



中华人民共和国国家标准

GB/T 5169.46—2020/IEC TS 60695-11-11:2016

电工电子产品着火危险试验 第 46 部分：试验火焰 非接触火焰源中 起燃时特征热通量的测定

Fire hazard testing for electric and electronic products—
Part 46: Test flames—Determination of the characteristic heat flux for
ignition from a non-contacting flame source

(IEC TS 60695-11-11:2016, Fire hazard testing—
Part 11-11: Test flames—Determination of the characteristic heat flux for
ignition from a non-contacting flame source, IDT)

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
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 试验原理	2
5 仪器	2
6 试样	5
7 试验条件	6
8 试验程序	6
9 试验结果的评估	7
10 试验报告	8
附录 A (资料性附录) 入射热通量对应燃烧器管顶部与试样下表面之间距离的校准曲线示例	9
附录 B (资料性附录) 厚度为 3 mm 的不同材料起燃时间示例	11
附录 C (规范性附录) 精密度数据	13
参考文献	17
图 1 试样和燃烧器的布置和位置	3
图 2 模拟试样板	4
图 3 屏蔽板的结构	5
图 A.1 校准曲线(示例)	9
图 B.1 PMMA 起燃时间示例	11
图 B.2 ABS 起燃时间示例	11
图 B.3 HIPS 起燃时间示例	12
图 C.1 入射热通量校准曲线(气体流量=105 cm ³ /min)	13
图 C.2 入射热通量校准曲线(气体流量=160 cm ³ /min)	14
图 C.3 材料 A 的 1/ <i>t</i> _{ig}	15
图 C.4 材料 B 的 1/ <i>t</i> _{ig}	15
图 C.5 材料 C 的 1/ <i>t</i> _{ig}	16
图 C.6 材料 D 的 1/ <i>t</i> _{ig}	16
表 A.1 校准数据(图 A.1 的实测数据示例)	9
表 A.2 校准数据(插值数值示例)	10
表 B.1 结果列表示例	12
表 C.1 起燃时间精密度数据	14

前 言

GB/T 5169《电工电子产品着火危险试验》由以下部分组成：

- 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(GWEPT)；
- 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 装置、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 球压试验方法；
- 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 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；
- 第 45 部分：着火危险评定导则 防火安全工程；
- 第 46 部分：试验火焰 非接触火焰源中起燃时特征热通量的测定。

本部分为 GB/T 5169 的第 46 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 60695-11-11:2016《着火危险试验 第 11-11 部分:试验火焰非接触火焰源中起燃时特征热通量的测定》。

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 5169.22—2015 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 60695-11-4:2011,IDT)
- GB/T 2918—2018 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(ISO 291:2008,MOD)
- GB/T 9352—2008 塑料 热塑性塑料材料试样的压塑(ISO 293:2004,IDT)
- GB/T 17037(所有部分) 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备[ISO 294(所有部分)]
- GB/T 5471—2008 塑料 热固性塑料试样的压塑(ISO 295:2004,IDT)
- GB/T 16499—2017 电工电子安全出版物的编写及基础安全出版物和多专业共用安全出版物的应用导则(IEC Guide 104:2010,NEQ)
- GB/T 20002.4—2015 标准中特定内容的起草 第 4 部分:标准中涉及安全的内容(ISO/IEC Guide 51:2014,MOD)

本部分做了下列编辑性修改:

- 为与现有标准系列一致,将本部分名称改为《电工电子产品着火危险试验 第 46 部分:试验火焰 非接触火焰源中起燃时特征热通量的测定》。

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。

本部分起草单位:中国电器科学研究院股份有限公司、广东美的制冷设备有限公司、东莞市越铎电子科技有限公司、广州海关技术中心、江苏拓米洛环境试验设备有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、威凯检测技术有限公司、中国家用电器研究院、山东省产品质量检验研究院、深圳市计量质量检测研究院、中国质量认证中心、北京泰瑞特检测技术服务有限责任公司、无锡苏南试验设备有限公司、施耐德电气(中国)有限公司上海分公司、宁波欧知电器科技有限公司、东莞海关综合技术中心。

本部分主要起草人:揭敢新、张汉平、李广斌、刘秀珍、武政、廉照才、丁林祥、刘岩、万程、盖玉超、庄辉、王瑞锋、高岭松、倪旻熠、秦晓梅、朱钢、张元钦、郑少锋。

引 言

所有电工电子产品的设计都需要考虑着火风险和潜在的着火危险。元件、电路和设备设计以及材料筛选在这方面的目的是将潜在的火灾事故风险降低到可以接受的水平,即使发生可预见的非正常使用、故障和失效等状况也是如此。IEC 60695-1-10 和 IEC 60695-1-11 一起为如何达到这一目的提供了指导。

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。

IEC 60695 系列标准的目的是通过减少火灾的数量或减少火灾的后果来保护生命和财产安全。它可以通过:

- 试图防止带电部件引发起燃,如果发生起燃,也要将着火限制在电工电子产品外壳内。
- 试图将火焰蔓延至产品外的范围降到最低,以及将包括热、烟、毒性或腐蚀性的燃烧产物的有害影响降到最低。

本部分适用于测量和描述在受控实验室条件下,用于电工产品及其组件的材料对非接触火焰源热量的响应特性,而不适用于描述或评估材料、产品或组件在实际着火条件下的着火危险或着火风险。然而,其试验结果可作为着火危险评估的要素,该评估考虑到与评估特定最终用途的着火危险有关的所有因素。从成品或组件切割出的试样可用该方法进行试验。

本部分可能涉及危险材料、操作和设备。它不能解决与其使用相关的所有安全问题。用户有责任建立适当的安全和健康做法,并在使用前确定受监管限制的适用性。

通过火焰接触来确定可燃性的试验方法已经开发并标准化,如 IEC 60695-11-10^[1] 和 IEC 60695-11-20^[2] 和 ISO 4589-2^[3]。

本方法是首次用于测定电工电子产品及其组件材料的非接触火焰源中起燃特征热通量(CHFI)的试验方法。CHFI 是从入射热通量的角度考察起燃特性。本试验方法模拟的是用于电工电子产品的材料在火焰源靠近但不与其接触的情况下的燃烧行为。例如,蜡烛火焰靠近电工电子产品。

电工电子产品着火危险试验

第 46 部分:试验火焰 非接触火焰源中 起燃时特征热通量的测定

1 范围

GB/T 5169 的本部分给出了用于测定电工电子产品及其组件所用材料在非接触火焰源中起燃时的特征热通量(CHFI)的试验方法,给出了起燃时间和入射热通量之间的关系。本试验方法中所用试样取自成品或组件。

本部分旨在供产品委员会根据 IEC Guide 104 和 ISO/IEC Guide 51 中规定的原则编写标准。

产品委员会的任务之一就是在编写自己的标准时,凡适用之处都要使用本系列标准。除非有关标准特别提及或列出不适用,否则本部分的要求、试验方法或试验条件都适用。

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 291 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(Plastics—Standard atmospheres for conditioning and testing)

ISO 293 塑料 热塑性塑料材料试样的压塑(Plastics—Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials)

ISO 294(所有部分) 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备(Plastics—Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials)

ISO 295 塑料 热固性塑料试样的压塑(Plastics—Compression moulding of test specimens of thermosetting materials)

ISO 13943:2008 消防安全 词汇(Fire safety—Vocabulary)

ISO 14934-4:2014 着火试验 热通量计的校准 第 4 部分:着火试验中热通量计的使用导则(Fire tests—Calibration of heat flux meters—Part 4:Guidance on the use of heat flux meters in fire tests)

ISO/IEC Guide 51:1999 安全方面 标准中涉及安全内容的导则(Safety aspects—Guidelines for their inclusion in standards)

IEC 60695-11-4 着火危险试验 第 11-4 部分:试验火焰 50 W 火焰 装置和确认试验方法(Fire hazard testing—Part 11-4:Test flames—50W flame—Apparatus and confirmational test method)

IEC Guide 104 安全出版物的编写及基础安全出版物和多专业公用安全出版物的应用导则(The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications)

3 术语和定义

ISO 13943:2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出

了ISO 13943:2008 中的某些术语和定义。

3.1

平均起燃时间 average ignition time

\bar{t}_{ig}

给定热通量下测量三次起燃时间的算术平均值。

3.2

起燃特征热通量 characteristic heat flux for ignition; CHFI

平均起燃时间大于 120 s, 且为 5 kW/m² 的倍数的最大入射热通量。

3.3

无通风环境 draught-free environment

试验结果不受局部气流显著影响的空间环境。

注: 定性示例, 如: 能使蜡烛火焰保持基本稳定的空间环境。定量示例, 如: 小规模着火试验中, 有时指定的最大的空气流速 0.1 m/s 或 0.2 m/s。

[ISO 13943:2008, 定义 4.70]

3.4

热通量 heat flux

单位面积单位时间释放、传输或接受的热量。

注: 其代表性单位为瓦特每平方米(W/m²)。

[ISO 13943:2008, 定义 4.173]

3.5

起燃 ignition

引起至少持续 5 s 的有焰燃烧。

注: 法语中的“起燃”一词有着完全不同的含义(指机体燃烧的状态)。

3.6

入射热通量 incident heat flux

试样表面所接收的热通量。

[IEC 60695-4:2012, 定义 3.2.15]

4 试验原理

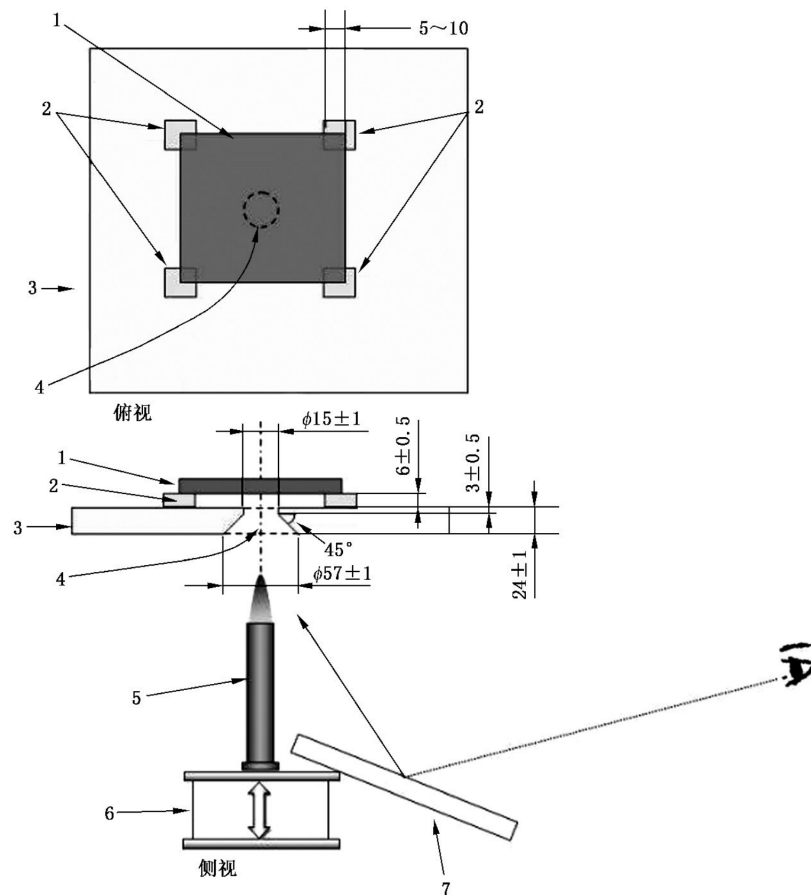
使用 5.3 和 5.4 中描述的装置测量入射热通量。通过改变燃烧器管顶部和试样下表面之间的距离以及改变燃烧器气体流量来控制入射的热通量值(参见附录 A)。根据入射热通量来测量试样起燃所需的时间。在不同的人射热通量值下进行试验, 直到 \bar{t}_{ig} 大于 120 s 时的最大热通量, 将其定义为起燃特征热通量(CHFI)。试验的入射热通量值选取在 30 kW/m²~75 kW/m², 且为 5 kW/m² 的倍数。

5 仪器

5.1 试验布置

试样和燃烧器的布置和位置如图 1 所示。试样和屏蔽板应水平安装。燃烧器管应垂直安装。试样的中心线、燃烧器管、热通量计的传感器和屏蔽板中的锥形孔均应垂直对齐。热通量计的传感器应水平放置在屏蔽板的上表面 6 mm 处, 其感测表面朝下。

单位为毫米



说明：

- 1——试样；
- 2——试样支架；
- 3——屏蔽板；
- 4——锥形孔(顶部直径为 15 mm)；
- 5——燃烧器管和试验火焰(内径为 9.5 mm)；
- 6——燃烧器支架(可垂直调节)；
- 7——镜子。

图 1 试样和燃烧器的布置和位置

5.2 燃烧器和试验火焰

实验室燃烧器应符合 IEC 60695-11-4 的要求。为获得试验所需的热通量值,火焰尺寸和气体流量将与 IEC 60695-11-4 中规定的不同。每次试验所用火焰应在整个试验过程中保持一致。

注: ISO 10093^[4]将燃烧器描述为起燃源 P/PF2(50 W)。

5.3 热通量计

热通量计应采用水冷型(见 ISO 14934-4:2014),用于确定施加到试样上的入射热通量。

在测量入射热通量时,将热通量计放置在试样板的中心,热通量计不应带有任何带传感器的光学滤波器。

注 1：入射热通量的测量对试验结果至关重要。ISO 14934-3^[5]提供了热通量计的校准方法。
注 2：已发现一种施密特-博尔特型的热电堆是合适的，其设计范围可达 100 kW/m²，目标直径约为 12.5 mm。

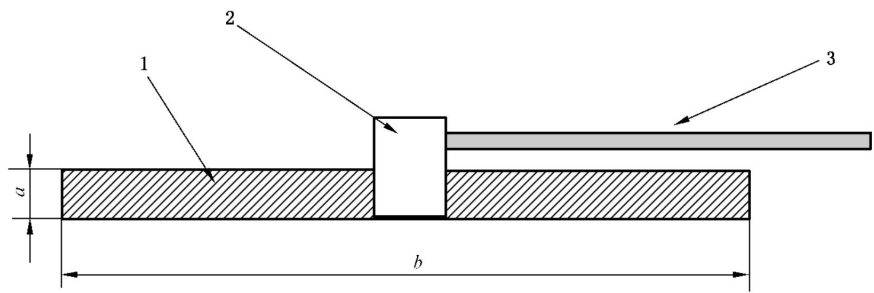
5.4 数据采集系统

用于测量热通量计输出的电压表，其最大输出范围的分辨率应达 0.01 %或更高。

5.5 模拟试样板

模拟试样板尺寸应约为 75 mm×75 mm×12 mm，其中心位置孔的直径略大于热通量计的外径。该板应由耐热不燃刚性板制成。模拟试样板与热通量计(见图 2)一起用于确定入射热通量(见 8.1)。

注：已发现一种厚度约为 12 mm、干密度约为 900 kg/m³ 的硅酸钙板适合做模拟试样板。



说明：
1 —— 模拟试样板；
2 —— 热通量计；
3 —— 冷却水管；
a —— 约 12 mm；
b —— 约 75 mm¹⁾。

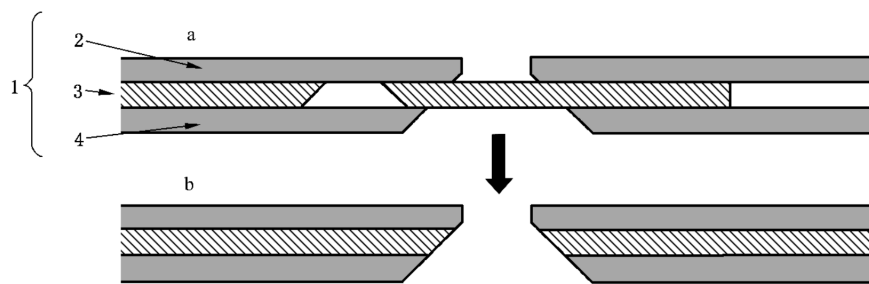
图 2 模拟试样板

5.6 屏蔽板

屏蔽板由三块耐热不燃刚性板制成，每块刚性板的密度为 850 kg/m³±50 kg/m³，厚度为 8 mm±0.5 mm，三块不燃板总厚度应为 24 mm±1.5 mm。其中，一块为活动板，插在上下板之间。该活动板用于试验开始前屏蔽辐射热，保护试样不受热源影响。在屏蔽板中心有一个圆锥形的开口，开口的上表面的直径为 15 mm±1 mm，下表面直径为 57 mm±1 mm。屏蔽板及其操作的图示如图 3 所示。

注：所需密度的硅酸钙板，其热导率在 200 °C、400 °C、600 °C 下分别约为 0.14 W/(m·K)、0.15 W/(m·K)、0.17 W/(m·K)。

1) IEC 原文为“100 mm”，按照内容应为“75 mm”。



说明:

- 1——屏蔽板;
- 2——上层板;
- 3——活动板(辐射热屏蔽板);
- 4——下层板;
- a——试验前活动板的位置;
- b——试验中活动板的位置。

图3 屏蔽板的结构

5.7 计时器

计时器的分辨率应达到 0.5 s 或更高。

5.8 状态调节

状态调节室的温度应保持为 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $50\% \pm 10\%$ (见 ISO 291)。

5.9 试样支架

试样支架应在试样的下表面和屏蔽板的上表面之间保持 $6\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 的距离。

5.10 燃烧器支架

燃烧器应位于可沿垂直方向调节的支架上。燃烧器管顶部和试样下表面之间的距离应能使用分辨率为 1 mm 或更高的测量装置来确定。

5.11 观察镜

为观察试样的起燃特性,应在试样下面放置大约 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 的观察镜。

6 试样

6.1 试样的准备

试样应按适当的 ISO 方法制作,如:ISO 294 系列标准的注塑法,ISO 293 或 ISO 295 的压塑法,或用压铸法制成需要的形状。如果上述方法不可行,试样应采用与模制产品部件相同的制造工艺制得的材料;如果无法这样做,则应从成品中取出的模制材料的有代表性样品中切割出试样。

在任何切割操作后,应仔细清除表面的所有粉尘和微粒,用细砂纸将切口各切割面打磨光滑。

6.2 试样的尺寸

试样的平面截面尺寸至少长 $77.5\text{ mm} \pm 2.5\text{ mm}$, 宽 $77.5\text{ mm} \pm 2.5\text{ mm}$, 并提供应考虑的所有厚度。

用于体现比较数据的优选厚度包括:0.4 mm±0.05 mm、0.75 mm±0.1 mm、1.5 mm±0.1 mm、3.0 mm±0.2 mm和 6.0 mm±0.4 mm。

6.3 配方试验范围

6.3.1 概述

对于不同颜色、厚度、密度、分子质量、各向异性类型/方向、含有不同添加剂、填料和/或增强剂的试样,试验结果可能不同。

6.3.2 密度、熔体流动性和填料/增强剂

对包含密度、熔体流动性和填料/增强剂含量最小值和最大值所有组合的试样进行试验,如果其试验结果得出相同的 CHF_I,则认为这一范围具有代表性。如果代表性范围中所有试样的试验结果未得出相同的 CHF_I,则评定应限于特定密度、熔体流动性和填料/增强剂含量的材料。此外,为了确定每个 CHF_I 值的代表范围,应测试密度、熔体流动性、填料/增强剂含量为中间值的试样。然而,也可将某些特定密度、熔体流动性和填料/增强剂含量的材料中性能最不利的作为中间值的代表,而无需开展额外测试。

6.3.3 颜色

在评估各种颜色时,如果不含着色剂的试样和按重量计具有最高含量的有机和无机颜料的试样进行试验,其结果具有相同的 CHF_I,则认为该颜色范围具有代表性。当已知某些颜料会影响可燃性特性时,还应对含有这些颜料的试样进行测试。需进行试验的试样包括:

- a) 不含着色剂;
- b) 含最高含量的有机颜料;
- c) 含最高含量的无机颜料;
- d) 含已知对可燃特性有不利影响的颜料。

6.4 试样的状态调节

除非相关规范另有规定,试样应放置在温度为 23 °C±2 °C、相对湿度为 50%±10%的环境下调节至少 24 h。试样一旦从状态调节室内取出,则应在 1 h 内进行试验。

7 试验条件

所有试样应在温度为 15 °C~35 °C、相对湿度不超过 75%的无通风实验室大气环境下进行试验。

8 试验程序

8.1 入射热通量校准曲线的确定

试样表面接收的入射热通量由燃烧器顶部与试样下表面之间的距离以及燃烧器的气体流量来确定。因此,入射热通量校准曲线应按以下步骤确定:

- a) 将位于模拟试样板中心的热通量计放置在试样位置;
- b) 将燃烧器(见 5.2)放置好;
- c) 将辐射热屏蔽板放在适当的位置(见图 3,位置 a);
- d) 点燃气体并将气体流量调节到适当的值;

注：对于热通量在 $30 \text{ kW/m}^2 \sim 60 \text{ kW/m}^2$ 范围内，气体流量设定 $105 \text{ cm}^3/\text{min}$ 为宜。对于热通量在 $55 \text{ kW/m}^2 \sim 75 \text{ kW/m}^2$ 范围内，气体流量设定 $160 \text{ cm}^3/\text{min}$ 为宜。

- e) 等待至少 5 min 以使燃烧器条件达到平衡；
- f) 然后将辐射热屏蔽板移除，并记录 5 min 内的热通量计的输出值（见图 3，位置 b）；
- g) 对热通量计的下表面和燃烧器管的顶部之间若干个不同距离进行测量，以获得 $30 \text{ kW/m}^2 \sim 75 \text{ kW/m}^2$ 范围之间的人射热通量值；
- h) 根据距离的函数绘制入射热通量的校准曲线，并且通过插值法获得对应于 30 kW/m^2 , 35 kW/m^2 , 40 kW/m^2 , 45 kW/m^2 , 50 kW/m^2 , 55 kW/m^2 , 60 kW/m^2 , 65 kW/m^2 , 70 kW/m^2 和 75 kW/m^2 热通量值的距离（参见附录 A）。

热通量计的冷却水温度应保持在环境温度以上，以避免感测面上的水凝结（见 ISO 14934-4:2014）。

8.2 起燃时间的确定

试验应按选定的入射热通量进行，入射热通量根据 8.1 获得燃烧器顶部与试样下表面之间的距离以及燃烧器的气体流量确定。

就本试验方法而言，起燃的定义见 3.5。起燃时间按以下步骤确定：

- a) 调整燃烧器顶部与试样下表面之间的距离以及燃烧器的气体流量，以获得选定的入射热通量值。
- b) 点燃燃烧器，等待至少 5 min，使燃烧器条件达到平衡。
- c) 将辐射热屏蔽板放置到合适的位置（见图 3，位置 a）。
- d) 将试样置于试样位置（见图 1）。
- e) 移开辐射热屏蔽板（见图 3，位置 b），同时启动计时装置。
- f) 观察试样，注意变形、开裂和熔化等现象的发生。
- g) 如果试样在 120 s 内起燃，观察燃烧至少 5 s，记录起燃时间（ t_{ig} ），并将辐射热屏蔽板放回至位置 a。如果观察到燃烧持续在 5 s 以上，则可停止试验；
- h) 如果试样在 120 s 内没有起燃，记录为未起燃，并将辐射热屏蔽板放回至位置 a；
- i) 在相同的试验条件下，用新的试样重复 d)～h) 步骤两次以上；
- j) 以三次起燃时间的算术平均值来计算并记录 \bar{t}_{ig} 。

注：如果发生对试验结果产生不利影响的滴落或熔化，则试验结果视为无效。

8.3 不同热通量值的重复试验

入射热通量的选择范围应在 $30 \text{ kW/m}^2 \sim 75 \text{ kW/m}^2$ 内，且为 5 kW/m^2 的倍数。

试验应进行至 \bar{t}_{ig} 大于 120 s 的最高入射热通量值被确定为止。

注：选择一个介于 $30 \text{ kW/m}^2 \sim 75 \text{ kW/m}^2$ 入射热通量中间值开始测试比较有效率，例如 50 kW/m^2 。

9 试验结果的评估

9.1 平均起燃时间 \bar{t}_{ig}

计算试验中每个入射热通量值的平均起燃时间 \bar{t}_{ig} 。在三次试验中既有起燃又有未起燃现象时，不计算平均值。当三个试样在 120 s 内均未发生起燃时，则记录“ \bar{t}_{ig} 大于 120 s”。

9.2 CHFI 报告格式

CHFI 应按以下方式报告。

当厚度为 $X \text{ mm}$ 的三个试样在暴露 120 s 内不起燃，此时，热通量 H 为 5 kW/m^2 的最大倍数，则

该入射热通量应确定为 CHF_I,并按下列格式报告:

$$\text{CHF}_I: H \text{ kW/m}^2 / X \text{ mm}$$

例如,试样厚度为 3.0 mm, \bar{t}_{ig} 大于 120 s 时的最大热通量为 50 kW/m²:

$$\text{CHF}_I: 50 \text{ kW/m}^2 / 3.0 \text{ mm}$$

如果三个试样在 75 kW/m² 的热通量值下均不起燃,则应报告为:

$$\text{CHF}_I: > 75 \text{ kW/m}^2 / \text{厚度}$$

如果 \bar{t}_{ig} 在 30 kW/m² 时小于 120 s,则 CHF_I 应报告为:

$$\text{CHF}_I: < 30 \text{ kW/m}^2 / \text{厚度}$$

计算和报告用的辅助工具示例参见附录 B(图 B.1、图 B.2 和图 B.3 以及表 B.1)。

9.3 精密度数据

该试验方法的精密度数据是在实验室间初步试验中收集的。这些试验的结果见附录 C(包括表 C.1 和图 C.1~图 C.6)。

10 试验报告

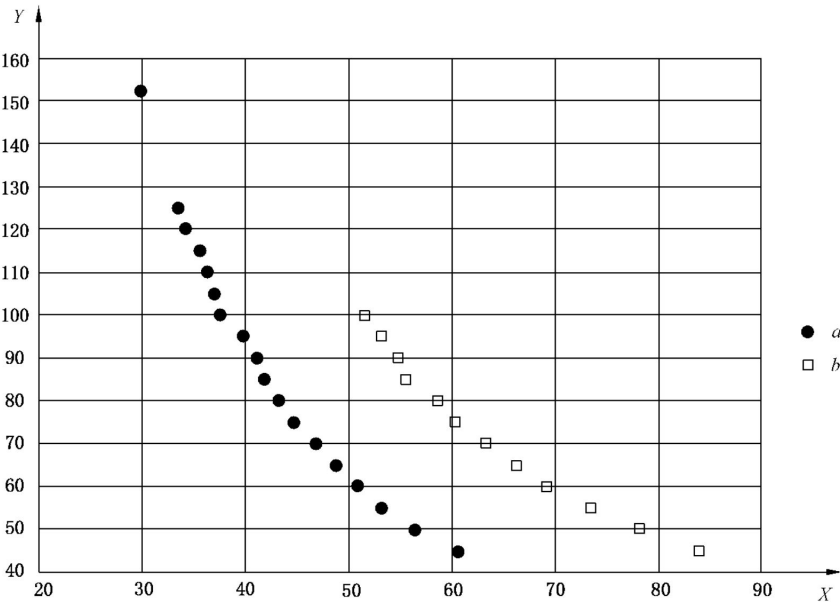
试验报告应包括以下信息:

- a) 对本部分的提及;
- b) 试样的类型、描述和尺寸(见第 6 章);
- c) 试样的制备方法(见第 6 章);
- d) 试样的状态调节情况(如果有的话)(见 6.4);
- e) 除了起燃之外的现象,如:变形、开裂和熔化(如果有的话)[见 8.2f)];
- f) 每个热通量值对应试验的试样数量;
- g) 所有试验结果和所用的每个入射通量的 \bar{t}_{ig} 值(见第 9 章);
- h) 根据 9.2 得到的 CHF_I 值。

附录 A
(资料性附录)

入射热通量对应燃烧器管顶部与试样下表面之间距离的校准曲线示例

图 A.1 中给出了入射热通量对应燃烧器管顶部与试样下表面之间距离的校准曲线,表 A.1 和表 A.2 给出了绘制该曲线所用的校准数据。



说明:
a ——校准曲线@气体流量=105 cm³/min;
b ——校准曲线@气体流量=160 cm³/min;
X——入射热通量(kW/m²);
Y——燃烧器管顶部与试样下表面之间的距离(mm)。

图 A.1 校准曲线(示例)

表 A.1 校准数据(图 A.1 的实测数据示例)

燃烧器管顶部与试样下表面 之间的距离/mm	热通量/(kW/m ²)	
	气体流量=105 cm ³ /min	气体流量=160 cm ³ /min
152.0	29.9	—
125.0	33.47	—
120.0	34.17	—
115.0	35.56	—
110.0	36.26	—
105.0	36.96	—
100.0	37.65	51.52

表 A.1 (续)

燃烧器管顶部与试样下表面 之间的距离/mm	热通量/(kW/m ²)	
	气体流量=105 cm ³ /min	气体流量=160 cm ³ /min
95.0	39.75	53.21
90.0	41.14	54.79
85.0	41.83	55.58
80.0	43.23	58.66
75.0	44.62	60.44
70.0	46.72	63.32
65.0	48.81	66.19
60.0	50.90	69.19
55.0	52.99	73.42
50.0	56.48	78.18
45.0	60.67	83.93
冷却水温度为 40 ℃。 每次热通量测量持续 5 min。		

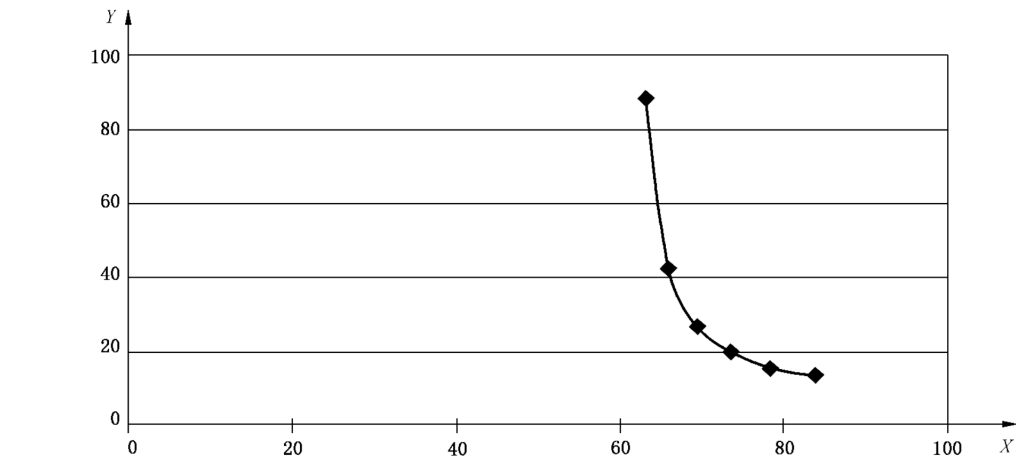
表 A.2 校准数据(插值数值示例)

热通量/(kW/m ²)	燃烧器管顶部与试样下表面之间的距离/mm	
	气体流量=105 cm ³ /min	气体流量=160 cm ³ /min
30	150.0	—
35	117.1	—
40	92.7	—
45	75.0	—
50	62.7	103.4
55	54.1	89.3
60	47.5	77.2
65	—	67.0
70	—	58.8
75	—	52.5
冷却水温度为 40 ℃。 每次热通量测量持续 5 min。		

附录 B
(资料性附录)

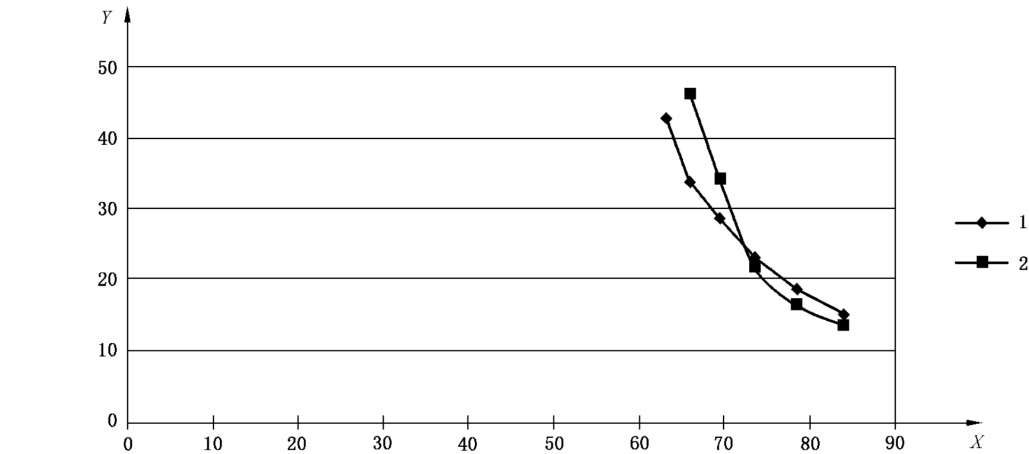
厚度为 3 mm 的不同材料起燃时间示例

本附录给出了对下列厚度为 3 mm 的不同材料起燃时间进行测试的示例：
PMMA —— 聚甲基丙烯酸甲酯(见图 B.1)；
ABS —— 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(见图 B.2)；
HIPS —— 高抗冲聚苯乙烯(见图 B.3)。



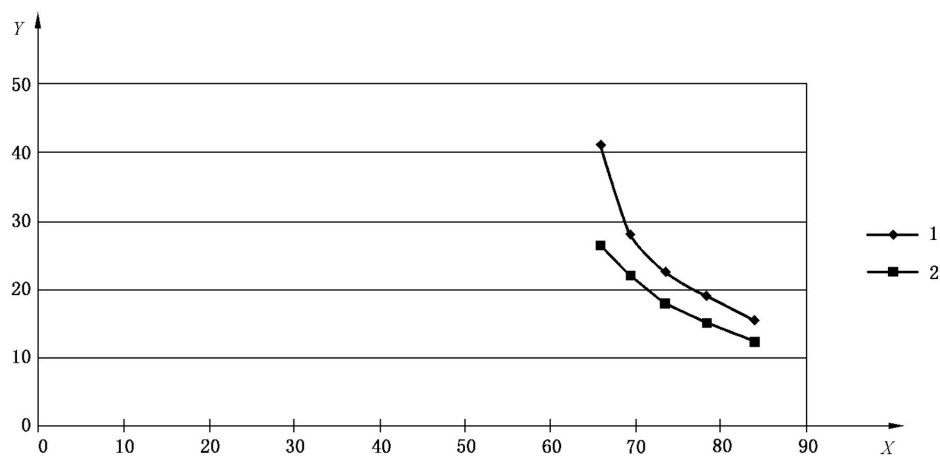
说明：
 X —— 入射热通量(kW/m^2)；
 Y —— 起燃时间(s)。
注：PMMA 的起燃特征热通量： $60 \text{ kW}/\text{m}^2/3.0 \text{ mm}$ 。

图 B.1 PMMA 起燃时间示例



说明：
 X —— 入射热通量(kW/m^2)；
 Y —— 起燃时间(s)；
1 —— ABS 1；
2 —— ABS 2。
注 1：ABS 1 的特性起燃热通量： $60 \text{ kW}/\text{m}^2/3.0 \text{ mm}$ 。
注 2：ABS 2 的特性起燃热通量： $60 \text{ kW}/\text{m}^2/3.0 \text{ mm}$ 。

图 B.2 ABS 起燃时间示例



说明：
 X ——入射热通量(kW/m²)；
 Y ——起燃时间(s)；
1 ——HIPS 1；
2 ——HIPS 2。

注 1：HIPS 1 的特性起燃热通量:60 kW/m²/3.0 mm。

注 2：HIPS 2 的特性起燃热通量:60 kW/m²/3.0 mm。

注 3：冷却水温度为 40 ℃。每次热通量连续测量 5 min,对应的气体流量为 160 cm³/min。

图 B.3 HIPS 起燃时间示例

表 B.1 结果列表示例

厚度		
热通量 kW/m ²	t_{ig} s	\bar{t}_{ig} s
70	26,24,22	24
65	44,50,56	50
60	N,N,116	X
55	N,N,N	N
CHFI=55 kW/m ²		
N=120 s 内没有起燃。 X=无结论。		

附录 C
(规范性附录)
精密度数据

C.1 概述

根据本部分,进行了一项初步的实验室间试验,在四个实验室对四种材料(材料 A、材料 B、材料 C 和材料 D)进行了批量重现性试验。

由于参与的实验室数量不足,这一初步实验室间试验未能完全满足 ISO 5725-2 规定的实验室试验的条件,因此无法按照 ISO 5725-2 获得重复性和再现性。

然而,可对试验数据进行如下分析。

C.2 不同气体流量下热通量与距离的关系

在参与的实验室(实验室 a、b、c 和 d)中,根据燃烧器管顶部和试样下表面之间的距离,测量了试样位置的入射热通量,如图 C.1 和图 C.2 所示。图中的“TS”指附录 A 中的校准值。这些数据表明,参与试验的实验室对入射热通量的测试条件有较好的一致性。

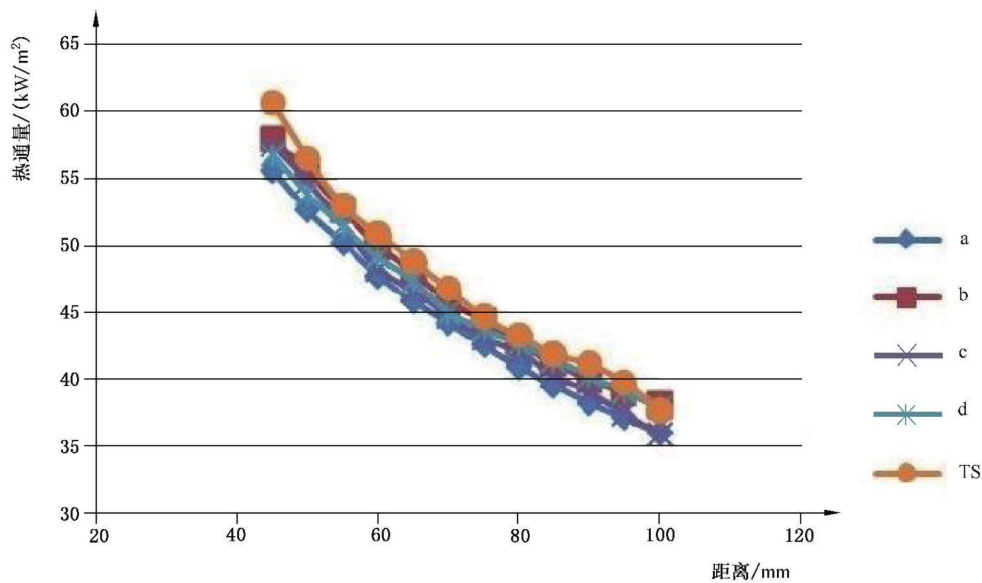


图 C.1 入射热通量校准曲线
(气体流量 = 105 cm³/min)

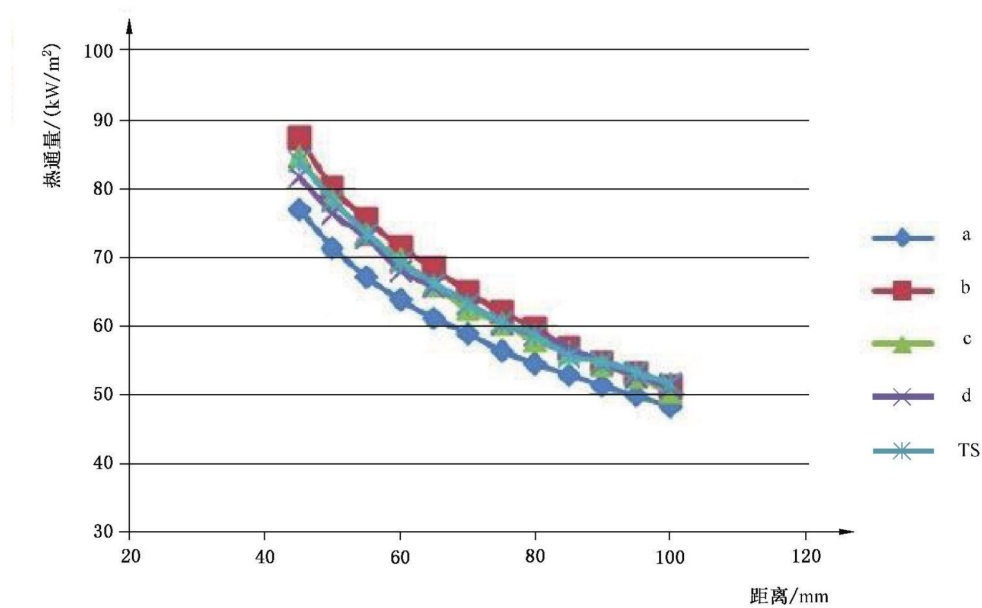


图 C.2 入射热通量校准曲线
(气体流量 = 160 cm³/min)

C.3 重现性

参与的实验室在不同入射热通量条件下对试样进行了测试。因此，获得了试验实验室内部测试重现性数据，但并未获得试验实验室之间的测试重现性数据。表 C.1 给出了相应的数据，可以观察到相对好的重现性(如标准差值所示)。

表 C.1 起燃时间精密度数据

	材料 A			材料 B			材料 C			材料 D		
	HF	Av3	Std.i	HF	Av3	Std.i	HF	Av3	Std.i	HF	Av3	Std.i
实验室 a 重现性	62.1	36.8	1.5	—	—	—	61.9	52.3	3.3	61.9	34.0	1.9
	68.4	26.4	0.9	67.8	16.8	1.5	67.8	30.2	0.4	67.8	28.4	0.8
	71.4	21.0	1.5	71.7	12.2	0.4	71.7	23.8	0.4	71.7	29.6	2.2
实验室 b 重现性	65.0	43.3	2.3	64.2	41.2	3.6	64.2	48.4	4.8	64.2	37.8	5.4
	70.0	31.3	1.2	67.2	16.6	1.1	67.2	34.8	0.8	67.2	28.4	1.1
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
实验室 c 重现性	60.9	40.4	0.9	—	—	—	60.4	56.1	2.5	60.9	39.0	2.1
	67.1	27.4	1.1	65.7	27.8	2.6	66.0	33.6	0.5	67.1	32.0	1.6
	70.2	25.0	0.7	69.2	14.8	0.8	69.7	26.2	0.8	70.2	29.2	1.5
实验室 d 重现性	56.4	49.6	5.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	61.1	33.4	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	63.8	26.2	0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—

说明：
HF ——入射热通量(kW/m²)；
Av3 ——三个测试试样的平均起燃时间(s)；
Std.i ——起燃时间标准差，即室间试验的重现性。
为了获得符合 ISO 5725-2 标准形式的精确数据，有必要进行一套完整的实验室内试验。

C.4 计算和绘图

用测量的起燃时间的倒数 $1/t_{ig}$ 对入射热通量绘图，如图 C.3～图 C.6 所示。初步实验室内试验数据表明， t_{ig} 和 $1/t_{ig}$ 在实验室之间可以获得相对一致性，同时，用本试验方法可以得出 $1/t_{ig}$ 与入射热通量的近似线性关系。

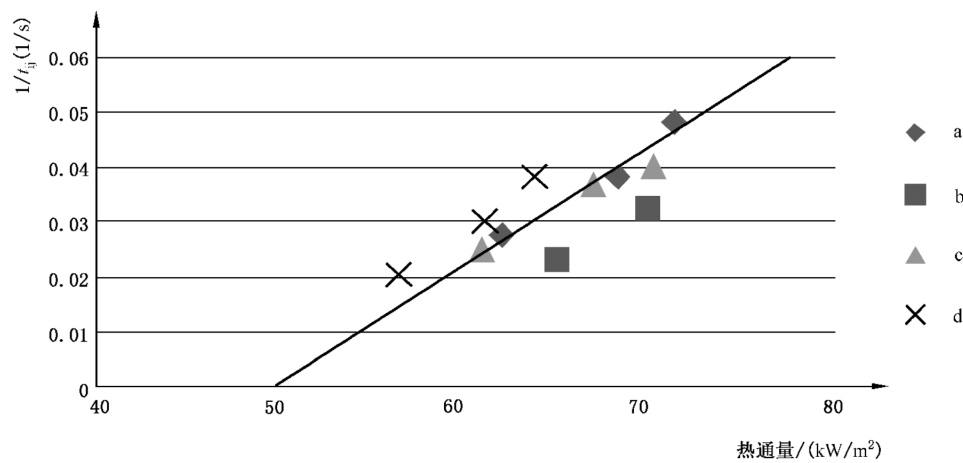


图 C.3 材料 A 的 $1/t_{ig}$

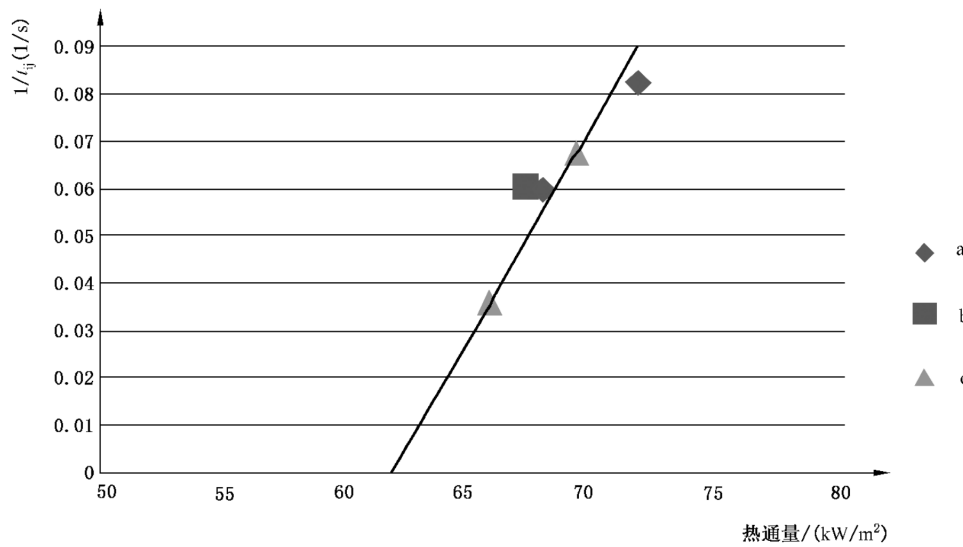


图 C.4 材料 B 的 $1/t_{ig}$

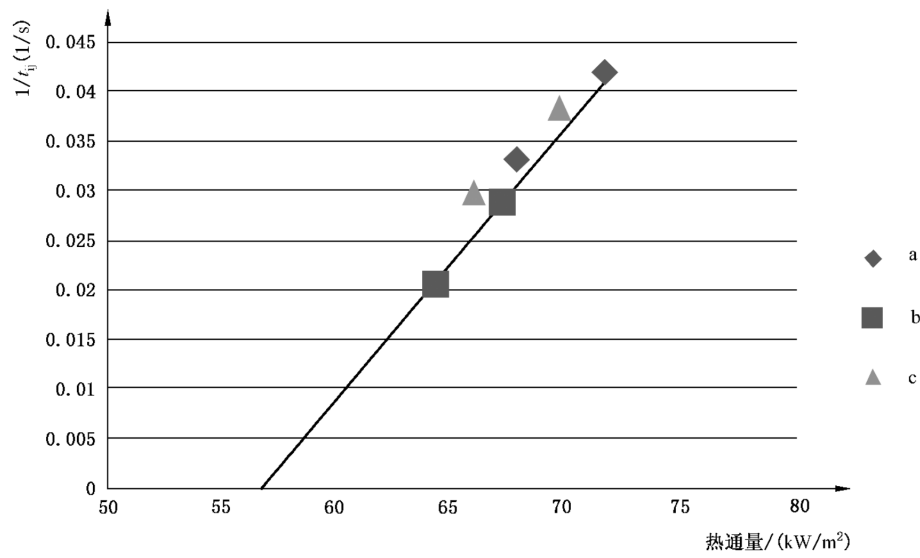


图 C.5 材料 C 的 $1/t_{ig}$

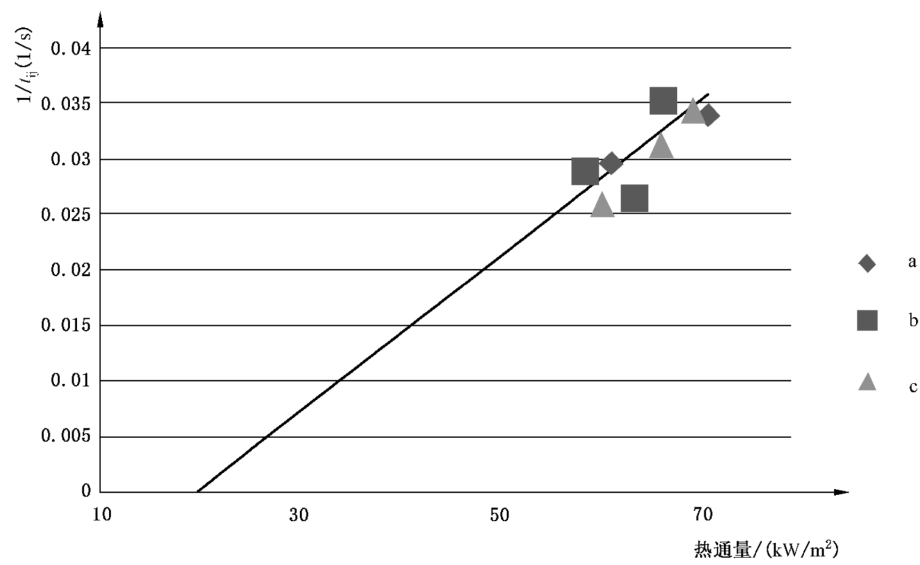


图 C.6 材料 D 的 $1/t_{ig}$

参 考 文 献

- [1] IEC 60695-11-10 Fire hazard testing—Part 11-10: Test flames—50 W horizontal and vertical flame test methods
 - [2] IEC 60695-11-20 Fire hazard testing—Part 11-20: Test flames—500 W flame test method
 - [3] ISO 4589-2 Plastics—Determination of burning behaviour by oxygen index—Part 2: Ambient temperature test
 - [4] ISO 10093 Plastics—Fire tests—Standard ignition sources
 - [5] ISO 14934-3 Fire tests—Calibration and use of heat flux meters—Part 3: Secondary calibration method
 - [6] ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method
 - [7] IEC 60695-1-10 Fire hazard testing—Part 1-10: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products—General guidelines
 - [8] IEC 60695-1-11 Fire hazard testing—Part 1-11: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products—Fire hazard assessment
 - [9] IEC 60695-4:2012 Fire hazard testing—Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

电工电子产品着火危险试验
第 46 部分:试验火焰 非接触火焰源中
起燃时特征热通量的测定

GB/T 5169.46—2020/IEC TS 60695-11-11:2016

*

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.org.cn

服务热线:400-168-0010

2020 年 11 月第一版

*

书号:155066·1-66097

版权专有 侵权必究



GB/T 5169.46-2020