

预期原油供给威胁与外部价格传导

——一个液态生物质能源缓解能源安全危机的视角

许庆范英*

摘要 本文建立一个以燃料乙醇为例的理论模型及分析框架,分别分析在短期和长期市场出清情况下,过分依赖国际原油输入条件下的经济安全隐患。研究表明,原油依赖将造成经济风险,要实现我国经济可持续发展,可以通过大力发展燃料乙醇产业,调节能源结构,改变过分依赖传统汽油的局面,从而达到缓解国际原油波动影响和保障民生的目的。

关键词 能源供给 能源价格波动 燃料乙醇

一、引言

中国的经济持续增长伴随着能源消耗的同步增加,在我国能源消费结构中,原油占到总量的 20% 左右,它与电力构成能源体系中两大主要能源类型。近年来,高增长下的中国通过大量进口石油,保证经济快速发展。2010 年,我国原油表观消费量首次突破 4 亿吨,而进口原油达 2.39 亿吨,对外依存度已经突破 50%。我国国内原油产能已经接近饱和,对国际原油输入的依赖越来越大,这将导致我国面临能源供给和能源价格安全的双重压力。为了缓解能源供给安全压力,国家已经在海外积极拓展油田投资和开发,着力解决原油供给问题。但是,现阶段国际形势为我国原油的海上运输蒙上了一层阴影,以日本、韩国及其外围列岛构成的我国外海第一岛链^①,若出现政治动荡,会对石油海运造成阻隔之势。马六甲海峡是我国航海贸易运输的主要咽喉,从该海峡运输的石油占总进口石油的 4/5 以上(马晓宇等 2007),而美国在东南亚(特别是泰国)的势力渗透更是试图掐住马六甲海峡这个国际海运的咽喉,若遭遇紧张国际形势,中国的原油输入障碍将直接影响能源安全和国民经济运行。另一方面,我国没有国际石油的定价权,大量原油输入国内,其价格传导效应将十分明显,国际原油价格的居高不下将会影响国民经济运行的成本,甚至可能会引起通货膨胀。

能源从供给和价格两个方面对经济造成影响。一方面,能源的充足供给保证经济稳定发展。龚志民(2006)从可持续发展角度出发测算了能源缺口下的中国经济;东部

* 许庆,上海财经大学财经研究所,Email: xu.qing@mail.shufe.edu.cn。通讯地址:上海市杨浦区武东路 321 号乙上海财经大学财经研究所。范英,上海财经大学财经研究所,Email: shfanying@gmail.com。本文受教育部人文社会科学基金(08JA790081)、上海哲学社会科学基金(2009BJB023)和上海财经大学“211 工程”三期重点学科建设项目(2010330048)的资助,特此表示感谢。感谢匿名审稿人的建议,当然文责自负。

① 第一岛链是指北起日本群岛、琉球群岛,中接台湾岛,南至菲律宾、大巽他群岛的链形岛屿带。

地区能源与经济之间的互动机制基本形成(于全辉和孟卫东,2008),能源缺口一旦出现,将直接导致我国经济增长的重点区域的产出减少。能源缺口对产业的影响程度不一,能源密集型产业较非能源密集型产业更易受到供给影响(Lee and Ni,2002),所以,我国以劳动密集型和能源密集型产业为主的产业结构对能源的依赖程度理应引起我们的警觉。赵涛等(2009)利用嵌入能源消费的CD函数模型,推导并实证研究了能源与经济增长之间相互依存相互影响的辩证关系,再次验证了能源作为基础要素投入的重要性。另一方面,能源作为工业产出的基础性原料,其价格波动将通过生产成本反映在价格体系的各个层面。Davis and Haltiwanger(2001)通过分析油价波动对创造就业和失业的影响,发现石油价格和货币政策造成的失业作用要比创造就业的作用大得多。林伯强和王锋(2009)研究了能源价格上涨对我国一般价格水平的影响,指出各类能源价格上涨导致指数上涨幅度最大的是PPI和GDP平减指数,并可能引起成本推进型的通货膨胀。

在国际能源价格出现波动和全球能源供给紧张的局面下,众多学者将目光转向液态生物质燃料的发展。然而中国发展液态生物质燃料的必要性一直存在争议,争议的焦点在于:第一,生物质燃料是否是缓解原油安全威胁的唯一途径;第二,全面发展生物质燃料是否会导致对耕地资源配置的影响;第三,全面推广生物质燃料是否会影响使用燃料的机械设备的改进或者替换问题;第四,生物质燃料较传统能源是否具有优越的成本收益率。明确回答上述问题是后续研究的重要前提。

首先,石油产品(汽油和柴油等)是交通运输和动力机械的能源,不能被煤炭直接替代,电力替代(如电动汽车)的可能性从短期来看也不高。这是因为:液态能源的发动机已经广泛深入社会生活,通过液态质的生物质燃料替代具有较好的可持续性,巴西、美国和欧盟等国家和地区的生物质燃料利用给出了很好证明。目前巴西的汽车均使用100%生物乙醇或22%~25%的混合乙醇汽油;欧盟出台政策规定将生物柴油使用混合比例到2020年提高至10%;美国更是通过立法明确了燃料乙醇作为替代燃料的社会地位(曹俐和吴方卫,2010)。上述各国的生物质燃料产业的发展,一方面充分发掘了当地的资源禀赋(如巴西甘蔗含糖量居世界首位,美国的玉米产量世界第一),另一方面在生物质燃料的技术研发方面有重要成果。反观中国,国民经济处于快速发展阶段,对燃料的需求将持续一段时间,因此通过各类能源作物的生产来提炼生物燃料存在可行性。

其次,中国液态生物质燃料,特别是燃料乙醇的原料已经过渡到非粮食作物的阶段,即通过边际土地的开发避免“与粮争地”问题的出现。2007年出台的《可再生能源中长期发展规划》中也明确提出不再增加以粮食为原料的燃料乙醇生产能力,合理利用非粮食生物质原料生产燃料乙醇,提出扶持以木薯、甘薯、甜高粱等为原料的燃料乙醇技术。在这个前提下,中国液态生物质燃料的发展不会对有限耕地的配置造成负面影响。

第三,发展液态生物质燃料的可能影响属于外部性范畴。液态生物质燃料在生产 and 利用过程中的正负外部性并存。正外部性包括:在能源安全约束和经济持续增长背景下,当石油供给出现缺口时,生物质燃料弥补汽油和柴油所带来的经济溢出,表现在

对整体经济的促进、对资本和劳动要素合理配置的优化和吸纳农村剩余劳动力的贡献;非粮能源作物种植、原料搜集和燃料利用过程,生物质燃料具有在固碳释氧、保持水土、温室气体减排等方面的生态溢出效应。而负外部性指的是生产液态生物质燃料过程中的能源消耗以及燃料推广使用过程中的成本,甚至包括原料种植对生态环境的可能影响。对上述问题的既有研究还没有明确结论,特别是对外部性问题涉及的研究不多。但是从宏观经济层面分析,中国正处于能源需求的关键阶段,增长对中国而言十分重要。虽然液态生物质燃料的生产成本较传统能源没有优势,甚至略高于传统能源,表面上不具有竞争力,但由于液态生物质燃料发展存在外部性,发生了市场失灵现象。只要清醒认识影响生物质燃料产业市场失灵的真正原因,充分分析该产业的对社会经济作用机理,理清正外部性和负外部性的综合影响,通过政府补贴等手段,就可以达到既能弥补能源缺口又能健康发展液态生物质燃料产业的目地,而国外生物质燃料利用较好的国家就是良好例证^①。

众多学者也对液态生物质燃料的社会经济影响做了研究。中国的能源安全和粮食安全因石油价格和生物原料将受到国际市场波动的影响(Yang *et al.*, 2008),寻求发展新的生物质燃料原料将十分必要,同时能够给供给不足的汽油提供有益的补充。发展非粮液态生物质燃料能够避开可能的“与粮争地”和“与人争粮”困境。张锦华等(2008)通过构建燃料乙醇的行为分析框架,分析了短期和长期动态均衡下的生物能源发展对粮食安全的影响,并给出通过开发非粮食原料来补充能源供给缺口和避免粮食安全的建议。王子博(2009)利用历史数据构建潜在产出测算模型,认为液态生物质燃料(燃料乙醇和生物柴油)作为汽油或柴油的替代品,对缓解能源缺口具有重大意义。章辉和吴方卫(2009)通过对未来汽油市场的供给情况的预测,分析模拟了我国发展燃料乙醇对我国能源安全和经济发展的影响,得出燃料乙醇对缓解汽油需求和保障经济可持续增长具有一定作用的结论。上述研究从不同层面分析了液态生物质燃料发展的可能影响,但是较少将液态生物质燃料乙醇的补充对原油供给和原油价格波动同时联系起来。

液态生物质燃料产业发展正外部性中的经济溢出是值得关注的课题,特别是对经济增长的影响不容忽视。为此,需要准确分析发展燃料乙醇对我国能源供给不足和价格波动的潜在威胁缓解机理进行梳理。同时,当我国面临因能源供给不足造成的产出不足以及因价格传导引致的成本推进型通货膨胀时,燃料乙醇的补充途径如何?对其研究具有指导性意义。本文首先分析目前中国能源结构与国际能源价格对中国的影响,进而建立一个以燃料乙醇为例的理论模型及分析框架,基于原油供给不足和原油价格过度波动所引起的国民经济影响,并结合我国液态生物质燃料产业的实际状况,回答生物质能源的发展对国家能源安全、国民经济的影响及可能的解决路径。

^① 2009年,美国燃料乙醇产量突破2000万吨油当量,巴西也突破1300万吨油当量,欧盟的生物柴油产量在2010年为2200万吨,而中国的燃料乙醇仅有100万吨左右,生物柴油则更少。

二、中国燃料乙醇产业发展必要性的现实依据: 能源结构与价格冲击

(一) 能源结构、原油对外依存度与燃料乙醇利用现状

1990年以来,中国的GDP从4.5万亿增长至2009年的34万亿元以上^①。在这个过程中,能源消费总量也呈现同趋势增长。1990年全国能源消费总量仅为9.7亿吨标准煤,而到2009年已经超过30亿吨标准煤。从增长速度分析,历年GDP增速一直维持在8%以上,并于1992年和2007年前后达到高位。相对而言,能源增长速度的波动较为明显,整体呈现波浪型曲线。在1999年前后的能源消耗增速一度下降至原点,随后与2005年前后达到高位,在2008年国际金融危机后下滑势头较为明显。

中国能源消费的绝对数量一直不断增加,而能源消费结构长期以来没有发生根本性变化。原煤比重远远高于其他能源,一直维持在70%左右。原油的消费比重仅次于原煤,平均维持在20%左右。其余能源的比重与前两类能源差距明显。

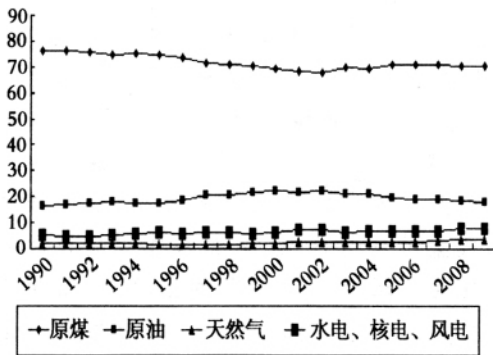


图1 中国能源结构(%)

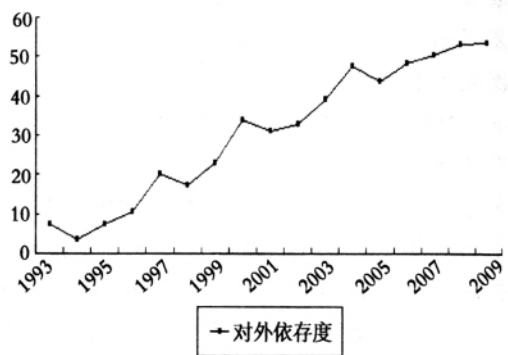


图2 中国原油对外依存度(%)

数据来源:2010年《中国统计年鉴》2010年《中国能源统计年鉴》。

中国原油消费数量不断上升,2009年达到3.8亿吨。中国原油国内产量一直维持在较为稳定的水平,较大幅度提升国内产能很难实现。因此,随着中国经济的发展,对原油需求剧增,从国际进口原油成为主要选择。例如,2003年中国原油净进口量超过1亿吨,到2009年已经突破2亿吨,对外依存度已经高达53%。在煤炭和电力充分自给的情况下,中国原油供给出现了不容忽视的危机。居高不下的能源强劲需求以及无法逆转的原油大量进口,导致中国的经济增长面临能源供给安全问题。

燃料乙醇是汽油的有益补充,而中国的燃料乙醇产量2008年仅为102万吨油当量^②。2009年仍然维持在这个水平,但是汽油的消费量在2008年已经达到6145万吨,是燃料乙醇总量的60倍左右,明显的能源结构差异反映出中国燃料乙醇产业整体规模不足的状态。按燃料乙醇生产原料划分,中国的燃料乙醇产业发展可以分为以粮食作

① 2009年不变价格计算。

② 数据来源:2010年《BP能源统计年鉴》。

物为原料和以非粮食作物为原料两个过程。中国最早的燃料乙醇研究和发展规划开始于20世纪80年代中期。发展初期的侧重点是燃料乙醇生产技术的实验室科学研究。20世纪90年代后期,燃料乙醇生产开始进入试点阶段,这个阶段的特点是国家投入资金建设燃料乙醇的生产基地,并给予相应的政策扶持。随着中国陈化粮的消耗和中央政府对粮食安全的逐步重视,以粮食作物为原料的燃料乙醇项目受到限制。2007年颁布的《可再生能源中长期发展规划》中明确提出,不再增加以粮食为原料的燃料乙醇生产能力。在这个背景下,2007年政府批准在广西建立以木薯为原料的燃料乙醇企业,年生产能力为20万吨,并于2008年初正式投产。纤维素生产燃料乙醇研究工作已接近完成实验室研究阶段,步入中试和产业化培育阶段,其中,中国科学院于在2007启动了“纤维素乙醇的高温发酵和生物炼制”重大项目,山东大学微生物技术国家重点实验室也有相应研究课题,同时来自华东理工大学、天津大学、中国农业科学院麻类研究所和陕西师范大学等高校和研究机构都在进行创新性研究。虽然纤维素产业化生产尚未实现,但是现有的以粮食作物为原料的燃料乙醇生产企业也在积极拓展纤维素应用的领域。中国的燃料乙醇生产技术正在不断创新,更高效率的提炼技术推陈出新。美国、巴西和欧盟的经验说明,燃料乙醇是目前技术最成熟、使用最大且商业化程度最好的生物燃料,乙醇混合汽油的性能与传统汽油相似,可以预见,中国的生物质燃料产业具有广阔的市场前景。

(二) 国际原油价格的冲击: 燃料乙醇产业发展的现实依据

外部冲击对国内能源价格存在影响(中国经济增长与宏观稳定课题组,2008),而国内能源价格上涨对经济体系也会产生影响:外部价格输入将提高下游产品的生产成本,之后会移动一国的菲利普斯曲线并造成通货膨胀的压力。能源价格上涨主要通过两个渠道影响中国的价格水平,第一是通过生活资料的渠道直接反映到消费者价格指数(CPI)上,第二是以原材料和生产要素价格上涨的形式,从工业产业链的上游传导到下游,间接地影响生产者价格指数(PPI)和消费者价格指数(林伯强和王锋,2009)。

向量自回归(VAR)模型可用于时间序列系统的预测和随机扰动对变量系统的动态影响。该方法避开了结构建模方法中需要对系统中每个内生变量关于所有内生变量滞后值函数的问题。在向量自回归的基础上,可以通过脉冲响应函数随机扰动项的一个标准差变动来考察它对内生变量及其未来取值的影响。为了反映国际原油价格对国内各类价格体系的影响,本文下面进行VAR脉冲响应分析,考察随机扰动所产生的影响以及其影响的路径变化。

下面利用VAR脉冲分别对国际原油价格与燃料动力价格、工业品出厂价格指数(PPI)和居民消费价格指数(CPI)变动进行分析。对平稳性检验结果分析可知(如图3、图5和图7所示),VAR模型的全部特征根倒数均在单位圆内,这说明VAR模型平稳,进而可以分析国际原油价格变动对国内燃料动力购进价格、工业品出厂价格指数(PPI)和居民消费价格指数(CPI)的冲击影响。从脉冲结果可知(如图4、图6和图8所示),国际原油价格波动对上述三类价格的冲击存在明显稳定性,国际原油价格对国内燃料动力购进价格、工业品出厂价格指数和居民消费价格指数都有正向影响,这进一步说明

原油对外依赖将带来对国内市场冲击的威胁的判断。

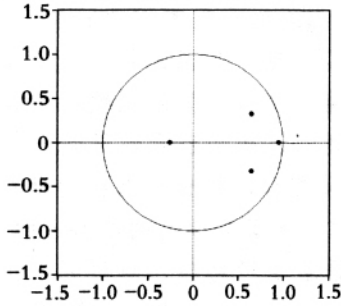


图3 VAR 平稳性检验

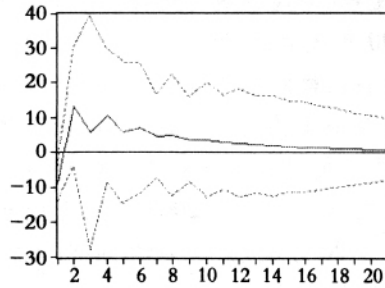


图4 国际原油价格对燃料动力价格的脉冲效应

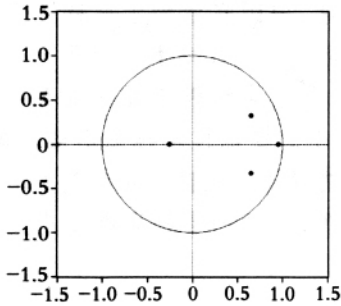


图5 VAR 平稳性检验

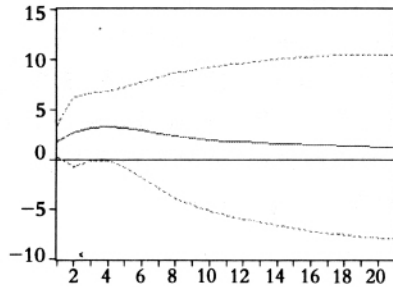


图6 国际原油价格对PPI的脉冲效应

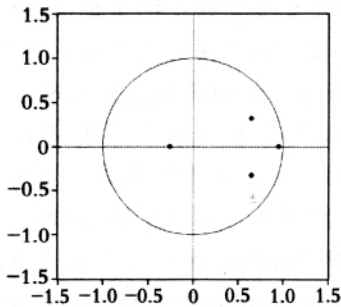


图7 VAR 平稳性检验

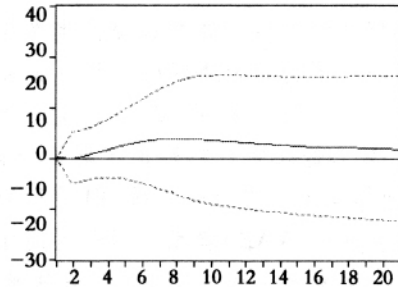


图8 国际原油价格对CPI的脉冲效应

数据来源:2010年《中国统计年鉴》,2010年《中国能源统计年鉴》,2010年《BP能源统计年鉴》。

通过上述分析可知,中国的能源结构和国际能源价格环境都显现出液态生物质燃料产业发展的必要性,而其中燃料乙醇产业如何缓解可能的能源安全威胁需要进一步分析。

三、模型的基本假设

本研究着眼于汽油和燃料乙醇构成的液态能源市场。 $D(x)$ 代表液态能源市场的总需求, $S(x)$ 代表液态能源市场的总供给,在局部均衡分析中,取得均衡时满足:

$$D(x) = S(x) \quad (1)$$

把总需求分成两个部分: x_1 代表汽油数量, x_2 代表燃料乙醇数量, 表示总需求的液态生物质燃料需求部分, 并且假定化石燃料和燃料乙醇的使用效果相近, 即两者具有明显替代性。总需求表达式为:

$$D(x) = D(x_1) + D(x_2) \quad (2)$$

通常情况下, 影响液态能源市场的总需求有如下因素: 汽油的价格 (P_p)、燃料乙醇价格 (P_b)、政府对燃料乙醇消费的补贴 (P_s)、居民收入 (Y)、国内生产总值 (G)。通过下述函数表示:

$$D(x_1) = F_1(\bar{P}_p, \bar{P}_b, \bar{Y}, \bar{G}) \quad (3)$$

$$D(x_2) = F_2(\bar{P}_p, \bar{P}_b, \bar{Y}, \bar{G}, \bar{P}_s) \quad (4)$$

其中, 字母上方符号表示该变量变动对函数的影响, 如 \bar{P}_p 表示 P_p 价格上升将导致 $D(x_1)$ 需求量下降。

由此, 总需求可表示为:

$$D(x) = F(P_p, P_b, Y, G, P_s) \quad (5)$$

在现有文献中需求分析的主要方法有: 近似理想需求模型 (Almost Ideal Demand System, 简称 AIDS)、线性近似模型 (Linear Approximate Almost Ideal Demand System, 简称 LA/AIDS)、FAO 需求预测中的各种恩格尔曲线模型以及恩格尔函数模型。考虑到本研究的一般性探讨, 本文采用较易分析的双边对数形式, 即:

$$\ln D(x_1) = a_1 \ln P_p^t + a_2 \ln P_b^t + a_3 \ln Y^t + a_4 \ln G^t \quad (6)$$

$$\ln D(x_2) = a_1' \ln P_p^t + a_2' \ln P_b^t + a_3' \ln Y^t + a_4' \ln P_s^t + a_5' \ln G^t \quad (7)$$

$$\ln D(x) = a_1 \ln P_p^t + a_2 \ln P_b^t + a_3 \ln Y^t + a_4 \ln P_s^t + a_5 \ln G^t \quad (8)$$

另一方面, 本文把总供给分成两个部分, 即: 液态化石燃料汽油的供给函数 $S(x_1)$ 和生物乙醇供给函数 $S(x_2)$, 其中 $S(x_1)$ 包含国内原油产出和国外原油进口, 可表示为:

$$S(x) = S(x_1) + S(x_2) \quad (9)$$

通常情况下, 影响总供给的因素有: 燃料乙醇价格 (P_b)、汽油提炼的技术进步 (T_1)、影响原油供给的冲击 (Shock) (包括国际原油供给不足和国际原油价格过快上涨)、燃料乙醇生产的技术进步 (T_2)、生产燃料乙醇的生产补贴 (I)、燃料乙醇原料的开发和生产成本 (C) 通过下述函数表示:

$$S(x_1) = G_1(\bar{P}_p, \bar{P}_b, \bar{T}_1, \bar{Shock}) \quad (10)$$

$$S(x_2) = G_2(\bar{P}_p, \bar{P}_b, \bar{T}_2, \bar{I}, \bar{C}) \quad (11)$$

在农业供给分析中, 现有研究主要运用一般性里昂惕夫生产函数模型、投入需求系统模型等, 本研究运用农业供给反应模型。为便于对比分析, 供给分析仍然采用双边对

① (3) 式中函数 F_1 中的自变量都是 $D(x_1)$ 的自变量, 自变量变动对通过影响 x_1 后作用于 $D(x_1)$, 下同。

② (8) 式中 a_1 和 a_2 的符号是由 (6) (7) 两式对应系数决定, 考虑到现阶段汽油使用的绝对性比重, 燃料乙醇的替代不会对整体能源结构产生根本性改变, 认为合并后的 (8) 式中的符号与 (6) 式符号相同。

数形式,即:

$$\ln S(x_1) = b_1 \ln P_p^t + b_2 \ln P_b^t + b_3 \ln T_1^t + b_4 \ln Shock_b^t \quad (12)$$

$$\ln S(x_2) = b_1' \ln P_p^t + b_2' \ln P_b^t + b_3' \ln T_2^t + b_4' \ln T^t + b_5' \ln C^t \quad (13)$$

$$\ln S(x) = b_1 \ln P_p^t + b_2 \ln P_b^t + b_3 \ln T_1^t + b_4 \ln T_2^t + b_5 \ln T^t + b_6 \ln C^t + b_7 \ln Shock \quad (14)$$

四、框架分析与解决路径

框架分析是一种较为理想的分析方法,它依赖严格的前提假设和约束设定。为了满足分析的合理性,本文对液态能源市场进行宏观假定:

第一,能源消费结构中,燃料乙醇对汽油的替代是通过乙醇汽油形式进行,且此种替代可以瞬时完成。

第二,国家为了确保粮食安全和避免因粮价上涨带来的通货膨胀,不提倡使用粮食作物(如玉米)生产液态生物质燃料,本框架中所涉及的燃料乙醇都是指由非粮作物原料生产的燃料乙醇。

第三,国家财政有能力通过补贴和其他倾斜政策促进边际土地开发和非粮作物原料的种植。

第四,燃料乙醇具有替代和互补的双重性。乙醇汽油中的燃料乙醇与该部分汽油是互补的关系,而作为混合状态下的乙醇汽油与传统汽油是替代关系。

(一) 开放经济下的市场出清:需求不变,供给结构可变

在短期内,我国经济对能源的需求不变,但是不同的能源结构下的经济运行平稳性不同,本节试图通过能源供给角度分析国际原油价格波动对我国经济生活的影响,回答缓解能源安全的途径和出路。

情形1:短期市场出清下的汽油供给

t 期的汽油需求比例为 $a^t\%$, $t+1$ 期的比例调整为 $a^{t+1}\%$, 短期市场出清条件下有:

$$S(x_1^t) = a^t\% D(x^t) \quad (15)$$

$$S(x_1^{t+1}) = a^{t+1}\% D(x^{t+1}) \quad (16)$$

因为短期需求不变,当 $a^t\% \leq a^{t+1}\%$, 有

$$S(x_1^t) \leq S(x_1^{t+1}) \quad (17)$$

此时出现能源需求结构调整,两边取对数可得:

$$\begin{aligned} & b_1 \ln P_p^t + b_2 \ln P_b^t + b_3 \ln T_1^t + b_4 \ln Shock_b^t < \\ & b_1 \ln P_p^{t+1} + b_2 \ln P_b^{t+1} + b_3 \ln T_1^{t+1} + b_4 \ln Shock_b^{t+1} \end{aligned} \quad (18)$$

短期内考虑技术进步不发生变化, $T_1^{t+1} = T_1^t$, 则:

$$\frac{P_p^{t+1}}{P_p^t} > \left(\frac{Shock_b^{t+1}}{Shock_b^t} \right)^{-(b_4/b_1)} \cdot \left(\frac{P_b^{t+1}}{P_b^t} \right)^{-(b_2/b_1)} \quad (19)$$

当中国经济未能改变对传统汽油的依赖时,中国国内油价将受到国际油价波动的直接影响。从(19)式可知,国内汽油价格 P_p 的上升幅度受到国际原油价格(Shock)以及燃料乙醇价格 P_b 的直接影响。由于燃料乙醇在液化化石能源的结构所占比例较小,

其价格变动对汽油价格的影响程度有限。由此可知,我国国内汽油价格直接受制于国际市场原油价格。一旦出现短期能源价格过快上涨,高度依存度下的中国国内油价势必同步上涨,从而传导至国民经济的其他行业领域,并最终通过PPI和CPI等价格指数显现出来。

情形2:短期市场出清下的燃料乙醇供给

t 期的汽油需求比例为 $a^t\%$, $t+1$ 期的比例调整为 $a^{t+1}\%$,短期市场出清条件下有:

$$S(x_2^t) = (1 - a^t\%) D(x^t) \quad (20)$$

$$S(x_2^{t+1}) = (1 - a^{t+1}\%) D(x^{t+1}) \quad (21)$$

因为短期需求不变,当 $(1 - a^t\%) \leq (1 - a^{t+1}\%)$,有

$$S(x_2^t) \leq S(x_2^{t+1}) \quad (22)$$

此时出现能源需求结构调整,两边取对数可得:

$$b_1'' \ln P_p^{t+1} + b_2'' \ln P_b^{t+1} + b_3'' \ln T_2^{t+1} + b_4'' \ln I^{t+1} + b_5'' \ln C^{t+1} \quad (23)$$

$$< b_1'' \ln P_p^t + b_2'' \ln P_b^t + b_3'' \ln T_2^t + b_4'' \ln I^t + b_5'' \ln C^t$$

短期内,燃料乙醇生产的技术进步 T_2 和开发和生产成本 C 不变,那么可得:

$$\frac{P_p^{t+1}}{P_p^t} < \left(\frac{P_b^{t+1}}{P_b^t} \right)^{-(b_2''/b_1'')} \left(\frac{I^{t+1}}{I^t} \right)^{-(b_4''/b_1'')} \quad (24)$$

从燃料乙醇发展对国内汽油价格的影响角度分析可以看出,由于乙醇汽油和传统汽油的替代关系,汽油价格 P_p 可以依靠大量的燃料乙醇 P_b 输入市场得到释放,即利用乙醇汽油的价格来影响传统汽油的价格。国家对燃料乙醇生产和使用的补贴越高,燃料乙醇的价格越便宜,由此可以带动传统汽油价格的下降。所以,要降低国内传统汽油的价格波动,可以通过扩大燃料乙醇的市场注入实现。

推论一:在开放经济条件下,国际原油通过价格传导影响我国汽油价格,在需求不变的条件下,我国面临能源价格波动安全隐患。如果我国液态能源市场仍以传统汽油为主,那么国际原油价格的波动将通过价格传导影响我国一般价格水平,甚至导致成本推进型的通货膨胀;如果我国液态能源市场的结构得到优化,可以通过扩大燃料乙醇供给,以及乙醇汽油价格的调控缓解因外部原油价格造成的国民经济影响。

(二) 开放经济条件下的长期市场出清:供给可变

在长期状态下,能源供给可变,我国将面临来自国际原油价格波动和原油供给不足的双重压力,本节试图通过分析上述情形出现时的能源结构分配问题,探讨如何通过发展液态生物质燃料乙醇来缓解因能源安全带来的不利影响。

情形1:燃料乙醇供给总量不变条件下的国外原油价格影响

燃料乙醇供给不变,随着我国液态能源需求的增加,能源结构趋向于传统汽油的主导优势的加强。由此,我国传统汽油的供给和需求在第 t 期和第 $t+1$ 期可分别表示为:

$$S(x_1^t) = D(x_1^t) \quad (25)$$

$$S(x_1^{t+1}) = D(x_1^{t+1}) \quad (26)$$

两式相减处理可得:

$$\frac{P_p^{t+1}}{P_p^t} = \left(\frac{P_b^{t+1}}{P_b^t} \right)^{(a_2 - b_2)/(b_1 - a_1)} \left(\frac{Y^{t+1}}{Y^t} \right)^{a_3/(b_1 - a_1)} \left(\frac{G^{t+1}}{G^t} \right)^{a_4/(b_1 - a_1)} \left(\frac{T_1^{t+1}}{T_1^t} \right)^{(-b_3)/(b_1 - a_1)} \left(\frac{Shock^{t+1}}{Shock^t} \right)^{(-b_4)/(b_1 - a_1)} \quad (27)$$

由(27)可知,我国的原油价格波动方向与国民经济增长的波动方向相同,由于燃料乙醇的供给幅度不变,其价格对汽油价格的波动不造成影响。当不存在外部原油价格冲击时,通过提高我国汽油提炼和使用的技术可以一定程度上保证物价稳定(P_p)和经济增长(G)。但是,出现外部原油价格波动时,我国将面临稳定物价和保证经济持续快速增长的矛盾,这是因为中国存在较高的原油对外依存度,要控制国内汽油价格的上升幅度只能通过闲置汽油的使用,这将导致GDP的减少。若要保证国民经济的持续增长,只能通过牺牲高物价带来的社会分配成本。由此可见,我国过高的原油对外依存度将面临成本推进型的通货膨胀与经济增长放缓的双重压力。

情形 2: 燃料乙醇供给总量不变条件下的国外原油供给影响

如果燃料乙醇供给不变,随着我国液态能源需求的增加,能源结构趋向于传统汽油的主导优势的加强,这时出现 $k\%$ 的原油进口缺口。我国传统汽油的供给和需求在第 t 期和第 $t+1$ 期可表示为:

$$S(x_1^t) = D(x_1^t) \quad (28)$$

$$(1 - k\%) S(x_1^{t+1}) = D(x_1^{t+1}) \quad (29)$$

两式相减处理可得:

$$\frac{G^{t+1}}{G^t} = e^{-(a_4) \cdot 1k\%} \cdot S(x_1^t)^{1/a_4} \left(\frac{P_p^{t+1}}{P_p^t} \right)^{-(a_1/a_4)} \left(\frac{P_b^{t+1}}{P_b^t} \right)^{-(a_2/a_4)} \left(\frac{Y^{t+1}}{Y^t} \right)^{-(a_3/a_4)} \quad (30)$$

当我国出现外部原油供给不足时,我国GDP面临增速放缓的威胁。此时,原油缺口比例 $k\%$ 越高,GDP增长速度减少的幅度 $e^{-(a_4) \cdot 1k\%}$ 越大,来自汽油价格和燃料乙醇的价格缓解将无任何作用。由此可见,在我国燃料乙醇发展空间没有得到扩展时,由于国际原油供给紧张将直接导致我国国民经济产出减少的严重后果。

情形 3: 燃料乙醇供给增加条件下的国外原油价格影响

假设我国开始扩大燃料乙醇原料的种植,燃料乙醇产量按照 $m\%$ 速度增长。由此,在第 t 期和第 $t+1$ 期我国燃料乙醇所占比例分别为 $q^t\%$ 和 $q^{t+1}\%$:

$$q^t\% D(x^t) = S(x_2^t) \quad (31)$$

$$q^{t+1}\% D(x^{t+1}) = (1 + m\%) S(x_2^t) \quad (32)$$

当燃料乙醇的加快供给未能根本改变能源结构时,即 $(1 + m\%) \frac{q^t\%}{q^{t+1}\%} > 1$, 此时有:

$$\frac{P_p^{t+1}}{P_p^t} > \left(\frac{P_b^{t+1}}{P_b^t} \right)^{-\frac{a_2}{a_1}} \left(\frac{Y^{t+1}}{Y^t} \right)^{-\frac{a_3}{a_1}} \left(\frac{G^{t+1}}{G^t} \right)^{-\frac{a_4}{a_1}} \left(\frac{P_s^{t+1}}{P_s^t} \right)^{-\frac{a_5}{a_1}} \quad (33)$$

由此可见,我国仍将面临我国过高的原油对外依存度将面临成本推进型的通货膨胀与经济增长放缓的双重压力。

当燃料乙醇的加快供给已经根本改变能源结构时,即 $(1 + m\%) \frac{q^t\%}{q^{t+1}\%} < 1$, 此时有:

$$\frac{P_p^{t+1}}{P_p^t} < \left(\frac{P_b^{t+1}}{P_b^t} \right)^{-\frac{a_2}{a_1}} \left(\frac{Y^{t+1}}{Y^t} \right)^{-\frac{a_3}{a_1}} \left(\frac{G^{t+1}}{G^t} \right)^{-\frac{a_4}{a_1}} \left(\frac{P_s^{t+1}}{P_s^t} \right)^{-\frac{a_5}{a_1}} \quad (34)$$

此时可以保证在高增长下的汽油价格波动平缓,还可以利用对燃料乙醇的补贴来降低乙醇汽油的价格,同时完成经济高速增长和价格水平基本稳定的任务。

情形4: 燃料乙醇供给增加条件下的国外原油供给影响

假设我国开始扩大燃料乙醇原料的种植,燃料乙醇产量按照 $m\%$ 速度增长,那么在第 t 期和第 $t+1$ 期我国燃料乙醇所占比例分别为 $q^t\%$ 和 $q^{t+1}\%$,此时若出现国际原油供给紧张的局面($k\%$ 为正常条件下的原油供给缺口),即:

$$q^t\% D(x^t) = S(x_2^t) \quad (35)$$

$$(1 - k\%) q^{t+1}\% D(x^{t+1}) = (1 + m\%) S(x_2^t) \quad (36)$$

当燃料乙醇的加快供给未能根本改变原油缺口带来的能源供给不足时,即

$\frac{(1 + m\%) q^t\%}{(1 - k\%) q^{t+1}\%} > 1$, 此时有:

$$\frac{G^{t+1}}{G^t} < \left(\frac{P_p^{t+1}}{P_p^t} \right)^{\frac{a_1}{a_4}} \left(\frac{P_b^{t+1}}{P_b^t} \right)^{\frac{a_2}{a_4}} \left(\frac{Y^{t+1}}{Y^t} \right)^{\frac{a_3}{a_4}} \left(\frac{P_s^{t+1}}{P_s^t} \right)^{\frac{a_5}{a_4}} \quad (37)$$

所以,我国仍将面临因能源缺口导致的经济增速放缓的困境。

当燃料乙醇的加快供给已经根本改变能源结构时,即 $\frac{(1 + m\%) q^t\%}{(1 - k\%) q^{t+1}\%} < 1$, 此时有:

$$\frac{G^{t+1}}{G^t} > \left(\frac{P_p^{t+1}}{P_p^t} \right)^{\frac{a_1}{a_4}} \left(\frac{P_b^{t+1}}{P_b^t} \right)^{\frac{a_2}{a_4}} \left(\frac{Y^{t+1}}{Y^t} \right)^{\frac{a_3}{a_4}} \left(\frac{P_s^{t+1}}{P_s^t} \right)^{\frac{a_5}{a_4}} \quad (38)$$

此时可以保证在高增长下的汽油价格波动平缓,还可以利用对燃料乙醇的补贴来降低乙醇汽油的价格,同时完成经济高速增长和价格水平基本稳定的任务。

推论二: 在开放经济条件下,国际原油通过价格传导影响我国汽油价格。在供给可变的条件下,要解决我国面临能源价格波动安全隐患,需要大力推动我国液态生物质燃料乙醇的供给,改变我国以传统汽油为绝大多数比例的供给结构,缓解国际原油价格的波动对我国一般价格水平波动产生的负面影响。如果我国液态能源市场的结构得到根本性优化,可以保证国内经济保持较快速度增长而不需要受到能源供给安全的威胁。

五、结 论

我国国内原油产能上升空间有限,经济增长引致的对原油的需求将从国外进口补充,由此造成的国际原油输入的依赖将威胁我国能源安全和国民经济的运行。

(一) 调节能源结构将缓解国际油价的输入性影响

短期市场出清条件下,我国对液态燃料的需求不变,国际原油将从价格渠道影响我国经济增长。外部油价通过价格传导影响我国汽油价格,从而我国面临能源价格波动安全隐患。如果我国液态能源市场仍以传统汽油为主,那么国际原油价格的波动将影

响我国一般价格水平,甚至导致成本推进型的通货膨胀。我国若扩大燃料乙醇在能源结构中的比例,使得液态能源市场的结构得到优化,那么当我国遇到国际原油价格波动时,燃料乙醇扩大供给,可以缓解因外部原油价格造成的国民经济影响。

(二) 增加燃料乙醇产能将最终缓解能源安全

在长期市场出清的开放经济条件下,国际原油通过价格传导和供给缺口影响我国经济和民生。首先,在供给可变条件下,国际原油价格将快速影响国内汽油价格,进而造成一般物价水平的波动,引起因通货膨胀造成的民生问题。要解决我国面临能源价格波动安全隐患,需要大力推动我国液态生物质燃料乙醇的供给,改变我国以传统汽油为绝大多数比例的供给结构。其次,如果因为政治原因,国际原油供给出现输入性障碍,我国的经济增长将面临增速放缓的不利局面,唯有使我国液态能源市场的结构得到根本性优化,加大燃料乙醇的开发利用,才能保证我国的国内经济保持较快速度增长从而不会受到能源供给安全的威胁。

六、政策调整

从现阶段看,国际油价波动和原油的高对外依存度没有对中国经济产生重大影响,但随着中国经济运行不断深入,国际政治风云变幻,能源安全问题将越发突出。从本文的分析结果来看,中国可以通过原料开发政策、研发政策和补贴政策推进燃料乙醇产业的快速发展。

(一) 以项目带动原料开发

考虑到发展液态生物质燃料的“与粮争地”和“与人争粮”的潜在威胁,国家发展和改革委员会在《关于加强玉米加工项目建设管理的紧急通知》中明确提出,中国将坚持以非粮作物为主,积极稳妥地推动生物燃料乙醇产业发展。使用非粮的替代产品生产燃料乙醇是解决扩大燃料乙醇生产规模和可持续发展的有效途径。木薯、甘薯和甜高粱是较为理想的生产原料,但是中国现阶段对上述原料的产业化种植仍然处于起步阶段,还未大面积推广。2007年,中国在广西建立以木薯为原料的广西中粮生物质能源有限责任公司,年设计产量20万吨,成为国内首家定点生产非粮燃料乙醇企业。目前,广西北海国发海洋生物产业股份有限公司、广西新天德能源公司等广西木薯乙醇企业已经具备50万吨产能,并已启动的海南椰岛木薯乙醇10万吨/年规划、广东华灵集团木薯乙醇50万吨/年的规划。现有的燃料乙醇企业项目已经考虑到“近原料”的因素,这些做法都是为了避免增加过多的生产成本考虑。考虑到非粮原料的分布,中国可以省级项目为龙头,以点带面逐步铺开开发燃料乙醇原料的道路。通过制定科学合理规划,在资源丰富的区位建立大型燃料乙醇生产汽油平台,根据加工业就近原料基地且交通方便的原则,就近种植和开发当地能源作物,尽量避免来自运输和半成品产业内贸易的成本。

(二) 加快第二代生物质能源提炼和运输技术研发

我国的纤维素资源十分丰富,主要有草、秸秆、农作物壳皮、树枝、落叶、林业边脚余料等。但是,利用纤维素生产燃料乙醇仍然受到制约,主要是由于纤维素乙醇存在生产技术和工艺的限制,所以其研究大部分还停留在实验室和中试阶段。中国政府应当在纤维素的预处理、水解和发酵三步重要的生物转化过程同时加强研发力度,同时打造国际交流平台,让国内的研究进入国际同类研究中去,争取早日实现提炼技术的突破。中国已经开始产业化的探索,其中,利用秸秆类纤维素水解提炼的企业和研发单位分布在山东、河南、南京、北京、黑龙江、上海、安徽和苏州等地,涉及到的作物有玉米秸秆、甜高粱秸秆以及其他农作物秸秆等。黄季焜和仇焕广(2010)指出,以纤维素为原料生产生物燃料乙醇有八大关键技术需要进一步研究,而影响我国产业化程度最大的是原料预处理技术,其次是纤维素酶的生产技术。

中国应该首先开发廉价高效的木质纤维预处理技术和平台,通过依托此平台不断探索新的预处理技术。其次,开发低成本、高效的纤维乙醇专用水解酶,降低开发成本;开发高效全糖发酵技术,着重关注基因工程方法的运用,降低生产成本。此外,还要完善原料收集和运输体系,试点配备专业搜集工人作业,保证高效安全。

(三) 优化燃料乙醇的各阶段补贴

中国对燃料乙醇生产和消费的补贴从2002年开始,经历了保本微利补贴、定额补贴和弹性补贴三个阶段(曹俐和吴方卫,2010)。现有的燃料乙醇补贴应从中间投入环节、附加值要素投入环节、产出环节、消费环节和研发环节进行针对性补贴。面对各个环节的众多补贴,更应该理性对待。

首先,要明确发展燃料乙醇产业的发展地位和目标。居高不下的原油消费催生了燃料乙醇产业发展的条件。2010年,我国原油表观消费量首次突破4亿吨,达4.39亿吨,而进口原油达2.39亿吨,对外依存度已经突破50%。作为我国能源多元化的战略之一的生物燃料乙醇的发展,政府应该根据我国生物燃料乙醇的资源潜力以及当前的技术水平科学测算并规划确定生物燃料乙醇在能源多元化战略中的比重,进而确定生物乙醇的发展数量、速度与规模。

其次,要根据实际情况制定生物燃料乙醇的补贴原则。深入调查研究不同省市国土资源的状况,尤其是可用于种植木薯、甘薯和甜高粱的边际性土地资源状况以及纤维素乙醇的资源潜力,结合当前生物乙醇的技术水平,切实做好关于相关原料基地的建设和产业规划的全盘部署工作。同时,补贴金额应与国际油价挂钩,采用动态平衡的原则,建立与国际油价挂钩的生物燃料乙醇动态补贴机制,在国际油价涨跌时,根据成本和油价的波动情况,规避在油价持续低迷时企业业绩的不稳定性,实现总体动态平衡。

第三,要继续完善生物燃料乙醇补贴的措施。在中间投入环节,对非粮能源作物的补贴,采取直接价格支持、税收减免、现金直接补贴等手段。对购买非粮能源作物种子以及相应农业机械予以直补,购买化肥可以实行免征增值税等;在附加值要素环节,加大资本领域的补贴力度,对非粮生物乙醇的生产设备,对边际土地资源的开发和利用和

从事非粮生物乙醇的劳动力予以直接现金奖励或政策倾斜;在产出环节,适当放宽进入门槛,实施与国际油价挂钩的基于产出的动态补贴;在消费环节,加强对生物乙醇储运、分销、销售环节的设施投入的补贴,可在试点省市的生物乙醇网点的建设上予以税收优惠和贷款贴息;在研发环节,建立生物燃料乙醇的研发专项资金,对于研究机构以无偿资助为主,支持国内研究机构和企业生物燃料乙醇核心技术方面提高创新能力。

参 考 文 献

- Davis, S. J. and J. Haltiwanger, 2001, "Sectoral Job Creation and Destruction Response to Oil Price Changes," *Journal of Monetary Economics*, 48, 465-512.
- Lee, K. and S. Ni, 2002, "On the Dynamic Effects of Oil Price Shocks: A Study Using Industry Level Data," *Journal of Monetary Economics*, 49, 823-852.
- Yang, Jun, Huangang Qiu, Jikun Huang and S. Rozelle, 2008, "Fighting Global Food Price Rises in the Developing World: the Response of China and its Effect on Domestic and World Markets," *Agriculture Economics*, 39, 453-464.
- 曹俐和吴方卫 2010,《中美生物燃料乙醇补贴政策比较研究》,《中国软科学》第12期 16—26页。
- 龚志民 2006,《基于我国能源缺口模型的能源可持续发展探析》,《能源技术与管理》第1期 113—115页。
- 黄季焜和仇焕广 2010,《我国生物燃料乙醇发展的社会经济影响及发展战略与对策研究》,科学出版社 2010年4月第一版。
- 林伯强和王锋 2009,《能源价格上涨对中国一般价格水平的影响》,《经济研究》第12期 66—79页。
- 马晓宇、张子阳和胡利明 2007,《中国石油在马六甲海峡运输的安全研究》,《中国水运》第1期 28—30页。
- 王子博 2009,《论中国的产出缺口与宏观经济运行》,《商场现代化》第2期 353—354页。
- 于全辉和孟卫东 2008,《基于面板数据的中国能源与经济增长关系》,《系统工程》第6期 68—72页。
- 赵涛、尹彦和李暄煜 2009,《能源与经济增长的相关性研究》,《西安电子科技大学学报(社会科学版)》第1期 33—39页。
- 章辉和吴方卫 2009,《经济增长、能源消费与生物燃料乙醇发展——对生物燃料乙醇发展影响宏观视角的实证分析》,《林业经济》第3期 39—45页。
- 张锦华、吴方卫和沈亚芳 2008,《生物质能源发展会带来中国粮食安全问题吗?——以玉米燃料乙醇为例的模型及分析框架》,《中国农村经济》第4期 4—15页。
- 中国经济增长与宏观稳定课题组 2008,《外部冲击与中国的通货膨胀》,《经济研究》第5期 4—18页。