



# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 5169.34—2014/IEC/TR 60695-1-21:2008

## 电工电子产品着火危险试验 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

Fire hazard testing for electric and electronic products—  
Part 34: Guidance for assessing the fire hazard—Ignitability—  
Summary and relevance of test methods

(IEC/TR 60695-1-21:2008, Fire hazard testing—Part 1-21: Guidance for  
assessing the fire hazard of electrotechnical products—Ignitability—  
Summary and relevance of test methods, IDT)

2014-09-03 发布

2015-04-01 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

## 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 已出版的试验方法概要 .....	4
4.1 采用热空气或电加热的试验 .....	4
4.2 采用辐射热的试验 .....	5
4.3 氧指数试验 .....	8
4.4 灼热丝/热丝基本试验方法 .....	9
4.5 火焰试验 .....	12
4.6 电弧试验 .....	15
附录 A (资料性附录) 试验方法的适用性 .....	18
参考文献 .....	20

## 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3部分：电子元件着火危险评定技术要求和试验规范制定导则；
- 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。

本部分为 GB/T 5169 的第 34 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/TR 60695-1-21:2008《着火危险试验 第 1-21 部分：电工产品着火危险评定导则 起燃性 试验方法概要和相关性》。

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 5169.9—2013 电工电子产品着火危险试验 第 9 部分：着火危险评定导则 预选试验程序 总则(IEC 60695-1-30:2008, IDT)

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 34 部分：着火危险评定导则 起燃性试验方法概要和相关性》；

——删除了第 1 章中第 2、3 段资料性内容。

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：深圳市计量质量检测研究院、威凯检测技术有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、深圳出入境检验检疫局工业品检测技术中心、中国电子技术标准化研究院、山东省产品质量监督检验研究院、广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心、华为技术有限公司。

本部分主要起草人：揭敢新、何益壮、夏庆云、陈兰娟、张元钦、毕凯军、王忠义、王锋、武政、史迎春、吴倩。

## 引　　言

火灾因产生热(热危害),以及产生毒性燃烧流、腐蚀性燃烧流和烟(非热危害),故会对生命和财产造成威胁。火灾开始于起燃,某些情况下可能发展成轰燃和完全着火。因此耐起燃性在着火危险的评定方面被认为是材料最重要的特性之一。如果没有起燃,就没有火灾。

对于大多数材料来说(除金属和其他一些元素外),起燃发生在气体状态下。当与空气混合的可燃蒸气温度高至放热氧化反应迅速扩散时,起燃即开始发生。起燃的难易程度与蒸气的化学性质、燃料/空气比例以及温度密切相关。

对于液体,可燃蒸气产生于液体的蒸发,且蒸发过程取决于液体的温度和化学成分。

对于固体,可燃蒸气产生于固体温度足够高时的热解。蒸发过程取决于固体的温度和化学成分,也取决于固体的厚度、密度、比热容和热导率。

试样的起燃难易程度取决于很多变量。评估起燃性需要考虑的因素有:

- a) 试样的几何形状,包括厚度,以及棱边、角或者接头的存在;
- b) 表面方向;
- c) 空气流量和流向;
- d) 起燃源的性质和位置;
- e) 外部热通量的大小和位置;
- f) 可燃材料是液体还是固体。

所有电工电子产品的设计都应考虑着火风险和潜在的着火危险。对元件、电路和设备的设计以及材料的筛选目的在于,即使发生了可预见的异常使用、故障和失效,也能将潜在的着火风险降低到可以接受的水平。IEC 60695-1-10 和 IEC 60695-1-11 为如何达到这一目的提供了指导。

首要目的是防止带电部件引起起燃,如果发生起燃,也要将着火限制在电工电子产品外壳内。

其次,也应为了将火焰蔓延至产品外的范围降到最低,以及将包括热、烟、毒性和腐蚀性的燃烧产物的有害影响降到最低。

涉及电工电子产品的火灾也可能因非电的外部引燃源引发。总体风险评估应考虑这一因素。

由于这些原因,许多试验用来评定电工电子产品及其构建材料的起燃性。本部分描述了评定电工电子产品或其所用材料的起燃性试验方法。本部分还包括以起燃性为重要量化指标的试验方法。本部分是 GB/T 5169 涉及着火危险评定导则的部分之一。

# 电工电子产品着火危险试验

## 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

#### 1 范围

GB/T 5169 的本部分提供了测定电工电子产品及其材料起燃性的试验方法概要,包括以起燃性为重要量化指标的试验方法。

本部分陈述了当前各种试验方法的技术状况,在适当的地方,还对这些试验方法的相关性和使用作了特殊说明。

#### 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。

IEC 60695-1-30 着火危险试验 第 1-30 部分: 电工产品着火危险评定导则 预选试验规程的使用(Fire hazard testing—Part 1-30: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products—Use of preselection testing procedures)

#### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1

**燃烧 combustion**

物质与氧化剂的放热反应。

注: 燃烧通常会放出燃烧流,并伴有火焰和/或灼热。

[ISO/IEC 13943:2000, 定义 23]

##### 3.2

**着火 fire**

- a) 以放热和生成废水废气为特征的燃烧过程,同时伴有烟雾和/或火焰和/或灼热现象;
- b) 时间和空间均失控的扩展快速燃烧。

[GB/T 5169.1—2007, 定义 3.19]

##### 3.3

**着火危险 fire hazard**

〈由火灾引起的〉不期望的潜在性物质或条件。

##### 3.4

**燃点 fire point**

在规定的试验条件下,标准的小火焰施加于材料表面,致使其起燃并继续燃烧一定时间所需的最低温度。

注 1: 单位用摄氏度(°C)表示。

注 2: 在某些国家,英文“fire point”包含另外的含义,即:消防设备场所,该场所也可带有火灾报警设备和消防说明注意事项。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 53]

3.5

**阻燃(名词) fire retardant(noun)**

为了熄灭、减少或抑制材料的燃烧,向材料中添加一种物质或对材料进行的一种处理。

[GB/T 5169.1—2007,定义 3.31]

3.6

**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。

[GB/T 5169.1—2007,定义 3.32]

3.7

**火焰(名词) flame(noun)**

气相中的燃烧区域,通常伴有发光现象。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 60]

3.8

**阻焰(名词) flame retardant(noun)**

为抑制或减少火焰出现和/或减小火焰传播(蔓延)速率,向材料中添加物质或对材料进行的一种处理。

注: 使用阻焰不一定抑制着火。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 65]

3.9

**有焰燃烧 flaming combustion**

气相中的燃烧,通常伴有发光现象。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 72]

3.10

**闪燃温度 flash-ignition temperature; FIT**

在规定试验的条件下,施加火焰时足够的易燃气体被点燃时的最低温度。

[GB/T 4610—2008,定义 3.1]

3.11

**轰燃 flash-over**

在封闭的空间内可燃材料的整个表面突然转入着火状态。

[GB/T 5169.1—2007,定义 3.42]

3.12

**闪点 flash point**

在规定的试验条件下,产品受热产生的蒸气遇火即燃时,该产品的最低温度。

注: 单位用摄氏度(°C)表示。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 76]

3.13

**完全着火 fully developed fire**

火灾中可燃材料全部转化为着火的状态。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 80]

3.14

**灼热燃烧 glowing combustion**

在燃烧区域中,固体材料无焰而发光的燃烧。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 84]

3.15

**起燃性 ignitability**

对规定条件下试样起燃难易程度的量度。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 91]

3.16

**起燃 ignition**

燃烧的开始。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 96]

3.17

**引燃源 ignition source**

引发燃烧的能量来源。

[ISO/IEC 13943:2000,定义 97]

3.18

**起燃温度(最低) ignition temperature(minimum)**

在规定的试验条件下,引燃源或材料按试验方法的规定可以开始维持燃烧的(最低)温度。

注:起燃需要有足量的可燃气体和氧气(空气),维持燃烧需要有足够的可燃气体的流量,最低起燃温度包含强调不定时间的热量,为了实际用途,标准应适当定义最低温度。

[GB/T 5169.1—2007,定义 3.51]

3.19

**可燃性下限 lower flammability limit;LFL**

在有引燃源的条件下,使火焰于空气中刚好不发生蔓延的燃料蒸气的最小浓度。

注:气体或蒸气的浓度通常用指定温度和大气压下的体积分数(%)表示。固体和液体的气溶胶,以及气体中的粉尘混合物浓度用密度( $\text{g}/\text{m}^3$ )表示。

3.20

**自然温度 spontaneous-ignition temperature;SIT**

在规定的试验条件下,无任何火源时,通过加热而起燃的最低温度。

[GB/T 4610—2008,定义 3.2]

3.21

**热惯量 thermal inertia**

热导率、密度和热容率的乘积。

注 1:当材料暴露在热流中时,材料的热惯量值对其表面温度的上升率有很大影响。当低热惯量材料受热时,它的表面温度会迅速上升,反之亦然。

注 2:其代表性单位为  $\text{J}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{K}^{-2}$ 。

3.22

**电痕化 tracking**

在电应力和电解杂质的联合作用下,固体绝缘材料表面和/或内部导电通路的逐步形成。

[IEC 60112:2003,定义 3.1]

3.23

**可燃性上限 upper flammability limit;UFL**

在空气中,可燃材料产生自燃的最高浓度。

注：气体或蒸气的浓度通常用指定温度和大气压下的体积分数(%)表示。固体和液体的气溶胶，以及气体中的粉尘混合物浓度用密度( $\text{g}/\text{m}^3$ )表示。

## 4 已出版的试验方法概要

本概要不能用来替代那些作为唯一有效引用文件的已出版标准。本部分陈述了当前各种试验方法的技术情况，在适当的地方，还对这些试验方法的相关性和使用作了特殊说明。

有些试验方法为材料试验，有些则为成品试验。表 A.1 列出了这些试验方法，以及材料试验与成品试验之间的区别。

注 1：下述试验方法不全是专门的起燃或起燃性试验，一些已测得起燃性数据或可测量起燃性数据的试验包含于其中。

注 2：没有可利用的重复性和再现性数据，建议可联系相关试验方法的作者或者出版社。

### 4.1 采用热空气或电加热的试验

#### 4.1.1 采用热空气炉测定起燃温度，GB/T 4610

##### 4.1.1.1 目的和原理

GB/T 4610—2008<sup>[1]</sup> 规定了用热空气炉测定塑料闪燃温度和自燃温度的试验方法。

材料试样在热空气炉的加热室内用不同的温度加热，闪燃温度通过用小型引燃火焰在炉顶开口点燃溢出气体来测定。自燃温度的测定方法，除没有引燃火焰外，与闪燃温度的测定方法相同。

##### 4.1.1.2 试样

材料可以是包括复合物在内的任何形式。如果其密度大于  $100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，则采用 3 g 的样品。对于密度小于  $100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  的泡沫材料，去除外皮，切割成  $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$  的尺寸。

##### 4.1.1.3 试验方法

设定空气流速为  $25 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ，并选定初始试验温度。最后 10 min，根据是否起燃，将试验温度降低或升高  $50^\circ\text{C}$ ，用新的试样重新试验。当确立了起燃温度的范围后，开始在此范围内用比最高温度低  $10^\circ\text{C}$  的温度进行试验，并继续每次降低  $10^\circ\text{C}$ ，直到 10 min 内没有起燃为止。该起燃温度记录为能观察到起燃的最低温度。

##### 4.1.1.4 重复性和再现性

相关数据在 GB/T 4610—2008 的附录 A 中有给出。

##### 4.1.1.5 试验数据的相关性

该方法条件下的试验在比较不同材料相对着火性能方面起到很大作用。该试验条件下得到的值代表了材料起燃的最低环境温度。本试验结果可作为实际使用条件下的材料起燃难易程度等级划分的依据。

#### 4.1.2 差示扫描量热法(DSC)，ISO 11357

##### 4.1.2.1 概要

差示扫描量热法(DSC)是一种分析热量的方法，它不直接测量起燃，而是测定对起燃性有影响的许多特性，同时也能用于消防安全工程研究和火灾模型的建立。

其他有用的技术还包括热重分析(TGA)、差热分析(DTA)、热力学分析(TMA)、动态机械热分析(DMTA)和热解气相色谱法<sup>[2][3]</sup>。

#### 4.1.2.2 目的和原理

ISO 11357<sup>[4]</sup>由 7 部分组成,给出了用 DSC 法测量如热塑性塑料和热固性塑料(包括模塑材料和复合材料)这些聚合物材料以下性能的方法:

- 玻璃化转变温度;
- 熔融和结晶的温度及热焓;
- 比热容;
- 聚合温度和/或时间以及聚合动力学;
- 氧化诱导时间;
- 结晶动力学。

DSC 法是将试样和参比样置于指定大气压中,对其进行程序控温,测量流经两者的热流在温度和/或时间上的差异。

#### 4.1.2.3 试样

试样可以是液体或固体。试样的最佳质量取决于所研究的参数,但通常在 5 mg~50 mg 之间。将试样放于试样皿中,如有必要,加上一个盖子密封。参比样通常为空的相同的试样皿。

#### 4.1.2.4 试验方法

首先校准仪器,然后放入试样皿,仪器根据预期的热循环设定程序。依照生产厂商的说明书控制操作和分析数据。

#### 4.1.2.5 重复性和再现性

相关数据在 ISO 11357 各部分的附录中给出。

#### 4.1.2.6 试验数据的相关性

DSC 法能够测量起燃着火模型中的两个重要参数,即与温度有关的比热容和气化热。

### 4.2 采用辐射热的试验

#### 4.2.1 热释放速率——锥形量热仪法,GB/T 16172

##### 4.2.1.1 目的和原理

GB/T 16172—2007<sup>[5]</sup>详述了有火花点火器存在时,试样在水平定位受到可控制等级的热辐射中,测定其热释放速率的方法。辐射范围为  $0 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \sim 100 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 。热释放速率的测量是通过燃烧产物气流中氧气浓度计算出的耗氧量和燃烧产物的流量来确定的。(持续有焰燃烧的)起燃时间也在该试验中确定。将试样置于称重传感器上,以便整个试验过程持续测量试样质量。

该试验方法建立在观测基础上,一般来说,净燃烧热与燃烧需氧量成比例。这个关系为每克氧耗释放出约 13.1 kJ 的热量。

##### 4.2.1.2 试样

试样为 100 mm×100 mm 的正方形,厚度不超过 50 mm。试样包裹在铝箔中,底面和侧面被铝箔包覆,而顶部表面暴露。将包装好的试样置于固定架上。适当的时候会用到一个底座。

#### 4.2.1.3 试验方法

首先对仪器进行校准,然后设定排气流量和辐射等级。将试样置于辐射屏蔽层下,移去屏蔽层时,启动火花点火器开始试验。

持续燃烧 32 min 后,记录数据。用 3 个样品进行试验。

注: GB/T 16172—2007 描述了对热释放、质量和起燃时间的测定。然而很多锥形量热仪还可以测量 CO、CO<sub>2</sub> 和产烟量。ISO 5660-2:2002<sup>[6]</sup> 就描述了产烟量的测量方法。

#### 4.2.1.4 重复性和再现性

相关数据在 GB/T 16172—2007 附录 B 中给出。

#### 4.2.1.5 试验数据的相关性

热释放速率是决定火灾危险性的最重要变量之一。一个典型的火灾中,多表面的物品有利于火灾的发展,因此对它的评估非常复杂。从实验室规模的试验得出,如果各个表面都起燃,则测定结果应由各表面的结果组成。

对任何燃烧的物品,应测量其着火规模,以推算其对周围物品的外部辐射的影响。遍布各个表面的火焰也应进行评估。由实验室规模的试验得知,通过已知被辐射单位面积的热释放速率和时间的关系来测定整个表面的热释放速率。总的着火输出功率涉及所有材料的所有表面总和。

辐射对起燃时间数据的影响也可用来推算起燃参数,例如材料的热惯性。

### 4.2.2 绝缘液体的热释放试验, IEC/TS 60695-8-3

#### 4.2.2.1 目的和原理

IEC/TS 60695-8-3<sup>[7]</sup> 详述了电工电子产品暴露在规定热通量中时,其绝缘液体热释放和烟产物的测定试验方法。该标准可能对其他液体样品也适用。

该方法的原理与 4.2.1.1 描述的一致。另外,用如 ISO 5660-2:2002 描述的穿透排烟道的激光来测量产烟量。

#### 4.2.2.2 试样

初始试验需要 20 cm<sup>3</sup> 液体。主体试验需要 50 cm<sup>3</sup> 液体。液体放于 15 mm 深的 100 mm×100 mm 矩形不锈钢试样盘中。

#### 4.2.2.3 试验方法

仪器的校准方法与 GB/T 16172—2007 和 ISO 5660-2:2002 一致,初始试验的目的是为了得到试样在 1 200 s 内起燃的最小热通量(临界起燃热通量)。主体试验在该临界起燃热通量中进行。数据的分析方法也与 GB/T 16172—2007 和 ISO 5660-2:2002 一致。

#### 4.2.2.4 重复性和再现性

目前没有可利用的数据。

#### 4.2.2.5 试验数据的相关性

该试验可定量评估电工电子产品用液体的起燃难易程度。也可用于获得热释放量和产烟量数据。所有这些数据可用于包括着火危险评定在内的消防安全工程研究。

#### 4.2.3 测定材料起燃和火焰蔓延性能的标准试验方法,ASTM E1321

##### 4.2.3.1 目的和原理

ASTM E1321-97a(2002)<sup>[8]</sup>测量持续恒定热通量下垂直试样的起燃特性,以及由外部辐射热通量引起的材料垂直表面上的横向火焰蔓延特性。

##### 4.2.3.2 试样

试样按预期使用形式进行试验。起燃试验的试样为 155 mm×155 mm。火焰蔓延试验的试样为 800 mm×155 mm。对于两种试验,如材料或复合物的公称厚度不大于 50 mm,则用其全厚度进行试验。试验方法仅限于热厚型试样(即当露出的表面起燃时,材料背面不会出现明显的温升)。

##### 4.2.3.3 试验方法

该试验方法由两个步骤组成:测定起燃和测定横向火焰蔓延。垂直安装的样品暴露在纵向空气/气体燃料的辐射热源中,这种热源与试样成 15°角。

对于起燃试验,将试样暴露于  $30 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$  的热通量中,如果起燃在 20 min 内发生,则记录下起燃时间。重复试验直到得出起燃的最小热通量,其容差为  $\pm 2 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 。试验在较高的热通量(以约  $10 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$  为增量)中重复进行,直到确定出最小起燃热通量与  $65 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$  之间的起燃时间/热通量曲线。所得的数据结合已确定的起燃原理从而得到材料可燃性能。

对于火焰蔓延试验,将试样暴露于渐变的热通量中,其较热端的热通量比由起燃试验测得的起燃所需最小热通量高约  $5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 。试样预热至达到热平衡;预热时间也由起燃试验测得。起燃后,火焰沿着试样水平前进,随时间留下烧痕。所得的数据结合已确定的起燃和火焰蔓延原理从而得出材料可燃性能。

##### 4.2.3.4 重复性和再现性

目前没有可利用的数据。

##### 4.2.3.5 试验数据的相关性

该试验方法的结果提供了起燃和横向蔓延所需的最小表面热通量和温度、材料的有效热惯性值,以及与横向火焰蔓延有关的火焰热参数。该结果可用于预测起燃时间,以及没有横向气流的规定外部热通量下垂直表面的横向火焰蔓延速度。数据可用于发展中的着火模型。

#### 4.2.4 非接触火焰的起燃特性热通量测定,IEC 60695-11-11

##### 4.2.4.1 目的与原理

IEC 60695-11-11<sup>[9]</sup>描述了一种测定电工电子产品、组件和材料的起燃特性热通量(ICHF)的试验方法。热通量来自于非接触火焰。该试验方法可测量入射热通量对起燃时间的影响。

##### 4.2.4.2 试样

试样是从成品中切取的有代表性的部分材料样品。如果无法获取,则一般采用与产品部件制作工艺相同的方式制作同样厚度的试样。成品试验和材料试验的试样尺寸均为长  $75 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ 、宽  $75 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ 。首选厚度为  $0.75 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ 、 $1.5 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$  和  $3.0 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$ 。

##### 4.2.4.3 试验方法

首先,用热流计测量火焰垂直上方不同距离的入射热通量。其范围为  $30 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \sim 75 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

试样于  $30 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \sim 75 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$  范围内 $\text{在 } 5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$  倍数的热通量中进行试验,起燃特性热通量为使试样平均起燃时间大于 120 s 的最大热通量。

在该试验中,试样有焰燃烧恒定持续至少 5 s 才被认为是起燃。

#### 4.2.4.4 重复性和再现性

没有可利用的数据。目前,有一组实验室间的比对试验正在进行。

#### 4.2.4.5 试验数据的相关性

该试验方法是模拟成品、组件和材料在靠近火焰源但不接触到火焰的情况下着火性能。蜡烛火焰靠近电工电子产品就是一个例子。

### 4.3 氧指数试验

#### 4.3.1 氧指数——室温试验,GB/T 2406.2

##### 4.3.1.1 目的和原理

GB/T 2406.2—2009<sup>[10]</sup> 是在规定的试验条件下,测定氮氧混合气体中刚好维持小型垂直试样燃烧所需的最低氧气体积分数。试验结果以体积分数来表示氧指数值。

##### 4.3.1.2 试样

模塑材料试样的尺寸为长 80 mm~150 mm、宽 10 mm、厚 4 mm。其他材料的尺寸在 GB/T 2406.2—2009 表 2 中有详述。

##### 4.3.1.3 试验方法

将小型试样垂直置于沿着透明烟气管上升的氮氧混合气体中。点燃试样顶端,并观察试样的燃烧特性,将试样连续燃烧时间或试样燃烧长度与规定的限值进行对比,通过在不同氧浓度下测试一系列试样,估算燃烧所需的最低氧浓度。

##### 4.3.1.4 重复性和再现性

试验数据在 GB/T 2406.2—2009 的 9.4 和附录 D 中给出。

#### 4.3.1.5 试验数据的相关性

室温下的氧指数(OI)试验在 1966 年被 Fenimore 和 Martin<sup>[11]</sup>第一次提出。ASTM D 2863:1970 标准首次使用该方法,此后被许多国家标准和国际标准引用。1993 年发布的 GB/T 2406,现已修订为 GB/T 2406.2—2009。高温氧指数试验则在 ISO 4589-3:1996<sup>[12]</sup>中有描述(见 4.3.2)。

自 ASTM D 2863 成为标准后,发表了有关该试验的许多文章。例如 Weil, Hirschler 等<sup>[13]</sup>就有论述它与其他着火试验之间的关系以及与真实火灾之间的试验相关性。这篇文章得出的结论是该试验结果与任何其他着火试验和真实火灾的性能都没有很好的相关性。

GB/T 2406.1—2008<sup>[14]</sup>指出:“该试验用于材料的质量控制,尤其适用于研究改进受试材料的阻燃剂的检验。单独的该试验方法不足以评定燃烧性能,也不宜用于安全控制和消费者保护的相关法规。”

在涉及 GB/T 2406.2—2009 和 ISO 4589-3:1996 时,也有如下陈述:

“这些小规模实验室试验仅作为材料试验。其主要用于材料的改进、一致性控制和/或预选,却并不是评价材料在使用中的潜在着火危险性的唯一方法。”

### 4.3.2 氧指数——高温试验, ISO 4589-3

#### 4.3.2.1 目的和原理

ISO 4589-3:1996<sup>[12]</sup>是在规定温度范围为 25 °C ~ 150 °C 的试验条件下, 测定氧氮混合气体中刚好维持小型垂直试样燃烧所需的氧气体积分数。在以塑料可经受的过热实际温度为试验温度情况下确定氧指数值, 结果以百分数表示。

该标准也包含规定试验条件下小型垂直试样在空气中氧指数为 20.9% 时的温度测定方法。其结果被定义为可燃性温度(FT), 该方法局限于结果不超过 400 °C 的测定。

#### 4.3.2.2 试样

模塑材料的试样尺寸是长 80 mm ~ 150 mm、宽 10 mm、厚 4 mm。其他材料的尺寸在 GB/T 2406.2—2009 表 2 中有详述。

#### 4.3.2.3 试验方法

将小型试样垂直置于沿着透明双壁烟气管罩上升的氮氧混合气体中。烟气管罩含有适用的加热器与预热器联合加热混合进料气体, 使内管罩中的试样周围的气体维持在所需温度范围内。点燃试样顶端, 并观察试样的燃烧特性, 将试样连续燃烧时间或试样燃烧长度与规定的限值进行对比, 通过在不同氧浓度下测试一系列试样, 估算燃烧所需的最低氧浓度。

在 ISO 4589-3:1996 的附录 A 中给出了测量可燃性温度(FT)的替代方法。该方法中, 空气在规定的试验温度下沿着烟气管罩上升, 记录试样的燃烧行为。根据得到的燃烧现象决定在更高或者更低的温度下进行后续的试验。按每次 5 °C 以内的梯度温度重复试验, 直到使试样满足至少一个测试判据的最低温度被确定为可燃性温度(FT)。

#### 4.3.2.4 重复性和再现性

目前没有可利用的重复性数据。ISO 4589-3:1996 的附录 B 概述了 1986 年英国评定不同类型样品效应的相关性测试, 从中可计算出再现性数据。8 个实验室参与了此次测试。

#### 4.3.2.5 试验数据的相关性

见 4.3.1.5。

可燃性温度试验确定了规定温度下的合格/不合格判定标准, 并广泛用于对材料在规定温度下是否符合标准要求的验证。该方法只适用于测试具有明显特征分级的材料。然而, 对于达到标准要求的温度明显高于可燃性温度的不明化合物, 在测试过程中应格外谨慎。那可能是因为, 可燃性挥发物在起燃之前的调试阶段就从烟气管罩溢出, 使得受试材料不及原始材料易燃。

反之, 该试验对一些阻焰材料也会进行误判。如果材料的阻焰处理是通过热解过程中释放出气相阻焰剂(如水蒸气、二氧化碳及卤化锑/卤氧化物)实现的, 那么这些阻焰剂很可能在起燃之前的调节阶段就从烟气管罩溢出, 使得测受试材料比原始材料易燃。

### 4.4 灼热丝/热丝基本试验方法

#### 4.4.1 灼热丝试验, IEC 60695-2-11、IEC 60695-2-12 和 IEC 60695-2-13

##### 4.4.1.1 成品的灼热丝可燃性试验, IEC 60695-2-11

###### 4.4.1.1.1 目的和原理

灼热丝是一个可以用电加热到规定温度的特定电阻丝环。试验装置在 IEC 60695-2-10<sup>[15]</sup> 中有

详述。

IEC 60695-2-11<sup>[16]</sup>的目的是确保在规定的条件下灼热丝不会使部件起燃,如果部件起燃,其燃烧的时间也是有限的,不会因火焰或由试样上滴落的燃烧或灼热颗粒而蔓延。

#### 4.4.1.1.2 试样

试样应是一个完整的成品,试验条件与正常使用时的状况无明显差异。

如果试验不能在完整的成品上进行,则可采用下列方法之一:

- a) 在需要测试的部件中切下一块;
- b) 在完整的成品上开一小孔使测试部位与灼热丝接触;
- c) 从完整的成品中取出需要测试的部件,进行单独试验。

#### 4.4.1.1.3 试验方法

根据特定的试验程序,将加热后的灼热丝顶端与试样在观察和测量所需范围内接触规定的时间。

灼热丝顶端应水平地施加到正常使用时可能会遭受热应力的试样部件上。

#### 4.4.1.1.4 重复性和再现性

没有可利用的数据。

#### 4.4.1.1.5 试验数据的相关性

该试验为相关产品标委会规定的温度确定了一个合格/不合格的判定标准。电工委员会主要使用该试验确定与因故障可能过热的带电部件或电气连接件接触的绝缘材料的适用性。目的是确保绝缘材料的起燃不致引起产品的着火蔓延。

电气连接件的过热可能引发产品起燃,如果排除故障电流,通过了试验的绝缘材料被认为有自熄性。因此,尽管产品可能被认定为不可用,但也不会发生火焰蔓延,因而使用者及其财产不会遇到着火风险。

该试验作为 2003 年撤销的 IEC 60695-2-3 不良接触试验替代法已使用多年。

试验时,在检验绝缘材料支撑物完整性的同时,记录是否有燃烧或熔融物滴落至试样下方铺底层上。在大的产品里,放置一个正常使用时可能受到滴落物影响的材料置于试样下方。如果这层材料没有被损坏甚至没有受到熔融滴落物的影响,那么试样被认为是符合要求的。当没有该材料层接收滴落物,而产品又很可能出现滴落物时(例如滴落到一个可燃性表面上),则将一张标准的包装绢纸覆盖在一块木板上用于评定。

操作者还应记录材料是否起燃,并通过测量火焰高度得到更多的信息。火焰高度难以测量,所以一些产品标准要求记录发生的起燃,然后在带电部件或者电气连接件上方的一个假定标准区域内进一步试验。这就是后续试验,可用针焰试验实现(见 4.5.1)。

#### 4.4.1.1.6 相关标准

IEC 60695-2-10。

IEC 60695-2-11。

#### 4.4.1.2 材料的灼热丝可燃性试验,IEC 60695-2-12

##### 4.4.1.2.1 目的和原理

灼热丝是一个可以用电加热到规定温度的特定电阻丝环。试验装置在 IEC 60695-2-10 中有详述。

IEC 60695-2-12<sup>[17]</sup> 的目的是测定固体电气绝缘材料或其他固体材料的灼热丝可燃性指数(GWFI)。GWFI 是 3 个试样满足规定条件所需的最高温度。

#### 4.4.1.2.2 试样

试样的尺寸为  $\geq 60 \text{ mm} \times \geq 60 \text{ mm} \times$  首选厚度值。它们可以通过压塑、注塑或浇注,或从板材、成品的部件上切割而成。

#### 4.4.1.2.3 试验方法

根据特定的试验程序,将加热后的灼热丝顶端与试样在观察和测量所需范围内接触规定的时间。

每次使用一个新试样,用不同的试验温度重复试验以确定材料的 GWFI。

#### 4.4.1.2.4 重复性和再现性

没有可以利用的数据。

#### 4.4.1.2.5 试验数据的相关性

该试验是对一系列标准试样进行的材料试验。获得的数据可以在预选过程中用来判断材料的性能是否满足 IEC 60695-2-11 中成品灼热丝可燃性试验方法的要求。该试验方法在确定设备所有物件的可燃性、防火性或者火灾危险性方面是无效的,因为绝缘系统或可燃部件的结构大小以及邻近的金属或非金属部件的布局和传热等,对所使用材料的可燃性都有很大影响。

作为指导着火危险评定的一个结果,一系列适当的可燃性和起燃预选试验可减少成品试验(参见 IEC 60695-1-30)。

#### 4.4.1.2.6 相关标准

IEC 60695-2-10。

IEC 60695-2-12。

### 4.4.1.3 材料的灼热丝起燃性试验,IEC 60695-2-13

#### 4.4.1.3.1 目的和原理

灼热丝是一个可以用电加热到规定温度的特定电阻丝环。试验装置在 IEC 60695-2-10 中有详述。

IEC 60695-2-13<sup>[18]</sup> 的目的是测定固体电气绝缘材料或其他固体材料的灼热丝起燃温度(GWIT)。GWIT 是发生起燃的最低温度。

#### 4.4.1.3.2 试样

试样的尺寸为  $\geq 60 \text{ mm} \times \geq 60 \text{ mm} \times$  首选厚度值。它们可以通过压塑、注塑或浇注,或从板材、成品的部件上切割而成。

#### 4.4.1.3.3 试验方法

根据特定的试验程序,将加热后的灼热丝顶端与试样在观察和测量所需范围内接触规定的时间。

每次使用一个新试样,用不同的试验温度重复试验以确定材料的 GWIT。

#### 4.4.1.3.4 重复性和再现性

没有可以利用的数据。

#### 4.4.1.3.5 试验数据的相关性

该试验是对一系列标准试样进行的材料试验。获得的数据可以在预选过程中用来判断材料的性能是否满足 IEC 60695-2-11 中成品灼热丝可燃性试验方法的要求。该试验方法在确定设备所有物件的起燃性,防火性或着火危险性方面是无效的,因为绝缘系统或可燃部件的结构大小以及邻近的金属或非金属部件的布局和传热等,对所使用材料的可燃性都有很大影响。

作为指导着火危险评定的一个结果,一系列适当的可燃性和起燃预选试验可减少成品试验(参见 IEC 60695-1-30)。

#### 4.4.1.3.6 相关标准

IEC 60695-2-10。

IEC 60695-2-13。

### 4.4.2 热丝圈起燃性试验,IEC 60695-2-20[撤销于 2007-05-01]和 ANSI/ASTM D3874

#### 4.4.2.1 目的和原理

该试验方法试图用预选方式区分材料对邻近电热丝和其他热源的耐起燃性。电气设备的某些正常(以及异常)运转下,绝缘材料可能靠近热电源如发动机、过电流导体或是电阻热源。如果所暴露热源的强度和/或持续时间足够,则绝缘材料可能起燃。

#### 4.4.2.2 试样

试样为(125 mm±5 mm)×(13.0 mm±0.5 mm)的条形样品,其厚度可根据试验需要选择。

#### 4.4.2.3 试验方法

在该试验方法中,试样中间部分缠绕一个金属加热丝圈,两端被水平支撑。此电路通过对金属加热丝以固定功率密度通电,使其迅速升温。对试样进行观察,直到出现下列其中一种情况:a)试样起燃;b)试样熔化;或 c)未出现起燃或熔化而时间超过了 120 s。根据实际情况,记录下起燃时间和完全熔化时间。

#### 4.4.2.4 重复性和再现性

目前没有公布的可利用数据。ANSI/ASTM D3874-04<sup>[19]</sup>指出:“如果严格按照该试验方法进行测试,则平均测定值误差很可能在实验室间评定值的±15%以内。”然而,IEC 的实验室间比对研究表明,该误差值可能更大一些。

#### 4.4.2.5 试验数据的相关性

该试验方法用于材料的预选、质量控制和产品评估。所得数据用于测定电气设备所用聚合物材料直接接触潜在引燃源或在其周围 0.8 mm 内时的适用性。

### 4.5 火焰试验

#### 4.5.1 针焰试验,IEC 60695-11-5

##### 4.5.1.1 目的和原理

IEC 60695-11-5<sup>[20]</sup>中的针焰试验是通过模拟因故障条件引起的小火焰所产生的效应,对着火危险

进行评估。

#### 4.5.1.2 试样

试样为完整的设备、部件或元件。

#### 4.5.1.3 试验方法

一个 12 mm 高的丁烷试验火焰用于评定规定时间内火焰对试样某个部分的影响。将一个铺底层置于试样下方用于测定火焰蔓延性。试验火焰燃烧和结束时, 观察试样的灼热、滴落物以及起燃情况。

#### 4.5.1.4 重复性和再现性

目前没有可以利用的数据。

#### 4.5.1.5 试验数据的相关性

针焰试验用于检验材料受绝缘材料火焰影响的适用性, 这类绝缘材料用于支撑过热电气连接件的带电部件。该试验还可用于检验需要后续试验的材料(见 4.4.1.1.5)。

当满足 IEC 60695-2-11 要求的元件尺寸不适用于灼热丝试验装置时, 则可采用 IEC 60695-11-5 的针焰试验。

### 4.5.2 50 W 水平与垂直火焰试验方法, GB/T 5169.16; 500 W 火焰试验方法, GB/T 5169.17

#### 4.5.2.1 目的和原理

GB/T 5169.16—2008<sup>[21]</sup>是使用 50 W 火焰的试验方法。GB/T 5169.17—2008<sup>[22]</sup>是使用 500 W 火焰的试验方法。

这些固体电气绝缘材料试验方法用于指示这些材料暴露于引燃源时的初始性能。试验结果可用来检验材料特性的稳定性, 并为绝缘材料的研究开发以及各类材料间的对比和分类提供指示。

#### 4.5.2.2 试样

两种试验方法的试样均为长 125 mm、宽 13 mm、厚度不超过 13 mm。

#### 4.5.2.3 试验方法

这些试验是将一个引燃源施加到一个水平或垂直的试样上, 并测量试样的燃烧长度或火焰表面蔓延速率。

注: IEC 60695-11-4<sup>[23]</sup>描述了产生 50 W 火焰的装置。IEC 60695-11-3<sup>[24]</sup>描述了产生 500 W 火焰的装置。

#### 4.5.2.4 重复性和再现性

试验数据在 GB/T 5169.16—2008 的附录 A 和附录 B, 以及 GB/T 5169.17—2008 的附录 A 中可以得到。

#### 4.5.2.5 试验数据的相关性

该试验是对一系列标准试样进行的材料试验。获得的数据可以在预选过程中用来判定材料的性能是否满足成品的许多可燃性要求。该试验方法在确定设备所有物件的可燃性、防火性或者火灾危险性方面是无效的, 因为绝缘系统或可燃部件的结构大小以及邻近的金属或非金属部件的布局和传热等, 对所

使用材料的可燃性都有很大影响。

作为指导着火危险评定的一个结果,一系列适当的可燃性和起燃预选试验可减少成品试验(参见 IEC 60695-1-30)。

#### 4.5.2.6 相关性标准

GB/T 5169.16—2008。

GB/T 5169.17—2008。

### 4.5.3 1 kW 标称预混合火焰试验,GB/T 5169.14

#### 4.5.3.1 目的和原理

GB/T 5169.14—2007<sup>[25]</sup>给出了使用丙烷燃气产生 1 kW 标称预混合型试验火焰的具体要求。

#### 4.5.3.2 试样

试验火焰可以用来测试电工设备、部件和元件以及固体电气绝缘材料或其他可燃材料。试样的详细情况在使用该试验火焰的相关标准中有描述。

#### 4.5.3.3 试验方法

试验装置的示例在 GB/T 5169.14—2007 的附录 B 中有给出。许多试验使用该火焰引燃源。详细情况可参考相关试验方法。

注: 在使用试验装置时,除非在相关规范中另有说明,建议燃烧器管的顶部到试样表面受试点的距离约为 100 mm,且燃烧器在试验时被固定在适当的位置。

当测试条形材料时,试验人员可在测试期间随着试样的变形或燃烧移动火焰,此时蓝色焰心尖端应尽可能接近但不接触到试样。

#### 4.5.3.4 试验火焰的确认

试验火焰通过测量规定铜块温升所需要的时间来进行确认。

#### 4.5.3.5 试验数据的相关性

这种 1 kW 大功率预混合试验火焰广泛地用于模拟成品、元件和材料在直接接触火焰引燃源时对火的反应。

#### 4.5.3.6 相关标准

GB/T 5169.14—2007。

GB/Z 5169.42—2013<sup>[26]</sup>。

### 4.5.4 飞机材料的垂直及 60°试验,FAR 25

#### 4.5.4.1 目的和原理

FAR 25.869(a)给出了对电气系统元件的要求。安装在飞机机身任一区域的电线和电缆上的绝缘物,当按照 FAR 25:1999<sup>[27]</sup>附录 F 第 I 部分中描述的 60°本生灯试验进行测试时,应自行熄灭。

对乘务员舱和乘客舱中使用的材料和部件的要求在 FAR 25.853 中有给出。当按照 FAR 25:1999 附录 F 第 I 部分中描述的垂直本生灯试验进行测试时,电气套管应自行熄灭。

#### 4.5.4.2 试样

垂直本生灯试验的试样尺寸至少为宽 50 mm、长 305 mm,除非飞机上实际使用的尺寸还要小。试样厚度不应大于适合飞机使用的最小厚度。

60°本生灯试验的试样是一段电线或电缆。规格应与飞机上使用的一致。

#### 4.5.4.3 试验方法

将一个引燃源施加到 60°或垂直的试样上。然后测量或记录试样的燃烧时间、燃烧长度,如果存在滴落物则还需记录其燃烧时间。

对电气套管施加火焰 12 s。对电线电缆施加火焰 30 s。

#### 4.5.4.4 重复性和再现性

没有可利用的数据。

#### 4.5.4.5 相关的测试数据

这些试验方法用于航空工业用电线、电缆和电气套管的材料预选、质量控制和产品评价。

#### 4.5.4.6 相关标准

FAR 25:1999 附录 F 第 I 部分。

### 4.6 电弧试验

#### 4.6.1 电痕化指数试验, IEC 60112

##### 4.6.1.1 目的和原理

IEC 60112:2003<sup>[28]</sup> 详述了测定固体绝缘材料的耐电痕化指数和相比电痕化指数的试验方法,这些材料取自设备部件的零件和使用交流电压的材料饰板。该标准也提供了腐蚀测定方法。

##### 4.6.1.2 试样

试样应为平板状,厚度至少为 3 mm,且应有足够的面积以确保液体在试验过程中的流动不会溢出试样边缘,尺寸最好不小于 20 mm×20 mm。

##### 4.6.1.3 试验方法

试样被支撑呈上表面基本水平,上表面经受由相距 4 mm 的两个铂电极施加的 100 V~600 V 交流电压。向两个电极之间的表面连续滴加电解质滴液,直到过载电流装置启动,或起燃并产生持续的火焰,或试验周期的结束。

单独试验是短时的(小于 1 h),约 20 mg 的电解液以 30 s 的时间间隔滴下 50 滴或 100 滴。当外加电压降低时,引起失效所需的液滴数量通常会增加。而当电压低于临界值时,电痕化的现象则不会发生。

试验过程中,样品可能被腐蚀或者变软,因此允许电极进入样品。如果需要,可测量腐蚀深度。

如果出现穿孔,需记录下来。

##### 4.6.1.4 重复性和再现性

相关数据在 IEC/TR 62062:2002<sup>[29]</sup> 中有报告。

#### 4.6.1.5 试验数据的相关性

通过该试验,可以鉴别耐电痕化性能较低的材料以及潮湿环境下工作电气设备上使用的耐电痕化性能一般和优良的材料。

该试验不能很好地指示材料耐电弧源引发起燃这类初级失效模式的能力。该方法提出建立评价电痕化这类初级失效模式的加速条件。然而,这些加速条件不能准确地反映出电弧起燃区域的状况。该试验过程中经常发生起燃,这是出现不完全(或完全)炭化痕的二级失效模式。

注:为评定户外用材料的性能,要求采用更严酷的长期试验,采用较高电压和大量试样,见 IEC 60587<sup>[30]</sup> 的斜面试验。

#### 4.6.1.6 相关标准

IEC 60112:2003。

### 4.6.2 大电流电弧起燃(HAI)试验,UL 746A-Sec.33

#### 4.6.2.1 目的和原理

UL 746A—2012-Sec.33<sup>[31]</sup>用于区分固体绝缘材料的耐电弧起燃能力。电气设备的某些正常或异常运转下,绝缘材料可能在电弧源附近。如果电弧的强度和/或持续时间足够,则绝缘材料可能起燃。

#### 4.6.2.2 试样

试样为(125 mm±5 mm)×(13.0 mm±0.5 mm)的条形样品,其厚度可根据试验需要选择。

#### 4.6.2.3 试验方法

两个分别为铜和不锈钢的电极均与水平呈45°并与试样表面接触。不锈钢电极被移开一定距离,电弧消失;电极返回后,电弧重新产生。这一过程是沿着45°轴线上循环进行的。试验开始时,用一个32.5 A 的电流(功率因数为0.5)进行通电,移动的电极往返运动,每分钟产生40次电弧,直到出现火焰(或样品经过200次电弧仍未起燃)。试验可在电极触头初始间距为1.6 mm或3.2 mm的情况下进行。

#### 4.6.2.4 重复性和再现性

目前没有公布的数据可以利用。以下因素经常引起测量数据发生明显偏差:

- a) 由交流频率和电弧不同步引起的电弧形变;
- b) 试验周期内电极尖端的磨损;
- c) 对可移动电极缺乏精确控制。

目前美国正在开发解决这些问题的修正方法。

#### 4.6.2.5 试验数据的相关性

该试验方法用于材料的预选、质量控制和产品评估。所得数据用于确定靠近距非电弧源(如单个导体或母线)0.8 mm以内时,或距电弧源(如相反极性的部件)12.7 mm以内时电气设备用聚合物材料的适用性。

#### 4.6.2.6 相关标准

ANSI/UL 746A—2012-Sec.33。

CAN/CSA C22.2<sup>[32]</sup>。

#### 4.6.3 高电压电弧耐起燃(HVAR)试验,UL 746A-Sec.34

##### 4.6.3.1 目的和原理

UL 746A—2012-Sec.34<sup>[33]</sup>用于区分经受如电气设备内某个高压电源发生故障而出现的高压、小电流电弧时,固体绝缘材料的耐起燃性和阻抗表面形成炭化通路的能力。

##### 4.6.3.2 试样

试样为(125 mm±5 mm)×(13.0 mm±0.5 mm)的条形样品,其厚度可根据试验需要选择。将试样在23 °C±2 °C和相对湿度50%±5%条件下预处理至少40 h。

##### 4.6.3.3 试验方法

两个均与水平呈45°的电极以4.0 mm±0.1 mm的距离放置在试样表面。试验开始时,用带有2.36 mA限流器的5.2 kV启动电路在两个电极之间产生一个连续电弧。试验持续5 min,或直到起燃发生或试样上出现穿孔。

##### 4.6.3.4 重复性和再现性

目前没有可以利用的数据。

##### 4.6.3.5 试验数据的相关性

该试验方法用于材料的预选、质量控制和产品评估。所得数据有助于确定与非绝缘带电部件直接接触或靠近(距非电弧源0.8 mm或距电弧源12.7 mm)的电气设备用聚合物材料的适用性。

##### 4.6.3.6 相关标准

ANSI/UL 746A—2012-Sec.34。

CAN/CSA C22.2。

**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**试验方法的适用性**

**A.1 试样方法的适用性**

表 A.1 列出了第 4 章描述的试验方法，并对它们属于材料试验还是成品试验进行了区分。

**表 A.1 试验方法的适用性**

条款	试验方法	材料试验	成品试验	注释
4.1.1	热空气炉测定起燃温度 GB/T 4610—2008	√	×	该方法测量塑料的闪燃温度和自燃温度
4.1.2	差示扫描量热法 ISO 11357	√	×	该方法测量对起燃有影响的许多特性
4.2.1	锥形量热仪法 GB/T 16172—2007	√	如果几何形状合适	该方法主要为热释放试验，但也测量起燃时间
4.2.2	绝缘液体的热释放试验 IEC/TS 60695-8-3	√	√	该方法是针对绝缘液体的试验。其主要为热释放试验，但也测量起燃时间
4.2.3	材料起燃和火焰蔓延试验 ASTM E1321-97a(2002)	√	√	该方法主要用于评定室内建材
4.2.4	非接触火焰的起燃特性热通量测定 IEC 60695-11-11	√	√	该方法是测量非接触火焰热通量对起燃时间的影响
4.3.1	氧指数——室温试验 GB/T 2406.2—2009	√	×	该方法基于起燃后燃烧是否持续。其中氧体积分数是一个变量
4.3.2	氧指数——高温试验 ISO 4589-3:1996	√	×	该方法基于起燃后燃烧在空气中是否持续。其中温度是一个变量
4.4.1.1	成品的灼热丝可燃性试验 IEC 60695-2-11	×	√	该方法引燃源为一个热丝
4.4.1.2	材料的灼热丝可燃性试验 IEC 60695-2-12	√	×	该方法引燃源为一个热丝。是对灼热丝可燃性指数(GWFI)的测量
4.4.1.3	材料的灼热丝起燃性试验 IEC 60695-2-13	√	×	该方法引燃源为一个热丝。是对灼热丝起燃温度(GWIT)的测量
4.5.1	针焰试验 IEC 60695-11-5	√	√	该方法引燃源为一个小规模火焰
4.5.2	50 W 水平与垂直火焰试验方法 GB/T 5169.16—2008	√	×	该方法引燃源为一个 50 W 预混合火焰
4.5.2	500 W 火焰试验方法 GB/T 5169.17—2008	√	×	该方法引燃源为一个 500 W 预混合火焰
4.5.3	1 kW 标称预混合火焰试验 GB/T 5169.14—2007	√	√	该方法引燃源为一个 1 kW 预混合火焰

表 A.1 (续)

条款	试验方法	材料试验	成品试验	注释
4.5.4	飞机材料的垂直及 60°试验 FAR 25-附录 F 第 I 部分	×	√	该方法是针对航空工业用电线电缆的试验
4.6.1	固体绝缘材料的耐电痕化指数和相比电痕化指数试验 IEC 60112;2003	√(CTI) <sup>a</sup>	√(PTI) <sup>b</sup>	引起持续火焰(燃烧超过 2 s)的起燃是该试验的一个失效判定准则
4.6.2	大电流电弧起燃(HAI)试验 UL 746A—2012-Sec.33	√	×	该方法用于评定高分子绝缘材料
4.6.3	高电压电弧耐起燃(HVAR)试验 UL 746A—2012-Sec.34	√	×	该方法用于评定高分子绝缘材料

<sup>a</sup> CTI=相比电痕化指数。  
<sup>b</sup> PTI=耐电痕化指数。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 4610—2008 塑料 热空气炉法点着温度的测定(ISO 871:2006, IDT)
- [2] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, National Fire Protection Association Press, Quincy, MA(USA), 1995, pp.1-103 to 1-106.
- [3] Haines, P.J.. Thermal methods of analysis, Blackie Academic&Professional, Glasgow, 1995.
- [4] ISO 11357 Plastics—Differential scanning calorimetry(DSC)
- [5] GB/T 16172—2007 建筑材料热释放速率试验方法(ISO 5660-1:2002, IDT)
- [6] ISO 5660-2:2002 Reaction-to-fire tests—Heat release, smoke production and mass loss rate—Part 2:Smoke production rate(dynamic measurement)
- [7] IEC/TS 60695-8-3 Fire hazard testing—Part 8-3: Heat release—Heat release of insulating liquids used in electrotechnical products
- [8] ASTM E1321-97a(2002) Standard test method for determining material ignition and flame spread properties
- [9] IEC 60695-11-11 Fire hazard testing—Part 11-11: Test flames—Determination of the ignition characteristic heat flux from a non-contacting flame source
- [10] GB/T 2406.2—2009 塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第2部分:室温试验(ISO 4589-2:1996, IDT)
  - [11] Fenimore and Martin. Modern Plastics, 43, p.141, 1966.
  - [12] ISO 4589-3:1996 Plastics—Determination of burning behaviour by oxygen index—Part 3:Elevated-temperature test
  - [13] Weil, Hirschler, Patel. Said and Shakir, Fire and Materials, 16(4), p.159, 1992.
  - [14] GB/T 2406.1—2008 塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第1部分:导则(ISO 4589-1:1996, IDT)
    - [15] IEC 60695-2-10 Fire hazard testing—Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire apparatus and common test procedure
    - [16] IEC 60695-2-11 Fire hazard testing—Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability test method for end-products
    - [17] IEC 60695-2-12 Fire hazard testing—Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability test method for materials
    - [18] IEC 60695-2-13 Fire hazard testing—Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire ignitability test method for materials
    - [19] ANSI/ASTM D3874-04 Standard test method for ignition of materials by hot wire sources
    - [20] IEC 60695-11-5 Fire hazard testing—Part 11-5: Needle flame test
    - [21] 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)
    - [22] 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)
    - [23] IEC 60695-11-4 Fire hazard testing—Part 11-4: Test flames—50 W flame—Apparatus and confirmational test method
    - [24] IEC 60695-11-3 Fire hazard testing—Part 11-3: Test flames—500 W flames—Apparatus and confirmational test methods

- [25] 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 设备、确认试验方法和导则(IEC 60695-11-2:2003, IDT)
  - [26] GB/Z 5169.42—2013 电工电子产品着火危险试验 第42部分:试验火焰 确认试验 导则(IEC/TS 60695-11-40:2002, IDT)
  - [27] FAR 25:1999 Federal aviation regulations—Air worthiness standards—Part 25: Transport category—Airplanes
  - [28] IEC 60112:2003 Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials
  - [29] IEC/TR 62062:2002 Results of the Round Robin series of tests to evaluate proposed amendments to IEC 60112
  - [30] IEC 60587 Test method for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions
  - [31] UL 746A—2012-Sec.33 Standard for polymeric materials—Short term property evaluations—Sec.33: High—Current arc ignition performance level categories
  - [32] CAN/CSA C22.2, No.0.17 Evaluation of properties of polymeric materials
  - [33] UL 746A—2012-Sec.34 Standard for polymeric materials—Short term property evaluations—Sec.34: High-voltage arc resistance to ignition performance level
  - [34] ISO/IEC 13943:2000 Fire Safety—Vocabulary
  - [35] 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)
  - [36] IEC Guide 104:1997 The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications
  - [37] ISO/IEC Guide 51:1999 Safety aspects—Guidelines for their inclusion in standards
-

中华人民共和国  
国家标准化指导性技术文件  
**电工电子产品着火危险试验**  
**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**

GB/Z 5169.34—2014/IEC/TR 60695-1-21:2008

\*

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](http://www.spc.net.cn)  
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235  
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 1.75 字数 42 千字  
2014年12月第一版 2014年12月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-50378 定价 27.00 元

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



GB/Z 5169.34-2014