



中华人民共和国国家标准

GB XXXXX—XXXX
代替 GB/T 21358—2008

喷气燃料过滤分离器通用技术规范

Specification for Jet fuels water separators/filter elements

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(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

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类	2
5 技术要求	2
5.1 一般要求	2
5.2 设计要求	4
5.3 结构要求	4
5.4 工作性能要求	6
6 试验方法	8
6.1 外观检查	8
6.2 资料检查	8
6.3 尺寸测量	8
6.4 电气连通性测试	8
6.5 压力测试	8
6.6 液压试验	8
6.7 力矩测试	8
6.8 过滤性能试验	8
6.9 纳污能力试验	8
6.10 起始压差试验	9
6.11 结构完整性试验	9
6.12 憎水性能测试	9
6.13 相容性试验	9
6.14 电荷密度试验	9
7 产品质量评定	9
7.1 检验类型	9
7.2 型式检验	9
7.3 出厂检验	11
8 标志、包装、运输、贮存	12
8.1 标志	12
8.2 包装	12
8.3 随行文件	12
8.4 运输	12
8.5 贮存	13
附 录 A （规范性） 航空燃料过滤分离器工作性能试验方法	14

A.1 范围.....	14
A.2 原则要求.....	14
A.3 试验系统.....	14
A.4 试验材料及条件.....	16
A.5 滤芯级性能试验.....	18
A.6 整机级性能试验.....	20
A.7 结构完整性试验.....	21
A.8 相容性试验.....	22
A.9 电荷密度测试.....	24
A.10 试验取样.....	31
A.11 试样分析.....	31
附 录 B （规范性） 固体颗粒污染物加注方法.....	40
B.1 固体颗粒污染物准备.....	40
B.2 固体颗粒污染物配比.....	40
B.3 浆体制备.....	40
B.4 浆体加注.....	40
附 录 C （规范性） 纤维含量测定方法.....	41
C.1 适用范围.....	41
C.2 试验器材.....	41
C.3 试验方法.....	41
C.4 试验结果.....	41
参 考 文 献.....	42

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国民用航空局提出并归口。

喷气燃料过滤分离器通用技术规范

1 范围

本文件规定了喷气燃料（包括合成烃组分和含合成烃的民用航空喷气燃料）过滤分离器的术语和定义、分类、技术要求、检验方法、质量评定程序及标志、包装、运输和贮存以及性能试验方法。

本文件适用于流量不大于9500 L/min的喷气燃料过滤分离器的设计、制造和检验。

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 150 压力容器

GB 1787 航空活塞式发动机燃料

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3555 石油产品赛波特颜色测定法（赛波特比色计法）

GB/T 4756 石油液体手工取样法

GB 6537 3号喷气燃料

GB/T 6539 航空燃料与馏分燃料电导率测定法

GB/T 8019 车用汽油和航空燃料实际胶质测定法 喷射蒸发法

GB/T 9169 喷气燃料热氧化安定性测定法

GB/T 13306 标牌

GB/T 27867 石油液体管线自动取样法

GB/T 36051 燃气过滤器

GB XXXXX 喷气燃料过滤分离器相似性技术规范

MH/T 6100.2 飞机加油设备 第2部分：罐式加油设备

NB/T 10558 压力容器涂敷与运输包装

SH/T 0093 喷气燃料固体颗粒污染物测定法

SH/T 0616 喷气燃料水分离指数测定法（手提式分离仪法）

SH/T 0635 液体石油产品采样法（半自动法）

SH/T 0766 T1602喷气燃料抗磨添加剂

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

ASTM D3240 Standard Test Method for Undissolved Water in Aviation Turbine Fuels

ASTM D4308 Standard Test Method for Electrical Conductivity of Liquid Hydrocarbons by Precision Meter

ISO 3170 碳氢化合物液体 手动取样（Hydrocarbon Liquids — Manual sampling）

ISO 12103-1 道路车辆用于滤清器评价的粉尘试验 第1部分：亚利桑那试验粉尘（Road vehicles — Test contaminants for filter evaluation — Part 1: Arizona test dust）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

过滤分离器 filter/water separator

由容器构成的两级过滤系统，其中包含一个或多个可更换的过滤元件。航空燃料首先流经聚结滤芯（若存在多个则依次流经），然后进入容器，接着再流经分离滤芯，最终从容器中流出。这些滤芯能够将航空燃料中的杂质和水含量降至可接受的水平。

注1：过滤元件分为聚结滤芯和分离滤芯。

注2：过滤分离器的结构包括垂直布置和水平布置。

3.2

聚结滤芯 filter/coalescer

去除燃料中的杂质，并且能将燃料中的细小水滴聚结成尺寸较大的（能够在容器中被去除）水珠的过滤元件。聚结滤芯必须与过滤分离器中的一个或多个分离滤芯共同使用。

3.3

分离滤芯 separator

一种为防止由聚结滤芯聚结而成的水珠随燃料从壳体内挟带出去的过滤元件。分离滤芯必须与过滤分离器中的一个或多个聚结滤芯共同使用。

3.4

起始压差 initial differential pressure

安装新过滤元件的过滤分离器在使用清洁干燥燃料并以额定流量运行时的压差。

3.5

纳污容量 solids holding capacity

滤芯或过滤分离器达到规定的压差时所能够容纳的固体污染物总量。

3.6

滤芯结构强度 structural strength of element

在不发生破裂、密封件失效或针孔泄漏现象的前提下滤芯所能承受的最大压差。

4 分类

4.1 根据纳污容量和脱水能力将过滤分离器分为重污染型（S 型）、中污染型（S-LW 型）和轻污染型（S-M 型）。

4.2 S 型过滤分离器适用于燃料中水分和杂质含量较高的场合。S-LW 型过滤分离器适用于燃料中水分含量较低但杂质含量较高的场合。S-M 型过滤分离器仅适用于飞机加油作业时，且水分和杂质均较低的场合。

4.3 S 型过滤分离器在同样流量下可作为 S-LW 型和 S-M 型使用，S-LW 型过滤分离器在同样流量下可作为 S-M 型使用。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 金属材料

5.1.1.1 过滤分离器和过滤元件中，与燃油接触的金属部件均不应采用钒、锌、铜、镉以及其合金。

5.1.1.2 过滤分离器壳体材料应为碳钢、不锈钢或阳极氧化处理的铝合金。壳体使用碳钢材料时，内壁应涂覆一层不影响航空燃料质量的环氧树脂涂层。

5.1.1.3 传感器线应为不锈钢材质。

5.1.2 非金属材料

5.1.2.1 在接触淡水或海水时不应劣化，也不应促进微生物生长，且应与航空燃料及其添加剂具有良好相容性。

5.1.2.2 过滤分离器所有垫片、密封件和涂层的材质和力学性能还应符合 GB/T 150 的相关要求。不应使用含石棉化合物的软木垫片和密封件。

5.1.2.3 过滤元件的密封件材质应选用氟橡胶或丁腈橡胶。

5.1.3 滤芯间隙

滤芯表面与壳体内壁之间、相邻滤芯表面之间的间距均应不小于13 mm。

5.1.4 电气连通性

过滤分离器壳体内所有金属部件之间、以及各金属部件与壳体本体之间应保持电气导通，任意两处金属件之间电阻应小于10 Ω 。

5.1.5 压力容器铭牌

5.1.5.1 应永久设置在过滤分离器壳体的外壁，且在使用期间不应遮挡和被拆卸。

5.1.5.2 应符合 GB/T 150 的要求，至少包括以下内容：

- a) 制造商名称、地址和制造许可证号码；
- b) 制造商对该容器产品的编号或序列号；
- c) 容器类别；
- d) 容器型号；
- e) 容器重量；
- f) 容器容积；
- g) 制造日期；
- h) 执行的国家标准号；
- i) 壳体端盖密封垫材料及零件号；
- j) 壳体端盖螺母的力矩；
- k) 容器的最大流量（额定流量）；
- l) 设计压力（含不同工况条件下的不同设计压力）；
- m) 最大允许工作压力；
- n) 水压试验压力；
- o) 工作温度（含不同工况条件下的不同设计温度）。

5.1.6 过滤分离器标牌

5.1.6.1 应永久设置在过滤分离器壳体的外壁，且在使用期间不应遮挡和被拆卸。

5.1.6.2 应至少包括以下内容：

- a) 符合的国家标准；
- b) 过滤分离器类型；
- c) 额定流量；

- d) 最大使用流量;
- e) 滤芯制造商名称和地址;
- f) 聚结滤芯型号;
- g) 聚结滤芯安装数量;
- h) 分离滤芯型号;
- i) 分离滤芯安装数量;
- j) 聚结滤芯安装扭矩;
- k) 分离滤芯安装扭矩;
- l) 壳体盖螺母扭矩;
- m) 最大更换压差;
- n) 相似性表标识代码;
- o) 安装日期。

5.2 设计要求

5.2.1 总体要求

过滤分离器壳体的设计和制造应符合GB/T 150的要求。

垂直布置的过滤分离器壳体隔板或托盘到端盖开口距离与壳体内径之比 (L/D) 应符合以下要求:

- a) 壳体直径不大于 610 mm 时, L/D 应不大于 1.75;
- b) 壳体直径大于 610 mm 时, L/D 应不大于 2.5。

5.2.2 设计压力

壳体的设计压力应不低于1.0 MPa。

5.2.3 液压试验

液压试验过程中, 过滤分离器壳体应无渗漏、无可见变形和异常声响。

5.2.4 使用环境温度

过滤分离器壳体的标准使用环境温度为-19 °C~+70 °C, 低温使用环境温度为-40 °C~+70 °C。

5.3 结构要求

5.3.1 过滤分离器主体

5.3.1.1 顶盖

5.3.1.1.1 壳体内径 500 mm 及以上的过滤分离器应配备顶盖限位固定装置。

5.3.1.1.2 顶盖重量超过 18 kg 时, 应采用悬挂式或旋转式, 并优先选用活结螺栓连接方式。

5.3.1.1.3 无铰接、无转轴的小型顶盖应配置提拉把手, 罐体上应设置位耳座。

5.3.1.1.4 立式过滤分离器壳体若采用带导向套升降立柱搭配液压千斤顶或凸轮手柄启闭顶盖时, 应设置安全止落装置。

5.3.1.2 放气口和压力释放口

过滤分离器的壳体应设放气口和压力释放口, 放气口应设在壳体的最高点, 压力释放口应安装泄压阀。

5.3.1.3 取样口

应设置在过滤分离器的进口和出口处，直径为6.3 mm。

5.3.1.4 压力接口

应设置在过滤分离器的进、出口管路。

5.3.1.5 清洗检查口

5.3.1.5.1 存在封闭腔体的过滤分离器应设置清洗检查口。

5.3.1.5.2 内径大于等于 71 cm 的过滤分离器壳体均应配备内径不小于 100 mm 的清洗检查口。

5.3.1.5.3 应安装在水平轴线上，以防止该区域积水。

5.3.1.6 排沉口

5.3.1.6.1 应设置在沉淀槽底部的最低点。

5.3.1.6.2 所有腔室（包括进、出口分支）应配备有端口，表面应避免出现局部低点或停滞区域，以确保燃料及累积的污染物能够通过低位排沉口完全排出。

5.3.1.6.3 容纳过滤元件的主体腔室应在接近最低点时设有明确坡度。平整板面的最小坡度应不低于 3 度。

5.3.1.6.4 若在垂直容器中使用管道汇流装置，容器下方有凹槽（内凹）的一端可不作任何改动。

5.3.1.6.5 窄孔填充管线应安装球阀，且不应形成低点，以免造成污染局部滞留。

5.3.1.7 沉淀槽

5.3.1.7.1 应设置在过滤分离器的最低端，其体积应为分离滤芯托架、聚结滤芯托架或滤芯最低点处体积中的最小者。

5.3.1.7.2 制造沉淀槽时因焊接产生的隆起和变形，不应阻碍液体流进沉淀槽。

5.3.1.8 隔断阀

固定式过滤分离器壳体隔断阀应采用不锈钢材质，移动式过滤分离器壳体隔断阀应采用不锈钢或镀铬黄铜材质，若使用卡套式密封环，其硬度应满足使用要求。

5.3.1.9 管道连接

标称孔径大于38 mm的主要燃料管道连接件，其压力等级应与壳体相当或更高，并应采用法兰连接。

5.3.1.10 端口与连接

端口应采用内螺纹式或法兰式结构。不应在容器上焊接外螺纹短节用于安装小型阀门及管件。

5.3.1.11 进口、出口标识和沉淀槽排沉口

应有永久性的标识，且在多层涂漆后标识仍清晰可见。

5.3.1.12 滤芯托架

滤芯长度大于460 mm时，过滤分离器应设置滤芯托架。若采用的固定方法不能保证托架与壳体壁之间的电气连通，应将托架单独连接在壳体上。

5.3.1.13 安装基座

采用螺纹式安装的基座应安装牢固以防止在取出滤芯时发生转动。设计的基座应至少能够承受150%的推荐装配力矩，且不发生永久变形、破裂或损坏。

5.3.2 过滤分离器附件

5.3.2.1 压差测量设备

5.3.2.1.1 应选用直读式压力表或电子式压力传感器。

5.3.2.1.2 设备运行时，通过检测过滤分离器壳体进出口压差判定滤芯使用状态。测压引压管路及压差测量设备接头应采用不锈钢材质。

5.3.2.2 放气阀

5.3.2.2.1 应安装在过滤分离器壳体顶部，用于排出壳体最高处积聚的空气。

5.3.2.2.2 排气装置发生故障泄油时，其结构设计应能将溢出燃油导流至安全区域。

5.3.2.3 泄压阀

应安装泄压阀，确保壳体工作压力始终不超出设计工作压力。

5.3.2.4 采样接口

应设置在壳体进、出口，且能在各种流动状态下从中取出有代表性的油样。

5.3.2.5 积水阻断装置

用于飞机加油的过滤分离器应配备积水阻断装置，积水阻断装置触发时发出声光报警。

5.3.3 过滤元件

5.3.3.1 端盖

5.3.3.1.1 滤芯端盖及配套紧固件结构设计应避免水分滞留。

5.3.3.1.2 端盖设计应能承受至少 200%的标准装配力矩，且不应产生永久变形、开裂及其他结构失效。

5.3.3.1.3 完整的过滤元件应能够承受 125%的推荐安装力矩。

5.3.3.1.4 端盖应与滤芯轴线精准对中，确保端盖螺栓、拉杆的同轴度偏差符合限值要求。

5.3.3.2 密封构型

滤芯连接的密封构型应采用下列方法之一进行：

- a) 平垫密封滤芯采用平垫对无锋 V 形刀口密封，V 形截面的高度应为 1.50 mm~1.65 mm；
- b) 螺纹基座滤芯采用压缩 O 形圈或平垫对 a)所述的 V 形刀口密封；
- c) 平头滤芯采用合适的密封垫、垫圈或嵌有 O 形圈的垫圈密封端盖，保留拉杆的螺纹端；
- d) 活塞式 O 形圈。

5.4 工作性能要求

5.4.1 滤后燃料的污染含量

滤后燃油的污染程度应满足如下要求：

- a) 固体颗粒含量不大于 0.26 mg/L；
- b) 游离水含量体积分数不大于 15 μ L/L 或化学测水器膜片试纸不变色；

c) 燃料纤维含量不大于每升 10 根。

注：纤维定义为滤后燃料中长度与直径之比大于或等于10，并且长度大于或等于100 μm的任何颗粒。

5.4.2 纳污能力

5.4.2.1 S型和S-LW型按照A.5.5的规定开展试验时，应满足额定流量（L/min）下的纳污容量不小于1.43 g·min/L（以19 mg/L的浓度注入75 min）。

5.4.2.2 S型和S-LW型按照A.5.5的规定开展试验时，应满足额定流量（L/min）下容纳了规定数量67%的固体颗粒（性能试验进行50 min）时压差应不超过105 kPa；在容纳了全部规定的固体颗粒（性能试验进行75 min）时压差应不超过315 kPa。

5.4.2.3 S-M型按照A.5.5.3的规定开展试验时，应能够在试验壳体两端产生155 kPa压差的工况下持续运行45 min，并且按照A.6.5.3的规定开展试验时，应能够在试验壳体两端产生105 kPa压差的工况下持续运行45 min，而且滤后燃料中的固体颗粒污染物均不超过第5.4.1 a)节所规定的限值。

5.4.3 起始压差

过滤分离器的起始压差应不超过70 kPa。

5.4.4 结构完整性

5.4.4.1 聚结滤芯及其密封装置应能够承受520 kPa的压差且不发生破裂、密封件失效或针孔泄漏。

5.4.4.2 在A.5滤芯级性能试验及A.6整机级性能试验过程中，聚结滤芯材质应不出现破损、结构损坏、渗漏和开裂。

5.4.4.3 聚结滤芯套体仅出现变色而无其他实质性异常现象时，不足以判定其结构完整性失效。

5.4.5 憎水性能

分离滤芯进行静水压力试验后，滤网、滤网接缝及端盖粘接处应不出现泄漏。

5.4.6 相容性

5.4.6.1 试验滤芯浸泡前与浸泡后的外观检查应无明显变化。

5.4.6.2 试验液应按A.8的规定进行试验，应满足如下要求：

- 水分离指数不低于85；
- 浸泡后的热安定性（260℃）试验结果满足对应产品标准的要求；
- 参比试验液与浸泡后试验液的实际胶质结果差值绝对值小于7 mg/100 mL；
- 参比试验液与浸泡后试验液的赛波特颜色相比较，满足表1中描述的差值。

表1 赛波特颜色变化判定

浸泡前参比试验液的赛波特颜色	与浸泡后试验液的颜色差值绝对值
>25	<8
15≤且≤25	<5
<15	<3

5.4.6.3 螺纹基座或螺口基座的过滤元件应承受125%的推荐装配扭矩，杆式安装的过滤元件应能承受500 N的拉力，在此载荷下，端盖和滤芯粘接部位不应出现任何移位或变形。

5.4.7 电荷密度

5.4.7.1 每项测试电导率下，待测过滤元件的电荷密度绝对值应不超过 $1200\ \mu\text{C}/\text{m}^3$ ，同时应不超出参比过滤元件的电荷密度。

5.4.7.2 若测试过程中发生极性变化，待测过滤元件在该试验电导率或任意更低电导率下，电荷密度小于参比过滤元件，即可判定合格。

6 试验方法

6.1 外观检查

压力容器铭牌以及过滤分离器标牌、主体和附件采用外观检查的方法，以确定是否分别满足5.1.5、5.1.6、5.3.1和5.3.2的要求。

6.2 资料检查

金属材料、非金属材料 and 过滤分离器使用环境采用资料检查的方法，以确定是否分别满足5.1.1、5.1.2和5.2.4的要求。

6.3 尺寸测量

6.3.1 使用卷尺、钢尺或游标卡尺检测过滤分离器和过滤元件的几何尺寸。卷尺、钢尺的精度应不低于 $1\ \text{mm}$ ，游标卡尺的精度应不低于 $0.1\ \text{mm}$ 。

6.3.2 滤芯间隙、取样口、过滤分离器长度与直径、清洗检查口、端盖和密封构型均采用尺寸测量的方法，以确定是否分别满足 5.1.3、5.2.1、5.3.1.3、5.3.1.5、5.3.3.1 和 5.3.3.2 的要求。

6.4 电气连通性测试

6.4.1 应按照 MH/T 6100.2 开展电气连通性试验，以确定是否满足 5.1.4 的要求。

6.4.2 内壁做涂层处理的碳钢壳体，可将壳体外表面作为导通性测试接点；铝合金壳体及铝制衬套开展导通测试前，需先去测试接点处的氧化膜。

6.4.3 喷涂防护涂层时应防止造成金属部件电气隔绝。用于滤芯及相关部件接地的导电通路不应被环氧涂层阻断。必要时应增设跨接连接线绕开涂层区域，以保证电气连续导通。

6.5 压力测试

壳体的设计压力要求应按TSG 21和GB/T 150.4的规定进行试验，以确定是否满足5.2.2的要求。

6.6 液压试验

过滤分离器的壳体应按 GB/T 150 的要求进行液压试验，以确定是否满足 5.2.3 的要求。水压试验的压力至少为 $795\ \text{kPa}$ ，保压时间不少于 $30\ \text{min}$ 。

6.7 力矩测试

过滤分离器主体安装基座、完整过滤元件以及过滤元件端盖的力矩要求按GB/T 36051的规定进行试验，以确定是否分别满足5.3.1.13和5.3.3.1的要求。

6.8 过滤性能试验

过滤性能按A.5及A.6的规定进行试验，以确定是否满足5.4.1的要求。

6.9 纳污能力试验

纳污能力按A. 5. 5和A. 6. 5的规定进行试验，以确定是否满足5. 4. 2的要求。

6. 10 起始压差试验

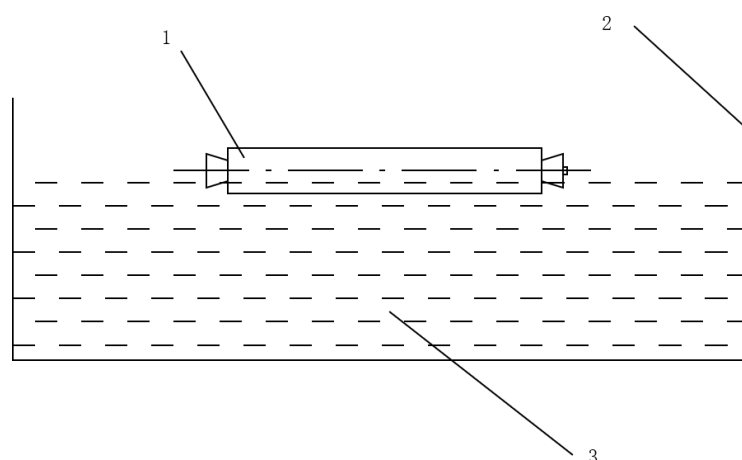
过滤分离器的起始压差采用资料检查或压差表读数，以确定是否满足5. 4. 3的要求。

6. 11 结构完整性试验

结构完整性按A. 5、A. 6和A. 7的规定进行试验，以确定是否满足5. 4. 4的要求。

6. 12 憎水性能测试

分离滤芯的憎水性能试验装置见图1。将分离滤芯两端密封好，并安装在夹具上，浸没水中，转动滤芯两圈，同时进行目视检查，以确定是否满足5. 4. 5的要求。



标引序号说明：

1——分离滤芯；

2——实验水槽；

3——实验用水。

图1 憎水性能试验装置

6. 13 相容性试验

滤芯相容性按A. 8的规定进行试验，以确定是否满足5. 4. 6的要求。

6. 14 电荷密度试验

6. 14. 1 适用于 S-M 型过滤分离器及配套的过滤元件。

6. 14. 2 电荷密度按 A. 9 的规定进行试验，以确定是否满足 5. 4. 7 的要求。

7 产品质量评定

7. 1 检验类型

检验分为型式检验和出厂检验。

7. 2 型式检验

7.2.1 检验要求

7.2.1.1 产品经鉴定合格并批准正式生产后，当出现下列情况之一时，应进行型式检验。

- a) 产品的设计、工艺或使用材料的改变影响到产品性能时；
- b) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- c) 产品停产一年后，恢复生产时；
- d) 生产场地发生变化时。

7.2.1.2 若符合 GB XXXXX 标准中规定的相似性判定条件，则不必对每一种过滤分离器壳体-滤芯组合结构重复开展整机级性能试验。相似性技术规范标准只适用于鉴定比鉴定合格的过滤分离器流量小的过滤分离器。

7.2.2 检验项目

过滤分离器和过滤元件应按表2所规定的项目进行型式检验。

表2 检验项目

检验项目	型式检验			
	聚结滤芯	分离滤芯	壳体	过滤分离器
外观 ^a	○	○	○	○
资料	○	○	○	○
尺寸	○	○	—	○
电气连通性	—	—	—	○
压力	—	—	○	—
液压	—	—	—	○
力矩	○	○	—	—
起始压差	—	—	—	○
滤芯级性能	○	○	—	—
整机级性能 ^b	—	—	—	○
结构完整性	○	—	—	—
相容性 ^c	○	○	—	—
电荷密度	○	○	—	—
憎水性能	—	○	—	—
注：○表示开展该检验项目，—表示不适用。				
^a 聚结滤芯和分离滤芯的外观检查项目包括但不限于颜色、尺寸、硬度、密封件、端盖粘附等情况；壳体的外观检查项目包括但不限于本标准技术要求中规定的压力容器铭牌和过滤分离器标牌等；整机的外观检查项目包括但不限于本标准技术要求中规定的过滤器分离器主体、附件、材料和尺寸等内容。				
^b 整机级性能试验可采用相似性审查来代替。如果要鉴定的过滤分离器与已鉴定合格的过滤分离器（通过整机级性能试验）具有相似性，则不必进行整机级性能试验。				
^c 出现 7.1.1.1 b) 和 c) 情况时，在型式检验的相容性试验中仅按照 A.8.2.1 的试验液 1 开展。				

7.2.3 技术文件

型式检验时制造商应至少提交下列文件：

- a) 设计任务书；
- b) 设计图样；

- c) 技术条件；
- d) 使用说明书；
- e) 检验报告。

7.2.4 样品

型式检验时整机和壳体样品应不少于两台，滤芯应不少于6支。

7.3 出厂检验

批量生产的产品在出厂前应进行出厂检验。

7.3.1 检验批

每个提交检验批应由在同一时期内以同样的工艺、结构和材料生产出的产品组成。过滤分离器壳体每个检验批应不超过 100 台，聚结滤芯或分离滤芯每个检验批应不超过 3000 支。

7.3.2 检验项目

过滤分离器和过滤元件应按表 3 所规定的项目进行检验。

表3 检验项目

检验项目	出厂检验			
	聚结滤芯	分离滤芯	壳体	整机
外观 ^a	逐件	逐件	逐件	逐件
水压试验	—	—	逐件	—
憎水性能	—	抽样	—	—
尺寸测量	抽样	抽样	—	抽样
力矩	抽样	抽样	—	抽样
注：—表示不开展该检验项目。				
^a 聚结滤芯和分离滤芯的外观检查项目包括但不限于颜色、尺寸、硬度、密封件、端盖粘附等情况；壳体的外观检查项目包括但不限于本标准技术要求中规定的压力容器铭牌和过滤分离器铭牌等；整机的外观检查项目包括但不限于本标准技术要求中规定的过滤器分离器主体、附件、材料和尺寸等内容。				

7.3.3 抽样方案

过滤元件应根据 GB/T 2828.1 的规定按表 4 规定的取样方案，从每个检查批内随机抽取产品样品。

表4 滤芯抽样检查方案

每批滤芯数	抽检	AQL（接收质量限）=4.0%		
		抽检样品数	合格判定数	不合格判定数
0~1000	第一次抽检	2	0	2
	第二次抽检	2	1	2
1001~3000	第一次抽检	3	0	2
	第二次抽检	3	1	2

7.3.4 批次合格判定

批次合格的判定应按以下进行：

- a) 第一次抽检
 - 1) 若抽检产品全部合格，则该批次产品合格；
 - 2) 若第一次抽检发现 1 个不合格品，则该批次产品进行第二次抽检；
 - 3) 若抽检发现 2 个不合格产品，则对该批次产品不合格。
- b) 第二次抽检
 - 1) 若抽检全部合格，则该批次产品合格；
 - 2) 若有 1 个及以上不合格，则该批次产品不合格。
- c) 当批次检验判定为不合格时，通过对每个产品进行逐一检验来确定每个产品是否合格。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 应在过滤分离器壳体明显部位设置永久性的标牌。标牌尺寸规格应符合 GB/T 13306 的要求，内容应符合 5.1.6 的要求。

8.1.2 过滤分离器壳体上应标注航空燃料流向的永久性标记。每支滤芯上应对型号和制造日期做永久性标记，滤芯标记应易于观察，用作滤芯标记的材料不应受燃料造成污染，不应受燃料的影响。

8.2 包装

8.2.1 壳体的包装

过滤分离器壳体的包装应符合 NB/T 10558 的要求。

8.2.2 滤芯的包装

8.2.2.1 应先用聚乙烯或类似的材料的塑料袋（袋中应放干燥剂）包装，再用纸盒单个包装。

8.2.2.2 应用瓦楞纸箱对单个包装好的滤芯进行成箱包装，每箱数量根据滤芯的具体尺寸而定，但每箱的重量应不超过 30 kg。

8.2.2.3 应在塑料袋或包装箱上明确标出推荐的滤芯安装力矩、更换压差和使用寿命。

8.3 随行文件

过滤分离器的随行文件应用塑料袋封装，随行文件应至少包括：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书，包括保质期、推荐扭矩以及螺纹是否需要润滑、使用寿命以最大允许差压和安装时间为准、检查与测试；
- c) 装箱单；
- d) 随机备附件清单；
- e) 安装图；
- f) 试验报告；
- g) 相似性数据表；
- h) 其他有关技术资料。

8.4 运输

过滤分离器的运输应严格按照NB/T 10558进行。在运输过程中应避免过滤分离器壳体刮伤和碰伤，应对内部零部件应进行固定，防止其摆动或晃动，避免对其自身的损伤或过滤分离器壳体内部涂层的损伤。

8.5 贮存

8.5.1 过滤分离器应水平或垂直单放贮存，应防止刮伤或机械破损。

8.5.2 成箱包装的滤芯可码放，码放不宜超过四层，包装箱上不应有重物压放。滤芯应放置在相对湿度小于 80%、温度在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的无腐蚀性介质场所中，应远离热源，避免日晒雨淋。

附 录 A
(规范性)
航空燃料过滤分离器工作性能试验方法

A. 1 范围

本附录规定了航空燃料过滤分离器工作性能的试验方法。

本附录适用于评定航空燃料过滤分离器的工作性能。

A. 2 原则要求

A. 2. 1 过滤分离器的过滤性能应按A. 5开展滤芯级性能试验和按A. 6开展整机级性能试验。

A. 2. 2 滤芯级性能试验应按过滤分离器的型号、结构形式及类别逐一开展。若滤芯级性能试验已满足A. 5规定条件，则不应在每一次整机级性能试验中重复进行。

A. 2. 3 过滤性能试验报告中应附带试验滤芯的通用设计数据表及设计图纸。过滤分离器每份整机级性能试验报告应引用对应的滤芯级性能试验报告。

A. 2. 4 整机级性能试验应按过滤分离器的各类型号与结构形式开展。

A. 3 试验系统

A. 3. 1 通用要求

A. 3. 1. 1 滤芯级性能试验壳体的安装方位应与整机级性能试验壳体保持一致（立式或卧式）；滤芯的布置方式应与整机壳体内的滤芯布置方式相同（边对边或端对端）；用于测试聚结滤芯的滤芯级性能试验壳体应采用立式布置。

A. 3. 1. 2 滤芯级性能试验与整机级性能试验所用滤芯，滤材材质及结构形式应完全一致。

A. 3. 1. 3 滤芯级性能试验系统中应使用单支滤芯试验壳体；整机级性能试验系统中，试验过滤分离器应为待鉴定的过滤分离器。

A. 3. 1. 4 多级过滤系统应采用两级过滤系统进行滤芯级性能试验。多级系统附加级的试验只在整机级性能试验中进行。

A. 3. 2 检测仪表

试验系统中所使用的真空表、压力表、压差计、流量计、温度计等监测仪表应满足测试参数的要求，应按要求进行计量检定或校准，并且精度应不低于0. 5级。

A. 3. 3 设备

A. 3. 3. 1 主泵

滤芯级性能试验与整机级性能试验所配置的泵组均为离心泵，且最低转速应不低于2950 r/min。

A. 3. 3. 2 固体颗粒加注系统

A. 3. 3. 2. 1 固体颗粒加注系统应符合图 A. 3 的规定。

A. 3. 3. 2. 2 固体颗粒加注系统应能连续且均匀地向试验系统加注固体污染物，其计量精度不低于 2%。

A.3.3.2.3 图 A.3 中方案一，变频容积式泵的流量大小应能保持容器内粉尘浓度的恒定。

A.3.3.2.4 图 A.3 中方案二，泵的流量大小应保证在额定注入流量下，每分钟的循环流量为初始液体体积的 20%，并且注入流量应用流量计或液面高度变化来测量。

A.3.3.3 滤芯级性能试验系统

A.3.3.3.1 除聚结滤芯的长度和端盖外，聚结滤芯使用的材料、结构和直径应相同。

A.3.3.3.2 公称直径为 100 mm 或 150 mm 的聚结滤芯的公称长度应为 (360 ± 30) mm。

A.3.3.3.3 滤芯级性能试验中聚结滤芯每厘米长度上的流量，应不小于整机级试验中聚结滤芯每厘米长度上的最大流量。

A.3.3.3.4 滤芯级性能试验中所使用的分离滤芯直径（对非圆柱体的分离滤芯为平均直径）应不大于整机级性能试验中所使用的分离滤芯直径。

A.3.3.3.5 使用公称直径为 100 mm 或 150 mm 的聚结滤芯时，分离滤芯的公称直径应不大于 155 mm。

A.3.3.3.6 分离滤芯的有效长度应不超过 155 mm。

A.3.3.3.7 滤芯级性能试验壳体内聚结滤芯与分离滤芯之间的最小距离应不大于整机级性能试验壳体内聚结滤芯与分离滤芯之间的最小距离 $(\delta_{F/C-S})$ 。

A.3.3.3.8 滤芯级性能试验壳体的内壁与聚结滤芯、分离滤芯之间的最小距离应不大于整机级性能试验壳体内壁与聚结滤芯、分离滤芯的相应距离 $(\delta_{F/C-V}$ 和 $\delta_{S-V})$ 。

A.3.3.3.9 滤芯级性能试验壳体中，聚结滤芯与分离滤芯的排列方向应与整机级性能试验壳体中的排列方向相同。

A.3.3.3.10 滤芯级性能试验壳体直径应满足以下要求：

a) 滤芯边对边布置的滤芯级性能试验壳体，其直径 (D_V) 为：

$$D_V \leq D_{F/C} + D_S + \delta_{F/C-S} + \delta_{F/C-V} + \delta_{S-V} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

D_V ——滤芯级性能试验壳体直径；

$D_{F/C}$ ——聚结滤芯直径；

D_S ——分离滤芯直径；

$\delta_{F/C-S}$ ——整机级性能试验壳体中分离滤芯与聚结滤芯之间的间距；

$\delta_{F/C-V}$ ——整机级性能试验壳体中聚结滤芯与壳体内壁之间的间距；

δ_{S-V} ——整机级性能试验壳体中分离滤芯与壳体内壁之间的间距。

b) 滤芯端对端布置的滤芯级性能试验壳体，其直径 (D_V) 取下列数值中的大者：

$$D_V \leq D_{F/C} + 2\delta_{F/C-V} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$D_V \leq D_S + 2\delta_{S-V} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

D_V ——滤芯级性能试验壳体直径；

$D_{F/C}$ ——聚结滤芯直径；

D_S ——分离滤芯直径；

$\delta_{F/C-V}$ ——整机级性能试验壳体中聚结滤芯与壳体内壁之间的间距；

δ_{S-V} ——整机级性能试验壳体中分离滤芯与壳体内壁之间的间距。

A.3.3.3.11 滤芯级性能试验壳体面积应满足以下要求：

- a) 对于滤芯边对边布置的滤芯级性能试验壳体，应通过在聚结滤芯和分离滤芯之间放置与滤芯平行的平板来改变试验壳体的面积，应满足：
- 1) 平板与聚结滤芯的最短距离，应小于等于 1.5 倍的整机级性能试验壳体中两个聚结滤芯之间的最小间距（ $\delta_{F/C-F/C}$ ）。
 - 2) 平板与分离滤芯的最短距离，应小于等于 1.5 倍的整机级性能试验壳体中两个分离滤芯之间的最小间距（ δ_{S-S} ）。
- b) 对于滤芯端对端布置的滤芯级性能试验壳体，其面积比应取下列数值中的大者：

$$A_{Ratio} \geq 0.95 \times (\sum D_{F/C}^2) / D_{FS}^2 \dots\dots\dots (A. 4)$$

$$A_{Ratio} \geq 0.95 \times (\sum D_S^2) / D_{FS}^2 \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中：

D_{FS} ——整机级性能试验壳体直径；

$D_{F/C}$ ——聚结滤芯直径；

D_S ——分离滤芯直径；

A_{Ratio} ——聚结滤芯或分离滤芯与壳体的面积比。端对端布置的壳体，其面积比为滤芯外部直径的平方与壳体内部直径的平方之比。

A. 3. 3. 4 净化过滤分离器

额定流量应为系统额定流量的1.2倍。

A. 3. 3. 5 白土过滤器

A. 3. 3. 5. 1 额定流量应为系统额定流量的 1.2 倍。

A. 3. 3. 5. 2 滤后燃料的水分分离指数应不小于 85。

A. 3. 3. 6 水过滤器

滤后水的固体颗粒含量应不大于1 mg/L。

A. 3. 3. 7 热交换器

应能将试验燃料的温度控制在10℃～30℃之间。

A. 3. 3. 8 注水系统

应能连续而均匀地向试验系统加注水分，其计量精度应不低于1%。

A. 3. 3. 9 在线取样接头

在线取样接头应能在各种流动状态下取得有代表性的油料试样，而且应能与在线取样器相匹配。

A. 3. 3. 10 油罐

容积应满足A. 5、A. 6和A. 9中试验燃料的体积要求。

A. 3. 3. 11 管线

固体颗粒加注点到试验过滤器之间的管线不应有转弯、三通或燃料不流动的支管。固体颗粒加注点到试验过滤器下游取样点之间，额定流量下的流速应大于1 m/s。

A. 4 试验材料及条件

A. 4. 1 燃料及添加剂

A. 4. 1. 1 喷气燃料

喷气燃料应是符合GB 6537要求的3号喷气燃料并附有产品质量合格证，且合格证有效期不超过6个月。

注：对符合GB 1787的航空汽油的过滤分离器工作性能验证参考3号喷气燃料开展。

A. 4. 1. 2 基础燃料

采用符合A. 4. 1. 1的燃料通过白土过滤器脱除添加剂后制得。每组试验开始前，应按表A. 1所示方法对基础燃料进行检测。

表A. 1 基础燃料的基本要求

参数	指标	方法
电导率/(pS/m)	<10	GB/T 6539
防冰剂含量	尽可能小	白土处理 ^a
抗磨剂含量	尽可能小	白土处理 ^a
游离水/(μL/L)	<5	ASTM D3240
水分离指数	>95	SH/T 0616
^a 燃料使用白土过滤器处理，无需进行含量测定。		

A. 4. 1. 3 试验燃料

试验燃料应符合A. 5~A. 9试验要求，一般为基础燃料和符合A. 4. 1. 4的添加剂混合而成。

A. 4. 1. 4 添加剂

使用的添加剂和加剂量应符合表A. 2的要求。

表A. 2 允许添加的添加剂类型及加剂量

添加剂类型	类别	添加剂名称	加剂量
抗静电剂	添加剂I	T1502	1.0 mg/L
		Stadis 450	
抗氧剂	添加剂II	2,6-二叔丁基对甲基苯酚	17.0 mg/L~24.0 mg/L
抗磨剂	添加剂III	T1602	15.0 mg/L
		T1603	
		DCI-4A	

A. 4. 1. 5 体积

试验燃料的体积应分别满足A. 5、A. 7、A. 8和A. 9中的相应试验要求。

A. 4. 1. 6 温度

试验期间，试验燃料的最低温度应不低于5℃，最高温度应不高于32℃。每组试验过程中，试验燃料温度应保持在初始温度的±6℃范围内。

A. 4. 2 固体颗粒污染物

A.4.2.1 概述

试验应使用以下固体颗粒污染物：

- a) R-9998 红色氧化铁或等效产品。
- b) 符合 ISO 12103-1 标准要求的 A1（超细）试验粉尘或等效产品。
- c) 满足如下要求的清水：
 - 1) 固体颗粒含量不大于 1.0 mg/L；
 - 2) 在 24 °C 下的表面张力不低于 65 mN/m；
 - 3) pH 值范围为 6~8。
- d) 试验加注的固体颗粒污染物由质量比为 10% 的 R-9998 红色氧化铁和 90% 的 A1（超细）试验粉尘混合组成。

A.4.2.2 加注方法

A.4.2.2.1 应连续而均匀地加注固体颗粒污染物，加注流量应控制在额定流量的±10%以内。

A.4.2.2.2 固体颗粒污染物加注方法应按照附录 B 进行。

A.4.2.2.3 试验污染物的加注系统见图 A.3。

A.5 滤芯级性能试验

A.5.1 总体要求

A.5.1.1 滤芯级性能试验系统见图 A.1。

A.5.1.2 试验过程中燃料单次通过滤芯试验壳体。试验期间在滤芯试验壳体的上游注入不同程度的固体颗粒污染物，测量压差和分析出口油样，并与性能规范进行比较。

A.5.1.3 滤芯试验壳体的设计数据表和图纸应列入滤芯级性能试验报告。

A.5.2 滤芯级试验燃料制备

应将规定的添加剂按指定的顺序依次均匀加注到油罐中，使燃料在系统中循环流动，直到混合均匀。在此期间，燃料不应通过试验过滤分离器和其他过滤净化设备。

A.5.2.1 滤芯级试验燃料要求

A.5.2.1.1 滤芯调节装置和滤芯级性能试验装置所用基础燃料应符合 A.4.1.2 的要求，在基础燃料加入规定的添加剂后，配成试验燃料，燃料的准备程序应相同。

A.5.2.1.2 试验燃料总体积应保证在规定的额定流量下，系统正常运行时间不少于 290 min。

A.5.2.2 滤芯级试验添加剂的注入

A.5.2.2.1 使用的添加剂为抗静电剂和抗磨剂，添加剂名称和加剂量应符合 A.4.1.4 的要求。添加剂应加注到储油罐或循环系统的加注口中，每种添加剂添加后，应循环混合均匀。

A.5.2.2.2 将添加剂 I 加注到基础燃料中，自加入添加剂 I 开始，应每隔 5 min 测一次电导率。若连续三次测得的电导率差异均在±20 pS/m 的范围内，则视为混合均匀。添加剂加注完毕后到混合均匀的时间应作为“混合时间”记录。检测试验燃料电导率的油样应倒入储油罐下游。

A.5.2.2.3 应以相同的加注方式将添加剂 III 加注到燃料中。燃料循环时间应不小于“混合时间”。

A. 5. 2. 2. 4 旁通滤芯试验壳体，通过试验系统装置循环燃料的循环时间应不少于“混合时间”。

A. 5. 3 滤芯调节

A. 5. 3. 1 应使用图 A. 4 所示的装置或滤芯级性能试验壳体对试验所用聚结滤芯进行调节。

A. 5. 3. 2 将滤芯安装到调节装置或滤芯级性能试验壳体中，燃料以 10 L/min 的流量循环 30 min。试验过程中燃料应单次通过。调节完毕后，将聚结滤芯取出待用。

A. 5. 3. 3 如果调节后的聚结滤芯不立即用于试验，则应将其浸泡在试验燃料中。需要使用时，取出滤芯，排净燃料，即可用于滤芯级性能试验。

A. 5. 3. 4 滤芯调节装置下游燃料的电导率应大于 100 pS/m。

A. 5. 4 清洁滤芯的脱水试验

A. 5. 4. 1 将调节后的试验滤芯安装在试验壳体中。试验系统在额定流量下至少运行 5 min，直到流量稳定在额定流量。然后以 0.01%额定流量连续注水 30 min。注水时，沉淀槽的阀门应关闭。从注水开始，应每隔 10 min 进行一次“关-开”过程。

A. 5. 4. 2 注水时间达到 30 min 时，切断水流，并将水从沉淀槽中排出。此时试验燃料仍应以额定流量通过试验滤芯。

A. 5. 5 纳污能力试验

A. 5. 5. 1 总体要求

将滤芯试验装置中的水排净。在试验燃料流量达到试验滤芯额定流量并保持稳定状态后，以 19 mg/L 的浓度向燃料中均匀加注固体颗粒污染物。

A. 5. 5. 2 S 型和 S-LW 型过滤分离器

A. 5. 5. 2. 1 应按照 A. 5. 5. 1 要求向 S 型或 S-LW 型过滤分离器中加入固体颗粒污染物。记录加入固体颗粒污染物开始至试验壳体压差达到 105 kPa 的时间。继续加入固体颗粒污染物，记录加入固体颗粒污染物开始至试验壳体压差达到 315 kPa 的时间。

A. 5. 5. 2. 2 从固体颗粒加注开始，应每隔 15 min 进行一次“关-开”过程。试验期满时停止加入固体颗粒污染物。

A. 5. 5. 3 S-M 型过滤分离器

A. 5. 5. 3. 1 按照 A. 5. 5. 1 要求向 S-M 型过滤分离器中加入固体颗粒污染物直到试验壳体的压差达到 155 kPa。然后，停止固体颗粒加注，并在额定流量下继续运行 45 min。如果压差降至 138 kPa 以下，则应重新加注固体颗粒污染物，直到压差达到 155 kPa。

A. 5. 5. 3. 2 在整个试验过程中，从固体颗粒加注开始，应每隔 15 min 进行一次“关-开”过程。

A. 5. 6 污染滤芯的脱水试验

A. 5. 6. 1 过滤试验结束后，保持流量不变，在主泵的上游以 0.01%额定流量连续注水 150 min。注水期间，沉淀槽的阀门应保持关闭。

A. 5. 6. 2 在整个试验过程中，从注水开始，应每隔 30 min 进行一次“关-开”过程。

A. 5. 6. 3 在 0. 01%额定流量的注水期满时, 将注水流量提高到燃料额定流量的 3% (适用于 S 型), 或 0. 5% (适用于 S-LW 型或 S-M 型), 持续注水 30 min。在此期间应每隔 10 min 进行一次“关-开”过程。

A. 5. 6. 4 在此期间应及时放水, 防止液位过高淹没滤芯。

A. 5. 6. 5 在试验阶段应在沉淀槽中进行排水操作, 确保水量不会超过设计允许的最大限度, 从而避免水淹没相关部件。

A. 5. 7 最终检查

A. 5. 7. 1 注水期满, 取样完毕, 即可停止试验。停止试验后, 放空滤芯级性能试验壳体, 取出聚结滤芯, 进行结构检查。检查滤芯端盖和接缝处是否存在泄漏或撕裂。检查其他地方是否存在针孔和大的泄漏。任何反常现象均作为滤芯结构完整性故障进行记录。

A. 5. 7. 2 外层棉套出现变色现象, 并不表明其结构已经损坏。当外层棉套变色时, 应将其取下, 检查并记录该部件是否有结构损坏的迹象。

A. 6 整机级性能试验

A. 6. 1 总体要求

A. 6. 1. 1 整机级性能试验系统见图 A. 2。

A. 6. 1. 2 试验过程中试验燃料多次通过试验壳体, 燃料从一个油罐中抽出, 然后又回到储油罐中。试验全程应旁通净化过滤分离器、白土过滤器等附加设备。

A. 6. 1. 3 当停止试验时, 应先关闭下游截止阀, 然后再关闭上游截止阀将试验壳体从系统中独立出来。

A. 6. 1. 4 在试验恢复之前, 应避免系统扰动和热冲击, 在重新恢复流量时, 将泵打开, 先开上游截止阀, 再开下游截止阀, 在整个过程中应避免逆流。

A. 6. 2 整机级试验燃料制备

A. 6. 2. 1 整机级试验燃料要求

A. 6. 2. 1. 1 整机级性能试验装置所用基础燃料应符合 A. 4. 1. 2 的要求, 在基础燃料加入规定的添加剂后, 配成试验燃料, 燃料的准备程序应相同。

A. 6. 2. 1. 2 试验燃料体积应不小于试验所需燃料总体积的 5%。

A. 6. 2. 1. 3 试验燃料通过储油罐的循环次数不应超过 20 次。

A. 6. 2. 2 整机级试验添加剂的注入

A. 6. 2. 2. 1 使用的添加剂为抗静电剂和抗磨剂, 添加剂名称和加注浓度应符合 A. 4. 1. 4 的要求。每种添加剂添加后, 均应循环混合均匀。

A. 6. 2. 2. 2 在燃料循环期间, 加注添加剂至油罐内的基础燃料中 (此时应旁通整机过滤分离器和净化过滤分离器、白土过滤器等附加设备)。

A. 6. 2. 2. 3 当使用一个罐体时, 可直接向油罐或循环回路的油罐下游加注添加剂。

A. 6. 2. 2. 4 当使用多个罐体时, 每个油罐中的流量应相同 (各油罐间的流量差别应不超过 $\pm 10\%$), 并在油罐下游加注添加剂。

A. 6. 2. 2. 5 试验过程中如需要补充添加剂, 应在试验燃料循环 10 次左右中断测试, 并按照 A. 6. 2 重新

制备试验燃料。

A. 6. 3 纤维脱落试验

在试验壳体内装入试验滤芯，壳体中充满试验燃料，过滤分离器应在10%额定流量下工作30 min。

A. 6. 4 清洁过滤分离器的脱水试验

纤维脱落试验完成后，将流量调节至额定工作流量，以0.01%额定流量连续注水30 min。注水时，沉淀槽的阀门应关闭。从注水开始，应每隔15 min进行一次“关-开”过程。该试验结束时，燃料继续循环，直到取样结束。

A. 6. 5 纳污能力试验

A. 6. 5. 1 总体要求

按A. 6. 4要求的脱水试验完成后，放空沉淀槽中的水，然后向试验系统加注固体颗粒污染物，试验燃料的固体颗粒污染物浓度应为19 mg/L。

A. 6. 5. 2 S型和S-LW型过滤分离器

A. 6. 5. 2. 1 按A. 6. 5. 1要求向系统中加入固体颗粒污染物45 min，记录最终试验壳体的压差。

A. 6. 5. 2. 2 试验结束时，停止加注固体颗粒污染物。从加注固体颗粒污染物开始，应每隔15 min，完成一次“关-开”过程。

A. 6. 5. 3 S-M型过滤分离器

A. 6. 5. 3. 1 按A. 6. 5. 1要求向系统中加注固体颗粒污染物45 min或直到试验壳体的压差达到105 kPa。达到该压差时，停止加注固体颗粒污染物。若此时未到45 min，则剩余时间燃料流量仍保持额定流量。

A. 6. 5. 3. 2 当固体颗粒加注停止时，试验压差可降低到105 kPa以下。从加注固体颗粒污染物开始，应每隔15 min，完成一次“关-开”过程。

A. 6. 6 污染过滤分离器的脱水试验

A. 6. 6. 1. 1 在45 min加注固体颗粒污染物后，停止加注固体颗粒污染物，保持试验燃料在额定流量下流动。

A. 6. 6. 1. 2 在主泵上游以0.01%额定流量连续注水90 min。注水期间，沉淀槽的阀门应保持关闭。按试验要求时间抽取所需样品后，放空沉淀槽中的水。在0.01%的注水期满时，将注水流量提高到燃料额定流量的3%（S型）或0.5%（S-LW型或S-M型），持续注水15 min。抽取样品后，停止注水，并停止试验燃料流动。

A. 6. 6. 1. 3 从加注0.01%的水开始，应每隔30 min，完成一次“关-开”过程。在3%或0.5%注水期间，不进行“关-开”过程。

A. 6. 7 最终检查

按A. 5. 7的试验步骤进行。

A. 7 结构完整性试验

A. 7. 1 至少用三支最长的整支聚结滤芯进行结构完整性试验，以确定滤芯的结构强度。试验燃料以额定流量循环通过滤芯，向燃料注入R-9998或与之相当的颗粒污染物直到压差达到520 kPa，保持该压差至少5 min。

A. 7. 2 应有三支聚结滤芯依次进行试验，所有滤芯的试验结果均应符合5. 4. 4要求。

A. 7. 3 螺纹基座过滤元件的结构强度合格可视为同型号平头过滤元件的结构强度合格，但平头过滤元件的结构强度合格不应视为螺纹基座过滤元件的结构强度合格。

A. 8 相容性试验

A. 8. 1 总体要求

A. 8. 1. 1 试验容器应处于 15 °C~25 °C的环境温度中，浸泡时间为 336 h±1 h。

A. 8. 1. 2 如果某材料（如端盖胶粘剂）已在过滤技术产品中完成相容性测试并判定合格，则该相同材料用于其他类型的过滤技术产品时，应允许该材料可以不再开展相容性试验。

A. 8. 2 试验液及浸泡容器

A. 8. 2. 1 试验液类型

将试验滤芯放入表A. 3所示的试验液内进行浸泡。

表A. 3 试验液要求

试验液 编号	试验液	要求
1	3号喷气燃料	1) 应符合GB 6537, 且产品质量证件有效期不超过6个月; 2) 应通过白土过滤处理使其电导率低于10 pS/m且水分分离指数大于95; 3) 破点应不低于275 °C。
2	对同一批次的1号试验液，以23 mg/L的浓度加入T1603（或DCI-4A），以5 mg/L的浓度加入T1502（或Stadis450）。	1) 使用的添加剂应符合其当前生效的对应产品标准。
3	含50%防冰剂（乙二醇甲醚）的水溶液	1) 使用的添加剂应符合其当前生效的对应产品标准。
4	10%体积分数的异戊烷、30%体积分数的甲苯与60%体积分数的异辛烷混合而成。	1) 每种组分的纯度应不低于98%; 2) 应通过搅拌确保各组分完全混匀。
5	10%体积分数的异戊烷、25%体积分数的乙基叔丁基醚与65%体积分数的异辛烷混合而成。	1) 每种组分的纯度应不低于98%; 2) 应通过搅拌确保各组分完全混匀。
6	1%体积分数的甲醇、15%体积分数的甲级叔丁基醚与84%体积分数的异辛烷混合而成。	1) 每种组分的纯度应不低于98%; 2) 应通过搅拌确保各组分完全混匀。
注1：经与用户协商，试验燃料可使用符合其它国家航空煤油标准的燃料作为替代。 注2：乙二醇甲醚在相容性测试中仅用于增加试验严苛性。即使实验结果符合要求，也不能证明滤芯在含有防冰剂的燃油中具备保持良好性能的能力。 注3：破点试验标准为GB/T 9169。		

A. 8. 2. 2 试验液体积

试验液体积应不小于所有待浸泡试验滤芯外尺寸体积总和的5倍。

A. 8. 2. 3 试验液测试

浸泡前后试验液的测试项目如表A. 4所示。

表A. 4 测试项目

试验液 编号	试验样品	测试项目
1	浸泡前试验液	A、B、D、E
	参比试验液	A、B、D、E
	浸泡后试验液	A、B、C、D、E
2	浸泡前试验液	B、E
	参比试验液	B、E
	浸泡后试验液	B、C、E
3	浸泡后试验液	C
4	浸泡前试验液	B、E
	参比试验液	B、E
	浸泡后试验液	B、C、E
5	浸泡前试验液	B、E
	参比试验液	B、E
	浸泡后试验液	B、C、E
6	浸泡前试验液	B、E
	参比试验液	B、E
	浸泡后试验液	B、C、E
注：A为水分分离指数（测试标准为SH/T 0616）；B为实际胶质（测试标准为GB/T 8019）；C为试验滤芯外观检查（见A. 5. 3. 3）；D为热安定性（测试标准为GB/T 9169）；E为颜色（测试标准为GB/T 3555）。		

A. 8. 2. 4 试验滤芯

A. 8. 2. 4. 1 聚结滤芯和分离滤芯应分开浸泡。

A. 8. 2. 4. 2 试验滤芯应与所认证滤芯为同一型号且同一生产批次。

A. 8. 2. 4. 3 应使用全新且带有安装密封件（与工作状态相同）的试验滤芯用于相容性试验。对于具有螺纹基座/螺口基座或所有杆式安装装置的试验滤芯，应测试其螺纹基座形式。对螺纹基座或螺口基座型号进行的测试，其结论通过相似性可适用于同型号、同公称直径的所有其他杆式安装形式的试验滤芯。

A. 8. 2. 4. 4 试验滤芯的直径应为该型号实际生产的最大者，长度应符合以下规定：

- 公称直径为 100 mm 或 150 mm 时，长度应不小于 350 mm；
- 公称直径为 125 mm 时，长度应为实际生产的最长者。

A. 8. 2. 5 试验容器

A. 8. 2. 5. 1 试验容器材料为铝或不锈钢；

A. 8. 2. 5. 2 所有试验容器规格一致，并且每个容器均有密封的、无污染的盖子；

A. 8. 2. 5. 3 保证试验滤芯完全浸泡在试验液中；

A.8.2.5.4 试验前用试验液彻底冲洗至少三次。

A.8.3 试验步骤

A.8.3.1 试验滤芯应分别浸泡于表 A.3 中编号 1~编号 4 的每种试验液。

注：如果试验滤芯要接触高辛烷值无铅航空汽油，还应开展和试验液 5 以及试验液 6 的相容性试验。

A.8.3.2 除试验液 3 以外，试验前应抽取试验液各 1 L，储存在与试验滤芯相容性试验容器相同材料的容器中，并在相同条件下储存 336 h，作为参比试验液。

A.8.3.3 在浸泡前通过目视或拍照的方式，对试验滤芯进行外观检查。外观检查项目包括并不限于颜色、尺寸、密封件、端盖粘附等情况。应在清洁环境中保存至少一件同批次生产的试验滤芯，与浸泡后的进行对比。

A.8.3.4 浸泡结束后，应抽取每个试验液的样品按照表 A.4 要求对试验液进行测试，并对每个试验滤芯进行拍照记录。

A.8.3.5 如果该相容性测试是用于滤芯系统验证，则应保留试验滤芯以供查看。

A.8.3.6 除浸泡在试验液 3 中的试验滤芯外，对于浸泡后的试验滤芯，浸泡结束后还应分别进行以下测试：

- a) 对于螺纹基座或螺口基座安装形式的试验滤芯，将试验滤芯的一端固定于夹持装置中，向另一端盖施加至少 125% 的推荐装配扭矩来测试端盖的连接强度。
- b) 对于所有杆式安装形式的试验滤芯，将试验滤芯的一端固定于夹持装置中，在另一端盖上施加 14 N·m 的扭矩，随后对两端盖施加拉力。试验滤芯应能够承受 14 N·m 以及 500 N 拉力，且在此载荷下任意端盖不得出现位移、变形或从滤芯粘接部位脱开。

A.8.3.7 结果判定：按表 A.4 进行的测试后应满足 5.4.6 的要求，否则结果判定为不合格。如果浸泡前试验液与浸泡后试验液的实际胶质结果差值大于 7 mg/100 mL，则应使用不同材料的容器重新进行整个相容性试验。如果编号 1 的试验液浸泡后出现这一情况，则应使用新批次的燃料重新进行编号 1 及编号 2 试验液的相容性试验。

A.9 电荷密度测试

A.9.1 总体要求

A.9.1.1 使试验燃料以额定流量通过过滤分离器，测量通过过滤元件后试验燃料增加的静电“电流”和增加的体积流量，计算出电荷密度。

A.9.1.2 电荷密度测试系统应至少包括一个泵、一个供油罐和一个接收油罐（两个油罐的功能可互换），两个并联布置的过滤分离器壳体的安装位置（每个位置均配有旁通管路）、一个白土过滤器，以及用于控制和记录通过过滤分离器壳体流量的装置。

A.9.1.3 试验燃料实现在过滤分离器壳体或其旁路、以及供油罐或接收油罐之间循环，回路中选择性接入白土过滤器。试验过程中燃料单次通过试验壳体。

A.9.2 燃料和添加剂

A.9.2.1 燃料应符合 A.4.1.1 的要求。添加剂应符合 A.4.1.4 要求的抗静电剂和抗氧剂。

A.9.2.2 测试过程中试验燃料应保持 20 °C ± 5 °C，并且保持燃料清澈透明且无游离水。

注1：采用化学测水器膜片试纸测试试验燃料的游离水，试纸不变色。

注2：若化学测水器测试试纸变色，通过净化过滤分离器来去除试验燃料中的游离水。

A.9.3 过滤元件

表A.5中规定了聚结滤芯和分离滤芯的尺寸以及组合后的额定流量。

表A.5 过滤元件尺寸和对应的额定流量

聚结滤芯		分离滤芯		额定流量 L/min
直径 mm	长度 mm	最大直径 mm	最大长度 mm	
100	360±30	155	155	95±5
150	360±30	155	155	140±7

A.9.4 试验系统

A.9.4.1 总体要求

电荷密度试验系统见图A.5，系统应同时具备循环和单次通过两种模式。

A.9.4.2 油罐

每个油罐的容量应满足在额定流量下进行至少四次一分钟测试所需的试验燃料的总体积。

A.9.4.3 试验壳体

本试验中的试验壳体应满足以下要求：

- 内部体积应满足容纳至少一个聚结滤芯和一个分离滤芯；
- 试验壳体中所用过滤元件的直径应与整机级性能试验中的过滤元件的直径相同；
- 聚结滤芯与分离滤芯的结构型式，应与整机级性能试验中对应滤芯保持一致，仅允许端盖结构、滤芯长度存在差异；
- 聚结滤芯长度应根据其公称直径采用表A.5中的规定值；
- 选择最大长度且最大长度应不超过155 mm的分离滤芯，且本测试条件下分离滤芯总面积与聚结滤芯总面积之比，应不大于整机级性能试验中该面积比的最小值；
- 电荷密度测试试验应在额定流量下开展，额定流量由聚结滤芯尺寸确定，具体见表A.5。

A.9.4.4 白土过滤器

应具备清洁循环燃料的功能。

A.9.4.5 控制元件

A.9.4.5.1 流量控制元件及启停阀应布置在试验壳体所在电气隔离区外部。

A.9.4.5.2 截止阀应远离试验壳体。

A.9.4.6 绝缘法兰、垫片与支撑件

A.9.4.6.1 试验系统装配完成后，在连接电流表或安全电阻之前，试验壳体应与其余部分实现电气隔离；试验系统的其余部分应接地。采用绝缘测试仪测量时，试验壳体绝缘电阻应大于1 000 MΩ (1 GΩ)。

A.9.4.6.2 试验壳体与系统其余部分之间应采用聚四氟乙烯（PTFE）垫片与螺栓绝缘套管的方法进行

连接。不应仅使用柔性塑料薄片，不应使用金属螺栓形成绝缘旁路，同时还应保证安装在容器上的各类传感器不会破坏所需的电气隔离。

A.9.5 停留时间

A.9.5.1 聚结滤芯至试验壳体出口的有效停留时间，不应超过整机级性能试验中任一过滤分离器壳体的最短有效停留时间。

A.9.5.2 若无法确保试验壳体最大停留时间小于整机系统最小停留时间，采用试验壳体内聚结滤芯至壳体出口的简单平均停留时间不超过整机级性能试验壳体对应数值的 75% 作为判据。

注：简单平均停留时间等于聚结滤芯外表面至试验壳体出口之间的容积除以流量计算。

A.9.5.3 有效停留时间按 A.6 公式计算：

$$T_{\text{eff}} = -\tau \ln \left\{ \frac{\sum_1^N \exp(-T_n/\tau)}{N} \right\} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

T_n ——第 n 支聚结滤芯到试验壳体出口的流体停留时间，单位 s ；

N ——试验壳体中聚结滤芯的数量；

τ ——电荷松弛时间，单位 s 。

A.9.5.4 分离滤芯出口至试验壳体出口的停留时间不大于 0.4 s。

A.9.6 测量设备

A.9.6.1 电流测量仪表

A.9.6.1.1 仪表灵敏度应不小于 1 nA，记录速率应不小于每秒 1 次，并具备数据输出功能。

A.9.6.1.2 仪表应处于计量校准有效期内。

A.9.6.2 流量计

A.9.6.2.1 可显示体积流量，最大额定流量下的示值精度应不低于 1%，并具备采集记录的输出信号。

A.9.6.2.2 流量计应处于计量校准有效期内。

A.9.6.3 数据记录系统

同时记录 A.9.6.1 和 A.9.6.2 的测量数值，每个通道的数据采集速率不低于每秒 1 个读数。

A.9.6.4 电导率测试仪

应符合 ASTM D4308 的要求，测量精度不低于 0.1 pS/m。

A.9.6.5 绝缘测试仪

测量量程不小于 1 000 M Ω 。

A.9.6.6 电流测量系统

A.9.6.6.1 电流测量系统见图 A.6。

A.9.6.6.2 应配备微安级电流源或简易装置，用于绝缘测试仪测试后的电流测量验证。

A.9.7 测试流程

A.9.7.1 测试前准备

A.9.7.1.1 电流测量仪表校准

对每一个将要使用的量程应按下述步骤进行校准：

- 对仪表和数据采集系统开机预热；
- 断开仪表与试验壳体的连接，接入电流源，使其输出处于试验所需量程范围内的恒定电流；
- 记录仪表表面板读数 I_f 和短时间输出的电压值 V_c ；
- 断开或关断电流源使其面板显示值为零，记录短时间输出的基线电压值 δV_c ；
- 分别对采集的 V_c 和 δV_c 取平均值，按公式 A.7 和 A.8 计算标定系数；

$$a = I_f / (V_c - \delta V_c) \dots\dots\dots (A.7)$$

$$b = -a\delta V_c \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：

I_f ——面板电流读数，单位 μA ；

V_c ——接入电流源时短时间输出的电压值，单位V；

δV_c ——断开或关断电流源时短时间输出的基线电压值，单位V。

- 后续测试中电流按公式 A.9 计算；

$$I = aV + b \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

I ——测试电流读数，单位 μA ；

V ——测试输出电压值，单位V。

A.9.7.1.2 电阻测量

A.9.7.1.2.1 试验壳体安装至试验系统后，应使用 A.9.6.5 绝缘测试仪确认绝缘电阻。

A.9.7.1.2.2 试验壳体与试验系统其余部件之间由绝缘法兰等零部件提供的绝缘电阻应大于 1 000 M Ω 。

A.9.7.1.2.3 若绝缘电阻大于 100 M Ω 但小于 1 000 M Ω ，应采用 A.9.7.1.3 电流测量的方式开展第二阶段绝缘检查，确认电流误差是否仍处于可接受范围。

A.9.7.1.3 电流测量

A.9.7.1.3.1 试验系统中无燃料流动时，应按照图 A.6 a) 和 b) 所示的其中一种接线方式，将电流测量系统接至试验壳体与电流测量仪表。当出现接触不良问题时，应采用图 A.6 b) 的接线方式。

A.9.7.1.3.2 采用图 A.6 a) 接线时，测试前的准备步骤如下：

- 将电流测量仪表设置至测试所用量程；
- 断开电流源与静电计之间的引线（或通过开关断开回路），残余读数与噪声水平应小于满量程的 0.5%；
- 重新接好电流源；
- 在 BNC 三通接头处断开试验壳体与静电计之间的引线，使电流源输出的全部电流应流经电流测量仪表，记录仪表面板的电流读数；
- 在三通接头处重新接回通往试验壳体的引线，此时仪表面板显示电流变化量应小于 1%；

f) 断开电流源与静电计之间的引线，准备开展正式测量。

A.9.7.1.3.3 采用图 A.6 b) 接线时，测试前的准备步骤如下：

- a) 将电流测量仪表设置至测试所用量程；
- b) 断开电流源通往过滤容器的引线，残余读数与噪声水平应小于满量程的 0.5%；
- c) 在壳体端 BNC 转接器处断开静电计至试验壳体的引线，并将该引线接至电流源 BNC 电缆的容器侧接头，记录仪表面板电流读数；
- d) 将电流源与电流测量仪表的引线重新接回试验壳体的正常接线位置，仪表面板显示电流的变化量应小于 1%；
- e) 在壳体端断开电流源至试验壳体的引线，准备开展正式测量。

A.9.7.1.4 测试系统清洗及空白燃料准备

A.9.7.1.4.1 开展最低电导率测试前，应对试验系统进行清洗。

A.9.7.1.4.2 空白燃料为采用白土过滤器处理且电导率低于 0.3 pS/m 的喷气燃料。

A.9.7.1.5 流量设定

A.9.7.1.5.1 测试开始后，应在 5 s 内将试验燃料的流量达到额定流量，且偏差应控制在±5%以内。

A.9.7.1.5.2 若预设流量阶段，试验燃料流经过滤元件，则应在正式试验前更换用于预设流量阶段的过滤元件。并且在预设流量阶段结束后，重新测试试验燃料的电导率，应满足 A.9.7.1.4 的要求。

A.9.7.1.6 试验燃料制备

A.9.7.1.6.1 采用电导率测试仪确认空白燃料电导率满足 A.9.7.1.4 的要求。

A.9.7.1.6.2 加入符合 A.4.1.4 要求的抗静电剂，试验燃料的电导率应分别满足 1.5 pS/m~2.5 pS/m 以及 4 pS/m~6 pS/m，

A.9.7.1.6.3 具体操作步骤如下：

- a) 从电荷密度测试系统中取出 8 L 空白燃料；
- b) 从空白燃料中取出 1 L，测量电导率，确认其小于等于 0.2 pS/m；
- c) 再从该空白燃料中取 1 L，精确加入 1 g 的抗静电剂，配制成 1 g/L 的抗静电剂母液，充分混匀；
- d) 精确移出 1 mL 抗静电剂母液，加入 999 mL 空白燃料中，配制成 1 mg/L 储备液，充分混匀；
- e) 利用步骤 d) 制备的储备液以及剩余 5 L 空白燃料，配制 5 份 1 L 的试验样品，试验样品的抗静电剂浓度应覆盖电导率小于 10 pS/m 以内的区间；
- f) 根据标定曲线，查取对应电导率为 2 pS/m 与 5 pS/m 的抗静电剂浓度，依据试验系统内已知空白燃料体积，计算试验燃料达到目标电导率所需的抗静电剂的总质量；
- g) 使用空白燃料配制 1 L 含有计算所得抗静电剂质量的母液；
- h) 将该 1 L 母液分批次加入供油罐的空白燃料中，燃料经旁路回路循环，充分混匀；
- i) 周期性测试试验燃料的电导率，直至读数稳定且满足对应区间要求。

注1：若试验燃料电导率低于目标值，应补加抗静电剂直至满足电导率的要求。

注2：如果电导率超出 1.5 pS/m~2.5 pS/m 或 4 pS/m~6 pS/m 的目标区间，使试验系统中试验燃料经试验壳体旁路回路，并通过白土过滤器循环，直至电导率回落至目标范围。

A.9.7.2 电荷密度测试

A.9.7.2.1 过滤元件预处理

A.9.7.2.1.1 操作过滤元件时应佩戴洁净的橡胶手套。

A.9.7.2.1.2 开展低电导率试验应使用全新的过滤元件，不进行特殊预处理。该批过滤元件重复用于后续两项高电导率的试验；各次试验间隔期间，过滤元件应在洁净环境下存放。

A.9.7.2.2 运行测试

A.9.7.2.2.1 测试需在三个电导率水平下由低到高依次进行。每个电导率水平使用三对待测过滤元件和三个参比过滤元件进行四次重复测试（形成“四联组”），测试矩阵见表 A.6。

A.9.7.2.2.2 在执行一个电导率水平下的测试组测试期间，试验燃料不应回流至供油罐，应全部流入接收油罐。

表A.6 测试矩阵

燃料电导率	测试组1	测试组2	测试组3
$\leq 0.2 \text{ pS/m}$	参比过滤元件	参比过滤元件	参比过滤元件
	待测过滤元件	待测过滤元件	待测过滤元件
	参比过滤元件	参比过滤元件	参比过滤元件
	待测过滤元件	待测过滤元件	待测过滤元件
$1.5 \text{ pS/m} \sim 2.5 \text{ pS/m}$	参比过滤元件	参比过滤元件	参比过滤元件
	待测过滤元件	待测过滤元件	待测过滤元件
	参比过滤元件	参比过滤元件	参比过滤元件
	待测过滤元件	待测过滤元件	待测过滤元件
$4.0 \text{ pS/m} \sim 6.0 \text{ pS/m}$	参比过滤元件	参比过滤元件	参比过滤元件
	待测过滤元件	待测过滤元件	待测过滤元件
	参比过滤元件	参比过滤元件	参比过滤元件
	待测过滤元件	待测过滤元件	待测过滤元件

A.9.7.3 单个“四联组”测试步骤

A.9.7.3.1 对于每个“四联组”按以下步骤进行测试：

- 将参比过滤元件和待测过滤元件分别安装至并联的试验壳体内；
- 试验壳体流通前，启动电流测量仪表与流量计采集数据，应采集至少 15 s 的基线数据；电流测量仪表与流量计初始状态应均为零。
- 向试验壳体中缓慢充入试验燃料，排净壳体内部空气。从试验壳体中流出的燃料全部进入接收油罐。
- 测试试验燃料的电导率与温度；
- 切换流路使试验燃料流经安装参比过滤元件的试验壳体，从流通开始计时，持续采集 60 s 的电流与流量数据；流通启动瞬间快速完成流量最终调节，流量应满足所装过滤元件滤芯额定流量的 $\pm 5\%$ 以内，调节应在流通开始后 5 s 内完成。
- 流通 60 s 后停止试验燃料的流动，继续采集至少 15 s 的电流和流量数据，确认基线未发生漂移；
- 切换流路至安装待测过滤元件的试验壳体，重复步骤 b) ~f)，至此完成第一次比对测试。
- 重复步骤 a) ~g)，完成一个四联组中的第二次比对测试。

A.9.7.3.2 完成一个四联组测试后，测量接收油罐中试验燃料的电导率，若满足对应的电导率要求，则将试验用过的燃料通过试验壳体旁路导回供油罐，使试验过的燃料与罐内未试验的燃料重新混合均匀。检测供油罐中混匀的试验燃料的电导率，若电导率落在下一个四联组的目标区间，应继续开展试验；如不满足，则应补加抗静电剂或进行白土过滤处理，调整至目标电导率。

A.9.7.4 独立单次测试

A.9.7.4.1 如果测试末期出现电流斜率陡峭上升，应将该部分待测过滤元件的测试改为独立单次测试，不再按“四联组”模式进行。

A.9.7.4.2 进行独立单次测试，测试流通时长每次递增 60 s，直至电流斜率符合 A.9.8.2 的要求。

A.9.8 测试结果分析

A.9.8.1 电荷密度（无极性变化）

A.9.8.1.1 取从停止流动前 30 s 到停止流动前 5 s 时间内的平均电流值（ I ）。

A.9.8.1.2 取与电流相同时间段内的平均流量值（ Q ）。

A.9.8.1.3 采用公式 A.10 计算电荷密度。

$$\rho = I/Q \cdots \cdots (A.10)$$

式中：

ρ ——电荷密度，单位为 $\mu\text{C}/\text{m}^3$ ；

I ——平均电流值，单位为 μA ；

Q ——平均流量值，单位为 m^3/s 。

A.9.8.2 时间尺寸（电流斜率检查）

A.9.8.2.1 计算最后 10 s 的电流变化率（ dI/dt ）和电流平均值（ I ），采用 A.11 公式计算时间尺寸。

$$T = I/(dI/dt) \cdots \cdots (A.11)$$

式中：

T ——时间尺寸，单位 s；

I ——平均电流值，单位 μA 。

A.9.8.2.2 如果 $T < 2T_{\text{test}}$ （ T_{test} 为测试时间，标准为 60 s），则判定电流在陡峭上升。

A.9.8.3 修正电荷密度（延长测试）

采用公式 A.12 对原始标准时长（60 s）试验得到的初始电流 I_0 进行修正。基于修正后的电流重新计算电荷密度，完成与参比过滤元件的比对。

$$I_c = I_0 \times (I_{Rb}/I_{Ra}) \cdots \cdots (A.12)$$

式中：

I_c ——修正后的电流，单位 μA ；

I_0 ——初始电流，单位 μA ；

I_{Rb} ——自流通开始后 30 s～55 s 内的平均电流，单位 μA ；

I_{Ra} ——自流通结束前 30 s～结束前 5 s 内的平均电流，单位 μA 。

A.9.8.4 极性变化处理

A.9.8.4.1 极性改变后，选取流通结束前 30 s~5 s 内的电流与流量的平均值。

A.9.8.4.2 若参比过滤元件的电荷极性在某一电导率下发生改变，可使用较低电导率下的测试结果来进行判定。

A.9.8.4.3 若待测过滤元件的电荷极性发生改变，应结合多个电导率下的测试结果进行综合判断。

A.10 试验取样

A.10.1 取样工具

应在距试验过滤分离器的进口和出口10倍管径的距离内，设置一个面向上游的取样探头，在其上游应保证有长度为5倍管径的无障碍管线。取样管的布置和尺寸、管道系统上游的取样工具应防止颗粒或水的沉降。

A.10.2 取样方法及取样量

取样按GB/T 4756、GB/T 27867 或SH/T 0635进行。取样量应满足表A.7要求。

表A.7 聚结滤芯相容性试验要求

序号	测量项目	取样量
1	纤维脱落	不少于11 L
2	固体颗粒污染物含量（非连续）	不少于4 L
3	固体颗粒污染物含量（连续）	不多于11 L
4	游离水含量	符合测定仪器的要求
5	水分离指数	不少于0.5 L
6	燃料电导率	覆盖电导仪的电极

A.10.3 取样时间

滤芯级性能试验应按表A.8所规定的时间取样；整机级性能试验应按表A.9所规定的时间取样。

A.11 试样分析

试样分析应采用下列方法：

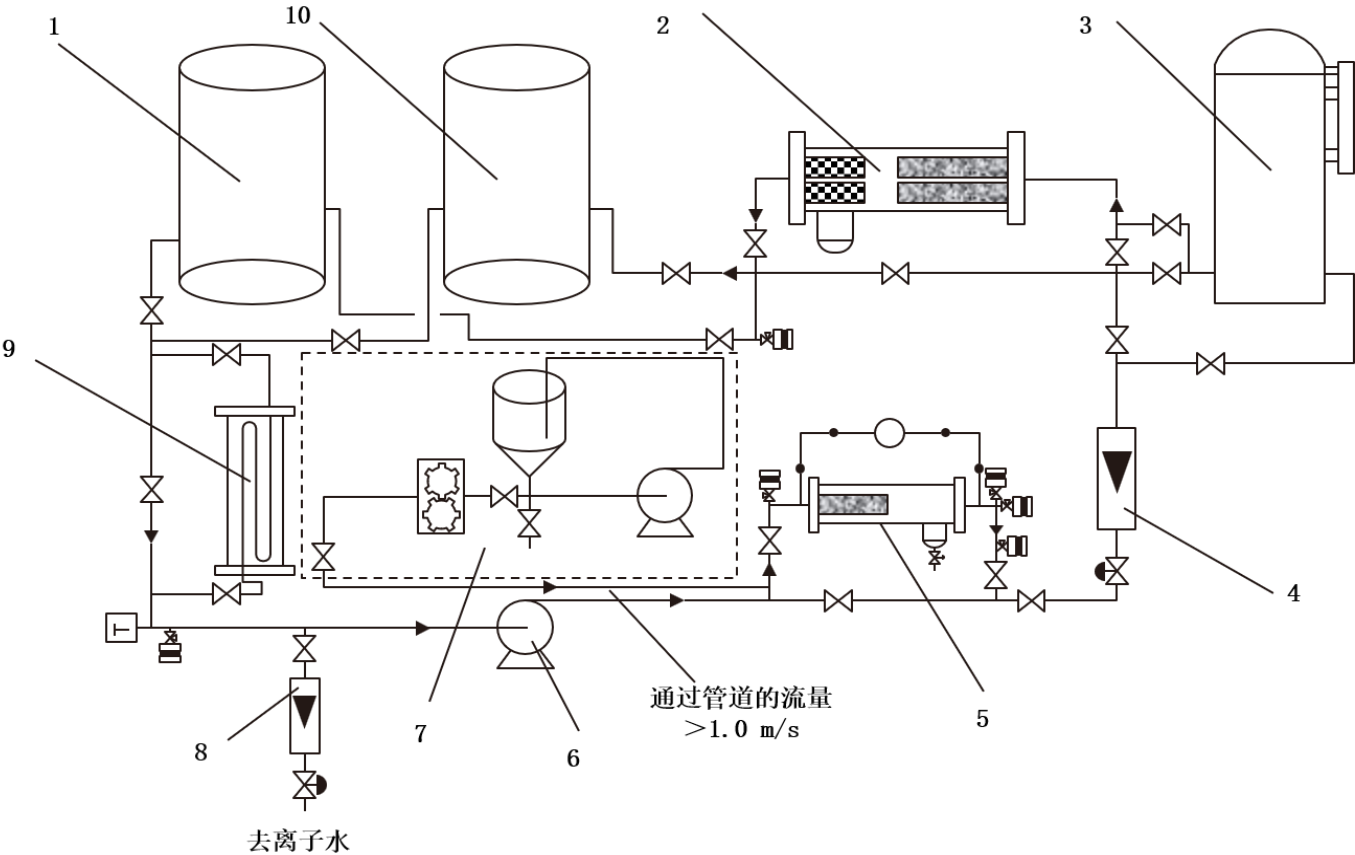
- 水分离指数分析方法按 SH/T 0616；
- 纤维含量分析方法按附录 C；
- 固体颗粒污染物含量分析方法按 SH/T 0093；
- 游离水含量分析方法按 ASTM D3240 要求或化学测水器膜片试纸法；
- 燃料电导率分析方法按 GB/T 6539（燃料电导率的测定应在取样后 5 min 内完成）。

表A.8 滤芯级性能试验取样步骤及方法

试验项目	相关章节	取样时间	油样体积/L	目的	取样次数	取样点
滤芯调节 纤维脱落	A. 5. 3	开始	≥ 0.5	水分离指数	2	油罐
		连续	≥ 11	纤维脱落	1	调节装置出口
清洁滤芯的脱水 试验	A. 5. 4	在5 min, 10 min, 20 min 和 30 min	按ASTM D3240要求或 化学测水器膜片试纸 法的要求	游离水含量	4	试验装置出口
纳污能力试验	A. 5. 5	每隔15 min “关-开” 过程的 前、后	≥ 4	固体颗粒污染物含量	10	试验装置出口
污染滤芯的脱水 试验（注水量为 0. 01%）	A. 5. 6	在2 min, 5 min, 15 min, 30 min, 45 min, 60 min, 75 min, 90 min, 105 min, 120 min, 135 min和150 min ^{a)}	按ASTM D3240要求或 化学测水器膜片试纸 法的要求	游离水含量	12	试验装置出口
污染滤芯的脱水 试验（注水量为 3%或0. 5%）	A. 5. 6	在2 min, 5 min, 10 min, 20 min和30 min ^{a)}	按ASTM D3240要求或 化学测水器膜片试纸 法的要求	游离水含量	5	试验装置出口
注：“关-开”后——测试继续进行，直至获得样品。						

表A.9 整机级性能试验取样步骤及方法

试验	相关章节	取样时间	油样体积/L	目的	取样次数	取样点
纤维脱落	A. 6. 3	开始	≥ 4	水分离指数	2	油罐
		连续	≥ 11	纤维脱落	1	过滤分离器出口
清洁过滤分离器的脱水试验	A. 6. 4	在5 min, 10 min, 20 min和30 min ^{a)}	按ASTM D3240要求或化学测水器膜片试纸法的要求	游离水含量	4	过滤分离器出口
纳污能力试验	A. 6. 5	每隔15 min “关-开” 过程的前、后	≥ 4	固体颗粒污染物含量	6	过滤分离器出口
污染过滤分离器的脱水试验（注水量为0.01%）	A. 6. 6	在2 min, 5 min, 15 min, 30 min, 45 min, 60 min, 75 min 和 90 min ^{a)}	按ASTM D3240要求或化学测水器膜片试纸法的要求	游离水含量	8	过滤分离器出口
污染过滤分离器的脱水试验（注水量为3%或0.5%）	A. 6. 6	在2 min, 5 min, 10 min 和 15 min ^{a)}	按ASTM D3240要求或化学测水器膜片试纸法的要求	游离水含量	4	过滤分离器出口
注：“关-开”后——测试继续进行，直至获得样品。						



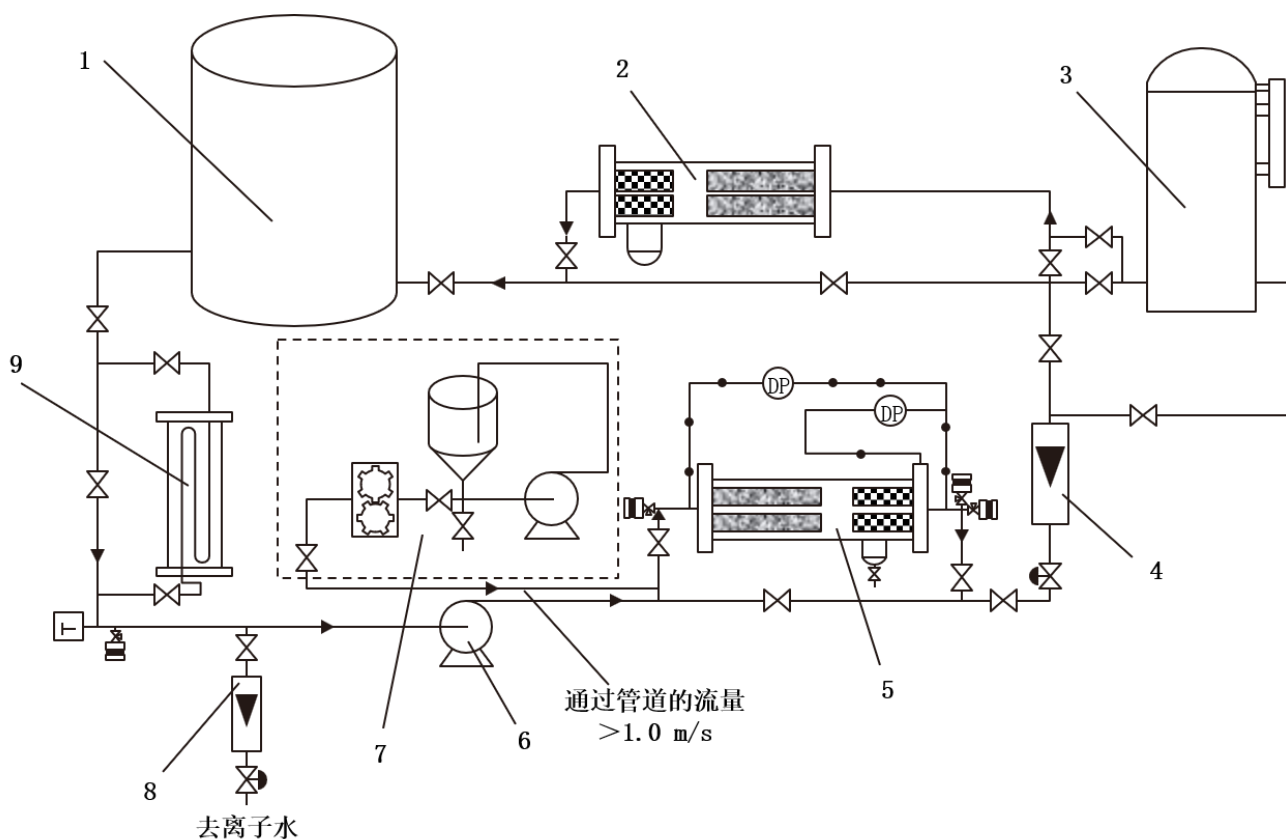
标引序号说明：

- 1——油罐
- 2——净化过滤器
- 3——白土过滤器
- 4——流量计
- 5——滤芯试验装置
- 6——离心泵
- 7——固体颗粒污染物加注系统
- 8——水流量计
- 9——热交换装置

注1：油罐可根据具体情况增加，所有样品探头均按照ISO 3170安装，应对流量计、差压计、浆料流量以及离心泵的转速进行校准。

注2：滤芯试验装置可以是立式过滤分离器。

图A. 1 滤芯级性能试验系统



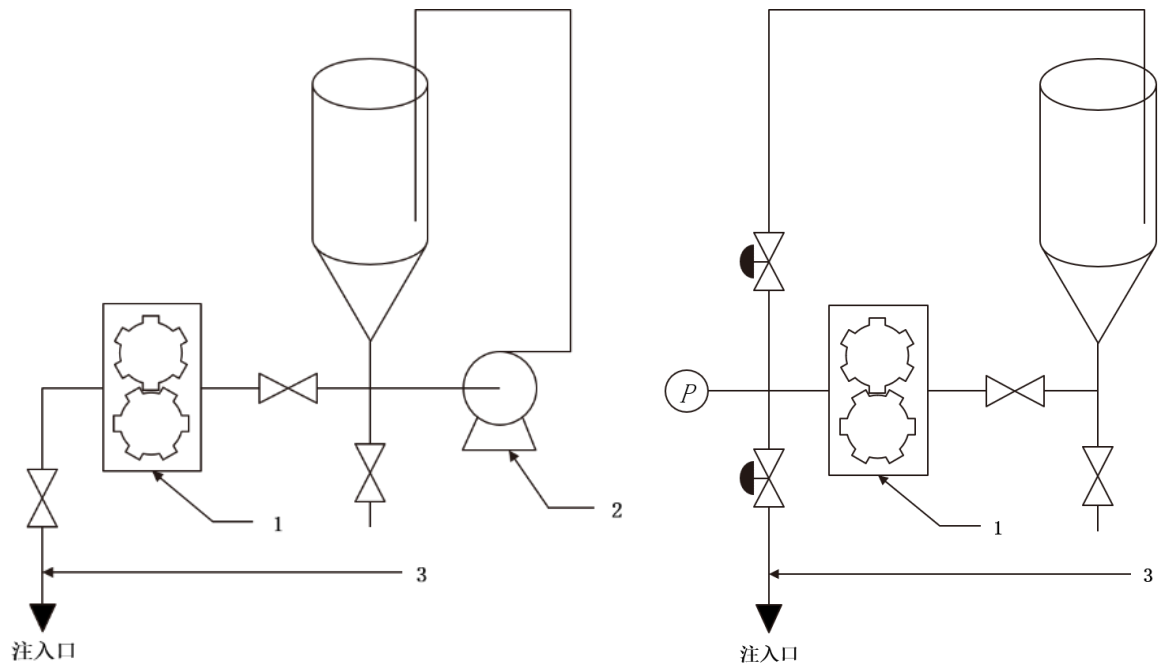
标引序号说明：

- 1——油罐
- 2——净化过滤器
- 3——白土过滤器
- 4——流量计
- 5——整机试验装置
- 6——离心泵
- 7——固体颗粒污染物加注系统
- 8——水流量计
- 9——热交换装置

注1：油罐数量可根据具体情况增加，所有样品探头均按照ISO 3170安装，应对流量计、差压计、浆料流量以及离心泵的转速进行校准。

注2：整机试验装置可以是立式过滤分离器。

图A.2 整机级性能试验系统

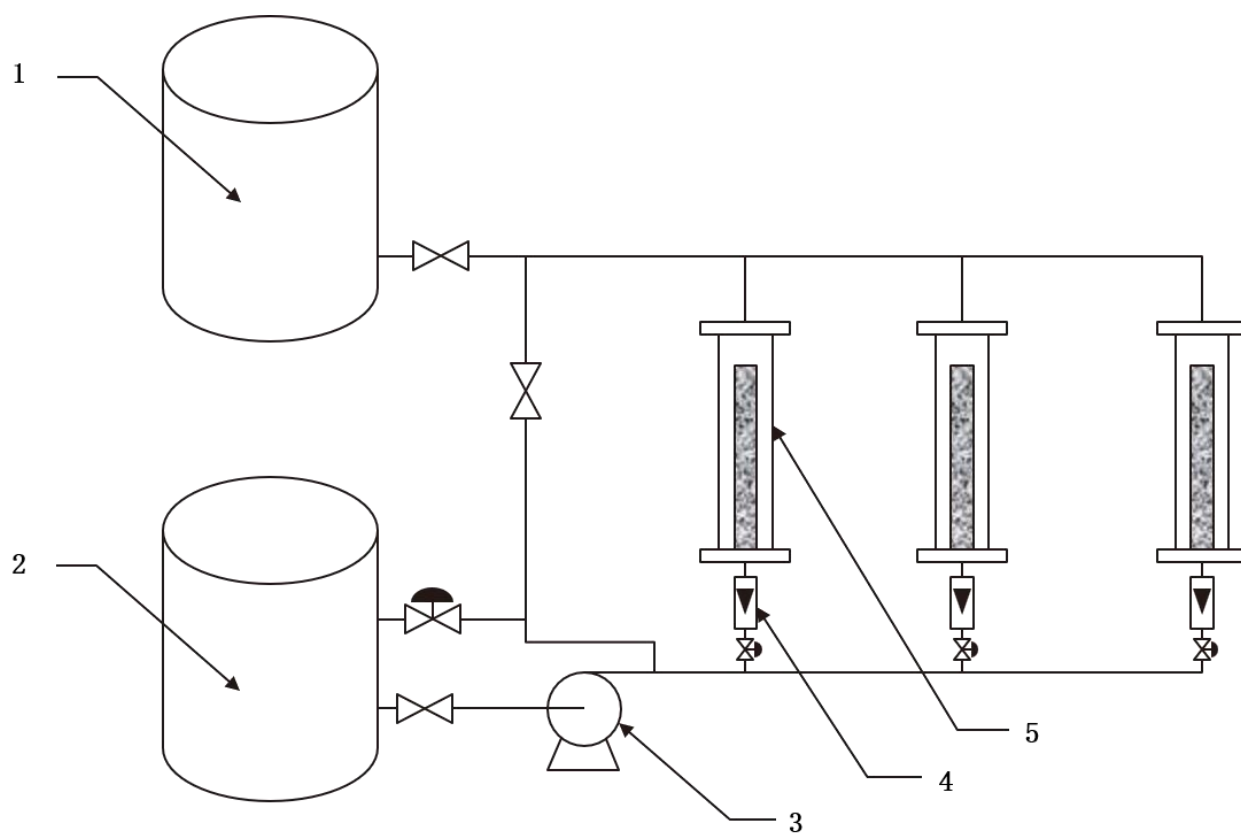


a) 固体颗粒污染物加注系统（方案一）
b) 固体颗粒污染物加注系统（方案二）

标引序号说明：
1——变频容积式泵；
2——泵（循环速率 $\geq$ 初始罐容积/分钟的20%，注入速率应通过流量计和/或液位变化来测量）
3——流速 $\geq 1.0\text{ m/s}$ 且雷诺数 >2500 ；

注：固体颗粒加注系统根据实际情况进行选择。浆料体积浓度由流速确定（最大15 g/L）。

图A. 3 固体颗粒污染物加注系统



标引序号说明：

1——用后燃料油罐

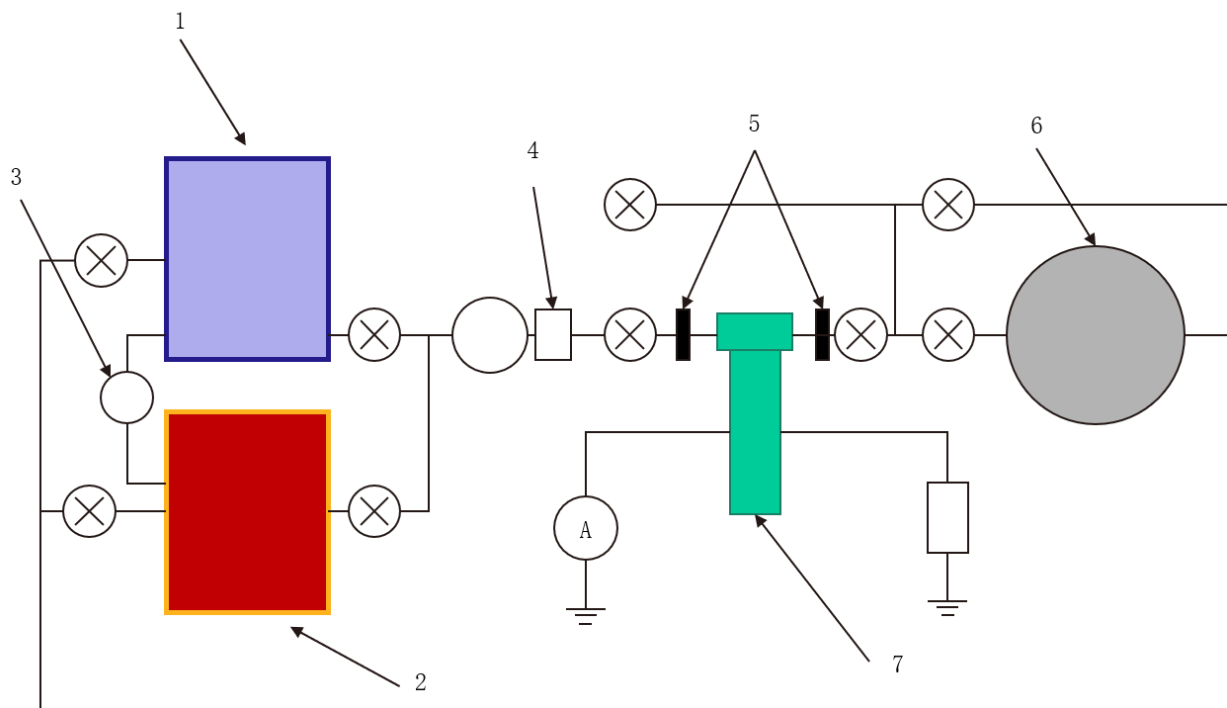
2——油罐

3——泵

4——流量计

5——调节装置

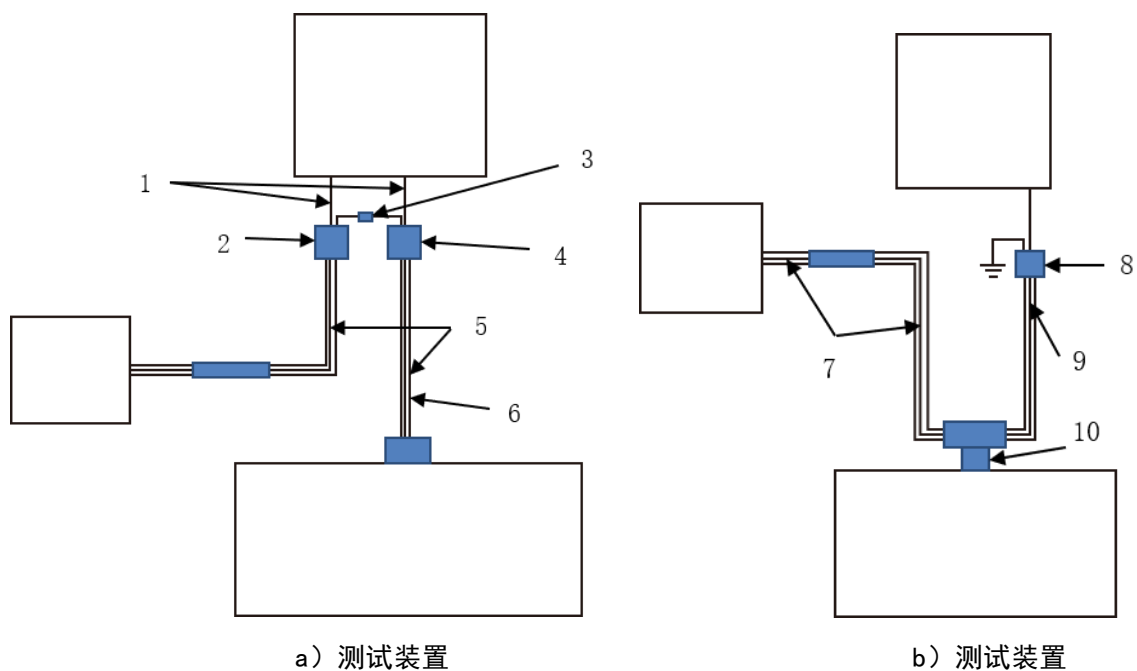
图A.4 滤芯调节装置



标引序号说明：

- 1——用后燃料油罐
- 2——油罐
- 3——泵
- 1——供油罐
- 2——接收油罐
- 3——回流泵
- 4——流量控制元件
- 5——绝缘法兰
- 6——白土过滤器
- 7——过滤壳体

图A. 5 电荷密度试验系统



标引序号说明：

- 1——供油罐
- 1——内导体接外壳
- 2——BNC铲形端子转接器
- 3——外导体互相连通
- 4——BNC铲形端子转接器
- 5——BNC同轴电缆线
- 6——外导体接地，接仪表机壳或接外导体互连点
- 7——BNC同轴测试引线
- 8——BNC转铲形（叉形）端子转接器
- 9——BNC同轴测试引线
- 10——BNC三通接头

图A. 6 电流测试装

附 录 B
(规范性)
固体颗粒污染物加注方法

B.1 固体颗粒污染物准备

固体颗粒污染物应干燥（在100 °C下加热3 h）且不应有3 mm以上的大颗粒团。

B.2 固体颗粒污染物配比

固体颗粒污染物应由90%的符合ISO 12103-1标准的A1（超细）试验粉尘和10%的R-9998红色氧化铁组成。

B.3 浆体制备

应按下面的方法制备浆体：

- a) 将称量好的固体颗粒污染物直接加到盛有一定体积的试验燃料的浆体罐中；
- b) 将要加注的固体颗粒污染物调和成一定浓度的浆体，直接注入浆体罐中；
- c) 将要加注的固体颗粒污染物调和成一定浓度的浆体，从浆体循环系统（见图 A.3）的某一点注入。

B.4 浆体加注

B.4.1 固体颗粒污染物浆体注入系统前应在罐内至少循环20 min。

B.4.2 固体颗粒污染物浆体通过计量泵注入试验燃料系统，其流量应保证试验燃料的固体颗粒浓度为19 mg/L。若浆体罐中的浆体在固体颗粒污染物加注过程中没加完，则在剩余的浆体中加入相同比例的固体颗粒污染物。

附 录 C
(规范性)
纤维含量测定方法

C.1 适用范围

本方法适用于航空燃料中的纤维含量的测定。

C.2 试验器材

应使用下列器材：

- 1 000 mL 以上、带刻度的玻璃容器；
- 在线取样器；
- 微孔滤膜，孔径 0.8 μm ；
- 香柏油；
- 显微镜。

C.3 试验方法

C.3.1 将微孔滤膜装入在线取样器的膜片盒。

C.3.2 用在线取样器在规定的取样点从试验系统中取出1 000 mL的试验燃料。

C.3.3 从在线取样器的膜片盒内取出微孔滤膜，在该滤膜上涂以香柏油，放在载物片上。

C.3.4 用显微镜读出整个滤膜表面上的纤维数。

C.4 试验结果

从滤膜表面上读出的纤维数，即为试样中的纤维含量。

参 考 文 献

- [1] EI specification 1581 航空燃油过滤分离器的规格和实验室资格认证程序
(Specifications and laboratory qualification procedures for aviation fuel filter water separators)
- [2] EI specification 1589 航空燃油滤芯及燃油传感装置材料相容性试验 (Materials compatibility testing for aviation fuel filter elements and fuel sensing devices)
- [3] EI specification 1596 航空燃油过滤分离器壳体的设计与建造规范 (Design and construction of aviation fuel filter vessels)
-