

中华人民共和国国家标准

GB/T 5169.36—2015/IEC/TS 60695-5-2:2002

电工电子产品着火危险试验 第 36 部分:燃烧流的腐蚀危害 试验方法概要和相关性

Fire hazard testing for electric and electronic products—
Part 36: Corrosion damage effects of fire effluent—
Summary and relevance of test methods

(IEC/TS 60695-5-2:2002, Fire hazard testing—
Part 5-2: Corrosion damage effects of fire effluent—
Summary and relevance of test methods, IDT)

2015-10-09 发布

2016-05-01 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	I
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验方法的分类	2
4.1 概述	2
4.2 试样	2
4.3 着火模型	3
4.4 腐蚀测量的类型	3
5 已出版的试验方法	4
5.1 概述	4
5.2 燃烧气体产物中氢卤酸气体的测量试验	4
5.3 燃烧气体产物水溶液的酸性和电导率的测量试验	5
5.4 用 ASTM D 2671-00 ^[9] 的铜镜试验对腐蚀性气体的测量	5
5.5 静态法 (ISO 11907-2:1995 ^[10])	6
5.6 移动炉法 (ISO 11907-3:1998 ^[11])	8
5.7 锥形腐蚀计法	9
6 泄漏电流和金属损失 (IEC/TS 60695-5-3)	10
6.1 目的和原理	10
6.2 试样	11
6.3 腐蚀电极	11
6.4 试验方法	11
7 试验方法和数据相关性的概况	11
附录 A (资料性附录) 水溶液酸度和导电性—试验方法	13
附录 B (资料性附录) 燃烧气体水溶液比对试验的重复性和再现性测量	14
参考文献	16

前 言

GB/T 5169《电工电子产品着火危险试验》已经或计划发布以下部分：

- 第 1 部分：着火试验术语；
- 第 2 部分：着火危险评定导则 总则；
- 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；
- 第 9 部分：着火危险评定导则 预选试验程序 总则；
- 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；
- 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；
- 第 12 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性指数(GWFI)试验方法；
- 第 13 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝起燃温度(GWIT)试验方法；
- 第 14 部分：试验火焰 1 kW 标称预混合型火焰 设备、确认试验方法和导则；
- 第 15 部分：试验火焰 500 W 火焰 装置和确认试验方法；
- 第 16 部分：试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法；
- 第 17 部分：试验火焰 500 W 火焰试验方法；
- 第 18 部分：燃烧流的毒性 总则；
- 第 19 部分：非正常热 模压应力释放变形试验；
- 第 20 部分：火焰表面蔓延 试验方法概要和相关性；
- 第 21 部分：非正常热 球压试验；
- 第 22 部分：试验火焰 50 W 火焰 装置和确认试验方法；
- 第 23 部分：试验火焰 管形聚合物材料 500 W 垂直火焰试验方法；
- 第 24 部分：着火危险评定导则 绝缘液体；
- 第 25 部分：烟模糊 总则；
- 第 26 部分：烟模糊 试验方法概要和相关性；
- 第 27 部分：烟模糊 小规模静态试验方法 仪器说明；
- 第 28 部分：烟模糊 小规模静态试验方法 材料；
- 第 29 部分：热释放 总则；
- 第 30 部分：热释放 试验方法概要和相关性；
- 第 31 部分：火焰表面蔓延 总则；
- 第 32 部分：热释放 绝缘液体的热释放；
- 第 33 部分：着火危险评定导则 起燃性 总则；
- 第 34 部分：着火危险评定导则 起燃性 试验方法概要和相关性；
- 第 35 部分：燃烧流的腐蚀危害 总则；
- 第 36 部分：燃烧流的腐蚀危害 试验方法概要和相关性；
- 第 38 部分：燃烧流的毒性 试验方法概要和相关性；
- 第 39 部分：燃烧流的毒性 试验结果的使用和说明；
- 第 40 部分：燃烧流的毒性 毒效评定 装置和试验方法；
- 第 41 部分：燃烧流的毒性 毒效评定 试验结果的计算和说明；
- 第 42 部分：试验火焰 确认试验 导则；
- 第 44 部分：着火危险评定导则 着火危险评定。

GB/T 5169.36—2015/IEC/TS 60695-5-2:2002

本部分为 GB/T 5169 的第 36 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 IEC/TS 60695-5-2:2002《着火危险试验 第 5-2 部分:燃烧流的腐蚀危害 试验方法概要和相关性》。

本部分做了下列编辑性修改:

- 为与现有标准系列一致,将标准名称改为《电工电子产品着火危险试验 第 36 部分:燃烧流的腐蚀危害 试验方法概要和相关性》;
- 删除了第 1 章中最后一段资料性内容;
- 将第 2 章国际标准编写指南 IEC Guide 104:1997 移至“参考文献”。

本部分由中国电器工业协会提出。

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)归口。

本部分负责起草单位:中国电器科学研究院有限公司。

本部分参加起草单位:珠海格力电器股份有限公司、广东生益科技股份有限公司、北京泰瑞特检测技术服务有限责任公司、威凯检测技术有限公司、广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心、东莞出入境检验检疫局检验检疫综合技术中心、山东省产品质量检验研究院、深圳市计量质量检测研究院、中国家用电器研究院。

本部分主要起草人:黄开云、范凌云、苏晓声、高岭松、陈兰娟、武政、郑少锋、官健、田国英、何俊熙、万程。

引 言

所有电路都应考虑着火危险。考虑到这些危险,在对电路和设备的设计、部件的筛选和选择材料时,即使发生了可预见的异常使用、故障或失效,也能减小着火的可能性。现实目标是防止由电气故障引发起燃,如果发生起燃和着火,也能将着火限制在电工电子产品外壳内。

所有燃烧流都有一定程度的腐蚀性和潜在腐蚀性,这取决于着火类型、涉及着火的燃烧材料的组合、受威胁基底类型,以及发生腐蚀的环境温度和相对湿度。没有证据显示电工电子产品燃烧流的腐蚀危害风险会高于其他产品燃烧流(如:家具、建材等)。

燃烧流的腐蚀危害会对电工电子部件的性能产生不利影响。少量的燃烧流气体、烟雾颗粒、水分和温度各种组合可以为电工电子部件或系统失效提供条件,这些失效包括击穿、过热或短路。

潜在腐蚀危害的评定对价值高的和与安全相关的电工电子产品和装置相当重要。

产品技术委员会将选择试验并规定严酷等级。

对腐蚀危害的研究需要涉及化学、电学、物理学、机械工程学、冶金学和电化学的跨学科方法。GB/T 5169与 IEC 60695-5 下述部分的制定,对上述所有方面均有考虑。

GB/T 5169.35—2015 确定了导则的范围并指明其应用领域。

本部分提供了试验方法的概要,包括方法的相关性和有效性。

IEC/TS 60695-5-3 提供了测量由燃烧流引起的泄漏电流和金属损失的小规模试验方法详情。

电工电子产品着火危险试验

第 36 部分:燃烧流的腐蚀危害

试验方法概要和相关性

1 范围

GB/T 5169 的本部分给出了评定电工电子产品及其材料燃烧流腐蚀性试验方法的概要,简单概述了相关标准中的常用试验方法。内容包括对这些试验方法与真实火情之间相关性的特殊观测,并给出了使用这些试验方法的建议。

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。

GB/T 5169.35—2015 电工电子产品着火危险试验 第 35 部分:燃烧流的腐蚀危害 总则 (IEC 60695-5-1:2002, IDT)

ISO/TR 9122-1:1989 燃烧流的毒性试验 第 1 部分:导则 (Toxicity testing of fire effluents—Part 1: General)

ISO/IEC 13943:2000 消防安全 词汇 (Fire safety—Vocabulary)

IEC 60695-4:1993 着火危险试验 第 4 部分:着火试验术语 (Fire hazard testing—Part 4: Terminology concerning fire tests)

IEC/TS 60695-5-3 着火危险试验 第 5-3 部分:燃烧流的腐蚀危害 泄漏电流和金属损失试验方法 (Fire hazard testing—Part 5-3: Corrosion damage effects of fire effluent—Leakage current and metal loss test method)

3 术语和定义

ISO/IEC 13943:2000 和 IEC 60695-4:1993 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

腐蚀危害 corrosion damage

由于化学作用引起的物理和/或化学危害或功能受损。

[ISO/IEC 13943:2000, 定义 25]

3.2

腐蚀电极 corrosion target

在指定条件下,用于测量腐蚀危害程度的传感器。

注:该传感器可以为产品、组件或用于模拟它们的参考物质。

[ISO/IEC 13943:2000, 定义 26]

3.3

临界相对湿度 critical relative humidity

引起泄漏电流超过产品规定值的相对湿度值。

3.4

燃烧流 fire effluent

由燃烧或热解产生的所有气体和/或气溶胶(包括悬浮颗粒)的总称。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 45]

3.5

燃烧流衰减特性 fire effluent decay characteristics

燃烧流随时间和传输而产生的物理和/或化学变化。

[IEC 60695-4:1993,定义 2.34]

3.6

燃烧流的传输 fire effluent transport

燃烧流离开着火位置的移动。

[IEC 60695-4:1993,定义 2.35]

3.7

火情 fire scenario

对特定场所真实火灾或大规模模拟试验,从起燃前到燃烧结束的一个或多个阶段条件(包括环境条件)的详细描述。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 58]

3.8

起燃源 ignition source

引发燃烧的能量来源。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 97]

3.9

泄漏电流 leakage current

非期望回路的电流。

3.10

烟 smoke

燃烧流的可见部分。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 150]

4 试验方法的分类

4.1 概述

试验方法可按下述 3 个类型进行分类:

- a) 受试试样的类型;
- b) 试验所用的着火模型;
- c) 腐蚀测量的类型。

4.2 试样

4.2.1 产品试验

试样为制成品。如:印刷线路板、交换机、计算机或电缆。

4.2.2 模拟产品试验

试样为产品中具有代表性的一部分。

4.2.3 材料或复合样品试验

试样为基础材料(固体或液体)或复合材料。

4.3 着火模型

给定材料或产品释放的燃烧流的量、产率和腐蚀性不是材料或产品的固有特性,而是取决于材料或产品的燃烧条件。试样的化学性质、分解温度和通风量是影响燃烧流组分的主要变量。

标准化试验方法(着火模型)确定的试验条件应与真实着火的预期阶段相关或是对其的复制。ISO/TR 9122-1:1989 对着火阶段进行了大致的划分,如表 1 所示。影响燃烧流产生的重要因素是氧气的浓度和辐照度/温度。

表 1 着火阶段的大致划分(源自 ISO/TR 9122-1:1989)

着火阶段		氧气 ^a %	CO ₂ /CO 比率 ^b	温度 ^a ℃	辐照度 ^c kW·m ⁻²
阶段 1	无焰分解				
	a) 阴燃(自维持)	21	不适用	<100	不适用
	b) 无焰(氧化)	5~21	不适用	<500	<25
	c) 无焰(热分解)	<5	不适用	<1 000	不适用
阶段 2	发展中的着火(有焰)	10~15	100~200	400~600	20~40
阶段 3	完全着火(有焰)				
	a) 通风不良	1~5	<10	600~900	40~70
	b) 通风良好	5~10	<100	600~1 200	50~150
^a 隔室的一般环境条件(平均值)。 ^b 着火附近火羽流的平均值。 ^c 试验样品受到的辐照度(平均值)。					

4.4 腐蚀测量的类型

4.4.1 产品试验

这类试验的腐蚀电极为制成品。

如:印刷线路板、交换机、洗衣机和计算机。

燃烧流对产品的腐蚀危害影响可通过检查或测定其功能的退化情况来评定。

4.4.2 模拟产品试验

这类试验的腐蚀电极为模拟产品的印刷电路或金属薄板。

燃烧流对电极的腐蚀危害影响可通过其外观、质量、力学性、物理性或电性能的变化来评定。

4.4.3 间接评估

间接评估方法没有使用腐蚀电极,而是通过测定燃烧所释放的气体和蒸汽性质来评定。例如:测定含有燃烧气体和蒸汽溶液的氢卤酸量、pH 值和/或电导率。

5 已出版的试验方法

5.1 概述

本章提及的化学分析试验方法是从已出版的国际标准、各国国家标准或工业标准中挑选出来的,现广泛应用于电工电子技术领域。这里未包含完所有的试验方法。

注:这些概要是试验方法的简单概述,并不能完全替代这些已出版的标准。

5.2 燃烧气体产物中氢卤酸气体的测量试验

5.2.1 标准

GB/T 17650.1—1998^[1]和 EN 50267-2-1:1998^[3]以下述方法为基础。

5.2.2 目的和原理

这两项标准详述了取自电缆结构的卤化聚合材料和含有卤素添加剂的聚合物材料燃烧产生的氢卤酸气体(氟化氢除外)的测量步骤。

为保证准确性,该方法不建议使用氢卤酸含量小于 $5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 的试样。

5.2.3 试样

试样由 $500 \text{ mg} \sim 1\,000 \text{ mg}$ 的受试材料构成,并切分为小块。

5.2.4 试验方法

试样在管形炉空气流中被加热。试样温度以均匀的速率在 40 min 内升高至 $800 \text{ }^\circ\text{C}$,并维持该温度 20 min。空气流量为 $0.015\,7D^2 \text{ L/h}$ [其中 D 为管形炉的直径,单位为毫米(mm)],以使管内的空气流速为 $20 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$ ($0.56 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$)。在管的出口处,试样热分解产生的气体经过两个均含有至少 220 mL 的 0.1 mol/L 氢氧化钠洗瓶,以使所有酸性气体都被该碱性溶液吸收。用氯化氢表示氢卤酸量,通过硝酸银和氢氰酸铵滴定法测得。

5.2.5 重复性和再现性

目前没有可利用的实验室间的试验数据。

5.2.6 腐蚀危害评定试验数据的相关性

该试验方法用于电缆中独立部件的型式试验。其为对氢卤酸(氟化氢除外)的化学分析测试,而非直接测量腐蚀危害。众所周知,氢卤酸会引起腐蚀,但很多其他的化学物质也会引起腐蚀但不能通过该试验检测。氢卤酸产量高表明潜在腐蚀性高,但氢卤酸含量低却并不意味着潜在腐蚀性也低。

该试验设计的燃烧条件以最大化卤素材料的氢卤酸产物为目标。其目的不在于模拟火灾的任何特定阶段,但其最符合表 1 中的阶段 1c),即:无焰热分解。

5.3 燃烧气体产物水溶液的酸性和电导率的测量试验

5.3.1 标准

GB/T 17650.2—1998^[2]、EN 50267-2-2:1998^[4]、EN 50267-2-3:1998^[5]以及很多其他国家标准(如 CAN/CSA-C22.2^[6]、DIN VDE 0472:1992,第 813 部分^[7]和 NF C 20-453:1985^[8])均以下述方法为基础。

附录 A 例举了这些方法的区别。

5.3.2 目的和原理

试样的热解或燃烧得到的燃烧流通过蒸馏水或软化水。然后测量该水溶液的 pH 值或 pH 值和电导率。

这种评定的方法优点是相对简单且便宜,但缺点是不能直接测量腐蚀危害。需假设测定的参数达到某一水平值时就对应于某个腐蚀电位。对于给定火情,只有进行了确定相关系数的单独测量,该方法才有效。

5.3.3 试样

试样为许多小块的物质,其代表性质量为 0.5 g 或 1.0 g。

5.3.4 试验方法

将管形炉的温度按相关标准设定在 750 °C~950 °C 之间的规定值。试样位于燃烧炉内石英玻璃燃烧管的陶瓷舟中。通入与燃烧方向相反的空气,并将燃烧气体通过装有蒸馏水或软化水的洗瓶。

5.3.5 重复性和再现性

法国标准 NF C 20-453:1985 的实验室间试验测得的重复性和再现性如下:

——重复性:4%~7%;

——再现性:9%~11%。

这些值取决于试验条件和材料(见附录 B)。

5.3.6 腐蚀危害评定试验数据的相关性

对于强酸和强碱,经验得出:类型大致相似的材料可依据其酸/碱性气体对基底的腐蚀电位来对材料进行分级。但在比较不同类型的材料时,这种结论可能不正确。此外,经验还得出:水介质的潜在腐蚀性与其电导率相关。

5.4 用 ASTM D 2671-00^[9]的铜镜试验对腐蚀性气体的测量

5.4.1 目的和原理

该试验是在热收缩绝缘管上进行的。该试验方法用于测量加热到高温时易形成腐蚀产物的材料。这些产物浓缩在用于测量腐蚀危害的铜镜上。

5.4.2 试样

试样切取自套管(如果口径<10.2 mm,则条形试样总表面积约为 150 mm²,如果口径≥10.2 mm,则条形试样为 6 mm×25 mm)。

5.4.3 试验方法

用金属镜作试验电极。其长为 25 mm、宽为 6 mm。镜子用真空镀层法镀上一层铜,铜的厚度能使标称波长为 500 nm 的人射光透射率为 5%~15%。铜迁移则认为发生了腐蚀,测量值用原镀层区域变透明的百分比表示。

将预先洗净的玻璃盘置于真空中,对其镀上铜层以形成铜镜。试样块位于干燥的试管底部,较低的部分浸于相关规范指定温度的油浴中,并浸入规定时间。

铜镜悬浮于试管中测定所涉及产品的腐蚀性,整个试验过程的温度低于 60 °C。

5.4.4 特殊观测

该方法为定性试验。铜镜的制备是一个高难度的过程(见 ASTM D 2671-00,第 85 章~第 95 章)。测量材料在规定试验条件下是否发生腐蚀通常采用 16 h 的试验时间即可。试样的降解与表 1 的阶段 1b)无焰氧化分解对应。

5.4.5 重复性和再现性

目前没有可利用的实验室的试验数据。

5.4.6 腐蚀危害评定试验数据的相关性

该试验方法指示了试样在经历无焰氧化分解时生成腐蚀铜的潜在能力。

5.5 静态法(ISO 11907-2:1995^[10])

5.5.1 目的和原理

该试验用于测定 600 mg 试样在 20 L 圆柱密封室中燃烧所生成燃烧流的潜在腐蚀性。通过测量铜印刷线路板(PWB)的电阻变化来评定腐蚀性。

这种电阻的变化是由冷凝在线路上的燃烧流腐蚀作用引起。该试验是以材料燃烧后,其燃烧流冷凝在冷却表面的形式再现一个真实火灾场景的特定阶段。

5.5.2 试样

试样质量至少为 3 g,每次试验使用 600 mg±2 mg 的材料样品,分 5 次进行。试样为颗粒或晶片状,以确保能与起燃源密切接触。

5.5.3 腐蚀危害检测器

腐蚀危害检测器是一个蛇形的铜印刷线路板。

图 1 所示的腐蚀电极由蚀刻镀铜板制得,该镀铜板上有 36 段导电带,每段长 52 mm、宽 0.3 mm、厚 17 μm,间距 0.3 mm。电路的电阻为 8.0 Ω±0.5 Ω。

冷凝的燃烧产物与铜接触,如果它们有腐蚀性,则通过测量铜电路上的电阻变化来评定腐蚀危害。腐蚀危害由参数 R_{COR} 表示,是相对于初始电阻 8.0 Ω 的电阻变化百分比。

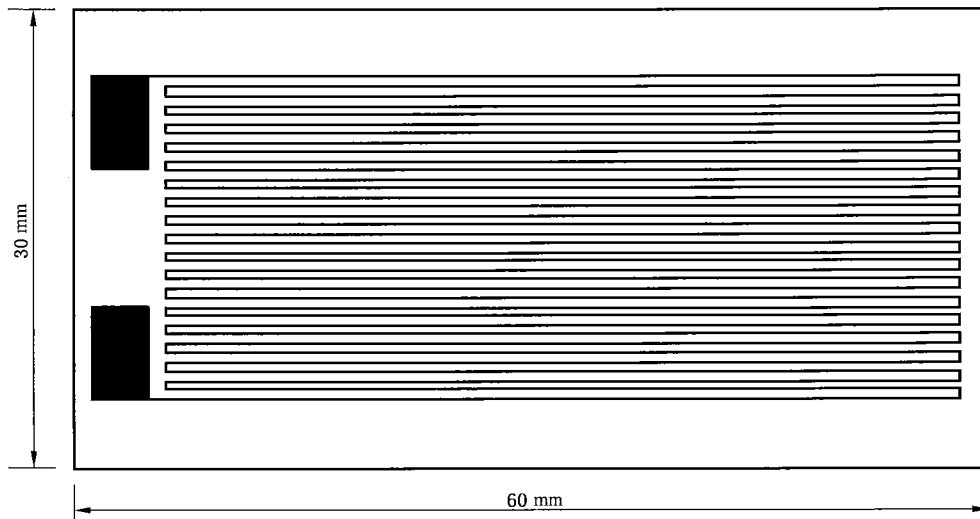


图 1 蛇形轨迹的电阻电极示意图

5.5.4 试验方法

试验箱为一个密封的圆柱形部件,总容积约 20 L、直径约 30 cm。维持温度 50 °C、相对湿度 65%。试样在一个由电阻丝保持 800 °C 温度 3 min 的惰性坩埚中起燃。

PWB 一般维持在 40 °C (冷凝模式),但试验也可能在没有控制 PWB 温度的情况下进行(非冷凝模式)。

如必要,腐蚀危害检测器在指定时间范围内的后置条件为保持室温及相对湿度 75%。后续的电阻测量应在 24 h 之后。

试验开始时,测量电路的起始电阻值 R_i ,试验开始 60 min 后,测量最终电阻值 R_f 。表示腐蚀性的值 R_{COR} 由这两个值算得。

5.5.5 特殊观测

该方法由 ISO/TC 61/SC 4 与 IEC/TC 89/WG 11 联合研究得出,以 CNET(法国国家电信研究中心)首次发布的试验方法为基础。

该方法可用来评定燃烧流的直接腐蚀危害作用,并观测在铜印刷线路板上的腐蚀沉积物。尽管该方法被描述为只与铜的腐蚀有关,但如果采用不同的检测器则可应用于其他的金属和非金属材料上。

5.5.6 重复性和再现性

目前只有初步精度数据可用。有限范围内实验室间试验的结果和结论在 ISO 11907-2:1995 附录 B 中有给出。ISO/TC 61/SC 4 目前正在进行一项评定腐蚀电极温度和暴露箱内部湿度效力的实验室间试验。

5.5.7 腐蚀危害评定试验数据的相关性

该试验方法能提供材料在指定燃烧温度、可利用氧含量、通风情况和不同湿度条件下产生的燃烧产物腐蚀性顺序的分级。

5.6 移动炉法(ISO 11907-3:1998^[11])

5.6.1 目的和原理

该试验指定了空气流中塑料材料或产品生成热分解产物的方法,以及评定燃烧流对电极产生腐蚀危害的方法。这并不意味着这些试验结果可用于评定火灾气体的腐蚀危害。分解模型适用于模拟大部分火情,例如:阴燃、有火焰的发展中的着火,以及完全着火。

该程序描述了评定以电阻变化为特征的标准电极腐蚀危害的动态分解试验方法。

将管形炉设定到指定温度(通常为 600 °C),以 10 mm·min⁻¹ 的速度移动穿过位于石英玻璃管内石英舟中 400 mm 长的试样,石英玻璃管内有指定流速(通常为 100 L·h⁻¹)的空气流。也可使用其他温度和空气流速。由铜印刷电路板(PWB)组成的腐蚀电极暴露在燃烧流中,通过一个冷却系统加强冷凝效果。暴露 40 min 后,将电极置于温度为 23 °C、相对湿度为 75% 的环境试验箱中。分别于 1 h 和 24 h 后,测一次电极的电阻。也可使用更长的后暴露时间。如果凝结产物与铜之间有腐蚀现象,则两者会发生反应,电极电阻的变化用于指示腐蚀危害量。

分解模型基于 DIN 53436-1:1981^[12] 的移动炉法,适用于模拟大部分火情,例如:阴燃、有火焰的发展中的着火,以及完全着火。试验方法能确保燃烧流在暴露期间维持稳定的流速。该方法适用于除释放的燃烧流可腐蚀装置表面以外的所有可燃性绝缘材料。

5.6.2 试样

代表性试样由 4.8 g 的受试材料组成。试样长 400 mm、宽通常为 15 mm。试样可为薄膜或织物层组成的匀质材料,或为散粒物。

5.6.3 腐蚀电极

5.6.3.1 蛇形电阻电极

腐蚀电极由 5.5.3 中描述的蛇形电阻电极组成。

5.6.3.2 可供选择的电极

可用以下供选择的电极:

a) 金属板

由铁、钢、铜、铝、锌中任一种材料组成的板。每个板的尺寸为 60 mm×20 mm×最大可用厚度(0.7 mm~1.0 mm 之间)。暴露前,清洁金属板;暴露后,在流动水中仔细擦净所有的散落腐蚀产物。测量得出质量变化(Δm),其他参数可通过计算得出,如:单位面积的金属损失、厚度的平均减小量,单位面积的质量损失率。在某些腐蚀情况下,暴露会导致加速老化,这种情况 Δm 为正值,即表示质量有增加。否则, Δm 为负值,表明腐蚀引起了质量的损失。

b) 确定金属厚度的电阻电极

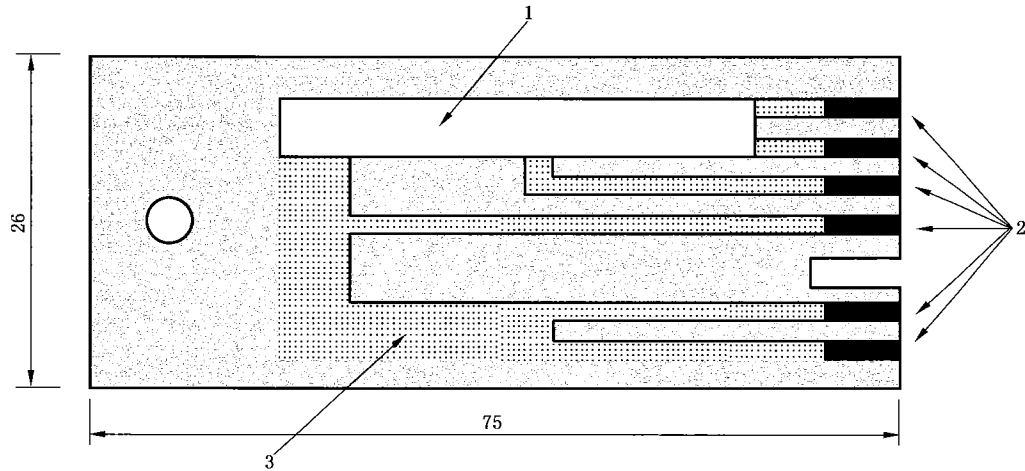
这种电极由在无电抗基底上的两个相同金属配件电路元件组成。其中一个电路元件活动性较强,用于测量腐蚀危害;另外一个电路含有保护涂层,用作参比电极。试验时,将两个电极元件暴露于燃烧产物中。由于导电性金属的损失增加了电阻,进而确定腐蚀危害的类型。腐蚀危害的测量仪器由开尔文电桥构成,对其进行改良以测量腐蚀电极的电阻变化。通过电阻的增量来计算金属厚度的减小量。

所用电极的类型通过其适用性和腐蚀危害的范围来界定。两个铜电极用于得到燃烧产物的腐蚀性数据。有些试验得出,标称厚度为 250 nm 的电极易发生完全腐蚀。对超过 250 nm 的测量,推荐使用标称厚度为 4 500 nm 的电极补充或替代 250 nm 厚的电极。在相同的试验中,使用厚度为 250 nm 的电极得到的金属损失值与厚度为 4 500 nm 的电极不一样。每个电极得

到的数据应该是独立的,不应在材料或产品没有合适的参比电极的试验报告中汇总。

4 500 nm 厚的电极示意图如图 2 所示。

单位为毫米



说明:

1——活动性较强的元件;

2——腐蚀测量装置连接点;

3——参比元件。

注:参比元件由非活性材料保护。

图 2 确定金属厚度的典型腐蚀电极示意图

5.6.4 试验方法

条状试样在 1 300 mm 长的石英管中持续分解。

将外径为 40 mm、壁厚为 2 mm 的石英管安装在长 100 mm 的控温管形炉中。管形炉以恒定的速度($10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$)沿石英管的轴向由位置 1 移动至位置 2。此时,管形炉也经过了石英管底部的石英玻璃燃烧舟。一股空气由与管形炉移动方向相反的方向经过试样。

管形炉与空气的反向移动,是为了防止热的分解气体对未分解的试样部分产生不均匀的预热。DIN 53436-1:1981 第 4.81 章描述了由参比电极确定的试验温度和其分布。

5.6.5 特殊观测

试验期间可进行气体分析。

5.6.6 重复性和再现性

目前没有可利用的实验室间试验结果。

5.6.7 腐蚀危害评定试验数据的相关性

正在研究。

5.7 锥形腐蚀计法

5.7.1 标准

ISO 11907-4:1998^[13]和 ASTM D 5485:1999^[14]两项标准基于该方法。

5.7.2 目的和原理

该试验根据电极的金属损失测量材料、部件或产品的燃烧流腐蚀危害效应。而金属损失则通过因导电截面减小造成的电极电阻增量计算得到。

5.7.3 试样

试样限于最大尺寸为 100 mm×100 mm、标称厚度为 6 mm 的材料、部件或成品。

5.7.4 腐蚀电极

腐蚀电极为 5.6.3.2 中描述的确金属厚度的电阻电极。

5.7.5 试验方法

试样暴露在辐射热通量中。用一个火花点火器引燃可燃蒸汽。分解或燃烧产物流经一个烟道,其中的部分持续流入含有腐蚀电极的暴露试验箱中。

确定试样平均 70% 的质量损失值有两种初步测试。在后续的腐蚀危害试验中,如果达到 70% 质量损失的时间小于 60 min,则将电极暴露于流动气体中直至达到 70% 质量损失值。然后将暴露试验箱密封,继续从试验开始算起至暴露 60 min。如果到达 70% 质量损失的时间超过 60 min,将电极在流动气体中从试验开始算起暴露 60 min。

暴露后,金属损失通过电极电阻的增量算得。然后将电极置于单独的可控相对湿度 75%、温度 23 °C 的试验箱中,24 h 后再次测量金属损失。

5.7.6 特殊观测

该方法可测试某些成品并评定印刷电路板上对铜的直接腐蚀危害。

ASTM D 5485:1999 旨在用于评定电气绝缘材料或覆盖产品,为电气绝缘材料或覆盖产品的设计提供有利的附加数据,或用于电气绝缘材料或覆盖产品的开发和研究。ASTM 没有描述所用热通量水平,但陈述了其应与所研究的火情相关(高至 $100 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$)。

ISO 11907-4:1998 旨在评价材料或产品,为产品的设计提供有利的附加数据,用于产品的开发和研究。该 ISO 试验推荐使用 $50 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 的辐照度或其他高至 $100 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 热通量。

5.7.7 重复性和再现性

目前没有可利用的实验室间试验结果。

5.7.8 腐蚀危害评定试验数据的相关性

该试验方法宜用于测量和描述材料在可控条件下对热和/或火焰的反应,但不宜用于描述或评定实际火灾条件下材料的着火危险或火灾风险。该试验的结果在与实际最终使用相关的范围内,可作为着火危险或火灾风险评估的一个要素。

6 泄漏电流和金属损失(IEC/TS 60695-5-3)

6.1 目的和原理

该试验方法给出了泄漏电流和金属损失的腐蚀危害测量。在泄漏电流试验中,用标准的交叉式梳形印刷线路板电极确定试样燃烧产物的性能,以研究印刷线路电流中的泄漏电流路径。金属损失腐蚀危害可通过测定金属箔的质量损失来界定,或通过测量合适的电极暴露于试样燃烧产物中时的电阻来

界定。

分解模型适用于模拟着火阶段 1a)、阶段 2 和阶段 3a)。

6.2 试样

试样由 1 g 材料组成,该材料取自较大的原材料、或独立的产品、或产品的一部分、或产品的部件。

6.3 腐蚀电极

6.3.1 泄漏电流测量

泄漏电流的电极用于测量能引起印刷电路板表面导电性燃烧产物沉积的泄漏电流。如图 3 所示的电极交叉式铜制电路。导电元件的宽度和间距均为 0.32 mm。铜表面焊接安装一个 1.6 mm 厚的印刷电路板薄片。

暴露在燃烧产物中后,电极在受到 50 V 的直流电时,所处相对湿度呈阶梯式增长。以相对湿度 10% 为梯度,在相对湿度从 30% 增至 90% 期间,测量穿过梳形印刷电路板电极的泄漏电流。

单位为毫米

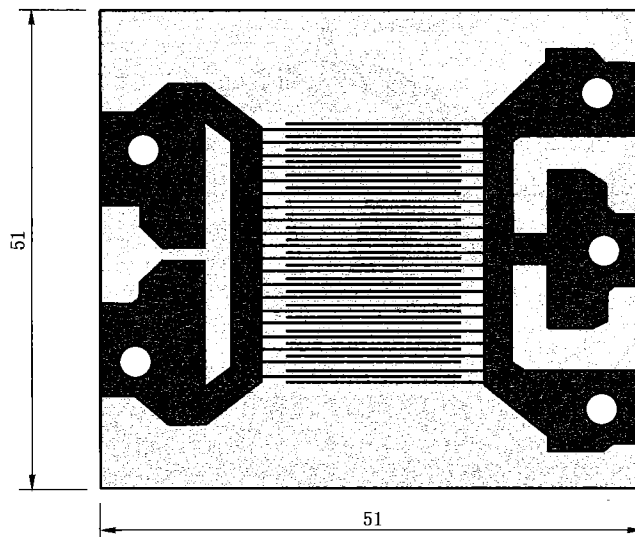


图 3 交叉式泄漏电流电极

6.3.2 金属损失腐蚀危害测量

金属损失直接用金属箔测量,或通过测定合适的电极电阻间接测量。这些电极的详细介绍在 5.5.3 和 5.6.3.2 中给出。

6.4 试验方法

在管形炉的空气流中加热试样以得到燃烧产物。不同的温度和空气流量用于模拟不同的着火条件。将电极暴露于指定条件的燃烧产物中,然后对金属损失、电阻或泄漏电流进行测量。

7 试验方法和数据相关性的概况

表 2 总结了第 5 章和第 6 章概述的试验方法,包括这些试验方法的局限性和所适用的表 1 中规定

的着火阶段。有意向采用或修改任何试验方法的产品委员会应确保这些方法符合预期的使用。

这些试验旨在评估着火气体的潜在腐蚀危害相对程度,这些着火气体为材料和产品在可控实验室条件下暴露于其中的气体;这些试验不宜用于描述或评估实际着火条件下材料、产品或系统的腐蚀风险。

为了评定材料燃烧时的腐蚀危害风险,材料的腐蚀性分级应与其对热和火焰的反应特性(如:起燃性、火焰表面蔓延性、热释放速率)结合。如果发生火灾,腐蚀危害风险的评定需要考虑很多因素,包括可燃物载重量、燃烧强度、通风条件、湿度和暴露表面的性质。

注:这些试验方法以广泛的着火模型和试样几何形状为基础,这些几何形状会影响材料或产品产生的腐蚀性物质的性质。因此,不能假定材料或产品在一个试验中的腐蚀数据排序与另一个试验中的一致。

表 2 腐蚀性试验方法概况

试验方法	相关条款	试验方法的类型	试样的限制	相关着火阶段						用于控制目的的单个试验的使用局限性
				1a)	1b)	1c)	2	3a)	3b)	
燃烧气体产物中氢卤酸气体的测量	5.2	间接	受试材料为 500 mg~1 000 mg,切为碎片	否	否	是	否	否	否	仅适用于已确定测量值和潜在腐蚀性之间相关性的情况
燃烧气体产物水溶液的酸性和电导率测量	5.3	间接	受试材料为 500 mg 或 1 000 mg,切为碎片	否	否	是	否	否	否	仅适用于已确定测量值和潜在腐蚀性之间相关性的情况
铜镜试验	5.4	模拟产品 (金属损失)	长 2.5 cm 的样品,切自热缩性管材	否	是	否	否	否	否	仅考虑金属损失
静态法	5.5	模拟产品 (金属损失)	受试材料为 600 mg,颗粒或晶片	否	否	否	是	否	否	已完成有限的实验工作,适用性未知
移动炉法	5.6	模拟产品 (金属损失)	长 400 mm×宽 15 mm,厚度使质量为 4.8 g	否	是	是	是	是	是	仅考虑金属损失
锥形腐蚀计法	5.7	模拟产品 (金属损失)	从材料或成品上切取的 100 mm×100 mm×6 mm 有代表性样品	否	是	否	是	否	是	仅考虑金属损失
IEC/TS 60695-5-3	6	模拟产品 (泄漏电流和金属损失)	1 g 受试材料	是	否	否	是	是	否	已完成有限的实验工作,适用性未知

附录 A

(资料性附录)

水溶液酸度和导电性—试验方法

测量燃烧流通过水后形成的水溶液的酸度和导电性试验方法见表 A.1。

表 A.1 测量燃烧流通过水后形成的水溶液的酸度和导电性试验方法

参 数	GB/T 17650.2—1998	CAN/CSA-C22.2	DIN VDE 0472:1992, 第 813 部分	NF C 20-453:1985
燃烧温度/℃	950±15	800±10	750~800	800±10
试样质量/mg	1 000±5	500±50	1 000	500±1
试样的种类	分成小块	—	—	仅一块
空气流速/(dm ³ ·h ⁻¹)	15~30	约 6	10±3	15~30
吸收用水体积/cm ³	1 000	600	170	75±5
最后测量体积/cm ³	1 000	1 000	170	500
测量时间	燃烧后	燃烧后	燃烧时和燃烧后	燃烧后

附录 B

(资料性附录)

燃烧气体水溶液比对试验的重复性和再现性测量

这些试验在法国标准 NF C 20-453:1985 的研究过程中完成。试验发现,匀质的未添加焊料的受试材料重复性和再现性较好。

除参数值后边的括号内标有不同测量次数外,表 B.1、表 B.2 和表 B.3 中的每个数值均为 4 次测量的平均值。有的也用最小值或最大值代替平均值。试验程序在法国标准 NF C 20-453:1985 中有描述(见附录 A)。

这些参数的大致重复性和再现性值为:

——重复性:4%~7%;

——再现性:9%~11%。

(见表 B.1、表 B.2 和表 B.3 中的试验结果)。

表 B.1 燃烧气体水溶液 pH 值比对试验的重复性和再现性测量

实验室编号	pH 值	材料 A	材料 B	材料 C	材料 D	材料 E	材料 F	材料 G	材料 H
1	平均值 标准偏差	2.87 0.12	8.1 0	8.1 最大值 0.06	4.03 0.06	6.33 最大值 0.49	4.93 0.12	8.03 0.23	2.2 0.1
2	平均值 标准偏差	2.67 最小值 0.06	— —	5.93 最小值 0.15	4 0.11	4.23 最小值 0.03	4.26 最小值 0.04	6.18 0.1	2.26 0.08
3	平均值 标准偏差	2.85 0.13	7.53 0.16	7.32 0.48	4.1 0.1	5.75 0.33	— —	8.34 0.77	2.2 0.1
4	平均值 标准偏差	3.02 最大值 0.03	7.7 0.09	7.6(n=6) 0.17	4.28 最大值 0.08	5.14(n=5) 0.18	4.67(n=7) 0.18	8.3 0.26	2.31(n=7) 0.07
5	平均值 标准偏差	2.87 0.08	— —	— —	3.8 0.05	4.47 0.06	4.33 0.06	6.33 0.23	2.35(n=3) 0
6	平均值 标准偏差	2.79 0.06	6.44 最小值 0.1	6.25 0.05	4.11(n=14) 0.28	4.6 0.08	4.52 0.02	8.5 最大值 0.26	2.12 0.01
7	平均值 标准偏差	2.81 0.035	7.28 0.65	6.53 0.82	4.25 0.05	5.1 0.04	4.75 0.05	6.8 0.13	— —
8	平均值 标准偏差	2.74(n=1) 0	8.36(n=1) 0	8.32(n=1) 0	3.65(n=1) 0	6.31(n=1) 0	5.49(n=1) 0	7.36 0.3	1.95 最大值 (n=2)0.01
9	平均值 标准偏差	2.72 0.06	7.07 0.04	7.1 0.18	3.86 0.12	5.93 0.26	4.78 0.06	6.01 最小值 0.21	— —

表 B.2 燃烧气体水溶液电阻率比对试验的重复性和再现性测量

实验室编号	电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$	材料 A	材料 B	材料 C	材料 D	材料 E	材料 F	材料 G	材料 H
1	平均值 标准偏差	2 200 520	15 600 2 780	20 330 577	21 000 1 000	437 000 142 000	97 700 6 350	9 800 1 320	480 40
2	平均值 标准偏差	545 最小值 88	— —	59 000 最大值 2 000	21 000 1 000	607 000 23 100	109 000 35 800	140 000 10 000	540 52.9
3	平均值 标准偏差	2 450 最大值 610	12 800 609	14 830 290	28 700 2 660	106 000 63 800	— —	19 430 6 470	486 82
4	平均值 标准偏差	1 573 50	17 410 997	18 742($n=6$) 2 335	21 908 1 914	106 655($n=5$) 22 546	51 756($n=7$) 7 729	11 300 2 076	345($n=7$) 8
5	平均值 标准偏差	1 533 252	— —	— —	14 000 1 732	81 667 4 163	53 333 2 082	20 667 1 528	343 12
6	平均值 标准偏差	1 660 102	10 070 最小值 1 975	8 710 1 680	19 600($n=14$) 9 452	63 500 9 125	28 500 5 577	9 230 2 665	356 24
7	平均值 标准偏差	1 487 47.3	35 370 31 905	45 700 36 645	26 470 3 180	146 700 41 970	65 170 2 200	14 430 764	— —
8	平均值 标准偏差	1 700($n=1$) 0	27 000($n=1$) 0	18 000($n=1$) 0	8 800($n=1$) 0	17 600($n=1$) 0	36 000($n=1$) 0	13 300 3 300	320($n=2$) 14
9	平均值 标准偏差	1 922 109	61 010 最大值 5 930	50 810 9 630	25 730 7 310	127 900 2 840	110 900 11 000	20 260 1 350	— —

表 B.3 溴化聚碳酸酯试验结果

实验室编号	空气流量 $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$	电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$			pH 值		
		平均值	标准偏差	方差	平均值	标准偏差	方差
1	30	21 000	1 000	0.048	4.03	0.06	0.014
2	30	21 000	1 000	0.048	4.00	0.11	0.027
3	30	28 700	2 660	0.093	4.10	0.10	0.023
4	30	21 900	1 900	0.087	4.28	0.08	0.018
5	30	14 000	1 730	0.124	3.80	0.05	0.013
6	11	19 600	a	a	4.11	a	a
7	30	26 500	3 200	0.121	4.27	0.05	0.011
8 ^b	—	—	—	—	—	—	—
9	60	25 700	7 300	0.284	3.86	0.12	0.031

a 没有可利用的数据。
b 未进行试验。

参 考 文 献

- [1] GB/T 17650.1—1998 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第1部分:卤酸气体总量的测定
- [2] GB/T 17650.2—1998 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第2部分:用测量 pH 值和电导率来测定气体的酸度
- [3] EN 50267-2-1:1998 Common test methods for cables under fire conditions—Tests on gases evolved during combustion of materials from cables—Part 2-1: Procedures—Determination of the amount of halogen acid gas
- [4] EN 50267-2-2:1998 Common test methods for cables under fire conditions—Tests on gases evolved during combustion of materials from cables—Part 2-2: Procedures—Determination of degree of acidity of gases for materials by measuring pH and conductivity
- [5] EN 50267-2-3:1998 Common test methods for cables under fire conditions—Tests on gases evolved during combustion of materials from cables—Part 2-3: Procedures—Determination of degree of acidity of gases for cables by determination of the weighted average of pH and conductivity
- [6] CAN/CSA-C22.2 No. 0.3 Test Methods for Electrical Wires and Cables
- [7] DIN VDE 0472—Part 813:1992 Testing of cables, wires and flexible cords; corrosivity of combustion gases
- [8] NF C 20-453:1985 Basic environmental testing procedures. Test methods. Conventional determination of corrosiveness of smoke
- [9] ASTM D 2671-00 Standard Test Methods for Heat-Shrinkable Tubing for Electrical Use
- [10] ISO 11907-2:1995 Plastics—Smoke generation—Determination of the corrosivity of fire effluents—Part 2: Static method
- [11] ISO 11907-3:1998 Plastics—Smoke generation—Determination of the corrosivity of fire effluents—Part 3: Dynamic decomposition method using a travelling furnace
- [12] DIN 53436-1:1981 Producing thermal decomposition products from materials in an air stream and their toxicological testing; decomposition apparatus and determination of test-temperature
- [13] ISO 11907-4:1998 Plastics—Smoke generation—Determination of the corrosivity of fire effluents—Part 4: Dynamic decomposition method using a conical radiant heater
- [14] ASTM D 5485:1999 Standard Test Methods for Determining of the Corrosive Effect of Combustion Products Using the Cone Corrosimeter
- [15] “Comparison of communications LAN cable smoke corrosivity by US and IEC test methods”, J. T. Chapin, P. Gandhi and L. M. Caudill, Fire Risk and Hazard Research Symposium, San Francisco, CA, June 25~27, 1997
- [16] IEC 60695-1-1:1999 Fire hazard testing—Part 1-1: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products—General guidelines
- [17] IEC Guide 104:1997, The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications

中华人民共和国
国家标准
电工电子产品着火危险试验
第36部分:燃烧流的腐蚀危害
试验方法概要和相关性

GB/T 5169.36—2015/IEC/TS 60695-5-2:2002

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 34 千字
2015年11月第一版 2015年11月第一次印刷

*

书号:155066·1-52738 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 5169.36-2015