

中国生物液体燃料规模化发展研究

（总报告）

国家发展和改革委员会能源研究所
可再生能源发展中心

2008 年 8 月

目 录

一、前言.....	1
二、发展生物液体燃料的重要意义.....	1
（一）增加清洁车用燃料供应	1
（二）促进农村经济发展和农民增收	2
（三）改善和保护自然生态环境	2
三、国际生物液体燃料发展趋势和政策经验.....	3
（一）发展现状和趋势.....	3
1、生物液体燃料的兴衰和趋势	3
2、美国：加速发展的全球领先者	5
3、巴西：农业大国的曲折及成功范例	6
4、欧盟：全球环保领军者的持续努力	6
5、其它国家	7
（二）技术发展方向和资源潜力.....	8
1、生物液体燃料市场前景	8
2、生产应用技术路线和经济竞争力	9
3、能量平衡和温室气体排放影响	14
4、资源条件和发展潜力	15
（三）国际政策经验和动向.....	17
1、扶持与监管并重的政策体系	17
2、与时俱进的技术政策	18
3、日趋完善的环境政策	21
4、灵活运用贸易政策	22
5、引入可持续准则和认证	24
6、探索全球规范协调发展	25
四、中国生物液体燃料发展状况和挑战.....	27
（一）资源潜力和市场需求.....	27
1、原料资源潜力	27
2、市场需求预测	29
（二）产业政策和现状.....	30
1、产业政策	30
2、产业发展	33
（三）主要问题和挑战.....	38
1、原料资源基础仍然薄弱	38
2、技术产业发展水平不高	38

3、缺乏竞争力和抗风险能力	39
4、扶持政策和市场环境不完善	40
五、中国发展生物液体燃料的任务、思路和目标	41
(一) 推动规模化发展生物燃料的战略任务	41
1、转变扩大原料结构, 夯实资源基础	41
2、完善优化产品结构, 提高经济效益	41
3、调整产业组织结构, 提高产业效率	42
4、转变产业发展理念, 确保可持续发展	42
5、健全产业政策体系, 促进产业健康发展	42
(二) 总体思路	43
1、立足非粮原料, 坚持多元发展	43
2、优先培育资源, 稳步发展产业	43
3、坚持统筹规划, 确保协调发展	43
4、强化政府引导, 依靠市场运作	44
(三) 发展目标和路径	44
1、近期 (2010 年前): 促进技术产业化	44
2、中长期 (2010 至 2020 年): 初步产业化和规模化发展	44
3、长远期 (2020 年以后): 全面实现大规模发展	45
六、促进中国生物液体燃料产业发展的政策措施建议	45
(一) 开展重点地区资源详查评价	45
(二) 制定颁布专项发展规划	46
(三) 建立完善政策和市场体系	47
1、生产项目国家核准制度	48
2、非粮原料保障和监管制度	49
3、政府指导价定向收购制度	49
4、逐步实施灵活便利的使用制度	50
5、原料和产品进出口监管制度	50
6、项目建设经营监管惩罚制度	51
7、清理规范现有生物液体燃料项目	51
(四) 组织示范项目建设和车用混合燃料试点工作	51
(五) 组织制定技术和产业发展路线图	52
(六) 加大经济激励和财税扶持力度	53
(七) 制定可持续生产准则规范	53
(八) 加强国际生物液体燃料政策协调	54
参考文献	55

一、前言

20 世纪 90 年代以来，在促进农业发展、保障能源安全、应对气候变化、保护环境等目标驱动下，越来越多的国家都制定实施积极战略和政策加快发展生物液体燃料产业。在未来数十年，我国作为最大发展中国家面临加快社会经济发展的重要任务，在保障能源安全、保护自然和生态环境、促进农村农业发展等方面都面临着巨大挑战。因此，深入考察评估国际生物液体燃料产业发展前景和影响，探讨我国生物液体燃料产业及相关领域的发展战略和对策，对于切实促进经济、社会和自然可持续发展具有重要意义。

为此，本报告通过考察分析国际上生物液体燃料产业发展趋势和经验，评估我国发展生物液体燃料的资源潜力、产业政策和发展现状，总结了面临的问题和挑战，进而探讨了我国规模化发展生物液体燃料燃料的战略任务、总体思路、发展目标，并提出了促进我国生物液体燃料产业发展的政策措施建议。

二、发展生物液体燃料的重要意义

生物液体燃料是指以生物质资源为原料，通过物理、化学、生物等技术手段转化产生的液体燃料，包括燃料乙醇、生物柴油、生物甲醇、生物二甲醚、生物质油等，是国际生物质能源产业发展的重要方向。目前已开始规模性推广使用的主要生物液体燃料产品有燃料乙醇、生物柴油等。大力发展生物质液体燃料对于优化能源结构、保护和改善生态环境、建设社会主义新农村、保障能源安全和粮油安全都具有十分重要的意义。

（一）增加清洁车用燃料供应

我国是一个煤多油少的国家。目前能源生产和消费的一个主要问题是油气资源匮乏，对进口石油依赖日益加剧。从已掌握的能源资源看，目前煤炭剩余可采储量约 1100 亿吨，石油剩余可采储量约 24 亿吨，天然气剩余可采储量约 2 万亿 m³。与国外相比，我国人均拥有资源量煤炭、石油和天然气分别为世界人均水平的 70%、10%和 5%。按目前能源生产量和剩余可采储量计，煤炭还可以开采约 50 年，天然气可以开采 40 年，石油仅可开采 11 年。虽然这只是一种理论性的算法，今后能源资源还会不断的勘探出来，但足以说明我国能源工业面临的严峻形势。

由于资源的限制，我国从 1993 年即成为石油净进口国。此后石油进口量逐年增加，到 2005 年石油进口量已达 1.2 亿吨，约相当于全部石油消费量的 42.7%。根据国际能源署（IEA）预测，我国到 2010 年、2020 年石油进口依存度将进一步加大到 61%和 76.9%。近年来，国际市场石油价格大幅度上涨。自 2003 年国

际市场原油平均价格已从每桶 31 美元左右冲高到 100 美元/桶以上的高位。过度依赖进口必将对我国经济发展和能源安全构成更大威胁。

要解决好我国的能源问题，特别是石油的安全供应问题，确保持续地满足经济发展对能源的需要，除了切实转变增长方式，努力提高能源利用效率，全面建设高效和节能型社会外，必须高度重视可再生能源的开发利用，大力发展生物质液体燃料。理论上讲，大多数生物质都可通过一定的技术转换为液态形式的燃料，如生物甲醇、二甲醚、燃料乙醇和生物柴油等等，而且这些燃料在性能上与普通石油相近，不污染环境，且具有可再生性，因而是传统汽油、柴油一种较理想的替代品。生物质能属于本土资源，开发利用不会受制于人。与传统石油生产相比，生产工艺相对简单，建设工期短，且布局分散，易于隐蔽，总体生存能力强，对于建立长期稳定可靠的燃料供应体系具有战略意义。

目前我国石油资源安全和能源安全的问题越来越突出，成为长期制约我国经济发展的障碍。利用我国生物质资源丰富，建设“绿色油田”可以提高国家的能源安全度。每年仅农作物秸秆的可利用量就达 5.5 亿吨，约相当于 3 亿吨标准煤；而利用 5400 万 hm² 的宜林荒山荒地及 1 亿 hm² 的边际性土地发展能源植物的生物质生产潜力将更大，可较显著地增加清洁能源的供应量。

（二）促进农村经济发展和农民增收

全面建设小康社会，最艰巨、最繁重、最关键的任务在于解决“三农”问题。党的十六届五中全会提出了建设社会主义新农村的奋斗目标，把解决“三农”问题作为全党工作的重中之重。

发展生物质能源产业，通过种植能源作物，建立加工转换工厂，生产具有高附加值的燃料乙醇和生物柴油，既可延长农业产业链条，又能提高农业生产规模化、集约化生产水平，对调整农业产业结构、促进农村经济发展、增加农民收入、转移农村剩余劳动力和加快社会主义新农村建设都有积极的作用。据估计，若实现可再生能源中长期发展规划提出的在 2020 年生产生物液体燃料 1000 万吨的目标，届时将需要利用约 6000 万亩荒山荒地种植能源植物，每亩种植、维护、采集人工费用按 300 元计，则每年为农民增加收入 180 亿元。因此，发展生物液体燃料对推动社会主义新农村建设、促进解决三农问题具有重要意义。

（三）改善和保护自然生态环境

我国是世界上最大的发展中国家，也是目前经济发展最为迅猛的国家。随着我国工业化和城市化进程的加快，汽车尾气排放造成的污染也逐年加剧。2005 年，我国汽车保有量超过 3100 万辆，机动车尾气排放已经成为大城市空气污染的重要来源，其中氮氧化物排放量已占总量的 50%，一氧化碳占 85%。中小城市机动车保有量也将日益增加，如不及时提高机动车尾气排放标准和燃油品质，

到 2015 年，城市机动车污染物排放量将比 2000 年上升一倍。如果不对汽车尾气排放采取有效的治理，机动车排放对大气的污染将带来更加严重的后果，不仅直接威胁着人体健康，而且会造成巨大的经济损失。

三、国际生物液体燃料发展趋势和政策经验

（一）发展现状和趋势

1、生物液体燃料的兴衰和趋势

生物液体燃料的应用起始于 19 世纪末内燃机的发明。20 世纪 70 年代的两次石油危机推动了生物液体燃料的首次发展热潮和规模化生产应用，主要是巴西甘蔗乙醇和美国玉米乙醇计划，包括中国在内的其它许多国家在 70 年代也不同程度的成效地开展了本国生物液体燃料的生产应用活动。进入 20 世纪 90 年代，促进农业经济和保护环境成了推动生物液体燃料产业发展的新动力。例如，欧盟为了给“休耕地”开拓新的市场，对以植物油为原料的生物柴油开始实施税收优惠政策，推动了欧洲（特别是德国）生物柴油产量快速增加；美国通过《空气清洁法（修正案）》推动燃料乙醇使用量的快速增长。2002 年以来，国际石油供需形势的日益紧张和价格持续攀升使得生物液体燃料经济竞争力逐步增强，气候变化问题也加大了交通部门减排温室气体排放的压力，欧美等国对生物液体燃料产业施行优惠的财税政策，从而全面推动了国际生物液体燃料产业的蓬勃发展。

目前，以多种糖和淀粉类作物为原料的燃料乙醇和以植物油脂为原料的生物柴油等生物液体燃料（通常被称为传统生物液体燃料），已经实现商业化生产应用，近数年来全球生产使用规模迅速扩大。燃料乙醇是目前全球生产使用规模最大的生物液体燃料。2007 年全球燃料乙醇和生物柴油产量估计分别达到约 4000 万吨和 880 万吨，90%集中在美国、巴西和欧盟地区。许多国家近年来纷纷制定扩大生产使用燃料乙醇的计划，提出了雄心勃勃的发展目标（见表 3.1）。

2005 年以来，随着传统生物液体燃料在资源潜力、环保效益、燃料性能、粮食安全影响等方面的制约因素开始受到严重关切，国际社会和生物液体燃料产业界日益重视发展十分多样的非粮生物液体燃料，包括以农林业有机废弃物、专用非粮能源植物/微生物等生物质为原料的燃料乙醇、生物柴油、合成柴油燃料、新型醇类燃料、以及氢燃料等（通常称为第二代生物燃料）。目前，欧美等领先国家和企业正在建设一批万吨级规模的生物合成柴油、纤维素乙醇示范项目，通常预计在今后十年来逐步实现商业化。

表 3.1 主要国家生物液体燃料发展现状及目标

国家	产品及主要原料		2007 产量估计 (万吨)		发展目标	
	乙醇	生物柴油	乙醇	生物柴油	乙醇	生物柴油
美国	玉米	大豆油、废弃油脂	1987	152	2012 年 75 亿加仑，2022 年 360 亿加仑（含 150 亿加仑升纤维素乙醇及其它新型燃料）	
巴西	甘蔗	大豆、蓖麻、棕榈油	1518	22	2007 年使用 E25 燃料	2008 年 B2, 2013 年 B5
中国	玉米、甘薯、木薯	废油	129	10	2010 年 200 万吨非粮原料乙醇，2020 年 1000 万吨	2010 年 20 万吨，2020 年 200 万吨
加拿大	玉米、小麦、	动植物油脂	81	9	2010 年 E5	2012 年 B2
欧盟	小麦、甜菜	菜籽油、葵花油、大豆油	186	594	在车用燃料中的比例在 2010 年应达到 5.75%，2020 年计划达到 10%	
印度	糖蜜、甘蔗	小桐子、棕榈油	32	4	2008 年 E10	2012 年 B5
印度尼西亚	甘蔗、木薯	棕榈油、小桐子油	0	37	在道路交通燃料中的比例在 2010 年达到 10%	
马来西亚	无	棕榈油	0	30	无	近期为 B5
泰国	糖蜜、木薯、甘蔗	棕榈油、废油	24	24	2011 年 E10 扩大一倍	2012 年 B10
合计	-	-	3957	882	-	-

资料来源：主要整理自 William Coyle, The Future of Biofuels: A Global Perspective, 2008

2007 年全球主要国家的燃料乙醇和生物柴油产量估计分别达到约 4000 万吨和 880 万吨。据国际能源机构预测（IEA，2006），今后二十多年的全球生物液体燃料消费量在基准情景下将年均增长 6.3%，从 2005 年的 2000 万 toe（占全球道路交通燃料需求的 1%）增加到 2030 年的 9200 万 toe，届时约占全球道路交通燃料需求的 4%；在替代政策情景下将年均增长 8.3%，到 2030 年增加到 1.47 亿 toe，届时占全球道路交通能源需求的 7%（见表 3.2）。届时，巴西、欧盟和美国等领先国家/地区的生物液体燃料在道路交通燃料总量的比例则可望分别达到 30%、14%和 7%。对于更远期，国际能源机构（IEA，2006）预计，认为若实现技术突破，全球生物液体燃料使用量在 2050 年可望达到约 5 亿 toe,甚至可望超过 8 亿 toe，届时占世界液体燃料总需求的 13%。

表 3.2 国际生物液体燃料消费量现状和预测（单位：万 toe）

	2004	2010		2015		2030	
		基准情景	替代政策情景	基准情景	替代政策情景	基准情景	替代政策情景
经合组织	890	3050	3470	3900	5160	5180	8420
转型国家	0	10	10	10	20	30	50
发展中国家	650	1090	1400	1530	2110	4040	6200
合计	1550	4150	4880	5440	7300	9240	14670

资料来源：IEA, 2006

2、美国：加速发展的全球领先者

美国目前是世界上燃料乙醇的主要生产国，也是生物燃料的领先者，正在推动实施规模空前的生物液体燃料计划。上世纪 70 年代的国际石油危机期间，美国正式大规模开展了乙醇发展计划，利用玉米生产燃料乙醇，推广在汽油中掺混 10%乙醇的混合车用燃料（即 E10 燃料），并实行减免联邦消费税的优惠政策。到 1990 年，美国燃料乙醇产量已从 1979 年的 1000 万加仑（约 3 万吨）迅速增加到 8.7 亿加仑（约 270 万吨）。美国在 1990 年通过的《空气清净法（修正案）》及 90 年代末以来对可能污染水体的 MTBE 添加剂的禁用令，进而使得燃料乙醇作为汽油含氧添加剂的需求快速增加。

2005 年美国通过《能源政策法案 2005》，建立再生燃料份额制度（RFS），要求使美国可再生燃料（在可预见期内主要是生物液体燃料）利用量逐年递增到 2012 年 75 亿加仑（约 2320 万吨）。实际上，由于 2005 年以来国际油价迅速飙升、美国联邦政府对燃料乙醇实行 54 美分/加仑的税收优惠政策（以及众多州的财税优惠政策）等积极因素，使得美国玉米乙醇产业产能和产量迅速增加。美国的生物柴油产业自 2000 年以来也在税收优惠和高油价激励下迅速起步壮大。2007 年，美国燃料乙醇产量已达到 64 亿加仑（约 1980 万吨），生物柴油产量达到 4.5 亿加仑（约 150 万吨），预计在 2008 年就可提前 4 年达到 2012 年 75 亿加仑消费量的发展目标。目前，美国的燃料乙醇产用量约占全球的一半，全国 45% 的汽油均添加了 10%的燃料乙醇。

美国总统在 2007 年提出到 2017 年通过发展生物液体燃料和提高能效等手段使 2017 年的汽油消费降低 20%，其中生物液体燃料的使用量要达到 350 亿加仑（约 1.08 亿吨）。经过广泛讨论，美国国会于 2007 年底通过最新的《能源独立和安全法案 2007》，进而要求再生燃料使用量逐年增加，在 2022 年达到 360 亿加仑（约 1.1 亿吨），预计届时将占美国车用燃料的 22%。《能源独立和安全法案

2007》最令人瞩目的特点是在继续显著扩大玉米乙醇使用量的同时快速提升先进生物燃料的使用量,要求传统生物液体燃料(特指以玉米淀粉为原料的燃料乙醇)的年使用量逐步增加并在 2015 年后将稳定在 150 亿加仑(约 4650 万吨),其余将由“先进生物燃料”提供,包括纤维素燃料、生物基柴油(即以动植物油脂为原料的生物柴油)以及不加单独规定的其它生物燃料。

3、巴西：农业大国的曲折及成功范例

巴西长期以来是国际上最主要的生物液体燃料生产使用国,主要利用甘蔗生产燃料乙醇。巴西自 1975 年启动实施“全国乙醇项目(Proálcool)”,到上世纪 80 年代末的年使用量已达到约 1000 万吨,乙醇汽车的销售已占汽车产量的 94.4%。但是在 80 年代末,巴西政府因为较大财政负担而停止了对全国乙醇项目的支持。1990 年“海湾战争”后的国际原油价格油价高涨,巴西政府又对全国乙醇项目给予高度关注和支持,于 1993 年出台法律规定汽油中掺加乙醇的比例为 20~25%,推动了甘蔗燃料乙醇的扩大生产使用,使得生产使用量在 1997 年达到约 1200 万吨。在上世纪 90 年代中后期,随着国际原油价格逐步回落至 10 美元/桶以下,巴西甘蔗乙醇的产量又一次逐步下降。但近年来国际油价的迅速飙升又推动了巴西燃料乙醇的产用量。2007 年,巴西利用 340 万公顷的甘蔗生产了大约 1500 万吨燃料乙醇,扣除出口后约替代了国内 48%的汽油。

巴西还计划扩大燃料乙醇项目,在增加国内清洁替代燃料供应的同时,并力争扩大出口,计划到 2015 年生产燃料乙醇约 3000 万吨,比 2007 年约增加一倍。巴西于 2006 年启动生物柴油计划,推广在普通柴油中掺加 2%生物柴油的混合燃料(即 B2 燃料),计划在 2013 年后在全国推行 B5 燃料,预计到 2013 年使生物柴油年产量达到 200 万吨。

4、欧盟：全球环保领军者的持续努力

欧盟地区虽然在生物液体燃料产业的起步和规模上均落后于美国和巴西,但日益重视根据自身情况发展生物燃料产业。如前所述,上世纪 90 年代中期欧盟出于农业保护目的的休耕地政策推动了生物柴油等产业的起步。进入本世纪,随着石油进口依存度和气候变化压力的不断增加,欧盟日益把生产利用生物液体燃料作为保障 能源安全和减排温室气体的战略举措。欧盟交通部门的温室气体排放在 1990 至 2010 年期间预计增加 50%,新增量约为 11 亿吨,其中 83%来自道路交通。交通部门的石油依赖度也高达 98%。

2003 年欧盟颁布《关于促进交通部门使用生物燃料和其它再生燃料的指令》(以下简称《指令 2003》),推动各成员国生产利用生物液体燃料,包括生物燃料乙醇、生物柴油(脂肪酸甲酯)、沼气和生物甲烷、生物二甲醚(Bio-DME)、利用生物乙醇生产的乙基叔丁基醚(ETBE)、利用生物甲醇生产的生物甲基叔丁

基醚（Bio-MTBE）、合成生物燃料、生物氢、纯植物油等。《指令 2003》为各成员国提出了指示性目标，即生物液体燃料在欧盟道路交通燃料（特指汽油和柴油）中的比例（以能量计算）在 2005 年应达到 2%，在 2010 年应达到 5.75%。《指令》还要求各成员国制定财税优惠政策等促进实现该目标。在《指令 2003》及各国扶持政策激励下，许多欧盟成员国的生物液体燃料产用量持续增加，在 2003~2005 年增加约一倍，主要是生物柴油。但是，截止到 2005 年，整个欧盟地区的生物液体燃料使用量在道路交通燃料中的实际比例只达到 1%，仅为预定目标 2% 的一半，只有德国（3.8%）和瑞典（2.2%）超过了 2% 的目标。就生物燃料品种而言，生物柴油占柴油的比例达到 1.6%，而燃料乙醇仅占到汽油燃料的 0.4%。欧盟目前普遍认为，2010 年生物液体燃料在道路交通燃料中的份额达到 5.75% 的目标不大可能实现。为了加快发展生物液体燃料，欧盟委员会在 2006 年 2 月发布了《生物液体燃料战略》，提出了一系列鼓励生产应用生物液体燃料——特别是第二代生物液体燃料——的发展战略和政策措施，涵盖目标引导、土地供应、市场拉动、技术支持、财政扶持等方面。

2008 年，欧盟委员会又提出新的发展目标，到在 2020 年使再生燃料满足欧盟地区 10% 的道路交通燃料需求，预计届时年使用量约为 3460 万 toe。为促进实现该目标，欧盟委员会提出各成员国可采用税收减免和再生燃料配额（RFS）这两种政策。德国的税收减免政策已显著促进了生物液体燃料的生产应用。但近两年来，为了减轻政府财政负担、避免在高油价下的过渡补贴、激励生厂商降低生产成本，法国、奥地利、德国等成员国已经或准备采用配额制度，要求燃料供应商必须在国内燃料市场中供应一定比例的生物液体燃料。如果没有合理理由和新的科学发现而没能事先预定目标，欧盟委员会拟在评估的基础上提出制定应对措施，包括适当方式的强制性目标。

5、其它国家

在国际市场油价居高不下的背景下，其他许多发达国家和发展中国家近年来也积极推动本国的生物液体燃料生产应用。印度已推行燃料乙醇计划数年，计划在中期全国推广 E5 燃料，并开始积极推动发展以小桐子为原料的生物柴油计划。加拿大政府在 2006 年宣布计划实施生物燃料掺混政策，计划在 2010 年推广 E10 燃料，在 2012 年推广 B5 燃料。日本计划自 2007 年起推广使用乙醇掺混比例为 3% 的乙醇汽油燃料（E3 燃料），在 2020 年前推广率达到 50% 以上，到 2020 年以后开始推广乙醇掺混比例为 10% 的乙醇汽油燃料，到 2030 年使推广率达到百分之百。生物液体燃料产业在许多具有优厚土地和气候条件的拉美地区和东南亚国家也被视为减少石油进口压力、形成新的经济增长点的重要机遇。印尼、马来西亚、阿根廷、乌拉圭、哥斯达黎加、哥伦比亚、巴拉圭、智利等国都通过国家立法、掺混比例目标、财税扶持政策手段促进本国生产使用利用甘蔗、棕榈油、

大豆油等原料生产燃料乙醇和生物柴油。

（二）技术发展方向和资源潜力

虽然生物液体燃料在近年来发展迅速并初步展示了广阔的发展潜力，但是随着生物液体燃料生产使用量对原料需求的快速增加、以及欧美陆续提出更加积极的中长期发展目标，近年来生物液体燃料也日益引发了众多争议和批评。批评者认为，大规模发展生物液体燃料对替代石油和保障能源安全的潜力十分有限，指出即使利用全部美国现种植的 9000 万公顷玉米也只能满足美国 12~15%的交通燃料需求，而且显著推高了农产品和食物价格，威胁粮食安全。对于生物燃料的实际减排温室气体效果和潜力，许多机构也提出质疑，认为玉米乙醇等生物燃料及其原料的整个生产过程的能耗并不低于所提供的能量，甚至还要消耗更多能源；生物燃料减排温室气体的效益也十分有限，而且在热带地区国家毁坏现有森林发展生物液体燃料将会引起显著碳释放，将抵消替代石油燃料所减排的温室气体。因此，这些批评者认为，生物液体燃料为一种错误的选择，欧美等国的发展目标和积极政策也应该取消或缓行。但是，有的研究机构称，发展能源作物和生物液体燃料并不必然威胁粮食安全，因为可通过技术创新提高原料单产量、利用农作物秸秆等传统农业废弃物、开发边际土地种植专用能源植物等途径扩大发展潜力。支持者还认为，生物液体燃料的技术进步和产业监管制度（如可持续生物燃料认证）能够促进实现更加显著的化石能源替代和温室气体减排效益。也就是说，如果采取积极的、正确的技术、产业和环保政策，生物液体燃料完全可以实现其社会经济目标。欧盟委员会即针对有关欧盟生物液体燃料目标和政策的批评反驳道，其生物液体燃料发展战略是符合欧盟的自身情况和利益的。美国则于 2007 年在国内外争论质疑中通过了《能源独立与安全法案 2007》，提出 2022 年生物液体燃料等再生燃料使用量达到 360 亿加仑（约 1.12 亿吨）的目标。

总的来说，不同研究机构、专家和国家对生物液体燃料产业的发展道路、影响和战略政策存在着不同视角、倾向和观点，反映了生物液体燃料产业自身及其社会经济含义的复杂性，也使得国际生物液体燃料产业处于重要道路关口。

1、生物液体燃料市场前景

普遍预计，全球交通部门能耗和温室气体排放持续显著增加，仍将依赖供需形势日益紧张的石油燃料，亟待寻找清洁替代燃料。国际能源机构（IEA，2007）预测，2030 年交通部门的年能耗量和年二氧化碳排放分别比 2005 年新增 11.5 亿 toe 和 29 亿吨 CO₂，分别占同期世界每年一次能源消耗总量和温室气体排放总量新增量的 18%和 19%（IEA，2007）。虽然中国、印度等发展中国家交通部门的能耗和温室气体排放量增加速度最快，但发达国家的交通运输部门更是能源消耗和温室气体排放增加的主要来源，例如 2020 年欧盟地区道路交通部门的 CO₂

排放量将比 2005 年增加 7700 万吨，占同期 1.26 亿吨的总新增排放量的 61%。而且，随着石油供应形势的日益紧张和价格的不断高涨，发展替代燃料的经济动力又一次增强。因此，寻找清洁替代燃料已成为保障能源安全（特别是交通部门能源安全）、减排温室气体的必然要求。

随着现代汽车技术和生物质能资源转化利用技术的持续创新，生物液体燃料成为交通部门近中期最有希望实现大规模生产应用的规模化替代燃料。自 19 世纪末内燃机发明后并逐步技术成熟、成为世界主导车用动力装置之后，液体燃料就与内燃机一道形成了长期稳固的车用动力燃料技术体系。虽然自 20 世纪 80 年代以来，国际社会持续研究替代性车用燃料和动力装置，如电动汽车、天然气汽车、液化气汽车、以及燃料电池车，但是由于高成本和低便利性（基础设施少、行驶里程短等）都没有实现大比例替代。据预测，2030 年前内燃机仍将在交通体系中占据主流位置，也将继续依赖液体燃料。值得特别指出的是，鉴于全球庞大而高度统一的道路交通基础设施体系和汽车及燃料市场，与现有基础设施的兼容性和快速商业化发展前景是交通部门新型替代燃料胜出的重要条件。2000 年以来欧美致力于开发革命性的氢燃料电池车，但由于生产成本低、需要全新基础设施、距离商业化应用较远而被日本混合动力汽车技术迅速抢占大量市场。因此，欧美汽车业界也更加注重在近中期可迅速市场商业化、与现有基础设施兼容的交通能源技术，即与车用内燃机相兼容的液体燃料。生物质资源是唯一能被储存的、可再生的碳源，生物液体燃料则具有燃料性能及兼容性较好、清洁且可再生、资源基础广阔等优点，而且已具有规模化生产应用的实际经验，被普遍视为可预见期内唯一具有大规模生产应用潜力的清洁交通替代燃料。

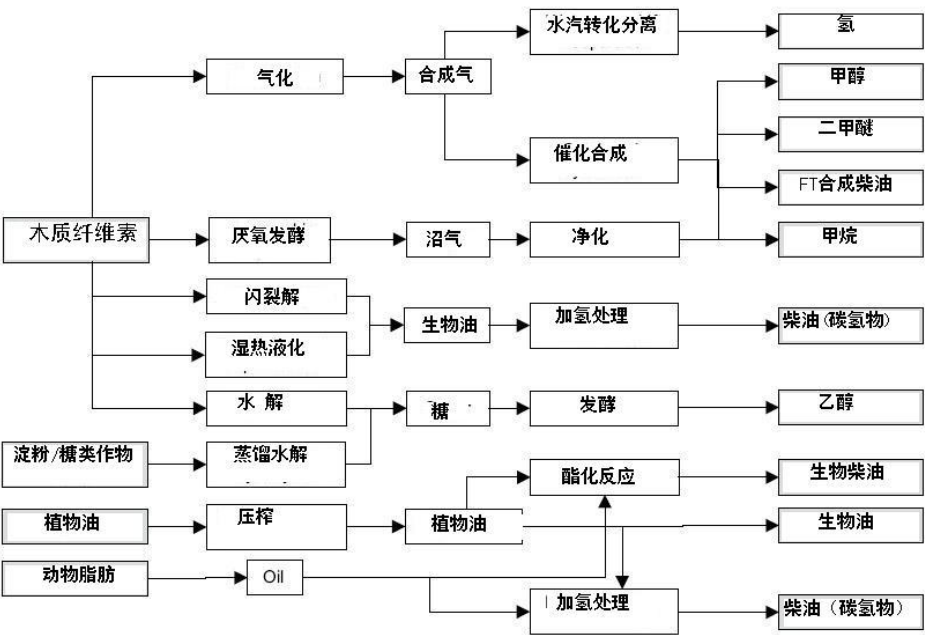
虽然航空、航海和铁路运输业也开展了在飞机、火车和轮船上应用生物液体燃料的研究试验，以探索替代能源方案和减排温室气体措施。但是，由于传统生物液体燃料存在能量密度低、凝固点高、稳定性差等问题，即使考虑到合成燃料具有一定应用潜力，考虑到航空部门燃料体系更加苛刻且相对缺乏灵活性，生物液体燃料近期最好用于地面道路交通。因此，道路交通部门是近中期生物液体燃料的主要应用领域，汽车、发动机及燃料系统及其技术变革将引导、推动生物液体燃料的市场应用。

2、生产应用技术路线和经济竞争力

生物液体燃料具有非常多样的原料资源、生产技术路线和产品。根据生物液体燃料的生产技术，生物质资源可分为木质纤维素、淀粉和糖、（动植物及微生物）油脂等。在可预见期内，主要的生物燃料产品主要是燃料乙醇、生物柴油（脂肪酸烷基酯）、生物油（生物质热解油）、催化加氢生物柴油（碳氢燃料）、费托生物柴油、生物甲烷、生物甲醇、生物二甲醚、生物氢等（见图 3.1）。鉴于前述原因，本报告只讨论与车用发动机兼容、近中期可望实现商业化生产应用的生

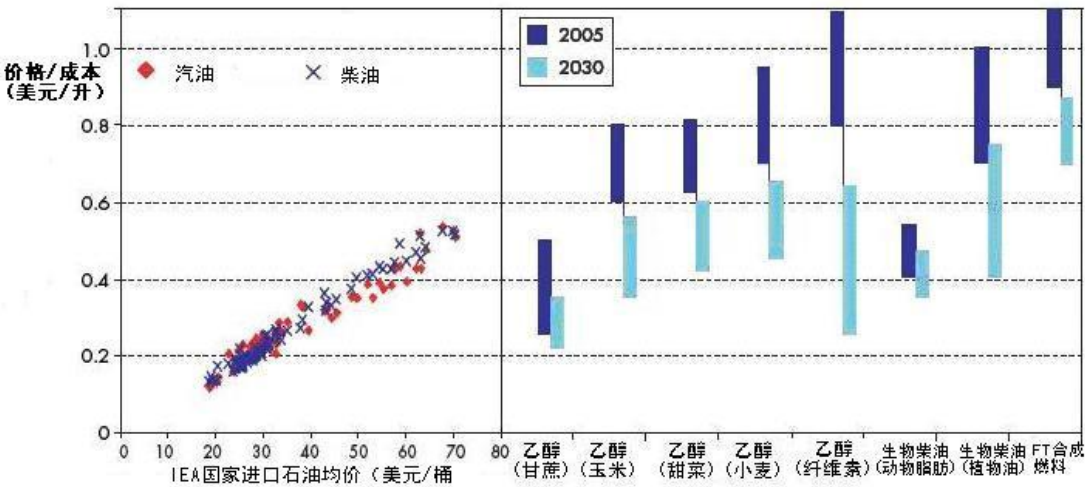
物液体燃料。目前，以粮糖油为原料的燃料乙醇和生物柴油已总体上具备一定的经济竞争力，进入商业化阶段，而其它种类生物液体燃料的生产技术还不成熟、生产成本还显著高于汽油柴油等石油燃料，预计在中远期才能具备经济竞争力（见图 3.2）。

图 3.1 利用生物质资源生产液体燃料的技术路线



资料来源：IPCC 第三工作组, 2007

图 3.2 生物液体燃料生产成本及与石油燃料的比较



注：原油价格是2000年至2006年月度均价；生物液体燃料成本不含补贴。

（1）传统生物液体燃料

在国际上看，以甘蔗、玉米、薯类等糖和淀粉为原料的燃料乙醇生产技术具有长期的工业化应用经验，以油脂为原料的生物柴油生产技术也有十几年的应用历史，都比较成熟，产品与现有车用燃料（汽油/柴油）及发动机具有良好兼容性，已经实现了商业化、大规模的生产应用，主要通过掺混汽油和柴油用作车用燃料，通常称为传统生物液体燃料（或第一代生物液体燃料）。

传统生物液体燃料生产成本的 80%为原料成本，因而其成本和经济竞争力在很大程度上取决于原料种类、生产区域和气候条件。目前，具有优越气候条件和高原料单产的热带地区国家拥有较低的生产成本，例如巴西利用甘蔗生产的燃料乙醇和东南亚国家利用棕榈油生产的生物柴油。目前巴西利用甘蔗生产乙醇的成本最低，约为 0.2 美元/升（折合 0.3 美元/升当量汽油），在石油价格为 40~50 美元时即能够与汽油相竞争。巴西之外的世界上大部分国家的传统生物液体燃料的生产成本还明显高于汽油和柴油等传统石油燃料。例如，美国 and 欧洲国家分别用玉米和小麦生产燃料乙醇，平均生产成本分别约为 0.3 美元/升和 0.55 美元/升（考虑补贴），只有在 70~100 美元/桶的国际油价下才具备经济竞争力；生物柴油在美国（大豆原料）和欧洲（油菜籽原料）的生产成本分别约为 0.5 和 0.6 美元/升柴油当量，当国际油价在 80 美元/桶时才具有竞争力。有关研究显示了更保守的成本和经济竞争力，欧盟地区传统的（以菜籽油等为原料的）生物柴油和（以甜菜等为原料）燃料乙醇分别在国际原油价格为 60~76 欧元/桶（合 90~114 美元/桶）和 63~85 欧元/桶（95~127 美元/桶）时能够与汽/柴油相持平。

在过去数十年中，生产技术工艺和规模经济效益的持续改进曾经有效地推动了传统生物液体燃料生产成本的显著下降，通过提高规模经济和原料作物单产量、继续改进技术工艺，传统生物液体燃料还具有进一步降低成本的空间，预计 2030 年之前可进一步降低 30%。但是，近年来国际油价不断冲高，最高接近 150 美元/桶，使得原油与玉米价格比在 2004 年后快速攀升，导致以玉米为原料的燃料乙醇的经济竞争力迅速增强。但随着粮食价格自 2006 年 9 月以来的快速增加，传统生物液体燃料的竞争力明显削弱。

（2）第二代生物液体燃料

近年来，国际生物液体燃料技术和产业正在酝酿升级转型，积极转向非粮原料，大力发展以纤维素类生物质为原料的新型醇类和合成燃料，并积极探索生物液体燃料与化工产品、热力和电力产品的多联产技术，为生物液体燃料的扩大生产应用开辟了广阔道路。以地球上丰富的纤维素生物质为原料，可通过多样、多层次的加工转换技术生产多种生物液体燃料，例如燃料乙醇、生物油（biooil）、

合成柴油（碳氢燃料）、合成汽油、甲醇、二甲醚、氢燃料等。另外，近年来一些新的原料、技术、产品和产业模式也引起了重视，例如利用高产富油微藻生产生物柴油、发展具有更优良燃料性能的丁醇燃料、优化整合多种生产工艺和产品实现生物精炼（biorefinery）等。这些生物液体燃料技术虽然尚未成熟，但由于比传统的燃料乙醇和生物柴油具有更广阔的资源基础和更优良的燃料性能，近年来已成为生物液体燃料产业发展的新热点和长期战略方向，通常被称为新型生物液体燃料（或第二代生物液体燃料）。最新进展显示，第二代生物液体燃料技术中发展较快、发展前景最广阔的主要是纤维素乙醇、生物费托合成燃料、以及综合各种技术的生物质精炼厂。近年来，生物丁醇、加氢生物柴油和微藻生物柴油燃料也得到一些企业和研究机构的重视。

纤维素乙醇是近期最受关注的生物液体燃料技术方向。近年来，国际社会——特别是美国等发达国家——尤其重视发展纤维素生物液体燃料，已取得积极进展。据报道，美国国家可再生能源实验室（NREL）以玉米秸秆生产乙醇的原料单耗降到了 3.75t 原料/t 乙醇。2007 年美国能源部（DOE）计划支持新建 6 个商业化燃料乙醇精炼厂，发展以纤维素为原料生产燃料乙醇的商业化技术。全球首家生产销售纤维素乙醇的加拿大 Iogen 公司，在政府支持下计划于 2011 年建成年产 7 万吨纤维素乙醇的工业化项目。但是，纤维素乙醇技术的工业化、商业化应用目前仍面临障碍，主要是纤维素原料转换复杂、固定投资成本高、纤维素酶成本高、原料利用率（难以利用半纤维素和木质素，原料利用率只有 40%）和乙醇产出率低，仍有待于开发低成本高效的纤维素原料预处理技术、纤维素酶、全规模生产装置、系列化产品，以降低投资和运行成本、提高原料利用率和总体经济效益。因此，纤维素乙醇何时能够实现商业化仍存在很大不确定性，一般预期在未来 5~15 年内实现商业化。

费托合成柴油是一种成熟的技术，目前在煤制油（CTL）和气制油（GTL）领域实现商业化应用。以纤维素类生物质为原料的生物费托合成柴油（或称为 BTL）技术和产品特性与已实现商业化的煤制油（CTL）和气制油（GTL）十分相似，是一种具有较好工业基础和发展前途的技术方向。德国作为煤制油（CTL）技术的发源地，在生物质合成柴油领域也处于全球领先地位。德国科林公司（CHOREN）于 2008 年初建成了年产 1.5 万吨生物费托合成柴油（称为 Sunfuel）的全球首个工业应用示范工厂，并计划在 2015 年前建设若干更大规模的工业化项目。

生物精炼技术是生物质能的资源综合利用技术，即通过利用多种生物质原料、整合复杂的原料加工转换工艺、引入供热和热电联产等高效能源利用技术，同时生产生物燃料、高价值化工品、热和电力等，被视为生物液体燃料产业的根本发展方向。目前，国际上正在积极开展各种生物精炼技术和工厂方案的研究试验。值得指出的是，生物炼制和石油炼制类似，但鉴于生物原料的多样性及农业

特点，将包括宏观层次上的农业系统、工业系统和环境系统之间的整合。

另外，丁醇燃料的原料与生产技术类似于燃料乙醇，产品具有热值高、兼容性好等优点，主要研制企业是英国石油公司（BP）。据称，BP 公司计划于 2009 年把原拟建的燃料乙醇工厂改建为丁醇燃料工厂，产能为 32 万吨/年。加氢生物柴油（Hydrogenation-Derived Renewable Diesel）是以动植物油脂为原料进行催化加氢的生物燃料产品，可以利用现有石油炼化装置进行生产，可以更好与普通柴油燃料掺混使用，主要研制企业包括芬兰的 Neste Oil 公司、美国的康菲公司（ConocoPhillips）和巴西石油公司（Petrobras）。据称，芬兰 Neste Oil 公司将在 2008 年建成第 2 个产能为 34 万吨/年的工厂，巴西石油公司（Petrobras）计划在 2012 年建成 5 个工厂和 85 万吨/年的总产能。加氢生物柴油普遍被视为第二代生物液体燃料，但由于仍将主要依赖比较稀缺的油脂原料，在长期过程中可视为过渡和补充作用的 1.5 代生物液体燃料。培养富油微藻生产生物柴油也是一种具有前途的生物液体燃料技术。美国国家可再生能源实验室在 20 世纪 80 年代开展的微藻研究显示，藻类生物柴油的产量可高达 140 吨/公顷，是目前小桐子生物柴油产量的 10~100 倍。近年美国能源部恢复了对藻类生物柴油研究支持，壳牌公司（Shell）计划 2009 年在美国建成占地 2.5 公顷的藻类生物柴油试验项目。

目前仍然处于技术研发和项目示范阶段的第二代生物液体燃料成本仍然较高，纤维素乙醇和费托柴油的生产成本目前约为 1 美元/升汽油当量，显著高于传统石油基燃料和传统生物液体燃料。通过改进原料处理技术、应用气化和热电联产技术提高资源利用率和总体能效、提高项目规模经济性，预计未来 10~20 年内纤维素乙醇的生产成本在可下降到 0.25 美元/升（0.4 美元/升汽油当量），费托柴油的生产成本可下降到 0.7~0.8 美元/升。近年来，国际上对纤维素乙醇的成本下降速度显示了更加乐观态度。据称，Genencor International 和 Novozymes APS 这两家著名酶制剂公司的玉米秸秆产乙醇用酶成本从 2001 年的 5 美元/加仑乙醇（合 1.3 美元/升）降低到 2005 年的 10~18 美分/加仑乙醇（合 2.6~4.6 美分/升），已使得纤维素乙醇的生产成本降低至约 1.5 美元/加仑（0.39 美元/升），在近期的高油价下已基本具备竞争力。相关测算显示（NREL,2005），在近期以玉米秸秆为原料、年产 20 万吨纤维素乙醇的生物精炼厂的生产成本可以降到约 1.07 美元/加仑（约 0.27 美元/升），而远期以林木为原料、年产 90 万吨纤维素乙醇的生物精炼厂的生产成本可降到 0.51 美元/加仑（约 0.13 美元/升）。据此，美国能源部提出了 2012 年把纤维素乙醇的成本降低到 1.07 美元/加仑（约 0.27 美元/升）的研发目标。生物质费托合成燃料技术具有投资成本高的缺点，使得其生产成本较高。对于微藻生物柴油，美国预期可把生产成本降低到 2 美元/加仑（0.52 美元/升）。但是，由于目前尚未建成满足工业化要求的完整规模装置投入实际运行，纤维素乙醇、生物质费托合成燃料和微藻生物柴油何时能够真正实现商业化存在很大的不确定性。不过，随着近两年国际原油价格的迅速攀升至 130 美元/桶以

上，在理论上现在已经使纤维素乙醇和费托合成柴油具有了经济竞争力。如果国际原油价格持续高位运行，必将使得第二代生物液体燃料吸引更多投资、早日实现更大技术突破和商业化，为生物液体燃料的发展开辟了广阔道路。

3、能量平衡和温室气体排放影响

自 20 世纪 80 年代以来，国际社会十分关注生物液体燃料在整个生产使用过程中的能源产出效益，即最终生物液体燃料产品所提供的能量是否超过其原料及产品的生产、转换和运输整个过程中的化石能源投入（两者的比值称为化石能源平衡系数）。20 世纪 90 年代以来，随着气候变化问题的日益升温，国际社会也高度关注生物燃料生产使用全过程的温室气体排放影响，即在整个生产使用过程中是否减少了温室气体排放量。这个问题既涉及前一个问题中的化石能源消费引起的二氧化碳排放，还涉及到非化石能源使用引起的温室气体排放，如土地利用变化、森林破坏、作物生产过程（如大豆）中导致的二氧化碳、甲烷、N₂O 等温室气体排放量的变化。

目前，国际上普遍利用生命周期分析（LCA）方法研究评价生物液体燃料的能源效益和温室气体排放影响。虽然仍然存在一些争议，但国际上近年来对生物液体燃料能源效益和温室气体排放影响评价研究结果总体上趋于一致，认为绝大部分生物液体燃料产品都具有一定的替代化石燃料和减排温室气体效益，但采用不同原料和生产技术路线的生物液体燃料品的化石能源平衡系数和温室气体减排率存在很大差异（见表 3.3）。

表 3.3 主要生物液体燃料的能量和环境效益

	原料	单产 (L/hm ²)	单位能量产出 (toe/hm ²)	化石能源 平衡系数	温室气体减排率(%)	LCA 单位 能量产出 (toe/hm ²)	LCA 单位 减排量 (tCO ₂ /hm ²)
乙醇	玉米	3000	1.75	1.03~1.67	12~32	0.05~0.70	0.76~2.02
	甘蔗	6000	3.5	3.14~8	67~75	2.38~3.06	8.48~9.49
	甜菜	5000	2.9	1.25~2	31	0.58~1.46	3.27
	小麦	2500	1.46	1.35~2	45	0.38~0.73	2.37
	木薯	4000	2.34	1.6	-	0.87	-
	纤维素	7260	4.24	2~36	70~110	2.12~4.11	10.73~16.85
生物柴油	大豆	500	0.39	1.93~3.67	41	0.19~0.29	0.44
	油菜	1100	0.87	2.23~2.5	68	0.48~0.52	1.58
	棕榈油	4500	3.6	9	60~90	3.17	5.69~8.54
	微藻	超过 10000	7.9	-	90~110	-	超过 20
加氢生物柴油	棕榈油	4500	3.96	7	50~80	3.05	4.74~7.59
费托合成柴油	灌木林	4000	3.52	2~5	50~80	1.58~2.53	4.22~6.75

资料来源：整理自：Worldwatch Institute,2006; Convention on Biodiversity, 2007; U.S. National Renewable Energy Laboratory, 2007; Michele Rubino,2008, CAE, 2007

利用粮糖油原料的大部分传统生物液体燃料产品的化石能源平衡系数大约为 1~2，温室气体减排率大约为 12%~70%。其中，玉米乙醇的能源产出和温室气体减排效益最差，化石能源平衡系数约为 1.03~1.67，温室气体减排率约为 12%~32%。在传统生物液体燃料中，甘蔗乙醇具有最为突出的能源产出和温室气体减排效益，化石能源平衡系数约为 3.14~8，温室气体减排率约为 67%~75%。

相对于甘蔗乙醇以外的大部分种类传统生物液体燃料，第二代生物液体燃料都具有非常明显的节能减排效益。例如纤维素乙醇和生物质费托合成柴油的化石能源平衡系数大约为 2~5（甚至高达 36），温室气体减排率超过 50%，甚至通过能源植物的碳汇作用而达到 110%。藻类生物柴油的温室气体减排率预计也高达 90~110%，约为甘蔗乙醇和纤维素乙醇的 20%。

从单位面积土地减排量来看，每公顷土地所产玉米乙醇的净能源产出和温室气体减排量也最低，分别为 0.05~0.7 吨油当量和 0.76~2.02 吨二氧化碳当量，仅为甘蔗乙醇和第二代生物液体燃料 20%左右。值得特别指出的是，甘蔗乙醇的所有能源产出和温室气体减排效益指标都远高于所有其它传统生物液体燃料，接近甚至超过未来第二代生物液体燃料。

但是，上述积极的化石能源替代和减排温室气体效益的前提，包括在生产过程中采用清洁低碳燃料、不产生土地利用变化引起的温室气体排放，否则许多生物液体燃料的化石能源平衡系数和温室气体减排率将大幅下降，甚至导致增加温室气体排放。研究显示，以煤炭为主要燃料的湿法玉米乙醇工厂的产品则可能增加 4%的温室气体排放（US EPA,2007）。如果生物液体燃料原料生产过程中导致土地利用变化、破坏原有植被和土壤，则可能引起长期大量的碳泄露，这也是近年来生物液体燃料的温室气体排放影响的最主要争论焦点。有关研究（IPCC, 2007）指出，科学合理地开展管理荒地和贫瘠土地将能够与减排温室气体实现协同效益，但是把自然草地和林地转换为耕地则将使得土壤中 GHG 排放水平高达 18tCO₂ 当量/公顷年（高于前述所有生物燃料的单位面积减排量），需要 20 年才能达到新的平衡。以巴西为例，改造牧地发展甘蔗乙醇的碳回收期是 4 年，但如果进而导致牧地占用森林，则碳回收期可能需要长达 46 年。

4、资源条件和发展潜力

以粮糖油农产品为原料的传统生物液体燃料产业面临日趋紧张的原料供应限制。2006 年以来，全球农产品和食品价格持续上升，2008 年前三个月植物油和谷物的价格同比涨幅分别高达 97%和 87%。虽然近年来国际农产品市场价格的快速上涨是长期供需失衡、连年显著减产、能源价格快速攀升等一系列复杂因

素造成的，但是生物液体燃料产业已开始明显改变农产品市场结构，成为加剧农产品市场供需紧张和价格攀升的实质性推动力，已经并将继续对粮食供需形势产生直接、现实、显著的影响。2007 年全球生物液体燃料原料生产所占的耕地面积比 2004 年新增 1100 万公顷，达到 2100 万公顷，虽仅占 2007 年全球总耕地面积的 1.3%，但已占同期全球耕地总新增量的 24%。在欧盟，生物柴油业也消耗了本地区 60%的菜籽油产量，占全球产量的 25%和全球贸易量 70%。从长期看来，生物液体燃料产业如果继续依赖传统粮糖油原料，必将加剧未来粮食供需压力。据预测，如果只考虑美国和欧盟在 2007 年以前的生物液体燃料目标和政策下，2007~2016 年全球谷物需求增加约 16%（其中玉米增加 20%），植物油需求增加 30%，为此需要 2020 年左右全球主要农作物种植面积将增长超过 10%（OECD/FAO,2007）。但如果要实现欧美在 2007 年提出的最新生物燃料发展目标，则 2020 年谷物和植物油产量、农作物种植面积需要再增加 5%以上，新增所需农作物种植面积占同期总新增耕地需求的 60~70%。许多研究结果都显示，大规模扩大传统生物液体燃料产量将不同程度地推高各类粮糖油农产品价格；针对不同的假设和不同原料，价格上涨幅度最低为 2%，大部分为 20%~70%左右，最高甚至达到 135%。特别是，当美国、欧盟、巴西、中国、印度等大国都按近期提出的目标明显提高传统生物液体燃料使用量在道路交通燃料中的比例时，将全面推高谷物（玉米、小麦）、油料和糖的价格，涨幅为 25%~135%。实际上，生物液体燃料产业的影响不仅限于农产品市场供需形势和价格。事实证明，传统生物液体燃料产业成为拉动农业大国农业部门经济的重要途径和手段。但是，对于既处于低收入、又没有土地气候条件的广大发展中国家而言，传统生物液体燃料对粮食安全风险将大于农业经济机遇。即使对于当前美国等农业大国，传统生物液体燃料产业也难以大幅扩大规模而不影响农产品供需平衡，也日益重视发展非粮生物液体燃料产业。

全球生物液体燃料的长远发展潜力从根本上最终取决于以可持续方式生产利用的生物质资源量，包括非粮能源植物和废弃生物质资源。联合国粮农组织（FAO）和国际应用系统分析研究所（IIASA）于 2000 年对全球农业利用前景评估结果显示，全球可用于发展能源植物的土地资源上限约为 4.4 亿公顷，可年产 110EJ 的生物质资源量（约 26.3 亿 toe），加上农林牧业和其它有机废弃物，总计可年产 245EJ 的生物质能资源量（约 58.7 亿 toe）。其它大部分研究结果显示，全球生物质能资源潜力大约为 200~500EJ（约 48~120 亿 toe）（见表 3.4）。按照 FAO 和 IIASA 的研究显示的 110EJ 的生物质资源量（约 26.3 亿 toe）、50%的利用率和 35%的转化率计算，估计 2050 年全球生物液体燃料生产潜力可达 42.8EJ/年（相当于 10 亿 toe），其中 11%来自传统生物液体燃料，13%来自第二代生物液体燃料，预计届时可满足全球液体燃料需求的 25%。如果按平均全生命周期 GHG 减排率为 50%的话，具有年减排 18 亿吨二氧化碳的潜力。

美国能源部和农业部 2005 年完成的“10 亿吨生物质资源研究”显示，利用农林废弃物及能源植物等多种原料,其未来（2030 年）可持续生物质资源潜力能够达到 13 亿吨实物量，能够替代目前 30%的石油消费，而不影响粮食、饲料和出口需求。欧盟地区相关研究显示（EC, 2006），2030 年欧盟的生物质能资源潜力可达到 3.16 亿 toe，利用生物液体燃料满足 25%的 2030 年欧盟道路交通燃料需求（约 3.6 亿 toe）是现实可行的。巴西拥有极为优越的土地条件，可耕地面积达到 3.4 亿公顷，占全国 8.5 亿公顷土地的 40%。巴西 2007 年用于生产燃料乙醇的甘蔗种植面积约 340 万公顷，仅占全部 3.4 亿公顷可耕地和 6310 万公顷已耕地的 1%和 5.4%。巴西圣保罗州甘蔗产业协会预测，巴西在未来 15 年内将新开发 2000 万公顷土地用于种植甘蔗，如果 1400 万公顷甘蔗用于生产乙醇，可新增 800 亿升（约 6000 万吨）乙醇，是目前产量的 4 倍。因此，全球和主要国家/地区都拥有比较丰富的生物质能资源潜力，可支撑规模化发展生物液体燃料。

表 3.4 全球生物质能资源潜力

研究机构和专家	能源植物	其它废弃物	总计	
	EJ/年	EJ/年	EJ/年	亿toe/年
Richard Doornbosch和 Ronald Steenblik(2007)	110	135	245	59
IEA(2006)			250~500	60~119
Fischer和 Schrattenholzer(2001)	240~320	130	370~450	88~107
Hoogwijk et al(2003)	0~1054	33~76	33~1130	8~270
Moreira(2002)	1301	N/A		
世界能源评估报告 (2000)	226~396	>6	232~402	55~96
Yamamoto et al.(2001)	110	72	182	44

资料来源：Richard Doornbosch 和 Ronald Steenblik，2007

（三）国际政策经验和动向

1、扶持与监管并重的政策体系

近数十年中，巴西、美国等领先国家陆续制定了一系列扶持生物液体燃料产业的政策措施，包括鼓励生产应用的财税政策，以及最近的拉动市场的市场份额政策。例如，巴西在产业发展甘蔗乙醇业的早中期阶段，规定燃料乙醇相当于汽油市价 65%的价格出售，对购置燃料乙醇+汽油的车辆减税 5%，对改善设备、提高燃料乙醇生产水平的企业给予投资补贴，安排资金改进甘蔗种植和乙醇加工技术、支持汽车制造商开发燃料乙醇汽车。美国为了推广燃料乙醇制定了积极的

经济激励政策，包括提供补贴等政策，如对燃料乙醇给予 51 美分的税收返还（相当于每升 13.5 美分）；实行可再生能源燃料配额标准，并逐年加大，要求从 2006 年至 2012 年全美生物质液体燃料要从目前 40 亿加仑增加到 75 亿加仑；制定了大规模试点示范项目计划，支持纤维素燃料乙醇技术的发展。欧盟对生物液体燃料也很重视。德国要求所有加油站必须配备生物柴油的加油系统，同时德国、意大利、法国对生物液体燃料也采取税收优惠的政策。由于这些国家对普通汽油的征税额度很高，对生物液体燃料减免税收的政策是十分有效的。

美国和欧盟许多国家近年来陆续引入了再生燃料标准（RFS）等强制性市场份额政策，形成需求驱动的产业模式，也构成能源政策目标管理的有效途径。美国 2002 年以来的燃料乙醇需求快速增长主要源自 MTBE 禁令和油价高涨，虽然这两者因素随着 MTBE 的逐渐淡出和农产品价格的上涨，这两者驱动力都将减弱，而再生燃料标准制度（RFS）将成为其生物液体燃料产业长期发展的主要推动力。美国《能源展望 2008》在参考情境中预测，通过 RFS 及车用燃料效率政策（CAFE），美国液体燃料的进口依存度将从 2006 年的 60%降低到 2022 年的 51%，但如果没有后续政策将回升到 2030 年的 54%（但仍低于以前预测的 59%）。但是，受资源技术条件制约和相关负面影响，强制性市场份额政策的实施前景仍然存在较大不确定性，其实施效果仍有待于进一步观察。

随着近年来主要国家迅速扩大生产应用生物液体燃料，国际上日益担忧生物液体燃料对粮食安全、自然生态的影响，对生物液体燃料产业给予质疑和批评。但是，正如许多研究机构指出的那样，生物液体燃料产业对社会经济和自然生态系统产生积极或消极的、多大程度上的影响，取决于我们采取什么样的发展道路和政策。因此，最近一些国家也开始着手研究制定具有多重目标的一揽子产业引导和监管政策措施，欧美国家主要是引入温室气体减排指标和调整农业及土地政策，包括中国在内的部分发展中国家国家则禁止使用粮食原料（见表 3.5）。

2、与时俱进的技术政策

虽然美欧国家尚未决定放弃传统生物液体燃料，但在强制性市场份额目标中已特别规定第二代生物液体燃料目标。美国《能源独立和安全法案 2007》要求传统生物液体燃料（特指以玉米淀粉为原料的燃料乙醇）的年使用量逐步增加至 2015 年的 150 亿加仑（约 4650 万吨）后稳定在该规模上，其余将由“先进生物燃料”提供，包括纤维素燃料、生物基柴油（即以动植物油脂为原料的生物柴油）以及不加单独规定的其它生物燃料。具体地，先进生物燃料使用量要从 2009 年的 6 亿加仑（约 200 万吨，其中 83%为生物柴油），增加到 2022 年的 210 亿加仑（约 6500 万吨），其中纤维素燃料从 2010 年的 1 亿加仑增加到 2022 年的 160 亿加仑，届时占先进燃料的 76%，占全部再生燃料的 44%。对于 2022 年后，《能源独立和安全法案 2007》则要求再生燃料的比例应不低于 2022 年的水平。美国

还规定了传统和第二代生物液体燃料的当量系数，纤维素乙醇的当量系数被设定为玉米乙醇的 2.5 倍。欧盟没有单独规定第二代生物液体燃料的使用量，但是建议在考核各国是否实现生物液体燃料发展目标时，利用非粮食、纤维素和废弃生物质原料的生物液体燃料的贡献应视为传统生物液体燃料的两倍。（见表 3.6）

表 3.5 主要国家生物液体燃料政策

国家	生产	消费	环境保护	国际贸易	土地利用	原料限制
美国	税收减免，赠款或协助贷款	建立 RFS,减免汽车税和燃料税，补贴灵活燃料车	引入明确规定玉米乙醇 GHG 减排率不低于 20%，其它不低于 50%	进口高税率	不得占用生态敏感区和保护区	玉米乙醇使用量在 2015 年达到上限 150 亿加仑
巴西	协助贷款、原料税收优惠，降低工业税	生物燃料汽车免税，燃料税减免，价格控制	N/A	进口征税，呼吁欧美减免关税、把燃料乙醇作为 WTO 的免税“环境产品”	N/A	无
欧盟	休耕地政策	要求成员国制定财税政策，考虑建立强制性市场份额政策	拟规定 GHG 减排率不低于 35%，不得造成新增新占生态敏感区	进口高税率	早期提高、近期降低休耕地比例	无
加拿大	部分省份免除乙醇的道路税	免除乙醇的消费税	N/A	N/A		无
瑞典	新厂税收优惠，投资赠款	免除消费税	同欧盟	同欧盟	同欧盟	无
法国	税收优惠	免除燃料税，强制配额	同欧盟	同欧盟	同欧盟	无
德国	投资赠款	减免燃料税	同欧盟	同欧盟	同欧盟	无
英国	投资赠款	再生交通燃料义务（RTFO），减免消费税	同欧盟	同欧盟	同欧盟	无
印度	原料补贴，税收优惠，贷款协助	减免燃料税，保障价格	N/A	N/A	N/A	呼吁停止利用粮食
日本	（无，依赖进口）	无	N/A	探讨进口		无
中国	原料补贴，税收优惠	免燃料消费税	原则规定不破坏自然生态	无	原则规定不占用耕地	不得使用粮油
泰国	投资激励	减免车辆和燃料税收	N/A	N/A	N/A	N/A

资料来源：作者整理，主要整理自 IEA WEO2006

表 3.6 美欧生物燃料强制性市场份额政策中对各类生物液体燃料规定的当量系数

	美国（以体积计）		欧盟（以能量计）	
传统生物液体燃料	传统燃料乙醇（以玉米、淀粉、糖为原料）	1	其它生物液体燃料	1
第二代生物液体燃料	生物柴油	1.5	利用非粮食、纤维素和废弃生物质原料的生物液体燃料	2
	纤维素和废弃物	2.5		
	再生柴油	1.7		
	生物丁醇	1.3		
	再生原油基燃料	1		

资料来源：整理自：美国 EPA 《RFS 实施办法》，2007；欧盟委员会，2008

利用第二代生物液体燃料可望显著缓解对粮食和耕地的依赖。例如，若美国实现其 2022 年发展 210 亿吨加仑先进生物燃料的目标（而不是全部利用玉米生产乙醇），则预计可使全球生物液体燃料的耕地需求可从 6000 万公顷降低到 4400 万公顷。但是，美国和欧盟的第二代生物液体燃料的强制性使用量目标是否会实现，将取决于第二代生物液体燃料是否能够快速实现商业化。

3、日趋完善的环境政策

欧盟和美国等少数国家已提出了比较明确的生物燃料产业相关环境政策。具体地，生物液体燃料的生产使用的环境影响主要涉及如下几方面：土地利用、土壤、水、生物多样性、常规污染物排放和温室气体排放等。国际社会对于生物液体燃料的质疑和负面环境影响关切主要集中于是是否会确保减排温室气体、是否会破坏自然生态环境，美国和欧盟都主要从两方面做出相关环保规定：一是规定生物液体燃料的最低温室气体减排率，一方面是通过规定不得占用、影响具有生态风险和自然保护价值的土地来确保合格原料来源。美国和欧盟均要求，只有符合这些（及其它一些相关）规定的生物液体燃料产品才能视为合格生物液体燃料，从而得以在市场销售使用、满足目标要求、享受补贴等。（见表 3.7）

关于生物液体燃料在整个生产使用周期中相对于汽油/柴油的温室气体减排率，美国和欧盟均提出了明确的量化底限指标。美国《能源独立和安全法案 2007》规定，自该法律生效后所有新建工厂的生物液体燃料产品的温室气体减排率不得低于 20%，先进生物液体燃料的温室气体减排率不得低于 50%，纤维素生物液体燃料（主要指纤维素乙醇）的最低温室气体减排率则达到 60%。欧盟委员会在 2008 年初提交的《关于促进可再生能源利用指令的建议》中提出，所有生物液体燃料的温室气体减排率不得低于 35%，并且对一系列生物液体燃料产品（含不同生产技术路线）列出温室气体减排率参考值。例如，利用玉米为原料的燃料乙醇相对于汽油的温室气体减排率为 49%（但前提是采用天然气热电联产方式的技术方案），以菜子油为原料的生物柴油的默认减排率为 36%；对于以棕榈油为

原料的生物柴油，不特别界定情况下的默认减排率只有 16%，但如果在棕榈油压榨厂不排放甲烷，则减排率为 51%。

表3.7 美国和欧盟生物液体燃料的环保政策

	最低GHG减排率	土地利用（即合格原料来源）
美国	● EISA生效后新建项目产品：20% ● 先进生物燃料：50% ● 生物基柴油：50% ● 纤维素基生物燃料：60%	● EISA生效前已曾开垦、种植过的农地和林地 ● 非生态风险林区 ● 非自然遗产区
欧盟	● 所有生物液体燃料：不低于35%	● 非原始森林 ● 非自然保护区 ● 非生物多样性草地 ● 非湿地 ● 非连续林地（连续1公顷以上、覆盖率超过30%、高度超5米的林地）

资料来源：美国《能源独立和安全法案2007(EISA)》，2007；欧盟委员会关于促进可再生能源利用指令的建议，2008

关于生物液体燃料的原料生产相关的土地利用，欧盟和美国均规定不得占用、破坏各类具有生态风险和自然保护价值的土地，如原始森林、自然保护区、生物多样性草地、湿地等。欧盟甚至提出了具体量化指标，要求不得占用、破坏连续占地 1 公顷以上、覆盖率超过 30%、树高超 5 米的林地。

4、灵活运用贸易政策

随着全球生物液体燃料产业规模的逐步扩大，全球生物液体燃料市场也将持续增长，但将受到各国农业和贸易政策的影响。2005 年国际燃料乙醇贸易量占全球消费量的 10%，预计 2030 年全球燃料乙醇产量达到 2.14 亿吨，届时美国、欧盟、中国和日本的进口总额约为 3600 万吨（IEA TASK 40，2006）。欧盟要实现 2020 年 10%的生物液体燃料使用比例目标，在没有实现商业化、规模化应用第二代生物液体燃料的情况下，预计至少 30%将依赖进口国外生物液体燃料（例如巴西的甘蔗乙醇）；如果欧盟实现农业自由化改革，则本地生物液体燃料产业即使在高油价下也缺乏市场竞争力，预计进口依赖度将达到 50%，年进口额度达到 70 亿美元。

巴西等热带农业大国预计在未来国际生物液体燃料贸易中成为最重要出口国，而欧美以及中国等温带地区的能源消费大国将不同程度地依赖进口。如前所述，由于巴西和东南亚国家是甘蔗和棕榈油中种植大国，具有丰富资源和成本低优势，甘蔗乙醇和棕榈油生物柴油的出口前景十分广阔。巴西的燃料乙醇出口呈

逐年增加之势，从 2004 年的 150 万吨增加到 2007 年的约 270 万吨，主要出口市场为美国，也正在努力开拓全球市场，预计 2010 年乙醇出口量可达到 560 万吨。有研究预计（F.O.Lichts, 2007），2022 年左右巴西的甘蔗乙醇出口潜力可望达到 2400 万吨/年。棕榈油是未来最具发展前景的生物柴油原料，2005 年全球总出口量达到了 2630 万吨，占世界油脂贸易总量的比重超过 50%。棕榈油的最主要出口国是盛产棕榈油的东南亚国家马来西亚和印尼，这两个国家在 2005 年的棕榈油出口份额分别达到 49%和 39%。美国、欧洲、日本、澳大利亚等处于温带的主要能源和石油消费大国都将受到资源制约，预计成为传统生物液体燃料的净进口国。

但是目前生物液体燃料尚未形成独立贸易体系，受现有国际贸易制度、各国关税和非关税壁垒的限制。长期以来，燃料乙醇和生物柴油在世界贸易组织（WTO）规则下被视为农产品，生物柴油在 2005 年后视为化工产品。但实际上，当前世贸组织多哈回合谈判停滞的主要症结即在于农业补贴，使得生物燃料的国际贸易也受阻。在美国，玉米乙醇享受联邦政府的补贴为 54 美分/加仑，大约为生产成本的 30~45%，欧盟也对来自巴西等国的乙醇征收 192 欧元/千升（变性乙醇为 102 欧元/千升）的关税。在欧盟，对制糖工厂进行改造从而利用甜菜和玉米生产乙醇的企业可以还通过糖业改革计划享受欧盟补助。

2007 年以来巴西、美国和欧盟等主要国家正探讨建立国际生物燃料市场，启动了市场标准方面的技术准备工作。巴西在甘蔗乙醇领域具有极为明显的资源、技术和成本优势，曾长期努力推动国际甘蔗乙醇贸易，但只有在近两年才得到美国和欧盟的初步响应。2007 年 3 月，美国与巴西签订了《巴美乙醇燃料合作备忘录》，决定携手推动乙醇燃料在国际市场上的销售和使用。虽然普遍认为美国与巴西的合作具有地缘政治因素，但国际乙醇大国巴西和美国主导的未来“乙醇欧佩克”也可望给未来国际能源市场带来了实质性的深远影响，两国政府间协议已经为未来全球乙醇标准的确定打开了大门。2007 年，巴西、中国、欧盟、印度、南非和美国等五国六方成立国际生物燃料论坛（IBF）以促进全球生物燃料的生产应用，巴西、美国政府和欧盟委员会有关标准化主管部门与国际生物燃料论坛（IBF）协作研究制订了国际生物燃料标准白皮书，提请各自及其他国家标准化管理部门参考其建议修改完善各国生物燃料标准，推动建立生物燃料的全球性适用标准和贸易市场。

但是，面向大规模国际生物液体燃料市场的相关贸易问题改革仍然未在政策和商业层面得到解决。在当前世界贸易组织多哈回合谈判中，2007 年 11 月美国和欧盟在巴厘岛气候变化会议前夕的提案中建议对“环境产品和服务（EGS）”优先进行贸易自由化，提出了包括太阳能电池板、太阳能热水器和风力发电机等的“环境产品和服务”目录。巴西和印度等具有较大生物燃料发展潜力的发展中国家呼吁把乙醇视为环境产品，提议把生物燃料纳入环境产品目录，从而在国际

市场中实现享受零/低关税待遇。但是，巴西和印度的该项提议则被欧美所拒绝，反映了欧美对开放本国生物液体燃料市场、进口巴西廉价甘蔗乙醇的消极态度。因此，近期国际燃料乙醇贸易近期局限于双边贸易谈判中，例如巴西欧盟之间。

生物液体燃料国际市场的波动性和风险也不容忽视。由于巴西的大部分甘蔗加工厂可同时生产乙醇和蔗糖，在糖价高涨有可能导致乙醇产量下降。乙醇燃料同样可能因国内经济形势而受到严格市场调控。2006 初，乙醇燃料价格飞涨，巴西政府即下令把乙醇在汽油中的掺混比例从 25%降低到 20%，还警告要严格监管出口、削减出口许可证。

另外，由于近年来国际社会高度关注巴西、东南亚国家迅速扩张的甘蔗乙醇业和棕榈油产业导致的原始森林和生物多样性破坏问题，正在研究制定一系列可持续标准和认证制度，并把纳入国家和世界贸易组织的外贸政策，预计将会对这些潜在出口大国的生物液体燃料出口前景产生重要影响。

总的来说，在欧美等国国家（地区）继续坚持目前以“再生燃料市场份额制度”为核心的需求拉动政策的趋势下，如果未来主要国家农业保护和环境产品贸易制度实现重大改革、农产品和生物液体燃料市场自由化进程取得进展，今后十几年内国际上将形成一个十分可观的生物液体燃料市场，预计主要以巴西、印尼等热带地区的甘蔗燃料乙醇和棕榈油生物柴油为主。但是，国际生物液体燃料市场的形成还有待于技术标准、贸易政策、环保政策等方面的充分准备，而且将来还可能因为与国际原油、粮食、糖和植物油市场的相互影响而出现不可忽视的供应和价格风险。

5、引入可持续准则和认证

为应对生物液体燃料生产过程可能导致的负面自然生态环境影响问题，近年来许多国家和社会组织积极研究制定生物液体燃料的可持续生产准则和产品认证制度，主要涉及原料来源、生态环境影响、温室气体排放影响等。国际组织最早从事可持续生物液体燃料准则和认证的研究制定，已经提出许多对象、范围、指标各不相同的可持续准则。目前可持续棕榈油圆桌会议（RSPO）已制定了世界首个、也是目前唯一的详细能源植物准则和认证体系，预计在 2008 年即授予首个证书。具有强制性要求的可持续准则目前零散见于各国家的相关法规要求和实施规则，虽然形式各不相同。美国、欧盟、荷兰、德国、瑞士、英国等都正积极研究或已初步制定出可持续准则（如前述欧美国对生物液体燃料的 GHG 减排率和土地利用的要求）和认证制度。美国在再生燃料标准制度（RFS）中对每单位合格生物液体燃料授予再生燃料识别码（RIN），欧盟委员会拟通过生物液体燃料原料的物质平衡审计制度确保生物液体燃料符合可持续要求。虽然强制性生物液体燃料可持续准则和认证制度的应用仍局限于各国内部，但国际社会已开始讨论建立全球性的可持续生物液体燃料准则和认证制度。2007 年，欧洲议会决议

要求欧盟委员会建立全面地、强制性的可持续生物燃料证书系统，并与世界贸易组织（WTO）等国际机构协作，从而谋求该准则认证体系在全世界的承认有效，建立全球性公平竞争平台。

总的来看，生物燃料可持续准则和认证体系可能成为一个有益工具，有助于评估生物液体燃料的实际效益、并鼓励先进环保产品，但还需要建立可广泛施行的实施方案。而且，无论将来气候变化政策如何，无论是否采用生命周期评价方法，碳审计等相关制度都是制定实施减缓气候变化和减排温室气体政策必要手段，并将深入到所有重要排放部门和活动，包括生物液体燃料的生产应用。英国有关研究显示，制定实施这套认证体系对消费者的增加成本仅为 0.02 英镑/升生物燃料。但可持续生物燃料认证可能更显著地增加发展中国家的生物燃料成本，在考虑到各种可持续生产准则，巴西和乌克兰能源植物的生产成本分别增加 35~88%和 10~26%。今后制定实施广泛完善的可持续生物燃料准则和认证系统将是一个繁杂而漫长的任务，须解决与 WTO 规则的兼容性，需建立灵活适用、可测量核实的指标体系。

6、探索全球规范协调发展

全球规范协调发展，指的是通过具有约束力的国际规制解决全球性、共同性的问题和挑战，以维持正常的国际政治经济秩序。例如，有些国家是粮食纯进口国，依靠本国的粮食根本不能满足本国人民的基本生活粮食需求；有些国家是粮食出口国，如果大部分粮食都用来生产生物液体燃料，必将引起全球的粮食危机，打破已有的全球粮食平衡机制。所以，全球规范协调发展的核心内容是健全和发展一整套秩序、规则和制度。

生物液体燃料是以生物质（近中期将依靠粮糖油原料）为原料、与农林业密切联系、涉及广泛长期的土地利用和植被变化、生产使用和贸易量迅速扩大、可望规模化替代石油燃料的新兴技术/产业（而且可望是唯一同时在国际市场上同时实现物质产品与碳信用交易的 CDM 项目类型），集中反映了能源（石油）安全、气候变化、粮食安全、自然生态保护、国际贸易等全球性重大事务和挑战。随着生物液体燃料的热潮席卷全球、并在上述全球性重大事务和挑战方面逐步产生广泛、深远的影响，国际社会已日益重视在全球范围内、多层次探讨如何以促进可持续发展的方式开发利用生物液体燃料，从而使得生物液体燃料产业将成为全球规范协调发展的重要交汇点。

生物液体燃料产业目前还没有形成统一、明确、完整的全球规范协调发展体系，但在目标、对象、规制途径和手段等方面已经可以观察到其基本内容和大致框架。在全球规范协调发展目标和对象上，国际社会已经认识到，必须以保障和促进社会经济和自然可持续发展的方式进行生产利用生物液体燃料，在确保实现积极的清洁能源产出、温室气体减排和经济发展的同时，避免对粮食安全、社会

公平、生物多样性等方面破坏，因此，规范协调发展的对象主要集中于原料合格性及粮食安全影响、完整的温室气体排放影响、自然生态系统影响（包括：生物多样性、自然价值的保存、防治沙漠化等）等。在规制途径和手段上，目前对生物液体燃料温室气体排放影响的规制具有相对成熟的基础，主要表现为对生物液体燃料的最温室气体排放减排率的规定、以及联合国气候变化框架公约下的清洁发展机制（CDM）和可持续森林管理制度。全球规范协调发展的规制途径和手段在生物液体燃料产业的其它方面（如原料合格性和粮食安全影响、生物多样性影响、国际市场和贸易等）的建立和施行，在近两年内也得到高度重视，但仍处于各自探索阶段，缺乏足够共识和可操作性。联合国粮农组织、生物多样性公约等组织机构 2007 年以来高度重视生物液体燃料产业的影响，呼吁全球积极应对挑战，正组织开展粮食安全和生态环境影响评估工作，提议建立关于生物液体燃料的全球协定、监管政策框架、可持续生物液体燃料相关指标、准则和认证制度。特别地，随着自身的逐步完善和实际应用，可持续生物液体燃料准则和认证制度预计将成为落实社会经济和自然可持续发展理念的具体国际准则规范，与相关国际公约和制度体系（如世界贸易组织、联合国气候变化框架公约及清洁发展机制等）相衔接，把影响范围实际上扩大到全球各国内部的生物液体燃料生产应用活动，从而在生物液体燃料的全球规范协调发展中发挥核心作用。

但是，要实现生物液体燃料的全球规范协调发展目前还缺乏足够的条件和共识。在原料合格性和粮食安全方面，虽然国际社会对使用玉米、菜籽油生产燃料乙醇和生物柴油的做法表示高度怀疑甚至给予严厉批评，而且中国、南非等个别国家已明确不再扩大使用玉米和菜籽油生产燃料乙醇和生物柴油，但是美国和欧盟预期在近中期将按照既定方向，坚持并扩大生产使用以玉米、菜籽油等粮油产品为原料的燃料乙醇和生物柴油。在温室气体排放影响上，国际上还没有统一的认识和测算核定方法，可持续生物液体燃料准则和认证工作也刚刚开始。

为真正有效实现生物液体燃料的全球规范协调发展，还有待于形成扩大共识、建立完善有关规则制度，需要相关机构、组织和国家进一步加强协调沟通、进行修改完善，形成相互协调的国际国内政策（诸如国际组织的可持续准则与国内可持续证书的衔接）、标准化的温室气体排放影响评价方法、普遍可接受的可持续生产准则、易于执行的认证核实制度、与国际贸易规则的协调等，从而增强全球生物液体燃料生产、贸易和使用过程相关各项规制的一致性、完整性、透明性、可操作性，推动建立促进可持续发展的国际生物液体燃料产业。

四、中国生物液体燃料发展状况和挑战

（一）资源潜力和市场需求

1、原料资源潜力

生物质能源资源包括可以用作能源用途的现有的各类有机废弃物资源、农作物产品、以及利用边际性土地资源种植的各类生物质能源资源。其中，可用作生产传统生物液体燃料和第二代生物液体燃料的生物质原料主要包括如下几类：传统粮糖油类农产品、废弃糖类和动植物油脂资源、纤维素类农林业废弃物资源、以及可利用边际土地种植的各类能源植物资源。

（1）粮糖油类资源和供需形势

从我国粮食供求总量看，我国近年来粮食供需基本平衡，2007 年我国粮食总产量达到 10030 亿斤。但从长远看，耕地减少、淡水资源短缺的矛盾越来越突出，粮食播种面积继续扩大的余地越来越小，单产水平继续稳步提高的难度加大，保持粮食供需长期基本平衡的任务非常艰巨。近年来，中国年均食糖总消费达 1000 万吨以上，人均食糖消费量达 8 公斤以上，呈现稳定发展态势，但总体来看，中国食糖消费仍低于世界人均消费 21 公斤的水平，长期供需形势紧张。从国内食用植物油供需看，由于消费持续快速增长，供需缺口逐年扩大、对外依存度不断提高的状况短时间内难以改变，保证食用植物油市场供应和价格基本稳定面临很大压力。因此，利用传统粮糖油原料发展生物液体燃料的潜力在我国非常有限，不是根本发展方向。

（2）废弃糖类和动植物油脂资源

我国 2006/07 制糖期糖蜜总产量约为 350 万吨，其中甘蔗糖蜜为 300 万吨，甜菜糖蜜为 50 万吨，全部糖蜜加工可产酒精 80 万吨。而实际 2006/07 制糖期经统计全行业产糖蜜酒精仅为 30 万吨。近年来，由于环保要求越来越高，和废液治理成本的提高以及糖蜜深加工产品的拓宽等原因，糖蜜酒精的产量在逐年减少。通过加强收集管理，可使这部分资源较快得到充分利用，具有年产 80 万吨燃料乙醇的潜力。

废弃油脂主要包括粮油业中产生的废弃食用油，以及棉籽等含油废弃生物质。我国每年消耗 1800 万 t 食用油，将产生数百万吨的废食用油，近年来，国内一些企业已经开始收集利用废油生产生物柴油，年产量约 5~10 万 t。如果全面建立废油收集体系，估计可满足年产 100 万 t 生物柴油的原料需求。另外，我国年产棉花约 486 万 t，利用 900 万 t 的棉籽可年产 160 万 t 棉籽油，其中新疆和黄淮海地区等棉花集中种植区的棉籽油产量即可达到 140 万 t。估计全国可收集利

用 100 万 t 棉籽油用作生物柴油。因此，全国每年可利用废弃油脂资源量约 200 万 t，在近期即可用于支持规模化发展生物柴油。

(3) 纤维素类农林废弃物资源

纤维素类农林废弃物资源是现有可用的资源，包括农作物秸秆、林业剩余物，在中长期可用于生产纤维素乙醇和合成燃料等第二代生物液体燃料。

农作物秸秆目前我国比较可靠的生物质能源，其可用资源量主要取决于农作物产量、收集系数，以及还田、饲料和工业原料用途消耗等其他用途消耗量。据相关测算，我国秸秆资源年产量约为 6.8 亿 t，可获得量约 5.5 亿 t。扣除其它秸秆用途消耗量后，当前可用作能源用途的秸秆资源量约为 2.9 亿 t。但是，由于大约一半农作物秸秆已经用作农村居民生活燃料，当前实际剩余可利用农作物秸秆资源量约 1.4 亿 t。从中长期分析，秸秆总量仍将随着人口的增加保持增长势头，另一方面，随着农村现代化水平的提高，农业秸秆作为现代能源资源的利用率将逐步提高。保守估计，农作物秸秆作为现代化能源的利用率年平均增长率为 1-3%，2030 年以后，可实现现代高效能源化利用的农作物秸秆资源量（包括目前农村作为生活燃料的部分）约 4~5 亿 t 实物量。

可用于能源用途的林业剩余物主要包括：森林原木采伐剩余物和木材加工剩余物，不同林地（薪炭林、用材林、防护林、灌木林、疏林等）中育林剪枝以及四旁树（田旁、路旁、村旁、河旁的树木）剪枝获得的薪材量。根据我国“十五”及“十一五”期间年森林采伐限额，木材采伐和加工剩余物资源量为 7500 万 t；根据不同地区和不同林地类型面积以及取柴系数和产柴率等参数，可测算得到全国不同林地（薪炭林、用材林、防护林、灌木林、疏林等）薪柴年产出量约为 5300 万 t。因此，当前林业剩余物中的森林采伐及木材加工剩余物的实物量为 7700 万 t，薪柴的实物量为 4800 万 t，二者合计实物量为 1.25 亿 t。今后林木剩余物资源量可望随着森林覆盖率的提高而逐步增加。但调研显示，目前相当部分的林木剩余物已被利用，主要是用作农民炊事燃料或复合木材制造业等工业原料，在未来这些资源究竟应该用于何处，不仅应从国家资源保护和合理利用的观点出发，而且应站在全社会立场，统筹资源供应与社会需求关系，以求得最佳的利用途径。

因此，目前我国每年拥有纤维素类农林废弃物资源约 2.5~3 亿吨，中长期可达到 6 亿吨以上。随着第二代生物液体燃料技术的成熟，利用 50% 的这类现有可用的生物质资源在中长期可满足年产 5000 万吨生物液体燃料的原料需求。

(4) 主要潜在能源植物资源

近期最有潜力的能源农作物主要包括可用于生产燃料乙醇的甜高粱、木薯、甘薯等淀粉和糖类农作物。

近年来，我国木薯种植面积约 60 万公顷，年产量约 1100 万吨；甘薯种植面

积约 500 万公顷，年产量约 1 亿吨。在现有种植面积上通过推广良种良法，木薯和甘薯的单产可提高近一倍，总年产量可达到 2 亿吨，除用作饲料、淀粉原料外可发展生产燃料乙醇。高粱种植面积约 57 万公顷，可通过品种置换发展高能高产甜高粱，利用甜高粱茎秆生产燃料乙醇。我国现有各类木本油料林种植面积约 135 万公顷，可经改造后用作建成木本油料林，生产生物柴油。

为实现规模化开发生物质能源，我国还可以探索开发利用各类适宜的边际土地资源，因地制宜地种植能源农作物和能源林木。目前我国开展了一些面向生物质能开发利用的可用边际土地调查评价工作，但不够深入，国内不同部门、研究机构之间对各类边际性土地的界定、分类、可用性和资源潜力的评价也存在明显差异。相关土地评估显示，我国现有约 3200~7600 万公顷边际性土地（本报告按最高值计算），包括 734~937 万公顷后备耕地（可用于发展能源农作物）、866 万公顷冬闲田、1600~5704 万公顷后备林地（可用于发展各类能源林）。

（5）小结

我国大规模发展生物液体产业难以依靠传统粮糖油类农产品，必须转向各类废弃生物质资源和能源植物。初步估算显示，通过推广良种良法、品种置换、合理开发 734 万公顷后备耕地以及约 5000 万公顷荒山荒坡，我国以非食用粮糖类农作物（木薯、甘薯、甜高粱及其它农作物）为原料的燃料乙醇生产潜力近中期约为 1500 万吨，以废油为原料的生物柴油生产潜力近中期约 200 万吨，以油料林为原料的生物柴油生产潜力在中长期可达数百万甚至近千万吨规模。随着第 2 代生物液体燃料的技术进步，通过部分利用废弃农林生物质和木质能源林，我国在中长期具有年产近 1 亿吨纤维素乙醇和合成燃料的潜力。

2、市场需求预测

预计 2007~2020 年期间中国石油消费仍将保持较高增长速度，其中 2010 年和 2020 年中国石油消费量将达 4.07 亿吨和 5.63 亿吨，分别比 2006 年提高 17.42%和 62.47%。特别地，车用燃料需求将长期保持增长势头，为生物液体燃料的开发利用创造了巨大市场需求。2004 年，我国消费汽油 4709 万吨、柴油 10373 万吨。其中，全国汽车、摩托车共消耗汽油 4474 万吨，约占汽油总消费量的 95%；交通运输业消耗柴油 6016 万吨，约占总量的 58%。据预测，2010 和 2020 年我国对成品油需求将分别达到 2.2 亿吨和 3 亿吨；2010 年汽油消费量将达到 7700 万吨，年均增长 8.7%，其中车用汽油消费将达到 6700 万吨；2010 年柴油消费量达到 1.59 亿吨，年均增长 7.9%，其中交通运输用柴油占的比重将超过 70%，达到 1.1 亿吨以上。按上述交通燃料消费结构类推，2020 年交通领域汽油和柴油需求量将分别达到 9000 万吨和 1.5 亿吨。

因此，通过发展传统生物液体燃料，在近中期具有满足 8~10%道路交通燃料的潜力；如果实现第二代生物液体燃料技术的商业化，则我国生物液体燃料在

长远期具有满足 20~30%左右道路交通燃料需求的潜力。考虑到可预见期内生物液体燃料将主要以中低比例掺混传统汽柴油燃料用作车用燃料，以所有车用汽油和柴油中分别添加 10%燃料乙醇和 5%生物柴油进行计算，2010 年车用燃料乙醇和生物柴油需求将分别达到 670 万吨和 550 万吨，2020 年将分别达到 900 万吨和 750 万吨。如果在中长期推广较高掺混比例的灵活燃料汽车（FFV）或纯生物液体燃料汽车，则车用燃料乙醇和生物柴油需求将更高。

（二）产业政策和发发展现状

1、产业政策

（1）“十五”期间

“十五”期间我国主要是出台了陈化粮燃料乙醇生产和车用乙醇汽油试点的政策。2001 年国家决定实施《变性燃料乙醇及车用乙醇汽油“十五”发展专项规划》。2002 年原国家发展计划委员会等部门制定了《车用乙醇汽油使用试点方案》、《车用乙醇汽油使用试点工作实施细则》，启动了以陈化粮为原料的燃料乙醇生产和车用乙醇汽油推广应用工作。2004 年国家发展和改革委员会会同有关部门印发《车用乙醇汽油扩大试点方案》和《车用乙醇汽油扩大试点工作实施细则》确定了扩大车用乙醇汽油试点的工作方案。

关于“十五”期间试点的范围、时间和产品供应，在变性燃料乙醇生产企业所在省率先全省扩大试点车用乙醇汽油，多余的变性燃料乙醇按照合理的运输半径和现有的运输接卸能力，外调周边省、市销售。具体安排是黑龙江、吉林、河南和安徽四省首先在其全省范围内扩大试点车用乙醇汽油。（1）变性燃料乙醇必须由国家批准的企业负责生产供应；车用乙醇汽油指定中国石油天然气集团（以下简称中石油）和中国石油化工集团（以下简称中石化）两大公司负责生产供应。（2）吉林燃料乙醇有限责任公司 30 万吨/年变性燃料乙醇项目由中石油参股建设，其产品由中石油负责首先在吉林全省推广销售，多余的产品调往辽宁省销售；黑龙江华润酒精有限公司 10 万吨/年变性燃料乙醇也由中石油负责在黑龙江省推广销售。（3）河南天冠集团公司 30 万吨/年变性燃料乙醇项目由中石化参股建设，其产品由中石化负责首先在河南全省推广销售，多余的产品调往湖北 9 个地市和河北 4 个地市销售。（4）安徽丰原生物化学股份有限公司 32 万吨/年变性燃料乙醇项目由中石化参股建设，其产品由中石化负责首先在安徽全省推广销售，多余的产品调往山东省 7 个地市、河北 2 个地市和江苏 5 个地市销售。（5）中石油、中石化两大公司的组分油和变性燃料乙醇可以按市场价格通过互供的形式实现市场调节。

关于扩大试点期间的财政税收价格政策。（1）对国家批准的吉林燃料乙醇有限责任公司、河南天冠集团、安徽丰原生物化学股份有限公司和黑龙江华润酒精

有限公司四个变性燃料乙醇生产企业，免征用于调配车用乙醇汽油的变性燃料乙醇 5%的消费税。(2) 上述四个企业生产调配车用乙醇汽油用变性燃料乙醇的增值税实行先征后返。(3) 上述四个企业生产调配车用乙醇汽油用变性燃料乙醇所使用的陈化粮享受陈化粮补贴政策，补贴额按规定比例由中央和地方财政共同负担。陈化粮的供应价格由有关省政府负责组织有关部门参照当地竞价销售的同品质陈化粮的价格确定。(4) 变性燃料乙醇结算价格：按国家发展和改革委员会同期公布的 90 号汽油出厂价（供军队和国家储备），乘以车用乙醇汽油调配销售成本的价格折合系数 0.9111，为变性燃料乙醇生产企业与石油、石化企业的结算价格。(5) 车用乙醇汽油的零售价格，按国家发展和改革委员会公布的同标号普通汽油零售中准价格执行，并随普通汽油价格变化相应调整，也可据市场情况在国家允许的范围内浮动。(6) 执行上述政策后，变性燃料乙醇生产和变性燃料乙醇在调配、销售过程中发生的亏损，由目前对生产企业按保本微利据实结算改为实行定额补贴。补贴定额按照平均先进的原则确定。具体定额标准和补贴办法，由财政部商有关部门另行制定。随着陈化粮乙醇生产和车用乙醇汽油试点工作的推进，国家将逐步削减陈化粮燃料乙醇的定额补贴。

(2) “十一五” 以来

“十一五” 期间是我国生物液体燃料产业的转型发展期。生物液体燃料正式纳入国家长期发展战略，国家和有关部门从法律、规划、部门意见等各层面初步确立了发展生物液体燃料的重要意义、发展方向、制度框架、发展目标、基本路径等，形成了“生物液体燃料产业不能影响粮食安全”的明确共识，国家有关规划和法规明确规定严格控制陈化粮燃料乙醇规模，要求生物液体燃料的开发利用“不与民争粮，不与粮争地”。因此，中国成为全球第一个从国家战略政策层面明确规定不得扩大使用食用粮油生产生物液体燃料、转向非粮生物液体燃料产业的国家。

2006 年 1 月正式开始实施的《可再生能源法》的颁布实施标志着生物液体燃料的开发利用得到法律认可，正式成为国家能源发展的一项重要内容。《可再生能源法》规定，“国家鼓励生产和利用生物液体燃料”，“石油销售企业应当按照国务院能源主管部门或者省级人民政府的规定，将符合国家标准生物液体燃料纳入其燃料销售体系”。2005 年 11 月，国家发展改革委员会颁布了《可再生能源产业发展指导目录》，提出支持生物液体燃料生产、生物液体燃料生产成套装备制造、能源植物种植和能源植物选育。2006 年 3 月，《国民经济和社会发展规划第十一个五年规划纲要》提出要扩大生物燃料乙醇和生物柴油的生产能力。

2007 年 4 月，国家发展和改革委员会发布了《高技术产业发展“十一五”规划》和《生物产业发展“十一五”规划》，对发展生物液体燃料等高新技术和产业的发展显示了明确的支持态度。《高技术产业发展“十一五”规划》提出要

积极发展生物能源，充分利用非粮作物、植物和农林废弃物，开发低成本、规模化、集约化生物能源技术，积极培育生物能源产业；选育发展一批速生、高产、高含油、高淀粉含量的能源植物新品种，实现规模化种植；重点建设以甜高粱、木薯等非粮作物为原料的燃料乙醇示范工程，加快木质纤维素生产燃料乙醇技术研发和产业化；积极推动以麻疯树、黄连木等农林油料植物为原料的生物柴油规模化生产；建设年产 10 万吨级非粮原料燃料乙醇、生物柴油的示范工程，初步形成我国生物能源的技术基础和产业基础。《生物产业发展“十一五”规划》明确支持生物液体燃料领域的如下工作：①能源植物：充分利用荒草地、盐碱地等，以提高单产和淀粉、糖分含量、降低原料成本为目标，培育木薯、甘薯、甜高粱等能源专用作物新品种。以黄连木、麻疯树、油桐、文冠果、光皮树、乌桕等主要木本燃料油植物为对象，选育一批新品种，促进良种化进程；积极培育与选育高含油率、高产的油脂植物新品种(系)，建立原料林基地；积极研制一批基因工程油用植物新品种。②燃料乙醇：支持以甜高粱、木薯等非粮原料生产燃料乙醇，加快以农作物秸秆和木质素为原料生产乙醇技术研发和产业化示范，实现原料供应的多元化；优化燃料乙醇生产工艺，降低水耗、能耗和污染，降低生产成本，提高综合效益；逐步扩大燃料乙醇生产规模和乙醇汽油推广范围。③生物柴油：支持以农林油料植物为原料生产生物柴油，加强清洁生产工艺开发，提高转化效率，建立示范企业，提高产业化规模。开发餐饮业油脂等废油利用的新技术、新工艺，加快制订生物柴油技术标准，加速我国生物柴油产业化进程。

2007 年 8 月，国家《可再生能源中长期发展规划》进一步明确了生物燃料近期和中长期的发展方向和具体目标,要求根据我国土地资源和农业生产的特点，合理选育和科学种植能源植物，建设规模化原料供应基地和大型生物液体燃料加工企业；不再增加以粮食为原料的燃料乙醇生产能力，合理利用非粮生物质原料生产燃料乙醇；近期重点发展以木薯、甘薯、甜高粱等为原料的燃料乙醇技术，以及以麻疯树、黄连木、油桐、棉籽等油料作物为原料的生物柴油生产技术，逐步建立餐饮等行业的废油回收体系；从长远考虑，要积极发展以纤维素生物质为原料的生物液体燃料技术；在 2010 年前，重点在东北、山东等地，建设若干个以甜高粱为原料的燃料乙醇试点项目；在广西、重庆、四川等地，建设若干个以薯类作物为原料的燃料乙醇试点项目；在四川、贵州、云南、河北等地建设若干个以麻疯树、黄连木、油桐等油料植物为原料的生物柴油试点项目；到 2010 年，新增非粮原料燃料乙醇年利用量 200 万吨，生物柴油年利用量达到 20 万吨；到 2020 年，生物燃料乙醇年利用量达到 1000 万吨，生物柴油年利用量达到 200 万吨，总计年替代约 1000 万吨成品油。

2006 年 12 月，国家发展改革委、财政部颁布的“关于加强生物燃料乙醇项目建设管理，促进产业健康发展的通知”，初步提出了新阶段下生物液体燃料产业的产业发展模式、扶持和监管政策框架，要求按照系统工程的要求统筹规划，

严格市场准入标准与政策，严格项目建设管理与核准。该通知提出了生物液体燃料产业的基本原则：(a) 因地制宜，非粮为主。重点支持以薯类、甜高粱及纤维资源等非粮原料产业发展；(b) 能源替代，能化并举。生物能源与生物化工相结合，长产业链，高附加值，提高资源开发利用水平，加快石油基向生物基产业的转型；(c) 自主创新，节能降耗。努力提高产业经济性和竞争力，促进纤维素乙醇产业化；(d) 清洁生产，循环经济。通过“吃干榨尽”综合利用，减少废物排放；(e) 合理布局，留有余地。燃料乙醇生产规模要留有一定富余能力，保障市场供应。已有部分地市推广的省份率先改为全省封闭；(f) 统一规划，业主招标。通过公平竞争，择优选拔投资主体，防止一哄而上；(g) 政策支持，市场推动。强化地方政府立法，依法行政。同时，积极发挥市场优化资源配置的基础作用，促进产业健康发展。特别地，该通知强调国家继续实行燃料乙醇“定点生产，定向流通，市场开放，公平竞争”等相关政策，生物燃料乙醇项目实行核准制，其建设项目必须经国家投资主管部门商财政部门核准。任何地区无论是以非粮原料还是其它原料的燃料乙醇项目核准和建设一律要报国家审定。凡违规审批和擅自开工建设的，不得享受燃料乙醇财政税收优惠政策，造成的经济损失将依据相关规定追究有关单位的责任。非定点企业生产和供应燃料乙醇的，以及燃料乙醇定点企业未经国家批准，擅自扩大生产规模，擅自购买定点外企业乙醇的行为，一律不给予财政补贴。根据国内外农产品市场的最新发展形势，为加强生物液体燃料产业发展和原料使用的引导和监管，2007年9月，国务院办公厅、国家发改委先后发出了“关于促进油料生产发展的意见”和“关于促进玉米深加工健康发展的指导意见”，要求严格控制油菜转化为生物柴油，今后不再建设新的以玉米为主要原料的燃料乙醇项目，且暂不允许外商投资生物液体燃料乙醇生产项目和兼并、收购、重组国内燃料乙醇生产企业。

在经济激励方面，2006年9月，财政部、国家发展改革委、农业部、国家税务总局、国家林业局联合印发了《关于发展生物能源和生物化工财税扶持政策的实施意见》，提出将建立风险基金制度、实施弹性亏损补贴，提供原料基地补助和示范补助，以及税收优惠等措施，扶持发展生物液体燃料。2007年9月，财政部据上述实施意见颁布了《生物能源和生物化工原料基地补助资金管理暂行办法》决定对为生物能源和生物化工定点和示范企业提供农业原料和林业原料的原料基地提供资金补助。根据该暂行办法，中央财政将对符合相关要求和标准的林业原料基地补助标准为200元/亩，对农业原料基地补助标准原则上为180元/亩。

2、产业发展

“十五”时期是我国生物液体燃料产业的起步阶段，主要是国家推动建设了陈化粮燃料乙醇生产项目、在局部地区开展了车用乙醇汽油试点工作。另外，一

些民营企业陆续建设了以废油为原料的小规模生物柴油项目。“十一五”以来，大批企业，包括大型企业，积极投身非粮生物液体燃料产业，加大技术研发、原料基地和生产项目建设力度，对非粮生物液体燃料产业的形成和发展壮大产生了积极作用。

（1）燃料乙醇

从 2001 年开始，国家投资 50 余亿元，批准全国建立 4 个以消化陈化粮为主要目标的燃料乙醇企业，分别是吉林燃料乙醇有限责任公司、河南天冠集团、安徽丰原生物化学股份有限公司和黑龙江华润酒精有限公司，除天冠集团以小麦为原料外，其他三家均以玉米为主要生产原料，总产能力 102 万吨（详见表 4.1）。到 2006 年底，在黑龙江、吉林、辽宁、河南、安徽 5 个省及河北、山东、江苏、湖北 4 个省的 27 个地市开展车用乙醇汽油扩大试点工作，推广使用乙醇含量为 10% 的车用乙醇汽油，已实现年混配销售 1020 万吨生物乙醇汽油的能力，生物乙醇汽油的消费量已占全国汽油消费量的 20%，圆满完成了“十五”期间推广生物乙醇汽油的既定目标。2006 年，我国生产销售 132 万吨燃料乙醇和 1544 万吨乙醇汽油，直接替代车用汽油约 123 万吨，已成为世界上继巴西、美国之后第三大生物燃料乙醇生产使用国。

表 4.1 我国生物乙醇生产企业概况

企业名称	投产年份	生产原料	年产量 (万吨)	销售范围
吉林燃料乙醇有限责任公司	2003	玉米	30	吉林（10 万吨），辽宁（20 万吨）
河南天冠集团	2001	小麦	30	河南（13 万吨），其余销往湖北 9 个地市和河北 4 个地市
安徽丰原生物化学股份有限公司	2005	玉米，马铃薯	32	安徽（10 万吨），其余销往山东省 7 个地市，河北 2 个地市和江苏个地市
黑龙江华润酒精有限公司		玉米	10	黑龙江

“十一五”以来，我国在维持现有四家陈化粮燃料乙醇产能和 9 省车用乙醇汽油试点的同时，加快了建立非粮生物液体燃料产业的步伐。

目前，我国利用薯类、甜高粱、小桐子等非粮作物/植物生产燃料乙醇和生物柴油的技术已进入示范阶段，是我国可再生能源发展规划中近中期实现产业化发展的主要生物液体燃料技术。利用纤维素生物质生产乙醇燃料的技术尚处于技术研发和中试阶段，其他第二代生物液体燃料（如合成燃料技术）尚未得到足够重视，目前仍处于实验室研究阶段。（见表 4.2）

由于木薯种植产业和木薯制取乙醇技术最为成熟，木薯乙醇成为非粮燃料乙

醇试点的首先方向。目前，非粮燃料乙醇产业仍基本沿用“十五”期间的“定点生产，定向流通”产业监管办法，在投资准入方面采取了招标方式确定投资经营企业。2006年8月，广西通过招标和专家评审，确定广西中粮生物质能源有限公司为广西木薯燃料乙醇（一期）工程投资主体。2007年广西制定颁布车用乙醇汽油管理暂行办法，自2008年1月1日起施行。根据该办法，广西推广使用乙醇含量为10%的车用乙醇汽油，是指依照国家标准，用变性燃料乙醇和组分汽油调配后形成的清洁环保燃料；广西销售和使用车用乙醇汽油也实现先试点后推广，试点范围和时间以及全自治区封闭销售、使用时间由政府决定；调配、储运、销售、使用车用乙醇汽油由政府统一组织实施；除国家或者自治区确定的车用乙醇汽油调配中心外，任何单位和个人不得调配用于销售的车用乙醇汽油；封闭销售、使用车用乙醇汽油后，加油站不得销售车用乙醇汽油以外的其他汽油；车用乙醇汽油零售价格，由政府价格主管部门制定公布执行。2008年4月15日起，广西自治区自实现封闭运行推广使用车用乙醇汽油，成为中国第十个乙醇汽油推广省份。2007年广西自治区汽油消费量150万吨，预计2008年汽油消费量为165万吨。截至2008年4月30日，已销售乙醇汽油10.19万吨，广西已有600万辆车辆使用了车用乙醇汽油。从总体情况看，市场运行平稳，车用乙醇汽油逐步得到消费者认可，全区实现封闭运行的预期目标，标志着中国非粮燃料乙醇试点工作取得了阶段性成果，也为今后非粮生物燃料产业发展起到了良好的示范和带动作用。

4.2 中国非粮生物液体燃料技术和产业发展现状

	薯类乙醇	甜高粱乙醇	纤维素乙醇	废油生物柴油	小桐子等生物柴油	合成燃料
发展现状	初步商业化	建成5000吨级中试项目	建成600吨级中试装置	初步商业化	小规模中试项目	实验室
成本估算 (元/kg)	4.28	3.58	4.22	3.56	4.24	不详
技术产业瓶颈	稳定的原料种植供应模式尚不成熟	连续生产的技术装备和模式不完善	技术工艺尚不成熟	收集体系不健全	植物种植、收集技术不成熟	国内技术尚不成熟
近期发展前景	亟待健全产业体系	亟待健全产业体系	有待提高技术水平	亟待健全产业体系	亟待健全产业体系	有待提高技术水平

甜高粱乙醇、甘薯乙醇和纤维素乙醇目前正处于前期示范或中试阶段。（1）

甜高粱乙醇。非粮燃料乙醇北京泰天地能源技术开发有限公司和黑龙江桦川四益乙醇有限公司承担了“十五”国家 863 计划“甜高粱茎秆制取乙醇”示范项目，自 2003 年开始甜高粱种植和小规模乙醇试生产，2004 年年产甜高粱茎秆乙醇 2000 吨，2005 年生产规模达到年产甜高粱茎秆乙醇 5000 吨的生产能力和年产 2 万吨制浆造纸的规模。另外，骏天生物质新能源科技有限公司、浙江浩淇生物质新能源科技有限公司新疆喀什分公司等中小民营企业近年来积极参与“十五”国家 863 计划“甜高粱茎秆制取乙醇”推广项目，种植数万亩甜高粱，建设了年产数千吨乙醇的生产装置。中国海洋石油公司、吉林燃料乙醇公司等大中型企业也高度重视甜高粱乙醇产业，积极开展甜高粱种植和制取乙醇试验示范项目。BP 和 Shell 等国际石油公司也在我国组织开展甜高粱种植和制取燃料乙醇项目的调研试验工作。(2)我国甘薯种植区域广泛，制取乙醇技术工业基本成熟。2006 年，国家发展改革委组织的重点省份生物燃料乙醇专项规划开展评估结果显示，湖北、河北、江苏、江西、重庆 5 省在甘薯种植方面具有较长的历史、一定规模和边际性土地资源，具备发展甘薯燃料乙醇产业的基础。目前这些省份正抓紧开展项目前期工作。(3)纤维素乙醇。中粮集团与著名酶制剂制造商诺维信公司合作，2006 年底在黑龙江肇东市建成以玉米茎秆为原料的 500 吨/年纤维素乙醇试验装置。据报道，2008 年 5 月河南天冠集团建成以秸秆为原料的年产 5000 吨纤维素乙醇一期工程，顺利产出第一批纤维乙醇，并计划在 2015 年前建成合计产能达到 100 万吨的一批纤维素乙醇项目。

(2) 生物柴油

生物柴油产业也在“十五”期间起步，主要是一批民营企业通过收集利用餐饮废油、野生油料植物果实等废弃动植物油脂原料生产生物柴油，但没有进入车用成品油的主要流通使用体系，而是分散用作农业和工程机械燃料。例如，2001 年由海南正和生物能源公司投资的我国第一家生物柴油生产工厂在河北武安市正式建成投产。该厂以餐饮废油、油脂精炼后的油脚和皂脚以及黄连木油果为原料，设计年生产生物柴油为 1 万吨。同年 6 月四川古杉油脂化学公司正式成立，并于当年 11 月在绵阳建成了 1 万吨 / 年的生物柴油生产线。该公司使用植物油精炼下脚料、餐饮废油、泔水油及动物油等生产生物柴油。2001 年 11 月福建卓越能源公司成立，2002 年下半年设计生产能力为 2 万吨/年的生物柴油生产线在龙岩正式建成投产，该厂以餐饮和食品企业的废油以及回收的泔水油和地沟油为原料生产生物柴油。

在非粮生物燃料乙醇取得了阶段性成果的同时，开展生物柴油产业化示范工作的时机也已基本成熟。“十一·五”以来，生物柴油产业呈加速发展态势，一大批企业积极建设数万吨级生物柴油项目，除了利用餐饮废油等原料，启动建设小桐子、黄连木等油料植物种植基地。据业内粗略估计，2007 年底我国有大小生物

柴油生产企业（作坊）数百家，但绝大部分都是主要从事废油生物柴油生产或刚刚成立的中小企业。受生产项目规模、废油资源收集利用量、油料植物种植基地建设进度的限制，目前只有少数生物柴油企业实现规模化持续生产。相关统计显示，2007 年底全国已建成并持续生产的万吨级生物柴油生产企业大约只有 20 家左右，基本上全是废油生物柴油生产企业（见表 4.3）。虽然我国已于 2007 年颁布了《柴油机燃料调和用生物柴油（B100）》的推荐标准，但尚未制定普通柴油掺混生物柴油的最终使用标准，也没有正式把生物柴油纳入车用成品油经销体系，因而目前各生产企业通过分散渠道销售给当地厂矿和个别油品销售企业。

表 4.3 2007 年底已建成投产的主要生物柴油生产企业

企业名称	地点	规模 万吨/年	原料	工艺
龙岩卓越新能源有限公司	福建龙岩	5	地沟油、泔水油	化学固体催化剂，连续生产
厦门卓越生物质能源有限公司	福建厦门	5	地沟油、泔水油	化学固体催化剂，连续生产
海纳百川生物工程有限公司	湖南益阳	2	地沟油、泔水油	酶法连续生产
上海年产 1 万吨级酶法生物柴油装置	上海	1	地沟油	酶法连续生产
三水正合精细化工有限公司	广东佛山	2	地沟油	液体酸碱法，批量生产
四川古杉油脂化学有限公司	四川绵阳市三台县	3	地沟油	液体酸碱法，批量生产
无锡华宏生物燃料有限公司	江苏无锡	2	地沟油	不详
浙江东江能源科技有限公司	浙江桐乡	5	地沟油	不详
柳州明惠生物燃料有限公司	广西柳州	2.4	泔水油、植物油渣，棕榈油	不详
河南星火生物能源有限公司	河南商丘市	5	废弃的动植物油脂	不详
北京古杉油脂化学有限公司	北京	5	地沟油	不详
西南航天科技集团生物柴油有限公司	贵阳	2	地沟油	不详
中水生物柴油公司	贵阳	2	地沟油	不详
源华能源科技（福建）有限公司	福州	6	地沟油 小桐油	固体碱催化剂连续生产
合计	—	47.4	—	—

为提高生物柴油产业发展水平，国家发展改革委 2006 年组织实施的“生物质工程高技术产业化专项”重点支持了一批以木本油料植物及废油脂为原料的生物柴油产业化示范工程项目。2007 年初，中石油和中粮公司分别与国家林业局就“发展林业生物质能源”签署了合作框架协议，正式启动了生物能源基地林建

设，确定了云南、四川、湖南、安徽、河北、陕西五个基地，计划在 15 年内种植 2 亿亩能源林。2007 年，国家发展改革委批准了三大石油公司的 3 个小油桐生物柴油产业化示范项目，包括中石油南充炼油化工总厂年产 6 万吨生物柴油项目年、中石化贵州分公司年产 5 万吨生物柴油项目和中海油海南年产 6 万吨生物柴油项目。

（三）主要问题和挑战

如上所述，近几年中国政府为了促进生物燃料发展已采取了多项政策措施加以支持，制定了包括生物液体燃料在内的可再生能源发展规划，颁布实施了《可再生能源法》，强化了对生物乙醇产业发展的行政管理规定，初步提出了财政补贴、减免税收，价格优惠等经济激励政策。非粮生物液体燃料产业也初步起步，涌现了一批企业。但是，非粮生物液体燃料产业仍然在原料资源保障、技术产业发展、商业化发展能力、政策和市场环境等方面面临许多问题和挑战。

1、原料资源基础仍然薄弱

实际剩余可用边际土地资源潜力不清。由于今后生物燃料生产都应转为以非粮作物为原料，虽然我国有大量的盐碱地、荒地等劣质土地可种植甜高粱，有大量荒山、荒坡可以种植小桐子树和黄连木等油料植物，但目前缺乏对这些土地利用的科学评价和规划，可种植是一回事，能否收获果实是另一回事，究竟有多少宜生土地资源其生产能力究竟如何尚不得而知。实地调研显示，南方许多宜农宜林地实际上大部分已被开荒利用，而北方盐碱地和荒山荒坡的水土资源条件较差。

原料植物的选育栽培和规模经营技术有待完善。现有能源植物的原料资源总量有限、产量较低、分布分散、管理粗放。新型良种的选育、丰产栽培、收获处理技术仍不完善。例如，目前小桐子的利用研究仍处于野生种收集和利用的初步阶段，主要是展开生物学特性、遗传特征、适应性、生产性能等研究，产量不稳定。而且，考虑到大多数燃料油原料都源自农业和林业生产，而农林生产到目前为止依然未根本改变“靠天吃饭”的局面，其生产产品的数量和质量在相当程度上依然取决于天气，而非人力所为。

原料资源来源多样、品质不一。特别地，目前生物柴油原料包括各类各地废油、各种油料植物等，品质不一，威胁生物柴油品质的稳定性及符合产品标准。即使是小桐子，各品种的油品质等都参差不齐，其脂肪酸组成、碘值、游离脂肪酸和皂化值等影响柴油成品品质的指标也变化很大。

2、技术产业发展水平不高

技术工艺水平较为落后，缺乏成套先进装备。目前，我国生物液体燃料产业

的原料利用效率偏低，物耗水耗高，污染问题仍比较突出。而且，我国还缺乏符合国内原料特点的完整成套、规范成熟的整套技术工艺和装备；国内关于生物柴油技术的报道较多，但实际成型的工艺报道较少。甜高粱乙醇产业也缺乏连续加工工艺，影响加工效率和成本，尚不能满足规模化生产的要求。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。

产业模式仍不成熟。以甜高粱、麻疯树等非粮植物为原料的非粮生物燃料技术总体上尚处于工业应用示范阶段，要实现商业化应用和大规模生产，还需要在生产工艺和产业组织等方面做大量工作。甜高粱、木薯乙醇产业仍需解决原料生产的季节性和分散性与加工业的连续性和集中性之间存在矛盾，有待于建立与三农和现代林业和谐发展的产业运作模式。人力成本也是不得不考虑的一个问题。例如，麻疯树的每个果实成熟的时间都不一样，因此需要分多次采摘，并且必须要用人工采摘，因此需要很多劳动力。

可持续生产技术规范 and 模式尚未建立。目前我国对规模化种植原料植物的资源环境影响仍缺乏深入科学评价。大规模生物燃油产业的发展，是否会带来严重的生态环境问题，目前尚无明确的结论。尚未建立科学合理、环境友好的土地开发和能源作物/林木种植技术规范，仍有待于开展良种选育及混交林营建技术等研究。我国对非粮生物液体燃料的全生命周期的减排效果（主要是燃料乙醇 CO₂ 等温室气体的减排效果）仍缺乏有针对性、可靠的评价，尚未制定保障高能效、高减排的技术标准和规范。

3、缺乏竞争力和抗风险能力

原料成本居高不下。原料是构成生物液体燃料成本的主体因素，约占产品总成本的 80%。而且，近年来废油、木薯、麻疯树果价格还持续攀高。就其原因主要是原料供应成本的不确定、不规范，也不明确，而完全由“市场需求”决定。这一点在生物质发电、颗粒燃料生产过程中已得到充分验证，并表明试图通过契约合同之类手段也难以凑效。为了改变原料供应受制于人的被动状况，有的燃油生产企业从一开始就采取“公司+农户”的模式来组织原料的生产。但小油桐等油料林的种植前期投入太大，例如在攀枝花小油桐基地造林成本预算是 400 元/亩。

规模经济、范围经济和资源综合利用效益偏低。虽然原料特点决定了非粮生物液体燃料产业应采取中小规模分散生产的发展模式，但目前原料基地和加工厂的规模仍然偏低，导致规模经济和资源综合利用水平不高，限制了提高经济效益。例如，甜高粱和小桐子在饲料、肥料、化工、医药、农药方面有较好的应用前景。小桐子果实提油后的油饼经处理后得到饲料或肥料，副产物粗甘油也是重要的精细化学品，小桐子叶、茎、根、皮可应用于生产医药、农药（小桐子具有抗菌、

抗癌、抗烟草花叶病毒和其它生物活性)原料。但目前甜高粱乙醇和小桐子生物柴油产业都没有实现高效的规模化、多元化生产和资源高效利用,农民的获益方式也比较单一。

产品成本和可承受价格仍然较高,存在较大市场风险。受原料成本、技术水平等因素制约,产品成本仍然较高,难以具备经济竞争力。原料价格成倍增长,价格随行就市,吞噬了利润空间;国家目前直接控制普通汽油柴油的价格,形成了生物液体燃料的价格上限。在近中期迅速扩大生物液体燃料使用量,将需要大量的资金补贴。生物液体燃料原料和产品、以及国际原油价格不稳,加大了生物液体燃料产业市场风险。例如,在近期废油原料价格高峰时,废油生物柴油的生产成本是每吨接近 7000 元,而售价是 6000 元左右,也形成价格倒挂。

4、扶持政策和市场环境不完善

非粮生物液体燃料的市场准入和产品流通体系不通畅。根据当前规定,采取了定点生产、定向流通的封闭式管理体系,由四家陈化粮燃料乙醇企业和广西中粮生物质能源有限公司负责定点生产燃料乙醇,中国石油天然气集团公司和中国石油化工集团公司两公司调配乙醇汽油。而且,燃料乙醇定点企业未经国家批准,擅自购买定点外企业乙醇的行为,国家一律不给予财政补贴。目前,一个省只有一家燃料乙醇定点生产企业。毫无疑问,严格的产业准入和产品流通政策措施是保障生物液体燃料产业有序发展的基本保证。但是,由于局限于数家生产企业和两大石油公司的封闭体系,在一批从事甜高粱乙醇和生物柴油生产企业的产品无法进入车用成品油经销体系和终端消费市场,特别是生物柴油还根本没有正常的车用燃料销售渠道,阻碍了非粮生物液体燃料产业的进一步发展,打击了相关企业进一步加强技术研发、扩大示范项目建设的积极性。

行业监管薄弱,蕴含社会、经济和自然生态风险。目前我国尚未结合粮食生产流通、土地开发利用、自然生态环境保护、国际贸易监管等重大工作,制定科学合理的监管政策,致使目前国内生物液体燃料产业监管缺位、增大风险。也就是说,目前生物液体燃料相关法规没有与粮食和土地相关法规相衔接,从而对原料和土地的合格性作出明确、可操作的规定。什么是非粮原料,甘蔗、甘薯、油菜籽(含利用冬闲地生产的油菜籽)等究竟算不算非粮原料?什么是边际性土地?如何界定,标准是什么?在土地开发和原料基地建设经营过程中如何保障农民的利益?这些问题没有答案。如何引导非粮液体燃料的有序发展?在项目核准和市场准入方面的具体措施和核准标准是什么?同时,如何保证符合质量标准的非粮液体燃料顺利进入市场和推广应用也是迫切需要解决的课题。总的来说,由于缺乏公开透明行业管理办法,没有疏通引导作用,投资和流通呈现了盲目、无序、甚至混乱的发展态势,威胁产业的有序发展、资源的合理利用、粮食和生态安全、企业和农民等相关方的权益。

扶持价格和财税政策不完善。现有经济政策扶持力度不够，规定不尽公平、合理。虽然 2007 年 10 月财政部印发了《生物能源和生物化工原料基地补助资金管理暂行办法》，确定对林业原料基地补助标准为 200 元/亩，农业原料基地补助标准原则上核定为 180 元/亩。但是，从原料基地建设的实际开支来看，上述补助标准偏低。特别是对林业原料基地建设而言明显偏低，大约仅相当于实际成本的 1/3~1/4。这是由于属林业植物为多年生植物，第一年种植，第二、三年及至第四、五年仍需投资施肥、浇水和抚育，且前三年甚至前五年基本上不能产生收益，这样同农业原料的补助标准相比较显然处于不平等水平，而且林业原料的培育条件更艰苦，难度更大，周边地区农民收入水平更低，无疑是需要调整的。

产品推广使用市场环境不健全。生物柴油缺乏车用燃料使用渠道和技术标准，各项基础设施不完善，储运调配和加油站不足。封闭区域强制使用制度影响跨地区车辆使用性能，指定企业在特定封闭区域销售影响公平竞争。因此，进一步修改、补充、完善相关法规和政策，对适应新的要求，推动生物液体燃料产业的逐步发展、成熟、壮大十分必要。

五、中国发展生物液体燃料的任务、思路和目标

（一）推动规模化发展生物燃料的战略任务

生物液体燃料是近中期现实可行的、最具规模化发展潜力的清洁交通替代燃料，有望显著推动道路交通部门的节能减排，但有赖于生物液体燃料产业的转型升级。为此，我国生物液体燃料产业在今后应完成如下几个主要任务。

1、转变扩大原料结构，夯实资源基础

要从主要利用食用粮糖油农产品等原料转向各种非粮原料，这样才能在避免威胁粮食安全的同时有效扩大原料结构，夯实资源基础。由于目前实现商业化的生物液体燃料技术只能使用淀粉、糖和油脂类原料，近中期应重视收集主要利用废弃糖密和各类废弃动植物油脂原料资源，在具有条件地区种植非食用粮糖油类植物，形成合格稳定的原料供应；在中长期和远期，随着纤维素乙醇和合成燃料等先进生物液体燃料技术的逐步商业化，可逐步收集利用农作物秸秆、林业剩余物，种植薪柴林、灌木林等，形成更加坚实的资源基础。

2、完善优化产品结构，提高经济效益

要根据原料特点，通过开发整合相关技术工艺、拓展延伸产业链，提高资源梯级利用和综合利用水平，开发高附加值副产品和新产品，从而完善优化产品结构，显著提高经济效益。要从单一原料和产品模式转向可利用多种原料、生产多种产品的综合精炼技术；通过提高资源综合利用水平、完善优化产品结构，还将

促进宏观层次上的农业系统、工业系统和环境系统之间的整合。在近中期，主要做好甜高粱和薯类乙醇、废油和小桐子生物柴油产业的原料作物种植和加工转换过程中产生的茎叶、废渣、废液、甘油等废弃资源的资源回收利用，生产肥料、饲料、沼气、造纸和普通化工原料；在中长期，随着相关新型燃料和生物化工技术的发展，联产生物化工技术，开展综合精炼，全面实现包括木质纤维素在内的各类生物质原料资源的梯级综合利用，生产生物燃料、热力和电力、化工原料、医药产品等系列化产品，大幅提高产业的经济性和竞争力。

3、调整产业组织结构，提高产业效率

应根据非粮生物液体燃料产业的原料特点，调整产业组织结构，提高产业运行效率。非粮生物液体燃料产业具有高度的农林业属性、多样性和地域性的特点、就近就地加工转换的要求，必须把产业链重心向能源植物种植和原料生产倾斜，必须建立“分散加工转换+集中精炼调配”的经营模式，必须充分发动发挥当地农民和政府的积极性。在近期，应鼓励支持各地中小企业收集利用废弃糖蜜、废弃动植物油脂资源生产燃料乙醇和生物柴油，符合质量标准的可经由国家指定成品油经销企业统一收购用作车用燃料；在中长期和远期，应着力扶持当地农民、中小企业、行业协会、中介组织，有序开展能源植物种植、原料收集和初加工活动；应鼓励生物液体燃料产业的中下游深加工的大中型企业利用各种方式与地方农民、中小企业和相关组织建立稳定互利的协作关系，建立新型农工一体化的生物液体燃料产业运作模式。

4、转变产业发展理念，确保可持续发展

生物液体燃料产业具有十分显著的长产业链、影响范围广泛的特点。要转变单纯强调生物液体燃料生产使用量的产业发展理念，树立涵盖资源综合利用和循环经济、能源节约和温室气体减排、土地开发和整理、新型农业和林业建设、生态恢复和保护等广泛内容的产业发展理念，全面促进可持续发展。要从粗放式、破坏性的土地开发和原料植物种植模式转向集约式、保护性的土地开发和原料植物种植模式，特别是要重点利用农林业废弃生物质资源和退化地，以维护生态安全，减少生态风险和土壤中碳泄漏风险；要全面考察、评估和削减生物液体燃料的原料生产、加工转换和生产应用的能耗、水耗、常规污染物和温室气体排放。

5、健全产业政策体系，促进产业健康发展

完善的产业政策是确保完成前述任务的根本保障，应加快建立健全适应非粮生物液体燃料产业特点的扶持和监管政策体系。要根据技术进展和产业化进程、原料和产品结构、产业组织结构特点、可持续发展理念和要求，建立健全涵盖资源开发保障、加工转换、产品流通和使用等完整环节的产业监管和激励政策，建立灵活高效的机制，确保发展生物液体燃料试点工作和规模化发展得以健康有序

发展。

（二）总体思路

全面落实科学发展观，贯彻《可再生能源法》，按照建设“资源节约型、环境友好型社会”和社会主义新农村的要求，把发展生物基液体燃料作为推进能源替代、发展农林经济、促进生态建设、实现可持续发展的重要战略举措，大力夯实资源基础，不断增强技术产业发展水平，稳步扩大生物液体燃料在交通部门的使用量和石油燃料产品替代规模，切实实现能源替代、社会经济发展和自然保护等综合效益。

1、立足非粮原料，坚持多元发展

从技术角度看，要立足非粮原料、坚持多元发展，既要实现各类适用原料资源的充足供应保障，又要实现灵活高效的加工转换和终端应用。要按照“不与民争粮，不与粮争地”的要求，严格控制使用食用粮糖油类原料，积极稳妥发展以各类废弃资源和非食用粮糖油农林植物为原料的非粮生物液体燃料。根据资源和技术条件，发展多样化原料供应和技术路线、多元化生物燃料产品，近期重点发展生物燃料乙醇和生物柴油燃料，加快研发示范纤维素乙醇、新型醇类燃料和生物质合成燃料，建立中长期技术储备，满足多样化和长远车用替代燃料需求。

2、优先培育资源，稳步发展产业

从产业发展进程角度看，要根据当前资源条件、技术和产业发展水平合理确定各项任务优先次序、各阶段的工作重心。在近中期，不宜快速扩大产业规模，而应把工作重心放在资源的培育上，在此基础上稳步推进非粮生物液体燃料的产业化，避免盲目扩大下游产业规模导致的产业风险。应重点结合循环经济、农林业开发和生态保护建设等工作，全面收集餐饮废油和糖蜜等废弃资源、因地制宜开发边际土地规模化种植各类非食用粮糖油类农林植物，切实建立充分可靠的非粮原料资源保障能力。根据资源种类和特点，积极开展技术研发和试点示范工作，逐步建立完善技术、产业和市场体系，探索符合中国国情的非粮生物液体燃料产业化发展道路，稳步扩大生产和市场应用规模。

3、坚持统筹规划，确保协调发展

生物液体燃料的生产应用是一个复杂的系统工程，在产业链内部需协调资源培育、技术产业发展和车用燃料市场开发等各环节工作，在部门间需协调区域国土开发、农牧业发展和粮食安全、自然和生态环境保护、能源和化工业发展、交通体系建设等。应按照系统工程的要求，对技术产业发展、资源基地和生产项目建设、产品流通和市场应用、农林业和生态建设等进行统筹规划，切实促进各环节各项工作的协调发展。应根据我国原料资源和市场需求特点，结合现代农业建

设、林业六大重点建设工程，优化重点发展领域和清洁高效技术路线，科学制定资源基地和生产项目的合理布局及规模，发挥区域资源优势，实现项目规模经济，减少产品跨省调运，实现清洁燃料产业与当地农林经济发展和生态建设的协同效益。

4、强化政府引导，依靠市场运作

从产业驱动和运作模式角度看，要发挥政府干预和市场机制的积极因素。生物液体燃料产业是一个处于发展初期阶段的新兴产业。政府主要通过制定实施发展规划和产业政策进行宏观指导、产业扶持和行业监管，组织做好种植规划、技术标准制定等基础性工作，加快制定有利于生物燃料发展的投资、价格和税收政策，落实好产品销售渠道，积极引导企业投资建设，稳步扩大产业准入，充分发挥大型能源企业的带头作用，广泛吸收社会企业参与，形成完整的生物燃料生产、混配和销售体系；要切实维护市场秩序，促进行业有序竞争，保护企业、消费者和农民利益。

（三）发展目标

我国要坚定积极稳妥发展生物液体燃料的决心，按照落实科学发展观、建设资源节约型社会和环境友好型社会的要求，把生物燃料产业切实放在生物质能资源开发利用、农业经济发展、温室气体减排和自然生态保护等整个战略中，近期适度发展非食用粮糖油类生物液体燃料，重在增加农民收入和促进生态建设；大力支持研发示范利用纤维素乙醇和合成燃料，争取将来尽快实现更显著的节能减排效益。

1、近期（2010 年前）：促进技术产业化

2010 年前主要为技术产业化阶段，根据我国土地资源和农业生产的特点，合理选育和科学种植非食用粮糖油类能源植物，收集利用废弃粮糖油原料，建设规模化原料供应基地和大型生物液体燃料加工企业，组织开展非粮生物液体燃料生产使用试点工作，通过建设工业性试验项目和示范项目，实现基于非食用粮糖油原料的生物液体燃料技术的产业化。到 2010 年，建成一批示范性非粮原料基地和加工项目，扩大车用乙醇汽油试点范围，启动车用生物柴油混合使用燃料试点，初步形成畅通有序、灵活便民的流通使用体系，使车用燃料乙醇和生物柴油使用量分别达到 200 万吨和 20 万吨。

2、中长期（2010 至 2020 年）：初步产业化和规模化发展

2010 至 2020 年期间主要为产业化和规模化发展阶段，继续加强技术研发和能源植物规模化种植，提高技术水平和原料资源供给能力，大幅降低生产成本，建立一定规模的基于非食用粮糖油原料的生物液体燃料产业，扩大生产供应规模

和市场应用范围。同时从长远考虑，要积极发展以纤维素生物质和微藻为原料的新一代生物液体燃料技术。到 2020 年，建成比较成熟完善的生物液体燃料生产技术、产业和市场体系，形成具有自主知识产权的纤维素乙醇和合成燃料生产技术，有效拓展车用生物液体燃料的使用范围和方式，使车用燃料乙醇和生物柴油使用量达到 1000 万吨和 200 万吨，总计年替代约 1000 万吨成品油。

3、长远期（2020 年以后）：全面实现大规模发展

2020 年以后为大规模发展阶段，使生物液体燃料成为最主要的车用替代燃料。继续推进技术研发和能源植物规模化种植，巩固已有生物液体燃料产量和市场；推广应用以纤维素生物质为原料的纤维素乙醇和合成燃料生产技术，建立大规模的生物液体燃料产业，扩大生物燃料的生产供应和市场应用，使生物液体燃料燃料年生产使用量逐步达到数千万吨规模，为我国成为重要的清洁替代燃料。

六、促进中国生物液体燃料产业发展的政策措施建议

（一）开展重点地区资源详查评价

我国要大规模发展生物液体燃料，必须开展可利用土地和生物质能资源调查评估，为科学合理规划建设能源植物种植和原料供应基地奠定基础。

建议国家能源主管部门会同农业、林业、国土资源主管部门，统一制定详细工作方案和技术规范，指导重点省份组织本地相关部门开展非粮生物液体燃料适用土地和原料资源调查评价工作，重点调查评价甜高粱、木薯、麻疯树等已具有较好研究基础和近期可用的能源植物资源潜力，并初步调查评估远期可用的农林废弃生物质资源。

建议调查评价工作利用“基于 3S 的综合调查评价技术方法”，以卫星遥感影像（RS）、地理信息系统（GIS）和全球定位系统（GPS）为技术支撑进行重点地区边际土地和生物质资源调查，配合统计分析和野外实地抽样调查，进而结合能源植物通过模型模拟方法，深入评价原料资源潜力和分布。

调查评估应考虑土地的实际可用性、光热条件、水资源保障与平衡、自然生态环境影响等问题。资源调查评价报告应提供适用土地和作物/植物分布、原料供应潜力和成本估算、种植基地选址和建设方案初步建议、规模化种植的自然生态环境影响等，并附以必要的相关图件。

基于该轮资源调查评价工作成果，各级相关政府部门可制定详细的土地开发整理和原料基地建设规划，并结合非粮生物液体燃料试点示范项目吸引和组织企业投资建设原料基地。

（二）制定颁布专项发展规划

我国还缺乏生物液体燃料专项发展规划。建议国家能源主管部门会同相关部门，根据资源调查评价结果，研究制订面向非粮原料的生物液体燃料中长期发展专项规划，在重点地区资源详查评价的基础上，面向车用生物液体燃料产业需求，立足农业和林业特点，确定生物液体燃料发展战略和措施，与农林业与生态环境建设和谐发展。

生物液体燃料专项规划应坚持“立足非粮原料，坚持多元发展；优先培育资源，稳步发展产业；坚持统筹规划，确保协调发展；强化政府引导，依靠市场运作”的总体思路和基本原则，明确提出重点发展领域、发展目标和布局、原料资源保障计划、技术产业发展进程、市场推广应用计划等。专项规划的制定要以资源调查和评价作为基础，认真研究分析原料供应总量和区域分布，围绕产业经济性和目标市场，发展目标、项目布局、发展重点以及液体燃料的混配、储运、销售及使用的实施方案。生物燃料产业的发展，要坚持不与粮油争地、不与人畜争食，逐步建立起以非粮原料为主体的生产体系和推广应用体系，生物燃料产业的发展要实行市场推动和政府支持相结合的原则，鼓励企业提高效率，不断增强市场竞争力。制定必要的政策和法规，确保生物燃料的生产和推广应用的持续发展。

关于燃料乙醇，建议确定如下的阶段性目标和任务。2010 年前，在西南和北方地区通过开发利用荒地和盐碱地等边际土地、推广优良品种提高单产等途径，扩大木薯、甘薯、甜高粱等非食用低质粮糖作物的种植面积和产量，加强收集利用制糖业的副产品糖蜜，建设若干个以木薯、甘薯和甜高粱茎秆为原料的非粮燃料乙醇生产试点示范项目。到 2010 年，基本形成比较完整的清洁高效生产技术和工艺和装备，建成一批试点示范项目，年产 140 万吨薯类原料燃料乙醇、20 万吨甜高粱原料燃料乙醇和 40 万吨糖蜜原料燃料乙醇，建成非粮燃料乙醇收购流通体系，在生产试点项目周边省份有序扩大车用乙醇汽油试点范围。2010 年后，在试点工作的基础上稳步扩大非粮原料燃料乙醇的生产规模和使用范围，适时推进纤维素乙醇技术的工业化应用示范项目建设。到 2015 年，形成完善的薯类和甜高粱原料燃料乙醇的技术和产业体系，在西南和三北地区稳步扩大生产规模，并力争建成万吨级以上纤维素乙醇生产示范装置，总计年产 400 万吨各类非粮原料燃料乙醇，在全国大部分省份提供车用乙醇燃料；到 2020 年，全面实现薯类和甜高粱燃料乙醇的产业化发展和规模化生产应用，建成若干纤维素乙醇商业化工厂，总计年产生 1000 万吨非粮原料燃料乙醇。

关于生物柴油，建议确定如下的阶段性发展目标和主要任务。2010 年前，在大中城市餐饮业、各地食品和肉类加工业、北方棉花主产区加强收集利用餐饮废油和棉籽等废弃动植物油脂原料，在西南、中北部地区结合林业六大重点建设工程推进小桐字、黄连木等非食用油料植物种植基地示范项目建设，开发清洁高

效的生物柴油生产技术工艺和装置，制订完善生产应用标准体系，在四川、贵州、云南、河北、福建等地建设改进一批废弃油脂为原料的生物柴油示范项目。到 2010 年基本实现各类废弃油脂的全面收集利用，初步建成一批小桐子油料林基地示范项目，形成完整的原料收集处理和生物柴油生产工艺装备，年产 20 万吨符合标准的生物柴油，在南方若干城市完成车用生物柴油推广应用试点示范工作。2010 年后，在示范项目基础上稳步增加小桐子等油料植物种植面积，扩大生物柴油生产应用规模和范围。到 2015 年建成完整的产业链和成熟的产业模式，在西南、华中和三北地区建成年产 50 万吨生物柴油的原料基地和加工项目，基本形成以油料植物为主要原料来源的生物柴油产业，年产 80 万吨生物柴油，在中南部地区有序扩大车用生物柴油使用试点范围；到 2020 年建成规模化油料林种植基地和成熟完整的生物柴油产业，年产生生物柴油 200 万吨，在大中城市全面推广应用车用生物柴油燃料。

关于新型生物燃料，建议确定如下的阶段性发展目标和主要任务。加快探索研发具有优良燃料性能和产业化发展前景的新型生物液体燃料，近中期大力加强以纤维素类生物质为原料的新型醇类、烃类合成燃料及热解燃料的研发示范工作，积极研发生物制氢技术，做好中长期技术储备。2010 年前加强技术研发，建设以纤维素生物质为原料的新型醇类、烃类合成燃料及热解燃料的中试装置，到 2015 年基本形成工业化技术，建成若干万吨级以上示范项目；2020 年形成比较完善的技术产业体系，届时可年产 10 万吨新型醇类和烃类合成燃料。

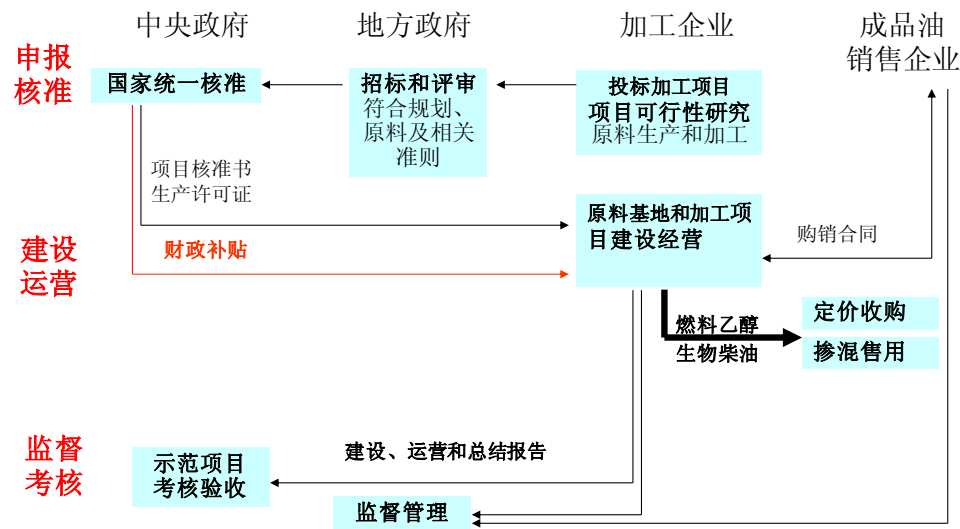
（三）建立完善政策和市场体系

制定实施《生物液体燃料（试点）管理办法》，通过公开透明的管理办法，明确市场准入条件、项目投资程序、产品流通渠道和市场推广使用应用，全面加强产业引导和监管。具体地，建立如下几方面管理制度：建立生产项目国家核准制度，以明确项目审核程序、严格产业准入、确保有序投资；建立非粮原料保障监管制度，以确保立足非粮原料、保障稳定供应；建立政府指导价统一收购制度，以确保有序流通，消减市场风险；建立封闭区域调配使用制度，以建立稳定的市场、并保护使用者利益；建立进出口配额许可证管理制度，保障国内供需稳定；建立项目建设经营监管惩罚制度，规范市场秩序。

通过制定实施上述一揽子产业政策，形成完整的产业监管政策方案（见图 6.1）。中央政府（国家能源和相关主管部门）负责统一核准项目、制定政府指导价格、指导签署产品销售合同、提供财政补贴，进行示范项目考核等。地方政府（省级以下能源和相关主管部门）负责组织本地区的生物液体燃料项目的招标评审、向中央政府报送招标结果和项目申请、监管获准项目的建设运营及产品的市场流通；投资企业（指从事生物液体燃料下游精加工的企业）在开展项目可行性研究的基础上，参加地方政府组织的生物液体燃料项目招标，中标后依照项目

核准书和生产许可证开展原料基地和加工项目的建设经营，在国家的指导下与制定的成品油经销企业签署产品销售合同，并根据合同和国家规定的指导价向成品油经销企业销售符合质量要求的生物液体燃料产品；成品油经销企业应根据国家的统一部署，与经核准的生物液体燃料生产企业签订购销合同，按照合同及时全额收购符合质量标准的生物液体燃料产品，并按照国家的统一部署和相关标准与汽油柴油燃料进行掺混调配，在规定地区销售混合燃料。

图 6.1 生物液体燃料产业监管政策框架方案



1、生产项目国家核准制度

生物液体燃料项目投资大、建设期长、产品战略属性强、经济和自然环境影响广泛，应按基本建设项目进行管理。建议由中央政府统一核准。具体地，可由省级能源主管部门会同有关部门依据专项发展规划组织项目招标，由投资经营企业开展生产项目可行性研究，按省进行项目申报。省级能源主管部门负责把招标结果和项目申请报告报送国家能源主管部门，由国家能源主管部门会同有关主管部门统一核准，发放项目核准书，依据《工业产品生产许可证管理条例实施办法》等授予生产许可证，并据此指导投资经营企业与国家指定的成品油经销企业签订产品购销合同。

国家能源主管部门应会同有关部门编制公布项目可行性研究报告示范文本和，包括如下内容：企业概况，拟建项目总体情况，原料供应方案，初加工和精加工的技术和设备方案，投资经济效益分析，资源综合利用方案，物耗能耗和水耗分析及节约方案，环境影响分析及应对方案，以及社会影响分析等。通过可行性研究和项目审核，确定该申请项目的原料资源类型是否为非粮原料，原料供应是否落实，产品产量是否达到一定规模，生产工艺是否清洁节能，产品质量是否符合技术标准。

2、非粮原料保障和监管制度

要非粮原料保障和监管制度，在原料种类和构成、基地建设运营、原料收集管理等方面加强引导和监管，推动开发利用非粮原料，切实保障原料供给。

一是明确原料的合格性要求，规定准许和不准许用于生产生物液体燃料的原料类别。既要明确规定不可用于（扩大）生产生物液体燃料的原料类别，如符合食用饲用标准的玉米、小麦、大豆油、菜籽油等，也要明确规定符合非粮原料要求的原料类别，如木薯、甘薯、甜高粱、小桐子果实、餐饮废油、工业酸化油、棉籽油、废糖蜜等；也可包括因过期腐败而不符合食用饲用标准的玉米、小麦、大豆油、菜籽油等原料。

二是引导制定实施较为合理稳定的原料生产供应方案。要在满足产品质量标准的前提下鼓励多样化原料结构，以提高原料总体保障能力、设备利用效率和项目规模经济性；应针对当地资源和市场条件，根据保守的原则审查能源植物种植和原料收集的范围和规模，以避免侵占当地粮糖油作物种植面积、出现原料供需严重失衡并哄抬收购价格；应鼓励企业提高原料自给能力，建议要求企业通过自营和合同管理的原料供应能力不低于项目原料需求的 70%，鼓励企业与地方农场、农民建立长期稳定的联合经营关系；要求企业拥有比较成熟、适于大面积推广应用的植物培育种植技术，拥有完备的育种基地、原料保质储存技术方案；要完善废油收集体系，建立稳定透明的废油来源渠道、完善的废油储存使用管理和报告制度，所收购的废油不得非法转让、流转。

3、政府指导价定向收购制度

非粮生物液体燃料的生产比较分散但需统一调配使用，且面对较大的石油和成品油价格波动风险，为此建议建立生物液体燃料国家指导价定向收购制度，以建立稳定的产品流通渠道和市场保障，向小规模分散的非粮生物液体燃料产业开放市场，又实现有效的产品流通和质量监管。

国家能源主管部门应根据生物液体燃料生产和市场布局，确定所有经核准的生物液体燃料企业的产品销售对象，即指定的成品油经销企业；国家能源主管部门应制定颁布生物液体燃料燃料产品购销合同样本，指导生物液体燃料生产企业和指定的成品油经销企业签订产品购销合同；双方应及时把签订的《购销合同》报国家有关部门备案，接受监督管理。国家价格主管部门应制定公布和及时调整生物液体燃料的指导收购价格。

在该制度下，经核准的生物液体燃料生产企业的产品不得自行掺混和销售，应凭国家相关主管部门颁发的项目核准书和生产许可证与指定的成品油批发企业签订产品购销合同，明确规定收购产品种类、质量标准、购销价格、交付方式和时间、以及违约违法的处理办法等，并依据购销合同和省级质量监督检验部门

出具的产品检验合格证明，向国家指定的石油企业销售非粮生物液体燃料产品。成品油批发企业应按照《可再生能源法》的要求，与合格企业签订《购销合同》，及时足额收购符合质量标准的生物液体燃料产品。

4、逐步实施灵活便利的使用制度

燃料乙醇已制定了《变性燃料乙醇》和《车用乙醇汽油（E10）》国家标准。为了切实加强生物液体燃料产业的发展，现阶段即试点示范阶段，采取“固定比例掺混、封闭区域使用”的使用方式是比较可行的方式。但是，从长期发展来看，在取得试点经验和消费者信心、大幅增加产量后，应该为“拓展使用方式、消费者自由选择”做好准备，制定 E10~E85 之间系列标准，制定相应的管理办法和经济激励政策，为燃料乙醇的广泛应用奠定基础。

生物柴油已制定了《柴油机燃料调和用生物柴油》国家推进标准，正在研究制定在普通石化柴油中掺混 5%生物柴油的混合燃料（B5）的标准。由于生物柴油尚未开展过试点，而且在近期难以实现像燃料乙醇那样的年产百万吨级的生产规模，建议近期首先根据合格产品的产量，在大中城市的公交车辆中进行首批应用试点，随后采取类似燃料乙醇的方式逐步扩大使用方式和范围。

在中长期，也可参考巴西根据燃料乙醇市场形势（以及与之密切联系的糖市场）灵活修订燃料乙醇的浮动掺混比例（近期在 20%~25%之间）的经验，在保障车用燃料性能的前提下建立燃料乙醇和生物柴油的浮动掺混比例制度，以调节国内生物液体燃料市场。

5、原料和产品进出口监管制度

为保障国内生物液体燃料原料的供应，并调剂稳定国内生物液体燃料市场，国家有关部门应积极建立生物液体燃料原料和产品进出口监管制度。可考虑采用进出口关税政策或进出口许可证制度。前者由国家财税和进出口主管部门根据国内供需形势不定时调整颁布生物液体燃料原料和产品进出口税率，即通过间接方式调剂稳定国内市场；后者由国家贸易主管部门根据国内生物液体燃料供需形势逐年确定、颁发非粮生物液体燃料原料和产品进出口许可证，相关企业凭进出口许可证开展相关贸易，即通过直接方式调剂稳定国内市场。

目前，我国依据《货物进出口管理条例》和《2008 年出口许可证管理货物目录》对原料和成品油等战略物资实行出口配额许可证管理。生物液体燃料作为交通燃料，应视为战略物资，对其进出口进行严格监管和灵活调剂，保障国内市场供需稳定。建议国家能源主管部门会同外贸主管部门，依据和参照相关法律法规，根据国内生物液体燃料供需形势，逐年确定颁发非粮生物液体燃料产品出口配额许可证，相关企业凭出口配额许可证开展出口贸易。

6、项目建设经营监管惩罚制度

国家及各省（区、市）能源主管部门应会同农业林业、国土资源、环境保护等主管部门，依照国家专项规划、项目可行性研究报告及相关法规，切实加强对非粮生物液体燃料项目的监管，重点防治整改如下问题：项目不经核准擅自建设或未按核准文件要求建成运营；原料供应使用不符合相关规定和可行性研究报告；违反相关土地利用、环境保护、卫生健康等相关法规；向非指定国家石油企业的其它企业、组织、个人出售或擅自销售调配使用非粮生物液体燃料产品；采取掺杂掺假、以假充真、以次充好等方式销售劣质产品；非法走私出境非粮生物液体燃料产品；国家指定成品油经营企业无合理理由拒绝、延迟、阻碍签订生物液体燃料产品购销合同和及时足额收购合格产品，等等。

7、清理规范现有生物液体燃料项目

我国非粮生物液体燃料产业投资建设热情高涨，各级各地政府的不同部门也以不同名义核准了一批原料种类和规模不等的非粮生物液体燃料（示范）项目，一些地区还出现了不少千吨级、作坊式的非粮生物液体燃料生产企业，而且大多数项目在产品市场方面存在盲目性和无序性，使得我国生物液体燃料产业出现失序了失序甚至混乱的发展态势，亟需加强产业监管。

建议抓紧在尽快制定颁布明确的非粮生物液体燃料产业政策的基础上，据此对已经建成、开工建设或处于申请核准阶段的各类生物液体燃料生产项目进行一次全面清理整改，以规范生物液体燃料行业投资经营活动，保障有序稳定开展试点工作和促进产业健康发展。

（四）组织示范项目建设和车用混合燃料试点工作

近期亟需开展非粮生物液体燃料试点工作，以验证改进整套技术工艺和装备，探索完善原料生产和供应模式，增强上、中、下游产业的衔接，推动建立健全政策法规和市场流通体系。要组织建设一批原料供应科学可靠、技术先进且具有自主知识产权、物耗水耗能耗低、资源综合利用程度高、农民增收效果显著的非粮燃料乙醇和生物柴油生产项目，重点支持建设成为国家示范项目，展示推广其发展模式和经验。

建设薯类和甜高粱乙醇示范项目，扩大车用乙醇汽油试点。在总结当前广西10万吨木薯乙醇项目经验教训——特别是保障木薯原料供应的经验教训的基础上，积极稳妥筹建第二个木薯乙醇项目；在四川、河南、河北等传统甘薯种植区筹建若干以甘薯为原料的5万吨燃料乙醇示范项目；在山东、新疆、内蒙古、黑龙江等拥有较大高粱种植规模或盐碱地资源的省区选择建设若干以甜高粱茎秆为主要原料的5万吨级燃料乙醇示范项目。上述示范项目应配套建设相应良种培

育基地、组织化的能源植物种植基地、以及必要的原料初加工装置。根据产量和市场需求，在非粮燃料乙醇示范项目周边地区稳步扩大车用乙醇汽油试点范围。

建设废油和非食用植物油生物柴油示范项目，启动车用生物柴油试点工作。在四川、云南、贵州、海南等具有较好光热水条件的省份建设若干以小桐子油为原料的1~2万吨级生物柴油试点项目，在新疆、山东、河南、河北等棉花种植大省建设若干以棉籽油为原料的生物柴油项目；在河北建设1~2个以黄连木果实等多样化原料的1~2万吨生物柴油试点项目。依照卫生部门颁布的《食品生产经营单位废弃食用油脂管理的规定》（卫法监发[2002]99号），在北京、上海、成都等中心城市首先建立餐饮业废油和工业酸化油回收体系，支持建设经营废油生物柴油示范项目。除了废油和棉籽油生物柴油项目，上述示范项目也应配套建设相应良种培育基地、组织化的能源植物种植基地、以及必要的原料初加工装置。根据产量和市场需求，在非粮生物柴油示范项目周边地区启动扩大车用乙醇汽油试点范围。

各省份能源主管部门应根据国家相关规划和政策，组织申报和扶持建设本地区示范项目，对经国家核准的示范项目进行监督管理，组织非粮燃料乙醇和生物柴油的车用燃料试点工作。项目建成投产满一年后，国家能源主管部门应组织进行示范项目评估，并推广优秀示范项目经验。

（五）组织制定技术和产业发展路线图

为实现发展前述生物液体燃料发展目标，需要组织相关研究机构、企业、行业组织和政府部门相互协作，拟定近中长期的技术研发和产业化工作计划，对于生物质原料生产和供应、生物质转化技术、生物燃料应用技术、标准规范体系、行业协作平台的研发和建设工作的重点任务，即制定明确详细的技术和产业发展路线图。

生物质原料生产和供应的技术路线图应涵盖如下内容：选育能源植物，分析评估对各类可用的废弃生物质资源和能源植物的原料特性，建立综合性的方法来评估区域生产供应潜力，建立与农林畜牧业发展和水土生态保护相协调的种植经营模式，开发生物质供应系统（生产、收割/收集/预处理/分类、物流）和原料数据库系统，以满足大规模工业化生产的原料供应需求，等等。

生物质转化技术的技术路线图应涵盖如下内容：多种原料生物柴油生产技术，生物柴油质量改善技术（如氢化处理），甘油及其它副产品的提纯技术和利用模式；提高现有基于淀粉和糖类原料的乙醇生产系统的技术水平，纤维素及水解发酵技术研究，生物质气化和液化技术工艺研究，藻类原料处理和生物液体燃料转化技术，生物质精炼系统整合及优化，等等。

生物液体燃料应用技术的技术路线图应涵盖如下内容：了解各种（原料的）生物燃料特点对发动机和车辆性能影响，评估与现有和未来发动机技术的兼容

性，寻找制定更好的生物液体燃料添加比例，开发专用燃料（如 E85，合成燃料）的先进车辆和发动机技术，或根据市场的应用或需求情况进行特殊的开发，研究开发燃料添加剂，研究建设生物液体燃料储运加注系统，等等。

（六）加大经济激励和财税扶持力度

国家应从资金和政策上加大对于具有重大意义的生物液体燃料技术的开发和试点示范，当前尤其应加大对技术尚不完全成熟，但发展前景广阔、影响意义深远的新技术，如纤维素燃料乙醇（含甜高粱乙醇）、生物柴油、热裂解油以及费托合成柴油等技术的研究开发和产业化示范的支持，以便为非粮生物燃料大规模推广应用奠定坚实的基础。

制定落实非粮生物液体燃料示范项目支持优惠政策。我国自推广乙醇汽油以来，一直对定点燃料乙醇生产厂家实行财政补贴政策。目前，非粮生物液体燃料示范项目的财政扶持是原料基地补助，即对每亩林业原料基地补助 200 元，对每亩农业原料基地补助 180 元。基于《生物能源和生物化工原料基地补助资金管理暂行办法》存在的问题，建议财政部适当修改补助标准，加大对林业原料基地建设的补助；在此基础上对符合要求的生物液体燃料项目的原料基地，加快落实中央财政对农林业原料基地补助，支持开展土地和能源植物调查、原料供应基地规划设计、集中种植基地建设、技术指导和培训、示范项目建设和管理工作。对于具有自主知识产权先进技术和高效资源综合利用技术的示范项目，应按照《国家高技术产业发展项目管理暂行办法》和《国家鼓励的资源综合利用认定管理办法》等办法提供相应资金补助和优惠政策。对于成品油批发企业按国家指导价收购销售非粮生物液体燃料产生的损益，国家财政部门应可从中央财政收取的石油溢价税费中抵扣或另行予以补贴。

（七）制定实施可持续生产准则规范

制定实施涵盖土地开发、原料生产和加工转换等完整流程的可持续生产准则规范，积极推动产业升级转型和长期健康发展；

建立全生命周期能源平衡和温室气体排放影响评估体系，针对中国的生物液体燃料原料种类、土地开发和能源植物种植模式、加工转换技术和能源投入构成等因素，进而制定节能减排标准、最佳做法和规范。

建立自然生态保护准则。通过规定不得占用、影响具有生态风险和自然保护价值的土地来确保合格原料来源。不得占用、破坏各类具有生态风险和自然保护价值的土地，如原始森林、自然保护区、生物多样性草地、湿地等；要提出具体判别准则甚至量化指标。

建立完善的农业土地开发监管引导政策。针对甜高粱和木薯等使用（后备）农业土地等能源作物，从国土功能区划、地籍管理和种植结构扶持政策层面上建

立与生物燃料产业相兼容的农业土地开发监管扶持政策，既实现适用土地资源的开发利用，又发展生物质能源，实现调节农业。

建立生物液体燃料产品认证制度。只有那些符合这些（及其它一些相关）规定的生物液体燃料产品才能视为合格生物液体燃料，在市场销售使用并享受优惠政策。

（八）加强国际生物液体燃料政策协调

我国应增强对国际生物液体燃料产业发展的预见性，根据自身情况，合理利用国内外两种资源市场等，积极参与国际上有关产业发展规则制定，就原料合格性、温室气体减排率、土地开发利用、产品认证、国际贸易等重要全球性问题等建立规范和制度，争取维护自身近期和长远利益。在现阶段，应积极推动国际社会，特别是欧美国家，评估其规模宏大的生物液体燃料项目对全球粮食安全的影响，加快推动制定关于生物液体燃料原料合格性的基本规范。

参考文献

1. 王伟, 黄汉权. 贵州发展生物柴油产业的调查. 宏观经济研究. 2008 年 1 期 -20-23 页
2. 种昂. 首个非粮燃料乙醇项目非常停产. 经济观察报. 2008 年 08 月 16 日
3. Worldwatch Institute, Biofuels for Transport: Global Potential and Implications for Energy and Agriculture, First published by Earthscan in the UK and USA in 2007
4. International Energy Agency(IEA). World Energy Outlook 2006. Paris. 2006
5. International Energy Agency(IEA). World Energy Outlook 2007. Paris. 2007
6. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability, The Sustainable Mobility Project, Full Report, 2004
7. William Coyle, The Future of Biofuels: A Global Perspective, Feature, 2008
<http://www.ers.usda.gov/AmberWaves/November07/PDF/Biofuels.pdf>
8. USDA ERS, Outlook for US Agricultural Trade, Feb 2008
9. GTZ. International Fuel Price 2007. Eschborn, April 2007
10. The Energy and Resources Institute, & Office of the Principal Scientific Adviser, Government of India. National Energy Map for India: Technology Vision 2030 (Summary for policy-makers). 2006.11
11. Park, H., and T. R. Fortenberry. 2007. "The Effect of Ethanol Production on the U.S. National Corn Price." Proceedings of the NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management. Chicago, IL.
[\[http://www.farmdoc.uiuc.edu/nccc134\]](http://www.farmdoc.uiuc.edu/nccc134)
12. Joachim von Braun, International Food Policy Research Institute, THE WORLD FOOD SITUATION : New Driving Forces and Required Actions, Washington, D.C. December 2007
13. Kahn Ribeiro, S., S. Kobayashi, M. Beuthe, J. Gasca, D. Greene, D. S. Lee, Y. Muromachi, P. J. Newton, S. Plotkin, D. Sperling, R. Wit, P. J. Zhou, 2007: Transport and its infrastructure. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
14. L.R. Lynd, C. Wyman, and M. Laser, D. Johnson and R. Landucci ProForma, Strategic Biorefinery Analysis: Analysis of Biorefineries, Subcontract Report, NREL/SR-510-35578, October 2005
15. 国家发改委能源研究所, 可再生能源发展若干重要问题研究, 2007
16. 石油和化学工业规划院, 中国汽车技术研究中心, 中国汽车工程学会. 中国车用能源与道路车辆可持续发展战略研究. 美国能源基金会资助项目. 2006.6
17. [2005] Feasibility Study on certification for a Renewable Transport Fuel Obligation
18. Edward Smeets, André Faaij and Iris Lewandowski, The impact of sustainability criteria on the costs and potentials of bioenergy production, 2005
19. United Nations Conference on Trade and Development. Making Certification Work for Sustainable Development: The case of Biofuels. 2008
20. B. Eickhout G.J. van den Born J. Notenboom M. van Oorschot J.P.M. Ros D.P. van Vuuren H.J.

Westhoek ,Local and global consequences of the EU renewable directive for biofuels: Testing the sustainability criteria , Milieu en Natuur Planbureau(MNP), 2008

21. European Commission , Biofuels Progress Report on the progress made in the use of biofuels and other renewable fuels in the Member States of the European Union. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT,Brussels, 10.1.2007
22. IFEU,Dr Guido Reinhardt.Conclusive evaluation of studies Assessing the environmental impact of the use of palm oil as bioenergy carrier, Heidelberg, 10 September 2007
23. US EPA, Alternative Fuels: E85 and Flex Fuel Vehicles, October 2006
24. Dr. Michael A. Pacheco. US National Bioenergy Center. Biofuels development at NREL. May 16, 2006
25. UK ,Renewable Fuels Agency (RFA).Carbon and Sustainability Reporting within the RTFO (Summary). 2008
26. Alexander Müller, Josef Schmidhuber, Jippe Hoogeveen, Pasquale Steduto, Some insights in the effect of growing bio-energy demand on global food security and natural resources. Paper presented at the International Conference: “Linkages between Energy and Water Management for Agriculture in Developing Countries”, Hyderabad, India, 28-31 January 2007
27. FAO Headquarters, Key messages from the expert meeting on bioenergy policy, markets and trade and food security and global perspectives on fuel and food security. Rome, 18-20 February 2008
28. The Rockefeller Foundation Bellagio Study and Conference Center. SUSTAINABLE BIOFUELS CONSENSUS: Understanding the many drivers for sustainable trade, consumption and production of biofuels, and the comparative advantage of supplying regions combined with demand and technology from consuming regions. Bellagio, Italy, 24-28 March 2008
29. CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY.NEW AND EMERGING ISSUES RELATING TO THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF BIODIVERSITY: Biodiversity and liquid biofuel production. Note by the Executive Secretary of SUBSIDIARY BODY ON SCIENTIFIC, TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL ADVICE. Twelfth meeting, UNESCO, Paris, 2-6 July 2007
30. 生物多样性公约缔约方大会第九届会议.生物燃料对生物多样性的潜在影响.由科咨机构第 XII/17 号建议产生的事项,执行秘书说明,波恩.2008 年 5 月
31. United Nations, Promoting Modern Bioenergy under the CDM, A joint working paper of: UNEP Risø Center (URC), United Nations Environment Program (UNEP), U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD),2006
<http://r0.unctad.org/ghg/events/EnergySector2006/John%20Christensen.pdf>
32. Jon Creyts. etc, Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions: How Much at What Cost? Executive Report of US Greenhouse Gas Abatement Mapping Initiative, December 2007
http://www.mckinsey.com/clientservice/ccsi/pdf/US_ghg_final_report.pdf
33. R.L. McCormick, A. Williams, J. Ireland, M. Brimhall, and R.R. Hayes, Effects of Biodiesel Blends on Vehicle Emissions, Milestone Report, NREL/MP-540-40554, October 2006

- <http://www.nrel.gov/docs/fy07osti/40554.pdf>
34. Center for Microfibrous Materials Manufacturing (CM3), Department of Chemical Engineering, Auburn University, Ron Putt of Principal Investigator, Algae as a Biodiesel Feedstock: A Feasibility Assessment(Draft), November 20, 2007
<http://www.eere.energy.gov/afdc/pdfs/algae.pdf>
 35. 王庆昭等, 生物炼制工业过程及产品, 化学进展, 2007, 19 (7/8): 1198-1204
 36. 岳国君等, 我国燃料乙醇生产技术的现状与展望, 化学进展, 2007, 19 (7/8):1084-1090
 37. 杨斌, Charles E. Wyman, 中国纤维素乙醇技术的研究进展, 2007, 19 (7/8):1072-1075
 38. 林鹿等, 木质生物质转化高附加值化学品, 2007, 19 (7/8):1206-1216
 39. 陈洪章等, 秸秆发酵燃料乙醇关键问题及其进展, 2007, 19 (7/8):1116-1121
 40. 闵恩泽, 姚志龙, 近年生物柴油产业的发展——特色、困境和对策,
 41. 曲音波, 纤维素乙醇产业化, 2007, 19 (7/8):1098-1108
 42. 俞可平, 全球治理引论, 全球化和公民社会, 李惠斌主编, 广西师范大学出版社, 2003.4
 43. 联合国生物多样性公约秘书处. 联合国《生物多样性公约》缔约方大会第九次会议新闻稿, <http://www.cbd.int/doc/press/2008/pr-2008-05-30-cop9-en.pdf>
 44. 世界银行. 2008 年世界发展报告：以农业促发展 (摘要) .2007
 45. Tom Daschle, C. Ford Runge, and Benjamin Senauer. Food for Fuel?. Foreign Affairs, September/October 2007
 46. Joachim von Braun and R. K. Pachauri . The Promises and Challenges of Biofuels for the Poor in Developing Countries. International Food Policy Research Institute. November 2006
 47. European Commission , Biofuels Progress Report on the progress made in the use of biofuels and other renewable fuels in the Member States of the European Union. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT, Brussels, 10.1.2007
 48. European Commission. Biofuels in the European Union: A vision for 2030 and beyond. Final report of the Biofuels Research Advisory Council. 2006
 49. NASA. Alternative Fuels and Their Potential Impact on Aviation. 2006
 50. Kahn Ribeiro, S., S. Kobayashi, M. Beuthe, J. Gasca, D. Greene, D. S. Lee, Y. Muromachi, P. J. Newton, S. Plotkin, D. Sperling, R. Wit, P. J. Zhou, 2007: Transport and its infrastructure. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
 51. Biofuel International, NextGen Biofuels launches Canadian renewable fuels projects, 19th September, 2007 http://www.biofuels-news.com/news/canada_nextgen.html
 52. BP. DuPont, biobutanol fact sheet. 2007, http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/B/Bi_o_biobutanol_fact_sheet_jun06.pdf
 53. US DOE.EERE.Hydrogenation-Derived Renewable Diesel Production , 2007.

- [Http://www.eere.energy.gov/afdc/fuels/emerging_green_production.html](http://www.eere.energy.gov/afdc/fuels/emerging_green_production.html)
54. PetroBRAS, Biofeuls: 50 Questions and Answers, 2007
 55. Michele Rubino, Navigant Consulting, Inc. Global Biodiesel Markets and Policies,WIREC 2008, Washington, DC,
 56. FAO. Soaring Food Prices: Facts, Perspectives, Impacts and Action Required.HIGH-LEVEL CONFERENCE ON WORLD FOOD SECURITY: THE CHALLENGES OF CLIMATE CHANGE AND BIOENERGY Rome, 3 - 5 June 2008 http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/HLCdocs/HLC08-inf-1-E.pdf
 57. Dileep K. Birur, Thomas W. Hertel*, Wallace E. Tyner. The Biofuels Boom: Implications for World Food Markets.Paper prepared for presentation at the Food Economy Conference Sponsored by the Dutch Ministry of Agriculture, The Hague, October 18-19, 2007 <http://www.foodeconomy2007.org/NR/rdonlyres/6C1DDC4F-0FCF-4CCE-BD36-C5176CF6263A/50170/Plenair4TomHertel.doc>
 58. FAO. Soaring Food Prices: Facts, Perspectives, Impacts and Action Required. HIGH-LEVEL CONFERENCE ON WORLD FOOD SECURITY: THE CHALLENGES OF CLIMATE CHANGE AND BIOENERGY Rome, 3 - 5 June 2008 http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/HLCdocs/HLC08-inf-1-E.pdf
 59. U.S. Environmental Protection Agency. Regulatory Impact Analysis: Renewable Fuel Standard Program. April 2007
 60. US DOE EIA, AEO2008 Overview , Annual Energy Outlook 2008 (Revised Early Release) March 2008 <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/pdf/overview.pdf>
 61. 亚博能源, 每周中国能源安全报告. 2008.8.1
 62. 李俊峰, 王仲颖, 中国可再生能源发展报告,化学工业出版社,2008
 63. 中国社会科学院.中国能源发展报告(2008)蓝皮书.2007
 64. 聂振邦, 发展粮食生产,加强市场调控,确保国家粮食安全和粮油价格基本稳定, 人民日报, 2008 年 04 月 14 日
 65. 贾志忍, 在世界糖业与酒精大会的发言, 2006