科学家设计出快速自愈的活体材料

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/17032.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家设计出快速自愈的活体材料。12月22日，中国科学院深圳先进技术研究院合成所、深圳合成院戴卓君课题组与集成所刘志远课题组合作的最新研究成果发表于Nature Chemical biology。研究团队针对活体功能材料这一领域，提出了一种全新的可快速修复的活体材料构建思路，并进一步将这种思路转化成一种普适的活体材料组合方法，将其推广应用于智能制造及可穿戴设备的组装等全新的应用领域。该成果是研究团队在合成生物学领域融合生物技术（BT）与信息技术（IT）的一次新尝试。

自修复材料并非是近些年来才提出的概念。美国某服饰品牌此前就推出过能自动修复的衣服材料，其原理非常简单，只是通过提高线的强度，使铁钉插入后不能将线割断而只是把线拨开。然而这样的材料其局限性很大，面对如锐器等造成的割裂，其修复功能便不再能发挥作用。

此后，科学家将目光投向纺织品的涂层材料上。鱿鱼的环齿蛋白（SRT）蛋白具有自愈性能，在带有SRT蛋白涂层的纺织品上滴几滴温水，再把断面重叠在一起按压60秒左右，断面就会重新连接起来。然而，这样的自修复材料与我们想象中的自修复材料还有很大差距。简单来说，这样的修复方式无法使断裂面通过自修复弥合，另一方面，提纯后的蛋白材料也不再具有活细胞可编程的特性。

生物活体材料实现强大的自修复能力

合成生物学的快速发展使得利用智能生物活体材料实现自修复过程成为可能。传统的活体材料提出依靠微生物的生长繁殖实现自修复，这一过程往往需要花费数十小时甚至几天的时间，这样漫长的修复时间极大地限制了其应用场景。对此，研究团队从修复原理上另辟蹊径，找到了一种能极大缩短材料修复时间的方法。

抗原和抗体分子在结构上有一定的互补性（依靠分子间作用力形成非共价结合），使得它们在极短的时间内就可以发生特异的相互作用而稳定地结合起来。这种结合力在外力破坏后可以迅速还原，即实现快速修复。基于这一原理，团队分别构建了表面展示有抗原和纳米抗体的两种工程菌株，之后，再以一定比例将两种菌株混合，通过抗原—抗体间的快速相互作用，制备出了稳定的具有高效自修复能力的LAMBA前体材料。

LAMBA材料的局部示意图，图中红色和蓝色卡通形象分别表示表面展示有抗原和纳米抗体的两种工程菌。 深圳先进院供图

由于LAMBA前体材料性质与水凝胶相近，因此，结合传统的材料加工工艺（如3D打印、微流控等）就可以将LAMBA材料自由地加工成形态、性能各异的材料。

可编程活体材料让设备更智能

合格的自修复材料还应该是智能的，生物活体材料最大的优势之一就在于微生物强大的可编程能力，因此，研究团队也从两方面对此进行了探究。

一方面，通过在两种工程细菌表面展示酶和纳米催化剂，将其制成LAMBA材料，最终成功将农药的主要成分对氧磷降解为低毒害的对氨基苯酚。另一方面，在一种细菌表面展示淀粉水解酶而在另一种细菌胞内表达海藻糖合成酶，这样，淀粉先被淀粉水解酶转化为麦芽糖，然后麦芽糖作为底物再被运输到另一种工程菌胞内被海藻糖合酶转化为海藻糖。

LAMBA材料具备的超强自修复能力以及智能编程能力启发研究团队进一步探究其在可穿戴设备和生物传感器上的应用。

可穿戴设备能通过检测人体基本生理信号达到日常健康检测、辅助康复治疗等效果，良好的拉伸性能和导电性能是其正常运行的前提。经测验，即使经过反复循环拉伸，LAMBA材料的导电性能依然能维持稳定。且遭破坏后，LAMBA材料可在段时间内快速修复至原有性能。

展示LAMBA材料具备优异的拉伸性能的示意图，可适用于可穿戴设备或衣物的制造。
深圳先进院供图

人体的神经肌肉活动均伴随着电生理信号的产生，电生理传感器可用于不同频率神经肌肉电生理信号的捕捉。对肌肉电信号的准确获取，一方面可以用于评估肌肉的健康状态，另一方面也可以用于计算评估人体瞬时的动作意图，进而去控制外部设备，如假肢和外骨骼等。实验结果显示，柔性LAMBA电生理传感器可以准确捕捉到肌肉电信号，并且相比于相同方法制备的单菌或金薄膜传感器显示了更好的信噪比。

作为柔性材料，LAMBA在应变传感器的制备中也具有显著优势，与金薄膜制成的传感器相比，柔性LAMBA应变传感器能更加均匀的反应形变程度。

BT与IT在合成生物学里碰撞出无限可能

总的来说，研究团队发明了一种具有快速自我修复能力的活体材料，这种材料卓越的性能使其在诸多领域都有着极大的应用前景。IT技术与BT技术是影响人类未来发展的两大技术，一直以来科学界与产业界对两个领域相互融合、交叉研究的呼声高涨。未来，这种创新的BT+IT协同制造模式必将带来一次大的技术革新。

LAMBA材料在军事领域的应用令人兴奋。试想一下，未来如果将LAMBA材料用在特种军服或军用可穿戴设备上，那么，单兵作战的能力将会得到大幅增强。另外，生物活体材料强大的可编程能力，使得赋予战衣更多样的功能成为可能，这将使士兵能够更加从容的应对战场上各种复杂的环境与地形。通讯作者刘志远在谈及应用场景时表示。

我们希望通过该研究建立一种活体材料组装的新方法，在活体生物可编程的基础上，通过引入高分子物理及化学合成中的理论赋予微生物新的特性，使组装的材料具有快速自愈合的特性，并初步尝试了IT与BT的融合。我们也在推进其他相关的各项有趣研究，期待并相信合成生物可以带来无限可能。通讯作者戴卓君表示。

中国科学院院士、上海交通大学教授樊春海表示，这项工作在活体材料的设计与编辑中跨出了一大步。尤其是将高分子物理及化学中利用动态非共价键介导的快速自愈合这一创新的设计思路来武装细菌，将在高分子学科中积累的经典体系跨学科的引入合成生物学，这也提示我们在未来的活体材料设计中可以学习和借鉴其他材料科学的优秀体系。

中国科学院院士、中国科学院深圳先进技术研究院合成生物学研究所首席科学家赵国屏表示，该成果聚焦在活体功能材料领域，挑战了活体材料分钟内自愈这个单纯依靠细胞分裂无法实现的难题。解决这个问题的灵感来源于动态非共价键形成快速自愈合的理论，利用细菌表面安装可粘合的抗原—抗体的性质，开发了一种可快速组装自愈的功能材料，实现了全新的可编程材料模式。尤其值得一提的是，该工作进一步将活体材料与多种可穿戴器件组装在一起，如肌肉电信号传感器以及应变传感器，突破了生命体与非生命器件的界限，拓展了活体材料的构建框架和应用领域，这是化学生物学及生物技术与材料科学和工程科学学科交叉会聚研究的一个范例。（来源：中国科学报刁雯蕙）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41589-021-00934-z

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：刘志远等 来源：《自然—化学生物学》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发