科学家把生物防伪“写进”材料本体

作者：writer 来源：科学网

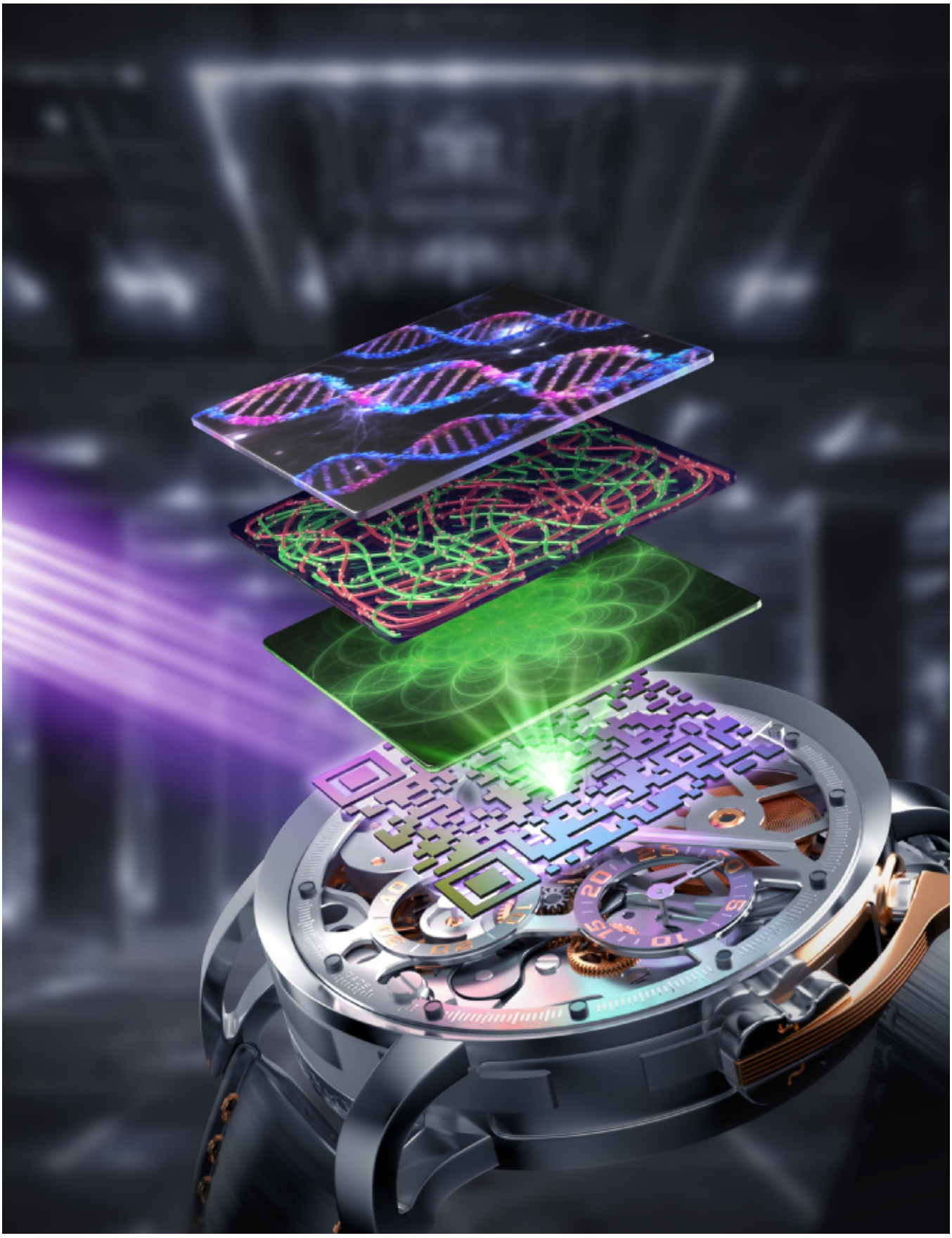
本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/39371.html

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！

科学家把生物防伪“写进”材料本体。在消费品防伪领域，通过扫描二维码进行初步验证已成为大众熟知的常规手段。然而，科研人员正致力于将身份验证从外部标识推向本体嵌入——不仅为珠宝、腕表等高价值商品构建更高等级的安全核验体系，更尝试将关键信息直接写入材料自身，使材料即载体成为现实。

4月16日，中国科学院深圳先进技术研究院定量合成生物学全国重点实验室研究员钟超团队，在《物质》上发表最新研究成果，研究团队提出了多层级信息加密平台（HIDE）。该平台创新性地将可编程淀粉样蛋白纳米纤维与DNA分子相融合，构筑出一层近乎透明的微米级功能涂层，使材料表面兼具信息隐藏与分级验证能力，为物理信息安全与高等级防伪开辟了全新路径。

我们的目标并非打造一枚传统意义上的防伪标签，而是将安全信息真正内嵌于材料本体，赋予材料自身表达身份与可被验证的能力。论文共同通讯作者、深圳先进院研究员钟超表示。



多层级信息加密平台HIDE的应用示意图。研究团队供图

四重密码如何藏进一层涂层

传统防伪技术多依赖图案、防伪码、颜色变化或特定光学响应等单一特征，识别方式一旦被摸清，伪造风险也会随之上升。相比之下，HIDE的优势在于能够把不同层级的信息整合进同一层材料，构建起横跨宏观、微观、纳米和分子尺度的四重密码系统。

其中，宏观尺度信息可表现为在特定条件下显现的二维码，手机即可读取；显微尺度信息包括微图案和衍射图样，需要借助显微镜或激光识别；纳米尺度信息体现在蛋白纳米纤维的结构排布中；分子尺度信息则直接编码在DNA序列里。这层看似普通的涂层，实际上承载了不同层级的信息及对应的读取方式。

支撑这一体系的核心，是一种能够自组装形成涂层的蛋白纳米纤维材料。研究团队以人源FUS蛋白为基础设计重组蛋白，使其在合适条件下自发组装成纳米纤维，并附着在玻璃、铝片、PET等多种材料表面，形成均一稳定的涂层。更特别的是，这种涂层几乎是隐形的：在玻璃表面，其可见光透过率超过94%。

他们进一步发现，只要改变不同蛋白的混合方式和加入顺序，就能形成结构各异的纳米纤维网络。进而通过专业设备加以识别，相当于在透明涂层中埋入一层肉眼难辨的结构密码。

与此同时，团队在涂层中加入可特异性结合DNA的功能模块，使DNA分子能够稳定固定在涂层表面。在具体实验中，团队将一段30个字符的文本信息转换为二进制数据，并进一步编码为一条由128个核苷酸组成的DNA序列，成功实现了文字信息在分子层面的写入、存储和读取。

从快速验真到分级认证

为了让这套系统具备现实应用价值，研究团队设计了两级检测策略。第一级是快速筛查。团队引入Cas12a检测系统，一旦样品中存在目标DNA序列，就会触发荧光信号，从而在较短时间内完成真伪判断。第二级则是深度核验，研究人员可通过扩增和测序，进一步读取完整DNA序列，并还原其中编码的信息。前者适用于现场快速验真，后者则适用于高价值物品的精确身份确认。

共同通讯作者、深圳先进院副研究员安柏霖表示，HIDE的分层设计使得不同价值、不同流通场景的物品能够适配不同安全等级的需求。对于药品包装、化妆品、票据等普通消费品，宏观可读信息即可支持快速防伪；对于珠宝、收藏品等高价值物品，则可叠加显微结构、DNA分子编码与CRISPR检测，实现更高等级的身份认证体系。

研究团队进一步将HIDE涂覆于腕表玻璃表面，构建出一套集多尺度信息于一体的验证系统，展示了该平台在高价值物品身份认证中的应用潜力。

从贴上标签到写入材料，这项研究提供的并不只是新的防伪手段，更是一种重新理解物理信息安全的方式：防伪和身份认证不一定依赖外加标签，也可以通过功能化材料实现更深层、更分级的验证。随着相关设计和验证体系进一步成熟，这类功能化生物材料有望在高级防伪、供应链溯源和安全标识等领域打开新的应用空间。（来源：中国科学报 刁雯蕙 赵梓杉）

相关论文信息：https://www.cell.com/matter/abstract/S2590-2385(26)00137-2?sessionid=-1710453127

作者：钟超等 来源：《物质》

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