

科学家揭示树麻雀对青藏高原适应机制

为了留在地球第三极，它们对身体进行了“大改造”

本报记者 张鑫

被称为地球“第三极”的青藏高原，虽然有着世界上最严酷的高原高寒环境，但也有许多生物在那里繁衍生息。近日，第二次青藏科考高原动物多样性保护和可持续利用专题研究团队研究人员通过

对麻雀的群体基因组研究，结合心肌、飞行肌组织形态特征分析，发现了麻雀属中的一种——树麻雀对高原环境有着特殊的早期适应机制。

那么，树麻雀什么时候开始出现在青藏高原，它们在长期演化中如何调整自身结构来适应高原环境？带着这些问题，本报记者采访了相关专家。

传分化。而所谓的遗传分化，就是指母代的同一个特征，遗传到子代不同个体时出现了不同的表现，就像双眼皮母亲的母亲，其后代也可能出现单眼皮一样。在两种树麻雀的对比试验中，研究人员发现了多个和表型性状密切相关的基因位点同时出现变化，这种被称为“多基因效应”的作用机制，能够帮助驱动高原树麻雀肌肉等表型性状的快速改变。

研究团队综合各项研究结果后发现，与具有长期适应进化历史的鸟类相比，树麻雀性状的改变可能更多地处于一种“亚健康状态”，即一种多基因效应与生理可塑性改变的交汇状态。

李来兴解释说：“树麻雀的这种生理变化并非基因突变。随着环境变化，动物自身的调节机制会不断地适应新环境带来的影响，但这不一定是其遗传结构发生了变化。”

树麻雀跟随人类同上高原

麻雀是文鸟科麻雀属27种小型鸟类的统称，它们大小、体色十分相近。其中树麻雀分布相当广泛，除极寒冷的南北极和高山荒漠之外，世界各地均能看到树麻雀的身影。树麻雀多活动在有人类居住的地方，性格活泼，但警惕性非常高，好奇心也比较强。

那么，树麻雀什么时候开始出现在青藏高原的呢？

中国鸟类学会理事、中国科学院西北高原生物研究所副研究员李来兴认为，青藏高原隆起后，有不少生物先于人类在这里出现，不过树麻雀却是与人类相伴出现的。“我们通过长期研究证实，

在畜牧业和农耕文化同时存在的青藏高原，树麻雀筑巢、繁殖、育雏和越冬等生活史，基本围绕村落和农田来完成。由此我们认为，树麻雀这一物种是在青藏高原出现农耕文化后，也就是大约3600年前，才由低海拔地区扩散到青藏高原的。”

李来兴表示，很多物种在地理分布上有亚种的分化。亚种分化是由于物种在较小范围内长期适应某种环境，其交配产生后代就会形成一个地方种群，这个地方种群的基因相对保守，逐渐形成亚种。高海拔地区常见的树麻雀，就是在青藏高原地区封闭的繁殖种群演化出自有特征后，形成的适合高原生存的亚种。

不断进化取得长久“居住证”

物种如何快速、有效地适应自然环境的变化，是其生存和种群扩张的必要条件。

第二次青藏科考高原动物多样性保护和可持续利用专题研究团队通过对种群遗传结构、历史动态及全基因组性状-基因关联进行分析，发现在几千年时间里，树麻雀的心肌、飞行肌发生了明显改变，而这些性状直接与适应空气密度低、氧分压低等环境的能力相关。

研究人员对树麻雀高、低海拔种群进行了群体基因组学比较研究，出人意料的是，尽管两种麻雀的外在特征显示出高度分化，但是它们的遗传分歧却非常微弱。

这种反差使研究者产生了另一种联想，或许高原树麻雀外在特征的改变，可能只是动物短期

应激作用的表现。为了验证这个猜想，研究团队对低海拔树麻雀进行了为期一个月的低氧习服（俗称“服水土”）试验。研究人员发现，低海拔树麻雀的心肌、飞行肌的相关性状并未呈现出想象中的变化。可见，单纯从机体短期适应环境而做出相应调整的角度，也未能解释高原树麻雀主要特征变化。

遗传基因并没有出现太大差别，短期应激作用也不会带来相关性状的变化，那么树麻雀在适应高原生活的过程中所发生的一系列的变化，究竟是由什么来决定的？

研究人员发现，海拔高、低麻雀全基因组上一系列和高原适应性性状相关的基因（如肌肉发育相关的基因）相对于基因组背景有着较高的遗

低海拔麻雀进藏面临哪些挑战

试想，一只来自“北上广”地区的树麻雀扑扇着小翅膀，来到青藏高原“旅游”，会出现什么样的结果？“低海拔地区的树麻雀来到青藏高原后，首先，和人类一样，也会有类似的高原反应，表现为3天之内心跳频率很快。第二个变化出现在3天以后，麻雀身体内的红细胞密度全面提高了，几乎达到它的生理极限来适应低氧高海拔环境。如果树麻雀想要在青藏高原定居，还需要机体上的进一步调整，如强化心肌、飞行肌等。日积月累，这种效应就会在遗传结构上得以巩固。这就是我们今天看到的树麻雀成功扩散到青

高原的艰难进化历程。”李来兴如是说。

此外，高原紫外线强烈，广阔草地缺少林木遮挡；草地景观色调单一，艳丽的体色易被天敌发现……由此，树麻雀在适应进化过程中，羽毛的颜色逐渐由棕、黑色变得接近浅黄褐色。

李来兴还介绍，在低海拔地区生活的树麻雀来到高海拔地区，还将面临天敌、诸多病原体等来自生物环境的威胁。尤其动物与病原体之间的斗争，已经不再是单纯的“你死我活”，而是生物物种之间充满智慧的博弈，最后达成的是动物与病原体之间的协同进化。

相关链接

高原“原住民”的生存技巧

青藏高原海拔高、地形地貌复杂，具有世界上中低纬地区范围最广、面积最大的多年冻土区。独特的地理环境造就了青藏高原夏天凉爽多雨、冬天寒冷干燥、紫外线辐射强、空气湿度低等自然环境特点。

据不完全统计，生长在青藏高原的动物中，陆栖脊椎动物有1047种，其中特有种106种，在这些陆栖脊椎动物中，哺乳纲有28科206种，占全国范围内总种数的41.3%；鸟纲有63科678种，占全国总种数的54.5%。

李来兴表示，动物为了能够适应青藏高原低

氧高海拔的环境，身体各项适应机制都在充分发挥作用。

研究人员发现，作为青藏高原特有的物种，藏羚羊的心脏重量高达214.7克，心脏的心肌收缩力强、心肌细胞线粒体含量增加等特点都有利于心脏血液的快速循环供氧；高原特有物种牦牛的肺出现了肺脏重量大、肺泡数多、肺部组织中的毛细血管网很发达的特点，这都有助于提高它们在缺氧条件下的气体交换机能；生活在山地森林中的鸟类也发生了心肺质量增加等适应性的生理和形态改变，以便获得足够的氧气。

摸清南极固定冰“家底”，不仅关乎企鹅繁殖和捕食

本报记者 陈瑜

海冰是南极的一道亮丽风景，其中固定冰是南极海冰的重要组成部分。

中山大学测绘科学与技术学院极地遥感团队与国内外科研人员合作，基于高分辨率SAR（合成孔径雷达系统）影像首次获取了环南极长时间序列固定冰数据集，揭示了南极固定冰的时空分布、变化特征及其与冰山的相互作用等。

什么是固定冰？为什么要对固定冰分布进行测量？这些测量数据有什么科研价值？记者就此采访了相关专家。

固定冰不会水平运动而是垂直运动

按照世界气象组织的定义，固定冰是指冻结

于大陆或岛屿沿岸、冰架前缘、浅滩或接地冰山周围的不随风和洋流漂移的海冰。南极固定冰多为一年冰，在南极秋冬初的时候开始生长，10月或11月范围达到最大值。随着南极春夏季到来，除个别区域存在常年不化的多年固定冰外，大部分固定冰会融化或破碎。

中山大学测绘科学与技术学院院长程晓教授告诉记者，通常情况下，固定冰会在较长时间内维持在某个固定位置，不会随洋流或者风场发生水平运动，但会在潮汐、涌浪作用下做上下垂直运动。

固定冰的分布受哪些因素影响？中山大学测绘科学与技术学院副院长惠凤鸣教授表示，大型冰山的搁浅和漂移会导致固定冰的分布和范围发生显著变化。

具体来说，一方面，大型冰山接地后会阻碍海冰运动，导致海冰堆积而逐渐形成固定冰，冰山漂

离后，固定冰区就会消失；另一方面，当冰山距离海岸一定范围内，在共同锚定作用下，两者之间可以形成连续的固定冰冰区，随着冰山漂移导致距离超过一定限度后，这种共同作用消失，固定冰范围也会急剧减小。

“我们通过与海底地形的数据对比发现，95%的固定冰分布在水深小于1000米的陆架区。”中山大学测绘科学与技术学院博士后李新情表示，固定冰的边缘通常不会超过陆架坡折。随着纬度的降低，水温逐渐升高，也不利于形成并维持固定冰，全球范围来看，纬度最低的结冰海域就是我国的内海渤海。

李新情同时表示，沿岸地形地貌也是导致固定冰形成的重要因素。一般来讲，由海岸往外突出的地形或冰舌、冰架东侧容易形成固定冰，沿岸向内凹陷的海湾也是固定冰容易形成的区域，比如我国中山站所在的普里兹湾等。

固定冰数据为南极研究提供重要支持

为什么要对固定冰的分布情况进行测量？程晓教授解释，准确的固定冰数据可以提高南极近岸区域海-冰-气热交换的评估精度，为冰架稳定性以及生态系统的研究提供重要的数据支持。

同时，固定冰与很多近岸冰间湖的形成密切相关。冰间湖指的是达到结冰温度的天气下仍长期或较长时间保持无冰或仅被薄冰覆盖的冰间开阔水域，是海洋动物换气和觅食的“绿洲”。程晓说，固定冰发生变化时，会导致其下游侧冰间湖的出现变化，进而对海洋动物的活动产生影响。

为何使用SAR技术对全南极固定冰进行长时间观测研究？程晓解释，这是由南极特殊的地理位置和恶劣的自然环境决定的。

理论上，光学遥感、微波辐射计、SAR都可用于固定冰的观测，但光学遥感容易受到云的影响，微波辐射计的空间分辨率太低，往往忽略了很多南极近岸几公里到十几公里尺度的固定冰，导致观测结果误差太大。而SAR能够主动开展对地观测，并具有一定的地表穿透能力，得到的影像不受云和极夜的影响，且分辨率高达几十米，在南极地区也具有很高的数据覆盖度，因而成为当前对南极进行固定冰观测的首选方式。

利用卫星搭载SAR对南极固定冰的观测，主要基于固定冰短时间内在潮汐作用下只做轻微的垂向运动，而周边浮冰在洋流、潮汐以及风的作用下会产生明显的水平运动特征。“我们使用20天内观测到的影像，计算它们的梯度差，固定冰区变化小梯度差也小，浮冰区变化大梯度差也很大，这样可以有效地将固定冰与浮冰区分开。”李新情说。

对南极固定冰的总体分布及变化特征分析结果显示，南极固定冰平均面积约为514.5平方公里，占总海冰面积的3%—4%，其中约70%分布于东南极沿岸。分析结果同时显示，南极固定冰在空间分布上具有显著的区域性差异，印度洋和太平洋扇区固定冰面积最大，占全南极固定冰范围的60%。

程晓说，研究人员后续还将结合海洋、大气等数据，更加深入地分析固定冰与外部环境之间的相互作用机制，获取的固定冰数据集将有望应用于大气、海冰、海洋模式中，提高气候模拟水平。

新知

可拦截强紫外线！我学者发现石墨炔“神奇功能”

科技日报讯（记者王延斌）近日，山东理工大学低维光电材料与器件团队在光学非线性领域研究中取得突破，他们发现石墨炔具有优异的紫外非线性特性，可“恰到好处”地吸收紫外线。相关成果已发表在国际知名期刊《纳米尺度》上。

以石墨炔为代表的二维材料因为突出的物理、化学、生物特性，迎来了前所未有的研究热潮和广泛应用。作为石墨炔的同胞兄弟——石墨炔可能具有优于石墨炔的超快光电特性。

科技日报记者了解到，山东理工大学低维课题组发现石墨炔具有优异的紫外非线性特性。紫外非线性特性有什么意义？团队负责人邢飞副教授告诉记者，紫外线是人体细胞的一大杀手。紫外非线性材料能够在紫外线强度比较低的情况下允许其通过，但若紫外线强度高于某一阈值，那么该材料就会神奇地将超额的紫外线阻挡住，形成对生物细胞的保护，从而使其成为理想的紫外防护材料。

此外，课题组还发现：碲烯作为另外一种新型二维材料，也具有优异的紫外非线性特性。研究团队的张芳博士告诉记者，虽然碲烯紫外非线性特性不如石墨炔那么强，但是碲烯可以在更宽泛的光谱范围表现出非线性防护特性。

“我们可以通俗地将其理解为，碲烯对紫外线、可见光、红外线都能起到一定的防护作用，具有很大的实用价值，希望这一系列的研究能够起到抛砖引玉的作用，助推光学非线性领域快速发展，创造出更多有应用价值的成果及产品。”张芳说。

让现有广谱抗菌疗法不再见菌就杀

科技日报讯（记者吴长锋）记者近日从中国科学技术大学获悉，该校阳丽华副教授课题组首次提出赋予现有的广谱抗菌物及疗法以辨别目标细菌的能力，从而将其转变成一种窄谱抗菌物及疗法。相关研究成果日前发表在期刊《物理化学快报》上。

细菌抗菌性严重威胁着全球公共卫生安全，亟须开发新型抗菌物和抗菌疗法。窄谱抗菌物及疗法可特异性地识别并清除目标细菌，从而减少对宿主共生菌群的脱靶干扰、减小来自细菌抗菌性进化的压力。但此前由于区分病菌与共生菌存在一定的技术难度，加之制药公司对窄谱抗菌缺乏投资热情，窄谱抗菌物及疗法的发展一直处于迟滞状态。

在广谱抗菌疗法中，有一种常规方法叫光动力学疗法，它可以利用一种活性氧物质（ROS）来清除目标细胞。这种活性氧物质能够同时破坏多种维持细胞正常功能必不可少的物质，所以光动力学疗法能达到清除抗菌性细菌，并同时降低细菌获得抗菌性的速度。但同时，这种活性氧物质也会对所经之处的细胞不加选择地进行清除。

球菌和杆菌是细菌的两个种类，因其形貌不同而得名。科研人员发现，当把表面带负电荷的纳米球与细菌混合在一起时，纳米球会选择性地吸附到球菌表面而不吸附于杆菌表面。考虑到活性氧物质极度有限的有效活性半径（不足200纳米），研究人员猜想如果纳米球具有光动力学效应，那么就可能在光照下高效清除球菌而不干扰杆菌。这一猜想得到了抗菌实验的证实。

多功能微型软体机器人集运动、变形、变色于一身

新华社（记者陈宇轩）记者近日从中科院深圳先进技术研究院了解到，该院科研人员研制出一种集运动、变形、变色于一体的多功能微型软体机器人，有望在生物医学、环境监测等领域得到应用。

此前，科研人员一直试图研制出能够在复杂环境下执行任务的微型软体机器人。但是，受机器人结构设计与材料性能的影响，部分微型软体机器人功能局限性较强，应用场景有限。

该研究项目负责人、中科院深圳先进技术研究院研究员杜学敏说，这种微型软体机器人的尺寸为毫米级，外形像一个柳叶鳗的幼体，此次研究成果的创新之处在于，通过模仿章鱼对环境适应能力强的特点，攻克了结构设计与材料性能协同的难题。

研究发现，随着科研人员调控磁场的方向和频率，这种微型软体机器人能够在水中做出爬行、滚动、摆动、螺旋式前进等多种形态的运动，并且能够精准地穿过2毫米高以及450微米宽两种规格的狭窄通道。

除了运动之外，这种微型软体机器人还能变形和变色。研究发现，在遇到孔洞尺寸比机器人自身尺寸更小时，这种微型软体机器人在光热作用下可以缩小至原身体尺寸的35%，从而穿过小于自身原本尺寸的狭窄空间。同时，当温度变化时，微型软体机器人可以通过自身颜色变化实时反映周围环境的温度变化。

“我们此前模仿含羞草、变色龙等生物做出的微型软体机器人功能相对单一，而此次实现了多种形态运动、自感知变色、自适应变形的多功能融合，这是设计理念的一次突破，有望拓展微型软体机器人在生物医学、环境监测等领域的应用。”杜学敏说。

据了解，该研究成果近日已发表于国际材料学权威期刊《先进功能材料》。

