

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T XXXX—XXXX

舱内非金属材料燃烧产生毒性气体的浓度 测试方法

Test method for concentration of toxic gases produced by combustion of nonmetallic
materials in the cabin

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国民用航空局 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国民用航空局航空器适航审定司提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：中国民用航空总局第二研究所。

本文件主要起草人：刘又瑞，苏正良，包文婷，于新华，王玉琢。

舱内非金属材料燃烧产生毒性气体的浓度测试方法

1 范围

本文件规定了舱内非金属材料燃烧产生毒性气体浓度的测试方法，包括方法概述、设备材料、试样制备、设备调试、测试步骤和报告。

本文件适用于舱内非金属材料燃烧产生的一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO_x）、二氧化硫（SO₂）、氰化氢（HCN）、氟化氢（HF）、氯化氢（HCl）六种毒性气体浓度测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 7230 气体检测管装置
- GB/T 26811 离子选择电极
- GB/T 26812 离子选择电极校准溶液制备方法
- HJ/T 57 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法
- HJ 693 固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法
- HJ 973 固定污染源废气 一氧化碳的测定 定电位电解法
- MH/T 6040 航空材料烟密度试验方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 测试方法概述

本文件规定的测试方法是指在辐射热和/或有点火源状态下，舱内材料按照MH/T 6040规定的步骤燃烧4 min后，测定其燃烧产生烟气组分中特定气体浓度的方法。

根据烟气组分中气体性质的差异，采用不同的测试方法，见表1。

表1 不同测试方法适用的气体及原理

测试方法	适用的气体	原理
气体检测管法（用于半定量分析）	HCN, HCl, HF, SO ₂ , NO _x , CO	利用烟气和气体检测管内检测剂发生化学反应产生颜色变化来测定气体浓度
烟气分析仪法	SO ₂ , NO _x , CO	利用CO, NO _x 和SO ₂ 气体扩散通过传感器渗透膜，进入电解槽，在恒电位工作电极上发生氧化反应，产生电流，通过计算来测定气体浓度
离子电极法	HCl, HF	利用离子电极测量吸收溶液溶解的氯化物或氟化物的电位（mV），再通过计算来测定气体浓度

5 测试设备和材料

5.1 烟密度箱及管路

5.1.1 烟密度箱

烟密度箱的结构应符合MH/T 6040的要求。此外，箱体的顶部应有四个出气口，用于连接箱体内部的不同气体探头和箱体外的分析系统。烟密度箱出气口位置及数量结构见图1。

5.1.2 进气口

烟密度箱内部应安装四个进气口，位于箱体内部的几何中心，端部直径为3 mm~6 mm，见图2。气管材料应是耐酸碱性的，如聚四氟乙烯。气管在箱体上的连接处应密封。在箱体内部的三个进气口端部应套有橡胶管，用来连接气体检测管。

5.1.3 气体采集管路系统

箱体内进气口气体测量点之间的管路最大长度不超过3 m，气管内径为3 mm~6 mm，应使用聚四氟乙烯软管。如果在烟密度箱外部测量（如烟气分析仪）应对管路做加热保温处理。

烟密度箱的出气口与气体分析设备之间的管路上应安装一个截止阀，用于控制气路开断，见图3，四个出气口分别用于检测不同气体。

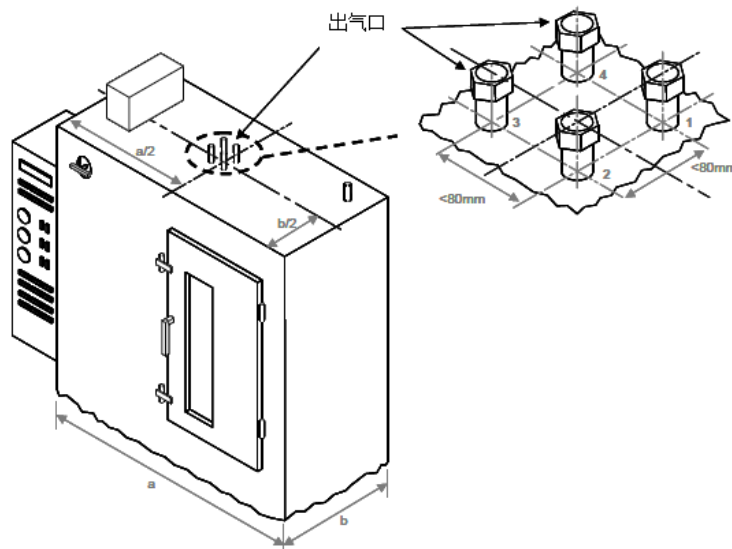


图1 烟密度箱出气口位置及数量结构示意图

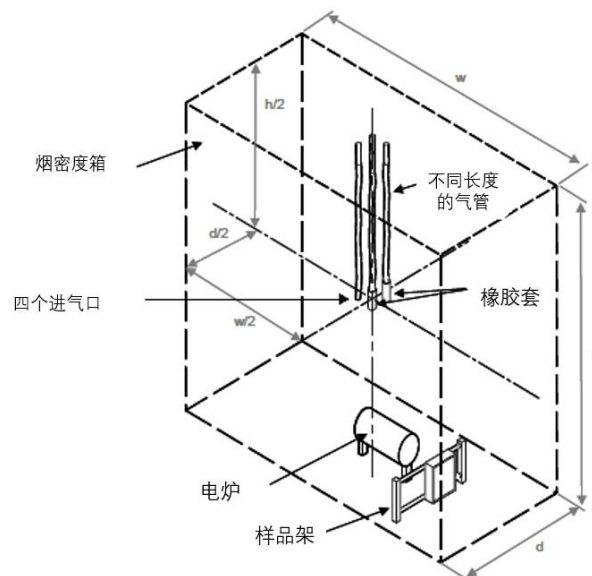


图2 箱体内部进气口位置示意图

5.2 气体分析装置

5.2.1 气体检测管测试套件

5.2.1.1 气体检测管

气体检测管应符合GB/T 7230要求，根据使用说明选择合适的气体检测管，每批气体检测管应验证其测量准确性。

5.2.1.2 气体检测管采样泵

气体检测管采样泵应与使用的气体检测管匹配，按照气体检测管的使用说明书配备配套的采样泵。

5.2.2 烟气分析仪

烟气分析仪应符合HJ 973、HJ 693、HJ/T 57要求，烟气分析仪中应包含一个流量计，用于显示气体流速。对不同气体的最小的测量范围和精确度应符合表2的要求。

表2 烟气分析仪量程及精确度

气体组分	量程 μL/L	分辨率 μL/L	测量精度
CO	≤2000	1	±5%测量值
NO _x	≤300	1	±5%测量值
SO ₂	≤2000	1	±5%测量值

5.2.3 电位测定系统

5.2.3.1 离子选择电极

离子选择电极应符合GB/T 26811要求，用于测量吸收液溶解的氯化物或氟化物的电极电位（mV），使用前应对用标准溶液对电极进行标定，电极规格见表3。

表3 离子选择电极规格

离子	量程 mol/L	反应时间 s	测量范围 pH	测试温度 ℃
Cl ⁻	5×10 ⁻⁵ ~1	<30	5~7	10~30
F ⁻	1×10 ⁻⁶ ~饱和	<30	5~7	10~30

5.2.3.2 气体吸收液

HCl, HF气体吸收液应使用20 mL, 0.5 mol, pH为6的醋酸钠溶液（将41.017 g醋酸钠装于1000 mL容量瓶中，用去离子水定容至刻度线，再用醋酸调配至pH为6）。

5.2.3.3 抽气泵

应使用最小可调节流量为0.2 L/min，精度为满量程的±5%的抽气泵，用于吸收液采集气体。

6 试样

6.1 尺寸

试样的长和宽均应为(73±2) mm，厚度不大于25 mm。若厚度大于25 mm的应裁剪至25 mm，将未切削面作为暴露面。

6.2 试样数量

每种材料、产品、结构或部件应至少准备3个试样。

6.3 试样的预处理

测试前应将试样放置在温度为 (21 ± 3) ℃、相对湿度为 $(50\pm 5)\%$ 的环境中至少24 h。

7 测试设备的调试及准备

7.1 烟密度箱调试

烟密度箱的调试应按照MH/T 6040规定的步骤进行。

7.2 测试前的准备工作

7.2.1 若试样燃烧后产生的毒性气体含有 HF 或 HCl 气体，在进行测试前应预先对箱体进行 HF 和 HCl 饱和处理，步骤如下：

- a) 将含氟（如聚四氟乙烯、其他含氟试样）和含氯（如 PVC、其他含氯试样）材料放入烟密度箱内燃烧；
- b) 关闭箱门及所有气阀；
- c) 将材料完全燃烧后密闭足够长时间（ >15 min），再打开箱门排烟；
- d) 重复燃烧 3 个材料，确保烟密度箱已经吸收饱和。

7.2.2 在烟密度箱饱和处理后确认箱体内气体排净，立即进行测试。

8 测试方法

8.1 气体检测管法

采用气体检测管法测定燃烧后产生的毒性气体含量，应根据GB/T 7230中气体检测管的使用要求，按照以下步骤进行测试：

- a) 试验前检查气体检测管采样泵气密性；
- b) 打开气体检测管两头；
- c) 将气体检测管按采气方向正确接在箱体内胶管端，检测管另一端应加装带过滤功能的装置（如滤芯等），防止采集过程中吸入固体杂质，影响检测结果；
- d) 将采样泵接在箱体外管路一端，见图 3，试验完成前保持截止阀关闭；
- e) 按照 MH/T 6040 的方法完成 4 min 测试后将试样移开测试位置，打开截止阀，根据气体检测管的使用要求抽取气体；
- f) 根据气体检测管颜色变化读取数据；
- g) 每次测试后，应将箱体内残留试样取出，将残余气体排净，才可以进行下一个测试。

8.2 烟气分析仪法

采用烟气分析仪测定燃烧后产生毒性气体含量，应根据HJ 693、HJ 973、HJ/T 57中烟气分析仪使用要求，按照以下步骤进行测试：

- a) 检查其气密性并设置采集参数及频率；
- b) 将烟气分析仪进行调零；
- c) 将烟气分析仪采样段连接在箱体采样管路上，见图 3，测试完成前保持截止阀关闭；
- d) 按照 MH/T 6040 的方法完成 4 min 测试后，将试样移开测试位置，打开截止阀，开启烟气分析仪，开始采集气体，读数稳定后记录数据；
- e) 每次测试后，应将箱体内残留试样取出，将残余气体排净，才可以进行下一个测试。

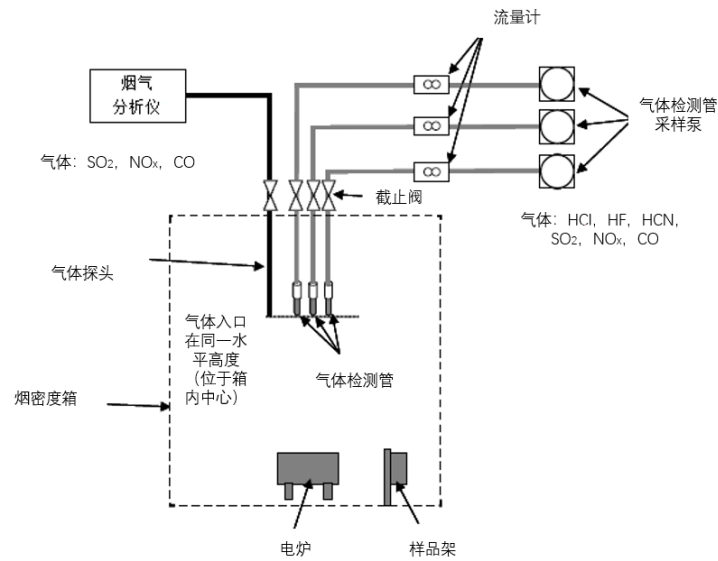


图3 气体采集系统示意图

8.3 离子电极法

8.3.1 试剂及容器

离子电极法测试需要准备以下试剂及容器:

- 离子强度调节剂 (ISA, 42.5g NaNO_3 溶于 100 mL 去离子水中);
- 用于离子选择电极标定的 F 标准液;
- 用于离子选择电极标定的 Cl 标准液;
- 0.5 mol 醋酸钠溶液;
- 98%的醋酸;
- 去离子水;
- 20 mL 移液管;
- 2 mL 移液管;
- 100 mL 容量瓶;
- 1000 mL 容量瓶;
- 合适的烧杯, 可以让电极浸泡在液面下 (例如 250 mL);
- 带有端部接口的涤气瓶 (100 mL), 见图 4。

单位为毫米

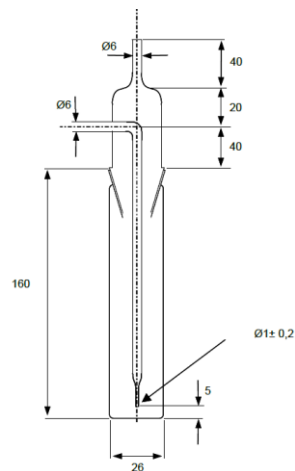


图4 涤气瓶示意图

8.3.2 标准溶液配置

应准备原液用于F⁻或Cl⁻标准溶液配制。标准液配制应符合GB/T 26812要求，浓度梯度见表4和表5。

表4 F⁻标准液浓度梯度

溶液	F ⁻ 浓度 mol/L	F ⁻ 浓度 mg/L	配制方法
原液	1×10^{-1}	1900	
A	1×10^{-2}	190	10 mL 原液用去离子水稀释至 100 mL
B	1×10^{-3}	19	10 mL A 溶液用去离子水稀释至 100 mL
C	1×10^{-4}	1.9	10 mL B 溶液用去离子水稀释至 100 mL

应将标准液装入合适的聚四氟塑料瓶并避光存放。应至少每月重新配制一次标准液，至少每年重新配制一次原液。

表5 Cl⁻标准液浓度梯度

溶液	Cl ⁻ 浓度 mol/L	Cl ⁻ 浓度 mg/L	配制方法
原液	1×10^{-1}	3550	
A	1×10^{-2}	355	10 mL 原液用去离子水稀释至 100 mL
B	1×10^{-3}	35.5	10 mL A 溶液用去离子水稀释至 100 mL
C	1×10^{-4}	3.55	10 mL B 溶液用去离子水稀释至 20 mL

应将标准液装入合适的聚四氟塑料瓶并避光存放。应至少每月重新配制一次标准液，至少每年重新配制一次原液。

将2% ISA溶液添加到所有的标准液中。A溶液和B溶液添加1.8mL ISA溶液，C溶液添加2mL ISA溶液。

8.3.3 电极标定

用8.3.2中标准液标定电位时需要不断搅拌溶液，搅拌时速度适中，不要形成涡流，直到数值稳定，待设备绘制校准曲线后保存并记录。若设备无自动绘制曲线功能则应记录电位值和相对应的标准液浓度，使用半对数绘图纸，以电位值为纵坐标，标准液浓度为对数横坐标绘制校准曲线。

8.3.4 气体采集

用于分析的气体直接用抽气泵从箱体上抽取。设备装置见图5。操作步骤如下：

- 测试前，按5.2.3.2要求在涤气瓶中装入吸收液用于电位分析；
- 将涤气瓶安装在燃烧箱内，连接到箱内的采样管上；
- 按照MH/T 6040完成4 min测试后，开始采集气体；
- 调节抽气泵，使体积流量不大于500 mL/min；
- 打开截止阀；
- 抽取1000 mL气体通过涤气瓶；
- 关闭截止阀；
- 关闭抽气泵；
- 打开烟密度箱门，排净气体后取出涤气瓶用于离子浓度测定。

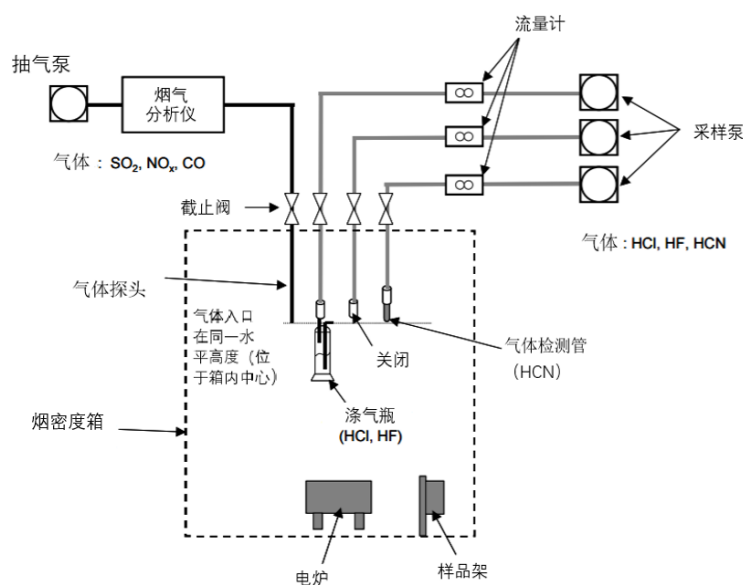


图5 涤气瓶采集安装示意图

8.3.5 离子浓度测定

所有设备应提前清洗干净，定量转移已吸收气体的吸收液到100 mL容量瓶并且加去离子水至刻度线处。加入2 mL ISA溶液，密封容量瓶并混合溶液，再转移至烧杯中。在与测量标准液电位相同的温度下不断搅拌溶液，测量卤素离子电位。根据8.3.3中校准曲线获得离子浓度 C_x [mol/L]。

8.3.6 计算

应按下列公式计算HF和HCl气体浓度：

$$C[\mu\text{L/L}] = \frac{C_x[\text{mol/L}] \cdot V_{\text{稀}} \cdot 22.4 \times 10^6 \mu\text{L/mol}}{V_{\text{气}}} \dots\dots\dots (1)$$

式中： C [$\mu\text{L/L}$]——气体浓度，单位为微升每升（ $\mu\text{L/L}$ ）；
 C_x [mol/L]——离子浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；
 $V_{\text{稀}}$ ——吸收液稀释后体积（100 mL）；
 $V_{\text{气}}$ ——气体试样总量（实际体积），单位为升（L）。

9 报告

报告应至少包含以下内容：

- 试样描述，如材料牌号，生产商信息，生产批号，试样厚度，密度等；
- 测试方法；
- 主要设备描述；
- 每个试样的测试结果；
- 每种气体含量的平均值；
- 测试机构名称地址；
- 测试日期；
- 试验人员及批准人签名。