

# 新设计实现聚合物刚度和拉伸性独立控制

科技日报北京11月27日电(记者张佳欣)传统材料学认为,聚合物材料越硬,可拉伸性就越差。美国弗吉尼亚大学研究人员开发了一种新型聚合物设计方法,可能会颠覆这一延续近

200年的传统观念。相关成果以封面论文的形式发表在27日《科学进展》杂志上。

研究人员表示,他们正在解决一个自1839年硫化橡胶发明以来就被认为

无法解决的难题。当时,美国发明家查尔斯·固特异意外发现,将天然橡胶与硫磺加热后,橡胶分子链之间会形成化学交联。交联过程中形成聚合物网络,使原本在高温下会熔化和流动的黏性橡胶转变为耐用、有弹性的材料。从那时起,人们一直认为,如果想要让聚合物网络材料变硬,就必须牺牲其部分可拉伸性。

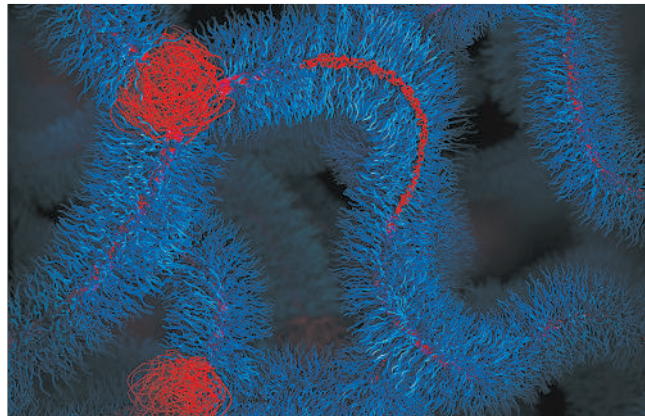
然而,弗吉尼亚大学研究人员用其研发的新型可折叠瓶刷状聚合物网络证明事实并非如此。

刚度和拉伸性是相互关联的,因为它们源于相同的构成单元——通过交联连接的聚合物链。传统上,使聚合物网络变硬的方法是增加交联的数量。然而,这么做无法解决刚度与拉伸性之间的权衡问题。更多的交联虽然可让聚合物网络更硬,但变形自由度却变得

更低,拉伸时很容易断裂。

新设计的可折叠结构并非简单的线性聚合物链,而是呈现出类似瓶刷的结构,其中有许多灵活的侧链从中心主链上辐射而出。主链能像手风琴一样折叠和展开,在材料被拉伸时,聚合物内部的隐藏长度会展开,使其伸长量达到标准聚合物的40倍以上,且不会减弱其性能。此外,侧链还决定了材料的刚度,从而实现了刚度和拉伸性的独立控制。这种新方法侧重于网络链的分子设计,而非交联。

这种可折叠瓶刷状聚合物网络可3D打印,即使与无机纳米粒子混合后,仍然能保持3D打印能力。这些无机纳米粒子经过设计,可展现出复杂的电学、磁学或光学性质。例如,可以向其中添加导电纳米粒子,这对可穿戴和可穿戴电子设备至关重要。



由交联可折叠的瓶刷状聚合物形成的网络(艺术图)。图片来源:美国弗吉尼亚大学



研究人员正在查看显微镜和微分析设施的T12透射电子显微镜的图像。

图片来源:澳大利亚悉尼大学

科技日报北京11月27日电(记者张梦然)澳大利亚悉尼大学纳米研究所团队利用DNA折纸技术,成功开发出定制设计且可编程的纳米机器人。这一创新成果展示了广泛的应用前景,涵盖靶向药物递送、响应性材料以及节能光信号处理等多个领域,成果于27日刊登在《科学·机器人》杂志上。

DNA折纸技术基于DNA分子自身的折叠特性,通过精心设计,可构建出全新的生物结构。研究团队此次制作了超过50种纳米级别的物体模型,其中包括一个“纳米恐龙”、一个“跳舞机器人”以及一幅宽度仅为150纳米的微型澳大利亚地图。

该研究特别关注如何构建模块化的DNA折纸“体系”(类似于三维空间中的像素),以组装成更为复杂的三维结构。这些结构可根据特定需求进行编程调整,从而迅速生成各种形态的原型。此特性对于开发能完成合成生物学、纳米医学及材料科学研究任务的纳米级机器人系统尤为重要。

团队通过引入额外的DNA链至纳米结构表面,用作可编程的连接点,实现了对体系间组合方式的精准调控。这些连接点如同彩色尼龙搭扣一般,当“颜色”(即DNA序列)匹配时才能相互连接,这确保了构建过程中结构的准确性和特异性。

这项技术的一个重要应用,在于制造能将药物精准递送至体内特定区域的纳米机器人。借助DNA折纸技术,科学家能够设计出对特定生物信号敏感的纳米载体,保证药物在预定的时间与地点释放,极大提升了治疗效果的同时减少了副作用。此外,团队也正在探索开发能对外界刺激作出反应的新材料。这类材料能够根据负载变化、温度或酸碱度等因素调整自身属性,有望影响医疗、计算和电子等多个行业。

本文成果一个令人振奋的应用方向,是采用DNA折纸技术提供出一种更加高效节能的方法,进而加快光信号处理速度。这种精度和速度的提高,是医疗诊断和安全保障等领域技术进步的基石。未来,随着研究的深入和技术的优化,研究人员还能据此开发出在人体内复杂环境中有效运作的自适应纳米机器人,从而进一步造福于人类。

## 利用DNA折纸技术 科学家开发出可定制和编程纳米机器人

总编辑 卷点  
环球科技24小时  
24 Hours of Global Science and Technology

# 美拟用SpaceX卫星群监视全球目标

## 今日视点

◎本报记者 胡定坤

就在全世界目不转睛地盯着美国太空探索技术公司(SpaceX)不断试飞“星舰”,为登月探火作准备,或者连续发射“星链”,铺开太空互联网时,较少有人关注的是,在一个相对低调但非常重要的领域,SpaceX也在“攻城略地”。

“卫星总能在给定时间内飞过目标区域。”美国国防部负责设计、建造、发射、运行侦察卫星的机构——国家侦察局(NRO)局长克里斯·斯科里斯近日如此炫耀SpaceX为NRO研制的间谍“卫星群”。

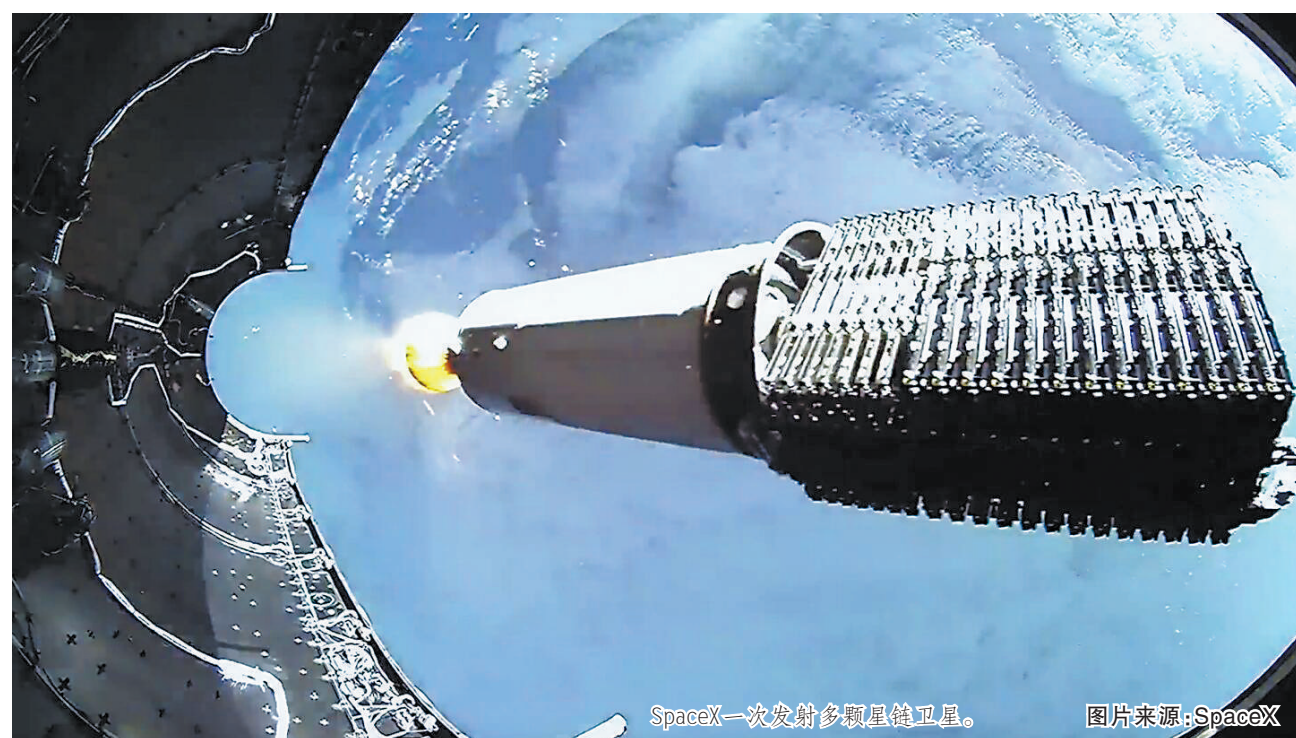
### 超百颗卫星监视全球

据美国科技网站Ars Technica报道,SpaceX正在为NRO打造一个至少由100多颗间谍卫星组成的卫星群,用来监视全球目标。今年5月到10月,短短5个月时间,SpaceX已经分4次发射了其中的80多颗,今年年底前计划再发射两次。

之所以能如此迅速地生产和部署这些卫星群,原因是该项目基于“星链”卫星平台研制,充分利用了星链成熟的生产线,以及SpaceX快速发射火箭的能力。2024年以来,SpaceX已经发射了约70次、1600颗星链卫星。NRO需要的产能和发射机会与此相比“微不足道”。

NRO将SpaceX的卫星群用于定期向美国军方和政府相关机构提供外国军事设施和其他感兴趣地点的最新情报。斯科里斯表示,这批卫星将以极高的速度和较高的分辨率更新地面目标图像。

对NRO来说,这是一个重要的转变。此前,该机构主要使用数量较少、分辨率高、体积庞大、价格极其昂贵的侦察卫星。例如其KH-11侦察卫星仅部署了十几颗,每颗有近20米长,重量接近20吨,其单价在2011年已经高达数十亿美元。相比之下,SpaceX的



SpaceX一次发射多颗卫星。图片来源:SpaceX

卫星群每颗仅重约1吨,据报道,NRO在2021年仅支付了18亿美元,就买下了过百颗。

### 扩散式架构确有优势

NRO将这种大量部署、批量化生产的卫星群称作“扩散式架构”。除了价格便宜、量大管够,其在军事领域更是具有独特优势。

NRO认为,仍然需要一些高精度的大型卫星来获得对手目标的高清细节。但是,这种方法的缺点是“重访率”低,即由于卫星数量少,每天对目标拍摄的次数不足。同时,少数几个大型卫星很可能成为对手攻击的重点目标,比较容易摧毁。

“扩散式架构”则有效地弥补了这些缺点。从“攻”的角度看,上百颗卫星可实现对地面目标的快速“重访”,甚至不间断地监视。此外,这种卫星成本低、易生产,非常便于技术迭代,即快速、大量产出安装新型相机等传感器的新型侦察卫星以替代老旧“架构”。从“守”的角度

看,要摧毁一个包含上百颗卫星的卫星群,比摧毁几个大型卫星困难得多。正如斯科里斯所说:“这给了我们一定程度的韧性,这是以前所没有的”。

既然优势如此明显,为何此前未在军事领域使用类似的卫星群呢?

“发射成本太高。”NRO副局长特洛伊·梅克在10月17日的一场研讨会上解释,之前发射卫星的成本非常高,现在已大幅下降。同时,电子设备的进步使他们能够制造体积小、但性能高的卫星。

### 海量数据需智能处理

NRO希望尽快地将信息交到用户手中,但几百颗卫星传来的数据量却是一个挑战。

首先,更多的卫星、更高的重访率,必然会产生更多的侦查数据。此外,大规模的卫星群,可能包含有光电、雷达、红外、电子探测等不同传感器,数据的种类也有所不同。据悉,NRO还在研究量子遥感等新兴探测技术。

“一旦你采用扩散式架构,从几颗卫星增加到几十颗卫星,再到几百颗卫星,你就必须要改变很多东西。”斯科里斯说,必须让机器去帮助人类,“我们需要人工智能、机器学习和自动化流程来帮助”。

NRO太空发射办公室主任埃里克·扎里布尼斯基表示,未来提供数据的速度将是几秒,而不是几分钟或几小时。

目前,除了NRO,美国军方其他太空机构也不约而同地盯上了所谓的扩散式架构,而且都对SpaceX在星链项目中积累的低成本、批量化卫星技术非常感兴趣。

美国国防部下属的太空发展局计划明年启动快速发射计划,将数百颗的“卫星群”送入太空,以探测和跟踪对手发射的导弹。据说,为赢下这一合同,SpaceX提出了一个基于星链的卫星概念。美国太空军也计划购买100多颗SpaceX卫星,用于提供宽带通信。

2022年,SpaceX成立了“星盾”部门,专门为美国政府和军方研制用于国家安全任务的卫星。

# 植入电极能分析人脑基因活动

科技日报北京11月27日电(记者刘震)爱尔兰和丹麦科学家携手,开发出一种能够分析人脑中基因活动的新技术。最新研究为理解和治疗癫痫等神经系统疾病提供了全新的视角。相关论文发表于新一期《临床研究杂志》子刊《机理解析》。

长久以来,如何在不依赖通过手术或捐赠方式获得组织样本的情况下,研究大脑内的基因活动,一直是神经科学领域的一大难题。

最新研究中,研究人员利用植入癫痫患者大脑中的电极,收集并分析RNA和DNA信息,并将这些信息与脑电记录

相关联,绘制出了大脑基因活动图谱。

研究人员表示,这些电极不仅在临床上用于精确定位患者癫痫活动区域,也提供了一个将大脑活动与特定区域基因的开启或关闭状态联系起来的独特机会。结果显示,将分子数据与癫痫发作的脑电记录相结合,可极大提升对

大脑癫痫发作网络的理解,从而提高癫痫治疗手术的精度。

研究人员认为,这项研究为检测癫痫患者大脑中的基因活动提供了一种全新的方法,有望与传统脑成像和脑电图测试方法结合,为指导癫痫患者的手术决策提供有效方案。



ELISA将在考古领域大显身手。图片来源:欧洲核子研究中心

# CERN小型质子加速器可应用于考古研究

科技日报(记者刘震)据美国趣味工程网站25日报道,欧洲核子研究中心(CERN)在其教育和外联中心部署了一台质子加速器。这款加速器名为“用于表面分析的实验性直线加速器”(ELISA),其产生的2兆电子伏特(MeV)质子束可确保样品在分析过程中保存完好,有望在考古学领域发挥关键作用。

CERN因其大型强子对撞机和希

格斯玻色子的发现而闻名于世。研究人员表示,ELISA长度仅一米,质子能量也只有2MeV,与大型强子对撞机提供的功率相比,可谓“小巫见大巫”。但正是小巧的“身材”,让ELISA特别适合精确工作。它能将质子束聚焦到小样本点上,激发电子并使其发射出特定元素特有的光子。通过分析这些光子,研究人员可详细了解样品的成分。

与其他分析技术相比,质子束技术灵敏度高、背景噪声极低。更重要的是,可在空气环境而非真空中对物品进行分析,非常适合研究易碎品。

在首次实验中,研究人员模拟了世界各地古代洞穴艺术画中使用的面料,并利用ELISA对这些面料进行分析。他们希望未来能够开发出一种便携式加速器,为考古工作带来更多惊喜。

# 俄研制睡眠呼吸暂停预测系统

科技日报(记者程刚)俄罗斯圣彼得堡国立电子技术大学研究人员近日宣布,针对睡眠呼吸暂停综合征,他们研制了一种能预测其发作的系统,可帮助医生在评估患者压力类型时作出决策。

睡眠呼吸暂停患者夜间睡眠时,由于舌根回缩导致呼吸急剧减少或完全停止。患者夜间可能会超过5次出现呼吸暂停,严重时甚至超过30次。长时间呼吸停止会引发多种并发症。

研究人员表示,最常引起睡眠呼吸暂停的因素之一是持续的压力状态。检测睡眠呼吸暂停综合征最有效的方法之一是多导睡眠图,这是一种长期记录患者睡眠期间各种生理参数

的方法。该方法使用附着在患者身体上的传感器,记录患者脑电活动、眼球运动、肌肉活动、血氧水平、心率和呼吸运动。尽管这种方法可为后续治疗和病情监测提供有价值的信息,但该方法也可能导致明显的不适。

使用新研发的系统模型,可对患者的脑电活动、血液搏动和呼吸运动变化信号等重要因素进行分析,计算出睡眠呼吸暂停的概率。医生据此能对睡眠呼吸暂停的发作作出结论,调整治疗方案。

该系统还将成为可穿戴系统的基础。例如,它可以是手环,通过蓝牙连接到安装特殊应用程序的智能手机,并通过脉冲或音乐等方式通知患者和医生。