

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2014年2月15日 第4期（总第194期）

先进制造与新材料科技专辑

本期重点

- 美国固态照明计划近年进展回顾
- 美 DOE 助力关键材料供应
- 数据库给力材料新发现
- 锆电极提高锂电池性能
- 新型智能窗户可降低建筑物能耗 20%

中国科学院国家科学图书馆武汉分馆
邮编：430071 电话：027-87199180

武汉市武昌区小洪山西区 25 号
电子邮件：jiance@mail.whlib.ac.cn

目 录

专 题

美固态照明计划近年进展回顾 1

政策计划

美 DOE 助力关键材料供应 4

行业动态

国际化网络需要 3D 打印 4

研究进展

数据库给力材料新发现 5

锗电极提高锂电池性能 5

新型智能窗户可降低建筑物能耗 20% 6

认识电荷分离使有机太阳电池更高效 6

具有可逆“塑性变形”的模型材料 7

自组织过程控制超分子聚合物的长度 8

美国态照明计划近年进展回顾

编者按：美国能源部固态照明（SSL）计划是政府与企业之间的合作伙伴计划，该计划借助美国半导体技术的先进性，致力于开发以美国为主导的新型高效半导体发光产品市场。该计划的目标是在 2025 年开发出比传统照明技术更高效、更持久和更廉价的 SSL 技术。本期专题对该计划近年来的投入产出状况以及研发现状做了简单的图文表述。

美国固态照明计划是一项以成果为导向的研究计划。自 2003 年启动以来，该计划共资助了超过 200 个研究项目，合作者有几百个。目前（2014 年 1 月），SSL 计划正在资助的项目有 17 个，其中 OLED 项目 9 个、LED 项目 8 个；资助金额 4110 万美元，其中 OLED 项目 1280 万美元、LED 项目 2830 万美元。在资金来源上，平均有 33% 的资金来自于企业和大学合作者。2012 年，LED 照明节省了 71 TBtu 能源，相当于节省了 6.75 亿美元的能源开支。

2003 年以来，SSL 计划共获得美国国会拨款 2.98 亿美元，具体分布如图 1 所示。近年来国会对 SSL 计划的年度拨款一直在 2500 万美元左右。2009 年，美国复兴与再投资法案为该计划额外投入了 5000 万美元。

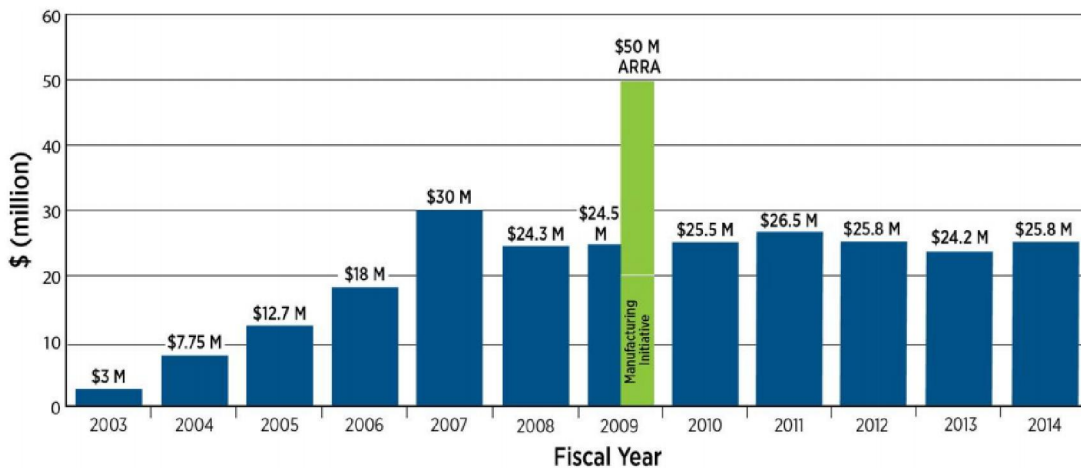


图 1 SSL 计划历年获得国会拨款额度

SSL 计划的先进技术研发包含三个方面：核心技术研究、产品开发及制造研发。但在 2012 财年，美国能源部受资金限制，以及国会关于投资方向的指南，暂停了对核心技术研究以及产品开发项目的支持，仅支持制造研发项目。这一趋势在 2013 年得到延续。根据 DOE 发布的《资助机会公告》（Funding Opportunity Announcements, FOAs）（DE-FOA-0000973），2014 财年 DOE 将恢复对 LED 和 OLED 在以上三方面

研发项目的支持。

截至目前，DOE 在研的核心技术项目和产品开发项目经费共计 510 万美元，其接受方大部分为企业，其中大型企业占 61%，小型企业占 22.5%，大学占 16.5%，如图 2 所示。

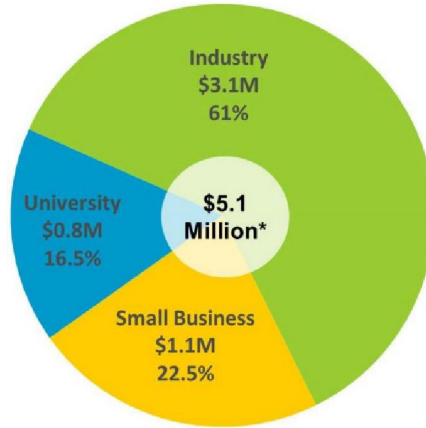


图 2 当前在研的核心技术项目与产品开发项目经费分配

下列各表分别是核心技术、产品开发和制造研发方向上，LED 和 OLED 在研项目的任务方向、项目数量和资金量。可以看到，由于前两年受到国会制造业支持政策的影响，目前在研项目资金仍然较多偏重于制造研发项目，共计有 3610 万美元的研发资金，而核心技术项目和产品开发项目分别有研发资金 390.3 万美元和 113.7 万美元。

表 1 核心技术项目

优先任务	项目数量	资金量 (万美元)
<i>在研 LED 项目</i>		
A.1.2-发光材料研究	1	96.8
A.6.3-优化系统稳定性	1	210
<i>在研 OLED 项目</i>		
C.1.2-新材料	1	83.5

表 2 产品开发项目

优先任务	项目数量	资金量 (万美元)
<i>在研 LED 项目</i>		
B.3.4-LED 热量管理	1	15
<i>在研 OLED 项目</i>		
D.2.2-电极	1	22.1
D.4.2-光源	2	39.1
D.5.3-电源	1	22.5
D.6.3-面板输出耦合 (Panel Outcoupling)	1	15

表 3 制造研发项目

优先任务	项目数量	资金量 (万美元)
<i>在研 LED 项目</i>		
封装制造	1	380
光源制造	3	1270
测试与检验	1	860
<i>在研 OLED 项目</i>		
OLED 沉积	1	210
生产改良	1	420
集成衬底制造	1	470

在 SSL 计划的专利产出上，自 2003 年以来专利数量一直稳步上升（如图 3 所示）。2013 年的专利数量为 180 余件，其中有约 100 件专利与 LED 相关，约 80 件与 OLED 相关。

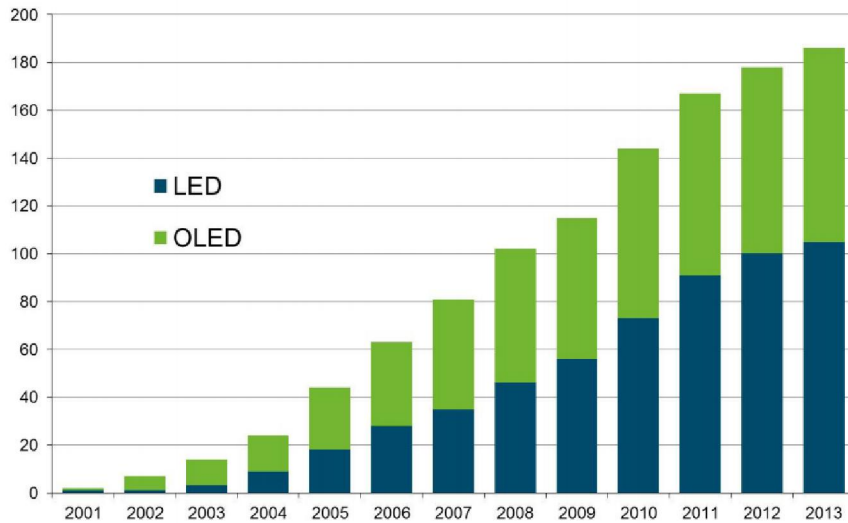


图 3 DOE 资助项目产生的 LED 与 OLED 相关专利数量变化

2013 财年中，SSL 计划支持产生的主要成果包括：

- 飞利浦照明公司利用印有特殊图案的蓝宝石衬底开发出新的芯片架构；
- PPG 公司使用廉价的“float”玻璃开发出低成本的集成 OLED 衬底；
- 纽约州立大学水牛城分校正在开发高效率的胶体量子点荧光体；
- Soraa 公司对非极性和半极性衬底的使用进行了优化；
- 飞利浦照明电子公司引入了一系列更小、更高效、更廉价的 LED 驱动器；
- RTI 公司开发出了固态照明可靠性模型，并发布了 Hammer 测试报告。

姜山 编译自

2014 Solid-State Lighting R&D Workshop R&D Program Direction

http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/brodrick_prgm-direction_tampa2014.pdf

政策计划

美 DOE 助力关键材料供应

2月6日，美国能源部（DOE）宣布将投入300万美元研发经费，用于开发中低温地热资源以及支持关键材料（如碳酸锂、稀土）的国内供给。通过与地热及矿产界的合作，能源部计划拓展清洁、可再生地热能的地理多样性，而不是仅仅局限在传统的西部地区。

据介绍，过去十年以来，锂电池的使用出现了飙升，预计到2017年，用于制造锂电池的碳酸锂的全球年需求量将超过25万吨，较现在上涨60%。随着需求的不断增长，确保先进制造业的关键材料的可靠供给将会是一个越来越大的挑战。DOE因而试图通过清洁采矿技术，推动具有成本竞争力的地热能的合作生产。DOE将资助10项可行性研究和应用研发项目。

万勇 编译自

Energy Department Announces \$3 Million to Lower Cost of Geothermal Energy and Boost U.S. Supply of Critical Materials

http://www1.eere.energy.gov/geothermal/news_detail.html?news_id=21260

行业动态

国际化网络需要3D打印

1月，在国际执行资源集团（International Executive Resources Group）波士顿分会举行的会议上，3D打印因被誉为实现从个性化医疗到私人飞机等应用的良好平台而成为会议关注的焦点。当前，3D打印已经应用于原型设计、建模、加工，以及航空航天、汽车、医药、消费品、电子零部件生产等领域，到2025年，其市场份额将会增长到84亿美元。随着开发人员不断改进打印的工艺流程、设备和材料，终将会获得真正的全新类型终端产品，而这些是传统方法无法实现的。

市场研究公司Lux先进材料团队研究人员Anthony Vicari发表了题为“建设未来：评估3D打印的机遇与挑战”（Building the Future: Assessing 3D Printing's Opportunities and Challenges）的演讲。演讲指出，随着每年18%的增速，航空航天、汽车和医疗行业将会占据84%的市场份额，而新兴技术将会开辟新的产业道路。

杨磊 编译自

International networking meets 3D printing

http://www.boston.com/business/blogs/global-business-hub/2014/02/international_n.html

研究进展

数据库给力材料新发现

麻省理工学院（MIT）开发的名为 Materials Project 的计算数据库和仿真系统，尽管才上线运行 3 年，但已经取得了一系列重大的发现。例如，研究人员利用 Materials Project 的在线工具找到了一种全新的透明导电材料，是智能手机等的触摸屏最重要的材料之一，而这种材料在自然界并不存在，而且也没有被预测过。此外，还有人利用该系统发现了可用于电池电极和半导体的新材料、可将水分解为 H₂ 和 O₂ 的新型催化剂、用于计算机存储芯片的新材料等。

据 MIT 材料学家 Gerbrand Ceder 教授介绍，世界上总共有大约 3.5 万种已知的无机化合物，这些几乎都包括在 Materials Project 的数据库中，此外还有数千种自然界不存在以及尚未在实验室制备出来的未知化合物——但这些物质的基本性质可通过基于量子力学理论的复杂计算进行预测。目标是建立材料性质的汇总：导电性、晶体结构、硬度、稳定性等。

Ceder 及其在 MIT 和劳伦斯伯克利国家实验室的合作人员对这种被称为“高通量计算材料设计”的方法进行了描述（相关文章发表在 *Scientific American*、*APL Materials* 等）。他们的工作促使白宫开展了一项全国性的工作，即“材料基因组计划”。

研究人员希望在 5-10 年时间内，该数据库能囊括所有可能存在的化合物的基本性质信息。

万 勇 编译自

Materials database proves its mettle with new discoveries

<http://web.mit.edu/newsoffice/2014/materials-database-proves-its-mettle-with-new-discoveries-0204.html>

锗电极提高锂电池性能

爱尔兰利默里克大学 Kevin Ryan 博士研制出一种基于锗纳米线的电池阳极，可使锂离子电池阳极容量翻倍，并在充放电 1000 次以后还能维持高性能。当前的锂离子电池一般是基于石墨，容量较低。将锗以纳米线的形式构建成稳定的多孔材料，有效预防了充放电过程中的膨胀、碎裂问题。

相关研究工作发表在 *Nano Lett.*（文章标题：High-Performance Germanium Nanowire-Based Lithium-Ion Battery Anodes Extending over 1000 Cycles Through in Situ Formation of a Continuous Porous Network）。

万 勇 编译自

Researchers make breakthrough in battery technology

<http://www.ul.ie/news-centre/news/researchers-make-breakthrough-in-battery-technology/>

新型智能窗户可降低建筑物能耗 20%

在欧盟名为 CLIMAWIN 的研究开发项目的资助下，德国弗劳恩霍夫研究所、丹麦奥尔堡大学（Aalborg University）、葡萄牙米尼奥大学（University of Minho）与商业合作伙伴合作开发了一种新型热回收智能通风窗系统，可大幅降低建筑物能耗。在寒冷天气里，这种智能通风窗系统能利用南面的太阳能，对东、西、北向房屋的通风系统进行预热；而在炎热气候里，这种智能通风窗系统则拥有自制冷功能，允许光线进入室内但却隔绝其带来的热量。通过优化隔热层、太阳能吸收和日光控制，该智能窗户可显著提升建筑物的能源效率以及舒适度，据研究人员的实验数据，能源效率提升幅度为 18%-24%。

CLIMAWIN 项目的研发工作于 2012 年启动，项目第一期得到了欧盟 140 万欧元的资助，并于近期由德国、丹麦和爱尔兰的三家中小型企业启动了商业化，相关产品将于 2014 年晚些时候上市。

黄健 编译自

'Smart' windows to cut energy use in buildings by 20%

<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/%E2%80%98smart%E2%80%99-windows-cut-energy-use-buildings-20>

认识电荷分离使有机太阳能电池更高效

美国宾夕法尼亚州立大学电气工程师 Noel Giebink 率领的研究团队对电荷分离的基础科学进行了研究，并给出了关于未来制备更加高效的太阳能电池的相关建议，使得制备廉价有机太阳能电池的目标变得更加接近。

目前，实验室阶段有机太阳能电池的最高效率约为 10%，远远低于无机单晶硅电池。制备高效太阳能电池的挑战之一在于分离光吸收所产生的激子。

实现电子与空穴分离的方法就是创建异质结，即两种不同的有机半导体相互接触，一种倾向于释放电子，另一种倾向于接受电子，进而将激子分离为电子和空穴。但是，该领域长期以来未能解决的问题是将仍然强烈相互吸引的电子和空穴彻底分离的效率问题。

过去几年中，有人提出了一种新的观点：利用量子效应实现高效分离——电子或空穴可以以波形态同时向周围的数个分子散播。当电子-空穴对的其中一员的波函数在距离对方足够远处崩溃时，它们将变得更加容易分离。Giebink 和同事的研究为上述解释提供了新的强有力的证据，他们认为由 C₆₀ 分子组成的通用受体材料的纳米晶体是促使离域效应发生的关键所在。

Giebink 介绍说，这种局部有序晶态看起来对有机太阳能电池的光电流产生至关重

要。普遍的观点是为了分离激子耗费了大量的额外能量，也就是说施主和受主材料之间要存在较大的能级差。然而，较大的能级补偿降低了太阳电池的电压。根据波函数离域和局部结晶度对电荷分离过程的影响，该工作打破了分离激子与低太阳电池电压之间的折衷问题。这个结果可以帮助人们设计新的分子，优化施主与受主的形貌，进而在不牺牲电流的前提下提高太阳电池的电压。

相关研究工作发表在 *Nature Communications* (文章标题: Delocalization and dielectric screening of charge transfer states in organic photovoltaic cells)。

杨磊 编译自

Charge separation understanding could result in cheaper, more efficient organic solar cells

<http://phys.org/news/2014-02-result-cheaper-efficient-solar-cells.html>

具有可逆“塑性变形”的模型材料

材料在应力作用下，其组成分子无法重新排列回到原来的位置，称为“塑性变形”。

美国宾夕法尼亚大学 Paulo E. Arratia 教授等研究人员构建了一种有效的2D模型材料，模型材料系统中的微观粒子以分子方式排列，创造出同时研究宏观和微观尺度应力的方法。这种方法使研究人员能够展示模型材料不同寻常的性能：微观颗粒发生可逆重排，这是在宏观塑性变形中不可能发生的。

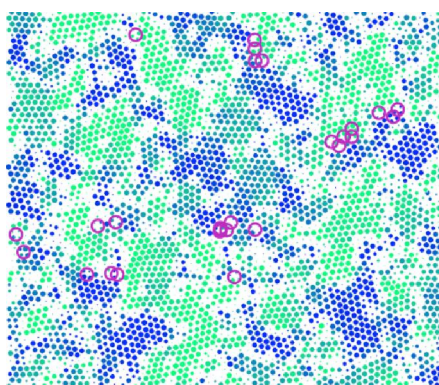


图 2D 模型材料的部分结构示意图。圆点代表粒子的位置，圆圈代表重排

2D 模型材料的微观粒子放置于油-水界面上，这些粒子带有很少量电荷，使它们不断地推开对方。研究人员还利用模型材料研究了“屈服”形变。研究发现模型材料具有“学习的行为”，不可逆形变多次以后，模型材料颗粒经过形变循环，重新排列回到其原始状态。因此这种材料可以自行重组，打破了塑性和不可逆性之间的联系。这种具有塑性和弹性混合性能的材料将具有潜在应用。

虽然这种行为现在只在实验室的模型材料中观察到，但了解其产生的条件可能会找到制造这种材料方法，就有望投入实际应用。

相关研究工作发表在 *Phys. Rev. Lett.* (文章标题: Mechanical and Microscopic Properties of the Reversible Plastic Regime in a 2D Jammed Material)。

冯瑞华 编译自

Penn Researchers 'Design for Failure' With Model Material

<http://www.upenn.edu/pennnews/news/penn-researchers-design-failure-model-material>

自组织过程控制超分子聚合物的长度

自组织过程属于自发性质, 难以控制。相反, 在常规的聚合物合成中, 活性聚合技术能精确地控制聚合物的长度, 并已经广泛应用于工业过程。然而, 常规方法无法通过分子自组织来合成超分子聚合物。

日本国立材料科学研究所 (NIMS) 高分子材料研究高级关键技术部 Kazunori Sugiyasu 等人合成出新的功能分子, 并且开发了一种控制分子自组织的方法, 在这种分子自组织过程中两种自组织途径相互作用 (一般情况下, 自组织过程中分子通过单一的途径从分散状态到一个有组织的状态), 使得分子自组织成超分子聚合物。通过调节两种途径之间的平衡, 研究人员成功地控制了自组织过程的时间和速度, 并首次成功控制了超分子聚合物的长度。这个过程在合成超分子聚合物中效果显著, 其机理类似于常规聚合物合成中的活性聚合。

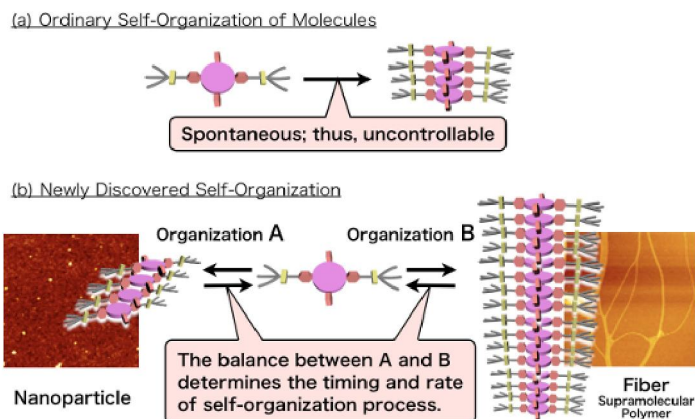


图 分子自组织过程

相关研究工作发表在 *Nature Chemistry* (文章标题: Living supramolecular polymerization realized through a biomimetic approach)。

王桂芳 编译自

World's First Success in Controlling the 'Length' of Supramolecular Polymers through Self-Organization

<http://www.nims.go.jp/eng/news/press/2014/02/p201402030.html>

版权及合理使用声明

中国科学院国家科学图书馆《科学研究动态监测快报》（以下简称《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。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。未经中国科学院国家科学图书馆同意，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题的《快报》。如需要链接、整期发布或转载相关专题的《快报》内容，应向中国科学院国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并签订协议。中国科学院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站发布各相关专题的《快报》。

欢迎对中国科学院国家科学图书馆《快报》提出意见与建议。联系方式请参看封底。

中国科学院国家科学图书馆

National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称系列《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中国科学院上海生命科学信息中心分别承担编辑的科技信息综合报道类半月系列信息快报,由中国科学院有关业务局和发展规划局等指导和支持,于2004年12月正式启动,每月1日、15日编辑发送。2006年10月,国家科学图书馆按照“统筹规划、系统布局、分工负责、整体集成、长期积累、深度分析、协同服务、支撑决策”的发展思路,按照中国科学院的主要科技创新领域,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象,一是中国科学院领导、中国科学院业务局和相关职能局的领导和相关管理人员;二是中国科学所属研究所领导及相关科技战略研究专家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科技战略研究专家。系列《快报》内容力图兼顾科技决策和管理者、科技战略专家和领域科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大科技研发与应用、重要科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。系列《快报》是内部资料,不公开出版发行;除了其所报道的专题分析报告代表相应作者的观点外,其所刊载报道的中文翻译信息并不代表译者及其所在单位的观点。

系列《快报》现分13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《基础科学专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息技术专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由中国科学院上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100190)

联系人:冷伏海 王俊

电话:010-62538705 62539101

电子邮件: lengfh@mail.las.ac.cn; wangj@mail.las.ac.cn

先进制造与新材料科技专辑

联系人:万勇 冯瑞华

电话:027-87199180

电子邮件: jiance@mail.whlib.ac.cn