数学家发现自然界中常见的一类新形状

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/29483.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！

数学家发现自然界中常见的一类新形状
。数学家描述了一种新的形状，这种形状在自然界中很常见——从鹦鹉螺标志性的螺旋壳的腔室，到种子长成植物的方式。9月10日，相关论文发表于PNAS Nexus。



鹦鹉螺壳的腔室可以用三维软细胞描述。图片来源：James L. Amos/Getty

?

这项工作考虑了“ 密铺 ”这一数学概念：形状如何在表面上镶嵌。自古以来，用相同的图形填充平面的问题已经得到了充分探索，以至于人们很容易认为已经没有什么可发现的了。但是，研究人员用一组新的具有圆角的几何图形推导出了密铺的原则，他们将其称为“ 软细胞 ”。

“ 简单来说，以前没有人这样做过。 ”未参与这项工作的美国国家数学博物馆数学家Chaim Goodman-Strauss说，“ 有这么多基本的事情需要考虑，真是令人惊讶。 ”

几千年来，人们已经知道，只有某些类型的多边形材料，如正方形或六边形，可以拼接在一起，以无缝填充2D空间。自20世纪80年代准晶体这种非周期性结构被发现以来，填充空间而没有规则重复排列的密铺，如彭罗斯密铺，引起了人们的兴趣。去年，Goodman Strauss和同事宣布了第一个只使用单一材料形状的准周期密铺，它缺乏任何真正的周期性。

匈牙利布达佩斯技术与经济大学数学家G á bor Domokos和同事重新研究了周期性的多边形密铺，但考虑了当一些角变圆时会发生什么。在二维空间中，并非所有的角都可以圆润化而不留下缝隙。但是，当一些角变形为“ 尖点形状 ”时，空间填充的密铺有了可能。这些角的内角为零——它们的边缘像泪滴一样切线相交，并且它们紧贴圆角。

Domokos及其同事设计了一种算法，可以将几何图块——二维多边形或三维多面体，如泡沫的气泡，平滑地转换为软细胞，并探索这些规则允许的可能形状的范围。在二维中，选择相当有限，所有图块必须至少有两个尖点状角。但在三维中，柔软度的引入会带来一些惊喜，特别是这些软细胞可以在没有任何角的情况下填充体积空间。

研究人员设计了一种定量测量这种填充空间的三维图形“ 柔软度 ”的方法，发现最柔软的不是紧凑的形状，而是在边缘发展出的法兰状的圆形“ 翅膀 ”，后者通常出现在马鞍状的瓷砖表面。最柔软的形状元素实际上是圆盘，近似法兰的三维图形。

Domokos认为，对于任何给定的初始多面体密铺，都有一个具有最大可能柔软度的唯一密铺。他还怀疑，在真实材料中，这个最优解将最大化与边缘弯曲能或界面张力有关的某些物理量。他承认，他和同事目前还没有证明这个最大柔软度猜想的证据，但他希望“ 某个更聪明的人能发现并证明它 ”。

研究人员在自然界中发现了软密铺，包括辫状河流中岛屿的二维形状、洋葱同心层的横截面和组织的生物细胞，以及鹦鹉螺等软体动物的螺旋壳的三维腔室。他们认为，大自然通常寻求避开角落，因为这样的拐角的变形能量成本很高，可能是结构弱点的来源。

Domokos说，研究鹦鹉螺“ 是这项工作的转折点 ”。在横截面上，其腔室看起来像有两个角的二维软细胞。但论文共同作者、布达佩斯技术与经济大学的Krisztina Reg?s怀疑实际的三维腔室根本没有角。“ 这听起来令人难以置信。 ”Domokos说，“ 但后来我们发现她是对的。 ”

Goodman-Strauss认为这项工作提供了一种“ 结构的描述性语言 ”，但可能尚未揭示自然界中形成此类结构的新的物理原理。他说，比如，要理解河岸，可能仍然需要从基本原理出发考虑物理过程，比如水流、沉积物运输和侵蚀的作用。

相关论文信息：https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae311

作者：文乐乐 来源：中国科学报

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