

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

2014年10月22日 第9期（总第66期）

生物能源与生物基材料专辑

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山东省青岛市崂山区松岭路189号
邮编：266101 电话：0532-80662646 电子邮件：bioenergy@qibebt.ac.cn

目 录

科技

Nature: 科学家开发储存绿色能源新电池 1

新技术助力巴西乙醇燃料生产 1

上海硅酸盐所锂空气二次电池实用化研究获系列进展 2

新系统能将生物膜改造成生物材料工厂 6

报告

IEA: 非洲能源展望 7

为什么是生物基? 8

IEA 生物能源任务 42 生物炼制 9

Nature: 科学家开发储存绿色能源新电池

一直以来，科学家一直试图发明能够储存大量绿色能源的廉价电池，可以在用电需求高峰时将能量输入电网。早期的一大挑战是电池必须在高温状态下工作，因而很容易被腐蚀。现在，研究人员设计出一种可在较低温度下工作的新型电池。

传统固态电池，例如锂离子电池能储存大量能量。但其电极（收集和释放电的区域）需要经历复杂的生产过程，且造价昂贵。一个降低成本的替代方案是利用液态金属制造电极。这种电池的金属和电解质具有不同密度，因而能自然地分成彼此独立的3层。

这种电池的早期版本由美国麻省理工学院材料科学家 Donald Sadoway 设计，上电极由液态镁制成，下电极由铯制成，在二者中间是熔盐电解质。问题在于，保持这些液体材料正常运行需要将电池加热到近 700℃，进而导致其他电池组件被腐蚀。

Sadoway 的团队用锂替代了镁，锂在 180℃ 状态下就可被液化。但这只解决了问题的一半，因为铯必须加热到 630℃ 才能被液化。该团队考虑向铯中加入别的金属制成合金，使其能在较低温度下液化。但早期研究显示，这种合金产生的电压较低，大幅降低了电池可存储的电量。

Sadoway 和同事继续测试了不同以铯为合金的合金，在近日发表于《自然》杂志的研究中，他们报告称，当向铯中加入不同量的铅时，他们有了意外的发现。铅含量约占整个铯合金的 75%，该合金可在 327℃ 液化并维持高电压。Sadoway 说：“合金保留了所有铯的优良属性，但远低于铯的熔点。”

伊利诺伊州阿贡国家实验室能源存储研究中心负责人 George Crabtree 说：“该研究向正确的方向迈出了重要一步。”他指出，在减少效率损失方面，该技术还有很长的路要走。如果这些能量损失可以降低，该电池将有很大希望进入市场。该电池一大优势在于，其电极是液体而非固体，因而不容易在重复充电和放电时损坏。

原文链接：<http://www.nature.com/news/liquid-metal-batteries-get-boost-from-molten-lead-1.15967>

来源：科学网

新技术助力巴西乙醇燃料生产

作为全球乙醇燃料第二大生产国和最大出口国，巴西是世界上第一个达到生物燃料可持续利用的国家，也是生物燃料领域的领导者之一。由于乙醇工业对巴西汽车及能源部门的巨大影响和潜力，巴西一直鼓励相关新技术研究，希望技术元素可以不断提高乙醇工业生产力。

巴西生物燃料公司 GranBio 今年 9 月宣布，实现了以甘蔗纤维素为原料大规模生产第二代乙醇燃料，成为拉美第一家实现二代乙醇商业化生产的科技公司。

据介绍，两代乙醇最主要的区别为生产原料。第一代乙醇采用甘蔗汁为原料，由于甘蔗汁也用于制糖，这种生物燃料严重挤占了制糖、食品等产业的原料。随着生产工艺的改进，二代乙醇改用甘蔗秸秆等富含植物纤维素的原料，减轻了生物燃料“争夺粮食”的弊端。

目前，巴西生物乙醇科学与技术实验室正在开发一项旨在提高乙醇原材料——甘蔗生产效率的机械化项目。项目负责人拉巴特介绍说，实验室正在开发的一种新型收割机，将有效减少甘蔗收割时土壤的板结程度，从而降低对植物根茎的损害，增加甘蔗产量。

传统甘蔗收割机会造成 60% 的土壤出现板结，新技术的应用将使其对土壤的影响降低至 10% 至 13%。这一项目已经获得 1600 万雷亚尔(约合 667 万美元)科研资金。

此外，在 GPS 技术的帮助下，新型农机还可以用于甘蔗的播种、施肥程序。传统农机完成这些工作通常有 10% 的原材料浪费，对于全国的种植农场意味着每年 3 亿雷亚尔(约合 1.25 亿美元)的经济损失。根据生物乙醇科学与技术实验室的测算，随着该新型机械化项目的推广，原材料浪费造成的经济损失将下降到 5% 以内，每年节省约 1.5 亿雷亚尔以上。

巴西乙醇工业已有 30 年的发展历史，主要原材料为甘蔗。2008 年巴西的乙醇产量为 245 亿升，占当年世界产量的 37.3%。

乙醇工业的高速发展在某种程度上为巴西优化能源结构、普及生物能源提供了保障。为减少温室气体排放，巴西联邦政府法律规定，巴西境内所有加油站销售的普通汽油必须添加至少 25% 的乙醇。相比于普通汽油，乙醇燃料可以减少近 90% 的温室气体排放。

2009 年 7 月以来，巴西境内行驶的机动车有超过 800 万辆是百分之百乙醇燃料驱动，或可以支持任何配比的乙醇与汽油混合燃料。

来源：新华网

上海硅酸盐所锂空气二次电池实用化研究获系列进展

锂空气二次电池(nonaqueousrechargeableli-airbatteries)理论上具有 3505wh/kg 或 3436wh/l 的能量密度。如果能成功应用于电动汽车，则有望实现与燃油汽车相比拟的续航里程 (>500 公里)。正因如此，近几年来锂空气二次电池成为研究热点。但是，前期研究表明，锂空气电池的实用化面临诸多问题和挑战。例如，电池的循环次数受限、能量转换效率低以及倍率性能差等。这些问题使很多人对锂空气电池的

应用前景产生了怀疑，对是否需要开展相关研发犹豫不决。因此，当前迫切需要针对锂空气电池实用化的关键问题开展研究，解析导致这些问题的根本原因及怎样获得解决以上问题的有效方案，真正推进锂空气电池的发展。

中国科学院上海硅酸盐研究所高性能陶瓷和超微结构国家重点实验室离子导电能量转换材料与薄膜锂电池研究课题组围绕锂空气二次电池的实用化开展研究，取得了一系列进展：

(1) 针对电池的循环寿命问题，率先采用垂直定向碳纳米管作为空气电极，实现了关键反应产物 Li_2O_2 放电成核、长大以及充电溶解演变过程的可视化（如图 1 所示）。揭示了空气电极上 Li_2O_2 的可逆生成和分解是保证电池反复循环的核心，由副反应导致的碳酸盐的累积是电池循环容量衰减的主要因素（*j.phys.chem.c*, 117,2013,2623-2627; *j.powersources*235,2013,251-255）。

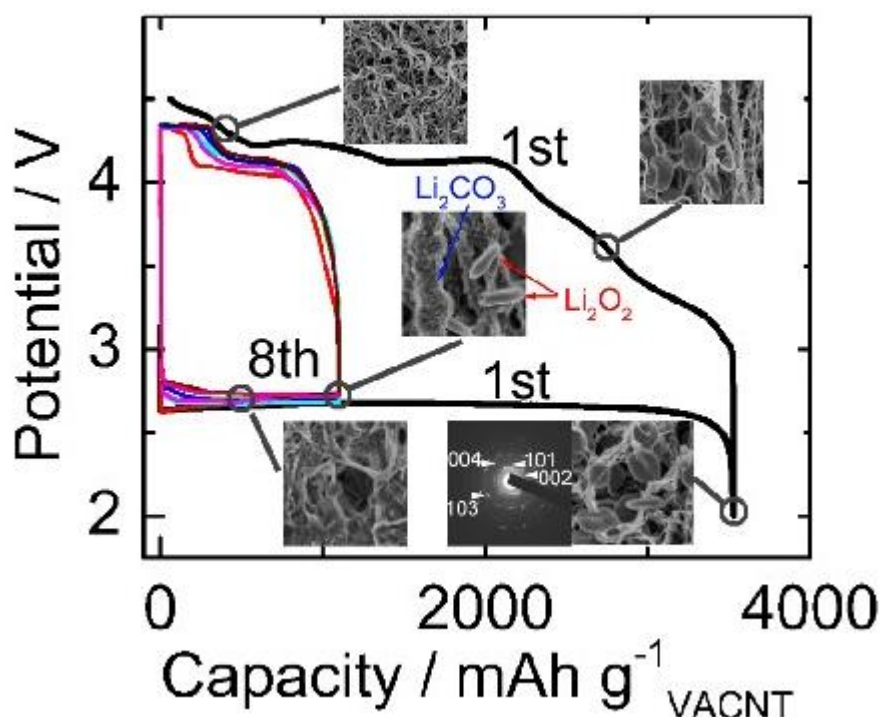


图 1：电池充放电过程中空气电极表面产物形貌和成分的演变

进而通过控制电池工作过程中的锂氧反应深度，实现了 Li_2O_2 可逆性的增强、副产物碳酸盐生成的抑制，极大提高了电池的循环寿命（如图 2 所示）（*adv.energy.mater.*, 3,2013,1413-1416; *energytechnol.*2,2014,317-324; *j.inorg.mater.*,29,2014,113-123）。

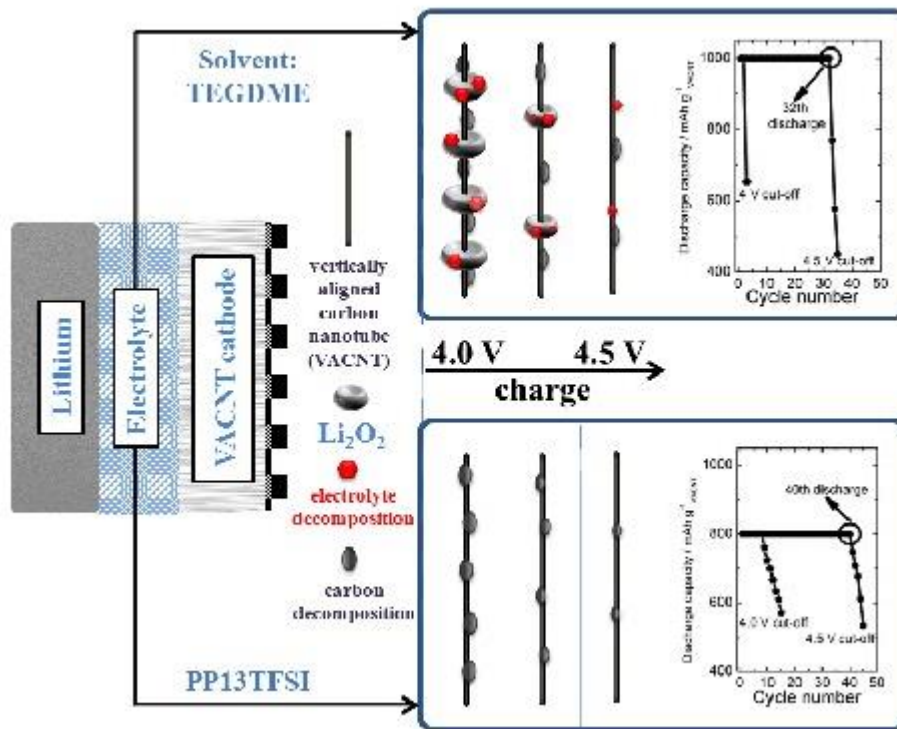


图 2： 电池放电深度和充电截至电压对电池循环寿命的影响

(2) 针对电池的能量转换效率，即电池充电平台和放电平台之间存在较大电压差的问题（也就是通常所说的过电势问题），首先考察了受人广泛关注的锂氧反应催化剂对能量转换效率或过电势的影响。发现虽然纳米 Au 颗粒和纳米 MnO 颗粒都可以促进氧还原反应，但是前者在氧析出反应中没有电子交换、只是起到了增加导电性和促进副产物分解的作用，而后者在初期循环的氧析出反应中存在电子交换。随着循环次数的增加，由于产物对纳米颗粒的包覆钝化，两者对 Li_2O_2 的分解促进作用都显著衰减 (*J. Phys. Chem. C*, 118, 2014, 7344-7350; *J. Power Sources* 267, 2014, 20-25)。进而，利用间歇恒电流电位滴定法 (*galvanostatic intermittent titration technique, GITT*) 技术对电池工作过程中过电势产生的根源进行了深入剖析（与中国科学院物理研究所李泓研究员合作），明确指出在热力学平衡的情况下，充放电之间的电位差可以为零（如图 3 所示）；热力学平衡电位随温度的升高而减小。充电和放电的极化情况不同，前者主要是受 Li_2O_2 生长动力学的影响，后者还要受到副产物的影响 (*Energy Environ. Sci.* 2014, doi: 10.1039/c4ee01777c)。十分有趣的是，当用 Na 代替 Li 负极时，虽然放电过程中生成与锂空气电池非常类似的产物 NaO_2 ，但是该体系在循环过程中的过电势只有 0.2V（能量转换效率可达到 90%）。造成这一现象的主要原因是 NaO_2 在充电过程中易于分解 (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, 16, 2014, 15646-15652)。以上研究结果表明， Li_2O_2 生成和分解过程是过电势产生的主要原因，而使 Li_2O_2 在充

电时易于分解将会是减小过电势、提高电池能量转换效率的有效手段。

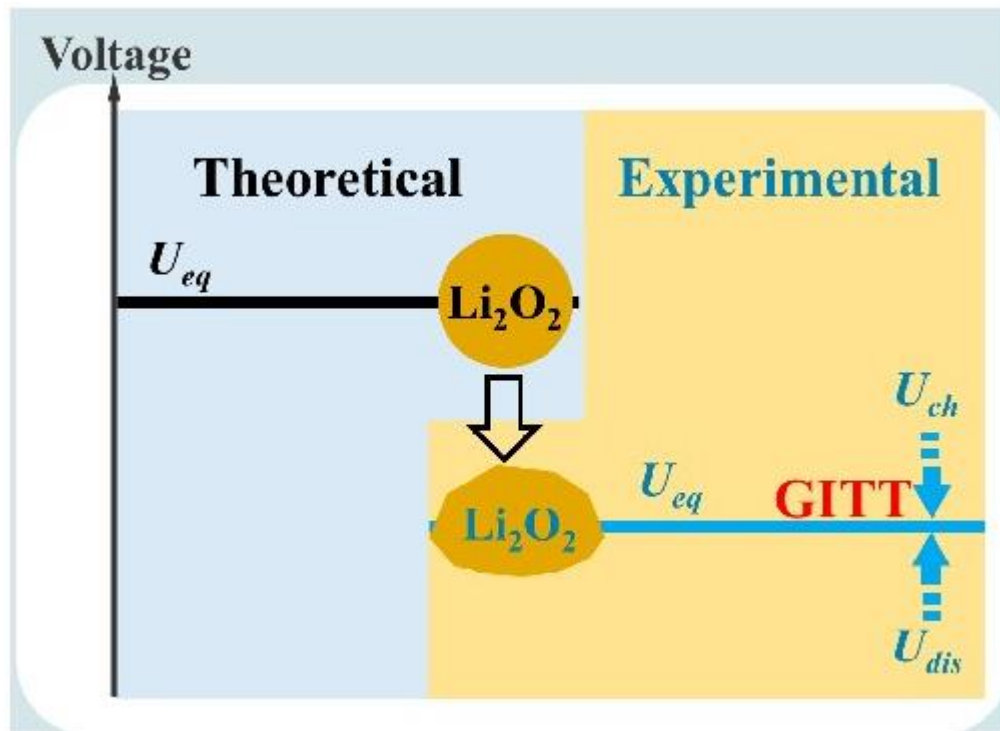


图 3: 锂空气电池热力学平衡电位的实验值与理论值比较和数值为零的热力学平衡过电势

(3) 针对电池倍率性能差的问题，研究了 Li_2O_2 形貌、反应温度和气压、以及 Li_2O_2 的预成核对倍率性能的影响，发现有效调控产物形貌、提高反应温度和气压、以及预成核可有效提高电池的充放电倍率（相关结果正在整理发表过程中）。

(4) 制作了容量为 5ah 的软包锂空气电池。如以电池放电前的质量计算，可获得大约 400wh/kg 的质量能量密度，如计入放电后产物的质量，该数值大约为 340wh/kg。同时发现，在大容量电池模块中，空气正极的体积膨胀和 li 负极的保护问题都会更为突出，需要格外受到重视；循环性能和倍率性能尤其需要提高。



图 4: 软包锂空气电池原型器件

通过在锂空气二次电池实用化关键问题方面的系列研究，对制约锂空气电池应用的瓶颈问题加深了理解，获得了一些解决这些问题的有效手段。二次锂离子电池概念的提出是在上世纪 80 年代，其发展到应用大约经历了 10 年左右的时间。在当今科技研发实力大幅提高的今天，相信经过各方研发人员的共同努力，锂空气电池有望在 5 到 10 年得到应用（特别是在消费电子类产品领域）。

以上研究工作得到了中国科学院重点部署项目和国家自然科学基金的资助。

来源：中国储能网

新系统能将生物膜改造成生物材料工厂

美国哈佛大学韦斯仿生工程研究所的一个研究小组近日开发出一种新系统，能把生物膜改造成生产并修复纳米材料的新平台，将来可用于污水处理、制药、新型纺织等众多领域。相关论文发表在最新一期《自然—通讯》杂志上。

生物膜是细菌及其细胞外物质组成的群落，虽然粘滑却极坚固，胞外物质由糖、蛋白质、基因材料及其他物质组成。在生物膜形成期间，细菌会分泌出蛋白质，在细胞外自行组装，生成缠结在一起的纤维网络，并把细胞粘在一起，形成一个群落，让细菌待在这个“大家庭”里更安全。

“现在大部分研究集中在怎样除掉生物膜，而我们证明可以改造它们，让它们形成特定数量，用于特殊用途。”论文作者、韦斯研究所中心系成员奈尔·乔希说。他们的做法是把生物膜的细胞外物质转变为一种能自我复制产品的平台，迅速生产出想要的任何材料。

研究小组开发出一种叫做 BIND（连接）的蛋白质工程系统。据每日科学网 9 月 17 日报道，他们通过基因技术把具有特殊功能，如能粘附钢铁的蛋白融合在一种叫做 CsgA 的小蛋白上，CsgA 由大肠杆菌生成，由此大肠杆菌分泌的 CsgA 也就有了这种粘附本领，自行组装成超坚固的蛋白质——淀粉质纳米纤维，也能粘附在钢铁上。淀粉质蛋白是让“连接”变坚固的基本物质，能自发组成纤维，按重量计算，其强度比钢铁更高，比丝绸更坚硬。

“这种方法用途广泛。”乔希说。他们还证明了能把 12 种不同的蛋白质融合到 CsgA 蛋白上，排列方式和长度丰富多样，这意味着至少在理论上，他们能用这种技术来表现任何蛋白质序列——这些蛋白质执行一系列功能：结合外来粒子、实现化学反应、传输信号、提供结构支撑、运输或存储特定分子等等。他们不仅能把这些功能一个一个地设计到生物膜中，还能结合起来产生多功能生物膜。

利用“连接”系统，能开一个“生物膜-合成纳米纤维展览”。生物膜将是未来的生物制造厂，大批量生产生物材料，并让这些材料拥有现有材料所没有的功

能。“如果生物膜受损，会再生如初，因为它们是活的组织。”论文第一作者、韦斯研究所博士后皮特·纳古恩说。

“微生物工厂”的概念并不新鲜，但以往只是生产可溶分子，如药物或燃料，用在材料科学中还是首次。乔希说：“本质上，我们是把细胞改编成‘建造工厂’，不仅生产作为‘基本砖块’的原材料，还负责设计组装，把这些‘砖块’建造成更高级的结构，并随时维护修理。”

原文链接：<http://www.nature.com/ncomms/2014/140917/ncomms5945/full/ncomms5945.html>

来源：科学网

报告

IEA：非洲能源展望

10月13日，IEA发布非洲能源展望报告。撒哈拉以南非洲地区的能源行业如能得到改善，将为其居民开启更好的生活。该报告描述了全球能源系统中被了解最少的非洲部分，为其未来前景提供了权威研究——按照燃料、行业和子区域进行分解，揭示了对撒哈拉以南非洲能源行业的投资如何能够刺激整个地区的经济社会快速发展。

该报告内容包括：

- 探讨了能以多快的速度把现代能源带给目前能源匮乏的庞大人群。
- 重点介绍了能源行业所需采取的关键行动，以便带动撒哈拉以南非洲地区更加快速的经济社会发展。
- 考查了现有和新兴石油和天然气生产国如何能够实现其资源价值最大化，用于经济发展。
- 评估了可再生能源在该地区未来能源发展中的作用，以及微电网和离网解决方案在提供用电方面的重要性如何。
- 明确了加大该地区能源行业一体化可以带来的好处，并描绘了撒哈拉以南非洲地区未来在全球能源体系中的作用。

报告发现，该地区的能源资源十分充足，可以满足其人口需求。在过去五年中，该地区的石油和天然气的发现数量占全球总发现量的30%。尼日利亚、南非和安哥拉已经成为了主要能源的生产国。该区域蕴含巨大的可再生能源资源，包括太阳能、水能、风能以及地热能的潜力。该报告指出，撒哈拉以南地区能源供应的投资一直在增长，但自2000年以来，其三分之二都瞄准了开发资源用于出口。基于网格的发电量持续下降，这远远低于人们的需求，而发电机中的一半都是位于一个国家南非。

不足和不可靠的供应，导致了昂贵的备用发电机的大规模拥有。报告中描述，到 2040 年，撒哈拉以南地区经济将翻两番，人口增长一倍（超过 17.5 亿），能源需求将增长 80%。发电量也将增长四倍：可再生能源将强进增长占总的撒哈拉以南地区发电量 45%，此外还有很多不同规模的水电大坝以及更小型的离网发电系统等。

到 2040 年，天然气产量将达到 2300 亿立方公尺（BCM），其中产量最高的国家是尼日利亚，而莫桑比克、坦桑尼亚和安哥拉的产量将持续增加。液化天然气出口将达到 95 亿立方公尺。到 2020 年石油产量将超过每天 600 万桶，这一数字到 2040 年将回落到每天 530 万桶。目前为止，尼日利亚和安哥拉是该区域最大的生物油生产国。2040 年，撒哈拉以南地区的石油需求量将达到每天 400 万桶，这样可以挤压该区域的净石油产量用于全球石油平衡。煤炭供应将增长 50%，主要集中在南非，其他国家如莫桑比克等也会有所增加。

程 静 编译自：

http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014_AfricaEnergyOutlook.pdf

为什么是生物基？

美国农业部 7 月份发布了报告：《为什么是生物基？》。报告中，作者提到 2012 年 BIO 的一个报告中认为美国的生物经济将达到 12.5 亿美元。欧盟委员会在 2014 年估计 2009 年全球生物经济将超过 27 亿美元，提供了 20 万个就业机会。

生物基化学品的市场潜力巨大，美国制造商品的 96% 都来自于化学品，在美国已经有 3000 多家公司生产或销售生物基产品。全球聚二甲酸乙二醇酯包装材料的市场将在 2019 年达到 600 亿美元，产量仅 2000 万吨。生物制造的副产品将对生物基产品的经济增长和盈利能力的作用越来越重要。石油部门可以从 6000 种石油衍生品中获得巨大经济利益，这将是生物基副产物的发展方向。

报告探讨了生物经济（不包括生物燃料、食品和饲料）所带来的机遇，主要结论如下：

- 政府政策和行业中企业间的可持续发展项目推动了生物经济的发展。
- 尽管有大量关于欧洲和其他国家的生物经济对经济发展影响的数据，但却缺乏对这些数据的解读，特别是美国的非燃料生物经济。
- 生物经济发展中面临许多挑战，应对这些挑战采取的措施包括增加原材料的可持续供应、水的供应及建立稳定的市场。
- 建立经济影响模型，研究生物经济和政策的潜力，从而增加投资。

苏郁洁 摘译自：<http://www.biopreferred.gov/files/WhyBiobased.pdf>

IEA生物能源任务 42 生物炼制

报告中包含了可持续、协同加工的生物质转化为食品、饲料原料、化学品、材料和能源（燃料、电力、热能），其中涵盖了 30 个全球现有运行的生物炼制厂。报告的具体内容包括：

- 生物炼制厂目前的状况和未来的挑战
- 澳大利亚、奥地利、丹麦、德国、意大利、荷兰、新西兰和美国生物炼制的状况
- IEA 生物能源任务 42 的愿景、任务和战略
- 生物炼制的定义与分类
- 可持续发展推动生物燃料驱动的生物炼制
- 生物炼制设施
- 生物炼制中具有附加值的产品
- 生物基化学品
- 蛋白质对食品和非食品的应用

程 静 编译自：

<http://www.iea-bioenergy.task42-biorefineries.com/web/file?uuid=671db632-2025-431b-9194-f17849c6c746&owner=76d1d9b0-be26-448a-a9c1-aa93f500cf95>

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》。2012年，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》，2014年合并为《生物能源与生物基材料动态监测快报》，内容兼具此前两种快报范围，总第期数接《生物能源动态监测快报》总第57期。

《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、研究目的之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：苏郁洁，程静，张波，牛振恒

电话：（0532）80662646、80662648

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