

摸底鲸类生态“望、闻、问”靠谱

■本报记者 张晴丹

近年来,全世界都在开展近海生态和珍稀动物的本底调查工作,但是利用单一方法所获得的调查结果往往难以验证其可靠程度。

近日,中科院深海科学与工程研究所(以下简称深海所)海洋哺乳动物研究团队提出了一种整合式鲸类生态研究新范式,并展示了示范研究成果。相关研究发表于《生物保护》。

该成果有利于鲸类科研人员在数据缺乏的水域开展鲸类生态和保护研究工作,更好地调查鲸类的出没、分布及栖息地利用情况,实现循序渐进、互相补充且高效可靠的调查效果。

海南真的有中华白海豚吗

历史搁浅信息表明,海南周边水域的鲸类等海洋哺乳动物资源丰富,多样性非常高。但是,由于缺乏野外实地调查和长期系统监测,海南鲸类动物的本底资料几乎是一片空白。

在这种信息匮乏的研究背景下,找到一种简易、高效、快捷、低成本的方法以快速掌握鲸类基本信息显得至关重要,而当地生态认知(LEK)调查正是满足这一需求的一种技术方法。

论文通讯作者、深海所研究员李松海介绍,职业渔民是接触野外鲸类动物最频繁的特定职业人群,通过调查渔民可以快速获得他们在海洋捕捞生产过程中与野外鲸类相关的认识、经历和看法等,从而为后续的调查和监测提供基本方向和背景信息。

因此,研究团队于 2013 年底开展了一项环海南岛摸底调查。该项调查选择了 16 个具有代表性的沿海渔港/渔村,对 510 位渔民进行了问卷访问调查。得益于科学合理的问卷设计、蓝丝带海洋保护协会的志愿者支持、地方管理部门和社区的大力配合,整项调查仅 20 余天就顺利完成,研究团队快速高效地获得了丰富的调查资料,并对资料开展了细致的整理和数据分析。

虽然该项调查所关注的对象是可能在海南周边水域栖息生活的所有鲸类物种,但由于中华白海豚独特的体色和近岸栖息的习性,渔民非常容易接触并辨认出这一物种,科研人员基于初步分析结果迅速锁定了一处疑似有中华白海豚经常出没的水域——海南西南近岸水域。

中华白海豚是我国一级保护动物,具有极高的生态、保护和研究价值。渔民问卷调查结果为研究团队提供了方向,但渔民目击毕竟是间接的信息,其可靠性和真实度还需要进一步检验。因此,研究团队自 2014 年 4 月开始在海南西南近岸水域进行探索式的船基目视调查,以验证该区域是否真的有中华白海豚频繁出没。

中关村论坛召开首届科学智能峰会

本报讯（见习记者田瑞颖）8月8日,2022 中关村论坛系列活动——首届科学智能峰会在线上召开。为期 4 天的峰会以“AI for Science:共创新未来”为主题,旨在深刻剖析 AI for Science 的发展趋势,探索人工智能(AI)与基础科学的深度融合。

会上,北京科学智能研究院、深势科技、高瓴创投共同发布了《2022 AI4S 全球发展观察与展望》。该报告选取了全球科学智能领域先进实践,是首份聚焦 AI for Science 领域发展的完整报告。

中国科学院院士鄂维南以“发生在当下的科技革命”为题,为本次峰会作开场主题报告。他指出,以机器学习为代表的人工智能,为基础科学研究带来了新的高维函数的表示工具和数据分析工具。基础科学研究将成为人工智能的主战场,二者结合后的研究成果将会极大促进宏、微观计算模拟的发展,成为工业设计的全新起点。

多位专家在首日主论坛的致辞和报告中表达了类似观点。中国科学院院士汤超在致辞中提到,2018 年鄂维南找到自己,希望在北大建立一个交叉学科项目,以探索机器学习在各个科学和工程领域的应用,并取名为“AI for Science”,如今看来,这已经成为了一种趋势,甚至是一种新的流行范式。中国工程院院士孙凝晖更是将这种新的研究范式称为科学研究的第五范式。中国科学院院士张平文指出,“AI for Science”新范式表现为机理和数据的融合计算,应用数学是该范式的重要基础。推动该范式的快速落地,要坚持服务于国家重大发展战略。

汤超还指出,“AI for Science”领域从 0 到 1 的创新目前可能还不太多,当然有许多实际问题的解决并不一定需要从 0 到 1 的创新,但还是应该努力营造一个良好的创新生态,少做一些表面文章,多鼓励原始创新,只有这样,“AI for Science”才能健康、平衡、长远地发展。

据悉,本届峰会由北京科学智能研究院主办。接下来,峰会将围绕 AI for Science 的六大主题举行分论坛,带来更多前沿讨论。



调查队员经历了数月的风吹日晒,海上辛勤的船基调查工作终于结出了美丽的果实:2014 年 10 月 20 日,在三亚西鼓岛周边,调查人员首次目击到了中华白海豚群体,并在之后两个月的调查里多次目击到中华白海豚。

“这些实地调查结果不仅验证了前期渔民问卷调查结果的可信度,也进一步确认了在海南西南近岸有中华白海豚栖息分布。”李松海说。

此后,研究团队继续进行长年累月的船基调查,并不断将调查范围扩大至该种群所有的潜在分布区域,截至 2019 年 6 月共开展了 55 次船基调查,每次调查至少 3 至 8 天。通过长期的船基调查监测,调查队员共目击了 50 群鲸类动物,其中不仅包括 47 群“常客”——中华白海豚,而且还有 2 群印太江豚以及一些少见的“过客”——伪虎鲸和印太瓶鼻海豚的混游群体。

通过分析船基调查数据,研究团队较好地掌握了海南西南近岸鲸类动物的组成以及

中华白海豚的栖息分布特征、个体识别数量、环境偏好等基本情况。

“听”它们留下的声音痕迹

船基调查的整体目击率较低,且该方法有诸多限制和不足,例如只能在白天及海况优良时开展、开支较大且费时费力。

为了更好地掌握中华白海豚的出没分布规律,研究团队开始尝试使用水下被动声学监测(PAM)的技术手段。科研人员于 2016 年在三亚西鼓岛选择了一个目击中华白海豚最频繁的位置,进行了为期近一年的探索式试验。

“通过监测中华白海豚所发出的一种典型高频窄带信号(clicks 嗒嗒声),我们证实了中华白海豚会经常在监测位点周围出没。”李松海表示。

因此,研究团队于 2018 年开展了一项长时间且大范围的水下被动声学监测计划。科研人员沿着三亚—昌江近岸选择了 11 个合

生态统计学应用须架起新“桥梁”

■本报见习记者 田瑞颖



赖江山 受访者供图

随着生态学进入大数据时代,先进的数据分析技术和生态统计模型成为整合生态大数据、发现有价值的生态学规律的重要“桥梁”。

但生态学家经常会在模型使用过程中遇到各种统计学方法的问题,比如典范分析中共线性解释变量的相对重要性评估。

对此,中科院植物研究所副研究员赖江山将统计学中“层次分割”理论用于解决此问题,并开发 R 语言程序包。相关研究成果发表于《生态学 and 进化方法》(MEE)。

赖江山在接受《中国科学报》采访时表示,“我国生态统计学领域与欧美发达国家仍有很大差距。在我国生态学整体快速发展的背景下,生态学方法研究和软件开发的相对滞后可能会影响整体的发展进程。”

因此,他认为应鼓励青年科研人员积极参与生态新方法和软件的开发,为国内生态学全面发展作出贡献。

历经数年的研究

典范分析是生态学多元统计的核心分析方法,主要用于量化环境因子(解释变量)对多物种生物群落(响应变量)的决定作用。由于涉及参数较多,典范分析中对于具有多重共线性的解释变量的相对重要性评估一直困扰着生态学者。

自 2017 年起,赖江山就开始寻找解决问题的方案。为此,他查阅了很多统计学文献。

在学习统计学中“层次分割”理论时,他突然想到:能否将这一理论应用于典范分析呢?

经过多年的探索和近一年的编程计算,他终于将“层次分割”与变差分解建立起了数学联系,并提出可以通过平均分配共同解释的组分与边际效应之和获得单个解释变量所分配的解釋率,再通过比较单个变量解釋率来评估典范分析中共线性的解释变量相对重要性。

今年 4 月,赖江山及合作者在 MEE 正式发表了这一新方法,实现该方法的 R 程序包 rdacca.hp 也于 2021 年 1 月在 R 语言官方网站 CRAN 发布。

截至目前,该程序包已被下载安装 1.3 万次。据谷歌学术搜索显示,已有 90 多篇研究论文使用 rdacca.hp 包做数据分析,研究涉及生态学、生物学和环境科学等多领域。

赖江山告诉记者,目前使用 rdacca.hp 包的绝大部分是中国学者,这得益于国内庞大的研究群体,使得新的、有用的研究方法和工具开发出来后能很快得到推广应用。

“尴尬”的研究处境

在赖江山看来,近 20 年来,随着国家对生态环境和生物多样性保护的重视,国内生态学研究发展迅速,不仅相关研究人员快速增加,高水平的研究论文也层出不穷,“相比之下,生态统计学领域的研究并没有太多进展”。

“MEE 主要发表生态和进化领域能引起广泛兴趣或具有普遍意义的新方法和新工具。据 Web of Science 统计,自 2010 年创刊以来,中国学者在 MEE 发表的论文仅占其发表总量的 1%左右,按国家和地区排名第 18 位。”赖江山认为,“我国从事生态学研究的人员数量庞大,但在 MEE 发表文章比例却很低,这与目前庞大的研究群体极不匹配。”

究其原因,赖江山认为,一方面方法类的研究难度较大,周期也较长,特别是基础统计学方法性的研究,不仅需要阅读大量文献,而且还要心无旁骛地思考和坚持不懈地写代码尝试,“当前科研环境下,很多科研人员时间破碎化、片段化,难以专注于一件事情”。

他还指出,“生态统计方法类的研究往往不需要太多经费支持,不易申请到相应的

适的位点,进行水下声学监测平台和声学记录仪的布放,并在之后按照每 2 至 3 月一次循环进行仪器回收、数据下载、仪器充电和再布放工作。

在 4 年多的监测周期里,科研人员共获得了 10 个位点(2 号平台及声学设备遗失)的声学数据,较好地实现了对覆盖区域所出现的鲸类动物及水下各种其它声源长时间、大范围、近似连续、不分昼夜、不受恶劣海况影响的监测。

李松海介绍,他们还利用部分数据集开发了一种基于机器学习算法的 clicks 信号自动识别器,并不断优化,将识别器对海豚 clicks 信号的识别准确性提升至 96%以上,之后使用该识别器对整个水下声学监测数据库的 clicks 信号进行了检测和分析。

通过被动声学监测技术手段,研究团队较好地掌握了海南西南海域中华白海豚的栖息分布规律和时空变化模式,并证实声学监测结果是船基调查结果的重要补充。

一种整合式鲸类生态研究新范式

经过世界范围内的鲸类科研人员几十年的不断发展和完善,渔民问卷调查、船基目视调查和被动声学监测都已逐渐成为非常重要的鲸类调查技术手段,被广泛运用于各种类型的鲸类生态和保护研究项目。

李松海指出,这些方法都有各自的使用条件、范围、要求和局限性,这就导致单一方法所获得的调查结果往往难以验证其可靠程度。

尤其要注意的是,全球还有很多欠发达国家/地区,其共性是鲸类本底资料通常十分匮乏。此外,由于研究和保育资金支持非常有限,欠发达国家/地区的鲸类科研人员和保护工作者难以直接开展有针对性、大范围、长期、系统的野外实地调查和监测。

“为了更好地开展相关调查和监测工作,我们首次将渔民问卷调查、船基目视调查和被动声学监测这三种技术方法组合在一起,以海南中华白海豚的发现、验证和长期监测为示范,展示了中华白海豚在海南西南部的出没分布及栖息地利用情况。”李松海介绍。

他们通过“问”“望”和“闻”得到的相关研究结果,不仅为保护海南中华白海豚提供了基本的信息和资料,成为海南近海生态和珍稀动物保护的重要科学支撑,而且形成了一套循序渐进、相互印证、互相补充的整合式鲸类生态研究新范式。

“这也为世界鲸类科研人员提供了重要的示范参考,以便其在数据缺乏的水域更高效地开展鲸类生态和保护研究工作。”李松海说。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109648>

发现·进展

中科院南海海洋研究所等

阐明鱼类肌间刺形成的分子机制

本报讯(记者朱汉斌)近日,中科院南海海洋研究所热带海洋生物资源与生态重点实验室研究员林强团队与华中农业大学水产学院教授高泽霞等合作,基于单细胞测序与基因编辑技术,率先揭示了鱼类肌间刺形成的关键细胞群与核心基因 *runx2b*,并系统阐明了调控鱼类骨骼(肌间刺)形成的分子机制。相关研究近日发表于《国家科学评论》。

鱼类作为低等的脊椎动物,在漫长的进化历程中伴有复杂的性状产生与演化,其中,鱼类骨骼演化是其形态多样性产生的主要原因。在“低等”真骨鱼类中存在一类特有骨骼——肌间刺,它们分布在椎体两侧肌隔中,起到支撑肌肉的作用,因鱼类物种不同而呈现多种发生与发育形式,但当前,调控鱼类肌间刺形成的关键基因及其调控机制仍然不清楚。

在该研究中,研究人员为明确鱼类肌间刺形成的关键细胞群,首先利用单细胞转录组测序技术明确了野生型斑马鱼肌肉组织(含肌间刺)的细胞分型特征,筛选到了与肌间刺形成相关的肌腱祖细胞、肌腱分化细胞、成熟肌腱细胞和成骨细胞等类群。单细胞拟时序分析结果表明肌间刺是由肌腱祖细胞分化为肌腱分化细胞,再分化为成骨细胞而形成的。

根据基因在肌腱细胞分化为成骨细胞或成熟肌腱细胞轨迹上的表达模式,研究人员筛选了肌间刺形成的关键基因,并运用 CRISPR-Cas9 基因编辑技术构建斑马鱼突变体品系,最终发现 *runx2b* 基因是影响鱼类肌间刺发生的关键基因。同时,单细胞测序分析发现斑马鱼 *runx2b* 基因突变体的肌肉组织(不含肌间刺)中成骨细胞类群数目显著减少,在个体和细胞水平明确了鱼类肌间刺形成的分子调控作用。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1093/nsr/nwac152>

中科院大连化学物理研究所

揭示铁电光催化反应新机制

本报讯(见习记者孙丹宁)近日,中科院大连化学物理研究所李灿院士、范峰滔研究员等通过构筑双极性电荷收集结构,促进了铁电光催化全分解水,并揭示了铁电光催化反应的新机制。相关研究成果发表于《自然-通讯》。

在光催化过程中,提高太阳能转化效率的核心问题是提高光生电子和空穴的分离效率,而构筑内建电场是提高电荷分离效率的有效手段。由于自发的不对称电荷分离和高于带隙光电压的特性,铁电半导体材料被认为是太阳能光催化燃料生产的理想材料之一。

在前期工作中,团队以单畴铁电粒子为模型,研究了其中的电荷分离机制,发现自发极化引起的退极化场是其电荷分离的主要驱动力。这个电场贯穿整个单畴粒子,场强高达 3.6kV/cm,是其他常见电场的数倍。然而,铁电光催化剂受限于表面电荷提取的瓶颈问题,很难实现水的完全分解,光催化转换效率远低于理论预期。

该研究提出了一种在铁电半导体的正、负畴区构筑电荷收集纳米结构的方法,通过高效收集和利用光生电子和空穴,实现了铁电光催化剂的全分解水反应。并且观察到了光生电子和空穴分别在正、负极化 Au/BaTiO₃ 界面处聚集的现象,其空间电荷层宽度取决于 BaTiO₃ 光生载流子的热能化长度。团队在铁电半导体正、负极化畴区构筑微纳金属阵列结构,进一步组装还原和氧化助催化剂后,发现 Au/BaTiO₃ 铁电光催化剂可以实现光催化全分解水反应,即使在单晶材料上仍能表现出可观的催化活性。

该结果为高效利用铁电材料中高能光生电荷、实现高效太阳能转换提供了新思路和方法。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-32002-y>

广东省科学院生态环境与土壤研究所

炭基材料促进稻田土壤污染可持续修复

本报讯(记者朱汉斌)广东省科学院生态环境与土壤研究所研究员李芳柏团队基于全生命周期揭示了炭基材料促进稻田重金属污染可持续修复并协同固碳。相关研究近日发表于《碳研究》。

农业土壤是不可再生的宝贵自然资源。人类活动导致农业表层土壤重金属含量超标,严重威胁到农业安全生产和人体健康。炭基材料已被广泛应用于农田土壤重金属污染修复。然而不同炭基材料在修复农田土壤重金属污染过程中的可持续性和碳足迹仍不清楚。

研究人员选取了两种具有代表性的炭基修复材料——生物炭和泥炭,基于大田工程试验,系统地评价了其修复活动在全生命周期内的可持续性(环境、社会、经济、农业)和净生态系统碳收支(NECB)。生命周期评价结果显示,施用生物炭修复镉污染的稻田比泥炭对环境的负面危害更大,尤其是在人类健康和生态系统方面。同时,与多次施用相比,一次性施用修复剂对环境(人类健康、生态系统和资源消耗)的负面影响更小。

炭基材料均能够促进稻田土壤污染的可持续修复,但泥炭(97.4)的总体可持续性评价得分高于生物炭(88.4)。碳足迹结果显示,生物炭处理的 NECB 表现出更高的正值,是泥炭处理的 2 倍,并且根据预测,在 40 年后生物炭中 90%的碳还保存在土壤中,而泥炭仅保存 82%,这表明生物炭比泥炭更能促进土壤碳封存。

该研究结果表明了泥炭更有利于促进稻田土壤重金属污染的总体可持续性修复,而生物炭对土壤碳汇的作用更积极。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1007/s44246-022-00012-6>