



中华人民共和国国家标准

GB/T 5169.28—2008/IEC/TS 60695-6-31:1999

电工电子产品着火危险试验 第 28 部分：烟模糊 小规模静态试验方法 材料

Fire hazard testing for electric and electronic products—
Part 28:Smoke obscuration—Small-scale static test—Materials

(IEC/TS 60695-6-31: 1999, Fire hazard testing—Part 6-31:
Smoke obscuration—Small-scale static test—
Materials, IDT)

2008-12-30 发布

2009-10-01 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
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验样品	1
5 试验程序	2
6 试验结果的表示	3
7 重复性和再现性	4
8 试验报告	4
附录 A (资料性附录) 实验室间的试验的重复性和再现性评估	5
附录 B (资料性附录) 试验报告举例——无换气的烟的阻光度的测定	8
参考文献	10

前 言

GB/T 5169《电工电子产品着火危险试验》分为以下部分：

- GB/T 5169.1—2007 电工电子产品着火危险试验 第1部分：着火试验术语(IEC 60695-4:2005, IDT)
- GB/T 5169.2—2002 电工电子产品着火危险试验 第2部分：着火危险评定导则 总则(IEC 60695-1-1:1999, IDT)
- GB/T 5169.3—2005 电工电子产品着火危险试验 第3部分：电子元件着火危险评定技术要求和试验规范制订导则(IEC 60695-1-2:1982, IDT)
- GB/T 5169.5—2008 电工电子产品着火危险试验 第5部分：试验火焰 针焰试验方法装置、确认试验方法和导则(IEC 60695-11-5:2004, IDT)
- GB/T 5169.7—2001 电工电子产品着火危险试验 试验方法 扩散型和预混合型火焰试验方法(idt IEC 60695-2-4/0:1991)
- GB/T 5169.9—2006 电工电子产品着火危险试验 第9部分：着火危险评定导则 预选试验规程的使用(IEC 60695-1-30:2002, IDT)
- GB/T 5169.10—2006 电工电子产品着火危险试验 第10部分：灼热丝/热丝基本试验方法灼热丝装置和通用试验方法(IEC 60695-2-10:2000, IDT)
- GB/T 5169.11—2006 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法成品的灼热丝可燃性试验方法(IEC 60695-2-11:2000, IDT)
- GB/T 5169.12—2006 电工电子产品着火危险试验 第12部分：灼热丝/热丝基本试验方法材料的灼热丝可燃性试验方法(IEC 60695-2-12:2000, IDT)
- GB/T 5169.13—2006 电工电子产品着火危险试验 第13部分：灼热丝/热丝基本试验方法材料的灼热丝起燃性试验方法(IEC 60695-2-13:2000, IDT)
- GB/T 5169.14—2007 电工电子产品着火危险试验 第14部分：试验火焰 1 kW 标称预混合型火焰 装置、确认试验方法和导则(IEC 60695-11-2:2003, IDT)
- GB/T 5169.15—2008 电工电子产品着火危险试验 第15部分：试验火焰 500 W 火焰装置和确认试验方法(IEC/TS 60695-11-3:2004, IDT)
- GB/T 5169.16—2008 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法(IEC 60695-11-10:2003, IDT)
- GB/T 5169.17—2008 电工电子产品着火危险试验 第17部分：试验火焰 500 W 火焰试验方法(IEC 60695-11-20:2003, IDT)
- GB/T 5169.18—2005 电工电子产品着火危险试验 第18部分：将电工电子产品的火灾中毒危险减至最小的导则 总则(IEC 60695-7-1:1993, IDT)
- GB/T 5169.19—2006 电工电子产品着火危险试验 第19部分：非正常热 模压应力释放变形试验(IEC 60695-10-3:2002, IDT)
- GB/T 5169.20—2006 电工电子产品着火危险试验 第20部分：火焰表面蔓延 试验方法概要和相关性(IEC/TS 60695-9-2:2001, IDT)
- GB/T 5169.21—2006 电工电子产品着火危险试验 第21部分：非正常热 球压试验(IEC 60695-10-2:2003, IDT)
- GB/T 5169.22—2008 电工电子产品着火危险试验 第22部分：试验火焰 50 W 火焰 装

置和确认试验方法(IEC/TS 60695-11-4;2004,IDT)

- GB/T 5169.23—2008 电工电子产品着火危险试验 第23部分:试验火焰 管形聚合材料 500 W 垂直火焰试验方法(IEC/TS 60695-11-21;2005,IDT)
- GB/T 5169.24—2008 电工电子产品着火危险试验 第24部分:着火危险评定导则 绝缘液体(IEC/TS 60695-1-40;2002,IDT)
- GB/T 5169.25—2008 电工电子产品着火危险试验 第25部分:烟模糊 总则(IEC 60695-6-1;2005,IDT)
- GB/T 5169.26—2008 电工电子产品着火危险试验 第26部分:烟模糊 试验方法概要和相关性(IEC/TS 60695-6-2;2005,IDT)
- GB/T 5169.27—2008 电工电子产品着火危险试验 第27部分:烟模糊 小规模静态试验方法 仪器说明(IEC/TR 60695-6-30;1996,IDT)
- GB/T 5169.28—2008 电工电子产品着火危险试验 第28部分:烟模糊 小规模静态试验方法 材料(IEC/TS 60695-6-31;1999,IDT)
- GB/T 5169.29—2008 电工电子产品着火危险试验 第29部分:热释放 总则(IEC 60695-8-1;2008,IDT)
- GB/T 5169.30—2008 电工电子产品着火危险试验 第30部分:热释放 试验方法概要和相关性(IEC/TS 60695-8-2;2008,IDT)
- GB/T 5169.31—2008 电工电子产品着火危险试验 第31部分:火焰表面蔓延 总则(IEC 60695-9-1;2006,IDT)

本部分为 GB/T 5169 的第 28 部分。

本部分等同采用 IEC/TS 60695-6-31:1999《着火危险试验 第 6-31 部分:烟模糊 小规模静态试验方法 材料》(英文版),但按 GB/T 20000.2—2001《标准化工作指南 第 2 部分:采用国际标准的规则》中 4.2 b) 和 5.2 的规定作了少量编辑性修改。

本部分的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本部分由全国电工电子产品着火危险试验标准化技术委员会(SAC/TC 300)提出并归口。

本部分由广州威凯检测技术研究所负责起草,深圳市计量质量检测研究院、中国电器科学研究院、广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心、武汉计算机外部设备研究所、深圳市出入境检验检疫局、山东省产品质量监督检验研究院参加起草。

本部分主要起草人:夏庆云、陈兰娟、李保军、陈灵、武政、张效忠、毕凯军、王锋。

本部分是首次发布。

引 言

几乎所有(包括用于电工电子产品中的)非金属材料在受热时都会产生烟。烟是着火危险之一,烟导致人体和物质的损伤并妨碍消防工作。因此,降低着火过程中材料/产品产生烟的速率能减少对设备的损伤,有利于人员撤离和应急服务部门介入。

本部分规定了使用 GB/T 5169.27—2008 所描述的仪器测定电工电子产品中的材料产生烟模糊的试验方法。

电工电子产品着火危险试验

第 28 部分:烟模糊 小规模静态试验方法

材料

1 范围

GB/T 5169 的本部分规定了在特定试验条件下,材料在密闭空间中(即无换气)垂直暴露于有或无引燃火焰的热辐射源时所产生的烟的光密度的测量方法。

本部分适用于电工电子产品所用的平面固体的非金属材料样品。

本方法不适用于测试非平面产品,例如绝缘电线和电缆,因为此类样品无法获得一个令人满意的热通量分布。

从目前对实际火情的认知来看,本方法可能不适用于在热通量直接冲击下会熔融并流走而不散发烟的材料。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 5169 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的协议进行以下引用文件最新版本的研究。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 5169.1—2007 电工电子产品着火危险试验 第 1 部分:着火试验术语(IEC 60695-4:2005, IDT)

GB/T 5169.27—2008 电工电子产品着火危险试验 第 27 部分:烟模糊 小规模静态试验方法 仪器说明(IEC/TR 60695-6-30:1996, IDT)

3 术语和定义

GB/T 5169.1—2007 中的定义适用于本部分。

4 试验样品

4.1 一般要求

本方法易受样品的几何形状、表面朝向、厚度、质量、成分和制备方法等方面的微小变化所影响;因此,通过本方法获得的试验结果取决于以上参数。

4.2 试验样品数量

对每一种给定的材料,在相同条件下至少需测试 3 个样品。

在某些情况下,可能需要测试另外 3 个样品(见 5.5)。

4.3 试验样品尺寸

本方法仅适用于本身是平的固体材料。

试验样品应是边长为 $76^{+0.2}_{-0.8}$ mm 的正方形。最大厚度应为 25.4 mm,在可能的情况下,应是材料的最终应用厚度。

做比对试验时材料厚度应该相同,因为目前不了解材料厚度与比光密度之间的相关性。

4.4 试验样品的预处理

试验前,试验样品应在 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中处理至少 24 h,然后在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $50\% \pm$

10%条件下处理至少 24 h。试验样品应在处理完成后的 30 min 内进行测试。

5 试验程序

5.1 试验箱的准备和校准

试验箱的准备和校准应符合 GB/T 5169.27—2008 第 6 章的规定。

5.2 试验样品的制备

每个试验样品应使用单层铝箔(约 0.04 mm 厚)包裹,光面朝外,应避免不必要的褶皱和穿孔。

然后将试验样品安装在样品夹具上,利用试验样品后面的垫板,限位器和弹簧装置保证试验样品紧靠着试验箱前窗。

装好后应剪去侧面和顶部边缘多出的铝箔。将底部边缘多出的铝箔折叠,使夹具底部融化材料的损失减少到最小。

5.3 试验条件

试验样品暴露于由电炉发出的辐射热通量。试验样品表面的平均热通量应为 $25 \text{ kW/m}^2 \pm 0.5 \text{ kW/m}^2$ 。

在有引燃火焰的试验中,除了辐射热通量之外,试验还要暴露于一个以空气和丙烷混合物(空气: 0.5 L/min;丙烷: 0.05 L/min)为燃料的多焰燃烧器。

试验箱应放置在一个试验时环境温度为 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度大约为 50% 的房间或密闭空间中。应采取预防措施以除去操作区域中潜在的危险气体。

仪器运行时应采取防止热解物产生爆炸,尤其是在没有施加引燃火焰的情况下以及操作员暴露在烟雾中时,特别是从试验箱中取出样品时或清洁样品时。

试验箱壁应进行周期性目测检查,必要时应随时清理。每次试验前,应清洁试验箱内分隔光电检测器和光源外壳的玻璃窗的暴露面(通常用普通酒精即可)。试验与试验之间应除去试样支架上剩余残渣以避免污染。

预热时应启动所有的电气系统(电炉、光源、光度计等),关闭排气口和试验箱门,打开进气口。当后箱壁中心表面的温度稳定在 $33 \text{ }^\circ\text{C} \pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$ 范围内时,试验箱就可以进行电炉校准或测试了。

空的样品夹具应一直放在电炉前方,只是在用样品夹具试验时或是在用辐射计校准时要移到旁边。当试验或校准结束时,要立即放回原位以防止临近箱壁表面过热。

按照 GB/T 5169.27—2008 第 6 章规定的程序进行校准。

对于不使用引燃火焰的试验,应移去多焰燃烧器;对于使用引燃火焰的试验,按照 GB/T 5169.27—2008 中 5.4 的规定,将多焰燃烧器放置在试验样品下边缘的对面。

在放置试验样品前,打开箱门、排气装置和进气口约两分钟以清洁试验箱,并检验试验箱的起始温度。

5.4 烟模糊的测定—进行试验

关闭排气装置,关闭排气口并将装有试验样品的样品夹具放在保持杆上,靠近空的样品夹具。

沿保持杆滑动样品夹具,替代空的样品夹具,这样试验样品就放在了电炉前方的正中心处。

关闭箱门,启动数据记录仪和秒表。当记录仪显示透射率从 100% 开始下降时,关闭进气口。

监控整个试验,适当时候做以下调整:

——电炉的电压或温度,以保持规定的热通量。

——电位计刻度读数,调整量程使读数保持在 10%~100% 之间。如果透射率低于 0.01%,应移除中性滤光片并将量程调高 10 倍。为避免环境光线影响试验结果,当量程小于 0.01% 时,应遮蔽试验箱门。

——压力计显示试验箱内部压力。如果压力超过了 1.47 kPa(150 mm 水柱)(可能发生在快速燃烧期间或之后),短暂地开启排气口。如果压力降低到 0 Pa(mm 水柱)以下,短暂地开启进气口。

——引燃燃烧器的空气和丙烷的流量(如有使用)。

——试验样品的状态。

当透射率达到最低值 3 min 后,或者试验 20 min 后,以先达到的情况结束试验。

注:如果需要试验可能会持续 20 min 以上,应在试验报告上注明。

试验结束后,将样品夹具滑离电炉前方,熄灭引燃火焰(如有使用),将空的样品夹具放回原位,开启排气扇,打开出气口和进气口。

持续排除烟雾,直到记录到透射率的最大值为止。

5.5 试验中的异常状态

试验中某些试验样品可能会表现出异常状态,导致试验结果无效。以下类型的状态被认为是异常的:

——试验样品从夹具上脱落,或试验样品的移动超出校准辐射区域;

——进行没有使用引燃火焰的试验时,试验样品发生自燃;

——融化的材料从样品夹具上流下;

——使用引燃火焰进行试验时发生的任何引燃火焰熄灭(即使是很短的时间)。

试验时如果一个或多个试验样品表现出异常状态,应测试新的一组 3 个试验样品,计算结果以完成的试验中没有发生异常状态为基础,至少有三次这样的试验。

如果 6 个试验样品中有 3 个以上存在异常状态,则试验结果无效,并且应在报告中说明此方法不适用于这种试验样品。

6 试验结果的表示

6.1 比光密度

D_s 表示比光密度(无量纲),按照下式计算:

$$D_s = G[\lg(100/T) + F]$$

式中 G 是一个常数,由试验箱的几何形状得出,计算如下:

$$G = V/(AL)$$

式中:

V ——试验箱体积(0.51 m³),

A ——试验样品的暴露面积(0.004 225 m²),

L ——透过烟雾的光程(0.914 m)。

则此仪器 $G=132$ 。

T 为光透射率(%)。

F 是一个基于可移动中性滤光片的真实光密度的因数,如下:

a) 如果测量 T 时,中性滤光片在光路中,则 $F=0$;

b) 如果测量 T 时,滤光片移出了光路,则 F 按照 GB/T 5169.27—2008 的 C.1.3.3 进行计算;

c) 如果光度测量系统中没有装备可移动过滤器,则 $F=0$ 。

在 GB/T 5169.27—2008 的附录 A 中给出了 D_s 值与 T 之间的函数关系表。

注:比光密度中的“比”字不代表单位质量(或质量损失)的光密度,而代表光密度与仪器几何大小的比值。其他测试方法,如 ISO 5660,使用术语比消光面积,则是表示单位质量损失的消光面积。

基于以上对 D_s 的计算,能够确定出下列参数:

D_m :最大比光密度;

t_m :达到 D_m 所需时间,以分钟为单位;

t_{16} :达到 $D_s=16$ ($T=75\%$) 所需时间;

D_c :依据试验箱中烟雾被排净后所测出的最大 T 值(T_c)得来的比光密度—测量光学系统窗口上的

沉积物。

$D_{m(\text{corr})}$: 针对光学系统窗口上沉积物进行校正后得出的最大比光密度,按下式计算:

$$D_{m(\text{corr})} = D_m - D_c$$

VOF4 是一个从在 1 min、2 min、3 min、4 min 时测量比光密度得出的烟雾指数。按下式计算:

$$VOF4 = D_1 + D_2 + D_3 + D_4/2$$

式中:

D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 分别为 1 min、2 min、3 min、4 min 的比光密度。

注: VOF4 是某些国家要求的烟指数。

对每一系列测试,报告结果采用所有有效测试的算术平均值。对每一个参数,如果最大值超过了最小值的 1.5 倍,则需再做 3 个试样,取所有结果平均值。

7 重复性和再现性

重复性和再现性数据已经随着法国标准 NF C 20-902/1 和英国标准 BS 6401 的发展而产生。结果概要在附录 A 中给出。

8 试验报告

对每一系列的试验,试验报告应包括:

- 试验样品的详细说明,包括材料类型或相关资料、相关处理参数、制备方法、试验样品的厚度和质量;
- 完成的有效试验的数量;
- 试验条件,包括校准值、试验持续时间、暴露方式(有或无引燃火焰);
- D_m 、 T_m 、 D_c 、 $D_{m(\text{corr})}$ 的平均值,以及最大值和最小值之间的最大差值;
- 中性滤光片的校正因子(如果移动了);
- 试验时对试验样品状态的观察,以及试验的有效性。

如果愿意还可加记录下列数据:

- D_s 时间曲线;
- 多次测试的 D_s 值;
- 质量损失;
- VOF4。

附录 B 中给出了一种试验报告格式。

附录 A
(资料性附录)

实验室间的试验的重复性和再现性评估

A.1 法国标准 NF C 20-902/1 的实验室间的试验

用于电工电子产品的四种材料,包括三种用于电缆的材料,用 14 个 NBS 烟试验箱进行评估,符合法国标准 NF C20-902/1 规定的程序。

这些关于 D_m 和 VOF4 测定的试验结果汇总在下面两个表中:

表 A.1 D_m 的测定

试验模式	参数	研究的材料			
		硅橡胶	氯磺化聚乙烯	乙酸-醋酸 乙烯酯共聚物	尼龙 66
无焰	m	278	234	314	70
	r	43	113	42	11
	S_r	15	40	17	4
	R	67	287	81	41
	S_R	24	102	29	15
有焰	m	211	624	259	84
	r	158	98	115	44
	S_r	56	85	41	16
	R	206	131	204	60
	S_R	74	68	73	21
注: m 是平均比光密度; r 是重复性; S_r 是重复性的标准偏差; R 是再现性; S_R 是再现性的标准偏差。					

表 A.2 VOF4 的测定

试验模式	参数	研究的材料			
		硅橡胶	氯磺化聚乙烯	乙酸-醋酸 乙烯酯共聚物	尼龙 66
无引燃火焰	m	99	12	255	20
	r	33	12	84	7
	S_r	12	4	30	2
	R	69	20	164	20
	S_R	25	7	59	7

表 A.2 (续)

试验模式	参数	研究的材料			
		硅橡胶	氯磺化聚乙烯	乙酸-醋酸 乙烯酯共聚物	尼龙 66
有引燃火焰	m	163	636	185	32
	r	116	209	167	33
	S_r	41	75	60	12
	R	234	577	109	62
	S_R	84	206	71	22
注： m 是平均 VOF4； r 是重复性； S_r 是重复性的标准偏差； R 是再现性； S_R 是再现性的标准偏差。					

A.2 英国标准 BS 6401 的实验室间的试验

11 种建筑用材料按照英国标准 BS 6401 规定的程序用 7 个 NBS 烟试验箱进行评估。

这些关于是否使用引燃火焰的 D_m 测定的试验结果汇总在下面两个表中：

表 A.3 试验中使用引燃火焰的最大比光密度(D_m)的变异系数和相对准确度

材料	变异系数/%		相对准确度/%	
	试验室内部	试验室间	重复性	再现性
地毯	29.8	0.0	41.4	41.4
纸板	15.2	8.7	21.1	32.0
玻纤板	26.0	32.1	36.0	95.9
玻璃增强聚酯(GRP)	14.0	8.6	19.4	30.7
硬纸板	33.4	17.5	46.2	67.0
石膏板	12.8	22.3	17.7	64.2
聚异氰尿酸酯泡沫	10.6	10.1	14.7	31.5
聚苯乙烯泡沫	47.5	33.3	65.9	113.4
聚氨酯泡沫	8.1	0.2	11.2	11.3
硬质聚氯乙烯(PVC)	14.1	0.0	19.6	19.6
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)塑料	5.6	3.6	7.8	12.7

表 A.4 试验中不使用引燃火焰的最大比光密度(D_m)的变异系数和相对准确度

材料	变异系数/%		相对准确度/%	
	试验内部	试验间	重复性	再现性
地毯	17.1	4.9	23.6	27.3
纸板	17.9	12.8	24.8	43.4
玻纤板	24.3	11.7	33.6	46.8

表 A.4 (续)

材料	变异系数/%		相对准确度/%	
	试验内部	试验间	重复性	再现性
玻璃增强聚酯(GRP)	12.8	9.3	17.4	31.0
硬纸板	9.4	5.9	13.0	20.8
石膏板	6.4	5.6	8.8	17.8
聚异氰尿酸酯泡沫	15.1	0.0	20.9	20.9
聚苯乙烯泡沫	31.3	29.0	43.4	91.4
聚氨酯泡沫	8.9	17.2	12.4	49.3
硬质聚氯乙烯(PVC)	7.7	10.7	10.7	31.6
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)塑料	4.6	0.0	6.4	6.4

附录 B

(资料性附录)

试验报告举例——无换气的烟的阻光度的测定

- 被试材料的相关资料；
- 仪器制造商；
- 试验编号；
- 日期；
- 实验室。

B.1 结果

B.2 试验前的读数和测试(可选)

B.2.1 环境

- 室温 C
- 相对湿度 %

B.2.2 试验设备

- 箱的表面条件
- 箱的泄漏速率：
 - t_0 Pa(mm H₂O)
 - $t_{5\text{ min}}$ Pa(mm H₂O)
- 电炉和试验样品间的距离 mm
- 电炉的电压 V
- 加热器的不失真的检查
- 辐射计读数 mV
- 热通量 kW/m²
- 试验箱压力(试验中的最大压力) Pa(mm H₂O)
- 试验箱温度 C

B.2.3 有引燃火焰的热暴露

- 引燃火焰 mm, 距离试验样品架下边缘
- mm, 距离试验样品表面
- 引燃火焰尺寸 mm
- 丙烷流量 cm³/min
- 空气流量 cm³/min

B.2.4 试验样品

- 预处理：
 - 温度 C
 - 时间 h
- 条件：
 - 温度 C

- 相对湿度 %
- 时间 h

B.3 试验后的读数和测量(可选)

- 室温 °C
- 试验样品背面的温度(铝和保持板之间) °C

参 考 文 献

- [1] IEC Guide 104:1997, The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications
- [2] ISO 5725 (all parts), Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results
- [3] ISO 5660-1:1993, Fire tests—Reaction to fire—Part 1: Rate of heat release from building products (Cone calorimeter method)
- [4] BS 6401:1997, Method for measurements, in the laboratory, of the specific optical density of smoke generated by materials
- [5] NF C 20-902/1:1990, Fire hazard testing—Test methods—Determination of smoke opacity without air change—Part 1: Methodology and test devices
- [6] NF C 20-902/2:1990, Fire hazard testing—Test methods—Determination of smoke opacity without air change—Part 2: Test methods for materials used in electric cables and in optical fibre cables
-