数值计算。
  - 3) 对于适用的测试循环中平均气体能量比小于或等于 10%的发动机，应采用柴油的  $u_{gas}$

值和摩尔比数值。

- 4) 在计算 HC 排放量时, 无论平均气体能量比(GER)是多少, 在任何情况下都应使用气体燃料的  $u_{\text{gas}}$  值。

表 NC. 1 质量比为 50%气体燃料与 50%柴油混合物的摩尔比

气体燃料	$\alpha$	$\gamma$	$\delta$	$\varepsilon$
CH <sub>4</sub>	2.8681	0	0	0.0040
G <sub>R</sub>	2.7676	0	0	0.0040
G <sub>23</sub>	2.7986	0	0.0703	0.0043
G <sub>25</sub>	2.7377	0	0.1319	0.0045
丙烷	2.2633	0	0	0.0039
丁烷	2.1837	0	0	0.0038
LPG	2.1957	0	0	0.0038
LPG燃料A	2.1740	0	0	0.0038
LPG燃料B	2.2402	0	0	0.0039

#### NC. 7. 1. 2. 3. 1 每次测试的气态污染物排放量

如果按照NC.7.1.3.2 a)段所述应用精确方程来计算 $u_{\text{gas}}$ 的瞬时值, 在计算瞬态(NRTC和LSI-NRTC)测试循环和RMC循环的气态污染物排放物质量时, 应通过公式 (NC.1) 将 $u_{\text{gas}}$ 纳入求和中:

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \times k_h \times k \times \sum_{i=1}^N (u_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times c_{\text{gas},i}) \quad (\text{NC.1})$$

式中:  $u_{\text{gas},i}$  —— $u_{\text{gas}}$ 的瞬时值。

该公式的其余各项如附录B所述。

表 NC. 2 质量比为 50%气体燃料与 50%柴油混合物的原始排气  $u_{\text{gas}}$  值和成分密度

气体燃料	气体							
	$\rho_e$	NOx	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	
		$\rho_{\text{gas}}/(\text{kg}/\text{m}^3)$						
		2.053	1.250	<sup>a</sup>	1.9636	1.4277	0.716	
				$u_{\text{gas}}^{\text{b}}$				
CNG/LNG <sup>c</sup>	1.2786	0.001606	0.000978	0.000528 <sup>d</sup>	0.001536	0.001117	0.000560	
丙烷	1.2869	0.001596	0.000972	0.000510	0.001527	0.001110	0.000556	
丁烷	1.2883	0.001594	0.000971	0.000503	0.001525	0.001109	0.000556	
LPG <sup>e</sup>	1.2881	0.001594	0.000971	0.000506	0.001525	0.001109	0.000556	

<sup>a</sup>取决于燃料  
<sup>b</sup>在 $\lambda=2$ 时, 干燥空气, 273 K, 101.3 kPa。  
<sup>c</sup> $u$ 计算在0.2%内, 质量成分为: C= 58%~76%; H=19%~25%; N=0%~14% (CH<sub>4</sub>, G<sub>20</sub>, G<sub>23</sub>和G<sub>25</sub>)  
<sup>d</sup>基于CH<sub>2.93</sub>的NMHC (总的HC应该使用CH<sub>4</sub>的 $u_{\text{gas}}$ 系数)  
<sup>e</sup> $u$ 计算在0.2%内, 质量成分为: C<sub>3</sub>=27%~90%; C<sub>4</sub>=10%~73% (LPG燃料A和B)

### NC. 7. 1. 3. 3 颗粒物确定

对于采用部分稀释测量法测定颗粒物排放的情况，应按照附录B中的公式进行计算。

为控制稀释比，应适用附录B中的相关要求。如果排气流量测量和部分流系统的组合转换时间超过0 s，则应使用基于预先记录的测试运行的前瞻控制。在这种情况下，组合上升时间应 $\leq 1$  s，组合延迟时间应 $\leq 10$  s。除非直接测量排气质量流量，否则排气质量流量的确定应使用根据NC.7.1.5.3确定的 $\alpha$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 和 $\epsilon$ 值。

应按照附录B规定对每次测量进行质量检查。

### NC. 7. 1. 3. 4 关于排气质量流量计的附加要求

所提及的流量计不对排气成分和密度变化敏感。可忽略比托管测量或孔板式测量（相当于排气密度的平方根）所产生的微小误差。

### NC. 7. 1. 4 全流量稀释测量（CVS）

除本节另有规定外，应适用附录B的规定。

燃油成分的可能变化将主要影响碳氢化合物 $u_{\text{gas}}$ 值。应按照NC.7.1.5在计算碳氢化合物排放量时，使用根据两种燃料的燃料消耗量测量值确定的摩尔成分比的精确方程。

#### NC. 7. 1. 4. 1 背景校正浓度的确定

为确定化学计量系数，应根据NC.7.1.5.3条的规定，将燃料的氢摩尔比 $\alpha$ 计算为测试期间燃料混合物的平均氢摩尔比。

此外，气体燃料的 $F_s$ 值也可用在附录B中使用。

### NC. 7. 1. 5 组分摩尔比的测定

NC. 7. 1. 5. 1 本节用于在已知燃料混合物的情况下确定组分摩尔比（精确法）。

#### NC. 7. 1. 5. 2 燃料混合物成分的计算

应使用公式（NC.2）~（NC.8）来计算燃料混合物的元素组成：

$$q_{mf} = q_{mf1} + q_{mf2} \quad (\text{NC.2})$$

$$w_H = \frac{w_{H1} \times q_{mf1} + w_{H2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (\text{NC.3})$$

$$w_C = \frac{w_{C1} \times q_{mf1} + w_{C2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (\text{NC.4})$$

$$w_S = \frac{w_{S1} \times q_{mf1} + w_{S2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (\text{NC.5})$$

$$w_N = \frac{w_{N1} \times q_{mf1} + w_{N2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (\text{NC.6})$$

$$w_O = \frac{w_{O1} \times q_{mf1} + w_{O2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (\text{NC.7})$$

式中： $q_{mf1}$  ——燃料1的质量流量，kg/s；

- $q_{mf2}$  ——燃料 2 的质量流量, kg/s;
- $w_H$  ——燃料中的氢含量 (质量分数), %;
- $w_C$  ——燃料中的碳含量 (质量分数), %;
- $w_S$  ——燃料中的硫含量 (质量分数), %;
- $w_N$  ——燃料中的氮含量 (质量分数), %;
- $w_O$  ——燃料中的氧含量 (质量分数), %。

计算燃料混合物关于C与H, C, S、N, O的摩尔比的计算方法在附录B中通过公式 (NC.8) 至 (NC.11) 给出:

$$\alpha=11.9164\times\frac{w_H}{w_C} \quad (\text{NC.8})$$

$$\gamma=0.37464\times\frac{w_S}{w_C} \quad (\text{NC.9})$$

$$\delta=0.85752\times\frac{w_N}{w_C} \quad (\text{NC.10})$$

$$\varepsilon=0.75072\times\frac{w_O}{w_C} \quad (\text{NC.11})$$

- 式中:  $w_H$  ——燃料中的氢含量 (质量分数), %;
- $w_C$  ——燃料中的碳含量 (质量分数), %;
- $w_S$  ——燃料中的硫含量 (质量分数), %;
- $w_N$  ——燃料中的氮含量 (质量分数), %;
- $w_O$  ——燃料中的氧含量 (质量分数), %;
- $\alpha$  ——氢元素的摩尔比 (H/C);
- $\gamma$  ——硫元素的摩尔比 (S/C);
- $\delta$  ——氮元素的摩尔比 (N/C);
- $\varepsilon$  ——氧元素的摩尔比 (O/C)。

假设燃料化学式为 $\text{CH}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$ 。

## NC. 7. 2 基于摩尔的排放计算

除本节另有规定外, 应适用附录B的规定。

### NC. 7. 2. 1 $\text{NO}_x$ 湿度校正

应使用附录B中压燃式发动机的修正公式。

### NC. 7. 2. 2 不使用排气流量计时排气质量流量的测定

应使用附录B中基于进气量的摩尔流量计算, 仅在进行NRSC测试时, 才可使用附录中基于燃料质量流量的摩尔流量计算。

### NC. 7. 2. 3 气体成分的摩尔比确定

应采用精确的方法, 利用从瞬时燃料消耗测量或计算得出的液体和气体燃料的瞬时比例来确定组分摩尔比。瞬时组分摩尔比应输入到附录B相应的公式中, 以进行连续化学平衡计算。

摩尔比的确定应按照NC.7.2.3.1或NC.7.1.5.2的规定进行。气体燃料, 无论是混合燃料还是来自

管道的燃料，都可能含有大量的惰性成分，如CO<sub>2</sub>和N<sub>2</sub>。生产、进口企业应将这些成分纳入NC.7.2.3.1或NC.7.1.5.2（视情况而定）所述的原子比计算中，或者，作为替代方案，生产、进口企业应将惰性成分从原子比中排除，并将其适当地分配给附录B中的化学平衡进气参数X<sub>O2int</sub>、X<sub>CO2int</sub>和X<sub>H2Oint</sub>。

### NC. 7. 2. 3. 1 组分摩尔比的测定

双燃料发动机中混合燃料的瞬时组分摩尔比，即氢、氧、硫、氮原子数与碳原子数之比，可通过公式（NC.12）~（NC.15）计算得出：

$$\alpha(t) = \frac{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}}{M_H} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{H,gas}}{M_H}}{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(m_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}) + (m_{gas}(t) \times w_{H,gas})]}{M_H \times [(m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (m_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (\text{NC.12})$$

$$\beta(t) = \frac{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}}{M_O} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{O,gas}}{M_O}}{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(m_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}) + (m_{gas}(t) \times w_{O,gas})]}{M_O \times [(m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (m_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (\text{NC.13})$$

$$\gamma(t) = \frac{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{S,liquid}}{M_S} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{S,gas}}{M_S}}{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(m_{liquid}(t) \times w_{S,liquid}) + (m_{gas}(t) \times w_{S,gas})]}{M_S \times [(m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (m_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (\text{NC.14})$$

$$\delta(t) = \frac{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{N,liquid}}{M_N} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{N,gas}}{M_N}}{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(m_{liquid}(t) \times w_{N,liquid}) + (m_{gas}(t) \times w_{N,gas})]}{M_N \times [(m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (m_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (\text{NC.15})$$

式中：  $w_{i,fuel}$  —— 液态或气体燃料中 C、H、O、S 或 N 等元素的质量分数；

$m_{liquid}(t)$  —— 液体燃料在时刻 t 的瞬时质量流量，kg/h；

$m_{gas}(t)$  —— 气体燃料在时刻 t 的瞬时质量流量，kg/h。

如根据混合燃料流量计算废气质量流量，则应按照附录B的要求并通过公式（NC.16）进行计算：

$$w_C = \frac{m_{liquid} \times w_{C,liquid} + m_{gas} \times w_{C,gas}}{m_{liquid} + m_{gas}} \quad (\text{NC.16})$$

式中：  $w_C$  —— 柴油或气体燃料中碳的质量分数；

$m_{liquid}$  —— 液体燃料的质量流量，kg/h；

$m_{gas}$  —— 气体燃料的质量流量，kg/h。

### NC. 7. 3 二氧化碳测定

除发动机在瞬态（NRTC和LSI-NRTC）测试循环或使用原始排气气体取样进行RMC测试外，应适用附录B。

#### NC. 7. 3. 1 瞬态（NRTC 和 LSI-NRTC）测试循环或使用原始排气气体采样进行 RMC 测试时的 CO<sub>2</sub> 测定

不适用附录B的方法测量排气中的CO<sub>2</sub>计算CO<sub>2</sub>排放量。应采用以下方法：

测得的试验平均燃油消耗量应根据循环中的瞬时值总和来确定，并应作为计算测试平均CO<sub>2</sub>排

放量的基础。

应根据NC.7.1.5的规定，利用所消耗的每种燃料的质量来确定测试中燃料混合物的氢摩尔比和质量分数。

两种燃料的总校正燃油质量 $m_{fuel,corr}$  (g/test) 以及来自燃油的CO<sub>2</sub>质量排放量 $m_{CO_2,fuel}$  (g/test) 应通过公式 (NC.17) 和 (NC.18) 来确定。

$$m_{fuel,corr} = m_{fuel} - \left( \frac{m_{THC} + A_C + \alpha \times A_H}{M_{CO}} \times m_{CO} + \frac{W_{GAM} + W_{DEL} + W_{EPS}}{100} \times m_{fuel} \right) \quad (NC.17)$$

$$m_{CO_2,fuel} = \frac{M_{CO_2}}{A_C + \alpha \times A_H} \times m_{fuel,corr} \quad (NC.18)$$

- 式中：  
 $m_{fuel}$  ——两种燃料的总燃料质量，g/test；  
 $m_{THC}$  ——排气中总碳氢化合物排放量，g/test；  
 $m_{CO}$  ——排气中一氧化碳排放量，g/test；  
 $W_{GAM}$  ——燃料中的硫含量质量百分比，%；  
 $W_{DEL}$  ——燃料中的氮含量质量百分比，%；  
 $W_{EPS}$  ——燃料中的氧含量质量百分比，%；  
 $\alpha$  ——氢元素的摩尔比 (H/C)；  
 $A_C$  ——碳的原子质量，12.011g/mol；  
 $A_H$  ——氢的原子质量，1.007 9g/mol；  
 $M_{CO}$  ——一氧化碳的分子质量为，28.011g/mol；  
 $M_{CO_2}$  ——二氧化碳的分子质量，44.01g/mol。

尿素 $m_{CO_2,urea}$  (g/test) 产生的CO<sub>2</sub>排放量，应通过公式 (NC.19) 计算得出：

$$m_{CO_2,urea} = \frac{c_{urea}}{100} \times \frac{M_{CO_2}}{M_{CO(NH_2)_2}} \times m_{urea} \quad (NC.19)$$

- 式中：  
 $c_{urea}$  ——尿素浓度，%；  
 $m_{urea}$  ——总尿素质量消耗量，g/test；  
 $M_{CO(NH_2)_2}$  ——尿素的分子量，60.056 g/mol。

总 CO<sub>2</sub> 排放量 $m_{CO_2}$  (g/test) 应通过公式 (NC.20) 计算得出：

$$m_{CO_2} = m_{CO_2,fuel} + m_{CO_2,urea} \quad (NC.20)$$

通过公式 (NC.20) 计算得出的总CO<sub>2</sub>排放量应用于计算附录B中的CO<sub>2</sub>排放量 $e_{CO_2}$ (g/kWh)。在适用的情况下，应对气体燃料中的CO<sub>2</sub>进行校正。

**附 件 ND**  
(规范性附件)

**双燃料发动机双燃料指示器、报警系统、操作能力限制演示试验要求**

**ND. 1 双燃料指示器**

**ND. 1. 1 双燃料模式指示器**

在型式检验时，应演示发动机在双燃料模式下运行的双燃料模式指示器的激活。

**ND. 1. 2 液体燃料模式指示器**

1B型、2B型或3B型双燃料发动机在型式检验时，应演示发动机在液态燃料模式下运行的液态燃料模式指示器的激活。

**ND. 1. 3 服务模式指示器**

发动机在型式检验时，应演示发动机在服务模式下运行的服务模式指示器激活。当发动机具备足够条件来演示用服务模式激活开关激活服务模式或向国务院生态环境主管部门提供足够证据证明激活发生时，服务模式应在发动机自身系统控制下进行（如通过算法、模拟、台架试验结果等）。

**ND. 2 报警系统**

发动机在气体燃料箱中的气体燃料低于报警水平时，报警系统应能激活。为验证该激活过程，可模拟实际气体燃料量。

**ND. 3 操作能力限制**

1A型或2A型双燃料发动机，在型式检验时，应验证其在检测到气体燃料箱为空或气体燃料供应系统出现故障时，发动机系统能够激活操作能力限制。为验证该激活过程，可模拟气体燃料箱为空和气体供应系统的故障。企业在信息公开技术资料中说明后，可选择在经过良好工程经验验证过的工况下运行验证操作能力限制功能，同时提交相关证据，证明在其他可能的使用情形（例如，通过算法、模拟、台架测试结果等）中操作能力限制功能可能被激活。

附录 0  
(规范性附录)  
基准燃料及基准尿素水溶液

0.1 柴油基准燃料的技术参数

表 0.1 基准柴油的技术要求

项目	技术指标	试验方法
十六烷值	52~54	GB/T 386
密度 <sup>a</sup> (20℃) / (kg/cm <sup>3</sup> )	828~834	GB/T 1884, GB/T 1885
馏程: 50%馏出温度/℃ 90%馏出温度/℃ 95%馏出温度/℃	245~300 315~335 325~350	GB/T 6536
氧化安定性, 总不溶物/ (mg/100 mL)	≤2.5	SH/T 0175
硫含量/ (mg/kg)	≤10	SH/T 0689
酸度/ (mgKOH/100 mL)	≤7	GB/T 258
10%蒸余物残炭 <sup>b</sup> (质量分数) /%	≤0.3	GB/T 268
灰分 (质量分数) /%	≤0.01	GB/T 508
铜片腐蚀 (50℃, 3h) /级	≤1	GB/T 5096
水分 <sup>c</sup> (质量分数) /%	≤0.02	SH/T 0246
机械杂质 <sup>d</sup>	无	GB/T 511
运动粘度 (20℃) / (mm <sup>2</sup> /s)	2.0~7.5	GB/T 265
冷滤点/℃	≤-10	SH/T 0248
闪点 (闭口) /℃	≥55	GB/T 261
多环芳烃 (质量分数) /%	≤4	SH/T 0606
润滑性, 校正磨斑直径 (60℃) /μm	≤420	SH/T 0765
脂肪酸甲酯 <sup>e</sup> (体积分数) /%	≤0.5	GB/T 23801
总污染物含量/ (mg/kg)	≤24	等待国标试验方法
<p><sup>a</sup> 允许采用 SH/T 0604, 在有异议时, 以 GB/T 1884 和 GB/T 1885 的测定结果为准。</p> <p><sup>b</sup> 若柴油中含有硝酸酯型十六烷值改进剂, 10%蒸余物残炭的测定, 应用不加硝酸酯的基础燃料进行。柴油中是否加有硝酸酯型十六烷值改进剂的检验方法见 GB 19147 附录 B。</p> <p><sup>c</sup> 可用目测法, 即将试样注入 100 mL 玻璃量筒中, 在室温 (20±5℃) 下观察, 应透明, 没有悬浮和沉降的水分。在有异议时, 以 GB/T 260 测定结果为准。</p> <p><sup>d</sup> 可用目测法, 即将试样注入 100 mL 玻璃量筒中, 在室温 (20±5℃) 下观察, 应透明, 没有悬浮和沉降的机械杂质。在有异议时, 以 GB/T 511 测定结果为准。</p> <p><sup>e</sup> 不得人为加入。同时不得人为加入生物柴油、酸性和金属润滑性改进剂和任何可导致机械无法正常运行的添加剂和污染物。</p>		

0.2 LPG基准燃料的技术参数

表 0.2 LPG 基准燃料的技术参数

	燃料 A	燃料 B	试验方法
组分, (体积分数) /%			SH/T0614
C3—含量	30±2	85±2	
C4—含量	余量	余量	
<C3, >C4	≤2	≤2	
烯烃, (体积分数) /%	≤12	≤15	
蒸发残余物, mg/kg	≤50	≤50	SY/T7509
含水量	无	无	目测
硫总含量, mg/kg	≤10	≤10	SH/T0222
硫化氢	无	无	
铜片腐蚀	1 级	1 级	SH/T0232 <sup>a</sup>
臭味	特征	特征	
马达法辛烷值	≥89	≥89	GB/T12576
<sup>a</sup> 如果样品含有腐蚀抑制剂, 或其他减少铜片腐蚀性的化学制品, 此方法不能准确地确定是否存在腐蚀物质。因此, 严禁刻意添加任何会干扰本试验方法准确性的物质。			

0.3 NG基准燃料的技术参数

基准燃料 G<sub>R</sub>、G<sub>20</sub>、G<sub>23</sub> 和 G<sub>25</sub> 的技术参数如下:

表 0.3 基准燃料 G<sub>R</sub>

特性	单位	基础	限值		试验方法
			最小	最大	
组分:					
甲烷	%mole	87	84	89	GB/T 13610
乙烷		13	11	15	
余量 <sup>a</sup>		—	—	1	
含硫量	mg/m <sup>3b</sup>	—	—	10	GB/T 11061
<sup>a</sup> 惰性组分+C <sub>2+</sub> <sup>b</sup> 在标准状态 (293.2 K (20°C) 和 101.3 kPa) 下测定的值。					

表 0.4 基准燃料 G<sub>20</sub>

特性	单位	基础	限值		试验方法
			最小	最大	
组分:					
甲烷	%mole	100	99	100	GB/T 13610
余量 <sup>a</sup>		—	—	1	
含硫量	mg/m <sup>3b</sup>	—	—	10	GB/T 11061
<sup>a</sup> 惰性组分+C <sub>2+</sub> <sup>b</sup> 在标准状态 [293.2 K (20°C) 和 101.3 kPa] 下测定的值。					

表 0.5 基准燃料 G<sub>23</sub>

特性	单位	基础	限值		试验方法
			最小	最大	
组分:					
甲烷	%mole	92.5	91.5	93.5	GB/T 13610
余量 <sup>a</sup>		—	—	1	
氮气		7.5	6.5	8.5	
含硫量	mg/m <sup>3</sup> <sup>b</sup>	—	—	10	GB/T 11061
<sup>a</sup> 惰性组分（氮气除外）+C <sub>2</sub> +C <sub>2+</sub> <sup>b</sup> 在标准状态[293.2 K（20℃）和 101.3 kPa]下测定的值。					

表 0.6 基准燃料 G<sub>25</sub>

特性	单位	基础	限值		试验方法
			最小	最大	
组分:					
甲烷	%mole	86	84	88	GB/T 13610
余量 <sup>a</sup>		—	—	1	
氮气		14	12	16	
硫含量	mg/m <sup>3</sup> <sup>b</sup>	—	—	10	GB/T 11061
<sup>a</sup> 惰性组分（氮气除外）+C <sub>2</sub> +C <sub>2+</sub> <sup>b</sup> 在标准状态[293.2 K（20℃）和 101.3 kPa]下测定的值。					

#### 0.4 甲醇基准燃料的技术参数

甲醇燃料需满足表 0.7 要求。

表 0.7 基准燃料 M100

序号	项目	技术要求	试验方法
1	外观	清澈透明，无悬浮物或沉淀	目测 <sup>a</sup>
2	甲醇含量（质量分数）	≥99.5%	GB/T 23510
3	密度（20℃）	0.791 g/cm <sup>3</sup> ~0.793 g/cm <sup>3</sup>	GB/T 4472 <sup>b</sup>
4	沸程（0℃，101.3 kPa，在 64.0℃~65.5℃范围内，包括 64.6℃±0.1℃）	≤1.2℃	GB/T 7534
5	蒸发残渣（质量分数）	≤0.05%	GB/T 6324.2
6	水分（质量分数）	≤0.2%	GB/T 6283
7	碱值（以 KOH 计）	0.003 mg/g~0.030 mg/g	SH/T 0251
8	氮含量	报告	SH/T 0657
9	有机氯含量	≤1.0 mg/kg	GB/T 6324.9
10	无机氯含量（以 CL <sup>-1</sup> 计）	≤1.0 mg/L	GB/T 23510
11	硫含量	≤1.0 mg/kg	GB/T 34100
12	钠含量	≤2.0 mg/kg	GB/T 17476

13	铁含量	≤0.01 g/L	SH/T 0712
14	清洁度 <sup>c</sup> （颗粒分布）	≤—/16/13 级	GB/T 20082
15	模拟进气阀沉积物质量 <sup>d</sup>	≤2mg	GB/T 37322
<p><sup>a</sup>将试样注入具塞比色管中，在日光或日光灯下目测。有异议时以 GB/T 511 测定结果为准。</p> <p><sup>b</sup>也可用 SH/T 0604、GB/T 2013 进行测定，有异议时，以 GB/T 4472 方法为准。</p> <p><sup>c</sup>按 GB/T 14039 规定进行分级评定。</p> <p><sup>d</sup>按 GB/T 37322 进行试验，试样以 275 mL 待测 M100 甲醇燃料和 25 mL 芳烃溶剂 S200 混合而成。测试后，冷却至室温的收集器浸入汽油（不含清净剂的市售车用 92#汽油或 95#汽油）中静止 6 min，然后浸入 60℃~90℃ 石油醚溶液中 1 min 取出。</p>			

### 0.5 基准氢燃料的技术参数

基准氢燃料需满足表 O.8 要求。

表 0.8 基准氢燃料技术参数

组分名称	指标
氢气浓度（摩尔分数）	≥99.97%
非氢气体总量	≤300 μmol/mol
水（H <sub>2</sub> O）	≤5 μmol/mol
总烃（按甲烷计） <sup>a</sup>	≤2 μmol/mol
氧（O <sub>2</sub> ）	≤5 μmol/mol
氦（He）	≤300 μmol/mol
总氮（N <sub>2</sub> ）和氩（Ar）	≤100 μmol/mol
二氧化碳（CO <sub>2</sub> ）	≤2 μmol/mol
一氧化碳（CO）	≤0.2 μmol/mol
总硫（按 H <sub>2</sub> S 计）	≤0.004 μmol/mol
甲醛（HCHO）	≤0.01 μmol/mol
甲酸（HCOOH）	≤0.2 μmol/mol
氨（NH <sub>3</sub> ）	≤0.1 μmol/mol
总卤化合物（按卤离子计）	≤0.05 μmol/mol
颗粒物浓度	≤1 mg/kg
<sup>a</sup> 当甲烷浓度超过 2 μmol/mol 时，甲烷、氮气和氩气的总浓度不准许超过 100 mol/mol。	

### 0.6 基准尿素水溶液

基准尿素水溶液需满足表 O.9 要求。

表 0.9 基准尿素水溶液（AUS 32）技术要求

项目	单位	限值		试验方法
		最小值	最大值	

尿素含量 <sup>a</sup>	% (质量分数)	31.8	33.2	ISO 22241-2: 2019, 附录 B <sup>b</sup> ISO 22241-2: 2019, 附录 C <sup>b</sup>
折光率 (nD20)	—	1.3814	1.3843	ISO 22241-2: 2019, 附录 C
碱度 (以 NH <sub>3</sub> 计)	% (质量分数)	—	0.2	ISO 22241-2: 2019, 附录 D
缩二脲	% (质量分数)	—	0.3	ISO 22241-2: 2019, 附录 E
醛类	mg/kg	—	5	ISO 22241-2: 2019, 附录 F
不溶物	mg/kg	—	20	ISO 22241-2: 2019, 附录 G
磷酸盐 (PO <sub>4</sub> )	mg/kg	—	0.5	ISO 22241-2: 2019, 附录 H ISO 22241-2: 2019, 附录 I <sup>c</sup>
铝	mg/kg	—	0.5	—
钙	mg/kg	—	0.5	—
铬	mg/kg	—	0.2	—
铜	mg/kg	—	0.2	—
铁	mg/kg	—	0.5	ISO 22241-2: 2019, 附录 I
钾	mg/kg	—	0.5	—
镁	mg/kg	—	0.5	—
钠	mg/kg	—	0.5	—
镍	mg/kg	—	0.2	—
锌	mg/kg	—	0.2	—

如果有必要向 AUS 32 中添加示踪剂, 应保证示踪剂不影响 AUS 32 满足本表中的技术要求, 也不会损害 SCR 系统。

折光率数值已根据缩二脲最大允许含量进行校正, 因此不应直接与尿素质量分数 (%) 的最小值和最大值进行比较。

<sup>a</sup> 目标值 32.5% (质量分数)。

<sup>b</sup> 计算时未从氨中扣除氮。

<sup>c</sup> 仲裁测试方法。