狼吃羊，羊吃草？看大数据怎么说

■本报记者 胡珉琦

在生态学研究中，有一个持续已久的辩题——究竟是“狼吃羊，羊吃草”，还是“草控制羊，羊控制狼”？但现有的单个生态系统内进行的个别物种的研究，不足以解析该问题背后生态系统的复杂性。

近期发表于《英国皇家学会会刊 B》的一项研究“Trophic interactions among vertebrate guilds and plants shape global patterns in species diversity”，用大数据的方式找到了营养相互作用对塑造全球生物多样性模式的影响。

狼和“绿色地球假说”

这项研究，要从“地球为什么是绿色的”说起。

1960 年，三位生态学家 Nelson G. Hairston、Frederick E. Smith 和 Lawrence B. Slobodkin 提出了一个经典理论“绿色地球假说”（Green World Hypothesis）。

为了更好地理解这个理论，首先需要知道被叫作“营养级联”的生态现象。生态系统有不同的营养级，植物通常位于营养级底层，植食动物处在中层位置，肉食动物处于顶端。营养级联就是在捕食者与被捕食者之间能量传递的驱动下形成的，既有捕食者的影响（自上而下的作用），也有营养物等资源的影响（自下而上的作用）。

根据“绿色地球假说”，捕食者才是保持世界“绿色”的关键因素，因为它们限制了食草动物的丰度，从而把植物从食草动物口中解救出来，使它们蓬勃生长。高营养层的强烈的自上而下的强迫也降低了来自低营养水平层的一种或几种优势种的竞争，从而促进了较低营养类群的多样化或共存。

此后几十年，关于这个假说的争论一直没有停止过。原因是，早期生态学家普遍认为，植物才是生态系统的主导力量，来自初级生产者的光合作用决定了一个区域可提供多少能量，也就决定何种生物能在那里生存，而捕食者的作用并不被看重。

直到黄石公园狼群的登场，这场交锋出现了显著的逆转。关于这个故事，人们简直不能再熟悉了。

1926 年，美国国家公园管理局消灭了黄石公园里的狼，导致植食动物鹿的种群疯狂增加，颤杨、柳树被大量啃食，又使得另一种植食动物——靠柳树生存的河狸数量锐减。没有了河狸“修建”堤坝，以及更小型水生动植物的暴发，进一步影响了水流系统。由于这一系列的连锁反应，到了 20 世纪 90 年代，狼群被重新引入。

如今，一些研究证明了这一做法减弱了鹿群对植被的影响，甚至有迹象表明，河狸也回来了。可与此同时，也有越来越多的生态学家告诉我们，这不是故事的全部。

他们质疑狼本身是否能控制这个生态系统，事实上，更多其他因素，例如灰熊的存在、气候变化、人类活动，都可能影响到鹿的种群以及树木和灌木的生长。

这个案例，实际上加剧了对“营养级联”上行、下行作用的辩论。但这不是什么坏事，它让人们意识到，生态学现象背后的复杂性和变异性才是真相。

自上而下的力量更大

由于生态学现象的复杂性，这种单个生态系统内进行的个别物种的研究，通常在小的空间尺度上进行归纳，很难用来推断大空间尺度上的模式。华东师范大学生态与环境科学学院教授、论文第一作者张健认为，要检测区域尺度上的研究结果的普适性，要认识研究结果在空间尺度上是如何变化的，就有必要对这些营养关系进行大规模研究。

“目前，无论是自下而上还是自上而下的营养过程对生物多样性大范围模式的相对重要性还属于认识不充分的领域。”他在文中指出。

总体而言，占据上风的仍是“自下而上”的作用，也就是初级生产者的生产力及其物种组成决定了所有比它更高的各营养层的物种多样性。这也意味着，更高营养层的物种多样性的变化对更低营养层的多样性没有影响。

事实真的是这样吗？

为了找到这个答案，科学家使用了维管束植物、哺乳动物和繁殖鸟类的物种丰富度全球数据集，来研究营养相互作用在塑造大规模多样性模式中的作用。

其中，涉及哺乳动物 3750 种，鸟类 8278 种。为匹配植物丰富度数据，通过将它们的分布图与已定义的地理单元重叠，总结了哺乳动物和鸟类的各个地理单元列表。研究共考虑了 364 个地理单元，面积近 125×10^6 平方公里，约占世界全部无冰陆地面积的 95%，每个地理单元的平均大小为 343272 平方公里。

通过使用非递归结构方程模型计算得到的结果显示，在影响跨营养水平的生物多样性模式方面，自上而下的力量往往比自下而上的力量发挥着更强大的作用。

特别是，在全球范围内，植物丰富度与食草类的哺乳动物丰富度有积极的相关性，并且自上而下的关系强于自下而上的关系；哺乳动物和鸟类之间有中度到强烈的自上而下的相互作用；而食草动物 / 食虫动物与食肉动物之间存在中度到强烈的自下而上以及自上而下的相互作用。

研究认为，可能的解释是，高营养水平的强自上而下的作用可以通过影响物种迁徙、灭绝和物种形成的过程，从而在大尺度上重塑生物多样性模式。

除此之外，气候和地质变量常常被认为是影响大规模物种丰富度的主要因素，因此，该模型也纳入了外部环境驱动因素。但是，研究却最终发现，在考虑了营养相互作用的影响后，被检测的环境变量的强度通常比营养水平的影响要弱。

当然，不同生物地理区域内营养相互作用的情况会有所差别，但张健表示，各地区间的营养关系总体上是符合这样一种全球模式的。

营养作用该相互包容

“在目前的生态保护工作中，对自下而上和自上而下的力量在区域和全球范围内是如何调节生物多样性的，我们知之甚少。”张健在采访中表示。

“我们需要意识到，营养相互作用对生物群落结构的重要影响。了解系统间营养相互作用的变化，对深入了解生物多样性和保护工作是非常有利的。”

他坦言，植物对动物自下而上的作用还是太过深入人心，且在研究和保护工作中，也是相对容易付诸实践的。而动物对植物自上而下的控制，想要在大范围空间尺度上被探索，的确难度很大。无论是黄石公园的狼、大洋洲的野狗还是非洲的狮子，这些研究案例都难以得到更多的复制。

“但这项研究结果强调了自上而下和自下而上的营养相互作用在不同的营养级并不是互相排斥的。因此，我们希望两种作用在生物多样性的研究中应该相互包容。”他说。

此外，尽管这项研究指出，营养相互作用比外在环境驱动因素更能解释物种丰富度，但这不意味着，在解释不同营养级生物多样性模式的时候，可以忽略外在因素。在研究测试的各种外在因素中，年平均温度和年实际蒸散量是影响物种丰富性的重要因素。

张健提到，不可忽略的还包括关键生态过程的人为扰动，如植被动态和火灾。这会进一步影响物种栖息地，从而改变营养相互作用。事实上，最近关于捕食者—被掠食者相互作用的研究认为，人类是最终的超级捕食者，而火就是植物生物量的主要“非生物消费者”，对生物多样性会产生重大的连锁效应。

也因此，在生态学的实际工作中，研究营养相互作用对大规模多样性模式的影响时，必须考虑那些潜在的竞争因素或相互作用因素。

相关论文信息：*http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.0949*

自然有道

这次新闻中遇见的 10 只豺，对于豺保护而言无疑是一个好消息。这意味着 20 多年来的保护见到了成效。

汽车遭遇豺狼围攻？这锅狼不背

■赵序茅

几日前，腾讯新闻有则视频为《瘆人！汽车深山抛锚工人遭 10 只豺狼围攻追跑 2 里地》。我第一时间打开视频，看到了几只豺，可找了半天却没有发现狼。狼去哪了？原来，原始视频里工人把遇见的豺当成了狼，到了腾讯新闻这边则变成了豺狼。

很多时候，人们把豺狼混为一谈，其实豺与狼的区别还是很大的。从外貌到习性，豺与狼有着诸多明显的不同。

1. 从分类上，“豺是豺它妈生的，狼是狼它妈生的。它们不一样！”豺属于犬科豺属下的唯一物种，狼属于犬科犬属，根本不是“一属”的。

2. 从外观上来看，豺就像狼和狐狸的结合体，个体比狼略小。豺的躯干和四肢结构更像猫科动物，相比于狼，它们行为更加敏捷。

3. 豺与狼虽然都是群居动物，但是狼的等级更加森严。豺群中没有豺王，它们更像是搭伙过日子，逮到猎物之后，一起分享。而狼群中个体的角色、等级更加明显，抓到猎物后进食往往有一定的先后顺序——“老大”先吃。狼群中处于首领地位的狼很容易识别，它们往往个头更大。而豺群中首领豺却很难识别，它们不会表现出“老大”的气势，虽然其他成员也会顺从它。

4. 豺与其他犬科动物不同，它们往往不会标记自己的领地。而狼的领域性很强，通常会用尿液或者其他痕迹来标记领地。

5. 豺群中可能包含一个以上的繁殖雌性，而狼群中往往只能有一只可以繁殖的成年雌性。

无论是文化还是民间演绎，人们都经常把豺、狼混在一起，感觉他俩是形影不离的搭档。其实，豺与狼从来不是搭档，更不会合作，它们之间是竞争关系。豺与狼的主要猎物是中小型的有蹄类和啮齿类。并且豺与狼都是群体合作捕猎。因此，豺与狼不得不面对种间竞争的压力。除非在食物极为丰富的情况下，豺与狼才可以共存。即便如此，它们也是分地盘的。因此，像新闻中出现的豺、狼一起来的情况，在野外几乎是不存在的。

除了狼，豺的猎物种类与亚洲的其他大型食肉动物重合度较高，它们不得不面对种群间竞争的压力。在印度，豺和豹、虎的种群间竞争尤为激烈。

我们汉语中有一个词“豺狼虎豹”，很多人可能不理解，为何豺是老大？这还得从豺的惊人战斗力说起。由于生存压力大，豺比狼更具有社会性，但等级没有那么严格。它们的社会结构非常类似非洲野犬。

在开始狩猎之前，豺群会进行一个“社交仪式”，成员之间会互相触碰鼻、身体摩擦等。在追击猎物中，它们有着密切的配合，会分批次投入战斗，往往几只豺在追逐猎物，而其余的成员躲藏起来，或者保持稳定的步伐节省体力。前面的豺追捕累了，后面的轮番接管，直到将猎物擒获。一旦大型猎物被捕获，一只豺会抓咬猎物的鼻子，而其余成员则通过侧翼和后躯将猎物撂倒。

在历史时期，豺的分布非常广泛，如今全球 75%的豺已经从其原有分布地消失了。曾经老一辈拿来恐吓小孩的动物，在我们这辈已经成为传说。以中国南方为例，30 年前豺还是一种常见动物。如今，笔者到过四川 9 个国家级保护区，没有一个保护区在 15 年内记录和拍摄到豺。我询问了当地的护林员，他们最早一次见到豺是在 15 年前。

虽然豺在中国依旧是国家二级保护动物，可是它早已是世界濒危物种。世界自然保护联盟（IUCN）把豺列为濒危动物，全球估计只有 4500～10500 只。能一次在野外见到 10 只，可想而知其难度和运气。

豺大规模减少主要原因在于猎杀、栖息地破坏及传染病。栖息地破坏这个无须多讲，随着人类活动的扩张，大多数动物的栖息地都在锐减。关于猎杀，这里中医还得“背锅”，豺皮远远没有狼、豹和虎等兽类的皮值钱。然而，豺皮（肉）却是一种中药。《唐本草》中记载：豺皮主冷痹脚气，熟之以缠病上，瘥止。中医认为，豺皮（肉）有补虚消积、散瘀消肿的作用，可以治疗虚劳体弱、食积、跌打瘀肿、痔瘘等。因此，有了巨大的市场，自然有人想方设法猎杀豺。此外，豺很容易受不同疾病的影响，特别是在与其他犬科动物共同生活的区域。豺可能会感染狂犬病、犬瘟热等。我怀疑，近 20 年中国南方豺种群断崖式减少，很有可能是突然感染了某种疾病。

这次新闻中遇见的 10 只豺，对于豺保护而言无疑是一个好消息。这意味着 20 多年来的保护见到了成效。

视频里的几只豺

奇趣天下

日本热卖『空调服』

面对今年持续的高温酷暑，日本出现了许许多多犹如身着太空服的“宇航员”，种类繁多的空冷式、水冷式夹克纷纷登场，不一而足，令人眼花缭乱。这种类似空调、胜似空调的“空调服”，其节能冷却效果备受称赞。

自然资源贫乏、灾害频发的日本，为了适应气候的变化，抵御夏天的高温，从 2004 年开始，各生产制造商就进行了往夹克里送风以冷却身体的空冷式“空调服”的设计和开发，如今又改良为在夹克上附带“风扇”易于穿着的样式。2011 年东日本大地震之后，受到电力使用的限制，这种“空调服”每年销售量呈 2 到 3 倍的增长，今年比去年增长了 50%，并从最初以建筑和土木为主的用户扩大到了制造业和物流业的用户。因其比工厂和仓库使用的中央空调冷却的节能效果更好，故而受到赞誉，尤其在夏天施工作业现场发挥了意想不到的独特功效。就连当初不习惯甚至有些讨厌它的女性也纷纷选择，并成为了一种时尚。

比空冷式更强大的是水冷式。最近由日本制服中心和帝国纤维与日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）共同开发的属于酷设计的最佳类型——“空调人”格外引人注目。该服饰的设计采用了航天技术的理念和方案，应用了类似舱外活动用的宇航员太空服内衣的技术，将冷却水装瓶，并用软管连接，对冷却软管的长度和配置进行了科学计算，可有效冷却头部和腋下。目前共有挎腰型、背包型、连接管常用型 3 种不同款式，用于不同场合和个人需要。

前述空冷式“空调服”，因风扇的转动和马达可能会发出火花，使其不能在空气清洁度要求高的室内以及化工厂使用，其用途受到限制，故只能根据不同的要求和目的区分使用。预计，今后出现和应用更多的将是水冷式，而且使用会更简捷，价格更便宜。如今年大阪开发的“空调人”，腰上的挎瓶 10 秒即可交换，无须像连续使用那样等待时间，并且还追加了软管冷却肩周的款型。

宇航员遨游太空，创造了一个又一个人间奇迹，也使人类越来越了解和熟悉浩瀚无垠的寰宇，对未来充满着期望。而在人间，这种想象力和创造力也在不断发挥，使人类的生活更加丰富多彩，更加富有情趣，更加与自然相和谐。　（宁蔚夏编译）

物语百科

一骑红尘妃子笑

看到题目，估计你多半也会想到诗的下半句“无人知是荔枝来”。今天，我们来一起说一说荔枝这种原产中国的水果。

荔枝属于双子叶植物中的无患子科荔枝属。荔枝树是一种高大的乔木，能够长到 10 多米，有三四层楼那么高。荔枝的果实像李子那么大，先是青绿色的，成熟以后变成红色。荔枝果皮的表面有鳞片一样的凸起，很是粗糙。这果皮其实很容易剥开。如果你仔细观察，可以发现果皮上有一条细线，顺着这条线轻轻一抠，就可以轻松打开了。荔枝的果肉晶莹肥厚，就像白色的果冻，吃起来甜中略微带酸，非常可口。大部分品种的荔枝果肉里面是有果核的，只不过果核大小不一。

荔枝对水热条件的要求比较高，在中国主要分布在华南地区，主产区是广东、广西和福建，海南和台湾也有不少栽种，云南和四川就只有少量分布了。再往北，即便有荔枝树，也是无法结果的。

早在 2000 多年前的汉朝，已经有关于荔枝的明确记载了。汉武帝时期，在上林苑引种了西域和南方的奇花异木，其中就有荔枝树。当时著名的辞赋大家司马相如曾经为武帝作了一篇气势恢宏的《上林赋》，其中“荅遝（dá tà）离支”一句中的“离支”指的就是荔枝。然而，荔枝毕竟是热带水果，栽种在北方苑囿里的荔枝树终究是结不了果的，即便是皇帝也只能吃从南方送到京城的荔枝。千里飞骑吃荔枝，最有名的恐怕就是唐玄宗的贵妃杨玉环。当时的大诗人杜牧曾作《过华清宫绝句》，其中一首言道：“长安回望绣成堆，山顶千门次第开。一骑红尘妃子笑，无人知是荔枝来。”把统治者荒淫无道的生活揭露得淋漓尽致。

北宋大诗人苏轼被贬到广东惠州时，品尝到了当地的荔枝，遂赞不绝口，还赋诗一首：“罗浮山下四时春，卢橘杨梅次第新。日啖荔枝三百颗，不辞长作岭南人。”宋代福建莆田人蔡襄写了第一本荔枝专著——《荔枝谱》，主要是记载了福建所产 30 多个品种的荔枝。蔡襄还注意到了荔枝分布的地理界限，说北至水口（现在的福建南平附近）就因为气候稍冷而不能栽培荔枝了。荔枝是中国的特产，但很早就远销他国。蔡襄在《荔枝谱》中提到商人已经把荔枝卖到了北戎、西夏、新罗、日本、琉球、大食等地。

到了明清时期，荔枝的栽培更加兴盛。明代福建长乐的博物学家谢肇淛在《五杂俎》中将荔枝与其他水果作了对比，说“苹婆如佳妇，蒲萄如美女，杨梅如名妓，荔枝则广寒中仙子”。在他看来，荔枝与苹果、葡萄和杨梅相比，简直就是天壤之别。明清之际，荔枝也被引种到其他国家，如印度、泰国等地。英语当中的荔枝译作“litchi”，就是根据中国人对荔枝的称呼音译而成的。　（付雷）

视觉瞬间

梦幻大九湖

■图/文 王强

神农架大九湖国家湿地公园，位于湖北西北端大巴山脉东麓的神农架西南边陲，坐落于长江和汉水的分水岭上。大九湖是个较为原生态的大盆地，聚集了群山之水，形成九个湖和大片湿地。置身于湿地草甸中，雾气升腾，形成云般轻烟，犹如仙境。