

## 24. “旋风闪蒸-薄膜再沸+双向溶剂精制”废矿物油再生基础油成套装备技术

技术依托单位：安徽国孚润滑油工业有限公司

技术发展阶段：推广应用

适用范围：3万吨/年-20万吨/年废矿物油再生基础油项目。

主要技术指标和参数：

### 一、工艺路线及参数

原料废矿物油经系统内换热后常压闪蒸脱水、减压蒸馏脱除瓦斯油组份后，采用熔盐管式换热，进入旋风闪蒸-薄膜再沸减压蒸馏塔，料液高速旋转布膜，汽、液迅速彻底分离，塔壁外加热进行二次薄膜蒸发，上升汽体经低压力降（<200Pa）洗涤段、空塔段冷凝并收集后采出；采集的馏分油与双向溶剂混合萃取分层后，萃余液经升-降膜联合蒸发器脱去溶剂后，进汽提和真空脱气得到基础油产品；萃取液经四效蒸馏得到双向溶剂循环使用。

### 二、主要技术指标

- 1、原料油加热介质（或炉膛）温度：400~600℃；
- 2、原料废油加热温度：320° ~340℃；
- 3、馏分油减压塔汽化段真空度：133.3~400Pa（1~3mmHg）；
- 4、减压蒸馏渣油收率（原料无水）：8%~10%；
- 5、剂油比（溶剂：馏分油）：1：0.8~1：1.5（V/V）；

- 6、溶解萃取温度：60~80℃；
- 7、溶剂回收压力：a. 常压    b. 减压：-0.090~-0.095；
- 8、汽提蒸汽压力：0.2~0.6MPa，用量（占油比）：0.02~0.04t/t；
- 9、脱气真空度：-0.092~-0.096。

### 三、技术特点

- 1、加热介质温度低（<420℃）和原料废油加热温度低（<350℃），避免了原料废油裂解、焦化；
- 2、极低的减压蒸馏塔全塔压力降（<200Pa）和旋风薄膜蒸发，提高基础油馏分油蒸出率，降低减压渣油收率（<10%）；
- 3、双向溶剂萃取不仅提高基础油收率（多3%~8%）；而且产品质量更优；
- 4、四效蒸馏降低能耗（节能30%以上）；
- 5、升-降膜联合蒸发效率高、投资少、节能。

### 四、技术推广应用情况

2017年11月15日，安徽国孚凤凰科技有限公司5万吨/年度矿物油再生基础油项目已试产运行。

2018年12月4日，东营源庚化工有限公司年产10万吨（一期5万吨）分子蒸馏废矿物油再生基础油生产项目已正式运行。

## 五、实际应用案例

|             |  |
|-------------|--|
| 案例名称        | “旋风闪蒸-薄膜再沸+双向溶剂精制”废矿物油再生基础油成套装备  |
| 业主单位        | 安徽国孚凤凰科技有限公司   |
| 工程地址        | 安徽省安庆市大观区大观经济开发区环城西路 10 号  |
| 工程规模        | 5 万吨/年废矿物油再生基础油项目  |
| 项目投运时间      | 2019 年 07 月  |
| 验收情况        | 本项目目前正在试运行期，正在验收中（消防已验收通过）。生产出的产品随机检测产品全都达到或超过中石油颁布的《通用润滑油基础油质量标准》之 HVI 类指标。   |
| 工艺流程        | 废矿物油经过滤器过滤后预热送入脱轻闪蒸罐以及脱轻质油塔，将其中的水及轻质油脱除，脱轻后的原料油经熔盐换热器加热后送馏分油回收塔回收馏分油，150SN 馏分油、350SN 馏分油从塔中间取出，渣油从塔底取出，取出的 150SN 馏分油、350SN 馏分油经换热后经静态混合器和 N-甲基吡咯烷酮（NMP）混合后送入 NMP 层析器，之后用泵送入 NMP 萃取塔，NMP 层析器 NMP 相经换热后送入 NMP 再生塔。NMP 抽提的抽余油经换热后送入 NMP 回收塔，回收的 NMP 打回 NMP 层析器。150SN 基础油、350SN 基础油从塔底抽出，抽出的 150SN 基础油、350SN 基础油进入汽提塔汽提，汽提后的 150SN 基础油、350SN 基础油进入脱气塔脱出水分后得到合格的基础油产品（150SN 基础油和 300SN 基础油）。生产过程产生的轻油和渣油收集后作为副产品外卖。 |
| 主要工艺运行和控制参数 | 闪蒸进料温度 200℃；闪蒸罐顶压力 80KPaA；轻馏分蒸馏塔汽液混合进料温度 320/350℃，汽化段真空度-0.0990/-0.0998；重馏分刮膜蒸发器真空度-0.0990/-0.0998，剂油比 1:0.8/1:1.2（V/V），汽提蒸汽压力：0.2/0.6MPa，汽提蒸汽量：2%-4%；150SN 脱气塔顶压力 4.0KpaA；350SN 脱气塔顶压力 4.0KPaA；   |
| 关键设备及设备参数   | 熔盐换热器：换热量 200-250 万千卡/h；<br>旋风闪蒸-薄膜再沸蒸发器：汽化率 65%-80%、蒸发量 4.5-6.2 吨/时；<br>刮膜蒸发器：蒸发量 120Kg/m <sup>2</sup> .h*21 m <sup>2</sup> ；<br>升降膜蒸发器：换热量 7 万-38 万千卡/时；<br>精馏塔：蒸发量 3-8 吨/时。   |

| <p>污染防治效果和达标情况</p>    | <p>本项目装置产生中的废气主要污染物为非甲烷总烃、易燃；废气全部采用负压吸收并送入导热炉内进行高温燃烧助燃，经充分燃烧后生成SO<sub>2</sub>、经碱液充分洗涤达标后NO<sub>x</sub>，经炉子的30米烟囱达排放。</p> <p>生产废水、生活废水、初期雨水经污水处理站，气浮、微电解、高级氧化、厌氧、缺氧、好氧处理达标合格后，外排至系统管网的污水处理站进行集中处理。</p>  |                          |                      |                       |        |          |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
|-----------------------|--|--------------------------|----------------------|-----------------------|--------|----------|--------|----|-----|-----|----------|----------|---------|------|--|---|-----|---------|---|-------|--------|----------|---|-----|--------------------------|----------------------|-----------------------|------|--|
| <p>二次污染治理情况</p>       | <p>无二次污染</p>   |                          |                      |                       |        |          |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
| <p>投资费用</p>           | <p>投资为 4200 万--17000 万元。</p>   |                          |                      |                       |        |          |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
| <p>运行费用</p>           | <table border="1" data-bbox="331 745 1281 891"> <thead> <tr> <th>物耗</th> <th>能耗</th> <th>人员工资</th> <th>设备折旧</th> <th>维修管理</th> <th>总计(元)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>87</td> <td>271</td> <td>80</td> <td>66.7</td> <td>20</td> <td>524.7</td> </tr> </tbody> </table>  | 物耗                       | 能耗                   | 人员工资                  | 设备折旧   | 维修管理     | 总计(元)  | 87 | 271 | 80  | 66.7     | 20       | 524.7   |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
| 物耗                    | 能耗   | 人员工资                     | 设备折旧                 | 维修管理                  | 总计(元)  |          |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
| 87                    | 271  | 80                       | 66.7                 | 20                    | 524.7  |          |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
| <p>能源、资源节约和综合利用情况</p> | <p>1. 利用系统内热量换热实现轻馏分一次闪蒸分离，重馏分采用二次薄膜蒸发，提高蒸发效率降低能耗。</p> <p>2. 使用升降薄膜技术使溶剂回收效率高、能耗低；</p> <p>3. 采用多级换热，对系统内热能进行梯级利用，提高换热效率，降低系统外部供热能量；</p> <p>4. 烟气余热加热空气二次利用，提高热能利用率。</p> <table border="1" data-bbox="331 1261 1305 1547"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>名称</th> <th>计划产品单耗</th> <th>实际产品单耗</th> <th>单价</th> <th>节约成本元/</th> <th>备注</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>NMP</td> <td>1.92kg/t</td> <td>1.89kg/t</td> <td>14000 元</td> <td>420元</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>水蒸气</td> <td>0.05t/t</td> <td>/</td> <td>230 元</td> <td>11.5 元</td> <td>使用烟气预热利用</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>天然气</td> <td>140.67 m<sup>3</sup>/t</td> <td>42 m<sup>3</sup>/t</td> <td>3.04 元/m<sup>3</sup></td> <td>299元</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | 序号                       | 名称                   | 计划产品单耗                | 实际产品单耗 | 单价       | 节约成本元/ | 备注 | 1   | NMP | 1.92kg/t | 1.89kg/t | 14000 元 | 420元 |  | 2 | 水蒸气 | 0.05t/t | / | 230 元 | 11.5 元 | 使用烟气预热利用 | 3 | 天然气 | 140.67 m <sup>3</sup> /t | 42 m <sup>3</sup> /t | 3.04 元/m <sup>3</sup> | 299元 |  |
| 序号                    | 名称   | 计划产品单耗                   | 实际产品单耗               | 单价                    | 节约成本元/ | 备注       |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
| 1                     | NMP  | 1.92kg/t                 | 1.89kg/t             | 14000 元               | 420元   |          |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
| 2                     | 水蒸气  | 0.05t/t                  | /                    | 230 元                 | 11.5 元 | 使用烟气预热利用 |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |
| 3                     | 天然气  | 140.67 m <sup>3</sup> /t | 42 m <sup>3</sup> /t | 3.04 元/m <sup>3</sup> | 299元   |          |        |    |     |     |          |          |         |      |  |   |     |         |   |       |        |          |   |     |                          |                      |                       |      |  |