新闻热线：010—58884108
E-mail：liangyx@stdaily.com
科技日報
■责编 梁彦晓
2020年8月20日 星期四

视觉中国供图

盖过蚕丝被，但你用过蚕丝硬盘吗

世界首块蚕丝硬盘问世，具备普通光盘功能还可记录生命信息

吴红梅 本报记者 王 春

5G等通信技术的快速发展，带来了高可靠低延迟的网络连接，我们将更快进入“万物互联”时代，连接到网络的设备激增，就会带来数据存储量的激增。如何突破现有存储设备限制，实现更高效、更大容量的存储是当下技术人员研究的重点。

在人们的印象中，蚕丝最主要的用途就是作为纺织材料，如今科技的发展正在不断突破人们的想象。蚕丝与现代文明相遇竟能变身为高科技创新材料，不仅能储存信息，还能植入人体。

近日，中国科学院上海微系统所陶虎课题组联合美国纽约州立大学石溪分校和德州大学奥斯汀分校相关课题组，研发出了世界上首块基于天然生物蛋白的硬盘存储器——蚕丝硬盘，相关成果于近日发表在国际知名期刊《自然·纳米科技》上。

存储量大 稳定性高
有望应用于外太空等极端环境

一直以来，科学家都在致力于将生命科学技术与半导体技术进行融合，这类研究的重要成果之一，就是给信息存储带来了新思路，如高容量DNA存储技术、寡肽存储技术等各种基于生物介质的存储技术不断被研发出来。

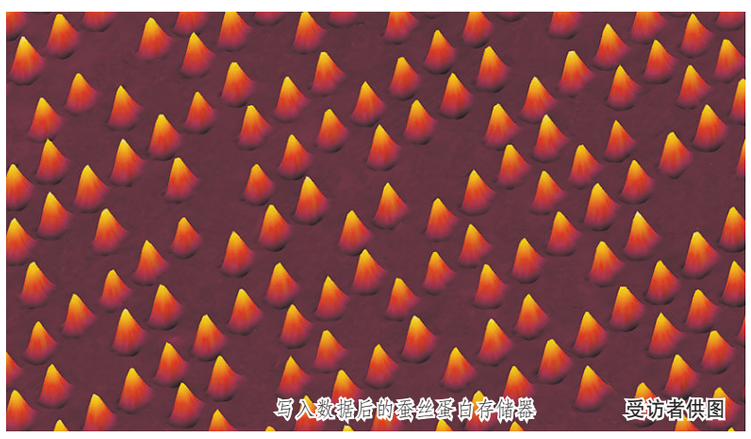
最近，科学家又以蚕丝蛋白作为存储介质开发出高容量蚕丝蛋白存储技术，基于蚕丝蛋白对红外光的选择性吸收，利用近场红外纳米光刻技术，在丝素蛋白膜上加工高密度点阵实现数字信息写入，对点阵成像可进行信息读取，从而实现了蚕丝蛋白的存储功能。

据科研人员介绍，因为蚕丝蛋白可吸收红外光，所以能够利用近场红外纳米光刻技术，将蚕丝蛋白当作光盘，在上面实现数字信息的写入和读取。制作蚕丝硬盘的过程有点像“摊大饼”，利用近红外纳米光刻技术往蚕丝硬盘里写入信息则像是在大饼上撒芝麻，整道工艺完成后，“大饼”表面的凹凸痕迹就类似“0”和“1”的数字信号，通过解码即可获知所存储的信息。

到目前为止，团队已用这种技术实现了“家蚕食叶图”“空谷鸟鸣曲”等图像和音频文件的准确记录、存储和“阅读”的原理验证，相关技术已申请专利。

据了解，这种以蚕丝蛋白为存储介质研制出来的存储器具备诸多独特的优势：存储容量大，每平方英寸可存储64GB数据；原位可多次重复擦写；可同时存储二进制数字信息以及与生命活动直接相关的生物信息；可以植入生物体长期保存，也可以在预设的时间内可控降解。

值得一提的是，蚕丝蛋白在机械强度、生物兼容性、生物降解性、易于功能化和可调节的水溶性等方面都具有良好的表现。这些特性赋予了蚕丝硬盘极高的稳定性，使其能够在高湿度、高磁场或强辐射等恶劣环境下长期稳定工作，将蚕丝硬盘置于相对湿度90%或7特斯拉磁场或25千戈瑞强辐射环境下，存储的信息也不会丢失，因此，蚕丝蛋白存储技术有望应用于外太空等极端环境。


写入数据后的蚕丝蛋白存储器 受访者供图

加入生命体特征标记物
可生物信息、数字信息并存

1978年，美国旅行者1号探测器首次携带了一张唱片《地球之声》进入太空，当时为了抵御极端环境，这张唱片由镀金的铜板制成，不仅成本高昂，而且只能存储单一的数字信息。

如果被带上太空的是蚕丝硬盘，那么人类的生命密码也就有望在外太空进行保存和进一步研究。因为蚕丝硬盘不仅可以存储数字信息，还能存储生物信息。

“蚕丝蛋白存储器不仅可以像普通半导体硬盘那样存储图像、音频、文字等数字化可编码信息，还可为活性生物信息储存提供一个功能巨大的平台，用于采集存储生物信息，同时可存储生物体DNA和血液样本。”该项技术的首倡者和主要发明人、上海微系统所2020前沿实验室主任陶虎表示，通过调控蛋白质的降解速度，这种存储器还能够按照预设的时序可控销毁，从而用于信息保密。

那么，蚕丝硬盘为何能保存有活性的生物分子？

据科研人员介绍，蚕丝蛋白存储器的形成过程是一个将蚕丝反向变成蚕丝蛋白溶液再将其旋涂成薄膜的过程。如果要保存有活性的生物分子，可在将蚕丝变成蚕丝蛋白溶液后，将带有血红蛋白、白蛋白、葡萄糖等生命体特征的标记物融入其中，这就完成了生命体信息存储的全过程，如果再通过激光等手段在丝素蛋白膜上进行高密度的点阵加工，通过二进制数字编码，便可将数字信息和生命体信息同时存储到蚕丝硬盘上。

据介绍，蚕丝蛋白是一种厌水性材料，在一定纳米尺度下会形成防水、防气的致密结构，保护包覆在其中的蛋白质、葡萄糖、DNA等易于损坏的有机分子，使其不受破坏。

此外，经过手术就可将蚕丝硬盘植入生物体内，并且由于蚕丝蛋白的生物兼容性良好，植入生物体内后也基本不会产生排斥反应。

技术成熟有待验证
实现大规模商用还有一段距离

科技日报记者获悉，该存储器可以在一平方英寸（约6.45平方厘米）的面积上存储64GB的数据，如果折算成传统的半导体存储器，一颗3.5英寸的蚕丝蛋白存储器的容量超过0.5TB（512GB）。

“一颗3.5英寸（蚕丝蛋白）蚕丝蛋白存储器所用的蚕丝连0.1克都不到，照此推算，一个蚕茧就可以制备出具有1—3TB存储空间的存储器，而一条重约1.5公斤的天然蚕丝被所需要的蚕茧可制成上万颗该规模的天然蚕丝存储器。”陶虎介绍说。这意味着蚕丝蛋白存储器如果能实现批量化生产，将极大降低存储器的生产成本。

那么，蚕茧产地不同，是否会影响蚕丝硬盘的质量？蚕丝蛋白如何防腐？蚕丝硬盘未来是否可以进行大规模生产？针对这些问题，陶虎一一进行了解答。

“虽然蚕茧产地不同，品质也各有差异，但是我们制定了相关标准，可以在工艺上进行质量控制。”他表示，在产品防腐的问题上，首先蚕丝蛋白本身就具备一定的抗菌效果，并且研究人员会进一步对蚕丝蛋白做一些功能化处理，比如通过加入一些抗生素来达到抑制细菌的目的。

谈及未来是否能实现产业化生产，陶虎称此项研究仍较为前沿，技术是否成熟有待进一步验证，因此离商用还有一段距离，后续还将继续在提高存储容量及信息读取速度等方面进行深入研究。

纽约州立大学石溪分校刘梦昆教授作为论文的共同通讯作者也表示：“相比传统紫外光刻和电子束光刻技术，基于原子力显微镜的近场光学技术为生物材料在纳米尺度下的原位加工和表征提供了可能。后期可以进一步结合多探针平行加工技术和快速移动平台，让蚕丝硬盘有潜力实现可比拟商业化硬盘存储器的存储密度和读写速度。”

海鸟粪价值竟超10亿美元，还能影响地球生态

奥杜邦学会海鸟恢复计划的负责人唐·里昂斯拜访日本内陆的一个小村庄时，他发现当地有一种大米叫做“鸬鹚米”。这个名字并非源于谷物的外形或产地，而是与一种名为鸬鹚的海鸟有关。这种海鸟在池塘周围的树上筑巢，以池塘中的小鱼为食。它们富含氮元素和磷元素的排泄物落在地面上，很容易进入用以灌溉农田的池水之中，从而为稻谷施肥。

事实上，很早之前人们就发现了鸟粪的价值，此前南美洲甚至出现了以收集鸟粪为核心的产业，并且当地人将鸟粪称作“白色黄金”。据一项近期发表在《生态和演化趋势》上的研究估算，每年海鸟粪便的养分所带来的价值高达11亿美元。

事实上，在商业捕鱼活动中某些海鸟会被意外捕获，人类过度捕捞也会危害它们的主要食物来源，气候变化导致的海平面上升也会侵蚀它们的海岸栖息地，而海水变暖则会使它们所捕食的鱼类的活动轨迹不可预测……鉴于海鸟中有30%的物种都面临着生存威胁，研究者认为让人们更加了解海鸟的益处，有望推动全球动物保护运动再上一个台阶。

该研究的作者、巴西戈亚斯联邦大学的丹尼尔·普拉萨—希门尼斯和合作者马库斯·钱西亚鲁索决定给海鸟的粪便定价。然而，由于缺乏足够的数据来估算海鸟粪带来的直接和间接经济收益，因此研究团队采用了一种重置成本的方法。他们评估了鸟粪作为有机肥料具有的价值，并计算了用人造化肥代替它们所需要花费的成本。

由于并非所有海鸟都能生产干燥的、富含氮磷元素的海鸟粪肥，因此该研究的作者通过两个步骤来探究这些海鸟能生产多少肥料。

首先，他们根据群体规模数据计算了那些能够生产干燥的、富含氮磷元素粪肥的海鸟每年排泄的粪便总量，并且基于秘鲁和智利海鸟粪肥（代表利润最高的粪肥产品）的国际市场平均价格为这些粪便估值。

第二步，科学家评估了那些不生产干燥且坚硬的粪肥、但是排泄物中也含有氮磷元素的海鸟所创造的价值，根据国际市场上无机氮和无机磷的交易价格为这些海鸟的排泄物进行估值。计算结果显示，这些海鸟粪的直接价值在4.74亿美元左右。

研究团队发现，世界上约10%的珊瑚礁都依赖于海鸟生产的营养物质。已知每年加勒比海礁脉、东南亚礁脉和大堡礁的渔场的经济回报是65亿美元，因此科学家估计海鸟粪肥所带来的间接经济收益至少有6.5亿美元。这意味着海鸟粪肥所带来的总经济收益估计高达11亿美元。

里昂斯表示，这一数字可能还是低估了海鸟粪便的价值，因为还有减少人工化肥使用所带来的间接收益未被考虑在内。

这些鸟粪超过10亿美元的估值令人惊叹，并且在过去约150年前，海鸟数量锐减之前，鸟粪所产生的的相应价值可能还会高出很多。在南美洲，特别是在秘鲁的钦查群岛，海鸟粪肥十分丰富，这一点在数百年前的文献中已有记载：海鸟沿着岛屿的花岗岩悬壁筑巢，它们的粪便就在那里堆积，炎热的天气使其不易分解，大概有6000万只海鸟生产出了约45米高的粪堆。

在19世纪40年代早期，海鸟粪通过商业开采，运输到德国、法国、英格兰和美国销售，发展成了一门成熟的产业。这一产业于1880年前后崩盘，又于20世纪早期复苏。今天，随着消费者对有机农业和食品加工需求的上升，人们又重新对海鸟粪肥燃起了兴趣。然而，据估测，钦查群岛上现在只生活着400万海鸟，使得海鸟粪肥的产量大大降低。事实上，海鸟数量减少已经成为了全球趋势：根据一项调查研究，全世界的海鸟数量自20世纪50年代以来减少了70%。

普拉萨-希门尼斯表示，钦查群岛当地人世世代代都在使用这种有机肥料，渔业则是当地的经济支柱，而海鸟的减少给当地文化、经济以及全球生态多样性带来灾难性的影响。一项研究发现，海鸟粪中流入印度洋海水的养分能使珊瑚礁鱼类的数量增加48%。另一项研究发现，夏威夷欧胡岛上的海鸟有助于抵消因人类活动所造成的海水养分耗竭的影响，其群落越大，附近珊瑚礁中磷酸盐的溶解值就越高。

改善珊瑚礁的健康状态很重要。大约有四分之一海鱼的生存需依赖富含氮元素的珊瑚礁。而在生态系统中，海鸟对于珊瑚礁健康的作用不仅仅使鱼类数量增加，还能通过发展旅游产业和海岸线恢复项目刺激收入。珊瑚礁作为重要的天然隔板保护着遥远海岛和海岸社区，使其免受风暴的侵蚀和海水上涨的影响。里昂斯说：“海鸟粪超十亿美元的经济价值确实令人激动，但同样需要关注的是它对局部生态的影响。有许多例子显示，如果没有海鸟带来的氮循环，一些独特的风景将不复存在。”

（据《环球科学》）

万物冷知识

为了预防传染病 动物也会自发采取隔离措施

新冠肺炎疫情让人们的行为习惯发生了很多变化，很长一段时间内，“宅”成为了最热门的话题。事实上，为了生存而与自己的同类保持距离，并不是人类的独特性为，为了防止疾病流行，很多群居性动物也会采取“社交隔离”，有些动物执行得比人类还“自觉”。

从我们熟知的蜜蜂、蚂蚁，到老鼠、猿猴、蛙类……每当病毒、细菌或寄生虫意外来袭，它们都会为了减少集体感染，自然而然地远离危险。

蚂蚁：自我隔离

有着“超级生物体”之称的蚁群往往由无数只蚂蚁组成，它们干起活来各司其职，井井有条，就像大脑里的神经元一样。作为社会性极高的生物，蚂蚁对“社交隔离”这事儿自然也很擅长，它们发现病菌并防止其扩散的方法和效果简直让人惊奇。

就拿在世界各地广泛分布的黑色园蚁来说，一般情况下，蚁群至少包括看护蚁和采集蚁两种，前者“主内”，负责照看家里的小蚂蚁，后者“主外”，负责外出觅食。采集蚁感染病菌的概率较大，一旦在旅途中意外“中招”，看护蚁和采集蚁都会迅速采取措施防止病菌扩散。

《科学》杂志上的一项研究显示，甚至在发病之前，感染病菌的蚂蚁就开始主动进行“自我隔离”。研究人员将部分采集蚁暴露于一种真菌孢子中，才过了短短不到一天，这些采集蚁就开始延长“外勤”时间，减少同其他蚂蚁的接触。未被感染的采集蚁也开始尽量远离已经感染的“队友”，而看护蚁则会赶紧把幼蚁往蚁巢的更深处转移。

蜜蜂：早发现，早处置

与所有的蚁类一样，数百种蜂类同样也是社会化昆虫，它们彼此之间有着精密的分工体系，往往“数代同堂”。如此庞大的家族，要想避免病毒导致“群死群伤”事件，唯一的办法只有“早发现、早处置”。

比如，有一种细菌性疾病名为“美洲蜜蜂幼虫腐臭病”，蜂卵一旦染病，就会散发出两种特殊的信息素，而成年蜜蜂感受到这两种信息素的混合气味之后，就会迅速行动起来，一旦找到气味的来源，蜜蜂就会毫不犹豫地把所有染病的蜂卵统统搬出蜂巢。

蝌蚪：远离感染同伴

上世纪90年代末，有学者发现美洲牛蛙的蝌蚪十分擅长躲避一种危险的细菌感染，这种细菌能导致消化系统的疾病。蝌蚪一旦发现同伴感染，就会游到远离其约30厘米之外的地方。

主导该研究的耶鲁大学科学家斯凯莉教授认为，被捕食者在遇到天敌时，行为甚至身体都会出现巨大变化，从动物的角度看，对疾病风险做出类似反应很可能是基于同一原理，即保护自己，远离危险。健康的牛蛙蝌蚪能嗅出患病蝌蚪在水中释放的化学物质，不过具体的发现机理还不清楚。

大猩猩：排斥有病个体

跟人类一样，大猩猩具有发达的视觉，所以即便不能像蜜蜂或蝌蚪那样嗅出危险，却仍能通过眼睛发现疾病并主动离开。

西部低地大猩猩是群居性动物，其中，雌性大猩猩会选择在不同的群体之间生活。2019年的一项研究发现，某个群体中是否有大猩猩患有雅司病，是母猩猩决定是否选择在这个群体生活的关键因素。雅司病是一种热带皮肤病，可导致皮肤严重肿胀。在对近600头大猩猩跟踪研究了10年之后，研究人员发现雌性大猩猩会不计一切代价远离患有雅司病的群体。

黑猩猩也有类似的警觉性。早在上世纪60年代，灵长类动物专家古戴尔首次宣布，黑猩猩会排斥得了脊髓灰质炎的个体，健康的黑猩猩甚至会对患有这种传染病的个体发起攻击，不过古戴尔也发现，有些得病的黑猩猩最终会幸运地恢复健康并重返“大家庭”。

狒狒：对“患者”态度因病而异

一些灵长类动物在避开疾病时采用的方式非常激烈：有的把“病友”赶出群去，有的则是患病者自己“自觉离队”，这些做法很大程度上取决于动物和疾病的种类。比如，对于高度社会化的狒狒来说，它们对感染了寄生虫的成员就完全不会采取“强制隔离”，而仅仅是减少为其梳理毛发的时间，直至“患者”恢复健康。

有研究人员曾对加蓬共和国的25头狒狒进行了两年多时间的研究，他们发现，感染了更多寄生虫的狒狒较少地被别的狒狒梳理毛发，但其他一切如常，它们并不会像大猩猩那样被群体驱逐或抛弃。

研究者收集了狒狒的粪便，发现患病的狒狒粪便中有一种特殊的化学物质。健康的狒狒对这些粪便避之不及，说明它们知道这些粪便中有更多寄生虫，并且能据此判断，什么时候应该减少与粪便主人的亲密接触。

当研究人员对患病狒狒加以治疗，去除其体内的寄生虫之后，其他狒狒就又开始像平常一样为其梳理毛发了。

（来源：科普中国中央厨房）

本报社址：北京市复兴路15号 邮政编码：100038 查询电话：58884031 总编室：58884048 58884050（传真） 策划运营中心：58884126 广告许可证：018号 本报激光照排 印刷：人民日报印刷厂 每月定价：33.00元 零售：每份2.00元