

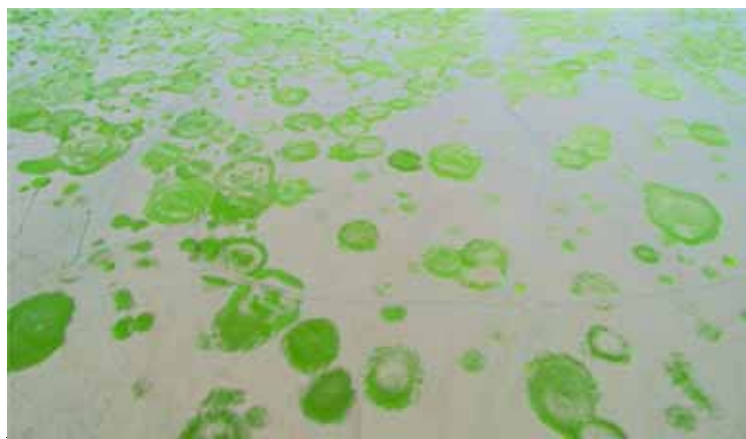
“精灵圈”是如何造就的

■黄辛 本报记者 秦志伟

纳米比亚的海岸线附近曾经散布着数以万计的圆圈,每个圆圈周围的野草长得非常茂盛,但圈内却是一片沙土,寸草不生。科学家们对此非常着迷,将其称之为“精灵圈”。更不可思议的是,“精灵圈”几十年内一直保持原样。

这种奇特景观的形成机制引发了学界旷日持久的争论。

近日,《科学进展》在线发表了华东师范大学生态与环境科学学院教授刘权兴团队与荷兰科学家合作的最新研究成果。该研究首次揭示了滨海湿地生态系统中“精灵圈”斑图的形成机制和它的生态弹性,并提出了“瞬态行为”这一空间自组织的新概念。



上海南汇边滩盐沼湿地生态系统中中海三棱草自组织形成的“精灵圈”。刘权兴供图

一场持续的争论

刘权兴告诉《中国科学报》,生态系统中个体单元会通过短距离内的相互作用自发地形成比个体尺度大很多倍的时空有序结构,这被称为空间自组织现象,“精灵圈”就是其中一种。

那么,“精灵圈”是如何形成的?

20世纪70年代,科学家认为白蚁塑造了纳米比亚“精灵圈”。生态学家肯·廷利在1971年提出“精灵圈”是白蚁丘的化石。这一观点得到诸多科学家的支持,并提出了“白蚁理论”,即纳米比亚“精灵圈”是地下白蚁吃掉栖息地周围一年生植物同时留下多年生植物的结果。

然而,生态自组织理论给出了不一样的观点。该理论认为,植被在适当的环境条件下会通过图灵原理自然形成圆圈,以便最大限度地利用水分和土壤养分。2004年,该理论首次用于解释纳米比亚“精灵圈”,随后2016年在澳大利亚无白蚁地区发现的“精灵圈”证实了自组织理论的正确性。

紧接着,2017年美国普林斯顿大学的科瑞娜·塔尼塔将“白蚁理论”与自组织理论相

结合,提出了解释包含“精灵圈”在内的多尺度斑图的理论模型。

目前,针对“精灵圈”形成机理的争论依然在继续。

揭示两种生态学机制

20世纪90年代末,科学家将“活化子—抑制子”理论(也称图灵原理或尺度依赖的反馈)引入生态学研究,随后这一研究领域迎来了蓬勃发展的时期,其间涌现了一大批解释生态系统规则斑图的自组织理论研究。然而,时至今日,直接验证生态系统空间自组织理论的控制实验证据依然非常缺乏。

在上海南汇边滩盐沼湿地生态系统中,刘权兴团队发现多种植物均存在“精灵圈”斑图。为此,研究团队便以滨海盐沼湿地为研究对象,通过原位调查和控制实验,揭示出形成盐沼湿地生态系统植被“精灵圈”的两种生态学机制,即硫化物毒素累积机制和营养盐限制机制。

但研究人员实验后发现,硫化物毒素累

积机制能够很好地解释“精灵圈”由“圆形”发育至“环形”的过程,但不能解释“同心环”“精灵圈”的形成。

论文第一作者、华东师范大学河口海岸学国家重点实验室博士生赵丽侠介绍,他们通过添加营养盐的控制实验,进一步发现营养盐限制机制在塑造此类“精灵圈”自组织斑图过程中具有主导性贡献,进而证明营养盐限制机制能够很好地解释“环形”和“同心环”类型的斑图发育过程。

值得一提的是,“环形”和“同心环”类型的“精灵圈”常常共存于同一区域的盐沼湿地生态系统中,所以这两个机制在时空尺度上可能同时存在。

在刘权兴看来,该研究成果不仅回答了盐沼湿地中“精灵圈”斑图的形成机制,而且发现“精灵圈”这一盐沼的瞬态行为对盐沼湿地生态系统的弹性具有重要支撑作用。

寻找完善的理论模型

刘权兴表示,目前“精灵圈”形成的理论框架依然基于纳米比亚干旱草原生态系统

模型,该体系的模型是基于尺度依赖的反馈机制。此类理论模型预测的自组织斑图之间始终存在相互排斥关系。更为关键的是,“精灵圈”在该理论体系中属于非平衡拟稳态结构。也就是说,该模型体系不能描述盐沼湿地“精灵圈”所呈现的斑块碰撞以及快速演变为行为。

研究团队基于硫化物毒素累积机制和营养盐限制机制,建立了盐沼湿地“瞬态行为”自组织理论模型——“快慢变量”系统,证实了它们均能重现盐沼湿地生态系统中的“精灵圈”结构。

“营养盐因快速消耗导致早期植物克隆形成的点状斑块在短时间尺度上变为环形斑块,该机制循环往复导致了同心环斑图的产生。”刘权兴说。

他进一步解释道,新的理论模型与经典的图灵范式“精灵圈”不同,新模型产生的自组织斑图不会相互排斥;相反,邻近植被斑块会因扩张相遇而相互融合,最后导致空间均匀植被成为全局的最终稳态。因而,此类“瞬态行为”自组织斑图现象暗含了更高的生态系统弹性。

据介绍,生态系统空间自组织通常是在环境胁迫或处于临界状态而呈现的一种涌现现象,通过自组织能够提高生态系统的弹性和抗性,并且最大化利用环境资源,从而提高生态系统的生产力。

“尽管该研究以盐沼湿地生态系统为对象,但是‘精灵圈’属于瞬态空间结构这一关键节点,启迪我们在未来更应关注‘瞬态行为’的自组织现象。”刘权兴表示,在遥感手段广泛应用的当下,研究人员可以获取更高分辨率的生态系统空间结构,生态系统的“瞬态行为”将前所未有的变得重要起来,对评估生态系统退化、改进管理策略具有重要指导意义。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/sciadv.abe1100>

简讯

2020年《中国气候公报》发布

本报讯 近日,中国气象局发布的2020年《中国气候公报》显示,2020年我国极端高温、极端降水事件偏多,气象灾害造成的经济损失偏多。

《中国气候公报》显示,2020年全国年平均气温为10.25℃,比常年平均偏高0.7℃,为1951年以来第8个“最暖年”。其中,江西、浙江、广东、福建的年平均气温创1961年以来新高。

2020年,我国极端高温事件偏多,共有256个国家站日最高气温达到极端事件监测标准。2020年7月11日至2020年9月3日,江南东南部、华南东部等地出现持续高温天气过程,持续时间为1961年以来第二长。

国家气候中心主任宋连春表示,要尽快减少温室气体排放,大力发展清洁能源,践行低碳生活,减缓气候变化。同时也要适应气候变化带来的风险,在全球气候治理理念和行动上,积极构建全球或地区气候变化早期预警和防御系统。(辛雨)

徐扬生当选 美国国家工程院外籍院士

本报讯 近日,记者从香港中文大学(深圳)获悉,因在空间机器人和自主系统方面的杰出贡献,中国工程院院士、该校校长徐扬生当选美国国家工程院外籍院士。

徐扬生的研究领域包括机器人和人工智能,专注于空间机器人、智能控制、人机界面、动态稳定系统和机器学习,并在这些领域发表了6部专著和300多篇国际学术论文。据了解,美国国家工程院是美国工程技术界最高水平的学术机构,旨在奖励“为工程研究、实践或教育作出杰出贡献的人,包括在适当情况下对工程文献作出重大贡献”以及“致力于新技术和新技术领域的开拓,在传统领域取得重大进展”的先驱人物,以及在工程学的开发/实施或工程教育方面提出创新方法的杰出人物。(朱汉斌)

全球农业干旱监测研究启动

本报讯 近日,由中国农科院农业资源与农业区划研究所主持的国家重点研发计划政府间国际科技创新合作重点专项“全球农业干旱监测研究”在京启动。该项目团队由国内5家单位和来自国外4个地球观测组织成员国的单位组成。

项目组建议的全球农业干旱监测计划已列为地球观测组织2020~2022年重点工作任务,通过与地球观测组织其它成员国合作和联合攻关,研究建立利用我国“风云三号D星”的全球农业干旱监测系统,为“一带一路”国家提供及时的农业干旱信息服务,同时直接服务于地球观测组织三大优先目标,即联合国2030年可持续发展议程、巴黎协定和仙台减灾框架。(李晨)



用“慧眼”看黑洞双星 研究人员首次观测到黑洞冕高速运动变化

■本报记者 倪思洁

早在上世纪60年代,天文学家就在银河系中探测到了X射线辐射源。在这些X射线源中,天鹅座X-1是第一个被认为存在黑洞的双星系统。随着天文学的发展,在银河系中发现的黑洞X射线双星系统越来越多。

目前普遍认为,在黑洞X射线双星中,伴星物质被黑洞引力捕获,旋转着逐渐向黑洞运动,形成吸积盘结构,而在吸积盘内区附近又会形成高温冕。然而,冕在黑洞附近如何运动,一直是致密天体研究中的未解之谜。

2月15日,《自然—通讯》在线发表了“慧眼”卫星的最新科研成果。通过分析“慧眼”卫星观测数据,科学家发现了黑洞双星中逃离黑洞强引力场向外高速运动的等离子体流(冕),并且首次在黑洞双星中观测到冕的速度演化。

“慧眼”所见

高温冕是怎么运动的?由于缺少观测数据,科学家们只能从理论上对这个问题做一些猜想。直到“慧眼”卫星的数据传回来,人们才有了破解这一难题的机会。

2018年3月,距地球大约11300光年处的黑洞X射线双星MAXI J1820+070发生爆发,而且在相当长一段时间里是天空中明亮的X射线源之一。

论文第一作者、武汉大学天体物理中心博士游贝表示,在此期间,“慧眼”卫星对这个天体的爆发进行了高频次的观测。

2020年,通过分析“慧眼”卫星的时变数据,由中科院高能物理研究所领衔的研究团队,在MAXI J1820+070中发现了迄今为止能量最高的低频准周期振荡信号,提供了从黑洞视界附近向外发出相对论喷流,或者说向外高速运动的等离子体流的观测证据。

此后,通过分析“慧眼”卫星的能谱数据,由武汉大学天体物理中心领衔的研究团队又发现,当X射线辐射强度逐渐减小,亦即冕逐渐衰弱时,从冕出射的光子,照射到吸积盘和无穷远处的流量比值在减弱,也就是说,冕对吸积盘的照射程度在减弱。研究团队指出,从冕中出射的X射线光子对吸积盘的照射强弱,依赖冕的运动速度以及黑洞的引力场。

“这两项相互印证的研究成果,展示了‘慧眼’卫星进行宽能段时变和能谱研究的综合优势。”“慧眼”卫星首席科学家张双南说。

与理论预期相反

然而,这一观测结果,与理论预期恰恰相反。现有理论认为,当冕以相对论速度向

外运动时,相对论性集束效应会削弱冕对吸积盘的照射,反之,当X射线辐射流强逐渐下降时,冕越靠近黑洞,引力弯曲效应越强,冕辐射出的X射线光子会有更大比例照射到吸积盘上,增强冕对吸积盘的照射。

同时期MAXI J1820+070的X射线时变分析显示,当X射线辐射流强逐渐下降时,冕的几何尺度趋向黑洞收缩,即尺度在减小。那么,按照现有理论推理,冕对吸积盘的照射应该增强。然而,观测到的情况却并非如此。

研究人员介绍,目前对此最合理的解释是,冕在收缩的同时,冕中的等离子体流正在以相对论速度向外运动。研究团队进一步发现,冕尺度越小,速度越大,因此冕物质运动的相对论性集束效应抑制了黑洞的引力弯曲效应。“这为我们已经发现的离黑洞很近的相对论喷流,提供了独立的观测证据和物理解释。”游贝说。

这项研究最终表明,冕趋向黑洞收缩的同时,也以相对论速度向外运动,而且冕的尺度越小,速度越大。

游贝表示,此研究第一次系统地描绘了黑洞X射线双星在爆发过程中,等离子体流逃离黑洞引力场的速度演化,对于理解黑洞吸积过程和相对论效应意义重大。

相关论文信息:<https://doi.org/10.1038/s41467-021-21169-5>

发现·进展

中科院华南植物园等

植物展叶和开花 对气候变暖响应不同

本报讯(记者朱汉斌 通讯员周飞)中科院华南植物园生态中心助理研究员马倩倩在研究员黄建国指导下,利用物候观测历史数据,分析了常见温带树种春季展叶和开花物候对气候变暖的响应,进而揭示了冬季春化作用、春季积温和光周期等环境因子对上述两个物候期的影响机制。相关研究近日发表于《生态学杂志》。

展叶和开花分别代表一年中植物营养生长和生殖生长的开始,是最重要的两个植物春季物候期。诸多研究发现气候变暖导致植物春季物候提前。然而,这两个植物春季物候期受气候变暖的影响是否相同尚不清楚。

该研究发现,气候变暖导致展叶和开花两个物候期均提前,但是两者提前的速率有所不同。无论是先花后叶还是先叶后花物种,前一个物候期均比后一个物候期的提前幅度大,由此导致两个物候期的时间间隔不断增大。主要原因是升温减弱春化作用,进而导致物候发生所需的积温增加。相较于前一个物候期,后一个物候期发生所需的积温增幅更大,从而减缓了其提前的速率。此外,光周期伴随物候提前而缩短,同样导致后一个物候期发生所需的积温增幅更大。

该研究揭示了春季展叶和开花对气候变暖的差异化响应及机理,为优化全球植被模型、科学制定政策以应对气候变化对森林生态系统产生的潜在负面影响提供科学依据。

相关论文信息:<https://doi.org/10.1111/1365-2745.13558>

中科院青藏高原研究所等

西藏阿汝冰崩对下游湖泊扩张贡献达23%

本报讯(记者崔雪芹)中科院青藏高原研究所副研究员类延斌等结合大量野外考察和卫星遥感资料分析,综合评估认为,西藏阿汝冰崩对下游湖泊扩张贡献达23%。相关研究成果日前发表于《冰冻圈》。

2016年7月17日,西藏日土县阿汝错流域53号冰川发生冰崩。9月21日,临近的50号冰川也发生冰崩。两次冰崩的冰体总体积达1.5亿立方米。

冰崩发生后,中科院青藏高原研究所姚植栋院士迅速组织野外考察队奔赴该区域进行详细考察,对冰崩下游的两个湖泊“阿汝错”和“美玛错”开展观测。为了查清此次冰崩事件对下游湖泊带来的影响,研究团队对大量野外考察数据和卫星遥感资料进行分析研究,发现第一次冰崩发生于2017年夏季几乎完全融化,第二次冰崩融化相对较慢,截至2019年底还剩余约30%。对下游湖泊考察结果表明,阿汝错平均水深17.6米、湖泊总储水量17.9亿立方米;美玛错平均水深20.0米、湖泊总储水量34.9亿立方米。

该文章的第一作者类延斌介绍,第一次冰崩发生后,约710万立方米的冰体快速滑入阿汝错,导致湖泊表面温度快速下降2~4摄氏度,约两周后恢复正常。

研究发现,美玛错2016~2019年湖水水位升高3米,美玛错在过去4年扩张速度比之前(2003~2014年)加快约30%。冰体的快速融化对美玛错扩张的贡献达到23%。

相关论文信息:<https://doi.org/10.5194/tc-15-199-2021>

中国林科院木材工业研究所

iWood 木材智能识别系统上线



iWood 木材智能识别系统

林科院供图

本报讯(记者李晨)近日,中国林科院木材工业研究所(以下简称木工所)发布iWood木材智能识别系统,并宣布该系统正式上线。这标志着我国在木材自动化、智能化鉴别领域迈入新的发展阶段,有助于推动木材图像智能识别方法体系的建立,为木材自动精准鉴别提供核心技术手段。

据木工所木材构造与利用研究团队负责人、研究员殷亚方介绍,系统由木材构造图像采集装置和木材树种识别软件构成,依托我国馆藏量最大的中国林科院木材标本馆,通过构建木材构造图像特征数据库及内嵌深度学习图像识别模型,成功实现木材“种”水平的快速自动鉴别。

目前,该系统已实现紫檀属、黄檀属等我国常见贸易濒危珍稀木材的智能鉴别,能实时采集高分辨率木材构造图像,最大可达4000像素×3000像素,并可进行自动量化标注与数据集成管理,适用于木材标本数字化建设。据悉,该系统可广泛应用于海关口岸、木材贸易现场、教学科研等不同场景;可满足我国在打击野生植物非法贸易、增强《濒危野生动植物种国际贸易公约》履约能力以及提升木材产业链监管水平等方面的迫切需求,为政府决策、履约执法和产业发展提供强有力的科技支撑。