



# 中华人民共和国国家标准

GB ××××—××××

## 非道路点燃式小型发动机排气污染物排放 限值与测量方法（中国 I、II 阶段）

Limits and measurement methods for exhaust pollutants  
from small spark ignition engines of non-road mobile machinery (I、II)

（征求意见稿）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家环境保护总局



## 目 次

前 言.....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 型式核准的申请与审批.....	4
5 技术要求和试验.....	4
6 生产一致性检查.....	6
7 发动机标签.....	7
8 确定发动机系族的参数.....	7
9 源机的选择 .....	8
10 标准的实施.....	8
附录 A (规范性附录) 型式核准申报材料.....	10
附件 AA (规范性附件) 发动机(源机)的基本特点及有关试验的资料.....	11
附件 AB (规范性附件) 发动机系族的基本特点.....	14
附件 AC (规范性附件) 系族内发动机机型的基本特点.....	15
附录 B (规范性附录) 试验规程.....	18
附件 BA (规范性附件) 测量与取样方法.....	23
附件 BB (规范性附件) 分析仪的标定.....	26
附件 BC (规范性附件) 数据确定与计算.....	34
附件 BD (规范性附件) 排放耐久性要求.....	49
附录 C (规范性附录) 基准燃料的技术要求.....	52
附录 D (规范性附录) 分析和取样系统.....	55
附录 E (规范性附录) 型式核准证书.....	60
附件 EA (规范性附件) 测量结果.....	61
附件 EB (规范性附件) 测定发动机功率而安装的装置与辅件.....	63
附录 F (规范性附录) 生产一致性保证要求.....	66

## 前 言

根据《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》，为保护环境，防治非道路移动机械用点燃式小型发动机排气对环境的污染，制定本标准。

本标准修改采用欧盟(EU)指令 97/68/EC 及其修订版 2002/88/EC 《关于协调各成员国采取措施防治非道路移动机械用内燃机气态污染物和颗粒物排放的法律》的有关技术内容。同时参考美国法规 40 CFR Part 90 《非道路点燃式发动机排放控制》相关内容。

本标准与上述欧盟指令相比，主要变化如下：

- 发动机标签的有关内容；
- 基准燃料的种类和技术要求；
- 实施时间和管理要求；
- 增加了生产一致性保证要求；
- G3 测试循环适用于 SN:1 类发动机。

本标准规定了非道路移动机械用点燃式小型发动机第 I 阶段和第 II 阶段的型式核准和生产一致性检查的排放限值和测量方法。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 和附录 F 为规范性附录。

本标准为首次制定。

按有关法律规定，本标准具有强制执行的效力。

本标准由国家环境保护总局科技标准司提出。

本标准起草单位：天津内燃机研究所、国家环保总局环境标准研究所、桂林利凯特环保实业有限公司。

本标准由国家环境保护总局 年 月 日批准。

本标准自 年 月 日实施。

本标准由国家环境保护总局负责解释。

# 非道路点燃式小型发动机排气污染物排放限值与测量方法

## （中国 I、II 阶段）

### 1 范围

本标准规定了非道路移动机械用点燃式小型发动机（以下简称“发动机”）排气污染物排放限值和测量方法。

本标准适用于以下（但不限于）净功率小于等于19kW发动机的型式核准和生产一致性检查：

- 剪草机，
- 链锯，
- 发电机，
- 水泵，
- 灌木剪切机。

净功率大于19kW，但排量小于等于1L的发动机也可参照本标准执行。

本标准不适用于下列用途的发动机：

- 用于驱动船舶行驶的发动机，
- 用于地下采矿或地下采矿设备的发动机，
- 应急救援设备用发动机，
- 娱乐用车辆，例如：雪橇，越野摩托车和全地形车辆。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 17930 车用汽油

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 非道路移动机械 non-road mobile machinery

任何移动机械、可运输的工业设备以及具备或不具备车身的车辆，这些机械装有发动机但不以在公路上运输乘客或货物为目的。

#### 3.2 发动机机型 engine type

本标准附件AA所列发动机基本特征没有区别的同一种类发动机。

#### 3.3 发动机系族 engine family

制造企业通过其设计，应具有类似排放特性的一类发动机，在该系族中，所有发动机均须符合所适用的排放限值。发动机系族及系族内发动机机型的基本特点见附件AB和AC。

#### 3.4 源机 parent engine

按照本标准附件 AA 规定，从发动机系族中选出的，排放较高的发动机。

#### 3.5 净功率 net power

按本标准附件 EB 规定安装发动机装置与附件，从曲轴末端或其等效部件上测得的功率，除直接安装在曲轴的风冷发动机冷却风扇之外不得安装冷却风扇，发动机运转条件和燃油按照本标准规定执行。

#### 3.6 发动机制造日期 engine production date

发动机通过最终检查离开生产线的日期。这个阶段发动机已经准备好交货或入库存放。

### 3.7 额定转速 rated speed

制造企业规定的发动机所允许的满负荷最大转速。

### 3.8 负荷百分比 per cent load

发动机某转速下最大扭矩的百分数。

### 3.9 最大扭矩转速 maximum torque speed

制造企业规定的可得到最大扭矩的发动机转速。

### 3.10 中间转速 intermediate speed

中间转速为下列情况之一

- a) 如发动机设计用于满负荷工作，且制造企业规定的最大扭矩转速介于额定转速的60%~75%之间，应选取发动机最大扭矩转速；
- b) 如所声明最大扭矩转速低于发动机额定转速的60%，应选取发动机额定转速的60%；
- c) 如所声明最大扭矩转速高于发动机额定转速的75%，应选取发动机额定转速的75%。

### 3.11 手持式发动机 hand-held engine

应至少满足下列要求之一的发动机：

- a) 发动机用于一设备，该设备实现其预定功能的全过程中应由操作者携带；
- b) 发动机用于一设备，该设备实现其预定功能应在多个位置上使用，如上下或倾斜；
- c) 发动机用于一设备，该设备连同发动机的干重小于20kg且至少表现出下列特征之一：
  - (1) 操作者必须在设备实现预定功能的全过程中选择支撑或携带该设备；
  - (2) 操作者必须在设备实现预定功能的全过程中支撑或用姿态控制该设备；
  - (3) 发动机用于发电机或泵。

### 3.12 非手持式发动机 non-hand-held engine

不满足手持式发动机定义的发动机

### 3.13 缩写、符号及单位

#### 3.13.1 试验参数符号

所有的体积和体积流量都必须折算到273K (0℃) 和101.3kPa 的基准状态。

符号	单位	定义
$A_P$	$m^2$	等动态取样探头的横截面积
$A_T$	$m^2$	排气管的横截面积
aver		加权平均值：
	$m^3/h$	— 体积流量
	$kg/h$	— 质量流量
$C_1$	—	碳氢化合物，以 $C_1$ 当量表示
conc	ppm (或 Vol %)	用下标表示的某组分的浓度
conc <sub>c</sub>	ppm (或 Vol %)	背景校正的某组分浓度(用下标表示)
conc <sub>d</sub>	ppm (或 Vol %)	稀释空气的某组分浓度(用下标表示)
DF	—	稀释系数
$f_a$	—	实验室大气因子
$F_{FH}$	—	燃油特性系数，用来根据氢碳比从干基浓度转化为湿基浓度
$G_{AIRW}$	$kg/h$	湿基进气质量流量
$G_{AIRD}$	$kg/h$	干基进气质量流量
$G_{DILW}$	$kg/h$	湿基稀释空气质量流量

符号	单位	定义
$G_{EDFW}$	kg/h	湿基当量稀释排气质量流量
$G_{EXHW}$	kg/h	湿基排气质量流量
$G_{FUEL}$	kg/h	燃油质量流量
$G_{TOTW}$	kg/h	湿基稀释排气质量流量
$H_{REF}$	g/kg	绝对湿度参考值 10.71g/kg 用来计算 $NO_x$ 的湿度校正系数
$H_a$	g/kg	进气绝对湿度
$H_d$	g/kg	稀释空气绝对湿度
$i$	—	表示某一工况的下标
$K_H$	—	$NO_x$ 湿度校正系数
$K_{w, a}$	—	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
$K_{w, r}$	—	原排气干-湿基校正系数
$L$	%	试验转速下, 扭矩相对最大扭矩的百分数
mass	g/h	排放物质量流量的下标
$p_a$	kPa	发动机进气的饱和蒸气压 (ISO3046: $p_{sy}=PSY$ 测试环境)
$p_B$	kPa	总大气压 (ISO3046: $p_x=PX$ 现场环境总压力 $P_y=PY$ 试验环境总压力)
$p_d$	kPa	稀释空气的饱和水蒸气压
$p_s$	kPa	干空气压
$P_M$	kW	试验转速下测量的最大功率 (安装附件 EB 的设备和辅件)
$P_{(a)}$	kW	试验时应安装的发动机辅件所吸收的功率
$P_{(b)}$	kW	试验时应拆除的发动机辅件所吸收的功率
$P_{(n)}$	kW	未校正的净功率
$P_{(m)}$	kW	试验台上测得的功率
$q$	—	稀释比
$r$	—	等动态取样探头与排气管横截面面积比
$R_a$	%	进气相对湿度
$R_d$	%	稀释空气相对湿度
$R_f$	—	FID 响应系数
$S$	kW	测功机设定值
$T_a$	K	进气绝对温度
$T_D$	K	绝对露点温度
$T_{ref}$	K	参考温度 (燃烧空气: 298 K)
$V_{AIRD}$	$m^3/h$	干基进气体积流量
$V_{AIRW}$	$m^3/h$	湿基进气体积流量
$V_{DILW}$	$m^3/h$	湿基稀释空气体积流量
$V_{EDFW}$	$m^3/h$	湿基当量稀释排气体积流量

符号	单位	定义
$V_{\text{EXHD}}$	$\text{m}^3/\text{h}$	干基排气体积流量
$V_{\text{EXHW}}$	$\text{m}^3/\text{h}$	湿基排气体积流量
$V_{\text{TOTW}}$	$\text{m}^3/\text{h}$	湿基稀释排气体积流量
WF	—	加权系数
$WF_{\text{E}}$	—	有效加权系数

### 3.13.2 化学组分符号

CO	一氧化碳
CO <sub>2</sub>	二氧化碳
HC	碳氢化合物
NO <sub>X</sub>	氮氧化物
NO	一氧化氮
NO <sub>2</sub>	二氧化氮
O <sub>2</sub>	氧气
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	乙烷
CH <sub>4</sub>	甲烷
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	丙烷
H <sub>2</sub> O	水
PTFE	聚四氟乙烯

### 3.13.3 缩写

FID	氢火焰离子化检测仪
HFID	加热型氢火焰离子化检测仪
NDIR	不分光红外线分析仪
CLD	化学发光检测仪
HCLD	加热型化学发光检测仪
PDP	容积式泵
CFV	临界流量文丘里管

## 4 型式核准的申请与批准

### 4.1 型式核准的申请

非道路移动机械用点燃式小型发动机型式核准的申请由制造企业或制造企业授权的代理人向型式核准机关提出。

4.1.1 应按本标准附录 A 的要求，提交型式核准有关技术资料。

4.1.2 应按本标准附录 F 的要求提交生产一致性保证计划。

4.1.3 应向型式核准试验的检验机构提交一台符合附录 A 所描述的发动机机型(或源机)特性的发动机，完成本标准规定的检验内容。

4.1.4 如果检验机构认为申请者提供的源机不能完全代表附件 AB 中定义的发动机系族，作为替代，如果有必要，由制造企业提供另一台源机，按照第 4.1.1 条和第 4.1.3 条的要求提交型式核准。

### 4.2 型式核准的批准

4.2.1 型式核准机关对满足本标准要求的发动机机型或发动机系族应予以型式核准，并颁发附录 E 规定的型式核准证书。

4.2.2 对源机的型式核准可以扩展到发动机系族中所有机型。

## 5 技术要求和试验

### 5.1 总则

5.1.1 对于影响排气污染物排放的零部件，应妥为设计、制造与装配，确保发动机在正常使用中零部件无论受到的振动如何，都符合本标准的规定。

5.1.2 制造企业应采取技术措施有效地保证在发动机处于正常使用条件下，按附件 BD 规定的发动机整个正常寿命期间，上述排放都能依照本标准得到有效的限制。

### 5.2 发动机分类

5.2.1 主要级S表示净功率小于等于19kW的小型发动机。

5.2.2 主要级S又被划分为两个子类：

- H: 代表手持式发动机。
- N: 代表非手持式发动机。

5.2.3 发动机按照排量被进一步分类，发动机类别代号及对应排量见表1。

表1 发动机类别

主要级	子类别	代号	排量范围 (cm <sup>3</sup> )
S	H	SH:1	SH:1 < 20
		SH:2	20 ≤ SH:2 < 50
		SH:3	SH:3 ≥ 50
	N	SN:1	SN:1 < 66
		SN:2	66 ≤ SN:2 < 100
		SN:3	100 ≤ SN:3 < 225
		SN:4	SN:4 ≥ 225

### 5.3 排气污染物测量

5.3.1 按附录 B 附件 BA 的规定进行发动机排气污染物测量，试验循环按 B.3.5 节及表 B.1 的规定进行。

5.3.2 发动机排气污染物应使用附录 D 描述的系统测定。如果其它系统或分析仪能得到和下述基准系统等效的结果，则型式核准机关可以对其认可：

- 气体排放物测量所使用的原始排气测量系统见附录 D 图 D.1；
- 气体排放物测量所使用的全流稀释测量系统见附录 D 图 D.2；

### 5.4 排气污染物限值

5.4.1 对于第 I 阶段型式核准，发动机排气污染物中一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物以及碳氢化合物与氮氧化物的和不得超过表 2 中给出的限值；

表2 发动机排气污染物限值（第I阶段）

类别	排放限值 (g/kWh)			
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	HC+NO <sub>x</sub>
SH:1	805	295	5.36	—
SH:2	805	241	5.36	—
SH:3	603	161	5.36	—
SN:1	519	—	—	50
SN:2	519	—	—	40
SN:3	519	—	—	16.1
SN:4	519	—	—	13.4

5.4.2 对于第II阶段型式核准，发动机排气污染物中一氧化碳以及碳氢化合物与氮氧化物的和不得超过表3中给出的限值。排放耐久性要求详见附件BD。

表3 发动机排气污染物限值<sup>(1)</sup>（第II阶段）

类别	排放限值 (g/kWh)			
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	HC+NO <sub>x</sub>
SH:1	805	—	—	50
SH:2	805	—	—	50
SH:3	603	—	—	72
SN:1	610	—	—	50
SN:2	610	—	—	40
SN:3	610	—	—	16.1
SN:4	610	—	—	12.1

注(1)：所有发动机级别的NO<sub>x</sub>排放不得超过10 g/kWh。另外，还应包括排放劣化系数。

5.4.3 无论本标准关于“手持式发动机”的定义如何，用于抛雪机动力的二冲程发动机只应满足SH:1、SH:2或SH:3的限值。

## 5.5 发动机安装在非道路移动机械上的要求

安装于移动设备上的发动机应符合型式核准所限定的使用范围，此外，还应满足发动机型式核准所关注的下列特征：

5.5.1 发动机进气压力降应不大于附件AA和AC对已经型式核准的发动机规定的压力降；

5.5.2 发动机排气背压应不大于附件AA和AC对已经型式核准的发动机规定的背压降。

## 6 生产一致性检查

应按附录F采取措施来保证生产一致性。

### 6.1 一般要求

6.1.1 对已通过型式核准而批量生产的发动机机型（或系族），制造企业必须采取措施确保发动机机型（或系族）与该发动机机型（或系族）的排放申报材料一致。

6.1.2 生产一致性检查是以该发动机机型（或系族）排放申报材料的内容为基础。

6.1.3 型式核准机关根据监督管理的需要，按第6.2条要求抽取样机。

6.1.4 如果某一发动机机型或系族不能满足本标准第5条的要求，则制造企业应积极采取措施恢复生产一致性保证体系。在该发动机机型或系族的生产一致性保证体系未得到恢复之前，型式核准机关可以暂时撤销该发动机机型或系族的型式核准证书。

6.1.5 生产一致性检查应使用附录C中描述的基准汽油。

### 6.2 生产一致性检查方法

6.2.1 从批量生产的发动机中随机抽取一台样机并按附录B测试。若抽取的发动机测得的CO、HC和NO<sub>x</sub>的排放量均不超过本标准第5条规定的限值，则该批产品的生产一致性合格。

6.2.2 如果从成批产品中抽取的一台发动机不能达到本标准第5条规定的限值要求，制造企业可以要求从批量产品中抽取若干台发动机进行生产一致性检查。制造企业应确定抽检样机的数量n（包括原来抽检的一台）。除原来抽检的那台发动机以外，其余的发动机也都需进行试验。然后，根据抽检的n台样机上测得的每一种污染物的比排放量，求出算术平均值（ $\bar{x}$ ）。如能满足下列条件，则该批产品的生产一致性合格，否则为不合格。

$$\bar{x} + k \cdot S \leq L_i \quad (1)$$

$$S^2 = \sum_j^n \frac{(x_j - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2)$$

式中：

- $L_i$  ——表2、表3 中规定的某种污染物的限值；  
 $K$  ——根据抽检样机数 $n$  确定的统计因数，其数值见表4；  
 $x_j$  —— $n$  台样机中第 $i$  台的试验结果；  
 $\bar{x}$  —— $n$  台样机测试结果的算术平均值。

表4 统计因子

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	0.973	0.618	0.489	0.421	0.376	0.342	0.317	0.296	0.279
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19
k	0.265	0.253	0.242	0.233	0.224	0.216	0.210	0.203	0.198

如果 $n \geq 20$ ，则  $k = \frac{0.860}{\sqrt{n}}$

## 7 发动机标签

7.1 发动机制造企业在制造时必须固定上一个标明每台发动机的永久性的清楚易读的标签。标签必须符合以下要求：

- (1) 固定得如果不毁坏标签或损伤其外观，就无法把它取下；
- (2) 在整个发动机寿命期间都耐久且清楚易读；
- (3) 固定在发动机正常运转所必需的零件上，该零件应是发动机全寿命期内一般不需要更换的；
- (4) 发动机安装到移动机械上，标签的位置要让一般的人都能容易地看到。

7.2 如果发动机安装到移动机械上因机械遮盖而使发动机标签变得不明显易见，则非道路机械制造企业应附加上一个使一般人都能容易看到的标签。附加的标签应：

- (1) 固定得如果不毁坏标签或损伤其外观，就无法把它取下；
- (2) 应固定在移动机械正常运转所必需的机械零件上，该零件应是机械全寿命期内一般不需要更换的；
- (3) 和发动机的标签内容相同。

7.3 标签应包含以下信息：

- (1) 标题：“发动机标签”；
- (2) 发动机制造企业的全称和商标；
- (3) 一项声明：“本发动机已获得型式核准，符合中国 GB\*\*\*\*\*-\*\*\*\*\*第×阶段排放要求；”
- (4) 型式核准证书指定的发动机（系族）名
- (5) 发动机生产日期： 年 月 日（“日”可选）；
- (6) 发动机排量（ $\text{cm}^3$ ）；
- (7) 阶段 II 实施以后，标签应注明发动机的排放耐久期（h）

7.4 发动机离开生产线之前，必须带有标签。

7.5 发动机标签的位置应在附录A中申报，经主管机关核准并在附录E型式核准证书中说明。

## 8 确定发动机系族的参数

发动机系族根据系族内发动机必须共有的基本设计参数确定。在某些条件下有些设计参数可能会相互影响，这些影响也必须被考虑进去，以确保只有具有相似排放特性的发动机才包含在一个发动机系族内。

同一系族的发动机应具有下列共同的基本参数：

#### 8.1 工作循环

- 2 冲程
- 4 冲程

#### 8.2 冷却介质

- 空气
- 水
- 油

#### 8.3 单缸排量

系族内发动机单缸排气量应在最大单缸排气量的85%~100%范围内。

#### 8.4 吸气方式

#### 8.5 燃料类型

- 汽油
- 其他供点燃式发动机用燃料

#### 8.6 燃烧室型式/设计

#### 8.7 气阀和气口—结构、尺寸和数量

#### 8.8 燃料供应系统

- 化油器
- 气口燃油喷射
- 直接喷射

#### 8.9 其他特性

- 废气再循环
- 水喷射/乳化
- 空气喷射
- 增压中冷系统
- 点燃型式（压燃、点燃）

#### 8.10 排气后处理

- 氧化型催化器
- 还原型催化器
- 三效催化器
- 热反应器

### 9 源机的选择

9.1 应选取本系族中排放水平最差的发动机作为本系族的代表。

9.2 如果系族内的发动机还有其它能够影响排放的可变特性，那么选择源机时，这些特性也被确定并考虑在内。

### 10 标准的实施

10.1 自表5规定的型式核准执行日期起，凡进行型式核准的发动机（或系族）应符合本标准要求。在表5规定执行日期之前，可以按照本标准的相应要求进行型式核准的申请和批准。

10.2 对于按本标准批准型式核准的发动机（或系族），其生产一致性检查，自批准之日起执行。

10.3 自表5规定型式核准执行日期之后一年起，所有在国内销售或投入使用的新发动机（或系族）其排气污染物排放必须符合本标准要求。

表5 型式核准执行日期

第一阶段	第二阶段
2009年1月1日	2011年1月1日

10.4 本标准由国务院环境保护主管部门负责监督实施。

附录 A  
(规范性附录)  
型式核准申报材料

源机/发动机机型<sup>(1)</sup>: \_\_\_\_\_

A.1 总述

A.1.1 厂名(制造企业给的名称): \_\_\_\_\_

A.1.2 源机或系族发动机<sup>(1)</sup>型式和商品叙述: \_\_\_\_\_

A.1.3 制造企业标于发动机上的型号代码<sup>(1)</sup>: \_\_\_\_\_

A.1.4 发动机驱动的设备说明: \_\_\_\_\_

A.1.5 制造企业名称和地址: \_\_\_\_\_

制造企业授权的代理人的名称和地址: \_\_\_\_\_

A.1.6 发动机识别代码位置和固定方式: \_\_\_\_\_

A.2 附属文件

A.2.1 发动机(源机)的基本特点以及有关试验的资料。(见附件 AA)

A.2.2 发动机系族的基本特点。(见附件 AB)

A.2.3 系族内发动机机型的基本特点。(见附件 AC)

A.2.4 源机的照片。

A.2.5 列出其它附属文件(如有)。

A.3 日期, 卷宗

---

(1) 划掉不适用者。

附件 AA  
(规范性附件)

发动机(源机)的基本特点以及有关试验的资料<sup>(1)</sup>

AA.1 发动机描述

AA.1.1 制造企业: \_\_\_\_\_

AA.1.2 制造企业的发动机代号: \_\_\_\_\_

AA.1.3 循环: 四冲程/二冲程<sup>(2)</sup>

AA.1.4 缸径: \_\_\_\_\_ mm

AA.1.5 行程: \_\_\_\_\_ mm

AA.1.6 气缸数和排列方式: \_\_\_\_\_

AA.1.7 发动机排量 \_\_\_\_\_ cm<sup>3</sup>

AA.1.8 额定转速 \_\_\_\_\_ r/min

AA.1.9 最大扭矩转速 \_\_\_\_\_

AA.1.10 压缩比 \_\_\_\_\_

AA.1.11 燃烧系统描述 \_\_\_\_\_

AA.1.12 燃烧室和活塞顶图纸 \_\_\_\_\_

AA.1.13 进、排气口的最小横截面积: \_\_\_\_\_ cm<sup>2</sup>

AA.1.14 冷却系统

AA.1.14.1 液冷

AA.1.14.1.1 液体性质: \_\_\_\_\_

AA.1.14.1.2 循环泵: 有/无<sup>(2)</sup>

AA.1.14.1.3 特性或厂牌和型号(如适用): \_\_\_\_\_

AA.1.14.1.4 驱动比(如适用): \_\_\_\_\_

AA.1.14.2 风冷

AA.1.14.2.1 风机: 有/无<sup>(2)</sup>

AA.1.14.2.2 特性或厂牌和型号(如适用): \_\_\_\_\_

AA.1.14.2.3 驱动比(如适用): \_\_\_\_\_

AA.1.15 制造企业的允许温度

AA.1.15.1 液冷: 冷却液出口处最高温度: \_\_\_\_\_ K

AA.1.15.2 风冷: 基准点: \_\_\_\_\_ 基准点处最高温度: \_\_\_\_\_ K

AA.1.15.3 进气中冷器(如适用)出口处空气的最高温度: \_\_\_\_\_ K

AA.1.15.4 排气管靠近排气歧管或增压器的出口凸缘处内的最高排气温度: \_\_\_\_\_ K

AA.1.15.5 润滑油温度: 最低 \_\_\_\_\_ K, 最高 \_\_\_\_\_ K

AA.1.16 增压器: 有 / 无<sup>(2)</sup>

AA.1.16.1 制造企业: \_\_\_\_\_

AA.1.16.2 型号: \_\_\_\_\_

AA.1.16.3 系统描述(如: 最高增压压力、废气旁通阀(如有)): \_\_\_\_\_

AA.1.16.4 中冷器: 有 / 无<sup>(2)</sup>

AA.1.17 发动机额定转速及 100% 负荷下允许进气系统压降: \_\_\_\_\_ kPa

AA.1.18 发动机额定转速及 100% 负荷下允许排气系统背压: \_\_\_\_\_ kPa

(1) 若有若干源机的情况, 应分别提交本附件。

(2) 划掉不适用者。

## AA.2 防治空气污染的措施

AA.2.1 附加的污染控制装置（如有，而没有包含在其它项目内）

AA.2.1.1 催化转化器：有 / 无<sup>(1)</sup>

AA.2.1.1.1 制造企业：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.2 型号：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.3 催化转化器及其催化单元的数目：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.4 催化转化器的尺寸、形状和体积：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.5 催化反应的型式：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.6 贵金属总含量 (g/L)：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.7 贵金属的相对比例（铂：钨：铑）：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.8 载体（结构和材料）：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.9 孔密度 (cpsi)：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.10 催化转化器壳体的型式：\_\_\_\_\_

AA.2.1.1.11 催化转化器的位置(在排气管路中的位置和基准距离)：\_\_\_\_\_

AA.2.1.2 氧传感器：有 / 无<sup>(1)</sup>

AA.2.1.2.1 制造企业：\_\_\_\_\_

AA.2.1.2.2 型号：\_\_\_\_\_

AA.2.1.2.3 位置：\_\_\_\_\_

AA.2.1.3 空气喷射：有/无<sup>(1)</sup>

AA.2.1.3.1 类型（脉动空气，空气泵，等）：\_\_\_\_\_

AA.2.1.4 其它系统：有/无<sup>(1)</sup>

AA.2.1.4.1 种类和作用：\_\_\_\_\_

## AA.3 燃料供给

AA.3.1 化油器：\_\_\_\_\_

AA.3.1.1 制造企业：\_\_\_\_\_

AA.3.1.2 型式：\_\_\_\_\_

AA.3.2 气口燃油喷射：单点或多点<sup>(1)</sup>

AA.3.2.1 制造企业：\_\_\_\_\_

AA.3.2.2 型式：\_\_\_\_\_

AA.3.3 直接喷射

AA.3.3.1 制造企业：\_\_\_\_\_

AA.3.3.2 型式：\_\_\_\_\_

AA.3.4 在额定转速及节气门全开时的燃油流量 (g/h) 及空燃比：\_\_\_\_\_

## AA.4 气阀正时

AA4.1 气阀最大升程及开启和关闭角度：\_\_\_\_\_

AA4.2 基准值和（或）设定范围<sup>(2)</sup>：\_\_\_\_\_

AA4.3 可变气门定时系统（如果应用，即在进气和/或排气的场合）

AA4.3.1 型式：连续改变或通/断<sup>(1)</sup>

AA4.3.2 凸轮相位转换角：\_\_\_\_\_

(1) 划掉不适用者。

(2) 注明公差。

## AA.5 气口形状

AA.5.1 位置、尺寸及数量： \_\_\_\_\_

## AA.6 点火系统

## AA.6.1 点火线圈

AA.6.1.1 制造企业： \_\_\_\_\_

AA.6.1.2 型式： \_\_\_\_\_

AA.6.1.3 数目： \_\_\_\_\_

## AA.6.2 火花塞

AA.6.2.1 制造企业： \_\_\_\_\_

AA.6.2.2 型式： \_\_\_\_\_

## AA.6.3 磁电机

AA.6.3.1 制造企业： \_\_\_\_\_

AA.6.3.2 型式： \_\_\_\_\_

## AA.6.4 点火定时

AA.6.4.1 相当于上止点前的静提前角（曲轴转角）： \_\_\_\_\_

AA.6.4.2 若可用，点火提前角曲线： \_\_\_\_\_

附件AB  
(规范性附件)  
发动机系族的基本特点

AB.1 公有参数<sup>(1)</sup>

AB.1.1 燃烧循环: \_\_\_\_\_

AB.1.2 冷却介质: \_\_\_\_\_

AB.1.3 吸气方式: \_\_\_\_\_

AB.1.4 燃烧室型式 / 结构: \_\_\_\_\_

AB.1.5 气阀和气口-结构、尺寸和数量: \_\_\_\_\_

AB.1.6 燃油系统: \_\_\_\_\_

AB.1.7 发动机管理系统: \_\_\_\_\_

依据提供的表格或清单, 能证明下述各项相同:

- 增压中冷系统<sup>(2)</sup>: \_\_\_\_\_- 排气再循环<sup>(2)</sup>: \_\_\_\_\_- 喷水 / 乳化<sup>(2)</sup>: \_\_\_\_\_- 空气喷射<sup>(2)</sup>: \_\_\_\_\_AB.1.8 排气后处理<sup>(2)</sup>: \_\_\_\_\_

提供 ( 有关排气后处理装置的) 表格或清单:

依据上述所提供的表格或清单, 能证明“系统能力/每冲程供油量”比率相同, 或对于源机比率为最低。

## AB.2 发动机系族清单

AB.2.1 发动机系族名称:

AB.2.2 此系族内发动机的规格 ( 见表AB.1) :

表 AB.1 系族内发动机的规格

					源机
发动机型号					
气缸数					
额定转速(r/min)					
对应额定转速时, 燃油流量(g/h)					
额定净功率(kW)					
最大扭矩转速(r/min)					
对应最大扭矩转速时, 燃油流量(g/h)					
最大扭矩(Nm)					
怠速转速 (r/min)					
气缸排量 (与源机相比的百分数, %)					

(1) 与标准第 8 和 9 章共同构成。

(2) 如不适用, 注以“不适用”。

附件AC  
(规范性附件)  
系族内发动机机型的基本特点<sup>(1)</sup>

### AC.1 发动机描述

- AC.1.1 制造企业: \_\_\_\_\_
- AC.1.2 制造企业的发动机代号: \_\_\_\_\_
- AC.1.3 循环: 四冲程/二冲程<sup>(2)</sup>
- AC.1.4 缸径: \_\_\_\_\_ mm
- AC.1.5 行程: \_\_\_\_\_ mm
- AC.1.6 气缸数和排列方式: \_\_\_\_\_
- AC.1.7 发动机排量 \_\_\_\_\_ cm<sup>3</sup>
- AC.1.8 额定转速 \_\_\_\_\_ r/min
- AC.1.9 最大扭矩转速 \_\_\_\_\_
- AC.1.10 压缩比<sup>(3)</sup> \_\_\_\_\_
- AC.1.11 燃烧系统描述 \_\_\_\_\_
- AC.1.12 燃烧室和活塞顶图纸 \_\_\_\_\_
- AC.1.13 进、排气口的最小横截面积: \_\_\_\_\_ cm<sup>2</sup>
- AC.1.14 冷却系统
- AC.1.14.1 液冷
- AC.1.14.1.1 液体性质: \_\_\_\_\_
- AC.1.14.1.2 循环泵: 有/无<sup>(2)</sup>
- AC.1.14.1.3 特性或厂牌和型号 (如适用): \_\_\_\_\_
- AC.1.14.1.4 驱动比 (如适用): \_\_\_\_\_
- AC.1.14.2 风冷
- AC.1.14.2.1 风机: 有/无<sup>(2)</sup>
- AC.1.14.2.2 特性或厂牌和型号 (如适用): \_\_\_\_\_
- AC.1.14.2.3 驱动比 (如适用): \_\_\_\_\_
- AC.1.15 制造企业的允许温度
- AC.1.15.1 液冷: 冷却液出口处最高温度: \_\_\_\_\_ K
- AC.1.15.2 风冷: 基准点: \_\_\_\_\_ 基准点处最高温度: \_\_\_\_\_ K
- AC.1.15.3 进气中冷器 (如适用) 出口处空气的最高温度: \_\_\_\_\_ K
- AC.1.15.4 排气管靠近排气歧管或增压器的出口凸缘处内的最高排气温度: \_\_\_\_\_ K
- AC.1.15.5 润滑油温度: 最低 \_\_\_\_\_ K, 最高 \_\_\_\_\_ K
- AC.1.16 发动机额定转速及 100% 负荷下允许进气系统压降: \_\_\_\_\_ kPa
- AC.1.17 发动机额定转速及 100% 负荷下允许排气系统背压: \_\_\_\_\_ kPa

### AC.2 防治空气污染的措施

AC.2.1 附加的污染控制装置 (如有, 而没有包含在其它项目内)

AC.2.1.1 催化转化器: 有 / 无<sup>(1)</sup>

\_\_\_\_\_

(1) 一个发动机系族中的发动机分别申报。

(2) 划掉不适用者。

(3) 注明公差。

AC.2.1.1.1 制造企业: \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.2 型号: \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.3 催化转化器及其催化单元的数目: \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.4 催化转化器的尺寸、形状和体积: \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.5 催化反应的型式: \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.6 贵金属总含量(g/L): \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.7 贵金属的相对比例 (铂: 钨: 铑): \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.8 载体 (结构和材料): \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.9 孔密度(cpsi): \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.10 催化转化器壳体的型式: \_\_\_\_\_

AC.2.1.1.11 催化转化器的位置(在排气管路中的位置和基准距离) : \_\_\_\_\_

AC.2.1.2 氧传感器: 有 / 无<sup>(1)</sup>

AC.2.1.2.1 制造企业: \_\_\_\_\_

AC.2.1.2.2 型号: \_\_\_\_\_

AC.2.1.2.3 位置: \_\_\_\_\_

AC.2.1.3 空气喷射: 有/无<sup>(1)</sup>

AC.2.1.3.1 类型 (脉动空气, 空气泵, 等): \_\_\_\_\_

AC.2.1.4 其它系统: 有/无<sup>(1)</sup>

AC.2.1.4.1 种类和作用: \_\_\_\_\_

### AC.3 燃料供给

#### AC.3.1 化油器:

AC.3.1.1 制造企业: \_\_\_\_\_

AC.3.1.2 型式: \_\_\_\_\_

AC.3.2 气口燃油喷射: 单点或多点<sup>(1)</sup>

AC.3.2.1 制造企业: \_\_\_\_\_

AC.3.2.2 型式: \_\_\_\_\_

#### AC.3.3 直接喷射

AC.3.3.1 制造企业: \_\_\_\_\_

AC.3.3.2 型式: \_\_\_\_\_

AC.3.4 在额定转速及节气门全开时的燃油流量 (g/h) 及空燃比: \_\_\_\_\_

### AC.4 气阀正时

AC.4.1 气阀最大升程及开启和关闭角度: \_\_\_\_\_

AC.4.2 基准值和 (或) 设定范围 <sup>(2)</sup>: \_\_\_\_\_

AC.4.3 可变气门定时系统 (如果应用, 即在进气和/或排气的场合)

AC.4.3.1 型式: 连续改变或通/断 \_\_\_\_\_

AC.4.3.2 凸轮相位转换角: \_\_\_\_\_

### AC.5 气口形状

(1) 划掉不适用者。

(2) 注明公差

AC.5.1 位置、尺寸及数量： \_\_\_\_\_

AC.6 点火系统

AC.6.1 点火线圈

AC.6.1.1 制造企业： \_\_\_\_\_

AC.6.1.2 型式： \_\_\_\_\_

AC.6.1.3 数目： \_\_\_\_\_

AC.6.2 火花塞

AC.6.2.1 制造企业： \_\_\_\_\_

AC.6.2.2 型式： \_\_\_\_\_

AC.6.3 磁电机

AC.6.3.1 制造企业： \_\_\_\_\_

AC.6.3.2 型式： \_\_\_\_\_

AC.6.4 点火定时

AC.6.4.1 相当于上止点前的静提前角（曲轴转角）： \_\_\_\_\_

AC.6.4.2 若可用，点火提前角曲线： \_\_\_\_\_

附录 B  
(规范性附录)  
试验规程

## B.1 引言

B.1.1 本附录陈述试验发动机的气体污染物排放的确定方法。

B.1.2 试验需将发动机安装在一试验台上并连接到一测功机上。

## B.2 试验条件

### B.2.1 发动机的试验条件

应测量发动机进气口空气的绝对温度  $T_a$  (K), 以及干空气压力  $P_s$  (kPa), 按下式确定参数  $f_a$  :

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{1.2} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0.6} \dots\dots\dots(B.1)$$

#### B.2.1.1 试验的有效性

有效的试验参数  $f_a$  应为:  $0.93 \leq f_a \leq 1.07$

#### B.2.1.2 中冷发动机

应记录冷却介质与充量空气温度。

### B.2.2 发动机的进气系统

试验发动机所装进气系统, 在发动机使用清洁空气滤清器和安装相应用途的最大空气流量工况运行时, 其进气阻力应在制造企业规定的上限值的  $\pm 10\%$  以内。

对于小型点燃式发动机 (排量  $< 1000\text{cm}^3$ ), 应使用能代表实际安装在发动机上的进气系统。

### B.2.3 发动机的排气系统

试验发动机应所装排气系统, 在发动机按相应用途的最大标定功率工况运行时, 其排气背压应在制造企业规定的上限的  $10\%$  以内。

对于小型点燃式发动机 (排量  $< 1000\text{cm}^3$ ), 应使用能代表实际安装在发动机上的排气系统。

### B.2.4 冷却系统

所用发动机冷却系统应具有足够的能力来维持发动机处于制造企业规定的正常工作温度。本规定也适用于那些必须拆开才能测量功率的发动机, 如只有将冷却风扇拆开才能接近曲轴时。

### B.2.5 润滑油

应满足发动机制造企业为特定的发动机和预期用途而对润滑油提出的规格要求。制造企业应采用市场上能够得到的典型的发动机润滑油。

点燃式发动机试验用的润滑油规格应记录在 EA.1.2 中, 而且与试验结果一起表示出来。

### B.2.6 可调整的化油器

所用有限可调化油器的发动机应在调整的两个极限位置上都做试验。

### B.2.7 试验的燃料

应使用附录 C 中规定的基准燃料。点燃式发动机试验用基准燃料的辛烷值及密度应记录在 EA.1.1 中。

二冲程发动机燃油/润滑油混合比应符合制造企业推荐值。二冲程发动机的燃油/润滑油的混合比应记录在 EA.1.1.2。

### B.2.8 测功机设定

排放测量应基于未修正的制动功率。应拆下仅为操控和可能安装于发动机上的附件。在附件不能拆下的场合，为计算测功器设定值应确定附件的吸收功率。除非附件是发动机整体的一部分（如，风冷发动机的冷却风扇）。

发动机进气阻力及排气背压应按 B.2.2 与 B.2.3 调整至制造企业规定的上限值。为计算规定工况的扭矩值，应通过试验测定在规定试验转速下的最大扭矩值。对于设计不在全负荷扭矩曲线的转速范围内工作的发动机，应由制造企业来规定试验转速下的最大扭矩值。每个试验工况下测功机的设定值应用下式计算：

$$S = \left( (P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

式中：

S——测功机设定值 (kW)，

$P_M$ ——在附件 EB 试验条件及试验转速下测定或制造企业声明的最大功率 (kW)，

$P_{AE}$ ——除附件 EB 以外所声明的任何附件吸收功率 (kW)。

L——试验工况所规定的扭矩百分数

如果比值

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0.03$$

则 PAE 值可能需要型式核准机关核实。

## B.3 试验

### B.3.1 测量设备的安装

仪器仪表及取样探头应按要求的安装。当采用全流稀释系统稀释排气时，应将排气尾管连接在该系统上。

### B.3.2 起动稀释系统及发动机

稀释系统及发动机应起动和预热，直到在全负荷及额定转速下所有温度及压力都稳定为止，参见 B.3.5.2 条。

### B.3.3 稀释比的调整

总的稀释比应不小于 4。

对于通过测量  $\text{CO}_2$  或  $\text{NO}_x$  浓度控制的系统，在每次试验开始和结束时，应测定稀释空气的  $\text{CO}_2$  或  $\text{NO}_x$  含量。试验前、后所测稀释空气的  $\text{CO}_2$  或  $\text{NO}_x$  本底浓度应分别在 100ppm 或 5ppm 之内。

当使用稀释排气分析系统时，应在整个的试验过程中将抽取的稀释空气气样注入取样袋中以测定各气体组分相应的本底浓度。连续（无取样袋）本底浓度至少可在循环开始、结束和靠近中间时的三点测

量，然后取其平均值。如制造企业要求，可以略去本底测量。

### B.3.4 检查分析仪

排放物分析仪应在零位及量距处调定。

### B.3.5 试验循环

#### B.3.5.1 机械设备与循环

试验发动机按照所给出的机械型式遵循下列试验循环：

D 循环<sup>(1)</sup>：发动机具有恒定转速及断续的负荷，如发电机组；

G1 循环：非手持式，中间转速应用场合；

G2 循环：非手持式，额定转速应用场合；

G3 循环：手持式应用场合，但亦适用于 SN:1 类发动机。

#### B.3.5.1.1 试验工况及权重系数

表 B.1 试验工况及权重系数

D 循环										
工况号	1	2	3	4	5					
发动机转速	额定转速					中间转速				低怠速转速
负荷 <sup>(1)</sup> %	100	75	50	25	10					
权重系数	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1					
G 1 循环										
工况号					1	2	3	4	5	6
发动机转速	额定转速				中间转速					低怠速转速
负荷 %					100	75	50	25	10	0
权重系数					0.09	0.2	0.29	0.3	0.07	0.05
G 2 循环										
工况号	1	2	3	4	5					6
发动机转速	额定转速					中间转速				低怠速转速
负荷 %	100	75	50	25	10					0
权重系数	0.09	0.2	0.29	0.3	0.07					0.05
G 3 循环										
工况号	1									2
发动机转速	额定转速					中间转速				低怠速转速
负荷 %	100									0
阶段 I 权重系数	0.90									0.10
阶段 II 权重系数	0.85									0.15

#### B.3.5.1.2 选择一个合适的试验循环

若一发动机机型的主要用途已知，应按 B.3.5.1.3 所列示例选择试验循环。若一发动机的主要用途不确定，则应按发动机规格选择合适的试验循环。

(1)与 ISO 8168-4:1996 (E) 标准的 D2 循环相同。

### B.3.5.1.3 举例（本表并非无遗）

典型例子是对于：

#### **D 循环：**

发电机组，它具有间歇的负荷，包括在船及火车用的发电机组（但不用于推进），冷冻机组、焊接机组；

空气压缩机；

#### **G1 循环：**

发动机前或后驱动的除草机；

高尔夫球用车；

草地清扫机；

徒步控制的旋转或圆筒式除草机；

扫雪设备；

废物处理机；

#### **G2 循环：**

便携式发电机、泵、焊接机及空气压缩机；

也可包括在发动机额定转速时工作的草地与花园设备；

#### **G3 循环：**

风机；

链锯；

篱笆修剪机；

便携式锯床；

旋耕机；

喷雾器；

修边机；

真空设备。

### B.3.5.2 发动机温度的调节

为稳定发动机参数应按照制造企业的推荐在最大转速及扭矩之下预热发动机与系统。

注：调节过程还应防止排气系统中来自上一次试验的沉积物影响。为将工况点与点的影响减到最小，也要求有一稳定时期。

### B.3.5.3 试验顺序

G1、G2 或 G3 试验循环应按工况号递增次序实施。每个工况的取样时间应至少为 180 秒。应在各自取样期的最后 120 秒中测量和记录废气排放物浓度值。对每个工况开始取样之前应持续足够长的时间以使发动机达到热稳定状态。应记录并报告该工况持续时间长度。

(a) 使用测功机转速控制的发动机试验：最初的过渡期之后，在每个试验循环工况期间内，规定转

速应稳定在额定转速的 $\pm 1\%$ 或 $\pm 3\text{r/min}$ 之内（取大值），但低怠速除外，应保持在制造企业规定允差范围内。规定扭矩应保持在使测量期间的平均值不超过试验转速时做大扭矩的 $\pm 2\%$ 范围。

(b) 使用测功机负荷控制的发动机试验：最初的过渡期之后，在试验循环工况期间内，规定的转速应稳定在额定转速的 $\pm 2\%$ 或 $\pm 3\text{r/min}$ 之内（取大值），但在任何情况下，除低怠速外，应保持在 $\pm 5\%$ 范围之内。低怠速应处于制造企业规定的允差范围之内。

试验循环每个工况期间内，当规定的扭矩大于等于该试验转速下最大扭矩的 $50\%$ 时，在数据采集期间得到的平均扭矩应保持在规定扭矩的 $\pm 5\%$ 之内。处于试验循环的各工况期间，当规定扭矩小于试验转速下最大扭矩 $50\%$ 的场合，在数据采集期间得到的平均扭矩应保持在规定扭矩的 $\pm 10\%$ 或 $\pm 0.5\text{Nm}$ 范围内（取大值）。

#### B.3.5.4 分析仪的响应

至少在每个工况的最后 $180$ 秒期间使废气流经分析仪，将分析仪的输出数据记录在纸带记录仪上，或用等效的数据采集系统进行测量。若用气袋取样测定稀释 $\text{CO}$ 与 $\text{CO}_2$ ，则应在每工况最后 $180$ 秒期间将气样送入气袋中，然后对气袋内气样进行分析和记录。

#### B.3.5.5 发动机工况

待发动机工作稳定后，应测量每工况转速和负荷、进气温度、燃油流量。应记录计算所需任何补充数据。

#### B.3.6 重新检查分析仪

排放试验之后，应使用零气和同一量距气重新检查分析仪。若两次测量结果之差小于 $2\%$ ，则可以认为试验结果可接受。

---

**附件 BA**  
(规范性附录)  
**测量与取样方法**

**BA.1 测量与取样方法**

应使用附录 D 所规定的系统测量发动机的排气污染物。

**BA.1.1 测功机技术规格**

应使用具有核实特性的测功机完成 B.3.5.1 所规定的试验循环。扭矩与转速的通过附加的计算，使测量的轴端功率在允许的功率范围内。

测量设备的精度不得超出 BA.1.3 给出的最大限值。

**BA.1.2 燃油流量及总的稀释气流量**

燃油流量计应具有 BA.1.3 所规定的精度，该流量将用于计算排放量（附件 BC）。

当采用全流式稀释系统时，稀释废气的总流量（GTOTW）应使用 PDP（容积式泵）或 CFV（临界流量文式管）测量。气体流量计或流量测量仪的标定应溯源到国家和/或国际标准。测量值的最大误差应在读数的±2%以内。

**BA.1.3 精度**

所有测量仪表的标定应溯源到国家（国际）标准，精度应符合表 BA.1 和表 BA.2 所列要求。

**表 BA.1 发动机有关参数用仪表的容许偏差**

序号	项 目	容许偏差
1	发动机转速	读数的±2%或发动机的最大值的±1%，取大值。
2	扭矩	读数的±2%或发动机的最大值的±1%，取大值。
3	燃油消耗量 <sup>(a)</sup>	发动机最大值的±2%
4	空气消耗量 <sup>(a)</sup>	读数的±2%或发动机的最大值的±1%，取大值。

(a) 在一些情况下，本标准所述废气排放量计算根据不同的测量和/或计算方法。因受废气排放量计算总公差所限，用在适当公式中的项目允许偏差值应小于 ISO 3046-3 标准中给出的允差。

**BA.1.4 气体成份的确定****BA.1.4.1 分析仪的一般规格**

分析仪应具有适合于测量废气成分浓度所需精度的测量量程（BA.1.4.1.1）。推荐的分析仪的实测浓度值处在全刻度的 15% 与 100% 之间。

若满量程为 155 ppm（或 ppm C）或更少，若读出系统（计算机，数据记录器）提供足够精度且分辨力，则浓度低于全刻度的 15% 也可接受。在此情况下，要作附加的标定来保证标定曲线的精度。在此情况下，要做附加的标定来保证标定曲线的精度，见 BB. 1.5.5.2。

设备的电磁兼容性（EMC）应处在使附加误差最小的水平。

**表 BA.2 其它主要参数用仪表的容许偏差**

序号	项 目	容许偏差
1	温度 $\leq 600$ K	$\pm 2$ K 绝对温度
2	温度 $\geq 600$ K	读数的 $\pm 1$ %
3	废气压力	$\pm 0.2$ kPa 绝对压力
4	进气管压力损失	$\pm 0.05$ kPa 绝对压力
5	大气压力	$\pm 0.1$ kPa 绝对压力
6	其他压力	$\pm 0.1$ kPa 绝对压力
7	相对湿度	$\pm 3$ % 绝对值
8	绝对湿度	读数的 $\pm 5$ %
9	稀释空气流量	读数的 $\pm 2$ %
10	稀释排气流量	读数的 $\pm 2$ %

#### BA.1.4.1.1 精度

分析仪整个量程内除零点以外各标定点偏差应不大于满量程读数的  $\pm 2\%$ ，零点处偏差不大于满量程的  $\pm 0.3\%$ 。精度应根据 BA.1.3 节规定的标定要求来确定。

#### BA.1.4.1.2 可重复性

当量程大于 100 ppm（或 ppm C）时，以 2.5 乘以一给定的标定气或量距气 10 次重复响应值的标准偏差不大于每个使用量程满刻度的  $\pm 1\%$ 。当满量程低于 100 ppm（或 ppm C）的时限值为  $\pm 2\%$ 。

#### BA.1.4.1.3 噪声

分析仪对于零气、标定气或量距气在任何 10 秒内的峰—峰响应值不得超过所有使用满量程的 2%。

#### BA.1.4.1.4 零点漂移

30s 内分析仪对零气和噪声的平均响应为零点漂移。

对所用的最低量程，1h 内的零点漂移应不大于该量程满刻度的 2%。

#### BA.1.4.1.5 量距点漂移

30s 内分析仪对量距气和噪声的平均响应为量距点漂移。

对所用最低量程，1h 内的量距点漂移应不大于该量程满刻度的 2%。

#### BA.1.4.2 气体的干燥

可测量干和湿态废气。若使用任何气体干燥装置，则它应对被测气体的浓度具有最小的影响。不可用化学方式的干燥器去除气样中的水分。

#### BA.1.4.3 分析仪

应采用 BA.1.4.3.1~ BA.1.4.3.5 所述测量原理的分析仪。在附录 D 中给出测量系统的详细说明。

应使用下列仪器分析被测量的气体。对于非线性分析仪，允许使用线性化电路。

#### BA.1.4.3.1 一氧化碳 (CO) 分析仪

应采用不分光红外线 (NDIR) 吸收型一氧化碳分析仪。

#### BA.1.4.3.2 二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 分析仪

应采用不分光红外线 (NDIR) 吸收型二氧化碳分析仪。

#### BA.1.4.3.3 氧 (O<sub>2</sub>) 分析仪

氧分析仪应采用顺磁性检测器 (PMD), 二氧化锆 (ZRDO) 或电化学传感器 (ECS) 型。

注: 当 HC 及 CO 浓度较高时, 如稀薄燃烧点燃式发动机, 不推荐二氧化锆型传感器。对于 CO<sub>2</sub> 与 NO<sub>x</sub> 干扰, 电化学传感器应作补偿。

#### BA.1.4.3.4 碳氢化合物 (HC) 分析仪

直接废气取样的碳氢化合物分析仪应为加热型火焰离子化检测器 (HFID) 型, 应具有加热的检测器、阀门、管路等, 以维持废气温度  $463 \pm 10\text{K}$  ( $190 \pm 10^\circ\text{C}$ )。

稀释废气取样的碳氢化合物分析仪应既可采用加热型火焰离子化检测器 (HFID) 型, 也可采用火焰离子化检测器 (FID) 型。

#### BA.1.4.3.5 氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 分析仪

若测量干基氮氧化物, 分析仪应采用化学发光检测器 (CLD) 或采用带有 NO<sub>2</sub>/NO 转换器的加热型化学发光检测器 (HCLD)。若测量湿基浓度, 则应采用带有转换器的 HCLD 分析仪, 应维持在 328K ( $55^\circ\text{C}$ ) 以上。且应证明水熄灭检查 (BA.1.9.2.2) 合格。CLD 与 HCLD 两者在干基测量时, 取样通道至转换器, 应维持壁温  $328 \sim 473\text{K}$  ( $55 \sim 200^\circ\text{C}$ ), 在湿基测量时, 取样通道至分析仪应维持上述壁温。

#### BA.1.4.4 对气体排放物的取样

若废气成分受到任何废气后处理系统的影响, 则废气应在该处理装置的下游取样。

废气取样探头应在消声器的高压侧, 尽量远离排气口。以保证气样抽出前发动机废气完全混合, 可以在消声器出口与取样探头之间任选地插入混合室。混合室的内部容积不得小于试验发动机气缸排量的 10 倍, 而且在高度、宽度及深度上尺寸大体相同, 类似于一个立方体。该混合室尺寸应保持可以做到的小并应尽可能近地接到发动机上。废气管离开消声器的混合室应延伸至少在取样探头位置以外 610mm 并要有足够的尺寸来使背压减到最小。混合室内表面温度必须维持在废气的露点以上, 推荐最低温度为 338K ( $65^\circ\text{C}$ )。

可以任选地直接在稀释通道内或在气样进入气样袋后测量所有废气成分。

附件 BB  
(规范性附录)  
分析仪的标定

## BB.1 分析仪的标定

### BB.1.1 引言

每台分析仪应按必要频度标定来达到本标准的精度要求。BA.1.4.3 中所列分析仪的标定方法见本附件。

### BB.1.2 标定气体

应注意所有标定气体的放置寿命。

应记录制造企业所声明的标定气使用期限日期。

#### BB.1.2.1 纯气体

所要求的气体纯度是由下面所给出的杂质限值来定义的。测量过程中应使用下列气体：

- 经过提纯的氮气（杂质 $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0.1$  ppm NO），
- 经过提纯的氧气（纯度容积百分比 $> 99.5\%$  O<sub>2</sub>）
- 氢—氮混合气（ $40 \pm 2\%$  氢，差额氮）；杂质 $\leq 1$  ppm C,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,
- 经过提纯的合成空气（杂质 $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0.1$  ppm NO）  
（氧容积含量应在 18% 与 21% 之间）。

#### BB.1.2.2 标定气与量距气

应具有如下化学成分的气体混合气：

- C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 与经过提纯的空气应用于稀释采样法
- C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 与经过提纯的氮气应用于直接采样法
- CO 与经过提纯的氮气，
- 与经过提纯的氮气（在本标定气中含有的 NO<sub>2</sub> 数量不得过 NO 含量的 5%），
- CO<sub>2</sub> 与经过提纯的氮气，
- CH<sub>4</sub> 与经过提纯的合成空气，
- C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 与经过提纯的合成空气。

注：允许由其它气体混合，倘若该气体不与另外的气体反应。

标定气与量距气的真实浓度应在规定值的 $\pm 2\%$ 范围内。所有标定气的浓度都应在容积基础上给出（容积百分比或容积 ppm）。

用于标定及量距的气体也可使用精确的混合装置（气体分配器）来得到，使用经过提纯的氮气 N<sub>2</sub> 或经过提纯的合成空气稀释。该混合装置的精度应使稀释了的标定气浓度精确到 $\pm 1.5\%$ 范围内。这个精度是指用于混合的原始气体应是已知精度至少为 $\pm 1\%$ 且在国家或国际的气体标准中是可以查出的。对于每次采用一个混合装置的标定，应在满量程的 15% 与 50% 之间完成核实。

可选，可以用一仪器来检查该混合装置，该仪器应具有线性的特性，例如，采用 CLD 的 NO 分

析仪。该仪器量距值应使用直接连接到仪器上的量距气来调整。应检查混合装置规定值与仪器测量值。这个差别在每个点应不大于规定值的±0.5%。

### BB.1.1.2.3 氧干扰的检查

氧干扰检查应包含丙烷（含有 350 ppm C±75 ppm C 碳氢化合物）。可采用色谱分析总碳氢加杂质来确定标定气浓度或采用动态混合方法。氮应是主要的稀释剂，其余为氧。对于以汽油为燃料的发动机试验，要求的混合物如下：

O <sub>2</sub> 干扰浓度	差额
10 (9 到 11)	氮
5 (4 到 6)	氮
0 (0 到 1)	氮

### BB.1.1.3 分析仪与取样系统的操作过程

分析仪的操作过程应遵循仪器制造企业起动及操作说明书。BB.1.4~ BB.1.9 节中列举出最低要求。对于实验室仪器诸如气相色谱仪 (GC) 及高性能的液相色谱仪 (HPLC)，只适用 BB.1.5.4。

### BB.1.1.4 泄漏试验

应进行系统泄漏试验。取样探头应与排气系统断开并将端部堵塞。接通分析仪的采样泵。在最初的稳定期之后，所有流量计读数都应为零。如果不是，则应检查取样管路并纠正缺陷。

最大允许泄漏率在真空一侧应为被检查系统部分在使用时流量的 0.5%。该分析仪流量及旁路流量可用于估计使用时流量。

可选择的一种方法是，该系统可以排空到压力至少 20 kPa 真空度（绝对压力 80 kPa）。在最初的稳定时期以后，系统中的压力升高  $\delta_p$  (kPa/min) 不得超过：

$$\delta_p = P / V_{\text{sys}} \times 0.005 \times f_r$$

式中：

$V_{\text{sys}}$  ——系统容积 (l)

$f_r$  ——系统流量 (l/min)

另一种方法是靠开关从零气切换到量距气在取样管起点引入一个浓度阶跃。如果经过一个适当的时间期之后，读数比引入的浓度更低，则说明存在漏泄的问题。

### BB.1.1.5 标定方法

#### BB.1.1.5.1 仪器组件

仪器组件应被标定，并应使用标准气做标定曲线检查。应使用与废气取样时相同的气体流量。

#### BB.1.1.5.2 预热时间

预热时间应按照制造企业的推荐。若未规定，推荐分析仪至少预热两小时。

#### BB.1.1.5.3 不分光红外线检测器 (NDIR) 与加热型火焰离子检测器 (HFID) 分析仪

在需要时应调整 NDIR 分析仪，HFID 分析仪的燃烧火焰应最佳化（第 BB.1.1.1 条）。

#### BB.1.1.5.4 气相色谱仪 (GC) 与高性能液相色谱仪 (HPCL)

两种仪器都应按照良好的实验室实践及制造企业的推荐来标定。

### BB.1.5.5 建立标定曲线

#### BB.1.5.5.1 总的指导原则

- (a) 每个常用的工作量程都应标定。
- (b) 若使用经提纯的合成空气（或氮气），则 CO、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 及 HC 分析仪应被调定在零点。
- (c) 应将适当的标定气引入分析仪，记录数值和建立标定曲线。

(d) 除了最低量程以外，对于所有的仪器量程都应通过至少 10 个相等间隔的标定点（零点除外）建立标定曲线。对于仪器的最低量程，应通过至少 10 个标定点（零点除外）建立标定曲线，其间隔是标定点的一半，位于分析仪全刻度 15% 以下，其余点位于全刻度 15% 以上。对于所有的量程，最高的规定浓度应等于或高于全刻度的 90%。

- (e) 应通过最小二乘法计算标定曲线。也可采用最佳拟合线性或非线性方程式。
- (f) 该标定点与最小二乘法最佳拟合线偏离不得大于读数的 ±2% 或全刻度的 ±0.3%（取大值）。
- (g) 如必要，应重新检查零位点的设定，重复标定步骤。

#### BB.1.5.5.2 可选方法

如能表明可选的技术（例如计算机、电子控制量程开关等）能够给出相同的精度，则可以采用这些可选技术。

### BB.1.6 标定验证

在每次分析之前，应按照如下步骤检查常用量程。

用零气与大于满量程 80% 量距气来检查标定结果。

若这两点实测值与制造企业给出的规定值的差别不大于满量程的 ±4%，则可修改调整参数。否则，应核检量距气或按照 BB.1.5.5.1 重新建立标定曲线。

### BB.1.7 为测量废气流量而标定示踪气体分析仪

测量示踪气浓度用的分析仪应使用标准气标定。

应通过至少 10 个标定点（零点除外）建立标定曲线，标定点的间隔是按标定点的一半位于分析仪全刻度的 4% 到 20% 之间，而其余的点是在全刻度的 20% 到 100% 之间。应通过最小二乘法计算标定曲线。

满量程的 20~100% 范围内，标定曲线与每个标定点与规定值的偏差不得大于满量程的 ±1%。在满量程的 4~20% 范围内，标定曲线与标定值的偏差应不大于读数的 ±2%。在试验之前，应用零气和量距气（它的规定值应大于分析仪全刻度的 80%）标定分析仪的零位点及量距点。

### BB.1.8 NO<sub>x</sub> 转换器效率试验

按 BB.1.8.1~BB.1.8.8 所述试验将 NO<sub>2</sub> 转换为 NO 的转换器效率。

#### BB.1.8.1 试验装置

使用图 BB.1 所示装置按下述步骤，通过一个臭氧发生器做转换效率试验。

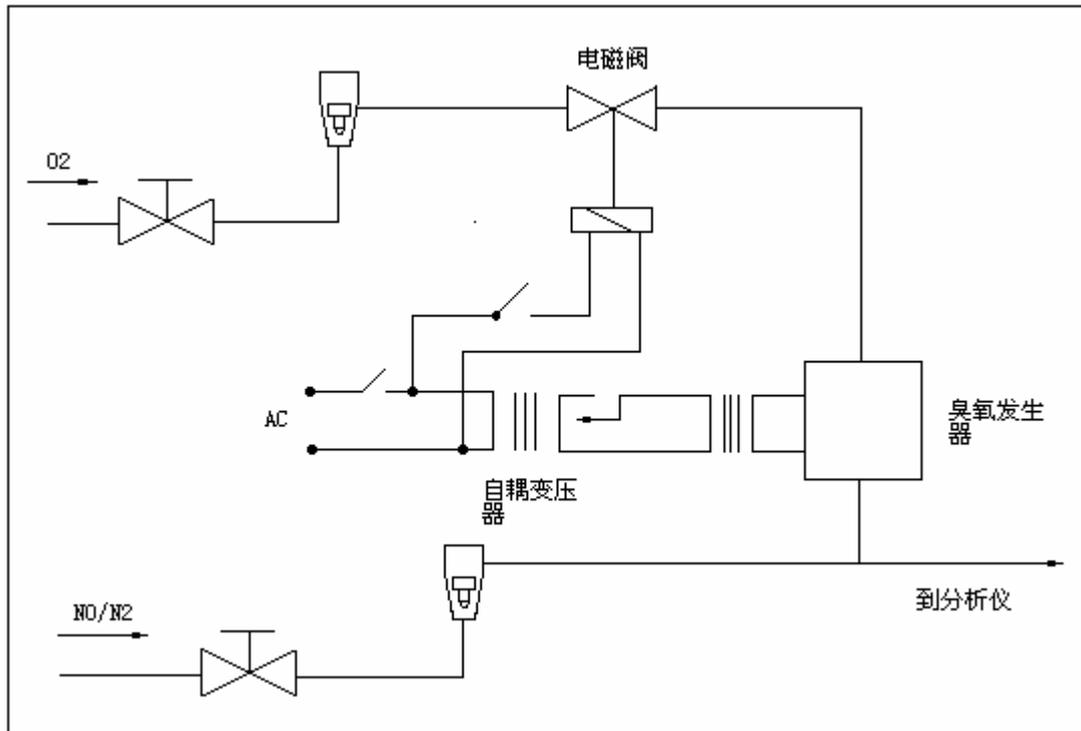


图 BB.1 NO<sub>2</sub> 转换效率设备流程图

#### BB.1.8.2 标定

CLD 及 HCLD 分析仪应遵照制造企业的规格参数在最常用的量程范围内进行标定，标定时使用零气与量距气（该气的 NO 含量应约为工作量程的 80%，而该气体混合气的 NO<sub>2</sub> 浓度应小于 NO 浓度的 5%）。NO<sub>x</sub> 分析仪应处于 NO 模式，以使量距气不通过转换器。记录所指示的浓度。

#### BB.1.8.3 计算

按下式计算 NO<sub>x</sub> 转换器的效率：

$$\text{效率 (\%)} = \left(1 + \frac{a-b}{c-d}\right) \times 100$$

式中：

a=按 BB.1.8.6 条所得 NO<sub>x</sub> 浓度

b=按 BB.1.8.7 条所得 NO<sub>x</sub> 浓度

c=按 BB.1.8.4 条所得 NO 浓度

d=按 BB.1.8.5 条所得 NO 浓度

#### BB.1.8.4 添加氧

通过一个 T 形接头，氧气或零气被连续加到气流中，直到所指示的浓度约比在 BB.1.8.2 条中给出的规定浓度小 20% 为止（分析仪处于 NO 模式）。

记录指示的浓度（c）。在整个过程中，臭氧发生器保持失活状态。

#### BB.1.8.5 臭氧发生器的激活

GB ××××—××××

激活臭氧发生器，产生足够的臭氧将 NO 浓度降低到第 BB.1.8.2 条中给出的标定浓度的 20%（最低 10%）左右。记录指示的浓度（d）（分析仪处于 NO 模式）。

#### BB.1.8.6 NO<sub>x</sub> 模式

分析仪转换到 NO<sub>x</sub> 模式，使得气体混合气（含有 NO、NO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 及 N<sub>2</sub>）通过转换器。记录指示的浓度（a）（分析仪处在 NO<sub>x</sub> 模式）。

#### BB.1.8.7 臭氧发生器失活

使臭氧发生器失活，在 BB.1.8.6 条中所述气体混合气通过转换器进入检测器。记录指示的浓度（b）（分析仪处于 NO<sub>x</sub> 模式）。

#### BB.1.8.8 NO 模式

保持臭氧发生器失活状态，切换到 NO 模式，氧气流量或合成空气流量也切断。分析仪 NO<sub>x</sub> 读数与按 BB.1.8.2 条测得的数值的偏差应不大于 ±5%（分析仪处于 NO 模式）。

#### BB.1.8.9 试验间隔

应每月检查转换器效率。

#### BB.1.8.10 效率要求

转换器效率不得小于 90%，而着重推荐较高的效率 95%。

注：如果分析仪在最常用的量程，按照 BB.1.8.5 条，臭氧发生器不能作到从 80%减到 20%，则应该使用能作到这种减低的最高量程。

### BB.1.9 火焰离子化检测器（FID）的调整

#### BB.1.9.1 检测器响应的最佳化

应按仪器制造企业的规定调整加热型火焰离子化检测器。在常用量程范围内，应使用丙烷/空气量距气优化仪器响应。

将燃料与空气流量控制在制造企业推荐值，应将 350±75 ppm C 的量距气引入到分析仪。在给定的燃料气流量下的响应应从量距气与零气响应之间的差别来确定。燃料气流量应逐步增长地调在制造企业的规格参数以上和以下。在这些燃料气流量时的量距响应与零气响应予以记录。对在量距气与零气响应之间的差别应作出图表而且燃料气流量要调整到曲线的浓侧。这是最初的流量调整，根据按 BB.1.9.2 与 BB.1.9.3 碳氢化合物响应系数与氧干扰检查的结果，可能还需要进一步最佳化。

如果氧干扰或碳氢化合物响应系数不满足下述规格参数，则空气流量逐步增长地调在制造企业的规格参数以上与以下，BB.1.9.2 与 BB.1.9.3 条每个流量应重复。

#### BB.1.9.2 碳氢化合物的响应系数

分析仪应按照 BB.1.5 节，使用丙烷在空气和经过提纯的合成空气中来标定。

当分析仪启用和在大修之后应确定响应系数。对于某一特定种类的碳氢化合物，响应系数（R<sub>F</sub>）是 FID C1 读数对以 ppm C1 表示的缸内气体浓度的比值。

试验气体的浓度应能产生满量程 80%响应的水平。基于重量基准，浓度以容积表示的已知浓度应

达到±2%的精度。此外，气瓶应在 298±5K (25±5℃) 温度下预处理 24 小时。

所用试验气体和推荐响应系数范围如下：

- 甲烷与经过提纯的合成空气：1.00≤R<sub>f</sub>≤1.15
- 丙烯与经过提纯的合成空气：0.90≤R<sub>f</sub>≤1.10
- 甲苯与经过提纯的合成空气：0.90≤R<sub>f</sub>≤1.10

以上各值均指相对于丙烷及经过提纯的合成空气的响应系数 (R<sub>f</sub>) 为 1.00 时的响应系数。

### BB.1.9.3 氧干扰的检查

分析仪投入和在大修中断期后，应检查氧干扰。选择一个量程使氧气干扰的检查气体浓度降到稍微超过 50%，按本段所述进行试验，加热炉的温度按制造企业说明书手册要求设在规定的温度。氧干扰气体在 BB.1.2.3 条中有详述。

- (a) 分析仪调零。
- (b) 对于以汽油为燃料的发动机，分析仪应用 0% 氧气的混合气作量距标定。
- (c) 再次检查零点响应。如果它的变化大于满量程的 0.5%，则应重复进行本节的(a)与(b)操作。
- (d) 引入 5% 与 10% 氧干扰检查气。
- (e) 再次检查零点响应。如果它的变化大于满量程的±1%，则应重复试验。
- (f) 步骤(d)中的每种混合气应按下列式计算氧干扰 (% O<sub>2</sub>I)：

$$(g) \quad O_2 I = \frac{(B - C)}{B} \times 100 \quad \text{ppm C} = \frac{A}{D} \times E$$

式中：

- A —— 在 (b) 小节中使用的量距气的碳氢化合物浓度 (ppm C)
- B —— 在 (d) 小节中使用的氧干扰检查气的碳氢化合物浓度 (ppm C)
- C —— 分析仪响应
- D —— A 的响应占满量程的百分数
- E —— B 的响应占满量程的百分数

- (h) 所有氧干扰 (% O<sub>2</sub>I) 应小于±3%。

(i) 如果氧干扰大于±3%，则应递增地调整空气流量在制造企业的规格参数之上与之下，每个流量重复 BB.1.9.1 条。

(j) 如果在调整了空气流量之后，氧干扰大于±3%，则应改变燃料气流量及此后的气样流量，对每个新的设定重复 BB.1.9.1 条。

(k) 如果氧干扰仍然大于±3%，则该分析仪、FID 燃料，或燃烧器空气应在试验前予以修理或更换。然后，应使用修理过的或更换过的设备或气体重复本条所述操作。

### BB.1.10 对于 CO、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 及 O<sub>2</sub> 分析仪的干扰作用

多种而不是一种气体在分析中能够从几个方面干扰读数。由于干扰气就如同被测气体那样同样被测，所以在 NDIR 及 PMD 仪器中将出现正的干扰作用，但只是处于次要程度。通过干扰气加宽了被测

量气体的吸收光谱带，负的干扰作用将出现在 NDIR 仪器中，而通过干扰气在 CLD 仪器中产生淬熄作用也将产生负的干扰。在分析仪初次使用前以及在仪器大修中断期以后，应进行 BB.1.10.1 及 BB.1.10.2 条中的干扰检查，而且至少每年一次。

#### BB.1.10.1 CO 分析仪干扰检查

水和 CO<sub>2</sub> 能够干扰 CO 分析仪的性能。所以，应将具有在试验期间所用最大工作量程满 80% 到 100% 浓度的 CO<sub>2</sub> 量距气在室温下以气泡方式穿过水并记录分析仪响应。对于量程等于或高于 300ppm，分析仪响应不大于满量程的 1%，若量程在 300 ppm 之下，分析仪响应不大于 3 ppm。

#### BB.1.10.2 NO<sub>x</sub> 分析仪熄光作用检查

对于 CLD（及 HCLD）分析仪所涉及的两种气体是 CO<sub>2</sub> 及水蒸汽。这些气体的熄光效应与它们的浓度成正比例，因此，需要试验技术来确定试验最高期望的浓度经验值条件下骤冷的作用。

##### BB.1.10.2.1 CO<sub>2</sub> 熄光作用的检查

将浓度为最大工作量程 80~100% 满量程的 CO<sub>2</sub> 量距气通入 NDIR 分析仪，记录 CO<sub>2</sub> 值作为 A；然后用 NO 量距气将其稀释约 50%，并通入 NDIR 和 (H)CLD，记录 CO<sub>2</sub> 和 NO 值，分别作为 B 和 C；然后切断 CO<sub>2</sub>，只让 NO 量距气通过 (H)CLD，记录 NO 值，作为 D。

按下式计算的熄光应不超过 3%：

$$\% \text{CO}_2 \text{ quench} = \left[ 1 - \left( \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

式中：

A——NDIR 实测未稀释的 CO<sub>2</sub> 浓度 %。

B——NDIR 实测稀释的 CO<sub>2</sub> 浓度 %。

C——CLD 实测的稀释的 NO 浓度 ppm。

D——CLD 实测的未稀释的 NO 浓度 ppm。

可用动态/混合/掺合这样的替代方法稀释并量化 CO<sub>2</sub> 和 NO 的量距气值。

##### BB.1.10.2.2 水熄光检查

本检查仅适用于湿基 NO<sub>x</sub> 分析仪。水熄光计算必须考虑在试验期间 NO 量距气由水蒸汽造成的稀释，并且使混合气中水蒸汽浓度达到预期在试验中达到的浓度。

应将具有对常用量程满量程 80~100% 浓度的 NO 量距气通过 (H) CLD，并将 NO 记作为 D 项。然后，应将 NO 量距气以气泡方式在室温下穿过水并通过 (H) CLD，将 NO 值记作 C 项。应测量水温并记作 F。相应于气泡发生器水温 (F) 的混合气饱和蒸汽压记作 G。混合气的水蒸汽浓度 (%) 应按下列下式计算：

$$H = 100 \times \left( \frac{G}{P_B} \right)$$

并记作 H。所要求的稀的 NO 量距气（在水蒸汽中）的浓度应按下列下式计算：

$$D_e = D \times \left( 1 - \frac{H}{100} \right)$$

并记作 D<sub>e</sub>。

水熄光作用应不大于 3% 并应按照下列下式计算：

$$\%H_2O_{\text{熄光}}=100\times\left(\frac{D_e-C}{D_e}\right)\times\left(\frac{H_M}{H}\right)$$

式中：

$D_e$ ——预期稀释 NO 浓度 (ppm)

$C$ —— 稀释 NO 浓度 (ppm)

$H_m$ ——最大水蒸汽浓度

$H$ ——实际水蒸汽浓度 (%)

注：由于熄光计算中未考虑NO<sub>2</sub> 在水中的吸收，所以在该检查中NO 量距气所含NO<sub>2</sub> 浓度要尽量低。

### BB.1.10.3 O<sub>2</sub>分析仪的干扰

由非氧气体引发的 PMD 仪器响应是比较轻微的。通常废气成分的氧当量示于表 BB.1。

表 BB.1 氧当量

气 体	氧当量 %
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )	- 0.623
一氧化碳 (CO)	- 0.354
氧化氮 (NO)	+ 44.4
二氧化氮 (NO <sub>2</sub> )	+ 28.7
水 (H <sub>2</sub> O)	- 0.381

若需更高精度检测，应用下式修正所观测到的氧气浓度：

$$\text{干扰} = \frac{(\text{氧当量}\% \times \text{观测到的浓度})}{100}$$

### BB.1.11 标定中断期

每当修理或做了可能影响标定的变动时，分析仪都应按 BB.1.5 做标定，而且还要至少每三个月做一次。

附件 BC  
(规范性附录)  
数据确定与计算

## BC.1 数据确定与计算

### BC.1.1 气体排放物的确定

为评定气体排放物，每个工况至少应对 120 秒记录图表读数进行平均，而且在每个工况期间内，HC、CO、NO<sub>x</sub> 及 CO<sub>2</sub> 的平均浓度 (conc) 应由平均的图表读数及相应的标定数据确定。如能确保等效的数据采集，则可使用不同形式的记录。

平均本底浓度 (conc<sub>d</sub>) 可以从稀释空气取样袋读数或从连续取样 (无袋系统) 本底读数以及相应的标定数据来确定。

### BC.1.2 气体排放物的计算

应通过下述步骤得到最终报告的试验结果。

#### BC.1.2.1 干/湿修正

若不是湿基测量，则实测的浓度应转换到湿基：

$$\text{conc}(\text{wet}) = k_w \times \text{conc}(\text{dry})$$

对于原始废气：

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0.005 \times (\% \text{CO}[\text{dry}] + \% \text{CO}_2[\text{dry}] - 0.01 \times \% \text{H}_2[\text{dry}]) + k_{w2}}$$

式中  $\alpha$  是在燃油中氢/碳比值。

应按下列式计算废气中 H<sub>2</sub> 浓度：

$$\text{H}_2[\text{dry}] = \frac{0.5 \times \alpha \times \% \text{CO}[\text{dry}] \times (\% \text{CO}[\text{dry}] + \% \text{CO}_2[\text{dry}])}{\% \text{CO}[\text{dry}] + (3 \times \% \text{CO}_2[\text{dry}])}$$

系数  $k_{w2}$  应按下列式计算：

$$k_{w2} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)}$$

$H_a$  为进气的绝对湿度，以每 kg 干空气中水分 g。

对于稀释了的废气：

对湿基 CO<sub>2</sub> 测量：

$$k_w = k_{w,e1} = \left( 1 - \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2[\text{wet}]}{200} \right) - k_{w1}$$

或，对于 CO<sub>2</sub> 测量：

$$k_w = k_{w,e,2} = \left( \frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2 [\text{wet}]}{200}} \right)$$

式中： $\alpha$  是在燃油中氢/碳的比值。

应按下式计算系数  $k_{w1}$ ：

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1.608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

式中：

$H_d$ ——稀释空气的绝对湿度，以每 kg 干空气中的水分 g。

$H_a$ ——进气的绝对湿度，以每 kg 干空气中的水分 g。

$$DF = \frac{13.4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

对于稀释空气：

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

应按下式计算系数  $k_{w1}$ ：

$$DF = \frac{13.4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1.608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

式中：

$H_d$ ——稀释空气的绝对湿度，以每 kg 干空气中的水分 g。

$H_a$ ——进气的绝对湿度，以每 kg 干空气中的水分 g。

$$DF = \frac{13.4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

对于进气（若不同于稀释空气）：

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

应按下式计算系数  $k_{w2}$ ：

$$k_{w2} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)}$$

$H_a$ ——进气的绝对湿度，以每 kg 干空气中的水 g。

BC.1.2.2 对 NO<sub>x</sub> 的湿度修正

因 NO<sub>x</sub> 排放取决于环境空气状况，所以考虑到湿度 NO<sub>x</sub> 的浓度应乘以系数  $K_H$ ：

$$K_H = 0.6272 + 44.030 \times 10^{-3} \times H_a - 0.862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (4 \text{ 冲程发动机})$$

$$K_H = 1 \quad (2 \text{ 冲程发动机})$$

$H_a$  为进气的绝对湿度，以每 kg 干空气中的水分 g。

BC.1.2.3 排放物质量流量的计算

应按下式计算每个工况的排放物质量流量  $Gas_{mass}$  [g/h]：

(a) 对于原始废气<sup>(1)</sup>

$$Gas_{mass} = \frac{MW_{Gas}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{ \% CO_2 [wet] - \% CO_2 \text{ 空气} \} + \% CO [Wet] + \% HC [Wet]} \times \% conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

式中：

$G_{FUEL}$  [kg/h] 是燃油质量流量；

$MW_{Gas}$  [kg/kmol] 是表 BC.1 中所示的各个气体莫尔质量；

表 BC.1 莫尔质量

气体	MW <sub>Gas</sub> [kg/kmol]
NO <sub>x</sub>	46.01
CO	28.01
HC	MW <sub>HC</sub> = MW <sub>FUEL</sub>
CO <sub>2</sub>	44.01

$$- MW_{FUEL} = 12.011 + \alpha \times 1.00794 + \beta \times 15.9994 \quad [kg/kmol]$$

$MW_{FUEL}$  燃油莫尔质量

$\alpha$ ：燃油氢对碳的比值；

$\beta$ ：燃油氧对碳的比值。

—  $CO_{2 \text{ AIR}}$  是在进气中的 CO<sub>2</sub> 的浓度（如不测量，假定等于 0.04%）。

(b) 对于稀释的废气：

$$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

式中：

—  $G_{TOTW}$  [kg/h] 是当使用全流稀释系统时，稀释了的湿基的废气质量流量，应按 BB.1.2.4 确定。

—  $conc_c$  是经本底修正过的浓度：

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - DF)$$

$$DF = \frac{13.4}{\% conc_{CO_2} + (ppm conc_{CO} + ppm conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

系数  $u$  示于表 BC.2。

表 BC.2 系数 u 的值

气体	u	Conc
NOx	0.001587	ppm
CO	0.000966	ppm
HC	0.000479	ppm
CO <sub>2</sub>	15.19	%

系数 u 的值取决于稀释废气的分子量 29 (kg/kmol)；对于 HC，u 的值取决于碳对氢的平均比值 1:1.85。

#### BC.1.2.4 比排放量的计算

应对于所有各个成分计算比排放量 (g/kW·h)：

$$\text{各种气体} = \frac{\sum_{i=1}^n (Gas_{mass\ i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

式中  $P_i = P_{M,i} + P_{AE,i}$

当在试验中装上诸如冷却风扇或风机这样的附件时，除了附件是发动机整体的一部分外，附件所吸收的功率应加到试验结果中。在试验所用转速下，应或是通过从标准特性计算，或是通过实际试验风扇或风机的功率。

在上述计算中所用的加权系数和 n 工况数示于附录 B.3.5.1.1 条。

### BC.2 实例

#### BC.2.1 一台四冲程点燃式发动机的废气数据

关于试验数据（表 BC.3），首先对工况 1 进行计算，然后用同样的步骤扩展到其它的试验工况。

表 BC.3 一台四冲程点燃式发动机的试验数据

工况		1	2	3	4	5	6
发动机转速	min <sup>-1</sup>	2550	2550	2550	2550	2550	1480
功率	kW	9.96	7.5	4.88	2.36	0.94	0
负荷百分数	%	100	75	50	25	10	0
加权系数	—	0.090	0.200	0.290	0.300	0.070	0.050
大气压力	kPa	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
空气温度	℃	20.5	21.3	22.4	22.4	20.7	21.7
空气相对湿度	%	38.0	38.0	38.0	37.0	37.0	38.0
空气绝对湿度	g <sub>H<sub>2</sub>O</sub> /kg <sub>air</sub>	5.696	5.986	6.406	6.236	5.614	6.136
CO <sub>dry</sub>	ppm	60995	40725	34646	41976	68207	37439
NO <sub>x wet</sub>	ppm	726	1541	1328	377	127	85
HC <sub>wet</sub>	ppmC1	1461	1308	1401	2073	3024	9390
CO <sub>2 wet</sub>	%容积	11.4098	12.691	13.058	12.566	10.822	9.516

燃油质量流量	kg/h	2.985	2.047	1.654	1.183	1.056	0.429
燃油 H/C 比值 $\alpha$	—	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
燃油 O/C 比值 $\beta$		0	0	0	0	0	0

BC.2.1.1 干/湿修正系数  $k_w$ 

为了将干的 CO 及 CO<sub>2</sub> 测量值转变到湿基上，应计算干/湿的修正系数  $k_w$ ：

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0.005 \times (\%CO[dry] + \%CO_2[dry]) - 0.01 \times \%H_2[dry] + k_{w2}}$$

式中：

$$H_2[dry] = \frac{0.5 \times \alpha \times \%CO[dry] \times (\%CO[dry] + \%CO_2[dry])}{\%CO[dry] + (3 \times \%CO_2[dry])}$$

和

$$k_{w2} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)}$$

$$H_2[dry] = \frac{0.5 \times 1.85 \times 6.0995 \times (6.0995 + 11.4098)}{6.0995 + (3 \times 11.4098)} = 2.450\%$$

$$k_{w2} = \frac{1.608 \times 5.696}{1000 + (1.608 \times 5.696)} = 0.009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1.85 \times 0.005 \times (6.0995 + 11.4098) - 0.01 \times 2.450 + 0.009} = 0.872$$

$$CO[wet] = CO[dry] \times k_w = 60995 \times 0.872 = 53198 \text{ ppm}$$

$$CO_2[wet] = CO_2[dry] \times k_w = 11.410 \times 0.872 = 9.951\% \text{ 容积}$$

表 BC.4 不同试验工况下 CO 与 CO<sub>2</sub> 的湿基值

工 况		1	2	3	4	5	6
H <sub>2</sub> 干	%	2.450	1.499	1.242	1.554	2.834	1.422
K <sub>w2</sub>	—	0.009	0.010	0.010	0.010	0.009	0.010
K <sub>w</sub>	—	0.872	0.870	0.869	0.870	0.874	0.894
CO wet	ppm	53198	35424	30111	36518	59631	33481
CO <sub>2</sub> wet	%	9.951	11.039	11.348	10.932	9.461	8.510

## BC.2.1.2 HC 排放量

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_2_{AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

式中:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

$$MW_{FUEL} = 12.011 + \alpha \times 1.00794 = 13.876$$

$$HC_{mass} = \frac{13.876}{13.876} \times \frac{1}{(9.951 - 0.04 + 5.3198 + 0.1461)} \times 0.1461 \times 2.985 \times 1000 = 28.361 \text{ g/h}$$

表 BC.5 不同工况下的 HC 排放量 (g/h)

工 况	1	2	3	4	5	6
HC <sub>mass</sub>	28.361	18.248	16.026	16.625	20.357	31.578

### BC.2.1.3 NO<sub>x</sub> 排放量

首先计算 NO<sub>x</sub> 排放物的湿度修正系数 K<sub>H</sub>

$$K_H = 0.6272 + 44.030 \times 10^{-3} \times H_a - 0.862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0.6272 + 44.030 \times 10^{-3} \times 5.696 - 0.862 \times 10^{-3} \times (5.696)^2 = 0.850$$

表 BC.6 不同工况下 NO<sub>x</sub> 排放物的湿度修正系数 K<sub>H</sub>

工 况	1	2	3	4	5	6
K <sub>H</sub>	0.850	0.860	0.874	0.868	0.847	0.865

然后应计算 NO<sub>x mass</sub> [g/h]

$$NOx_{mass} = \frac{MW_{NOx}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_2_{AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times K_H \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$NOx_{mass} = \frac{46.01}{13.876} \times \frac{1}{(9.951 - 0.04 + 5.3198 + 0.1461)} \times 0.073 \times 0.85 \times 2.985 \times 1000 = 39.717 \text{ g/h}$$

表 BC.7 不同试验工况下 NO<sub>x</sub> 排放量 (g/h)

工 况	1	2	3	4	5	6
NO <sub>x mass</sub>	39.717	61.291	44.013	8.703	2.401	0.820

### BC.2.1.4 CO 排放量

$$CO_{mass} = \frac{MW_{co}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_2_{AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{mass} = \frac{28.01}{13.876} \times \frac{1}{(9.951 - 0.04 + 5.3198 + 0.1461)} \times 5.3198 \times 2.985 \times 1000 = 2084.588 \text{ g/h}$$

表 BC.8 不同工况下的 CO 排放量 (g/h)

工 况	1	2	3	4	5	6
CO <sub>mass</sub>	2084.588	997.638	695.278	591.183	810.334	227.285

BC.2.1.5 CO<sub>2</sub>排放量

$$CO_{2\ mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_2_{AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2\ mass} = \frac{44.01}{13.876} \times \frac{1}{(9.951 - 0.04 + 5.3198 + 0.1461)} \times 9.951 \times 2.985 \times 1000 = 6126.806 \text{ g/h}$$

表 BC.9 不同试验工况下 CO<sub>2</sub> 的排放量 (g/h)

工 况	1	2	3	4	5	6
CO <sub>2mass</sub>	6126.806	4884.739	4117.202	2780.662	2020.061	907.648

## BC.2.1.6 比排放量

应对于所有各个成分计算比排放量 (g/kWh)

$$\text{各种气体} = \frac{\sum_{i=1}^n (Gas_{mass\ i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

表 BC.10 各试验工况下的排放量 (g/h) 和加权系数

工 况		1	2	3	4	5	6
HC <sub>mass</sub>	g/h	28.361	18.248	16.026	16.625	20.357	31.578
NOx <sub>mass</sub>	g/h	39.717	61.291	44.013	8.703	2.401	0.820
CO <sub>mass</sub>	g/h	2084.588	997.638	695.278	591.183	810.334	227.285
CO <sub>2mass</sub>	g/h	6126.806	4884.739	4117.202	2780.662	2020.061	907.648
功率 P <sub>1</sub>	kW	9.96	7.50	4.88	2.36	0.94	0
加权系数 WF <sub>1</sub>	—	0.090	0.200	0.290	0.300	0.070	0.050

$$HC = \frac{28.361 \times 0.09 + 18.248 \times 0.200 + 16.026 \times 0.290 + 16.625 \times 0.300 + 20.357 \times 0.070 + 31.578 \times 0.050}{9.96 \times 0.090 + 7.50 \times 0.200 + 4.88 \times 0.290 + 2.36 \times 0.300 + 0.940 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 4.11 \text{ g/kWh}$$

$$NOx = \frac{39.717 \times 0.090 + 61.291 \times 0.200 + 44.013 \times 0.290 + 8.703 \times 0.300 + 2.401 \times 0.070 + 0.820 \times 0.050}{9.96 \times 0.090 + 7.50 \times 0.200 + 4.88 \times 0.290 + 2.36 \times 0.300 + 0.940 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 6.85 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2084.59 \times 0.09 + 997.64 \times 0.200 + 695.28 \times 0.290 + 591.18 \times 0.300 + 810.33 \times 0.070 + 227.92 \times 0.050}{9.96 \times 0.090 + 7.50 \times 0.200 + 4.88 \times 0.290 + 2.36 \times 0.300 + 0.940 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 181.93 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{6126.81 \times 0.09 + 4884.74 \times 0.200 + 417.20 \times 0.290 + 2780.66 \times 0.300 + 2020.06 \times 0.070 + 907.65 \times 0.050}{9.96 \times 0.090 + 7.50 \times 0.200 + 4.88 \times 0.290 + 2.36 \times 0.300 + 0.940 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 816.36 \text{ g/kWh}$$

## BC.2.2 一台 2 冲程点燃式发动机的废气数据

关于该试验数据（表 BC.11），应首先对工况 1 进行计算，然后用同样的步骤扩展到其它试验工况。

表 BC.11 一台 2 冲程点燃式发动机的试验数据

工 况		1	2
发动机转速	min <sup>-1</sup>	9500	2800
功率	kW	2.31	0
负荷百分数	%	100	0
加权系数	—	0.9	0.1
大气压力	kPa	100.3	100.3
空气温度	°C	25.4	25
空气相对湿度	%	38.0	38.0
空气绝对湿度	g <sub>H<sub>2</sub>O</sub> /kg <sub>Air</sub>	7.742	7.558
CO <sub>dar</sub>	ppm	37086	16150
NO <sub>xwet</sub>	ppm	183	15
HC <sub>wet</sub>	ppmC1	14220	13179
CO <sub>2sry</sub>	%容积	11.986	11.446
燃油质量流量	kg/h	1.195	0.089
燃油 H/C 比值 $\alpha$	—	1.85	1.85
燃油 O/C 比值 $\beta$		0	0

BC.2.2.1 干/湿修正系数  $k_w$ 

为了将干基 CO 与 CO<sub>2</sub> 测量值转换到湿基上，应计算干/湿修正系数：

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0.005 \times (\%CO[dry] + \%CO_2[dry]) - 0.01 \times \%H_2[sry] + k_{w2}}$$

式中：

$$H_2[dry] = \frac{0.5 \times \alpha \times \%CO[dry] \times (\%CO[dry] + \%CO_2[dry])}{\%CO[dry] + (3 \times \%CO_2[dry])}$$

$$H_2[dry] = \frac{0.5 \times 1.85 \times 3.7086 \times (3.7086 + 11.986)}{3.7086 + (3 \times 11.986)} = 1.357 \%$$

$$k_{w2} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)}$$

$$k_{w2} = \frac{1.608 \times 7.742}{1000 + (1.608 \times 7.742)} = 0.012$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1.85 \times 0.005 \times (3.7086 + 11.986) - 0.01 \times 1.357 + 0.012} = 0.874$$

$$\text{CO}[\text{wet}] = \text{CO}[\text{dry}] \times k_w = 37086 \times 0.874 = 32420 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2[\text{wet}] = \text{CO}_2[\text{dry}] \times k_w = 11.986 \times 0.874 = 10.478 \% \text{ 容积}$$

表 BC.12 不同的试验工况下 CO 与 CO<sub>2</sub> 的湿基值

工 况		1	2
H <sub>2</sub> 干	%	1.357	0.543
Kw <sub>2</sub>	—	0.012	0.012
kw	—	0.874	0.887
CO 湿	ppm	32420	14325
CO <sub>2</sub> 湿	—	10.478	10.153

BC.2.2.2 HC 排放量

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{HC}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{CO}_2[\text{wet}] - \% \text{CO}_2_{\text{AIR}}) + \% \text{CO}[\text{wet}] + \% \text{HC}[\text{wet}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

式中：

$$MW_{\text{HC}} = MW_{\text{FUEL}}$$

$$MW_{\text{FUEL}} = 12.011 + \alpha \times 1.00794 = 13.876$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{13.876}{13.876} \times \frac{1}{(10.478 - 0.04 + 3.2420 + 1.422)} \times 1.422 \times 1.195 \times 1000 = 112.520 \text{ g/h}$$

表 BC.13 各试验工况下的 HC 排放量 [g/h]

工 况	1	2
HC <sub>mass</sub>	112.520	9.119

BC.2.2.3 NO<sub>x</sub> 排放量

对于 2 冲程发动机来说，修正 NO<sub>x</sub> 排放物的系数 K<sub>H</sub> 等于 1：

$$\text{NOx}_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{NOx}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{CO}_2[\text{wet}] - \% \text{CO}_2_{\text{AIR}}) + \% \text{CO}[\text{wet}] + \% \text{HC}[\text{湿wet}]\}} \times \% \text{conc} \times K_H \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

$$\text{NOx}_{\text{mass}} = \frac{46.01}{13.876} \times \frac{1}{(10.478 - 0.04 + 3.2420 + 1.422)} \times 0.0183 \times 1 \times 1.195 \times 1000 = 4.800 \text{ g/h}$$

表 BC.14 各试验工况修的 NO<sub>x</sub> 排放量 [g/h]

工 况	1	2
NO <sub>x</sub> mass	4.800	0.034

BC.2.2.4 NO<sub>x</sub> 排放物

$$CO_{mass} = \frac{MW_{co}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_2_{AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{mass} = \frac{28.01}{13.876} \times \frac{1}{(10.478 - 0.04 + 3.2420 + 1.422)} \times 3.2420 \times 1.195 \times 1000 = 517.851 \text{ g/h}$$

表 BC.15 各试验工况下的 CO 排放量 [g/h]

工 况	1	2
CO <sub>mass</sub>	517.851	20.007

BC.2.2.5 CO<sub>2</sub> 排放量

$$CO_2_{mass} = \frac{MW_{co_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_2_{AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_2_{mass} = \frac{44.01}{13.876} \times \frac{1}{(10.478 - 0.04 + 3.2420 + 1.422)} \times 10.478 \times 1.195 \times 1000 = 2629.658 \text{ g/h}$$

表 BC.16 各试验工况下的 CO<sub>2</sub> 排放量 [g/h]

工 况	1	2
CO <sub>2</sub> mass	2629.658	222.799

## BC.2.2.6 比排放量

应按如下方法对所有各个气体成分计算比排放量 (g/kWh):

$$\text{各种气体} = \frac{\sum_{i=1}^n (Gas_{mass\ i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

表 BC.17 在两个试验工况下的排放量 (g/h) 与加权系数

工 况		1	2
HC <sub>mass</sub>	g/h	112.520	9.119
NO <sub>x</sub> mass	g/h	4.800	0.034
CO <sub>mass</sub>	g/h	517.851	20.007
CO <sub>2</sub> mass	g/h	2629.658	222.799
功率 P II	kW	2.31	0
加权系数 WF <sub>i</sub>	—	0.85	0.15

$$\text{HC} = \frac{112.52 \times 0.85 + 9.119 \times 0.15}{2.31 \times 0.85 + 0 \times 0.15} = 49.4 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{4.800 \times 0.85 + 0.034 \times 0.15}{2.31 \times 0.85 + 0 \times 0.15} = 2.08 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{517.851 \times 0.85 + 20.007 \times 0.15}{2.31 \times 0.85 + 0 \times 0.15} = 225.71 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{2629.658 \times 0.85 + 222.799 \times 0.15}{2.31 \times 0.85 + 0 \times 0.15} = 1155.4 \text{ g/kWh}$$

### BC.2.3 一台 4 冲程点燃式发动机稀释废气数据

关于试验数据（表 BC.18），应首先对工况 1 进行计算，然后用同样的步骤扩展到其它试验工况。

表 BC.18 一台 4 冲程点燃式发动机的试验数据

工况		1	2	3	4	5	6
发动机转速	min <sup>-1</sup>	3060	3060	3060	3060	3060	2100
功率	kW	13.15	9.81	6.52	3.25	1.28	0
负荷百分数	%	100	75	50	25	10	0
加权系数	—	0.090	0.200	0.290	0.300	0.070	0.050
大气压力	kPa	980	980	980	980	980	980
进气空气温度 <sup>(1)</sup>	°C	25.3	25.1	24.5	23.7	23.5	22.6
进气空气相对湿度 <sup>(1)</sup>	%	19.8	19.8	20.6	21.5	21.9	23.2
进气空气绝对湿度 <sup>(1)</sup>	g <sub>H<sub>2</sub>O</sub> /kg <sub>air</sub>	4.08	4.03	4.05	4.03	4.05	4.06
CO <sub>dry</sub>	ppm	3681	3465	2541	2365	3086	1817
NO <sub>xwet</sub>	ppm	85.4	49.2	24.3	5.8	2.9	1.2
HC <sub>wet</sub>	ppmC1	91	92	77	78	119	186
CO <sub>2dry</sub>	%容积	1.038	0.814	0.649	0.457	0.330	0.208

工况		1	2	3	4	5	6
CO <sub>dry</sub> （本底）	ppm	.	3	3	2	2	3
NO <sub>x wet</sub> （本底）	ppm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
HC <sub>wet</sub> （本底）	ppmC1	6	6	5	6	6	4
CO <sub>2dry</sub> （本底）	%容积	0.042	0.041	0.041	0.040	0.040	0.040
稀释了的废气质量流量 G <sub>TORW</sub>	kg/h	625.722	627.171	623.549	630.792	627.895	561.267
燃油 H/C 比值 α	—	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
燃油 O/C 比值 β		0	0	0	0	0	0

(1) 稀释空气状态等于进气空气状态。

#### BC.2.3.1 干/湿修正系数 K<sub>w</sub>

为将干基 CO 及 CO<sub>2</sub> 测量值转换到湿基上，应计算干/湿修正系数 K<sub>w</sub>。  
对于稀释了的废气：

$$k_w = k_{w,e,2} = \left( \frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \%CO_2[\text{干}]}{200}} \right)$$

式中：

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1.608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$DF = \frac{13.4}{\%conc_{CO_2} + (\text{ppm } conc_{CO} + \text{ppm } conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13.4}{1.038 + (3681.91 + 91) \times 10^{-4}} = 9.465$$

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times [4.08 \times (1 - 1/9.465) + 4.08 \times (1/9.465)]}{1000 + 1.608 \times [4.08 \times (1 - 1/9.465) + 4.08 \times (1/9.465)]} = 0.007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left( \frac{(1 - 0.007)}{1 + \frac{1.85 \times 1.038}{200}} \right) = 0.984$$

$$CO[\text{湿}] = CO[\text{干}] \times k_w = 3681 \times 0.984 = 3623 \text{ ppm}$$

$$CO_2[\text{湿}] = CO_2[\text{干}] \times k_w = 1.038 \times 0.984 = 1.0219 \%$$

表 BC.19 各试验工况下稀释了的废气的 CO 与 CO<sub>2</sub> 的湿基值

工 况		1	2	3	4	5	6
DF	—	9.465	11.454	14.707	19.100	20.612	32.788
K <sub>w1</sub>	—	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
K <sub>w</sub>	—	0.984	0.986	0.988	0.989	0.991	0.992
CO 湿	ppm	3623	3417	2510	2340	3057	1802
CO <sub>2</sub> 湿	%	1.0219	0.8028	0.6412	0.4524	0.3264	0.2066

对于稀释空气：

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

式中，系数 k<sub>w1</sub> 是与对稀释了的废气已计算过的相同的 k<sub>w1</sub>。

$$k_{w,d} = 1 - 0.007 = 0.995$$

$$CO[\text{湿}] = CO[\text{干}] \times k_w = 3 \times 0.993 = 3 \text{ ppm}$$

GB ××××—××××

$\text{CO}_2[\text{湿}] = \text{CO}_2[\text{干}] \times k_w = 0.042 \times 0.993 = 0.0421 \%$  容积

表 BC.20 各试验工况下稀释空气的 CO 与 CO<sub>2</sub> 湿基值

工 况		1	2	3	4	5	6
K <sub>w1</sub>	—	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
K <sub>w</sub>	—	0.993	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994
CO 湿	ppm	3	3	3	2	2	3
CO <sub>2</sub> 湿	%	0.0421	0.0405	0.0403	0.0398	0.0394	0.0401

### BC.2.3.2 HC 排放量

$$\text{HC}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_C \times G_{\text{TOTW}}$$

式中：

$u = 0.000479$ ，来自表 BC.2

$$\text{conc}_C = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{conc}_C = 91 - 6 \times (1 - 1/9.465) = 86 \text{ ppm}$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = 0.000479 \times 86 \times 625.722 = 25.666 \text{ g/h}$$

表 BC.21 各试验工况下的 HC 排放量 (g/h)

工 况		2	3	4	5	6
HC <sub>mass</sub>	25.666	25.993	21.607	21.850	34.074	48.963

### BC.2.3.3 NO<sub>x</sub> 排放量

对于修正 NO<sub>x</sub> 排放物的系数 K<sub>H</sub> 应从下式计算：

$$K_H = 0.6272 + 44.030 \times 10^{-3} \times H_a - 0.862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0.6272 + 44.030 \times 10^{-3} \times 4.8 - 0.862 \times 10^{-3} \times (4.08)^2 = 0.79$$

表 BC.22 各试验工况下 NO<sub>x</sub> 排放量的湿度修正系数 K<sub>H</sub>

工 况	1	2	3	4	5	6
K <sub>H</sub>	0.793	0.791	0.791	0.790	0.791	0.792

$$\text{NOx}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_C \times K_H \times G_{\text{TOTW}}$$

式中：

$u = 0.001587$ ，来自表 BC.2

$$\text{conc}_C = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{conc}_C = 85 - 0 \times (1 - 1/9.465) = 85 \text{ ppm}$$

$$\text{NOx}_{mass} = 0.001587 \times 85 \times 0.79 \times 625.722 = 67.168 \text{ g/h}$$

表 BC.23 各试验工况下的 NO<sub>x</sub> 排放量 (g/h)

工 况	1	2	3	4	5	6
NO <sub>x</sub> <sub>mass</sub>	67.168	38.721	19.012	4.621	2.319	0.811

## BC.2.3.4 CO 排放量

$$\text{CO}_{mass} = u \times \text{conc}_C \times G_{TOTW}$$

式中:

$$u = 0.000966, \text{ 来自表 BC.2}$$

$$\text{conc}_C = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{conc}_C = 3622 - 3 \times (1 - 1/9.465) = 3620 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_{mass} = 0.000966 \times 3620 \times 625.722 = 2188.001 \text{ g/h}$$

表 BC.24 各试验工况下的 CO 排放量 (g/h)

工 况	1	2	3	4	5	6
CO <sub>mass</sub>	2188.001	2068.760	1510.187	1424.792	1853.109	975.435

BC.2.3.5 CO<sub>2</sub> 排放量

$$\text{CO}_2_{mass} = u \times \text{conc}_C \times G_{TOTW}$$

式中:

$$u = 15.19, \text{ 来自表 BC.2}$$

$$\text{conc}_C = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{conc}_C = 1.0219 - 0.0421 \times (1 - 1/9.465) = 0.9842 \text{ \% 容积}$$

$$\text{CO}_2_{mass} = 15.19 \times 0.9842 \times 625.722 = 9354.488 \text{ g/h}$$

表 BC.25 不同试验工况下 CO<sub>2</sub> 的排放量 (g/h)

工 况	1	2	3	4	5	6
CO <sub>2</sub> <sub>mass</sub>	9354.488	7295.794	5717.531	3973.503	2756.113	1430.229

## BC.2.3.6 比排放量

应计算所有各个气体成分的比排放量 (g/kWh):

$$\text{各个气体} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{mass i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

表 BC.26 不同的试验工况下的排放量 (g/h) 与加权系数

工 况		1	2	3	4	5	6
HC <sub>mass</sub>	g/h	25.666	25.993	21.607	21.850	34.074	48.963
NO <sub>x</sub> <sub>mass</sub>	g/h	67.168	38.721	19.012	4.621	2.319	0.811
CO <sub>mass</sub>	g/h	2188.001	2068.760	1510.187	1424.792	1853.109	975.435
CO <sub>2</sub> <sub>mass</sub>	g/h	9354.488	7285.794	5717.531	3975.503	2756.113	1430.229
功率 P <sub>i</sub>	kW	13.15	9.81	6.52	3.25	1.28	0
加权系数 WF <sub>i</sub>	—	0.090	0.200	0.290	0.300	0.070	0.050

$$\text{HC} = \frac{25.666 \times 0.090 + 25.993 \times 0.200 + 21.607 \times 0.290 + 21.850 \times 0.300 + 34.074 \times 0.070 + 48.963 \times 0.050}{13.15 \times 0.090 + 9.81 \times 0.200 + 6.52 \times 0.290 + 3.25 \times 0.300 + 1.28 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 4.12 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{67.168 \times 0.090 + 38.721 \times 0.200 + 19.012 \times 0.290 + 4.621 \times 0.300 + 2.319 \times 0.070 + 0.811 \times 0.050}{13.15 \times 0.090 + 9.81 \times 0.200 + 6.52 \times 0.290 + 3.25 \times 0.300 + 1.28 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 3.42 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{2188.001 \times 0.090 + 2068.760 \times 0.200 + 1510.187 \times 0.290 + 1424.792 \times 0.300 + 1853.109 \times 0.070 + 975.435 \times 0.050}{13.15 \times 0.090 + 9.81 \times 0.200 + 6.52 \times 0.290 + 3.25 \times 0.300 + 1.28 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 271.15 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{9354.488 \times 0.090 + 7285.794 \times 0.200 + 5717.531 \times 0.290 + 3975.503 \times 0.300 + 2756.113 \times 0.070 + 1430.229 \times 0.050}{13.15 \times 0.090 + 9.81 \times 0.200 + 6.52 \times 0.290 + 3.25 \times 0.300 + 1.28 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 887.53 \text{ g/kWh}$$

以上规定的各种计算式，是计算使用汽油燃料发动机的，燃气燃料发动机的计算，根据燃气燃料的种类还应其他的补充公式。

**附件 BD**  
**(规范性附录)**  
**排放耐久性要求**

## BD.1 排放标准的达标

本附录应仅适用于第 II 阶段点燃式发动机。

**BD.1.1** 在标准 5.4.2 中的第 II 阶段发动机的废气排放标准适用于按照本附录确定的发动机排放耐久期 (DEP)。

**BD.1.2** 对于所有第 II 阶段的发动机, 如果按照本标准的规定正常试验时, 一个发动机系列的所有试验发动机的排放量, 当乘以本附录规定的劣化系数 (DF) 时, 应不大于第 II 阶段排放标准, 认为该发动机系族符合排放标准。否则, 若大于任何单独的排放标准限值, 则应认为那个发动机系列没有达到排放标准。

**BD.1.3** 制造企业应通过试验计算获得劣化系数 (DF), 该劣化系数将被用于发动机的型式核准及生产一致性试验。

**BD.1.3.1** 发动机的 DF 按以下方法确定:

**BD.1.3.1.1** 选择最有可能超过 HC+NO<sub>x</sub> 排放标准的至少一台发动机, 在稳定排放的小时数之后, 要按本标准所述进行 (全部) 试验程序的排放试验。

**BD.1.3.1.2** 若受试发动机多于一台, 则平均试验结果并化整到与适用标准含有的相同小数位, 表示为一个附加有效数字。

**BD.1.3.1.3** 发动机耐久期间应使用符合 GB 17930 要求的车用无铅汽油, 耐久试验后再次做排放试验, 老化程序应设计成能够适当预报实际使用中排放劣化程度。应考虑用户典型使用过程中其他可影响发动机排放的因素, 如发动机磨损和其他机械失效。若受试发动机多于一台, 则平均试验结果, 并化整到与适用标准含有的相同小数位, 表示为一个附加有效数字。

**BD.1.3.1.4** 对于每种受到管理控制的污染物, 耐久期終了时的排放量值 (如适当时, 为平均的排放量值) 除以稳定了的排放量值 (如合适, 为平均的排放量值), 并化整到两位有效数字。得到的结果数字除小于 1.00 的以外, 就应是 DF 值, 在小于 1.00 时, DF 值应为 1.0。

**BD.1.3.1.5** 如制造企业同意, 附加试验点能够安排在排放稳定后与排放耐久期末之间。如果安排了中间的试验, 试验各点应在排放耐久期 (EDP) 均匀地间隔 ( $\pm 2h$ ), 应在整个排放耐久期的一半 ( $\pm 2h$ ) 安排一个试验点。

必须把数据点拟合成一条直线, 使初始试验出现在 0 小时, 并且使用最小二乘方的方法。劣化系数是耐久期后的计算排放值除以 0 小时的计算排放值之商。

**BD.1.3.1.6** 如果制造企业在型式核准之前, 向国家型式核准机关提交一份可接受的证明, 证明根据所使

用的设计结构及技术，多个发动机系族能合理地具有类似的排放物劣化的特性，则一个计算得到的劣化系数可包括所有系列。

以下给出一个非排它的结构设计与技术类别表：

- 没有后处理系统的传统二冲程发动机，
- 有陶瓷催化器（有同样的活性材料及上载量以及每  $\text{cm}^2$  有同样的孔数）的传统二冲程发动机，
- 有金属催化器（有同样的活性材料及上载量、同样的基底层和每  $\text{cm}^2$  有同样的孔数）的传统二冲程发动机，
- 具有分层扫气系统的二冲程发动机，
- 有相同的催化器（定义如上所述）、气门技术及相同的润滑系统的四冲程发动机，
- 没有催化器、有同样的气门技术及相同的润滑系统的四冲程发动机。

## BD.2 第Ⅱ阶段发动机的排放耐久期

**BD.2.1** 在型式核准时，制造企业应给出每个发动机系列适用的排放耐久期类型。所选排放耐久期类型应最接近发动机预期要装入设备后的使用寿命。制造企业应保存数据来支持它们对每个发动机系列所选择的排放耐久期类型。按照要求，这样的数据应提供给型式核准机关。

**BD.2.1.1** 对于手持式发动机，发动机制造企业从表 BD.1 中选择排放耐久期类型。

**表 BD.1 手持式发动机排放耐久期的类型（小时）**

类 型	1	2	3
级别 SH:1	50	125	300
级别 SH:2	50	125	300
级别 SH:3	50	125	300

**BD.2.1.2** 对于非手持式发动机，制造应从表 BD.2 选择排放耐久期的类型。

**表 BD.2 非手持式发动机的排放耐久期的类型（小时）**

类 型		2	3
级别 SN:1	50	125	300
级别 SN:2	125	250	500
级别 SN:3	125	250	500
级别 SN:4	250	500	1000

**BD.2.1.3** 制造企业应向型式核准机关证实其给出的使用寿命是合适的。对于一个给定的发动机系列，支持制造企业所选择的排放耐久期类型的数据可以包括，但不限于：

- 对于安装有受试发动机的设备的寿命期调查，
- 对老化发动机的工程评价，以查明何时发动机性能劣化到其使用性和/或可靠性下降，需要大修或更换的程度，
- 保单及保用期，

- 关于发动机寿命的市售材料，
- 发动机用户故障报告，
- 以小时计的耐久性、特定的发动机技术、发动机材料或发动机结构设计的工程评价。

附录 C  
(规范性附录)  
基准燃料的技术要求

## C.1 无铅汽油

表C.1 无铅汽油的技术要求

项目	质量指标	试验方法
抗爆性:		
研究法辛烷值 (RON) 不小于	93	GB/T 5487
抗爆指数 (RON +MON) /2 不小于	88	GB/T 503
铅含量 <sup>a</sup> g/L 不大于	0.005	GB/T 8020
铁含量 <sup>a</sup> g/L 不大于	0.01	SH/T 0712
密度 (20℃), kg/m <sup>3</sup>	735~765	GB/T 1884 GB/T 1885
馏程:		
10%蒸发温度, °C	50~70	GB/T 6536
50%蒸发温度, °C	90~110	
90%蒸发温度, °C	160~180	
终馏点, °C	180~200	
残留量, % (体积分数)	2	
蒸气压, kPa	55~65	GB/T 8017
实际胶质, mg/100mL 不大于	4	GB/T 8019
诱导期, min. 不小于	480	GB/T 8018
硫含量, % (质量分数) 不大于	0.010~0.015	GB/T 380
铜片腐蚀 (50℃, 3h), 级 不大于	1	GB/T 5096
水溶性酸或碱	无	GB/T 258
机械杂质	无	GB/T 511
水分	无	GB/T 260
硫醇 (需满足下列要求之一):		
硫醇硫 (博士试验法)	通过	SH/T 0174
硫醇硫含量, % (质量分数) 不大于	0.001	GB/T 1792
氧含量 % (质量分数) 不大于	2.3	SH/T 0663
苯含量, % (体积分数) 不大于	1	SH/T 0713
烯烃含量, % (体积分数) 不大于	30	GB/T 11132
芳烃含量, % (体积分数) 不大于	40	GB/T 11132
注:		
a. 铅、铁虽然规定了限值, 但是不得人为加入。不应添加对机动车排放净化系统和人体健康有不良影响的金属添加剂。		

## C.2 液化石油气 (LPG)

表C.2 LPG的技术要求

		燃料 A	燃料 B	试验方法
组分	体积分数 %			SH/T 0614
C <sub>3</sub> - 含量	体积分数 %	30±2	85±2	
C <sub>4</sub> - 含量	体积分数 %	余量	余量	
<C <sub>3</sub> , >C <sub>4</sub>	体积分数 %	最大 2	最大 2	
烯烃	体积分数 %	最大 12	最大 15	
蒸发残余物	mg/kg	最大 50	最大 50	SY/T 7509
含水量		无	无	目测
硫总含量	mg/kg	最大 50	最大 50	SH/T 0222
硫化氢		无	无	
铜片腐蚀		1 级	1 级	SH/T 0232 <sup>(1)</sup>
臭味		特征	特征	
马达法辛烷值		最小 89	最小 89	GB/T 12576
<sup>(1)</sup> 如果样品含有腐蚀抑制剂, 或其它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物质。				

## C.3 天然气 (NG)

表C.3 NG的技术要求

特性	单位	基础	限值		试验方法
			最小	最大	
<b>基准燃料 G<sub>20</sub></b>					
组分:					
甲烷	摩尔分数 %	100	99	100	GB/T 13610
余量 <sup>(1)</sup>	摩尔分数 %	--	--	1	GB/T 13610
N <sub>2</sub>	摩尔分数 %				GB/T 13610
硫含量	mg/m <sup>3(2)</sup>	--	--	10	GB/T 11061
Wobbe 指数 (净)	MJ/m <sup>3(3)</sup>	48.2	47.2	49.2	
<b>基准燃料 G<sub>25</sub></b>					
组分:					
甲烷	摩尔分数 %	86	84	88	GB/T 13610
余量 <sup>(1)</sup>	摩尔分数 %	--	--	1	GB/T 13610
N <sub>2</sub>	摩尔分数 %	14	12	16	GB/T 13610
硫含量	mg/m <sup>3(2)</sup>	--	--	10	GB/T 11061
Wobbe 指数 (净)	MJ/m <sup>3(3)</sup>	39.4	38.2	40.6	
<sup>(1)</sup> 惰性成分 (不是 N <sub>2</sub> ) + C <sub>2</sub> + C <sub>2+</sub> 。					
<sup>(2)</sup> 在 293.2 K (20°C) 和 101.3 kPa 下测定的值。					
<sup>(3)</sup> 在 273.2 K (0°C) 和 101.3 kPa 下测定的值。					

Wobbe 指数是单位容积燃气的热值与其相对密度 (在同样基准状态下) 的平方根的乘积。

$$\text{Wobbe指数} = H_{\text{燃气}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{\text{空气}}}{\rho_{\text{燃气}}}}$$

式中： $H_{\text{燃气}}$ ——燃料的热值，MJ/m<sup>3</sup> (0℃下)

$\rho_{\text{空气}}$ ——0℃下空气密度

$\rho_{\text{燃气}}$ ——0℃下燃料密度

Wobbe 指数是总指数还是净指数，取决于热值是总热值还是净热值。

附录 D  
(规范性附录)  
分析和取样系统

本部件规定了气态污染物组分 CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub> 测定系统。图 D.1 和图 D.2 中包含推荐的取样和分析系统的详细描述, 由于不同的配置能产生相同的效果, 完全符合这些图没有必要。可以使用附加部件, 如仪表、阀、电磁阀、泵和开关, 以便提供附加的信息及协调部件系统的功能。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。

对在原始排气和稀释排气中测定气态污染物的分析系统的描述是建立在使用以下分析仪的基础上的。

- 测量碳氢化合物的 HFID;
- 测量 CO 和 CO<sub>2</sub> 的 NDIR;
- 测量 NO<sub>x</sub> 的 HCLD 或等效的分析仪。

对原始排气 (见图 D.1), 所有组分的取样可以用一个取样探头或两个相互靠近的取样探头并在内部分流到不同的分析仪。应采取措施确保在分析系统的任何部位不发生排气组分 (包括水和硫酸盐) 的凝结。

对稀释排气 (见图 D.2), 碳氢取样探头应与其他组分分开。应防止废气成分 (包括水和硫酸盐) 凝结的现象在分析系统中发生。

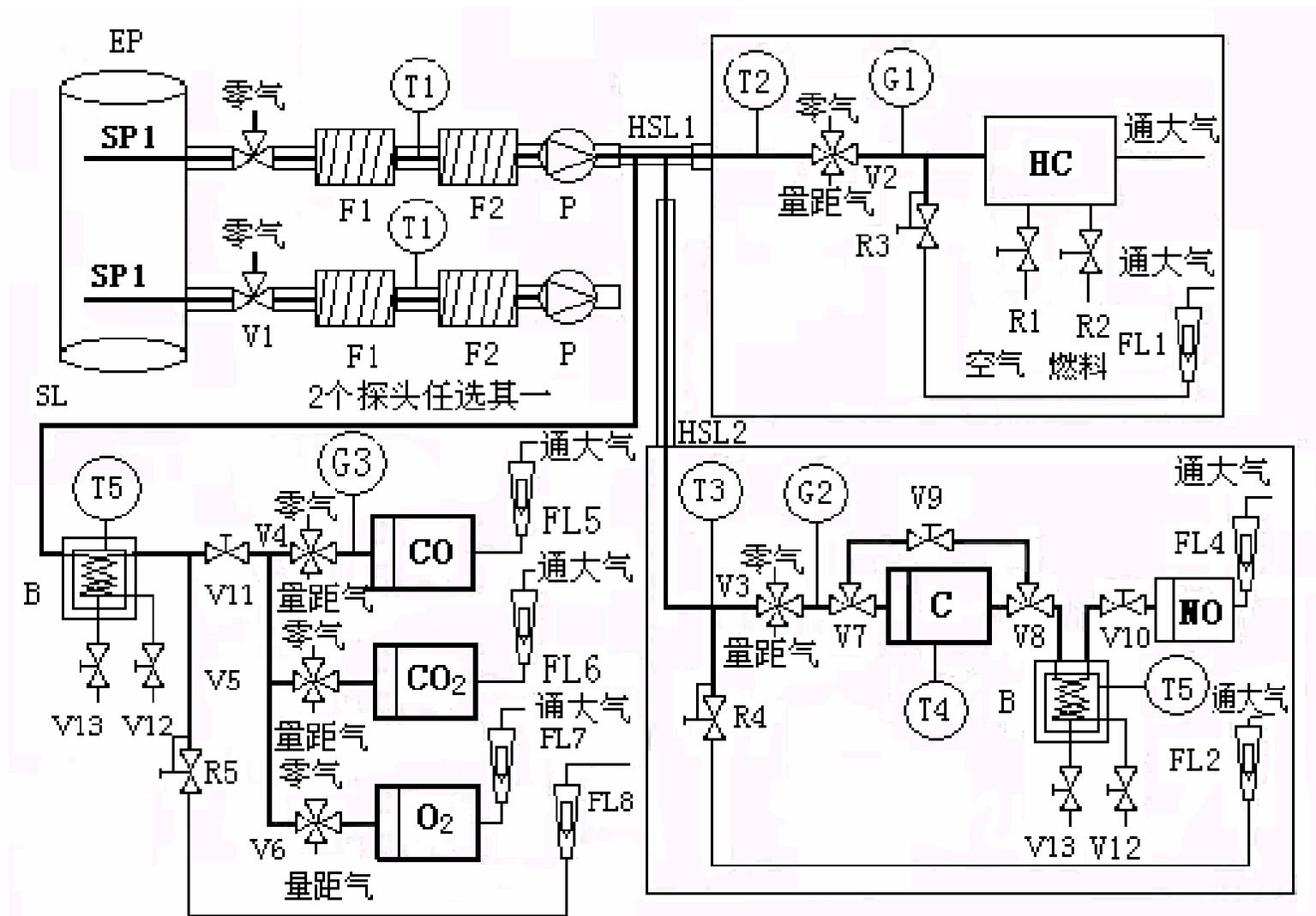
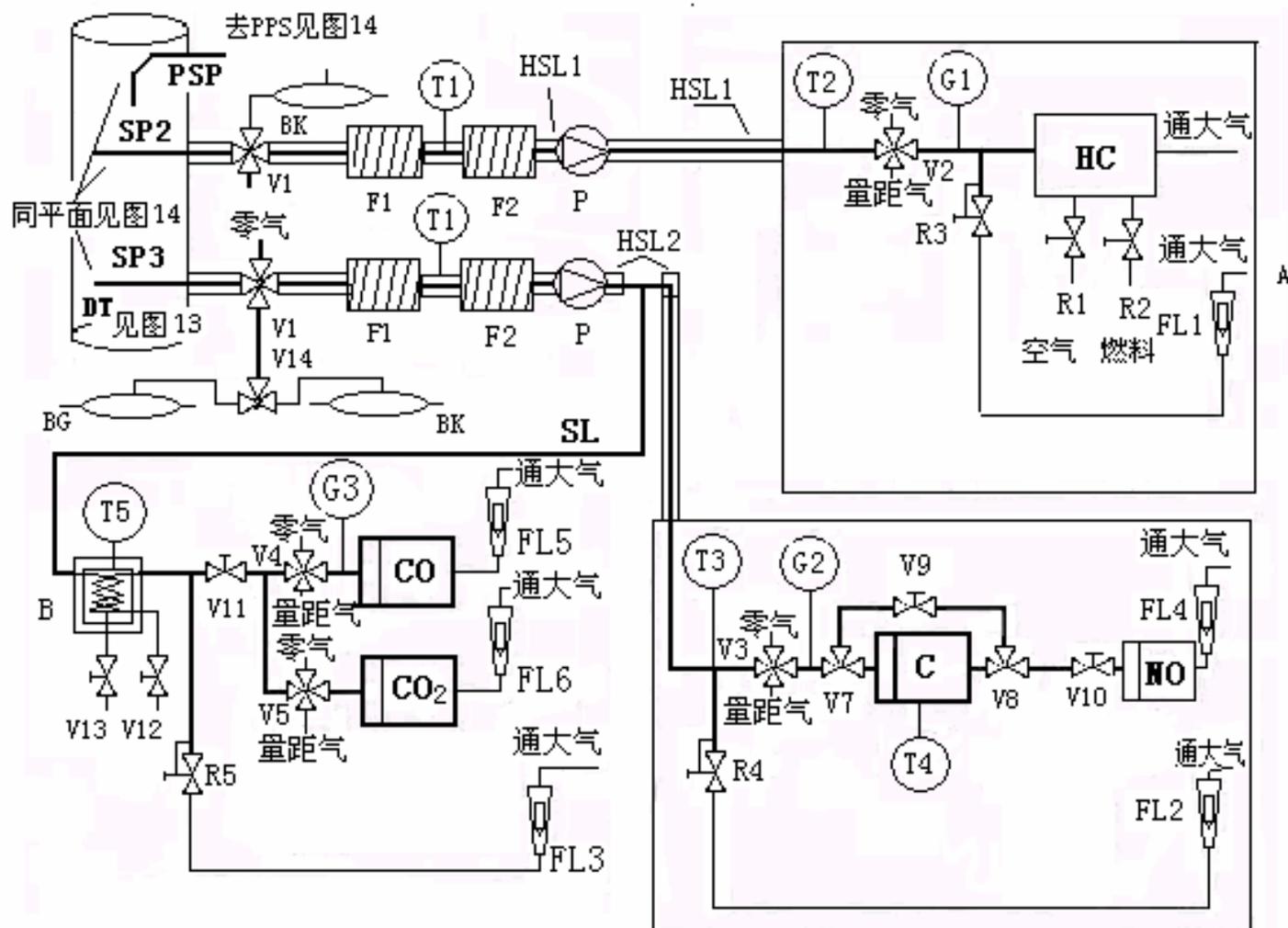


图 D.1 测量原始排气的 CO、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和 HC 分析系统流程图

图 D.2 测量稀释排气的 CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 和 HC 分析系统流程图

描述—图 D.1 和图 D.2

总则:

取样通道的所有部件必须保持各系统要求的相应温度。

(1) SP1 原始排气取样探头 (限于图 D.1)

推荐使用一根直的、末端封闭的多孔不锈钢探头。内径不应不大于取样管内径。探头壁厚应不大于 1mm, 在三个不同的径向平面上, 至少三只小孔。其大小应能抽取大致相同的气体流量。探头必须至少深入排气管径的 80%。

(2) SP2 稀释排气 HC 取样探头 (限于图 D.2)

探头应:

—规定为热取样管路 HSL1 前端 254~762mm 处;

—最小内径为 5mm;

—应安装在稀释通道 DT 内, 稀释空气和排气充分混合处 (如: 排气进入稀释通道下游约 10 倍管径处);

—远离 (径向) 其它探头和通道壁, 使其不受任何尾流或涡流的影响;

—加热使探头出口处的气流温度提高到  $463\text{K} \pm 10\text{K}$  ( $190^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ )。

(3) SP3 稀释排气 CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 取样探头 (限于图 D.2)

取样探头应该:

—与 SP2 处于同一平面;

—远离 (径向) 其它探头和通道壁, 使其不受任何尾流或涡流的影响;

—对整个长度加热和保温, 以使最低温度不低于 328K (55° C) 以免水分凝结;

(4) HSL1 加热取样管路

取样管将气样从单只探头处输送到分流点和 HC 分析仪。

取样管路应该:

—最小内径为 5mm, 最大内径为 13.5mm;

—由不锈钢或聚四氟乙烯 (PTFE) 制成;

—若取样探头处的排气温度等于或低于 463K(190°C), 在每个单独控制的加热部位所有壁温应保持在  $463\text{K} \pm 10\text{K}$  ( $190^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ );

—如果取样探头处的排气温度高于 463K(190°C), 应保持壁温高于 453K(180°C);

—紧接在加热过滤器(F2)和 HFID 之前, 气体温度应保持在  $463\text{K} \pm 10\text{K}$  ( $190^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ )。

(5) HSL2 加热的 NO<sub>x</sub> 取样管路

取样管路应:

—当使用冷却槽时, 保持转换器之前; 不使用冷却槽时, 保持分析仪前的管道壁温应保持在 328~473K(55~200°C);

—由不锈钢或 PTFE 制造;

由于取样管路的加热仅用于防止水和硫酸盐的凝结, 因此取样管路的温度取决于燃料的硫含量。

(6) SL CO(CO<sub>2</sub>)取样管路

应由不锈钢或聚四氟乙烯 (PTFE) 制成。可以加热或不加热。

(7) BK 背景气袋(选用; 仅用于图 D.2)

用于背景浓度测定。

(8) BG 取样袋(选用, 限于图 D.2 的 CO 和 CO<sub>2</sub>)

用于气样浓度测定。

(9) F1 加热的前置过滤器(选用)

温度应该与 HSL1 相同。

(10) F2 加热的过滤器

应在分析仪之前将气样中任何固体颗粒物滤去，其温度应与 HSL1 相同，需要时应更换过滤器。

(11) P 加热的取样泵

应加热到 HSL1 的温度。

(12) HC

用加热式火焰离子化探测器(HFID)测定碳氢化合物，温度应保持在 453~473K(180~200℃)。

(13) CO, CO<sub>2</sub>

用 NDIR 分析仪测定一氧化碳和二氧化碳。

(14) NO

用 CLD 或 HCLD 分析仪测定氮氧化物，若使用 HCLD 分析仪，则保持温度应保持在 328~473K(55~200℃)。

(15) C 转换器

在 CLD 或 HCLD 分析仪之前使用，将 NO<sub>2</sub> 催化还原为 NO 的转换器。

(16) B 冷却槽

用于冷凝排气气样中的水分。冷却槽应用冰或制冷器使温度保持在 273~277K (0~4℃)。若根据 BB 1.10.1, BB 1.10.2.2 测定仪无水蒸气干扰，则冷却槽可以任选。

不得使用化学干燥剂去除气样中的水分。

(17) T1, T2, T3 温度传感器

用于监测气流温度。

(18) T4 温度传感器

用于监测 NO<sub>2</sub>—NO 转化器的温度。

(19) T5 温度传感器

用于监测冷却槽温度。

(20) G1, G2, G3 压力表

用于监测取样管路内的压力。

(21) R1, R2 压力调节器

用于分别控制 HFID 空气和燃料的压力。

(22) R3, R4, R5 压力调节阀

用于控制取样管路内的压力和进入分析仪的流量。

(23) FL1, FL2, FL3 流量计

用于监测气样旁通流量。

(24) FL4~FL7 流量计(选用)

用于监测通过分析仪的流量。

(25) V1 到 V6 切换阀

用于切换进入分析仪的气样、量距气或零气流量的相应阀门。

(26) V7, V8 电磁阀

用于旁通 NO<sub>2</sub>—NO 转换器。

(27) V9 针阀

用于平衡流入 NO<sub>2</sub>—NO 转换器和旁通气流。

(28) V10, V11 针阀

用于调节进入分析仪的流量。

(29) V12, V13 拨钮阀

用于排除冷却槽 B 的冷凝水。

(30) V14 选择阀

用于切换气样袋或背景气袋。

附录 E  
(规范性附录)

型式核准证书

根据.....(本标准名称和编号)的要求,对下列发动机机型或发动机系族给予型式核准。

型式核准号: .....

E.1 概述

E.1.1 厂牌: .....

E.1.2 发动机机型或发动机系族制造企业的名称: .....

E.1.3 制造企业地址: .....

E.1.4 制造企业授权的代理人(如果有)的名称和地址: .....

E.1.5 发动机标志

位置: .....

固定方法: .....

E.1.6 总装厂地址:

E.1.7 发动机驱动的移动机械说明: .....

E.2 使用的限值条件

E.2.1 在非道路移动机械上安装发动机应考虑的特殊条件:

E.2.1.1 最大允许进气阻力: .....kPa

E.2.1.2 最大允许排气背压: .....kPa

E.3 负责进行试验的检验机构: .....

E.4 试验报告日期: .....

E.5 试验报告编号: .....

E.6 地点: .....

E.7 核准日期: .....

E.8 签名: .....

E.9 型式核准申报资料清单:

- 型式核准申报材料,见附录 A
- 试验结果,见附件 EA

附件 EA  
(规范性附录)

测量结果

EA.1 关于实施试验的信息资料<sup>(1)</sup>：

EA.1.1 辛烷值

EA.1.1.1 辛烷值：\_\_\_\_\_

EA.1.1.2 若为二冲程发动机，润滑油与汽油被混合时应说明润滑油在混合物中的百分比：\_\_\_\_\_

EA.1.1.3 四冲程发动机所用汽油密度，二冲程发动机所用汽油/润滑油混合物的密度：\_\_\_\_\_

EA.1.2 润滑油

EA.1.2.1 制造企业：\_\_\_\_\_

EA.1.2.2 型号：\_\_\_\_\_

EA.1.3 发动机驱动的设备（如适用）

EA.1.3.1 列举与识别细节：\_\_\_\_\_

EA.1.3.2 在发动机指示转速下所吸收的功率（按制造企业的规定），见表 EA.1

**表 EA.1 发动机指示转速下所吸收的功率**

设 备	按附件 EB 测定发动机在不同转速 <sup>(*)</sup> 下吸收的功率 $P_{AE}$ (kW)	
	中间转速（如适用）	额定转速
总计		

(\*)试验测定功率过程中应不大于 10%。

EA.1.4 发动机性能

EA.1.4.1 发动机转速：

怠速：\_\_\_\_\_ r/min

中间的转速：\_\_\_\_\_ r/min

额定转速：\_\_\_\_\_ r/min

EA.1.4.2 发动机功率<sup>(2)</sup>，见表 EA.2

**表 EA.2 发动机功率**

工 况	在发动机不同转速下的功率设定 (kW)	
	中间转速（如适用）	额定转速
试验实测的最大功率 $P_M$ (kW) (a)		
按本 EA1.3.2 或 B2.8 测定发动机驱动的附件所吸收的总功率 $P_{AE}$ (kW) (b)		
按标准 3.5 测量方法测定的发动机净功率 (kW) (c)		
$c=a+b$		

注：(1) 若有多个源机应逐个填报

(2) 按标准 3.5 测量方法测定的未经修正的功率

## EA.1.5 排放水平

EA.1.5.1 测功机设定 (kW), 见表 EA.3

表 EA.3 测功机设定

负荷百分数 (%)	在发动机不同转速下测功机的设定值 (kW)	
	中间转速 (如适用)	额定转速
10 (若应用)		
25 (若应用)		
50		
75		
100		

EA.1.5.2 试验循环时的排放结果:

CO: \_\_\_\_\_ g/kWh

HC: \_\_\_\_\_ g/kWh

NO<sub>x</sub>: \_\_\_\_\_ g/kWh

附件 EB  
(规范性附录)

## 测定发动机功率而安装的装置与辅件

序号	装置与辅件	是否安装
1	进气系统 进气支管 曲轴箱排放控制系统 双吸入进气支管系统用控制装置 空气流量计 进气管路系统 空气滤清器 进气消声器 限速装置	是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是 <sup>(1)</sup> 是 <sup>(1)</sup> 是 <sup>(1)</sup> 是 <sup>(1)</sup>
2	进气支管进气加热装置	是, 装标准产品设备。 尽可能调整在最佳状况。
3	排气系统 排气净化器 排气支管 连接管 消声器 尾管 排气制动器 进气增压装置	是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是 <sup>(2)</sup> 是 <sup>(2)</sup> 是 <sup>(2)</sup> 否 <sup>(3)</sup> 是, 装标准产品设备
4	输油泵	是, 装标准产品设备 <sup>(4)</sup>
5	化油装置 化油器 电子控制系统, 空气流量计等 气体发动机用装置 减压器 蒸发器 混合器	是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备
6	燃油喷射装置 (如果使用) 粗滤器 滤清器 喷油泵 高压油管 喷油器 空气进气阀 电子控制系统, 空气流量计等	是, 装标准产品设备或试验台设备 是, 装标准产品设备或试验台设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 是, 装标准产品设备 <sup>(5)</sup> 是, 装标准产品设备

	调速/控制系统	是, 装标准产品设备
	控制齿条虽大气状况全负荷自动限位装置	是, 装标准产品设备
7	液体冷却装置	
	散热器	否
	风扇	否
	风扇罩壳	否
	水泵	是, 装标准产品设备 <sup>(6)</sup>
	节温器	是, 装标准产品设备 <sup>(7)</sup>
8	空气冷却装置	
	导风罩	否 <sup>(8)</sup>
	风扇或鼓风机	否 <sup>(8)</sup>
	温度调节装置	否
9	电气设备	
	发电机	是, 装标准产品设备 <sup>(9)</sup>
	点火分电器系统	是, 装标准产品设备
	点火线圈	是, 装标准产品设备
	配线	是, 装标准产品设备
	火花塞	是, 装标准产品设备
	电子控制系统, 包括爆震传感器/点火延迟装置	是, 装标准产品设备
10	增压装置	
	压气机, 由发动机直接驱动和/或由排气驱动	是, 装标准产品设备
	中冷器	是, 装标准产品设备或试验台设备 <sup>(8)(10)</sup>
	冷却泵或风扇(发动机驱动)	否 <sup>(8)</sup>
	冷却液流量控制装置	是, 装标准产品设备
11	试验台辅助风扇	是, 需要时
12	防污染装置	是, 装标准产品设备 <sup>(11)</sup>
13	起动装置	试验台设备 <sup>(12)</sup>
14	润滑油泵	是, 装标准产品设备

(1) 如属以下使用情况时应装上全部进气系统:

- 可能对发动机功率产生相当大影响;
- 为自然吸气点燃式发动机;
- 当制造企业提出此要求时。

在其它情况下, 可使用一等效进气系统, 但应检查, 确保进气压力与制造企业规定的、装上清洁空气滤清器时的进气压力上限值之差不大于 100 Pa,

(2) 如属以下使用情况时应装上全部排气系统:

- 可能对发动机功率产生相当大影响;
- 为自然吸气点燃式发动机;
- 当制造企业提出此要求时。

在其它情况下, 可安装一等效的排气系统, 但所测压力与制造企业规定的压力上限值之差不大

于 1000 Pa。

- (3) 如发动机上设有排气制动装置，则节流阀应固定在全开位置。
  - (4) 需要时燃料供给压力可以调节，以便能重新达到发动机在某一用途时所需的压力(特别在使用“燃料回流”系统时)。
  - (5) 进气阀是喷油泵气动调速器的控制阀。调速器或喷油装置可以装有其它可能影响喷油量的装置。
  - (6) 只能用发动机水泵来实施冷却液的循环。可用外循环来冷却冷却液，使该循环的压力损失和水泵进口处压力保持与原来发动机冷却系统的大致相同。
  - (7) 节温器可固定在全开位置。
  - (8) 当试验装有冷却风扇或鼓风机时，应将其吸收功率加到试验结果中去。风扇或鼓风机的功率应按试验所用转速、根据标准特性计算或实际试验确定。
  - (9) 发电机最小功率:发电机的电功率应限于使发动机运行所必须的附件在工作时所需的功率。如需接上蓄电池，应使用充满电的、有良好状态的蓄电池。
  - (10) 进气中冷发动机应带中冷器(液冷或空冷)进行试验，但如制造企业要求，也可用台架试验系统来替代中冷器。无论哪种情况，均应按制造企业所规定的发动机空气在经过试验台中冷器时的最大压力降和最小温度降，测量每一转速时的功率。
  - (11) 这些装置包括诸如废气再循环(EGR)系统，催化转换器，热反应器，二次空气供给系统和燃油蒸发防护系统等。
  - (12) 电气或其它起动系统的功率应由试验台提供。
-

附录 F  
(规范性附录)  
生产一致性保证要求

**F.1 总则**

为确保批量生产的发动机的排放特性与型式核准的一致性,型式核准机关对制造企业提出了生产一致性保证的要求。

**F.2 生产一致性保证计划**

**F.2.1** 型式核准机关在批准型式核准时,必须核实制造企业是否已具备了为相应型式核准内容所作的生产一致性保证计划。

**F.2.2** 制造企业必须按照生产一致性保证计划进行生产,使其按照本标准型式核准的每一机型(或系族)与已型式核准机型(或系族)一致。生产一致性保证应至少包括:

**F.2.2.1** 具有并执行能有效地控制产品(系统、零部件或总成)与已型式核准机型(或系族)一致的规程;

**F.2.2.2** 为检查已型式核准机型(或系族)的一致性,需使用必要的试验设备或其它相应设备;

**F.2.2.3** 记录试验或检查的结果并形成文件,该文件要在型式核准机关规定的期限内一直保留,并可获取;

**F.2.2.4** 分析试验或检查结果,以便验证和确保产品排放特性的稳定性,以及制订生产过程控制允差;

**F.2.2.5** 如任一组样品或试件在要求的试验或检查中被确认一致性不符合,需进行再次取样并试验或检查。并采取必要纠正措施,恢复其一致性;

**F.3 监督检查**

**F.3.1** 型式核准机关可随时和(或)定期监督检查制造企业生产一致性保证计划的持续有效性。

**F.3.1.1** 由型式核准机关和(或)其委托的单位进行监督检查。

**F.3.1.2** 由型式核准机关确定监督检查的周期,确保制造企业的生产一致性保证计划的持续有效性得到监督检查。

**F.3.2** 若监督检查发现不满意的结果,则制造企业必须采取一切必要措施尽快恢复生产一致性。