



■石元晔

2011年是石油战事多发的一年。3月,爆发了由“北约”直接军事干预的利比亚战争,法、英、意等几个欧洲国家不惜投入巨额军费而积极参与,重要原因是保护英国BP、法国道达尔、意大利埃尼等石油巨头在利比亚的利益和保障本国的石油供应。7月,南苏丹独立,美欧等在苏丹问题上对中国无理指责,主要原因也在于石油。11月,东盟外长会议和东亚峰会上凸显的中国南海问题以及美、日、印等国的介入也是因为石油。年底,伊朗在霍尔木兹海峡陈兵军演和美伊剑拔弩张的背后更是中东石油问题;美欧针对伊朗石油产品的经济制裁使得中国总理紧急出访沙特等国,也是为了“找油”。一年里发生这么多事,都直接涉及我国油气进口,因为油气越来越依赖国外并已成为“国之软肋”与受制于人的“七寸”了。美国战略重点向“亚太”转移,正在组织对中国的弧形包围圈,一旦需要施压,最简单和轻而易举的办法就是切断中国油气运输线,先把你的经济和社会搞乱再谈。

以上种种,难道不该在战略层面上对国家能源安全问题,尤其是油气安全问题多想一想,多一些忧患意识吗?

“自主与安全”的能源战略

近10年美国能源战略与政策方面的资料中出现频率最多的用词是“自主”、“安全”、“替代”、“生物燃料”以及“降低石油进口依存度”。

全球70%的石油资源集中于中东,而资本、先进技术和消费市场集中于美欧工业化国家,这就注定了双方在资源、经济、政治以至军事上的争斗与博弈。据《BP世界能源统计报告2011》,2010年世界石油和天然气仅可分别满足世界46.2年和58.6年的开采。油气资源在渐趋枯竭,开采难度与成本越来越高,价格上扬是必然趋势,在这盘油气残棋的博弈中,资源国与消费国之间的矛盾只会越来越尖锐,消费国之间利益的竞争只会更加激烈。

改革开放加速了中国工业化进程,能源需求激增,1993年成为石油净进口国,成为了一名晚了近百年的世界石油消费国俱乐部里的“新生”。俱乐部里那些雄赳赳气和虎视眈眈的“老生”与一位腰缠万贯、咄咄逼人的“新生”之间能和谐相安和世界大同吗?中国不能过高估计自己的外汇储备的作用,也不能只盯在全球剩下的这“半桶”石油上,想想不是还有其他途径。

看看石油消费国俱乐部里的那些“老生”们在想什么和做什么,我们会好处。

石油消费国俱乐部里的这些“老生”除了给“新生”处处“使绊”和明争暗斗外,十多年前就已另辟蹊径地准备“立足本土”了。

作为世界第一大石油消费国的美国,其为石油“立足国外”付出的代价太大了。经过多年准备,1999年克林顿发布了以石油替代为目标的《开发和推进生物基产品和生物能源》总统令;2005年布什在其签署的《国家能源政策法》中专设了“乙醇训令”,要求燃料制造商到2012年在汽油中必须加入2250万吨生物乙醇,以每年减少20亿桶原油进口。布什在2006年国情咨文演讲中曾有段名言:“美国在使用石油上像吸毒一样‘上瘾’,而这些石油是从世界上不稳定的地区进口的。最好的办法就是依靠美国人的才智和技术进步,打破对石油的过分依赖,改善我们的环境,摆脱石油经济。”“我们的一个伟大目标是到2025年,替代75%的中东石油进口。”

经过5年准备,在2007年通过的《能源自主与安全法案》,向世界宣告了美国的自主与安全的能源战略,并规定到2022年全美必须生产和使用1.08亿吨生物燃料(其中包括1.05亿吨燃料乙醇)。当2008年世界粮食危机中美国生产玉米乙醇受到猛烈攻击时,布什对媒体说:“问题的实质是我们的农民种植能源,并不再从不稳定地区购买石油,这是我们的国家利益所在。”多么鲜明的态度和立场,“国家利益所在”!

奥巴马上任仅两三个月,就给农业部长下达总统令,要求农业部加大加快在生物燃料产业的投资和生产,在美国建立永久的生物燃料产业;2011年3月奥巴马发布《确保未来能源安全的蓝图》。训令中将通过发展生物燃料以减少进口石油放在第一位,并宣称“美国不能把长久繁荣与安全建立在将会枯

我国的能源忧患

竭的能源基础上”,发誓要生产更多的本土生物燃油和提高燃油效率,在10年内使美国的石油进口规模(指每天1100万桶)减少三分之一。

美国能源信息署(EIA)发布的《能源展望2010》描绘了2035年前美国能源发展的轮廓,提出2035年,即再过25年美国的石油消费量仍可维持在2008年水平,因为石油需求的增长部分可全部由生物燃料替代,届时燃料乙醇消费量将占石油消费量的17%,美国原油进口依存度将下降到45%以下。该报告还指出,未来的汽车中,以生物燃料和汽油为动力的灵活燃料汽车(FFVs)将占到40.9%,电动汽车占5.35%。

如果我们查阅近10年美国能源战略与政策方面的资料,出现频率最多的用词是“自主”、“安全”、“替代”、“生物燃料”以及“降低石油进口依存度”。经过十多年的努力,美国石油进口依存度终于由75%下降到47%,主要靠的是年产4000万吨燃料乙醇,初步完成了由石油“立足国外”到“基于本土”的能源战略转变。美国能源部最近的数据显示,在过去的6年里能源自给率逐渐提高,2011年前10个月达到81%,这是美国积百年之经验和对当今形势的高瞻远瞩,是一个成熟国家的表现。

2007年欧盟通过立法提出2020年能源消费总量中可再生能源要占到20%,其中交通部门燃料消费中生物质能源要占到10%的目标;瑞典能源消费结构中石油份额由1970年的77%下降到2008年的32%。首都斯德哥尔摩的公交车已全部使用生物乙醇和生物天然气。2004年印度开始石油/农业领域的“无声革命”,制订了从2011年开始全国运输燃料中必须添加10%乙醇的法案,违者将被起诉。日本经内阁会议审议通过的《日本生物资源综合战略》提出由“石化日本”向“生物日本”的战略转变,并制定了摆脱石油依赖的时间表。

无论论资源枯竭、争夺激烈、代价高昂、能源安全、保护环境,可以持续等任何方面考虑,从“立足国外”到“基于本土”的能源自主与安全战略的转变都是大势所趋。中国的能源问题比他们严重得多,对国家能源自主与安全的要求也迫切得多,我们何时才提“自主与安全”的国家能源战略呢?

“自主与安全”和“基于本土”是一种态度和指导思想,不是“不进口”、“不走出去”。也不要因为我们四处弄油买气而不好意思提“自主与安全”,正是因为我们资源匮乏和“四面出击”,才更要提“自主与安全”和“基于本土”。美国十多年前提出能源自主与安全战略时的石油进口依存度是75%,2010年不是还进口了5.85亿吨石油,占世界总量的21.8%吗?

“与中国有诸多共同之处的巴西却创造了一个生物燃料与农村经济互促双赢的局面,成为国家第一支柱产业的经济奇迹。”

不仅是“替代” 还在于发展农村经济

对石油与天然气替代的唯一选择是生物燃料,因而它总是与发展农村经济相辅相成的。克林顿的《开发和推进生物基产品和生物能源》总统令指出:“目前生物基产品和生物能源技术有潜力将可再生农林资源转换成能满足人类需要的电能、燃料、化学物质、药物及其他物质的主要来源。这些领域的技术进步的在美国乡村给农民、林业者、牧场主和商人带来大量新的、鼓舞人心的商业和雇佣机会;为农林业废弃物建立新的市场;给未被充分利用的土地带来经济机会。”克林顿在签署此令时向媒体宣称:“到2020年,美国农民可以因此而每年新增收入200亿美元。”

奥巴马就取两三个月就给农业部下达了关于在美国建立永久的生物燃料产业的总统令,强调“利用这个产业为美国加快发展农村经济提供唯一的机会”。2011年8月,奥巴马在爱荷华州召开的“农村经济论坛”上动员私营企业积极参与到国家能源安全行动中,并宣布拨款5.1亿美元,加上私人企业共10亿美元,在今后3年中,由能源部、农业部、海军部及联邦航空署合作,推进用于航空/航海的第二代生物煤/柴油的研发和生产,产品由海军部全部包销。连美国海军的力量也动了起来,奥巴马正在举全国之力发展石油替代与农村经济,并在白宫设立了农村事务委员会,以协调农村发展生物能源与能源、环保等有关部门的关系。克林顿、布什和奥巴马通过发展生物质能源在为美国“三农”做贡献。

作为农业大国的巴西,奇迹般地

甘蔗乙醇产业发展成国家第一支柱产业,替代了全国41.8%的汽油。巴西已建成10大甘蔗乙醇生产基地并由甘蔗种植—乙醇加工—专用汽车FFVs—国内市场—国际贸易的一套完善体系。2003年启动的灵活燃料汽车市场,到2010年2月已超过1000万辆,占汽车销售的90%,且有1.2万架小型及农用飞机使用乙醇燃料。2008年世界粮食危机中有人攻击生物燃料时,总统卢拉说:“巴西的经验表明,生物燃料不仅没有威胁到粮食安全,而且可以在农村地区增加就业,为农民带来了更多收入。”

美欧等工业化国家也十分重视通过发展生物燃料以促进农村经济,而与中国有诸多共同之处的巴西却创造了一个生物燃料与农村经济互促双赢的局面,成为国家第一支柱产业的经济奇迹。中国的贫富差距越拉越大,主要是农民大群体的收入增长太慢,“三农”沉疴难除。党中央一再强调“三农”问题是全党工作的重中之重,下发了城乡统筹、现代农业、新农村建设、科技兴农等一个又一个“一号文件”,为什么不能想想改变一下传统农业的思维模式和落后的农业产业结构,想想“巴西奇迹”,想想中国“三农”问题的病根在哪里。

“中国有诸多共同之处的巴西却创造了一个生物燃料与农村经济互促双赢的局面,成为国家第一支柱产业的”

悬在头上的一柄“达摩克利斯剑”

《BP世界能源统计报告·2011》称,到2010年底,按世界石油、天然气和煤炭的探明储量及生产量,三者可分别开采46.2年、58.6年和118年。中国差之远矣!石油探明储量20亿吨,年产量2.04亿吨和消费量4.53亿吨,即可供开采10年或消费4.4年;天然气探明储量28000亿立方米,年产量968亿立方米和消费量1090亿立方米,即可供开采29年或消费25.7年;煤炭探明储量1145亿吨油当量,年产量18亿吨油当量和消费量17.14亿吨油当量,即可供开采63.6年或消费66.8年。中国是个化石能源资源匮乏,特别是石油和天然气资源极贫的国家。

中国经济的快速发展,能源消费激增,2010年的能源消费占全球能源消费总量的20.3%,超过美国成为全球最大能源消费国,其中煤炭消费量占全球消费总量的48.3%。《BP世界能源统计报告·2011》。1993年中国成为石油净进口国后,2009年的石油对外依存度攀升到53.6%,2011年接近60%;2010年天然气进口量200亿立方米,对外依存度20%。在雄厚外汇储备支撑下,十多年前开始的“走出去”战略发挥了重要作用,从中东到中亚,从俄罗斯到南美都有中国油气资本注入,运输船只的往来与管道铺设,解决了用能的燃眉之急。但吸毒般的“石油瘾”越来越大,对外依赖性越来越强,国家能源越来越不安全,隐患越来越令人担忧。

美国国防部的《2007年中国军力报告》里有一幅“中国至关重要的海上通道”的附图,文字说明是:“中国严重依赖关键性的海上通道来保证其能源进口,约80%的中国原油进口都要经过马六甲海峡”,难怪美国军方曾扬言中国的石油咽喉掌握在他们手上。国际能源组织IEA发表的2007年年度报告提醒说,中国和印度过分依赖中东石油的“海湾石油瘾”将带来本国经济与政治风险,短期风险是增加国内通胀率,长期风险是这个地区如有冲突与战争,中将首当其冲地受到油价和供应中断的影响。仅2011年在非洲和中东出现的上述种种迹象以及正在急剧恶化的形势,不正使中国“立足国外”的这个“国之软肋”暴露无遗,到了IEA预言的边缘了吗?对手可以随时以此敲打、要挟和恐吓我们。我们已经为此付出了沉重代价,我们的经济和社会稳定已经受到了严重威胁,难道我们打算长期忍受而不从战略上考虑能源的自主与安全吗?

不要忘记,“油气立足国外”是悬在中国头上的一柄达摩克利斯剑。

“中国缺电是事实,难道就不缺油吗?缺油少气靠什么?唯一的依靠就是生物燃料。”

能源替代的战略重点应该是油气

中国文化深受儒家思想影响,讲究的是深谋远虑,未雨绸缪,预测不、预

测度等等,不想竟是在能源这个国之命脉上受制于人,并且在这条险径上走得如此之远。令人遗憾的是,2011年12月国家能源局发布的可再生能源“十二五”规划中,风电(1亿千瓦)和太阳能发电(1500万千瓦)十分突出,数倍或数十倍地增长,而对唯一可以规模替代石油的燃料乙醇却在2010年168万吨基础上仅新增300万吨。即2015年的燃料乙醇发展指标只相当于2010年全国石油消费量的0.7%,这对减少石油进口(2011年进口石油2.94亿吨)有任何意义吗?也许规划制订者根本没考虑减少石油进口问题。

中国缺电是事实,石油消费的60%靠进口,难道就不缺油吗?缺电可以用煤电、水电、核电、风能和太阳能发电缓解。缺油少气靠什么?唯一的依靠就是生物燃料。油气立足国外已经给国家造成了如此大的困难,难道在可再生能源规划中不该以油气替代作为战略重点吗?边缘化生物质能源的可再生能源规划符合中国国情和能情吗?

道理并不复杂,复杂的是中国为何如此漠视国家能源安全?在发展可再生能源中为何如此地重风电而轻油气替代?有人说这与什么“利益集团”和“分蛋糕”有关,笔者说不清楚,还是说些技术层面上的问题为好。

“我国有约4亿亩待垦荒地可用于种植非粮乙醇原料,如果加上部分不能种粮食的低质农田,可具年替代石油1亿吨以上的潜力。”

1.5代任主攻 2代任第二梯队

替代石油可以有多种选择,经美欧等多项长期试验与实践证明,能大规模替代石油的主要对象是生物燃料,特别是燃料乙醇。2010年全球燃料乙醇产量8300万吨,替代了5500万吨石油。中国169万吨,占全球产量的2%,为何中国如此地不见燃料乙醇?在中国,以粮食为原料的1代燃料乙醇决不可行,2006年提出的非粮乙醇发展方向是众心所向。问题是“十一五”期间为何毫无进展和“十二五”新增300万吨的“不死活”局面是怎么回事?技术层面上不是2代纤维素乙醇技术不成熟,对1.5代非粮乙醇“看不准”,所以才踏步不前。其实根子是规划制订者没把减少石油进口当回事,也许担心发展生物燃料会多切“蛋糕”,以此说辞而已。

2代纤维素乙醇代表着未来发展方向,美国等投巨资研发多年,但技术挑战比预想的要大,至今尚未实现商业化生产。据《能源自主与安全法案2007》制定的目标,2010年美国应生产9.5亿升纤维素乙醇,实际只生产了0.25亿升。中国的中石油、中粮、天冠、丰原集团等公司经多年努力也有了试验示范的小规模装置,但要进入商业化生产和对石油形成实质性替代还需一个较长的时间。

1.5代燃料乙醇是指以甜高粱秆和木薯等非粮作物为原料生产的燃料乙醇。甜高粱耐旱、耐涝、耐瘠薄、耐盐碱,从黑龙江到海南岛,从东海之滨到塔里木盆地都可以生长,特别适合于在北方的盐碱地和沙地等低质土地上种植。生长期4-6个月,茎秆高3-5米,每公顷产鲜茎45-70吨,汁液丰富,含糖量17%-21%,可与甘蔗媲美。甜高粱用种少,产量高,农田管理简单,生产成本低,在南方可一年两茬,海南岛一年三茬。除甜高粱外,木薯等薯类和菊芋等也是生产1.5代燃料乙醇的备选原料。据农业部2010年的专项调查,我国有约4亿亩待垦荒地可用于种植非粮乙醇原料,如果加上部分不能种粮食的低质农田,可具年替代石油1亿吨以上的潜力。

土地有了着落,非粮乙醇的原料问题就好解决了,问题是转化技术怎么样?经多年小试和中试,清华大学的甜高粱乙醇ASSF固体发酵技术于2011年,中国和印度过分依赖中东石油的“海湾石油瘾”将带来本国经济与政治风险,短期风险是增加国内通胀率,长期风险是这个地区如有冲突与战争,中将首当其冲地受到油价和供应中断的影响。仅2011年在非洲和中东出现的上述种种迹象以及正在急剧恶化的形势,不正使中国“立足国外”的这个“国之软肋”暴露无遗,到了IEA预言的边缘了吗?对手可以随时以此敲打、要挟和恐吓我们。我们已经为此付出了沉重代价,我们的经济和社会稳定已经受到了严重威胁,难道我们打算长期忍受而不从战略上考虑能源的自主与安全吗?

不要忘记,“油气立足国外”是悬在中国头上的一柄达摩克利斯剑。

再说,即使纤维素乙醇可以大规模生产了,仅靠每年的两三亿吨秸秆是远远不够的,必将与正在发展的生物质发电争夺原料。从长远看,必须利用垦殖边际性土地以扩大生物燃料的原料来源。秸秆和能源草用的是纤维素,而甜

高粱用的是茎秆中的糖和薯类用的是块根中的淀粉。1.5代和2代乙醇是多元化问题而不是先进与落后问题,更不是排他性的。

1.5代非粮乙醇产业化的基本条件已经具备了,当然实施中还会遇到一些问题,但都不会是实质性的,与风电相比就不是问题。当前国家能源形势那么紧张,绝不能因枝节问题而犹豫不决,当断不断必有后患。正确的布局是1.5代非粮乙醇任主攻,2代纤维素乙醇作为第二梯队,立即备战出征。

“生物天然气在德国、奥地利、意大利和法国等多用于热电联产,瑞典、瑞士等国多为车用,商业化都已十多年。”

主动培育 即将异军突起的生物天然气

继煤炭和石油,天然气时代正悄悄到来,它的自身优势和人们的开发使它日渐走到能源前台,从常规天然气到非常规天然气。当美国准备大力开发页岩气的时候,欧洲的生物天然气已成规模。德国2010年有近5000多家沼气厂,发电产能1650兆瓦,超过了水电,预计2020年将占全德总发电产能的10%。2007年瑞典提纯后形成的生物天然气驱动的汽车1.5万辆,加气站网络遍布全国;瑞士首都伯尔尼的公交车大部分使用提纯沼气与天然气混合的生物天然气。

所谓生物天然气就是我们熟知的沼气,它与天然气的主要有效成分都是甲烷。沼气甲烷含量在60%左右,提纯到90%以上即同于一般的管道天然气,可用作燃料或发电;如净化到97%以上即等同于车用天然气,热值与性能无异,统称之为“生物天然气”。生物天然气在德国、奥地利、意大利和法国等多用于热电联产,瑞典、瑞士等国多为车用,商业化都已十多年了。

生物天然气不仅具有化石天然气的各种优点,还有化石天然气所不具备的许多长处。它可以再生,且原料来自能吸收空气中CO₂的植物,以及对畜禽粪便、植物秸秆、工业和城市高COD值有机废弃物(污染源)的循环利用,故按全生命周期(LCA)分析法计算,化石天然气的温室气体净排放量(每1千瓦时做功能量的CO₂排放克数)是398克,而生物天然气是负414克,它是最环保和最清洁的能源。如果与其他清洁能源相比,它不需要任何专门设施而可共用天然气的管道和配送系统进入千家万户和交通工具。此外,它是生物降解厌氧发酵转化生成,而在各种生物能源转化方式中厌氧发酵效率几乎是最高。

我国农村户用沼气4000多万户,单体(发酵罐)装置容积在50-300立方米和300立方米以上的大型沼气工程有近3万处。在大型养殖场沼气发电中,山东民和牧业公司日处理300吨鸡粪及500吨废水,日产沼气2.8万立方米,发电厂装机容量3兆瓦,日发电7万千瓦时;北京德青源鸡场日处理鸡粪212吨,日产沼气1.9万立方米,发电厂装机容量2兆瓦,德清源技术已正式签约转让美国凯尔。日产超过1万立方米的户用生物天然气已于2011年3月开始在广西南宁市成功商业化运行,预计近一两年内,北京、河南、山东、海南、河北等地将陆续出现生产经纯化压缩的户用生物天然气的示范试点。

据程序教授估算,我国仅畜禽养殖场废水、工业有机废水和城市污水三项的COD年排放量超过1亿吨,到2020年可达2亿吨,可年产生生物天然气830亿立方米的天然气,比2008年全国天然气实际消费量还多出100亿立方米。

我国天然气需求激增,缺口迅速扩大,近年以巨资向澳大利亚、土库曼斯坦、卡塔尔、伊朗、俄罗斯等大规模引进天然气,并在沿海大规模设立LNG接收站。我们完全有条件开发国内丰富的沼气原料资源,减少天然气进口。发展生物天然气还可与环保产业和资源循环利用融为一体,与发展农村经济和新农村建设密切相关。

“要像上世纪50年代抓‘橡胶’,六七十年代抓‘两弹一星’,七八十年代抓‘粮食’一样地打一场绝地翻身仗。”

赶紧建设本土的绿色油田和绿色气田

我们面前有两种选择:一种是按

目前突出风电、边缘化生物质能源和不考虑减少油气进口的可再生能源发展规划方案;一种是为了国家能源自主与安全,以非常举措,将减少油气进口作为战略突破口。后一方案的提出和实施是需要极大勇气与决心的,要像上世纪50年代抓“橡胶”,六七十年代抓“两弹一星”,七八十年代抓“粮食”一样地打一场绝地翻身仗。

如以2010年我国进口石油2亿吨为基数,设置2015年减少石油进口4%和2020年15%的指标,折算燃料乙醇(1吨乙醇约相当于0.63吨石油)后的指标分别为1300万吨和4500万吨。那么,2015年燃料乙醇指标由现规划的500万吨上升到1300万吨,2020年由1000万吨提高到4500万吨,是不是太不靠谱,太冒进了?

恐怕并非如此。与风电规划指标的大跃进相比,上述构想实属“小巫见大巫”。2006年风电发电能力是260万千瓦,2007年发布的《可再生能源中长期发展规划》中2010年和2020年的发展指标分别是500万千瓦和3000万千瓦。可是不到一年,就将2010年指标由500万千瓦猛调到2000万千瓦,2015年指标飙升到1亿千瓦。再与美国比,美国2010年液体生物燃料产量是4000万吨,2022年的规划指标是1.08亿吨。也就是说,即使2020年中国拿下了这场翻身仗,还是比美国晚了10年。看看印度,制订了一个2020年以用5000万吨乙醇代替86%进口石油的实施计划,比上述“冒进”设想还多了500万吨。真是“不比不知道,一比吓一跳”。

非常之事必有非常之举,像现在这样零敲碎打地搞油气替代是绝对不行的,必须加快建设本土的绿色油田和绿色气田。所谓绿色油田就是根据乙醇发展指标,建设相应面积的甜高粱、薯类、能源草(芒草、柳枝)等非粮原料种植基地。按每亩乙醇需3亩地计,1300万吨约需4000万亩土地,4500万吨约需1.35亿亩土地。

农田绝对不行,那么土地在哪里?根据农业部2008年的专项调查报告,全国有可用于发展液体生物燃料的宜能耕地4亿亩,按0.6的垦殖系数计算,可建2.4亿亩绿色能源农田,具有生产8000万吨乙醇的潜力。在国家油气安全受到如此严重威胁的时候,启动这些长期沉睡的后备耕地,让它们为国分忧,有什么不好?

新中国成立后为发展生产而上世纪50年代开荒了2.4亿亩;“三年困难时期”后开荒6000万亩;农村实行承包责任制后开荒5400万亩,今日为了国家石油安全,开荒5亿亩是十分必要的。以我国当前技术、资金、管理和政策水平,完全可以在垦殖后备荒地中做到生态、生产和经济三丰收,一些受损生态还能得以修复与重建。

科学垦殖可以提升受损生态得以修复与重建,可以使劣质生态系统的品质。这片绿色油田还是国家粮田的后备,一旦急需粮食或其他农产品,绿色油田中条件较好者立即改种就是了,当年见效,比临时开荒顺手得多。可藏粮于屯,也可藏粮于地,美国也有大面积退耕休耕地作为农田储备,政府给以奖励。发展生物燃料不仅不会影响粮食安全,更能深化国家粮食安全。

绿色气田是指生物天然气的原料生产基地。一是以大中型养殖场的畜禽粪便为基础,辅以作物秸秆和能源植物的“养殖场绿色气田”;二是动植物产品加工工业(制糖、造纸、淀粉、食品等)产生的废水废渣为原料的“加工工业绿色气田”;三是以城市有机垃圾及污水等为原料的“城市绿色气田”。据天然气业界预测,2020年我国天然气产量预计可达1700亿立方米,但因赶不上消费量的增长,年缺口在1000亿立方米左右。如果弥补20%的缺口即200亿立方米,原料资源和技术都不成问题。

当前我国发展经济中的第一要务是扩大内需,如果从每年约1.2万亿美元(2011年进口石油款为1966.7亿美元,比2010年增加了45.3%)的购油款,还有在“不稳定地区”的万亿计投资中拿出一小部分用于建设本土绿色气田以及转化加工业,即可培育出一个庞大的内需市场。从土地和农民,农林废弃物和非粮能源植物,原料生产和加工转化,到机械制造和储藏运输、科技研发和社会服务等,是多么长的一个产业链条,可以提供多少工作岗位,对国民经济有多大的带动作用!“三农”更在翘首以待。

(作者系中国科学院院士、中国科学院院士,中国农业大学教授)