

民航空行业标准
《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》
(征求意见稿)

编制说明

《航空油料材料相容性试验方法》编制组
2025 年 10 月

一、工作简况

(一) 任务来源

《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》为2023年标准计划内项目，标准编制周期为24个月。该标准由民航局航空器适航审定司（以下简称“民航局适航司”）提出，牵头起草单位为中国民用航空总局第二研究所。

(二) 主要起草单位和工作组成员

主要起草单位：中国民用航空总局第二研究所。

编制组成员：曾萍等。

(三) 标准制定的背景、目的和意义

1. 研究背景

飞机/发动机触油材料与航空油料长期接触，极有可能发生性能变化。如密封材料发生性能变化，导致出现油料泄漏，出现混油的危害；非金属材料发生性能变化，影响材料结构强度，造成安全隐患，直接影响着航空飞行的安全。

为判定航空油料对飞机/发动机触油材料的影响，服务和指导航空油料的适航审定工作，民航局起草发布的技术标准规定 CTSO-2C704a《民用航空发动机润滑油》要求开展航空涡轮发动机润滑油与飞机/发动机触油材料的相容性试验。目前国际上虽有对航空发动机润滑油材料相容性试验的检测标准，但缺乏多个测试要求的统一。

2. 研究目的和意义

随着国产大飞机 C919 和国产发动机 CJ1000 适航验证工作快速推动，急需采用合适的方式表明飞机/发动机所用触油材料与航空油料的适用性和耐久性。如何表明触油材料对规章相关条款的符合性，再国内没有相关试验方法和标准。因此，随着国家“两机专项”的持续推进，有必要尽快开展飞机/发动机触油材料与航空油料的相容性研究，制定民用航空发动机润滑油与非金属材料的相容性试验行业标准。这不仅是打破瓶颈，实现 CTSO-2C704a 中相容性试验标准化，有效弥补当前缺陷；也是第一次将所有航空油料与飞机/发动机触油材料的相容性试验形成一个系列标准，实现对国外检测方法的全面替代与领先，增强我国立法定标能力。

国外关于滑油橡胶相容性测试的检测标准对浸泡装置规定不清晰，试验过程橡胶件异常情况固定不明确，橡胶试验件未覆盖国产发动机全部触油材料，为申请人参照国外检测标准开展相关测试工作带来不便。制定涡轮滑油材料相容性测试规范，将促进我国涡轮滑油适航审定工作的标准化，也将服务于国内油料生产商和飞机发动机制造商，提升我国航空油料的研制水平和飞机发动机材料选型设计工作的准确性。

（四）主要工作过程

1. 组建编制组

2023 年 1 月工作启动，成立标准编制组，通过组织协调、研制框架、方案细化，内容编写，技术测试等工作，开展标准初稿编制。

2. 调研

(1) 2023 年 4 月完成国外相关涡轮润滑油产品标准 SAE AS5780 《Specification for Aero and Aero-Derived Gas Turbine Engine Lubricants》、测试标准 Def Stan 05-50 (Part 61) Method 22 《Assessment of the Compatibility of Gas Turbine Lubricants with Elastomers》、SAE ARP6917 《Evaluation of Gas Turbine Engine Lubricant Compatibility with Elastomer Slabs - Long Duration Test》、FED-STD-791 Method 3604 《Swelling of Synthetic Rubber by Aircraft Turbine Lubricants》等的调研，分析自主测试装置与国外标准相似性及差异性。

(2) 2024 年 5 月，调研主机厂（商发商飞等）发动机实际触油橡胶件情况，研究自主方法试验件选型方案。

3. 开题评审

2023 年 6 月 19 日组织开题。中国民航科学技术研究院（以下简称“航科院”）组织召开了标准开题评审会。编制组从项目背景、研究内容、技术路线、实施方案和经费说明 5 个方面进行了汇报，评审组对项目的研究内容、研究方法、研究计划、预计成果形式等方面进行了评审，一致认为该项目目标明确、内容全面、技术方案可行、实施计划合理，同意该项目通过开题评审。

4. 起草标准

2023年1月至2024年12月，开展标准起草工作。编制组分析测试数据、评估自主方法可行性、编制初稿，向行业相关方函询征求意见，编制组对专家提出的关于调整装置示意图等意见进行整理汇总，并与专家讨论确定修订内容，完成标准初稿。

5. 中期评审

2025年8月7日，航科院组织召开了标准中期评审会。编制组从研究进展、实施方案、标准草案和下步计划4个方面进行了汇报，评审组对标准进行了评审，会议形成专家意见4条，一致同意该标准通过中期评审。

6. 形成标准征求意见稿

2025年8月至10月，在评审专家的意见建议基础上，编制组不断修改完善标准文本，同时邀请行业内专家对修改后的标准进行审核，依据审核意见，持续进行修订完善，形成标准征求意见稿。

二、编写原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、测试方法、测试规则等）的编写论据（包括计算、测试、统计等数据），修订标准时应说明主要技术内容的修改情况

（一）标准编写原则

1. 符合性原则。本标准按照 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》给出的规则起草，遵守《中华人民共和国国家标准化法》《中

华人民共和国标准化法实施条例》等标准化法律法规规章要求。

2. 适应性原则。通过调研行业实际现状和迫切需求，坚持问题导向和目标导向，重点在解决规范航空涡轮润滑油与非金属相容性涉及的装置、试验条件等方面提出标准建设草案，统筹考虑标准要求的普适性和合理性，推进标准编制。

（二）标准主要内容

本标准共包括 9 章正文。

1. 第 1、2、3 章，为标准的常规性描述，包括范围、规范性引用文件、术语和定义。
2. 第 4 章概述了方法内容。
3. 第 5、6、7 章简述方法所需仪器设备、和试验件、试验浸泡条件及测试项目。
4. 第 8 规定了具体试验步骤，包括测试温度、周期等关键控制参数要求。
5. 第 9 章规定了报告内容。

三、是否涉及专利，涉及专利的，说明专利名称、编号及相关信息

本标准不涉及专利。

四、主要测试或验证的分析、综述报告、技术论证、预期的经济效益和社会效益

（一）主要测试或验证的分析、综述报告、技术论证

1. 方法建设

航空涡轮发动机润滑油与非金属材料相容性测试装置，参考国内外先进标准原理进行装置建设，该方法使用设备主要由加热装置、浸泡装置、及辅助装置组成。

1.1 试验装置

1.1.1 弹性体相容性试验（72 h）装置

弹性体相容性试验（72 h）浸泡装置由加热装置、浸泡装置组成，浸泡装置如图 1 所示，加热装置如图 2 所示：



图 1 弹性体相容性试验（72 h）浸泡装置



图 2 弹性体相容性试验（72 h）加热装置

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，容器需保留与外界流通的敞口，可采用图1所示带玻璃悬挂的玻璃装置，玻璃悬挂可挂玻璃挂钩或聚四氟线，以悬挂试验件。

加热装置可采用图2所示置于通风厨中的金属固体浴，固体浴加热孔位应有足够的深度，以保证油液面位于孔口以下。

1.1.2 弹性体相容性试验（1800 h）装置

弹性体相容性试验（1800 h）浸泡装置，应使用500 mL带玻璃塞的玻璃广口瓶，装置见图3。

加热装置可采用图4所示鼓风烘箱或恒温箱。



图3 弹性体相容性试验（1800 h）浸泡装置



图 4 弹性体相容性试验（1800 h）加热装置

1.1.3 弹性体相容性试验（试验至失效）装置

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，装置见图 5。

加热装置可采用图 6 所示置于通风厨中的金属固体浴，固体浴加热孔位应有足够的深度，以保证油液面位于孔口以下。

裂纹检查可采用图 7 所示的带钩玻璃棒。



图 5 弹性体相容性试验（试验至失效）浸泡装置



图 6 弹性体相容性试验（试验至失效）加热装置

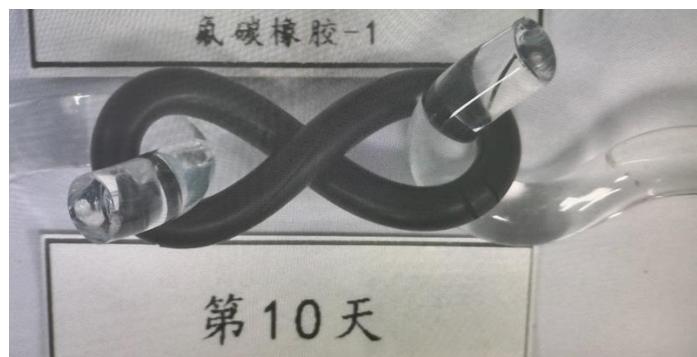


图 7 裂纹检查工具

1.2 装置控制参数确认

结合测试装置各组成的情况，总结影响测试结果的关键参数主要为测试温度、测试时间、试验件重量等。为确认设备上述控制参数的准确性，民航局测试中心委托广电计量（成都）分别对试验所使用的烘箱、固体浴、电子天平行了校准与确认，详见表 1 所示。

表 1 设备关键控制参数的校准情况

控制参数	标准要求	计量结果
烘箱温度	(100~160) °C±2 °C	满足
固体浴温度	(70~204) °C±2 °C	满足
天平	0.1 mg	满足

从对上述控制参数的校准结果可知，装置的测试参数均得到精确控制，所有参数均在标准要求范围内，设备具备开展方法验证测试的前提条件。

1.3 试验件

试验件应满足：

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 $2.0\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$ ，长度 $50\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ ，宽度 $35\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ 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 $2.0\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$ ，长度 $50\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ ，宽度 $25\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ 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 $13.77\text{ mm} \sim 14.12\text{ mm}$ ，截面直径应为 $2.54\text{ mm} \sim 2.69\text{ mm}$ ，放大镜检查无裂纹。

2. 方法对比验证

为验证该方法是否与 SAE AS5780 产品标准规定方法存在差异，本节采用国产 1 号航空润滑油（满足 CTSO-2C704a）采用本方法与国外采用 Def Stan 05-50（Part 61）Method 22、SAE ARP6917、FED-STD-791 Method 3604 等方法进行方法对比验证。同时部分试验采用民航市场使用较多的国外 2 号（满足产品规范 SAE AS5780D）及其他多款国产涡轮滑油进行油品对比验证测试。

2.1 弹性体相容性试验（72 h）方法验证

采用多款涡轮滑油进行方法重复验证，数据见表 2~表 5。

表 2 试验油 1 氟橡胶 204°C 测试结果

油品	第 1 次数据	第 2 次数据	第 3 次数据
体积变化%	9.7	9.8	9.8
质量变化%	20.3	20.3	20.3

表 3 试验油 2 丁腈橡胶 70°C 测试结果

油品	第 1 次数据	第 2 次数据	第 3 次数据
体积变化%	7.0	7.0	7.2
质量变化%	7.5	7.5	7.7

表 4 试验油 2 氟橡胶 150°C 测试结果

油品	第 1 次数据	第 2 次数据	第 3 次数据
体积变化%	0.91	0.94	0.92
质量变化%	1.6	1.7	1.5

表 5 试验油 3 氟橡胶 204°C 测试结果

油品	第 1 次数据
体积变化%	16.5
质量变化%	8.2

由以上多种油品数据可知本方法具有较好的重复性，能够评价油品对橡胶试验件的影响。

2.2 弹性体相容性试验（1800 h）方法验证

采用性能相近的三款油进行方法验证，数据见表 6

表 6 氟碳橡胶 1800h 试验测试结果

体积变化%	100 °C	120 °C	140 °C	160 °C
试验油 4	15.91%	22.70%	27.91%	27.25%
试验油 5	10.03%	11.59%	16.59%	20.71%
试验油 6	14.00%	17.01%	23.69%	23.16%

三款油品在 4 个温度点下数据均接近，该方法可科学评价 1800 h 弹性体相容性。

2.2 弹性体相容性试验（1800 h）方法验证

弹性体相容性试验（试验至失效）试验采用方法对比和不同牌号油对比验证，结果见表 7。

表 7 弹性体相容性试验（试验至失效）测试结果

橡胶类型 / 温度	试验油 3 本方法测试结果	试验 3 国外实验室测试结果 (Def Stan 方法 22)	试验油 7 本方法测试结果
氟碳橡胶 200°C	24h 质量变化: 7.3% 120h 质量变化: 9.2% 失效时间: 7 d	24h 质量变化: 7.8% 120h 质量变化: 9.5% 失效时间: 9 d	24h 质量变化: 8.8% 120h 质量变化: 10.3% 失效时间: > 15 d
LCS 氟碳橡胶 200°C	24h 质量变化: 6.0% 120h 质量变化: 8.1% 失效时间: 6 d	24h 质量变化: 6.5% 120h 质量变化: 8.1% 失效时间: 9 d	24h 质量变化: 7.2% 120h 质量变化: 8.5% 失效时间: > 15 d
丁腈橡胶 130°C	24h 质量变化: 12.2% 120h 质量变化: 14.1% 失效时间: > 15 d	24h 质量变化: 16.2% 120h 质量变化: 15.6% 失效时间: 14 d	24h 质量变化: 16.8% 120h 质量变化: 17.1% 失效时间: > 15 d
硅橡胶 175°C	24h 质量变化: 11.5% 120h 质量变化: 11.1% 失效时间: > 15 d	24h 质量变化: 9.6% 120h 质量变化: 8.7% 失效时间: > 15 d	24h 质量变化: 12.5% 120h 质量变化: 12.3% 失效时间: > 15 d
全氟橡胶 200°C	24h 质量变化: 0.5% 120h 质量变化: 0.8% 失效时间: > 15 d	24h 质量变化: 0.7% 120h 质量变化: 1.0% 失效时间: > 15 d	24h 质量变化: 0.6% 120h 质量变化: 1.0% 失效时间: > 15 d

表 7 数据可知，该方法在失效天数、质量/体积变化率与 Def Stan 方法 22 结果相近，国外 2 号因配方差异，与氟碳橡胶具有更好相容性，与测试结果一致。

2.3 结论

测试数据分析表明弹性体相容性试验 (72 h、1800 h、试验至失效)，三类试验数据均能验证方法的有效性与科学性，该方法可用于评价涡轮滑油与橡胶的相容性。

(二) 预期的经济效益

无。

(三) 预期的社会效益

本标准能够解决国内航空涡轮滑油与非金属材料相容性评价标准不够全面、适用性不强的现状，为推进国产航空涡轮滑油适航验证提供验证技术支持。

五、采用国际标准和国外先进标准的程度以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

目前国际上评价涡轮滑油与非金属相容性的标准主要是 SAE AS5780 规定的 Def Stan 05-50 (Part 61) Method 22、Safran Method、FED-STD-791 Method 3604 等。本标准与其差异在于：本标准规范了具体的浸泡装置，增加了发动机实际可能使用的其他橡胶材料，新规定橡胶试验件试验过程中异常情况的判定指标，并提供了相应的相容性试验方法，可为涡轮滑油生产方提供产品与橡胶材料相容性指导。

本标准不存在版权问题。

六、与有关的现行法律、行政法规、民航规章、国家标准和行业标准的关系

本标准与国内现行法律、法规和国家标准、行业标准相一致，无冲突。

本标准的制定能够完善中国民用航空技术标准规定 CTSO-2C704a 中对涡轮滑油性能测试的参考标准要求。

七、重大不同意见的处理和依据

无。

八、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等）

建议本标准发布实施后，行业标准化管理单位及时组织本标准宣贯，强化标准技术内容对后续工作的指导。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、重要内容的解释和其他应说明的事项

无。