

中国石油和化学工业联合会团体标准

《乙基全氟异丁基醚》

编制说明

(征求意见稿)

征求意见稿

团体标准起草小组

2024 年 2 月

# 目 录

一、工作简况.....	1
1 任务来源.....	1
2 标准制定背景、目的意义.....	1
2.1 产品及行业概况 .....	1
2.2 标准编制的意义及必要性 .....	2
3 标准制定过程.....	2
二、标准编制原则、主要内容及其确立依据.....	3
1 标准的编写原则.....	3
2 标准主要内容.....	4
2.1 范围 .....	4
2.2 规范性引用文件 .....	4
2.3 技术要求 .....	5
3 标准确立依据.....	5
3.1 指标项目的确定 .....	5
3.2 指标参数的确定 .....	5
3.2.1 外观.....	5
3.2.2 乙基全氟异丁基醚含量.....	5
3.2.3 水分.....	6
3.2.4 酸值.....	7
3.2.5 氟离子（以F <sup>-</sup> 计） .....	7
3.2.6 蒸发残留.....	8
3.3 试验方法 .....	8
三、试验验证情况.....	9
四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况、水平分析.....	9
五、与有关法律、行政法规及相关标准的关系.....	9
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	9
七、涉及专利的有关说明.....	10

八、预期的经济效益、社会效益和生态效益.....	10
九、实施团体标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议 等措施建议.....	10
十、其他应当说明的事项.....	10
附录.....	11

征求意见稿

# 乙基全氟异丁基醚编制说明

(征求意见稿)

## 一、工作简况

### 1 任务来源

根据中国石油和化学工业联合会印发《关于印发2023年第一批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知》，《乙基全氟异丁基醚》被列入中国石油和化学工业联合会团体标准制定计划。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出，中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口，由天津长芦化工新材料有限公司、天津长芦海晶集团有限公司、三明市海斯福化工有限责任公司、浙江巨化技术中心有限公司、山东华夏神舟新材料有限公司、浙江诺亚氟化工有限公司、陕西中蓝化工科技新材料有限公司、北京国化新材料技术研究院有限公司共同组织起草。

### 2 标准制定背景、目的意义

#### 2.1 产品及行业概况

乙基全氟异丁基醚，又称为全氟异丁基乙醚，是一种无色透明且黏度低、易挥发、不易燃、安全性非常高的液体，具有优良的吸附、分散、去污、润滑、溶氧等性能，因此，在电子、航空航天、医疗等领域被广泛用作清洗剂、溶剂和热传递介质。

随着电子产品的集成度越来越高，要确保产品的功能正常，产品的清洗变得极其重要。过去电子行业通常使用的CFC（CFC-113）会造成臭氧层的破坏及温室效应，已经被禁用。其替代品HCFC（HCFC-141b, HCFC-225）由于仍然含氯，只能作为过渡性替代清洗溶剂。而乙基全氟异丁基醚因其良好的环境性能，被认为是一种理想的氯氟烃（CFCs）替代品。

乙基全氟异丁基醚的臭氧层破坏系数为零，全球温室潜值低，大气寿命短，

几乎无毒，且不被列为挥发性有机化合物，满足环保法规的要求。同时其沸点适中，对环境和人类健康安全都极为有利，是被美国环境保护局认同的显著新替代方案，可用来替代CFC-113、三氯乙烷、四氯化碳等“臭氧层破坏性”物质，为需要精密清洗的产业提供了有效安全、符合环保法规要求的长期解决方案。

作为清洗剂，乙基全氟异丁基醚可用于清洗半导体刻蚀腔体及零件，清除氟残留堆积物，去除精密电子零件的颗粒杂质，也可用于光学零件、通讯设备、航空引擎等的清洗。

除此之外，作为溶剂，乙基全氟异丁基醚可用于气密性测试和耐压性测试的媒介物，电子涂层，屏幕涂层稀释剂等；作为热传递介质，可用于数据中心沉浸式冷媒，功率器件沉浸式冷媒，也可用于食品工业冷却、化学医药品工业冷却等。

随着环保要求的提高以及下游应用的不断拓展，目前国内有不少企业致力于乙基全氟异丁基醚的技术开发与应用，产能可达2000吨/年，未来市场前景将会更广阔。

## 2.2 标准编制的意义及必要性

随着环保要求的提高及氢氯氟烃类和氢氟烃类等清洗剂的禁用，新型氢氟醚类(HFE)清洗剂特别是乙基全氟异丁基醚需求量将会出现井喷式增长，但国内外尚无乙基全氟异丁基醚的相关标准，一定程度上制约着行业的可持续、高质量发展。

期望通过该标准的编制实施，弥补空白，规范乙基全氟异丁基醚产品指标的统一性和检测的准确性，同时激发相关企业技术研发的活力，推动新技术的引入和应用，提高产品的质量和竞争力，从规范角度为相关企业提供强有力的支持与保障，推动国内相关行业的健康发展和可持续发展，同时为环保事业作出贡献。

## 3 标准制定过程

为了切实做好《乙基全氟异丁基醚》标准的编制工作，我们在接到任务时，成立了标准工作组，制定工作方案，主要工作过程如下：

- (1) 2023年4月27日，石化联合会发布了《关于征集2023年第一批中国石

油和化学工业联合会团体标准计划项目的通知》，天津市长芦化工新材料有限公司、北京国化新材料技术研究院等企业在全氟异丁基乙醚的国内外相关标准、生产现状及下游应用等方面进行调研，确定了《全氟异丁基乙醚》团体标准的基本内容和制定计划，并提交了《全氟异丁基乙醚》团体标准的项目建议书。

(2) 2022年7月18日，石化联合会召开团体标准立项审查会，起草单位重点就标准编制的背景意义、必要性及可行性进行了汇报。

(3) 2023年8月14日，石化联合会发布《关于印发2023年第一批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知》，《全氟异丁基乙醚》团体标准顺利通过立项评审答辩，被批准立项。

(4) 立项审查通过后，标准工作组根据专家意见将标准名称修改为《乙基全氟异丁基醚》，并结合国内外主要厂家产品指标、企业标准、下游行业对产品的性能要求等，完成了标准草案工作组讨论稿的撰写工作。

(5) 2023年10月25日，标准工作组召开了《乙基全氟异丁基醚》团体标准草案第一次线上讨论会，标准草案工作组小组的各位专家及技术代表针对标准中的标准引用、技术要求、试验方法等内容展开讨论、确认。

(6) 2023年12月20日，标准工作组召开了《乙基全氟异丁基醚》团体标准草案第二次线上讨论会，标准工作组的各位专家及技术代表针对标准中的新增加的技术指标（氟离子含量）、乙基全氟异丁基醚含量的检测方法、蒸发残留采用定性还是定量等争议问题进行了详细讨论。根据会上各企业技术代表和专家建议对标准草案进行修改，形成了标准征求意见稿和编制说明。

## 二、标准编制原则、主要内容及其确立依据

### 1 标准的编写原则

本标准依据《中华人民共和国标准化法》，严格按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》进行编写，在标准制定过程中，相关指标的设定遵循《中国石油和化学工业联合会团体标准管理办法》和以下原则：

- 1、遵循公开、公正、公平和科学的原则；
- 2、有利于促进技术进步，提高产品质量，满足市场要求的原则；
- 3、坚持先进引领，遵循科学性、先进性原则，提高经济效益；
- 4、坚持“市场导向、先进引领、快速响应、服务产业”的原则；
- 5、坚持统一领导、分级负责、属地为主、资源共享、快速反应的工作原则。

## 2 标准主要内容

### 2.1 范围

本文件规定了乙基全氟异丁基醚的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于由全氟异丁酰氟和乙醇为原料制得的乙基全氟异丁基醚。

### 2.2 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 191 包装储运图示标志

GB/T 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备

GB/T 603 化学试剂试验方法中所用制剂及制品的制备

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 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 7376 工业用氟代烷烃中微量水分的测定

GB/T 7484 水质 氟化物的测定 离子选择电极法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示方法和判定

GB/T 9722 化学试剂 气相色谱法通则

## 2.3 技术要求

为了更好的满足市场需求，本标准对产品的关键技术指标进行规定，乙基全氟异丁基醚指标应符合表2规定。

表 2 技术指标

项目	指标
外观	无色透明液体
乙基全氟异丁基醚, w/%	≥99.5
水分, w/%	≤0.005
酸值, mgKOH/g	≤0.01
氟离子(以F计), w/%	≤0.001
蒸发残留, w/%	≤0.0005

## 3 标准确立依据

### 3.1 指标项目的确定

检验项目的设定参照国内企业产品的性能指标、下游客户的使用要求等制定，主要包括乙基全氟异丁基醚的外观、含量、水分、酸值、氟离子（以F计）及蒸发残留六项指标。

### 3.2 指标参数的确定

#### 3.2.1 外观

外观是通过对产品性状、颜色的检测判断产品是否达标，该指标的确定可以初步对产品质量进行评估，保障产品的一致性。结合乙基全氟异丁基醚的相关理化性质，本文件规定乙基全氟异丁基醚的外观为无色透明液体。

在实际生产过程中，参编企业随机抽取10个批次产品对该项指标进行检测，均为“无色透明液体”。

#### 3.2.2 乙基全氟异丁基醚含量

乙基全氟异丁基醚是本产品的有效成分，产品中残留的杂质种类和数量越少，该指标的含量越高，该指标的高低直接决定了本产品的价值和用途，因此，这也



是下游客户重点关注的内容。为严格要求产品质量，并结合下游客户需求及行业中主要企业的实际生产水平，本文件规定乙基全氟异丁基醚含量为 $\geq 99.5\%$ 。

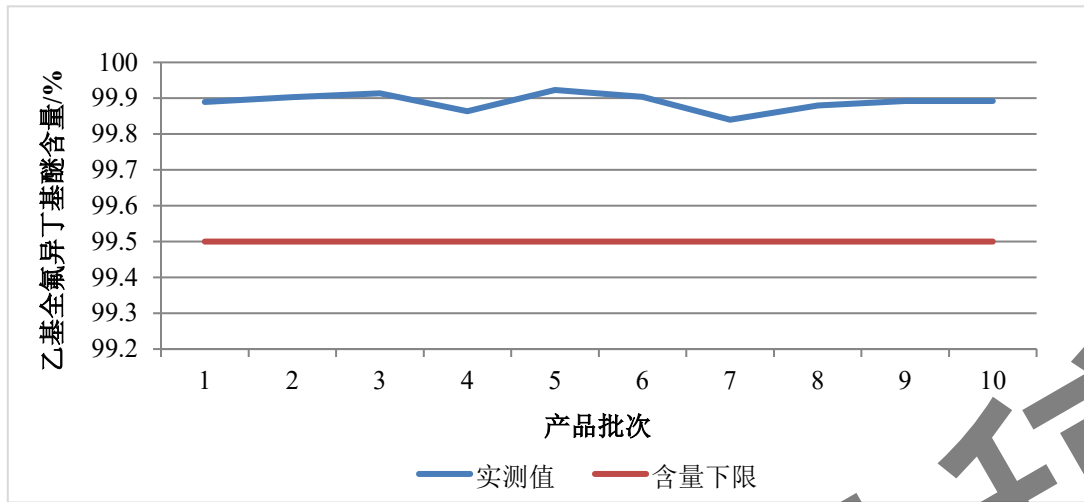


图 1 不同批次乙基全氟异丁基醚含量实测数据

### 3.2.3 水分

乙基全氟异丁基醚产品中水分的主要来源是由于产品合成路线中会进行水洗，同时潮湿的环境也会引入水分，而本产品含有的乙基基团会和水产生氢键，从而影响产品性能。工作组充分调研并综合考虑企业生产情况后，将乙基全氟异丁基醚的水分含量规定为 $\leq 0.005\%$ 。

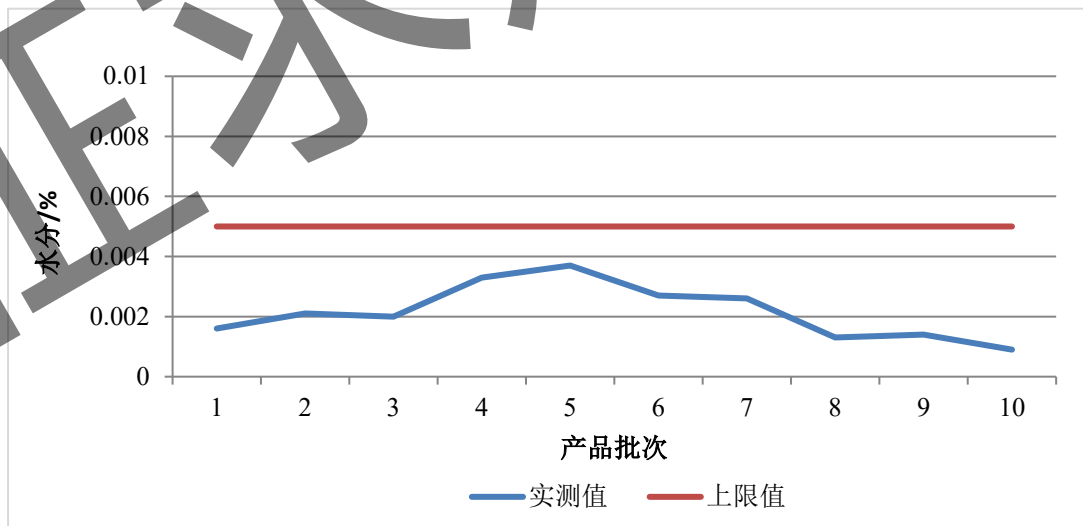


图 2 不同批次水分实测数据

### 3.2.4 酸值

酸值是化合物或混合物中含有游离酸的一种指标。酸值过高会加大仪器设备的损坏风险，影响使用寿命，因此控制产品的酸值至关重要。为了严格要求产品质量，本文件规定乙基全氟异丁基醚的酸值为 $\leq 0.01\text{mgKOH/g}$ 。

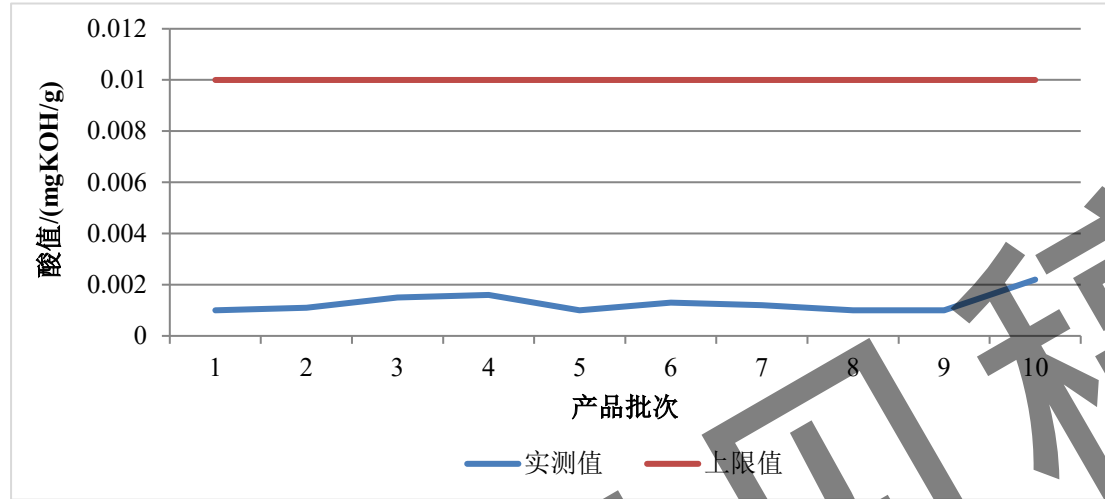


图 3 不同批次酸值实测数据

### 3.2.5 氟离子（以F<sup>-</sup>计）

样品中的氟离子含量代表的是游离氟含量，可以从侧面说明可能存在的HF含量，而HF含量过高会腐蚀设备，降低产品质量，影响产品在客户应用过程中的使用效果，是客户选品的重要参考指标。标准工作组通过充分调查、研究，规定在本文件中氟离子含量 $\leq 0.001\%$ 。

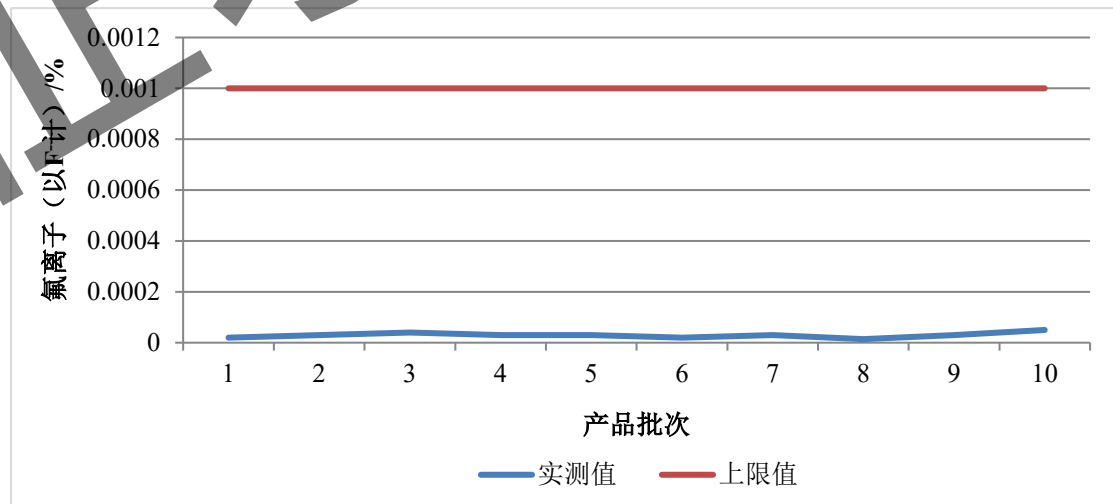


图 4 不同批次氟离子（以 F<sup>-</sup>计）实测数据

### 3.2.6 蒸发残留

乙基全氟异丁基醚产品中可能残留高沸点盐等物质，需采用蒸发残留量进行评估，该指标能够反映出样品的纯度和质量，从而保证产品的安全性和可靠性，同时由于蒸发残留过高会导致设备出现附着物，因此控制产品的蒸发残留至关重要。为严格要求产品质量，结合生产企业和下游应用要求，本文件规定乙基全氟异丁基醚的蒸发残留为 $\leq 0.0005\%$ 。

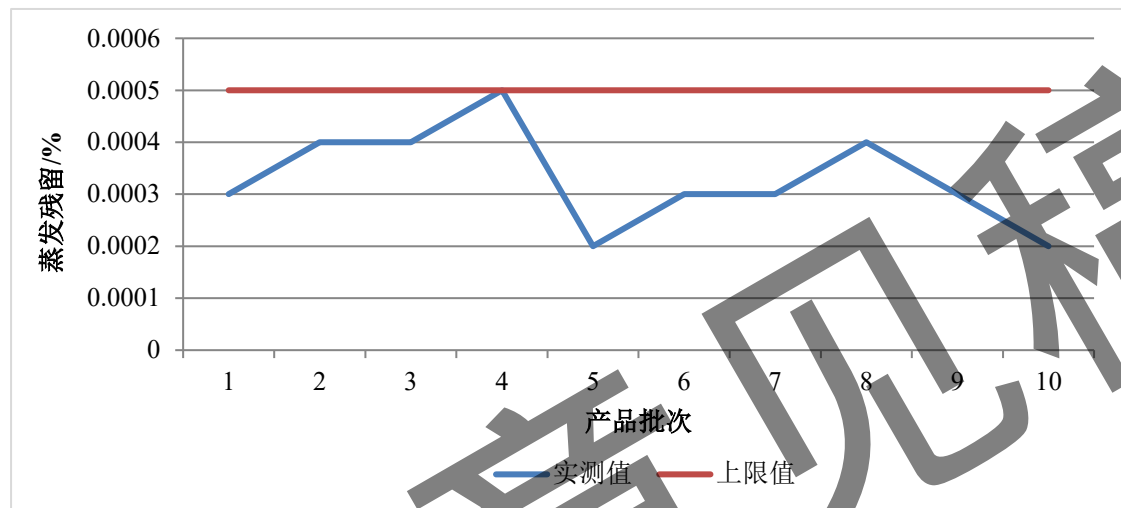


图5 不同批次蒸发残留实测数据

### 3.3 试验方法

乙基全氟异丁基醚含量通过气相色谱法测定。在选定的色谱条件下，试样通过色谱柱，使其中的各组分离，用氢火焰离子化检测器或热导检测器检测，面积归一化法计算乙基全氟异丁基醚的含量。该方法具有效率高、速度快、样品用量少和灵敏度高优点，满足本文件的检测需求。

水分按GB/T 7376中的卡尔·费休库仑法进行测定。其原理是仪器的电解池中的卡氏试剂达到平衡时注入含水的样品，水参与碘、二氧化硫的氧化还原反应，在吡啶和甲醇存在的情况下，生成氢碘酸吡啶和甲基硫酸吡啶，碘与试样中的水根据反应的化学计量学，按照1:1的比例发生卡尔费休反应，直至水分全部耗尽为止。依据法拉第电解定律，电解产生碘同电解时耗用的电量成正比例关系，依据消耗电量计算得出样品中所含水的质量比例。

酸值采用电位滴定法进行测定。使用电位滴定仪，用氢氧化钾标准液将100mL水（二级水）溶液滴定至pH=7.6，之后加入一定量的样品后待pH稳定后将溶液滴定至pH=7.6，通过氢氧化钠滴定液的消耗量计算得出样品的酸值。

氟离子含量按GB/T 7484的氟离子选择电极法测定。用氟离子选择电极作为氟离子活度的指示电极，饱和甘汞电极作为工作电极，与待测溶液组成化学电池，通过测定电池的电动势从而测定其氟离子浓度。该方法具有操作简单、响应速度快、精度高和能克服色泽干扰等优点，满足游离氟含量的检测需求。

蒸发残留采用称量法进行测定。将蒸发皿置于烘箱中烘干，烘干冷却后的蒸发皿内加入样品后进行水浴蒸发，然后置于烘箱中烘干至恒重，通过蒸发前后蒸发皿的质量计算得出样品的蒸发残留量。

### 三、试验验证情况

本次制定主要按拟定的标准方法，对乙基全氟异丁基醚的外观、乙基全氟异丁基醚含量、水分、酸值、氟离子（以F计）、蒸发残留进行测定，实验结果均符合要求，拟定方法可行，试验数据见各企业验证报告（附录）。

### 四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况、水平分析

无。

### 五、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

1. 本标准符合我国目前法律、法规的规定，本标准与其他相关标准没有矛盾之处。
2. 参照相关法律、法规和规定，在编制过程中着重考虑了科学性、适用性和可操作性。

### 六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中无重大分歧意见。

## 七、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

## 八、预期的经济效益、社会效益和生态效益

1. 本标准的制定使乙基全氟异丁基醚产品的质量控制和质量监督有标准可依，确保乙基全氟异丁基醚的产品品质，有利于企业与管理部在产品质量管理方面的协调统一，引领整个行业建立正确的质量导向。

2. 本标准的制定规范了乙基全氟异丁基醚生产加工、包装销售等环节，对提高乙基全氟异丁基醚质量具有重要意义，为乙基全氟异丁基醚生产企业提供了更新、更全面、更科学的技术支持。

## 九、实施团体标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

1. 本标准修订、颁布后，为更好的规范相关企业的生产经营，提高乙基全氟异丁基醚的产品质量，促进行业快速发展，编制组建议相关部门和协会要认真做好标准的宣传培训工作，使其能真正得到实际应用，以便更好地发挥社会效益和经济效益。

2. 编制单位将对该标准执行情况进行跟踪调查，及时发现和收集标准执行中发现问题，不断修改完善，提升标准技术水平，进一步提高该标准的科学性、合理性、协调性和可操作性。

## 十、其他应当说明的事项

无。

## 附录

### 1. 天津市长芦化工新材料有限公司《乙基全氟异丁基醚》验证报告

## 天津市长芦化工新材料有限公司

### 产品检验报告

产品名称	乙基全氟异丁基醚	产品批次	2023122801
执行标准	《乙基全氟异丁基醚》标准草案	重量	1000KG
检测结果			
NO	检测项目	检测指标	实测结果
1	外观	无色透明液体	无色透明液体
2	乙基全氟异丁基醚, w/%	≥99.5	99.959
3	水分, w/%	≤0.005	0.003
4	酸值/(mgKOH/g)	≤0.01	0.003
5	氟离子(以F-计), w/%	≤0.001	0.00003
6	蒸发残留, w/%	≤0.0005	0.0004
备注			
检测结论	合格	检验员	崔美琳
检测日期	2023年12月28日	质检负责人	梁开畅

备注：本报告加盖天津市长芦化工新材料有限公司产品专用章后，方为有效

地址：天津市经济技术开发区南港工业区仓盛街60号公司网址 <http://www.tjclchem.com/>

2. 三明市海斯福化工有限责任公司《乙基全氟异丁基醚》验证报告



三明市海斯福化工有限责任公司

**SANMING HEXAFLUO CHEMICALS CO., LTD.**

福建省明溪县十里埕生态经济区

Web: www.hexafluoro.com

Tel: 86-598-2817768

Fax: 86-598-2866778

Add: Da Jiao Kou, Shi Li Bu Ecologic & Economic Zone,

Ming Xi, Fujian 365200 China

乙基全氟异丁基醚检验报告

产品名称	乙基全氟异丁基醚	数量(kg)	500
生产工段	制造二部	生产日期	2023.12.20
产品批号	F223122090	检验日期	2023.12.20
序号	检测内容	标准值	检测值
1	外观	无色透明液体	无色透明液体
2	乙基全氟异丁基醚 (%)	≥99.5	99.95
3	酸值 (mgKOH/g)	≤0.01	0.0002
4	氟离子 (以F <sup>-</sup> 计, %)	≤0.001	0.0001
5	水分 (%)	≤0.005	0.0028
6	蒸发残留 (%)	≤0.0005	0.0001
结论	合格		

质检:

李冰 复核: 王建华

审核:

梁柱芳

此表单由持有部门保存10年

表单编号: FM-PG-388 1.00

关联文件号: WI-PG-16

3. 浙江诺亚氟化工有限公司《乙基全氟异丁基醚》验证报告



# 检测报告

## TEST REPORT

报告编号  
REPORT NO. NY202401015

样品名称  
NAME OF SAMPLE Noah 7200

检测日期  
TEST DATE 2024.01.16-2024.01.23

检测类别  
TEST CATEGORY 委托

浙江诺亚氟化工有限公司

ZHEJIANG NOAH FLUOROCHEMICAL CO.,LTD



## 检 测 报 告

### TEST REPORT

序号 Series Number	检测项目 Test Items	技术要求 Requirement	检测结果 Test Results	单项结论 Item Conclusion	备注 Remarks
1	外观	无色透明液体	无色透明液体	/	/
2	纯度	≥99.50%	详见报告第3页	/	/
3	水分	≤0.005%	详见报告第4页	/	/
4	酸值	≤0.01 mgKOH/g	详见报告第5页	/	/
5	氟离子(以F计)	≤0.001%	详见报告第6页	/	/
6	蒸发残留	≤0.0005%	详见报告第7页	/	/
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

编制/日期: 蒙婷玉  
2024.01.25

审核/日期: 王决娟  
2024.01.25

批准/日期: 李静  
2024.01.25

## Noah 7200 纯度测试

### 一、试验目的

测试 Noah 7200 的纯度。

### 二、试验器材及主要试剂

试验设备：安捷伦 8860 色谱仪。

### 三、实验步骤

纯度测试方法（参照团标工作组讨论稿方法）：色谱柱：(6%-氰丙基-苯基)甲基聚硅氧烷 60 m\*0.32 mm\*1.0 μm；进样口温度 150 °C；FID 温度 300 °C；分流比 90:1；柱箱 40 °C 保持 5 min，以 5 °C/min 升到 100 °C 保持 1 min，再以 10 °C/min 升到 200 °C 保持 5 min；柱流量：2 mL/min；氢气流量：30 mL/min；空气流量：300 mL/min；进样量：1 μL。

### 四、数据处理与记录

表 1 Noah 7200 纯度测试数据

样品名称	纯度/%	平均值/%
Noah 7200 成品	99.75	99.75
	99.74	
	99.75	

## Noah 7200 水分测试

### 一、试验目的

测试 Noah 7200 的水分。

### 二、试验器材及主要试剂

试验设备：梅特勒 C30s 微量水分仪，5 mL 一次性注射器，分析天平（精度 0.01 mg）。

### 三、实验步骤

水分的测定方法（参照 GB/T 7376 中的卡尔·费休库仑法）：精密称取适量样品至最大漂移值不大于 10  $\mu\text{g}/\text{min}$  的梅特勒 C30 水分仪中测试，到达终点后记录测试结果，平行测定 3 次。

### 四、数据处理与记录

表 3 Noah 7200 水分测试数据

样品名称	水分/%	平均值/%
Noah 7200 成品	0.0038	0.0038
	0.0038	
	0.0039	

## Noah 7200 酸值测试

### 一、试验目的

测试 Noah 7200 的酸值。

### 二、试验器材及主要试剂

试验设备：全自动电位滴定仪梅特勒 G10s, , 250 mL 梨形分液漏斗, 100 mL 量筒, 100 mL 烧杯, 分析天平 (精度 0.01 mg)。

主要试剂：氢氧化钾标准溶液, 超纯水。

### 三、实验步骤

酸值测试方法 (电位滴定, 参照团标工作组讨论稿方法): 取 100 mL 超纯水于 250mL 烧杯中, 使用电位滴定仪进行滴定, 用 0.010 mol/L 氢氧化钾标准滴定溶液滴定至 pH=7.6。然后, 将该中和后的水注入 250 mL 分液漏斗中, 并称入 20 g 左右样品, 震荡 3 min, 静置分层。分离出 50 mL 水相, 用 0.010 mol/L 氢氧化钾标准滴定溶液滴定至 pH=7.6。记录消耗的氢氧化钾标准溶液的体积。

### 四、数据处理与记录

表 4 Noah 7200 酸值测试数据

样品名称	称取质量/g	消耗 KOH 体积/mL	酸值/mgKOH/g	平均值
Noah 7200 成品	20.0816	0.042	0.002	0.003
	20.1314	0.078	0.004	
	20.0314	0.090	0.004	

## Noah 7200 氟离子含量测试

### 一、试验目的

测试 Noah 7200 的氟离子含量。

### 二、试验器材及主要试剂

试验设备：雷磁氟离子计 PXSJ-216 F，离子色谱 Thermo Fisher ICS-600，100 mL 容量瓶，100 mL 烧杯，50 mL 离心管，分析天平（精度 0.01 mg）。

主要试剂：超纯水。

### 三、实验步骤

氟离子测试方法（氟离子选择电极法，参照团标工作组讨论稿方法）：将氟离子计 PXSJ-216 F 电极放入配制好的溶液中，待显示读数稳定后，记录测量数据，（待测样品完成萃取后的 15 min 内完成氟离子检测）。

### 四、数据处理与记录

表 6 Noah 7200 氟离子测试数据

样品名称	萃取液中 F 含量 mol/L	样品中 F 含量 /%	平均值 /%
Noah 7200 成品	2.67E10-6	5.79E-05	6.06E-05
	2.91E10-6	6.30E-05	
	2.82E10-6	6.10E-05	

## Noah 7200 蒸发残留测试

### 一、试验目的

测试 Noah 7200 的蒸发残留。

### 二、试验器材及主要试剂

试验设备：水浴锅，玻璃蒸发皿，烘箱，分析天平（精度 0.1 mg）。

### 三、实验步骤

蒸发残留的测定方法（参照团标草案方法）：将蒸发皿置于105 °C电热鼓风烘箱内加热30 min后，在干燥器内冷却30 min，加入50 mL样品。放在40 °C的水浴锅上蒸发至干，再转入预先已恒温至105 °C的烘箱内加热30 min，取出置于干燥器内冷却30 min，精确至0.0001 g。重复上述操作，直至质量恒定。

### 四、数据处理与记录

表 7 Noah 7200 蒸发残留测试数据

样品名称	蒸发残留/%	平均值/%
Noah 7200 成品	ND	ND
	ND	
	ND	