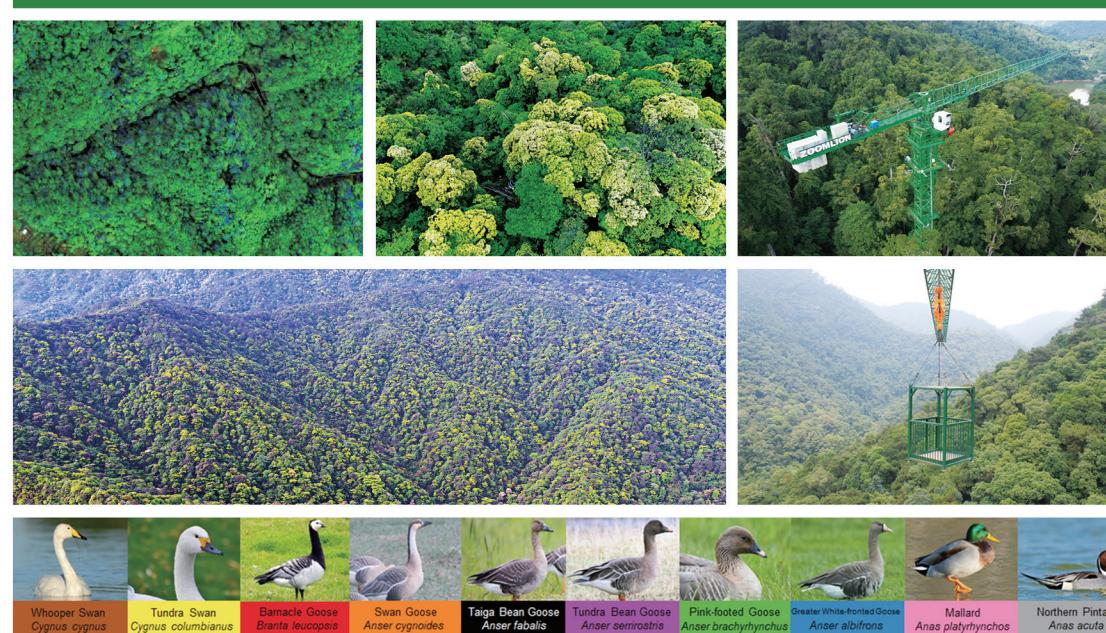


第三届全国生物多样性监测研讨会

会议手册



主办单位:

中国科学院生物多样性委员会
中国生物多样性监测与研究网络

承办单位:

中国生物多样性监测与研究网络-森林网
钱江源国家公园管理局
浙江省生态学会
北京生态学学会



中国科学院
生物多样性委员会办公室
北京市海淀区香山南辛村20号
邮编: 100093
电话: 010-62836603



2019年10月14-15日
浙江·开化

第三届全国生物多样性监测研讨会

会议手册

主办单位

中国科学院生物多样性委员会
中国生物多样性监测与研究网络

承办单位

中国生物多样性监测与研究网络-森林网
钱江源国家公园管理局
浙江省生态学会
北京生态学学会

目 录

会议须知.....	1
会议路线参考.....	3
第三届全国生物多样性监测研讨会日程.....	4
大会报告人简介.....	15
大会报告摘要.....	20
Using waterbird telemetry data to support freshwater wetland conservation in China	20
中国野生动物红外相机监测网络研究进展	21
土壤微生物多样性监测进展：草原土壤微生物多样性的空间分布特征	21
全球空间信息产品生产与植被时空变化分析	22
中国生物多样性监测与研究网络（Sino BON）概况与进展	22
全国生物多样性观测网络建设进展	23
千岛湖片段化景观生物多样性监测与研究	23
森林生物多样性的维持与功能	24
近地面遥感在生物多样性中的应用	25
专题报告摘要.....	26
专题一、动物多样性监测.....	26
赛罕乌拉国家级自然保护区野生动物多样性 10 年监测研究	26
台州南部近岸海域春秋季主要鱼类生态位及其种间联结性	27
基于森林动态监测样地的鸟兽监测	27
中国熊蜂多样性现状及保护策略	28
湖南天平山两栖动物物种丰富度的时空格局研究	29
中国两栖爬行动物监测网络研究进展	29
黑颈鹤种群 DNA 揭示的越冬分布变迁信息	31
浙江省水鸟同步调查与环志工程进展	32
利用分子生物学方法大尺度评估秦岭甲虫多样性	33
新疆吐鲁番地区的两栖爬行动物多样性调查	34

秋茄种植前后大型底栖动物主要种类的生态位变化研究	35
中国苹果园传粉昆虫多样性调查与服务功能评估	36
黑龙江省东北虎分布及生境适宜性评价	37
An ecologist's guide to biodiversity genomics.....	37
专题二、森林多样性监测.....	38
Beta 多样性的理论模型	38
无人机航空摄影测量技术在西双版纳森林样地监测中的应用	38
基于近地面激光雷达的冠层结构与地形关系研究	39
Restoration thinning impacts surface and belowground wood decomposition	39
玉龙雪山森林群落构建机制与生态系统功能	40
基于林冠色彩指数的森林林冠物候特征及其对气候变化响应的联网研究	41
毛竹林扩张对原生森林群落空间分布格局的影响与毛竹林空间扩张策略研究.....	42
基因组浅层测序技术在森林多样性监测中的应用	42
Disentangling the factors affecting the biomass carbon storage in a temperate forest in China	43
Conspecific and interspecific crowding facilitates tree survival in a tropical karst seasonal rainforest	45
植物菌根类型对温带森林物种负密度制约强度与丰富度的影响	46
植物功能多样性和系统发育多样性促进亚热带森林树木生长	47
鼎湖山南亚热带常绿阔叶林植物功能性状沿群落垂直层次的种内变异	48
穆棱东北红豆杉林群落结构特征	48
海南尖峰岭热带山地雨林幼苗的动态变化及其影响因素	49
Woody plant distribution depends on the partitioning of community types in a temperate deciduous broad-leaved forest.....	50
鹞落坪自然保护区优势种茅栗的空间分布格局	51
寒温带兴安落叶松 25ha 样地监测与研究进展	51
专题三 草原/荒漠多样性监测.....	52

利用土壤中植物 DNA 监测中国西北荒漠区植物物种多样性	52
中国荒漠草地植物多样性监测网	53
中国草原/荒漠植物群落模式样地生物多样性监测研究进展	53
积雪覆盖变化对荒漠草本植物群落动态的影响	54
Post-extinction compensation drives diversity-function relationships in natural ecosystems	55
额尔古纳站对生物多样性监测的布局和构想	55
CERN 荒漠草地生态系统生物长期监测及生物多样性案例分析	56
极端干旱条件下不同类型草原植物多样性与生产力的关系	57
专题四 野生动物红外相机监测与保护	58
红外相机监测揭示我国大型兽类群落现状与知识空缺	58
大熊猫分布区大型食肉动物的现状与保护	59
太行山中段华北豹种群的监测与保护	60
基于红外相机对青海省玉树地区金钱豹种群调查初报	61
三江源地区雪豹与岩羊的活动节律	61
陆生大中型动物红外相机全境调查与评估：以广东车八岭保护区为例	62
基于红外相机的浙江清凉峰国家级自然保护区千顷塘区域鸟兽资源调查	63
专题五 土壤生物多样性监测	64
古田山自然保护区土壤跳虫物种多样性与分布调查	64
热带森林白蚁多样性及其对土地利用变化的响应	64
农业活动削弱气候对土壤线虫群落的作用	65
蚯蚓生态位时空演变规律初探和工作设想	66
Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: the significance for soil fauna diversity monitoring	67
土壤线虫群落多样性监测	69
河西走廊戈壁土壤动物多样性监测和研究工作进展	70
枯落物分解过程中土壤动物多样性研究	71
不同施肥处理对紫色土旱地土壤生物多样性的影响	72

热带珊瑚岛礁土壤线虫——形态分类与群落结构	72
冬季龙泉山城市森林不同林型下大型土壤动物多样性研究	73
不同植被恢复下高寒草甸土壤微生物特征	75
土壤动物多样性研究	75
Soil types affect microbial diversity in a temperate deciduous broad-leaved forest.....	76
专题六 生物多样性数据管理与新技术（无人机、LIDAR 等）	77
融合多源无人机遥感数据与多样性制图	77
基于林冠高光谱影像的植物物种自动识别研究	78
基于无人机的草地植物物种多样性监测方法与应用	79
不同建成年代校园植物群落物种多样性比较分析	79
森林物种多样性遥感监测方法研究	80
基于近地面激光雷达技术的森林结构复杂性与生物多样性的关系探讨	81
保护区生物多样性监测数据采集、管理与分析应用	81
基于地面激光雷达点云数据的森林结构参数提取	82

会议须知

一、注册

10月13日 18:00-21:00 浙江开化东方大酒店一层大厅

10月14日 08:30-09:00 浙江开化东方大酒店一层大厅

二、用餐安排

早餐：所住宾馆含早餐

13号晚餐一楼四季厅自助餐（18:00-20:30）

14号中餐一楼四季厅自助餐，晚餐308景辉厅桌餐

15号中餐/晚餐一楼四季厅自助餐

16号中餐一楼四季厅自助餐

三、住宿

1. 入住宾馆：浙江开化东方大酒店（或自行安排）

2. 住宿安排：请根据自己提交的住房预定信息至宾馆前台登记入住。

四、会议时间及地点

1. 时间：2019年10月14日（09:00会议正式开始）

2. 地点：浙江开化东方大酒店（会议室见日程）

五、会务组联系方式

徐学红：strawberry@ibcas.ac.cn, 18810160675

白淑华：baishuhua@ibcas.ac.cn, 15201160282

王宁宁：wangningning@ibcas.ac.cn, 18501956684

陈小南：kkkuboy21241@163.com, 15215716537

第三届全国生物多样性监测研讨会



会议路线参考

杭州萧山机场起止线路如下：

起点	终点	发车时间	路程时间	备注
杭州萧山机场	衢州长途客运站	10:50 14:50 19:30	4 小时	机场大巴
衢州长途客运站	开化县	07: 07 至 17:57 (每班间隔 30 分钟)	1.5 小时	

起点	终点	发车时间	路程时间	备注
杭州萧山机场	杭州东站	08: 30 至 22: 00 (每班间隔 15 分钟)	1 小时	机场大巴
杭州东站	开化县	17:06	3 小时	D5689

起点	终点	发车时间	路程时间	备注
杭州萧山机场	杭州东站	08: 30 至 22: 00 (每班间隔 15 分钟)	1 小时	机场大巴
杭州东站	衢州高铁站	05: 50 至 21:53	1.5 小时	
衢州高铁站	开化	07: 07 至 17:57 (每班间隔 30 分钟)	1.5 小时	高铁站距离客运站 1km

第三届全国生物多样性监测研讨会

日 程

时间：2019年10月13-16日

地点：浙江开化东方大酒店

10月13日

19:30-	林冠生物多样性监测专项网年会(内部)(景乾厅 306)
--------	-----------------------------

10月14日

开幕式与大会报告 会议室：锦绣东方厅			
时间	报告人	工作单位	报告题目
09:00-09:20			开幕式 主持人：于明坚 致辞：马克平 中国科学院生物多样性委员会秘书长， 中国科学院植物研究所研究员 汪长林 钱江源国家公园管理局党组成员、副局长
			大会报告 主持人：丁平
09:20-09:55	曹垒	中国科学院生态环境研究中心	Using waterbird telemetry data to support freshwater wetland conservation in China
09:55-10:30	肖治术	中国科学院动物研究所	中国野生动物红外相机监测网络研究进展
10:30-10:50	合影、休息		

大会报告 主持人：傅声雷			
10:50-11:25	李香真	中国科学院成都生物研究所	土壤微生物多样性监测进展
11:25-12:00	黄文江	中国科学院遥感与数字地球研究所	全球空间信息产品生产与植被时空变化分析
12:00-13:30	工作餐		
专题一、动物多样性监测（景德镇厅 302） 主持人：江建平、周欣			
13:30-13:45	鲍伟东	北京林业大学	赛罕乌拉国家级自然保护区野生动物多样性 10 年监测
13:45-14:00	陈有华	中国科学院成都生物研究所	生物多样性分布的一些问题
14:00-14:15	韩晓凤	浙江海洋大学水产学院	温台渔场产卵场保护区游泳动物群落结构
14:15-14:30	和雪莲	中国科学院西双版纳热带植物园	基于森林动态监测样地的鸟兽调查
14:30-14:45	黄家兴	中国农业科学院蜜蜂研究所	中国熊蜂多样性、人工利用与保护策略
14:45-15:00	江建平	中国科学院成都生物研究所	湖南天平山两栖动物多样性时空特征
15:00-15:15	来洪运	浙江海洋大学水产学院	苍南沿浦湾人工秋茄林生长特征因子间的关系研究
15:15-15:30	李成	中国科学院成都生物研究所	中国两栖爬行动物监测网络研究进展
15:30-15:45	李来兴	中国科学院西北高原生物研究所	黑颈鹤种群 DNA 揭示的越冬分布变迁信息

15:45-16:00	休息		
16:00-16:15	刘宝权	浙江省森林资源监测中心	浙江省水鸟同步及环志
16:15-16:30	聂瑞娥	中国科学院动物研究所	利用分子生物学方法大尺度评估秦岭甲虫多样性
16:30-16:45	徐峰	中国科学院新疆生态与地理研究所	新疆吐鲁番地区两栖爬行动物监测
16:45-17:00	俞松立	浙江海洋大学水产学院	秋茄种植前后大型底栖动物主要种类的生态位变化研究
17:00-17:15	张峰	南京农业大学	环境DNA和宏线粒体基因组技术在底栖动物多样性研究中的运用
17:15-17:30	张晴晴	中国科学院动物研究所	中国苹果园传粉昆虫多样性调查与服务功能评估
17:30-17:45	章翊涵	浙江海洋大学水产学院	基于线粒体DNA D-loop区多鳞四指马鲅群体遗传多样性分析
17:45-18:00	周绍春	黑龙江省野生动物研究所	黑龙江省东北虎分布及生境适宜性评价
18:00-18:15	周欣	中国农业大学	An ecologist's guide to biodiversity genomics
专题二、森林多样性监测（望湖厅 309）			
主持人：林露湘、陈磊			
13:30-13:50	邢丁亮	华东师范大学	Beta多样性的理论模型
13:50-14:10	邓云	中国科学院西双版纳热带植物园	近地面摄影测量技术在西双版纳森林样地监测中的应用

第三届全国生物多样性监测研讨会

14:10-14:30	王舶鉴	中国科学院沈阳应用生态研究所	基于激光雷达的冠层结构 与地形关系研究
14:30-14:50	孙振华	中国科学院西双版纳热带植物园	东经 101 度森林样带树种 幼苗动态监测方案和实例
14:50-15:10	王巍伟	中国科学院植物研究所	Restoration thinning impacts surface and belowground wood decomposition
15:10-15:30	罗亚皇	中国科学院昆明植物研究所	玉龙雪山森林群落构建及 生态系统功能
15:30-15:50	休息		
15:50-16:10	张一平	中国科学院西双版纳热带植物园	基于色彩指数的森林林冠 物候特征及其对气候变化 响应的联网研究
16:10-16:30	张昊楠	生态环境部南京环境科学研究所	不同毛竹扩张阶段下亚热 带原生森林群落空间格局 变化和毛竹林空间扩张策 略
16:30-16:50	李巧明	中国科学院西双版纳热带植物园	基因组浅层测序技术在森 林多样性监测中的应用
16:50-17:10	齐光	平顶山学院	Disentangling the factors affecting the biomass carbon storage in a temperate forest in China
17:10-17:30	郭屹立	中科院广西植物研究所	Conspecific and interspecific crowding facilitates tree survival in a tropical karst seasonal rainforest
17:30-17:50	姜峰	东北林业大学	植物菌根类型对温带森林 物种负密度制约强度与丰 富度的影响

专题三、草原/荒漠多样性监测（景乾厅 306） 主持人：潘庆民			
13:30-13:50	刘艳磊	中国科学院植物研究所	利用土壤监测荒漠区植物多样性
13:50-14:10	宋创业	中国科学院植物研究所	中国荒漠草地植物多样性监测网
14:10-14:30	侯东杰	中国科学院植物研究所	草原/荒漠植物群落模式样地监测进展
14:30-14:50	陈全胜	中国科学院植物研究所	长期生物监测数据信息挖掘
14:50-15:10	尹本丰	中国科学院新疆生态与地理研究所	积雪变化对荒漠草本植物群落多样性的影响
15:10-15:30	休息		
15:30-15:50	潘庆民	中国科学院植物研究所	Post-extinction compensation drives diversity-function relationships in natural ecosystems
15:50-16:10	王正文	中国科学院沈阳应用生态研究所	额尔古纳站对区域生物多样性监测的布局与构想
16:10-16:30	张琳	中国科学院植物研究所	CERN 荒漠草地生态系统生物长期监测
专题五、土壤生物多样性监测（景贤厅 305） 主持人：傅声雷、吴东辉			
13:30-13:50	柯欣	中国科学院上海植物生理生态研究所	古田山自然保护区土壤跳虫物种多样性及分布研究
13:50-14:10	杨效东	中国科学院西双版纳热带植物园	西双版纳热带森林白蚁多样性及对土地利用的响应

14:10-14:30	刘满强	南京农业大学	农业活动削弱了气候对土壤线虫群落的作用
14:30-14:50	张卫信	河南大学	蚯蚓生态位时空演变规律初探和工作设想
14:50-15:10	吴鹏飞	西南民族大学	Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: The significance for soil fauna diversity monitoring
15:10-15:30	休息		
15:30-15:50	张晓珂	中国科学院沈阳应用生态研究所	土壤线虫多样性监测
15:50-16:10	张峰	南京农业大学	利用宏基因组测序构建土壤动物线粒体基因组数据库
16:10-16:30	巴义彬	中国科学院西北生态环境资源研究院	河西走廊戈壁荒漠土壤动物多样性监测与研究
16:30-16:50	左娟	中国科学院武汉植物园	枯落物分解过程中土壤动物多样性研究
16:50-17:10	董志新	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	施肥管理对紫色土旱地土壤生物多样性的影响
17:10-17:30	吴文佳	中国科学院华南植物园	热带珊瑚岛礁土壤线虫——形态分类与群落结构
18:30	晚餐		

10月15日

专题二、森林多样性监测（望湖厅 309）

主持人：冯刚、沈国春

09:00-09:20	张佳鑫	中国科学院武汉植物园	功能和谱系多样性促进亚热带森林树木生长
09:20-09:40	张入匀	中国科学院华南植物园	南亚热带常绿阔叶林植物功能性状沿群落垂直层次的种内变异
09:40-10:00	田松岩	黑龙江省森林工程与环境研究所	穆棱东北红豆杉林 25 公顷监测样地介绍
10:00-10:20	石佳竹	中国林业科学研究院热带林业研究所	海南尖峰岭热带山地雨林幼苗的动态变化及其影响因素
10:20-10:40	休息		
10:40-11:00	习靓靓	河南农业大学	Woody plant distribution depends on the partitioning of community types in a temperate deciduous broad-leaved forest
11:00-11:20	高改利	安徽大学	鹞落坪自然保护区优势种茅栗的空间分布格局
11:20-11:40	朱道光	黑龙江省科学院自然与生态研究所	寒温带兴安落叶松林 25ha 样地监测与研究进展
专题四、野生动物红外相机监测与保护（景贤厅 305）			
主持人：李晟、肖文宏			
09:00-09:15	William J. McShea	Smithsonian Conservation Biology Institute	The advantages of a shared data repository for wildlife images
09:15-09:30	Michael Cove	Smithsonian Conservation	A Snapshot of Biodiversity: Large-scale camera-trapping

第三届全国生物多样性监测研讨会

		Biology Institute	applications for conservation in the 21st Century
09:30-09:45	朱淑怡	北京大学	红外相机监测揭示我国大型兽类群落现状与知识空缺
09:45-10:00	李晟	北京大学	大熊猫分布区大型食肉动物的现状与保护
10:00-10:15	孔维尧	东北虎豹国家公园管理局	汪清自然保护区东北豹种群动态监测
10:15-10:30	休息		
10:30-10:45	刘炎林	重庆江北猫盟生态科普保护中心	太行山中段华北豹源种群监测与保护
10:45-11:00	李雪阳	北京大学	基于红外相机法对青海省玉树地区金钱豹种群调查初报
11:00-11:15	汤飘飘	北京大学	三江源地区雪豹与岩羊的活动节律
11:15-11:30	肖文宏	中国科学院动物研究所	陆生大中型动物红外相机全境调查与评估:以广东车八岭保护区为例
11:30-11:45	郭瑞	浙江清凉峰国家级自然保护区管理局	浙江清凉峰国家级自然保护区千顷塘区域鸟兽资源的红外相机调查

专题五、土壤生物多样性监测（景德镇厅 302）

主持人：傅声雷、吴东辉

09:00-09:20	孙晓铭	中国科学院成都生物研究所	冬季龙泉山城市森林不同林型下大型土壤动物多样性研究
09:20-09:40	刘丹	西南民族大学	不同植被恢复下高寒草甸土壤微生物特征

09:40-10:00	邵珍珍	西南民族大学	土壤动物多样性研究
10:00-10:20	王楠	河南农业大学	Soil types affect microbial diversity in a temperate deciduous broad-leaved forest
10:20-10:40	休息		
10:40-12:00	土壤动物多样性监测专项网年会（开放）		

专题六、生物多样性数据管理与新技术（无人机、LIDAR等）（景乾厅 306）
主持人：苏艳军、许哲平

09:00-09:15	王彬	云南大学	融合多源无人机遥感数据与多样性制图
09:15-09:30	沈国春	华东师范大学	基于林冠高光谱影像的植物物种自动识别研究
09:30-09:45	孙义	南通大学	基于无人机的草地植物物种多样性监测方法与应用
09:45-10:00	王彬	云南大学	基于无人机遥感的不同建成年代校园植物群落物种多样性比较分析
10:00-10:15	赵玉金	中国科学院植物研究所	森林物种多样性遥感监测方法研究
10:15-10:30	马勤	中国科学院植物研究所	基于近地面激光雷达技术的森林结构复杂性与生物多样性的关系探讨
10:30-10:45	休息		
10:45-11:00	刘建强	北京瑞兆奥通科技有限公司	生物多样性监测与探索实践-以大连老铁山自然保护区为例

第三届全国生物多样性监测研讨会

11:00-11:15	李健	中科院计算机 网络信息中心	保护区生物多样性监测数 据采集、管理与分析应用			
11:15-11:30	许哲平	中国科学院文 献情报中心	生物多样性监测及其知识 库建设实践			
11:30-11:45	曹彦荣	北京山海础石 信息技术有限 公司	生物多样性保护监管和评 估——以全国生物多样性 监管平台为例			
12:00-13:30	工作餐					
大会报告与闭幕式 会议室：锦绣东方厅						
大会报告 主持人：郝占庆						
时间	报告人	工作单位	报告题目			
14:00-14:35	冯晓娟	中国科学院植 物研究所	中国生物多样性监测与 研究网络（Sino BON）概 况与进展			
14:35-15:10	徐海根	生态环境部南 京环境科学研 究所	全国生物多样性观测网 络建设进展			
15:10-15:45	丁 平	浙江大学	千岛湖片段化景观生物 多样性监测与研究			
15:45-15:05	休息					
大会报告 主持人：杨效东						
15:05-15:40	Pavel Krestov	Botanical Garden-Institut e, Russia	Long-term changes in forest ecosystems as a tool for monitoring of global processes			
15:40-16:15	王绪高	中国科学院沈阳应用生态研 究所	森林生物多样性的维持 与功能			

第三届全国生物多样性监测研讨会

16:15-16:50	郭庆华	中国科学院植物研究所	近地面遥感在生物多样性中的应用
闭幕式 主持人：马克平			
16:50-17:20	专题召集人总结（每个专题 5 分钟）		
17:20-17:40	大会总结		
18:00	晚餐		

10月16日

学术考察	
07:00-16:30	考察古田山样地（其中 12:30-14:30 午餐）

大会报告人简介

曹垒

中国科学院生态环境研究中心研究员，中国科学院大学教授，博士生导师。

长期致力于湿地和生物多样性研究及保护、运动生态学研究。近年来，先后主持国家自然科学基金项目和国际合作研究项目等 20 余项。在 *Nature*、*Nature Communications*、*Current Biology* 等国际著名期刊发表学术论文和著作 80 余篇（部）。2014 年应邀在“第 26 届国际鸟类学大会”上做大会邀请报告，2019 年应邀在英国鸟类年学会做阿尔弗雷德·牛顿荣誉讲席报告。

丁平

浙江大学生命科学学院教授、博士生导师，生物科学系主任。1982 年和 1985 年先后在杭州大学获学士和硕士学位，1998 年在北京师范大学获博士学位。1990-1992 年美国 University of Montana 访问学者，2002-2003 年英国 University of Cambridge 高级访问学者，2006 年加拿大 University of Alberta 访问教授。

任中国动物学会鸟类学分会理事长（2013-2017）、国际鸟类学家联合会（IOU）执行委员会委员（2006-2014）、国际生物多样性计划中国委员会委员、中国动物学会常务理事、浙江省生态学会理事长、浙江省自然保护区评审委员会副主任委员和浙江省野生动植物保护协会副会长等职。

自 1983 年开始从事生态学、动物学和保护生物学的教学与科研工作，特别是在鸟类生态学和濒危动物保护生物学等领域开展了较为长期的研究。先后主持国家自然科学基金等各类项目 70 余项，在 *Ecology*、

Global Ecology and Biogeography、Journal of Ecology、Journal of Animal Ecology、Journal of Biogeography、Diversity and Distributions、Biological Conservation、Landscape Ecology、Oikos 和 Behavioral Ecology 等国内外学术刊物上发表论文近 140 篇，参加 15 本著作与教材的编写；获首届“郑作新鸟类科学青年奖”，2012 年获“全国优秀科技工作者”称号。

冯晓娟

中国科学院植物研究所所长特别助理，研究员。中国生物多样性监测与研究网络（Sino BON）办公室主任，植被与环境变化国家重点实验副主任，中国生态学学会稳定同位素生态专业委员会委员，《植物生态学报》编委。

2003 年北京大学本科毕业，2009 年获加拿大多伦多大学地理学博士学位，2009 年至 2013 年先后在美国伍兹霍尔海洋研究所以及瑞士苏黎世联邦理工大学进行博士后研究。先后主持了“青年千人计划”、基金委“优秀青年”基金、科技部青年 973 等项目。主要研究领域：生物地球化学、碳循环、全球变化。

郭庆华

中国科学院植物研究所研究员，中国科学院大学岗位教授，博士生导师。北京大学本科和硕士，美国加州大学伯克利分校博士；回国前系加州大学默塞德分校环境工程学院创始教授、正教授；现任美国加州大学内华达研究所客座教授，国际华人地理信息协会（CPGIS）主席，中科院无人机应用与管控中心副主任，中科院植被与环境变化国家重点实验室学术委员会副主任，Remote Sensing 期刊编委。主要致力于激光雷达技术的软硬件研发，及其在生态和城市的应用；在生态学、地理信息及

遥感科学的主流期刊在林学、生态学、地理信息及遥感科学的主流期刊 Forest Ecol. Manag., Agric. For. Meteorol., Ecology, Proc. Natl. Acad. Sci., Remote Sens. Environ. 等发表 SCI 论文 100 余篇, 出版专著《激光雷达森林生态应用——理论、方法及实例》一部, 授权专利 3 项、软件著作权 3 项。

黄文江

中国科学院特聘研究员、博士生导师, 任国际“中英作物病虫害测报与防空联合实验室”主任, “中国科学院数字地球重点实验室”副主任。

入选国家“万人计划”科技创新领军人才、中国科学院百人计划(终期评估优秀)、新世纪百千万人才工程等人才计划, 享受国务院特殊津贴。主持过 30 多项国家和部委级科研项目, 获国家科技进步二等奖、中国科学院杰出科技成就奖、测绘科技进步一等奖等奖励等 12 项, 发表 SCI 论文 200 多篇, 获发明专利授权 31 项, 出版专著 7 部, 任 3 个国际学术期刊编委和多个重点实验室学术委员会委员。

李香真

中国科学院成都生物所研究员, 博士生导师。

2004 毕业于德国康斯坦斯大学生物系, 获得生物学博士学位。2005 至 2011 年分别在美国俄克拉荷马大学植物和微生物学系及伊利诺伊大学香槟分校土木与环境工程系进行博士后研究。2011 年底入选中国科学院“百人计划”, 到中国科学院成都生物所应用与环境微生物中心工作。现任中国生物多样性监测网土壤微生物专项网副组长。

近年来主要从事土壤微生物多样性和环境基因组技术方面的研究。主要围绕中国草原土壤微生物的生物地理、微生物多样性监测、微生物

的群落结构与生态过程的关系开展了工作，阐明草原土壤微生物的空间分布格局、动态变化及其功能特征，揭示影响微生物群落结构与功能变异的关键环境因子，建设土壤微生物组数据库。发表研究论文 130 多篇。担任 *Land Degradation and Development*, *Annals of Microbiology*, *Soil Ecology Letters* 等期刊的编委。

王绪高

中国科学院沈阳应用生态研究所研究员，博士生导师，国家优秀青年科学基金获得者，现任沈阳所森林生态与林业生态工程研究中心主任、中国科学院森林生态与管理重点实验室副主任。曾获中国科学院卢嘉锡青年人才奖、辽宁省青年科技奖、中国生态学会青年科技奖、辽宁省“兴辽英才计划”青年拔尖人才等奖项。

近年来，主要从事森林生物多样性维持和功能方面的研究，目前发表 SCI 论文 50 余篇，其中以第一或通讯作者在 *PNAS*、*New Phytologist*、*Global Ecology and Biogeography*、*Ecology* 和 *Journal of Ecology* 等 SCI 期刊发表论文 30 余篇。

徐海根

生态环境部南京环境科学研究所研究员、副所长，从事生物多样性与生物安全研究。2006 年入选“百千万人才工程”国家级人选；2002-2015 年为江苏省“333 高层次人才培养工程”中青年科技领军人才；2013 年入选第一批国家环境保护专业技术领军人才。

荣获国家科技进步奖二、三等奖各 1 项，部级科技奖一等奖 1 项、二等奖 3 项、三等奖 2 项，科技部“十一五”国家科技计划执行突出贡献奖和野外科技工作先进集体称号。发表论文 150 余篇，其中《*Science*》(Letter)2 篇；主编著作/独著 19 部，参编多部；制订标准 18 项；获得计

算机软件著作权 20 余项。主持 973、科技支撑、重大科技专项、重点研发等项目/课题 20 余项。

肖治术

中国科学院动物研究所研究员，博士生导师；动物所动植物种间互作研究学科带头人，兼任中国动物学会动物行为学专业委员会常务理事兼副秘书长、中国兽类多样性监测网工作组副组长。

多年来，他以动物和种子为研究系统重点探讨动植物物种之间的行为、进化和生态适应机制，探讨群落或生态系统结构、功能和生态过程变化及其对全球变化的响应机制；开展植物-害鼠（害虫）-天敌（微生物）之间的多营养级互作机制研究以及区域生物多样性监测及保护评估技术研发，近期致力于我国野生动物（兽类）红外相机监测研究网络建设。主持国家重点研发计划、国家自然科学基金项目等 10 余项目。在国内外期刊上发表学术论文 100 余篇，其中 SCI 论文 30 余篇。

Pavel KRESTOV

Director in the Botanical Garden-Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences. The general scientific area is Vegetation ecology, geobotany and biogeography.

大会报告摘要

Using waterbird telemetry data to support freshwater wetland conservation in China

Cao Lei

(Research Center for Eco-Environmental Sciences Chinese Academy of Sciences ,Beijing 100085)

Despite attention focused on coastal wetland loss in China, freshwater habitat is also subject to rapid loss. Declines in migratory waterbirds overwintering on Yangtze River Floodplain (YRF) since the early 2000s contrast the favourable conservation status of the same species elsewhere in Far East Asia. Evidence suggested that factors away from Chinese wintering grounds could contribute, but we lacked waterbird flyway definition to understand where along their migratory corridors these species were potentially being impacted. Recent deployment of over 2000 telemetry devices on 42 waterbirds throughout Far East Eurasia confirmed the YRFs outstanding importance for wintering cranes, herons, ducks, geese, swans and wading birds, breeding from western Yamal (70°E) to Anadyr (180°E) in the Russian Arctic, throughout the eastern Russian taiga forest, the Mongolian steppes and temperate China. Unlike farmland-feeding waterbirds in Europe, North America, Japan and Korea, telemetry showed YRF waterbirds are prisoners of their wetland wintering habitat, trapped by economic development, disturbance and heavy persecution. Continued wetland loss and degradation has therefore affected all species along their migratory flyways. Specialist-feeding wintering waterbirds are increasingly concentrated at Poyang Lake (PL 29°8'N, 116°17'E) because of large inundation area (1,400 km²), exceptional water quality (the “last pot of clear water” in the YRF) and nature protection measures. Telemetry data has also

shown how recent proposals to construct dams around PL will affect water level recession patterns and waterbird feeding at the last major YRF wetland of global significance, necessitating swift action to safeguard the site and its waterbirds for future generations.

中国野生动物红外相机监测网络研究进展

肖治术

(中国科学院动物研究所, 北京 100101)

对野生动物多样性进行监测研究是野生动物研究、保护、管理和资源可持续利用的核心环节。近 10 年来, 红外相机技术已逐渐发展成为陆生脊椎动物(大中型兽类、地面鸟类)的常规监测与研究技术, 通过该技术获取了大量的珍贵野生动物图像数据。目前, 红外相机技术在我国自然保护区野生动物监测研究得到了普及, 也极大地激发了野生动物监测研究的热情。针对我国自然保护地红外相机技术应用中面临的挑战和机遇, 结合 Sino-BON 兽类多样性监测网建设及中国生物圈保护区野生动物综合监测计划的实施, 本报告从监测标准规范、科学的研究和保护管理等方面进行了回顾和分析, 为以国家公园为主体的自然保护地体系建设以及生物多样性保护提出了相关建议。

土壤微生物多样性监测进展: 草原土壤微生物多样性的空间分布特征

李香真

(中国科学院成都生物研究所, 成都 610041)

微生物是地球上多样性最高、物种最丰富的生物类群。土壤是最丰富的“菌种资源库”, 同时也是一个巨大的“基因资源库”。揭示土壤微生物物种和基因多样性的形成规律、时空分布格局, 对于微生物多样性资源的保护和利用具有重要意义。由于监测手段的限制, 对微生物多样性的监测研究是整个生态系统研究中最薄弱的环节。环境基因组技术与

生物信息学方法为监测土壤微生物的多样性、群落结构、微生物功能的变化提供了强有力的手段。本报告将围绕土壤微生物多样性空间格局方面的研究结果，结合我们在中国草原生态系统中开展的土壤微生物多样性的研究，介绍土壤微生物群落的组成、多样性、空间分布特征及其关键驱动因子，微生物群落的结构与功能对全球变化的响应，以及土壤微生物组数据库建设的进展情况。

关键词：土壤微生物多样性、空间分布格局、多样性监测、土壤微生物组数据库

全球空间信息产品生产与植被时空变化分析

黄文江

(中国科学院遥感与数字地球研究所，北京 100094)

随着空间对地观测和大数据科学技术的快速发展，形成了天空地一体化的监测网络，建成了全球与区域空间信息产品生产系统，生产了高精度、多尺度、多时相不同分辨率陆表植被、水体等要素空间信息产品，通过对时空遥感信息产品进行分析，开展了全球土地利用土地覆盖制图，全球叶面积指数、叶绿素等产品生产，全球植被病虫害遥感监测和预测等工作，可以为生物多样性遥感监测提供基础数据，为开展物种时空分布的生物栖息地时空变化监测提供科学支撑。

中国生物多样性监测与研究网络（Sino BON）概况与进展

冯晓娟，米湘成，肖治术，曹垒，吴慧，马克平

(1 中国科学院植物研究所 北京 100093; 2 中国科学院动物研究所北京 100101; 3 中国科学院生态环境研究中心 北京 100085; 4 中国科学院大学北京 100049)

生物多样性是人类生存和社会发展的基础，生物多样性的监测与研究是支撑我国“生态文明”和“美丽中国”建设的科学基础。为实现我国典型区域重要类群中长期变化态势分析的目标，中国生物多样性监测与研究网络（Sino BON）于 2013 年启动建设，在“十二五”和“十三五”规划的重

点支持和中国科学院 19 个研究所的共同努力下，建成了覆盖全国 30 个主点 60 个辅点、包含针对动物、植物、微生物等多种生物类群的 10 个专项监测网和 1 个综合监测管理中心。目前，Sino BON 打造了以森林动态大样地为平台的生物多样性综合研究模式，建成了以近地面遥感、卫星追踪、分子生物学等先进技术为支撑的生物多样性网络监测体系，在森林大样地平台建设与研究、大型动物监测网络、卫星追踪鸟类迁徙等方面取得了突出的成果。本报告将重点介绍 Sino BON 的网络框架、监测内容以及今年来的亮点工作。

全国生物多样性观测网络建设进展

徐海根

(生态环境部南京环境科学研究所，南京 210042)

自 2011 年起，以鸟类、两栖动物、哺乳动物、蝴蝶和植物等为指示生物类群，逐步建立了 749 个观测样区，设置样线和样点 1.1 万余条(个)，初步形成了在国际上具有一定影响的全国生物多样性观测网络（China BON）。观测对象涵盖森林、湿地、农田、草地、荒漠和城市等生态系统中野生鸟类、两栖动物、哺乳动物、蝴蝶和植物，覆盖范围广，代表性高。观测的指标包括物种的种类、个体数量、分布范围、生境类型、人为干扰的类型和强度、温湿度等环境参数，系统性、综合性强，可为生物多样性保护和管理提供丰富的一手数据。

千岛湖片段化景观生物多样性监测与研究

丁平，于明坚

(浙江大学生命科学学院，杭州 310058)

由水库大坝而形成的人工湖泊型陆桥岛屿是研究生境片段化效应和生物多样性维持机制等科学问题极为难得的天然实验室，倍受生态学家和保护生物学家的关注。本团队自 2003 年开始在千岛湖开展生境片段化

效应和岛屿生物地理学等研究，并建有千岛湖生态学野外科学观测研究站、植物群落长期监测样地和鸟类长期监测固定样线。已开展连续 16 年的冬季和繁殖季节鸟类调查、每 5 年 1 次的植物群落调查、连续 6 年每月 1 次的植物种子/果实监测、连续 8 年每年 2 次的幼苗调查，维管植物、蜘蛛、蚂蚁、地栖甲虫、传粉昆虫、两栖类、蜥蜴类、蛇类和兽类等生物类群物种多样性、功能多样性和谱系多样性及其对生境片段化响应，以及多维度生物多样性和生态系统功能关系的研究，进而深入研究片段化景观中生物多样性时空格局、物种共存机制与群落构建机制等生态学、保护生物学和生物地理学领域的核心科学问题。通过十多年的研究，我们取得了一系列具国际影响的研究成果，使千岛湖成为世界上正在实施的 8 个主要生境片段化实验研究平台之一和其中唯一的人工陆桥岛屿研究平台。

关键词：时空格局，物种共存机制，群落构建机制，生物多样性，生境片段化，千岛湖。

森林生物多样性的维持与功能

王绪高

（中国科学院沈阳应用生态研究所，沈阳 110016）

生物多样性是人类赖以生存的物质基础，还是生态系统众多服务功能得以维持的保障，因而一直受到广泛的关注。然而由于气候变化以及人类对资源的过度利用，全球物种灭绝速率不断升高，甚至有学者认为目前地球上的生物正在经历第六次大灭绝。面对这种日益严峻的形势，明确生物多样性维持和功能至关重要。本报告以森林生物多样性为主要对象，基于大型森林监测样地 (>20ha) 和野外控制实验等平台，通过模型模拟和高级统计推断等手段，探讨森林生物多样性的维持机制和功能。在生物多样性维持机制方面，研究种间关系、环境过滤和扩散限制等生态学过程对森林生物多样性格局的作用，揭示影响森林生物多样性格局

的内在机理；在生物多样性功能方面，阐明不同维度生物多样性（物种、谱系和功能多样性）对生态系统功能（例如，生产力）的作用及其在不同森林演替阶段的变化趋势。

近地面遥感在生物多样性中的应用

郭庆华

(中国科学院植物研究所 北京 100093)

随着人口的持续增长，人类社会经济活动加剧以及全球气候变暖，全球物种正以前所未有的速度丧失，生物多样性成为了全球关注的热点问题。快速、准确地获取生物多样性信息是开展生物多样性研究的前提。传统生物多样性研究以地面调查方法为主，重点关注物种或样地水平，难以满足大尺度的生物多样性保护和评估需求。遥感作为获取生物多样性信息的另一种手段，能够快速地获取大范围的生境信息，近年来在生物多样性领域发展迅速，尤其是以激光雷达为核心的近地面遥感观测平台（地基、背包、无人机和无人飞艇）：一方面激光雷达能够获取于与生物多样性息息相关的三维生境结构参数，如精细地形、树高、胸径、叶片密度垂直分布、叶面积指数等；通过融合不同近地面遥感平台之间的数据，获取完整的植被三维结构信息，为深入理解生物多样性与环境之间的关系提供依据；另一方面，由于观测尺度贴近地面，能够在地面观测、航空遥感和卫星遥感之间搭建起信息推绎的可靠桥梁，实现生物多样性信息的尺度推绎。随着大数据时代的到来，近地面遥感的手段也在不断地丰富，尤其是智能手机终端的出现，以“公民科学”的方式极大地增加物种和植被信息的采集速度，为生物多样性监测和研究提供了新的思路。近地面遥感是未来遥感在生物多样性应用中的发展方向，需要生态学家和遥感学家开展深入的合作、共享各自领域的数据、整合各自优势更好地理解和阐明不同尺度生物多样性形成机制，服务于生物多样性保护。

专题报告摘要

专题一、动物多样性监测

赛罕乌拉国家级自然保护区野生动物多样性 10 年监测研究

鲍伟东，张书理，李桂林

(1 北京林业大学生物科学与技术学院 北京 10008; 2 赤峰市林业局赤峰 024000; 3 内蒙古赛罕乌拉国家级自然保护区管理局 大板 025150)

开展野生动物多样性监测与保护研究，了解群落结构随生态环境变化的发展趋势，对于提高野生动物保护管理成效、维护生物多样性稳定和生态平衡，有着极为重要的生态保护与社会经济意义。本项目历时 10 年（2006-2016 年），对内蒙古赛罕乌拉国家级自然保护区野生动物多样性开展长期监测与保护研究，发现保护区新分布哺乳动物 7 种、鸟类 98 种，内蒙古蛇类分布新纪录 1 种（双斑锦蛇），内蒙古鸟类新纪录 2 种（灰蓝姬鹟、丑鸭），体现出长期定位监测的优势。建立了利用猞猁前肢内侧斑纹识别个体的红外相机调查方法，得出最小种群数量，为我国猞猁保护生态学研究提供了评估种群数量的方法论。提出了非损伤采集动物粪样提取 DNA，鉴定猞猁和中华斑羚种群数量与性别结构的技术体系，同一个体鉴别误判率（PID）仅为 0.00004，技术方法可靠。通过整合个体亲缘关系、GPS 项圈跟踪定位研究，以及 GIS 地理信息系统分析结果，发现中华斑羚的微生境选择具有在自然保护区有限空间环境中，避免近亲繁殖交配的行为适应价值。本项目整合多项野生动物监测技术，揭示了有蹄类动物家域大小的季节变化与空间利用行为具有不同的适应模式，为进一步阐明野生动物群落结构长期稳定共存机制奠定基础。本项目获得 2018 年度内蒙古自治区科技进步一等奖，有效推动赛罕乌拉森林生态系统国家级定位观测研究站的发展，取得良好社会经济与生态效益，为生态文明建设、守护一方绿水青山做出积极贡献。

关键词： 动态监测；捕食者-猎物系统；个体鉴定；野生动物管理

台州南部近岸海域春秋季主要鱼类生态位及其种间联结性

韩晓凤，王咏雪，求锦津，张苗苗，俞松立，梁海，章翊涵，来洪运，蒋宇轩，水柏年

(1. 浙江海洋大学水产学院 浙江舟山 316000; 2. 台州市海洋环境监测中心 浙江台州 318000; 3. 南海实验学校，浙江舟山 316000)

据 2016 年秋季（10 月）和 2017 年春季（4 月）台州南部近岸海域渔业资源调查资料，将两次调查中分别出现的优势种及重要种定义为主要鱼类，并采用相对重要性指数、生态位测定、方差比率、卡方检验、Pearson 相关检验和 Spearman 秩相关检验等方法分析主要鱼类间的生态位和种间关系。结果显示：秋季主要鱼类 8 种，春季 11 种，两季共有主要鱼类 5 种。秋季主要鱼类的生态位宽度值与生态位重叠值总体上略高于春季，秋季广生态位种 ($Bi \geq 2.40$)、中生态位种 ($1.60 \leq Bi < 2.40$) 和窄生态位种 ($Bi < 1.60$) 依次有 4 种、3 种和 1 种，春季则依次有 4 种、5 种和 2 种；秋季生态位重叠显著 ($Oik \geq 0.6$) 的种对数占总种对数的 32.14%，春季则仅占 12.73%。秋季，总体联结性分析结果显示主要鱼类间总体上呈显著负关联，卡方检验、Pearson 相关检验和 Spearman 秩相关检验显示群落中正负关联比依次为 1.50、1.33 和 2.11，其检验显著率依次约为 0%、17.86% 和 10.71%。春季，总体联结性分析结果显示主要鱼类间总体上呈不显著负关联，卡方检验、Pearson 相关检验和 Spearman 秩相关检验显示群落中正负关联比依次为 0.93、0.90 和 1，其检验显著率依次约为 9.1%、18.18% 和 21.82%。

关键词： 主要鱼类；生态位；种间联结；台州南部近岸海域

基于森林动态监测样地的鸟兽监测

和雪莲，林露湘

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园热带森林生态学重点实验室 西双版纳 666303;

2. 云南西双版纳森林生态系统国家野外科学观测研究站 西双版纳 666303)

生物多样性监测是生态学研究的基础，也是评估生物多样性保护进展的有效途径。由于森林动态监测样地能够为研究者提供植被结构，树

种物候等具体信息，基于森林动态监测样地进行鸟兽监测，开展同一营养级内群落物种共存研究及跨营养级动植物关系越来越被生态学家重视。2015 年开始，我们先后在中国科学院西双版纳热带植物园建立的哀牢山 20 公顷大样地，纳板河 20 公顷大样地，西双版纳 20 公顷大样地以及泰国 Khao Yai 国家公园内 Mo Singto 30 公顷大样地进行红外相机监测和样点法鸟类群落调查，同时开展了不同森林样地内木奶果食果动物组成及采食行为研究。另外，在分布于西双版纳国家级自然保护区和纳板河国家级自然保护区内的 17 个 1 公顷样地，进行了样线法鸟类群落调查和鸟类鸣声的生物声学自动记录。我们认为，结合人工监测，红外相机技术和声学多样性监测，获得动态监测样地及周边鸟兽组成，适合用于森林动态监测样地网络中的动物多样性监测。

关键词：森林样地，鸟类，兽类，动植物关系

中国熊蜂多样性现状及保护策略

黄家兴，安建东*

(中国农业科学院蜜蜂研究所农业部授粉昆虫生物学重点实验室，北京 100093)

熊蜂是一类重要的传粉昆虫，是多种虫媒植物，特别是豆科、茄科及一些濒危植物的重要传粉者，在维护自然生态系统平衡和农业生产中发挥着十分重要的作用。本文基于过去 10 年对我国熊蜂调查的数据，分析了我国熊蜂资源现状及其分布特征；同时，简述了我国本土熊蜂的筛选利用情况及潜在价值；最后，提出了我国熊蜂资源的保护策略。通过分析我国熊蜂资源的多样性现状，旨在为加强保护我国丰富的熊蜂资源与大力促进我国熊蜂的农业授粉利用提供基础依据。

关键词：熊蜂，熊蜂属，多样性，保护，利用

湖南天平山两栖动物物种丰富度的时空格局研究

朱文博¹, 赵春霖¹, 廖春林², 邹禧¹, 许丹¹, 朱未¹, 赵天², 江建平²

(1 中国科学院成都生物研究所, 成都, 610041; 2 湖南八大公山国家级自然保护区, 桑植, 427100)

探索物种丰富度的时空格局有助于了解物种的分布和制定保护策略。在所有的生物类群中, 两栖动物在生态系统中扮演着不可替代的重要角色和功能。本研究以湖南天平山的两栖动物为研究对象, 对两栖动物物种丰富度的时空格局进行了研究。具体来说, 我们从低海拔到高海拔选取了 10 条样线, 并在 2017 年的 4 月、6 月、8 月和 10 月分别对样线内的两栖动物进行了调查。结果表明, 两栖类物种占据不同的空间生态位。低海拔、中海拔和高海拔的优势物种分别为华南湍蛙、福建掌突蟾和棘腹蛙。物种的时间生态位也存在差异, 4 月、6 月、8 月和 10 月的优势物种分别为福建掌突蟾、桑植角蟾、绿臭蛙和华南湍蛙。同时, 我们发现两栖动物的物种组成受到微生境环境因子的显著影响。此外, 我们还发现物种丰富多样随着海拔的升高而增加, 并不符合中域效应, 可能与天平山有限的海拔梯度 (<1500m) 和高海拔样线中较高的生境异质性有关。物种丰富度在 6 月和 8 月相对较高, 因为大多数两栖动物喜欢在温暖潮湿的环境中活动。总得来说, 本研究揭示了天平山两栖动物物种丰富度和物种组成的时空变化格局, 并证明了这种变化格局主要受到微生境环境因子变化的调控。

关键词: 两栖动物; 时间格局; 空间格局; 物种丰富度

中国两栖爬行动物监测网络研究进展

李成, 江建平

(中国科学院成都生物研究所, 成都 610041)

我国两栖爬行动物面临着严重的危机。最新评估结果发现: 我国两栖类受威胁物种达到 43.1% (江建平等, 2016)、爬行类为 29.7% (蔡波等, 2016), 分别超过 IUCN (2016) 报道的世界平均值 31.6% 和 20.2%。

监测是评估生物多样性保护进展的有效途径（马克平，2011）。通过开展长期的监测与研究，科学评估两栖爬行动物的种群动态信息和主要致危因素，是全球科学家应对生物多样性危机和评估保护成效的最关键举措。

2011 年，生态环境部南京环境科学研究所启动了“两栖类示范观测项目”（China BON - Amphibian），观测样区数 115 个，覆盖了除港澳台以外的 31 个省区，累计监测到了我国 60% 的两栖动物物种数（徐海根等，2018）。

2014 年，中国科学院植物研究所组织院内从事物种多样性研究的科学家，设计和成立了中国生物多样性监测与研究网络（Sino-BON）。在 Sino-BON 统一规划下，中国科学院成都生物研究所作为主持单位，组织了“中国关键地区两栖爬行动物多样性监测与研究专项网”（李成等，2017）。

为了发挥中国科学院的科研和监测网络优势，专项网以森林大样地为依托，以生态位相近的两栖爬行动物为监测和研究对象，以解析生态功能群为研究目标，开展多类群的联合监测与研究。计划在全国 22 个生物多样性关键地区开展系统的监测和研究，揭示环境变化和两栖爬行动物种群动态之间的关系。

根据代表性物种的生态习性，结合大样地景观特征，设置一定数量的样线、样方，辅以围栏陷阱、人工掩蔽物、人工避难所、标记重捕法等监测方法；利用射频电子标签阅读器、鸣声自动记录仪、野外温湿度自动记录仪、便携式水质测量仪等重点开展个体水平的观测，掌握基于个体水平的物种分布、丰度、生活史等基础资料；利用生物样品银行、高速摄像机、无线电全频跟踪定位仪、动物专用全自动生化分析仪、手持便携式叶绿素测定仪、土壤参数自动监测仪等科学仪器，开展种群和群落水平的长期监测和调查工作；共同构建基于个体、种群和群落水平

的动态和结构的综合观测系统。

2017-2019年,两栖爬行动物专项网在全国的7个生物多样性监测点,包括5个森林大样地(古田山、栗子坪、八大公山、哀牢山、东灵山)、1个草原样地(鄂尔多斯)、1个荒漠样地(吐鲁番),开展了两栖爬行动物种群动态、生活史习性、迁徙扩散、行为特征,以及与森林大样地植物的互作研究。针对国家保护动物大鲵(Yan et al, 2018)、大凉螈开展了遗传多样性和eDNA研究,研究结果对大鲵、大凉螈的针对性保护具有重大指引作用。

黑颈鹤种群 DNA 揭示的越冬分布变迁信息

李来兴, 周润发, 薛金莲

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008)

2018/2019越冬季,对全国分布的约20个黑颈鹤越冬群采集新鲜粪便提取其DNA进行遗传距离分析。类缘关系最近的是拉萨市达孜区多角林乡(G)和拉萨市达孜区唐嘎乡(H)的2个黑颈鹤越冬群。其次为林芝市米林县孜玛岗(即巴嘎村)(J)和贵州省威宁县草海簸箕湾(O)这2个群。第三组类缘关系最近的是云南省昭通市邵阳区大山包镇大海子(M)和同镇的跳墩河(N)这2个黑颈鹤越冬群。第四个类缘关系较近的是上述第一组拉萨市的2个群G和H,以及与日喀则市康萨村(C)。聚成的第5个群是云南省会泽县长海子国家级黑颈鹤保护区(L)与云南省寻甸县河梁子国家级黑颈鹤自然保护区(T)。第6个类缘关系较近的群由贵州省威宁县草海倮倮山(Q)和草海保护站前(R)2个黑颈鹤越冬群组成。第7个类缘关系较近的群由前述第三个类群,即云南省昭通市昭阳区大山包镇的2个黑颈鹤越冬群(M)和(N)以及贵州省威宁县草海的另一个黑颈鹤越冬群(S)所组成。第8个类缘关系较近的黑颈鹤越冬群由前述的第2个(即(J)和(O))及第4个(即(G)、(H)和(C))组成。与第8组类缘群几乎平行的是第9组,即由项目评价区

羌纳乡黑颈鹤越冬群（I）与拉萨市曲水县黑颈鹤越冬群（E）所组成。

西藏林芝市尼洋河多布电站以下至雅鲁藏布江的河口以及雅鲁藏布江河谷米林至派镇的干流段分布有4个黑颈鹤越冬群。其中的2个越冬群的新鲜粪便样品，即羌纳乡黑颈鹤越冬群（I）和巴嘎村黑颈鹤越冬群（J）样品，参与本研究中的遗传距离分析。有趣的是这两个在地理位置上几乎相邻的黑颈鹤越冬群，没有构成类缘关系较近的群，却分别与区外的黑颈鹤越冬群构成类缘关系较近的聚类群，而且还不在一个层级上。孜玛岗黑颈鹤越冬群（J）和贵州省威宁县草海簸箕湾黑颈鹤越冬群（O）类缘关系较近（第2类缘关系群），而羌纳乡黑颈鹤越冬群（I）与拉萨市曲水县黑颈鹤越冬群（E）则构成另一个类缘关系较近的聚类群。孜玛岗黑颈鹤越冬群（J）构成的第2类缘群与第4类缘群（均为林芝市之外越冬群）构成的第8类缘群，才与羌纳乡黑颈鹤越冬群（I）构成的第9类缘群平行。这说明在林芝市越冬的黑颈鹤是逐渐进入该地区并逐渐适应该地生态环境，逐步形成目前的黑颈鹤越冬群的格局。就羌纳乡黑颈鹤越冬群（I）和孜玛岗黑颈鹤越冬群（J）比较，羌纳乡黑颈鹤越冬群（I）较早地进入了该越冬区域，而孜玛岗黑颈鹤越冬群（J）则是在与贵州草海簸箕湾黑颈鹤越冬群（O）分离后，才比较晚地进入该区域，并逐步占领和建立起了比较稳定的越冬栖息地以及形成比较稳定的越冬群。

关键词：黑颈鹤， 越冬群， 越冬栖息地， 遗传距离

浙江省水鸟同步调查与环志工程进展

刘宝权，吴丞昊，金伟，周佳俊，温超然，许济南，周晓

（浙江省森林资源监测中心，杭州，310020）

浙江地处“东亚和澳大利亚”全球候鸟迁徙通道，为掌握全球候鸟在浙江沿海越冬的种群数量、分布及栖息地越冬状况，浙江省于2016年开始实施全省水鸟同步调查与环志工程。内容包括：（1）每年同步调查

候鸟在浙江省的分布、种群数量、栖息地现状等，做到全省重要湿地与沿海滩涂全覆盖。（2）逐年增加候鸟环志区域，开展候鸟环志，包括为环志鸟类佩戴彩色脚旗和金属脚环，开展迁徙候鸟研究；安装 GPS 卫星跟踪器，获取候鸟实时迁徙数据。（3）对环志鸟类采集唾液（咽拭）、排泄物（肛拭）、血液样、组织样，解决疫源疫病防控中活体野生鸟类病毒取样难题。

截止目前，浙江省已完成 2017、2018、2019 年三年的环志工作，环志鸟类 2221 只，其中国家二级保护鸟类 7 种 7 只；获取活体鸟类疫源疫病样本 1243 个；佩戴卫星跟踪器 100 余只。全省水鸟同步调查经过 2016、2017、2018 年三个年度的调查，记录最多的年份候鸟有 179 种 13.5 万只。

浙江省迁徙水鸟同步调查及环志项目实施三年以来获取了全球候鸟在浙江省内越冬期和迁徙期的种群数量、分布情况及栖息地质量状况等基础数据。整项工作填补了浙江省候鸟监测的多处空白，形成了一套科学、系统的水鸟同步调查及环志体系，获取的多样性数据是评价我省生态系统健康状况的重要指标，是浙江省野生鸟类资源保护和管理的重要保障。

关键词：浙江省；候鸟；同步调查；环志

利用分子生物学方法大尺度评估秦岭甲虫多样性

聂瑞娥^{1,2}, 杨星科^{1*}, Alfried^{2,3,*}

(1 中国科学院动物研究所, 动物进化与系统学院重点实验室, 北京, 100101;

2Department of Life Sciences, Natural History Museum, London, SW7 5BD, UK;

3Department of Life Sciences, Silwood Park Campus, Imperial College London, Ascot,
SL5 7PY, UK)

背景和方法：宏条形码（Metabarcoding）在生物多样性评估方面是一种非常有效、快速的工具。然而，它的分析却非常敏感，易受假阳性或者污染的影响。我们以秦岭四个大样方的甲虫标本为研究对象，采用标准的采集方法（飞行阻隔器、马氏网、埋罐等）获得形态种和“甲虫汤”，

对其进行评估。首选，选择了秦岭山脉的两个大样方（凤县和周至）作为样例比较近分类方法（parataxonomy）和分子方法（Metabarcoding）对甲虫多样性的评估，以确定分子评估中每个 OUT 包含多少 Reads 被视为有效的 OTU。第二，标本整理。分为参考库种和“甲虫汤”的整理，“甲虫汤”的整理中，标本被分为 7 个大小等级，“甲虫汤”被分成小份（每份包括 25 或 50 个样本），并且拍照。最后，二代测序并分析。形态种的线粒体基因组用于系统树的构建，metabarcoding 数据可以根据 K-mer hits 标定到系统树上，鉴定到类群。结果：我们得到 1248 个秦岭甲虫的形态种，凤县 12462 头甲虫，周至 9614 头甲虫。近分类分析显示，OUT 大约 5 个 reads 为有效的 OUT，凤县的 α 多样性高于周至。分子分子结果与形态分析的类似，四个地点的“甲虫汤”包括鞘翅目 2 亚目，5 系，42 科，164 属，2727 种，四个地区共同种类为 290 种，南坡多样性明显高于北坡，以凤县多样性最多。

关键词：甲虫，近分类法，宏条形码，多样性

新疆吐鲁番地区的两栖爬行动物多样性调查

徐峰，童玉平，于睿，杨维康*

（中国科学院干旱区生物地理与生物资源重点实验室，中国科学院新疆生态与地理研究所，乌鲁木齐 830011）

新疆吐鲁番样区环境和地理位置特殊，属独特的暖温带大陆性干旱荒漠气候。因地处盆地中，四周高山环抱，增热迅速、散热慢，形成了日照长、气温高、昼夜温差大、降水少、风力强五大特点，素有“火州”、“风库”之称。全年平均气温为 14℃，夏季平均气温在 30℃ 左右，全年气温高于 35℃ 的炎热天气，平均为 99 天；高于 40℃ 的酷热天气，平均为 28 天。在吐鲁番开展两栖动物监测，除了能掌握当地两栖爬行动物的种类、数量以及种群动态变化等信息，还可为进一步研究动物对极端环境的适应，以及研究人类活动和全球气候变暖等环境变化对当地两栖爬

行动物的影响奠定基础。本研究自 2017 年起,用样线法连续 3 年调查了该地区的两栖爬行动物种类和密度,调查环境包括自然河流、人工河流、水库以及沙漠等。调查共记录两栖动物两种,分别为塔里木蟾蜍北疆亚种和中亚侧褶蛙,没有发现外来入侵物种牛蛙以及花背蟾蜍,两栖动物以塔里木蟾蜍北疆亚种最多,是当地的广布物种和优势物种。爬行动物共记录 6 种,分别为吐鲁番沙虎、沙蟒、叶城沙蜥、快步麻蜥、漠虎以及花条蛇。爬行动物以叶城沙蜥和吐鲁番沙虎最多,分布最广,叶城沙蜥是当地爬行动物的优势物种,吐鲁番沙虎则为新疆吐鲁番盆地的特有物种。吐鲁番沙虎虽然在当地遇见率较高,但是由于其为当地的特有物种,因此建议对其进行更多深入研究和保护。

关键词: 生物多样性监测; 吐鲁番盆地; 吐鲁番沙虎; 叶城沙蜥;

秋茄种植前后大型底栖动物主要种类的生态位变化研究

俞松立, 姚炜民, 韩晓凤, 章翊涵, 来洪运, 水柏年

(1 浙江海洋大学水产学院, 舟山 316022; 2 国家海洋局温州海洋环境监测中心站, 温州 325000)

基于苍南县沿浦湾秋茄种植前后大型底栖动物春、秋两季调查资料,开展了群落组成、结构、生活型、生态位等研究。结果显示:种植前,大型底栖动物共鉴定得 44 种,其中软甲纲物种数占总数的 38.64%,腹足纲、多毛纲物种数占总数的 18.18%,双壳纲占 13.64%,辐鳍鱼纲占 11.36%;秋季大型底栖动物主要种类的生态位宽度值范围为 0.386~3.383,春季范围为 0.312~2.041;秋季生态位重叠值范围为 0~0.927,春季为 0~0.724。种植后,大型底栖动物共鉴定得 40 种,双壳纲物种数占总数的 28%,腹足纲占 24%,软甲纲占 22%,辐鳍鱼纲和多毛纲均占 12%;秋季生态位宽度值范围为 1.239~3.680,春季为 1.098~3.403;秋季重叠值范围为 0.038~0.698,春季为 0.002~0.701。大型底栖动物的生活型共有底上附着型、游泳型、潜穴型和穴居型 4 种,种植后各生活型物种的密度与

生物量较种植前均有提高，群落组成发生了明显变化。大型底栖动物物种数在秋茄种植后较种植前虽然有所减少，但其密度、生物量、生态位宽度值总体上有着明显的提高，且物种间的竞争减弱，秋茄林的建设对大型底栖动物群落的稳定起显著的积极作用。

关键词：秋茄；种植；大型底栖动物；生态位；变化

中国苹果园传粉昆虫多样性调查与服务功能评估

张晴晴

(中国科学院动物研究所, 北京 100101)

目的意义：维持苹果园内授粉昆虫种类的多样性和种群数量的稳定性，是发挥昆虫授粉服务功能的基本保证。

方法：以山东省的苹果园种植区为研究区域，采用网捕法和彩盘法调查了苹果园中传粉昆虫的物种种类和种群数量；同时基于 Landsat8 卫星遥感影像和土地覆盖分类指数，分析了农田景观特征包括不同景观斑块面积比例和景观多样性；进一步分析了不同尺度下苹果园中传粉昆虫与农田景观特征指数相关性。

结果：结果表明，苹果园调查区内，主要的授粉昆虫有意大利蜜蜂、凹唇壁蜂、小青花金龟、黄胸木蜂、菜粉蝶等，比例分别为 74.55%、13.64 %、6.36%、1.82%、1.21% 等。3km 的空间尺度下，调查区域农田景观组成耕地、林地、草地、水体和建筑用地比例范围分别为：43.80%-80.09 %、0.19 %- 19.18 %、0.28 %- 27.64 %、1.40 %- 6.29 %、7.65 %-11.17 %。在 500m、1km、2km、3km 四个空间尺度下，传粉昆虫的物种数均与林地面积比例和景观多样性 (Shannon's Diversity Index, SHDI) 呈显著正相关。类似的在四个空间尺度下，传粉昆虫的种群数量均与景观多样性有显著正相关。

结论：苹果园周围的景观对苹果园中授粉昆虫的种群数量和多样性有很大的影响，在苹果园的选址及实际生产与管理时，应充分考虑周围

生境能否为授粉昆虫提供适宜的栖息环境和补充食物维持其种群。

黑龙江省东北虎分布及生境适宜性评价

周绍春，张子栋，李林，金光耀
(黑龙江省野生动物研究所，哈尔滨 150081)

东北虎 (*Panthera tigris altaica*) 是现存 5 个虎亚种中体型最大，作为全球生物多样性保护的旗舰物种。近几十年来，由于人类活动的干扰导致东北虎栖息地破碎化，猎物资源不断减少，东北虎种群保护和恢复面临巨大挑战。为了更好的保护和恢复东北虎种群，开展东北虎种群监测和生境适宜性评价研究尤为重要。自 2014 年开始，研究团队在黑龙江省完达山、老爷岭、张广才岭和小兴安岭四个区域，利用网络监测、样线调查、相机监测和粪便 DNA 分析等方法，根据收集的东北虎活动信息确定东北虎在黑龙江省的分布范围。结果表明，完达山东部和老爷岭南部是东北虎的主要分布区，近年来东北虎由完达山东部不断向完达山西部扩散，由老爷岭南部中俄边境不断向老爷岭北部扩散，小兴安岭近年来也发现东北虎个体活动。此外，根据野外收集的东北虎活动点、猎物因子和环境因子，利用 Maxent 进行了东北虎生境适宜性评价研究，分析结果显示完达山东北虎适宜生境面积约 10700km^2 、老爷岭为 6031km^2 、张广才岭为 8840km^2 、小兴安岭为 21039km^2 。

关键词：东北虎；分布区；适宜生境。

An ecologist's guide to biodiversity genomics

周欣
(中国农业大学植物保护学院昆虫学系，北京 100083)

准确、快速的物种鉴定是生态学研究中的关键步骤。分子生物学方法可以辅助甚至加速生态学研究中的分类工作。特别是近年来迅速发展

的基于高通量测序技术的基因组学技术，为混合生物样本的批量、跨类群分类问题提供了可行的方案。本报告将结合传粉昆虫的多样性组成、传粉蜜蜂的传粉偏好研究等实际案例，介绍多样性组学研究方法的最新进展及面临的挑战。

专题二、森林多样性监测

Beta 多样性的理论模型

邢丁亮

(华东师范大学生态与环境科学学院, 上海 200241)

Beta 多样性在探讨群落构建理论与指导保护生物学实践中具有重要意义，但其研究往往充满争议。产生争议的原因至少包括①数据的缺乏导致所研究的问题与研究的空间尺度不匹配，②理论的缺失导致研究结果往往被误解。本研究通过构建 Beta 多样性的理论模型，尝试澄清相关研究中的一部分争议，并为在数据稀少的区域尺度上研究生物多样性提供一种思路。

无人机航空摄影测量技术在西双版纳森林样地监测中的应用

邓云, 董金龙, 张文富, 袁盛东, 陈辉, 邓晓保, 曹敏, 郭庆华, 林露相

(1.中国科学院西双版纳热带植物园热带森林生态学重点实验室, 云南勐腊 666303; 2. 中国科学院植物研究所, 北京 100093; 3.中国科学院西双版纳热带植物园云南西双版纳森林生态系统国家野外科学观测研究站, 云南勐腊 666303; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

森林循环过程和斑块镶嵌格局共同推动着森林的演替过程，而无人机航空摄影测量相对低廉的运维成本，使其更容易应用于日常的样地监测活动之中。本研究以无人机航空摄影测量为主要手段，对西双版纳热带雨林 20_ha 动态样地及其周围区域开展长期定位监测。现有结果表明，摄影测量对开阔地和大型林窗的测量精度并不亚于激光雷达，但对林冠边缘和林中细小结构的表面高程测值可能偏低。对于森林中的倒树林窗

斑块动态研究而言，无人机航空摄影测量可以作为传统地面监测的必要补充。

基于近地面激光雷达的冠层结构与地形关系研究

王舶鉴

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

冠层是森林群落的最上层，是与外界环境进行物质能量交换最活跃的界面。其结构与功能对于森林生态系统的稳定与更新有着重要意义。在大尺度，森林冠层结构一般与林型有直接关系，而在群落内的小尺度上，冠层结构则一般与地形因素、干扰与随机作用有关。本研究基于近地面激光雷达技术，获取温带、亚热带和热带共 6 块大型森林动态监测样地高密度点云数据。该技术可提供多种高精度地形数据与众多冠层三维结构参数。在此基础上，本研究发现，不同的地形因子对于绝大多数冠层结构参数均有显著影响，地形通过调节光热和水分对冠层结构差异产生作用。该关系从温带到热带的样地之间差异较大，但整体来说地形越复杂，其对于冠层结构的影响越明显。本研究还发现，基于地形所计算的光热和水分参数对于结构的解释力度要优于传统的地形形态学参数，在另一方面体现了新技术与新参数对于群落生态学的推动作用。希望本研究结论有助于增进研究者对于群落尺度森林冠层格局与关系的认知。

Restoration thinning impacts surface and belowground wood decomposition

Weiwei Wang, Deborah Page-Dumroese, Martin Jurgensen, Chris Miller, Joanna Walitalo,

Xiao Chen, Yong Liu

(Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

Forest thinning to protect the soil and improve hydrologic function is used to alter stand structure and increase residual tree growth. However, little

is known about how surface and belowground wood decomposition (i.e., soil process changes) respond to aboveground vegetation manipulation. We determined mass loss of three species of wood stakes (loblolly pine (*Pinus taeda* L.), trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx.), and Chinese pine (*Pinus tabuliformis* Carrière)) placed horizontally on the soil surface and vertically in the mineral soil after thinning a Chinese pine plantation in northern China. Restoration thinning treatments consisted of three levels of overstory removal (30%, 41% and 53% of the standing biomass) plus an unthinned control. Stakes were extracted every 12months for 2years, and then at 6 month intervals until the end of the study (3.5years). Surface stake mass loss was significantly greater (9.0%) in the 30% overstory removal treatment than the control, but overall mass loss at the soil surface was very low (<10%) after 3.5 years. In the mineral soil, aspen stake mass loss was greater than either Chinese or loblolly pine stakes, which had similar mass loss. In addition, mass loss was greatest in the 41% overstory removal plots. Stakes of all species decomposed faster deeper in the mineral soil than near the soil surface, but they were not affected by changes in soil N, OM, and pH after thinning. Overall, thinning this Chinese pine stand had little impact on surface and belowground wood stake decomposition

玉龙雪山森林群落构建机制与生态系统功能

罗亚皇，刘杰，李德铢，高连明

(1 中国科学院昆明植物研究所生物多样性与生物地理学重点实验室, 云南昆明 650201; 2 中国科学院西南野生生物种质资源库, 云南昆明 650201)

全球变化和人类活动等导致了生物多样性的加速丧失, 进而影响生态系统的服务功能。生物多样性的形成与维持机制以及生物多样性对生态系统功能的影响受到广泛关注, 是生物多样性和生态学研究领域的热

点问题。近年来，整合多维生物多样性（物种多样性、系统发育多样性及功能多样性）及多营养级生物多样性为探究群落构建机制和生态系统服务功能提供了新思路。本报告以玉龙雪山海拔梯度的固定监测森林样方为研究平台，综合不同维度多样性和多个营养级多样性（植物、叶片螨虫、小型兽类、土壤细菌和土壤真菌），开展沿海拔梯度森林垂直群落构建机制如何变化；探究多维度生物多样性如何影响森林垂直群落的生态系统功能；进一步探索多营养级多样性如何影响生态系统多功能。结果表明沿海拔梯度的森林垂直群落的构建机制和生态系统功能维持机制存在差异，维持森林群落生态系统多功能性需要多营养级生物多样性共同发挥作用。

基于林冠色彩指数的森林林冠物候特征及其对气候变化响应的联网研究

张一平

(中国科学院西双版纳热带植物园，西双版纳 666303)

物候是植物对气候变化响应的重要指标，对其开展研究显得尤为重要。而中国西南-中南半岛是一带一路的重要战略区域，保存有良好的森林生态系统，是全球森林生态系统研究的热点地区之一。沿 101° E 的不同纬度梯度选取 8 个森林生态系统，依托森林通量监测铁塔，设置林冠林相监测系统，加之无人机遥感技术，构建森林林冠林相自动监测研究网络，测定林冠林相，计算林冠色彩指数，得到林冠物候特征；配合通量、树干液流和气候等相关数据，开展中国西南-中南半岛地区跨纬度梯度（从中国贡嘎山 ($29^{\circ}36'N$) 到马来西亚 Pasoh ($2^{\circ}58'N$)) 不同森林林冠物候特征及其对气候变化响应的比较研究。从林冠表面视角出发，解析森林林冠色彩指数与物候及气候要素的关系；探究 GPP 和 WUE 与林冠色彩指数的关系，揭示中国西南-中南半岛地区跨纬度梯度不同森林生态系统林冠色彩指数对物候特征的影响及对气候变化的响应，培养年轻人。为一带一路区域的我国西南和东南亚地区森林生态系统对气候变

化的响应研究提供支持。

关键词：气候变化，物候，林冠色彩指数，森林林冠

毛竹林扩张对原生森林群落空间分布格局的影响与毛竹林空间扩张策略研究

张昊楠

(生态环境部南京环境科学研究所, 南京 210042)

目前, 竹林已经在全球范围内都有所分布, 其中一些具有较强侵略性的竹种通过地下茎无性繁殖的方式在原生森林中斑块状扩张, 并最终取代了邻近的原生林。然而, 对小尺度下竹林在原生森林中的空间分布格局、竞争关系以及空间扩张策略的研究仍然十分缺乏。为此, 本研究在贵州北部湿热河谷内原生亚热带雨林中设置固定样地, 记录植物个体空间位置和生长状态, 通过群落结构和空间点格局分析发现: (1) 人工引进的毛竹林在赤水河谷内低海拔森林群落中不断扩张, 在一些地区已经成为群落内的优势树种, 导致原生森林在群落结构和空间格局上都发生了显著变化。(2) 毛竹林在扩张过程中形成大量聚集分布的无性系分株幼体“克隆斑块”, 其通过压缩和占据原生种的空间大幅降低了原生森林树种的重要值和多样性, 致使原生森林群落空间格局逐渐均匀化 (regular)。(3) 毛竹林在克隆繁殖中, 能够通过合理分配无性系分株对群落内有限空间和资源的占用率, 降低不对称竞争对同种个体的相互影响, 这种空间扩张策略对毛竹种群在缺乏高大乔木层的河谷雨林内扩散具较强的有推动力作用。

关键词：毛竹扩张, 湿热河谷雨林, 空间分布格局与竞争关系

基因组浅层测序技术在森林多样性监测中的应用

李巧明, 邵晓娜, 林露湘

(中国科学院西双版纳热带植物园 热带森林生态学重点实验室, 昆明 650201)

近年来, 高通量测序平台 (NGS) 的发展为超级条形码研究提供了

可靠的平台。在众多简化基因组测序方法中，基因组浅层测序（genome skimming）费用相对较低，即使 2-3G 序列数据也可以获得高拷贝叶绿体基因组及核糖体大亚基序列，这可有效提高快速分化物种间的分辨率。由于基因组浅层测序数据可以兼容植物核心 DNA 条形码序列、其他细胞器条形码和核糖体大亚基序列，因此该方法可以提供更可靠和丰富的信息。立足中国西南—中南半岛东经 101 度森林样带，通过基因组浅层测序获得全基因组较低测序深度基因组数据，借助于生物信息学手段，以及文库构建流程的优化，目前我们已经成功获得中国西南三个大型动态样地（补蚌大样地、纳版河大样地、哀牢山大样地）所有物种及其周围森林共 1077 个物种的叶绿体全基因组和 rDNA 序列数据，已经形成文库构建的标准与技术规范，以及数据组装和拼接规范。该数据可以用于：

（1）继续推进植物核心 DNA 条形码参考数据库的构建；（2）补充核心条形码物种分辨率有限的问题，实现对绝大部分植物的准确鉴定，为生物多样性调查与评估提供数据；（3）构建群落系统发育关系，系统发育关系能够影响物种之间的相互作用强度，进而影响物种共存。我们将从生物多样性更深的维度，系统发育维度并结合功能性状维度来解释生物多样性在纬度梯度上的变化，并为系统发育和功能性状维度在推导生物多样性维持机制方面提供更有力的证据。

关键词：系统发育关系，基因组浅层测序，种间关系，物种共存

Disentangling the factors affecting the biomass carbon storage in a temperate forest in China

Guang Qi^{1,2}, Xiaojun Du¹, Keping Ma¹

(1 Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences; 2 Pingdingshan University)

The influence of topographic and biotic factors on forest ecosystem functioning has recently received more attentions in ecology. With the rapid development of DNA barcoding, the phylogenetic relationships of species

found in many communities are available, but the role of evolutionary history in determining the ecosystem functioning has not been well explored. In this study, we aimed at understanding the roles of topographic, biotic factors as well as phylogenetic relationships of the species in determining the biomass carbon storage in a 25-ha Baotianman Forest Dynamics Plot (BFDP) in Henan province of China. We classified the plot into 5 habitats based on both topographic and biotic characters. We tested species habitat associations for aboveground, belowground and total biomass carbon storage for 120 tree species using torus-translation. Meanwhile, we detected the effective topographic and biotic factors on biomass carbon storage using generalized least-squares models (GLS). Finally, we tested phylogenetic signal for aboveground biomass carbon (AGBC), belowground biomass carbon (BGBC) and total biomass carbon (TBC) respectively within different habitats to confirm whether these patterns were related to community evolutionary history. Our results showed that the effective topographic and biotic factors on biomass carbon storage varied among AGBC, BGBC and TBC. Evolutionary history plays significant roles in species-habitat associations in term of biomass C storages of the gentle slope habitat (Hab 3). Our results highlighted the role of evolutionary history in determining biomass carbon storage in different habitats. This will help to understand the underlying relationship between species diversity and biomass carbon storage as well as maximizing the carbon storages of local forests in this climate-transition zone.

Keywords: species habitat association, belowground biomass carbon storage, climate-transition zone, phylogenetic tree

Conspecific and interspecific crowding facilitates tree survival in a tropical karst seasonal rainforest

Yili Guo, Han Y. H. Chen, Bin Wang, Dongxing Li, Wusheng Xiang,
Azim U. Mallik, Tao Ding, Fuzhao Huang, Xiankun Li

(1. Guangxi Key Laboratory of Plant Conservation and Restoration Ecology in Karst Terrain, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, 541006; 2. Guangxi Youyiguan Forest Ecosystem National Research Station, Pingxiang 532600; 3. Faculty of Natural Resources Management, Lakehead University, Thunder Bay, Ontario P7B 5E1, Canada; 4. Key Laboratory for Humid Subtropical Eco-geographical Processes of the Ministry of Education, School of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007; 5. Department of Biology, Lakehead University, Thunder Bay, Ontario P7B 5E1, Canada)

Tree mortality plays a vital role in forest dynamics, and contributes to species coexistence and community assembly. Global environmental change has been linked to significant increases in tree mortality in world's forests, but the mechanisms that controlling tree mortality are poorly understood, especially in species-rich tropical forests. Size-dependent, abiotic constraints, and biotic interactions act simultaneously to cause tree mortality in natural forests. However, these drivers are often studied independently, which can limit understanding of how they interact to affect tree mortality in natural forests.

We used a hierarchical Bayesian logistic regression modeling approach to quantify the simultaneous effects of tree size, topography, neighborhood, and their interactions on tree mortality in a 15-ha fully mapped tropical karst seasonal rainforest in Southern China.

Of the variables tested, tree size had consistent and the strongest negative effect on tree mortality, while topography and neighbor competition were of secondary importance. Neighbors, especially interspecific neighbors had a facilitative effect on lowering the mortality, while only several species showed conspecific negative density dependent on mortality. Topography had significant effects on tree mortality. The size-dependent and neighbor

competition induced tree mortality was stronger for shade-intolerant than for shade-tolerant species, and the size-dependent mortality was the strongest for shrub species among the three growth forms.

Synthesis Our results indicate that size-dependent effect was the dominant cause for tree mortality, but neighbors, especially interspecific neighbors, had a facilitative effect on lowering tree mortality. While conspecific negative density dependence was a minor driver of mortality in this tropical karst rainforests. Furthermore, the relative importance of these mechanisms to tree mortality differed within life-history traits guilds. Our study highlights the value of simultaneously considering the individual and interactive effects of multiple mechanisms in understanding the dynamics and coexistence of highly diverse metacommunities in harsh environments.

Keywords: plant-plant interaction, size-dependent mortality, facilitation, competition, negative density dependence, life-history traits, karst forest

植物菌根类型对温带森林物种负密度制约强度与丰富度的影响

姜峰, James A. Lutz, 国庆喜, 郝占庆, 王绪高, Gregory S. Gilbert, 毛子昆, David A. Orwig, Geoffrey G. Parker, 桑卫国, 刘延坤, 田松岩, 金光泽

(1 东北林业大学生态研究中心, 中国哈尔滨, 150040; 2 Wildland Resources Department, Utah State University, Logan, Utah, USA; 3 东北林业大学森林生态系统可持续管理教育部重点实验室, 中国哈尔滨, 150040

4 中国科学院沈阳应用生态研究所, 中国沈阳, 110016; 5 Environmental Studies Department, University of California, Santa Cruz, Santa Cruz, California; 6 Harvard Forest, Harvard University, Petersham, MA, USA; 7 Forest Ecology Group, Smithsonian Environmental Research Center, Edgewater, Maryland, USA; 8 中国科学院植物研究所, 中国北京, 100093; 9 黑龙江省森林机械工程与环境研究所, 中国哈尔滨, 150081; 10 黑龙江省森林生态与林业生态工程重点实验室, 中国哈尔滨, 150080; 11 黑龙江省牡丹江森林生态系统国家定位研究站, 中国牡丹江, 157500)

森林物种多样性的维持机制一直是生态学家的研究焦点与挑战, 其中植物种内负密度制约机制可能扮演着关键的角色。最近研究指出植物

菌根类型可能影响物种的负密度制约强度。本研究通过分析 15 个分布于中国东北与北美地区的温带森林动态样地的 305 个物种个体分布数据，探究植物菌根类型对物种负密度制约强度、多度与物种丰富度的影响。研究发现：1) 丛枝菌根 (AM) 物种比外生菌根 (ECM) 物种显示更强的负密度制约效应；2) AM 物种的负密度制约强度与物种多度有更为正的线性关系；3) AM 物种显示更为平缓的物种秩-多度关系；4) 样地海拔、维度与分布区域的差异影响物种丰富度与 ECM 物种的比重，物种丰富度随样地 ECM 物种比重的增加而降低。本研究结果显示植物物种菌根类型在区域尺度上一致地影响着负密度制约强度，进一步影响物种丰富度。

植物功能多样性和系统发育多样性促进亚热带森林树木生长

张佳鑫，乔秀娟，江明喜

(中国科学院水生植物与流域生态重点实验室，中国科学院武汉植物园，武汉 430074)

树木的生长是一系列生物和非生物因子相互作用的结果，了解物种多样性和群落动态变化的关系已成为群落生态学和保护生态学的重要目标。然而，对生物多样性的哪些方面（即物种、功能和系统发育的多样性）在树木生长中所起的作用还不是很明确，亚热带森林生态系统尤其如此。在本研究中，我们选用一个 25 公顷亚热带山地混交林的永久监测样地的立木分布数据，采用结构方程模型的多元方法，考虑了特定环境条件（地形条件和土壤因子）的影响，研究不同空间尺度（ 20×20 米； 50×50 米； 100×100 米）生物多样性和树木生长的关系。生物多样性变量包括物种多样性(Simpson)、功能多样性(FDis)和系统发育多样性(PD)。生物多样性与群落生长的关系随空间尺度的变化而变化。在 20×20 米尺度下，PD 和 FDis 对森林树木生长有显著影响，而 Simpson 仅具有间接影响。在 50×50 米和 100×100 米尺度下，生物多样性与生长呈弱相关。同时我们发现初始胸高端面积和局地环境条件生物多样性和树木生长有显著影

响。本研究结果强调了环境条件在决定森林生态系统功能上的显著作用，揭示了亚热带森林生物多样性在促进森林生长方面的积极作用。

鼎湖山南亚热带常绿阔叶林植物功能性状沿群落垂直层次的种内变异

张入匀

(中国科学院华南植物园, 广州 510650)

探究功能性状沿环境梯度的变化有助于理解物种共存机制。在森林群落内, 光、温度、湿度和蒸汽压亏缺等小环境沿着垂直层次呈梯度性变化。本研究选取了鼎湖山南亚热带常绿阔叶林 1.44 ha 塔吊样地内 16 个物种的 2820 个个体, 来探究 4 个叶片功能性状(比叶面积、干物质含量、叶片厚度和叶面积)的种内变异对群落内垂直梯度小环境(光, 温度, 相对湿度和蒸汽压亏缺)的响应。结果表明: 种间变异大于种内变异, 但并非是所有功能性状; 群落内垂直梯度的小环境与物种差异对叶片功能性状变异均有贡献, 但叶片功能性状的变异主要与物种差异有关。其中, 种内变异与垂直空间中光环境的显著关系最为普遍。此外, 温度, 相对湿度和蒸汽压亏缺对一些物种的种内变异也有一定贡献, 但其对干物质含量的种内变异贡献较小; 垂直梯度的小环境在一定程度上控制种内变异, 且物种对小环境的响应方式存在差异, 从而导致物种交叉。本研究结合群落垂直层面与种内变异完善了局域森林群落的物种共存研究。

关键词: 垂直梯度, 小环境, 功能性状, 种内变异, 物种共存, 响应

穆棱东北红豆杉林群落结构特征

田松岩, 刁云飞, 刘延坤, 刘玉龙, 邵英男

(黑龙江省森林工程与环境研究所 哈尔滨 150081)

东北红豆杉系红豆杉属的第三纪孑遗的珍贵乔木, 国家一级保护植物。为了探讨东北红豆杉林群落生物多样性的形成与群落维持机制, 我

们参照 CTFS 技术规范于 2014 年在穆棱东北红豆杉国家级自然保护区建立了东北红豆杉林 25 公顷监测样地。并对样地内 DBH $\geq 1\text{cm}$ 木本植物及所有东北红豆杉幼苗进行了每木调查。样地内共有胸径 (DBH) $\geq 1\text{cm}$ 木本植物 57 种，隶属于 22 科 38 属。独立个体数为 63,877 株（包括分枝为 126,573 株），表现出针叶树种以红松、臭冷杉等为绝对优势，阔叶树种以紫椴、色木槭、青楷槭、枫桦等多种混生的特点。对样地内所有个体径级结构、主要树种的空间分布格局、东北红豆杉种群存活曲线、生命期望曲线、死亡率曲线及消失率曲线、东北红豆杉种群与其他主要树种的种间关系进行了分析。结果表明，东北红豆杉林具有较高的物种多样性，大部分树种的更新良好；东北红豆杉种群表现出幼龄期生长非常不稳定，中龄期、成熟期相对稳定衰退的特点；不同物种具有不同生境偏好，物种空间分布与生境紧密关联；红松、臭冷杉、紫椴、青楷槭、毛榛、枫桦、簇毛槭与东北红豆杉可能存在生态位分化。

关键词：东北红豆杉； 物种组成； 径级结构； 空间分布特征

海南尖峰岭热带山地雨林幼苗的动态变化及其影响因素

石佳竹¹，许 涵^{1*}，林明献²，李意德¹

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所，广州 510520; 2. 中国林业科学研究院热带林业研究所试验站，乐东 572542)

林下幼苗是森林生态系统的重要组成部分，其存活容易受到多方面因素的影响。本研究利用海南尖峰岭热带山地雨林 60 hm² 植被动态监测大样地，以 2013 年-2019 年植物幼苗为调查对象，对大样地内林下幼苗个体进行统计，分析幼苗数量动态变化规律以及影响幼苗动态变化的环境因子。结果表明：（1）在群落水平上，幼苗数目主要受土壤有机质、全磷和全钾的影响；（2）从生长型看，幼苗组成中占绝对优势的是乔木，所占比例达 45% 以上，其幼苗数量受土壤有机质、速效钾影响，灌木幼苗总数受全钾、有效磷和硝态氮的影响，藤本幼苗总数受有机质、全磷、

全钾和硝态氮的影响，各生长型幼苗均受土壤钾元素的影响。（3）从物种水平上，不同物种幼苗受不同环境因子的影响，九节和厚壳桂幼苗在样地中分布广泛，二者均受土壤磷元素的影响。以尖峰岭热带山地雨林60 hm² 动态监测样地为平台，分析幼苗在大的空间尺度上的分布规律，能够为进一步地分析与幼苗相关的生物多样性维持理论及其作用机理提供重要的科学依据。

关键词：植被动态监测，环境因子，空间尺度，生物多样性

Woody plant distribution depends on the partitioning of community types in a temperate deciduous broad-leaved forest

Jingjing Xi, Nan Wang, Yun Chen, Yizhen Shao, Zhiliang Yuan, Yongzhong Ye
(Henan Agricultural University, No.63 Agricultural Road, Zhengzhou 450002, China)

The habitat partitioning hypothesis provides a conceptual framework for explaining the maintenance of plant diversity. Its central tenet assumes environmental conditions are spatially structured, and that this structure is reflected in species distributions through associations with different habitats. Previous studies of habitat partitioning about plants have been emphasized the importance of abiotic environment (e.g., topography, soil, and light), while the role of community partitioning for woody plant community assembly remains ambiguous. Here, in temperate forest based on different dominant community set 5 1 hm² (100 m x 100 m) to forest monitoring. We examined community structure differences by nonmetric multidimensional scaling and betadisper test, and then analyzed the plant–community relations by correlation network approach and indicator species analysis. Our result showed that the abundance, richness and species composition of woody plants showed significant differences among the five communities. A total of 13 species appeared in five communities at the same time, and a total of 64.38% (103/160) species appeared in two or more communities. The linkage index

showed that 46.91% of the potential associations between species and communities were detected. The specialization index showed that 42.83% of the species had the characteristics of distribution specialization to different communities. The characteristics of woody plant assemblages differed among the different communities. Our findings suggest that the distribution of woody plants in different dominant species communities showed high specialization and unevenness. Different woody plants are associated with different communities. Together these findings suggest that community partitioning is important for woody plant distribution and potentially important for the maintenance of woody plant diversity.

鹞落坪自然保护区优势种茅栗的空间分布格局

高改利

(安徽大学,安徽 230039)

鹞落坪自然保护区系大别山腹地, 主要保护对象为亚热带常绿落叶阔叶混交林, 在其顶级群落中, 壳斗科植物占绝对优势, 是该区域的主要建群种。本文通过大样地调查, 对鹞落坪自然保护区的优势种茅栗的空间分布状况以及种内竞争进行了研究。方法: 选取聚集度指数 (ICS), 平均拥挤度 (m^*), 聚块性指标 (PI) 来衡量物种的集散程度, 并运用 Hegyi 单木竞争模型对样地优势种茅栗进行了种内竞争分析。结果表明: 优势种茅栗的分布格局为总体离散, 局部聚集的状态, 且其种内竞争强度与胸径大小呈对数相关。

寒温带兴安落叶松 25ha 样地监测与研究进展

倪红伟, 朱道光, 杨立宾, 崔福星, 柴春荣, 李金博, 付晓宇, 魏丹
(黑龙江省科学院自然与生态研究所, 哈尔滨 150040)

寒温带兴安落叶松林 25ha 样地于 2014 年建立, 位于大兴安岭伊勒

呼里山（是温带与寒温带的分界线）北坡，具有中国东北大兴安岭寒温带地带性典型植被，地理位置 $51^{\circ}82'N$, $122^{\circ}98'E$ 。样地采用 Center for Tropical Forest Science (CTFS)统一标准建立的。样地群落是以兴安落叶松 (*Larix gmelini*) 为建群种的寒温带针叶林，兴安落叶松为主要优势种，并形成藓类—兴安落叶松林、草类—兴安落叶松林、杜香—兴安落叶松林和兴安杜鹃—兴安落叶松林 4 种主要群落类型，体现出寒温带针叶林的植被景观特征。基于样地监测数据相继开展了关于寒温带落叶松林的一系列研究，包括寒温带落叶松林的土壤温室气体排放通量、土壤微生物群落结构、雪被特征、粗木质残体、野生动物、土壤动物及乔木植物功能性状等相关研究；样地于 2018 年-2019 年完成第一次复查。

专题三 草原/荒漠多样性监测

利用土壤中植物 DNA 监测中国西北荒漠区植物物种多样性

刘艳磊^{1,2}, 董文攀¹, 徐超^{1,2}, 陈荀¹, 吴平^{1,2}, 周世良^{1*}

(1 中国科学院植物研究所, 北京 100093; 2 中国科学院大学, 北京 100049)

DNA 条形码技术利用基因组特定区域的 DNA 序列来鉴定物种，目前已得到分类学家认可，并被广泛应用于物种快速鉴定。随着高通量测序技术的发展，Metabarcoding 技术越来越多地被应用于环境中物种的识别和监测，目前已被广泛应用于水体浮游生物，海洋生物及微生物的监测和多样性评估，但少见应用于高等植物相关领域的研究。基于此，本研究以中国西北荒漠区为研究对象，在该区域采集了 144 份表层土壤样品作为研究材料，利用存在于土壤中的环境 DNA，通过测定 matK, rbcL 和 trnLF 三个叶绿体基因，采用 Metabarcoding 的技术手段监测该区域的物种多样性变化，探究影响植物物种多样性分布格局的影响因素。结果表明，采集于西北荒漠区的土壤样品中共计揭示了 836 种植物，其中优势类群为藜科、禾本科、白刺科、菊科和豆科，且藜科占有绝对优势。通过对整个区域的植物物种多样性分析，本研究发现在西北荒漠区取样带

上，植物物种多样性呈现中间物种多样性高，向东西两侧逐渐减少的趋势。通过对植物物种多样性与环境因子的关联分析，本研究发现植物物种多样性与近 30 年的平均温度呈负相关、与海拔高度呈正相关，与降水量无明显关联。研究还发现，土壤类型和荒漠类型影响植物物种多样性，石漠中物种多样性较高，盐碱地中多样性较低。温带半灌木、矮灌木荒漠，温带矮灌木荒漠物种多样性较高，温带多汁盐生半灌木荒漠中物种多样性较低。本研究基本阐明了中国西北荒漠地区植物物种多样性的分布格局及其影响因素，为进一步的生物多样性监测和保护奠定了基础。

关键词：生物监测，植物，物种多样性，Metabarcoding，荒漠区

中国荒漠草地植物多样性监测网

宋创业

(中国科学院植物研究所，北京 100093)

草原和荒漠是我国北方地区和青藏高原最主要的植被类型。草原荒漠植物多样性监测网致力于采用统一的方法对这些主要的植被类型及其环境特征进行长期的定位监测，以期为准确掌握我国草原和荒漠生态系统中生物多样性及其变化，研究生态系统结构与功能，为制定科学的生物多样性保护措施等提供坚实的基础数据支撑。本报告从监测网的监测布局、监测内容、监测指标、监测方法、监测和研究进展、数据共享等方面介绍草原荒漠植物多样性监测网的工作进展以及未来发展规划。

中国草原/荒漠植物群落模式样地生物多样性监测研究进展

侯东杰^{1,2}, 宋创业¹, 刘长成¹, 郭柯^{1,2}

(1. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室，北京 100093; 2. 中国科学院大学)

受全球气候变化和人类活动的剧烈影响，生物多样性正处于快速降低阶段。为加强中国生物多样性的长期监测与研究，Sino BON 共建立 10 个生物多样性监测专项网。草原荒漠多样性监测专项网作为 Sino BON 的

重要组成部分，到目前已运行3年。本文主要介绍中国草原/荒漠植物群落模式监测样地的建立方法、研究进展及建立中存在的问题，并结合新手段、新技术完善草原/荒漠植物群落模式监测样地的监测内容，同时也对样地建立中存在的问题提出了解决方法及建议。此外，本文还提出草原/荒漠植物群落模式监测样地的未来规划设想。本研究并为开展中国草原荒漠多样性监测提供了可借鉴的方法、技术与改进建议。

积雪覆盖变化对荒漠草本植物群落动态的影响

尹本丰，安里菲热，周晓兵，张静，张元明*

(中国科学院新疆生态与地理研究所，干旱区生物地理与生物资源重点实验室，乌鲁木齐 830011)

草本植物作为荒漠生态系统的重要层片和春季植物群落生物量的主要贡献者，在荒漠生态系统的地表循环和生物多样性的维持中均扮演重要角色。冬季积雪是温带荒漠植被生长发育的重要水源之一，然而，荒漠冬季的积雪覆盖变化将如何影响草本植物的群落动态还不清楚。本项目组在古尔班通古特沙漠腹地，通过设置减雪、自然和增雪处理，对积雪覆盖变化在地表水温变化及草本植物萌发、生长及群落建成等方面进行了系统研究。结果表明，积雪覆盖变化能够显著改变荒漠地表土壤含水量和地表温度，并影响荒漠草本植物的群落动态。积雪的增加能够促进短命植物和一年生长营养期植物的萌发，显著增加短命植物的物种多样性、植被覆盖度和植物地上生物量，对一年生长营养期植物的影响不显著。然而，积雪的去除对一年生长营养期植物的生长具有显著消极影响。同时，积雪的变化改变了草本植物的生长周期，但这种影响存在明显的种间差异。综合而言，积雪覆盖变化能够通过对植物个体生长的影响进而影响整个荒漠草本植物的群落结构，这将为进一步研究植物对荒漠特殊生境的适应机制以及生态系统恢复和保育提供科学依据。

Post-extinction compensation drives diversity-function relationships in natural ecosystems

Qingmin Pan

(State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100093)

Predicting the impacts of realistic biodiversity loss scenarios requires better understanding of the effects of non-random extinction patterns and compensation by the species that remain. Recent simulations suggest that both of these produce a variety of biodiversity-ecosystem functioning relationships that differ from the saturating curve often displayed in synthetic communities with random biodiversity loss. Using data from two long-running (5 years) field experiments in which all possible combinations of plant functional groups (PFGs) were removed, our unique analysis method demonstrates that compensatory responses of remaining PFGs, rather than the intact-system abundance of the lost PFGs, determine the directions (positive, no relationship or negative) and shapes (linear, non-linear or unimodal) of biodiversity-ecosystem function relationships. Given that biodiversity usually declines in non-random ways and compensation is common in nature, we suggest that post-extinction responses of the remaining components will be crucial to predicting the impacts of biodiversity loss on natural ecosystems.

Keywords: biodiversity; ecosystem; plant functional group

额尔古纳站对生物多样性监测的布局和构想

王正文

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

中国科学院沈阳应用生态研究所额尔古纳森林草原过渡带生态系统研究站（额尔古纳站）位于内蒙古自治区呼伦贝尔市额尔古纳市黑山头镇，其地理坐标为北纬 $50^{\circ}12'19''$ ，东经 $119^{\circ}30'28''$ ，海拔 523m。该站所在区域处于我国森林草原过渡带、农牧交错区和寒温带-中温带交错带和

欧亚大陆多年冻土区南界，因此该区生物多样性极其丰富，且对全球变化非常敏感，是我国北方生物多样性监测研究的理想区域。自 2012 年开始建站以来，该站建立了以典型草原生态系统、森林草原过渡带生态系统为主体的监测体系，按照国家生态系统研究网络的标准开展水文（土壤水分含量等）、土壤（土壤理化性质和养分状况）、气象（气温、降水、风速风向、光辐射等）、生物（植物、动物和微生物）四大方面的监测工作，现已积累各类数据 300 万余条。另外，已陆续采集呼伦贝尔草原地区的植物物种 800 余种，保存标本 10000 余份，并已录入国家标本数据库。建立了土壤和植物标准样品库，现已保存各类土壤样品 5000 余份，植物地上部分（茎、叶、花、种）样品上万份、植物根系样品共 6000 余份。展望未来，额尔古纳站计划在呼伦贝尔市 25 万平方公里的范围内开展植物（包括低等植物）、动物（土壤动物、鱼类、两栖和爬行动物、鸟类、兽类）和微生物资源及其对全球变化响应的调查研究，为呼伦贝尔地区的生物多样性保护、生态文明建设、生态环境改善和农牧业、林业、生态旅游等生态产业发展提供基础数据和科技支撑。

CERN 荒漠草地生态系统生物长期监测及生物多样性案例分析

张琳，宋创业，吴冬秀

（中国科学院植物研究所，北京 100093）

1988 年，中国科学院开始建立全国尺度的中国生态系统研究网络（CERN），包括 38 个陆地站和 6 个水体站，其中荒漠和草地站共 8 个，主要分布于我国北方，从东到西分别是奈曼站、内蒙站、鄂尔多斯站、沙坡头站、海北站、临泽站、阜康站和策勒站。荒漠、草地生态系统的生物长期监测是针对典型的固定样地，采用统一的方法和观测频率对生态系统中的生物参数进行长期观测，经过各级质量控制，获得质量可靠、格式规范、具有良好可比性的典型生态系统生物群落动态与变化规律信息。观测内容主要包括植物群落种类组成、群落特征、叶面积指数、生

物量、物候、优势植物元素含量，以及动物种类与数量、微生物生物量等。已积累观测数据包括草地数据集 6.8 万条记录，10 个数据表，时间跨度 1998-2018，荒漠数据集 5.7 万条记录，16 个数据表，时间跨度 2003-2018。基于草地和荒漠植物物种组成和丰富度的数据分析表明，不同草地类型物种丰富度差异显著，且年际变异性呈现总体相对稳定的周期性波动，各物种年际出现频率分级中常见种和稀有种均较多，表明物种组成相对较稳定；荒漠植被的物种丰富度非常低，相互间差异很大，物种组成年际间变化较大，且草本层变化高于灌木层。

极端干旱条件下不同类型草原植物多样性与生产力的关系

雒文涛

(中国科学院沈阳应用生态研究所,沈阳 110016)

在全球气候变暖的背景下，极端干旱事件的发生频率和强度不断加剧，对草地生态系统的结构和功能（净初级生产力）产生了深远影响。迄今为止，不同生态系统类型之间响应强度表现出的差别及其理论机制仍不十分明晰。为了更有效的预测群落功能对极端干旱的响应情况，本研究借助在内蒙古草原上已建立的极端干旱联网实验平台，在前期 3 年干旱处理和生态学观测研究基础上，探索长期干旱对草原生产力的直接和间接影响，寻求能够指示群落功能变化的有效指标。群落性状对各草地生产力抵抗极端干旱的能力均具有较大影响，但物种多样性与生产力的显著关系仅发生在最干旱草原样点上。此外，在有中度干旱样点，发现功能性状功能分散系数和系统发育多样性与草原生产力显著关系，表明该样点生产力对干旱的敏感度受植物群落内物种间生态位互补效应的调控。综上所述，草原生态系统功能对干旱的敏感性存在显著差异，且差异的内在生态学机制明显不同。在区域尺度上揭示极端干旱事件对不同类型草原植物群落结构与功能的影响及其生态学机制，为草地生态系统植被的恢复重建提供数据支撑和科学依据。

专题四 野生动物红外相机监测与保护

红外相机监测揭示我国大型兽类群落现状与知识空缺

朱淑怡，李晟

(北京大学生命科学学院, 北京 100871)

在陆地生态系统中，大型兽类处于食物链中较高的营养级，具有重要的生态功能，且对环境敏感，易受人类活动影响，存在较高的灭绝风险，受到人们的广泛关注。近年来，红外相机技术已发展成为我国大型兽类多样性监测的主要手段，我们系统检索并收集了自 2005 年以来，全国范围内使用红外相机开展的野生动物监测与研究成果，并补充来自其他监测手段的实证性数据（包括拍摄记录、DNA 分子鉴定等），以获得可靠的大型兽类分布记录。数据来源包括学术文献及论文、会议报告、新闻报道、书籍和部分未发表数据集，共计 1049 篇（份），来自全国 34 个省、市、自治区及特别行政区的 602 个研究点。结果显示，2005 年以来全国共记录到 150 种陆生大型兽类，其中红鬣羚 (*Capricornis rubidus*) 为未列于名录的中国物种新记录；另有 32 种名录上有记载的大型兽类未被发现，主要原因包括局域灭绝、历史记录不可靠等。当前，青藏高原东缘的横断山、川西高原至藏东南、滇西北的山地和滇南边境地区是我国陆生大型兽类多样性最高的区域，其中滇西与桂西南为灵长类物种多样性分布的热点地区，藏东南、川西高原、横断山至秦岭为有蹄类物种多样性分布的热点地区，藏东南至横断山的青藏高原东部山地、滇南边境与吉林东部边境区域为食肉类物种多样性分布的热点地区。在全国范围内 92 个开展了充分调查的研究点上，实际分布的大型兽类物种数（ $\text{mean}=13.83$ ）显著低于 IUCN 物种分布数据集所显示的物种数（ $\text{mean}=30.47$, $p < 0.001$ ），其中食肉类差异最大，灵长类差异最小；云南中部至贵州、广西大部是物种数差异最大的区域。

上述结果表明，全国范围内大量历史上曾有分布的大型兽类物种的分布现状亟需进一步的调查与核实。本研究将国内已有研究位点的监测数

据进行汇总与整理，结果显示 IUCN 专家知识所提供的大尺度、粗精度物种分布数据可能会高估局部尺度实际的物种多样性水平。目前国内使用红外相机技术对野生动物的调查较为广泛，已积累大量的物种监测记录但尚未形成全面的数据整合。今后，如何促进全国范围内不同的多样性监测网络之间的监测数据共享，是需要重点关注的问题。这将为进一步深入研究物种的动态变化及驱动机制提供数据支持，同样也为今后物种的有效保护、保护策略的合理制定、保护优先区的精准划定提供数据基础。

关键词：生物多样性监测，生物多样性编目，红外相机，陆生哺乳动物，保护空缺，监测网络

大熊猫分布区大型食肉动物的现状与保护

李晟^{1*}, 申小莉², 王大军¹, William J. McShea³

(1. 北京大学生命科学学院, 北京 100871, 中国; 2. 中国科学院植物研究所, 北京 100093, 中国; 3. Smithsonian Conservation Biology Institute, Front Royal, VA 22630, USA)

大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 是全球最受关注的保护旗舰种。经过中国政府和保护组织数十年持续不断的投入，大熊猫的种群数量和栖息地面积逐步增长，在 IUCN 红色名录评估中从“濒危”降级为“易危”，成为全球濒危物种保护中里程碑式的成功案例。我们通过实地调查、问卷调查和文献检索，系统收集了大熊猫分布区内 75 个自然保护地过去 10 年间的红外相机调查记录和本底调查记录，汇总分析了大熊猫栖息地内有分布的 4 种大型食肉动物（即豺 *Cuon alpinus*, 狼 *Canis lupus*, 豹 *Panthera pardus* 和雪豹 *Panthera uncia*）的历史分布与现状。这些保护地的红外相机调查工作量合计超过 123 万天，监测位点约 7280 个。结果显示，4 种大型食肉动物在北部的秦岭、岷山、邛崃山 3 个山系仍有分布，而在南部的大相岭、小相岭和凉山已无记录。邛崃山中部是这 4 个物种全部有分布的唯一区域。秦岭中部的保护区群和邛崃山中部的保护区群

是当前大型食肉动物多度最高的区域。相比历史记录，豺的分布区缩减最为剧烈，已从 95%的历史分布区消失，过去 10 年间仅在 3 个保护区有零星确认记录；豹与狼均已从 78%的历史分布区消失；雪豹的现状相对最好，在邛崃山中部仍保留有较稳定的种群。大型食肉动物有着独特的生态习性与栖息地需求，以大熊猫为旗舰物种而制定的保护策略，可能无法充分满足同域分布的大型食肉动物的保护需求。当前，大熊猫国家公园的建立，为这片区域内大型食肉动物的保护提供了新的契机与希望。如何把群落结构与生态系统结构完整性纳入到国家公园的管理目标，以促进大型食肉动物的保护与种群恢复，是当前和今后需要重点关注的问题。

关键词：大型食肉动物；群落结构；红外相机；旗舰种；保护策略；国家公园

太行山中段华北豹种群的监测与保护

宋大昭，黄巧雯，夏凡，陈月龙，刘炎林
(中国猫科动物保护联盟)

太行山是我国特有豹亚种华北豹 (*Panthera pardus japonensis*) 的重要分布区。但由于栖息地破碎化、猎杀等因素的影响，华北豹散布于各自然保护区和林场。确保这些孤立小种群的安全，是保护及恢复华北豹种群的首要任务。自 2013 年至今，我们在山西省和顺县持续开展华北豹监测和保护工作。红外相机监测表明，2013-2018 年间和顺县华北豹种群基本上保持稳定；2018 年度确认至少有 10 只成年定居个体，并有 3 只母豹各产生 2 只小崽；西伯利亚狍、野猪等主要猎物分布广泛，相对多度指数较高。我们与和顺县各级政府、企业和社区合作，积极探索人与华北豹的共存之道，包括开展反盗猎巡护、缓解人豹冲突、试验野猪损坏庄稼防护措施等。华北豹和顺种群及其猎物依然面临放牧、盗猎、道路建设、风电和矿产开发等多种因素的影响，影响程度有待评估。为进一步

步推动太行山华北豹种群的保护，有必要扩大多方合作，并在景观尺度上规划总体保护措施。

关键词：太行山，华北豹，人兽共存。

基于红外相机对青海省玉树地区金钱豹种群调查初报

李雪阳

(北京大学，北京 100871)

近年来，金钱豹在青藏高原被多次报道。根据 IUCN 的评估结果，金钱豹的濒危等级为易危，其种群数量呈现减少趋势。青藏高原的金钱豹种群分布现状与动态尚未开展过系统研究，青藏高原对于金钱豹保护的重要性也有待评估。玉树州位于青藏高原南部，澜沧江与通天河的河谷森林是金钱豹的适宜栖息地，本研究基于北京大学自然保护与社会发展研究中心、山水自然保护中心在玉树州积累的社区监测红外相机数据，对于玉树州金钱豹的分布情况与种群动态进行了初步调查。自 2011 年以来，共在 6 个监测点拍摄到了金钱豹的照片，共获得 132 次独立捕获。记录到金钱豹的位点海拔区间为 3788-4625m，在 3955-4625m 与雪豹分布重叠。其中，东仲林场共记录到至少 8 只金钱豹个体，3 个家庭。在昂赛乡年都村，自 2015 年至今共记录到 12 只金钱豹个体，在连续四年的监测中观察到了同区域内雄性个体的更替，记录到了两个金钱豹家庭以及多只过境个体。昂赛乡年都村的金钱豹的活动节律为晨昏型，与同城分布的雪豹活动节律重叠度达到 0.83。

三江源地区雪豹与岩羊的活动节律

汤飘飘

(北京大学生命科学学院，北京 100871)

自 2013 年起，本实验组在三江源地区的八个村落，以 5km*5km 的网格大小，布设了 141 台红外相机。相机捕获到了雪豹、棕熊、狼、赤

狐、藏狐等种 8 种大中型食肉动物，岩羊、白唇鹿、马麝等 6 种野生有蹄类，以及牦牛、马、绵羊和山羊等 4 种家养有蹄类。通过红外相机数据分析，得到雪豹的日活动节律为晨昏型，而岩羊的活动则集中在白天，这与其惯有的晨昏活动节律相悖。为探索岩羊日活动节律变化的原因，进一步对气候环境、人为干扰以及捕食作用等因素进行分析，认为岩羊可能采取了再时间上回避雪豹的反捕食策略。

陆生大中型动物红外相机全境调查与评估：以广东车八岭保护区为例

肖文宏¹, 陈立军¹, 束祖飞², 张应明², 肖治术^{1,3*}

(1.中国科学院动物研究所农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101; 2.广东车八岭国家级自然保护区管理局, 广东始兴 512528; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

随着红外相机技术的成熟，近年来被越来越多地应用于野生动物调查中。许多研究人员和管理者将其作为反映自然保护地野生动物本底资源现状和变化的重要工具，广泛用于全国保护地。然而，目前众多的调查研究缺乏统一的标准，难以进行深入的对比研究与评估。我们以开展红外相机监测较早的广东车八岭国家级自然保护区为例，从调查抽样强度、动物种群特征、群落物种丰富度以及人类活动影响四个方面探索基于红外相机开展保护地全境调查和评估的规范模式。通过分析发现，红外相机与传统调查编目相比具有多物种、全天时、非入侵、易标准化等优势，能为保护地管理和生物多样性保护提供快速、便捷的科学依据和决策支撑，是开展陆生大中型动物全境调查和评估的有效方式。但是调查评估中需注意方法的统一规范，并结合土地利用、植被状况等指标能更好地反映栖息地对动物的影响。红外相机更适合陆生大中型兽类和地栖鸟类的调查，如若开展其他类群，还需结合样线等其他传统方法开展系统调查。

关键词：动物多样性；调查评估；红外相机；保护地；标准规范；

基于红外相机的浙江清凉峰国家级自然保护区千顷塘区域鸟兽资源调查

郭瑞，徐爱春

(1 浙江清凉峰国家级自然保护区管理局, 杭州 311321; 2 中国计量大学生命科学学院, 杭州 310018)

红外相机已经被广泛应用于野生动物多样性调查中, 这为制定有效的保护策略提供直接的科学依据。2014 年 11 月-2016 年 10 月, 共布设 46-51 个相机位点(网络), 对浙江清凉峰国家级自然保护区千顷塘区域内的鸟兽资源进行连续监测。共获得鸟兽独立有效照片 10149 张, 其中兽类占 88% (8932 张), 鸟类占 12% (1212 张)。经鉴定, 兽类 14 种, 鸟类 34 种, 其中包括 2 种国家 I 级重点保护野生动物(华南梅花鹿 *Cervus nippon kopschi* 和白颈长尾雉 *Syrmaticus ellioti*)和 5 种国家 II 级重点保护野生动物(中华鬣羚 *Capricornis milneedwardsii*、勺鸡 *Pucrasia macrolopha*、白鹇 *Lophura nycthemera*、凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*、领角鸮 *Otus lettia erythrocampe*)。本次调查发现丘鹬 *Scolopax rusticola*、橙头地鸫 *Geokichla citrina*、虎斑地鸫 *Zoothera aurea*、灰背鸫 *Turdus hortulorum*、白腹鸫 *Turdus pallidus*、红尾斑鸫 *Turdus naumanni* 及斑鸫 *Turdus eunomus* 为保护区新纪录鸟类。兽类中相对丰度指数最高的前 3 种动物分别是小麂 *Muntiacus reevesi* (56.85)、华南梅花鹿(16.25)和野猪 *Sus scrofa* (13.91), 鸟类中相对丰度指数最高的 3 种动物是白鹇(6.49)、棕噪鹛 *Garrulax berthemyi* (2.43)和勺鸡(1.54)。另外, 鸟兽物种数在不同海拔和植物群落中差异显著, 1051-1259m 海拔段的物种数显著高于 851-1050 m 海拔段的; 阔叶林的物种数显著高于针叶林的物种数, 但阔叶林与针阔混交林的物种数无显著性差异。本研究结果表明, 红外相机能够有效的调查浙江清凉峰国家级自然保护区千顷塘区域的鸟兽多样性, 该调查法对于监测大中型兽类和部分鸟类具有一定优越性, 所采集数据对保护区实施针对性的保护措施具有重要指导意义。

关键词: 红外相机; 兽类; 鸟类; 相对丰度指数; 清凉峰

专题五 土壤生物多样性监测

古田山自然保护区土壤跳虫物种多样性与分布调查

柯欣，黄骋望，林国芳

(中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所 上海 200032)

为了解古田山国家自然保护区土壤跳虫（弹尾纲）物种多样性及动态变化，对其在时间序列和空间尺度上进行了调查。在时间序列上，2012.4 – 2013.4，对1公顷大样地进行了13次采样调查（每月1次）。在空间上，2019.8，在5个海拔高度上（300-800 m）进行了采样调查。对于每次采样，采样点与上次采样点相距0.5-2.0 m以研究其水平分布特征；对每个采样点，采2个凋落物层（表层和腐殖质层）和3个土壤层（0-5、5-10、10-15cm）以了解其垂直分布特征。近期将在保护区核心区内安装“土壤动物及其生存微环境监测系统”，用以进行土壤动物行为及其与土壤环境关系的研究。目前已鉴定土壤跳虫50余种，包括球角跳科的 *Ceratophysellaliguladorsi*，疣跳科的 *Crossodonthinatiantongshana* 和 *Crossodonthinabidentata*，土跳科的 *Mesaphorurayosiii*，等节跳科的 *Folsomiaoctoculata*, *Folsomia candida*, *Folsomidesparvulus*, *Isotomiellamadeirensis* 和 *Folsominaonychiurina*，鳞跳科的 *Tomocerus similes*, *Tomocerusocreatus* 和 *Tomocerusspinulus*，长角跳科的 *Homidialaha*、*Homidiahexseta* 和 *Sinella plebeian* 等，还有棘跳科、齿棘跳科、羽圆跳科、圆跳科和短角跳科的种类。

关键词：古田山森林；土壤弹尾纲；物种丰富度；动态变化

热带森林白蚁多样性及其对土地利用变化的响应

杨效东，刘胜杰，林小兵

(中国科学院西双版纳热带植物园，勐腊，666303)

白蚁被誉为热带森林的“生态系统工程师”，是热带地区最主要的

分解者之一。地处热带北缘的西双版纳，白蚁生物多样性极为丰富，为进一步了解热带森林白蚁多样性现状，以及查明橡胶林种植对白蚁群落结构、食性类群和功能多样性的影响，本研究采用样带调查法对西双版纳热带森林、复合橡胶林和单一橡胶林中的白蚁群落进行了调查。结果表明：在西双版纳不同景观梯度下的三种森林类型中共收集到白蚁标本 2508 份，隶属于 3 科 17 属 33 种。其中自然林白蚁为 3 科，14 属，28 种；复合橡胶林白蚁 2 科，11 属，21 种；单一橡胶林白蚁 2 科，11 属，18 种。热带自然林转变为橡胶林后，白蚁属（种）多样性降低且优势属（种）所占比例增加，而稀有种类数量减少。与自然林相比，橡胶林白蚁物种丰富度降低 53%，群落 β 多样性也明显减少，同时橡胶种植导致了土食性的白蚁种群数量显著降低，而木食性白蚁数量有所增加。橡胶种植土地利用变化所导致的自然环境、土壤状况、食物资源等变化对胶林中某些白蚁种类的功能特征产生影响(如白蚁体积大小，腿长，下颌骨大小)，导致白蚁功能性状的 α - 和 β 多样性降低。说明土地利用的变化可作为环境过滤器，通过降低白蚁的功能多样性而改变了白蚁的功能特征。在监测土地利用变化影响时，结合分类学和功能指标可提高生物多样性评价。

农业活动削弱气候对土壤线虫群落的作用

刘满强

（南京农业大学资源与环境科学学院 土壤生态实验室，南京 210095）

土地利用的变化如森林向农田的转变正在威胁着全球生物多样性。有研究表明农业活动会导致物种多样性下降，物种组成同质化，生态系统功能丧失等，然而已有研究多是关注地上生物，如昆虫、植物、鸟类和哺乳类等，对地下生物的了解较少，尤其缺乏对地下生物多样性的多个维度（如物种、功能、谱系等）进行的评估。通过采集中国大陆 32 个地点（16 个农田栖息地和 16 个临近的自然栖息地）的土壤样本，分离鉴

定土壤线虫，记录并测定主要气候和土壤性质，在物种、功能、系统发育等三个维度对线虫群落进行了系统的分析。结果表明，自然和农田栖息地的线虫多样性和组成总体上并没有差异，但是它们对纬度和环境因素的响应并不相同。自然栖息地内的线虫多样性随纬度升高而降低，而农田线虫多样性和纬度没有明显的关系。自然条件下线虫的多样性和组成主要受到气候因素的限制，而在农田线虫群落上并没有发现明显的限制因素。另外，线虫多样性的不同维度指标对农业的响应并不相同，农业活动会导致线虫谱系组成相似化，而功能组成差异化。该研究有助于完善有关农业利用方式对土壤生物多样性的全面认识，特别是大尺度的研究有助于结合气候变化与人类活动的交互作用，从而加深理解影响自然栖息地转变成农田利用变化对土壤动物多样性的影响，同时强调了在开展土壤生物多样性研究中综合考虑多样性多个维度的重要性。

蚯蚓生态位时空演变规律初探和工作设想

张卫信，申智锋，傅声雷。

(河南大学环境与规划学院)

土壤生物在可持续农林业中的潜在作用日益得到关注。蚯蚓在生态系统中扮演着分解者、环境调节者、消费者、甚至捕食者的角色，几乎参与了土壤中所有物理、化学和生物学过程。蚯蚓群落的变化“牵一发而动全身”，可能深刻影响生态系统功能，为探究土壤生物对可持续农林业的贡献提供了重要切入点。但是已有的研究：或基于微宇宙培养等控制实验，割裂了生态系统中各组分之间复杂的时空联系，故仅揭示了局部的和静态的蚯蚓生态功能；或仅限于野外蚯蚓群落调查，囿于落后的研究技术，故难以区分和比较蚯蚓扮演的各种“角色”的相对贡献。通过文献数据整理及前期野外调查，我们得到蚯蚓生态位相关的几点初步认识：1) 蚯蚓群落大小与植被和土壤发育程度有一定的负相关关系，自然界中并非“肥沃”的系统蚯蚓就一定更多；2) 蚯蚓和植物的生物量的关

系十分多变；3) 蚯蚓的营养级也并非简单地随森林发育而升高，林型对蚯蚓营养级有十分重要的影响。探究哪些因素导致上述“反常”关系是重要的研究突破口，这有赖于在更大的时空尺度上开展蚯蚓群落特征时空动态的系统研究。我们拟从蚯蚓生物学属性（如群落大小和营养级水平）与植被和土壤属性（如土壤肥力）关系的动态变化入手，综合应用稳定同位素、脂肪酸图谱和高通量测序等新技术探究我国典型农林生态系统中蚯蚓“生态位”的内涵及其时空变化规律。目前，我们已在我国东部代表性森林和农田生态系统（长期定位站 vs 站外农田）建立了小规模的观测和定位研究网。

Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: the significance for soil fauna diversity monitoring

Pengfei Wu

(Institute of Qinghai-Tibetan Plateau, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China)

The spatiotemporal variability is a key factor in understanding the communities and ecosystems. The soil fauna, as the important component of the soil biota, drive many of the key ecosystem processes and functions. Recent years, studies on soil fauna are increasing on the world. Therefore, it is important to identify spatiotemporal variability in soil fauna when analyzing the key functions and processes of terrestrial ecosystems. Previous studies have shown that the spatiotemporal dynamics of soil macrofauna are both different than and similar to those of soil mesofauna, but almost all of these studies were conducted in different ecosystems and at different time under the influences of site-specific environmental factors, which vary across sites and time. The differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna may result from differences in environment

factors, rather than from differences between soil macrofauna and mesofauna themselves. Hence, the differences in spatiotemporal variability between soil macrofauna and mesofauna communities in the same ecosystem are still unknown. We had conducted the investigations on the soil macrofauna and mesofauna simultaneously and separately in April, August and November of 2008 in five forests and a subalpine meadow at elevations from 2659 to 3845 m in the Miyaluo forest areas, located in the north of Hengduan Mountains, China and analyzed the spatiotemporal dynamics of soil macrofauna and mesofauna separately. The aim is to reveal the differences in spatiotemporal dynamics between the soil macrofauna and mesofauna communities and give some advices for investigating on soil macrofauna and mesofauna. Results showed that the community composition of the soil macrofauna was more sensitive to habitat variation than that of soil mesofauna across the seasonal changes, but the community composition of soil mesofauna was more sensitive to seasonal changes than that of soil macrofauna across all the six habitats. Abundance, richness and Shannon index varied significantly between the six habitats for soil macrofauna but had no obvious spatial pattern for soil mesofauna. Moreover, the differences in abundances and diversity index between sampling months were not significant for soil macrofauna, but were significant for soil mesofauna. The spatial distributions of soil macrofauna were more easily affected by the changes in plant community and soil properties than those of the soil mesofauna, while the temporal dynamics of the soil mesofauna were more sensitive to the changes in climatic factors across sampling months than those of the soil macrofauna. These findings indicate that the soil macrofauna and mesofauna communities respond differently to spatiotemporal changes in environmental factors. The

effects of plant communities are greater on soil macrofauna than on mesofauna and the effects of season are greater on soil mesofauna. These results also imply that differences from habitats and seasons should be respectively focused on soil macrofauna and mesofauna when monitoring soil fauna diversity in forest ecosystems.

Keywords: soil macrofauna, soil mesofauna, spatial variation, temporal variation, forest ecosystems

土壤线虫群落多样性监测

张晓珂，梁文举

(中国科学院沈阳应用生态研究所，沈阳 110016)

土壤线虫作为土壤食物网中重要的土壤动物之一，在土壤生态系统中占有重要的地位，具有重要的生态功能。由于土壤线虫种类多种多样，所以土壤线虫群落具有高度丰富的多样性，但是这种多样性在不同的时间和空间尺度上具有高度的异质性和变异性。因此，开展土壤线虫群落多样性监测工作十分必要，将为保护生物多样性和资源提供基础数据。

目前，国外对土壤线虫群落多样性监测的研究工作开展较多，研究的区域尺度较大，收集的数据较为全面；而国内这方面的监测工作也正在深入开展。在全国范围内，现在已经建立起一个包括不同区域（例如从南到北及从东到西跨越多个纬度和经度的样带）与不同生态系统（例如典型的草地、森林、沙丘、湿地以及农田等多个生态系统类型）的土壤动物监测网络，而土壤线虫多样性监测研究工作已经在该网络内逐步开展起来。通过该项监测工作的开展，初步获得了我国不同生态系统土壤线虫群落水平上的基础数据和分布格局，确定了各区域土壤线虫的优势物种，分析了在不同生态系统中土壤线虫多样性的驱动因素和维持机制。未来土壤线虫的监测工作力争建立统一的、标准的监测方法，更有利于数据间的比较分析，同时将借助分子生物学技术等现代科学技术手

段，从基因、物种、种群、群落、生态系统水平上对土壤线虫的多样性进行多层次的全面监测与系统研究，从而获得更加全面综合的线虫监测数据，同时监测方法和数据集的整合也将会为生态学理论的发展提供科学基础。

河西走廊戈壁土壤动物多样性监测和研究工作进展

刘继亮，李锋瑞，巴义彬

(中国科学院西北生态环境资源研究院临泽内陆河流域研究站兰州 730000)

戈壁是指在干旱或极端干旱区受长期、强烈的风蚀或物理风化作用，广泛分布于地势开阔地带，地表由砾石覆盖的一类荒漠景观。戈壁是中国西北地区典型的自然景观单元，主要分布在甘肃和新疆两省，面积约 66.1 万 km²，约占我国国土总面积的 6.9%。甘肃河西走廊是我国戈壁的主要分布区之一，呈东西向带状分布，总面积为 14.5 万 km²，戈壁面积约占河西走廊面积的 50%。戈壁孕育许多珍稀、特有的动物资源（如野骆驼、鹅喉羚和北山羊等）和植物资源（梭梭、麻黄属、白刺属和霸王属植物等）。戈壁动物和植物资源对构建人工绿洲生态屏障、抑制绿洲病虫害爆发和丰富药物及食物资源具有重要的生态意义。由于种种原因，目前我们对戈壁中土壤动物多样性资源及其功能特性的了解仍然十分有限。因此，对戈壁生态系统独特的土壤动物多样性进行系统定位监测是一项具有重要意义的基础性工作。

自 2008 年以来，我们研究团队以黑河中游张掖、临泽和高台绿洲边缘的山前戈壁为研究区域，依托临泽站系统调查了戈壁土壤动物群落组成及物种多样性的时空变化特征。主要成果是：（1）初步确定了河西走廊戈壁无脊椎动物和脊椎动物的基本组成特征及时空分布规律。（2）确定了戈壁典型灌木存在及种类差异对土壤动物分布及多样性的影响机制。（3）确定了戈壁土壤动物群落及关键种群对自然降雨变化的长期响应规律。（4）阐明了降雨和捕食强度变化对戈壁土壤动物营养结构的影

响及调控机制。上述工作填补了河西走廊戈壁土壤动物多样性基础观测资料的空白，并为进一步开展气候变化和人类活动影响下戈壁生态系统土壤动物食物网结构及其功能研究奠定了基础。

枯落物分解过程中土壤动物多样性研究

左娟

(中国科学院武汉植物园, 武汉 430074)

土壤动物是重要的分解者，是实现森林生态系统碳和养分循环的关键环节。土壤动物群落可通过直接及间接多种途径影响枯落物分解过程，其直接作用包括取食、破碎、混合，间接作用包括影响土壤微生物群落、改变土壤性质等。枯落物分解研究多是以枯落物为研究主体，土壤动物所扮演的角色往往仅是分解作用的调控因子。相较而言，以土壤动物群落为研究主体，研究其多样性并探索其在栖息、取食过程中与枯落物功能性状间响应关系的研究却很少。

已有研究结果表明枯落物中土壤动物的多样性受到枯落物物种、生长环境、分解阶段、分解环境以及以上因素相互作用的影响。枯落物分解过程中土壤动物群落发生动态变化，并且土壤动物之间也会相互影响并与枯落物性状之间存在交互作用，从而进一步增加了土壤动物群落组成的复杂性。

我们结合中国生物多样性监测网络中土壤生物多样性监测，探索土壤动物在枯落物分解中的多样性及其变化。研究依托土壤动物多样性监测与研究专项网，监测数据可为全国土壤动物数据库资源储备提供基础数据，研究结果可以探讨土壤动物多样性变化规律及驱动机制，有助于阐明土壤动物对全球变化和人类活动的响应过程。土壤动物多样性是森林生物多样性的重要组成部分，通过研究其群落结构和生存策略，有助于探讨枯落物的物质能量在土壤食物网中的转移及其调控机制，及全球变化下土壤动物多样性的响应趋势。

不同施肥处理对紫色土旱地土壤生物多样性的影响

董志新，朱新玉，朱波

(中国科学院，水利部成都山地灾害与环境研究所，成都 610041)

土壤质量是土壤生态系统整体性和土壤物理、化学与生物学性质的综合体现，土壤生物在陆地生态系统物质循环和能量流动中起着关键作用，直接或间接地参与土壤有机质的分解矿化及元素转化；肥料施用尤其是氮肥的施用对作物产量的提升贡献巨大，是现代农业生产的基础。长期施肥对土壤理化性质产生影响的同时，改变了土壤生物群落组成。采用改良干漏斗法（Modified Tullren）、湿漏斗法(Baermann)和手拣法，研究了长期施肥包括常规施肥（化肥）、单施猪粪、猪粪-化肥配施、秸秆还田、秸秆-化肥配施及不施肥对照对紫色土土壤动物的影响，采用 Miseq 测序方法研究了土壤细菌、真菌群落组成对长期施肥的响应。研究发现：有机肥、有机-无机肥配施提高了土壤动物及真菌丰富度及多样性，提高了细菌多样性，且长期秸秆还田处理土壤动物、细菌、真菌多样性高于猪粪($P<0.05$)；土壤线虫数目、真菌及细菌多样性指数与土壤有机质、全氮等相关性显著($P<0.05$)，解释了土壤肥力差异的 71.86%，较好地解释了土壤肥力变化的主要因子，在一定程度上可以指示土壤肥力特征。

热带珊瑚岛礁土壤线虫——形态分类与群落结构

吴文佳，刘占锋

(1. 中国科学院华南植物园，中国科学院退化生态系统植被恢复与管理重点实验室，
广州 510642)

由于环境变化和受到人类活动干扰，南海诸岛的部分自然植被出现退化现象。为恢复退化植被，相关单位选育了南海诸岛其常见的约 60 种乡土植物构建了近自然可持续植被群落。为了维护新构建和已恢复的植被、监测土壤生态系统动态和防控土壤生物入侵及病虫害，我们对采自南沙岛礁的防风固沙绿地、防风林、公共绿地、行道树、草坪、客土堆、

裸地、藤本植物和豆科植物等典型植物群落以及西沙群岛外来植物不同入侵程度样地的土壤样品中的土壤线虫进行了种类鉴定和生态学分析。我们在属的水平上共鉴定到 46 个土壤线虫属，其中包括植食性线虫 13 个属、食真菌性线虫 4 个属、食细菌性线虫 16 个属和杂食/捕食性线虫 13 个属。生态学分析结果表明，西沙群岛的土壤线虫种类多样性高于南沙群岛；南沙群岛的土壤微食物网结构较为松散，各成员间的作用关系较少且较弱，营养级联效应不明显；土壤盐分、土壤氮含量、土壤含水量和土壤有机碳是目前制约我国热带珊瑚岛礁土壤生物的生存和生长的主要因素。在后期的植被建立、恢复和管理过程中，应着重改良土壤上述 4 个方面的性质，着重土壤和植物种苗的消毒，进一步改进植物的种植方式和种植结构，为土壤提供多样性的土壤有机碳和土壤氮来源等，从而促进土壤生物多样性的恢复和结构稳定。

关键词：南海诸岛，土壤线虫，种类鉴定，生态学分析，植被恢复

冬季龙泉山城市森林不同林型下大型土壤动物多样性研究

孙晓铭，唐天文，张林，伍小刚，张萌，潘开文*

(中国科学院成都生物所，成都 610041)

大型土壤动物在地下生态系统中扮演着重要的角色，其对促进土壤养分循环及维持土壤活性起着重要作用。土壤动物群落是森林土壤肥力的重要指标。土壤动物群落和植物的互动影响着生态系统的功能，而土壤生态系统又是森林生态系统不可或缺的一部分。因此，土壤动物对生态系统的功能和稳定性具有重要意义，并能在一定程度上指示环境的变化。

城市森林生态系统为人类提供了重要生态服务功能，其植被类型及人为干扰强度的差异对不同林型的城市森林模块中生态功能影响强烈，即使在同一地区不同利用类型的土地的各项理化指标都存在差异。这导致了生存在其中的大型土壤动物具有一定差异性。

本实验样地位于龙泉山地区长松寺遗址附近，分别选取龙泉山脉地区主要的两种林分：天然常绿阔叶林林($104^{\circ} 17' 18''$, $30^{\circ} 30' 06''$)和柏木人工林($104^{\circ} 17' 28''$, $30^{\circ} 29' 30''$)，于2018年12月至2019年2月冬季3次采样（每月1次）共捕集大型土壤动物5434只个体，隶属于3门(环节动物门、软体动物门、节肢动物门)、11纲(寡毛纲、蛭纲、腹足纲、蛛形纲、软甲纲、倍足纲、唇足纲、原尾纲、弹尾纲、双尾纲、昆虫纲)、25目(颤蚓目、单向蚓目、无吻蛭目、蜘蛛目、伪蝎目、等足目、球马陆目、山蛩目、带马陆目、石蜈蚣目、蜈蚣目、地蜈蚣目、华蛲目、弹尾目、双尾目、石蛃目、蜚蠊目、等翅目、半翅目、啮目、鞘翅目、鳞翅目、双翅目、膜翅目、同翅目)、72科、鉴定到36属，共75种类群。通过对同一林型下三个月份及不同林型下同一月份大型土壤动物群落特征进行对比分析发现在整个冬季龙泉山天然林及人工林下大型土壤动物群落个体密度及类群数均呈现下降趋势。由于天然林下的较高的土壤含水率、有机碳、全氮、全磷、及较低的土壤容重及pH等环境条件对大型土壤动物具有显著性的正向作用，导致了在整个冬季天然林下大型土壤动物群落物种丰富度显著高于人工林下，个体数目更多，且在面对冬季较为恶劣的环境冲击时更具有抗逆性、稳定性。作为影响大型土壤动物群落的关键因子之一，龙泉山地区冬季土壤温度与大型土壤动物群落的个体数呈负相关关系，且对表聚性并未造成显著影响，由此可见龙泉山冬季土壤温度并不是大型土壤动物群落动态变化的主导因子。研究结果表明龙泉山冬季大型土壤动物群落动态变化不大，拥有更优良的环境条件的天然林下大型土壤动物群落个体数、类群数更多，具有更高的抗逆性、稳定性。

关键词：林型；大型土壤动物；群落动态；环境因子

不同植被恢复下高寒草甸土壤微生物特征

刘丹

(西南民族大学, 成都 610225)

退化草地的恢复与重建在生态多样性保护、草地资源的可持续利用方面具有不可替代的作用。本文以青藏高原 5 种草地恢复模式为对象，包括：单播垂穗披碱草 (*Elymus nutan*)、老芒麦 (*Elymus sibiricus*)、紫羊茅 (*Festuca rubra*) 的人工恢复草地和以垂穗披碱草、矮嵩草 (*Kobresia humilis*) 为优势种的自然恢复草地，系统研究了不同恢复模式下的土壤微生物群落特征。根据土壤微生物的群落结构、组成、多样性和土壤养分确立了以人工种植老芒麦的高寒草地生态恢复措施，从土壤微生物的角度为青藏高原草地恢复的方法和物种选择提供科学依据。

土壤动物多样性研究

邵珍珍

(西南民族大学, 成都 610225)

贡嘎山位于青藏高原东缘，是全球生物多样性分布的热点地区之一。本研究旨在分析该区土壤小型节肢动物的组成、空间分布及其影响因素。五种植被类型，包括亚热带常绿阔叶林 (SEB)，亚热带常绿落叶阔叶混交林 (SEDB)，暖温带落叶阔叶林 (WTDB)，中温带针阔混交林 (MTC) 和寒温带针叶林 (CTC)。2014 年 3 月、6 月、9 月和 11 月在五种植被带共收集土壤小型节肢动物 309 类，优势类群为原跳目，长角跳目和甲螨亚目。土壤小型节肢动物群落组成在 SEB 和 CTC 之间存在显著差异，而 WTDB 土壤小型节肢动物群落组成对采样月份的响应强于其他植被类型。土壤小型节肢动物群落的丰度和多样性在不同植被类型间差异显著，WTDB、MTC 和 CTC 土壤小型节肢动物群落的密度和多样性指数存在显著的季节变化。密度与有效钾呈正相关，类群数与 pH 呈显著正相关，与全磷呈显著负相关。Shannon 指数与土壤温度和全钾呈显著正相关。

Simpson 指数与土壤湿度呈显著正相关。在优势类群中，球角跳属和符跳属的密度在不同植被类型间差异显著，而球角跳属在 SEB 中对采样月份变化不敏感，且球角跳属和符跳属分别与 pH 和有效钾显著相关。结果表明，低海拔和高海拔土壤小型节肢动物群落组成存在显著差异。不同采样月份间密度和多样性的差异表明，寒温带对土壤小型节肢动物群落的影响强于暖温带，尤其是亚热带。

Soil types affect microbial diversity in a temperate deciduous broad-leaved forest

Nan Wang, Jingjing Xi, Yun Chen, Yizhen Shao, Zhiliang Yuan, Yongzhong Ye
(Henan Agricultural University, No.63 Agricultural Road, Zhengzhou 450002, China)

Soil microorganisms play an important role in the ecosystem, while it is unclear whether soil types affect soil microbial diversity and community composition. In this study, 120 soil samples were collected from a 5-ha plot in a deciduous broad-leaved forest. Fungal and bacterial communities were determined using high through-put sequencing. We use species richness and Shannon diversity to assess the species diversity. Nonmetric multidimensional scaling (NMDS) was used to illustrate the clustering of different samples and ANOVA was applied to test how these distances differed among soil types. Our results showed that(1) the species diversity and community composition of soil bacteria and fungi in brown soil, yellow-brown soil and cinnamon soil were significantly different;(2) the community composition of soil bacteria and fungi in yellow-brown soil and cinnamon soil was the most different and the number of soil bacteria and fungi associated with brown soil was the most;(3) the bacterial community structure was affected by soil PH, soil organic matter(SOM) and soil water content, the fungal community was correlated with PH,SOM and water

content. These findings shed new light to the biodiversity conservation in bacteria and fungi in temperate deciduous broad-leaved forest and point to the potential importance of soil types for microbial diversity.

专题六 生物多样性数据管理与新技术（无人机、LIDAR 等）

融合多源无人机遥感数据与多样性制图

王彬，张志明，林露湘

(1 云南大学生态学与环境学院, 昆明, 650091; 2 中国科学院西双版纳热带植物园
热带森林生态重点实验室, 勐仑, 666303)

近年来, 遥感为跨时空的生物多样性监测提供了强有力的工具。然而, 由于物种分布的复杂性和树冠的重叠性, 森林物种多样性的区域定位仍然十分困难。我们在哀牢山自然保护区利用无人机获取的多种近地遥感数据, 对亚热带常绿阔叶林冠层物种进行了识别。本研究采用三种传感器(可见光传感器、多光谱传感器和激光雷达传感器)分别获取三种不同的数据源(光图像数据、多光谱图像数据和激光雷达点云数据)。根据不同数据类型的特点, 采用了不同的融合方法。可见光图像数据与多光谱图像数据在数据级融合。利用 Gram-Schmidt 全色锐化方法可以实现可见光数据与多光谱数据的融合, 从而获得更高分辨率的多光谱数据。对激光雷达点云数据和图像数据采用特征级融合策略。采用基于激光雷达点云数据的冠层高度模型(CHM)实现了对单个树的分割, 并根据分割对象分配光谱特征。针对高分辨率光谱信息、纹理信息和结构信息, 采用贝叶斯分类器进行监督分类。对大型样地的识别结果和实地调查数据进行了精度检验, 结果表明, 分类精度为 71.15%。我们的结果证明了高分辨率遥感识别复杂植物群落冠层物种的能力。该方法结合多种近地遥感数据, 能够快速、准确地识别单个树木。为复杂森林群落的调查研究提供了一种新的物种鉴定方案。

关键词： 数据融合；树种识别；近地面遥感；亚热带常绿阔叶林

基于林冠高光谱影像的植物物种自动识别研究

陆嘉辉，降瑞娇，沈国春

(华东师范大学生态与环境科学学院，上海 200241)

野外植物调查是植被生态学研究和植物多样性保护的基石，也是林业生产实践的基本依据。传统地面调查法固然存在很多优势，但也因林冠层物种识别困难、大量机械的重复工作等备受争议。这些缺陷也驱使研究者不断寻求其他新的快速有效的方法作为传统地面调查的补充。近年来无人机航拍技术的日趋成熟以及图像分析处理方法的不断革新，为野外植被，特别是林冠植被的调查提供了新的希望，但也提出了诸多挑战。其中最大的挑战之一是如何通过林冠图像准确自动识别植物物种。常规航拍影像仅提供了有限的 3 波段(红、绿和蓝)信息，因此无法有效区分绿色的树木。同时经典影像分类方法也无法在具有复杂场景的航拍影像中高精度地识别物种。为此本研究提出了一套基于无人机林冠高光谱图像和深度学习算法的解决方案，并在简单的校园植物上进行了初步验证。结果表明:(1)本研究采用的具有 176 个波段的高光谱林冠图像蕴含大量可以用于区分植物物种的光谱信息，看似同为绿色的植物在其他非人眼可见的波段上存在显著的光谱差异。这为基于影像的物种自动识别提供了基本保证;(2)在少量人工标记样本的基础上，这些具有物种差异的光谱信息能被具有特定结构的卷积神经网络理解。网络结构设计充分考虑了高光谱影像的特性，使其在复杂的光线和背景场景下，其理解能力仍具有很高的鲁棒性;(3)在 10 个常见植物自动分类检验中，该网络能充分利用丰富的光谱信息和林冠纹理信息，物种自动识别精度在像素尺度上超过 90%;(4)依赖这些像素级别的预测结果，可进一步在图像上高精度分割不同物种林冠。这些结果初步展示了高光谱图像和深度学习的结合在林冠植物物种自动识别上的潜力，有望成为传统地面调查的一个有力补充。不过实际森林林冠结构更为复杂、物种更为丰富，本研究中的解决方案是否可行仍还有待进一步验证。

基于无人机的草地植物物种多样性监测方法与应用

孙义¹, 秦彧², 宜树华^{1*}

(1 南通大学地理科学学院, 南通大学脆弱生态环境研究所, 南通 226007; 2 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000)

结合传统样方法和样带法, 以及经典的物种多样性指数算法, 提出基于无人机的长期、定点草地植物物种多样性监测和计算方法, 即 1) 利用团队自主开发的无人机航拍路径规划系统 (FragMAP) 中的 Belt 飞行方式控制无人机进行近地面航拍(高度为 2 米, 大疆 Mavic 系列无人机); 2) 在无人机获取的标准统一的高清航拍照片上对出现物种进行人工识别和记录; 3) 统计各个物种在航线所包含的 16 张照片中出现的频次, 并以此为依据利用传统的物种多样性计算方法获取研究区域的物种多样性指数。该方法应用于青藏高原东缘 (甘南藏族自治州玛曲县) 典型牧户不同牧压梯度植物物种多样性研究中发现: 新方法与传统方法计算主要物种多样性指数 (Richness, Shannon index, Simpson index 和 Pielou's index) 的结果显著线性相关; 两种方法获得物种多样性指数沿牧压梯度的变化趋势一致; 尽管个别物种无法识别 (3/74), 但基于无人机的物种多样性监测方法更高效、代表性更强; 该方法应用于黄河源区高寒草地植物物种多样性的监测中发现, 在计算过程中对优势种赋以适当权重, 可提升该方法在草地植物物种多样性估算的准确性, 进而实现长期、大面积、高效、准确、非破坏性地对草地植物物种多样性进行长期监测。

不同建成年代校园植物群落物种多样性比较分析

张志明, 杨朝英, 田显詠

(云南大学生态学与环境学院)

城市生态系统是最典型的人工生态系统, 其中校园作为城市的缩影, 不同建成时期的校园能够在一定程度上反映不同时期的城市生物多样性特征。本研究旨在利用近地面遥感技术结合地面调查, 比较云南大学不同历史年代建设的校园植物群落物种多样性的特征及差异, 从而反映不

同时期的城市生物多样性的特征。通过收集无人机高分辨率可见光影像，利用深度学习的手段对云南大学三个建成时期的校园内乔木物种进行定位和识别，并对影像区域中的植物种类进行实地调查。记录每棵胸径大于 10cm 的乔木的物种名称和准确的坐标位置用于验证影像识别和定位的准确性，并进行乔木物种的 α 生物多样性指数分析。研究结果表明利用无人机近地面遥感影像进行乔木物种识别，其精度能达到 79%。此外，云南大学三个不同历史时期的校园，即东陆校区（1923 年建成），洋浦校区（2004 年建成）及呈贡校区（2012 年建成）的乔木物种的 Shannon—wiener 指数依次为 2.9743, 3.0278, 2.7358; Simpson 指数依次为 0.8288, 0.8007, 0.7564。东陆校区与洋浦校区和呈贡校区多样性指数存在显著差异，而洋浦校区与呈贡校区之间的多样性差异不显著。由此可见人工植物群落物种多样性随校园建成时间越久，其生物多样性更丰富，并且不同时期存在显著差异且逐渐增大。

森林物种多样性遥感监测方法研究

赵玉金

（中国科学院植物研究所，北京 100093）

生物多样性遥感监测研究一直是生态学家和遥感学家关注的热点。传统的生物多样性遥感监测研究主要集中在森林生态系统，通常利用 NDVI、EVI 等植被指数间接预测森林生物多样性。然而，由于地域及群落结构的复杂性，评估结果精度不高，区域依赖性强，缺少普适性，很难应用于区域尺度的精确反演。本研究以神农架亚热带森林为研究对象，首先基于野外实测物种生化组分数据和叶片光谱数据，从光谱变异的生物物理和生物化学基础出发，分析了物种多样性、叶片生化多样性和叶片光谱多样性三者间的关联，确定了用于遥感监测森林物种多样性的最优叶片生化组分组合，为后续森林物种多样性区域成图奠定了理论基础；然后利用高光谱和 LiDAR 数据，在单木尺度耦合物种-生化-光谱和物种-

结构-点云内在联系，分离物种生化和结构特征，构建了基于自适应的模糊 C 均值聚类的森林物种多样性监测模型，实现了森林物种多样性多尺度区域成图，为开展生物多样性的生态服务与功能研究提供了重要的数据与技术支撑。

基于近地面激光雷达技术的森林结构复杂性与生物多样性的关系探讨

马勤

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

本研究依托于中国森林生物多样性监测网络平台，以长白山、古田山和西双版纳三个永久大样地为研究区域，包含的森林类型多样，从中国北部的温带针叶林到中部的亚热带针阔混交林再到南部的热带雨林。以无人机激光雷达数据和地面实测的生物多样性指标数据例如物种丰富度、香农指数和 simpson 指数等为基础，主要探讨基于近地面激光雷达技术的森林结构复杂性与生物多样性之间到底存在着什么样的关系。通过提取一系列不同样方尺度的基于激光雷达的结构复杂性参数与地面实测的生物多样性指数做相关分析，结果表明某些参数例如高度变异系数、高度最大值对于生物多样性具有较好的指示效果，另外，随着纬度的增加，生物多样性的最佳空间衡量尺度在不断减小，这对直接利用激光雷达提取的森林复杂性参数衡量森林生物多样性具有重要的意义。

保护区生物多样性监测数据采集、管理与分析应用

李健

(中国科学院计算机网络信息中心)

通过在保护区部署红外触发相机、视频监控设备、生态土壤微生物数据监测设备，并借助 4G 网络、700MHz 网络等各种不同的传输途径将数据自动提交至后台服务器，实现数据的自动采集、数据查重整理与入库，并在此基础上针对不同的数据类型和应用需求开展数据分析和应用。

例如针对红外触发相机图像数据实现人与野生动物的自动识别与统计分析;对于视频监控数据则实现有效视频的快速筛选、识别与关键帧提取;对于生态监测数据提供多种数据分析和统计功能等,并最终集成为一个包涵了数据采集、数据管理与数据分析应用的综合信息服务平台。

基于地面激光雷达点云数据的森林结构参数提取

梁栋栋^{1,2*}, 汪晓楚^{1,2,3}, 占得龙^{1,2}, 洪欣^{4,5}

(1 安徽师范大学地理与旅游学院, 芜湖 241003; 2 安徽师范大学地理大数据研究中心, 芜湖 241003; 3 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023; 4 黄山生物多样性与短尾猴行为生态学国际联合研究中心, 合肥 230601; 5 安徽大学资源与环境工程学院, 合肥 230601)

传统的林木参数获取工作量大,效率低,不能及时准确反映大范围林木的生态环境和动态变化状况,数据精度易受测量人员的主观影响。LIDAR 可以提供从单株树到整个研究区水平的高精确性的空间数据,是一种非破坏性的高分辨率三维测量手段,可弥补现有观测手段的不足,实现单木几何结构参数的精确获取。本文基于 TLS 收集的点云数据,以 TensorFlow 平台构建复杂场景下单木点云识别的深度学习网络架构,将深度学习引入到森林三维场景的识别研究中,通过引入尺度空间的概念对 pointnet 进行改进,提出 MSS-pointnet (多尺度 pointnet) 深度学习算法,自动对单木进行识别、分割,进而提取树木结构参数,构建真实三维森林场景,实现林分垂直结构信息、植被的结构参数(如胸径、冠幅、叶面积指数、叶倾角分布等)的高精度、高分辨率估算,为单木尺度的科学研究和精细三维重建奠定数据基础,服务于林业资源调查。

关键词: MSS-Pointnet, LIDAR, 单木尺度, 结构参数, 三维建模