

适度发展煤化工 确保国家能源安全

徐耀武, 徐利伟, 卢永军

(中国中煤能源集团有限公司煤化工公司筹备组, 北京 100120)

[摘要] 从我国能源结构实际出发,通过理论和实践的分析,提出了适度发展煤化工,实现一部分煤代油的思路和观点,论述了实施煤化工替代石油化工战略的必要性和意义;概述了主要煤化工产品的技术工艺与市场并分析了竞争力。在此基础上,提出了适度发展煤化工,实施煤代油战略的具体设想和建议。同时,就煤化工发展中备受关注的水资源、碳排放等焦点问题提出了自己的观点。

[关键词] 煤化工;替代;石油化工;战略;能源安全;建议

[中图分类号] TQ53 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)11-0020-06

1 前言

近些年来,在国际油价持续居高不下的影响下,激发了我国煤化工项目的投资热情,促进了煤化工产业的快速发展,一批国家重点示范项目陆续投入建设并且在煤制烯烃、煤直接液化制油等方面取得了重大突破和成功。与此同时,由于长期投资过热,造成了传统煤化工大量重复建设和产能严重过剩的局面。在此背景下,从2009年起国家多次出台政策加以遏制煤化工盲目发展,对煤化工项目审批实行了严控。围绕着煤化工是否要继续发展,如何发展,方向是什么等问题,业内存在着很多争议和不同意见。文章认为在我国适度发展煤化工产业符合中国国情,特别是充分利用大量劣质煤资源替代宝贵的油资源,是实现能源合理利用的一条良好途径,对保障国家能源安全有重要意义并能发挥有效作用。

2 适度发展煤化工替代部分石油化工很有必要

2.1 稀缺的油气资源需要倍加珍惜和高效合理利用
和煤炭相比,石油在我国相对稀缺,天然气更加

匮乏,需求却十分旺盛,而且具有长期的刚性特点。因此,国内不多的油气资源需要倍加珍惜并应当通过科学合理的分工进行高效利用。

从原理上讲,石油化工是把大分子裂解而生产出较小分子,然后聚合成高分子;煤化工是把煤炭气化的小分子合成分子链相对较短的化工产品再聚合成高分子。裂解和聚合均属于高耗能的过程,因此,分子链较长的石油适合加工成分子链较长的燃料,而小分子的煤制合成气更适合生产分子链相对较短的基础化工产品或进一步聚合为烯烃产品。

2.2 石油进口增速过快、对外依赖度太高将威胁我国的能源安全

2010年我国原油进口量2.39亿t,同比增长17.4%,进口依存度53.8%,2011年上半年对外依存度达到55.2%,已超过了美国^[1]。照此发展下去,我国的能源安全形势将十分严峻。发展煤化工,实施石油替代,能够减缓甚至减少石油进口压力,同时对抑制国际油价过快上涨、争取稳定的国际能源供给环境也具有十分重要的意义。

2.3 煤炭产能较大,劣质煤较多,需要充分加工利用

由于近些年我国经济高速发展对能源需求迅速扩大,国家和企业加大了对煤炭工业的投资力度,预

[收稿日期] 2011-08-20

[作者简介] 徐耀武(1962—),男,安徽阜南县人,高级工程师,研究方向为煤化工技术与工程管理;E-mail: xuyaow@chinacoal.com

计“十二五”末煤炭产能将超过 40 亿 t,届时煤炭产能将可能出现过剩,价格趋于平稳。同时,我国每年还生产大量的低热值褐煤和含硫量超过 2% 的高硫劣质煤及许多洗选后的中间产品,这些煤炭资源的有效利用单靠火电一个行业是十分困难的,很难得到充分的加工和利用。现代煤化工的技术和工艺大大拓宽了对煤种和煤质的适应性,处理劣质煤也非常适合。此外,目前煤炭行业还存在运输量大、运输距离长和直接燃烧污染严重的问题,同时面临着节能和减排的双重压力。

以上这些问题通过发展煤化工均能够得到较好的解决,至少能够在一定程度上缓解,甚至能够得到根本性的扭转。

2.4 煤化工的经济性好于石油化工,企业投资的积极性高

按照煤炭 350 元/t 和轻质原油每桶 75 美元的价格计算,煤炭能价比是石油的 5.26 倍^[2]。单纯从能价比的角度看,目前的煤炭价格只相当于石油 15 美元/桶的价格;即使考虑到煤炭利用的一些不利因素,煤化工的经济性也将远好于石油化工。另一方面,由于原料紧缺和价格高企,石化行业曾连续数年亏损,即使现在也一直徘徊在微利和亏损的边缘。按照现有油价,石油化工产品生产成本高于国内煤化工产品,更高于中东地区的石化产品,从长远看,这种情况可能会更糟。相对而言,企业投资煤化工的积极性远远高于石油化工。

2.5 西部地方经济发展的迫切需要

西部是我国煤炭主产区,经济欠发达,由于煤炭工业的附加值低,对地方经济的拉动有限,而煤化工则是提高其附加值的有效方法。由煤到煤化工,产业链每延长一个环节,附加值将呈几何级数增长。因此,在煤炭产地坑口建设煤化工项目,一方面可以有效地促进地方经济发展,缩小东西部差距;同时,项目的建设过程和建成投入运行后,还会带动机械制造、维修服务、加工及包装、商业服务等一批相关产业的发展,有利于促进地方产业结构的调整,完善工业结构和布局,为西部资源型经济未来的转型创造条件、打下基础。

3 几种主要煤化工项目的可实施性及产品竞争力分析

3.1 煤制烯烃

煤制烯烃是煤化工的新亮点,它是从煤生产甲

醇开始,然后再将甲醇转化成烯烃——这一种最基础、应用最广泛的化工原料^[3]。煤化工能否全面替代石油化工在很大程度上取决于煤制烯烃的成功和成熟。

煤制烯烃技术包括由甲醇转化成乙烯、丙烯的 MTO 技术以及主要生产丙烯的 MTP 技术。工艺单元有:煤气化、合成气制甲醇、甲醇制烯烃、烯烃聚合(聚乙烯、聚丙烯)等。其中煤气化、合成气制甲醇、烯烃聚合(聚乙烯、聚丙烯)等技术均有多年成熟工业化装置的运转经验;唯一一个新工段——甲醇制烯烃同石化行业的催化裂化技术十分相似,技术难度较小,经过十几年的技术攻关,特别是通过神华包头 60 万 t/年煤制烯烃项目的验证,这一技术也已取得成功,逐步具备了商业化推广的条件。

神华包头 60 万 t/年煤制烯烃项目总投资 170 亿元,产品成本约 8 000 元/t,财务内部收益率 11%,甲醇制烯烃采用了国内具有自主知识产权的大连化学物理研究所 DMTO 技术^[4]。

除了神华包头项目以外,最近神华宁煤采用德国 Lurgi 公司甲醇制烯烃技术的 52 万 t/年 MTP 项目也已顺利开车成功,取得了不错的效果;大唐的 46 万 t/年 MTP 项目也已投产;国内还有清华大学的 FMTP 技术以及国外 UOP 公司的 MTO 技术可以选择,技术上有充分的保证。

此外,从运输问题考虑,煤制烯烃的聚烯烃产品量仅为用煤量的 1/7 左右,可大大减少煤炭外运量和降低运输成本,对解决运输瓶颈问题非常有效,特别适合我国偏远地区以及劣质煤较多需要就地转化的地区建设,产品成本目前比以石油为原料的产品便宜 3 000 元/t 左右,有很强的竞争力。

国内煤制烯烃的突破已引起国际上的广泛关注,大家普遍认为这是化工行业的一次革命,将会在今后几年对石化企业产生较大冲击,同时也为缓解目前国内甲醇产能严重过剩开辟了一条新路,是今后煤代油的核心所在。

3.2 煤制天然气

煤制合成天然气就是煤经过气化产生合成气,再经过净化处理,最后通过甲烷化合成热值大于 33.5 MJ/Nm³ 的代用天然气。

目前全世界唯一一家大型煤制合成天然气生产企业是位于美国北达科他州的美国大平原公司。国内已获得国家发展与改革委员会正式核准的煤制天然气项目共有 4 个,产能共计 151 亿 Nm³/年,分别

是大唐内蒙古赤峰项目40亿Nm³/年,大唐辽宁阜新项目40亿Nm³/年,汇能内蒙古鄂尔多斯项目16亿Nm³/年和庆华新疆伊犁项目55亿Nm³/年,项目正在建设之中。

煤制合成天然气的工艺跟合成氨基本相同,国内外均可提供成熟的单元技术,不存在太大的技术障碍。但由于经济性尚未得到充分的验证(煤制天然气的完全成本在1.5元/Nm³左右),且天然气的输送需要配套管网建设等制约因素,需要集国家力量加以支持才能得到广泛推广。但随着人民生活水平提高,供需矛盾加剧,未来天然气的缺口极大,应及早布点在我国煤炭价格较低且具备建设条件的地区,建设若干煤制天然气工程,满足日益增长的天然气需要。

3.3 煤制甲醇和二甲醚

甲醇生产的工艺路线是煤先经气化制成合成气,经净化后再用合成气进行甲醇合成反应制成甲醇。二甲醚的工艺路线是以甲醇为原料进行脱水,生成二甲醚。国产甲醇、二甲醚合成分离与提纯技术已经十分成熟,并正在向大型化方向发展。

目前全国甲醇的总产能已达4000万吨/年,其中一部分产能技术落后,原料成本高,竞争力较差;另一方面甲醇替代汽油直接用作燃料仍处在市场培育期,相关的标准规范和辅助设施尚不健全,加上中东低价天然气甲醇的冲击造成了许多产能闲置,是一种不小的潜在资源和有待激活的资产。随着甲醇制烯烃的推广,这一局面将会得到改观。

二甲醚产品目前已达到1000万吨/年左右的生产和在建规模,现阶段产品主要应用于民用燃料,在部分地区为弥补LPG(液化石油气)不足发挥了一定作用,但成本优势不明显;另一方面,由于其挥发性强,材料密封难度大,原本寄予很大希望,但在车用燃料方面的应用尚未得到推广,限制了它的发展。因此,二甲醚的进一步推广应用还需国家有关方面加大跨行业的协调和推广力度。

笔者认为,充分利用好国内已有的甲醇和二甲醚产能,实现多种渠道的石油替代,能够取得很好的效果。

3.4 煤制乙二醇

乙二醇作为另外一个大宗石化产品,目前都是由石油加工而成。每年我国的市场需求量达到1000多万t,而且增长较快,国内目前无法自给自足,长期依赖进口,进口量已连续3年超过500万t,

进口依存度长期保持在50%以上。

随着通辽金煤化工有限公司采用中科院福建物质结构所与江苏丹化集团、上海金煤化工公司合作开发的拥有自主知识产权技术建设的20万吨/年煤制乙二醇工业示范装置建成投产,生产出合格的乙二醇产品,标志着我国自主研发的万吨级煤制乙二醇成套技术工业化示范项目获得重大进展和初步成功,让人们看到了希望。随后还有湖北化工研究院、清华大学等单位也陆续推出了煤制乙二醇新工艺。但普遍认为此项技术尚在起步阶段,需要时间进一步完善与提高。

一旦煤制乙二醇技术获得突破,将改变长期依赖进口的局面,也能够替换大量的石油资源。

3.5 煤制油

煤制油分为直接液化和间接液化两种不同的路线。直接液化是煤在高温和加氢等条件下直接变为液体,再进一步制成汽油、柴油等油品;间接液化是煤先经气化制成合成气,再用合成气进行合成制成油品。

理论上讲,直接液化流程短、投资省、效率更高,而且特别适合变质程度较轻的褐煤等劣质煤种,有很好的发展前景。作为世界上首个工业化项目,神华鄂尔多斯百万吨煤直接液化制油工程于2008年建成投产,并经过两年多的不断优化改造和完善,实现了安全稳定较长周期运行,已通过了中国煤炭工业协会组织的专家鉴定。

煤炭的间接液化技术相对成熟,而且在南非已有多年的大规模商业实践,尤其是在当前油价下有很好的经济效益,但投资稍高,国内也已建成并投产了几个10万吨规模的示范装置,目前尚无能达到经济规模的项目,工程的放大和经济性考验有待时日。

总之,煤制油作为战略技术储备在中国已达到了目的,随着经验的积累正在日趋完善,其最大优点是能够生产合格的车用燃料直接弥补成品油的不足。

3.6 化肥等传统煤化工

化肥等传统煤化工发展较早,生产工艺技术成熟可靠且已充分优化完善,产品的竞争力很强,在国内早已实现对石油化工的完全替代,以石油为原料的化肥企业在20世纪已经全部退出市场。但这些产品的市场已基本饱和,且由于产品附加值较低,远距离的运输成本较高,不适宜在我国西部偏远的煤炭产区更大规模发展。

4 适度发展煤化工,实施煤代油战略的具体设想和建议

4.1 在正常情况下,用煤化工逐步替代石油化工以节省一部分原油

我国的石油消费中,目前大约80%用作车用燃料,20%用作原料来生产烯烃等基础化工产品,这部分产品每年大约消耗1亿t左右的原油。包头煤制烯烃等项目的成功实践已经证明,在目前石油价格维持在每桶90美元左右的价位下,煤制烯烃的成本比石油制烯烃的成本低得多;以烯烃为主体的传统石化产业没有竞争优势,将逐步被煤制烯烃所替代。这种情况就像当年的石油制化肥、石油制甲醇先后被煤制化肥和煤制甲醇所替代一样,将是一种必然趋势。煤化工逐步替代这部分石油化工,可以适当减少原油进口或减缓原油进口量的增长。

4.2 在不利情况下,推广使用醇醚燃料弥补部分石油燃料的不足

所谓不利情况,是指国际原油价格上涨到每桶100美元以上,甚至更高。在这种情况下,我国大量进口原油的成本太高,所以建议积极推广使用煤制醇醚燃料,由甲醇替代一部分汽油,以二甲醚替代一部分柴油。按照目前国内4000万t/年煤制甲醇产能、1000万t/年左右的煤制二甲醚的已建及在建产能,可以替代2000万t/年以上的成品油,相当于替代4000万t/年原油。

目前甲醇汽油的部分标准已经颁布,二甲醚标准的发布尚需政府有关部门的推动。随着对醇醚燃料安全性、环保性的进一步验证,以及相关标准的制定颁布和应用技术的成熟及推广,醇醚燃料将在石油补充替代方面起到显著作用,目前全行业的过剩产能也将得到缓解和消化,而且还能够有进一步的发展,有望替代原油5000万t/年甚至更多。

由于我国进口原油较多,采取以上两种措施,能够对国际油价的过快上涨起到一定的抑制作用,为我国经济发展创造较好的能源供给环境。

4.3 在特殊情况下,一旦石油进口受阻,启动煤制油工程

所谓特殊情况,是指国际环境出现大的动荡,我国的原油进口渠道受到封锁。按照我国现有的石油自给能力和消费需要,我国的国民经济将无法正常运行。在这种情况下,我们建议在实施上述两种措施的基础上启动煤直接液化和间接液化项目。其中

间接液化最有条件,现有的绝大部分煤化工企业都可在短时间内顺利转产,直接生产2000万t/年以上高品质的油品,再根据需要建设一批新的煤直接液化和间接液化生产装置,满足车用燃料所需。保证国民经济在特殊情况下的正常运行。

4.4 无论在任何情况下,现有天然气化工均应该尽快退出

我国天然气资源奇缺,随着人民生活水平的提高,天然气作为优良的民用燃料,供不应求已成为事实,未来的缺口还将越来越大,甚至直接威胁国家和社会稳定。按有关方面的预测,到2020年我国天然气的缺口将达到1000亿 m^3 以上^[5]。因此,国内现有的天然气化工生产装置应该尽快全部退出,其产品全部由煤化工替代,这样做可以节省约200亿 m^3 /年天然气消耗。不足部分再由煤制天然气补充。为此,国家需要及早规划,合理布局,在我国的一些有条件的煤炭产区建设若干个大规模的煤制天然气项目。力争做到能够满足我国80%以上天然气的需求,甚至还可以拿出一部分天然气作为清洁燃料补充部分特殊环境下的车用燃料,实现对石油的间接替代。

以上4项措施的实施可以极大地降低我国石油安全的风险,确保我国国民经济在各种不利情况下的正常运行,即使不能短时间内全部实施,至少有一个明确的导向也是非常有意义的。

5 煤化工发展备受关注的几个焦点问题

5.1 行业发展规律及全球化的影响

从世界趋势看,石化行业正在进行两个转移,一个是向新兴发展中国家,如中国、印度等国家转移,另一个是正在继续向石油富产地区如中东、南美地区集中;一些新兴化工企业如沙特沙比克公司等正在逐步取代老牌化工公司如巴斯夫、道化学等,这些都是行业发展的客观规律,同时也是各国经济发展和资源特点的具体体现,是一种不以人的意志而转移的必然趋势,我国早晚也会步这些发达国家的后尘,被转移和替代,这一点应引起国家有关部门的重视。

在中国,煤化工比传统的石油化工更具有竞争力,这一点已经得到大家的普遍认可,国内三大石化企业均已明显加大、加快了在煤化工方面的投资力度和速度,几乎所有大型跨国化工企业也都在以独资、合资或提供技术、装备的方式参与国内煤化工建

设,这都说明大家普遍看好煤化工在中国的发展。这也是全球化情况下,各国优势资源合理配置的一个有效选择。

5.2 关税的影响——新型煤化工产业能更好地抵御降低关税的冲击

在天然气资源富集的国家 and 地区,天然气化工产品成本较低,如中东地区的乙烯生产成本仅为我国的30%,甲醇、聚丙烯生产成本分别为我国的50%和75%。即使在目前关税40%的情况下,产品到岸价亦明显低于当期国内市场价,已经对国内甲醇企业的运行构成威胁,也是造成去年国内甲醇企业开工率仅有40%的一个重要因素。但是由于石油化工的生产成本高于同类新型煤化工产品成本,随着甲醇制烯烃技术的推广,如果进一步降低关税,首先受到严重冲击的是石油化工而不是煤化工。国内石化烯烃在受到甲醇制烯烃和国外天然气烯烃的双重冲击下,将面临被淘汰出局的危险。

5.3 碳排放的影响——新型煤化工的碳排放更易捕集和处理

我国煤炭消费量占全球煤炭消费量的比重为46.9%,位居第一。由于受中国能源结构的限制,以煤炭为主的能源消费结构在很长时间内不会改变。煤炭的使用必然要造成一定的碳排放,与其他使用方式相比,煤化工碳排放较少且较为容易处理。因为在煤化工的生产过程中,一是一部分碳参与反应留在了产品里,二是工艺过程产生的高浓度二氧化碳容易捕集。据气候组织2010年发布的报告称,火电行业二氧化碳的捕集成本可能要高达50美元/t,占二氧化碳捕集与封存全流程成本的80%左右。而煤化工行业由于其工艺流程的特点,产生的二氧化碳浓度远高于电厂烟道废气,其捕集成本将大大低于电厂(只有电厂的一半左右),捕集的高浓度二氧化碳还可以用于强化采油或其他商业用途。而其产生的硫化物可以经脱除后,直接回收加工成硫磺或其他硫产品。

5.4 水资源问题——煤化工耗水量并不大,节省少许农业用水即可解决

我国西部总体缺水,但是在黄河中上游部分地

区,如河套地区等的农业生产仍为漫灌为主,只需少量投入改为管道灌溉即可节约大量的水资源。相对而言,工业用水总量较少,煤化工所需水量并不大,节省少许农业用水即可完全满足煤化工用水。

虽然表面上看,煤化工项目动辄年耗水量达千万立方米,这主要是由于煤化工项目规模较大、流程较长造成的,其单位耗水量并不大,和石油化工相比绝对值差别不大,处理单位煤炭耗水量也仅是火力发电的60%。

另一方面,在煤化工总用水量中,用于化工工艺中消耗的水不足20%,80%以上是循环冷却水的消耗。这些冷却水消耗,我们可以通过工艺和技术的途径减少水的使用量,如将传统的水冷工艺改为空冷工艺、采用高效冷却器、采用溴化锂辅助制冷等可以大幅降低水的消耗;还可以将生产过程中产生的废水全部回收利用,做到污水零排放。通过这些方式大幅度地减少水资源的消耗是完全有可能的。

总之,在当前全球油气资源越来越短缺的严峻形势下,利用我国煤炭资源相对丰富的优势,以及新型煤化工技术趋于成熟的条件,理性而客观地分析煤化工发展中各方面提出的质疑,正视煤化工替代石油化工凸显的经济性,进行能源结构的合理分工,进一步助推煤化工全面替代石油化工的战略实施,对于国家能源安全将提供有力的保障。

参考文献

- [1] 2010年中国原油进口点评[G/OL]. 中国行业研究网,2011-2-10.
- [2] 煤化工产业的发展机遇与风险[G/OL]. 中国投资咨询网,2008-6-5.
- [3] 朱平. 神华集团新型煤化工产业工业化示范[G]. 2009年第四届新型煤化工国际峰会材料汇编. 包头:2009.
- [4] 闫国春. 神华包头煤制烯烃示范工程进展[C]//全国煤炭清洁高效转化利用工业示范总结大会. 北京:2010.
- [5] 韩悦. 煤制合成天然气技术经济研讨会汇报[C]//首届煤制合成天然气技术经济研讨会. 北京:2010.

Developing coal chemical industry and ensuring national energy security

Xu Yaowu, Xu Liwei, Lu Yongjun

(Preparatory Group, China National Coal Group Corporation, Beijing 100120, China)

[**Abstract**] This article proposes the way of thinking and viewpoints for implementing the strategy of coal replacing oil in view of actual situation of energy structure in China by means of explanation and analysis on theory and practice, expounding the necessity and significance of implementing the strategy of coal chemical industry replacing oil chemical industry from several respects, summarizes the technical process and market situation of several main coal chemical industry products, and makes comparison and analysis on their competitiveness. Based on this, this article explicitly proposes the detailed ideas and suggestions for implementing the strategy of coal replacing oil. At the same time, the article makes analysis and explanation on several focus issues such as water resource and carbon emission that attract much attention during the development of coal chemical industry, and proposes its own viewpoints.

[**Key words**] coal chemical industry; replacement; oil chemical industry; strategy; energy security; advice

(上接 19 页)

Present situation and outlook of coal mine equipment technique and manufacture in China

Pu Jin^{1,2}

(1. China Coal Energy Company Limited, Beijing 100011, China; 2. China National Coal Mining Equipment Co., Ltd., Beijing 100011, China)

[**Abstract**] In recent years, Chinese coal mine equipment manufacturing technology is growing rapidly, and a group of technology and equipment that represent the world's advanced level have been used successfully in the coal mine. The high-output and high-efficiency records are continuously refreshed; for a long period of time in the future, coal will dominate the main structure of non-renewable energy and it is difficult to change. Safe and efficient coal mining technology and equipment will continue to play an important role in the coal industry. The coal mine equipment with the characteristics of complete, integration, automation, intelligentize, informationize and greenization will be widely promoted and applied.

[**Key words**] coal mine equipment; scientific innovation; technological development