

面向 5587 个浅水湖泊，他们开展水生植被研究

■本报记者 袁一雪

在生态系统中，水生植被对于维护湖泊健康和生物多样性具有长远的生态意义。但在全球范围内，长时域的水生植被数据极为匮乏，这给深入研究和有效保护水生植被带来了巨大阻碍。

为此，来自中国科学院南京地理与湖泊研究所(以下简称南京地湖所)的科研人员，面向全球 5587 个浅水湖泊中的水生植被开展研究，收集了它们 32 年来的变化趋势及稳态转换情况相关数据。结果发现，1989 年至 2021 年，沉水植被大幅减少，浮叶等水上植被缓慢增加，这种潜在转变意味着湖泊面临生态系统退化风险。这项研究近日在线发表于《创新》(The Innovation)。

沉水植被锐减

“根据生态属性和生长特性，水生植被可分为浮叶植被、漂浮植被、挺水植被和沉水植被。从遥感观测角度，我们将叶片或者植株生长在水面以上的植被统称为水上植被，主要包括漂浮植被、浮叶植被以及挺水植被；整个植株都沉在水面以下的植被则为水下植被，也就是沉水植被。”论文第一作者、南京地湖所研究员罗菊花告诉《中国科学报》。

浮在水面的植被很容易识别，生长在水下的沉水植被则容易被忽略。事实上，被忽略的沉水植被在水生态系统中扮演着至关重要的角色，被称为“水下森林”。它们是湖泊生态系统重要的初级生产者，可以净化水质、抑制藻类生长、为鱼类等水生生物提供食物与栖息地，同时也是湖泊重要的碳汇，对维持和促进水生生物的多样性与丰富度起着重要作用，是维持湖泊清水态的重要指标。

卫星遥感监测结果显示，1989 年至 2021 年，全球水生植被平均覆盖面积为 108186 平方公里，占全球湖泊面积的 28.9%，其中水上植被占 15.8%，沉水植被占 13.1%；全球 95% 的水生植被分布在北半球，其中北美洲占比最高为 58%，其次是亚洲占比为 19%，欧洲占比为 18%。

上世纪 90 年代以来，全球湖泊沉水植被呈现先增后减的趋势，浮叶等水上植被的变化正好相反，先减后增。在 2000 年后，全球湖泊中的沉水植被快速退化，减少了 30.4%，而浮叶类等植被则缓慢增加，增加了 15.6%。这一趋势在 2010 年后更为显著。这表明，湖泊生态系统正朝着以浮叶等植被主导的阴影态与藻类主导的浊水态转换。

“在 2010 年前，人类活动导致的富营养化加剧为稳态转换的主导因素；2010 年后，全球变暖则成为湖泊生态变化的主导因素。”罗菊花解释说。这种变化标志着湖泊中水生植被的主导类群由沉水植被向浮叶类植被转变，说明湖泊稳态状态正发生潜在转换。

罗菊花继续解释说：“这种变化可能造成两个后果。第一，浮叶等水上植被持

续增加，浓密的叶片铺在水面上，光被遮挡而无法进入水下，水下光场变暗，导致沉水植被死亡或者消亡，生物多样性下降，生态系统变得脆弱甚至崩溃，对人类的服务价值下降甚至消失。第二，如果遇到洪水、强降雨等极端气候，或者突发的人为活动，如大量收割等，会导致水生植被全部消亡，水体高营养盐无处消纳，藻华暴发，湖泊生态系统灾变为藻型浊水态。”

独创遥感算法

“研究湖泊中的沉水植被，需要依靠人工实地样方调查，数据时空离散且不确定性大。”论文通讯作者、南京地湖所研究员段洪涛介绍，“如果调查的湖泊数量增加，势必耗费大量人力物力，且很多水生植被生长的区域，人和船都无法进入。”

一直以来，更多研究人员倾向于就近监测研究单个湖泊或热点湖泊的生态环境。只有极少科学家关注并解析过全球水生植被长时间序列变化。即便有论文发表，其中的数据也只能通过对文献检索数据的挖掘，分析其变化趋势。

“这种方法获取的数据或信息是有限的，且获取数据时间尺度上的连续性和一致性比较差。”段洪涛表示。于是，他带领团队开始酝酿关于全球湖泊水生植被的长时序数据集构建和变化解析。

“面向全球湖泊开展研究比面向全球海洋更复杂，因为前者散布在全球各地，深浅不一，周边环境、气候、生态状况等不尽相同，加之水生植被种类复杂，构建遥感算法、进行全球湖泊水生植被不同类群的提取非常具有挑战性。”罗菊花说。

“这种算法是团队独创的。我们在草藻多生态群落共存的太湖研制出该算法，并在长江中下游湖泊对其进行了广泛验证与推广应用。”段洪涛解释说。2023 年，关于该算法的论文发表于《环境遥感》，详细阐述了算法的研制、验证，并解析了长江中下游浅水湖泊水下植被、水上植被以及藻华的变化趋势。

算法的顺利应用给予团队极大信心，他们决定正式开启全球湖泊水生植被研究。

首次构建全球浅水湖泊水生植被数据库

研究开始时，罗菊花等人借助美国国家航空航天局的 140 万景陆地卫星影像，重构了 1989 年至 2021 年全球浅水湖泊内的水生植被群落时空数据集，期望通过数据解析全球湖泊植被的分布与演变密码。

然而，此前一直“给力”的算法，却在应用于全球湖泊的过程中出现了一些问题。

不同于长江中下游湖泊，由于分布范围广、地形差异大等，全球湖泊的形态特征、周边环境及湖内的植被类群更为复杂，对算法提出了更高要求。比如，算法对深水湖泊的适用性不高；一些湖泊中水生植被群落与藻类群落生长的特异性，造成浮叶植被、漂浮植被和藻华被错误分类；高纬度湖泊中的湖水也会导致错误分类等。

针对不同问题，研究团队不断讨论、改进优化，提出了一套适用于全球面积大于 10 平方公里、平均深度小于 15 米的淡水、淡水湖泊的水生植被数据集的工作流程。经过筛选后，共有 5587 个湖泊进入研

究人员的视野中。

罗菊花记得，那是 2022 年，春节假期还未结束，他们就在全球范围内开展算法测试。该算法终于“修炼”成为可批量识别全球湖泊沉水植被群落的算法。

“相比其他水上植被，沉水植被的遥感光谱信号较弱，但在卫星影像的不同波段，有沉水植被的区域与无沉水植被的区域仍然有光谱差异。我们通过叠加每个波段上二者的差异，构建了光谱指数。该指数可以极大增强有沉水植被区和无沉水植被区的光谱差异，从而实现了对沉水植被的提取与制图。”罗菊花介绍说。

“我们通过卫星获取的全球 5587 个湖泊的水生植被数据，是目前全球范围内湖泊数量最多、时间序列最长的数据集，为全球湖泊水生植被研究提供了科学可靠的数据产品。”论文共同通讯作者、南京地湖所研究员张运林补充说。

从 2022 年春节启动，到 2025 年春节发表成果，3 年努力见成效，罗菊花直言这是送给自己的蛇年礼物。“春节是我们工作的最好时机，因为这段时间被打扰得最少。”合作作者肖启涛说。

“未来，在高强度人类活动和快速气候变化的双重胁迫下，全球湖泊将面临极大的生态退化风险。因此，应该采取科学、合理、有效的应对策略确保湖泊生态可持续发展。”张运林表示。他们希望通过这项研究，推动全球数据共享、加强国际合作，为全球湖泊生态恢复和美丽中国建设提供坚实的数据基础与科学支撑。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.xinn.2024.100784>



2月12日，北京天文馆，“问月——中国探月工程嫦娥五号月球样品展”展出我国航天成就。展览中，涵盖月壤各种形态的共计0.6克嫦娥五号月球样品与公众见面。
图为用模拟月壤烧制的月壤砖。图片来源：视觉中国

湖北“新春第一会”迎来一群机器人

■本报记者 李思辉

能说、能走、能跑、能跳、能冲你笑……日前，湖北举行“楚才”系列人形机器人展示会。10款人形机器人亮相，湖北“新春第一会”科技感十足。

“楚才”系列人形机器人分别由中国工程院院士、华中科技大学教授陈学东团队，中国科学院院士、华中科技大学教授丁汉团队，中国科学院院士、武汉大学教授刘胜团队，以及武汉光谷华汇科技有限公司黄强团队研发。

高大强壮的“劳动者”

“楚才”系列人形机器人中的“劳动者”系列，由陈学东团队与武汉格蓝若精密技

术有限公司研发。“劳动者”身高 1.8 米、体重 95 公斤，双臂强壮有力，能举起百斤重物，是目前国内最高大、最强壮的人形机器人。但它并不笨拙，反而行动敏捷，能够潇洒自如地直走、转向和后退。

《中国科学报》注意到，“劳动者”实现了一项重要技术突破——让机器人和真人一样直膝行走。专家介绍，这种行走姿态是人形机器人领域的重要探索目标之一。

陈学东表示：“劳动者”不仅拥有国际领先的负重能力和动态控制能力，还配备了智慧大脑，能够与人进行互动。直膝行走技术的实现，使其在国内外相同重量的机器人中处于领先水平。”

爱冲你笑的“荆楚”

如果人形机器人在提供服务的同时，还能冲你微笑，是不是更让人喜欢？“荆楚”人形机器人就做到了。

“荆楚”由丁汉团队研制。该机器人下肢采用行星滚柱丝杠驱动，具有低能耗、长续航优势，搭载了华中科技大学自主研发的具有 20 个自由度的仿生类人头部和高灵敏度电子皮肤，能够实现视、听、触等多模态融合感知和表情交互。通过 3D 面部扫描和面部建模技术，“荆楚”还能定制形象，提供情绪价值。

丁汉介绍，目前团队已初步实现了机器人微笑、悲伤、惊讶等典型表情的展现，未来将持续优化，努力达成更自然的人机交互体验。

据了解，该团队研发的另一款“神农”机器人，能够在多种复杂的地面自适应行走，在受到外部推拉扰动时仍能保持稳定，运动控制能力处于国际先进水平。

下一步，“神农”和“荆楚”有望携手，既服务于智慧医疗，如配送和分拣药物、搬运医疗器械、在病房提供服务和陪护，又广泛应用于装配制造等工业场景。

有双巧手的“天问”

“我是土生土长的湖北人！”湖北“新春第一会”现场，刘胜团队研发的人形机器人“天问”向观众挥手致意，并进行自我介绍。

据介绍，“天问”一号有 38 个自由度，仅灵巧手的自由度就高达 7 个，能如人手般单手抓握一个苹果，是目前国际上最低成本、高可靠性的刚柔耦合灵巧手。灵巧手是最能体现人形机器人技术复

杂度的核心零部件。“天问”的灵巧手能够以合适的力度对不同尺寸、材质、形状的物体进行抓取，这为其在服务业的应用提供了广阔前景。目前，“天问”灵巧手正在小批量生产。

专家介绍，未来“天问”将应用于商业零售、智慧康养、工业生产、教学科研等场景。目前已有部分超市、餐饮企业表达了合作意愿。

摔倒后能站起来的“楚宝”

身高 1.6 米、体重 60 公斤的“楚宝”是武汉光谷华汇团队研发的人形机器人。它能够跟随操作员的口头指令，灵活奔跑、前进，并在完成任务后准确返回原位，即使意外摔倒也能自主站起，继续执行任务。

据团队负责人黄强介绍，“楚宝”具备走、跑、跳、摔、滚、爬等多种运动模式，其高动态运动控制算法技术在国内处于领先水平。除了这款人形机器人，团队还研制出一系列核心零部件产品。其中，无框力矩电机突破了国际技术封锁，形成了多样化的产品线，在体积、重量和输出扭矩等方面均领先国际其他同类型电机。

黄强介绍，未来“楚宝”系列人形机器人将主要面向公共安全、特种作业，如边防巡逻、消防救援等场景，完成一些高风险、高难度任务，以其独特优势为守护人民安全贡献力量。

《中国科学报》了解到，人形机器人产业是发展新质生产力的代表领域之一，被誉为“制造业皇冠顶端的明珠”。此前，湖北省组织多家高校、科研院所、企业进行科研攻关。相关部门负责人表示，未来湖北人形机器人“楚才”大军将在科技创新和产业应用上有更多出色表现。

发现·进展

南方科技大学

阐述晚中新世时期全球变冷的驱动机制

本报讯(记者刁雯蕙)近日,南方科技大学海洋科学与工程系讲席教授刘青松系统阐述了晚中新世时期全球气候变冷的驱动机制,创新性提出了全球磷酸盐风化过程对海洋碳循环的重要影响。相关研究成果发表于《自然-通讯》。

晚中新世气候变冷导致全球温度在距今 700 万至 540 万年间断降低,并达到近现代的海洋温度。尽管现有研究提出了多种假设,认为陆地和深海碳库的变化是导致晚中新世气候变冷的主要原因,但其背后的驱动力存在很大争议。此外,在晚中新世时期,硅酸盐风化与磷酸盐风化的相对强度变化及其对碳消耗的影响仍然不太清楚。

研究团队通过沉积记录和数值模拟发现,晚中新世时期全球磷酸盐风化过程对海洋碳循环和全球变冷产生了巨大影响。

通过对西太平洋斐律宾海山区多金属壳岩样品进行环境磁学和地球化学的分析工作,研究团队为晚中新世期间海洋磷酸盐浓度持续性阶梯状升高提供了重要证据。生物地球化学模拟结果显示,晚中新世时期磷酸盐与硅酸盐风化过程存在明显的脱耦现象。研究进一步指出,该时期青藏高原隆升引发的磷酸盐风化增强,可能通过提升初级生产力和海洋生物泵引起全球二氧化碳下降。

该研究强调了晚中新世陆地的磷酸盐风化变化在全球气候转型期的重要作用,为理解海洋碳循环与全球气候变化之间的耦合作用提供了全新视角。同时,这一发现可以用于改进对未来气候变化及陆地生态系统响应的预测。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-56477-7>

中山大学孙逸仙纪念医院

利用“生物年龄”筛查血栓风险

本报讯(记者朱汉斌 通讯员黄睿)近日,中山大学孙逸仙纪念医院心血管外科教授黄楷团队创新开发了一个基于“生物衰老率”的新型血栓风险识别模型——VTE PhenoAgeAccel,为血栓高危人群早期识别高危血栓提供了更精准的策略。相关研究成果发表于《美国血液病学期刊》。

“社会年龄”不能代表人类的真实年龄,也不能说明人类的真实生理状态,所以通常不能从“年龄”发现真实患病风险,尤其是血栓风险。近年来,研究表明,“生物年龄”加速才是影响血栓发生的重要因素。

在此基础上,黄楷团队联合国际生物数据库,创新开发了一个新型血栓风险识别模型。该模型是一项基于简单的血液学指标计算而来的生物衰老指标,包括器官和系统的血液标志物。基于模型,团队对人群进行了衰老定义,分为生物学更年轻、生物学更老的人群。在矫正多重混杂因素后,他们发现,与生物学更年轻的人群相比,生物学更老的人群血栓累积风险更高。换言之,加速衰老促进血栓的发生,即“未老先衰”的个体更容易出现静脉血栓。

团队进一步提出假设,生物衰老是否影响个体的静脉血栓栓塞症(VTE)遗传风险?他们首先构建了 VTE 的基因风险评估,随后进一步探索了生物衰老和遗传风险的协同作用。研究结果显示,生物衰老和遗传风险联合能增加 VTE 的风险评估。当个体同时面对生物衰老和高基因风险时,二者在增加 VTE 风险上起到了“1 加 1 大于 2”的作用。此外,团队验证了恶性肿瘤、肥胖人群“加速衰老”更容易发生血栓。

“该研究不仅为血栓的早期诊断提供了新方法,也为衰老与疾病关系的研究开辟了新方向。”论文通讯作者黄楷表示。据悉,团队已成功将 VTE PhenoAgeAccel 模型转化为临床诊断工具,大幅提高了血栓诊断精准度。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1002/ajh.27605>

中国科学院空天信息创新研究院

揭示全球土壤水分站点空间代表性及影响因素

本报讯(记者高雅丽)中国科学院空天信息创新研究院研究员曾江源团队在全球土壤水分站点的空间代表性及其影响因素方面取得进展。他们提出了评估站点下垫面空间异质性的新方法,可以更好地了解现有全球土壤水分站点在卫星数据产品验证中的可用性,并为卫星土壤水分产品的有效验证及未来土壤水分站点的合理布设与应用提供了方法和依据。相关论文近日发表于《国际电气与电子工程师协会-地球科学与遥感学报》。

卫星微波遥感,尤其是被动微波遥感,是获取大尺度土壤水分信息最有效的手段之一,但同时受卫星传感器天线尺寸的限制,存在空间分辨率低的问题。地面站点观测可以提供真实的土壤水分信息,常用于微波遥感土壤水分产品的精度验证。然而,由于“像元(面)尺度”卫星观测与“点尺度”地面观测存在巨大的空间尺度不匹配问题,导致验证结果存在较大的不确定性。

研究团队围绕如何度量全球尺度土壤水分站点空间代表性、如何表述地面的复杂性、这种复杂性又如何影响站点的代表性 3 个方面展开了研究。他们利用扩展三重匹配技术,实现了站站点的空间代表性评估,利用空间异质性指标和空间标准偏差,在全球尺度上量化了土壤质地、地表类型、海拔和植被覆盖度等 4 种地表下垫面影响因素的空间异质性。此外,他们提出了新指标“站点相似面积比”。该指标的优越性在于不仅考虑了卫星像元内环境因素的空间异质性,还考虑了站点的下垫面情况。

研究团队分析了全球 322 个站点的空间代表性与环境异质性之间的关系。结果表明,地表类型是影响土壤水分站点空间代表性的主要因素。研究提出的站点空间代表性及其影响因素的评估框架具有普适性,不仅可用于土壤水分观测,也可用于地表温度、植被指数、积雪深度等其他地表参数,更好地服务于卫星产品的可靠性验证与应用。

相关论文信息：
<https://ieeexplore.ieee.org/document/10817643>



▲有双巧手的“天问”系列机器人与观众握手。

▲高大强壮的“劳动者”系列机器人。

柯皓/摄