

高含硫蜡油加工工艺路线选择探讨

王秀文¹ 张日勇²

(1. 独山子石化设计院, 新疆 独山子 833600;
2. 中国石油化工股份有限公司发展计划部, 北京 100029)

摘要:介绍了高含硫蜡油的加工工艺路线,从技术方案、产品结构、投资和经济效益等方面对高含硫蜡油前加氢和后加氢 2 种工艺进行对比分析,并结合我国炼厂实际情况,对高含硫蜡油加工路线的选择提出具体的建议。

关键词:高含硫蜡油;加工工艺;经济分析

中图分类号:TE624.33

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2003)12-0041-03

Probing into alternativeways for sulfur-containing VGO processing lines

WANG Xiu-wen¹, ZHANG Ri-yong²

(1. Processing Department, Dushanzi Design Institute of Petrochemical Industry, Dushanzi 833600, China;

2. Development & Planning Department, China Petroleum and Chemical Corporation, Beijing 100029, China)

Abstract: The processing routes of high sulfur-bearing waxy oil are introduced. Prehydrogenation and post-hydrogenation processes are compared by technical project, product structure, investment and economic results. Some suggestions on choosing processing routes of high sulfur-bearing waxy oil are given, linking up with the actual instances of oil refineries in our country.

Key words: sulfur-bearing waxy oil; processing; economic analysis

加工高含硫原油生产清洁燃料,难度最大的是渣油加工和蜡油加工。目前,高含硫蜡油的加工工艺主要有 2 种:一是加氢处理-催化裂化工艺组合(即前加氢工艺),另一种是催化裂化-催化汽油选择性加氢脱硫工艺组合(即后加氢工艺)。笔者结合我国沿海某炼厂高含硫原油加工生产清洁燃料工艺的改造,对 2 条高含硫蜡油加工路线进行技术、经济分析探讨。

1 工艺方案对比

1.1 技术方案简介

前加氢工艺是指对催化裂化(FCC)原料如减压蜡油、焦化蜡油(CGO)和脱沥青油(DAO)等劣质原料先进行加氢处理,然后再进行 FCC 加工。

后加氢工艺是指对高含硫蜡油(包括减压蜡油、焦化蜡油和脱沥青油等劣质原料)直接进行 FCC 加工,并配合烟气脱硫设施使烟气排放达到环保要求,然后对催化裂化汽油进行选择性的加氢脱硫。汽油选择性加氢脱硫主要针对催化裂化汽油中的中、重组

分进行有选择性的加氢脱硫,国外已工业化的技术有美国 Exxon-Mobil 的 Scanfining、法国 IFP 的 Prim-G +、CDTech 的两段脱硫等;国内石油化工科学研究院开发的 RSDS 及抚顺石油化工科学研究院开发的 OCT-M 均属此类技术。该技术不仅可以降低硫含量,同时还可以降低烯烃含量^[1-2]。

1.2 工艺方案说明

目前我国沿海某炼油企业原油一次加工能力为 770 万 t/a,二次加工主要装置有蜡油催化、重油催化、连续重整、延迟焦化、减黏裂化和溶剂脱沥青装置等,可掺炼部分中东含硫原油,加工原油平均硫含量 0.65%。拟通过技术改造达到 1 000 万 t/a 规模,改造后全厂所加工的原油平均硫含量达到 1.54%。为了排除其他装置的影响,使研究方案之间具有可比性,界定 2 个方案。在这 2 个比较方案中,石脑油、煤油、柴油等馏分处理和渣油加工工艺均相同,主要差别是高含硫蜡油加工路线不同。

(1)加氢裂化和加氢处理方案,即前加氢方案。

新建 1 套加氢裂化和加氢处理装置。加氢裂化

装置采用全循环操作,最大量生产中间馏分;加氢处理装置加工焦化蜡油、脱沥青油和部分直馏蜡油(VGO),加氢尾油作为催化裂化原料。催化裂化规模不变,由于进料经过加氢处理,硫含量小于 0.2%,催化汽油及烟气均不需处理。

(2)加氢裂化和催化汽油选择性加氢脱硫方案,即后加氢方案。

新建 1 套加氢裂化装置,处理焦化蜡油、脱沥青油和部分直馏蜡油,加氢裂化尾油作为催化裂化原料。催化裂化装置适当扩容,处理能力增加 50 万 t/a。由于进料中硫含量较高(1.28%),催化汽油经分馏后,重汽油经选择性加氢精制后与轻汽油一起去做脱硫醇处理,催化烟气经湿法脱硫后排放。

1.3 工艺方案对比

所加工的原油为卡宾达原油、阿曼原油、沙特中质原油,比例约为 1:1:2。为了做好与下一轮质量升级的衔接,生产的清洁燃料一部分满足现行国家标准,另一部分要满足欧Ⅲ标准。改扩建装置处理能力增加对比见表 1,产品方案对比见表 2。

表 1 主要改扩建装置能力增加对比 万 t/a

装置名称	方案一	方案二
常、减压蒸馏	250	250
催化裂化		50
加氢裂化	120	160
催化汽油选择性加氢		80
加氢精制	150	140
航煤加氢	80	120
气体分馏		13
硫磺回收	9	9
焦化	20	20
制氢量/万 m ³ ·h ⁻¹	10	10

表 2 主要产品产量对比

序号	方案一	方案二
1 汽油/万 t·a ⁻¹	153.41	189.88
97 [#]	52.74	84.50
90 [#]	100.67	105.38
2 航煤/万 t·a ⁻¹	119.95	105.22
3 柴油/万 t·a ⁻¹	390.06	377.15
硫 ≤ 300 × 10 ⁻⁶	264.90	292.24
硫 ≤ 500 × 10 ⁻⁶	125.16	84.91
4 乙烯/万 t·a ⁻¹	126.79	123.50
5 液化气/万 t·a ⁻¹	40.58	41.58
6 精丙烯/万 t·a ⁻¹	8.84	11.36
7 硫磺/万 t·a ⁻¹	10.97	11.93
8 重交沥青/万 t·a ⁻¹	20.00	20.00

9 石油焦/万 t·a ⁻¹	38.72	40.92
10 燃料油/万 t·a ⁻¹	22.17	16.85
综合商品率/%	93.23	93.25
轻油收率/%	79.46	80.01
柴汽比	2.54	1.99

由表 1、表 2 可见,方案一可以改善产品结构,提高柴汽比,减少生焦和烟气硫含量等,且改造工程量相对较少;方案二可增加汽油产量,降低了柴汽比,但烟气硫含量高,需增加烟气脱硫设施。

2 经济分析

2.1 建设投资估算

建设投资估算范围包括加工高含硫原油改造工程所包含的新建和改扩建工艺生产装置及配套系统改造所需的固定资产投资、无形资产投资、递延资产投资和预备费。两方案建设投资对比详见表 3。

表 3 建设投资对比表 万元

	方案一	方案二
固定资产投资	227711	232694
工程费用	207010	211540
工艺生产装置	164010	168120
系统配套工程	43000	43420
其他费用	20701	21154
无形资产	200	3988
递延资产	430	435
预备费	18267	18969
新增建设总投资	246608	256086

可见,方案二比方案一改造装置多,改造难度大。另外,加氢裂化直接处理焦化蜡油、脱沥青油和部分直馏蜡油等劣质原料,迫使加氢裂化装置处于低空速等高苛刻状态下操作,反应器大,催化剂用量大,投资偏高。

2.2 经济评价

经济评价界定范围为炼油厂界区内范围,界区内范围与外部有关的公用工程消耗(主要为水、电、蒸汽等)按买断考虑,所采用的价格均为含税价。

原油价格以布伦特原油离岸价 22.5 美元/桶为基础,根据过去 10 年各原油品种、成品油与布伦特原油的价差进行适当调整,计取运费、关税、增值税及港口费用后,来确定原油首次上岸价和成品油到岸价。原料及产品价格详见表 4。

表4 原料及产品价格 元/t

名称	卡宾达 阿曼 沙特中			柴油	
	原油	原油	原油	硫 $\leq 300 \times 10^{-6}$	硫 $\leq 500 \times 10^{-6}$
价格	1643	1637	1562	2432	2397

名称	汽油		乙烯	液化	精丙	硫磺	重交	石油	燃料	
	97#	90#								
价格	2701	2488	2461	2110	2100	3465	439	1337	115	1125

经济评价依据现行经济法规、财税制度及各项相关政策进行;项目建设期为3年,折旧年限为10年,残值按新增投资的10%计取;新增修理费按新增固定资产原值的3%估算;改扩建完成后,生产负荷按第一年80%、第二年90%、以后各年均均为100%计算。主要经济评价结果详见表5。

表5 经济评价结果对比(增量)

	方案一	方案二
销售收入/亿元	50.22	53.14
总成本/亿元	40.03	42.70
流转税金及附加/亿元	3.53	4.82
利润总额/亿元	4.66	5.62
所得税/亿元	1.53	1.84
税后利润/亿元	3.13	3.78
投资利润率/%	14.08	16.45
内部收益率(税前)/%	15.08	17.08
内部收益率(税后)/%	12.01	13.55
投资回收期/a	8.98	8.39

2.3 经济评价结果分析

通过对2种加工方案的销售收入、加工成本、装

置投资及技术经济进行综合比较分析可以看出,虽然方案二比方案一新增建设投资高,但由于方案二新增汽油和液化气产量比方案一多,并且这2种产品价格相对较高,因而方案二相对有较高的利润,投资利润率和内部收益率都相对较高。

3 结论与建议

从以上分析可以看出:

①对于高含硫蜡油加工,从投入产出的关系上看,蜡油后加氢路线生产清洁燃料投资略高,经济效益相对较好。但从长远看,由于天然气的广泛应用,预计液化气价格可能降低,对该工艺路线的经济效益有一定的影响。

②从产品结构来看,前加氢工艺主要增产中间馏分油,比较适应目前我国油品市场需求结构;而蜡油后加氢路线增产汽油比较多,柴汽比偏低,产品结构不能完全适应我国目前市场的需要。

③从生产的灵活性来讲,蜡油前加氢路线相对有优势,而后加氢路线中加氢裂化由于原料质量相对较差,其长周期运行是炼厂安全生产的关键。

随着我国加工高含硫原油数量的逐步增多和清洁燃料的生产,配套的加氢工艺将成为原油加工的核心工艺。笔者建议催化裂化处理能力有富裕的企业,在产品目标市场对汽油需求量较大的情况下,采用后加氢工艺加工高含硫蜡油,可实现较好的经济效益;对于重整能力较大并且产品目标市场需要较高柴汽比的情况,采用前加氢工艺改造或扩建炼厂加工高含硫蜡油具有一定优势。■

2004年征订——兄弟刊物介绍

《化学反应工程与工艺》是联合化学反应工程研究所和上海石油化工研究院联合主办的1985年创刊并公开发行的科技学术刊物。刊登化学反应工程领域内的科研以及工程与工艺相结合的应用性论文,同时辟有技术论坛、实验技术、研究简报、专题讲座、国内外科技简讯等专栏。

该刊为季刊,季末发行,单价5.50元,全年22元。银行信汇:工商银行杭州市浙大分理处,联合化学反应工程研究所1202024619914483406或邮局汇款,收款单位:浙江省杭州市浙江大学(玉泉校区)化工系《化学反应工程与工艺》编辑部 邮编:310027 电话及传真:(0571)87951227。

《新疆化工》是由新疆化工设计研究院和新疆化学学会联合主办的1978年创刊并面向全国全疆发行的综合性化工科技刊物,由新疆化工信息站编辑出版。主要报道国内外化工科技成果与技术进展,以及相关的科技动态和经济技术信息。同时广泛宣传 and 报道本地区石油和化工行业的新产品、新工艺、新设备的开发、技术改造、节能降耗、分析测试、三废治理、综合利用及企业管理等方面的成果和经验。

该刊为季刊,单价6元,全年24元(含邮资),自办发行,可直接与编辑部联系索取订单,经邮局或银行汇款。地址:乌鲁木齐市钱塘江路36号 邮编:830006。开户行:工商银行乌鲁木齐市南站分理处 户名:新疆化工设计研究院 账号:3002013409026400821 电话:(0991)5811250。

《河北化工》是由河北省化学工业研究院和河北省化学工业技术情报中心站主办,公开发行的化工综合性技术期刊。主要报道化工新成果、新工艺、新产品、新设备和先进经验及行业发展方向、动态、市场信息等。主要栏目:综述与论坛、科研与生产、经济与市场、分析与测试、综合利用、化工知识、信息等栏目。

该刊为双月刊,大16开64页,单价8.50元,全年51元。邮发代号18—333,可通过全国各地邮局征订或直接向编辑部汇款订阅。地址:石家庄市建华南大街18号 邮编:050031 联系人:赵健 电话:(0311)5051579;传真:(0311)5051096;E-mail:hgjb@163.com。开户行:工商银行石家庄建华办事处 户名:河北省石油化学工业技术情报中心站 账号:0402022409221000187。

《橡胶工业》是1953年创刊并公开发行的综合性技术期刊,中文核心期刊,是世界了解中国橡胶工业的窗口,由北京橡胶工业研究设计院主办,主要报道橡胶行业发展方向、科技研究成果、产品开发和生产经验以及市场信息。常设栏目有:应用理论;原材料·配方;产品·设计;工艺·装备;测试·分析;综述·专论;国内外消息。

该刊为月刊,大16开,全年定价120元,邮发代号2—380。地址:北京海淀区阜石路甲19号 邮编:100039 电话:(010)51338149,68156717(兼传真);E-mail:rubbertire@263.net;http://www.rubbertire.com.cn。