

天童站纵览 (2023)

浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站

2024年1月

目 录

2023 年工作概述.....	1
❖ 人才培养.....	2
❖ 台站建设.....	2
❖ 合作交流.....	3
❖ 服务地方.....	4
❖ 项目情况.....	5
❖ 科研成果.....	6
❖ 毕业动态.....	8
❖ 学术会议.....	10
举办“生物多样性保护理论与实践研讨会”暨“宋永昌先生从教 70 周年座谈会”.....	10
参与第二届上海“低碳发展、环境治理与健康”学科交叉高峰论坛.....	11
参加第十九届中美碳联盟 (USCCC) 年会.....	11
参加第三届中国生物地理学大会.....	12
参加第五届全国生物多样性监测研讨会暨中国生物多样性监测与研究网络十周年紀念会.....	13
参加第二十二届中国生态学大会.....	13
参加第四届植物生态学前沿论坛暨 JPE 编委会会议.....	14
参加河北塞罕坝人工林生态系统国家野外科学观测研究站学术委员会会议.....	14
参加香山青年生态学者论坛——“全球变化与生态系统的互馈机制”.....	15
❖ 学者来访.....	16
❖ 研究进展.....	19
声景多样性的岛屿生物地理学研究成果.....	19
揭示物理学相分离是斑块生态系统弹性新理论的基础.....	20
证实气候季节稳定性对物种海拔分布范围的决定作用.....	21
发表全球变化多因子实验的新观点.....	22
发现长期植物多样性促进土壤可溶性有机碳氮含量积累.....	23
揭示氮素利用策略主导了植物光合作用 CO ₂ 驯化现象的种间差异.....	24
提出了一种林窗自动分类方法 (HSTAC).....	25
发现全球陆地变绿增加生态系统碳储量的不确定性和涌现约束.....	26
发现保护鸟类物种实现生物多样性保护和生态系统服务维持的双赢.....	27
揭示长期演替进程中生态系统稳定性的尺度依赖性.....	28
揭示全球尺度上达尔文归化谜团的纬度梯度格局.....	29
揭示生态系统碳循环因果关系响应高温热浪事件的新机理.....	30
发现人类活动和气候变化威胁全球特有树种分布中心.....	31
揭示陆地生态系统碳储量在未来气候变化情景下的变化趋势.....	32
发现人类世以来中国大型食草动物呈现普遍的食性扩张.....	33
关于地上-地下系统发育多样性关系的研究.....	34



2023 年工作概述

2023 年，浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站（以下简称天童站）一如既往立足于学校野外生态实验站和国家森林生态观测站的双重角色承担着多重责任。**面向学校**注重人才培养和科研服务，为华东师范大学的科研团队在亚热带常绿阔叶林开展生态研究提供良好的硬件设施和服务帮助，服务了 15 个科研团队共计 4500 人天；**面向科技部**认真履行森林生态监测职责，完成了木荷林、栲树林、常绿灌丛 3 个常规观测场的乔木、幼苗、凋落物、土壤、光照等生态指标的监测，完成了全年气象监测；**面向社会**以开放的态度为宁波大学、杭州师范大学、首都师范大学、中科院植物所等 10 所科研院所来站开展科研、调查和实习提供帮助，积极对接宁波市自然和资源规划局、宁波市生态环境局等当地主管部门，以项目、咨询、会谈、科普等多种形式为当地建设贡献力量。

天童站有着三十年如一日的坚守，专注森林生态方向研究，演替系列样地、20 公顷动态监测样地、氮磷添加样地、干旱样地、近自然示范样地等一系列样地紧紧围绕森林生态设立开展研究；天童站也有着与时俱进的活力，无人机、通量塔、温室大棚等仪器设备的灵活应用紧跟当前生态研究热点，并在全球气候变化、植物功能性状、演替与入侵等方向发表了优秀论文。

以下为天童生态站 2023 年工作具体情况。

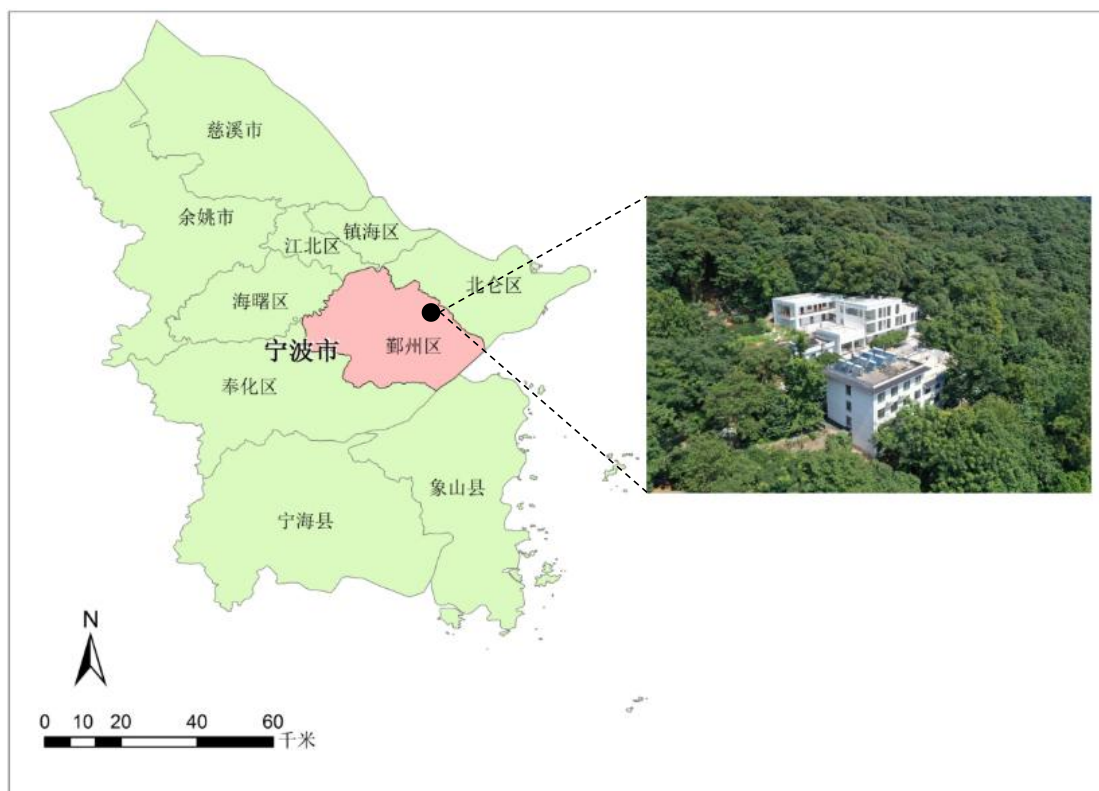


图 1 天童站位置图

❖ 人才培养

本年度天童站科研学术骨干自主培养取得突破。夏建阳教授入选“国家杰青”，黎绍鹏教授入选“国家优青”，斯幸峰教授入选“万人计划”青年拔尖人才，2人晋升为副高。中青年科研人员传承创新，现已成为台站科研活动和成果产出的主力军。2023年度我站共有7位博士生和18位硕士毕业，4位博士后出站。



图2 野外实习合照

❖ 台站建设

2023年7月-8月，对实验楼、厨房、水库平台等场地墙面进行了重新粉刷翻新，使实验楼焕然一新。更换了气象观测场旧的气象监测设备，新设备使用维萨拉（Vaisala）气象站，数据保存和读取得了优化。建设了无人机机场，建成后可以实现对天童地区森林的远程多频次监测。



图3 台站建设现场



❖ 合作交流

- 1、2023年1月10日，**东吴镇政府**一行考察了台站建设和实验设施，对天童站扎根宁波三十多年表示赞赏，并表达了今后加强合作的愿望。
- 2、2023年2月1日，**浙江大学于明坚教授研究团队**来站交流，由沈国春教授陪同参观考察了干旱样地、温室大棚等野外样地设施。
- 3、2023年2月23日，**东吴镇政府、鄞州区科学技术学会、宁波大学、周尧博物馆**等单位一行10人来站讨论建立生物多样性博物馆的相关事宜。
- 4、2023年3月17日，**东吴镇政府、鄞州区生态环境局、鄞州区文化体育局、鄞城集团、宁波大学、宁波环科院**等单位一行12人来站商讨建立生物多样性博物馆等相关事宜。
- 5、2023年4月20日，**杭州师范大学宋垚彬教授**等一行3人来站进行踏查台站周围自然环境，向王希华教授请教了华东师范大学本科生实习的模式和经验。
- 6、2023年4月22日，华东师范大学生态与环境学院**刘婕书记**和科技处**高伟老师**等一行来天童参加“天童亚热带生态博物馆”签约仪式。
- 7、2023年5月12日，**杭州师范大学生命与环境科学学院**师生15人来站开展为期3天的本科生实习，台站提供了食宿服务，并在树种识别、实习路线选择等方面给与了帮助。
- 8、2023年5月16日，**宁波大学高梅香教授**来站在20公顷动态监测样地采集地表土壤动物。
- 9、2023年6月4日，**宁波大学**本科生来站开展为期1天的野外实习。
- 10、2023年6月13日，王希华站长前往**东吴镇政府**参与生物多样性博物馆设计方案研讨会，对设计方案提出了建设性意见。
- 11、2023年6月28日，**海南大学吴玲兵副教授**来站采集蜘蛛标本，台站帮助联络工人。
- 12、2023年7月2日，**中国科学院植物研究所贺美博士**一行来天童进行植被调查，台站在联络工人、器具借用、样点选择和样方设置等方面给与帮助，保障其工作顺利开展。
- 13、2023年7月25日，广东省科学院**广州地理研究所**一行来站调查芒萁群落，台站沈国春教授陪同。
- 14、2023年8月23日，**首都师范大学杨采青**来站采集昆虫样品。
- 15、2023年9月22日，**东北林业大学高艺宁**来站开展土壤实验。
- 16、2023年9月24日，**中国科学院微生物研究所王聪博士**后来站采土样。
- 17、2023年10月2日，**中国科学院植物研究所米湘成教授**一行来站考察常绿阔叶林。
- 18、2023年10月17日，**河南大学李国勇教授**一行来站参观，考察了干旱样地，周旭辉课题组博士生顾志壮陪同。
- 19、2023年10月28日，**福建省林科院、福建省德化葛坑国有林场、鄞州农业农村局**等来我站参观，并考察小果冬青等乡土植物种质资源。
- 20、2023年11月1日，**东北林业大学靳佳**来站实验采集土样。
- 21、2023年11月7日，华东师范大学**施国跃副校长**来站指导工作。
- 22、2023年11月14日，**上海辰山植物园刘何铭老师**来站咨询植被修复相关经验。
- 23、2023年11月16日，中国科学院**华南植物园鲁显楷研究团队**来我站采土。
- 24、2023年11月23日，王希华站长前往**宁波市自然资源和规划局**参加地方标准“近自然森林经营技术规程”评审会议。



图4 合作交流



❖ 服务地方

2023年12月，由王希华教授主导编写的《近自然森林经营技术规程》（DB3302/T 1152-2023）经宁波市市场监督管理局批准发布。该标准是天童国家站与宁波市自然资源和规划局合作的“近自然森林经营与示范”项目的主要成果之一，对于完善近自然森林经营技术和指导宁波林业生产具有重要作用。

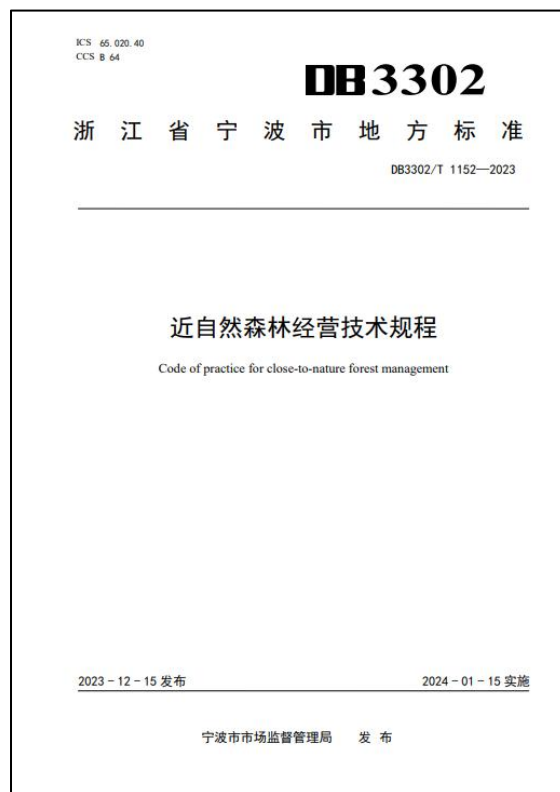


图5 近自然森林经营技术规程

2023年5月27日至28日，天童站开展了为期两天的“探访深山里的科研站”科普活动。活动经宁波市东吴镇、宁波市自然资源和规划局两家单位的宣传，引起了广泛的关注，报名参加活动的人数达到两百多人。科普活动以生态知识讲座、叶脉书签制作和引领参观森林等环节带领小朋友和家长感受天童生态站的科研乐趣和独特的生态环境，宣传生态保护理念。



图6 科普活动



❖ 项目情况

2023 年度，天童站新增科研任务 26 项，合同经费 1781.14 万元，今年到校经费 598.42 万元。主持国家级项目（课题）13 项，合同经费 1049.2 万元，占总经费 58.9%，包括国家自然科学基金国际杰青项目 1 项，优青项目 1 项，青拔项目 1 项，国家自然科学基金面上项目 4 项，青年项目 7 项。

表 1 2023 年新增金额大于 30 万项目列表

序号	项目名称	负责人	项目委托单位	合同经费 (万元)
1	生态系统过程模型评估与发展	夏建阳	国家自然科学基金 国家杰出青年科学基金	400
2	群落动态及构建机制	黎绍鹏	国家自然科学基金 优秀青年科学基金项目	200
3	斯幸峰 2022 中组部国家“万人计划”青年拔尖人才	斯幸峰	国家人才类项目	190
4	检验可变功能性状对生境过滤和竞争的影响	沈国春	国家自然科学基金 面上项目	69.6
5	不同干旱强度对亚热带优势树种根系分泌物及其介导激发效应的影响与机制	伏玉玲	国家自然科学基金 面上项目	69.6
6	基于形态和基因组证据的中国白发藓科分类修订	朱瑞良	国家自然科学基金 面上项目	50
7	片段化生境中鸟类食果网络的时间动态及其维持机制	斯幸峰	国家自然科学基金 面上项目	50
8	土壤微生物碳利用效率在亚热带森林不同演替阶段的变化趋势与驱动因子研究	乔阳	国家自然科学基金 青年科学基金项目	30
9	舟山群岛土壤有机碳垂直分布的生物驱动机理	王婧	国家自然科学基金 青年科学基金项目	30
10	亚热带森林长期干旱复水后微生物残体碳对土壤有机碳的贡献及机制	王辛辛	国家自然科学基金 青年科学基金项目	30
11	可变功能性状对树木物种共存的影响	杨菁	国家自然科学基金 青年科学基金项目	30
12	降水量减少对亚热带不同菌根树种水分和养分利用效率及权衡关系的影响机理研究	汤松波	国家自然科学基金 青年科学基金项目	30
13	常绿阔叶林植物功能性状垂直分布的机理研究与数值建模	崔二乾	国家自然科学基金 青年科学基金项目	30
14	繁殖生态位分化对近缘物种同域共存的影响	李勤	国家自然科学基金 青年科学基金项目	30
15	亚热带森林生物多样性与碳汇协同提升机制	张健	上海市教委科研 创新计划项目	300
16	气候变暖下植物根-叶功能性状对草地生产力的调控机制	刘慧颖	上海市科委青年 科技启明星计划	40
17	近自然林研究推广示范项目	王希华	事业单位项目	30
18	上海市环境监测中心生态质量样地地面监测项目技术服务合同	陈小勇	事业单位项目	59.5



❖ 科研成果

2023 年度，天童站共发表论文 101 篇，其中 SCI 论文 81 篇，中文 CSCD 论文 17 篇，其他论文 3 篇。第一标注论文中 SCI 论文 46 篇，其中 Science 技术评论 (Technical Comment) 1 篇，Nature/Science 子刊 (Nature Communications 和 Science Advances) 4 篇；中科院一区论文 24 篇，占 52.2%，二区论文 13 篇，占 28.3%。台站多篇论文发表在 Trends in Ecology & Evolution、Global Change Biology、Ecology 和 Ecology Letters 等国际主流期刊上。此外，以共同作者身份在 Nature、Nature Sustainability、Nature Ecology and Evolution、Science of The Total Environment 和 New Phytologist 上发表论文多篇。

表 2 代表性论文清单

序号	作者	名称	杂志名称卷、期、页或出版社	影响因子
1	Xing DL* , Zhang J, He FL	Comment on “Interspecific competition limits bird species’ ranges in tropical mountains”	Science, 2023, 379, eade2109	56.9
2	Fan SY, Yang Q, Li SP* , Fristoe TS, Cadotte MW, Essl F, Kreft H, Pergl J, Pyšek P, Weigelt P, Kartesz J, Nishino M, Wieringa JJ, Kleunen M	A latitudinal gradient in Darwin’s naturalization conundrum at the global scale for flowering plants	Nature Communications, 2023, 14: 6244	16.6
3	Guo WY* , Serra-Diaz JM, Eiserhardt wf, Maitner BS, Merow C, Violle C, Pound MJ, Sun M, Slik F, Blach-Overgaard A, Enquist BJ, Svenning JC	Climate change and land use threaten global hotspots of phylogenetic endemism for trees	Nature Communications, 2023, 14: 6950	16.6
4	Ping JY, Cui EQ, Du Y, Wei N, Zhou J, Wang J, Niu SL, Luo YQ, Xia JY*	Enhanced causal effect of ecosystem photosynthesis on respiration during heatwaves	Science Advances, 2023, 43(9): eadi6395	13.6
5	Meng YN, Li SP* , Wang SP, Meiners SJ, Jiang L	Scale-dependent changes in ecosystem temporal stability over six decades of succession	Science Advances, 2023, 9: 1279	13.6
6	Zhou XQ* , Gu XY, Smaill SJ	Rethinking experiments that explore multiple global change factors	Trends in Ecology & Evolution, 2023, 38(5): 399-401	16.8



7	Cui E, Xia J* , Luo Y	Nitrogen use strategy drives interspecific differences in plant photosynthetic CO ₂ acclimation	Global Change Biology, 2023, 29(13): 3667-3677	11.6
8	Jiang Z, Fu Y* , Zhou L* , He Y, Zhou G, Dietrich P, Long J, Wang X , Jia S, Ji Y, Jia Z, Song B, Liu R, Zhou X	Plant growth strategy determines the magnitude and direction of drought-induced changes in root exudates in subtropical forests	Global Change Biology, 2023, 29(12): 3476-3488	11.6
9	Xu CL, Silliman BR, Wang RHe Q*	Herbivory limits success of vegetation restoration globally	Science, 382, 589–594	56.9
10	Li W*, Guo WY , Pasgaard M, Niu Z, Wang L, Chen F, Qin YC, Svenning JC	Human fingerprint on structural density of forests globally	Nature Sustainability, 2023, 6: 368-379	27.6
11	Ren P, Didham RK, Murphy MV, Zeng D, Si XF , Ding P*	Forest edges increase pollinator network robustness to extinction with declining area	Nature Ecology and Evolution, 2023, 7(3): 393	16.8
12	Ren P, Didham RK, Murphy MV, Zeng D, Si X , Ding P*	Forest edges increase pollinator network robustness to extinction with declining area	Nature Ecology & Evolution, 2023, 7: 393–404	16.8
13	Qian H*, Kessler M, Zhang J , Jin Y, Soltis DE, Qian S, Zhou Y, Soltis PS	Angiosperm phylogenetic diversity is lower in Africa than South America	Science Advances, 2023, 9(6): eadj1022	13.6
14	Xu W*, Guo W , Serra-Diaz JM.....	Global beta-diversity of angiosperm trees is shaped by Quaternary climate change	Science advances, 2023, 9(14): eadd8553	13.6
15	Huang L, Jin C, Pan YJ, Zhou LC, Hu SW, Guo YP, Meng YY, Song K, Pang MY, Li H, Lin DM, Xu XT, Minor J, Coggins C, Jim CY, Yan ER , Yang YC, Tang ZY*, Lindenmayer DB*	Human activities and species biological traits drive the long-term persistence of old trees in human-dominated landscapes	Nature Plants, 2023, 9(6): 898-907	18



❖ 毕业动态

2023 年，天童站共有7位博士生和18位硕士毕业，4位博士后出站。其中博士生顾辛韵和李倩雅继续在加拿大阿尔伯塔大学交流学习，孔凡花、范舒雅分别从新加坡国立大学和德国康斯坦茨大学交流学习一年返校，邢华、卢晓蓉、李万德和贾淑娴于2023年分别赴加拿大阿尔伯塔大学、加拿大多伦多大学、德国霍恩海姆大学和西班牙巴塞罗那自治大学交流学习。

表3 出站博士后和毕业生名单

序号	姓名	类别	题目	导师
1	刘何铭	博士后	浙江天童同种成树邻体对群落更新格局的动态影响及其机制	王希华
2	崔二乾	博士后	植物功能性状对环境变化的响应和适应机制研究	夏建阳
3	李盛春	博士后	中国被子植物分布范围及灭绝风险的宏进化格局	何芳良
4	葛振鹏	博士后	量化生态系统临界性与恢复力的空间格局指标	刘权兴
5	王家鸣	博士	浙江天童常绿阔叶林多功能性的空间变异格局及其影响因素	王希华
6	杨贤宇	博士	种群动态在维持树种分布与多样性中的作用	张健
7	蒋铮	博士	干旱胁迫下常绿阔叶林根系分泌速率及其对土壤碳激发效应的影响	周旭辉
8	戴冬	博士	植物-土壤反馈对亚热带森林稀有树种维持作用的研究	刘宇
9	范舒雅	博士	外来被子植物的归化格局及其影响因素：基于达尔文归化谜团的探讨	黎绍鹏
10	魏宁	博士	陆地碳循环在地球系统模型中的不确定性成因及其演变	夏建阳
11	孔凡花	博士	竞争-拓殖权衡对森林植物群落物种共存的影响	何芳良
12	刘勇超	硕士	浙江天目山林冠树木多样性空间格局的遥感研究	邢丁亮
13	王佳辉	硕士	基于深度测序的森林土壤稀有微生物分布格局与群落构建机制研究	邓杰
14	李嘉琳	硕士	空间格局与干旱处理对草本植物多样性-生产力关系及性状变异的影响	谢卡尔
15	龚莉	硕士	森林转换对林下昆虫多样性的影响及其季节动态——以天童国家森林公园为例	谢卡尔
16	赛碧乐	硕士	木质经济型谱对粗木质残体分解过程中白蚁活动强度和无脊椎动物的影响	阎恩荣
17	卢玲	硕士	细叶榕小蜂快速适应引入地的分子基础	王嵘
18	刘雅静	硕士	氮添加对4种森林植物根系分泌物和根际真菌群落的影响	刘宇
19	舒丽	硕士	基于 Sentinel-2 卫星遥感数据的山地树木	张健



多样性反演方法研究				
20	周正康	硕士	近自然林经营对林分结构与目标树生长的动态影响—基于手持式移动激光雷达扫描技术	王希华
21	尹慧敏	硕士	浙江天童常绿阔叶林不同林层乔木种个体的生长特征和影响因素	王希华
22	季航	硕士	濒危植物水仙花鸢尾的系统学位置与保护遗传学	陈小勇
23	李宏悦	硕士	上海城市绿地中华蜜蜂种群遗传多样性及形态特征	陈小勇
24	包洁欢	硕士	天童常绿阔叶林演替中植物、土壤、微生物的碳氮磷生态化学计量特征	郑泽梅
25	柳昭莹	硕士	长期温室种植对亚热带农业生态系统土壤功能和微生物群落的影响	周小奇
26	王博	硕士	城市化水平对亚热带城市土壤甲烷氧化能力的影响	周小奇
27	贾真	硕士	亚热带常绿阔叶林演替过程中根际激发效应及其调控机制	伏玉玲
28	哈斯格日力	硕士	天目山本土与入侵植物多样性和功能性状的海拔梯度格局及影响因素	郭文永
29	李越	硕士	资源多样性对微宇宙系统中细菌物种共存的影响	黎绍鹏



❖ 学术会议

举办“生物多样性保护理论与实践研讨会”暨“宋永昌先生从教 70 周年座谈会”

《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（COP15）通过“昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架”，为人类寻求建立健康且繁荣的全球生态系统、实现可持续发展目标奠定了共识。党的二十大也对新时代生态文明建设作出了全局性、针对性的规划与部署。为繁荣学术研究、增强学界关于生物多样性保护理论与实践的交流研讨，主动对接国家重大战略部署，2023年9月23日，“生物多样性保护理论与实践研讨会”在华东师范大学闵行校区召开。

恰逢华东师大生态学科奠基人之一宋永昌先生从教 70 周年，为深入学习领会习近平总书记提出的教育家精神，梳理和总结生态学科在华东师大蓬勃发展的宝贵经验，传承老一辈科学家和教育家心有大我、勇攀高峰、勤学笃行、乐教爱生的崇高精神，共谋华东师大生态学科在新时代背景下的再次腾飞，“宋永昌先生从教 70 周年座谈会”在同日举行。

会议由华东师大生态与环境科学学院、崇明生态研究院主办，浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站、上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室、普陀山森林生态系统定位观测研究站协办。中国生态学学会和国内多所高校的知名专家学者，以及华东师范大学副校长施国跃、生态与环境科学学院师生 170 余人参会。

上午 9 时，大会隆重开幕，崇明生态研究院院长由文辉主持开幕式。华东师范大学副校长施国跃致欢迎辞，中国生态学学会理事长、中国科学院生态环境研究中心研究员欧阳志云及上海市生态环境局副局长罗海林分别致辞。



图 7 青年学者汇报与宋永昌先生讲话



参与第二届上海“低碳发展、环境治理与健康”学科交叉高峰论坛

2023年7月1日，在中国共产党建党102周年之际，由同济大学低碳发展、环境治理与健康交叉学科群、上海市环境与生态高峰学科主办，华东理工大学资源与环境工程学院、东华大学环境科学与工程学院承办的第二届上海“低碳发展、环境治理与健康”学科交叉高峰论坛在上海松江富悦大酒店召开。本次高峰论坛设置了主会场，及“环境与能源”、“环境与健康”、“资源与环境材料”、优秀研究生报告四个专场，邀请了三十余位跨学科的院士、专家与研究生做特邀报告，共同探讨“低碳发展、环境治理与健康”学科交叉融合与创新发展。周小奇教授在专场做了“全球变化与森林甲烷汇”的报告。本次学科交叉高峰论坛促进了“低碳发展、环境治理与健康”学科交叉融合，促进了专家学者之间的跨学科交流研讨，为推进环境与生态学科与交叉学科的发展搭建了交流平台。



图8 论坛会议现场

参加第十九届中美碳联盟（USCCC）年会

7月25-29日，第19届中美碳联盟（US-China Carbon Consortium, USCCC）年会在南京成功举办。夏建阳教授参加了本次年会，与来自中外高等院校和科研院所的专家学者交流，年会深入研讨了气候与环境变化下生态系统协同观测、数据融合、模型模拟、圈层交叉和服务功能等方向的重要成果。本次年会为进一步深化陆地碳水循环领域的国际合作提供了开放的学术交流平台，对于推动全球气候治理和可持续发展具有重要意义。中美碳联盟首席科学家、美国密歇根州立大学陈吉泉教授致辞，回顾了USCCC的发展历程并对年会的顺利召开表示祝贺。年会特别邀请英国伦敦国王学院 Sampurno Bruijnzeel 教授、中国科学院青藏高原研究所马耀明研究员、美国农业部林务局南方研究院孙阁研究员、澳大利亚联邦科学与工业组织王应平教授、密歇根州立大学/南京农业大学齐家国研究员、南京信息工程大学周国逸教授、中山大学袁文平教授等20余位专家作邀请报告。

中美碳联盟自2003年成立以来，已走过了20个年头，是一个汇集中、美、日、蒙等国家众多科研机构 and 大学的生态学研究团体，多年来为中美双方及其他国家和地区培养了一批具有国际视野的学者。本届年会共有来自近50家单位的160余人参加线下学习和交流，线上累计参会人数达到5000余人次。



图9 年会报告

参加第三届中国生物地理学大会

9月15日至17日，由中国地理学会和云南大学主办，中国地理学会生物地理专业委员会和云南大学生态与环境学院、国际河流与生态安全研究院联合承办的第三届生物地理学大会暨西南生物多样性保护论坛在昆明举行。来自全国206所高校和科研机构的1000余名专家学者与研究生参加了本次会议。

大会围绕“全球变化下的生物地理学格局与过程”主题，就近年来国际生物地理学理论、方法、技术和应用领域的新成果进行交流探讨，梳理中国生物地理学研究在全球变化背景下对生物多样性保护、生物资源利用和环境管理的重要作用，为巩固中国生物地理学研究特色、推动中国生物地理学学科发展、培养踏实创新的生物地理学青年人才提供了信息交融的平台。

大会共邀请了十位生物地理相关领域的著名专家作大会报告，其中，黎绍鹏教授作了“本地种-归化种的亲缘关系的纬度梯度格局”的报告。大会就历史谱系理论生物地理、全球变化与植被响应、全球变化下的海洋生物地理分布、功能生物地理、山地/岛屿生物地理学、植被演变与人类活动、城市生物地理、植被地理与生态系统可持续管理、生物多样性大尺度格局等9个生物地理学领域当下活跃的研究主题开设分会场，还安排了3个专题论坛和研究生论坛。各专题论坛共发表160余个口头报告，研究生论坛发表报告80篇，展出墙报50余篇。

本次大会还开办了三场面向年轻学者的会前培训，分别以“生物地理分布野外采样工具软件e科考应用”“贝叶斯末端定年法结合化石和分子证据的生物地理重建和性状演化模拟方法”“系统发育基因组学的分子标记数据挖掘”为主题进行讲授，吸引了线上线下的广泛参与。



图10 大会开幕



参加第五届全国生物多样性监测研讨会暨中国生物多样性监测与研究网络十周年纪念会

10月16日至17日，第五届全国生物多样性监测研讨会暨中国生物多样性监测与研究网络十周年纪念会在南京林业大学举办。会议共有10个大会报告，报告内容从中国生物多样性与监测网络（Sino BON）和中国生物多样性观测网络（China BON）网络平台建设进展与成果，遥感、AI技术以及被动声学等新技术在监测中的应用，模型和数量生态学的研究方法以及高寒草甸、海洋和森林不同生态系统的监测案例等几个方面展开。

同时，会议设8个专题讨论会，围绕动物、森林植物、草原/荒漠植物、土壤动物以及土壤微生物等不同类群监测与研究，以及新技术如被动声学技术、红外相机、Lidar在生物多样性研究中的应用，以及生物多样性监测数据存储、管理分析等领域的最新研究进展，系统展示了科学技术成果对生物多样性监测实践的贡献。邢丁亮、沈国春、夏建阳在会上作了相关报告，其中夏建阳教授基于我国三个典型的生态系统类型的研究案例，提出一种基于溯源性分析框架的新思路，进一步在生态系统尺度上推动融合实验和模型的长期定位监测研究，得到了与会专家的关注。中国科学院生物多样性委员会副主任兼秘书长、植物所马克平研究员在闭幕式发言中表示，监测网络平台不仅是研究平台更是科学研究的组织方式，遥感、卫星追踪、红外相机等新技术在监测中非常重要，尤其要关注eDNA在监测中的应用前景；监测与研究要关注更大的尺度，如省级尺度、自然地理单元、亚洲甚至全球，同时要对长期监测数据予以充分挖掘，支撑决策并解决关键科学问题。



图 11 夏建阳老师分享报告

参加第二十二届中国生态学会大会

10月27-30日，由中国生态学会主办、中国科学院生态环境研究中心承办的第二十二届中国生态学会大会在北京顺利举行，大会主题为“生态科学新使命：生态系统多样性与可持续性”，来自全国31个省、市、自治区，300余个不同单位的3000余名生态科技工作者参加了大会。周小奇教授和陈小勇教授参加了本次大会。

大会从宏观到微观、从理论到应用、从基础研究到国家需求，围绕生态学学科发展、生态文明建设与可持续发展、生态系统功能与服务、生物多样性与生态系统保护、探索与创新等议题，组织了45个专题分会场和2个专题论坛——生态科普研究、实践与创新，第三届中国生态学会青年托举人才论坛，共安排了635个口头报告，164个学术墙报，收录电子摘要1065篇。第二十二届中国生态学会大会的成功召开，为生态学及其相关领域的交流合作提供了有力的渠道，为我国生态学领域各类成果搭建了充分的展示平台，极大地促进了我国生态学领域专家、学者的交流与合作，也充分展现了我国生态学的研究水平，扩大了我国生态学的影响，对促进我国生态学发展起到了积极作用。



参加第四届植物生态学前沿论坛暨 JPE 编委会会议

11月17日至19日，第四届植物生态学前沿论坛暨 JPE 编委会会议在海南大学召开。会议由植物所 Journal of Plant Ecology (JPE) 编辑部和植被与环境变化国家重点实验室主办，海南大学生态与环境学院、生态文明协同创新中心和海南省生态学会承办。现场参会人数近 300 人。

在前沿论坛上，来自中国科学院植物研究所、地理科学与资源研究所、华南植物园、武汉植物园、亚热带农业生态研究所，中国科学院大学，北京大学，河南大学，华东师范大学，兰州大学，南京信息工程大学以及瑞士弗里堡大学等 37 家单位的专家学者，围绕植物生态学领域的前沿问题进行 65 场学术报告。报告内容涉及环境变化与植物适应、植物种群生态与物种保护、植物群落与生物多样性、生态系统与“双碳”目标等四个主题，全面展现了植物生态学各研究领域的前沿进展，与会人员就相关学术问题进行了交流与讨论，现场气氛热烈。在会上，**陈小勇教授**作了“向高而生：亚洲热带雨林巨人龙脑香亚科的适应与种群动态”的报告，**黎绍鹏教授**作了“群落演替进程中多样性和稳定性的变化动态”的报告，**崔二乾副教授**作了“基于植物功能性状改进生态系统碳汇模拟”的报告，周小奇教授作了“全球变化与森林甲烷汇”的报告。与会编委围绕如何组约高质量稿件，组织专题/专刊，加强观点、评论等方面的文章，以及提高期刊的学术质量和影响力的各项举措进行了热烈的讨论，提出了很多有建设性的意见和建议。



图 12 JPE 编委会合影

参加河北塞罕坝人工林生态系统国家野外科学观测研究站学术委员会会议

2023 年 11 月 23 日，河北塞罕坝人工林生态系统国家野外科学观测研究站(以下简称“塞罕坝国家站”)第一届学术委员会第二次会议在北京大学城市与环境学院召开。**王希华教授**作为学术委员参加了会议。会议由尹伟伦院士、于贵瑞院士和唐艳鸿教授主持。会议高度评价了塞罕坝站的建设情况和所取得的重要进展，充分肯定了塞罕坝站立足科研前沿、面向国家需求的重大科研战略意义以及对国家生态文明建设的贡献。希望未来进一步结合人工林的生长特点和对气候变化的适应性，开展不同的造林和管理模式下林水关系的监测和研究，实现对林水关系未来变化的精准预测。委员们对塞罕坝站未来的发展规划和重点研究任务进行了讨论，希望塞罕坝站对现阶段科研工作完善梳理，在特色和优势发展方向上加大投入，



并对建设与运行管理工作提出了多项宝贵的意见和建议。



图 13 塞罕坝研究站学术委员会合影

参加香山青年生态学者论坛——“全球变化与生态系统的互馈机制”

12月23日，由厦门大学环境与生态学院和滨海湿地生态系统教育部重点实验室联合举办的香山青年生态学者论坛在翔安校区顺利举行。本次论坛聚焦“全球变化与生态系统的互馈机制”，来自中国科学院东北地理研究所、华东师范大学、兰州大学、复旦大学、福建师范大学、中国科学院武汉植物园的青年才俊及厦门大学师生 50 余人参加论坛交流。青年学者们围绕论坛主题作报告交流。为期一天的论坛共设置 11 个学术报告，报告节奏紧凑，提问踊跃，现场气氛宽松、活跃。**黎绍鹏教授**作了“达尔文归化谜团：版本更迭与当前进展”的报告。报告结束后，吕永龙教授总结发言。他介绍了厦门大学国家野外科学观测研究站、滨海湿地全球变化温室群等生态学研究重要的支撑平台，表示欢迎广大青年才俊加盟厦门大学或与厦门大学开展联合性研究，并鼓励青年学者勇于突破，挑战生态学研究难点，开展更深入研究。



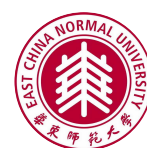
图 13 青年学者报告交流



❖ 学者来访

表 4 来访学者信息及报告题目

序号	姓名	单位, 职称	报告题目	时间
1	Amy Angert, Professor	不列颠哥伦比亚大学, 教授	Population and community dynamics in a rapidly changing climate	2023 年 1 月 14 日
2	倪明	博士, 加拿大舍布鲁克大学	气候与非气候因素对北美东部植物空间分布与迁移的影响	2023 年 3 月 10 日
3	金冬梅	副研究员, 上海辰山植物园	R 语言与谱系分析	2023 年 3 月 15 日
4	Mark van Kleunen	教授, 康斯坦茨大学	Plant ecology in the Anthropocene	2023 年 4 月 19 日
5	徐猛	副研究员, 中国水产科学研究院珠江水产研究所	外来水生动物入侵对多样性的影响	2023 年 4 月 19 日
6	宋超	教授, 兰州大学	生态系统碳循环关键过程的温度敏感性	2023 年 4 月 19 日
7	David Wardle	教授, 新加坡南洋理工大学	Long term drivers of aboveground-belowground linkages and ecosystem functioning	2023 年 4 月 28 日
8	Nathan Sanders	教授, 美国密西根大学	Studying (mostly) ants in meter square quadrats, on mountains, and globally to understand biodiversity on a changing planet	2023 年 5 月 15 日
9	Marc William Cadotte	教授, 多伦多大学	Functioning in a stressed world: Understanding the interaction between anthropogenic stressors and biodiversity and ecosystem functioning	2023 年 6 月 1 日
10	王永健	教授, 华中农业大学	非生物-生物环境作用下植物功能性状对入侵成功的贡献	2023 年 6 月 7 日
11	邬建国	教授, 美国亚利桑那州立大学	Landscape ecology: What have we learned in the past 40 years?	2023 年 6 月 21 日
12	Yaron Ziv	教授, 以色列本古里安大学	Do we really use our science for conservation practices? The case of Species-Area Relationship	2023 年 6 月 21 日
13	朱耿平	助理教授, 华盛顿州立大学	When and where to expect species: linking ecological niche model and phenology events	2023 年 7 月 24 日



			mapping	
14	骆亦其	教授, 美国康奈尔大学	Microbial carbon use efficiency promotes global soil carbon storage	2023年8月6日
15	刘佳佳	青年研究员, 复旦大学	利用数据库探索全球生物多样性变化规律	2023年9月8日
16	冯彦皓	教授, 兰州大学	全球变化下物种的存在与共存	2023年9月25日
17	Marcus Giese		Research for sustainable land-use in the Tropics : a contribution from the University of Hohenheim, Germany	2023年10月11日
18	Chuliang Song	助理教授, 美国加利福尼亚大学	Understanding ecological dynamics with incomplete information	2023年10月12日
19	刘春龙	教授, 中国海洋大学	生物入侵: 生物地理学的天然实验	2023年10月18日
20	孙晓	副教授, 河南大学	入侵植物对昆虫的防御演化及生态效应	2023年10月18日
21	刘艳杰	研究员, 中国科学院东北地理与农业生态研究所	环境变化对植物入侵的直接与间接调控机制	2023年10月18日
22	张致杰	博士后, 德国康斯坦茨大学	Towards a general but still accurate prediction of species coexistence	2023年10月18日
23	Scott Xiaochuan Chang	教授, 加拿大阿尔伯塔大学	Biochar for mitigating climate change	2023年10月19日
24	于明坚	教授, 浙江大学	基于动态监测样地的中亚热带森林生物多样性研究	2023年10月20日
25	孙义方	教授, 台湾东华大学	亚热带常绿阔叶林森林动态变化及其影响因子——以台湾福山森林动态样地为例	2023年10月20日
26	James Tiedje	美国科学院院士, 密歇根州立大学	来访	2023年11月16-17日



27	Morgan W. Tingley	副教授，美国加州大学洛杉矶分校	Charting the spatiotemporal landscape of species' responses to climate change	2023年10月23日
28	李旺	副研究员，中国科学院空天信息创新研究院	人类主导环境下全球森林多维结构遥感监测	2023年11月20日
29	于飞海	教授，台州学院	入侵植物多样性的生态效应	2023年11月23日
30	钱宏	研究员，美国伊利诺伊州州立博物馆	系统发育谱系树在生物地理学和生态学研究中的应用	2023年12月1日
31	Benjamin Hall	宾夕法尼亚州立大学应用研究实验室	Gaining insights into biological systems using lasers	2023年12月1日
32	邹恒星	美国莱斯大学	The temporal dimension of species interactions at multiple scales	2023年12月18日
33	Jonathan Chase	教授，德国生物多样性整合分析中心 (iDiv)		2023年10-12月

❖ 研究进展

声景多样性的岛屿生物地理学研究成果

声景根据声源可分为生物声音、地球环境声音和人造声音三个组分。目前，声信号（通常被测量为声学指标，acoustic index）在生物地理学研究中受到了广泛地关注。当然，对于岛屿生物群落而言，岛上物种丰富度和声景多样性可能并不显著相关。它们之间的潜在差异可能是由于声学数据还包括了部分非目标声音或背景噪声。尽管在岛屿生物地理学研究中，正的物种-岛屿面积和负的物种-岛屿隔离度关系被广泛报道，然而声景多样性随岛屿面积和隔离度的变化模式还需进一步探究。华东师范大学斯幸峰教授团队采用被动声学监测技术，以鸟类为研究对象，分析了岛屿地理属性对声景（soundscape）空间分布格局的影响，揭示了陆桥岛屿生态系统中大岛上鸟类声景比小岛上更多样化的生物地理模式。该研究证明了声景在空间尺度上的可变性归因于岛屿间的面积差异，发声生物组合和栖息地多样性可作为声景空间分布格局的潜在驱动因子。该研究尝试融合声景生态学和岛屿生物地理学，通过增加声景多样性的信息，进而能够更为深入理解岛屿生物多样性变化的驱动机制。

相关研究成果以“Island biogeography of soundscapes: island area shapes spatial patterns of avian acoustic diversity”为题发表在 *Journal of Biogeography*。华东师范大学生态与环境科学学院博士研究生韩鹏为第一作者，斯幸峰教授为通讯作者，博士后赵郁豪，硕士研究生康熠，浙江大学生命科学学院丁平教授为共同作者。本研究得到了国家自然科学基金和上海市“东方学者”特聘教授项目的资助。论文链接：<http://doi.org/10.1111/jbi.14551>

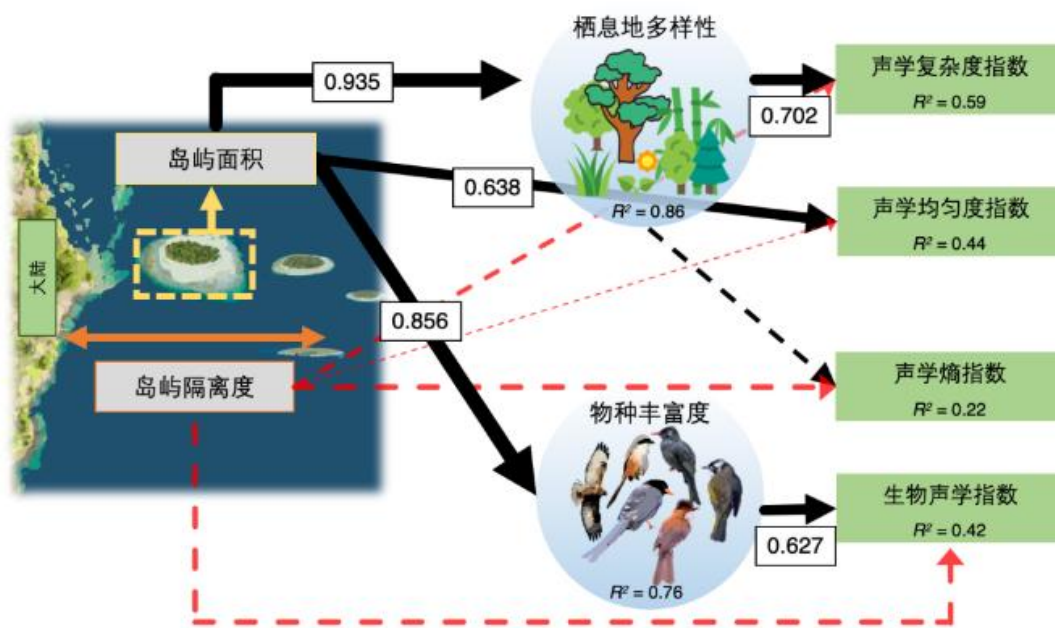


图 14 结构方程模型显示了岛屿属性、鸟类物种丰富度和声景多样性之间的关系

揭示物理学相分离是斑块生态系统弹性新理论的基础

生态系统空间自组织形成大尺度（从微米到米）斑图是生态学的重要现象，它使生物能够应对恶劣的环境条件，并缓冲生态系统的退化。尺度依赖性反馈为自组织空间斑图提供了主要的理论范式，解释了在干旱生态系统或贻贝床等地方观察到的规律斑图。近日，华东师范大学刘权兴团队与国外科学家合作，基于生物或非生物物种的聚集，如食草动物、沉积物或营养物质，强调了自组织斑图的另一种理论范式。该研究通过使用一个通用的数学模型，证明具有聚集驱动斑图的生态系统与通过尺度依赖性反馈形成斑图的生态系统，有着根本不同的动力学和弹性，并揭示了 Ostwald 成熟特征能够指示斑块生态系统的转变。

研究成果以“Phase-separation physics underlies new theory for the resilience of patchy ecosystems”为题于 2023 年 1 月 10 日发表在美国科学院院刊（PNAS）上。该论文的第一作者是华东师范大学 Koen Siteur 博士后；通讯作者是华东师范大学生态与环境科学学院刘权兴研究员和荷兰皇家海洋研究院 Johan van de Koppel 教授。论文链接：<https://doi.org/10.1073/pnas.2202683120>

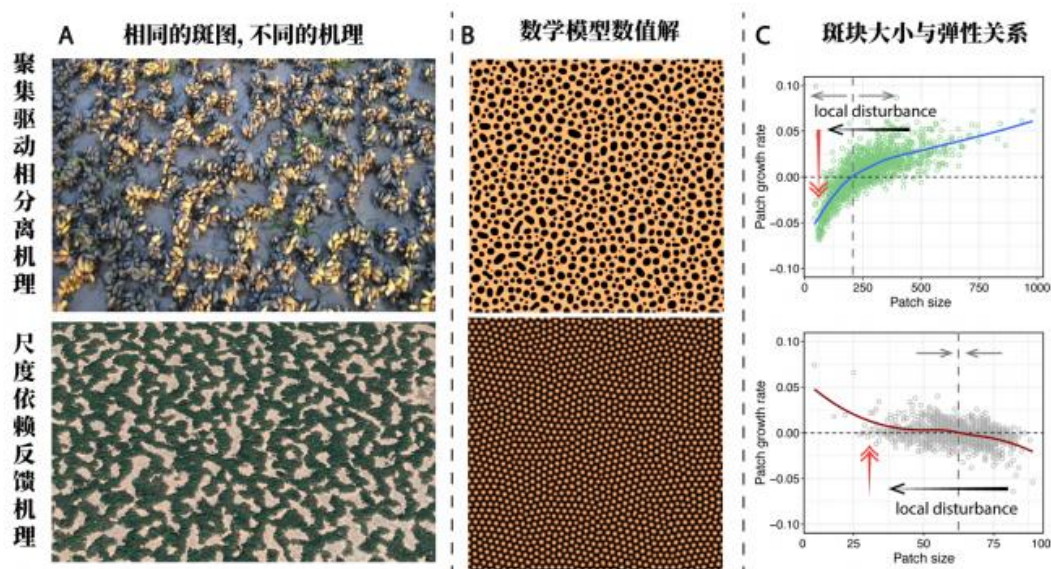


图 15 相同空间自组织斑图，却隐含了不同的形成机理和弹性功能。（A）不同的系统呈现相同的自组织斑图；（B）描述了提出的广义保守相分离模型与经典图灵自组织模型形成的空间斑图；（C）描述了两种机理的生态系统弹性功能动力学。

证实气候季节稳定性对物种海拔分布范围的决定作用

物种地理分布受气候等环境因素与种间关系等生物因素影响。主流观点认为低纬度山地物种海拔分布范围更狭窄是物种适应稳定气候的结果，这一假说最早由 Daniel H. Janzen 于 1967 年提出。而 2022 年 7 月发表在 *Science* 的一篇封面论文中，Freeman 等通过分析全球 31 座山体数百万条基于公众科学的鸟类分布数据 (eBird)，发现物种海拔范围大小与气候季节稳定性之间没有显著关系，挑战了气候稳定性假说。该研究同时发现物种海拔范围大小与山体物种多样性之间有显著关联，原作者进而通过引用 1970 年代 Jared M. Diamond 等人的工作，指出低纬度山地物种海拔分布范围更狭窄的原因是高物种多样性带来的强种间竞争。

2023 年 1 月 27 日，华东师范大学生态与环境科学学院研究团队在 *Science* 发表了针对该研究的技术评论 (Technical Comment)，指出原论文的统计模型没有考虑两个关键混淆因子：研究山体的面积与物种的海拔位置，在纳入这两个因子之后，研究人员重新分析了 eBird 数据，得到了具有更强统计支持的模型 (如更小的 AIC 值)，新模型中物种数与物种海拔范围大小之间的关系不再显著，而气候季节稳定性与物种海拔范围大小之间呈现显著关联，从而推翻了原论文的种间竞争假说，证实了气候稳定性假说。

该技术评论以题为“Comment on Interspecific competition limits bird species’ ranges in tropical mountains”发表在 *Science*。第一作者和通讯作者为华东师大生环学院邢丁亮青年研究员，张健教授和何芳良教授为共同作者。本研究得到了国家自然科学基金和上海市科委面上基金的资助，本研究亦是华东师大“海拔梯度上生物多样性与物种分布变迁研究网络” (BEST, <https://BEST-mountains.org>) 的阶段性成果。论文链接：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.ade2109>

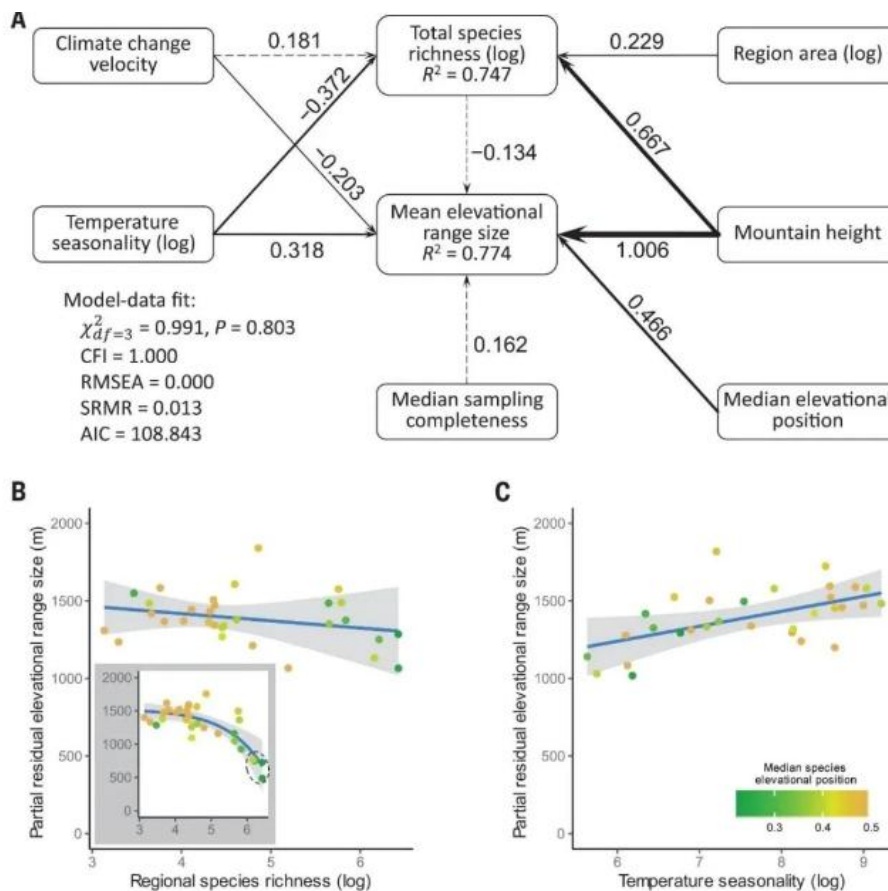


图 16 纳入混淆因子 (研究区面积和物种海拔位置) 之后的更优统计模型

发表全球变化多因子实验的新观点

当前，全球变化（如增温、极端干旱、氮沉降和土壤盐碱化等）深刻影响着陆地生态系统的功能和多样性，且这些全球变化多因子往往同时起作用，但我们对其认识仍所知甚少。

针对上述现象，周小奇教授团队在生态学顶级刊物 *Trends in Ecology & Evolution* 在线发表论文“Rethinking experiments that explore multiple global change factors”，提出了开展全球变化多因子实验的新观点。他们认为首先要重视全球变化多因子影响生态系统功能的阈值。例如，森林甲烷汇是一种重要的生态系统功能，在特定的森林生态系统中，降雨强烈影响甲烷汇，且存在一个阈值，当降雨低于这个阈值，森林表现为甲烷汇；而一旦降雨高于这个阈值，森林则表现为甲烷源。其次，提出把净初级生产力（NPP）作为全球变化多因子影响生态系统功能的指标。根据全球变化多因子（如降雨、温度、氮沉降和土壤盐碱化）影响的强度和范围，将其分为五个假设水平，这些全球变化多因子对特定生态系统功能具有交互影响，共有 625 个组合。最近的工作表明，NPP 能解释多种生态系统功能的显著变化。基于 NPP 变化的敏感性，确定需要开展研究全球变化多因子组合，进而简化全球变化多因子实验研究。此外，还应加强对全球变化多因子影响生态系统功能的模型研究，从而更准确地预测未来全球变化多因子情景下生态系统功能的变化。

相关研究成果以题为“Rethinking experiments that explore multiple global change factors”发表在“*Trends in Ecology & Evolution*”。周小奇教授为论文的第一作者和共同通讯作者，博士生顾辛韵为共同作者，新西兰皇家林业研究所 Simeon J. Smaill 教授为共同通讯作者。该研究得到国家自然科学基金（32171635、31870497）和新西兰林业部等项目的资助。链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534723000137>

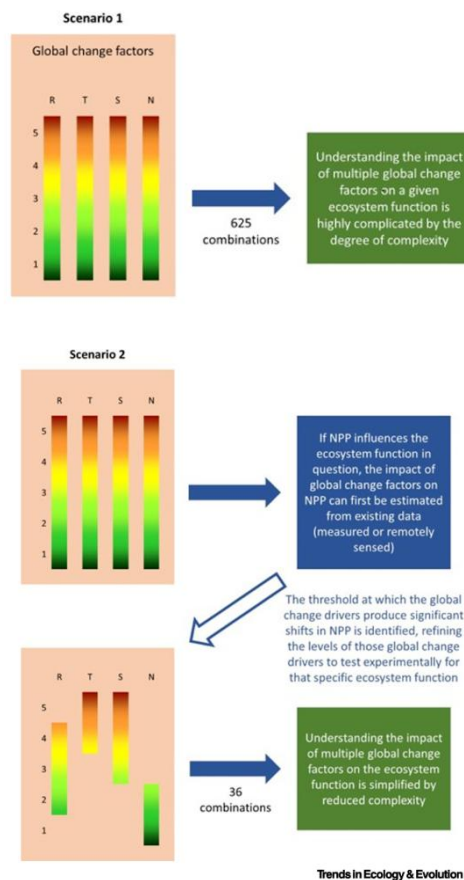


图 17 简化全球变化多因子实验的概念图

发现长期植物多样性促进土壤可溶性有机碳氮含量积累

近年来，随着气候变化加剧以及人类活动影响，全球范围内生物多样性正在快速丧失，从而严重影响土壤碳氮循环等生态系统功能。土壤可溶性有机碳（EOC）和可溶性有机氮（EON）是土壤有机碳氮库中活跃的组分，但人们对长期植物多样性变化如何影响森林生态系统土壤 EOC 和 EON 含量仍所知甚少。

针对这个问题，华东师范大学周小奇教授研究团队依托中国亚热带森林生物多样性与生态系统功能实验平台（BEF-China），通过区分常绿和落叶植物功能类型，探究了长期植物多样性对土壤 EOC、EON 含量的影响。结果表明，植物多样性通过互补效应提高森林生产力，从而显著促进了土壤 EOC、EON 的积累。然而，区分常绿和落叶植物功能类型发现，常绿树种和落叶树种混合种植没有增强互补效应。此外，由于树种生长策略的不同，在两种树种混合种植时，常绿-常绿树种混合可以增加土壤 EON 含量。青冈属（*Cyclobalanopsis*）的树种（青冈（*Cyclobalanopsis glauca*）、小叶青冈（*Cyclobalanopsis myrsinifolia*））具有很强的碳、氮储存能力。因此，建议在森林管理中增加植物多样性以及青冈属树种的种植比例，以促进森林土壤碳、氮的积累。

上述研究以题为“Long-term plant diversity increases soil extractable organic carbon and nitrogen contents in a subtropical forest”发表在“*Science of The Total Environment*”。华东师范大学研究生左涵灵和徐文仕为论文的共同第一作者，周小奇教授是论文的通讯作者，研究生柳昭莹和新西兰皇家林业研究所 Simeon J. Smaill 教授为论文的共同作者。该研究得到国家自然科学基金（32171635、31870497）的资助。原文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534723000137>

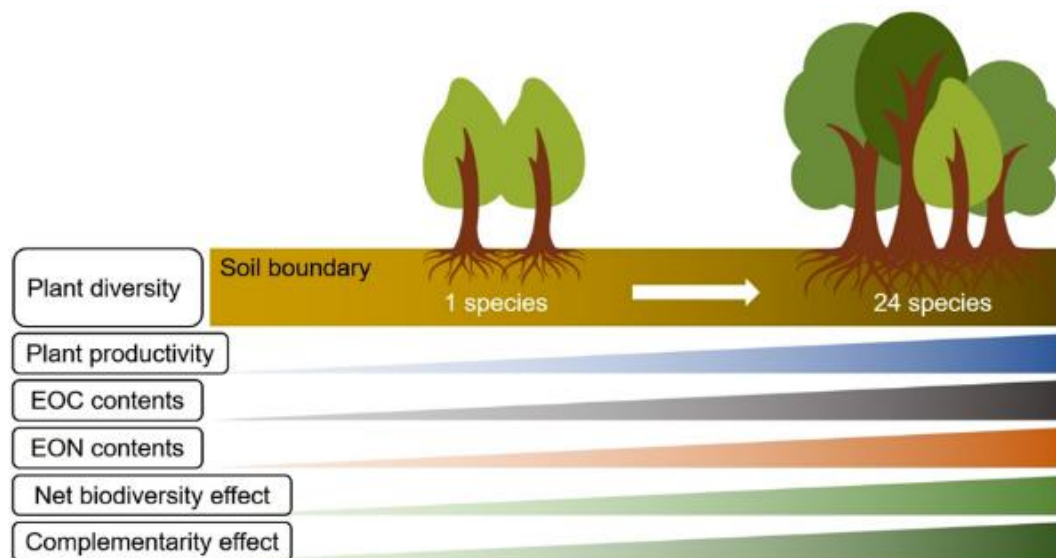


图 18 植物多样性对亚热带森林生产力、EOC 和 EON 含量、净生物多样性效应和互补效应的影响示意图

揭示氮素利用策略主导了植物光合作用 CO₂ 驯化现象的种间差异

大气 CO₂ 浓度升高会导致植物的光合作用增强（即 CO₂ 施肥效应），该效应被认为是当前陆地生态系统碳汇增加的主导因素之一。然而，当植物长期暴露在高浓度 CO₂ 环境中时，其生境状况的改变、生理和结构的响应都会影响光合能力，导致 CO₂ 施肥效应出现下调现象（即光合 CO₂ 驯化）。近年来，大量的实验研究证实了高浓度 CO₂ 环境下植物光合的适应性驯化，且发现其适应程度存在较大的种间分歧。然而，导致植物光合 CO₂ 驯化的内在机制尚不清楚，在一定程度上限制了对未来陆地生态系统碳汇的预测。

华东师范大学夏建阳团队通过构建基于性状的植物光合 CO₂ 驯化模型，量化了叶片氮含量、比叶重和光合氮利用效率对植物光合 CO₂ 驯化程度的相对贡献。研究发现光合氮利用效率主导了植物光合 CO₂ 驯化的种间差异，揭示植物氮素利用策略对准确预测大气 CO₂ 浓度持续升高下植物光合能力的重要性。

上述研究以题为“Nitrogen use strategy drives interspecific differences in plant photosynthetic CO₂ acclimation”发表在 *Global Change Biology*。华东师范大学博士后崔二乾为论文第一作者，夏建阳教授为通讯作者，康奈尔大学骆亦其教授为合作作者。该研究受到了博士后站中特别资助和上海市“基础研究特区计划”等项目经费支持。原文链接：<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.16706>

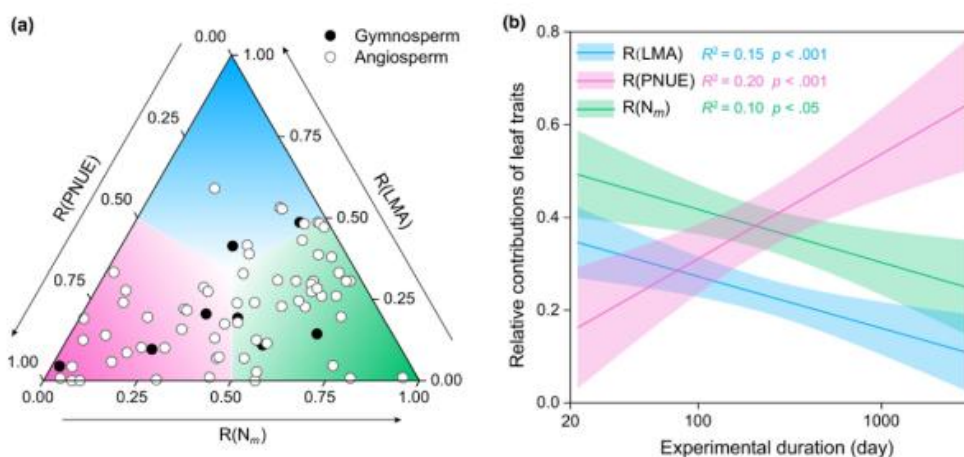


图 19 叶片氮含量、比叶重和光合氮利用效率对植物光合 CO₂ 驯化程度的相对贡献及其随实验持续时间的变化趋势。注：R 值代表不同功能性状对光合 CO₂ 驯化程度的贡献比。

提出了一种林窗自动分类方法（HSTAC）

林窗作为森林演替更新的主要驱动力,在维持高生物多样性和促进生态系统功能方面发挥着重要作用。监测林窗的时空分布动态对生物多样性保护和森林管理具有重要意义。本研究基于无人机遥感获取的 RGB 影像,结合摄影测量高度(H)、光谱(S)和纹理(T)信息,提出了一种林窗自动分类方法(HSTAC)。同时比较了该方法与常见的监督分类(PBSC)、面向对象分类(OBIA)以及基于冠层高度模型的阈值分类(CHMC)对浙江天童20公顷亚热带常绿阔叶林林窗的分类效率(分类精度和所需时间),并通过地面清查数据和基于激光雷达数据(无人机搭载)的分类结果验证了该方法的精度。该方法为物种多样性丰富、地形复杂度高的亚热带森林林窗的长期监测及实时应用提供了可靠的、可持续的解决方案。

该研究以题为“Detecting forest canopy gaps using unoccupied aerial vehicle RGB imagery in a species-rich subtropical forest”发表在 Remote sensing in ecology and conservation 上。华东师范大学陈佳乐为第一作者,张健教授为通讯作者。原文链接: <https://doi.org/10.1002/rse2.336>

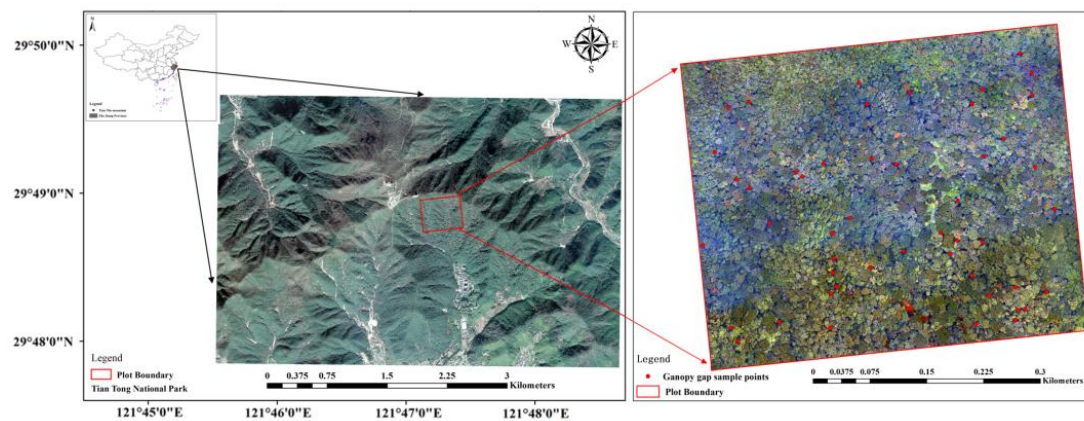


图20 浙江天童山国家森林公园20公顷亚热带森林样地无人机遥感视角下森林冠层外貌(红点为地面调查的林窗)

发现全球陆地变绿增加生态系统碳储量的不确定性和涌现约束

由于大气 CO₂ 浓度升高、全球气候变暖、人类活动等原因，1980 年以来植被活动显著增强，全球陆地呈现出明显的“变绿”现象。全球陆地变绿（即植被叶面积指数增加）意味着植被能有更多的叶片用来进行光合作用，然而全球变绿的环境驱动因素也同时降低了生态系统碳滞留时间。因此，在全球气候变化的背景下，全球陆地变绿是否意味着生态系统能够储存更多的碳尚不明确。

华东师范大学夏建阳团队基于第五（CMIP5）和第六次（CMIP6）国际耦合模式比较计划以及 TRENDY 三个模型比较计划的数据，分析了 40 个模型中叶面积指数（LAI）和生态系统碳储量的关系，发现尽管 35 个模型中叶面积指数与生态系统碳储量之间存在显著的正相关关系，但不同模型模拟结果间存在巨大差异。基于溯源性分析框架进一步分析发现，在全球超过 60% 的植被格点上，叶面积指数对总初级生产力的影响是导致模型间模拟差异的主要来源。全球变绿对生态系统碳储量的影响很大的空间异质性，特别在热带森林地区具有最高的模型间差异和最大的偏差。总而言之，该研究首次将溯源性分析方法与涌现约束相结合，在探讨模拟结果不确定性来源的基础上进一步对模型结果进行约束，有效地估计了全球陆地变绿对生态系统碳储量的积极影响并降低结果的不确定性。同时，该研究也强调了植被结构变化对模拟生态系统碳循环及预测未来气候的重要性。

相关研究成果以题为“Uncertainty and Emergent Constraints on Enhanced Ecosystem Carbon Stock by Land Greening”发表在“Journal of Advances in Modeling Earth Systems (JAMES)”。

华东师范大学生态与环境科学学院博士生边晨昱为第一作者，夏建阳教授为通讯作者，康奈尔大学骆亦其教授，澳大利亚联邦科学与工业组织（CSIRO）王应平教授、Jürgen Knauer 博士，中国科学院地理科学与资源研究所张选泽副研究员，英国埃克塞特大学 Stephen Sitch 教授、Pierre Friedlingstein 教授，中山大学袁文平教授，美国大气研究中心（NCAR）Danica Lombardozzi 教授，法国气候与环境科学实验室 Daniel S. Goll 教授，加拿大环境与气候变化部 Vivek Arora 教授等参与本项研究。原文链接：<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2022MS003397>

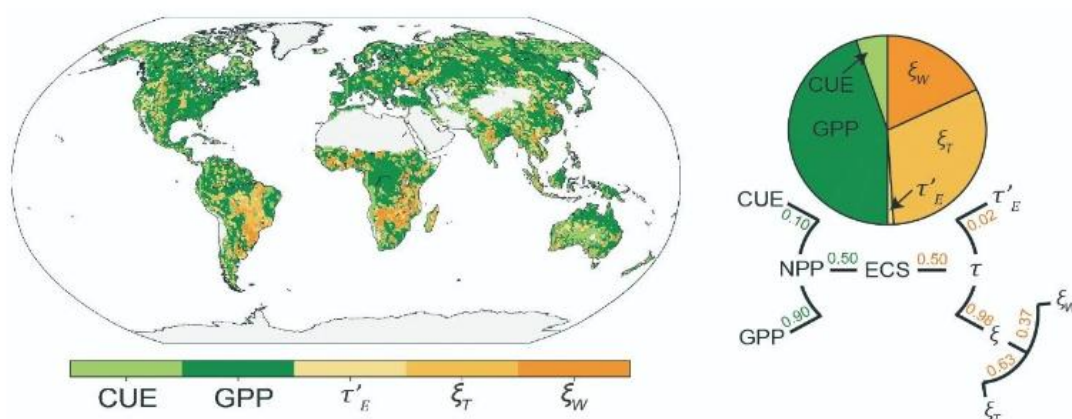


图 21 40 个全球模型间叶面积指数对生态系统碳储量模拟差异的不确定性来源

发现保护鸟类物种实现生物多样性保护和生态系统服务维持的双赢

在不破坏生物资源的条件下改善人类福祉是二十一世纪的核心挑战。绿地在缓解城市化的生态影响方面发挥着关键作用，可促进人类福祉并缓冲城市生物多样性丧失。在制定有效的城市绿地规划和管理策略时，我们有必要了解生物多样性与生态系统服务之间的联系。对于如何在保护生物多样性的同时又能加强生态系统服务的了解较为有限。为此，华东师范大学研究团队提出一种在生物多样性保护和生态系统服务供给之间建立联系的方法：优先考虑特定物种作为代理种（surrogate species），基于代理种群保护而制定的策略，可使共现物种受益并能促生态系统服务维持在较高水平。因此，代理种的确定需要满足两个条件：一是保护其能使共现物种获益，二是保护其能促进高生态系统服务的维持。鸟类对环境变化高度敏感，被广泛用于指示人类干扰或环境质量。在城市生态系统服务中，绿地系统在调节服务方面发挥着重要作用。

该研究整合指示种（indicator species）和伞护种（umbrella species）的概念，提出了实现生态系统服务保持及生物多样性保护双赢的方法，并分析了绿地鸟类调查数据和绿地调节服务变化的趋势（生态系统服务是人类从生态系统获得的惠益，调节服务是其重要组成部分，如气候调节等），证明了以部分雀形目鸟种为导向的保护策略具有使大部分共现鸟类获益并能促进调节服务维持在相对较高水平的潜力。研究表明保护特定鸟类物种可作为实现生物多样性保护及调节服务提升双赢的桥梁，这为城市绿地规划设计中达成生物多样性保护及生态系统服务提升策略的制定提供科学参考。

相关研究在国际学术期刊 *Urban Forestry & Urban Greening* 发表题为“Characterizing bird species for achieving the win-wins of conserving biodiversity and enhancing regulating ecosystem services in urban green spaces”的论文。华东师范大学生态与环境科学学院博士研究生刘巷序为第一作者，斯幸峰教授为通讯作者。本研究受到上海市城市化生态过程与重点实验室开放课题（SHUES2020B03）和中央高校基本科研业务费专项资金资助。原文链接：<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128064>

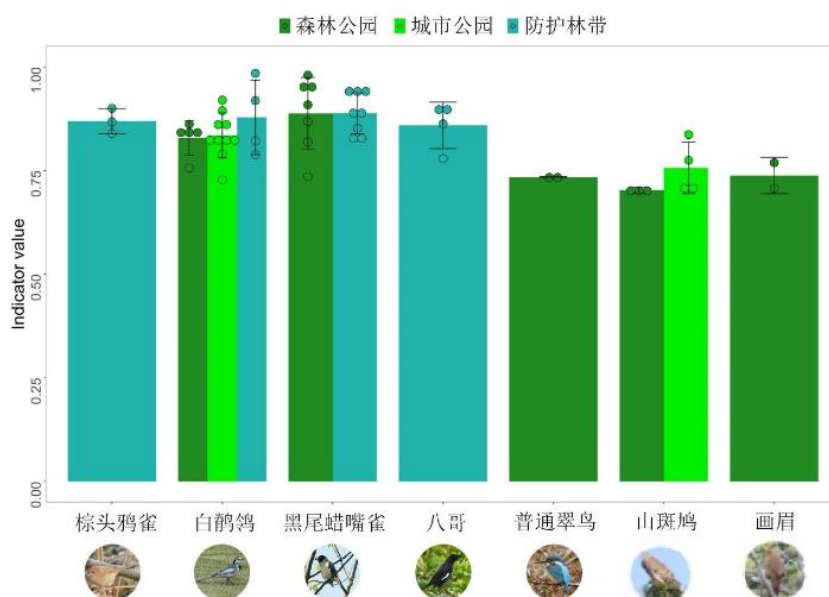


图 22 上海森林公园、城市公园和绿化带中的鸟类代理种。y 轴表示物种指示高调节服务的潜力。圆圈数对应于每种鸟作为高调节服务月指示种的次数；x 轴为伞护种，根据其在研究样点的出现频率从左到右降序排列。

揭示长期演替进程中生态系统稳定性的尺度依赖性

演替理论是植被生态学研究的核心问题，也是指导退化生态系统恢复的关键理论，被认为是解决当代人类环境危机的基础。经典演替理论认为，随着演替的进程，生态系统的稳定性逐渐提高。这一观点被广泛写入生态学教科书中，并已成为生态恢复的指导思想。但是，针对这一观点的长期实证研究依旧十分缺乏。华东师范大学黎绍鹏教授团队发现演替进程中生态系统稳定性的变化趋势具有典型的尺度依赖特征，揭示了只有在大的空间尺度上才能检测出稳定性随演替显著增加的趋势，进而改变了“生态系统稳定性总是随演替进程逐渐提高”的传统观点。

研究利用全球历时最长的弃耕地次生演替连续监测序列，基于多尺度稳定性理论框架，解析了 60 年演替进程中生态系统时间稳定性在样地和样方大小两个空间尺度上的变化趋势。结果表明：在大的空间尺度上，时间稳定性随着演替的深入逐渐升高；而在小的尺度上，时间稳定性并未在演替进程中呈现上升的趋势。在小的尺度上，虽然演替后期物种的稳定性更高，但是不同物种随时间波动的同步性也升高，二者相互抵消，导致小尺度上演替后期生态系统并未趋于稳定。在大尺度上，演替后期生态系统稳定性的提高主要是不同样方的不同步波动所导致的。研究人员进一步发现，生物多样性和生态系统稳定性关系也存在典型的尺度依赖性。在小的尺度上，生物多样性和稳定性并未呈现显著的相关关系；在大的尺度上，生物多样性和稳定性通常呈现正相关关系，且相比物种多样性，功能多样性和稳定性的相关关系更为显著。这一研究结果表明，功能多样性的维持对于提高退化生态系统的稳定性尤为关键。

相关研究成果以题为“Scale-dependent changes in ecosystem temporal stability over six decades of succession”发表在“Science Advances”。华东师范大学博士生孟亚妮为论文第一作者，黎绍鹏教授为本文通讯作者。合作者包括佐治亚理工学院蒋林教授，北京大学的王少鹏教授和伊利诺伊大学的 Scott Meiners 教授。本研究得到了国家自然科学基金优秀青年科学基金项目、面上项目和上海市青年科技启明星计划等项目的资助。论文链接：<http://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adi1279>

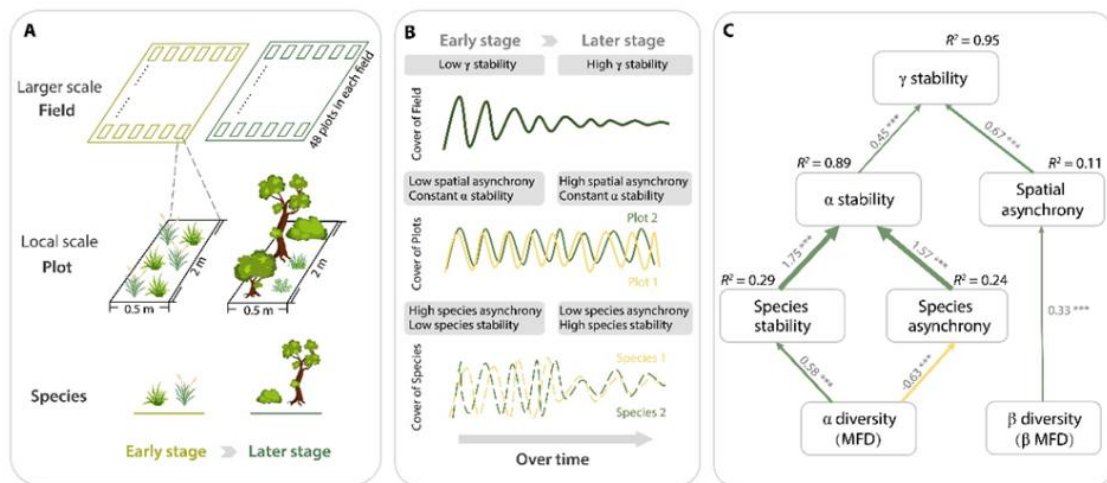


图 23 演替-稳定性和多样性-稳定性关系的尺度依赖性概念框架

揭示全球尺度上达尔文归化谜团的纬度梯度格局

外来物种正在以前所未有的速度不断迁入全球各种生态系统，并在新的地区建立稳定的种群，也就是归化种。这些归化种导致了全球生物区系趋于均质化。了解全球归化种的格局和机制一直是生态学难题。在《物种起源》中，达尔文提出，可以通过物种间的亲缘关系揭示归化机制。他描述了两个看似矛盾的假说，分别主张与本地种亲缘关系近或远的外来物种更容易成功归化，这两个假说被合称为达尔文归化谜团（Darwin's naturalization conundrum）。

近日，华东师范大学联合德国康斯坦茨大学等多个国家的研究团队，以全球开花植物为研究对象，基于 219,520 种本地植物和 9,531 种归化植物在全球 487 个地区的地理分布和系统发育信息，在全球尺度上探讨了外来归化种和本地种之间的亲缘关系的格局及其驱动因素。该研究基于零模型的分析方法，创新性地考虑了多种潜在的外来物种种库。在有效地控制了本地物种多样性、亲缘关系以及归化物种数量的影响后，首次揭示了达尔文归化谜团的全球纬度梯度格局，即本地种与归化种之间的亲缘关系随着纬度的增加而变得更近。也就是说，在高纬度地区，与本地种近缘的外来种更有可能成功归化。相反，在低纬度地区，与本地种远缘的外来种更有可能成功归化。此外，在各个大洲上均发现了类似的纬度梯度格局。

该研究进一步分析了本地种与归化种之间亲缘关系如何受气候和人类活动强度的影响。结果表明，温度及季节性是亲缘关系全球分布格局的主要驱动因素。在寒冷、干旱和季节性强的气候条件下，与本地种近缘的外来种更容易成功归化。相反，在温暖、湿润和气候相对稳定的热带等地区，近缘物种之间强烈的竞争作用会抑制近缘外来物种的归化。此外，结果表明，人类活动与纬度和气候之间有着显著的交互作用，人类对环境的改造会进一步加强亲缘关系随着纬度和温度变化的趋势，这可能是由于人类活动促进了原本无法适应的远缘外来物种的归化。

相关研究以题为“A latitudinal gradient in Darwin's naturalization conundrum at the global scale for flowering plants”发表在“Nature Communications”。华东师范大学直博生范舒雅同学和德国生物多样性综合研究中心杨强博士后为该论文的共同第一作者，华东师范大学黎绍鹏教授为本文通讯作者，华东师范大学为论文第一完成单位。该研究受到国家自然科学基金优秀青年科学基金项目、面上项目和中央高校基本科研业务费专项资金等项目资助。原文链接：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-41607-w>

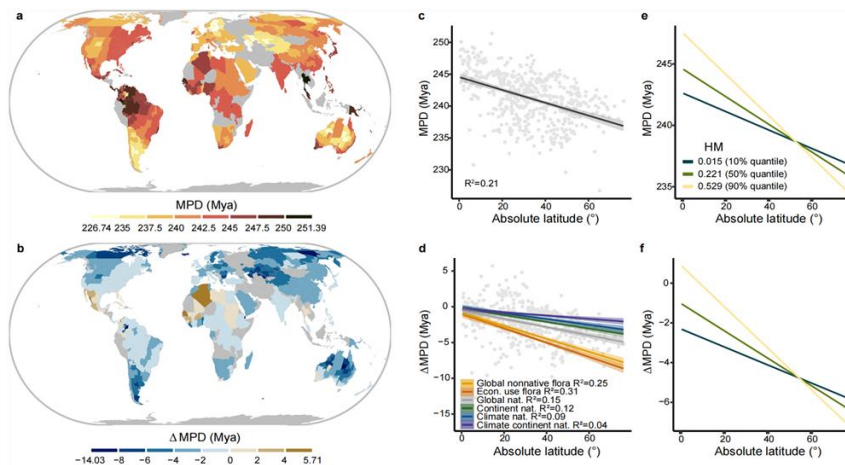


图 24 本地种-归化种之间亲缘关系的纬度梯度格局

揭示生态系统碳循环因果关系响应高温热浪事件的新机理

陆地碳循环是典型的循环因果系统,决定生态系统碳汇动态的两大关键过程分别为生态系统光合作用和呼吸作用。近年来,伴随着全球气温持续升高,高温热浪事件的频度和强度皆呈现上升趋势。例如,刚刚过去的2023年夏季是自1880年有全球记录以来最热的季节。高温热浪胁迫将给全球生态系统的碳汇功能带来巨大威胁。由于光合作用和呼吸作用之间紧密的反馈关系,如何检测两者之间的因果关系及其对高温热浪事件的响应是当前的难点问题。

华东师范大学夏建阳团队首先给出了生态系统光合作用与呼吸作用之间三种可能的因果关系假说。基于通量观测数据,选取经历了2003年和2018年两次罕见欧洲热浪事件中40个站点年的通量数据,使用收敛交叉映射技术,量化了生态系统光合作用和呼吸作用之间的因果关系及其在热浪下的变化。研究证实了生态系统光合作用和呼吸作用存在双向因果关系。该研究展示了极端高温事件在改变陆地碳循环因果关系方面的重要性,也呼吁在日趋复杂的地球系统模型中提高对陆地生态系统响应极端气候事件的表达。该研究也体现了对复杂生态系统因果关系检测的重要性,为其它复杂动力学系统的因果关系研究提供了参考案例。

相关研究以“Enhanced causal effect of ecosystem photosynthesis on respiration during heatwaves”的研究论文发表在 Science Advances。华东师范大学生态与环境科学学院在读博士研究生平佳焯为论文第一作者,指导教师夏建阳教授为论文通讯作者。该研究工作得到科技部国家重点研发计划项目和上海市“基础研究特区计划”项目的共同支持。原文链接: <http://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.adi6395>

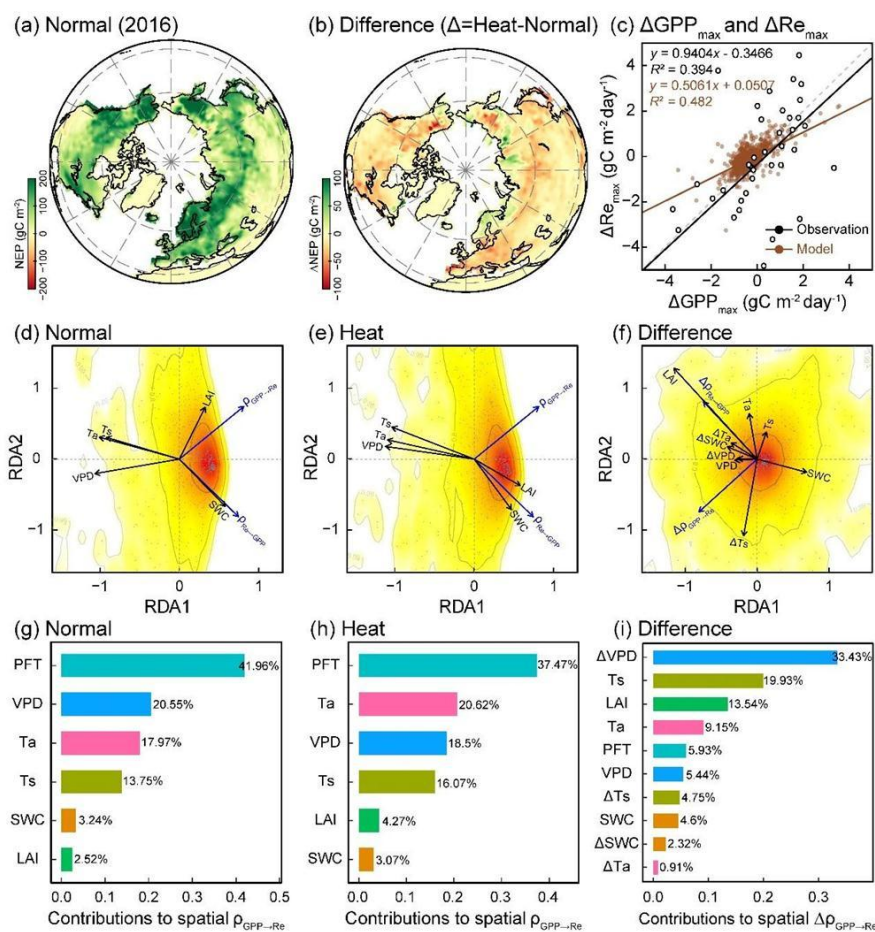


图 25 地球系统模型中生态系统光合作用与呼吸作用对夏季温度变化响应的不确定性

发现人类活动和气候变化威胁全球特有树种分布中心

作为全球生态系统重要组成部分的树木正遭受着日益加剧的人类活动以及气候变化的威胁，其中分布区较狭小的特有树种尤其如此。因而，揭示全球特有树种的分布格局及其形成机制对于评价当前保护状况以及未来保护措施的精准确实施都具有重要意义。

华东师范大学郭文永研究员团队利用目前最详尽的全球树种分布数据（包含 41835 个树种，占已知树种的 65.1%）和系统发育树，分别计算了被子树种和裸子树种的系统发育特有性（phylogenetic endemism）并进一步确定了系统发育新特有种（neo-endemism）中心和古特有种（paleo-endemism）中心；在结合当前气候以及古气候等数据的基础上，揭示了树种系统发育特有性的形成机制以及特有种中心的环境特征。本研究强调了气候稳定性对树木特有种区域维持的重要性，以及当前加强对该区域保护的紧迫性。考虑到特有种分布区狭小、生活史较长等特性以及未来气候变化的紧迫性，保护区建设之外的其他措施，如辅助移植和迁地保护等，有可能会更有效地保护这些代表了数百万年进化历史的独特物种。

相关研究成果以题“Climate change and land use threaten global hotspots of phylogenetic endemism for trees”发表在“Nature Communications”。郭文永研究员为本研究的第一兼通讯作者，作者还包括来自丹麦奥胡斯大学的 Jens-Christian Svenning 教授、华中农业大学的孙苗教授等。论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41467-023-42671-y>

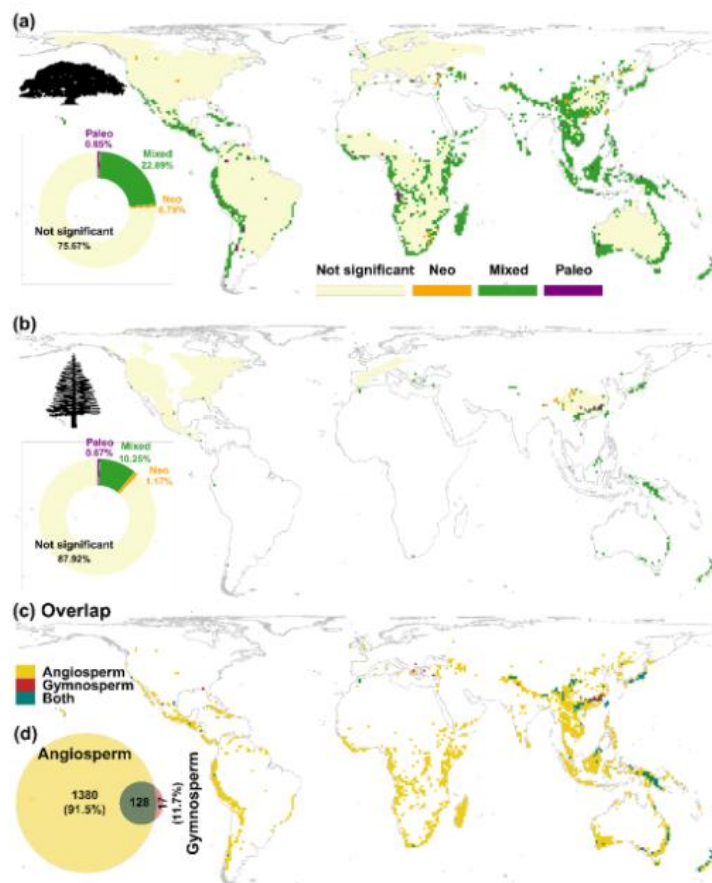


图 26 全球树木系统发育特有中心的类型及其分布：

(a) 被子树种，(b) 裸子树种，(c) 被子和裸子树种系统发育特有中心的重叠分布及 (d) 相关统计

揭示陆地生态系统碳储量在未来气候变化情景下的变化趋势

华东师范大学夏建阳团队基于地球系统模式 (Earth system models, ESMs) 的陆地碳循环模拟结果, 构建了一个鲁棒性检验与不确定性溯源的分析框架, 发现在未来低、中和高碳排放情景下, 陆地碳储量呈现稳健升高的区域主要分布于北半球的温带和寒带森林生态系统。在不同的气候变化情景下, 我国东亚季风区的生态系统碳储量呈现出稳健的增长趋势。

该研究区分了地球系统模式预估不确定性和鲁棒性的空间分布格局。在低碳排放情景下, 地球系统模式对 6.6% 全球陆地区域的碳储量升高趋势做出了稳健的预估 (图 27 A)。在中等水平碳排放情景 (图 27 D) 和高碳排放情景下 (图 27 G), 该比例分别下降至 4.9% 和 2.7%。值得重视的是, 地球系统模式预估的陆地碳储量变化在近 60% 的陆地区域是高度不确定的 (图 15; SSP1-2.6: 54.1%; SSP2-4.5: 58.2%; SSP5-8.5: 58.1%)。在模型预测碳储量变化不确定性高的区域, 该研究溯源了相关不确定的过程, 并提供了改进模式的若干建议。

华东师范大学博士生魏宁为第一作者, 导师夏建阳为通讯作者。上述成果以“Robust projections of increasing land carbon storage in boreal and temperate forests under future climate change scenarios”为题, 在 Cell 出版社旗下期刊 One Earth 上发表。该研究得到了科技部重点研发专项、国家自然科学基金委和上海市基础研究特区项目的支持。原文链接: [http://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322\(23\)00549-3](http://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322(23)00549-3)

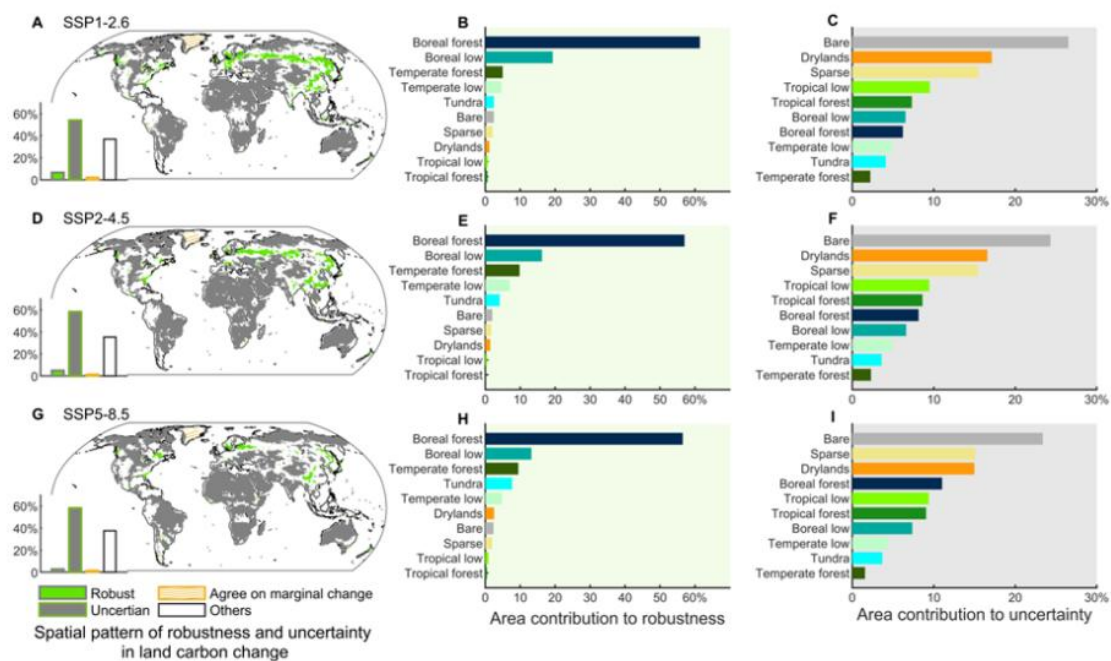


图 27 陆地碳储量变化鲁棒性和不确定性预测的空间分布格局以及不同植被类群对鲁棒性和不确定性预测的相对贡献

发现人类世以来中国大型食草动物呈现普遍的食性扩张

工业化引发的人口快速增长和土地利用变化，使全球正经历第六次生物大灭绝。在物种灭绝的过程中，众多以往研究表明大型哺乳动物对环境变化较小型动物更为敏感。然而，尽管 19 世纪末以来全球范围内的城市化和农业扩张导致哺乳动物分布区域大幅缩减，但在过去一个世纪中并无大型食草哺乳动物灭绝。这一现象引发了华东师范大学斯幸峰团队关于大型食草动物是否在人类主导环境中适应了新生态位的探讨。食性是哺乳动物最基础的生态位之一，而牙齿微磨痕为研究动物食性提供了难得的历史证据。因此，研究人员尝试以食性改变来验证人类世以来大型哺乳动物在不同强度人类活动影响下的生态位变化，并探讨这些变化在维持大型哺乳动物生存中可能扮演的角色。

通过牙齿微磨痕分析探索了过去一个多世纪中国东西部人类活动对大型食草哺乳动物食性生态位的影响，发现随着城市化和人口快速增长，中国东部的大型食草动物种间食性差异增加，以及种内食性范围扩大。但是在人类活动影响较小的中国西部，大型食草动物的食性保持稳定。该研究表明动物具有通过改变食性生态位来适应人类主导环境的能力，为理解人类活动对生态系统的长期影响提供了重要视角。本研究将群落生态学的功能多样性分析方法与古生物学经典的牙齿磨痕定量数据相结合，为在长时间尺度上验证和探究生态学理论提供了新的思路。

上述研究成果在 *Ecology Letters* 发表了题为“Uncovering widespread Anthropocene dietary shifts in Chinese large mammalian herbivores”的论文。华东师范大学生态与环境科学学院杨阳河山博士为本研究的第一作者，斯幸峰教授为通讯作者。本研究得到了国家自然科学基金、上海市“东方学者”特聘教授项目和钱江源国家公园科研项目的资助。论文链接：<http://doi.org/10.1111/ele.14343>

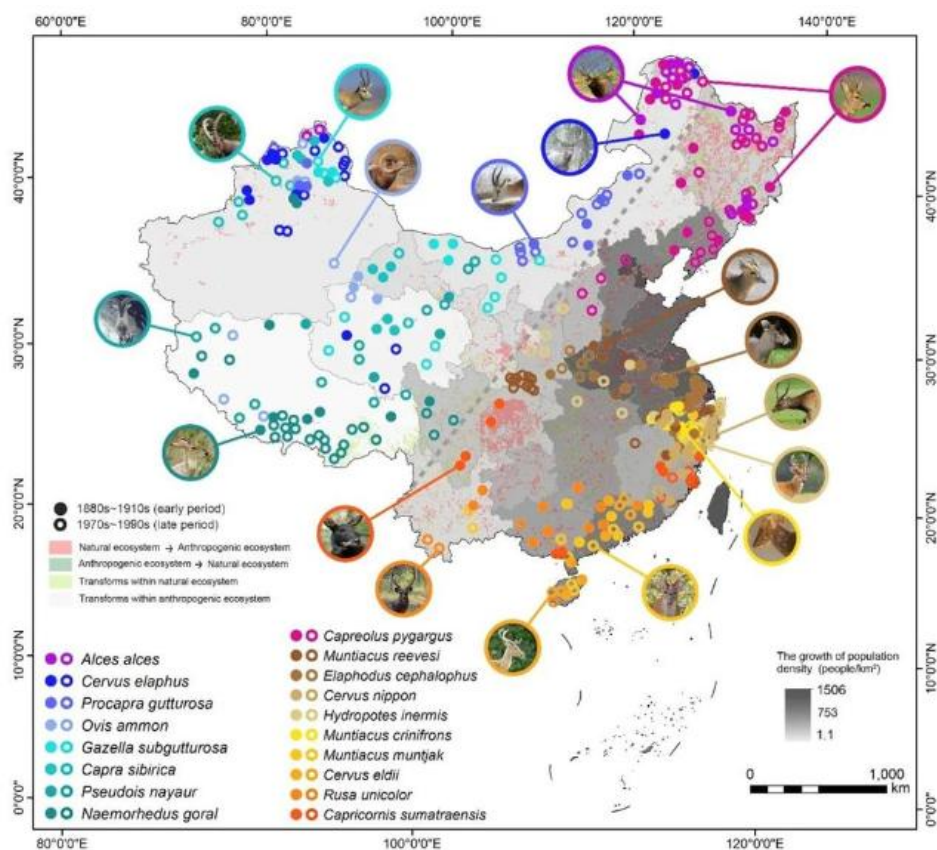


图 28 大型食草哺乳动物头骨标本的地理分布及分布区域人口和土地利用变化情况

关于地上-地下系统发育多样性关系的研究

揭示地上植物多样性和地下土壤微生物多样性的关系是当前生态学研究热点问题。由于植物和土壤微生物经历了漫长的共进化历史并存在广泛的相互作用，生态学家通常认为植物和土壤微生物的生物多样性，尤其是系统发育多样性，会呈现显著的正相关关系。然而，目前的实证研究并不完全支持这一结论，部分研究发现植物和微生物的系统发育多样性不相关，甚至呈现负相关关系。如何调和这些矛盾的研究结论是当前地上-地下生物多样性关系研究的难点问题。

基于这一研究思路，华东师范大学黎绍鹏教授研究团队依托王希华教授课题组和宁波市近自然林研究中心建立的中德林业合作近自然营林示范样点，通过乔木调查和土壤微生物测序，分析了亚热带森林中地上植物和地下微生物在不同系统发育多样性维度的相关关系。结果表明，土壤细菌和真菌在丰富度与独特性维度上与植物存在着更强的相关关系，而在差异度维度上的相关关系较弱。这种不同维度上相关性的差异可能受到不同环境因子的主导。

这一研究表明考虑不同的系统发育多样性维度对于理解复杂的地上-地下生物多样性关系至关重要。尽管本研究报道的格局仍需要在不同物种、生态系统类型和空间尺度上进一步验证，但其为地上-地下系统发育多样性的比较研究提供了一个可操作的指标选择框架，进而为不同研究结果的比较和整合分析提供了新思路。

上述研究成果以题为“Multiple dimensions of phylogenetic diversity are needed to explain the complex aboveground–belowground diversity relationships”发表在“Oikos”。华东师范大学博士研究生卢晓蓉为论文第一作者，指导教师黎绍鹏教授为论文通讯作者。合作者包括多伦多大学 Marc Cadotte 教授，王希华教授、中山大学王攀登副研究员和中国航空地球物理调查与自然资源遥感中心任思远博士等研究人员。该项目得到了国家自然科学基金项目、上海市启明星计划项目和中央高校基本科研业务费的共同资助。原文链接：<https://doi.org/10.1111/oik.10474>

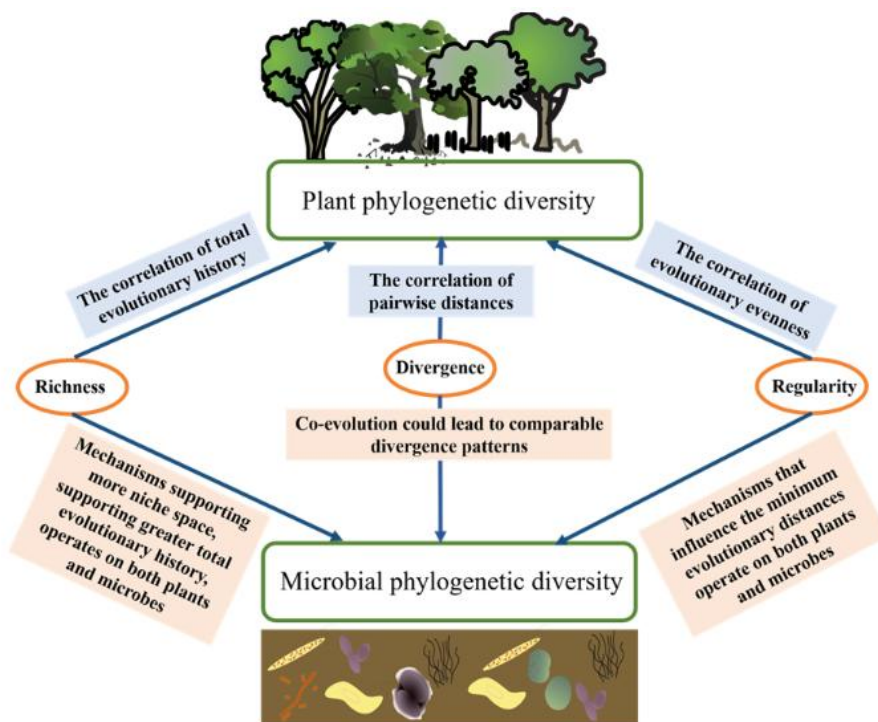


图 29 地上植物和地下微生物在不同的系统发育多样性维度上的相关性具有不同的生态学含义

编辑：天童站