

《生物燃料可持续生产国际准则》 对我国生物燃料发展的启示

李 哲¹, 杨海芳²

(1. 中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038; 2. 中国防卫科技学院, 北京 101601)

摘要:《生物燃料可持续生产国际准则(草案)》的出台, 预示着生物燃料利用的规范性进入新的阶段, 生物燃料的开发利用将由分散的国家规范上升到统一的国际规范, 由单一的技术规范拓展到综合的全过程评估, 由关注产品的可获得性发展到关注环境的可持续发展。生物燃料的可持续发展应得到更加广泛的关注、重视和讨论。实现我国生物燃料的可持续发展, 需要抓好生物原料选择、应用技术研发示范、生产质量管理、销售渠道设置、投融资渠道、环境保护 6 个环节。

关键词: 生物燃料; 可持续发展; 国际准则

中图分类号: TQ-9

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2009)07-0008-04

“Global Principles and Criteria for Sustainable Biofuels Production” and its influence to China

LI Zhe¹, YANG Hai-fang²

(1. Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038, China;

2. Chinese College of Defense Science and Technology, Beijing 101601, China)

Abstract: *Global Principles and Criteria for Sustainable Biofuels Production (draft)* proposed the framework of definition and evaluation on sustainable biofuels production with an international influence, which will direct the development of biofuels' industry globally. The biofuels' production and utilization will develop from separate national regulations to united international principles, from special technical standards to the whole proceeding evaluation, from the acquirability of products to sustainability of environment. In this paper it is suggested that more attention should be paid to the sustainable biofuels development, such as the selection of raw materials, technical development and application, quality control, distribution, investment and financing as well as environmental protection.

Key words: biofuels; sustainable development; international principles and criteria

生物能源是重要的可再生能源, 开发利用生物能源是增加能源供应、保护环境、实现可持续发展的重要措施。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》、《生物产业发展规划纲要》都将生物能源的研究开发列为重点, 《可再生能源中长期发展规划》也将生物能源确立为可再生能源的重要组成部分。“十一五”期间, 多个政府部门通过设立专项、开展示范等方式, 支持生物能源的开发与产业化发展。生物质资源丰富的地方政府, 也将生物能源作为地方经济发展的重点。我国生物能源发展正进入快速发展时期。

以燃料乙醇和生物柴油为代表的生物燃料, 是当前生物能源的最主要形式, 也是各国发展的热点领域, 在矿物质燃料替代品市场中占很大份额。2006年, 全球生物燃料销售额达到 205 亿美元, 预计

2016 年将增长到 800 亿美元以上。国际上对生物燃料的风险投资从 2005 年的 6.47 亿美元上升到 2006 年的 28 亿美元^[1]。我国是生物燃料的生产大国, 以燃料乙醇为例, 自 2004 年开始大规模产业化以来, 2006 年实际产量即达到 132 万 t, 超过欧盟各国产量的总和, 成为继巴西、美国之后的第三大燃料乙醇生产国。2007 年, 我国 4 家燃料乙醇定点生产企业总共生产燃料乙醇 145 万 t, 按 10% 的混配比例, 可制成车用乙醇汽油 1 450 万 t, 占当年全国汽油产量(5 994 万 t)的 24.2%^[2]。

2008 年 8 月, 可持续生物燃料圆桌会议指导委员会宣布了《生物燃料可持续生产国际准则(草案)》(以下简称《准则》), 就如何定义和衡量具有可持续性的生物燃料形成了具有国际影响的框架, 对全球生物燃料的产业化发展将起到重要的导向作用。

1 《准则》着眼于生物燃料发展的综合效应

生物燃料发展对环境、经济和社会的潜在影响,近年得到了国际社会的广泛关注。2007年5月,联合国发布报告,在充分肯定生物能源优势的同时,也不无忧虑地提出了其存在的隐患,包括破坏生物多样性,导致粮食和淡水危机,农民失地等方面。对此,一些国家已经通过制订可持续生物质能标准等方式,对生物能源的生产进行了规范。2007年,荷兰成立专门委员会研究起草了关于建立可持续生物能源市场的建议案,并提交至荷兰相关政府部门。该建议案提出了涉及限制温室气体排放、保护生物多样性等内容的9项主要标准,建议只有满足这些标准的生物能源生产与利用活动,才能获得政府的支持和补贴。

可持续生物燃料圆桌会议延续和深化了对生物能源潜在影响的认识,并汇集各方力量,通过提出规范化的全球性框架,确保生物燃料的可持续发展。圆桌会议指导委员会成员包括来自联合国环境规划署、世界经济论坛、瑞士洛桑联邦理工学院、世界自然基金会等各方的代表。

该指导委员会表示,目前关于生物燃料对气候变化、粮食及能源安全的影响存在很大争议。因此,急需制订一项全球统一的标准,用于定义和衡量某种生物燃料是否在经济、社会和环境等方面具有可持续性。此次推出的国际准则草案旨在为投资者、政府、企业和民众评估不同种类生物燃料的可持续性提供参照。可持续生物燃料圆桌会议指导委员会希望到2009年2月可以基本完成磋商过程,当年4月推出第1版可持续生物燃料的国际标准。

《准则》内容涉及生物燃料可持续发展的一些主要问题,如生物燃料对于减缓气候变化和促进农村发展的影响,开发生物燃料与保护土地和劳工权利的关系,生物燃料对于生物多样性、土壤污染、水资源以及粮食安全的影响等。《准则》主要包括12项内容:

(1)生物燃料生产如涉及空气质量、水资源保护、农业耕作、劳工生产条件等因素时,应遵循国际协议和相关国家法律。

(2)生物燃料发展计划的设计与执行过程,应吸纳所有利益相关方参与,并接受其监督。

(3)相对化石燃料,生物燃料将显著减少温室气体排放。《准则》将寻求建立标准方法,以衡量生物燃料生产对温室气体减少所做的贡献。

(4)生物燃料生产不得违反人权和劳工权益,并保障工人正当的工作和福利。

(5)生物燃料生产将对地方、农村、原产地居民和社区的社会经济发展起到促进作用。

(6)生物燃料生产不得削弱食物安全。

(7)生物燃料生产将避免对生物多样性、生态系统及具有高度保护价值区域产生负面作用。

(8)生物燃料生产将促进土壤肥力改善,将耕地退化降低到最低水平。

(9)地表水和地下水的使用将遵循最优化原则,将水资源污染和消耗降低到最低水平。

(10)在生产各环节均将空气污染降低到最低水平。

(11)生物燃料生产将在最高的经济效益条件下进行,在生物燃料价值链各环节,均需注重改善生产效率、社会和环境表现。

(12)生物燃料生产不得违反土地权益。

《准则》从环境保护、节能、社会发展等多个角度,对生物燃料原料获取、生产、利用等各个环节进行了较为全面、系统的关注。尽管现有的条款大多只是进行了原则性的规范,但其中潜在的技术性和制度性要求,将对生物燃料整体发展起到变革性的推动作用。

2 生物燃料开发利用的规范性进入新的阶段

2.1 由分散的国家规范上升到统一的国际规范

作为对生物燃料生产的基础性规范,许多国家已经制订了相关产品的国家标准。由于原料、生产工艺方面的差异,许多国家制订了各自的生物燃料技术标准。美国、德国、意大利、法国等国家从20世纪90年代开始,对生物燃料建立了完整的包括储存、取样、检测、调合、原始分配和管理在内的质量体系。欧盟作为世界上生产和使用生物柴油最大的地区,尽管在2002年颁布了EN 14214生物柴油标准,但德国、奥地利等国仍具有各自的生物柴油标准。对于不同原料生产的同类生物燃料,也往往具有不同的技术标准。例如,德国的DIN生物柴油系列标准,针对不同的制造原料有不同的DIN标准,以油菜籽或其他纯蔬菜籽为原料的生物柴油遵循DIN E 51606标准,以蔬菜油脂和动物脂肪为混合原料的生物柴油遵循DIN V 51606标准。

尽管对于主要的生物燃料,国际组织出台了相应的质量标准,一些生物燃料生产大国的技术标准也具有跨国的影响力,但在《准则》出台之前,国际上

还没有对生物燃料利用进行系统、统一的规范。如生物柴油领域,尽管存在国际标准 ISO14214A,但美国、德国制订的标准也具有重要的国际影响,指导着不同的实际生产工艺。奥地利、澳大利亚、捷克、法国、意大利、瑞典等国家仍然依据本国特色,制订和使用生物柴油相关标准。燃料乙醇方面,巴西、美国、瑞典、波兰、澳大利亚、印度、泰国、日本等多个国家已颁布国家标准。2005 年以来,我国先后发布了《变性燃料乙醇》、《车用乙醇汽油》、《柴油机燃料调和用生物柴油》国家标准,并成立了全国变性燃料乙醇和燃料乙醇标准化技术委员,为我国生物燃料的标准体系建设奠定了基础。

《准则》虽然没有直接规定具体的技术指标,但从生物燃料生产的源头开始,就对生物燃料的开发和利用进行了规范,为生物燃料利用的国际协调奠定了制度基础。其中,一些潜在的技术要求,也很有可能推动相关的检测、评估技术形成国际标准。

2.2 由单一的技术规范拓展到综合的全过程评估

已有的各类技术标准、规范基本只关注产品的各项质量指标。如各国的燃料乙醇标准,主要包括乙醇含量、甲醇含量、蒸发残余物、水含量、改性剂含量、无机氯化物、铜、酸值、pH、外观等指标。我国 2001 年颁布的变性燃料乙醇(GB 18350—2001)和车用乙醇汽油(GB 18351—2001)两项强制性国家标准,在技术内容上也基本采用了美国试验与材料协会标准(ASTM)的指标。

生物燃料开发利用过程涉及多个关键环节,需要充分考虑各个过程要素(见图 1)。近年来,生物燃料产品对环境、社会的影响越来越受到国际关注,一些国家已把生产过程的规范性上升到法律层面。例如,美国 ASTM D 6751 标准已由美国环保局在“清洁空气法”的 211(b)部分加以了法律确认。这也意味着,在生物燃料产业技术路线设计与实现过程中,需要把技术、经济、环境和能源问题综合考虑,建立评价方法,从现有产业技术路线中遴选出值得推广和大规模发展的产业技术。



图 1 生物燃料开发利用过程的主要环节

《准则》还提出了技术指标之外的评估方法。针对国际上普遍关注的温室气体排放问题,《准则》提

出建立标准方法,用于衡量不同生物燃料生产对减少温室气体排放的作用。例如,对于已设立的生物燃料项目,需要用环境和社会影响评估(Environment and Social Impact Assessment, ESIA)的方法对环境和社会影响进行定期评估。再如联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)提供的方法,《准则》推荐用于对温室气体排放进行全生命周期的评估,以每千兆焦耳产生的二氧化碳公斤数表示($\text{kgCO}_2\text{equ/GJ}$),二氧化碳、氧化二氮、甲烷等气体排放量,以及最近 100 年全球气温上升潜力与 IPCC 的生命次数将被作为测算依据。

2.3 由关注产品的可获得性发展到关注环境的可持续发展

生物燃料生产的可持续性涉及温室气体排放、环境、经济和社会影响等众多方面,如果决策中稍有失误,很容易产生难以弥补的负面影响。不分析资源状况、不分析技术经济可行性、不考虑市场风险的盲目发展非常危险。燃料乙醇、生物柴油的生产过程实际上是化工生产过程,如果处理不好,环保投入不够,很可能在生产过程造成环境污染。能源作物种植也有可能过多占据粮食作物用地,影响国家粮食安全和社会稳定。

生物燃料生产对环境的影响巨大。生产商为获取原料,必须大规模种植用于生产生物燃料的农作物。当难以从农用地获得原料时,利润的驱使可能使许多珍贵的草原、林地受到侵犯。这些土地上的树木每年吸收大量的二氧化碳等温室气体,牺牲它们换取生物燃料,表面上看减少了温室气体排放,实际上却得不偿失。另外,种植用于生物燃料生产的农作物本身就需要耗费能源,因为播种、施肥、收割以及运输都可能需要使用燃烧化石燃料的机械。例如,马来西亚和巴西砍伐大量具有生态价值的森林,用以种植棕榈油树和甘蔗。有环保组织估计,从 1985 年到 2000 年,马来西亚所砍伐的森林,有 85% 是为了种植油棕;而在印尼,油棕的种植面积在过去 8 年里增加了 118%^[3]。《准则》的一项重要突破,就是把生物燃料发展的关注重点环节,从原料种植、产量增长拓展到了环境影响,并可以通过指标和测算加以量化。

3 实现我国生物燃料可持续发展需要关注的环节

《准则》将是否能够实现可持续发展,作为生物

燃料产业发展状态的重要判定因素,这对尚处起步阶段的我国生物燃料产业发展具有很大的启发和引导意义,需要得到政府、产业界等社会各领域的广泛关注和重视。当前,实现我国生物燃料可持续发展需要关注以下环节。

(1) 生物原料选择

生物燃料的原料问题与国家粮食安全息息相关。特别是我国这样的人口大国,保障粮食安全是生物燃料产业发展的首要前提。因此,我国在生物燃料发展之初,就定下了“不与人争粮、不与粮争地”的基本原则。目前,我国的燃料乙醇主要以玉米淀粉或蔗糖为原料生产,但在国际粮食压力不断加大的背景下,2007年以后用于生产玉米乙醇的玉米量不会再有显著增加。因此,各界普遍把眼光投向了木薯、菊芋、油桐、麻疯树等非粮作物和玉米芯等富含纤维素的生物质废弃物。据预测,2030年基于木质纤维素生产的燃料乙醇将达到世界燃料乙醇总产量的40%左右,2050年则达到60%以上^[4]。值得关注的是,我国地域辽阔,区域特色鲜明,不同地区需要因地制宜选择原料作物,既要充分发挥本地农业优势,也要充分考虑产地分散、不容易收集运输贮存等多方面的困难。

(2) 应用技术研发示范

虽然我国已实现了以玉米、甘蔗为原料的燃料乙醇的产业化生产,但生产装置在液化、糖化、发酵等工序和分离、系统灭菌等技术环节与发达国家装置相比还有不小的差距。以木薯等非粮作物为原料生产燃料乙醇尚处于技术试验阶段,要实现大规模生产,还需要在生产工艺和产业组织等方面做大量工作。例如,生产1 kg燃料乙醇,我国的煤耗为1.45 kg,而美国只需0.73 kg,我国耗水12 kg,美国只需1.8 kg,节能装备和技术工艺差距明显。以废弃动植物油生产生物柴油的技术较为成熟,但发展潜力有限。以油料、植物为原料生产生物柴油的技术尚处于研究试验阶段,还需要经过工业性试验后才能开始大规模生产。对后备资源潜力大的纤维素生物质燃料乙醇和生物合成柴油技术还处于研究阶段,离工业化生产还有较大差距。

(3) 生产质量管理

我国近年来先后发布的生物燃料国家标准,对优化生产工艺和提高产品质量起到积极的引导作用,但这只是我国生物燃料标准体系建设走出的第一步。生物燃料的理论工艺路线一般并不复杂,然而实际生产中涉及原料处理、产品获得率、能源消

耗、微量杂质对发动机影响等技术关键因素,需要非常系统的标准体系进行规范,生物燃料在销售过程中也还缺乏严格的检测。例如,我国生物柴油生产中普遍采用的二步酯交换法,在生产连续性和安全性等方面还存在问题,而且产量不易扩大,难以最大限度地降低生产成本^[5]。这需要科技研发、标准化、技术监督等部门加强协调,综合推进技术研发集成、标准制订、市场监督等一系列工作,发挥标准的技术基础、技术准则、技术指南和技术保障作用,促进生物燃料产业的健康发展。

(4) 销售渠道设置

国家对燃料乙醇的生产和销售采取了管制措施,只有指定的几个定点企业可以从事此类燃料乙醇生产,享受财政补贴,并由中国石油和中国石化2个公司负责乙醇汽油的混配和销售。近年来,虽有许多企业和个人生产或销售燃料乙醇,但受到现行政策的限制,不能普遍享受到财政补贴,难以进入汽油的销售渠道。一些企业和个人以甜高粱茎秆为原料生产的乙醇也无法进入交通燃料市场。生物柴油的销售也面临着同样的困境。由于行业垄断等因素,一些替代能源产品即使质量合格,也无法通过正规渠道进入主流销售网络体系,只能进入社会加油站和终端消费用户,很难形成规模效应。在能源需求持续高涨的情况下,打通新能源的供需渠道就成为产业发展的关键。在保障产品质量前提下,有重点、分阶段地放宽和拓展生物燃料的销售渠道,把财政补贴扩大到对非粮燃料乙醇的生产和销售环节,将有助于这一新兴领域的又好又快发展。

(5) 投融资

投融资是生物产业面临的普遍问题,但生物燃料领域的投融资还有一些自身的特点。一是需要多层次、大范围的资金投入。不仅生产企业,种植、运输等很多领域同样需要大量的资金投入,后者直接联系到广大农村和大量的农业人口,而农村恰恰是我国投融资的最薄弱环节。二是受宏观政策影响因素多、作用大。生物燃料受能源、农业、土地等多重政策影响,并且,在尚未获得稳定畅通的销售渠道背景下,一般的投入主体都会望而却步。三是资金回收周期长、技术风险高。从原料作物种植算起,资金回收的周期要达到几年甚至十几年,纤维素乙醇等二代生物燃料的技术路线也还不成熟。在此背景下,为生物燃料提供持续有力的资金支持,才可能进行长期规划和规范生产,并进一步保障整个生产

(下转第13页)

表1 不同来源的生物柴油的比较^[5]

谷物名称	油的产率/ L·ha ⁻¹	需要耕地的 面积 ^① /Mha	占现存美国耕 地的百分比
玉米	172	1540	846
大豆	446	594	326
椰子	2689	99	54
油椰子	5950	45	24
微藻 ^②	136900	2	1.1
微藻 ^③	58700	4.5	2.5

注:①是指满足美国1年50%交通燃油所需要的油量;②是指在干重的条件下,油脂含量占微藻生物质的70%;③是指在干重的条件下,油脂含量占微藻生物质的30%。

目前,制备生物柴油方法主要有酸催化、碱催化 and 酶催化3种,其中酸催化一般所用的催化剂是100%浓硫酸,反应液中酸浓度为2.25 mol/L;所用的醇/油比一般较大,有文献报道^[8]是100%过量醇,也有文献报道^[9]醇油比为30:1甚至更高;反应时间一般较长(3~24 h)。由于所使用的催化剂为高浓度硫酸,对设备有严重的腐蚀性,所以对设备材质要求较高,一般为不锈钢材料,这样就限制了其用途。但是酸催化对于含有不饱和脂肪酸和水的油脂又具有显著的优势,因为酸可以催化酸和醇发生酯化反应,那些含有较多不饱和脂肪酸的油脂和废油就可生成生物柴油,不需要进行预处理。生产生物柴油面临的主要问题就是原料油价格过高,因此酸

催化就可以利用废油脂来生产生物柴油,这样不仅可以大幅度地降低生产成本而且有利于环境。目前关于利用酸催化废油脂或脂肪酸含量高的油脂生产生物柴油的报道有不少,例如:Zong等^[10]曾报道利用硫酸化不完全碳化的糖类(主要是葡萄糖)去催化含有大量脂肪酸的油脂制取生物柴油,反应温度为80℃,醇油比为10:1,经5h得到的生物柴油产率为95%。这种方法用不完全碳化的糖代替一般酸如浓硫酸,既可以减少浓硫酸对环境和设备的污染与腐蚀,又易于和产物分离,这种催化剂易制备且价格便宜,因此是一种很好的催化剂。另外,固体酸酸性强,能催化酯化反应和酯交换反应,且产物与催化剂分离简单,催化剂可循环使用,是一类良好的酸催化生产生物柴油的催化剂。Kulkarni等^[11]就曾利用固体酸(负载在TPA的水合氧化锆)催化具有高含量脂肪酸的油脂,能得到77%产率的生物柴油。

微藻体内不仅含有大量油脂,同时也含有不少游离脂肪酸,如果运用酸催化制取生物柴油的方法,无需进行预处理就可以生产生物柴油,因此酸催化法适用于利用微藻制取生物柴油。

碱催化一般使用的催化剂是氢氧化钠和氢氧化钾,有时也用到醇钠,一般为甲醇钠。由于甲醇钠的碱性更高,更容易与甘油酯进行酯交换反应,对那些活性较低的甘油酯是一个不错的选择。制备生物柴油的醇油化学计量比是3:1,而由于酯交换反应是一个可逆反应,既可以生成生物柴油,也可以生成

(上接第11页)

链条的协调、可持续发展。随着《可再生能源中长期发展规划》、《共同推动我国生物产业融资工作意见》等政策的出台,我国生物燃料领域的投资也逐渐升温,如中海油集团投资近24亿元,在四川攀枝花地区开展麻风树生物柴油产业发展项目;奥地利某能源企业投资1.2亿欧元在南通建设生物柴油项目。

(6) 环境保护

生物燃料本身具有环境友好和可再生性,但生产过程需要消耗一定的能源和水资源,产生的废弃物也可能对环境造成污染。即使从使用的角度,不加区分地增加生物燃料使用量也并不意味一定能够减少温室气体排放。对于《准则》提出的环境评价的指标和测算依据,一些发达国家已经进行了前期探索和实践,例如,《欧盟生物燃料战略》就要求增加研究投入,以量化车辆使用生物燃料对于温室气体的抑制效果,并在《燃料质量条例》中对乙醇、乙醚

与生物柴油的总量限制做出评估,比较生物燃料的外在成本收益,以避免能源作物的大量种植造成环境破坏和变相土地贫瘠。我国在这些方面的研究刚刚起步,许多领域还是空白,需要综合、全面、系统、全周期地开展环境影响论证、评估、监测和预警,确保生物燃料与环境的协调、可持续发展。

参考文献

- [1] 邱宏伟. 加强技术创新,走中国特色生物能源发展之路[J]. 中国生物工程杂志, 2007, 27(12): 114-116.
- [2] 鹿建光, 童莉霞, 李艳君. 我国生物燃料乙醇产业现状及发展政策研究[J]. 经济参考研究, 2008, 43: 10-18.
- [3] 郑焕斌. 要口粮, 还是要燃料: 生物燃料与贫困人口的粮食大战即将来临[N]. 科技日报, 2007-04-14.
- [4] 曹湘洪. 我国生物能源产业健康发展的对策思考[J]. 化工进展, 2007, 26: 905-913.
- [5] 刘军利, 蒋剑春. 论生物质能源标准体系: 生物柴油标准化研究进展[J]. 生物质化学工程, 2006, 40(4): 57-61. ■