

ICS 19  
V 05

**MH**

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 9004—2013

---

## 飞机燃油系统和部件结冰试验

Aircraft fuel system and component icing test

2013-03-13 发布

2013-06-01 实施

---

中国民用航空局 发布

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。  
本标准由中国民用航空局航空器适航审定司提出。  
本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。  
本标准由中国民航科学技术研究院归口。  
本标准起草单位：中国民用航空上海航空器适航审定中心。  
本标准主要起草人：李新、董稼轩、张海涛、韩冰冰、刘春阳。

## 引 言

喷气式飞机所遇到的低温，可能使燃油中的水分结冰，使油滤或滤网堵塞，进而可能导致系统或部件发生故障，最终使得流向发动机的燃油流量减小甚至中断，从而导致危及飞行安全的熄火。即使飞机因燃油里添加了防冰剂能够正常运行，但仍可能会遇到燃油里没有防冰剂的情况。因此，为了确保飞机在燃油没有防冰剂的情况下能正常运行，需要在燃油不含防冰剂的情况下对燃油系统进行试验。

因此，本标准提出了针对飞机燃油系统和燃油系统部件的结冰试验方法，此方法能够在保证燃油系统（结冰条件下）可靠性的前提下避免部件或系统高成本的过安全标准设计和过试验。

# 飞机燃油系统和部件结冰试验

## 1 范围

本标准规定了飞机燃油系统和部件结冰试验用的设备和材料、燃油的选择及试验方法。

本标准适用于使用喷气式发动机的固定翼飞机在其运行环境条件下的飞机燃油系统和部件的结冰试验。

## 2 燃油的选择

选用含有(10<sup>+15</sup>)%的芳族化合物的符合 GB 6537—2006 的 3 号喷气燃料、Jet A 或 Jet A-1 燃油，油量应满足飞机系统试验所需。试验中应使用不含防冰添加剂的燃油，除非飞行手册中规定任何情况都应使用防冰添加剂。

## 3 系统试验

### 3.1 系统连续工作试验的燃油准备

系统连续工作试验的燃油准备步骤如下：

- a) 试验装置参见图 1，将燃油注入储油箱里，从油箱开始循环，经过热交换器然后回到储油箱，直到燃油被加热到试验温度 27<sub>0</sub><sup>+5</sup> °C (80<sub>0</sub><sup>+10</sup> °F)；

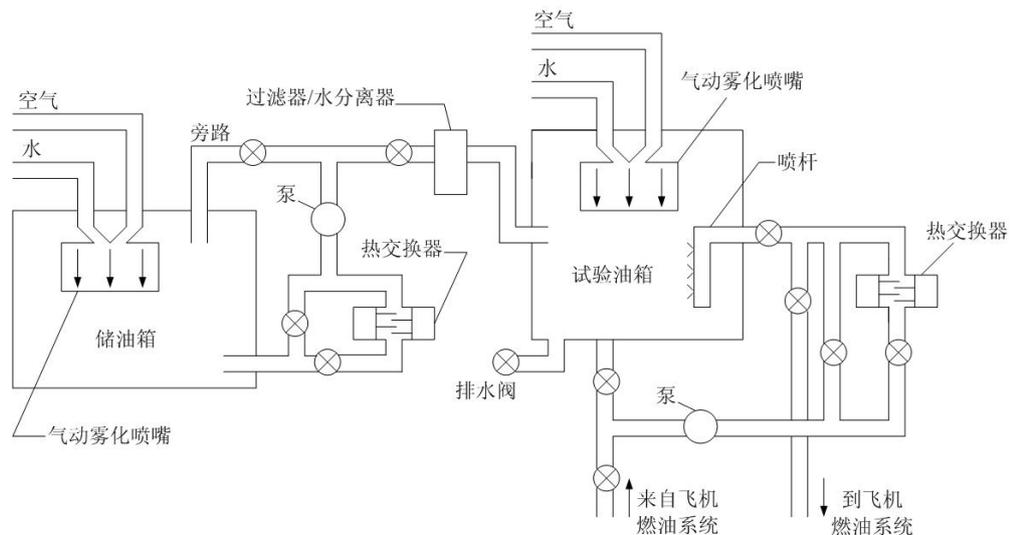


图1 燃油系统结冰试验装置

- b) 在保持流量和所要求的温度恒定情况下，使用气动雾化喷嘴以大约 55 ml/min 的流量按油、水 1000：1 的比例向燃油中注入游离水；

- c) 当全部的水注入燃油后,再继续循环约 30 min,以保证完全混合,形成饱和燃油;
- d) 通过过滤器或水分离器将燃油从储油箱导入试验油箱(这时燃油应处于饱和状态);
- e) 在试验油箱里用飞机燃油增压泵或专门的循环泵将燃油进行循环。燃油循环应从油箱开始,经过一个冷却热交换器,然后通过油面下方的喷杆回到油箱中。如果使用飞机燃油增压泵循环燃油,试验期间需要提供将冷却热交换器及其相关管路与飞机燃油系统隔离的措施;
- f) 使用卡尔费休法来分析大量燃油中三个样本点。在连续工作试验中,三个样本的平均含水量应不小于 27 °C(80 °F)时饱和燃油的含水量,也不应比此量值高  $15 \times 10^{-6}$  (15 ppm) 以上。若超过限量,应进行处理,将过量的水排出试验油箱。对于不同的燃油,混合饱和燃油所需的水量也不同,但不应使用含水量低于  $90 \times 10^{-6}$  (90 ppm) 的饱和燃油。在冷却和试验之后应测试燃油中的含水量;
- g) 应以受试飞机燃油冷却速度借助于冷却热交换器对燃油进行冷却。为了防止燃油中的水在热交换器的壁上结冰,热交换器中的燃油温度和冷却液的温度差不应超过 13 °C(24 °F)。一旦达到试验温度  $27_{0}^{+5}$  °C,应重新分析含水量;
- h) 在记录含水量后,终止循环,开始系统连续工作试验。在试验结束时,燃油中的含水量应不小于  $90 \times 10^{-6}$  (90 ppm)。

### 3.2 系统应急工作试验的燃油准备

系统应急工作试验的燃油准备步骤如下:

- a) 按 3.1 a) ~3.1 f) 的要求准备燃油;
- b) 应以受试飞机燃油冷却速度对燃油进行冷却。当饱和燃油还在试验油箱里循环时,按油、水 5000 : 1 (每 1 gal 燃油中添加 0.75 ml 的水) 的比例通过安装在试验油箱油面以下大约 25 mm (1 in) 处的两个气动雾化喷嘴将游离水注入燃油中,每次应注入约 100 ml,允许燃油均匀扩散约 5 min,但所有的水应在试验油箱中燃油温度降到 7 °C (45 °F) 前加完;
- c) 达到试验温度即开始试验。当试验完成时,燃油的含水量应不低于 0.158 ml/L (0.6 ml/gal)。

### 3.3 试验步骤

3.3.1 试验系统应按预期的飞行时间连续工作,试验应能在燃油系统中含有过量水的情况下应急运行。进行应急工作试验时,发动机应保持最低的飞行功率。

3.3.2 应采取例如环境舱、冷却旋管、干冰等方式将加有饱和燃油的整个燃油系统连续冷却到试验温度。

3.3.3 试验应分别在  $-2 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$  ( $28 \text{ °F} \pm 2 \text{ °F}$ )、飞行(或地面)所经历的最低燃油温度和近似临界结冰温度的  $-11 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$  ( $13 \text{ °F} \pm 2 \text{ °F}$ ) 进行。试验时,所有与燃油接触的燃油系统部件的表面温度应等于或低于试验温度。

3.3.4 试验应进行六次,每次均应在试验温度下进行连续和应急工作试验。

3.3.5 对于连续工作试验,试验周期中约 25%在  $-2 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$  ( $28 \text{ °F} \pm 2 \text{ °F}$ ) 下进行,50%在  $-11 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$  ( $13 \text{ °F} \pm 2 \text{ °F}$ ) 下进行,其余 25%在飞行或地面所经历的最低燃油温度进行。

3.3.6 对于应急工作试验,在每一试验温度下试验的持续时间应为 30 min。

3.3.7 在每一试验温度下的燃油系统的结冰试验中,流量应从持续的低流量提高到高流量,所导致的压力下降应记录下来。泵和系统的其他部分在试验中应能正常工作,不应出现导致危害飞行安全或严重不利于系统工作的性能退化。

## 4 部件试验

## 4.1 燃油准备

4.1.1 应单独对系统部件进行试验，试验用燃油中的含水量应高于系统试验用燃油的含水量。

4.1.2 部件试验的燃油准备步骤如下：

- a) 按 3.1 a)~3.1 f) 的要求准备燃油；
- b) 应以受试飞机燃油冷却速度对燃油进行冷却。当饱和燃油还在试验油箱里循环时，按油、水 2000 : 1（每 1 gal 燃油中添加 2 ml 的水）的比例通过安装在试验油箱油面以下大约 25 mm（1 in）处的两个气动雾化喷嘴将游离水注入燃油中，每次应注入约 100 ml，允许燃油均匀扩散约 5 min，但所有的水应在试验油箱中燃油温度降到 7 °C（45 °F）前加完；
- c) 达到试验温度即开始试验。当试验完成时，燃油的含水量应不低于 0.42 ml/L（1.6 ml/gal）。

4.1.3 部件结冰试验装置参见图 2。

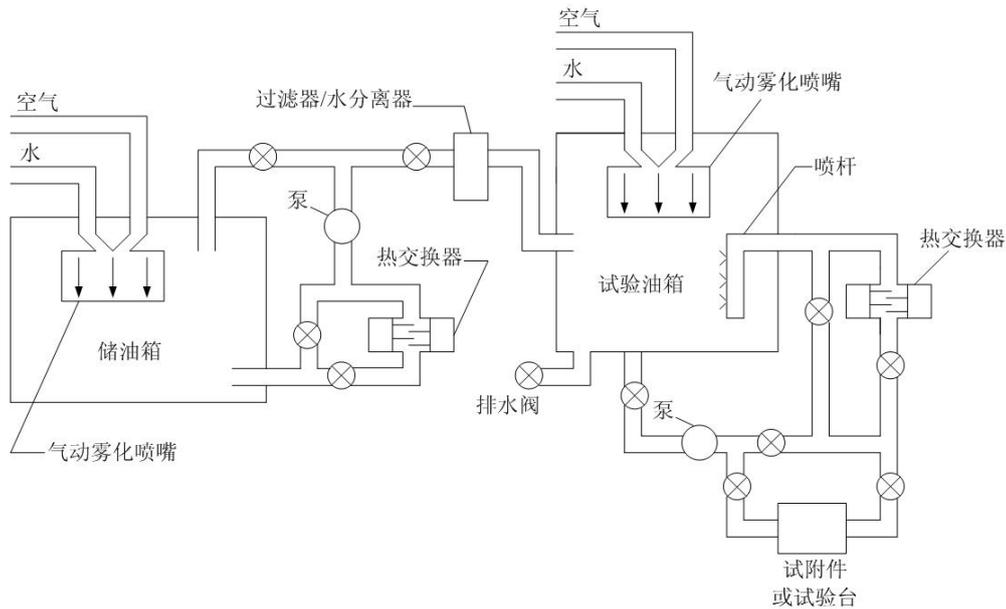


图2 燃油系统部件结冰试验装置

## 4.2 试验步骤

4.2.1 试验的时间应为预期的飞行时间。

4.2.2 试验前，应通过控制环境和流体温度，将试验件和燃油同时冷却到试验温度。

4.2.3 试验中，所有试验件的表面温度应等于或低于燃油系统试验温度（见 3.3.3）。

4.2.4 试验周期中约 25%在  $-2\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ （ $28\text{ °F} \pm 2\text{ °F}$ ）进行，50%在  $-11\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ （ $13\text{ °F} \pm 2\text{ °F}$ ）进行，其余 25%在飞行或地面所经历的最低燃油温度进行。

4.2.5 在每一试验温度下，燃油流量（如果适用）应从持续的低流量上升至高流量，如果导致压力下降，应记录。

4.2.6 试验中，试验件应能正常工作，不应出现导致危害飞行安全或严重不利于系统工作的性能退化。

## 5 试验报告

试验完成后，应写出试验报告。该报告应给出试验的详细情况和试验结果及分析等。

参 考 文 献

- [1] GB 6537—2006 3号喷气燃料
  - [2] SAE ARP 1401A Aircraft Fuel System and Component Icing Test
  - [3] SAE AIR 790B Considerations on Ice Formation In Aircraft Fuel Systems
  - [4] MIL-F-17874B Fuel Systems, Aircraft, Installations
  - [5] MIL-F-38363 Fuel System, General Specification
-