
华人学者研究登上《科学》封面

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/17365.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！

华人学者研究登上《科学》封面。

登上最新一期《科学》杂志封面的，是一只馒头海星（Protoreaster nodosus）的骨骼局部。在扫描电子显微镜下，它的表面上密布着鳞次栉比的小方解石晶体。

这是一种在自然界中首次发现的神奇结构，它在原子和微米双尺度上都呈现单晶结构。以人类现有的技术，还远远无法复制出这种材料。

海星的骨骼是由多孔碳酸钙材料组成的，这种材料的化学成分与粉笔一样，是非常易碎的。但我们看到的海星却既灵活又强韧。这是一种纯天然的、具有良好性能的多孔轻质陶瓷材料。论文通

讯作者、弗吉尼亚理工大学机械工程系助理教授李灵对《中国科学报》说。这篇论文发表于2月11日。

疯狂的海星

人类总是渴望更理想的材料。对汽车和航空航天制造等行业来说，轻盈、坚固则是永恒的追求。

在弗吉尼亚理工大学的生物和仿生材料实验室，李灵和他的团队正在研究天然轻质陶瓷结构。他们发现，相比人类的创意，大自然的设计总是更加疯狂。

就拿馒头海星来说吧，这是印度—太平洋地区的常见物种。从外表看，它就像一只有点烤糊了的五角星形小甜点。但如果你把它的外层软组织除去，里面那副雪白的骨骼可能会吓到密集恐惧症患者。

馒头海星（左）和它的骨骼（右）（图片来源：论文）

馒头海星的骨骼由不计其数的、直径只有几毫米的小骨组成，这些小骨与软组织相连，使馒头海

星能够灵活运动；与此同时，每个小骨又由细密紧致的微晶格构成。这种分枝状结构有点像迷你的埃菲尔铁塔，精巧、有序、繁复，几乎超越了数学的描述。

把这个艺术品托在手上，你会感到非常轻巧。它的成分碳酸钙的密度只有 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 。再加上整个结构有一半是规则排列的孔洞，总体平均密度就和水（ $1\text{g}/\text{cm}^3$ ）差不多了。

碳酸钙是一种随处可见而且不被重视的材料。轻轻一掰就碎的粉笔，就是由碳酸钙结晶方解石构成的。但一种物质在不同结构下，性能也会极为不同。

海星的骨骼就像用一整块方解石单晶雕刻出来的周期性晶格。这种近乎完美的双尺度微晶格结构此前从未被报道过。李灵说。

这种结构让海星可以在特定方向上强化骨骼，既灵活又坚固。更神奇的是，在微晶格断裂时，还能阻止裂纹进一步发展。这是因为这种微晶格结构中含有很多晶格缺陷，从而抑制了裂纹沿着某一个方向扩展。

研究人员还关心它的另一个性能：吸能。这个概念常常出现在汽车上，就是在激烈碰撞中，材料本身的破碎能吸收掉一部分动能，以保护车里的乘客。经测算，海星骨骼材料的吸能指标比现在常用的泡沫陶瓷高出许多。

然而，很遗憾，人类现有的技术还远远不足以复制这种材料。李灵说。

李灵团队用3D打印技术制作了一个立方体模型，能让人们从视觉上了解这种材料的内部结构，但这只是塑料而不是单晶的。如果要制成陶瓷产品，可能会引入许多无法控制的微小气孔和裂纹。

李灵希望，随着3D打印技术的不断进步，以及对海星骨骼等生物结构形成机制的进一步了解，最终能提供一个理想的解决方案，让这一大自然的绝妙设计走进产业，造福人类。

大海捞idea的秘诀是什么？

李灵实验室是一个擅长从海鲜中寻宝的团队，他们的研究目标有海胆、鱼、很多贝类、墨鱼、龙虾等等。

美国南方沿海各州的水产品公司，有时会专门向实验室出售海洋生物样品。

李灵还清楚记得，这项关于海星的工作始于一次电镜观察实验。那天他带着一名博士生用扫描电子显微镜观察不同种类海洋生物生成的多孔材料时，发现了馒头海星的奇特结构。

海星是一种长得很规整的小动物，但馒头海星比其他海星长得还要更加规则。李灵说。

他立刻想到，之前的研究显示海星骨骼在原子尺度上是单晶结构的，而馒头海星的骨骼似乎在微米尺度上也呈现单晶结构。如果真的是双尺度上的单晶结构，那就是在自然界和人工制品中均未报道过的神奇结构，也是非常具有潜力和启发意义的结构。

馒头海星没有辜负李灵的期望。

大海是一座非常丰富的宝库。但如果我们前期没有很好的积累，就无法从众多海洋生物中发现馒头海星的与众不同。李灵说，科研工作者需要有这种积淀和敏感度。

除了馒头海星外，这个研究团队还揭秘了能抵抗深海高压的墨鱼骨骼、为咬开贝壳而生的黑鼓鱼牙齿、具有多种功能的海绵骨骼，还有学术界的明星海胆刺……他们还发现某些贝类生物具有可成像的矿物质眼睛。

大自然就像一个天然实验室，在漫长的演化中，淘汰了那些不够经济、不够牢固、不够轻便的材料，留下的作品都饱经风霜，充满值得人类学习、借鉴的奥秘。

海星等海洋动物向我们揭示了一个材料创新的世界，这对它们在掠食者横行的海底世界生存至关重要。未参与这项研究的弗吉尼亚理工大学地球科学系教授、著名生物矿化专家Patricia Dove说，研究这些结构的潜在机械工程性能，对前沿新材料的设计有着巨大的潜在意义。

这是一张很美的图片

李灵认为，这篇论文之所以能登上《科学》封面，是因为这是一张很美的图片。

它可以让你领略到大自然奇妙的对称美。首先你能看到背景中具有光滑表面的微晶格结构。它像是一种极其规整的格子。同时你也可以看到这些我们在后期实验过程中生长的碳酸钙小晶体，它们也都排列得非常整齐，有着一致的方向和高度的对称性。正是这种复杂却极具秩序的结构，让原本脆弱的材料变得更加轻盈、更加强健，并且对机械损伤有了很高的耐受度。

至于图片上美丽的梦幻蓝紫色调，则是他随便调出来的。

包括李灵在内，这篇论文的大多数作者都是中国人。杨婷、陈洪顺、贾子安、邓志飞、陈柳霓等中国研究生都做出了优秀的工作。

在李灵看来，这是一群聪明勤奋而且各具个性的年轻人，他很享受跟他们一起开展研究。他同时也希望为这些年轻人尽一份自己的力量，引导他们能够在科学研究的道路走得更远，走得更稳。所以当得知本文的第一作者杨婷收到麻省理工学院的博士后工作邀请时，他非常激动开心。

李灵期待着，未来能带领这个充满青春活力的团队，师法自然，拓展人类的技术边界，开发出更轻、更强、更激动人心的新型材料。(来源：中国科学报李晨阳)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.abj9472>

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：李灵等 来源：《科学》

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](https://www.iikx.com)转发