

2008

# 粮食及 农业状况



生物能源：前景、风险和机遇



封面和第3页上的照片：所有照片均来自粮农组织媒体库的Giuseppe Bizzarri。

欲获粮农组织出版物，可征询：

SALES AND MARKETING GROUP  
Communication Division  
Food and Agriculture Organization of the United Nations  
Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Rome, Italy

电子邮件: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)  
传真: (+39) 06 57053360  
万维网站: <http://www.fao.org/catalog/inter-e.htm>

2008

ISSN 1020-7619

# 粮食及 农业状况

联合国粮食及农业组织  
罗马, 2008年

制作：  
粮农组织  
交流司  
电子出版政策及支持科

---

本信息产品中使用的名称和介绍的材料，并不意味着联合国粮食及农业组织对任何国家、领地、城市、地区或其当局的法律或发展状态、或对其国界或边界的划分表示任何意见。提及具体的公司或厂商产品，无论是否含有专利，并不意味着这些公司或产品得到联合国粮食及农业组织的认可或推荐，优于未提及的其它类似公司或产品。

本出版物中表达的观点系作者的观点，并不一定反映联合国粮食及农业组织的观点。

地图中使用的名称和介绍的材料，并不意味着粮农组织对任何国家、领土或海区的法定或构成地位或其边界的划分表示任何意见。

ISBN 978-92-5-505980-3

版权所有。为教育和非商业目的复制和传播本信息产品中的材料不必事先得到版权持有者的书面准许，只需充分说明来源即可。未经版权持有者书面许可，不得为销售或其它商业目的复制本信息产品中的材料。申请这种许可应致函：

Chief  
Electronic Publishing Policy and Support Branch  
Communication Division  
FAO  
Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy  
或以电子函件致：  
copyright@fao.org

© 粮农组织 2008年

# 目录

前言	vii
致谢	ix
缩略语	xi
<b>第一部分</b>	
<b>生物能源：前景、风险和机遇</b>	<b>1</b>
<b>1. 简介和要旨</b>	<b>3</b>
农业与能源	3
液体生物燃料的机遇和风险	5
生物燃料政策和目标：是否不相匹配？	6
本报告的要旨	8
<b>2. 生物燃料与农业 — 技术综述</b>	<b>10</b>
生物燃料的类型	10
运输用液体生物燃料	11
生物燃料的原料	13
生物燃料与农业	14
生物燃料生命周期：能量平衡和温室气体排放	15
第二代液体生物燃料	18
生物能源的潜力	19
本章要旨	21
<b>3. 液体生物燃料的经济和政策驱动力</b>	<b>23</b>
生物燃料市场与政策	23
生物燃料政策的基本目标	26
影响生物燃料发展的政策措施	27
生物燃料政策的经济成本	30
生物燃料的经济活力	33
本章要旨	39
<b>4. 生物燃料市场与政策影响</b>	<b>41</b>
近期生物燃料和商品市场的发展	41
生物燃料发展的长期预测	43
生物燃料的中期展望	45
生物燃料政策的影响	50
本章要旨	53
<b>5. 生物燃料的环境影响</b>	<b>55</b>
生物燃料有助于缓解气候变化吗？	55
转变土地用途和集约化	59
生物燃料生产将如何影响水、土壤和生物多样性？	63
生物燃料能够在边际土地上生产吗？	67
确保具有环境可持续性的生物燃料生产	67
本章要旨	70
<b>6. 对贫困和粮食安全的影响</b>	<b>72</b>
对国家层面粮食安全的影响	72
对家庭层面粮食安全的影响 — 短期效应	74
作为农业增长推动力的生物燃料作物生产	79
生物燃料作物发展：公平和性别考虑	83
本章要旨	85

7. 政策挑战	87
本报告探讨的问题	87
更好的生物燃料政策的框架	88
政策行动领域	90
结束语	94
<b>民间社会的视野</b>	
农业燃料还是粮食主权?	96
生物燃料: 家庭农业的新机遇	97
<b>第二部分</b>	
<b>世界粮食及农业状况回顾</b>	<b>99</b>
农产品价格	102
农业产量与储备	104
贸易	107
粮食援助和粮食紧急需求	109
未来价格的关键驱动因素	110
未来展望	116
参考文献	119
《粮食及农业状况》特别章节	127
<b>表</b>	
1 2007年各国生物燃料产量	15
2 各种作物原料及各国的生物燃料产量	16
3 用主要谷物和糖料作物生产乙醇的假定潜力	21
4 “G8+5”国家交通运输燃料的自愿性和强制性生物能源目标	29
5 若干国家乙醇适用税率	29
6 2006年若干经合发组织经济体的生物燃料支持总量估值	32
7 若干经合发组织经济体对每升生物燃料提供的平均和可变支持比率近似值	34
8 按来源和部门划分的能源需求: 参考情景	44
9 生物燃料生产对土地的需求	45
10 生物燃料作物的需水量	64
11 2007年全部食品和主要食品的进口汇票以及相对于2006年的增幅	73
12 按营养不足发生率列出的石油产品和主要谷物的净进口国	74
13 主粮净出售家庭在城市、农村以及全部家庭中所占份额	77
<b>插文</b>	
1 用于热能、电力和交通运输的其他生物质类别	12
2 用于生物燃料生产的生物技术	20
3 巴西生物燃料政策	24
4 美国生物能源政策	30
5 欧盟生物能源政策	32
6 生物燃料预测不确定性的主要原因	46
7 生物燃料与世界贸易组织	52
8 生物燃料和优惠贸易动议	53

9 全球生物能源伙伴关系	58
10 生物燃料与《联合国气候变化框架公约》	59
11 麻疯树——一个“神奇”作物?	68
12 农业增长与减贫	80
13 撒赫勒地区的棉花	81
14 坦桑尼亚联邦共和国的生物燃料作物与土地问题	84



1 按来源划分的2005年世界主要能源需求	4
2 按来源和区域划分的2005年主要能源需求	5
3 运输用生物燃料的消费趋势	6
4 生物燃料——从原料到最终利用	10
5 用作能源的生物质的利用	11
6 农业原料转化为液态生物燃料	14
7 若干燃料类型中石化能源平衡的估计范围	17
8 在生物燃料供应链不同阶段中提供的支持	28
9 2004年和2007年若干国家生物燃料生产成本	35
10 2005年原油及若干原料损益平衡价格	36
11 美国玉米和原油损益平衡价格	37
12 玉米和原油在补贴及无补贴状况下损益平衡价	38
13 2003-08年玉米和原油损益平衡价及观察到的价格	38
14 2003-08年原油与其它生物燃料原料之间的价格关系	40
15 1971-2007年粮食产品价格趋势及对2017年的预测	42
16 全球乙醇生产、贸易和价格及对2017年的预测	47
17 主要乙醇生产国及对2017年的预测	47
18 全球生物柴油生产、贸易和价格及对2017年的预测	48
19 主要生物柴油生产国及对2017年的预测	49
20 取消针对乙醇的贸易扭曲性生物燃料政策的总体影响, 2013-17年平均	50
21 取消针对生物柴油的贸易扭曲性生物燃料政策的总体影响, 2013-17年平均	51
22 针对温室气体平衡的生命周期分析	56
23 若干生物燃料与石化燃料对减少温室气体排放的比较	57
24 扩大耕地面积的潜力	60
25 若干生物燃料原料作物的增产潜力	62
26 扩大灌溉面积的潜力	65
27 最不发达国家农产品贸易收支平衡	73
28 贫困人口作为主食净购买者和净出售者的分布	76
29 按城乡家庭收入(支出)五等分计, 自主食价格上涨10%获得的平均福利收益/损失	78
30 粮食及能源实际价格和名义价格的长期走势	102
31 1971-2007年商品价格与收入比较	103
32 若干亚洲国家稻米实际价格的变化, 2003年10-12月至2007年10-12月	104
33 农业总产量指数及人均产量指数	105
34 若干农作物产量	106
35 若干畜产品产量	106
36 全球库存量与使用量的比率	107
37 1990-2008年全球粮食进口支出	108
38 若干农作物出口量	108
39 若干农作物进口量	109
40 各区域对高粮食价格的政策应对	110
41 2008年5月陷入危机需要外部援助的国家	111

42	1993/94-2006/07年度间谷物类粮食援助	111
43	生物燃料原料用量的增长或下降对全球农产品价格的影响	112
44	石油价格的涨跌对全球农产品价格的影响	113
45	GDP增长减半对全球农产品价格的影响	115
46	2007年产量震荡的重现对全球农产品价格的影响	115
47	年产量涨幅上升或下降对全球农产品价格的影响	116

## 前言

今年世界的注意力比过去三十年中的任何时候都更加关注粮食和农业问题。各种因素集中促成了粮食价格攀升至1970年以来的最高水平（按实际价格计算），这使得世界上贫困人口的粮食安全受到严重影响。现在最为经常提到的原因是利用农产品——包括一些粮食作物——开展生物燃料的生产快速增长。

然而，生物燃料对粮食价格的影响及其促成能源安全、气候变化减缓和农业发展的潜在影响，仍然是许多争论的主题。虽然争论仍然在继续，世界各国都面临着要对生物燃料的政策和投资做出重要选择。这些是粮农组织2008年6月召开的“世界粮食安全：气候变化和生物能源的挑战高级别会议”讨论的题目。出席本届会议的有来自181个国家的代表。鉴于这些选择的紧迫性及其潜在后果的严重性，与会者们认为对生物燃料的前景、风险和机遇进行认真审议是非常重要的。这也是粮农组织2008年的《粮食及农业状况》报告的核心。

本报告发现，尽管生物燃料将在今后十年中仅代替少许化石能源的比例，但是，生物燃料将对农业和粮食安全产生很大的影响。作为对一些农产品——包括玉米、糖、油料作物和棕榈油——的一种新的重要需求来源，生物燃料的出现造成一般农产品价格以及生产生物燃料的资源价格的飙升。大多数的贫困家庭消费的粮食远比其生产的要多，因此，对于他们而言，高昂的粮食价格对粮食安全构成了严重的威胁——特别对近期的影响更为严重。但重要的是要铭记，生物燃料仅仅是造成粮食价格高涨的许多

驱动因素之一：一些主要出口国家由于天气原因而导致产量减少，全球谷物库存水平降低，燃料成本日益上升，与收入增加相伴随的需求结构变化，人口增长和城市化，金融市场的运作，短期政策行为，汇率波动和其它因素都发挥了作用。有了适当的政策和投资，高昂的价格可以促发增加农业生产和就业的反应，这会促进长期的贫困减缓和提高粮食安全。

报告还发现，生物燃料对温室气体排放带来的影响差别很大，这取决于各种原料作物在什么地方及如何生产。在很多情况下，土地利用变化造成了排放的增加，这很可能抵消或超过用生物燃料取代化石燃料而获得的温室气体减排。而且，对水、土壤和生物多样性的影响也值得关注。良好的农业规范和通过技术改造及完善基础设施而提高产量，可以有助于降低某些这类负面影响。从长远看，第二代的生物燃料的出现可提供额外的利益。

这些是一些主要的结论。但它们对政策会有什么影响呢？我们目前的出发点必须针对飙升的粮食价格及其对贫困人口造成的严重困难的现状。目前急需向受高昂粮食价格影响的粮食净进口的发展中国家提供紧急救济和援助，向发展中国家的粮食净购买的贫困家庭提供安全网。这是各国政府和国际社会的共同责任。但是，建议避免采取某些政策，如出口禁令和直接价格控制，这些事实上可能阻止向农民提供价格激励和妨碍他们增加产量，从而加剧和延长了危机。

目前急需对支持、补贴和执行生物燃料生产和使用的现行政策进行审议。生物燃料近期增长的很大部份都是为这些政策所推动，特别是在经济合作与发展组织（OECD）国家中。强调这些政策对气候变化和能源安全产生有益影响的许多假设现在都受到质疑，粮食价格飙升对贫困消费者带来的意想不到的后果正在得到认识。目前似乎要将对生物燃料的支出投入到研发上，特别寄希望于第二代技术，更有希望在减少对自然资源基础构成压力的同时减少温室气体的排放。

必须采取有效的行动，确保生物燃料在最大限度地降低对环境产生其他负面影响的同时，为降低温室气体排放做出积极的贡献。特别有必要更深刻地理解生物燃料对土地利用变化的影响，由此会推断对温室气体排放的最重要影响和其它环境方面的影响。可持续性生物燃料生产的标准能够有助于确保环境的可持续性。但是，重要的是这些标准应得到审慎评价并仅适用于全球公共产品，这些标准的设计必须避免制造额外的贸易壁垒，并对希望利用生物燃料提供机遇的发展中国家构成不必要的制约。

当我们必须从长计议时，如果生物燃料需求导致对农产品价格的持续上升压力，我们必须能够抓住可带来农业发展和贫困减缓之机会。这需要克服太长时间阻碍太多发展中国家农业发展的长期制约因素。作为一种对农产品需求新来源的生物燃料的出现，更加说明必须增加投资力度并提升农业领域和农村地区的发展援助水平。需要特别注意确保，农民能够通过市场支持机制来获得必要的投入，如灌溉、化肥和改良品种。消除农业生物燃料补贴和贸易壁垒

亦会极大地提升发展中国家利用生物燃料的机遇。生物燃料补贴和贸易壁垒目前仅惠益于经合发组织国家，而损害发展中国家的生产者。

生物燃料的前景及对农业及粮食安全产生的影响仍然是未知数。如果生物燃料能够积极地为改善环境以及农业和农村发展做出贡献的话，还需要克服很多的担忧和挑战。正如为促进生物燃料做出匆忙决定可能会对粮食安全和环境带来意想不到的负面影响那样，匆忙地决定限制生物燃料也可能抑制可以造福贫困人民的可持续农业增长的机遇。正如2008年6月世界粮食安全高级别会议上通过的宣言指出的那样，“鉴于世界粮食安全、能源和持续发展的需求，解决生物燃料提出的挑战和机遇是至关重要的。我们相信，根据可持续发展的三个支柱并考虑实现和保持全球粮食安全的需求，为确保生物燃料的生产和利用的可持续性，开展深入的研究是十分必要的...我们呼吁相关的政府间组织，包括粮农组织，在其职权和专门技能范围内，在各国政府、合作伙伴、私营部门和民间社会的参与下，并根据粮食安全和可持续发展需求，共同就生物燃料开展连贯、有效和注重结果的国际对话。”我希望在我们面临重要选择时，本报告能有助于开展更为知情的对话和政策行动。



雅克·迪乌夫  
粮农组织总干事

## 致谢

《2008年粮食及农业状况》由Keith Wiebe领导的核心小组撰写，成员包括André Croppenstedt、Terri Raney、Jakob Skoet和Monika Zurek，以及所有粮农组织农业及发展经济司的全体人员；粮农组织生物能源部门间工作小组主席Jeff Tschirley；以及粮农组织贸易及市场司Merritt Cluff。本报告由Terri Raney、Jakob Skoet和Jeff Tschirley联合编辑。Bernardete Neves提供了研究方面的援助，Liliana Maldonado和Paola di Santo提供了秘书和行政支持。

除了核心小组外，几位同事还准备了相关背景文件和分析或起草了报告的部分章节：Astrid Agostini、El Mamoun Amrouk、Jacob Burke、Concepción Calpe、Patricia Carmona Ridondo、Roberto Cuevas García、David Dawe、Olivier Dubois、Jippe Hoogeveen、Lea Jenin、Charlotta Jull、Yianna Lambrou、Irimi Maltoglou、Holger Matthey、Jamie Morgan、Victor Mosoti、Adam Prakash、Andrea Rossi、John Ruane、Gregoire Tallard、James Tefft、Peter Thoenes和Miguel Trossero，所有上述人员均为粮农组织工作人员；德国欧克应用生态研究所（Oeko-Institute）的Uwe Fritsche；海德堡能源环境所（IFEU）的Bernd Franke、Guido Reinhardt和Julia Münch；经合发组织的Martin von Lampe；国际可持续发展研究所（IISD）全球补贴倡议的Ronald Steenblik；以及粮食及农业政策研究所的Wyatt Thompson。本报告还

借鉴了经合发组织-粮农组织联合发表的《2008-2017年农业展望》以及粮农组织贸易及市场司根据AgLink-Cosimo模式及与经合发组织秘书处进行的讨论而准备的政策情景文件。特此对这些贡献深表感谢。

本报告的编写得到粮农组织经济及社会发展部助理总干事Hafez Ghanem的全面指导。本报告还得到外部咨询小组成员的宝贵建议：斯坦福大学Walter Falcon（主席）；阿德莱德大学Kym Anderson；世界银行Simeon Ehui；德国霍恩海姆大学Franz Heidhues；以及智利基金会Eugenia Muchnik。

小组极大受益于范围广泛的生物燃料磋商，包括：在德国资助的生物能源与粮食安全（BEFS）项目的赞助下，分别于2007年4月16-18日和2008年2月5-6日在罗马举行的生物能源与粮食安全技术磋商会议；由粮农组织与国际农业生物技术研究会联合、于2007年7月26日在意大利拉维罗（Ravello）召开的国际政治、经济和生物能源研讨会议；以及2008年2月18-20日在罗马举行的关于生物能源政策、市场及贸易和粮食安全以及全球燃料与粮食安全展望的两次专家磋商会。粮农组织部门间生物能源工作组召开几次会议，审议了报告草案，并在2008年3月26日提交给经济及社会发展部的管理小组，2008年3月31日提交给粮农组织所有工作人员，并于2008年5月26日提交粮农组织高级别管理小组。

很多人都提供了有价值的建议和对报告的评论意见，有的是个别提出的，有的是在上述的磋商会中提

出的: Abdolreza Abbassian、Gustavo Anríquez、Boubaker Benbelhassen、Jim Carle、Romina Cavatassi、Albertine Delange、Olivier Dubois、Aziz Elbehri、Barbara Ekwall、Erika Felix、Margarita Flores、Theodor Friedrich、Daniel Gustafson、Maarten Immink、Kaori Izumi、Brahim Kebe、Modeste Kinane、Rainer Krell、Eric Kueneman、Preetmoninder Lidder、Pascal Liu、Attaher Maiga、Michela Morese、Alexander Müller、Jennifer Nyberg、David Palmer、Shivaji Pandey、Wim Polman、Adam Prakash、Andrea Rossi、John Ruane、Mirella Salvatore、Alexander Sarris、Josef Schmidhuber、Annika Söder、Andrea Sonnino、Pasquale Steduto、Diana Templeman、Nuria Urquía、Jessica Vapnek、Margret Vidar、Andreas Von Brandt、Adrian Whiteman和Alberto Zezza, 以上均来自粮农组织; 以及圣保罗大学Ricardo Abramovay; 经合发组织Dale Andrew; 哈伯亚当斯大学学院Melvyn Askew; 美国农业部经济研究处局Mary Bohman、Cheryl Christiansen、Steve Crutchfield和Carol Jones; 《生物多样性公约》David Cooper和Markus Lehman; 农业经济研究所 (LEI) Martin Banse; 《国际植物保护公约》第III工作组Eduardo Calvo; 康奈尔大学Harry de Gorter; Hartwig de Haen; 田纳西大学Daniel de la Torre Ugarte; 欧盟能源与交通总署Ewout Deurwaarder和Paul Hodson; 挪威人权中心Asbjørn Eide; 俄克拉荷马州立大学Francis Epplin; 牛津大学Polly Ericksen; 荷兰乌特列支大学Andre Faaij; 国

际应用系统分析研究所 (IAASA) Günter Fischer; 全球生物能源伙伴关系 (GBEP) Alessandro Flammini; 美国Ceres Inc.生物技术公司Richard Flavell; 国际农业和生物科学研究中心 (CABI) Julie Flood; 比勒陀利亚大学Thomas Funke; 联合国基金Janet Hall; 《联合国气候变化框架公约》Neeta Hooda; 斯德歌尔摩环境研究所Barbara Huddleston; 日本农林水产省Tatsuiji Koizumi; 泰国国家金属和材料技术中心Samai Jai-in; 斯德歌尔摩环境研究所Francis Johnson; 康纳尔大学David Lee; 德州A&M大学Bruce McCarl; 美国环境保护局Enrique Manzanilla; 国际能源署Teresa Malyshev; 比勒陀利亚大学Ferdinand Meyer; 密苏里大学Willi Meyers; 圣保罗大学José Roberto Moreira; 国际食品政策研究所 (IFPRI) Siwa Msangi和Gerald Nelson; 联合国环境规划署Martina Otto; 德州A&M大学Joe Outlaw; 综合研究与发展行动 (印度) Jyoti Parikh; 比尔和梅林达·盖茨基金会Prabhu Pingali; 地球系统科学合作Martin Rice; 明尼苏达大学C. Ford Runge; 为将来保护资源Roger Sedjo; 生态农业伙伴关系Seth Shames; 共同商品基金Guy Sneyers; 海外开发研究所Steve Wiggins; 世界贸易组织Erik Wijkstrom; 联合国贸易与发展会议Simonetta Zarrilli; 以及加州大学伯克利分校David Zilberman。

非常感谢粮农组织知识及交流部的编辑、笔译译员、设计、版面设计艺术家和设计专家们。

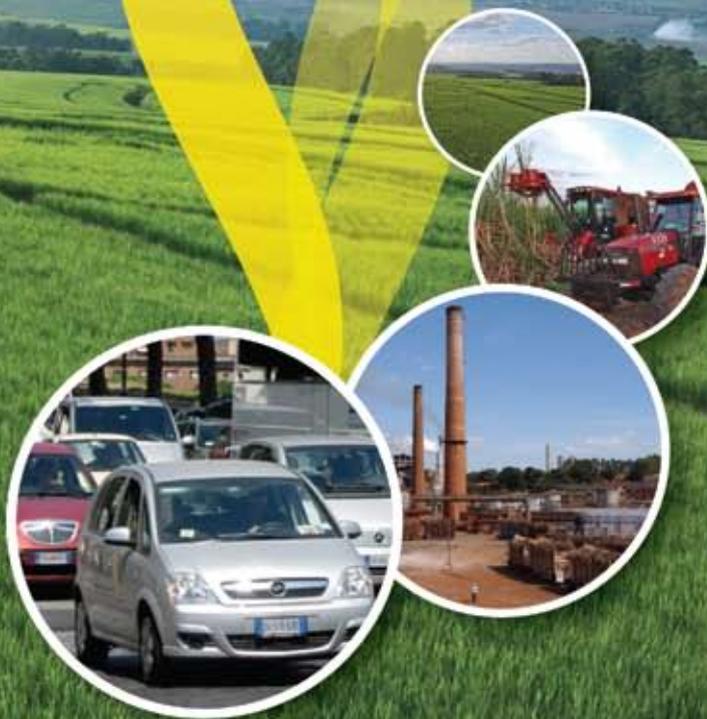
## 缩略语

EU	欧洲联盟
CRB	商品研究局
GBEP	全球生物能源伙伴关系
GDP	国内生产总值
IRR	内部收益率
LDC	最不发达国家
LIFDC	低收入缺粮国
MFN	最惠国
Mtoe	百万吨石油当量
NPV	现净值
OECD	经济合作与发展组织
TSE	总支持估计值
WTO	世界贸易组织



# 第一部分

## 生物能源： 前景、风险和机遇



# 第一部分





## 1. 简介和要旨

《2008年粮食及农业状况》的最初编写工作始于两年前。当时，人们对液体生物燃料抱有很高的期望，这一资源具有缓解全球气候变化的潜力，能促进能源安全并为世界各国农业生产者提供生计支持。许多国家的政府均把这些目标作为依据，实施以农产品为原料的液体生物燃料的生产与利用促进政策。

此后，人们对生物燃料的认识发生了显著变化。在农业资源基础已经十分紧张的情况下开展生物燃料生产将对环境产生一系列影响，而近期的分析即围绕对环境的全面影响提出了严重质疑。人们开始审视旨在促进液体生物燃料发展的政策的成本以及这些政策可能产生的意想不到的后果。粮食价格迅速上涨，在许多国家引发了抗议活动，并使人们对世界最弱势群体的粮食安全问题甚感担忧。

但生物燃料只是导致最近商品价格上涨的众多因素之一。此外，生物燃料除了对商品价格产生影响之外，还对其他方面产生影响。本期《粮食及农业状况》对有关生物燃料的争论现状进行了研究并对这些影响进行了探讨。本报告审视了正在实施的促进生物燃料发展的

政策，以及应对生物燃料对环境、粮食安全和贫困人群产生的影响而可能需要采取的政策。

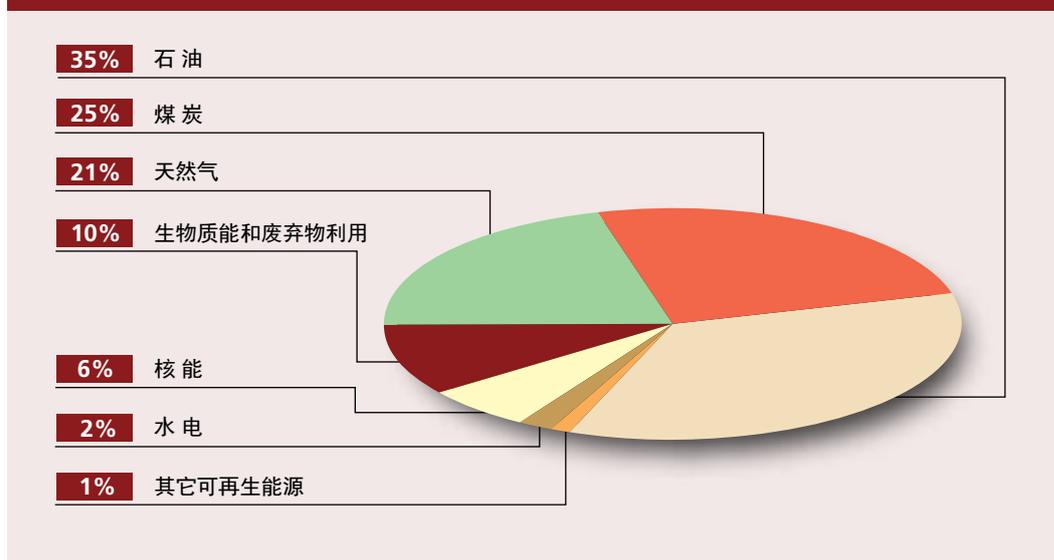
### 农业与能源

农业与能源一向息息相关，但两者之间关系的性质和程度随着时间而不断变化。农业一直是一种能源，而能源是现代农业生产中的一项主要投入。直到19世纪，牲畜提供了几乎所有用于运输和农机具的“马力”，而且在世界很多地方至今仍然如此。饲养这些牲畜的“燃料”就是农业生产的；两个世纪以前，美国约20%的农业土地面积被用于饲养役畜（Sexton等人，2007）。

随着化石燃料在运输领域占据统治地位，农业与能源产出市场之间的联系在20世纪被削弱。同时，由于农业对由化石燃料衍生出来的化肥和由柴油驱动的机械的依赖不断加深，农业与能源在投入方面的联系得到加强。粮食的储藏、加工和销售往往也是能源密集型的活动。因此，能源成本的增加对农业生产成本和粮食价格产生了直接而巨大的影响。

图 1

按来源划分的2005年世界主要能源需求



资料来源：国际能源署，2007。

以农作物为原料生产的液体生物燃料近来被用作交通燃油，再次说明了能源与农业产品市场之间的联系。液体生物燃料有可能对农产品市场产生重大的影响，但液体生物燃料目前在整个能源市场当中所占比例较小，今后也很可能保持这一状况。世界一次能源需求总量约为每年114亿吨石油当量；包括农林产品、有机废物和残留物在内的生物质能占这一总量的10%（图1）。目前，化石燃料在世界范围内仍是占主导地位的一次能源，石油、煤炭和天然气的供给量占据了世界一次能源供给总量的80%以上。

可再生能源在一次能源供给总量当中约占13%，而生物质能在可再生能源中占主导地位。各区域一次能源的情况存在明显差异（图2）。在一些发展中国家，高达90%的能源消耗总量是由生物质能供给的。固体生物燃料，如薪柴、木炭和动物粪便，至今仍构成生物能源的最大部分，足足占生物燃料总量的99%。数千年来，人类依靠利用生物质能取暖做

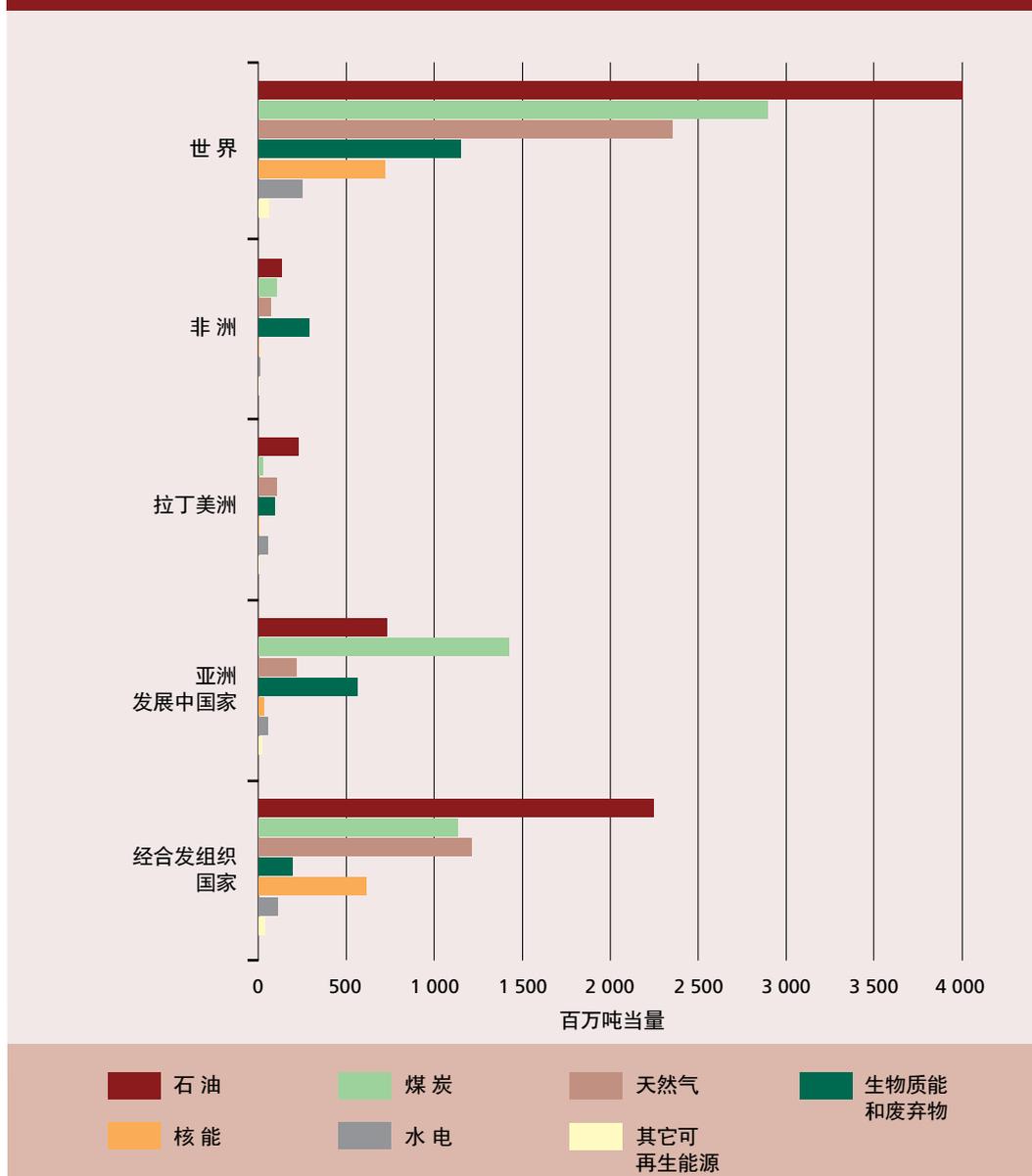
饭，非洲和亚洲的发展中国家仍然严重依赖这些传统的生物质能利用方式。液体生物燃料在全球能源供给当中的作用非常有限，仅占生物能源总量的1.9%。液体生物燃料的重要性主要体现在运输领域，但即便是在运输领域，2005年液体生物燃料在燃料消耗总量中只占0.9%，而1990年的比重为0.4%。

但近年来液体生物燃料在数量上和全球运输能源需求中的比重都在迅速增长。如图3所示，预计这种增长势头将持续下去，该图既显示了历史发展趋势，也反映了2015年和2030年之前的预测情况，如《2007年世界能源展望》（国际能源署，2007）<sup>1</sup>的报告。尽管如此，液体生物燃料对运输能源的贡献率将仍然十分有限的，对全球能源利用的贡献率更为有限。全球一次能源需求现在并

<sup>1</sup> 该预测指国际能源署所称的“参考情景”，“旨在根据有关经济增长、人口、能源价格和技术的既定假设，显示在政府没有采取更多的行动改变基本能源趋势的情况下可能出现的结果。”第4章将对这些预测和基本假设进行论述。

图 2

按来源和区域划分的2005年主要能源需求



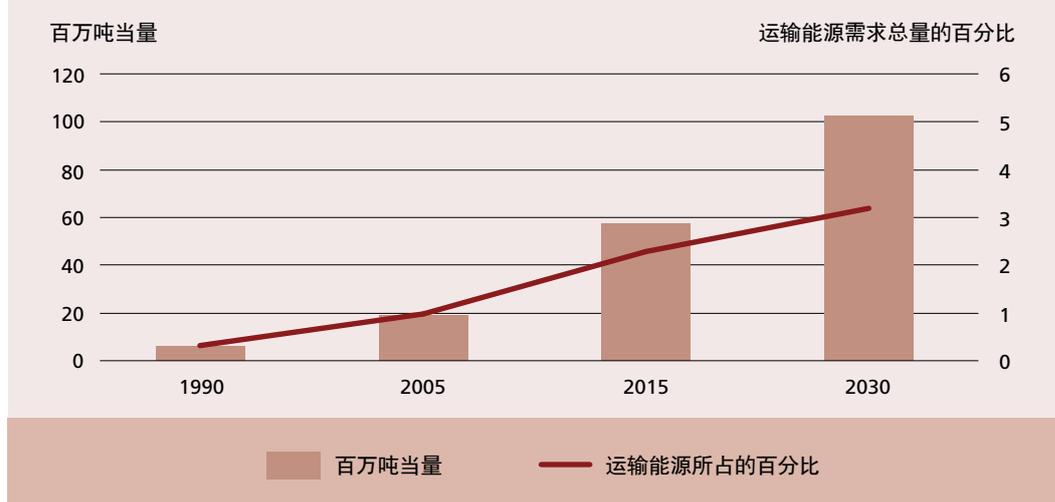
资料来源：国际能源署，2007。

将继续由化石燃料占绝对主导地位，目前煤、石油和天然气占全球一次能源需求总量的81%。预测这一比例到2030年为82%，煤的比重会增加而石油的比重则相应减少。生物质能和废物利用产品目前占全球一次能源需求的10%，预测到2030年将略降至9%。同样到2030年，预测液体生物燃料在全球运输能源消耗中的比重将仍然较小，约为3.0-3.5%。

### 液体生物燃料的机遇和风险

尽管就全球能源供给而言，以及与固体生物燃料的重要性相比，液体生物燃料的重要性都是有限的，但液体生物燃料对全球农产品市场、环境和粮食安全产生的直接而重大的影响已经引发了争论和争议。这种新的农产品需求来源为粮食及农业部门创造了机遇，也带来

图 3  
运输用生物燃料的消费趋势



资料来源：国际能源署，2007。

了风险。事实上，对生物燃料的需求可能逆转农产品实际价格下滑的趋势，这种价格下滑的趋势最近几十年来一直抑制着大多数发展中国家的农业发展。同时，生物燃料可以为发展中国家利用农业增长实现更广泛的农村发展和减贫提供了机遇，在发展中国家，世界75%的贫困人口依赖农业为生。

农业与能源需求之间更为紧密的关联可能带来农产品价格、产量和国内生产总值（GDP）的提高。生物燃料的发展也可能促进农村地区对能源的获取，进一步支持经济增长和粮食安全的长期改善。同时，随之而来的风险是，粮食价格的上涨可能威胁到世界最贫困人群的粮食安全，他们当中很多人将超过一半的家庭收入用于购买食物。而且，对于生物燃料的需求可能给自然资源基础带来更多的压力，可能导致负面的环境和社会后果，尤其是对本已缺乏能源、粮食、土地和水资源的人群造成影响。

基于目前的农学和转化技术，如果没有支持和补贴，大多数液体生物燃料在许多国家（但并不是所有国家）的

经济可行性都十分勉强。然而，作物单产的提高、面积的扩大和集约化生产可能会使原料产量显著提高，并使成本降低。生物燃料加工的技术创新也可能使成本大幅下降，可能使以纤维素为原料的第二代生物燃料投入商业生产，从而缓解与农作物之间的竞争以及对农产品价格的压力。

### 生物燃料政策和目标： 是否不相匹配？

近期生物燃料产量的增长多出现在经济合作与发展组织（经合发组织）国家，主要是美国和欧盟国家。巴西是个例外，该国在开发具有经济竞争力的主要以甘蔗为原料的本国生物燃料产业方面走在了前列。在经合发组织国家，生物燃料由于支持和补贴生产与消费的政策而得到促进；发展中国家目前也在开始采用这样的政策。

经合发组织国家政策的主要动因是实现能源安全和通过减少温室气体排

放缓解气候变化的目标，同时还有支持农业和促进农村发展的意图。这些关注丝毫未减；事实上，气候变化和今后的能源安全问题在国际政策议程中的重要性仍然在不断提高。但生物燃料在解决这些关注方面的作用，包括需要实施的恰当政策，目前正在受到更为审慎的探究。当前政策的一致性和某些基本前提正在受到质疑，新的问题正在凸显出来。

首先，正在推行的政策代价高昂。事实上，考虑到在世界能源供给当中生物燃料的作用仍然相对有限，对现行生物燃料补贴的估算水平非常高。“全球补贴计划”对欧盟、美国和另外三个经合发组织国家的估算（见第3章）显示，2006年这些国家对生物柴油和乙醇的支持总量达约110-120亿美元（Steenblik, 2007）。按每升计算，支持量在0.20-1.00美元之间。随着生物燃料产量和支持量的增加，成本可能激增。尽管声称补贴只拟是暂时的，但情况是否如此显然取决于生物燃料的长期经济可行性。因此，这又取决于其他能源的成本，既包括化石燃料的成本，也包括更长期的替代性可再生能源的成本。即使考虑到最近石油价格的上涨，在众多的生产国当中，只有巴西的甘蔗乙醇目前在没有补贴的情况下与化石燃料相比具有竞争力。

然而，直接补贴仅仅是最为显见的成本；其他隐含成本包括对生物燃料的选择性支持和混合燃料配比强制要求等量化手段造成的资源配置的扭曲。数十年来，经合发组织不少国家的农业补贴和保护主义导致国际层面严重的资源配置不合理，给经合发组织国家和发展中国家的消费者都带来了高昂的成本。经合发组织国家当前的生物燃料政策正在使这种配置不合理状况的风险长期存在并不断加剧。

除了对总体成本的考虑，成本问题的另一个层面涉及达到既定目标的有效性。生物燃料政策的依据常常建立在多个目标的基础之上，这些目标有时甚至还存在竞争关系，这种混沌不清的状况可能导致政策无法实现其目标，或者只有付出高额的成本才能实现其目标。举例来说，通过用生物燃料替代化石燃料以减少温室气体的排放就要付出高额的成本（Doornbosch和Steenblik, 2007）。通过生物燃料开发实现减排的成本效益受到越来越多的质疑，尤其是在生物燃料开发没有被纳入可涵盖能源保护、运输政策和其他形式可再生能源开发的更为广泛的框架中的情况下。

同样，根据生物燃料的类型以及在作物品种和产地的不同，生物燃料在促进减排方面的技术效率也正在接受审视。考虑到生物燃料的整个生产过程，以及扩大原料生产可能需要的土地利用变化，可能极大地改变人们设想的生物燃料对温室气体排放的有利影响。事实上，最近的研究表明大规模地扩大生物燃料生产可能导致温室气体排放的净增加。

其他环境可持续性問題也正在不断显现。尽管生物能源可以带来环境效益，但生物能源的生产也有可能造成对环境的损害。扩大生物燃料生产对土地和水资源以及生物多样性的影响目前是日益关注的焦点，如何确保生物燃料的环境可持续性的问题也是关注的焦点。

生物燃料政策的制定一般是在国家框架之内进行的，很少顾及在国家和国际层面上可能产生的意外后果。随着生物燃料开发对发展中国家的影响受到更为密切的关注，目前出现的一种担忧就是粮食价格上涨对贫困和粮食安全的负面影响。其部分原因是，粮食价格的上涨是因为生物燃料对农产品和资源日益加剧的争夺。

同时，生物燃料需求的不断增长可能为发展中国家的农民和农村社区带来机遇，从而促进农村的发展。但农民和农村社区利用这些机遇的能力取决于是否存在有利的环境。在全球层面，目前以高度支持和保护为特征的贸易政策不利于发展中国家的参与，也不利于形成高效的国际生物燃料生产格局。在国家层面，农民在很大程度上依赖于是否具有适当的政策框架及必要的实质和制度基础设施。

本报告根据最近出现的动向对这些问题进行了更深入的探讨。

## 本报告的要旨

- 在下一个十年，也许在更长的时间内，液体生物燃料对农产原料的需求对于农产品市场和世界农业来说将是一个重要的因素。对生物燃料原料的需求可能有助于逆转农产品实际价格长期下滑的趋势，有机遇，也有风险。无论是否直接参与到液体生物燃料这一领域，所有国家都将面对液体生物燃料发展带来的影响，这是因为所有的农产品市场都将受到影响。
- 对生物燃料原料需求的迅速增长已促成了粮食价格上涨，直接威胁到城市和农村地区贫困食品净购买者（按实际价格计）的粮食安全。世界上许多贫困人群将超过一半的家庭收入用于购买食品，在农村地区，甚至大多数的贫困人群都是食品净购买者。世界上最贫困和最弱势的人群迫切需要安全网来保护他们，以确保他们能够获取足够的食物。但安全网应当慎重选择受益对象，不应阻碍价格信号向农业生产者的传导。
- 从更长远来看，农产品需求的增长和价格的上涨可能给农业和农村发展带来机遇。然而，由于存在性别、种族和政治权利等方面的排他因素，市场机遇无法克服公平增长方面现有的社会和制度障碍，甚至有可能使情况更加恶化。此外，仅仅是农产品价格的上涨是不够的；还迫切需要旨在提高生产率和可持续性研究方面的投入、扶植性机制、基础设施和合理的政策。密切关注最贫困和资源最为匮乏人群的需求对确保全面的农村发展十分关键。
- 作为对生物燃料产业给予支持的主要动因之一，生物燃料对温室气体排放的影响因生物燃料的原料、产地、种植方式和转化技术等方面的差异而各不相同。在很多情况下，净效应是不利的。由于不断增加农业土地面积以满足日益增长的生物燃料原料需求，生物燃料的最大影响是由森林采伐等土地用途的转换所决定的。在土地和水资源及生物多样性方面可能产生的其他一些负面环境影响，主要是由土地用途转换造成的。在政策支持的推动下，生物燃料生产加速发展，大大加剧了大规模土地用途转换和相关的环境风险。
- 对生物燃料生产在温室气体排放量以及其他方面的环境影响进行评估，需要采纳协调一致的方式才能获得预期的结果。可持续性生产的标准将有助于改善生物燃料在环境方面的表现，但标准必须以全球的公共利益为重心，建立在一致的国际商定标准基础之上，不能使发展中国家处于不利的竞争地位。无论是用于生物燃料生产，还是用

于传统领域，如用作食物或饲料，均不应当对同样的农产品给予区别对待。

- **液体生物燃料很可能仅仅替代小部分的全球能源供给，不可能凭其自身使我们摆脱对化石燃料的依赖。**原料生产对土地的需求巨大，这使液体生物燃料无法以更大的规模替代化石燃料。以木质纤维素为原料的第二代生物燃料的出现可能大幅提高潜力，但在可预见的未来，液体生物燃料在全球运输能源供给中可能仍占很小部分，在全球能源总量中的比重更小。
- **考虑到现有的农业生产和生物燃料加工技术以及最近农产品原料与原油的比价，许多国家的液体生物燃料生产目前在没有补贴的情况下不具备经济可行性。**最为突出的例外情况是巴西以甘蔗为原料的乙醇生产。不同的生物燃料、原料和生产地点所具有的竞争力大不相同，且生物燃料的经济可行性可能会由于国家应对投入品和石油市场价格的变动和该产业自身的技术进步而产生变化。技术创新可以降低农业生产和生物燃料加工的成本。研发方面的投资对于生物燃料未来成为经

济上和环境上都具有可持续性的可再生能源而言十分关键。农学领域和转化技术领域都是这样。尤其是在第二代技术方面的研发可能极大地提升生物燃料未来的作用。

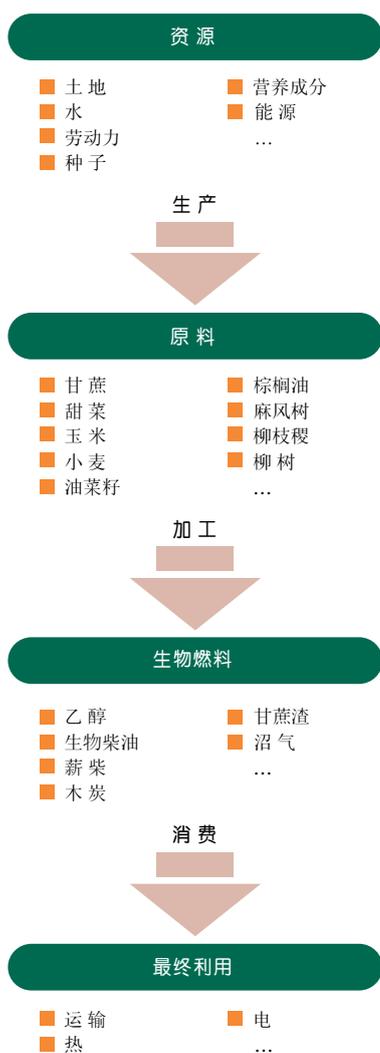
- **政策干预，尤其是以补贴和生物燃料与化石燃料的强制性混合要求为形式的政策干预，推动着液体生物燃料的热潮。**然而，发达国家和发展中国家正在实施的许多措施带来了很高的经济、社会和环境成本。农业、生物燃料和贸易政策之间的相互作用经常不利于发展中国家的生物燃料原料生产者，并加剧阻碍了发展中国家生物燃料加工和出口产业的成形。需要对当前的生物燃料政策进行审议并对这些政策的成本和后果进行认真评估。
- **确保具有环境、经济和社会可持续性的生物燃料生产需要以下广泛领域的政策行动：**
  - 保护贫困和粮食安全无保障的人群；
  - 利用各种农业和农村发展机遇；
  - 确保环境可持续性；
  - 审议现有的生物燃料政策；
  - 确保国际体系能够支持生物燃料可持续发展。

## 2. 生物燃料与农业 — 技术综述

在世界许多地区，包括薪柴、木炭和牲畜粪便在内的传统生物质仍然是重要的能源来源。生物质能源是世界大部分赤贫人口的主要能源来源，且主要用于煮饭。更为先进高效的转化技术使得

从木材、作物和废弃物等材料中萃取固体、液体和气体的生物燃料成为可能。本章对生物燃料进行了概述，主要介绍什么是生物燃料，其潜力如何，对农业将产生怎样的影响。不过，重点关注的是交通运输中使用的液体生物燃料，因为随着使用量的快速增长，液体生物燃料变得越来越重要。

图 4  
生物燃料 — 从原料到最终利用



### 生物燃料的类型

生物燃料是储存生物质能量的载体。<sup>2</sup>一系列生物质原料都可用于生产各种形式的生物质能源。如来自工业的粮食、纤维以及木材加工废弃物；来自农业的能源作物、短期轮作作物以及农业废弃物；林业的残留物都可以用来生产电能、热能、热电联供及其他形式的生物质能源。生物燃料可被称为可再生能源，因为生物燃料是太阳能的一种转化形式。

生物燃料可按来源和类型进行分类。生物燃料可能源自森林、农产品或林产品，抑或城市垃圾，以及农产品加工业、食品产业、食品服务业的副产品及垃圾。生物燃料可以是固态的，如薪柴、木炭、木质颗粒燃料；可以是液态的，如生物乙醇、生物柴油或热解油；也可以是气态的，如沼气等。

生物燃料也基本划分为初级（未经加工）和高级（经过加工）生物燃料：

资料来源：粮农组织。

<sup>2</sup> 有关生物燃料术语的研究详见粮农组织（2004a）。

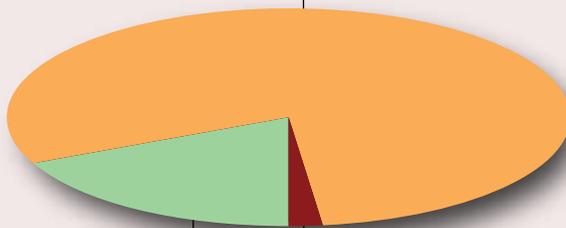
图 5

## 用作能源的生物质的利用

80% 居民生活

18% 工业

2% 运输



资料来源：国际能源署，2007。

- **初级生物燃料**，如薪柴、木屑和木块，即有机材料基本是在其自然状态（收获时的状态）下被使用。这类燃料直接燃烧，一般用于烹饪、供暖或小型及大型的工业用电。
- **高级生物燃料**，形式有固体（如木炭）、液体（如乙醇、生物柴油和生物石油）或气体（如沼气、合成气和氢气）等，应用范围更加广泛，包括交通运输和高温工艺。

**乙醇**

任何含有大量糖、淀粉或纤维素等可转化成糖的物质都可用于产生乙醇。现在生物燃料市场上出售的乙醇以糖或淀粉为原料。常见用作原料的糖料作物是甘蔗、甜菜以及少量的甜高粱。常见的淀粉类原料包括玉米、小麦和木薯。使用可直接发酵产生乙醇的含糖生物质是产生乙醇的最简单的方式。在巴西和其他目前生产乙醇的热带国家，甘蔗是使用最广泛的原料。在经合发组织成员国中，大部分乙醇都是从谷物中轻而易举地转化为糖的淀粉成分生产（但也使用甜菜）。但这些淀粉产品只占整个植株质量的很小比例。植物质量的大部分由纤维素、半纤维素和木质素组成；前两项可在首先转化成糖后直接转化成酒精，但工艺要比淀粉的更为复杂。现在几乎没有从纤维素生物质中生产商品乙醇的例子，但此领域的很多研究正在继续（见第18-19页关于第二代生物燃料的部分）。

**运输用液体生物燃料<sup>3</sup>**

尽管总量有限（见图5），近年来最强劲的增长是以农业和粮食商品为原料的交通用液体生物燃料生产。其中最重要的是乙醇和生物柴油。

<sup>3</sup> 本节依据全球生物能源伙伴关系（2007，第2-10页）和国际能源署（2004）。

## 插文 1

### 用于热能、电力和交通运输的其他生物质类别

#### 用于热能和电力的生物质

一系列生物质资源通过燃烧来发电和产生热能。其来源包括各种废弃物，诸如农产品加工业的废弃物、收割后田间残茬、动物粪便、林业和工业的废木、食品业和造纸业的废弃物、城市固体垃圾、污水污泥以及利用农业和其他有机废弃物发酵产生的沼气。加以利用的还有专用能源作物，诸如轮作期短的多年生植物（桉树、白杨和柳树）和草本植物（芒草和柳枝稷）。

有几种工艺程序可用于发电。大部分源自生物质的电力是用蒸汽循环程序生产的：在锅炉里燃烧生物质产生的高压蒸汽流经一连串的空气动力叶片使涡轮机旋转，从而带动与之相连的发电机发电。经紧压的生物质，例如木屑颗粒和煤砖也可用于燃烧；生物质也可同煤一起放在常规电厂的锅炉里燃烧，产生蒸汽和电力。后一种做法是目前把可再生技术与常规电力生产结合在一起且最具成本效益的办法，因为这样就可利用现有基础设施而无需进行重大变动。

#### 用于热能、电力和交通运输的沼气厌氧发酵

通过细菌在缺氧环境下对食物或动物废弃物进行厌氧发酵可产生沼气。所产生的沼气含有大量的甲烷以及二氧化碳，可用于加热或用于经改造的内燃机发电。把动物废弃物和粪便转化成甲烷/沼气，非常有益于环境

和健康。甲烷这种温室气体可对全球变暖造成的影响为二氧化碳的22-24倍。通过收集和利用甲烷，其温室气体的影响可得以避免。此外，在生物发酵过程中产生的热力可杀死粪便里的病原体，发酵过程结束后留下的物质则是高价值肥料。

#### 气化

通过气化过程，固体生物质可被转化成一种燃气或称为沼气。生物质气化器在低氧高温环境下加热生物质，将其分解并释放出可燃的、富含能源的合成气体，即“合成气”。这种气体可在常规锅炉里燃烧，或替代天然气用于燃气涡轮机来带动发电机。通过气化过程形成的沼气可经过滤来除去不必要的化学混合物，可用于高效的“组合循环”发电系统，将蒸汽和燃气涡轮机组合在一起进行发电。

#### 沼气用于交通运输

由于甲烷含量低（60-70%）而污染物浓度高，未经处理的沼气不适合用作运输燃料。但可对其进行处理，去除二氧化碳、水和腐蚀性硫化氢，提高甲烷含量（超过95%）。压缩后，经处理的沼气具备类似于压缩天然气的属性，适于交通运输使用。

资料来源：根据全球生物能源伙伴关系，2007。

乙醇可混合汽油或单独在稍加改装的火花点燃式发动机内燃烧。一升乙醇的能量相当于一升汽油能量的66%，但与汽油混合用于交通运输用燃料时，混合燃料的辛烷值较高，因此可以改进汽油的燃烧效果。同时，混合燃料也可改进交通工具中的燃料燃烧，相应减少一氧化碳、未燃碳氢化合物和致癌物质的排放。但乙醇的燃烧也会加剧与大气中氮气的反应，导致氮氧化物的小幅增长。与汽油相比，生物乙醇仅含有很少量的硫。因此，乙醇混合汽油可以减少燃料的硫含量，也就相应的减少了硫氧化物的排放，而硫氧化物是酸雨和致癌物的成分。

### 生物柴油

生物柴油是植物油或动物脂肪与某种醇和某种催化剂，经过酯交换化学反应获得。用于生物柴油生产的原料油可从大部分含油种子作物中提取；从全世界看，最常用的原料包括欧洲的油菜籽、巴西和美国的大豆。在热带和亚热带国家，生物柴油来自棕榈、椰子和麻疯树油，少量的来自鱼和牲畜加工的动物脂肪。生产过程一般会额外产生副产品，如饼粉（动物饲料）和甘油。由于生物柴油可以一系列油为原料，因此产生的燃料也会比乙醇拥有更多的物理特性，如粘性和可燃性。

生物柴油可以混合传统柴油燃料或单独在压燃式发动机内燃烧。虽然其能量是柴油的88-95%，但生物柴油可以改进柴油的润滑性，提高十六烷值，两种燃料的燃烧效率几乎相当。生物柴油中较高的氧气含量有助于燃料的充分燃烧，减少颗粒状空气污染物、一氧化碳和碳氢化合物的排放。由于乙醇，生物柴油的硫含量也几乎可以忽略不计，因此可以减少车辆的二氧化硫排放。

### 直接燃烧植物油

直接燃烧植物油（SVO）<sup>4</sup>是一种潜在的柴油机燃料，可从油菜籽、向日葵、大豆和棕榈等一系列含油种子作物中提取。餐厅用过的烹饪油和肉类加工厂的动物脂肪都可用作柴油车燃料。

### 生物燃料的原料

可供生物质能源生产的众多原材料分散在广大且多样的地理区域。即使是今天，大部分生物质燃料都以食品、饲料和纤维生产的副产品或并发产品为原料。例如，林业的主要副产品用于生产薪柴和木炭，醋酸铁液（纸浆厂的副产品）是巴西、加拿大、芬兰、瑞典和美国等国家生物发电的主要燃料源。大量的热和能量来源于回收或循环再利用的木质生物质，越来越多的能源都来自农田（秸秆和棉秆）以及林地（木屑和木块）的生物质中获取。在生产糖类和咖啡的国家，甘蔗渣和咖啡壳被直接燃烧，产生热能和蒸汽。

然而，近年来在生物能源方面最大的增长点是以农作物为原料生产运输用液体生物燃料。其中大部分是以糖类作物、淀粉类作物为原料的乙醇，或以油料作物为原料的生物柴油。

如图6所示，一系列不同的作物都可用于生产乙醇和生物柴油。然而，全球生产的大部分乙醇都以甘蔗或玉米为原料；巴西的大部分乙醇都来自甘蔗，美国则来自玉米。其他重要的原料作物包括木薯、稻谷、甜菜和小麦。在欧盟，生产生物柴油的最常用的原料是油菜籽，在美国和巴西是大豆，在热带和亚

<sup>4</sup> 也被称作纯植物油。

图 6

## 农业原料转化为液态生物燃料



资料来源：粮农组织。

热带国家是棕榈、椰子和蓖麻油，对麻疯树油的关注也越来越多。

### 生物燃料与农业

过去十年中，大部分发达国家和部分发展中国家颁布的新能源与环境政策正在带来能源市场的扩张和发展，农业的作用也随之发生变化。农业为乙醇和生物柴油等运输用液体生物燃料生产提供原料的作用则最为显著。现代生物

能源对农产品提出新的需求，这也就意味着农民收入的提高和就业机会有望增加。但同时也会导致对土地和水等自然资源更激烈的争夺，短期内这种竞争将异常激烈，不过长期来看，这种竞争可能会因单产增长而有所缓和。由于一些目前供食用和饲用的作物（如玉米、油棕和大豆）会被用于生产生物燃料，或生产食品的农业用地会被用来生产生物燃料，用地竞争可能成为问题。

目前，全球85%的液体生物燃料都是乙醇形式（表1）。两个最大的乙醇

生产国，巴西和美国的产量占总产量的近90%，其余产量大部分来自加拿大、中国、欧盟（主要是法国和德国）以及印度。生物柴油的生产主要集中在欧盟（占世界总产量的60%左右），美国的产量相对少很多。在巴西，生物柴油生产还是较新的事物，产量有限。其他重要的生物柴油生产国包括中国、印度、印度尼西亚和马来西亚。

如表2所示，不同作物每公顷生物燃料产量会因原料、生产国和生产体系不同而差别很大。这种差异一方面由于不同国家不同作物单产不同，另一方面由于不同作物转化效率不同。这就意味着要生产更多的生物燃料，不同产地不同作物对土地需求的差异也会很大。目前，从甘蔗和甜菜中获取乙醇的单产最高，在每公顷生物燃料产量排名中，巴西以甘蔗为原料的产量位居第一，印度也较靠前。玉米生产生物燃料单产较低，但单产间差别较明显，如中国和美国。表2数据仅指技术单产。不同国家不同作物

生产生物燃料的成本呈现非常不同的规律。此问题将在第3章中进一步探讨。

### 生物燃料生命周期：能量平衡和温室气体排放

推动生物燃料产业发展的政策的两个主要动力是，对能源安全的关注与对减少温室气体排放的期望。正如不同的作物每公顷生物燃料的产出量不同，根据不同的原料、地点和技术，在能量平衡和温室气体排放方面也存在巨大差异。

一种生物燃料对能源供给的贡献率既取决于该生物燃料的能源成分，也取决于生产这种生物燃料所消耗的能源。后者包括在其生产和分销的不同阶段上原材料种植和收获所需的能源，将原材料加工转化为生物燃料以及运输原材料和最终生物燃料所需消耗的能源。化石能量平衡表达了生物燃料中含有的能量与其生产中消耗的化石能量之比率。化

表 1  
2007年各国生物燃料产量

国家/国家集团	乙醇		生物柴油		总量	
	(百万升)	(百万吨油当量)	(百万升)	(百万吨油当量)	(百万升)	(百万吨油当量)
巴西	19 000	10.44	227	0.17	19 227	10.60
加拿大	1 000	0.55	97	0.07	1 097	0.62
中国	1 840	1.01	114	0.08	1 954	1.09
印度	400	0.22	45	0.03	445	0.25
印度尼西亚	0	0.00	409	0.30	409	0.30
马来西亚	0	0.00	330	0.24	330	0.24
美国	26 500	14.55	1 688	1.25	28 188	15.80
欧盟	2 253	1.24	6 109	4.52	8 361	5.76
其他国家	1 017	0.56	1 186	0.88	2 203	1.44
世界	52 009	28.57	10 204	7.56	62 213	36.12

注：所列数据经四舍五入。

资料来源：根据F.O. Licht, 2007, 数据来自经合发组织-粮农组织AgLink-Cosimo数据库。

表 2  
各种作物原料及各国的生物燃料产量

作物	全球/国家估计数	生物燃料	作物单产	转化率	生物燃料单产
			(吨/公顷)	(升/吨)	(升/公顷)
甜菜	全球	乙醇	46.0	110	5 060
甘蔗	全球	乙醇	65.0	70	4 550
木薯	全球	乙醇	12.0	180	2 070
玉米	全球	乙醇	4.9	400	1 960
稻米	全球	乙醇	4.2	430	1 806
小麦	全球	乙醇	2.8	340	952
高粱	全球	乙醇	1.3	380	494
甘蔗	巴西	乙醇	73.5	74.5	5 476
甘蔗	印度	乙醇	60.7	74.5	4 522
油棕	马来西亚	生物柴油	20.6	230	4 736
油棕	印度尼西亚	生物柴油	17.8	230	4 092
玉米	美国	乙醇	9.4	399	3 751
玉米	中国	乙醇	5.0	399	1 995
木薯	巴西	乙醇	13.6	137	1 863
木薯	尼日利亚	乙醇	10.8	137	1 480
大豆	美国	生物柴油	2.7	205	552
大豆	巴西	生物柴油	2.4	205	491

资料来源：全球数据来自Rajagopal等人，2007；国家数据来自Naylor等人，2007。

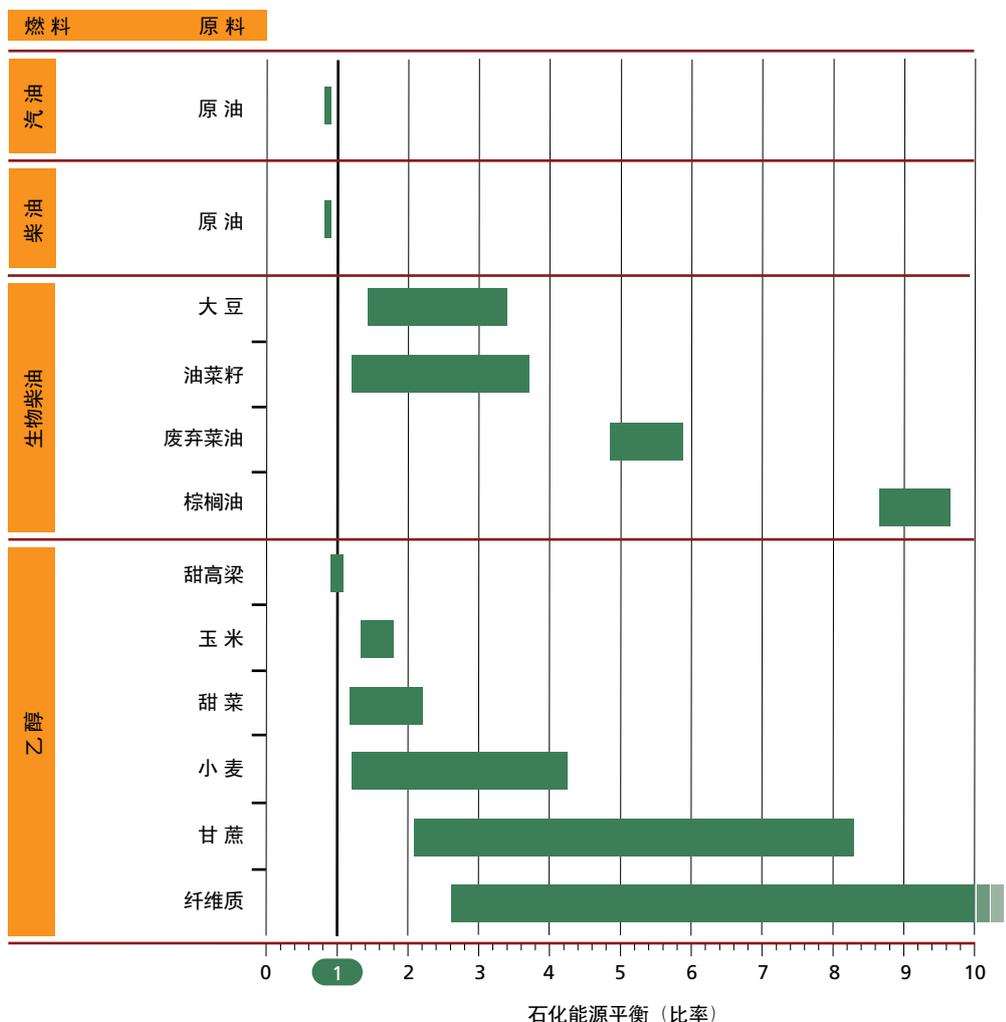
石能量平衡1.0表示生产一升生物燃料需要消耗与其中含有的能量相当的能量；换句话说，该生物燃料没有提供能源净增益或损失。化石能量平衡2.0表示一升生物燃料中含有的能量相当于其生产需要消耗能量两倍的量。精确评价能量平衡存在的难题源于难以清楚地界定分析的系统边界。

图7总结了针对不同种类燃料所作的化石能量平衡的几个研究的结果，世界观察研究所（2006）对此作过报告。本图显示了不同原材料和燃料（有时是原料/燃料混合），依据原料生产率、农作方式和转化技术等因素，化石能量平衡的大幅度差异。

传统汽油与柴油的化石能量平衡约为0.8至0.9之间，因为在将原油炼成可使用的油料过程中以及将其运到市场上要消耗掉部分燃料。如果有一种生物燃料的化石能量平衡超过这一数字，这就将有助于减轻对化石燃料的依赖。所有生物燃料看起来都可做出积极贡献，虽然在贡献程度上差异很大。以葵花籽、油菜籽和花生为原料的生物柴油的估测化石燃料平衡约在1到4之间。棕榈油的数值则高达9，因为其他油籽必须经过压榨才能取得其中的油脂，这是额外的一个消耗能源的加工步骤。对于基于作物的乙醇，估测的化石平衡玉米为2.0，甘蔗约在2到8之间。以甘蔗为原料的乙醇

图 7

若干燃料类型中石化能源平衡的估计范围



注：纤维质类生物燃料的比率是理论上的。

资料来源：基于世界观察研究所，2006，表10.1；Rajagopal和Zilberman，2007。

的有利化石能量平衡，以巴西为例，不仅取决于原料的产出率，也取决于它是利用甘蔗的生物质残留物（甘蔗渣）作为能源投入。对于以纤维素为原料的估计化石燃料平衡范围跨度更大，反映了这一技术的不确定性以及潜在的原料和生产系统的多样性。

与之相类似，不同生物燃料对温室气体排放的净影响也可能存在很大差异。生物燃料产自生物质；因此，从理

论上来说，它们应当是碳中性的，因为其燃烧只会将其在植物生长过程中从大气中固定的碳释放回大气——这与化石燃料不同，它们的燃烧将储存在地层下数亿年的碳释放到大气中。然而，评价生物燃料对温室气体排放的净影响需要分析生物燃料整个生命周期的排放：播种和收获作物、将原料加工成生物燃料、运输原料和成品燃料、储存、分销及零售生物燃料——还包括机车使用生物燃

料的影响以及燃烧造成的排放。此外，任何可能减少排放的并发产品都需要加以考虑。因此，显然化石能量平衡只是生物燃料对排放的影响的多个决定因素之一。与农业生产过程相关的关键因素包括化肥和农药的使用、灌溉技术和土壤处理。与扩大的生物燃料生产相关的土地用途的改变势必产生重大的影响。例如，将林地改为生物燃料作物用地或者农作物用地改作生物燃料原料生产用地可能导致大量碳排放，需要很多年才能通过替代化石燃料取得的减排得以恢复。第5章进一步讨论了生物燃料与温室气体排放之间的关系，并评价了下列证据：生物燃料对气候变化的影响可能可能会有变化，并不一定是积极的，或者说像最初经常认为的那样是正面的。

## 第二代液体生物燃料<sup>5</sup>

当前以糖和淀粉作物（乙醇）及油籽作物（生物柴油）为原料的液体生物燃料生产通常被称为第一代生物燃料。正在开发当中的第二代技术有可能利用木质纤维素。纤维素生物质比淀粉、糖和油更难以被分解。将其转化为液体燃料的困难使得这种转化技术更加昂贵，虽然纤维素原料本身的价格目前要比第一代技术的原料低。将纤维素转化为乙醇要经过两步：纤维素和半纤维素首先要被分解为糖，然后再将其发酵得到乙醇。第一步在技术上很具有挑战性，虽然研究工作不断开发出高效、低成本的方法来完成这一过程。但到目前为止商业可行性不足仍阻碍着第二代以纤维素为原料的生物燃料的大量生产。

由于纤维素生物质是地球上存量最大的生物物质，成功开发出商业上可行的第二代以纤维素为原料的生物燃料，可以大大扩大可用于生产的原料的数量和种类。纤维素垃圾，包括农业和林业废弃物（秸秆叶子），加工过程产生的废弃物（坚果壳、甘蔗渣、锯末）和生活垃圾的有机质部分，都可能成为潜在的原料。然而，也很重要的一点是要考虑到生物质分解对于保持土壤肥力和质地的关键性作用；过分地索取用作生物能可能造成消极的影响。

专用纤维素能源作物有望成为第二代技术的原料。潜在的作物包括短周期的木本作物，如柳树、杂交杨树及桉树，或者草本作物如芒草、柳枝稷和草芦。这些作物象对于第一代技术的作物在环境可持续性上有着巨大的优势。与传统的淀粉类和油籽作物相比，它们的每公顷生物质产量更大，因为整个作物都可以用作燃料生产的原料。此外，一些速生型多年生植物，如生长周期短的木本作物和大植株的草类，有时可以在贫瘠、退化的土壤中生长，而侵蚀和其他限制因素，粮食作物生产在这样的环境下则非常困难。这两方面的因素都可以缓解与粮食和饲料作物生产争夺土地。不利的一面是其中有几种植物被认为具有扩散性或潜在的扩散性，并可能对水源、生物多样性和农业产生消极影响。

第二代原料和生物燃料还可能有助于减少温室气体排放。大多数研究预计，将来源自多年生作物和木本以及农业废弃物的先进的燃料可以显著减少与石油燃料和第一代生物燃料相关的生命周期温室气体排放。这源自单位面积更高的能源产出以及转化过程中使用燃料的不同选择。在目前的乙醇生产过程中，加工使用的能源几乎全部都是由化石燃料供给（巴西的甘蔗乙醇是例外，

<sup>5</sup> 本节基于全球生物能源伙伴关系（2007）、国际能源署（2004）以及Rutz和Janssen（2007）。

它在转化过程中使用的能源绝大部分是甘蔗渣提供的)。对于第二代生物燃料,生产过程的能源消耗可以由植物残留的部分(主要是木质素)提供。

虽然纤维素生物质更难分解于转化为液体燃料,但它同时也更加耐处理,与粮食作物相比这就可以降低处理的成本并保持其质量。它也更容易储存,尤其是与糖基作物相比,因为它不容易腐烂。另一方面,纤维素生物质通常体积较大,需要良好的运输基础设施来将其在收获后运往加工厂。

为了使以木质纤维素为原料生产的乙醇在商业上具有竞争力,还需要克服巨大的技术挑战。现在仍然不确定何时用纤维素生物质转化成高级燃料可以在世界液体燃料供给中占到一个较大的比重。目前,世界上有几个正在运行或尚在建设中的示范工厂。生物化学和热化学转化方式的推广速度将有赖于目前正在进行的示范项目的发展和成功,持续的研究资金供给,以及世界油价和私营部门投资。

总之,以木质纤维素为原料的第二代生物燃料在对农业和粮食供给的影响方面呈现出迥然不同的景象。在目前第一代技术条件下使用的农作物之外有更为多样的原料可供利用,每公顷土地的能源产出也大为提高。它们对商品市场、土地用途改变和环境的影响也将不同——同样,它们对未来生产和转化技术的影响也不同(见插文2)。

## 生物能源的潜力

生物能源生产潜力如何?生物能源的技术和经济潜力应当置于这样的背景加以讨论,即全球农业产业面临日益增加的冲击和压力,以及伴随着世界范围内人口和收入的增加,对粮食和农产

品需求的不断增长。技术上可行的生产方式可能在经济上不可行,或在环境上不可持续。本节更详尽地探讨生物能源的技术和经济潜力。

由于生物能源来自生物质,全球生物能源的潜力最终受到全球光合作用所产生的能源总量的限制。植物每年捕获的能源约相当于750亿吨石油当量(3150艾焦)(Kapur, 2004)——换句话说是目前全球能源需求的六到七倍。然而,这当中包括了大量无法采收的生物质。单纯从物理的角度看,生物质代表的是一种相对低效率的太阳能采集方式,尤其是当与效能日益高的太阳能电池板相比较(粮农组织, 2006a)。

若干项研究计算了从技术上说可供全球能源供给的生物质数量。它们的估计由于视角、前提假设和方法的不同而差异很大,凸现了围绕生物能源对未来全球能源供给的可能贡献率的高度不确定性。国际能源署最近开展了一次大规模的生物能源研究评估,根据现有的研究,2050年潜在的生物能源供给的变化范围下至10亿吨石油当量上至262亿吨石油当量(国际能源署, 2006, 第412-16页)。后一个数据是建立在技术快速发展的假设之上的;然而,国际能源署指出,一个建立在产出率提高速度较平缓且更加实际的评估是60-120亿吨石油当量。根据国际能源署的估测,若取其估测的中间值95亿吨石油当量,将需要把全世界农业土地的五分之一专门用于生物质生产。

比纯粹技术可行性更重要的是,技术上可行的生物能源潜力有多少具有经济上的可行性。长期的经济潜力关键取决于对化石能源价格以及农业原料生产和未来收获、转化和利用生物燃料的技术创新发展的假设前提。这些方面的详情将在第3章加以讨论。

## 插文 2

## 用于生物燃料生产的生物技术

许多现有的生物技术都可用来提高生物能源的生产。例如，开发更好的生物质原料，提高把生物质转化成生物燃料的效率。

## 用于第一代生物燃料的生物技术

目前被选用于第一代生物燃料生产的植物品种，是根据其与粮食和/或饲料生产有关的农艺性状，而不是基于是否有利于用作生物燃料生产的特性。生物技术可有助于加快挑选那些更适于生物燃料生产的植物品种——提高每公顷的生物质单产、提高含油量（生物柴油作物）或提高可发酵糖的含量（乙醇作物）、或改善其加工特性促进生物燃料转化。基因组学领域，即对一个生物体（其基因组）所有基因材料的研究，很可能会发挥日益重要的作用。第一代原料作物的基因组序列，如玉米、高粱和大豆等，有的正在处理之中而有的则已公布。除基因组学以外，可加以利用的其他生物技术包括标记辅助选择和基因修正等。

糖类发酵是用生物质生产乙醇的核心所在。然而，最普遍使用的工业发酵微生物，即酿酒酵母（*Saccharomyces cerevisiae*）不能直接使玉米淀粉等淀粉材料发酵。首先必须使用一种被称为淀粉酶的酶来使生物质分解（水解）成可发酵糖。目前许多可从商业途径得到的酶，包括淀粉酶在内，都是利用转基因微生物生产的。科研工作继续开发自身可产生淀粉酶的高效基因酵母菌株，从而能够把水解和发酵这两个步骤相结合。

## 用于第二代生物燃料的生物技术

木质纤维素的主要成分是木质素、多聚糖纤维素（由已糖构成）和半纤维素（含有已糖和戊糖的混合物）。与生产乙醇的第一代原料相比，木质纤维素生物质的利用更为复杂，因为多聚糖更稳定，而戊糖不容易被酿酒酵母发酵。为了把木质纤维素生物质转化成生物燃料，多聚糖首先必须用酸或酶来进行水解，将其分解成单糖。目前利用几项生物技术措施来解决这个问题，包括开发可使戊糖发酵的酿酒酵母菌株；使用可使戊糖自然发酵的其他种类酵母；以及能把纤维素和半纤维素分解成单糖的酶工程。

除农林副产品和其他副产品外，用于生产第二代生物燃料的木质纤维素生物质的主要来源很可能是“专用生物质原料”，诸如某些多年生草本植物和林木植物。现正在研究将基因组学、基因修饰和其他生物技术作为手段，来生产具备优良特性的植物用于第二代生物燃料生产。例如，木质素（一种不能被发酵转化成液体生物燃料的合成物）含量较少的植物；自身产生酶可使纤维素和/或木质素降解的植物；产生更多纤维素或生物质总量增加的植物。

资料来源：根据粮农组织，2007a，以及皇家学会，2008。

看待生物燃料生产潜力一个不同视角是考察相对土地使用要求。在《2006年世界能源展望》对2030年所提出的“参考情景”中，国际能源署预测世界上用于生产液体生物燃料的生物物质种植面积在世界可耕地中所占比例将从2004年的1%增加到2030年的2.5%。在其“备选政策情景”中，2030年的比例增加到3.8%。在两种情况下，其预测都是基于这样的假设，即液体生物燃料将利用传统作物来生产。如果第二代液体生物燃料在2030年到来之前实现广泛的商业化，国际能源署预测生物燃料在运输需求上的比例将增加到10%而不是参考假设情景中的3%和备选政策情景中的5%。土地使用的要求将仅仅略有增加，达到可耕地面积的4.2%，这是由于每公顷能源产出更高以及利用废弃生物质来生产燃料。不管怎样，这表明，即使在第二代技术情况下，假设中的对石油液体燃油的大规模替代将需要大规模改变土地用途。有关这一问题的进一步探讨，包括对各区域的影响请参阅第4章。

Rajagopal等人(2007)所做的假设性计算也说明了用目前的生物燃料技术替代化石燃料的潜力。他们得出了根据谷物和糖类作物的全球平均单产和常见的转化率生产乙醇的理论估测值。表3对他们的估测结论进行了概述。表中所示作物占目前作物种植面积的42%。将所有的作物转化成乙醇将能占到全部石油消耗量的57%。根据较为现实的假设，即把全部作物的25%用来生产乙醇，则石油消耗总量中只有14%可以被乙醇替代。

对各种假设前提的计算表明，鉴于其对土地的需求巨大，只能期待生物燃料在十分有限的范围内替代化石燃料。但即便生物燃料对能源总供给的贡献率有限，其对农业和农产品市场的影响也可能将十分巨大。

## 本章要旨

- 生物能源占世界能源总供给的10%左右。传统的未经加工的生物质占

表 3  
用主要谷物和糖料作物生产乙醇的假定潜力

作物	全球面积 (百万公顷)	全球产量 (百万吨)	生物燃料单产 (升/公顷)	乙醇最大量 (10亿升)	石油当量 (10亿升)	供应量占2003年全球 石油用量的份额 <sup>1</sup> (百分比)
小麦	215	602	952	205	137	12
稻米	150	630	1 806	271	182	16
玉米	145	711	1 960	284	190	17
高粱	45	59	494	22	15	1
甘蔗	20	1 300	4 550	91	61	6
木薯	19	219	2 070	39	26	2
甜菜	5.4	248	5 060	27	18	2
合计	599	...	...	940	630	57

注：... = 不适用。所列数据经四舍五入。

<sup>1</sup> 2003年全球石油用量 = 11000亿升 (Kim和Dale, 2004)。

资料来源：Rajagopal等人，2007。

其中的绝大部分，但商业化生物能源正在占据日益重要的地位。

- 用于交通运输的液体生物燃料最为引人注目，其生产也在迅速扩大。然而，从数量上看，它发挥的作用仍然十分有限：它只占全部交通运输燃料消耗的1%和全世界能源总消耗的0.2-0.3%。
- 主要的液体生物燃料是乙醇和生物柴油。两种燃料都可以用多种原料生产。乙醇最重要的生产国是巴西和美国，而生物柴油的最重要生产国则是欧盟国家。
- 目前液体生物燃料技术要依赖农产品为生产原料。乙醇以糖和淀粉类作物为原料，在巴西用的是甘蔗，在美国用的是玉米，这两种作物的用量最大。生物柴油则是利用一系列油料作物生产的。
- 生物柴油的大规模生产意味着要用大量的土地来生产原料。因此，可以认为在运输中液体生物燃料只能十分有限地替代化石燃料。
- 即使液体生物燃料只能满足全球能源需求的很小一部分，但是它们仍

然可能对全球农业及农产品市场造成巨大的影响，因为它们的生产要使用大量的原料并占用相应的土地面积。

- 当考虑到其生产过程中作为投入物使用的化石能源时，各种不同的生物燃料对于减少化石燃料消耗的贡献差异很大。生物燃料的化石能量平衡依赖于一系列因素，如原料特性、生产地点、农作方式和转化过程中使用的能源来源。不同的生物燃料对于减少温室气体排放的作用也各不相同。
- 目前正在开发中的第二代生物燃料将使用木质纤维素作为原料，包括木材、大型草本植物以及林业和农作物废弃物。这将会增加每公顷土地出产生物燃料量的潜力，并且还能够提高生物燃料的化石能量平衡和温室气体平衡。然而，尚不清楚这种技术何时才能够投入大规模的商业化生产。

### 3. 液体生物燃料的经济和政策驱动力

农业既提供又需求能源；因此，农业和能源市场总是密切相关的。这些关系的性质和强度多年来一直在变化，但农业和能源市场总是相互进行调整，产量和消费随着相关价格上涨或下降。对液体生物燃料需求的快速增长正将农业与能源比以往任何时候都更紧密地联系在一起。然而，政策在确定这些关联中发挥着至关重要的作用。很多国家通过旨在实现各种目标而采取的一系列政策措施对两个市场进行干预。本章阐述了农业、能源和生物燃料之间的基本经济关系，评价了各国为发展生物燃料推行的政策，并讨论了这些政策影响农业和能源市场关系的方式。

#### 生物燃料市场与政策

对液体生物燃料经济的讨论必须首先涉及能源和农业领域竞争性使用的资源分配。这种竞争存在于几个层面。在能源市场上，乙醇和生物柴油之类的液体生物燃料与以石油为基础的汽油和柴油形成直接竞争。某些政策强制性要求汽油和柴油中必须掺入生物燃料，这类政策、补贴和税收激励能够促进生物燃料的使用，而使用混合燃料车数量很少等技术局限性又抑制了生物燃料的使用。暂且不考虑这些因素，生物燃料和化石燃料是以它们的能量含量为基础进行竞争的，而它们的价格一般发生联动。

在农产品市场上，生物燃料加工厂与食品加工厂和商品饲料生产厂形成直

接竞争关系。从个体农民的角度来看，未来的买方心想最终怎样使用作物并不那么重要。只要价格高于食品加工厂或饲料加工厂的出价，农民就愿意把粮食卖给乙醇加工厂或生物柴油加工厂。如果生物燃料的价格好，它还可以同其他用途争夺农产品。因为相对农产品市场而言，能源市场很大，能源需求的微小变化就能引起农业原料需求的巨大波动。因此，原油价格推动生物燃料价格，继而又影响农产品价格。

原油价格同农产品价格的紧密关系是由生物燃料需求决定的；事实上，这种紧密关系也为农产品价格确定了下限和上限——由原油价格决定（粮农组织，2006a）。当化石燃料价格达到或超过替代生物燃料的生产成本时，能源市场上就出现了对农产品的需求。如果能源需求高于市场对农产品的需求，且农业生物燃料原料在能源市场上具有竞争优势，那么农产品将会面临最低价，由化石燃料价格决定。但是同时，农业价格的上涨也不会快于能源价格，否则农产品就会被挤出能源市场。因此，由于能源市场的规模远远大于农产品市场，农产品价格往往受到能源价格驱动。

实际上，能源价格与农产品价格的联系可能没有理论上那么紧密、直接，至少在生物燃料市场没有得到充分发展之前如此。短期来看，很多因素限制了生物燃料领域对化石燃料和农产品相对价格变化的响应能力，例如流通的瓶颈、运输和混合系统的技术问题以及原料转化产能不足。市场供求响应价格信号变化的灵活度越高，能源和农产品

## 插文 3

## 巴西生物燃料政策

巴西全部能源消费中约45%来自可再生资源，反映了对水电（占14.5%）和生物质（30.1%）的综合利用情况；2006年在国内可再生能源供给中，甘蔗的利用占可再生能源的32.2%，占国内所有能源供应的14.5%（全球生物能源伙伴关系，2007）。

巴西一直是对生物能源部门进行国家管理的先驱，并在生物燃料领域特别是利用乙醇作为运输燃料方面，积累了丰富的经验和专长。巴西将乙醇作为汽油添加剂的做法可以追溯到上世纪二十年代，但是直到1931年，利用甘蔗生产的燃料才正式开始混入汽油使用。第一次石油危机之后，政府于1975年启动了《国家乙醇计划》（ProAlcool），为大规模发展蔗糖和乙醇产业创造了条件。该计划旨在减少能源进口和促进能源自立；其主要目标是将汽油和无水乙醇的混合物引入市场，并为开发完全使用水合乙醇燃料的汽车提供激励机制。在第二次大规模的石油冲击之后，政府在1979年实施了一个更宏大更全面的计

划来促进新种植园和一批纯乙醇燃料机动车的开发。政府出台了一系列税收和金融激励措施。该计划引起了强烈的反响，乙醇生产飞速发展，完全使用乙醇燃料的汽车数量也随之快速上升。

为该计划提供的补贴原本是临时性的，因为从长远来看，预期油价走高可以使乙醇具有竞争力。然而，由于1986年国际油价滑落，取消补贴成为问题。此外，蔗糖价格上涨引起乙醇供应不足；1989年乙醇在一些主要消费中心的严重短缺破坏了该计划的信誉。

1989至2000年间显示出这样的特点，该计划一系列经济激励措施解体，政府在很多其他方面也放松了管理，从而影响了巴西整个燃料供应体系。1990年，管理巴西蔗糖和乙醇产业60多年的蔗糖与乙醇研究所被撤消了，该产业的生产、配送和销售活动逐步移交给私营部门来进行规划实施。随着补贴的结束，水合乙醇作为燃料的用量大幅缩减。但是，随着

市场价格的联系就越紧密。目前，巴西的甘蔗乙醇市场是最发达的，也是最紧密融入能源市场的。还有很多因素，包括能生产糖或生产乙醇的加工厂数量很多，酒电联产能源转化系统效率高，很多灵活燃料汽车都可以使用乙醇和汽油的混合燃料，而且巴西建成了全国性的乙醇输送网络（粮农组织，2006a）。

尽管农业原料与化石燃料在能源市场上形成直接竞争，但各种农作物也在争夺生产资源。例如，一块土地可以

用于种植生产乙醇的玉米，或者生产面包的小麦。当生物燃料需求抬高了生物燃料原料商品价格时，所有以同样资源为基础的农产品价格都会水涨船高。因此，利用非粮作物生产生物燃料并不一定会消除粮食与燃料的竞争；如果粮食和生物能源作物都需要同一块土地或其它资源，即使原料作物不能用作粮食，两者的价格也会联动变化。

鉴于目前的技术条件，很多地方生产作物并将其转化为乙醇或生物柴油的

1993年强制性混合规定的出台，要求所有零售加油站的汽油必须加入22%的无水乙醇，无水乙醇和汽油混合物的利用由此得以快速发展。该混合规定目前仍然适用并根据蔗糖与乙醇部际委员会制定的百分比要求，混合范围可在20-25%间浮动。

随着乙醇燃料的复苏，巴西乙醇利用的最新阶段始于2000年，其显著标志是2002年实施的产业价格自由化。世界市场的高油价进一步促进了乙醇出口。蔗糖和乙醇产业动向开始更多地依赖市场特别是国际市场机制。该产业得到了大幅投资，用以扩大生产并应用现代化技术。近年国内市场发展的一个重要因素是对“乙醇-汽油”双燃料汽车产业的投入。这种汽车也称为“弹性燃料”汽车，可以利用汽油和乙醇混合物为燃料。

相比之下，生物柴油在巴西仍是新产业，相关政策也都是新近出台的。2005年生物柴油法规定，要在2008年和2013年分别达到2%和5%的最低混合要求。为反映社会融合和区域

发展关注，巴西建立了税收激励体制以鼓励北部和东北部地区的家庭小农场生产生物柴油原料。根据《社会燃料法案》（Selo Combustível Social）这一特别计划的规定，从贫困地区家庭小农场购买原料的生物柴油生产者可以减少支付联邦所得税，并且可以从巴西开发银行获得资金。这些农民被组织起来成立合作社并得到推广人员的培训。

巴西目前的生物能源政策基于由部际小组制定的联邦政府《农业能源政策准则》。与联邦政府整体政策相呼应，农业、畜牧和食品供应部已制定出计划以满足本国生物能源需求。《巴西2006-2011年农业能源计划》的目标是，确保巴西农业企业的竞争力并为具体公共政策提供支持，包括社会融合、区域发展和环境可持续性。

资料来源：依据全球生物能源伙伴关系，2007，以及Buarque de Hollanda和Poole，2001。

成本过高，如果政府不积极支持生物燃料的发展并对其使用进行补贴，生物燃料在市场上无法同化石燃料竞争。很多国家——包括越来越多的发展中国家——推广生物燃料主要基于三个原因：对能源安全和能源价格的战略关切，对气候变化的关切，以及农业支持考量。

对一个新领域提供政策支持的一项理由是，政府需要帮助该领域克服技术创新和市场开发的初始成本，使其具有竞争力。这就是“婴儿产业”需要补贴

的理由。但是对无法最终保证经济活力产业的补贴，因此不具有可持续性，可能仅仅是把财富从一个群体转移到另一个，但却增加了总体经济的成本。

当开发一个领域的社会效益高于其经济成本时，补贴也是理所当然的。例如，液体生物燃料能够产生很多社会效益，例如减少碳排放、提高能源安全或有利于发展农村地区，这种情况下补贴就是必要的。但是，这种政策干预会产生成本，其结果也并非总是尽如人意。

这些成本包括纳税人承担的直接预算成本、消费者承担的市场成本，以及资源重新配置到重点领域。分配效应可以扩散到政策实施国家之外，形成全球影响——正如很多经合发组织国家的农业支持和保护政策对其他国家的生产者和消费者产生了复杂影响一样。另外，由于政策干预将资源从其他社会和私人投资中转移出来，其常常会产生间接的机会成本。某些情况下，更加直接针对生物燃料政策中既定目标的其他政策可能成本更低，更加有效。

### 生物燃料政策的基本目标

如上所述，很多国家实行了液体生物燃料发展的促进政策。石油价格居高不下且变化无常、越来越多的国家提高了对化石燃料对全球气候变暖影响的认识、以及促进农村地区经济发展的愿望，所有这些均是上述政策中阐述最多的原因（粮农组织，2007b）。

确保能源的供应是很多国家的长期关切。减少价格波动和供给中断的冲击是很多经合发组织国家能源政策中长达几十年的目标，而很多发展中国家也同样担心对进口能源的依赖。最近一段时期的价格上涨，主要是石油价格上涨，已经强化为确定并促进对替代性能源的激励，包括交通运输、供暖和发电所需的能源。迅速壮大的发展中国家需求强劲——特别是中国和印度，增强了对未来的能源价格和供给的关注。生物能源被视为实现能源供给多元化、降低对少数出口国依赖的途径之一。液体生物燃料是目前完全依赖石油的交通运输业的替代性能源的主要来源，而且也不会给目前的交通运输技术和政策带来更加剧烈的变化。

生物能源政策的第二个重要推动因素是对人类活动引发的气候变化的日益增长的关注，因为气温升高与由人类诱发的证据已经变得比以往任何时候都更加令人信服。现在很少有人质疑在采取行动减少温室气体排放上的必要性，而且很多国家已经将生物能源作为一项重要内容纳入减缓气候变化的行动中。同石油燃料比较，生物能源被认为在发电、供暖和交通运输方面有巨大的减排潜力，不过其对温室气体排放的实际净影响在不同情况下可能存在差异，这取决于土地使用变化、原料类型以及相关的农业操作、转化技术和最终用途。的确，最近的分析表明，大规模的扩大生物燃料生产会导致排放的净增加。

尽管气候变化关切是促进生物能源发展的最强刺激之一，其他的环境关切也发挥了一定作用——至少是希望减少城市空气污染。相对化石燃料而言，利用现代技术燃烧生物质或发动机使用液体生物燃料可能会减少受监管空气污染物的排放。另外，利用残留物和废弃物生产能源，例如利用可生物降解的城市固体垃圾，是一种环保的处理方法。液体生物燃料生产以及环境使用的影响，包括温室气体排放，在第5章中有进一步讨论。

支持农业领域发展、增加农民收入已经成为一个主要的——如果不是最重要的——生物燃料政策的驱动力。在一些农业补贴很高的国家，将农业作为生物能源原料的提供方来发展农业，这被广泛地认为是解决农产品供给过剩和全球市场机会减少这一矛盾的一种方法。通过这种方法增加农民收入又能同时减少政府提供的收入支持和补贴，这对政策制定者而言很有吸引力（尽管这一策略的后一目标一直很难实现）。一些经合发组织国家，特别在欧洲和北美，很

早以前就认识到了生物燃料对于农业发展的支持潜力，而越来越多的发展中国家也将农村发展——以及能源安全——作为其生物燃料政策的目标（粮农组织，2007b）。

## 影响生物燃料发展的政策措施

生物燃料发展受到各国涉及多个领域广泛政策的影响，包括农业、能源、交通、环境和贸易，以及受到涉及商业和投资总体“有利环境”的宏观政策的影响。生物能源，特别是液体生物燃料方面的政策很大程度上影响着生物燃料生产的利润。由于政策措施和运用的手段各异，确定相关政策并将其影响量化是件很难的事情；但是，很多情况下这些政策都转化为（有时是高额）补贴，其目的是支持生物燃料发展，影响其生产、贸易和使用的经济吸引力。

补贴可以在不同阶段影响生物能源。图8引自全球补贴动议（Steenblik，2007），图中表明，在生物燃料供应链的各个环节政府都可以实行直接和间接的政策措施，为该领域提供支持。有些因素相互交织，将政策归咎于某个类别在实际执行中可能显得有些武断。不同阶段采用的不同政策措施和不同类型支持产生的市场影响也不尽相同。总体而言，直接与生产和消费水平挂钩的政策和支持被认为是扭曲市场最严重的，而研发支持则可能是扭曲作用最小的。

## 农业政策

液体生物燃料出现之前的农林政策对生物能源产业有很大影响。实际上，农业补贴和价格支持机制既直接影响第一代生物燃料原料的生产水平和价格，

也直接影响原料生产系统和方法。多数经合发组织国家都实行了农业补贴和保护政策，而在世界贸易组织（WTO）框架下开展的国际贸易谈判也没有成功地将其消除，但是世界贸易组织针对农业政策和农业保护制定了一些原则。这些政策对全球的农产品贸易和农产品生产地理布局都有很大影响，对生物燃料原料的生产也是如此。

## 混合方面的要求

量化指标是多数现代生物能源产业发展和增长的主要驱动力，特别是用于交通运输的液体生物燃料，因为越来越多的国家开始强制实施燃料混合措施。表4概览了“G8+5”国家<sup>6</sup>目前对于液体生物燃料的自愿性和强制性混合要求，但需要注意的是这一领域的政策正在迅速发生变化。

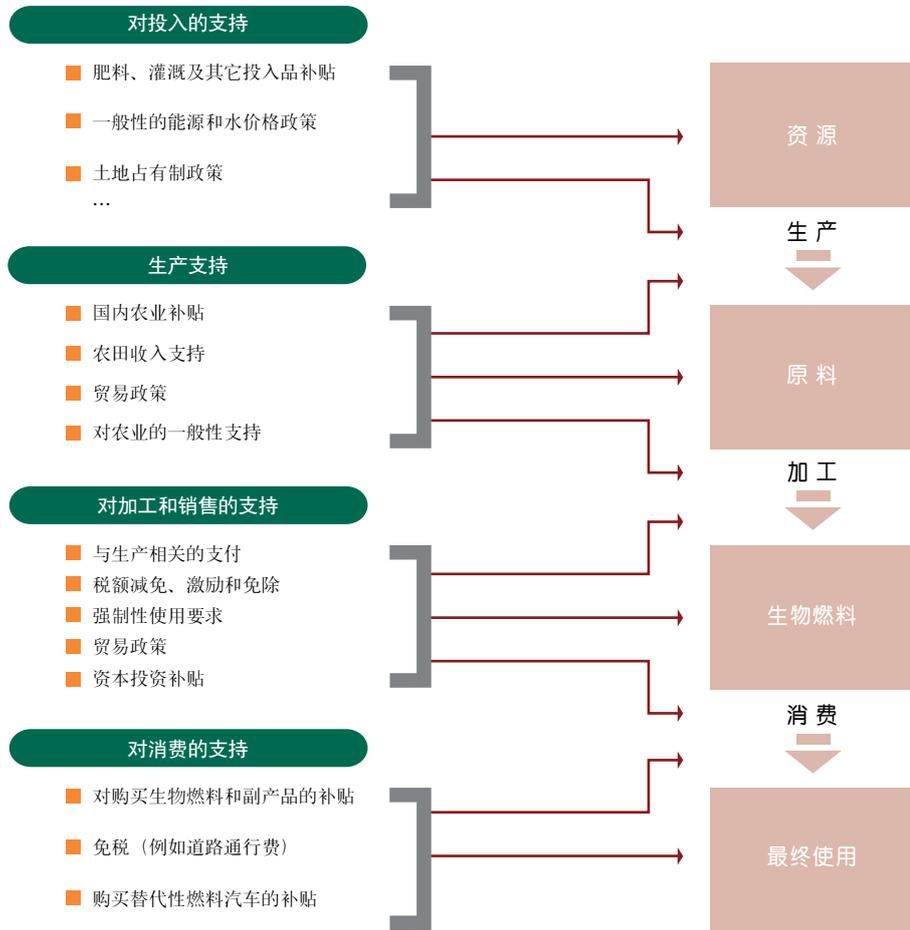
## 补贴与支持

对分配和使用的支持是多数国家促进生物燃料利用的主要政策。一些国家对于生物燃料储存、运输和使用基础设施的投资进行补贴或实行硬性规定，多数此类政策是针对乙醇，因为乙醇往往需要大量的设备投资。这种支持的理由常常是乙醇的推广使用和市场的扩大需要适当的配送基础设施和销售网点。灵活燃料汽车的设计旨在比普通汽车使用更大比例的乙醇和汽油的混合燃料，这种汽车也得到很多政府的积极推广，例如通过降低登记费和公路税。经合发组织国家制造的多数汽油动力汽车可以使用含乙醇不超过10%的混

<sup>6</sup> “G8+5”国家包括八国集团（加拿大、法国、德国、意大利、日本、俄罗斯联邦、英国和美国），加上五个新兴经济体（巴西、中国、印度、墨西哥和南非）。

图 8

## 在生物燃料供应链不同阶段中提供的支持



资料来源：引自Steenblik, 2007。

合燃料，有时候可以达到20%，但灵活燃料汽车的燃料中可以掺入高达85%的乙醇。

### 关税

很多国家都使用生物燃料关税来保护本国农业和生物燃料产业，支持国内生物燃料价格，并为国内生产提供激励。除巴西以外，主要的乙醇生产国都设定了很高的最惠国关税（见表5）。但是，实施中的最惠国税率和关税配额也有一些例外情况。总体而言，生物柴油实施的关税税率较低。

### 税收激励

关税可以被用来刺激国内生产、保护国内生产者，而免税则可以作为一种刺激生物燃料需求的手段。税收激励或惩罚是使用最广的手段，可以极大地影响生物燃料针对其它能源的竞争力，最终影响其商业活力。美国是经合发组织国家中第一个实施生物燃料税免除的。继上世纪70年代石油价格激增后，美国就出台了《1978能源税法》，引入了生物燃料免税规定。该法案规定燃料中掺入酒精可以享受免除消费税的待遇。2004年，免税措施

表 4

## “G8+5”国家交通运输燃料的自愿性和强制性生物能源目标

国家/国家集团	目标 <sup>1</sup>
巴西	无水乙醇与汽油强制性混合比例为20-25%；2008年7月生物柴油与柴油的最低混合比例为3%，2010年底要达到5%（B5）
加拿大	2010年汽油可再生能源含量要达到5%；2012年柴油可再生能源含量要达到2%
中国	到2020年，交通运输能源需求的15%利用生物燃料
法国	到2008年达到5.75%，2010年达7%，2015年达10%（V），2020年达10%（M = 欧盟目标）
德国	2010年达到6.75%，2015年提高到8%，2020年达10%（M = 欧盟目标）
印度	提出乙醇为5-10%、生物柴油为20%的混合目标
意大利	2010年达到5.75%（M），2020年达到10%（M = 欧盟目标）
日本	到2010年，产量转换成原油为500000千升（V）
墨西哥	目标尚在酝酿
俄罗斯联邦	没有设立目标
南非	到2006年达到8%（V）（正在考虑将目标提高到10%）
英国	2010年生物燃料比例达5%（M），2020年达10%（M = 欧盟目标）
美国	2008年达到90亿加仑，2022年提高到360亿加仑（M），其中210亿加仑为先进生物燃料（160亿加仑来自纤维素生物燃料）
欧盟	2020年达到10%（M，由欧盟委员会于2008年1月提议）

<sup>1</sup> M = 强制性；V = 自愿性。

资料来源：全球生物能源伙伴关系，2007年，并根据美国农业部（USDA，2008a）提供的信息进行更新；可再生燃料协会（RFA，2008）；以及来自欧盟委员会和巴西圣保罗大学Ricardo Abramovay教授的书面通讯材料。

表 5

## 若干国家乙醇适用税率

国家/国家集团	适用最惠国税率	按税前单位价值0.50美元/升计算		例外/备注
		当地货币或从价税率	从价税等值 (百分比)	
澳大利亚	5% + 0.38143澳元/升	51	0.34	美国，新西兰
巴西	0%	0	0.00	2006年3月从20%缩减
加拿大	0.0492加元/升	9	0.047	自由贸易协会伙伴
瑞士	35瑞郎/100公斤	46	0.232	欧盟，普惠制国家
美国	2.5% + 0.54美元/加仑	28	0.138	自由贸易协会伙伴，加勒比盆地动议伙伴
欧盟	0.192欧元/升	52	0.26	欧洲自由贸易协会，普惠制国家

注：出于贸易目的，乙醇被归类为HS 2207.10，未改性乙醇。所列关税截止于2007年1月1日。

MFN = 最惠国；FTA = 自由贸易协会；EFTA = 欧洲自由贸易协会；GSP = 普惠制；CBI = 加勒比盆地动议。

资料来源：Steenblik，2007。

#### 插文 4 美国生物能源政策

目前，利用玉米生产乙醇在美国生物燃料生产中占主导地位，2007年产量达300亿升；其次是利用大豆生产生物柴油，达20亿升。美国还投入大量资源用于开发和应用下一代生物燃料技术。

美国目前正在实施一系列政策以促进生物能源发展，包括2005年《能源政策法案》、2007年《能源独立与安全法案》、2002年《农业法案》和2000年《生物质研究与发展法案》；其中一些涉及用于交通运输的液体生物燃料。

上世纪七十年代受石油价格冲击之后，卡特政府以《1978年能源税法》开始对生物燃料实行金融激励措施。该法案规定对酒精混合燃料免除100%的汽油消费税，当时该税率为每加仑4美分。最近，《2004年美国创造就业法案》出台了从量式乙醇消费税

抵扣政策（VEETC），为混合商和零售商提供每加仑乙醇51美分的税收减免。《2005年能源政策法案》使从量式乙醇消费税抵扣政策延伸至2010年并将范围扩展到生物柴油。利用农业原料生产的生物柴油每加仑可以获得1.00美元的抵税额，而利用废弃油脂生产的生物柴油每加仑可获得50美分的抵税额。有几个州也出台了若干消费税减免政策。从量式乙醇消费税抵扣政策适用于所有生物燃料而不区分来源国。但是，要对进口乙醇征收每加仑54美分和2.5%的从价关税。

《2005年能源政策法案》对可再生能源制定了定量指标。事实上，由该法案建立的可再生能源标准（RFS）要求在美国销售的所有车用汽油必须在2012年以前达到75亿加仑（1加仑=3.785升）可再生能源含量的目标；2012年以后，该百分比含量必须维

被生产者所得税抵免额度取代。自那之后，其他国家也实施了不同形式的免税安排。

#### 研究与开发

多数生物燃料生产国都在生物燃料生产过程的不同阶段开展或资助研发活动，从农艺到燃烧。生物能源研发的目的一般是通过技术开发，提高转化效率，寻找可持续的原料以及研究经济有效的转化方法生产先进燃料。发达国家目前的筹资模式表明，越来越多的公共研发资金被投入到二代生物燃料，特别是纤维乙醇和生物质替代能源

的研发方面，旨在替代以石油为基础的柴油。

#### 生物燃料政策的经济成本

全球补贴动议（Steenblik，2007）估算了部分经合发组织经济体对生物燃料领域的补贴，见表6。这些估算可以让人们粗略了解各国用于支持生物燃料的政府转移资金规模，尽管它们往往低估了投资激励的总体价值，因为这方面的资料很难收集。这些估算中没有考虑不同政策的潜在市场扭曲作用。

持在2012年的水平。有几个州还已实施或计划实施自己的可再生能源标准。

2005年的法案也继续资助生物质计划，提供5亿多美元促进利用生物技术和其它先进加工工艺，用纤维素原料生产出与汽油和柴油具有成本竞争力的生物燃料，增加生产那些在制造设备中减少化石燃料消耗的生物产品，示范利用纤维素原料生产液体运输燃料、高价值的化学产品、电力和热能的综合生物精炼技术的商业化应用。《2007年能源独立与安全法案》制定了更宏大的数量指标，规定2008年要达到90亿加仑可再生燃料，而到2022年要逐步增加到360亿加仑，其中210亿加仑为高级生物燃料（160亿加仑纤维素生物燃料，50亿加仑其他高级生物燃料）。

在经费资助方面，《2007年能源独立与安全法案》授权在2008-2015财

年期间，每年拨款5亿美元用于生产高级生物燃料；相对于目前使用的燃料，至少要减少80%生命周期温室气体的排放。该法案还预示进行2亿美元的资助计划用于安装乙醇-85加油基础设施。

《2002年农业法案》中有若干条款可促进生物提炼厂的发展，为原料生产者提供激励措施，并为农民、地方当局和民间社会提供教育计划，宣传生物燃料生产和利用的好处。2008年5月国会投票通过的《2007年农业法案》将玉米乙醇抵税额从每加仑51美分减少到45美分，并出台了纤维素乙醇每加仑1.01美元的抵税额。

资料来源：依据全球生物能源伙伴关系，2007；美国农业部信息，2008a，以及可再生燃料协会，2008。

总支出估计值（TSE）计算了政府给予生物燃料产业的所有支持，包括消费指标、税收额度、进口壁垒、投资补贴，以及针对行业的支持总量，例如公共研发投资。这种估算类似于经合发组织对于农业所作的支持总量估算。这些估算既包括直接影响生产水平的措施，也包括不直接关联产出的、扭曲作用较小的支持。估算中不包括对农业原料生产的支持，这一因素在农业支持总量估算中另行计算。

表6证实，在经合发组织经济体中生物燃料补贴对于纳税人和消费者而言已经相对较高，美国生物燃料加工厂和燃

料作物种植者获得的支持达到每年60亿美元，而欧盟每年近50亿美元。该表还显示了不同生产水平的支持总量估算比例。这表明随着产出的增加，支持总量还将如何进一步增长，正如美国和欧盟设定的消费目标所意味的那样。欧盟乙醇补贴几乎完全是同产量联动的，因此随着政府规定产量的增加，乙醇补贴也会上浮。该表还说明，随着经合发组织强制性消费水平的提高，生物燃料补贴总量可能会大幅度增加。

为说明这些生物燃料补贴的相对重要性，表7列出了每升平均补贴。乙醇补贴为0.30到1.00美元/升不等，而生物柴油

### 插文 5 欧盟生物能源政策

过去10年期间，欧盟生物燃料的生产和利用大幅增长。2007年生物燃料产量90亿升，主要是生物柴油（60亿升）。该产业发展迅猛，其中德国生产的生物柴油占欧盟产量的一半以上。主要原料是油菜籽（约占80%），其余大部分是葵花籽油和大豆油。欧盟企业在乙醇生产投入上较为滞后，2007年总产量近30亿升。生产乙醇的主要原料为甜菜和谷物。

欧盟生物燃料法规由三个主要指令组成。第一个支柱是促进欧盟生物燃料市场的2003/30/EC指令。为鼓励利用生物燃料并与成本较低的化石燃料相竞争，该指令制定了生物燃料消费的自愿性“参考目标”（以含能量为基础），2005年应达到2%，到2010年12月31日应达到5.75%。该指令要求

成员国根据本指令的参考百分比来制定各国生物燃料比例指示性目标，但可以自由选择战略来实现目标。

第二个支柱是2003/96/EC指令。该指令允许对生物燃料采用税收激励措施。征税不属于欧共同体统一行动范围，各成员国可以自行决定对化石燃料和生物燃料的征税水平。但是税收免征的做法被当作是国家环境援助，因此成员国实施免税时要得到欧洲委员会授权以避免不正当的竞争扭曲。

欧盟生物燃料法规的第三个支柱涉及燃料的环境规范，通过98/70/EC指令做出规定并经2003/17/EC指令修订。由于环境原因，指令规定乙醇混合比例限度为5%。委员会已提出乙醇混合比例为10%的修正案。

表 6  
2006年若干经合发组织经济体的生物燃料总支持估计值

经合发组织经济体	乙醇		生物柴油		液体生物燃料合计	
	总支持估计值 (10亿美元)	可变份额 <sup>1</sup> (百分比)	总支持估计值 (10亿美元)	可变份额 <sup>1</sup> (百分比)	总支持估计值 (10亿美元)	可变份额 <sup>1</sup> (百分比)
美国 <sup>2</sup>	5.8	93	0.53	89	6.33	93
欧盟 <sup>3</sup>	1.6	98	3.1	90	4.7	93
加拿大 <sup>4</sup>	0.15	70	0.013	55	0.163	69
澳大利亚 <sup>5</sup>	0.043	60	0.032	75	0.075	66
瑞士	0.001	94	0.009	94	0.01	94
合计	7.6	93	3.7	90	11.3	92

<sup>1</sup> 支持比率随产量或消费量的增长而变化，其包括市场价格支持、生产支付或税额抵扣、燃料消费税抵扣以及对可变投入的补贴。

<sup>2</sup> 报告范围的下限。

<sup>3</sup> 2006年欧盟25个成员国的合计数。

<sup>4</sup> 临时估计数。

<sup>5</sup> 数据为始于2006年7月1日的财年。

资料来源：Steenblik, 2007; Koplów, 2007; Quirke, Steenblik和Warner, 2008。

特别是在2003年共同农业政策改革之后，对生物能源的支持已被纳入为其一部分。这项改革切断了给农民的补贴与其所种植作物之间的联系，允许农民利用生物燃料等带来的市场新机遇。每公顷提供45欧元的特殊补助，用于在非休耕地（传统粮食作物产区）种植能源作物。此外，农民虽然不能在休耕地上种植粮食作物，但可以种植包括生物燃料在内的非粮作物并有资格获得按公顷提供的补偿款。

对生物能源的支持也来自欧盟农村发展新政策，包括支持可再生能源的措施，如对生物质生产提供赠款和基本建设费用。

2007年3月，欧洲理事会根据委员会提出的《欧洲能源政策》，批准到

2020年欧洲全部能源消费中可再生能源比例达到20%的约束性指标，以及交通运输业到2020年全部汽油和柴油中生物燃料的比例达到10%的最低约束性指标。后一目标的实现取决于生产是否可持续、第二代生物燃料能否实现商业生产以及能否相应修订燃料质量指令以适当调整混合标准（欧盟理事会，2007）。包括生物燃料指标和可持续性标准在内的可再生能源指令提案由欧洲委员会于2008年1月23日提交给理事会和欧洲议会。

资料来源：依据全球生物能源伙伴关系，2007，以及欧洲委员会的网站信息。

的补贴幅度更大。该表反映出，尽管某些国家的支持总量支出相对不高，但如果按单位补贴来看就更为可观了。另外，支持的可变部分意味着尽管有些补贴受到预算限制，特别是在州或省级，但是随着产出增加，支持性支出的增长幅度。

## 生物燃料的经济活力

上文讨论的生物燃料政策正在影响着全球农业经济，其方式可能会对实施这些政策的国家以及全球其他国家带来意外结果。无论是否生产生物燃料，所有国家都无法避开这种影响。各国实施的要求、补贴和激励都成为了农产品需

求的一个新的重要来源。因此，农业与能源领域的历史性联系正在不断加强，其特性也在发生变化。生物燃料政策对农业产出和收入、商品价格和粮食可供量、土地和其他资源回报、农村就业以及能源市场都有重要影响。

如果种植生物燃料作物的纯收入远远高于种植其它作物或用途时，农民就会选择种植生物燃料作物。决定是否种植某种生物燃料作物的过程与其他作物一样。农民根据预期纯收入以及对风险的估计来决定选择种植什么作物。他们的决定取决于正规模型、经验、传统，或对三者的综合考虑。计算方法取决于现有的市场和农艺条件，不同的农场和季节情况各异。

在现行的政策和市场情况下，农民可获得的生物燃料作物的价格主要决定于该作物的能源潜力、转化成本、运输成本以及联产品的价值。正如在第2章中所讨论的那样，不同的作物的物理能源潜力各异，涉及生物质原料作物每公顷产量与其转化成能源效率的功能。不同的作物的单产不同，主要决定因素包括品种、栽培方法、土壤质量和气候条件。

全球第一代乙醇原料作物的单产范围在每公顷1.3吨（甜高粱）至每公顷65吨（甘蔗）（见第16页表2）。同样，转化率的范围在每吨70升（甘蔗）到每吨430升（水稻）。就土地利用效率（升/公顷）而言，甜菜和甘蔗是第一代生物燃料作物中生产率最高的。然而，生产成本由于不同的作物和产地有很大变化，因而经济效益会有很大差别。

我们可以使用预算模式来评价生物燃料生产企业的经济业绩。Tiffany和Eidman（2003）根据一系列玉米的价

格、乙醇的价格、联产品的价格、天然气的价格以及替代投资的相关利率，计算了一个生产乙醇的干磨厂的绩效。这一模型显示出乙醇生产企业的净收益在过去十年中经历了强烈的波动，净收益对于玉米、乙醇和天然气价格的变化高度敏感。因此，这些价格变化和乙醇产量变化的共同作用可能对乙醇生产企业的净利润有显著的影响。

Yu和Tao（2008）模拟了中国不同地区使用三种不同作物：木薯、小麦和玉米的三个乙醇项目的运营情况。他们考虑了原料和汽油价格变化，并在一系列价格条件下分别计算了三个项目投资的预期净现值（NPV）和内部收益率（IRR）。他们发现木薯项目在大多数情况下预期为正净现值，内部收益率大于12%，不过有25%的可能性收益状况不好。因此木薯项目在经济效益上有竞争力。玉米和小麦项目的净现值为负值或很低，因此在没有补贴的情况下经济上不可行。玉米和小麦项目运营状况差的

表 7  
若干经合发组织经济体对每升生物燃料提供的平均和可变支持比率近似值

经合发组织经济体	乙醇		生物柴油	
	平均 (美元/升) <sup>1</sup>	可变 (美元/升) <sup>1</sup>	平均 (美元/升) <sup>1</sup>	可变 (美元/升) <sup>1</sup>
美国 <sup>2</sup>	0.28	联邦: 0.15 各州: 0.00-0.26	0.55	联邦: 0.26 各州: 0.00-0.26
欧盟 <sup>3</sup>	1.00	0.00-0.90	0.70	0.00-0.50
加拿大 <sup>4</sup>	0.40	联邦: 达到0.10 各省: 0.00-0.20	0.20	联邦: 达到0.20 各省: 0.00-0.14
澳大利亚 <sup>5</sup>	0.36	0.32	0.35	0.32
瑞士 <sup>6</sup>	0.60	0.60	1.00	0.60-2.00

<sup>1</sup> 各数值（美国和澳大利亚除外）四舍五入到0.10美元。

<sup>2</sup> 报告范围的下限。一些支付受预算限制。

<sup>3</sup> 指成员国提供的支持。

<sup>4</sup> 临时估计数；包括2008年4月1日出台的激励措施。联邦及大多数省级支持均预算有限。

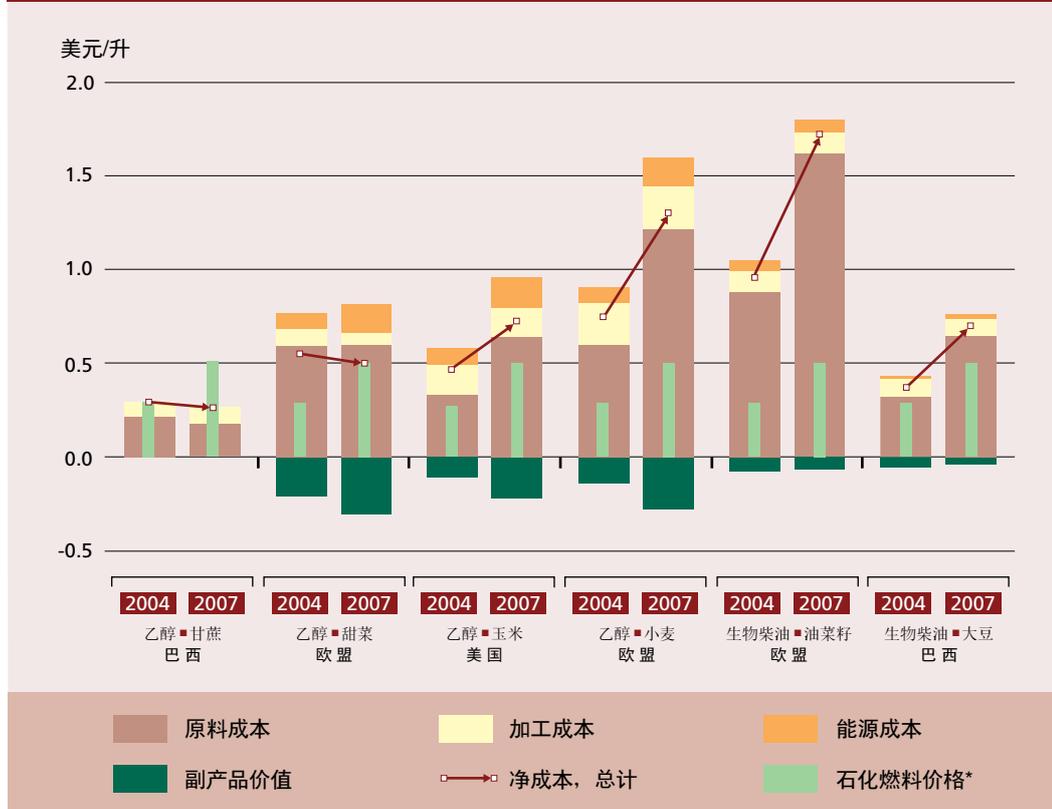
<sup>5</sup> 数据为始于2006年7月1日的财年。支付不受预算限制。

<sup>6</sup> 生物柴油的范围基于原料的来源和类型。某些支付有固定数量（升）限制。

资料来源：Steenblik，2007，第39页。

图 9

2004年和2007年若干国家生物燃料生产成本



\* 国内市场汽油或柴油净价。

资料来源：经合发组织-粮农组织，2008。

主要原因是原料价格高，原料成本占到了总生产成本的75%以上。

经合发组织-粮农组织（2008）估算了在一些国家各种作物生产生物燃料的平均成本（图9）。成本分为原料成本、加工成本和能源成本。从中扣除联产品的价值就是净成本，在图中由一个小方点表示。图中还用绿柱表示出每种燃料最近似化石燃料（汽油或柴油）当量的市场价格。

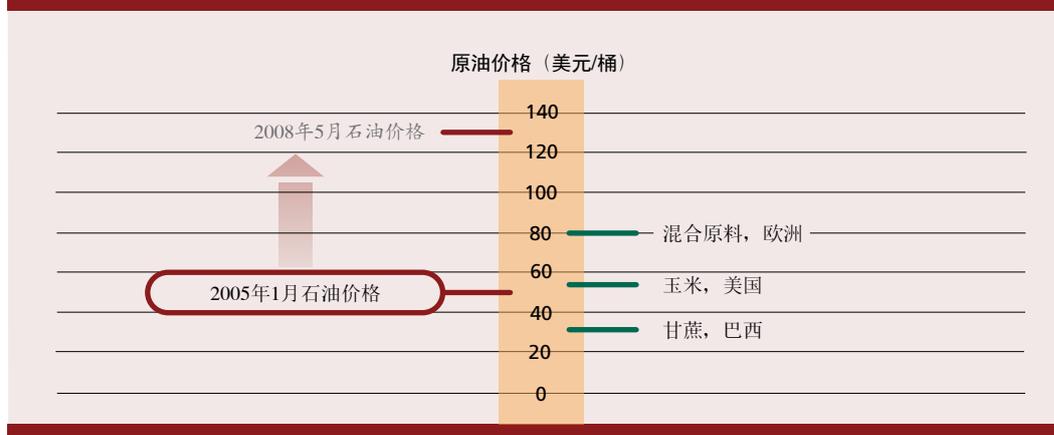
到目前为止，巴西用甘蔗生产乙醇的总成本是各种类型乙醇生产中最低的。在所有有数据的案例中，原料成本都是各项成本中占总成本比例最高的。在巴西，由于使用甘蔗加工的主要联产品蔗渣作为燃料，乙醇生产的能源成本可以忽略。与此形成对比的是，欧洲和

美国的生产商通常购买燃料，同时将乙醇和生物柴油生产的联产品卖出用作动物饲料。

在减去联产品的价值之后，每升生物燃料净生产成本最低的仍然是巴西的以甘蔗为原料生产的乙醇。这也是唯一的一种价格能持续保持低于等量化石燃料的生物燃料。除此之外，巴西以大豆为原料的生物柴油和美国玉米乙醇的净生产成本最低。但这两种燃料的成本都高于化石燃料的市场价。欧洲生物柴油的生产成本是巴西乙醇的两倍以上，反映了很高的原料成本和加工成本。2004到2007年间，包括玉米、小麦、油菜和大豆的原料的成本大幅上涨；今后生物燃料产业的盈利情况要看这些原料价格如何随石油价格的变化而变化了。

图 10

## 2005年原油及若干原料损益平衡价格



资料来源：基于粮农组织数据，2006a。

粮农组织2006年的一项研究采用2006年之前的原料作物平均价格，计算了不同耕种体系和不同原料生产出来的乙醇与化石燃料可以有竞争力的平衡点（粮农组织，2006a）（见图10）。研究结果显示各个生产体系在生产经济有竞争力的乙醇方面的能力有很大差别，同时也指出在按原油价格比较时，巴西用甘蔗生产的乙醇比其他产地用其他作物生产的燃料要有更强的竞争力，这一结论与经合发组织的上述结论一致。基于2006年之前的玉米价格，美国玉米乙醇在原油价格大约58美元/桶时可有竞争力，但需要注意的是这一平衡点会随原料价格的变动而变化。事实上，自这一分析之后玉米价格的大幅上涨（部分源于生物燃料需求）以及糖价的下跌说明，巴西用甘蔗生产的乙醇对美国玉米乙醇的优势可能已经进一步扩大了。

Tyner和Taheripour（2007）使用动态的商品价格，在不存在税收优惠和其他激励措施情况以及现有的技术之下，计算了美国玉米乙醇和原油价格达到平衡的各个组合（图11）。他们对单一原料作物的分析显示出了，原料作物和原油价格对于整个生物燃料生产体系经济

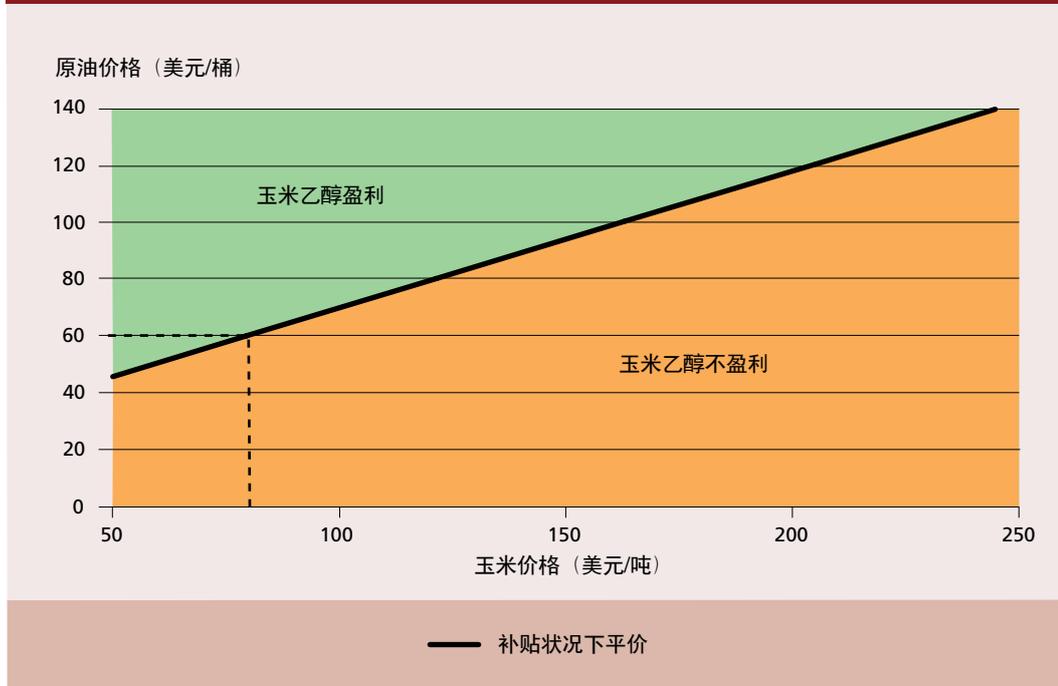
可行性至关重要。例如，在原油价格为60美元/桶时，乙醇生产商可以承受79.52美元/吨的玉米价格而保持盈利。当原油价格为100美元/桶时，生产商可以支付162.98美元/吨的玉米价格。图中的实黑线表示在美国玉米乙醇可以实现各种平均价格或盈亏平衡点。在这条平均价格线左边和上方内的价格组合，玉米乙醇生产能够盈利。在原油价格低而玉米价格高（实线的右下方价格组合），玉米乙醇生产不能盈利。

对其他地区的其他燃料作物也可以做类似的分析。分析的结果会根据具体情况下的原料生产技术效率和转化情况而发生变动。成本更低的生产者的盈亏平衡线将会与竖轴交于更低点，该线的斜率取决于当价格变化时生产者扩大原料生产和生物燃料加工规模的难易程度。一个国家的盈亏平衡价格也会随技术进步、基数设施改良以及制度创新而变化。

Tyner和Taheripour（2007）也考虑了政策干预对经济可行性的影响。据他们估算，美国的可再生燃料标准，税收优惠政策和关税壁垒（见插文4美国生物燃料政策）可折算成对乙醇生产的每蒲

图 11

## 美国玉米和原油损益平衡价格



资料来源：根据Tyner和Taheripour, 2007。

式耳玉米大约1.60美元（63.00美元/吨）的综合补贴。图12显示了在各个原油价格水平下，乙醇生产实现盈亏平衡的玉米价格，依据能源含量也包括现有补贴值。红线考虑了美国的规定值和乙醇补贴。此线位于黑线的右方，表明在给定的原油价格下，乙醇生产商可以支付更高的玉米价格并保持盈利。对于任一给定的石油价格水平，规定值和补贴值使实现盈亏平衡的玉米价格提高了63.00美元/吨。正如上文所示，当原油价格为60美元/桶时，按能源计算玉米乙醇在玉米价格低于79.52美元/吨的情况下具有竞争力。但补贴使得乙醇加工者可以支付最高142.51美元/吨的价格，并保持盈利。

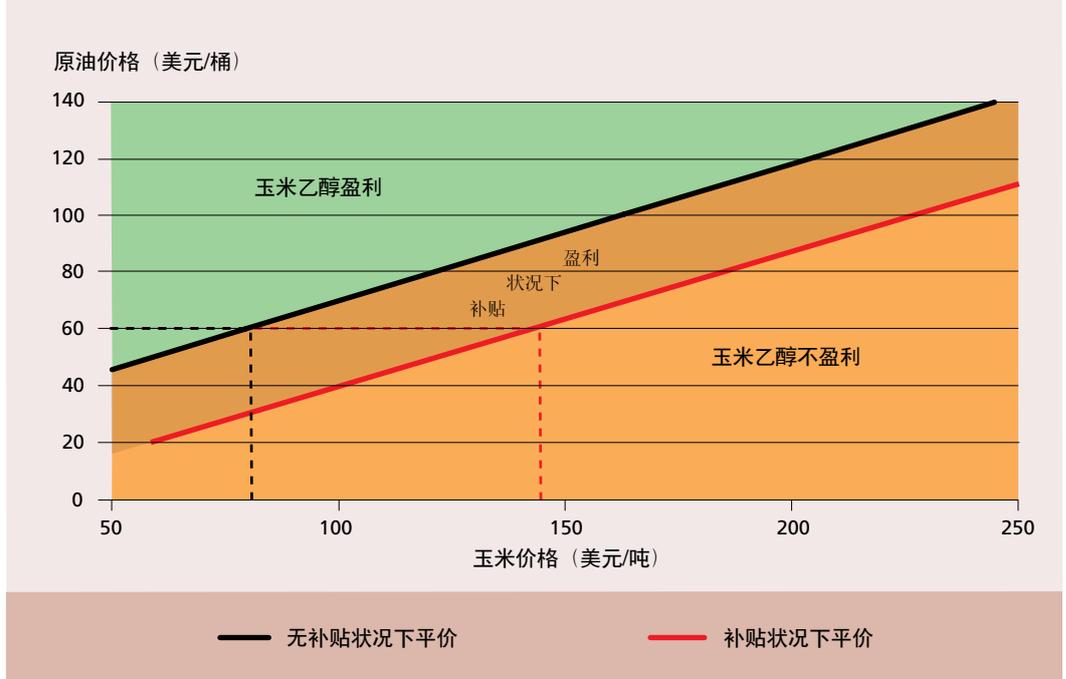
图13是在上述Tyner和Taheripour的盈亏平衡价格线上叠加了2003年6月到2008年4月间玉米和原油每月观察价格。数据点表示玉米/原油相对价格一般处于黑线的右边，这表明按能源计算玉米价

格高于乙醇盈亏平衡点，在没有补贴的情况下美国的玉米乙醇生产与化石燃料相比不具有竞争力。实际的价格组合基本位于两条线之间，说明大多数情况下补贴经常可以使玉米乙醇具有竞争力，但也有例外的情况。

各时段的数据显示出一种阶梯状的价格关系，原油价格上涨使得乙醇生产扩大，拉动了玉米价格的上涨。在2004年中期之前，原油价格水平很低，即使是在可获得的补贴的情况下，用玉米生产乙醇也毫无竞争力。2004年中期原油价格开始上涨，此时玉米的价格水平仍然很低。到2005年初，原油价格超过了60美元/桶，此时即使在没有补贴玉米也具有竞争力。《2005年美国能源政策法案》确立了可再生燃料标准，开始时2006年为40亿加仑，并在2012年增加到75亿加仑。之后，美国掀起了一股建设乙醇生产厂的热潮，对作为乙醇原料

图 12

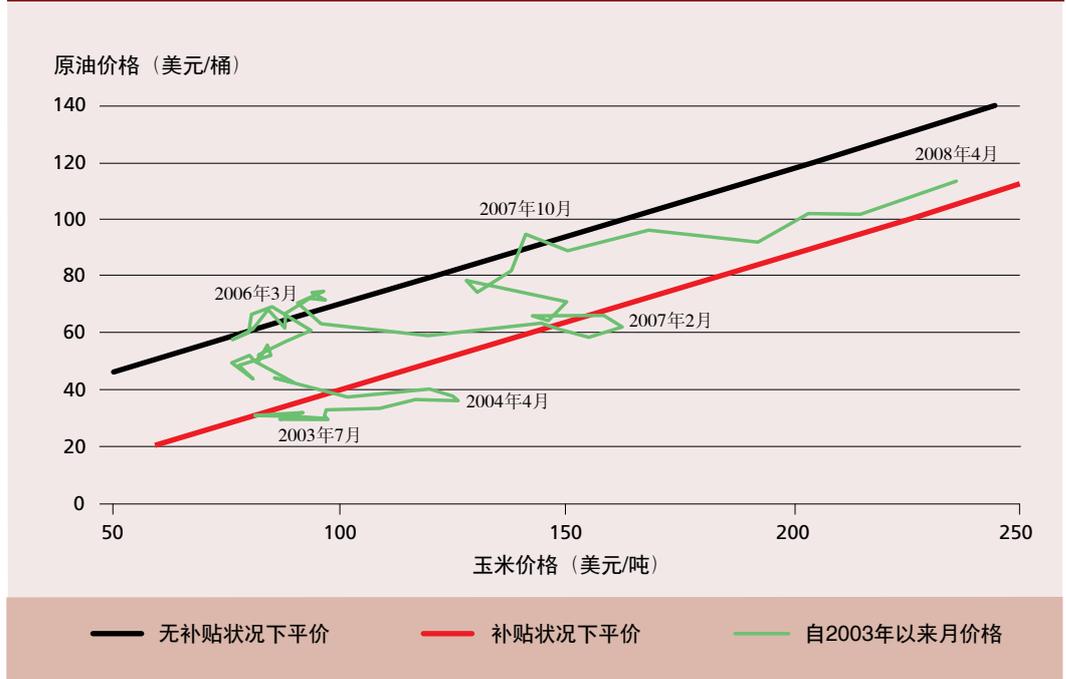
### 玉米和原油在补贴及无补贴状况下损益平衡价



资料来源：根据Tyner和Taheripour, 2007。

图 13

### 2003-08年玉米和原油损益平衡价及观察到的价格



资料来源：引自Tyner和Taheripour, 2007年。原油价格：布伦特原油，芝加哥期货交易所（美元/桶）。玉米价格：美国2号黄大豆，芝加哥期货交易所（美元/吨）。该价格于2008年6月10日下载自商品调查局万维网站（<http://www.crbtrader.com/crbindex/>）。

的玉米需求也快速增长。对乙醇的需求及其他市场因素使得玉米的价格在2006年全年持续上升，而同期原油的价格保持在近60美元/桶。在这段时间里，即使有补贴，玉米生产乙醇的竞争力也大大下降，很多乙醇生产厂是在亏损经营。2007年中开始，原油价格再次开始大幅上涨，到2008年中达到了135美元/桶。因此，从2007年中期开始，在有补贴的玉米竞争力再次增强。<sup>7</sup>生物燃料政策本身会对农产品价格产生影响，从而在某种程度上决定了用农产品生产生物燃料的竞争力。第4章将对政策在生物燃料市场形成中的作用做更全面的阐述。

这一分析显示，在现有的技术水平下，美国的玉米乙醇的生产只能短暂时地获得市场生存力，随着玉米价格的进一步上升，玉米作为燃料作物原料的竞争力会再次丧失。目前的补贴和贸易壁垒可以抵消一部分玉米生产乙醇的劣势，但不能确保其有竞争力。

这一分析还阐释了原油价格和农产品原料价格之间的紧密联系，所得的结果与本章开头的观点相一致，即由于能源市场比农产品市场更大，原油价格的上涨将推动农产品价格的上升。分析进一步强调了政府扶持政策在两个市场价格关系的形成方面起到的重要作用。

虽然对其他国家或其他生物燃料原料作物没有做类似的盈亏平衡点分析，但是通过对原油价格和农产品价格的比较可以看到大部分原料作物存在类似关

系。图14给出了石油与油菜籽、棕榈油、大豆和糖的每月价格对。除了糖，其他作物和原油之间的价格关系都与玉米和石油的价格关系类似。与此形成对比的是，近几年糖的价格一直在下降，提高了用糖生产乙醇的盈利能力。

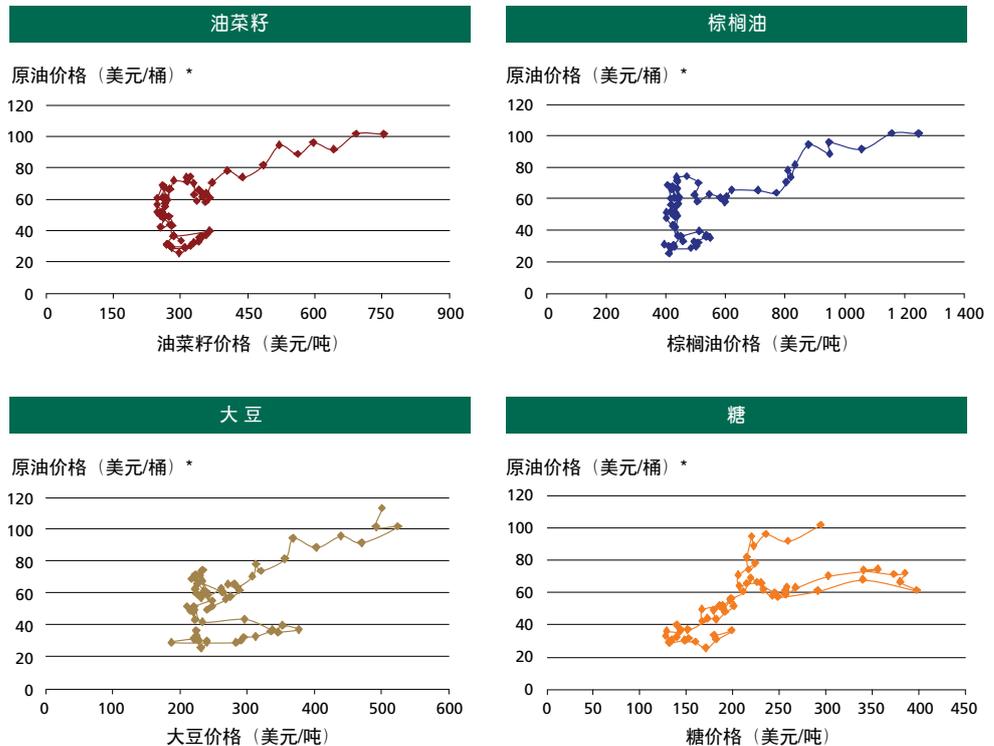
## 本章要旨

- 乙醇和生物柴油等液体生物燃料可与用石油生产的汽油和柴油形成直接的竞争。由于能源市场相比农产品市场要大，能源价格的变化将会推动生物燃料及其原料作物的价格。
- 生物燃料的原料作物同时也和其他农作物争夺生产资源，因此能源价格会影响所有使用同类的生产资源的所有农产品。基于同样的理由，使用非粮食作物生产生物燃料并不一定能够消除粮食和燃料之间的竞争。
- 在一定技术水平下，生物燃料的竞争力取决于农作物原料和化石燃料之间的价格关系。这一价格关系会随着作物品种、国家、地区以及生产技术而不同。
- 巴西用甘蔗生产的乙醇是一项重大例外，在所有大规模生物燃料生产国家中其成本最低的，生物燃料总体来说在没有补贴的情况下竞争力不如化石燃料，即便是在目前高油价的情况下。然而，竞争力会随着原料作物和能源价格的改变以及技术的发展而改变。政策也会直接影响到竞争力。
- 经合发组织国家政府采取一系列广泛的政策工具来支持和促进生物燃

<sup>7</sup> 刺激美国的乙醇需求的另外一个因素是2004年1月起生效的加州禁止使用甲基叔丁基醚（MBTE）的禁令。MBTE是一种帮助发动机清洁燃烧的汽油添加剂，但是由于该物质可能对水质产生不良影响，可能会被乙醇所取代。

图 14

## 2003-08年原油与其它生物燃料原料之间的价格关系



\* 2003年以来月价格。

资料来源：原油价格：布伦特原油，芝加哥期货交易所（美元/桶）。该价格于2008年6月10日下载自商品调查局万维网站（<http://www.crbtrader.com/crbindex/>）。商品价格来自粮农组织国际商品价格数据库。

料的发展。同时，越来越多的发展中国家也开始出台扶持生物燃料的政策。常用的政策工具包括：强制规定在汽油中混入生物燃料，对生产和配送的补贴以及税收激励机制。生物燃料的关税壁垒也被广泛使用来保护本国生产者。这些政策可以对生物燃料生产的盈利状况起决定性作用，在很多情况下，如果没有这些政策，生物燃料的生产就不具有经济可行性。

- 促使各国政府支持这一产业的主要动力是对气候变化和能源安全的关

注，以及希望通过提高对农产品的需求实现对农业的支持。虽然生物燃料政策似乎在支持国内的农民方面起到了作用，但其在实现气候变化和能源安全目标方面的有效性正日益受到人们的审视。

- 在多数情况下，这些政策成本高，并且容易对已经严重扭曲和保护程度很高的农产品市场造成新的扭曲，不论是国内市场还是国际市场。这对高效的国际生物燃料及其原料作物的生产模式往往是不利的。

## 4. 生物燃料市场与政策影响

如第3章所述，推动液态生物燃料的发展是影响全球农业的政策和经济因素共同作用，虽然有时影响是以出人意料的方式进行的。本章重点讨论生物燃料市场及政策对生物燃料和农产品生产与价格带来的影响，研究了近期全球农产品市场的发展趋势，分析了这些趋势与液态生物燃料需求加大之间的联系。之后考察了生物燃料生产的中期前景及其对商品生产和价格的影响，并分析了备选政策和油价情景对该部门如何发展的可能影响。最后，本章讨论了现行的一些生物燃料政策的成本，以及这些政策对市场产生的某些影响。

### 近期生物燃料和商品市场的发展<sup>8</sup>

政策对乙醇和生物柴油生产与使用的支持，加上油价快速上涨，使得生物燃料作为石油基燃料的替代物更具吸引力。2000至2007年间，全球乙醇产量增加了两倍，达到620亿升（F.O. Licht，2008年，数据来自经合发组织-粮农组织AgLink-Cosimo数据库）；同期，生物柴油生产增加了十多倍，达到100多亿升。巴西与美国在乙醇生产增长中占主导地位，而欧盟则一直是生物柴油产量增长的主要来源。但是，其他许多国家也已开始提高本国生物燃料的产量。

近三年来，农产品价格在多种因素的共同作用下急剧上涨，这些因素互相促进，其中特别是对生物燃料的需求。

自2002年以来，粮农组织名义粮食价格指数已经翻了一番，实际价格指数也迅速上升。到2008年初，实际粮食价格比2002年的水平高出了64%，而之前40年，该指数主要呈下降或持平趋势。上涨幅度最大的是植物油价格，同期平均上涨了97%；其次是谷物（87%），乳制品（58%）和稻米（46%）（图15）。糖和肉类产品价格也有所上涨，但幅度没有这么大。

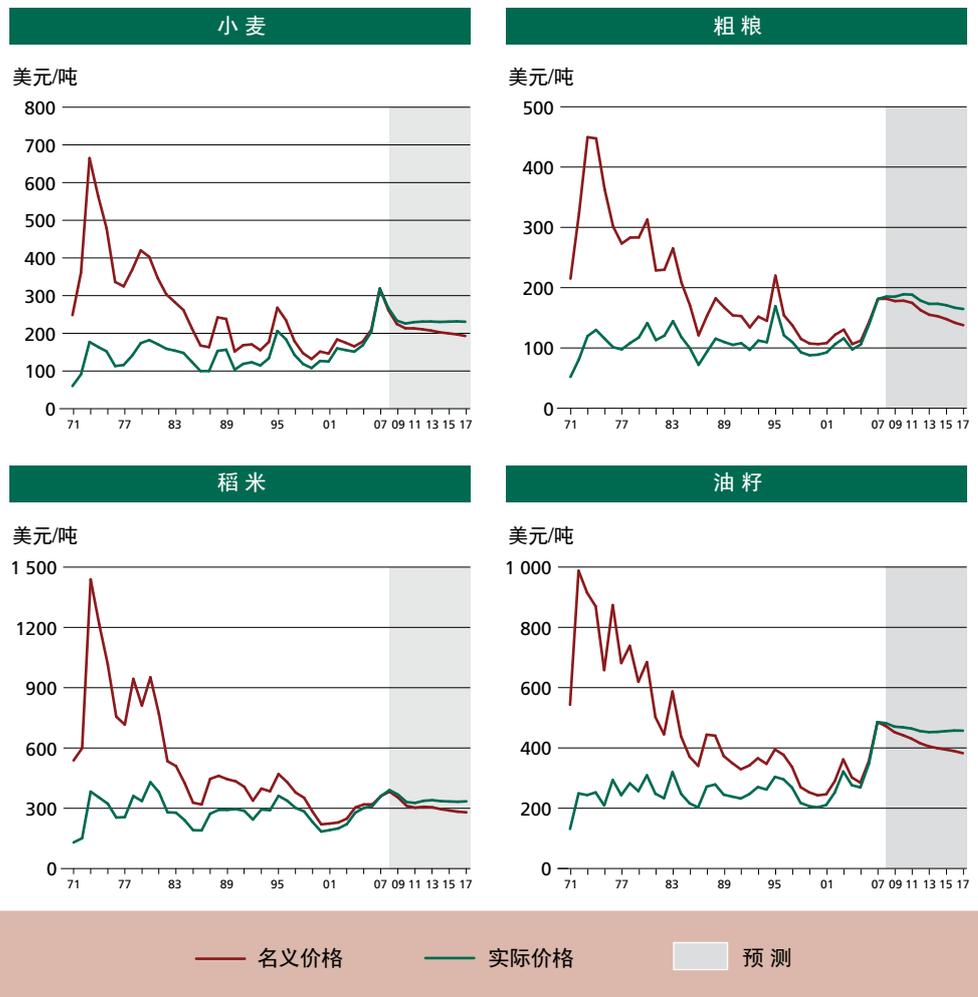
在各个农产品市场中，经常会发生价格上涨情况，如价格下跌一样；事实上，自2008年中期以来，受增收预期（粮农组织，2008b）的影响，一些商品价格已经开始回落。但是，当前的农产品市场状况之所以引人注目，一是因为世界范围的价格急剧上涨并不仅限于少数几种商品，而是如前所述涵盖了几乎所有的主要粮食和饲料商品；二是如《经合发组织-粮农组织2008-2017年农业展望》（经合发组织/粮农组织，2008）预测，在短期冲击的影响逐渐消退以后，价格很可能还会保持高位运行。很多因素促成了这些状况，但很难量化这些因素各自的作用有多大。

在可能发挥作用的因素中，名列前茅的是许多新兴国家经济和人口的快速增长导致各农产品市场（即谷物、油料作物和畜产品）之间的联系更加密切；另一个显著因素是农产品市场和化石燃料与生物燃料市场之间的联系更加密切，影响了农产品的生产成本和需求。与金融市场之间更加紧密的联系以及美元对多种货币汇率的下跌也发挥了重要作用（粮农组织，2008a）。

<sup>8</sup> 关于当前农产品市场发展的更多信息，见粮农组织（2008a）和最近几期《粮食展望》。

图 15

## 1971-2007年粮食产品价格趋势及对2017年的预测



资料来源：经合发组织-粮农组织，2008。

此次价格飙升还伴随着比以往更大的价格波动，特别是在谷物和油料领域，这凸显出市场不确定性加大。但是，当前情况与以往不同，价格波动持续时间更长，这一特点是供应紧张的结果，也反映出各个农产品市场之间以及这些市场与其他市场之间的关系性质发生了变化。

此次价格飞涨的关键诱发因素是主要谷物出口国产量下降，这种情形始于2005年，当年下降了4%；2006年仍然继续，下降了7%。澳大利亚和加拿大的

产量总计下降约五分之一，其他许多国家的产量也保持或低于原有趋势。谷物库存水平自二十世纪90年代中期以来逐渐减少，这是在供应方面对市场产生显著影响的另一个因素。事实上，自1995年上次价格上涨后，由于供不应求，全球库存水平平均每年下降3.4%。当前，在库存水平低的情况下又出现了产量震荡，为价格飞涨创造了条件。

近期石油价格的上涨也提高了农产品生产的成本；例如，2008年头两个月，一些化肥的美元价格比2007年同期

上涨了160%以上。事实上，能源价格的上涨呈现出速度快、幅度大的特点，自2003年以来，路透商品研究局能源价格指数上涨了两倍以上。自2006年2月起一年内运价翻了一倍，因而影响了将粮食运到进口国的成本。

石油价格不断上涨，也推动了生物燃料生产原料作物的需求猛增。2007年，用来生产乙醇的小麦和粗粮预计有9300万吨，比2005年翻了一倍（经合发组织-粮农组织，2008），这占到同期小麦和粗粮用量总增长的一半以上，但占价格上涨幅度大概不到一半，因为价格上涨还涉及到其他因素。大部分需求增长来自于美国这一个国家，2007年，该国用于乙醇生产的玉米使用量增加到8100万吨，并且在本作物年度预计还将再增长30%（粮农组织，2008b）。

当前的价格走势显然令低收入消费者担忧，但这需要从更加长远的角度加以审视。图15表明，尽管近几年的实际商品价格迅速上涨，但远远低于上世纪70年代和80年代早期的水平。以实际价格计算，粗粮的价格仍然低于90年代中期所达到的峰值。虽然这不能减少贫困消费者因此而面临的困难，但它确实表明，当前的危机并非没有先例，应对的政策应该考虑到商品市场运转的周期性。导致当前价格高位运行的一些因素具有临时性，当条件回归比较正常的运行模式，世界各地的农民对价格刺激做出反应之后，其影响可以得到缓解；相形之下，其他一些因素则更具有长期的结构性特征，因此会继续施压抬升价格。长期预测表明，今后几年，农产品价格将从当前水平回退，恢复长期下降的趋势，不过粗粮和油料作物的价格仍可能维持在过去十年间的主导水平上（参阅本报告第二部分关于农产品价格决定因素和未来发展趋势的比较完整的讨论）。

即使农产品价格从当前高位回退，但是对生物燃料的需求仍可能会长期影响价格，因为这种需求密切了能源市场和农产品市场之间的联系。能源价格对农产品价格的影响并非是新现象，因为长期以来，农产品生产就依赖化肥和机械的投入。用更多的农产品生产生物燃料将强化这种价格关系。生物燃料生产、消费、贸易及价格的未来走势，将在很大程度上取决于能源市场的发展，更具体地说就是取决于原油价格。

### 生物燃料发展的长期预测

国际能源署（IEA，2007）预测，液态生物燃料在交通运输中的作用将显著扩大。然而，无论是从能源使用总量还是从交通运输所使用的能源总量来看，液态生物燃料发挥的作用仍可能会比较有限。交通运输目前占到能源消费总量的26%，其中94%来自于石油，只有0.9%来自于生物燃料。第2章也简要谈到，国际能源署在其《2007年世界能源展望》的参考情景中预测，这一比例将在2015年上升到2.3%，2030年上升到3.2%（见表8），这相当于交通运输部门使用的生物燃料总量从2005年1900万吨油当量增加到2015年的5700万吨和2030年的1.02亿吨。参考情景“用来显示在经济增长、人口、能源价格和技术假设条件下会出现的结果，条件是各国政府不采取行动来改变基本的能源趋势。参考情景分析了政府在2007年中期之前采纳的政策和措施...”（国际能源署，2007，第57页）。

生物燃料的生产和消费可能会加剧增长，这决定于政府采用的政策。国际能源署的备选政策情景“分析了各国

表 8  
按来源和部门划分的能源需求：参考情景

	能源需求 (百万吨油当量)						份 额 (百分比)		
	1980	1990	2000	2005	2015	2030	2005	2015	2030
按来源划分的一次能源合计	7 228	8 755	10 023	11 429	14 361	17 721	100	100	100
煤	1 786	2 216	2 292	2 892	3 988	4 994	25	28	28
石油	3 106	3 216	3 647	4 000	4 720	5 585	35	33	32
煤气	1 237	1 676	2 089	2 354	3 044	3 948	21	21	22
核能	186	525	675	714	804	854	6	6	5
水能	147	184	226	251	327	416	2	2	2
生物质和废弃物	753	903	1 041	1 149	1 334	1 615	10	9	9
其他可再生能源	12	35	53	61	145	308	1	1	2
按部门划分的能源消费合计	..	6 184	..	7 737	9 657	11 861	100	100	100
居民消费、服务业和农业	..	2 516	..	2 892	3 423	4 122	37	35	35
工业	..	2 197	..	2 834	3 765	4 576	37	39	39
交通运输	..	1 471	..	2 011	2 469	3 163	26	26	27
石油	..	1 378	..	1 895	2 296	2 919	94	93	92
生物燃料	..	6	..	19	57	102	1	2	3
其他燃料	..	87	..	96	117	142	5	5	4

注：... = 数据不详。所列数据经四舍五入。

资料来源：国际能源署，2007。

目前正在考虑并假定会采取的政策和措施”（国际能源署，2007，第66页），根据这一情景，预测这一比例到2015年将上升到3.3%，2030年上升到5.9%，相当于生物燃料消费总量将增长到2015年的7800万吨和2030年的1.64亿吨油当量。

与当前农业产量相比，生物燃料原料的产量无论当前还是以后都可能会有大幅增长，这种增长可以通过扩大原料作物的种植面积实现——要么通过占用其他粮食作物的用地，要么通过转变农业用地之外的土地用途，如草原或森林，或者通过提高现有原料生产用地的生产率实现。

据国际能源署预测，要实现生物燃料产量的长期情景，用于生物燃料原料生产的农田比例在参考情景中将从2004年的1%上升到2030年的2.5%，在备选政策情景中将上升到3.8%，在第二代可用技术的情景下将上升到4.2%（表9）

（经合发组织/国际能源署，2006，第414-416页）。在这些不同情景下，直接用于生物燃料生产的农田在欧盟将上升到11.6-15.7%，在美国和加拿大上升到5.4-10.2%，但在其他区域将仍然低于3.4%（尽管在巴西等个别国家可能会高一些）。生产量面积扩大与集约化生产对环境的影响将在第5章进行进一步讨论。

表 9  
生物燃料生产对土地的需求

国家集团	2004		2030					
			参考情景		备选政策情景		第二代生物燃料	
	(百万公顷)	(占可耕地的百分比)	(百万公顷)	(占可耕地的百分比)	(百万公顷)	(占可耕地的百分比)	(百万公顷)	(占可耕地的百分比)
非洲和近东	-	-	0.8	0.3	0.9	0.3	1.1	0.4
亚洲发展中国家	-	-	5.0	1.2	10.2	2.5	11.8	2.8
欧盟	2.6	1.2	12.6	11.6	15.7	14.5	17.1	15.7
拉丁美洲	2.7	0.9	3.5	2.4	4.3	2.9	5.0	3.4
经合发组织太平洋部分	-	-	0.3	0.7	1.0	2.1	1.0	2.0
转型经济体	-	-	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
美国和加拿大	8.4	1.9	12.0	5.4	20.4	9.2	22.6	10.2
世界	13.8	1.0	34.5	2.5	52.8	3.8	58.5	4.2

注：- = 忽略不计。

资料来源：粮农组织，2008a；国际能源署，2006。

## 生物燃料的中期展望<sup>9</sup>

《经合发组织-粮农组织2008-2017年农业展望》包含一整套对乙醇和生物柴油未来供给、需求、贸易和价格的预测，本节对此进行了汇总。这些预测的基础是针对58个国家和地区的20种农产品建立的关联模型。模型收集了17个国家的乙醇和生物柴油市场，综合分析了能源和农产品市场，并为各种政策情景的分析提供了支持。基线预测反映了2008年初之前政府采用的政策，其基础是对各种外生因素做出的统一假设，例如人口、经济增长、汇率和全球石油价格。

## 关于乙醇的展望

图16显示了经合发组织与粮农组织对全球乙醇产量、贸易和政策做出的基线预测。根据预测，乙醇产量2017年将增长一倍以上，达到1270亿升，2007年为620亿升。两图中都包括了非燃料用途的乙醇产量，而表1（第15页）中给出的520亿升的数据仅仅是生物燃料乙醇。预测表明，全球乙醇价格在预测时间段的初期将有所上扬，而随着产能扩大，乙醇价格将回落到约51美元/百升的水平。由于经合发组织国家越来越多地实施强制性交通混合燃料措施，乙醇的国际贸易预计会增加到110亿升，多数来自巴西。但是，乙醇贸易量占总产量的比例仍将很小。

如图17所示，2017年以前，巴西和美国仍将是乙醇的最大产量国，但其他很多国家的产量也在迅速扩大。在美国，乙醇产量在预测期期间将增加一

<sup>9</sup> 本节的分析基于经合发组织-粮农组织（2008）。这里对允许使用这一材料深表感谢。

## 插文 6

## 生物燃料预测不确定性的主要原因

本节的预测表明今后世界能源生产、贸易和价格的一些潜在发展方向。但是，值得强调的是这些预测都有一定的不确定因素。更为重要的是，基本农产品在今后十年中将继续以饲料粮为主生产乙醇和生物柴油，基于其它饲料粮生产以及销售生物燃料的当前技术和经济制约因素将继续存在。尤其在预测阶段，从纤维素生产的第二代乙醇和以生物质为基础的柴油无论在任何有意义范畴内均在经济上不可行。

但是，一些国家正在从事克服现有困难的有意义研究，尽管成功前景仍然不确定，但在今后十年中从事生产第二代生物燃料的第一批商业性加工厂将投产运营。这将极大地改变生物燃料生产与农产品市场的关系，特别涉及到生产这些燃料的饲料粮是来自于作物秸秆或不适宜种粮食土地上生产的能源作物的程度。

其它不确定因素涉及化石能源市场和农业今后发展的前景。饲料粮价格占据生物燃料生产成本的很大份额，并对本行业的经济可行性产生重大影响。粗粮和菜油价格与过去比较

仍然保持较高水平（以美元计算），尽管一些价格在短期内有所下降，但糖价在2008年之后将上升。大部分的生物燃料的生产成本仍可能在预测阶段内成为重要的制约因素。基准预测估计，汽油价格将在预测阶段缓慢增长，从2008年的90美元/桶增长到2017年104美元/桶。这些价格的假设是预测不确定因素的主要来源；例如，经合发组织-粮农组织原有的基准假设是：汽油价格在2007年第16个预测阶段内保持在50-55美元（经合发组织-粮农组织，2007），但实际汽油价格在2008年5月时超过了129美元/桶。

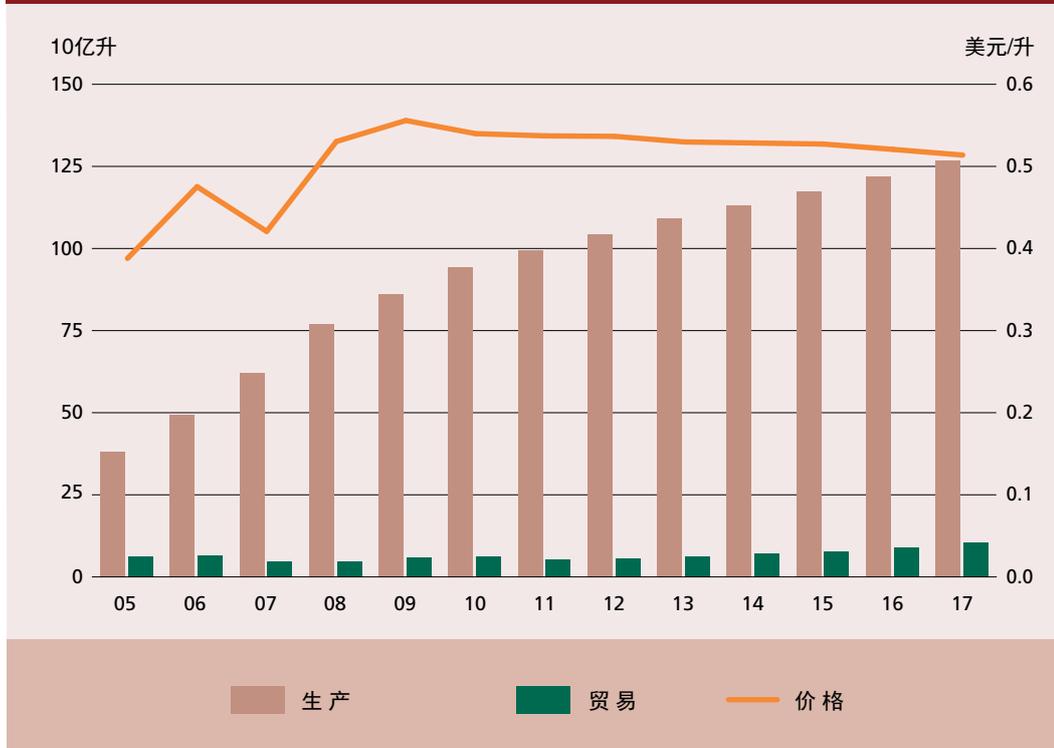
最后必须铭记，在大多数国家中，正如在第3章中讨论的那样，生物燃料生产很大程度上取决于公共支持政策和边境保护。关于从支持生物燃料生产和使用中所获得潜在的和实际利益的争论将继续。支持的制度得到快速发展，但其未来的前景很难预测。在预测中没有考虑近期政策变化包括：2007年12月已经签署成法的《美国能源法案》以及2008年5月美国国会通过的《农业法案》（见第30-31页插文4）。

倍，于2017年达到520亿升，相当于全球产量的42%。而使用总量的增长预计比产量更快，2017年净进口将增长到国内乙醇消费量的9%。巴西的乙醇产量也将保持快速增长势头，2017年将达到320亿升。由于甘蔗在主要乙醇原料中仍最为廉价，巴西将继续保持其竞争优势。预计到2017年，巴西出口将增长两倍，达到88亿升，占全球乙醇出口的85%。

在欧盟，乙醇总产量在2017年预计将达到120亿升，而这仍远远低于150亿升的预测需求量，因此乙醇净进口预计将达到约30亿升。强制性混合燃料措施快速推广将成为欧盟进口乙醇的主要动力，因为只有部分所需用量可由欧盟自身产量补足。

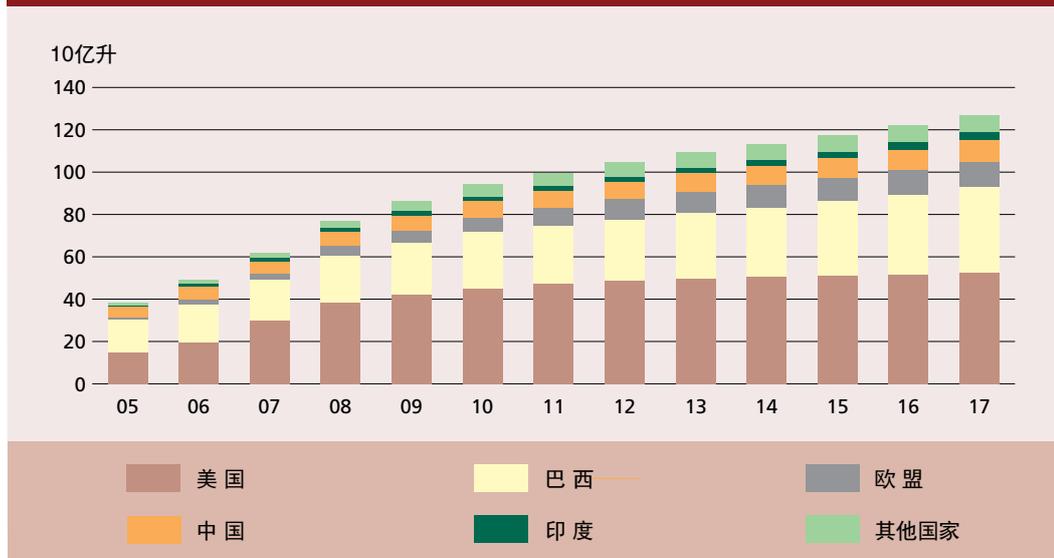
其他一些国家的乙醇产量预计也将快速增长，主要是中国、印度、泰

图 16  
全球乙醇生产、贸易和价格及对2017年的预测



资料来源：经合发组织-粮农组织，2008。

图 17  
主要乙醇生产国及对2017年的预测



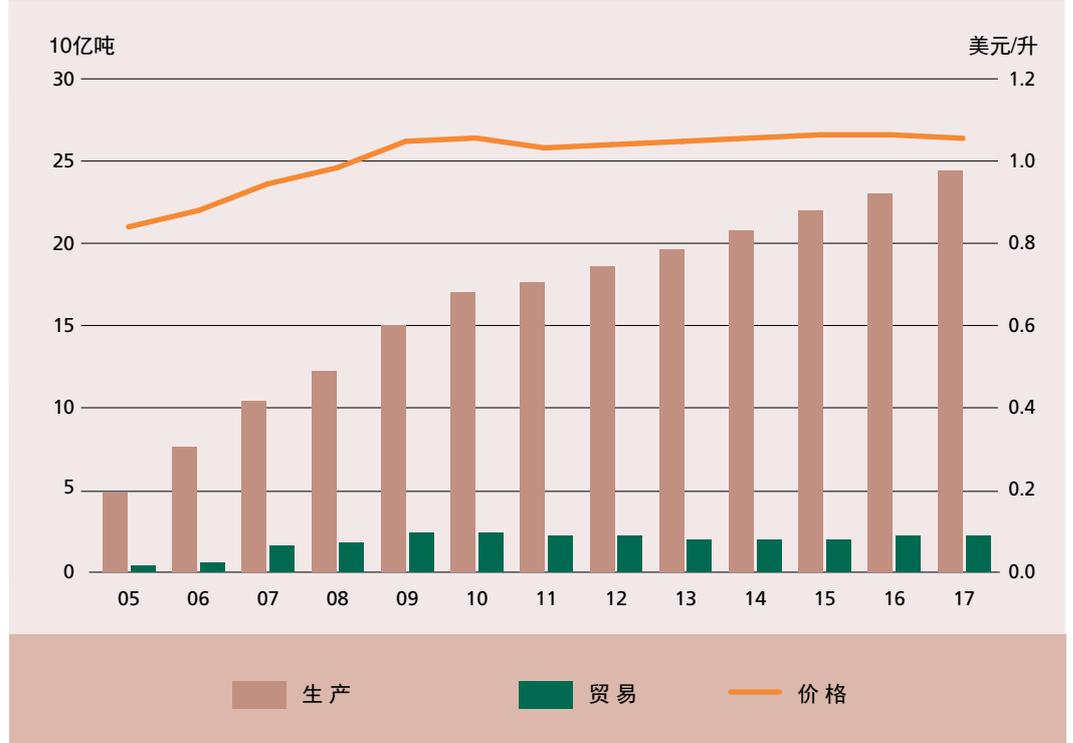
资料来源：基于来自经合发组织-粮农组织的资料，2008。

国和几个非洲国家。预计中国的消费量在2017年将翻一番以上，将超过国内产量。印度和泰国的产量也将迅速扩大。

印度政府支持发展甘蔗乙醇产业，到2017年，预计产能将达到36亿升，消费量为32亿升。而泰国到2017年的产量和

图 18

## 全球生物柴油生产、贸易和价格及对2017年的预测



资料来源：经合发组织-粮农组织，2008。

消费量预计分别是18亿升和15亿升。产量和消费增长的主要动力是政府要降低石油进口依存度。因此，乙醇在石油类燃料用量中的能源比重将从2008年的2%上升到2017年的12%。

很多非洲国家开始投资开发乙醇生产。发展生物燃料或生物能源产业被视为是推动农村发展、减少依赖昂贵进口能源的机会。可以说，一些最不发达国家的出口机会因“除武器以外一切商品免关税免配额进口”动议大为增加。该动议使这些国家利用有利的关税优惠措施，得以向欧盟出口免税乙醇。

### 关于生物柴油的展望

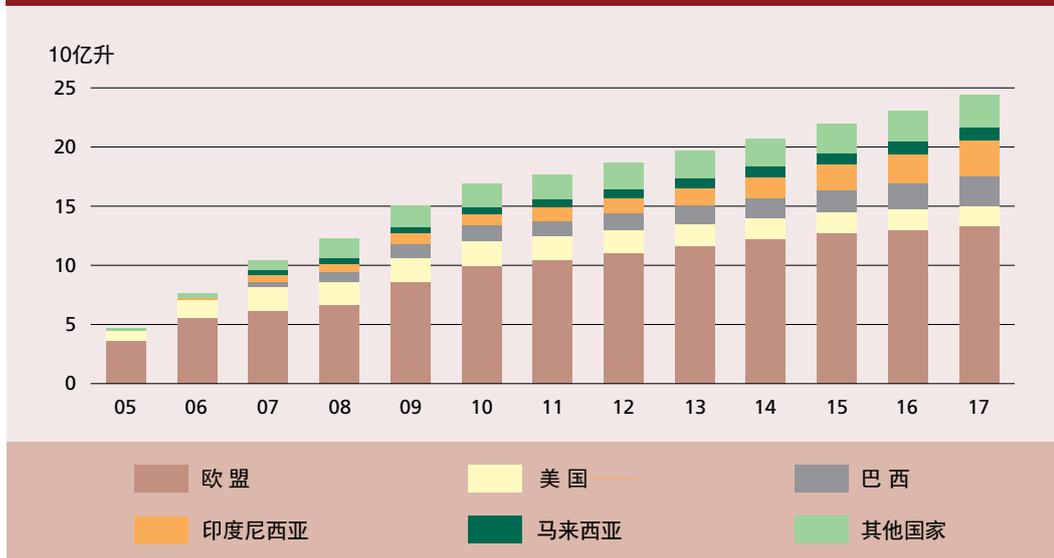
全球生物柴油产量的增幅将略高于乙醇，于2017年达到240亿升，尽管其总体水平还远远落后（图18）。部分国家

（以欧盟为主）的强制性要求和税收激励政策使生物柴油预测值加大。全球生物柴油价格预计仍将大大高出化石柴油的生产成本，在预测时间段大部分时间内会在104-106美元/百升范围浮动。生物柴油贸易总量预计在预测时间段初期将有所增长，但随后几年变化不大。预计生物柴油的贸易主要来自印度尼西亚和马来西亚，欧盟仍为主要进口国。

欧盟是生物柴油主产区，其次为美国，巴西、印度尼西亚和马来西亚的产能预计也将有很大提高（图19）。欧盟生物柴油使用的动力是一些国家实施了强制混合政策。尽管生物柴油的生产成本远高于化石柴油的净成本（见第35页图9），税收减免和强制混合的联合作用还是刺激了国内生物柴油的生产和使用。预计到2017年，欧盟的生物柴油

图 19

## 主要生物柴油生产国及对2017年的预测



资料来源：基于来自经合组织-粮农组织的资料，2008。

使用量将相对下滑，但仍将使用全球生物柴油的一半以上。强劲的需求将需增加国内产量及扩大进口来满足。生产利润与举步维艰的2007年相比会有很大好转，但仍很低。

美国的生物柴油使用量在2005年和2006年都增长了两倍。由于生物柴油价格仍高于化石柴油，预计在整个预测期内生物柴油的使用量将保持不变。巴西于2006年开始生产生物柴油，在价格上涨和利润增加的作用下，预计产能在短期内将迅速扩张，但长远看来，产量扩张应会逐步放缓，并仍将限于供应国内需求。预计到2017年，国内需求将增加至26亿升。

预计印度尼西亚在国际生物柴油市场上将异军突起。在2005年，印度尼西亚政府削减继而取消了对化石燃料的价格补贴，从而使生物燃料产业具有了经济活力。生物柴油的商业化产量始于2006年，到2007年就达到了约6亿升的年产量能力。受国内棕榈油产量拉动，生物柴油产业具有竞争优势，这将进一

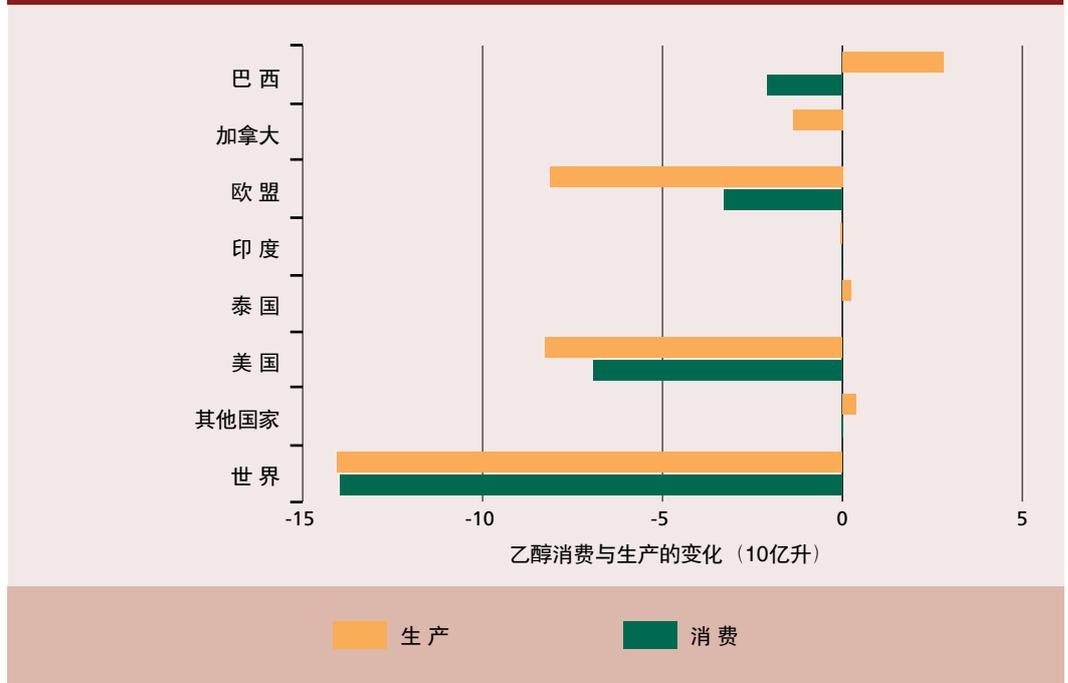
步推动印度尼西亚成为全球第二大产量国，预计到2017年，其年产将稳步升至30亿升。根据政府设定的消费目标，国内需求将与产量同步增长。

马来西亚是全球第二大棕榈油生产国，因此也具备成为世界生物柴油市场生力军的优势。生物柴油的商业化生产始于2006年，到2007年，马来西亚的年产量能力已达到约3.6亿升。稳步扩大国内棕榈油产量，将推动未来几十年生物燃料产业快速发展。预计产能年均增长10%左右，在2017年将达到11亿升。由于没有强制消费措施，国内使用量预计不会出现显著增加，因而，生物柴油产业将主要是外向型产业，欧盟是其目标市场。

在一些非洲国家和印度，也有一些投资支持利用边际土地种植麻风树来生产生物柴油。投资动力包括生物柴油价格较高、有意发展农村经济、以及降低对进口原油的依赖，由于基础设施落后，原油运输到内陆地区的成本很高。关于麻风树商业化产量的资料有限，所

图 20

取消针对乙醇的贸易扭曲性生物燃料政策的总体影响，  
2013-17年平均



资料来源：粮农组织，2008c。

以对这种作物的生物柴油产量做出预测非常困难。本报告对埃塞俄比亚、印度、莫桑比克和坦桑尼亚联合共和国进行了初步预测，结果表明每个国家的产能都在6万到9.5万吨之间。对非洲国家而言，假设所有生物柴油都产自麻风籽油。

### 生物燃料政策的影响

报告使用了经合发组织-粮农组织联合开发的AgLink-Cosimo建模框架，来分析生物燃料的备选政策情景（粮农组织，2008c）。如第3章所述，各国采用了各种政策工具支持生物燃料的生产和消费。这里提到的政策情景模拟了经合发组织与非经合发组织国家取消国内补贴（税收优惠、税收抵免和生物燃料生

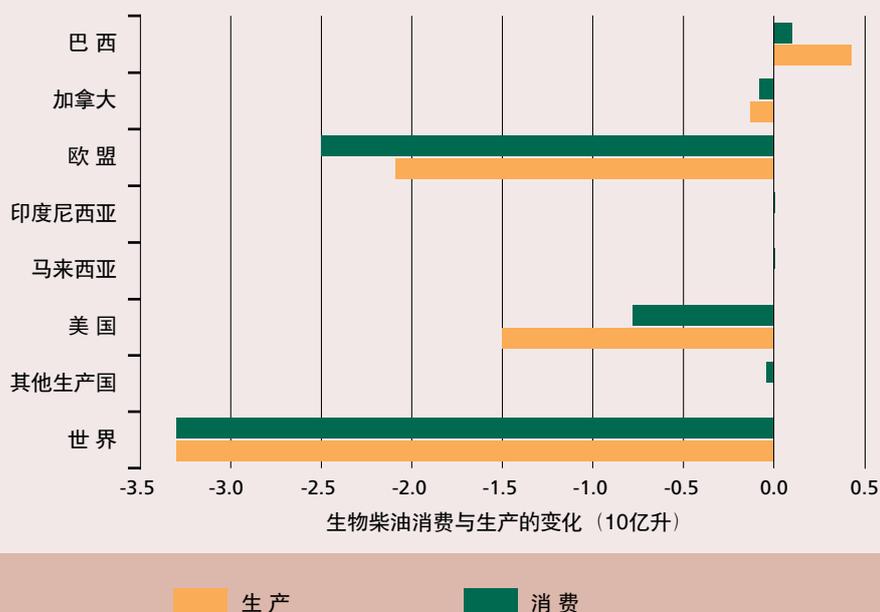
产的直接支持）和贸易限制但保留强制混合和使用措施而产生的影响。

这一情景有些类似于农业研究中经常用到的“完全放开”情景，即取消贸易限制和扭曲贸易的国内补贴，但保留不扭曲贸易的政策，如环境措施。情景数量可以自行确定，但需要指出的是，分析结果高度依赖于确切情景和模型规格。因此，这些分析更多的是用来说明——而不是准确预测——取消现有补贴和贸易壁垒清除后的影响。2007年美国的《能源独立和安全法案》以及拟出台的《欧盟生物能源指令》在本情景中未予考虑。

图20汇总了经合发组织国家和其他国家取消所有扭曲贸易的生物燃料政策对乙醇产量和消费的总体影响。取消关税和补贴将可能导致全球乙醇产量和消费下滑约10-15%。下滑幅度最大的可能为

图 21

取消针对生物柴油的贸易扭曲性生物燃料政策的总体影响，  
2013-17年平均



资料来源：粮农组织，2008c。

欧盟（目前每升乙醇支持水平很高，见第3章）和美国（最大的乙醇产量国）。消费量也将减少，但量不大，因强制使用目标仍然存在。在目前采取保护措施的市场，进口将大幅攀升，而巴西和其他发展中供应国的产量和出口均将有所增加。

图21汇总了生物柴油在同样情景下的情况。在全球范围内，取消贸易壁垒和扭曲贸易的国内支持所产生的影响按百分比计算将略高于乙醇，即产量和消费减少约15-20%。由于生物柴油产业很大程度上依靠补贴才能同石油基柴油进行竞争，因此这种情景下多数国家的产量和消费都会大幅下挫。

取消目前扭曲贸易的生物燃料政策，将对乙醇和生物柴油价格及农产品价格和产出都有影响。由于一些高补贴国家的产量比消费量降得多，从而

增加了对出口的需求，因此全球乙醇价格将出现10%左右的上涨。与之相反，由于欧盟消费下降将导致进口需求降低，全球生物柴油价格将小幅回落。农产品原料价格也将受到取消生物燃料补贴的影响。同基线相比，植物油和玉米价格可能会下降约5%，糖价可能会稍有上升。粗粮和小麦的全球耕种面积也将减少约1%，而甘蔗面积将扩大约1%。

生物质和生物燃料的贸易量有史以来都很小，因为产量大多用于满足国内消费。但近年来，生物燃料和原料的国际贸易可能快速攀升，以满足不断增长的全球需求。放松或限制生物燃料产品贸易的政策都有可能对未来的产量和消费模式产生很大影响，因此国际贸易准则对于全球生物燃料发展至关重要（见插文7）。

如第3章所述，很多国家对生物燃料进口征收关税，其中欧盟和美国最重要，因为它们的市场最大。生物燃料受到一些世界贸易组织协议的约束；而且，欧盟和美国根据很多协定向许多合作伙伴提供优惠的市场准入（见插图8）。

### 分析研究的影响

第3章讨论了粮农组织与经合发组织的分析以及全球补贴动议对补贴的估算，重点说明了经合发组织国家实施生

物燃料支持政策带来的影响，以及直接和间接成本。直接成本的表现形式是补贴，由纳税人或消费者承担。间接成本来自因设立生物燃料支持及强制性量化目标而扭曲的资源配置。很多经合发组织国家的农业补贴与保护都造成了国际层面上的资源配置不当，给本国公民和发展中国家的农业生产者都制造了成本。农产品贸易政策及其对减贫和粮食安全的影响在2005年的《粮食及农业状况》（粮农组织，2005）中有详细讨论。

#### 插图 7

#### 生物燃料与世界贸易组织

世界贸易组织（WTO）目前还没有针对生物燃料的贸易制度。目前生物燃料的国际贸易呈下降趋势，因此，按照《关贸总协定》（GATT，1994）的规则，它包括了所有商品的贸易以及世界贸易组织相关协定，如：《农业协定》、《贸易技术壁垒协定》、《实施卫生和植物卫生检疫措施协定》以及《补贴和反补贴协定》。只要《农业协定》中不包括损毁条款，农产品则要执行《关贸总协定》和目前世界贸易组织的总规则。

与贸易相关的主要问题包括按生物燃料产品关税划分的农业、工业或环境产品；以及补贴在增加生产和保持各国国内措施及世贸组织标准一致中的作用。

《农业协定》（AoA）包括了协调制度第1章到24章中的产品，不包括鱼和鱼产品，但增加了一系列特殊产品，如皮革、丝、毛、棉、麻和变性淀粉。《农业协定》的纪律是建立在

三个支柱之上：市场准入、国内和出口补贴。《农业协定》的一个主要特点是，允许其成员国对出自补贴和反补贴措施中的损毁进行补贴。

协调制度分类能够影响产品是如何按照特殊世贸组织具体协定定性的。例如：乙醇被认为是农产品，因而列入世贸组织《农业协定》“附件1”中。生物柴油又被列为工业产品，因而不执行《农业协定》的纪律。《多哈发展议程》第31（iii）款已就“减少或酌情消除对环境产品和服务的关税和非关税壁垒”启动谈判。一些世贸组织成员建议，将可再生能源产品，包括乙醇和生物柴油列为“环境产品”，因而可以在“环境产品和服务”类别下进行谈判。

资料来源：粮农组织，2007b，以及全球生物能源伙伴关系，2007。

目前对于生物能源的支持政策可能重蹈过去农业政策的覆辙。在全球范围内进一步发展经济可行的生物燃料产业，需要建立适当的非扭曲性国家政策和贸易准则，鼓励生物燃料生产实现高效的地域分布。

除成本很高外，现有的生物燃料政策也可能产生事与愿违的结果，特别是这些政策可能刺激生物燃料产量的过快增长，进一步加剧业已吃紧的自然资源的压力。政策拉动生物燃料发展快速，因而产生的后果将在以下两章进行详细

阐述：第5章讨论生物燃料对环境的影响，第6章则关注对社会经济和粮食安全的影响。

## 本章要旨

- 液体燃料需求的强劲增长只是近期农产品价格飙升的因素之一。生物燃料需求增加对农产品价格上涨造成的确切影响很难量化。但是，在今后相当长的一段时间内，生物燃

### 插文 8

#### 生物燃料和优惠贸易动议

对发展中国家而言，为国际市场生产生物能源带来的挑战尤为严峻。由于实施措施的目的在于提高发达国家的生产，或旨在限制市场准入的保护性措施，因此贸易机会得到削减。发达国家市场的关税升级可能制约发展中国家出口饲料，如未经加工的糖浆和原油，但实际的转换成生物燃料——及其附加值——经常发生在其他地方。

签订了一系列欧盟（EU）和美国优惠贸易动议和协定，为一些发展中国家从全球对生物能源增长的需求中受益提供了新机遇。发展中国家与欧盟进行的优惠贸易属于欧盟的普惠制（GSP）。此外，“除武器以外一切商品免关税免配额进口”（EBA）动议及《科托努协定》都包括与生物能源相关的条款。在目前有效期至2008年12月31日的普惠制度下，为变性和未变性乙醇进入欧盟提供免税。普惠制对坚持可持续发展原则和良好

管理的乙醇生产者和出口商提供激励计划。“除武器以外一切商品免关税免配额进口”动议为最不发达国家提供了免税免配额的出口乙醇机会，而《科托努协议》提供了为从非洲、加勒比海地区和太平洋国家获得免税进口的机会。《欧洲-地中海协会协议》还包括为近东和北非一些国家提供生物燃料优惠贸易的条款。在美国，可以根据加勒比海盆地动议免税从一些加勒比海国家进口乙醇，不过就饲料原产国方面对量化和定性上都有特殊规定。有关免税进口乙醇的条款是由《美国-中美洲自由贸易协定》谈判提议的。

虽然这类优惠准入能够为受益者提供机会，但也造成贸易转移问题，不利于发展中国家从优惠准入中受益。

资料来源：粮农组织，2007b。

料需求还将继续造成农产品价格走高的压力。

- 生物燃料的供需预计将继续快速增长，但液体生物燃料在交通运输业总体燃料供应中所占的比重仍较有限。但是，这些预测有很大的不确定性，主要是因为化石燃料价格、生物燃料价格和技术发展的不确定程度较高。
- 巴西、欧盟和美国仍将是液体生物燃料的最大产地，但很多发展中国家的产量预计也将有所扩大。
- 生物燃料政策对生物燃料和农产品的国际市场、贸易和价格都将产生重大影响。生物燃料产量、消费和贸易的当前走势及全球展望，都受到现有政策的很大影响，特别是欧盟和美国实施的政策。这些政策在保护国内生产者的同时，促进生物燃料的产量和消费。
- 经合发组织国家的生物燃料政策给其国内纳税人和消费者带来了巨大成本，并产生了事与愿违的结果。
- 生物燃料的贸易政策对生产原料的发展中国家存在歧视，并阻碍了发展中国家生物燃料加工和出口产业的兴起。
- 很多现行生物燃料政策扭曲了生物燃料和农产品市场，并影响着全球产业的布局和发展，从而使得生产没有在最经济或环境最适宜的地方开展。
- 需要制订国际政策对生物燃料进行纪律约束，避免重蹈农业领域全球政策失灵的覆辙。

## 5. 生物燃料的环境影响

尽管生物燃料产量相对于能源总需求而言仍微乎其微，但对当前农业产量水平而言则举足轻重，因此必须认识到其持续增长可能会产生的环境及社会影响。例如，减少温室气体排放是一些生物燃料支持性政策措施设立的明确目标之一。对土地、水和生物多样性无意中产生的不利影响，也算是整个农业生产的副作用，但这些影响若出现在生物燃料生产领域则应引起特别关注。影响的程度取决于生物燃料原料的生产和加工方式、生物燃料的生产规模、尤其是如何影响土地用途转变、集约化生产和国际贸易。本章节探讨了生物燃料的环境影响；社会影响则在下章进行研究。

### 生物燃料有助于缓解气候变化吗？<sup>10</sup>

直至最近许多政策制定者还认为，用生物质生产的燃料取代化石燃料，将对气候变化产生重大而积极的影响，因为生物燃料产生的导致全球变暖的温室气体比较少。由于生物能作物在生长过程中可以直接吸收空气中的二氧化碳，并将之储存于作物生物质和土壤中，因而可以减少或抵消温室气体排放。除了生产生物燃料外，许多作物还出产动物饲料蛋白等平行产品，因此可以节约用其他方式生产饲料的能源。

尽管可能有这些好处，科学研究却发现，与石油相比，不同的生物燃料在温室气体平衡的作用上差异很大。视生产原料和加工燃料所使用的方法不同，一些作物甚至比化石燃料产生的温室气体还多。例如，由氮肥释放的氧化亚氮这种温室气体，导致全球变暖的潜力可能比二氧化碳高出约300倍。而且，在能源作物和生物燃料生产的其他环节也排放温室气体：农用化肥、农药和燃料生产环节、化学品加工、运输和配送环节、直至最终使用环节。

提高生物燃料产量引发了直接或间接的土地用途转变，也会产生温室气体，如将森林草场转为作物产田便释放了土壤中贮藏的碳。例如，用于生产乙醇的玉米每年每公顷会储存相当于1.8吨二氧化碳的温室气体；而可能成为第二代原料作物的风倾草，每年每公顷可储存8.6吨；若将草地转变为农田生产那些作物，每公顷会释放300吨；而将林地变为农田，则每公顷会释放600-1000吨（Fargione等人，2008；皇家学会，2008；Searchinger，2008）。

生命周期分析是用于计算温室气体平衡的分析工具。温室气体平衡为一种对比的结果，即某种生物燃料在其整个生产和使用期间的温室气体排放总量与生产和使用等量能量的相应化石燃料所排放的温室气体总量之间的对比。本章使用了这种成熟而复杂的方法，系统地分析了价值链的各个环节，以估算温室气体的排放量（图22）。

对温室气体平衡进行估算的起点是为某个生物燃料系统划分一套清楚明

<sup>10</sup> 本节分析内容部分参考了粮农组织（2008d）。

晰的界限，然后再与适当的“常规”参照系进行对照（通常为汽油）。一些生物燃料原料也产生联产品，如压榨饼或家畜饲料，这些被称为是“避免了的”的温室气体排放，并通过与独立的类似产品或配置（根据含能量或市场价格等）进行比较来开展评估。温室气体平衡因作物种类和生产地点不同而差异巨大，这取决于原料生产方式、转换技术和利用。氮肥等投入物和把原料转换成生物燃料的发电类型（如用煤、油还是核），可能导致温室气体排放量差异显著，而且因地而异。

到目前为止，多数生物燃料生命周期分析针对的是欧洲和美国的谷物和

油料以及巴西的甘蔗乙醇，也有对植物油、棕榈油、木薯和麻疯树身产的生物柴油以及沼气生产的生物甲烷进行的研究，但数量有限。鉴于生物燃料、原料和产量转换技术名目繁多，我们设想在减排方面也类似，会出现纷繁复杂的结果，事实确实如此。许多研究已经发现，利用现有原料生产第一代生物燃料产生的排放，比化石燃料减排的幅度为20-60%，但需使用效率最高的生产体系并排除因转变土地用途造成的碳释放。图23显示了一系列作物和地点的温室气体减排的估算范围，土地用途转变的影响未计在内。巴西利用甘蔗生产乙醇的时间已经很长，因此显示的减排量更

图 22

### 针对温室气体平衡的生命周期分析

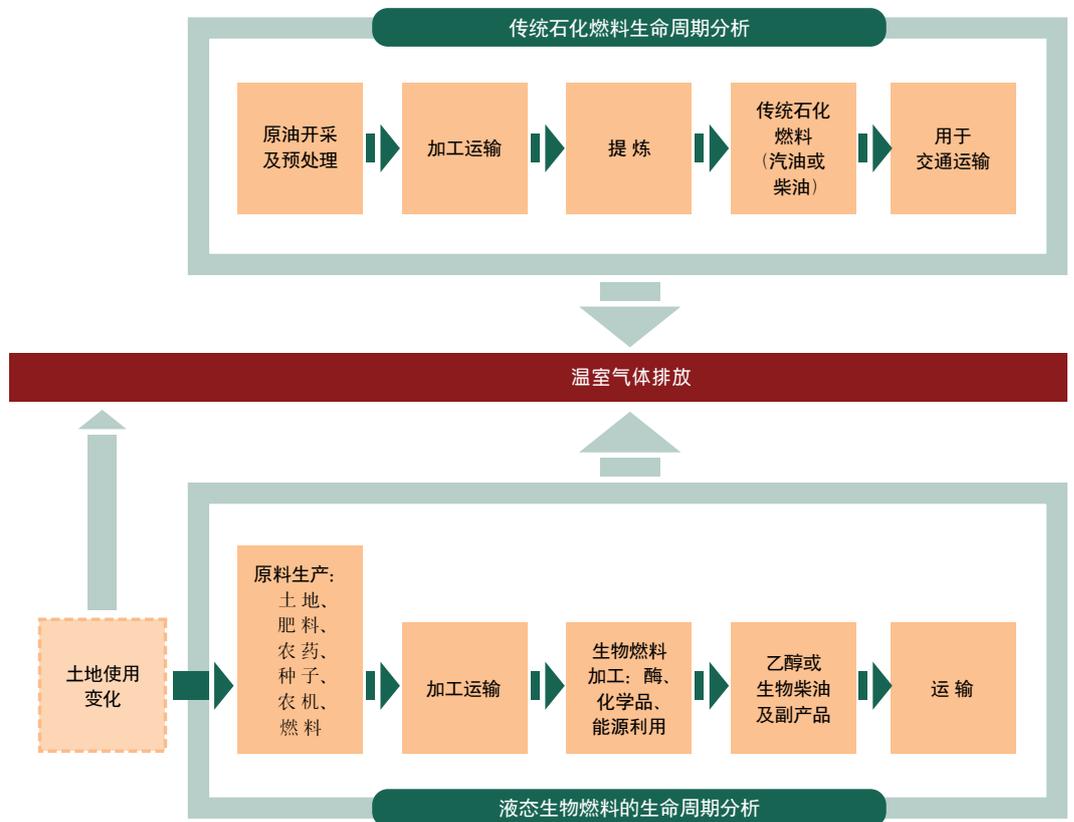
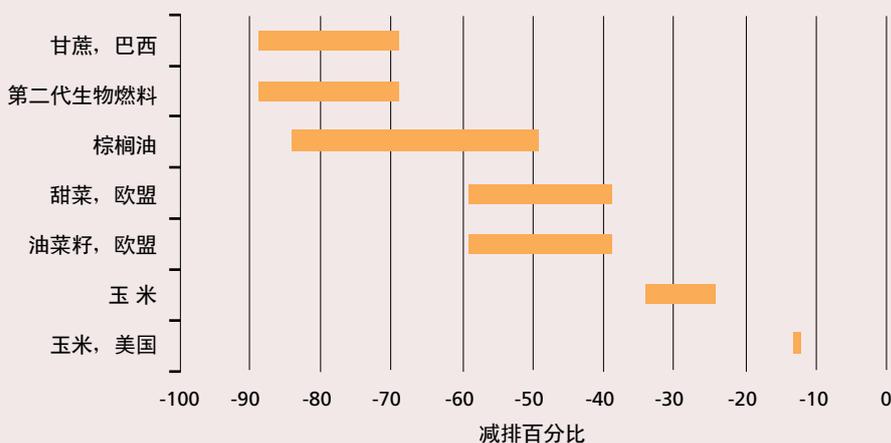


图 23

## 若干生物燃料与石化燃料对减少温室气体排放的比较



注：不考虑土地使用变化的影响。

资料来源：国际能源署，2006，以及粮农组织，2008d。

大。第二代生物燃料在商业化水平方面尽管还无足轻重，但与化石柴油和石油相比，减排幅度一般在70-90%之间，这个结果同样排除了转变土地用途造成的碳释放。

最近一些研究发现，最为显著的分析结果差异源自联产品的分配方法、氧化亚氮排放的假设和与土地用途有关的碳排放变化。目前，用于生命周期分析的不同方法很多，而且如前所述，其中一些方法并没有考虑土地用途转变这项复杂内容。评估中使用的计量参数和数据质量还需遵循已经制定的标准。特别是全球生物能源伙伴关系内部在努力制定统一的方法来评估温室气体平衡。同样，也需要协调统一对生物能源作物广泛的环境和社会影响的评估，以确保评估结果在各种体系中都透明一致。

如果希望温室气体平衡的评估结果完整而精确，那么土地用途转变导致的排放数据非常关键。这些排放出现在生物燃料生产周期之初，如果量足够大的话，则可能需要多年时间才会被后期生产和使用阶段所节省的排放抵消掉。如

果土地用途转变包含在分析中，那么一些生物燃料原料和生产系统排放的温室气体甚至可能会高于化石燃料。Fargione等人（2008）估计，在巴西、印度尼西亚、马来西亚和美国将雨林、泥炭地、热带草原或草地用来生产乙醇和生物柴油而导致的二氧化碳排放量，比这些生物燃料替代化石燃料每年减少的排放量要多至少17倍。他们发现，这种“碳债”，若将美国环保休耕计划中的土地用于玉米乙醇生产，可能需要48年才能偿还；若砍伐亚马逊雨林用于大豆生物柴油生产，则可能需要300多年；若将印度尼西亚或马来西亚的热带泥炭地雨林转用于棕榈油生物柴油生产，则要用400多年。

Righelato和Spracklen（2007年）估算了现有农田中种植各种乙醇和生物柴油原料（如用于产量乙醇的甘蔗、玉米、小麦和甜菜，和用于生产生物柴油的油菜籽和木质生物质）而避免的碳排放。他们发现，将农田变为森林可能会在30年间固定更多的碳，每个案例均是如此。他们认为，如果生物燃料支持政

## 插文 9

## 全球生物能源伙伴关系

全球生物能源伙伴关系 (GBEP) 于2006年5月第14届联合国可持续发展会议上发起, 也是执行由“G8+5”国家<sup>1</sup>对《2005年格伦伊格尔斯行动计划》做出承诺的一项国际倡议。它推动全球生物能源高级别政策对话; 支持国家和区域生物能源政策的制定和市场开发; 赞同有效和持续地利用生物质能源; 执行生物能源的活动项目; 促进双边和多边信息、技能和技术的交流; 及通过解决供应链中特殊壁垒将生物能源纳入能源市场。

意大利为合作伙伴的东道国, 粮农组织作为一个合作伙伴和全球生物能源合作组织的秘书处。全球生物能源合作组织特别与以下组织开展合作: 粮农组织国际生物能源平台、国际生物能源

论坛、国际氢经济合作伙伴关系、地中海可再生能源计划、甲烷市场化伙伴关系、21世纪可再生能源政策网络、可再生能源和能源效率伙伴关系、联合国贸易与发展会议 (UNCTAD) 生物燃料倡议和生物能源执行协议, 以及国际能源署相关的任务等。此外, 该伙伴关系还为协调生命周期分析所采用的方法成立一特设工作组并为此制定方法框架。所有这些倡议都为发展中国家和发达国家在制定国家生物能源管理框架时提供了重要支撑。

<sup>1</sup> “G8+5”国家包括8国集团 (加拿大、法国、德国、意大利、日本、俄罗斯联邦、英国和美国), 加上5个新兴经济体 (巴西、中国、印度、墨西哥和南非)。

策的目标是减缓全球变暖, 那么提高燃料效率、保护恢复森林将是更有效的选择。

在目前讨论的温室气体减排方案中, 生物燃料是一条重要的备选途径, 但在很多情况下, 节能增效、通过造林或改变农作方式增加碳汇、使用其他可再生能源, 可能更会增效节支。以美国为例, 车辆燃油率平均每英里提高一加仑, 减少的温室气体排放量可能相当于美国目前玉米生产的乙醇总量 (Tollefson, 2008)。Doornbosch和Steenblik (2007) 估计, 通过支出生物燃料成本降低温室气体排放, 在美国每吨二氧化碳补贴为500多美元 (用玉米生产乙醇), 而这种成本在欧盟高达4520美元 (用甜菜和玉米生产乙醇),

远远高于抵消的二氧化碳当量的市场价格。Enkvist、Naucler和Rosander (2007) 称, 降低能源消耗较为直接的措施, 如提高新建筑保温隔热性能或供暖和空调系统效率减少二氧化碳的成本则在每吨不到40欧元。

生物能源可持续发展在科学领域和政策领域都在跃进 (几乎日新月异)。全面掌握相关问题 (包括土地用途转变)、合理分析温室气体平衡非常重要, 以确保生物能源作物对气候保护工作产生积极而持续的影响。与土地用途转变相关的因素非常复杂, 因而导致它没有出现在大多数生物能源生命周期分析研究中, 但它仍是政府部门制定国家生物能源政策需考虑的主要信息。

除了原料生产对温室气体排放的影响外，生物燃料的加工和配送也会产生其他环境影响。在碳氢化合物产业中，由于原料的工业化加工过程中释放一氧化碳、粉尘、二氧化氮、硫酸盐和挥发性有机化合物，因而影响当地空气质量（Dufey, 2006）。但是，就像取代薪柴和木炭等传统生物质能源一样，生物燃料有潜力大幅改善人类特别是妇幼健康，降低室内空气污染所致的呼吸道疾病发生和死亡率。

有一些国家规定进口商需要证明对农田的使用是可持续的，对自然栖息地进行了保护及生物燃料节省二氧化碳的最低水平等。一些国家和区域组织（如欧盟和美国）认为，生物燃料的温室气体净平衡应比石油低约35-40%。仔细分析这些问题对所有利益相关者都很重要，特别是生物能源作物或燃料的出口

商，应以此为据做出投资投产决策，确保产品适销对路。

## 转变土地用途和集约化

上一节重点讨论了转变土地用途对生物燃料生产中温室气体平衡的影响。评估扩大生物燃料生产对温室气体排放的潜在影响时，我们必须了解清楚，提高土地生产率或增加种植面积能够将生产扩大到什么程度；对于增加种植面积而言，土地类型十分重要。农业生产技术也影响着温室气体平衡。这两个因素同时也决定着土壤、水和生物多样性的其他环境影响。

在过去五十年中，全球农作物产量的大部分增量（约80%）来自单产提高，其余来自扩大种植面积和提高复种指数（粮农组织，2003；Hazel和

### 插文 10

#### 生物燃料与《联合国气候变化框架公约》

虽然还没有涉及生物能源的国际协定，但是，《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）指导成员国“考虑气候变化的问题，并将其纳入到各自国家的社会、经济及环境政策和行动中，并采用适宜的方法...以期最大限度地降低对经济、公共卫生和为减缓或适应气候变化而执行的项目或措施产生的负面影响”（UNFCCC, 1992, 第4条）。2012年到期的《京都议定书》为促进清洁技术，如可再生能源技术，提供了强有力的现代框架。

清洁发展机制（CDM），作为《京都议定书》范畴内的灵活机制，帮助没有包括在“附件1”中的有关各

方取得持续发展并努力促进实现公约中的最终目标，帮助包括在“附件1”中有关各方遵守他们做出的有关排放配额和减排的承诺。自从2005年启动清洁发展机制以来，能源工业项目主导了清洁发展机制登记的所有项目类型，包括生物能源项目。在生物能源领域，已经有几种技术，适用于使用生物质生产能源的项目，不过用于生物能源被批准的方法数量有限。废油利用技术已经成熟，从耕种的生物质中生产生物燃料的方法正在研制中。

资料来源：粮农组织，基于联合国气候变化框架公约秘书处的贡献。

Wood, 2008)。近几年来,生物燃料需求的增长速度远远超过了农产品需求和农作物产量的历史最高增长速度,这说明转变土地用途及其带来的环境影响可能会成为影响第一代和第二代生物燃料技术的重要因素。从近期来看,可以通过扩大原料作物种植面积来满足对生物燃料的需求;而就中长期而言,开发优良作物品种、转变农作方式和发明新技术(例如纤维素转化)则可能开始发挥决定性作用。单产大幅提高及技术进步是实现生物燃料作物可持续产量的关键,从而能够最大限度地抑制其他作物的农田和林地草场等非农田土地的快速转变。

### 扩大种植面积

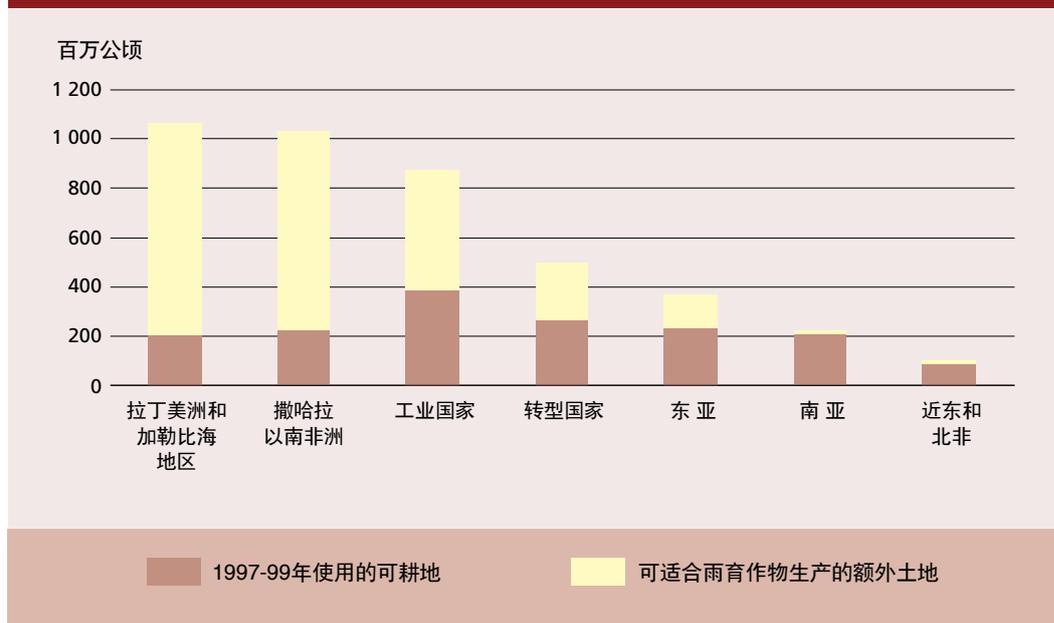
全世界陆地总面积为135亿公顷,其中森林和草原面积目前为83亿公顷,耕地是16亿公顷(Fischer, 2008);另外20亿公顷则可能适合雨育作物生产,如图24所示,但对待这个数字需要相当谨

慎。森林、湿地以及其他用途的很多土地都提供了宝贵的环境服务,包括碳固存、水过滤以及生物多样性保护,因此扩大种植面积可能会对环境造成不利影响。

除去森林、保护区及用于满足不断增长粮食和畜牧业需求所需土地之外,可以用于扩大种植面积的土地数量估计约在2.5亿至8亿公顷之间,其中大部分位于拉丁美洲热带地区或非洲(Fischer, 2008)。

其中一些土地可直接用作生物燃料原料的生产,然而,使用现有耕地扩大生物燃料生产可能会导致在其他地方扩大非燃料作物种植面积。例如,在美国中部,乙醇玉米种植面积的扩大占用了一部分原本种植大豆的土地,那么反过来,可能引起在其它地区增加大豆种植面积或将林地草场转变为大豆耕地的现象。因此需要研究扩大生物燃料生产对土地用途转变的直接和间接影响,以便全面了解潜在的环境影响。

图 24  
扩大耕地面积的潜力



资料来源:粮农组织,2003。

2004年，全世界共有1400万公顷的土地用于生产生物燃料及其副产品，约占世界总耕地面积的1%（国际能源署，2006，第413页）。<sup>11</sup>目前，巴西的甘蔗种植面积为560万公顷，其中54%的甘蔗（约占300万公顷）用于生产乙醇（Naylor等人，2007）。2004年，美国农民共收获了3000万公顷的玉米，其中11%（330万公顷）用作乙醇生产（Searchinger等人，2008）。2007年，美国国内玉米的种植面积增加了19%（Naylor等人，2007；又见Westcott，2007，第8页）。而美国大豆种植面积下降了15%的同时，巴西的大豆种植面积预计将增加6-7%，达到4300万公顷（粮农组织，2007c）。

正如第4章提到，国际能源署预测未来几十年内全世界用于生产生物燃料及其副产品的土地面积将增加到现有面积的三到四倍（具体数字取决于采取的政策），欧洲和北美的增长幅度甚至更大。经合发组织-粮农组织（2008）的预测显示，未来十年内全球用于谷物生产的土地将会增加，这部分土地除欧盟土地或美国“环保休耕计划”的土地，以及主要来自拉美的目前尚未开垦的新地之外，其余将由澳大利亚、加拿大以及美国的非谷物生产耕地转变而来。随着商品价格上涨，有些以前不能盈利的耕地变得可以盈利了；同时随着对生物燃料及其原料需求的增加，经济可行的耕地也将发生变化（Nelson和Robertson，2008）。例如，随着前苏联解体，哈萨克斯坦、俄罗斯联邦和乌克兰境内的2300万公顷耕地停止了作物生产。如果谷物价格以及利润率保

持在较高水平，同时谷物加工、储存和交通基础设施有必要的投资，那么这些土地中预计有1300万公顷几乎不增加环境成本就可以恢复作物生产（粮农组织，2008e）。

预计未来十年内巴西的甘蔗种植面积将翻一番，达到1000万公顷，同时巴西大豆种植面积也在增加，这可能会占用畜牧业草场及其他作物用地，并间接增加对未开垦土地的压力（Naylor等人，2007）。中国在尽力防止被纳入“退耕还林”项目的土地重返农业，但这可能会加大柬埔寨、老挝等其他国家的资源压力（Naylor等人，2007）。

Searchinger等人（2008）最近所做的一项分析揭示了生物燃料间接引发土地用途转变的潜在影响。据他们预测，视政策和市场情况，到2016年，美国用于乙醇生产的玉米种植面积可能会扩大至1280万公顷甚至更多，引起大豆、小麦及其他作物耕种面积减少，从而推动这些产品价格上涨并引起这些作物在其他国家的耕种面积增加。这将导致全球新增1080万公顷耕地，其中280万公顷在巴西（大部分用于生产大豆），220万公顷在中国和印度（主要用于生产玉米和小麦）。如果预测的耕地沿用了按照二十世纪九十年代的增加模式，那么这些新增面积将主要由欧洲、拉丁美洲、东南亚和撒哈拉以南非洲的森林以及其他地方的草地转化而来。这一分析的关键假设是价格上涨不会推动单产提高，至少在短期内不会。

其他一些研究也强调生物燃料政策可能会对土地用途转变产生间接影响（Birur、Hertel和Tyner，2007）。要达到欧盟和美国强制使用生物燃料的规定和目标，可能会大幅增加境内原料作物用于生物燃料的产量份额，减少产品出口，增加进口需求。从而产生一系列

<sup>11</sup> 很多第一代生物燃料原料（例如玉米、甘蔗、油菜籽和棕榈油）由于无法在生长期确定最终用途，因此这些原料的种植面积是由生物燃料产量数据推算而来。

影响：到2010年，加拿大和美国的粗粮生产面积将扩大11-12%，巴西、加拿大和欧盟的油菜籽生产面积将增加12-21%。由于对粮食、油菜籽和甘蔗的需求上涨，巴西的土地价格预计将翻一番，意味着欧盟和美国的强制规定可能会给世界其他地方的生态系统造成很大的压力，如亚马逊热带雨林。Banse等人（2008）也预言，加拿大、欧盟、日本、南非和美国的强制性化石燃料混合政策将会导致农田面积大幅上升，特别是在非洲和拉丁美洲。

### 集约化

虽然未来几年内扩大种植面积在满足不断增长的生物燃料需求方面将起

到重要作用，但通过改进技术和管理来提高土地集约化程度的辅助作用也是必不可少的，尤其从可持续生产的长远角度考虑。与撒哈拉以南非洲和拉丁美洲相比，人口密集的亚洲在提高单产方面取得的成果历来很大。同时水稻和小麦单产的提高幅度比玉米高。在改善遗传材料、投入物、水资源利用及农作方式等方面进行大规模公共和私人投资，在单产提高方面起了关键作用（Hazell和Wood, 2008; Cassman等人, 2005）。

尽管在全球和大部分地区农作物单产大幅提高，撒哈拉以南非洲的单产却远远落在后面，实际产量在其大多数地区都低于潜在产量（见图25），这表明在现有耕地上提高产量的空间很

图 25

### 若干生物燃料原料作物的增产潜力



注：在一些国家，由于实施了灌溉、作物复种、投入物利用以及应用各种生产规范，目前的产量已超过了潜在的产量。

资料来源：粮农组织。

大。Evenson和Gollin（2003）在文中提到使用现代高产品种方面十分落后的情况，特别是在非洲。同时，非洲在利用病虫害综合防治技术和养分管理、灌溉、保护性耕作等其它提高产量的技术方面也未能跟上时代步伐。

正如生物燃料需求增长会直接或间接引起土地用途的转变一样，可以预见它也会影响到单产变化，包括对生物燃料原料作物产量的直接影响，以及对其它作物的间接影响——假如进行了适当投资来改善基础设施、技术、信息和知识获取以及市场准入机会。一些分析性研究已开始对生物燃料需求增长引起的土地用途转变进行评估，但目前还没有多少实证研究支持生物燃料需求增长对单产影响的预测，无论是直接还是间接影响、影响又有多快等。在一个案例中，巴西的乙醇专家相信即使不对甘蔗进行基因改良，光靠改善生产链的管理就能将产量提高20%（Squizato, 2008）。

目前用作液体生物燃料原料的一些作物需要高质量农田和化肥、农药和水等主要投入物才能实现经济可行的产量。能源作物与粮食和饲料作物之间对资源的竞争程度特别取决于单产增加进展、饲喂效率以及生物燃料转化技术等因素。以木质纤维素原料为基础的第二代生物燃料新技术可能会提高单产，从而减少这类竞争。

## 生物燃料生产将如何影响水、土壤和生物多样性？

生物燃料原料作物的集约化生产体系、现有土地用途的转变以及新耕地的开垦，这一切所产生的环境影响并不仅限于温室气体排放。影响的性质和程度取决于生产规模、原料种类、种植及土

地管理方法、所处位置及下游加工流程等因素。关于生物燃料集约化生产的具体环境影响的实证资料还很有限，不过其中很多问题与农业产生的问题类似，如水资源的枯竭和污染、土壤退化、养分枯竭及野生及农业生物多样性减少等。

### 对水资源的影响

可以说在很多情况下，限制生物燃料原料作物生产的主要因素是水资源稀缺而非土地资源稀缺。全世界每年抽取的淡水中，约70%用于农业生产（《农业用水管理综合评估》，2007）。在很多国家，随着生活用水与工业用水之间对水资源的争夺日益激烈，农业所用的水资源越来越少。此外，气候变化预计将导致一些主产区（包括近东、北非和南亚）降雨量和径流量减少，将会给业已匮乏的资源造成更大压力。

目前，生物燃料作物的蒸发量为100立方公里，占全球作物蒸发量的1%，灌溉用水为44立方公里，占全球灌溉水量的2%（de Fraiture、Giordano和Yongsong, 2007）。很多现有生物燃料作物（如甘蔗、棕榈油和玉米）需要较多的水才能达到商业化产量（见表10），因此除非有灌溉，否则这些作物最适合生长在降雨丰富的热带地区（在巴西，雨育生物燃料作物的生产很普遍，76%的甘蔗依靠降水灌溉；美国70%的玉米产量靠降雨灌溉）。即使麻风树和水黄皮这些多年生、可在半干旱地区退化土地上生长的作物，在炎热干燥的夏季也需要一些灌溉。此外，将原料作物加工成生物燃料的过程也需要大量用水，主要用于清洗作物和种子以及蒸发冷却。然而，对当地水资源平衡影响最大的还是对这些主要生物燃料作物的灌溉生产。非洲南部和东部以及巴西东北

部许多蔗糖产区的灌溉生产用水已经接近所在流域用水量的上限。阿瓦什河、林波波河、马普托河、尼罗河以及圣弗朗西斯科河的流域就属于此种情况。

从水资源和土地资源来看，一些地区虽然扩大灌溉生产面积的潜力很大，但是，生物燃料原料作物的实际可增灌溉生产面积却要受到与灌溉设施或与商业化生产不相适应的土地制度的限制。同样地，灌溉生产的扩大还会受到较高的蓄水边际成本（最经济的地段已被占用）以及土地收购成本的制约。图26显示近东和北非地区进一步扩大生产的潜力已接近零。南亚、东亚和东南亚地区虽然有丰富的水资源，但是可用于扩大灌溉生产的土地面积很少。扩大生产的潜力主要在拉丁美洲和撒哈拉以南非洲，不过预计撒哈拉以南非洲当前较低灌溉用水的抽取量增长将会比较缓慢。

生产更多的生物燃料作物将同时影响水资源的质和量。例如，将草场和树林转化为玉米地将会加重土壤侵蚀、土地沉积，过度施用化肥造成养分（氮和磷）向地表水流失以及向地下水渗透等问题。密西西比河水中过量的氮是导致墨西哥湾内因缺氧而形成的“死亡水域”的主要原因，很多海洋生物无法在这一区域生存。Runge和Senauer（2007）认为在美国一些地区玉米和大豆的轮作

连续被玉米生产取代后，氮肥的使用量大幅增加，流失量也大大增加，从而使上述问题更加恶化。

生物柴油和乙醇的生产会产生有机废水污染，如果不经过处理就排放这些废水，会造成地表水体的富营养化。现有的废水处理技术已经可以有效处理废水中的有机污染物以及其它废弃物。发酵系统可使废水中的生物需氧量下降90%以上。经过处理的水可在加工中循环使用，处理中收集到的甲烷可以用于发电。对于生物燃料的运输和储存环节，由于乙醇和生物柴油可以降解，因而泄漏造成的负面影响小于化石燃料。

巴西大部分生产乙醇的甘蔗靠雨水灌溉，水并非产量的制约因素，但施用化肥农药、土壤侵蚀、清洗甘蔗及其他乙醇生产环节造成的水污染是需要关注的主要问题（Moreira, 2007）。大多数乙醇加工的废水（酒糟）用于甘蔗园的灌溉和施肥，从而减少甘蔗生产的用水量以及水体富营养化的风险。

杀虫剂和其他化学品可以被冲刷进入水体，对水质造成负面影响。玉米、大豆和其它生物燃料作物对肥料和杀虫剂的需求各不相同。主要的原料作物中，玉米生产每公顷所需的化肥和杀虫剂用量最大。大豆和其它投入物需求低，多样化程度高的草类生物质每产

表 10  
生物燃料作物的需水量

作物	可获得燃料年产量 (升/公顷)	能源产量 (GJ/公顷)	蒸散当量 (升/升燃料)	作物潜在蒸散量 毫米/公顷	雨育作物蒸散量 毫米/公顷	灌溉作物需水量 毫米/公顷 <sup>1</sup> (升/升燃料)	
甘蔗	6 000	120	2 000	1 400	1 000	800	1 333
玉米	3 500	70	1 357	550	400	300	857
油棕	5 500	193	2 364	1 500	1 300	0	0
油菜籽	1 200	42	3 333	500	400	0	0

<sup>1</sup> 假设灌溉效率为50%。  
资料来源：粮农组织。

出一单位的能量，预计所需氮肥、磷肥和杀虫剂的用量只相当于玉米的一小部分，从而对水质的负面影响也小得多（Hill等人，2006；Tilman、Hill和Lehman，2006）。

### 对土壤资源的影响

土地用途转变和现有农田中的农业集约化生产都可能对土壤产生巨大负面影响，但这些影响，就象对各种作物的影响一样在很大程度上都取决于耕作技术。耕作方式不当，可能因剥离了永久性土壤覆盖层而减少土壤有机质，加剧土壤侵蚀。清除田间的农业废弃物可能减少土壤养分含量，并因土壤碳流失而增加温室气体排放。

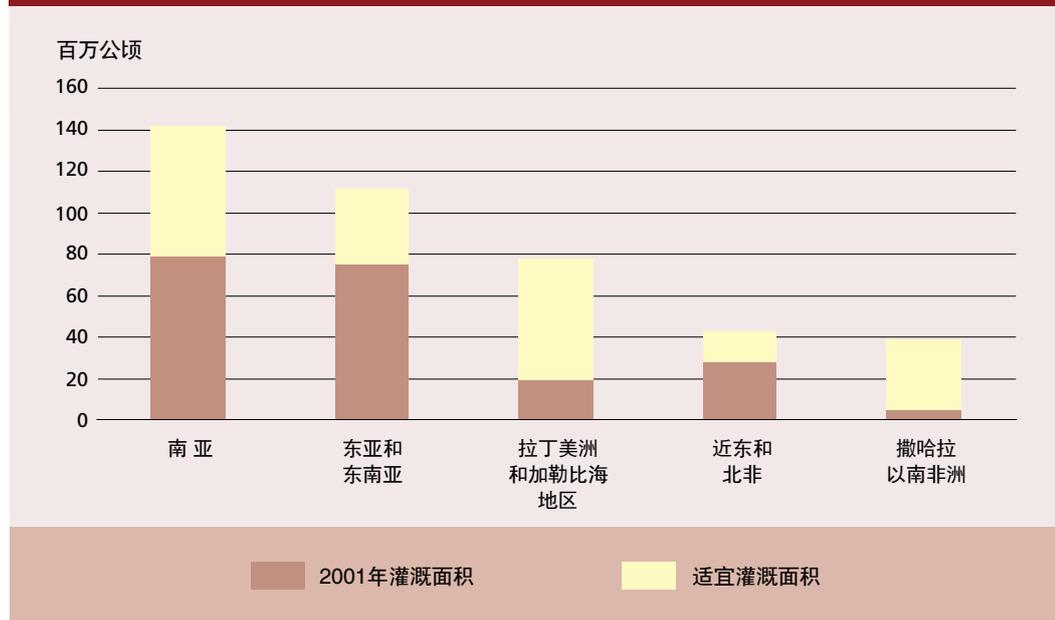
另一方面，保护性耕作、轮作和其他改良的管理方式在适当条件下可以减少负面影响，甚至在提高生物燃料原料产量的同时改善环境质量。种植棕榈、短期轮作矮林、甘蔗或凤倾草等多年生

作物，而不是一年生作物，可以通过增加土壤覆盖层厚度和有机碳含量改善土质。同时采用免耕，并减少化肥和农药投入物的使用，就会对生物多样性产生积极影响。

原料作物品种不同，在土壤影响、养分需求和所需整地程度等方面也各异。国际能源署（2006，第393页）指出，与油菜、玉米和其他谷物相比，甘蔗对土壤的影响一般较小。来自于糖厂和酿酒厂废弃物的循环养分维持了土质，但是将更多的甘蔗渣作为能源投入物用于乙醇生产将降低养分循环。粗放型生产系统需要废弃物再利用进行养分循环，保持土壤肥力；通常仅有25-33%禾草或玉米的可用作物残茬得到了可持续性的收割（Doornbosch和Steenblik，2007，第15页，引自Wilhelm等人，2007）。如果创建农业废弃物市场，那么能源需求的增加（除非管理不当）可能会将废弃物用于生物燃料生

图 26

### 扩大灌溉面积的潜力



资料来源：粮农组织。

产，从而对土质尤其是土壤有机物造成有害影响（Fresco，2007）。

Hill等人（2006）发现，在美国如果利用大豆生产生物柴油，产生单位能源所需的化肥和农药用量要比玉米少很多。但是他们认为，与第二代原料如风倾草、木本植物或各类草原禾草与阔叶草的混合物相比，这两种原料都需要较高的投入水平和更高质量的土地（亦见Tilman、Hill和Lehman，2006）。桉树、杨树、柳树或禾草等多年生木质纤维素作物，需要的管理力度轻并且化石能源投入物少，也可以在品质较差的土地上种植，但是土壤碳和土质也将日趋提高（国际能源署，2006）。

### 对生物多样性的影响

生物燃料生产可以对野生和农业生物多样性产生一些积极影响，如通过恢复退化的土地等；但是也可以产生很多不利影响，例如，生物燃料生产造成自然景观被转换为能源作物种植田或泥炭地被排干（《生物多样性公约》，2008）。总体而言，随着作物种植面积扩大，野生生物多样性由于栖息地的丧失而受到威胁，而农业生物多样性在大规模连作情况下也是脆弱的，因为连作建立在遗传材料有限的基础上，可能也会导致对传统品种的利用减少。

生物多样性流失的首要途径就是将土地转为农田之后造成的栖息地丧失，如转变森林草场用途等。正如《生物多样性公约》（2008）指出的那样，目前种植的许多生物燃料作物非常适合热带地区，这增加了具备生物燃料生产潜力的国家将自然生态系统转换为原料种植园（如油棕）的经济激励因素，导致野生生物多样性的流失。虽然油棕种植园不需要很多化肥或农药，甚至可以建立在贫瘠的土壤上，但是种植园的扩张可

以导致雨林丧失。尽管已有文章提到在一些国家由于土地被转换为生物燃料原料生产用地而造成自然栖息地丧失的情况（Curran等人，2004；Soyka、Palmer和Engel，2007），但是评估自然栖息地丧失程度和后果所需的数据和分析仍然不足。Nelson和Robertson（2008）对生物燃料需求增长引起的商品价格上涨会如何引发巴西的土地用途转变和集约化生产进行了分析研究，结果发现，高价位驱动的农业扩张可能危及鸟类品种多样性丰富的地区。

第二种主要途径是由农田集约化生产引起的农业生物多样性流失，表现为作物遗传的单一性。大多数生物燃料原料种植地都建立在单一品种的基础上。甘蔗等禾草原料的遗传多样性水平较低也令人担忧（皇家学会，2008），这样增加了这些作物感染新发病虫害的可能性。反之亦令人担忧，如麻风树等作物具有极高的遗传多样性水平，但很多未经改良，导致产生大量损害其商业价值的遗传特征（农发基金/粮农组织/联合国基金会，2008）。

至于第二代原料，推广的品种中有些属于入侵物种，从而引发了关于如何对其进行管理和避免意外后果的新担忧。而且，原料转化所需的酶中有很多经过了基因修饰以提高效率，并且需要在密闭的工业生产过程中接受谨慎管理（商品共同基金，2007）。

有人提及，由于在退化或边际土地上引进了多年生混合新品种以修复生态系统机能，增加了生物多样性，从而对生物多样性产生了积极影响（《生物多样性公约》，2008）。在退化或废弃土壤上的试验田中得到的试验数据（Tilman、Hill和Lehman，2006）显示，草原多年生当地作物品种可以提供一系列生态系统服务，包括野生生物栖

息地、水过滤和固碳等；它们的混合物不仅所需投入低，而且多样性丰富，与玉米-乙醇或大豆-生物柴油相比，还可以产生更高的净能量收益（根据燃烧时释放的能量来衡量），减少更多的温室气体排放量，产生更少的农用化学品污染，并且它们的生长性能随着品种数量的增加而提高。该研究文章的作者还发现，风倾草土壤肥沃时产量很高，尤其是在使用化肥和农药的情况下，但是土壤贫瘠时的生长性能与各种当地品种的多年生作物相比较差。

## 生物燃料能够在边际土地上生产吗？

边际或退化土地常具有一些特征，如缺水、土壤肥力低和温度高，其中缺水既限制了植物生长，又限制了养分获取。这些土地的共同问题包括植被退化、水蚀和风蚀、盐化、土壤压实和板结及土壤养分损耗。某些地方还可能出现污染、酸化、碱化和水涝等现象。

一些环境条件不宜种植粮食作物，但一些耐受生物燃料作物也许会提供机遇，使得目前经济效益很低的土地能够得到高效利用。木薯、蓖麻、甜高粱、麻风树和水黄皮等作物都是可选对象，同样还有桉树等耐旱树种。然而需要注意的是，边际土地经常为农村贫困人口提供生存服务，包括许多妇女从事的农业活动。如果将生物燃料生产引入到边际土地上，贫困人口能够从中受益还是受害，在很大程度上取决于他们拥有的地权性质和稳定性。

听到这样的说法并不稀奇，那就是有大片的边际土地可以用于生物燃料生产，从而缓解生物燃料生产与粮食作物之间的矛盾，为贫困农民提供一种新

的收入来源。尽管边际土地产量较低，并且面临着更高的风险，但是利用边际土地种植生物能源作物可以产生次生效益，如修复退化的植被、固碳和当地环境服务等。然而，在大多数国家，边际土地是否适合生物燃料可持续生产并没有很多文章记载。

在水和养分投入水平较低的边际土地上种植任何作物都将获得较低的产量，耐旱的麻风树和甜高粱也不例外。为了达到商业可接受水平的产量，草本和木本品种都不能承受超过一定的压力极限；事实上，这些品种在适度补充投入物的情况会生长较好。因此，虽然改良的作物品种从长期来讲可能具有潜力，但仍需要充足的养分、水和管理来确保获得具有经济意义的产量，这意味着即使是种植在边际土地上的耐旱作物，在某种程度上来说，仍然要与粮食作物争夺养分和水等资源。

多项研究认为，在良田上获得较高经济价值的产量通常要胜过任何附加成本。因此，将来很可能发生的情况是，对生物燃料的持续需求将加剧较高收益的良田压力（Azar和Larson，2000）。

## 确保具有环境可持续性的生物燃料生产

### 良好操作规范

良好操作规范的目标在于应用现有知识解决生物燃料原料田间生产、收割和加工的可持续性；这个目标也适用于土地、土壤、水和生物多样性等方面的自然资源管理，以及用于估测温室气体排放量和确定某种特定生物燃料是否比某种化石燃料更有利于缓解气候变化的生命周期分析。实际上，土壤、水和作物保护，能源和水资源管理，养分

## 插文 11

## 麻疯树 — 一个“神奇”作物？

作为一种能源作物，麻疯树 (*Jatropha curcas*) 正在成为很多头条新闻内容。该植物耐旱，可以在边际土地上生长，每年只需300-1000毫米的微量降雨，容易存活，能够有助恢复被流失的土地而且生长很快。这些特性吸引了很多发展中国家，这些国家关注正在消失的植被和土壤肥力，并正在寻找可以减少与粮食作物竞争的能源作物。同时，这种小树在2-5年后产生种子，按果实重量，油的含量占到30% — 其油可以用来制造肥皂、蜡烛和化妆品，与蓖麻油有着相似的药用价值，但也可以用于做饭和发电。

该树原产于拉丁美洲北部/中美洲，麻疯树共有三个品种：尼加拉瓜、墨西哥（以其种子含毒性的多少区分）和佛得角。第三种品种开始在佛得角生长，并从那里传播到非洲和亚洲的部分地区。麻疯树在佛得角大面积生长，主要出口到葡萄牙用于榨油和生肥皂。在1910年的高峰期，麻疯树出口达到5600吨 (Heller, 1996)。

麻疯树的很多有益特性已经促成一系列大规模油料/或生物柴油生产以

及小规模农村发展项目。国际和国家投资商对以下国家开始投资，竞相大规模种植麻疯树：伯利兹、巴西、中国、埃及、埃塞俄比亚、冈比亚、洪都拉斯、印度、印度尼西亚、莫桑比克、缅甸、菲律宾、塞内加尔和坦桑尼亚联邦共和国。开展大规模经营是印度政府的“国家任务”。在2003-07年间，已在40万公顷土地上种植麻疯树 (Gonsalves, 2006)。到2011-12年，其目标是用麻疯树生产的生物柴油替代20%的柴油消费，麻疯树在1000万公顷的荒地上种植，全年为500万人口提供就业 (Gonsalves, 2006; Francis, Edinger 和 Becker, 2005)。原有目标可能是非常宏伟的，但正如 Euler 和 Gorritz (2004) 所报道的那样，最初的印度政府分配种植麻疯树的40万公顷中只有一少部分真正种植了该树木。

该植物在非洲广泛生长。经常作为树篱将城镇与村庄分离。在马里可以发现数千公里的麻疯树树篱；树篱可以保护园林不受牲畜的破坏，并且有助于避免风和水造成的破坏和流失。其种子已经用于生产肥皂和医药目

和农用化学品管理，生物多样性和地貌保护，收割、加工和销售，所有这些环节在那些需要良好规范来解决可持续生物能源发展问题的地区都是非常重要的。

保护性耕作这种农业方式的出发点就是通过最低限度的土壤破坏、永久性的有机土壤覆盖层和多种多样的作物轮作，为农民和农村人口实现可持续性的、赢利的农业。目前碳储存和降低能源压力的技术成为关注的焦点，在这样

的情况下，保护性耕作显得尤为恰当。这种方式还证实能够适应劳动力匮乏并且有必要对土壤湿度和肥力进行保护的情况。将机耕等做法降低到最低程度，农用化学品、矿物或有机养分等投入物得到最佳应用，而且使用量不会扰乱生物过程。保护性耕作在多种农业生态区域和耕作体系中都很有效。

良好农业规范与良好林业规范相结合，可以在很大程度上降低在森林边际

的，一个非政府组织正在倡导麻疯油作为多功能平台提供动力，一个低速柴油发动机，包括一个榨油机、一个发电机、一个小型电池充电器和一个压磨厂（联合国开发计划署，2004）。作为小型农村发电项目能源的麻疯油试点项目正在坦桑尼亚联邦共和国和其他非洲国家得到推广。

尽管很多国家都进行了相当投资和执行了一些项目，对麻疯树农学性质的可靠科学的数据目前还没有获得。对麻疯树的产量与其它可变因素之间关系的信息，以及可以以此作为投资决定的信息，如土壤、气候、作物管理和作物遗传材料的相关信息所记录在案的文件很少。证据表明，一系列的产量不能与相关的参数关联，如土壤肥力和水资源的可供量（Jongschaap等人，2007）。上世纪90年代种植麻疯树的经验表明，在尼加拉瓜的“Proyecto Tempate”项目，从1991年执行到1999年，最终以失败告终（Euler和Gorritz，2004）。

的确，对该植物的很多积极评价似乎并非基于成熟的项目经验。

Jongschaap等人（2007）证明，麻疯树的种植至少在一个有限的范围内可以有助于水土保持、改良土壤和控制水土流失，可以用做居住地的树篱、薪材、绿肥、照明能源、当地肥皂的生产、杀虫剂和医药用途。但是，他们的结论是，声称该植物具有产油高，对养分的需求低（土壤肥力）、对水和劳力的投入都比较低，以及不与粮食生产竞争并耐病虫害，这些方面都还没有得到科学证据证明。目前最关键的是缺少改良的品种和提供种子。麻疯树尚未驯化为具有可靠表现的作物。

人们担忧对麻疯树不现实预期的基础上盲目种植不仅仅会遭受经济损失，而且还会损伤当地社区人们的信心——在很多非洲国家经常出现的一个主题——似乎是很有道理的。可持续地种植麻疯树意味着将不确定因素从生产和销售环节中剔除。需要对该植物的种质资源和不同条件下种植进行研究，建立可以推动可持续发展该作物的市场。

地带推广可持续性集约化生产相关的环境成本。当生物能源作物构成了农林结合的一部分时，还可以考虑以农林草牧一体化为基础的做法。

### 标准、可持续性准则和遵守情况

尽管生物能源开发产生的环境影响多种多样，与其他农业活动产生的影响并无本质区别，但如何对这些环境影响进行最好地评估、如何将其反映在田间

活动中尚有待研究。现有的环境影响评估技术和战略环境评估为分析生物物理因素提供了很好的起点，同时还有过去60年农业发展中获得的大量技术知识。生物能源的发展也做出了新贡献，包括建立了关于生物能源与粮食安全及有关生物能源影响研究的分析框架（粮农组织，即将出版[a]和[b]）；开展了有关总体环境影响的研究工作，涉及土壤酸化、化肥过量施用、生物多样性流失、空气污

染和农药毒力等 (Zah等人, 2007); 开展了关于社会和环境可持续性标准的研究工作, 涉及森林采伐的限制、与粮食生产的竞争关系、对生物多样性的负面影响、土壤侵蚀和养分淋溶等 (Faaij, 2007)。

生物燃料领域的特点是涉及很多利益相关方, 各方利益又各自不同, 加上这个领域发展迅速, 就共同促使各种确保生物能源可持续发展的倡议不断增多。许多私人 and 公共团体都在考虑各种原则、准则和要求, 以及评估绩效和引导开发的履约机制。全球生物能源伙伴关系的温室气体方法研究小组和可持续发展研究小组, 以及可持续生物燃料圆桌会议是其中比较重要的; 另外还有许多公共的、私人的和非营利团体也在开展这方面的工作。机构如此众多, 意味着可能需要一个过程对各种方式进行统一, 而根据促进生物燃料进一步生产的政策任务和目标进行统一时更是如此。

大多数准则目前正在由工业化国家进行制定, 目标定位在确保通过具有环境可持续性的方式对生物燃料进行生产、销售和使用, 然后在国际市场上进行交易。例如, 欧洲委员会已经提出了它认为符合世贸组织规则的准则 (个人通信, E. Deurwaarder, 欧洲委员会, 2008)。然而, 至今为止没有对任何一项准则进行过测试, 尤其是没有在结合补贴等政府支持计划、或针对国际贸易协定的优惠待遇等对准则进行测试 (Doornbosch和Steenblik, 2007; 联合国贸发会议, 2008)。

“标准”一词意指根据既定准则设立计量参数而构成的严格体系, 如果违规可能会导致某国不能出口产品。在食品安全、化学和人类健康等领域已建立了这种国际认可的体系。生物燃料领域是否已发展到了一定程度可以建立类似体系了呢? 目前的风险是否已相当严

峻, 如果没有这种体系将会对人类健康或环境带来严重且不可逆转的威胁呢? 对待生物燃料是不是应该比对待其他农产品更加严格呢?

一方面, 鉴于无法区分生物燃料产生的很多环境影响与那些农业生产增长产生的影响, 可以说两个领域应全部使用同等标准。而且, 限制土地用途转变可能会阻碍发展中国家抓住从农产品需求增长中获益的机遇。另一方面, 还有一些观点坚决认为, 农产品生产者和政策制定者应当从先前的错误中吸取教训, 避免过去农业用地转变和集约化所带来的负面环境影响。

走出这个困境需要国家之间认真进行对话和磋商, 以便实现农业生产率增长和环境可持续的双重目标。也许通过建立生物燃料可持续生产最佳操作规范可以找到一个出发点, 这样也可以促进转变非生物燃料作物的种植方式。随着时间推移, 再加上需要建立规范体系的国家在能力建设方面的努力, 更加严格的标准和认证体系是可以建立起来的。

可以探索的一种做法是结合生物燃料生产进行环境服务支付。2007年的《粮食及农业状况》对环境服务支付进行了详细探讨。这种机制可以因提供特定环境服务或采用更具环境可持续性的生产方式而给农民付款。这种付款可以与是否遵循国际认可的标准和认证机制相结合。虽然实施起来既困难又复杂, 但环境服务付款计划可以构成进一步确保生物燃料可持续的另一种手段。

## 本章要旨

- 生物燃料只是减少温室气体排放的各种备选方法之一。视政策目标而言, 也许事实证明其他方案更具

有成本效益，如使用各类可再生能源、节能增效、减少森林采伐和土地退化带来的排放等。

- 尽管生物燃料生产的增长对温室气体排放、土地、水和生物多样性的影响因国家、生物燃料、原料和生产方式的不同而有很大差异，但是统一制定生命周期分析、温室气体平衡和可持续性准则仍是迫切且立即需要开展的工作。
- 并非所有原料都会对温室气体平衡产生积极影响。为了达到缓解气候变化的目标，应使投资重点流向环境和社会成本最低而对温室气体平衡产生最大积极影响的作物。
- 环境影响可能会出现在生物燃料原料生产和加工的各个环节，但是与土地用途转变和集约化生产有关的过程往往是产生环境影响的主要环节。今后十年中，由政策驱动的生物燃料需求迅速增长可能会加速非农土地向作物生产用地转变，这将对生物燃料原料生产产生直接影响，对那些失去现有农田的作物产生间接影响。
- 提高单产和审慎使用投入物将会成为减轻粮食和能源作物用地压力的关键因素，因而需要开展专题研究，对技术领域进行投资并加强制度和基础设施建设。
- 环境影响因原料、生产方式和所处位置不同而有很大差别，在很大程度上取决于如何管理土地用途转变。用多年生原料作物（如油棕、麻风树或多年生禾草）替代一年生作物可以改善土壤碳平衡，但将热带森林转变成任何一类作物的种植地所释放出的温室气体都会远远超过生物燃料每年可能减少的温室气体排放量。
- 受到技术和制度因素的限制，水资源拥有量可能会制约有些国家的生物燃料原料生产规模，否则这些国家原料生产方面可能会具有比较优势。
- 标准和认证等监管做法也许并不是确保广泛公平地参与生物燃料生产的首要或最佳选择。结合了最佳操作规范和能力建设的体系也许可以取得更好的短期效果，提供适应情况不断变化所需的灵活性。环境服务支付或许也可以成为鼓励使用可持续生产方式的一种手段。
- 生物燃料原料与粮食和其他农作物应当得到同等待遇。生物燃料原料生产带来的环境问题与农产品生产增长所带来的影响是相同的；因此，确保可持续生产的措施应当对所有作物一律适用。
- 保护性耕作等良好农业操作规范可以减少生物燃料生产的碳足迹和负面环境影响，正如良好农业操作通常在粗放型农业生产中产生的效果一样。禾草或树木等多年生原料作物可以使生产体系多样化，促进改善边际土地或退化土地。
- 国内政策必须更好地了解生物燃料发展在国际上的影响。经常利用现有机制开展国际对话可以促进制定切实可行的生物燃料任务和目标。

## 6. 对贫困和粮食安全的影响

对最贫困的家庭来说，食品占开支的很大一部分，粮价直接影响到他们的粮食安全。普遍接受的定义是，当人们不能确保获得数量充足且安全营养的食物以维持正常生长发育及积极健康生活时即为粮食不安全。最近，主食价格上涨已在不少国家引发了抗议和骚乱。粮农组织估计全世界约有8.5亿人营养不足（粮农组织，2006b）。鉴于生物燃料市场的潜在规模、长期价格走势的不确定性以及贫困家庭的巨大数量，扩大生物燃料生产将对贫困人口粮食安全产生何种影响，这一问题就应成为政治议程优先解决的重点。

本章将探讨生物燃料发展对贫困人口和粮食安全产生的影响。对粮食安全的研究一般分四个方面进行。

- **粮食可供量**是由国内产量、进口能力、有无粮食库存和粮援决定的。
- **粮食获取能力**取决于贫困程度、家庭购买力、价格以及是否存在运输与市场设施和粮食分销体系。
- 供应和获取的**稳定性**可能受到天气、价格波动、人为灾害和一系列政治经济因素的影响。
- **粮食利用**的安全和健康取决于护理和喂养、食品安全和质量、洁净水的获取、健康和卫生条件等。

尽管生物燃料需求的增长只是近期价格上涨的众多因素之一（参阅第4章，第41页），但生物燃料生产的迅猛发展将通过对粮食价格和收入的影响而对国家和家庭层面的粮食安全造成影响。本章分四个方面着重探讨粮价上涨对国家层面和家庭层面粮食保有量及获取渠道

的影响。在这两个层面，首先均着重阐述短期影响，然后分析较长期影响。从中长期角度看，农产品价格上涨，为加强供给反应和振兴并增进发展中国家农业作为发展引擎的作用注入了潜力。<sup>12</sup>

### 对国家层面粮食安全的影响

第3章探讨了生物燃料需求增长导致能源与农产品价格关联度提高的问题，第4章研究了对农产品价格影响的问题。价格上涨对各国的影响如何将取决于它们是否属农产品净进口国或净出口国。某些国家将得益于价格上涨，但预计最不发达国家<sup>13</sup>的境况将出现较大幅度的恶化，它们过去二十年中出现了农产品贸易逆差扩大的状况（图27）。

商品价格的上涨推高了进口成本，粮食进口支出创历史新高。根据粮农组织的最新分析，2007年全球进口食品开支比上年的创纪录水平又增加了约29%（粮农组织，2008a）（表11）。大部分开支增量来自进口粗粮和植物油价格上涨——这两类商品在生物燃料生产中占突出地位。饲料原料价格的上扬导致肉制品和奶制品价格上涨，增加了这些商品的进口开支。国际运费涨至新高也影响

<sup>12</sup> 《2008年农产品市场状况》（粮农组织，即将出版，2008c）对商品价格的快速上涨态势进行了更为详尽的探讨，而粮价飞涨对贫困人口的影响则是《世界粮食安全状况》（粮农组织，即将出版，2008d）的主题。

<sup>13</sup> 最不发达国家的划分依据是：（a）低收入标准（人均国民总收入的三年平均估算数低于750美元）；（b）人力资源薄弱标准；以及（c）经济脆弱性标准。更详尽情况和最不发达国家清单可参阅内陆发展中国家及岛屿发展中国家高级别代表办公室（2008）。

图 27

## 最不发达国家农产品贸易收支平衡



资料来源：粮农组织。

了所有商品的进口值，这对各国支付粮食进口费用的能力施加了新压力。尽管生物燃料需求的不断增长仅是近期价格大幅上扬的部分原因，该表无疑说明农产品价格上涨能产生较大影响，尤其是对低收入缺粮国（LIFDCs）的影响。高粮价还伴随着燃料价格的上涨，进一步威胁到宏观经济的稳定和总体

表 11

## 2007年全部食品和主要食品的进口汇票以及相对于2006年的增幅

商品	世界		发展中国家		最不发达国家 <sup>1</sup>		低收入缺粮国 <sup>2</sup>	
	2007 (百万美元)	比2006年增加 (百分比)	2007 (百万美元)	比2006年增加 (百分比)	2007 (百万美元)	比2006年增加 (百分比)	2007 (百万美元)	比2006年增加 (百分比)
谷物	268 300	44	100 441	35	8 031	32	41 709	33
植物油	114 077	61	55 658	60	3 188	64	38 330	67
肉类	89 712	14	20 119	18	1 079	24	8 241	31
乳制品	86 393	90	25 691	89	1 516	84	9 586	89
糖	22 993	-30	11 904	-14	1 320	-25	4 782	-37
食品合计	812 743	29	253 626	33	17 699	28	119 207	35

<sup>1</sup> 最不发达国家（见脚注13）。<sup>2</sup> 粮农组织划分低收入缺粮国有三项标准：其人均收入；其净粮食贸易地位；以及“地位的持续性”，尽管某一国家不符合低收入缺粮国收入标准或缺粮标准，但依然推迟将其从低收入缺粮国名单中“除名”，除非该国的身份变化连续三年得到验证。要获取该标准的具体内容和低收入缺粮国名单，参见：<http://www.fao.org/countryprofiles/lifdc.asp>。

资料来源：粮农组织，2008a。

表 12  
按营养不足发生率列出的石油产品和主要谷物的净进口国

国家	石油进口	主要谷物进口	营养不足发生率
	(占消费量的百分比)	(占国内产量的百分比)	(占人口的百分比)
厄立特里亚	100	88	75
布隆迪	100	12	66
科摩罗	100	80	60
塔吉克斯坦	99	43	56
塞拉利昂	100	53	51
利比里亚	100	62	50
津巴布韦	100	2	47
埃塞俄比亚	100	22	46
海地	100	72	46
赞比亚	100	4	46
中非共和国	100	25	44
莫桑比克	100	20	44
坦桑尼亚联合共和国	100	14	44
几内亚比绍	100	55	39
马达加斯加	100	14	38
马拉维	100	7	35
柬埔寨	100	5	33
朝鲜民主主义人民共和国	98	45	33
卢旺达	100	29	33
博茨瓦纳	100	76	32
尼日尔	100	82	32
肯尼亚	100	20	31

资料来源：粮农组织，2008a。

增长，对低收入能源净进口国来说尤为如此。表12列出了因下述因素共同作用导致尤为脆弱的22个国家：长期饥饿水平居高不下（营养不足率高于30%）、对石油产品进口高度依赖（多数国家达100%）以及很多情况下国内消费对主要谷物（稻米、小麦和玉米）进口高度依赖。诸如博茨瓦纳、科摩罗、厄立特里亚、海地、利比里亚和尼日尔等国家尤为脆弱，它们的所有三个风险因素均处于高水平。

## 对家庭层面粮食安全的影响 — 短期效应<sup>14</sup>

### 粮食获取能力

在家庭层面，粮食安全的一个关键因素是粮食的获取。粮食获取能力系指家庭生产或购买足够的粮食来满足自身

<sup>14</sup> 有关粮价上涨对粮食安全影响的全面评估可参阅粮农组织（2008a）。

需求的能力。有两个主要指标可用以评估生物燃料发展对粮食安全的影响：粮食价格和家庭收入。某个家庭或个人的收入越高，能购买的粮食就越多（质量也越好）。粮食价格对家庭粮食安全的确切影响则比较复杂。粮价上涨一般会使城乡地区粮食净购买家庭的境况更为艰难，而属于资源较好实现粮食净销售的农村家庭则往往得益于价格上涨引发的收入增长。

世界粮食价格上涨不一定会影响家庭粮食安全：这种影响取决于国际价格向国内市场传导的程度。美元对其他货币（如欧元和西非[非洲金融共同体]法郎）的贬值加上政府制定的旨在避免国内价格大幅波动的政策，往往倾向于减少世界市场向国内市场的传导。<sup>15</sup>对上世纪90年代八个亚洲国家的调研中，Sharma（2002）发现玉米的传导率最大，其次为小麦，稻米传导率最低，而稻米恰恰是非洲多数穷人的主食。传导率随时间延长而增大。

在许多亚洲国家，稻米被认为是事关粮食安全的一个特殊或敏感商品。粮农组织（2008f）发现，各个国家的传导率存在较大差异，这取决于其可能采取的把国内经济与国际市场价格上扬相隔离的手段。例如，印度和菲律宾采用了政府库存、采购和分销以及对国际贸易进行限制的作法。孟加拉国为稳定国内价格采用了稻米关税，而越南则采用了一系列出口限制措施。另一方面，中国和泰国等国则放任世界价格的大部分变动传导至国内市场。玉米是亚洲的饲料粮，价格干预措施要少得多。粮农组织（2004b）发现，非洲国家的价格传

导率总体低于亚洲国家。国内价格政策能够有助于稳定物价但的确需要财政资金为后盾。从更长远看，这些措施也可能阻碍或减缓供给对价格上涨的有效响应。

### 对粮食净购买者和净出售者的影响

几乎所有城镇居民都是粮食的净消费者，但并不是所有的农村居民都是粮食的净出售者。许多小规模经营的农民和农村劳动力属于粮食净购买者，因为他们不拥有足够的土地为自己的家庭生产出充足的粮食。Barrett编纂的撒哈拉以南非洲不少国家的观察研究（即将出版）发现，大多数农民或农村家庭（视该调研的概念而定）根本不属于粮食净出售者行列。

粮农组织（2008a）编写的一份观察研究确认了这个格局，详见表13。该表分别显示了若干国家城乡家庭中主粮净出售家庭的比重，其中只有两个国家净出售家庭的比重超过50%。

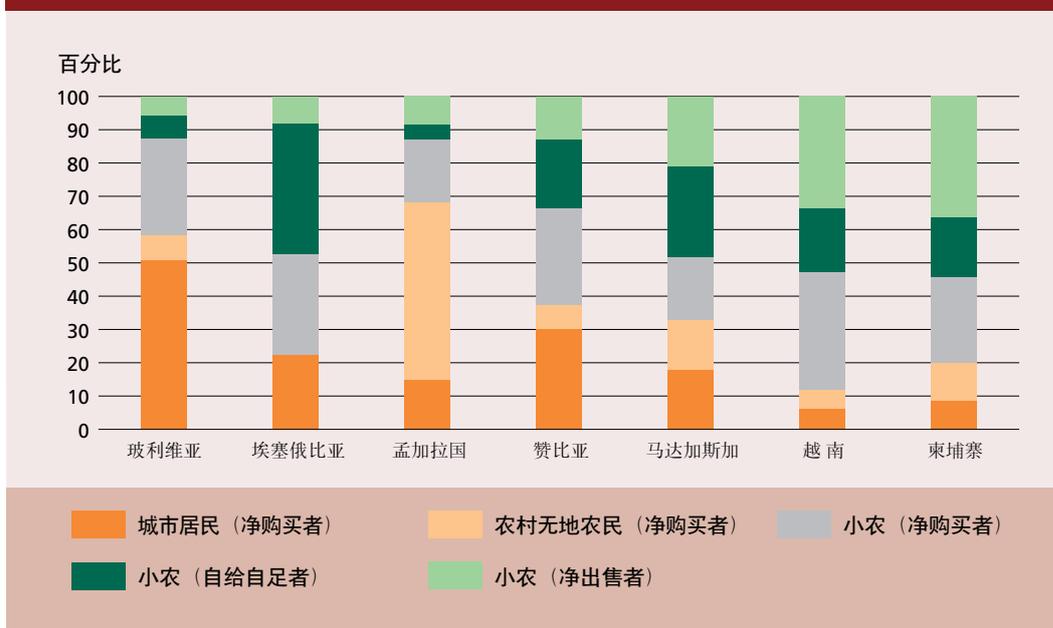
即便是在农业和主粮生产是多数穷人重要活动的农村地区，也有很多穷人属于粮食净购买者（图28），势必会因主食贸易价格上涨而蒙受损失或至少无从得益。贫穷的小规模经营者同时又是净出售者的比例不超过37%，七个国家中有四个甚至为13%或更低。净购买者穷人的比例范围从柬埔寨的45.7%到玻利维亚的87%以上。这七个国家中，该比例在50%以上的有五个。

### 粮价上涨对贫困的影响

对最贫困的家庭来说，粮食一般占其总支出的一半甚至更高。因此粮价的上涨可能对生活和营养条件产生显著影响。例如，Block等人（2004）发现，上世纪90年代末印度尼西亚稻米价格上涨时，贫困家庭中的母亲相应减少了自己

<sup>15</sup> 粮农组织（2008a）近期工作确认，国家一级的影响需要进行逐一分析，因为不同国家汇率走势不同且采用的商品市场政策也不同。

图 28

贫困人口作为主食净购买者和净出售者的分布<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 贫困人口在购买和出售主食（稻米、小麦、玉米、豆类）的国际贸易中所占的百分比。

资料来源：世界银行，2007。

的热量摄入以更好地喂养孩子，导致母亲消瘦状况增多。此外，为购买价格上涨的稻米致使对营养价值更高食品购买量减少，这导致幼童（及其母亲）的血红蛋白明显降低，出现发育障碍的概率增加。

农民中的粮食净出售者将从价格上涨中受益，他们一般都拥有较多土地，往往比拥有土地数量少的农民富裕。此外，可供出售的余粮较多的农民从高价格中的得益也高于余粮较少的农民。无论怎样，较贫困农民从粮价上涨中得益的可能性不大，而最容易受到负面影响。

图29显示了表13列出的七个国家中主食粮食品种价格增长10%对城乡家庭短期福利影响的估算。这些估算没有考虑家庭在生产和消费决策方面的反应因素，因此反映的是影响的上限。但从短期看，对作物生产进行调整的余地有限，从消费层面看，最贫穷家庭进行消费替代的可能性极小。

图29突出显示，无论城市还是乡村，按支出而言最贫穷的五分之一家庭所受的影响最大——它们的福利状况不是损失最大就是增益最少。甚至在农村家庭平均呈受益状况的某些国家，如巴基斯坦和越南，农村地区最贫穷的五分之一家庭仍因主食价格上涨而出现福利状况的负增长。无疑，预计所有国家的所有城镇家庭都将蒙受损失，但程度不同，其中最贫困家庭的福利下降幅度最大。

粮农组织对主食价格上涨对福利状况的影响的分析显示，在多数从城镇、农村和全国抽取的样品中，女性户主家庭的福利状况普遍低于男性户主家庭，因为它们面临的福利损失最大或增益最小。尽管在所有这些国家甚至多数中，女性户主家庭占贫困人口的比重并非一直过多，但还是出现了这种一边倒的结果。其中一个因素是，在其他条件相同的情况下，女性户主家庭用于购置食物的收入比重往往较大。此外，在农村环

表 13  
主粮净出售家庭在城市、农村以及全部家庭中所占份额

国家/年	家庭比例		
	城市 (百分比)	农村 (百分比)	全部 (百分比)
孟加拉国, 2000年	3.3	18.9	15.7
玻利维亚, 2002年	1.2	24.6	10.0
柬埔寨, 1999年	15.1	43.8	39.6
埃塞俄比亚, 2000年	6.3	27.3	23.1
加纳, 1998年	13.8	43.5	32.6
危地马拉, 2000年	3.5	15.2	10.1
马达加斯加, 2001	14.4	59.2	50.8
马拉维, 2004年	7.8	12.4	11.8
巴基斯坦, 2001年	2.8	27.5	20.3
秘鲁, 2003年	2.9	15.5	6.7
越南, 1998年	7.1	50.6	40.1
赞比亚, 1998年	2.8	29.6	19.1
最高	15.1	59.2	50.8
最低	1.2	12.4	6.7
未加权平均数	6.8	30.7	23.3

资料来源：粮农组织，2008a。

境下，它们利用土地的就会一般较少，参与的农业创收活动也不多，因此无法分享粮食价格上涨带来的好处（粮农组织，2008a）。

虽然粮价上涨一般将对农村贫困人口购买力造成负面影响，但这一群体也可能会从中受益，因为所需农业劳动力增加了，而这是贫困人口的一个首要收入来源。事实上，穷人和无地家庭的收入对低技能体力劳动的依赖程度极高（世界银行，2007）。农产品价格上涨能刺激农村地区低技能工人的需求，因此能使农村的工资出现长期增长，从而有益于被雇佣的家庭和个体农民。Ravallion（1990）采用工资决定动态经济的计量模型和上世纪50年代和70年代的数据得出了以下结论：稻米价

格上涨致使孟加拉国的中等贫困无地家庭在短期内有所损失（原因是消费支出增加），但从长期看则略有收益（五年或更长）。事实上，从长远看，随着工资的调整，家庭收入的增长（主要是低技能工人）足以超过家庭用于稻米的支出增长。但这项研究使用的数据相对久远，是在稻米产业在经济中所占比重较大的时期收集的，因此对劳动力市场的影响较大。Rashid（2002）发现，从上世纪70年代中期以来，在孟加拉国，稻米价格对农业工资已不再具有重大影响。与亚洲其他多数国家相比，孟加拉国农业在经济中的比重较大，且稻米占农业产业的比重更大，因此，如果稻米价格上涨在孟加拉国已不会推动农村工资的提高，那么在就业机会更多样化的

图 29

按城乡家庭收入（支出）五等分计，自主食价格上涨10%获得的平均福利收益/损失



资料来源：粮农组织，2008a。

经济体中，谷物价格上涨会大幅刺激农村劳动力就业市场的可能性似乎不大。

粮价上涨还可能具有第二轮乘数效应，因为农民增收创造了对其他商品和服务的需求，而这些商品和服务中许多是可以在当地生产和提供的。但如果这些新增收入仅仅是从农村无地农民和

城镇贫民中转移出去的，那么这些新的乘数效应则将被穷人收入减少造成的负乘数效应所抵消，因为随着食品支出的增加，穷人用于非食品类商品的钱就会减少。净乘数效应将取决于收入结构的变化和关联价格新体系中收益者和受损者的各种消费方式。

总体而言，从全球来看，粮价上涨对粮食安全的直接净效应可能是负面的。例如，据Senauer和Sur（2001）估计，到2025年粮价与基线相比若上涨20%，将导致世界营养不足人口数量增加4.4亿（其中撒哈拉以南非洲占1.95亿，南亚和东亚占1.58亿）。据国际粮食政策研究所（IFPRI）估计，根据现有各国发展计划，生物燃料的扩张将使玉米、油籽、木薯和小麦的价格分别上涨26%、18%、11%和8%，导致热量摄入降低2-5%，儿童营养不良率平均增加4%（Msangi, 2008）。但这是全球数字，各国之间及国内各地区之间的结果将存在差异。

生物燃料可能影响粮食安全的利用量层面，但不像对其他层面的影响那么直接。例如某些生物燃料生产系统在原料生产和生物燃料转化环节均需要消耗大量的水。这种需求可能减少家庭用水的占有量，威胁受影响个体的健康状况并因此威胁他们的粮食安全状况。另一方面，如果生物能源能更多地取代污染程度较大的能源，或为农村贫困人口提供更多的能源服务，那么它可能会降低做饭的成本并提高洁净度，从而对健康状况和粮食利用量产生积极影响。

## 作为农业增长推动力的生物燃料作物生产

### 作为增长引擎的生物燃料和农业

迄今为止所进行的讨论，以及大部分公众意见，都聚焦在粮食价格上涨对近期粮食安全产生的消极影响上。然而，从中长期看，不仅是作为净售方的小农户，还有那些有能力应对价格刺激的边缘者和净买方，都可能会在粮食供应方面做出积极反应。因此，新出现的生物燃料，作为一种主要的新型农产品

需求，可以帮助发展中国家振兴农业，具有推动经济增长、减贫和粮食安全的潜在积极影响（见插文12）。

从农业生态角度看，世界上许多最贫穷的国家都处于有利地位，可以成为液态生物燃料所需生物质的主要生产国，或更好地从整体上应对农产品价格上涨。然而，它们仍将面对与往常一样的限制因素，阻碍它们抓住由农业推动增长所带来的有利时机。它们对这次生物燃料带来的新机遇的驾驭能力——要么作为原料生产者直接利用，要么是作为价格因此上涨的农产品生产者间接利用——这将取决于这些原有的限制因素（及一些新的）如何加以解决。

生物燃料生产的扩张，无论出现在世界上哪个地方都会推动价格上涨，无论一个国家是否生产生物燃料原料都会受到影响。与此同时，能源价格上升，导致了商业肥料投入成本增加。农业生产率的提高将在防止粮食价格长期上涨和扩大耕地面积的过大压力以及因而对环境产生的不利影响（包括温室气体排放增加）方面发挥根本性作用。同时，从历史上看，农作技术创新帮助欧洲和美国提高了生产率，开展现代农业技术研究所需的资金很可观，这意味着公共资金资助的研究工作十分关键。政府通过技术推广服务和改进基础设施对技术传播的支持也不可或缺。生物燃料大大推动了在发展中国家提高农业生产率的投入。

### 生物燃料、商业化和农业领域增长

为生产生物燃料而种植的作物，至少从农民的角度来说，和种植其他经济作物没什么区别，还可以推动农业转变半自足型、低投入低产出的农作系统，这种农作方式在许多发展中国家的特点。经验已经表明，小生产者发展经济作物不一定会牺牲粮食生产，或危及粮

## 插文 12

## 农业增长与减贫

鉴于其规模和与经济的联系 — 农业仍然是当今很多发展中国家重要强势产业 — 长期以来被农业经济学家看作是发展早期阶段增长的引擎（例如见Johnston和Mellor, 1961; Hazell和Haggblade, 1993）。从Ahluwalia（1978）对印度的研究开始，很多研究都试图将农业增长对贫困的影响进行量化。由Ravallion和Datt（1996）以及Datt和Ravallion（1998）所做的开创性工作表明，由农业增长带动的农村发展不仅可以减轻贫困，而且比加工和服务行业等其它领域的增长，对减贫产生更加强有力的影响。而且，农村的发展对城市地区的减贫都有重要的影响。

国家范围的计量经济学证据表明，考虑到该行业的规模，农业GDP增长的减贫效率至少是其它领域增长的两倍（世界银行，2007）。即使有关研究发现，农业不是对扶贫做出最大贡献的行业，但初级产业的增长也对贫困人口的生活标准产生可观的影响 — 大大超出它对经济的影响范围（Timmer, 2002; Bravo-Ortega和Lederman, 2005）。

农业增长对减贫贡献的程度取决于一个国家不平等的水平（Timmer, 2002），以及农业在经济和就业领域

所占的比重。农业的大多数增长，从长远看，都是来自技术变革（Timmer, 1988）。很多有关绿色革命的文献都说明，生产力的提高和技术创新都对减贫产生强有力的影响。通过向农村提供收入机会的这类农业创新已经使数以百万计的人口脱离了贫困 — 不仅仅使农民脱贫，而且也使农场工人和其他农产品和服务的提供者脱贫 — 为消费者降低农产品价格（粮农组织, 2004c）。对中国和印度的研究表明，通过政府的财政支出，农业研究长期以来对减贫是最有效的手段之一（Fan、Zhang和Zhang, 2000; Fan, 2002）。后来对乌干达进行的类似研究也表明了同样的结果（Fan、Zhang和Rao, 2004）。

粮农组织对农业的作用的一项研究简述了四种通过农业增长减贫的渠道（粮农组织, 2004d; 粮农组织, 2007d）：（i）直接提高收入；（ii）降低粮食价格；（iii）增加就业，以及（iv）提高实际工资。对于第一种渠道，土地的分配是关键：更加公平的土地分配可以实现农业增长效益的更公平分配（López, 2007）。同样，当城乡劳动力市场得到更好地整合时，工资和就业渠道就更加有效（Anríquez和López, 2007）。

粮食安全（见插文13），不过发生过这些情况（Binswanger和von Braun, 1991; von Braun, 1994）。

对撒哈拉以南非洲国家的一些研究结论认为，商业化方案有助于克服农村普遍存在的信贷市场失灵问题（von

Braun和Kennedy, 1994; Govereh和Jayne, 2003）。此外，向一个地区引进经济作物，可以刺激对分销、零售、市场基础设施和人力资本的私人投资，最终惠及粮食作物生产和其他农业活动。在可以及时获得信贷和投入物乃至推广

## 插文 13

## 撒赫勒地区的棉花

在过去50年中，特别在过去20年中，棉花已经成为萨赫勒地区很多国家的主要出口作物。虽然棉花在欧盟和美国是种植园作物，但在萨赫勒地区，棉花几乎都种植在小农场。而且，棉花种植的成功并不损害其它谷物作物生产。棉花生产可以有助于增加收入、提高生活水准并更好地获得社会服务，如教育和卫生服务。

马里是本区域、乃至整个撒哈拉沙漠以南非洲最大的棉花生产国。2006年，大约有20万马里小农种植的棉花出售给国际市场。在过去的45年间，棉花生产每年增长8%，为25%的马里农村人口的每个家庭增加了平均200美元的收入。

马里棉花农民传统上实行棉花与粗粮轮种的格局，特别是玉米和高粱。普遍担忧的是，种植经济作物会对粮食作物生产和家庭的粮食安全产生负面影响，但恰恰与之相反，棉花在马里的种植实际上促进了粗粮的生产。不同于棉花生产区以外的粗粮，由棉农种植的谷物更能从获得化肥及从本地区以棉花为基础的投入/信贷系统资助和购买的棉花残余肥料中获益。种植谷物的田地还能从改进的耕种设备和方法获益。这一收益是通过用棉花收入购买由役畜牵引的设备而获得的。使用役畜牵引设备进行耕种的农民比使用

半机械和手工生产棉花和粗粮获得更高的收入（Dioné, 1989; Raymond和Fok, 1994; Kébé、Diakite和Diawara, 1998）。装备良好的棉农同样可以满足玉米生产对畜力的需求，包括及时的播种、频繁地耕地及定期锄草（Boughton和de Frahan, 1994）。他们还试图向市场出售更多的谷物产品。总之，使用役畜牵引设备的农民能够出售大部分生产的谷物，主要因为他们人均生产率较高。

棉农在种植棉花和谷物上取得成功的重要历史原因是，马里纺织发展公司（CMDT）提供推广服务支持。马里纺织发展公司建设并维护了区域运输支线道路，这极大地方便了皮棉的收集和运输。通过降低销售成本，使粮食作物销售获益，并改进本地区的市场一体化。如果生物燃料要成为农业增长的动力，那么马里棉花经验就凸现了对农业投资的重要性。

棉花还解释了经合发组织国家对生产和出口补贴以及农产品为基础商品进口关税的影响。Anderson和Valenzuela（2007）估计，消除目前影响棉花市场的扭曲将能促进全球经济每年增长2.83亿美元，并使棉花价格提高大约13%。而且，西非国家棉农的收入将提高40%。

资料来源：根据Tefft（即将出版）。

服务和设备的地方，农民不仅可以增加收入，还能在其土地上进行集约化粮食生产。相反，农业生态条件恶劣，投入和基础设施支持无力，以及针对小生产

者的经济作物种植方案组织不当，就只能导致失败（Strasberg等人，1999）

对就业影响而言，如果生物燃料原料生产没有取代其他农业活动，或其

取代的活动劳动密集程度较低，则很可能出现就业机会的净增加。就业影响结果会差异很大，这取决于各国土地和劳动力资源禀赋、用作原料的作物种类和以前种植的作物种类。即使在同一个国家生产同一种作物，劳动密集程度也会有很大差别；例如在巴西，在东北部种植甘蔗使用的劳动力是中南部的三倍（Kojima和Johnson，2005）。

von Braun和Kennedy（1994）所作的研究发现，种植经济作物对贫困家庭的就业影响往往非常显著。在巴西，生物燃料行业在2001年提供了约100万个就业岗位（Moreira，2006），基本都在农村地区，并且大多数属于低技能工种。在制造业和其他行业间接创造的工作岗位估计约有30万个。

### 推动小规模生产者参与生物燃料作物生产

将小农户纳入生物燃料原料生产，无论出于公平还是就业考虑都很重要。生物燃料作物更可能由大型农场还是小农户生产呢？Hayami（2002）指出，与大农场相比，小生产者的一些优势在于，他们能够避免监督监测问题，能够更加灵活。事实上，许多农场作物也在世界某地由小生产者成功地种植着。例如在泰国，小农户不仅以其数量而且以产量著称于世；即使与澳大利亚、法国和美国的大中型产糖农场相比，他们在效率上也具有优势（Larson和Borrell，2001）。截至20世纪90年代，泰国出口的橡胶和菠萝超过了印度尼西亚和菲律宾，而在这两个国家橡胶和菠萝主要在农场种植。

然而，随着加工和销售日益复杂而集中，各环节需要进行产业化，而农场则提供了一种解决之道——棕榈油、茶叶、香蕉和剑麻就是如此。另一方

面，有大规模投资需求时，农场生产方式又表现出了优势。如果需要投资者建设配套基础设施如灌溉系统、道路和码头，为抵消投入成本所需的生产规模则要更大。在无人居住或人口稀少的地区，生物燃料作物生产则更可能以农场方式大规模开展。这就是为什么菲律宾的甘蔗生产在吕宋岛老居民区以小农户方式进行而在最近才开发的黑人区则以农场为主导方式进行的一个关键原因（Hayami、Quisumbing和Adriano，1990）。

小生产者的生产率和利润率通常受制于商品市场运转不良、缺乏金融市场准入、生产者组织经营不善以及投入物市场严重失灵等因素，以撒哈拉以南非洲的种子和化肥投入物市场尤为突出。政府政策可以推动小农户生产。政策干预的关键领域包括：

- 投资于公共利益，诸如基础设施、灌溉、推广和研究等；
- 支持创新型农村金融方式；
- 建立市场信息系统；
- 改进农村地区的产出品和投入物市场以使小农户面对农场不处于劣势；
- 推行订单农业。

生产者组织加强了集体行动，也会有助于降低交易成本，获得市场力量从而有利于提高小生产者的竞争力（世界银行，2007）。绿色革命的经验表明，在研究、灌溉系统和投入物供给方面的公共投资对于小农户提高生产率和产品供应来说有多么有效。

至少在生物燃料作物生产仍处于蓄势阶段的早些年间，愿意注资的投资者希望获得一定的供给保障，其中一个途径就是建立农作物农场作为生产基地。于是，通过订单农业方式（也称为“外种计划”）带动小农户参与进来，可能是既能培育市场又能保证主要粮食产量

并实现有利于穷人的增长的最明显方式。订单农业意味着可以获取信贷、投入物及时供应、知识转移、推广服务以及市场销路。对于合同方来说，这种安排能够提高利益相关方的接受程度，克服土地限制。

在许多国家，订单农业得到了政府鼓励，成为协助农户和农业社区保持一定独立性的同时分享商业化农业生产利益的一种手段（粮农组织，2001）。如果建立在成熟技术和有利的法律政策环境基础之上，订单农业则更可能成功。订单农民毁约可能是这种机制在运作中的主要问题。法律体系软弱无力，保险服务脆弱不堪，关联交易成本居高不下，都会给公司带来相当大的风险（Coulter等人，1999）。

支持小农生产生物燃料作物的创新型手段不断出现（粮农组织，2008g）。在巴西，政府设立了“社会燃料印花税计划”，鼓励生物柴油生产企业从贫困地区的小农户手中购买原材料。加入计划的公司可以得到联邦税收减免的好处。截至2007年底，约有40万小农参与了进来，主要向炼油公司出售棕榈油、豆油和/或蓖麻籽油。

### 生物燃料作物发展： 公平和性别考虑

生物燃料发展可能带来的重大风险涉及收入分配情况恶化和妇女地位恶化。发展生物燃料作物对分配的影响由初始条件和政府政策所决定。经济作物对不公平的影响方面，人们达成的共识倾向于认为它会加剧不平等（Maxwell和Fernando，1989）。然而，绿色革命表明，经济作物的推广远远低于最初设想的不均衡状况。除此之外，政府可以积

极支持小规模农业生产，正如上面所讨论的。对不公平的影响将由种植的作物和使用的技术所决定，与规模无关的技术一般有利于利益平均分配。其他的重要因素有：具有稳固所有权或租用权的土地分配；农民获得投入物和产出物市场及信贷的程度；以及公平竞争的政策环境。

在很多情况下，生物燃料生产的扩张将会导致土地竞争更加激烈。对于在土地使用权尚处于劣势的小农户、女性农民和/或牧民来说，这可能会导致他们失去土地。为了防止对农户生计和社区的侵蚀，需要更加强有力的政策和法律框架（另参见插文14）。在一些国家或区域，生物燃料作物的发展可能导致商业化不动产市场的出现。与此同时，地租也很可能上涨，而贫困农民可能无力通过购买或租用方式保留土地。如果地权得不到政府保障，土著居民社区可能会尤其脆弱。

Bouis和Haddad（1994）发现，菲律宾宾布基农省南部引进甘蔗种植导致了土地关系恶化，许多家庭失去了土地。甘蔗大庄园的建立却没有带来劳动需求的净增长，这意味着收入不均的情况也恶化了。另一方面，那些能够进入甘蔗生产领域的小农户则情况良好。

粮农组织（2008h）提出，在从生物燃料作物发展中获益方面，与男农民相比，女农民可能处于尤为不利的地位。首先，在土地、水、信贷和其他投入物方面，往往存在显著的性别歧视。虽然妇女往往要负责完成大部分农业劳作，尤其是在撒哈拉以南非洲，但她们拥有的土地普遍较少（联合国儿童基金，2007）。在喀麦隆，妇女干了四分之三的农活，但只拥有不到10%的土地；在巴西，她们拥有11%的土地，而在秘鲁只占有稍稍超过13%的土地。地权的不平

## 插文 14

## 坦桑尼亚联邦共和国的生物燃料作物与土地问题

尽管坦桑尼亚政府鼓励投资商考虑坦桑尼亚联邦共和国乙醇和生物柴油的生产，但坦政府也努力解决一些不确定和限制因素。首先是土地供给与粮食安全相互交织的问题。申请为生产生物能源作物的土地（主要为甘蔗、棕榈油和麻疯树）从50-10万公顷不等。虽然在开始大面积种植此类作物之前还有大量时间进行考虑——目前正在实施的面积为0.5-2.5万公顷范围——对粮食安全短期到长期的影响将作为一项紧急研究课题进行研究。

对于坦桑尼亚联邦共和国的很多家庭来说，它们的粮食安全取决于土地的获得。人们担心，如果不将相关的家庭从其土地上迁移的话，对土地的需求就不能满足。因为适宜耕种的土地大多数属于各个村庄，一些人争辩道，目前已没有剩余的土地。但是，还有人主张，仅有很少比例的耕地进行作物生产。大量土地属于政府机构掌控，如监狱和国家的相关设施用地。虽然村庄土地的确被农业社区利用，但根据坦桑尼亚投资中心和糖料理事会的信息，仍然有大量尚未利用的土地。但是，投资商还是寻找靠近现有基础设施并相当靠近港口的土地，他们对大量没有基础设施服务的土地不感兴趣。从长远看，较差的基础设施、薄弱的推广服务、接近枯竭的信贷短缺及低产，这些都是继续抑制该国农业领域改革的障碍。

获得土地在坦桑尼亚联邦共和国来说是复杂的。所有土地被分类成村

庄所有或国家所有。租用前者土地的程序既复杂又耗时，因为潜在的投资商必须获得村、县、地区和部委一级的同意。根据你所租用土地面积的大小，甚至可能需要总统的批准。在租用程序的最后阶段，村庄土地被重新划分成国家土地，土地契约由坦桑尼亚投资中心掌管，然后将土地租给投资商使用99年。这一程序，包括向农户支付赔偿，至少花费两年时间。租赁国家土地的程序要短得多。一个更加有效的机制是选定适当地点，评估粮食安全的影响并协调各个部委、机构和投资商之间的信息流，以创造对投资商环境必要的友好氛围，同时保护受影响人群的福祉。

总之，土地问题说明缺少生物能源政策和支持政府及投资商决定所需的法律框架。的确，投资商及政府官员经常说，缺少生物能源政策是该领域发展面临的唯一最紧迫的问题。

---

资料来源：根据作者与以下方面的讨论或其提供信息：农业、食品与合作部、能源部、坦桑尼亚投资中心、坦桑尼亚糖料理事会、联合国工业发展组织（UNIDO）、联合国开发计划署（UNDP）和联合国儿童基金会（UNICEF）等的官员；InfEnergy、太阳生物燃料、英国石油、审慎能源系统、瑞典生物质燃料开发公司（SEKAB）、德国技术合作公司（GTZ）以及坦桑尼亚传统能源开发与环境组织（TaTEDO）等的代表；达累斯萨拉姆大学微生物部的科研人员。

等造成了男女不公平竞争的条件，使得妇女和女家长的更难以从生物燃料作物生产中获益（粮农组织，2008h）。

强调开发边际土地用于生物燃料作物生产可能也会对女农民不利。例如，在印度，此类称为“荒地”的边际土地，往往被列为公共财产资源，对贫困人口来说十分重要。印度的实际表明，采集使用公共财产资源的主要是妇女和儿童，这种分工方式在西非也常见（Beck和Nesmith，2000）。然而，妇女很少涉足此类资源的管理工作。

von Braun和Kennedy（1994）的一项研究发现，“在他们分析的所有案例中，没有一例显示妇女在种植更加商业化的作物中发挥决策和管理等重要作用，即使种植典型的‘妇女作物’”。Dey（1981）在她对柬埔寨水稻发展项目的评估中也强调，设计商业化种植方案时需充分考虑妇女在农业生产中的作用，以便在平等和营养产出甚至总体绩效方面产生更好的结果。

如前所述，生物燃料生产发展可能把一系列涉及平等和性别的问题推向前台，例如农场劳动条件、小农户面临的限制因素、以及妇女所处的不利地位等，这些都是关键又根本的问题，大部分源于许多国家现有的机构和政治现实，需要在发展生物燃料的同时因地制宜地加以解决。鉴于此，发展生物燃料生产能够也应当被建设性地用以集中解决这些问题。

## 本章要旨

- 近期农产品价格陡涨的原因有许多，其中包括液体生物燃料需求的增长。生物燃料将继续推动商品价

格走高，这可能会影响到发展中国家的粮食安全和贫困水平。

- 在国家一级，商品价格上涨将会对粮食净进口国产生不利的影响。尤其是对于低收入粮食短缺国家，进口价格上涨可能会严重限制其粮食进口。
- 在短期内，农产品价格上涨将对家庭食物保障产生广泛的不利影响。尤其面临风险的是贫困的城市消费者和农村地区的贫困食物净购买者，他们还往往是农村贫困人口中的大多数。现在急需建立适当的安全网，以确保贫困和脆弱人群获得食物。
- 从长期看，对生物燃料不断增长的需求以及由此导致的农产品价格上涨可能为发展中国家推动农业增长和农村发展提供一个机遇。这加强了农业作为扶贫发展的引擎的地位。这要求强有力的政府推动来增强农业生产率，对此，公共投资十分关键。政府的支持必须特别集中于帮助贫困小生产者能够扩大生产并进入市场。
- 生产生物燃料原料可能给发展中国家的农民提供增加收入机会。经验表明，经济作物生产不一定要以牺牲粮食作物为代价，并可能有助于改善粮食安全。
- 推动小农户参与生物燃料作物生产要求积极的政府政策和支持。关键领域是投资于公共产品（基础设施、研究推广等）、农村金融、市场信息、市场机构和法律体系。
- 在很多情况下，在发展中国家有兴趣投资于生物燃料原料生产开发的私人投资者会希望建立大种植园以确保稳定供给。然而，订单农业也

可以提供一种方式来确保小农户参与生物燃料作物生产，但是其成功将取决于有利的政策和法律环境。

- 发展生物燃料原料生产可能带来涉及平等和性别方面的风险问题，例如种植园劳动条件、土地获得、小农户面临的限制因素以及妇女的不利地位。一般来说，这些风险源于

国家现有的机构和政策现实，需要予以关注，不论与生物燃料相关的发展如何。

- 政府需要明确界定“生产性使用”要求以及构成“闲置”土地的法律定义。以保护脆弱社区为目的的土地关系政策的有效实施也同样重要。

## 7. 政策挑战

关于用于交通运输的液态生物燃料这个话题，在其是否具有减缓气候变化、增加能源安全的潜力同时又有助于推动农村发展方面，人们一直争论不休。然而，当关于生物燃料的一些初始判断逐步受到更加缜密的检验时，生物燃料在其经济、环境和社会影响方面也带来了一系列重大问题，这一点变得越来越清晰。从环境和社会角度来看，生物燃料带来的机遇与风险并存。推动生物燃料的社会可持续性和环境可持续性生产，在抓住机会的同时又管理好或最大限度地降低风险，从根本上来说取决于针对该部门所采取的政策。

上述几章研究了生物燃料的作用（实际作用和潜在作用）及其在经济、环境、贫穷和粮食安全领域的发展所面临的主要挑战与问题；探讨了生物燃料一系列最为关键的问题，并试图根据现有最新论据提出解决途径。本章将试图阐明生物燃料对制定适于该部门的政策而言会有什么影响。

### 本报告探讨的问题

本报告探讨的关键问题及答案可概述如下：

#### ■ 生物燃料威胁粮食安全吗？

对于城乡地区贫穷的主食净购买者来说，生物燃料需求增加在一定程度上导致的粮价上升将直接威胁他们的粮食安全。尽管生物燃料仅是近期粮价大幅上涨的若干原因之一，但生物燃料

扩大生产仍会在今后很长一段时期内继续对食品价格构成上涨压力。通过恰当设计收益对象明确的安全网来支持粮食获取，可以减缓高位粮价对穷人的直接影响。与此同时，允许物价上涨信号传至农民也很重要，以便触发供应方面可能存在的应对。实施价格限制和出口禁令，正如许多国家为了保护消费者免受高价影响在2008年所做的那样，影响了市场进行自我调整，虽然短期看来奏效，但实际上可能拖延并加深了粮食安全危机。如果让市场发挥功能，让价格信号有效地传递给生产者，那么价格提高将会刺激扩大生产，增加就业，就可较长期地缓解对粮食安全的担忧。

#### ■ 生物燃料能不能有助于促进农业发展？

虽然农产品价格上升近期对全世界贫穷消费者的粮食安全构成了威胁，但是在较长时间内，这对农业发展来说却是一个机会。只有在农业系统有能力对价格刺激做出反应的情况下，特别是只有在贫穷农民能够参与进来进行供应反应的情况下，这种机会才能得以实现。对生物燃料的需求不断增加，可能会扭转农产品实际价格长期下降的局面，而在许多发展中国家，这种局面数十年来阻滞了对农业和农村地区的政府及私人投资。这些国家也许能够利用此次机会重振一些农业部门，但就农业总体而言，实现振兴的能力则将主要取决于对基础设施、机构和技术等领域的投资。促进获取生产资源，特别针对小农以及妇女和少数民族等边缘群体而言，将极可能使

农业能够成为经济增长和减贫的引擎。取消补贴，消除以发展中国家生产者的利益为代价而使经合发组织国家的生产者受益的贸易壁垒，也会使机会增加。

### ■ 生物燃料能不能有助于减少温室气体排放？

有些生物燃料在一定条件下可能会有助于减少温室气体排放。然而实际上，生物燃料扩大生产带来的全球效应将关键取决于原料是在何地以何种方式生产的。扩大原料生产造成的土地用途转变是一个关键的决定性因素。在很多地区，土地用途转变产生的排放，无论是直接还是间接排放，都很可能超过生物燃料用于交通而减少的温室气体排放量，或者至少抵消其中一大部分。此外，即使生物燃料能够有效减少温室气体排放，但与其他途径相比可能并不是实现减排最具成本效益的方式。良好农业操作规范和提高单产能有助于降低因土地用途转变产生温室气体带来的负面影响；科技开发和基础设施改善使每公顷产量提高，能有助于产生较为积极的效果，特别是第二代技术可能会大幅促进生物燃料生产中的温室气体平衡。

### ■ 生物燃料威胁到土地、水和生物多样性了吗？

对于任何形式的农业来说，扩大生物燃料生产会威胁到土地和水资源以及生物多样性，因此要求有恰当的政策措施，使可能会产生的负面影响减少到最低限度。这些影响将因原料种类和产地位置不同而不同，并将取决于种植方式，取决于是否开垦新土地用于原料生产，或者夺取了其他作物用地。对农产品需求的增加将加重自然资源库的压力，如果这种需求通过扩大种植面积得以实现则尤为如此。另一方面，利用边

际土地或退化土地生长的多年生原料作物，可能会为可持续生物燃料生产带来希望之光，但这些途径的经济可行性可能至少在短期内会是一种制约因素。

### ■ 生物燃料能不能有助于实现能源安全？

农作物生产的液态生物燃料对全球交通燃料供应仅能做出有限的贡献，而对能源供应总量来说贡献则更小。因为与能源市场相比，农产品市场不大，扩大生物燃料生产会很快把农作物原料价格抬上去，使其无法与石油基燃料抗衡。不过，那些拥有庞大自然资源的国家也许能够以具有竞争力的方式来生产原料，并能够有效地对其进行加工，从而能够开发在经济上可行的生物燃料部门。能源市场上无法预料到的变化也可能会改变生物燃料的经济可行性。技术创新，包括开发基于纤维素原料的第二代生物燃料，也许会使生物燃料可以对能源安全做出巨大贡献的国家的潜力和数量增加。不过，现在还不清楚第二代技术什么时候具有商业可行性；确实可行之后，第一代和第二代燃料很可能会保持共存。但至少在十年内，大部分生物燃料供应则还是来自糖、淀粉和油料作物生产的第一代生物燃料。

## 更好的生物燃料政策的框架

一些国家特别是一些经合发组织国家实施了一系列鼓励和支持生产及使用的政策，积极推动运输生物燃料的发展。这些政策主要由国家和国内议程所推动，其中一股强大动力是殷切希望扶持农民和农村社区。这些政策还植根于一些设想，即生物燃料可能会对逐渐受到挑战的能源安全和气候变化做出积极

贡献。一些特别是在市场和粮食安全领域产生的意外后果经常受到忽视。人们日益认识到，需要根据对生物燃料业已显现的后果更为清晰的了解，制定一套更加一致的生物燃料政策和措施。

这些政策必须旨在抓住生物燃料提供的潜在机遇，同时审慎地管理其带来的确定无疑的风险。如果要使其行之有效，这些政策必须与其他相关领域的政策协调一致，必须基于明确稳妥的政策原则。令人遗憾的是，这些政策必须在不确定性相当大的情况下而予以制定。

### 不确定性、机遇和风险

制定生物燃料政策，必须考虑全球能源供应中那些仍然围绕液态燃料的潜在和未来作用而存在的高度不确定性。最近各种研究报告对中长期生物燃料供应潜力估计的差异相当大，使这种不确定性增强了。不过，这些研究报告都表明，对土地需求量过大，限制了液态生物燃料大规模取代化石燃料。走向一个对化石燃料不太依赖的世界是个长期进程，必须把生物燃料的开发看作该进程的一部分。而在那个世界中，生物燃料是可再生资源的若干来源之一。不过，即使生物燃料对全球能源供应的贡献不大，但仍对农业和粮食安全有着重大影响。

化石燃料今后的价格走势将决定液态燃料的经济可行性，是影响不确定性的多种因素中最最重要的一个。从中长期看来，生物燃料领域的技术开发也许会改变决定其盈利率的内在平衡。此类开发可能出现在原料的生产技术领域（如农艺技术开发）和转化技术领域。走向木质纤维素原料为基础的第二代生物燃料，可能会大幅扭转生物燃料开发的前景和特性，并将增强其潜力。正如全球

和国家能源政策及气候变化减缓政策全面进步将产生影响一样，其他可再生能源领域和节能方面的技术开发和政策制定也将产生类似影响。

人们一致认为，无论从经济和社会角度还是从环境和自然资源保护角度来看，生物燃料都提供了机遇，然而，这些方面还被相当大的不确定性围绕着，因而尚不清楚其实际规模如何。社会和经济的机遇来自对农业产出需求的增加，这可使农民增收，并刺激农村发展。从环境和自然资源来看，人们一直期待生物燃料能够在适当条件下有助于减少温室气体排放。其他预期收益包括减少内燃机空气污染物排放量，生物质原料有潜力推动退化土地恢复等。

现在，生物燃料开发所涉及到的风险日益受到更多重视。本报告提到的风险涉及社会经济和环境这两方面。社会经济风险主要涉及的是农产品需求增加引起粮价上涨从而给贫穷脆弱的食品净购买者造成不利影响。对土地和水等资源的竞争加剧，也可对缺乏土地使用权保障又贫穷无权的农村居民构成威胁，而妇女往往属于最易受害之列。在环境方面逐渐清晰可见的是，温室气体减排量远远没有达到用生物燃料取代化石燃料的预期成果。产生的影响取决于生物燃料是如何生产的，这既是指作物是如何种植的，也是指转化是如何进行的；也取决于如何把生物燃料运到市场上去的。如果把新开垦大片土地用于农作物栽培的话，全球性的影响更有可能是负面的。

### 政策一致性

生物燃料开发由若干不同政策领域决定着，即农业、能源、运输、环境和贸易等，而各领域政策之间往往没有明确的协调一致性。只有把生物燃料的作

用与每个政策范畴联系在一起考虑，才能确保生物燃料在实现不同政策目标上发挥恰当作用。

例如，目前生物燃料依赖的许多农产品本为食用。生物燃料原料与传统农业既争地又争其他生产资源，因此，粮食和农业政策成为生物燃料开发的核心所在。同时，生物燃料仅是众多可再生能源来源之一，而可再生能源是一个技术进步飞速向前的领域，因此，必须在更大的能源政策范围内对生物燃料政策予以考虑。同样地，生物燃料仅仅是减少温室气体排放的一种途径，因此必须参照其他备选减排战略对其进行评估。交通政策方面的选择，目前也对液态生物燃料的需求有着举足轻重的影响。最后，贸易政策既能支持或也能阻碍开发环境可持续的生物燃料。如果贸易壁垒阻碍关于生物燃料生产与贸易最有效和最可持续的地理格局，那么就有可能危及生物燃料的环境目标。

### 政策原则

对生物燃料的有效政策方针提出五项指导原则。

- 生物燃料政策必须保护粮食没有保障的穷人。应当重点解决粮价上涨给粮食进口国带来的问题，特别是给最不发达国家带来的问题，以及对城乡地区贫穷脆弱的食品净购买者带来的问题。对于生物燃料开发为改善粮食安全和农村社区提供的潜在机会应当加以利用。
- 这些政策应当推动经济发展，其方式既可提高经济和技术效率又能确保发展中国家能分享今后的市场机会。因此，这些政策应当促进科研进步，从而提高原料生产效率和生物燃料转化效率，提高环境的可

持续性。同样，这些政策应当营造一个扶持性环境，能够支持发展中国家对生物燃料需求供应方面的广泛回应，使贫穷的农民有可能从中受益。

- 生物燃料政策应当在环境上是可持续的。这些政策应当努力确保生物燃料对温室气体减排做出积极有力的贡献，保护土地和水资源免受耗竭与环境破坏之害，阻止新增过量污染物负荷。
- 这些政策应该外向型的，并面向市场，以便减少生物燃料和农产品市场现有的扭曲现象，同时避免出现新的扭曲。这些政策还必须考虑可能会蔓延出边界的意外影响。
- 政策制定还应适当考虑国际协调，以确保这个国际体系支持环境的可持续性目标，支持农业发展、减贫和减少饥饿的社会目标。

### 政策行动领域

下一节研究了需要解决的一些主要政策问题，以便确保生物燃料的环境和社会可持续发展。其中一些问题专门针对生物燃料，其他则是与可持续农业发展和粮食安全有关的常见问题，但随着生物燃料作为农产品需求新来源的出现而日益受到重视。

#### 保护粮食没有保障的穷人

正如上文强调的那样，生物燃料政策并非导致近期商品价格上涨的唯一原因。尽管如此，对生物燃料日益增长的需求确实增添了使农产品和食品价格上涨的压力，而且在今后的一段时间仍将如此，即使是在促成目前高价的一些其

他因素消失之后。影响的大小现在还不确定，将取决于生物燃料部门的发展速度，还取决于发达国家和发展中国家的生物燃料开发政策。不过，显然需要认真地解决粮食安全给粮食净进口发展中国家（特别是最不发达国家）和贫穷的粮食净购买家庭带来的负面影响，甚至在走出了当前粮食安全普遍受到严重威胁的紧急形势之后也要重视。

向前迈出的重要一步就是各国停止采取额外补贴生物燃料原料推动需求增长但损害粮食供应的政策，如同目前支持生物燃料生产和消费而普遍采用的强制性规定和补贴一样。

需要建立安全网来保护贫穷脆弱的食品净购买者，使其免受营养不足之苦，免受实际购买力下降之苦。在粮价急速上涨的直接影响范围内，保护最脆弱的人可能需要直接分发粮食、收益对象明确的粮食补贴和现金转移支付以及学校供膳等营养计划，可能还会需要提供进口补贴和一般性补贴。在中短期内，必须建立、扩大和加强社会保障计划。与泛泛展开行动的成本相比，组织严密且收益对象明确的社会保障体系，具有以少得多的成本向最需要的人提供直接支持的潜在能力，因此使此类体系更具有持续性。

在中长期内，农业部门对供应的应对可能会减轻粮价上涨的影响。这种应对要求把价格有效地传递到农产品产地。有效的价格传递取决于政策，同时也取决于是否具备足够的体制和实物基础设施支持市场有效运转。控制价格或干扰贸易流的政策干预措施，尽管可立即产生明显的缓解作用，但在长期内会产生反作用，因为干扰了价格对生产者的刺激。储备和交通基础设施的投资对于促使市场有效运转来说也很关键。

### 抓住农业和农村发展面临的机遇

尽管对贫穷脆弱的食品净购买者的粮食安全构成直接威胁，但是，与日俱增的生物燃料需求导致农产品价格攀升，这能给农业和农村发展、创收和就业带来长远的机遇，能够形成通过激励私人部门进行投资和生产而重振农业的创举中的一项重要因素。然而，价格上涨本身不会促成农业全面发展，发展中国家提高生产率的投资将构成不可或缺的补充力量。若要提高生产率，则将需要对长期受到忽视的领域持续进行重大改善，如科研、推广、农业和常用基础设施以及信贷和风险管理手段等，所有这些都必须补充价格刺激。

工作重点需要投向扶持农村的贫穷生产者，即那些至少还能应对市场信息变化的生产者，以便扩大生产和增加销售供应。农业科研必须关注他们的需要，因为其中很多人是在日渐边缘化的地区辛苦劳作。同样至关重要的是，让他们获得科技推广等更多农业及金融服务，并增强他们利用服务的能力。同样重要的是，确保他们获得土地和水等自然资源，鼓励他们抓住包括环境服务支付计划在内的非农收入来源。土地政策关系重大，特别是需要确保易受害和弱势群体的地权受到尊重。需要支持贫困农户，帮助他们在气候更加不确定的条件下加强谋生手段，让他们惠益于新型保险等天气和其他风险管理新方式。

### 确保环境的可持续性

必须确保进一步扩大生物燃料生产将为减缓气候变化做出积极贡献。为此，迫切需要更多地了解生物燃料对土地用途转变产生的影响，因为土地用途转变是影响温室气体排放的重要途径之

一。也必须对其他负面的环境影响进行评估，并使之减少到最低限度。为了确保方法一致，应当制定协调一致的生命周期分析方法、温室气体平衡计算方法和可持续生产准则。

支持性政策使生物燃料生产出现人为推动的迅速发展。取消对生物燃料生产和消费的补贴和强制性规定使增长速度降下来，将有助于增进环境的可持续性，因为这将有时间来改进技术提高产量，从而减轻耕作地区扩大形成的压力。科研开发以及对生产率提高的投资，可有助于减轻因生物燃料生产扩大而对自然资源基础带来的重压。改进原料生产技术和生物燃料转化技术，对于确保生物燃料生产的长期可持续性来说确实至关重要。

可持续生产准则和有关认证可有助于确保环境的可持续性，尽管无法直接解决因生产规模扩大而导致土地用途转变的问题。不过，必须仔细评估这些准则，它们不仅必须应用于全球性公共产品，而且必须经过精心设计以避免形成新的贸易壁垒，避免对发展中国家的发展潜力无谓地构成障碍。必须认真对待并明确界定生物燃料原料和农产品可能会出现差别待遇问题；不存在对两者区别对待的硬性理由，甚至现实中根本无法进行区分。

对于任何类型的农业生产而言，从气候变化和其他环境影响来看，推广良好农业操作规范可能是减少生物燃料扩大生产带来的负面效应的切实可行办法。对原料生产者进行可持续生产提供环境服务支付也是一种手段，可与可持续性准则一起使用来鼓励可持续生产。对那些最有需要的国家来说，开始时需要将推广良好操作规范与能力建设结合起来进行，经过一段时间后可以逐渐采用更为严格的标准系统。

### 审议现行生物燃料政策

经合发组织国家（尤为突出）一直都在大力支持生物燃料部门，如果没有这种支持，根据现有技术以及近期农产品原料与原油的关联价格，这些国家的大部分生物燃料生产在经济上都不可能是可行的。除了对农业收入的支持，气候变化减缓和能源安全一直都是这些政策的主要目标。政策实施的重点是对液态生物燃料生产和消费进行强制规定并给予大量补贴。关税等贸易保护措施限制了有潜力的发展中国家的生物燃料生产者进入市场，从而损害了生产和资源有效配置的国际格局。这些支持和保护进一步提高了对农业本已很高的补贴和保护水平（这是几十年来大多数经合发组织国家农业政策的特点），同时加重了这些政策的市场扭曲效应。

现在迫切需要根据生物燃料及其影响的新知识来审议这些生物燃料政策。这项研究的基础应该是对这些政策实现其设定目标及所需成本的效率进行评估。本报告中所用论据显示，推行的现行政策在实现能源安全和减缓气候变化方面没有奏效。就能源安全而言，生物燃料确实只能提供全球能源供应中的一小部分。当初设想的温室气体减排现在看来也不确定，似乎生物燃料生产的迅速扩张可能不是减少而是增加排放，特别是在涉及到大规模土地用途转变的情况下。对于经合发组织国家来说，所采取的政策耗资很大，而且会随着产量水平的提高而增加。根据目前的知识来看，保持当前一些生物燃料政策的论证似乎不足，例如强制性混用、生产补贴、消费补贴及贸易壁垒等政策。对生物燃料的支出最好转移到旨在提高经济、技术效率及可持续性的农业特别是生物燃料的科研开发上，而不是用在与生产和消费相关的补贴上。特别是进

行第二代生物燃料开发似乎是颇有前途的。

政治经济考量也不支持提供生物燃料补贴。即使补贴可能会做到有理有据（如拿新产业做论据），即使意欲短暂使用，经验（先前的农业政策）表明补贴一旦确立下来就很难再取消。

政策连贯性也是至关重要的问题。生物燃料仅是可再生能源的众多来源之一，仅为一系列温室气体减排可选战略中的一项。关于能源安全，确保在国家和国际层面上公平对待可再生能源的不同来源和供应商非常重要，而且需要注意避免使生物燃料超过其他来源的燃料。就温室气体减排而言，碳税以及贸易许可形成了碳的成本或价格机制，从而刺激最有效的碳减排反应，这可能会涉及节能、生物燃料和其他技术。

取消目前与生产和消费挂钩的强制规定和补贴会带来其他收益，或将一些不利影响减少到最低限度。补贴和强制规定促成了生物燃料生产人为地迅速发展，加剧了某些负面影响。这种政策诱导的迅速发展造成了粮价上涨的很大压力，因此是促使粮价近期飙升的因素之一（尽管也许不是最重要的因素）。政策推动生物燃料快速发展通过影响土地用途转变加重了对自然资源库的压力。如前文所强调的那样，生物燃料逐步渐进式发展，可能会减轻价格上涨和自然资源的压力，因为可以开发推广新技术，使更多需求不是通过扩大种植面积而是通过保持单产提高来得以满足。

### 加强国际体系对可持续生物燃料开发的支持

农业和生物燃料领域的国际贸易规则和国家贸易政策应当更有利于资源有效公平的国际配置，而当前补贴、强

制规定和贸易壁垒捆绑在一起的做法显然达不到这个目的。生物燃料的贸易政策应当通过取消现的贸易壁垒，根据比较优势增加发展中国家农业生产者和生物燃料加工企业的机会，这将有助于在国际层面形成生物燃料生产更为有效的格局。

需要建立一个合适的国际论坛，可以在那里辩论可持续性准则，可以进行协商达成一致，以确保实现预期的环境目标的同时不对发展中国家的供应方设置不必要的贸易壁垒。同时需要确保可持续性准则及有关认证计划并非单方面行动，确保不对贸易另行构成新壁垒。就制定可持续性准则而言，国际社会有义务协助发展中国家进行能力建设。

同样，国际捐赠界当然有责任支持发展中国家应对因粮价上涨对粮食安全构成的直接威胁，可以为采取必要措施援助保护最脆弱且受不利影响最深的国家和人群提供捐赠。

国际捐赠方还必须认识到生物燃料开发提供的机遇，从而加倍支持农业发展。许多与生物燃料联系在一起的机遇与挑战，与农业发展和集约化经历过的机遇与挑战相同。不过，生物燃料发展以及随后的农产品价格上涨引起农业投资收益增加，增加了专门用于农业部门的发展援助。

### 结束语

生物燃料的生产和消费近几年发展迅猛，推动力主要来自旨在加强能源安全、减少温室气体排放和支持农业发展的政策。在生物燃料对粮食安全和环境的潜在影响领域，这种急剧增长在许多方面超出了我们的认知范围。随着人

们对逐渐显现的影响的认识逐步提高，便需要把生物燃料政策置于更加坚实的基础之上。我们面临的挑战既来自如何减少生物燃料带来的风险，又来自如何确保更加普遍地分享生物燃料带来的机

遇。现在迫切需要在国际范围内审议现有生物燃料政策，以便保护粮食没有保障的穷人，促进农业农村普遍发展，确保环境的可持续性。



## 民间社会的视野

## 农业燃料还是粮食主权？

资料来源：国际粮食主权计划委员会（IPC）

[www.foodsovereignty.org](http://www.foodsovereignty.org)

目前，大规模的投资浪潮涌向了在种植玉米、大豆、棕榈油、甘蔗和双低油菜等作物并对其进行工业加工的基础上发展的能源生产，但是这既不能解决气候危机，也不能解决能源危机，并且会带来灾难性的社会和环境的影响。这样的投资已经成为造成目前粮食危机的原因之一，对小农粮食生产和世界人口实现粮食主权都形成了新的非常严重的威胁。

农业燃料据称可以有助于应对环境变化。事实上，情况恰恰相反。以生产农业燃料为目的的新增大面积单作农场正在通过森林采伐、湿地排水和公共土地拆分等方式增加温室气体。很显然，全世界的土地不足以产出人员和货物运输需求不断增长的工业化社会所需的所有燃料。农业燃料的前景使人们产生了一种错觉，认为我们可以继续以不断加快的速度消耗能源。应对气候变化威胁的唯一办法就是在世界范围内减少能源的使用，并且重新指引国际贸易的发展方向，转而关注当地市场。

要应对气候变化，我们不需要农业燃料作物农场来生产燃料能源，而是需要彻底地颠覆工业化粮食体系。我们需要政策和战略来减少能耗，阻止浪费。这样的政策和战略已经制定出来或正在努力制定当中。在农业和粮食生产中，这样的政策和战略意味着将生产瞄准当地市场而不是国际市场；意味着实施将人们留在土地上而不是使他们离开土地的策略；意味着支持持久的可持续的生产方式，恢复农业的生物多样性；意味着利用和拓展对当地情况的了解，使得农业生产体系多样化；意味着使得当地社区重新成为农村发展的主导力量。或简而言之，这样的政策和战略意味着面向粮食主权迈出了坚定的一步！

我们需要：

- 结束由企业推动的、以单作为基础的农业燃料生产。第一步应当立即宣布五年时间内在国际上暂停工业化农业燃料的生产、贸易和消费。
- 深入评估大力发展农业燃料带来的社会和环境成本，以及跨国公司通过原材料加工和贸易获得的利润。
- 促进和发展小规模的生产与当地消费模式，拒绝消费主义。
- 政府和机构明确地支持可持续的、以小农为基础的粮食生产和销售模式，实现能源使用最小化，发挥创造就业机会的能力，重视文化和生物多样性及其对全球变暖的积极影响（肥沃的土壤是捕获二氧化碳的最佳途径）。
- 重新定位农业政策，发展建立在粮食主权和真正的土地改革基础上的可持续的农村社区和生计。

## 生物燃料：家庭农业的新机遇

资料来源：国际农业生产者联合会（IFAP）

[www.ifap.org](http://www.ifap.org)

食品和饲料生产对于国际农业生产者联合会的农民而言仍然是最重要的；然而生物燃料意味着新的商机，有助于分散风险，促进农村发展。生物燃料是目前可用来减少运输部门温室气体排放的最佳选择，因而有助于缓解气候变化。鉴于目前油价处于历史最高水平，生物燃料也将有助于确保燃料安全。

近来，生物燃料被指责导致粮食价格飞涨。促使粮食价格上涨的因素很多，包括恶劣的天气情况造成的供给不足以及产生巨大需求的饮食习惯变化。世界上生物燃料生产用地占农业用地的比重很小：巴西1%，欧洲1%，美国4%，因此生物燃料生产只是粮食价格上涨的边际因素。

对于长期受低收入困扰的农业社区而言，消除对生物燃料的误解至关重要。如果生物能源生产符合可持续性的标准，那么生物能源就意味着促进农村经济发展和减少贫困的良好机遇。可持续的小农生物燃料生产不是对粮食生产的威胁，而是实现盈利、振兴农村社区的机遇。

生物燃料的发展取决于积极的公共政策框架和激励机制，如实施生物燃料使用的强制性目标，以及与化石燃料相比，更加倾向生物燃料的财政激励措施，直到生物燃料产业成熟起来。利用本地资源生产生物燃料是符合公共利益的，因其可以为农村地区创造就业和财富。政府也应提供投资激励机制，包括：为小规模生物燃料生产者提供所得税抵免，为生物能源工厂提供融资渠道，通过配套拨款提高农民参与，并降低采用新技术的经营风险。研发支持，尤其是对小规模技术研发和提高当地工厂能源潜力的支持，是十分重要的。

生物燃料并不是灵丹妙药，但却为农民增收提供了重大机遇。如果希望农民受益，则需对经济、环境和社会效益与成本进行认真的长期评估，找到旨在提高生产者收入水平的真正良机。必须与不同利益相关方共同制定合理的战略，才能够获得潜在的环境和经济效益，包括制定合理的土地使用政策，合理选择作物和生产区域，以及保护农民权利。农民组织需要推动建立适当的激励机制，使得组织成员可以从这种新的机遇中获益，并且可以获得更多的收入。

为了避免某些作物的粮食用途与燃料用途之间的竞争，也为了得到全球生物燃料生产发展的正确信号，需要进行进一步的研究和开发。因此，通过信息传播和能力建设计划来缩小有关生物燃料的知识差距，从而支持农民培养对价值链的主导作用，这是尤为重要的。



## 第二部分

### 世界粮食及 农业状况回顾



## 第二部分



## 世界粮食及农业状况回顾

世界粮食及农业正面临严峻挑战。粮价直线飞涨，导致2008年很多国家发生骚乱，并使至少40个国家的政府采取了粮价控制或出口限制等紧急措施（粮农组织，2008a）。同时，寻求紧急援助的国家越来越多，而粮食援助总量却已经下降到40年来的最低水平（世界粮食计划署，2008年）。较高的商品价格似乎为农业生产者带来了增产增收的机遇，但对许多国家当前作物年度的早期评估结果却令人堪忧（美国农业部，2008b）。这都是2008年6月在罗马举行的“世界粮食安全：气候变化和生物能源的挑战高级别会议”上讨论的问题。

最近商品价格飙升的驱动因素包括：油价上涨导致生产成本增加、主要出口国因天气原因减产、以及需求增长强劲，其中包括对生物燃料原料需求的增长。而上述因素出现在全球谷物库存空前低下的背景下，因而驱使市场价格走高。旨在保护消费者免受价格上涨影响的出口限制等紧急措施的出台，则把世界市场进一步推向动荡（粮农组织，2008a）。

虽然商品价格一直会随供求关系变化而涨落起伏，但当前的全球农业似乎正经历着一场结构性变化，逐步踏上一条需求愈涨愈高之路。许多国家，尤其是亚洲国家已进入经济快速发展阶段，对肉制品、奶制品和植物油等高品质食品的需求十分强劲（粮农组织，2007d；Pingali，2007）。收入不断增长带来需求增长，这当然是好消息，但高物价会给所有消费者尤其是最贫穷的消费者带来挑战。

液体生物燃料成了推动农产品需求的第二大新生力量，本报告第一部分对

此进行了深入探讨。生物燃料需求对近期粮食和商品价格走势的影响程度仍是个有争议的话题，影响估计值从3%（美国农业部，2008b）一直到30%（国际粮食政策研究所，2008）甚至更高。第一部分的分析显示：由于今后十年对生物燃料需求增长的拉动，预计2017年的商品价格可能会比保持2007年生物燃料水平不变情况下的价格抬高12-15%（经合发组织-粮农组织，2008）。

导致当前价格上涨的一些供应因素具有暂时性，如一些区域农作物生长条件欠佳。天气状况的改善便可以增加产量，使价格回落到较为正常的水平。农民也可扩大种植面积，应用提高单产的技术来应对粮价上涨。而其他因素，如收入增加引起的需求增长以及生物燃料生产规模的扩大等，将继续推动价格上涨。

几十年来商品价格一直低迷，使得许多发展中国家的政府忽视了农业生产率投资；高油价则可能意味着农业生产成本的长期性转变，致使农民提高产量需支付更高的成本。而且，预计全球气候变化将导致极端天气事件愈发愈频，愈演愈烈。这些长期性因素对全球粮食和农业系统构成了严峻挑战。

本粮食及农业状况回顾对当前形势进行了概述，旨在揭示当前农业形势的形成根源，预测商品市场的未来发展；同时也分析了世界农业面临的不确定性的主要起因，提出了一系列情景，用以描述农产品价格上涨的关键驱动因素若发生其他变化可能带来的影响。为了让人们了解2008年6月高级别会议上提出的关键问题，本报告提出了生物燃料生产、石油价格、收入增长、作物单产和贸易政策等方面的另类发展情景。

## 农产品价格

粮农组织名义粮食价格指数在2002至2008年间增长了一倍（图30）。早在1999年，原油价格带动能源价格开始上涨；2002年至今已增长了两倍。对名义价格增长如何影响消费者进行评估时，需同时考虑其他商品价格和购买力的变化。图30也显示贸易中工业制成品价格指数平减后的粮食价格。实际粮食价格指数在之前40年间主要呈下降趋势，从2002年开始增长，在2006年和2007年陡增。到2008年中期，实际粮食价格比2002年的水平高出64%。与这一系列数据出现的时期相比，另外唯一一个实际粮食价格出现显著上涨的时期是在20世纪七十年代初，即第一次世界石油危机行将结束之际。

支付能力是收入问题，也是价格问题。图31显示了世界人均国内生产总值（GDP）指数平减后的四种主要商品（小麦、稻米、玉米和植物油）指数。数据显示：就平均购买力而言，自20世纪七十

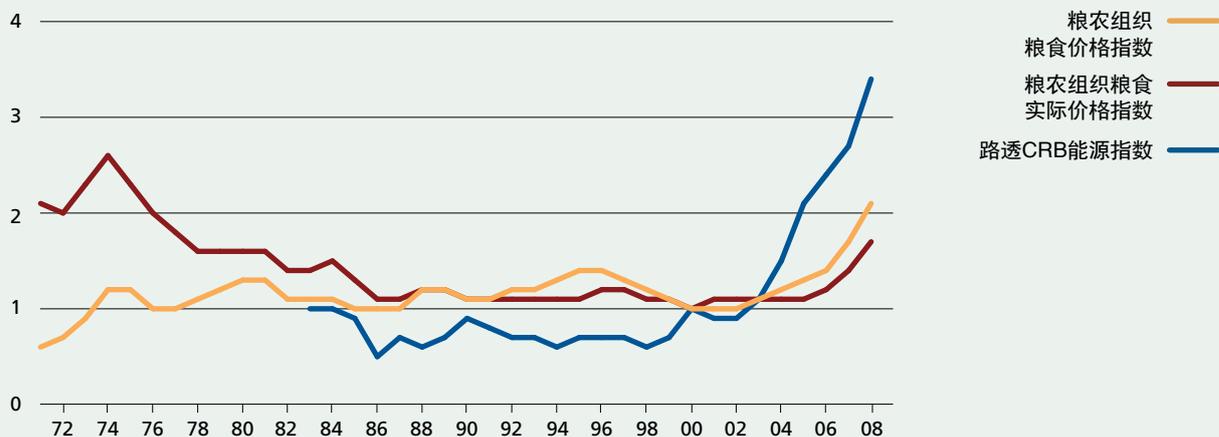
年代中期直至最近，消费者对这些商品的支付能力总体来说增强了。

图31中的下曲线显示了同样的指数，但只有2000年以后的数据，因而使得近期的变化更加清晰。自2000年至今，植物油价格的增长速度比平均收入的增长速度快了一倍，而其他商品价格也比收入增长速度快了很多：小麦快了61%，玉米为32%，稻米为29%。后三种农产品价格的增长主要出现在2005年以后。价格的快速增长导致购买力严重缩水。当然，这些平均数无法反映出国家之间和国家内部的巨大差异。在人均GDP增长低于世界平均水平的国家，购买力丧失将更为严重。同样，在同一个国家，主要吃粮食的低收入消费者受到的影响将极为严重。

世界价格的变化并不一定直接转嫁到地方消费品价格上。价格转移程度取决于几个因素，如汇率、贸易开放程度、市场效率以及政府稳定物价的政策等。为说明此观点，图32显示了五个亚洲国家从2003年末到2007年末稻米价格

图 30  
粮食及能源实际价格和名义价格的长期走势

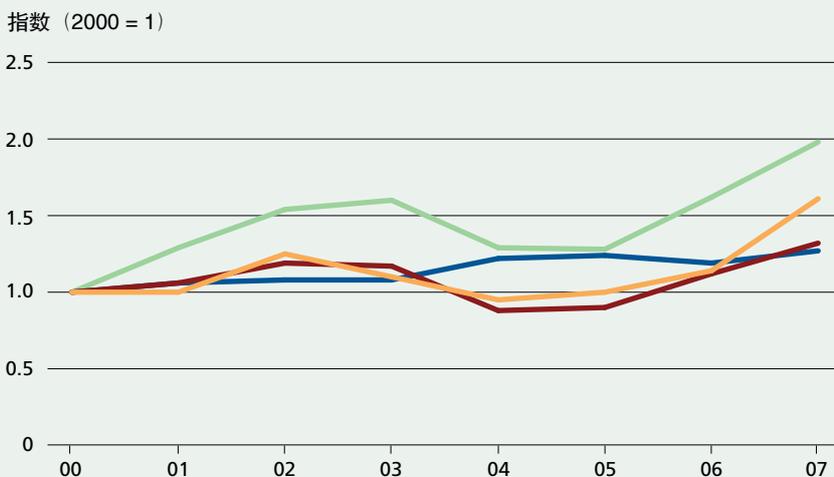
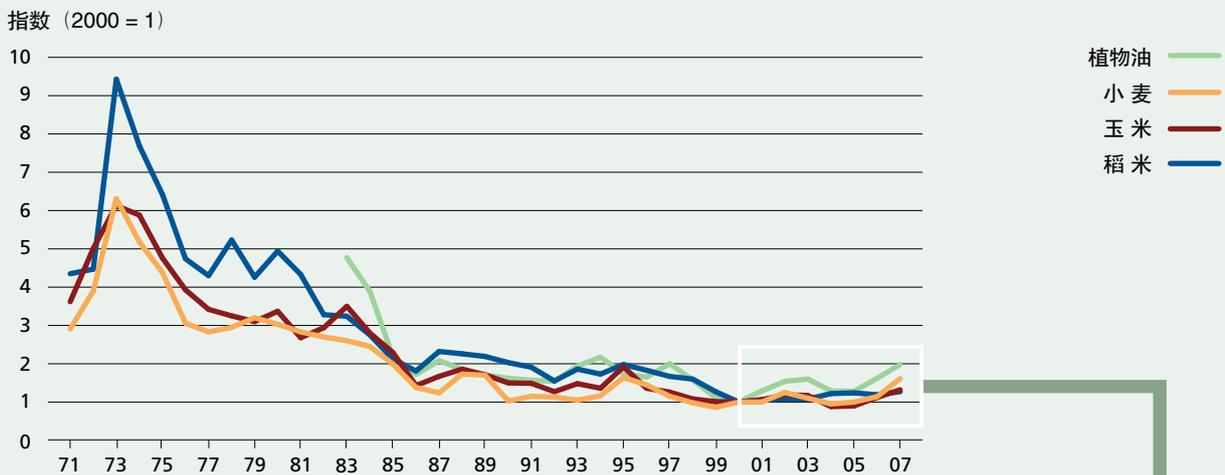
指数 (2000 = 1)



资料来源：粮农组织。

图 31

## 1971-2007年商品价格与收入比较



资料来源：价格与人口，经合发组织-粮农组织，2008；以当前美元计算的GDP，国际货币基金组织，2008。

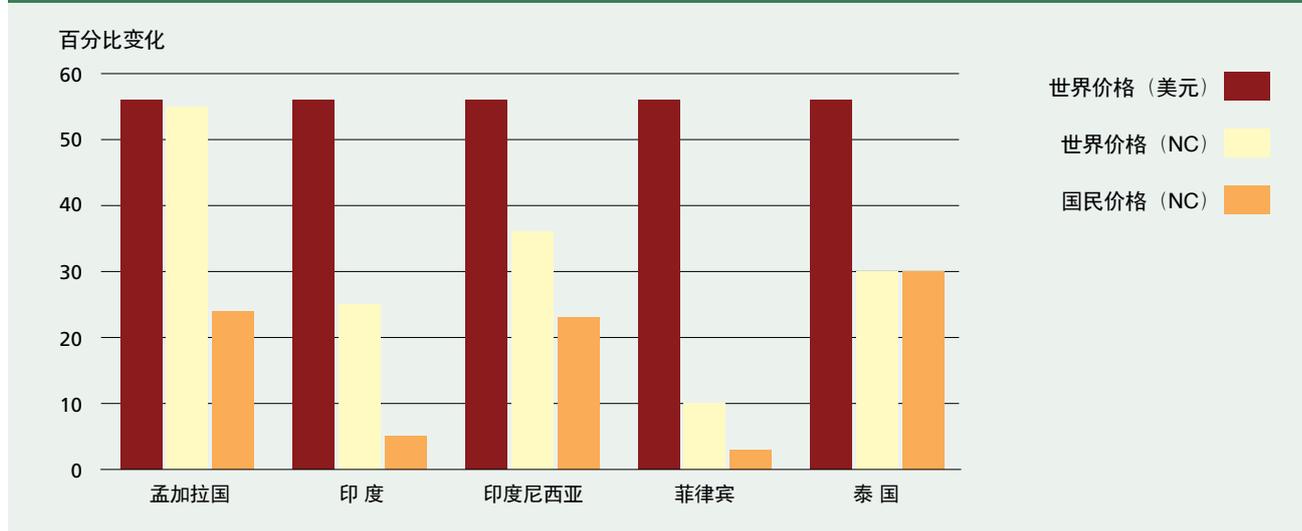
的变化过程。在此期间，以美元计的世界价格增长了56%，其他所有国家也是这种情况。所有国家以国币计价的边境价格也增长了，增长幅度随美元对国币的实际汇率的变化而变化。除孟加拉国外，其他国家货币对美元都大幅升值，抵消了国际价格增长带来的部分影响。

图32显示的国内价格变化是以本地市场观察到的价格为基础的，映射出对

进口商品实施关税以及旨在缓冲国际价格变化影响的其他市场干预措施。本地市场价格变化与世界价格变化之间的比率代表价格转移程度。这些数据显示，价格转移程度在各国差异很大，在印度和菲律宾小于或等于10%，而孟加拉国、印度尼西亚和泰国在40%以上。在此期间，几个国家采取了保护本国市场免受国际价格影响的政策。例如，印度

图 32

若干亚洲国家稻米实际价格的变化，2003年10-12月至2007年10-12月



注：NC = 国币。

资料来源：粮农组织，2008a。

和菲律宾采取了政府储备、政府购销以及限制国际贸易的政策，孟加拉国采用了稻米可变关税政策以稳定国内价格。

价格转化程度低并不意味着消费者没有受到价格上涨的影响。在孟加拉国、印度和巴基斯坦，价格上涨了25-30%。而且在2008年第一季度，世界价格进一步上涨，在2007年12月至2008年3月期间几乎翻了一番，导致许多国内市场稻米价格大幅上扬。在孟加拉国，批发价在2008年第一季度上涨了38%；在印度和菲律宾，同期价格也大幅增长。下文就应对价格上涨的政策展开进一步讨论并在图40种予以说明。

本报告第一部分对粮食价格上涨对粮食安全产生的影响进行了大量分析。食物常常占到最贫困家庭总支出的一半甚至更多，因此可以说，粮食价格上涨对人们的生活水平和营养状况都会产生重大影响。如第一部分图29所示，主食价格每上涨10%，最贫困的五分之一消费者的生活水平将降低3%。以上估值不含家庭在生产和消费决策方面实施的应

对措施。但从近期看来，农作物产量的调整是有限的，而且从消费角度来看，贫困消费者的替代余地也十分有限。

## 农业产量与储备

如前所述，驱动近期商品价格高涨的一个因素就是主要出口地区因天气导致的减产。1990年至2006年（有完整数据的最后一年）的农业总产量指数显示，除发达国家同期大部分时间保持产量平平外，世界和大部分国家集团的农产品产量均有所增加（图33）。2004年以后，人均产量就世界整体而言趋于平缓，而在最不发达国家略有增长近十年之后，于2006年开始下降。

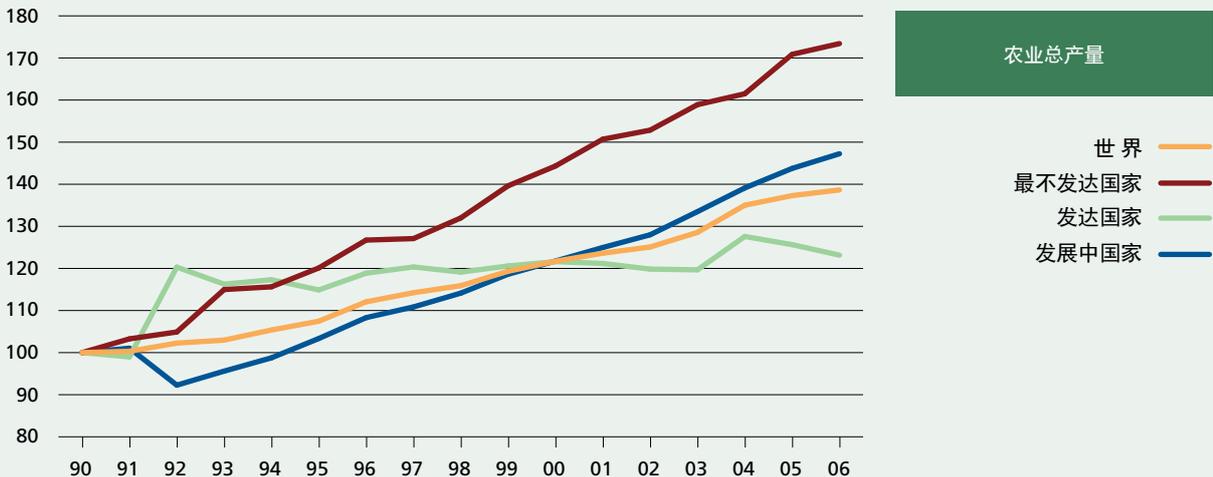
小麦、稻米、粗粮、油菜籽、大豆、向日葵籽等主要贸易农产品的最新数据和2010年预测值可见经合发组织-粮农组织农业展望（经和发组织-粮农组织，2008）。

2007年，这些产品的全球总产量（转换成小麦当量）比2003年至2005年

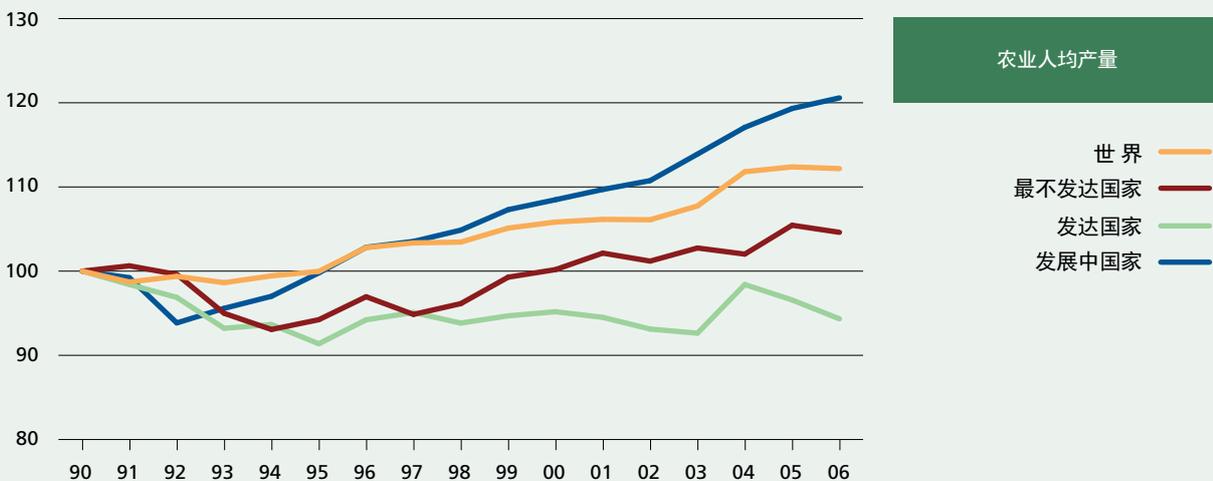
图 33

## 农业总产量指数及人均产量指数

指数 (1999-2001 = 100)



指数 (1999-2001 = 100)



资料来源: 粮农组织, 2008i。

的年均水平增长了近6% (图34)。<sup>1</sup>然而, 澳大利亚和加拿大这两大谷物出口国减产20%, 导致出口供应更加紧张; 再加上阿根廷和巴西, 这两国虽占此类作物全球总产量的15%, 但却占世界出口的35-40%。它们国内供应吃紧, 会

对出口供应和国际农产品价格产生极大影响。

展望2010年, 预计这些农产品的世界总产量将比2007年增长7%。最终总产量取决于天气因素, 以及价格信号能否有效传递给一些国家有能力扩大生产规模的生产者。在政府有意阻碍价格传递的地区, 生产者可能没有扩大生产规模的积极性。相反, 在化肥及其他投入物价格随石油价格迅速上涨的地区, 农民

<sup>1</sup> 为便于比较, 农作物产量及畜产品产量会各自转换成同一单位。农作物产量按照以2000年至2002年相对价格为基础的小麦当量计算, 畜产品也会依据相对价格转化成同一单位。

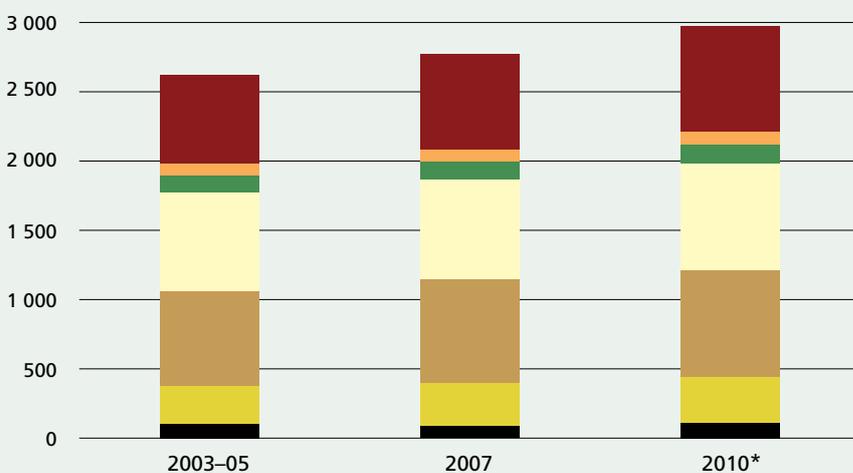
尽管可以获得很强的价格信号，但也可  
能无力扩大生产规模。

2003-05年到2007年间，牛肉、猪  
肉、禽肉、羊肉等贸易中常见的肉类及  
牛奶的世界总产量与农作物产量一样几

乎同速增长（图35）。发展中国家产量  
增长10%，远远超出经合发组织国家2%  
的产量增长。很多发展中国家实现了  
10%以上的增长；相比之下，欧盟的肉  
类产量停滞不前，奶类产量下降。

图 34  
若干农作物产量

百万吨，小麦当量

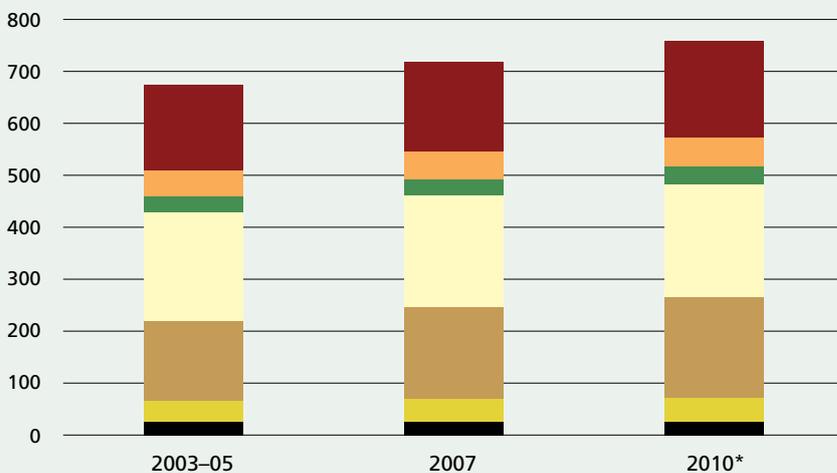


注：若干农作物包括小麦、稻米、粗粮、油菜籽、大豆、向日葵籽、棕榈油和糖。  
\* 有关2010年的数据为预测值。

资料来源：经合发组织-粮农组织，2008。

图 35  
若干畜产品产量

百万吨，猪肉当量

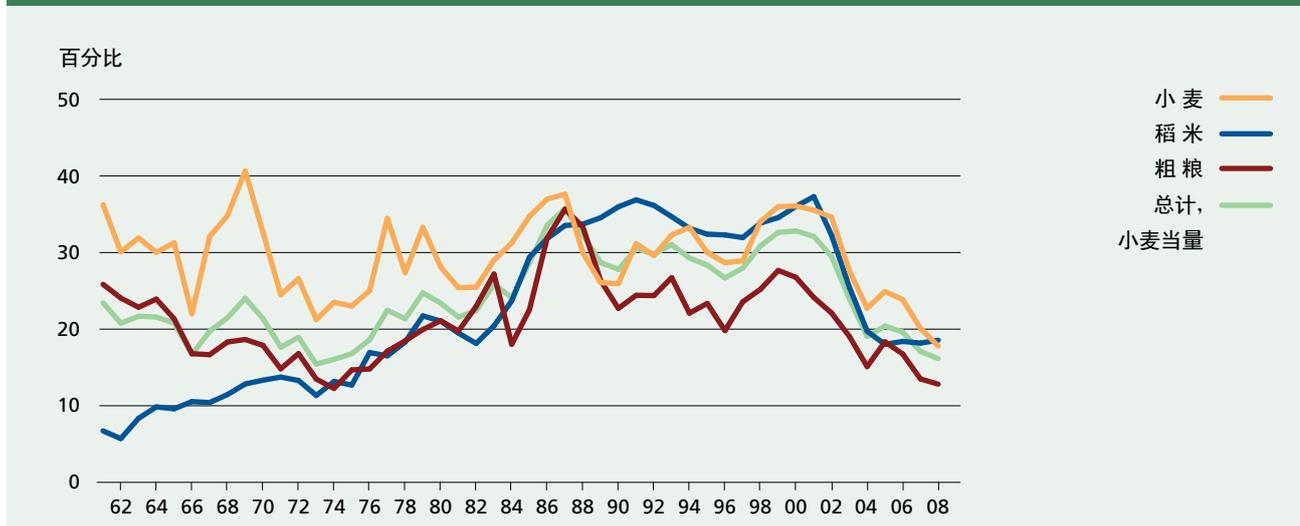


注：若干畜产品包括牛肉、猪肉、禽肉、羊肉和奶。  
\* 有关2010年的数据为预测值。

资料来源：经合发组织-粮农组织，2008。

图 36

## 全球库存量与使用量的比率



注：小麦当量以经合发组织-粮农组织2000-02年相关价格为基础，2008。

资料来源：库存量及使用量数据来自美国农业部海外农业局，2008。

预计2007年至2010年三年期间，这些趋势还将继续，尽管饲料价格上涨的影响未了。预期一些主产区的产量增长率会稍微减缓，但发展中国家的增长率还将继续保持强劲。

粮食储备可以抵消农产品市场遭受的冲击。价格上涨时，储备会迅速减少；价格下降时，又会增加。因此粮食库存可以缓和价格和消费波动。20世纪八十年代中期以来，全球谷物库存（小麦、稻米和粗粮）随使用需求而稳步下降，2000年之后下降速度更快（图36）。这些谷物的库存量-使用量的比率是16%，相当于十年前水平的一半，是过去45年来的最低水平。粮食储备水平过低，会使市场更易受到冲击，进一步加剧价格波动及市场总体的不稳定性。

## 贸易

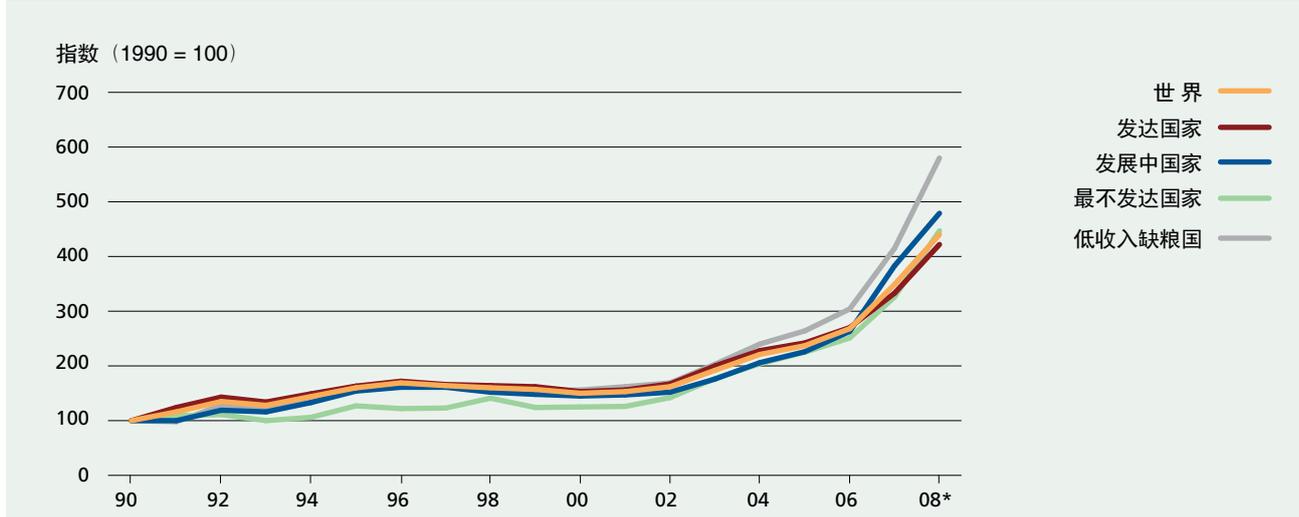
2008年，全球粮食进口支出额预计为1.035万亿美元，比2007年的前一个峰值高26%（图37）。粮农组织的粮食

进口支出值是依据国际价格和运费预测的，而以后数月的国际价格和运费还充满着不确定性，因此上述数据只是临时性数据。世界粮食进口支出预计值的绝大部分增量将来自购买稻米（77%）、小麦（60%）和植物油（60%）的更多支出。由于畜产品价格适度上涨和贸易活动趋缓，畜产品进口支出可能增长不大。国际商品价格上涨是许多增量出现的主要原因；同时很多运输线路的运费几乎翻了一番，也是产生增量的原因。

在所有经济集团中，经济最脆弱的国家不得不在粮食进口成本方面承受最大的负担。2007年以来，最不发达国家和低收入缺粮国的进口总支出预计会分别增长37%和40%，而上一年已经增长了这么多。这些经济脆弱国家群体的粮食进口支出持续增长，以至于根据目前的预期值计算，到2008年底，它们的粮食进口年度支出将是2000年进口支出的四倍。这与整个发达国家群体的趋势形成了鲜明对比，它们的进口成本增幅要小得多。

图 37

## 1990-2008年全球粮食进口支出

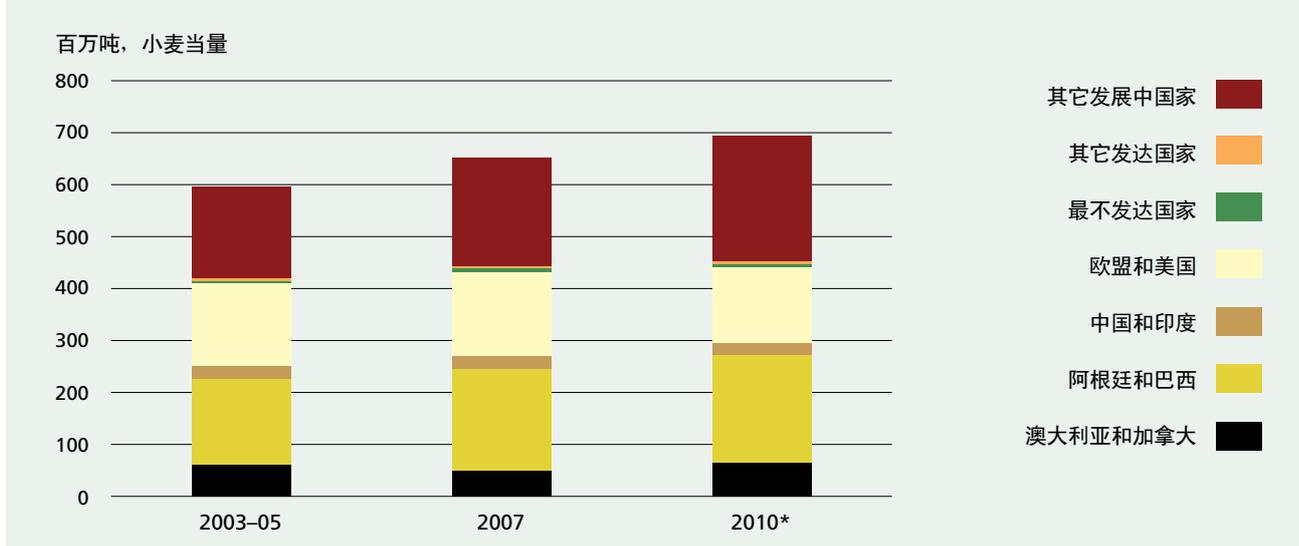


\* 预测值。

资料来源：引自粮农组织，2008b。

图 38

## 若干农作物出口量



注：若干农作物包括小麦、稻米、粗粮、油菜籽、大豆、向日葵籽、棕榈油和糖。

\* 2010年有关数据为预测值。

资料来源：经合发组织-粮农组织，2008。

## 若干农产品进出口状况

从2003-05年至2007年，主要农作物出口量增长9%（550亿吨小麦当量），预计还将以类似速度增长至2010年（图38）。将主要农产品的贸易格局与产量相比，突显了进口与出口在不同国家所

发挥的作用。尽管主要出口国的供应偏紧对出口供应和国际农产品市场影响巨大，但对全球农业生产几乎没有影响。相反，贸易占国内市场份额很小的国家，其供应或需求发生微弱变化也将会对贸易流产生很大影响。

与出口相比，这些主要农产品的进口没有那么集中（图39），只有中国和欧盟分别占全球进口总量的10%以上。过去三年，尽管世界价格不断上涨，许多国家的进口量反而增加了，这反映出收入的强劲增长，但也推动了价格的进一步攀升。如前所述，尽管以美元计价的粮食价格上涨了，一些货币相对美元升值的国家仍可以维持进口。

### 贸易和消费政策

很多国家都调整了贸易和消费政策以应对国际价格上涨。图40显示了截至2008年5月采取了应对政策的国家的数量。该样本中大部分国家调整了贸易或消费政策，以期减轻价格上涨对消费者的影响。

贸易政策是最常用的措施之一。有18个国家降低了谷物进口关税，17个国家实施了出口限制。在后17个国家中，14个国家实施了数量限制或直接实行出口禁令。消费政策包括减少粮食税

（11个国家）或提供消费补贴（12个国家）。还有八个国家实施了价格控制。在所有措施之中，出口禁令和价格控制对市场秩序的干扰最大，且很可能会压制可鼓励生产者扩大生产的激励措施。

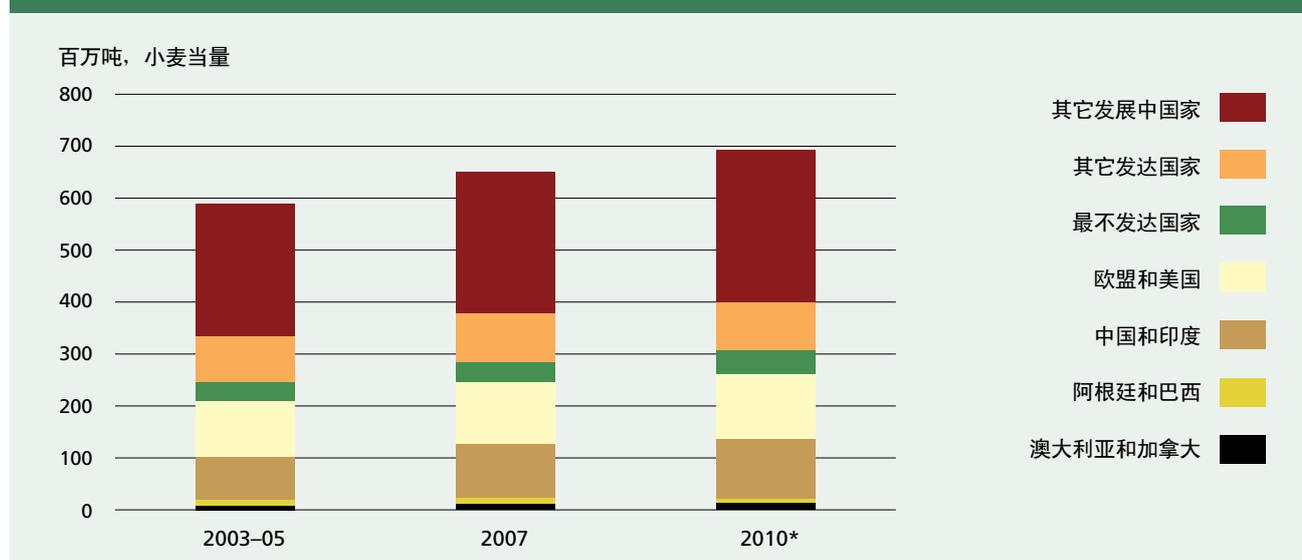
### 粮食援助和粮食紧急需求

寻求外部粮食援助的国家数量是衡量脆弱性的一个标准。如图41所示，2008年5月以来，由于粮食总产量/总供给量突然下降，很多地区无法获得粮食，或由于当地粮食短缺状况非常严重，共有36个陷入危机的国家寻求外援，其中21在非洲，10个在亚洲和近东，4个在拉丁美洲，1个在欧洲。

粮食和能源价格上涨对粮食援助和粮食紧急需求都会产生影响。目前，随着单位价格和运输成本的攀升，粮食进口支出用费和粮援预算逐渐减少。例如，2005/06至2006/07作物年度期间，粮食援助量降低了18%（以小麦当量计），

图 39

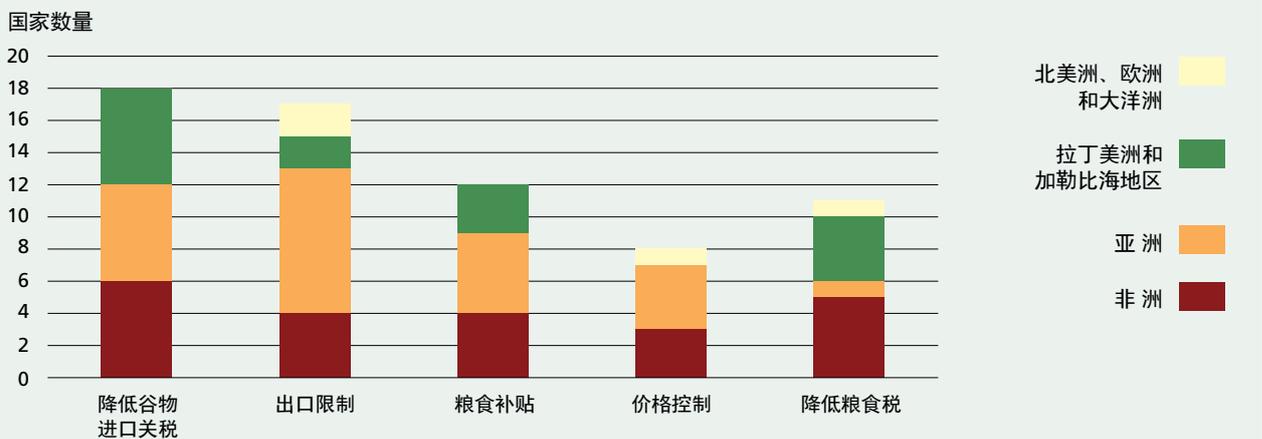
若干农作物进口量



注：若干农作物包括小麦、稻米、粗粮、油菜籽、大豆、向日葵籽、棕榈油和糖。  
\* 2010年有关数据为预测值。

资料来源：经合发组织-粮农组织，2008。

图 40  
各区域对高粮食价格的政策应对



资料来源：粮农组织，2008a。

而同期世界价格的估算值仅下降了3%（图42）。自1993/94年度至今，援助量下降了2/3，估算价值下降了1/2，其间差额皆出自价格上涨。2007/08年度的粮食援助量达到20世纪七十年代初以来的最低水平，反映出援助量和世界价格的负相关性，这种关系突出反映在粮食援助装运量上（粮农组织，2006c）。

### 未来价格的关键驱动因素

前面几节重点讨论了近期世界农业发展趋势以及农产品价格急剧上涨的驱动因素。预计农产品市场仍将偏紧，未来十年的商品价格仍将高于前十年（经合发组织-粮农组织，2008）。农产品市场的发展还将继续取决于上述和其他因素如何演变。2008年6月在罗马召开的高级别会议上讨论了生物燃料生产、能源价格、经济增长、作物单产以及贸易政策等问题。其中一些因素会受到决策者的影响，另一些则不会，但对任何因素都无法做到有把握地预测，因此仅对一系列估值的潜在影响进行量

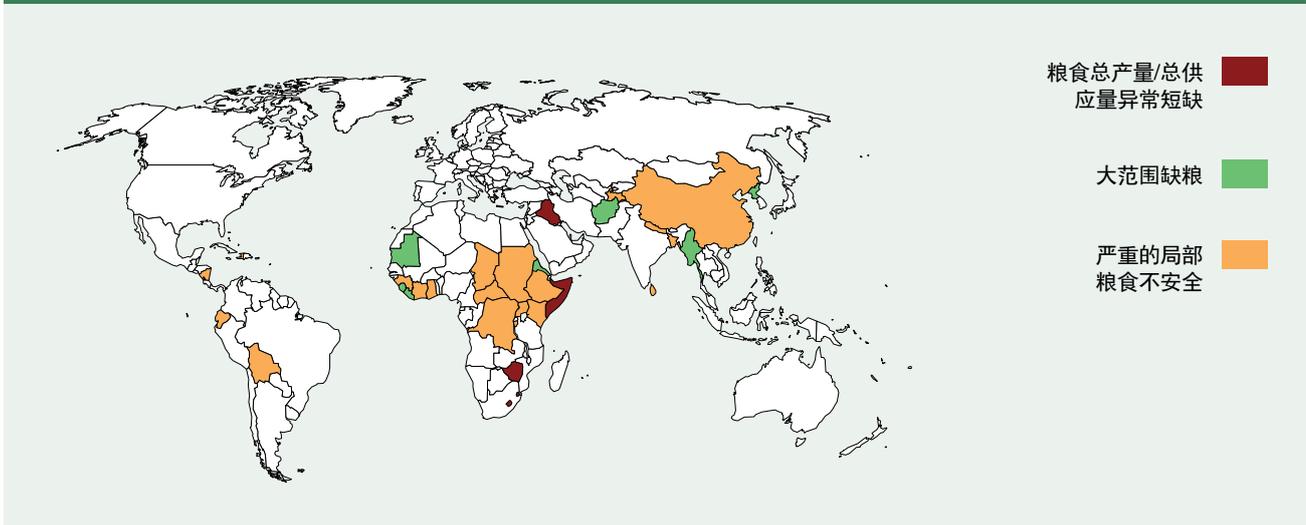
化评估，可能会有助于衡量市场影响的幅度。

为此使用了粮农组织和经合发组织秘书处合作开发了AgLink-Cosimo模型，对一系列情景进行评估。模拟设定基准情景为对照，模拟上述因素的假定变量对世界主要农产品价格预计产生的中期影响。对于某年而言，模拟显示了当年商品价格相对于基线情景估值的变化。这一模型的目的并非为了进行预测，而是为了显示要素变量对商品市场产生的影响。选定的情景都是程式化的，每种情况都可能会漏掉一些重要影响。关于建模的框架和基本推断（并非针对上述特定情景）详见经合发组织-粮农组织（2008）。

### 生物燃料生产

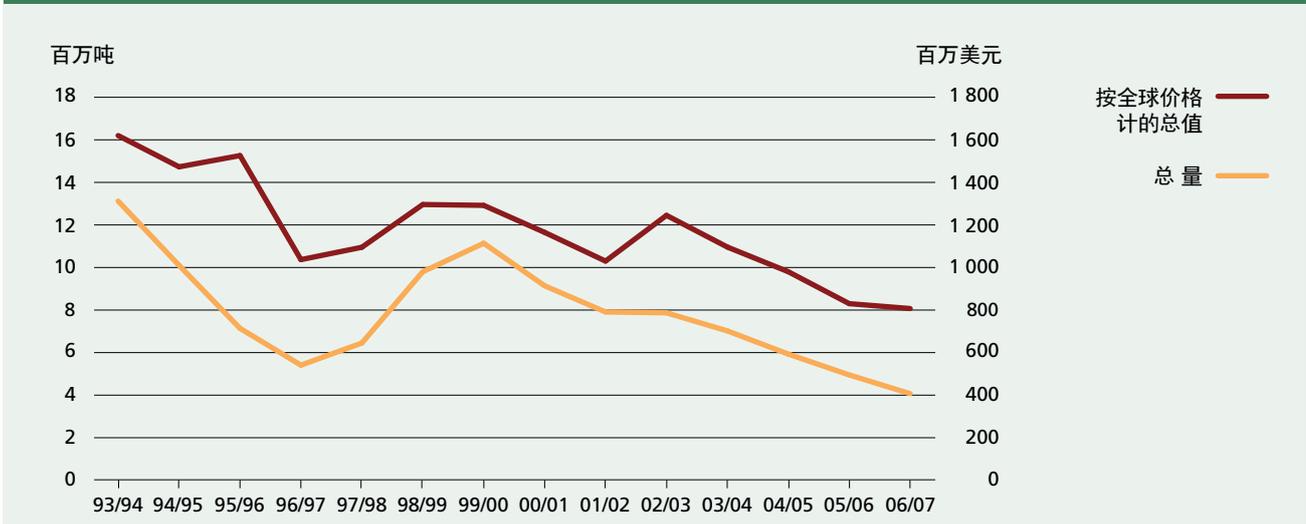
未来一个主要不确定因素与农产品用作生物燃料原料的需求增长有关，这将取决于生物燃料生产和消费的扶持政策、油价走势以及技术开发与应用的进展等。对照的基线情景中，对生物燃料原料的需求维持在2007年水平，据此分析了另外两个不同的情景：

图 41  
2008年5月陷入危机需要外部援助的国家



资料来源：粮农组织。

图 42  
1993/94-2006/07年度间谷物类粮食援助



注：谷物类粮食援助总量为简单相加之和，未使用小麦当量。总值按各类谷物总量乘以全球价来计算。

资料来源：粮农组织，基于世界粮食计划署有关数据，2008。

- 截至2010年，生物燃料生产对粗粮、糖和植物油的需求增长30%（即预示在未来十年需求可能翻一番）；
- 截至2010年，生物燃料生产对这些商品的需求下降15%（预示在未来十年需求将减半）。

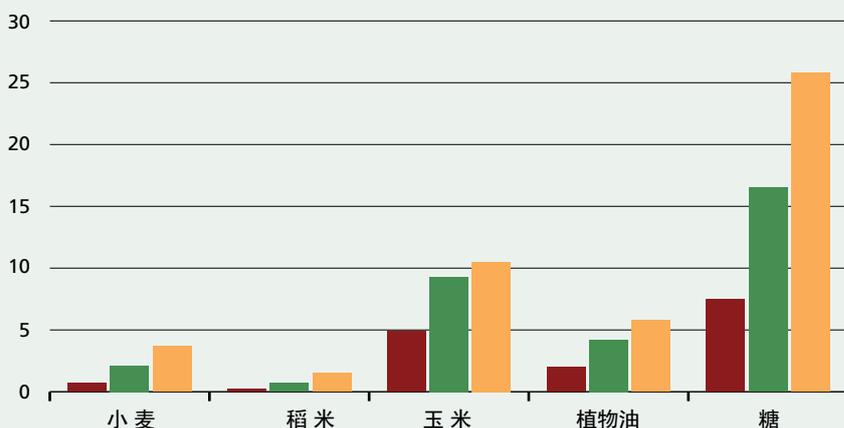
图43显示了2007年生物燃料原料基准线水平对照情景下小麦、稻米、玉米、植物油和糖的世界价格的影响。到2010年生物燃料原料用量减少5%的情景下，与基准线数据相比，世界玉米价格会降低5%，植物油价格降低3%，糖价降低10%。相

图 43

## 生物燃料原料用量的增长或下降对全球农产品价格的影响

(以2007年水平的不变用量为基准)

百分比变化

生物燃料原料用量增长  
(到2010年增长30%)2008  
2009  
2010

百分比变化

生物燃料原料用量下降  
(到2010年下降15%)2008  
2009  
2010

资料来源：粮农组织，2008c。

反，到2010年生物燃料原料用量增长30%的情景下，同年糖价将上涨26%，玉米价格上涨11%，植物油价格上涨6%。两种情景下，对小麦和稻米的影响都相对较小。

### 石油价格

石油价格是推动生物燃料原料需求的因素之一。然而，石油价格甚至整个能源价格通过影响燃料和农用化学品价格决定农业生产成本。农产品生产和消

费的中间环节，如运输和加工，对能源价格的影响也十分敏感，但这里不予讨论。

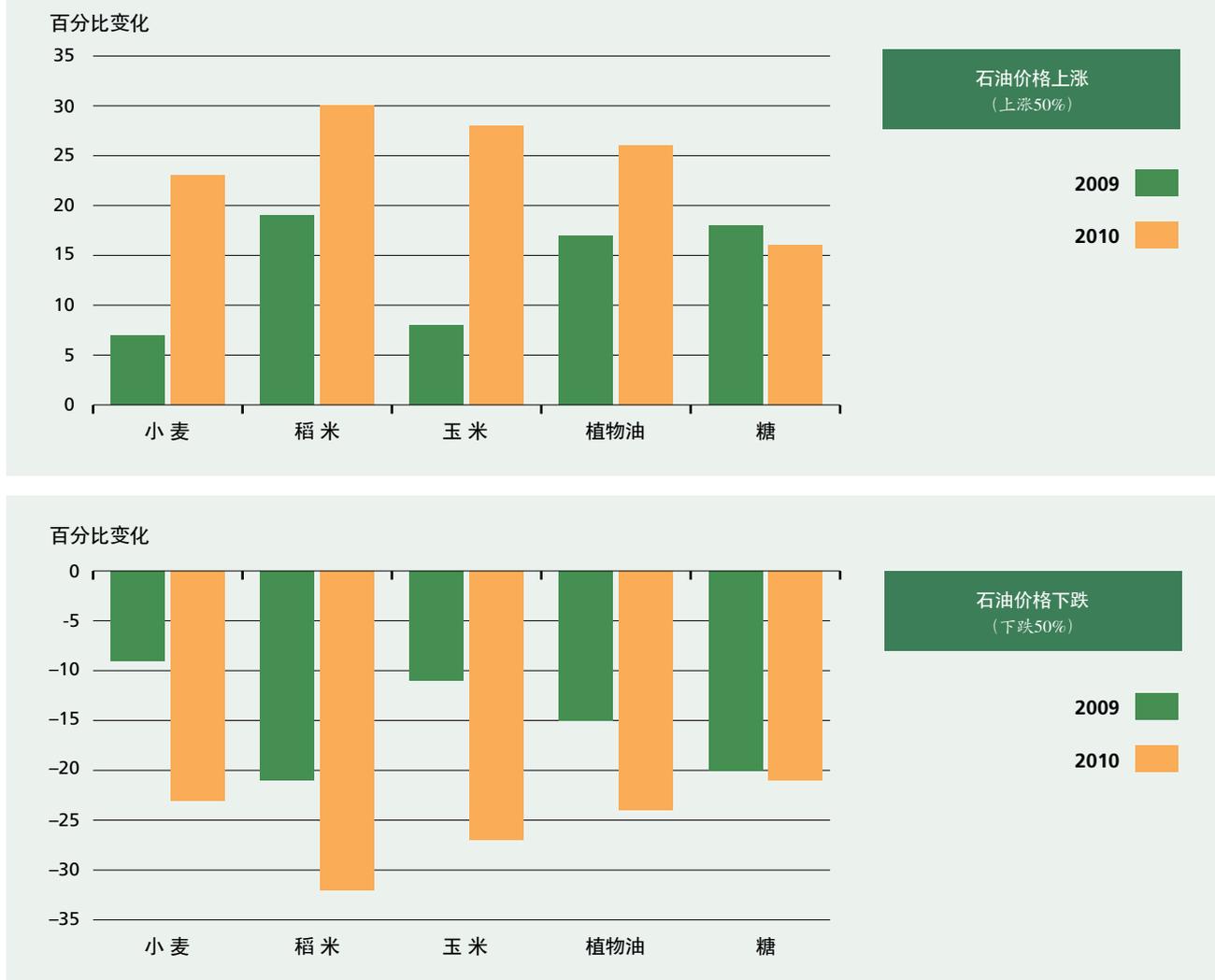
对照基线水平预计油价涨幅所产生的影响，评估了油价对农产品市场的影响。基线情景油价保持在130美元/桶，假定为2008年的平均水平。报告研究了以下两种情景：

- 2009年和2010年，油价上涨到195美元/桶（较基线水平的130美元上涨了50%）；

图 44

## 石油价格的涨跌对全球农产品价格的影响

(以130美元/桶的不变价格为基准)



资料来源：粮农组织，2008c。

• 2009年和2010年，油价下降到65美元/桶（较基线水平下降了50%）

同时研究了对生产成本和生物燃料原料需求的影响。

关键农产品的价格模拟结果见图44。油价减半将引起农产品价格大幅下降，在2010年，农产品的下降幅度将在21%至32%之间。相反，油价若上涨一倍，农产品价格上涨幅度将在16%至30%之间。

## 收入增长

发展中国家一些地区收入和购买力提高带来的强劲需求增长是近期价格上涨的部分原因。此趋势以及总体宏观经济环境是农产品市场诸多不稳定因素的根源。

图45显示了与2007年各国的增长率持续增加的情况相比，2008年、2009年和2010年GDP增长减半对农作物价格造成的影响。汇率和通货膨胀则保持不

变。GDP增速大幅减缓对作物价格产生的初期影响可能不大，但到第三年，价格下降幅度将在6%至9%之间。畜产品需求比主食需求更易受到收入的影响；畜产品市场（图中未显示）将会经受更为严重的价格影响。

### 产量震荡及走势

近期商品价格上涨的部分原因是天气带来的冲击影响了产量和供给，而且未来此类冲击可能更为频繁。鉴于目前全球粮食储备水平很低，产量震荡将使粮食供给雪上加霜。

图46显示2007年的产量震荡在2008年、2009年和2010年若再次出现会带来带来的影响。若全球小麦、稻米、玉米、植物油和糖的产量下降至2007年水平，则不会恢复到基线预测中的总产量水平。储备不足将导致价格受到更严重的冲击。2008年，小麦和玉米的年度平均价格相对基线水平而言可能将上涨20%至25%，其他商品价格也将上涨，但涨幅较小，这也反映出其他商品2007年经受的单产震荡程度较轻。如2009年再次出现产量震荡，则价格较基线水平而言将进一步上涨，这反映出储备越来越紧张的现实。2010年再次出现的产量震荡将使价格较基线水平而言进一步上涨，但小麦和玉米的涨幅将比2008年和2009年小，主要因为生产者可能会扩大种植面积以应对价格上涨，从而抵消部分产量下降。

产量的不良震荡不太可能会在全球范围重复出现，这种情形本身会引发一些不当的悲观结论。不过，也可能出现丰收等形式的积极震荡。若大多数主产区实现丰收，则可能会部分缓解市场供应偏紧的状况，甚至可能在供应之余增加储备，这样价格就可能会迅速下降。

除单产短期性震荡外，增产的趋势也与农产品市场的长期演变有关，并决

定了全球农业适应结构性变化的能力，如出现了新的需求增长等。随时间推移出现的增产规模，构成了一个重要的长期不确定因素，由此可以推出如下两个对立的论断。

- 增产将受到抑制，气候变化会使一些地区出现减产，甚至可能导致全球性减产。而且，天气相关的产量震荡将更为普遍。
- 随着农作物价格持续上涨和新技术投资不断增加，越来越多的生产者看到提高单产带来的经济效益，发展中国家也很可能出现大幅增产。

图47展示了不同增产假设情景带来的影响。图中显示了年度单产增长率相对于1%的年度增长基线情景翻一番和减半这两种假设产生的影响。假如2008年后所有区域所有农产品单产增长2%，那么在2010年，小麦、玉米和植物油的价格可能会下降2%。假如单产以0.5%的年增长率增长，则价格可能会进一步上涨，同样是小麦、玉米和植物油的涨幅最大。从更长远的角度来看，这些增产假设的影响可能会更为严重。因此，以玉米为例，若增产十年，全球玉米价格可能会下降5%；若减产十年，全球玉米价格可能会上涨2.5%。

### 贸易政策应对措施

粮价上涨引起了普遍关注，因此决策者面临着压力需要采取措施加以应对，包括旨在影响国内价格的贸易措施。如前所述，进口国降低关税，出口国对出口征税或限制出口，这两种情况都会降低国内价格，但都进一步抬高全球价格。国内价格较低会降低国内生产者的增产积极性，从而阻碍粮食供应，延长高粮价的持续时间。

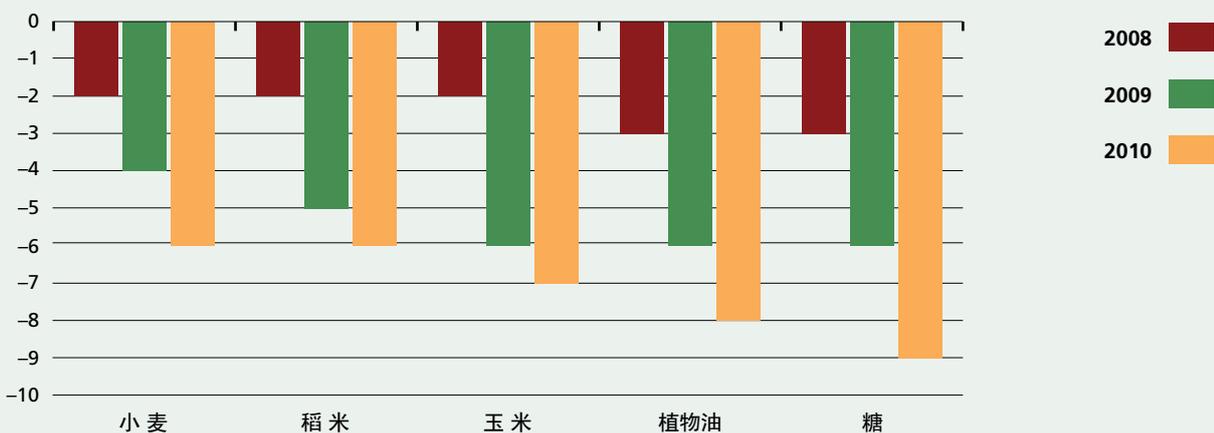
出口限制的影响反映在一个假定情景中，在这个情景中研究了埃及、印

图 45

## GDP增长减半对全球农产品价格的影响

(以2007年GDP增长率为基准)

百分比变化

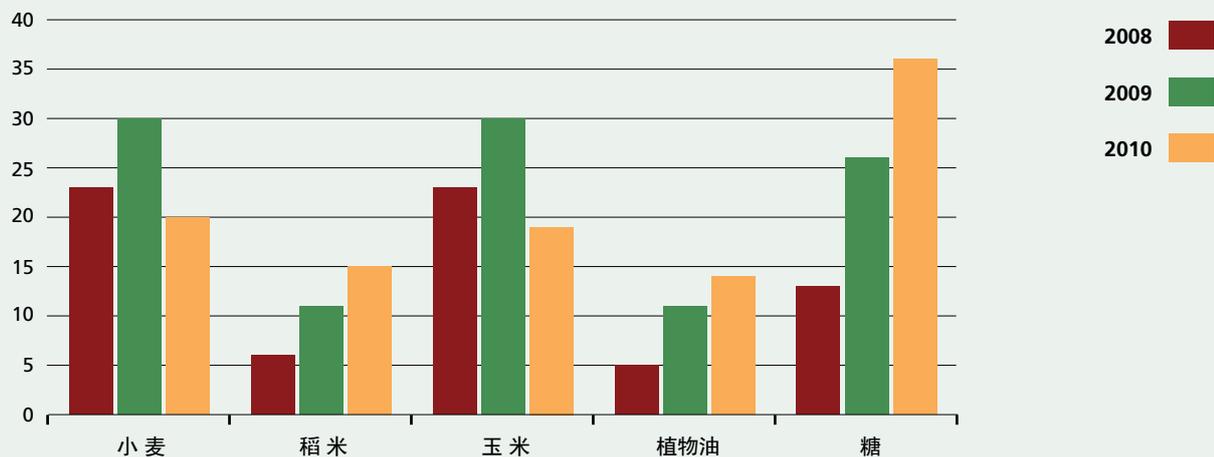


资料来源：粮农组织，2008c。

图 46

## 2007年产量震荡的重现对全球农产品价格的影响

百分比变化



资料来源：粮农组织，2008c。

度、巴基斯坦和越南的情况，2007年这四国的总出口占全球稻米出口的38%。假如在2008年这四国采取稻米出口减半的政策，那么当年全球价格预计可能上涨20%。相对于没有出口壁垒的情况而言，埃及和越南的国内稻米价格

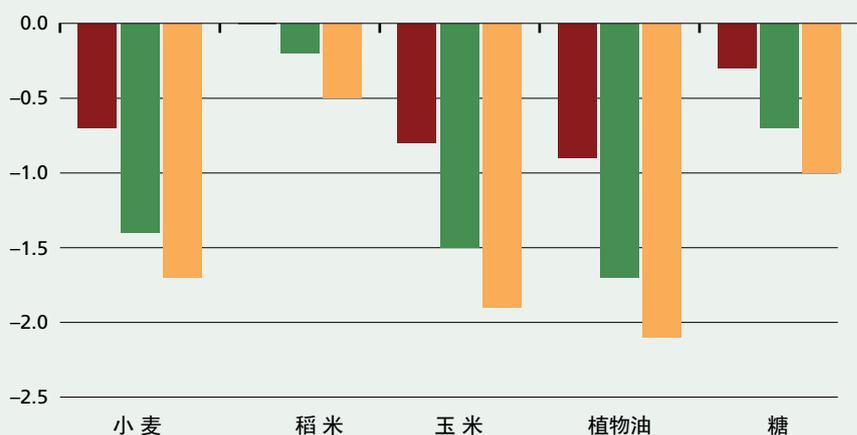
可能会下降40%，两国的出口量会占到国内产量的20%至25%；由于巴基斯坦所产稻米的出口量更高，因此出口与产量的比率也更高。2008年较低的国内价格可能会极大地抑制2009年的产量。

图 47

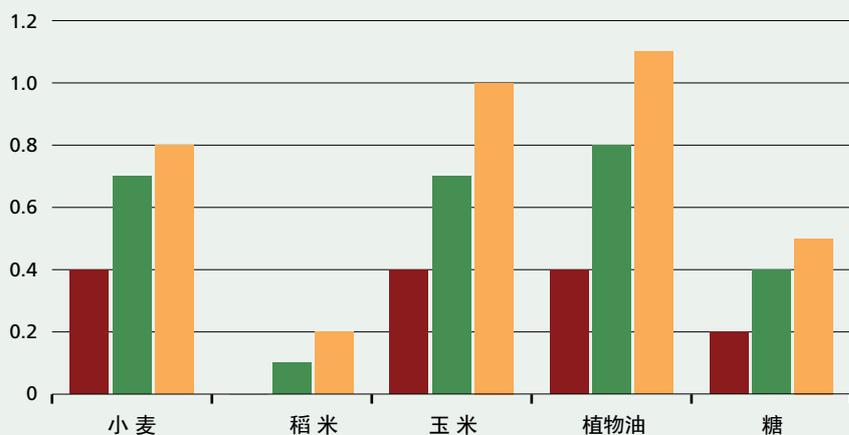
## 年产量涨幅上升或下降对全球农产品价格的影响

(以1%的单产增长率为基准)

百分比变化

增幅上升  
(每年2%)2008  
2009  
2010

百分比变化

增幅下降  
(每年0.5%)2008  
2009  
2010

资料来源：粮农组织，2008c。

## 未来展望

农产品价格一直在波动，但近期全球农产品价格急剧上涨使全球、区域及国家层面的粮食及农业状况受到了前所未有的关注。价格上涨是供需两方面各种短期和长期因素共同作用的结果，其中一些因素在未来仍将存在。展望未来，我们可以预料，生物燃料仍可能成为农产品——以及用于生产它们的资源——的需求增长的重要来源，而且，发展中国

家的收入和消费水平可能会持续并有望扩展。在供给方面，发生短期单产震荡和长期气候变化的情况仍不确定，加之库存水平低，从而显示价格波动仍将持续。

不管价格上涨与波动的根源或规模如何，有四项基本行动获得了国际社会的支持，并记入了2008年6月罗马通过的“世界粮食安全：气候变化和生物能源的挑战高级别会议”的宣言中。

第一，必须解决眼前的紧急危机，为最脆弱的国家和人民提供适当的安全

保障。由于粮价飞涨，2007/08年度粮援装运量下降，这时刻警醒人们：粮援虽然是紧急援助的重要内容，但并不能成为持久性粮食安全战略的基石。虽然迫切需要更多的粮食满足援助，但仅凭粮援解决危机还不够。其他安全网可以包括：向因涨价而导致购买力缩水的低收入消费者提供直接收入支持或食品券。许多国家推行价格控制以保护本国消费者免受世界价格的影响，但此类措施往往成本高而效率低，因为受益的并非都是需要雪中送炭的人。而且从长期看，此类措施还可能适得其反，因为它们打消了农民扩大生产的积极性，降低了粮食系统的恢复力。

第二，急需对农业进行投资以便充分利用价格上涨带来的机遇。未来几年，全球农业产量必须大幅增加，这样才能跟得上因收入快速增长和生物燃料生产带来的需求迅速增长。产量增长须具有可持续性，且应考虑到许多农业生态系统的生产条件业已变得脆弱。干预措施必须有利于形成市场投入物供应系统，以便加强粮食系统的恢复力。为减少价格上涨风险并使机遇在更大范围内充分共享，需要特别关注发展中国家小

农的需求，特别注意鼓励实施农业可持续生产方式。

第三，高级别会议认为，必须根据世界粮食安全、能源和可持续发展的需要，来把握生物燃料带来的机遇与挑战。有必要深入开展研究活动、开发生物燃料技术、进行标准和规则的经验交流、以及就此展开的一致有效且注重成果的国际对话，以便保证生物燃料的生产和使用具有社会、经济、环境的可持续性，同时需要重视实现并维持全球粮食安全的需要。

第四，国际社会需立即采取行动，加强国际贸易体系的可信度和恢复力。国际贸易可以成为有效稳定市场的力量，使各国通过国际市场解决国内产量不足的问题。一些短期措施，如保护本国消费者的出口禁令，会进一步扰乱市场秩序，惩罚了那些依赖进口实现粮食安全的国家。更加稳定和透明的贸易规则可以加强粮食系统的恢复力，促进持久的粮食安全。只有落实这些措施，农业才能更有生产力和恢复力，更好地应对持续的不确定性和需求不断增长所带来的挑战。



- 参考文献
- 《粮食及农业状况》  
特别章节



## 参考文献

- Ahluwalia, M.S.** 1978. Rural poverty and agricultural performance in India. *Journal of Development Studies*, 14(3): 298–323.
- Anderson, K. & Valenzuela, E.** 2007. The World Trade Organization's Doha Cotton Initiative: a tale of two issues. *The World Economy*, 30(8): 1281–1304.
- Anríquez, G. & López, R.** 2007. Agricultural growth and poverty in an archetypical middle income country: Chile 1987–2003. *Agricultural Economics*, 36: 191–202.
- Azar, C. & Larson, E.D.** 2000. Bioenergy and land-use competition in Northeast Brazil. *Energy for Sustainable Development*, IV(3): 64–71.
- Banse, M., van Meijl, H., Tabeau, A. & Woltjer, G.** 2008. *The impact of biofuel policies on global agricultural production, trade and land use*. Background paper for the FAO Expert Meeting on Bioenergy Policy, Markets and Trade and Food Security, 18–20 February 2008. Rome, FAO.
- Barrett, C.** 2008. Smallholder market participation: concepts and evidence from eastern and southern Africa. *Food Policy*, 33(4): 299–317.
- Beck, T. & Nesmith, C.** 2000. Building on poor people's capacities: the case of common property resources in India and West Africa. *World Development*, 29(1): 119–133.
- Binswanger, H.P. & von Braun, J.** 1991. Technological change and commercialization in agriculture: the effect on the poor. *The World Bank Research Observer*, 6(1): 57–80.
- Birur, D.K., Hertel, T.W. & Tyner, W.E.** 2007. *The biofuels boom: implications for world food markets*. Paper prepared for the OECD/Netherlands Food Economy Conference 2007, 18–19 October 2007. The Hague.
- Block, S., Kiess, L., Webb, P., Kosen, S., Moench-Pfanner, R., Bloem, M.W. & Timmer, C.P.** 2004. Macro shocks and micro outcomes: child nutrition during Indonesia's crisis. *Economics and Human Biology*, 2(1): 21–44.
- Boughton, D. & de Frahan, B.H.** 1994. *Agricultural research impact assessment: the case of maize technology adoption in Southern Mali*. International Development Working Paper No. 41. East Lansing, MI, USA, Michigan State University.
- Bouis, H. & Haddad, L.J.** 1994. The nutrition effects of sugarcane cropping in a southern Philippine province. In J. von Braun & E. Kennedy, eds. *Agricultural commercialization, economic development, and nutrition*. Baltimore, MD, USA, The Johns Hopkins University Press.
- Bravo-Ortega, C. & Lederman, D.** 2005. *Agriculture and national welfare around the world: causality and heterogeneity since 1960*. World Bank Policy Research Working Paper No. 3499. Washington, DC, World Bank.
- Buarque de Hollanda, J. & Poole, A.D.** 2001. *Sugar cane as an energy source in Brazil*. Rio de Janeiro, Brazil, Instituto Nacional de Eficiência Energética.
- Cassman, K.G., Wood, S., Choo, P.S., Cooper, H.D., Devendra, C., Dixon, J., Gaskell, J., Kahn, S., Lal, R., Lipper, L., Pretty, J., Primavera, J., Ramankutty, N., Viglizzo, E. & Wiebe, K.** 2005. Cultivated systems. In *Ecosystems and human well-being: current state and trends*, pp. 745–794. Millennium Ecosystem Assessment Series Vol. 1, edited by R. Hassan, R. Scholes & N. Ash. Washington, DC, Island Press.
- CBD (Convention on Biological Diversity).** 2008. *The potential impact of biofuels on biodiversity*. Note by the Executive Secretary for the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 19–30 May 2008, Bonn, Germany (draft, 7 February 2008).
- CFC (Common Fund for Commodities).** 2007. *Biofuels: strategic choices for commodity dependent countries*. Commodities Issues Series. Amsterdam.
- Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.** 2007. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London, Earthscan and Colombo, International Water Management Institute.
- Coulter, J., Goodland, A., Tallontire, A. & Stringfellow, R.** 1999. *Marrying farmer cooperation and contract farming for service provision in a liberalising sub-Saharan Africa*. Natural Resources Perspective No. 48. London, Overseas Development Institute.
- Council of the European Union.** 2007. Presidency Conclusions of the European Council (8/9 March 2007). Doc 7224/1/07 REV 1. Brussels.
- Curran, L.M., Trigg, S.N., McDonald, A.K., Astiani, D., Hardiono, Y.M., Siregar, P., Caniogo, I. & Kasischke, C.** 2004. Lowland forest loss in

- protected areas of Indonesian Borneo. *Science*, 303(5660): 1000–1003.
- Datt, G. & Ravallion, M.** 1998. Why have some Indian states done better than others at reducing rural poverty? *Economica*, 65(257): 17–38.
- de Fraiture, C., Giordano, M. & Yongsong, L.** 2007. *Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy*. Paper presented at the International Conference on Linkages between Energy and Water Management for Agriculture in Developing Countries, ICRISAT Campus, Hyderabad, India, 29–30 January 2007. Colombo, International Water Management Institute.
- Dey, J.** 1981. Gambian women: unequal partners in rice development projects? *Journal of Development Studies*, 19(3): 109–122.
- Dioné, J.** 1989. *Informing food security policy in Mali: interactions between technology, institutions and market reforms*. East Lansing, MI, USA, Michigan State University. Ph.D. dissertation.
- Doornbosch, R. & Steenblik, R.** 2007. *Biofuels: is the cure worse than the disease?* Document No. SG/SD/RT(2007)3 prepared for the Round Table on Sustainable Development, 11–12 September 2007. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Dufey, A.** 2006. *Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues*. Sustainable Markets Discussion Paper No. 2. London, International Institute for Environment and Development.
- Enkvist, P.-A., Naucler, T. & Rosander, J.** 2007. A cost curve for greenhouse gas reductions. *The McKinsey Quarterly*, February.
- Euler, H. & Gorriz, D.** 2004. *Case study on Jatropha curcas*. Study commissioned by the Global Facilitation Unit for Underutilized Species (GFU) and the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Evenson, R.E. & Gollin, D.** 2003. Assessing the impact of the green revolution 1960–2000. *Science*, 300(5620): 758–762.
- Faaij, A.** 2007. *Framing biomass potentials: what are sustainable potentials for bioenergy?* Paper presented at the First FAO Technical Consultation on Bioenergy and Food Security, 16–18 April 2007, Rome.
- Fan, S.** 2002. *Agricultural research and urban poverty in India*. Environment and Production Technology Division Discussion Paper No. 94. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.
- Fan, S., Zhang, L. & Zhang, X.** 2000. *Growth and poverty in rural China: the role of public investments*. Environment and Production Technology Division Discussion Paper No. 66. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.
- Fan, S., Zhang, X. & Rao, N.** 2004. *Public expenditure, growth, and poverty reduction in rural Uganda*. Development Strategy and Governance Division Discussion Paper No. 4. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.
- FAO.** 2001. *Contract farming, partnerships for growth: a guide*, by C. Eaton & A.W. Shepherd. FAO Agricultural Services Bulletin No. 145. Rome.
- FAO.** 2003. *World agriculture: towards 2015/2030. An FAO perspective*, edited by J. Bruinsma. Rome, FAO and London, Earthscan.
- FAO.** 2004a. *UBET – Unified Bioenergy Terminology*. Rome.
- FAO.** 2004b. *Price transmission in selected agricultural markets*, by P. Conforti. Commodity and Trade Policy Research Working Paper No. 7. Rome.
- FAO.** 2004c. *The State of Food and Agriculture 2003–04: agricultural biotechnology: meeting the needs of the poor?* FAO Agriculture Series No. 35. Rome.
- FAO.** 2004d. *Socio-economic analysis and policy implications of the roles of agriculture in developing countries*. Research Programme Summary Report 2004. Roles of Agriculture Project. Rome.
- FAO.** 2005. *The State of Food and Agriculture 2005: agricultural trade and poverty: can trade work for the poor?* FAO Agriculture Series No. 36. Rome.
- FAO.** 2006a. *Impact of an increased biomass use on agricultural markets, prices and food security: a longer-term perspective*, by J. Schmidhuber. Rome (available at [www.fao.org/es/ESD/pastgstudies.html](http://www.fao.org/es/ESD/pastgstudies.html)).
- FAO.** 2006b. *The State of Food Insecurity in the World 2006*. Rome.
- FAO.** 2006c. *The State of Food and Agriculture 2006: food aid for food security?* FAO Agriculture Series No. 37. Rome.
- FAO.** 2007a. *The Role of Agricultural Biotechnologies for Production of Bioenergy in Developing Countries*. Seminar, 12 October 2007, Rome, Italy. Organized by the FAO Working Group on Biotechnology and the FAO Working Group on Bioenergy. Rome (seminar papers available at [www.fao.org/biotech/seminaroct2007.htm](http://www.fao.org/biotech/seminaroct2007.htm)).

- FAO.** 2007b. *Recent trends in the law and policy of bioenergy production, promotion and use.* FAO Legislative Study No. 95. Rome.
- FAO.** 2007c. *Rural development and poverty reduction: is agriculture still the key?* by G. Anríquez & K. Stamoulis. ESA Working Paper No. 07-02. Rome
- FAO.** 2007d. *The State of Food and Agriculture 2007: paying farmers for environmental services.* FAO Agriculture Series No. 38. Rome.
- FAO.** 2008a. *Soaring food prices: facts, perspectives, impacts and actions required.* Document HLC/08/INF/1 prepared for the High-Level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy, 3–5 June 2008, Rome.
- FAO.** 2008b. *Food Outlook.* June 2008. Rome.
- FAO.** 2008c. *Ongoing biofuel policy scenario analysis based on the joint OECD-FAO AgLink-Cosimo model,* by M. Cluff, E. Amrouk, and M. von Lampe. Unpublished. Rome.
- FAO.** 2008d. *Biofuels: back to the future?* by U.R. Fritsche, SOFA 2008 background paper. Unpublished. Rome.
- FAO.** 2008e. *Grain production and export potential in CIS countries.* Paper prepared for the European Bank for Reconstruction and Development/FAO Conference: Fighting Food Inflation Through Sustainable Investment, 10 March 2008, London.
- FAO.** 2008f. *Have recent increases in international cereal prices been transmitted to domestic economies? The experience in seven large Asian countries,* by D. Dawe. ESA Working Paper 08-03. Rome.
- FAO.** 2008g. *How good enough biofuel governance can help rural livelihoods: making sure that biofuel development works for small farmers and communities,* by O. Dubois. SOFA 2008 background paper. Unpublished. Rome.
- FAO.** 2008h. *Gender and equity issues in liquid biofuels production: minimizing the risks to maximize the opportunities,* by A. Rossi and Y. Lambrou. Rome.
- FAO.** 2008i. FAOSTAT statistical database. Rome (available at <http://faostat.fao.org>).
- FAO.** Forthcoming (a). *A framework for bioenergy environmental impact analysis.* Rome.
- FAO.** Forthcoming (b). *Modelling the bioenergy and food security nexus: an analytical framework,* by D. Dawe, E. Felix, I. Maltoglou & M. Salvatore. Environment and Natural Resource Management Working Paper Series. Rome.
- FAO.** Forthcoming (c). *The State of Agricultural Commodity Markets 2008.* Rome.
- FAO.** Forthcoming (d). *The State of Food Insecurity in the World 2008.* Rome.
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S. & Hawthorne, P.** 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Scienceexpress*, 7 February.
- Fischer, G.** 2008. *Implications for land use change.* Paper presented at the Expert Meeting on Global Perspectives on Fuel and Food Security, 18–20 February 2008. Rome, FAO.
- F.O. Licht (Licht Interactive Data).** 2007. Database of world commodity statistics (available by subscription at [www.agra-net.com/portal/home.jsp?pagetitle=showad&publd=ag083](http://www.agra-net.com/portal/home.jsp?pagetitle=showad&publd=ag083)).
- Francis, G., Edinger, R. & Becker, K.** 2005. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: need, potential and perspectives of jatropha plantations. *Natural Resources Forum*, 29: 12–24.
- Fresco, L.O. (with D. Dijk and W. de Ridder).** 2007. *Biomass, food & sustainability: is there a dilemma?* Utrecht, Netherlands, Rabobank.
- GBEP (Global Bioenergy Partnership).** 2007. *A review of the current state of bioenergy development in G8+5 countries.* Rome, GBEP Secretariat, FAO.
- Gonsalves, J.B.** 2006. *An assessment of the biofuels industry in India.* UNCTAD/DITC/TED/2006/6. Geneva, Switzerland, United Nations Conference on Trade and Development.
- Govere, J. & Jayne, T.S.** 2003. Cash cropping and food productivity: synergies or trade-offs? *Agricultural Economics*, 28: 39–50.
- Hayami, Y.** 2002. Family farms and plantations in tropical development. *Asian Development Review*, 19(2): 67–89.
- Hayami, Y., Quisumbing, M.A. & Adriano L.S.** 1990. *Toward an alternative land reform paradigm: a Philippine perspective.* Quezon City, Philippines, Ateneo de Manila University Press.
- Hazell, P. & Haggblade, S.** 1993. Farm-nonfarm growth linkages and the welfare of the poor. In M. Lipton & J. van der Gaad, eds. *Including the poor.* Proceedings of a symposium organized by the World Bank and the International Food Policy Research Institute. World Bank Regional and Sectoral Study. Washington, DC, World Bank.
- Hazell, P. & Wood, S.** 2008. Drivers of change in global agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1491): 495–515.
- Heller, J.** 1996. *Physic nut.* *Jatropha curcas* L. *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1.* Gatersleben, Germany, Institute of Plant

- Genetics and Crop Plant Research/Rome, International Plant Genetic Resources Institute.
- Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S. & Tiffany, D. 2006. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(30): 11206–11210.
- IEA (International Energy Agency). 2004. *Biofuels for transport: an international perspective*. Paris, OECD/IEA.
- IEA. 2006. *World Energy Outlook 2006*. Paris.
- IEA. 2007. *World Energy Outlook 2007*. Paris.
- IFAD/FAO/UNF. 2008. International consultation on pro-poor *Jatropha* development (consultation papers available at [www.ifad.org/events/jatropha](http://www.ifad.org/events/jatropha)).
- IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2008. *Biofuels and grain prices: impacts and policy responses*. Mark W. Rosegrant. Testimony for the US Senate Committee on Homeland Security and Governmental Affairs. 7 May 2008. Washington, DC.
- IMF (International Monetary Fund). 2008. *World Economic Outlook*, April.
- Johnston, B.F. & Mellor, J. 1961. The role of agriculture in economic development. *American Economic Review*, 51(4): 566–593.
- Jongschaap, R.E.E., Corré, W.J., Bindraban, P.S. & Brandenburg, W.A. 2007. *Claims and facts on Jatropha curcas L.: global Jatropha curcas evaluation, breeding and propagation programme*. Report 158. Wageningen, Netherlands, Plant Research International.
- Kapur, J.C. 2004. Available energy resources and environmental imperatives. *World Affairs*, Issue No. V10 N1.
- Kébé, D., Diakite, L. & Diawara, H. 1998. *Impact de la dévaluation du FCFA sur la productivité, la rentabilité et les performances de la filière coton (cas du Mali)*. Bamako, PRISAS/INSAH-ECOFIL/IER.
- Kim, S. & Dale, B. 2004. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass Bioenergy*, 26: 361–375.
- Kojima, M. & Johnson, T. 2005. *Potential for biofuels for transport in developing countries*. Joint UNDP/World Bank Energy Sector Management Assistance Programme. Washington, DC, International Bank for Reconstruction and Development/World Bank.
- Koplou, D. 2007. *Biofuels – at what cost? Government support for ethanol and biodiesel in the United States: 2007 update*. Geneva, Switzerland, Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development.
- Larson, D. & Borrell, B. 2001. Sugar policy and reform. In T. Akiyama, J. Baffes, D. Larson & P. Varangis, eds. *Commodity market reforms: lessons of two decades*. Washington, DC, World Bank.
- López, R. 2007. Agricultural growth and poverty reduction. In F. Bresciani & A. Valdés, eds. *Beyond food production: the role of agriculture in poverty reduction*. Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Maxwell, S. & Fernando, A. 1989. Cash crops in developing countries: the issues, the facts, the policies. *World Development*, 17(11): 1677–1708.
- Moreira, J.R. 2006. Bioenergy and agriculture, promises and challenges: Brazil's experience with bioenergy. *Vision 2020*, Focus 14, Brief 8 of 12. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.
- Moreira, J.R. 2007. *Water use and impacts due ethanol production in Brazil*. Paper presented at the International Conference on Linkages between Energy and Water Management for Agriculture in Developing Countries, ICRISAT Campus, Hyderabad, India, 29–30 January 2007. São Paulo, Brazil, National Reference Center on Biomass, Institute of Electrotechnology and Energy, University of São Paulo.
- Msangi, S. 2008. *Biofuels, food prices and food security*. Presentation at the Expert Meeting on Global Fuel and Food Security, FAO, Rome, 18–20 February 2008 (available at [www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/foodclimate/presentations/EM56/Msangi.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/presentations/EM56/Msangi.pdf)).
- Naylor, R., Liska, A.J., Burke, M.B., Falcon, W.P., Gaskell, J.C., Rozelle, S.D. & Cassman, K.G. 2007. The ripple effect: biofuels, food security, and the environment. *Environment*, 49(9): 31–43.
- Nelson, G.C. & Robertson, R.D. 2008. *Green gold or green wash: environmental consequences of biofuels in the developing world*. Paper presented at the Allied Social Sciences Association Meeting, New Orleans, USA, 4 January 2008.
- OECD–FAO (Organisation for Economic Co-operation and Development–Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. *OECD–FAO Agricultural Outlook 2007–2016*. Paris.
- OECD–FAO. 2008. *OECD–FAO Agricultural Outlook 2008–2017*. Paris.
- Pingali, P. 2007. Westernization of Asian diets and the transformation of food systems:

- implications for research and policy. *Food Policy*, 32(3): 281–298.
- Quirke, D., Steenblik, R. & Warner, B.** 2008. *Biofuels – at what cost? Government support for ethanol and biodiesel in Australia*. Geneva, Switzerland, Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development.
- Rajagopal, D. & Zilberman, D.** 2007. *Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels*. World Bank Policy Research Working Paper No. 4341. Washington, DC, World Bank.
- Rajagopal, D., Sexton, S.E., Roland-Host, D. & Zilberman, D.** 2007. Challenge of biofuel: filling the tank without emptying the stomach? *Environmental Research Letters*, 2, 30 November.
- Rashid, S.** 2002. *Dynamics of agricultural wage and rice price in Bangladesh: a re-examination*. Markets and Structural Studies Division Discussion Paper No. 44. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.
- Ravallion, M.** 1990. Rural welfare effects of food price changes under induced wage responses: theory and evidence for Bangladesh. *Oxford Economic Papers*, 42(3): 574–585.
- Ravallion, M. & Datt, G.** 1996. How important to India's poor is the sector composition of economic growth. *World Bank Economic Review*, 10(1): 1–25.
- Raymond, G. & Fok, M.** 1994. Relations entre coton et vivrier en Afrique de l'Ouest et du Centre. Le coton affame les populations? Une fausse affirmation. *Economies et Sociétés – ISMEA. Série Développement Agroalimentaire*, 29(3–4): 221–234.
- RFA (Renewable Fuels Association).** 2008. Renewable Fuels Standard. Web site (available at [www.ethanolrfa.org/resource/standard/](http://www.ethanolrfa.org/resource/standard/))
- Righelato, R. & Spracklen, D.V.** 2007. Carbon mitigation by biofuels or by saving and restoring forests? *Science*, 317: 902.
- Runge, C.F. & Senauer, B.** 2007. How biofuels could starve the poor. *Foreign Affairs*, 86(3): 41–53.
- Rutz, D. & Janssen, R.** 2007. *Biofuel technology handbook*. Munich, Germany, WIP Renewable Energies.
- Searchinger, T.** 2008. *The impacts of biofuels on greenhouse gases: how land use change alters the equation*. Policy Brief. Washington, DC, The German Marshall Fund of the United States.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D. & Yu, T.** 2008. Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land use change. *Scienceexpress*, 7 February.
- Senauer, B. & Sur, M.** 2001. Ending global hunger in the 21st century: projections of the number of food insecure people. *Review of Agricultural Economics*, 23(1): 68–81.
- Sexton, S., Rajagopal, D., Zilberman, D. & Roland-Holst, D.** 2007. The intersections of energy and agriculture: implications of rising demand for biofuels and the search for the next generation. *ARE Update*, 10(5): 4–7.
- Sharma, R.** 2002. *The transmission of world price signals: concepts, issues and some evidence from Asian cereal markets*. Paper presented at the OECD Global Forum on Agriculture, May 2002, Rome.
- Soyka, T., Palmer, C. & Engel, S.** 2007. *The impacts of tropical biofuel production on land-use: the case of Indonesia*. Paper prepared for Tropentag 2007 Conference on International Agricultural Research and Development, 9–11 October 2007, University of Kassel, Witzenhausen and University of Göttingen, Germany.
- Squizato, R.** 2008. New approaches could increase biofuel output. *Bioenergy Business*, 2(2): 17 March.
- Steenblik, R.** 2007. *Biofuels – at what cost? Government support for ethanol and biodiesel in selected OECD countries*. Geneva, Switzerland, Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development.
- Strasberg, P.J., Jayne, T.S., Yamano, T., Nyoro, J., Karanja, D. & Strauss, J.** 1999. *Effects of agricultural commercialization on food crop input use and productivity in Kenya*. MSU International Development Working Paper No. 71. East Lansing, MI, USA, Michigan State University.
- Tefft, J.** Forthcoming, White gold: cotton in francophone West Africa. In S. Haggblade & P. Hazell, eds. *Successes in African agriculture: lessons for the future*. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.
- The Royal Society.** 2008. *Sustainable biofuels: prospects and challenges*. Policy document 01/08, January 2008. London.
- Tiffany, D.G. & Eidman, V.R.** 2003. *Factors associated with success of fuel ethanol producers*. Staff Paper Series P03-07. St. Paul, MN, USA, Department of Applied Economics, College of Agricultural, Food, and Environmental Sciences, University of Minnesota.

- Tilman, D., Hill, J. & Lehman, C.** 2006. Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass. *Science*, 314(5805): 1598–1600.
- Timmer, C.P.** 1988. The agricultural transformation. In H. Chenery & T.N. Srinivasan, eds. *Handbook of development economics*, Vol. I. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- Timmer, C.P.** 2002. Agriculture and economic development. In B.L. Gardner & G.C. Rausser, eds. *Handbook of agricultural economics*, Vol. 2A. Amsterdam, North-Holland.
- Tollefson, J.** 2008. Not your father's biofuels. *Nature*, 451(21): 880–883.
- Tyner, W.E. & Taheripour, F.** 2007. *Biofuels, energy security, and global warming policy interactions*. Paper presented at the National Agricultural Biotechnology Council Conference, 22–24 May 2007, South Dakota State University, Brookings, SD, USA.
- UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development).** 2008. *Making certification work for sustainable development: the case of biofuels*. New York and Geneva, United Nations.
- UNDP (United Nations Development Programme).** 2004. *Reducing rural poverty through increased access to energy services: a review of the Multifunctional Platform Project in Mali*. Bamako.
- UNICEF (United Nations Children's Fund).** 2007. *The State of the World's Children 2007: women and children – the double dividend of gender equality*. New York, USA.
- USDA (United States Department of Agriculture).** 2008a. *Agricultural Baseline Projections: U.S. Crops, 2008-2017*. Web site (available at [www.ers.usda.gov/Briefing/Baseline/crops.htm](http://www.ers.usda.gov/Briefing/Baseline/crops.htm)).
- USDA.** 2008b. *World Agricultural Supply and Demand Estimates: WASDE-459*. Released 10 June. Washington, DC.
- USDA Foreign Agricultural Service.** 2008. Production, supply and distribution online. Online database (available at [www.fas.usda.gov/psdonline/psdhome.aspx](http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdhome.aspx)).
- von Braun, J.** 1994. Production, employment, and income effects of commercialization of agriculture. In J. von Braun & E. Kennedy, eds. *Agricultural commercialization, economic development, and nutrition*. Baltimore, MD, USA, The Johns Hopkins University Press.
- von Braun, J. & Kennedy, E.** eds. 1994. *Agricultural commercialization, economic development, and nutrition*. Baltimore, MD, USA, The Johns Hopkins University Press.
- Wilhelm, W.W., Johnson, J., Karlen, D. & Lightle, D.** 2007. Corn stover to sustain organic carbon further constrains biomass supply. *Agronomy Journal*, 99: 1665-1667.
- Westcott, P.** 2007. *Ethanol expansion in the United States: how will the agricultural sector adjust?* FDS-07D-01. Washington, DC, Economic Research Service, United States Department of Agriculture.
- World Bank.** 2007. *World Development Report 2008*. Washington, DC.
- WFP (World Food Programme).** 2008. INTERFAIS. Online database (available at [www.wfp.org/interfais/index2.htm](http://www.wfp.org/interfais/index2.htm)).
- Worldwatch Institute.** 2006. *Biofuels for transportation: global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21<sup>st</sup> century*. Washington, DC.
- Yu, S. & Tao, J.** 2008. Life cycle simulation-based economic and risk assessment of biomass-based fuel ethanol (BFE) projects in different feedstock planting areas. *Energy*, 33(2008): 375–384.
- Zah, R., Böni, H., Gauch, M., Hischier, R., Lehmann, M. & Wäger, P.** 2007. *Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen*. St Gallen, Switzerland, Empa.

## 《粮食及农业状况》特别章节

除了对最近的世界粮食及农业状况作例行的回顾以外，本报告自1957年以来在每期中还包括一个或一个以上有关人们长期关心的问题的特别研究。以前各期中特别章节的主题如下：

- 1957 影响粮食消费趋势的各种因素  
影响农业的某些体制因素的战后变化情况
- 1958 非洲撒哈拉以南地区的粮食和农业发展情况  
森林工业的发展及其对世界森林的影响
- 1959 各国在各种不同经济发展阶段的农业收入和生活水平  
从战后的经验看欠发达国家在农业发展方面的某些遍问题
- 1960 农业发展规划
- 1961 土地改革和体制变化  
非洲、亚洲和拉丁美洲的农业推广、教育和研究
- 1962 森林工业在解决经济欠发达问题中的作用  
欠发达国家的畜牧业
- 1963 影响提高农业生产率的各种基本因素  
肥料使用：农业发展的先锋
- 1964 蛋白质营养：需要和前景  
化学合成物及其对农产品贸易的影响
- 1966 农业和工业化  
世界粮食经济中的大米
- 1967 对发展中国家农民的鼓励因素和抑制因素  
渔业资源的管理
- 1968 发展中国家通过技术改良提高农业生产率  
改善储存及其对世界粮食供应的贡献
- 1969 农业销售改进计划：从最近的经验中取得的一些教训  
为促进林业发展而使机构体制现代化
- 1970 第二个发展十年开始时的农业
- 1971 水污染及其对水生资源和渔业的影响
- 1972 促进发展的教育和培训  
加快发展中国家的农业研究
- 1973 发展中国家农业方面的就业情况
- 1974 人口、粮食供应和农业发展
- 1975 联合国第二个发展十年：中期回顾和评价
- 1976 能源和农业
- 1977 自然资源状况和人类粮食及农业环境
- 1978 发展中地区的问题和战略
- 1979 林业和乡村发展
- 1980 实行管辖后新时代的海洋渔业

- 1981 发展中国家的乡村贫困和减轻贫困的方法
- 1982 畜牧生产：世界前景
- 1983 妇女在农业发展中的作用
- 1984 城市化、农业和粮食系统
- 1985 能源在农业生产中的利用  
粮食和农业中的环境趋势  
农产品销售和农业发展
- 1986 为农业发展提供资金
- 1987-88 年发展中国家农业科学技术重点的转移
- 1989 可持续发展与自然资源管理
- 1990 结构调整与农业
- 1991 农业政策和问题：80年代的教训和90年代的前景
- 1992 海洋渔业和海洋法：变革的十年
- 1993 水资源政策和农业
- 1994 林业发展和政策难题
- 1995 农产品贸易：进入一个新时代？
- 1996 粮食安全：宏观经济方面的一些问题
- 1997 农产品加工业与经济发展
- 1998 发展中国家的农村非农业收入
- 2000 世界粮食和农业：过去50年的教训
- 2001 跨界植物虫害和动物疾病的经济影响
- 2002 地球首脑会议十年之后的农业与全球公共利益
- 2003-04 农业生物技术：是否满足贫困人口的需要？
- 2005 农业贸易与贫困：贸易能为穷人服务吗？
- 2006 粮食援助促进粮食安全？
- 2007 向农民支付环境服务费



# 粮食及 农业状况

# 2008

《2008年粮食及农业状况》探讨了近年来建立在农产品基础之上的生物燃料生产快速增长所带来的影响。液态生物燃料的兴旺很大程度上是发达国家的政策导致的，因为预期液态生物燃料会对气候变化减缓、能源安全和农业发展做出积极贡献。生产生物燃料对农产品日益增长的需求正对农产品市场产生重大反响，人们日益关注它们对全球亿万人口的粮食安全造成的负面影响。同时，生物燃料对环境的影响也正在得到密切的审视。然而，如果执行适当的政策并进行恰当的投资，生物燃料也为农业和农村发展提供机遇。本报告考察了生物燃料争论的现状以及关于这些重要问题的现有证据。报告发现，如果要减少与生物燃料相关的风险并更加广范地共享机遇的话，必须在政策改革和农业投资方面做出协调一致的努力。



ISBN 978-92-5-505980-3

ISSN 1020-7619



9 789255 059803

TC/P/10100Ch/1/8.08/200