

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/357430342>

## 社区尺度社会-生态系统适应途径述评

Article · December 2021

CITATIONS

0

READS

159

5 authors, including:



Yijia Wang

Beijing Normal University

14 PUBLICATIONS 35 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Yanxu Liu

Beijing Normal University

188 PUBLICATIONS 5,402 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Shuang Song

Beijing Normal University

17 PUBLICATIONS 41 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ying Yao

Beijing Normal University

7 PUBLICATIONS 18 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Global Dryland Ecosystem Programme (Global-DEP) [View project](#)



land use change and land use functions [View project](#)

# 社区尺度社会—生态系统适应途径述评

王奕佳<sup>1</sup>, 刘焱序<sup>1\*</sup>, 宋爽<sup>1</sup>, 姚莹<sup>1</sup>, 傅伯杰<sup>1,2</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 中国科学院生态环境研究中心, 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

**摘要:** 全球变化背景下, 社区作为社会—生态系统的基础单元, 既面临着可能或已经出现的冲击性干扰, 也发生着系统结构和功能的趋势性变化。以社区为基础的适应 (Community-based adaptation, CBA) 便为社区缓解变化甚至抓住时机转型提供了一种有效的应对方式。为了把握当前社区社会生态—系统适应途径的机理, 本文梳理了近 20 年来关于社区社会—生态系统适应的研究。在 CBA 过程中, 资助机构、权力机构、研究机构和执行者是参与行动的主体。适应主体所要适应的对象有冲击性的一阶影响, 也有伴生的二阶影响。适应途径具有层次, 对应的步骤包括明晰适应对象、清算适应资产、评估适应能力、摸清适应需求、确立适应目的、划分适应阶段、制定适应措施和采取适应措施 8 个步骤。物质障碍、资源障碍和社会障碍的负向作用则会诱发适应不良。基于此, 本研究提出优化以社区为基础的适应途径的研究方向展望, 包括完善监测和评估体系以搭建长期社区适应的指标框架、以社会—生态网络为抓手强化多主体决策和促进基于自然的解决方案整体提升社会—生态系统适应能力。

**关键词:** 社区; 社会—生态系统; 适应; 脆弱性; 恢复力

## 1 引言

当前地球已经进入人类世, 高强度的人类活动与快速气候变化深刻改变了全球、区域及局地的生态系统结构、社会结构及二者关系, 社会—生态系统 (Socio-ecological systems, SES) 适应研究成为理解全球环境变化下不同尺度人地关系的综合性议题<sup>[1,2]</sup>。社会—生态系统适应是指社会—生态系统通过监测和预测变化, 采取调整行动保持系统的稳定, 以应对气候变化等外部压力带来的刺激<sup>[3]</sup>。社区作为在一定空间范围内, 具备一定的人口数量、人际网络、共同文化形成的极具凝聚力的实体系统, 是社会系统的基本空间单元和生态系统的基本治理单元<sup>[4]</sup>。社区的易敏感、高暴露、生计多依赖自然资源等特征使其极易受到全球和区域环境变化的影响, 尤其是在发展中国家<sup>[5]</sup>。以社区为基础的适应 (Community-based adaptation, CBA) 对易受气候变化影响的地方社区而言, 是提升的适应能力的方

收稿日期: 2021-7-21; 修订日期: 2021-10-21。

基金项目: 国家自然科学基金项目(42041007, 42171088), 中央高校基本科研业务费。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 42041007 and 42171088; and the Fundamental Research Funds for the Central Universities of China.]

第一作者简介: 王奕佳 (1997—), 女, 广东汕头人, 博士生, 主要从事植被和气候相互作用与社会-生态系统研究。E-mail: yijiawang27@mail.bnu.edu.cn

\*通信作者: 刘焱序(1988—), 男, 陕西西安人, 讲师, 主要从事人地系统耦合与可持续发展研究。E-mail: yanxuliu@bnu.edu.cn

法。CBA 立足于社区的优先事项、需求、知识和能力,使人们有能力规划和应对全球环境变化的影响<sup>[6]</sup>,强调参与式合作,关注社区中贫穷和边缘群体的感知和需求<sup>[7]</sup>,利用社区的传统知识、当地知识和社会资本等展开适应行动<sup>[8]</sup>。

对于城市社区,一方面既要面对极端天气频发引起的受灾风险,另一方面也面临着城市化进度加快,人口密集增长,资源特别是土地资源紧张的压力。对于大多数容易受气候变化影响的乡村社区而言,居民的生计依赖于当地的生态系统服务,对环境变化的感知十分敏锐,继而自发采取适应措施<sup>[9]</sup>。相较之下,城市社区的暴露风险更小,且拥有更优质的基础设施和更多的资金,脆弱性更低。基于此,本文研究的社区以易受环境变化影响、脆弱性高的社区为主,多见于乡村社区。近 20 年来,CBA 从最初社区自发适应气候变化的活动逐渐发展为受国际机构、各国政府、非政府组织和研究机构等资助的生态环境治理实践项目,并演变为一种增强社会—生态系统适应性的可行途径,为地方和国家尺度适应政策的制定提供宝贵的本地化治理经验。

在局地尺度,全球或区域尺度模型预测的气候变化结果难以得到可靠的结果<sup>[10]</sup>,降低了相应制定的适应决策的科学性。目前关于地方集体机构的适应决策对自下而上适应措施的影响仍知之甚少<sup>[11]</sup>。同时,由于存在信息沟通的障碍,居民对气候变化的风险认知和政策制定的理解往往容易出现偏差<sup>[8]</sup>。上述原因阻断了地方机构和个体适应能力之间的重要反馈途径,导致自上而下的适应与自下而上的适应不能有效衔接,对当地社会—生态系统可持续生态环境治理模式的建立产生了负面的影响。因此,为配合全球、国家和区域环境变化适应的政策传导,有必要针对局地生态环境问题开展大量社区尺度的社会—生态系统适应性研究,将 CBA 纳入制定地方适应策略的环节之中。然而,复杂的地理环境下全球环境变化在局地尺度上形成了差异化的响应特征与适应条件,对于不同干扰方式、暴露等级、敏感特征下的 CBA 路径仍主要以案例结论形式出现,缺乏对不同社区适应机理的系统总结,亟待对国际 CBA 的近今研究进展开展进一步观点凝练。本研究拟通过梳理近 20 年来 CBA 的相关思想与研究案例,阐述 CBA 的基本要素、建立适应和适应不良的机理,提出进一步增强 CBA 的途径,为我国社区尺度人地系统耦合研究的深化提供思路指引,为生态文明建设相关政策的多级传导和上下联动提供科学支撑。

## 2 以社区为基础的适应的相关概念

### 2.1 以社区为基础的适应的主体

在国际主流的 CBA 项目中,适应的主体可以分为资助机构、研究机构、权力机构和执行者 4 类,各自承担着不同的职能(图 1)。资助机构是 CBA 项目申报、执行的经济来源,如世界银行(The World Bank)、联合国开发计划署(United Nations Development Programme, UNDP)以及其他海外援助机构通过向 CBA 项目提供资金援助,为脆弱社区搭建了接受国际援助的资助系统。权力机构,通常指地方和国家机构,通过社会动员活动和向研究机构和执行者发放权力推动 CBA 的实施<sup>[12]</sup>。研究机构是 CBA 的积极倡导和推动者<sup>[13]</sup>。这类机构既有国家、地方政府机构,也有大学研究机构和非政府组织(Non-Governmental Organizations, NGOs),如国际关怀组织(CARE)、国际环境与发展研究所(International Institute

for Environment and Development , IIED) 等。研究机构为当地社区提供技术和科学知识支持<sup>[14]</sup>, 整合共享科学知识和本地经验, 通过参与式行动和社区联合制定适应战略<sup>[15]</sup>。同时组织协调社会资本和社区资源<sup>[16]</sup>, 帮助社区居民开展相应的适应行动<sup>[17]</sup>, 实时跟踪报告适应成果<sup>[18]</sup>, 为研究机构的后续研究提供宝贵的材料依据。执行者是指执行适应计划的实体, 包括实体社区、当地非政府组织和社区组织<sup>[19]</sup>。执行者往往通过参与式合作共同决策, 为研究机构提供传统和本地知识经验<sup>[20]</sup>, 以及接受培训创新适应知识, 执行适应计划并提供反馈帮助完善适应计划<sup>[21]</sup>。

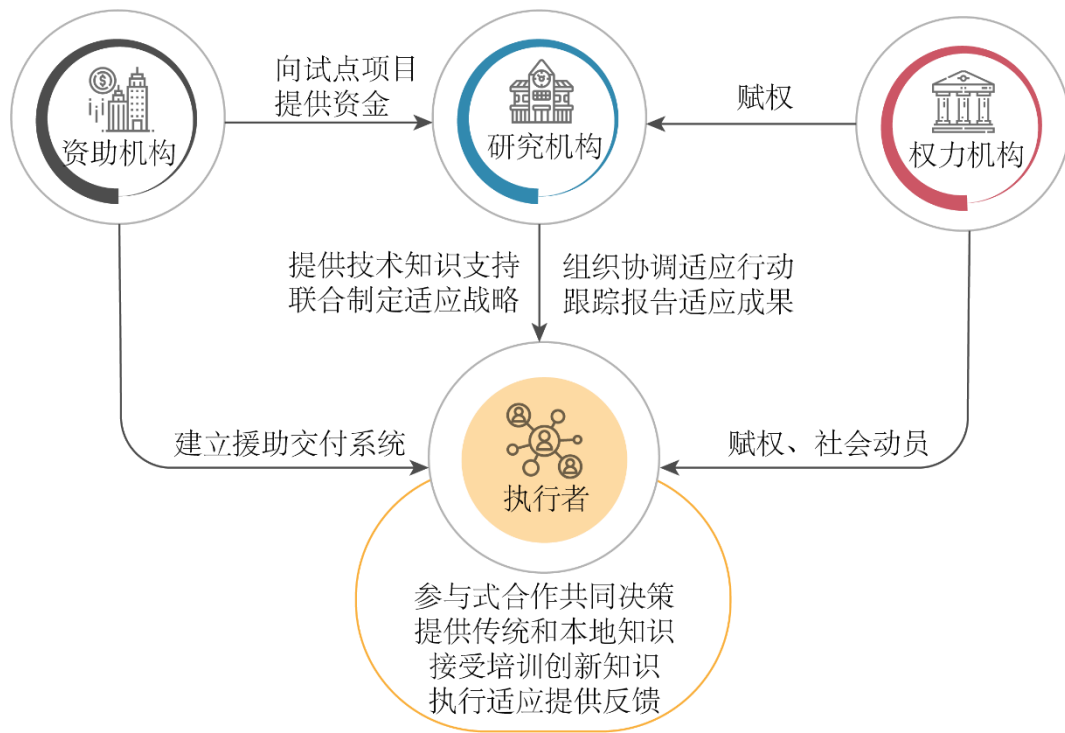


图 1 国际主流的 CBA 主体及其职能

Fig.1 Community-based adaptation agents and their roles in the international mainstream

## 2.2 以社区为基础的适应的对象

“适应”概念最初是指如何通过调整个人、集体和机构行为以减少气候变化的影响的过程<sup>[22]</sup>, 界定了社会—生态系统适应的对象。因此, 社区适应的对象通常是气候变暖背景下更为频繁出现的干旱、洪水、热浪和极端气候事件等, 往往具有冲击力强、迅速发生、后果严重的特点, 增大了社区社会—生态系统的脆弱性 (vulnerability)<sup>[23]</sup>。随着适应性概念的发展, 适应的对象范围也在扩大, 如研究旅游业的发展对当地社区社会—生态系统演变的影响。王群等运用适应性循环理论分析浙江千岛湖旅游社会生态系统的发展过程, 认为旅游开发是实现从“林茶社会—生态系统”阶段到“旅游社会—生态系统”阶段转变的直接动力<sup>[24]</sup>。尹莎等人研究政府政策实施下社会—生态系统重构背景的民勤农户适应行为, 探讨政府倡导的治理手段对居民生计变迁的影响<sup>[25]</sup>。

气候变暖背景下增加的干旱、洪水等风险属于“一阶影响”<sup>[8]</sup>。洪水、海平面上升、潮汐、飓风、咸水入侵等事件严重威胁着孟加拉海湾社区居民的日常生

活<sup>[17]</sup>；太平洋的小岛屿发展中国家，如斐济和瓦努阿图也面临着这些风险<sup>[26-28]</sup>。一些学者将上述现象归纳为迅速且剧烈变化地影响社会—生态系统要素、结构的“冲击”，并认为过度使用资源而导致资源迅速枯竭也属于“冲击”的一种，例如墨西哥沿海社区渔业的迅速爆发<sup>[29]</sup>。目前，在 CBA 项目的实施中，社区居民自发采取的适应措施多是针对“一阶影响”，比如博兹瓦纳的农民为了减轻干旱对耕作的影响，改变作物播种的日期和增加牲畜喂养<sup>[30]</sup>。

社区在适应时除了要面临缓和气候变化影响的挑战，还需要考虑到引发的“二阶影响”<sup>[8]</sup>。这类变化涉及的是对社区居民维持基础生计、取得物质资产、获取社会资本等长期活动的影响，实质是损害了社区社会—生态系统的恢复力（resilience）。例如在斯里兰卡，干旱加剧导致粮食减产，影响了当地的粮食安全<sup>[31]</sup>。在巴西亚马逊流域，遭受严重干旱和洪水威胁的社区变得更加贫穷<sup>[8]</sup>。然而，大多数决策者在制定适应措施时对于“二阶影响”仍然考虑不足，无形中增加了社区对外来资本资助的依赖性<sup>[8]</sup>，导致有可能出现短期适应政策的推行反而妨碍了建立长期适应能力的情况<sup>[27,28,32]</sup>。

### 3 以社区为基础的适应的途径机理与障碍

#### 3.1 建立以社区为基础的适应途径机理

在一些国际机构和资助项目的倡导下，CBA 的形式从居民自发采取的简单易用的技术，发展为融合顶端设计理念的多方参与的政策、规划、方案，涉及更加复杂的社会、经济、生态层面。Maru 等人将适应措施划分为针对脆弱性的响应、针对恢复力的响应和混合响应<sup>[8]</sup>。针对脆弱性的响应措施会随着适应的进行而逐渐过渡到混合响应，最后转为针对恢复力的响应。Ingty 将喜马拉雅山区土著社区的适应策略分为机构资本、定量配给和存储、预测、流动、多样化和社区集合 6 类<sup>[10]</sup>。Ebi 和 Semenza 提出了 CBA 的框架<sup>[33]</sup>。这些研究梳理了 CBA 的途径、策略和流程，丰富了 CBA 研究的理论，对适应的动态过程仍有考虑不足的地方。适应的途径和策略具备层次，应当注意到流程内的步骤进行循环。社区社会—生态系统的结构和功能在适应过程中不停发生变化，社区最终可能达到一种更新的新状态<sup>[34]</sup>，从而进入新一轮适应。

基于此，本研究划分了社区适应的步骤和层次，提出建立 CBA 的机理过程的框架（图 2）。该框架将适应步骤分为明晰适应对象、清算适应资产、评估适应能力、摸清适应需求、确立适应目的、划分适应阶段、制定适应措施和采取适应措施 8 个步骤，每个步骤分 2 种层次。其中前三步属于对社区适应基础的调查。首先要明晰适应对象，厘清社区社会—生态系统产生了哪些一阶和二阶影响。对此，既要捕捉到冲击型的变化，也要监测到以趋势形式呈现的变化；既要考虑到自然环境影响，也要考虑到社会、经济环境影响。其次是进行适应资产的清算。适应资产包括物资资产（比如基础设施、居民财产、自然资源）和无形资产（比如社会资本和人力资本）。清算适应资产包括脆弱性评估和恢复力测度两方面，前者有助于确定社区社会—生态系统中最薄弱的部分，后者有助于确定使社区社会—生态系统更强健的特征<sup>[8]</sup>。接着再评估社区居民的适应能力，即居民对已发生或预期发生的变化做出反应，同时尽量降低消极影响并从变化后果中恢复的能力<sup>[35]</sup>。特定能力用于应对和管理已识别的气候风险。通用能力指能够响应更普遍

的社会、经济和生态压力的能力，例如收入、获得教育的机会等<sup>[36]</sup>。

当对社区适应的基础有较为全面的了解后，通过参与式行动明确社区的需求。一方面要处理亟待解决的短期问题，减缓一阶影响对居民日常生活、生计活动的消极作用<sup>[37]</sup>，比如洪灾过后居民的暂时安置<sup>[31]</sup>。另一方面要识别社区应对长期风险的需求，比如加强生计可持续性<sup>[29]</sup>。接着确定社区适应的目的。适应计划的制定不仅要考虑到短期现实，以应对社区边缘群体的迫切需求，也应该意识到社区适应需要面向未来，建立应对长期风险的自主应变能力<sup>[27]</sup>。明确适应目的后再划分适应的阶段。在当下短期的适应阶段，社区获得的各项物质、技术支持是最丰富的，展开的各项适应活动较为贴近社区的实际情况，执行力、管理水平和监督水平较高。而当适应进行到一定阶段，上述能支持社区适应走向成功的因素都有所减弱，社区同时也面临着新的风险，以至于大多数适应项目在长期适应方面都表现不佳<sup>[27]</sup>。这就需要研究机构和执行者接下来共同治理，制定适应措施，具体可分为降低脆弱性和增强恢复力的措施。降低脆弱性的措施往往主要面向参与者和冲击性事件，期限较短<sup>[38]</sup>。增强恢复力的措施则基于适应性管理的理念，强调重视多种知识的实践和创新<sup>[39]</sup>、建设有效的社会网络<sup>[40]</sup>、建立有效的治理和制度<sup>[16]</sup>、实现社会和生态的高度多样性等<sup>[41]</sup>。最后采取相应的适应措施，提升社区居民的适应能力，优化社区社会—生态系统的结构和功能。社区社会—生态系统“更新”并进入新一轮适应。

一个成功适应的建立有赖于不同层次适应的协同。但在目前大多数 CBA 项目的实施中，关于适应的第二重层次依然考虑不足，导致大部分项目的绩效和可持续性不高。此外，一些适应绩效较高的项目也存在难以复刻、推广的问题，如何剥除特定社区的背景，设计一套应用范围更广的适应方案，依旧是目前研究的难点。国内研究起步相对国外较晚，仍停留于理论介绍引入<sup>[42,43]</sup>和案例定性（或辅以简单定量方法）探讨<sup>[24,44-46]</sup>的初步发展阶段，存在概念模糊、未形成定量研究范式、理论成果难以指导决策等问题。

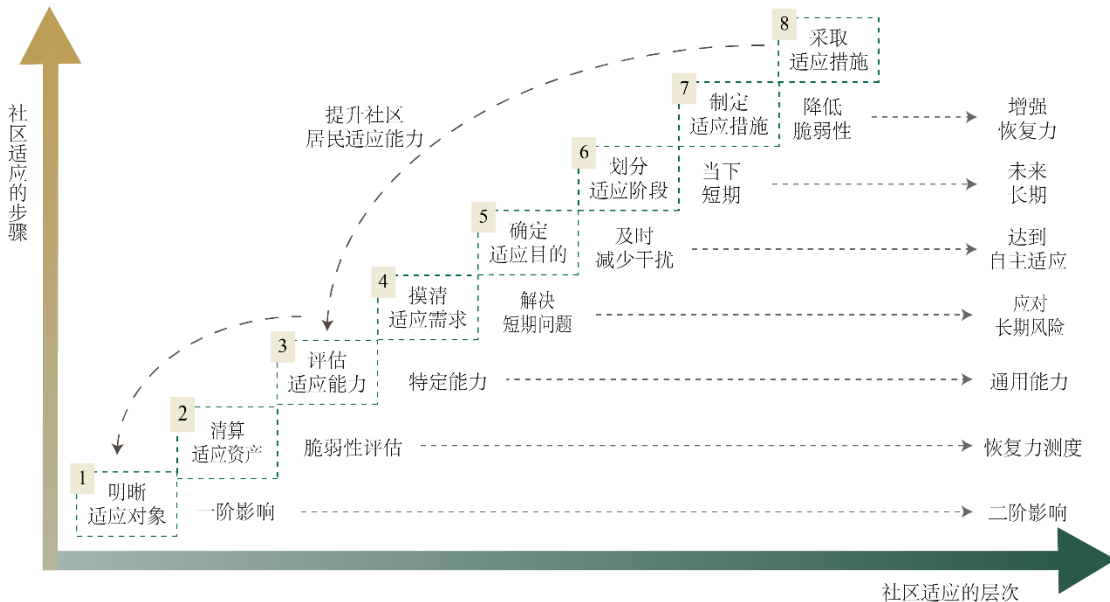


图 2 建立 CBA 的步骤和层次

Fig.2 Steps and levels for establishing community-based adaptation

### 3.2 社区发生“适应不良”的原因

以上本研究构建了一个建立 CBA 的分析框架，但在适应实践的过程中，常常面临着各种本地化的适应障碍。有学者将适应障碍分为社会政治障碍、资源障碍、自然系统和过程障碍<sup>[47]</sup>，也有学者划分为社会障碍、经济障碍、文化障碍、信息障碍、政策和制度环境障碍和认知障碍<sup>[31]</sup>。这些降低适应措施效果和效率的因素往往导致适应项目走向“适应不良”（maladaptation），即适应行动可能增加未来气候群体和部门的脆弱性的现象<sup>[1]</sup>。事实上，适应作为一个社会过程，发生“适应不良”的深层原因还在于适应主体在采取适应行为出现了哪些偏差。

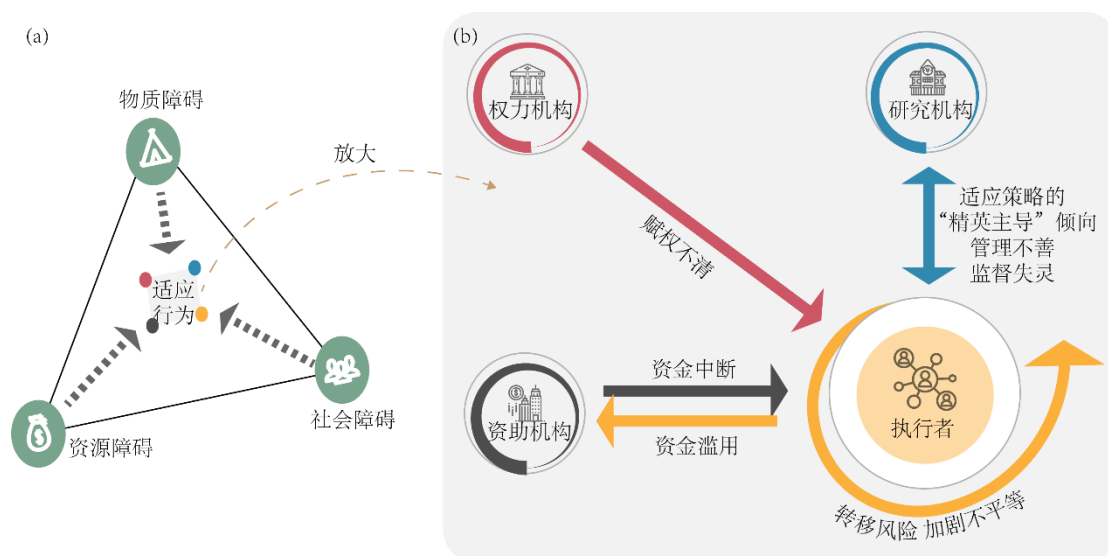


图 3 CBA 发生“适应不良”的原因。(a) 适应障碍的 3 种类型；(b) 适应主体的交互行为引发“适应不良”

Fig.3 The reasons for "maladaptation" in community-based adaptation. (a) Three types of adaptation barriers; (b) Interaction of adaptation agents causing maladaptation

本研究提出 CBA “适应不良”的理论框架（图 3）。适应障碍分为物质障碍、资源障碍和社会障碍（图 3a），影响了适应主体的适应行为。物质障碍指自然和人为基础设施障碍，比如匮乏的自然资源和缺乏一定数量的基础设施。资源障碍指金融、人力、技术和知识沟通障碍。资助机构应确保资金的及时到位。权力机构如果没有执行一定的决策权和行政权下放也会妨碍适应进程<sup>[13]</sup>。社会障碍最为复杂<sup>[48]</sup>，涉及到适应主体间缺乏协调，社区适应的意义、措施不为公众认可和接纳等。多数情况下，研究机构和执行者的适应行为更容易导致“适应不良”，往往表现为制定不恰当的适应策略、管理不当与监督失灵<sup>[49]</sup>。适应主体的交互作用对“适应不良”的影响是深刻的（图 3b）。社区具有异质性<sup>[9]</sup>，但具有更多资源和权力的人掌握了更多的决策权，出现“精英主导”现象<sup>[28]</sup>。这种不平等的合作忽视边缘、贫穷人群的适应需求和实际情况，实际上将适应的风险转移到他们身上，加剧了社区内部的不平等和紧张关系<sup>[50]</sup>。因此，尽管当前社会—生态系统适应研究案例众多，但可持续的 CBA 模式仍然少见并大多具有不可移植性，明晰增强 CBA 的可持续治理路径是当前社会—生态系统研究迫切需要解决的问题。

题。

## 4 增强以社区为基础的适应的研究方向

为了增强 CBA, 本研究提出了加强社区尺度人与自然和谐的时空决策的三个重要研究方向 (图 4)。增强 CBA 不仅需要在时间上建立面向未来的长期监测与评估指标体系, 评估长期社区适应的效果, 也需要在空间上理解社会—生态网络, 搭建多主体决策网络; 最后, 从提升社会—生态系统恢复力的目的出发, 积极促进基于自然的解决方案 (Nature-based solutions, NbS)。

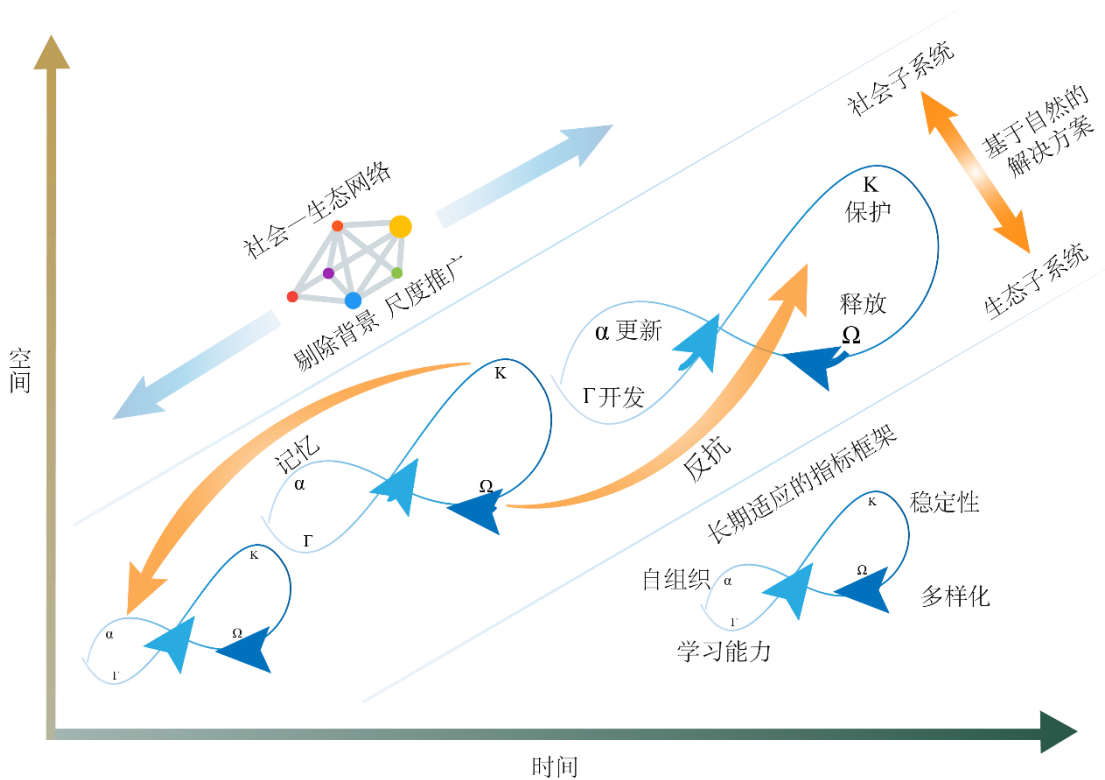


图 4 加强社区尺度人与自然和谐的时空决策以增强社区适应 (在适应性循环理论中,  $\Gamma$  表示开发阶段,  $K$  表示保护阶段,  $\Omega$  表示释放阶段,  $\alpha$  表示更新阶段 [51].)

Fig.4 Enhancing spatio-temporal decision-making for community-scale human-nature harmonization to strengthen community adaptation (In the adaptive cycle theory,  $\Gamma$  indicates the exploitation stage,  $K$  indicates the conservation stage,  $\Omega$  indicates the release stage, and  $\alpha$  indicates the reorganization stage.)

### 4.1、完善监测和评估体系以搭建长期社区适应的指标框架

如何采取长期适应并有效评价适应活动的成效, 是社区适应的挑战之一。现有的社区适应的监测和评估框架更多的关注适应的收益, 访谈和打分是评估成效的常见手段 [27,52], 却忽视了适应的社会、经济和环境成本 [13], 仍没有发展出一套成熟的、可以大规模推广的监测评估体系 [53]。一些研究虽然对居民进行访谈以衡量适应项目的绩效, 但多数属于非重复性访谈, 没有跟踪适应项目后期的进展。



从适应的不同层次出发，完善监测和评估体系，搭建长期适应的指标框架，是成功适应的基础条件。

一方面，长期适应可能出现的风险指标需要成为适应监测评估中的重要部分予以强化。例如采用情景模型规划分析将未来气候和社会经济变化的情景嵌入地方和区域环境以支持识别当地适应的挑战<sup>[54,55]</sup>。另一方面，在衡量适应效果时，应当强化对社区社会—生态系统的恢复力特征刻画，例如居民的生计能力、学习能力、对干扰的响应得分<sup>[11]</sup>、社区自组织、社会和生态多样化<sup>[41]</sup>、社区基础设施<sup>[35]</sup>、适应进程和改善的生态梯度是否匹配<sup>[56]</sup>等。总的来说，在设计评估指标体系时，需要超越目前关注短期 CBA 项目成果绩效的监测评估体系，更加关注社区应对未来可能出现风险的评估，在此基础上对社区社会—生态系统面临风险时所具备的恢复力有较为清楚的判定，才能明确距离理想的适应还有多远，据此及时调整适应策略。

## 4.2 以社会—生态网络为手段强化多主体决策

适应决策的制定是否合理可行、是否照顾了大多数脆弱人群的利益，是适应能否成功的基石。近年来，网络科学的兴起有助于明确多主体间的复杂关系。社会—生态网络视角的介入，有助于捕捉社会与生态实体和二者之间的重要关系<sup>[57]</sup>，更为搭建科学的决策框架提供了解决的途径<sup>[58]</sup>。社会—生态网络的优势在于抽象化主体间的复杂关系，使得抽离具体社区背景，提出适用性强的社区适应方案成为可能。然而，当下社会—生态网络研究中依然存在一些不足，比如重自身轻他人加剧了主体的不公平性，重本地轻外部无形中转移了适应的风险，关联认识不清模糊了个体行为者和特定生态成分的相互关系。因此，有必要深化社会—生态网络研究手段，强化多主体决策，从而建立社区间更牢固的联系。

首先，在基层组织上需要明确关键的社会节点，通过加强决策人员和利益相关者的沟通，提升决策程序的透明性和合法性，识别 CBA 的真正受益者。其次，在顶层设计上需要组建国家—机构—社区级别的多尺度协作式环境治理模式，而不是将风险嫁接到周边的甚至更远的社区。最后，通过学科交叉，研究人员应当充分结合传统生态管理知识与现代气候变化科学，从而把握局地复杂的社会过程与生态过程之间相互作用的适应机制。

## 4.3 促进基于自然的解决方案整体提升社会—生态系统适应能力

社区社会—生态系统的适应过程经历着开发、保护、释放、更新 4 个阶段，产生了在个体、社区、区域、国家等不同尺度的系统间传递适应效应的“扰沌”现象（即由于跨尺度的相互作用，系统在特定焦点尺度上的恢复力将取决于上下尺度上的状态和动力学的影响。）<sup>[51]</sup>。这种特征要求我们关注多尺度的适应互馈过程与明晰适应演化动态，刻画个体的决策和区域的政策制定与社区适应的相互作用路径。社区适应能否从小尺度的自发的个体适应走向大尺度的稳健的系统适应，有赖于提升社会子系统和生态子系统的适应能力，而基于自然的解决方案耦合了社会子系统和生态子系统要素和过程，在整体提升社会—生态系统适应能力上极具潜力。基于自然的解决方案倡导受自然的启发、支持以使用或增强现有的解决方案，甚至发展新的解决方案，通过跨学科合作途径同时实现社会、经济和

自然的利益，比如建立自然保护区、集约化农业管理、建设生态工程等<sup>[59,60]</sup>。但现在的 NbS 和社会适应的结合仍存在问题，例如偏向工程化、偏向短期见效、偏向追求绩效等，并没有发挥 NbS 耦合社会过程和生态过程的整体性优势。因此，有必要进一步强化 NbS 在时空匹配、尺度传导、福祉提升等方面的决策支持能力，促进 CBA 走向长期适应。

首先基于未来气候和社会情景预判自然生态安全边界，在景观尺度上为 NbS 提供时空匹配的空间治理格局。其次是识别社会-生态系统随时间演变的快慢变量，揭示区域尺度慢变量对景观尺度快变量的响应机制，例如区域生物多样性、文化多样性对社区种植模式、用水模式的长期响应，从而为 NbS 提供尺度关联的景观管理方案。最后是高度尊重当地居民的文化和与自然相处的方式，保障本地社区发展的能力不受损害，使项目和政策在保障生态安全、提升生态功能的前提下，最终提升居民福祉，通过整体的而非部门的 NbS，全面提升社区社会-生态系统的适应能力，而非仅提升自然生态系统质量<sup>[61]</sup>，从而以社区尺度的社会-生态系统长期适应为基础，实现人与自然和谐共生。

## 参考文献

- [1] Neil Adger W, Arnell N W, Tompkins E L. Successful adaptation to climate change across scales [J]. *Global Environmental Change*, 2005, 15(2): 77–86.
- [2] Jones H P, Hole D G, Zavaleta E S. Harnessing nature to help people adapt to climate change [J]. *Nature Climate Change*, 2012, 2(7): 504–509.
- [3] Smit B, Wandel J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability [J]. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 282–292.
- [4] Aiken G T, Middlemiss L, Sallu S, et al. Researching climate change and community in neoliberal contexts: an emerging critical approach [J]. *WIREs Climate Change*, 2017, 8(4): e463.
- [5] Dodman D, Mitlin D. Challenges for community-based adaptation: discovering the potential for transformation [J]. *Journal of International Development*, 2013, 25(5): 640–659.
- [6] Reid H. Ecosystem- and community-based adaptation: learning from community-based natural resource management [J]. *Climate and Development*, 2016, 8(1): 4–9.
- [7] Forsyth T. Community-based adaptation: a review of past and future challenges [J]. *WIREs Climate Change*, 2013, 4(5): 439–446.
- [8] Maru Y T, Stafford Smith M, Sparrow A, et al. A linked vulnerability and resilience framework for adaptation pathways in remote disadvantaged communities [J]. *Global Environmental Change*, 2014, 28: 337–350.
- [9] McNamara K E, Buggy L. Community-based climate change adaptation: a review of academic literature [J]. *Local Environment*, 2017, 22(4): 443–460.
- [10] Ingty T. High mountain communities and climate change: adaptation, traditional ecological knowledge, and institutions [J]. *Climatic Change*, 2017, 145(1): 41–55.
- [11] Villamayor-Tomas S, García-López G. The influence of community-based resource management institutions on adaptation capacity: A large-n study of

- farmer responses to climate and global market disturbances [J]. *Global Environmental Change*, 2017, 47: 153–166.
- [12] Ivey J L, Smithers J, de Loë R C, et al. Community capacity for adaptation to climate-induced water shortages: linking institutional complexity and local actors [J]. *Environmental Management*, 2004, 33(1): 36–47.
- [13] Kirkby P, Williams C, Huq S. Community-based adaptation (CBA): adding conceptual clarity to the approach, and establishing its principles and challenges [J]. *Climate and Development*, 2018, 10(7): 577–589.
- [14] Ensor J E, Park S E, Attwood S J, et al. Can community-based adaptation increase resilience? [J]. *Climate and Development*, 2018, 10(2): 134–151.
- [15] Xu J, Grumbine R E. Integrating local hybrid knowledge and state support for climate change adaptation in the Asian Highlands [J]. *Climatic Change*, 2014, 124(1–2): 93–104.
- [16] Villamayor-Tomas S, García-López G. The influence of community-based resource management institutions on adaptation capacity: A large-n study of farmer responses to climate and global market disturbances [J]. *Global Environmental Change*, 2017, 47: 153–166.
- [17] Ayers J, Forsyth T. Community-based adaptation to climate change [J]. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 2009, 51(4): 22–31.
- [18] Buggy L, McNamara K E. The need to reinterpret “community” for climate change adaptation: a case study of Pele Island, Vanuatu [J]. *Climate and Development*, 2016, 8(3): 270–280.
- [19] Karim Md R, Thiel A. Role of community based local institution for climate change adaptation in the Teesta riverine area of Bangladesh [J]. *Climate Risk Management*, 2017, 17: 92–103.
- [20] Jamsranjav C, Fernández-Giménez M E, Reid R S, et al. Opportunities to integrate herders’ indicators into formal rangeland monitoring: an example from Mongolia [J]. *Ecological Applications*, 2019, 29(5): e01899.
- [21] Ford J D, Sherman M, Berrang-Ford L, et al. Preparing for the health impacts of climate change in Indigenous communities: The role of community-based adaptation [J]. *Global Environmental Change*, 2018, 49: 129–139.
- [22] Pielke R A. Rethinking the role of adaptation in climate policy [J]. *Global Environmental Change*, 1998, 8(2): 159–170.
- [23] 余中元, 李波, 张新时. 社会生态系统及脆弱性驱动机制分析 [J]. *生态学报*, 2014, 34(07): 1870–1879. [Yu Zhongyuan, Li Bo, Zhang Xinshi. Social ecological system and vulnerability driving mechanism analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 48(7): 1870-1879. ]
- [24] 王群, 陆林, 杨兴柱. 千岛湖旅游地社会—生态系统适应性循环过程及机制分析 [J]. *经济地理*, 2016, 36(6): 187–194. [Wang Qun, Lu Lin, Yang Xingzhu. Adaptive cycles and mechanism of tourism socio-ecological system in Qiandao Lake in Zhejiang Province. *Economic Geography*, 2016, 36(6): 187-194. ]
- [25] 尹莎, 陈佳, 杨新军. 社会—生态系统重构背景下农户适应行为及影响机理 [J]. *人文地理*, 2020, 35(02): 112–121. [Yin Sha, Yang Xinjun, Chen Jia. Progress of

- research on adaptation of human-environment systems: Concepts, theoretical frameworks, and methods. *Progress in Geography*, 2021, 40(2): 330-342.]
- [26] McNamara K E. Taking stock of community-based climate-change adaptation projects in the Pacific [J]. *Asia Pacific Viewpoint*, 2013, 54(3): 398–405.
- [27] McNamara K E, Clissold R, Westoby R, et al. An assessment of community-based adaptation initiatives in the Pacific Islands [J]. *Nature Climate Change*, Nature Publishing Group, 2020, 10(7): 628–639.
- [28] Westoby R, McNamara K E, Kumar R, et al. From community-based to locally led adaptation: Evidence from Vanuatu [J]. *Ambio*, 2020, 49(9): 1466–1473.
- [29] Kaplan-Hallam M, Bennett N J, Satterfield T. Catching sea cucumber fever in coastal communities: Conceptualizing the impacts of shocks versus trends on social-ecological systems [J]. *Global Environmental Change*, 2017, 45: 89–98.
- [30] Kgosikoma K R, Lekota P C, Kgosikoma O E. Agro-pastoralists’ determinants of adaptation to climate change [J]. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, Emerald Publishing Limited, 2018, 10(3): 488–500.
- [31] Esham M, Garforth C. Agricultural adaptation to climate change: insights from a farming community in Sri Lanka [J]. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2013, 18(5): 535–549.
- [32] Shinn J E. Adaptive environmental governance of changing social-ecological systems: Empirical insights from the Okavango Delta, Botswana [J]. *Global Environmental Change*, 2016, 40: 50–59.
- [33] Ebi K L, Semenza J C. Community-based adaptation to the health impacts of climate change [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, Elsevier, 2008, 35(5): 501–507.
- [34] Tsao C, Ni C. Vulnerability, resilience, and the adaptive cycle in a crisis-prone tourism community [J]. *Tourism Geographies*, 2016, 18(1): 80–105.
- [35] Cinner J E, Huchery C, Hicks C C, et al. Changes in adaptive capacity of Kenyan fishing communities [J]. *Nature Climate Change*, Nature Publishing Group, 2015, 5(9): 872–876.
- [36] Lemos M C, Lo Y-J, Nelson D R, et al. Linking development to climate adaptation: Leveraging generic and specific capacities to reduce vulnerability to drought in NE Brazil [J]. *Global Environmental Change*, 2016, 39: 170–179.
- [37] 赵雪雁. 农户对气候变化的感知与适应研究综述 [J]. *应用生态学报*, 2014, 25(08): 2440–2448. [Zhao Xueyan. Review on farmer's climate change perception and adaptation. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 2014, 25(8): 2440-2448. ]
- [38] Jamero Ma L, Onuki M, Esteban M, et al. Community-based adaptation in low-lying islands in the Philippines: challenges and lessons learned [J]. *Regional Environmental Change*, 2018, 18(8): 2249–2260.
- [39] Fernández-Llamazares Á, Díaz-Reviriego I, Luz A C, et al. Rapid ecosystem change challenges the adaptive capacity of Local Environmental Knowledge [J]. *Global Environmental Change*, 2015, 31: 272–284.
- [40] Apgar M J, Allen W, Moore K, et al. Understanding adaptation and transformation through indigenous practice: the case of the Guna of Panama [J]. *Ecology and Society*, 2015, 20(1): 45.

- [41] Ensor J E, Park S E, Attwood S J, et al. Can community-based adaptation increase resilience? [J]. *Climate and Development*, Taylor & Francis, 2018, 10(2): 134–151.
- [42] 宋爽, 王帅, 傅伯杰, 等. 社会—生态系统适应性治理研究进展与展望 [J]. *地理学报*, 2019, 74(11): 2401–2410. [Song Shuang, Wang Shuai, Fu Bojie, et al. Study on adaptive governance of social-ecological system: Progress and prospect. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(11): 2401-2410. ]
- [43] 尹莎, 杨新军, 陈佳. 人地系统适应性研究进展: 概念、理论框架与方法 [J]. *地理科学进展*, 2021, 40(2): 330–342. [Yin Sha, Yang Xinjun, Chen Jia. Progress of research on adaptation of human-environment systems: Concepts, theoretical frameworks, and methods. *Progress in Geography*, 2021, 40(2): 330-342. ]
- [44] 陈佳, 吴孔森, 尹莎, 等. 水土流失风险扰动下区域人地系统适应性研究——以榆林市为例[J]. *自然资源学报*, 2016, 31(10): 1688–1701. [Chen Jia, Wu Kongsen, Yin Sha, et al. The adaptation of regional human-environmental system under the risk of soil erosion: A case study of Yulin city. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(10): 1688-1701. ]
- [45] 张倩, 艾丽坤. 适应性治理与气候变化: 内蒙古草原案例分析与对策探讨 [J]. *气候变化研究进展*, 2018, 14(4): 411–422. [Zhang Qian, Ai Likun. Adaptive governance and climate change: case analysis of Inner Mongolia grassland and counterplan study. *Climate Change Research*, 2018, 14(4): 411-422. ]
- [46] 杨涛, 陈海, 刘迪, 等. 黄土丘陵沟壑区乡村社区恢复力时空演变及影响因素研究——以陕西省米脂县高渠乡为例 [J]. *地理科学进展*, 2021, 40(2): 245–256. [Yang Tao, Chen Hai, Liu Di, et al. Spatiotemporal change of rural community resilience in loess hilly-gully region and influencing factors: A case study of Gaoqu Township in Mizhi County, Shannxi Province. *Progress in Geography*, 2021, 40(2): 245-256. ]
- [47] Piggott-McKellar A E, McNamara K E, Nunn P D, et al. What are the barriers to successful community-based climate change adaptation? A review of grey literature [J]. *Local Environment*, Routledge, 2019, 24(4): 374–390.
- [48] Jones L, Boyd E. Exploring social barriers to adaptation: Insights from Western Nepal [J]. *Global Environmental Change*, 2011, 21(4): 1262–1274.
- [49] Spires M, Shackleton S, Cundill G. Barriers to implementing planned community-based adaptation in developing countries: a systematic literature review [J]. *Climate and Development*, 2014, 6(3): 277–287.
- [50] Schaer C. Condemned to live with one's feet in water? A case study of community based strategies and urban maladaptation in flood prone Pikine/Dakar, Senegal [J]. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, Emerald Group Publishing Limited, 2015, 7(4): 534–551.
- [51] Holling C S. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems [J]. *Ecosystems*, 2001, 4(5): 390–405.
- [52] Galappaththi E K, Ford J D, Bennett E M, et al. Adapting to climate change in small-scale fisheries: Insights from indigenous communities in the global north and south [J]. *Environmental Science & Policy*, 2021, 116: 160–170.
- [53] 熊思鸿, 闫建忠, 吴雅. 农户生计对气候变化的恢复力研究综述 [J]. *地理*

- 研究, 2020, 39(8): 1934–1946. [Xiong Sihong, Yan Jianzhong, Wu Ya. Review on the resilience of farmers' livelihoods to climate change. *Geographical Research*, 2020, 39(8): 1934-1946. ]
- [54] McDowell G, Ford J, Jones J. Community-level climate change vulnerability research: trends, progress, and future directions [J]. *Environmental Research Letters*, 2016, 11(3): 033001.
- [55] Nilsson A E, Bay-Larsen I, Carlsen H, et al. Towards extended shared socioeconomic pathways: A combined participatory bottom-up and top-down methodology with results from the Barents region [J]. *Global Environmental Change*, 2017, 45: 124–132.
- [56] Brown D G, Agrawal A, Sass D A, et al. Responses to climate and economic risks and opportunities across national and ecological boundaries: changing household strategies on the Mongolian plateau [J]. *Environmental Research Letters*, 2013, 8(4): 045011.
- [57] Bodin Ö, Barnes M L, McAllister R R J, et al. Social–ecological network approaches in interdisciplinary research: a response to Bohan et al. and Dee et al. [J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2017, 32(8): 547–549.
- [58] Barnes M L, Bodin Ö, McClanahan T R, et al. Social-ecological alignment and ecological conditions in coral reefs [J]. *Nature Communications*, 2019, 10(1): 2039.
- [59] Albert C, Spangenberg J H, Schröter B. Nature-based solutions: criteria [J]. *Nature*, Nature Publishing Group, 2017, 543(7645): 315.
- [60] Cousins J J. Justice in nature-based solutions: Research and pathways [J]. *Ecological Economics*, 2021, 180: 106874.
- [61] 彭建, 吕丹娜, 张甜, 等. 山水林田湖草生态保护修复的系统性认知 [J]. *生态学报*, 2019, 39(23): 8755–8762. [Peng Jian, Lv Danna, Zhang Tian, et al. Systematic cognition of ecological protection and restoration of mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(23): 8755-8762. ]

## **A review of community-based socio-ecological system adaptation pathways**

WANG Yijia<sup>1,2</sup>, LIU Yanxu<sup>1</sup>, SONG Shuang<sup>1</sup>, YAO Ying<sup>1</sup>, FU Bojie<sup>1,2</sup>

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

**Abstract:** In the context of global change, the community, as the basic unit of a social-ecological system, is facing both potential or existing shocks and trends in the structure and function of the

system. Community-based adaptation (CBA) provides an effective way for communities to mitigate change and even seize the opportunity for transformation. In order to understand the mechanisms of current CBA adaptation pathways, a review of research on CBA over the past 20 years is presented. In the CBA process, funding agencies, rights agencies, research institutions and implementers are the agents engaged in action. The objects to which the adaptation agents adapt have shocking first-order impacts as well as concomitant second-order impacts. The adaptation pathway has a hierarchy, which corresponds to the eight steps of clarifying adaptation objects, liquidating adaptation assets, assessing adaptation capabilities, clarifying adaptation needs, setting adaptation purposes, dividing adaptation stages, designing adaptation measures, and implementing adaptation measures. The negative effects of physical, resource and social barriers can induce maladaptation. Thus, we propose a prospective direction for optimizing community-based adaptation, including improving monitoring and evaluation systems to build an indicator framework for long-term community adaptation, using social-ecological networks as a tool to strengthen multiple-agent decision making, and promoting nature-based solutions to enhance social-ecological system adaptation.

**Key words:** community; social-ecological systems; adaptation; vulnerability; resilience