科学研究动态监测快报

2017 年 8 月 31 日 第 8 期（总第 228 期）

生物科技专辑

中国科学院成都文献情报中心

中国科学院成都文献情报中心
邮编：610041
地址：四川省成都市一环路南二段 16 号
网址：http://www.clas.ac.cn/

目 录

热点观察

美国科学院构建合成生物学潜在生物防御脆弱性评估框架..... 1

战略 规划

美能源部宣布资助四个生物能源研究中心..... 5
美能源部再投入 480 万美元开发 CO_2 转化利用 5
美能源部资助新的生物燃料合作研发项目 6

研究 开发

RNA 生物计算机实现复杂逻辑计算 7
合成基因组学公司推出 DNA 生物打印的数字生物转换器..... 8
CRISPR-Cas9 实现单基因遗传病的突变基因安全修复 8
新型基因组工具 CITE-seq 实现单细胞大规模多维度分析..... 9
利用啤酒酵母对化学文库进行生物过程功能注释..... 9
新蛋白笼研究推进纳米与合成生物学应用..... 10
新型柔性生物燃料电池将汗液变为电力 11
利用热莫尔氏菌实现二氧化碳产乙酸..... 11
伊利诺伊大学利用金属-细菌催化剂生产生物燃料 12
新型生物膜反应器推动藻类生物柴油的发展..... 12

产业 市场

合成生物学市场在 2025 年将达到 260 亿美元..... 13
全球领先合成生物学企业 2017 年融资情况..... 14

本期责编：吴晓燕 E-mail：wuxy@clas.ac.cn

出版日期：2017 年 8 月 31 日

热点观察

美国科学院构建合成生物学潜在生物防御脆弱性评估框架

随着对生物过程的全面理解，研究者已经开发出可以修改或创造生物体或生物成分的技术即合成生物学技术。合成生物学研究目的很多，例如为了减轻疾病痛苦、提高农业产量或者减少环境污染等。虽然这些研究目的多数是合法有益的，但不难想象它也可能会威胁人类健康或被恶意用于军事战争。对此，美国国防部与美国国家科学院、国家工程院和国家医学院建立“合成生物学生物防御脆弱性识别与应对战略研究委员会”，设计了一个与合成生物学进展相关的安全因素的评估框架。

这份中期报告提出了与合成生物学相关的潜在领域并确定其优先级别，可以作为帮助思考相关问题的有效工具。该框架描述了合成生物技术的类别和应用范围，指导相关技术问题的评估和应用；还概述了缓解能力的评估因素。委员会在最终报告中将根据需要改进框架并使用相关参数，为美国国防部评估这些技术和应用以及制定缓解方案提供了详细的指标。

1 评估框架

表 1 委员会提出的评估框架

设计	制造	测试	合成生物学技术和应用	评估恶意使用能力的因素			评估缓解能力的因素			
				技术使用	作为武器	使用属性	威慑和预防能力	识别攻击能力	归因能力	后果管理能力
			自动化生物设计							
			代谢工程							
			表型工程							
			横向转移和传播性							
			异源生物学							
			人体调节							
			DNA 结构							
			基因或基因组编辑							
			文库结构							
			工程结构引导							
			高通量筛选							
			定向进化							

表 1 是委员会提出的评估框架，纵向为需要考虑的因素，横向为合成生物学技术和应用因素。 阴影部分显示与合成生物学中设计-测试-构建（DTB）周期中最密切相关的阶段。

2 设计

2.1 自动化生物设计

自动生物设计，也被称为生物设计自动化，即通过自动化一些决策和过程来减少传统设计遗传构建的障碍和时间。这种自动化由计算机算法、软件环境和机器学习等工具实现。一旦构建了组件，就可以使用自动化测试工具来验证它是否按照设计进行功能，自动化组装和快速测试可以促进生物功能的工程化。

2.2 代谢工程

代谢工程涉及利用细胞内生物化学途径产生所需的化学物质，研究人员可以鉴定酶途径中关键步骤所涉及的基因，进行调整以提高产量。这可能导致细胞资源的过度消耗，损害细胞生长和生产的能力。并且，中间产物可能对细胞有毒。因此，调节化合物的生产和消耗速度是非常重要的。

2.3 表型工程

生物体表型受多种遗传成分的影响。过去有机体的表型主要受到突变积累的控制，很多情况下发生局部而不是全面的功能优化。现在，生物体序列信息和伴生系统生物学特征的公开以及 DNA 构建和基因组编辑技术的兴起为遗传组分工程化表型的提供了可能。

2.4 横向转移和传播性

给定病原体的传播和影响与其复制和传播给初级宿主的能力密切相关。合成生物学技术可以潜在地应用于使病原体的基因更容易传播，例如通过启用或增强基因的水平转移（基因从一种生物体到另一种生物体的移动，而不是基因从母体到后代的垂直转移）。

2.5 异源生物学

异源生物学是指对地球上非自然发现的生物成分的研究或使用。例如利用大部分生命共享的遗传密码来设计细胞，或将非天然 DNA 碱基并入细胞 DNA 中。而具有替代 DNA 碱基、密码子、氨基酸或遗传密码的细胞无法用常规的检测方法检测。

2.6 人体调节

虽然过去对生物降解问题的考虑已经在很大程度上集中在病原体上，但合成生物学提出了还可能导致功能障碍、疾病或增加易感性的方式改变人的生理或环境的新的可能性。免疫系统的调节是值得考虑的另一个假设的可能性。

3 构建

3.1 DNA 结构

DNA 构建是指从头产生所需 DNA 分子的技术，包括 DNA 合成和 DNA 组装。许多现代生物技术依赖于特定序列的 DNA 分子，例如 DNA 测序，基因编辑技术等。几乎任何 DNA（包括 RNA 和修饰）都可以通过 DNA 合成仪制备获得。这极大地促进了生物技术的发展，但也有潜在恶意使用的威胁。例如，DNA 构建可以被用来重建已知的病原体，甚至可以创建新的病原体。

3.2 基因或基因组编辑

基因编辑技术可以在病原体、载体或宿主内修饰指定的碱基或基因。但它也可能使病原体具有新的功能与特性。新一代基因编辑技术 CRISPR / Cas9 能够更广泛地应用于生物体。

3.3 文库结构

改进 DNA 构建生成大型变异库，通过筛选这些文库以改进表型。增加基因型与表型的衔接，可以指导文库设计，从而提高期望表型的概率的出现。

3.4 工程结构引导

一般情况下合成的 DNA（或 RNA）本身不具有生物功能，诱导原始遗传物质进行生物功能的过程称为“引导”，这是从计算机技术借鉴的一个术语，其引导是指通过将数据信息从存储中撤出并将其置于活动状态来执行数字信息功能的能力。

4 测试

4.1 高通量筛选

生成大型文库后，现代自动化提供了同时筛选大量生物体变种的手段。细胞培养物的高通量测试可以精确测试出大量变异体中每一个表型的改变。基于筛选测试连续执行，一次评估不同的设计或生物产品，利用多路复用和自动化技术开发了高通量的测试方法。

4.2 定向进化

在本质上，进化是从随机变异的遗传库中选出最佳表现者，而现在，研究人员可以创建表示多个竞争变体的原型生物成分，然后在其中选择最符合预期结果的表型。通过随机变化构建和演变构造，再通过迭代方法来改进新设计。

5 评估恶意使用能力的因素

5.1 技术使用

生物技术是一个快速发展的领域。技术的发展与功能、潜在应用、成本和与其他技术的关系有关。在分析特定应用技术时，易用性、发展速度、使用障碍、与其他技术的协同作用以及成本因素都是需要考虑的。

5.2 使用成为武器

这项研究的核心问题在于合成生物学可以用来造成伤害的程度，即用作武器。在分析给定技术用作武器的能力时，应该考虑以下问题：生产和交付，给定使用技术的预期伤亡范围以及预期结果的可预测性。

5.3 实施者

潜在恶意使用生物技术问题需考虑参与人员，即“实施者”。实施者可以是个人、团队或者政府，可能是业余爱好者、生物技术专家、工程师，或具有其他类型的专业人员。技术的复杂性，成本或其他障碍将根据实施者的能力具有不同程度的重要性。同时，实施过程所需的资源、组织和基础设施因素也是重要的。

6 评估缓解能力的因素

6.1 威慑和预防能力

多种因素将会影响恶意行为者决定并成功执行攻击的可能性。威慑可以是限制攻击造成的伤害数量。预防可以是制定监管和法律措施限制获取特定病原体或技术能力。情报收集等活动也有助于威慑和预防，在袭击事件之前查明可疑活动提高干预能力，抓捕或事后惩罚实施者。

6.2 识别攻击的能力

虽然行为者可能将袭击即时宣知以引起恐慌，但大多数会在计划和准备攻击时隐藏其活动。情报收集使当局获知并回应潜在生物攻击活动。可以关注行动者，监测有意图进行攻击的个人或团体和开发生物武器所需的设备或专业人员；也需要鉴别可疑活动，将可疑活动与良性活动区分开来。

6.3 归因能力

将攻击归因负责人，起诉和惩罚有关人员，防止行为人进行后续袭击。合成生物学攻击可通过三大类证据进行追溯：DNA 测序、基因组特性和物理性质。DNA 测序用于证明在实验室样品具有与攻击中使用的菌株完全匹配的基因组材料。基因组特征可用于攻击者从生产现场中删除工程材料的所有痕迹的情况下。证据的物理属性也可以提供跟踪攻击来源的线索。

6.4 后果管理能力

在民用和军事领域存在应对公共卫生紧急情况和生物恐怖主义袭击的议定书和程序。这些程序涉及识别受害者、代理人和传播方式的流行病学方法，以及开发和使用疫苗、药物和抗毒素挽救生命的活动。其他还包括应急能力，提供支持性保健设施，以及有效隔离和检疫程序。

吴晓燕 编译自 https://www.nap.edu/catalog/24832/a-proposed-framework-for-identifying-potential-biodefense-vulnerabilities-posed-by-synthetic-biology

原文标题：A Proposed Framework for Identifying Potential Biodefense Vulnerabilities Posed by Synthetic Biology:Interim Report

美能源部宣布资助四个生物能源研究中心

7月17日，美国能源部部长宣布投入4000万美元支持四个生物能源研究中心（BRCs），以实现新一代可持续、低成本生物产品和生物能源的科学突破。

目前的项目是美国能源部生物科学与环境研究办公室于2007启动的美国能源部生物能源研究中心计划的后续阶段，这四个中心是基于开放竞争的方法由外部同行评审筛选出来的，包括最初成立的三个中心，分别是由威斯康星大学麦迪逊分校与密歇根州立大学合作领导的大湖生物能源研究中心，由美国能源部橡树岭国家实验室领导的能源创新中心，由美国能源部的劳伦斯伯克利国家实验室的中心领导的联合生物能源研究所，以及一个新设立的伊利诺伊大学厄本那香槟分校领导的先进生物能源和生物产品创新中心。

过去十年，最初成立的三个BRCs在加深人们对可持续农业实践和植物原料的改良的理解、开发分解原料和改造微生物用于燃料高效生产的新方法等方面做出了重大突破，共发表了2630篇同行评审出版物，公布607项发明，提出378项专利申请，其中191项已许可或转让期权，92项获授权。下个阶段，这些中心将以此为基础，重点从生物燃料扩展到包括生物基化学品在内其他产品的开发。

郑颖编译自 https://www.energy.gov/articles/department-energy-provides-40-million-4-doe-bioenergy-research-centers

原文标题 Department of Energy Provides $40 Million for 4 DOE Bioenergy Research Centers

美能源部再投入 480 万美元开发 CO_2 转化利用

近日，美国能源部化石能源办公室（DOE-FE）优选了五个新增项目，用于研究来自燃煤发电厂的二氧化碳的创新利用，总投资 480 万美元。

每个项目还将提供来自联邦投入之外的至少 20%配套资金，使项目总经费达到 610 万美元以上。今年 2 月，该办公室已经投入 590 万美元择优支持了七个项目，专注于开发燃煤发电厂二氧化碳利用的新方法。

二氧化碳可以应用于多种商业应用，例如强化采油和化学品、燃料以及其他产品的生产。这 12 个项目都将获得化石能源办公室碳存贮项目的碳利用与再利用研发项目包的直接资助。该项目包中的项目主要是发展和试验将燃煤发电厂捕获的 CO_2 转化为有用产品的技术。

新增的五个项目涉及以下三个领域：

1. CO_2 转化利用的生物方法概念

1）燃煤电厂 CO_2 的综合生物-化学烟道气利用系统

密歇根大学将开发生物-化学联合系统，用生物吸收剂从燃煤电厂烟道气中分离 CO_2，并转化为增值化学品，这一方法有望显著减少碳捕获的土地与能源足迹，同时将资本投入和操作费用最小化。

2）通过提高藻类生产力及整合污水处理提高燃煤电厂 CO_2 生物利用的经济可行性

伊利诺伊大学将显著降低将燃煤电厂 CO_2 用于藻类生物质培养的成本和环境影响，使其更加适合大规模生产及高附加值产品的市场供应。

2. 利用工业废弃物实现 CO_2 利用的矿化概念

1）利用多孔碳和工业废弃物制造多功能混凝土

莱斯大学将开发集成了先进的合成和表征技术的新方法，将实验室模拟、中试及全生命周期分析过程完全整合，实现最有利和最具成本效益地将 CO_2 大规模转化为高值产品。

2）在建筑设施中存贮 CO_2：将 CO_2 碳酸化固定用于预制混凝土产品

密歇根大学将研究 CO_2 在新型水泥材料中的掺杂特性，开发高价值产品，从而降低碳排放净量。

3. 有益 CO_2 利用的新型物理和化学工艺

1）利用 CO_2 生产环氧乙烷和环氧丙烷的新型催化工艺技术

RTI 国际公司将开发和优化一种二氧化碳与乙烯反应生成环氧乙烷和一氧化碳的新型催化工艺，这两种化工产品的市场应用已达到百万吨规模。

陈方 编译自 https://www.worldcoal.com/power/11082017/us-doe-invests-us48-million-in-projects-to-advance-beneficial-use-of-co$_2$/

原文标题：US DOE invests US$ 48million in projects to advance beneficial use of CO_2

美能源部资助新的生物燃料合作研发项目

8 月 2 日，美国能源部能源效率与可再生能源办公室（EERE）宣布将资助第四个专注于生物燃料开发的 MEGA-BIO 项目，资助金额为 180 万美元。2016 年 8 月，美国能源部生物能源技术办公室（BETO）已经首批资助了三个项目，分别是陶氏化学、Amyris 公司和三角研究所领衔的产学研合作项目。至此，四项 MEGA-BIO 的资助总额已达到 1310 万美元。

美国能源部此次选择的项目由密歇根州立大学领衔，合作机构包括威斯康辛大学麦迪逊分校和 MBI 国际公司，任务重点是将优化将生物质降解的两步工艺，获得两种清洁的中间体产品：用于生产碳氢化合物燃料的糖和用于生产多种增值

化学品的木质素。木质素作为一种可再生资源，可用于制备高附加值的芳香族化学品，应用于各个工业部门，例如用作香料、香精和新型生物基泡沫和粘合剂的制备。该项目将努力克服几个现有的挑战，如木质素降解的低敏感性等，将有助于充分发挥其作为可再生化学品的经济可行的原料的潜力。

全部的四个 MEGA-BIO 项目致力于支持由生物质到碳氢化合物生物燃料转化途径的开发，以根据市场需求等外部因素生产多样化的燃料和/或产品。生产高价值的生物基产品及具有成本竞争力的生物燃料可以提高生物炼制的投资回报，能源部将副产物的高值化作为重要的发展策略之一。

陈方 编译自 https://energy.gov/eere/articles/energy-department-announces-additional-mega-bio-bioproducts-enable-biofuels-award

原文标题：Energy Department Announces Additional MEGA-BIO: Bioproducts to Enable Biofuels Award

研究·开发

RNA 生物计算机实现复杂逻辑计算

来自美国哈佛大学 Wyss 研究所、亚利桑那州立大学、哈佛医学院、麻省理工学院和哈佛-麻省理工 Broad 研究所的一项最新研究表明，通过向大肠杆菌中添加少量带有逻辑门的遗传材料，可控制其信使 RNA 执行特定的计算，使活细胞能够经诱导以一种微型机器人或计算机的形式执行计算。相关研究结果发表在 2017 年 8 月 3 日出版的《自然》期刊上。

根据特定输入，这种细菌生物计算机可执行 12 种逻辑运算（AND、OR 和 NOT），并基于蛋白或其他分子的存在或缺失而输出计算结果。

不同于已有研究，该研究利用的是 RNA，研究人员可以为单链的 RNA 设计 RNA 回路，互补的 RNA 链结合到这种设计的回路中时能激活该回路。鉴于这种回路的所有处理元件都是利用 RNA 制造的，而且 RNA 能够呈现出巨量的潜在序列，因此该方法能够同时执行很多运算。这种平行处理能力则为开展更快和更复杂的计算提供了保障，同时确保对有限细胞资源的高效利用。

该研究对智能药物设计与投送、绿色能源和低成本诊断技术等均有重要价值，合成生物学家期望未来能利用 RNA 计算能力来诱导细菌进行光合作用，在果蝇身上制造昂贵的药物，或者诊断和消灭肿瘤细胞。

陈云伟 编译自 https://singularityhub.com/2017/08/08/scientists-turn-cells-into-biocomputers-with-new-method/

原文标题：Biocomputers Made From Cells Can Now Handle More Complex Logic

合成基因组学公司推出 DNA 生物打印的数字生物转换器

2017 年 8 月，合成基因组学公司（Synthetic Genomics，SG）研究团队发布了一款数字生物转换器（digital-to-biological converter），能够将描述 DNA、RNA 或蛋白质的数字化信息发送到设备，并将其打印成原始生物材料的合成版本。该项研究发表在最新出版的《自然-生物技术》期刊上。

合成基因组学公司的设想非常大胆：如果能够设法通过火箭将该设备发射到火星，则可以成功传送描述地球生命形式的信息，并完成机器“打印”；或者更实际地，利用这种转换器将致命病毒的 DNA 数字信息从疫区远程发送到实验室，在那里完成疫苗的研发，再利用相同的方式传回疫苗的生物信息，在疫区完成打印和生产。

该设备集成了一系列小型设备，其中主要包括合成 DNA 打印机 BioXP 3200——该机器已经被世界各地的研究人员用来轻松创建合成 DNA 材料；此外还包括分散的接收和处理信息、处置打印材料的装置——例如该项目负责人可以在办公室向设备发送信息，然后再走过去收集其创建的病毒。研究人员指出，由于病毒不能视为独立的生命形式，所以利用这一机器并不能创造生命，准确的描述应该是“一种用于按需生产生物制剂的数字生命转换器”。

该项目研究人员已经将该机器用于病毒的远程合成，并声称他们正在尝试最小细胞的合成，以便于将这一远程打印过程用于创建活生物体。但他们首先必须设法解决不可接受的突变率的问题。

该公司在论文中强调了这一机器的积极用途，但却刻意回避了一点，即这一机器的能力在极端情况下有可能被用于在指定地点生产病毒，作为生物武器释放。

陈方 编译自：https://phys.org/news/2017-08-synthetic-genomics-unveils-digital-to-biological-digital.html

原文标题：Synthetic Genomics unveils digital-to-biological converter using digital DNA to print biologics

CRISPR-Cas9 实现单基因遗传病的突变基因安全修复

2017 年 8 月 2 日，由俄勒冈健康与科学大学、韩国基础科学研究院、美国 Salk 生物学研究所研究者在《自然》上发文称，首次成功利用 CRISPR/Cas9 系统在人类早期胚胎中对导致肥厚型心肌病的基因突变进行了安全修复。

MYBPC3 基因突变是肥厚型心肌病最为常见的遗传突变。研究人员使用正常人的卵子和携带 MYBPC3 杂合致病突变的精子体外受精产生受精卵，在早期胚胎发育阶段运用 CRISPR/Cas9 编辑策略对致病突变进行修复。结果证实，该方法能够达到极高的修复效率，且有效地消除了胚胎嵌合的影响。测序和基因组整

体评估结果显示，基因编辑并未在脱靶区域产生新的突变，也未对基因组的稳定性产生显著影响。

该研究证实了早期胚胎编辑能够达到较高的效率和安全性，并有效解决胚胎嵌合问题，揭示了早期胚胎编辑在单基因遗传病安全防治方面的重大潜力，对编辑技术的应用和发展将起到重要的推动作用。同时也显示出基因组测序在基因编辑的安全性评价，以及未来基因编辑的应用上都是不可或缺的环节。

吴晓燕 编译自 http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature23305.html?foxtrotcallback=true

原文标题：Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos

新型基因组工具 CITE-seq 实现单细胞大规模多维度分析

2017 年 7 月 31 日，纽约基因组研究中心（NYGC）研究人员在《自然方法》发表论文称，研究开发了一种新型基因组工具 CITE-seq，能帮助推动单细胞 RNA 测序的进程，深入解读单细胞的特性，有效区分不同的细胞类型，以及研究多种人类疾病的发病机制。

CITE-seq（Cellular Indexing of Transcriptomes and Epitopes by sequencing）能够对数千个单细胞的表面蛋白标记物进行测定，同时对相同单细胞中的信使 RNA 进行测序。研究人员正在对该技术进行概念验证研究，他们结合转录组学技术，对 8000 个单细胞表面的 10 种表面蛋白进行了监测，这是目前为止对单细胞进行的最大规模的多维度分析。

CITE-seq 技术能够检测蛋白质组分，基于 DNA 条形码抗体产生排序的读数，同时捕获细胞转录组学信息，而该技术所产生的蛋白质和 RNA 数据的整合则需要定制化数据分析。研究者举例说，仅利用转录组学研究很难对自然杀伤细胞的亚群进行区分，而 CITE-seq 技术可以利用多通道数据来鉴别自然杀伤细胞亚群。

CITE-seq 技术能够精细化分析细胞群体的能力将会使其在研究领域具有很多的应用价值，例如肿瘤样本可以利用 CITE-seq 技术来检测单一肿瘤细胞以及浸润肿瘤组织的多种不同的免疫细胞池；这项新技术还能用于对肿瘤异质性的深度特性分析，推动免疫治疗领域的进展。

吴晓燕编译自 http://www.nature.com/nmeth/journal/vaop/ncurrent/full/nmeth.4380.html?foxtrotcallback=true

原文标题：Simultaneous epitope and transcriptome measurement in single cells.

利用啤酒酵母对化学文库进行生物过程功能注释

2017 年 7 月 24 日，多伦多大学和日本的 RIKEN 中心的研究者在《自然化学生物学》发表论文称，开发了一种促进药物开发的新方法，该方法用啤酒酵母代

替人细胞，在分子水平上理解药物运作机理。

研究药物在体内的运作是不易的，开发针对特定疾病的新药物也非常地困难。通常情况下，科学家首先考虑一个药物靶点，如一种特定蛋白质，筛选化合物文库中的数千个分子，试图找到与其靶标相互作用的分子。然而，这项工作常常是耗时而低效的，因为文库的选择标准常常是可用性和成本，而不是功能信息。

这项研究中，开发了一种在酵母细胞中筛选化合物的化学遗传学平台，因为酵母细胞与人类细胞有许多相似之处而且易于理解。研究人员通过明确化合物对生物过程的影响来缩小文库。例如，开发有效杀死癌细胞的药物，只需要专注于对细胞生长和分裂有影响的分子。

通过对这些文库的注释，可以明确不同库对应的生命过程。 研究者表示，将化合物与靶标连接起来，是药物研发过程中最具挑战的部分。这项技术可以大大简化未来的药物研发过程。

吴晓燕 编译自 https://www.medgadget.com/2017/07/bakers-yeast-now-used-for-drug-discovery.html

原文标题：Baker’s Yeast Now Used for Drug Discovery

新蛋白笼研究推进纳米与合成生物学应用

近日，来自英国布里斯托尔生物设计研究所（Bristol BioDesign Institute，BBI)的多学科团队共同开展了蛋白质笼的蛋白质自组装，开拓了其在纳米技术和合成生物技术方面的应用潜力，研究论文发表在《美国国家科学院院刊》上。

BBI 汇集了英国合成生物学研究中心 BrisSynBio、以及合成生物学博士生培训中心的研究力量，开展工程生物系统的可预测性和可靠性提升方面的研究。该项研究由数学学院的 Tanniemola Liverpool 教授和化学与生物化学学院的 Dek Woolfson 教授指导，前期研究包括后者此前在蛋白质笼合成方面的研究。这项成果揭示了自组装蛋白质笼的规律性，有望推进自组装蛋白设计研究和新的实验方法的发展。

研究人员指出，微观尺度下的人造结构的设计与组装是现代纳米技术的关键目标之一，在自然灵感启发下，合成生物建构模块近年来已被设计为自组装成近球形和笼形。尽管很多天然蛋白质建构模块能够自组装成高度对称的壳状（如病毒），但该项研究发现，合成蛋白中哪怕只有少量的、无法避免的灵活性，都将会导致稳定的无序结构。研究人员针对合成蛋白的灵活性对蛋白质笼的对称性的影响开展了研究，揭示了这些笼的自组装机制，可望在材料科学和合成生物学领域广泛应用，包括超材料合成、靶向药物传递、疫苗设计和纳米反应器等。

陈方 编译自：http://www.pnas.org/content/early/2017/08/07/1706825114

原文标题：Beyond icosahedral symmetry in packings of proteins in spherical shells

新型柔性生物燃料电池将汗液变为电力

近日，美国加州大学圣地亚哥分校的科学家开发出可拉伸的生物燃料电池，能够从汗液中提取能量，为 LED 照明或蓝牙可穿戴设备供电。研究成果发表在《能源与环境科学》期刊上。

这款新型表皮生物燃料电池是可穿戴供电设备领域的重大突破，在伸缩度和强度方面有较大提升，其单位表面积功率是现有的可穿戴生物燃料电池的 10 倍。研究人员在电池中装配了能够氧化汗液中的乳酸成分的酶以产生电流，还使用了平版印刷和丝网印刷技术来制造 3D 碳纳米管电极阵列。

为了确保生物燃料电池的灵活性和可拉伸程度，研究人员设计了由金光刻制造的“桥梁与岛屿”结构。电池由弹簧型结构连接的点列组成，以确保电池的柔性，其中一半的点是阳极，也是常规电流流经的电极，另一半则是阴极。生物燃料材料层以丝网印刷方式沉积在阳极和阴极的顶部。为了提高功率密度，电极采用 3D 碳纳米管结构。这一结构允许工程师在阴极点更多地富集乳酸氧化酶、在阳极点更多地富集氧化银，此外，管状结构允许电子更易转移，提升了生物燃料电池的性能。

陈方 编译自 http://economictimes.indiatimes.com/news/science/new-flexible-fuel-cells-turn-sweat-into-power/articleshow/60172897.cms

原文标题：New flexible fuel cells turn sweat into power

利用热莫尔氏菌实现二氧化碳产乙酸

根据 8 月 22 日的美国化学学会（ACS）第 254 届全国会议和展览会的报道，美国哈佛大学的研究者 Kelsey K. Sakimoto（于加州大学伯克利分校的杨培东实验室开始研究，后成为哈佛大学的博士后研究员）成功开发了利用附着有硫化镉的热莫尔氏菌色生产乙酸的方法。乙酸作为是现代工业的重要原料，该发明将带来巨大的价值和商机。

一些细菌对与镉、铅等重金属有超强免疫力，可以将重金属挡在细胞表面,并将其转换成硫化物。硫化镉就是一种重要的半导体材料，它能吸收更多波长的光，提高光能收集效率。研究者将硫化镉附着在热莫尔氏菌上后发现，热莫尔氏菌能以 6 倍以上的效率把二氧化碳跟水转化成乙酸，比一般光合细菌的产能高上很多倍。研究者称该细菌的太阳能转化效率可以达到 80%，是商业太阳能电池板的四倍，是叶绿素水平的六倍以上。而乙酸作为重要的工业原料，只要经过转换,就能够变成燃料,聚合物,甚至是药品。研究合作者已经成功利用基因工程大肠杆菌，以乙酸为原料，将其转化为丁醇和聚羟基丁酸酯。而使用微生物的方法使所有设备和工艺都得到了大大的简化。

研究者们正在寻找比硫化镉更好的光吸收剂，为细菌提供光能。这项研究是化学和生物学结合的研究方式的探索，开辟了一条 CO_2 利用研究的新道路。

吴晓燕 翻译自 http://www.bbc.com/news/science-environment-40975719
原文标题：'Cyborg' bacteria deliver green fuel source from sunlight

伊利诺伊大学利用金属-细菌催化剂生产生物燃料

近日，伊利诺伊大学研究者开发了一种由钯和细菌组成的催化剂，用来制备生物燃料，这种催化剂不但经济环保，而且与传统的商业催化剂有相同的效果。

生物燃料作为石油燃料替代品已成为能源发展的重要趋势之一，生物燃料可以显著缩短燃料合成的时间。但许多生物燃料的生产成本非常昂贵，因为作为前体产品的生物油，必须在送至炼油厂转化为液体燃料之前进行复杂加工。

实验室生产的生物油含有氮和氧等杂质，研究者利用钯作为催化剂去除这些杂质以保护清洁的空气。为了达到催化效果，生物油需要在加工过程中与钯充分接触。以往的研究采用的是渗入钯的多孔碳颗粒，但这些碳颗粒价格昂贵。于是研究者尝试使用细菌细胞块作为生物脚手架来支持钯，让油流过钯装饰的细菌块来实现催化。经过各种化学和物理分析，研究者确认了该方法产生的液体燃料与使用商业催化剂生产出的液体燃料质量相当，甚至更好。不过，商业催化剂通常可以反复使用，而这种经济环保的钯细菌催化剂需要加工后才能再次使用。

研究者表示该催化剂有望用于从藻类生物油制备炼油厂原油,同样也适用于石油化工工艺。

吴晓燕 编译自 https://www.theengineer.co.uk/biofuels-paladium-bacteria/
原文标题：Biofuel production boost from catalyst made from palladium and bacteria

新型生物膜反应器推动藻类生物柴油的发展

华盛顿州立大学的研究人员在《藻类研究》杂志发文，描述了一种独特的生物膜反应器，它能够回收气体，比普通的反应器使用更少的水和更低的光，以更有效的方式种植藻类，缩短藻类种植时间，推动藻类生物柴油的发展。

藻类可以被用于生产食物、饲料、纤维、肥料、颜料和药品，藻油可以用作石油替代品，在废水和污水中种植藻类，还可以减少环境污染。但它在工业上并没有大规模使用，主要是因为它需要大量水和很长时间才能收获，大型的开放性池塘是必需的，收获的时候也需要投入大量的人力。已经开发的生物膜反应器受到 pH 值、温度、二氧化碳供应的影响，其生产效率都不高。

研究开发的这个系统，允许藻类同时进行光合作用（像植物一样）和呼吸作用（像动物一样），使二氧化碳和氧气在系统中得以循环利用，用化学物质尿素

作为氮源来喂养藻类，生产甘油，使细胞自身变成一个非常高效的工厂。

研究人员已经就这项技术申请了专利，并正在努力优化这一过程。这项研究成果将对解决环境问题和应对能源挑战都具有重大意义。

吴晓燕编译自 http://www.biodieselmagazine.com/articles/2516125/unique-biofilm-reactor-could-advance-biodiesel-from-algae

原文标题：Unique biofilm reactor could advance biodiesel from algae

产业·市场

合成生物学市场在 2025 年将达到 260 亿美元

据水晶市场研究公司（Crystal Market Research）最近发布的一份合成生物学市场研究报告指出，到 2025 年全球合成生物学市场有望达到 260 亿美元左右，主要包括寡核苷酸合成、DNA 合成、标准 DNA 元件、合成基因、底盘生物等产品，以及在农业、化学品、生物燃料和保健品等领域的应用。

DNA 测序成本的降低、转基因作物的发展、生物技术和制药企业研发支出的增加、对合成基因需求的不断增长，这些因素都推动合成生物学市场的发展。另一方面，与生物安全与生物安保相关的严格监管措施将会限制这一市场的增长。

2016 年，得益于用户对高附加值专业产品的需求的不断增长，使能产品部分占据了全球合成生物市场的主要份额。此外，鉴于合成基因应用的增长和人工合成 DNA 片段的发展，核心产品预期将会实现最高的增长速率。由于合成生物学技术在开发经济药品和疫苗中的使用率很高，医疗保健部门在 2016 年占据了整个合成生物市场的主要份额。

2016 年，得益于政府投资和研发投入的增长，欧洲占据了合成生物学市场的主要份额，预期亚太地区将在未来实现最显著的增长。

战略合作是市场主要参与者广泛采用的关键战略，例如，2017 年 5 月，全球领先的合成生物学公司 Oxford Genetics 公司与 ERS Genomics 公司签订非排他性许可协议，使前者获得了使用 ESR 在 CRISPR/Cas9 基因编辑技术方面的基础知识产权许可。

报告还列出了全球合成生物学市场的主要参与者，包括：New England Biolabs、合成基因组学公司、Integrated DNA Technologies、杜邦、Amyris、GenScript、Intrexon、Gingko Bioworks、Thermo Fisher Scientific、Intrexon、安捷伦科技等。

陈云伟 编译自 http://www.prnewswire.com/news-releases/synthetic-biology-market-size-is-projected-to-be-around-26-billion-by-2025-crystal-market-research-636705963.html

原文标题：Synthetic Biology Market Size is Projected to be Around $26 Billion by 2025: Crystal Market Research

全球领先合成生物学企业 2017 年融资情况

2017 年，合成生物工业投资达到新高峰。截至目前，该行业的 22 家领先企业已经获得了超过 5 亿美元的风险投资、公共资金和赠款，超过了该行业 2016 年之前所有年份筹集的资金。

Editas Medicine 公司在 3 月就已经从普通股票承销发行中斩获了 9000 万美元，成为行业中的翘楚。该公司在 2015 年引入 1.2 亿美元 B 轮投资，在 2016 年的 IPO 中获得了 9440 万美元投资。位于硅谷的 Synthego 公司也是基于 CRISPR 技术平台的一家创业公司，旨在为全球范围内的用户提供高效、经济的 CRISPR 技术解决方案，其在今年 1 月份完成的 B 轮融资金额高达 4100 万美元，5 月，该公司推出了新的 CRISPR 指南设计软件，并将继续扩大业务发展。

合成 DNA 制造商 Twist Bioscience 目前为止获得的两项单独融资总额高达 6000 万美元，已接近该公司去年全年筹集的 6100 万美元，并将该公司创立以来获得的投资总额提高到 1.91 亿美元。

法国 Cellectis S.A.设在美国的全资子公司 Calyxt 近期发行的 IPO 定价为 5600 万美元。该公司正在利用 TALEN 基因编辑技术，通过精确修改基因组来改进植物性状，以获取特殊农业特性，例如开发健康食用油和高纤维小麦，或提高作物的除草剂耐受性等。

显然基因组工程解决方案是 2017 年的投资大热门，但其他领域的融资也十分有代表性。两家专注于人体微生物组修饰的公司 BiomX 和 AOBiome 分别获得了 2400 万美元和 3000 万美元投资。

水产养殖业和畜牧业公司投资也十分活跃。可持续发酵蛋白饲料成分 FeedKind®的制造商 Calysta 公司获得了 4000 万美元的 D 轮资金。类胡萝卜素鱼饲料制造商 KnipBio 公司获得了 200 万美元的 B 轮资金。英国的 3fBio 公司近期还筹集了 46.1 万英镑资金，用于开发可持续的菌丝体蛋白饲料中间体。

总的来说，最受投资者关注的行业仍是健康和生物医学行业，除了上面提到的 Editas、BiomX 和 AOBiome 公司以外，还包括致力于通过基因组编辑实现异种移植的创业公司 eGenesis，其在 A 轮融资中即获得了 3800 万美元的大额投资。专注于纯药物级大麻素的生物合成生产的 Teewinot Life Sciences 公司则获得了 1230 万美元的 B 轮投资。

陈方 编译自 https://synbiobeta.com/synthetic-biology-funding-2017/

原文标题：22 Synthetic Biology Companies Have Raised Half a Billion Dollars in 2017

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》（以下简称《监测快报》）是由中国科学院文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院兰州文献情报中心和中国科学院上海生命科学信息中心分别编辑的主要科学创新研究领域的科学前沿研究进展动态监测报道类信息快报。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，《监测快报》的不同专门学科领域专辑，分别聚焦特定的专门科学创新研究领域，介绍特定专门科学创新研究领域的前沿研究进展动态。《监测快报》的内容主要聚焦于报道各相应专门科学研究领域的科学前沿研究进展、科学研究热点方向、科学研究重大发现与突破等，以及相应专门科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、重大研发布局、重要科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。《监测快报》的重点服务对象，一是相应专门科学创新研究领域的科学家；二是相应专门科学创新研究领域的主要学科战略研究专家；三是关注相关科学创新研究领域前沿进展动态的科研管理与决策者。

《监测快报》主要有以下专门性科学领域专辑，分别为由中国科学院文献情报中心编辑的《空间光电科技专辑》等；由中国科学院成都文献情报中心编辑的《信息科技专辑》、《生物科技专辑》；由中科院武汉文献情报中心编辑的《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》；由中国科学院兰州文献情报中心编辑的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》；由中国科学院上海生命科学信息中心编辑的《BioInsight》等。

《监测快报》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署名作者的观点外，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。

版权及合理使用声明

《科学研究动态监测快报》（以下简称《监测快报》）是由中国科学院文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院兰州文献情报中心和中国科学院上海生命科学信息中心按照主要科学研究领域分工编辑的科学研究进展动态监测报道类信息快报。

《监测快报》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利益，并要求参阅人员及研究人员遵守中国版权法的有关规定，严禁将《监测快报》用于任何商业或其他营利性用途。读者在个人学习、研究目的中使用信息报道稿件，应注明版权信息和信息来源。未经编辑单位允许，有关单位和用户不能以任何方式全辑转载、链接或发布相关科学领域专辑《监测快报》内容。有关用户单位要链接、整期发布或转载相关学科领域专辑《监测快报》内容，应向具体编辑单位发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与具体编辑单位签订服务协议。

欢迎对《科学研究动态监测快报》提出意见与建议。

生物科技专辑：

编辑出版：中国科学院成都文献情报中心
联系地址：四川省成都市一环路南二段 16 号（610041）
联 系 人：陈　方 陈云伟 丁陈君 郑颖 吴晓燕
电　　话：（028）85235075
电 子 邮 件 ： chenf@clas.ac.cn ； chenyw@clas.ac.cn ； dingcj@clas.ac.cn ； zhengy@clas.ac.cn ； wuxy@clas.ac.cn