

探秘“地狱地带”的神奇鱼类

■本报记者 张晴丹

“一切正常，‘深海勇士’号请求注水下潜”“同意注水下潜”……

10月11日，随着下潜命令的下达，何舜平搭乘我国自主研制的“深海勇士”号开始了深海探秘之旅。他要进入那个被称为“地狱地带”的深渊，去寻找世界最深海沟——太平洋马里亚纳海沟深处活着的神奇生物。

事实上，“地狱地带”这样极端的环境下生活着数百种生物，狮子鱼就是其中最具有代表性的存在。这种鱼类处于超深渊食物链的顶端，有着其他浅海鱼类没有的天赋，可以在极度高压的深海惬意地生活。

深海里的生物到底如何适应？它们的身体有哪些“奇特”之处？

近日，相关研究成果发表在《自然—生态与演化》杂志上。

最大困难是深渊样本采集

深海作为地球表面最后未被人类大规模进入或认知的空间，约占地球表面积的65%，蕴藏着人类社会未来发展所需的各种战略资源和能源。

6000米以下的深海，终年漆黑、氧气缺乏、温差巨大、极度高压……被称为“海斗深渊”，同时这里也被认为是常规生命形式的禁区，是无法触及的“地狱地带”。

可想而知，探索难度极大。“其中，最大的困难就是对深渊样本的采集。”中国科学院水生所和深海所研究员何舜平在接受《中国科学报》采访时表示，因为深海的压力非常大，深度每下降十米，就会增加一个大气压，在深度7000多米时就有700多个大气压。在海洋最深处，可以达到1000多个大气压。

论文第一作者、西北工业大学生态与环境保护研究中心青年教师王望向《中国科学报》打了个比方，“这就好像人的手指上站了一头大象那么大的压力，人类在这样大的压力下根本无法存活”。

要进入这样的极端环境开展考察工作，就需要借助深潜设备。尽管环境如此恶劣，2016年底和2017年初，我国深渊科学考察船“探索一号”通过“天涯”和“海角”号深渊着陆器，克服重重困难，使用创新的深渊生物诱捕手段，获得了非常珍贵的深海狮子鱼样本。

“骨骼清奇”练就抗压“超能力”

对获取到的深海狮子鱼样本，何舜平



何舜平(右)搭乘“探索一号”参加TS14航次在马里亚纳海沟进行的科学考察。何舜平供图

带领攻关团队进行了一系列研究工作。他们通过解剖样本发现，其胃部有近百个完整的甲壳类生物，这可能意味着该鱼类需要像骆驼一样长久储存食物，从而更好地应对食物匮乏的深海环境，其生长期也大大延长，以更好地在恶劣的环境下生存繁衍。

为什么鸟会飞、鱼会游？其实，所有生物的特性都是通过基因来决定的。而对于浅海物种来说，为何狮子鱼能适应如此极端的环境，科研人员需要从基因中寻找答案。

深海生物必须适应寒冷、黑暗和高压环境，但是当时还没有任何生活在6000米以下生物的基因组信息，科学家们无法确定这些生物是如何获得生存所必需的适应性的。

“我们通过对该种鱼的基因组进行解析后，找到了一些线索。”何舜平介绍，狮子鱼的基因组中有几个基因的突变与快速适应深海环境有关。

高压环境对普通的骨骼是致命的，马里亚纳海沟会压碎正常鱼类的骨头。但是，狮子鱼“骨骼清奇”，与普通生物的骨骼完

全不同，颠覆了以往的认识。“我们发现这些鱼的头骨有缝隙，并不完全封闭，这可能有助于内部和外部压力的平衡。而且，这种鱼类的骨骼变得非常薄和柔韧，可以直接承受高压，是一种比较抗压的‘材料’，其肌肉组织也具有很强的柔韧性。”王望说。

不仅如此，科研人员惊奇地发现，大量的不饱和脂肪酸合成相关基因在深海鱼中出现了扩张，这使得在高压和低温下，此类生物能够保证它们的细胞膜流动性，以适应极端环境。

狮子鱼的神奇之处远不止于此，其蛋白质本身的稳定性也让科研人员叹为观止。“在比较大的压力下，蛋白质本身的三维结构很容易被破坏，而我们在狮子鱼身上发现了一些保护措施，保护蛋白质更好地折叠，并在如此大的压力下维持活性。”王望介绍。

正是基于这些从内到外的改变，共同造就了这一物种的奇特表型和对深渊极端环境的适应能力，保证了深渊狮子鱼能够以肉体之躯承受海洋底部的极端压力。让人意想不到的是，如此“强大”的狮

子鱼却是个“瞎子”。当“天涯”和“海角”号深渊着陆器靠近狮子鱼时，这些鱼对着陆器的光线毫无反应。这是由于长期生存于黑暗的海底，深渊狮子鱼的皮肤色素和视觉相关基因大量丢失，从而变得透明，并且视觉缺失，对可见光不再有反应。

也正因为这样，何舜平搭乘“深海勇士”号下潜到深海时顺利拍摄到了许多深海鱼类的珍贵特写照片。

实际上，深渊狮子鱼这类“超能力”并非与生俱来。研究团队通过全基因组序列比对，发现了这种鱼类的近缘物种，并推算出分化时间大概在2000万年前。

这些成果的取得，标志着我国深海工程与科学研究取得重要进展。

探索生态格局 拓展研究思路

在获得了这些关键的研究成果后，何舜平对深海科研有了更多的构想。

“做科研不能急功近利，要扎扎实实工作，努力去创新，向世人展示自然界神秘的一面。”基于这样的信念，今年9月到11月，他搭乘“探索一号”参加TS14航次在马里亚纳海沟进行的科学考察，以科学家原位观察的第一视角，揭开了深海生物多样性的神秘面纱。

“我们在整个TS14航次的36个潜次中观察到许多生物，这些生物的种类初步反映了这一区域的生物多样性概况。”何舜平介绍。

观察到的生物总结起来大概有三类：一是脊椎动物鱼类中的真骨鱼类大约10个物种；二是无脊椎动物中棘皮动物、刺胞动物、海绵动物、节肢动物和软体动物；三是半索动物门的柱头虫。

同时，他们还观察和拍摄到了一些独特的鱼类，比如魮魮、海鲱鱼等。“这些被我们记录的鱼类初步向人类展示了马里亚纳海沟西部海山区鱼类多样性现状和格局，这些宝贵的样本和资料对我们研究该区域生物的进化、生态格局和保护有着重要意义。”何舜平说。

海洋是地球生命的摇篮，我们所有的生命都从海洋而来，这里蕴藏着无穷的生物演化可能性。“深渊狮子鱼基因组的解析，可以帮助我们重构深海生态链，为进一步实施深海探索提供了帮助。”王望表示，目前，科研团队正在对深海生态圈的生物演化过程进行更深的探索。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41559-019-0864-8>

据新华社电 今年以来，我国持续推进蓝天保卫战，重点地区的大气污染治理取得了明显成效，但部分地区空气质量出现波动，PM2.5浓度出现不同程度的上升。

在生态环境部近日举行的新闻发布会上，生态环境部新闻发言人刘友宾介绍了这一情况。

刘友宾表示，重点地区的大气污染治理取得明显成效，生态环境部最新数据显示，今年11月，京津冀及周边地区“2+26”城市平均优良天数比例为63%，同比上升18.6个百分点；PM2.5浓度为63微克/立方米，同比下降25.9%。

他说，除重点地区外，其他地区大气环境质量也取得明显改善。2019年1至11月，261个PM2.5未达标地级及以上城市PM2.5平均浓度为38微克/立方米，比2015年同期下降22.4%，超过“十三五”约束性指标进度要求。其中，华中地区、西南地区分别下降22%、13%；云南、贵州、广东、浙江、黑龙江、内蒙古等十几个省份PM2.5平均浓度由不达标转为达标。

他同时表示，今年以来，受工作压力传导不够、重污染天气应对不力等因素影响，部分地区空气质量出现波动。如地处“2+26”城市和长三角交汇带的苏皖鲁豫交界地区、湖

南等地PM2.5浓度出现不同程度的上升。

针对上述情况，生态环境部及时组织召开空气质量预警和区域大气污染防治联防联控座谈会，按季度开展空气质量预警，对污染反弹严重的地区采取约谈等措施。目前，部分地区出现的污染反弹势头得到了有效遏制。

刘友宾说，下一步，生态环境部将继续指导各地精准治污、科学治污、依法治污，确保蓝天保卫战各项目标圆满实现。一是实施“预警、约谈、问责”的工作机制，对空气质量明显恶化、约束性指标完成进度严重滞后的地区开展专项督察。二是加强对非重点区域城市指导帮扶，对跨区域污染问题，加强区域联防联控。三是加强重污染天气应对，指导各地实施绩效分级、差异化管控，有效减轻重污染天气影响。

部分地区PM2.5浓度反弹 空气质量总体好转

(高敬)

进展

研究发现昆虫对植物芳香松香烷二萜解毒新机制

本报讯 中科院昆明植物所黎胜红研究员研究发现，米团花中含有丰富的细胞毒性芳香松香烷二萜。大量防御功能和毒性萜类化合物的存在使得米团花很少被植食性昆虫取食。相关成果发表在《有机通讯》上。研究组博士郭凯为这篇文章的第一作者，黎胜红为通讯作者。

松香烷二萜是一类普遍存在于植物体中的天然产物，具有广泛的生物活性，包括许多重要的药理活性，以及显著的生态学功能。芳香松香烷二萜是松香烷二萜中最大的亚类，结构中含有特征的芳香性C环，稳定性较高，难以被其他生物代谢和降解，对植食性昆虫具有较强防御功能。研究组经过多年观察发现，绿孔雀夜蛾幼虫能够适应米团花植物并特异性地取食该植物叶片。通过实验室培养该昆虫，仅饲喂米团花叶片，对其排泄物进行收集分析以及系统的化学成分研究，结果

从中发现两个具有11,12-断裂松香烷新颖骨架的二萜多烯化合物：Nacnabietanins A(1)和B(2)。二者极不稳定，结构测定后在冰箱贮存过程中很快自发降解。这种11,12-断裂导致芳香C环开环的松香烷二萜非常罕见，此前在自然界中并未发现，也从未以化学合成中间体的形式被报道，推测它们分别由米团花叶中大量存在的化合物在昆虫体内经过特殊的酶催化生成。这种将芳环裂解为末端双键的酶促代谢过程可能为绿孔雀夜蛾幼虫对毒性芳香松香烷二萜的一种特殊解毒机制。研究结果揭示了一种新颖的昆虫对植物芳香松香烷二萜的解毒机制，也可能被昆虫用来降解其它芳香性植物毒素，以及对含有苯环结构的杀虫剂产生抗性。

(冯丽妃)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/acs.orglett.9b04044>

畜禽固液废弃物协同堆肥研究获进展

本报讯 近日，中国科学院城市环境研究所刘超翔团队在畜禽固液废弃物协同堆肥方面取得进展，研究成果发表在《生物资源技术》期刊。该研究系统分析了在粪便堆肥过程中畜禽液液废弃物协同堆肥方法以及畜禽液液废弃物的控制性添加对固体粪便堆肥过程、腐熟堆肥质量、渗滤液产生和液液废弃物消纳效果的影响。

目前，固体粪污堆肥中液液废弃物的添加大多是随意和不系统的，过量的水分添加不仅会破坏适宜微生物降解的水分环境，降低堆肥效率，而且会产生大量的渗滤液，造成二次污染。

研究人员以堆体重量、实际含水率和基准含水率(65%)构建液液废弃物控制性添加模型，同时以液液粪污降解原水(SE)和沼液水(BS)为补充水，以玉米芯和稻壳为堆肥辅料，考察不同液液废弃物的控制性添加对基于不同辅料的堆肥堆肥过程、有机质降解、腐熟堆肥质量、渗滤液产生和液液粪污消纳效果的影响。结果

(冯丽妃)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121517>

境界

印度洋海面200年上升近1米

最近，加拿大西蒙·弗雷泽大学(Simon Fraser University)科学系主任Paul Kench领导的一项新研究发现了印度洋海面变化的新证据。这项研究通过比较中印度洋过去的海面高度以及现在的海面位置，综合大量新发现的细节，得出结论：在过去的两个世纪里，中印度洋的海面上升了近1米。这篇由Paul Kench和其他合作者撰写的研究论文近日发表在《自然—地球科学》上。

海平面上升是由全球气候变暖、极地冰川融化、上层海水膨胀等原因引起的全球性海平面上升现象。

20世纪以来，全球海平面已上升了10-20厘米，是一种缓性的自然现象。海平面的上升可淹没一些低洼的沿海地区，使风暴、海潮强度加剧、频次增多。全球变暖导致冰川融化为海平面上升的主因。

对于研究人员发现的印度洋海面上升的新细节，Paul Kench解释说：“我们知道某些类型的珊瑚化石是过去海平面的重要记录者。通过测量这些珊瑚化石的年龄和深度，我们发现，几百年前印度洋部分地区的海平面比我们想象的要低得多。”

Paul Kench说，了解印度洋海平面的历史位置，以及海平面上升之后会发生什么，例如对陆地有何种影响、如何改变沿海生态系统、对滨海人类社会产生什么样的影响等等，将有助于我们更深入地了解珊瑚礁系统和岛屿的发展变化，以及未来我们如何应对海平面的变化。

海平面上升对沿海地区社会经济、自然环境等有着重大影响。首先，海平面的上升可淹没一些低洼的沿海地区，加强了海洋动力因素向海滩推进，侵蚀海岸，从而变成“桑田”为“沧海”。其次，海平面的上升会使风暴、海潮强度加剧，不仅危及沿海地区人们的生活，而且还会使土地盐碱化，造成农业减产，破坏生态环境。

从2017年开始的这项正在进行的研究对上述问题进行了大量调研，研究结果指出海平面上升对中印度洋地区沿海城市和社区的严重威胁。研究进一步表明，如果海平面在下个世纪加速上升，印度洋将上升到有记录以来的最高水平，人类应好好思考届时如何应对这一变化。

(吕小羽编译)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41561-019-0503-7>

视点

让一体化的长三角成为美丽中国建设的样板区

■陈明星 曹贤忠

2019年12月1日，中共中央、国务院印发了《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，这标志着长三角区域一体化发展战略进入深入实施的新阶段。

长三角地域面积35.8万平方公里、常住人口2.2亿，分别占全国的1/26和1/6。2018年，长三角地区经济总量达21.15万亿元，占全国的1/4。长三角地区是我国经济最具活力、开放程度最高、创新能力最强的区域之一，是“一带一路”和长江经济带的重要战略交汇区域。长三角城市群在世界上一体化经济版图中也占据重要位置，是国际公认的六大世界级城市群之一，接近欧盟第一经济大国的经济总量。随着经济社会和城镇化进程的快速发展，长三角区域中心结构已经从最初的以上海为中心的单一核心模式，逐渐转变为多核心模式。

长三角区域高质量一体化发展具有全局意义，对全国具有率先垂范的引领作用，也有利于进一步提升我国的国际竞争力。《纲要》紧扣“一体化”和“高质量”两个关键词，明确了打造“一极三区一高地”的战略定位，将长三角逐步建设成为美丽长三角，成为美丽中国建设的样板区和先行区。

按照“核心辐射带动、都市圈同城化、节点质量提升”思路，进行长三角城市群网络重构。“核心辐射带动”要明确、强化和提升上海作为一级核心的龙头地位，加强南京、苏州、杭州、合肥等城市为二级核心的集聚辐射作用。上海市作为连接国内腹地与全球的最为重要枢纽之一，充分给予体制机制先行先试权力，探索推进一体化的制度创新和深层次改革措施，着力推动金融开放，增强全球高端资源要素集聚和配置能力，全力推进上海自贸试验区新片区、长三角生态绿色一体化发展示范区和全球科创中心建设。

“都市圈同城化”是长三角区域一体化的重要步骤和必经阶段，通过强化上海市都市圈、南京市都市圈、杭州市都市圈、

合肥市都市圈等同城化建设，打破地域界限、促进人才流动与资源共享，率先实现都市圈尺度一体化建设。

“节点质量提升”是通过都市圈建设，带动区域城市网络体系中的三级中心城市的集聚发展，最终形成长三角区域大、中、小城市一体化发展的有机城市体系。长三角高质量一体化发展，离不开上海和若干核心城市的高质量发展带动，也离不开广阔腹地的多层次城市网络的支撑。

构建长三角协同创新网络与创新产业集群，打造全国人才高地。以G60科技创新走廊为依托，加强上海张江、合肥综合性国家科学中心建设，发挥杭州、南京等科教资源优势，强化上海张江、苏南、杭州、合芜蚌、宁波、温州等6个国家自主创新示范区间的引领和带动作用，逐步将G42沿线城市纳入到“G60科技创新走廊”发展框架中，联合构建区域创新共同体，推动长三角分工协作的科技协同创新网络建设，发挥各自特色优势，联合开展基础研究、前沿性、战略性重大科技项目攻关，抢占科技战略制高点，努力取得一批原创性研究成果，强化一些研究领域在全球的引领性地位。

推动基于自主创新的科技成果产业化。建设全球独一无二的长三角国家自主创新示范区世界级产业集群，提升区域产业链整体竞争力。依托密集和高端的高校与科研机构，积极出台支持政策，加大科技创新和基础性科研人才引进和培育力度，引进人才、培养人才、留住人才、用好人才。

率先建立区域生态环境保护与补偿机制，建设“山水林田湖草海”系统生命共同体。借鉴欧洲莱茵河、密西西比河流域等的国际经验，加大长三角江、河、湖、林生态廊道和生态屏障建设力度，抓牢河长制、湖长制、林长制等，完善长三角开发地区、受益地区与保护地

区的生态补偿机制。

贯彻“共抓大保护，不搞大开发”“创新驱动，绿色发展”的思路，加快长三角生态环境的一体化规划和管理，打造长三角地区高品质的“山水林田湖草海”系统生命共同体。加强环境风险“过程联控”，加强长三角生态环境保护规划、政策、工作互通，建立排放标准衔接、监测数据共享、协同监督管理、联合科技攻关的合作机制，健全危险废物、固体废物运输储存、处理一体化监管体系，形成“一张网”。

加强污染防治“后果联动”，完善环境保护信息强制性披露、严惩重罚等制度，建立长三角区域生态环境违法“黑名单”制度，落实联合惩戒措施，建立长三角区域生态环境保护联防联控新机制。

采取合作共建等多样化形式促进欠发达地区的一体化发展。建立发达地区与欠发达地区的区域联动机制，先富带动后富，促进发达地区和欠发达地区共同发展，这是实现区域一体化发展的重要环节。

推进上海等核心城市的各类开发区、高新区、示范区和新片区等建设时，积极采取合作共建等方式，推动承接产业转移示范区、跨省合作园区等多样化平台建设。例如，上海漕河泾开发区与浙江海宁、苏北等地建立有效的合作机制，通过服务外包、本地研发与外地制造等建立有效链接，建立了长三角科技成果转化有效途径。

此外，推进核心城市与欠发达城市建立“双向飞地”，即推进核心城市在欠发达城市建立“产业飞地”，解决核心城市的土地资源匮乏问题；推进欠发达城市在核心城市建立“人才飞地”或“创新飞地”，解决欠发达城市的技术研发和产业化能力不强、市场拓展困难等问题。

(作者单位分别为中科院地理资源所、华东师范大学城市发展研究院)