Hengyi Industries Sdn Bhd 恒逸实业（文莱）有限公司HYBN-T4-11-0005-046-2020

**Roduction Technology Annual Report**

**柴油加氢装置生产技术年报**

Issued Date：Jan 2021 发布日期：2021年1月

Prepared by:Yang Shihai Zhang Leibo

**编 写：杨仕海 张雷博**

Checked by:Hai Cheng

**审 核：海诚**

Approved by:Sun Jianhuai

**审 定：孙建怀**

**目 录**

[**1 生产运行概况 1**](#_Toc58838861)

[1.1生产概况 1](#_Toc58838862)

[1.2 加工任务完成情况 1](#_Toc58838863)

[**2 技术经济指标 3**](#_Toc58838864)

[**3 工艺指标控制（全年） 5**](#_Toc58838865)

[**4 操作平稳率 6**](#_Toc58838866)

[4.1 各月平稳率统计 6](#_Toc58838867)

[4.2 平稳率分析（全年） 7](#_Toc58838868)

[**5 装置能耗 8**](#_Toc58838869)

[5.1 综合能耗（12月） 8](#_Toc58838870)

[5.2 主要介质单耗对比分析（12月） 9](#_Toc58838871)

[5.3 综合能耗（全年） 11](#_Toc58838873)

[5.4 月度能耗对比 12](#_Toc58838874)

[**6 产品质量 14**](#_Toc58838875)

[6.1馏出口及产品合格率（12月） 14](#_Toc58838876)

[6.2 馏出口合格率（全年） 14](#_Toc58838877)

[6.3 不合格质量统计（全年） 15](#_Toc58838878)

[**7 原料性质 15**](#_Toc58838879)

[7.1 原料性质对比 15](#_Toc58838880)

[**8 化工辅料、催化剂使用 16**](#_Toc58838881)

[8.1 化工辅料使用情况 16](#_Toc58838882)

[8.2 催化剂使用分析 17](#_Toc58838883)

[**9 工艺联锁及报警（12月） 18**](#_Toc58838884)

[**10 非计划停工分析 18**](#_Toc58838885)

[10.1 非计划停工登记表1 18](#_Toc58838886)

[10.2 非计划停工登记表2 18](#_Toc58838887)

[**11 生产事故及重大异常工况分析 19**](#_Toc58838888)

[11.1 事故及重大异常工况登记表1 19](#_Toc58838889)

[11.2 事故及重大异常工况登记表2 19](#_Toc58838890)

[**12 工艺技术分析 19**](#_Toc58838891)

[**13 技术改造情况及合理化建议 19**](#_Toc58838892)

[13.1 技术改造实施进度（12月） 19](#_Toc58838893)

[13.2 已投用技改项目的效果评价（全年） 20](#_Toc58838894)

[13.3 合理化建议 21](#_Toc58838895)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Hengyi Industries Sdn Bhd 恒逸实业（文莱）有限公司** |
| **Production Technology Annual Report of Diesel Unit****柴油加氢生产技术年报** |
| Doc. No. | HYBN-T4-11-0005-016-2020 | Ver. No. | 1 | Page 1 of 23 |

# 1 生产运行概况

## **1.1生产概况**

12月份装置平均加工量183.8t/h，加工负荷70.1%；产品柴油收率83.9%，石脑油与轻烃收率11.7%，总液收94.8%，装置能耗10.01KgEo/t；产品柴油质量合格率99.0%，石脑油质量合格率100.0%，脱硫后低分气硫化氢含量合格率100%；控制平稳率99.97%，仪表自控率99.9%，联锁投用率93%。

2020全年装置平均加工量244.6t/h，平均加工负荷93.3%，持续运行366天，加工损失0.31%，全年平均能耗7.73KgEo/t。全年无非计划停工，3月11日，为清理P-104入口过滤器，装置降温改内部大循环持续15个小时，随后恢复生产。4月16日开始，配合航煤加氢装置改产柴油方案，柴油加氢装置柴油调和组分闪点控制从66℃提高至76℃。

## **1.2加工任务完成情况**

表1-1 12月份加工任务完成情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 设计 | 上月 | 本月 | 本年累计 |
| 数量,t/h | 收率,% | 数量,t/h | 收率,% | 数量,t/h | 收率,% | 数量,wt | 收率,% |
| **原料：** |  |
| 入方合计 | 263.4 | 100.6 | 196.3 | 101.8 | 187.2 | 101.9 | 218.4 | 101.9 |
| 直馏柴油 | 224.8 | 85.8 | 155.1 | 80.4 | 144.9 | 78.9 | 182.8 | 85.1 |
| 焦化柴油 | 21.7 | 8.3 | 16.0 | 8.30 | 17.92 | 9.75 | 15.0 | 6.97 |
| 焦化汽油 | 15.4 | 5.9 | 21.8 | 11.3 | 20.96 | 11.4 | 17.1 | 7.96 |
| 氢气 | 1.55 | 0.59 | 3.42 | 1.77 | 3.45 | 1.88 | 3.5 | 1.62 |
| **产品：** |  |
| 低分气 | 2.26 | 0.86 | 2.78 | 1.42 | 2.84 | 15.2 | 3.0 | 1.4 |
| 塔顶气 | 2.46 | 1.26 | 2.35 | 12.6 | 2.7 | 1.2 |
| 轻烃 | 0.87 | 0.33 | 13.2 | 6.74 | 13.20 | 7.05 | 7.5 | 3.4 |
| 石脑油 | 21.2 | 8.06 | 9.43 | 4.82 | 8.71 | 4.65 | 11.3 | 5.2 |
| 产品柴油 | 240.5 | 91.3 | 164.7 | 84.2 | 155.6 | 83.1 | 190.1 | 87.0 |
| 酸性气 | 0 | 0 | 1.32 | 0.67 | 1.41 | 0.75 | 1.3 | 0.6 |
| 轻污油 | 0 | 0 | 1.94 | 0.99 | 2.38 | 1.27 | 1.1 | 0.5 |
| 不合格柴油 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.68 | 0.3 |
| 损失 | 0 | 0 | 0.33 | 0.17 | 0.7 | 0.38 | 0.66 | 0.3 |

12月份柴油加氢装置原料为直馏柴油、焦化柴油和焦化汽油；总加工量13.7万吨，环比减少0.65万吨，加工负荷降低2.5个百分点。其中直馏柴油加工量10.8万吨，占比例78.9%，（设计比例大于80%），焦化汽油1.56万吨，占比例11.4%（设计比例小于5.86%）；焦化柴油加工1.33万吨，占比例9.8%（设计比例小于8.27%）。

产品柴油收率83.1%；石脑油和轻烃收率11.7%，低分气、塔顶气和酸性气总收率3.52%。由于设计物料平衡中，氢气量为化学耗氢，因此无低分气（包括塔顶气中溶解氢）。由于焦化汽柴油的掺炼比例远大于设计值，生产所需要的补充氢流量更大，从而导致低分气外排流量增大，使物料平衡中，气相产率高于设计产率。

表1-2柴油加氢装置全年加工任务完成情况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 年度计划 | 累计完成 | 去年 |
| 数量,wt | 收率 | 数量,wt | 收率 | 数量,wt | 收率 |
| **原料** |  |
| 补充氢 | 2.21 | 1.20% | 3.5  | 1.6%  | 0.63 | 1.6% |
| 直馏柴油 | 154.0 | 83.54% | 182.8  | 85.1%  | 33.57 | 87.7%  |
| 焦化柴油 | 16.54 | 8.97% | 15.0  | 7.0%  | 2.39 | 6.2%  |
| 焦化汽油 | 11.59 | 6.29% | 17.1  | 8.0%  | 2.31 | 6.0%  |
| 原料合计 | 184.3 | 101.2% | 218.4  | 101.6%  | 38.9 | 101.6% |
| **产品** |  |
| 柴油加氢低分气 | 2.18 | 1.18% | 3.0  | 1.4%  | 0.97 | 2.5%  |
| 柴油加氢塔顶气 | 1.28 | 0.69% | 2.7  | 1.2%  | 0.26 | 0.7%  |
| 柴油加氢轻烃 | 0.35 | 0.19% | 7.5  | 3.4%  | 0.36 | 0.9%  |
| 柴油加氢石脑油 | 22.9 | 12.4% | 11.3  | 5.2%  | 2.22 | 5.7%  |
| 柴油加氢柴油 | 157.0 | 85.2% | 190.1  | 87.0%  | 36.0 | 92.5%  |
| 硫化氢（酸性气） | 0.67 | 0.36% | 1.3  | 0.6%  | 0 | 0% |
| 轻污油 | - | - | 1.1  | 0.5%  | 0.55 | 1.4% |
| 不合格柴油 | - | - | 0.7  | 0.3%  | 0.46 | 0% |
| 加工损失 | 0.05 | 0.03% | 0.7  | 0.0%  | 1.93 | 4.94% |
| 合计 | 184.3 | 100% | 218.4 | 100% | 38.9 | 100% |

2020全年总加工量214.9万吨，高出计划28.4万吨。其中直馏柴油182.8万吨，高出计划28.8万吨，收率85.1%，高出计划1.56个百分点；焦化柴油15万吨，比计划少1.54万吨，收率7%，低于计划1.97个百分点；焦化汽油17.1万吨，高于计划5.51万吨，收率8%，高出计划1.71个百分点。

全年精制柴油产品190.1万吨，高出计划33.1万吨，柴油收率达到87%，高出计划1.8个百分点；产品石脑油11.3万吨，低于计划11.6万吨，收率5.2%，低于设计7.2个百分点；产品轻烃7.5万吨，高出计划7.15万吨，收率3.4%，高出计划3.21%。

表1-3柴油加氢装置全年加工负荷汇总

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 加工量,wt | 20.6 | 20.5 | 20.6 | 20.1 | 20.3 | 19.5 | 19.2 | 18.8 | 17.2 | 16.0 | 14.4 | 13.7 |
| 负荷,% | 107.0% | 79.0% | 104.0% | 105.0% | 107.7% | 103.3% | 102.5% | 98.6% | 92.2% | 86.0% | 73.6% | 70.1% |

如上图表，2月份配合焦化停工，停止掺炼焦化汽柴油，加工负荷降至79%。6月份开始，受柴油市场价格影响，装置加工负荷逐步降低，12月份加工量为全年最低，仅为70%。

# 2技术经济指标

表2-1柴油加氢装置全年技术经济指标完成情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 指标名称 | 指标设计值（或工艺保证值） | 年度平均值 | 完成情况 |
| 1 | 能耗KgEo/t | ≤6.35 | 7.73 | 未达标 |
| 2 | 加工损失% | ≤0.5 | 0.31 | 达标 |
| 3 | 热进料% | ≥60 | 85.19 | 达标 |
| 4 | 分馏缓蚀剂单耗mg/L | ≤0.4 | 0.36 | 达标 |
| 5 | 反应缓蚀剂单耗mg/L | ≤0.45 | 0.43 | 达标 |

2020年全年能耗7.73KgEo/t，高于设计能耗；加工损失0.31%，低于指标；热进料比例高于设计指标；分馏及反应缓蚀剂单耗低于设计。

如图2-1及图2-2所示，除2月份外，全年能耗整体上升趋势，能耗与加工负荷呈明显反比关系。

图2-1 能耗、加工损失、热进料图

除2月份未掺炼焦化汽柴油外，1月份和3月份装置综合能耗均达到设计能耗值。装置从4月下旬开始，配合航煤加氢装置生产柴油调和组分，产品质量进行调整，特别是产品闪点的提高，是的装置的综合能耗在相同加工负荷条件下升高近2KgEo/t，且随着9月份开始，加工负荷的整体下调，装置综合能耗一度升超过10.2KgEo/t，从而导致全年综合能耗超出设计值。

图2-2能耗与加工负荷关系图

表2-2柴油加氢装置技术经济指标完成情况

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 能耗KgEo/t | 6.01 | 8.86 | 6.2 | 6.98 | 7.36 | 7.5 | 8.33 | 7.97 | 7.84 | 8.35 | 9.23 | 10.01 |
| 加工损失% | 0.15 | 0.2 | 0.56 | 0.52 | 0.21 | 0.24 | 0.3 | 0.2 | 0.16 | 0.36 | 0.38 | 0.38 |
| 热进料% | 25.73 | 89.73 | 56.02 | 51.68 | 64.3 | 66.38 | 73.92 | 81.56 | 85.24 | 92.92 | 93.4 | 94.4 |
| 反应缓蚀剂mg/L | 0.56 | 0.58 | 0.43 | 0.41 | 0.54 | 0.4 | 0.37 | 0.41 | 0.35 | 0.36 | 0.35 | 0.41 |
| 分馏缓蚀剂mg/L | 0.4 | 0.41 | 0.3 | 0.32 | 0.44 | 0.37 | 0.36 | 0.38 | 0.36 | 0.32 | 0.32 | 0.33 |

# 2月份由于停止掺炼焦化汽柴油，因此F-101恢复运行，能耗迅速上涨至8.86 KgEo/t，下半年由于装置加工负荷不断下降，因此总体能耗逐渐上涨。

# 为进一步降低装置能耗，自6月份开始，根据混合原料温度和反应系统热量富裕，逐渐将直馏柴油直供比例从50%以下调整至80%以上（焦柴维持罐区供料）,同时在9月份，投用焦化汽油直供流程，将月60%的焦化汽油通过直供，送至原料系统。

 5月份开始，装置通过罐区罐位标定，对进出物料的各计量仪表进行标定和校准，通过校准后，装置进出物料达到平衡，加工损失稳定控制到0.4%以内。

 缓蚀剂加注严格参照设计指标，并根据含硫污水铁离子分析情况进行调整，自7月份开始，公司下达装置化材加注指标后，开始以公司考核指标和铁离子分析数据，作为日常加注调整的基准。

# 3工艺指标控制（全年）

表3-1柴油加氢装置主要工艺指标控制情况一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 仪表位号 | 单位 | 指标范围 | 实际运行范围 |
| 焦化柴油比例 | FICQ-10103 | % | ≤8.27 | 6.3～8.3 |
| 焦化汽油比例 | FICQ-10104 | % | ≤5.86 | 6.3～11.3 |
| 混合进料量 | FIC-11101 | t/h | 157～288 | 180～290 |
| 新氢进装置流量 | FIQ-14101 | Nm3/h | ≤37500 | 35000～48000 |
| R101压差 | PDI-11504 | MPa | 0～0.5 | 0.219～0.256 |
| R102压差 | PDI-12004 | MPa | 0～0.3 | 0.092～0.105 |
| R-101入口 | TI-11306 | ℃ | 354～397 | 330～352 |
| R-101温升 | R-101TD | ℃  | ≤12 | 13～35 |
| R－102 入口 | TI-12009 | ℃  | 331～378 | 330～353 |
| R-102温升 | - | ℃ | ≤8 | 10～18 |
| 汽提塔进料温度 | TI-20102 | ℃ | 216 | 240～250 |
| 汽提塔塔顶压力 | PIC-20301 | MPa  | 0.7～0.9 | 0.65～0.87 |
| 分馏塔塔顶温度 | TIC-21201 | ℃ | 170  | 145～174 |
| 分馏塔进料塔盘温度 | TI-22102 | ℃  | 216～222  | 245～270 |
| 分馏塔塔底温度 | TI-21204 | ℃  | 280 | 292～320 |
| 分馏塔塔顶压力 | PIC-21204 | MPa | 0.15～0.35 | 0.172～0.212 |
| 原料柴油硫含量 | - | mg/kg | ≤7900 | 1300～9449 |
| 原料柴油氮含量 | - | mg/kg | ≤183 | 58～179 |
| 原料柴油水含量 | - | ug/g | ＜300 | 53～555 |
| 直柴95%馏出温度 | - | ℃ | ≤358 | 327～364 |
| 焦化柴油终馏点 | - | ℃ | 330~343 | 347～361 |
| 产品柴油硫含量 | - | mg/kg | ＜8 | 4～10 |
| R-101床层最高温度 | TI-11506 | ℃ | ≤400 | 378 |
| R-102床层最高温度 | TI-12007 | ℃ | ≤400 | 366 |
| R-101压力 | PI-11701 | MPa | 9.0～9.6 | 8.8～9.5 |

工艺参数偏离的说明：

1）为平衡全厂生产，焦化柴油及焦化汽油掺炼比例指标超出设计，混合原料硫含量超指标；因上游装置脱水不充分，焦化汽柴油水含量高，导致混合原料水含量出现超指标。

2）因焦化汽柴油掺炼比例及焦化柴油终馏点超设计，反应耗氢量增加，新氢进装置流量超过设计耗氢量；同时由于焦化汽柴油的溴价和比例均高出设计值，造成R-101及R-102温升升高，远超过设计温升，一反总温升达到设计温升的2.5倍。

4）为降低装置能耗，尽量利用反应热量，因此在轻烃流程技改后，将汽提塔进料温度从220℃提高至240~260℃；为降低分馏塔塔顶负荷，降低分馏段能耗，对汽提塔进行降压操作，最低降至0.7MPa，塔压低于设计操作压力。

5）为配合航煤装置生产柴油，柴油产品闪点从66℃提至73℃，因此分馏塔底温和顶温均高于设计操作温度。

6）由于焦化装置工艺流程限制，焦化柴油终馏点平均356℃，高于设计焦柴终馏点343℃。

# 4操作平稳率

## **4.1全年平稳率统计**

表4-1平稳率统计表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 合格率 | 年平稳率 | 平稳率,% |
| % | % | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 97 | 99.80  | 99.52 | 99.8 | 99.62 | 99.88 | 99.65 | 99.91 | 99.89 | 99.7 | 99.98 | 99.88 | 99.92 | 99.9 |

全年装置平稳率平均99.8%，最低99.5%，均达到公司考核指标要求。

## **4.2平稳率分析（全年）**

表4-2装置平稳率主要影响参数统计表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 装置 | 操作指标 | 平稳率 |
| 柴油加氢装置 | R-102氢油比 | 96% |
| D-105顶部氢气压力 | 65% |
| F-201氧含量 | 83% |
| F-201负压 | 72% |
| R-101液位 | 94% |
| R-101顶部压力 | 92% |
| R-102液位 | 98% |
| D-201液面 | 89% |
| D-202液面 | 92% |

长期超标指标的原因分析：

1） 因管网氢气压力不足，导致D-105顶部压力长时间低于控制指标。特别是在装置处于高负荷运行的上半年中，氢耗高，氢气系统压力不足导致二凡氢油比低于控制指标；在加工负荷较高期间，由于耗氢量大，K-101二返一控制阀全部关闭，R-101的压力完全决定于系统氢气压力，因此系统氢气压力波动，则引发两反压差波动，导致一反和二反液位出现波动。

2）上半年受燃料气组分波动影响，加热炉波动较大，引起加热炉负荷和氧含量控制难度增加，频繁超出控制指标，7月份完成燃料气流程技改后，加热炉参数受燃料气组分波动现象得到解决，仅在部分恶劣天气下短时间出现波动。

3）由于轻烃外送能力不足，现场需部分外排至污油系统，导致液面控制难度较大，时常出现液位超标，后经过轻烃流程技改后，目前D-201液位波动幅度减小，波动幅度已经缩小至±5%以内。

# 5装置能耗

## **5.1综合能耗（12月）**

表5-1 12月综合能耗

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 折标系数 | 设计 | 本月 | 上月 | 本年累计 |
| 数量 | 单耗 | 单位能耗 | 数量 | 单耗 | 单位能耗 | 数量 | 单耗 | 单位能耗 | 数量 | 单耗 | 单位能耗 |
| t/h | t/t | KgEo/t | t/h | t/t | KgEo/t | t/h | t/t | KgEo/t | t | t/t | KgEo/t |
| 生产水 | 0.17  | 0 | 0 | 0.00 | 0.00  | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 399.0  | 0.17 | 0.00  |
| 循环水 | 0.10  | 667 | 2.55 | 0.15 | 1847.65  | 9.87 | 0.99 | 1858 | 9.16 | 0.92 | 13765125  | 0.1 | 0.63  |
| 除盐水 | 2.30  | 19.94 | 0.076 | 0.08 | 12.92  | 0.07 | 0.16 | 13.42 | 0.07 | 0.15 | 133762 | 2.3 | 0.14  |
| 除氧水 | 9.20  | 15.7 | 0.06 | 0.39 | 11.90  | 0.06 | 0.58 | 12.74 | 0.06 | 0.58 | 132252 | 9.2 | 0.56  |
| 电 | 0.23  | 5198 | 19.9 | 4.37 | 5082.5  | 27.15 | 6.24 | 5077 | 25.03 | 5.76 | 45551429  | 0.23 | 4.78  |
| 0.6MPa氮气 | 0.15  | 90 | 0.34 | 0.05 | 0.94  | 0.01 | 0 | 0.97 | 0.0048 | 0.00 | 5873 | 0.15 | 0.00  |
| 2.5MPa氮气 | 0.15  | 0 | 0 | 0.00 | 0.00  | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 2868  | 0.15 | 0.00  |
| 仪表风 | 0.03  | 300 | 1.14 | 0.04 | 221.35  | 1.18 | 0.04 | 222.3 | 1.10 | 0.03 | 1916134  | 0.03 | 0.03  |
| 燃料气 | 800.00  | 0.75 | 0.003 | 4.43 | 1.19  | 0.01 | 5.08 | 1.25 | 0.01 | 4.92 | 13602 | 800 | 4.97  |
| 凝结水 | -7.65  | 5.5 | 0.21 | -0.02 | 0.34  | 0.00 | -0.01 | 0.38 | 0.0019 | -0.01 | 5154 | -7.65 | -0.02  |
| 1.0MPa蒸汽 | -76.00  | -11 | 0.04 | -3.19 | -7.54  | 0.04 | -3.06 | -8.3 | 0.04 | -3.11 | 96496 | -76 | -3.35  |
| 综合能耗 | - | - | - | 6.35 | - | - | 10.01 | - | - | 9.23 | - | - | 7.73  |

12月份装置综合能耗10.01KgEo/t，相比上月增加0.78 KgEo/t，高出设计能耗3.66 KgEo/t。全年综合能耗平均7.73 KgEo/t。

## **5.2主要介质单耗对比分析**

装置12月份综合能耗10.01KgEo/t，相对11月增加0.78KgEo/t。主要有以下几方面原因：

（1）分馏产汽量减少

图5-1 11月与12月日产汽量对比

如上图5-1，分馏系统产汽量与装置加工负荷成正比关系，本月总加工量相对上月减少12203吨，加之分馏塔底温度平均比上月低0.5℃，因此分馏产汽相对上月减少512吨，单位能耗增加0.05 KgEo/t。

（2）设备电耗增加

图5-2 11月与12月电耗对比

本月小时电耗5082.5Kw·h，与上月基本持平。为优化一反床层温升，本月在加工负荷下降的同时，维持反应循环量不变，因此P-104变频未随加工量同步降低。另一方面反应进料泵、热油泵及回流泵、压缩机都非变频设计，此类设备的电耗并不跟随加工负荷的下降而下降，因此小时耗电量与上月基本保持一致。但由于本月总体加工量相对上月减少3.5个百分点，因此电单耗增加0.48KgEo/t。

（3）燃料气分析

图5-3 11月与12月燃料气对比

如图5-3，燃料气消耗量总体与加工量正相关，因本月加工量相比上月减少3.5个百分点，装置燃料气小时消耗量1.19t/h，环比上月减少0.06t/h。但由于装置加工负荷下降，单位能耗增加0.16KgEo/t。

因21日开始掺炼巴士拉重及卡斯蒂利亚原油，原料硫含量平均从5700mg/kg增加至9449mg/kg，R-101及R-102入口温度均提高6～8℃，反应温度升高后，通过换热后进入汽提塔及分馏塔入口温度降低1～2℃，因此在塔底温度与前半月保持一致的前提下，21日以后燃料气消耗日均消耗高出0.5吨。

## **5.3全年综合能耗**

表5-3年度能耗及对比分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 折标系数（设计） | 设计值 | 全年累计 | 去年同期 |
| 数量 | 单耗 | 单位能耗 | 数量 | 单耗 | 单位能耗 | 数量 | 单耗 | 单位能耗 |
| t/h | t/t | KgEo/t | t/h | t/t | KgEo/t | t/h | t/t | KgEo/t |
| 装置加工量 | - | 262 | - | - | 244.6 | - | - | 228.3 | - | - |
| 生产水 | 0.17 | 0 | 0 | 0.00 | 0.046  | 0 | 0 | 1.51 | 0.01 | 0 |
| 循环水 | 0.15 | 667 | 2.55 | 0.15 | 1570  | 6.3 | 0.63 | 829 | 3.63 | 0.36 |
| 除盐水 | 1.0 | 19.94 | 0.076 | 0.08 | 15.2 | 0.061  | 0.14 | 12.96 | 0.06 | 0.13 |
| 除氧水 | 6.5 | 15.7 | 0.06 | 0.39 | 15.0 | 0.06 | 0.56  | 12.93 | 0.06 | 0.52 |
| 电 | 0.22 | 5198 | 19.9 | 4.37 | 5187 | 20.8 | 4.78 | 4968 | 21.8 | 5.01 |
| 0.6MPa氮气 | 0.15 | 90 | 0.34 | 0.05 | 0.67 | 0.003  | 0 | 9.06 | 0.04 | 0.01 |
| 2.5MPa氮气 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 仪表风 | 0.038 | 300 | 1.14 | 0.04 | 218.2 | 0.87  | 0.026  | 205 | 0.9 | 0.03 |
| 燃料气 | 1545 | 0.75 | 0.003 | 4.43 | 1.55 | 0.006  | 4.97 | 1.38 | 0.01 | 4.84 |
| 凝结水 | -1 | -5.5 | 0.21 | -0.02 | -0.58 | 0.002  | -0.02 | -2.76 | 0.01 | -0.09 |
| 1.0MPa蒸汽 | 76 | -11 | 0.04 | -3.19 | -11.0 | 0.04  | -3.34 | -7.55 | 0.03 | -2.51 |
| 综合能耗 | - | - | - | 6.35 |  |  | 7.73 | - | - | 8.29 |

2020年全年能耗7.73KgEo/t，高出设计1.38KgEo/t，比去年降低0.56KgEo/t。

（1）1月份能耗最低为6.0 KgEo/t，12月份能耗最高为10.01KgEo/t，除2月份停止掺炼焦化汽柴油期间装置能耗达到8.86 KgEo/t外，第一季度装置平均综合能耗6.39 KgEo/t，接近设计能耗指标6.35 KgEo/t。自5月份开始，柴油加氢装置配合航煤加氢装置生产柴油方案后，产品柴油闪点指标从≮64℃升高至≮72℃，装置能耗平均增加1.3 KgEo/t。6月份完成燃料气流程技改后，40%的低热值焦化干气并入装置燃料气系统，燃料气消耗平均增加1000Nm3/h，综合能耗增加0.7个KgEo/t。下半年受柴油效益影响，装置加工负荷不断下降，装置能耗也逐步上涨，因此全年能耗高出设计1.38KgEo/t。

（2）全年综合能耗相比去年降低0.56KgEo/t。2019年10月22日装置正式投产， 2019年11月4日开始逐步掺炼焦化汽柴油，此时由于反应温升相对较低，为维持反应温度，F-101正常运行。12月中旬F-101实现停炉操作，装置燃料下消耗下降近300～500Nm3/h，因此2020年燃料气单耗比去年下降0.81KgEo/t，同时由于配合航煤加氢生产柴油方案，装置自4月底开始对分馏进行提温，因此分馏系统产汽量也逐渐升高，相比去年增加2.5t/h，因此是装置综合能耗低于去年水平。

（3）全年循环水平均耗量1570t/h，相对设计升高900t/h。相比去年升高约700t/h。主要原因是上半年全厂出现循环水换热器低流速腐蚀案例，为防止循环水限速导致腐蚀，装置内冷换设备的循环水阀门全部打开，不再进行限位，因此循环水流量增加，导致循环水单耗相比设计升高0.48 KgEo/h。

（4）全年小时电耗量电5187Kw·h，与设计持平（设计为5198 Kw·h）。 5月对原料泵1030-P-101叶轮进行切割改造后，机泵电流由平均235A降至190A，切削后在加工负荷不变的工况下每月节省电耗约14400kW·h。由于全年加工负荷为97.7%，低于设计2.3个百分点，因此电单耗高出设计0.41 KgEo/t。

（5）2020年蒸汽小时产量11t/h，与设计持平；相比去年，产汽量增加2.5t/h，蒸汽使装置综合能耗下降0.15 KgEo/t。

## **5.4月度能耗对比**

表5-4各月综合能耗统计表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设计值 | 年综合 | 装置综合能耗（KgEo/t） |
| 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 6.35 | 7.73 | 6.01 | 8.86 | 6.2 | 6.98 | 7.36 | 7.5 | 8.33 | 7.97 | 7.84 | 8.35 | 9.23 | 10.01 |

一月和三月份装置综合能耗达到设计值。自4月份开始，由于配合航煤加氢装置生产柴油的需求以及加工负荷的下降，柴油加氢装置的综合能耗不断上升，最高上涨至10.01 KgEo/t。

# 6产品质量

## **6.1本月馏出口及产品合格率**

表6-1 柴油加氢装置月度馏出口合格率总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 样品名称 | 不合格数 | 合格数 | 总数 | 合格率（%） |
| SC22501-产品柴油 | 产品柴油 | 1 | 127 | 128 | 99.2 |
| SC23201-石脑油 | 石脑油 | 0 | 62 | 62 | 100 |
| SC30101-脱硫后低分气 | 脱硫后低分气 | 1 | 31 | 32 | 96.9 |

柴油加氢装置馏出口总合格率为99.1%。

表6-2 柴油加氢装置产品性质表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 分析项目 | 规格指标 | 单位 | 上旬取样时间：2020/12/7 | 中旬取样时间：2020/12/14 | 下旬取样时间：2020/12/28 |
| SC22501-产品柴油 | 密度(15℃) | 821.0～849.0 | kg/m3 | 841.2 | 838.8 | 840.6 |
| 初馏点 | - | ℃ | 188.1 | 183.8 | 184.9 |
| 10%回收温度 | - | ℃ | 227.9 | 227 | 228.7 |
| 50%回收温度 | - | ℃ | 278.3 | 278.6 | 279.3 |
| 90%回收温度 | - | ℃ | 332.4 | 334.2 | 336.3 |
| 95%回收温度， | ≤ 358 | ℃ | 346.5 | 349.4 | 353.4 |
| 终馏点 | - | ℃ | 356.4 | 356.9 | 359.2 |
| 250℃馏出量 | - | % | 23.3 | 23.4 | 22.8 |
| 350℃馏出量 | - | % | 95.9 | 95.2 | 94.3 |
| 闪点(闭口) | 73~76 | ℃ | 74 | 74 | 74 |
| 硫含量 | 4~8 | mg/kg | 6 | 4.3 | 5.5 |
| 冷滤点 | ≤ -5 | ℃ | -4 | -3 | -3 |
| 浊点 | ≤ -3 | ℃ | -0.9 | -1.5 | -1.7 |
| 铜片腐蚀(50℃，3h) | - | - | 1a | 1a | 1a |
| 色度 | - | - | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 氮含量 | - | mg/kg | 0.3 | <0.3 | 0.5 |
| 溴指数 | - | - | 271 | 260 | 357 |
| 十六烷指数 | - | - | 53.4 | 54.4 | 53.9 |
| 运动粘度 | - | - | 3.219 | 3.275 | 3.326 |
| 多环芳烃 | - | - | 1 | 1.9 | 1.3 |
| 总芳烃 | ≥ 16 | % | 20.7 | 20.7 | 20.6 |

产品柴油硫含量控制4～8mg/kg，平均控制5.6mg/kg；柴油闪点平均74.4℃。

表6-3 产品柴油合格率统计汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 组分 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 合格 | 不合格 | 合格率 |
| SC22501-产品柴油 | 密度(15℃),821.0 ～ 849.0,kg/m3 | 843.0  | 835.7  | 839.5  | 127.0  | 0.0  | 100.0 |
| 初馏点,℃ | 188.1  | 180.1  | 184.3  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 10%回收温度,℃ | 229.6  | 225.3  | 227.4  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 50%回收温度,℃ | 280.1  | 275.8  | 278.1  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 90%回收温度,℃ | 338.4  | 327.1  | 333.2  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 95%回收温度,≤ 358,℃ | 354.1  | 340.4  | 348.2  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 终馏点,℃ | 363.5  | 349.4  | 356.2  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 250℃馏出量,%(v/v) | 25.0  | 22.2  | 23.6  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 350℃馏出量,%(v/v) | 98.0  | 93.8  | 95.5  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 闪点(闭口),73 ～ 76,℃ | 77.0  | 73.0  | 74.4  | 124.0  | 1.0  | 99.2 |
| 硫含量,4 ～ 8,mg/kg | 8.0  | 4.0  | 5.6  | 128.0  | 0.0  | 100.0 |
| 冷滤点,℃ | -2.0  | -6.0  | -4.0  | 31.0  | 0.0  | 100.0 |
| 浊点,℃ | 0.4  | -5.2  | -1.9  | 124.0  | 0.0  | 100.0 |
| 色度,≤1.5, | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 31.0  | 0.0  | 100.0 |
| 氮含量,mg/kg | 0.5  | 0.1  | 0.3  | 31.0  | 0.0  | 100.0 |
| 溴指数,mgBr/100g | 357.0  | 260.0  | 299.0  | 4.0  | 0.0  | 100.0 |
| 十六烷指数,≥ 46.5 | 55.7  | 52.3  | 54.0  | 62.0  | 0.0  | 100.0 |
| 运动粘度(40℃),mm²/s | 3.3  | 3.2  | 3.2  | 4.0  | 0.0  | 100.0 |
| 多环芳烃,%(m/m) | 1.9  | 0.9  | 1.2  | 5.0  | 0.0  | 100.0 |
| 总芳烃,≥ 16,%(m/m) | 20.7  | 20.5  | 20.6  | 5.0  | 0.0  | 100.0 |

本月产品硫含量最高8mg/kg，最小值4mg/kg，平均控制在5.6mg/kg，无不合格分析。柴油闪点超上限1次，通过调整分馏塔底温度后加样合格。

表6-4 石脑油分析数据表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 分析项目 | 单位 | 上旬取样时间：2020/12/7 | 中旬取样时间：2020/12/14 | 下旬取样时间：2020/12/28 |
| SC23201-石脑油　 | 初馏点 | ℃ | 93 | 92.9 | 90.6 |
| 10%蒸发温度 | ℃ | 109.7 | 110 | 109.4 |
| 50%蒸发温度 | ℃ | 130.6 | 130.8 | 131.2 |
| 90%蒸发温度 | ℃ | 158.8 | 159.2 | 160.1 |
| 95%蒸发温度 | ℃ | 164.9 | 165.1 | 165.9 |
| 终馏点 | ℃ | 175.9 | 175.9 | 177.1 |
| 硫含量 | mg/kg | 7.8 | 7.1 | 10.2 |

表5-5 产品石脑油合格率统计汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 组分 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 合格 | 不合格 | 合格率 |
| SC23201-石脑油 | 初馏点,℃ | 95.2  | 88.8  | 92.7  | 62.0  | 0.0  | 100.00 |
| 10%蒸发温度,℃ | 110.7  | 107.7  | 109.8  | 62.0  | 0.0  | 100.00 |
| 50%蒸发温度,℃ | 132.1  | 130.1  | 130.8  | 62.0  | 0.0  | 100.00 |
| 90%蒸发温度,℃ | 162.4  | 157.9  | 159.2  | 62.0  | 0.0  | 100.00 |
| 95%蒸发温度,℃ | 169.2  | 163.7  | 165.1  | 62.0  | 0.0  | 100.00 |
| 终馏点,170 ～ 180,℃ | 178.0  | 172.7  | 175.7  | 62.0  | 0.0  | 100.00 |
| 硫含量,mg/kg | 10.8  | 3.8  | 7.5  | 31.0  | 0.0  | 100.00 |

本月石脑油分析全部合格。

表6-6 脱后低分气分析数据表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 分析项目 | 规格指标 | 单位 | 上旬取样时间：2020/12/7 | 中旬取样时间：2020/12/14 | 下旬取样时间：2020/12/28 |
| SC30101-脱硫后低分气 | H2S含量， | ≤ 13 | ppm | 7 | ＜5 | <5 |
| 氨含量，ppm | 氨含量 | ppm | <1 | <1 | <1 |

本月脱后低分气硫化氢含量均小于13ppm，氨含量小于1ppm，12月3日脱后硫化氢含量分析93ppm，分析为取样袋污染，立即加样分析，硫化氢含量5ppm。

表6-7 汽包炉水分析数据表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 分析项目 | 规格指标 | 单位 | 上旬取样时间：2020/12/8 | 中旬取样时间：2020/12/15 | 下旬取样时间：2020/12/29 |
| 锅炉炉水 | PH值 | 9～12 | -　 | 10.3 | 10.4 | 10.4 |
| 电导率 | - | μS/cm | 79.6 | 92.2 | 88.3 |
| 磷酸根 | 5～30 | mg/L | 16.8 | 18.0 | 17.6 |

本月炉水PH值、电导率和磷酸根离子均在指标范围内。

## **6.2全年馏出口合格率**

表6-8装置馏出口合格率一览表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 装置 | 合格率 | 年度合 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 指标，% | 格率，% |
| 柴油加氢装置 | 95　 | 92.95  | 91.52 | 92.88 | 91.71 | 89.19 | 92.69 | 93.23 | 96.39 | 96.76 | 95.58 | 95.41 | 96.1 | 99.1 |

 全年产品质量合格率平均92.95%。上半年产品质量合格率较低，均处于93%以下。下半年工艺上一方面对分馏塔和汽提塔进行优化调整，对汽提塔塔顶进行升温，分馏塔塔底提温，增加塔顶回流量，对燃料气流程技术改造，解决了加热炉温度波动引起分馏塔产品质量波动的难题；另一方面通过设置内控控制指标，增加原料密度等监控手段，结合在线硫含量分析表等辅助设施，使产品合格率逐渐提升至95%以上，最高达到99.1%。

## **6.3不合格质量统计（全年）**

表6-9装置不合格产品统计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 装置 | 产品名称 | 指标 | 不合格率，% |
| 柴油加氢装置 | 产品柴油 | 硫含量 | 3.18 |
| 产品柴油 | 密度 | 4.14 |
| 产品柴油 | 闪点 | 5.28 |
| 产品柴油 | 冷滤点 | 1.18 |
| 产品柴油 | 浊点 | 3.0 |
| 石脑油 | 终馏点 | 5.34 |

原因分析：

（1）产品柴油浊点、密度及冷滤点主要由原油性质决定。

（2）因航煤加氢装置改产柴油方案后，对调和柴油组分的硫含量控制要求更低，特别是原料油性质发生变化时，反应参数调整不到位，导致产品柴油硫含量出现不合格。

（3）航煤改产柴油方案后，产品柴油的闪点要求一度达到76℃，且系统管网燃料气组成不稳定导致分馏塔顶温和底温波动，导致柴油闪点和石脑油终馏点不合格率较高。经过分馏系统的优化调整，闪点和石脑油终馏点合格率在下半年均达到95%以上。

# 7原料性质

## **7.1原料性质对比**

表7-1原料性质对比

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 分项目 | 规格指标 | 单位 | 2020年数据 | 2019年数据 |
| 柴油加氢混合进料 | 密度(15℃) | - | kg/m3 | 843.6  | 839 |
| 终馏点 |  | ℃ | 357.5  | 353.2 |
| 硫含量 | ≤ 7900 | mg/kg | 5689.2  | 5257 |
| 水含量 | ≤ 300 | mg/kg | 225.5  | 236.0 |
| 氮含量 | ≤ 183 | mg/kg | 109.2  | 83.8 |
| 溴指数 |  | mgBr/100g | 14048 | - |
| 焦化柴油 | 终馏点 | ≤343 | ℃ | 355.5 | 343 |
| 硫含量 | - | mg/kg | 18564 | 13473 |
| 氮含量 | - | mg/kg | 992 | 630.7 |
| 溴价 | 30-40 | gBr/100g | 47.9 | 60 |
| 焦化汽油 | 终馏点 |  | ℃ | 212.3 | 204.2 |
| 硫含量 | - | mg/kg | 5017 | 3730 |
| 氮含量 | - | mg/kg | 111.4 | 79.6 |
| 溴价 | 50 | gBr/100g | 96 | - |

1）混合柴油性质参数对比：

2020年混合原料终馏点平均357.5℃，比2019年升高4.3℃；硫含量平均5689.2，比2019年升高430mg/kg；氮含量相比2019年高出25.4mg/kg。

2）焦化柴油性质对比：

焦化柴油的终馏点相比去年升高12.5℃，高于设计焦柴终馏点12.5℃；其中硫含量平均达到18564mg/kg，相比去年升高5091mg/kg，氮含量同比升高362mg/kg。

 2019年12分月开始掺炼焦化柴油，因此焦化柴油的溴价缺少数据分析。

3）焦化汽油性质对比：

焦化汽油硫含量同比升高1287mg/kg，氮含量同比升高32mg/kg.焦汽由于从去年12月份开始掺炼，缺少溴价数据分析。从2020年溴价分析数据来看，平均96gBr/100g，超过设计值一倍。

全年焦化汽柴油的杂质含量相对于去年均呈现上涨趋势，且随着焦化汽柴油的掺炼比例升高，使混合柴油的杂质含量均出现上升，且焦化柴油的终馏点全年处于超设计范围，使进入柴油原料中更加难以脱除的杂质含量和种类增加，加剧了反应脱硫的难度。

# 8化工辅料、催化剂使用

## **8.1****化工辅料使用情况**

8.1.1辅料月度消耗量统计

本月共计使用EC-8020A油溶性缓蚀剂0.052吨、EC-1009A水溶性缓蚀剂0.067吨。

汽包加药：磷酸三钠加注量29Kg。

表8-1化工助剂各月消耗量统计

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 年累计（t） |
| 反应缓蚀剂t | 0.1 | 0.1025 | 0.1 | 0.09 | 0.128 | 0.097 | 0.086 | 0.094 | 0.078 | 0.067 | 0.056 | 0.067 | 1.066 |
| 分馏缓蚀剂t | 0.071 | 0.071 | 0.07 | 0.071 | 0.105 | 0.091 | 0.084 | 0.088 | 0.079 | 0.061 | 0.062 | 0.052 | 0.904 |

从上图可以看出，全年化材加注量主要随加工负荷大小而调整，8月份开始装置加工负荷逐步下降，化材加注消耗总量也同步出现下降。

8.1.2辅料单耗统计分析

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 设计值 | 考核值 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 年平均 |
| 反应缓蚀剂mg/L | 0.45 | ≯0.45 | 0.56 | 0.58 | 0.43 | 0.41 | 0.54 | 0.4 | 0.37 | 0.41 | 0.35 | 0.36 | 0.35 | 0.41 | 0.43 |
| 分馏缓蚀剂mg/L | 0.4 | ≯0.4 | 0.4 | 0.41 | 0.3 | 0.32 | 0.44 | 0.37 | 0.36 | 0.38 | 0.36 | 0.32 | 0.32 | 0.33 | 0.36 |

12月份分馏缓蚀剂单耗0.33mg/L，低于考核指标（0.40mg/L）；反应缓蚀剂单耗0.41mg/L，低于考核指标（0.45mg/L）。

全年分馏缓蚀剂平均单耗0.36mg/L，反应缓蚀剂平均单耗0.43mg/L，均未超出公司考核指标。

从防腐效果来看，D-201含硫污水和D-104出口含硫污水中总铁离子分析全年未超过2mg/L，其中D-201含硫污水铁离子平均0.35mg/L，D-104中含硫污水铁离子含量平均0.5mg/L,达到化材加注技术协议中承诺指标，满足了工艺防腐的要求。

## **8.2催化剂使用分析**

## （1）催化剂使用情况及寿命预判。

表8-2催化剂使用情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 装置--催化剂名称 | 设计提温速度，℃/月 | 实际提温速度，℃/月 | 设计床层压降，kPa/月 | 实际床层压降，kPa/月 | 设计寿命，月 | 现运行时间，月 |
| R-101 RS-2100 | 1.16 | 1.28 | 8.3(经验值) | 4.2 | 36 | 14 |
| R-101 RS-2200 | 1.16 | 1.28 | 2.8(经验值) | 0.01 | 36 | 14 |
| R-102 RS-2100 | 1.3 | 1.35 | 11 | 0.01 | 36 | 14 |

2019年10月开车后，加工原料为直馏柴油的条件下，R-101和R-102入口反应温度在320℃和315℃。11月份开始掺炼焦化汽柴油后，R-101和R-102反应温度提高至335℃和333℃，除2月份停止掺炼焦化汽柴油外，全年其余时间加工直馏柴油、焦化汽油、焦化柴油和重芳烃油，在此期间R-101入口从335℃逐渐提温，最高提至353℃，提温速率平均达到1.28℃/月，R-102入口温度从333℃提至352℃，平均提温速度1.35℃/月。

2020年5月份前，由于加工掺炼约10-12t/h的重芳烃油，装置在高负荷运行下，反应提温速度最高达到6.6℃/月，由于此阶段反应温度低于催化剂的初始反应温度，加上重芳烃油和焦化汽柴油的比例高达20%和氢气总量不足，造成此阶段提温速度过快。6月份逐渐降低重芳烃油掺炼量和加工负荷下调后，反应温度逐渐下降，使总体提温速度下降至1.28℃/月和1.35℃/月。

装置开工至今，R-101床层压降由0.21MPa涨至0.26MPa，上涨0.05MPa；R-102床层压降基本稳定在0.1MPa。由于装置加工负荷自7月份开始下降，理论上随着加工负荷的下降，R-101的床层压降应该随之下将。10月份加工负荷从96%降至76%后，一反压差从0.26MPa降至0.22MPa，但经历两个月之后压差再次上涨至0.26MPa。且一反第一床的压差从7月开始出现上涨，压降上涨速度达到0.002MPa/月，床层压降升高，将不可避免的影响循环泵出口流量，导致反应循环比下降，制约装置加工负荷和反应脱硫深度。

结合目前装置原料中焦化汽柴油的比例，反应提温速度以及床层温升现状，石科院评估催化剂更换日期在2022年上半年。

（2）注明催化剂换剂、再生信息

 柴油加氢装置截止目前为止，尚未进行任何催化剂更换和再生。

# 9工艺联锁及报警（12月）

表9-1 装置联锁投用情况表

|  |
| --- |
| 柴油加氢装置联锁确认表 检查时间：15日 28日 |
| SIS联锁总数量 | 89 | SIS已投用数量 | 73 |
| DCS联锁总数 | 11 | DCS联锁已投用数量 | 10 |
| 未投用联锁 | 内容 | 旁路原因 |
| 含油污水提升泵P-0101A液位联锁 | 日常含油污水外送，需提前取样分析合格后才允许外送 |
| 含油污水提升泵P-0101B液位联锁 | 日常含油污水外送，需提前取样分析合格后才允许外送 |
| P-102B润滑油位高联锁，1个 | 备用设备 |
| P-102A润滑油位高联锁，1个 | 设备要求 |
| P-102最低流量联锁，1个 | P-102A备用设备，联锁未投用 |
| 1030-F-101负压高联锁，4个 | 1030-F-101停用设备（已申请摘除联锁） |
| 1030-F-101主火嘴和长明灯瓦斯压力，9个 | 1030-F-101停用设备（已申请摘除联锁） |

本月联锁投用正常，无联锁触发。

表9-2 参数报警统计表

|  |
| --- |
| 关键参数报警 |
| 1 | 已激活的报警总数 | 3406 |
| 2 | 报警率，% | 2.36 |
| 3 | 报警抑制数 | 19 |
| 4 | 持续报警数 | 87 |

报警情况说明：

1）反应加热炉停用，涉及加热炉系统的瓦斯压力，负压，氧含量等参数处于报警抑制状态。

2）P-102备用机泵流量，机泵润滑油油位处于报警抑制状态。

3）SR-101频繁反冲洗，导致压差频繁出现上限报警，对应反冲洗污油罐液位，反冲洗污油流量均出现频繁报警。

# 10非计划停工分析

装置全年未发生非计划停工。

# 11生产事故及重大异常工况分析

装置全年无生产事故和重大异常事件。

# 12工艺技术分析

（1）装置实际工况与设计工况的偏离情况分析

1）原料性质偏差

图12-1 焦化汽柴油比例趋势

装置设计焦化汽油掺炼比例5.86%，焦化汽油年总加工量12.9万吨。全年焦化汽油掺炼比例实际平均达到8.76%,焦化汽油总加工量达到17.1万吨，比例超出设计49%，总加工量超出设计32.5%。

装置设计原料核算中，焦化汽柴油的溴价均按照普通延迟焦化装置的焦化汽油（溴价40~60 gBr/100g）和焦化柴油（溴价30~40 gBr/100g）进行估算的。但在实际生产期间，灵活焦化装置生产的柴油溴价平均40~50 gBr/100g，焦化汽油的溴价甚至高达90~100g Br/100g，溴价升高导致操作过程中装置的氢耗和温升比设计值大。

图12-2 焦化柴油终馏点趋势

焦化柴油设计终馏点为不大于343℃，自2019年11 月装置开始掺炼焦化柴油后，焦化柴油的终馏点平均集中在353-355℃范围内，远高于设计焦化柴油的终馏点要求。

焦化柴油终馏点升高后，焦柴中脱硫难度较高的大分子顽固硫化物增加，焦柴长期保持较高的终馏点，反应需要更高的温度才能达到相同的脱硫率，较高的反应温度将增加催化剂积碳速率，缩短催化剂的运行周期。

2）运行参数偏差

① 氢耗偏差

图12-3 R-101补充氢气流量趋势

由于原料中焦化汽油的溴价、掺炼比例，焦化柴油终馏点均超出设计值，且从19年12月掺炼重芳烃油后，反应耗氢明显增加，设计100%负荷下R-101的补充氢流量为22000Nm3/h， 化学氢耗为0.6wt%，但在实际运行中，R-101的补充氢流量最高达到33000Nm3/h，标定期间化学氢耗达到0.84wt%。一反过高的氢耗导致装置在高负荷下，二反氢气量不足，二反氢油比低于设计氢油比（设计氢油比50v/v）。

② 反应温升偏差

图12-4 反应器温升变化趋势

由于二次油的掺炼比例升高和重芳烃油的掺炼，烯烃等不饱和烃的加氢反应趋于剧烈，由于烯烃加氢反应集中在第一反应器，结果导致R-101床层温升偏高。设计R-101床层总温升12℃，实际运行过程中平均床层温升达到28℃；其中第一床层设计温升9℃，实际温升达到23℃。

③ 分馏塔操作偏差

图12-5 分馏塔塔底温度变化趋势

设计上分馏塔塔底操作温度280℃，实际操作过程中，塔底温度处于295-310℃之间。4月底为配合航煤加氢装置生产柴油调和组分，柴油加氢装置塔底产品闪点控制指标从66℃提高至73℃，最高要求达到76℃，因此塔底温度从4月底开始逐渐上涨，最高达到310℃。平均控制在305℃。

④ F-101停炉

由于反应系统实际放热量大于设计放热量，一反实际放热相比设计增加18℃，二反实际放热相比设计升高6℃，因此反应加热炉的加热炉负荷远低于设计负荷，加热炉在低负荷运行下，火嘴燃烧数量较少，出现炉膛温度分布均匀，火焰燃烧差，特别是在外界天气和瓦斯组分波动的情况下，加热炉参数运行波动大，炉膛负压进出偏向正压，加热炉在此工况下运行成为装置不安全因素。因此通过评审后，工艺决定对F-101采取熄炉操作，通过提高热进料比例，结合反应放热，调整进料换热器副线来控制反应器入口温度。反应加热炉停炉后，加热炉瓦斯气消耗降低约500Nm3/h。

（2）装置生产瓶颈或操作难点分析，及优化调整思路、效果。

1）轻烃外送能力不足

① 生产瓶颈

由于焦化汽油掺炼比例超出设计，轻烃产量远大于设计，一方面造成汽提塔塔顶轻烃无法正常外送，部分轻烃被迫通过污油流程外送，另一方面塔顶拔出的轻烃被迫再次压回塔内，进入后续分馏塔，从而增加了分馏塔的操作负荷和能耗。

② 优化思路

通过技改，新建轻烃跨航煤加氢石脑油至稳定石脑油流程，增加轻烃外送能力。从而将轻烃尽量从汽提塔塔顶拔出，降低分馏塔轻组分产量，从而降低重沸炉负荷，减少燃料气消耗。

③ 效果

自2019年9月开始，汽提塔顶压力由0.76MPa降至0.71MPa，汽提塔顶温度从145℃降至139℃，轻烃外送量从0.2t/h平均提至9t/h，分馏塔塔底温度从307.5℃降至304℃，燃料气消耗从38t/d下降至35t/d，每小时燃料气消耗减少200～300Nm3。

2）反应系统床层压降升高

① 生产现状、瓶颈

R-101床层压降自7月份开始呈现缓慢上涨趋势，10月份装置降量后，反应总压降自从0.26MPa降至0.22MPa，但随后压降继续呈现不断上涨趋势，12月底达到0.26MPa。从操作趋势上看一反二、三床层压降未出现上涨，但一床层压降出现明显上涨，因此一床压降的迅速上涨直接导致R-101总压降上涨。R-101床层压降增加，将会导致反应循环泵出口泵压升高，循环油流量不足，反应循环比下降，使反应器携热和溶氢能力下降，严重影响装置脱硫深度。根据国内运行经验，床层总压降达到0.4MPa后，最低反应循环比均难以保证，装置被迫停工处理。

图12-6 R-101一床及总压降变化趋势



图12-7 R-101二床及三床压降变化趋势



② 原因分析

通过对影响反应床层压降的各个因素的分析，直接影响第一床层压降的外界因素主要是原料中的杂质，水含量以及焦化汽柴油掺炼比例。

原料数据监控发现，2020年全年混合柴油水含量合格率为85.8%，由于焦化汽柴油水含量超标，导致混合柴油水含量超出设计值（设计≤300ppm）。在原料温度较高的条件下，原料中的水分无法在原料脱水罐中脱除，被迫带入反应器中，在反应器升温汽化，导致催化剂骨架结构受损，引起压降升高。

由于下半年焦化汽柴油部分改成直供，罐区罐位较低，导致焦化汽柴油中的焦粉，杂质未经充分沉淀而携带进入反应器中，也将导致第一床层压降明显上升。原料过滤器SR-101的过滤孔径为25um，原料中的大颗粒固体杂质经过过滤器后，可以进行有效拦截。但由于灵活焦化的工艺特点，焦粉粒径很小，99.6%的粒径都在50μm以下，因此部分小于25μm的细焦粉，仍然会通过过滤器进入催化剂床层。造成一床层的压降率先上涨。

图12-8 焦化柴油终馏点变化趋势

焦化柴油设计终馏点为不大于343℃，自2019年11 月装置开始掺炼焦化柴油后，焦化柴油的终馏点平均集中在353-355℃范围内，远高于设计焦化柴油的终馏点要求。焦柴干点偏高，导致脱硫难度更大的硫化物，氮化物增加，使反催化剂的应温度更高，更容易引起催化剂的积碳。

其次是焦化汽柴油比例超标，全年焦化汽油平均掺炼比例高出设计比例49%，总加工量超出设计32.5%。

③ 优化思路

通过上述原因分析，首先停止焦化汽油直供流程，保证焦化汽柴油全部实现罐供；其次联系计调，协调港储，确保焦化汽柴油罐区最低罐位不低于1/3，保证杂质焦粉得到充分沉降；灵活焦化杂质调整操作，降低焦化汽柴油的水含量，保证混柴水含量在设计范围之内。最后通过物料流程优化，降低焦化汽柴油的掺炼比，灵活焦化装置优化冲洗油流程，将焦化柴油终馏点控制到设计范围之内。

④ 效果

目前已经将焦化汽油全部改成罐供，降低焦化汽柴油加工量，将罐区罐位升高至50%以上，同时灵活焦化装置正在对汽提塔进行调整，停止注汽，观察焦化汽柴油的水含量变化。

（3）装置增产增效情况说明。

1）通过新建轻烃流程，对汽提塔及分馏塔的优化调整后，重沸炉燃料气消耗从38t/d降至35t/d，平均每小时燃料气消耗减少200～300Nm3，当月装置综合能耗从平均8.04 KgEo/t上下降至7.95 KgEo/t。

2）根据柴油和轻循环有市场价格情况，在轻循环油价格较低时，对重芳烃油进行加氢使其转化程价格更高的柴油组分，全年累计加工重芳烃油4万吨，为公司增加了效益。

3）调整操作，生产满足调和需求的柴油组分，配合航煤加氢装置转产柴油。使公司自5月份开始不再生产价格更低的航煤，转向生产价格相对更高的柴油组分，确保航煤加氢装置生产满足柴油调和需求的柴油组分共计78.6万吨。

4）对燃料气流程进行优化改造，解决了气柜气波动对装置加热炉的影响，使系统瓦斯管网具备整体优化的条件后，气柜气得到全部回收，减少了液化气的消耗，降低了燃料气成本。

（4）影响装置长周期生产的条件、因素分析。

1）反应温度分析

2019年11月至2020年5月初，加工原料为直馏柴油、焦化汽油、焦化柴油和重芳烃油，在此期间，期间R-101入口从308℃提至348℃，提温速率平均达到6.6℃/月，R-102入口温度从306℃提至348℃，提温速度7℃/月，远超催化剂设计提温速度（1.16℃/月和1.3℃/月）；5月停止重芳烃油掺炼后， R-101/R-102月平均提温速度降至1℃/月，7月份开始随着加工负荷的下降，两反温度整体呈下降趋势。

图12-9 R-101和R-102入口温度运行情况

由于21日开始掺炼巴士拉及卡斯蒂利亚原油，原料硫含量最高达到9449ppm，超出设计硫含量上限（设计≤7900ppm），为满足脱硫需求，一反提温6℃，达到348℃，二反提温7℃达到349℃。

2） 床层压差变化

图12-10 反应器床层压降变化趋势

装置自2019年10月21日试车成功后，R-101顶部压力控制在9.2～9.4MPa，如上图所示，R-101总压差在0.22～0.255MPa之间；2020年10月初，反应系统压力降至8.0MPa后，反应总压降降至0.22MPa。随后总压降开始逐步上涨，目前上涨至0.26MPa。R-102压降基本维持在0.1MPa，自2020年10月份装置加工负荷降低后，压降将至0.091～0.095MPa。

图12-6 R-101一床及总压降变化趋势



R-101第一床层压降自7月开始上涨，从0.07MPa上涨至0.12MPa， R-101总压降同时从0.22MPa上涨至0.26MPa。

图12-7 R-101二床及三床压降变化趋势



R-101的第二、第三床层压差未出现上涨，反而从10月份开始，受加工负荷的下降而下降。

床层压降是决定固定床加氢装置长周期运行的关键参数，特别是针对液相柴油加氢装置，一但床层压降上涨，将引起反应产物循环泵出口背压上涨，由于循环泵是一个低扬程高流量的特殊机泵，因此进出口压差的增加降到机机泵流量下降，反应循环比下降，严重导致装置脱硫深度不足，停工检修。

引起反应器床层压降上涨的原因主要分为两类，一类是化学反应生胶，积碳引起催化剂孔道堵塞，另一种是外界杂质沉积，包括金属，焦粉，以及催化剂破碎引起的堵塞。

由于装置加工的焦化汽柴油比例长期处于超标状态，且从去年开始掺炼部分重芳烃油，是翻译系统温升升高，更多的二次油在更高温度的催化剂床层反应，导致不饱和烃的结焦增加，加上焦化柴油的终馏点，一直高于设计终馏点，这也迫使更高的反应温度来完成相应的脱硫反应，使催化剂的积碳速度总体呈现上升趋势。另一方面，由于目前焦化汽柴油的水含量频繁超标，且罐区罐位较低，焦化汽柴油的有效沉降时间不足，将会导致焦粉和水进入反应系统，从而沉积在第一床层的表面。

根据影响床层压降因素：原料水含量、焦化汽柴油掺炼比例、焦化柴油终馏点、罐区供料方式，建议做如下优化：

a,严格控制好原料水含量，将混合进料水含控制在300mg/kg以内。

b,将焦化汽柴油罐区罐位升高，增加沉降时间，将焦化汽柴油必须采用罐供。

c,降低焦化汽油柴油的掺炼比例。改善特别是在装置加工负荷较低的情况下，由于直柴掺炼量下降，焦化汽柴油无法等比例下降的情况下，二次油掺炼比例显著升高的情况。

d,严格控制焦化柴油终馏点，将焦柴终馏点控制在设计范围（330～345℃）以内。

（4）其他重要技术分析

1）柴油加氢装置配合航煤改产柴油方案。4月份航煤加氢装置改产柴油方案，航煤加氢装置生产的柴油组分与柴油加氢装置生产的柴油组分在罐区进行调和出厂。因此要满足出厂柴油的各项指标的需求，煤柴油加氢装置各自对其生产的调和组分进行调整，柴油加氢装置的产品柴油的闪点控制，从66℃提高至76℃，最高要求达到78℃。为满足该指标，柴油加氢装置分馏塔塔底温度从295℃提升至305℃，最高甚至达到310℃，远超设计操作后，重沸炉的运行负荷达到设计的150%，燃料气消耗增加2.25kg/吨原料，综合能耗上涨1.7-1.8KgEo/t，这也是柴油加氢在F-101熄炉运行的条件下，装置综合能耗仍高于设计能耗的主要原因。

2）加裂掺炼部分直馏柴油，影响柴油加氢装置原料比例。7月份开始，为多产化工轻油，石脑油和液化气，加氢裂化装置开始逐步掺炼直馏柴油。由于常压装置负荷不变，因此随着加氢裂化直馏柴油掺炼量的不断提高，柴油加氢装置的直馏柴油不断开始下降，最终加裂掺炼直柴达到85t/h，柴油加氢装置装置总加工量从260t/h降至190t/h。但加工负荷的下降，总体上局势直馏柴油的减少，由于灵活焦化装置焦化汽柴油产量并未变化，因此焦化汽柴油的掺炼量处于稳定状态。随着直馏柴油的不断减少，原本二次油掺炼比例就超高的情况下，焦化汽柴油比例进一步升高。焦化汽油掺炼比例从平均8.5%上涨至11.4%，焦化柴油从7.4%上涨至9.8%，二次油掺炼总比例达到21.1%。焦化汽柴油的比例的继续升高导致反应温升继续升高，氢耗增加。一反总温升从30℃上涨至32℃，二反从14℃上涨至15℃，一反一床温升从23℃上涨始26℃。反应器床层的温升不断升高，将加剧不饱和在催化剂表面的积碳速度。石科院多次提醒，应降低焦化汽柴油的掺炼比例至正常范围，否者反应器床层压降上涨速率将超出预期，影响催化剂的长周期运行。而一反一床压降从7月份开始不断上涨， 焦化汽柴油比例超标是其主要原因之一。

# 13技术改造情况及合理化建议

## **13.1技术改造实施进度（12月）**

本月装置无技术改造项目。

## **13.2已投用技改项目的效果评价（全年）**

表13-2技改项目效果评价

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 改造目的 | 投用时间 | 效果评价 | 是否达到预期 |
| 1 | D-203缓蚀剂罐配剂线改造 | 使用不含硫化氢的石脑油配制缓蚀剂，降低配剂风险。 | 2020.1.21 | 配剂过程中不再产生硫化氢，配剂作业环境得到极大改善，防止配剂过程中出现硫化氢外泄。 | 达到 |
| 2 | 燃料气流程优化 | 引用部分性质稳定的焦化干气进入煤柴油加氢装置燃料气系统，降低由于气柜气性质波动导致加热炉运行波动的风险。 | 2020.6.19 | 部分焦化干气直接引进装置燃料气线后，装置总燃料气流量增加1000Nm3/h，加热炉出口温度稳定，从前期正负3度左右波动，降至正负0.5℃波动，加热炉负压和氧含量控制稳定，负压联锁达到投用条件，装置运行安全风险得到消除。 | 达到 |
| 3 | 轻烃流程优化 | 增加轻烃跨航煤石脑油外送流程，提高轻烃外送能力，结局轻烃无法全部外送的生产瓶颈。 | 2020.8.7 | 流程投用后，原轻烃至低压放空罐阀门关闭，减少污油产量30吨/天，C-201轻烃外送能力提升后，汽提塔轻烃拔出量增加，分馏塔塔底温度下降4～5℃，重沸炉燃料气减小消耗约500N3/h。 | 达到 |

## 燃料气流程优化背景：

柴油加氢装置与航煤加氢装置共用一套燃料气系统，该流程在系统燃料气主管中位置与回收气柜气补入系统管网位置较近，回收后的气柜气首先进入到煤柴油加氢装置使用。由于气柜气的组分中氮气含量高，组分波动较大，加上煤柴油加氢装置总体燃料气消耗不超过4000Nm3/h，因此气柜气的组成，造成煤柴油四台加热炉操作频繁波动，氧含量在1～6之间波动，炉膛负压频繁波动至正压位置，加热炉出口温度波动范围达到±3℃，造成产品质量不断出现超标，加热炉运行波动大，联锁无法投用，直接影响到加热炉的安全生产。

通过部门分析和论证，提出从一部产品精制装置新建一条流程，引部分组分相对稳定的燃料气至煤柴油加氢装置，对现有燃料气组分进行稀释，确保气柜气的回收，不至于影响加热炉的运行。5-6月份，装置提出技改申请后，迅速组织相关专业进行材料落实和施工准备。经过21天连续施工，完成了一条从轻烃回收装置净化焦化干气压控阀到煤柴油加氢装置边界DN150流程的施工，检测，试压，冲洗和吹扫工作。两套装置在不影响正常生产的条件下，于6月19日装置正式投用新建焦化干气流程，引进2000Nm3/h的焦化干气进入煤柴油加氢装置。自引进部分焦化干气进入煤柴油燃料气系统后，加热炉操作立即区域稳定，氧含量波动范围缩小至1～3%，炉膛负荷运行稳定，炉出口温度波动范围收缩至±0.5℃，使加热炉联锁得以正常投用，产品质量合格率提高1个百分点。

同时由于气柜气的回收不再对煤柴油加氢装置加热炉造成影响，因此对全厂瓦斯系统的优化，创造了条件。随后计调在全厂的统筹下，逐步将气柜气全部进行回收，同时降低液化气汽化器的汽化量，使液化气汽化变成调节燃料气系统管网压力的手段。此方案的调整，减少了液化气作为加热炉燃料气的消耗，同时将气柜气全部回收，降低了全厂加工成本。

## **13.3合理化建议**

无。