

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 20285—2006

---

## 材料产烟毒性危险分级

Toxic classification of fire effluents hazard for materials

2006-06-02 发布

2006-11-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中国国家标准化管理委员会

发布

## 前 言

本标准是根据我国在实验室定量制取材料烟气方法学和实验小鼠急性吸入烟气染毒试验方法学研究取得的成果和材料产烟毒性评价的实践经验制定的。本标准中装置的产烟部分参考 DIN 53436 的内容，染毒部分参考 JIS A1321 的内容。

本标准自实施之日起，GA 132-1996《材料产烟毒性分级》废止。

本标准由中华人民共和国公安部提出。

本标准由全国消防标准化技术委员会第七分技术委员会（SAC/TC 113/SC 7）归口。

本标准负责起草单位：公安部四川消防研究所。

本标准参加起草单位：亚罗弗保温材料（上海）有限公司。

本标准主要起草人：张羽、李邦昌、赵成刚、曾绪斌。

本标准为首次制定。

# 材料产烟毒性危险分级

## 1 范围

本标准规定了材料产烟毒性危险评价的等级、试验装置及试验方法。

本标准适用于材料稳定产烟的烟气毒性危险分级,不适用于非稳定产烟的烟气毒性危险分级。

## 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标准,然而,鼓励根据本标准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标准。

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB 14922.1 实验动物 寄生虫学等级与监测

GB 14922.2 实验动物 微生物学等级与监测

GB 14923 实验动物 哺乳类动物的遗传质量控制

GB 14924.3 实验动物 大鼠小鼠配合饲料

GB 14925 实验动物 环境及设施

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

材料稳定产烟 generating stably smoke from a material

每时刻产烟材料的质量数稳定,烟生成物相对比列不变的产烟过程。

### 3.2

材料产烟浓度 concentration of the specimen mass for smoke

一种反映材料的火灾场景烟气与材料质量关系的参数,即单位空间所含产烟材料的质量数,mg/L。

### 3.3

材料产烟率 yield of from material

材料在产烟过程中进入空间的质量相对于材料总质量的百分率。它是一种反映材料热分解或燃烧进行程度的参数。

### 3.4

充分产烟率 sufficient yield of smoke

材料最大或接近最大的产烟率。

### 3.5

烟气流量 flow of fire effluents

一种描述烟气流动性能的参数,即烟气单位时间内流动的体积,L/min。

### 3.6

材料产烟速率 rate of generating smoke from a material

单位时间内进行热分解及燃烧的材料质量数，mg/min。

### 3.7

吸入染毒 inhalation exposure

指人或动物处于污染气氛环境，主要通过呼吸方式，也包括部分感官接触毒物引起的一类伤害过程。

### 3.8

急性吸入染毒 acute inhalation exposure

指染毒时间较短（一般为 30 min 内）的一种吸入染毒。

### 3.9

终点 end point

指实验动物出现丧失逃离能力或死亡等生理反应点。

## 4 方法学原理

本标准采用等速载气流，稳定供热的环形炉对质量均匀的条形试样进行等速移动扫描加热，可以实现材料的稳定热分解和燃烧，获得组成物浓度稳定的烟气流。

同一材料在相同产烟浓度下，以充分产烟和无火焰的情况时为毒性最大。

对于不同材料，以充分产烟和无火焰情况下的烟气进行动物染毒试验，按实验动物达到试验终点所需的产烟浓度作为判定材料产烟毒性危险级别的依据：所需产烟浓度较低的材料产烟毒性危险越高，所需产烟浓度越高的材料产烟毒性危险越低。

按级别规定的材料产烟浓度进行试验，可以判定材料产烟毒性危险所属的级别。

## 5 材料产烟毒性危险级别

### 5.1 级别的划分

5.1.1 材料产烟毒性危险分为 3 级：安全级（AQ 级）、准安全级（ZA 级）和危险级（WX 级）；其中，AQ 级又分为 AQ<sub>1</sub> 级和 AQ<sub>2</sub> 级，ZA 级又分为 ZA<sub>1</sub> 级、ZA<sub>2</sub> 级和 ZA<sub>3</sub> 级。

5.1.2 不同级别材料的产烟浓度指标见表 1。

表 1 材料产烟毒性危险分级

级别	安全级（AQ）		准安全级（ZA）			危险级（WX）
	AQ <sub>1</sub>	AQ <sub>2</sub>	ZA <sub>1</sub>	ZA <sub>2</sub>	ZA <sub>3</sub>	
浓度/(mg/L)	≥100	≥50.0	≥25.0	≥12.4	≥6.15	<6.15
要求	麻醉性	实验小鼠 30 min 染毒期内无死亡（包括染毒后 1 h 内）				
	刺激性	实验小鼠在染毒后 3 天内平均体重恢复				

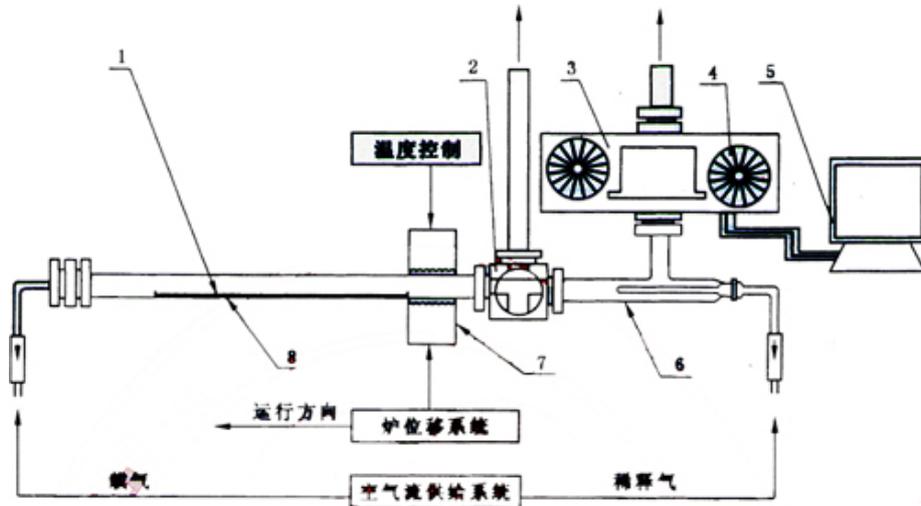
### 5.2 级别判定的试验终点

以材料达到充分产烟率的烟气对一组实验小鼠按表 1 规定级别的浓度进行 30 min 染毒试验，根据试验结果作如下判定：若一组实验小鼠在染毒期内（包括染毒后 1 h 内）无死亡，则判定该材料在此级别下麻醉性合格；若一组实验小鼠在 30 min 染毒后不死亡及体重无下降或体重虽有下降，但 3 天内平均体重恢复或超过试验时的平均体重，则判定该材料在此级别下刺激性合格；以麻醉性和刺激性皆合格的最高浓度级别定为该材料产烟毒性危险级别。

## 6 试验装置

### 6.1 装置的组成

试验装置由环形炉、石英管、石英舟、烟气采集配给组件、小鼠转笼、染毒箱、温度控制系统、炉位移系统、空气流供给系统、小鼠运动记录系统组成，如图 1 所示。



- |           |         |
|-----------|---------|
| 1——试样石英舟； | 5——计算机； |
| 2——三通旋塞；  | 6——配气管； |
| 3——染毒箱；   | 7——环形炉； |
| 4——小鼠转笼；  | 9——石英管。 |

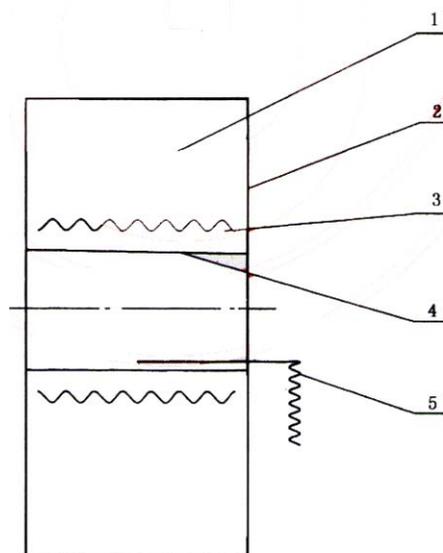
图 1 试验装置示意图

## 6.2 环形炉

环形炉如图 2 所示，由炉壳、炉体、炉管和电加热丝组成，环形炉炉管内壁为供热面。由炉管内径为  $\phi 47_{-1}^{+1}$  mm，长度为  $100_{-5}^{+10}$  mm。电加热丝绕组及功率应满足 7.2 的要求。

## 6.3 石英管及石英舟

石英管及石英舟由石英玻璃制成，石英舟如图 3 所示。石英管公称通径为  $(36 \pm 1)$  mm，管壁厚  $(2 \pm 0.5)$  mm，长度  $1000_{-0}^{+300}$  mm。



- 1——炉体；2——炉壳；3——电热丝；4——炉管；5——控温热电偶。

图 2 环形炉示意图

单位为毫米

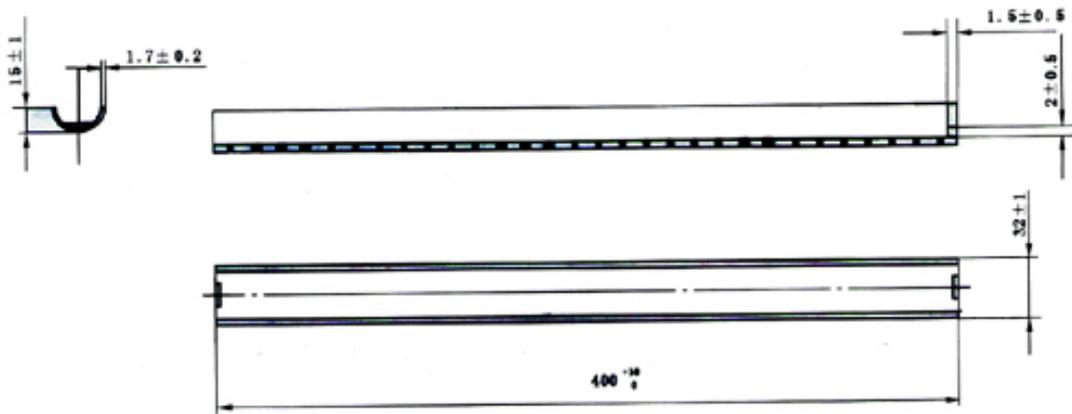


图3 石英舟

#### 6.4 烟气采集配给组件

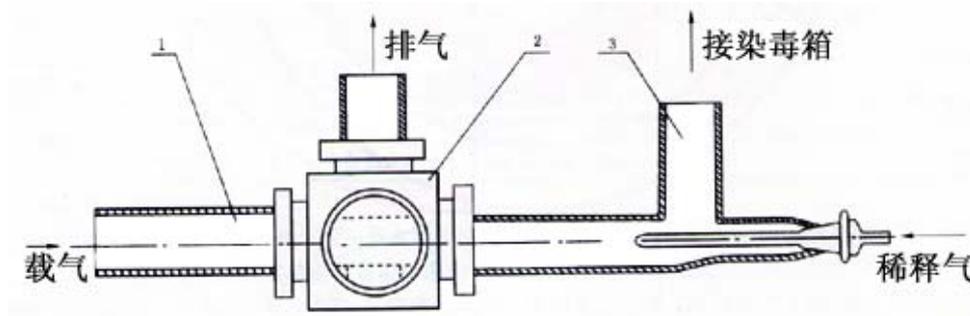
烟气采集配给组件如图4所示，由三通旋塞、稀释气输入管和配气弯管组成，所有烟气流动管公称通径为 $(36 \pm 1)$  mm，管壁厚 $(2 \pm 0.5)$  mm。

#### 6.5 小鼠转笼

小鼠转笼由铝制成，如图5所示，转笼的质量为 $(60 \pm 10)$  g；小鼠转笼在支架上应能灵活转动，无固定静止点。

#### 6.6 染毒箱

染毒箱由无色透明的有机玻璃材料制成，如图6所示。染毒箱有效空间体积约9.2 L，可容纳10只小鼠进行染毒试验。



- 1——石英管；
- 2——三通旋塞；
- 3——配气弯管。

图4 烟气配给组件示意图

单位为毫米

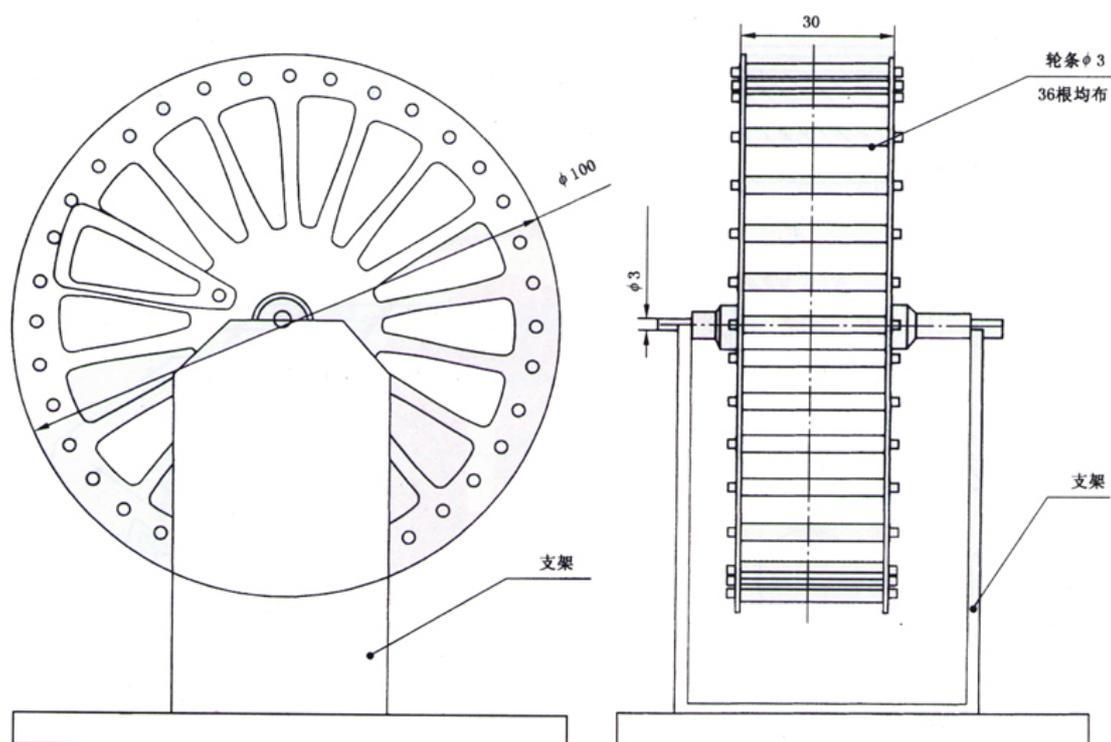


图 5 转笼示意图

## 6.7 温度控制系统

6.7.1 温度控制系统由控温热电偶、冷端温度补偿器和温度控制器组成。

6.7.2 控温热电偶为外径 1 mm 的铠装 K 型热电偶,其测试端应紧贴在环形炉中段内壁表面,冷端应经冷端温度补偿后与温度控制器连接。

6.7.3 温度控制器的控温方式宜采用比例微分积分 (P · I · D) 温度控制方式, 满足对环形炉内壁温度静止时波动在  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 运行时波动在  $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$  的要求。

6.7.4 温度控制系统对环形炉的温度控制应满足第 7 章的要求。

## 6.8 炉位移控制系统

炉位移控制系统就满足使环形炉位移速率在  $(10 \pm 0.1) \text{ mm/min}$ 、可移动距离  $\geq 600 \text{ mm}$  的要求。

## 6.9 载气和稀释气供给系统

载气和稀释气供给系统由空气源 (瓶装压缩空气或空气压缩机抽取洁净的环境空气) 和可调节的 2.5 级气体流量计及输气管线组成。

## 6.10 小鼠运动记录系统

小鼠运动记录采用红外或磁信号监测小鼠转笼转动的情况, 每只小鼠的时间-运动图谱应能定性地反映每时刻转笼的角速度。

单位为毫米

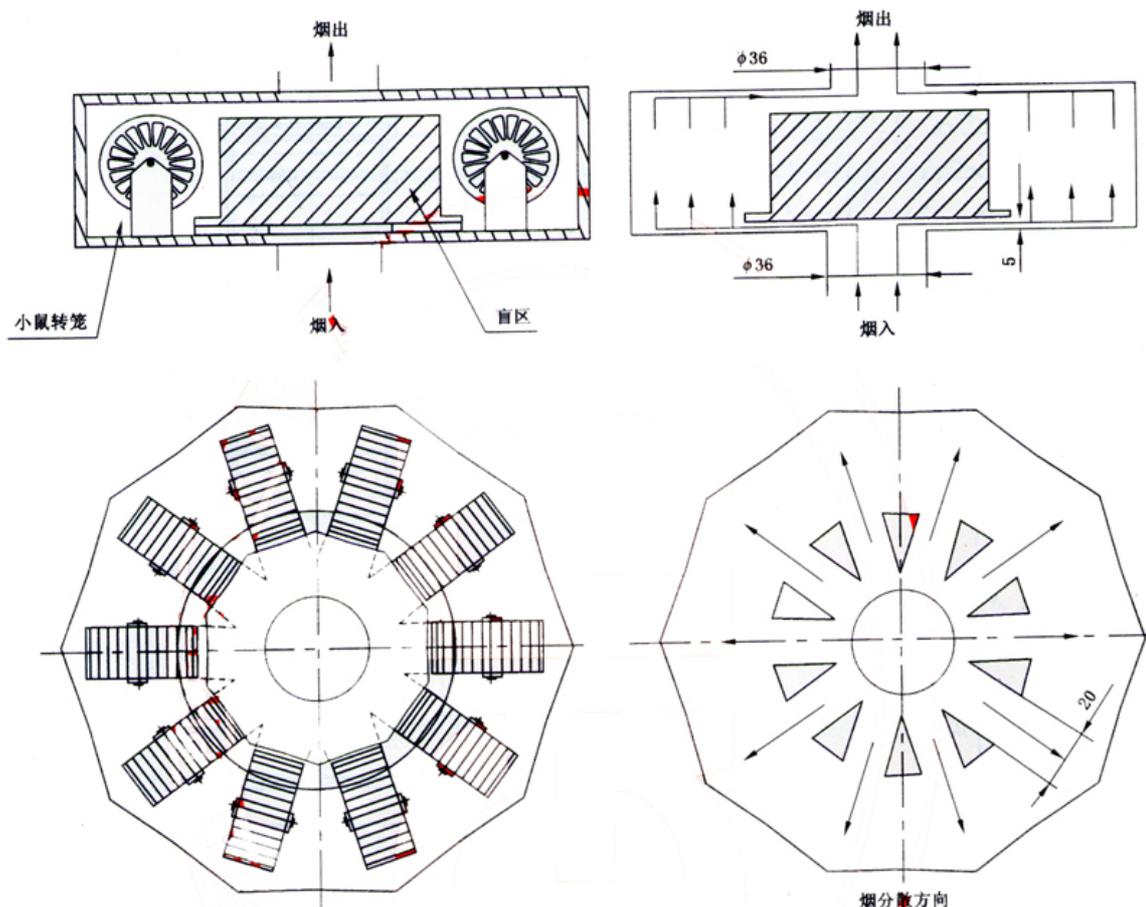


图 6 染毒箱示意图

## 7 试验装置校准

### 7.1 校温参照物

校温参照物如图 7 所示，由外径 1 mm 的 K 型铠装热电偶（2 级）和 1Cr18Ni9Ti 材料感温片经高熔银焊焊接而成。

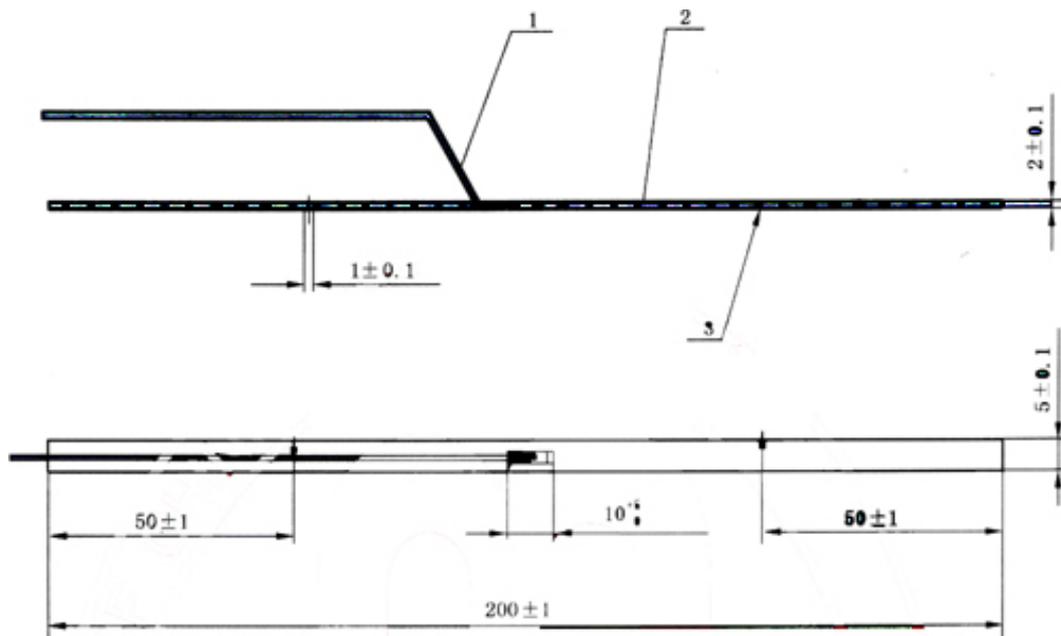
### 7.2 环形炉供热强度校准步骤

如图 8 所示安放校温参照物，连接温度记录仪，选择载气流量为 5 L/min，设定环形炉内壁温度为（300~1 000）℃ 范围中任一值，让环形炉升温，使静态温度控制在  $\pm 1.0^\circ\text{C}$ ，并维持至少 2 min。运行炉子对校温参照物进行扫描加热，记录校温参照物测和的时间-温度曲线，它应满足表 2 要求。

表 2 环形炉供热强度规定

测量时间/min	$t_{\theta_{\max}} - 10$	$t_{\theta_{\max}} - 5$	$t_{\theta_{\max}}$	$t_{\theta_{\max}} + 5$	$t_{\theta_{\max}} + 10$
测量温度占 $\theta_{\max}$ 的百分率%	$15 \pm 10$	$65 \pm 10$	100	$75 \pm 10$	$45 \pm 10$
注 1: $\theta_{\max}$ 为峰值温度。					
注 2: $t_{\theta_{\max}}$ 为峰值温度 $\theta_{\max}$ 出现的时刻。					

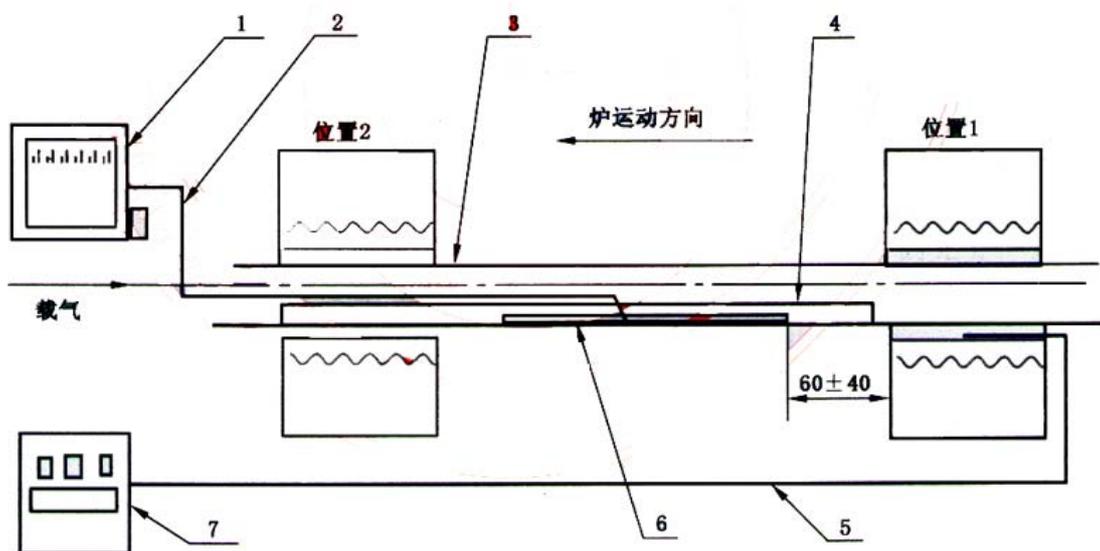
单位为毫米



- 1—热电偶；
- 2—参照物；
- 3—支撑足。

图7 校温参照物

单位为毫米



- 1—温度记录仪；
- 2—校温热电偶；
- 3—石英管；
- 4—石英舟；
- 5—控温热电偶；
- 6—校温参照物；
- 7—温度控制系统。

图8 安装校温参照物示意图

### 7.3 试验加热条件的确定与表征

7.3.1 试验加热条件随载气流量和环形炉内壁控温热电偶设定温度（或控温设定毫伏值）选定而确定。

7.3.2 试验加热条件按 7.2 的要求以两次重复校准试验的时间-温度曲线的峰值温度（ $\theta_{\max}$ ）

平均值  $T$  表征。两次  $\theta_{\max}$  测试值之差应  $\leq \pm 0.75\%T$ 。

7.3.3 若改变载气流量或环形炉壁炉内壁控温热电偶设定，或两者同时改变，测得的  $T$  变化在  $T$  范围内，可视为加热条件相同。

7.3.4 对试验加热条件  $T$  应进行定期校准，当更换炉丝或变动控温热电偶位置后，应重新按 7.2 进行校准。

## 8 计算

### 8.1 材料产烟浓度的计算

$$C=VM/FL \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$C$ ——材料产烟浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$V$ ——环形炉移动速率，10 mm/min；

$M$ ——试件质量，单位为毫克（mg）；

$F$ ——烟气流量，单位为升每分（L/min）；

$L$ ——试件长度，单位为毫米（mm）。

试验进行 30 min，试件长度  $L$  取作 400 mm。

烟气流量由载气流量和稀释气流量组成。其关系式如下：

$$F=F_1+F_2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$F$ ——烟气流量，单位为升每分（L/min）；

$F_1$ ——载气流量，单位为升每分（L/min）；

$F_2$ ——稀释气流量，单位为升每分（L/min）；

一般情况下，载气流量  $F_1$  优先取作 5 L/min，当烟气流量  $F \leq 5$  L/min 时，取  $F = F_1$ ， $F_2 = 0$ 。

### 8.2 产烟率的计算

#### 8.2.1 产烟率计算公式：

$$Y = \frac{M - M_0}{M} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$Y$ ——材料产烟率，%；

$M$ ——试件质量，单位为毫克（mg）；

$M_0$ ——试件经环形炉一次扫描加热后残余物质量，单位为毫克（mg）。

#### 8.2.2 充分产烟率的确定：

当按（3）式获得产烟率后，有下述情况之一的产烟率可视为充分产烟率：

- a) 产烟过程中只出现阴燃而无火焰，残余物为灰烬；
- b) 产烟率  $> 95\%$ ；
- c) 随加热温度再增加 100℃，产烟率的增加  $\leq 2\%$ 。

## 9 试件制作及处理

### 9.1 试件制作

9.1.1 对于能成型的试样，试件应制成均匀长条形。不能制成整体条状的试样，应将试样加工拼接成均匀长条形。

9.1.2 对于受热易弯曲或收缩的材料，试件制作可采用缠绕法或捆扎法（用 $\phi 0.5$  mm 铬丝）

将试件固定在平直的 $\phi 2$  mm 铬丝上。

9.1.3 对于颗粒状材料，应将颗粒试样均匀铺在石英试样舟内。

9.1.4 对于有流动性的液体材料，制作试件应采用浸渍法或涂覆法将试样和惰性载体制成均匀不流动试件，放在石英试样舟内。浸渍用惰性载体宜在干燥的矿棉、硅酸铝棉、石英砂或玻璃纤维布中选择，涂覆用惰性载体宜选择玻璃纤维布。进行产烟浓度计算和确定产烟率时，应扣除惰性载体质量。

### 9.2 试件处理

试件应在环境温度( $23 \pm 2$ ) $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度( $50 \pm 5$ ) $^{\circ}\text{C}\%$ 的条件下进行状态调节至少 24 h 以达到质量恒定。

## 10 实验动物要求

10.1 实验动物必须是符合 GB 14922.1 和 GB 14922.2 要求的清洁级实验小鼠。

10.2 实验小鼠必须从取得实验动物生产许可证的单位获得，其遗传分类应符合 GB 14923 的近交系或封闭群要求。

10.3 从生产单位获得的实验小鼠应作环境适应性喂养，在试验前 2 天，实验小鼠体重应有增加，试验时周龄应为（5~8）周，质量应为（ $21 \pm 3$ ）g。

10.4 每个试验组实验小鼠为 8 只或 10 只，雄雌各半，随机编组。

10.5 实验小鼠引用水符合 GB 5749 要求；饲料符合 GB 14924.3 的要求；环境和设施符合 GB 14925 的要求。

## 11 试验程序

### 11.1 加热温度 T 的选定

11.1.1 在正式试验前，应根据不同的材料来进行加热温度 T 的确定，使该材料在此温度下能够充分产烟而无火焰燃烧。

11.1.2 按第 9 章的要求制作的试件放入石英试样舟内，选取一加热温度 T 进行不放实验小鼠的预试验。

11.1.3 按 11.2.1、11.2.3、11.2.4、11.2.7 的步骤进行 30 min 的预试验，按 8.2.2 的要求确定产烟率是否为充分产烟率，如果不是，可调整加热温度再进行预试验，以达到 8.2.2 的充分产烟率条件为止。

### 11.2 试验操作

11.2.1 调节环形炉到合适位置（如图 8 所示），按所选加热温度 T 设定环形炉内壁温度，开启载气至设计流量，参照校温操作程序使环形炉升温并达到静态控制稳定。

11.2.2 在试验前 5 min，应将实验小鼠按编号称量、装笼、安放到染毒箱的支架上，盖合染毒箱盖，开启稀释气至设计流量。

11.2.3 当静态温度控制在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 并稳定 2 min 后,放入装有试件的石英舟,使试件前端距环形炉 20 mm;启动炉运行,对试件进行扫描加热。

11.2.4 当环形炉行进到试件前端时开始计时,通过三通旋塞将初始 10 min 产生的烟气直接排放掉。然后旋转三通旋塞,让烟气和稀释气混合后进入染毒箱,试验开始。

11.2.5 试验进行 30 min,在此过程中,观察和记录实验小鼠的行为变化。

11.2.6 30 min 试验结束时,旋转三通旋塞让剩余烟气直接排放掉。此刻应迅速打开染毒箱盖,取出实验小鼠。

11.2.7 继续运行环形炉越过试样,停止加热,取出试样残余物,冷却、称量,计算材料产烟率。

11.2.8 为准备下一次试验,环形炉应回复原位。若有必要,可进行环形炉加热反运行,以对石英管或石英舟上的烟垢进行清洁。

### 11.3 试验现象观察

11.3.1 30 min 染毒期内观察小鼠运动情况:呼吸变化、昏迷、痉挛、惊跳、挣扎、不能翻身、欲跑不能等症状;小鼠眼区变化情况:闭目、流泪、肿胀、视力丧失等。记录出现上述现象的时间和死亡时间。

11.3.2 染毒刚结束及染毒后 1 h 内应观察小鼠行动的变化情况并记录。

11.3.3 染毒后的 3 天内,应观察小鼠各种症状的变化情况,每天称重及记录各种现象及死亡等情况。

### 11.4 烟气毒性伤害性质的确定

11.4.1 实验小鼠出现下列症状和特征时的烟气毒性判定为“麻醉”:

- 在染毒期中,小鼠有昏迷、惊跳、痉挛、失去平衡、仰卧、欲跑不能等症状出现;这些症状出现的时间与试验烟气浓度有关,浓度越高,出现时间越早。
- 小鼠运动图谱显示:在染毒期中小鼠有较长时间停止运动或在某一时刻后不再运动的丧失逃离能力的特征图谱;试验烟气浓度越高,出现丧失逃逸能力时间越早。
- 在足够高的烟气浓度试验中,小鼠将会在 30 min 染毒期或其后 1 h 内死亡;试验烟气浓度越高,出现死亡时间越早。
- 染毒未死亡小鼠能在半天内恢复行动和进食,体重无明显下降,1 至 3 天内可见体重增加。

11.4.2 实验小鼠出现下列症状和特征时的烟气毒性判定为“刺激”:

- 染毒期中小鼠感烟跑动,寻求躲避,有明显的眼部和呼吸行为异常,口鼻黏液膜增多。轻度刺激表现为闭目、流泪、呼吸加快;中度和重度刺激表现为眼角膜变白、肿胀,甚至视力丧失,气急促和咳嗽。
- 小鼠运动图谱显示小鼠几乎一直跑动。
- 小鼠染毒后行动迟缓,虚弱厌食,视刺激伤害的程度,小鼠平均体重在 3 天内可能恢复,可能下降或出现死亡现象。

## 12 试验报告

进行材料产烟毒性危险评价的试验报告应包括如下内容:

- 实验小鼠资料(品种、品系、来源、等级、性别、周龄、质量);
- 试验材料的相关资料(来源、形状、生产日期及处理);
- 材料产烟浓度;
- 材料产烟率;
- 受试小鼠体重变化;

- 试验现象观察记录；
  - 烟气毒性伤害性质判定；
  - 根据试验所作的危险级别判定结论。
-