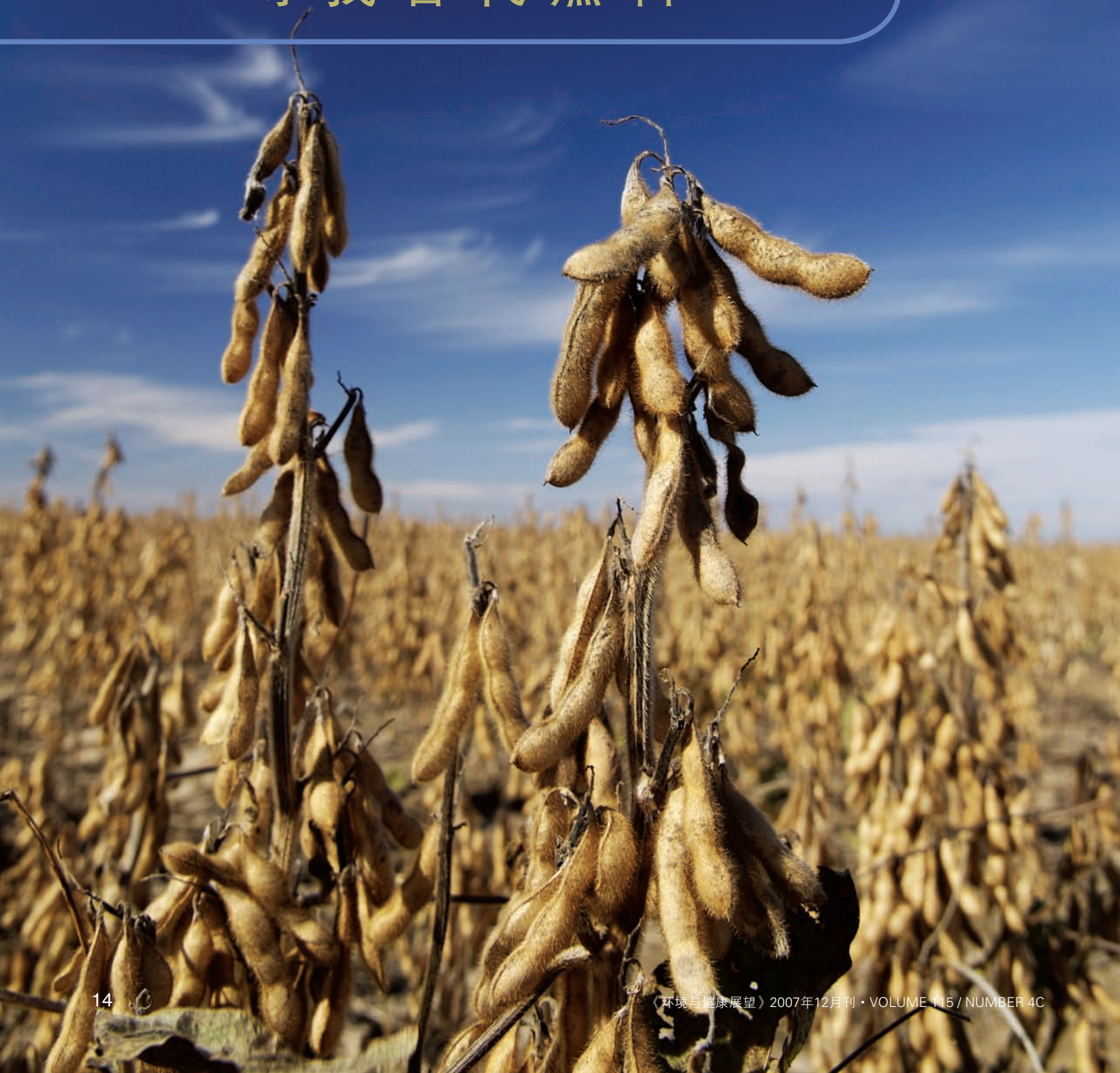


生物柴油

寻找替代燃料



早在二十世纪的90年代，美国的农场主们发现在第一次海湾战争期间，能源价格不断飚升，而国内却储存着大量的大豆油，这使他们看到商机。其中的原因是，大豆油能炼制成生物柴油，一种可选择的燃料能源。在欧洲，柴油燃料占车辆燃料的一半。已经有工厂将菜籽油提炼成生物柴油。农场主们因而受到启发，我们何不将现有的剩余大豆油转换成能源？

这一想法被采纳了。仿效欧洲的模式，美国国家大豆柴油开发委员会于1992年成立，研究生物柴油的生产。1994年，这个机构的名字改为美国生物柴油委员会（National Biodiesel Board, NBB）。使用豆油生产的燃料从开始的每年不到几千加仑增加到十年后的2500百万加仑，这一切都归功于NBB的努力。从2005年1月起，生物柴油额外的税收补贴为每加仑1美元，刺激了生物燃料需求的上升。NBB的首席执行官Joe Jobe说，2006年至少售出了2亿加仑。他预测说，假设将现有和在建的设施全力运作，美国的生物柴油生产能力在2007年能达到15亿加仑。



一个新的途径：北卡罗来纳州Durham的一个Exxon加油站，提供一种由石油和大豆、烹饪油和动物脂肪之类的有机原料混合的生物柴油。

生物柴油，可以在任何柴油发动机中使用，目前在替代能源市场中占主导地位。专家认为，工厂每年生产数百万加仑的生物柴油，小型厂商也利用烹调油脂来提炼生物柴油，这将大大减少我们对进口石油的依赖。Robert McCormick，能源部国家再生能源实验室（National Renewable Energy Laboratory, NREL）的主任工程师说：“从长远来看，我们估计能生产约等于现在25%公路柴油使用量的燃料。”

McCormick强调生物柴油不能完全代替石油。在美国，尽管许多商业卡车、轮船和农场设备

一的柴油消耗是可行的，McCormick强调：“生物柴油是多种取代进口石油的方法之一。”

简要历史

柴油发动机是1892年由工程师鲁道夫·狄塞尔（Rudolf Diesel）发明的。柴油发动机与标准汽油发动机明显不同，汽油发动机用火花塞点燃汽缸内蒸汽燃料，而柴油发动机压缩汽缸内空气，使它变得很热，当燃料撞击它时就会燃烧。这个过程比火花塞设计更有效地将燃料转变为能量，使柴油发动机更省燃料。

设计，还有两种选择：通过携带加热系统使其减少粘性（这一方式目前被GreaserCars所采用，它使用直接的煎制油），或者炼制更小分子的柴油。

后一种选择将人们引向了生物柴油。多数厂家选择一种称为酯基转移的生产方法，南非在二战前通过这种方法用蔬菜油制造燃料。使用这种工序，炼油厂通常以氢氧化钠为催化剂将酒精和油混合。酒精与脂肪酸作用，生成生物柴油和甘油副产品。他们使用的酒精通常是甲醇，生产的生物柴油含脂肪酸甲酯。

今天，全世界生产的许多生物柴油是通过

酯基转移制造的。虽然任何蔬菜油或动物脂肪都适合制造生物柴油，但在美国，将近90%的生物柴油生产使用大豆。大部分科学家摒弃早期对生物柴油制作的偏见——制造生物柴油所消耗的化石能源（在化学物的添加、劳动力、运输和其他方面）还高于它本身能产生的能源。许多人认为，1998年DOE/USDA的题为《生物柴油和石油柴油生命周期的综述》（*An Overview of Biodiesel and Petroleum Diesel Life Cycles*）报告中的分析是权威性的，其结论是生物柴油产生的能源比制造它的能源高3.2倍。

美国再生能源委员会的生物材料协调理事会的主席 Bill Holmberg认为，随着时间的推移，将会有更多人喜爱生物柴油。他说：“如果我们用心去做，我们能够大量减少生物柴油

生产中所需的化石能源，虽然不可能减至零，但肯定相当可观。这是关乎保护资源和合理使用现有技术的一个问题。”

生物柴油的使用

纯生物柴油称为B100，通常仅用于高温状态下：如果达到水温的冰点，B100会凝结并引起发动机问题。在冷天使用时，驾驶员必须装备特殊加热系统以保持燃料温度。即使纯柴油在非常冷时也能凝结，Jobe说任何混合的生物柴油都会使这个问题更加严重。作为附加的障



一个更光明的未来？佛罗里达州Lauderdale堡的太阳能车队是美国首先完全使用生物柴油的车队之一。

仍使用柴油，但大约95%的客车使用汽油。他说，即使客车完全改为使用柴油，美国农业不能生产足够的原料满足其需要。按照2004年6月出版的报告《生物石油分析：调查的必要和建议》（*Biomass Oil Analysis: Research Needs and Recommendations*）中NREL的计算，美国的农业生产量可能限制每年至多生产100亿加仑的纯生物柴油，除非商业者使用新的高产量原料，如藻类。

此外，据联邦能源信息部门的发言人 Jonathan Cogan的介绍，仅2005年一年，美国消耗了超过400亿加仑柴油。用生物柴油替代四分之一

早期的柴油发动机只使用蔬菜油。但到了20世纪20年代，柴油发动机的原料转为从原油提炼的石油。尽管石油柴油比蔬菜油更便宜、更丰富，但它比较轻、粘性低。汽车制造商不得不相应调整发动机设计，蔬菜油被“扫地出门”长达数十年。

到了1973年，阿拉伯的石油禁运致使原油的价格居高不下。由于汽油和柴油价格较之前暴涨了四倍，人们又重新对生物燃料感兴趣了。但存在一个难题：纯蔬菜油太稠，不适合现代柴油发动机；它堵塞喷油系统，无法将柴油均匀地喷射入压缩汽缸。解决的办法除了回到老式的发动机

碍，B100有强烈的溶剂作用，能除掉锈及发动机上污染物，这会堵塞过滤器和喷油器。（但是，随着重复使用，B100和混合生物柴油能“清理”发动机上的污染物，随着时间的推移引起的问题逐步减少）。

为避免这些问题，许多驾驶员使用不同比例混合B100和汽油柴油。一种混合为B20，即20%纯生物柴油，长期以来最获青睐。但Jobe说，更低的混合已经开始赶上B20，那些含2%和5%的生物柴油（指B2和B5），现在也抢占了不少市场。他说，那是因为少量的生物柴油在超低硫柴油（ULSD）中可以起润滑剂的作用，这已在一些州被纳入了其更严格的污染标准，保护发动机免受磨损。

支持者坚持认为，不只是从安全的角度、而且还从环境的角度，生物柴油的优点多于其缺点。许多研究表明，与石油柴油相比，B20排出的颗粒物、一氧化碳和碳氢化合物总量至少减低了10%。相关资料于2006年NREL题为《混合生物柴油对车辆排放的影响》（*Effects of Biodiesel Blends on Vehicle Emissions*）的报告中作了概括。与来自地下含碳的化石燃料不同，生物柴油来自于活着的植物和大气的碳，因此，它的燃烧不会增加空气中已有的二氧化碳。

此外，生物柴油含11%的氧，可以使燃料燃烧得更充分，并减少柴油发动机排到空气中的致癌煤烟量。柴油发动机在污染方面历来名声不好。石油柴油含大量的硫，其产生的硫基颗粒物会引起酸雨以及引发从呼吸系统疾病到癌症的健康问题。因为这个原因，一些州，包括缅因、加利福尼亚、马萨诸塞、纽约和佛蒙特已经全面禁止出售柴油动力客车（但在其他州购买的此种车辆仍可以在这些州注册）。自2006年10月15日起，美国大多数出售的柴油是超低硫柴油，即含硫量不超过15 ppm。所有2007年车型的用于高速路上行驶的柴油机动车必须使用超低硫柴油。然而，生物柴油做得更好，因为它不含硫。

NO_x的困扰

但McCormick指出，生物柴油能产生大量有问题的氮氧化物，这种空气污染物遇到阳光会形成烟雾，刺激呼吸道。他说：“许多研究表明来自B20的NO_x有轻微的增加，但另一些研究显示是减少。从我们现在拥有的资料很难知道哪一个是正确的。”

2002年，EPA草拟了《生物柴油对尾气排出物影响的综合分析》（*A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions*）的技术

使他们的结果存在偏差。在NREL自己的综述《混合生物柴油对车辆排放的影响》（*Effects of Biodiesel Blends on Vehicle Emissions*）中，他们认为，生物柴油排放的NO_x会因原料、发动机类型和测试方法的变化而变化。

化学家Scott Gordon是Green Technologies（一个位于佛蒙特州Winooski市的小型生物柴油制造厂）的创始人，他强调，大部分美国的研究使用实验发动机，该机并不模拟真实状态下NO_x的排出。此外，通常能去除来自于汽油发动机的NO_x

的催化转化器也能在使用超低硫柴油的压缩发动机。“硫磺会损坏催化转化器，这就是传统柴油发动机不使用它们的原因，”他解释说，“但由于（超）低硫柴油的推出，发动机制造商开始引入催化转化器，这能明显降低NO_x的排出。”

EPA发言人对这一问题作出了回应：“生物柴油燃料能使颗粒物减少。EPA现在正与有关人士一起，了解生物柴油产生的NO_x的潜在影响。”

尽管如此，EPA的结果促使得克萨斯州环境质量委员会（TCEQ）建议在州内110个郡禁止使用生物柴油。根据其网址，TCEQ假设，依据EPA的结果，B100排放的NO_x比德克萨斯州新制订的柴油标准高10%。TCEQ认为随之而来的混合生物柴油的排放，例如B20，将比州标准高2%。但是这项禁令并不是铁板一块，厂家可以进行独立测试，如果能证明NO_x排放足够低，他们就能出售生物柴油。但这项测试的花费超过10万美元，许多厂家无法承受。

这项建议的禁令原来准备在2006年12月31日开始实施。但在实施日期的三周前，TCEQ准予暂缓一年。延期执行是为了允许正在进行的研究能得出最后的结论，并给工厂一个机会去继续对燃料配方进行实验以符合德克萨斯州柴油低排放的新标准。

据Gordon说，德克萨斯州的禁令如果实施的



一种更健康的混合：一种包含有20%的生物柴油和80%的标准柴油的B20染料样品。通过植物油的化学转变产生的生物柴油燃烧时比传统的柴油燃料更清洁。

报告，对一些发动机测试研究进行了回顾并得出结论：平均来说，由来源于大豆的B20释放的NO_x水平比石油柴油高2%，这是令人担心的事情，因为柴油发动机已经释放出大量的NO_x，而烟雾对健康和环境有重大影响。但这些结果受到NREL科学家的挑战，他们宣称EPA过分依赖于一种发动机设计的资料—试验用发动机—

话，会对其它有NO_x排放分界线的州的生物柴油的增长有负面影，包括他自己的工厂所在的佛蒙特州。他表示：“这项法令无疑会成为一个先例。”

刺激增长

具有讽刺意味的是，德克萨斯州的禁令是出现在许多州鼓励更多使用生物柴油的时候。2005年9月，明尼苏达州实行了一个新规则，即州内出售的柴油必须含至少2%的B100。华盛顿州在2006年3月通过了相似的法律，要求现在销售的柴油至少含2%的B100，随着该州生物柴油生产的增长将增加到5%。

联邦政府的退税也是刺激生物柴油增长的一个证明。NBB和其他利益相关者的一个游说成果是，主要是给燃料批发商和合成商退税。对燃料中每混合百分之一的B100，可从联邦柴油消费税（每加仑24.4美分）中扣除一美分。一加仑B100（即100%生物柴油）相当于退税1美元。同样地，一加仑B20减税20美分，使批发商的赋税义务降至4.4美分。

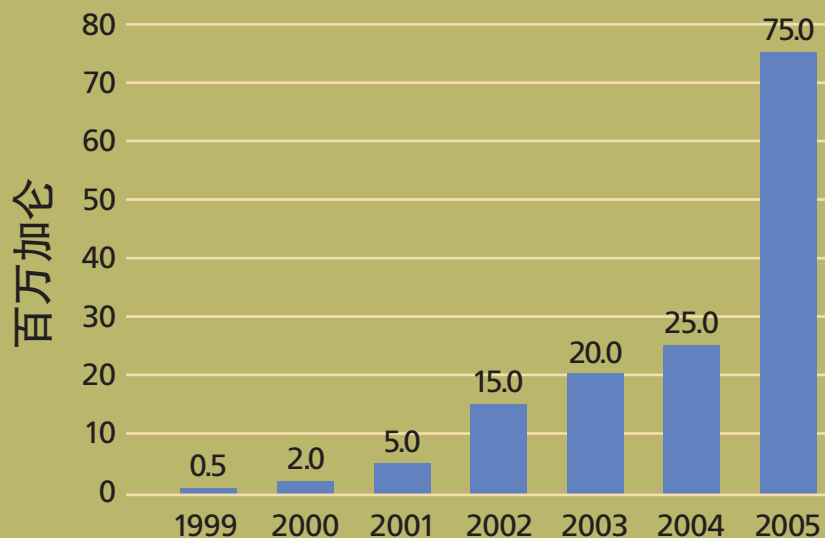
但是，完全的退税仅适用于初次使用的蔬菜油制造的B100。用二手烹调油（业界称为黄油）制造的一加仑B100，只能减税50美分。因此退税真正受益的是大型厂商和大豆生产者。对于小本经营者，如Gordon，的帮助就少一些。他是依赖于用捐赠的黄油为原料，主要供应远离公路的农田机械和家用取暖油市场。

生物柴油的高速增长也随之带来了一些麻烦。2006年，NREL在全国调查了38个混合设施，即混合生物柴油以供批发的工厂，发现三分之一的测试样品含不可接受的高水平的总甘油，这意味着原料脂肪没有被完全转换。也就是说，样品没有达到美国材料实验协会（American Society of Testing Materials, ASTM）的质量标准，该协会管理工业材料的标准。

McCormick认为质量上的瑕疵“完全不能接受”，键结甘油（没有转换或部分转换的脂肪中的甘油）在天冷的时候能堵塞燃料过滤器，使发动机很难启动。“会对使用者造成大麻烦，这些不负责任的燃料合成商可能还拿到政府的退税优惠，我认为他们只有通过ASTM标准才有资格享受退税。”McCormick说，“在年内NREL计划就这一问题发表一个报告。”

Jobe强调NBB很关注质量问题，并认为质量的问题是由于需求的爆发性增长。他说：“随着

美国的生物柴油生产能力*



*并非生物柴油的实际产量，而是据每个工厂报告的生产能力的估计值
来源：国家生物柴油委员会

这种增长，冒出了大量还没有能力全面把好质量控制关的新厂家。我们将采取积极的措施以提高质量，以免让一粒老鼠屎搅坏一锅粥。”

燃料的原材料

生物柴油的迅速扩增，还有其他生物燃料，如乙醇等，使人担心原材料的需求会使农业的生产重心从粮食转移，使一些人受到饥饿的威胁。2005年，德国和法国的人造黄油厂商制造了将近8亿6千万加仑的生物柴油。他们抱怨已被逐出农产品行业，加入到燃料工业行业。由于生物柴油生产加速，这也许是未来更激烈竞争的信号？

许多专家说并非如此。爱荷华州大豆协会负责市场发展的Grant Kimberley说，在美国，制造生物柴油的大豆油迄今使用的是剩余的大豆，这意味着工厂并没有将任何油转换到燃料市场。Jobe强调制造大豆油更有价值，生物柴油的生产会减轻固体大豆粉（含蛋白的部分）的压力，为制造业带来利润。“当降低用于饲养家畜的蛋白饲料价格时，农场主能从大豆挣更多的钱”，他说，“可能遭受饥饿的唯一的人群是那些依赖于炸薯条、人造黄油、意大利调味品的人。”

因此，专家希望未来的生物柴油原料将比大豆有更高的产油量。尽管大豆油能提炼18~20%的

油，其他庄稼产量更高。如加拿大油菜籽的炼油产量，最高能达到40%。Jake Stewart说，业界仅仅是估计其潜力，而实际的产量还更高。Stewart是有机燃料（Organic Fuels）战略开发的副主席，这个位于德克萨斯州休斯顿的精炼厂在2006年制造了3000万加仑生物柴油，使其成为德克萨斯州最大的生产商，也是美国第三大生产商。

虽然Stewart对公司在这一领域的新计划不予置评，但他建议行业能将注意力转向全新的、产油量高的植物种类，如灌木丛树。Stewart说最大的竞争者是藻类，其产油量高达50%。他说：“这就是美国唯一有潜力真正替代石油的原料。”据新罕布什尔大学专门研究生物柴油生产的物理学博士候选人Michael Briggs的数据，尽管每年每英亩产生大约50加仑生物柴油，而藻类每年每英亩产生的生物柴油能高达8000加仑。这使藻类成为目前最有前途的生物柴油原料。

其诀窍是如何在系统里培育藻类能使生产者控制生产。Briggs说，开放式的池塘会存在问题，因为很难控制种类分布。为制造统一的产品，生产者需要一个体系仅培育一种经选择的种类，没有其他种类的掺入。

Briggs认为使用关闭式的生物反应器最有效的方法，它能通过精确地控制灯光、水质量和营

养输入，排除不想要的种类。他说，在一个假想的状态，生产者们可以在全国安装生物反应器并使用从废水处理厂处获得的营养来培育藻类。15000平方英里，相当于亚利桑那Sonora 沙漠12.5%的面积，能产生1400亿加仑生物柴油——足以替代如今美国交通工具使用的所有石油（假设使用汽油的车转为使用柴油技术）。

另一个比较是，Briggs指出，15000平方英里约等于950万英亩。这个数字远低于在美国投入于庄稼种植的4.42亿英亩或投入家畜放牧的5.86亿英亩作为草地牧场。（这一数字来自USDA）

但是在美国以外，为开发生物柴油腾出土地会产生很多问题。印度尼西亚为种植棕榈，一种每英亩能生产超过600加仑的B100的生物柴油原料，而烧掉了热带雨林。但在热带的砍伐会带来灾难性的后果：雨林吸收二氧化碳并有助于减轻全球变暖的影响。此外，根据2006年12月5日《华尔街日报》刊登的文章，在婆罗洲，为种植棕榈腾出土地的森林大火覆盖了坤甸的首府，大火的烟雾并入了已经覆盖了大部份东南亚的烟雾中。

一位不愿署名的人计划在德克萨斯州建造一个大型的生物柴油厂，50%的原料将是进口的棕榈油。他表示，为生产燃料而砍伐热带森林是“高产”的做法。他补充说：“我们不想我们的棕榈油来自热带雨林；我们的生物柴油来自于可持续的产品。然而，这像钻石交易，做这件事有正确和错误的方法。”

与此同时，由于补贴需求而引起的生物柴油市场增长的诱惑，对于发展中国家的燃料批发商是不可抗拒的，他们为棕榈油而不惜砍伐雨林，尽管他们当众宣称可持续发展。如果没有更多的监督，种植生物柴油的作物可能会加剧全球范围的森林砍伐，我们得到了燃料对气候带来的好处，却付出了土壤侵蚀、空气污染、生物多样性的减少及其他环境威胁的代价。

最终，生物柴油能为世界由于石油供应的减少、污染和全球变暖产生的压力提供一线生机。但它也是一个会经历“成长的烦恼”和威胁可持续发展的产业，特别是在发展中国家。如果有一件事可以肯定，那就是生物柴油是我们关注的一个技术。不久之后，它将是数百万人选择的燃料。

—Charles W. Schmidt

译自 EHP 115:A86–A91 (2007)

生物能源给养信息网络

橡树岭国家实验室建立了一个以网络为基础的资源中心—生物能给养信息网络，它聚集了能源部、橡树岭国家实验室、爱达荷国家实验室、国家再生能源实验室和其他从事代用燃料的研究机构的大量信息。以七个主题集合信息为特征的高级工具栏或者连接以类型来分类资源的左侧主页都可以查看他们的网页：<http://bioenergy.ornl.gov/>（有的浏览器不支持高级工具栏的功能）。

工具栏中的生物量要素主题提供了综合了解生物燃料生产工业情况的概况、杂志论文、网页连接、介绍和报告。概况栏

产对空气、生物多样性、土壤、水和其它领域的影响等小标题。在这一专栏里的“能源作物和环境”（*Energy Crops and the Environment*）一文中，阐述了生长的作物如何通过改善水质以及减少土地侵蚀和流失来积极地影响环境。同一栏目的水部的报告探讨了纤维质能源作物（例如柳枝稷）、草本和木本作物生产的土壤和水方面的环境利益。

在生物量资源栏目还有一些其他的报告、数据库、站点连接、介绍和概况。其中一个National Audubon Society的报告，讨



目中的“生物能循环：未来的憧憬”（*The Bioenergy Cycle: A Vision of the Future*），详述了在最佳情况下未来的生物能循环是如何工作的。工具栏中的经济栏目在这方面提供了更多的信息，并有合作的成员机构就这一主题的陈述。其中有一篇讨论了生物能作物生产如何影响美国农业部门，包括了对按土地面积分配作物带来的作物价格和变化方面的影响。

在环境部分，栏目包括了生物能生

论了美国能源作物对环境的负面影响。其他的报告检验了对能源作物生产研究的优先权和确保给养生产持续性的方式。

供应系统栏目提供了生物燃料生产不同阶段的信息，包括收获、预处理、储存、系统综合和运输。最后，术语表部分列举了不仅有生物能的工业术语，而且还解答读者常见的问题。

—Erin E. Dooley

译自 EHP 115:A79 (2007)

亚洲的能源行动

亚洲正发起两个推动再生能源的行动。第一个是在尼泊尔，呼吁对小规模水力、生物气、太阳能和风能进行研究，以减少对于燃烧木柴的依赖。木柴燃烧会影响室内空气质量，增加大气污染并导致砍伐森林的现象。在第二个行动中，来自14个亚洲国家以及澳大利亚和新西兰的领导人在2007年1月签署了《宿务宣言：东亚能源安全》（the Cebu Declaration on East Asian Energy Security）。这个宣言呼吁能源多样化、提高能源效率和减少温室气体排放。

—Erin E. Dooley

译自 EHP 115:A243 (2007)