

民航行业标准  
《可持续航空燃料原料质量控制要求  
工业级混合油》

# 编制说明

《可持续航空燃料原料质量控制要求 工业级混合油》编制组  
2026 年 9 月

## 一、工作简况

### （一）任务来源

《可持续航空燃料原料 第 1 部分 工业级混合油》为 2026 年标准计划外项目，标准编制周期为 12 个月。该标准由中国民用航空局航空器适航审定司提出，牵头起草单位为中国民用航空总局第二研究所。

### （二）主要起草单位和编制组成员

起草单位：中国民用航空总局第二研究所等。

主要起草人：杨智渊、胡晓佳、周宁等。

### （三）标准制定的背景、目的和意义

#### 1. 背景

我国可持续航空燃料（SAF）已进入快速发展阶段，截至目前，已有 6 家生产企业通过适航审定，总产能达 145 万吨/年，还有十余家企业超过 200 万吨产能正在建设中，并将陆续提交适航审定申请。目前已开工建设的 SAF 生产商均采用酯和脂肪酸类加氢（HEFA）工艺，其原料主要来源于废弃油脂。过去审查发现，废弃油脂实际上并不能直接作为原料使用，在进入 SAF 生产装置前，还应经过一定预处理，形成工业级混合油（以下简称“工混”）后才能作为 SAF 的原料。由于国内尚未制定统一的工混质量控制标准，市场流通原料质量参差不齐，各 SAF 生产企业需自行制定内控指标并额外配置预处理装置。鉴于工混现已成为 SAF 的核心原料，质量不稳定将直接影响 SAF 生产工艺稳定性，从而导致产品质量风险，因此，应尽快制定工混

的质量控制标准，加大对原料的监管力度，避免因标准缺失导致 SAF 产品质量的波动，从而导致安全隐患。

## 2. 目的

制定作为 SAF 原料的工混的行业标准，明确其质量控制、测试方法和质量交接等要求，规范工混的产品质量，解决目前工混产品质控要求不统一、质量不稳定的问题，降低适航审定风险，保障飞行安全。

## 3. 意义

SAF 作为支撑民航业碳减排目标落地、契合国家能源安全战略的核心绿色新型燃料，其原料的质量管控直接决定航空运行安全与减排成效，是产业规模化发展的核心前提。当前，全球范围内 SAF 原料领域尚未形成统一标准体系，尤其国内 SAF 原料领域质控标准处于空白状态；我国 SAF 产业链各主体只能依托自定内控要求开展原料采购与预处理，不仅造成行业管理缺乏统一依据、市场秩序亟待规范，更给航空运行安全带来潜在风险，严重制约产业高质量发展。

本标准立足产业发展迫切需求，突破现有“无标可依”的行业困境，创新性开展我国 SAF 原料质量系统性、体系化研究——通过深度调研与多维度技术论证，首次构建覆盖原料质量控制核心维度的科学评价指标，进而制定国内首个 SAF 原料质量控制标准，填补该领域国内技术空白。项目成果不仅能为行业管理提供统一规范、为航空安全筑牢质量屏障，更将为我国民航绿色低碳转型、参与全球 SAF

标准规则制定与国际谈判提供核心技术支撑，有力引领并推动我国 SAF 产业实现标准化、规范化、高质量发展，彰显我国在绿色航空燃料领域的技术优势与产业主导权。

#### （四）主要工作过程

##### 1. 组建编制组

牵头单位民航二所承担方案设计、项目研究、项目管理和标准编制的主要工作，于 2025 年 9 月成立标准编制组后，通过引用国家或行业权威测试方法、收集行业数据、企业走访调研以及专家研讨座谈等方式对 SAF 全产业链现状深度调研，了解 SAF 原料发展和应用现状，为标准制定做好准备。

##### 2. 调研

编制组于 2025 年 9 月启动标准编制调研工作，主要调研情况如下：

（1）2025 年 9 月 4 日，赴浙江油星人科技有限公司调研杭州餐厨废油收运现状，了解到餐厨垃圾分离出的餐厨废油“毛油”水分含量大约 10%；同时发现作为 SAF 的源头原料，餐厨废油收运中存在很多不规范的问题（如分类不规范、非法渠道倒卖废油等）。

（2）2025 年 9 月 22 日，赴四川城卫节能环保科技集团有限公司调研，了解其收集废弃泔水油和地沟油后处理情况，主要关注酸价、硫、金属和甘油三酯等指标。

（3）2025 年 10 月 11 日，编制组在成都召开工混质量控制标准制定技术研讨闭门会，邀请了成都海关技术中

心、连云港嘉澳新能源有限公司、北京海新能源科技股份有限公司、四川金尚环保科技有限公司、四川城卫节能环保科技集团有限公司、山高环能集团股份有限公司、重庆赤华生物能源有限公司、浙江油星人科技有限公司以及成都亿科环境科技有限公司等 SAF 产业链以及相关单位专家，交流了工混质量控制现状，研讨工混质量控制标准的主要技术内容。

（4）2025 年 11 月 17 日至 12 月 3 日，编制组分别调研了易高生物化工科技（张家港）有限公司、山高环能集团股份有限公司以及四川金尚环保科技有限公司原料采购及预处理情况，了解到各单位的工混采购质量要求和进加氢装置前质量要求。

（5）2025 年 12 月 8 日，编制组线上召开了第二次标准制定技术研讨闭门会，邀请了成都海关技术中心、中国质量认证中心、连云港嘉澳新能源有限公司、北京海新能源科技股份有限公司、易高生物化工科技（张家港）有限公司、山东海科化工有限公司、四川金尚环保科技有限公司、四川城卫节能环保科技集团有限公司、山高环能集团股份有限公司、重庆赤华生物能源有限公司、浙江油星人科技有限公司以及成都亿科环境科技有限公司等 SAF 产业链以及相关单位专家，回顾了首次闭门会形成的标准草案初稿，重点围绕工混的关键质量指标进行深入技术论证与标准值确定。

### 3. 立项评审

2026 年 4 月 9 日，中国民航科学技术研究院（以下简称“航科院”）组织该项目立项评审。评审组对项目的必要性、可行性、主要内容、工作计划以及项目预期成果等方面进行了评审。该项目目标明确、内容全面、方案可行。项目成果对降低适航审定监管风险有重要的意义。评审组一致同意该项目立项，并提出以下意见：

（1）进一步明确应用范围，聚焦质量控制要求，完善标准名称；

（2）关注关键技术指标要求及测试方法。

#### 4. 标准编制

自 2025 年 11 月起，编制组启动标准起草工作。

（1）编制组内部多次就标准草案的编制思路和方法、架构及技术部分、概述及其他相关内容进行交流研讨。

（2）2026 年 6 月 3 日，编制组在成都召开了第三次标准研讨会，此次会议上来自原料供应商、燃料生产商、油料供应单位等 20 家标准参编单位的多位专家就工混 11 项质量控制指标——硫含量、氮含量、氯含量、水分及挥发物、酸值、不溶性杂质、不可皂化物、磷含量、元素（铝、钡、硼、钙、铬、铜、铁、铅、镁、锰、钼、镍、磷、钾、硅、银、钠、锡、钛、钒、锌）含量、皂化值和腰果酚含量，以及测试方法进行了研讨，为本标准的制订工作提供了重要的技术支撑。

(3) 编制组向航科院提交标准草案，航科院对标准文本书写的规范性进行审查，经编制组与航科院多次讨论沟通，形成较为完善的标准草案初稿。

## 5. 中期评审

2026 年 7 月 30 日，航科院法标所组织召开了《可持续航空燃料原料 第 1 部分 工业级混合油》民航行业标准技术（中期）评审会。评审组听取了编制组对《可持续航空燃料原料 第 1 部分 工业级混合油》征求意见稿草案编写情况的汇报，并逐条评审，形成评审组意见如下：

1. 建议修改标准标题为《可持续航空燃料原料质量控制要求 工业级混合油》；
2. 修改完善“工业级混合油”的术语定义；
3. 进一步核实优化表 1 中指标限值及测试方法；
4. 依据产业现有实际运行情况，优化完善质量控制的有关要求。

评审组一致同意《可持续航空燃料原料 第 1 部分 工业级混合油》通过技术评审（中期），建议标准起草单位尽快根据上述意见进行修改完善，形成标准征求意见稿，广泛征求意见。

## 6. 形成标准征求意见稿

2026 年 8 月至 9 月，编制组充分采纳评审专家提出的意见建议，对标准文本开展多轮修改完善；在此基础上，听取行业及标准化专家对修改稿的审核意见，编制组对照审核意见，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、试验方法、试验规则等）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

编制组在充分研究和梳理国内外相关标准和调研国内餐厨废弃油脂产业链实际情况的基础上，参考了民航相关规章要求、国际组织相关材料，按照通用性、指导性、协调性、兼容性等原则制定该标准。

#### 1. 通用性原则

本标准提出的标准适用于各类餐厨废弃油脂来源的航空燃料，通用性强。

#### 2. 指导性原则

目前民航业内尚未有针对工混这一目前 SAF 最重要原料的质量控制标准，本标准提出的方法能为各类餐厨废弃油脂来源的工混质量保障起到指导作用。

#### 3. 协调性原则

本标准提出的要求与目前国内相关法律法规、民航规章、国际民航组织标准、国际通用的相关标准等无冲突。

#### 4. 兼容性原则

本标准既满足国际民航业通行标准，又适用于国内实际情况。

### （二）标准主要内容

本标准共包括 5 章正文。

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。

第 4 章为质量要求和测试方法，对工混的质量控制要求和测试方法进行完整阐述，包括硫含量、氮含量、氯含量、水分及挥发物、酸值、不溶性杂质、不可皂化物、磷含量、元素含量及皂化值，共计 10 个指标。

第 5 章为质量交接要求，涵盖供应方和接收方的质量交接责任。

### 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、主要试验或验证的分析、综述报告、技术论证、预期的经济效益和社会效益

#### （一）主要试验或验证的分析、综述报告、技术论证

工混作为目前 SAF 最重要的原料，由各类活动（包括日常生活中餐饮服务、食品生产加工以及食品现制现售等）中产生的废弃动植物油脂和含油废水通过加工得到。由于国内外均没有统一的针对 SAF 的工混质量标准，交易的工混质量参差不齐，行业通行做法是由各 SAF 生产企业根据自身能力，制定内控指标自行研判。对于不满足要求的工混，企业必须增加原料预处理装置以满足工艺要求，预处理能力弱的企业，则面临巨大的 SAF 质量风险。

编制组从 2025 年起对国内现有的 SAF 原料相关标准进行持续跟踪和收集，并收集了国内 SAF 产业常用的工混采

购质量要求和进加氢装置前质量要求，根据实际情况提出了用于制备 SAF 的工混的定义、质量控制要求和测试方法。

## 1. 工混定义

编制组收集了《财政部 国家税务总局关于对利用废弃的动植物油生产纯生物柴油免征消费税的通知》《财政部 国家税务总局关于明确废弃动植物油生产纯生物柴油免征消费税适用范围的通知》《上海市餐厨废弃油脂处理管理办法》《北京市昌平区餐厨废弃油脂管理工作方案》《成都市餐厨垃圾管理办法(修订)》《重庆市废弃食用油脂管理规定(试行)》等相关的 SAF 原料管理办法以及国家能源局发布的行业标准 NB/T 13007《生物柴油(BD100)原料废弃油脂》，结合以上文件内容，对“工业级混合油”这一概念进行了定义。

## 2. 工混质量控制要求

编制组收集了 10 家 SAF 生产商的回复及 30 批次工混的采购和进加氢装置的指标及要求。采购质量要求主要集中在酸值、水杂、皂化值、不可皂化物、氯含量、氮含量、硫含量、磷含量、总金属含量、不溶性杂质、总脂肪酸甲酯、碘值、密度、单甘酯、总脂肪含量、游离脂肪酸含量、酯含量以及聚乙烯等指标；进加氢装置前质量要求主要集中在密度、硫含量、氮含量、氯含量、水分及挥发物、酸值、游离脂肪酸、不溶性杂质、不可皂化物、聚乙烯、总金属含量、磷含量、钠含量、硅含量、皂化值、脂

肪酸甲酯、单甘酯、总脂肪含量以及聚乙烯等指标，不同厂家指标要求及测试方法也不尽相同。

编制组通过调研及研讨发现，不同厂家均根据自身工艺特点、原料来源、检测能力等选取不同的工混质量指标要求和测试方法，必须取长补短，兼顾行业利益选择最适用的质量控制指标，最终编制组决定选择硫含量、氮含量、氯含量、水分及挥发物、酸值、不溶性杂质、不可皂化物、磷含量以及元素（铝、钡、硼、钙、铬、铜、铁、铅、镁、锰、钼、镍、磷、钾、硅、银、钠、锡、钛、钒、锌）含量和皂化值含量作为工混质量控制指标，并确定了相应要求。

### 3. 工混质量控制指标测试方法

工混的每个质量控制指标往往都可以应用不同的测试方法，为选择适合的测试方法，最大限度减少测试误差，编制组对选择的每个指标的常用测试方法都做了考察和比较，最终选择合适的测试方法和仲裁方法。

#### （1）硫含量

硫元素会与催化剂活性金属组分发生强化学吸附，生成稳定的金属硫化物覆盖催化剂活性位点，造成催化剂中毒；硫在高温高压加氢工况下会转化为硫化氢，造成设备堵塞、腐蚀。同时，生物基原料硫含量低，化石基组分的硫含量普遍偏高，硫指标检测间接筛查并杜绝混入化石基成分。目前测定油品中硫含量的主要测试方法有紫外荧光

法、X 射线荧光光谱法（又分为能量色散法和波长色散法）、微库伦法和燃灯法（见表 1）。

表 1 油品中硫含量的主要测试方法

| 测试方法                   | 国内现行有效标准                          | 国外现行有效标准                  |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 紫外荧光法 (UVF)            | GB/T 34100-2017<br>SH/T 0689-2000 | ASTM D5453-2025           |
| 能量色散 X 射线荧光法 (EDXRF)   | GB/T 17040-2019                   | ASTM D4294-2024           |
| 波长色散 X 射线荧光法 (WDXRF)   | GB/T 11140-2008<br>(修改采用 D2622)   | ASTM D2622-2026           |
| 单波长色散 X 射线荧光法 (MWDXRF) | NB/SH/T 0842-2017<br>(修改采用 D7039) | ASTM D7039-2024           |
| 微库仑法                   | NB/SH/T 0253-2021                 | ASTM D3120-2025           |
| 燃灯法                    | GB/T 380-1977<br>(1988)           | ASTM D1266<br>(2025 年已废止) |

紫外荧光法通过将样品高温燃烧使硫完全转化为二氧化硫，利用二氧化硫在特定波长紫外光照射下产生的荧光强度进行定量分析。该方法检出限低至 0.1mg/kg；不受样品颜色、酸值和基体组成的影响，精密度高，是国际国内通用的低硫油品硫含量测定标准方法。

X 射线荧光光谱法利用 X 射线照射油品试样，使硫原子内层电子受激跃迁并释放特征荧光射线，荧光强度与样品中硫元素含量成正比，采用标准样品建立校准曲线完成定量，该方法样品无需化学消解、直接装样检测、分析速度快、操作简便，适合大批量油品快速检测，但易受氧、重金属等基体组分干扰，超低硫样品检测精度不及紫外荧光法。

微库仑法是试样经高温裂解氧化将有机硫转化为二氧化硫后进入含碘电解液，二氧化硫与滴定池内碘发生定量还原反应，仪器通过电解生成碘补充消耗的碘并记录电解电量，依据法拉第电解定律换算硫含量，方法适用硫含量约 0.1 ~ 1000mg/kg 的轻质液态石油产品，具备检出限低、灵敏度高、分析速度较快的优势，但易受卤素、氮化物等杂质干扰，且裂解温度、气体流量与电解液状态会影响检测稳定性，对仪器条件和操作规范性要求较高。

燃灯法通过燃烧油品，以碳酸钠溶液吸收二氧化硫并滴定测硫，仅适用于汽油、煤油等轻质低蒸气压油品。该方法存在诸多短板：重质油燃烧不完全易造成硫损失，人工操作多、数据重复性差、检测耗时久，检出限无法满足超低硫检测要求，氯、氮杂质会干扰结果，还存在废气污染、耗材消耗大等问题，目前已逐步被紫外荧光、X 射线荧光等仪器分析法取代。

根据以上分析，结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定硫含量测试方法为 SH/T 0689 和 NB/SH/T 0842，仲裁方法为 SH/T0689。

(2) 氮含量

原料中即使存在痕量的氮也可能使加氢过程中的催化剂中毒，无法确保产品质量，因此必须对氮含量做出限制。目前测定油品中氮含量的主流方法有氧化燃烧-化学发光法、元素分析法和改进克氏法（见表 2）。

表 2 油品中氮含量的主要测试方法

| 测试方法       | 国内现行有效标准                                                            | 国外现行有效标准                           |
|------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 氧化燃烧-化学发光法 | NB/SH/T 0704-2011<br>(修改采用 D5762)<br>SH/T 0657-2007<br>(修改采用 D4629) | ASTM D5762-2024<br>ASTM D4629-2024 |
| 元素分析仪法     | NB/SH/T 0656-2017<br>(修改采用 D5291)<br>GB/T 46133-2025                | ASTM D5291-2026                    |
| 改进克氏法      | GB/T 9170-1988<br>(修改采用 D3228)                                      | ASTM D3228-2022                    |

氧化燃烧-化学发光法通过将样品在富氧条件下高温燃烧，使氮元素完全转化为一氧化氮，一氧化氮与臭氧反应生成激发态二氧化氮，其回到基态时发出的化学发光强度

与氮含量成正比。该方法专门针对痕量氮测定，检出限低至 0.1ppm，干扰少，结果准确；操作相对简单，分析速度快。

元素分析法可同时测定碳、氢、氮等多种元素，但设备昂贵，且工业级混合油中高含量的氧和有机物可能导致燃烧不完全，影响氮元素的转化效率。

改进克氏法操作繁琐、分析周期长（单次测定需 4 小时以上），且检出限高，无法满足本标准的检测要求。

根据以上分析，结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定氮含量测试方法为 NB/SH/T 0704、GB/T 46133 以及 SH/T 0657，仲裁方法为 NB/SH/T 0704。

### （3）氯含量

油品中的氯元素可造成生产装置腐蚀，控制油品中的氯含量，有针对性地采取措施，可减缓或避免氯腐蚀生产设备。目前测定油品中氯含量的主流方法有 X 射线荧光法、微库仑法和燃烧-离子色谱法（见表 3）。

X 射线荧光法操作简便、分析速度快、无需复杂前处理，适合现场快速筛查与批量检测，但检出限偏高，难以测定微量氯，易受基体干扰；微库仑法灵敏度适中、准确度较好，是油品氯含量常规检测的常用方法，设备成本适中，不过对实验环境、载气纯度及操作熟练度要求较高，高硫、氮杂质易造成干扰；燃烧-离子色谱法检出限最低、抗干扰能力强、定量精准，可实现超微量氯的检测，适用

范围广，缺点是样品前处理流程繁琐、分析周期长，仪器投入与运维成本也相对更高。

根据以上分析，结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定氯含量测试方法为 NB/SH/T 0977、SH/T 1147 和 GB/T 40111，仲裁法为 NB/SH/T 0977。

表 3 油品中氯含量的主要测试方法

| 测试方法                   | 国内现行有效标准                        | 国外现行有效标准                           |
|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 单波长色散 X 射线荧光法 (MWDXRF) | NB/SH/T 0977-2019               | ASTM D7536-2024                    |
| 微库伦法                   | GB/T 18612-2011<br>(修改采用 D4929) | ASTM D4929-2024                    |
|                        | SH/T 1147-2025<br>(修改采用 D5808)  | ASTM D5808-2023<br>UOP779-2008     |
| 燃烧-离子色谱法               | GB/T 40111-2021                 | ASTM D7994-2025<br>ASTM D7359-2023 |

(4) 水分及挥发物

水分会破坏 HEFA 工艺中加氢异构化催化剂、干扰加氢脱氧-异构化的主反应、提升设备运行与腐蚀风险，同时是 SAF 产品重要检测指标。油品中水分及挥发物测试方法主要为干燥法，结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定水分及挥发物含量测试方法为 GB 5009.236 和 ISO 662，仲裁法为 GB 5009.236。

### （5）酸值

酸性物质可能对加工设备（如反装置、管道等）产生腐蚀作用，影响设备寿命和工艺稳定性。控制酸值可减少设备腐蚀风险，延长设备使用寿命，降低维护成本，确保生产过程的连续性和稳定性。油品酸值测试方法一般采用滴定法，分为电位滴定法和指示剂滴定法（见表 4）。电位滴定法以电位突跃判定终点，不受油品颜色、浑浊影响，准确度与重复性好，适配深色、重质油品；指示剂滴定法靠酚酞等指示剂目视判终点，操作简单、设备廉价，但深色油品易遮挡终点，误差偏大，多用于浅色轻质油品及现场快速检测。

表 4 油品酸值的主要测试方法

| 测试方法       | 国内现行有效标准                  | 国外现行有效标准     |
|------------|---------------------------|--------------|
| 冷溶剂自动电位滴定法 | GB 5009.229-2025<br>(第二法) | ISO 660-2020 |
| 冷溶剂指示剂滴定法  | GB 5009.229-2025<br>(第一法) | ISO 660-2020 |
| 热乙醇指示剂滴定法  | GB 5009.229-2025<br>(第三法) | ISO 660-2020 |
| 分光光度法      | GB 5009.229-2025<br>(第四法) | —            |

结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定酸值测试方法为 GB 5009.229 和 ISO 660，仲裁法为 GB 5009.229。

#### （6）不溶性杂质

不溶性杂质会造成反应器及核心设备机械磨损与堵塞、影响催化剂活性，同时可能成为副反应的催化剂。目前测定油品中不溶性杂质的方法有溶剂溶解-过滤称重法、离心法和干烧法。

离心法和干烧法是行业常用的快速筛查方法，但精密度差。干烧法会将部分挥发物和热不稳定物质计入杂质，导致结果偏高；离心法可能无法分离细小的悬浮杂质，结果偏低。

溶剂溶解-过滤称重法将样品用石油醚溶解后，通过已恒重的滤纸过滤，不溶性杂质留在滤纸上，烘干至恒重后通过质量差计算杂质含量。该方法能够分离不溶于石油醚的固体杂质，结果更加准确可靠。

结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定不溶性杂质测试方法为 GB/T 15688（溶剂溶解-过滤称重法）和 ISO 663（溶剂溶解-过滤称重法），仲裁法为 GB/T 15688。

#### （7）不可皂化物

不可皂化物一般指甾醇类、色素、维生素、蜡质等，以上物质在 HEFA 工艺中可能会对催化剂产生影响（如毒化、堵塞等），同时不皂化物会干扰加氢反应、形成非目

标馏分，增加分离提纯成本。同时，化石基成分的不皂化物含量极高，检测不皂化物也可筛查并杜绝原料混入化石基成分。

目前测定油品中不可皂化物的主流方法有乙醚提取法和己烷提取法（见表 5）。乙醚提取法将样品与氢氧化钾乙醇溶液一起加热皂化，然后用乙醚提取不皂化物，蒸发溶剂后烘干至恒重，计算不可皂化物含量。该方法提取效率高，结果准确，不存在系统性偏差；是动植物油脂中不可皂化物测定的经典仲裁方法，国际国内通用，数据认可度高。己烷提取法用己烷代替乙醚作为提取溶剂，操作更安全，毒性更低，但己烷对某些极性不皂化物（如甾醇、维生素 E 等）的提取效率较低，结果系统性偏低，仅适用于快速测定。

表 5 油品中不可皂化物的主要测试方法

| 测试方法  | 国内现行有效标准         | 国外现行有效标准                              |
|-------|------------------|---------------------------------------|
| 乙醚提取法 | GB/T 5535.1-2008 | ISO 3596-2000<br>ASTM D5553-95 (2019) |
| 己烷提取法 | GB/T 5535.2-2008 | ISO 18609-2000                        |

结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定不可皂化物测试方法为 GB/T 5535.1、GB/T 5535.2、ISO 3596 和 ISO 18609，仲裁法为 GB/T 5535.1。

（8）元素含量

HEFA 工艺高度依赖加氢催化剂（如 NiMo、CoMo 等），而原料中的多种金属元素会与催化剂的活性中心牢固结合，永久覆盖或改变其化学结构，导致催化剂迅速失活，因此必须限制原料中各类元素含量。本标准规定的元素包括铝、钡、硼、钙、铬、铜、铁、铅、镁、锰、钼、镍、磷、钾、硅、银、钠、锡、钛、钒、锌共 21 种，目前测定多元素含量的主流方法有原子吸收光谱法（AAS）、电感耦合等离子体发射光谱法（ICP-OES）和电感耦合等离子体发射光谱-质谱法（ICP-MS）。

原子吸收光谱法只能单元素测定，对于 21 种元素需要多次测定，耗时费力，效率极低，不适用于多元素同时测定；ICP-OES 法将样品消解后引入等离子体光源，使元素原子化并激发，发射出特征光谱，通过测定特征光谱的强度计算元素含量，该方法可同时测定 21 种元素，分析效率高；常规油品微量元素优先用 ICP-OES，只有测超痕量、极低检出限指标时，才需要用 ICP-MS。

结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定元素测试方法为 GB/T 17476 和 NB/SH/T 0892，仲裁法为 GB/T 17476。

### （9）皂化值

皂化值是快速判断原料油是否掺混化石基成分、工业杂质的核心指标之一，可辅助 C14 检测、不皂化物含量检测形成“多重验证”体系。皂化值过低，通常意味着原料中混入了大量不皂化物，造成产品收率降低、增加能耗等。目

前测定油品皂化值的主要方法是滴定法。结合考虑目前实际应用的测试方法，最终确定皂化值测试方法为 GB/T 5534 和 ISO 3657，仲裁法为 GB/T 5534。

## （二）预期的经济效益

无。

## （三）预期的社会效益

本标准立足产业发展迫切需求，突破现有“无标可依”的行业困境，创新性开展我国 SAF 原料质量系统性、体系化研究——通过深度调研与多维度技术论证，首次构建覆盖原料质量核心维度的科学评价指标，进而制定国内首个 SAF 原料质控标准，填补该领域国内技术空白。该标准不仅能为行业管理提供统一规范、为航空安全筑牢质量屏障，更将为我国民航绿色低碳转型、参与全球 SAF 标准规则制定与国际谈判提供核心技术支撑，有力引领并推动我国 SAF 产业实现标准化、规范化、高质量发展，彰显我国在绿色航空燃料领域的技术优势与产业主导权。

## 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

该标准参考了国际标准化组织（ISO）的多个测试标准，包括 ISO 660《Animal and vegetable fats and oils—Determination of acid value and acidity》、ISO 662《Animal and vegetable fats and oils—Determination of moisture and volatile matter content》、ISO 663《Animal and vegetable fats and

oils—Determination of insoluble impurities content》、ISO 3596 《Animal and vegetable fats and oils—Determination of unsaponifiable matter—Method using diethyl ether extraction》、ISO 3657 《Animal and vegetable fats and oils—Determination of saponification value》、ISO 18609 《Animal and vegetable fats and oils—Determination of unsaponifiable matter—Method using hexane extraction》以及 ISO 18857-2 《Water quality—Determination of selected alkylphenols Part 2: Gas chromatographic-mass spectrometric determination of alkylphenols, their ethoxylates and bisphenol A in non-filtered samples following solid-phase extraction and derivatisation》等标准。

本标准不存在版权问题。

## 六、与有关的现行法律、行政法规、民航规章和国家标准、行业标准的关系

本标准制定过程中，编制组研读了现有相关的法律、行政法规、民航规章和国家标准、行业标准，本标准与国内现行法律、法规 and 国家标准、行业标准协调一致，无冲突。

本标准编制过程中参考了国家标准 GB 5009.229 《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》、GB 5009.236 《食品安全国家标准 动植物油脂水分及挥发物的测定》、GB/T

5524 《动植物油脂 扦样》、GB/T 5530 《动植物油脂 酸值和酸度测定》、GB/T 5535.1 《动植物油脂 不皂化物测定 第 1 部分: 乙醚提取法》、GB/T 5535.2 《动植物油脂 不皂化物测定 第 2 部分: 己烷提取法》、GB/T 5553 《表面活性剂 防水剂 防水力测定法》、GB/T 6283 《化工产品中水分含量的测定 卡尔·费休法（通用方法）》、GB/T 6678 《化工产品采样总则》、GB/T 6680 《液体化工产品采样通则》、GB/T 11133 《石油产品、润滑油和添加剂中水含量的测定 卡尔费休库仑滴定法》、GB/T 12574 《喷气燃料总酸值测定法》、GB/T 15687 《动植物油脂 试样的制备》、GB/T 15688 《动植物油脂 不溶性杂质含量的测定》、GB/T 17476 《润滑油和基础油中多种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》、GB/T 18612 《原油有机氯含量的测定》、GB/T 21496 《动植物油脂 油脂沉淀物含量的测定 离心法》、GB/T 26626 《动植物油脂 水分含量测定 卡尔费休法（无吡啶）》，GB/T 40111 《石油产品中氟、氯和硫含量的测定 燃烧-离子色谱法》、GB/T 46133 《杜马斯燃烧法定氮分析方法通则》以及行业标准 SH/T 0657 《液态石油烃中痕量氮的测定 氧化燃烧和化学发光法》、SH/T 0689 《轻质烃及发动机燃料和其它油品的总硫含量测定法（紫外荧光法）》、NB/SH/T 0704 《石油和石油产品中氮含量的测定 舟进样化学发光法》、NB/SH/T 0892 《中间馏分燃料中痕量元素的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》、NB/SH/T 0977 《轻质油品

中氯含量的测定 单波长色散 X 射线荧光光谱法》、SH/T 1147《工业用芳烃中痕量氟、氯、硫的测定》。

#### **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。