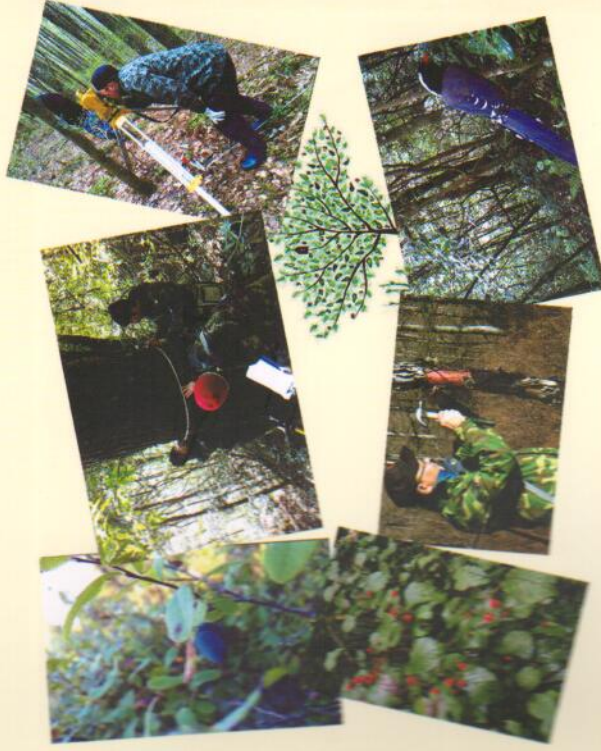


# 第二届 全国生物多样性监测研讨会

2016年10月13日, 北京



**主办单位**  
中国科学院科技促进发展局  
国际生物多样性计划中国委员会  
中国科学院生物多样性委员会

**协办单位**  
北京生态学会

 国际生物多样性计划中国委员会  
 中国科学院生物多样性委员会  
办公室编辑

地址: 北京市海淀区香山南辛村20号  
邮编: 100093  
电话: 010-62836629 62836603  
传真: 010-82591781  
邮箱: [cnc2004@ibcas.ac.cn](mailto:cnc2004@ibcas.ac.cn)  
网址: [www.cncdiversitas.org](http://www.cncdiversitas.org)

# 第二届全国生物多样性监测研讨会

## 主办单位

中国科学院科技促进发展局  
国际生物多样性计划中国委员会  
中国科学院生物多样性委员会

## 协办单位

北京生态学学会

# 目 录

会议须知 .....	1
第二届全国生物多样性监测研讨会简明日程.....	3
会议日程 .....	4
大会报告人简介 .....	8
大会报告 .....	9
东亚第三纪子遗植物的亲缘地理学研究进展及展望 .....	9
Forest canopy science: achievements and horizons.....	10
<b>专题一、生态系统多样性监测 .....</b>	<b>11</b>
湖泊湿地生态监测实施方法：以北美大湖和鄱阳湖为例 .....	11
深圳福田红树林保护区红树植物优势种群生长动态 .....	12
中国西南山地灌丛生态研究——灌丛类型与生态系统碳汇 .....	13
Richness estimation in the presence of only unique observations and a species list.....	13
物联网时代的生态监测系统初析 .....	14
<b>专题二、动物多样性监测 .....</b>	<b>15</b>
全国蝴蝶多样性观测 .....	15
基于 GPS-GSM 跟踪的东亚鹤类迁徙策略多元化研究 .....	15
红外相机在我国鸟类多样性监测与区域性编目中的应用 .....	16
中国特有物种黑颈鹤种群 ( <i>Grus nigricollis</i> ) 10 年监测赏析 .....	17
江西鸟类多样性及其分布格局* .....	18
长江上游合江江段鱼类群落结构时间变化分析 .....	20
<b>专题三、土壤微生物多样性监测 .....</b>	<b>21</b>
森林土壤真菌多样性的分布格局与维持机制 .....	21
土壤微生物多样性监测：揭示地下生态系统的结构和功能 .....	22
三江湿地生态系统小叶章 AMF 初探 .....	22
Complete mitochondrial genome of <i>Pseudoperonospora cubensis</i> in the alpine	

steppe of the Tibetan Plateau .....	24
<b>专题四、遥感监测与信息系统 .....</b>	<b>25</b>
生物多样性近地面遥感监测：应用与展望 .....	25
生物多样性保护优先区动态生境指数监测与分析 .....	26
基于遥感和 IUCN 框架的森林生态系统受威胁状况评估——以西双版纳地区为例 .....	27
A Method on Alpine Wetland Delineation and Features of the Border: A Case Study in Zoige Plateau, China .....	29
基于无人机航拍影像对森林生物多样性监测与分析 .....	30
北京市野生动物多样性监测信息化管理系统开发应用 .....	31
<b>专题五、土壤动物监测 .....</b>	<b>32</b>
我国土壤甲螨多样性研究历史、现状及未来发展设想 .....	32
中国典型森林生态系统土壤线虫群落结构特征 .....	33
中国蚯蚓物种多样性及主要类群的分化与扩散 .....	33
土壤蜘蛛分类与生态学研究进展 .....	34
中国少足动物分类及其多样性 .....	35
贡嘎山典型植被下土壤线虫分布格局 .....	36
Soil macrofauna and mesofauna communities in the same ecosystem respond differently to the spatio-temporal dynamics of environmental factors .....	38
中国远盲蚓属 ( <i>Amyntas Kinberg, 1867</i> ) 蚯蚓物种多样性和地理分布 ..	39
沼泽湿地无脊椎动物多样性特性及其功能 .....	40
河西走廊干旱荒漠区土壤动物多样性监测与研究概况 .....	41
岷江上游花椒不同复合种植模式下土壤微食物网对极端降雨的响应 .....	43
不同蚯蚓对土壤微型生物群落结构的影响 .....	45
亚洲大陆内陆盐碱地土壤动物——原尾虫和跳虫群落的研究 .....	46

## 会议须知

### 一、注册

10月12日 18:00-20:00（北京塔里木石油酒店一楼大厅）

10月13日 08:20-09:00（中国科学院地理科学与资源研究所 2602 门口）



**注：**签到时请领取标识牌（进入会场与领取工作餐的唯一标识）

### 二、用餐安排

早餐：所住宾馆含早餐；午餐/晚餐：工作餐。

### 三、住宿

1. 入住宾馆：北京塔里木石油酒店（北京朝阳区北沙滩 5 号）
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：2016 年 10 月 13 日（09:00 会议正式开始）
2. 地点：中国科学院地理科学与资源研究所 2602 和 2321 会议室

### 五、会务组联系方式

徐学红：strawberry@ibcas.ac.cn 13611056575

王丹：wangdan@ibcas.ac.cn 18813111667

## 第二届全国生物多样性监测研讨会



**中国科学院地理科学与资源研究所：**【行车路线】北沙滩桥向西 1500 米 路北；【乘车路线】可乘运通 110、311、328、379、484、594、607、671、695、751、913 等公交车到中科院地理所站下车。

**北京塔里木石油酒店：**【出租车】距离北京站 20 公里，乘坐出租车约 50 分钟；距离北京西站 20 公里，乘坐出租车约 40 分钟；距离六里桥长途客运站 25 公里，乘坐出租车约 40 分钟；距离北京首都国际机场 30 公里，乘坐出租车约 40 分钟。【乘车路线】可乘坐地铁 15 号线到北沙滩站 B2 口出，向北 480 米后右转进入北沙滩路向东 120 米即可。

## 第二届全国生物多样性监测研讨会

### 简明日程

10月13日			
09:00-09:20	领导讲话（2602 会议室）		
09:20-10:40	大会报告（2602 会议室）		
10:40-10:50	休息		
	<b>2602 会议室</b>		<b>2321 会议室</b>
10:50-12:05	专题 5. 土壤动物监测	10:50-12:05	专题 2. 动物多样性监测
12:05-13:30	工作餐		
13:30-15:00	专题 5. 土壤动物监测	13:30-14:30	专题 2. 动物多样性监测
		14:30-15:00	专题 1. 生态系统多样性监测
15:00-15:10	休息		
15:10-15:55	专题 5. 土壤动物监测	15:10-16:10	专题 1. 生态系统多样性监测
15:55-17:25	专题 4. 遥感监测与信息系 统	16:10-17:10	专题 3. 土壤微生物多样性监测
17:25-17:40	会议总结		
18:00	工作餐		

## 第二届全国生物多样性监测研讨会

### 会议日程

2016年10月13日，中国科学院地理科学与资源研究所

开幕式 主持人：马克平			
09:00-09:20	领导讲话		
大会报告（2602会议室） 主持人：王希华			
时间	报告人	工作单位	报告题目
09:20-10:00	邱英雄	浙江大学	东亚第三纪孑遗植物亲缘地理学研究进展及展望
10:00-10:40	Akihiro Nakamura(中村彰宏)	中科院西双版纳热带植物园	Forest canopy science: achievements and horizons
10:40-10:50	休息		
专题一、生态系统多样性监测（2321会议室） 主持人：陈圣宾			
14:30-14:45	阳文静	江西师范大学	鄱阳湖湿地植物多样性监测方法
14:45-15:00	王文卿	厦门大学	我国南方滨海湿地生物多样性现状
15:00-15:10	休息		
15:10-15:25	廖文波	中山大学	广东内伶仃福田红树林优势种群监测
15:25-15:40	刘庆	中科院成都生物所	西南山地灌丛生态研究
15:40-15:55	邱春火	台湾清华大学	Richness estimation in the presence of only unique observations and a species list



第二届全国生物多样性监测研讨会

15:55-16:10	刘笑寒	中科院网络信息中心	物联网时代的生态监测系统初析
<b>专题二、动物多样性监测 (2321 会议室)</b> 主持人: 李晟			
10:50-11:05	王 丁	中科院水生所	What sounds they make and hear, where they are and what they are doing?
11:05-11:20	徐海根 马方舟	环保部南京环科所	全国蝴蝶多样性观测
11:20-11:35	王天明	北京师范大学	基于科学的方法推动中国虎豹的回归
11:35-11:50	郭玉民	北京林业大学	基于 GPS-GSM 跟踪的东亚鹤类迁徙策略多元化研究
11:50-12:05	李 晟	北京大学	红外相机在我国鸟类多样性监测与区域性编目中的应用
12:05-13:30	工作餐		
13:30-13:45	李来兴	中科院西北生物所	中国特有物种黑颈鹤种群 ( <i>Grus nigricollis</i> ) 10 年监测赏析
13:45-14:00	王亚民	山东大学	南海局势下的渔业与生物多样性保护
14:00-14:15	张微微	江西农业大学	鄱阳湖流域鸟类监测及分布格局特征
14:15-14:30	高 欣	中科院水生所	长江上游合江江段鱼类群落结构时间变化分析
<b>专题三、土壤微生物多样性监测 (2321 会议室)</b> 主持人: 郭良栋			
时间	报告人	工作单位	报告题目
16:10-16:25	郭良栋	中科院微生物所	森林生态系统中真菌群落构建机制
16:25-16:40	李香真	中科院成都生物所	土壤微生物多样性监测: 揭示地下生态系统的结构和功能

16:40-16:55	杨立宾	黑龙江科学院 自然与生态所	三江湿地小叶章丛枝菌根真 菌多样性
16:55-17:10	王光鹏	中科院青藏高 原所	Complete mitochondrial genome of <i>Pseudoperonospora cubensis</i> in the alpine steppe of the Tibetan Plateau
<b>专题四、遥感监测与信息系统 (2602 会议室)</b> 主持人: 李爱农			
15:55-16:10	郭庆华	中科院植物所	生物多样性近地面遥感监测: 应用与展望
16:10-16:25	万华伟	环保部卫星环 境应用中心	基于遥感技术的生物多样性 保护优先区域动态生境指数 监测与分析
16:25-16:40	谭剑波	中科院成都山 地所	基于遥感和 IUCN 框架的森林 生态系统受威胁状况评估-以 西双版纳地区为例
16:40-16:55	郑姚闽	中科院遥感地 球所	若尔盖高原植物多样性与湿 地边界遥感识别初探
16:55-17:10	练琚愉	中科院华南植 物园	基于无人机航拍影像对森林 生物多样性监测与分析
17:10-17:25	鲍伟东	北京林业大学	北京市野生动物多样性监测信 息化管理系统开发应用
<b>专题五、土壤动物监测 (2602 会议室)</b> 主持人: 吴纪华, 李辉信, 邱江平			
10:50-11:05	陈 军	中科院动物所	我国土壤甲螨多样性研究历 史、现状及未来发展设想
11:05-11:20	邵元虎	河南大学	中国典型森林生态系统土壤 线虫群落结构特征
11:20-11:35	蒋际宝	上海交通大学	中国蚯蚓物种多样性及其主 要类群的分化与扩散
11:35-11:50	张志升	西南大学	土壤蜘蛛分类与生态学研究 进展
11:50-12:05	钱昌元	中科院上海生 科院植生所	中国少足动物分类及其多样 性
12:05-13:30	工作餐		

第二届全国生物多样性监测研讨会

13:30-13:45	孙晓铭	中科院成都生物所	贡嘎山典型植被下土壤线虫分布格局
13:45-14:00	吴鹏飞	西南民族大学	Spatio-temporal changes of soil invertebrates in the biodiversity hotspot of northern Hengduan Mountains
14:00-14:15	孙 静	南京农业大学	基于 barcoding 的远盲蚓属蚯蚓生物多样性调查和时空地理分布
14:15-14:30	武海涛	中科院东北地理所	沼泽湿地无脊椎动物多样性监测
14:30-14:45	李 琪	中科院沈阳应用生态所	中国北方草地土壤线虫多样性及分布格局
14:45-15:00	李锋瑞	中科院西北生态环境资源院	河西干旱荒漠绿洲区土壤动物多样性监测与研究进展
15:00-15:10	休息		
15:10-15:25	潘开文	中科院成都生物所	岷江上游花椒不同复合种植模式下土壤微食物网对极端降雨的响应
15:25-15:40	刘满强	南京农业大学	不同蚯蚓对土壤微型生物群落结构的影响
15:40-15:55	黄骋望	中科院上海生命科学研究院植生所	亚洲大陆内陆盐碱地土壤动物——原尾虫和跳虫群落的研究
<b>会议总结 (2602 会议室)</b> 马克平			
17:25-17:40	会议总结		
18:00	工作餐		

## 大会报告人简介

### 邱英雄

博士，浙江大学生命科学学院教授、博士生导师。主要研究兴趣为植物亲缘地理、系统进化、景观遗传与分子生态。曾获浙江省科学技术奖二等奖、浙江省自然科学学术奖一等奖、教育部霍英东青年教师奖 4 项。主持 NSFC-JST 与 NSFC-JSPS 国际合作项目、浙江省杰出青年基金项目、国家自然科学基金 10 余项。在 *New Phytologist*, *Molecular Ecology*, *Journal of Biogeography*, *Molecular Ecology Resources*, *Scientific Reports*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *American Journal of Botany*, *BMC Evolutionary Biology*, *Heredity*, *Taxon* 等杂志发表论文 30 余篇。现为 *Newpubli*, *Journal of Systematics and Evolution*, 《生物多样性》, *Plant Diversity* 编委。

### Akihiro Nakamura (中村彰宏)

Associate Professor Akihiro (Aki) Nakamura has been working at Xishuanbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences for 3 years. He holds PhD from Griffith University, Australia and lived in Australia for 17 years before his employment in China. Aki's primary research interest is community ecology of arthropods with particular emphasis on environmental gradients (e.g. elevation, latitude and disturbance gradients). He has published over 30 peer reviewed papers, one edited book and numerous government biodiversity reports and conference presentations.

## 大会报告

### 东亚第三纪孑遗植物的亲缘地理学研究进展及展望

邱英雄

(浙江大学生命科学学院, 杭州 310058)

尽管东亚为第三纪孑遗植物的重要避难所, 但人们对这些第三纪孑遗植物如何响应晚第三纪以来的气候与地质变化仍知之甚少。早期, 不同学者利用化石资料、种群生态、群落生态学等方法对水杉、银杏等多个孑遗植物的进化历史进行了研究, 但这些方法并不能揭示其遗传多样性与谱系地理格局式样, 更无法阐明谱系分化、种群片段化、地理扩张等历史过程与形成机制。此外, 由于第三纪孑遗植物具有形态性状保守性, 即使其经历了最近的分化过程, 人们也很难从形态上进行鉴别。而利用群体遗传学与分子亲缘地理学分析方法, 人们不仅可以区分不同的生物地理学假说, 而且能够推断物种的进化历史。本文通过比较分析近年来的东亚第三纪孑遗植物的种群遗传学与亲缘地理学的研究结果, 总结了它们的谱系地理格局式样, 分析其形成的共同地史或气候原因, 并对未来的研究提出了展望。这对理解东亚第三纪孑遗植物区系的起源与进化将具有重要的理论意义。

由于不同的植物类群具有不同的气候生态位需求以及生物学特点, 自中新世中期以来的气候变化对东亚第三纪孑遗植物的地理分布、谱系分化以及物种形成产生了不同的影响, 具体表现在以下几个方面: (1) 中新世中期至晚期的气候变冷变干导致部分第三纪孑遗植物(如水杉、银杏)在日本的绝灭, 驱使中国-日本间断类群发生了近期的物种形成(如连香树、领春木)。通过形成中国北部的干旱带驱使某些孑遗植物类群发生了南北谱系分化, 而上新世末以及更新世气候变化则与它们的种内谱系分化、遗传多样性形成以及种群的压缩与扩张有关, 而这种沿纬度的

压缩与扩张常能够导致部分类群在长江中下游流域或者日本本州中部形成明显的地理谱系“缝合带”。(2) 更新世冰期暴露的东海陆桥对中国-日本间断分布的孑遗植物可能具有不同的“过滤”效应,从而产生不同的遗传隔离效应。(3) 对局域分布的孑遗物种而言,大部分植物类群通过沿海的迁移适应更新世气候变化,形成多个微避难所。(4) 上新世末青藏高原的快速隆升以及上新世末/更新世初的东亚季风气候的形成与加强可能是多个孑遗植物沿四川盆地附近发生东西谱系分化的根本原因,也是西北干旱带孑遗植物类群东西谱系分化的潜在驱动因素。(5) 自晚中新世以来的全球气候变冷变干驱使部分第三纪孑遗植物在更新世以前就已经从亚洲大陆或日本本岛迁入台湾,并发生了隔离分化,形成了新的物种或地理谱系。(6) 亲缘地理学与景观遗传学的综合研究结果表明,地理隔离对东亚第三纪孑遗植物的谱系地理结构的形成有主导作用,而当代的环境异质性则通过选择作用以及限制种群间的基因流对谱系分化也有显著影响。总之,历史与当代的地理以及环境共同影响了东亚第三纪孑遗植物的地理分布、谱系分化、物种形成以及遗传多样性。

### **Forest canopy science: achievements and horizons**

Akihiro Nakamura<sup>1</sup>, Louise A. Ashton<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Tropical Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Menglun, Mengla, Yunnan 666303 China; 2. Natural History Museum, London SW7 5BD, United Kingdom)

Canopy science is an active subdiscipline, yet this stratum remains one of the least studied within global forest biomes. The conservation and proper management of canopies have become a central focus for research and policy. Understanding forest canopies is required to ameliorate global warming and enhance rural livelihoods. Recent development and deployment of new technologies (metagenomics and remote sensing) and expansion of

infrastructure (across latitudes canopy crane network) have opened up new horizons, affording opportunities to address key knowledge gaps. Canopy science is undergoing a radical change of approach from descriptive studies to experimental manipulation. Here we examine recent progress in canopy science, and explore how new technologies and global canopy networks can be incorporated into multilateral, collaborative efforts.

## 专题一、生态系统多样性监测

### 湖泊湿地生态监测实施方法：以北美大湖和鄱阳湖为例

阳文静

(江西师范大学鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室, 南昌  
330022)

湖泊湿地是众多野生动植物的重要栖息地，但受人类活动干扰强烈，退化较为严重。建立长期有效的湖泊湿地生态监测机制，是制定合理的湖泊湿地保护策略的重要前提。北美大湖湿地的生态监测具有较成熟的方案。研究人员在大湖湿地共设置约 1,500 个监测样点，每年对五大生物类群(植物、底栖无脊椎动物、鱼类、两栖类、鸟类)进行野外调查，评价大湖湿地生物多样性和生态环境状况。本研究团队借鉴大湖的生态监测方法，对鄱阳湖湿地的维管植物、底栖无脊椎动物、水质和土壤环境进行野外调查，构建生物完整指数(index of biotic integrity, IBI)评价鄱阳湖湿地的生态健康状况。结果显示，鄱阳湖湿地生态健康状况总体较好，呈现西部优于东部，北部优于南部的空间差异。河流入湖口附近湿地的生态健康状况最差；国家级自然保护区的湿地健康状况最好，说明当前的湿地保护措施有显著的成效。

## 深圳福田红树林保护区红树植物优势种群生长动态<sup>1</sup>

孙键<sup>1</sup>, 许会敏<sup>1</sup>, 徐华林<sup>2</sup>, 咎启杰<sup>2\*</sup>, 陈里娥<sup>2</sup>, 廖文波<sup>1\*</sup>, 谭凤仪<sup>3</sup>,  
黄玉山<sup>4</sup>

(1. 中山大学生命科学学院, 有害生物控制与资源利用国家重点实验室  
与广东省热带亚热带植物资源重点实验室, 广州 510275; 2. 广  
东内伶仃福田国家级自然保护区管理局, 深圳 518400; 3. 香港  
城市大学, 香港; 4. 香港科技大学, 香港)

自 1994 年开始在深圳福田红树林自然保护区沙嘴村岸段设置 A、B 固定样带, 开展红树林优势种群生长状况监测。其中, A、B 样带分别为 4 个 5X5 m<sup>2</sup>, 每个相隔 10 m, 离岸 20 米开始, 向外滩布置, 两样带间距 50 m; 优势种群主要有秋茄、白骨壤、桐花树。根据 20 年来(1994—2014 年)的跟踪调查, 结果表明: (1) 在整体 200 m<sup>2</sup> 的样地内, 红树林群落个体总数量逐次递减, 每 2 年间监测数量分别为 417、341、196、132、107、88、88、88、88 株; 群落郁闭度较高, 均达 0.90-0.96, 与红树林的垂直分布格局无显著相关性。(2) 在样地建立初期, 群落中红树植物种群表现出明显的自疏作用, 种群数量锐减明显, 然而在 2008-2014 年间群落个体没有再出现死亡现象; 在样地建立早期, 1994—2002 年, 群落处于发展初期时, 种群个体胸径增长、高度增长都很明显。在后期 2008—2014 年, 种群个体数量开始稳定为 88 株。(3) 红树林群落的总生物量也表现出相应变化。调查的早期于 1994-1998 年, 群落茎、叶的总生物量出现下降, 并且还在持续下降; 整体上, 桐花树、秋茄、白骨壤生物量持续降低, A 样带自 2002—2008 年下降幅度达 28.6%, 而在 2008 年之后生物量开始增加; B 样带自 2002—2008 年下降 6.08%。总体来看,

<sup>1</sup>基金项目: 深圳市科创委基础研究项目 (JCYJ20150624-165943509); 深圳市城管局项目 (33000-71020106, 33000-71020146); 广东内伶仃福田国家级自然保护区管理局生态监测基金 (33000-71020008)。

\* 共同通讯作者: 廖文波, E-mail: lsslwb@mail.sysu.edu.cn; 咎启杰, E-mail: zqjmagrove@126.com。



红树林群落的早期种群个体因生存竞争发生的断枝和死亡现象，演替过程中的自疏作用非常明显；在种群发展演替过程中，新出现的幼苗、幼树极少，后期种群个体高度和胸径增长持续减缓，很显然，自疏作用的发生存在一个适当的域值，与种群密度、郁闭度等显著相关，并且与生物量也有一定的关联性。

## 中国西南山地灌丛生态研究——灌丛类型与生态系统碳汇

刘庆

(中国科学院山地生态恢复与生物资源利用重点实验室, 中国科学院成都生物研究所, 成都 610041)

本报告简要介绍了我国西南及青藏高原高原地区云南、贵州、四川、青海和西藏 5 省区灌丛植被的主要类型及其分布；基于 5 个省区 187 个县的 415 个样点调查基础上，重点介绍了中国西南山地灌丛生态系统的碳库及分布规律，探讨了四川省山地灌丛叶片 C/N/P 的化学计量特征及其随海拔梯度的变化规律；研究了气候变化对高寒地区窄叶鲜卑花灌丛土壤碳库的影响。同时，本报告还介绍国家科技基础性工作专项项目我国主要灌丛植物群落调查的基本情况。

**关键词：**西南山地；灌丛；碳汇；气候变化

## **Richness estimation in the presence of only unique observations and a species list**

Chun-Huo Chiu  
(Taiwan)

In biodiversity and conservation studies, species richness plays a primary role in characterizing communities, assemblages, and habitats.

However, due to sampling limitation, observed richness in almost every biodiversity survey underestimates real richness, and recording the presence/absence or detection/non-detection of species in replicated sampling units (incidence data) is often preferable to enumerating individuals (abundance data). In the literatures, most previous nonparametric estimators of the number of undetected species are based on singleton (species detected in only one sampling unit) and doubletons (species detected in only two sampling units). However, for both practical and biological reasons, some survey methods however, record only uniques and super-duplicates (species observed in more than one sampling unit). Based on the Good-Turing frequency formula, we develop a method to estimate the number of duplicates for such data to facilitate the inference about the undetected species richness. We test our estimators on several real datasets (for which doubletons were recorded) and extend the method to abundance data and discuss other potential applications

## 物联网时代的生态监测系统初析

刘笑寒

(中科院计算机网络信息中心, 北京 100190)

近年来, 飞速发展的感知、信息通信技术, 同各科学领域的融合越来越重要。信息技术对科学领域的支撑不再是仅仅是感知与传输, 而是高速、泛在、低功耗、安全, 进而实现万物互联。环境、生态、动物监测领域正随着物联网技术的进步迎来巨大的发展机会。本报告介绍物联网/信息物理系统技术的发展情况, 并介绍我们在生态监测领域开展的研究工作。

## 专题二、动物多样性监测

### 全国蝴蝶多样性观测

徐海根, 马方舟

(环境保护部南京环境科学研究所, 南京 210042)

生物多样性观测是客观了解生物多样性变化, 评估管理成效, 制定保护政策的基础工作和重要手段。《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011-2030 年) 已将构建生物多样性观测网络体系列为优先行动。自 2016 年起, 环境保护部南京环境科学研究所牵头, 联合国内相关科研院所、高校和民间团体, 组织建立了全国蝴蝶多样性观测示范网络。首批在全国 31 个省(区、市) 共建立 113 个标准化蝴蝶观测样区, 设置样线 600 条, 样线长度达 1200km。目前, 在全国蝴蝶观测成员单位的专家老师们共同努力下, 已经基本完成 2016 年度观测任务, 观测数据将汇总入库并报送环保部, 为环境管理和以生物多样性保护为导向性的政策制定提供依据。

### 基于 GPS-GSM 跟踪的东亚鹤类迁徙策略多元化研究

郭玉民

(北京林业大学野生动物研究所, 北京 100083)

东亚地区分布的 9 种鹤中 8 种是迁徙鸟类。2013 年以来, 我们在东亚的 5 个国家, 应用 GPS-GSM 卫星跟踪方法对其中的 7 种、96 只个体进行了跟踪, 获得了 40 余万条有效数据, 即鹤类实际分布的 GPS 位点。结果显示东亚鹤类的迁徙策略多样, 即便是种内也有多重策略存在。

## 红外相机在我国鸟类多样性监测与区域性编目中的应用

段菲, 李晟\*

(北京大学生命科学学院, 北京 100871)

近十年来, 红外相机调查技术在我国生物多样性监测与野生动物研究中得到了广泛的应用。已有的红外相机监测大多关注哺乳动物类群, 而把记录到的鸟类物种作为兽类监测中的兼捕 (Bycatch) 记录。我们系统收集并检索了 2005 年以来, 在国内使用红外相机技术的野生动物监测与研究所发表的中英文学术文献、报告、报道和部分未发表数据集共 170 多篇/份, 从中提取并汇总鸟类多样性物种与分布记录。结果显示, 2005 年至今, 全国红外相机共记录到至少 326 个野生鸟类物种, 分属 15 目 51 科, 占全国鸟类物种总数的 23.78%。其中, 雀形目记录到的物种数最多 (224 种), 而戴胜目和鸡形目记录到的物种比例最高 (分别占本目全国鸟种总数的 100% 和 60.32%)。有分属 8 目的 19 科各自仅记录到 1 个物种。在科的水平上, 记录到物种数最多的分别是鹧鸪科 (48 种)、画眉科 (43 种) 与雉科 (35 种)。四川 (14 个) 和云南 (10 个) 依次是已报道开展红外相机调查最多的省区, 而四川 (128 种)、广西 (66 种) 和浙江 (59 种) 则是已报道红外相机记录到鸟类物种数最多的省区。据不完全统计, 红外相机共记录到区域性鸟类物种新记录 109 种次。考虑到仍有大量红外相机调查中的鸟类记录被忽视或未及时发表报导, 我国红外相机监测到的实际鸟类物种多样性应该更高。这些结果表明, 红外相机调查技术在我国鸟类多样性监测和区域性编目工作中具有重要的作用, 可以提供高精度、高质量和大数据量的鸟类物种分布数据。对于以鸡形目为代表的地栖鸟类, 可以考虑建立基于红外相机技术的标准化长期监测体系, 而这样的监测体系也可以为其他鸟类类群的多样性监测提供数据补充和支持。

**关键词:** 生物多样性监测; 红外相机; 鸟类编目; 地栖鸟类

## 中国特有物种黑颈鹤种群 (*Grus nigricollis*) 10 年监测赏析

李来兴, 王稳, 郑思思, 孙浩, 杨芳, 王雪莲  
(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008)

黑颈鹤是全球唯一的高原鹤类。该物种繁殖地分布在青藏高原北部和中部, 越冬主要在雅鲁藏布江河谷, 以及东南部的云贵高原, 部分在喜马拉雅山脉南坡, 极少数甚至越冬至帕米尔高原南侧的拉达克地区。繁殖地分布区域广泛, 繁殖领域一般大于 1km<sup>2</sup>, 黑颈鹤不甚集群。越冬地相对分布狭窄, 个体集中, 常成群活动, 夜息地更是选择谨慎, 个体高度集中。黑颈鹤在到达越冬地早期 (每年 11 月上至中旬), 各越冬群的越冬领域尚未划分明确, 活动区域不甚稳定。隆冬季节, 黑颈鹤各活动群基本上在固定的领域活动, 在天亮后 (约 8: 00am) 有大约 4h 的稳定觅食活动。下午的活动受天气影响较大, 傍晚时有一个小的觅食活动高峰。隆冬黑颈鹤种群调查一般选择早晨觅食高峰期进行。在准确划分活动群及其活动领域的基础上, 将预调查区域划分成若干能在 4h 完成调查的区段, 然后连续使用若干早晨, 进行种群数量统计, 内容包括数量、性别、年龄、家族、家庭结构、栖息地 (或觅食地) 类型, 以及一些其它环境影响因子等。2006 至 2010 年, 调查局限在日喀则地区, 属于方法学上的使用和检验期。2011-2016 年, 调查区域拓展到西藏自治区全境, 其中的 2014 年和 2016 年的调查, 拓展到了中国境内的所有黑颈鹤越冬区域, 包括西藏、云南、贵州和四川等省区。调查结果显示黑颈鹤种群规模相对稳定, 个体数量大约在 9000 只左右。种群结构稳定, 幼体比例多年类维持在 7% 左右。越冬栖息地受人类活动干扰较大, 需要引起相当的重视。监测结构同时为国家的若干重大决策提供了可信度较高的决策依据。

**关键词:** 青藏高原; 黑颈鹤; 种群规模; 越冬地; 同步调查

## 江西鸟类多样性及其分布格局\*<sup>2</sup>

张微微, 黄慧琴, 石金泽

(江西农业大学野生动植物资源保护研究中心, 南昌 330045)

通过资料法(国家级自然保护区)并结合实地调查数据整理了江西鸟类名录。采用样线法和样点法对国家级自然保护区之外的重点鸟区进行了实地调查。2012年和2013年分别以铜钹山(赣东北)、凌云山为代表(赣南)为代表开展综合考察;另外对野生动物重点分布区——鄱阳湖国家级自然保护区外围鸟类资源进行了调查,明晰在保护区之外鸟类丰富度及保护情况。2015年启动赣抚平原动物资源调查。此外,对省内一些特殊地段进行点状调查。2013年,对既是人类活动区域又是濒临大湖池的吴城半岛进行越冬候鸟进行了调查;2012年—2013年开展了鄱阳湖鸟类资源调查;对宜春明月山(2014—2015年)及南昌梅岭南麓等城郊部分(2012年)的鸟类资源进行了调查,明晰人类活动相对频繁区域鸟类多样性情况。对流域内中华秋沙鸭种群进行了补充调查。对蓝冠噪鹛进行了繁殖地调查及种群数量调查,结合传统样线法及红外相机监测法对白颈长尾雉分布的典型区域-官山国家级自然保护区进行了其种群分布及数量初步调查。

据本次最新统计,流域共有鸟类514种,隶属于19目74科。其中雀形目(Passeriformes)鸟类最多,有36科250种,占总鸟种数的48.64%;其次是鸽形目(Charadriiformes),共9科65种;雁形目(Anseriformes)1科38种;隼形目(Falconiformes)3科37种。从科级分类阶元上看,雀形目莺科(Sylviidae)、雁形目鸭科(Anatidae)、鸽形目鹑科(Scolopacidae)、鹰形目鹰科(Accipitridae)、种数最多,分别为38种、

---

<sup>2</sup>本研究得到了国家科技支撑项目(2012BAC11B02)、江西省重大招标项目(20114ABG01100-01-03-6)等项目的资助。

37 种、32 种和 29 种。鸟类地理分布型中，东洋型占优势，有 31.70%，其次是古北型，占总数的 19.62%。国家重点保护鸟类 85 种，占全国重点保护鸟类的 35.71%。

对蓝冠噪鹛的繁殖种群分布调查表明目前在婺源至少存在 11 处繁殖点，种群数量在 240 只以上。中华秋沙鸭在江西共有 14 个县市有分布记录，其中多集中在赣北和赣中，以信江流域部分河段数量最多，2015 年对 10 个河段的调查统计到实体数量 120 余只。

各个保护区（地区）中物种最多的为鄱阳湖，其次为婺源和井冈山。从科数来看婺源最多，鄱阳湖次之。G 指数鄱阳湖最高，其次为婺源，桃红岭最低；F 指数婺源最高，其次为鄱阳湖，桃红岭最低；G-F 指数桃红岭和阳际峰最高，鄱阳湖最低。

流域鸟类组成特点：鸟类组成上以留鸟和冬候鸟最多，本研究中鄱阳湖、南矶山冬候鸟比例也高于留鸟，甚至高于繁殖鸟比例。在地理成分上古北界鸟类比例最高，虽然江西处于亚热带丘陵山地区，但靠近北部的区域仍表现出强烈的古北界成分，特别是鄱阳湖和南矶山，因受北部迁来越冬候鸟影响，古北界比例高于东洋界，庐山因靠近鄱阳湖也表现出古北界高于东洋界。位于赣南的九连山则东洋界比例明显高于古北界。武夷山、阳际峰、官山、九岭山等地东洋界成分均在 50% 以上，而这些区域也是留鸟比例较高的地方，且武夷山、井冈山、三清山拥有比例最高的特有种，推断武夷山脉、罗霄山脉和九岭山脉可能是鸟类冰期避难所。

根据鸟类组成特点将江西进行区划：除鄱阳湖及其冲击平原区外，周边较高的区域可划分为东部山地区（主要包括武夷山脉）、东北部丘陵区（婺源、怀玉山脉）、西部山地区（罗霄山脉北段、九岭山脉等）、西南山地区（罗霄山脉西南段、南岭山地等）。江西中南部因调查数据仍在统计中，尚不能明确其与周边区域在鸟类组成上的关系，因此暂时保留。

## 长江上游合江江段鱼类群落结构时间变化分析

高欣, 刘焕章

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

长江合江江段位于“长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区”的中段, 距离三峡水库库尾约 90 km, 赤水河在此汇入长江干流。1997-2015 年在长江上游合江江段开展了鱼类资源的连续调查, 以分析鱼类群落结构随时间的变化。结果显示, 研究期间在长江合江江段收集到鱼类合计 139 种, 其中, 长江上游特有鱼类 32 种, 占鱼类总物种数的 23%。每年调查到的物种数为 42-93 种, Shannon 多样性指数为 1.44-3.11, Simpson 多样性指数为 0.52-0.93, Pielou 均匀度指数为 0.36-0.71。主要优势种包括圆口铜鱼、南方鲃、长鳍吻鲈、瓦氏黄颡鱼和鲤, 其对鱼类群落结构变化的累计贡献率达到 53.7%。时间变化分析显示: 2008 年三峡工程试验性蓄水 172 m 后, 长江合江江段的鱼类群落结构发生了明显的稳态转换 (regime shift); 与 2008 年之前相比, 2008 年之后鱼类物种数增加了 56%, Shannon 指数下降 24%, Simpson 指数下降 10%, Pielou 均匀度指数减少 12%。特有鱼类物种数增加了 17%, 特有鱼类的重量百分比减少 56%。2008 年之前, 优势种为圆口铜鱼、南方鲃、长鳍吻鲈、瓦氏黄颡鱼和鲤; 2008 年之后, 优势种为瓦氏黄颡鱼、圆口铜鱼、鲢、南方鲃和铜鱼。2008 年以后, 鲢和铜鱼等相对缓流物种在渔获物中比例的增加, 反映了三峡工程蓄水 172 m 后, 形成的水库环境对长江上游干流鱼类群落结构变化的影响, 说明合江江段鱼类群落由河流特征转换为河流—水库混合特征。

**关键词:** 三峡; 蓄水; 长江上游特有鱼类; 稳态变化; 保护



### 专题三、土壤微生物多样性监测

#### 森林土壤真菌多样性的分布格局与维持机制

季妞妞, 郭良栋

(中国科学院微生物研究所真菌学国家重点实验室, 北京 100101)

土壤真菌是地下微生物的重要组成部分, 在生态系统的物质循环和群落演替过程中具有重要的生态功能。本研究利用 DNA 高通量测序技术检测我国不同气候带森林生态系统的土壤真菌多样性, 结果表明: 随纬度增加总真菌和腐生真菌的多样性无显著变化, 而病原真菌多样性随纬度增加而降低, 外生菌根真菌多样性随纬度增加而升高。在整个森林生态系统中, 总真菌及其功能类群的多样性受植物和土壤影响, 然而在温带森林生态系统中, 总真菌、腐生真菌和丛枝菌根真菌多样性没有受任何因子影响, 外生菌根真菌多样性主要是受宿主植物的物种和系统发育多样性影响, 病原真菌多样性只受土壤影响; 在热带-亚热带森林生态系统中, 总真菌、腐生真菌和病原真菌多样性受植物多样性、土壤营养和土壤颗粒大小的影响, 外生菌根真菌多样性受宿主植物和非寄主植物的影响, 丛枝菌根真菌多样性没有受任何因子影响。在整个森林生态系统中, 总真菌及其功能类群的群落组成主要受到现代环境、扩散限制、植物和古气候影响。然而, 在温带森林生态系统中, 总真菌及其功能群的群落组成主要是受到古气候的影响, 而在热带-亚热带森林生态系统中总真菌以及功能群的群落组成主要受植物的群落组成、植物的系统发育关系和现代气候的影响。结果表明不同森林中真菌多样性和群落的维持机制不同。

## 土壤微生物多样性监测：揭示地下生态系统的结构和功能

李香真

(中国科学院成都生物所, 成都 610041)

土壤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、时空分布格局等，对于微生物多样性资源的保护和利用具有重要意义。由于手段的限制，以往的研究常把微生物系统当做一个黑匣子来处理，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。高通量测序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、土壤基因组的变化提供了强有力的手段。本报告将对土壤微生物多样性监测的技术、方法、重要研究进展进行介绍，结合我们在中国草原生态系统及贡嘎山山地生态系统中开展的土壤微生物多样性研究的结果，阐述土壤微生物的组成、多样性、空间分布格局及其重要的驱动机制，预测微生物群落的结构、功能及其对全球气候变化的响应。

## 三江湿地生态系统小叶章 AMF 初探

杨立宾, 隋心, 倪红伟\*

(黑龙江省科学院自然与生态研究所湿地与生态保育国家地方联合工程实验室, 哈尔滨 150040)

丛枝菌根真菌 (arbuscular mycorrhizal fungi, AMF) 是土壤微生物区系中分布较广、生物量最大、功能最重要的真菌类群, AMF 是好气性真菌, 其孢子和菌丝都需要一定的通气条件才能生长发育; 而湿地的土壤环境中氧气含量相对较低, 一定程度上限制了 AMF 与植物的共生, 导致很多湿地植物体内很少或者不存在 AMF。过去普遍认为 AMF 对湿地生

态系作用很小，甚至认为 AMF 与湿地植物是寄生关系；近些年相关研究不仅证明了 AMF 在湿地植物中的广泛分布，同时也揭示了 AMF 对湿地植物以及湿地生态系统所起的重要作用。

本研究以三江湿地生态系统中主要建群植物小叶章及 AMF 为对象，首先对多个小叶章植株根样进行酸性品红染色和观察，并采用湿筛倾析法对小叶章根际土壤中 AMF 孢子进行分离鉴定，之后应用 454 焦磷酸测序技术(454 pyrosequencing)对不同水势梯度生境下的小叶章 AMF 进行测序，研究结果如下：

(1) 对所选小叶章的根系进行酸性品红染色后观察丛枝菌根结构，可清楚地看到丛枝、根内菌丝、泡囊等丛枝菌根结构，说明小叶章属于典型的丛枝菌根植物。小叶章根系的泡囊形状为球形、椭圆形及不规则形，一般是从根段皮层组织的胞间菌丝顶端形成泡囊。泡囊出现的概率较小，只在少数的根段中才观察到泡囊的存在。一般从皮层细胞的胞内菌丝顶端或其分枝的顶端形成丛枝。

(2) 对所有根段菌根侵染率进行分析，结果表明：菌根侵染率在不同的根段粗度上明显不同，当根段粗度 0.1-0.3 mm 时，根系菌根的侵染率为 29 - 31%；根段粗度在 0.3 - 0.6 mm 时，菌根侵染率为 21-26%。其中较细根段染色较浅，较粗根段的染色比较明显。

(3) 从小叶章根际土壤样品中进行筛析并分离出 VA 菌根的孢子果或孢子，经形态鉴定，在所采土样中共发现 14 种丛枝菌根真菌的孢子。经过形态观察，初步鉴定出小叶章根系土壤中的丛枝菌根菌种类为 14 种，其中无梗囊霉属(*Acaulospora*)4 种，球囊霉属(*Glomus*)4 种，盾巨孢囊霉属(*Scutellospora*)1 种，未知菌 5 种。

(4) 不同水势梯度生境下小叶章根际土测序结果显示三江湿地生态系统中小叶章 AMF 分布在 1 纲(球囊霉纲)3 目(球囊霉目、多孢囊目、巨孢囊目)10 科(球囊霉科、多孢囊科、巨孢囊科、盾孢囊科、无梗囊

霉科等) 13 属 (球囊霉属、多孢囊属、巨孢囊属、盾孢囊属、无梗囊霉属等)。

三江湿地生态系统小叶章 AMF 种属的进一步鉴定、多样性、以及与植物和环境因素间的相互关系等研究还在进行中。

### **Complete mitochondrial genome of *Pseudoperonospora cubensis* in the alpine steppe of the Tibetan Plateau<sup>3</sup>**

Lu Weijia<sup>1</sup>, Hu Guowen<sup>2</sup>, Wang Guangpeng<sup>3\*</sup>

(1. Lanzhou Institute of Biological Products Co, Ltd, Lanzhou 730000, China; 2. Ministry of Education Key Laboratory of Cell Activities and Stress Adaptations, School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 3. Key Laboratory of Alpine Ecology and Biodiversity, Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

*Pseudoperonospora cubensis* is a species of water mould known for causing downy mildew on cucurbits. Phylogenetic investigations of worldwide *P. cubensis* species by utilizing molecular fragments indicated them paraphyletic with three main distinct lineage. With the situ sampling observation system in a typical semiarid alpine steppe region of the Tibetan Plateau, the function of *P. cubensis* was detected by molecular tools. 454 GS FLX Titanium sequencing data was used to obtain its complete mitochondrial genome (38 553 bp). The mitogenome contains 60 genes, including two ribosomal RNA, 25 transfer RNA, 15 ribosomal proteins, five open reading frames (ORFs). The *rps3* and *rpl16* overlapped each other by 14 bp. The gene order and composition of *P. cubensis* was similar to that of most other

---

<sup>3</sup> Foundation item: Under the auspices of the Natural Science Foundation of China (No. 41301062) and the Open Foundations of State Key Laboratory of Cryospheric Sciences (Grant SKLCS-OP-2013-02).

Corresponding author: Wang Guangpeng. E-mail: wanggp@itpcas.ac.cn

oomycetes, and its GC content was 22.4%. *P. cubensis* mtDNA showed high similarity with *Phytophthora mitogenomes* both in size, structure and gene content. While both *Phytophthora ramorum* and other oomycetes mitochondrial genomes that have been reported have invert repeat sequences, which are diverse both in length and location regions. Bootstrap analysis showed that all nodes with bootstrap values above 90. Two main clades were identified distinctly from six genera: *Achlya hypogyna*, *Thraustotheca clavata*. It is the first report of the complete mitochondrial genome in the genus *Pseudoperonospora* in the alpine steppe of the Tibetan Plateau. Phylogeny analysis indicates that *P. cubensis* has a close genetic relationship with genus *Phytophthora*. Overall, *P. cubensis* have a close genetic relationship with genus *Phytophthora*.

**Keywords:** Downy mildew; Tibetan Plateau; Mitochondrion, *Pseudoperonospora cubensis*

## 专题四、遥感监测与信息系统

### 生物多样性近地面遥感监测：应用与展望

郭庆华, 刘瑾, 胡天宇

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

生物多样性与地球不同组织水平的生命活动都息息相关, 它是生态系统为人类提供服务的基石。由于人类活动加剧, 全球范围内生物多样性正在以前所未有的速度丧失, 只有对生物多样性进行长期性、周期性和动态性的网络监测, 才能认识生物多样性变化的主导过程及其对生态系统功能和人类生产活动的反馈机制。但是, 生物多样性监测是一项非常复杂、极具挑战的整体性工程, 涉及多个层次、多个维度、长时间序列表征物种分布和丰度直接和间接信息的跟踪定量反映。

近地面遥感技术以无人机为核心载体，能够同时搭载多种类型传感器，在相对较大范围内获取高时空分辨率的多源遥感数据。该技术的出现很好地填补了卫星遥感、航空遥感和地面观测之间的时空尺度空缺。因此，Sino BON 综合监测与管理中心特别设立以激光雷达技术为核心的近地面遥感平台。该平台参考 GEO BON 的生物多样性核心指标框架，形成生物多样性近地面遥感监测方法标准和技术规范，最终实现多参数的天地一体化综合监测和多尺度、多站点、多生境的联网研究。目前，平台以贯穿中国南北纬度带的典型生态系统为对象（如西双版纳过门山热带雨林、古田山亚热带常绿阔叶林、东灵山暖温带落叶阔叶林、长白山温带落叶阔叶林、锡林郭勒温带典型草原、呼伦贝尔草甸草原、湛江红树林湿地等），开展了生物多样性近地面遥感监测的预实验，初步形成了内外业数据采集和预处理的作业标准模式和规范，并围绕地上生物量估算、生态系统三维结构刻画等方面进行信息提取。未来近地面遥感监测平台将与我国典型森林大样地开展深入合作研究，检验和探讨现有生物多样性监测指标的适合性，以期为森林生物多样性与生态系统功能和服务的保护和科学管理提供理论支撑，同时也使近地面遥感平台成为科学规划和管理森林生态系统的有效平台。

**关键字：**无人机；激光雷达；高光谱；多源数据融合；生物多样性核心指标

### 生物多样性保护优先区动态生境指数监测与分析

万华伟<sup>1\*</sup>，孙晨曦<sup>1</sup>，肖志强<sup>2</sup>

1. 环境保护部卫星环境应用中心，北京 100011；
2. 北京师范大学地理学与遥感科学学院，北京 100875）

生物多样性是人类赖以生存的条件，植被对于生物多样性的维持具有重要作用，为监测优先区域内的生境变化情况，本文提取了 2011-2015

年期间 32 个优先保护区域的动态生境指数并对其变化进行分析。该指数的获取以光合有效辐射比例 (fPAR) 为数据源, 包含 3 个分量, 由年时间序列计算得到, 分别是累积年 fPAR, 反映全部的潜在植被生产力; 最小年 fPAR, 该区域最低的植被盖度; 年绿度的变化系数, 反应该区域的变异情况。通过动态生境指数的计算, 可以清晰地反应区域对于生物多样性维持能力的变化。监测结果表明: 32 个优先区域植被生长状况高于全国平均水平, 2011-2015 年间持续变好, 西南地区优先区域植被向好趋势明显。2015 年 32 个优先区域植被状况良好, 年均绿度为 37.81, 高于全国平均水平 (25.32), 整体由东南向西北逐步降低, 东北、藏东南、新疆部分地区相比周边区域较高。东北地区 and 中部地区季节性变化较高。2011-2015 年间, 优先区域植被长势持续向好, 年均绿度由 35.90 增至 37.81, 增加 5.32%。32 个优先区域中, 西南地区的优先区域植被生长向好趋势明显, 东北松嫩平原及中部林草交错带的优先区域植被季节性变化增加趋势明显。该数据为区域的动态生境质量变化提供了快速的检测方法, 可以在大尺度上反映区域生物多样性维持功能的变化。

**关键词:** 动态生境指数; 生物多样性; 遥感

## 基于遥感和 IUCN 框架的森林生态系统受威胁状况评估——以西双版纳地区为例

谭剑波<sup>1</sup>, 李爱农<sup>1\*</sup>, 雷光斌<sup>1</sup>, 马克平<sup>2</sup>, 陈国科<sup>2</sup>

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041;

2. 中国科学院植物研究所, 北京 100093)

生物多样性对人类至关重要, 而其评估是制定保护措施的前提。随着生态系统与生物多样性的关系不断被挖掘, 结合宏观尺度, 共同评估区域生物多样性水平逐渐被大家认可, 并成为评估全球生物多样性水平的重要手段之一。为了构建一套合理、通用的生态系统风险评估理论和

方法体系，世界自然保护联盟(International Union for Conservation of nature, IUCN) 提出了生态系统受威胁状况评估体系。目前，该评估标准已应用于世界各大洲，在揭示当地生态系统状况和指导生物多样性的保护方面发挥重要作用。该评估框架通过选取指标，定量表征生态系统受威胁状态，并结合给定的阈值，对各评估指标进行分级，确定各生态系统受威胁的等级。然而该评估体系中部分指标仍然是一个概念性的框架，如何在实践中实施，以及存在哪些问题仍需进一步研究。

本研究以生物多样性热点区域西双版纳为例，根据 IUCN 生态系统红色名录评估框架，分别从生境退化、生境限制分布、环境退化、生物过程退化四个方面，开展区域天然林生态系统受威胁状况评估。研究基于课题已有成果的基础上，利用 LANDSAT 数据，结合面向对象和决策树的方法获取西双版纳 1973/1980/1990/2000/2010/2015 年共 5 期的土地覆被产品，提取天然林时空分布状况，评估了区域天然林过去、未来退化程度以及生境限制分布指标，验证了预测模型 ARD、PRD 的可靠性。在环境退化方面，研究利用区域 2000 到 2015 年每 16 天的气象数据和 MODIS 的 NDVI 植被指数，分析区域气候与植被生长状况的关系，获取植被最佳生长状况下的气象环境数值，并结合过去、未来的气象数据，评估区域天然林生态系统过去、未来受气候威胁的程度。同时，研究基于气象和 NDVI 间的关系模型，结合过去和未来 50 年的气象数据，获取区域天然林过去和未来的 NDVI 变化程度，作为区域天然林生物过程退化的指标。评估结果表明受园地和橡胶林以及耕地扩张的影响区域天然林近五十年来退化 35.93%，根据未来预测模式以及未来气候情景模拟，区域天然林未来五十年内退化率分别为 35.5%、28.76%，根据历史以来区域天然林覆盖情况，区域天然林退化 50.06%，而根据过去和未来 50 年气候环境以及 NDVI 的变化情况，区域天然林生态系统的气候环境以及生物过程退化程度较低。



基于该套评估流程，研究还开展了西南地区自然植被生态系统受威胁状况评估。受退耕还林以及天然林保护等工程的影响，西南地区自然植被生态系统整体上退化率较低，大部分类型的威胁程度较低，但稀有生态系统威胁程度仍然较高。其受威胁的主要因素包括生态系统生境面积过小、生境破碎程度高、生态系统本身的天然更新能力差、天然林大面积砍伐以及经济林和耕地扩张，其中人类活动的影响是生态系统主要的威胁因素。

**关键词：**生态系统红色名录；IUCN；生物多样性；遥感；西双版纳；西南地区

### **A Method on Alpine Wetland Delineation and Features of the Border: A Case Study in Zoige Plateau, China**

Yaomin Zheng , Zhenguo Niu \*

(State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Wetlands are a natural complexity which is formed by the interaction of terrestrial and aquatic ecosystems and they cover about 4~6% of the world's land surface area. Wetland delineation is the foundation of wetland definitions and the basis of wetland mapping, which has the greatest importance on wetland management and research. The U.S. Army Corps of Engineers (USACE) firstly published the Wetland Delineation Manual, also known as the 1987 Manual. Then, the 1987 Manual was widely used for wetland delineation in the United States. The 'three elements of wetland' (wetland vegetation, hydric soil and wetland hydrology) is the core content of wetland definition, which is taken as the basis for defining and delineating wetland boundary.

Globally, many wetlands were extracted by remote sensing technology,

but mostly focused on the geography analysis and received relatively little attention on ecology analysis. The combination of ecology method and remote sensing technology as well as the landsat images of medium resolution will play very important role in wetland delineation in middle and small scale. In this paper, three national wetland reserves in Zoige Plateau were taken as an example for wetland delineation. Wet meadow is a strong indicator of environmental stress, which has the features of relative stability compared with hydric soil and wetland hydrology, and can be used as a leading indicator for the discriminant of upper bound of alpine wetland. When used in combination with the materials of accurate survey data during the same period and the method of visual interpretation, landsat 8 images in 26 July 2014 and supervised classification are recognised as the effective treatment for rapid identification of alpine wetland in Zoige plateau. The correct identification between wet meadow and grassland is the key to improve the accuracy for the wetland delineation in future. Because wetland delineation is the foundation of global wetland mapping and management, this paper appeals to pay more attention to method research on alpine wetland delineation.

**Keyword:** wetland delineation; remote sensing; alpine wetlands; Zoige Plateau

### 基于无人机航拍影像对森林生物多样性监测与分析

练璐愉, 王悦, 隋丹丹, 叶万辉

(中科院华南植物园保育生态学课题组, 广州 510650)

轻量级的无人驾驶飞机（以下简称：无人机）在军事上的应用已有较长的历史，这几年在民间也逐渐普遍得以使用。近年来，作为科研用途，无人机已经开始应用于监测野生动物和植物种群、测量植被结构和

映射土地覆盖变化。2013 年 Marris 在国际著名杂志 Nature 上撰文称之为“一个有前途的途径，可提供及时和低成本的监控环境技术”。与卫星和飞机遥感技术相比，无人机具有低飞慢速的优点，可在高空获取高分辨率（1-20 cm）的图像，并可在大面积空间范围上进行网格测量林冠高度，如果进一步结合地面监测数据，将可整合并量化个体、物种、树高及冠幅的数据，从而使森林林冠的监测成为可能。

为此，本研究于 2014 年和 2016 年两次利用无人机对鼎湖山南亚热带常绿阔叶林 20 公顷样地进行了林冠航拍监测。通过无人机空中拍摄的林冠图片，①应用图像处理技术，提取林窗特征数据及其空间格局特征；②初步分析了鼎湖山样地的林窗几何特征，了解了林窗大小分布和动态变化；③初步实现了群落林冠与林下动态变化的同步监测。

## 北京市野生动物多样性监测信息化管理系统开发应用

鲍伟东<sup>1</sup>，史洋<sup>2</sup>，纪建伟<sup>2</sup>

(1 北京林业大学生物科学与技术学院，北京 100083；2 北京市野生动物救护中心，北京 100013)

北京市野生动物在经历了无序滥捕的历史后，随着生态环境建设力度的加强，野生动物栖息地呈现好转，环境容纳量在提升，逐渐步入种群恢复的轨道，一些物种通过自然扩散成为本地区的新主人，另一些物种随着山区居民外迁重新回到了原本属于它们的自然栖息地，种群数量呈现增长势头。然而，季节性的山区旅游人为干扰强度也变得越来越大，探险式穿越直接深入到野生动物的核心家区；为了促进旅游发展而改变自然生态环境景观的修饰工程遍地开花，生态恢复工程的实施偏重于水土保持、空气净化、植被恢复，湿地的重建则强调景观营造，清淤更是破坏了本地水生动物和两栖动物的适宜生存条件。所有这一切在实施过程中很少考虑人造环境对野生动物生存适宜度的影响，更缺乏对改造栖

息地引起生物多样性下降负面效应的合理评估，由此造成了野生动物种群复壮后需要更多适宜生境与人类活动改变其生存条件的冲突，直接压制了野生动物种群恢复，对于野生动物多样性发展趋势的有效监测，成为当前提高本市野生动物保护成效面临的首要问题。

结合鸟类疫源疫病防控监测，我们开发了基于无线通讯网络传输的野生动物监测信息化管理平台，能够利用手持终端直接采集、发送野外调查野生动物物种、数量、生存状态、活动位点等多项参数，汇集到市园林绿化局信息中心接收服务器，自动归类处理数据，通过叠加本市森林资源与行政区划本底图层，直观显示野生动物空间分布。通过划分 16 种野生动物栖息地类型（含城市公园），判别与鸟类疫源疫病及重要保护物种相关的重点监测区域。通过 5 年实地监测调查，验证监测平台工作稳定，为提高鸟类疫源疫病防控效率和野生动物多样性保护提供了技术支撑，形成常规化监测体系，利于对野生动物多样性与生态环境动态开展相关评估。

**关键词：**多样性监测；种群恢复；数据采集终端；信息化管理

## 专题五、土壤动物监测

### 我国土壤甲螨多样性研究历史、现状及未来发展设想

陈军

（中国科学院动物研究所，北京 100101）

基于国内外学者发表的文献，对我国土壤甲螨多样性研究历史进行简要回顾，并介绍目前我国甲螨多样性研究取得的成绩和存在问题。围绕生物多样性监测的目标，提出我国土壤甲螨生物多样性监测需要关注的问题。

## 中国典型森林生态系统土壤线虫群落结构特征

邵元虎

(河南大学环境与规划学院, 开封 475001)

地上植物群落沿着纬度梯度表现出了明显的纬度地带性, 然而土壤生物群落是否也有类似的分布规律尚不十分明确。我们分析了中国典型森林生态系统土壤线虫多样性和群落组成。期望通过全面系统的研究, 加深理解土壤线虫群落分布与气候其相关植被之间的关系。按照纬度从低到高的梯度, 我们选取了 13 个森林群落进行采样, 涵盖季雨林、常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、针阔混交林和针叶林等生态系统。结果发现在国家尺度上, 针叶林、针阔混交林和常绿阔叶林线虫密度偏低, 而且主要是低营养级线虫密度偏低。线虫属丰富度和多样性在季雨林较高, 在针叶林最低。在较小尺度上, 比如西双版纳热带森林生态系统, 地带性雨林植被的食细菌、食真菌、捕食杂食线虫的多度都是多于其它林型的, 并且线虫多样性和属的丰富度都是最高的, 但植食性的线虫是次生林比较多, 石灰林的雄虫比例明显高。说明在同样气候条件下, 不同植被群落与线虫的群落的关系密切, 顶级地带性植被森林生态系统的线虫群落多样性和密度都是更高的。而大尺度上的线虫群落分布特征受气候和植被类型因素的双重影响。

**关键词:** 森林生态系统; 土壤线虫; 尺度

### 中国蚯蚓物种多样性及主要类群的分化与扩散

蒋际宝<sup>1,2,3</sup>, 董彦<sup>1,2,3</sup>, 孙静<sup>4</sup>, 赵琦<sup>1,2,3</sup>, 张亮亮<sup>5</sup>, 邱江平<sup>1,2,3\*</sup>

(1. 上海交通大学农业与生物学院, 上海 200240; 2. 农业部都市农业(南方)重点实验室, 上海 200240; 3. 国家林业局上海城市森林生态系统国家定位观测研究站, 上海 200240; 4. 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095.; 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所, 上海 200025)

蚯蚓是重要的土壤动物类群, 提供了不可替代的生态功能。为厘清

我国蚯蚓物种多样性现状，本研究采集与鉴定了数十个自然保护区及周边地区的物种，并在前期的研究基础上整理了蚯蚓物种名录。截止 2016 年 6 月，中国共记录有陆栖蚯蚓 9 科 28 属 632 种（亚种），主要为链胃蚓科（*Moniligastridae*）2 属 20 种，正蚓科（*Lumbricidae*）8 属 25 种，巨蚓科（*Megascolecidae*）7 属 571 种（亚种）约占总数的 90%；巨蚓科内的优势类群是远盲蚓属（*Amyntas*）与腔蚓属（*Metaphire*）。探讨蚯蚓主要类群的分化与扩散历程，是蚯蚓宏观生态学研究的基础。正蚓科的历史生物地理学研究揭示该科起源于欧洲，部分广布物种传播到东亚。本研究基于线粒体 5 个基因（COI、COII、ND1、12S 及 16S 基因）构建了我国主要蚯蚓类群——巨蚓科的分子系统发育树，并结合形态分析与分子系统发育结果估计物种分化时间，重建祖先特征与祖先分布区域，在物种阶元上阐述了我国巨蚓科蚯蚓分化与扩散历程。研究结果表明，我国巨蚓科蚯蚓起源于白垩纪末期到新生代初期（约 58.9-72.9Ma）的中南半岛，祖先从西南进入中国后在漫长的地质时期里朝不同方向分化与扩散，产生了 14 个主要的物种群；物种数目在新生代的古近纪与新近纪时期（约 5.2-60.6Ma）大幅增加，而在新近纪的上新世（约 5.2Ma）以后可能受第四纪冰期等因素影响造成增加速率大幅下降。巨蚓科蚯蚓在进化过程中为适应不同的环境压力，演化出了多种类型的形态特征。

**关键词：**蚯蚓；物种多样性；系统发育；分化与扩散；中国

## 土壤蜘蛛分类与生态学研究进展

张志升

（西南大学生命科学学院，三峡库区生物资源与生态环境教育部重点实验室 重庆 400715）

蜘蛛处于土壤食物网的较高营养级，多样性非常丰富。近年来，我们在土壤蜘蛛的分类学方面做了大量工作。刚刚完成校稿的《中国动物

志 漏斗蛛科和暗蛛科》中对在地表附近结网的漏斗蛛和暗蛛进行了梳理和总结，共记载中国漏斗蛛科 4 亚科 26 属 358 种、暗蛛科 1 属 10 种；同时，我们还完成了《中国动物志 卷叶蛛科和栅蛛科》的初稿，总结了与漏斗蛛密切相关的卷叶蛛科（13 属 59 种）和栅蛛科（6 属 43 种）的区系分类研究。狼蛛是在地表游猎生活的一大类蜘蛛，目前在中国记载有 26 属 310 种，但存在诸多分类学问题。我们从基础的种类普查开始重新梳理狼蛛的分类体系，近六年来足迹遍布全国 28 个省份，采集狼蛛超过 6 万余号，种类超过了 300 种，涉及 7 亚科约 28 属以上；在此基础上，我们正在开展狼蛛的修订与系统发育、分布格局、物种分化、与其他科的演化关系等方面的研究。上述研究为进一步利用土壤蜘蛛进行生态学、生物防治等研究奠定了坚实基础。在生态学方面，我们对高黎贡山不同海拔高度进行了蜘蛛多样性取样调查与分析，初步分析结果表明，蜘蛛多样性及群落演替与植被类型、海拔高度等因素密切相关。

## 中国少足动物分类及其多样性

钱昌元<sup>1,2</sup>, 孙红英<sup>2</sup>

(1 中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所, 中科院昆虫发育与进化生物学重点实验室, 上海 200032; 2 南京师范大学生命科学学院, 江苏省生物多样性与生物技术重点实验室, 南京 210097)

少足动物 (paupods) 隶属节肢动物门 (Arthropoda)、多足亚门 (Myriapoda)、少足纲 (Paupoda), 是受关注度极少的一类微型土壤动物。依据现有分类系统, 现生少足动物分为六少足目 (Hexamerocera Remy, 1950) 和四少足目 (Tetramerocera Remy, 1950)。自 1866 年在伦敦首次发现少足动物以来, 全球已报道的少足类共有 2 目、12 科、50 属、926 种。

1988 年, 中科院动物所张崇州和陈中平先生首次报道了中国少足动

物 3 科 5 属, 而此后的近 20 年, 我国少足动物研究处于长期停滞的状态。2007 年南京师范大学开展少足动物的系统分类研究。由沈宏和郭华等先后发现、报道了采自江苏、安徽和浙江多地的少足科 1 新属、12 个新种和 7 新记录种。自 2009 年至今, 我们在中国东南部亚热带森林土壤地区开展少足动物多样性调查工作, 共发现 2 个新纪录科、10 个新种和 2 新纪录种, 并厘定 2 种。目前中国已知的少足动物共计 39 种, 隶属 1 目、4 科、11 属, 但这与全球少足类的物种多样性差距甚远, 也远低于我国物种多样性占世界物种多样性的比例。亟待开展更广泛的中国少足类区系调查和系统分类学研究。

中科院上海植生所正在开展古田山土壤动物多样性的调查和监测工作, 前期主要调查了土壤动物原尾纲、弹尾纲和双尾纲的多样性。我们拟将少足动物多样性调查加入其中, 增加土壤动物研究类群。此外, 将继续拓展少足动物的调查研究区域, 丰富我国少足动物的多样性, 提升我国在少足动物研究中的国际影响力。

**关键词:** 少足动物; 系统分类; 生物多样性

### 贡嘎山典型植被下土壤线虫分布格局<sup>4</sup>

孙晓铭, 潘开文\*, 张林, 邓铭瑞, 伍小刚, 熊勤犁, 陈文凯  
(中国科学院成都生物研究所生态恢复重点实验室, 成都 610041)

土壤线虫是丰富度与多样性最大的一类土壤动物, 在土壤食物网中占据多个营养级, 可以比其它土壤动物提供更多的信息, 越来越多地被

---

<sup>4</sup>第一作者简介: 孙晓铭, 1983 年 3 月生, 博士、助理研究员, 主要从事土壤动物与森林生态研究. E-mail: sunxm@cib.ac.cn.

基金: 国家自然科学基金资助(31370632, 31500517)

通讯作者, pankw@cib.ac.cn



用来评价陆地生态系统的土壤生物学效应、土壤健康水平或受干扰的程度。处于横断山区的青藏高原东缘是学术界认定的我国生物多样性最为丰富的地区之一，也是全球 25 个生物多样性热点地区之一。贡嘎山是青藏高原东缘的第一高峰，生态地位极其重要。其东坡 30 公里水平距离内，形成了近 6400 米的垂直高差，孕育了典型完整的植被垂直带谱。研究青藏高原东缘—贡嘎山典型植被下土壤线虫分布格局是这一区域开展地下生物多样性保护、生态系统评价与管理与生态系统生产力维持研究的重要基础。

本文研究了贡嘎山海拔 1078m-3964m 的低山针叶林、常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、针阔叶混交林、亚高山针叶林、高山\亚高山灌丛和高山\亚高山草甸 8 种植被类型中 14 个植物群落类型下土壤线虫群落的结构组成，并揭示影响土壤线虫分布格局的主要环境因子。结果表明，落叶阔叶林土壤线虫数量显著高于高山\亚高山草甸 ( $p = 0.020$ ) 和常绿落叶阔叶混交林 ( $p = 0.025$ )；低山针叶林土壤线虫数量为 456 条  $100\text{ g}^{-1}$  干土，显著低于其他植被类型的土壤线虫数量 ( $p < 0.05$ )。本研究共鉴定出土壤线虫 39 科 67 属，其中土壤中食细菌线虫所占比例较大，为线虫总数的 44.55%，是主要营养类群。其次是植物寄生线虫所占比例为 24.70%；食真菌线虫和捕食-杂食线虫所占线虫总数的比例分别为 19.86% 和 10.89%。土壤线虫生态指数分析表明，8 种植被类型下，落叶阔叶林和常绿落叶阔叶混交林土壤自由生活线虫成熟度指数 (MI) 显著高于高山\亚高山草甸和常绿阔叶林 ( $p < 0.05$ )。

环境变化对土壤线虫群落影响的冗余分析表明：海拔梯度 ( $P = 0.004$ )，pH ( $P = 0.002$ ) 是影响土壤线虫群落结构的主要环境变量。用环境因子与土壤线虫相关指标构建的结构方程模型表明，群落类型和海拔通过影响土壤水分进而影响土壤线虫类群属和营养类群的分布；土壤水分对线虫的影响包括直接影响和通过改变土壤 pH 对线虫产生的间接影响。

**关键词：**贡嘎山；植被类型；土壤线虫；分布格局

**Soil macrofauna and mesofauna communities in the same ecosystem respond differently to the spatio-temporal dynamics of environmental factors**

Pengfei Wu\*, Changting Wang

(College of Life Science and Technology, Southwest University for Nationalities, Chengdu 610041)

Spatio-temporal variability is a key factor in understanding ecosystems. Soil macrofauna and mesofauna play important roles and have variable responses to changes in environmental factors in different ecosystems, but the differences in spatio-temporal variability between soil macrofauna and mesofauna communities in the same ecosystem are still unknown. Soil macrofauna and mesofauna were investigated in April, August and November of 2008 in two deciduous broad-leaved forests: secondary shrub forest (SSF) and *Betula albosinensis* forest (BSF), two coniferous forests: *Picea asperata* plantation (PAP) and *Abies fabri* and *Larix kaempferi* mixed forest (ALF), a coniferous (*A. fabri*) and broad leaf (*B. albosinensis*) mixed forest (ABF) and a subalpine meadow (SM) at elevations from 2659 to 3845 m. We hypothesized that soil mesofauna would be more sensitive to spatio-temporal changes in environmental factors than soil macrofauna because the taxa of soil mesofauna are r-selected compared to those of macrofauna, which are k-selected. The community composition of the soil macrofauna was more responsive to habitat changes than that of soil mesofauna across the sampling months, but the community composition of soil mesofauna was more sensitive to sampling month than that of soil macrofauna across all six habitats. Abundance, richness and Shannon index values significantly varied between the six habitats for soil macrofauna but had no obvious pattern in spatial change in the soil mesofaunal communities. Moreover, the differences in abundance and diversity index values between sampling months were not

significant for soil macrofauna, but were significant for soil mesofauna. The spatial distributions of soil macrofaunal communities were more easily affected by the changes in environmental variables related to plant community and soil properties than those of the soil mesofauna communities, while the temporal dynamics of the soil mesofauna communities were more sensitive to the changes in climatic factors across sampling months than those of the soil macrofauna. The results showed that the soil macrofauna and mesofauna communities respond differently to spatial and temporal changes in environmental factors, even when they occur in the same ecosystem, as result of different effects of habitat and climatic factors. These findings indicate that the plant communities affect more strongly on soil macrofauna than on mesofaunal communities 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 ecosystems, especially in forest ecosystems.

**Key Words:** soil macrofauna; soil mesofauna; spatio-temporal variation; community level; habitat factors; climatic factors

### 中国远盲蚓属 (*Amyntas Kinberg, 1867*) 蚯蚓物种多样性和地理分布

孙静<sup>1</sup>, 蒋际宝<sup>2</sup>, 邱江平<sup>2</sup>, 姚波<sup>1</sup>, 刘满强<sup>1</sup>, 李辉信<sup>1</sup>, 胡锋<sup>1\*</sup>  
(1. 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 2. 上海交通大学农业与生物学院, 上海 200240)

目前全世界已报道的远盲蚓属 (*Amyntas*) 蚯蚓约 500 种。我国是世界上远盲蚓属蚯蚓分布最多的国家, 该属蚯蚓在我国南方得到了极大的发展, 物种多样性占绝对优势, 因此其生态功能尤为重要。然而, 受制于研究手段发展的滞后, 该属蚯蚓的物种多样性和地理分布并不明确,

正逐渐成为生态研究的瓶颈。本研究系统地采集了我国云南、四川、贵州、陕西、广西、广东、福建、海南、湖北、湖南、安徽、江西、江苏、浙江和上海共计三十余个保护区的自然和农田生态系统中的蚯蚓，通过文献记载和基于 **Barcoding** 的物种及其地理分布信息，对我国远盲蚓属蚯蚓的物种多样性和地理分布模式进行了归纳和分析。结果表明我国远盲蚓属蚯蚓的物种多样性数量还有望进一步上升，其地理分布呈现出明显的纬度和海拔梯度。此外，研究还阐明了远盲蚓属蚯蚓在我国的分布热点区及对温湿度的响应。

**关键词：** 蚯蚓；远盲蚓属；Barcoding；物种多样性；地理分布

## 沼泽湿地无脊椎动物多样性特性及其功能

武海涛

(中国科学院东北地理与农业生态研究所 长春 130102)

湿地作为水陆交汇过程作用下的陆地-深水过渡地带，是同时兼有典型陆地系统和水生系统特征的地理综合体和复杂生态系统；湿地生态系统特征即不同于陆地生态系统，也不同于水生生态系统。湿地的这种水陆过渡特性，也决定了其无脊椎动物的组成上，具有水陆兼性和复杂性。湿地典型无脊椎动物，既包括陆生的土壤动物，也拥有包括底栖动物在内的水生无脊椎动物；而且湿地拥有特有的湿地无脊椎动物物种。而且，湿地生境也是周围相邻陆地系统或水生系统无脊椎动物的“源”或“汇”。

沼泽湿地中陆生土壤动物，以跳虫、螨类、线虫和线蚓为主要优势类群，其中线蚓和线虫分布密度高于同区域内其他陆地生态系统，而跳虫和螨类分布密度低于其他生态系统；湿地土壤动物类群组成相对较少，一般低于同区域的其他生态系统；但沼泽湿地中具有水生和半水生的跳虫、螨类和线虫分布。草甸和沼泽化草甸中地表陆生甲虫，已经证实是良好的指示类群。

沼泽湿地，特别是淹水的典型重沼泽是水生无脊椎动物的重要生境。沼泽湿地中水生无脊椎动物以螺类、蜻蜓类、蟋类、甲虫类、蜉蝣类和摇蚊类为优势类群。相对于典型水生系统，螺类和甲虫类等无脊椎动物多样性更加丰富，而蜉蝣目和毛翅目等种类较少。其中，沼泽湿地水生螺类对湿地环境变化响应敏感，已经证实是良好的指示类群和物种。水生无脊椎动物和鱼类是沼泽湿地作为水禽重要栖息地功能的重要的食物源保障，是沼泽湿地典型食物链和食物网的重要组成环节

沼泽湿地的水陆环境交替性和周期性，决定了同一湿地环境中，陆生无脊椎动物和水生无脊椎动物的交替分布，具有明显的季节和年际变化。湿地无脊椎动物具有耐淹水、耐干旱和水文波动环境的高敏感性和适应性等特征。

湿地无脊椎动物直接参与了湿地物质分解、元素循环和生物多样性维持等功能。特别是大型陆生土壤动物蚂蚁和蚯蚓，随着其对水文波动的过程响应，能够直接影响到土壤碳、氮等元素的矿化、硝化和反硝化过程，影响含碳氮温室气体排放的速率和源汇格局。湿地水生无脊椎动物组成和格局直接决定湿地作为水禽栖息地的支撑能力。

湿地，特别是沼泽湿地生物多样性的监测与研究，目前主要集中在湿地植物和水鸟上，应该更加重视无脊椎动物多样性的监测及其生态过程-功能的研究。

## 河西走廊干旱荒漠区土壤动物多样性监测与研究概况

李锋瑞，刘继亮

(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)

研讨会报告主要包括以下内容：西北内陆干旱荒漠区主要生态景观简介和荒漠绿洲生态系统土壤动物多样性监测和研究工作概况。

年平均降水量在 250mm 以下的西北内陆干旱荒漠区,是中亚干旱区的重要组成部分,主要包括新疆、内蒙古及甘肃等省份,总面积 200 多万 km<sup>2</sup>,约占陆地国土面积的五分之一。黑河流域是我国西北干旱荒漠区第二大内陆河流域,也是一个能够全面反映干旱区内陆河流域自然景观综合特征的代表性流域,同时也是开展气候变化和人类活动对内陆河流域生态系统结构、功能、过程和稳定性影响研究的理想地区。在黑河流域,山地、绿洲、荒漠三大自然景观类型共存是其最基本的景观格局特征,多样化的地理环境景观为哺乳动物、鸟类、昆虫、土壤动物多样性的形成和生存提供了重要生境。由于种种原因,目前我们对干旱区不同生态景观中土壤动物多样性及其功能特性的了解仍十分有限。因此,对荒漠绿洲生态系统独特的土壤动物多样性开展系统定位监测,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荒漠绿洲复合景观为研究区域,依托临泽站(中国生态系统研究网络站和国家野外科学观测研究网络台站),设置了横穿绿洲、荒漠绿洲过渡带、荒漠三个主要景观类型并涵盖湿地、农田、农田防护林地、人工固沙灌木林地、天然沙质荒漠及戈壁荒漠等一系列生境类型的生态样带,系统调查了不同生境类型中地面/土壤动物群落组成及物种多样性。主要成果是:(1)初步确定了黑河中游荒漠、绿洲及荒漠绿洲过渡带地面/土壤动物群落的基本组成特征:包括 3 门 8 纲 32 目 116 科。(2)初步确定了绿洲、荒漠绿洲过渡带、荒漠三个主要景观类型关键地面/土壤动物类群的数量、物种丰富度及其时空变异规律。上述工作填补了黑河中游荒漠绿洲区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荒漠绿洲生态系统土壤动物多样性及生态功能研究奠定了基础。

近年来,在中科院创新团队国际合作伙伴计划项目和国家自然科学基金项目的资助下,我们研究团队主要开展了四个方面的研究工作:(1)人工绿洲不同扩张方式对土壤动物群落组成、物种多样性及其生态功能的影响及其驱动机理;(2)荒漠灌丛植被斑块格局及多样性对地面/土壤

动物物种多样性的形成、分布及维持的生态效应及调控机制；(3) 降水脉动强度和频率对干旱荒漠几种优势土壤动物类群（甲虫、蜘蛛、跳虫、螨类）数量、多样性短期变化的影响及其调控机理；(4) 绿洲农田开垦年限、作物类型、管理方式和强度对土壤动物多样性及土壤生态服务功能的影响。

我们研究团队已在临泽站建立了土壤动物实验室，具备开展长期土壤动物多样性监测与研究的基本条件，建议将临泽站纳入中国土壤多样性监测专项网，主要承担河西走廊干旱荒漠绿洲生态系统（主要包括绿洲农田系统、荒漠灌丛植被、荒漠河岸林植被）土壤动物多样性变化长期定位监测任务。

### 岷江上游花椒不同复合种植模式下土壤食物网对极端降雨的响应<sup>5</sup>

孙锋<sup>1,2</sup>, 潘开文<sup>1,\*</sup>, Akash Tariqa<sup>2</sup>, 张林<sup>1</sup>, 孙晓铭<sup>1,\*</sup>, 李自龙<sup>1,2</sup>, 王思忠<sup>1,2</sup>, 熊勤犁<sup>1,2</sup>, 宋大刚<sup>1,2</sup>, Olusanya Abiodun Olatunja<sup>2</sup>

(1.中国科学院成都生物研究所, 成都 610041; 2.中国科学院大学, 北京 100039)

极端降雨事件的发生频率日益增加，对农林业生产带来重大损失。极端降雨通过驱动植物群落生长和死亡改变初级生产力和目标物种存活与生长。先前的相关研究主要基于植物多样性（或物种构成）-初级生产力关系，但在极端降雨情况下有关植物物种构成通过影响土壤食物网抗性提高目标作物存活和生长的研究机制尚未揭示。本文以岷江上游不同花椒林种植模式为研究对象，通过模拟极端降雨研究花椒复合种植模式（包括花椒单一种植，花椒和辣椒、花椒和苜蓿、花椒和大豆等间作）

<sup>5</sup>第一作者简介：孙锋，1986年2月生，博士研究生，主要从事土壤线虫、土壤微生物研究。E-mail: 690396764@qq.com.

基金：国家自然科学基金资助(31370632, 31500517)

通讯作者， pankw@cib.ac.cn, sunxm@cib.ac.cn

对土壤微食物网抗性和花椒生长的影响，旨在通过调查不同花椒林模式下土壤微生物网（微生物和线虫）对极端降雨的响应，探讨伴生作物（尤其是豆科）是否可以通过增加土壤食物网抗性缓和极端降雨对目标作物花椒生长的影响。结果表明：在正常降雨下，与花椒单一种植、花椒辣椒间作相比，花椒和苜蓿、花椒和大豆间作显著增加土壤硝态氮、可溶性有机碳和可溶性有机氮、土壤净氮矿化率（ $P<0.05$ ）；与花椒单一种植相比，花椒和苜蓿、花椒和大豆间作对土壤微生物无显著影响，仅花椒和大豆间作显著增加食细菌线虫数量（ $P<0.05$ ）；与花椒辣椒间作相比，花椒和苜蓿、花椒和大豆间作显著增加总微生物、细菌和真菌生物量，同时也显著增加总线虫、植食线虫和食细菌线虫数量（ $P<0.05$ ），花椒大豆间作显著增加花椒叶片氮含量，但与花椒单一种植和花椒苜蓿间作相比并无显著差异；作物中苜蓿叶片氮含量显著高于辣椒和大豆叶片氮含量（ $P<0.05$ ）；与花椒苜蓿间作相比，花椒大豆间作显著增加食细菌和食真菌数量（ $P<0.05$ ）。在极端降雨下，极端降雨显著增加土壤含水量（ $P<0.05$ ），降低土壤硝态氮和可溶性有机碳（ $P<0.05$ ）；与花椒单一种植，花椒辣椒、花椒苜蓿间作相比，花椒大豆间作显著增加总微生物抗性（ $P<0.05$ ），但降低食细菌线虫抗性（ $P<0.05$ ）；花椒和大豆间作的花椒叶片氮含量显著高于单一种植和其它间作中花椒的叶片氮含量。相关分析表明，花椒叶片氮含量与总微生物抗性和细菌抗性呈正相关（ $P<0.05$ ），而与总线虫、食细菌线虫和杂捕食线虫呈负相关（ $P<0.05$ ）。在极端降雨下，花椒与苜蓿种间竞争导致花椒叶片氮含量显著降低，而大豆通过增加不定根的生长显著增加大豆根生物量，增强微生物抗性，从而增加土壤净氮矿化率和花椒氮吸收，但花椒和大豆间作降低线虫抗性。因此，在极端降雨下，维持低营养级稳定性（微生物抗性）比高营养级稳定性（线虫抗性）更重要。不同间作作物的功能特点能迅速地反映在差异化的土壤食物网抗性和花椒生长上，本研究显示：极端降雨导致的对目标



经济作物的环境胁迫可以通过间作作物来缓解。

**关键词：**极端降雨；种植系统；助长；微生物和线虫；食物网抗性；净氮矿化率；

### 不同蚯蚓对土壤微型生物群落结构的影响

刘满强\*, 王笑, 陈小云, 孙静, 胡锋

(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)

土壤生物种类丰富, 在生态系统结构和服务功能中具有重要地位。不同生态类型的蚯蚓由于取食偏好、活动范围和生活史等不同, 在生态系统中的功能地位也不同。了解不同蚯蚓与微生物(微生物和细菌和真菌等)的交互作用有助于揭示蚯蚓的生态过程影响机制。通过 56d 的控制培养实验, 分别在培养中间和结束破坏性采样, 研究了 3 种蚯蚓, 即表层种赤子爱胜蚓(*Eisenia foetida*)、表-内层种皮质远盲蚓(*Amyntow corticis*)和内层种威廉腔蚓(*Metaphire guillelmi*)对土壤微生物和线虫群落结构的影响。结果表明, 仅包含表层种处理的土壤基质诱导呼吸显著低于其他处理, 而包含内层种的处理则最较高。蚯蚓对生物群落的影响强烈依赖于蚯蚓种类、采样时间。在培养 28 d 时表层种蚯蚓对总磷脂脂肪酸(PLFA)的影响取决于其他两种蚯蚓的共存与否。蚯蚓及其交互作用在 56 d 时对细菌、厌氧菌、放线菌及原生动植物均达到显著影响。主成分分析表明, 28 d 时单接表层种或与内层种共存的处理的微生物群落结构显著区别于其他处理; 56 d 时, 内层种蚯蚓与表-内层种蚯蚓交互的处理与其他处理有显著差异。利用末端限制性片段长度多态性分析(T-RFLP)的结果表明, 28d 时, 内层种及其与其它两种蚯蚓的交互处理之间没有显著差异, 表明内层种的对细菌影响的主导作用。56d 时, 表层种对细菌的影响占主导作用。对于真菌, 无论采样时间, 3 种蚯蚓的交互作用使得不同处理的真菌群落差异明显。不论蚯蚓种类和采样时间,

与不接蚯蚓的对照相比, 蚯蚓显著降低土壤线虫总数, 内层种与表-内层的交互对所有功能群线虫的比例均有显著影响。总之, 不同蚯蚓对土壤微生物和线虫群落的影响不同, 蚯蚓种类之间存在交互作用, 其对微生物和线虫的影响程度和方向还取决于采样时间、特定的微生物或者线虫类群。

**关键词:** 蚯蚓生态型; 土壤微生物; 土壤线虫; 生物相互作用;

### 亚洲大陆内陆盐碱地土壤动物——原尾虫和跳虫群落的研究

Ayuna Gulgenova<sup>1</sup>, 黄骋望\*<sup>2</sup>, Mikhail Potapov<sup>3</sup>, 栾云霞<sup>2</sup>

(1Buryat State University, Ulan-Ude 670000, Smolina St. 24a, Russia;  
2 上海植物生理生态研究所, 上海生命科学研究院, 中国科学院, 上海, 200032, 中国; 3Moscow Pedagogical State University, Moscow 129164, Kibalchicha St. 6 b. 5, Russia)

土壤中小型节肢动物代表类群跳虫和原尾虫的多样性与土壤类型密切相关。本研究对分布在贝加尔湖地区(俄罗斯)和内蒙古自治区(中国)盐碱地土壤中的原尾虫和跳虫群落进行了调查。通过比较分析跳虫和原尾虫的群落、分布, 探讨其对于盐碱地的适应特征以及对环境的指示功能, 并丰富我国盐碱生境中跳虫和原尾虫的物种记录。我们选取了硫酸盐和碳酸盐 2 种不同盐分类型共计 6 个盐湖作为定量采集的样地。在各盐湖样地设置梯度采样点, 从靠近湖水的低洼地到远离湖水的干草地间连续分布(区域 1 至区域 4)。调查共发现跳虫 47 种, 其中包括 5 个新种, 没有发现原尾虫。各样地中跳虫种群密度很大, 且个体数量自区域 1 到区域 3 间不断上升, 在区域 4 则有所下降。我们的研究表明, 原尾虫不能在高盐土壤中生存, 而跳虫却能够很好地适应高盐生境并形成拥有丰富种类和大量个体的群落。相对于盐分种类, 地理位置是影响不同样地间跳虫群落结构的主要因子。