

炼化一体化设计与原料优化研究及其经济性评价

高 波 段王伟 (山东裕龙石化有限公司, 山东 烟台 265700)

摘要: 在成品油和原油市场价格不断波动变化的情况下, 石油、化工、炼油等企业需要动态化调整生产运营策略。其中可重点关注石油等原料的一体化优化设计, 并在设计结束后, 详细评价获得的经济价值。基于此, 简单分析该工作的实施意义和价值, 深入探讨相关的炼化一体化设计、原料优化策略和经济性评价分析, 以供参考。

关键词: 炼化一体化; 原料优化; 经济性评价

中图分类号: TE65

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 018-0064-03

Research on refining and chemical integration design and raw material optimization and its economic evaluation

Gao Bo duan Wang Wei (Shandong Yulong Petrochemical Co., Ltd., Yantai Shandong 265700, China)

Abstract: Under the condition of continuous fluctuations and changes in the market prices of refined oil and crude oil, petroleum, chemical, refining and other enterprises need to dynamically adjust their production and operation strategies. Among them, the focus can be on the integrated optimization design of petroleum and other raw materials, and after the design is completed, the economic value obtained can be evaluated in detail. Based on this, the significance and value of the implementation of this work are briefly analyzed, and the relevant refining and chemical integration design, raw material optimization strategy and economic evaluation analysis are discussed in depth for reference.

Keywords: refining and chemical integration; raw material optimization; Economic evaluation

1 炼化一体化设计与原料优化研究及其经济性评价实施意义

1.1 调整进出口与非进出口商品比价关系

在传统的炼化模式下, 原料的炼化经济性不足, 导致人民币的定值过高, 进出口商品与非进出口商品之间的比价关系存在不合理的现象。对原料进行优化、炼化一体化设计、经济性评价后, 两类商品之间的比价关系会更加合理, 并且可采用影子汇率调整现行的官方汇率, 清晰与客观反映出二者的比价关系。

1.2 提高生态效益与经济效益

炼化一体化设计项目的实施, 能够为战胜日益严峻的环保形势提供指导帮助, 促进项目的生态效益优化提高。例如, 在前期的设计阶段, 就可以凭借良好的环保意识, 从根源上针对各类原料的炼化一体化设计难点问题, 采用先进的环保技术和科学合理的工艺路线, 实现设计全过程的环保控制, 打造出环境友好型的炼化产品。同时项目的实施可以在极大程度上, 推动所在地经济繁荣发展, 从而提高经济效益。

1.3 优化投资结构与投资规模

使用社会折现率等方法, 对炼化一体化设计与原料优化的经济性进行评价, 能够将投资规模有效控制。如可采用财务评价方法和折现现金流量法, 分析判断项目的净效益和净现值, 确定社会折现率的高低, 合理取舍项目规模。同时开展经济评价有助于调整项目

宏观层面的投资结构, 通过借款偿还期、投资回收期、内部收益率等经济指标, 和行业基准收益率、影子价格等参数指标, 可引导投资方向, 优化配置相应的资源。

2 炼化一体化设计与原料优化策略

2.1 炼油工艺装置与场所优化

炼化一体化的设计涉及多种炼化工艺装置和场所, 需要加强优化设计。某公司基于建造高科技、世界级的炼化一体化石化基地目标, 对工艺装置进行新增与改造设计。新增了 18 套工艺装置, 主要包括柴油加氢精制装置、含硫污水气提装置、聚乙烯装置、芳烃联合装置、减压蒸馏装置、液化气 / 干气脱硫装置等, 改造了 6 套工艺装置, 包括含硫污水气提装置、减压蒸馏装置、催化氧化脱硫醇装置、延迟焦化装置、碱渣处理装置、催化裂化装置。

在场所方面, 该公司主要对净化水场、循环水场与污水处理场优化设计, 净化水场将已有净化水站的规模, 从 1800t/h 调整至 3500t/h, 进一步提高了水站的净化效率、运行能力。并对原有的水源地做出调整, 除了利用水库作为日常生活用水和工业用水的主要水源地, 还将周边的江水作为水源地, 为炼油乙烯工作提供支持。

在循环水场中, 采用分区设计方法, 整体场地详细划分成炼油区域、芳烃区域和化工区域, 并将各分

区的运行规模合理设置，以便满足工作要求。在污水处理场中，新建了污水处理场并优化设计了处理规模，确保新污水处理场有效满足含盐污水和高浓度有机污水的处理需求。而原有的污水处理场主要用于满足含油雨水和低浓度含油污水的处理需求，和炼油装置排出的污水的处理需求。

2.2 炼化产品方案优化设计

炼化一体化设计中除了装置和场所，还需要专门的炼化产品方案的支持，案例公司综合考虑经济效益、国内外市场需求和原材料综合平衡等要素，优化设计产品方案，确保方案满足为乙烯提供优质加工原材料的需求，符合环保清洁生产要求，提高整体石油产品的质量。

在方案中首先对炼油部分的内容优化设计，将催化裂化石油进行分馏、脱硫醇、加氢精制等形式的处理，直馏柴油与煤油经加氢精制，确保生产出优质的柴油馏分和航空煤油，对减压蜡油进行中压加氢裂化处理，尾油用作蜡油催化裂化进料，能够有效管控污染物的排放量与浓度，满足项目的环保设计要求。在减压渣油中，少部分进行延迟焦化处理，加工成不同种类的焦化油，大部分实行脱沥青加工处理，用于发电和制氢，也可以投入乙烯装置中使用。

其次，在方案中对化工部分的内容优化设计，包括调整乙烯裂解装置的年产量、加氢精制裂解汽油、将裂解柴油和裂解汽油混合，作为燃料油使用。此外，产品方案中还包含聚乙烯装置的设计内容，使用农膜、高性能包装膜、高强度棚膜作为生产膜料，并优化了聚烯烃产品的方案，集中开发聚烯烃二类产品，突出设计重点，生产市场急需的材料替代进口产品。

2.3 石脑油化工原料的增产优化

2.3.1 装置增产优化

对于石脑油等重要的化工类原料，基于炼化一体化设计要求，可使用不同的炼化加工装置，促进石脑油增产。首先可使用炼油二次加工装置增产，主要包括焦化石脑油、加氢裂化尾油、催化裂化石脑油等。其次，可使用专门的加氢裂化装置增产石脑油原料，合理控制各馏分收率，将减压蜡油作为主要的加氢裂化处理材料。此外，可使用延迟焦化装置增产设计，通过自由基反应的热加工过程，使石脑油的烷烃含量增加，成为优质的乙烯原料，并考虑炼油一体化设计项目的经济规模，控制石脑油的数量。如果数量已经达到经济规模，可将石脑油回收精制作为乙烯裂解原料使用。

2.3.2 炼化一体化增产优化

使用炼化一体化装置后，还可以使用专门的炼化一体化设计工艺流程，实现石脑油的增产优化，提取

重整生成石脑油中的芳烃产品，可以使抽提出来的石脑油环烷烃小、直链烷烃多，成为优质的乙烯原料。也可以结合乙烯裂解工艺，提取石脑油中的芳烃，获得优质的重整原料。

同时可以合理组织安排炼化一体化物流流程，优化设计直馏石脑油，将直馏石脑油分出拔头油进行重整部分，对于直馏石脑油的馏分，可以用作芳烃装置的原料和乙烯装置的原料。

3 炼化一体化设计与原料优化的经济性评价分析

3.1 财务评价

炼化一体化设计结束后和原料优化设计结束后，可从财务角度着手开展两项工作的经济性评价，首先对总投资和资金筹措情况分析评价，案例公司对现有的成品油、原油码头、工艺生产装置、400 万吨/年生产设施等总资产，实行暂定资产价值处理，作为总资产经济性价值的评价参考数值。资金筹措评价时，将资金筹措和使用计划相结合考虑，根据炼油乙烯项目进行建设准备，结合整体建设周期为 4 年的实际情况，假定投资分年投入比例。最后按照全投资考虑经济性评价，全部的投资都是自有投资，按照原定的投资规模继续生产炼油，在投产的第一年，按照一定比例分年投入开工负荷，管控流动资金。

其次对新增投资和流动资金的经济性评价，主要包括乙烯、炼油项目的新增建设投资，和项目不同费用的分项详细估算，考虑周转天数，获得流动资金总额的估算值和外汇金额，涉及炼油项目的原料费用、应收账款、应付账款、现金、化工项目的本地原材料费用、进口原材料费用、应收账款、应付账款、产成品费用。

此外，在财务评价中，为有效维持正常生产，需要考虑维持投资资金情况，公司生产运营期间，需要投入一定数额的资金，以固定资产原值为基础，估算所投入的资金量。为获得更多的经济利润，如果生产经营期间已经获得充足的累计维持投资资金，还可以结合实际，将累计维持投资资金作为储备基金、折旧资金、发展资金使用。

3.2 销售收入与成本费用评价

在销售情况的经济性评价中，根据实际情况可以不考虑外销，重点关注国内销售市场情况和国内市场的有效供给。前期销售收入效益水平的评价中，由于近年来国际原油的市场价格波动较大，为确保经济性分析的稳定性，推动经济性分析工作妥善进行，可制定多种不同的价格体系，对前期的销售设计方案分析。包括基于不同价格布伦特原油离岸价的效益测算价，按照每 2 美元能够兑换 6.85 美元人民币分析计算，从

而确定炼化一体化设计项目和原料优化项目中,石脑油、煤油、柴油、燃料油、汽油等不同油料的合理销售价格。

项目成本费用的经济性评价中,可以从不同角度,测算项目的总成本费用。在原料方面,分析所加工原油的品种和数量,确定原料价格,包括上文所述的销售收入方面价格和到厂价格。在各类辅助性原材料方面,需要根据工艺要求,确定化学药剂和催化剂的消耗量,按照国外专利技术,向专利商科学购买进口催化剂、化学药剂,按照国内供应、国内需求,合理购买国产的催化剂、化学药剂,节约成本费用。并加强化工产品包装费的管理,根据包装费的所需数量,确定最合适的包装费单价。在折旧成本费用方面,按直线折旧考虑固定资产折旧,按资产分类确定折旧年限,并评价每年投入的维持投资资金折旧年限。

3.3 税收与利润分配评价

项目应缴纳税收款的经济性评价中,可首先评价不同类型的流转税,主要包括消费税和增值税,消费税主要指柴油的征收消费税和内销汽油的税额,增值税需要按照不同原料的增值税税率计算,其中液化气的税率占据较大比例。流转税计算后,应评价所得税方面的税收情况,包括地方所得税和公司的所得税,其中地方所得税可按全免考虑,公司所得税计算时,公司的生产获利首年可享受免二享三的优惠,之后从公司的生产获利的首年开始,每年按照25%计取所得税。

对于炼油与乙烯等新增部分的项目内容,生产获利的首年也可以享受免二减三的优惠,并按照15%的税率,使新增的炼油和乙烯项目连续享受三年先进企业的优惠,在三年结束后,其他的年份也按照每年份25%计取。同时可将增值税与所得税结合考虑,详细分析增值税和所得税的减免计算期。

项目利润分配的经济性评价中,可按照一定的顺序假定所得税后的利润分配情况,依次为储备基金、发展基金、员工的薪资、员工的福利待遇基金、用于偿还贷款的资金、股份分配等。具体而言储备基金可以按照所得税后利润的4%计算与提取,发展基金按照税后利润的4%计提,员工的福利资金按照税后利润的2%计提,偿还贷款的资金按照全额计算,股利分配的利润可以暂不考虑分配。同时可分别评价项目具体的净现值和投资回收期、内部收益率等情况,确定利润的经济性。例如,在项目增量内部收益率较高的情况下,项目的经济利润较高,具有良好的经济价值。

3.4 炼化项目不确定性与风险分析评价

在外部环境等多种因素的影响下,炼化一体化、原料优化项目的设计存在一定的不确定性和潜在的风

险隐患,会直接影响项目的经济效益,经济性评价中需要仔细分析。项目不确定性分析中,可对单因素的敏感性进行分析,有助于辅助提高项目经济决策的可靠性和精确性,使用近似多元函数的偏微分的数学计算方法,作为主要的单因素敏感分析法,观察单个不确定因素持续变动的情况下,会对项目最终经济效果造成怎样的不利影响。

同时可使用绝对测定法和相对测定法,确定可能影响项目经济效益、增加项目实施不确定性的不同敏感因素。绝对测定法中,将全部的敏感因素向对项目经济不利的方向变动,并从中选取可能对项目经济最不利的敏感因素,以此为主要依据,在项目的实施方案中,计算各项经济效果指标,观察敏感因素无法被方案和经济效果指标接受的程度,其中最不能被方案和指标接受的敏感因素,可以判定为最敏感的因素,需要注意规避。

相对测定法中,需要从确定性经济分析中选择参数指标,变动不同的敏感因素,而且每次开始变动时,需要确保各因素的变动幅度相同,最后在同样的变动幅度下,仔细观察各因素对项目经济性造成的影响,如果影响较大,则代表该因素对项目的经济性最敏感,应及时采取合适的措施处理,降低该因素的不确定性影响。

在项目经济性风险分析评估中,可使用定量分析法、定性分析法、层次分析法识别风险,或利用多种信息化技术,构建专门的风险系统评价模型,识别关键的经济性风险指标,估算可能造成的经济损失,分析判断项目整体的经济性风险水平。

参考文献:

- [1] 费伯成. 炼化一体化企业裂解原料优化思路与实践 [J]. 当代化工, 2023, 52(09):2243-2247.
- [2] 孙雪婷, 林堂茂, 王涵. 炼化一体化设计与原料优化研究 [J]. 当代化工, 2023, 52(03):650-654.
- [3] 张方方, 张新宽, 于中伟. 提高石脑油综合利用效率的措施及优化方案 [J]. 石油炼制与化工, 2021, 52(05):16-21.
- [4] 吕升辉. 炼化一体化优势下乙烯裂解原料的多元化及其优化 [J]. 中外能源, 2021, 26(12):63-67.
- [5] 林河海. 炼化一体化主要企业原料优化及发展方向 [J]. 化工管理, 2021, (13):15-18.

作者简介:

高波(1987-),男,汉,陕西韩城人,本科,中级职称,研究方向:化工。

段王伟(1984-),男,汉,陕西延安人,本科,中级职称;研究方向:炼油、化工。