
可云集“围攻”生物靶标的智能纳米机器人来了

作者：writer 来源：爱科学

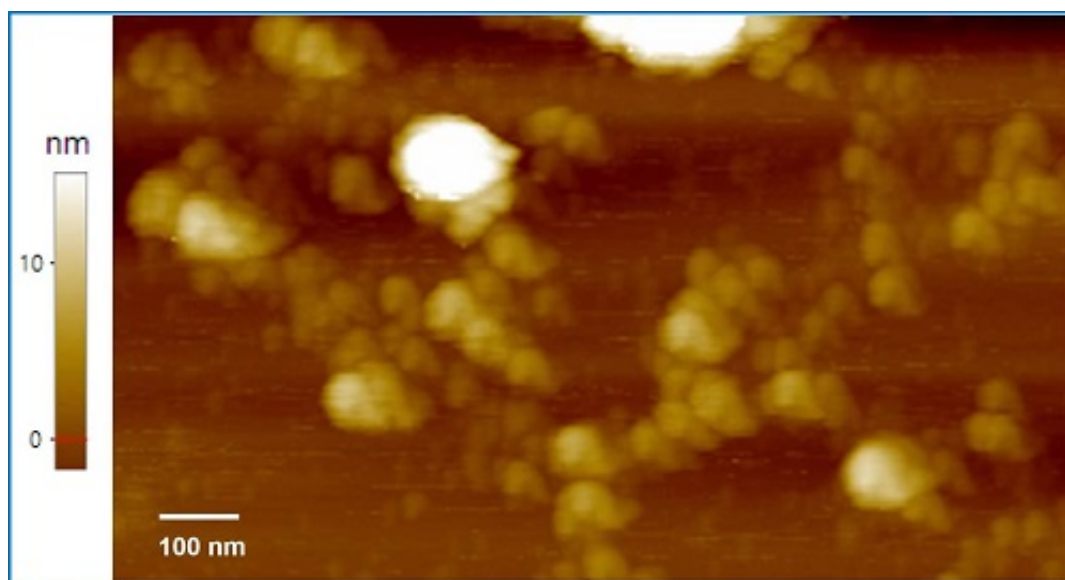
本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18767.html>

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！

可云集“围攻”生物靶标的智能纳米机器人来了。

无论是生化分析还是疾病诊断，快速准确检测到目标生物分子已成为刚需。DNA作为传统的遗传物质，正以新兴纳米材料的身份成为生物分析工具的新宠。

近日，中国科学院合肥物质科学研究院杨良保研究员课题组、安徽大学等构建了可非线性云集围攻生物靶标分子的智能DNA分子纳米机器人模型。相关成果发表于纳米材料领域顶级期刊《纳米视野》。



智能DNA分子纳米机器人非线性云集围攻靶标原子力显微成像李绍飞供图

围攻生物靶标

在试管液体环境下，当目标生物分子存在时，智能DNA分子纳米机器人会自动识别出，然后迅速集结‘围攻’，实现对这些目标生物分子的捕获和信号放大，有助于研究人员快速追踪。安徽大学教师、论文第一作者李绍飞介绍。

这个过程如同目标物被一只蜜蜂盯上，然后会召唤其他蜜蜂，不断进行群集围攻，形成容易被发现的聚集群。

李绍飞说，智能DNA分子纳米机器人模型是以短的单链DNA为骨架，长度通常为100个左右的核苷酸，通过自身折叠形成纳米尺度的结构设备，其形状类似于一个发夹。

智能DNA分子纳米机器人模型由多功能机械臂和备选附件(药物、信号标签、靶标钳夹等)、靶标验证器、智能云集路径控制器和自组装马达等部件组成。

每个部件都有各自的使命。例如，多功能机械臂可以从混合物中抓取目标分子，紧接着靶标验证器来检验抓取目标的正确性。在抓取和识别到正确的目标分子后，机器人开始在路径控制器的引导下，按照非线性的路径方式开始云集，并依赖自组装马达驱动机器人完成云集组装，最终形成大的组装体。

当这些部件完成各自使命时，目标分子充分暴露，只能乖乖束手就擒。

相比目前常用的PCR检测技术，李绍飞认为，智能DNA分子纳米机器人集结围攻靶标的信号放大策略，具有无酶、常温和操作简单等独特优势，有利于在即时检验或临床检验中的应用。

创新设计原理抗渗漏

DNA是由四种核苷酸为基本单位连接而成的生物分子，特定的核苷酸之间可以相互配对结合。

依赖这种自身作用力，合理设计和人工合成DNA分子，可以在体外自组装成各种DNA纳米机械设备。

DNA纳米机械设备常用的一个原理是以杂交链式反应为代表的三支链置换反应。这种传统的杂交链式反应通常至少包含两种简短的DNA组分元件，它们是专门针对目标生物分子设计。当目标生物分子存在时，两种简短的DNA组分元件相互交替结合，以线性的单一方式不断延长，起到对目标分子的识别和线性信号放大作用。李绍飞说。

由于非线性信号放大相比线性信号放大，更有利于提高分析检测的灵敏性。所以，科学家们试图基于杂交链式反应，提出一种发展非线性信号放大的策略。

然而，这一策略的进展遇到瓶颈——系统渗漏。

李绍飞解释说，系统渗漏是指在无目标生物分子参与下，短的DNA组分元件之间‘私自’相互结合为长的DNA，形成假的信号放大，严重影响分析检测的特异性和灵敏性。

简单来说，系统渗漏可能会导致检测结果成假阳性。

在前期研究中，李绍飞等揭示了渗漏发生的机理，提出了抗渗漏的措施，相关研究成果发表在国际著名期刊《核酸研究》上。

此次研究中，他进一步对渗漏和抗渗漏机制提出新的见解，并创新性地采用了四分支链置换反应原理，建立了可非线性云集围攻生物靶标分子的智能DNA分子纳米机器人模型，实现对目标生物分子的非线性信号放大。

挖掘更多应用潜能

团队成员分别将肿瘤细胞小分子和外泌体等作为靶标，通过整合无标记表面增强拉曼光谱信号读

出技术和荧光分子信号标签，成功对靶标实现了追踪，初步验证了智能DNA分子纳米机器人设计模型的应用性能。

识别和捕获目标生物分子，以及灵敏地进行信号放大和读出，是发展生物分析工具的永恒追求。

尽管目前已经创新了方法原理，并且建立了模型。但李绍飞坦言，考虑到DNA分子运动的复杂性和表征手段的局限性，以及生物样品的多样性，对模型的应用性能探索空间还很大。

下一步，团队将重点优化智能DNA分子纳米机器人模型云集组装效率，并进一步整合优良的信号读出技术，挖掘其在DNA 纳米技术、生化分析和生物医学中的应用潜能。

特别是针对当前流行传染性疾病，团队正着手攻利用智能DNA分子纳米机器人模型进行超灵敏诊断的可行性。李绍飞说。（来源：中国科学报王敏）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1039/D2NH00018K>

作者：杨良保等 来源：《纳米视野》

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](https://www.iikx.com)转发