



# 中华人民共和国国家军用标准

FL 1650

GJB 380.4A-2004

代替 GJB 380.4-1987

## 航空工作液污染测试 第4部分：用自动颗粒计数法测定 固体颗粒污染度

Contamination test method of operating liquid for aviation  
Part 4: Determination of solid particle contamination level  
by automatic particle counting method

2004-09-01 发布

2004-12-01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

## 前 言

国军标《航空工作液污染测试》分为以下 8 个部分：

第 1 部分：采样容器一般要求及其清洗方法鉴定；

第 2 部分：在系统管路上采集液样的方法；

第 3 部分：自动颗粒计数器校准；

第 4 部分：用自动颗粒计数法测定固体颗粒污染度；

第 5 部分：用显微镜计数法测定固体颗粒污染度；

第 6 部分：污染度测试报告形式；

第 7 部分：在液箱中采集液样的方法；

第 8 部分：用显微镜对比法测定固体颗粒污染度；

本部分为该标准的第 4 部分。

本部分代替 GJB 380.4-1987《飞机液压系统污染测试—用自动颗粒计数器测定油液固体颗粒污染度》。

本部分与 GJB 380.4-1987 相比，扩展了自动颗粒计数器的测试范围，由过去限定的油液扩展为一般液体，同时对自动颗粒计数器的工作环境提出了新的要求。考虑到实际测试需要，增加了在线自动颗粒计数器测试程序，同时又新增加了测试准备、测试数据有效性验证、数据处理等有关技术内容。

本部分有两个规范性附录，附录 A 规定了传感器冲洗程序，附录 B 规定了液样稀释程序。

本标准由中国航空工业第一集团公司提出。

本标准由中国航空综合技术研究所归口。

本标准起草单位：航空工业第二集团公司第一一六厂、中国航空综合技术研究所。

本部分主要起草人：郝新友、梁德芳、王 燕、张素芳。

## 航空工作液污染测试

### 第 4 部分：用自动颗粒计数法测定 固体颗粒污染度

#### 1 范围

本部分规定了用遮光、电阻、电子成像原理工作的自动颗粒计数器测定液体中固体颗粒的尺寸和数量的方法。

本部分适用于测定航空工作液的固体颗粒污染度,其它行业的工作液和不同原理的自动颗粒计数器可参照执行。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 50073—2001 洁净厂房设计规范

GJB 380.1A—2004 航空工作液污染测试 第 1 部分: 采样容器一般要求及其清洗方法鉴定

GJB 380.2A—2004 航空工作液污染测试 第 2 部分: 在系统管路上采集液样的方法

GJB 380.3A—2004 航空工作液污染测试 第 3 部分: 自动颗粒计数器校准

GJB 380.6B—2004 航空工作液污染测试 第 6 部分: 污染度测试报告形式

GJB 420 飞机液压系统用油液固体污染度分级

#### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

##### 3.1

**稀释比 dilution ratio**

被稀释液样与稀释时所加入的稀释液的体积之比。

##### 3.2

**稀释因子 dilution factor**

稀释后液样的体积与被稀释液的体积之比。稀释因子按公式(1)计算:

$$F = \frac{V}{V_1} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$F$ ——稀释因子;

$V$ ——稀释后液样的体积,可表示为 $(V_1 + V_2)$ ,单位为毫升(mL);

$V_1$ ——被稀释液样的体积,单位为毫升(mL);

$V_2$ ——稀释时所加入的稀释液的体积,单位为毫升(mL)。

#### 4 要求

##### 4.1 环境

##### 4.1.1 空气洁净度

## **GJB 380.4A-2004**

为保证液样测试不受环境污染影响，所有的操作宜在符合 GB 50073-2001 至少为 7 级或具有相当清洁程度的环境中进行。

### **4.1.2 温度和湿度**

分析的环境温度应为室温；相对湿度不大于 70%。

### **4.1.3 干扰**

自动颗粒计数器应远离振动、电磁、无线电干扰，并有稳定的电源系统。

## **4.2 器材和设备**

### **4.2.1 自动颗粒计数器**

自动颗粒计数器应计量并在有效期内。

### **4.2.2 超声波清洗器**

超声波清洗器底面功率应为  $(3000 \sim 10000) \text{ W/m}^2$ 。

### **4.2.3 天平**

天平最小分度值不大于 0.1mg，应计量并在有效期内。

### **4.2.4 量筒**

量筒最小分度值不大于 1mL，应计量并在有效期内。

### **4.2.5 采样容器**

采样容器应符合 GJB 380.1A-2004 中 4.3 的要求。

### **4.2.6 稀释液**

稀释液应与所测液体和自动颗粒计数器相容，其污染度应不大于 GJB 420-0 级。

### **4.2.7 清洗液**

清洗液应符合 4.2.6 的要求。若所测液体为油基液体，宜使用沸程范围为  $(90 \sim 120)^\circ\text{C}$  的石油醚；若为水基液体，宜使用异丙醇。

## **b 容器采样测试程序**

### **5.1 测试准备**

测试的准备工作应按如下程序进行：

- 确认被测液样应与自动颗粒计数器相容，否则，不予检测；
- 打开自动颗粒计数器的电源开关，预热至少 15min，使其充分稳定；
- 检查自动颗粒计数器中是否有磁搅拌器，若所测液样中含有铁或其它磁性颗粒，则应将磁搅拌器去除或使其不产生磁性；
- 在符合 GJB 380.3A-2004 的传感器校准曲线上查找与所需颗粒尺寸相对应的阈值，由小到大依次设置自动颗粒计数器的各通道；
- 根据测试要求，按仪器操作说明书设置自动颗粒计数器的工作模式；
- 用清洗液在 1.5 倍工作流速下冲洗传感器通道，冲洗量至少为 200mL；
- 若传感器已分析的液样和待分析的液样不相容，则应采用一系列清洗液冲洗传感器通道，且每种清洗液都应和前次清洗液相容，冲洗程序按附录 A 进行；
- 启动自动颗粒计数器，测试适量体积的清洗液或稀释液，检查传感器通道的污染度，其污染度应符合 4.2.6 的要求，否则，应检查原因后重复步骤 f)~h)；
- 采用与所测液样相同的稀释液，调整传感器工作流速，在测试过程中应保持不变。

### **5.2 液样处理**

液样处理应按如下程序进行：

- 用不脱纤维的清洁抹布擦净盛有被测液样的采样容器外部，目测判断，认为对传感器正常工作有影响的液样应不予检测；

- b) 出现下列情况之一应按测试要求适当处理液样，宜按附录 B 进行液样稀释：
  - 1) 被测液样的粘度过大，致使液样通过传感器的流速达不到工作流速；
  - 2) 被测液样的颗粒数超过传感器的浓度极限；
  - 3) 被测液样的颜色过深，致使自动颗粒计数器无法正常工作。
- c) 将被测液样置于超声波清洗器槽内，沐振至少 1min，然后用力手摇 5min；
- d) 采用超声波或抽真空方式对被测液样进行消泡处理，直至成层的气泡上升至液面；
- e) 处理过的被测液样应迅速测试，若停留时间过长而导致颗粒沉淀，应按 c)～d)重新处理液样。

### 5.3 液样测试

液样测试应按如下程序进行：

- a) 启动自动颗粒计数器，当被测液样通过传感器约 5mL 时，再启动计数（可采用自动设置）；
- b) 每个液样至少测试三次，每次测试体积至少为 10mL；
- c) 液样测试完毕后，应用清洗液冲洗传感器通道，然后再用洁净、干燥且无油的压缩空气将传感器通道吹干。

## 6 在线采样测试程序

在线采样测试应按如下程序进行：

- a) 按 GJB 380.2A—2004 进行在线测试采样；
- b) 打开自动颗粒计数器的电源开关，预热至少 15min，使其充分稳定；
- c) 在符合 GJB 380.3A—2004 的传感器校准曲线上查找与所需颗粒尺寸相对应的阈值，由小到大依次设置自动颗粒计数器各通道；
- d) 根据测试要求，按仪器操作说明书设置自动颗粒计数器的工作模式；
- e) 调整传感器的工作流速，在测试过程中应保持不变；
- f) 使被测液样通过传感器，冲洗传感器的通道至少 5min；
- g) 检查传感器出口处的液流，应无可见的气泡，否则，应设法消除；
- h) 启动自动颗粒计数器开始测试，每个液样至少测试三次，每次测试体积至少为 10mL；
- j) 测试完毕，拆除自动颗粒计数器，用清洗液冲洗传感器通道，然后用洁净、干燥且无油的压缩空气将传感器通道吹干。

## 7 测试数据的有效性验证

若 100mL 所测液样中颗粒尺寸累计计数值的算术平均值大于或等于 1000，应进行测试数据的有效性验证。有效性验证应按如下程序进行：

- a) 按公式(2)计算所测颗粒尺寸累计计数值的差值百分率：

$$D_Q = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$D_Q$ ——所测颗粒尺寸累计计数值的差值百分率；

$X_{\max}$ ——所测颗粒尺寸累计计数值的最大值，单位为个每一百毫升(个/100 毫升)；

$X_{\min}$ ——所测颗粒尺寸累计计数值的最小值，单位为个每一百毫升(个/100 毫升)；

$\bar{X}$ ——所测颗粒尺寸累计计数值的算术平均值，单位为个每一百毫升(个/100 毫升)。

- b) 当  $\bar{X} \geq 10000$  时， $D_Q \leq 15\%$ ，测试数据有效，否则，测试数据无效，应重新进行测试；
- c) 当  $\bar{X} < 10000$  时， $D_Q \leq 30\%$ ，测试数据有效，否则，测试数据无效，应重新进行测试。

## 8 数据处理

数据处理应按如下程序进行：

#### GJB 380.4A-2004

- a) 计算所有颗粒尺寸范围计数值的算术平均值,其结果应保留一位小数;
- b) 出现下列情况之一,在计算 100mL 液样中的实际颗粒数之前,宜减去采样容器或稀释液的本身颗粒数:
  - 1) 符合 GJB 380.1 中 4.3.4 的 b)、c) 情况;
  - 2) 所测液样的固体颗粒污染度低于 GJB 420-4 级。
- c) 按公式(3)计算 100mL 容积液样中的实际颗粒数:

$$P = F \times X \times \frac{100}{v} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$P$ ——100mL 液样中的实际颗粒数,单位为个;

$F$ ——稀释因子;

$X$ ——测试体积  $v$  中包含的颗粒数,单位为个;

$v$ ——测试体积,单位为毫升(mL)。

- d) 判定所测液样的固体颗粒污染度。

#### 9 测试报告

按 GJB 380.6B-2004 的要求填写测试报告。

**附 录 A**  
**(规范性附录)**  
**传感器通道冲洗程序**

**A. 1 油基液体换为水基液体**

将油基液体换为水基液体时，应按如下程序冲洗传感器通道：

- a) 用洁净的石油醚冲洗传感器通道；
- b) 用洁净的异丙醇或无水乙醇冲洗传感器通道；
- c) 用洁净、干燥且无油的压缩空气吹干传感器通道。

**A. 2 水基液体换为油基液体**

将水基液体换为油基液体时，应按如下程序冲洗传感器通道：

- a) 用洁净的异丙醇或无水乙醇冲洗传感器通道；
- b) 用洁净的石油醚冲洗传感器通道；
- c) 用洁净、干燥且无油的压缩空气吹干传感器通道。

**附 录 B**  
(规范性附录)  
**液样稀释程序**

**B. 1 稀释规则**

稀释比不高于 1:4 时, 应采用单级稀释; 稀释比高于 1:4 时, 应采用连续稀释, 但单级稀释比不宜高于 1:4, 总稀释比不应高于 1:10。稀释可以采用重量法, 也可以采用体积法。

**B. 2 单级稀释**

**B. 2. 1 重量法**

重量法稀释应按如下程序进行:

- a) 在天平上放置一个空采样容器, 称量其值;
- b) 在采样容器中加入适量稀释液, 并称量其值;
- c) 按 5.2 的 c)~d) 处理被测液样;
- d) 在采样容器中加入适量体积的被测液样, 称量其值;
- e) 盖上瓶盖, 充分混合稀释的液样;
- f) 在试验温度下测量稀释液及液样的密度, 计算稀释比和稀释因子。

**B. 2. 2 体积法**

体积法稀释应按如下程序进行:

- a) 按 5.2 的 c)~d) 处理被测液样;
- b) 量取适量体积的被测液样, 加入采样容器中;
- c) 量取适量体积的稀释液, 加入采样容器中;
- d) 盖上瓶盖, 充分混合稀释的液样;
- e) 计算稀释比和稀释因子。

**B. 3 连续稀释**

连续稀释应按如下程序进行:

- a) 按 B.2 的程序稀释液样;
- b) 按 B.2 的程序, 将稀释后的液样再次稀释;
- c) 重复步骤 b), 直至达到合适的稀释比。



中 华 人 民 共 和 国  
国家军用标准  
航空工作液污染测试  
第 4 部分：用自动颗粒计数法测定  
固体颗粒污染度  
GJB 380.4A-2004

\*

国防科工委军标出版发行部出版  
(北京东外京顺路 7 号)  
国防科工委军标出版发行部印刷车间印刷  
国防科工委军标出版发行部发行  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 19 千字  
2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷  
印数 1-400

\*

军标出字第 5618 号

## 上海罗湾实业有限公司

ShangHai LUWATECH Industrial Co.,Ltd

地址:上海浦东新区康桥东路333号9栋

TEL:13917337146(微信) 021-58073569

E-mail:maorong.long@luowansy.com

<https://luwatech.1688.com>

<http://www.luowansy.com>

<http://www.luwatech.com.cn>

---

颗粒计数器专业供应商