



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 8190.3—2003/ISO 8178-3:1994

---

## 往复式内燃机 排放测量 第3部分： 稳态工况排气烟度的定义和测量方法

Reciprocating internal combustion engines—Exhaust emission  
measurement—Part 3: Definitions and methods of measurement  
of exhaust gas smoke under steady-state conditions

(ISO 8178-3:1994, IDT)

2003-04-15 发布

2003-09-01 实施

---

中华人民共和国  
国家质量监督检验检疫总局 发布

## 前 言

GB/T 8190 的本部分等同采用 ISO 8178-3:1994《往复式内燃机 排放测量 第3部分:稳态工况排气烟度的定义和测量方法》。编写格式基本与 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写规则》保持一致。

GB/T 8190 在《往复式内燃机 排放测量》的总标题下,由下列各部分组成:

- 第1部分:气体和颗粒排放物的试验台测量;
- 第2部分:气体和颗粒排放物的现场测量;
- 第3部分:稳态工况排气烟度的定义和测量方法;
- 第4部分:不同用途发动机的试验循环;
- 第5部分:试验燃料;
- 第6部分:试验报告;
- 第7部分:发动机系族的确定;
- 第8部分:发动机系组的确定;
- 第9部分:非道路移动机械用发动机排气烟度的试验台测量。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国内燃机标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:上海内燃机研究所、上海柴油机股份有限公司、山西车用发动机研究所、金马柴油机总厂、江苏江动集团有限公司。

本部分主要起草人:潘用利、瞿俊鸣、蒋丽庆、禄君玉、段慧平、孙文兰。

## 引 言

ISO/TC 22 和 ISO/TC 70 协同制定了下列往复式内燃机(RIC)排气烟度测量的国际标准。

ISO 8178-3 往复式内燃机 排放测量 第 3 部分:稳态工况排气烟度的定义和测量方法

ISO 10054 压燃式内燃机 发动机稳态工况排气烟度测量仪 滤纸式烟度计

ISO 11614 往复式内燃机 排气消光度测量仪和光吸收系数测定仪

ISO 10054 和 ISO 11614 规定了不同烟度测量法所使用的测量设备,而 ISO 8178 本部分则规定了该设备以这些国际标准为基础,在往复式内燃机上的应用。

烟度测量法系用于测量可见排放物。按照 ISO 8178 本部分评定的烟度测量结果与用 ISO 8178-1 和 ISO 8178-2 或其他标准和法规所述颗粒测量法测得的结果不同。

而且 ISO 8178 本部分所述的两种烟度测量法亦不相同,彼此间能够比对的范围有限。

# 往复式内燃机 排放测量 第3部分： 稳态工况排气烟度的定义和测量方法

## 1 范围

GB/T 8190 的本部分规定了往复式内燃机(RIC)稳态工况下两种排烟特性的测量方法。一种方法是用测量光束的明暗度来评定排烟的消光度,另一种方法是用测量滤纸的黑度来评定碳烟含量。如有必要,对于特定用途的发动机还可规定单独的要求。

GB/T 8190 的本部分不涉及瞬态工况的测量。在瞬态工况下使用烟度计,由于仪器类型不同,所得结果均不能比较,除非取样条件相同,仪器特性相似。

GB/T 8190 的本部分适用于陆用、铁路牵引和船用往复式内燃机,其中包括用于驱动农用拖拉机和道路车辆的发动机。

本部分也适用于驱动筑路和土方机械、工业卡车以及其他尚无合适国家标准用以测量排气烟度的发动机。

注:如将水喷入排气系统,则只能在喷水处上游进行测量或取样。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 8190 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

ISO 2710-1 往复式内燃机 词汇 第1部分:发动机设计和运行术语

ISO 10054 压燃式内燃机 发动机稳态工况排气烟度测量仪 滤纸式烟度计

ISO 11614 往复压燃式内燃机 排气消光度测量仪和光吸收系数测定仪

## 3 术语和定义

本标准采用下列定义(参见 ISO 2710-1)。

### 3.1

**排烟 exhaust gas smoke**

系由燃烧或热解而成的、悬浮在排气中的可见固体和/或液体颗粒(根据 ISO/IEC 导则 52)。

注:黑烟(碳烟)主要由碳粒组成。蓝烟通常由燃料或润滑油不完全燃烧产生的微滴形成。白烟通常则由凝结水和/或液体燃油产生。

### 3.2

**透光度  $\tau$  transmittance  $\tau$**

表示由光源射出、经烟气遮挡的通道到达观察者或仪器受光器的那部分光线,以百分比表示。

### 3.3

**消光度  $N$  opacity  $N$**

表示由光源射出、经烟气遮挡的通道未能到达观察者或仪器受光器的那部分光线。

$$N = 100 - \tau$$

以百分比表示。

3.4

**光通道有效长度  $L_A$  effective optical path length  $L_A$**

表示发光器和受光器之间被排气流贯穿的那部分光束,经对密度梯度和边缘效应引起的不均匀性进行修正后的长度,以 m 表示。

3.5

**光吸收系数  $k$  light absorption coefficient  $k$**

由比尔-朗伯特(Beer-Lambert)定律规定的系数,用公式表示:

$$k = \frac{-1}{L_A} \ln\left(\frac{\tau}{100}\right)$$

或

$$k = \frac{-1}{L_A} \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

注1:为正确比较,应标明测量时的环境温度和大气压力,因为它们会影响光吸收系数  $k$ 。为比较起见,还建议记录排气温度或修正至 373 K(参见 4.4.1)。

注2:本标准中应用的“光吸收系数”为通用术语,但是,更确切的术语应是“消光系数”。使用时,两种术语的意义完全相同。

3.6

**碳烟 soot**

所有包含在排气中使滤纸变黑的组分。

3.7

**滤纸烟度值 FSN filter smoke number(FSN)**

用以度量排气烟度的特性,系用某一规定排气烟柱在通过滤纸时,其所含碳烟使清洁滤纸染黑的程度来表示。

3.8

**过滤烟柱有效长度  $L_F$  effective filtered column length  $L_F$**

考虑到取样系统的无用容积和泄漏,实际通过滤纸的排气烟柱长度,用 mm 表示。

3.9

**消光烟度计 opacimeter**

利用透光度法测量烟度特性的仪器(见 ISO 11614)。

3.9.1

**部分流式消光烟度计 partial-flow opacimeter**

仅有部分排气流通过测量室的仪器。

3.9.2

**全流式消光烟度计 full-flow opacimeter**

所有排气流都通过测量室的仪器。

3.10

**滤纸式烟度计 filter-type smokemeter**

使某一规定量的排气通过一定面积的清洁滤纸,用滤纸的染黑程度确定滤纸烟度值的仪器(见 ISO 10054)。

**4 方法 1:用消光烟度计测量烟度**

**4.1 用途**

本方法可测量 3.1 中所述的全部三种烟度,但最适于测量黑烟和蓝烟。

注:所测值将受光通道有效长度(3.4)和气流温度的影响。

## 4.2 原理

使光束通过仪器测量室中的排气,测量其光强,并与原光强进行比较。

注:消光烟度计可制成采用全排气流或部分排气流的结构(参见 3.9.1 和 3.9.2)。

## 4.3 规程

### 4.3.1 部分流式消光烟度计

使排气气样经取样探头和取样管流过测量室,以进行连续测量。测量接收光的光强。

### 4.3.2 全流式消光烟度计

将测量室安装在发动机排气系统中或在距排气管末端下游某一规定距离处,测量接收光的光强。

## 4.4 一般要求

测量仪器应符合 ISO 11614 的规定。其相关零件应能承受使用温度的要求。

### 4.4.1 部分流式消光烟度计

#### 4.4.1.1 取样探头

取样探头应放置在排气流中以抽取有代表性的排气气样。气样在抽入和通过测量室时应仍具有代表性。

整体安装时应使从测量探头到消光烟度计取样管的管段尽可能短并向上倾斜。管路不得漏气,并无急弯或缩颈,以免对气流造成不必要的局部阻力。

为使测量室进口处达到所需的温度条件,可在取样管内安装热交换器,但不得因此而改变排气特性。

#### 4.4.1.2 测量室

由于测量室内的反射或散射作用,应使照射在受光器上的杂散光减至最少(例如:可在内表面涂以无光炭黑和采用合适的总体布置)。

#### 4.4.1.3 排气流速

在消光烟度计制造厂规定的限值范围内,光在通过排气时的透射性应与排气流速无关。

#### 4.4.1.4 排气温度

当平均运行温度  $T$  不是 373 K 时,消光烟度计读数  $k_{\text{obs}}$ ,应按下列公式修正至 373 K:

$$k_{\text{corr}} = k_{\text{obs}} \times \frac{T}{373}$$

注:对某一给定温度,例如 500 K 时的  $k$  值,可写为  $k_{500}$ 。

应用上列公式时,测量室内所有点的排气温度应不低于 343 K 和不高于 553 K。如果温度超出该范围,则不再修正,应记下读数,并注明温度。该温度范围是认为室内所有水分均以蒸汽形式存在,而所有其他不凝结的非固体颗粒(如不凝结的未燃燃油或润滑油量)在正常全负荷排烟中的数量微不足道。在这种情况下考虑温度影响的修正公式方才有效。

如果排气中含有超过正常比例的非固体组分,则该修正公式无效。例如,该公式不适用于高硫分重油发动机的排气,因为在 373 K 时排气中可能含有凝结的酸性硫化物微滴。在此情况下,为了比较,必须在 373 K 左右的严格温度范围内进行测量。或者,如要避免测量这种微滴,则应将该发动机的排气温度保持在 413 K 以上,并且,如有需要,可修正到 373 K,求出名义参考值,以供比较。

### 4.4.2 全流式消光烟度计

注:当用全流式消光烟度计测定光吸收系数时,4.4.1.4 中有关排气温度的说明同样适用。

#### 4.4.2.1 测量设备的布置

测量设备应按下列两种方法之一布置。

- a) 内置法:测量室安放在发动机排气装置中。
- b) 尾置法(尾气取样):用仪器测量距排气管末端下游规定距离处大气中的烟度。

## 4.5 对光学系统的要求

光学系统应由两部分组成:光源和受光器。也可应用带反射元件的装置。

#### 4.5.1 光源

光源应是白炽灯,其比色温度范围为 2 800 K~3 250 K(见 ISO/IEC 10526)或是绿色发光二极管(LED),光谱峰值为 550 nm~570 nm。

#### 4.5.2 受光器

受光器应由一光电管组成,其光谱响应曲线应和人眼的适光曲线相似(在波长为 550 nm~570 nm 范围内为最大响应,在低于 430 nm 和高于 680 nm 时小于 4%的最大响应),当用绿色发光二极管时,则由一光电二极管组成。

#### 4.5.3 反射和防护元件

如果应用反射和防护元件,则光源/受光器系统不得取用 4.5.2 规定的所需频率限值范围外的响应,并在测量期间不应使测量值产生显著偏差。

#### 4.5.4 光通道有效长度

光通道有效长度(3.4)的值系用于计算光吸收系数  $k$ 。当用洁净空气保护光敏元件免受积碳时,应考虑对光通道有效长度的影响。光通道有效长度  $L_A$  通常由仪器制造厂规定。

注:不是所有测量消光度的仪器都适于测量光吸收系数。因为光通道有效长度并不总是很容易就可确定,而且当用尾置式(尾气取样型)仪器时,被测排气不是在无反射罩壳内。

#### 4.6 标定

须采用已知透光度的中密度滤光片来标定测量仪器。

#### 4.7 测量参数

应用仪器测量透光度  $\tau$ ,藉以计算消光度  $N$  和光吸收系数  $k$ 。也可用仪器直接显示光吸收系数  $k$ 。

### 5 方法 2:用滤纸式烟度计测量烟度

#### 5.1 用途

该方法适用于评定排气中的碳烟含量。而不适用于测量蓝烟或白烟(见 3.1 注)。

注:测量低碳烟含量时,可以不必更换滤纸,只要多次操作仪器即可达到所要求的长气柱长度。

#### 5.2 原理

用取样管从排气管抽出排气气样,使其通过一已知面积的滤纸,该滤纸被有效长度为  $L_F$  的气柱所含碳烟染黑,其黑度即可用以度量排气中的碳烟含量。滤纸的黑度可根据染黑滤纸相对于清洁滤纸对光的反射率用计算来评定。

#### 5.3 规程

将排气气样吸入取样探头和取样管,并以每单位面积的均匀气流(例如使用活塞泵)使其通过滤纸。根据有效吸气容积与滤纸染黑面积之比计算有效气柱长度。该长度由仪器制造厂标出。

#### 5.4 一般要求

测量仪器应符合 ISO 10054 的规定。

#### 5.5 排气温度和压力

所测排气的基准状况为 298 K 和 100 kPa。当所测排气密度与基准状况下之值的差大于 5%时,应给出将测量值修正至标准基准状况下的方法。

### 6 试验报告

如果需要,试验报告至少应包括以下部分:

- a) 发动机说明:
  - 制造厂;
  - 型式和名称;

——标定功率；

——标定转速。

b) 烟度计或消光烟度计说明：

——制造厂；

——使用仪器的型式和型号。

c) 发动机和烟度计或消光烟度计所处环境状况：

——温度；

——压力；

——湿度。

d) 试验时的发动机工况：

——功率；

——转速；

——探头进口处的排气温度(如适用)；

——探头进口处的排气压力(如适用)。

e) 试验结果。

消光烟度计至少应显示消光度  $N$ ，而滤纸式烟度计应给出滤纸烟度值  $FSN$ 。如有可能，应计算出光吸收系数  $k$ 。

应记录消光烟度计中的烟气温度，或将消光度  $N$  修正到 373 K。

参 考 文 献

- [1] ISO 1585:1992 道路车辆 发动机试验规范 净功率。
  - [2] ISO 3046-3:1989 往复式内燃机 性能 第3部分:试验测量。
  - [3] ISO/CIE 10526:1991 国际照明委员会(CIE)标准比色光源。
  - [4] ISO/IEC 导则 52:1990 发光体术语和定义汇编。
  - [5] CIE 38:1977 材料的辐射和光电特性及其测量<sup>1)</sup>。
- 

---

1) 可向国际照明委员会中央局索取,地址:Kegelgasse 27, A-1030 Vienna, Austria