

# 2021 西安数学生态与数值模型研讨会

## 报告摘要

西北工业大学 2021 年 10 月 16 日-17 日

---

### 弱选择与随机进化稳定性

陶毅 中国科学院

**报告人简介：**陶毅，研究员，博士生导师；中国科学院理论生态学研究组组长、动物生态与保护生物学院重点实验室副主任、中国生态学会理事、中国生态学会数学生态专业委员会主任、国际动态博弈学会（International Society on Dynamic Games）执委、英国皇家学会会刊 *Biology Letters* 编委、国际刊物 *PLoS ONE* 编委。1992 年 8 月在兰州大学获理学博士学位，研究方向为进化博弈动力学；1992-1994 年在中国科学院动物研究所从事博士后研究，研究方向为进化博弈动力学；1994-2005 年分别在 Center for Complex System, Florida Atlantic University (US)；Department of Mathematics, Wilfrid Laurier University (Canada)；Department of Mathematics and Statistics, University of Montreal (Canada)；Keck Graduate Institute of Applied Life Sciences (US) 从事进化博弈动力学和计算生物学的研究。陶毅教授 2005 年 10 月入选中国科学院“百人计划”全职回国工作。目前研究组的主要研究领域为：非线性及随机进化博弈动力学、合作行为的演化博弈动力学机制、人类行为生态学、基因表达及调控的随机动力学。

### 扰动和物种空间结构对生态入侵的影响

李维德 兰州大学

**报告摘要：** 通过基于个体的均匀场和偶对近似方法建立了一个包含三个物种的

数学生态模型来研究物种分布的空间结构和干扰的时空结构对入侵结果的影响。物种的空间结构指物种的丰度及空间分布的聚集程度,干扰的时空结构指干扰强度、干扰发生的空间聚集程度和干扰施加的时间。研究考虑了破坏性和引入性两种不同的人为干扰,以及消费者可能会采取局部捕食或全局捕食等不同的捕食方式。研究结果给出了预防和控制生物入侵的一些理论性结果。

**报告人简介:** 李维德,兰州大学数学与统计学院教授、硕士生导师。长期从事应用数学和应用统计的教学与研究工作,主要研究领域为生态模型、数据分析和机器学习。在SCI源刊杂志、中文核心期刊等刊物上发表文章60多篇。是Knowledge-Based Systems, Expert Systems with Applications, Ecological Modelling, Neurocomputing, Physics A 等多个国际刊物的审稿人。

## **北方草甸草原区碳循环模拟与生态系统服务研究**

**唐海萍 北京师范大学**

**报告摘要:** 干旱半干旱地区草地生态系统是对全球气候变化响应最敏感的生态系统之一。近几十年来,气候变化和人类活动的共同作用使得生态系统碳循环动态平衡及生态系统服务供给受到很大的破坏和干扰。本研究基于CENTURY和Biome-BGC模型,模拟了1955-2015年贝加尔针茅草甸草原碳循环动态变化,探究其影响因子以及对干旱事件的响应。此外,基于多种生物物理模型,在三种尺度(县域尺度、乡镇尺度、栅格尺度)上对研究区关键生态系统服务供给和需求进行评估,分析不同尺度上生态系统服务供需权衡与协同关系,并探讨了不同土地利用类型对生态系统服务供需的影响。该区域草地生态系统碳循环的响应与驱动机制、生态系统服务供需及其影响因子的研究结果,对准确评估碳源/汇功能和保持生态系统服务的可持续供给有重要意义。

**报告人简介:** 唐海萍,教授,博士生导师,北京生态学学会常务理事。开设本科生《系统工程》,研究生《生物资源学》,《植被生态学》,《系统分析与决策》等课程。主要研究方向为植被与环境的关系;资源优化利用与评价。研究领域主要是退化生态系统恢复重建、生物多样性保育、草原牧区和农牧交错带可持续发展。主持1项国家重点

研发计划课题和 4 项 973 专题, 4 项国家自然科学基金面上项目和 3 项北师大教改项目等。出版专著 4 部, 译著 2 部, 教材 1 部《系统工程方法与应用》; 发表 SCI/SSCI/国内核心期刊论文 140 余篇, 软件著作权 2 项。

## 盐沼湿地生态系统“精灵圈”形成机制

刘权兴 华东师范大学

**报告摘要:** 精灵圈在许多纳米比亚和澳大利亚地区发现报道后, 引起了不同领域科学家的兴趣, 通过理论和实验研究, 人们对于干旱地区的此类自组织“精灵圈”有了较为全面初步认识。然而, 诸多生态系统中的“精灵圈”结构依然未知。本报告结合自组织理论和数学模型, 讲解盐沼湿地生态系统中“精灵圈”的形成机制, 以及该自组织结构对生态系统弹性功能的影响。同时, 结合生态系统自组织现象, 介绍近 30 年来自组织理论发展的重要进展。

**报告人简介:** 刘权兴, 华东师大大学生态与环境科学学院教授, 河口海岸学国家重点实验室兼职教授。2015 年入选国家青年人才计划; 2002-2009 年中从北大学(原华北工学院)分别获得应用化学学士、应用数学硕士学位; 2013 年从荷兰格罗宁根大学获得自然哲学博士学位(海洋生态学专业), 之后在荷兰阿姆斯特丹大学进行博士后研究工作。目前, 分别担任理论生态学和生物数学专业委员会理事, 《Communications Biology》学术编委。

刘权兴教授目前主要从事海洋微型藻类细胞运动与流体弱相互作用的生态动力学和集群行为实验及其空间自组织理论研究。近年来以理论生态模型为主, 综合应用种群生态学、数学模型、统计物理学等方法, 对生态系统的空间自组织机理及其生态系统功能进行了系列研究, 在国际一流期刊发表 40 余篇论文, 其中包括《科学进展》(Science Advances)、《美国科学院院刊》(PNAS)、《自然-通讯》(Nature Comm.)、《生命物理学评论》(Phys. Life Rev.)、《英国皇家协会会刊 B》(Proc. R. Soc. B)、《美国自然博物学》(Am. Natl.)、《实验生物学》(J. Exp. Bio.)《美国工业与应用数学学会-应用动力系统》(SIADS)等国际著名期刊, 被国际同行引用 1600 余次。研究成果被美国科学院 Simon Levin 院士, Sharon Glotzer 院士, Nigel Goldenfeld 院士, 英国爱丁堡皇家科学院 Michael Cates 院士, Philip Maini 院士, 匈牙利科学院、欧洲科学院

Tamas Vicsek 院士, Jonathan Sherratt 教授等国际著名学者高度评价和引用。

## 动物行为驱动的生态和进化模式

张锋 安徽大学

**报告摘要:** 最优觅食理论虽然给出了动物觅食的最优解,但无法解释其行为机制,通过提出基于近期经验的觅食策略,说明了动物可以通过不完全信息决策优化觅食过程。生物的利他行为是进化生态学长期研究的难题,亲缘选择、群体选择和互惠利他理论是目前解释利他行为的三大理论,但是它们都忽略了生态因素的作用,通过检验各种生态因素的影响,提出利他行为进化的环境胁迫假说。协同进化是引起多样性的一种驱动力,但对其过程的理解还很有限,通过构建达尔文竞赛的协同进化模型,发现非对称性是导致多样性的关键。互惠网络嵌套结构的发现,打破了生态系统建模的随机假设,引起了对群落结构稳定性效应的研究热点,但嵌套结构的形成机制长期悬而未决,通过耦合适应性行为和种群动力学方程,发现适应性行为可能是生态网络嵌套结构的驱动力。频率和密度依赖的选择可能引起复杂的进化轨迹,包括进化分支、进化自杀、周期波动等,高维系统还可能存在进化陷阱,进化轨迹也具有不可重复性。

**报告人简介:** 张锋,安徽大学资源与环境学院教授,博士生导师。2006 年获得兰州大学生态学博士学位,2009-2014 年南非斯泰伦布什大学博士后和研究员。主要研究方向是生态网络和协同进化,在 Ecology Letters、Evolution、Proceedings of Royal Society B: Biological Science 等期刊发表学术论文 60 多篇。

## 高山垫状植物保育作用机理

肖洒 兰州大学

**报告摘要:** 高山生态系统是对全球气候变化最为敏感的生态系统之一,全球雪山与冰川正逐渐退缩甚至消失,许多高山物种的数量逐年减少并走向灭绝。在全球气候变化的背景下,如何保护与恢复高山生态系统的生物多样性与功能,是当前全人类面临的重大科学问题与全新挑战。高山垫状植物能保护其他植物免受高山

恶劣环境的伤害，从而促进了高山生态系统的物种多样性，被称为“生态系统工程师”。我们的研究表明：1. 垫状植物的表型变异对其保育作用随胁迫梯度的反应模式有重要影响；2. 垫状植物的保育作用对土壤微生物群落特别是真菌群落具有重要影响；3. 垫状植物的保育作用在全球尺度的高山生态系统中普遍存在；4. 垫状植物的保育作用对维持全球高山生态系统的生物多样性十分重要。

**报告人简介：**肖洒，兰州大学生命科学学院教授，博士生导师，兰州大学首批“萃英学者”，中国生态学会理论生态学专业委员会委员，研究方向为理论生态学与植物生态学。2006 年获兰州大学生态学博士学位。2009 年起分别在法国波尔多大学，美国蒙大拿大学，加拿大湖首大学从事博士后及访问学者研究工作。2013 年入选教育部新世纪优秀人才计划。在 *Global Ecology and Biogeography*, *The American Naturalist*, *Soil Biology and Biochemistry* 等期刊发表 SCI 论文 40 余篇，主持国家自然科学基金青年与面上项目、参与国家自然科学基金重点项目及国家科技支撑计划等项目多项。现任 SCI 环境科学大类二区期刊 *Oikos*, 林学 Top 期刊 *Journal of Vegetation Science*, 以及《应用生态学报》编委，曾任 2014 年美国生态学大会理论生态学分会场主席。

## **扩散网络异质性与生态系统稳定性**

**廖金宝 江西师范大学**

**报告摘要：**主要报告研究组关于扩散网络异质性研究的最新进展，将探讨两个问题：（1）扩散网络异质性对物种竞争共存的影响；（2）扩散网络异质性如何影响具有“剪刀-石头-布”博弈的生态系统稳定性。研究发现：（1）具有不同扩散网络异质性的物种在缺乏竞争-扩散权衡下也可稳定共存，为解释空间竞争共存提供了新的理论视角；（2）对于“剪刀-石头-布”博弈的生态系统，竞争规则决定了系统的稳定性，但在扩散异质性网络下，具有相同机制的竞争规则可对生态系统稳定性产生截然相反的效应。

**报告人简介：**廖金宝，江西师范大学理论生态学研究中心，研究员、博士生导师。2014 年博士毕业于比利时安特卫普大学，随后分别在比利时安特卫普大学以及德国奥尔登堡

大学海洋化学与生物研究所(ICBM)从事博士后工作。已入选中组部海外高层次人才, 江西省百千万人才工程, 中国生态学会理论生态学专业委员会委员, 中国数学会生物数学专业委员会委员。近年来, 一直致力于理论生态学研究, 在集合群落食物网稳健性以及空间竞争网络动力学等研究方向上取得了一些列科研成果, 并以第一或通讯作者在生态学权威期刊上(如 Ecology Letters, Ecology, Proceedings B, Journal of Animal Ecology, Oikos 及 Freshwater Biology 等)发表 SCI 论文 30 多篇。

## 潜在物种分布格局预测及生物多样性系统保护规划

万基中 青海大学

**报告摘要:** 预测潜在物种分布格局能够有效地支撑生物多样性系统保护规划等研究领域。但是潜在物种分布格局的预测准确性一直饱受诟病。因此, 预测潜在物种分布格局存在着较大的不确定性, 进而影响生物多样性系统保护规划的有效性。本次报告将围绕报告人的研究领域及相关案例, 基于生物多样性形成机理, 主要探讨如下问题: 1) 如何预测本地物种与入侵物种潜在分布格局? 2) 如何预测不同尺度下的潜在物种分布格局? 3) 潜在物种分布格局预测与生物多样性系统保护规划之间有何关系? 报告人通过上述问题的探讨, 致力于加强潜在物种分布格局预测与生物多样性系统保护规划之间的理论应用桥梁。

**报告人简介:** 万基中, 青海大学教授, 自然保护区学博士, 智利天主教大学博士后。2017 年取得北京林业大学林学博士学位, 2019 年 12 月至今, 青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室教授。主要从事生物多样性分布格局及系统保护规划等相关自然保护区学理论研究。近年来, 共发表国内外学术期刊论文 58 篇, 其中以第一作者或通讯作者发表 SCI 论文 43 篇, 授权专利 5 项, 担任 Ecological Solutions and Evidence 副主编、Nature Conservation 编委、PLoS One 编辑。

## 路径依赖的自然选择

王瑞武 西北工业大学

**报告人简介：**王瑞武，教授，博士生导师，2013 年国家杰出青年基金获得者；2011 年中科院优秀青年生命科学家专项资助获得者。Proceedings of the Royal Society Biological Sciences-B 副主编，Scientific Reports、PLoS ONE 学术编辑。主要从事互惠合作行为的演化与生态系统生态学研究，发表的论文中三篇获得 Faculty of 1000 Biology 推荐和点评；两篇分别被英国皇家学会主席、克拉夫奖(诺贝尔奖委员会授予)获得者 Robert May，以及克拉夫奖获得者、被誉为社会生物学之父的 E. O. Wilson 推荐和点评。王瑞武教授主要从事互惠合作行为的演化与生态系统生态学研究。运用博弈理论、混沌及统计模型，结合实验生态学、实验经济学，探讨合作行为的演化动力以及生态系统的稳定性。研究领域：实验经济学、博弈论、植物与传粉昆虫、寄生蜂与宿主之间的相互关系（榕树与榕小蜂系统），真菌与昆虫（冬虫夏草），以及内生菌与植物的关系（药用植物：重楼，即七叶一枝花）。

## Hamilton's rule and kin competition in a finite kin population

郑秀灯 中国科学院

**报告摘要：**Kin selection means that individuals can increase their own inclusive fitness through displaying more altruistically toward their relatives. So, Hamilton's rule says kin selection will work if the coefficient of relatedness exceeds the cost-to-benefit ratio of the altruistic act. However, some studies have shown that the kin competition due to the altruism among relatives can reduce, and even totally negate, the kin-selected benefits of altruism toward relatives. In order to understand how the evolution of cooperation is influenced by both kin selection and kin competition under a general theoretical framework, we here consider the evolutionary dynamics of cooperation in a finite kin population, where kin competition is incorporated into

a simple Prisoner's Dilemma game between relatives. Differently from the previous studies, we emphasize that the difference between the effects of mutually and unilaterally altruistic acts on kin competition may play an important role for the evolution of cooperation. The main results not only show the conditions that Hamilton's rule still works under the kin competition but also reveal the evolutionary biological mechanism driving the evolution of cooperation in a finite kin population.

**报告人简介：**郑秀灯，中国科学院动物研究所副研究员。主要研究方向为进化博弈动力学和基因表达随机动力学研究。

## **The fate of Meconopsis species in the Tibeto-Himalayan region under future climate change**

王文婷 西北民族大学

**报告摘要：**High-mountain areas such as the Tibeto-Himalayan region (THR) host cold-adapted biota expected to be sensitive to anthropogenic climate change. Meconopsis is a representative endangered genus confined to alpine meadow or subnival habitats in the THR. We used climate-niche factor analysis to study the vulnerability of ten Meconopsis species to climate change, comparing current climate (representative of 1960-1990) to future climate scenarios (2070: average 2061-2080). For these ten Meconopsis species, we then identified potential future climate refugia and determined optimal routes for each species to disperse to the proposed refugia. Our results indicate that for the ten Meconopsis species, the regions with low vulnerability to climate change in the THR are the central Qinghai-



Tibet Plateau, the Hengduan Mountains (HDM), the eastern Himalayas, and the West Qinling Mountain (WQL), and can be considered potential future climate refugia. Under future climate change, we found for the ten *Meconopsis* species potential dispersal routes to three of the four identified refugia: the HDM, the eastern Himalayas, and the WQL. Our results suggest that past refugia on the THR will also be the future climate refugia for the ten *Meconopsis* species, and these species may potentially persist in multiple future climate refugia, likely reducing risks from climate change. Furthermore, climate change may affect the threat ranking of Red Listed Species for *Meconopsis* species, as Least Concern species were estimated to become more vulnerable to climate change than the only Near Threatened species.

**报告人简介：**王文婷，西北民族大学数学与计算机科学学院，副教授，硕士生导师。本硕博毕业于兰州大学，北京师范大学生态学博士后，丹麦奥胡斯大学访问学者。主要研究领域为：生态数据挖掘，物种分布与气候变化，生态位进化，生态传染病模型。相关研究发表在 *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *Ecology and Evolution*, *Biosystem* 等期刊上。主持国家自然科学基金天元基金，地区基金，甘肃省自然科学基金等项目6项。

## **Understanding how the indirect effects of parasite on community stability under in fragmented landscapes**

**苏敏 合肥工业大学**

**报告摘要：** In this talk, we discuss the indirect effects of parasite on community stability under fragmented landscapes. Generally, CV can describe the community stability and then we firstly show the CV of community affected by parasite invasion and habitat fragmentation. We further explore the effects of parasite traits and habitat

fragmentation on animal behaviours/disease prevalence to explain why these factors can mediate the community stability. Finally, we explore the relationship between disease prevalence and predatory behaviours. In all, we here discuss how the parasite traits and habitat fragmentation mediate the community stability and disease prevalence to explore the indirect effects of parasite in food webs.

**报告人简介：**苏敏，合肥工业大学副教授，研究方向为数学生态学，主要研究兴趣是宿主-寄生群落结构与宿主-寄生进化模式的理论研究，以及在害虫-天敌生态网络上的应用研究。目前发表论文 20 余篇，包括 J. Theor. Biol., B. Math. Biol., Ecol. Model., Physica A, Ecology, Ecol. Appl（合作）。

**开放可适系统：关于生物入侵与协同进化对生态关系复杂网络的影响**

**惠苍 Stellenbosch University**

**报告摘要：**Until now, biological invasions have been conceptualised and studied mainly as a linear process: from introduction to establishment to spread. This volume charts a new course for the field, drawing on key developments in network ecology and complexity science. It defines an agenda for Invasion Science 2.0 by providing new framings and classification of research topics and by offering tentative solutions to vexing problems. In particular, it conceptualises a transformative ecosystem as an open adaptive network with critical transitions and turnover, with resident species learning heuristically and fine-tuning their niches and roles in a multiplayer eco-evolutionary game. It erects signposts pertaining to network interactions, structures, stability, dynamics, scaling and invasibility. It is not a recipe book or a road map, but an atlas of possibilities: a ‘hitchhiker’ s guide’.

**报告人简介：**惠苍，生态学者，主要研究生物多样性与生态关系网络的产生、分布、动态、功能以及对各种局域和全球尺度上变化因子的响应，从事数学生态、理论生态、空间生态以及入侵生物学方面的研究。研究的系统以理论为主，但也针对很多全球和局域的特别物种、群落以及生态系统。98年毕业于西安交大应用数学专业，01年兰大应用数学硕士，04年兰大生态学博士，随即出国留学。现为斯坦林布什大学(Stellenbosch)正教授，并拥有南非国家一级研究席位(SARChI)。兼任开普敦数学研究所(AIMS)研究员、入侵生物学杰出研究中心(CIB)核心成员、曾受聘兰大西部环境与气候变化学院兼职教授。目前还担任伦敦国际理论生态学促进会(IITE)理事，生物多样性与生态系统服务政府间科学政策平台(IPBES)审评编辑。担任五种相关领域SCI刊物编辑(Biological Invasions, Frontiers in Ecology and Evolution, BMC Ecology, Ecological Complexity, Insect Conservation and Diversity)，发表SCI刊物文章200余篇。