

中华人民共和国行业标准

柴油车滤纸式烟度计技术条件

HJ/T 4—93

Specification of filter type smokemeter
for vehicle with diesel engine

主题内容与适用范围

本标准规定了柴油车和柴油发动机排烟烟度监测用仪器的技术要求、试验方法和检验规则。
本标准适用于滤纸式烟度计（以下简称烟度计）。

引用标准

GB 5181 汽车排放物术语和定义
GB/T 3846 柴油车自由加速烟度的测量 滤纸法
GB 3847 汽车柴油机全负荷烟度测量方法
GB 11606 分析仪器环境试验方法
GB 9804 烟度卡

术语、符号

1 碳烟

排气中由燃烧产生、能使滤纸染黑的所有固体微粒通称碳烟。

2 反射因数 (R)

在入射辐射的光谱组成、偏振状态和几何分布给定条件下，得到反射体在给定的圆锥限定的方向反
射的辐通量（或光通量） Φ_R 与相同照射（或照明）条件下理想漫反射体的反射通量 Φ_{RA} 之比。

$$R = \Phi_R / \Phi_{RA} \quad (1)$$

3 滤纸烟度 (S_F)

从柴油发动机排气管抽取规定长度的排气柱所含的碳烟，使规定面积的清洁滤纸染黑的程度，称为
滤纸烟度，以符号 S_F 表示，其单位的符号为 FSN。

$$S_F = (1 - R_b / R_c) \cdot 10 \quad (2)$$

式中： R_c ——清洁滤纸的反射因数；

R_b ——被染黑后滤纸的反射因数。

3.4 名义抽气容积 (V_N)

按设计的几何尺寸计算得出的抽气容积。

3.5 实际抽气容积 (V_A)

滤纸式烟度计中滤纸插入部装上滤纸后抽气泵一次抽入的气体的容积。

3.6 抽气时间 (t)

抽气泵活塞完成整个行程所需的时间。

3.7 死区容积 (V_D)

滤纸式烟度计中取样探头进口至滤纸表面（除扫气管路外）的所有容积。

3.8 泄漏容积 (V_L)

由活塞和被夹紧滤纸边缘泄漏气体的容积。

3.9 有效抽气容积 (V_E)

有效抽气容积即以符号 V_E 表示,

$$V_E = V_N - V_D - V_L \quad (3)$$

3.10 滤纸有效面积 (A_F)

滤纸被排气中碳烟染黑的面积。

3.11 排气柱有效长度 (L_F)

排气柱穿过滤纸的长度, 以符号 L_F 表示,

$$L_F = V_E / A_F \quad (4)$$

3.12 抽气泵平均气流速度 (V_{mean})

采样系统中滤纸前一点的平均气流速度, 以符号 V_{mean} 表示,

$$V_{\text{mean}} = V_N / A_s \cdot t \quad (5)$$

式中: A_s ——为抽气装置中滤纸前一点的截面积。

4 基本要求

该烟度计一般由采样系统和测量系统组成。

4.1 采样系统

采样系统是由采样探头, 抽气装置, 清洗装置和采样用连接管组成。

4.1.1 采样探头

采样探头应易于安装在排气管上, 能抽吸排放的气体, 抽气孔应不直接承受所抽气样的动压。

- a. 采样探头应有易于安装在排气管中心处的固定部件;
 - b. 采样探头有冷却气样的散热装置;
 - c. 排气采样入口处与排放气体相接触的部件应采用耐腐蚀性或经适当表面处理的材料制作。
- 当用于柴油车自由加速烟度测量时, 采样探头应符合 GB/T 3846 第 4.2.1 条的规定。

4.1.2 抽气装置

抽气装置由滤纸插放部件和抽气泵组成。

滤纸插放部件应易于滤纸的安装和取出; 安放滤纸时, 压紧部件的气密性应满足 5.2.5 条的规定; 抽气泵活塞应能平滑运动。

4.1.3 清洗装置

清洗装置应能迅速清除采样系统中残余的污染物。

4.1.4 采样用连接管

采样用连接管应为挠性管, 其两端应分别带有可与采样探头和抽气装置相连接的耐热性接头, 其径与长度应满足 5.2.4 条规定的要求。

4.2 测量系统

测量系统由光电反射头、指示器、试样台组成。

4.2.1 光电反射头

光电反射头的工作原理为: 从光源发出的光照射到被染黑的滤纸上, 光电探测元件将滤纸反射的
通量转换为电信号。其几何条件和光谱条件应分别符合 5.3.4 和 5.3.5 条的规定。

- a. 光电反射头应采用对试样不造成污染的材料制作, 接触试样的表面应该平滑;
- b. 光源的光轴应通过滤纸有效工作面的中心, 并能垂直照射试样表面, 光源投射光束不应直接照
光电反射头的内壁表面;
- c. 光源结构应保证不因光源长期点亮而对光电探测元件带来不良的影响;

源应易于更换；

电探测元件可为环形，其外形尺寸与几何布置应符合 5.3.4 条的规定。

示器

系统的指示器，可以采用指针式或数字式。要求其最小示值为满量程的 1%。

样台

具有 4.3 条 a 中规定的安放衬底材料的结构，台面与光电反射头的测量部件接触应平稳严密；

其尺寸形状应符合 GB 9804 的规定。

纸

测量时滤纸下面应衬垫一定厚度的滤纸或其他等效反射材料作衬底，其反射因数应为 $(92 \pm 3)\%$ ；

滤纸的反射因数由符合 5.3.4 条和 5.3.5 条规定的反射计测定，该反射计的不确定度应不低于

用滤纸的其他技术性能应符合 GB 3846 和 GB 3847 的规定。

标准烟度卡

标定和校准烟度计所用标准烟度卡的烟度量值应溯源至国家工作基准，不确定度为 0.1 FSN；

1. 烟度值为 0.5~9.0 FSN 均匀级差的六级标准烟度卡用于烟度计出厂标定，烟度值为 4.5 FSN 左

标准烟度卡一般用于在用烟度计的校准；

2. 标准烟度卡的技术性能应符合 GB 9804 的有关规定。

术要求

烟度计正常工作条件

温 度 0~40℃；

相对湿度 不大于 90%；

压 力 环境大气压力；

电 源 交流 (AC) 220 ± 22 V； 50 ± 0.5 Hz；

直流 (DC) 12 ± 1.2 V 或 24 ± 2.4 V。

2 采样系统

2.1 排气柱有效长度 (L_F)

按公式 (4) 计算时，排气柱有效长度应为 405 ± 4 mm。

2.2 名义抽气容积 (V_N)

按 6.2.2 条的方法计算时，采样系统的名义抽气容积应满足 5.2.1 条的规定。

2.3 实际抽气容积 (V_A)

按 6.2.3 条的方法试验时，取样系统的实际抽气容积应满足 5.2.1 条的规定。

2.4 死区容积 (V_D)

按 6.2.4 条的方法计算时，应小于名义抽气容积的 15%，若厂家能提供修正值以满足 5.2.1 条规定，则死区容积可超过 15%，但不得大于 40%。

2.5 泄漏容积 (V_L)

按 6.2.5 条的方法试验时，应小于名义抽气容积的 10%。

5.2.6 滤纸有效面积 (A_F)

按 6.2.6 条的方法试验时，滤纸有效工作面直径应为 26~32 mm。

5.2.7 抽气时间 (t)

按 6.2.7 条方法试验时抽气时间应为 1.4 ± 0.2 s。

5.2.8 平均气流速度 (V_{mean})

抽气动作时间应保证滤纸前后截面处流速不低于 0.1 m/s，以防止碳烟沉积。

5.2.9 抽气泵活塞的运动

按 6.2.9 条的方法试验时, 应没有急剧的速度变化, 在全行程内平滑运动。

5.3 测量系统

5.3.1 稳定性

按 6.3.1 条的方法试验时, 烟度计连续工作 3 h, 漂移量应不超过满量程的 $\pm 3\%$ 。

5.3.2 重复性

按 6.3.2 条的方法试验时, 示值的平均值与各次示值的最大偏差应不大于满量程的 2% 。

5.3.3 示值误差

按 6.3.3 条的试验方法试验时, 其示值的平均值与标准值的偏差不大于满量程的 $\pm 3\%$ 。

5.3.4 测量的几何条件

光电反射头应是 0/45 环或 45 环/0 模式。

5.3.5 测量的光谱条件

光电反射头中探测元件的相对光谱响应度应与国际照明委员会 (CIE) 的标准光度观测者光谱光视效率 $V(\lambda)$ 相似; 其峰值波长在 550~570 nm 光谱范围内, 在低于 430 nm 和高于 680 nm 的响应度应小于峰值波长响应度的 4% 。

5.3.6 电源电压波动的影响

按 6.3.6 条的试验方法试验时, 其示值的变化量应不大于满量程的 $\pm 1\%$ 。

5.4 安全性要求

5.4.1 绝缘电阻

按 6.4.1 条试验方法试验时, 绝缘电阻应不小于 $2\text{ M}\Omega$ 。

5.4.2 绝缘强度

按 6.4.2 条试验方法试验时, 不应有击穿和飞弧现象出现。

5.4.3 泄漏电流

按 6.4.3 条试验方法试验时, 泄漏电流应不大于 5 mA (AC 峰值)。

5.5 运输和运输贮存

运输和运输贮存的要求, 应符合 GB 11606 的规定。

6 试验方法

6.1 试验条件

同 5.1 条。

6.2 采样系统

6.2.1 排气柱有效长度 (L_F)

将 6.2.2、6.2.4、6.2.5 和 6.2.6 条的试验结果代入公式 (4) 进行计算, 计算结果应符合 5.2.1 条的规定。

6.2.2 名义抽气容积 (V_N)

按设计的几何尺寸计算得出。若不能根据设计的几何尺寸计算确定时, 应由 6.2.3 条中试验装置进行测量, 同时采用中间开孔的密封环取代烟度计中装入的滤纸。

6.2.3 实际抽气容积 (V_A)

在烟度计中装入滤纸后用聚乙烯软管或橡胶软管与取样探头的入口端连接起来, 软管的另一端与图 1 所示抽气试验装置容器 (以下简称容器) 上部的通管相连接, 操作阀门 A 使容器内的压力与外界压力平衡后将其关闭, 启动抽气泵抽气完成后, 经 5 s 待液面处于静止状态后, 测定浸入容器内的水容量。

6.2.4 死区容积 (V_D)

采样系统的死区容积可根据采样探头进口至滤纸插入部的管路、分支管路、阀以及滤纸插入部扩展

几何尺寸计算或者直接计量填充空间所需液体

泄漏容积 (V_L)

漏容积按以下公式计算得出:

$$V_L = V_N - V_A \quad (6)$$

滤纸有效面积 (A_F)

度计装入滤纸后使抽气泵活塞运动, 滤纸被排或酒精灯等所产生的烟尘染黑后, 用最小分度为 0.02 mm 的游标卡尺测量被染黑滤纸的直径, 同方向测量三次, 取平均值计算出有效滤纸面积。

抽气时间 (t)

用不低于 0.05 秒级的计时器, 测定抽气泵活塞完个行程所需时间, 测量三次, 以其平均值表示试验

果。

2.8 平均气流速度 (V_{mean})

按 6.2.7 条规定的方法测出抽气时间 t , 并量得采集系统滤纸前最大截面积 A_s , 与按 6.2.2 条规定方法到的名义抽气容积 V_N , 代入公式 (5) 计算得出平均流速度。

2.9 抽气泵活塞的运动

按 6.2.3 条规定的方法试验的过程中, 目测检查塞的运动情况。

3 测量系统

3.1 稳定性

烟度计预热 5 min, 连续工作 3 h, 用烟度值为 4.5 FSN 的标准烟度卡进行初始值校准后, 每隔 30 min 读数一次, 计算各次指示值相对于初始值的偏差。

6.3.2 重复性

烟度计经烟度值为 4.5 FSN 左右的标准烟度卡校准后, 对该烟度卡连续测量五次, 计算五次示值的平均值与各次示值的最大偏差。

6.3.3 示值误差

采用 4.4 条 b 中规定的 6 级标准烟度卡, 首先用烟度值为 4.5 FSN 左右的烟度卡对烟度计进行校准, 然后对其他 5 级进行测量, 重复测量三次, 分别求出各级测量值的平均值与标准烟度卡标准值之差。

6.3.4 测量的几何条件

光电反射头测量的几何条件应按设计的几何尺寸进行计算, 必要时可通过实测来确定。

6.3.5 测量的光谱条件

光电反射头在设计时, 其探测元件的相对光谱响应度应经国家认可的计量部门检测。

6.3.6 电源电压波动的影响

首先用烟度值为 4.5 FSN 左右的标准烟度卡对烟度计进行校准, 然后将电源电压在额定电压范围内变化 $\pm 10\%$, 观测示值的变化。

6.4 安全性试验

6.4.1 绝缘电阻

在电源插头的相、中连线与机壳间 (电源开关置于接通位置, 但电源插头不插入电网) 施加 500 V 直流电压, 持续 5 s 后, 用 500 V (DC) 兆欧表测量绝缘电阻值。

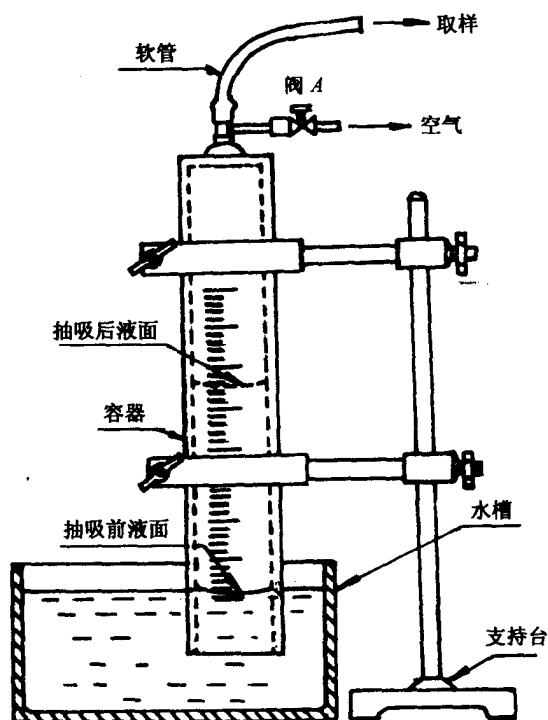


图 1 抽气量试验装置

6.4.2 绝缘强度

用介质击穿试验装置在烟度计的电源插头的相、中联线与机壳之间施加 1 500 V (有效值), 50 Hz 正弦波电压 (电源开关置于接通位置)。试验电压逐渐上升到 1 500 V, 保持 1 min 后, 再平稳地降到零, 不应出现击穿和飞弧现象。

6.4.3 泄漏电流

在常温常态条件下, 用电压为额定电压的 1.1 倍电源使烟度计处于通电工作状态 15 min 后, 依次测量电源的每个极和机壳之间的漏电流。

6.5 运输和运输贮存

按照 GB 11606 规定的方法进行试验。

7 检验规则

7.1 出厂检验

按本标准的 5.2.1、5.2.5、5.2.7、5.2.9 条和 5.3.1、5.3.2、5.3.3、5.3.6、5.4.1、5.4.3 条进行检验, 检验比例为 100%。

7.2 型式检验

型式检验除检验 7.1 条全部项目外, 还应对 5.3.4、5.3.5、5.5 条进行检验, 检验比例为 2%, 但每次型式检验台数不得少于 3 台。

7.3 判定规则

a. 本标准的 5.2.1、5.2.4、5.2.5、5.2.6、5.2.7、5.2.8、5.3.1、5.3.2、5.3.3、5.3.6、5.4 条不合格称为 B 类不合格; 其余各条不合格称为 C 类不合格。

b. 烟度计经检验后, 出现一个 B 类不合格, 则判定为不合格, 如果 C 类不合格总数等于或多于 3 个, 或者有两个相同的 C 类不合格, 则判定为不合格; 三台仪器中有一台不合格, 则型式检验判定为不合格。

附加说明:

本标准由国家环境保护局科技标准司提出。

本标准由中国计量科学研究院负责起草。

本标准主要起草人蒋昌桂、李在清、王煜。

本标准由国家环境保护局负责解释。