

由“中国科学院国家科学图书馆特色分馆”项目资助

# 科学研究动态监测快报

---

2012年05月09日 第2期（总第43期）

## 生物能源专辑

中国科学院青岛生物能源与过程研究所 主办

---

中国科学院青岛生物能源与过程研究所  
邮编：266101 电话：0532—80662646

山东省青岛市崂山区松岭路189号  
电子邮件：[bioenergy@qibebt.ac.cn](mailto:bioenergy@qibebt.ac.cn)

## 目 录

### 专 题

生物质能的现状与发展趋势 .....1

### 短讯

美国发布国家生物经济蓝图 .....13

皮尤报告：2011 年中国清洁能源投资增长放缓 .....14

伯克利实验室电燃料项目取得进展 .....15

## 生物质能的现状与发展趋势

### 1. 政策现状

20 世纪 90 年代以来，生物质能的开发利用得到高度重视，全球 50 多个国家将生物质能作为国家战略发展重点，其中以美国、欧盟、巴西等国家和地区最为重视，通过明确产业发展目标、出台扶持政策、加大资金投入等手段，极力推进并推动了生物质能产业科技的创新发展。

美国的生物质能发展居全球领先地位。近几年来，美国通过出台系列政策、制定发展规划等措施，推进生物质能源产业科技发展。在政策法规方面，美国通过立法和财税政策促进生物质能的研发和商业化应用，如 2000 年 6 月，美国颁布《生物质研究法》，正式启动生物质研发项目，2005 年颁布《能源法 2005》，对生产能力小于 6000 万加仑的生物乙醇生产者实行每加仑 10 美分的收入税减免政策。为鼓励发展生物燃料，美国还制定了生物燃料发展目标，如在 2007 年的《能源独立与安全法案》中，推出了新的可再生燃料标准，计划 2020 年生物燃料产量达到 360 亿加仑。此外，美国政府还出台了多种行动计划支持生物燃料发展，如 2009 年美国能源部通过的“国家生物燃料行动计划”等，这些政策、规划及行动计划对生物质能的研发活动和产业化进程提供了大力支持。美国近年来在生物质能研发领域采取的重要举措如下表：

美国近年生物质能领域的重要举措

时间	部门	举措	要点
2002 年 12 月	能源部	发布《生物质技术路线图》	提高美国开发生物质能和生物基产品的能力
2005 年 8 月	国会	通过《能源法 2005》	加大力度鼓励生物质能的研发、示范和商业应用计划
2006 年 2 月	国会	提出“先进能源计划”	提出加大投资发展生物燃料，以解决交通运输对石油的依赖，在 2012 年前完成纤维素乙醇的商业化开发
2006 年 6 月	能源部	发布《纤维素乙醇研究路线图》	提出未来三个五年阶段的纤维素乙醇燃料技术发展的战略规划
2007 年 2 月	布什政府	提出“10 年 20%计划”	提出加大生物燃料生产量和使用量的要求及相应激励措施
2007 年 7 月	国会	通过《2007-2012 年农业法》	鼓励开再生能源和特殊作物研究，启动新的生物质能储备项目等
2007 年 10 月	生物质研发技术咨委会	发布《美国生物能源与生物基产品路线图》	提出生物质原料研发战略
2007 年 10 月	能源部	发布《2007-2017 年生物质发展规划》	规划了未来十年内美国生物质资源的生产、转化与应用等
2007 年 12 月	国会	通过《2007 能源独立与	修改补充可再生燃料标准，提出到 2022 年先进

		安全法案》	生物燃料发展目标
2008年9月	能源部与农业部	发布《国家生物燃料行动计划》	降低纤维素生物燃料成本，促进生物燃料产业及其供应链的发展
2009年5月	能源部	发布《生物质多年项目计划 2009》	提出生物质项目下一步发展的规划、前景和阶段性技术目标
2009年	国会	颁布《美国复苏与再投资法案 2009》	规定政府在未来 5 年为扶持清洁技术研发投入资金进行扶持
2010年6月	能源部	发布《藻类生物燃料技术路线图》	推动藻类生物燃料商业化研究实践
2011年3月	奥巴马政府	发布《未来能源安全蓝图》	美国海军、农业部与能源部签署互谅备忘录，共同发展可直接使用的生物燃料
2012年4月	奥巴马政府	发布《国家生物经济蓝图》	发展建立在生物资源可持续利用、生物技术基础上的生物经济，加大对生物学研究的支持力度

欧盟是世界上最关注可再生能源发展的地区，将发展可再生能源作为减少温室气体排放的主要手段。在政策法规方面，欧盟通过税收减免等多种措施为生物质能发展提供补贴，如 2003 年《促进生物燃料发展的指令》和《关于改革能源税收的指令》规定，掺入液体生物燃料的燃料可免除欧盟的最低消费税。在生物燃料发展目标方面，早在 2003 年 4 月，欧盟就发布了《在交通领域促进使用生物燃料或其他可再生燃料的指令》，要求生物燃料在汽车燃料消费中的比例在 2010 年达到 5.57%。2009 年又发布《可再生能源指令》，提出可再生能源发展的强制性目标，即可再生能源在总能源消费中的比例提高到 20%。此外，为加强生物质能的技术研发，提升产业竞争力，欧盟还制定了相应的行动计划，如 2008 年通过了“欧盟战略能源技术计划（SET 计划）”，2009 年 10 月发布了与 SET 计划配套的《欧盟低碳技术发展路线图（2010-2020）》及相应投资计划，2010 年 12 月，欧盟委员会发布了“欧洲生物能源产业行动实施计划”，另外欧盟“第七研发框架计划”以第二代生物能源为重点，启动了一批大型生物精炼示范工厂，通过这些行动计划，欧盟投入了数千万欧元进行生物能源技术工艺研发。

巴西是世界上推广燃料乙醇最早的国家。早在 1975 年巴西就启动了“国家乙醇燃料计划”，并通过法律推进燃料乙醇的使用，规定在全国所有地区销售的汽油中必须添加 2%-5%的酒精，随后又陆续提高添加比例，2002 年将上限提高到 25%。2004 年底巴西政府启动了“生物柴油计划”，2005 年 1 月，巴西公布了在巴西能源框架中引入生物柴油的强制性规定，规定从 2008 年 1 月开始，柴油中生物柴油的组成比例为 2%，到 2013 年，这一比例提高到 5%。此外，巴西还制定了积极的生物燃料发展目标，2009 年初巴西政府提出到 2017 年将乙醇产量提高 150%（增至 640 亿升）的长远规划，巴西计划将乙醇的出口量从目前 50 亿升提高到 80 亿升，成为乙醇制造和出口第一大国。

为推动生物质能的可持续发展，我国 2006 年开始实施《可再生能源法》，2007

年正式发布《可再生能源中长期发展规划》，明确了我国生物质能源的发展重点及发展目标。我国还提出了生物质发电、燃料乙醇生产、秸秆利用等的具体的补贴方法。“十一五”期间，国家 973 计划、863 计划、科技支撑计划均对生物质能源的研发活动给予了大力支持。如以 973 计划形式的《微藻能源规模化制备的科学基础》、《木质纤维素资源高效生物降解转化中的关键科学问题研究》等。这些扶持政策和研发投入，极大地促进了我国生物质能源产业科技的进步。

## 2. 资源现状

### 2.1 概况

生物质资源是生物能源产业可持续发展的重要前提与基础，呈现出显著地多样性。生物质资源依据其生成方式与来源，可划分为两大类：一类是被动式利用的废弃生物质，包括农林废弃物，如农业秸秆、林木剩余物；禽畜粪便；有机垃圾，如城市固体垃圾、工业有机废渣、废弃动植物油脂；有机废水，如工业有机废水、生活废水；另一类是主动式培育的能源生物质，包括能源植物、作物，如油脂类的麻风树、黄连木、文冠果，糖与淀粉类的木薯、甘薯、甜高粱、菊芋、甘蔗、玉米，纤维类的芒草、柳枝稷、速生杨；能源藻类，如产油、产氢与产烃微藻，及其海滨锦葵等大藻；能源微生物，如产油微生物等。

### 2.2 全球资源现状

据统计，每年全球光合作用产生的生物质为 1730 亿吨。目前国际上生物能源的生产原料主要是废弃生物质和粮食作物。废弃生物质其总量有限，不能满足生物能源产业可持续发展的需要。美国、德国和巴西等分别主要以玉米、菜籽和甘蔗等为原料生产生物液体燃料，但是利用粮食作物生产生物能源可能影响粮食安全。因此未来国际上生物能源的生产原料将主要是非粮食生物质原料，重点是发展能源植物、能源藻类和能源微生物。如美国现正在大力开发柳枝稷、甜高粱、能源微藻资源；印度、菲律宾和中国大力开发麻风树等。

### 2.3 国内资源现状

我国拥有丰富的生物质资源，据测算，我国理论生物质能资源年产量约为 50 亿吨标准煤，目前每年实际可开发的生物质资源量为 24 亿吨左右，折合成标煤约为 12 亿吨，超过全国每年能源消耗总量的三分之一。

影响生物质资源的因素众多，土地资源是关系生物质能源产业规模化持续发展的重要因素。我国人多地少，耕地资源稀缺，发展生物质能源产业边际性土地资源被寄予厚望。据统计我国具有潜力生产生物质原料的边际性土地 13614 万公顷，相当于现有耕地面积，其中宜农后备地 734 万公顷、宜林后备地 5704 公顷、边际性农地 2000 万公顷、边际性林地 5176 万公顷。

目前我国可利用的生物质资源主要是废弃资源，主要包括农作物秸秆、畜禽粪

便、林木生物质和其他废弃资源，其潜力约为 3 亿多吨标准煤。随着社会经济发展，废弃生物质资源潜力还将不断增长，我国年各类可利用生物质资源的增长趋势对比如下表所示。

我国可利用生物质能资源潜力（单位：亿吨标准煤）

（来源：中国可再生能源产业发展报告）

类别	2005 年	2010 年	2020 年	2030 年
农作物秸秆	0.69	0.88	1.43	2.34
林木剩余物	0.63	0.71	0.91	1.16
畜禽粪便	1.07	1.21	1.55	1.98
工业有机废物	0.39	0.44	0.57	0.73
城市有机废物	0.025	0.03	0.07	0.15
能源农作物	-	0.04	0.25	0.34
能源林业	-	0.05	0.82	1.32
合计	2.8	3.4	5.6	8.0

农作物秸秆是指农业生产过程中，稻谷、小麦、玉米等农作物残留的不能食用的茎、叶等农作物副产品。我国农作物秸秆理论资源量每年约为 8.4 亿吨，可获得量约 7 亿吨，秸秆综合利用率达到 70.6%，利用量约 5 亿吨，可作为能源用途的约 2.8-3.7 亿吨，实际剩余的可利用秸秆资源量约 1.77 亿吨，折合标煤 0.89 亿吨。

林木剩余物主要包括采伐、造材剩余物和加工剩余物等。我国每年森林采伐与木材加工剩余物实物量约 3.68 亿吨，其中可采伐剩余物资源量为 1.31 亿吨，可获得量为 2600 万吨；加工剩余物资源量为 2900 万吨；灌木林平茬资源量为 4200 万吨，可获得量为 2500 万吨。

畜禽粪便是畜禽排泄物的总称，我国每年牛粪、猪粪和鸡粪的可开发实物量分别为 5.9 亿吨、3.55 亿吨和 0.77 亿吨，折合标煤 1.21 亿吨。

其他废弃资源中，我国每年工业有机废弃物约可折合 0.44 亿吨标煤；城市固体有机垃圾约可折合 0.03 亿吨标煤；废弃动植物资源量每年约 200 万吨。

### 3. 技术与产业现状

生物质能源技术与产业发展是指开发利用可再生的生物质资源进行能源技术和产品的研究、开发、生产、流通和服务的行业。因地制宜地发展经济、高效与环保的现代生物能源产业是保障能源安全、应对气候变化、改善生态环境、发展乡村经济的重要举措与有效途径，受到世界上许多国家的高度重视，成为国际上大多数国家解决日益严峻的能源和环境问题的重要战略选择之一。

目前，按生物质能源终端产品划分，全球生物质能源产业主要包括生物质发电

(生物质直燃发电、气化发电和沼气发电等)、生物质燃气(沼气等)、生物液体燃料(生物柴油、燃料乙醇、生物丁醇、生物汽油等)、生物质固体成型燃料、热化学转化生物油及合成各种动力燃料、生物制氢等,其中先进生物燃料是当前和未来国际上生物质能源产业发展的重中之重。我国在生物质能源领域已形成规模产业的主要包括:生物质发电、生物燃料乙醇、生物柴油和生物沼气等,其中我国沼气技术、生物质气化集中供气技术、生物质气化内燃机发电技术等的应用水平已处于世界前列;生物质直燃发电和气化发电都已初步实现了产业化;非粮原料燃料乙醇、合成气乙醇发酵、生物质直接液化和生物丁醇技术已进入中试阶段。

### 3.1 生物质发电

生物质发电是利用生物质所具有的生物质能进行发电,是一种环境友好的可再生能源利用模式,目前在世界各国已受到广泛重视。截止2009年,全球生物质发电总装机容量达到6200万千瓦,主要集中在美国和北欧,其中美国生物质发电装机容量超过1040万千瓦,丹麦的秸秆发电占能源消耗量的24%,2010年英国建成了全球最大的生物质发电厂,德国拥有140个区域热电联产的生物质电厂。截止2009年底,我国投产和核准建设的生物质发电能力为400万千瓦,其中秸秆发电200万千瓦、蔗渣发电170万千瓦、垃圾发电20万千瓦、稻壳和沼气发电各5万千瓦。此外我国还提出到“十二五”末形成1300万千瓦生物质发电装机规模的目标,其中农林生物质发电800万千瓦。但从总体来看,我国在生物质发电的原料收集、净化处理、燃烧设备制造等方面与国际先进水平还有一定差距。

目前主要的生物质发电技术包括生物质直接燃烧(直燃)发电、生物质混合燃烧(混燃)发电、生物质气化发电及沼气发电等。

生物质直燃发电是指把生物质原料送入适合生物质燃烧的特定蒸汽锅炉中,生产蒸汽,驱动蒸汽轮机,从而带动发电机发电。相对于煤燃烧发电而言,生物质直燃发电的规模相对较小,一般采用蒸汽朗肯循环发电系统。生物质直燃发电是利用方式最简单、热量利用最彻底的能源转化方式,具有较高的能量效益。目前欧美等国的生物质直燃技术较为成熟。

生物质混燃发电是指以生物质燃料部分替代常规电场中燃用的化石燃料,使生物质与煤等化石燃料混合燃烧进行发电。其主要有两种形式,一种是将生物质原料直接送入燃煤锅炉,与煤共同燃烧,生产蒸汽,带动蒸汽轮机发电;另一种是先将生物质原料在气化炉中气化生成可燃气体,在通入燃煤锅炉,可燃气体与煤共同燃烧生产蒸汽,带动蒸汽轮机发电。欧美国家对生物质混燃发电技术研究起步较早,已研制出用于木屑、秸秆、谷壳等发电的锅炉。目前国内已有多家锅炉厂家生产生物质和煤混燃的链条炉和流化床炉,分别在东南亚国家和国内运行。

生物质气化发电是指利用生物质原料气化后生成可燃气体,经过净化后燃烧,

驱动内燃机或燃气轮机，带动发电机发电。小型生物质气化发电系统一般采用固定气化设备，主要集中在发展中国家，如非洲、印度、中国和东南亚国家。中型生物质气化发电系统一般采用流化床气化工工艺，该系统在发达国家应用较早，技术较成熟。大型生物质气化发电系统的技术在国际上尚未成熟，主要的应用仍停留在示范和研究阶段。目前我国已开发出多种固体床和流化床小型气化炉，以秸秆、木屑、稻壳等为原料生产燃气，我国生物质气化发电总装机容量也已超过 40 兆瓦。

生物质沼气发电是指利用厌氧发酵技术，将屠宰场或工业有机废水以及养殖场的禽畜粪便进行发酵，生产沼气，供给内燃机或燃气轮机，从而带动发电机发电，同时也可以供给蒸汽锅炉，生产蒸汽，带动蒸汽轮机发电，目前用于沼气发电的动力设备主要是内燃机。日本、丹麦、荷兰、美国等发达国家均普遍采取厌氧法处理禽畜粪便。印度、菲律宾、泰国等发展中国家也建设了大中型沼气工程处理禽畜粪便的应用示范工程。

### 3.2 生物燃气

生物燃气技术是指以各种有机物为原料，通过厌氧发酵技术制备甲烷、氢气等气态燃料的过程。生物燃气技术在欧洲受到高度重视，德国计划到 2020 年生物燃气产量达到 6 亿立方米，用生物燃气发电提供全国 17% 的电力消耗，用生物天然气替代 20% 的天然气需求量，瑞典提出到 2030 年使用生物天然气取代所有的车用化石燃料。在生物燃气迅速发展过程中，欧洲各国政府、产业界和科研部门建立了紧密的联系与协作。通过法规支持，标准制定，科研与生产结合，项目示范推广和人才培养等方式，系统性推进生物燃气产业的健康、快速发展。近几年欧洲科学家提出了第二代生物燃气的概念，即获得更高的过程效率和燃气产量，他们希望在每公顷土地上种植的能源作物可以获得高于目前技术条件下 50% 的燃气产量。

我国生物燃气产业发展较快，但生产模式基本以农户为主题，绝大多数为小型的分散农村沼气工程。截止 2009 年，全国农村户用沼气池已达到 3050 万户，总产气量 85 亿  $\text{Nm}^3$ ；工业废水和畜禽粪便沼气工程 3671 座，年产能 21 亿  $\text{Nm}^3$ 。

生物燃气技术中的厌氧发酵产沼气技术，其原理是利用微生物的代谢作用在没有硝酸盐、硫酸盐、氧气和光线的条件下，经过微生物分解作用，将有机物转化为简单的有机酸，然后将有机酸转化为沼气和二氧化碳的过程。沼气发酵过程一般可分为三个阶段，第一阶段为水解液化阶段，水解性细菌产生水解酶把非水溶性大分子的多糖、蛋白质和脂肪水解为可溶性的较小分子的化合物；第二阶段是酸化阶段，第三阶段为产甲烷阶段，产甲烷菌利用降解产物产生甲烷和二氧化碳。这样获得的甲烷气体还需要经过脱硫脱碳净化，对其中的硫化氢、水、二氧化碳和卤化混合物进行去除。通常采用水洗、分子筛或活性炭吸附、膜分离、Selexol 吸收等物理方法，或化学方法如碱溶液吸收等技术净化去除各种杂质，这样净化后的甲烷纯度可



以达到 97%–99%。

### 3.3 生物液体燃料

生物液体燃料目前主要用于替代化石燃油作为运输燃料，如替代汽油的燃料乙醇和替代石油基柴油的生物柴油。

根据德国分析机构 F.O.Licht 公布的数据显示，全球主要生产生物乙醇国家历年产量变化如下表所示，主要集中在美国、巴西和中国等国家。

全球主要生产生物乙醇国家历年产量变化（单位：万吨油当量）

国家/年份	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
美国	948	1347	1886	2036	2586	2643
巴西	865	1171	1234	1305	1398	1410
中国	67	83	99	118	131	150
欧盟	83	187	199	223	238	285
其他地区	68	217	353	469	415	575
<b>全球</b>	<b>2031</b>	<b>3005</b>	<b>3771</b>	<b>4151</b>	<b>4768</b>	<b>5063</b>

全球主要生产生物柴油国家历年产量变化如下表所示。全球生物柴油产出主要集中在欧盟、美国、巴西、阿根廷等国家。

全球主要生产生物柴油国家历年产量变化（单位：万吨油当量）

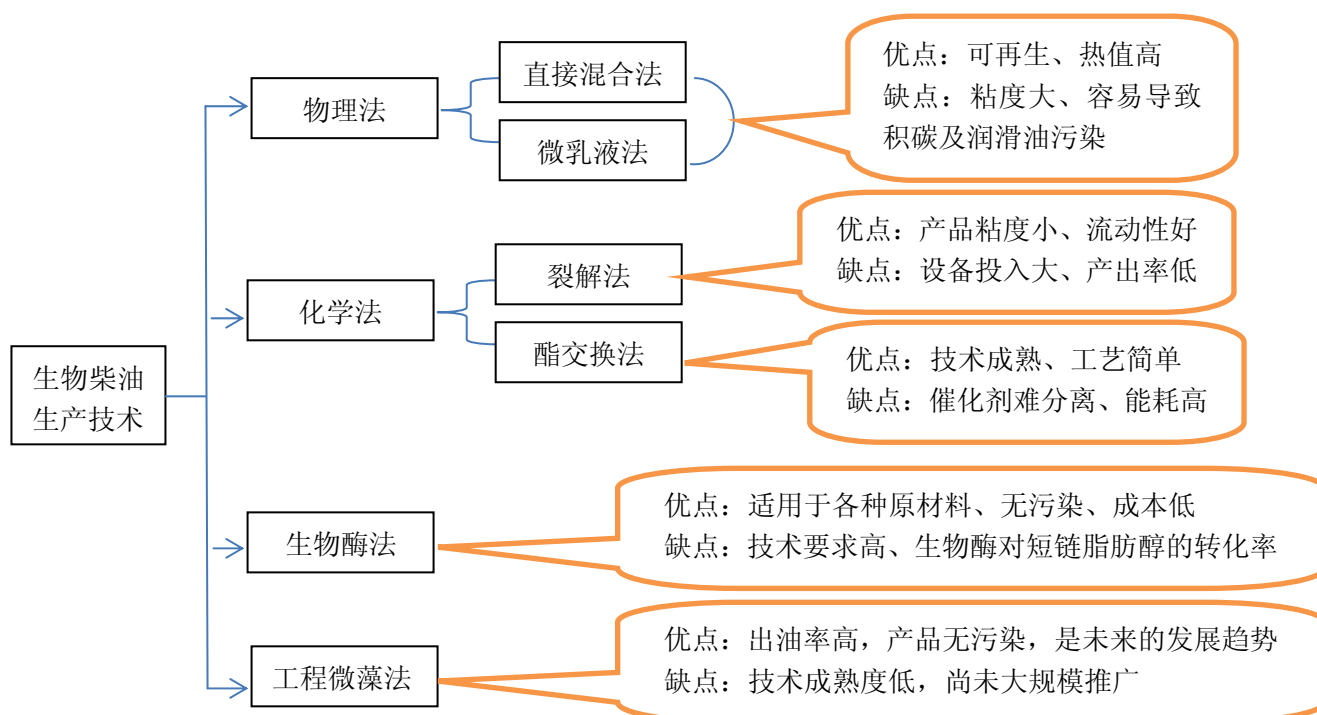
国家/年份	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年(预测值)
欧盟	740	758.4	796.8	777.6	758.4
美国	222.4	259.2	240	268.8	240
阿根廷	81.8	105.6	220.8	240	288
巴西	105	115.2	201.6	220.8	230.4
其他地区	166	163.2	220.8	297.6	297.6
<b>全球</b>	<b>1315.2</b>	<b>1401.6</b>	<b>1680</b>	<b>1804.8</b>	<b>1814.4</b>

近年来，我国政府也大力支持液体生物燃料技术的研发和产业化。截止 2009 年底，我国生物燃料乙醇年产量达 118 万吨油当量，其中国家核准的 4 家燃料乙醇生产企业的产能 69.6 万吨油当量/年；生物柴油实际产量约 37.5 万吨油当量，生产企业均为民营企业，规模普遍较小。

生物燃料乙醇的生产技术是通过发酵法生产的，即利用微生物的发酵作用将糖或淀粉转化为乙醇和二氧化碳的方法，也可将纤维素类水解生成糖后在发酵产生乙醇。糖类为原料的生物乙醇技术一般使用酵母菌或水解方式将蔗糖转化为葡萄糖或果糖，通过厌氧发酵转化为乙醇，经过蒸馏等提纯过程生产生物燃料乙醇。淀粉类原料生产燃料乙醇技术一般包括预处理、糖化、发酵、蒸馏等工序。在预处理阶段，需要对原料进行粉碎、蒸煮，为糖化酶提供必要的催化条件，然后通过糖化酶将淀

粉水解为葡萄糖，通过厌氧发酵生产乙醇。纤维素原料生产燃料乙醇技术一般分为两个步骤，第一步把纤维素水解为可发酵糖；第二步将发酵液发酵为乙醇。原料的预处理是纤维素水解工艺的关键，通常可分为物理法、联合法、化学法和生物法。在经过预处理后，需要对其进行水解，破坏纤维素和半纤维素中的氢键，使其降解为可发酵性糖。纤维素水解要在无机酸或纤维素酶催化剂存在下进行，因此形成了酸水解工艺和酶水解工艺。从葡萄糖转化为乙醇的过程较为简单，使用传统的乙醇酵母，在 30℃ 条件下即可进行。

生物柴油是由动植物油脂生产的一种长链脂肪酸的单烷基酯，在工业应用上主要指脂肪酸甲酯。生物柴油生产方法主要有物理法、化学法、生物酶法、工程微藻法等，各种方法优缺点如下图。



生物柴油主要生产技术图

(来源：ChinaVenture 2008 年中国生物柴油行业投资价值研究报告)

目前国外生物柴油多采用常温、常压液碱催化剂两级连续醇解工艺，其中德国的鲁奇公司（两级连续醇解工艺）和斯科特公司（连续脱甘油醇解工艺）的技术采用较多。我国生物柴油主要采用化学酯交换法，该技术主要是把植物或动物油脂与甲醇或乙醇等低碳醇用酸性或碱性催化剂在 230-250℃ 下进行酯化反应，生成以脂肪酸甲酯或乙酯为主要成分的生物柴油。近年来，国内也有部分企业掌握了生物酶法制备生物柴油的技术，该项技术目前也进入了产业化阶段。

生物航煤是一种新兴的生物液体燃料，是以可再生资源为原料生产的航空煤油。由于节能减排、航空运输业的可持续发展需要，近年来各国都在加快了对生物航煤

的研发。2009年，美国大陆航空公司完成世界上首次商业飞机生物航煤试验飞行，随后全球多家航空公司都进行了生物航煤试飞。2011年，中国国航在我国首次成功试飞航空可持续生物燃料，原料来自中国石油集团的小桐子原料基地。现如今我国每年航空燃料消耗量近2000万吨，据预测，2020年生物航油将达到航油总量的30%。

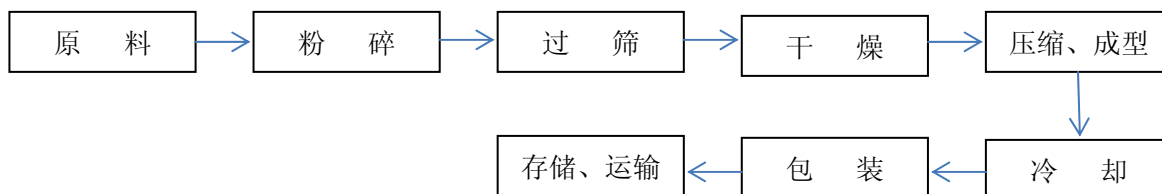
目前主要的生物航油生产技术有两种，一种为“酯类和脂肪酸类加氢（HEFA）工艺”，该技术采用植物油脂如微藻、小桐子、麻风树等非粮食原料，经过加氢、精炼工艺生产出生物航油。另一种为混合50%的传统航空煤油的生物质合成燃料（BTL）技术，该技术主要选用的原料为城市废弃物、林业废弃物、农业废弃物等，经过高温气化过程转化为气体，然后再经过费托合成加工技术（Fischer-Tropsch process）生产出生物航油。此外，还有两种处于探索阶段的生物航煤生产技术，一种为发酵纤维素和糖类的酒精-生物航煤生产技术，另一种通过加热处理城市生活垃圾等废弃物生产生物航煤的技术。但是生物航煤在全球范围内都刚起步，由于技术工艺的不成熟，原料供应不足，其产业化道路还很远。

### 3.4 生物质固体成型燃料

生物质固体成型燃料是生物质能开发利用技术的发展方向之一。生物质固体成型燃料是秸秆类生物质最现实的利用方式。秸秆的产生是暴发性的，且能量密度小，不利于储存和运输。压缩成型燃料可以在一定程度上解决这些问题，并且能够更高效、更清洁、更方便的燃烧；同时压缩成型的秸秆还可以为生物质发电、气化、生产纤维素乙醇等提供原料，也可以作为饲料。因此压缩成型燃料既有良好的发展前景，又是很现实的技术。

目前，国外生物质能固体成型燃料技术及设备的研发已经趋于成熟，相关标准体系也较为完善，形成了从原料收集、预处理到生物质固体成型燃料生产、配送、应用整个产业链的成熟体系和模式。2009年，欧盟生物质固体成型燃料产量达452.85万吨，消耗量为496.68万吨，其中瑞典生物质颗粒燃料产量约157.6万吨，消耗量为191.8万吨，位居世界首位。我国生物质固体成型燃料技术研究开发尚处于发展的初级阶段，截止2009年底，我国有生物质固体成型燃料生产厂260余处，固体成型燃料的年产量约76.6万吨。

目前国内外普遍使用的生物质成型工艺流程如图所示。



生物质压缩成型工艺流程图

（来源：中国可再生能源发展战略研究丛书 生物质能卷）

生物质固体成型技术主要分为压膜辊压式成型机、活塞式成型机和螺旋挤压式成型机等几种形式。各类固体成型技术综合比较如下表。

各类固体成型技术综合比较一览表

技术类型	成型原理	适用原料	燃料形状	主要技术特点	适于场合
环境压辊	采用环形压膜和圆柱形压辊压缩成型，一般不需要外部加热	农林生物质	颗粒、块状	生产能力较高，产品质量好；磨具易磨损，维修成本较高	适合大规模生产
平模压辊	采用水平圆盘压膜与压辊压缩成型，一般不需要外部加热	农林生物质	颗粒、块状	设备简单，制造成本较低；生产能力较低	适合小规模生产
机械活塞	冲压成型	农林生物质	棒状	密度高；设备稳定性差、振动噪声大、有润滑剂污染问题	适宜工业锅炉用户
液压活塞	冲压加热成型	农林生物质	棒状	运行平稳，密度高；生产能力低，易发生“放炮”现象	适宜工业锅炉用户
螺旋挤压	连续挤压，加热成型	木质生物质	空心棒状	产品密度高；套筒磨损严重，维修成本高	适宜中小规模生产

直接燃烧是生物质固体成型燃料的能量转化形式。针对生物质固体成型燃料的种类、热值、灰分含量、颗粒尺寸和加热系统，各国也分别开发了不同的采暖炉和热水锅炉。

#### 4. 市场现状

2010 年到 2011 年间，全球生物燃料销量在 272 亿加仑到 279 亿加仑之间，2011 年生物燃料（燃料乙醇与生物柴油）收入达到 830 亿美元，预计 2021 年将达到 1390 亿美元。

生物质发电应用越来越广泛，美国是生物质发电产业的领头羊，技术上以农林废弃物发电和工业中产生的黑液发电为主。欧盟 2009 年生物质发电量达 874 亿千瓦时，其中固体废弃物发电占 71%，沼气发电占 29%。

我国是沼气发展大国，根据农业部统计，我国现有的沼气设备利用率大多在 80% 以下，既浪费了优质能源，排放的大量甲烷又加剧了温室效应。提高沼气品质，进一步提纯为生物天然气，是我国沼气工业可持续发展的重要措施。德国、瑞典是世界上生物天然气发展最快的两个国家，德国沼气工厂数量居世界首位，截止 2010 年已有 5000 座大型沼气工厂。而瑞典是最早发展交通用生物天然气的国家，2008 年，60% 的车用燃气来源于生物天然气。

## 5. 发展趋势

### 5.1 总体发展态势

目前,生物质能源技术体系的总体趋势是生物质资源的高效经济转化与规模化清洁利用,建立可持续发展的生物能源产业科技创新体系,其中存在的主要瓶颈问题包括:(1)原料瓶颈。主要体现在生物质资源不足、品质不佳、收集困难、难于转化,需要研制生物质资源发展蓝图,大力研究开发高产、高抗、速生、生态安全和易转化利用的优质生物质资源新品种,如能源微藻等,开发规模培育、收集、运输、储藏的工程化研究,建立可持续稳定供给的生物质资源供给体系;(2)效率瓶颈。主要表现在生物质催化与转化效率低下,过程能耗和水耗高,需要研制生物能源技术发展路线图,大力研究开发高效、廉价和长寿命的生物或化学催化剂,研究高效经济环保的生物或化学转化关键技术,发展先进的生物质预处理、热化学转化、生物发酵与产品分离提纯的技术工艺,建立可大幅提高能源生物催化剂催化转化效率、稳定性、耐受性与产量的工程技术手段,形成工业生物技术与物理化学转化技术相辅相成的体系格局;(3)放大瓶颈。主要表现在生物转化工艺难以低成本规模化放大,特别是连续化生物转化工艺的规模化放大问题,需要研究先进的过程放大原理、方法和系统集成工艺,建立过程工程技术平台,研究开发标准化、成套化的工程装备与集成系统,建立关键单元技术与重要系统的评价体系;(4)产品瓶颈。主要表现在生物能源终端产品品质不佳、产品标准欠缺等,如燃料乙醇和生物柴油等均不是现有机车系统的理想原料,需要发展产品改性提质关键技术,开发创制优质能源新产品,建立产品性能的监测与评价体系。

### 5.2 资源发展态势

生物质资源来源广泛,总体发展趋势呈现多样化、规模化和优质化。(1)多样化:由被动式废弃资源利用为主向主动式培育的能源植物、能源藻类和能源微生物为主演变,越来越多的主动式培育的能源生物资源将被开发应用;(2)规模化:集约化生物资源生产基地、大型能源林和能源农场将在世界范围内兴起;(3)优质化:通过基因工程等现代生物技术改造获得高能、高产、高抗、速生的优质能源生物资源新品种。

### 5.3 技术发展态势

生物质能源技术发展的总体趋势呈现:多元化、高效性、经济性和环保性。(1)多元化:物理技术、化学技术、生物技术及其间的交叉级联,呈现出日益显著的多元化发展态势,化工与生物级联技术将成为发展的主流;(2)高效性:重点发展更高效的生物质预处理技术、生物催化剂和生物转化工艺;(3)经济性:重点发展低能耗、低水耗的技术工艺;(4)环保性:重点发展废水、废弃、废渣

和有毒有害物零排放或超低排放的技术工艺，工业生物技术作用日益凸显。

#### 5.4 产品产业发展态势

生物质能源产品产业发展的总体趋势是多元化，新型生物能源产业将不断涌现，形成新的产业，其中非粮食生物液体燃料产品产业发展的重要性将日益突出。

生物质能源产业发展遵循不与民争粮争油，不与粮争地争水，因地制宜的原则。生物质能源产品要构建核心产品系统，遵循燃料优先原则，发挥生物能源自身优势，替代或补充石油资源不足的问题，开发分布式系统，解决资源分散，能量密度低和季节气候影响大的问题，综合利用生物炼制技术，应通过全组分利用，多机加工，以实现多产品联产，多能互补。

#### 参考文献

- 邓勇等. 美国生物质资源研究规划与举措分析及启示. 中国生物工程杂志. 2010 30 (1): 111-116.
- 石元春等. 中国可再生能源发展战略研究丛书——生物质能卷. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- “十二五”农作物秸秆综合利用实施方案, 发改委, 2011
- 胡润青等. 中国生物质能技术路线图研究. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- 可再生能源中长期发展规划, 发改委, 2007.
- 可再生能源“十二五”发展规划, 国家能源局, 2012
- 王仲颖, 李俊峰等著. 中国生物质能产业发展报告 2007. 北京, 化学工业出版社, 2008.
- 严陆光等. 中国电器工程大典. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- 赵立欣, 孟海波, 姚宗路, 田宜水. 中国生物质固体成型燃料技术和产业. 中国工程科学, 2011, 13 (2) :78-81.
- 田宜水. 中国生物质固体成型燃料产业发展分析. 农业工程技术, 2009(2): 13—17.
- Air Transport Action Group. Beginner' s Guide to Aviation Biofuels. 2011.
- BP. BP Statistical Review of World Energy. 2010.
- Ron P., Clint W., Trevor W. Clean Energy Trends 2012. Clean Edge. 2012.

### 美国发布国家生物经济蓝图

在生物经济席卷全球的背景下，奥巴马政府宣布将加大对生物学研究的支持力度，并将生物学作为推动美国科技创新和发展的主要驱动者之一。同时在 5 月初发布了“国家生物经济”蓝图还为促进美国政府实现以生物科学研究的进步带动经济发展的目标提出了具体步骤，该蓝图总结了生物技术发展的紧迫趋势，并提出了未来美国政府在相关领域的 5 大战略性使命。

一篇刊登在《学科进展》上的报道指出，由于生物经济在推动经济增长和增加就业岗位等方面有巨大的潜力，美国政府将给予其行政优先权。美国科技政策办公室（OSTP）生物学研究专家 Mary Maxon 指出：“一个更强大的生物经济能够带来一系列好处：使美国国民更健康，活得更长久，也能够帮助国家发展更多的生物能源，减轻环境压力，还能够加快制造业的转化，提高农业部门的生产效率等。”

白宫发布的“国家生物经济”蓝图罗列了 5 项战略使命，以促进生物经济可能带来的新市场和经济增长的实现：

1. 加大生物学领域研究和开发的资金支持力度，为未来生物经济的发展奠定坚实的基础。
2. 促进生物学相关成果从实验室到市场的转化，包括重点加强科学转移和管理。
3. 发展和修改现有条例以减少生物经济发展的障碍，提高管理过程的可预见性，同时缩小保护环境和人类健康的成本。
4. 更新培训机制，促进相关学术研究机构结盟，并激励学生积极参与国家劳动力所需要的各种培训。
5. 抓住机遇，促进公私部门的伙伴关系和竞争关系的良性发展，从以往的成功或失败案例中吸取资源、知识和人才等方面的经验。

虽然生物经济的进步是由多方面原因促成的，但是该蓝图要求美国联邦政府机构加大对生物科学的管理和规划的力度，使其能够为美国国家需求提供更好的服务。随着人口的增长，美国社会对于健康服务，以及食品、饲料、衣物纤维、能源、化学品等物质资源的需求不断增长，Maxon 提到，生物科学一旦更多关注这些国家需求的层面，将能够帮助企业生产出更多不以消耗石油和其他不可再生资源为基础的产品，满足国内需求。

评估上述 5 项策略产生的影响，以及利用新指标衡量其带来的生物学领域的投入、基础设施、成果等方面的变化将是美国相关部门未来工作的另一个重点，以确保“国家生物经济”蓝图的顺利实现。

苏郁洁 摘自：中国科学报 <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/5/263456.shtm>

检索日期：2012 年 05 月 02 日

## 皮尤报告：2011 年中国清洁能源投资增长放缓

2012 年 4 月 11 日，美国皮尤慈善信托基金会发布了一份新的研究报告——《谁将赢得清洁能源竞赛》（2011 年版），报告审查了 20 国集团成员国在清洁能源领域的主要财政、投资及技术发展趋势，重点关注了投资情况，报告指出，价格竞争是 2011 年清洁能源竞赛的本质特点，与 2010 年相比，清洁能源投资增长了 6.5%，达到了 2630 亿美元，其中 20 国集团的投资占了全球清洁能源投资的 95%。未来清洁能源的增长主要集中在发展中国家的新兴市场中，未来 10 年，预计亚洲、非洲、中东和拉丁美洲每年的投资增长率将达到 10%~18%。

2011 年，全球清洁能源投资总体成增长趋势，但是区域和国家投资并不平衡。其中，中国采用了鼓励制造和部署的清洁能源政策。2011 年的整体投资水平仅升高了 1%（远低于近些年的增长率），为 455 亿美元，这也是中国自 2009 年以来第一次从榜首的位置下滑至第二位。尽管如此，中国仍然是清洁能源活动的中心枢纽，中国是全球风能投资以及太阳能制造业的第一大国，中国去年的清洁能源发电容量达 133GW，占全球总量的 26%，同样居全球首位。在 20 国集团中，中国的风能投资超出了排名第 2 位国家的三倍之多，达到了 290 亿美元。如今，中国风电装机容量已经超过 64GW，其中 2011 年新装机容量 20GW，但超过 1/4 的风能至今还未投入使用或并网，中国计划 2020 年之前实现 160GW 风电装机容量。中国的太阳能产业也吸引了 113 亿美元的投资，新增装机容量 2.3GW，大部分项目都是大型太阳能发电站项目。到 2020 年，中国的太阳能装机容量有望达到 50GW，为了实现该目标，2011 年中国出台了太阳能上网电价补贴政策。同时，中国的省级政府也在积极寻找机遇利用好太阳能资源。

2011 年，20 国集团在太阳能领域的投资保持了上升趋势，增长了 44%，达到了 1280 亿美元。2011 年，太阳能平板价格下降了 50%，新增太阳能装机容量达到了创纪录的 29.7GW，为 2007 年的 10 倍。风能和能源效率的投资下降了 15%，尽管风能投资下降到了 720 亿美元，但是 2011 年新部署的风能装机容量超过了 43GW，高于 2010 年的新装机容量。截止到 2011 年底，全球清洁能源的装机容量超过了 565GW，其中，2011 年新增 83.5GW，而 20 国集团占 78GW。

为了应对 2008—2009 年的全球经济危机，各国政府的经济刺激计划共拨出超过 1940 亿美元用于清洁能源生产，到 2011 年底，已有 1420 亿美元到位，其中 2011 年支出了 460 多亿美元，2012 年预计支出 357 亿美元，占剩余投资的 67%。

张波编译

自：[www.pewenvironment.org/uploadedFiles/PEG/Publications/Report/FINAL\\_forweb\\_WhoIsWinningTheCleanEnergyRace-REPORT-2012.pdf](http://www.pewenvironment.org/uploadedFiles/PEG/Publications/Report/FINAL_forweb_WhoIsWinningTheCleanEnergyRace-REPORT-2012.pdf)

检索日期：2012 年 04 月 19 日



## 伯克利实验室电燃料项目取得进展

美国加利福尼亚州劳伦斯伯克利国家实验室生物学家 Steve Singer 领导的团队发现了一种使用土壤微生物生产液体燃料的方法，比目前使用的先进生物燃料生产途径更为高效。

实验中使用的微生物是真氧产碱杆菌 *Ralstonia eutropha*，自然界中细菌以氢为能量来源，通过转化二氧化碳合成有机物。研究团队希望通过对细菌进行基因工程改造，使其生产生物柴油、航空燃料和电燃料，这种合成途径不需要光合作用，可大大提高能量利用效率。

研究小组现在的工作是创建基因工程菌，提高菌株生产碳氢化合物的效率。工作包括对细菌代谢途径的重建，和引入一条其它细菌中生产中链甲基酮的代谢途径，代谢终产物具有类似传统柴油的十六烷值。

本项研究在 2010 年获得能源部先进研究计划署电燃料项目支持的 340 万美元的资助。

苏郁洁 编译自：<http://newscenter.lbl.gov/feature-stories/2012/05/03/electrofuel/>  
检索日期：2012 年 05 月 02 日

## 版权及合理使用声明

中国科学院青岛生物能源与过程研究所《科学研究动态监测快报》（简称《快报》）由“中国科学院国家科学图书馆特色分馆”项目资助，包括《生物能源科技动态监测快报》和《生物能源产业动态监测快报》。从2012年起，快报品种调整为《生物能源动态监测快报》和《生物基材料动态监测快报》。内容方面，《生物能源动态监测快报》由《生物能源科技动态监测快报》和《生物能源产业动态监测快报》合并而成，为体现内容衔接，总第期数接较短的《生物能源科技动态监测快报》总第41期计。《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利益，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。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。除中科院国家科学图书馆外，未经本所同意，任何单位不得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，应向中科院青岛生物能源与过程研究所发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与中科院青岛生物能源与过程研究所签订协议。

欢迎对中科院青岛生物能源与过程研究所《科学研究动态监测快报》提出意见与建议。

编辑出版：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

联系地址：山东省青岛市崂山区松岭路189号（266101）

联系人：牛振恒，苏郁洁，程静

电话：（0532）80662648、80662646

电子邮件：niuzh@qibebt.ac.cn, bioenergymember@qibebt.ac.cn