

汽油加氢装置运行优化及节能改造

王 潇 (中海沥青股份有限公司, 山东 滨州 256600)

摘要: 近年来, 国家对节能减排非常重视, 要求企业全面构建节能减排降碳一体化体系, 不断提高能源利用效率。某炼化分公司经过多方论证, 决定将裂解汽油加氢装置的二段进出料换热器更换为新型高效的缠绕管式换热器, 以实现节能环保、减少运行成本, 进一步提高裂解汽油加氢装置的生产水平, 增强市场竞争力。

关键词: 汽油加氢装置; 运行; 节能改造

1 工艺流程

1.1 富烯烃汽油加氢改质单元工艺流程

汽油加氢改质单元采用“M-DSO 催化汽油加氢脱硫降烯烃组合工艺技术”, 选择性加氢脱硫催化剂型号为GHC-11, 加氢改质催化剂型号为Fo-35M。烃重组的中汽油、脱尾油混合组分进入汽油改质单元原料罐D1102, 经过P1101升压后进入改质反应器R1102、再经过换热后进入加氢反应器R1101。反应产物进入高分罐D1103, 高分油进入稳定塔, 脱除凝缩油及干气后, 塔底为产品汽油, 汽油加氢改质单元加工流程见图1。

1.2 富芳烃加氢精制单元工艺流程

富芳烃汽油加氢单元采用选择性加氢脱硫技术, 催化剂型号为PDH-111。烃重组的富芳烃进入富芳烃加氢单元原料罐D1101, 经过原料泵P1102升压后, 进入加氢反应器R1103, 反应产物进入高分罐D1107, 高分油进入稳定塔, 脱除凝缩油及干气后, 塔底为产品汽油, 富芳烃加氢单元加工流程见图2。

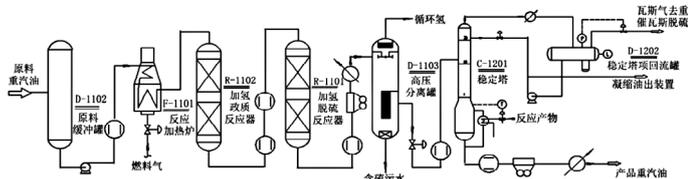


图1 汽油加氢改质单元加工流程

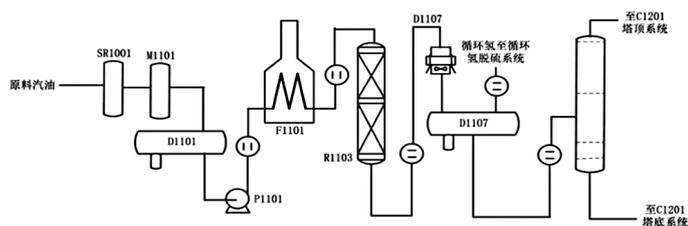


图2 富芳烃加氢单元加工流程

1.3 主要工艺特点

①重汽油富芳抽提单元+富烯烃加氢和富芳烃加氢技术结合。烃重组装置的中汽油、化工轻油的烯烃含量高, 属于富烯烃组分, 此混合组分进入汽油加氢改质单元, M-DSO 反应单元产品汽油辛烷值相对原料汽油出现明显增长。烃重组装置的富芳烃、脱尾油的烯烃含量低、芳烃含量高, 此混合组分进入富芳烃加氢单元, 在GHT反应器内进行深度加氢脱硫, 脱硫率可达到99%以上; ②单循环氢系统带两套反应单元。单循环氢系统可减少投资, 减少了循环脱硫单元、氢气压缩机及配套设施方面的投资。循环氢可统一进行脱硫, 可以保证其脱硫深度。进入汽油加氢

改质单元、富芳烃加氢单元的循环氢量可以精确控制; ③运转稳定、生产周期长。采用固定床反应器技术, 装置运行稳定, 催化剂活性衰减速率慢。

2 运行问题

2.1 反应产物空冷入口温度高

先M-DSO运行工艺下, 国V标准汽油生产阶段, D反温度提温受限, 入口温度控制阀TV9704全开, D反温度无法提高至260℃以上, 直接影响汽油的脱硫效果, 汽油加氢改质单元反应系统热量平衡图见图3。同时, 热量不平衡问题随着催化剂活性的衰减开始凸显, 由于脱硫反应器反应温度依靠改质反应物料换热来控制, 因此在催化剂使用末期或者国V标准汽油生产阶段, 必须不断提高脱硫反应温度, 其反应出口温度也将大幅提高, 从而导致反应产物空冷入口温度及出口温度上升, 出现“原料取热不够, 反应热利用不全, 空冷负荷较大”的问题。

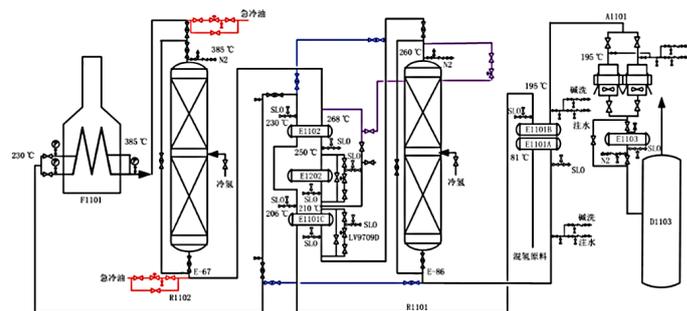


图3 汽油加氢改质单元反应系统热量平衡图

2.2 稳定塔C-1401入口温度低

20×10^4 t/a富芳烃加氢单元试车结束后, 稳定塔C-1401入口温度低(仅为117℃), 塔顶温度无法提高至100℃以上, 影响产品汽油的饱和蒸汽压。检查发现, 原设计E1401为两管程, 换热效果差。

2.3 D1303液面波动较大

循环氢脱硫单元贫液从控制阀LV-9807后引入贫液缓冲罐D-1303, 操作人员现场操作手阀控制贫液进装置量, 因此贫液进装置量无法精准控制, D-1303液面波动较大。

3 改进措施

①通过改造, 在汽油加氢装置A-1101入口线新增换热器E-1101D, 反应原料与反应产物进行换热, 其中反应原料走换热器E-1101D壳程进入E-1101C, 反应产物走换热器E-1101D管程至A-1101;

②大修期间在 220×10^4 t/a富芳烃加氢单元, 新增一台稳定塔进料/产品换热器E-1401/2, 同时将现有E1401进出口流程进行重新配管;

③其他改造：循环氢脱硫单元贫液进装置位置改至控制阀 LV9807 前。循环氢脱硫单元循环氢脱前缓冲罐 D1301 增加 DCS 液位指示 LT9806。20 × 10⁴t/a 富芳烃加氢单元循环线增加控制阀。

4 改造效果

2019 年大检修，汽油加氢装置新增反应原料与反应产物换热器 E-1101D 后，F1101 入口温度提高近 70℃，从而降低 F1101 负荷，同时降低 A1101 入口温度，装置加工能力由 47.6t/h 提高至 63t/h，装置综合能耗由 726.45MJ/t 降低至 413.92MJ/t，汽油加氢装置综合能耗改造前后对比见表 1。

表 1 汽油加氢装置综合能耗改造前后对比

名称	停工改造前			开工改造后		
	消耗量	能耗 / MJ·t ⁻¹	合计成本 / 元	消耗量	能耗 / MJ·t ⁻¹	合计成本 / 元
电 / (kWh·h ⁻¹)	1035	222.81	341.55	1015	197.01	334.95
循环水 / (t·h ⁻¹)	260	19.81	197.6	255	17.52	193.8
净化风 / (Nm ³ ·h ⁻¹)	255	7.37	58.65	256	6.67	58.88
氮气 / (Nm ³ ·h ⁻¹)	18	2.06	19.26	18	1.85	19.26
燃料气 / (t·h ⁻¹)	0.65	474.35	650	0.28	190.82	280
除盐水 / (t·h ⁻¹)	0.03	0.05	0.25	0.03	0.05	0.25
合计	—	726.45	1267.3	—	413.92	887.1

在经济效益方面，对燃动成本进行计算，汽油加氢装置总燃动成本从 1267.3 元 / h 降低至 887.14 元 / h。2019 年大检修，20 × 10⁴t/a 富芳烃加氢单元增加稳定塔进料与产品

换热器 E1401/2，提高 C1401 入口温度，降低了 F1102 负荷（F1102 炉膛平均温度由 630℃ 降低至 450℃）。循环氢脱硫单元贫液进装置位置改至控制阀 LV9807 前；循环氢脱硫单元 D1301 增加 DCS 液位 LT9811；富芳烃加氢单元增加小循环控制阀。汽油加氢装置自控率由 94.87% 上涨至 100%。

5 总结

为提高汽油加氢装置操作稳定性，解决加热炉负荷高、综合能耗高等问题，2019 年大检修期间进行节能改造。在汽油加氢装置内新增反应产物 / 原料换热器 E-1101D，新增稳定塔进料 / 产品换热器 E-1401/2，循环氢脱硫单元贫液进装置位置改至控制阀 LV-9807 前；循环氢脱硫单元 D-1301 增加 DCS 液位 LT-9811；富芳烃加氢单元增加小循环控制阀。通过节能改造，汽油加氢装置综合能耗从 726.45 MJ/t 降低至 413.92 MJ/t，增加经济效益 380.16 元 / h，自控率由 94.87% 上涨至 100%。

参考文献：

- [1] 刘宇, 付会娟, 赵德智. 催化裂化汽油 Gardes 工艺技术研究 [J]. 当代化工, 2013, 42(11): 1568-1570.
- [2] 刘晓步, 夏少青, 刘瑞萍, 等. 采用 DSO 技术催化汽油加氢装置的首次工业应用 [J]. 炼油技术与工程, 2014, 44(7): 28-31.
- [3] 邹洁. 选择性加氢装置设计中特殊的控制方案 [J]. 科技风, 2014(10): 50.

（上接第 164 页）比，气泡瞬间消散以及水势缓减。设备投入运行后，出水水质能够满足后续工艺设备要求，设备堵塞症状得到缓解，减少后路设备清洗和检维修频次，换言之废水产生降低。预处理产生的废水经工艺改进也通过利旧另一套现有软水罐及软水泵收集输送进入污水处理车间的中水回用装置进行处理合格后回收再利用。

2020 年 6 月利用大修期间，对除盐水装置每台设备进行逐一检维修，对破损衬胶进行修复，对树脂交换能力减弱下降和破损的进行更换处理。对超滤膜组件工作时间的延长，透水速率下降通过清洗后无法恢复的膜，进行更换处理。对反渗透膜组件工作时间的延长，脱盐率下降通过清洗后无法恢复的膜，进行更换处理。

反渗透排出的浓缩水经浓缩水罐收集后，用作对双层过滤器的清洗水源，也用作厕所冲洗水。

2016 年消缺检修前，原换热器再生系统和膜系统清洗，产生的废水，经中和水池收集后进行中和，直接外排入河道。借助消缺检修期间，利旧一套软水罐进行工艺改进，新增管道和中和水泵，把中和水池内的中和水，通过输送引入一套软水罐中，然后在通过利旧现有软水泵工艺改造后，输送进入污水处理车间的中水回用装置进行处理。

5 改进后效果总结

高密度沉淀池消能区改进前，因出水水质无法满足后路工艺要求，找不到症结所在点，不断加大投加药剂量，导致后路设备堵塞，加剧设备清洗和检维修频次。设备的

运行周期呈递减趋势，从而缩短了设备的使用寿命，极大的影响了设备的正常运行。经利旧软水罐进行消能处理后，高密度沉淀池投入运行后，精心调整把控制好药剂的投加量，出水水质能够满足后续工艺设备要求，设备堵塞症状得到缓解，减少后路设备清洗和检维修频次。统计 2020 年 9 月份前后再生系统和设备检维修对比，明显 9 月份后设备检维修频次由原来的 5 次剧增到 26 次，再生频次由原来的每月 3 次增加到 6 次，核算直接经济损失材料费高达 78.52 万元。解决了设备堵塞问题后，故障率明显降低，换言之节约成本费为 78.52 万元。

废水排放工艺的改进，提高设备实际利用率，人员劳动强调大幅降低，杜绝了对周边环境污染防治事故的发生，从精神层面上来说，减轻了操作工和管理者的精神压力。

收集的废水经中水回用装置处理后再利用，节约了水资源。

参考文献：

- [1] 邵刚. 膜法水处理技术及工程实例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [2] 李杰, 程爱华, 王霞. 工业水处理技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.

作者简介：

张晓斌 (1973-)，女，陕西延安人，工程师，本科，主要从事石油炼化工作。