



中华人民共和国国家标准

GB 17691—201□

重型柴油车污染物排放限值及测量方法 (中国第六阶段)

**Limits and measurement methods for emissions from diesel fuelled
heavy-duty vehicles (CHINA VI)**

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

环 境 保 护 部 发布
国家质量监督检验检疫总局

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 污染控制要求.....	10
5 发动机（车辆）标牌.....	11
6 技术要求和试验.....	12
7 在车辆上的安装.....	17
8 系族和源机.....	18
9 新生产车的达标要求及检查.....	18
10 在用符合性要求及检查.....	20
11 标准实施.....	21
附 录 A（规范性附录） 型式检验材料.....	23
附 录 B（资料性附录） 型式检验报告格式.....	44
附 录 C（规范性附录） 发动机标准循环试验规程.....	48
附 录 D（规范性附录） 基准燃料的技术要求.....	170
附 录 E（规范性附录） 发动机非标准循环测试要求.....	174
附 录 F（规范性附录） 车载诊断系统（OBD）.....	181
附 录 G（规范性附录） NO _x 控制系统正确运行的要求.....	246
附 录 H（规范性附录） 发动机系统的耐久性.....	268
附 录 I（规范性附录） 生产一致性保证要求及检查.....	273
附 录 J（规范性附录） 在用符合性技术要求.....	276
附 录 K（规范性附录） 实际道路行驶测量方法（PEMS）.....	286
附 录 L（规范性附录） 整车底盘测功机污染物排放测量方法.....	307
附 录 M（规范性附录） 燃用液化石油气和天然气发动机和汽车的型式检验特殊要求.....	311
附 录 N（规范性附录） 柴气双燃料发动机和汽车的技术要求.....	316
附 录 O（规范性附录） 作为独立总成的替代用排放后处理装置的型式检验.....	346
附 录 P（规范性附录） 车辆 OBD 和车辆维修保养信息的获取.....	354
附 录 Q（规范性附录） 远程排放管理车载终端的技术要求及通信数据格式.....	355

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，防治装用压燃式及气体燃料点燃式发动机的汽车排气对环境的污染，改善空气质量，制定本标准。

本标准规定了第六阶段装用压燃式发动机汽车及压燃式发动机所排放的气态和颗粒污染物的排放限值及测试方法，以及装用以天然气或液化石油气作为燃料的点燃式发动机汽车及其点燃式发动机所排放的气态污染物的排放限值及测量方法。

本标准适用于最大设计总质量大于 3500kg 的 M₁、M₂ 类及所有 M₃、N₂ 和 N₃ 类汽车装用的压燃式、气体燃料点燃式发动机及其车辆的型式检验、新生产车排放监督检查和在用车符合性检查。

与 GB 17691-2005《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV、V 阶段）》相比，本标准的主要变化有：

- 加严了污染物排放限值，增加了粒子数量排放限值，变更了污染物排放测试循环；
- 增加了非标准循环排放测试要求和限值（WNTÉ）；
- 增加了整车实际道路排放测试要求和限值（PEMS）；
- 提高了耐久性要求；
- 增加了排放质保期的规定；
- 对车载诊断系统的监测项目、阈值及监测条件等技术要求进行了修订；
- 修订了生产一致性和在用符合性的检查判定方法；
- 增加了新生产车的达标监管要求；
- 增加了双燃料发动机的型式检验要求；
- 增加了替代用污染控制装置的型式检验要求；

本标准的技术内容主要参考联合国欧洲经济委员会（ECE）第 49 号法规《关于对装有压燃式发动机汽车及点燃式发动机汽车所排放的气态和颗粒物进行核准的统一规定》中的有关规定。

本标准的附录 A、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I、附录 J、附录 K、附录 L、附录 M、附录 N、附录 O、附录 P 和附录 Q 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

自本标准实施之日起，代替 GB 17691-2005《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV、V 阶段）》，代替 GB 11340-2005 中《装用点燃式发动机重型汽车曲轴箱污染物排放限值》中气体燃料点燃式发动机部分的内容。

本标准由环境保护部大气环境管理司、科技标准司组织制定。

本标准起草单位：中国环境科学研究院、济南汽车检测中心、北京理工大学、中国汽车技术研究中心、厦门环境保护机动车污染控制技术中心。

本标准环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日实施。

本标准发布之日起，相关地方标准一律作废或无效。

本标准由环境保护部解释。

重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

1 适用范围

本标准规定了装用压燃式发动机汽车及其压燃式发动机所排放的气态和颗粒污染物的排放限值及测试方法；以及装用以天然气（NG）或液化石油气（LPG）作为燃料的点燃式发动机汽车及其点燃式发动机所排放的气态污染物的排放限值及测量方法。

本标准适用于最大设计总质量大于 3500kg 的 M₁、M₂ 类及所有 M₃、N₂ 和 N₃ 类汽车装用的压燃式、气体燃料点燃式发动机及其车辆的型式检验、新生产车排放监督检查和在用车符合性检查。

按本标准进行的整车型式检验可以扩展至基准质量超过 2380kg 的变型、改装车辆。

若装备压燃式、气体燃料点燃式发动机的 M₁、M₂、N₁ 和 N₂ 类车辆已经按 GB 18352.6—2016 进行了型式检验，可不按本标准进行型式检验。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2624	用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 (IDT ISO 5176)
GB/T 3730.2	道路车辆 质量 词汇和代码
GB/T 8190.1	往复式内燃机 废气排放测量 第一部分：排放废气和颗粒物的试验台测量
GB 9417	汽车产品型号编制规则
GB/T 15089	机动车辆及挂车分类
GB/T 17692	汽车用发动机净功率测试方法
GB 18047	车用压缩天然气
GB 18352.6—2016	轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）
GB/T 19001	质量管理体系
GB/T 27840	重型商用车燃料消耗量测量方法
GB 30510	重型商用车燃料消耗量限值
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
ISO 5725	测量方法和结果的准确度
ISO 7000	设备用图形符号、索引和一览表
ISO 8422-1991	计数检验的序贯抽样方案
ISO 13400	道路车辆-基于互联网协议(DoIP)的诊断通信
ISO 15031	道路车辆-车辆与排放诊断相关装置通信
ISO 15765-4	道路车辆-控制器局域网的诊断通信(DoCAN)-第 4 部分：与排放相关系统的要求
ISO 27145	道路车辆--实现全球范围内统一的车载诊断系统（ WWH - OBD）通讯要求

SAE J1708	重型汽车微机系统串行数据连接的推荐操作规程
SAE J1939	商用车控制系统局域网络（CAN 总线）通讯协议
SAE J2186	电气/电子(E/E)数据链路安全
ASTM E29-06b	使用试验数据中重要数字以确定对规范的适应性

3 术语和定义

下述术语和定义适用于本标准。

3.1

老化循环 aging cycle

汽车或发动机进行耐久性试验时所采用的运行工况（速度、负荷、功率）。

3.2

发动机（发动机系族）型式检验 engine (engine family) type test

发动机（发动机系族）的一种机型在设计完成后，对预期投放市场的新产品进行的定型试验，以验证产品能否满足本标准技术要求的检验。

3.3

车辆型式检验 vehicle type test

汽车的一种车型在设计完成后，对试制出来的新产品进行的定型试验，以验证产品能否满足本标准技术要求的检验。

3.4

辅助排放策略（AES） auxiliary emission strategy

是指为特定目的和适应特定环境和/或运行条件而触发并替代或修改基本排放策略且仅在此特定条件下运行的排放控制策略。

3.5

基本排放策略（BES） base Emission strategy

是指除“辅助排放策略”触发以外，发动机在所有速度和负荷范围内采用的排放控制策略。

3.6

连续再生 continuous regeneration

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

3.7

曲轴箱 crankcase

是指位于发动机内部或外部、通过用于排放气体或蒸汽的内部或外部管路与发动机油底壳连通

的空间。

3.8

关键排放件 critical emission-related components

是指主要设计用于排放控制的下列部件：燃油供给系统、进气系统、排气后处理系统、ECU 及其传感器和执行器、废气再循环系统（EGR）及其相关过滤器、冷却器、控制阀和管路。

3.9

关键排放件维护 critical emission-related maintenance

是指对关键排放件的维护。

3.10

失效策略 defeat strategy

指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。

3.11

除氮氧系统 deNO_x system

是指设计用来降低排气中 NO_x 的后处理系统（例如，被动或主动式的 NO_x 稀释催化器、NO_x 捕集器、SCR 系统）

3.12

故障码 diagnostic trouble code DTC

是指能够代表或标示出故障的一个数字或字母数字组合。

3.13

技术要点 element of design

发动机系统的各元素；

各控制系统，包括 ECU 软件、电控系统、计算机逻辑；

各控制系统标定；

系统相互作用的结果。

3.14

排放控制监测系统 emission control monitoring system

按照附录 G 要求，用于确保发动机系统所采用的 NO_x 控制措施正确运行的系统，排放控制系统是指用于控制排放而开发或标定的技术要点或排放策略。

3.15

排放相关维护 emission related maintenance

在车辆正常使用期间进行的、对排放具有实质影响或可能影响车辆或发动机排放劣化的维护。

3.16

排放策略 emission strategy

在发动机系统或车辆的总体设计里以控制排放目标的技术要点。

3.17

发动机-后处理系统系族 engine after-treatment system family

生产企业根据相似的排气后处理系统，将不同发动机系族进一步组合成的系族。

3.18

发动机系族 engine family

生产企业按照本标准第 8 章规定、根据发动机设计划分的具有类似尾气排放特征的一组发动机。

3.19

发动机系统 engine system

发动机、排放控制系统，以及将 ECU 与任何其他驱动系统控制单元或车辆控制单元相连接的通讯接口（硬件或通讯）。

3.20

发动机启动 engine start

包括点火、曲轴转动及燃烧过程，直至发动机转速达到比正常热车怠速低 150r/min 的时刻。

3.21

发动机型式 engine type

在附录 A 所列各项发动机关键特性参数方面没有差别的一类发动机。

3.22

排气后处理系统 exhaust after-treatment system

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

3.23

气体污染物 gaseous pollutants

包括一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO_x，以等价二氧化氮（NO₂）表达）、碳氢化合物（HC，例如：总碳氢（THC）、非甲烷碳氢（NMHC）、甲烷（CH₄））等气体排放物。

3.24

一般分母 general denominator

车辆经历过的满足 FG.4.4 中一般分母条件的运行次数。

3.25

监测项群组 group of monitors

为评价 OBD 系族在用功能而确定排放控制系统正确运行的一组 OBD 检测器。

3.26

点火循环计数器 ignition cycle counter

记录车辆进行发动机启动操作次数的计数器。

3.27

在用监测频率 in-Use performance ratio IUPR

一个或一组监测器能够完成故障监测的条件的出现次数与驾驶循环监测次数的比值。

3.28

低转速 low speednlo

55%最大净功率时的最低发动机转速。

3.29

故障 malfunction

会导致发动机规定污染物排放量增加或 OBD 系统效率降低的发动机系统（包括 OBD 系统）失效或劣化。

3.30

故障指示器（MI） malfunction indicator

在发生故障时能清楚地通知车辆驾驶员的指示器，属于报警系统的一部分。

3.31

最大净功率 maximum net power

在发动机全负荷下测得的发动机最大净功率值。

3.32

净功率 net power

在基准空气条件下，在试验台架上按照 GB/T 17692 附录要求，在发动机曲轴末端或等效部件上测得的功率。

3.33

与排放无关的维护 non-emission-related maintenance

不会影响排放、也不会对正常使用的车辆或发动机排放劣化造成持续影响的维护。

3.34

车载诊断 OBD 系统 (OBD system) on-board diagnostic system

安装汽车或发动机上具有下列功能的系统:

- a) 诊断影响发动机排放性能的故障;
- b) 在故障发生时通过报警系统显示;
- c) 通过存储在电控单元存储器中的信息确定可能的故障区域并提供信息离线通讯。

3.35

OBD 系族 OBD engine family

生产企业划分的采用与排放相关的故障监测和诊断方法的发动机系统。

3.36

操作过程 operating sequence

是指由发动机启动、发动机运转、发动机停机和直到下次发动机启动组成的时间过程;在该过程中,一个指定的 OBD 系统应能完成监测;若存在故障,应能被监测到。

3.37

原装排放控制装置 original pollution control device

车辆型式检验所涵盖的排放控制装置或总成。

3.38

源机 parent engine

从发动机系族中选出的、能代表该发动机系族排放特性的发动机。

3.39

源车 parent vehicle

从车型系族中选出的,能代表该车型系族排放特性的汽车。

3.40

颗粒物后处理装置 particulate after-treatment device

设计通过机械、空气动力学、扩散或惯性分离方式减少颗粒污染物 (PM) 排放量的排放后处理装置。

3.41

颗粒物 (PM) particulate matter

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

是碳、冷凝的碳氢化合物、硫酸盐水合物。

3.42

粒子数量 (PN) particle number

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

3.43

负荷百分数 percent load

发动机某一转速下能够达到的最大扭矩的百分数。

3.44

功能监测 performance monitoring

由功能检查、与排放阈值不相关的监控参数所组成的故障监测。这种监测通常是以部件或系统是否工作在适当的范围内来验证 (如DPF的压差监测)。

3.45

周期性再生 periodic regeneration

发动机正常运行期间, 排放控制装置不超过 100 小时便周期性发生的再生过程。

3.46

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

满足本标准附录 K 要求的便携式排放测试系统。

3.47

动力输出装置 power take-off unit

发动机驱动的, 为装在汽车上的辅助设备提供动力的输出装置。

3.48

劣化部件/系统(QDC) qualified deteriorated component or system

在验证发动机系统 OBD 性能时, 通过加速老化或按照本标准附录 F 中 F.6.4.2, 经可控方法专门劣化过的部件/系统, 所用的方法应向环境保护主管部门报备。

3.49

反应剂 reagent

储存在车载储存罐内、根据排气控制系统的需要提供给排气后处理系统的一种反应物质。

3.50

再标定 recalibration

为使 NG 发动机在使用不同（发热量）范围的天然气时具有相同性能（功率、燃料消耗量）而进行的微调。

3.51

基准质量 reference mass

指车辆整备质量加上 100kg。

3.52

替代用排放控制装置 replacement pollution control device

用于替换原装污染物控制装置的污染物控制装置或总成，可作为独立技术总成进行型式检验。

3.53

诊断仪 scan-tool

按照本标准的要求，用于 OBD 通讯的标准化非车载外接测试装置。

3.54

累计运行（行驶）时间 service accumulation schedule

指用于确定发动机后处理系统劣化系数的老化周期和维护的累计时间。

3.55

尾气排放 tailpipe emissions

气态和颗粒污染物排放。

3.56

篡改 tampering

是指关闭、调整或修改包括软件或其它逻辑控制单元在内的车辆排放或动力系统，并导致车辆排放性能恶化（无论有意或无意）。

3.57

有效寿命 useful life

本标准中规定的汽车在正常使用条件下，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里程或周期，以先到者为准。

3.58

全寿命 full life

汽车从生产、使用直到报废的全生命周期。

3.59

与排放相关车型 vehicle type with regard to emissions

在附录 A 中所列发动机和车辆基本特性无差别的一组车辆。

3.60

壁流式颗粒物捕集器 wall flow Diesel Particulate Filter

所有尾气流经其壁面并过滤排出的颗粒物捕集器。

3.61

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其相对密度的平方根的比值。

$$W = H_{Gas} * \sqrt{\rho_{Air} / \rho_{Gas}}$$

3.62

λ -转换系数 λ -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 λ 的一种描述。（ $S\lambda$ 计算见附件 CA）。

3.63

双燃料发动机 dual-Fuel engine

指可以同时燃用柴油和一种气体燃料的发动机。

3.64

瞬态循环（WHTC） world harmonised transient cycle

指本标准附录 C 中包含 1800 个逐秒变换工况的瞬态试验循环。

3.65

稳态循环（WHSC） world harmonised steady state cycle

指本标准附录 C 中包含 13 个稳态工况的试验循环。

3.66

城市车辆 urban vehicles

指主要在城市运行的公交车、邮政车和环卫车。

3.67

M1、M2、M3、N1、N2、N3 类车

按 GB/T 15089 规定：

M₁ 类车指包括驾驶座位在内，座位数不超过九座的载客车辆；

M₂ 类车指包括驾驶座位在内，座位数超过九座，且最大设计总质量不超过 5000kg 的载客车辆；

M₃类车指包括驾驶座位在内，座位数超过九座，且最大设计总质量超过 5000kg 的载客车辆；

N₁类车指最大设计总质量不超过 3500kg 的载货车辆；

N₂类车指最大设计总质量超过 3500kg，但不超过 12000kg 的载货车辆；

N₃类车指最大设计总质量超过 12000kg 的载货车辆。

3.68 有效数据点 valid data

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

4 污染控制要求

4.1 型式检验

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 本标准适用范围的发动机机型或车辆，应按本标准 6.2 规定的检验项目进行型式检验，证明发动机或车辆满足第 6 章的要求。

4.1.1.2 发动机机型或系族可作为独立技术总成进行型式检验。

4.1.1.3 对装有未经型式检验发动机的车型，应对发动机进行型式检验；对装有已经型式检验发动机的车型，无需再进行额外的发动机型式检验。除发动机检验之外，所有进行型式检验的车型均需进行 6.2.2 规定的整车车载法（PEMS）试验。

4.1.1.4 型式检验燃料规定

4.1.1.4.1 源机进行型式检验时，应使用符合本标准附录 D 规定的基准燃料。

4.1.1.4.2 对于天然气和液化石油气发动机（汽车），应按照附录 M 的规定燃料类型进行型式检验。

4.1.1.4.3 天然气发动机和液化石油气发动机的型式检验应满足附录 M 的表 M.1 和 M.2 的要求。

4.1.1.4.4 双燃料发动机的型式检验应满足 N.6.1.2 表 N.2 的要求。

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

- 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) 证明当使用规定的燃料与相关市售燃料任意组分燃料混合时，发动机能满足在用符合性要求。

4.1.2 系族（源机）的型式检验

4.1.2.1 发动机型式检验时，应选择一台能够代表发动机机型或系族的源机。如果所选择的机型不能完全代表附录 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。

4.1.2.2 整车型式检验时，应选择一辆能够代表型式检验车型（系族）的汽车。如果所选择的汽车不能完全代表 8.4 所述车型或系族，则应增选一辆有代表性的汽车进行试验。

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

4.1.2.4 检验机构应将型式检验时发动机和车辆上安装的 ECU 封存备查，发动机或车辆停产 5 年后，可不再保留。环境保护主管部门可以进行确认检查。

4.1.3 产品型式的变更

对已型式检验发动机机型或车型的任何修改，不应出现对污染物排放的不利影响，且仍能满足本标准要求，若变更项目属于已公开信息，应由车辆生产企业将产品变更内容进行信息公开；若变更项目可能影响到的排放性能，应进行相应的试验，并将产品变更内容和试验结果进行信息公开。

4.2 环保生产一致性和在用符合性

4.2.1 车辆及发动机生产企业应按本标准规定确保批量生产的车辆及发动机的环保生产一致性，并按本标准附录 I 的要求提供有关生产一致性保证材料。车辆生产企业应按本标准规定确保新生产车辆排放达标，并按本标准第 9 章的要求向环境保护主管部门提供有关新生产车排放自查的相关材料，环境保护主管部门可按第 9 章规定进行新生产车达标监督抽查。

4.2.2 车辆及发动机生产企业应按本标准规定确保车辆及发动机的在用符合性，并按附录 J 的要求提供有关在用符合性自查计划。车辆生产企业应按本标准规定确保车辆在实际使用中排放达标，并按第 10 章规定向环境保护主管部门提供在用符合性自查报告，环境保护主管部门可按本标准第 10 章规定进行在用符合性抽查。

4.3 信息公开

本标准适用范围的车辆，应由车辆生产企业按照本标准附录A和附录B的要求进行信息公开。涉及企业机密的相关内容，可经技术处理后公开。

5 发动机（车辆）标牌

5.1 一般要求

发动机的标牌可采用文字和数字的形式，也可采用二维码的形式。

标牌必须简洁明了，其文字、数字或图案应确保清晰、明显、可阅读，且不可被擦除。标牌的固定方式在发动机的全寿命期内必须牢固，不得拆除。

5.2 发动机标牌位置

标牌在发动机零部件上的安装位置，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附件安装完成后，标牌应位于正常人容易看见的地方。

标牌应靠近或合并在生产企业铭牌上。

5.3 发动机的标牌内容

发动机的标牌，应至少包含以下内容：

- a) 发动机型号；
- b) 生产日期： 年 月 日（“日”可选。如在其他部位已经标注生产日期，则标牌中可不必重复标注）；
- c) “国六”字样；

- d) 生产企业的商标或全称；
- e) 排放控制关键部件（如：EGR、DOC、SCR、DPF等）。

5.4 限定燃料范围的天然气和液化石油气发动机（车辆）牌的特殊要求

5.4.1 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，除满足 5.3 的要求，还应包括以下信息：

- a) 限于使用高（低）热值天然气；
- b) 限于使用规格为_____的天然气（液化石油气）。

5.4.2 装有限定燃料范围的天然气和液化石油气发动机的车辆，也应具备 5.4.1 规定的标牌，该标牌应位于靠近车辆燃料加注口处。

5.5 车身标识

本标准适用范围的车辆，应在车身明显位置标注“国六”的字样。

6 技术要求和试验

6.1 一般要求

6.1.1 对发动机的污染物排放产生影响的组件，其设计、制造和装配上，应能在发动机正常使用时满足本标准及其实施措施的规定。

6.1.2 生产企业应采取技术措施确保车辆在正常使用条件下的全寿命期内，能够有效控制排气污染物排放。

6.1.2.1 6.1.2 所述的措施应确保排放控制系统使用的软管、接头，及其连接安全性，符合原始设计图要求。

6.1.2.2 发动机（车辆）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。

6.1.2.3 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符合本标准的规定。生产企业应确保符合 6.4 和附录 E 的非标准循环排放要求，使车辆在可能运行的环境条件范围及可能遇到的运行工况范围内，有效控制污染物的排放。

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

6.1.2.5 禁止使用降低排放控制装置功效的失效策略。

6.1.2.6 电控系统安全性的规定

电控系统安全性应满足 F.4.8 的要求。

6.1.3 生产企业应将该机型任何影响排放的技术要点、发动机排放控制策略、发动机系统直接或间接控制与排放有关变量的方法，以及附录 G 中所要求的报警系统和驾驶性能限制系统的详细说明整理成文件包，并满足 A.3.5 的要求。

6.1.4 车辆的排气管口不得朝向右侧和正下方，其设计应便于排放检测，从外侧明显可见，鼓励高于车身。危险货物运输车和专项作业车因车辆结构限制不能满足要求的，应向环境保护主管部门报备。

6.1.5 鼓励最大限度降低发动机原机（后处理装置前端）的 NO_x 排放，车辆生产企业应将原机排放情况（数据）及测试方法向环境保护主管部门报告。

6.1.6 生产企业应明确告知用户及时添加并使用符合要求的反应剂，以保证车辆在实际使用中能够满足本标准的排放要求。

6.2 型式检验项目

6.2.1 发动机机型（系族）按本标准进行型式检验时，要求进行的试验项目见表 1。

表 1 试验项目

试验项目			柴油机	单一气体燃料机	双燃料发动机 ⁽¹⁾
标准循环	稳态工况 (WHSC)	气态污染物	进行	—	进行
		颗粒物 (PM) 粒子数量 (PN)			
		CO ₂ 和油耗			
	瞬态工况 (WHTC)	气态污染物	进行	进行	进行
		颗粒物 (PM) 粒子数量 (PN)			
		CO ₂ 和油耗			
非标准循环	发动机台架非标准循环 (WNTE)	气态污染物	进行	—	进行
		颗粒物 (PM)			
	整车车载法 (PEMS) 试验 ⁽²⁾	进行	进行	进行	
曲轴箱通风			进行	进行	进行
耐久性			进行	进行	进行
OBD			进行	进行	进行
NO _x 控制			进行	—	进行
⁽¹⁾ 按附录 N 的要求进行型式检验					
⁽²⁾ 发动机的整车 PEMS 试验，可以是 6.2.2 规定的该发动机所安装车型的 PEMS 试验之一。					

6.2.2 车型（系族）按本标准进行型式检验时，应按附录 K 进行整车车载法（PEMS）试验。

6.3 发动机标准循环排放限值

6.3.1 按照附录 C 规定的标准循环，进行发动机台架污染物排放试验，气态污染物和颗粒物排放结果乘以按附录 H 确定的劣化系数后，不应超过表 2 中给出的限值。

表 2 发动机标准循环排放限值

试验	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NMHC (mg/kWh)	CH ₄	NO _x (mg/kWh)	NH ₃	PM (mg/kWh)	PN (#/kWh)

				(mg/kWh)		(ppm)		
WHSC 工况 (CI ⁽¹⁾)	1500	130	—	—	400	10	10	8.0×10 ¹¹
WHTC 工况 (CI ⁽¹⁾)	4000	160	—	—	460	10	10	6.0×10 ¹¹
WHTC 工况 (PI ⁽²⁾)	4000	—	160	500	460	10	10	6.0×10 ¹¹
⁽¹⁾ CI=压燃式发动机								
⁽²⁾ PI=点燃式发动机								

6.3.2 发动机在进行标准循环排放测试时，应按照附录 C 中附件 CD 的规定测定发动机的 CO₂ 排放和燃油消耗量。

6.4 非标准循环排放要求

6.4.1 发动机机型或系族应按照附录 E 的规定，进行发动机非标准循环排放试验（WNTE），满足表 3 的限值要求。

表 3 发动机非标准循环（WNTE）排放限值

试验	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	PM (mg/kWh)
WNTE 工况	2000	220	600	16

6.4.2 型式检验时，应按照附件 EA 规定的 PEMS 试验程序，在整车上进行实际道路车载法排放试验，要求 90% 以上的有效窗口，满足表 4 规定的排放限值要求。

表 4 整车试验排放限值

发动机类型	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	PN ⁽¹⁾ (#/kWh)
压燃式	6000	—	690	1.2×10 ¹²
点燃式	6000	240 (LPG) 750 (NG)	690	—
双燃料	6000	1.5×WHTC 限值	690	1.2×10 ¹²
⁽¹⁾ PN 从六 b 阶段开始实施。				

6.4.3 型式检验时，按照附件 EA 规定的 PEMS 试验程序，在整车上进行实际道路车载法排放试验，要求有效数据点中，95% 以上小于等于 500ppm 的 NO_x 排放浓度要求。该限值应在标准实施之前的一年内进行评估确认。

6.4.4 生产企业应按附录 E 规定，提供一份声明，承诺发动机机型或系族符合非标准循环排放的控制要求。

6.5 曲轴箱排放

对于闭式曲轴箱，按照C.5.10条的规定进行试验，发动机曲轴箱内的任何气体不允许排入大气中。对于开放式曲轴箱，曲轴箱排气应按照C.5.10开式曲轴箱污染物评价方法进行测试，并追加到尾气排放中。

6.6 排放控制装置的耐久性要求

6.6.1 发动机系族或发动机-后处理系统系族的气态污染物与颗粒物排放，应在有效寿命期内符合表 2 规定的排放限值要求。

6.6.2 型式检验时，应按附录 H 规定，确定发动机系统或发动机-后处理系统系族的劣化系数，以证明其排放耐久性符合本标准的要求。

6.6.3 发动机系族或发动机-后处理系统系族的污染物排放控制装置耐久性应满足表 5 规定的有效寿命期（里程或时间周期）。

表 5 有效寿命期

分类	有效寿命期 ⁽¹⁾	
	行驶里程	使用时间
用于 M ₁ 、N ₁ 和 M ₂ 车辆	200,000km	5 年
用于最大设计总质量不超过 18 吨的 N ₂ 、N ₃ 类车辆；M ₃ 类中的 I 级、II 级和 A 级车辆；以及最大设计重质量不超过 7.5 吨的 M ₃ 类中的 B 级车辆	300,000 km	6 年
用于最大设计总质量超过 18 吨的 N ₃ 类车辆；M ₃ 类中的 III 级车辆；以及最大设计总质量超过 7.5 吨的 M ₃ 类中的 B 级车辆	700,000km	7 年
⁽¹⁾ 有效寿命期中的行驶里程和实际使用时间，两者以先到为准。		

6.7 排放质保期规定

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

6.7.2 排放相关零部件如果在质保期内由于零部件本身质量问题而出现故障或损坏，导致排放控制系统失效，或车辆排放超过本标准限值要求，生产企业应当承担相关维修费用。

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

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

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

6.7.3 生产企业应至少对附件 AD 给出的排放相关零部件提供质保服务，其排放质保期不应短于表 6 给出的最短质保期。

表6 最短质保期⁽¹⁾

汽车分类	行驶里程 (km)	使用时间 (年)
M ₁ , M ₂ , N ₁	80,000	5 年
M ₃ , N ₂ , N ₃	160,000	5 年
⁽¹⁾ 最短质保期中的行驶里程和实际使用时间, 两者以先到为准。		

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

6.8 车载诊断系统 (OBD)

6.8.1 生产企业应确保所有的发动机和车辆都配备了 OBD 系统。

6.8.2 OBD 系统应根据附录 F 来进行设计、制造和安装, 从而在车辆的全寿命中, 能够识别、记录、通信和提示附录 F 中所规定的劣化或故障类型。

6.8.3 生产企业应确保 OBD 系统符合附录 F 规定的要求, 在所有正常合理的驾驶条件下 (附录 F 中规定的正常使用条件, 包括低温、高海拔等环境条件), 满足 OBD 的在用功能要求。

6.8.4 当采用劣化部件进行 OBD 验证试验时, OBD 系统故障指示灯 (MI) 应按照附录 F 点亮。

6.8.5 生产企业应确保符合附录 F 规定的 OBD 系族的在用功能要求。

6.8.6 OBD 在用功能相关数据应无加密存储, 并可通过附录 F 规定的标准 OBD 通信协议来读取。

6.8.7 为证明 OBD 满足本标准要求, 型式检验时, 应按照附录 F 进行 OBD 试验。

6.9 NO_x 控制系统

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

6.9.2 生产企业应将有关废气再循环系统 (EGR) 和选择性催化还原系统 (SCR) 在低温环境下控制策略的信息, 向环境保护主管部门报备, 该信息还应包括系统在低温环境下运行对排放影响的说明。

6.9.3 确保 NO_x 控制措施正常运行, 满足附录 G 的要求, 并按照附录 G 的规定进行试验验证。

6.10 双燃料发动机的要求

双燃料发动机或车辆, 应满足本标准的各项要求, 并按照附录 N 的规定进行试验。

6.11 替代用污染控制装置的要求

替代用污染控制装置在设计、制造和安装使用上, 应达到原排放控制装置的性能, 使得发动机和车辆的污染物排放符合本标准的规定, 在汽车正常使用条件下和全寿命期内有效控制污染物排放。

替代用污染控制装置应按照附录 O 的规定进行型式检验。

6.12 整车技术要求

6.12.1 车辆生产企业将发动机安装到整车上，应严格按照第 7 章规定的安装要求进行，确保车辆满足表 4 规定的非标准循环排放要求。

6.12.2 车辆生产企业应确保将发动机装备到整车上后，OBD 系统和 NO_x 控制系统不发生改变，且在实际道路上按照附件 KE 进行验证时，仍能满足第 6.8 和 6.9 规定的技术要求。

6.12.2.1 车辆应具备 OBD 诊断接口，接口应满足 ISO15031 的要求。诊断接口应在车辆内驾驶员附近，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，该箱子的门应可以在不需要工具的情况下手动打开，并且箱子上应清楚的标示“OBD”以识别诊断接口。若特种车辆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，生产企业应将替代位置进行信息公开。

6.12.2.2 生产企业有责任防止车辆的 OBD 系统和排放控制单元被篡改，车辆上应具有防止篡改的功能。如果车辆被篡改，生产企业应查明原因向环境保护主管部门报告，给出防篡改的技术解决方案，并在新生产车辆中采取补救措施。

6.12.3 禁止使用失效策略。

6.12.4 从六 b 阶段开始，车辆应装备符合附录 Q 要求的远程排放管理车载终端，生产企业应保证车辆在有效寿命期内，按本标准要求进行数据发送。

6.12.5 当车辆按照 GB 30510 标准进行整车油耗的测量时，应同时按附录 L 进行污染物排放测量，排放的气态污染物及颗粒物应满足本标准表 4 的要求，并将试验结果进行信息公开。

7 在车辆上的安装

对本标准适用范围的车型，其生产企业应确保按照本章的安装要求来安装发动机。

7.1 发动机在车辆上的安装的要求

7.1.1 进气压力降不应超过附录 A 对已经型式检验的发动机规定的压力降；

7.1.2 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；

7.1.3 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。

7.1.4 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。

7.2 已经型式检验的发动机在车辆上的安装

作为独立技术总成进行型式检验的发动机，在车辆上安装时还应满足下列要求：

- a) 对 OBD 系统，在按附录 F 附件 FA 的规定安装时，应满足附录 A 规定的发动机生产企业的安装要求。
- b) 对 NO_x 控制系统，在按附件 GD 的规定安装时，应满足附录 A 规定的发动机生产企业的安装要求。
- c) 对作为独立技术总成进行型式检验的双燃料发动机，在车辆上安装时，还应满足附录 N 的 N.6.3 和 N.8.2 的要求，并满足附件 AA 规定的发动机生产企业的安装要求。

8 系族和源机

8.1 发动机系族

8.1.1 确定发动机系族的参数

同一发动机系族必须共有附录C中C. 4. 2规定的基本参数。

对双燃料发动机，发动机系族还应符合附录N中N.3.1的附加要求。

8.1.2 源机的选择

系族的源机应按照附录C中C. 4. 3规定的要求选择。

对双燃料发动机，源机选择还应符合附录N中N.3.2的附加要求。

8.1.3 发动机系族的扩展

8.1.3.1 如满足 8.1.1 条的规定，可将新的发动机机型纳入已型式检验的发动机系族。

8.1.3.2 如符合 8.1.2 条（对双燃料发动机，符合附录 N 中 N.3.2）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，应修改附录 A 规定的信息文件。

8.1.3.3 如新的发动机机型具有 8.1.2 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对附录 A 的信息文件进行修改。

8.2 OBD 系族

OBD系族应按照F.6.2确定，系族内发动机系统共用的基本设计参数应相同。

8.3 发动机-后处理系统系族

发动机-后处理系统系族应按照H. 2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发动机-后处理系统系族。

8.4 车型系族

按本标准进行型式检验的车型，其结果可以扩展到符合8. 4. 1要求的其他车型。已通过型式检验车型为基准车型，其他车型为扩展车型，扩展车型与基准车型属于同一车型系族。

8.4.1 同时满足下列条件的，视同为同一个车型系族

- a) 车辆由同一制造企业生产；
- b) 底盘由同一制造企业生产；
- c) 发动机为同一机型（或系族）；
- d) 车辆种类一致，如 M1、M2、M3、N1、N2、N3 类车辆（公交车、邮政车和环卫车等城市车辆除外）、公交车、邮政车和环卫车等城市车辆。

8.4.2 对于改装车型，可以与满足 8. 4. 1 中 b) 条至 d) 条要求的基准车型视同。

9 新生产车的达标要求及检查

9.1 一般要求

- 9.1.1 车辆及发动机生产企业应按照附录 I 采取措施保证生产一致性。
- 9.1.2 发动机生产企业必须采取措施保证发动机、系统、部件或独立技术总成与已型式检验的发动机型一致。
- 9.1.3 生产一致性检查应以附录 A 和附录 B 的信息公开材料为基础进行。
- 9.1.4 试验用的车辆和发动机应随机抽取。生产企业不得对抽取的车辆或发动机进行任何调整（包括对 ECU 软件的更新）。
- 9.1.5 车辆原则上不进行磨合。如生产企业提出要求，可按磨合规范进行磨合，但不得超过 500km，且不得对车辆进行任何调整。

9.2 新生产车达标自查

- 9.2.1 为确保批量生产的车辆满足第 6.12 条规定的技术要求，整车生产企业应对每个车型（系族）制定下线检查计划，包括检查项目、检查方法、抽样方法和抽样比例等。
- 9.2.2 车辆污染物排放自查，应按照本标准附录 K 规定的整车 PEMS 试验方法进行测试；如果车辆按照 GB 30510 标准进行整车油耗的生产一致性检查，应同时按附录 L 进行污染物排放检查。
- 9.2.3 抽样方法应具有统计代表性，能够代表一定生产周期内同批次车辆的排放控制水平。
- 9.2.4 整车生产企业应对车辆检查试验做详细记录并存档，该记录文档应至少保存 5 年。环境保护主管部门可根据需要检查试验记录。
- 9.2.5 下线检查计划和检查结果应进行信息公开。

9.3 新生产车达标监督抽查

环境保护主管部门对新生产车达标抽查可以包括下述全部或部分项目。

9.3.1 排放基本配置核查

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

9.3.2 下线检查计划和自查结果审查

环境保护主管部门可对生产企业下线检查计划、试验记录和检查结果进行审查。

9.3.3 污染物排放检查

- 9.3.3.1 环境保护主管部门可对车型（系族）的污染物排放进行抽查。
- 9.3.3.2 污染物排放检查应按附录 K 进行整车道路 PEMS 排放测试。
- 9.3.3.3 从批量生产的车辆中随机抽取 3 辆车，进行整车排放试验，按下述规则进行判定：
- a) 对于 6.4.2 规定的有效窗口的污染物排放：
任何 1 辆车任一种污染物的有效窗口达标比例都不低于 80%，且 3 辆车任一种污染物的有效窗口达标比例平均值满足 90%达标要求，判定合格；否则不合格。
 - b) 对于 6.4.3 规定的有效数据点的 NO_x 排放浓度：

至少2辆车满足本标准要求,且最多1辆车超过本标准规定的500ppm排放要求,但不超过550ppm,可以判定合格;否则不合格。

9.3.4 OBD 和 NO_x 控制系统检查

9.3.4.1 检查应以车型为基础进行,或以属于同一 OBD 系族的车辆为基础进行。

9.3.4.2 应按附件 KE 在实际道路上对新生产车辆的 OBD 系统和 NO_x 控制系统进行检查。

9.3.4.3 从批量生产的车辆中随机抽取 1-3 辆车,若有一辆车不满足附录 F 和附录 G 的要求,则判定检查不合格。

9.3.5 整车远程排放管理车载终端抽查

环境保护主管部门可按 KE.2.8 的规定,对新生产车辆远程排放管理车载终端的功能进行检查。

9.3.6 新生产发动机的抽查

环境保护主管部门可按 I.4 的规定,对新生产发动机进行抽查。

10 在用符合性要求及检查

10.1 一般要求

10.1.1 对按本标准型式检验的车辆或发动机,应采取措施保证车辆或发动机的在用符合性。

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

10.2 在用符合性检查

在用车辆(发动机)的在用符合性应在正常使用条件下,有效寿命期内,按本标准附录 J 的规定进行检查。在用符合性检查包括 10.2.1 规定的生产企业自查和 10.2.2 规定的环境保护主管部门抽查。

10.2.1 生产企业自查

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

10.2.1.2 车型(系族)在进行型式检验时,车辆生产企业应同时制定在用符合性自查计划,车辆生产企业的在用符合性自查应以车型或车型系族为基础进行,可涵盖改装车企业生产的扩展车型。

10.2.1.3 在用符合性自查计划包括试验的时间表和抽样计划等,并向环境保护主管部门报备。

10.2.1.4 发动机生产企业按自查计划进行在用符合性自查,应尽量选择不同车辆生产企业的车辆进行试验,发动机系族的在用符合性自查报告由发动机所安装车辆的生产企业进行信息公开(可作为车辆生产企业的车型系族在用符合性自查报告的一部分),并向环境保护主管部门报备。

10.2.1.5 车辆生产企业按自查计划进行在用符合性自查,应尽量选择车型系族内的不同车型进行试验,车型(系族)的在用符合性自查报告由车辆生产企业进行信息公开。

10.2.2 环境保护主管部门抽查

10.2.2.1 环境保护主管部门可根据附录 J 规定的在用符合性试验规程,对车型(系族)的在用符合

性进行抽查，并记录购买、维护以及生产商的参与度等信息。

10.2.2.2 如环境保护主管部门证实某一车型（系族）不满足本标准要求，生产企业应按本标准第 10.3 条和 J.5 采取整改措施。

10.3 不符合性整改措施

10.3.1 生产企业应在收到通知后 60 个工作日内，向环境保护主管部门提交整改措施计划。如果生产企业需要更多时间调查不达标的原因，则应提交申请和相关证明。

10.3.2 整改措施应适用于属于同一车型（车型系族）的所有在用发动机或车辆，并扩展到该生产企业可能受相同缺陷影响的发动机机型（系族）、车型（车型系族）。

10.3.3 整改措施计划应在规定的时间内，由生产企业负责实施。

10.3.4 生产企业应保存每一台车辆或发动机的召回、维修或改造记录，保存期至少 10 年。

11 标准实施

11.1 型式检验

自本标准发布之日起，即可依据本标准进行型式检验。

11.2 注册登记、销售和使用

本标准分为六a和六b两个阶段实施，主要技术要求不同点见表8。自表7规定的实施之日起，凡不满足本标准相应阶段要求的新车不得生产、销售和注册登记，不满足本标准相应阶段要求的新发动机不得生产、销售和投入使用。

表7 标准实施时间

标准阶段	车辆类型	实施时间
六a阶段	城市车辆	2020年1月1日
	所有车辆	2021年1月1日
六b阶段	所有车辆	2023年1月1日

表8 六a和六b阶段主要技术要求不同点

技术要求	六 a 阶段	六 b 阶段
PEMS 方法的 PN 要求（6.4.2 条）	无	有
远程排放管理车载终端要求（6.12.4 条）	无	有
高海拔排放要求（E.5 和 K.4 条）	1700 m	2400 m
PEMS 测试载荷范围（EA.3.1 和 K.8.3.1 条）	50%-100%	10%-100%

省、自治区、直辖市人民政府可以在条件具备的地区，提前实施本标准。提前实施本标准的地区，应报国务院环境保护主管部门备案后执行。

11.3 发动机生产一致性检查

对按本标准通过型式检验的发动机，其生产一致性检查应符合本标准要求。

11.4 新生产车达标监督检查

对按本标准通过型式检验的汽车，其新生产车达标监督检查应符合本标准要求。

11.5 在用符合性检查

对按本标准要求生产、销售的发动机，以及生产、销售和注册登记的汽车，其在使用符合性检查应符合本标准要求。

附录 A
(规范性附录)
型式检验材料

A.1 概述

A.1.1 进行型式检验时，应提供以下资料，并由生产企业或进口企业进行信息公开。

如果有示意图，应以适当的比例充分说明细节；其幅面尺寸为 A4，或折叠至 A4。如有照片，应显示其细节。如系统、部件或独立技术总成由微处理机控制，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、附件 AA 和附件 AC 信息。

A.1.3 当装有已型式检验发动机的车型进行排放型式检验时，应提交附录 A、附件 AB 信息。

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

A.2 基本信息

A.2.1 车辆信息（如适用）

A.2.1.1 厂牌（生产企业商标）：

A.2.1.2 车型型号¹：

A.2.1.3 车型名称：

A.2.1.4 车型识别方法和位置，如产品上有标注²：

A.2.1.5 生产企业名称和地址：

A.2.1.6 总装厂名称和地址：

A.2.1.7 生产企业法人姓名和地址：

A.2.2 发动机信息

A.2.2.1 厂牌（生产企业商标）：

A.2.2.2 机型型号¹：

A.2.2.2.1 作为独立技术总成的发动机型号/系族名称/耐久分组编号³：

A.2.2.2.2 源机/各发动机（如适用）：

A.2.2.3 机型识别方法和位置，如产品上有标注⁴：

A.2.2.4 生产企业名称和地址：

A.2.2.5 独立的零部件技术单元的铭牌位置和固定方法：

A.2.2.6 总装厂名称和地址：

A.2.2.7 生产企业法人姓名和地址（如适用）：

A.3 附属文件

A.3.1 发动机系族内源机和各发动机型的基本特点（如适用）

A.3.2 车辆上与排放污染物相关的零部件或系统的基本特点（如适用）

A.3.3 试验条件信息

A.3.4 源机（机型）的照片和（或）图纸，以及排放相关部件（如适用）的照片和（或）图纸

A.3.5 排放控制策略信息

A.3.5.1 生产企业应将该机型任何影响排放的技术要点、发动机排放控制策略、发动机系统直接或间接控制与排放有关变量的方法，以及附录 G 中所要求的报警系统和驾驶性能限制系统的详细说明整理成文件包。文件包可以包括两部分：

- a) 正式文件：应向环境保护主管部门公开，可根据需要提供给相关方。
- b) 扩展文件：应予保密。扩展文件应向环境保护主管部门公开，或由生产企业保存，但应保证在型式检验有效性进行确认时可随时检查这些文件。

A.3.5.2 如果所有输出信号可由独立单元输入信号的控制范围获得的矩阵中清楚地展现。文件应该描述附录 G 要求的驾驶性能限制系统的功能操作，包括检索系统相关信息所需的参数。该材料应向环境保护主管部门公开。

A.3.5.3 扩展文件包应包括所有辅助排放控制策略（AES）和基本排放控制策略（BES）操作信息，包括说明 AES 修订参数、AES 工作边界条件、在附件 BC 规定的试验规程条件下可能启动 AES 和 BES 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 G 中所需的驾驶性能限制系统的完整描述，包括相关的监控策略。

A.3.6 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) 对于点燃式发动机，如附录 C 所述从排放开始时就出现失火并导致发动机排放超出附录 F 规定的限值，或者导致尾气催化器过热、最终造成不可修复的损害，生产企业应对上述所有失火事件中的最小失火率予以声明；
- b) 说明防止篡改和修改排放控制电子单元的规定，其中包括防止对生产企业认可或者校准的设备进行更新；
- c) 符合 F.8 要求的 OBD 文档；
- d) 为访问 OBD 而提供的 OBD 相关信息，应符合本标准附录 P 的要求；
- e) 按 6.4.3 要求和附录 E 的模板声明非标准循环排放的符合性；
- f) 按附录 I 规定的生产一致性保证计划；
- g) 按附录 FG.9 声明 OBD 在用功能符合性；
- h) 按 10.2.1.1 制定的在用符合性自查计划；
- i) 用于型式检验扩展或确定劣化系数的其它型式检验文件（如适用）。

A.3.7 对车型进行的型式检验，除 A.3.6 的材料外，还应提交以下材料：

- a) 按照标准要求防止篡改和修改排放控制电子单元的措施说明，其中包括生产企业对设备的校准和升级；
- b) 附录 F 规定的车载 OBD 部件的描述；
- c) 为访问 OBD 而提供的与车载的 OBD 相关信息；
- d) 按第 9 章制定的新生产车自查计划；
- e) 按第 10 章制定的在用符合性自查计划；
- f) 用于型式检验扩展的其它型式检验文件（如适用）。

A.3.8 其他附属文件清单（如适用）

日期，卷宗

¹不得与其他标准阶段的车型（或机型）型号相同。

²如果型式的定义方法包含和车辆描述不相关的字母，此信息文档包括零部件或是独立技术总成的型式，则文档中这些字母应用“？”表示（例如 ABC?123??）。

³划掉不适用者。

⁴如果型式的定义方法包含和车辆描述不相关的字母，此信息文档包括零部件或是独立技术总成的型式，则文档中这些字母应用“？”表示（例如 ABC?123??）。

附件 AA
(规范性附件)

发动机系族内源机和各发动机型的基本特点

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AA.1	发动机基本信息						
AA.1.1	工作原理：点燃式/压燃式/双燃料 ¹ 四冲程循环/二冲程/旋转式 ¹						
AA.1.1.1	双燃料发动机类型（如适用）：1A/1B/2A/2B/3B ¹ WHTC 试验热循环气体能量比，%						
AA.1.2	气缸数和气缸排列						
AA.1.2.1	缸径 ² ，mm						
AA.1.2.2	行程，mm						
AA.1.2.3	缸心距 ² ，mm						
AA.1.2.4	着火顺序						
AA.1.2.5	缸体构造						
AA.1.2.6	单缸气阀数						
AA.1.3	进、排气道最小截面积，mm ²						
AA.1.4	发动机排量 ³ ，cm ³						
AA.1.5	容积压缩比 ⁴						
AA.1.6	燃烧室和活塞顶部图纸，点燃式发动机的活塞环						
AA.1.6.1	燃烧室型式						
AA.1.7	怠速转速 ⁴ ，r/min						
AA.1.7.1	高怠速 ⁴ ，r/min						
AA.1.7.2	柴油机怠速（仅适用于双燃料发动机或汽车）： 有/无 ¹						
AA.1.8	生产企业规定的怠速状态下排气中 CO 的体积含量 ⁴ ，%（仅适用于点燃式发动机）						
AA.1.9	生产企业规定的发动机高怠速时的空燃比数值， （仅适用于点燃式发动机）						
AA.1.10	稀薄燃烧：是/否						
AA.1.11	最大净功率：kW，在 r/min 转速下						
AA.1.12	额定功率：kW，在 r/min 转速下						
AA.1.13	生产企业规定的发动机最高允许转速，r/min						
AA.1.14	最大净扭矩：Nm，在 r/min 转速下						
AA.1.15	生产企业按照第 4.2 条的要求准备文件包，型式 检验机构评估排放控制策略和车载系统，以确保 NOx 的控制措施的正确性						
AA.2	燃料						
AA.2.1	柴油/LPG/高发热量燃料（NG-H）/低发热量燃						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
	料 (NG-L) /NG-HL/双燃料 ¹						
AA.2.1.1	使用的燃料应与生产企业根据本标准第4.1.1.4.5条规定提交的一致 (如适用)						
AA.3	燃料供给						
AA.3.1	燃油喷射 (仅适用于压燃式或双燃料): 有/无 ¹						
AA.3.1.1	系统描述/燃料供给系统型式						
AA.3.1.2	工作原理: 直喷/预燃室/涡流室式燃烧室 ¹ /其他						
AA.3.1.3	喷油泵						
AA.3.1.3.1	厂牌						
AA.3.1.3.2	型号						
AA.3.1.3.3	泵端压力, MPa						
AA.3.1.3.4	发动机转速 r/min 下, 每冲程或循环的单缸最大供油量 ^{1,4} , mm ³ ; 或特性曲线; 二者选一 (若采用增压压力控制, 则要说明供油特性和增压压力与发动机转速的关系)						
AA.3.1.3.5	静态喷油正时 ⁴ (如适用)						
AA.3.1.3.6	喷油提前曲线 ⁴						
AA.3.1.3.7	校准方法: 泵台架上/发动机上 ¹						
AA.3.1.4	调速器 (如适用)						
AA.3.1.4.1	厂牌						
AA.3.1.4.2	型号						
AA.3.1.4.3	减油点						
AA.3.1.4.3.1	全负荷开始减油点的转速, r/min						
AA.3.1.4.3.2	最高空车转速, r/min						
AA.3.1.4.3.3	怠速转速, r/min						
AA.3.1.5	高压油管						
AA.3.1.5.1	长度, mm						
AA.3.1.5.2	内径, mm						
AA.3.1.5.3	共轨管						
AA.3.1.5.3.1	厂牌						
AA.3.1.5.3.2	型号						
AA.3.1.5.3.3	工作轨压, MPa						
AA.3.1.6	喷油器						
AA.3.1.6.1	厂牌						
AA.3.1.6.2	型号						
AA.3.1.6.3	开启压力 ⁴ , MPa; 或特性曲线 ⁴						
AA.3.1.7	冷启动系统						
AA.3.1.7.1	厂牌						
AA.3.1.7.2	型号						
AA.3.1.7.3	描述						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AA.3.1.8	辅助启动装置						
AA.3.1.8.1	厂牌						
AA.3.1.8.2	型号						
AA.3.1.8.3	系统描述						
AA.3.1.9	电控喷射系统：有/无 ¹						
AA.3.1.9.1	厂牌（如适用）						
AA.3.1.9.2	型号（如适用）						
AA.3.1.9.3	系统描述（非连续喷射系统情况下应详细描述）						
AA.3.1.9.3.1	控制单元（ECU）厂牌和型号						
AA.3.1.9.3.2	燃油调节器厂牌和型号						
AA.3.1.9.3.3	空气流量传感器厂牌和型号						
AA.3.1.9.3.4	燃料分配器厂牌和型号						
AA.3.1.9.3.5	节流阀厂牌和型号						
AA.3.1.9.3.6	水温传感器厂牌和型号						
AA.3.1.9.3.7	空气温度传感器厂牌和型号						
AA.3.1.9.3.8	空气压力传感器厂牌和型号						
AA.3.1.9.3.9	ECU 软件标定号						
AA.3.1.9.3.10	ECU 文件包						
AA.3.2	燃料喷射（仅点燃式）：有/无 ¹						
AA.3.2.1	工作原理：进气管单点/多点喷射/直喷 ¹ ；其他						
AA.3.2.2	厂牌						
AA.3.2.3	型号						
AA.3.2.4	系统描述（非连续喷射系统情况下应详细描述）						
AA.3.2.4.1	ECU 厂牌和型号						
AA.3.2.4.2	燃料调节器厂牌和型号						
AA.3.2.4.3	空气流量传感器厂牌和型号						
AA.3.2.4.4	燃料分配器厂牌和型号						
AA.3.2.4.5	压力调节器厂牌和型号						
AA.3.2.4.6	微动开关厂牌和型号						
AA.3.2.4.7	怠速调整螺钉厂牌、型号和型式（如适用）						
AA.3.2.4.8	节气阀厂牌和型号						
AA.3.2.4.9	水温传感器厂牌和型号						
AA.3.2.4.10	空气温度传感器厂牌和型号						
AA.3.2.4.11	空气压力传感器厂牌和型号						
AA.3.2.4.12	ECU 软件标定号						
AA.3.2.4.13	ECU 文件包						
AA.3.2.5	喷射器，开启压力 ⁴ ，kPa；或特性曲线 ⁴						
AA.3.2.5.1	厂牌						
AA.3.2.5.2	型号						
AA.3.2.6	喷油正时						
AA.3.2.7	冷启动系统						
AA.3.2.7.1	操作原理						
AA.3.2.7.2	极限工况/设定 ^{1,4}						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AA.3.3	供油泵						
AA.3.3.1	压力 ⁴ , kPa; 或特性曲线 ⁴						
AA.4	电子系统						
AA.4.1	额定电压, V, 正/负极 ¹						
AA.4.2	调速器						
AA.4.2.1	型号						
AA.4.2.2	额定输出 (VA)						
AA.5	点火系统 (仅点燃式发动机)						
AA.5.1	厂牌						
AA.5.2	型号						
AA.5.3	工作原理						
AA.5.4	点火提前曲线 ⁴						
AA.5.5	静态点火正时 ⁴ (上止点前)						
AA.5.6	火花塞						
AA.5.6.1	厂牌						
AA.5.6.2	型号						
AA.5.6.3	间隙设定, mm						
AA.5.7	点火线圈						
AA.5.7.1	厂牌						
AA.5.7.2	型号						
AA.6	冷却系统: 液冷/空冷 ¹						
AA.6.1	液冷						
AA.6.1.1	冷却液性质						
AA.6.1.2	循环泵: 有/无 ¹						
AA.6.1.3	特性						
AA.6.1.3.1	循环泵厂牌						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AA.6.1.3.2	循环泵型号						
AA.6.1.4	传动比						
AA.6.2	空冷						
AA.6.2.1	风扇：有/无 ¹						
AA.6.2.2	特性						
AA.6.2.2.1	风扇厂牌						
AA.6.2.2.2	风扇型号						
AA.6.2.3	传动比						
AA.7	进气系统						
AA.7.1	增压器：有/无 ¹						
	AA 类型：（单级增压器、双级增压器、VGT 等）						
AA.7.1.2	厂牌						
AA.7.1.3	型号						
AA.7.1.4	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）						
AA.7.2	中冷：有/无 ¹						
AA.7.2.1	型式：空空/空水 ¹						
AA.7.3	在 GB/17692 规定的运转条件下，并在发动机额定转速和 100%负荷下的进气压力						
AA.7.3.1	允许最小压力，kPa						
AA.7.3.2	允许最大压力，kPa						
AA.7.4	进气管和其他附件的描述和图纸（增压室，加热装置，附件进气口，等）						
AA.7.4.1	进气歧管的描述（包括图纸和（或）照片）						
AA.8	排气系统 （发动机排气歧管入口至排气尾管口的零部件组成）						
AA.8.1	排气歧管的描述和（或）图纸						
AA.8.2	排气系统描述和（或）图纸						
AA.8.2.1	排气系统要素的描述和（或）图纸						
AA.8.3	在 GB/17692 规定的运转条件下，并在发动机额						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
	定转速和 100%负荷下, 允许的最大排气背压, kPa						
AA.8.4	排气系统容积, dm ³						
AA.8.4.1	可接受的排气系统容积, dm ³						
AA.9	进气口和排气口端的最小横截面面积						
AA.10	气阀正时或等效数据						
AA.10.1	气阀最大升程和相对于上、下止点的开闭角度或是替代分布系统的定时信息。可变正时系统的最大正时和最小正时						
AA.10.2	基准和(或)设定范围 ⁵						
AA.11	空气污染防治措施						
AA.11.1	曲轴箱气体再循环装置: 有/无 ¹ 如果有, 给予描述和提供图纸。如果没有, 按照本标准 C.5.10 条款						
AA.11.1.1	曲轴箱气体再循环装置型式						
AA.11.1.2	曲轴箱气体再循环装置厂牌						
AA.11.1.3	曲轴箱气体再循环装置描述和图纸						
AA.11.2	废气再循环(EGR): 有/无 ¹						
AA.11.2.1.1	厂牌						
AA.11.2.1.2	型号						
AA.11.2.1.3	特性描述(流量、EGR 控制方式、冷却方式、EGR 率描述等)						
AA.11.2.1.4	冷却系统: 有/无 ¹						
AA.11.3	附加的污染控制装置(如有, 而没有包含在其他项目内)						
AA.11.3.1	催化转化器: 有/无 ¹						
AA.11.3.1.1	厂牌						
AA.11.3.1.2	型号						
AA.11.3.1.3	催化转化器的作用型式						
AA.11.3.1.4	催化转化器及催化单元的数目						
AA.11.3.1.5	催化转化器尺寸、形状和容积						
AA.11.3.1.6	催化转化器安装位置(在排气管路中的位置和基准距离)						
AA.11.3.1.6.1	催化转化器安装方式描述(如独立安装、并联安装、串连安装等)						
AA.11.3.1.6.2	隔热板: 有/无 ¹						
AA.11.3.1.7	载体						
AA.11.3.1.7.1	载体的尺寸、形状和体积						
AA.11.3.1.7.2	载体结构						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AA.11.3.1.7.3	载体材料						
AA.11.3.1.7.4	载体生产厂						
AA.11.3.1.7.5	涂覆后质量						
AA.11.3.1.7.6	孔密度						
AA.11.3.1.8	涂层						
AA.11.3.1.8.1	涂层材料						
AA.11.3.1.8.2	涂层生产厂						
AA.11.3.1.8.3	贵金属总含量						
AA.11.3.1.8.4	贵金属的相对浓度（贵金属种类和比值，若每个单元不同，应分别描述）						
AA.11.3.1.9	封装						
AA.11.3.1.9.1	生产厂						
AA.11.3.1.9.2	壳体型式						
AA.11.3.1.10	再生方式或系统，给予描述						
AA.11.3.1.10.1	正常工作温度范围，K						
AA.11.3.1.10.2	反应剂：有/无 ¹						
AA.11.3.1.10.2.1	反应剂类型						
AA.11.3.1.10.2.2	反应剂浓度						
AA.11.3.1.10.2.3	反应剂正常工作温度和范围						
AA.11.3.1.10.2.4	反应剂起喷温度，K						
AA.11.3.1.10.2.5	反应剂喷射位置						
AA.11.3.1.10.2.6	国际标准（如适用）						
AA.11.3.1.10.2.7	反应剂补充频率：连续/维修保养 ¹						
AA.11.3.1.10.3	反应剂喷射系统（如适用）						
AA.11.3.1.10.3.1	反应剂喷射系统厂牌						
AA.11.3.1.10.3.2	反应剂喷射系统型号						
AA.11.3.1.10.3.3	反应剂喷射泵厂牌						
AA.11.3.1.10.3.4	反应剂喷射泵型号						
AA.11.3.1.10.4	反应剂传感器（如适用）						
AA.11.3.1.10.4.1	类型						
AA.11.3.1.10.4.2	厂牌						
AA.11.3.1.10.4.3	型号						
AA.11.3.1.10.4.4	数量						
AA.11.3.1.10.4.5	安装位置						
AA.11.3.1.10.4.6	描述						
AA.11.3.1.11	控制单元（如适用）						
AA.11.3.1.11.1	ECU 厂牌和型号						
AA.11.3.1.11.2	ECU 软件标定号						
AA.11.3.1.11.3	ECU 文件包						
AA.11.3.1.11.4	热管理措施：有/无 ¹						
AA.11.3.1.11.4.1	热管理措施描述						
AA.11.3.2	传感器						
AA.11.3.2.1	氧传感器：有/无 ¹						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AA.11.3.2.1.1	厂牌						
AA.11.3.2.1.2	型号						
AA.11.3.2.1.3	安装位置						
AA.11.3.2.1.4	数量						
AA.11.3.2.1.5	控制范围						
AA.11.3.2.2	NOx 传感器：有/无 ¹						
AA.11.3.2.2.1	厂牌						
AA.11.3.2.2.2	型号						
AA.11.3.2.2.3	数量						
AA.11.3.2.2.4	安装位置						
AA.11.3.2.2.5	描述						
AA.11.3.2.3	NH ₃ 传感器：有/无 ¹						
AA.11.3.2.3.1	厂牌						
AA.11.3.2.3.2	型号						
AA.11.3.2.3.3	数量						
AA.11.3.2.3.4	安装位置						
AA.11.3.2.3.5	描述						
AA.11.3.2.4	排温传感器：有/无 ¹						
AA.11.3.2.4.1	厂牌						
AA.11.3.2.4.2	型号						
AA.11.3.2.4.3	数量						
AA.11.3.2.4.4	安装位置						
AA.11.3.2.4.5	描述						
AA.11.3.2.5	压力传感器：有/无 ¹						
AA.11.3.2.5.1	厂牌						
AA.11.3.2.5.2	型号						
AA.11.3.2.5.3	数量						
AA.11.3.2.5.4	安装位置						
AA.11.3.2.5.5	描述						
AA.11.3.2.6	压差传感器：有/无 ¹						
AA.11.3.2.6.1	厂牌						
AA.11.3.2.6.2	型号						
AA.11.3.2.6.3	数量						
AA.11.3.2.6.4	安装位置						
AA.11.3.2.6.5	描述						
AA.11.3.3	空气喷射：有/无 ¹						
AA.11.3.3.1	类型（脉冲空气，空气泵等）						
AA.11.3.4	颗粒捕集器，有/无 ¹						
AA.11.3.4.1	颗粒捕集器厂牌						
AA.11.3.4.2	颗粒捕集器型号						
AA.11.3.4.3	颗粒捕集器系统型式						
AA.11.3.4.4	颗粒捕集器过滤效率						
AA.11.3.4.5	额定转速下的排气流量与过滤体的有效容积之						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
	比						
AA.11.3.4.6	颗粒捕集器的尺寸，形状和容积						
AA.11.3.4.6.1	颗粒捕集器数目及单元数目						
AA.11.3.4.7	颗粒捕集器安装位置(在排气管路中的位置和基准距离)						
AA.11.3.4.7.1	颗粒捕集器安装方式描述(如独立安装、并联安装、串连安装等)						
AA.11.3.4.7.2	隔热板：有/无 ¹						
AA.11.3.4.8	载体						
AA.11.3.4.8.1	载体生产厂						
AA.11.3.4.8.2	载体的尺寸，形状和体积						
AA.11.3.4.8.3	载体结构						
AA.11.3.4.8.4	载体材料						
AA.11.3.4.8.5	涂覆后质量						
AA.11.3.4.8.6	孔密度						
AA.11.3.4.9	涂层						
AA.11.3.4.9.1	涂层生产厂						
AA.11.3.4.9.2	涂层材料						
AA.11.3.4.9.3	贵金属总含量						
AA.11.3.4.9.4	贵金属相对浓度(贵金属种类及比值，若每个单元不同，应分别描述)						
AA.11.3.4.10	封装						
AA.11.3.4.10.1	生产厂						
AA.11.3.4.10.2	壳体型式						
AA.11.3.4.11	颗粒捕集器设计						
AA.11.3.4.12	再生方法或系统，描述和(或)图纸						
AA.11.3.4.12.1	再生方式						
AA.11.3.4.12.2	再生方法描述						
AA.11.3.4.12.3	正常工作温度，K						
AA.11.3.4.12.4	正常工作压力范围(压差)，kPa						
AA.11.3.4.12.5	最大载荷能力，g/L						
AA.11.3.4.12.6	颗粒捕集器两端压差值(OBD 设定报警值)						
AA.11.3.4.12.7	周期再生的情况						
AA.11.3.4.12.7.1	相邻两次再生之间的 WHTC 试验循环次数 n						
AA.11.3.4.12.7.2	发生再生期间的 WHTC 试验循环次数 n _R						
AA.11.3.4.12.7.3	确定两个再生阶段之间循环数目所采用方法的说明，主动再生触发条件说明						
AA.11.3.4.12.8	再生相关的其他内容描述，如添加剂 FBC 的相关参数：添加位置，添加比例、起燃温度、监控传感器、FBC 成分、有可能产生的非常规污染物等						
AA.11.3.4.13	控制单元(如适用)						
AA.11.3.4.13.1	ECU 厂牌和型号						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AA.11.3.4.13.2	ECU 软件标定号						
AA.11.3.4.13.3	ECU 文件包						
AA.11.3.4.13.4	热管理措施：有/无 ¹						
AA.11.3.4.13.5	热管理措施描述						
AA.11.3.4.14	其他系统：有/无 ¹						
AA.11.3.4.14.1	说明和操作						
AA.11.3.5	车载诊断系统（OBD）						
AA.11.3.5.1	OBD 版本号						
AA.11.3.5.2	OBD 系统供应商						
AA.11.3.5.3	OBD 发动机系族和 OBD 文件						
AA.11.3.5.3.1	发动机系族内的 OBD 系族数量						
AA.11.3.5.3.2	OBD 发动机系族表（如适用）						
AA.11.3.5.3.3	包含源机/发动机型的 OBD 发动机系族数量						
AA.11.3.5.3.4	生产厂按照 F.8 和 4.2.3 b)条，以及本标准附录 F 中关于 OBD 系统检验规定所准备的 OBD 文件						
AA.11.3.5.3.5	如适用，生产厂参考该文档在车辆上安装带 OBD 装置的发动机						
AA.11.3.5.3.6	如适用，生产厂参考该文档在车辆上安装双燃料发动机						
AA.11.3.5.4	OBD 系统监测的所有部件的功能和清单 ⁶						
AA.11.3.5.5	书面说明书（一般工作原理）						
AA.11.3.5.5.1	点燃式发动机 ⁶						
AA.11.3.5.5.1.1	催化转化器监测 ⁶						
AA.11.3.5.5.1.2	失火监测 ⁶						
AA.11.3.5.5.1.3	氧传感器监测 ⁶						
AA.11.3.5.5.1.4	OBD 系统其他部件监测						
AA.11.3.5.5.2	压燃式发动机 ⁶						
AA.11.3.5.5.2.1	催化转化器监控 ⁶						
AA.11.3.5.5.2.2	颗粒捕集器监测 ⁶						
AA.11.3.5.5.2.3	电控燃油系统监测 ⁶						
AA.11.3.5.5.2.4	降 NO _x 系统监测 ⁶						
AA.11.3.5.5.2.5	OBD 系统其他部件监测 ⁶						
AA.11.3.5.6	MI 激活标准（驾驶循环数量或标准统计方法） ⁶						
AA.11.3.5.7	所有 OBD 输出代码和所用格式清单（附上代码对应解释） ⁶						
AA.11.3.5.8	OBD 通信协议标准 ⁶						
AA.11.3.5.9	生产厂按照 A.3.6 条和 A.3.7 中关于 OBD 系统型式检验规定所准备的资料						
AA.11.3.5.10	第 AA.11.3.6.7 条中为生产厂提供了备选参考，可根据以下示例：零部件-故障代码-故障代码是否可删除-监测策略-故障检测标准-MI 激活标准-二级参数-驾驶性能限制-预处理-验证试验-SCR 催化转化器-P20EE-不可删除-NO _x 传感器 1						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
	和 2 指示灯-NOx 传感器 1 和 2 指示灯差异-第二次循环-发动机转速、负荷、催化器温度、反应剂催化作用、排气流量-立即-OB D 测试循环 (WHTC 热循环部分)-OB D 测试循环 (WHTC 热循环部分)						
AA.11.3.6	其他系统 (描述和操作)						
AA.11.3.6.1	确保 NOx 控制正常运行的系统						
AA.11.3.6.2	驾驶员诱因永久失活的发动机, 用于救援、武装服务、民防、消防服务和负责维持公共秩序的车辆: 有/无 ¹						
AA.11.3.6.3	为确保 NOx 控制措施的正确运行时的发动机系族内的 OB D 系族数						
AA.11.3.6.4	OB D 发动机系族清单 (如适用)						
AA.11.3.6.5	发动机系族的源机/发动机型的 OB D 数量						
AA.11.3.6.6	在不激活警报系统时试剂中活性成分的最低浓度 (CDmin), %vol						
AA.11.3.6.7	生产企业提供装在车辆上确保 NOx 控制方法正常操作的系统的文件说明						
AA.12	重型车辆的气体燃料发动机和双燃料发动机相关的特殊信息 (系统按照不同方式制定时, 提供等效的信息)						
AA.12.1	燃料: LPG/NG-H/NG-L/NG-HL ¹						
AA.12.2	压力调节器或蒸发器/压力调节器 ¹						
AA.12.2.1	厂牌						
AA.12.2.2	型号						
AA.12.2.3	压降级数						
AA.12.2.4	末级压力的最低值-最高值, kPa						
AA.12.2.5	主要的调整点数						
AA.12.2.6	怠速调整点数						
AA.12.3	燃料供给系统: 混合装置/燃气喷射/液体喷射/直接喷射 ¹						
AA.12.3.1	混合强度调节						
AA.12.3.2	系统描述和 (或) 曲线和图纸						
AA.12.4	混合装置						
AA.12.4.1	数量						
AA.12.4.2	厂牌						
AA.12.4.3	型号						
AA.12.4.4	安装位置						
AA.12.4.5	可调性						
AA.12.5	进气歧管喷射						
AA.12.5.1	喷射: 单点/多点 ¹						
AA.12.5.2	喷射: 连续/定时同时/定时依次 ¹						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AA.12.5.3	喷射装置						
AA.12.5.3.1	厂牌						
AA.12.5.3.2	型号						
AA.12.5.3.3	可调性						
AA.12.5.4	供给泵（如适用）						
AA.12.5.4.1	厂牌						
AA.12.5.4.2	型号						
AA.12.5.5	喷射器						
AA.12.5.5.1	厂牌						
AA.12.5.5.2	型号						
AA.12.6	直接喷射						
AA.12.6.1	喷射泵/压力调节器 ¹						
AA.12.6.1.1	厂牌						
AA.12.6.1.2	型号						
AA.12.6.1.3	喷气正时						
AA.12.6.2	喷射器						
AA.12.6.2.1	厂牌						
AA.12.6.2.2	型号						
AA.12.6.2.3	开启压力或特征曲线 ¹						
AA.12.7	电子控制单元（ECU）						
AA.12.7.1	厂牌						
AA.12.7.2	型式						
AA.12.7.3	可调性						
AA.12.7.4	软件标定号						
AA.12.8	NG 燃料的特定装置						
AA.12.8.1	变型（限于若干特定燃料组分的发动机型式检验）						
AA.12.8.1.1	自适应功能：是/否 ¹						
AA.12.8.1.2	特定气体组分标定 NG-H/NG-L/NG-HL ¹ 特定的气体组分转换 NG-H _t /NG-L _t /NG-HL _t ¹						

编号	项目	源机	系族成员																															
			A	B	C	D	E																											
AA.12.8.2	燃料组分： <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">甲 烷 (CH₄):</td> <td style="width: 25%;">基准%mol</td> <td style="width: 25%;">最小%mol</td> <td style="width: 25%;">最大 %mol</td> </tr> <tr> <td>乙 烷 (C₂H₆):</td> <td>基准%mol</td> <td>最小%mol</td> <td>最大 %mol</td> </tr> <tr> <td>丙 烷 (C₃H₈):</td> <td>基准%mol</td> <td>最小%mol</td> <td>最大 %mol</td> </tr> <tr> <td>丁 烷 (C₄H₁₀):</td> <td>基准%mol</td> <td>最小%mol</td> <td>最大 %mol</td> </tr> <tr> <td>C₅/C₅₊:</td> <td>基准%mol</td> <td>最小%mol</td> <td>最大 %mol</td> </tr> <tr> <td>氧 (O₂):</td> <td>基准%mol</td> <td>最小%mol</td> <td>最大 %mol</td> </tr> <tr> <td>惰性气 (氮气, 氦气等):</td> <td>基准%mol</td> <td>最小%mol</td> <td>最大 %mol</td> </tr> </table>	甲 烷 (CH ₄):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol	乙 烷 (C ₂ H ₆):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol	丙 烷 (C ₃ H ₈):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol	丁 烷 (C ₄ H ₁₀):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol	C ₅ /C ₅₊ :	基准%mol	最小%mol	最大 %mol	氧 (O ₂):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol	惰性气 (氮气, 氦气等):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol					
甲 烷 (CH ₄):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol																															
乙 烷 (C ₂ H ₆):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol																															
丙 烷 (C ₃ H ₈):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol																															
丁 烷 (C ₄ H ₁₀):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol																															
C ₅ /C ₅₊ :	基准%mol	最小%mol	最大 %mol																															
氧 (O ₂):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol																															
惰性气 (氮气, 氦气等):	基准%mol	最小%mol	最大 %mol																															
AA.13	重型发动机的 CO ₂ 排放量																																	
AA.13.1	WHSC 试验的 CO ₂ 质量排放量, g/kW·h																																	
AA.13.1.1	对于双燃料发动机, 在柴油模式下 WHSC 试验的 CO ₂ 质量排放量 (如适用), g/kW·h 对于双燃料发动机, 在双燃料模式下 WHSC 试验的 CO ₂ 质量排放量 (如适用), g/kW·h																																	
AA.13.2	WHTC 试验的 CO ₂ 质量排放量, g/kW·h																																	
AA.13.2.1	对于双燃料发动机, 在柴油模式下 WHTC 试验的 CO ₂ 质量排放量 (如适用), g/kW·h 对于双燃料发动机, 在双燃料模式下 WHTC 试验的 CO ₂ 质量排放量 (如适用), g/kW·h																																	
AA.14	重型发动机燃料消耗																																	
AA.14.1	WHSC 试验燃料消耗, g/kW·h																																	
AA.14.1.1	双燃料发动机, 在柴油模式下的 WHSC 试验的燃料消耗量 (如适用), g/kW·h 双燃料发动机, 在双燃料模式下 WHSC 试验的燃料消耗量 (如适用), g/kW·h																																	
AA.14.2	WHTC 试验燃料消耗 ⁷ , g/kW·h																																	
AA.14.2.1	双燃料发动机, 在柴油模式下的 WHTC 试验的燃料消耗量 (如适用), g/kW·h 双燃料发动机, 在双燃料模式下的 WHTC 试验																																	

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
	的燃料消耗量（如适用），g/kW·h						
AA.15	生产企业限定温度						
AA.15.1	冷却系统						
AA.15.1.1	出口处的冷却液最高温度，K						
AA.15.1.2	空冷						
AA.15.1.2.1	基准点						
AA.15.1.2.2	基准点最高温度，K						
AA.15.2	中冷器出口空气的最高温度，K						
AA.15.3	排气歧管或增压器出口法兰处的最高排气温度，K						
AA.15.4	燃料最低温度-最高温度，K 柴油发动机在喷射泵的入口测量，气体燃料发动机在压力调节器的后段测量						
AA.15.5	润滑剂最低温度-最高温度，K						
AA.16	润滑系统						
AA.16.1	系统说明						
AA.16.1.1	润滑油箱的位置						
AA.16.1.2	供给系统（泵/喷入进气/与燃油混合 ¹ 等）						
AA.16.2	润滑油泵						
AA.16.2.1	厂牌						
AA.16.2.2	型号						
AA.16.3	与燃料混合						
AA.16.3.1	百分比						
AA.16.4	机油冷却器：有/无 ¹						
AA.16.4.1	图纸						
AA.16.4.2	厂牌						
AA.16.4.3	型号						

表格填写说明：

- 1、与发动机系族成员相关的字母 A, B, C, D, E 应由实际的发动机系族内的发动机型号替代。
- 2、当发动机某一特性参数或描述适用于系族内所有机型时，表格 A-E 应合并填写。
- 3、当发动机系族内机型超过5时，可增加表格列数。

¹划掉不适用者。

²数字应按 GB/T8170 标准要求修约到接近十分之一毫米。

³数值应计算并按 GB/T8170 标准要求修约到接近立方厘米。

⁴指定公差。

⁵请在这里填写每个变量的上限和下限值。

⁶如 AA.11.2.6.1.4 所述，对于一个单独的 OBD 发动机系族和文件包里未记录过的，要予以归档。

⁷见附录 C 包含冷态和热态部分的综合 WHTC 燃油消耗量。

附件 AB
(规范性附件)

与污染物排放相关的汽车零部件和系统的基本参数

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AB.1	发动机型号/生产厂						
AB.1.1	发动机编号(在发动机上标注或其他辨认方法)(如适用)						
AB.2	燃料						
AB.2.1	燃油箱加油口: 受限的油口/标签						
AB.3	燃油箱						
AB.3.1	常用燃油箱						
AB.3.1.1	数量及各箱的容量						
AB.3.2	备用燃油箱						
AB.3.2.1	数量及各箱的容量						
AB.4	尿素箱 (如适用)						
AB.4.1	尿素箱容量及数量						
AB.5	进气系统						
AB.5.1	发动机额定转速和 100%负荷下的进气压力, k Pa						
AB.5.2	空气滤清器						
AB.5.2.1	厂牌						
AB.5.2.2	型号						
AB.5.2.3	图纸						
AB.5.3	进气消声器						
AB.5.3.1	厂牌						
AB.5.3.2	型号						
AB.5.3.3	图纸						
AB.6	排气系统						
AB.6.1	排气系统的说明和 (或) 图纸						
AB.6.1.1	不属于发动机系统的排气系统部分的说明和 (或) 图纸						
AB.6.2	发动机额定转速和 100%负荷下的排气背压, kPa						
AB.6.3	排气系统容积, dm ³						
AB.6.3.1	实际完整的排气系统容积 (车辆与发动机系统), dm ³						
AB.6.4	排气消声器						
AB.6.4.1	厂牌						
AB.6.4.2	型号						
AB.6.4.3	图纸						
AB.7	车载诊断 (OBD)系统						
AB.7.1	车载 OBD 装置						
AB.7.2	生产企业提供已检验发动机的车载 OBD 系统安装说明书						
AB.7.3	MI 激活原则说明 (或) 图纸 ¹						
AB.7.4	OBD 非车载通讯接口的文字说明和 (或) 图纸 ¹						

编号	项目	源机	系族成员				
			A	B	C	D	E
AB.8	确保 NOx 控制方法正常操作的系统						
AB.8.1	选用本标准附录 O ² 规定的替代型式检验条款：是/否 ³						
AB.8.2	确保 NOx 控制方法正常操作的系统车载零部件						
AB.8.3	渐变模式的激活：重启后禁用/加油后禁用/停车后禁用						
AB.8.4	如适用，装有已检验发动机的车辆，生产企业提供确保 NOx 控制方法正常操作的系统的文件包						
AB.8.5	信号指示灯的文字说明和（或）图纸 ¹						
AB.8.6	加热/不加热的反应剂箱和喷油剂量系统（见本标准附录 O）						

¹见 AB.7.2 记录信息。

²附录 O 保留用作以后的可选型式检验

³划掉不适用者。

附件 AC
(资料性附件)
试验条件

AC.1 火花塞

AC.1.1 厂牌:

AC.1.2 型号:

AC.1.3 火花塞间隙设定:

AC.2 点火线圈

AC.2.1 厂牌:

AC.2.2 型号:

AC.3 所用的润滑油

AC.3.1 厂牌:

AC.3.2 型号:

AC.3.3 若燃料中混有润滑油, 应说明混合物中润滑油的百分比

AC.4 发动机驱动设备

AC.4.1 仅需确定附件/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的附件装在发动机上

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.4.2 列举并确定其细节:

AC.4.3 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	n_{95h}
Pa 附件 CG 要求的附件/设备					
Pb 附件 CG 要求的不需要的附件/设备					

AC.5 发动机性能

AC.5.1 按照附录 C 进行发动机排放试验的发动机转速。

AC.5.1.1 按照附录 C 在柴油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	
n_{95h} :		r/min
AC.5.2 双燃料模式发动机功率		
AC.5.2.1 怠速:	r/min	
AC.5.2.2 最大功率对应的转速:		r/min
AC.5.2.3 最大功率:		kW
AC.5.2.4 最大扭矩对应的转速:	r/min	
AC.5.2.5 最大扭矩:	Nm	
AC.5.2.6 柴油模式发动机功率		
AC.5.2.6.1 怠速:	r/min	
AC.5.2.6.2 最大功率对应的转速:		r/min
AC.5.2.6.3 最大功率:		kW
AC.5.2.6.4 最大扭矩对应的转速:		r/min
AC.5.2.6.5 最大扭矩:		Nm
AC.6 OBD 试验有关信息		
AC.6.1 OBD 试验的测试条件:		
AC.6.2 OBD 系统验证的测试循环:		
OBD验证试验前预处理循环数量:		

附件 AD
(规范性附件)
排放质保零部件要求

AD.1 概述

生产企业应至少对本附件规定的排放质保零部件提供排放质保服务，其排放质保期不应低于表 6 规定的最短质保期。

AD.2 排放质保零部件

AD.2.1 与下列系统相关的发动机部件

AD.2.1.1 进气系统

AD.2.1.2 燃油系统

AD.2.1.3 点火系统

AD.2.1.4 废气再循环系统

AD.2.2 排放控制相关部件

AD.2.2.1 后处理装置

AD.2.2.2 曲轴箱通风阀

AD.2.2.3 传感器

AD.2.2.4 电子控制单元

附录 B
(资料性附录)
型式检验报告格式

型式检验报告类型：

- 发动机系族内源机型式检验报告
- 发动机系族内各发动机型的型式检验报告
- 装有未型式检验发动机的车型的型式检验报告

B.1 第一部分

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

B.2 第二部分

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

B.3 附件：检验机构的测试报告

附件 BA
(资料性附件)
型式检验报告的附加资料

BA.1 与装有发动机车辆型式检验相关的信息

- BA.1.1 发动机厂牌 (企业名称):
- BA.1.2 型式和商品描述 (提及各种变型):
- BA.1.3 发动机上的生产企业代码:
- BA.1.4 发动机类别: 柴油/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL/双燃料
- BA.1.4.1** 双燃料发动机型式: 1A型/1B型/2A型/2B型/3B型¹
- BA.1.5 生产企业名称和地址:
- BA.1.6 生产企业授权代表的名称和地址 (如适用):

BA.2 在BA.1提及的作为独立技术总成进行型式检验的发动机

- BA.2.1 发动机/发动机系族的型式检验编号:
- BA.2.2 发动机控制单元 (ECU) 的软件标定号:

BA.3 与作为独立技术总成的发动机 (或系族) 型式检验相关的详细说明 (发动机在车辆上的安装条件也要考虑)

- BA.3.1 最大和 (或) 最小进气阻力:
- BA.3.2 允许的最大排气背压:
- BA.3.3 排气系统容积:
- BA.3.4 限制条件 (如有):
- BA.3.5 后处理安装位置 (在排气管路中的位置和基准距离):
- BA.3.6 企业规定的发动机高怠速的 λ 值控制范围 (如适用):

BA.4 发动机/源机的排放水平

劣化系数 (DF): 计算/定值

WHSC (如适用) 和WHTC测试劣化系数 (DF) 和排放值见下表

如果燃气机进行试验时采用了不同的基准燃料, 采用每种基准燃油的测试数据都应填写下表;

若进行1B和2B型双燃料发动机试验时, 每种模式 (双燃料和柴油模式) 进行试验时都应填写下表;

BA.4.1 WHSC 试验

表 BA.1 WHSC 试验

DF 乘/加 ¹	CO	THC	NHMC (如适用)	NO _x	PM	NH ₃	PN
排放	CO (mg/kW·h)	THC (mg/kW·h)	NHMC (mg/kW·h) (如适用)	NO _x (mg/kW·h)	PM (mg/kW·h)	NH ₃ (ppm)	PN (#/kW·h)

试验结果							
DF 修正结果							
CO ₂ 排放量（如适用）： g/kW·h 燃油消耗量（如适用）： g/kW·h							

BA.4.2 WHTC 试验

表 BA.2 WHTC 试验

DF 乘/加 ¹	CO	THC (如适用)	NHMC (如适用)	CH ₄ (如适用)	NO _x	PM	NH ₃	PN
排放	CO (mg/kW·h)	THC (mg/kW·h) (如适用)	NHMC (mg/kW·h) (如适用)	CH ₄ (mg/kW·h) (如适用)	NO _x (mg/kW·h)	PM (mg/kW·h)	NH ₃ (ppm)	PN (#/kW·h)
冷启动								
无再生的 热启动								
有再生的 热启动								
k _{r,u} 乘/加 ¹ k _{r,d} 乘/加 ¹								
加权试验 结果								
DF 修正 结果								
CO ₂ 排放量： g/kW·h 燃油消耗量： g/kW·h								

BA.4.3 PEMS试验

表 BA.3 PEMS 试验

车辆类型（例如M ₃ 、N ₃ 类，和用途， 如刚性或铰接式卡车、城市公交车等）	
车辆描述（如车型，原型）	

通过/失败 ¹ 结果	CO	THC	NO _x	PN	PM
路线信息	城市		郊区	高速公路	
K.5中描述的城市、郊区、高速公路的时间分配比例					
K.5中描述的加速、减速、匀速和停止的时间分配比例					
	最低值			最高值	
功基窗口平均功率 (%)					
功基窗口：有效窗口百分比					
CO ₂ 质量窗口（指一个 WHTC 循环下的 CO ₂ 质量排放量，单位为 KG/循环）： 有效窗口百分比					
燃料消耗量的一致性比率					

BA.5 功率测量

BA.5.1 在试验台架上发动机功率测试

表 BA.4 在试验台架上发动机功率测试

实测发动机转速 (r/min)							
实测燃油流量 (g/h)							
实测扭矩 (Nm)							
实测功率 (kW)							
大气压力 (kPa)							
水蒸气分压 (kPa)							
进气温度 (K)							
功率校正系数							
校正功率 (kW)							
附件功率 (kW)							
净功率 (kW)							
净扭矩 (Nm)							
校正后的燃油消耗量 (g/kW·h)							

BA.5.2 附加数据

¹划掉不适用者。

附 录 C
(规范性附录)
发动机标准循环试验规程

C.1 概述

C.1.1 本附录规定了发动机排气污染物的测量方法，包括WHSC稳态试验循环和WHTC瞬态试验循环。

C.1.2 本附录附件规定了WHTC循环中测功机设定规范，排放试验用辅件及设备安装的要求，排放计算，测量、取样和标定规程，粒子数量测量规程，氮测量规程，粒子数量排放测量设备，CO₂排放与燃料消耗量，分析和取样系统，统计公式和系统等效性等内容。

C.1.3 试验应在发动机测功机台架上进行。

C.2 定义、符号和缩写

C.2.1 定义

C.2.1.1 最大净功率(P_{max})

指生产企业在型式检验及信息公开时填报的最大净功率。

C.2.1.2 延迟时间

指当所测组分发生变化时，系统从基准点到全量程的10%之间的反应时间(t₁₀)。对气体组分而言是指，以取样管为基准点，所测组分从取样探头到探测器的传输时间。

C.2.1.3 漂移

是指排气分析仪零点或量距点在排放试验前后的差异。

C.2.1.4 全流稀释法

指稀释空气与全部排气充分混合后抽取一部分进行分析的测量过程。

C.2.1.5 高转速(n_{hi})

指70%最大净功率时的最高发动机转速。

C.2.1.6 低转速(n_{lo})

指55%最大净功率时的最低发动机转速。

C.2.1.7 最大扭矩转速

指发动机发出由生产企业规定的最大扭矩时的发动机转速。

C.2.1.8 归一化扭矩

指发动机某一转速下可得到的最大有效扭矩的百分比。

C.2.1.9 操作者要求

指一个发动机操作者的输入控制发动机输出。操作者或许是人(也就是手动)，或者是调节器(也就是自动)，机械的信号或电信号输入控制发动机输出。输入或许是一个油门踏板或信号、一个油门拉杆或信号、一个燃料操纵杆或信号、一个速度控制杆或信号或者是一个调节器设定点或信号。

C.2.1.10 部分流稀释法

指从排气总流量中分出一部分直采排气，然后在颗粒物滤纸前与适量的稀释空气混合的过程。

C.2.1.11 带过渡工况的稳态试验循环

指一个试验循环，该循环按照规定转速、扭矩、每工况稳定标准和（WHSC）工况间定义的斜过渡进行的连续发动机试验工况。

C.2.1.12 额定转速

指由生产企业在其销售和服务文件中规定的调速器所允许的最高全负荷转速，或由生产企业在其销售和服务文件中规定的，未装调速器时，发动机最大功率时对应的转速。

C.2.1.13 响应时间

指基准点测量组分发生快速变化时，测量系统进行响应而适当的变化的间隔时间（见图C.1）。系统响应时间（ t_{90} ）由系统延迟时间和系统上升时间组成。在本标准中，取样探头被定义为基准点。上升时间指10%响应和90%响应最后读数之间的时间（ $t_{90} - t_{10}$ ）。

C.2.1.14 量距点响应

指在30s时间间隔内对量距气的平均响应。

C.2.1.15 比排放量

指排放结果用g/kW.h表示的排放量。

C.2.1.16 试验循环

指发动机在稳态工况（WHSC）或瞬态工况（WHTC）下按照规定转速和扭矩进行的连续试验点。

C.2.1.17 转换时间

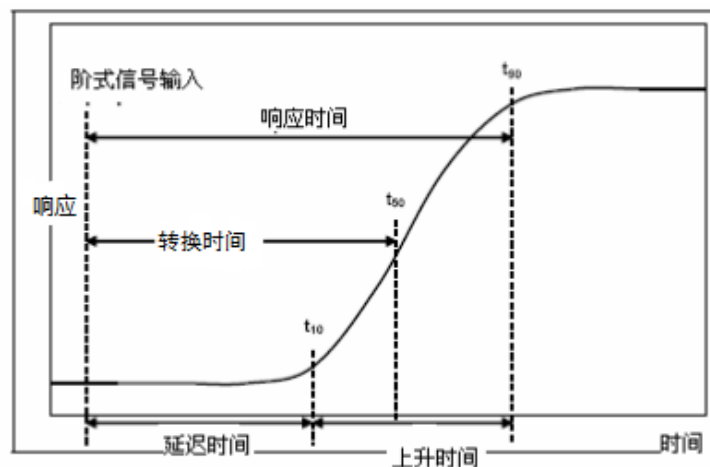
指基准点测量到的组分变化至系统响应到最后读数的50%（ t_{50} ）之间的时间，取样探头被定义为基准点。转换时间用于不同的测量仪器信号校正。

C.2.1.18 瞬态测试循环

指随着时间快速变化的归一化转速和扭矩连续试验点（WHTC）。

C.2.1.19 零点响应

指在30s时间间隔内对零气的平均响应。



图C.1系统响应的定义

C.2.2 通用符号

符号	单位	定义
a_1	-	回归线的斜率
a_0	-	回归线的y 截距
A/F_{st}	-	理论空燃比
C	ppm/Vol%	浓度
C_d	ppm/Vol%	干基浓度
C_w	ppm/Vol%	湿基浓度
C_b	ppm/Vol%	背景浓度
C_d	-	SSV流量系数
C_{gas}	ppm/Vol%	排气组分的浓度
c_s	粒子数/cm ³	修正到标准状态（273.2K, 101.33kPa)后每立方厘米稀释排气的平均粒子浓度
$c_{s,i}$	粒子数/cm ³	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（273.2K, 101.33kPa)
d	m	直径
d_i	nm	粒子电迁移直径(30, 50 or100 nm)
d_V	m	文丘里喉管直径
D_0	m ³ /s	PDP标定函数曲线的截距
D	-	稀释系数
Δt	s	时间间隔
e		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}	%	NOx分析仪的CO ₂ 熄火率
E_E	%	乙烷效率
E_{H_2O}	%	NOx 分析仪的水熄火率
E_M	%	甲烷效率
E_{NO_x}	%	NOx 转化器的转化效率
f	Hz	取样频率
f_a	-	实验室大气因子
F_S	-	理论配比系数
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
$k_{f,d}$	m ³ /kg 燃料	干排气燃烧附加容积
$k_{f,w}$	m ³ /kg 燃料	湿排气燃烧附加容积
$k_{h,D}$	-	压燃式发动机NO _x 湿度校正系数
$k_{h,G}$	-	点燃式发动机NO _x 湿度校正系数
k_r	-	根据第C.5.6.4条确定的再生因子, 或者无周期性再生后处理系统的 $k_r=1$

$k_{r,d}$	-	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
λ	-	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
$m_{PM,corr}$	g/循环	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	Nm	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	Nm	附件吸收的扭矩
M_{gas}	g/mol	气体组分的摩尔质量
M_r	Nm	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	r/min	发动机转速
n_{hi}	r/min	高转速
n_{lo}	r/min	低转速
n_{pref}	r/min	参考转速
n_p	r/s	PDP 泵转速
N_{cold}	-	WHTC冷态测试循环排放的颗粒物总数量
N_{hot}	-	WHTC热态测试循环排放的颗粒物总数量
N_{in}		上游粒子数量浓度
N_{out}		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	安装的附件吸收的功率
P_r	kW	拆掉的附件吸收的功率
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）
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^3/s	CVS体积流量
q_{vs}	dm^3/min	排气分析仪系统流量
q_{vt}	cm^3/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
ρ	kg/m ³	密度
ρ_e	kg/m ³	排气密度
σ	-	标准偏差
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 ³ /r	PDP 泵每转气体容积
V_s	dm ³	排气分析仪的系统容积
W_{act}	kWh	试验循环实际循环功
$W_{act,cold}$	kWh	WHTC冷态试验循环实际循环功
$W_{act,hot}$	kWh	WHTC热态试验循环实际循环功
W_{ref}	kWh	试验循环基准循环功
X_0	m ³ /r	PDP 标定系数

C.2.3 燃料组分的符号和缩写

w_{ALF}	燃料中的氢含量，质量百分比
w_{BET}	燃料中的碳含量，质量百分比

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
α	氢碳摩尔比 (H/C)
γ	硫碳摩尔比 (S/C)
δ	氮碳摩尔比 (N/C)
ε	氧碳摩尔比 (O/C)

燃料分子式为: $\text{CH}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$

C.2.4 化学组分符号和缩写

C1	1个碳的等效碳氢化合物
CH_4	甲烷
C_2H_6	乙烷
C_3H_8	丙烷
CO	一氧化碳
CO_2	二氧化碳
DOP	邻苯二甲酸二辛酯
HC	碳氢化合物
H_2O	水
NMHC	非甲烷碳氢化合物
NO_x	氮氧化物
NO	一氧化氮
NO_2	二氧化氮
PM	颗粒物

C.2.5 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
de NO_x	NO_x 后处理系统
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
LPG	液化石油气
NDIR	不分光红外线分析仪
NG	天然气
NMC	非甲烷截止器
OT	出口管
PDP	容积泵
PercentFS	全量程百分比
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
SSV	亚音速文丘里管
VGT	可变截面涡轮增压系统
VPR	挥发性粒子去除器
WHSC	全球统一的稳态循环
WHTC	全球统一的瞬态循环

C.3 一般要求

C.3.1 气态和颗粒物污染物的排放

气态和颗粒物污染物的排放应按第C.6条描述的 WHTC 和 WHSC 试验循环来测量，测量系统的线性要求应符合第CB.2条，测量系统的技术指标应符合第CB.3条（气态污染物测量）、第CB.4条（颗粒污染物测量）和附件CE。

如果其他系统或分析仪能够得到第C.3.2条所描述的等效结果，则检验机构可以对其认可。

C.3.2 等效系统

若要确定等效系统与本附件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。比对试验应在同一实验室内、同一试验台架、同一发动机上进行，最好是同时进行。在上面所述的实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CF.3条所描述的F—检验和t—检验统计获得。根据ISO 5725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向环境保护主管部门报备。

C.4 发动机系族

C.4.1 概述

设计参数是某一发动机系族的特性。系族成员所有发动机共有这些参数。发动机生产企业可以

按照第C.4.2条中的系族成员标准确定哪些发动机属于一个系族。

生产企业应向环境保护主管部门提交发动机系族成员的排放水平的合理信息。

C.4.2 发动机系族的参数

在确定发动机系族时，在某些条件下某些设计参数可能会相互影响，确保只有相似排放特性的发动机才可包含在同一个发动机系族内。生产企业应确认这种情况，并向环境保护主管部门报告。这可作为新建一个发动机系族的标准。

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，并向环境保护主管部门报告。这可作为新建一个发动机系族的标准。

除了本条列出的参数外，生产企业可引用附加标准以确定更严格界定的系族。这些参数不是影响排放水平的必要参数。

C.4.2.1 燃烧循环

- a) 二冲程
- b) 四冲程
- c) 转子发动机
- d) 其它

C.4.2.2 气缸的布置

C.4.2.2.1 缸体上的气缸布置

- a) V型
- b) 直列式
- c) 星型
- d) 其它 (F, W等)

C.4.2.2.2 气缸的相对位置

同一缸体且缸心距相同的发动机可以归入同一系族。

C.4.2.3 主冷却介质

- a) 空气
- b) 水
- c) 油

C.4.2.4 单缸排量

C.4.2.4.1 单缸排量 $\geq 0.75 \text{ dm}^3$

当单缸排量 $\geq 0.75 \text{ dm}^3$ 时，系族内发动机的单缸排量间不得超过系族内最大单缸排量的15%。

C.4.2.4.2 单缸排量 $< 0.75 \text{ dm}^3$

单缸排量 $< 0.75 \text{ dm}^3$ 时，系族内发动机的单缸排量间不得超过系族内最大单缸排量的30%。

C.4.2.4.3 其他单缸排量超限的发动机

对于单缸排量超出第C.4.2.4.1和C.4.2.4.2条规定范围的发动机，若通过计算、模拟或试验结果等，能够证实单缸排量超出范围对排放不产生影响，也可以归入同一个系族，但应将相关材料向

环境保护主管部门报备。

C.4.2.5 进气方式

- a) 自然吸气
- b) 增压
- c) 增压中冷

C.4.2.6 燃油种类

- a) 柴油
- b) 天然气 (NG)
- c) 液化石油气 (LPG)
- d) 乙醇

C.4.2.7 燃烧室类型

- a) 开放式
- b) 分离式
- c) 其他类型

C.4.2.8 点火方式

- a) 点燃式
- b) 压燃式

C.4.2.9 气阀和阀座

- a) 结构
- b) 气阀数

C.4.2.10 燃料供给型式

- a) 液体燃料供给型式
 - 1) 泵和（高压）管及喷油器
 - 2) 直列或分配泵
 - 3) 单体泵或泵喷嘴
 - 4) 共轨
 - 5) 化油器（多个）
 - 6) 其他
- b) 气体燃料供给型式
 - 1) 气态
 - 2) 液态
 - 3) 混合单元
 - 4) 其他

- c) 其他类型

C.4.2.11 特殊装置

- a) 废气再循环 (EGR)
- b) 水喷射
- c) 空气喷射
- d) 其他

C.4.2.12 电子控制策略

有、无电子控制单元 (ECU) 是发动机系族的一个基本参数。对于电控发动机，生产企业商应提供技术要点说明编入同一系族的一组发动机的理由，也就是，该组发动机满足同一排放要求的原因。技术要点可以是计算，模拟，估算，喷射参数描述，试验结果等。

控制特征示例：

- a) 正时
- b) 喷油压力
- c) 多点喷射
- d) 增压
- e) VGT
- f) EGR

C.4.2.13 排气后处理系统

下列装置的功能和组合均是同一发动机系族的成员标准：

- a) 氧化催化剂
- b) 三元催化剂
- c) deNO_x与选择性还原NO_x（附加还原剂）
- d) 其他deNO_x系统
- e) 被动再生颗粒捕集器
- f) 主动再生颗粒捕集器
- g) 其他颗粒捕集器
- h) 其他装置

如果其需要特定特性的燃料（例如颗粒捕集器需要特殊添加剂的燃料，以确保再生过程），应基于生产企业提供的技术要点以确定它能否归于同一系族。这些要点应可确定安装后的发动机的预期排放水平与未安装时的发动机排放限值一致。

对已型式检验的带后处理系统的发动机，无论是源机还是系族成员发动机，如果安装了和源机相同的后处理系统，则该发动机在未安装后处理系统时不得归入同一发动机系族。

C.4.3 源机的选择

C.4.3.1 压燃式发动机

发动机系族的源机的选取，应根据最大扭矩转速时，每冲程最大燃油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，每冲程最高燃油供给量作为源机的次选原则。

C.4.3.2 点燃式发动机

应根据最大排量的首选原则，选择系族中的源机。若有两台甚至更多的发动机符合首选原则，则应根据下列顺序的次选原则，选择源机：

- a) 额定功率转速下每冲程最大燃油供给量
- b) 最大点火正时
- c) 最低EGR率

C.4.3.3 源机选择的补充规定

在某些情况下，检验机构根据发动机生产企业提供的技术资料，可以增选第二台发动机进行排放试验，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。

C.5 试验条件

C.5.1 实验室测试条件

应测量发动机进气口处空气的绝对温度（ T_a ，用开尔文表示）和干空气压（ P_s ，用kPa表示）。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实验室大气因子 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。

$$0.93 \leq f_a \leq 1.07$$

- a) 压燃式发动机：
自然吸气式和机械增压式发动机：

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

带或不带进气中冷的涡轮增压式发动机：

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

- b) 点燃式发动机：

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1.2} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0.6}$$

C.5.2 增压中冷发动机

应记录增压空气的温度。发动机额定工况下的增压空气温度，应保持在生产企业规定的最大值 $\pm 5K$ 范围内。冷却介质的温度至少应为293K（20℃）。

如果采用了实验室增压空气冷却系统或外部鼓风机，发动机额定工况下的增压空气温度，应保持在生产企业规定的最大值的 $\pm 5K$ 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。生产企业应在试验前根据实际装车的工程经验给出增压空气冷却容积，实验室应在整个试验循环中使用增压空气冷却器，且在排放试验开始前放净冷凝水。

C.5.3 中冷压差应在生产企业规定的限值范围内，且测量位置应满足生产企业的规定。发动机功率按第C.5.3.1条——第C.5.3.5条规定，确定发动机的功率和循环功。

C.5.3.1 发动机安装

发动机应安装附件CG要求的辅件和设备进行试验。

如果发动机附件不能按要求进行安装，则应根据第C.5.3.2条至第C.5.3.5条的规定计算辅件功率。

C.5.3.2 试验需要安装的辅件/设备

按照附件CG要求应安装的辅件，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（基准和实际的功率）。

C.5.3.3 试验不需要安装的附件/设备

按照附件CG要求不应安装的辅件，在测试时如果不能拆除。则在测试中应加上这些附件的吸收功率（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%，生产企业应提供书面说明。

C.5.3.4 附件功率的确定

如果：

- a) 根据附件CG的要求，要求安装到发动机的附件/设备没有安装，和（或）
- b) 根据附件CG的要求，不需安装到发动机的附件/设备不能拆除。

需要测定附件/设备吸收的功率，且检验机构应确认发动机生产企业提交的整个测试循环中附件功率的测试/计算方法。

C.5.3.5 发动机循环功

根据第C.5.3.1条，应基于发动机功率计算基准和实际循环功（见第C.6.4.8条和第C.6.8.6条）。在这种情况下，公式的 P_f 和 P_r 等于0，而 P 等于 P_m 。

如果根据第C.5.3.2条且/或第C.5.3.3条安装了相应辅件/设备，应按下式对瞬时循环功率 $P_{m,i}$ 进行修正：

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i}$$

式中：

$P_{m,i}$ ——发动机测量功率， kW；

$P_{f,i}$ ——应安装的附件吸收功率， kW；

$P_{r,i}$ ——应拆除的附件吸收功率， kW。

C.5.4 发动机进气系统

应采用一套发动机进气系统或实验室系统，此系统能控制发动机额定工况下的进气真空度，使其在规定的上限值的 $\pm 300\text{Pa}$ 范围内。测量位置由生产企业规定。

C.5.5 发动机排气系统

应采用一套发动机或实验室的排气系统，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5kPa，则控制在规定的上限值的 $\pm 1\text{kPa}$ 内。排气系统应满足排气取样的要求，第CB.3.10条和第CB.3.11条规定。

C.5.6 发动机排气后处理系统

C.5.6.1 一般要求

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的相一致，并且后处理装置膨胀端上游，至少应有4倍直径的排气管。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，应与车辆的配置相一致，或者应在生产企业规定的距离范围内。排气背压或阻力应遵守上述同样的准则，由排气背压阀来设定。背压变化的后处理系统，最大背压上限值为生产企业规定后处理系统的条件（如老化程度和再生或载荷水平）下的背压值。如果排气背压上限值小于等于5kPa，则被压应控制在规定的上限值的 ± 1 kPa之内。在进行模拟试验和发动机的MAP试验时，可以拆掉后处理壳体，并用一个装有无活性催化剂载体的壳体代替。在上述各项条件范围中，应尽量选择对排放最不利的条件进行试验。

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

装有连续再生后处理系统的发动机，不需要进行特殊的测试，但需要按第C.5.6.2条的规定进行再生过程的验证。

装有周期再生后处理系统的发动机，应根据第C.5.6.3条的要求进行测试，排放结果应考虑再生情况进行修正。在这种情况下，就发生再生的试验部分而言，平均排放量取决于再生发生的频率。

C.5.6.2 连续再生

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WHTC试验循环中应至少发生一次再生试验，生产企业应说明再生发生时的条件（颗粒物载荷、温度、排气背压等）。

对连续再生过程进行验证，应至少进行3个热态的WHTC循环。发动机进行热态的WHTC试验循环时，按照第C.6.4.1条要求进行热机，根据第C.6.6.3条要求进行热浸，然后进行第一次热态WHTC试验，其他两次WHTC试验也应按第C.6.6.3条要求热浸后进行。试验期间，应记录排气温度和压力（后处理前后温度、排气背压等）。

如果试验证明了生产企业说明的再生发生条件，且3次WHTC试验的结果偏差小于 $\pm 25\%$ 或0.005g/kwh（两者中的大者），则认为排气后处理系统是连续再生的。按第C.6.6条（WHTC）和第C.6.7条（WHSC）测试规范进行测试。

如果排气后处理系统具有可转变成周期再生模式的安全模式，应根据C.5.6.3条进行检查。这种特殊情况下，排放有可能超过排放限值，且排放不予加权计算。

C.5.6.3 周期再生

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WHTC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WHTC循环，最后将测量结果根据C.5.6.3公式加权。

热态WHTC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。

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

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

再生之间的平均比排放量应通过几个近似的WHTC试验结果的算术平均值来确定。建议在发生

再生之前,且尽可能地接近再生时,进行至少一次WHTC试验;在再生结束后,立即再进行一次WHTC试验。作为替代选择,制造企业可以提供数据,来证明两次再生之间,测试结果偏差小于±25%或0.005g/kwh(两者中的大者),在这种情况下,只需进行一次热态WHTC试验。

再生期间,应记录所有用于检测再生的数据(CO或NOx的排放量,后处理系统前、后的温度,排气背压等)。

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

测试过程示意图见下图。

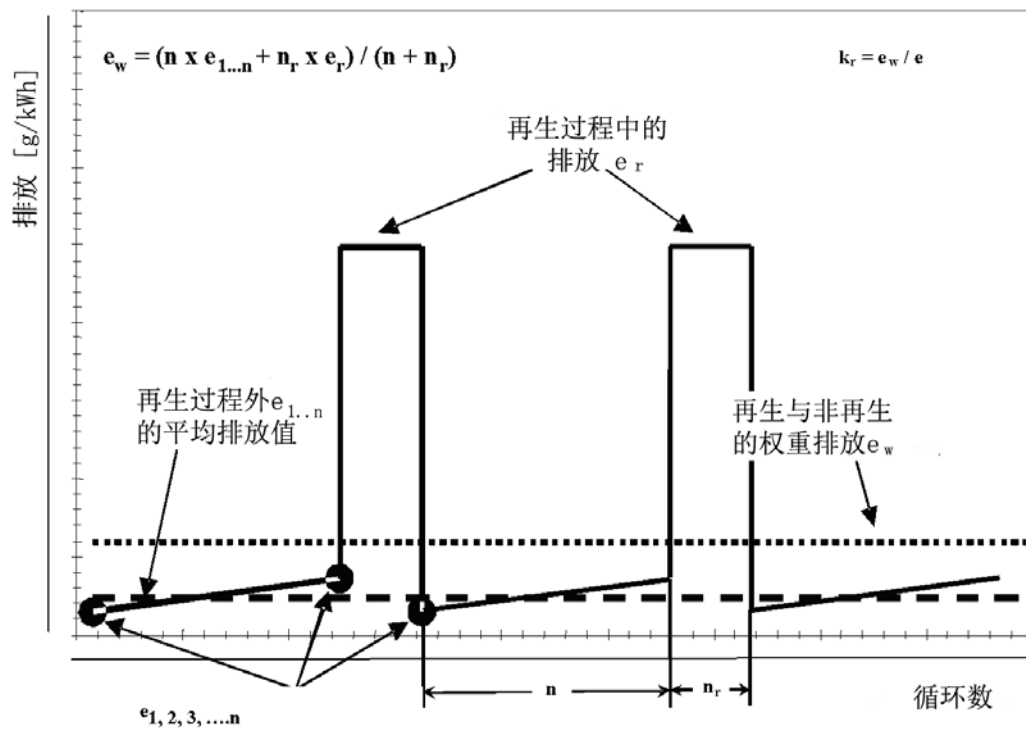


图 C.2 周期再生图

热态WHTC的加权结果:

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

式中:

n ——两次再生之间的热态WHTC次数;

n_r ——再生期间的热态WHTC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 $\overline{e_r}$ 时，下列条款适用：

- a) 若再生期间不止发生一次热态WHTC试验，应连续进行完整的热态WHTC试验，中间无需停车和热浸，直至再生完成。取所有热态WHTC试验的平均值；
- b) 若在WHTC试验过程中再生结束，则仍需将WHTC试验循环测试完成；

C.5.6.4 再生因子

在良好的工程经验的基础上，可以采用a)式或b)式的再生因子对结果进行校正，但应向环境保护主管部门报备。

a) 相乘的再生因子计算公式：

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

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

b) 相加的再生因子计算公式：

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

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

对于第CA.7.3条规定的比排放的计算，再生因子应按以下条款进行应用：

- c) 无再生发生的试验，CA.7.3的比排放结果应分别相乘或相加再生因子 $k_{r,u}$ ；
- d) 有再生发生的试验，CA.7.3的比排放结果应分别相乘或相加再生因子 $k_{r,d}$ ；

按照生产企业的要求，再生因子可以适用于以下条款：

e) 系族内的其他发动机；

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

C.5.7 冷却系统

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

C.5.8 润滑油

润滑油应由生产企业指定。记录试验时所用润滑油的规格等。

C.5.9 燃料

燃料应是附录D规定的基准燃料或其他符合国家标准的市售燃料。

燃油温度和测量点应由生产企业规定。

C.5.10 曲轴箱排放

不允许曲轴箱内的任何气体排入大气。

对于安装了涡轮增压器、泵、风扇，或机械增压器等进气增压装置，且该装置可能会将曲轴箱排放排入到环境中的发动机，应在发动机进行排放测试时，将曲轴箱排放量增加到尾气排放量中。

如果在所有运转工况下，曲轴箱排放均被引入排放后处理器的上游排气中，则认定曲轴箱排放满足要求。

开式曲轴箱的污染物应按如下要求引入到排气中进行测量：

- 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，必需安装的弯头的半径应尽可能大；
- c) 曲轴箱排气管应加热，薄壁或绝缘。并且曲轴箱的背压应满足发动机生产企业的规定；
- 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。

如果排放测试结果满足限值要求，则认定轴箱排放满足标准要求。

C.5.11 对点燃式发动机曲轴箱排放测量的要求

C.5.11.1 整个测试循环过程中应在合适的位置测量曲轴箱压力，曲轴箱压力的压力测量准确度应在 $\pm 1\text{kPa}$ 之内。

C.5.11.2 若在第C.5.11.1条的任一测量条件下，曲轴箱压力不大于大气压力，则认为曲轴箱排放符合第C.5.10条的规定。

C.6 试验规程

C.6.1 排放测量原理

按第C.6.2.1和C.6.2.2条的要求运行测试循环，按第C.6.1.1和C.6.1.2条描述的采样方法进行污染物的测量，通过测得的各种排放污染物质量和相应的发动机循环功计算比排放。

C.6.1.1 连续采样

在原始或稀释排放中连续测试污染物浓度、排气质量流量（原始或稀释），计算污染物质量流量和循环排放量。

C.6.1.2 气袋采样

按比例地将稀释排放的样气连续抽取和存储下来。利用气袋对气态污染物进行收集，利用滤纸对颗粒物进行收集。计算气态污染物比排放量和颗粒物比排放量。

C.6.1.3 测量规程

本标准中，描述了功能同等的两种测量系统：

- a) 气体组分采用从原始排气中直接采样测量，颗粒物用部分流稀释系统测量；
- b) 气体组分及颗粒物采用全流稀释系统测量（CVS系统）。

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）。

C.6.2 测试循环

C.6.2.1 瞬态试验循环（WHTC）

附件 CJ 中的瞬态试验循环 WHTC，包括一组逐秒变化的转速和扭矩的规范百分值，WHTC 试验循环见图 C.3。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。这样按照发动机基准循环展开试验循环并进行试验。按照这些基准转速、扭矩值，试验循环在试验台架运行，应记录实际转速、扭矩和功率。为保证试验有效性，试验完成后应对照基准循环进行实际转速、扭矩和功率的回归分析。

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规定范围内，则判定试验有效。

气态污染物应连续采样或采样到采样袋中。颗粒物取样经稀释空气连续稀释并收集到合适的单张滤纸上。

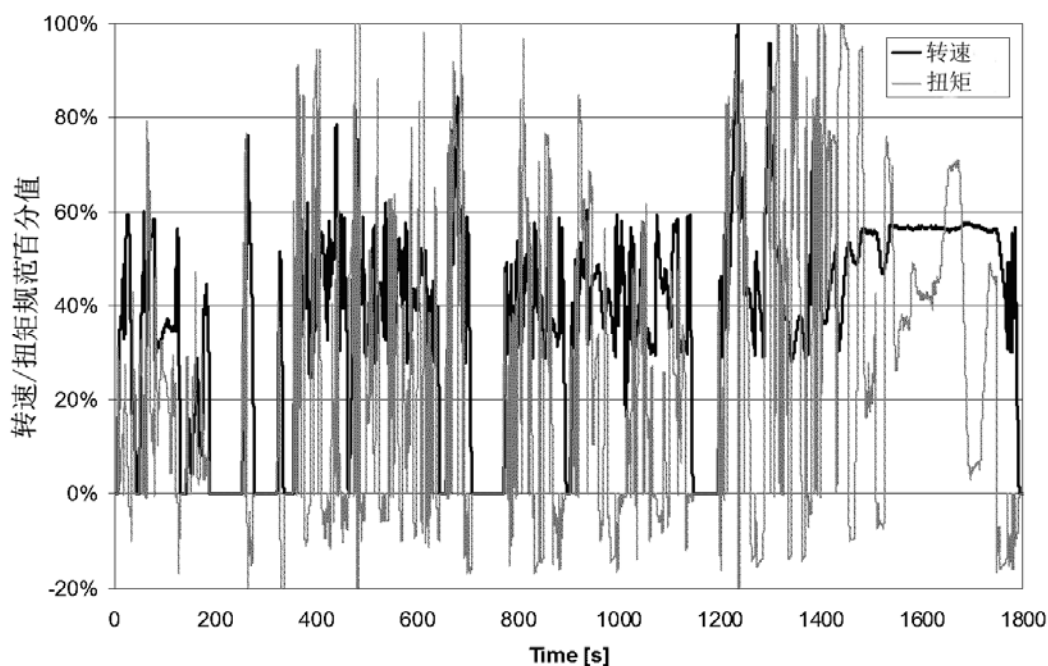


图 C.3 WHTC 试验循环

C.6.2.2 稳态试验循环 (WHSC)

稳态试验循环 (WHSC) 包含了若干转速规范值和扭矩规范值工况, 在进行试验时, 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 ± 1 秒内以线性速度完成发动机转速和扭矩转换。为确定试验有效性, 试验完成后应对照基准循环进行实际转速、扭矩和功率的回归分析。

在整个试验循环过程中测定气态污染物的浓度、排气流量和输出功率, 测量值是整个循环的平均值。气态污染物可以连续采样或采样到采样袋。颗粒物取样经稀释空气连续稀释并收集到合适的单张滤纸上。

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。为试验有效, 实际循环功和基准循环功的偏差须在规范范围内。

WHSC 试验循环见表 C.1。

表 C.1 WHSC 试验循环

序号	转速规范值 (%)	扭矩规范值 (%)	工况时间 (s)
1	0	0	210
2	55	100	50
3	55	25	250

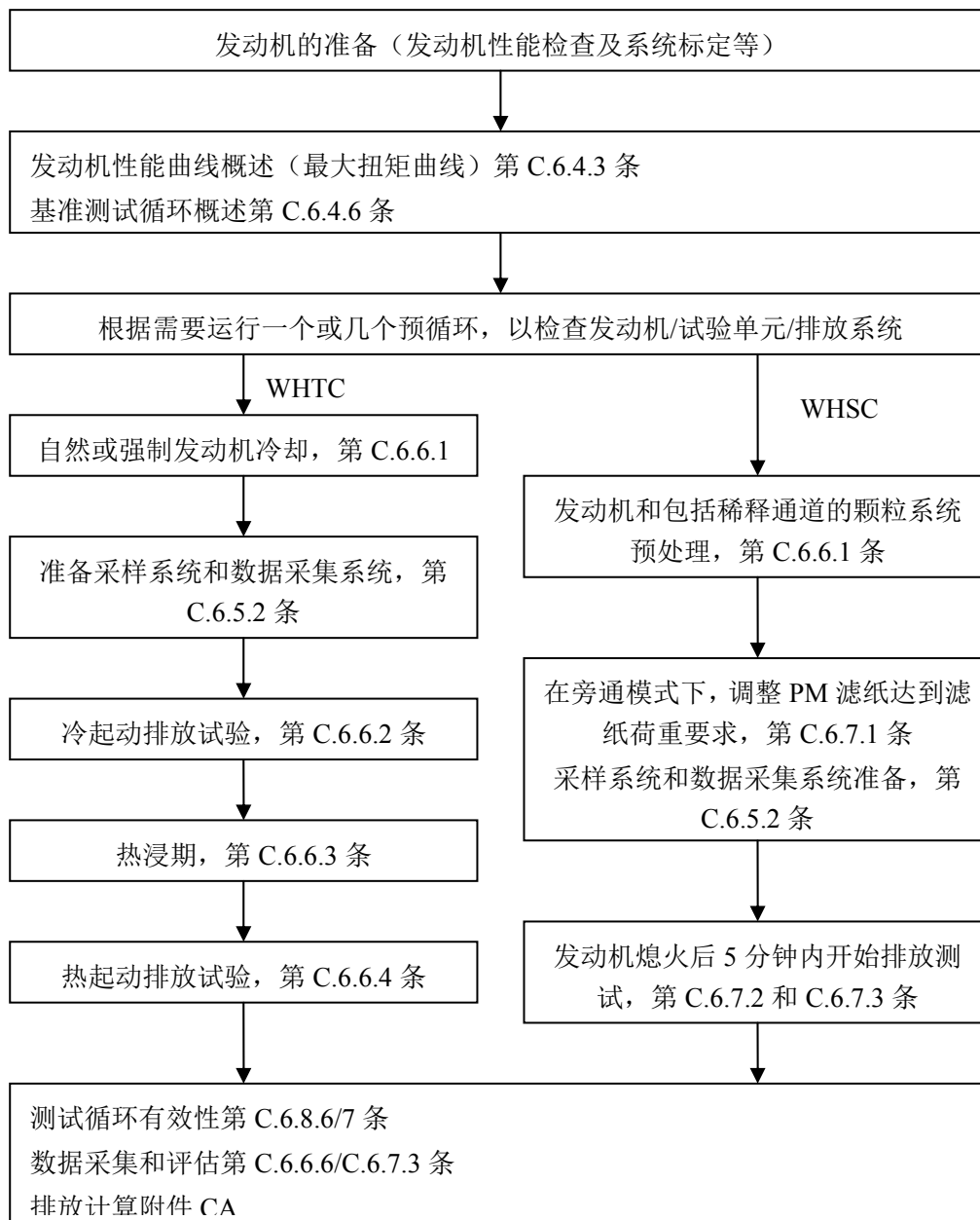
4	55	70	75
5	35	100	50
6	25	25	200
7	45	70	75
8	45	25	150
9	55	50	125
10	75	100	50
11	35	50	200
12	35	25	250
13	0	0	210
合计			1895

C.6.3 试验流程

下图描述了WHTC和WHSC的试验流程，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。

WHTC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。

WHSC测试程序在工况9下进行热机，接着进行一个热起动测试循环。



图C.4试验流程

C.6.4 发动机瞬态性能和基准循环

进行如第C.6.3条测试流程时，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WHTC和WHSC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，以得到发动机的转速-扭矩曲线。瞬态性能曲线用于发动机转速（第C.6.4.6条）和发动机扭矩（第C.6.4.7条）的规范值的获取。

C.6.4.1 发动机热机

发动机需要在最大功率点的75%到100%工况，或根据生产企业建议的工况，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±2%之内至少2分钟，或发动机冷却液温度由节温器控制调节。

C.6.4.2 确定瞬态性能转速

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）。

C.6.4.3 发动机瞬态性能曲线

按照第 C.6.4.1 条要求，当发动机已稳定运转后，应按照下列步骤进行发动机瞬态性能的测试

- 发动机应卸载，并在怠速转速下运行；
- 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；
- 发动机从最小瞬态性能转速至最大瞬态性能转速的平均增加率为 8 ± 1 (r/min)/s。或使用一个恒定的速率使最小瞬态性能转速在 4-6 分钟内增加到最大瞬态性能转速。应以至少每秒一点的取样率对发动机转速和扭矩进行记录。当选择 C.6.4.7 中 b)，为了确定负扭矩，可以在瞬态性能测试后直接设定到最小油门，从最大瞬态性能转速降至最小瞬态性能转速。

C.6.4.4 替代的性能测定

如果生产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。但是，对于涡轮增压或调速器控制的发动机，绝不可以采用发动机转速连续递减的方法。

C.6.4.5 重复试验

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，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：

- 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；或
- 可能影响发动机性能的机件改变或重新校调。

C.6.4.6 基准试验循环的形成

为了生成基准循环，应使用下列公式将附件 CJ（WHTC）和表 C.1（WHSC）的规范转速反归一化成实际转速：

$$\text{实际转速} = n_{\text{norm}} \times (0.45 \times n_{i0} + 0.45 \times n_{\text{pref}} + 0.1 \times n_{hi} - n_{\text{idle}}) \times 2.0327 + n_{\text{idle}}$$

为了确定 n_{pref} ，需要对发动机瞬态性能曲线（按照 C.6.4.3 所述得出）上 n_{idle} 到 n_{95h} 所对应的扭矩最大值进行积分。

发动机转速在图 C.5 和图 C.6 的定义如下：

n_{norm} ——附件 CJ 中表 CJ.1 的转速规范值除以 100；

n_{i0} ——最大净功率的 55%所对应的最低发动机转速；

n_{pref} ——从怠速到 n_{95h} 对相应转速下的扭矩最大值进行积分，整个积分值的 51%所对应的发动机转速；

n_{hi} ——最大净功率的 70%所对应的最高发动机转速；

n_{idle} ——怠速转速；
 n_{95h} ——最大功率的 95%所对应的最高转速；
 当达到断油点时仍未到达发动机 n_{hi} 或 n_{95h} 时（如：点燃式发动机），根据下列规定计算：
 n_{hi} ——在 C.6.4.5 的公式中用 $n_{P_{max}} \times 1.02$ 代替；
 n_{95h} ——用 $n_{P_{max}} \times 1.02$ 代替。

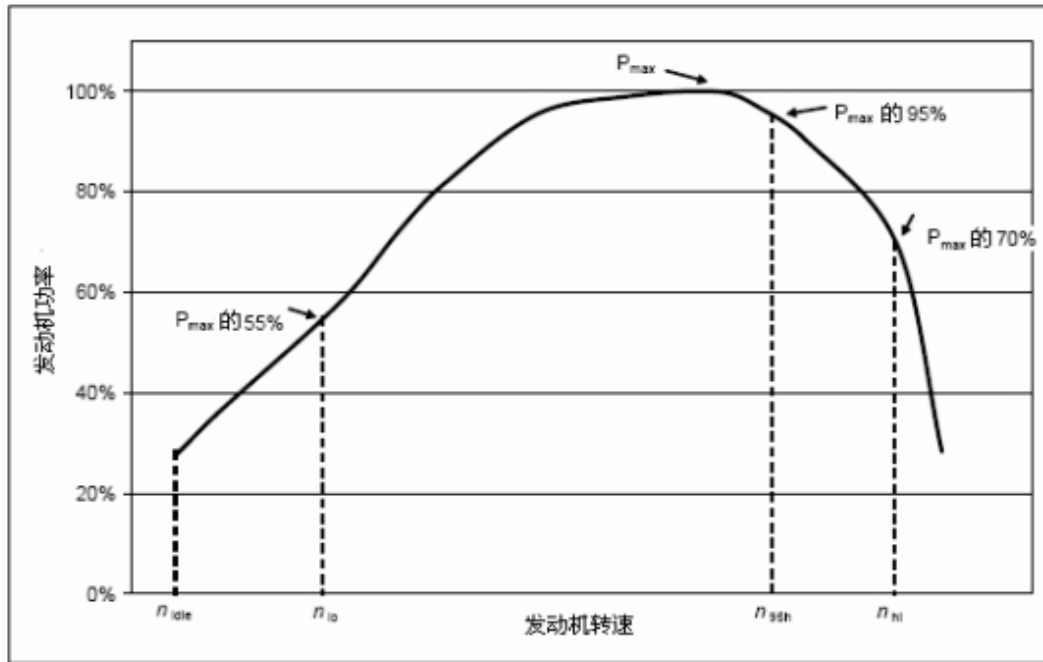


图 C.5 试验转速的定义

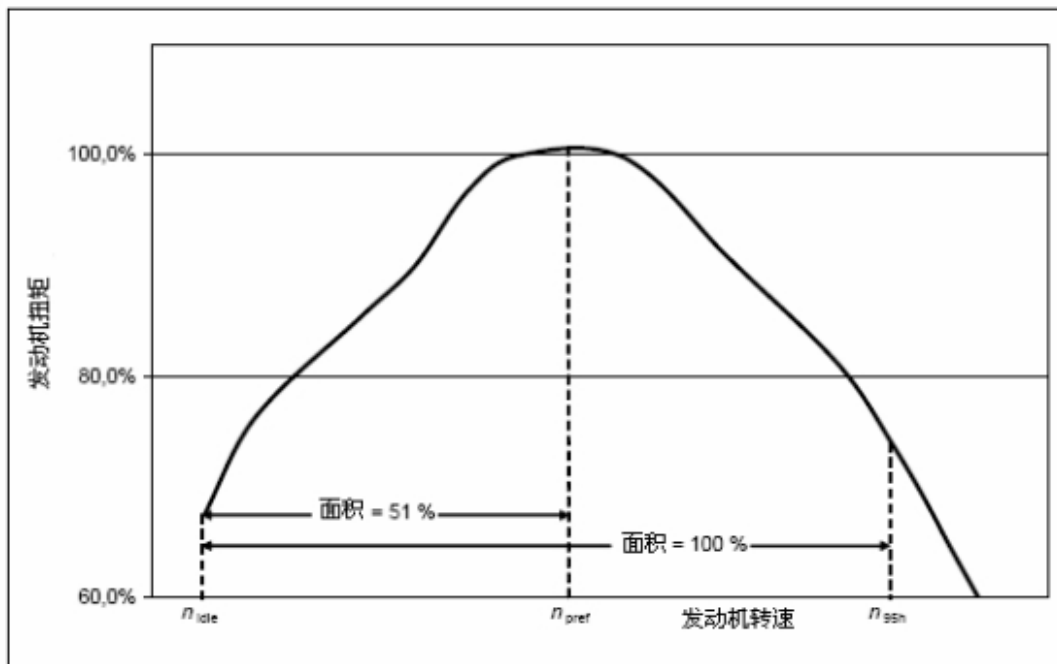


图 C.6 参考转速 (n_{pref}) 的确定

C.6.4.7 实际扭矩的生成

附件 CJ (WHTC) 和表 C.1 (WHSC) 中的发动机测功机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 C.6.4.3 所述确定的发动机瞬态性能曲线, 对应第 C.6.4.6 条确定的各个实际转速, 按照下列公式形成实际扭矩:

$$M_{ref,i} = \frac{M_{norm,i}}{100} \times M_{max,i} + M_{f,i} - M_{r,i}$$

式中:

$M_{norm,i}$ ——扭矩规范值百分比, %;

$M_{max,i}$ ——性能曲线确定的最大扭矩值, Nm;

$M_{f,i}$ ——应安装的附件/设备吸收的扭矩, Nm;

$M_{r,i}$ ——应拆除的附件/设备吸收的扭矩, Nm。

如果按照第 C.5.3.1 条和附件 CG 进行附件/设备的安装, $M_{f,i}$ 和 $M_{r,i}$ 均为 0。

为生成基准循环, 反拖点 (附件 CJ 中的“m”) 的负扭矩值应取实际值, 由下列任一方法确定:

- 在相关转速点下, 用正扭矩的 40% 作为负扭矩;
- 从最大瞬态性能转速到最小瞬态性能转速反拖发动机, 进行负扭矩的发动机瞬态性能曲线测定;
- 在怠速和基准转速下反拖发动机确定负扭矩, 并在这两点之间进行线性内插。

C.6.4.8 基准循环功的计算

根据 C.6.4.6 和 C.6.4.7 所述确定的基准转速和基准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。通过整个试验循环连续的发动机功率值积分, 计算基准循环功 W_{ref} (kWh)。如果附件的安装与第 C.5.3.1 条不一致, 应根据 C.5.3.5 所述的公式对瞬时功率值进行修正。

用同样的方法对发动机的基准和实际功率进行积分。使用线性插值法来确定相邻的基准或相邻的实测值之间的值。在实际循环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 5Hz 下进行积分且如果在给定的时间段内, 扭矩从正到负或从负到正, 负扭矩部分应设定为零进行计算, 正扭矩部分应包括在积分值内。

C.6.5 预处理试验流程

C.6.5.1 测试设备的安装

按照需要安装仪器和取样探头。当用全流稀释系统稀释发动机排气时, 发动机排气尾管应与该系统相连接。

C.6.5.2 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 CB.3.4 所述规定, 在排放采样开始前 8 小时以内, 进行泄漏检测;
- 对于分批 (袋) 采样, 吹净连接处或者采样袋中的附着物 (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);
- 每次试验时采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;

- g) 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；
- h) 稀释排气系统应在试验程序开始前至少十分钟开启；
- i) 任何试验间隔开始之前，电子积分装置应清零或重复清零。

C.6.5.3 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 CB.3.3 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。

C.6.5.4 颗粒物采样滤纸准备

试验前至少一小时，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 小时内使用。

C.6.5.5 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 315K (42°C) 和 325K (52°C) 之间。

C.6.5.6 启动颗粒物采样系统

颗粒物采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。如果有另一路采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。

C.6.6 WHTC循环

C.6.6.1 发动机冷却

可以采用自然冷却或强制冷却。对于强制冷却，使用成熟的工程经验设置系统使冷空气经过发动机，冷的机油通过发动机润滑系统，通过发动机冷却系统带走冷却液的热量，带走热量降温排气后处理系统。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。

C.6.6.2 冷起动试验

C.6.6.2.1 当发动机的润滑剂、冷却液和后处理系统的温度都达到293K和303K (20°C到30°C) 之间后，可以进行冷起动循环试验。

C.6.6.2.2 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，使用起动电机和适配蓄电池或合适的电源起动发动机；或者；
- 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 秒钟内停止拖动。如果经过 15 秒后发动机未起动，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 C.6.6.2.1 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。

C.6.6.3 热浸期

在完成冷起动循环试验后应立即进行 10±1min 的热浸期作为发动机热起动循环试验的预处理。

C.6.6.4 热起动试验

在 C.6.6.3 所述定义的热浸期结束后，使用 C.6.6.2 所述给出的起动方式起动发动机。

C.6.6.5 循环的运行

发动机起动后，应立即进行冷起动或热启动试验。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。

WHTC 试验应依据 C.6.4 所述的基准循环。基准循环 1Hz 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 1Hz，信号可经电子滤波。

C.6.6.6 排放相关数据的记录

- 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。

若使用原始排气测量方法，应对气体污染物 ((NM)HC, CO, NO_x) 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 2Hz，其他数据记录频率至少为 1Hz。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 和 NO_x 应在稀释通道内连续测量，测量频率最低为 2Hz，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 20s，如果需要，应与 CVS 流量波动、采样时间、测试循环对齐。CO、CO₂ 和 NMHC 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 1Hz 的频率记录。

C.6.6.7 颗粒物取样

试验循环开始时，颗粒采样系统应从旁通状态转换回来。

若使用部分流采样系统，应控制采样泵，使通过颗粒采样探头或输送管的流量与依据 CA.5.1 条确定的排气质量流量成比例。

若使用全流采样系统，应控制采样泵，使通过颗粒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 秒除外）。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；应当采用较低流量重新进行试验。

C.6.6.8 发动机停机与设备故障

如果发动机在冷启动试验循环期间停机，则试验无效。发动机需按照 C.6.6.2 所述的要求重新预处理后重新启动，试验重做。

如果发动机在热启动试验循环期间停机，则热启动试验无效。发动机需按照 C.6.6.3 所述的要求热浸，重新开始热启动试验。此时冷启动试验不需重做。

如果在试验循环期间，任何试验所需的仪器设备发生故障，则试验无效。必须按以上条款重做。

C.6.7 WHSC 循环

C.6.7.1 稀释系统与发动机的预置

按照 C.6.4.1 所述启动和预热稀释系统和发动机。预热后，将发动机在开启稀释系统的同时，在第 9 工况下（见 C.6.2.2 中表 C.1）运行至少 10 分钟进行预置。可以进行无效的颗粒物采样。滤纸不需稳定和称重，用完可丢弃。流量应设置在试验流量的附近，预置后发动机停机。

C.6.7.2 发动机起动

在完成 C.6.7.1 在第 9 工况下的预置后 5 ± 1 分钟，发动机按照生产企业的推荐起动程序起动。按照 C.6.6.2 条使用起动电机或测功机反拖起动。

C.6.7.3 试验运行

发动机运转 1 分钟内，将发动机调整到测试循环的第一个工况点（怠速）开始试验循环运行。

WHSC 循环应按照 C.6.2.2 条表 C.1 所列工况顺序进行。

C.6.7.4 排放相关数据的记录

- 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。

若使用原始排气测量方法，应对气态污染物（(NM)HC，CO，NO_x）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 2Hz，其他数据记录频率至少为 1Hz。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 和 NO_x 应在稀释通道内连续测量，测量频率最低为 2Hz，通过对整个试验循环的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 秒，如果需要，应与 CVS 流量波动、采样时间、测试循环对齐。CO、CO₂ 和 NMHC 为连续测量值积分或分析整个循环的袋采结果。在排气进入稀释通道之前连续采样或背景气袋采的方法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 1Hz 的频率记录。

C.6.7.5 颗粒物取样

试验循环开始时，颗粒采样系统应从旁通状态转换回来。若使用部分流采样系统，应控制采样泵，使通过颗粒采样探头或输送管的流量与依据 CB.4.6.1 条确定的排气质量流量成比例。

若使用全流采样系统，应控制采样泵，使通过颗粒采样探头或输送管的流量控制在设定流量的 $\pm 2.5\%$ 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 $\pm 2.5\%$ 以内（取样开始第一个 10 秒除外）。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 $\pm 2.5\%$ 以内，则试验无效。应当采用较低流量重新进行试验。

C.6.7.6 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 C.6.7.1 所述预置，根据 C.6.7.2 所述重启，测试重新开始。

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，并按前面规定重新开始。

C.6.8 试验后的处理程序

C.6.8.1 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。

C.6.8.2 比例采样的验证

对于比例采样，例如袋采或 PM 采样，根据 C.6.6.7 和 C.6.7.5 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。

C.6.8.3 PM预置和称重

滤纸应放在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 1h 后，但不超过 24h，按 CB.4.4 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。

C.6.8.4 漂移验证

试验循环结束后 30 分钟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查，对于本条款，试验循环的定义如下：

- a) WHTC：冷起动—热浸—热起动；
- b) 热态 WHTC：热浸—热起动；
- c) 多次再生的热起动 WHTC—所有的热起动试验；
- d) WHSC—测试循环。

分析仪的偏差应满足：

- a) 确定漂移前，将试验前、后的零点和量距气的测量值代入 CA.7.1 中公式计算；
- b) 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第 CA.7.1 条的要求对其进行修正；
- c) 若超过 $\pm 1\%F.S$ ，试验无效，或按照第 CA.7.1 条的要求对其进行修正。

C.6.8.5 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30min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60min内进行。

C.6.8.6 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} (kWh) 的确定应基于发动机反馈的转速和扭矩值计算瞬时功率。整个测试循环瞬时功率积分得到实际循环功 W_{act} (kWh)。如果根据 C.5.3.1 所述发动机没有安装附件/设备，则按 C.5.3.5 所述公式对功率进行修正。

按第 C.6.4.8 条用同样的方法积分计算实际发动机功率。

将实际发动机功 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。

C.6.8.7 试验循环的确认统计

对 WHTC 和 WHSC 循环下，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：

$$y = a_1x + a_0$$

式中：

y ——转速(r/min)、扭矩(Nm)或功率(kW)的实际值；

a_1 ——回归线的斜率；

x ——转速(r/min)、扭矩(Nm)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 1Hz。统计结果符合表 C.2 (WHTC) 或表 C.3 (WHSC) 中的标准值，试验方被认为有效。

表 C.2 WHTC 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 到 1.03	0.83 到 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%	±20Nm 或±2%最大扭矩, 取其较大者	±4kW 或±2%最大功率, 取其较大者

表C.3 WHSC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 到 1.01	0.98 到 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%	±20Nm 或±2%最大扭矩, 取其较大者	±4kW 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 C.4 中标示的点允许被删除。然而，这些点在计算循环功和排放时不得被删除。怠速点是确定的一个点，此点基准扭矩为 0%和基准转速为 0%。点删除适用用全部循环或任何部分循环。

表 C.4 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）	$n_{ref}=0\%$ 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 $M_{ref} < M_{act} \leq (M_{ref}+0.02 \times M_{max. mapped torque})$	功率和/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 $M_{ref} > M_{act} \geq (M_{ref}-0.02 \times M_{max. mapped torque})$	功率和/扭矩或转速

C.7 排放计算见附件CA

C.8 测量、取样和标定规程见附件CB

C.9 粒子数量测量规程见附件CC

附件 CA
(规范性附件)
排放计算

CA.1 概述

本附件包含了排放计算的公式及示例。

按照 ASTM E 29-06B 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允许不进行四舍五入。

CA.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：

$$c_w = k_w \times c_d$$

式中：

c_d ——干基浓度，ppm/Vol.%;

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

CA.2.1 原始排气

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

或

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

或

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

其中

$$k_{f,w} = 0.055594 \times W_{ALF} + 0.0080021 \times W_{DEL} + 0.0070046 \times W_{EPS}$$

和

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)}$$

式中:

H_a ——进气绝对湿度, g 水/kg 干空气;

W_{ALF} ——燃油中的氢含量, 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 ——大气总压, kPa;

W_{DEL} ——燃油中的氮含量, 质量百分比;

W_{EPS} ——燃油中的氧含量, 质量百分比;

α ——燃料的氢摩尔比;

c_{co2} ——CO₂ 干基浓度, %;

c_{co} ——CO 的干基浓度, %。

CA.2.2 稀释排气

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \times c_{co2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \times 1.008$$

或

$$k_{w,e} = \left[\left(\frac{(1 - k_{w2})}{1 + \frac{\alpha \times c_{co2d}}{200}} \right) \right] \times 1.008$$

其中:

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

式中:

α ——燃料的氢摩尔比;

C_{CO2w} ——湿基 CO_2 的浓度, %;

C_{CO2d} ——干基 CO_2 的浓度, %;

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(详见第 CA.6.2.3.2)。

CA.2.3 稀释空气

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \times 1.008$$

和

$$K_{w3} = \frac{1.608 \times H_d}{1000 + (1.608 \times H_d)}$$

式中:

H_d ——稀释空气的绝对湿度, g 水/kg 干空气。

CA.3 NO_x湿度校正

由于 NO_x 的排放和大气状态有关, NO_x 浓度应根据第 CA.3.1 条或第 CA.3.2 条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/湿球温度计测量值用通用的方程计算得出。

CA.3.1 压燃式发动机

$$k_{h,d} = \frac{15.698 \times H_a}{1000} + 0.832$$

式中:

H_a ——进气的绝对湿度, g 水/kg 干空气。

CA.3.2 点燃式发动机

$$k_{h,G} = 0.6272 + 44.030 \times 10^{-3} \times H_a - 0.862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

式中:

H_a ——进气的绝对湿度, g 水/kg 干空气。

CA.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：2300kg/m³；
- b) 碳氟化合物薄膜滤纸：2144kg/m³；
- c) 碳氟化合物带聚甲基支撑环的薄膜滤纸：920kg/m³。

对于不锈钢砝码，密度是 8000 kg/m³，若校准砝码为其他材质，应知道其密度。

可使用如下公式：

$$m_f = m_{uncor} \times \left(\frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right)$$

和

$$\rho_a = \frac{P_b \times 28.836}{8.3144 \times T_a}$$

式中：

- m_{uncor} ——未修正的颗粒滤纸的质量，mg；
- ρ_a ——空气的密度，kg/m³；
- ρ_w ——天平砝码的密度，kg/m³；
- ρ_f ——颗粒物取样滤纸密度，kg/m³；
- P_b ——大气总压，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。

根据第 CA.5.3 条和 CA.6.3 条中采样的颗粒的质量计算如下：

$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T}$$

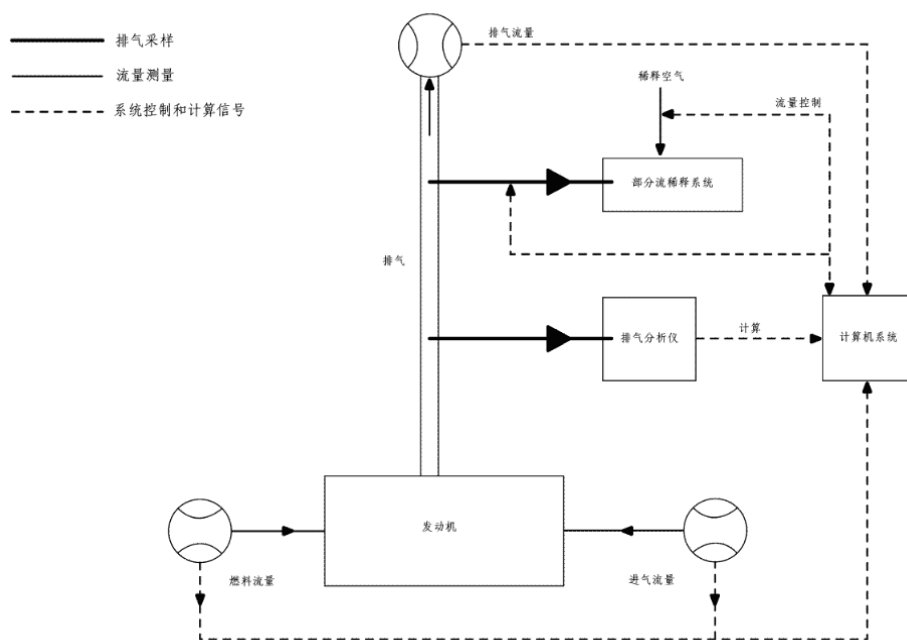
式中：

- $m_{f,G}$ ——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。

CA.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间质量流量计算出质量排放量。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。

应特别注意不同测量设备的响应时间，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，按照第 CB.4.5.1 条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 CA.1 所示。



图CA.1 部分流测试系统原始排气采样示意图

CA.5.1 排气质量流量的测量

CA.5.1.1 概述

为了计算原始排气中的排放量和控制部分流稀释系统，必须知道发动机排气质量流量。使用第 CA.5.1.3 条至第 CA.5.1.7 条中描述的方法之一确定排气质量流量。

CA.5.1.2 响应时间

为了计算排放量，第 CA.5.1.3 条至第 CA.5.1.7 条描述的任何一种方法的响应时间应等于或小于第 CB.3.5 条规定的分析仪的响应时间 ($\leq 10\text{s}$)。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 $\leq 0.3\text{s}$ 。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 $\leq 1\text{s}$ ，其响应时间应 $\leq 5\text{s}$ 。仪器生产企业应说明系统的响应时间。第 CB.4.5.1 条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。

CA.5.1.3 直接测量方法

系统应进行瞬时排气流量的直接测量，例如：

- a) 压差装置，如流量喷嘴（详见 GB/T 2624）；
- b) 超声波流量计；
- c) 涡流流量计。

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精心安装仪器装置。特别是发动机的性能和排放不受此仪器装置安装的影响。

流量计应满足第 CB.2 条线性要求。

CA.5.1.4 进气和油耗的测量方法

这涉及到进气流量和燃油质量流量的测量。瞬时排气流量计算如下：

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i}$$

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。

流量计应符合第 CB.2 条线性要求, 应有足够的准确度而且满足排气流量测量线性要求。

CA.5.1.5 示踪法测量方法

这涉及到排气中的示踪气体的浓度测量。

已知量的惰性气体(如纯氮)注入排气流中作为示踪剂。该气体与排气混合、被稀释但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喷入点下游至少 1 米或排气管直径的 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。

应当确定示踪气体流量, 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:

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

式中:

$q_{mew,i}$ ——瞬时排气质量流量, kg/s;

q_{vt} ——示踪气体流量, cm^3/min ;

$c_{mix,i}$ ——示踪气混合后瞬时浓度, ppm ;

ρ_e ——排气密度, kg/m^3 (见表CA.1);

c_b ——进气中示踪气体的背景浓度, ppm。

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。

整个系统应符合第 CB.2 条的排气流的线性要求。

CA.5.1.6 进气流量和空燃比测量方法

这涉及到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:

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

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

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{COd} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{COd} \times 10^{-4}}{3.5 \times c_{CO2d}}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3.5 \times c_{CO2d}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4})}{4.764 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})}$$

式中:

$q_{mav,i}$ ——瞬时进气质量流量, kg/s;

A/ F_{st} ——理论空燃比, kg/kg;

λ_i ——瞬时过量空气系数;

c_{CO2d} ——干基CO₂浓度, %;

c_{COd} ——干基CO浓度, ppm;

c_{HCw} ——湿基HC浓度, ppm。

进气流量计和分析仪应符合第 CB.2 条的线性要求, 整个系统应符合第 CB.2 条的排气流量的线性要求。

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第 CB.3.2.7 条的规定。

CA.5.1.7 碳平衡测量方法

这涉及到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:

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

其中:

$$k_c = (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) \times 0.5441 + \frac{c_{COd}}{18.522} + \frac{c_{HCw}}{17.355}$$

$$k_{fd} = -0.055594 \times w_{ALT} + 0.0080021 \times w_{DEL} + 0.0070046 \times w_{EPS}$$

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;

WBET——燃油中的碳含量, 质量百分比;

WALF——燃油中的氢含量, 质量百分比;

WDEL——燃油中的氮含量, 质量百分比;

WwEPS——燃油中的氧含量, 质量百分比;

CCO2d——干基 CO₂ 浓度, %;

CCO_{2d,a}——进气中干基 CO₂ 浓度, %;

CCO ——干基 CO 浓度, ppm;

CHC_w ——湿基 HC 浓度, ppm。

CA.5.2 气体组分的测定

CA.5.2.1 概述

发动机原始排放气体组分应由第 CB.3 条和附件 CE 中描述的分析 and 取样系统通过发动机试验测量。数据评价描述见第 CA.5.2.2 条。

CA.5.2.3 条和第 CA.5.2.4 条（与附录 D 中的基准燃料相关）描述了两种计算过程。第 CA.5.2.3 条的过程更简单，因为其使用了列表中的 u 值（组分和排气密度之间的比）。第 CA.5.2.4 条的过程以附录 D 的燃料质量为基础则更为精确，但是需要燃料组分的基础分析。

CA.5.2.2 数据评价

为了计算气体组分的排放质量，按照第 C.6.6.6 条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 C.2.1 条）。因此，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第 CA.5.1.2 条和 CB.3.5 条规定并被记录。

CA.5.2.3 基于列表值计算质量排放量

按照第 CA.5.2.2 条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量，对整个循环的瞬时值进行积分，积分乘以 u 值（见表 CA.1）得到污染物质量排放（g / test）。如果是干基测量，在进行任何其它计算前，瞬时浓度值应按照第 CA.2 条规定进行干湿基校正。

计算 NO_x 排放质量应乘以按照第 CA.3 条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：

$$m_{gas} = u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n} C_{gas,i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{单位: g/test})$$

式中：

u_{gas} ——表 CA.1 中排气组分密度和排气密度比；

$C_{gas,i}$ ——排气组分的瞬时浓度，ppm；

$q_{mew,i}$ ——瞬时排气质量流量，kg/s；

f ——采样频率，Hz；

n ——测量次数。

表CA.1 原始排气的 u 值和排气密度

燃料	ρ_{de}	气体					
		NO _x	CO	HC	CO ₂	O ₂	CH ₄
		$\rho_{gas}[\text{kg/m}^3]$					
		2.053	1.250	a)	1.9636	1.4277	0.716
$u_{gas}^{b)}$							

柴油	1.2943	0.001587	0.000966	0.000479	0.001517	0.001103	0.000552
CNG ^{c)}	1.2661	0.001621	0.000987	0.000528d)	0.001551	0.001128	0.000565
丙烷	1.2805	0.001603	0.000976	0.000512	0.001533	0.001115	0.000559
丁烷	1.2832	0.001600	0.000974	0.000505	0.001530	0.001113	0.000558
LPG ^{e)}	1.2811	0.001602	0.000976	0.000510	0.001533	0.001115	0.000559

a) 取决于燃料。
b) 在 $\lambda=2$, 干空气, 273K, 101.3kPa下。
c) u 精度0.2%质量组分: C=66-76%;H=22-25%;N=0-12%
d) NMHC基于 $CH_{2.93}$ (对总碳氢使用 CH_4 的 u_{gas} 系数)
e) u 精度0.2%质量组分: C3=70-90%;C4=10-30%
f) 燃料的碳/氢/氧摩尔比 (C H O) :
柴油: $CH_{1.86}O_{0.006}$
LPG: $CH_{2.525}$
NG和生物甲烷: CH_4

CA.5.2.4 基于精确方程的质量排放计算

通过对按照第CA.5.2.2条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 (g / test)。如果是干基测量, 在进行任何其它计算前, 瞬时浓度值应按照第CA.2条规定进行干湿基校正。应用以下公式:

$$m_{gas} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{gas,i} \times c_{gas,i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{单位: g/test})$$

式中:

u_{gas} ——根据下述公式计算;

$c_{gas,i}$ ——排气组分的瞬时浓度, ppm;

$q_{mew,i}$ ——瞬时排气质量流量, kg/s;

f ——采样频率;

n ——测试次数。

瞬时 u 值的计算如下:

$$u_{gas,i} = M_{gas} / (M_{e,i} \times 1000)$$

或

$$u_{gas,i} = \rho_{gas} / (\rho_{e,i} \times 1000)$$

其中

$$\rho_{gas} = M_{gas} / 22.414$$

式中:

M_{gas} ——气体组分的摩尔质量, g/mol (附件 CA.8) ;

$M_{e,i}$ ——排气的瞬时摩尔质量, g/mol;

ρ_{gas} ——气体组分的密度, kg/m³;

$\rho_{e,i}$ ——排气的瞬时密度, kg/m³。

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

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}} \times \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12.011 + 1.00794 \times \alpha + 15.9994 \times \varepsilon + 14.0067 \times \delta + 32.065 \times \gamma} + \frac{\frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1.00794 + 15.9994} + \frac{1}{M_a}}{1 + H_a \times 10^{-3}}}$$

式中:

$q_{maw,i}$ ——进气瞬时质量流量 (湿基), kg/s ;

$q_{mf,i}$ ——燃油瞬时质量流量, 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:

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

式中:

$q_{mad,i}$ ——进气瞬时质量流量 (干基), kg/s;

$q_{mf,i}$ ——瞬时燃油质量流量, kg/s ;

H_a ——进气湿度, g/kg ;

K_{fw} ——根据第CA.2.1条的公式湿基排气下的燃料特定系数。

CA.5.3 颗粒物计算

CA.5.3.1 数据评定

颗粒物质量应根据第 CA.4 条公式进行计算。为评价颗粒物的浓度, 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, 可以按第 C.6.5.6 条规定对颗粒物质量进行稀释空气背景颗粒物修正。

CA.5.3.2 质量计算

根据测试系统的原理不同, 颗粒物质量 (g/test) 可通过 CA.5.3.2.1 和 CA.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。

CA.5.3.2.1 基于采样比的计算

$$m_{PM} = m_p / (r_s \times 1000)$$

式中:

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

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}}$$

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

CA.5.3.2.2 基于稀释比的计算

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{edf}}{1000}$$

式中:

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:

$$m_{edf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medf,i} \times \frac{1}{f}$$

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \times r_{d,i}$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{(q_{mdew,i} - q_{mdw,i})}$$

式中:

$q_{medf,i}$ ——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。

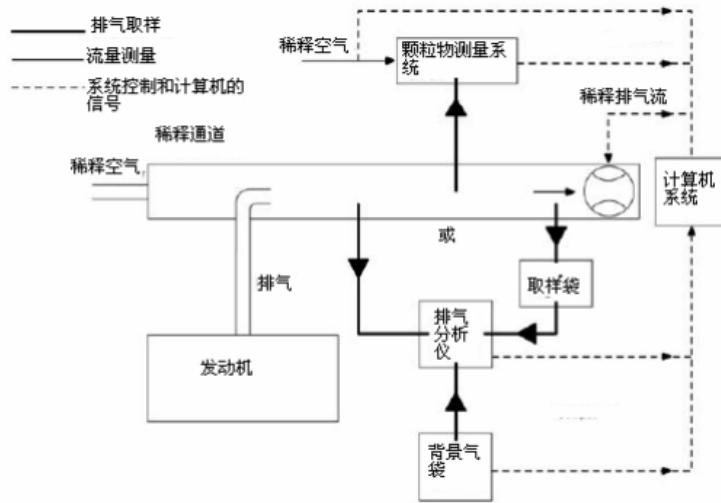
CA.6 全流稀释系统

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系统的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，取样流量与其目标值的± 2.5%之内。

完整的试验系统如图CA.2所示。



图CA.2 全流采样系统示意图

CA.6.1 稀释排气流量的测定

CA.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 (kg/test) 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 (kg/test) 可按照第CA.6.1.2条至CA.6.1.4条所描述的方法之一，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。

CA.6.1.2 PDP-CVS 系统

若利用一个热交换器可以保证在测试循环中稀释排气的温度±6K，测试循环的质量流量按照下式计算：

$$m_{ed} = 1.293 \times V_o \times n_p \times P_p \times 273 / (101.3 \times T)$$

式中：

V_o ——测试条件下每转泵出的气体体积， m^3 /转；

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如下：

$$m_{ed,i} = 1.293 \times V_o \times n_{p,i} \times P_p \times 273 / (101.3 \times T)$$

式中：

$n_{p,i}$ ——每间隔时间内泵的总转数。

CA.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 $\pm 11\text{ K}$ ，则试验循环质量流量计算公式如下：

$$m_{ed} = 1.293 \times t \times K_v \times P_p / T^{0.5}$$

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如下：

$$m_{ed} = 1.293 \times \Delta t_i \times K_v \times P_p / T^{0.5}$$

式中，

Δt_i ——间隔时间, s。

CA.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 $\pm 11\text{ K}$ ，则试验循环内的质量流量计算如下：

$$m_{ed} = 1.293 \times Q_{SSV}$$

其中

$$Q_{SSV} = A_0 d_v^2 C_d P_p \sqrt{\left[\frac{1}{T} (r_p^{1.4286} - r_p^{1.7143}) \cdot \left(\frac{1}{1 - r_d^4 r_p^{1.4286}} \right) \right]}$$

式中：

$$A_0 = 0.006111 \left(\frac{m^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{\text{kPa}} \right) \left(\frac{1}{\text{mm}^2} \right);$$

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：

$$m_{ed} = 1.293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

式中：

Δt_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根据第CB.5.4.条导出的校准曲线的雷诺数范围内。

CA.6.2 气态污染物的测定

CA.6.2.1 概述

发动机排出的稀释排气中各气态污染物应按照附件CE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CA.6.2.2.条和CA.6.2.3.条。

CA.6.2.2 数据记录

根据C.6.6.6条的规定,记录排放相关数据。

CA.6.2.3 排气质量的计算

CA.6.2.3.1 排气质量的计算:

$$m_{gas} = U_{gas} \times C_{gas} \times m_{ed} \quad (\text{单位: g/test})$$

式中:

U_{gas} ——表CA.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浓度, ppm;

m_{ed} ——整个循环的总稀释排气质量, kg。

如果是干基测量,应按照第CA.2条规定进行干湿基校正。

计算NO_x排放质量,必要时应乘以按照第CA.3条确定的湿度修正系数 $k_{h,D}$ 或 $k_{h,G}$ 。

表CA.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。

因此,除HC以外的单一气体组分的 u_{gas} 值相同。

表CA.2 稀释排气的 u 值和成分密度

燃料	ρ_{de}	气体					
		NO _x	CO	HC	CO ₂	O ₂	CH ₄
		$\rho_{gas}[\text{kg/m}^3]$					
		2.053	1.250	a)	1.9636	1.4277	0.716
u_{gas} b)							
柴油	1.293	0.001587	0.000966	0.000479	0.001519	0.001104	0.000552
CNG ^{c)}	1.293	0.001588	0.000967	0.000517 ^{d)}	0.001519	0.001104	0.000553
丙烷	1.293	0.001588	0.000967	0.000507	0.001519	0.001104	0.000553
丁烷	1.293	0.001588	0.000967	0.000501	0.001519	0.001104	0.000553
LPG ^{e)}	1.293	0.001588	0.000967	0.000505	0.001519	0.001104	0.000553

a)取决于燃料。
b)在 $\lambda=2$, 干空气, 273K, 101.3kPa下。
c)u精度0.2%质量组分: C=66-76%;H=22-25%;N=0-12%
d)NMHC基于CH_{2.93}(对总碳氢使用CH₄的 u_{gas} 系数)u精度0.2%质量组分: C3=70-90%;C4=10-30%
f)燃料的碳/氢/氧摩尔比 (C H O) :

柴油: $\text{CH}_{1.86}\text{O}_{0.006}$
 LPG: $\text{CH}_{2.525}$
 NG和生物甲烷: CH_4

另外,也可按第CA.5.2.4.精确计算 u 值,如下:

$$u_{gas} = \frac{M_{gas}}{M_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_e \times \left(\frac{1}{D}\right)}$$

式中:

M_{gas} ——气体组分摩尔质量, g/mol (见附件CA.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(见第CA.6.2.3.2.条)。

CA.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。使用下列公式计算背景校正浓度。

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \times (1 - (1/D))$$

式中:

$c_{gas,e}$ ——稀释排放中测得的组分浓度, ppm;

c_d ——稀释空气中测得的组分浓度, ppm;

D ——稀释系数。

稀释系数计算方法如下:

a)对柴油和LPG发动机

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

b) 对天然气发动机

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

式中:

$c_{CO_2,e}$ ——稀释排气中 CO_2 的湿基浓度, %;

$c_{HC,e}$ ——稀释排气中HC湿基浓度, ppm C1;

$c_{NMHC,e}$ ——稀释排气中NMHC湿基浓度, ppm C1;

$c_{CO,e}$ ——稀释排气中CO湿基浓度, ppm;

F_s ——理论空燃比。

理论空燃比的计算方法如下:

$$F_s = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3.76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)}$$

式中:

α ——燃料的摩尔氢碳比 (H/C)。

如果不知道燃料组分, 可用以下理论空燃比代替:

F_s (柴油) = 13.4;

F_s (LPG) = 11.6;

F_s (NG) = 9.5;

F_s (E10) = 13.3;

F_s (E85) = 11.5。

CA.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 (g/test) 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:

$$m_{gas} = \sum_{i=1}^n [(m_{ed,i} \times c_{gas,e} \times u_{gas})] - [(m_{ed} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{gas})]$$

式中:

$c_{gas,e}$ ——稀释排气中测得的组分浓度, ppm;

c_d ——稀释空气中测得的组分浓度, ppm;

$m_{ed,i}$ ——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CA. 2中列值;

D ——稀释系数。

CA.6.3 颗粒物的计算

CA.6.3.1 计算排放总量

应使用浮力修正后的值计算颗粒物的质量 (g/test)。

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{ed}}{1000}$$

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,

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd}$$

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 C.6.5.6 条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 (g/test) 计算公式如下：

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

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，由第CA.6.2.3.2.条确定。

CA.7 比排放量计算

CA.7.1 漂移校正

按 C.6.8.4 条漂移校正的计算公式如下：

$$c_{cor} = c_{ref,z} + (c_{ref,s} - c_{ref,z}) \left(\frac{2 \cdot c_{gas} - (c_{pre,z} + c_{post,z})}{(c_{pre,s} + c_{post,s}) - (c_{pre,z} + c_{post,z})} \right)$$

式中：

$c_{ref,z}$ ——零气的基准浓度（通常为 0），ppm；

$c_{ref,s}$ ——量距气的基准浓度，ppm；

$c_{pre,z}$ ——试验前分析仪通零气的浓度，ppm；

$c_{pre,s}$ ——试验前分析仪通量距气的浓度，ppm；

$c_{post,z}$ ——试验后分析仪通零气的浓度，ppm；

$c_{post,s}$ ——试验后分析仪通量距气的浓度，ppm； c_{gas} ——样气的浓度，ppm。

所有校正完成后，按照 CA.7.3 条应计算两组每种污染物组分的比排放结果。一组计算使用未校正浓度，另一组使用按第 CA.7.1 条中的公式进行漂移校正后的浓度。

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

校正后的浓度计算的最终比排放结果与未校正的比排放进行对比，两者之间的差值应在未校正结果的±4%或限值的±4%的较大者之内，若超过±4%，试验无效。

如果进行了漂移校正，报告中显示的应为校正后的结果。

CA.7.2 NMHC和CH₄的计算

NMHC和CH₄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CE图CE.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CE图CE.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 CH₄ 的浓度应按照下式计算：

$$C_{NMHC} = \frac{C_{HC(w/NMC)} - C_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)}$$

$$C_{CH_4} = \frac{C_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_M) - C_{HC(w/NMC)}}{E_E - E_M}$$

若使用 b) 标准气, NMHC 和 CH₄ 的计算应按照下面公式计算:

$$C_{NMHC} = \frac{C_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_M) - C_{HC(w/NMC)} \times r_h \times (1 - E_M)}{E_E - E_M}$$

$$C_{CH_4} = \frac{C_{HC(w/NMC)} \times r_h \times (1 - E_M) - C_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)}$$

式中:

C_{HC(w/NMC)}——经过 NMC 样气的 HC 浓度;

C_{HC(w/oNMC)}——NMC 旁通样气的 HC 浓度;

r_h——甲烷响应系数 (见 CB.3.7.2);

E_M——甲烷效率 (见 CB.3.8.1);

E_E——乙烷效率 (见 CB.3.8.2)。

若 r_h < 1.05, 在上述公式中可以忽略。

CA.7.3 比排放的计算

根据采用的测试循环, 计算每种排放物的比排放 e_{gas} 或 e_{PM}(g/kW·h)。

WHSC、冷热 WHTC 的比排放计算如下:

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

$$e = \frac{(0.14 \times m_{cold}) + (0.86 \times m_{hot})}{(0.14 \times W_{act,cold}) + (0.86 \times W_{act,hot})}$$

式中:

m——排放物的质量, g/test;

W_{act}——根据 C.6.8.6 条确定的实际循环功, kW·h;

WHTC 最终的结果为冷态和热态加权的结果;

m_{cold}——冷起动循环各排放物组分的质量, g/test;

m_{hot}——热起动循环各排放物组分的质量, g/test;

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。

发动机若为 C.5.6.3 条的周期再生后处理，上述公式的结果应乘以或者加上再生调整因子 $k_{r,u}$ 和 $k_{r,d}$ 。

CA.8 计算程序示例

CA.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：

$n_{lo} = 1015 \text{ r/min}$

$n_{hi} = 2200 \text{ r/min}$

$n_{pref} = 1300 \text{ r/min}$

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

计算得出：

$$\text{实际转速} = \frac{43 \times (0.45 \times 1015 + 0.45 \times 1300 + 0.1 \times 2200 - 600) \times 2.0327}{100} + 600 = 1178 \text{ r/min}$$

在发动机瞬态性能曲线上 1178 r/min 处得到最大扭矩 700 Nm

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

CA.8.2 排放计算基础数据

H 原子量 1.00794g/atom

C 原子量 12.011g/atom

S 原子量 32.065g/atom

N 原子量 14.0067g/atom

O 原子量 15.9994g/atom

Ar 原子量 39.9g/atom

水的摩尔质量 18.01534g/mol

CO₂ 的摩尔质量 44.01g/mol

CO 的摩尔质量 28.011g/mol

O₂ 的摩尔质量 31.9988g/mol

N₂ 的摩尔质量 28.011g/mol

NO 的摩尔质量 30.008 g/mol

二氧化氮 NO₂ 的摩尔质量 46.01g/mol

二氧化硫 SO₂ 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 22.414L/mol。

CA.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 1Hz），用于计算瞬时质量排放。本例中，CO 和 NO_x 以干基测量，HC 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。

为更好的说明，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 CA.1）。

表 CA.3 计算示例

$T_{a,i}$ (K)	$H_{a,i}$ (g/kg)	W_{ACT} (kWh)	$q_{mew,j}$ (kg/s)	$q_{maw,j}$ (kg/s)	$q_{mf,j}$ (kg/s)	$c_{HC,j}$ (ppm)	$c_{CO,j}$ (ppm)	$c_{NO_x,j}$ (ppm)
295	8.0	40	0.155	0.150	0.005	10	40	500

表 CA.4 燃油成分

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	$\xi = 0.0000$	$W_{EPS} = 0.000$

步骤 1：干/湿基校正系数（本附录 CA.2 条）

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

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

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

$$c_{NO_x,i}(\text{wet}) = 500 \times 0.9331 = 466.6 \text{ ppm}$$

步骤 2：NO_x 温湿度校正系数（本附录第 CA.3.1 条）

$$k_{h,d} = \frac{15.698 \times 800}{1000} + 0.832 = 0.9576$$

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

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

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

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

步骤 4: 通过将瞬时排放值积分以及表 CA.1 的 u 值 (本附录第 CA.5.2.3 条) 计算整个循环的质量排放:

WHTC 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:

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

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

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

步骤 5:

计算比排放量 (本附录第 CA.7.3 条)

$$e_{HC} = 4.01 / 40 = 0.10 \text{ g/kWh}$$

$$e_{CO} = 10.05 / 40 = 0.25 \text{ g/kWh}$$

$$e_{NO_x} = 197.72 / 40 = 4.94 \text{ g/kWh}$$

CA.8.4 颗粒物排放 (柴油)

$P_{b,b}$ (kPa)	$P_{b,a}$ (kPa)	W_{act} (kWh)	$q_{mew,i}$ (kg/s)	$q_{mf,i}$ (kg/s)	$q_{mdv,i}$ (kg/s)	$q_{mdev,i}$ (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 0	91.700 0	1.515

步骤 1:

计算 m_{edf} : (本附录第 CA.5.3.2.2 段)

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

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

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

步骤 2: 颗粒物质量的浮力修正 (本附录第 CA.4 条)

试验前:

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

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

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 (本附录第 CA.5.3.2.2 条)

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

步骤 4: 计算比排放量 (本附录第 CA.7.3 条)

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

CA.8.5 λ -转换系数 (S_λ)

CA.8.5.1 计算 λ -转换系数 (S_λ)

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

式中:

S_λ —— λ -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:

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

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

式中：

CH₄——燃料中甲烷的体积百分数；

C₂ ——燃料中所有 C₂ 碳氢化合物（如：C₂H₆、C₂H₄ 等）的体积百分数；

C₃ ——燃料中所有 C₃ 碳氢化合物（如：C₃H₈、C₃H₆ 等）的体积百分数；

C₄ ——燃料中所有 C₄ 碳氢化合物（如：C₄H₁₀、C₄H₈ 等）的体积百分数；

C₅ ——燃料中所有 C₅ 碳氢化合物（如：C₅H₁₂、C₅H₁₀ 等）的体积百分数；

diluent——燃料中稀释气体的体积百分数（如：O₂*、N₂、CO₂、He 等）。

CA.8.5.2 λ-转换系数S_λ的计算示例

示例 1：G₂₅:CH₄=86%,N₂=14%(v/v)

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

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

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

示例 2：G_R:CH₄=87%,C₂H₆=13%(v/v)

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

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

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

示例 3：USA:CH₄=89%,C₂H₆=4.5%,C₃H₈=2.3%,C₆H₁₄=0.2%,O₂=0.6%,N₂=4%

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

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

$$= \frac{4 \times 0.89 + 4 \times 0.045 + 8 \times 0.023 + 14 \times 0.002}{1 - \frac{0.6 + 4}{100}} = 4.24$$

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

附件 CB
(规范性附件)
测量、取样和标定规程

本附件规定了测量、取样系统和标定规程，并规定了流量、压力、温度测试设备或系统的线性化要求。

CB.1. 测功机

测功机的参数应满足 C.6.2.1 和 C.6.2.2 条所述试验循环的要求。

扭矩和转速的测量仪器应满足循环有效性判定所需的轴功率测试精度要求。

可能需要附加计算。测量设备的精度应符合 CB.2 的线性要求，且不超过表 CB.1 (规定的范围)。

CB.2. 线性要求

CB.2.1 一般要求

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 CB.1 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。其它设备和系统的线性化检查应根据内部审核流程、仪器生产企业或 GB/T 19001 的要求进行。

CB.2.2 测量设备和系统的线性要求

测量设备和系统的线性要求应符合表 CB.1 的要求。

表 CB.1 设备和系统的线性要求

测量系统	$ \chi_{min} \times (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
燃油流量	≤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
----	----------	-----------	----------	--------

CB.2.3 线性化检查

CB.2.3.1 概述

表 CB.1 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 C.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 CB.1 所列最大限值是指检查中可能出现的最大值。

CB.2.3.2 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。

CB.2.3.3 程序

线性化检查应按照下列步骤在其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 CB.3.3.2 的已知气体浓度应直接通入分析仪接口；
- (e) 以不低于 1Hz 的频率测量基准值，连续记录 30 秒；
- (f) 计算 30 秒周期内的算术平均值，并按照 C.6.8.7 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 CB.2 表 CB.1 的要求；
- (h) 如需要，应再次检查零点设定并重复确认程序。

CB.3. 气态污染物测量和取样系统

CB.3.1 分析仪技术要求

CB.3.1.1 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。

设备的电磁兼容性水平应尽可能减少额外错误。

CB.3.1.2 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。

CB.3.1.3 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。对大于 155ppm（或 ppm C）的标定气或量距气，其重复性不超过该量程满量程浓度的 1%，对低于 155ppm（或 ppm C）的标定气或量距气，不超过该量程满量程浓度的 2%。

CB.3.1.4 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 10s 内的的峰-峰响应均不应超过满量程的 2%。

CB.3.1.5 零点漂移

零点响应的漂移应符合仪器生产企业的规定。

CB.3.1.6 量距漂移

量距响应的漂移应符合仪器生产企业的规定。

CB.3.1.7 上升时间

测量系统所安装的分析仪的上升时间不应超过 2.5 秒。

CB.3.1.8 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。

CB.3.2 气体分析仪

CB.3.2.1 概述

CB.3.2.2.-CB.3.2.7.规定了应遵循的测量原理。附件 CE 对测量系统做了详细说明。应采用下列仪器对测量的气体进行分析。对非线性分析仪，允许使用线性化电路。

CB.3.2.2 一氧化碳 (CO) 分析仪

一氧化碳分析仪应为不分光红外线 (NDIR) 吸收型。

CB.3.2.3 二氧化碳 (CO₂) 分析仪

二氧化碳分析仪应为不分光红外线 (NDIR) 吸收型。

CB.3.2.4 碳氢化合物 (HC) 分析仪

对于柴油机和燃用 LPG 的燃气发动机，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 $463\text{K}\pm 10\text{K}(190\pm 10^\circ\text{C})$ 。对于燃用 NG 发动机或点燃式发动机，碳氢化合物分析仪根据测量方式的不同，可以采用非加热式氢火焰离子分析仪 (FID，见附件 CE.2.1.1)。

CB.3.2.5 甲烷和非甲烷碳氢化合物 (NMHC) 分析

甲烷和非甲烷碳氢化合物成分的测定应按照附件 CE.2.2 用加热式非甲烷截止器 (NMC) 和两个 FID 进行。组分的浓度应按照 CA.7.2 确定。

CB.3.2.6 氮氧化物(NO_x)分析仪

NO_x 测量共有两种测量仪器。只要满足 CB.3.2.6.1 或 CB.3.2.6.2 的相应标准，可采用其中任一仪器。按照 C.3.2 确定不同测试系统等效性，只允许采用 CLD 为基准。

CB.3.2.6.1 CLD

如采用干基测定，氮氧化物分析仪应采用 CLD 或具有 NO₂/NO 转换器的加热型 CLD。如采用湿基测定，应采用具有温度保持在 328 K(55°C)以上转换器的水熄光检查符合要求(见 CB.3.9.2.2.) HCLD。无论 CLD 和 HCLD，取样路径内壁温度应保持 328K-473K (55°C-200°C)；对于干基测量，保温取样管路至转换器，对湿基测量，保温取样管路应至分析仪。

CB.3.2.6.2 不分光紫外探测仪 (NDUV)

NO_x 浓度测定可以采用不分光紫外线探测仪 (NDUV)。如 NDUV 只测量 NO，应在 NDUV 分析仪上游安装 NO₂/NO 转换器。NDUV 应保持一定的温度，以防止水汽冷凝；除非在 NO₂/NO 转换器 (如采用) 上游或分析仪的上游安装取样干燥器。

CB.3.2.7 空燃比测量

按 CA.5.1.6 规定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 λ 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 $5 \leq \lambda$ 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。

CB.3.3 气体

所有气体都应在有效期内使用。

CB.3.3.1 纯气

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： $C_1 \leq 1\text{ppm}$ ， $CO \leq 1\text{ppm}$ ， $CO_2 \leq 400\text{ppm}$ ， $NO \leq 0.1\text{ppm}$ ）

纯氧（纯度 $>99.5\%$ 体积比）

氢-氮混合气（FID 燃料）（ $40 \pm 1\%$ 氢，氮作平衡气）（其中杂质： $C_1 \leq 1\text{ppm}$ ， $CO_2 \leq 400\text{ppm}$ ）

纯合成空气（其中杂质： $C_1 \leq 1\text{ppm}$ ， $CO \leq 1\text{ppm}$ ， $CO_2 \leq 400\text{ppm}$ ， $NO \leq 0.1\text{ppm}$ ）

（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： $C_1 \leq 0.05\text{ppm}$ ， $CO \leq 1\text{ppm}$ ， $CO_2 \leq 10\text{ppm}$ ， $NO \leq 0.02\text{ppm}$ ）

纯氧（纯度 $>99.5\%$ 体积比）

氢-氮混合气（FID 燃料）（ $40 \pm 1\%$ 氢，氮作平衡气）（其中杂质： $C_1 \leq 0.05\text{ppm}$ ， $CO_2 \leq 10\text{ppm}$ ）

纯合成空气（其中杂质： $C_1 \leq 0.05\text{ppm}$ ， $CO \leq 1\text{ppm}$ ， $CO_2 \leq 10\text{ppm}$ ， $NO \leq 0.02\text{ppm}$ ）

（氧气的体积含量在 $20.5\% \sim 21.5\%$ ）

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。

CB.3.3.2 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，也可采用其它混合气体。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（见 CB.3.3.1.）；

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。

标定气和量距气的实际浓度应在标称值的 $\pm 1\%$ 内，且应符合国家或国际标准。所有标定气体的浓度应以体积浓度表示（体积%或体积 ppm）。

CB.3.3.3 气体分割器

标定气和量距气也可通过气体分割器（精确混合装置）、用纯 N_2 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 $\pm 2\%$ 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 $\pm 1\%$ ，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 $\pm 1\%$ 内。按照CB.2.3 进行线性度确认时，气体分割器应精确至 $\pm 1\%$ 。

CB.3.3.4 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，应包含浓度为 $350 \pm 75 \text{ ppm}$ 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。点燃和压燃式发动机所需要的氧气浓度见表 CB.2，其余组分为纯氮。

表 CB.2 氧气干扰检查气

发动机类型	O ₂ 浓度（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）

CB.3.4 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。起动分析仪取样泵。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，直至真空度达到 20kPa（绝对值为 80kPa）。初始稳定期过后，系统压力增加 Δp 应不超过

$$\Delta p = p / V_s \times 0.005 \times q_{vs}$$

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。

CB.3.5 分析系统响应试验检查

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它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 秒内完成。试验所用气体导致的浓度变化至少为满量程 60%。

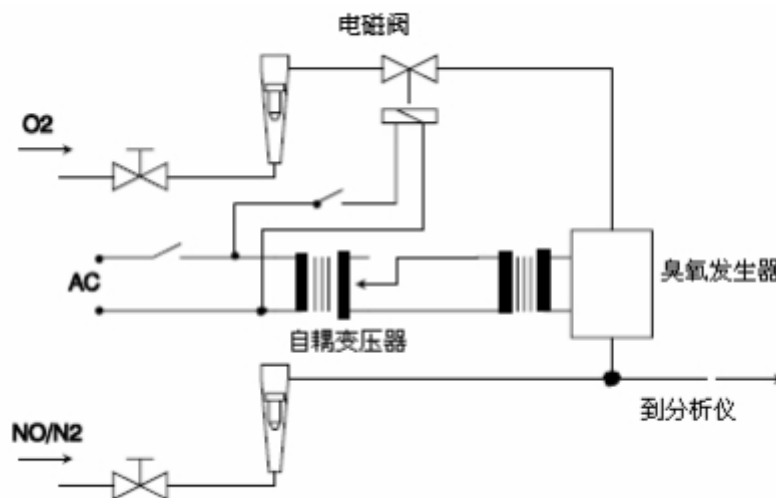
应记录每一单独气体组分的浓度变化过程。响应时间定义为气体切换与相应的记录浓度变化之间的时间差。系统响应时间（ t_{90} ）包括测量探测器的延迟时间和探测器的上升时间。延迟时间是指从（浓度）变化开始至响应达到最终浓度数 10%（ t_{10} ）的时间。上升时间是指从最终浓度数的 10% 至 90% 之间的时间（ $t_{90}-t_{10}$ ）。

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。

对所有限定组分（CO, NO_x, HC 或 NMHC）及所有使用量程，系统响应时间应小于 10 秒，上升时间如 CB.3.1.7.规定 $\leq 2.5 \text{ s}$ 。当使用 NMC 测量 NMHC 时，系统响应时间可超过 10 秒。

CB.3.6 NO_x转化器的效率测试

用于将 NO₂ 转化成 NO 的转化器的效率应按 CB.3.6.1.-CB.3.6.8.（见图 CB.1）进行测试。



图CB. 1NO_x转化器效率装置简图

CB.3.6.1 试验装置

利用图 CB.1 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。

CB.3.6.2 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 NO₂ 的浓度必须小于 NO 浓度的 5%）标定 NO_x 分析仪最常用的工作量程。NO_x 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。

CB.3.6.3 计算

NO 转化器效率的计算如下：

$$E_{NOx} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100$$

式中：

- a——按 CB.3.6.6.得到的 NO_x 浓度；
- b——按 CB.3.6.7.得到的 NO_x 浓度；
- c——按 CB.3.6.4.得到的 NO 浓度；
- d——按 CB.3.6.5.得到的 NO 浓度。

CB.3.6.4 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 CB.3.6.2.（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。

CB.3.6.5 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 CB.3.6.2.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）。

CB.3.6.6 NO_x模式

把 NO 分析仪切换到 NO_x 模式，使混合气（包括 NO，NO₂，O₂，和 N₂）流过转化器。记录指示的浓度（a）（分析仪置于 NO_x 模式）。

CB.3.6.7 关闭臭氧发生器

关闭臭氧发生器，使 CB.3.6.6.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_x 模式）。

CB.3.6.8 NO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_x 读数不应偏离 CB.3.6.2.所记录的数值的±5%以上（分析仪置于 NO 模式）。

CB.3.6.9 试验间隔

转化器的效率每月至少测定一次。

CB.3.6.10 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 CB.3.6.5.要求使 NO 浓度从 80%降低到 20%，那么就使用 NO_x 转化器工作的最高量程。

CB.3.7 FID 的调整

CB.3.7.1 检测器响应最佳化

FID 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 ± 75 ppm 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 CB.3.7.2、CB.3.7.3 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 CB.3.7.2、CB.3.7.3。

CB.3.7.2 碳氢化合物响应系数

按照 CB.2.1.3，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 FID C1 的读数与用 ppm C1 表示的气瓶浓度之比。

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 $298K \pm 5K(25^\circ C \pm 5^\circ C)$ 温度下预置 24h。

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。

CB.3.7.3 氧干扰的检查

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。

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 CB.3.3.4。

- 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

$$E_{O_2} = (c_{mf,d} - c) \times 100 / c_{ref,d}$$

分析仪响应系数

$$C = \frac{C_{ref,b} \times C_{FS,b}}{C_{m,b}} \times \frac{C_{m,d}}{C_{FS,d}}$$

式中：

$C_{ref,b}$ ——b) 步操作中的基准HC浓度，ppm C；

$C_{ref,d}$ ——d) 步操作中的基准HC浓度，ppm C；

$C_{FS,b}$ ——b) 步操作中的满量程HC浓度，ppm C；

$C_{FS,d}$ ——d) 步操作中的满量程HC浓度，ppm C；

$C_{m,b}$ ——b) 步操作中的实测HC浓度，ppm C；

$C_{m,d}$ ——d) 步操作中的实测HC浓度，ppm C。

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上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）。

CB.3.8 非甲烷截止器（NMC）的效率

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%，以乙烷为代表的其它碳氢化合物，转换量（截止量）为 100%。为准确测定 NMHC，应测试以下两个效率并用于 NMHC 排放质量流量计算（见 CA.7.2.）

CB.3.8.1 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：

$$E_M = 1 - \frac{C_{HC(w/NMC)}}{C_{HC(w/oNMC)}}$$

式中：

$C_{HC(w/NMC)}$ —— CH_4 流过NMC时的HC浓度，ppm C；

$C_{HC(w/oNMC)}$ —— CH_4 旁通流过NMC时的HC浓度，ppm C。

CB.3.8.2 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：

$$E_E = 1 - \frac{C_{HC(w/NMC)}}{C_{HC(w/oNMC)}}$$

式中：

$C_{HC(w/NMC)}$ ——乙烷流过NMC时的HC浓度，ppm C；

$C_{HC(w/oNMC)}$ ——乙烷旁通流过NMC时的HC浓度，ppm C。

CB.3.9 干扰影响

除所分析的目标气体外，排气中存在的其它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，应进行第CB.3.9.1.和CB.3.9.3.所规定的干扰检查。

CB.3.9.1 CO分析仪的干扰检查

水和 CO₂ 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 CO₂ 量距气从水中冒泡流出，记录分析仪的响应值。分析仪响应应不超过试验中预期平均 CO 浓度的 2%。

CO₂ 和 H₂O 的干扰检查也可分别进行。如果使用的 CO₂ 和 H₂O 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 H₂O 浓度低于试验预期 H₂O 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。

CB.3.9.2 适用于CLD分析仪的NO_x 分析仪熄光检查

CLD（和 HCLD）分析仪所涉及的两种气体是 CO₂ 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 CLD 分析仪利用 H₂O 和/或 CO₂ 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。

CB.3.9.2.1 CO₂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 CO₂ 量距气通入 NDIR 分析仪，记录 CO₂ 浓度值 A。然后将 NO 量距气稀释到 50% 左右，并通入 NDIR 和 CLD，记录 CO₂ (B) 和 NO (C)。然后切断 CO₂，只让 NO 量距气通过 (H) CLD，记录 NO (D)。按下列公式计算熄光，

$$E_{CO_2} = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

式中：

A——用 NDIR 测定的未稀释 CO₂ 浓度，%；

B——用 NDIR 测定的稀释 CO₂ 浓度，%；

C——用 (H) CLD 测定的稀释 NO 浓度，ppm；

D——用 (H) CLD 测定的未稀释 NO 浓度，ppm。

可用动力混合/搅拌等替代方法稀释和量化 CO₂ 和 NO 量距气的数值。

CB.3.9.2.2 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:

$$H = 100 \times (G/P_b)$$

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_e:

$$D_e = D \times (1 - H/100)$$

根据排气 A 中的最大 CO₂ 浓度估算试验排气中预期最大水蒸气浓度, 记录为 H_m

$$H_m = \alpha/2 \times A$$

%水熄光按下式计算

$$E_{H_2O} = 100 \times ((D_e - C)/D_e) \times (H_m/H)$$

式中:

D_e ——稀释NO 的预期浓度, ppm;

C ——稀释NO 的浓度, ppm;

H_m ——水蒸气最大浓度, %;

H ——水蒸气实际浓度, %。

CB.3.9.2.3 最大允许熄光值

CO₂和水的最大熄光率不超过满量程的2%。

CB.3.9.3 适用于NDUV分析仪的NO_x分析仪熄光检查

碳氢化合物和H₂O会对NDUV分析仪产生正干扰, 其对响应的影响与NO_x类似。如果NDUV分析仪通过测量其它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。

CB.3.9.3.1 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CLD测量排气中的NO_x。CLD响应作为基准值(标定值)。排气中的HC也应用FID分析仪进行测定。FID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秒的取样数据, 并计算三个分析仪的算术平均值。

从NDUV平均值中减去CLD平均值, 其差值乘以预期HC浓度平均值与检查时测定的HC浓度之比, 如下式所示:

$$E_{HC/H_2O} = (C_{NO_x,CLD} - C_{NO_x,NDUV}) \times \left(\frac{C_{HC,e}}{C_{HC,m}} \right)$$

式中:

C_{NO_x,CLD}——CLD测得的NO_x浓度, ppm;

$C_{\text{NO}_x, \text{NDUV}}$ ——NDUV测的的 NO_x 浓度, ppm;

$C_{\text{HC}, e}$ ——HC预期最大浓度, ppm;

$C_{\text{HC}, m}$ ——HC实测最大浓度, ppm。

CB.3.9.3.2 最大允许熄火值

CO_2 和水的总熄火率不超过试验中 NO_x 预期浓度满量程的2%。

CB.3.9.4 取样干燥器

取样干燥器去除会对 NO_x 测量产生干扰的水分。

CB.3.9.4.1 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_m (见CB.3.9.2.2) 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5g (大约含水量约为0.008), 即3.9°C和101.3kPa时相对湿度为100%。该湿度要求相当于25°C和101.3kPa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。

CB.3.9.4.2 取样干燥器 NO_2 损耗

在取样干燥器中残留的液态水会去除样气中的 NO_2 。如果取样干燥器与上游不带 NO_2/NO 转化器的NDUV分析仪组合使用, 也会在 NO_x 测定前从样气中去除 NO_2 。

NO_2 最大预期浓度, 取样干燥器应能测量 NO_2 总量的至少95%。

CB.3.10 直接从原始排气中取样

排气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米或三倍排气管径 (取其较大者) 处, 其距离发动机应足够近从而保证探头处的排气温度 $\geq 343\text{K}$ (70°C)。

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 CO_2 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。

如果发动机装有排气后处理系统, 应在排气后处理系统下游采集排气样气。

CB.3.11 从稀释排气中取样

发动机和全流稀释系统之间的排气管应符合附件CE规定的要求。排气取样探头应安装在稀释风道内靠近颗粒物取样探头的位置, 此处稀释空气和排气能充分混合。

取样可通过两种方法进行:

- (a) 将整个循环的污染物采集到一个取样袋中, 试验完成后进行测定; 对HC, 若使用袋采样结果, 取样袋应加热至 $464 \pm 11\text{K}$ ($191 \pm 11^\circ\text{C}$); 对 NO_x , 取样袋温度应高于露点温度;
- (b) 将整个循环的污染物连续取样并积分。

背景气浓度应按照 (a) 或 (b) 在稀释风道上游测定, 并从CA.6.2.3.2测得的污染物浓度值中减去。

CB.4. 颗粒物测量及取样系统

CB.4.1 一般规定

颗粒物质量测量需要颗粒物稀释取样系统, 颗粒物取样滤纸, 微克天平和控制温度及湿度的称重室。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。稀释系统的一般要求

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20cm内的稀释排气温度保持在315 K(42 °C) -325 K (52 °C)；
- (c) 在接近稀释通道入口处的稀释空气温度应保持在293 K-315 K (20 °C-42 °C)；
- (d) 在发动机最大排气流量时，总稀释比应在5:1-7:1范围内，并且初级稀释比最小为2:1；
- (e) 对部分流稀释系统，从稀释空气进入稀释通道起到滤纸保持架止在系统内的滞留时间应在0.5-5s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1-5s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0.5s。

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）。

CB.4.2 颗粒物取样

CB.4.2.1 部分流稀释系统

颗粒物取样探头的安装位置应靠近气体污染物取样探头，但其距离应确保不会产生干扰。因此，CB.3.10的安装规定也适用与颗粒物取样。取样管路的安装应符合附件CE的规定。

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。

CB.4.2.2 全流稀释系统

型式检验和环境保护主管部门监督检查时，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体污染物取样探头，但其距离应确保不会产生干扰。因此，CB.3.11的安装规定也适用与颗粒物取样。取样管路的安装应符合附件CE的规定。

CB.4.3 颗粒物取样滤纸

试验过程中，稀释过的排气应通过符合CB.4.4.1-CB.4.4.3要求的滤纸取样。

CB.4.3.1 取样滤纸要求

所有滤纸类型对0.3 μ m 的DOP(邻二甲酸二辛脂)或PAO的（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；
- (b) 以碳氟化合物（PTFE）为基体的薄膜滤纸。

CB.4.3.2 滤纸尺寸

颗粒物滤纸公称直径应为47mm（允差为46.50 \pm 0.6mm），滤纸污染直径至少为38mm。

CB.4.3.3 滤纸迎面速度

气体通过滤纸的迎面速度应为0.90-1.00m/s，记录的气流值最多5%可超过该范围。如果滤纸上的颗粒物总质量超过400 μ g，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。

CB.4.4 称重室和分析天平的技术要求

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分钟内，称重间应满足规定的技术条件。

CB.4.4.1 称重室条件

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295K \pm 1K (22 \pm 1°C)。其湿度应保持在露点温度282.5 \pm 1K(9.5 \pm 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 $295\pm 3\text{K}(22\pm 3^\circ\text{C})$,但露点温度仍为 $282.5\pm 1\text{K}(9.5\pm 1^\circ\text{C})$ 。

湿度和环境温度应予记录。

CB.4.4.2 参比滤纸称重

在称量取样滤纸的12小时内,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 $10\mu\text{g}$,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。

CB.4.4.3 分析天平

用来称量滤纸重量的分析天平应满足CB.2条、表CB.1的线性度确认标准。即其精度(标准偏差)至少为 $2\mu\text{g}$,分辨率至少为 $1\mu\text{g}$ (1数位= $1\mu\text{g}$)。

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。

CB.4.4.4 消除静电作用

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 $\pm 2.0\text{V}$ 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。

CB.4.4.5 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,由于与原始及稀释排气接触,因此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,以防止静电效应。

CB.4.4.6 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CB.2.3进行线性度确认,确认频率应保证满足本法规的准确度要求。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CB.4.5.2。

CB.4.5 部分流稀释系统的特殊要求

部分流稀释系统应确保从发动机排气中抽取一定比例原始排气样本,通过测定稀释比或采样率 r_d 或 r_s 以保证达到CB.4.5.2规定的准确度要求。

CB.4.5.1 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CB.4.5.6规定的程序确定。如果排气流量测量(见CA.5.1.2)和部分流系统的综合切换时间 ≤ 0.3 秒,应采用在线控制。如果切换时间超过0.3秒,应根据事先记录的试验循环进行预判控制。在这种情况下,综合上升时间应 ≤ 1 秒,综合延迟时间 ≤ 10 秒。

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5Hz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:

- (a) $q_{mp,i}$ 和 $q_{mew,i}$ 线性回归的相关系数不小于0.95;
- (b) $q_{mp,i}$ 对 $q_{mew,i}$ 的标准偏差估计应不超过 q_{mp} 最大值的5%;
- (c) 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秒,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。

CB.4.5.2 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 $q_{mp,i}$ ($t_{50,F}$ 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CB.4.5.6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。

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

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:

- (a) 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;
- (b) 基于 q_{mdew} 对 q_{mdw} 进行校准,使 q_{mp} 达到a)规定相同的精度。详见CB.4.5.3;
- (c) 通过示踪气如 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;
- (d) 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实测 q_{mdew} 最高值的 $\pm 0.2\%$ 内。

CB.4.5.3 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,使伸入通道内的探头流量 q_{mp} 达到CB.4.5.2的准确度要求。

- (a) 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;
- (b) 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;
- (c) 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_2 或 NO_x 。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。

$$q_{mp} = q_{mdew} / r_d$$

为保证 q_{mp} 的准确度，应考虑气体分析仪的准确度。

CB.4.5.4 碳流量检查

为检测测量和控制问题并确认部分流系统工作是否正常，应采用实际排气进行碳流量检查。每当新安装发动机或实验室架构发生重大变化时，都应进行碳流量检查。

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CO₂的稳定工况下运行。部分流取样系统应在稀释比15:1左右运行。

进行碳流量检查时，应采用CB.4.5.4.1- CB.4.5.4.4规定的程序。碳流量应根据CB.4.5.4.1- CB.4.5.4.4规定的计算。所有碳流量偏差都应在3%以内。

CB.4.5.4.1 概述

发动机排气中绝大部分的碳来自于燃油，而绝大部分的碳以 CO₂ 形式存在，这是基于 CO₂ 测试进行系统标定检查的基础。

排气中碳流量取决于燃油流量，排放和颗粒物采样系统的不同采样点的碳流量由这些采样点的 CO₂ 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采样系统的出口来监测该碳流源，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 CB.2 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。

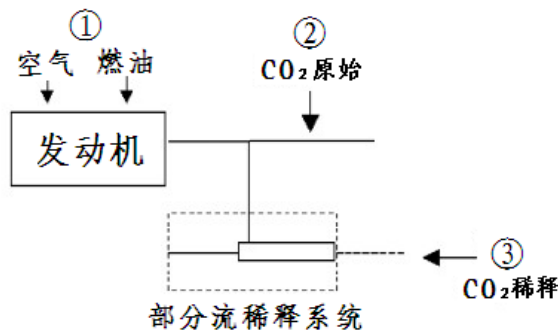


图 CB.2 碳流量检查的测量位置

CB.4.5.4.2 进入发动机的碳流量（图CB. 2位置1）

对于使用燃油 CH_αO_ε，发动机碳的质量流量计算如下：

$$q_{mCf} = \frac{12.011}{12.011 + 1.00794\alpha + 15.9994\epsilon} \cdot q_{mf}$$

式中：

q_{mf} ——燃油质量流量，kg/s。

CB.4.5.4.3 原始排气中的碳流量（图CB. 2位置2）

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2r} - c_{CO2a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12.011}{M_e}$$

式中：

c_{CO2r} ——原始排气中 CO₂ 的湿基浓度，%；

c_{CO2a} ——环境空气中 CO₂ 的湿基浓度，%；

q_{mew} ——湿基排气质量流量，kg/s；

M_e ——排气摩尔质量，g/mol。

如果 CO₂ 测试为干基浓度，根据本附录第 CA.2 条规定应转换为湿基浓度。

CB.4.5.4.4 稀释系统中的碳流量（位置3）

对于部分流系统，应考虑稀释比，碳流量由稀释的 CO₂ 浓度、排气质量流量和采样流量决定：

$$q_{mCp} = \left(\frac{c_{CO2d} - c_{CO2a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12.011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}}$$

式中：

c_{CO2d} ——稀释排气出口测量的稀释排气中 CO₂ 的湿基浓度，%；

c_{CO2a} ——环境空气中 CO₂ 的湿基浓度，%；

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 CO₂ 测试为干基浓度，根据本附录第 CA.2 条规定应转换为湿基浓度。

CB.4.5.4.5 排气的摩尔质量计算

排气的摩尔质量应按第 CA.5.2.4 条中的公式计算。

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。

CB.4.5.5 试验前检查

检查应在试验开始前2小时内按下列方式进行。

流量计的准确度应采用与校准时相同的方法（见CB.4.5.2）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CB.4.5.2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。

CB.4.5.6 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100ms，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10Hz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CB.4.5.1）后进行回归检查。

应在至少5个上升和下降响应重复上述计算，并计算结果平均值。内部切换时间（< 100 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CB.4.5.1。

CB.5. CVS系统校准

CB.5.1 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，校准过的转子流量计。

CB.5.2 容积泵（PDP）的标定

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露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。

CB.5.2.1 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（ V_0 ），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：

$$V_0 = \frac{q_{vCVS}}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101.3}{P_p}$$

式中：

q_{cCVS} ——标准状态（101.3kPa，273K）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：

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_p}}$$

式中：

Δp_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：

$$V_0 = D_0 - m \times X_0$$

式中： D_0 和 m 分别表示回归直线的截距和斜率常数。

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。

CB.5.3 临界流量文丘里管（CFV）的标定

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 与文丘里管入口压力的关系曲线。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。

CB.5.3.1 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：

$$K_v = \frac{q_{vCVS} \times \sqrt{T}}{P_p}$$

式中：

q_{vCVS} ——标准状态（101.3kPa，273K）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 $\pm 0.3\%$ 。

CB.5.4 亚音速文丘里管（SSV）的标定

根据亚音速文丘里管的气流公式对SSV进行校准。气体流量为入口压力和温度、SSV入口和喉管

之间的压力降的函数，见CA.6.1.4。

CB.5.4.1 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m³/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：

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_v^2 \times P_p \times \sqrt{\frac{1}{T} \times (r_p^{1.4286} - r_p^{1.7143}) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1.4286}} \right)}}$$

式中：

Q_{SSV}——标准状态（101.3kPa，273K）下CVS 容积流量，m³/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Cd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：

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_v \times \mu}$$

$$\mu = \frac{b \times T^{1.5}}{S + T}$$

式中：

$$A_1 = 25.55152, \left(\frac{1}{m^3} \right) \left(\frac{\text{min}}{s} \right) \left(\frac{\text{mm}}{m} \right)$$

式中：

Q_{SSV}——标准状态(101.3 kPa, 273 K)下的CVS 容积流量，m³/s；

d_v——SSV喉管的直径，m；

μ——气体的绝对或动态速度，kg/ms；

b——1.458 x 10⁶ (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cd值应在各校准点c_d测量值的±0.5%。

CB.5.5 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CA.6.2.3计算质量，但对于丙烷，HC 的系数用0.000472 代替0.000480。应使用下面两种技术之一：

CB.5.5.1 用临界流量量孔方法

将已知质量的纯气体（CO 或C₃H₈）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5~10min，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±3%。

CB.5.5.2 用质量分析方法

用准确度为±0.01g的天平称出一个充满CO 或C₃H₈小罐的质量。在CO 或C₃H₈喷入系统时，CVS 系统按照正常的排气污染物试验方式运行约5~10min。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±3%。

附件 CC
(规范性附件)
粒子数量测量规程

CC.1 取样

粒子数量排放可以采用附件CE.3.1所述的部分流稀释系统或附件CE.3.2所述的全流稀释系统连续取样测定。

CC.1.1 稀释空气过滤

用于一级和二级排气稀释系统(如需)的稀释空气应流经附件CE.3.1或CE.3.2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)后放置附加粗颗粒滤纸。

CC.2 粒子数量取样补偿-全流稀释系统

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

CC.3 粒子数量取样补偿-部分流稀释系统

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

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

a)如果抽取的粒子数量取样流直接排掉,应用下面的公式代替CB.4.5.2中公式:

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

式中:

q_{mp} ——部分流稀释系统中的排气取样流量, kg/s;

q_{mdew} ——稀释排气质量流量, kg/s;

q_{mdw} ——稀释空气质量流量, kg/s;

q_{ex} ——粒子数量取样质量流量, kg/s。

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

b)当抽取的粒子数量取样流完全或部分排掉,但等量气流被回流到位于气流测量装置上游的稀释系统时,应用下面的公式替代CB.4.5.2中公式

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

式中:

q_{mp} ——部分流稀释系统中的排气取样流量, kg/s;

q_{mdew} ——稀释排气质量流量, kg/s;

q_{mdw} ——稀释空气质量流量, kg/s;

q_{ex} ——粒子数量取样质量流量, kg/s;

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

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

CC.3.3 PM测量修正

当从总体部分流稀释系统抽取粒子数量测量样气时, 考虑抽取的气流影响, 附件CA.5.3.2.1或CA.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。

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

式中:

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

m_{PM} ——CA.5.3.2.1或CA.5.3.2.2测定的颗粒物质量, g/test;

m_{sed} ——流经稀释通道的稀释排气总质量, kg;

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

CC.3.4 部分流稀释取样比例

为测量粒子数量, 按照CA.5.1.3-CA.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CB.4.5.1通过对取样和排气流的回归分析进行检查。

CC.4 粒子数量的确定

CC.4.1 数据转换

对部分流稀释系统, 按照CA.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照附件CI.1.4确定。部分流稀释系统确定粒子数量

CC.4.2 如果按照CA.5规定的程序用部分流稀释系统对粒子数量取样, 试验循环中排出的粒子数量应采用下列公式计算:

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

式中:

N ——试验循环排出的粒子数量;

m_{edf} ——按CA.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

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

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。

CC.4.3 用全流稀释系统测定粒子数量

当采用CA.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应按下述公式计算:

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

式中:

N ——试验循环的粒子数量;

m_{ed} ——按照CA.6.1.2-CA.6.1.4规定的任意方法计算的试验循环期间稀释排气总质量, kg/test;

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

粒子数量

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

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

\bar{c}_s 应根据下面的公式计算

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

式中:

$c_{s,i}$ ——粒子计数器非连续测量的稀释排气中粒子数量浓度值(每立方厘米的粒子数),校正至标准条件(273.2 K、101.33 kPa);

n ——试验过程中粒子数量浓度测量次数。

CC.4.4 试验结果

CC.4.4.1 比排放的计算

对于每一个单独的WHSC、热起动WHTC和冷起动WHTC循环，粒子数量比排放按下式计算：

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

式中：

N——总的粒子数量，个；

e——粒子数量比排放量，个/kWh；

W_{act}——C.6.8.6规定的实际循环功，kWh。

CC.4.4.2 具有周期再生功能的排气后处理系统

对装备具有周期再生后处理系统的发动机，采用C.5.6.3的一般规定。热态WHTC排放应按照C.5.6.3公式加权处理，式中 \bar{e} 为未再生时的平均粒子数量（个/kWh）， \bar{e}_r 为再生条件下的平均粒子数量（个/kWh）。再生调整因子应从C.5.6.4中选择相应公式计算。

CC.4.4.3 加权平均后的WHTC试验结果

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

a) 相乘的再生调整因子或没有周期再生后处理的发动机

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

b) 相加的再生调整因子

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

式中：

N_{cold}——WHTC冷态循环排放的粒子数量，个；

N_{hot}——WHTC热态循环排放的粒子数量，个；

W_{act,cold}——按C.6.8.6计算的WHTC冷态试验循环的实际循环功，kWh；

W_{act,hot}——按C.6.8.6计算的WHTC热态试验循环的实际循环功，kWh；

k_r——按照C.5.6.3得到的再生因子，对没有周期再生后处理的发动机，k_r=1。

CC.4.4.4 试验结果的有效位数

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

CC.5 背景粒子数量的确定

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

CC.5.2 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，生产企业要求下，可在一致性检查试验时从稀释排气实际测量值中减去，但应向环境保护主管部门报备。

附件 CD
(规范性附件)
CO₂ 排放与燃料消耗量

CD.1 概述

本附件规定了型式检验中的发动机CO₂和油耗的测试方法。

CD.2 一般要求

CD.2.1应按照第C.6.2~第C.6.8条中的规定，在WHTC和WHSC循环中测定CO₂排放量与燃料消耗量。

CD.2.2测试结果应记录循环的CO₂比排放值和燃料消耗量比油耗值，以g/kW.h为单位。

CD.3 CO₂排放的测定

CD.3.1 原始排气法

如果在原始排气中测量CO₂，应按本章规定进行。

CD.3.1.1 测试设备

原始排气中CO₂的测量，应采用附录C的附件CB.3.2.3.规定的不分光红外线分析仪（NDIR）。

测试系统应满足CB.2及附录C的表CB.1中关于线性化的要求。

测试系统应满足附录C中CB.3.1，CB.3.4和CB.3.5的要求。

CD.3.1.2 数据记录

应按照附录C.6.6.6的要求记录和保存相关数据。所记录的浓度和排气质量流量应与C.3.1规定的延迟时间进行对齐。

CD.3.1.3 循环平均排放的计算

如果进行干基测试，则在进一步计算之前，应按照附录C的CA.2的规定对瞬时浓度进行干/湿基校正。

由CO₂浓度和排气质量流量计算瞬时CO₂质量排放，从而确定CO₂排放量（g/test），然后与附录C的CA.5.2.2.确定的切换时间对齐，再对整个循环中的瞬时值积分，最后将所得积分值乘以附件CA表CA.1中的CO₂的u值。

$$m_{CO_2} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{CO_2} \times c_{CO_2,i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{单位: g})$$

式中：

u_{CO_2} ——CO₂密度和排气密度的比值；

$c_{CO_2,i}$ ——排气中CO₂的瞬时浓度，ppm；

$q_{mew,i}$ ——瞬时排气质量流量，kg/s；

f ——取样频率，Hz；

n ——测量次数。

作为替代计算方法，可以按照附录C中CA.5.2.4条款CO₂摩尔质量（ M_{CO_2} ）44.01g/mol计算CO₂的质量。

CD.3.2 稀释排气法

如果在稀释排气中测量CO₂，应按本章规定进行。

CD.3.2.1 测试设备

稀释排气中CO₂的测量，应采用附录C的附件CB.3.2.3规定的分光红外线分析仪非发散红外线分析仪（NDIR）。稀释空气应为洁净的空气、合成空气或氮气。全流系统的流量应足够大以避免稀释和取样系统中的水冷凝。

测试系统应满足CB.2及表CB.1中关于线性化的要求。

测试系统应满足附录C中CB.3.1，CB.3.4和CB.3.5的要求。

CD.3.2.2 数据记录

应按照C.6.6.6的要求记录和保存相关数据。

CD.3.2.3 循环平均排放的计算

如果进行干基测试，则在进一步计算之前，应按照附录C的CA.2的规定对瞬时浓度进行干/湿基校正。

对于恒定质量流量系统（带热交换器），CO₂的质量（g）计算如下：

$$m_{CO_2} = 0.001519 \times c_{CO_2} \times m_{ed} \quad (\text{单位: g})$$

式中：

0.001519 ——CO₂密度和空气密度的比值（u值）；

c_{CO_2} ——背景校正后的CO₂浓度，ppm；

m_{ed} ——循环稀释排气总质量，kg。

对于带流量补偿的系统（无热交换器），通过计算整个循环中瞬时质量排放及对该瞬时值进行积分以确定CO₂质量（g）。同样，采用以下公式直接对瞬时浓度进行背景校正。

$$m_{CO_2} = \sum_{i=1}^n \left[\left(m_{ed,i} \times c_{CO_2,e} \times 0.001519 \right) \right] - \left[\left(m_{ed} \times c_{CO_2,d} \times (1-1/D) \times 0.001519 \right) \right]$$

式中：

$c_{CO_2,e}$ ——稀释排气中CO₂浓度，ppm；

$c_{CO_2,d}$ ——稀释空气中CO₂浓度，ppm；

0.001519 ——CO₂密度和空气密度的比值；

$m_{ed,i}$ ——稀释排气的瞬时质量，kg；

m_{ed} ——循环稀释排气总质量，kg；

D ——稀释比。

作为替代计算方法， u 可以按照附录C的CA.6.2.3.1中的公式计算，按照CO₂摩尔质量44.01g/mol计算。

CO₂的背景校正可按照附录C中的CA.6.2.3.2计算。

CD.3.3比排放计算

计算CO₂比排放所需的循环功，应按C.6.8.6确定。

CD.3.3.1WHTC循环的CO₂比排放

CO₂比排放 e_{CO_2} 应按下式计算：

$$e_{CO_2} = \frac{(0.14 \times m_{CO_2,cold}) + (0.86 \times m_{CO_2,hot})}{(0.14 \times W_{act,cold}) + (0.86 \times W_{act,hot})}$$

式中：

$m_{CO_2,cold}$ ——冷起动循环CO₂的质量排放，g；

$m_{CO_2,hot}$ ——热起动循环CO₂的质量排放，g；

$W_{act,cold}$ ——冷起动循环的实际循环功，kWh；

$W_{act,hot}$ ——热起动循环的实际循环功，kWh。

CD.3.3.2WHSC循环的CO₂比排放

CO₂比排放 e_{CO_2} 应按下式计算：

$$e_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{W_{act}}$$

式中：

m_{CO_2} ——CO₂的质量排放，g；

W_{act} ——实际循环功，kWh。

CD.4燃料消耗量的确定

CD.4.1测试设备

测量瞬时燃油流量，应采用直接测量质量的系统，如：

- 质量流量传感器；
- 燃油称重法；
- 克里奥利质量流量计。

燃油流量测量系统应满足以下要求：

- 准确度满足读数的±2%或者满量程的±0.3%取较好者；
- 精度为满量程的±1%或更好；

c) 上升时间不超过5s。

燃油流量测量系统应符合附录C中的CB.2和表CB.1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油都应回到储油罐中。

CD.4.2 数据记录

应按照附录C.6.6.6的要求记录和保存相关数据。

CD.4.3 循环平均油耗的计算

燃油质量消耗量（g/test）通过循环内瞬时油耗求和得到：

$$q_{mf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{mf,i} \times \frac{1}{f} \times 1000$$

式中：

$q_{mf,i}$ ——瞬时油耗量，kg/s；

f ——取样频率，Hz；

n ——测量次数。

CD.4.4 比油耗计算

计算比油耗所需的循环功应按附录C的6.8.6.确定。

CD.4.4.1 WHTC循环比油耗

比油耗 e_f (g/kW.h)应按以下公式计算：

$$e_f = \frac{(0.14 \times q_{mf,cold}) + (0.86 \times q_{mf,hot})}{(0.14 \times W_{act,cold}) + (0.86 \times W_{act,hot})}$$

式中：

$q_{mf,cold}$ ——冷启动燃油消耗量，g；

$q_{mf,hot}$ ——热启动燃油消耗量，g；

$W_{act,cold}$ ——冷启动循环的实际循环功，kWh；

$W_{act,hot}$ ——热启动循环的实际循环功，kWh。

CD.4.4.2 WHSC循环比油耗

比油耗 e_f (g/kW.h)应按以下公式计算：

$$e_f = \frac{q_{mf}}{W_{act}}$$

式中：

q_{mf} ——燃油消耗量，g；

W_{act} ——实际循环功，kWh。

附件 CE
(规范性附件)
分析和取样系统

CE.1 概述

本附件规定了气体和颗粒物排放污染物采样和分析系统的基本要求。由于不同配置可以得到相同的结果，故不要求完全符合本附件的配置要求。可以使用附加部件，诸如仪表、阀门、电磁阀、泵和开关等，以便获得更多的信息和协调各部件系统的功能。若其他部件对于保持某些系统精确度并非必须，则可凭成熟的工程判断加以去除。

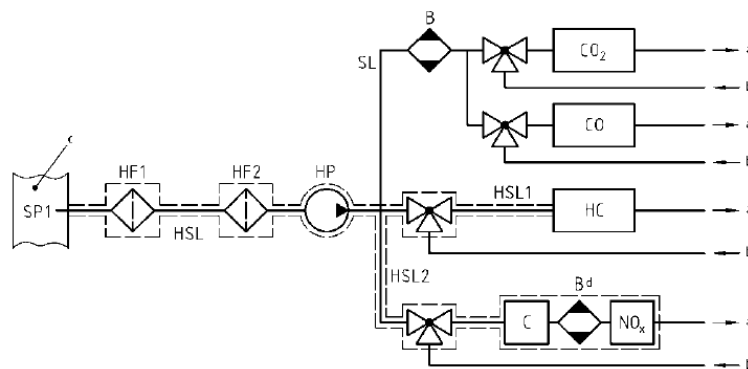
CE.2 分析系统

CE.2.1 分析系统的描述

使用下列分析分析仪测量原始排放（图 CE.1）和稀释排放（图 CE.2）中气态污染物的分析系统

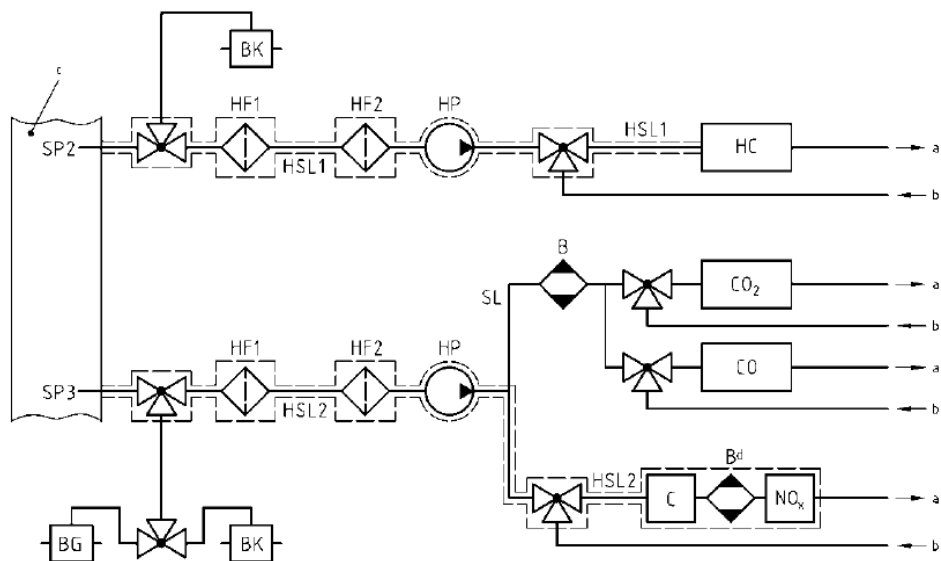
- a) 测试 HC 的 HFID 或 FID 分析仪
- b) 测试 CO 和 CO₂ 的 NDIR 分析仪
- c) 测试 NO_x 的 HCLD 或 CLD 分析仪

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 CE.1 原始排放 CO、CO₂、NO_x 和 HC 的分析系统流程图



a=出口 b=零气，标气 c=稀释通道 d=可选项

图 CE.2 稀释放 CO、CO₂、NO_x 和 HC 的分析系统流程图

CE.2.1.1 图 CE.1 和图 CE.2 的部件注释

1) EP 排气管

2) SP1 原始排气取样探头（仅图 CE.1）

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 1mm。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。

3) SP2 稀释放气 HC 取样探头（仅图 CE.2）

探头应：

- a) 其定义为加热取样管 HSL1 开始的 254mm 至 762mm 部分；
- b) 最小内径 5mm；
- c) 安装在稀释放道 DT(见图 CE.7)内稀释放气和排气充分混合处（即距排气进入稀释放道点的下游约 10 倍通道直径处）；
- d) 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；
- e) 加热提高探头出口处的排气温度至 $463\text{K}\pm 10\text{K}(190\pm 10^\circ\text{C})$ ，点燃式发动机为 $385\text{K}\pm 10\text{K}(112\pm 10^\circ\text{C})$ ；
- f) 若用 FID 分析仪（冷）可不需加热。

4) SP3 稀释放气 CO、CO₂、NO_x 取样探头（仅图 CE.2）

探头应：

- a) 与 SP2 处于同一平面；
- b) 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；
- c) 对整个长度进行加热和保温，使其温度不低于 $328\text{K}(55^\circ\text{C})$ ，以防止水凝结。

5) HF1 加热的前置过滤器（可选）

温度应与 HSL1 相同

6) HF2 加热的过滤器

过滤器应从样气进入气分析仪前过滤固体颗粒，过滤器温度应该与 HSL1 相同。过滤器根据需要可进行更换。

7) HSL1 加热取样管

取样管将样气从单个探头处送至分流点和 HC 分析仪。

取样管应：

- a) 内径范围 4-13.5mm；
- b) 由不锈钢或聚四氟乙烯制成；
- c) 使每段独立控制和加热的管路，其管壁温度保持在 $463\text{K}\pm 10\text{K}$ ($190^\circ\text{C}\pm 10^\circ\text{C}$) (若取样探头处排气温度 $\leq 463\text{K}$ (190°C))；
- d) 保持管壁温度 $>453\text{K}$ (180°C)(若取样探头处排气温度 $>463\text{K}$ (190°C))；
- e) 保持加热过滤器 HF2 和 HFID 紧临的气体温度在 $463\text{K}\pm 10\text{K}$ ($190^\circ\text{C}\pm 10^\circ\text{C}$)。

8) HSL2 NO_x 加热取样管

取样管应：

- a) 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 $328\text{K}\sim 473\text{K}$ ($55^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$)；
- b) 由不锈钢或聚四氟乙烯制成。

9) HP 加热采样泵

泵应该加热到与 HSL 一样的温度。

10) SL CO 和 CO₂ 取样管

取样管应由不锈钢或聚四氟乙烯制成。它可以被加热或不被加热。

11) HC HFID 分析仪

测量碳氢化合物用的加热式氢火焰离子化合检测器 (HFID) 或氢火焰离子化合检测器 (FID)，其温度应保持在 $453\text{K}\sim 473\text{K}$ ($180^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$)。

12) CO、CO₂ NDIR 分析仪

测量一氧化碳和二氧化碳用的 NDIR 分析仪 (可用于颗粒物测量中测量稀释比)

13) NO_x CLD 分析仪或 NDUV 分析仪

测量氮氧化物可使用 CLD、HCLD 或 NDUV 分析仪。若使用 HCLD，其温度应保持在 $328\text{K}\sim 473\text{K}$ ($55^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$)。

14) B 冰槽 (NO 测试选用)

冷凝排气样气中的水分。按照附件 CB.3.9.2.2 所述，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 280K (7°C)，不允许用化学干燥剂去除样气中的水。

15) BK 背景取样袋 (选用；仅图 CE.2 适用)

用于测量背景气体浓度。

16) BG 取样袋 (选用；仅图 CE.2 适用)

用于测量样气浓度

CE.2.2 非甲烷截止器 (NMC)

非甲烷截止器能将除 CH₄ 以外所有的碳氢化合物氧化成 CO₂ 和 H₂O，因此，样气通过 NMC 时，HFID 只检测出 CH₄。除了通用的 HC 采样气路布置 (图 CE.1 和图 CE.2)，带截止器系统的 HC 采

样气路的安装如图 CE.3 所示。这样能保证所有 HC、CH₄ 和 NMHC 同步测试。

试验工作开始前,应在 600K(327℃)或以上的温度下确定截止器在排气气流典型含水量下对 CH₄ 和 C₂H₆ 的催化效果的特性。应该了解抽取的排气气流的露点和含 O₂ 量。记录 FID 对 CH₄ 的相对响应(见第 CB.3.8 条)。

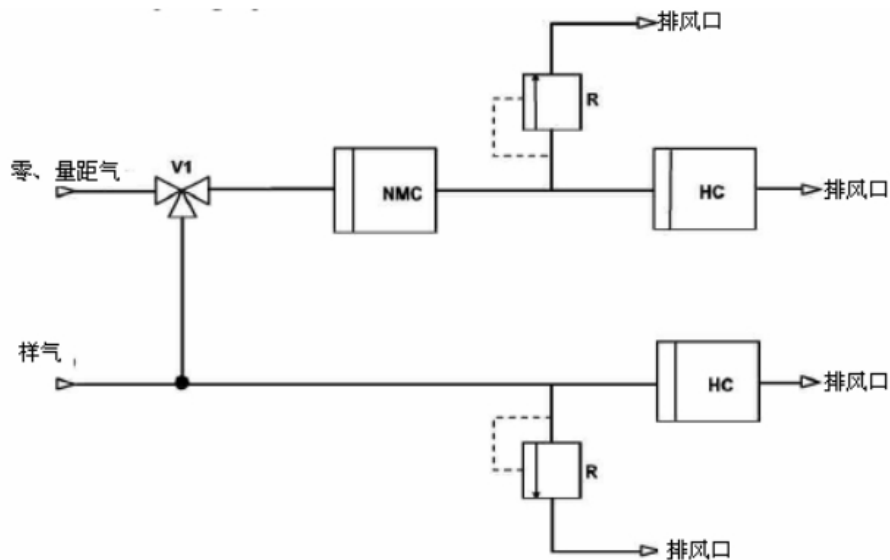


图 CE.3 带 NMC 的甲烷分析流程图

CE.2.2.1 图 CE. 3 的部件注释

1) NMC 非甲烷截止器

氧化除甲烷外所有碳氢化合物。

2) HC

测量 HC 和 CH₄ 浓度的加热式氢火焰离子化检测器 (HFID) 或氢火焰离子化检测器 (FID)。HFID 的温度应保持在 453K—473K(180℃-200℃)。

3) V1 切换阀

切换零气和量距气。

4) R 压力调节器

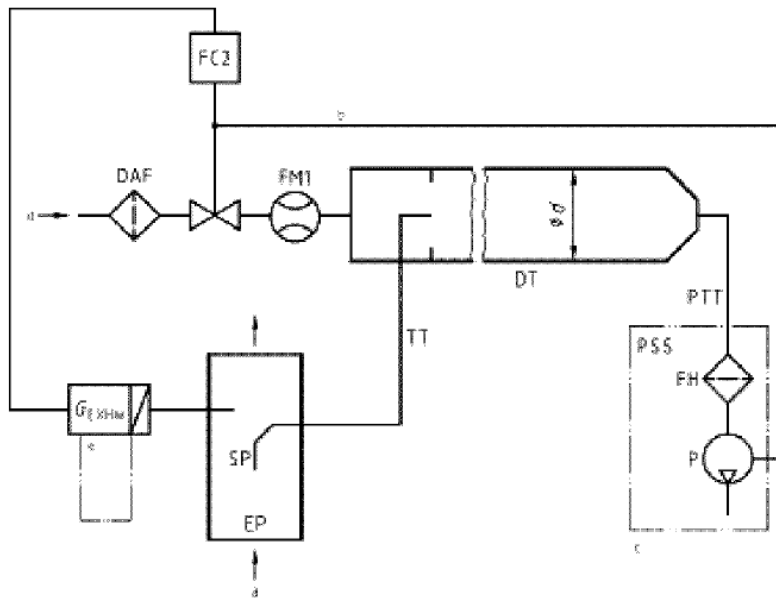
控制取样管内的压力和通向 HFID 的流量。

CE.3 排气稀释和颗粒物的测量

CE.3.1 部分流系统的描述

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采样系统。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 CE.4 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 CE.8)。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,颗粒采样系统的总流量由流量计 FM3 测量(见图 CE.8)。通过这两个流量可计算稀释比。

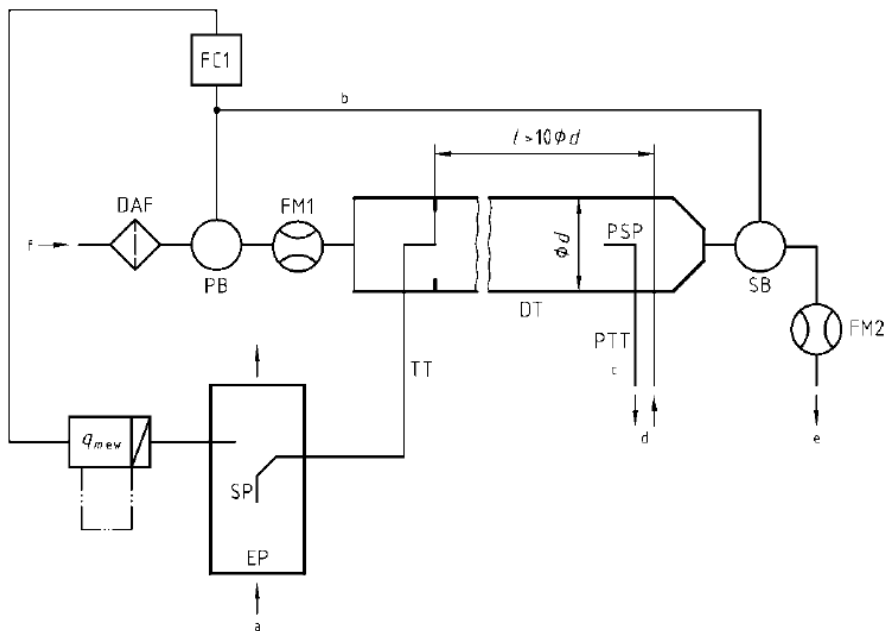


a=排气 b=可选 c=详见图 CE.8

图 CE.4 部分流稀释系统示意图（全部取样型）

图 CE.5 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_{mav} 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。颗粒物采样系统从 DT 内采样（见图 CE.8）



a=排气 b=连接到 PB 或 SB c=详见图 CE.8d=连接到颗粒取样系统 e=出口

图 CE.5 部分流稀释系统示意图（部分取样型）

CE.3.1.1 图 CE.4 和图 CE.5 的部件注释

1) 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。

2) SP 取样探头

探头类型应是下列四种之一：

- a) 开口直面排气管中心线上游；
- b) 开口直面排放管中心线下游；
- c) CE.1.1 中 SP 所述的多孔探头；
- d) 带帽探头面对排气管中心线上游（见图 CE.6）。

探头顶端最小内径为 4mm。排气管与采样管的最小直径比应为 4。

当选择 a) 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 至 10 μm 之间。

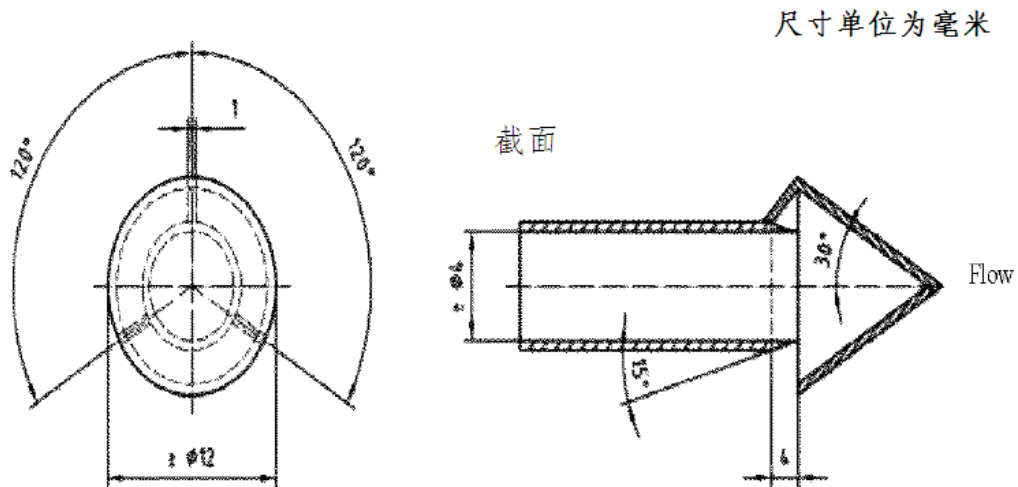


图 CE.6 带帽探头结构

3) TT 输送管

输送管应尽可能的短，且：

- a) 如果探头末端和稀释段之间整个长度的 80%隔热，则传输管不能超过 0.26m。
或
- b) 如果探头末端和稀释段之间整个长度的 90%加热到 150 $^{\circ}\text{C}$ 以上，则传输管不能超过 1m。输送管直径应等于或大于探头直径，但不能超过 25mm，出口端位于稀释风道中心线，并指向下游。

对于 a) 型探头, 应使用最高导热系数 $0.05\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的材料进行隔热, 其径向隔热厚度与探头直径相应。

4) 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, 并与附件 CA.5.1 条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。

5) FM1 流量测量装置

采用气体流量计或其它流量计测量稀释排流量。若经标定后的压力鼓风机 PB 用于测量流量, 则 FM1 可选用。

6) 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 EN1822-1 (过滤级 H14 或更好), ASTM F1471-93 或等同标准要求, 该过滤器初始最小收集效率为 99.97%。

7) FM2 流量测量装置 (仅用于部分取样型, 图 CE.5)

采用气体流量计或其它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。

8) PB 压力鼓风机 (仅用于部分取样型, 图 CE.5)

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。

9) SB 抽风机 (仅用于部分取样型, 图 CE.5)

如已标定, SB 可用于测量稀释空气流量。

10) DT 稀释风道 (部分流)

稀释风道

- a) 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 4000, 雷诺数是基于通道内径计算的), 例如全部取样型, 不要求充分混合;
- b) 应由不锈钢制成;
- c) 壁面可加热但温度不超过 325K (52°C);
- d) 可隔热。

11) PSP 颗粒取样探头 (仅用于部分取样型, 图 CE.5)

颗粒取样探头是颗粒输送管 PTT 的引导部分 (见 CE.3.3.1), 并有以下要求:

- a) 面向上游, 并安装在稀释空气与排气充分混合处, 即在稀释风道 DT 中心线上, 距排气进入稀释风道处大约 10 倍风道管径的下游;
- b) 最小内径 8mm ;
- c) 壁面温度可以直接加热到不超过 325K (52°C) 或预热稀释空气, 稀释空气在进入稀释风道前的温度不应超过 325K (52°C);
- d) 可隔热。

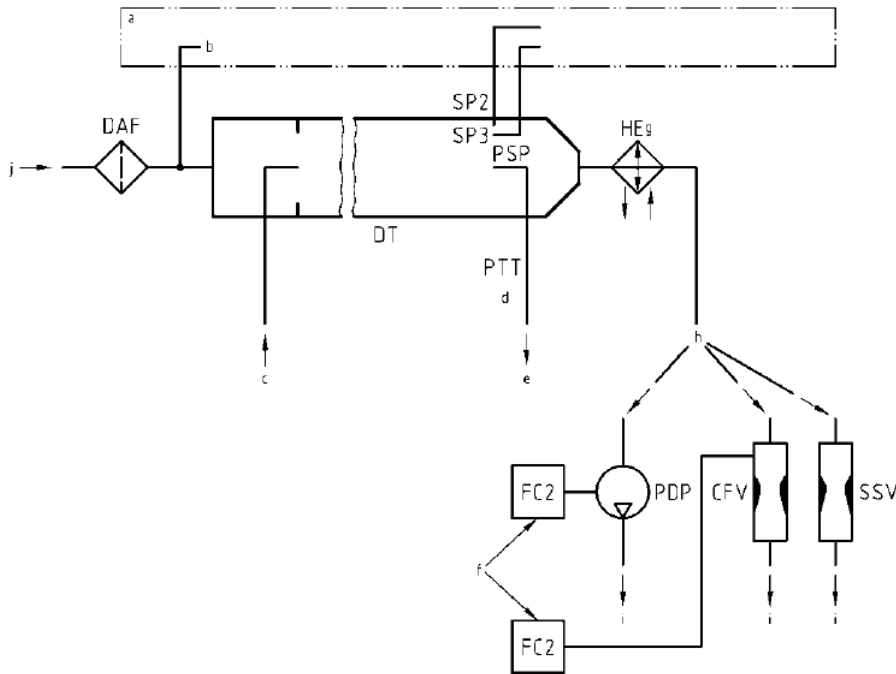
CE.3.2 全流稀释系统

图 CE.7 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。

测量稀释排放流量可使用容积泵 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 CE.9）。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 CE.9 e=连接二次稀释系统 f=如采用 EFC i=出口 g=备选 h=或

图 CE.7 全流稀释系统（CVS）结构图

CE.3.2.1 图 CE.7 部件注释

1) 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风道的排气管长度应不大于 10m。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 4m，则超过 4m 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 25mm。绝热材料的导热系数在 673K 下的测量值应不大于 0.1W/(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。

2) PDP 容积泵

PDP 根据泵的转数和泵的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。当 PDP 系统工作时所测得的排气静背压，应保持在发动机同样转速和负荷下、不接 PDP 所测排气背压的 $\pm 1.5\text{kPa}$ 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 $\pm 6\text{K}$ 以内。只有当 PDP 入口处温度不超过 325K（52℃）时，才可使用流量补偿。

3) CFV 临界流量文丘里管

CFV 将气流保持在节流状态（临界流动）下测量总稀释排气流量。当 CFV 系统工作时所测得的排气静背压，应保持在发动机同样转速和负荷下、不接 CFV 所测静排气背压的 $\pm 1.5\text{kPa}$ 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 $\pm 11\text{K}$ 以内。

4) 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 所测静排气背压的 $\pm 1.5\text{kPa}$ 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 $\pm 11\text{K}$ 以内。

5) HE 热交换器 (选用)

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。

6) 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两级稀释颗粒物取样系统内颗粒物滤纸的样气流量比例在 $\pm 2.5\%$ 的偏差范围以内。(见图 CE.7)

7) DT 稀释风道 (全流)

稀释风道:

- a) 直径应小到可以产生紊流 (雷诺数 >4000 , 基于稀释通道内部直径计算), 而长度应大到可以使排气和稀释空气充分混合;
- b) 可隔热;
- c) 可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风道进口处, 并充分混合。可使用混合孔。

当使用两级稀释时, 将稀释风道内的样气输送到二次稀释风道内进一步稀释, 然后通过取样滤纸 (图 CE.7)。二次稀释系统应提供充足的二次稀释流量, 以使紧靠颗粒物滤纸前的稀释排气温度保持在 315K (42°C) 到 325K (52°C)。

8) 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 EN1822-1 (过滤等级 H14 或更好), ASTM F1471-93 或等同标准的要求, 该过滤器初始最小收集效率为 99.97%。

9) PSP 颗粒物取样探头

探头是 PPT 的前导部分, 其应:

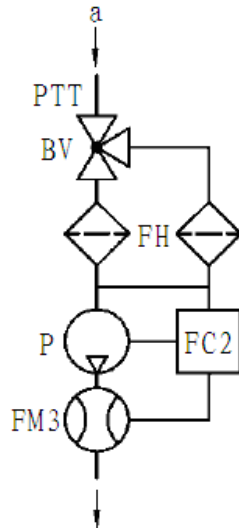
- a) 面向上游, 并安装在稀释空气与排气充分混合处, 即在稀释风道 DT 中心线上, 距排气进入稀释风道处大约 10 倍风道管径的下游;
- b) 最小内径 8mm ;
- c) 壁面温度可以通过直接加热或稀释空气预热至不超过 325K (52°C), 进入稀释风道前的空气温度不应超过 325K (52°C);
- d) 可以进行隔热。

CE.3.3 颗粒物取样系统

颗粒物取样系统是用于将颗粒物采集到颗粒物滤纸上, 见图 CE.8 和图 CE.9。在分流稀释、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 CE.4)。在分流稀释或全流稀释、部分取样情况下, 仅部分稀释排气过滤纸, 稀释系统和取样系统通常是两个不同的装置。

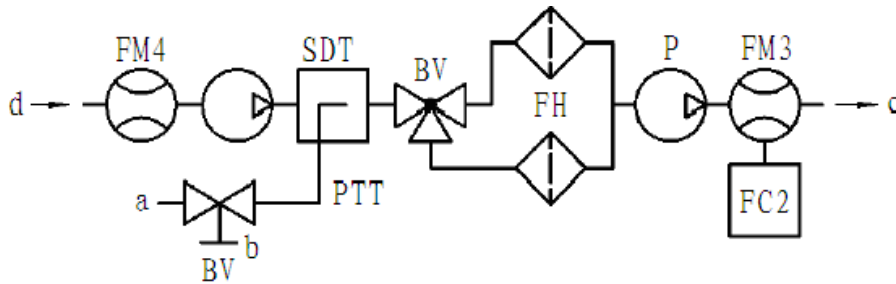
对部分流稀释系统，依靠取样泵 P，通过颗粒物取样探头 PSP 和颗粒物输送管 PTT，从稀释风道 DT 抽取稀释排气样气，见图 CE.8。样气流过含有颗粒物取样滤纸的滤纸保持架 FH。样气流量由流量控制器 FC3 控制。

对全流稀释系统，应使用两级稀释颗粒取样系统，见图 CE.9。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风道 DT，被输送到二级稀释风道 SDT 进行再次稀释。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。若使用电子流量补偿器 EFC（见图 CE.7），则用总稀释排气流量作为 FC3 的指令信号。



a=从稀释风道

图 CE.8 颗粒取样系统结构图



a=从 DT 来的稀释排气 b=可选 c=出口 d=二级稀释空气

图 CE.9 两级稀释颗粒取样系统结构图

CE.3.3.1 图 CE.8（仅用于部分流系统）和图 CE.9（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 325K (52℃)；
- c) 可隔热。

2) SDT 二级稀释风道（仅见图 CE.9）

二级稀释风道：

- a) 应该有足够的长度和直径，以满足本附录第 CB.4.2 条(f)对滞留时间的要求；
- b) 壁温可加热至不超过 325K (52℃)；
- 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）的锥角过度；
- b) 壁温可加热至不超过 325K (52℃)；
- c) 可隔热。

只要取样滤纸间不互相干扰，多滤纸转换器（自动转换）是可以的。

PTFE 薄膜滤纸应该安装在滤纸架的特殊暗盒内。

如果使用面对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 至 10 μm 之间。

4) P 取样泵

若不使用 FC3 作流量校正，则颗粒物取样泵应距风道有足够距离处，以保持进气温度的恒定（ $\pm 3\text{K}$ ）。

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

用气量计或流量计去测量通过颗粒物滤纸的样气流量。它可以被安装在取样泵 P 的上游或下游。

7) FM4 流量测量装置

用气量计或流量计去测量通过颗粒物滤纸的二次稀释流量。

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 0.5s。

附件 CF
(规范性附件)
统计公式和系统等效性

CF.1 平均值和标准偏差

算术平均值按下列公式计算：

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

标准偏差按下列公式计算：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

CF.2 回归分析

回归斜率按下列公式计算：

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

回归截距 y 按下列公式计算：

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x})$$

标准误差 (SEE) 按下列公式计算：

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}}{n - 2}$$

相关系数按下列公式计算：

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

CF.3 系统等效性判定

根据本附录第 C.3.2 条所述，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 CF.1 给出了 7 到 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：

$$F = \frac{S_{major}^2}{S_{minor}^2}$$

(S_R 和 S_C 中的大者作为分子)

- d) 计算 t 值：

$$t = \frac{|\overline{X_C} - \overline{X_R}|}{\sqrt{S_C^2/n_C + S_R^2/n_R}}$$

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 CF.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 (df) 的确定

对 F-检验: $df1 = n_R - 1$ $df2 = n_C - 1$

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 CF.1 不同样本数下的 t 和 F 值

样品数	F-检验		t-检验	
	df	Fcrit	df	tcrit
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 CG
 (规范性附件)
 排放试验用辅件及设备安装的要求

CG.1 辅件及安装要求

表 CG.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
2	进气歧管加热装置	是, 如可能, 应设置为最有利条件
3	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
4	输油泵	是
5	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
6	燃油喷射装置	
	粗滤器	是
	细滤器	是
	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
7	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
8	风冷装置	
	风罩	否
	风扇或风机	否
	温度调节装置	否
9	电气设备	

	发电机	否
	线圈	是
	线路	是
	电子控制系统	是
10	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
11	除污染装置（排气后处理系统）	是
12	启动装置	是，或试验台架设备替代
13	机油泵	是

附件 CH
(规范性附件)
氨的测试规程

CH.1 概述

本附件规定了氨 (NH₃) 的测量规程。对于非线性分析仪, 允许采用线性化电路。

CH.2 测量原理

氨的测量原理应符合第 CH.2.1 条或第 CH.2.2 条要求, NH₃ 测量过程中不应使用气体干燥器。

CH.2.1 二极管激光光谱仪 (LDS)

CH.2.1.1 测量原理

LDS 采用单路光谱原理, 通过单路二极管激光器扫描近红外光谱范围, 以确定 NH₃ 的吸收谱线。

CH.2.1.2 安装

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

应尽可能减小排气温度和压力、安装环境以及振动对测试的影响, 或采用补偿技术。

如适用, 与原位测量相连、用于保护仪器的保护气, 不应影响设备下游任何排气成分浓度的测量, 如有影响可将其他排气成分的取样点安置在该设备上游。

CH.2.1.3 干扰检查

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

CH.2.2 傅里叶变换红外线光谱 (FTIR) 分析仪

CH.2.2.1 测量原理

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

CH.2.2.2 安装和取样

FTIR 应按照设备生产企业的要求安装。选择 NH₃ 的波长进行分析。取样管路 (取样管, 前置过滤器和阀门) 应采用不锈钢或聚四氟乙烯材料, 并可至少加热到 463±10K (190±10℃), 以降低氨的损失和取样产生的影响。此外, 取样管根据实际情况应尽可能短。

CH.2.2.3 干扰检查

为将排气中其他成分的干扰降至最低, NH₃ 波长分辨率应在 0.5cm⁻¹ 以内。

CH.3 排放测试规程和评价

CH.3.1 分析仪检查

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

若第 CH.3.4.2 条的规定不适用于仪器, 应确定零气和量距气的响应时间。对于量距气的响应, 应采用符合第 CH.4.2.7 条的 NH₃ 标准气。允许使用包含 NH₃ 量距气的基准测试间。

CH.3.2 排放相关数据的采集

试验循环开始时, 应同时采集 NH₃ 数据。试验过程中应连续测量 NH₃ 浓度, 并以至少 1Hz 频率进行存储。

CH.3.3 试验后的流程

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

CH.3.4 分析仪漂移检查

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

CH.3.4.2 以下情形下不要求进行分析仪漂移检查：

- a) 如果第 CH.4.2.3 条和 CH.4.2.4 条中仪器生产企业规定的零点和量距气漂移满足第 CH.3.4.1 条的规定；
- b) 如果第 CH.4.2.3 条和 CH.4.2.4 条中仪器生产企业规定的零点和量距气漂移的时间间隔超过试验周期。

CH.3.5 数据处理

NH₃ 平均浓度通过循环内所有瞬时值累加得到。计算公式如下：

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

式中：

$C_{NH_3,i}$ ——排气中的 NH₃ 的瞬时浓度，ppm；

n ——测量次数。

WHTC 循环最终试验结果按下式计算：

$$C_{NH_3} = (0.14 \times C_{NH_3,cold}) + (0.86 \times C_{NH_3,hot})$$

式中：

$C_{NH_3,cold}$ ——冷起动循环下 NH₃ 的平均浓度，ppm；

$C_{NH_3,hot}$ ——热起动循环下 NH₃ 的平均浓度，ppm。

CH.4 分析仪的技术参数和标定

CH.4.1 线性化要求

分析仪应满足本附录表 CB.1 规定的线性化要求。至少每 12 个月或当系统维护或更改可能影响标定时，按照本附录 CB.2.3 进行线性化检查。如能验证达到同等精度且经检验机构事先同意，允许进行标定的基准点少于 10 个。

线性化检查时所用 NH₃ 应符合第 CH.4.2.7 条要求。允许采用含 NH₃ 量距气的基准测试间。对信号用于补偿算法的测试仪器，应满足本附录 CB.2 规定的线性化要求。线性化检查应按照内部检验程序、设备供应商推荐规范或 GB/T 19001 要求进行。

CH.4.2 分析仪技术参数

分析仪的量程和响应时间应满足稳态和瞬态循环下 NH₃ 的浓度测量精度要求。

CH.4.2.1 最低检测限值

在所有测试条件下，分析仪的检测极限应 < 2 ppm。

CH.4.2.2 准确度

即分析仪读数和基准值的偏差。

应不超过读数的 $\pm 3\%$ 或 $\pm 2\text{ppm}$ ，取较大值。

CH.4.2.3 零点漂移

零气响应的漂移和相关时间间隔应满足仪器生产企业规范。

CH.4.2.4 量距气漂移

量距气响应的漂移和相关时间间隔应满足仪器生产企业规范。

CH.4.2.5 系统响应时间

系统响应时间应 $\leq 20\text{ s}$

CH.4.2.6 上升时间

分析仪上升时间应 $\leq 5\text{ s}$

CH.4.2.7 NH₃ 标准气

应具有化学成分如下的混合气。

NH₃ 和纯氮气。

标准气的实际浓度应在标称值的 $\pm 3\%$ 以内。NH₃ 浓度为体积比（%或 ppm）。

应记录生产企业声明的标准气的有效日期。

CH.5 替代系统

如其他系统或分析仪能够达到本附录 C.3.2 条相同的“结果”，检验机构也可采用。“结果”是指循环内氨浓度平均值。

附件 CI
(规范性附件)
粒子数量排放测量设备

CI.1 技术要求

CI.1.1 系统概要

CI.1.1.1 颗粒物取样系统应由从按第 CE.3.1 条或 CE.3.2 条所述的稀释系统中均匀混合气中取样的取样管或取样探头、安装在粒子计数器 (PNC) 上游的挥发性颗粒去除器 (VPR) 以及合适的传输管组成。

CI.1.1.2 推荐在挥发性颗粒去除器 (VPR) 之前安装粒径预分离器 (例如, 旋风式或作用力式)。也可使用图 CE.6 所示的具有适当粒径分级功能的取样探头来代替粒径预分级器。对部分流系统, 颗粒物质量和粒子数量取样可采用同一预分级器, 在预分级器下游的稀释系统中进行粒子数量取样。作为替代, 也可使用单独的预分级器, 从颗粒物质量预分级器上游的稀释系统中进行粒子数量取样。

CI.1.2 一般要求

CI.1.2.1 颗粒取样点应位于稀释通道内。

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

对部分取样型的全流稀释系统和部分流稀释系统 (如 CE.3 条所述), 取样管应安装在稀释通道中心线附近、距气体入口下游大约 10 倍至 20 倍通道直径、面向气流方向的位置, 取样探头的中心轴与稀释通道的中心轴平行。取样探头应安装在稀释通道区域, 以保证取样为稀释空气和排气均匀混合物。

对全部取样型的部分流系统 (如 CE.3.1 条所述), 颗粒物取样点或取样探头应安装在颗粒物输送管内, 在滤纸保持架、流量测量装置和任何取样/旁通分岔点的上游。取样点或取样管的位置应保证稀释空气和排气均匀混合。颗粒物取样管的规格尺寸应不影响部分流稀释系统的正常工作。

在颗粒传输系统中抽取的样气要满足以下条件:

对于全流稀释系统, 气流雷诺数 $Re < 1700$;

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

在颗粒传输系统中的滞留时间应 $\leq 3s$ 。

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

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

内径应 $\geq 4mm$;

样气流过出口管的滞留时间 $\leq 0.8s$ 。

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

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

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

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

CI.1.3 详细要求

CI.1.3.1 颗粒样气在流过粒子计数器之前不应经过取样泵。

CI.1.3.2 推荐使用一个取样预分级器（PCF）。

CI.1.3.3 取样预处理单元应：

CI.1.3.3.1 能对样气进行一次或多次稀释，使颗粒数浓度低于粒子计数器中单个颗粒计数模块的上限，并使粒子计数器入口处的温度低于 35°C。

CI.1.3.3.2 包括一个初始加热稀释过程，其输出样气温度为 150°C 至 400°C 之间，且稀释倍数至少为 10。

CI.1.3.3.3 控制加热阶段到恒定工作温度，该温度在第 CI.1.3.3.2 条规定的范围内，允差为 $\pm 10^\circ\text{C}$ 。

CI.1.3.3.4 通过指示信息显示加热阶段是否处于正确的工作温度。

电迁移直径为 30nm 和 50nm 的颗粒物浓度衰减系数 ($f_t(d_i)$ 其定义见 CI.2.2.2 条规定)，分别不超过 30% 和 20%。挥发性颗粒去除器（VPR）整体而言，其电迁移直径小于 100nm 的颗粒物相应颗粒物衰减系数的幅度不超过 5%。

CI.1.3.3.5 通过加热和降低四十烷 ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) 的局部压力，能使入口浓度 $\geq 10,000\text{cm}^{-3}$ 的 30nm 正四十烷 ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) 颗粒汽化率 $> 99.0\%$ 。

CI.1.3.4 粒子数量计数器（PNC）

CI.1.3.4.1 在全流条件下工作。

CI.1.3.4.2 根据可溯源的原则，从 1cm^{-3} 到单个颗粒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浓度的测量平均值低于 100cm^{-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。

CI.1.3.4.3 颗粒浓度低于 100cm^{-3} 时的分辨率至少为 0.1cm^{-3} 。

CI.1.3.4.4 单个颗粒计数模块在整个测量范围内对颗粒浓度具有线性响应。

CI.1.3.4.5 数据刷新的频率大于等于 0.5Hz。

CI.1.3.4.6 测量量程的 T_{90} 响应时间不超过 5 秒。

CI.1.3.4.7 具有最大为 10% 符合校正功能，可使用第 CI.2.1.3 条确定的校正系数，但是不应使用任何其他的算法来校正或者定义计数效率。

CI.1.3.4.8 对电迁移直径为 23nm ($\pm 1\text{nm}$) 和 41nm ($\pm 1\text{nm}$) 颗粒计数效率分别为 50% ($\pm 12\%$) 和大于 90%。该计数效率可通过内部方式（如：对仪器设计的控制）或者外部方式（如：粒径预分级器）实现。

CI.1.3.4.9 如果粒子计数器使用工作液，则应按仪器生产厂规定的频率更换。

CI.1.3.4.10 若没有保持在粒子计数器（PNC）可控的已知恒定流量水平，则应测量并记录粒子计数器进口的压力和（或）温度，以将颗粒浓度测量值修正到标准状态。

CI.1.3.4.11 颗粒物在颗粒物传输系统（PTS）、挥发性颗粒去除器（VPR）和出口管（OT）中的滞留时间与粒子计数器 t_{90} 响应时间之和应不超过 20s。

CI.1.3.4.12 整个颗粒物计数取样系统（输送系统、挥发性颗粒去除器、出口管和粒子计数器）的传输时间应由颗粒物传输管进口的气溶胶转换速度确定。气溶胶转换应在 0.1 秒内完成。试验用的气溶胶应能导致至少 60% 的满量程的浓度变化。

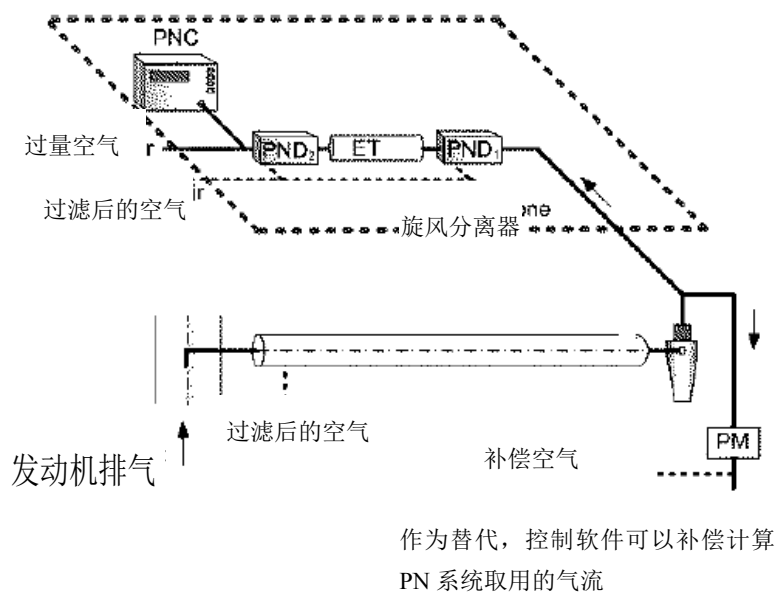
CI.1.3.4.13 应记录示踪气的浓度。为进行粒子数量浓度和排气流量信号时间对齐，传输时间定义为开始变化 (t_0) 至最终读数的 50% (t_{50}) 的时间间隔。

CI.1.4 推荐系统的描述

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

统都可接受。

图 CI.1 和图 CI.2 分别为推荐的部分流和全流粒子数量取样系统示意图。



5

图 CI.1 推荐的粒子数量取样系统示意图——部分流取样

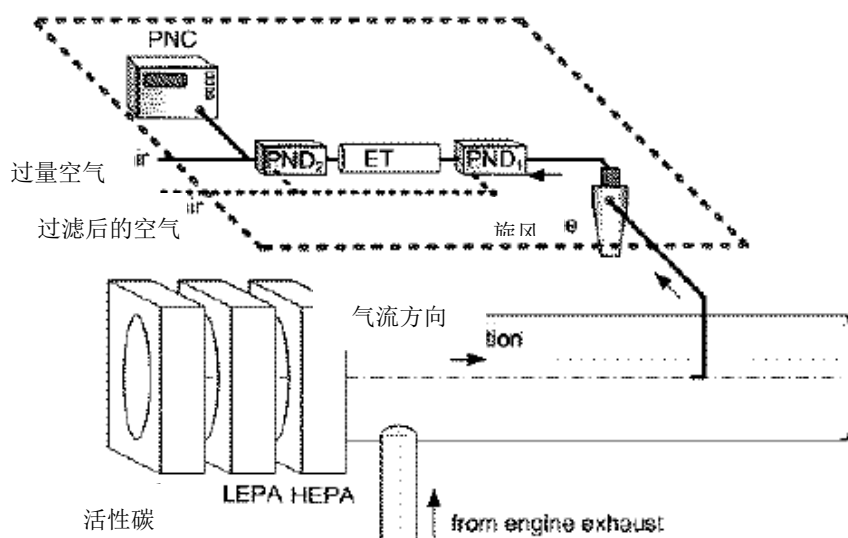


图 CI.2 推荐的粒子数量取样系统示意图——全流取样

CI.1.4.1 取样系统的描述

CI.1.4.1.1 颗粒物取样系统应由稀释通道内取样探头或探针、颗粒传输管 (PTT)、粒径预分级器 (PCF) 和位于粒子数浓度测量 (PNC) 单元上游的挥发性颗粒去除器 (VPR) 组成。挥发性颗粒去除器 (VPR) 应包含取样稀释装置 (粒子数稀释装置: 初级粒子数稀释装置 (PND1) 和次级粒子数稀释装置 (PND2) 和颗粒蒸发装置 (蒸发管 ET)。待测气体的取样探头或探针应安装在稀释通道内, 以便从空气和排气的均匀混合气中抽取具有代表性的样气。颗粒物在取样系统内的滞留时间和粒子计数器的 T_{90} 响应时间之和不能大于 20s。

CI.1.4.2 颗粒传输系统

取样探头或探针和颗粒传输管（PTT）共同组成了颗粒物传输系统（PTS）。

对全流稀释系统和部分流稀释系统（如 CE.3 条所述），取样管应安装在稀释通道中心线附近、距气体入口下游大约 10 倍至 20 倍通道直径、面向气流方向的位置，取样探头的中心轴与稀释通道的中心轴平行。取样探头应安装在稀释通道区域，以保证取样为稀释空气和排气均匀混合物。

对全部取样型的部分流稀释系统（如 CE.3 条所述），颗粒物取样点或取样探头应安装在颗粒物输送管内，滤纸保持架、流量测量装置和任何取样/旁通分岔点的上游。取样点或取样管的位置应保证稀释空气和排气均匀混合。颗粒物取样管的规格尺寸应不影响部分流稀释系统的正常工作。

在颗粒传输系统中样气要满足以下条件：

对于全流稀释系统，气流雷诺数 $Re < 1700$ ；

在颗粒传输系统中的滞留时间应 $\leq 3s$ 。

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

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

内径应 $\geq 4mm$ ；

样气流过出口管（POT）的滞留时间 $\leq 0.8s$ 。

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

CI.1.4.3 粒径预分级器（PCF）

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

CI.1.4.4 挥发性颗粒去除器（VPR）

挥发性颗粒去除器应由初级粒子数稀释装置（PND₁）、蒸发管（ET）和次级稀释器（PND₂）串联组成。稀释的作用是减少进入颗粒浓度测量单元中的样气数量浓度，使其低于粒子计数器中单个颗粒计数模块的上限，并且抑制样气的成核和凝聚。VPR 应显示 PND₁ 和 ET 的工作温度是否正常。

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

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

CI.1.4.4.1 初级粒子数稀释装置（PND₁）

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

CI.1.4.4.2 蒸发管（ET）

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

CI.1.4.4.3 次级粒子数稀释装置（PND₂）

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 倍到 30 倍之间调节。次级粒子数稀释装置的稀释系数应在 10 倍到 15 倍之间选

择，使其下游的粒子数浓度低于粒子计数器中单个颗粒计数模块的上限，并使进入粒子计数器之前的气体温度低于 35°C。

CI.1.4.5 粒子数量计数器（PNC）

粒子数量计数器应满足CI.1.3.4的要求。

CI.2 粒子数量取样系统的标定和确认

CI.2.1 粒子数量计数器的标定

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

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

CI.2.1.3 应采用标准的可溯源的标定方法：

- a) 在对已静电分级的标准颗粒取样时，通过比较标定过的和待标定的空气静电计粒子计数器的响应进行标定；或
- b) 使用第二个粒子计数器（此计数器已通过上述方法直接校准），通过比较粒子计数器的响应进行标定。

对于静电计的校准，应使用至少 6 个标准浓度值，且尽可能的均匀分布在粒子计数器的量程中。这些数值应包括由安装在每个仪器入口处的高效空气过滤器（至少满足 EN 1822:2008 规定的 H13 等级）所产生的标称零点。当粒子计数器在标定过程中没有使用校准系数时，对于每个使用的浓度值，其测量结果应不超过标准浓度值的 $\pm 10\%$ ，零点值例外，否则标定应不通过。应计算并记录这两组数据的线性回归的斜率。在校准过程中应使用与斜率值倒数相同的校准系数。通过两组数据的皮尔森积矩相关系数的平方（ R^2 ）计算响应线性度，该值应大于等于 0.97。计算线性回归的斜率以及 R^2 值时，应强制通过原点值（两个仪器的零点浓度值）。

使用基准粒子计数器法，校准时应使用至少 6 个分布在粒子计数器的量程中的标准浓度值。其中至少 3 个值应低于浓度值 1000cm^{-3} ，剩余的几个浓度值应在 1000cm^{-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 1822:2008 规定的 H13 等级或等效性能）所产生的标称零点浓度值。当粒子计数器在标定过程中没有使用校正系数时，对于每个使用的浓度值，其测量结果应不超过标准浓度值的 $\pm 10\%$ ，零点值例外，否则标定应不通过。应计算并记录这两组数据的线性回归的斜率。在校准过程中应使用与斜率值倒数相同的校准系数。通过两组数据的皮尔森积矩相关系数的平方（ R^2 ）计算响应线性度，该值应大于等于 0.97。计算线性回归的斜率以及 R^2 值时应强制通过原点值（两个仪器的零点浓度值）。

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

CI.2.2 挥发性颗粒去除器的校准和确定

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

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

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

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

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

按下式计算各种粒径的粒子浓度衰减系数 ($f_r(d_i)$)

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

式中：

$N_{in}(d_i)$ ——粒径为 d_i 的上游粒子数浓度；

$N_{out}(d_i)$ ——粒径为 d_i 的下游粒子数浓度；

d_i ——电迁移直径 (30nm、50nm 或 100nm)。

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

应按下式计算给定稀释设置下的平均粒子浓度衰减系数 ($\overline{f_r}$)

$$\overline{f_r} = \frac{f_r(30nm) + f_r(50nm) + f_r(100nm)}{3}$$

推荐将挥发性颗粒去除器作为一个整体进行校准和确认。

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

CI.2.3 颗粒计数系统检查程序

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

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

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

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

CI.2.3.5 每次试验之前，应确认测量系统 PND1 已达到其正常工作指示温度。

附件 C
(规范性附件)
WHTC 循环中测功机设定规范

表 CJ.1 WHTC 循环

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1	0.0	0.0	47	0.0	0.0	93	32.8	32.7
2	0.0	0.0	48	0.0	0.0	94	33.7	32.5
3	0.0	0.0	49	0.0	0.0	95	34.4	29.5
4	0.0	0.0	50	0.0	13.1	96	34.3	26.5
5	0.0	0.0	51	13.1	30.1	97	34.4	24.7
6	0.0	0.0	52	26.3	25.5	98	35.0	24.9
7	1.5	8.9	53	35.0	32.2	99	35.6	25.2
8	15.8	30.9	54	41.7	14.3	100	36.1	24.8
9	27.4	1.3	55	42.2	0.0	101	36.3	24.0
10	32.6	0.7	56	42.8	11.6	102	36.2	23.6
11	34.8	1.2	57	51.0	20.9	103	36.2	23.5
12	36.2	7.4	58	60.0	9.6	104	36.8	22.7
13	37.1	6.2	59	49.4	0.0	105	37.2	20.9
14	37.9	10.2	60	38.9	16.6	106	37.0	19.2
15	39.6	12.3	61	43.4	30.8	107	36.3	18.4
16	42.3	12.5	62	49.4	14.2	108	35.4	17.6
17	45.3	12.6	63	40.5	0.0	109	35.2	14.9
18	48.6	6.0	64	31.5	43.5	110	35.4	9.9
19	40.8	0.0	65	36.6	78.2	111	35.5	4.3
20	33.0	16.3	66	40.8	67.6	112	35.2	6.6
21	42.5	27.4	67	44.7	59.1	113	34.9	10.0
22	49.3	26.7	68	48.3	52.0	114	34.7	25.1
23	54.0	18.0	69	51.9	63.8	115	34.4	29.3
24	57.1	12.9	70	54.7	27.9	116	34.5	20.7
25	58.9	8.6	71	55.3	18.3	117	35.2	16.6
26	59.3	6.0	72	55.1	16.3	118	35.8	16.2
27	59.0	4.9	73	54.8	11.1	119	35.6	20.3
28	57.9	m	74	54.7	11.5	120	35.3	22.5
29	55.7	m	75	54.8	17.5	121	35.3	23.4
30	52.1	m	76	55.6	18.0	122	34.7	11.9
31	46.4	m	77	57.0	14.1	123	45.5	0.0
32	38.6	m	78	58.1	7.0	124	56.3	m
33	29.0	m	79	43.3	0.0	125	46.2	m
34	20.8	m	80	28.5	25.0	126	50.1	0.0
35	16.9	m	81	30.4	47.8	127	54.0	m
36	16.9	42.5	82	32.1	39.2	128	40.5	m
37	18.8	38.4	83	32.7	39.3	129	27.0	m
38	20.7	32.9	84	32.4	17.3	130	13.5	m
39	21.0	0.0	85	31.6	11.4	131	0.0	0.0
40	19.1	0.0	86	31.1	10.2	132	0.0	0.0
41	13.7	0.0	87	31.1	19.5	133	0.0	0.0
42	2.2	0.0	88	31.4	22.5	134	0.0	0.0
43	0.0	0.0	89	31.6	22.9	135	0.0	0.0
44	0.0	0.0	90	31.6	24.3	136	0.0	0.0
45	0.0	0.0	91	31.9	26.9	137	0.0	0.0
46	0.0	0.0	92	32.4	30.6	138	0.0	0.0

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
139	0.0	0.0	189	0.0	5.9	239	0.0	0.0
140	0.0	0.0	190	0.0	0.0	240	0.0	0.0
141	0.0	0.0	191	0.0	0.0	241	0.0	0.0
142	0.0	4.9	192	0.0	0.0	242	0.0	0.0
143	0.0	7.3	193	0.0	0.0	243	0.0	0.0
144	4.4	28.7	194	0.0	0.0	244	0.0	0.0
145	11.1	26.4	195	0.0	0.0	245	0.0	0.0
146	15.0	9.4	196	0.0	0.0	246	0.0	0.0
147	15.9	0.0	197	0.0	0.0	247	0.0	0.0
148	15.3	0.0	198	0.0	0.0	248	0.0	0.0
149	14.2	0.0	199	0.0	0.0	249	0.0	0.0
150	13.2	0.0	200	0.0	0.0	250	0.0	0.0
151	11.6	0.0	201	0.0	0.0	251	0.0	0.0
152	8.4	0.0	202	0.0	0.0	252	0.0	0.0
153	5.4	0.0	203	0.0	0.0	253	0.0	31.6
154	4.3	5.6	204	0.0	0.0	254	9.4	13.6
155	5.8	24.4	205	0.0	0.0	255	22.2	16.9
156	9.7	20.7	206	0.0	0.0	256	33.0	53.5
157	13.6	21.1	207	0.0	0.0	257	43.7	22.1
158	15.6	21.5	208	0.0	0.0	258	39.8	0.0
159	16.5	21.9	209	0.0	0.0	259	36.0	45.7
160	18.0	22.3	210	0.0	0.0	260	47.6	75.9
161	21.1	46.9	211	0.0	0.0	261	61.2	70.4
162	25.2	33.6	212	0.0	0.0	262	72.3	70.4
163	28.1	16.6	213	0.0	0.0	263	76.0	m
164	28.8	7.0	214	0.0	0.0	264	74.3	m
165	27.5	5.0	215	0.0	0.0	265	68.5	m
166	23.1	3.0	216	0.0	0.0	266	61.0	m
167	16.9	1.9	217	0.0	0.0	267	56.0	m
168	12.2	2.6	218	0.0	0.0	268	54.0	m
169	9.9	3.2	219	0.0	0.0	269	53.0	m
170	9.1	4.0	220	0.0	0.0	270	50.8	m
171	8.8	3.8	221	0.0	0.0	271	46.8	m
172	8.5	12.2	222	0.0	0.0	272	41.7	m
173	8.2	29.4	223	0.0	0.0	273	35.9	m
174	9.6	20.1	224	0.0	0.0	274	29.2	m
175	14.7	16.3	225	0.0	0.0	275	20.7	m
176	24.5	8.7	226	0.0	0.0	276	10.1	m
177	39.4	3.3	227	0.0	0.0	277	0.0	m
178	39.0	2.9	228	0.0	0.0	278	0.0	0.0
179	38.5	5.9	229	0.0	0.0	279	0.0	0.0
180	42.4	8.0	230	0.0	0.0	280	0.0	0.0
181	38.2	6.0	231	0.0	0.0	281	0.0	0.0
182	41.4	3.8	232	0.0	0.0	282	0.0	0.0
183	44.6	5.4	233	0.0	0.0	283	0.0	0.0
184	38.8	8.2	234	0.0	0.0	284	0.0	0.0
185	37.5	8.9	235	0.0	0.0	285	0.0	0.0
186	35.4	7.3	236	0.0	0.0	286	0.0	0.0
187	28.4	7.0	237	0.0	0.0	287	0.0	0.0
188	14.8	7.0	238	0.0	0.0	288	0.0	0.0

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
289	0.0	0.0	339	0.0	0.0	389	25.2	14.7
290	0.0	0.0	340	0.0	0.0	390	28.6	28.4
291	0.0	0.0	341	0.0	0.0	391	35.5	65.0
292	0.0	0.0	342	0.0	0.0	392	43.8	75.3
293	0.0	0.0	343	0.0	0.0	393	51.2	34.2
294	0.0	0.0	344	0.0	0.0	394	40.7	0.0
295	0.0	0.0	345	0.0	0.0	395	30.3	45.4
296	0.0	0.0	346	0.0	0.0	396	34.2	83.1
297	0.0	0.0	347	0.0	0.0	397	37.6	85.3
298	0.0	0.0	348	0.0	0.0	398	40.8	87.5
299	0.0	0.0	349	0.0	0.0	399	44.8	89.7
300	0.0	0.0	350	0.0	0.0	400	50.6	91.9
301	0.0	0.0	351	0.0	0.0	401	57.6	94.1
302	0.0	0.0	352	0.0	0.0	402	64.6	44.6
303	0.0	0.0	353	0.0	0.0	403	51.6	0.0
304	0.0	0.0	354	0.0	0.5	404	38.7	37.4
305	0.0	0.0	355	0.0	4.9	405	42.4	70.3
306	0.0	0.0	356	9.2	61.3	406	46.5	89.1
307	0.0	0.0	357	22.4	40.4	407	50.6	93.9
308	0.0	0.0	358	36.5	50.1	408	53.8	33.0
309	0.0	0.0	359	47.7	21.0	409	55.5	20.3
310	0.0	0.0	360	38.8	0.0	410	55.8	5.2
311	0.0	0.0	361	30.0	37.0	411	55.4	m
312	0.0	0.0	362	37.0	63.6	412	54.4	m
313	0.0	0.0	363	45.5	90.8	413	53.1	m
314	0.0	0.0	364	54.5	40.9	414	51.8	m
315	0.0	0.0	365	45.9	0.0	415	50.3	m
316	0.0	0.0	366	37.2	47.5	416	48.4	m
317	0.0	0.0	367	44.5	84.4	417	45.9	m
318	0.0	0.0	368	51.7	32.4	418	43.1	m
319	0.0	0.0	369	58.1	15.2	419	40.1	m
320	0.0	0.0	370	45.9	0.0	420	37.4	m
321	0.0	0.0	371	33.6	35.8	421	35.1	m
322	0.0	0.0	372	36.9	67.0	422	32.8	m
323	0.0	0.0	373	40.2	84.7	423	45.3	0.0
324	4.5	41.0	374	43.4	84.3	424	57.8	m
325	17.2	38.9	375	45.7	84.3	425	50.6	m
326	30.1	36.8	376	46.5	m	426	41.6	m
327	41.0	34.7	377	46.1	m	427	47.9	0.0
328	50.0	32.6	378	43.9	m	428	54.2	m
329	51.4	0.1	379	39.3	m	429	48.1	m
330	47.8	m	380	47.0	m	430	47.0	31.3
331	40.2	m	381	54.6	m	431	49.0	38.3
332	32.0	m	382	62.0	m	432	52.0	40.1
333	24.4	m	383	52.0	m	433	53.3	14.5
334	16.8	m	384	43.0	m	434	52.6	0.8
335	8.1	m	385	33.9	m	435	49.8	m
336	0.0	m	386	28.4	m	436	51.0	18.6
337	0.0	0.0	387	25.5	m	437	56.9	38.9
338	0.0	0.0	388	24.6	11.0	438	67.2	45.0

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
439	78.6	21.5	489	45.5	m	539	56.7	m
440	65.5	0.0	490	40.4	m	540	46.9	m
441	52.4	31.3	491	49.7	0.0	541	37.5	m
442	56.4	60.1	492	59.0	m	542	30.3	m
443	59.7	29.2	493	48.9	m	543	27.3	32.3
444	45.1	0.0	494	40.0	m	544	30.8	60.3
445	30.6	4.2	495	33.5	m	545	41.2	62.3
446	30.9	8.4	496	30.0	m	546	36.0	0.0
447	30.5	4.3	497	29.1	12.0	547	30.8	32.3
448	44.6	0.0	498	29.3	40.4	548	33.9	60.3
449	58.8	m	499	30.4	29.3	549	34.6	38.4
450	55.1	m	500	32.2	15.4	550	37.0	16.6
451	50.6	m	501	33.9	15.8	551	42.7	62.3
452	45.3	m	502	35.3	14.9	552	50.4	28.1
453	39.3	m	503	36.4	15.1	553	40.1	0.0
454	49.1	0.0	504	38.0	15.3	554	29.9	8.0
455	58.8	m	505	40.3	50.9	555	32.5	15.0
456	50.7	m	506	43.0	39.7	556	34.6	63.1
457	42.4	m	507	45.5	20.6	557	36.7	58.0
458	44.1	0.0	508	47.3	20.6	558	39.4	52.9
459	45.7	m	509	48.8	22.1	559	42.8	47.8
460	32.5	m	510	50.1	22.1	560	46.8	42.7
461	20.7	m	511	51.4	42.4	561	50.7	27.5
462	10.0	m	512	52.5	31.9	562	53.4	20.7
463	0.0	0.0	513	53.7	21.6	563	54.2	13.1
464	0.0	1.5	514	55.1	11.6	564	54.2	0.4
465	0.9	41.1	515	56.8	5.7	565	53.4	0.0
466	7.0	46.3	516	42.4	0.0	566	51.4	m
467	12.8	48.5	517	27.9	8.2	567	48.7	m
468	17.0	50.7	518	29.0	15.9	568	45.6	m
469	20.9	52.9	519	30.4	25.1	569	42.4	m
470	26.7	55.0	520	32.6	60.5	570	40.4	m
471	35.5	57.2	521	35.4	72.7	571	39.8	5.8
472	46.9	23.8	522	38.4	88.2	572	40.7	39.7
473	44.5	0.0	523	41.0	65.1	573	43.8	37.1
474	42.1	45.7	524	42.9	25.6	574	48.1	39.1
475	55.6	77.4	525	44.2	15.8	575	52.0	22.0
476	68.8	100.0	526	44.9	2.9	576	54.7	13.2
477	81.7	47.9	527	45.1	m	577	56.4	13.2
478	71.2	0.0	528	44.8	m	578	57.5	6.6
479	60.7	38.3	529	43.9	m	579	42.6	0.0
480	68.8	72.7	530	42.4	m	580	27.7	10.9
481	75.0	m	531	40.2	m	581	28.5	21.3
482	61.3	m	532	37.1	m	582	29.2	23.9
483	53.5	m	533	47.0	0.0	583	29.5	15.2
484	45.9	58.0	534	57.0	m	584	29.7	8.8
485	48.1	80.0	535	45.1	m	585	30.4	20.8
486	49.4	97.9	536	32.6	m	586	31.9	22.9
487	49.7	m	537	46.8	0.0	587	34.3	61.4
488	48.7	m	538	61.5	m	588	37.2	76.6

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
589	40.1	27.5	639	39.8	m	689	46.6	0.0
590	42.3	25.4	640	36.0	m	690	32.3	34.6
591	43.5	32.0	641	29.7	m	691	32.7	68.6
592	43.8	6.0	642	21.5	m	692	32.6	67.0
593	43.5	m	643	14.1	m	693	31.3	m
594	42.8	m	644	0.0	0.0	694	28.1	m
595	41.7	m	645	0.0	0.0	695	43.0	0.0
596	40.4	m	646	0.0	0.0	696	58.0	m
597	39.3	m	647	0.0	0.0	697	58.9	m
598	38.9	12.9	648	0.0	0.0	698	49.4	m
599	39.0	18.4	649	0.0	0.0	699	41.5	m
600	39.7	39.2	650	0.0	0.0	700	48.4	0.0
601	41.4	60.0	651	0.0	0.0	701	55.3	m
602	43.7	54.5	652	0.0	0.0	702	41.8	m
603	46.2	64.2	653	0.0	0.0	703	31.6	m
604	48.8	73.3	654	0.0	0.0	704	24.6	m
605	51.0	82.3	655	0.0	0.0	705	15.2	m
606	52.1	0.0	656	0.0	3.4	706	7.0	m
607	52.0	m	657	1.4	22.0	707	0.0	0.0
608	50.9	m	658	10.1	45.3	708	0.0	0.0
609	49.4	m	659	21.5	10.0	709	0.0	0.0
610	47.8	m	660	32.2	0.0	710	0.0	0.0
611	46.6	m	661	42.3	46.0	711	0.0	0.0
612	47.3	35.3	662	57.1	74.1	712	0.0	0.0
613	49.2	74.1	663	72.1	34.2	713	0.0	0.0
614	51.1	95.2	664	66.9	0.0	714	0.0	0.0
615	51.7	m	665	60.4	41.8	715	0.0	0.0
616	50.8	m	666	69.1	79.0	716	0.0	0.0
617	47.3	m	667	77.1	38.3	717	0.0	0.0
618	41.8	m	668	63.1	0.0	718	0.0	0.0
619	36.4	m	669	49.1	47.9	719	0.0	0.0
620	30.9	m	670	53.4	91.3	720	0.0	0.0
621	25.5	37.1	671	57.5	85.7	721	0.0	0.0
622	33.8	38.4	672	61.5	89.2	722	0.0	0.0
623	42.1	m	673	65.5	85.9	723	0.0	0.0
624	34.1	m	674	69.5	89.5	724	0.0	0.0
625	33.0	37.1	675	73.1	75.5	725	0.0	0.0
626	36.4	38.4	676	76.2	73.6	726	0.0	0.0
627	43.3	17.1	677	79.1	75.6	727	0.0	0.0
628	35.7	0.0	678	81.8	78.2	728	0.0	0.0
629	28.1	11.6	679	84.1	39.0	729	0.0	0.0
630	36.5	19.2	680	69.6	0.0	730	0.0	0.0
631	45.2	8.3	681	55.0	25.2	731	0.0	0.0
632	36.5	0.0	682	55.8	49.9	732	0.0	0.0
633	27.9	32.6	683	56.7	46.4	733	0.0	0.0
634	31.5	59.6	684	57.6	76.3	734	0.0	0.0
635	34.4	65.2	685	58.4	92.7	735	0.0	0.0
636	37.0	59.6	686	59.3	99.9	736	0.0	0.0
637	39.0	49.0	687	60.1	95.0	737	0.0	0.0
638	40.2	m	688	61.0	46.7	738	0.0	0.0

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
739	0.0	0.0	789	17.2	m	839	38.1	m
740	0.0	0.0	790	14.0	37.6	840	37.2	42.7
741	0.0	0.0	791	18.4	25.0	841	37.5	70.8
742	0.0	0.0	792	27.6	17.7	842	39.1	48.6
743	0.0	0.0	793	39.8	6.8	843	41.3	0.1
744	0.0	0.0	794	34.3	0.0	844	42.3	m
745	0.0	0.0	795	28.7	26.5	845	42.0	m
746	0.0	0.0	796	41.5	40.9	846	40.8	m
747	0.0	0.0	797	53.7	17.5	847	38.6	m
748	0.0	0.0	798	42.4	0.0	848	35.5	m
749	0.0	0.0	799	31.2	27.3	849	32.1	m
750	0.0	0.0	800	32.3	53.2	850	29.6	m
751	0.0	0.0	801	34.5	60.6	851	28.8	39.9
752	0.0	0.0	802	37.6	68.0	852	29.2	52.9
753	0.0	0.0	803	41.2	75.4	853	30.9	76.1
754	0.0	0.0	804	45.8	82.8	854	34.3	76.5
755	0.0	0.0	805	52.3	38.2	855	38.3	75.5
756	0.0	0.0	806	42.5	0.0	856	42.5	74.8
757	0.0	0.0	807	32.6	30.5	857	46.6	74.2
758	0.0	0.0	808	35.0	57.9	858	50.7	76.2
759	0.0	0.0	809	36.0	77.3	859	54.8	75.1
760	0.0	0.0	810	37.1	96.8	860	58.7	36.3
761	0.0	0.0	811	39.6	80.8	861	45.2	0.0
762	0.0	0.0	812	43.4	78.3	862	31.8	37.2
763	0.0	0.0	813	47.2	73.4	863	33.8	71.2
764	0.0	0.0	814	49.6	66.9	864	35.5	46.4
765	0.0	0.0	815	50.2	62.0	865	36.6	33.6
766	0.0	0.0	816	50.2	57.7	866	37.2	20.0
767	0.0	0.0	817	50.6	62.1	867	37.2	m
768	0.0	0.0	818	52.3	62.9	868	37.0	m
769	0.0	0.0	819	54.8	37.5	869	36.6	m
770	0.0	0.0	820	57.0	18.3	870	36.0	m
771	0.0	22.0	821	42.3	0.0	871	35.4	m
772	4.5	25.8	822	27.6	29.1	872	34.7	m
773	15.5	42.8	823	28.4	57.0	873	34.1	m
774	30.5	46.8	824	29.1	51.8	874	33.6	m
775	45.5	29.3	825	29.6	35.3	875	33.3	m
776	49.2	13.6	826	29.7	33.3	876	33.1	m
777	39.5	0.0	827	29.8	17.7	877	32.7	m
778	29.7	15.1	828	29.5	m	878	31.4	m
779	34.8	26.9	829	28.9	m	879	45.0	0.0
780	40.0	13.6	830	43.0	0.0	880	58.5	m
781	42.2	m	831	57.1	m	881	53.7	m
782	42.1	m	832	57.7	m	882	47.5	m
783	40.8	m	833	56.0	m	883	40.6	m
784	37.7	37.6	834	53.8	m	884	34.1	m
785	47.0	35.0	835	51.2	m	885	45.3	0.0
786	48.8	33.4	836	48.1	m	886	56.4	m
787	41.7	m	837	44.5	m	887	51.0	m
788	27.7	m	838	40.9	m	888	44.5	m

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
889	36.4	m	939	32.7	56.5	989	32.6	m
890	26.6	m	940	33.4	62.8	990	30.9	m
891	20.0	m	941	34.6	68.2	991	29.9	m
892	13.3	m	942	35.8	68.6	992	29.2	m
893	6.7	m	943	38.6	65.0	993	44.1	0.0
894	0.0	0.0	944	42.3	61.9	994	59.1	m
895	0.0	0.0	945	44.1	65.3	995	56.8	m
896	0.0	0.0	946	45.3	63.2	996	53.5	m
897	0.0	0.0	947	46.5	30.6	997	47.8	m
898	0.0	0.0	948	46.7	11.1	998	41.9	m
899	0.0	0.0	949	45.9	16.1	999	35.9	m
900	0.0	0.0	950	45.6	21.8	1000	44.3	0.0
901	0.0	5.8	951	45.9	24.2	1001	52.6	m
902	2.5	27.9	952	46.5	24.7	1002	43.4	m
903	12.4	29.0	953	46.7	24.7	1003	50.6	0.0
904	19.4	30.1	954	46.8	28.2	1004	57.8	m
905	29.3	31.2	955	47.2	31.2	1005	51.6	m
906	37.1	10.4	956	47.6	29.6	1006	44.8	m
907	40.6	4.9	957	48.2	31.2	1007	48.6	0.0
908	35.8	0.0	958	48.6	33.5	1008	52.4	m
909	30.9	7.6	959	48.8	m	1009	45.4	m
910	35.4	13.8	960	47.6	m	1010	37.2	m
911	36.5	11.1	961	46.3	m	1011	26.3	m
912	40.8	48.5	962	45.2	m	1012	17.9	m
913	49.8	3.7	963	43.5	m	1013	16.2	1.9
914	41.2	0.0	964	41.4	m	1014	17.8	7.5
915	32.7	29.7	965	40.3	m	1015	25.2	18.0
916	39.4	52.1	966	39.4	m	1016	39.7	6.5
917	48.8	22.7	967	38.0	m	1017	38.6	0.0
918	41.6	0.0	968	36.3	m	1018	37.4	5.4
919	34.5	46.6	969	35.3	5.8	1019	43.4	9.7
920	39.7	84.4	970	35.4	30.2	1020	46.9	15.7
921	44.7	83.2	971	36.6	55.6	1021	52.5	13.1
922	49.5	78.9	972	38.6	48.5	1022	56.2	6.3
923	52.3	83.8	973	39.9	41.8	1023	44.0	0.0
924	53.4	77.7	974	40.3	38.2	1024	31.8	20.9
925	52.1	69.6	975	40.8	35.0	1025	38.7	36.3
926	47.9	63.6	976	41.9	32.4	1026	47.7	47.5
927	46.4	55.2	977	43.2	26.4	1027	54.5	22.0
928	46.5	53.6	978	43.5	m	1028	41.3	0.0
929	46.4	62.3	979	42.9	m	1029	28.1	26.8
930	46.1	58.2	980	41.5	m	1030	31.6	49.2
931	46.2	61.8	981	40.9	m	1031	34.5	39.5
932	47.3	62.3	982	40.5	m	1032	36.4	24.0
933	49.3	57.1	983	39.5	m	1033	36.7	m
934	52.6	58.1	984	38.3	m	1034	35.5	m
935	56.3	56.0	985	36.9	m	1035	33.8	m
936	59.9	27.2	986	35.4	m	1036	33.7	19.8
937	45.8	0.0	987	34.5	m	1037	35.3	35.1
938	31.8	28.8	988	33.9	m	1038	38.0	33.9

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1039	40.1	34.5	1089	46.3	24.0	1139	51.7	0.0
1040	42.2	40.4	1090	47.8	20.6	1140	59.2	m
1041	45.2	44.0	1091	47.2	3.8	1141	47.2	m
1042	48.3	35.9	1092	45.6	4.4	1142	35.1	0.0
1043	50.1	29.6	1093	44.6	4.1	1143	23.1	m
1044	52.3	38.5	1094	44.1	m	1144	13.1	m
1045	55.3	57.7	1095	42.9	m	1145	5.0	m
1046	57.0	50.7	1096	40.9	m	1146	0.0	0.0
1047	57.7	25.2	1097	39.2	m	1147	0.0	0.0
1048	42.9	0.0	1098	37.0	m	1148	0.0	0.0
1049	28.2	15.7	1099	35.1	2.0	1149	0.0	0.0
1050	29.2	30.5	1100	35.6	43.3	1150	0.0	0.0
1051	31.1	52.6	1101	38.7	47.6	1151	0.0	0.0
1052	33.4	60.7	1102	41.3	40.4	1152	0.0	0.0
1053	35.0	61.4	1103	42.6	45.7	1153	0.0	0.0
1054	35.3	18.2	1104	43.9	43.3	1154	0.0	0.0
1055	35.2	14.9	1105	46.9	41.2	1155	0.0	0.0
1056	34.9	11.7	1106	52.4	40.1	1156	0.0	0.0
1057	34.5	12.9	1107	56.3	39.3	1157	0.0	0.0
1058	34.1	15.5	1108	57.4	25.5	1158	0.0	0.0
1059	33.5	m	1109	57.2	25.4	1159	0.0	0.0
1060	31.8	m	1110	57.0	25.4	1160	0.0	0.0
1061	30.1	m	1111	56.8	25.3	1161	0.0	0.0
1062	29.6	10.3	1112	56.3	25.3	1162	0.0	0.0
1063	30.0	26.5	1113	55.6	25.2	1163	0.0	0.0
1064	31.0	18.8	1114	56.2	25.2	1164	0.0	0.0
1065	31.5	26.5	1115	58.0	12.4	1165	0.0	0.0
1066	31.7	m	1116	43.4	0.0	1166	0.0	0.0
1067	31.5	m	1117	28.8	26.2	1167	0.0	0.0
1068	30.6	m	1118	30.9	49.9	1168	0.0	0.0
1069	30.0	m	1119	32.3	40.5	1169	0.0	0.0
1070	30.0	m	1120	32.5	12.4	1170	0.0	0.0
1071	29.4	m	1121	32.4	12.2	1171	0.0	0.0
1072	44.3	0.0	1122	32.1	6.4	1172	0.0	0.0
1073	59.2	m	1123	31.0	12.4	1173	0.0	0.0
1074	58.3	m	1124	30.1	18.5	1174	0.0	0.0
1075	57.1	m	1125	30.4	35.6	1175	0.0	0.0
1076	55.4	m	1126	31.2	30.1	1176	0.0	0.0
1077	53.5	m	1127	31.5	30.8	1177	0.0	0.0
1078	51.5	m	1128	31.5	26.9	1178	0.0	0.0
1079	49.7	m	1129	31.7	33.9	1179	0.0	0.0
1080	47.9	m	1130	32.0	29.9	1180	0.0	0.0
1081	46.4	m	1131	32.1	m	1181	0.0	0.0
1082	45.5	m	1132	31.4	m	1182	0.0	0.0
1083	45.2	m	1133	30.3	m	1183	0.0	0.0
1084	44.3	m	1134	29.8	m	1184	0.0	0.0
1085	43.6	m	1135	44.3	0.0	1185	0.0	0.0
1086	43.1	m	1136	58.9	m	1186	0.0	0.0
1087	42.5	25.6	1137	52.1	m	1187	0.0	0.0
1088	43.3	25.7	1138	44.1	m	1188	0.0	0.0

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1189	0.0	0.0	1239	58.5	85.4	1289	61.9	76.1
1190	0.0	0.0	1240	59.5	85.6	1290	65.6	73.7
1191	0.0	0.0	1241	61.0	86.6	1291	69.9	79.3
1192	0.0	0.0	1242	62.6	86.8	1292	74.1	81.3
1193	0.0	0.0	1243	64.1	87.6	1293	78.3	83.2
1194	0.0	0.0	1244	65.4	87.5	1294	82.6	86.0
1195	0.0	0.0	1245	66.7	87.8	1295	87.0	89.5
1196	0.0	20.4	1246	68.1	43.5	1296	91.2	90.8
1197	12.6	41.2	1247	55.2	0.0	1297	95.3	45.9
1198	27.3	20.4	1248	42.3	37.2	1298	81.0	0.0
1199	40.4	7.6	1249	43.0	73.6	1299	66.6	38.2
1200	46.1	m	1250	43.5	65.1	1300	67.9	75.5
1201	44.6	m	1251	43.8	53.1	1301	68.4	80.5
1202	42.7	14.7	1252	43.9	54.6	1302	69.0	85.5
1203	42.9	7.3	1253	43.9	41.2	1303	70.0	85.2
1204	36.1	0.0	1254	43.8	34.8	1304	71.6	85.9
1205	29.3	15.0	1255	43.6	30.3	1305	73.3	86.2
1206	43.8	22.6	1256	43.3	21.9	1306	74.8	86.5
1207	54.9	9.9	1257	42.8	19.9	1307	76.3	42.9
1208	44.9	0.0	1258	42.3	m	1308	63.3	0.0
1209	34.9	47.4	1259	41.4	m	1309	50.4	21.2
1210	42.7	82.7	1260	40.2	m	1310	50.6	42.3
1211	52.0	81.2	1261	38.7	m	1311	50.6	53.7
1212	61.8	82.7	1262	37.1	m	1312	50.4	90.1
1213	71.3	39.1	1263	35.6	m	1313	50.5	97.1
1214	58.1	0.0	1264	34.2	m	1314	51.0	100.0
1215	44.9	42.5	1265	32.9	m	1315	51.9	100.0
1216	46.3	83.3	1266	31.8	m	1316	52.6	100.0
1217	46.8	74.1	1267	30.7	m	1317	52.8	32.4
1218	48.1	75.7	1268	29.6	m	1318	47.7	0.0
1219	50.5	75.8	1269	40.4	0.0	1319	42.6	27.4
1220	53.6	76.7	1270	51.2	m	1320	42.1	53.5
1221	56.9	77.1	1271	49.6	m	1321	41.8	44.5
1222	60.2	78.7	1272	48.0	m	1322	41.4	41.1
1223	63.7	78.0	1273	46.4	m	1323	41.0	21.0
1224	67.2	79.6	1274	45.0	m	1324	40.3	0.0
1225	70.7	80.9	1275	43.6	m	1325	39.3	1.0
1226	74.1	81.1	1276	42.3	m	1326	38.3	15.2
1227	77.5	83.6	1277	41.0	m	1327	37.6	57.8
1228	80.8	85.6	1278	39.6	m	1328	37.3	73.2
1229	84.1	81.6	1279	38.3	m	1329	37.3	59.8
1230	87.4	88.3	1280	37.1	m	1330	37.4	52.2
1231	90.5	91.9	1281	35.9	m	1331	37.4	16.9
1232	93.5	94.1	1282	34.6	m	1332	37.1	34.3
1233	96.8	96.6	1283	33.0	m	1333	36.7	51.9
1234	100.0	m	1284	31.1	m	1334	36.2	25.3
1235	96.0	m	1285	29.2	m	1335	35.6	m
1236	81.9	m	1286	43.3	0.0	1336	34.6	m
1237	68.1	m	1287	57.4	32.8	1337	33.2	m
1238	58.1	84.7	1288	59.9	65.4	1338	31.6	m

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1339	30.1	m	1389	50.4	50.2	1439	36.3	98.8
1340	28.8	m	1390	53.0	26.1	1440	37.7	100.0
1341	28.0	29.5	1391	59.5	0.0	1441	39.2	100.0
1342	28.6	100.0	1392	66.2	38.4	1442	40.9	100.0
1343	28.8	97.3	1393	66.4	76.7	1443	42.4	99.5
1344	28.8	73.4	1394	67.6	100.0	1444	43.8	98.7
1345	29.6	56.9	1395	68.4	76.6	1445	45.4	97.3
1346	30.3	91.7	1396	68.2	47.2	1446	47.0	96.6
1347	31.0	90.5	1397	69.0	81.4	1447	47.8	96.2
1348	31.8	81.7	1398	69.7	40.6	1448	48.8	96.3
1349	32.6	79.5	1399	54.7	0.0	1449	50.5	95.1
1350	33.5	86.9	1400	39.8	19.9	1450	51.0	95.9
1351	34.6	100.0	1401	36.3	40.0	1451	52.0	94.3
1352	35.6	78.7	1402	36.7	59.4	1452	52.6	94.6
1353	36.4	50.5	1403	36.6	77.5	1453	53.0	65.5
1354	37.0	57.0	1404	36.8	94.3	1454	53.2	0.0
1355	37.3	69.1	1405	36.8	100.0	1455	53.2	m
1356	37.6	49.5	1406	36.4	100.0	1456	52.6	m
1357	37.8	44.4	1407	36.3	79.7	1457	52.1	m
1358	37.8	43.4	1408	36.7	49.5	1458	51.8	m
1359	37.8	34.8	1409	36.6	39.3	1459	51.3	m
1360	37.6	24.0	1410	37.3	62.8	1460	50.7	m
1361	37.2	m	1411	38.1	73.4	1461	50.7	m
1362	36.3	m	1412	39.0	72.9	1462	49.8	m
1363	35.1	m	1413	40.2	72.0	1463	49.4	m
1364	33.7	m	1414	41.5	71.2	1464	49.3	m
1365	32.4	m	1415	42.9	77.3	1465	49.1	m
1366	31.1	m	1416	44.4	76.6	1466	49.1	m
1367	29.9	m	1417	45.4	43.1	1467	49.1	8.3
1368	28.7	m	1418	45.3	53.9	1468	48.9	16.8
1369	29.0	58.6	1419	45.1	64.8	1469	48.8	21.3
1370	29.7	88.5	1420	46.5	74.2	1470	49.1	22.1
1371	31.0	86.3	1421	47.7	75.2	1471	49.4	26.3
1372	31.8	43.4	1422	48.1	75.5	1472	49.8	39.2
1373	31.7	m	1423	48.6	75.8	1473	50.4	83.4
1374	29.9	m	1424	48.9	76.3	1474	51.4	90.6
1375	40.2	0.0	1425	49.9	75.5	1475	52.3	93.8
1376	50.4	m	1426	50.4	75.2	1476	53.3	94.0
1377	47.9	m	1427	51.1	74.6	1477	54.2	94.1
1378	45.0	m	1428	51.9	75.0	1478	54.9	94.3
1379	43.0	m	1429	52.7	37.2	1479	55.7	94.6
1380	40.6	m	1430	41.6	0.0	1480	56.1	94.9
1381	55.5	0.0	1431	30.4	36.6	1481	56.3	86.2
1382	70.4	41.7	1432	30.5	73.2	1482	56.2	64.1
1383	73.4	83.2	1433	30.3	81.6	1483	56.0	46.1
1384	74.0	83.7	1434	30.4	89.3	1484	56.2	33.4
1385	74.9	41.7	1435	31.5	90.4	1485	56.5	23.6
1386	60.0	0.0	1436	32.7	88.5	1486	56.3	18.6
1387	45.1	41.6	1437	33.7	97.2	1487	55.7	16.2
1388	47.7	84.2	1438	35.2	99.7	1488	56.0	15.9

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1489	55.9	21.8	1539	57.0	59.5	1589	56.8	42.9
1490	55.8	20.9	1540	56.7	57.0	1590	56.5	42.8
1491	55.4	18.4	1541	56.7	69.8	1591	56.7	43.2
1492	55.7	25.1	1542	56.8	58.5	1592	56.5	42.8
1493	56.0	27.7	1543	56.8	47.2	1593	56.9	42.2
1494	55.8	22.4	1544	57.0	38.5	1594	56.5	43.1
1495	56.1	20.0	1545	57.0	32.8	1595	56.5	42.9
1496	55.7	17.4	1546	56.8	30.2	1596	56.7	42.7
1497	55.9	20.9	1547	57.0	27.0	1597	56.6	41.5
1498	56.0	22.9	1548	56.9	26.2	1598	56.9	41.8
1499	56.0	21.1	1549	56.7	26.2	1599	56.6	41.9
1500	55.1	19.2	1550	57.0	26.6	1600	56.7	42.6
1501	55.6	24.2	1551	56.7	27.8	1601	56.7	42.6
1502	55.4	25.6	1552	56.7	29.7	1602	56.7	41.5
1503	55.7	24.7	1553	56.8	32.1	1603	56.7	42.2
1504	55.9	24.0	1554	56.5	34.9	1604	56.5	42.2
1505	55.4	23.5	1555	56.6	34.9	1605	56.8	41.9
1506	55.7	30.9	1556	56.3	35.8	1606	56.5	42.0
1507	55.4	42.5	1557	56.6	36.6	1607	56.7	42.1
1508	55.3	25.8	1558	56.2	37.6	1608	56.4	41.9
1509	55.4	1.3	1559	56.6	38.2	1609	56.7	42.9
1510	55.0	m	1560	56.2	37.9	1610	56.7	41.8
1511	54.4	m	1561	56.6	37.5	1611	56.7	41.9
1512	54.2	m	1562	56.4	36.7	1612	56.8	42.0
1513	53.5	m	1563	56.5	34.8	1613	56.7	41.5
1514	52.4	m	1564	56.5	35.8	1614	56.6	41.9
1515	51.8	m	1565	56.5	36.2	1615	56.8	41.6
1516	50.7	m	1566	56.5	36.7	1616	56.6	41.6
1517	49.9	m	1567	56.7	37.8	1617	56.9	42.0
1518	49.1	m	1568	56.7	37.8	1618	56.7	40.7
1519	47.7	m	1569	56.6	36.6	1619	56.7	39.3
1520	47.3	m	1570	56.8	36.1	1620	56.5	41.4
1521	46.9	m	1571	56.5	36.8	1621	56.4	44.9
1522	46.9	m	1572	56.9	35.9	1622	56.8	45.2
1523	47.2	m	1573	56.7	35.0	1623	56.6	43.6
1524	47.8	m	1574	56.5	36.0	1624	56.8	42.2
1525	48.2	0.0	1575	56.4	36.5	1625	56.5	42.3
1526	48.8	23.0	1576	56.5	38.0	1626	56.5	44.4
1527	49.1	67.9	1577	56.5	39.9	1627	56.9	45.1
1528	49.4	73.7	1578	56.4	42.1	1628	56.4	45.0
1529	49.8	75.0	1579	56.5	47.0	1629	56.7	46.3
1530	50.4	75.8	1580	56.4	48.0	1630	56.7	45.5
1531	51.4	73.9	1581	56.1	49.1	1631	56.8	45.0
1532	52.3	72.2	1582	56.4	48.9	1632	56.7	44.9
1533	53.3	71.2	1583	56.4	48.2	1633	56.6	45.2
1534	54.6	71.2	1584	56.5	48.3	1634	56.8	46.0
1535	55.4	68.7	1585	56.5	47.9	1635	56.5	46.6
1536	56.7	67.0	1586	56.6	46.8	1636	56.6	48.3
1537	57.2	64.6	1587	56.6	46.2	1637	56.4	48.6
1538	57.3	61.9	1588	56.5	44.4	1638	56.6	50.3

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1639	56.3	51.9	1689	57.6	8.9	1739	56.1	46.8
1640	56.5	54.1	1690	57.5	8.0	1740	56.1	45.8
1641	56.3	54.9	1691	57.5	5.8	1741	56.2	46.0
1642	56.4	55.0	1692	57.3	5.8	1742	56.3	45.9
1643	56.4	56.2	1693	57.6	5.5	1743	56.3	45.9
1644	56.2	58.6	1694	57.3	4.5	1744	56.2	44.6
1645	56.2	59.1	1695	57.2	3.2	1745	56.2	46.0
1646	56.2	62.5	1696	57.2	3.1	1746	56.4	46.2
1647	56.4	62.8	1697	57.3	4.9	1747	55.8	m
1648	56.0	64.7	1698	57.3	4.2	1748	55.5	m
1649	56.4	65.6	1699	56.9	5.5	1749	55.0	m
1650	56.2	67.7	1700	57.1	5.1	1750	54.1	m
1651	55.9	68.9	1701	57.0	5.2	1751	54.0	m
1652	56.1	68.9	1702	56.9	5.5	1752	53.3	m
1653	55.8	69.5	1703	56.6	5.4	1753	52.6	m
1654	56.0	69.8	1704	57.1	6.1	1754	51.8	m
1655	56.2	69.3	1705	56.7	5.7	1755	50.7	m
1656	56.2	69.8	1706	56.8	5.8	1756	49.9	m
1657	56.4	69.2	1707	57.0	6.1	1757	49.1	m
1658	56.3	68.7	1708	56.7	5.9	1758	47.7	m
1659	56.2	69.4	1709	57.0	6.6	1759	46.8	m
1660	56.2	69.5	1710	56.9	6.4	1760	45.7	m
1661	56.2	70.0	1711	56.7	6.7	1761	44.8	m
1662	56.4	69.7	1712	56.9	6.9	1762	43.9	m
1663	56.2	70.2	1713	56.8	5.6	1763	42.9	m
1664	56.4	70.5	1714	56.6	5.1	1764	41.5	m
1665	56.1	70.5	1715	56.6	6.5	1765	39.5	m
1666	56.5	69.7	1716	56.5	10.0	1766	36.7	m
1667	56.2	69.3	1717	56.6	12.4	1767	33.8	m
1668	56.5	70.9	1718	56.5	14.5	1768	31.0	m
1669	56.4	70.8	1719	56.6	16.3	1769	40.0	0.0
1670	56.3	71.1	1720	56.3	18.1	1770	49.1	m
1671	56.4	71.0	1721	56.6	20.7	1771	46.2	m
1672	56.7	68.6	1722	56.1	22.6	1772	43.1	m
1673	56.8	68.6	1723	56.3	25.8	1773	39.9	m
1674	56.6	68.0	1724	56.4	27.7	1774	36.6	m
1675	56.8	65.1	1725	56.0	29.7	1775	33.6	m
1676	56.9	60.9	1726	56.1	32.6	1776	30.5	m
1677	57.1	57.4	1727	55.9	34.9	1777	42.8	0.0
1678	57.1	54.3	1728	55.9	36.4	1778	55.2	m
1679	57.0	48.6	1729	56.0	39.2	1779	49.9	m
1680	57.4	44.1	1730	55.9	41.4	1780	44.0	m
1681	57.4	40.2	1731	55.5	44.2	1781	37.6	m
1682	57.6	36.9	1732	55.9	46.4	1782	47.2	0.0
1683	57.5	34.2	1733	55.8	48.3	1783	56.8	m
1684	57.4	31.1	1734	55.6	49.1	1784	47.5	m
1685	57.5	25.9	1735	55.8	49.3	1785	42.9	m
1686	57.5	20.7	1736	55.9	47.7	1786	31.6	m
1687	57.6	16.4	1737	55.9	47.4	1787	25.8	m
1688	57.6	12.4	1738	55.8	46.9	1788	19.9	m

时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩	时间	转速	扭矩
	规范值	规范值		规范值	规范值		规范值	规范值
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1789	14.0	m						
1790	8.1	m						
1791	2.2	m						
1792	0.0	0.0						
1793	0.0	0.0						
1794	0.0	0.0						
1795	0.0	0.0						
1796	0.0	0.0						
1797	0.0	0.0						
1798	0.0	0.0						
1799	0.0	0.0						
1800	0.0	0.0						

m = motoring

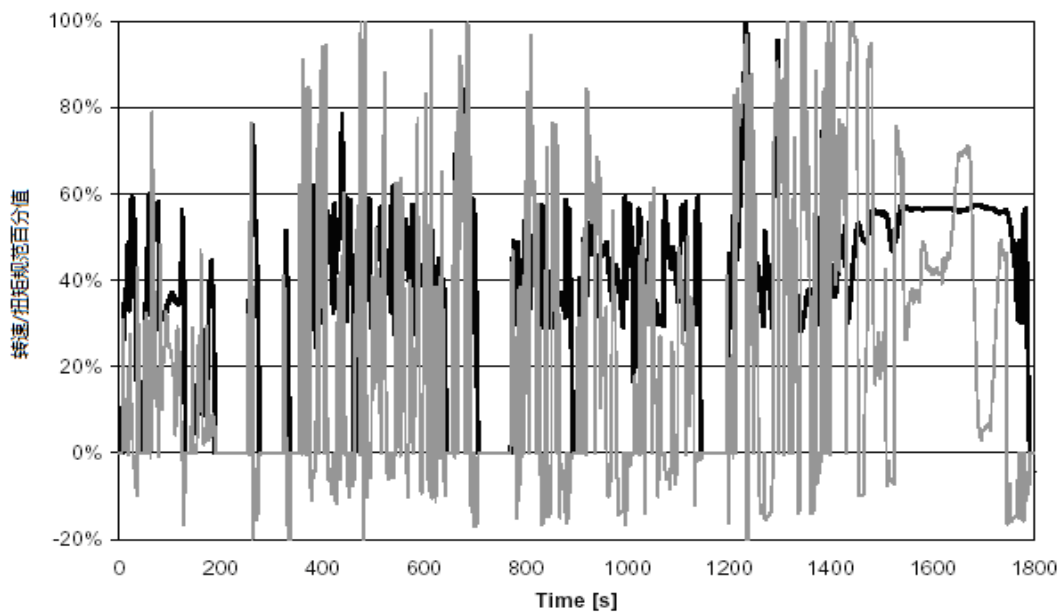


图 CJ.1 WHTC 循环工况图

附 录 D
(规范性附录)
基准燃料的技术要求

D.1 柴油

表 D.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 (20℃) ⁽¹⁾ / (kg/cm ³)	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/100mL) 不大于	2.5	SH/T 0175
硫含量/ (mg/kg) 不大于	10	SH/T 0689
酸度/ (mgKOH/100mL) 不大于	7	GB/T 258
10%蒸余物残炭 ⁽²⁾ (质量分数) /% 不大于	0.3	GB/T 268
灰分 (质量分数) /% 不大于	0.01	GB/T 508
铜片腐蚀 (50℃, 3h) /级 不大于	1	GB/T 5096
水分 (质量分数) /% 不大于	0.02	SH/T 0246
机械杂质 ⁽⁴⁾	无	GB/T 511
运动粘度 (20℃) / (mm ² /s)	2.0~7.5	GB/T 265
冷滤点/℃ 不高于	-10	SH/T 0248
闪点 (闭口) /℃ 不低于	55	GB/T 261
多环芳烃 (质量分数) /% 不大于	4	SH/T 0606
润滑性 校正磨斑直径 (60℃) / μm 不大于	420	SH/T 0765

脂肪酸甲酯 ⁽⁵⁾ (体积分数) /%	不大于	0.5	GB/T 23801
总污染物含量/ (mg/kg)	不大于	24	等待国标试验方法
<p>(1) 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>(2) 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>(3) 可用目测法, 即将试样注入 100mL 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>(4) 可用目测法, 即将试样注入 100mL 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>(5) 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车辆无法正常运行的添加剂和污染物。</p>			

D.2 LPG基准燃料的技术参数 (表D.2)

表 D.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 ⁽¹⁾
臭味	特征	特征	
马达法辛烷值	≥89	≥89	GB/T12576
<p>(1) 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, 禁止添加单纯为了使试验方法造成偏差的误差。</p>			

D.3 NG基准燃料的技术参数

基准燃料 G_R、G₂₀、G₂₃ 和 G₂₅ 的技术参数如下：

表 D.3 基准燃料 G_R

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 ^(*)		—	—	1	
含硫量	mg/m ^{3(**)}	—	—	10	GB/T 11061
^(*) 惰性组分+C ₂₊ ^(**) 在标准状态（293.2K（20℃）和 101.3kPa）下测定的值。					

表 D.4 基准燃料 G₂₀

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 ^(*)		—	—	1	
含硫量	mg/m ^{3(**)}	—	—	10	GB/T 11061
^(*) 惰性组分+C ₂₊ ^(**) 在标准状态（293.2K（20℃）和 101.3kPa）下测定的值。					

表 D.5 基准燃料 G₂₃

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 ^(*)		—	—	1	
氮气		7.5	6.5	8.5	

含硫量	mg/m ³ (^{**})	—	—	10	GB/T 11061
^(*) 惰性组分(氮气除外)+C ₂ +C ₂₊ ^(**) 在标准状态(293.2K(20℃)和101.3kPa)下测定的值。					

表 D.6 基准燃料 G₂₅

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(*)		—	—	1	
氮气		14	12	16	
硫含量	mg/m ³ (^{**})	—	—	10	GB/T 11061
^(*) 惰性组分(氮气除外)+C ₂ +C ₂₊ ^(**) 在标准状态(293.2K(20℃)和101.3kPa)下测定的值。					

附录 E
(规范性附录)
发动机非标准循环测试要求

E.1 适用范围

本附录规定了进行型式检验的发动机和车辆的性能要求及失效策略禁用要求，及在本附件规定的环境条件和发动机运转区域下，对正常使用的车辆的排放水平进行有效控制的要求。

本附件还规定了型式检验车辆非循环排放的试验规程。

E.2 定义

E.2.1 发动机启动 (Engine starting)

发动机曲轴从静止状态直至比发动机正常热车怠速（对于安装自动变速器的车辆定义为前进挡情况下）低于 150rpm 时。

E.2.2 热机 (Engine warm-up)

车辆运行充分，使得冷却液温度不低于 70℃。

E.2.3 额定转速 (Rated speed)

生产企业在销售及服务手册中规定的限速器允许的最大全负荷转速或生产企业在销售及服务手册中规定的发动机所能达到的最大功率转速（无限速器）。

E.3 一般要求

任何影响常规污染物排放的发动机系统和技术要点的设计、制造、组装和安装应使发动机和车辆满足本附录的技术要求。

E.3.1 禁止使用失效策略

发动机系统和车辆应禁止使用失效策略。

E.4 功能要求

E.4.1 排放策略

排放策略的设计应使发动机系统在正常使用情况下满足本附件的要求。正常使用条件不局限于第 E.6 条规定的使用条件。

E.4.1.1 基础排放策略 (BES) 要求

BES 在适用的型式检验试验运行或其他运行中应相同，在型式检验试验未包含的条件下的排放控制水平也不应降低。

E.4.1.2 辅助排放策略 (AES) 要求

除非满足下列例外条件，在车辆正常运行和使用中可能遇到的条件下，AES 排放控制效能不应低于 BES。

- a) 其运行基本处于适用的条件内，包括本附录第 E.6.3 条的非循环试验规程和第 E.6.7 条规定的在用技术要求；
- b) 仅为出于保护发动机和/或车辆免受损坏或事故而启动；
- c) 仅在发动机起动或暖机过程中启动；
- d) 其运行用于在型式检验试验未涵盖的特定环境或工作条件下抵消对一种常规污染物的控制，以便保持对另一种污染物的控制。AES 整体效果应能够补偿极端环境条件的影响，使所有常规污染物排放监控处于可接受的水平。

E.4.2 气体和颗粒污染物的 WNTTE 限值

E.4.2.1. 排气污染物不允许超过本标准 6.4 条规定的排放限值。

E.5 试验环境条件

WNTe试验环境条件:

a) 大气压力: 六 a 阶段不低于 82.5kPa, 六 b 阶段不低于 73kPa;

b) 环境温度不高于按下式计算值:

$$T = -0.4514 \times (101.3 - pb) + 311$$

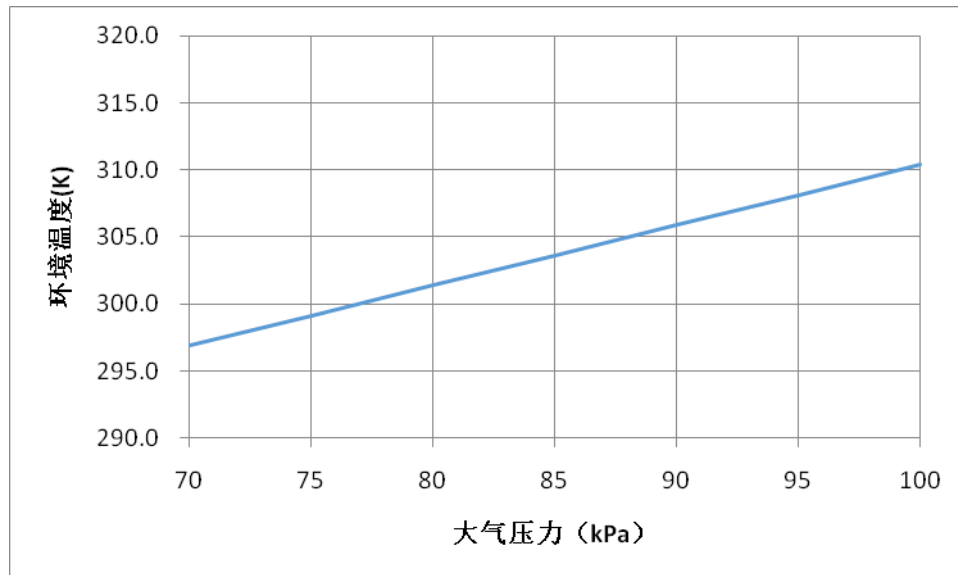
式中:

T ——环境温度, K;

pb ——大气压力, kPa。

c) 冷却液温度不低于 343K (70°C)。

WNTe 试验温度和压力范围如图E.1所示:



图E.1 温度和压力范围

E.6 发动机非标准循环实验室排放测试

非循环测试不适用于点燃式发动机。

E.6.1 WNTe 控制区域

WNTe 控制区由第E.6.1.1-E.6.1.4条规定的发动机转速和负荷点组成。图E.2是WNTe控制区域示例。

E.6.1.1 发动机转速范围

发动机转速范围为 n_{30} 至 n_{hi} 之间的区域。 n_{30} 是WHTC循环包括怠速在内的所有转速频率累积的30%所对应的发动机转速, n_{hi} 为70%最大净功率时对应的最高发动机转速。

E.6.1.2 发动机扭矩范围

WNTe控制区域包括扭矩大于等于发动机发出的最大扭矩值30%的所有发动机负荷点。

E.6.1.3 发动机功率曲线

按照E.6.1.1和E.6.1.2的规定，低于发动机发出的最大功率值30%的转速和负荷点应从排放WNTe控制区域中排除。

E.6.1.4发动机系族的应用

原则上，系族内任何具有独特扭矩/功率曲线的发动机都有单独的WNTe控制区域。对于在用车测试，各发动机应采用单独的WNTe控制区域。对于发动机系族下的型式检验，生产企业可在下列条件下对发动机系族采用一个WNTe控制区域。

——如果测试得到的转速 n_{30} 和 n_{hi} 和生产企业提供的值在 $\pm 3\%$ 以内，可只采用某一发动机的转速确定 WNTe 范围。若超过 $\pm 3\%$ ，则采用测量值确定转速范围。

——若扭矩范围覆盖发动机系族从最小功率到最大功率的发动机，则可只采用一台发动机进行测试；作为替代，也可根据功率段将发动机分为几个不同 WNTe 范围。

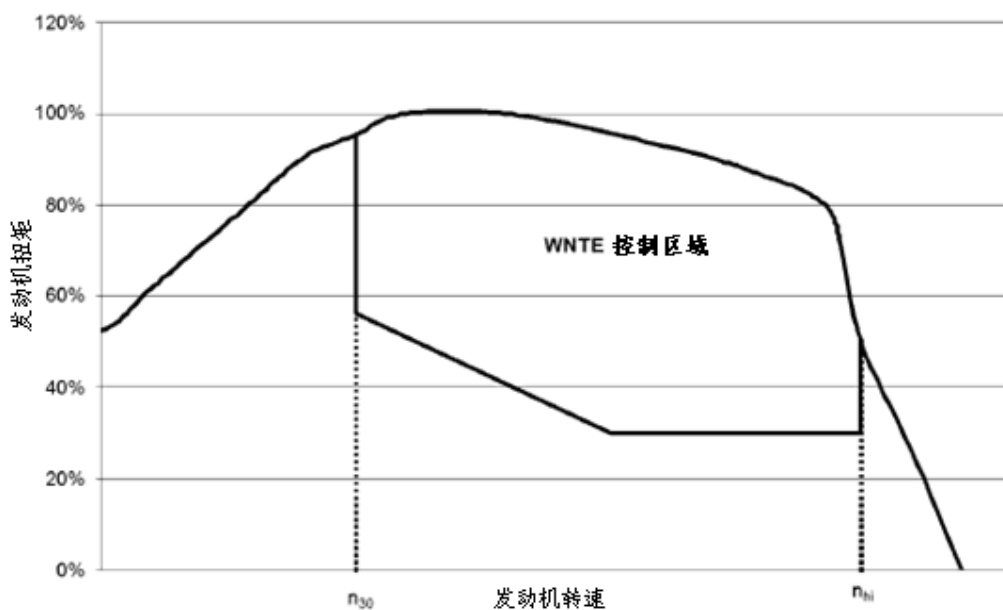


图 E.2 WNTe 控制区域示例

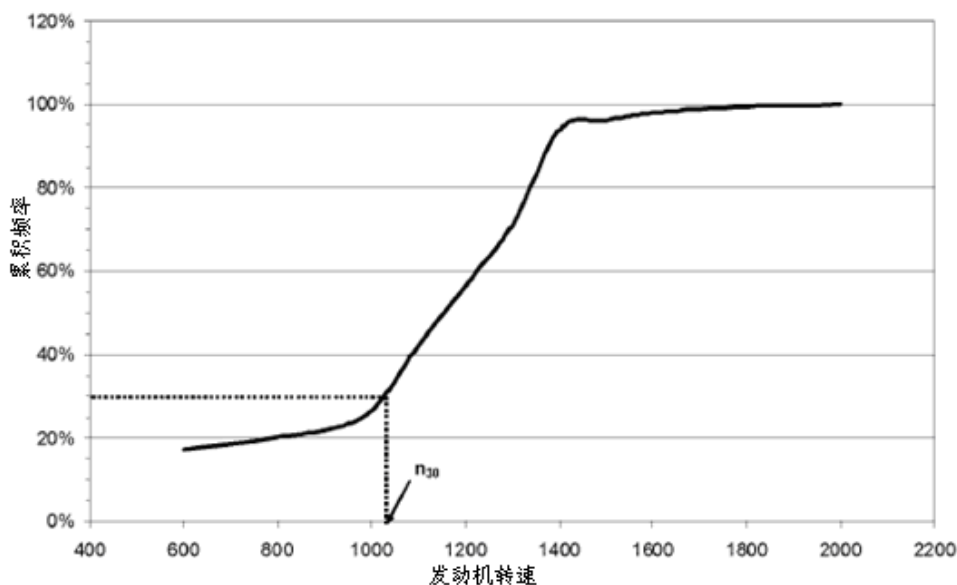


图 E.3 WNTE 转速频率累积分布图

E.6.1.5 WNTE 内工作点的剔除

在型式检验试验过程中,生产企业可向检验机构提出从第E.6.1.1~E.6.1.4条规定的WNTE控制区域内剔除工况点。如果生产企业能够验证在任何车辆组合中发动机都不会在这些点运行,检验机构可同意。

E.6.2 WNTE 实验室测试

E.6.2.1 常规污染物的质量比排放是根据WNTE控制区域内随机分布的测试点确定的。所有测试点都应位于控制区内随机的3个网格内。若额定转速低于3000rpm, WNTE分成9个格;若额定转速大于等于3000rpm, WNTE分成12个格。网格定义如下:

- 网格外部边界线与 WNTE 边界线一致;
- 若为 9 格, 两条垂直线等距分布在 n_{30} 和 n_{hi} 之间; 如为 12 格, 三条垂直线等距分布在 n_{30} 和 n_{hi} 之间;
- WNTE 区域内, 沿每条垂直线以发动机扭矩值的 1/3 等距分布两条线。

图 E.5 和 E.6 给出了 WNTe 试验网格线的划分示例。

E.6.2.2 在 WNTE 控制区域内测试点总数为 15 个, 选取的 3 个网格应分别包含 5 个随机测试点共计 15 个。应依次对各网格进行试验。即对一个网格内的所有 5 个测试点试验完成后才能换到下一个网格进行试验。这些测试点构成一个渐变的稳态循环。

E.6.2.3 各网格的试验顺序以及网格内各测试点的试验顺序都是随机确定的。用于试验的 3 个网格、15 个工况点以及网格试验顺序和网格内各点的试验顺序应由检验机构采用常规统计方法随机确定。

E.6.2.4 在任何一个网格 5 个工况点内测得的常规气体污染物的比排放平均值不应超过第 E.4.2 条规定的 WNTE 限值。

E.6.2.5 整个测试循环中 15 个工况点的颗粒物的质量比排放不得超过 WNTE 的限值。

E.6.3 实验室试验规程

E.6.3.1 WHSC 试验通过后再进行 WNTE 试验。WNTE 试验开始前应按照 WHSC 循环第 9 个工况点进行 3min 预处理, 结束后立即开始试验。

E.6.3.2 发动机应在各随机测试点运行 2 分钟, 包括从前一稳态测试点的过渡时间。在测试点之间发动机转速和负荷过渡应为线性, 持续时间为 $20 \pm 1s$ 。

E.6.3.3 从开始到结束总时间为 30min, 每一网格内随机抽取的 5 个点的循环时间为 10min, 即从进入第 1 个点过渡开始直至第 5 个点稳态测量结束。图 E.4 为测试程序顺序说明。

E.6.3.4 WNTe 实验室试验应满足附录 C 第 C.6.8.7 的有效性统计。

E.6.3.5 排放测试应按附录 C 第 C.6.5、C.6.7 和 CA.6.8 条进行。

E.6.3.6 测试结果的计算按第附件 CA 进行。

图 E.4 WNTe 试验循环开始的示例简图 (图中左上: 预置结束 (WHSC 第 9 工况点); 进入第 1 个网格; 退出第 1 个网格, 进入第 2 个网格)。

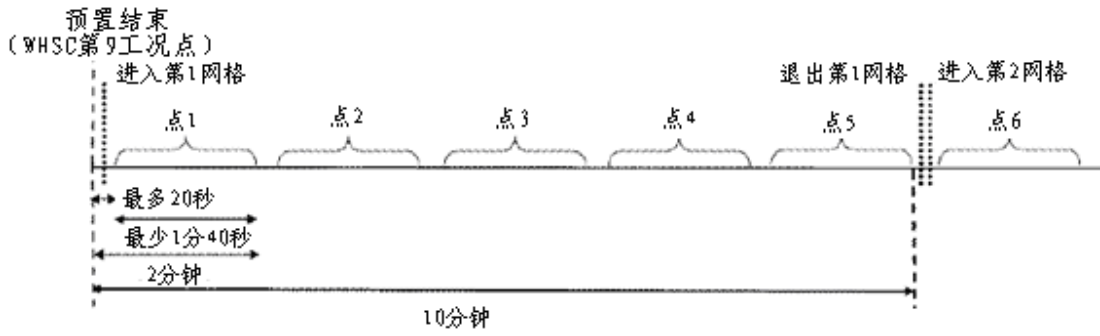


图 E.4 WNET 试验循环开始的示例

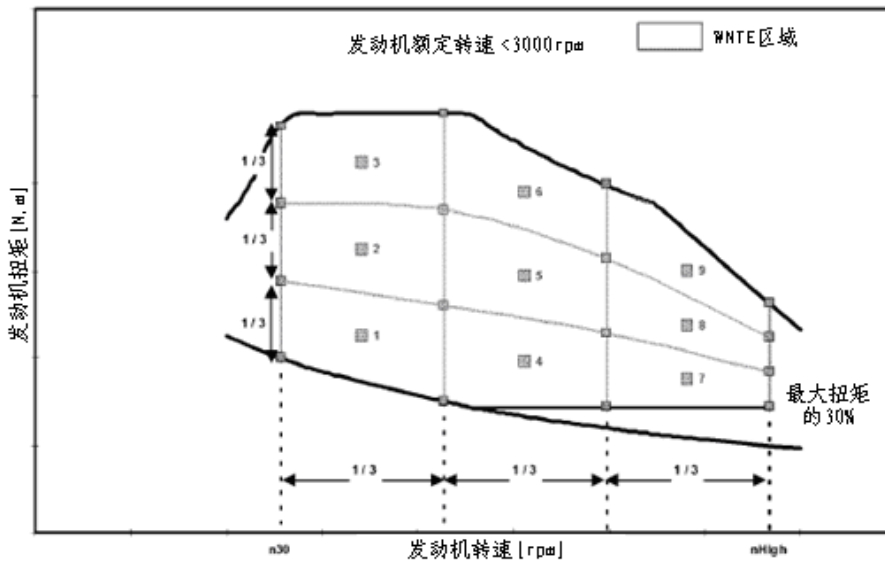


图 E.5 WNET 试验网格 (发动机额定转速 < 3000rpm)

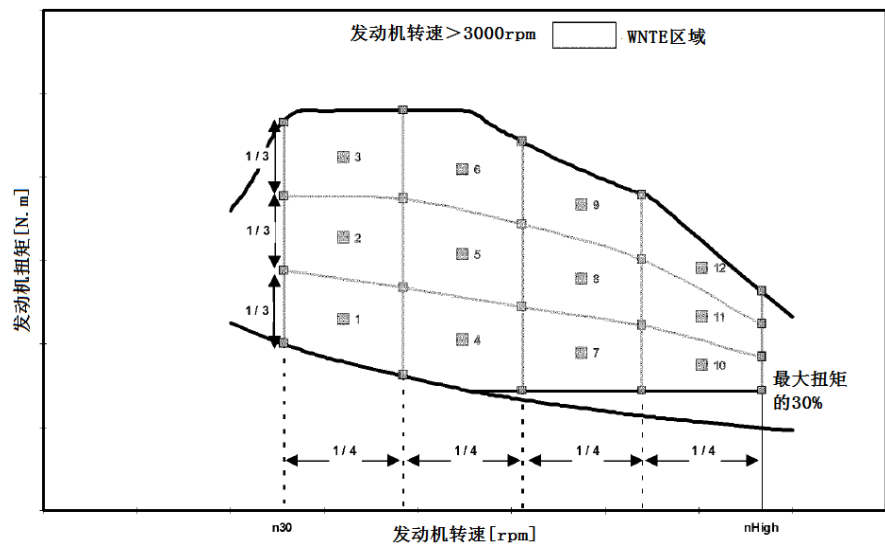


图 E.6 WNET 试验网格 (发动机额定转速 > 3000rpm)

E.6.4 数字修约

每种污染物最终的测试结果应进行一步数字修约，应比 WHTC 排放标准位数多一位，数据处理应符合 ASTM E29-06。不允许对中间过程数据修约。

E.6.5 非标准循环排放符合性声明

型式检验时，生产企业应提供一份声明证明发动机系族或车辆符合本标准 6.4 条非标准循环排放限值要求。除声明外，应通过附加的测试验证其是否满足排放限值和在用符合性要求。

E.6.5.1 非标准循环排放符合性声明模板

下面是符合性声明示例：

“（生产企业名称）证明该发动机系族内的发动机符合本附件的所有要求。

（生产企业名称）非常真诚的说明这一情况，并已通过合理的操作和在适用环境条件下，对系族内的发动机排放性能进行了合理的工程评估。”

E.6.5.2 非标准循环排放符合性声明的依据

生产企业应持续保证其设备中包括所有的测试数据，工程分析，以及作为非循环排放符合性说明依据的其它信息。生产企业应在信息公开的文件中包含这些信息。

E.6.6 文件要求

生产企业应提供文件包：包括任何部件设计和发动机系统的排放控制策略以及控制输出变量的方式、直接控制或间接控制。

资料可以包括排放控制策略的完整描述，此外还应包括辅助排放控制策略（AES）和基本排放控制策略（BES）的信息。任何辅助排放控制策略（AES）的参数修改和辅助排放控制策略（AES）操作模式下的边界条件，以及非标准循环测试过程中辅助排放控制策略（AES）和基本排放控制策略（BES）可能激活的条件。

E.6.7 整车PEMS试验

型式检验时应按附件 EA 规定的程序用源机在车辆上进行 PEMS 试验。

E.6.7.1 用于 PEMS 验证试验的车辆特征参数应能代表安装该发动机机型的车辆种类，车辆可为原型车。

E.6.7.2 发动机系族在型式检验时，若该发动机系族应用于 E.6.7.3 规定的不同种类的车辆，则应分别在相应类别的车辆上进行试验。

E.6.7.3 车辆种类应划分为 N1、N2、N3、M1、M2 和 M3 六类，城市车辆和非城市车辆也应分别进行测试。

附件 EA
(规范性附件)
型式检验 PEMS 试验

EA.1 概述

本附件规定了型式检验中 PEMS 试验的步骤。

EA.2 测试车辆

EA.2.1 用于PEMS试验的验证车辆所装的发动机系统必须具有代表性。该试验车辆应该是基准车或是可量产的车辆。

EA.2.2 应证明 ECU 数据流的可获得性和符合性。（如满足附录 K.7 条所述。）

EA.3 测试条件

EA.3.1 车辆有效载荷

车辆载荷：六 a 阶段应为最大载荷的 50%-100%；六 b 阶段应为最大载荷的 10%-100%。

EA.3.2 环境条件

试验应在附录 K 中 4.1 条规定的环境条件下进行。

EA.3.3 发动机冷却液温度应符合附录 K 中 K.8.6.1 条规定。

EA.3.4 燃料、润滑油和反应剂

排放后处理系统所用到的燃料、润滑油和反应剂应符合附录 K 中 K.4.3 条规定。

EA.3.5 路线和操作要求

路线和操作应符合附录 K 中 K.5 和 K.6 条的规定。

EA.4 排放评估

按照要求进行试验并根据附件 KA 规定要求计算试验结果。

EA.5 报告

EA.5.1 PEMS 示范试验的技术报告应至少包括以下列出的测试和结果：

- a) 附录 J 中附件 JB.1 和 JB.2 条描述的概要信息。
- b) 被选中用于测试车辆具有代表性的原因解释。
- c) 附录 J 中附件 JB.3 和 JB.4 条要求的试验设备信息和试验数据。
- d) 附录 J 中附件 JB.5 条要求的测试用的发动机信息。
- e) 附录 J 中附件 JB.6 条要求的测试用的车辆信息。
- f) 附录 J 中附件 JB.7 条要求的路线特点信息。
- g) 附录 J 中附件 JB.8 和附录 J 中附件 JB.9 条要求的瞬时测量值和计算数据信息。
- h) 附录 J 中附件 JB.10 条要求的平均值和积分值。
- i) 附录 J 中附件 JB.11 条要求的合格或者不合格结果。
- j) 附录 J 中附件 JB.12 条要求的测试验证信息。

附 录 F
(规范性附录)
车载诊断系统 (OBD)

F.1 概述

本附录规定了发动机（车辆）排放控制车载诊断（OBD）系统的功能要求。

F.2 术语和定义

F.2.1 报警系统 alert system

指当OBD系统检测到故障时，对车辆驾驶员或其它相关人员进行警示的一种车载系统。

F.2.2 非易失性随机存储器 Non-volatile random access memory

非易失性随机存储器（NVRAM）是指当电源供给中断（例如，汽车电池断开，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NVRAM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。

F.2.3 MI状态 MI status

故障指示器（MI）的命令状态，即连续-MI持续指示、短暂-MI指示、按需-MI指示或关闭。

F.2.4 连续-MI continuous-MI

连续-MI是指故障指示器MI从钥匙接通且发动机启动（Key on - engine on）后开始持续指示，或从车辆起步开始持续指示，以先发生为准，当钥匙关闭时故障指示器MI熄灭。

F.2.5 短暂-MI short-MI

短暂-MI是指从钥匙接通且发动机启动（Key on - engine on）后故障指示器MI开始点亮，15秒后熄灭或钥匙关闭后熄灭（以先发生为准），这段时间内故障指示器MI的稳定显示状态。

F.2.6 按需-MI on-demand-MI

按需-MI是指当钥匙处在上电位置且发动机关闭（Key on - engine off）时，根据来自驾驶位置的人工请求，故障指示器MI的显示状态。

F.2.7 潜在故障码 Potential DTC

OBD监测系统检测到故障可能存在，但需进一步评估确认时，OBD系统存储的故障码。潜在的DTC是未确认和激活的DTC。

F.2.8 待定故障码 pending DTC

当监测系统检测到在当前或上一个已完成的操作过程中可能存在故障时，OBD系统储存的故障代码。

F.2.9 确认并激活的故障码 confirmed and active DTC

当OBD系统确认存在故障时储存的DTC。

F.2.10 历史激活故障码 previously active DTC

先前确认并激活的故障码，OBD系统判断出导致这些DTC的故障已经不存在，但是这些故障代码仍然储存。

F.2.11 永久故障码 permanent fault code

指OBD系统存储的当前已确认并激活且使连续-MI激活点亮的故障代码,该代码存储在非易失性随机存储器中,且不能通过外部诊断工具清除。

F.2.12 准备就绪 readiness

自上次由外部请求或命令清除故障信息后(例如通过OBD诊断仪),某一监测功能或一组监测功能是否运行的状态。

F.2.13 监测 monitoring

即排放限值监测、功能监测、严重功能性故障监测及部件监测。

F.2.14 排放限值监测 emission threshold monitoring

对导致排放超过OBD限值(OTLs)的故障的监测,包括以下一种或两种方式:

- a) 通过尾气排放传感器直接测量排放,通过模型直接将排放与测试循环排放相关联。
- b) 通过电脑的输入输出信息与测试循环比排放的关系指示排放的增加量。

F.2.15 功能监测 Performance monitoring

指由功能检查和对与排放阈值不相关的参数监测组成的故障监测。这种监测通常通过部件或系统是否工作在适当的范围内来验证。

F.2.16 严重功能性故障监测 total functional failure monitoring

对导致系统完全丧失预期功能的故障的监测。

F.2.17 部件监测 component monitoring

对输入部件的电路故障和合理性故障的监测,以及对输出部件的电路故障和功能性故障的监测。针对连接到发动机控制系统的电路部件。

F.2.18 电路故障 electrical circuit failure

导致测量信号(即电压、电流、频率等)超出传感器设计工作范围的故障(如开路或短路)。

F.2.19 合理性故障 rationality failure

当评估控制系统中传感器或部件的信号时,某一传感器或部件的信号与预期存在差异的故障。合理性故障的测试信号(例如电压、电流、频率等)应在传感器设计的工作量程内。

F.2.20 功能性故障 functionality failure

输出组件不按电脑指令预期方式响应的故障。

F.2.21 故障排放控制策略(MECS) malfunction emission control strategy (MECS)

发生与排放相关的故障时,在发动机系统内被激活的策略。

F.2.22 暖机循环 warm-up cycle

发动机经充分运转,使冷却液温度比发动机启动时上升至少22K,并且达到最低60°C温度的过程。

F.2.23 OBD试验循环 OBD test-cycle

发动机在台架上运行的测试循环,用以评价劣化部件时OBD系统的响应。

F.2.24 驾驶性能限制系统

由发动机或车辆排放恶化故障激活的车辆驾驶性能限制系统，该系统应具有两级驾驶性能限制能力，即初级驾驶性能限制系统（发动机性能限制）及严重驾驶性能限制系统（有效限制车辆运行）。

F.2.25 OBD源发动机系统 OBD-parent engine system

从OBD系族中选取的某一发动机系统，该系统的大部分OBD设计要素应能代表该系族。

F.2.26 缺陷 deficiency

OBD监测策略或其它特征不符合附录F中的所有要求。

F.2.27 软件标定识别 software calibration identification

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。

F.2.28 标定验证码 calibration verification number

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。

F.2.29 驾驶循环 driving cycle

是指由发动机启动、（车辆）运行、发动机停机和从发动机停机至发动机下次启动前的时间组成的连续过程。若车辆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公交车，且随后发动机启动），该过程（发动机停机-发动机启动）应作为现有驾驶循环的一部分。对于混合动力车辆，驾驶循环应从发动机启动或从车辆起步开始，以先发生为准。

F.2.30 操作过程 operating sequence

是指由发动机启动、发动机运转、发动机停机和直到下次发动机启动组成的时间过程；在该过程中，一个指定的OBD系统应能完成监测；若存在故障，应能被监测到。

F.2.31 缩写

AES	辅助排放策略
CV	曲轴箱通风
DOC	柴油氧化性催化器
DPF	柴油机颗粒过滤器或颗粒捕集器
DTC	诊断故障代码
EGR	废气再循环
HC	碳氢化合物
LNT	氮氧化合物捕集器（或NO _x 吸收器）
LPG	液化石油气
MECS	故障排放控制策略
NG	天然气
NO _x	氮氧化合物
OTL	OBD限值

PM	颗粒物
SCR	选择性催化还原
SW	屏幕清除
TFF	严重功能性故障
TWC	三元催化器
VGT	可变几何涡轮增压器
VVT	可变气门正时

F.3 OBD系统型式检验

F.3.1 初级型式检验

发动机生产企业可以通过以下三种方式之一提出OBD型式检验：

- a) 发动机生产企业通过证明OBD系统满足附录F的所有要求，作为独立的OBD系统可提出型式检验。
- b) 发动机生产企业通过证明系族内OBD源发动机系统满足附录F规定的所有要求，则OBD系族可进行型式检验。
- c) 发动机生产企业可证明OBD系统属于某一已通过型式检验的OBD系族，则可提出对该OBD系统进行型式检验。

F.3.2 现有产品目录的扩展/修改

F.3.2.1 新发动机系统扩展到一OBD系族

在生产企业的要求下，可将新发动机系统归到已经通过型式检验的OBD系族内，扩展后的所有发动机系统有共同的排放故障监测/诊断方法，但应向环境保护主管部门报备。

如果OBD源系统的所有OBD技术要素均可代表该新发动机系统，则OBD源系统保持不变，生产企业应按照F.8对文档进行修改。

如果新的OBD系统包含了不能由OBD源系统代表的技术特征，而该新OBD系统可代表整个系族，则新发动机系统应作为OBD源系统。在这种情况下，应验证OBD新的技术特征符合本附录的要求，且要依据F.8对文档进行修改。

F.3.2.2 对OBD系统设计改动的扩展

在生产企业的要求下，并向环境保护主管部门报备后，生产企业若证明OBD系统的修改符合附录F的要求，则可对OBD系统现有的产品目录进行扩展。

OBD文档应该按照F.8进行修改。

如果目前的证书适用于某一OBD系族，生产企业应证明系族内各系统与排放相关的故障监测/诊断有相同的方法，同时应证明OBD源系统可代表整个系族。

F.3.2.3 故障重新分类对信息公开的修改

当环境保护主管部门要求或生产企业主动提出对一个或几个故障进行重新分类，生产企业应对信息公开内容进行修改。新的分类应符合本附录的规定，且按F.8对文档进行修改。

F.4 技术要求

OBD系统应具有监测故障的能力，并通过故障指示器MI提示故障是否出现，以及通过储存在电脑内的信息识别故障可能发生区域的能力，并且可以离线处理这些信息。

OBD系统的设计和制造应能保证OBD系统在车辆/发动机的全寿命内识别故障的类型。为了实现这一目标，当发动机超过有效寿命后，在OBD系统向驾驶员发出故障报警信号前，OBD系统功能和灵敏度可能会恶化，导致排放超过OBD限值。

F.4.1 OBD限值 (OTLs)

OBD系统的OBD限值 (OTLs) 见表F.1和F.2。表F.1为压燃式发动机OBD限值，表F.2为气体燃料点燃式发动机（和双燃料发动机）OBD限值。

表 F.1 OBD 限值（压燃式发动机）

污染物	NOx	PM
限值 mg/kWh	1200	25

表 F.2 OBD 限值（气体燃料点燃式发动机）

污染物	NOx	CO
限值 mg/kWh	1200	7500

F.4.2 监测要求

OBD系统应按照附件FC的要求，对发动机系统内所有与排放相关的部件或系统进行监测。但不要求OBD系统使用单独的监测器对附件FC中提及的每个故障进行监测。

OBD系统也应监测其自身部件。

附件FC列举了OBD系统需要监测的系统或部件，并且描述了各部件或系统的监测类型（即排放限值监测、功能监测、严重功能性故障或部件监测）。

生产企业可决定对附加的系统和部件实施监测。

F.4.2.1 监测技术的选择

生产企业可使用附件FC以外的监测技术，同时应证明所选监测技术可靠、及时和有效（即通过技术考虑、测试结果、先行协议等证明），并将相关证明材料信息公开。

如果系统或部件没有包含在附件FC中，生产企业应向环境保护主管部门提交材料，说明所选择的监测类型和监测技术（即排放限值监测、功能性监测、严重功能性故障监测或者部件监测），并按照附件FC要求证明选择的监测类型和监测技术稳定、及时和高效。

F.4.2.1.1 实际排放相关性

对于排放限值监测，通常在试验室内的试验发动机上验证，以获得与循环比排放的相关性。

对于其它的监测（即功能监测、严重功能性故障监测或部件监测），则不要求获取实际排放相关性。但应提供测试数据以验证是否符合F.6.2要求的故障分类。

示例：

电路故障不要求测试排放，为是/否的故障。

根据本附录的要求，如果生产企业可以证明严重功能性故障、移除部件或系统的故障不会导致排放超过OBD限值，则对该部件或系统进行功能监测是允许的。

当采用排气传感器监测某一特定污染物的排放时，所有针对该污染物的其它监测均不需进一步测试与实际排放之间的相关性。然而，该豁免条件不排除这些监测的必要性，例如作为OBD系统的一部分用于故障隔离目的监测技术等。

按照F.4.5的规定，无论何种类型的故障监测，都要依据该故障对排放的影响对其进行分类。

F.4.2.2 部件监测（输入/输出组件/系统）

对于发动机系统的输入组件，OBD系统应至少监测电路故障以及合理性故障。

合理性故障的诊断应确认传感器输出不是太高和太低（即“双向”诊断）。

向环境保护主管部门报备后，在可行的条件下，OBD系统可分别监测合理性故障（例如不正确的高和不正确的低）以及电路故障（如开路 and 短路）。此外，每一单独的故障码（如开路、短路和合理性故障）都要保存下来。

对于发动机系统的输出组件，OBD系统应至少监测电路故障，以及对电脑指令是否做出正确的功能反应。

向环境保护主管部门报备后，在技术可行的条件下，OBD系统应单独检测功能性故障、电路故障（例如开路 and 短路），且要保存故障代码（例如开路 and 短路）。

对来自或提供给不属于发动机系统的部件的信息，当其损害排放控制系统或发动机系统的正常功能时，OBD系统也应进行监测。

F.4.2.2.1 部件监测豁免条款

当满足以下所有条件时，可对发动机系统的电路故障、功能性和合理性故障监测不作要求：

- a) 故障导致的任何污染物的排放增加量不超过排放限值的 50%。
- b) 故障不会导致任何污染物排放超过标准排放限值。
- c) 故障不会影响 OBD 系统或其部件的正常功能。
- d) 故障不会延误或影响排放控制系统的最初设计的性能（例如在寒冷条件下反应剂加热系统的损坏不作为特例）。

排放测试应按照本附录规定的验证程序，在装有测功机的发动机试验台架上进行。

涉及条款 d) 的验证试验不是决定性的，生产企业应向环境保护主管部门提交适当的设计资料说明，如良好的工程实践、技术方面的考虑、仿真及测试结果等。

F.4.2.3 排放后处理器净化性能监测

F.4.2.3.1 OBD系统依据发动机排放后处理系统配置不同，按照FC. 2. c (DPF)、FC. 3. d (SCR)、FC. 4. a (LNT) 或FC. 15. a (TWC) 的监测要求实时监测排放后处理器净化性能，在车辆全寿命内若排放后处理器出现故障而导致排放超过OBD限值，应激活附录G中G4规定的驾驶员报警系统，并应提示驾驶员尽快维修。当报警系统包含信息显示系统时，显示引起报警的原因（例如，“后处理装置净化效率低”、“后处理器性能恶化”等）。

F.4.2.3.2 采用GB. 4规定的监测系统/排放后处理器A类故障计数器记录导致车辆排放超过OBD限值的排放后处理器A类故障确认并激活后的发动机运行小时数。该计数器激活和解除激活的准则和运行机制见附录G的附件GB。

F.4.2.3.3 若F.4.2.3.1描述的后处理器A类故障导致驾驶员报警系统激活后，在发动机持续运行36小时内故障仍没有被修复，G.5.3所述的初级驾驶性能限制系统应启用并激活。

F.4.2.3.4 若F.4.2.3.1描述的后处理器A类故障导致驾驶员报警系统激活后，在发动机持续运行100小时内故障仍没有被修复，G.5.4所述的严重驾驶性能限制系统应启动并激活。

F.4.2.3.5 若故障反复发生，应按附件GB规定，减少驾驶性能限制系统激活前的运行小时数。

F.4.2.3.6 驾驶员报警和驾驶性能限制系统激活与解除激活原理见附录G的附件GB。

F.4.2.3.7 排放后处理器A类故障监测的驾驶性能限制系统不适用于急救、军事、民防、消防及维护公共秩序的武装车辆发动机或车辆。驾驶性能限制系统的永久解除激活设定只能由发动机或车辆生产企业完成。

F.4.2.4 监测频率

只要监测条件满足，监测应连续进行或每个操作过程进行一次监测（如监测发生时导致排放增加）。

在生产企业的请求下，并向环境保护主管部门报备后，监测可不持续进行。在这种情况下，生产企业要明确告知环境保护主管部门，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。

在F.7.2.2规定的OBD试验循环期间，监测工作要运行。

如果监测以不低于2Hz频率运行，且在15s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，若电脑的输入或输出部件信号采集频率低于2Hz，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。

F.4.3 OBD故障信息记录

F.4.3.1 当监测到故障，但还未确认时，这个可能的故障被认为是“潜在的DTC”，并且要记录“待定的DTC”状态。“潜在的DTC”不应使报警系统激活。

F.4.3.2 在第一个操作过程中，故障可能被直接认为是“确认并激活的”，而不必认为是“潜在的DTC”，它应记录为“待定的DTC”和“确认并激活的DTC”状态。

F.4.3.3 如果历史激活状态的故障再次发生，生产企业可将该故障直接定义为“待定的DTC”或“确认并激活的DTC”状态，而不经“潜在的DTC”阶段。如果这个故障被定义为“潜在的DTC”状态，在它没有被确认和激活前，它将一直保持历史激活状态。

F.4.3.4 监测系统要在第一次检测到故障后至下一个操作过程结束前，判断该故障是否存在。如果该故障存在，系统要记录一个“确认并激活的故障码”且报警系统要激活。

F.4.3.5 对于可恢复的故障排放控制策略MECS（即自动恢复正常且在下次发动机启动前MECS解除激活），不需要保存“确认并激活的DTC”，除非在下一个操作过程结束前MECS再次被激活。对于不可恢复的MECS，MECS一旦被激活，就要储存“确认并激活的DTC”。

F.4.3.6 在某些特定情况下，监测功能需要超过两个操作过程来检测确认故障码（例如车辆上使用统计模型或关于液体消耗量的监测），假如生产企业证明需要较长时间（例如通过技术原理、试验结果、内部经验等），并向环境保护主管部门报备后，可以允许两个以上的操作过程。

F.4.3.7 对于已经确认并激活的故障，如果在一个完整的操作过程中不再被系统检测到，应在下一个操作过程开始前将该故障设置为历史激活状态，并且保持这种状态直到按照F. 4. 4规定的与该故障相关的OBD信息通过诊断工具清除或由电控单元从存储中清除。

注：上述规定在附件 FB 中进行了说明。

F.4.3.8 永久故障码

F.4.3.8.1 使连续-MI持续点亮的确认并激活的故障记为永久故障码，并应最迟在该点火循环结束前把该永久故障码存储到非易失性随机存储器中。

F.4.3.8.1.1 确认并激活的A类故障记录为永久故障码。

F.4.3.8.1.2 累计时间超过200小时，使连续-MI激活的未修复的B1类确认并激活的故障记为永久故障码。依据OBD系统中B1计数器的个数不同分为以下两种情况：

a) 在只有一个 B1 计数器的情况下，当 B1 故障计数器累计时间超过 200 小时，当前确认并激活的 B1 类故障存储为永久故障码。

b) 在存在多个 B1 计数器的情况下，仅要求故障累计时间大于 200 小时的 B1 类确认并激活的故障存储为永久故障码。

F.4.3.8.2 永久故障码仅用于记录激活连续-MI的严重故障，不用于激活故障指示器MI及驾驶性能限制系统。当OBD系统自身确认永久故障码所指代的故障修复后，OBD系统可立即清除该永久故障码。

F.4.3.8.3 OBD系统应具有至少将当前的4个永久故障码存储在NVRAM中的能力。如果导致连续-MI激活点亮的确认故障码的数量超过了OBD系统能够存储的永久故障码数量的最大值，OBD系统应按故障严重程度及发生时间顺序，将最早监测到的严重故障的确认故障码存储为永久故障码。如果NVRAM中已经存储了最大数量的永久故障码，即使有新的激活连续-MI的确认并激活的A类故障或B1类故障出现，OBD系统也不能用新的确认故障码替换任何已经存储的永久故障码。

F.4.3.8.4 如果包含永久故障码的控制模块被重新编程，也不能清除永久故障代码，除非在重新编程时，所有被监测部件和系统的准备就绪状态都被设置为“未完成”。

F.4.3.8.5 采用诊断工具通过标准化通讯协议应能够读取OBD系统存储的永久故障码，且能够区分永久故障码、待定的故障码和确认并激活的故障码。

F.4.3.8.6 永久故障码不能通过外部诊断工具清除，将车载电脑断电也不能清除永久故障码。

F.4.4 OBD故障信息的清除

F.4.4.1 根据诊断工具或维修工具的要求，OBD系统中除永久故障码以外的所有故障码和相关信息（包括相关的冻结帧）都可以被清除。

F.4.4.2 除永久故障码外，已确认的故障码和相关的信息（包括相关的冻结帧）不能由OBD系统直接从电控单元中删除，只有当已确认的故障码在历史激活状态至少保存40个暖机循环或发动机运行200小时时间内该故障不再被检测到，时间以先到为准，则该历史激活故障码和相关的信息（包括相关的冻结帧）可由OBD系统从电控单元中删除。

F.4.4.3 永久故障码清除

F.4.4.3.1 如果OBD系统记录了永久故障码，只有当OBD系统自身确认引发该永久故障码的故障已经不存在后，OBD系统可立即清除永久故障码。

F.4.4.3.2 如果车载电脑中除永久故障码之外的所有故障信息都被清除（例如：使用诊断工具等方式），且OBD系统没有激活点亮故障指示灯。如果OBD系统在一个驾驶循环中执行一次或多次诊断确认存储的永久故障码所指代的故障不存在，且在整个驾驶循环中没有该故障出现，OBD系统可在该循环结束时擦除永久故障码。

F.4.4.3.3 如果OBD系统中存储了一个以上的永久故障码，在某个永久故障码的监测项满足了F.4.4.3.1或F.4.4.3.2的要求后，OBD系统可以清除该永久故障码。在清除某个永久故障码之前，OBD系统不需要所有存储的永久故障码都满足F.4.4.3.1或F.4.4.3.2的要求。

F.4.5 故障分类

故障分类指按照本附录F.4.2的要求，当故障被检测到时分配为相应故障类别。

在车辆的全寿命内某一故障被划分为某一类别，除非环境保护主管部门或生产企业确认有必要对该故障进行重新分类。

如果某一故障对于不同的污染物排放有不同影响，或因为影响其它监测能力而导致不同的分类，依据差异化显示原则，该故障应设置为优先显示类别（例如A类故障优先于B1类故障）。

如果检测到某故障后激活MECS，应基于激活的MECS对排放的影响和对其他监测能力的影响来进行分类，依据差异化显示原则，设定该故障为优先显示类别。

F.4.5.1 A类故障

若故障导致的排放超过相应的OBD限值（OTLs），则该故障划分为A类故障。

当A类故障发生时，排放也可不超过OBD限值。

F.4.5.2 B1类故障

若故障导致的排放可能超过OTLs，但它对排放的影响存在不确定性，因此实际的排放可能高于或低于OTLs。在这种情况下故障划分为B1类故障。

B1类故障举例，例如基于传感器读数的排放水平监测或影响其他监测能力的故障。

B1类故障应包括影响OBD系统执行对A类和B1类故障监测功能的故障。

F.4.5.3 B2类故障

对于影响排放但又不超过OTL限值的故障，定义为B2类故障。

影响OBD系统执行对B2类故障监测功能的故障要划分为B1类或者B2类。

F.4.5.4 C类故障

对于可能影响排放但不会超过标准限值的故障，其定义为C类故障。

影响OBD系统执行对C类故障监测功能的故障要划分为C类或者B2类。

F.4.6 报警系统

报警系统的某一部件的失效不应导致OBD系统停止工作。

F.4.6.1 MI规范

要求故障指示器MI是在任何光照条件下都能觉察到的可视信号。故障指示器应采用ISO标准7000:2004规定的0640符号定义的黄色或琥珀色警报信号。

F.4.6.2 MI显示方案

依据OBD系统检测到的故障类别，MI应按照表F.3中描述的激活模式进行显示。

表 F.3 激活模式

	激活模式 1	激活模式 2	激活模式 3	激活模式 4
激活条件	无故障	C 类故障	B 类故障且 B1 类故障计数器 <200h	A 类故障或 B1 类故障计数器 >200h
钥匙上电 发动机启动	不显示	差异化显示策略	差异化显示策略	差异化显示策略
钥匙上电 发动机未启动	统一显示策略	统一显示策略	统一显示策略	统一显示策略

MI显示策略应依据故障划分的类别进行相应激活，该策略应由软件编程锁定且该软件编程不能通过通用诊断工具更改。

钥匙上电/发动机未启动（Key on- Engine off）时的MI激活策略见F.4.6.4。

图F.1和F.2描述了钥匙上电/发动机启动（Key on-Engine on）及钥匙上电/发动机未启动（Key on - engine off）时的激活策略。

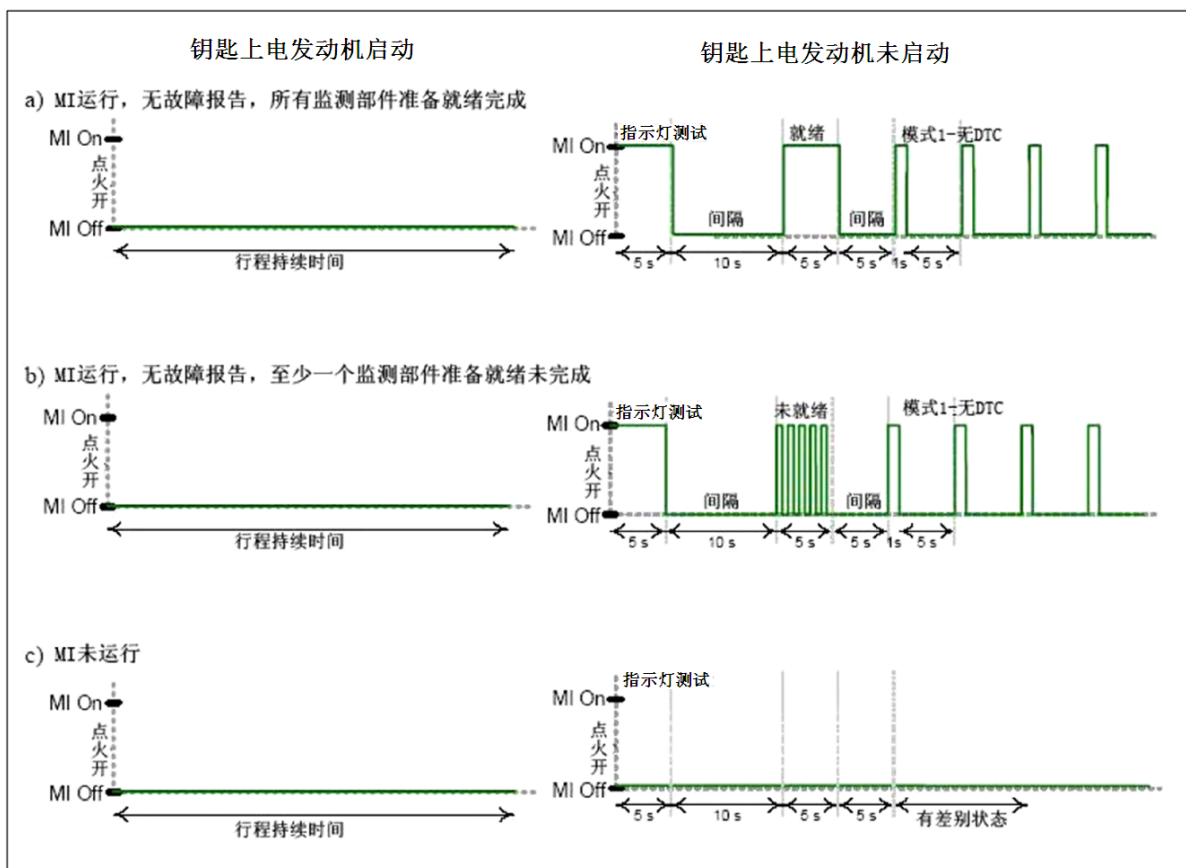


图 F.1 MI 指示器测试和准备就绪状态显示

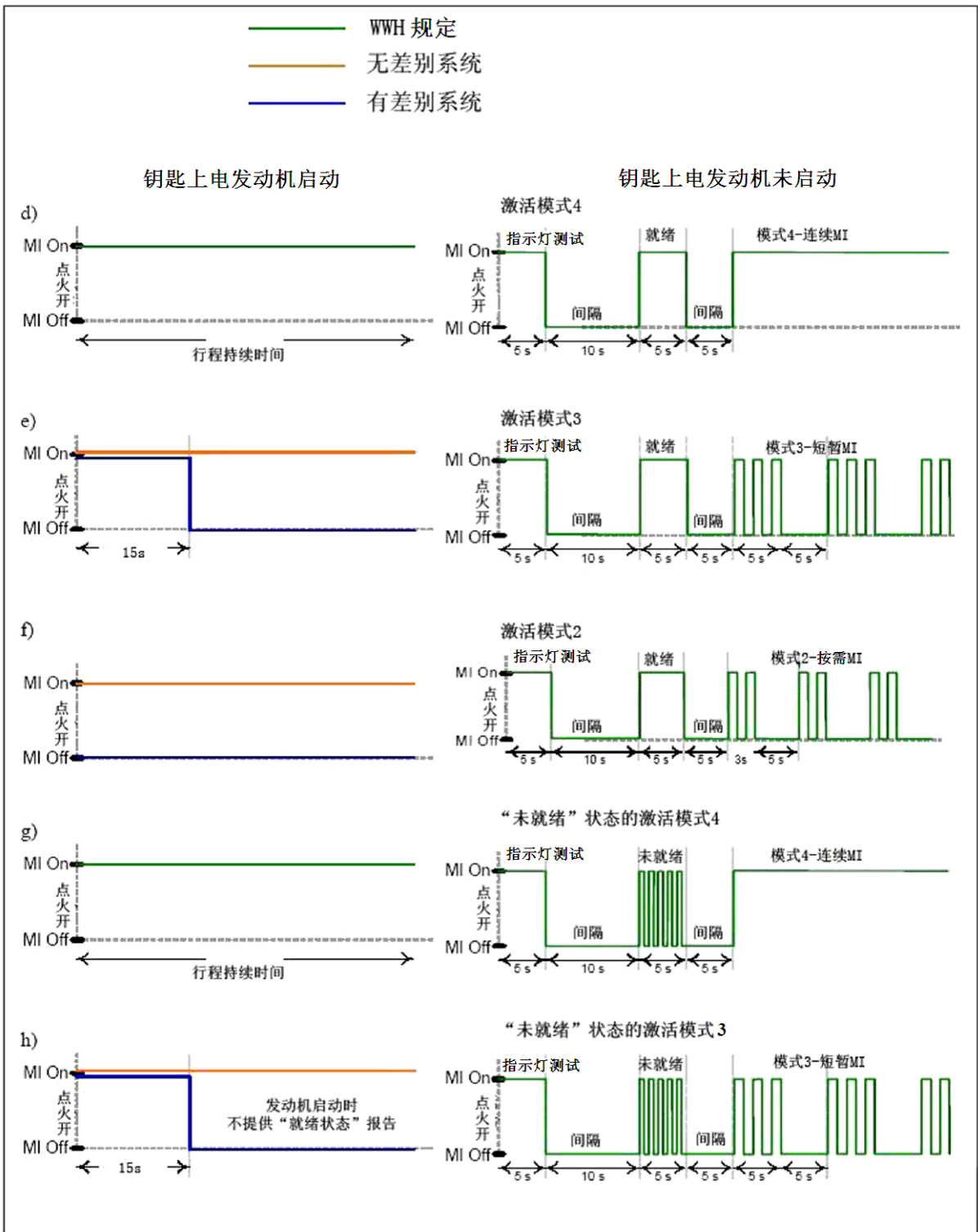


图 F.2 故障显示策略：只适用于差异化显示策略

F.4.6.3 发动机启动后的MI激活

除非出现F.4.6.3.1描述的情况，当钥匙处在上电位置，而且发动机已启动，故障指示器应关闭。

F.4.6.3.1 MI显示策略

为了激活故障指示器MI，连续-MI应优先于短暂-MI和按需-MI显示，短暂-MI应优先于按需-MI显示。

F.4.6.3.1.1 A类故障

当储存了一确认并激活的A类故障码时，OBD系统应给出连续-MI激活命令。

F.4.6.3.1.2 B类故障

当储存了一确认并激活的B类故障码时，在下次钥匙上电时，OBD系统应给出短暂-MI激活命令。

当B1故障计数器达到200小时，且OBD系统检测到B1类故障仍然存在，应给出连续-MI激活命令。

F.4.6.3.1.3 C类故障

在发动机启动之前，生产企业可通过按需-MI显示方式提示C类故障的信息。

F.4.6.3.1.4 MI激活消除方案

如果发生单一的监测事件，而且原先激活连续-MI的故障在当前的操作过程中没有被检测到，并且也没有由于其它故障而产生新的连续-MI激活指令，则该“连续-MI”应该转变为“短暂-MI”显示方式。

短暂-MI激活消除条件是，从监测系统已确认故障不存在的操作过程往后，3个连续的操作过程期间内该故障都不再被检测到，而且MI也没有由于其它A类或B类故障而激活，则该“短暂-MI”应解除激活。

附件FB中图FB.1、FB.4A和FB.4B分别说明了短暂-MI和连续-MI在不同使用情况下解除激活的条件。

F.4.6.4 钥匙上电/发动机未启动（Key on-engine off）时的MI激活

钥匙上电/发动机未启动时的MI激活由两个步骤组成，两步骤被一5秒的MI关闭状态分隔开：

- a) 步骤一用于显示MI功能和监测组件准备就绪的指示。
- b) 步骤二用于指示故障存在。

重复第二步直到发动机启动或者钥匙切换到断电位置。

依据生产企业的要求，在一次操作过程中（比如启动-停机过程），该激活可只发生一次。

F.4.6.4.1 MI功能显示/准备就绪

MI应显示一持续5秒的点亮，以表明MI功能正常。

MI应保持10秒的关闭。

MI之后应保持一5秒的点亮，以表明所有的监测部件的准备工作已经完成。或者MI应每秒闪烁一次，持续5秒，以表明有一个或更多部件的准备工作还没有完成。

MI之后应保持5秒的关闭。

F.4.6.4.2 故障的出现和消失

按照F.4.6.4.1描述的步骤，MI应通过一系列的多次闪烁或者持续的点亮（取决于下文所述的激活模式）来指示某故障的出现；或者通过一系列的单次闪烁来指示一个无故障状态。根据情况，每次闪烁由一个1秒的MI点亮和紧接着的1秒的熄灭组成，一系列闪烁之后，紧接着有一个4秒的MI熄灭。

激活模式有四种，优先级别从高到低依次为模式4、模式3、模式2和模式1。

F.4.6.4.2.1 激活模式1-不存在故障

MI采用单次闪烁方式。

F.4.6.4.2.2 激活模式2-“按需-MI”

根据F.4.6.3.1描述的优先显示策略，若OBD系统给出一“按需-MI”命令，故障指示器应闪烁两次。

F.4.6.4.2.3 激活模式3-“短暂-MI”

根据F.4.6.3.1描述的优先显示策略，如果OBD系统给出一“短暂-MI”命令，故障指示器闪烁三次。

F.4.6.4.2.4 激活模式4-“连续-MI”

根据F.4.6.3.1描述的优先显示策略，如果OBD系统给出一“连续-MI”命令，故障指示器应保持常亮（“连续-MI”）。

F.4.6.5 故障有关的计数器

F.4.6.5.1 MI计数器

F.4.6.5.1.1 连续-MI计数器

OBD系统应包含一个连续-MI计数器，记录连续-MI被激活后的发动机运转小时数。

连续-MI计数器应每小时进行累加，直到2byte计数器可以显示的最大值为止，除非出现允许计数器重置归零的条件，否则应一直冻结该值。

1) 连续-MI计数器运行要求

连续-MI计数器按如下要求运行：

- a) 如果从0开始，一旦有连续-MI被激活，连续-MI计数器应开始计数；
- b) 当连续-MI激活解除后，连续-MI计数器应停止并冻结当前值；
- c) 当使连续-MI激活的故障在3个操作过程内被检测到的，连续-MI计数器应从之前冻结的计数值开始继续计数；
- d) 从连续-MI计数器最近一次被冻结起，若在3个操作过程后才检测到一个会导致连续-MI激活的故障，这时连续-MI计数器应从0开始重新计数。
- e) 在以下情况下，连续-MI计数器应重置归零：
 - (i) 从计数器最近一次被冻结起，发动机运行40个暖机循环或运行200小时（以先到为准），没有检测到激活连续-MI的故障；
 - (ii) 用OBD诊断工具清除OBD信息。

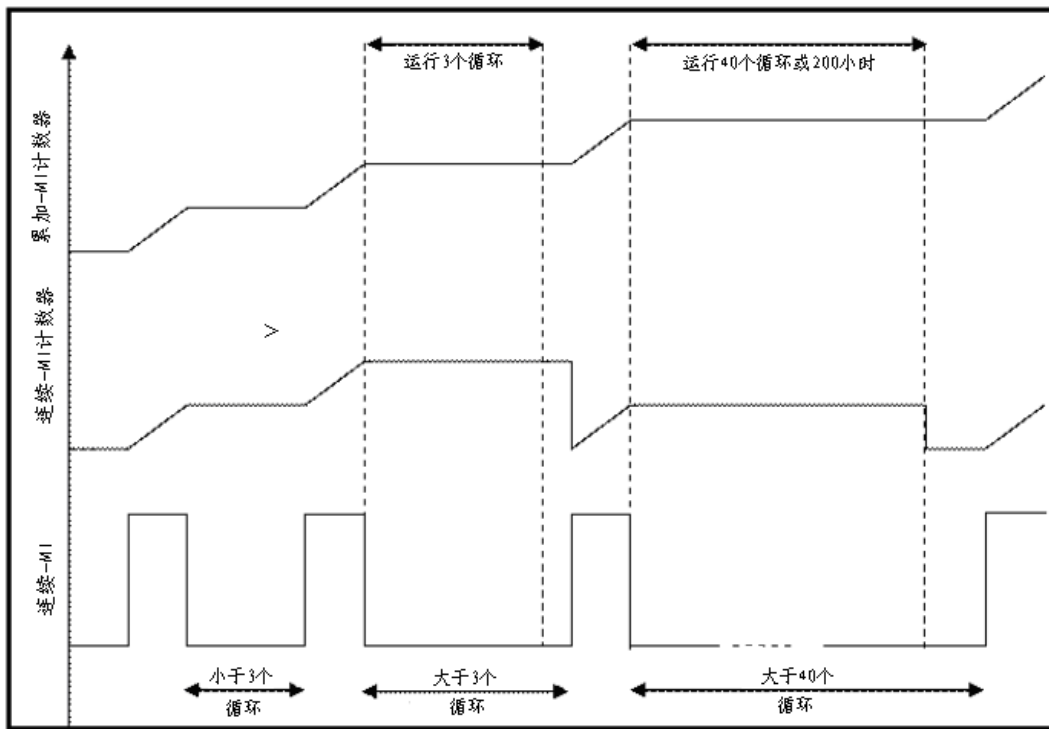


图 F.3 MI 计数器激活原理说明

F.4.6.5.1.2 累加的连续-MI计数器

OBD系统应该包括累加的连续-MI计数器，以记录当连续-MI被激活后发动机运行的累计小时数。

累加连续-MI计数器应每小时进行累计，直到2byte计数器可以记录的最大计数值为止，并冻结该值。

累加连续-MI计数器不能通过发动机系统、诊断工具或断开电瓶重置归零。

累加连续-MI计数器要按以下要求工作：

- a) 当连续-MI 激活后，累加连续-MI 计数器要开始计数；
- b) 当连续-MI 解除激活后，累加连续-MI 计数器要停止并冻结当前值；
- c) 当连续-MI 被激活后，累加连续-MI 计数器要从其被冻结的计数值开始计数。

图F.3阐述了累加连续-MI计数器的原理，附件FB给出了其运行逻辑的示例说明。

F.4.6.5.2 与B1类故障有关的计数器

F.4.6.5.2.1 单一B1计数器

OBD系统应包含B1计数器，以记录当B1类故障出现后，发动机运行的小时数。

B1计数器应按以下要求工作：

- a) 一旦检测到 B1 类故障，且保存了确认并激活的 DTC，B1 计数器应开始计数；
- b) 当没有 B1 类故障被确认和激活时，或者所有的 B1 类故障被诊断工具清除，B1 计数器要冻结并保存当前值；

c) 如果随后一个 B1 类故障在 3 个操作过程内被检测到, B1 计数器要从其冻结值开始计数。

在B1计数器已经记录了超过200小时发动机运行时间的情况下, 当OBD系统检测到B1类故障已经不存在且已解除激活, 或者所有的B1类故障都被诊断工具清除后, OBD系统要将计数器设置为190小时发动机运行时间。如果在3个操作过程内出现了B1类故障, B1计数器要从190小时开始计数发动机运行时间。

当连续3个操作过程没有检测到B1类故障, B1类计数器应被重置归零。

注: B1计数器不指示单一B1类故障出现时发动机运行小时数。

B1计数器可以累加2个或多个不同的B1类故障的小时数, 尽管它们中任何一个都没有达到计数器指示的小时数。

B1计数器仅用于确定连续-MI何时激活。

图F.4阐述了B1计数器的计数原理, 附件FB给出了其运行逻辑的示例说明。

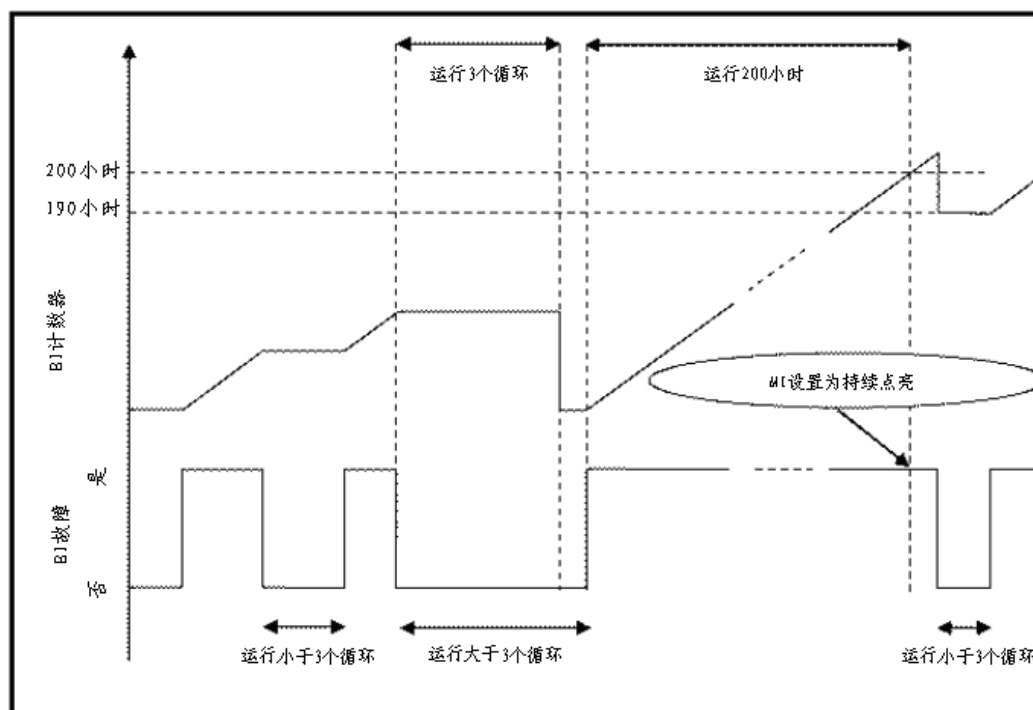


图 F.4 B1 计数器激活原理说明

F.4.6.5.2.2 多元B1计数器

生产企业可以使用多元B1计数器。这种情况下, 系统应为每个B1类故障分配一个特定的B1计数器。

特定B1计数器与单一B1计数器遵循相同规则, 当有B1类故障被检测到时, 其特定B1计数器应该开始计数。

F.4.7 OBD信息

F.4.7.1 OBD记录的信息

OBD系统记录的信息应以以下信息包的方式存储以满足离线请求：

- a) 发动机状态信息；
- b) 排放相关故障的激活信息；
- c) 维修信息。

F.4.7.1.1 发动机状态信息

提供给环境保护主管部门的信息应包括故障指示器的状态以及相关数据说明（如连续-MI计数器，准备就绪等）。

OBD系统应根据附件FH中适用的标准向外部检查测试设备提供所有信息，并以统一数据形式向环境保护主管部门提交以下信息：

- a) 差异化/无差异显示策略；
- b) VIN（车辆识别代码）；
- c) 连续-MI 状态；
- d) OBD 系统准备就绪；
- e) 连续-MI 最后一次激活期间的发动工作的小时数（连续-MI 计数器）。

这些信息应为只读访问（即不可删除）。

F.4.7.1.2 与排放相关的激活故障信息

应向检验机构提供与发动机OBD相关的数据子集信息，包括故障指示器状态和相关数据（MI计数器），A类和B类激活/确认故障的清单以及相关数据（如B1计数器）。

车辆OBD系统应（根据附件FH中适用的标准）以统一数据形式向外部检查测试设备提供所有信息，并且向检验人员提供以下信息：

- a) 差异化/无差异显示策略；
- b) VIN（车辆识别代码）；
- c) 故障指示器状态；
- d) OBD 系统的准备就绪；
- e) 最后一次清除 OBD 存储信息后发动机暖机循环的次数和工作小时数；
- f) 最后一次连续-MI 激活后（连续-MI 计数器）发动机连续工作的小时数；
- g) 累计连续-MI 的运行时间（累计连续-MI 计数器）；
- h) B1 计数器记录的发动机最长运行时间；
- i) A 类故障的确认并激活故障码；
- j) B 类（B1 和 B2）故障的确认并激活故障码；
- k) B1 类故障的确认并激活故障码；
- l) 存储的永久故障码；
- m) 软件标定识别码；
- n) 标定验证码。

这些信息为只读访问（不可删除）。