



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32085.2—2015/ISO 11155-2:2009

---

## 汽车 空调滤清器 第2部分：气体过滤测试

Automobiles—Cabin air filter—  
Part 2: Test for gas filtration

(ISO 11155-2:2009, Road vehicles—Air filters for passenger compartments—Part 2: Test for gaseous filtration, IDT)

2015-10-09 发布

2016-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

|  |    |
|--|----|
| 前言 .....   | Ⅲ  |
| 1 范围 .....                                       | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                                  | 1  |
| 3 术语和定义 .....                                    | 1  |
| 4 测试精度 .....                                     | 3  |
| 5 一般条件 .....                                     | 4  |
| 6 测试用污染物 .....                                   | 4  |
| 7 测试设备 .....                                     | 5  |
| 8 $t_0$ 的确定和 $t_{lag}$ 的应用 .....                 | 6  |
| 9 试验用滤清器或过滤的准备 .....                             | 7  |
| 10 测试方法 .....                                    | 7  |
| 11 系统状态的确认 .....                                 | 8  |
| 12 报告 .....                                      | 9  |
| 附录 A (资料性附录) 单位换算和试验气体及其浓度 .....                 | 10 |
| 附录 B (资料性附录) 吸附效率的计算 .....                       | 11 |
| 附录 C (规范性附录) 关于 $t_0$ 和 $t_{lag}$ 的具体定义和计算 ..... | 12 |
| 附录 D (规范性附录) 测试台构造 .....                         | 14 |
| 附录 E (规范性附录) 容污量的确定 .....                        | 15 |
| 参考文献 .....                                       | 16 |

## 前 言

GB/T 32085《汽车 空调滤清器》包含了以下两个部分：

—— 第1部分：粉尘过滤测试

—— 第2部分：气体过滤测试

本部分为 GB/T 32085 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用国际标准 ISO 11155-2:2009《道路车辆 乘驾室用空气滤清器 第2部分：气体过滤测试》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 32085.1—2015《汽车 空调滤清器 第1部分：粉尘过滤测试》(ISO/TS 11155-1:2001, MOD)

本部分做了下列编辑性修改：

——为适应我国的习惯用语，将标准名称改为《汽车 空调滤清器 第2部分：气体过滤测试》。

本部分由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本部分起草单位：长春科德宝·宝翎滤清器有限公司、科德宝·宝翎(苏州)无纺布有限公司、东莞市海莎过滤器有限公司、沈阳新科精密仪器设备有限公司。

本部分主要起草人：华立、王柏孚、薄源、丁明明、韦毅、陈仪娜、高阳、李赫峰、耿进辉。

## 汽车 空调滤清器

### 第2部分:气体过滤测试

#### 1 范围

GB/T 32085 的本部分规定了测试汽车空调滤清器对有害气体动态吸附性能的若干试验方法。  
本部分适用于测试能减少来自外部环境或内循环中的有害气体和异味浓度的汽车空调滤清器。

#### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO/TS 11155-1 道路车辆 乘驾室用空气滤清器 第1部分:粉尘过滤测试(Road vehicles — Air filters for passenger compartments — Part 1: Test for particulate filtration)

ISO 11841-1 道路车辆和内燃机 滤清器术语 第1部分:滤清器和滤清器组件的定义(Road vehicles and internal combustion engines—Filter vocabulary—Part 1: Definitions of filters and filter components)

ISO 11841-2 道路车辆和内燃机 滤清器术语 第2部分:滤清器及其组件特性的定义(Road vehicles and internal combustion engines—Filter vocabulary—Part 2: Definitions of characteristics of filters and their components)

#### 3 术语和定义

ISO 11841-1 和 ISO 11841-2 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1

**试验空气流量** test airflow rate

$V$

单位时间内通过测试通道的气体体积。单位为立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

##### 3.2

**压力降** pressure loss

$\Delta P_d$

滤清器上游和下游两侧的静压差。单位为帕(Pa)。

##### 3.3

**污染物** contamination

散布于试验气体中的有害成分。

##### 3.4

**浓度** concentration

一种成分散布于另一种成分中的质量(或体积)。

注:通常表示为某成分的质量除以气体的体积,如毫克每立方米( $\text{mg}/\text{m}^3$ );或该成分的体积除以气体的体积,表示为 $10^{-6}$ ,参见附录A。



3.5

**引入气流** **influent air**

用于稀释污染物以产生试验气体的洁净空气流。

3.6

**试验气体** **challenge gas**

引入气流和测试用污染物均匀混合后用于测试滤清器性能的气体。

3.7

**试验气体浓度** **challenge gas concentration**

在规定条件下,单位体积试验气体中测试污染物质量(或体积)。

注:表示为毫克每立方米( $\text{mg}/\text{m}^3$ )或  $10^{-6}$ 。参见附录 A。

3.8

**试验气体污染物质量** **test contaminant mass**

作用于滤清器的测试用污染物的总质量。

注:表示为毫克( $\text{mg}$ )。

3.9

**流入气体浓度** **influent concentration**

$C_1$

滤清器上游试验气体中污染物的浓度。

注:表示为毫克每立方米( $\text{mg}/\text{m}^3$ )或  $10^{-6}$ 。参见附录 A。

3.10

**流出气体浓度** **effluent concentration**

$C_2$

滤清器下游试验气体中污染物的浓度。

注:表示为毫克每立方米( $\text{mg}/\text{m}^3$ )或  $10^{-6}$ 。参见附录 A。

3.11

**吸附效率** **efficiency**

滤清器去除或减少的污染物的量除以直接作用于滤清器上的污染物总量即为该滤清器的吸附效率。

3.11.1

**1 分钟效率** **1 min efficiency**

从零时( $t_0$ )起 1 min 测得的吸附效率。

3.11.2

**2 分钟效率** **2 min efficiency**

从零时( $t_0$ )起 2 min 测得的吸附效率。

3.11.3

**5 分钟效率** **5 min efficiency**

从零时( $t_0$ )起 5 min 测得的吸附效率。

3.12

**穿透率** **penetration**

穿过滤清器的污染物量占作用于滤清器上污染物总量的比例。

3.13

**零时** **time zero**

$t_0$

根据气体穿透和时间之间关系的上扬曲线计算出来的零时。

参见第7章和附录C。

注：一旦曲线确定，通过计算可得到零时( $t_0$ )。所有的吸附效率和穿透率数据可以通过确定的 $t_0$ 计算得到。

### 3.14

**起始时间 start of test time**

$t_{\text{start}}$

试验气体被导入测试系统的时间。

### 3.15

**滞后时间 lag time**

$t_{\text{lag}}$

$t_{\text{start}}$  和  $t_0$  的差。

注：参见附录C。

### 3.16

**终止时间 end of test time**

$t_f$

达到用户指定的吸附效率(通常为5%)的时间或规定的时间。

### 3.17

**测试总用时 total test time**

从 $t_0$ 开始，试验气体作用于滤清器的全部时间。

### 3.18

**容污量 capacity**

$m_c$

在整个测试时间内，滤清器从测试气流中吸附的污染物的质量。

注：通常表示为毫克(mg)。

### 3.19

**脱附 desorption**

从测试滤清器中释放先前捕获的污染物。

## 4 测试精度

### 4.1 流量监测仪

测量仪器应对试验气体或污染气体进行校验。要求精度达到测试值的±3%。

### 4.2 压力监控器

压差要求精确到测试值的±2%。

### 4.3 温度

温度要求精确到±0.5℃。

### 4.4 相对湿度

相对湿度要求精确到±2%。

### 4.5 试验气体监测精度

试验气体(诸如正丁烷、甲苯或二氧化硫)浓度的监测精确要求精确到±3%。

5 一般条件

5.1 气体状况

试验气体混合后的温度应为(23±3)℃,相对湿度应为(50±2)%。

5.2 引入空气的洁净度

引入空气中的有机污染成分碳氢化合物的体积不得超过总量的  $2 \times 10^{-6}$  (以体积计百万分之一,即  $10^{-6}$ )。建议使用高效过滤器(HEPA)(参见 EN 779)除去引入空气中的悬浮颗粒。

5.3 试验气体浓度的稳定性

试验气体浓度的偏差在整个实验过程中要求不超过设定值的±3%。

6 测试用污染物

6.1 强制使用的污染物

之所以选择这些强制用的试验污染物,是因为它们在空气中浓度较高时会恶化空气的质量,或者是因为它们对某种特定的净化系统提供了有用的标志。试验污染物的纯度和浓度如表 1 所示。

表 1 测试用污染物

| 测试用污染物  | 最低纯度/% | 浓度                          |                   |
|---|--------|-----------------------------|-------------------|
|   |        | 设定值/ $10^{-6}$ <sup>b</sup> | 转换系数 <sup>c</sup> |
| 正丁烷 <sup>a</sup>  | 99.5   | 80±8                        | 2.39              |
| 甲苯  | 99.5   | 80±8                        | 3.79              |
| <sup>a</sup> 选用的理由是正丁烷提供了对活性炭吸附系统有效的且容易实现的试验方法。正丁烷对于测试非活性炭吸附系统价值有限,因此应当使用其他替代性污染物。<br><sup>b</sup> 与国际标准单位的转换,参见附录 A。<br><sup>c</sup> 允许转换为 23 ℃和 101 kPa 大气压下的 mg/m <sup>3</sup> 。 |        |                             |                   |

6.2 可选择使用的污染物

基于用户和制造厂家之间的协议,也可选择使用其他污染物。建议选用的污染物及其纯度和浓度如表 2 所示。

表 2 选用的测试污染物

| 测试污染物  | 最小纯度/% | 浓度                          |                   |
|--|--------|-----------------------------|-------------------|
|  |        | 设定值/ $10^{-6}$ <sup>b</sup> | 转换系数 <sup>c</sup> |
| SO <sub>2</sub> <sup>a</sup>   | 99.5   | 30±3                        | 2.64              |
| <sup>a</sup> 选用的理由是它代表了酸性气体可用于测炭基吸附系统的性能。<br><sup>b</sup> 与国际标准单位的转换,参见附录 A。<br><sup>c</sup> 允许转换为 23 ℃和 101 kPa 大气压下的 mg/m <sup>3</sup> 。 |        |                             |                   |



### 6.3 其他污染物

其他污染物参见附录 A。选择其他污染物通常是出于特定的应用目的,具体的选择由滤清器用户和制造厂商定。

## 7 测试设备

### 7.1 总体布置

测试台应符合 7.2~7.7 列出的要求。图 D.1 显示了一个试验台的布置示例。系统中的各个与试验气体接触的所有部件应选用抗腐蚀材料,使部件表面吸附效应所导致的误差降到最低。测试台应包括镇定气流供给、流量检测、压差检测、污染物注入、采样以及样品分析等设备和仪器。

测试台最好在负压模式下工作,即风扇或风机安装在测试样件的下游。这样的构造即使测试通道存在泄漏也可避免测试气体进入周边环境。此外,由于测试气体与风机接触出现系统误差的可能性也可被排除。基于上述理由,选择负压模式是最适合的,然而,根据正压模式设计的系统如果能够满足 7.2~7.7 的要求,同样可以接受。

### 7.2 测试台性能

测试台的性能应按第 11 章要求,作为整个测试系统(包括实验台和相关设备)的一部分加以验证。这样的验证在测试状态(如流量)或测试台的构造(如气体混合装置或工装夹具)出现大的变动时应重新进行。测试仪器应按生产厂推荐的方法和校验周期进行校验。

### 7.3 气流供给

引入气流要求按 5.1 和 5.2 规定(控制温度、湿度并净化)。系统应具备在整个测试过程中持续保持该状态的能力,并能够提供和保持用户要求的气流量。

### 7.4 测试通道

一般而言,测试通道的设计,应使其表面对测试污染物的吸附量最小,并使气流能均匀地到达测试样件的表面。为实现该目的,可使用穿孔的薄片、混合器或变流器等。注入的测试污染物和通道中气流的混合情况,应严格的关注和确认。

总体上讲,类似于 ISO/TS 11155-1 中描述的测试通道可以满足上述要求。然而,ISO/TS 11155-1 中对微粒的处理和检测的一些设计细节,有些虽不会影响对气体的处理和检测,但在本测试中并非必须。

### 7.5 污染物的发生和供给

在测试条件下已处于气体状态的测试污染物,可直接供给测试通道。

在测试条件下处于液体状态的测试污染物(如甲苯)在注入通道之前,应预先挥发。这可以用加热或超声波及其他方法来实现。应符合 5.1 的温度要求。此外,应采用适当的手段(如加热、管形设计等)避免测试污染物的冷凝,尤其在污染物注入段附近。

通过化学反应产生的测试污染物,如  $\text{NO}_2$ ,应在一个单独的小室中产生,然后再注入测试通道,以保证污染物的化学纯度。

### 7.6 采样和试验气体的分析

在被试滤清器的上下游处采集试验气体样本。取样点位置应保证能采集到有代表性的样本。这应



根据第 11 章进行确认。从测试通道中引出定量(最好是独立控制)的气流,通往气体分析仪。

采样的频度应能够满足可以绘出一条有意义的吸附效率曲线。建议每隔 10 s 采样一次,或使用气体分析仪所能允许的最快频率。对于测试时间较长的,如果绘出的吸附效率曲线足够好,可选择低一些的采样频率。

## 7.7 测试设备组成

### 7.7.1 流量监测仪

测试仪器应针对试验气体进行校验并达到 4.1 规定的精度。

### 7.7.2 压力监测仪

压力差应使用高精度的压力传感器或电子压力传感器进行监测,精度应达到 4.2 中的规定。

### 7.7.3 温度

温度应被监测并满足 4.3 规定的精度。

### 7.7.4 相对湿度

相对湿度应被监测并满足 4.4 规定的精度。

### 7.7.5 数据记录

温度、大气压、压差和相对湿度等数据应做定时记录。

### 7.7.6 气体分析仪

气体分析仪的量程应覆盖各种特定试验气体的浓度范围。应保证对样件上游浓度 5% 以内的试验气体的监测精度。校验功能应通过每一种测试气体的全程浓度来确定。

浓度的测试精度应满足 4.5 的规定。分析仪的信噪比( $S/N$ )要求大于 3。

推荐气体分析仪的采样频率为 10 s 一次,或足以绘出一条有意义的吸附效率曲线的其他频度。滤清器下游的试验气体的浓度  $C_2$  就是按照这个频率进行采样。对于某些下游浓度变化小的试验台情况,只要下游浓度变化值在相应的时间内能符合所需的精度,则可以将采样的频率降低到 1 min。这尤其适用于当下游浓度的变化已经低于分析仪的监测下限的情况。采样频率应尽量早地增加到 10 s 或更高,以便完全记录下游浓度在这段时间内的增长。而减少采样频度的试验阶段应在另一个事先单独试验中确定。

## 8 $t_0$ 的确定和 $t_{lag}$ 的应用

按下述程序进行:

- 稳定试验气体流入的浓度和流量;
- 将气体直接通往排气装置;
- 将空的样件固定器安装在测试通道;
- 将仪器回复到零浓度读数;
- 输送气体进入测试台( $t_{start}$ );
- 以仪器允许的最高采样频率记录气体浓度;在气体浓度从零到最大值之间,至少采样 3~5 次;
- 使气体的浓度升高到试验气体最大浓度;

- h) 将气体送回排气装置,这就完成了一次检测;
- i) 计算气体曲线上穿透率为 50% 处的斜率(参见附录 C);
- j) 计算  $t_0$  和  $t_{\text{lag}}$ (参见附录 C);
- k) 为提高测试精度,在同等条件下重复几次测试;
- l) 在以后的气体性能测试中,应用  $t_{\text{lag}}$  确定  $t_{\text{start}}$  和  $t_0$  之间的时间间隔;穿透时间的确定应由  $t_0$  开始计时。在  $t_0$  点的试验气体浓度的读数也许并不为零。

## 9 试验用滤清器或过滤的准备

将试验用滤清器干燥至质量稳定在 2% 以内。将新滤清器在 50% 的相对湿度、23 °C 温度的空调箱中至少存放 14 h,然后将滤清器放入测试台,以洁净、稳定的额定流量,通过滤清器至少 15 min。

## 10 测试方法

### 10.1 试验目的

这些试验的目的是使用第 7 章中说明的设备,确定滤清器对有害气体或挥发物的去除效率、容污量、脱附特性(选用)和气流阻力等。测试系统使用这些方法进行检测前,应首先得到确认(见第 11 章)。

### 10.2 气流阻力

该测试用来确定一个干净的滤清器在洁净的空气流中的阻力特性,流量-压力降曲线分别在额定流量的 25%、50%、75% 和 100% 处检测压力降而获得。

压差试验应按 ISO/TS 11155-1 的要求进行。

### 10.3 试验气体的准备

通过将致污气体或蒸气导入洁净空气流并通过监测和控制,确保测试气体的浓度和流量符合试验所需的浓度、纯度和样件的额定流量。

### 10.4 吸附效率/穿透率

#### 10.4.1 概述

测试的目的是确定滤清器对试验气体中污染物的吸附能力。试验按第 5 章和第 6 章的规定,在恒定的流量和污染物的条件下进行。

#### 10.4.2 确定吸附效率

根据第 9 章的要求,试验选用新的、经标定的滤清器进行。用试验浓度的测试污染物在规定流量、温度和湿度条件下去测试样件。测试应进行到样件下游的气体浓度达到上游的气体浓度的 95% 或达到预先规定的时间为止。

#### 10.4.3 吸附效率测试程序

按以下程序进行:

- a) 将预先标定过的滤清器装入测试台,设定测试流量并检测温度和相对湿度;
- b) 连续注入试验气体达到所需浓度,让它流经测试样件以启动试验;记录下试验起始时间;
- c) 检测引入的试验气体的浓度,并不断监测;



- d) 按 7.7.6 说明的时间间隔,检测样件下游气流中的气体浓度;
- e) 持续地检测气体浓度直至样件下游的气体浓度达到上游浓度的特定百分数(一般为 95%)或经过了预先确定的试验时间为止;记录试验终止时间;
- f) 停止注入污染物和气流供给,终止试验;
- g) 从浓度数据中计算吸附效率/穿透率。

## 10.5 确定容污量

滤清器的容污量可通过吸附效率曲线的积分得到(见附录 E)。

## 10.6 数据和分析

以数字形式记录下来的数据要求以图和表的形式表示。要求有原始数据,如果实测条件与标准条件有偏差时,可通过回归方法进行修正。

## 10.7 确定脱附

如 10.4 中所述结束穿透率测试后,停止引入试验气体。确认样件上游的试验气体浓度已低于规定浓度的 5%。

监测样件下游气体浓度与时间的曲线,直至气体浓度降低至规定浓度的 5%时为止。

# 11 系统状态的确认

## 11.1 气流的均匀性

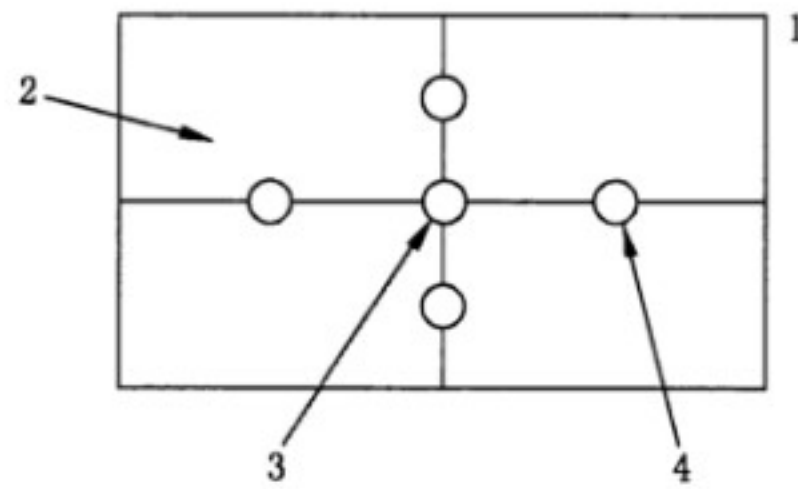
气流的均匀性应按 ISO/TS 11155-1 的要求进行。

## 11.2 验证试验气体的稳定性(不装测试样件)

验证试验的目的是确保通过滤清器的试验气体的浓度维持稳定,而且滤清器支架对气体的吸附量最小。验证试验应在测试台可能采用的最小和最大流量下进行,而且在规定的测试浓度和只有规定浓度 10%的情况下进行:

- a) 不在测试台安装滤清器的情况下,确立测试气流流量、温度和相对湿度。
- b) 开始注入所需浓度的试验气体。
- c) 在滤清器壳体/空间的开口处取五个点进行气体浓度的读数。第一个点位于开口面的中心,其他四个点分别取自位于中心点和开口边缘的中间,分别相隔 90°(见图 1)。所有采样点应位于滤清器的同一平面上。在每个采样点至少采样三次,并取平均值作为该点的读数。
- d) 比较这五个平均浓度(分别在样件上游和下游)。这些平均值之间的差异应不大于 5%。





说明:

- 1——滤清器装配平面开口;
- 2——滤清器装配平面内部区域;
- 3——中心采样位置;
- 4——偏离中心采样位置。

图 1 试验气体浓度的读数位置

## 12 报告

试验报告应至少包含下述信息:

### a) 一般信息:

- 1) 试验日期;
- 2) 实验室和进行操作的技术员姓名;
- 3) 测试方法,如果与标准试验方法有差异,应详细描述;
- 4) 测试样件的明确标志;
- 5) 样件的表面面积( $\text{m}^2$ )和滤材的厚度(mm);
- 6) 试验气体的温度( $^{\circ}\text{C}$ )和相对湿度(%);
- 7) 流量( $\text{m}^3/\text{h}$ );
- 8) 污染物(应使用的、可选用的以及其他特定气体),即气体类型和浓度(以  $\text{mg}/\text{m}^3$  表示);
- 9) 样件的预处理情况;
- 10) 样件上游及流量计处的大气及系统压力。

### b) 试验结果:

- 1) 在试验流量下的压力降(以 Pa 表示);
- 2) 吸附效率-时间分布曲线图;
- 3) 在时间  $t$  后的吸附效率(%),具体的  $t$  可由客户指定;要检测下述时间间隔的效率:
  - 正丁烷:1 min;
  - 甲苯:2 min;
  - 二氧化硫:5 min;
- 4) 容污量(吸附效率和试验时间曲线所包围部分的面积),经换算用毫克(mg)表示;
- 5) 脱附数据。

附录 A  
(资料性附录)  
单位换算和试验气体及其浓度

A.1 单位换算。

式(A.1)用来确定转换系数  $F$ ,  $F$  可以用于把  $10^{-6}$  表示的容积率转换成用  $\text{mg}/\text{m}^3$  表示的质量浓度。

$$F = \frac{M \times p}{R \times T \times 10} \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

- 式中：
- $M$  ——摩尔质量,单位为克每摩尔(g/mol)；
  - $p$  ——以百帕表示的压强,单位为百帕(hPa)；
  - $R$  ——气体摩尔常数 8.314 ,单位为焦每摩尔开尔文[J/(mol·K)]；
  - $T$  ——绝对温度,单位为开尔文(K)。

A.2 试验气体及其浓度见表 A.1。

表 A.1 试验气体及其浓度(温度  $T=23\text{ }^{\circ}\text{C}$  ,压强  $p=101.3\text{ kPa}$ )

| 测试气体  | 分子式                            | 被替代物          | 浓度/ $10^{-6}$ | 摩尔质量/<br>(g/mol) | 转换系数 |
|---|--------------------------------|---------------|---------------|------------------|------|
| 丁烷  | $\text{C}_4\text{H}_{10}$      | 挥发性有机化合物(VOC) | 80            | 58.12            | 2.39 |
| 甲苯  | $\text{C}_7\text{H}_8$         | 挥发性有机化合物(VOC) | 80            | 92.14            | 3.79 |
| 氟(代)苯   | $\text{C}_6\text{H}_5\text{F}$ | 苯             | 80            | 96.10            | 3.95 |
| 乙醛  | $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ | 甲醛            | 30            | 44.50            | 1.81 |
| 硫化氢   | $\text{H}_2\text{S}$           | 腐蚀气味          | 0.4           | 34.08            | 1.40 |
| 氨   | $\text{NH}_3$                  | 腐蚀气味          | 30            | 17.03            | 0.70 |
| 二氧化硫  | $\text{SO}_2$                  |               | 30            | 64.06            | 2.64 |
| 盐酸  | $\text{HCl}$                   |               |               | 36.46            | 1.50 |
| 硝酸  | $\text{HNO}_3$                 |               |               | 63.01            | 2.59 |
| 一氧化氮  | $\text{NO}$                    |               | 30            | 30.10            | 1.23 |
| 二氧化氮  | $\text{NO}_2$                  |               | 30            | 46.01            | 1.89 |
| 臭氧  | $\text{O}_3$                   |               |               | 48.00            | 1.97 |
| 氮气  | $\text{N}_2$                   |               |               | 28.01            | 1.15 |
| 氧气  | $\text{O}_2$                   |               |               | 32.00            | 1.32 |
| 示例：在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $101.3\text{ kPa}$ 时,1个体积浓度( $10^{-6}$ )的丁烷( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ),对应的质量浓度为 $2.39\text{ mg}/\text{m}^3$ 。 |                                |               |               |                  |      |

附 录 B  
(资料性附录)  
吸附效率的计算

滤清器的吸附效率按百分数计算如式(B.1)所示:

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \quad \text{.....( B.1 )}$$

式中:

$E$  ——吸附效率;

$C_1$  ——流入气体污染物浓度;

$C_2$  ——流出气体污染物浓度。

注: 穿透率/渗透率 =  $100\% - E$ 。



## 附录 C

## (规范性附录)

关于  $t_0$  和  $t_{\text{lag}}$  的具体定义和计算

滞后时间  $t_{\text{lag}}$  是指测试系统在没有安装供测试滤清器的情况下,探测到试验气体达到最大气体浓度时所经历的时间。该时间的长短跟实际的测试台结构、气流量、试验气体种类和浓度有关。

由于存在这些差异,测试的起始时间( $t_{\text{start}}$ )不能简单地用作吸附效率和穿透率的计算。应为每一个气体浓度和流量确定零时( $t_0$ ),并用  $t_0$  排除因测试台的结构、气体类型和气体测试条件的差异而引起的影响。 $t_{\text{lag}}$  被用来计算在后续性能测试中的  $t_0$ ,如确定 1 min、2 min 和 5 min 后的效率或穿透率的试验。

应用一个标准化的方法来计算  $t_{\text{lag}}$  和  $t_0$ :找到流出气体浓度为最大值的 50% 处的斜率并延长该点切线至流出气体浓度为最大值处。上述两线的交点对应的时刻定义为  $t_0$ 。 $t_{\text{start}}$  和  $t_0$  计算值之差为  $t_{\text{lag}}$ 。

在没有安装测试样件的情况下,在试验气体的浓度从 0 上升到最大值的过程中,所采用的气体探测方法应能够提供至少 3~5 次被测气体的浓度值( $\times 10^{-6}$ )。

计算  $t_0$  应采用以下步骤:

- 将流出气体浓度的百分数-时间关系图上各点,连成一条连续的曲线。
- 计算流出气体浓度为最大值的 50% 处的曲线的斜率  $m$ ;
- 从 50% 点引一条斜率为  $m$  的切线;
- 该直线与流出气体浓度为最大值的水平线的交点对应的时刻即为  $t_0$ ,计算方法见式(C.1):

$$t_0 = \frac{C_0}{2m} + t_{50\%} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

$C_0$  ——流出气体浓度的最大值;

$m$  ——过 50% $C_0$  点的气体曲线的切线的斜率;

$t_{50\%}$  ——切线达到 50% $C_0$  处对应的时刻。

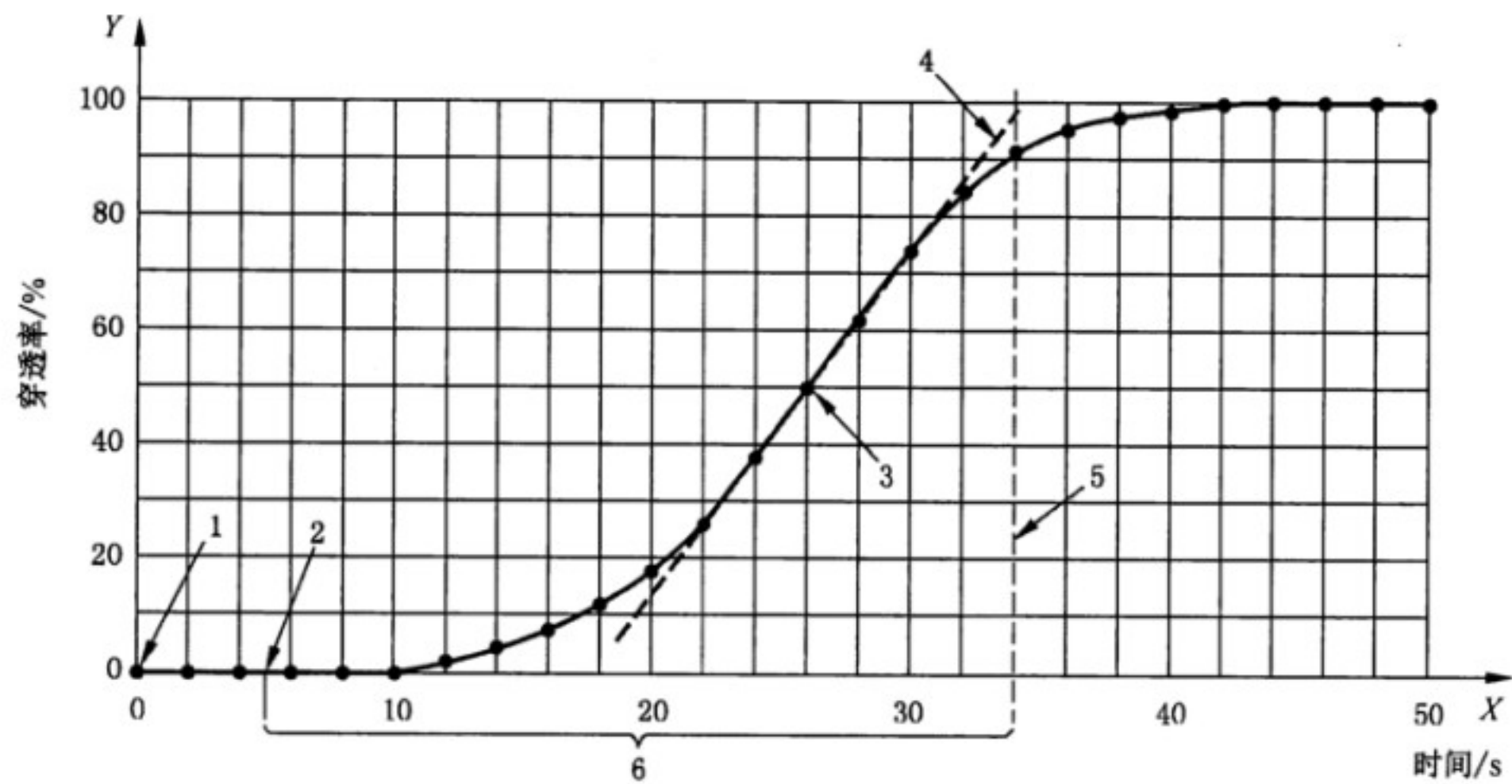
按式(C.2)定义  $t_{\text{lag}}$ :

$$t_{\text{lag}} = t_0 - t_{\text{start}} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

如使用相同的体积-流速方法和取样装置测试其他气体, $t_0$  应当按式(C.3)计算:

$$t_0 = t_{\text{start}} + t_{\text{lag}} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

参见图 C.1。



说明：

1——开始探测气体；

2——测试开始于  $t_{start} = 5.0$  s；

3——在  $t_{50\%}$  处的斜率是  $6.25\%/s$ ,  $t_{50\%} = 26.0$  s；

4——切线和对应于最大浓度的 100% 的交点；

5——计算  $t_0 = 100\% / (2 \times 6.25\%/s) + 26\text{ s} = 34.0\text{ s}$ ；

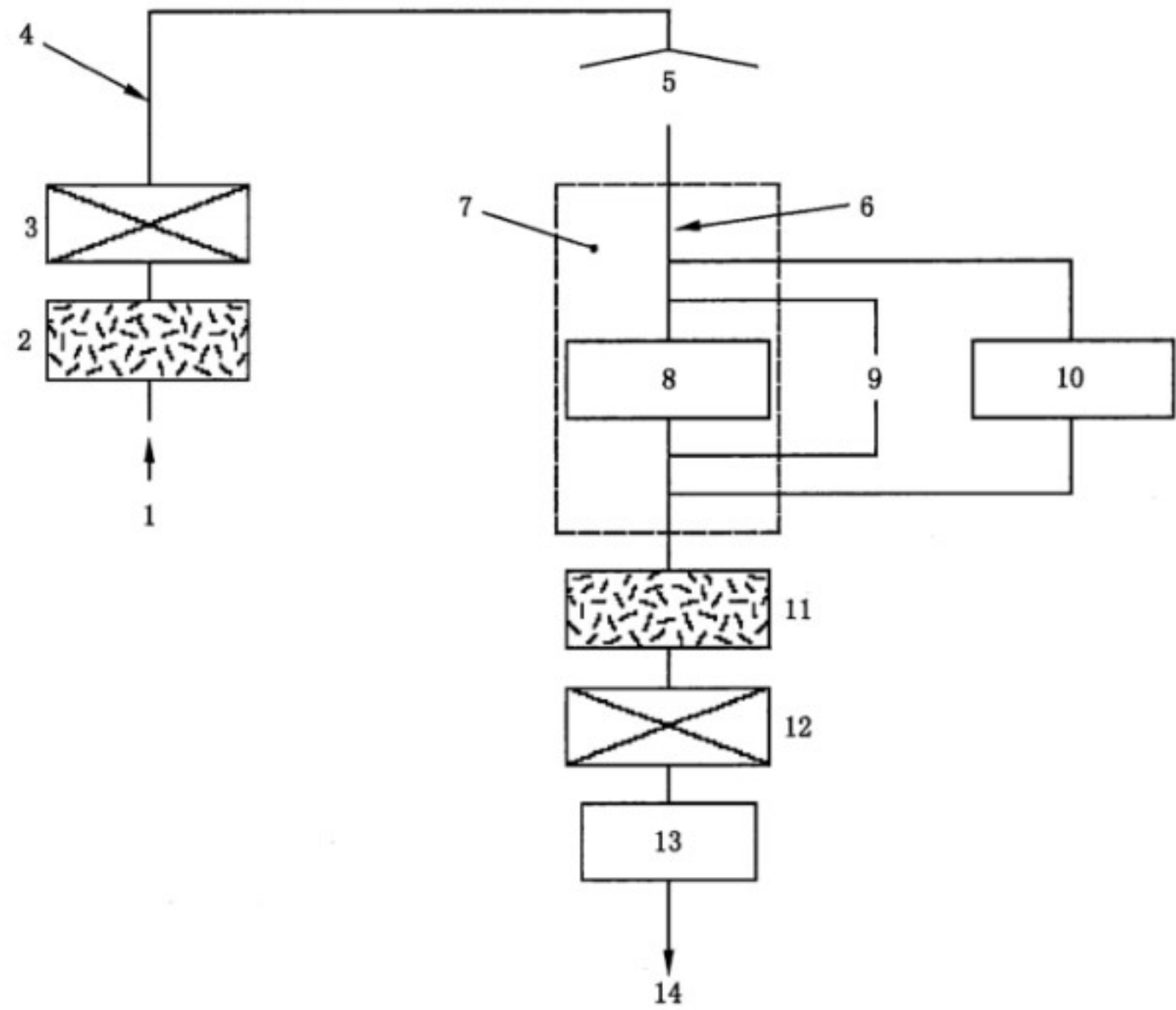
6—— $t_{lag} = t_0 - t_{start} = 34.0\text{ s} - 5.0\text{ s} = 29\text{ s}$ 。

图 C.1 穿透曲线确定的  $t_0$  和  $t_{lag}$  (范例)

对于后续的气体测试,  $t_0$  取引入试验气体后的 34 s。该零点可以用于计算  $t_0$  之后 1 min、2 min、5 min 的穿透率。由于该零点是由计算确定的, 所以试验气体的浓度值在计算出来的  $t_0$  点将不会为零。

附录 D  
(规范性附录)  
测试台构造

图 D.1 为测试台构造示意图。



说明：

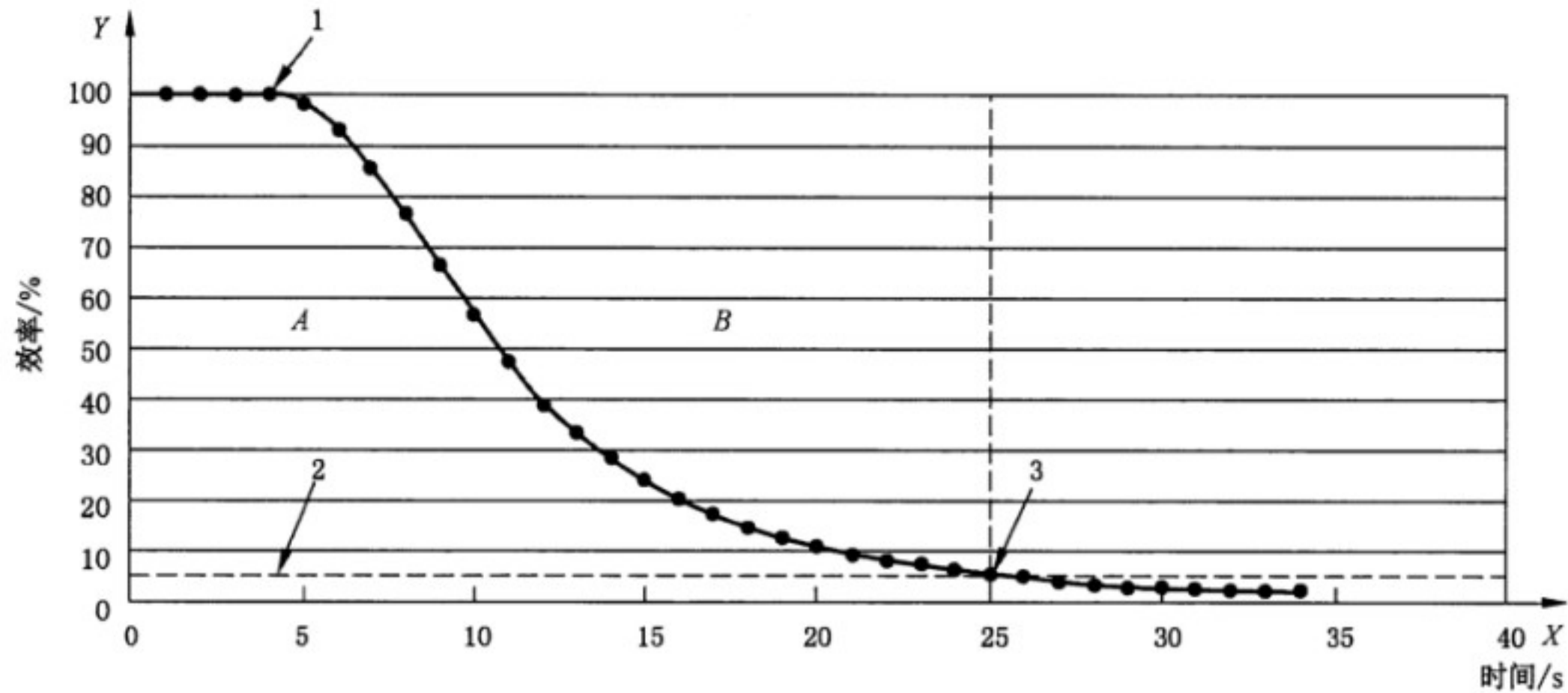
- 1 —— 已经镇定的气流；
- 2 —— 除去气体杂质的过滤器；
- 3 —— 除去固体微粒的过滤器；
- 4 —— 污染物注入；
- 5 —— 混合器或扩散体；
- 6 —— 测试区域；
- 7 —— 温度和湿度检测装置；
- 8 —— 测试样件；
- 9 —— 压差检测；
- 10 —— 气体检测装置；
- 11 —— 除去气体杂质的过滤器；
- 12 —— 除去固体微粒的过滤器；
- 13 —— 流量检测装置；
- 14 —— 排出气体。

图 D.1 测试台构造



附 录 E  
(规范性附录)  
容污量的确定

图 E.1 中是一个汽车空调滤清器测试中的吸附效率随时间变化的例子。其中  $t_0$  和  $t_f$  分别是测试开始和终止的时刻。吸附效率为 5% 处的虚线表示一个预先约定试验终止时污染物过滤效率。 $t_f$  也可以由预先约定的时间界限决定。曲线下方到  $t_f$  左侧的区域 A 代表了测试时间内被滤清器滤除的污染物的总量。曲线上方到  $t_f$  左侧的区域 B 代表了测试时间内穿透滤清器的污染物总量。两个分区域之和  $(A+B)$  代表了测试时间内作用于滤清器上的污染物总量。



说明:

A —— 剩余气体的面积;

B —— 穿透气体的面积;

1 ——  $t_0 = 5 \text{ min}$ ;

2 —— 终止条件(对应于最大浓度的 5% 水平线);

3 ——  $t_f = 25 \text{ min}$ .

图 E.1 容污量确定的示例

在流量恒定的情况下,滤清器的容污量  $m_c$  可以用式(E.1)计算出来,方法是用区域 A 以及区域  $(A+B)$  与作用于滤清器的污染物总质量  $m_T$  联系起来。这里,污染物的总质量为污染物的添加速率乘以测试时间。

$$m_c = \frac{A}{A+B} \times m_T \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

参 考 文 献

- [1] ISO 5011 Inlet air cleaning equipment for internal combustion engines and compressors—Performance testing
  - [2] ISO 5167-1 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full—Part 1: General principles and requirements
  - [3] ISO 12103-1 Road vehicles—Test dust for filter evaluation—Part 1: Arizona test dust
  - [4] EN 779 Particulate air filters for general ventilation—Determination of the filtration performance
-