

建筑材料热释放速率试验方法

Test method for heat release rate of building materials

本标准非等效采用 ISO 5660-1:1993《火灾试验——对火反应——建筑制品的热释放速率》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了在特定的热辐射条件下测定试样燃烧热释放速率的试验方法。

本标准适用于厚度为 6~50 mm 表面基本平整的建筑材料热释放速率的测定,非建筑材料亦可参照使用。

2 术语

2.1 材料 material

需要测试的单一材料、复合材料或组件。

2.2 单一材料 homogenous material

单一物质或均匀分布的混合物,如金属、木材、矿纤等。

2.3 复合材料 composite

由两种或两种以上单一材料组合而成的复合物,如表面有涂层的材料、层压材料等。

2.4 组件 assembly

单一材料和(或)复合材料的制成品,其可以包含空气隙,如夹层板等。

2.5 暴露表面 exposed surface

暴露于试验辐射加热条件下的试样表面。

2.6 辐(射)照度 irradiance

入射到试样表面某点处的面元上的辐射能通量除以该面元的面积, kW/m²。

2.7 短暂火焰 transitory flaming

在试样表面或其上方的持续时间介于 1~4 s 的火焰。

2.8 持续火焰 sustained flaming

在试样表面或其上方的持续时间超过 4 s 的火焰。

2.9 定位 orientation

试验时试样放置的位置,铅垂或水平。

2.10 耗氧原理 oxygen consumption principle

一般来说,材料燃烧时所放出的热量和所消耗的氧的质量成比例。对于大多数材料该比值为 13.10 × 10³ kJ/kg(O₂),变化范围为 ±5%。

3 试验原理

根据耗氧原理,将试样置于规定的外部热辐射条件下(辐射照度为 0~100 kW/m²),通过测量燃烧产物中的氧浓度和排气流量,来计算材料的热释放速率。

4 对试样材料的要求

4.1 表面平整性

4.1.1 材料表面应符合下列条件之一：

a. 暴露表面基本平整,不平整度小于 ± 1 mm;

b. 暴露表面上的不平整是均匀分布的,在一个有代表性的 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 的面积内至少有50%的表面与暴露表面最高点所组成的平面间的距离在10 mm以内;或表面上含有的宽度不超过8 mm、深度不超过10 mm 缝隙或孔洞的总面积不得超过暴露表面积的30%。

4.1.2 当暴露表面不能满足4.1.1的条件时,应尽量按4.1.1的要求进行加工,并在试验报告中详细记录。

4.2 非对称性

当材料或制品的两个表面材质不同或含有以不同的顺序排列的不同材料层而呈现非对称性时,如能确定其实际使用表面,则可将该面作为暴露表面进行试验,否则两个表面均应试验。

5 试样及制备

5.1 试样

5.1.1 除非另有规定,对于选定的每一种辐射照度和暴露表面,至少应制备三个试样进行试验。

5.1.2 试样应能表征材料或制品的特征,其尺寸为 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 的正方形。

5.1.3 对于厚度在6~50 mm 范围的材料或组件,应取其实际厚度;对于厚度大于50 mm 的材料,应通过从非暴露表面一侧进行切割使其厚度达到 50_{-3}^0 mm;对于厚度小于6 mm 的薄形材料,在试验时应加上能代表其实际使用条件的基板,使总的试样厚度不低于6 mm。如果该材料在使用时非暴露表面与空气相接,则试验时也应应在试样的非暴露表面与耐热纤维垫之间至少有一个12 mm 的空气层,这可以用一个金属隔架来实现。

5.1.4 当从具有不规则表面的材料上切取试样时,表面的最高点应处于试样的中心部位。

5.1.5 如材料或复合材料在使用时与特定的基底相接时,试验时也应将基底加上,固定方式可以采取粘结或机械固定。

5.2 试样状态调节

试验前,应将试样在温度 $23\pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(50\pm 5)\%$ 的条件下养护至恒定质量(即在相隔24 h 的两次称量中,试样的质量之差不超过试样质量的0.1%或0.1 g,取数值大者)。

5.3 试样制备

用厚度为0.03~0.05 mm 的单层铝箔包住经过养护的试样的非暴露表面,然后再放回5.2条所规定的环境中直至试验前。

6 试验装置

6.1 辐射锥

辐射锥由缠绕成圆锥台形状的铠装电加热管装配在双层耐热合金锥套中而构成(见图4),内外锥壳间填以密度为 100 kg/m^3 的绝热纤维。辐射锥与支柱的联接应采用铰接形式以便使其既可水平放置也可转成铅垂位置。

辐射锥在试样表面产生的热流量由安装在辐射锥上的热电偶和与之相连的自动温度监控仪来调节、控制。监测和控制辐射锥温度的三支热电偶应采用外径为1.0~1.6 mm 的非暴露热节点的或直径为3 mm 的暴露热节点的K分度铠装热电偶。热电偶与加热管的连接方式为压接。三支热电偶应具有相同的长度,均匀分布在锥体上,并以并联的形式联接到控温仪上。

辐射锥的额定功率为5 kW,应能在试样表面产生 $0\sim 100\text{ kW/m}^2$ 的辐射照度。水平定位时,在试样

中心部位 50 mm×50 mm 范围内的辐射照度与中心处的辐射照度偏差不得超过±2%，铅垂定位时该偏差不得超过±10%。

6.2 天平

量程 500 g, 精度为±0.1 g。

6.3 试样安装架

6.3.1 水平试样架(见图 5)的底部应放置一层低密度耐热纤维垫, 厚度至少为 13 mm。辐射锥底面与试样暴露表面之间的距离可通过改变辐射锥的高度(见图 4)调节到 25 mm。

6.3.2 铅垂试样架(图 6)带有一个盛放少量熔化物的熔滴槽, 试样放入铅垂试样架内, 用一层低密度耐热纤维作为试样衬垫, 厚度至少为 13 mm, 然后再放置硅酸钙衬板, 其厚度以一旦插上弹性钢丝卡后, 整个试件能固定在一起为宜。铅垂定位时, 锥的高度要调整得使辐射锥的轴线与试样暴露表面的中心对准。

6.3.3 试样保持架(图 7)和网格架(图 8)用来限制水平定位试验时试样的膨胀, 减少复合材料的非代表性的边缘燃烧以及固定有分层倾向的试样。网格架也适用于铅垂定位的试验。

6.4 排气系统

6.4.1 排气系统由风机、集烟罩、风机的进气与排气管道及孔板流量计等所组成(图 9)。排气系统的流量范围为 0.012 m³/s~0.035 m³/s。

6.4.2 在集烟罩与进气管接口处应装一节流孔板(内径 57 mm)以提高气体混合度。

6.4.3 环形取样器应装在距集烟罩 685 mm 处的进气管道内(图 9), 取样器上应有 12 个小孔以均化气流组份; 小孔与气流方向相反以避免烟灰沉积。

6.4.4 排气流量应通过测量风机上方 350 mm 处的锐缘孔板两侧的压差来确定。锐缘孔板的内径为 57 mm。

6.4.5 气流的温度应由直径为 1.0~1.6 mm 封闭节点的铠装热电偶或直径为 3 mm 的暴露节点的铠装热电偶来测量, 热电偶应安装于测流孔板上方 100 mm 处。

6.5 气体取样系统

气体取样系统如图 10 所示, 包括环形取样器、取样泵、过滤器、冷阱、废气排泄、水分过滤器和 CO₂ 过滤器。

6.6 点火器

采用由一 10 kV 互感器提供能量的电火花点火器进行外部点火, 火花隙为 3 mm。

水平定位时火花隙应位于试样表面中心上方 13 mm 处; 铅垂定位时应位于试样暴露表面的平面内试样架上方 5 mm 处。无论在那种定位条件下, 当出现持续火焰后, 点火器都应迅速移开。

6.7 点火计时器

计时器的示值分辨力为 1 s, 计时误差小于 1 s/h。

6.8 氧分析仪

采用量程为 0%~25%O₂ 的顺磁型氧分析仪。氧分析仪应呈线性响应, 在 30 min 内漂移不得大于 ±50×10⁻⁶O₂。对于从量程的 10%至 90%的响应时间应小于 12 s。

6.9 温度监控仪

控温仪应能在 0~1 000℃的范围内自动调节、控制温度, 设定分辨力及控温精度均为±2℃, 且应带有热电偶的自动冷端补偿器。温度显示仪表应具有 0~1 100℃的量程, 示值分辨力为±2℃。

7 辅助设备

7.1 热流计

应选用卡登型箔式(或热电堆式)热流计, 设计量程 0~120 kW/m², 辐射接收靶的直径为 12.5 mm, 表面覆有耐久的无光泽黑色涂层。辐射接收靶为水冷式。热流计的准确度为±3%, 重复性为