

藻类生物质能源关键技术分析

张琪¹，刘淑丽²，张立国²，张多英³，郑国臣¹

(1.松辽流域水环境监测中心，吉林长春130021；2.城市水资源与水环境国家重点实验室，哈尔滨工业大学，黑龙江哈尔滨150090；3.黑龙江东方学院食品与环境工程学部，黑龙江哈尔滨150086)

[摘要] 藻类作为第三代生物质能源具有分布广泛、油脂含量高、环境适应能力强、生长周期短、生产成本低等优势，吸引了越来越多的关注。文中阐述了藻类生物质能源的研究进展、产业化过程中遇到的关键问题及发展趋势。

藻类具有分布广泛、油脂含量高、环境适应能力强、生长周期短、生产成本相对较低等优势，吸引了越来越多的关注。目前，藻类是生产高级生物质能源的重要原料，关于藻类生物质能源的研究(包括生物制氢、生物质油、生物柴油等)仍处于起步阶段。

藻类作为第三代生物质能源，具有以下特征：藻类可在废水、再生水及咸水中生长，藻类培养无需消耗有限的淡水资源；藻类可提供较高的生物质产量，同时藻类培养与农业生产不冲突；利用藻类生物质可通过综合工艺生产各种燃料和高价值副产品；藻类可以从排放的高浓度CO₂中回收碳元素^[1]。

1国外藻类生物质能源的研究进展

近年来，欧美、日本及包括我国在内的许多国家，对藻类生物质能源的研究越来越重视。2007年1月，美国总统布什在《国情咨文》中宣称，美国计划在今后10年将美国的汽油消费量减少20%，其中15%通过使用替代燃料实现，计划到2017年燃料乙醇的年使用量达到1325亿L，是目前年使用量的7倍。

美国能源部于2008年重新启动了与藻类生物质能相关的研究项目。2007年3月，欧盟27国出台了新的共同能源政策，计划到2020年实现生物燃料乙醇使用量占10%。继2008年增长60%后，欧盟2009年的乙醇生产量又继续增长，增长了31%，欧盟乙醇生产量已从2008年28亿L增长到2009年37亿L。德国消费11.43亿L，使其成为最大的乙醇消费国。法国是第二大消费国，消费7.98亿L；其后是瑞典，消费3.77亿L。预计到2020年，所有欧洲汽油的13%都必须来自于可再生原料。欧洲汽油现仅3.5%来自可再生来源生产，预计在今后10年内可再生运输工业将以超过10倍的速度增长。由此可见，藻类生物质能源工业化应用的前景十分广阔。

2藻类生物关键技术分析

藻类生物质能面临的主要问题有：优良生物质原料(藻种)的规模化获取；藻类代谢产物的提取；藻类直接代谢物的加工及应用。具体内容分析如下：

2.1藻种的获取

藻种在长期培养中的稳定性是保证生物质能源低成本的关键。藻种快速生长的能力对于生产力及与杂藻的竞争力均非常重要。因此，为了考察藻种生命力，需要对大规模的培养条件进行小规模模拟研究。

目前，缺乏高通量、同时评价多指标筛选方法是大规模藻种筛选的主要技术瓶颈。藻种的筛选工作应主要考虑三个方面：藻类生长生理学、代谢产物生产力及藻种生命力。生长生理学包括一系列参数，如最大比生长速率、最大藻密度、对环境变化的抵抗力和营养需求等。基于代谢产物生产力的藻种筛选工作，通常包括细胞组成分析和作为生物质能生产原料的藻细胞代谢产物的生产力测定。

现有的藻种保藏中心可提供丰富的藻种资源，如美国得克萨斯州大学的藻种保藏中心大约有3000株藻种；Provasoli-Guillard国家海洋浮游植物保藏中心有超过2500株藻种^[3]。

适用于大规模培养、生命力旺盛的通用藻种在生物质能领域是非常重要的。将分离获得的藻种集中保管于藻种保藏中心，可为未来的生物质能源提供大量的生物资源。

2.2藻类生物质目标产物的获取

藻类具有生物量大、生长周期短、易培养以及含有较高的脂类等特点，是制备生物质液体燃料的良好材料。微藻热

解所得的生物质燃油热值高达33MJ/kg，是木材或农作物秸秆的1.6倍。通过调节微藻的培养条件和脂类含量，可获得高品质、高热值的生物质燃油。藻类是低等植物，种类繁多，分布极其广泛。

藻类按其大小可分为大藻和微藻，大藻是直径大于2mm的藻体，微藻是直径小于2mm的单细胞或丝状藻体，微藻油脂含量较高，生长较快，是制备生物柴油的较好藻类^[4]。目前，世界范围内大多以绿藻纲和硅藻纲中的高油脂微藻为原料研究生物柴油生产工艺，尤其是绿藻纲中的小球藻被认为是理想的能源微藻资源，而以大藻为原料的报道较少。

近年来，藻类产氢也生物质能源的一个研究方向。藻类制氢的发展受到一些生物学因素的限制，目前已经识别出的因素主要包括以下四个方面：氢化酶对O₂的敏感性问题；其他代谢途径在铁氧化还原蛋白处对光合还原剂的竞争问题；ATP的过量产生导致的调控问题；太阳能利用效率低的问题。

上述问题可通过以下途径解决：通过工程手段改善氢化酶对O₂的耐受能力；识别与氢化酶竞争光合还原剂的代谢途径，并在产氢过程中抑制这些代谢途径；调控光合生物膜，减少ATP生成；调控光合天线色素含量，提高光能利用率。某些微藻及蓝组菌可以生产氢^[5]。

2.3藻类生物质能源生物技术及应用

当前，我国面临着水资源匮乏和能源紧缺的严峻形势。胡洪营^[1]

等人提出的污水深度脱氮除磷与微藻生物质能源生产耦合工艺提供了缓解这一问题的有效途径。藻类生物质能生产的经济可行性，基本取决于其生物生产力的高低。为了评估藻种的生产力，还需要更好的方法来检测燃料前体物的产量。

目前采用了荧光及核磁共振等方法来快速筛查藻类的油脂含量，并已在许多类型的浮游植物中有所应用。这些及其他方法如近红外光谱等，还需要开展更多的研究，更加自动化，以满足快速、经济、高通量的监测要求^[6]。

通过现代分析方法可以更好地理解藻类生长和代谢产物积累的生物学原理，从基因和细胞的水平上掌握各种藻类能源物质的合成及调控过程，为藻种改良提供多种方案，但目前能按照工艺需求改变藻种特性的技术水平十分有限，这是限制藻类能源发展的关键技术瓶颈。

基础生物学可提供的信息有：水平基因转移、产毒潜力、大规模爆发水华并形成缺氧区的潜力，因此对基础生物学的深入理解同样

十分重要。高通量方法，如基因

组学、蛋白质组学，可以在整个细胞内进行深度分析^[7]

。这些方法为生物研究带来了突破性的发展。同时，计算机科学的发展促进了以上学科的发展，并创造了生物信息学这一全新领域。该领域拥有强大的新数据库和搜索算法，有助于生物学家以前所未有的时间跨度和方式分享并获得研究成果，更好地理解藻细胞内的生物化学过程并对其进行相应的调控^[8]。

3结语

利用藻类生产生物质能源的主要优点是它们能够在不同类型的水环境中生存，如蓄水层的盐碱水和海水。然而，藻类生物大规模培养系统对水的需求量十分巨大。在藻类培养中，需综合分析当地的水分蒸发速率、水资源成本和利用性。水资源的循环利用也十分必要，但循环量取决于藻种、水质、工艺和地点。此外，大水量循环水的输送是一个高能耗过程，其成本也不容忽视。藻类生物质能生产与污水处理相耦合主要特点如下：

- 1) 与传统的污水处理相比，投资和运行维护费用较低。
- 2) 污水可以补充藻类培养中损失掉的营养元素(如氮、磷等)和水。
- 3) 可在藻类生物质的生产中回收营养元素。
- 4) 需要从藻类生物质能生产过程的残余物中回收营养元素和水。

- 5) 与传统的污水处理相比，能耗强度较低。
- 6) 可与发电站或其他CO₂工业排放源相耦合。
- 7) 可处理农业污水和富营养化水体等。

[参考文献]

- [1] 胡洪营, 李鑫, 于茵, 等.藻类生物质能源——基本原理、关键技术与发展路线图 [M] .2011 : 12
- [2] 官涤.巢湖西半湖水华暴发的多元驱动因子分析及趋势预测 [D] .哈尔滨工业大学博士论文, 2012, 1.
- [3] 嵇磊, 张利雄, 姚志龙, 等.利用藻类生物质制备生物燃料研究进展 [J] .石油学报, 2007, 23 (6) : 1-4.
- [4] 吴伟光, 仇焕广, 黄季焜.全球生物乙醇发展现状、可能影响与我国的对策分析 [J] .中国软科学, 2009, 3 : 23-29.
- [5] 王亮, 尚会建, 郑学明, 等.生物质能开发利用研究进展 [J] .河北工业科技, 2009, 26 (5) : 383-385.
- [6] 李雪静, 张璐瑶, 乔明, 等.藻类生物燃料研究开发进展 [J] .中外能源, 2009, 14 (4) : 23-26.
- [7] 李元广, 谭天伟, 黄英明.微藻生物柴油产业化技术中的若干科学问题及其分析 [J] .中国基础科学工业生物技术专刊.2009, 5 : 64-70.
- [8] 郝军芳.中国生物乙醇产业投资现状和趋势分析 [J] .生态经济, 2010, 232 (11) : 166-168.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/82736.html>