

# 陆地如何影响地球的“进化”

近百年来,由于人为排放温室气体等原因,地球表面升温,形成了巨大的生态和环境压力。在不同的二氧化碳背景下,地球生态系统将走向何方?在全球变暖趋势下,生态系统的韧性有多强?

现在人类短时间尺度的观察记录很难回答以上问题,而漫长的地质历史中已经发生多次类似事件。“现代陆地生态系统是如何起源的”,是中国科协评出的年度十大前沿问题之一。了解陆地生态系统的起源和演化,将帮助我们更好地理解、保护地球生态系统,促进可持续发展。

## 你真的了解地球上的“陆地”吗？

地球宜居,得益于其独特的宇宙环境和自身条件。首先,地球与太阳距离适中,接收的太阳辐射能够维持适宜的温度并保证液态水的稳定存在;角度适宜,保证了规律的四季更替。其次,诸如板块构造运动等强烈的地质活动有效促进了地球的物质循环,能够长期调节气候并维持元素平衡,保证了大气圈、水圈和岩石圈的动态平衡。

从高空俯视,地球表面大部分被水所覆盖,陆地总面积仅占地表面积的29%,但陆地生物构成了全球生物多样性的主要部分——其种类约占地球生物总量的85%。

陆地生态系统,即陆地生物与其所处环境共同构成的多样复杂的整体系统。它是人类赖以生存和发展的基础。探究它的起源过程和驱动机制,不但可以为被子植物起源、脊椎动物演化等重要问题提供答案,还能为理解“宜居地球”的演变提供直接证据。

从长时间尺度上看,陆地生态系统深刻地参与塑造了地球的演变。

例如,参与塑造大气圈的演变。泥盆纪陆地植物的大规模生态扩张,推动了森林生态系统的出现与复杂化。这一方面引起了大气氧含量的急剧升高,不但促进了石炭纪节肢动物的巨型化,也侧面削弱了紫外线的辐射并促进臭氧层的形成。另一方面,通过固定二氧化碳参与了碳循环,石炭纪森林的埋藏还为人类提供了重要的煤炭资源。

又比如,参与塑造水圈的演变。陆地植物的蒸腾作用将大量的水循环至大气之中,植物强大的根系有效提升河流生态系统的稳定性。

再比如,参与塑造地表岩石圈的演变。陆地植物与微生物通过生物风化作用可以快速破坏地表的基岩,加速土壤层的形成。地下生活的动物也可以通过掘土等方式扰动地表的土壤层,参与各类地貌的形成。

## 哪些因素影响了“陆地”的演化？

陆地生态系统的变化并不是和缓的,而是经历过崩溃与复苏。

学术界提出了“白垩纪陆地革命”等理论,并认为贯穿“白垩纪陆地革命”的五大标志性事件,即“被子植物起源”“昆虫的生态辐射”“脊椎动物的兴衰交替”“陆地生态系统的崩溃”以及“陆地生态系统的复苏”,是探究现代陆地生态系统起源与演化的关键。

白垩纪被子植物的崛起,重塑了全球陆地植被和生态系统格局,也为昆虫、两栖爬行类、鸟类和哺乳动物的辐射演化提供了栖息地和能量来源;昆虫的生态辐射使得森林生态系统、湖泊生态系统等各类别的陆地生态系统更加复杂,在维持生物多样性、调节碳循环等方面深度地参与了现代陆地生态系统的形成;恐龙类等陆生脊椎动物,通过拓展生态位、重塑食物网、改造栖息环境等极大地影响了现代陆地生态系统的形成。同时,一系列的地质环境事件也对现代陆地生态系统的形成产生了不可忽视的影响。

在侏罗纪和白垩纪,恐龙时代的陆地生态系统与现代截然不同。首先是地理格局与气候环境的巨大差异。在侏罗纪早期,大陆的聚合程度较高,之后不断裂解,直到白垩纪晚期才初步形成现代地理格局的原始状态。

板块活动改变了当时的气候条件,造成了当时的极端温室效应。据测算,白

垩纪中期的大气二氧化碳浓度是现在的4倍至10倍;热带地区年平均温度高达35摄氏度,两极地区的年平均温度也能达到14摄氏度左右;当时的海平面比现在高100米至200米,在过去250Ma(百万年)的历史中处于最高位时期。

如今,人类活动已成为影响陆地生态系统变化的首要驱动力,影响速率与规模远超自然过程。

耕地的扩张、畜牧业的发展、矿产资源的开采等,都会改变地球的表层系统。人类活动还会极大地影响地球的气候条件。我们生活的地球目前正处于冰室气候阶段,两极的冰盖便是显著特征。如今,大气中吸热温室气体的含量已创有史以来的最高纪录。由于破坏生物的栖息环境、排放污染物、过度开发生物资源等,人类活动极大地加速了陆地生物物种多样性的下降。

然而,人类活动的影响并非全然消极。生态恢复和污染治理有效修复了退化的陆地生态系统,我国的“三北”工程就是其中的经典案例。同时,可持续发展的绿色农业和林业活动可以在保证土地利用率的同时,提高土地的植被覆盖率和生态健康。多年来大规模的物种保护活动也卓见成效,濒危物种的人工繁殖与再引入、栖息地保护和生态廊道建设等活动,不但有效避免了濒危物种的灭绝,还进一步恢复了陆地生态系统的生态平衡,促进了人与自然和谐共生。



大气圈、水圈、岩石圈示意图。

## 未来,我们如何编撰“大地之书”？

探究现代陆地生态系统的起源和演化,像编撰一部陆地生态系统的“史书”,内容越丰富、时间越精细,史书也就越真实。

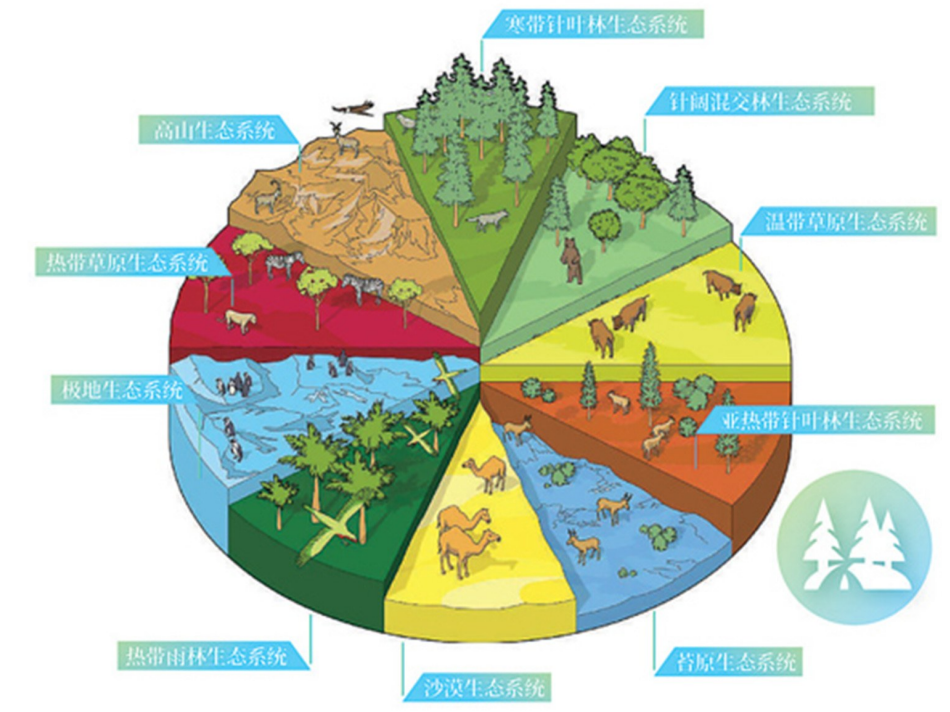
加强化石系统分类和高精度综合地层研究是基础。埋藏于地底的一枚枚化石是我们了解地球生命史诗的主要窗口。基于这些化石,我们得以窥见远古生命演化的波澜壮阔。

除了化石,我们还可以通过化学(地球化学)和物理(地球物理)方法研究地球。地球化学以地层中的元素为主要研究对象,主要通过分析岩石、矿物等的化学组成和同位素特征,揭示地球内部和表层的物质循环、能量交换及演化规律。地

球物理学旨在通过观测地球物理场的时空变化,推演地球的内部结构、物质状态以及动力学过程。

过去百年积累了海量的地质资料,如何利用这些数据重建地球的演化史,成为目前地球系统科学的热点问题之一。构建全新的地学知识图谱并开展综合大数据分析工作,也为研究提供了新的突破点。

在数字时代,基于大数据的多学科交叉研究带来了研究新范式。未来,古生物地层学大数据统计、演化生物学和计算机数值模拟等多学科交叉,将为认识当今全球气候变化对生物多样性和生态系统的影响提供重要参考。



不同类型的陆地生态系统示意图。

(据《人民日报》)

## 地球生命起源有新解

或诞生于水滴中的“微闪电”

斯坦福大学的一项研究显示,生命可能起源于水滴中的“微闪电”。也就是说,构成地球生命的第一个分子,或许是“微闪电”不断释放电击引发的。该研究报告发表在日前出版的《科学进展》期刊上。

当水滴通过波浪或瀑布喷射到空气中时,它们之间会形成小电荷并引起复杂的化学反应。斯坦福大学的科学家认为,电能可能就来自这个过程中的“微闪电”。为验证这一想法,研究人员从一个装满气体的罐子开始,模仿包括氮气、甲烷、二氧化碳和氨在内的早期地球,把室温水体的细小液体喷洒到上述混合物中。其中,较大的液滴一般带有正电荷,较小的则带有负电荷。正如基础物理学所说的那样,当带相反电荷的水滴相互靠近时,微小的电击会在它们之间跳跃,研究人员使用高速摄像机捕捉到了这种“微闪电”的存在。

研究人员表示,这一研究结果意味着海浪、瀑布和其他喷雾可能已经在地球上搅动了大量有机化合物,从而促成了最早的生命形式。(据《北京日报》)

## 蜂鸟：“你开什么花我就长什么嘴”



在自然界中,我们看到的蜂鸟和花朵虽然是彼此独立的物种,但是两者相互依存等诸多行为和现象,十分奇特又很有意义。

蜂鸟和花朵之间的关系,是自然界中一个引人入胜的协同进化案例。因为蜂鸟是许多植物的主要传粉者,其长而弯曲的喙适合在长筒状花朵中采蜜,而短而直的喙则适合在短筒状花朵中采蜜。这种喙的多样性使得蜂鸟能够适应不同种类的花朵,进而促进了植物的繁殖。

蜂鸟与花卉之间的协同进化关系,是自然选择的结果。蜂鸟的喙长和花冠深度之间的匹配关系是通过长期的自然选择形成,这种关系使得蜂鸟能够有效地从特定类型的花中吸取花蜜,同时也帮助这些植物进行传粉。蜂鸟根据花冠的形态,让其喙通过进化,以更好地适应吸食花冠。这种差异使得不同蜂鸟取食不同植物,避免食物“竞争战”。

此外,某些植物的花冠特征,如长而窄的花冠和艳丽的花色,也进化出吸引蜂鸟等鸟类传粉者的特征。这种协同进化不仅提高了蜂鸟和花卉的觅食效率和传粉效率,还增加了物种多样性,展示了自然界物种间的精细平衡和相互依赖。(据《科普时报》)

## 植物油替代黄油有助延寿

可降低早逝风险

最新研究表明,高黄油、低植物油的饮食模式与死亡风险的升高相关,而用植物油替代黄油可能带来降低早逝风险等显著健康益处。该研究报告发表在近期出版的《美国医学会杂志·内科学》期刊上。

麻省总医院等医疗机构通过分析20多万名参与者跨越30年的饮食与健康数据发现,较高的植物油(尤其是大豆油、菜籽油和橄榄油)摄入量与更低的全因死亡率、癌症及心血管疾病死亡率相关;相反,较高的黄油摄入量与全因死亡率和癌症死亡风险的升高有关。

研究报告第一作者、布莱根妇女医院钱宁网络医学部研究助理张宇(音译)称,模拟结果显示,在日常饮食中用植物油替代黄油对人体健康的影响非常显著,死亡风险降低了17%。研究中的黄油是指人们日常生活中摄入的全部黄油,包括黄油与人造奶油混合产品、涂抹面包的黄油等;植物油摄入量则基于油炸、煎炒、烘焙及沙拉酱中的使用情况来估算。黄油与植物油的关键差异在于脂肪酸类型,黄油富含饱和脂肪酸,而植物油含有更多不饱和脂肪酸。

研究人员表示,人们或许应该考虑进行简单的饮食替换:用大豆油或橄榄油替代黄油。(据《北京日报》)

## 跑马拉松需“烧脑”供能

两个月后可完全恢复

《自然·代谢》最新发表一项研究显示,跑完马拉松后,跑者特定脑区的髓磷脂数量似乎会减少(髓磷脂是包裹在神经元周围的一种物质)。但该研究指出,这种效应在比赛两个月后会完全恢复。

长期运动会迫使人体消耗储备的能量。比如,马拉松跑者主要将糖原这种碳水化合物作为一种能量来源,但当肌肉中的糖原耗尽时便会开始消耗脂肪。

西班牙巴斯克大学、CIBERNED-卡洛斯三世研究所和Biobizkaia健康研究所团队此次在10位马拉松跑者(8名男性2名女性)参加42公里比赛前后的48小时内,对他们的大脑进行了磁共振成像。作为随访,他们还在比赛两周后和比赛两个月后分别对其2位和其中6位跑者进行了大脑成像。通过测量大脑髓磷脂水分数(髓磷脂含量的一个替代指标),发现大脑12个白质区域的髓磷脂含量会一致性减少。两周后,髓磷脂含量显著上升,但仍未回到赛前水平,而在马拉松比赛后的两个月会完全恢复。

团队指出,仍需开展进一步研究评估这些变化对于与这些区域相关的神经生理学和认知功能是否也有影响。另外,该研究的局限性在于样本量较小,有必要在更大人群中进行测试。(据《科技日报》)

# 为什么掐住猫的后脖颈,它就仿佛被点穴了？



人类上街想带小婴儿,直接抱走就可以;猫咪如果想带着小毛球“转移阵地”,该怎么操作?背着?抱着?用嘴吗?

其实,小动物有专门的“让你叼”区域——就在脖子后面!

猫咪脖子后面被夹住,仿佛瞬间被“点穴”了一样;而松开的瞬间,猫咪又“解冻”了。这是咋回事儿?

### 方便猫妈妈移动小猫

这种现象被称之为“clipnosis”,由“clip”(夹子)和“hypnosis”(催眠)两个

词合成而来。

为啥是脖子后面?一部分人的看法是,猫脖子后面的肉是死肉,咬了掐了都不疼,所以老猫都是叼小猫这个位置。但是,“死肉不疼”这个观点,并不能解释为什么猫脖子被夹住的时候就僵住了。另一些人猜测,猫脖子后面是“神经通道”,一捏就阻断了,所以猫咪会像被点穴一样。然而,这些猜测都不对。

这么有趣、奇特又广为人知的“神話”当然逃不过科学家的眼睛。

俄亥俄州立大学临床兽医学的教授托尼·巴芬顿对此进行了研究,除了好奇以外,他也想探索使用这个方法稳定猫咪、进行医疗诊断的可行性。实验邀请了31只1岁到5岁不等、不同性别的猫咪参与,用2英寸的活页夹就是“点穴”的神器。被夹住后脖的猫咪会停止活动,拱起背脊,收起尾巴到两腿中间。

经过对猫咪各项生理指标的测试,巴芬顿和同事们发现,猫咪这种行为并不是由害怕或者疼痛引起的。猫咪的瞳孔并没有放大,心跳速度也没有加快,呼吸速度也正常——受到惊吓的动物一般会产生生理反应,被夹猫咪都没有出现。

巴芬顿小组得出的结论是:猫咪出

现这种行为,与“方便猫妈妈移动小猫”有关。

显然,这个简单的解释不能令广大科学爱好者满意。

其实,巴芬顿文章中使用了一个更为贴切的词来描述猫咪这种行为:“捏掐诱导的行为抑制现象”。这个词组只是单纯描述现象,并不暗示任何现象背后的原因。巴芬顿小组认为,这与“母猫运输小猫”有关是有一定道理的。事实上,在很多物种中,幼年动物被妈妈叼起后都会呈现“被点穴”的状态,包括小鼠、大鼠、兔子、狗、荷兰猪等。

### 人类小婴儿也有类似的现象

终于,在2013年,一群日本的神经生物家,在研究“动物在被母亲叼起”一系列生理反应后发现,相似的“镇静效果”不仅在小鼠中存在,在人类婴儿中同样存在。最典型且在人类和小鼠间相似的三个生理反应是:停止哭泣,顺从以及心跳减慢。

这个研究的重大意义在于,“物种间生理反应的一致性”可以让科学家们通过小鼠(而不是人类婴儿)来研究现象背后的原因。研究结果不仅解释了本文试图回答的“一个夹子冻住一只猫”的问题,还回答了与人类

更为相关的另一个问题:为什么在婴儿哭泣时抱起晃动,可以让婴儿安静下来。

实验中,他们麻醉了幼鼠后脖子上的动作感受神经(躯体感觉神经元),之后由“被叼起”而产生的镇静效果就减弱了。同时,手术移除大脑的一部分以干扰小脑皮质的传入信号,也会延长母鼠使幼鼠镇定下来的时间。这两项实验说明,如果不能感知脖子后方被叼住,幼鼠就不会蜷起身来;如果小脑不能接受到信号,幼鼠就不会出现顺从。心跳的减弱和身体姿势上的改变,则是由副交感神经以及小脑的传出神经来直接实现。

这一系列的生理反应,使得幼鼠安静、顺从、蜷起身子,方便母鼠将它们带到安全的地方。

所以,一只夹子能够冻住一只猫,并不是因为猫咪脖子后面肉是死的。相反,是脖子后方的感受神经使得小猫获得“我被叼起来了”的信号。随后出现的与“被点穴”类似的生理反应,也并不是因为“神经通道被阻断”,而是因为来自大脑(包括中枢神经系统和周围神经系统)的信号,引导他们出现方便“妈妈转移自己”的生理现象。

(据蝌蚪五线谱)