

中国科学院国家科学图书馆

# 科学研究动态监测快报

---

2009年10月1日 第19期（总第76期）

## 先进工业生物科技专辑

中国科学院国家科学图书馆成都分馆主办

---

中国科学院国家科学图书馆成都分馆 四川省成都市一环路南二段十六号  
邮编：610041 电话：028-85228846 电子邮件：zx@clas.ac.cn

## 目 录

### 重点关注

美国纤维素乙醇技术与生产现状..... 1

### 科技政策与科研计划

国际能源署发布生物质能源研究报告..... 3

### 研究与开发

英国研究理事会开展合成生物学对话..... 5

全球生物燃料用量有望在 2015 年翻番..... 6

基因组学研究揭示细菌的生存方式..... 7

# 美国纤维素乙醇技术与生产现状

目前已有从发酵到汽化的多种将纤维素给料转化为乙醇的技术，然而，相关利益方却怀疑现有转化技术的商业化能力。因此，美国联邦政府和一些州政府正为一些私营企业和公共研究机构提供资助，以帮助它们开发能显著降低纤维素乙醇生产成本的适合的转化技术。下面对纤维素转化技术及生产状况加以介绍。

## 基础技术

目前所有纤维素乙醇的转化技术都可被分为水解和热化学转化两大类，在水解步骤中，给料中的多糖（纤维素和半纤维素）被降解为自由的糖分子（葡萄糖、甘露糖、半乳糖、木糖和树胶醛糖）。这些自由糖分子经发酵生产乙醇，由于木质素无法用于乙醇生产，在转化过程被移除后，一般被用于乙醇工厂的电力和热供应。在热化学转化步骤中，给料被气化为合成气（一种一氧化碳、氢气、二氧化碳、甲烷和氮的混合气体），合成气或经发酵或经催化转化来生产乙醇。通过热化学途径生产乙醇与给料中原始存在的糖的数量无关。下面对两个主要技术进行详细介绍：

### （1）水解技术

给料中的纤维素由于受到半纤维素和木质素的包裹而限制了水解的效率，因此，在纤维素水解前需要采取特殊的方法来完全降解给料的结构。

在预处理过程中，给料首先经过清洗除尘和其他净化步骤，然后再经切割或粉磨以增加给料表面积，进而保证在后续步骤中化学品/酶可以方便地穿过给料结构。在预处理过程中（也称为第一步水解），半纤维素水解成基础糖（木糖、甘露糖、树胶醛糖和半乳糖），在此步骤，少量的纤维素也可以被水解成葡萄糖，预处理的产物被分离为液体和固体（木质素与未水解的纤维素）。

液体经过滤后则进入发酵步骤。固体成分则进入另一个水解循环（也称为第二步水解）步骤，纤维素进而被转化成葡萄糖，此步骤的产物再一次经过分离为液体和固体（木质素），经过滤，液体进入发酵步骤，固体则用于锅炉供热。发酵步骤需要多种不同的微生物以作用于来源于纤维素和半纤维素的糖。发酵后的乙醇和水的混合物经蒸馏分离得到乙醇，乙醇再经脱水生产燃料级乙醇（含水量小于1%）。

#### ①预处理方法（第一步水解）

目前针对纤维素给料的预处理技术主要包括热预处理、酸预处理、碱预处理、氧化预处理、有机溶胶预处理、生物法预处理等。具体方法介绍参见原文。

#### ②水解技术（第二步水解）

水解技术主要包括酸水解和酶水解两种。

酸水解仅用于经稀酸预处理的给料，此时水解可选择稀酸或浓酸。稀酸水解纤

纤维素需要 215 度左右的高温，浓酸水解的产率高，可达 90%，并可以处理多种给料，反应速度快（10-12 小时），糖降解损耗小，然而浓酸水解比稀酸水解的设备费昂贵。

与酸水解相比，酶水解有很多优势，例如，酶水解可以在温和的温度和气压条件下进行，葡萄糖产率高，发酵抑制作用小，设备性能要求低，对环境负作用小。纤维素酶多为多种酶的混合物，在水解步骤中至少需要三类主要的纤维素酶：葡聚糖酶（EG）、葡聚糖酶或纤维素水解酶（CBH）、 $\beta$ -葡糖苷酶（EC）。

### ③发酵

在发酵过程中，五碳糖和六碳糖在无氧/有氧条件下被发酵成乙醇，酵母一般被用于发酵六碳糖，如葡萄糖，有的也利用其他微生物如 *Zymomonas mobilis* 等。其他工程微生物也被用来发酵六碳糖和五碳糖。

### ④基于水解的整合技术

在预处理、水解和发酵步骤中采用的不同技术中，目前发展出一些整合技术，主要包括同步糖化发酵法（SSF）、同步糖化共发酵（SSCF）、两步稀硫酸水解（Two stage dilute sulfuric acid hydrolysis）和生物质分馏法（Biomass fractionation）。

### （2）热化学转换技术

在热化学转换步骤中，给料成分首先在高温条件下转成合成气，然后合成气再经发酵或催化转化为乙醇。两种方法的区别在于，基于发酵的气化利用微生物对常温的合成气发酵成乙醇和乙酸；后者则需要首先把合成气增加到 300 度高温和 69bar 的高压，并与甲醇和水混合，通过合成催化剂（二硫化钼），得到甲醇、乙醇直到戊醇等长链醇、水、甲烷和少量其他碳氢化合物副产品。

### 不同转化技术的生产现状

在美国政府补贴政策的激励下，许多私营企业已经开始投资于纤维素乙醇的生产。到 2012 年底，美国纤维素乙醇的产量将达到 4.05 亿加仑，主要技术将是酶水解、同步糖化发酵和催化转化三种转化技术。迄今为止，美国政府已经通过各种资助支持现有纤维素乙醇生产商，并认为到 2012 年底，纤维素乙醇生产将被证明具有商业化能力。之后，纤维素乙醇生产将出现爆炸式增长，除了商业规模的纤维素乙醇单元外，许多小规模纤维素乙醇工厂也将在各地建立，以测试新研发的转化技术或给料的效能。例如，CitrusEnergy 公司正计划在佛罗里达利用柑橘属植物废弃物生产乙醇。研究发现，目前大多数纤维素乙醇工厂所利用的给料或者来自农业部门（玉米秸秆、玉米芯、麦秆、稻草、大麦秸秆、柳枝稷、甘蔗），或者来自市政固体废弃物。根据目前发展趋势分析，人们期待将来可以利用森林废弃生物质作为给料生产纤维素乙醇。

陈云伟 译自 Puneet Dwivedi, et al. *Energy for Sustainable Development*, 2009,13(3):174-182

检索日期：2009 年 9 月 25 日

### 国际能源署发布生物质能源研究报告

2009年8月，国际能源署（IEA）发布了《生物质能源——可靠的可持续能源来源：现状和前景》报告，该报告回顾了生物质能源的潜能及不断增加的部署所带来的挑战，讨论了相关资源、技术、实际运用、市场和政策的机遇与风险，目的是为掌握可持续生物质能源产业发展的必要行动与机会提供思路。

#### 生物质资源

目前，林业、农业、市政残渣和废弃物是生物质发电和产热的主要原料。此外还有小部分是液体生物燃料生产用原料如糖类、谷物和油料作物。目前全球生物质供应量约12亿百万吨油当量（12亿Mtoe），占全球年初级能源消费的10%。

挖掘和利用生物质残余物和废弃物具有巨大的潜力。在充分考虑土地供应和粮食需求的前提下，可以扩大常规作物用于能源。中期来看木质纤维素作物可种植于退化和农业剩余土地提供生物质资源。从长远来看，水生生物质（藻类）能对能源做出巨大贡献。

据估计利用不同原料的生物质技术潜力预计在2050年可能达到360亿Mtoe。考虑到可持续发展的制约因素，每年大多数生物质的供应量能达到48~120亿Mtoe（不包括水生生物质），其中林业和农业废弃物以及其他有机废弃物（包括城市生活垃圾）每年将提供12~36亿Mtoe，其余的生物质将来自能源作物、剩余森林生长量以及农业生产力的提高。预计2050年全球初级能源需求将达到144~240亿Mtoe之间（2008年约120亿Mtoe）。未来生物质能源需求将达到每年60亿Mtoe。这一预测的需求量小于可持续供应的生物量，因此生物质能够在未来全球能源结构中占1/4~1/3这一目标是合理的。事实上这一目标取决于生物质能源的成本竞争力和未来的政策框架（如温室气体减排目标）。

长期发展能源作物很大程度上取决于以下因素：土地供应、能源作物的选择、生物技术、水供应以及气候变化对生产力的影响等。影响生物质应用潜力的因素包括生物量生产成本、物流，以及资源与环境问题等。

提高生物质能源利用可能导致生物质需求增加，从而与粮食作物竞争土地，这需要政策制定者通过干预能源链和监管土地使用，确保可持续需求和生产。制定适当的发展政策需充分考虑问题的复杂性，认识到全球可持续生物质生产的制度和做法以及国际合作的重要性。

为实现生物质能源的长远目标，政府和工业界需努力提高生物质产量，使非洲、远东和拉美农业实现现代化，直接增加全球的粮食产量，确保生物质资源供应。这可以通过技术开发和推广最佳的可持续农业技术得以实现。还必须鼓励和促进全球

生物残余物和废弃物这种零环境风险原料的可持续利用。

### 生物质转化技术

已经开发出多个不同生物质原料转化为不同产品（热能、电力和运输燃料）的生物质能源转化技术路线。目前正在开发生物质原料的处理技术（如微粒化、干燥和热解技术），将大体积生物质转换成高密度形式，方便运输、储存和使用。

直接燃烧生物质生产热能是全球生物质能源应用的最常见的模式，与化石燃料相比具有成本竞争力。为提高生物质资源的能源效率，现代大型热能生产往往与电力生产通过热电联产系统联系在一起。

生物质发电技术中，煤电厂中生物质共燃是生物质发电最具有成本效益的利用方法，专用生物质燃烧厂（包括垃圾燃烧厂）也已经成功地商业运行。而污泥、液体和湿有机质选择厌氧消化则是目前生物质发电或产热最好的选择，其经济性很大程度上依赖于低成本的原料供应。

商业化生物质气化技术受其技术的复杂性和成本影响。从长远来看，如果能解决技术的可靠性和成本效益，那么较之其他生物质发电技术，生物质气化具有更高的效率和更好的经济性。

运输燃料中第一代生物燃料已有一些国家广泛部署，主要是淀粉和糖类作物生产乙醇和油料作物生产生物柴油。生物燃料生产成本很大程度上取决于所使用的原料及其波动的价格以及工厂规模。进一步部署第一代技术的潜力很大，但必须满足可持续土地使用标准。第一代生物燃料面临的社会和环境挑战推动了第二代非粮生物质燃料（如木质纤维原料包括有机废弃物、林业残留、高产木本能源作物或草和藻类）的发展。第二代生物燃料生产原料的使用将大大减少土地使用的潜在压力，改善温室气体排放，降低环境和社会风险。第二代生物燃料主要是利用木质素生产乙醇、合成柴油和航空燃料，技术还不够成熟，需要进一步发展和投资，实现商业化。第二代生物燃料（如藻类产油）已处在应用研发阶段，还需要进一步发展，才可以在能源市场成为竞争者。未来 10 年，第二代生物燃料可能成为重要的商品。

生物质能源技术的进一步发展主要集中于提高效率、可靠性和生物质能源链的可持续性。生物产热技术将致力于发展高质量燃料供应的更清洁、可靠的系统。生物发电技术将发展体积更小、更具成本效益的发电或热电联产系统，更好地满足本地资源利用。运输燃料则集中于发展质量更高的可持续的生物燃料。

### 生物质能源市场

目前生物质初级能源利用中约 22%用于为家庭取暖和发展中国家做饭。工业化国家现代生物质在初级能源中的总贡献平均只有约 3%，主要由产热和热电联产构成。许多国家已计划大幅度提高生物质的使用，这是满足能源和环境政策目标的关键因素。目前的市场主要涉及家庭供热系统、大型工业和社区热电联产以及大型燃

煤发电厂的共燃。专用发电厂主要用于原料成本低的小规模应用，如沼气和垃圾填埋气体废物处理。从全球来看，到 2050 年生物质产热和工业用能源将翻一番，到 2030 年生物质发电产量预计将从目前的 1.3% 增加至 2.4~3.3%。

运输生物燃料是目前增长最快的生物质能源。目前生物燃料在公路运输燃料中的份额仅为生物质能源总额的 2%，未来 20 年随着燃料需求增加，第二代生物燃料的重要性也日益增加。预计到 2030 年生物燃料产量比目前提高 10~20 倍（平均年增长率为 6~8%）。

生物质原料（如木屑、植物油和农业残余物）和生物质能源（如乙醇、生物柴油和木材颗粒）的全球贸易正在迅速增长。目前预计生物质能源贸易大约是 2400 万 Mtoe（为目前生物质能源总量的 2%）。长远来看，这些产品大多数会进入国际贸易，拉丁美洲和撒哈拉以南非洲地区是潜在的净出口国，北美、欧洲预计是净进口地区。贸易将是生物质能源持续增长的重要组成部分。

需要采取措施解决和缓解生物质供应链问题和市场风险与障碍，促进生物质能源的更强劲的持续增长。这些措施包括：安全的原料供应；规模和物流经济；竞争；公众与非政府组织的接受程度。业界相信这些困难能够通过发展和部署适当的技术与做法予以克服。

## 未来的展望

通过开发新的原料与转化技术，生物质能源能帮助解决气候变化与能源安全问题，还有助于实现环境和社会目标。然而生物质能源也可能带来风险。开发和部署生物质能源的战略需要充分考虑其优势和弱点。

(1) 应加强可持续利用残留物和废弃物产热和发电。建设基础设施和物流，建立质量标准和交易平台。(2) 进一步增加生物质能源、尤其是运输生物燃料的部署。(3) 发展改进的新的生物质转化技术对于广泛部署和长期应用至关重要。(4) 残留物和废弃物的可用性将限制生物质能源的长期部署，激励农林部门提高产量，发展新的能源作物，如多年生木质素和藻类等。

王春明 译自 <http://www.ieabioenergy.com/MediaItem.aspx?id=6360>

检索时间：2009 年 9 月 27 日

## 研究与开发

### 英国研究理事会开展合成生物学对话

2009 年 9 月，英国生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）和工程与物理科学研究理事会（EPSRC）共同宣布启动一项关于合成生物学的公众对话项目。这一项目将由上述两个理事会代表英国研究理事会主导，并以取得到了科技创新公众

对话专家资源中心（Sciencewise-ERC）的支持。

研究理事会已就这一对话项目与英国市场研究局（BMRB）签约，BMRB 在处理新兴科技领域的对话项目方面颇有建树。项目于 9 月开始，将召集一个督导组，为项目的最佳推进方案提出建议。对话活动将会在 2009 年底至 2010 年初开展，并于 2010 年春形成报告。

合成生物学是将工程学原理应用于生物学系统的科学，在近年发展十分迅速。许多科学家认为合成生物学研究将会最终带来生命系统的合理性和系统化设计，从而帮助人类应对未来的巨大挑战。合成生物学的可能应用包括创建全新的发电系统、用于新型医疗用途、建造纳米生物计算机，以及能满足健康和安保需求的废水处理 and 超敏生物传感等。

合成生物学已经引起越来越多的公众的关注，这一项目将帮助确保未来的研究理事会和更多的政府决策能够更好地反映公众的观点。

在英国，BBSRC 和 EPSRC 是资助合成生物学研究活动的主要机构。2007 年，BBSRC 建立了一个合成生物学工作组，研究与合成生物学相关的社会学问题；该工作组于 2008 年发布了研究报告，对合成生物学的社会和伦理挑战进行了详细探讨。他们还建立了专门的规章制度讨论会议，邀请决策者、研究者等参与讨论。EPSRC 的社会问题讨论组和 BBSRC 的生物科学与社会讨论组在合成生物学问题研究上也有所合作；今年 2 月，他们开始呼吁开展关于合成生物学的公众对话，为该领域的未来公众参与打下基础。

丁陈君 检索，陈方 编译自 [http://www.bbsrc.ac.uk/media/news/2009/090904\\_public\\_dialogue\\_opened\\_on\\_synthetic\\_biology.html](http://www.bbsrc.ac.uk/media/news/2009/090904_public_dialogue_opened_on_synthetic_biology.html)，检索日期：2009 年 9 月 18 日

## 全球生物燃料用量有望在 2015 年翻番

2009 年 9 月 30 日，Hart 能源咨询公司发布了题为《全球生物燃料展望：2009-2015》报告，报告称，全球生物燃料用量有望在 2015 年翻一番，而巴西仍将是世界上最大的生物燃料出口国，美国有望成为生物燃料用量增长最显著的国家，至 2015 年将在现有基础上实现 30% 以上的增长。

世界上多个国家生物燃料用量的总体增长情况将会在一定程度上替代传统汽油的消费量。报告指出，到 2015 年全球乙醇的需求量将会占到全球汽油消费量的 12% 至 14%。报告预测，至 2015 年，生物柴油的供应量将达到 940 亿升，比当前需求预测量（360 亿升）的两倍还高。而对于 2015 年生物乙醇的供应量，考虑到政府规划等因素，大约会达到 400 亿升左右。鉴于生物柴油的掺混规定有可能在各地进一步上调，如果四个主要地区推行了 10% 的全球生物柴油掺混指令，至 2015 年生物柴油的全球需求量将会再增加 200 亿升。

在供应方面, 报告预测巴西的产能将会提高 30%, 出口量将在现有基础上翻番, 并维持其最大生物燃料出口国的地位。欧盟可能在 2009 至 2015 年期间内出现生物柴油产能过剩的局面。德国仍将是欧洲地区最大的生物燃料生产国。亚太地区的生物乙醇产量将会在接下来的数年内大幅增加, 到 2015 年将会占全球产量的 20%。尽管印度的生物燃料市场增长非常快, 且有望在 2015 年实现出口, 但要想在短期内达到巴西发展的程度还是很困难的。同时, 报告预测到 2015 年将在生物燃料方面具有一定竞争力的国家还包括: 阿根廷、中国、哥伦比亚、法国、印尼、马来西亚、菲律宾和泰国等。

报告预测, 在市场上起主导作用的生物燃料品种将包括棕榈生物柴油、菜籽生物柴油和第一代生物乙醇。报告指出, 目前全球大约有 170 处第二代生物燃料建设项目(包括计划的、在建的和运行中的), 其中只有 30%能够真正在设计的时间段内实现运行, 且其中有不少仍处于中试阶段。

陈方 译自 [http://news.cnet.com/8301-11128\\_3-10364139-54.html](http://news.cnet.com/8301-11128_3-10364139-54.html)

检索日期: 2009 年 9 月 21 日

## 基因组学研究揭示细菌的生存方式

2009 年 9 月 7 日出版的《美国国家科学院院刊》刊登了新南威尔士大学科学家的研究, 他们发现对少量基因的取样研究, 不仅可用于研究海洋微生物的生存方式, 还有助于了解其整个生存环境。这意味着通过抽样研究一些优势物种的基因组信息, 即有可能判断出能够在特定海洋环境中生存的微生物类型, 并有可能获得关于气候变化对世界海洋生物多样性的影响的新知识。

研究人员比较了两种采用不同生存策略的常见海洋细菌的基因组, 其中一种在富营养水域中生存, 生长快速并能自我复制; 另一种在贫营养水域中生存且生长缓慢。通过比较发现, 基因差异也反映这两个物种采取的不同生存方式: 富营养水域中的细菌有许多选择性运输蛋白, 能快速吸收大量营养; 而贫营养水域中的细菌则含有较少量的高效运输蛋白。其他基因方面的差异还体现在营养与能量的使用和对传染性病毒的抵抗性方面, 反映了细菌对环境的适应性。

研究人员已经利用新技术分析了 124 种海洋细菌, 发现适合生存在贫营养水域中的细菌比适合生存在高营养水域中的细菌数量更多, 这将有助于进一步了解更多细菌的生物多样性和生理特性。

陈方 译自 [http://news.xinhuanet.com/english/2009-09/08/content\\_12011959.htm](http://news.xinhuanet.com/english/2009-09/08/content_12011959.htm)

检索日期: 2009 年 9 月 8 日

## 版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

# 中国科学院国家科学图书馆

## National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》(简称系列《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中国科学院规划战略局、基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术局研究与发展局等中科院职能局、专业局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动。每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、系统集成的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象首先是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现有13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《交叉与重大前沿专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100190)

联系人:冷伏海 朱相丽

电话:(010) 62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; zhuxl@mail.las.ac.cn;

先进工业生物科技专辑

联系人:邓勇 房俊民

电话:(028) 85228846、85223853

电子邮件:dengy@clas.ac.cn; fjm@clas.ac.cn