

# 《生物石脑油》

## 编制说明

标准起草组

二〇二六年六月

## 目录

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 一、工作简况 .....                                                       | 1  |
| 1.1 任务来源 .....                                                     | 1  |
| 1.2 制定背景 .....                                                     | 1  |
| 1.3 主要工作过程 .....                                                   | 3  |
| 二、编制原则、主要内容及其确定依据 .....                                            | 3  |
| 2.1 标准编制原则、制定的依据与指导思想 .....                                        | 6  |
| 2.2 标准的主要内容说明 .....                                                | 6  |
| 三、主要试验验证分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益 .....                     | 44 |
| 四、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，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况 ..... | 47 |
| 五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系 ....                                      | 48 |
| 六、重大分歧意见的处理经过和依据 .....                                             | 49 |
| 七、标准涉及专利的处置 .....                                                  | 49 |
| 八、贯彻团体标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容） .....                        | 49 |
| 九、代替或废止现行有关标准的建议 .....                                             | 49 |
| 十、其他应予说明的事项 .....                                                  | 49 |

## 一、工作简况

### 1.1 任务来源

据统计，当前我国生物石脑油产能约 17 万吨/年，主要为可持续航空燃料生产过程中的产物，可用作乙烯裂解或重整原料，替代化石基产品。由于缺乏明确的生物石脑油产品标准，难以获得海关编号和税则号，其国际出口消纳受阻，也影响到了可持续航空燃料行业的发展。

中国产业发展促进会生物质能产业分会在前期相关工作的基础上，牵头组织行业企业、科研院所、研究机构等单位，紧密结合生物石脑油产品工艺特点，聚焦破解出口瓶颈问题，共同编写《生物石脑油》团体标准。通过加强行业自律、规范行业秩序，为主管部门制定政策提供支撑。

### 1.2 制定背景

近年来，随着全球工业化持续发展，面临自然资源的有限性和发展的持续性之间的矛盾越来越突出。绿色低碳发展成为主流，生物基材料的可持续、可再生、绿色低碳环保等诸多优势逐渐凸显，成为产业转型的关键。化石石脑油作为重要的化工基础材料，全球的生产量和消费量基本持平为 4 亿吨左右。随着生物材料产业的发展，生物石脑油作为化石基石脑油的替代品也成为绿色化工基础材料的焦点。当前，我国生物石脑油是以废弃动植物油脂、餐饮废弃油脂等为原料，

通过酯类和脂肪酸类加氢改质（HEFA）等工艺生产可持续燃料过程中，产生的 C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> 馏分，其结构组成与化石石脑油（naphtha）基本相同，业内称之为生物石脑油（Bio-naphtha）。

生物石脑油在全球范围内尚处于初级阶段，中国、欧盟、美国等全球主要经济体正在不断颁布新的可持续航空燃料和生物基材料的产业支持政策，为生物石脑油产业的不断发展壮大提供有效支撑。随着国际对碳减排目标、碳消减计划的持续推进，可持续航空燃料等生物基燃料产品的应用，带动了生物石脑油产品产量的提升。同时随着这些生物基燃料产品的应用，在国际中形成对生物基材料的可循环、可持续的共识，为生物石脑油的应用奠定基础。

近两年来，在“双碳”目标背景下，可持续航空燃料在业内受到较多追捧，一些具有前瞻性的企业开始逐步布局。全球可持续航空燃料（SAF）生产工艺中，酯类和脂肪酸类加氢工艺（HEFA）占据主导地位。其他工艺如费托合成（FT）、醇喷合成（ATJ）、电转液（PTL）等仍处于发展阶段，尚未形成商业化应用。生物石脑油作为 HEFA 工艺的产品，以美国 UOP 公司 Ecofining 工艺为例，生产 HVO/SAF 的同时将产生 8%~10%（基于原料加工量）的生物石脑油馏分。依照国内可持续航空燃料的发展及调研情况，经我会不完全统计，国内生物石脑油的产能约为 17 万吨/年。

生物石脑油是优良的乙烯裂解用和重整用原料，其生产的乙烯、丙烯、芳烃、PET 等产品及其衍生物均具有绿色低碳属性，在国际市场上得到广泛认可和应用。韩国 SK、利安德巴塞尔等化工企业，以

及雀巢、可口可乐、苹果公司等下游终端用户均有明确需求。国内中国石化中原石化已于 2023 年实现了生物基聚烯烃的试生产，并取得国际可持续性和碳认证（ISCC），为国内生物石脑油的应用提供实践支撑。2026 年 4 月，辽宁锦城利安德巴赛尔石化有限公司开展生物基聚烯烃的生产。尽管生物石脑油具备良好的发展前景，但仍存在诸多问题制约其发展。

我国生物石脑油产业属于“出口型产业”，产品生产在国内，产品消费市场却面向国际。当前缺乏生物石脑油相关标准，难以对产品形成有效的监管，导致生物石脑油产品难以在国内国际市场流通。基于多方面的原因，生产商采用直接燃烧或使用大型油罐进行存储，未能在市场中体现其绿色价值。

生物石脑油作为新型的生物基材料，国际国外缺乏明确的标准，认知存在一定差异，除对原料来源的可持续性相近的要求外，其产品质量尚未形成统一限定，亟需建立该领域标准。为更好的推动生物石脑油和绿色化工产业的长效发展，助力与国际绿色产品应用形势接轨，通过编制本文件，提高我国生物石脑油的国际话语权，以及增强生物质能行业在能源和生物基材料市场中的竞争力。

### 1.3 主要工作过程

在我国生物石脑油生产企业的共同发起下，中国产业发展促进会生物质能产业分会开展了相关背景情况调研，并在中国产业发展促进会申请立项《生物石脑油》团体标准。标准立项通过后，由生物质能

产业分会牵头标准的起草工作，标准起草组制定了标准研究编制计划，并进行分工部署。具体工作如下：

1、2025 年 9 月：团体标准在中国产业发展促进会立项，成立团体标准起草组，并由起草组整理相关资料。

2、2025 年 10 月：由中国产业发展促进会生物质能产业分会召开《生物石脑油》团体标准工作部署会议，与发起单位共同商讨标准的编制方向及思路。

3、2025 年 11 月：召开标准启动会，确定标准的范围、技术要求、检测方法等主要内容。同时与发起单位确定生物石脑油取样及检测方案。

4、2025 年 12 月-2026 年 2 月：依据此前确认的方案，开展生物石脑油样品的取样及检测，同时进一步收集资料、内部讨论、夯实标准文本材料。

5、2026 年 3 月：召开内部讨论会，依据生物石脑油样品的检测结果及企业提供的产品检测报告、内部质控数据等，细化技术要求，并形成征求意见稿。

6、2026 年 4 月：发布征求意见稿，公开征求意见。

7、2026 年 5 月：对征集意见进行汇总，并修改文本形成送审讨论稿。召开技术审查会议，对送审稿进行讨论，按照会议意见，形成报批稿，报中国产业发展促进会审查。

8、2026 年 6 月，标准发布。

## 1.4 主要参加单位和工作组成员

本文件主要起草单位：中国产业发展促进会生物质能产业分会、连云港嘉澳新能源有限公司、山东三聚生物能源有限公司、易高生物化工科技(张家港)有限公司、中石化石油化工科学研究院有限公司、河南省君恒实业集团生物科技有限公司、山东海科化工有限公司、龙岩卓越新能生物科技有限公司、四川天舟生物质能源科技有限公司。

本文件参与起草单位：山东清燃时代能源科技有限公司、北京松杉低碳技术研究院有限公司。

本文件主要起草人：李慧鹏、王艳涛、王乐乐、李春桃、李忠阳、刘倩、李庆乐、钱行昆、陈文敏、许建云、付春阳、郑雨佳、徐彩霞、宁亚中、湛千愉、范艳璇、李建平、官云广、张津、李曜、胡坚南、焦文龙、孟宪雨。

起草人员及主要负责工作如下：

李慧鹏、王艳涛、王乐乐、李春桃、李忠阳、刘倩、李庆乐、钱行昆、陈文敏、许建云、付春阳、郑雨佳负责协调和组织工作，标准工作方案的设计、标准的立项、标准制定工作方案的编制、样品取样方案制定、样品的取样及分配、样品的测试、检验结果的汇总校验分析、技术要求设定征求意见稿及其编制说明的编写、征求意见的汇总、标准文本的修改及校验等。

徐彩霞、宁亚中、湛千愉、范艳璇负责生物石脑油产业背景、国内外标准调研、产品质量情况调研、试验室情况调研摸底等，参与技术要求设定、意见讨论及文本校验等。

李建平、宫云广、张津、李曜、胡坚南、焦文龙、孟宪雨参与标准制定工作方案的编制、检验结果的汇总校验分析、征求意见的讨论、标准文本的校验等。

标准编制过程中所用到的生物石脑油的样品及检验数据由以下生产企业提供：连云港嘉澳新能源有限公司、山东三聚生物能源有限公司、易高生物化工科技(张家港)有限公司、河南省君恒实业集团生物科技有限公司、山东海科化工有限公司、龙岩卓越新能生物科技有限公司、四川天舟生物质能源科技有限公司。

## 二、编制原则、主要内容及其确定依据

### 2.1 标准编制原则、制定的依据与指导思想

1、按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定编写本文件内容。

2、与现有的有关生物石脑油方面的国际标准、国际组织标准、国家标准、我国法律法规及政策相协调。

3、本文件基于我国生物石脑油产品的质量特点，确定了主要技术内容。

### 2.2 标准的主要内容说明

标准共包括8部分内容，即范围，规范性引用文件，术语和定义，分类、技术要求和试验方法，检验规则，标志、包装、运输和储存，安全。

## 0、警告

本文件作为产品标准，在使用过程中会涉及到诸多安全、法规等方面的问题，本文件仅作为提示，使用者应当采取措施满足安全等相关法律法规规定。如果不采取适当的防范措施，本文件所属产品在生产、储运和使用等过程中可能存在危险。本文件无意对与本产品有关的所有安全问题提出建议。使用者有责任采用适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

## 1、范围

本文件按照国内生物石脑油的产业情况提出了规范性要求，明确标准范围适用。本文件规定了生物石脑油的产品分类、技术要求和试验方法，检验规则，标志、包装、运输和储存，安全。

由于我国生物石脑油产能以 HEFA 路线为主，因此本文件主要依据 HEFA 路线产出的产品进行制定，聚焦该类产品的质量特性。

根据生物石脑油的特性及当前应用场景，本文件明确标准适用于乙烯裂生物石脑油的生产和检验。

## 2、规范性引用文件

列出了本文所涉及规范、标准等内容。

## 3、术语和定义

本文件基于生物石脑油相关情况，围绕生物石脑油给出了 1 条术语，规范明晰了生物石脑油的定义。

生物石脑油的定义，参考 GB/T 36565 的定义形成本文件的生物石脑油定义，和产品本身的工艺特性、产品特点等内容将其定义为：

酯类和脂肪酸类加氢改质工艺过程中生产的轻质油品，主要由含 5 到 12 个碳原子的烃类混合组成。

#### 4、技术要求和试验方法

本文件编制过程系统梳理国内外产业相关资料及标准，深入调研多家重点生产企业产品现状，全面摸清行业库存、产品管理和检测、样品供给等情况，按照商定的生物石脑油取样方案进行取样。此次检测过程中，取样范围几乎覆盖国内所有生物石脑油的产能。

依据生物石脑油检测方案，在全面调研国内外多家机构，系统摸排全国生物石脑油检测机构的能力、实验室认证及方法等情况，综合生产企业实际情况，结合检测机构资质、能力、方法与周期差异，采用分批检测的形式，实施生物石脑油的检测。以差异对比保障标准科学可行、落地有效。

本文件编制过程中，基于用于化工原料应用，在参考《GB/T 36565 煤基费托合成 石脑油》《GB/T 36566 煤直接液化 石脑油》《SN/T 4202-2015 进出口危险化学品检验规程 石脑油》《Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油》《Q/SY 03026 石脑油》《Q/HS 6031 石脑油》《Q/LYGJA 02-2025 生物石脑油》《T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油》、ASTM D7566-24b、ASTM D4175-24、上海市产品质量监督抽查实施细则（石脑油产品）等石脑油或生物石脑油生产、检验标准的基础上，同时参考 A 公司“全馏程石脑油要求”、B 公司“生物石脑油质量规格声明”等生物石脑油需求方的接收标准，对上述文件中所涉及的 44 个项目目标进行筛选。

(注：以上标准文本由公开渠道获得或共同发起单位提供。)

最终筛选出了密度(20℃)、饱和蒸气压(37.8℃)、机械杂质、颜色、馏程(初馏、10%馏出温度、50%馏出温度、90%馏出温度、终馏点)、族组成(正构烷烃(n-P)含量、环烷烃(N)含量、烷烃(P)含量、烯烃(O)含量、芳烃(A)含量)、氮含量、博士试验、硫含量、二硫化碳、氯含量、苯含量、生物基碳含量、砷含量、汞含量、铅含量、含氧化合物含量等17项检测指标作为初步质量要求参数。

生物石脑油标准设置过程中限值设定原则：1、同等原则：参考现有化石基石脑油标准，除特征情况外，不低于其最低要求；2、适配原则：实际现有标准存在不同限值时，取满足大多数样品检测 and 实际运行数据的限值；3、优质原则：所有样品数据均满足，且远优于化石基石脑油时，酌情提高标准要求，增加生物石脑油产品的竞争性；4、精简原则：在所有样品都满足时，酌情删减该项指标。

以下将以实际检测情况和企业提供数据为基础，结合生物石脑油所参考标准中限值设定情况进行逐一说明。

#### 4.1 密度

生物石脑油密度不仅综合反应其轻重程度、碳数分布等核心特性，同时也会对后续乙烯裂解工艺指标产生一定程度的影响，密度过高导致环烷烃、芳烃含量偏高，用于乙烯裂解时会造成烯烃收率偏低、结焦加剧且能耗升高。因此，生物石脑油密度应控制在合理范围内，设定适宜的密度指标，对判断产品质量、优化工艺选择具有重要意义。

生物石脑油密度的检测方法主要包括《SH/T 0604-2000 原油和石

油产品密度测定法（U形振动管法）》《GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）》《GB/T 1885 石油计量表》及《ASTM D4052 数字密度计法测定液体密度和相对密度的标准测试方法》，其方法原理、适用范围，检出限等情况见表 1。在我国，相关检测标准通常要求测定 20℃条件下的密度。本次检测选用 SH/T 0604、ASTM D4052 两种方法开展检测；鉴于 GB/T 1884、GB/T 1885 两种方法已在多项国标、行标中被列为仲裁方法，本次检测不再对其进行重复验证。

表 1 生物石脑油密度的相关检测标准情况表

| 检测方法       | 方法名称                              | 方法原理     | 适用范围                 | 检出限                       |
|------------|-----------------------------------|----------|----------------------|---------------------------|
| SH/T 0604  | 原油和石油产品密度测定法（U形振动管法）              | 通过振动计算密度 | 原油和石油产品；任意蒸气压        | 600-1000kg/m <sup>3</sup> |
| GB/T 1884  | 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）           | 密度计      | 液体石油产品；蒸气压不大于 100kPa |                           |
| GB/T 1885  | 石油计量表                             | 换算表      | 与 1884 相同            | 换算表与 1884 相同              |
| ASTM D4052 | 使用数字密度计测定液体密度、相对密度和 API 比重的标准测试方法 | 密度计      | 石油馏分和粘稠油             |                           |

从本次检测数据来看，不同实验室的检测结果差异处于合理范围，数据整体可靠。本次生物石脑油检测结果统计如下：平均值为 656.98 kg/m<sup>3</sup>，中位数为 657.65 kg/m<sup>3</sup>，最大值为 669.50 kg/m<sup>3</sup>，最小值为 643.60 kg/m<sup>3</sup>。

在密度标准限值设定过程中，相关参考的石脑油标准限值设定详见表 2。综合考虑两方面核心因素：一是本次样品检测值存在部分低于 650 kg/m<sup>3</sup>的情况，直接引用煤基石脑油的现有标准限值无法匹配

当前生物石脑油的实际产品数据；二是结合乙烯裂解对石脑油的工艺需求。因此，结合生物石脑油产品的质量情况，并预留一定的安全余量，最终将乙烯裂解用生物石脑油的密度（20℃）设定为 630~750 kg/m<sup>3</sup>，既覆盖实际检测数据范围，又能满足工艺的生产要求。

由于 GB/T 1884、GB/T 1885 适用于不大于 100kPa 的产品，但此次检测过程中，部分生物石脑油产品的饱和蒸汽压超出 GB/T 1884、GB/T 1885 标准的检测要求。因此本文件密度检测方法设置为，密度检测可采用 GB/T 1884、GB/T 1885 方法，仲裁方法统一为 SH/T 0604。

表 2 石脑油及生物石脑油相关标准的密度设定情况表

| 标准名称                   | 指标          |      | 密度（20℃）           |
|------------------------|-------------|------|-------------------|
|                        | 单位          |      | kg/m <sup>3</sup> |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油   | 用于乙烯裂解      |      | 650 ~ 750         |
|                        | 重整装置用       |      | 670 ~ 720         |
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           |      | 730 ~ 765         |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         |      | 650               |
|                        | 最大值         |      | 730               |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         |      | min680            |
|                        | 规格          |      | —                 |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           |      | min650, max730    |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      |      | 650 ~ 750         |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号 | 630 ~ 750         |
|                        |             | 60 号 |                   |
|                        |             | 65 号 |                   |
|                        | 重整装置用       | 20 号 | 630 ~ 750         |
|                        |             | 25 号 |                   |
|                        |             | 30 号 |                   |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | 实测                |

#### 4.2 饱和蒸气压

生物石脑油的饱和蒸气压，在本质上是原料在一定温度下变成气

体的难易程度的衡量，它直接决定乙烯裂解催化的相态、分压、反应深度、结焦与安全，也可以控制储存运输挥发损耗。同时也是作为判定其易燃程度的重要指标。

该项指标的检测方法有《GB/T 8017 石油产品蒸气压的测定 雷德法》《SH/T 0794 石油产品蒸气压的测定 微量法》《ASTM D323 石油产品蒸气压标准测试方法（雷德法）》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 3。此次样品测试中采用 SH/T 0794、ASTM D323 两种进行测试。

表 3 生物石脑油饱和蒸气压的相关检测标准情况表

| 检测方法      | 方法名称               | 方法原理 | 适用范围               | 检出限                                                                                                                               |
|-----------|--------------------|------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GB/T 8017 | 石油产品蒸气压的测定 雷德法     | 雷德法  | 汽油、挥发性原油及其他挥发性石油产品 | 程序 A 适用于蒸气压小于 180kPa（26psi）的汽油及其他石油产品；A 法改进法可测定 35-100kPa；<br>程序 C 适用于蒸气压大于 180kPa（26psi）的材料。<br>程序 D 适用于蒸气压约为 50kPa（7psi）的航空汽油的。 |
| SH/T 0794 | 石油产品蒸气压的测定 微量法     | 微量法  | 挥发性石油产品            | 7-130kPa                                                                                                                          |
| ASTM D323 | 石油产品蒸气压标准测试方法（雷德法） | 雷德法  | 汽油、挥发性原油及其他挥发性石油产品 | 程序 A 适用于蒸气压小于 180kPa（26psi）的汽油及其他石油产品。<br>程序 C 适用于蒸气压大于 180kPa（26psi）的材料。<br>程序 D 适用于蒸气压约为 50kPa（7psi）的航空汽油的。                     |

其测试结果的平均值为 81.39 kPa，中位数为 75.5 kPa，最大值为 122.90 kPa，最小值为 65.60 kPa。

检测值中有部分企业的饱和蒸气压数据远高于所参考标准的上限，本文件参照化石基石脑油设置范围进行设置，所参考的石脑油相关标准限值设定情况如表 4。在《GB-50074 石油库设计规范》《SH/T

3007 《石油化工储运系统罐区设计规范》等石化储运与防护设计中，对储存“37.8℃时的饱和蒸气压不大于 88kPa 的甲 B、乙 A 类液体化工品和轻石脑油，应采用外浮顶储罐或内浮顶储罐。”，生物石脑油从检测的饱和蒸气压数据来看，其为轻质石脑油，结合生物石脑油生产企业的储运设计要求，同时参考《Q/SY 03026 石脑油》对化石石脑油的要求和生物石脑油对接收方的饱和蒸气压等限值要求，以同等原则和适配原则，因此用于乙烯裂解用生物石脑油限值取不大于 88kpa。检测方法也可采用 GB/T 8017，仲裁方法为 SH/T 0794。

表 4 石脑油及生物石脑油相关标准的饱和蒸气压设定情况表

| 标准名称                   | 指标          |      | 饱和蒸气压        |
|------------------------|-------------|------|--------------|
|                        | 单位          |      | (37.8℃) /kPa |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油   | 用于乙烯裂解      |      | 报告           |
|                        | 重整装置用       |      | —            |
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           |      | —            |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         |      | —            |
|                        | 最大值         |      | —            |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         |      | Max75.84     |
|                        | 规格          |      | 报告           |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           |      | Max86.18     |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      |      | 报告           |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号 | 不大于 88       |
|                        |             | 60 号 |              |
|                        |             | 65 号 |              |
|                        | 重整装置用       | 20 号 | 不大于 88       |
|                        |             | 25 号 |              |
|                        |             | 30 号 |              |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | —            |

### 4.3 机械杂质

生物石脑油中的机械杂质，在乙烯裂解过程中保障加工效率与产品纯度；机械杂质造成应用过程中的设备磨损、管线堵塞等问题。

该项指标的检测方法有《GB/T 511 石油和石油产品及添加剂机械杂质测定法》、目测法。GB/T511 为滤纸或微孔玻璃过滤器过滤测定范围为石油、液态石油产品和添加剂产品；目测法为将试样注入100mL 玻璃量筒中观察，通过观察产品的透明情况，悬浮和沉降的机械杂质及分层情况对生物石脑油的机械杂质进行判定。

此次样品测试中采用 GB/T 511 进行测试，其测试结果均为无。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 5。按照相关参数设定方式，本文件参照化石基石脑油要求进行设置，用于乙烯裂解生物石脑油的机械杂质测试结果为无。检测方法也可选用目测法，仲裁方法选用 GB/T 511。

表 5 石脑油及生物石脑油相关标准的机械杂质设定情况表

| 标准名称                 | 指标     |      | 机械杂质    |
|----------------------|--------|------|---------|
|                      | 单位     |      | %（质量分数） |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油 | 用于乙烯裂解 |      | —       |
|                      | 重整装置用  |      | —       |
| GB/T 36566 煤直接液化     | —      |      | 无       |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油     | 最小值    |      | —       |
|                      | 最大值    |      | —       |
| A 公司 全馏程石脑油要求        | 典型值    |      | —       |
|                      | 规格     |      | —       |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明    | —      |      | —       |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油  | 乙烯装置专用 |      | —       |
| Q/SY 03026 石脑油       | 乙烯装置用  | 55 号 | 无       |
|                      |        | 60 号 |         |
|                      |        | 65 号 |         |

|                        |             |      |   |
|------------------------|-------------|------|---|
|                        | 重整装置用       | 20 号 | 无 |
|                        |             | 25 号 |   |
|                        |             | 30 号 |   |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | — |

#### 4.4 颜色

生物石脑油的颜色可直观判断产品纯度，排查杂质或变质风险，颜色等级代表胶质、芳烃、硫化物、碱性氮化物等显色杂质的含量，数值越大越浅、纯度越高；数值越小越深、杂质越多。颜色异常（如发黑、浑浊）提示含过量杂质或已变质，影响后续加工质量、储存的安定性、低温洁净等性能。

该项指标的检测方法主要有《GB/T 3555 石油产品赛波特颜色测定法（赛波特比色计法）》《ASTM D6045-20 石油产品颜色的自动三刺激值法测定》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 6。此次样品测试中采用 GB/T 3555 进行测试。

其测试结果仅有一个样品检出值为+29，其他样品全部为+30，样品结果为石油产品颜色的最高等级，代表水白色、完全清澈、几乎无黄色调。

表 6 生物石脑油颜色的相关检测标准情况表

| 检测方法          | 方法名称                  | 方法原理    | 适用范围                                               | 检出限    |
|---------------|-----------------------|---------|----------------------------------------------------|--------|
| GB/T 3555     | 石油产品赛波特颜色测定法（赛波特比色计法） | 赛波特比色计法 | 未染色的车用汽油、航空汽油、喷气燃料、石脑油、煤油、白油及石油蜡等精制石油产品            | -15-30 |
| ASTM D6045-20 | 石油产品颜色的自动三刺激值法测定      | 自动三刺激值法 | 未经染色的汽车用汽油和航空汽油、航空涡轮燃料、石脑油、煤油、医药用白油、柴油燃油、供暖油以及润滑油等 | 0~+30  |

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 7。由于生物石脑油为酯

类和脂肪酸类加氢改质工艺所生产的产品，其颜色分离前与可持续航空燃料相同，同时用于乙烯裂解的颜色要求均不低于+20，依照检测结果情况，同时保守进行考虑，生物石脑油在应用中其颜色限值设定为赛波特号不小于+25。检测方法应选用 GB/T 3555。

表 7 石脑油及生物石脑油相关标准的颜色设定情况表

| 标准名称                   | 指标          |      | 颜色     |
|------------------------|-------------|------|--------|
|                        | 单位          |      | 赛波特号   |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油   | 用于乙烯裂解      |      | 不小于+25 |
|                        | 重整装置用       |      | 不小于+25 |
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           |      | —      |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         |      | 20     |
|                        | 最大值         |      | -      |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         |      | min20  |
|                        | 规格          |      | min20  |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           |      | min+20 |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      |      | 不小于+20 |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号 | 不小于+20 |
|                        |             | 60 号 |        |
|                        |             | 65 号 |        |
|                        | 重整装置用       | 20 号 | 不小于+20 |
|                        |             | 25 号 |        |
|                        |             | 30 号 |        |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | —      |

## 4.5 馏程

生物石脑油馏程对乙烯裂解是重要影响因素。初馏点和终馏点以及馏程分布不仅决定产品的碳数分布，而且极大地影响反应的条件，并且影响收率和催化剂的失活速率。因此选择合适的馏程至关重要。

表 8 生物石脑油馏程的相关检测标准情况表

| 检测方法           | 方法名称                    | 方法原理     | 适用范围                                                                                              | 检出限 |
|----------------|-------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| GB/T 6536      | 石油产品常压蒸馏特性测定法           | 间歇蒸馏仪    | 天然汽油(稳定轻烃)、轻质和中间馏分、车用火花点燃式发动机燃料、航空汽油、喷气燃料、柴油和煤油,以及石脑油和石油溶剂油产品                                     |     |
| ASTM D86-23ae2 | 石油产品和液体燃料在大气压下的蒸馏标准测试方法 | 手动、自动蒸馏仪 | 轻馏分和中间馏分、含或不含氧化剂的机动车火花点火发动机燃料、航空汽油、航空涡轮燃料、柴油燃料、生物柴油混合物(最高达20%)、船用燃料、特种石油溶剂、石脑油、白酒精、煤油以及1级和2级燃烧器燃料 |     |

该项指标的检测方法有《GB/T 6536 石油产品常压蒸馏特性测定法》《ASTM D86-23ae2 石油产品和液体燃料在大气压下的蒸馏标准测试方法》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 8。此次样品测试中采用这两种方法进行测试。

检测结果情况见表 9。

表 9 生物石脑油馏程数据情况表

| 馏程/℃    | 平均值    | 中位数    | 最大值    | 最小值   |
|---------|--------|--------|--------|-------|
| 初馏点     | 30.48  | 31.80  | 36.20  | 21.80 |
| 10%馏出温度 | 46.38  | 49.00  | 52.90  | 31.40 |
| 50%馏出温度 | 68.69  | 66.35  | 84.20  | 59.40 |
| 90%馏出温度 | 99.98  | 95.15  | 136.60 | 84.40 |
| 终馏点     | 125.33 | 118.05 | 186.50 | 98.20 |

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 10。用于乙烯裂解生物石脑油碳数越低越容易裂解为乙烯,故选取较低初馏点进行设置,其馏程设置为初馏点不低于 25℃;参照相关标准设置情况,结合此次检测过程中终馏点最大值情况,终馏点不高于 200℃;同时中间馏出温度,对应用过程中的温度设置具有指导性意义,故设置需报告其 10%馏出温度、50%馏出温度、90%馏出温度。

表 10 石脑油及生物石脑油相关标准的馏程设定情况表

| 标准名称                    | 指标           |      | 初馏点    | 10%<br>馏出<br>温度 | 50%<br>馏出<br>温度 | 90%<br>馏出<br>温度 | 终馏点          |
|-------------------------|--------------|------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
|                         | 单位           |      | °C     | °C              | °C              | °C              | °C           |
| GB/T36565<br>煤基费托合成 石脑油 | 用于乙烯裂解       |      | 不低于 25 | —               | 报告              | —               | 不 高 于<br>220 |
|                         | 重整装置用        |      | 不低于 45 | —               | 报告              | —               | 不 高 于<br>180 |
| GB/T 36566 煤直接液化        | —            |      | 报告     | —               | 115             | 165             | 177          |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油        | 最小值          |      | 30     | 报告              | 报告              | 报告              | —            |
|                         | 最大值          |      | —      | —               | —               | —               | 180          |
| A 公司 全馏程石脑油要求           | 典型值          |      | min25  | —               | —               | —               | max190       |
|                         | 规格           |      | min25  | —               | —               | —               | max190       |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明       | —            |      | min30  | —               | —               | —               | max180       |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油     | 乙烯装置专用       |      | 不低于 25 | —               | 报告              | —               | 不 高 于<br>204 |
| Q/SY 03026 石脑油          | 乙 烯 装<br>置 用 | 55 号 | 报告     | —               | 报告              | —               | 不 大 于<br>200 |
|                         |              | 60 号 |        | —               |                 | —               |              |
|                         |              | 65 号 |        | —               |                 | —               |              |
|                         | 重 整 装<br>置 用 | 20 号 | 报告     | —               | 报告              | —               | 不 大 于<br>180 |
|                         |              | 25 号 |        | —               |                 | —               |              |
|                         |              | 30 号 |        | —               |                 | —               |              |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油  | 重整用石脑油（石油基）  |      | ≥35    | —               | —               | —               | ≤175         |

## 4.6 族组成

生物石脑油与石脑油的族组成相似，按结构可分为烷烃、烯烃、环烷烃、芳烃四大族，其组成通常以 PONA 值表示，PONA 值直接影响生物石脑油的裂解。P（烷烃）易裂解生成乙烯、丙烯，其中正构烷烃乙烯收率高于异构烷烃；O（烯烃）裂解性能较差，易结焦，需在产品标准中设定上限；N（环烷烃）裂解产物收率低于烷烃，且易生成芳烃；A（芳烃）不易裂解，易产生重质芳烃甚至结焦。因此，需合理控制生物石脑油的 PONA 值，为其加工工艺选择提供依据。

该项指标的检测方法有《SH/T 0714 石脑油中单体烃组成测定法（毛细管气相色谱法）》《ASTM D6730 用于通过 100 米毛细管（含预柱）高分辨率气相色谱法测定火花点火发动机燃料中各组分的含量》《GB/T 28768 车用汽油烃类组成和含氧化合物的测定多维气相色谱法》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 11。此次样品测试中采用这两种方法进行测试。

表 11 生物石脑油族组成的相关检测标准情况表

| 检测方法       | 方法名称                                                 | 方法原理     | 适用范围                | 检出限                                                                                                                    |
|------------|------------------------------------------------------|----------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SH/T 0714  | 石脑油中单体烃组成测定法（毛细管气相色谱法）                               | 毛细管气相色谱法 | 石脑油、液态烃混合物（烯烃小于 2%） | 单组分不小于 0.05%                                                                                                           |
| ASTM D6730 | 标准测试方法用于通过 100 米毛细管（含预柱）高分辨率气相色谱法 测定火花点火发动机燃料中各组分的含量 | 气相色谱法    | 火花点火发动机燃料           | 甲醇、乙醇、叔丁醇、甲基叔丁基醚（MTBE）、乙基叔丁基醚（ETBE）和叔戊基甲基醚（TAME）的浓度，范围在质量分数 0.01%至 30%之间。<br>测定 PONA 时可能会产生显著偏差                        |
| GB/T 28768 | 车用汽油烃类组成和含氧化合物的测定多维气相色谱法                             | 多维气相色谱法  | 车用汽油                | 总芳烃含量（体积分数）为不大于 50%；<br>总烯烃含量（体积分数）为 1.5%~30%；<br>含氧化合物含量（体积分数）为 0.8%~15%；<br>总氧含量（质量分数）为 1.5%~3%；<br>苯含量（体积分数）为不大于 2% |

表 12 生物石脑油馏程数据情况表

| 族组成（质量分数% $m/m$ ） | 平均值   | 中位数   | 最大值   | 最小值   |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| 正构烷烃（n-P）含量       | 41.76 | 40.06 | 59.50 | 26.71 |
| 环烷烃（N）含量          | 2.91  | 2.31  | 5.00  | 1.22  |
| 烷烃（P）含量           | 98.00 | 98.55 | 99.99 | 94.80 |
| 烯烃（O）含量           | 0.06  | 0.01  | 0.32  | 0.00  |
| 芳烃（A）含量           | 0.19  | 0.10  | 1.15  | 0.00  |

数据情况见表 12。所参考的石脑油相关标准限值设定如表 13。

用于乙烯裂解生物石脑油中正构烷烃（n-P）含量直接影响其裂解性能，故设置为不小于 30%；报告其环烷烃（N）含量；所有烷烃（P）含量数据均高于 94.8%，为提高其产品竞争性，设置为不小于 90%；烯烃（O）含量不大于 1.0%；报告芳烃（A）含量。

检测标准应选用 SH/T 0714。

表 13 石脑油及生物石脑油相关标准的馏程设定情况表

| 标准名称                       | 指标              |      | 正构烷<br>烃（n-P） | 环烷<br>烃（N） | 烷 烃<br>（P） | 烯 烃<br>（O）   | 芳 烃<br>（ A<br>）  |
|----------------------------|-----------------|------|---------------|------------|------------|--------------|------------------|
|                            | 单位              |      | 质 量 分<br>数/%  | 质量分<br>数/% | 质量分<br>数/% | 质 量 分<br>数/% | 质 量 分<br>数<br>/% |
| GB/T36565 煤基费<br>托合成 石脑油   | 用于乙烯裂解          |      | ≥90           | 报告         | ≥92        | ≤2.0         | ≤<br>2.0         |
|                            | 重整装置用           |      | —             | —          | —          | 报告           | 报告               |
| GB/T 36566 煤直接<br>液化       |                 |      | —             | —          | —          | ≤0.1         | —                |
| Q/LYGJA-02 生物石<br>脑油       | 最小值             |      | 30            | 报告         | 85         | —            | 报告               |
|                            | 最大值             |      | —             | —          | —          | 1            | —                |
| A 公司 全馏程石脑<br>油要求          | 典型值             |      | —             | 报告         | 报告         | max1         | 报告               |
|                            | 规格              |      | —             | 报告         | 报告         | max1         | 报告               |
| B 公司 生物石脑油<br>质量规格声明       | —               |      | min30         | 报告         | min85      | max1         | 报告               |
| Q/SH 0565 乙 烯 装<br>置专用石脑油  | 乙烯装置专用          |      | ≥30           | 报告         | ≥65        | ≤1.0         | 报告               |
| Q/SY 03026 石脑油             | 乙 烯 装<br>置用     | 55 号 | —             | 报告         | ≥55        | ≤4.0         | 报告               |
|                            |                 | 60 号 | —             |            | ≥60        | ≤2.0         |                  |
|                            |                 | 65 号 | ≥30           |            | ≥65        | ≤2.0         |                  |
|                            | 重 整 装<br>置用     | 20 号 | —             | ≥20        | 报告         | ≤3.0         | 报告               |
|                            |                 | 25 号 | —             |            |            |              |                  |
|                            |                 | 30 号 | —             |            |            |              |                  |
| T/CPCIF 0350 重整<br>用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石<br>油基） |      | —             | —          | —          | ≤1.0         | —                |

## 4.7 氮含量

生物石脑油中的氮化物不仅会影响催化剂性能，同时也会对加工工艺效果及污染物排放产生不利影响。氮化物含量过高会导致 NO<sub>x</sub> 排放升高、增加污染物排放，还会使催化剂短暂中毒；过多的含氮有机化合物随精制石脑油进入反应部分，会导致催化剂发生氨中毒。在反应条件下，含氮有机化合物会被加氢分解为氨和烃类，分解出来的氨不仅会与催化剂表面的质子酸发生酸碱反应，在水存在时，还会淋洗掉催化剂表面的酸性组分氯，使催化剂酸性功能进一步降低。因此，生物石脑油中的氮化物含量应控制在合理范围内，为后续加工工艺顺利开展提供保障。

该项指标的检测方法有《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》《ASTM D4629 通过注射器/进样口氧化燃烧和化学发光检测液态烃中的痕量氮气》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 14。此次样品测试中采用这两种方法进行测试。

表 14 生物石脑油氮含量的相关检测标准情况表

| 检测方法       | 方法名称                          | 方法原理       | 适用范围         | 检出限          |
|------------|-------------------------------|------------|--------------|--------------|
| 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       | 氧化燃烧和化学发光法 | 石脑油、石油馏分其他油品 | 0.3~100mg/kg |
| ASTM D4629 | 通过注射器/进样口氧化燃烧和化学发光检测液态烃中的痕量氮气 | 氧化燃烧和化学发光法 | 石脑油、石油馏分其他油品 | 0.3~100mg/kg |

由于其测试方法不同，适用 ASTM D4629 其测试结果均低于 1 mg/kg，采用 SH/T 0657 其测试结果的超过半数样品低于检出限 0.3 mg/kg。高于检出限的结果平均值为 0.86 mg/kg，最大值为 1.20 mg/kg，最小值为 0.31 mg/kg。

所参考的石脑油及生物石脑油相关标准限值设定如表 15。由于用于乙烯裂解装置中未对其氮含量有相关要求，对全馏程石脑油进行要求的标准限值远高于此次检测最大值 1.20 mg/kg。考虑到煤基可能存在的低氮优势，且本次检测的结果中存在高于 0.5 mg/kg 的样本。因此，本文件设置中参照石油基用于乙烯裂解要求设置为不大于 2 mg/kg。检测标准应选用 NB/SH/T 0657。

表 15 石脑油及生物石脑油相关标准的氮含量设定情况表

| 标准名称                   | 指标          |      | 氮含量     |
|------------------------|-------------|------|---------|
|                        | 单位          |      | mg/kg   |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油   | 用于乙烯裂解      |      | —       |
|                        | 重整装置用       |      | 不大于 0.5 |
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           |      | 不大于 0.5 |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         |      | —       |
|                        | 最大值         |      | 2       |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         |      | 报告      |
|                        | 规格          |      | max2.0  |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           |      | min30   |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      |      | —       |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号 | —       |
|                        |             | 60 号 |         |
|                        |             | 65 号 |         |
|                        | 重整装置用       | 20 号 | 不大于 5.0 |
|                        |             | 25 号 |         |
|                        |             | 30 号 |         |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | ≤2      |

#### 4.8 博士试验

硫醇是生物石脑油中的典型活性硫化物，硫醇在高温下易分解生成硫化氢等含硫化合物，不仅会腐蚀设备、污染裂解气，还会影响后续烯烃分离与聚合催化剂活性；同时硫醇易引发结焦副反应，加剧裂

解炉管结焦，缩短运行周期。

该项指标的检测方法有《NB/SH/T0174 石油产品和烃类溶剂中硫醇和其他硫化物的检验 博士试验法》《ASTM D4952 燃料和溶剂中活性硫物种的定性分析（博士测试）》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 16，此次样品测试中采用这两种方法进行测试。

测试结果显示，所有样品均通过测试。

所参考的石脑油和生物石脑油相关博士试验标准限值设定如表 17。考虑到硫醇等活性硫对生物石脑油应用的影响，同时考虑到企业标准的设置情形，因此用于乙烯裂解生物石脑油需通过博士试验。测试方法应选用 NB/SH/T 0174。

表 16 生物石脑油博士试验的相关检测标准情况表

| 检测方法        | 方法名称                        | 方 法 原<br>理   | 适用范围      | 检出限  |
|-------------|-----------------------------|--------------|-----------|------|
| NB/SH/T0174 | 石油产品和烃类溶剂中硫醇和其他硫化物的检验 博士试验法 | 博 士 试<br>验 法 | 烃类溶剂和石油馏分 | 定性测试 |
| ASTM D4952  | 燃料和溶剂中活性硫物种的定性分析（博士测试）      | 博 士 试<br>验 法 | 烃类溶剂和石油馏分 | 定性测试 |

表 17 石脑油及生物石脑油相关标准的博士实验设定情况表

| 标准名称                 | 指标     | 博士试验 |
|----------------------|--------|------|
|                      | 单位     | —    |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油 | 用于乙烯裂解 | —    |
|                      | 重整装置用  | —    |
| GB/T 36566 煤直接液化     | —      | —    |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油     | 最小值    | 通过   |
|                      | 最大值    | —    |
| A 公司 全馏程石脑油要求        | 典型值    | —    |

|                        |             |      |
|------------------------|-------------|------|
|                        | 规格          | —    |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           | —    |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      | —    |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号 |
|                        |             | 60 号 |
|                        |             | 65 号 |
|                        | 重整装置用       | 20 号 |
|                        |             | 25 号 |
|                        |             | 30 号 |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） | —    |

## 4.9 硫含量

生物石脑油含硫化合物主要以硫醇为主，硫含量 50~100mg/kg 利于乙烯裂解，可抑制炉管渗碳、结焦，需通过裂解气 CO、CO<sub>2</sub> 浓度调节注硫量；超过 500mg/kg 则加剧炉管腐蚀结焦，合理控制硫含量是工艺高效运行的关键。由于生物石脑油原料本身中硫含量较低，在生产过程中会持续加入补硫剂，为避免硫含量的失控因此需要对硫含量进行测定。

生物石脑油相关的该项指标的检测方法有《SH/T 0689 轻质烃及发动机燃料和其他油品的总硫含量测定法（紫外荧光法）》《GB/T 17040 石油和石油产品硫含量的测定 能量色散 X 射线荧光光谱法》《GB/T 11140-2008 石油产品硫含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法》《GB/T 34100-2017 轻质烃及发动机燃料和其他油品中总硫含量的测定 紫外荧光法》《SH/T 0253-1992 轻质石油产品中总硫含量测定法（电量法）》《SH/T 0842-2017 轻质液体燃料中硫含量的测定 单波长色散 X 射线荧光光谱法》《ASTM D5453 通过紫外荧光法测定轻

质烃类、火花点火发动机燃料、柴油发动机燃料和机油中总硫含量的标准测试方法》，方法原理、适用范围、检出限等情形见表 18。此次样品测试中采用 SH/T 0689、ASTM D5453 这两种方法进行测试。

表 18 生物石脑油硫含量的相关检测标准情况表

| 检测方法        | 方法名称                                           | 方法原理            | 适用范围                                                                | 检出限                                  |
|-------------|------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| SH/T 0689   | 轻质烃及发动机燃料和其他油品的总硫含量测定法（紫外荧光法）                  | 紫外荧光法           | 液态烃                                                                 | 1-8000mg/kg                          |
| GB/T 17040  | 石油和石油产品硫含量的测定 能量色散 X 射线荧光光谱法                   | 能量色散 X 射线荧光光谱法  | 车用汽油、乙醇汽油、柴油、生物柴油及其调合燃料、喷气燃料、煤油、其他馏分油、石脑油、渣油、原油、润滑油基础油、液压油以及类似的石油产品 | 17-46000 mg/kg;<br>( 0.0017%-4.6% )  |
| GB/T 11140  | 石油产品硫含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法                      | 波长色散 X 射线荧光光谱法  | 柴油、喷气燃料、煤油、其他馏分油、石脑油、渣油、润滑油基础油、液压油、原油、车用汽油、含醇汽油和生物柴油                | $\geq 3\text{mg/kg}$ ,<br>46000mg/kg |
| GB/T 34100  | 轻质烃及发动机燃料和其他油品中总硫含量的测定 紫外荧光法                   | 紫外荧光法           | 石脑油、馏分油、发动机油、乙醇、脂肪酸甲酯（FAME）及发动机燃料                                   | 1.0-8000mg/kg                        |
| SH/T 0253   | 轻质石油产品中总硫含量测定法（电量法）                            | 电量法             | 轻质石油产品                                                              | 0.5-1000ppm                          |
| SH/T 0842   | 轻质液体燃料中硫含量的测定 单波长色散 X 射线荧光光谱法                  | 单波长色散 X 射线荧光光谱法 | 调合汽油和柴油的不同馏分油、喷气燃料、煤油、生物柴油、生物柴油调合燃料和乙醇汽油                            | 3.2-2822mg/kg                        |
| ASTM D 5453 | 通过紫外荧光法测定轻质烃类、火花点火发动机燃料、柴油发动机燃料和机油中总硫含量的标准测试方法 | 紫外荧光法           | 轻质烃类                                                                | 1.0 mg/kg to 8000 mg/kg              |

由于选用测试方法的不同，ASTM D5453 均为<1 mg/kg；SH/T 0689 的测试结果的平均值为 0.95 mg/kg，中位数为 0.29 mg/kg，最大值为 3.99 mg/kg，最小值为 0.11 mg/kg。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 19。由于生物石脑油原料中的硫含量极低，因此为满足工艺要求，需要在工艺过程中需要补充硫，然后进行脱硫，因此需要设定相应指标对产品中硫含量进行要求。此次检测过程中最大值为 3.99 mg/kg，小于当前所有化石石脑油的指标限值，石油基均在 300 mg/kg 以上，因此考虑到当前检测数据和现有的生物石脑油相关标准，同时考虑《GB 6537-2025 3 号喷气燃料》中对 HEFA-SPK 中硫的要求，设置用于乙烯裂解用生物石脑油硫含量不大于 15.0 mg/kg。

表 19 石脑油及生物石脑油相关标准的硫含量设定情况表

| 标准名称                 | 指标     |      | 硫含量     |
|----------------------|--------|------|---------|
|                      | 单位     |      | mg/kg   |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油 | 用于乙烯裂解 |      | 不大于 5.0 |
|                      | 重整装置用  |      | 不大于 0.5 |
| GB/T 36566 煤直接液化     | —      |      | 不大于 0.5 |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油     | 最小值    |      | —       |
|                      | 最大值    |      | 2       |
| A 公司 全馏程石脑油要求        | 典型值    |      | max800  |
|                      | 规格     |      | max700  |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明    | —      |      | max30   |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油  | 乙烯装置专用 |      | 不大于 650 |
| Q/SY 03026 石脑油       | 乙烯装置用  | 55 号 | 不大于 350 |
|                      |        | 60 号 |         |
|                      |        | 65 号 |         |
|                      | 重整装置用  | 20 号 | 不大于 350 |
|                      |        | 25 号 |         |

|                        |             |      |      |
|------------------------|-------------|------|------|
|                        |             | 30 号 |      |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | ≤800 |

检测时也可使用 GB/T 17040、GB/T 11140、GB/T34100、SH/T 0253、SH/T 0842，其仲裁方法为 SH/T 0689。

#### 4.10 二硫化碳

生物石脑油的原料中基本不含硫，由于所用到的催化剂特性，需要在生产过程中持续加入高硫含量、易分解的催化剂预硫化剂（如补硫剂 DMDS 等）以保证后续生产的正常进行，在此过程中，会产生少量的二硫化碳。由于二硫化碳危险特性，因此需要对二硫化碳进行检测。

该项指标的检测方法有《NB/SH/T 0827 轻质石油馏分中含硫化化合物的测定 气相色谱和硫选择性检测器法》《ASTM D5623 轻质石油液体中硫化化合物的气相色谱法及选择性检测标准测试方法》，方法原理、适用范围、检出限等情形见表 20。此次样品测试中采用 NB/SH/T 0827、ASTM D5623 这两种方法进行测试。

表 20 生物石脑油二硫化碳的相关检测标准情况表

| 检测方法         | 方法名称                           | 方法原理          | 适用范围 | 检出限                |
|--------------|--------------------------------|---------------|------|--------------------|
| NB/SH/T 0827 | 轻质石油馏分中含硫化化合物的测定 气相色谱和硫选择性检测器法 | 气相色谱和硫选择性检测器法 | 轻质油  | 0.1mg/kg ~100mg/kg |
| ASTM D5623   | 轻质石油液体中硫化化合物的气相色谱法及选择性检测标准测试方法 | 气相色谱法         | 轻质油  | 0.1mg/kg- 100mg/kg |

测试结果显示，选用测试方法的不同，其检出结果也存在一定差异。ASTM D5623 检出结果均为 <1 mg/kg；NB/SH/T 0827 的测试结果中仅有一个样品检出 0.17mg/kg，其余结果均低于 0.05 mg/kg 的检

出限。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 21。由于化石基石脑油生产过程中会根据原料的硫含量情况选择进行补硫和脱硫，所适用的补硫剂情形较少，而生物石脑油的生产过程中需要持续补硫，故生物石脑油需求方的要求设定为，用于乙烯裂生物石脑油二硫化碳含量不大于 3 mg/kg。检测方法应选用 NB/SH/T 0827。

表 21 石脑油及生物石脑油相关标准的二硫化碳设定情况表

| 标准名称                   | 指标          |      | 二硫化碳   |
|------------------------|-------------|------|--------|
|                        | 单位          |      | mg/kg  |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油   | 用于乙烯裂解      |      | —      |
|                        | 重整装置用       |      | —      |
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           |      | —      |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         |      | —      |
|                        | 最大值         |      | —      |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         |      | 报告     |
|                        | 规格          |      | 报告     |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           |      | max3.0 |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      |      | —      |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号 | —      |
|                        |             | 60 号 |        |
|                        |             | 65 号 |        |
|                        | 重整装置用       | 20 号 | —      |
|                        |             | 25 号 |        |
|                        |             | 30 号 |        |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | —      |

#### 4.11 氯含量

生物石脑油作为原料在乙烯裂解过程，氯会引起对流段及辐射段结焦和腐蚀。氯化物在加工过程中生成氯化氢，氯化氢与水和氨分别形成盐酸和氯化铵，对设备造成严重的腐蚀并阻塞管道，严重时会导致

致装置被迫停工检修。氯又是常见的催化剂毒物，具有很高的电子亲和力和迁移性，易与金属离子反应，且常随工艺气体向下游迁移，造成催化剂的永久性中毒。

该项指标的检测方法有《SH/T 1757 工业芳烃中有机氯的测定 微库仑法》《SH/T 1147 工业用芳烃中痕量氟、氯、硫的测定》《ASTM D5808 微库仑法测定芳烃和相关化合物中氯化物》，方法原理、适用范围、检出限等情形见表 22。此次样品测试中采用 SH/T 1147、ASTM D5808 这两种方法进行测试。

表 22 生物石脑油氯含量的相关检测标准情况表

| 检测方法         | 方法名称                     | 方法原理  | 适用范围                                                                                                 | 检出限                                                  |
|--------------|--------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| SH/T 1757    | 工业芳烃中有机氯的测定 微库仑法         | 微库仑法  | 工业用芳烃                                                                                                | 0.5mg/kg- 25mg/kg                                    |
| SH/T 1147    | 工业用芳烃中痕量氟、氯、硫的测定         | 离子色谱法 | 工业用芳烃                                                                                                | 0.5 mg/kg ~ 25 mg/kg                                 |
| NB/SH/T 6056 | 轻质烃及发动机燃料中有机氯含量测定 微库仑法   | 微库仑法  | 沸点范围在 30°C~400°C 之间的轻质石油产品中有机氯含量的测定，包括石脑油、汽油馏分和中间馏分油，BD100 生物柴油，发动机燃料如：车用汽油、车用乙醇汽油、车用柴油、B5 柴油及喷气燃料等。 | 0.5mg/kg~500mg/kg 之间                                 |
| GB/T 40111   | 石油产品中氟、氯和硫含量的测定 燃烧-离子色谱法 | 离子色谱法 | 汽油、乙醇汽油、石脑油、馏分油、喷气燃料、柴油、生物柴油调合燃料等。                                                                   | 沸点范围为 30 °C~380°C 测定范围为 0.30 mg/kg~15.00 mg/kg 的石油产品 |
| ASTM D5808   | 微库仑法测定芳烃和相关化合物中氯化物       | 微库仑法  |                                                                                                      | 0.7mg/kg 到 25 mg/kg                                  |

由于选用测试方法的不同,其结果存在一定差异,但不影响此次标准限值的设定。使用 ASTM D5808 检测的结果均为 $<1\text{mg/kg}$ ; SH/T 1147 的测试结果 $<0.5\text{mg/kg}$ ,即所有样品的检测结果均低于 $1\text{mg/kg}$ 。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 23。当前化石基石脑油的用于乙烯裂解过程中对其按要求不大于 $2.0\text{ mg/kg}$ ,需求方最大值要求不大于 $1\text{mg/kg}$ ,同时参考此次生物石脑油的检出结果情况,考虑生物质石脑油需求方的要求,设定乙烯裂解用生物石脑油氯含量不大于 $1.0\text{mg/kg}$ 。检测方法应选用 GB/T 40111,也可采用 NB/SH/T 6056,仲裁方法为 GB/T 40111。

表 23 石脑油及生物石脑油相关标准的氯含量设定情况表

| 标准名称                   | 指标          |      | 氯含量      |
|------------------------|-------------|------|----------|
|                        | 单位          |      | mg/kg    |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油   | 用于乙烯裂解      |      | 2.0      |
|                        | 重整装置用       |      | 2.0      |
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           |      | —        |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         |      | —        |
|                        | 最大值         |      | 1        |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         |      | 报告       |
|                        | 规格          |      | max1.5   |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           |      | max1     |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      | I 类  | 不大于 1    |
|                        |             | II 类 | 不大于 3    |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号 | —        |
|                        |             | 60 号 |          |
|                        |             | 65 号 |          |
|                        | 重整装置用       | 20 号 | 不大于 4.0  |
|                        |             | 25 号 |          |
|                        |             | 30 号 |          |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | $\leq 2$ |

## 4.12 苯含量

生物石脑油中的苯在乙烯裂解中是负面杂质，会降低烯烃收率、加剧结焦，因此乙烯裂解中要对苯进行限制要求。

该项指标的检测方法有《GB/T 30519 轻质石油馏分和产品中烃族组成和苯含量的测定 多维气相色谱法》《SH/T 0693 汽油中芳烃含量测定法（气相色谱法）》《ASTM D5135 通过毛细管气相色谱法分析苯乙烯的标准测试方法》《ASTM D6839-21a 2021 通过多维气相色谱法测定火花点火发动机燃料中碳氢化合物、含氧化合物、苯和甲苯的标准测试方法》《ASTM D6730 用于通过 100 米毛细管（含预柱）高分辨率气相色谱法测定火花点火发动机燃料中各组分的含量》，方法原理、适用范围、检出限等情形见表 24。此次样品测试中采用 GB/T 30519、ASTM D6730 这两种方法进行测试。

表 24 生物石脑油苯含量的相关检测标准情况表

| 检测方法                | 方法名称                                         | 方法原理 | 适用范围 | 检出限           |
|---------------------|----------------------------------------------|------|------|---------------|
| GB/T 30519          | 轻质石油馏分和产品中烃族组成和苯含量的测定 多维气相色谱法                | 气相色谱 | 轻质油  | 0.2-10% (V/V) |
| SH/T 0693           | 汽油中芳烃含量测定法（气相色谱法）                            | 气相色谱 | 车用汽油 | 0.1-5% (V/V)  |
| ASTM D5135          | 通过毛细管气相色谱法分析苯乙烯的标准测试方法                       | 气相色谱 |      | 0.00%         |
| ASTM D6839-21a 2021 | 通过多维气相色谱法测定火花点火发动机燃料中碳氢化合物、含氧化合物、苯和甲苯的标准测试方法 | 气相色谱 | 燃料   | 0.38-1.68%v/v |

由于选用测试方法的不同，ASTM D5808 高于检出限 0.001%v/v 的结果平均值为 0.03%v/v，最大值为 0.05%v/v；GB/T 30519 的测试结果<0.2%v/v。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 25。所参考的标准对苯

含量的要求不大于 1.0%v/v，故对用于乙烯裂解生物石脑油苯含量要求不大于 1.0%v/v。此次结果的检出限值满足当前的标准要求，检测方法应选用 GB/T 30519。

表 25 石脑油及生物石脑油相关标准的苯含量设定情况表

| 标准名称                   | 指标          |      | 苯含量     |
|------------------------|-------------|------|---------|
|                        | 单位          |      | 体积分数/%  |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油   | 用于乙烯裂解      |      | —       |
|                        | 重整装置用       |      | —       |
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           |      | 不大于 1.0 |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         |      | —       |
|                        | 最大值         |      | —       |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         |      | —       |
|                        | 规格          |      | —       |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           |      | max1    |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      |      | —       |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号 | —       |
|                        |             | 60 号 |         |
|                        |             | 65 号 |         |
|                        | 重整装置用       | 20 号 | —       |
|                        |             | 25 号 |         |
|                        |             | 30 号 |         |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | —       |

### 4.13 生物基碳含量

生物基碳含量是通过检测产品中放射性同位素 <sup>14</sup>C 与大气中 <sup>14</sup>C 的差异，判定产品原料时间尺度来源的重要方法，能够有效区分化石基与生物基的来源，也是区分生物石脑油和化石石脑油的核心指标。该项指标的检测方法有《NB/SH/T 6044 液体石油产品中含放射性碳的生物基含量测定 加速器质谱法》《ASTM D6866-24a(( B、C )固体、液体和液体的生物基含量测定》《BS EN 17228:2019》《BS EN ISO

21644:2021》《EN 16640:Annex E》等，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 26。此次样品测试中采用 NB/SH/T 6044、ASTM D6866-24a ((B、C) 这三种方法进行测试。

特殊说明：由于核物理的发展，放射性同位素  $^{14}\text{C}$  可人工制造，若人为掺混放射性同位素  $^{14}\text{C}$  会导致实验室被污染及实验设施损坏，造成重大经济损失和检测结果误判，因此生物石脑油中不应人为改变放射性同位素  $^{14}\text{C}$  含量。

表 26 生物石脑油生物基碳含量的相关检测标准情况表

| 检测方法                | 方法名称                                         | 方法原理 | 适用范围 | 检出限           |
|---------------------|----------------------------------------------|------|------|---------------|
| GB/T 30519          | 轻质石油馏分和产品中烃族组成和苯含量的测定 多维气相色谱法                | 气相色谱 | 轻质油  | 0.2-10% (V/V) |
| SH/T 0693           | 汽油中芳烃含量测定法(气相色谱法)                            | 气相色谱 | 车用汽油 | 0.1-5% (V/V)  |
| ASTM D5135          | 通过毛细管气相色谱法分析苯乙烯的标准测试方法                       | 气相色谱 |      | 0.00%         |
| ASTM D6839-21a 2021 | 通过多维气相色谱法测定火花点火发动机燃料中碳氢化合物、含氧化合物、苯和甲苯的标准测试方法 | 气相色谱 | 燃料   | 0.38-1.68%v/v |

虽然选用方法不同,加速器质谱法,NB/SH/T 6044、ASTM D6866-24a(B)测试结果均为 100%;液体闪烁计数法 ASTM D6866-24a(C)。本文件参照生物石脑油的检测结果、生产系统的理论数据、所采用方法的系统误差。同时考虑到当前的检测能力和监管等情况,该指标设定为非必检项目,有要求时用于乙烯裂解生物石脑油的生物基碳含量按照不低于 97%执行。检测方法应选用 NB/SH/T 6044。

#### 4.14 砷含量

砷是石油加工过程中典型的有毒杂质,极易与铂、钯等贵金属催化剂结合形成稳定化合物,导致催化剂活性下降,甚至造成永久性中

毒失活。在乙烯裂解工艺中,砷化物对各类催化剂均表现出显著毒性:裂解辐射段炉管内可生成易挥发的砷化氢,进一步造成贵金属催化剂永久失活。因此,对原料砷含量有严格控制要求:加氢脱炔催化剂与裂解汽油加氢催化剂均要求进料砷含量低于 $(5\sim 10)\times 10^{-9}\text{ kg/kg}$ 。

砷含量是石脑油一项极为关键的质量指标。准确测定石脑油中的砷含量,对指导油品脱砷工艺、保障催化剂活性、延长催化剂使用寿命具有重要意义。

该项指标的检测方法有《SH/T 0629 石脑油中砷含量测定法(硼氢化钾-硝酸银分光光度法)》《T/CSPCI 00024 石油产品中痕量元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》《SN/T 3015 石脑油中砷含量的测定. 石墨炉原子吸收光谱法》《SN/T 5306 石脑油中铅、砷、汞、锑、铜的测定 电感耦合等离子体质谱法》《UOP 296 石油石脑油中的砷》,其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 27。此次样品测试中采用 T/CSPCI 00024、SN/T 3015 这两种方法进行测试。

表 27 生物石脑油砷含量的相关检测标准情况表

| 检测方法          | 方法名称                         | 方法原理        | 适用范围     | 检出限                              |
|---------------|------------------------------|-------------|----------|----------------------------------|
| SH/T 0629     | 石脑油中砷含量测定法(硼氢化钾-硝酸银分光光度法)    | 分光光度法       | 石脑油、重整原料 | 550 $\mu\text{g/kg}$             |
| T/CSPCI 00024 | 石油产品中痕量元素的测定 电感耦合等离子体质谱法     | 电感耦合等离子体质谱法 | 石油产品     |                                  |
| SN/T 3015     | 石脑油中砷含量的测定.石墨炉原子吸收光谱法        | 石墨炉原子吸收光谱法  | 石脑油      | $\geq 0.1\text{ }\mu\text{g/kg}$ |
| SN/T 5306     | 石脑油中铅、砷、汞、锑、铜的测定 电感耦合等离子体质谱法 | 电感耦合等离子体质谱法 | 石脑油      | 0.5 $\mu\text{g/kg}$             |
| UOP 296       | 石油石脑油中的砷                     | 比色法         | 石脑油      | 1ppb                             |

由于所采用方法的不同,T/CSPCI 00024 检出结果均小于  $1\text{ }\mu\text{g/kg}$ ,

SN/T 3015 检出结果均小于 10 $\mu$ g/kg。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 28。所参考的标准中石油基石脑油要求较为宽松在 10~150 $\mu$ g/kg，生物石脑油需求方的要求不大于 5 $\mu$ g/kg，综合检测结果即现有标准要求，用于乙烯裂解生物石脑油的砷含量不大于 5 $\mu$ g/kg。

在现有检测手段中，石墨炉原子吸收法虽具备操作简便、检出限低的优势，但基体干扰问题突出，实际样品测定时基质匹配难度较高，定量准确性与重现性控制难度较大；分光光度法前处理流程繁琐，单次样品消耗量高达 500 mL，且消解与萃取环节需使用硫酸、双氧水等试剂，操作危险性高、分析周期长，同时对部分难消解有机砷转化效率不足，无法完全转变为可检测的无机砷形态，易造成检测结果偏低。SN/T 5306—2021《石脑油中铅、砷、汞、锑、铜的测定 电感耦合等离子体质谱法》采用 ICP-MS 检测，方法灵敏度高、操作流程相对简洁，但该方法以乙醇对水相标准溶液进行稀释配制标准系列，与样品中有机砷、有机汞的实际赋存形态存在显著差异，易引入形态偏差；加之乙醇挥发性强，样品稀释过程中称量精度难以保证，试样稳定性差、不易保存，也会对测定准确度造成影响。因此检测方法设定为：也可选用 T/CSPCI 00024、SH/T 0629、SN/T 5306，仲裁方法为 SN/T 3015。

表 28 石脑油及生物石脑油相关标准的砷含量设定情况表

| 标准名称                 | 指标     | 砷          |
|----------------------|--------|------------|
|                      | 单位     | $\mu$ g/kg |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油 | 用于乙烯裂解 | —          |

|                        |             |        |         |
|------------------------|-------------|--------|---------|
|                        | 重整装置用       | —      |         |
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           | —      |         |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         | —      |         |
|                        | 最大值         | —      |         |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         | max5   |         |
|                        | 规格          | max5   |         |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           | max20  |         |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      | 不大于 20 |         |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号   | 不大于 150 |
|                        |             | 60 号   |         |
|                        |             | 65 号   |         |
|                        | 重整装置用       | 20 号   | 报告      |
|                        |             | 25 号   |         |
|                        |             | 30 号   |         |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） | ≤10    |         |

#### 4.15 汞含量

乙烯裂解中装置对汞有严格要求，其含量不大于 10mg/kg。但裂解原料中汞含量大于 10mg/kg 时，裂解原料中的汞可能累积于冷箱，引起催化剂中毒，并与铝形成汞合金，损害冷箱。因此有必要设定严格限值进行要求。

该项指标的检测方法有《SN/T 3605 液体石油产品汞含量的测定 直接进样法》《T/CSPCI 00024 石油产品中痕量元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》《SN/T 3016 石脑油中汞含量测定 冷原子吸收光谱法》《SN/T 5306 石脑油中铅、砷、汞、锑、铜的测定 电感耦合等离子体质谱法》《UOP 938 液态烃中的汞及汞元素》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 29。此次样品测试中采用 T/CSPCI 00024、UOP 938 这两种方法进行测试。

表 29 生物石脑油汞含量的相关检测标准情况表

| 检测方法          | 方法名称                         | 方法原理          | 适用范围        | 检出限                 |
|---------------|------------------------------|---------------|-------------|---------------------|
| SN/T 3605     | 液体石油产品汞含量的测定 直接进样法           | 直接进样法-原子吸收光度计 | 石脑油、柴油、燃料油等 | 2 $\mu$ g/kg        |
| T/CSPCI 00024 | 石油产品中痕量元素的测定 电感耦合等离子体质谱法     | 电感耦合等离子体质谱法   | 石油产品        |                     |
| SN/T 3016     | 石脑油中汞含量测定 冷原子吸收光谱法           | 冷原子吸收光谱法      | 石脑油         | 0.1 -200 $\mu$ g/kg |
| SN/T 5306     | 石脑油中铅、砷、汞、锑、铜的测定 电感耦合等离子体质谱法 | 电感耦合等离子体质谱法   | 石脑油         | 汞 0.5 $\mu$ g/kg    |
| UOP 938       | 液态烃中的汞及汞元素                   | 冷原子吸收光谱       | 液态烃         | 0.1ng/10mL          |

虽然所采用方法的不同,但是检出结果均小于除 1 个样品检测结果为 10  $\mu$  g/kg, 其余检测结果均低于检出限 1  $\mu$  g/kg。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 30。根据检出结果和现有标准情况,同时考虑优质原则,设置为乙烯裂解用生物石脑油不高于 1  $\mu$  g/kg。

表 30 石脑油及生物石脑油相关标准的汞含量设定情况表

| 标准名称                 | 指标     | 汞          |
|----------------------|--------|------------|
|                      | 单位     | $\mu$ g/kg |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油 | 用于乙烯裂解 | —          |
|                      | 重整装置用  | —          |
| GB/T 36566 煤直接液化     | —      | —          |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油     | 最小值    | —          |
|                      | 最大值    | —          |
| A 公司 全馏程石脑油要求        | 典型值    | max3       |
|                      | 规格     | max3       |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明    | —      | min1.0     |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油  | 乙烯装置专用 | —          |
| Q/SY 03026 石脑油       | 乙烯装置用  | 55 号       |
|                      |        | 60 号       |

|                        |             |      |    |
|------------------------|-------------|------|----|
|                        | 重整装置用       | 65 号 | —  |
|                        |             | 20 号 |    |
|                        |             | 25 号 |    |
|                        |             | 30 号 |    |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） |      | ≤2 |

在汞含量测定的两种方法中，存在两大核心技术难题。其一为样品与标准溶液的体系不相容性，具体表现为标准溶液采用水相配制，而待测试样为有机体系，这种体系差异会导致测定结果系统性偏低，实际加标回收率仅约 80%，无法满足定量分析的准确度要求。其二为样品用量受限导致的信号灵敏度不足：由于待测试样具有易燃特性，为保障操作安全，测试过程中样品用量被严格限制，使得浓度为 1ppb 的试样在检测时信号强度微弱，灵敏度难以达到定量分析标准，进而影响检测数据的准确性与可靠性。检测方法也可选用 SN/T 3605、SN/T 3016、SN/T 5306、T/CSPCI 00024，仲裁方法为 SN/T 3016。

#### 4.16 铅含量

生物石脑油中的铅对乙烯裂解为强毒物，在乙烯裂解中会加速结焦、腐蚀炉管、毒化下游加氢催化剂。

该项指标的检测方法有《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》《SH/T 0242 轻质石油产品铅含量测定法（原子吸收光谱法）》《SN/T 5306 石脑油中铅、砷、汞、锑、铜的测定 电感耦合等离子体质谱法》《SN/T 1410 石脑油中铅含量的测定 石墨炉原子吸收光谱法》《UOP 952-97 通过 GF-AAS 法测定汽油和石脑油中的痕量铅》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 31。此次样品测试中采用 GB/T 17476、UOP 952 这两种方法

进行测试。

表 31 生物石脑油铅含量的相关检测标准情况表

| 检测方法       | 方法名称                          | 方法原理          | 适用范围    | 检出限            |
|------------|-------------------------------|---------------|---------|----------------|
| 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 | 电感耦合等离子体发射光谱法 | 润滑油、基础油 | 10~160mg/kg    |
| SH/T 0242  | 轻质石油产品铅含量测定法（原子吸收光谱法）         | 火焰原子吸收光谱法     | 轻质油     | 10ng/g         |
| SN/T 5306  | 石脑油中铅、砷、汞、锑、铜的测定 电感耦合等离子体质谱法  | 电感耦合等离子体质谱法   | 石脑油     | 0.2 μg/kg      |
| SN/T 1410  | 石脑油中铅含量的测定 石墨炉原子吸收光谱法         | 石墨炉原子吸收光谱法    | 石脑油     | 5 ng/g~80 ng/g |
| UOP 952-97 | 通过 GF-AAS 法测定汽油和石脑油中的痕量铅      | 石墨炉原子吸收光谱法    | 石脑油     | 10~400ppb      |

由于所采用方法的不同，GB/T 17476 其结果为小于其检出限 1mg/L，UOP 952 检出结果均小于其检出限 10 μg/kg。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 32。在石脑油应用中铅浓度大于 50mg/kg 时将造成较为严重后果，参考当前标准限值设置情况为 100~150 μg/kg，需求方限值设置为 30~50 μg/kg，根据此次检测结果和标准检出限情况，同时考虑优质原则，设定为用于乙烯裂解生物石脑油铅含量应不大于 10 μg/kg。

检测方法中使用的国标检测方法检出限不满足此次检测要求不再使用。根据检出限情况，检测方法也可选用 SN/T 5306、SN/T 1410，仲裁方法为 SH/T 0242。

表 32 石脑油及生物石脑油相关标准的铅含量设定情况表

| 标准名称                    | 指标     | 铅     |
|-------------------------|--------|-------|
|                         | 单位     | μg/kg |
| GB/T36565<br>煤基费托合成 石脑油 | 用于乙烯裂解 | —     |
|                         | 重整装置用  | —     |

|                        |             |         |
|------------------------|-------------|---------|
| GB/T 36566 煤直接液化       | —           | —       |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油       | 最小值         | —       |
|                        | 最大值         | —       |
| A 公司 全馏程石脑油要求          | 典型值         | max30   |
|                        | 规格          | max30   |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明      | —           | max50   |
| Q/SH 0565 乙烯装置专用石脑油    | 乙烯装置专用      | 不大于 150 |
| Q/SY 03026 石脑油         | 乙烯装置用       | 55 号    |
|                        |             | 60 号    |
|                        |             | 65 号    |
|                        | 重整装置用       | 20 号    |
|                        |             | 25 号    |
|                        |             | 30 号    |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油 | 重整用石脑油（石油基） | ≤10     |

#### 4.17 含氧化合物含量

石脑油中含氧化合物在乙烯裂解中易引发结焦、影响裂解选择性，同时也会下游产品纯度与使用性能造成一定影响。

该项指标的检测方法有《NB/SH/T 0663 汽油中醇类和醚类含量的测定 气相色谱法》《NB/SH/T 6004 石脑油中醇类、醚类和酮类含量的测定 气相色谱法》《SN/T 5264 石脑油中 14 种微量含氧化物的测定 中心切割 二维毛细管气相色谱法》《ASTM D7423 GC-FID 法测定 C2，C3，C4 和 C3 烃中含氧化合物》《SNT3602 石脑油中有机含氧化合物的测定 气相色谱法》《SH/T 0720 汽油中含氧化合物测定法（气相色谱及氧选择性火焰离子化检测器法）》，其方法原理、适用范围、检出限等情形见表 33。此次样品测试中采用 NB/SH/T 0663、GB/T 33649、NB/SH/T 6004、ASTM D7423 方法进行测试。

表 33 生物石脑油含氧化合物含量的相关检测标准情况表

| 检测方法 | 方法名称 | 方法原理 | 适用范围 | 检出限 |
|------|------|------|------|-----|
|------|------|------|------|-----|

|              |                                    |        |        |                                                                                               |
|--------------|------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                    |        | 围      |                                                                                               |
| NB/SH/T 0663 | 汽油中醇类和醚类含量的测定 气相色谱法                | 气相色谱   | 汽油及轻质油 | 0.20%~20.0%                                                                                   |
| NB/SH/T 6004 | 石脑油中醇类、醚类和酮类含量的测定 气相色谱法            | 气相色谱   | 石脑油    | 10mg/kg~300mg/kg                                                                              |
| SN/T 5264    | 石脑油中 14 种微量含氧化物的测定 中心切割二维毛细管气相色谱法  | 气相色谱   | 石脑油    | 检测下限 0.4mg/kg                                                                                 |
| ASTM D7423   | GC-FID 法测定 C2, C3, C4 和 C3 烃中含氧化合物 | GC-FID |        | 0.50-100mg/kg                                                                                 |
| SN/T3602     | 石脑油中有机含氧化合物的测定 气相色谱法               | GC-FID | 石脑油    | 5mg/kg~1000mg/kg                                                                              |
| SH/T 0720    | 汽油中含氧化合物测定法（气相色谱及氧选择性火焰离子化检测器法）    | GC-FID | 汽油     | 0.1%-2%                                                                                       |
| GB/T 33649   | 车用汽油中含氧化合物和苯胺类化合物的测定 气相色谱法         | 气相色谱   | 车用汽油   | 甲基叔丁基醚：0.05%~15%；<br>甲醇、乙酸仲丁酯、二甲氧基甲烷、乙酸乙酯和苯胺：0.05%~10%；<br>N-甲基苯胺、邻甲基苯胺、对甲基苯胺和间甲基苯胺：0.01%~10% |

由于所采用方法的不同，NB/SH/T 0663 其质量分数小于 0.2% $m/m$ （单位换算后 1316.1  $mg/kg$ ）；GB/T 33649、NB/SH/T 6004 所测定结果为 20~800  $mg/kg$ ，平均值为 216.34  $mg/kg$ ，中位数为 100.90  $mg/kg$  最大值为 802.34  $mg/kg$ ，最小值为 5.04  $mg/kg$ ；ASTM D7423 低于 10 $mg/kg$  检出限。

所参考的石脑油相关标准限值设定如表 34。由于此次检测结果中部分数据与企业所提供的日常检测数据存在较大差异，指标设置过程中 NB/SH/T 0663 检测结果由于其精度不能满足需求，故只作为最基础参考。GB/T 33649、NB/SH/T 6004 检测结果中存在 802.34 $mg/kg$

的检出结果，远超出方法的检出限，因此该结果暂定为异常值，不作为参考，待重新审核数据后进行判断；其余值与企业所提供检测结果共同作为指标设置参考。ASTM D7423 检出结果低于 10mg/kg 检出限，与企业所提供检测结果偏差不大，保留该检测结果作为参考。综上检测结果，同时参考现有标准的设置，设定乙烯裂解生物石脑油总含氧化合物含量不大于 50 mg/kg。检测方法暂定为也可选 NB/SH/T 6004、SN/T 5264、SNT3602，仲裁方法为 NB/SH/T 6004。

表 34 石脑油及生物石脑油相关标准的含氧化合物含量设定情况表

| 标准名称                     | 指标          |      | 含氧化合物含量 |
|--------------------------|-------------|------|---------|
|                          | 单位          |      | mg/kg   |
| GB/T36565 煤基费托合成 石脑油     | 用于乙烯裂解      |      | —       |
|                          | 重整装置用       |      | —       |
| GB/T 36566 煤直接液化         | —           |      | —       |
| Q/LYGJA-02 生物石脑油         | 最小值         |      | —       |
|                          | 最大值         |      | —       |
| A 公司 全馏程石脑油要求            | 典型值         |      | max50   |
|                          | 规格          |      | max50   |
| B 公司 生物石脑油 质量规格声明        | —           |      | max50   |
| Q/SH 0565-2013 乙烯装置专用石脑油 | 乙烯装置专用      |      | —       |
| Q/SY 03026-2019 石脑油      | 乙烯装置用       | 55 号 | 不大于 150 |
|                          |             | 60 号 |         |
|                          |             | 65 号 |         |
|                          | 重整装置用       | 20 号 | —       |
|                          |             | 25 号 |         |
|                          |             | 30 号 |         |
| T/CPCIF 0350 重整用石油基石脑油   | 重整用石脑油（石油基） |      | ≤50     |

#### 4.18 技术要求和试验方法汇总

生物石脑油的技术要求和试验方法的汇总表见表 35。

表 35 生物石脑油的技术要求和试验方法汇总表

| 序号 | 项目                                                                               | 单位                | 技术要求                           | 试验方法                      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1  | 密度 (20℃)                                                                         | kg/m <sup>3</sup> | 630 ~ 750                      | SH/T 0604 <sup>a</sup>    |
| 2  | 饱和蒸气压 (37.8℃)                                                                    | kPa               | ≤88                            | SH/T 0794 <sup>b</sup>    |
| 3  | 机械杂质 (质量分数)                                                                      | —                 | 无                              | GB/T 511 <sup>c</sup>     |
| 4  | 颜色                                                                               | 赛波特号              | ≥+25                           | GB/T 3555                 |
| 5  | 馏程<br>初馏点<br>10%馏出温度<br>50%馏出温度<br>90%馏出温度<br>终馏点                                | ℃                 | ≥25<br>报告<br>报告<br>报告<br>≤200  | GB/T 6536                 |
| 6  | 族组成 (质量分数)<br>正构烷烃 (n-P) 含量<br>环烷烃 (N) 含量<br>烷烃 (P) 含量<br>烯烃 (O) 含量<br>芳烃 (A) 含量 | %                 | ≥30<br>报告<br>≥90<br>≤1.0<br>报告 | SH/T 0714                 |
| 7  | 氮含量                                                                              | mg/kg             | ≤2.0                           | SH/T 0657                 |
| 8  | 博士试验                                                                             | —                 | 通过                             | NB/SH/T 0174              |
| 9  | 硫含量                                                                              | mg/kg             | ≤15.0                          | SH/T 0689 <sup>d</sup>    |
| 10 | 二硫化碳                                                                             | mg/kg             | ≤3.0                           | NB/SH/T 0827              |
| 11 | 氯含量                                                                              | mg/kg             | ≤1.0                           | GB/T 40111 <sup>e</sup>   |
| 12 | 苯含量 (体积分数)                                                                       | %                 | ≤1.0                           | GB/T 30519                |
| 13 | 生物基碳含量 (质量分数) <sup>f</sup>                                                       | %                 | ≥97                            | NB/SH/T 6044              |
| 14 | 砷含量                                                                              | μg/kg             | ≤5.0                           | SN/T 3015 <sup>g</sup>    |
| 15 | 汞含量                                                                              | μg/kg             | ≤1.0                           | SN/T 3016 <sup>h</sup>    |
| 16 | 铅含量                                                                              | μg/kg             | ≤10                            | SH/T 0242 <sup>i</sup>    |
| 17 | 含氧化合物含量                                                                          | mg/kg             | ≤50                            | NB/SH/T 6004 <sup>j</sup> |

<sup>a</sup> 也可采用 GB/T 1884、GB/T 1885, 仲裁方法为 SH/T 0604。  
<sup>b</sup> 也可采用 GB/T 260, 仲裁方法为 GB/T 11133。  
<sup>c</sup> 也可采用目测法: 将试样注入 100mL 玻璃量筒中观察, 应透明, 没有悬浮和沉降的机械杂质及分层, 仲裁方法为 GB/T 511。  
<sup>d</sup> 也可采用 GB/T 17040、GB/T 11140、GB/T 34100、SH/T 0253、SH/T 0842, 其仲裁方法为 SH/T 0689。  
<sup>e</sup> 也可采用 NB/SH/T 6056, 仲裁方法为 GB/T 40111。  
<sup>f</sup> 不应人为改变产品的放射性同位素碳含量。此项目不作为产品的必检项目, 有要求时按照本文本执行。  
<sup>g</sup> 也可采用 SH/T 0629、SN/T 5306、T/CSPCI 00024, 仲裁方法为 SN/T 3015。  
<sup>h</sup> 也可采用 SN/T 3605、SN/T 3016、SN/T 5306、T/CSPCI 00024, 仲裁方法为 SN/T 3016。  
<sup>i</sup> 也可采用 SN/T 5306、SN/T 1410, 仲裁方法为 SH/T 0242。  
<sup>j</sup> 也可采用 SN/T 5264、SN/T 3602, 仲裁方法为 NB/SH/T 6004。

5、检验规则

对出厂检测和周期检验项目进行规定。同时对组批、取样、判定规则、复检规则进行说明。

6、标志、包装、运输、储存

参照化石基石脑油对生物石脑油相关内容进行同等要求。

7、安全

按照石脑油及危险化学品相关安全提示要求,对生物石脑油进行必要的安全提示,具体操作以相关法律规定进行。

三、主要试验验证分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

技术要求的试验方法设置过程中，借鉴煤基、石油基石脑油已有的检测标准进行，对所设置的检测指标相应的检测标准进行逐一查询对比，同时咨询专家意见，检测机构意见，按照指标所用检测标准的通行程度、检测机构能力等优先选用了国内的标准，并给出了参考检测标准，存在多种检测标准时，根据标准的检出限实验室能力等情况给出了最终的裁定标准。

在标准编制之前对生物石脑油进行较为全面的分析,分析的结果如下表 36 所示。由于煤基、石油基石脑油不同产地、不同工艺生产的存在较大差别，因此此处只列出其标准要求。

表 36 生物石脑油性质分析表

| 序号 | 测试项目 |         | 方法           | 数据     | 单位    |
|----|------|---------|--------------|--------|-------|
| 1  |      | 密度（15℃） | ASTMD4052-22 | 0.6566 | g/cm³ |
| 2  |      | 赛波特颜色   | ASTM D156-15 | +30    | —     |

|    |                    |             |                              |         |           |
|----|--------------------|-------------|------------------------------|---------|-----------|
| 3  |                    | 雷德蒸汽压       | ASTM D323-20a                | 103.5   | kPa       |
| 4  | 馏程                 | 初馏点         | ASTM D86-23ae1               | 23.8    | °C        |
| 5  |                    | 10%回收温度     |                              | 39.4    | °C        |
| 6  |                    | 30%回收温度     |                              | 56.6    | °C        |
| 7  |                    | 50%回收温度     |                              | 74.3    | °C        |
| 8  |                    | 70%回收温度     |                              | 90.4    | °C        |
| 9  |                    | 90%回收温度     |                              | 708.2   | °C        |
| 10 |                    | 终馏点         |                              | 128.4   | °C        |
| 11 |                    | 硫           | ASTMD5453-19a                | <1      | mg/kg     |
| 12 |                    | 铅           | UOP 952-97                   | <10     | µg/L      |
| 13 |                    | 砷含量         | GB/T 15337-2008              | <11     | µg/kg     |
| 14 |                    | 氮           | ASTM D4629-17                | 1.0     | mg/kg     |
| 15 | 元素分析<br>( ICP )    | 锌           | ASTMD5185-18<br>( Modified ) | <1      | mg/kg     |
| 16 |                    | 钠           |                              | <1      | mg/kg     |
| 17 |                    | 磷           |                              | <1      | mg/kg     |
| 18 |                    | 铅           |                              | <1      | mg/kg     |
| 19 |                    | 镍           |                              | <1      | mg/kg     |
| 20 |                    | 钒           |                              | <1      | mg/kg     |
| 21 |                    | 铝           |                              | <1      | mg/kg     |
| 22 |                    | 硅           |                              | <1      | mg/kg     |
| 23 |                    | 锌           |                              | <1      | mg/kg     |
| 24 |                    | 溴指数         | GB/T 11136-1989              | <100    | mgBr/100g |
| 25 |                    | 有机氯         | ASTM D5808-20                | 1.1     | mg/kg     |
| 26 |                    | 硫醇硫         | ASTM D3227-24                | <0.0003 | % ( m/m ) |
| 27 | 气相色谱<br>测微量氧<br>化物 | 甲基叔丁基醚      | SGS-CNO-M-<br>GC024          | <1      | mg/kg     |
| 28 |                    | 乙基叔丁基醚      |                              | <1      | mg/kg     |
| 29 |                    | 甲基叔戊基醚      |                              | <1      | mg/kg     |
| 30 |                    | 二异丙醚        |                              | <1      | mg/kg     |
| 31 |                    | 甲醇          |                              | <1      | mg/kg     |
| 32 |                    | 丙酮          |                              | <1      | mg/kg     |
| 33 |                    | 甲基乙基酮       |                              | <1      | mg/kg     |
| 34 |                    | 乙醇          |                              | <1      | mg/kg     |
| 35 |                    | 正丙醇和异丙醇     |                              | <1      | mg/kg     |
| 36 |                    | 叔丁醇,异丁醇和仲丁醇 |                              | <1      | mg/kg     |
| 37 |                    | 正丁醇         |                              | <1      | mg/kg     |
| 38 |                    | 2-戊醇        |                              | <1      | mg/kg     |
| 39 |                    | 总氧化物        |                              | <10     | mg/kg     |
| 40 | 碳 氢 组<br>成, 氧化     | 烷烃含量        | ASTM D6839-21a<br>( PartA )  | 98.7    | % ( V/V ) |

|    |                |                                        |                |       |           |
|----|----------------|----------------------------------------|----------------|-------|-----------|
|    | 物，苯和<br>甲苯     |                                        |                |       |           |
| 41 |                | 正构烷烃含量                                 |                | 59.4  | % ( V/V ) |
| 42 |                | 异构链烷烃含量                                |                | 39.3  | % ( V/V ) |
| 43 |                | 环烷烃含量                                  |                | 1.3   | % ( V/V ) |
| 44 |                | 烯烃含量                                   |                | <0.1  | % ( V/V ) |
| 45 |                | 芳烃含量                                   |                | 0.1   | % ( V/V ) |
| 46 |                | 苯含量                                    |                | 0.04  | % ( V/V ) |
| 47 |                | 汞                                      | UOP 938-20     | <1    | μg/kg     |
| 48 |                | 研究法辛烷值<br>马达法辛烷值                       | ASTM D2699-24a | 59    | Rating    |
| 49 |                | 用 100 米毛细管（柱前）高分辨率气相色谱法测定火花点火发动机燃料中各成分 | ASTM D2700-24b | 55    | Rating    |
| 50 |                | 碳 4+碳 5 二烯烃                            | ASTM D6730-22  | <0.1  | % ( m/m ) |
| 51 |                | 总正构烷烃                                  |                | 46.46 | % ( m/m ) |
| 52 |                | 总芳烃                                    |                | <0.01 | % ( m/m ) |
| 53 |                | 总环烷烃                                   |                | 1.09  | % ( m/m ) |
| 54 |                | 总烯烃                                    |                | <0.01 | % ( m/m ) |
| 55 |                | 总烷烃                                    |                | 98.91 | % ( m/m ) |
| 56 | 碳 / 氢 / 氧<br>比 | 碳                                      | M 1394         | 83.62 | % ( m/m ) |
| 57 |                | 氢                                      |                | 16.38 | % ( m/m ) |
| 58 |                | 氧                                      |                | <0.01 | % ( m/m ) |
| 59 | 硫化物            | 二氧化硫                                   | ASTM D5623-24  | <0.1  | mg/kg     |
| 60 |                | 硫化氢（以硫计）                               |                | <0.1  | mg/kg     |

标准编制过程中，同时参考生产企业所提供的检测数据、内部质控数据，对试验方法的检出限情况和试验方法进行筛选，根据上述指标选定情况确定初步检测指标后，进行取样检测，根据生物石脑油样品的检测数据、相关标准要求、需求方要求等资料做出技术要求设定。

生物石脑油作为生物材料，同时具备低碳特性和材料属性，具有十分巨大的减排潜力。通过对生物质能等可再生能源的资源化利用，实现资源循环过程中减污降碳的作用。

生物石脑油对化石基石脑油的替代，从将绿色原料转化为绿色材

料，从原料端到产品端实现全产业链的绿色降碳。全球化妆品包装市场规模持续扩大，而随着欧盟法规条款对塑料制品不断收紧，以及消费者消费倾向的改变，国际化妆品知名品牌开始制定绿色包装战略，倒逼供应链在短时间内完成包装材料转型，化妆品包装行业材料更替势在必行。生物基材料因兼具低碳排放、可再生来源和可降解性，成为全球化妆品包装行业转型核心方向。生物石脑油作为重要的绿色 PET 重要原料，将在未来的生物基包装材料中发挥重要的减排作用。

目前，生物石脑油需求量市场主要为跨国企业，根据调研，以国内统计的产能 17 万吨估算，每年的行业产值在 17 亿元的市场，到 2040 年产能达到 300 万吨，可产生千亿级别的生物基材料及其衍生产品的市场规模。

生物石脑油产品生产过程中对废弃油脂等消耗从原料上减少了对环境造成的污染，同时生物石脑油及其衍生品在化石基材料替代等方面，将减少化石能源化石材料的消耗，有利于实现生态效益。

#### 四、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，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

当前国际中并未查询到统一的全球性或国家、地区性的生物石脑油标准，仅有部分企业在贸易文件中对生物石脑油的质量进行要求。

现有标准中尚未直接体现生物石脑油，主要以试验方法标准占比最高，是现有阶段标准编制的主力；已有的产品标准针对煤基、石油

基等化石基；规程标准为监督管理方面仅有针对石脑油的进出口管理规程。此外生产标准、应用标准、可持续性标准等，均存在标准空白。

当前国际对于生物石脑油的需求旺盛，但并未形成统一的标准要求。随着 ICAO、IATA 等国际组织以及欧美等主要经济体的一系列掺混国际政策的发布，绿色航空燃料迎来了发展机遇，也为生物石脑油的生产创造机遇。

随着国内外生物基材料的需求发展，各自提出了所在企业的生物石脑油需求标准，但在区域范围内并未形成统一的生物石脑油要求。国际上，生物石脑油产品标准或要求的有 B 公司的《生物石脑油质量规格声明》与 A 公司《全馏程石脑油要求》，均对生物石脑油产品采购进行质量规范。国内，《Q/LYGJA 02-2025 生物石脑油》企业标准在一定程度上进行了探索，但未形成较为广泛应用。

此次《生物石脑油》团体标准的编制，是国内首个该产品的团体标准。中国产业发展促进会生物质能产业分会已牵头国内生物石脑油的主要产品生产企业和检测机构对我国生物石脑油情况开展深入调查研究。

随着我国生物石脑油产品相关标准的编制，可以预见未来生物石脑油将迎来飞速发展。

## 五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

标准与现行法律、法规和强制性国家标准无冲突。引用的相关标准协调一致，总体内容全面，章节清晰，重点突出，且具有可操作性。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

七、标准涉及专利的处置

不涉及相关专利。

八、贯彻团体标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

目前，我国生物石脑油产业已形成一定规模，未来仍持续增加，为了方便生物石脑油生产单位快速满足生产、检验、贸易等全供应链的需求，对接国际将生物石脑油销售海外，本文件亟需宣贯到生产单位、检测单位、使用单位及其他利益相关方中去。

建议本文件审查通过后，尽快颁布实施，加强宣传贯彻，以便促进该标准的应用转化，促进各利益相关方对生物石脑油的认识。

九、代替或废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

企业所提供检测情况见表 37。

表 37 企业检测情况汇总表

| 序号 | 项目      | 单位                | 检测 1  | 检测 2  | 检测 3  | 检测 4  | 检测 5  | 检测 6  |
|----|---------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 密度（20℃） | kg/m <sup>3</sup> | 650.5 | 641.5 | 665.4 | 674.4 | 656.6 | 662.7 |

|    |                  |       |     |      |       |       |       |       |
|----|------------------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| 2  | 饱和蒸汽压<br>(37.8℃) | kPa   | 113 | 137  |       |       | 103.5 | 89.98 |
| 3  | 机械杂质             | %     |     |      |       |       |       |       |
| 4  | 颜色               | 赛波特号  |     |      | +30   | +30   | +30   | +30   |
| 5  | 馏程               | ℃     |     |      |       |       |       |       |
| 6  | 初馏点              |       | 33  | 27.5 | 30.5  | 30.7  | 23.8  | 34    |
|    | 10% 馏出温<br>度     |       | 45  | 41.5 | 47.5  | 50.2  | 39.4  | 45.5  |
|    | 50% 馏出温<br>度     |       | 69  | 62   | 87    | 90.6  | 74.3  | 70.5  |
|    | 90% 馏出温<br>度     |       | 101 | 93   | 142.5 | 156   | 708.2 | 105.5 |
|    | 终馏点              |       | 134 | 107  | 182   | 246   | 128.4 | 138   |
| 7  | 族组成 (质<br>量分数)   | %     |     |      |       |       |       |       |
|    | 正构烷烃(n-<br>P) 含量 |       |     |      | 47.8  | 46.94 | 46.46 | 37.87 |
|    | 环烷烃 (N)<br>含量    |       |     |      | 6.76  | 5.51  | 1.09  | 3.04  |
|    | 烷烃 (P) 含<br>量    |       |     |      | 91.8  | 91.28 | 98.91 | 96.61 |
|    | 烯烃 (O) 含<br>量    |       |     |      | 0.06  | 0.04  | <0.01 | 0.11  |
|    | 芳烃 (A) 含<br>量    |       |     |      | 0.63  | 1.66  | <0.01 | <0.10 |
|    | 氮含量              | mg/kg |     |      | <1.0  | <1.0  | 1.0   |       |
| 8  | 博士试验             | /     |     | 通过   | 通过    | 通过    |       |       |
| 9  | 硫含量              | mg/kg |     | 未检出  | 6.9   | 4.2   | <1    | <1    |
| 10 | 二硫化碳             | mg/kg |     |      |       |       |       |       |
| 11 | 氯含量              | mg/kg |     |      | <0.5  | <0.5  | 1.1   | <0.2  |
| 12 | 苯含量              | /%    |     |      |       |       | 0.04  | <0.1  |
| 13 | 生物基碳             | /%    |     |      | 99.1  |       |       | 100   |
| 14 | 砷                | μg/kg |     |      |       |       | <11   | <0.1  |
| 15 | 汞                | μg/kg |     |      |       |       | <1    | <0.1  |
| 16 | 铅                | μg/kg |     |      |       | <1.0  | <10   | <0.1  |
| 17 | 含氧化合物<br>含量      | mg/kg |     |      |       |       | <10   | <10   |