

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T XXXX. 3—XXXX

航空油料材料相容性试验方法
第 3 部分：航空涡轮发动机润滑油与非金
属材料

Test method for compatibility of aviation oil with materials—
Part 3: Aero turbine engine lubricants with non-metallic materials

（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

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 方法概述 1

5 仪器设备 1

 5.1 弹性体相容性试验浸泡装置 1

 5.2 天平 2

 5.3 恒温箱 2

 5.4 长方形裁刀 2

 5.5 放大镜 2

6 试验件 2

7 试验浸泡条件与试验项目 2

 7.1 试验浸泡条件 2

 7.2 试验项目 3

8 试验步骤 3

 8.1 弹性体相容性试验（72 h） 3

 8.2 弹性体相容性试验（1800 h） 4

 8.3 弹性体相容性试验（试验至失效） 4

9 试验报告 5

参考文献 6

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。

本文件是MH/T XXXX《航空油料材料相容性试验方法》的第3部分。MH/T XXXX已经发布了以下部分：

- 第1部分：民用航空喷气燃料与非金属材料；
- 第2部分：航空抗燃磷酸酯液压油与非金属材料；
- 第3部分：航空涡轮发动机润滑油与非金属材料。

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：曾萍等。

引 言

航空油料材料相容性试验方法是评价航空油料材料相容性的科学方法，MH/T XXXX旨在为航空油料的材料相容性提供统一的试验方法，拟由六个部分构成。

——第1部分：民用航空喷气燃料与非金属材料。目的在于规定民用航空喷气燃料与非金属材料相容性试验方法。

——第2部分：航空抗燃磷酸酯液压油与非金属材料。目的在于规定航空抗燃磷酸酯液压油与非金属材料相容性试验方法。

——第3部分：航空涡轮发动机润滑油与非金属材料。目的在于规定航空涡轮发动机润滑油与非金属材料相容性试验方法。

——第4部分：民用航空喷气燃料与金属材料。目的在于规定民用航空喷气燃料与金属材料相容性试验方法。

——第5部分：航空抗燃磷酸酯液压油与金属材料。目的在于规定航空抗燃磷酸酯液压油与金属材料相容性试验方法。

——第6部分：航空涡轮发动机润滑油与金属材料。目的在于规定航空涡轮发动机润滑油与金属材料相容性试验方法。

本次对MH/T XXXX. 3的制定，聚焦于航空涡轮发动机润滑油与非金属材料相容性的试验方法，使开展航空涡轮发动机润滑油与非金属材料相容性试验评价有据可依。

航空油料材料相容性试验方法

第 3 部分：航空涡轮发动机润滑油与非金属材料

1 范围

本文件描述了航空涡轮发动机润滑油（以下简称“润滑油”）对非金属材料性能影响的试验方法，包括仪器设备、试验件、试验浸泡条件、试验步骤和试验报告。
本文件适用于润滑油与非金属材料相容性的试验，非金属材料包括弹性体（橡胶）。

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 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法
- GB/T 2941 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序
- MH/T 6093 燃气涡轮发动机润滑油与弹性体相容性试验方法 重量法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

相容性 compatibility
油品与材料之间的相互作用和影响的特性。

4 方法概述

润滑油与非金属材料相容性试验是指将不同的非金属材料浸泡在润滑油中，在特定温度下浸泡一定时间后，测定非金属材料的体积变化、质量变化和脆化特性。本文件包括3类试验：弹性体相容性试验（72 h）、弹性体相容性试验（1 800 h）和弹性体相容性试验（试验至失效）。

5 仪器设备

5.1 弹性体相容性试验浸泡装置

浸泡装置尺寸应保证试验件在不发生任何形变的情况下完全浸入润滑油，规格如下：
——弹性体相容性试验（72 h）浸泡装置，应使用体积不低于 400 mL 的玻璃容器；
——弹性体相容性试验（1 800 h）浸泡装置，应使用 500 mL 带玻璃塞的玻璃容器；
——弹性体相容性试验（试验至失效）浸泡装置，应使用 100 mL 带玻璃塞的玻璃试管，浸泡装置见图 1。

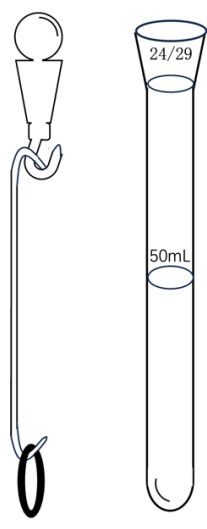


图1 压缩永久形变试验夹具弹性体相容试验（试验至失效）浸泡装置

5.2 天平

感量不应低于0.1 mg。

5.3 恒温箱

恒温箱运行时应能控制其温度在要求范围内。

5.4 长方形裁刀

用于裁切长方形试验件，应符合GB/T 2941中试验裁刀的相关规定。

5.5 放大镜

放大倍数应不低于10倍。

6 试验件

试验件的尺寸和要求如下：

- 弹性体相容性试验(72 h)试验件应使用 60 目砂布或砂纸打磨试验件两面至用光照无反射光，用裁刀裁切为厚度 $2.0\text{ mm}\pm0.2\text{ mm}$ ，长度 $50\text{ mm}\pm2\text{ mm}$ ，宽度 $35\text{ mm}\pm2\text{ mm}$ 的长方形；
- 弹性体相容性试验(1800 h)试验件应用裁刀裁切为厚度 $2.0\text{ mm}\pm0.2\text{ mm}$ ，长度 $50\text{ mm}\pm2\text{ mm}$ ，宽度 $25\text{ mm}\pm2\text{ mm}$ 的长方形；
- 弹性体相容性试验（试验至失效）试验件应为 O 形圈，内径应为 $13.77\text{ mm}\sim14.12\text{ mm}$ ，截面直径应为 $2.54\text{ mm}\sim2.69\text{ mm}$ ，放大镜检查无裂纹。

7 试验浸泡条件与试验项目

7.1 试验浸泡条件

试验件的浸泡条件宜按照表1进行选择，也可依据实际情况进行调整。浸泡条件主要参考国际通行做法以及飞机、发动机的设计要求、运行工况、非金属材料的使用情况和材料规范要求。

表1 试验件的种类和浸泡条件

序号	试验类型	试验件材料	浸泡温度/℃	浸泡周期/h	换油周期
1	弹性体相容性试验 (72 h)	氟橡胶	150 ± 2 、 204 ± 2	72 ± 2	—
		丁腈橡胶	70 ± 2		
		氟硅橡胶	150 ± 2		
		硅橡胶	121 ± 2		

表 1 试验件的种类和浸泡条件（续）

序号	试验类型	试验件材料	浸泡温度/℃	浸泡周期/h	换油周期
2	弹性体相容性试验（1800 h）	氟碳橡胶	100±2、120±2、 140±2、160±2	1848±2	每168 h更新50 mL新油
		低温氟碳橡胶			
		全氟橡胶			
		氟醚橡胶			
3	弹性体相容性试验（试验至失效）	氟碳橡胶	200±2	24±2 120±2 360±2	第8天进行换油
		LCS氟碳橡胶	200±2		
		丁腈橡胶	130±2		
		硅橡胶	100±2、175±2		
		全氟橡胶	200±2		

7.2 试验项目

试验件浸泡后的试验项目宜按表2进行，也可结合材料的实际工作场景和功能性需求进行试验项目调整。试验项目主要参考国际通行做法以及飞机、发动机的设计要求、运行工况、非金属材料的使用情况和材料规范要求。

表2 试验项目

序号	试验类型	试验件材料	试验项目
1	弹性体相容性试验（72 h）	氟橡胶	质量变化、体积变化
		丁腈橡胶	
		氟硅橡胶	
		硅橡胶	
2	弹性体相容性试验（1800 h）	氟碳橡胶	质量变化、体积变化
		低温氟碳橡胶	
		全氟橡胶	
		氟醚橡胶	
3	弹性体相容性试验（试验至失效）	氟碳橡胶	质量变化、脆化特性
		LCS氟碳橡胶	
		丁腈橡胶	
		硅橡胶	
		全氟橡胶	

8 试验步骤

8.1 弹性体相容性试验（72 h）

8.1.1 每组试验应不少于 3 个试验件。可用聚四氟乙烯线或玻璃棒将试验件吊入并浸没于盛有 350 mL ±10 mL 润滑油的浸泡装置中，且距润滑油表面应不少于 13 mm，试验件与试验件之间、试验件与浸泡装置内壁均不应接触。将浸泡装置放入已达到浸泡温度的恒温装置中。

8.1.2 浸泡结束后，取出浸泡装置，室温下冷却不少于 30 min。

8.1.3 开展试验件性能试验前，将试验件从润滑油中取出，短暂浸入无水乙醇等挥发性液体中，迅速取出并擦干，至开展体积变化和质量变化测试，不应超过 3 min。

8.1.4 按 GB/T 1690 的规定，测定试验件的体积变化与质量变化，计算公式如下。

a) 若试验件密度大于水的密度，试验件体积变化按公式（1）计算。

$$\Delta V = \frac{(m_3 - m_4) - (m_1 - m_2)}{m_1 - m_2} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ΔV —— 试验件浸泡后的体积变化，%；
- m₁ —— 浸泡前试验件在空气中的质量，单位为克（g）；
- m₂ —— 浸泡前试验件在水中的质量，单位为克（g）；
- m₃ —— 浸泡后试验件在空气中的质量，单位为克（g）；

m_4 ——浸泡后试验件在水中的质量，单位为克（g）。

b) 若试验件密度小于水的密度，则应加入坠子保证试验件浸没于水中，试验件体积变化按公式（2）计算。

$$\Delta V = \frac{(m_3 - m_6 + m_7) - (m_1 - m_5 + m_7)}{m_1 - m_5 + m_7} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

ΔV ——试验件浸泡后的体积变化，%；

m_1 ——浸泡前试验件在空气中的质量，单位为克（g）；

m_3 ——浸泡后试验件在空气中的质量，单位为克（g）；

m_5 ——浸泡前试验件和坠子在水中的质量，单位为克（g）；

m_6 ——浸泡后试验件和坠子在水中的质量，单位为克（g）；

m_7 ——坠子在水中的质量，单位为克（g）。

c) 试验件质量变化按公式（3）计算。

$$\Delta m = \frac{m_3 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

Δm ——试验件浸泡后的质量变化，%；

m_1 ——浸泡前试验件在空气中的质量，单位为克（g）；

m_3 ——浸泡后试验件在空气中的质量，单位为克（g）。

8.1.5 体积变化取3个试验件按公式（1）或公式（2）计算结果的算术平均数，保留一位小数。质量变化取3个试验件按公式（3）计算结果的算术平均数，保留一位小数。

8.2 弹性体相容性试验（1800 h）

8.2.1 每组试验应不少于3个试验件，将每个试验件独立浸没于盛有150 mL±10 mL 润滑油的浸泡装置中，并将浸泡装置放入已达到浸泡温度的恒温装置中。

8.2.2 浸泡48 h后，取出浸泡装置，室温下冷却不少于30 min，迅速取出试验件并擦干，按8.1.4要求测定并计算试验件的体积变化和质量变化。

8.2.3 将测定后的试验件再次浸没于原浸泡装置中，按8.2.1的要求继续试验，在浸泡第168 h、336 h、504 h、672 h、840 h、1 008 h、1 512 h以及1 848 h按照8.2.2步骤测定试验件的体积变化和质量变化，每168 h更新润滑油。更新润滑油时，应从浸泡装置中取出50 mL±2 mL 润滑油，并重新加入50 mL±2 mL 新的润滑油。若试验件出现收缩现象，应暂停试验。

注：收缩现象定义为：试验过程中任意一次体积变化与在此之前任意一次体积变化相比下降值超过3%。

8.2.4 试验件完成性能试验后，应尽快继续开始浸泡，以确保试验的连续性。

8.3 弹性体相容性试验（试验至失效）

8.3.1 按MH/T 6093的规定，开展弹性体相容性试验（试验至失效），每组试验应不少于3个试验件。

8.3.2 用玻璃挂钩将试验件吊入并浸没于盛有50 mL±2 mL 润滑油的浸泡装置中，试验件与浸泡装置内壁不应接触，并将浸泡装置放入已达到浸泡温度的恒温装置中。

8.3.3 浸泡24 h后，取出浸泡装置，取出试验件并快速放入新鲜润滑油中，在室温下冷却不少于30 min。

8.3.4 开展试验件质量变化试验前，应将试验件短暂浸入石油醚等挥发性液体中，迅速取出并擦干。

8.3.5 测定试验件浸泡24 h后质量变化，试验件浸泡24 h质量变化按公式（4）计算。

$$\Delta m_{24h} = \frac{m_8 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

Δm_{24h} ——试验件浸泡24 h后的质量变化，%；

m_1 ——浸泡前试验件在空气中的质量，单位为克（g）；

m_8 ——浸泡24 h后试验件在空气中的质量，单位为克（g）。

质量变化试验结果取3次结果的算术平均数，保留一位小数。

8.3.6 将称量后的试验件再次浸没于原浸泡装置中，继续试验。

8.3.7 浸泡120 h后，重复8.3.3~8.3.6的步骤。测定试验件浸泡120 h后质量变化，试验件浸泡

120 h 质量变化按公式（5）计算。

$$\Delta m_{120h} = \frac{m_9 - m_1}{m_1} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- Δm_{120h} —— 试验件浸泡后120 h的质量变化，%；
- m_1 —— 浸泡前试验件在空气中的质量，单位为克（g）；
- m_9 —— 浸泡120 h后试验件在空气中的质量，单位为克（g）。

质量变化试验结果取三次结果的算术平均数，保留一位小数。

- 8.3.8 将 8.3.7 称量后的试验件按以下步骤评估脆化特性：
 - a) 按公式（1）计算试验件体积变化；
 - b) 若试验件无裂纹，应记录其通过 5 天试验；之后，将该试验件重新浸没于原浸泡装置，并依照 8.3.9 步骤继续试验；
 - c) 若试验件有裂纹或发生断裂，应重新准备浸泡装置、试验件和润滑油，重复 8.3.1~8.3.2、8.3.9 步骤。
- 8.3.9 按照以下步骤每天检查试验件是否有裂纹或断裂：
 - a) 取出并擦干试验件，冷却至室温；
 - b) 按公式（1）计算试验件体积变化；
 - c) 若试验件有裂纹或发生断裂，记录出现裂纹的天数；
 - d) 若浸泡 8 天后，试验件仍无裂纹或发生断裂，应重新更换浸泡装置及润滑油，重复 8.3.1~8.3.2 步骤，每天进行 8.3.9 a) ~8.3.9 c) 步骤；
 - e) 若浸泡 15 天后，试验件仍无裂纹或发生断裂，试验结束，记录出现裂纹时间大于 15 天。

9 试验报告

试验报告应至少包含以下内容：

- a) 试验油信息；
- b) 试验件信息；
- c) 试验类型；
- d) 浸泡条件；
- e) 试验项目；
- f) 试验结果；
- g) 试验异常情况；
- h) 试验日期。

参 考 文 献

- [1] CTS0-2C704a 民用航空发动机润滑油
-