
动物界的“内卷”才是真的“卷”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19550.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！

动物界的“内卷”才是真的“卷”。

球金龟 张巍巍摄影

人类内卷，动物也内卷——一个中高手甚至能把自己卷成一个球球。犴獭、穿山甲、刺猬、球马陆、球鼠妇等，在遇到危险时都能迅速卷成紧密球体，保护腹部、四肢等脆弱的部位。

这种行为甚至有一个专业名词——成球行为（Conglobation）。中国科学院动物研究所研究员白明告诉《中国科学报》。

近日，由中科院动物所牵头，中意德三国科学家合作完成的一篇论文，发表在《通讯生物学》（Communications

Biology)杂志上。这篇论文针对一种小小的昆虫——球金龟，揭示了它们成球的秘密。

球与非球区别在哪？

在各种动物类群中，昆虫的身体结构其实并不适于成球。

因为它们的身体躯干只有头胸腹三个体节，很难形成紧密的球形。大多数情况下，身体腹面、足等部位会不可避免地外露。白明解释道，他是这篇论文的共同通讯作者之一。

但有一些小家伙做到了。

球金龟是金龟总科、驼金龟科、球金龟亚科昆虫的统称，已知44属448种，分布在泛热带区。这类昆虫比较罕见，主要生活在白蚁巢、枯枝落叶层和朽木等隐秘生境中。

虽然都被称为球金龟，但它们的身手差距还是比较大的。一些球金龟只能形成松散球形，或者完全不能成球，而另一些则能形成紧密球形。

球与非球的区别到底在哪里呢？

研究人员通过几何形态学定量分析了全球74种球金龟的形态特征，发现在3种不同的成球类型（不能成球，松散球形、紧密球形）中，球金龟的头、前胸背板、鞘翅和足等结构均有稳定差异。

进一步结合显微CT和三维重建技术，研究人员首次发现，紧密型球金龟在体壁厚度上存在异速生长现象，也就是球外侧（前胸背板和鞘翅）的体壁厚度显著厚于内侧体壁（胸部和腹部腹面），而它们的体壁厚度也与不能成球的金龟有显著差异。

我们推测，这可能是在能量有限情况下的一种权衡策略（trade-offs）。论文第一作者、中科院动物所博士后路园园说，当组成体壁的物质有限时，更多的材料被分配到球的外侧，而被包裹在球内的体壁组成材料则相对较少。

成球行为从何而来？

在此之前，球金龟的成球行为演化历史并不清晰。仅有的一块化石记录表明，松散球形种类可能最早出现在新生代（约1500万至2500万年前）。

这一次，研究人员详细调查了不同产地和地质时间的化石。幸运的是，他们在克钦琥珀和多米尼加琥珀中都发现了球金龟的存在，并且首次在中生代（约1亿年前）记录了松散球形的新属种，以及新生代完整球形的新种。

这些发现不仅将球金龟成球行为的起源提前了约8000万年，也是昆虫中成球行为的最早记录之一。

化石初步串联起了球金龟的成球之路，为成球行为的演化揭开了冰川一角。

我们的研究表明，成球行为在球金龟中是单次起源的，即从不成球到松散球形，然后到紧密球形的演化顺序，其中也伴随着在少量节点上的反转。路园园说。

与成球关系密切的身体结构包括头、前胸背板和鞘翅，它们的演化过程并不相同。本文重要作者，中科院动物研究所邹征廷研究员说：中生代球金龟首先经历了鞘翅的快速适应演化，为成球行为形成奠定了基础，前胸背板紧随其后，最后在新生代球金龟头部的快速演化，为紧密球形的形成补上了关键的一环。

为什么要变成球球？

看似简单一卷的成球行为，背后却有如此复杂的结构演变。动物为什么要演化出这样的行为呢？

科学家们推测，成球行为可能具有防御和生理功能，例如保水能力和温度调节能力。路园园说，比如很多人熟悉的鼠妇，就缺乏陆生节肢动物应有的气门系统，所以需要靠成球来减缓体内水分散失，从而适应登陆后的生活。

而对球金龟而言，抵抗天敌袭击也是非常重要的一个因素。研究人员选择球金龟与另外两种金龟——驼金龟和鳃金龟，开展了机械力学分析，发现在被天敌直接攻击的特定场景下，卷曲成球的球金龟可以抵抗更大的咬合力而不变形，表现出更为抗揍的特性。

这些球金龟的‘抗揍’特性，一方面得益于球形结构本身，另一方面也归功于更厚的外侧体壁，以及体壁本身较强的机械性能。另一位论文共同通讯作者、中科院动物所研究员顾奇说。

有趣的是，球金龟中松散球形种类主要生活在枯枝落叶层，紧密球形主要生活在白蚁巢穴中，研究人员由此提出了攻击者压力假说——来自白蚁的威胁驱动了球金龟成球行为的复杂化。

人们还发现，惊扰到某些生活在树冠上的球金龟时，它们会迅速成球从而掉落消失。对那些生活在开放环境生活的球金龟来说，球形有助于其通过滚动快速逃脱。然而我们认为，这更可能是紧密球形个体在重新适应开放环境中，成球行为的二次适应性演化。白明说。（来源：中国科学报李晨阳）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s42003-022-03685-2>

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：白明等 来源：《通讯生物学》

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