

在内蒙古发展间接液化煤制油产业的思考与建议

菅青娥,刘虎在

(内蒙古伊泰煤制油有限责任公司,内蒙古鄂尔多斯010300)

摘要:间接液化煤制油在国家能源储备、环保、资源转化利用方面具有重要意义。随着间接液化煤制油技术的成熟,内蒙古具备大规模工业化建设条件。为推动煤制油产业化进程,需要国家在审批速度、税费收取方面给予企业重点支持,使煤制油适度、健康、有序地发展下去。

关键词:煤制油;间接液化;能源;区域优势;政策

中图分类号:TQ53

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2015)01-0015-03

Thoughts and suggestions on the development of indirect coal liquefaction oil industry in Inner Mongolia

JIAN Qing-e, LIU Hu-zai

(Inner Mongolia Yitai Coal To Oil Co., Ltd., Ordos 010300, China)

Abstract: "Indirect coal liquefaction oil" is of great significance in the transformation and utilization of national energy reserves, environmental protection, resources. With the technical maturity, Inner Mongolia has a large-scale industrialization construction conditions. promoting the speed of coal-to-oil industrialization process, the China government need to grant strong support in tax and approval, the Indirect coal liquefaction oil will be reasonable, healthy, orderly development.

Key words: coal to oil; indirect liquefaction; advantage; risk

1 发展煤制油前景广阔

煤制油是将煤炭资源转化为高价值合成液体燃料的成熟技术,主要产品有柴油、石脑油、费托蜡,其次有乙烯、丙烯、聚 α -烯烃、醇、醛、酮等100多种下游开发产品。其中,柴油可作为车用燃料。石脑油是生产烯烃、无芳烃溶剂油的优良原料。费托蜡具有熔点高、黏度低、硬度高、稳定性好等优良特性,可生产硬蜡、蜡烛和特殊蜡,主要用于热熔胶、塑料润滑、脱模、橡胶、蜡烛、纺织、高档润滑油以及化妆品工业等不同领域。聚 α -烯烃合成油(PAO)因其良好的粘温性能和低温流动性,是配制高档、专用润滑油较为理想的基础油。

随着中国对石油需求的不断增长,国际油价持续走高,原油和煤炭之间的比价拉大的情形下,利用内蒙古丰富的煤炭发展煤制油,有其合理性和必然性^[1],同时煤制油作为国家战略性需要,在未来发展中必将有广阔的发展前景。

2 煤制油与其他煤转化产业相比的优势

与煤制气、煤制甲醇、煤制烯烃、煤制乙二醇四

大类煤转化项目相比,煤制油的油品开发种类多,包括硬蜡、蜡烛、特殊蜡、汽油/柴油、液化石油气、喷射发动机燃料、丙烷、丁烷、燃油、照明石蜡、 α -烯烃、 C_6 到 C_{22} 的脂肪醇、润滑油、特种油等,避免产品单一化,可大大增加企业的抗风险能力,同时可极大地补充我国的化工产品。

煤制油产品无硫、无氮、无芳烃,作为车用燃料相比煤制甲醇来说热值高,毒性小,宜作清洁液体燃料。

煤制油所生产的油品国内外市场需求量大,相比其他煤转化项目,不易饱和,生存能力强。

从能源转化效率来看,以内蒙古伊泰集团现有煤制油项目为例,其能源转化效率为40.53%,规模化后达到45%~47%;发电能源转化效率为45%左右;甲醇能源转化效率为41.8%;二甲醚能源转化效率为37.9%。可见,能源转化效率比较高。

煤制油产业是煤炭清洁利用最为实际和可行的途径,煤制油过程中85%的 CO_2 已经在油品生产过程中完成捕获,为碳排放的彻底控制创造了先决条件,煤炭中的硫可得到回收利用,生产的油品为无硫、无氮、无芳烃的清洁燃料,大大降低对

环境的污染,实现我国国民经济的健康可持续发展。

根据《能源科技“十二五”规划》,石油加工更加高效、清洁并向化工领域延伸,车用燃料向超低硫、低烯烃、低芳烃、高辛烷值方向发展。在加工与转化技术领域,开发煤炭气化、液化、煤基多联产与煤炭清洁高效转化技术,促进我国煤化工产品向多元化、优质化方向转变。其中,煤炭间接液化是最为可行和现实的途径之一。煤制油项目将煤炭经煤气化和净化,煤气中的硫含量控制在 0.1×10^{-6} 左右,成品油中的含硫量也在 5×10^{-6} 内,远远超过了国 V 标准的成品油品质,因此,发展煤制油可以大幅度提高我国油品品质,减少污染。可以预见,在未来市场上煤制油产品极具竞争力,效益可观。

3 技术路线业已成熟

煤制油项目是“十五”期间国家重点组织实施的 12 大高新技术工程之一及国家“863”项目。我国现在间接液化煤制油技术比较成熟,且投产的公司仅有内蒙古伊泰集团和山西潞安集团。

其中,16 万 t/a 间接法煤制油示范项目采用的是由伊泰集团与中科合成油技术公司研发的煤间接液化工业示范项目。此技术是我国拥有自主知识产权的铁基费托合成煤间接液化技术,2005 年 9 月,“煤基液体燃料合成浆态床工业化技术”项目通过了国家科技部“863”项目验收,2006 年 1 月通过了中国科学院知识创新工程重大项目验收。2006 年 3 月筹建我国首家年产 16 万 t 间接法煤制油示范项目,该技术路线完成了从实验室到中试、再进一步放大到工业化示范生产的全过程^[2]。2009 年 3 月 20 日,该年产 16 万 t 间接法煤制油示范项目在鄂尔多斯准格尔旗大路新区顺利产出我国煤间接液化第一桶合格成品油,2010 年 6 月 30 日装置实现满负荷生产。其产品主要有柴油、石脑油、液化石油气、煤基合成蜡、费托合成液体石蜡。柴油主要组分为异构、正构烷烃,十六烷值高达 70 以上(国 V/欧 V 标准为 >51),燃烧性好;不含多环芳烃(国 V < 11,欧 V < 8),清洁性好;硫含量低($< 3 \times 10^{-6}$,国 V/欧 V < 10×10^{-6}),污染小;无氮,可实现清洁排放。石脑油产品直链烷烃含量高达 90% 以上,硫含量、金属含量极低,是生产烯烃、无芳烃溶剂油的优良原料。

目前 16 万 t/a 伊泰煤制油示范项目已经过 5 年的运行,装置成功实现“安、稳、长、满、优”,2013

年伊泰煤制油项目产量达 18.2 万 t,全年无非计划停车,全年连续生产 352 天,实现安、稳、长、满、优的良好运行纪录。

在年产 16 万 t 煤制油工业化示范装置成功运行的基础上,伊泰集团计划在内蒙古、新疆投资建设产能约 1 000 万 t 煤制油商业化示范项目,这一系列举措使伊泰集团在我国具有自主知识产权的间接液化技术开发中占据了重要的地位,为未来参与竞争创造了良好的技术支撑条件。同时,煤制油项目填补了国内空白,其技术在国际上处于领先水平。作为高新技术产业化示范项目,伊泰煤制油项目的自主知识产权及科技创新示范效应明显,项目的经济性对产业发展具有深远影响。

潞安集团间接液化煤制油项目采用的是中科合成油公司自主研发的“煤基液体燃料合成浆态床工业化技术”和“钴基固定床 F-T 合成技术”,2005 年,潞安集团中标煤制油示范项目,开始筹建 16 万~18 万 t/a 合成油示范厂,2009 年 12 月 22 日,国内具有自主知识产权的钴基费托合成煤间接液化项目在潞安集团正式“出油”。2011 年 8 月示范装置顺利通过了一周满负荷性能考核,最高日产量 510 t,主要工艺指标达到或超过设计值,实现达产达标。

在示范项目的基础上,潞安集团在山西长治市襄垣县建设高硫煤清洁利用油化电热一体化项目,总投资 239 亿元,生产包括柴油、LPG、石脑油等在内的 40 余种产品。

通过两套示范装置的试运行情况可以证明,我国自主研发的间接液化技术可行,费托合成反应器设计合理,在催化剂活性、油品产率、能效等方面已经超过了国外技术水平。柴油产品具有馏份轻、硫含量低($< 3 \times 10^{-6}$)的特点,作为车用燃料使用符合欧 IV 排放标准,属于优质清洁柴油,其最大的优点是十六烷值高达 70 以上,可以作为柴油提质组分与普通柴油(十六烷值为 49)混兑,以提高其使用价值。依据煤间接液化示范厂核心技术的运行指标,进行配套技术优化集成,可以形成大规模煤炭间接液化过程进一步优化方案,为我国的煤炭液化提供技术战略支撑。

4 发展煤制油的战略意义

(1)煤制油项目的成功研发与示范项目的稳定生产,对于增加我国能源战略技术储备,缓解我国能源战略安全局势,保障国家能源安全具有重要意义。

据国际能源署预测^[3],2020年和2030年我国石油对外依存度将达到68%和74%,石油进口将高度依赖中东进口,但海上运输距离远,安全风险、品质不高等方面不符合我国要求。日益增长的石油需求量及对外依存度,使我国能源局势面临严峻考验。煤制油项目的开发符合我国富煤贫油的基本国情,作为重要替代能源,能有效缓解能源安全的挑战。

(2)我国煤制油项目所生产的高清洁能源,将成为未来我国重要车用燃料来源,对于治理大气污染、促进产业升级换代、提高产品附加值及资源综合利用水平具有重要意义。

我国油品中偏高的烯烃和芳烃以及过高的硫含量及PM等未完全燃烧的油品残余物的排放,是导致形成我国中东部地区雾霾天气的主要原因。煤制油清洁高效能源的利用对于缓解我国中东部地区出现的雾霾天气及我国治理大城市空气污染将起到积极促进作用。

根据《能源科技“十二五”规划》,石油加工更加高效、清洁并向化工领域延伸,车用燃料向超低硫、低烯烃、低芳烃、高辛烷值方向发展。在加工与转化技术领域,开发煤炭气化、液化、煤基多联产与煤炭清洁高效转化技术,促进我国煤化工产品向多元化、优质化方向转变。其中,煤炭间接液化是最为可行和现实的途径之一。

煤制油与原油炼化油相比有天然的优势,煤炭经煤气化和净化,煤气中的硫质量分数控制在 0.1×10^{-6} 左右,成品油中的含硫量也在 5×10^{-6} 以内,远远超过了国V标准的成品油品质。而且,大量试验数据表明,煤制油的PM_{2.5}颗粒含量也将降低80%以上,因此,发展煤制油可以大幅度提高我国油品品质,减少污染,提高人民生活品质。

基于中国相对丰富的煤炭资源,利用自主研发的煤炭间接液化技术实现产业化,将会为我国的石油储备提供一个动态的、可根据需求随时进行调控的“战略石油储备库”,此项举措的具体实施无疑将对保障国家的能源安全具有深远的意义。

5 国家能源政策对煤制油产业的支持与规范

根据我国《煤炭工业发展“十二五”规划》,我国将稳步推进煤炭深加工示范项目建设,在内蒙古等地选择煤种适宜、水资源相对丰富的地区,重点支持大型企业开展煤制油等升级示范工程建设;同时,根据《国务院关于进一步促进内蒙古经济社会又

好又快发展的若干意见》的要求,内蒙古自治区已被定位为国家重要的能源基地、新型煤化工基地。自治区政府又适时提出建设“8337”工程,把内蒙古建成全国重要的现代煤化工生产示范基地,建成保障首都、服务华北、面向全国的清洁能源输出基地。

在目前煤炭市场持续低迷背景下,煤制油、煤制气的前景再度被看好。国家能源局《关于规范煤制油、煤制天然气产业科学有序发展的通知》,明确了煤制油气“不能停止发展、不宜过热发展、禁止违背规律无序建设”的方针和“坚持量力而行、坚持清洁高效转化、坚持示范先行、坚持科学合理布局、坚持自主创新”的原则,申报的示范项目必须符合产业政策相关规定,能源转化效率、能耗、水耗、二氧化碳排放和污染物排放等指标必须达到准入值。国家能源局同时表示,煤制油气处于产业化示范阶段,要坚持统筹规划、科学布局、严格准入,在生态环境和水资源条件允许的前提下有序推进示范项目建设,适度发展产业规模。

6 内蒙古发展煤制油的区位优势

内蒙古自治区已探明煤炭资源储量居全国第一位,作为全国原煤生产第一大省份,内蒙古已经成为全国重要的能源保障基地。2011至2013年煤炭产量分别为9.79亿t、10.8亿t、9.94亿t。内蒙古已经成为中国北方重要的商品粮、畜产品和能源、原材料基地,并正在成为中国跨世纪能源工业战略基地的重要组成部分。

依托能源、矿产优势,借西部大开发的东风,以市场为导向,加速内蒙古资源优势的转化,不仅会进一步加快内蒙古的发展,也将为全国经济持续健康发展提供强有力的支持。

7 对煤制油产业发展的建议

目前,国家对煤制油产业处于鼓励示范与谨慎审批阶段,除神华宁煤年产400万t煤制油项目、山西潞安年产100万t煤制油项目、贵州毕节年产400万t煤制油项目外,目前内蒙古伊泰煤制油有限责任公司年产200万t的煤制油项目及新疆伊犁能源有限公司年产100万t煤制油项目获得国家发改委同意开展项目前期工作的路条,项目正式核准仍有待时日。为推动我国煤制油产业工业化进程,需国家发改委在项目审批方面给予重点支持,加快审批速度及建设进程。

(下转第19页)

积的载体,金属或积碳沉积于催化剂表面后,仍能保证大分子扩散到催化剂内部。渣油 HDM 催化剂常选用 γ - Al_2O_3 为载体,普通氧化铝载体孔径常 $< 10 \text{ nm}$,需进行孔尺寸调控。氧化铝孔尺寸可通过成型前和成型时调控,主要方法有物理扩孔法、pH 摆动法、水热处理法等。Rana 等^[4]采用碳酸铵和尿素水解法制备较大孔径载体,发现其具有更高的容金属能力,对大分子螯合物有更好的扩散能力。王雅菁等^[5]采用表面活性剂分散炭黑的方法进行扩孔,制备出较大孔且孔径集中分布的氧化铝。上述方法可得到较大孔径载体,但存在机械强度差、热稳定性差等问题,如何更好地调控出较大孔径和阶梯孔分布 Al_2O_3 仍是研究者努力的方向^[6]。

1.2 活性组分非均匀分布

为降低催化剂成本、控制产物分布等,常采用非均匀分布催化剂。典型的催化剂形态分为 4 类:蛋壳、蛋黄、蛋白和均匀型催化剂。HDM 催化剂在运转末期会沉积大量金属及积碳,且金属易沉积在孔口,造成催化剂内部不能充分利用。若活性中心呈蛋黄型分布,使脱金属反应在催化剂内部明显快于催化剂外围,则催化剂容金属能力更高,运转周期更长^[7]。

为得到非均匀分布催化剂,研究者尝试了不同的方法:将浸渍液喷洒到载体表面;采取高黏度浸渍液;载体选用二氧化硅;使用溶剂占据载体的部分孔道;调变浸渍液 pH,加入竞吸剂^[8-9]。前 3 种方法可得到蛋壳型催化剂,后 2 种方法可以得到蛋黄、蛋壳和蛋白型催化剂。刘佳等^[8]通过调节浸渍液 pH,

得到蛋黄型的 NiMo 催化剂。Water 等^[10]观察浸渍过程时发现,浸渍 10 min 后, NO_3 在载体内部均匀分布,说明硝酸根未起到竞争吸附的作用。Li 等^[11]采用占位法和解吸法分别得到 4 种类型的 Co/ SiO_2 。由此可见,制备蛋黄型催化剂的条件比较苛刻,如何更好地控制活性组分集中于催化剂内部仍是研究的难点。

1.3 其他影响因素

考虑到床层压降问题,需合理选取催化剂颗粒形状^[12]。常见颗粒形状包括球形、圆柱形、拉西环、二叶草、三叶草、四叶草等。HDM 催化剂颗粒常采用四叶草或蝶形。针对催化剂初期失活现象,也需对催化剂表面进行改性,降低催化剂表面与极性化合物的相互作用强度,提高催化剂活性及稳定性^[2]。

2 催化剂失活研究机理

原油中大部分金属、大分子胶质、沥青质都存在于渣油中。渣油的性质决定了其加工的难度,对 HDM 催化剂的活性有很大的影响。渣油加氢过程中,沥青质等可造成催化剂结焦失活,而金属沉积可造成催化剂活性位损失而永久性失活。HDM 催化剂失活随运行时间呈 S 型变化,包括初期快速失活、中期稳定失活及末期快速失活 3 个阶段。初期快速失活归于稠环芳烃等大分子沉积到催化剂表面;中期缓慢失活主要是由金属硫化物在催化剂表面沉积所致;末期快速失活归于大量的焦炭和金属沉积后堵塞孔道。

理性。

综上所述,煤炭作为我国的基础能源,从国家能源战略、环保要求、煤炭转化效率方面应将煤制油作为重点产业规范发展,尤其是内蒙古作为我国煤炭资源储量与产量最大的省区,煤制油产业示范工程运行效果良好,但在工业化进程中各企业需要谨慎介入,使煤制油适度、健康、有序地发展下去。

参考文献

- [1] 崔宏宾. 我国煤化工产业发展研究[J]. 现代商贸工业, 2011, (12): 6-7.
- [2] 洪二艳. 煤制油发展现状和前景及面临问题[J]. 当代化工, 2011, (7): 751-753.
- [3] 周亮亮. 中国石油对外依存度背景后信息的思考[J]. 郑州航空工业管理学院学报, 2012, (5): 25-29. ■

(上接第 17 页)

国内煤制油项目目前各项税费多达 12 项,增值税、消费税、营业税、所得税几项同时征收,以伊泰煤制油公司实际情况计算,2013 年各项税费占净利润的比为 168%, 2014 年 1 至 6 月份整体税务占净利润的比为 66.89%。从经济效益测算,煤制油项目在目前油品市场形势及消费税负状态下,保持微利运行,石脑油产品处于亏损状态,产业发展受到严重制约,企业的持续经营能力受到影响。按现行税收政策,项目的税收负担过重,尤其是消费税繁重,企业压力较大。消费税征收的目的在于调节日常必需消费品的使用数量,而煤炭作为大宗工业基础能源,不在消费税调节范围之内,因此,以煤炭为原料生产油品与以地下开采原油生产石油相比,没有征税可比性,值得国家税务部门研究论证其征收的合