

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12月20日 第7期（总第48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

目 录

专题

利用藻类进行大规模工业生产的可持续发展问题..... 1

IEA 2012 世界能源展望..... 3

政策

美国农业部资助 1570 万美元用于先进生物燃料生产..... 4

美国能源部资助生物油热解研发 1200 万美元..... 4

NREL 与 JM 合作开发生物燃料..... 5

BP 在纤维素乙醇领域的新部署..... 5

科技

Science: 研究人员采用成像技术解决植物细胞壁降解难题... 6

Nature: 化学催化与发酵技术结合生产燃料..... 7

木聚糖先进生物燃料..... 8

其它信息

利用藻类进行大规模工业生产的可持续发展问题

10月底美国国家研究理事会(National Research Council, NRC)发表了关于藻类大规模工业生产的报告——《藻类燃料的可持续发展》(*Sustainable Development of Algal Biofuels*)。报告指出,利用藻类大规模生产生物燃料至少能够满足美国运输燃料需求的5%(大约390亿升),这将对能源、水和养分的不可持续的需求。然而,这些问题不是未来生产的决定性障碍,而创新(需要进行研发)能够有助于开发出藻类生物燃料的全部潜力。

来自藻类和蓝细菌的生物燃料可能成为石油基燃料的替代品,并且能够满足美国能源安全的需求,减少CO₂等温室气体排放。藻类生物燃料与陆地植物生物燃料相比,具有潜在优势,包括藻类能够生长在非耕地的淡水、咸水或者废水池塘里。开发藻类生物燃料的公司数量在增加,而一些石油公司也对此进行了投资。因此,国家研究理事会需要确定与藻类生物燃料大规模开发相关的可持续发展问题。

NRC称,与藻类生物燃料大规模开发相关的问题,随着生产燃料所采用方式的不同而不同。利用藻类生产燃料可以通过很多途径完成,包括养殖淡水或咸水藻类,在封闭式光生物反应器或开放式池塘系统中培养藻类,对微藻产出的油进行加工,或者对微藻的各部分进行提炼。该委员会对可持续发展的分析重点在途径上,至今已经得到了积极关注。目前大部分的开发问题都涉及到,利用不同的水源在开放式池塘或封闭式光生物反应器中培养选定的藻株,收集并提取藻类的油,或者收集藻类分泌的燃料前体再加工成燃料等。

NRC指出了几个藻类生物燃料大规模开发中的高水平问题,包括藻类养殖所需的大量的水源;营养成分的多少,如养殖所需的氮、磷和CO₂;用于藻类生长的大面积的池塘;生产周期中温室气体排放的不确定性。藻类生物燃料能源的投资回报率必须高,意味着从生物燃料得到的能源量必须高于养殖藻类并将其转化成燃料时所需的能源。

NRC发现,生产相当于1升汽油的藻类生物燃料,需要3.15~3650升的淡水(取决于生产方式)。补充培养系统中蒸发损失的水分是生产中使用淡水的主要驱动力,该委员会称。另外,在藻类生物燃料生产系统中,利用的是淡水而不回收水,因此水利用可能是一个严重的问题。

报告称,如果营养成分不回收,那么每年生产390亿升的藻类生物燃料,则需要600万~1500万吨的氮和100万~200万吨的磷。这些需求占了美国总氮使用量的44%~107%,美国总磷使用量的20%~51%。因此,回收营养成分或者利用农业或市政废水将可能减少营养成分和能源的使用量。

另外一个限制藻类生物燃料产量的因素是土地面积和可用的、适宜藻类生长的地点。适当的地形、气候、接近的水供应——无论是淡水、内陆盐水、海水或者废水——以及接近的营养成分供应都必须严格匹配，以确保成功且可持续的燃料生产，并且尽可能减少用于运输这些资源到培养设施所造成的成本和能源消耗。如果适合藻类生长的地点接近市区或郊区中心或滨海休闲区，那么这些土地的价格可能会很昂贵。国家必须在考虑各种问题后对藻类养殖的土地需求进行评估，从而得到美国能够经济化生产藻类生物燃料的量。

使用替代燃料的一个主要驱动力是减少温室气体排放。然而，一个藻类生物燃料生产周期的温室气体排放量范围很广；一些研究表明，藻类生物燃料生产排放的温室气体比石油基燃料少，而一些研究结果却相反。排放量取决于生产过程中的很多因素，包括藻类脱水和收获所需的能源量以及使用的电力来源。

NRC 强调，将藻类养殖池塘置于靠近水源、营养源的地方，并且进行必要的资源回收，是可持续发展的重要方面。如果进行适当的管理和良好的工程设计，那么将能够避免其他的环境影响。例如，释放其他水体中的收获水，制造水华，使回收水渗入地下水等。

NRC，要想未来藻类生物燃料能够为运输提供大量燃料，必须进行研发，以改进藻株，测试其他菌株获取所需特性，改善养殖和加工藻类成为燃料的材料和方法，降低多个生产阶段的能源需求。为了协助美国能源部就可持续藻类生物燃料生产作出决议，该委员会提出了一个框架，包括对供应链的可持续性的评估，对资源使用或环境影响的累积影响分析，以及成本效益分析等。

报告中指出了几个藻类生物燃料大规模开发中的高水平问题，包括藻类养殖所需的大量的水源；营养成分的多少，如养殖所需的氮、磷和 CO₂；用于藻类生长的大面积的池塘；生产周期中温室气体排放的不确定性。藻类生物燃料能源的投资回报率必须高，意味着从生物燃料得到的能源量必须高于养殖藻类并将其转化成燃料时所需的能源。

报告强调要想未来藻类生物燃料能够为运输提供大量燃料，必须进行研发，以改进藻株，测试其他菌株获取所需特性，改善养殖和加工藻类成为燃料的材料和方法，降低多个生产阶段的能源需求。为了协助美国能源部就可持续藻类生物燃料生产作出决议，该委员会提出了一个框架，包括对供应链的可持续性的评估，对资源使用或环境影响的累积影响分析，以及成本效益分析等。

苏郁洁 编译 整理自：<http://www.qibebt.cas.cn/xscbw/yjbg/201211/P020121106350992249909.pdf>;

科学时报

IEA 2012 世界能源展望

11 月份，IEA 发布了《2012 世界能源展望》，报告阐述了世界能源的最新数据与政策发展，通过分析提出了能源市场的发展趋势，并分析了其对能源安全、环境保护和经济发展产生的影响。同时对到 2035 年能源需求、产量、贸易、投资和二氧化碳排放作出了预测。

报告称全球能源版图正在发生变化，美国石油和天然气生产不断回升，到 2020 年美国可能成为世界最大的石油生产国，另外，一些国家风力发电和太阳能技术的广泛使用及非常规天然气生产的全球化趋势可能进一步重塑全球能源的未来图景。IEA 预测，到 2035 年，全球天然气需求将在目前基础上增加 50%，从 2011 年的 3.4 万亿立方米提高到约 5 万亿立方米，比去年《展望》预期高出 4%。增长的火车头主要是中国，预计 2035 年中国天然气消费将从 2011 年的 1300 亿立方米提高到 5450 亿立方米。从现在起到 2035 年，天然气增产的一半将归功于非常规天然气开发。

关于可再生能源，报告预测 2035 年可再生能源发电量将占电力产量的三分之一。其中太阳能增长快于其他任何可再生能源技术。与目前相比，生物质能发电与生物燃料消费将增长 4 倍，全球生物能源资源足以满足我们对生物燃料和生物质能的供应，而无需与人争粮，但仍需小心管理土地使用的改变。可再生能源迅速增长的部分原因在于技术成本下降、化石燃料价格和碳价格上升，但是主要原因还在于补贴：2011 年全球补贴为 880 亿美元，2035 年增至近 2400 亿美元，2011-2035 年全球用于生物燃料的补贴将达到 12000 亿美元。但是，可再生能源项目的新补贴措施需随产能上升、可再生能源技术成本下降而调整，避免政府和消费者的过多负担。

未来能源将成为更饥渴的资源，首先能源生产对水资源的需求将以两倍于能源需求的速度增长，估计 2010 年能源生产抽取的水资源为 5830 亿立方米。其中，水资源消耗量（即抽取后未返回）为 660 亿立方米。我们预计到 2035 年水资源消耗量将提高 85%，反映了发电工程更加耗水和生物燃料不断扩张的趋势。其次，人口和经济增长加剧了对水资源的竞争，使水资源越来越成为评估能源项目可行性的重要标准。在有些地区，水资源约束已经影响到现有项目的运行和可靠性，并逐步推升额外成本。有些情形已经威胁到项目的可行性。能源行业对水资源约束的脆弱性广泛存在，如已影响到中国和美国部分地区页岩气开发和电力生产，管理好能源行业中的水资源约束需要推广更好的技术，实施更加一体化的能源和水资源政策。

苏郁洁 编译整理自：<http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2012/november/name,33015,en.html>；<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/PresentationtoPress.pdf>；<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/factsheets.pdf>；<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Chinese.pdf>

检索日期：2012 年 11 月 13 日

美国农业部资助 1570 万美元用于先进生物燃料生产

美国农业部农村发展负责人 Tonsager 宣布将对 189 家企业支持 1570 万美元用于支持先进生物燃料的生产。

根据计划，支持的项目原料必须为废旧垃圾等非食物来源的可再生生物质资源，美国农业部通过这项计划，对技术研究及必要的基础设施建设进行投资，通过生物产业发展农村地区经济。在资助企业中，资助了 Bonanza 生物能源公司 139002 美元用于高粱乙醇的生产，Elevance Natchez 公司 119587 美元用于将废旧产品转化为生物柴油技术的发展。

苏郁洁 编译自

<http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2012/11/19/usda-hands-out-15-7-million-in-advanced-biofuel-funding-to-189-companies/>

检索日期：2012 年 11 月 20 日

美国能源部资助生物油热解研发 1200 万美元

美国能源部 12 月 17 日宣布将对五个提高生物油的生产纯化过程中碳氢分离效率的项目提供 1200 万美元的资助。这项资助的目的是充分利用非粮木质纤维素原料提高生物燃料的产量。

这一轮资助的重点单位是大学、国家实验室、工业实体和非营利性组织，重点方向是快速热解、催化快速热解、加氢、水热液化和溶剂液化。将研究焦点从对一级技术就绪水平（Technical Readiness Level (TRL) 1）的理解和认识转移到二三级技术就绪水平的研发。TRLs2-3 的试验数据和结果验证会经过研究人员的详细分析，在此基础上进行发明和创新，克服热化学直接液化工艺中的技术障碍，提高生物燃料产量。具体而言，资助将集中在三大障碍，1. 碳效率：发展生物油加工过程中的选择性分馏及分离系统。2. 氢效率：提高生物质液化和生物油升级过程中，H₂ 的生产、使用和转化效率。3. 分离效率。项目研究中的试验数据和技术革新对于生物质项目办公室制定生物油发展目标至关重要，办公室希望所生产的汽油、柴油和喷气燃料等碳氢化合物运输燃料的成本可以降低到 3 美元/加仑汽油当量，新的技术将帮助实现 EISA 与生物燃料标准所制定的先进生物燃料发展目标。

资助规定申请者必须提供一个可以研究攻克前述障碍的研发平台，并将烃类燃料成本降到 3 美元/加仑汽油当量以下，试验可以放大并实现中试或规模化生产。项目预计将持续 3 年。

苏郁洁 编译自 <https://eere-exchange.energy.gov/#FoaIdb897faf2-a871-45cd-acdc-9046c9fdeb60>

检索日期：2012 年 12 月 20 日

NREL与JM合作开发生物燃料

美国能源部国家可再生能源实验室（NREL）与一个全球化学品公司 Johnson Matthey（JM）公司签订了为期 5 年的合作研究和开发协议，将投资 700 万美元用于生产以非粮食生物质为原料的可直接使用的生物燃料、柴油和喷气燃料。

NREL 在生物质转化研究领域处于世界领先地位，并对从实验室规模到中试规模的多种技术进行了测试。JM 公司是世界领先的催化剂供应商及环境和化学应用问题的工艺技术提供商，在英国、美国等 30 多个国家建有生产设施，作为协议的一部分，公司将为热解工艺提供新的催化剂材料和催化系统。NREL 的项目负责人称：这是两个组织利用各自的专业知识解决紧迫的国际国内问题的一种合作。合作的目标是改善生物质热解过程中的气相水平，以降低成本，提高木质纤维素燃料的生产速率。

如果可以有效的将生物质热解产生的蒸汽转化为类似于汽油燃料的烃类燃料，可用于运输燃料。热解涉及到有机生物质的在缺氧和高压条件下的热分解，虽然热解气含有可以浓缩为油类的碳，但是浓缩油中含有杂质，甚至在转化为燃料后也无法用于发动机中。根据合作研究与开发协议，两家单位将会研发出可以将这些热解气转化为汽车、卡车、飞机等发动机可用的液态燃料。项目负责人称，最好的结果是在五年内，研发出一种新的催化系统，可以降低热解生物燃料成本，与现有燃料竞争。

苏郁洁编译

自：<http://www.ethanolproducer.com/articles/9240/bp-cancels-plans-for-cellulosic-ethanol-plant-in-florida>；<http://www.ethanolproducer.com/articles/9380/bp-biofuels-to-expand-ethanol-production-in-brazil>

检索日期：2012 年 12 月 15 日

BP在纤维素乙醇领域的新部署

英国石油公司（British Petroleum, BP）于 10 月 25 日宣布，取消公司在佛罗里达州高地县（Highlands County, Florida）的纤维素乙醇商业建厂计划，并将注意力重新转回到其美国生物燃料研发战略计划，并将其行业领先的生物燃料工艺投入使用。

英国石油公司公关副总裁 Geoff Morrell 表示，“全球范围内，适合英国石油公司投资的项目越来越多，公司将重新部署投资计划，将资金用在其他更具新引力的

项目，这符合公司股东的最大利益。”

2008年，英国石油公司宣布佛罗里达的建厂计划，当时的初衷是利用数千英亩的能源作物，每年生产3600万加仑纤维素乙醇。在取消其在美纤维素乙醇商业建厂计划的同时，英国石油公司继续投资位于加州圣地亚哥市（San Diego, Calif.）的世界级生物燃料研究车间与位于路易斯安那州詹宁斯城的样板厂，以促进新一代纤维素生物燃料科技的发展，并在美国及全世界将其应用商业化。

公司在12月13日宣布投资3.5亿美元扩建位于巴西的Tropical乙醇处理生产设备。扩建计划明年开始，计划将增建一个加工厂并创造约7650个工作岗位，工程预计2014年底到2015年初完工并投入使用，届时Tropical工厂的甘蔗乙醇生产能力将翻番，每年处理500万吨甘蔗生产4.5亿升乙醇。

在全球范围内，英国石油公司是商业生物燃料生产投资的领军者。公司已经完成其在英国赫尔（Hull, England）的合资企业110 MMgy生物乙醇建厂，并将于今年晚些时候投入使用。在巴西，英国石油公司2011年入股位于戈亚斯（Goias）和米纳斯吉拉斯（Minas Gerais）的三家甘蔗乙醇工厂，目前公司正在扩大其生产。此外，英国石油公司还利用同生物丁醇公司Butamax的合伙投资，发展先进生物燃料的制造工艺。

苏郁洁编译

自：<http://www.ethanolproducer.com/articles/9240/bp-cancels-plans-for-cellulosic-ethanol-plant-in-florida>；<http://www.ethanolproducer.com/articles/9380/bp-biofuels-to-expand-ethanol-production-in-brazil>

检索日期：2012年11月20日

科技

Science: 研究人员采用成像技术解决植物细胞壁降解难题

美国能源部国家可再生能源实验室与生物能源科学中心的科学家通过将不同的显微成像技术相结合，深入研究生物质细胞壁结构与酶解之间的关系，这些发现将会提高糖的产量，降低生物燃料成本。研究成果发表在“科学”杂志上，题目为：

“How Does Plant Cell Wall Nanoscale Architecture Correlate with Enzymatic Digestibility?”

首席科学家Ding SY教授说：新的成像技术使科学家可以查看从毫米到纳米级的植物结构，这样不仅可以研究植物细胞壁的结构，同时也可以研究负责降解细胞壁聚合物的酶及这些酶对细胞壁的作用方式。了解生物质结构的传统方法是化学法，通过破坏各个组成部分以进行分析，这种分析方法将失去结构的完整性。

成像技术使科学家更详细深入的了解细胞壁结构和酶解细胞壁碳水化合物聚合

物以释放单糖的过程。科研团队还利用成像技术研究了除去木质素对生物质的水解的影响、细胞壁结构的纳米尺度的变化，及这些变化对反应速率的影响。

NREL 的研究小组研究了真菌和细菌的酶系统，这两种系统都在生物燃料工业中作为生物催化剂生产糖中间体。对细菌中的酶研究表明，不同的酶通过一个大型的手脚架蛋白结合成多酶复合体作用于细胞壁，而真菌的酶系统更倾向于单独作战，虽然最终的结果是由多种酶作用共同产生。研究人员还发现，酶越容易接近细胞壁，对细胞壁的降解速率则越高。

文章最后的结论认为：理想的预处理材料应该是细胞壁已经除去木质素，并细胞壁内部附着完整的结构多糖的材料，这是一种相对松散、多孔原生状结构，利于酶的进入及降解。而非除去细胞壁中的海绵状碳水化合物，从而是剩余的部分坍塌更为紧密的结构。

苏郁洁 编译

自：<http://www.nrel.gov/news/press/2012/2034.html>；<http://www.sciencemag.org/content/338/6110/1055.full>

Nature: 化学催化与发酵技术结合生产燃料

美国能源部伯克利实验室的研究人员通过加入金属催化剂，使得木质纤维素生产丙酮、乙醇和丁醇的工艺可以升级到高效生产汽油、柴油和喷气燃料。研究结果发表在“自然”杂志上。

研究人员使用梭菌发酵生物质转化的糖，可以生产丙酮、丁醇与乙醇，这些统称为“ABE”产品，研究人员使用过渡金属钨催化这些低碳产品反应，得到可以生产汽油、柴油和喷气燃料的高分子量的碳氢化合物，生产燃料的类型取决于 ABE 产品与钨催化剂反应的时间长短。

伯克利国家实验室与加州大学伯克利分校的 chemist 托斯特说：通过催化反应对 ABE 发酵工艺进行升级，利用高效的代谢途径可得到接近理论产率的运输燃料，采用这种技术，16 磅由木质纤维素转化的糖可生产 1 加仑燃料。

梭菌也称为魏兹曼菌，上世纪 chemist 魏兹曼第一次使用梭菌发酵淀粉生产 ABE 产品，而在第一次世界大战期间，英国使用梭菌发酵产物丙酮生产无烟线火药，ABE 发酵工艺一直使用到 20 世纪 50 年代，后来被成本更低的石化工艺所替代。从某种意义上来说，这项工艺是古老的发酵工艺在新的化学工艺中的应用，虽然在生产先进生物燃料的基因工程微生物、生产工艺的生产效率、及工艺设计上有所改进，但效果并不明显，通过将微生物发酵与化学催化技术结合，会大幅提高先进生物燃料的生产效率。

梭菌发酵糖类可以产生三份丙酮，六份正丁醇及一份乙醇，从交通能源的角度

来看，两个碳的乙醇，三个碳的丙酮及四个碳的丁醇都可用作汽油添加剂，但是，在生产中，丙酮与醇结合可以生成更长烃链的汽油、柴油和喷气燃料。新技术的关键是丙酮丁醇梭菌产生丙酮的能力，丙酮带有亲核的 α -碳，可以与 ABE 发酵中产生的醇连接。催化短的碳链连接成长碳链的过程称为“烷基化”，研究人员测试了多种过渡金属催化剂，其中表现最好的是钼。

ABE 发酵工艺已经应用了近一个世纪，并实现了规模化生产，工艺中的化学催化部分相对较新。生物发酵与化学催化作用结合，发展应用潜力并不仅限于木质纤维素生物质转化为运输燃料，而是有可能成为一个强大的新型技术工具。

苏郁洁 编译自：<http://www.nature.com/nature/journal/v491/n7423/full/nature11594.html>；<http://www.azocleantech.com/news.aspx?newsID=17575>

检索日期：2012 年 11 月 11 日

木聚糖先进生物燃料

木聚糖在地球上存量丰富，仅次于纤维素类生物质材料，可作为先进生物燃料生产原料。然而，木聚糖使用中的一个主要障碍是从细胞壁中提取的难度大。美国能源部与联合生物能源研究所的研究人员在水稻中找到一种基因，通过抑制该基因，会提高木聚糖的提取量和蔗糖合成量。研究成果已经发表在 PNAS, 题目是: XAX1 from glycosyltransferase family 61 mediates Xylosyl transfer to rice xylan.

新发现的基因称为 XAX1，作用是使木聚糖更易于从细胞壁中提取。JBEI 的研究人员首先通过基因工程培育突变水稻，突变株敲掉了 XAX1 基因，发现不仅木聚糖更易于从水稻中提取，产生碳水化合物的糖化反应活性提高了 60%。糖化反应活性的提高是提高先进生物燃料生产效率的关键。

木聚糖像纤维素一样，是植物细胞壁的主要组成部分，也是人类和动物营养的主要来源。尽管木聚糖非常重要，但是现在发现的可以合成多聚糖的酶却很少。

研究人员为了找到草本植物中木聚糖合成基因，将研究重点集中在 GT61 糖基转移酶家族，过去，研究人员曾通过生物信息学方法在一些草类中筛选到 GT61 酶。水稻是草类研究的模式生物，研究人员在水稻突变体中插入了 14 个基因的片段，使 GT61 酶在水稻突变体中高效表达，突变株命名为 XAX1，因为突变导致了 XAX1 基因被敲出。X1A1 基因的作用是在木聚糖链上添加特定的木糖等，使得木聚糖和木质素之前的链接变得更为复杂，增加木聚糖提取的难度。

随后的分析表明 XAX1 突变株不能合成阿魏酸、香豆酸和芳香族化合物等结合在促进木聚糖和木质素结合的阿拉伯糖上的化合物。另外，突变体还会有矮化的症状，但研究人员称已经找到一种方法避免矮化。

苏郁洁编译自：<http://newscenter.lbl.gov/feature-stories/2012/11/12/a-better-route-to-xylan/>

Dawn Chiniqy, etc. XAX1 from glycosyltransferase family 61 mediates Xylosyl transfer to r
e xylan. PNAS. 2012.

检索日期: 2012年11月28日

其它信息

说明: 以下信息点击题名即可阅读原文, 如有问题, 请与编辑联系。

1. [First GHG Emission Allowance Auction in US Reports Results](#)
2. [Cellulosic Biofuel to Surge in 2013 After First U.S. Plants Open](#)
3. [NSF Awards WWU Professor \\$430K for Algal Research](#)
4. [Australia Grants OriginOil Harvesting Patent](#)
5. [Aurora Algae Secures \\$2 Million LEED Grant](#)
6. [Air Force Funds UOP \\$17.3mil for Biofuel Refinery](#)
7. [Fluid Imaging Contracts with U.S. Army Corps of Engineers](#)
8. [RWE Building Algae-to-Fuel Pilot Plant in South Carolina](#)

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。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）80662646、80662648

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