

HB

中华人民共和国航空工业标准

HB 7399-96

民用飞机舱内材料热释放速率 试验方法

1996-09-12 发布

1997-01-01 实施

中国航空工业总公司 批准

前 言

本标准规定的试验方法等效采用 FAR25 部附录 F 第 IV 部分《测定热辐射下客舱材料热释放速率试验方法》。同时将美国联邦航空局技术中心的《航空器材料燃烧试验手册》第五章“舱内材料的热释放速率试验”有关内容编入本标准,使标准更容易实施。

本标准于 1997 年 01 月 01 日起实施。

本标准由中国航空工业总公司航空材料、热工艺标准化技术归口单位提出并归口。

本标准由中国航空工业总公司第 640 研究所负责起草。

本标准主要起草人:孙永明、郭玉瑛、陈医杰、翁蕴芳。

本标准于 1996 年 09 月 12 日首次发布。

民用飞机舱内材料热释放速率
试验方法

1 范围

本标准规定了民用飞机舱内材料热释放速率试验方法的定义、试验设备及器材、试样、校正因子测量、试验步骤和试验报告等。

本标准适用于民用飞机舱内材料热释放速率的试验。

2 定义

2.1 热释放量

材料燃烧时放出热能的量值。以单位面积的能量($\text{kW}\cdot\text{min}/\text{m}^2$)表示。

2.2 热释放速率

材料燃烧时放出的热能速率的量值。以单位面积的功率(kW/m^2)表示,符号为 HRR。

2.3 热流密度

材料燃烧时所经受的热环境的强度,以单位面积的功率(W/cm^2)表示。

3 试验设备及器材

3.1 热释放速率仪

应使用图 1a 和 1b 所示的设备测量热释放速率。设备的所有外表面,除了操作箱外,应用 25mm 厚的低密度耐高温玻璃纤维绝缘。应提供试样插杆滑动通过的气密门,以形成试样操作箱的气密壳体。

3.1.1 热电堆

热电堆用于测量空气进入或离开试验箱的温度,其电气原理见图 2 所示。热电偶的接点直径应是 $1.3\pm 0.3\text{mm}$ 。冷端应在空气分配板下容器内(见图 1a)。热端应位于烟筒顶部以下 10mm 处。一个热端应位于烟筒横截面的中心,其余四个热端应位于烟筒对角线上,距中心热端 30mm(见图 1b)。

3.1.2 辐射热源

应使用 LL 型、508mm \times 16mm、名义电阻 1.4Ω 的能产生高达 $100\text{kW}/\text{m}^2$ 热流密度的四根碳化硅棒作为辐射热源,如图 1a、图 1b、图 3 所示。应有一块厚度为 $1.07\pm 0.05\text{mm}$ 的不锈钢菱形挡板,以便在试样表面形成均匀的热流密度。当试样表面热流密度在 $3.5\text{kW}/\text{m}^2$ 时,试

样表面的热流密度偏差不大于 5%。

3.1.3 空气分配系统

进入试验设备的空气温度应是 $21\sim 24^{\circ}\text{C}$ ，流量应是 $0.04\text{m}^3/\text{s}$ 。空气流量用安装在输入管上的孔板流量计测量。

a) 空气应由安装在试验设备底部 6.4mm 厚的铝板分配板上 102mm 中心处有 8 个距边 51mm 的 $\Phi 5.30 \pm 0.03\text{mm}$ 孔进入试验设备。在此铝板上 152mm 处有第二块具有 120 个等间距的 $\Phi 3.60 \pm 0.03\text{mm}$ 孔的铝板(见图 1b)。

b) 在试验设备锥形部分底部(燃烧箱与烟筒交界处)的供气管应有 48 个等间距的 $\Phi 3.70 \pm 0.03\text{mm}$ 孔,距供气管内侧 10mm,使设备内的空气按约 3:1 的比例分流(见图 1a)。

3.1.4 燃烧器

燃烧器分为上燃烧器和下燃烧器,分别位于试样的顶部和底部。燃烧器均应用外径为 $\Phi 6.4\text{mm}$ 、壁厚 0.8mm 的不锈钢管制成。

a) 下燃烧器

下燃烧器的位置应如图 1a 所示,其中心线垂直于试样表面,距试样暴露下端上方 5mm,端口距试样表面 10mm。

下燃烧器应安装一个火花点火器,该火花点火器每 3s 闪火花一次,保证燃烧器的火焰熄灭时间不超过 3s。

b) 上燃烧器

上燃烧器在试样上方产生火焰,以点燃可燃气体。采用 14 孔燃烧器。在一支 400mm 长的管上钻 14 个朝向一致的 $\Phi 2.5\text{mm}$ 孔。孔间距 13mm,第一个孔距封闭端 13mm(见图 4)。燃烧器位于试样盒上方,如图 5 所示。

上燃烧管应通过观察窗上端上方 10mm 处的 $\Phi 6.4\text{mm}$ 钻孔插入试验箱内,由固定在试验箱外观察窗上方的可调 Z 型支架支撑和定位。燃烧管应位于试样盒上前端向上 19mm 及向后 19mm 处,其上的孔应水平指向辐射热源。燃烧器的一端用银钎塞或等效物封住。

3.1.5 试样盒

试样盒由盒体和滴落物槽组成。均用 $0.43 \pm 0.05\text{mm}$ 厚的不锈钢板制造,如图 5 所示。试样盒用支架连接到插入杆上。每个试验盒应有一个 V 型弹簧压板。弹簧压板的位置可通过固定杆插入试样盒不同的孔而改变,以适应不同的试样厚度。

滴落物槽用法兰盘连接到盒体上。滴落物槽用来防止熔融试样滴落到下燃烧器上。可在滴落物槽内衬上铝箔,铝箔无光面向上。

3.2 热流计

水冷却的圆型 Gardon 热流计量程范围为 $0\sim 17\text{W}/\text{cm}^2$,精度为 $\pm 3\%$ 。热流计的感应面应和热流计支架表面齐平。

3.3 湿式试验仪

湿式试验仪精度为 $0.2\text{L}/\text{min}$,量程范围为 $0\sim 300\text{L}$ 。

3.4 燃气

纯度不低于 99% 的甲烷气。

3.5 计时器

精度不低于 $\pm 1\text{s}$ 的秒表或其他计时器。

4 试样

4.1 试样尺寸

试样的尺寸长 150°_2mm ,宽 150°_2mm 。试样厚度按飞机上使用的实际尺寸。试样厚度超过 45mm 时,应加工至 45mm 并用未加工面进行试验。

4.2 试样数量

每组试样不少于三个。

对各向异性试样,如纺织品应做经向纬向试验。若在试验前不知道取向,应取互相垂直的两组试样,结果取最大值。

4.3 试样安装

在试验时,每个试样只有一个表面暴露。用约为 0.025mm 厚的铝箔包覆所有未暴露面,铝箔的无光面朝试样。铝箔必须完整。

4.4 试样预处理

试验前,试样应在 $21\pm 3^{\circ}\text{C}$, $(50\pm 5)\%\text{RH}$ 的条件下预处理至少 24h 。每次试验前从预处理箱内取出一个试样并立即做试验。

5 校正因子测量

5.1 校正燃烧器

提供按图6所示的校正燃烧器,此燃烧器将气密接头套在燃烧管火焰管的端头。

5.2 测量校正气体的流速

5.2.1 在至湿式试验仪前端应安装控制校正气体流量的管路。管路应有四个由已设置的针形阀控制的流动孔来提供流速大约为 $1\text{L}/\text{min}$ 、 $4\text{L}/\text{min}$ 、 $6\text{L}/\text{min}$ 、 $8\text{L}/\text{min}$ 的校正气体,此流速由湿式试验仪的转速(通过秒表测量)来显示。

5.2.2 应测定每个流速的实际流量,精确到 $0.2\text{L}/\text{min}$ 。

5.3 校正因子测量及计算

5.3.1 用图6的校正燃烧器替代下燃烧器。

5.3.2 安装湿式试验仪,确定环境温度和水平气压。

5.3.3 打开气源。

5.3.4 打开辐射热流,保证热流密度为 $3.50\pm 0.05\text{W}/\text{cm}^2$ 。

5.3.5 用校正气体管路,设定流向燃烧器的甲烷基准流速为 $1\text{L}/\text{min}$ 。点燃燃烧器。测定热电堆基准电压。

5.3.6 在按5.3.7读取热电堆输出前,先把甲烷流速设定到 $8\text{L}/\text{min}$ 。在校正阶段,不用记录此时的热电堆输出。

5.3.7 流向燃烧器的气体提高到高流速,再降低到基准流速。在每个流速燃烧 2min 后, 2min 的最后 10s 周期内监测热电堆输出,记录平均值。甲烷流速提高和降低按:1-4→1-6

→1-8→1-6→1-4L/min 顺序连接进行。

5.3.8 按式(1)计算校正因子:

$$K_s = 23.55 \times \frac{273}{T_a} \times \frac{(P - P_v)}{760} \times \frac{(F - F_0)}{(V_1 - V_0)} \dots\dots\dots (1)$$

式中: K_s —校正因子, kW/m²·mV;

23.55—标准状态下的甲烷热焓;

F —校正气体在高流速的校正值, L/min;

F_0 —甲烷在基准流速的校正值, L/min;

P —环境大气压, MPa;

P_v —湿式试验仪水温下的水蒸气压, MPa;

T_a —环境温度, °K;

V_1 —在高流速时的热电堆电压, mV;

V_0 —在基准流速时的热电堆电压, mV。

5.3.9 5个结果取平均值, 计算百分相对标准偏差。若标准偏差大于5%, 重新测定校正因子。若标准偏差小于5%, 平均值作为校正因子。

6 试验步骤

6.1 打开气源, 设定设备空气流量为 0.04m³/s。

6.2 打开主电源, 设定热流密度为 3.5kW/m²。

6.3 点燃燃烧器, 使用甲烷和空气体积之比为 50:50 的混合气, 调节上燃烧器以产生长为 25mm 并稍稍向上弯曲高出燃烧管的火焰。使用 120cm³/min(在标准温度和压力条件下)甲烷和空气组成的混合气, 调节下燃烧器以产生其内焰高度与火焰直径相同。如使用火花点火器, 则使其处于工作状态。

6.4 每次试验前, 从预处理箱内取出一个试样, 在辐射防护门关闭的情况下, 将试样放置控制室, 关闭外层气密门, 启动记录装置。试样在控制室内放置 60±10s。

6.5 在试样放置时间最后 20s 期间, 至少每隔 1s 记录热电堆毫伏输出, 算出基准流速时热电堆读数的平均值。

6.6 读完基准读数后, 在 3s 时间内, 打开辐射防护门, 尽快地把试样送入燃烧箱, 每 1s 至少记录热电堆毫伏输出一次。

6.7 在试验过程中, 下燃烧器或上燃烧器上任三个火焰在任意时刻熄灭时间超过 3s, 则试验数据无效。

6.8 试验进行 5min, 终止试验, 取出试样。

6.9 每次试验后, 应用软刷子清洁热电堆热端, 去除烟尘。不得移动热电偶位置, 以确保下次试验时热电偶处于正确位置。

6.10 重复 6.4~6.9 条, 进行下一个试样的试验, 直至试验结束。

6.11 从任意时刻的热电堆输出电压(V)按式(2)计算热释放速率:

$$HRR = K_A(V - V_0) \dots\dots\dots (2)$$

式中： K_A —校正因子， $\text{kW}/\text{m}^2 \cdot \text{mV}$ ；

V —热电堆输出电压读数， mV ；

V_0 —在基准流速时的热电堆电压平均读数， mV 。

6.12 记录和计算 5min 试验期间内最大热释放速率的单个值和平均值。

6.13 通过求最初 2min 时间内热释放速率对时间曲线的积分，记录和计算最初 2min 时的总热释放量的单个值和平均值。

7 试验报告

7.1 完整记录试验材料，包括厚度。

7.2 报告热流密度及校正因子。

7.3 报告所有试样 5min 试验期间最大热释放速率的单个值和平均值及最初 2min 总热释放量的单个值和平均值。

7.4 报告试验期间发生的熔融、凹陷、分层和其他现象。

7.5 试验人员及试验日期。

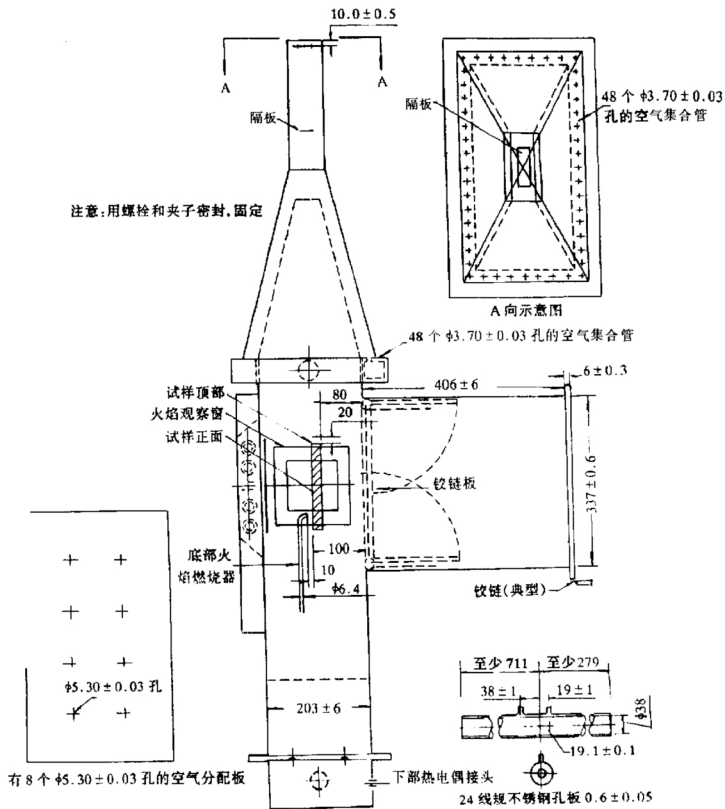


图 1a 热释放速率设备

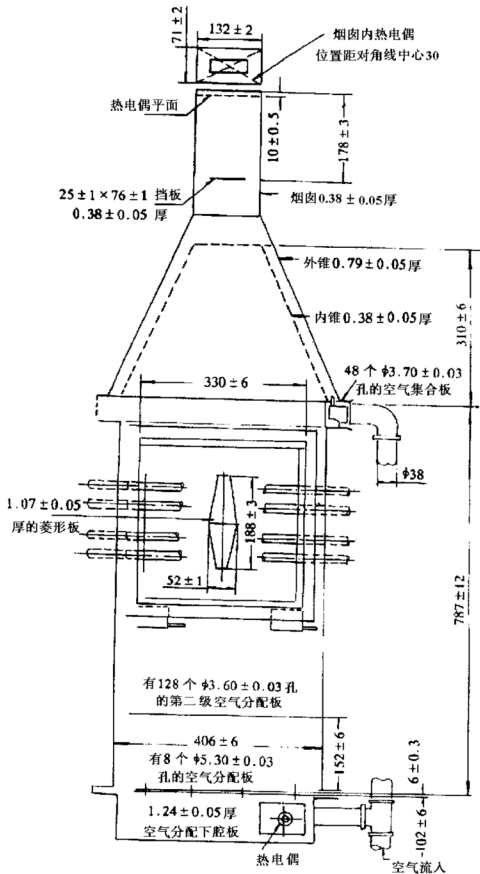


图1b 热释放速率设备

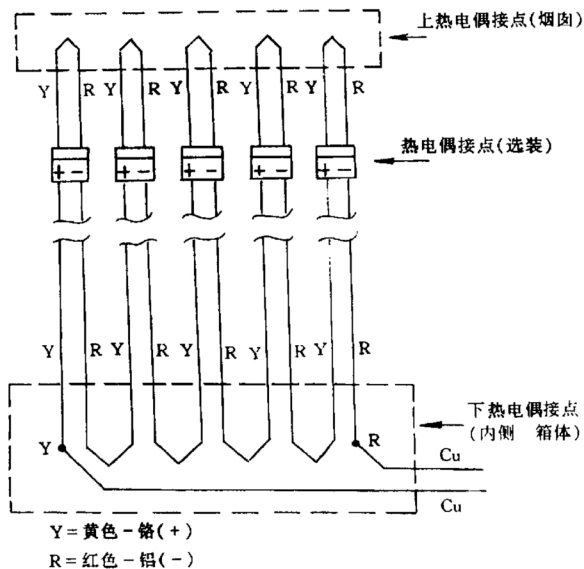


图2 热电堆电气原理图

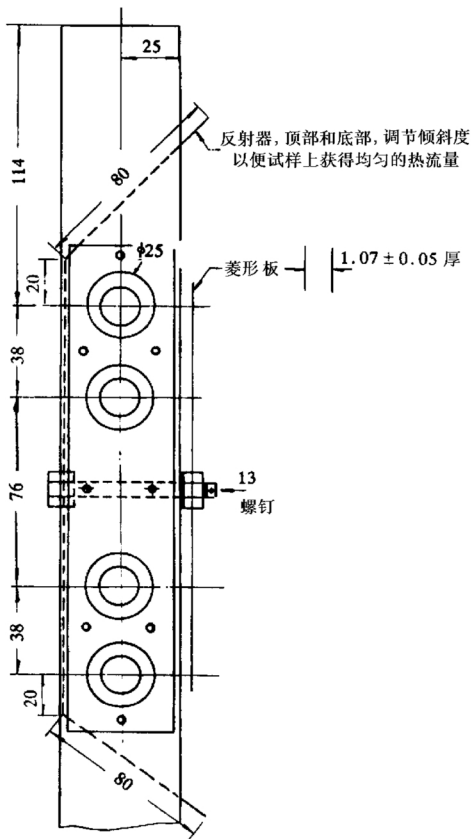


图3 碳化硅热辐射板

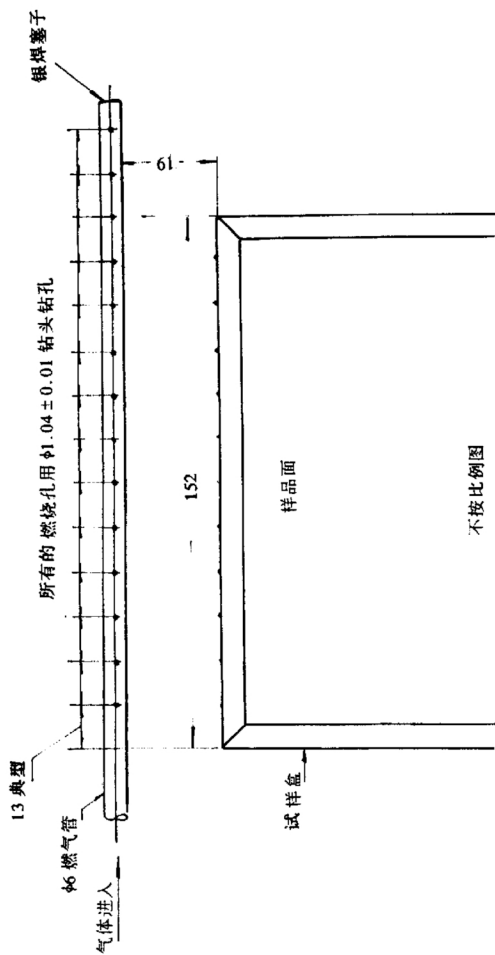


图4 上燃烧器—14孔燃烧器

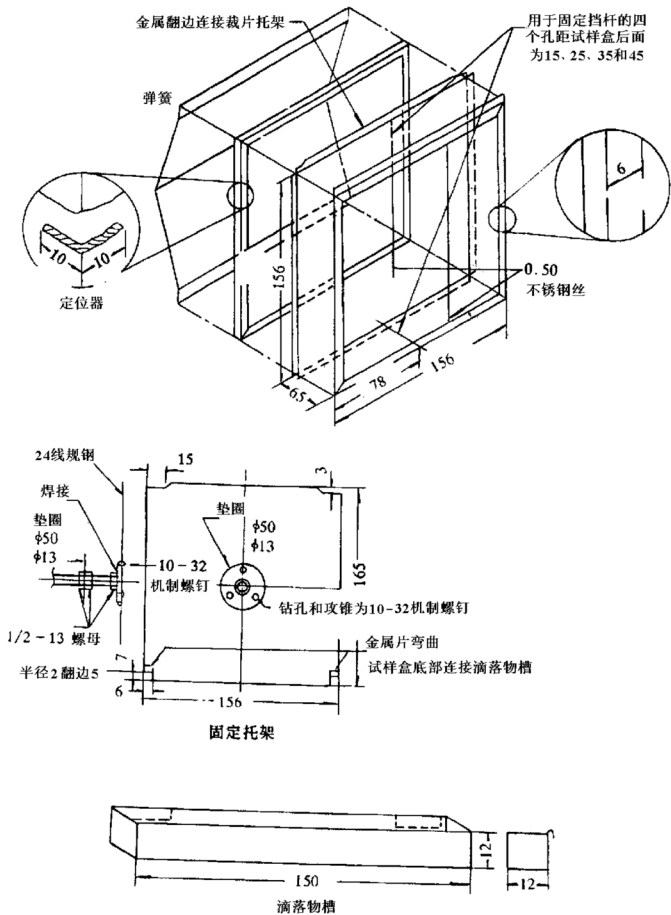


图5 热释放试样盒

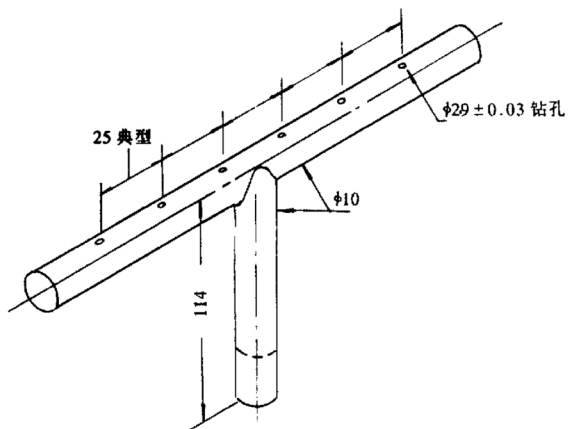


图6 典型校正燃烧器