

科学研究动态监测快报

2018年2月28日 第2期(总第234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

用于诊断和治疗的工程细菌研究进展 1

战略·规划

欧盟 CO₂ 再利用过程微生物技术平台计划项目介绍 5

欧洲生物基产业联盟公布欧盟生物经济发展新数据 7

研究·开发

MIT 开发可编程微液滴仪器用于大容量生物实验 8

人工智能液滴机器人用于合成生命系统构建 9

莱斯大学开发两阶微生物传感器 9

英国研究人员利用大肠杆菌固碳并生产甲酸 10

合成纳米细胞工厂在肿瘤内产生抗癌药物 11

薄荷香控制的工程细胞治疗慢性疼痛 11

瑞士联邦理工学院发现非典型蛋白剪接反应产生 β -氨基酸 12

工程蓝藻光合生产天然防晒成分 13

新的可持续方法推动塑料和药品生产 14

KAIST 研究人员增强细菌酶降解塑料的能力 14

研究人员开发合成生物学在再生工程中的新应用 15

产业·市场

英国基因合成公司 Evonetix 完成 1230 万美元融资 16

LanzaTech 与 TeselaGen 合作推动“碳智能”循环经济 16

意大利 Aquafil 和美国 Genomatica 合作开发生物尼龙 17

用于诊断和治疗的工程细菌研究进展

近年来，人们制造具有特殊和复杂功能的菌种的能力迅速增强，其归因于DNA合成能力的增强，合成成本的降低；快速、大规模进行遗传操作的新工具的日益增加；以及基因测试技术的不断改进。这些进步有望为临床治疗带来令人兴奋的“智能”细菌，但前提是研究者需要优化临床前测试机制，以便及早识别和验证有潜力的菌种和治疗策略。2018年2月5日，哈佛大学的研究者在《自然》杂志上发表综述，回顾了工程细菌在临床诊断和治疗方面的开发和测试研究的最新进展。文章强调新技术对开发更复杂、更强大、更可靠的工程细菌的助力作用，讨论了临床前开发过程中有效评估工程细菌的方法。

1 临床和临床前应用

文章提及很多临床试验工程细菌，其作用方式主要包括：直接作用于宿主细胞使其表达药物或分子；表达活性酶局部裂解前体药物；表达抗微生物肽或微生物毒素结合蛋白；激活免疫系统进行免疫反应或诱导耐受。为此，细菌被设计将DNA或RNA传递给宿主细胞。细菌菌种（框1）和基因电路（框2）的选择取决于目标过程和作用位点。

框1 细菌菌种的选择

目前工程细菌种类选择还很局限。乳酸菌和大肠杆菌可以口服递送至肠道。肠道血清型鼠伤寒沙门氏菌能够在人体内进行免疫刺激并表达蛋白质，当全身给药时多寄居肿瘤低氧环境，当口服给药时定植于肠道粘膜。减毒的单核增生李斯特氏菌通过外周免疫细胞来激活免疫系统，从而起到抗肿瘤作用。此外，还有几种乳杆菌被用于肠道、口腔和阴道靶向治疗，梭状芽胞杆菌用于抗肿瘤治疗。所有成功进入临床试验或四期临床试验的菌种，都可在实验室中快速生长并可以轻易地进行遗传操作。而肠道、口腔、肿瘤或巨噬细胞等生长环境特征也决定了菌种的选择。临床上使用的细菌（乳酸菌和大肠杆菌）多对人类的定植时间很短或无定植能力，或者能够通过常规抗生素给药清除（鼠伤寒沙门氏菌和单核细胞增生李斯特菌）。基因工程技术的进步，允许更广泛的细菌种类被用于治疗或诊断。诸如丰度、定植程度以及与免疫系统相互作用等因素都对其应用产生影响。因此，工程化工具的开发以及菌种生理属性的测量方法，仍然是研究的重要领域。最近，拟杆菌属菌种受到较多关注，它能够在人类肠道中高丰度生长，适用于特殊的诊断和治疗。

框2 常用的基因电路

合成生物学和基因工程的基础模块是编码功能蛋白（治疗分子本身）和调节转录和/

或翻译（抑制剂、激活剂和启动子）的 DNA 模块。细菌疗法通常在简单诱导系统下表达单一蛋白质。近年来，更为复杂的合成基因电路在迅速发展，它们能够对基因的表达实现更为精确地控制，赋予工程细菌新的功能和安全性。记忆电路和计数器可以通过蛋白质表达的变化来记录细胞事件，记忆电路被用于临床诊断工程细菌的设计，也可控制给定信号后的持续性表达，计数器可用于发出数量信号。遗传逻辑门类似于布尔逻辑门，只有输入特定的输入组合才开启受控元素的表达。例如，“与”逻辑门只有存在两个或两个以上特定信号时才启动表达。这些电路可以整合来自多个来源的信息，用于诊断或按需治疗。最近逻辑电路的设计和复杂性改造方面取得了若干进展。细菌群体接触到的事件组合甚至顺序都可被设计用于触发开关。其他核心电路部件如基因振荡器和细胞间通讯途径也已成功优化用于体外和体内实验中。这些电路可以相互结合使用，以产生更复杂的结果。

这些策略正被用于治疗一系列疾病，包括癌症、炎症性疾病、口腔粘膜炎、高氨血症、龋齿、糖尿病、胃肠道感染、HIV 感染、肥胖、过敏和高血压。前五种疾病已完成或正在进行人体临床试验。本文着重阐述使用工程细菌进行诊断和治疗的特殊优势，例如到达身体的远端部位、局部递送实现低剂量全身暴露以及发现难以检测的生物标记等。

1.1 靶向递送

细菌输送药物可以避免药物在血流或上消化道运输过程中迅速降解，可定向送达细菌可以生存的身体部位，如结肠或肿瘤。细菌向肠道内递送胰高血糖素样肽 1（GLP1）就是一个很好的例子。

1.2 高效运输

细菌传递的最大好处之一是局部靶向，避免全身暴露于高剂量治疗剂。一个案例中，通过口服乳酸菌递送 IL-10 降低了小鼠结肠炎模型中的炎症反应，而全身 IL-10 给药的临床试验效果不佳。

1.3 用于诊断和治疗的传感器

细菌感应电路通常为单组分或双组分系统，可响应与健康 and 疾病相关的分子，包括细胞因子（如 IL-1 β ，TNF 和 IFN- γ ）、激素（如肾上腺素和 γ -氨基丁酸）、生理刺激（如温度）和代谢物等。细菌可以被设计成用于感知和报告人类疾病的诊断方法。工程细菌能够感应并在离开肠道瞬间被降解、修饰或吸收的分子（不易被传统的无创检测方法捕获和量化），这种新型生物标志物测量方法具有令人兴奋的前景。此外，诊断细菌还可以配备额外的功能，例如记录测量结果和治疗性递送，这显示了该技术的巨大潜力。最近，科学家设计了一种大肠杆菌，用于检测炎症发生时在肠道内短暂形成的四硫酸盐，并使用记忆电路记录数据。另一项研究设计减毒鼠伤寒沙门氏菌在肿瘤生长期间分泌荧光蛋白，肿瘤芯片设备的模拟实验表明，该方法可以检测到比目前通过断层摄影技术检测到的小 2,500 倍以

上的肿瘤，该技术可以大大改善癌症和转移的早期发现和治疗。

1.4 其他诊断方法

目前，一些系统被设计通过群体感应检测感染，这是许多细菌用来感知附近细菌的一种机制。从铜绿假单胞菌和粪肠球菌的天然群体信号中感知附近细菌的系统已经完成体外测试。用工程细菌预先定殖或后期线虫定殖小鼠肠道可以减少铜绿假单胞菌的肠道感染。专家预计未来几年将开发出更多具有感知和响应功能的细菌系统。群体感应也被应用于控制工程细菌功能表达，并将细菌限制在相应身体部位。该系统有望在递送细胞毒性药物过程中减少脱靶效应。

2 挑战和新技术

规范人类工程细菌疗法和诊断的监管框架仍在发展。欧洲药品管理局规范着许多工程细菌作为基因疗法药物的临床应用。美国食品和药物管理局（FDA）的生物制品评估和研究中心已基本覆盖这些工程细菌。最近更新的 FDA 关于用于基因治疗的微生物载体的建议，为工程细菌进入临床的一般要求提供了宝贵的见解。本节探讨临床工程细菌面临的挑战、新技术和机遇。工程细菌成功的关键在于其功能稳定性、临床效能和安全性。这三个因素可用于了解、设计和评估工程细菌及其技术。

2.1 电路负担：稳定性、突变和功能丧失

功能稳定性对于工程细菌的所有临床应用都很重要。表达合成电路给工程细胞带来的负担可能会降低细胞的生长速率和分子输出。细胞还将承担由于点突变、大规模插入或缺失、电路质粒完全丢失导致的功能丧失的压力。压力和突变率在竞争环境中可能更高，例如在人体内，功能丧失的风险会随着给药和定植时间的延长而增加。通过计算方法和实验方法可以预测和估计风险水平。调整绝对和相对表达水平可以减轻负担的影响。最近，基于 CRISPR-dCas9 的系统被开发出来，当细胞对负荷启动保护反应时，该系统将自动限制合成电路的表达。与未调节的对照相比，该方法可以保证更高的生长速率和更高的电路产量。诸如此类的工具会革新体内细菌的稳定性和治疗能力。

2.2 评估治疗效果

在基因工程技术的快速发展以及大规模菌种生产效率提高的前提下，研究者需要在动物模型测试之前，有效地筛选出具有特定前景的菌种。在预测其临床疗效时，需要估计工程电路的体内输出，并与治疗或诊断要求的阈值进行比较。在理想的体外培养环境中测量表达量是很容易，但在竞争激烈、缺氧且营养不良的哺乳动物体内，菌种的表达水平可能并不理想，而且其不同身体部位表达不同，这些因素增加了药物代谢动力学、药效学和生物利用度的复杂性。因此，开发方便的体外测试方法对实现更好的准确治疗十分重要。人体肠道微生物生态系统模

拟器 (SHIME)、微流控器官芯片的开发预示着更准确的定量和评估技术的进步。

2.3 生物防护和生物安全

向患者施用的工程细菌本质上是将这些细菌释放到环境中。因此,生物防护和生物安全是决定用于临床测试和使用的关键因素之一。预防个体间转移、控制生长和治疗性表达、防止基因转入和转出等都是临床应用需要考虑的因素。菌种的选择及其减毒处理对生物安全的防护是非常重要的。最近研究者开发了响应温度变化的开关,来自小鼠的大肠杆菌在排泄后,其 *ccdB* 毒素的温度依赖性表达特性导致细菌生长对数的减少。另一个有效的策略是合成营养缺陷型细菌,菌种的基因组被修改,一些基本的蛋白质在结构上依赖于非天然氨基酸的活性,使这些细菌只能在非天然氨基酸的存在下生长。

3 机遇与展望

3.1 添加功能: 合成生物学的整合

合成生物学对临床诊断和治疗的潜力令人十分兴奋,但治疗性细菌在复杂的工程应用方面才刚刚起步。整合复杂的综合控制电路(如记忆电路、逻辑门和状态机)可以将治疗方案与特定的环境结合起来,为下一代临床菌种提供更大的控制力。同时,合成生物学提高了人们对蛋白质表达和降解的理解和控制,加速了结构设计和测试的自动化,发展了大型 DNA 电路快速构建和变异的方法。这些工具实现了设计长达几千个碱基的合成 DNA,使利用复杂生物合成途径的治疗性细菌成为可能。快速突变检测技术、定向蛋白质进化以及在硅酮中测试和传递肽的潜力,提供了发展新型治疗功能的机会。鉴于有大量临床前测试的工程细菌疗法,“智能”疗法的感应器发展仍处于滞后状态。传统使用的疾病相关的诱导型启动子,与其他合成电路的集成可能存在问题。合成生物学家提出使用新颖输入(例如光源)来控制电路的开启。

3.2 严格的方法

人们往往兴奋于工程细菌临床应用的美好前景,而忘记了取得有益于人类的进步所需的严格步骤。本节描述了一套标准(框 3)来帮助判断潜在的临床前研究的真正影响。

框 3 评估工程细菌诊断和治疗应用的重要因素

- 宿主菌的选择: 它是野生菌种、实验室菌种还是减毒的克隆菌种?对于正在测试的模型或提出的应用程序,它的相关性和合理应用是什么?
- 表达系统的选择: 是在质粒上的电路(有或没有维护机制)还是染色体整合?如果在质粒上,质粒拷贝数是多少?拷贝数或表达水平是否与建议的应用程序不兼容?
- 工程电路的控制: 应用程序的控制合理吗(例如,如果需要提供外源性配体,那么在体内是否存在可以安全供动物或人类使用配体)?

- 系统的稳定性：系统对细菌的压力是什么？是否已测试和说明了菌种的相对增长率？如果使用质粒，是否测试了质粒丢失率？电路的功能和/或遗传突变是否已经经过测试？是否在相应的生长条件下（例如富营养物质或缺营养物质、厌氧或有氧）进行测试？是否在体内相应时间内进行测试？系统的稳定性是否已经被测量？
- 可解读性：临床推理的可靠性？是否有充分的理由相信应用的敏感性（例如，用于诊断的输入分子或用于治疗的疗效阈值）可以通过细菌系统实现？它们是否在相应条件下被定义？它们是否经过测试和解释？
- 测试模型：系统是否在强大的模型系统中进行了严格的功能测试？是否在多种条件下对模型的一般适用性进行了测试？是否在相应的体外生长条件下进行过测试？是否在复杂的体外模拟系统或动物模型中进行过测试？如果是这样，这个模型是一个强大的模型，它是否提供了进一步应用和稳定性相关信息？
- 研究设计：这项研究是否合理？所有实验中是否有足够的数量（包括动物和体外模拟实验）？正确执行数据统计和设计良好的对照？
- 报告：如果需要发表，所有的合成 DNA 结构是否已被充分阐述（以备将来复制）？

项目参与者应具有丰富的临床经验及治疗和诊断成功所需要的投入和产出的信息。开发更多相关的体外测试系统，并优化专门用于工程细菌的药理学模型是非常重要的。出于有效性和安全性考虑，电路对系统的压力也应该被充分了解。任何由此产生的突变率和/或电路引起的生长缺陷都应该在公开时进行测量和报告。体内测试应严格在精心挑选的动物模型上进行。

许多因素促使工程细菌用于临床治疗和诊断，其独特的优点包括：可以对信号进行整合和响应，并产生新的治疗方法；可以接触到身体的特定部分，与标准技术无法获得的分子接触；可以直接生产和运送治疗药物到疾病部位。利用这些特点，工程细菌有可能彻底改变我们对病人的诊疗方式。

吴晓燕 编译自：<https://www.nature.com/articles/nrmicro.2017.172>
原文标题：Engineering bacteria for diagnostic and therapeutic applications

战略·规划

欧盟 CO₂ 再利用过程微生物技术平台计划项目介绍

2017 年 3 月，欧盟启动“地平线 2010”计划低碳经济下 CO₂ 再利用过程微生物平台（Microbial platforms for CO₂-reuse processes in the low-carbon economy）计划第二阶段项目招标，项目以打破现存基于微生物平台的 CO₂ 再利用技术的局限性为目标，总预算 4800 万欧元。近日，欧盟公布了 2017 年立项的三个项目的信息，这三个项目的执行期均为 2018 年 1 月 1 日到 2021 年 12 月 31 日，每个项

目的资助额度均为 700 万欧元左右,每个项目的参与单位包含多家研发机构、大学、大型企业和中小规模企业。

1 将 CO₂ 转化为化学建构模块的生物路线 (BioRECO2VER)

BioRECO2VER 项目由比利时弗拉芒技术研究院 (VITO) 担任协调单位。项目的高级目标是示范能源效率更高和可持续性非光合厌氧和微氧生物技术工艺的技术可行性,将二氧化碳从工业点源捕获和转化成 2 种有价值的平台化学品,如异丁烯和乳酸。为了利用工业生物技术克服二氧化碳转化的若干现有技术和经济障碍,该项目将重点放在最大限度地降低原料气预处理成本,最大限度地提高生物反应器中的气体转移,避免产品抑制,最大限度地减少产品回收成本,减少碳足迹并提升可扩展性。为此,将研究一种混合酶促工艺,用于从工业点源捕获二氧化碳并将其转化为目标最终产品,将通过三种不同的专有微生物平台实现,这些平台代表更广泛的产品和应用。生物过程的开发和优化将沿着发酵和生物电化学系统两条路线进行。三种微生物平台将推进至 TRL 4,并且针对每种目标产品的最有前景的解决方案将在真实废气原料下通过 TRL 5 验证。为推向工业实施并使公众接受,技术活动将辅以虚拟工厂设计,开展经济和可持续性评估并广泛推广。

2 基于微生物平台将钢厂尾气 CO₂ 转化为日用化学品与塑料的生物技术过程 (BIOCONCO₂)

BIOCONCO₂ 项目由西班牙 LEITAT 技术中心担任协调单位,其主要目的是开发并验证能够将 CO₂ 生物转化为高附加值化学品和塑料的工业环境下的灵活平台。该平台在其 3 个主要阶段 (CO₂ 的溶解、生物工艺过程以及下游工程) 中都具有通用性和灵活性,每个阶段都涉及不同的技术和策略,再进行组合优化。项目把钢铁工业排放的 CO₂ 气体作为直接原料,利用低能耗的生物技术过程,构建 4 种微生物细胞工厂,开发 4 种化学品和塑料工业部门中的日用品,可能涉及 3 个不同的生物系统:厌氧微生物 (梭状芽胞杆菌生产 C3-C6 醇)、好氧微生物 (醋酸杆菌生产 3-羟基丙酸) 和酶 (重组大肠杆菌生产富马酸,多酶体系生产乳酸等)。该项目还将开展技术、社会-经济 and 环境的可行性评估,以确保未来的工业实施、重复或转向其他 CO₂ 来源的原料利用,如水泥、发电等行业的气体排放等。为克服当前 CO₂ 利用技术路线在产业规模下的挑战,项目还将开发基因工程酶、纳米材料固定化、遗传和代谢途径改造、菌株驯化、工程化碳酸酐酶,加压发酵,以及采用先进材料和电发酵的滴流床反应器等。项目的中期目标是实现市场上至少 4% 的 CO₂ (每年 140 万吨) 的利用,远期目标是实现 10% 的利用 (每年 350 万吨),帮助减少欧盟对化石燃料的依赖,成为 CO₂ 利用技术的领先者。项目还将关注政策建议和公众认知与接受,并制订详细的开发计划和技术转让的

商业战略。

3 用于综合废物处理平台中 CO₂ 利用的工程微生物工厂 (ENGICOIN)

ENGICOIN 项目由意大利技术研究所 (IIT) 担任协调单位, 旨在发展 TRL3 到 TRL5 级别的 3 个新型微生物细胞工厂, 将其整合入一个有机废物厌氧消化 (AD) 平台, 利用工程菌株将 CO₂ 原料和可再生太阳辐射或 H₂, 实现增值化学品的生产, 即:

细胞工厂 1: 使用蓝藻 *Synechocystis*, 利用沼气燃烧烟气 (CO₂ 浓度约 15%) 或沼气-生物甲烷纯化过程产生的低成本纯 CO₂ 生产乳酸;

细胞工厂 2: 使用好氧和耐金属毒性的 *Ralstonia eutropha*, 利用沼气燃烧烟气和有机废物厌氧消化平台发酵液中的碳源生产 PHA 生物塑料;

细胞工厂 3: 使用厌氧的 *Acetobacterium woodii*, 利用沼气-生物甲烷纯化过程产生的纯 CO₂ 生产丙酮。

高度的过程整合将确保低品位热源 (如直接利用沼气点火发动机或定制的 PEM 电解槽) 的利用, 利用副产物气流 (如电解产生的 O₂, 生物甲烷净化产生的 CO₂)、夜间低价位电力等, 使用燃煤燃气发动机联动单元, 甚至采用强化操作条件 (如高达 10 巴压力的厌氧丙酮生物反应器、LED 集成光生物反应器等)。这些选择非常重要, 加上上述微生物的合成和系统生物学的高转换率, 以实现主要目标产品的价格竞争力 (如: 乳酸价格 1.45 欧元/公斤, PHA 价格 3.5 欧元/公斤, 丙酮 1 欧元/公斤)。

该项目的关键应用平台 (基于有机废物的厌氧生物炼制) 和创新生产工艺具有很大的开发潜力, 还可以在其他的环境中应用: 如利用其他燃烧设备的烟道气 (如来自水泥窑)、酒精发酵产生的 CO₂ 流 (如来自木质素生物精炼厂、酿酒厂) 等。

陈方 编译自: <https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/cordisH2020projects>

原文标题: BIOTEC-05-2017 - Microbial platforms for CO₂-reuse processes in the low-carbon economy

欧洲生物基产业联盟公布欧盟生物经济发展新数据

生物经济包括利用来自陆地和海洋的可再生生物资源的经济部分 (如农作物、森林、鱼类、动物和微生物) 生产食物、材料和能源。2016 年, 欧洲生物基产业联盟 (BIC) 委托德国 Nova 研究所开展的一项研究首次公布了这些活动产生的宏观经济效益 (如 2008 年和 2013 年的营业收入、就业岗位等)。近日, 这项研究更新了 2014 年和 2015 年的数据。

2015 年欧盟统计局数据的分析表明, 欧盟 28 个国家的总体生物经济 (包括食物、饮料和主要的农业、林业领域) 的营业收入已达到 2.3 万亿欧元。其中 50%

的营业收入来自食品和饮料行业，25%由基础部门、农业和林业部门创造，另外的25%来自于生物基础产业，如化学品、塑料、制药、造纸和纸制品、森林产业、纺织部门、生物燃料和生物能源等。

2015年，欧盟的生物经济产业共为1850万人提供岗位，其中55%的就业来自生物质生产、农业、林业和渔业。与2016年的研究一样，此次更新突出了生物基础产业的贡献，如化学、塑料、制药、纸张和纸制品、森林产业、纺织部门、生物燃料和生物能源等。2015年，该行业在欧盟28国的营业收入达到近7000亿欧元，雇佣员工达370万名。其中仅生物基化学品一项的营业收入就达到约300亿欧元。

吴晓燕 编译自 <http://biconsortium.eu/library/bioeconomy-figures>

原文标题：European Bioeconomy in Figures 2008 – 2015 (update February 2018)

研究·开发

MIT 开发可编程微液滴仪器用于大容量生物实验

2018年1月，*MRS Advances* 期刊报道，麻省理工学院研究人员开发出了一种硬件，它利用电场将化学或生物溶液液滴移动到一个表面，并将它们混合在一起，可以用来测试成千上万的反应过程。

研究人员认为该系统是目前在生物研究中常用的微流体装置(通过机械阀门连接的微通道进行泵送)的替代品。这种方法可以在计算机程序下移动溶液液滴，使实验更高效、更有效、更大规模地进行。该系统允许用户进行实验定制，软件会自动计算出液滴的表面路径，并协调连续操作的时间。

研究人员首先要为电路板的表面设计一种涂层，减少摩擦，使液滴可以轻易地滑过它，防止生物或化学分子附着在上面，避免污染后续实验。电路板是由一系列电极组成的。研究人员用一种密度更大的疏水小球体(1微米高)来覆盖这块板。因为设备的表面是疏水的，液滴沉积在它的顶部，自然地尝试着形成球形。充电电极将液滴向下拉，将其压平。如果在一个扁平的液滴下的电极逐渐关闭，而在它旁边的电极逐渐打开，疏水材料将驱动液滴流向带电的电极。移动液滴需要高压，大约在95到200伏特之间。研究人员使用低频率(1千赫兹)信号和3.3伏高(200千赫)信号交替进行。高频信号使系统能够确定一个液滴的位置。如果液滴移动速度不够快，系统会自动提高低频信号的电压。从传感器信号中，系统还可以估算一个液滴的体积，与位置信息一起，跟踪反应的进展情况。

研究者相信数字微流体技术可以大大降低工业生物学中常见的实验程序的成本。例如，制药公司经常同时进行许多实验，他们使用的机器人配备了几十个

甚至数百个吸管。一个吸液机器人在一周内就会使用 100 万个吸管，这是制造新药的成本的一部分。而该研发成果可以将吸液操作数量减少 100 倍。

吴晓燕 编译自：<https://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180119190350.htm>
原文标题：'Programmable droplets' could enable high-volume biology experiments

人工智能液滴机器人用于合成生命系统构建

可以合成新生命的人工智能机器人被认为是科幻小说里的素材，甚至可能是科学的噩梦，但英国格拉斯哥大学研究人员让这个概念成为现实，该研究成果发布在 2018 年 1 月的《美国科学院院刊》上。

早在 2010 年，美国科学家克雷格·文特尔就在现有的细菌细胞中利用自制的 DNA 创造了第一个人工合成细胞，引起了外界对整个合成生物学领域的担忧，但合成生物学在解决从污染到新的细胞交流形式等问题的广泛潜力，使得世界各地的科学家仍在继续进行这方面研究。格拉斯哥大学的研究者一直在探索合成生命的可能性，即基于自然界中没有的新的建构材料，合成生物体或合成生命。他们希望开发一种“可编程配方”，以实现在新功能材料或药物制造等领域的应用。

研究者设计了一个简单的原始细胞系统的复杂动力学，包括使用配备有人工智能的自动化平台在含水环境中制备油滴。系统自主选择并执行水中油滴实验，然后使用图像识别记录和分类液滴的行为。所获得的数据用于构建系统的预测模型。诸如粘度、表面张力和密度之类的物理性质以及液滴行为如群集现象。这些液滴可以被认为是活细胞的简化模型——“原始细胞（protocells）”，因此研究这种逼真的行为对于人们创造新生命形式的目标十分有意义。

研究者表示，这项工作之所以令人兴奋，在于它证明了我们能够使用机器学习和机器人平台，来探索常规实验室方法所不能发现的生命系统的运作方式。这项研究将对化学系统相互作用的基本认识产生重大影响。该项工作的研究人员 Lee Cronin 已经创办了一家上市公司 Cronin Group Plc，专注于新型化学品、材料、配方和药品的设计与开发。

吴晓燕 编译自 http://www.thenational.scot/news/15845838.Scots_robots_offer_hope_of_synthetic_life_breakthrough/
原文标题：Glasgow University project on synthetic life aims for breakthrough

莱斯大学开发两阶微生物传感器

2018 年 1 月，美国莱斯大学研究者在《ACS 合成生物学》上发文称，其开发的两阶微生物传感器，可以通过测量从土壤中释放出的气体，为研究人员提供有关微生物的宝贵数据。

该微生物传感器将帮助生物工程师、地理生物学家和其他研究人员在不干扰其生存环境的情况下，研究微生物的基因表达，以及在像土壤和沉积物这样的环境中营养物质的生物利用情况。

经研究人员基因改造的微生物可产生气体，该微生物可以混合到土壤样本中，反映周围环境和微生物活动。其中一种渗出的气体可以告诉研究人员有多少目标微生物存在，另一种气体则告诉研究人员微生物在做什么，研究者还可以了解它们之间是否以及如何进行交流。

这项研究始于 2015 年，目标是测量不透明环境中的生物活性。当前常用的方法是，通过研磨样品，再使用高效液相色谱等方法来测定土壤中的微生物活性，但该方法不能长期连续研究同一样本，也极大地限制了数据的范围。利用该生物传感器，在水稻种植的比率测量系统（比率的意思是气体的输出与输入成正比）中，由改良的大肠杆菌或其他微生物产生的气体可以帮助科学家测量土壤的发育。这项研究的特点还在于，它可以区分海洋或土壤环境中的化学萃取物，以及微生物的感知能力。这种改良微生物可用于实验室测试，而不是在野外实地测试。但是测试的速度要比目前的流程快得多，并且允许实验室不间断地监控样品。该方法不仅可以预测合成生物学和环境科学的应用，还可用于诊断和治疗的肠道细菌的环境及活动。

吴晓燕 编译自 https://eurekalert.org/pub_releases/2018-02/ru-tgs020118.php

原文标题：Two-stage gas sensor reports on soil dynamics

英国研究人员利用大肠杆菌固碳并生产甲酸

2018 年 1 月，英国邓迪大学研究团队开发出一种利用大肠杆菌将 CO₂ 高效转化为甲酸的方法，将该方法用于处理 CO₂，对 CO₂ 的封存问题具有重要意义，应用前景广阔。相关研究论文发表在《当代生物学》期刊上。

自然界早已为我们提供了一些 CO₂ 减排的选项。单细胞的细菌通常生活在极端的环境中，进行着植物和动物无法做到的特殊化学反应。例如，大肠杆菌可以在完全无氧的环境中生活，并代谢出一种称为 FHL 的酶，该酶可以将 CO₂ 转化成液态的甲酸。当研究人员把含有 FHL 酶的大肠杆菌置于加压的 CO₂ 和 H₂ 混合气体中后，几个小时之内即可在环境温度下将 CO₂ 全部转化为液态的甲酸。

研究人员在很小规模的实验中，通过 10~12 小时即可捕获 11g 的碳，这个过程还可通过规模化放大来提高产率，成为生产甲酸的细菌工厂。转化获得的甲酸可被用于生产燃料电池、转化为其他有用化学品、作为其他生物过程的原料、或作为商品销售。

研究人员期望该技术能被开发利用为微生物细胞工厂，用于捕获各类工业来

源的 CO₂。目前他们正在进一步优化系统，促进从实验室向规模化工厂的升级，最终建成有效转化 CO₂ 的细菌工厂。

陈云伟 编译自 <https://www.tun.com/blog/e-coli-save-the-planet/>
原文标题：E. Coli Could Help Save The Planet

合成纳米细胞工厂在肿瘤内产生抗癌药物

合成生物技术在医疗保健领域正在引起变革，人们目前可以对最小细胞进行重编程，利用这一手段可以设计构建“细胞工厂”来在体内执行多种任务。

通过人工合成这种纳米细胞工厂，可以获得与天然细胞相似的能力，有时甚至更优。例如可以使其产生各种各样的蛋白质，在组织工程甚至人造器官生产方面展现巨大的潜力。

近期，以色列理工学院的一个研究小组在 *Advanced Healthcare Materials* 期刊发文，详细介绍了如何将分子机器整合到天然生物细胞膜的脂质颗粒中。这些微观下的机器编码后能够感知生物组织，通过整合的合成 DNA 模板，产生治疗性蛋白质。为了维持自身生命活动，这些颗粒能够从肿瘤组织中获取能量和必要的构建模块以发挥功能。

研究人员在实验室中利用小鼠进行了实验，在荧光显微镜实时监测下，发现工程颗粒完全按照计划生产蛋白质，并破坏癌细胞。

该研究小组的 Avi Schroeder 教授介绍，这些人工合成细胞是模块化的，可以根据环境条件来控制激活蛋白质的生产。因此，其可能在未来的个性化药物发展中扮演重要角色，例如根据特定患者的基因和症状来调整治疗方案。

此前，香港中文大学领导的一个国际研究小组已经展示了这种纳米技术的精巧。2017 年 11 月的 *Science Robotics* 报道，张立博士等利用工程改造的螺旋藻制成荧光机器人并进行磁化，使用磁粒子成像（MPI）对其进行体内深层追踪，观察其在大鼠胃部的活动。试验表明，螺旋藻能够产生一种对癌细胞有毒的化合物，进而杀死癌细胞。

陈方 编译自：<https://www.siliconrepublic.com/innovation/anti-cancer-drugs-synthetic-nanofactory>
原文标题：Synthetic ‘nanofactory’ cell produces anti-cancer drugs within tumour

薄荷香控制的工程细胞治疗慢性疼痛

2018 年 2 月 6 日，瑞士联邦理工学院 Martin Fussenegger 研究组在《自然-生物医学工程》上发表论文称，通过工程设计哺乳动物细胞，响应挥发性绿薄荷香味，可合成一种止痛药，减少老鼠的慢性疼痛。这种由薄荷香控制的工程细胞治

疗慢性疼痛的策略，使得智能化个性化治疗又向前迈进了一大步。

目前治疗慢性疼痛的方法通常都是剂量限制性的，长期使用将导致药物耐受或者成瘾。研究者描述了一种新的疼痛管理策略，是受合成生物学研究的启发，基于细胞工程原理，由微胶囊化的设计细胞响应挥发性绿薄荷香味产生 huwentoxin-IV（一种安全有效的镇痛肽，其选择性地抑制触发疼痛的电压门控钠通道 NaV1.7）。薄荷香敏感性由 r-carvone 响应性嗅觉受体 OR1A1 的异位表达，通过人造 G-蛋白质转向器，重新连线以诱导表达分泌工程化和稳定化的 huwentoxin-IV 来实现。在慢性炎症和神经性疼痛的模型中，携带设计细胞的老鼠在口服或吸入薄荷精油时减少了疼痛相关的行为，且没有心血管、免疫和行为方面的副作用。该结果表明，基于工程细胞的治疗可以实现对慢性疼痛长期的、稳定的、可调的、按需的镇痛治疗效果。

长久以来，医学一直采取相同的治疗思路：当人们感到不适时去看医生，医生根据病患体重确定药物剂量，并规定每天要服用三次药片。这种方法的缺点在于：只有当人们已经生病时才去看医生，而医生按经验算出的药物剂量不一定准确。此类治疗，往往只能控制症状，不能治愈疾病。Fussenegger 教授团队开展的“基于合成生物学研究的治疗策略（Synthetic Biology-Inspired Treatment Strategies）”项目，旨在进行基因和细胞治疗、药物发现、宿主病原体相互作用、组织工程和生物制药方面的创新研究，利用先进的合成生物学原理来设计未来的治疗手段。Fussenegger 教授认为，在以后的 50 年的时间里，人们将发明电子药片。它们将以胶囊的形式被植入皮下，首先，胶囊中将包含监测我们新陈代谢的工程细胞，通过调节蛋白质和代谢物的产生来干预和纠正健康问题。其次，胶囊还包含可以控制工程细胞并连接外界的电子元件，医生可以使用他们的智能手机来调整电子药丸的功能，并在必要时进行干预。这些电子药片将把诊断和治疗结合在一起。诊断的同时随即开始治疗，并以精确的个人剂量给药，使代谢性疾病在萌芽时就被有效控制。

吴晓燕 编译自 <https://www.scienceandtechnologyresearchnews.com/electronic-pills-of-the-future/>

原文标题：Electronic Pills of the Future

瑞士联邦理工学院发现非典型蛋白剪接反应产生 β -氨基酸

在细胞中的核糖体合成肽或蛋白质后，酶可以通过多种翻译后修饰来改变其功能，例如添加磷酸基团或糖。2018 年 2 月 16 日的《科学》杂志发表瑞士联邦理工学院研究团队的一项新成果，他们发现了一种能够进行独特的翻译后修饰的酶。该酶使用一种全新的蛋白质剪接反应产生 β -氨基酸。 β -氨基酸与肽和蛋白质

中占主导地位的 α -氨基酸在结构上有所不同，前者在氨基和羰基之间有两个碳原子，而非一个。

这种称为 PlpXY 的酶的详细作用机制还需要进一步研究。但总的来说，该酶从蛋白质中的酪氨酸-甘氨酸对上切除酪胺（没有羰基的酪氨酸），然后将单独的羰基与相邻的氨基酸羰基连接，将相邻氨基酸转变为 α -酮- β -氨基酸来剪接所产生的缺口。 β -氨基酸额外的酮基为科学家进一步修饰蛋白质提供了化学把手。

科学家们可以使用这种新酶将一系列不同的 β -氨基酸与肽和蛋白结合以进行药物开发。 β -肽可以抵御酶降解，使它们在体内具有较强的稳定性。

丁陈君 编译自 <https://cen.acs.org/articles/96/i8/Bacterial-enzyme-tur-nsamino-acidsamino-acids.html>

原文标题: Natural noncanonical protein splicing yields products with diverse β -amino acid residues

工程蓝藻光合生产天然防晒成分

在炎热的夏季，防晒霜是保护皮肤免受致癌性紫外线辐射的关键。然而，一些化学合成的防晒成分可能会积聚在水生环境中，并可能含有荷尔蒙干扰物，同时，有一种特殊的环保型防晒成分只能从大自然中收获，难以人工合成。这种环保型防晒化合物成分是可生物降解的类菌胞素氨基酸 shinorine，是一种由蓝藻和海藻自然产生的紫外线吸收物质。目前在商业上可获得的防晒剂中使用的 shinorine 来自从海中采集的红藻，但是其产量可能随季节和地理位置而变化，因此供应受到限制。近日的《ACS 合成生物学》期刊报道，美国佛罗里达大学的科学家实现了这一化合物的实验室生产。

Yousong Ding 及其同事试图通过将生产从野外带到实验室开发更可靠的 shinorine 来源。该团队选择了一种淡水蓝藻细菌 *Synechocystis* 作为 shinorine 表达的宿主细胞，因为这种细菌生长快速，很容易进行基因改造。接下来，他们从天然生产者丝状蓝藻 *Fischerella* 获取了负责合成 shinorine 的基因簇，并将这些基因插入 *Synechocystis*，实现了 shinorine 的生产。起初的生产率比 *Fischerella* 中的产率低三倍，在基因簇中增加额外的启动子后，产量提高至 10 倍。紫外线照射下的细胞对照实验结果表明，暴露在 UV-B 光线下的对照组细胞数量减少明显，在 UV-A 光线下没有明显差别，这说明 shinorine 在改造细胞中发挥了抵御 UV-B 光线的作用，维持了细胞生存和更好地生长。

陈方 编译自: <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180131110323.htm>

原文标题: Getting ready for the summer sun with 'green' sunscreens

新的可持续方法推动塑料和药品生产

近日，美国德克萨斯大学奥斯汀分校的研究团队开发了一种新的具有成本效益的方法，用于合成生产可再生的平台化学品——三乙酸内酯（TAL），该化学品可用于工业生产创新型药物和可持续塑料，研究成果发表在最新的《美国国家科学院院刊》。

该项研究由科克雷尔工程学院化学工程系教授 Hal Alper 领导，新方法通过对耶氏解脂酵母 (*Yarrowia lipolytica*) 进行基因工程改造，增加了聚酮化合物 TAL 的产量，其生产水平远远超过目前的生物方法。研究人员通过合成生物学和基因工程重新构造了酵母中的代谢途径，最终将生产能力提高了 10 倍，使得聚酮化合物能够大批量生产，并用于工业领域的各项创新应用。

聚酮化合物是一类重要的天然衍生分子，可用于制造许多有用的产品，如营养添加剂、特种聚合物、颜料和药物。目前，市场上有超过 20 种来自聚酮化合物的药物，包括免疫抑制剂、他汀类药物和抗菌剂。目前，聚酮化合物的合成受到反应条件的制约，限制了其基于消费者和工业需求的实际应用。特别是现有的大多数技术产量有限，导致化学合成困难且经济性差。该团队的突破有望改变这一局面。

利用这一新方法，研究人员能够直接从生物反应器中纯化 TAL，制造出一种新的塑料材料，呈现为一层橙色的透明薄膜。这项研究展示了该团队在代谢工程改造方面的实力，研究人员希望能够在化学和制药领域开拓新的产品和工业机会，为传统化学制造业创造可再生解决方案。目前该校技术商业化办公室已经为该技术提出美国专利申请，并正在努力争取全球专利，同时寻求对提高聚酮化合物生产经济性或新材料新产品制造感兴趣的商业合作伙伴。

陈方 编译自：<https://www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180212190949.htm>

原文标题：New sustainable production method could advance plastics and pharmaceuticals

KAIST 研究人员增强细菌酶降解塑料的能力

2018 年 1 月 26 日，韩国科学技术研究院（KAIST）研究人员发表在《自然-通讯》上的论文描述了一种细菌中降解塑料酶的作用机制以及通过修饰增强其活性的过程。

聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）是塑料中的主要化合物，是日常生活中的常用材料。但是，使用后的 PET 由于其不可生物降解性而对环境造成了巨大的污染。传统方法是通过填埋、焚烧或使用化学方法回收 PET，这进一步造成了环境污染。因此急需高效的 PET 降解酶以生态友好的方式分解 PET。新发现的细菌

Ideonella sakaiensis 可以以 PET 作为碳源，其 PET 降解酶 PETase (IsPETase) 比其他同类酶更易降解 PET。但详细的酶作用机制尚未阐明，阻碍了进一步的研究。

在这项研究中，KAIST 和韩国国立庆北大学研究人员合作获得了 IsPETase 的三维晶体结构，揭示了它降解 PET 的机制。基于三维结构和相关的生物化学研究，他们成功预测了 IsPETase 具有独特 PET 降解活性的原因，并借助新分类系统发育树找到了其他可能降解 PET 的酶。此外，他们还成功开发出具有更高 PET 降解活性的新型 IsPETase 突变体。实验证明该突变体的结构改变可以更好地适应 PET 底物。未来研究人员将基于这项成果开展进一步研究，以设计高效降解塑料的其他酶。

丁陈君 编译自 <https://www.asianscientist.com/2018/02/in-the-lab/plastic-degrading-enzyme-enhance/>

原文标题: Structural insight into molecular mechanism of poly(ethylene terephthalate) degradation

研究人员开发合成生物学在再生工程中的新应用

2017 年 12 月 8 日，《生物技术趋势》期刊报道，美国亚利桑那州立大学研究人员开发了合成生物学在再生工程中的应用。

干细胞具有研究和治疗疾病的巨大潜力，科学家们可以利用它来制造小型器官组织，帮助开发个性化疗法。该研究团队抛弃了从外部引入生长因子和发育诱导来进行干细胞培养的传统方法，而是从内向外，通过基因编程来引导细胞模拟细胞、组织和器官的自然发育的发展途径。这个发育过程被称为形态发生。研究者通过细胞分析、计算建模和基因工程技术的创新来实现这一目标。形态发生的新兴领域将工程与发育生物学结合起来，能够更好地控制集体细胞行为。基因工程形态发生过程为人们提供了控制生物事件何时、何地以及如何发生的强大能力。

这种细胞遗传学模型可以帮助解释遗传信息如何控制集体细胞行为以及组织形成过程，这为研究人类细胞和组织生物制造提供了新的渠道。该研究将人们的视线引入生物技术新兴领域，并在学术界、研究界、工业、临床实践、政府和非政府组织中都产生广泛影响。

吴晓燕 编译自 <https://asunow.asu.edu/20180125-asu-researcher-earns-recognition-regenerative-engineering-method-using-synthetic-biology>

原文标题: ASU researcher earns recognition for regenerative engineering method using synthetic biology

英国基因合成公司 Evonetix 完成 1230 万美元融资

来自英国剑桥的基因合成公司 Evonetix 开创了一种创新方法，能够实现可扩展和高保真的基因合成。近日，该公司宣布完成了 1230 万美元的融资，以推进其技术的发展。

此次融资由美国的大数据风投基金 DCVC (Data Collective) 和英国的投资公司 Draper Esprit 共同领投，以及晨兴集团，还包括一些已有的投资人，如普维投资公司、剑桥咨询公司等。

Evonetix 公司成立于 2016 年，致力于开发能够在硅阵列上并行合成 DNA 的技术，以促进合成生物学领域的快速发展，这一领域对高通量和高度准确的 DNA 合成的需求正在日益增加。该公司的平台使用可寻址的硅阵列来并行引导 DNA 在多个位点的合成，然后进行检错过程，以便大规模组装高保真 DNA。

来自投资方的负责人纷纷表示，Evonetix 公司开发了真正新颖的基因合成方法，可以为极其复杂的 RNA 和 DNA 构建体提供极低的错误率，实现大规模并行，并且不受尺寸的限制。这将有望进一步支撑合成生物学研究，使人们能够设计出更好的新一代药物和多样化的产品。投资方乐于支持该公司开展研发工作，以大幅降低技术的成本，改善自身的投资组合，促进全球多个行业的创新。

陈方 编译自：[https://www.manufacturingchemist.com/news/article_page/](https://www.manufacturingchemist.com/news/article_page/Evonetix_raises_123_m_to_advance_its_novel_gene_synthesis_platform/139046)

[Evonetix_raises_123_m_to_advance_its_novel_gene_synthesis_platform/139046](https://www.manufacturingchemist.com/news/article_page/Evonetix_raises_123_m_to_advance_its_novel_gene_synthesis_platform/139046)

原文标题：Evonetix raises \$12.3 m to advance its novel gene synthesis platform

LanzaTech 与 TeselaGen 合作推动“碳智能”循环经济

致力于促进“碳智能”循环经济的新西兰行业领导者 LanzaTech 公司正与 DNA 开拓者 TeselaGen 公司合作，利用其最先进的生物设计平台扩展包括人工智能的设计能力，为负碳生物燃料这样的创新产品开发提供新的分子设计技术。

LanzaTech 开发了一种独特的微生物能力，可以捕获和利用 50 多种不同分子组成的燃料和化学产品的气体。在生物反应器设计和过程开发中，专利微生物与创新方法结合在一起，实现规模快速扩大。第一批将钢厂废气转化为燃料的两家商业设施正在建设中，合作方分别是中国首钢和比利时的安塞米塔尔 (ArcelorMittal) 公司。TeselaGen 正在建立实现快速和精确 DNA 合成和修改的深度学习方案，其基于云计算的企业平台填补了从好的概念设想到生产有价值的产品（如疫苗、生物药品和可持续化学品）之间的距离。作为 LanzaTech 先进研发基础设施的安全质量补充，TeselaGen 云平台将推进 LanzaTech 的研究，开发

新的方法来改进微生物以生产低碳燃料和化学品。

LanzaTech 合成生物学主任 Michael Koepke 博士表示，自动化生物设计是碳回收技术的重要基础，而 TeselaGen 拥有现代化 DNA 设计和克隆平台。模块化的云方法将与 LanzaTech 现有的系统协同合作，加速其在可持续化学品生产方面的发展。此次合作不仅展示了两家公司目前的能力，而且将推进数据集所支撑的分析方法，使生产更接近碳智能的未来。

吴晓燕 编译自 <https://www.biobasedworldnews.com/new-partnership-to-use-artificial-intelligence-to-quicken-the-pace-of-bio-economy-development>

原文标题: New partnership using Artificial Intelligence to quicken the pace of bio-economy development.

意大利 Aquafil 和美国 Genomatica 合作开发生物尼龙

2018 年 1 月 23 日，美国生物技术公司 Genomatica 和意大利聚酰胺生产商 Aquafil 宣布达成了一项多年合作协议，目标是生产可持续的己内酰胺。两个合作伙伴打算开发改进商业规模的 Genomatica 公司的“Geno CPL”技术，以生产基于植物为原料的可再生材料己内酰胺。

Genomatica 公司的目标是以环保的方式生产己内酰胺，创造更好的经济效益，其中也包括设置小规模工厂。这家美国公司表示，其生产的生物基产品的性能完全可以与石油衍生产品相媲美，而且完全不需要聚酰胺制造商调整它们原有的机械设备和生产工艺。据该公司介绍，己内酰胺可以被生产各种基于 PA 的产品，包括地毯和服装，全球市场年产量超过 500 万吨。

Aquafil 公司在 2011 年推出了“Econyl”再生系统，100% 利用再生废物来生产 PA。该公司目前向全球知名的 Econyl 等运动装、时装、奢侈品和地毯品牌供应可持续性 PA 替代品。

吴晓燕 编译自 https://www.plasteurope.com/news/GENOMATICA_t238931/

原文标题: Partnership with Aquafil to make bio-based caprolactam / Development of "Geno CPL" process to commercial-scale

《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成都文献情报中心编辑的《信息技术专辑》、《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》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权益,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:陈方丁 陈君 吴晓燕 陈云伟 郑颖

电话:(028) 85235075

电子邮件: chenf@clas.ac.cn ; dingcj@clas.ac.cn ; wuxy@clas.ac.cn ;
chenyw@clas.ac.cn; zhengy@clas.ac.cn