

### 3. 生物能源生产

生产生物能源的过程有很多种，从燃烧木棍和树枝来做饭和取暖，到木屑气化来生产运输燃料。可以从能源效率、安装成本、碳排放量、劳动密集程度或任何成本效益范围对能源生产系统进行比较。但是，不同系统的适宜程度在很大程度上取决于现有结构和市场，而不是孤立的生产评估。

近来，有很多讨论涉及生物能源在二氧化碳排放量方面假定好处。然而，应当指出的是，生物能源只是能源在一定条件下的一种可再生和可持续的形式，（Perley, 2008年）。为了维持二氧化碳平衡，收获的生物物质不得超过生长量，而且还必须考虑到在生产、运输和加工中排放的二氧化碳量。产品的转换效率应连同其最终用途一并考虑，以减少政策失败的风险。

不同的生物能源生产系统在经济、环境和社会方面的适宜性将在很大程度上取决于国家和地方的具体情况。在规划生物能源战略时，应当对不同的选择方案及其广泛的影响进行分析，以确保政策目标的实现。

#### 固体木质燃料

虽然使用木材烹饪和取暖的方法与文明同样古老，但是这种能源的效率因生产系统的不同而存在差异。明火仅能转换木材潜能的大约5%。传统的烧柴炉将这一效率提高约36%，使用木炭的系统按照炉灶的设计和木炭的生产方法，其效率在44%至80%之间。用于住宅的现代木质颗粒燃料炉可将效率提高到80%左右（Mabee和Roy, 2001年；Karlsson和Gustavsson, 2003年）。

在大规模的生物能源生产方面，目前有多项技术正在得到应用或正在开发。这些技术包括用于热回收的发电锅炉、用于供热和供电的热电联供（CHP）系统以及先进的能源回收气化器系统。

主要为使用树皮而设计的汽轮机发电锅炉可以用于锯木厂，替代蜂窝锅炉或其他设备来处理废料。发电锅炉可产生蒸汽，它可通过涡轮机发电或满足加工需要。纸浆和造纸厂余热锅炉采用了类似的方法，反复利用黑液和回收制浆化学品，同时生产蒸汽，为制浆提供动力。汽轮发电锅炉的效率一般在40%左右（Karlsson和Gustavsson, 2003年）。历史上矿物燃料低廉的价格未能有效促进在工厂安装发电装备。

在热电联供设施中，产生的蒸汽是用来供应其他工业加工或为小区住宅、机构或工业设施的供热网供热。加工过程中的热能和电力的回收可显著提高运营效率。当最新技术得到应用并将烟气回收和再循环结合起来时，效率可提高至70–80%（Karlsson和Gustavsson，2003年）。

与不可再生能源和大多数其他生物燃料相比，以木材为基础的热电联供系统的碳效率普遍较高。Spitzer和Jungmeier（2006年）发现，来自使用木屑的蒸汽联合循环电厂的热能生产每千瓦能源只排放60克二氧化碳。使用天然气的类似电厂产生的二氧化碳约427克。

据报告，在发电锅炉中，采用新的气化技术发电比传统的燃烧在能源回收方面效率更高。整体煤气化联合循环可提高效率约47%，从理论上讲，采用热电联供可将效率提高到70%或80%。不过重大的技术障碍仍然存在。

气化技术已被建议作为向村庄和小型产业提供小规模供电的一种适宜手段。小型发电厂是一种适宜的技术，因为它们比较便宜，备件更容易获得，而且可以进行现场维修（knoef，2000年）。在柬埔寨，Abe等人（2007年）发现，尽管生物质的气化可提供比柴油发电机更便宜的电力，但是持续的供应和木材生长方面的障碍是主要制约因素。作为商业企业而建立的小型工厂的盈利能力也被认为是很低的，并高度依赖于能源的价格和生物质投入的成本（knoef，2000年）。Wu等人（2002年）从在中国所做的工作中得出了类似的结论并指出，如果将财政作为主要考虑因素，中等规模发电厂可能更为适合。

采用最先进节约和回收能源技术的木质颗粒燃料炉已成为富有吸引力的技术选择。木质颗粒燃料原本产自木材废料（如木屑和刨花），而不是整个原木，因此可以被视为林产品生产的一个组成部分。原料经过干燥处理和机械粉碎，并经强力挤压而形成颗粒。先进的小型木质颗粒燃料炉是小规模生物能源生产最有效的工具。

### 液体生物燃料

生物燃料包括一系列来自生物质的液体和气体燃料。“第一代”生物燃料来自粮食作物并包括糖基和淀粉基生物乙醇及油籽生物柴油。“第二代”生物燃料来自非粮食作物的农林业产品并利用植物中的木质素、纤维素和半纤维素成分。木质素成分的加工技术仍处于开发阶段。

最近，高油价进一步增加了人们对液体生物燃料的兴趣。由于它们较低的价格和更先进的发展现状，那些来自粮食作物的燃料最引人注

目。可以预料，就中期而言，未来的科技进步将提高第二代生物燃料的竞争力。目前，许多国家的政府正在将生物燃料作为减少对进口石油的依赖和减少温室气体排放的一种方式加以研究。例如，美国能源部的生物燃料计划目标包括了到2012年让纤维素乙醇的生产成本可与汽油相竞争并在2030年用生物燃料替代目前30%的汽油消费量（欧洲经委会/粮农组织，2007年）。

### 第一代液体生物燃料

生产第一代液体生物燃料所采用的作物种类与其所处地理位置有关。在温带地区，油菜籽、玉米和其他谷物被用作生物燃料的原料，而在热带地区则使用蔗糖、棕榈油以及较少量的大豆和木薯。甘蔗在经合组织国家不是一种分布广泛的作物，其中只有澳大利亚和美国被列为主要生产国。不过，许多经合组织国家都种植甜菜，虽然其主要用途是食品，但这种情况可能在将来会改变。

用糖和淀粉生产乙醇的技术近年来已得到完善和发展。巴西和美国在这些技术方面取得了显著的进展，巴西侧重于糖发酵，而美国的重点则是淀粉水解和发酵。亚洲和太平洋区域的一些国家已经完善和扩大甘蔗生产系统，尤其是菲律宾、印度、巴基斯坦和泰国。利用甘蔗的优势是蔗渣、纤维成分、甘蔗秸秆所产生的能源可以用来生产生物乙醇，从而增加了碳和能源利用的总体效率。

在全球范围，油籽作物的生产比糖类作物生产更广泛。通过一个被称为酯交换反应的过程将油籽作物用于生物柴油的生产。不过，油籽作物的生产需要最佳的土壤和生长条件。这可能会限制生产的扩大或导致适合种植油籽作物的林地用途的改变。

迄今为止欧洲一直主宰着生物柴油业，用菜籽油作为主要原料生产全球产量的90%。马来西亚和印度尼西亚是目前世界上最大的棕榈油生产国。在2006年，马来西亚的油棕榈种植面积估计达到360万公顷，而印度尼西亚的种植面积大约为410万公顷（粮农组织，2007年c）。目前有关油棕榈种植面积的估计数存在很大差异，但是，一些来源的报告数字比粮农组织所收集的数字高很多（Butler，2007年a）。

鉴于亚洲能源需求预计将急剧增加，发展生物燃料和棕榈油业与该地区尤为相关。在土地被转用于油棕榈方面存在着争议，有人声称马来西亚和印度尼西亚棕榈种植园的扩大常常以牺牲最近砍伐过的林地、宝贵的热带雨林或具有碳储存功能的泥炭沼泽为代价。在东南亚，27%的

油棕榈种植园地处排干的泥炭地（Hooijer等，2006年）。相关的排放量显著增加了全球的温室气体。

最近，已经对作为生产生物柴油原料的其他油料植物进行了探索，如麻疯树未定属（*Jatropha* spp.）。麻疯树有100多个种，包括灌木和乔木，原产于加勒比，现在整个热带地区均可见到。用麻疯树种子生产的油被越来越多地用于生物柴油的生产，尤其是在菲律宾和印度。这种植物耐受性很强，可在贫瘠的土地上良好生长并可用来恢复退化的土地。这些特征表明，如果进行认真地管理，麻疯树（*Jatropha curcas*）的生产可能进一步扩大，而不必直接地与天然林或用于粮食生产的高价值农业用地进行竞争。

### 第二代液体生物燃料

正在开发的第二代技术将利用包括农业废弃物和木材在内的纤维原料产生出具有经济竞争力、可用于运输的液体生物燃料。预计可在十年至十五年内开发出具有商业竞争力、将纤维素转化为液体生物燃料的技术（世界观察研究所，2007年）。目前已经开始了示范性生产（见 [www.iogen.ca](http://www.iogen.ca)），生物乙醇是最接近商品化的纤维素液体生物燃料。美国政府目前正在对小规模纤维素生物炼油厂进行投资（美国能源部，2008年）。

农业废弃物很可能是成本最低的液体生物燃料的原料之一。蔗渣和包括玉米、小麦、大麦、水稻和黑麦在内的谷物生产中的废弃物都属于原料，可用于生物乙醇的产生。然而，在考虑水土保持、禽畜饲料等需求和诸如季节变化等因素之后，废弃物总产量中只有大约15%可用于能源生产（Bowyer和Stockmann，2001年）。随着生物能源生产的增加，农业废弃物可能会成为更重要的生物燃料原料，而且可以通过改进管理规范来增加其供应量。

林产工业的废弃物和人工林生产的木材为商业化纤维素生物燃料的生产原料提供了其他潜在来源。如今，只有比例很少的液体生物燃料是以森林为基础，但是经济上可行的纤维素液体生物燃料生产工艺的发展可能导致运输部门广泛使用森林生物质。

目前正在开发将木材转换为液体燃料和化学品的两项基本技术：生化转换和热化学转换（气化或热解）。在生化转换中，采用酶对木材进行处理，使其以糖的形式释放半纤维素和纤维素。然后再将这些糖进一

步转化为乙醇或其他产品。木质素的废弃物也可转换为其他产品，或为工厂的运转提供热能和动力或进行出售。

在气化中，木材和树皮在氧含量最低的情况下进行加热以产生一氧化碳和氢气混合物，经过清理后成为合成气。合成气可进一步转化为液体运输燃料。热解是在较低温度下处理木材的工艺，在无氧或含氧最低的情况下将木材转换为炭、不凝性气体和热解油。热解油可直接用于燃料或精制成燃料和化学品。

目前，生化转换技术需要清洁木屑（不带树皮），它可利用与纸浆厂相同的木材资源。不过，热化学转换可以使用木材和树皮的混合物。

一个很有意义的发展前景是生物炼油厂，它不仅可以生产热能和动力，而且还能生产运输燃料和工业产品。现代纸浆厂在某些情况下是热能和动力的净生产者，它可以被描述为生物炼油厂的原型。未来远景是，纸浆厂将由一个巨大的耗能者及仅仅是纸浆和纸张的生产者变为纸浆和纸张生产者及热、电、运输燃料和专用化学品的生产者。将有可能根据市场情况调整产品的组合，从特定数量的木材中获取最大利润（欧洲经委会/粮农组织，2007年）。

在与诸如造纸厂等一些生产或利用廉价或作为副产品的生物质的现有生产设施整合之后，第二代工艺将有可能更加有利可图（Global Insight，2007年）。由于预期市场规模和进口供应的限制，纤维素乙醇的生产在美国、欧洲和巴西以外的地方很可能受到限制。

目前，美国在纤维素转换方面是最先进的国家之一。该国正在对发展综合性森林生物炼油厂给予支持，这种炼油厂将建立在现有的纸浆厂基础上，并利用森林和农业原料生产可再生生物能源和生物产品（欧洲经委会/粮农组织，2007年）。目前的工作集中在三个重点领域：

- 探索具有成本效益的工艺，在制浆之前从木材中分离和提取特定的成分，用来生产液体燃料和化学品；
- 利用气化技术将包括森林和农业废弃物在内的生物质及黑液转换成合成气，然后再转化为液体燃料、动力、化学品和其他高值材料；
- 提高森林生产力，包括发展快速生长的生物质种植园，其目的是为生物能源和生物产品产生经济和优质的原料。

利用纤维生产生物燃料技术的发展为利用木材生产能源带来极大的希望。然而，将木材和其他纤维素原料转换成液体燃料的系统需要先

进技术，而事实上全球缺乏这样的系统。农业和贸易政策研究所已警告说，专利政策和专利特许权使用费以及许可证费将影响生物燃料的采用（农业和贸易政策研究所，2007年）。除了技术和经济问题以外，了解生物质和生物燃料生产的专利政策对了解生物燃料技术如何能够为可持续发展作出贡献具有极为重要的意义。

正在考虑利用纤维素生物质生产第二代液体生物燃料的国家和私营公司面临一个不确定的和是否有利可图的未来。开发用木材生产液体燃料这一具有竞争力的技术将需要时间和在研究方面的大量投资。大型设施，特别是气化设施也需要相当大的投资。应该指出的是，20世纪80年代初期的高油价导致，特别是在一些欧洲国家，兴建了许多利用木材产生甲醇的气化厂。不过，较低的石油价格最终使这些工厂被廉价出售（Faaij，2003年）。与第二代液体生物燃料投资相关的风险是比较高的；因此，大多数发展中国家在进行这种冒险之前可能会充分探讨其他方案。