



对我国能源替代战略的思考

傅向升

(中国化工集团公司, 北京 100080)

摘 要: 结合国内外替代能源的开发应用情况, 对目前我国替代能源项目, 包括煤变油、甲醇、乙醇、生物柴油等, 从原料、经济性、技术、环境污染等方面进行了较为深入的分析, 以期引起正在建设和准备建设替代能源项目的地方政府和企业的思考。

关键词: 能源; 能源需求; 能源消费; 能源政策

文章编号: 1673-9647 (2007) 9-0001-04

中图分类号: F407.2

文献标识码: A

随着世界原油价格的持续高位运行, 研究和开发替代能源, 已成为全球日益关注的课题, 我国的能源替代研究和发展的持续升温。笔者在做了大量调查研究的基础上, 结合国内外替代能源的开发应用情况, 对目前我国替代能源项目, 包括煤变油、甲醇、乙醇、生物柴油等, 从原料、项目的经济性、技术和生态问题进行了较为冷静地、深入地分析, 以期引起正在建设和准备发展替代能源项目的地方政府和企业的思考。

1 对煤变油项目的思考

煤变油是指将煤炭进行液化, 以煤炭为原料生产汽油、柴油等车用燃料。目前煤变油的技术路线分为直接法和间接法。

直接法是指将煤炭通过高压催化加氢制得各类油品。该方法目前在世界上尚无工业化装置运行, 这是前无先例的技术, 我国神华集团正在建设年产 500 万 t 油品的生产装置。该路线对煤种有一定的要求, 变质程度高的煤和惰性组分高的煤不太适合。

间接法是指先将煤气化, 再经反应合成油品的过程。国际上一般称为“费—托合成”, 该方法在南非萨索尔公司自 1955 年建起世界上第一套大规模生产装置以来, 已成功运行了半个多世纪。萨索尔公司每年生产液体烃类产品约 700 万 t, 其中合成油品约 500 万 t。该方法我国的兖矿集团已进行了工业化试验, 正在论证利用该技术建设生产装置。与直接法相比, 该方法技术成熟, 煤种选择面广, 但是工艺较长、生产步骤较多。

作为能源替代战略的煤变油项目, 近几年来一直受地方政府和企业的追捧, 存在过热现象。

很多产煤大省政府或煤炭企业, 都在规划发展煤变油项目。但是煤变油的建设不仅受煤炭资源、水资源的制约, 而且还受到生态环境和技术的制约, 万不能盲目上马。

尤其是煤变油项目投资巨大, 一般企业难以企及。而且煤制油的产品市场风险直接与石油价格相连, 市场风险的不确定因素也是难以把握的。

2 对甲醇项目、乙醇项目发展的思考

能源替代、尤其是汽车燃料的替代, 是当前人们最为关注的话题。其中尤以甲醇与乙醇的应用、建设之争, 一直成为能源界关注和争论的焦点。甲醇和乙醇都可以以纯品作为汽车燃料, 即俗称的甲醇汽车或酒精汽车; 也可以分别与汽油掺混作为汽车燃料, 即俗称的甲醇汽油或乙醇汽油。国内外不仅已经做了大量试验推广工作, 而且已有很多实际应用的结果。甲醇汽车主要是德国和我国做了大量汽车试验和行驶里程试验; 酒精汽车主要是巴西已应用多年, 美国和我国在酒精汽油方面, 也已经积累了很多应用经验。

2.1 甲醇项目情况

甲醇可以以天然气、石油或煤炭为原料生产, 都是先将天然气、石油或煤炭裂解或气化为一氧化碳和氢气 (即合成气), 再经合成反应器后催化合成为甲醇。2005 年世界甲醇产能近 5 000 万 t, 产量约 3 600 万 t, 据统计 2010 年世界甲醇产能预计会达到 6 400 万 t, 2015 年预计会达到 7 200 万 t。我国 2006 年的甲醇产能超过 1 300 万 t/a, 产量近

收稿日期: 2007-09-13

作者简介: 傅向升 (1961-), 男, 山东省人, 教授级高工, 长期从事化工科技管理工作。

900 万 t。据统计,我国在建和拟建的甲醇项目约有近百项,规划产能超过 5 000 万 t/a。凡是产煤地区或产天然气的地方,几乎都规划要上甲醇装置,如果把所有规划的甲醇项目绘制在一张蓝图上,可以说是厂区重叠、塔器林立,甚是壮观。我国正在建设的甲醇装置,与发达国家或中东正在建的装置相比,有以下几个问题,应引起地方政府和企业注意。

2.1.1 原料问题

我国的甲醇生产装置,以及正在建设和规划拟建设的甲醇项目,大都以煤为原料,2006 年已建成的 25 个新项目中,总产能超过 400 万 t/a,而以煤为原料的装置产能占 50%以上,以天然气为原料的装置产能约占 1/3。发达国家以及中东地区正在新建的甲醇生产装置大多以天然气为原料,因为以天然气为原料生产甲醇,其原料成本是最低的,据测算中东天然气制甲醇的原料成本约 810 元/t,而国内以无烟煤为原料的甲醇厂,仅煤价就高达 800 元/t,生产的甲醇成本要在 2 000 元/t 以上,就是在煤炭产地建设坑口甲醇生产装置,与气头甲醇相比成本也高出许多,其竞争力可想而知。

2.1.2 规模问题

发达国家已建和中东地区正在建设的甲醇装置都是大型化装置,其规模大都在百万 t 以上,单位产品的建设投资相对较低。而我国现有的甲醇生产装置大多在十万 t 左右,即使已经规划了一些 60 万 t/a 以上,甚至在百万 t 以上的甲醇装置,那都是规划论证的规模,当开工建设时由于筹资等各方面原因,大都采取了统一规划、分步实施的方式,实际上也没有实现大型化,难以形成经济规模。

2.1.3 市场问题

2006 年我国甲醇产量约 880 万 t (产能是 1 300 万 t),进口约 110 万 t,出口约 20 万 t,即去年我国甲醇的表观消费量约 970 万 t,目前在建和拟建装置的总产能有 5 000 万 t 之巨,假设只有 50%的产能建成投产,这近 4 000 万 t 的甲醇总量如何消化是一个不得不面对的问题!更何况发达国家已有的生产装置,特别是中东地区正在建设的大型甲醇装置,除了满足本国或本地区的市场需求以外,将有大量富余产能,这些产能主要是针对亚洲市场,又特别是针对中国的市场,届时海外大量更具成本优势的甲醇产品和国内巨大的产能相叠加,将会产生什么样的效应将是明显的。

2.2 乙醇项目情况

乙醇可以粮食为原料来生产,也可以甘蔗、甜菜、薯类以及植物秸秆为原料来生产。世界各国都是充分利用本国的优势资源来生产乙醇,巴西就是利用本国的大量甘蔗资源来生产乙醇的,而美国却是利用本国中部地区盛产的玉米来生产乙醇,我国近几年主要是利用陈化粮来生产乙醇。不管采用哪一种原料来生产,所采用的技术路线都是一样的,即利用原料中的淀粉或糖分,经过发酵后经提纯得到乙醇。最早的乙醇主要是以酒的形式进入人们的生活,随着技术的进步和发展,以乙醇为原料制得醋酸、醋酸酯而进一步深入了人们的生活;在石油化工大发展之前,以乙醇为原料经脱水后获得了乙烯,又以乙烯为原料进一步发展塑料等一系列化学产品,酒精化工也就是粮食化工已深入到经济和人们生活的各领域和各个层面。今天在世界各地奔跑的汽车中,有成千上万辆就是以乙醇或乙醇汽油为燃料的,也就是说乙醇已经成为今天现代化的一个驱动力之一,并且正在日益得到人们的重视。最早用纯乙醇开汽车的是巴西,上世纪 70 年代爆发石油危机以后,巴西就将大量的甘蔗酒精用于汽车燃料。今年年初,美国总统布什访问南美,专门与巴西签订了酒精燃料合作计划。目前,美国以及西欧诸国都在研究和制定酒精燃料的开发和使用计划,将乙醇作为汽车燃料的重要替代产品。2004 年世界燃料乙醇的总产量约 2 500 万 t,2005 年超过 3 000 万 t,增长速度很快。

我国的乙醇汽油已经在东北三省和河南、山东、安徽等省市大量推广。进入 21 世纪以后,我国一是原油加工量逐年增加,去年已达到 3.5 亿 t,已成为仅次于美国的第二大石油加工国;二是原油的对外依存度越来越大,近几年的进口量都在 40%以上。为了应对石油资源的紧缺和原油价格的不断高涨,同时也是为了解决我国储备粮存在着大量陈化粮的问题,我国政府鼓励用陈化粮生产乙醇,再用乙醇掺混汽油用于汽车燃料,作为能源替代的一大战略。目前,我国生产燃料乙醇的定点企业有 4 家,吉林燃料乙醇公司、河南天冠集团、安徽丰原生化公司、中粮生化能源(肇东)公司,2005 年燃料乙醇产量超过 70 万 t,去年达到 130 多万 t。据了解,目前很多地区或企业都在争取新建燃料乙醇项目。作为能源替代战略的燃料乙醇

项目的建设,也应研究和思考以下几个问题。

2.2.1 原料问题

乙醇的原料有粮食(玉米、小麦等)、非粮作物(甘蔗、甜菜、甜高粱、木薯、红薯、马铃薯等),还有农业废弃物(秸秆)、以及一些植物纤维材料等。以粮食和甘蔗、甜菜、薯类等为原料制取乙醇,国内外已有大型工业化生产装置投入运行多年,技术是成熟的;而以秸秆或植物纤维材料为原料制取乙醇,国内外都进行了大量实验研究工作,并取得了一定的经验,但离工业化还有一定的差距,主要是经济竞争力不强。当前人们最为关注的是以粮食或非粮作物为原料生产燃料乙醇,存在着“与人争粮和与粮争地”的问题。世界人口的不断增长,地球压力不断加大,人类的生存压力不断增加,都让人们“与人争粮”乙醇项目发展日益担忧。特别是我国,用有限的28亿亩的可耕地,养育着13亿的泱泱人口,去年历史新高的粮食产量是49 746万t,人均不足400公斤,这样的现状究竟还会有多少粮食可以用于开动汽车?是一个再直观不过的问题了。所以,发展非粮乙醇产业,特别是加快植物纤维制酒精的技术开发和产业化尤为急迫。

2.2.2 技术问题

以粮食为原料生产乙醇的技术是成熟的,工艺路线基本定型,但是我国燃料乙醇的生产技术水平与发达国家相比,还有较大的差距。与美国相比,我国生产1t燃料乙醇的水耗要比美国高5倍多,原料消耗要高约20%,生产成本要高17%,这就要求我们应进一步提升技术水平,进一步节能降耗。以农作物秸秆或其他植物纤维为原料制取乙醇,不论国外还是国内还都处在研究开发过程中,特别是秸秆和植物纤维的前期化学处理技术、纤维素酶的酶活性以及酶解效率等,都离产业化还有很大差距。化学处理过程的蒸汽爆裂技术和酸解过程,不仅技术指标还需要进一步优化提升,而且大量废酸水的处理和再生也是一大难题。

2.2.3 生态问题

近来随着能源替代战略的燃料乙醇的大力发展,非粮路线生产乙醇发展迅速。为了大量生产甘蔗而过度开发热带雨林;为了能够大量生产甜高粱而过度开垦大量低产田地;为了生产生物柴油而过度开垦自然植被,种植木薯、棕榈树等,这些都对生态环境带来了极大的挑战。如果不能有效地节制和适度地控制,生态环境将会进一步恶化,最终人类将自食其果。

美国发展燃料乙醇,不论是粮食路线,还是非粮路线,利用自己国内原料在本土建设燃料乙醇生产装置慎之又慎,今年初布什访问南美与巴西签订了燃料乙醇合作计划的一揽子协议,真正目的是大量利用巴西的甘蔗资源。据业内权威人士透露,当前,美国每年从我国进口大量燃料乙醇粗品,经提纯后掺混到汽油中用于汽车燃料。这应引起我们的深思。

2.3 甲醇项目与乙醇燃料项目的分析比较

面对石油资源的日益紧缺,原油价格的日益高涨,作为能源替代的重要方面,究竟是甲醇燃料好,还是乙醇燃料更优,笔者认为应主要从原料、经济性、环境污染等三方面加以分析。

2.3.1 原料分析

甲醇是以天然气、煤或石油为原料,乙醇是以粮食、非粮作物或农作物废弃物为原料。也就是说乙醇的原料是可再生资源,而甲醇的原料是不可再生资源。可再生资源从理论上讲是取之不尽、永不枯竭的,而天然气、石油的储量是极其有限的,目前已经探明的储量大约还能用50年。虽然随着技术的进步不断有新的油气田被发现,特别是近期我国相继在南堡、四川盆地等地域又发现新的、储量可观的油气田,对我国的石油和化工界又注入了新的希望,但油气资源毕竟是有限的。而煤炭资源虽然储量相对丰富,但储量也是有限的,照现在的储量和年开采量,几百年之后也将枯竭,这就是甲醇原料的现状。

乙醇既可以油气为原料(乙烯法),也可以粮食和农作物为原料。以粮食和农作物为原料,是当前能源替代的首选,特别是以非粮路线和植物秸秆、植物纤维素为原料是当前的最大热门课题。乙醇原料的最大特点就是可再生,但是也有一些难以回避的问题。上述已谈到,粮食路线存在“与人争粮”的问题,非粮路线存在“与粮争地”问题。薯类、甜高粱、甜菜等还存在一个原料储存问题,植物秸秆不仅技术上还未过关,原料方面还存在收购,以及原料的稳定供应问题。

这些都是发展甲醇项目和乙醇燃料项目应加以认真分析的问题。

2.3.2 经济性分析

甲醇汽油或乙醇汽油,就是甲醇或乙醇掺混到汽油中作为汽车燃料。目前国际市场还是国内市场,甲醇的售价约是2 000~2 500元/t,乙醇是5 400~6 200元/t,汽油是5 500~6 000元/t。由此可见,甲醇掺混到汽油中比乙醇掺混的利润要大得多。当前,甲醇的生产成本不到2 000元/t(国外以

天然气为原料的大型化装置的生产成本不到1 000元/t;国内燃料乙醇的生产成本大约是4 000元/t,而市售燃料乙醇要求价格是3 200元/t左右,可见燃料乙醇厂是亏损的。因此,国家为了鼓励燃料乙醇的发展和推广,对定点厂家实行国家补贴制,今年国家对燃料乙醇统一每吨补贴1 370元(去年有些厂家补贴更高),照去年的产量计,一年国家补贴约18亿元(如果这项经费用于进口原油,按现在的价格也能购买300多万bbl)。如果没有国家补贴制度,燃料乙醇厂家是难以长期运行的,如果原油价格不是在目前的高位运行,燃料乙醇厂家将更加难过。从经济性来看,甲醇汽油和乙醇汽油价格孰优孰劣是显而易见的。

2.3.3 环境污染问题

甲醇和乙醇都是碳、氢化合物,经汽车发动机充分燃烧以后都变成水和二氧化碳,理论上对人是无害的。但不论是纯汽油,还是掺混汽油,在汽车发动机中都不会是100%的完全燃烧,这也就是汽车尾气为什么会对大气造成污染的原因。甲醇和乙醇,单纯从化学品的角度来看,乙醇是无毒的,只是空气中乙醇浓度很高时,会对人的眼睛和上呼吸道粘膜产生刺激,但只要环境适当通风,一般不会发生乙醇中毒危险。而甲醇是有毒的,易挥发,可燃,略带乙醇的香气。甲醇的毒性对神经系统和血管系统影响最大,甲醇的毒害作用可以通过呼吸器官、皮肤等途径进入人体内部而发生。长期接触甲醇而没有有效保护的话,可中毒引起胃肠失调、头痛、压迫中枢神经系统,四肢颤动、心脏虚弱、恶心、呕吐、呼吸困难,严重的甚至造成失明。这也就是国外、国内虽然进行了大量甲醇汽油的研究和里程试验,而始终没有正式作为汽车燃料的主要制约,也是甲醇燃料反对者所持的重要意见。

3 对生物柴油发展的思考

能源替代战略中,上面主要谈了汽油替代的问题,实际上还有一个柴油替代问题。以2006年

为例,我国成品油的表观消费量超过1.8亿t,其中汽油的表观消费量约5 200万t,而柴油的表观消费量高达1.16亿t。由此可见,在我国柴油的替代问题的确不容忽视,实际上这也是当前世界上能源界普遍关心的一大问题。当前柴油的替代产品主要是二甲醚和生物柴油。

二甲醚主要是以煤或天然气为原料,二甲醚的技术路线分一步法和二步法。一步法是指煤或天然气经合成气一步直接合成二甲醚;二步法是指煤或天然气经合成气首先合成甲醇,再经甲醇脱水制得二甲醚。二步法工艺是较成熟的,在我国西南化工研究院、山东久泰公司等单位都有自己的专利,已经掌握了大型成套化技术,并成功实现了产业化。二步法工艺国内外都进行了大量研究开发工作,最近也取得了突破性进展,但大型工业化生产装置尚未投入运行。生产二甲醚国外大多以天然气为原料,而国内多以煤为原料。

生物柴油是指以动物油脂或植物油脂为原料,与低碳醇经过酯交换反应后得到的一种脂肪酸酯类产品。动物油脂大家都很熟悉了,而植物油脂的获得是以大豆油、菜籽油、棉籽油、棕榈油或麻疯树籽油为原料。这些原料的获得,就象燃料乙醇的原料获得方式和途径是一样的。国外多以棕榈油、大豆油为原料,国内多以菜籽油、棉籽油为原料。国内很多大学、研究机构以废弃的餐饮用油为原料也开展了很多研究工作,目前国内一些企业都在探索通过种植麻疯树,来获得生物柴油的原料,这项工作有的中央企业与广西、海南等一些南方地区已经开始合作。二甲醚的原料问题、技术问题以及当前的热度都与甲醇有些相似;而生物柴油在发展过程中,原料的来源问题、以及如何保证稳定供应的问题最突出,与燃料乙醇所面临的问题有些相似,不再赘述,仅供关心能源替代问题的同仁参考。

Analyzing Energy Substitute Strategy in China

FU Xiang-sheng

(China Chemical Group, Beijing 100080, China)

Abstract: Based on current situation of substitute energy development and application at home and abroad, to analyze current energy substitute projects in China including coal liquefaction, CTO, methanol, ethanol, bio-diesel etc, in terms of raw materials, economic efficiency, technology, and environmental pollution.

Keywords: energy sources; energy demand; energy consumption; energy policy