

发展煤炭液化产业必须坚持 稳步推进的原则

殷建平, 丁 琦

(中国石油大学 工商管理学院, 北京 昌平 102249)

[摘 要] 从世界范围看, 发展煤炭液化产业在技术上和经济上都是可行的。但煤炭直接液化在世界上尚无工业化生产装置, 煤炭间接液化也仅有南非一家企业拥有工业化生产装置。中国目前尚不具备向煤炭产业化发展提供成套技术和关键设备的能力。因此, 中国发展煤炭液化产业不能盲目乐观, 应坚持稳步推进原则。通过从小规模到大规模、从一个企业到多个企业, 逐步推进中国煤炭液化产业阶梯式发展。同时采取各种措施, 支持这一产业的发展。

[关键词] 煤炭液化; 产业化; 稳步推进; 原则

[中图分类号] F407.21 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5595(2006)05-0001-(05)

近年来, 随着中国石油进口量的增加和石油对外依存度的提高, 石油安全问题逐渐引起全社会的高度关注。与此同时, 大力发展石油替代产业也成为全社会关注的话题。目前, 从世界范围看, 具有普遍意义的替代石油方式主要有以气代油、燃料乙醇、生物柴油和煤的液化。具体到中国而言, 以气代油会受到天然气资源总量的制约, 燃料乙醇会受到粮食供应量的限制, 而生物柴油本身的潜力有限。相比之下, 中国煤炭资源丰富, 有资料显示, 2002 年年底, 中国探明煤炭储量为 2 367 亿吨, 储采比为 241:1。因此, 发展煤炭液化产业成为中国发展石油替代产业的希望所在。但是, 发展煤炭液化产业毕竟是一项开创性事业, 未知因素很多。因此, 千万不能急躁冒进。

一、中国各地对发展煤炭液化产业呈现出过热的趋势

中国石油供不应求的长期态势, 刺激了很多地方发展“煤变油”产业的积极性。几乎在每一个有煤炭规模化生产的地方, 政府和企业都在谋划上马“煤变油”项目, 除列入国家“十五”规划的内蒙古、云南、黑龙江、陕西外, 山西、山东、甘肃、贵州、安徽、河南、新疆等地都跃跃欲试, 国内数得出来的大型煤

业集团也基本都进行了“煤变油”项目的前期准备工作, 大部分项目已经提交了可行性研究报告或者预可行性研究报告。

据业内人士估计, 中国目前在建和拟建的“煤变油”项目已达 1 600 万吨, 计划投入的资金额高达 1 200 亿元。2005 年国家着手制订“十一五”规划, 很多省份都试图将“煤变油”项目列为重点发展项目。典型的项目有:

1. 神华集团“煤制油”直接液化工业化装置已于 2004 年 8 月底在内蒙古鄂尔多斯市开工。该项目总建设规模为年产油品 500 万吨, 分二期建设, 其中一期工程总投资 245 亿元, 由三条主生产线组成。一期工程建成投产后, 每年用煤 970 万吨, 可生产各种油品 320 万吨, 其中汽油 50 万吨, 柴油 215 万吨, 液化气 31 万吨, 苯、混合二甲苯等 24 万吨。2007 年 7 月建成第一条生产线, 2010 年左右建成后两条生产线。^{[1]73-76}

2. 云南先锋煤液化项目。该项目预可行性研究报告已于 2004 年 5 月通过专家评估, 设计规模为年处理(液化)煤 257 万吨, 气化用煤 253 万吨。年产汽油 35.24 万吨, 柴油 53.04 万吨, 液化石油气 6.75 万吨, 氨 3.9 万吨, 硫磺 2.53 万吨, 苯 0.88 万吨。

[收稿日期] 2006-03-06

[作者简介] 殷建平(1965-), 男, 江苏如皋人, 中国石油大学(北京)工商管理学院管理系主任, 副教授, 管理学博士。

项目总投资约 103 亿元。^{[1]73-76}

3. 中美合作神华煤液化项目。神华集团、煤炭科学研究总院与美国碳氢化合物研究公司 (HTI) 于 1997 年 9 月签定了合作建设神华煤液化项目的协议,2000 年 5 月完成了神华上湾煤液化厂预可行性研究。该项目设计年消耗原煤 687 万吨(其中液化用煤 420 万吨,气化制氢用煤 141.8 万吨),每年能生产汽油 23 万吨,石脑油 99 万吨,柴油 97 万吨,液化石油气 33 万吨。项目总投资约 145 亿元。^{[3]6-11}

4. 中日合作依兰煤液化项目。原煤炭部国际合作司于 1997 年 9 月与日本新能源综合开发机构 (NEDO) 签署了依兰煤在日本进行 PSU 试验的协议书;同年 10 月又与日本国际协力事业团 (JICA) 签定了合作备忘录。预可行性研究报告已于 2000 年 3 月完成。项目设计年用原煤 225.5 万吨(包括液化用煤、气化制氢用煤和发电用煤),每年能生产汽油 30 万吨,柴油 46 万吨,液化石油气 13 万吨。项目总投资约 97 亿元。^{[2]6-11}

5. 中日合作神华煤液化项目。1999 年 5 月神华集团和日本 NEDO 公司签定了合作进行上湾煤液化项目预可行性研究的协议。预可行性研究报告已于 2000 年 3 月完成。项目设计年用原煤 294 万吨(包括液化用煤、气化制氢用煤和发电用煤),每年能生产石脑油 15 万吨,柴油 48 万吨,液化石油气 16 万吨。项目总投资约 83 亿元。^{[2]6-11}

6. 壳牌 (中国) 有限公司、神华集团和宁夏煤业集团于 2004 年 11 月签署谅解备忘录,就壳牌煤制油 (间接液化) 技术在中国应用的可行性进行研究。据了解,神华集团和宁夏煤业集团计划在陕西和宁夏各建设一座煤炭间接液化工厂,首期建设规模均为年产油品 300 万吨,初步估计总投资各为 300 亿元左右。^{[1]73-76}

7. 云南开远解化集团将利用小龙潭褐煤,建设年产 30 万吨甲醇及 10 万吨二甲醚项目、年产 50 万吨或 100 万吨煤制合成油项目。项目计划分两步实施:2005 年建成一套年产 1 万吨煤制油工业化示范装置;2008 年建成年产 50 万吨或 100 万吨煤制合成油装置。目前,年产 2 万吨煤制油工业化示范项目已完成概念性试验和项目可行性研究报告。^{[1]73-76}

除此之外,中科院山西煤化所和山东兖州煤业集团等单位也一直在进行煤炭液化产业化研究,并取得了一定的进展。总之,全国各地对发展煤炭液化产业呈现出一种过热的趋势。

二、发展中国煤炭液化产业必须坚持稳步推进的原则

虽然从理论上讲,发展煤炭液化产业在技术上、经济上是可行的,但毕竟目前世界上在煤炭液化方面商业运作比较成功的只有南非 SASOL 公司一家。尤其是近两年来,国际市场上原油价格已经突破 60 美元/桶,但世界各地并没有出现争相上马煤炭液化项目的热潮,说明煤炭液化项目还有这样或那样的问题。因此,对于煤炭液化产业的前景,我们不能过分乐观,必须保持清醒的头脑。

(一) 从世界范围看,发展煤炭液化产业在技术上是可行的,但中国尚不具备向产业化发展提供成套技术和关键设备的能力

煤的液化技术主要分为直接液化和间接液化两种,目前国外这两种技术都很成熟。

1. 煤炭直接液化技术。该技术是把煤先磨成粉,再和自身产生的液化重油 (循环溶剂) 配成煤浆,在高温 (430℃ ~ 465℃) 和高压 (17MPa ~ 30MPa) 下直接加氢,将煤转化成汽油、柴油等石油产品。1 吨无水无灰煤可产 500 ~ 600 千克油,加上制氢用煤,约 3 ~ 4 吨原煤产 1 吨成品油。^{[3]50-54}煤的直接液化工艺流程见图 1。

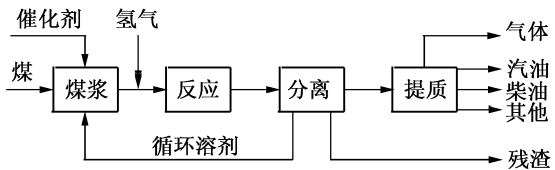


图 1 煤的直接液化流程示意图

煤炭直接液化技术的发展始于 20 世纪初的德国。1913 年,德国的柏吉乌斯首先研究了煤的高压加氢,并获得了世界上第一个煤炭液化专利。1927 年,德国在莱那 (Leuna) 建立了世界上第一个煤炭直接液化厂,规模为 10 万吨/年。1936—1943 年德国又先后有 11 套煤炭直接液化装置建成投产。到 1944 年,德国煤炭直接液化工厂的油品生产能力已达到 423 万吨/年,为德国在二战中提供了 2/3 的航空燃料和 50% 的汽车和装甲车用油。^[4]二战前后,美国、日本、法国、意大利、原苏联等国也相继进行了煤的直接液化技术研究。20 世纪 50 年代以后,随着中东地区大量廉价石油的开发,煤炭直接液化逐渐失去了竞争力和继续存在的必要。

1973 年后,由于中东战争,在世界范围内发生了一场石油危机,煤炭液化技术又开始活跃起来。德国、美国、日本等发达国家,在原有基础上相继研究开发了一些煤炭直接液化新工艺,其中大部分研究重点是降低反应条件,从而达到降低煤液化油生产成本的目的。不少国家已完成了中间放大试

验,为建立大规模工业生产厂打下了基础。目前,有代表意义的是德国的 200 吨/天新的二段液化(IG-OR)工艺,美国的 600 吨/天氢煤法(H-coal)工艺和日本的 150 吨/天 NEDOL 工艺。

2. 煤的间接液化技术。该技术是先将煤全部气化成合成气,然后在催化剂作用下合成为油品和其他化学品,约 5~7 吨煤产 1 吨油。^{[3]50-54}煤的间接液化工艺流程见图 2。

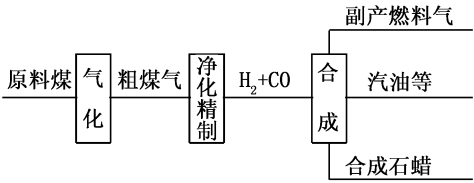


图 2 煤的间接液化流程示意图

煤的间接液化技术是一种非常成熟的技术,南非 SASOL 公司运用该技术生产油品已有 50 多年的历史。该公司成立于 20 世纪 50 年代初,1955 年建成第一座由煤生产燃料油的 SASOL-I 工厂。1980 年和 1982 年又相继建成了 SASOL-II 厂和 SASOL-III 厂,当时 SASOL-II 厂和 SASOL-III 厂投资达 70 亿美元,相当于现在的 140 亿美元。3 个厂年用煤总计达 4590 万吨,主要生产汽油、柴油、蜡、氨、乙烯、丙烯、聚合物、醇、醛、酮等 113 种产品,总产量达 768 万吨,其中油品 458 万吨,占 60%;化工产品 310 万吨,占 40%。^{[2]6-11}

近 20 年来,国内一些大的研究机构一直跟踪国外技术发展,在煤炭直接液化、间接液化两类技术方面已做了大量基础研究和开发工作,取得了不少成就,有良好的技术基础。但是,目前国内尚不具备向产业化发展提供成套技术和关键设备的能力,大型煤气化、煤高压加氢液化、气体催化合成、催化剂等关键单元技术还达不到为工业化建设提供支持的水平。虽然小规模煤炭液化试验已经取得成功,但规模放大后设备能否稳定运行,产品是否符合质量要求,这些问题还是未知数。这意味中国发展煤炭产业主要还是依靠国外技术,但国外技术是否一定可行,外国能否将技术毫无保留地全部转让给我们,转让价格如何,这些又是我们面临的新问题。

(二)对发展煤炭液化产业在经济上的可行性不能过分乐观

目前,国内很多专家对发展煤炭液化产业在经济上的可行性都抱着非常乐观的态度。有些专家认为:与工业发达国家相比,中国煤产地煤价、人工相对低廉,大部分生产设备可以国产化,在一些地区煤液化油的生产成本会更低。一些项目的可行性研究

报告也显示,在中国发展煤炭液化产业在经济上是可行的。例如,煤炭科学研究总院与德国、美国和日本有关部门共同进行了在中国建设煤炭直接液化示范厂的可行性研究工作。初步研究成果表明,建设一座年产 100 万吨油的煤炭直接液化厂,总投资约 100 亿元人民币,全部投资内部收益率 8%~15%,投资回收期为 9~13 年,成品油生产成本约为 1400~1600 元/吨。煤炭间接液化技术在同等规模工厂条件下,其经济效益略差于直接液化技术,成品油成本大于 2000 元/吨。^{[5]35-38}

再如神华煤液化厂预可行性研究结果表明:采用美国 HTI 煤液化工艺,建设一座日处理上湾干煤 12000 吨的液化厂(由 3 条生产线组成),年用原煤 687 万吨(包括气化制氢用煤 142 万吨),每年能生产汽油、柴油和液化石油气等 250 多万吨。总投资约为 160 亿元,生产成本只有 15~16 美元/桶。又如云南先锋煤液化厂预可行性研究结果表明:建设一座煤液化厂,规模为年处理(液化)褐煤原煤 257 万吨,气化(含发电 17 万千瓦)用原煤 253 万吨,合计年用原煤 510 万吨。每年能生产汽油、柴油和液化石油气等 102 万吨。总投资为 103 亿元,生产成本约为 17 美元/桶。^{[5]35-38}

但是,我们也应当看到,煤炭液化产业化的主要特点之一是一次性投资较大、能耗高。有研究表明,煤液化项目的单位产品的建设投资是炼油项目的 5.23 倍,总投资是炼油项目的 4.72 倍,说明了煤液化项目的建设投资比炼油项目大得多。能耗上煤液化项目明显偏高,其中新鲜水是炼油项目的 5.95 倍,电是 7.3 倍,燃料是 7.52 倍。^{[6]26-28}近年来,随着煤炭、水、电的价格上涨,对煤炭液化经济上的可行性需要重新分析。

目前,煤炭直接液化世界上尚无工业化生产装置,煤炭间接液化也仅有南非一家企业拥有工业化生产装置。尤其是煤炭直接液化技术,虽然经过 20 多年的开发,其液化条件大大缓和,液化成本大大降低,但毕竟现在没有一个商业工厂,在工厂建设和工厂运行中没有实际的经验可借鉴。

因此,虽然发展煤炭液化产业化对中国有重要的现实意义和战略意义,但我们对此应当抱着谨慎的态度。

三、如何稳步推进中国的煤炭液化产业

(一)坚持从小规模到大规模、从一个企业到另一个企业,采取分步推进的策略

鉴于煤的直接液化和间接液化技术都需要从国外引进,尤其是煤的直接液化技术目前尚未进入大

规模生产阶段,加上煤炭液化产业投资巨大,因此,在发展煤炭液化产业时,切忌一哄而上,而应采取分步推进的策略。慎重选择条件合适的企业和地点进行煤炭液化产业化小规模示范,待条件成熟后再进行大规模产业化生产。坚持成熟一个企业,再发展下一个企业,千万不要盲目冒进。通过从小规模到大规模、从一个企业到多个企业,逐步推进中国煤炭液化产业阶梯式发展。

(二)动员全国的力量,进行技术攻关,形成中国自主知识产权

不久前,国家发改委已经决定在宁夏和陕西(神华集团)分别建立煤炭间接液化的合成油厂,并与南非 SASOL 公司进行了谈判。据了解,南非只准备转让低温浆态床技术,而不想转让高温固定床技术。由于 SASOL 公司认为是奇货可居,所以谈判已经过了十轮,尚未达成最终协议。因此,加强国内技术攻关是当务之急,不仅浆态床技术要完善,高温固定床技术也要加紧研究,以求能生产化工产品。

加强国内技术攻关,必须动员全国的力量。煤炭液化产业化发展趋势必然需要国内科研及工业技术配套发展,从未来多个产业基地的建设和形成产业群的长远发展分析,完善和发展液化技术将是一个长期的过程。因此开发具有自主知识产权的煤液化技术不但是当前工业化建设的需求,也是未来几十年产业化建设和工业化生产的需求。参照国外的开发经验和历程,组织国内的工艺研究、工程设计、装备制造等行业的研究开发力量,联合攻关,力争在 5~8 年的时间内完成国内煤炭液化技术开发,逐步形成中国煤炭液化科研、设计、装备制造、工程建设、工厂运行的成套队伍和能力。

(三)妥善解决煤炭液化产业化发展的资金问题

建设煤炭液化工厂的共同特点是规模大、投资多,工程建设投融资已成为产业化发展的重点问题之一。为了支持这一产业的发展,国家可以参股的形式直接投入一部分资金,给予优惠贷款,鼓励国内外大型企业积极投资这一产业,允许煤炭液化企业发行债券或发行股票,在国内外资本市场上进行直接融资。

目前,国内对煤炭液化发展工作做得较多的部门是煤炭行业的一些大、中型企业或地方政府,其他行业的企业对此了解或参与得较少。作为新型产业的开发和建设,应积极引导国内能源(如煤炭、石油、化工、电力)以及其他行业有实力的大型企业参与,以这些企业的资金为基础,通过国内金融市场和

境外金融市场实现多渠道、多种方式的融资。煤炭液化产业同时又是一项战略性的能源基础产业,鉴于该产业的发展对今后几十年国家在能源安全、能源建设和经济发展方面的作用,从目前开始应考虑由政府建立有稳定来源的基金,用于支持煤炭产业化,支持国内提高科研开发能力,建立煤炭液化技术创新体系,形成持续性的国家级产业技术发展支撑。特别是工业化示范项目,应通过政府资助、多边贷款、多方入股的方式筹集资金。对示范项目中关键技术的开发,政府应从国家的科技发展费用中给予重点扶持。基金实行有偿使用,可由建成后的企业偿还或作为国有资本。

(四)采取优惠政策措施给予替代石油大力扶持

要促进中国替代石油的发展,离不开国家的扶持,尤其是政策扶持。

第一,适当给予财政补贴。南非 SASOL 公司的顺利发展与政府的财政补贴是分不开的。南非与中国相似,也是个多煤缺油的国家。由于石油禁运,南非进口石油价格 1973—1975 年为 45 美元/桶;1977—1979 年高达 73 美元/桶,1986 年又回跌到 45 美元/桶。在高油价的情况下,为了支持 SASOL 公司的发展,南非政府采取了对其进行财政补贴的做法。直到 1998 年,南非政府对 SASOL 公司一直采取财政补贴等优惠政策。1998 年以后,当进口油价低于 16 美元/桶时,政府还给予补贴。2000 年后停止了补贴。中国煤炭液化产业在起步阶段,由于技术需要引进,投资巨大,加上没有经验可以借鉴,未知因素很多,因此,对项目的盈利前景不能盲目乐观。为了支持该产业的发展,国家应当给予财政补贴。目前,国家对燃料乙醇给予每吨 1000 多元的补贴,将来煤的液化项目也可视实际经营情况给予适当补贴。

第二,给予税收上的优惠。煤炭液化虽然经过多年的发展,目前仍无法大规模地普及推广,这里既有技术问题,也有经济问题。事实上,液化技术的经济性影响因素很多,诸如工艺特征(投资影响)、原料价格和当地条件及知识产权(成本影响)、产业政策(税收影响)及产品结构和价格(销售影响)等。因此,不设定时空界限(或条件),简单地认为煤炭液化的经济性很好是不严肃的。尤其是在煤炭液化企业投产初期,由于产量有限,产品质量不稳定,加上前期投入很大,所以企业的盈利状况不会很好。为了帮助企业度过难关,走上顺利发展的道路,国家可以从税收上给予优惠。例如,由于煤液化项目增

值税金的抵扣税金(进项税)较少,煤的价格较低,且增值税税率为13%(原油的增值税税率为17%),使得煤液化项目流转税金远远高于炼油项目。如果建设投资中采购的设备和材料的增值税(进项税)在生产期可以抵扣,则对煤液化项目的经济效益会产生积极的影响。

(五)发展煤、油共炼工艺

美国能源部通过对几个起步工厂的初步经济分析后指出,如果煤炭直接液化厂与现有炼油厂建在一起,可节约投资,降低液化油成本,使生产的液体燃料的价格达到相当于石油19~23美元/桶。

目前南非SASOL公司所生产的油品成本只有15美元/桶,很重要的一个原因是将煤炭液化与炼油化工结合在一起,大幅度增加化工产品。该公司除了拥有煤炭液化装置以外,还有一个炼油厂,年加工进口原油300万吨。

煤化工与炼油化工相结合还可以发展煤、油共炼工艺。煤、油共炼是煤直接加氢液化和炼油厂重油加氢裂化相结合的工艺,是炼厂渣油深加工和煤炭直接液化先进工艺技术的延伸和发展,可将煤和渣油一起同时加工转变成轻、中质油,油收率高达70%。由于煤、油之间呈现一种协同作用,所以该工艺不但具有较高的油收率,而且共炼的油品比煤直

接液化油更容易加工成汽油、柴油。整个工艺反应条件较温和;油收率高;气体产率低;水产率低;氢耗低,氢利用率高;重金属脱除率高。煤、油共炼可以处理劣质渣油,还可以扩大原料煤种。煤、油共炼装置的投资一般是煤直接液化的70%左右。因此,中国也可以考虑发展煤、油共炼工艺,将煤炭液化企业与炼油化工企业相结合,做到煤化工与石油化工在技术及产品方面的优势互补,更好地提高煤炭液化企业的经济效益。

[参考文献]

[1] 丰洋. 煤制油的现状和进展[J]. 业界观察. 2005(4).
[2] 高云龙, 焦安亮. 煤液化油发展现状及投资前景分析[J]. 化工技术经济. 2001(6).
[3] 贾明生, 陈思鉴, 赵黛青. 煤炭液化技术现状与发展前景[J]. 选煤技术. 2003(4).
[4] 杜铭华, 舒歌平. 中国煤炭液化技术产业化前景展望[J]. 现代化工. 2002(9):1-5.
[5] 吴春来, 金嘉璐. 煤炭直接液化技术及其产业化前景[J]. 中国煤炭. 2002(11).
[6] 郝跃洲, 陈显伦. 煤液化项目与原油加工项目经济效益比较[J]. 化工技术经济. 2002(6).

[责任编辑:张岩林]

Adhering to the Principia of Steady Progress for
Developing Coal Liquefaction Industry

YIN Jian-ping, DING Qi

(School of Business Administration, China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: Industrialization of coal liquefaction is nowadays economically and technologically applicable in the world. But there is still no equipment for the industrialization of direct coal liquefaction, and only one corporation in South Africa has the equipment for the industrialization of indirect coal liquefaction in the world. Our country still has no capability to supply the technology and pivotal equipments for the industrialization of coal liquefaction independently at present, so we should not be optimistic blindly on the industrialization of coal liquefaction, but should realize the industrialization of coal liquefaction in our country gradually from small scale to big scale, from one company to many. At the same time we should do our best to support the development of the industrialization.

Key words: coal liquefaction; industrialization; steady progress; principia