

# 社会—生态系统适应性治理研究进展与展望

宋爽<sup>1</sup>, 王帅<sup>1</sup>, 傅伯杰<sup>1</sup>, 陈海滨<sup>2</sup>, 刘焱序<sup>1</sup>, 赵文武<sup>1</sup>

(1. 北京师范大学地理科学学部 地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875;

2. 西北农林科技大学经济管理学院, 杨凌 712100)

**摘要:** 社会—生态系统(SES)由社会子系统、生态子系统及两者的交互作用构成, 具有不同于社会系统或生态系统单独具有的结构、功能和复杂特征。社会—生态系统适应性治理旨在通过适应性的社会权利分配与行为决策机制, 使社会—生态系统能够在动态条件下可持续地保障人类福祉。适应性治理理论的形成受到“公共池塘资源管理”“韧性”和“治理”3方面理论的影响, 并为“转型治理”与“协作治理”提供了建构基础。该理论具有以下3个主要目的: ①理解和应对社会—生态系统多稳态、非线性、不确定性、整体性以及复杂性; ②建立非对抗性的社会结构、权利分配制度以及行为决策体系, 匹配社会子系统与自然子系统; ③通过综合方法管理生态系统, 使其可持续提供生态系统服务。因此, 面对人类行为主导地表过程的“人类世”, 实现适应性治理有助于应对社会—生态系统的复杂性与不确定性。鉴于中国的生态环境正处于迅速变化时期, 且中国与世界各国间的相互影响日益复杂, 未来研究可重点关注以下3个方面: ①理解耦合系统的多元互动过程, 增强适应能力; ②强调社会—生态系统的整体性研究; ③提高环境变化背景下理解和预测系统动态的能力。

**关键词:** 适应性治理; 社会—生态系统; 自组织; 韧性管理; 可持续性

DOI: 10.11821/dlxb201911015

## 1 引言

随着地球进入拥挤的“人类世”, 地表生态过程逐渐受人类行为主导, 社会与生态之间互馈形成的耦合系统具有复杂性、非线性、不确定性和多层嵌套等特性, 为可持续管理带来了新的挑战<sup>[1-2]</sup>。为应对该挑战, 社会—生态系统(Social-ecological system, SES)是极具潜力的分析框架, 被认为是科学实现可持续的重要途径<sup>[3-4]</sup>。社会—生态系统由资源、资源单位、治理系统、用户4个子系统及其相互作用组成, 具有不同于社会系统或生态系统的结构和功能, 是典型的复杂适应性系统<sup>[5-6]</sup>。

韧性(Resilience)(也有译为“弹性”或“恢复力”)是系统受到外部扰动或状态发生变化时, 保持结构与功能稳定的能力<sup>[7-8]</sup>。生态系统服务是生态系统为人类提供的各种惠益, 产生于生态系统而服务于社会系统, 因此是连接(自然)生态系统与社会系统的重要概念, 也是社会—生态系统研究中的关键要素<sup>[9-10]</sup>。过去数世纪来, 人类为了提高

收稿日期: 2018-10-23; 修订日期: 2019-07-19

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFA0604701); 国家自然科学基金项目(41722102, 41761144064); 中央高校基本科研业务费专项资金 [Foundation: National Key R&D Program of China, No.2017YFA0604701; National Natural Science Foundation of China, No.41722102, No.41761144064; Fundamental Research Funds for the Central Universities]

作者简介: 宋爽(1996-)男, 宁夏银川人, 博士生, 主要从事人地系统耦合研究。E-mail: songshgeo@gmail.com

通讯作者: 王帅(1982-)男, 内蒙古鄂尔多斯人, 教授, 中国地理学会会员(S110010989M), 主要从事人地系统耦合与可持续发展研究。E-mail: shuaiwang@bnu.edu.cn

部分生态系统服务的产出,对自然系统进行了大规模的控制和改造,随之带来众多生态环境的不可持续问题。Rockström等评估了9个关键的地球系统过程,发现气候变化、生物多样性损失和氮循环已经超过了地球界限<sup>[11]</sup>。联合国千年生态系统评估表明全球约60%的生态系统服务退化,直接威胁着区域乃至全球的生态安全和人类健康<sup>[12]</sup>。在气候变化、经济全球化和其他人类活动等因素共同影响下,社会—生态系统结构与功能的不确定性增强,为系统韧性的可持续管理带来了严峻挑战。

适应性治理是通过协调环境、经济和社会之间的相互关系来建立韧性管理策略、调节复杂适应性系统的状态,从而应对非线性变化、不确定性和复杂性的理论<sup>[13]</sup>。社会—生态系统适应性治理旨在建立适应性的社会权利分配与行为决策机制,使耦合系统能够可持续地提供人类所需的生态系统服务<sup>[14]</sup>,具体目标包括:①理解和应对社会—生态系统多稳态、非线性、不确定性、整体性以及复杂性;②建立非对抗性的社会结构、权利分配制度以及行为决策体系,匹配社会子系统与自然子系统;③通过综合方法管理生态系统,使其可持续提供人类福祉。该理论整合了公共池塘资源理论(Common pool resources management)的自组织管理、生态系统韧性与稳态、治理结构等理念,是气候变化与人类活动加剧背景下实现可持续发展的重要途径<sup>[15-16]</sup>。

本文首先概述了社会生态系统适应性治理理论的诞生背景与发展脉络,总结了其面临的主要问题与挑战。最后,通过梳理适应性治理理论关注的主要科学问题,提出“三明治”概念框图来概括适应性治理的核心思想,并进一步指出中国在该领域面临的主要挑战。

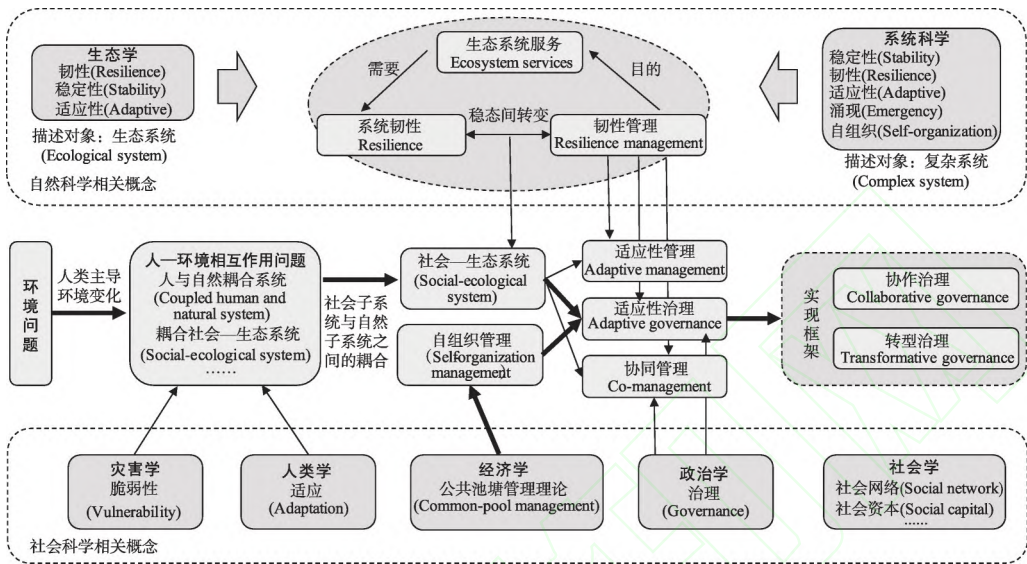
## 2 社会 生态系统适应性治理理论的形成

### 2.1 理论的多学科背景

20世纪60年代,美国学者Hardin等指出了个体的理性将导致公共资源的不可持续(“公地悲剧”),并提出市场化和政府管理两条解决途径<sup>[17]</sup>。但市场化可能带来负的外部性,政府管理也常有管制失效的问题(“市场失灵”和“政府失灵”),Ostrom等在其“公共池塘资源管理”研究中提出的自组织(Self-organizations)则是第3种极具潜力的应对途径<sup>[18-19]</sup>。自组织主张各利益相关者共同参与公共资源管理,并将这种社会结构视为影响系统的关键因素,即耦合社会—生态系统中的治理子系统<sup>[6,20]</sup>。与此同时,生态学也接受了来自系统科学的“适应性理论”“复杂—自适应系统理论”等概念,如Holling等提出的“韧性”概念就强调生态系统状态转变与稳态维系,成为了管理生态系统的重要理论基础<sup>[21-22]</sup>。但随着人类社会系统与自然生态系统间的结合愈发紧密,仅强调自然生态系统的韧性管理已难以应对耦合系统的复杂动态。因此,将源于社会系统的治理思想与生态系统研究相结合,并融合多学科对人—环境相互作用问题的探讨<sup>[23]</sup>,是孕育适应性治理理论的主要科学背景(图1)。

### 2.2 韧性研究的社会转向

韧性理论最早被用于分析人类活动对生态系统的影响,且有生态韧性、工程韧性和社会韧性等不同侧重<sup>[24]</sup>。同时期还有“适应”与“脆弱性”的概念,分别关注人类对环境变化的响应以及人类受环境变化影响的敏感度<sup>[25]</sup>。经典的“球—杯模型(Ball-and-cup diagram)”和“吸引盆地模型(Basin of attraction diagram)”都直观地表达了系统韧性的核心特征:稳定性、动态性与稳态转变<sup>[26]</sup>。上述模型的提出者Walker等认为,在融合了适应与脆弱等概念后,理解不同尺度下韧性的丧失、创造与维持是实现可持续发展的



注：① a. 粗体字表示某类学科或某研究领域；b. 常规字体及对应英文表示该领域内对适应性治理有贡献的概念；  
 ② 箭头：a. 粗体箭头表示适应性治理理论的主要发展过程；b. 细线箭头 A→B 表示集合 A 中部分概念或思想对集合 B 的问题产生贡献。

图1 适应性治理理论的形成背景与过程

Fig. 1 The background and process of the formation of adaptive governance theory

关键<sup>[26]</sup>。有学者则认为人—环境系统的适应性能力能更好地囊括韧性、适应性与脆弱性的内涵<sup>[27]</sup>。但无论侧重何处，韧性理论都经历了从解释自然生态系统向分析耦合社会—生态系统的过程，同时积极融合了社会科学研究中的诸多概念，因此有学者将这一趋势称为“韧性研究的社会转向”<sup>[28]</sup>。

### 2.3 从管理到适应性治理

社会—生态系统框架为韧性管理提出了新的要求：为促进社会—生态系统转变至利于人类福祉的状态，或者避免其进入易崩溃的状态，均需制定管理策略来进行调节。Lebel等就指出可利用改变社会结构调节社会—生态系统状态，实现区域可持续性，提供人类福祉<sup>[29]</sup>。因此，为探索社会—生态系统的韧性管理策略，研究者们借鉴了公共池塘资源管理研究中的自组织管理思想。如适应性协同管理（类似还有协同管理、协同治理等概念）就基于自组织管理思想，从协同论的视角出发探索系统适应性<sup>[30]</sup>。而对适应性治理理论产生较大影响的，是最初活跃于政治学领域的“治理”理念：建立与集体行为相协调的社会运作规则，使对抗性管理自发转变为合作性管理<sup>[31]</sup>。在强调社会结构自组织的基础上，治理概念契合韧性管理的主要目标：韧性管理旨在通过社会结构调节社会—生态系统状态，而治理概念提供了建立相应社会结构的基本思路。综上所述，适应性治理理论结合了社会—生态系统韧性管理与系统治理的理念，旨在探索合理的组织结构，使社会资本能通过该结构动态地调节系统状态，从而应对社会—生态系统的复杂性与不确定性。

## 3 适应性治理理论的发展

社会—生态系统框架下适应性治理理论的发展有两个重要阶段：Folke等在2005年

正式提出“社会—生态系统的适应性治理”概念，并设计了适应性治理的一般实现框架<sup>[14]</sup>；Ostrom等在2009年提出了社会—生态系统的一般分析框架<sup>[6]</sup>，并指出自组织与治理子系统的重要性。文献计量研究也显示：2005年后适应性治理的相关研究即开始呈指数型增长，且总被引次数在2010年增长近1倍<sup>[13]</sup>，这表明适应性治理框架获得了广泛的实践检验，且与社会—生态系统框架的研究前沿结合紧密。

### 3.1 适应性治理的实践研究

Folke等的适应性治理框架包括“知识组织”“目标设定”“社会网络”3个准备阶段，以及通过“机会空窗”进行系统转型的实现阶段<sup>[14]</sup>，该框架得到后续众多实践研究的支持：如明确的价值危机意识有助于设定适应性治理目标<sup>[32]</sup>；研究社会资本有助于理解社会—生态系统的社会网络<sup>[33]</sup>；研究领导力则有助于借助“机会空窗”实现自组织转型<sup>[34]</sup>。虽然也有研究总结出实现适应性治理的新框架<sup>[35]</sup>，但社会网络、社会资本、尺度、知识与学习等仍是实现适应性治理需研究的共性课题，也是案例研究的关注焦点<sup>[36-38]</sup>。

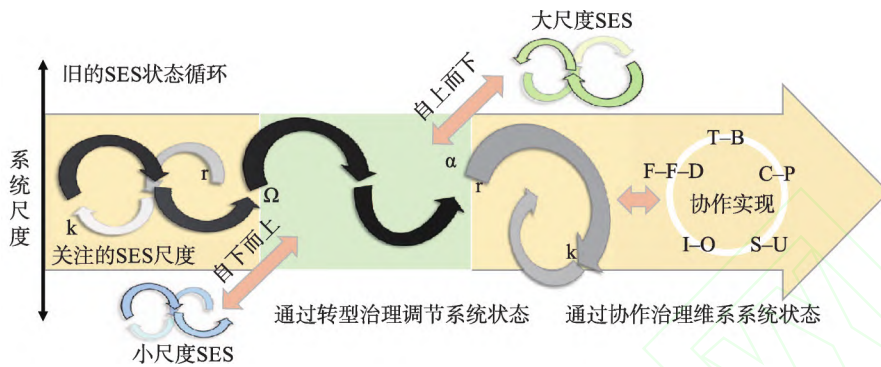
瑞典Kristianstad的管理模式被认为是首个适应性治理案例，该研究详细阐释了治理模式转变过程中，利益相关者间如何自发地产生适应性，并维持了较为理想的社会—生态系统状态<sup>[39]</sup>。Schultz等在2015年将该案例与两个不同尺度的适应性治理研究（大堡礁与南极洲的治理模式）相对比，总结了不同尺度下实现适应性治理的3个共通点<sup>[32]</sup>：① 积累社会—生态系统的基本知识；② 建立利益相关者间协调、谈判和合作的平台；③ 确保治理的合理性与合法性。此外，地方尺度开展的众多研究表明实现适应性治理还需根据当地情况而有所侧重：对美国西南部的农业系统而言，应关注环境变化背景下的目标设定过程，并设立对应的公共机构<sup>[40]</sup>；而对瑞典的河流渔业系统而言，应关注社会网络的影响<sup>[41]</sup>；对瑞典和俄罗斯的森林系统，则应注重促进利益相关者间的合作<sup>[42]</sup>。

尽管中国早在20世纪70年代就有学者指出“社会”与“生态”间存在复杂的相互作用，但多年来推进较为缓慢，适应性治理的实践研究也相对薄弱<sup>[43]</sup>。徐瑛等在社会—生态系统框架下通过建模评估了兰州社会系统对生态系统的适应能力，但没能将其与适应性治理相联系<sup>[44]</sup>。展亚荣等以辽宁滨海区为例计算了社会—经济—生态复合系统的恢复力，并指出复合系统需要协调发展，但未强调适应性理论对协调发展的指导作用<sup>[45]</sup>，可见适应性治理理论在中国仍有待进一步的研究实践。

### 3.2 适应性循环与适应性治理

在适应性治理的实践研究中，有些强调适应性治理体系的建立，有些则强调体系的维持，这是由于社会—生态系统所处的状态不同，治理的目标也将有所差别。社会—生态系统能稳定于多种状态，并自发历经开发（Growth）、保护（Senescence）、释放（Collapse）、更新（Renewal）4个阶段的适应性循环<sup>[46-47]</sup>，后有学者根据该循环将适应性治理体系总结为涌现（Emergence）、制度化（Institution）、更新（Renewal）3个阶段<sup>[48]</sup>。由于建立适应性治理体系是希望社会—生态系统状态能持续保障人类福祉，因此会产生“主动改变不良的社会—生态系统状态”与“调节并维持良好的社会—生态系统状态”这两种需要，这也是适应性治理的两种相关理论：转型治理（Transformative Governance）与协作治理（Collaborative Governance）间的主要差异（图2）<sup>[48-49]</sup>。

转型治理关注社会—生态系统的开发、释放和更新阶段，强调通过构建适应性治理体系，主动更新社会—生态系统的状态；协作治理则关注社会—生态系统的保护阶段，通过将自组织协作制度化来维护良性的系统状态。基于上述差异，转型治理和协作治理有着不同的定义与实现框架：① 转型治理是通过转变制度结构，主动将社会—生态系统调整至目标状态<sup>[50]</sup>；实现转型治理需要让知识、规则与潜在价值共同服务于决策，以确



注: ① 社会—生态系统状态循环包括: 开发阶段  $r$ , 保护阶段  $k$ , 释放阶段  $\Omega$ , 更新阶段  $\alpha$ ; 图中展示旧的 SES 因转型治理而进入新的状态循环, 并因协作治理的实现而延长开发保护阶段的过程; ② 转型治理可受不同尺度系统状态变化的影响; ③ 协作治理的主要实现过程包括 F-F-D (Face to Face Dialogue, 直接对话), T-B (Trust-Building, 建立信任), C-P (Commitment to Process, 过程承诺), S-U (Shared Understanding, 知识共享), I-O (Intermediate Outcomes, 阶段成果) 5 个循环步骤。

图2 社会—生态系统状态循环与转型治理、协作治理的关系

Fig. 2 The relationship between social-ecological system adaptive cycle and transition / collaborative governance

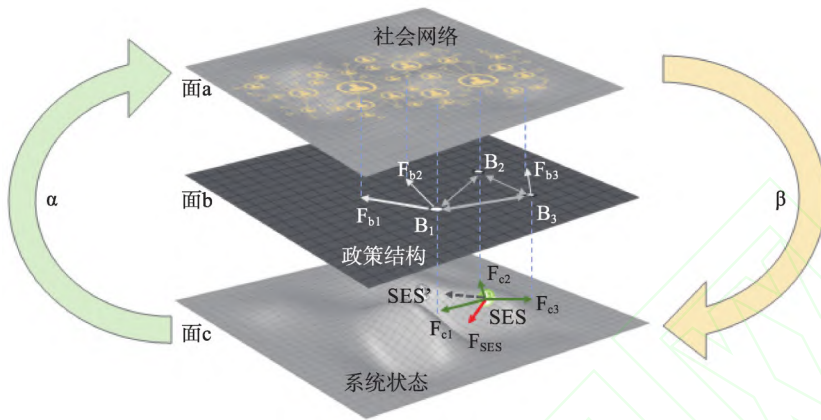
定是否需要制度转型并逐步推进这一转型<sup>[51]</sup>。② 协作治理则是由多个组织机构直接参与利益相关者的决策过程, 共同制定并执行公共政策或管理公共资产, 并达成明确协议的治理方式<sup>[50]</sup>; 实现协作治理需要通过自下而上的手段, 关注协作网络与协商制度的设计, 从而建立具适应性的系统协作机制<sup>[52]</sup>。两种治理理论与适应性治理具有共同的理论基础 (即通过调节社会结构来改变社会—生态系统状态) 与长远目标 (即建立社会—生态系统自组织管理体系), 但针对不同社会—生态系统状态, 均有助于在环境动态变化背景下提升系统的适应性。

## 4 问题与挑战

### 4.1 关键科学问题

解决科学问题是理论发展的动力, 此处借助“三明治”概念框图总结适应性治理的理论体系 (图3)。“三明治”概念框图建立在“治理网络”与“球杯模型”的基础上, 通过社会网络、政策结构、系统状态与两条互馈路径, 总结既有认识: 通过改变社会结构能够调节社会—生态系统状态, 这一作用需通过制度结构间接产生, 且受到利益相关者主体、主体间结构与系统动态的多因素影响。该认识由多个理论逐步推演而来: ① 韧性管理理论认为, 通过设立规则 (如图3中  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ ) 调节社会—生态系统 (如图3中  $F_{c1}$ 、 $F_{c2}$ 、 $F_{c3}$ ) 状态是解决“公地悲剧”问题的可行路线<sup>[8, 26]</sup>。② 传统的管理政策常常失效或偏离<sup>[7]</sup>, 自组织的管理思路则指出, 社会网络 (面  $a$ ) 的相互作用能够自组织产生规则 (如图3中建立  $F_{b1}$ 、 $F_{b2}$ 、 $F_{b3}$ ) 并随系统状态的变化而自适应调节<sup>[18-19]</sup>。③ 治理的理念则指出面  $a$  上的社会网络能够形成协作结构, 使各利益相关者都能影响规则但又不能独自制定规则, 有利于实现自组织与适应性治理<sup>[31]</sup>。④ 由于治理目标有所不同, 协作治理强调维持系统既有的良好状态 (图3中 SES), 而转型治理强调将社会—生态系统调整至更符合人类需求的状态 (图3中  $SES'$ )<sup>[48-49]</sup>。

综上所述, 适应性治理能将社会—生态系统与治理政策有机联系起来, 其关注的核心科学问题是: 面对高度复杂且充满不确定性的未来, 如何通过调节社会—生态系统的



注:① 面a内是利益相关者间相互作用而成的社会网络,其结构处于动态变化之中,节点大小则指示其社会资本盈缺;② 面c为社会—生态系统状态集合面,当前系统状态SES正位于1个稳态域内,并受到该稳态域的主导力( $F_{SES}$ )与规则作用力( $F_{c1}$ 、 $F_{c2}$ 、 $F_{c3}$ )的制约,此时稳态域的大小决定了系统韧性的强弱;③ 面b为政策结构,由正式或非正式的、彼此间相互制约的规则( $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ )组成,影响社会网络结构与社会—生态系统状态;④ 路径 $\alpha$ 指示社会对环境的动态适应,路径 $\beta$ 则指示社会对系统状态的直接改造;⑤ 适应性治理理论将治理抽象为面a的社会关系到面b管理决策的映射,通过政策规则在面c的映射影响系统状态,因此在当前合力作用下,系统状态SES在黑色虚线箭头所指的SES'方向迁移。

图3 理解适应性治理理论的“三明治”模式

Fig. 3 A "sandwich model" for understanding adaptive governance of social-ecological system

治理结构来持续地保障人类福祉。

#### 4.2 面临的主要挑战

通过适应性治理来调节社会—生态系统状态,已成为当前可持续科学的重要研究方向,但中国既有的相关研究较为薄弱,实现适应性治理还需面临众多挑战<sup>[53-54]</sup>。为实现适应性治理,中国还需加强对社会—生态系统以下3个方面的研究:主体、结构和动态。

(1) 主体:主体是指社会—生态系统中具有不同行为模式的个体,具有有限的信息和决策能力(图3中如面a中目标明确的个人、组织或群体,又如面c中具有决策能力的关键物种)。由于适应性治理所要处理的是多元利益主体的集体行动问题,因此需要理解主体的多元互动、信息交流与决策过程机制。由于主体具有适应性,不同文化环境下的行为决策与交互机制可能不同,因此国外的既有经验不能直接为中国所用,还需在具体情境下对社会—生态系统中多元利益主体及其适应力开展深入研究。

(2) 结构:结构是主体内、主体间、主体与环境间的相互关系,具有等级性、复杂性等特征(图3中如面a中的社会网络,又如面b、面c中广泛存在的相互作用)。斯德哥尔摩韧性研究中心的报告指出,分析系统在不同结构下的韧性变化对预测系统动态至关重要,而系统的连通性与治理结构也决定着适应性治理能否实现<sup>[55]</sup>。在中国,环境治理的结构正在发生重大调整,国家希望通过加强合作方式加快生态文明建设,但治理结构需要与社会—生态系统结构相匹配,这是涉及到自然、人文与社会多学科交叉的综合问题<sup>[54]</sup>。因此,中国学者需要从系统性、综合性出发,针对中国国情开展整体性研究,理解社会—生态系统的复杂结构,并探索治理结构与各子系统结构间的良性匹配。

(3) 动态:动态是指系统以及系统各组分随时间推移而发生的变化,可能源于系统内部过程或外部扰动。理解系统动态是适应、转型以及应对不确定性的关键,但由于社会—生态系统有多元主体与复杂的相互作用结构,解析其动态的难度远高于分析单一的

社会系统或自然系统。近几十年来, 中国的环境发生了剧烈变迁, 人与自然的互动极为复杂, 加之中国在全球政治经济活动以及人类命运共同体中扮演着愈发重要角色, 生态环境受到国际环境变化与气候变化的双重胁迫<sup>[56]</sup>。因此, 必须在全球变化的背景下提高理解和预测耦合系统的能力, 并用动态的治理策略进行匹配, 才能科学地实现可持续发展。

## 5 结语

人类对地球表层影响的程度和节奏在最近数十年来达到了前所未有的规模, 理解不断变化的自然环境, 以及人类与环境之间的交互关系是可持续发展的基础。社会—生态系统适应性治理在“公共池塘资源管理”“韧性”和“治理”等多学科理论的影响下, 通过建立具适应性的社会权利分配与行为决策机制, 使其能够在满足人类福祉的同时实现可持续, 并为“转型治理”与“协作治理”提供了建构基础。

面对人类生存成本持续增长, 并引起环境持续退化的现象, 社会—生态系统适应性治理是增强系统韧性、应对未来不确定性和复杂性的有效途径。而实现适应性治理还需在以下3个方面深入研究: ① 理解耦合系统的多元互动过程, 增强适应能力。适应性治理所要处理的是多元行动者和多元利益主体的集体行动问题, 只有理解了行动者的多元互动、信息交流及共识与决策过程机制, 才能提供一系列不断演进、符合地方实践、能够回应反馈、转向可持续发展的策略体系。② 强调社会—生态系统的整体结构性研究。社会—生态系统研究是一个涉及到自然、人文与社会科学多学科交叉的综合问题, 不同于单独研究社会或生态系统的特性, 它既需要建立一个共同承认的概念框架与话语体系, 也要认识耦合系统内部强大的互反馈能力。③ 系统环境变化背景下提高理解和预测耦合系统的能力。自然生态系统与社会系统相互依赖, 并同时受到地球表层变化的动态影响, 借鉴多学科先进理论、方法和技术增进对地球表层变化机制的理解, 解析这些变化产生的影响, 进而预测耦合系统未来的变化趋势, 是应对变化的重要前提。

## 参考文献(References)

- [1] Vitousek P M, Mooney H A, Lubchenco J, et al. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 1997, 227(5325): 494-499.
- [2] Liu J, Dietz T, Carpenter S R, et al. Coupled human and natural systems. *Ambio*, 2007, 36(8): 639-649.
- [3] Glaser M, Krause G, Beate R, et al. Human/nature interaction in the anthropocene potential of social-ecological systems analysis. *GAlIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, 2008, 17(1): 77-80.
- [4] Leslie H M, Basurto X, Nenadovic M, et al. Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2015, 112(19): 5979-5984.
- [5] Levin S, Xepapadeas T, Crépin A S, et al. Social-ecological systems as complex adaptive systems: Modeling and policy implications. *Environment and Development Economics*, 2013, 18(2): 111-132.
- [6] Ostrom E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 2009, 325(5939): 419-422.
- [7] Folke C, Carpenter S R, Walker B H, et al. Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 2010, 15(4): 20. Doi: 10.5751/ES-03610-150420.
- [8] Walker B H, Carpenter S R, Anderies J M, et al. Resilience management in social-ecological systems: A working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology*, 2002, 6(1): 14. Doi: 10.5751/ES-00356-060114.
- [9] Boyd J, Banzhaf S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 2007, 63(2/3): 616-626.
- [10] Nassl M, Löffler J. Ecosystem services in coupled social-ecological systems: Closing the cycle of service provision and

- societal feedback. *Ambio*, 2015, 44(8): 737-749.
- [11] Rockström J, Steffen W, Noone K, et al. A safe operating space for humanity. *Nature*, 2009, 461(7263): 472-475.
- [12] Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [13] Chaffin B C, Gosnelland H, Cosens, B A. A decade of adaptive governance scholarship: Synthesis and future directions. *Ecology and Society*, 2014, 19(3): 56. Doi: 10.5751/ES-06824-190356.
- [14] Folke C, Hahn T, Olsson P, et al. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 2005, 30(1): 441-473.
- [15] Brunner R D, Steelman T A, Coe- Juell L, et al. *Adaptive Governance: Integrating Science, Policy, and Decision Making*. New York: Columbia University Press, 2005.
- [16] Garmestani A S, Benson M H. A framework for resilience-based governance of social-ecological systems. *Ecology and Society*, 2013, 18(1): 9. Doi: 10.5751/ES-05180-180109.
- [17] Hardin G. Extensions of "the tragedy of the commons". *Science*, 1998, 280(5364): 682-683.
- [18] Wang S, Fu B J, Wei Y P, et al. Ecosystem services management: An integrated approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2013, 5(1): 11-15.
- [19] Ostrom E, Gardner R, Walker J, et al. *Rules, Games, and Common-Pool Resources*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1994.
- [20] Ostrom E. A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, 104(39): 15181-15187.
- [21] Holling C S. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4: 1-23.
- [22] Berkes F, Folke C. *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- [23] Starzomski B M. Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. *Ecology and Society*, 2004, 9(1): 1. Doi: 10.5751/ES-00601-090101.
- [24] Folke C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 253-267.
- [25] Janssen M A, Ostrom E. Resilience, vulnerability, and adaptation: A cross-cutting theme of the international human dimensions programme on global environmental change. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 237-239.
- [26] Walker B H, Anderies J M, Kinzig A P, et al. Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development: Introduction to the special issue. *Ecology and Society*, 2006, 11(1): 12. Doi: 10.5751/ES-01573-110112.
- [27] Smit B, Wandel J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 282-292.
- [28] Brown K. Global environmental change I: A social turn for resilience? *Progress in Human Geography*, 2014, 38(1): 107-117.
- [29] Lebel L, Anderies J M, Campbell B, et al. Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems. *Ecology and Society*, 2006, 11(1): 19. Doi: 10.5751/ES-01606-110119.
- [30] Berkes F. Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management*, 2006, 90(5): 1692-1702.
- [31] Stoker G. Governance as theory: Five propositions. *International Social Science Journal*, 1998, 50(155): 17-28.
- [32] Schultz L, Folke C, Österblom H. Adaptive governance, ecosystem management, and natural capital. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2015, 112(24): 7369-7374.
- [33] Brondizio E S, Ostrom E, Young O R. Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: The role of social capital. *Annual Review of Environment and Resources*, 2009, 34(1): 253-278.
- [34] Plowman D A, Solansky S, Beck T E, et al. The role of leadership in emergent, self-organization. *The Leadership Quarterly*, 2007, 18(4): 341-356.
- [35] Rijke J, Brown R, Zevenbergen C, et al. Fit-for-purpose governance: A framework to make adaptive governance operational. *Environmental Science & Policy*, 2012, 22: 73-84.
- [36] Pahl-Wostl C. A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 2009, 19(3): 354-365.
- [37] Cote M, Nightingale A J. Resilience thinking meets social theory: Situating social change in socio-ecological systems (SES) research. *Progress in Human Geography*, 2012, 36(4): 475-489.



- [38] Jiang Xianrong, Guo Xia. The systematicness of social learning metaphor and urban system adaptive governance. *Journal of Systems Science*, 2016, 24(2): 59-64. [蒋显荣, 郭霞. 社会学习隐喻的系统性与城市的系统适应性治理. *系统科学学报*, 2016, 24(2): 59-64.]
- [39] Olsson P, Folke C, Hahn T. Social-ecological transformation for ecosystem management the development of adaptive co-management of a wetland landscape in southern Sweden. *Ecology and Society*, 2004, 9(4): 2. Doi: 10.5751/ES-00683-090402.
- [40] Young K R, Lipton J K. Adaptive governance and climate change in the tropical highlands of western South America. *Climatic Change*, 2006, 78(1): 63-102.
- [41] Sandström A, Rova C. The network structure of adaptive governance: A single case study of a fish management area. *International Journal of the Commons*, 2010, 4(1): 528-551.
- [42] Elbakidze M, Angelstam P, Sandström C, et al. Multi-stakeholder collaboration in Russian and Swedish model forest initiatives: Adaptive governance toward sustainable forest management? *Ecology and Society*, 2010, 15(2): 14. Doi: 10.5751/ES-03334-150214.
- [43] Ma Shijun, Wang Rusong. The social-economic-natural complex ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 1981, 4(1): 3-9. [马世骏, 王如松. 社会—经济—自然复合生态系统. *生态学报*, 1981, 4(1): 3-9.]
- [44] Xu Zhen, Qi Yuan, Qi Hongchao, et al. Modeling of ecosystem adaptive capability under the framework of social-ecological system. *Journal of Desert Research*, 2010, 30(5): 1174-1181. [徐真, 祁元, 齐红超, 等. 社会—生态系统框架 (SES) 下区域生态系统适应能力建模研究. *中国沙漠*, 2010, 30(5): 1174-1181.]
- [45] Zhan Yarong, Gai Mei. Study on measurement and coordinated development of socio-ecological system resilience in coastal tourism destination. *Area Research and Development*, 2018, 37(5): 158-164. [展亚荣, 盖美. 滨海旅游地社会—生态系统恢复力测度及协调发展研究. *地域研究与开发*, 2018, 37(5): 158-164.]
- [46] Gunderson L H, Holling C S. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington: Island Press, 2002.
- [47] Sun Jing, Wang Jun, Yang Xinjun. An overview on the resilience of social-ecological systems. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(12): 5371-5381. [孙晶, 王俊, 杨新军. 社会—生态系统恢复力研究综述. *生态学报*, 2007, 27(12): 5371-5381.]
- [48] Chaffin B C, Garmestani A S, Gunderson L H, et al. Transformative environmental governance. *Annual Review of Environment and Resources*, 2016, 41(1): 399-423.
- [49] Ansell C, Gash A. Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 2007, 18(4): 543-571.
- [50] Chaffin B C, Gunderson L H. Emergence, institutionalization and renewal: Rhythms of adaptive governance in complex social-ecological systems. *Journal of Environmental Management*, 2016, 165: 81-87.
- [51] Colloff M J, Martín-López B, Lavorel S, et al. An integrative research framework for enabling transformative adaptation. *Environmental Science & Policy*, 2017, 68: 87-96.
- [52] Bodin Ö. Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science*, 2017, 357(6352): 1114.
- [53] Ma Xuecheng, Gong Jie, Liu Dongqing, et al. Review of social ecological system research: An analysis based on bibliometrics. *Advances in Earth Science*, 2018, 33(4): 435-444. [马学成, 巩杰, 柳冬青, 等. 社会生态系统研究态势: 文献计量分析视角. *地球科学进展*, 2018, 33(4): 435-444.]
- [54] Reyers B, Folke C, Moore M L, et al. Social-ecological systems insights for navigating the dynamics of the anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources*, 2018, 43: 267-289.
- [55] Biggs R, Schluter M, Schoon M L, et al. *Applying Resilience Thinking: Seven Principles for Building Resilience in Social-Ecological Systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.
- [56] Liu J G, Andres V, Wu Y, et al. China's environment on a metacoupled planet. *Annual Review of Environment and Resources*, 2018, 43: 1-34.

## Study on adaptive governance of social-ecological system: Progress and prospect

SONG Shuang<sup>1</sup>, WANG Shuai<sup>1</sup>, FU Bojie<sup>1</sup>, CHEN Haibin<sup>2</sup>, LIU Yanxu<sup>1</sup>, ZHAO Wenwu<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China)

**Abstract:** Social- Ecological System (SES) is composed of social subsystem, ecological subsystem and the interaction between them; its structure, functions, and characteristics are different from those of social subsystem or ecological subsystem alone. Relying on adaptive social mechanisms of power-sharing and decision making, the adaptive governance of SES aims to guarantee human well-being in a sustainable manner under dynamic conditions. Adaptive governance theory is influenced by "common pool resources management", "resilience" and "governance", and lays a foundation for the construction of transformative governance and collaborative governance. This theory has three main objectives: (1) understanding and coping with the multi-stability, nonlinearity, uncertainty, integrity and complexity of SES; (2) establishing non-confrontational social structure, power-sharing structure and decision-making structure, and match with social subsystem and ecological subsystem; (3) achieving sustainable management of ecosystem services through an integrated approach. Therefore, in the face of the "Anthropocene" of human-behaviour-dominant surface processes, achieving adaptive governance helps to deal with the complexity and uncertainty of SES. Given the rapid changes in China's environment and the increasingly complicated interactions between China and countries all over the world, it will be helpful for future studies to pay close attention to the following fields: (1) understand the multi-interaction processes of a coupled system, and enhance its adaptability; (2) emphasize the significance of a holistic approach of studying SES; (3) improve the ability to understand and predict system dynamics in the context of environmental change.

**Keywords:** adaptive governance; social-ecological system (SES); self-organization; resilience management; sustainability