

DOI: 10.5846/stxb202112193600

王毅, 巫金洪, 储诚进, 李添明. 中国生态安全屏障体系建设现状、主要问题及对策建议. 生态学报, 2023, 43(1): 166-175.

Wang Y, Wu J H, Chu C J, Lee T M. Building an ecological security barrier system in China: Current state, issues and proposed solutions. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(1): 166-175.

# 中国生态安全屏障体系建设现状、主要问题及对策建议

王毅<sup>1,3,4</sup>, 巫金洪<sup>2,3,4</sup>, 储诚进<sup>2,3,4</sup>, 李添明<sup>1,2,3,4,\*</sup>

1 中山大学生命科学学院, 广州 510275

2 中山大学生态学院, 广州 510006

3 中山大学有害生物控制与资源利用国家重点实验室, 广州 510275

4 中山大学国家公园与自然教育研究院, 广州 510275

**摘要:** 中国生态安全屏障体系建设是生态文明建设的重要组成部分, 在维护国家安全方面具有重大战略意义。研究从生态安全屏障功能特点、建设、监测与评估及规划和实施等方面阐述了我国生态安全屏障体系建设现状; 分析了在生态安全屏障建设中, 自然生态系统的破坏、社会-生态系统脆弱性、生物多样性保护受到威胁、科技体系支撑不足、公众参与意识薄弱和保护与发展的矛盾等方面面临的主要问题和挑战; 进而提出了基于生态安全格局的整体布局方略, 指出了开展社会-生态脆弱性调查和评估的重要性, 强调了国家公园在生态安全屏障体系建设的引领示范作用。最终, 希望通过围绕生态文明建设, 引导社会公众深度参与, 构建“生态-生产-生活”统筹协调机制, 以求积极探索生态安全屏障体系建设高质量、高速和可持续发展道路, 迈向新时代生态安全屏障建设新征程。

**关键词:** 生态安全格局; 生态文明; 生态安全屏障; 生物多样性保护; 协调发展

## Building an ecological security barrier system in China: Current state, issues and proposed solutions

WANG Yi<sup>1,3,4</sup>, WU Jinhong<sup>2,3,4</sup>, CHU Chengjin<sup>2,3,4</sup>, LEE Tien Ming<sup>1,2,3,4,\*</sup>

1 School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

2 School of Ecology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China

3 State Key Laboratory of Biological Control, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

4 National Park and Nature Education Research Institute, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

**Abstract:** The development of the national ecological security barrier system in China is a major strategic measure and an integral part of the national security system and ecological civilization. Here, we discussed the current state of the ecological security barrier system in China from the viewpoints such as functional significance, development, monitoring and evaluation, and planning and implementation. Further, we analyzed the main problems and challenges of building an ecological security barrier from the destruction of natural ecosystems, social-ecological vulnerability, threats facing biodiversity conservation, insufficient support from science and technology, weak public participation and awareness, and conflict between conservation and development. Hence, we put forward our recommendations based on our current understanding and implications from the ecological security pattern, point out the importance of carrying out social-

**基金项目:** 国家公园建设专项(2021GJGY034); 海外高层次人才计划项目(41180944, 41180953)

**收稿日期:** 2021-12-19; **采用日期:** 2022-08-16

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: leetm@mail.sysu.edu.cn

ecological vulnerability assessments, and emphasize the leading role of national parks in the development of the national ecological security barrier system. Finally, through guiding and engaging society to actively participate in the process of building, we explore ways to meet a high-quality, rapid and sustainable development by maintaining an ecological security barrier system in the new era where we aim to achieve the national target of “ecology-production-life”, and accelerate the goal of building an ecological civilization.

**Key Words:** ecological security pattern; ecological civilization; ecological security barrier; biodiversity conservation; coordinated development

生态安全屏障是指一个区域生态系统的结构、功能和过程维持不受或少受外界环境破坏与威胁的状态,是一种多层次和有序化的稳定格局<sup>[1]</sup>,对周边地区的生态环境起屏蔽和保护作用,是维持区域内、外生态安全与可持续发展的复合体系。生态安全屏障的重要特征是为人类的可持续发展提供所需的生态系统服务,其提出是对我国长期生态环境建设与社会生产实践活动的经验总结<sup>[2]</sup>。2010年12月,《全国主体功能区规划》明确了我国以“两屏三带”为主体,以其他重点生态功能区为支撑,以点状分布的国家禁止开发区域为重要组成部分的生态安全战略格局。党的十八届五中全会提出,筑牢生态安全屏障,坚持保护优先、自然恢复为主,实施山水林田湖草沙生态保护和修复工程,开展大规模国土绿化行动,完善天然林保护制度,开展蓝色海湾整治行动。构建中国特色的生态安全屏障体系对我国生态安全、社会稳定和可持续发展具有重要的战略意义,关乎中华民族永续发展。

当前,全国各地正在不同程度推进具有区域特色的生态安全屏障建设,从基础性研究、监测与评估,到规划和项目落实等方面均取得重要进展。现在阶段,我国生态安全屏障体系建设仍然面临着社会-生态系统基底脆弱、保护与发展矛盾突出、保障机制尚需完善、重点领域科技支撑薄弱等一系列问题。为此,研究从整体布局、生态安全屏障红线划定、国家公园建设及社会公众参与等方面提供政策建议,以期对推进我国生态安全屏障体系建设有所启示。

## 1 生态安全屏障及其建设研究

### 1.1 生态安全屏障功能和特点

生态屏障功能主要是指构成生态屏障的生态系统及其生态过程所形成的对生态系统内、外人类赖以生存的环境的保护效应<sup>[3]</sup>。不同尺度下生态安全屏障所发挥的主体作用可概括为:缓冲、过滤器、庇护、隔板、水源涵养和精神美学6种功能<sup>[4]</sup>。而在实践应用角度上,生态安全屏障的功能主要在于对有利因素的保育和涵养,对不利因素的阻滞和净化,具体划分为净化功能、调节与阻滞功能、土壤保持功能、水源涵养功能和生物多样性保育功能<sup>[3]</sup>。根据所处不同空间区位、地理特征、经济特点、生态要素及人类生存和生产对生态需求的不同,目前已建成的生态屏障往往突出某一种或几种功能,其类型也存在差异。例如:北方生态安全屏障以防风固沙功能为主,黄土高原-川滇生态安全屏障以土壤保持和水源涵养等功能为主,而海岸带生态安全屏障则以防灾减灾功能为主;青藏高原生态安全屏障具有独特自然地域格局和多样化生态系统的特点,是为更大尺度的空间和社会经济的可持续发展提供水源涵养、生物多样性保护、水土保持以及碳固定等功能的供给源<sup>[5]</sup>。

由于生态安全屏障是一个复杂的复合生态系统,其特点是多样的。不同学者基于对生态安全屏障内涵的不同把握各自总结出生态安全屏障的特点,如潘开文等<sup>[4]</sup>将生态安全屏障的特点总结为人为目的性、景观尺度性和地域性;王玉宽等<sup>[3]</sup>认为生态安全屏障除了具备一般自然生态系统的特点外,还具有定向目标性、经济复合型、区域分异性和功能的动态性等特点;王晓峰等<sup>[6]</sup>从生态安全屏障的共性出发,认为生态安全屏障的根本特点是防护性、梯度性、指向性及动态性;在前者的基础上,牛泽鹏<sup>[7]</sup>认为生态安全屏障的特点还包括

立体性和综合性;而从晓男等<sup>[8]</sup>认为生态安全屏障有限性、自然空间-行政区划不完全重合性、外部性等特点则会导致其过程建设和功能发挥受到限制。

## 1.2 生态安全屏障建设技术方法

生态安全屏障建设主要是对关键地带不同生态系统通过防御、保护、恢复和提升等措施,发挥其生态功能,谋求生态安全<sup>[2]</sup>。基于生态保护、修复和生态产品价值实现,生态安全屏障建设应当在提升和保持生态系统服务的同时也应重视生态屏障区内生态产品价值的实现和自然资源的可持续增值利用。因此,生态安全屏障的保护、受损生态系统的恢复与重建及协调人与自然关系的生态开发成为生态安全屏障建设的重要技术方法。

生态安全屏障的保护方面,已有学者从多个角度提出了基于生态系统结构<sup>[9]</sup>、土地利用方式<sup>[10]</sup>、资源环境承载力<sup>[11]</sup>、生态系统服务<sup>[12]</sup>、生态安全格局<sup>[13]</sup>和生态功能区划<sup>[14]</sup>等保护技术方法。受损生态系统的恢复与重建方面,主要包含生物要素、非生物(环境)因素和生态系统尺度的技术方法;结合现代空间信息技术,通过实证分析法、情景模拟和类比分析等方法,从生态系统完整性和综合治理效果等方面确定修复科学技术范式<sup>[15]</sup>。协调人与自然关系的生态开发方面,为充分发挥生态安全屏障的社会服务价值,通过利用环保、绿色、低碳、循环等先进技术和可持续开发利用途径及手段来提升生态产品价值实现水平、推进绿色生态产业发展,是技术构建的重要方向<sup>[16-17]</sup>。

## 2 建设现状

### 2.1 区域生态安全屏障体系建设

区域生态安全屏障体系建设最具代表性的是“两屏三带”。例如:近年来,围绕青藏高原生态安全屏障,实施了一系列沙化草地修复、水土流失治理和防护林体系建设工程。《西藏生态安全屏障保护与建设规划(2008—2030年)》提出,用近5个“五年规划”的时间,实施保护类、建设类和支撑保障类等10项工程,基本建成国家生态安全屏障。青藏高原生态屏障区的保护与建设稳步推进,形成了较为成熟的理论、方法研究和工程实践,初步建立了西藏典型生态安全屏障区保护与建设关键技术体系和青藏高原国家生态安全屏障评价系统与预警体系,取得了较高的生态效益、经济效益和社会效益<sup>[5, 18]</sup>。围绕北方防沙带,我国从2000年开始,启动“京津风沙源治理”工程,实施了“退牧还草”、“退耕还林”等工程,推行了“围栏封育、轮牧、家庭牧场”等政策方针。《构筑我国北方重要生态安全屏障规划(2020—2035)年》提出实行最严格的生态环境保护制度,明确森林、草原植被建设与保护、防沙治沙、自然保护地体系建设等一系列重点任务。

### 2.2 生态安全屏障体系监测评估

生态监测网络是生态安全屏障建设和保护的基础。中国生态系统研究网络和中国科学院野外台站系统遥感试验与地面观测网络布设了农田、森林、草地和城市等多系统试验站、学科分中心和综合研究中心等网络体系,分布于西北生态脆弱区和东北珍稀濒危野生动物保护区等屏障区<sup>[19]</sup>。2016年7月,国务院办公厅印发《生态环境监测网络建设方案》,提出建立天地一体化的生态遥感监测系统,加强无人机遥感监测和地面生态监测,实现对重要生态功能区、自然保护区等大范围、全天候监测。在COP15生态文明论坛闭幕式期间,“青藏高原生态文明与生态安全”主题分论坛中外专家建议建立完善生态风险实时监测与预警体系,筑牢青藏高原生态安全屏障。科学评估为生态安全屏障监测提供了重要保障。围绕青藏高原生态保护与建设工程生态成效,王小丹等<sup>[1]</sup>指出,高寒生态系统结构整体稳定,生态格局变化率低。考虑景观生态风险,蒋蕾等<sup>[20]</sup>的研究表明,长春经济圈西北地区生态问题相对突出,成为影响区域生态安全的短板。针对北方防沙带,白永飞等<sup>[12]</sup>从生态系统服务及生态功能区划方面开展了研究,结果表明:北方草地生态系统服务和资源环境条件存在分异规律,可分为7个重要功能区。

### 2.3 生态安全屏障体系项目实施

为有效推进我国生态安全屏障的保护与建设,国务院及各相关部门从全国到区域批准并实施了一系列的

规划、保护与建设项目。2013年10月,国家发展改革委会同有关部门组织编制了《全国生态保护与建设规划(2013—2020年)》,确立了“以自然生态资源为对象开展的保护与建设”,确定国家层面的建设重点为青藏高原生态屏障、黄土高原-川滇生态屏障、北方防沙带、东北森林带、南方丘陵山地带、近岸近海生态区等集中连片区域和其它点块状分布的重要生态区域,构建“两屏三带一区多点”为骨架的国家生态安全屏障。2020年6月,为贯彻落实党中央、国务院决策部署,国家发展改革委、自然资源部会同有关部门共同研究编制了《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》,确立以“两屏三带”及大江大河重要水系为骨架的国家生态安全战略格局,突出对国家重大战略的生态支撑,统筹考虑生态系统的完整性、地理单元的连接性和经济社会发展的可持续性。

作为世界同纬度带上面积最大、保存最完整的森林生态系统和我国重要的动植物种质基因库<sup>[21]</sup>,南方丘陵山地带陆续实施了一系列建设项目。例如:2014年11月实施的《珠江三角洲地区生态安全体系一体化规划(2014—2020年)》强调基于珠三角的自然生态本底特征,以自然山水脉络和自然地形地貌为框架,以满足区域可持续发展的生态需求及引导城镇进入良性有序开发为目的,着力构建“一屏、一带、两廊、多核”的珠三角生态安全格局。2016年12月,《广东省海洋生态文明建设行动计划(2016—2020年)》提出,以海洋生态环境保护 and 资源节约利用为主线,以海洋生态文明制度体系和能力建设为重点,推动海洋生态环境质量逐步改善、海洋资源高效利用、开发保护空间合理布局 and 开发方式切实转变。2018年10月,《广东粤北南岭山区山水林田湖草生态保护修复试点实施方案》着力提升粤北南岭山区生态系统质量和稳定性,筑牢粤北生态屏障,高质量推进环丹霞山等万里碧道建设。

### 3 面临的主要问题

近40年来,我国高度重视生态文明建设,相继开展“三北”防护林建设、天然林资源保护、退耕还林等一系列重大生态工程,初步构筑了生态安全屏障格局,将生态保护与环境治理推向新的高度,生态环境质量总体持续向好。我国生态安全屏障建设是应对气候变化、巩固和提升生态系统碳汇能力、防范自然灾害的重要举措,而目前生态安全屏障功能仍遭受着严峻的挑战。

#### 3.1 自然生态系统的破坏

人类活动的影响使陆地生态系统发生了广泛而迅速的变化<sup>[22]</sup>。以青藏高原为例:高寒草地生态环境非常差、差和较差3个等级面积之和占屏障区总面积的61.3%<sup>[23-24]</sup>;由于过度放牧等人类活动,青藏高原高寒草地植被覆盖度呈现降低的趋势<sup>[25-26]</sup>。此外,当前严重的水土流失、沙化等土地退化现象,是建设牢固国家生态安全屏障的重要制约因子<sup>[27-28]</sup>。2020年,全国水土流失动态监测结果显示,我国水土流失总面积已减少至269.27万平方公里。整体上我国水土流失的治理取得了显著成效,但目前还存在典型区域水土流失问题突出、部分地区缺乏关注、治理力度仍然较低、治理水平亟需提高等问题。“两屏三带”国家生态屏障带同时也是水土流失敏感区,各类因素导致的水土流失为国家生态屏障带的生态恢复带来了压力。

由于生态屏障区域分异性的特点,其结构与功能将适应不同的地理单元系统的自然属性以及社会经济系统的生态要求,不同的区域生态系统也存在不同的质量变化情况<sup>[29-30]</sup>。例如:在强烈沿海经济开发活动和海平面上升影响下,中国海岸带同样面临严峻的威胁。“十三五”以来,国家持续推进全国沿海防护林体系建设工程、“南红北柳”、“蓝色海湾”和“生态岛礁”等重大生态修复工程,同时国务院于2018年下发并实施的《关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》,从多维度促进了中国沿海生态系统的快速恢复,使沿海生态安全状况整体向好<sup>[31-32]</sup>。但由于陆源污染等多元而复杂的人为干扰因素,红树林与海草床等滨海湿地退化现象依然存在。全球升温可能有利于红树林面积扩张,但从长期来看,不断增加的海平面上升速率可能会增加了沿海地区暴露度和脆弱性<sup>[33-35]</sup>,也会对海岸带生态安全屏障的蓝色碳汇等生态功能造成一定影响。

#### 3.2 社会-生态系统脆弱性

生态安全屏障建设依赖于结构合理、功能稳定的复合生态系统,要求系统具有自我维护和良性循环功能,

同时其服务功能可辐射到更广的区域。然而,我国生态环境极为脆弱,生态系统整体质量和稳定性不容乐观。据估计,我国国土面积 60%以上为脆弱区,主要集中在青藏高原高寒地区、黄土高原区、北方干旱区、西南山区、南方丘陵区 and 东部沿海水陆交界区,其分布与中国生态安全屏障地带高度重合<sup>[36]</sup>(图 1)。

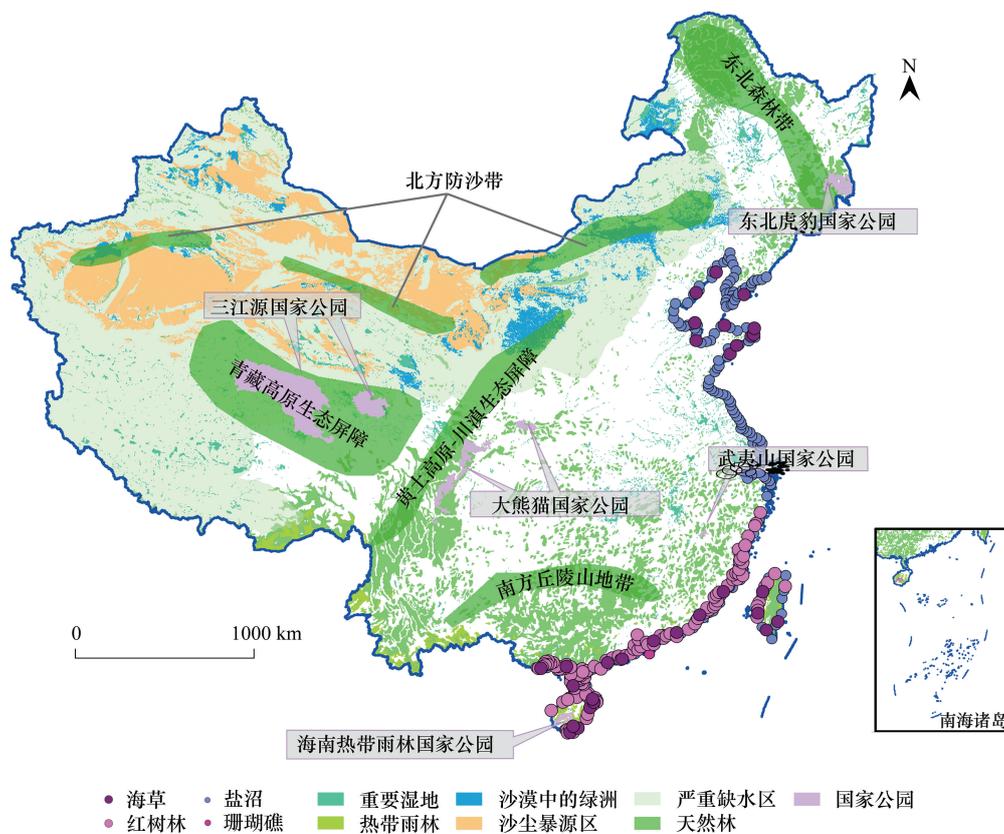


图 1 中国生态安全屏障建设潜在脆弱区示意图

Fig.1 Proposed vulnerable areas for establishing ecological security barrier system in China

海草、红树林和盐沼分布参照陈鹭真等<sup>[43]</sup>;珊瑚礁、重要湿地、热带雨林、沙漠中的绿洲、沙尘暴源区、严重缺水、天然林和三江源国家公园分布来源于国家地球系统科学数据中心(<http://www.geodata.cn/>)和中国科学院资源环境科学与数据中心(<http://www.resdc.cn>);其余国家公园和“两屏三带”分布依据政府公布的规划图矢量化完成

国家重要生态屏障区具有独特的自然地域格局,但自然本底状况较差,生态结构类型及其脆弱成因多样复杂。过去 30 年来,得益于退耕还林还草、生态恢复治理等重大工程的实施,以及生态文明建设的持续推进,中国生态系统脆弱性在整体上有所改善,极度、高度脆弱县域单元的数量与面积有减少趋势,但是局部生态脆弱的状况仍然存在<sup>[37]</sup>。例如:Li 等<sup>[38]</sup>通过青藏高原生态系统脆弱性的空间格局研究,指出在植被覆盖和陆面蒸散发等主导因素下,青藏高原生态系统整体表现得极为脆弱,甚至在西北部与中部等局部地区出现了一定程度的恶化;另一方面,社会和生态的脆弱性不是独立存在的,而且社会脆弱性对生态脆弱性的作用正由弱变强<sup>[39]</sup>。有研究表明,人口增长以及强烈人为活动对屏障区生态环境脆弱的影响日益突出<sup>[40-41]</sup>。在我国,生态脆弱地带和贫困地区在地理分布上呈现较高的一致性,这使得生态脆弱地区的居民也具有生计脆弱性,加剧了生态脆弱区农户因自然灾害和气候变化引起的返贫风险<sup>[42]</sup>。社会-生态系统脆弱性是国家生态安全屏障建设与完善过程中不容忽视的重大障碍。

### 3.3 生物多样性受到威胁

生物多样性对人类具有重要的服务功能,是经济和社会发展的重要资源。我国稳步推进国家公园体制试点,划定 35 处生物多样性保护优先区域,持续推进自然保护区建设工程,不断筑牢生物多样性保护屏障,切实

保障了我国生物多样性的繁荣发展,取得了积极成效。然而,生物多样性保护工作涉及各类生态系统,影响因素复杂,我国生物多样性保护依然形势严峻。一方面,社会经济发展造成的栖息地碎片化、生境质量降低等问题给生物多样性带来了显著的影响。研究显示,1980—2018年间我国造林修复工程取得显著成效,但重要生态空间内生态用地仍呈收缩趋势,部分地区依然存在开发建设和农业活动持续侵占和破坏生态用地情况<sup>[44]</sup>。而且,单一林的建设可能造成森林植物和动物多样性的降低<sup>[45]</sup>,破坏了相对平衡的生物多样性格局。另一方面,全球气候变暖导致多种生物生存环境的改变,甚至影响到物种的生存与繁衍<sup>[46]</sup>。部分物种濒危程度仍然较高,而且许多濒危物种的栖息地特征和威胁因素尚不完全清楚。大量隐存种在尚未被发现和描述的情况下,很多物种很可能在人类发现之前就会已经灭绝<sup>[47]</sup>。特别是在青藏高原等部分气候敏感区,在未来气候变化情景下,栖息地与物种分布格局将有明显变化,对濒危物种的保护效果产生较大影响<sup>[48]</sup>。另外,外来入侵物种对我国生物多样性的影响也不容忽视。截至2018年,全国已发现近800种外来入侵物种,入侵面积超过0.25亿hm<sup>2</sup>,严重影响我国半数以上县域地区农田、森林、水域、湿地、草地、岛屿和城市等生态系统,且该影响还在不断增加<sup>[49]</sup>。

### 3.4 科技支撑体系不足

虽然国家生态安全屏障的保护与建设取得了阶段性成果,但是由于生态安全屏障的复杂性,在面向生物多样性保护、生态系统防护和物联网智慧平台等方面仍然存在科技创新能力和投入不足等问题。生物多样性保护的支撑能力方面,缺乏一定的科技和数据支撑及生物多样性保护高科技人才培养,例如:在海岸带保护和建设方面,国内缺乏相关学科的科学技术人才及培养机构,科技创新对海岸带建设开发的引领和支撑不足<sup>[50]</sup>。生态系统防护方面,全球气候变化情景下,现有生态恢复举措对自然生态系统破坏的约束导向作用不强,同时大多数重大生态工程在最初设计是可能尚未考虑气候变化的影响,或对气候变化的影响估计不足,导致生态安全屏障在持续且复杂的外部干扰下衰退的风险加剧<sup>[51]</sup>。此外,具有前瞻性、科学性兼顾整体利益和长远利益的生态规划投入尚需加强,这对于生态安全屏障系统防护至关重要。物联网智慧平台建设方面,网格化、信息可视化、实时化和集成化方面还存在着一定的不足,例如:监测站点构建标准不统一,监测范围、要素和指标体系不全面,监测数据的共享机制不健全等<sup>[50]</sup>。这些不利于生态安全屏障体系建设的时效性、科学性和权威性,因此,加快推进物联网智慧平台信息集成建设也是构建生态安全屏障科技体系要务之一<sup>[52-53]</sup>。

### 3.5 公众参与意识薄弱

公众对生态环境具有天然的接近性和较强的依赖性,公众参与对生态安全屏障的建设起着至关重要的作用<sup>[54]</sup>。虽然生态安全屏障建设已经摆脱了单纯由政府主导的自上而下的模式,“生态文明”等理念得到广泛传播,但是仍然缺乏公众的积极有效的参与,公众主动性不强,更多的是扮演围观的角色<sup>[55]</sup>。例如:针对“长江上游生态屏障建设”这一具体概念调查发现,大多数公众仍处于观望状态,并没有实质性地参与<sup>[54]</sup>。一方面,对社会公众的宣传教育缺乏系统性,导致社会公众缺乏对生态环境问题的科学性理解和认识,难以有效地进行独立的、理性的思考和判断。另外一方面,公众参与生态安全屏障建设的渠道的便捷性和生动性不足,政府与公众互动畅通的有效平台还未搭建成熟,还存在公众参与面狭窄、缺乏系统性和可持续性以及公众诉求难以充分表达等现象<sup>[56]</sup>。此外,由于信息公开机制、环保激励机制和法律保障机制不完善,导致公众参与的知情权等无法得到充分保障,影响公众参与的积极性、主动性和创造性<sup>[57-58]</sup>。

### 3.6 保护与发展的矛盾

人类社会经济发展给自然生态系统重要价值的实现带来各种挑战,生态安全屏障的建设面临着保护与发展的矛盾。长期以来,自然保护地体系的建设是全球生态保护实践中最为常见的方式,其初衷和核心理念在于减少人类对“原始自然”的影响<sup>[59]</sup>,这保护了我国绝大部分的陆地生态系统类型和野生动植物种群<sup>[60]</sup>。党的十九大报告提出“建立以国家公园为主体的自然保护地体系”,其中“生态保护第一、国家代表性、全民公益性”的理念,充分体现了协调保护与发展的矛盾以及向全体人民“开放、共享”的发展理念,这使得协调保护与发展显得尤为重要。一方面,由于屏障区产业发展对资源依赖性高,生态空间被挤占,资源被限制使用<sup>[61]</sup>,当

地居民的生计问题成为影响发展的重大挑战。例如:南方丘陵山地带广东北部生态发展区具有较好的生态系统保护基础,然而当地居民农业效益不高,农林牧渔服务业产值不到农业总产值的 3%,加上分散的旅游产业和生态旅游薄弱,影响周边居民福祉<sup>[62]</sup>。另一方面,在人类活动对生态安全屏障的压力持续增加的情况下,需要基于利益相关方的保护方法来调动居民的参与性,使得保护与发展兼容<sup>[63]</sup>。例如:调查发现,居民对甘肃生态安全屏障区建设了解程度虽然不高,但参与建设的意愿很高<sup>[64]</sup>。

#### 4 政策建议

国家生态安全屏障肩负着维护生态环境与保障社会经济发展的双重任务,其建设须以生态安全格局为基础,开展科学研究、监测和引导工作;正确地协调好保护与发展的关系,最终实现“生态-生产-生活”协同发展的核心目标。研究针对关键环节面临的主要问题,提出对策建议(图 2)。

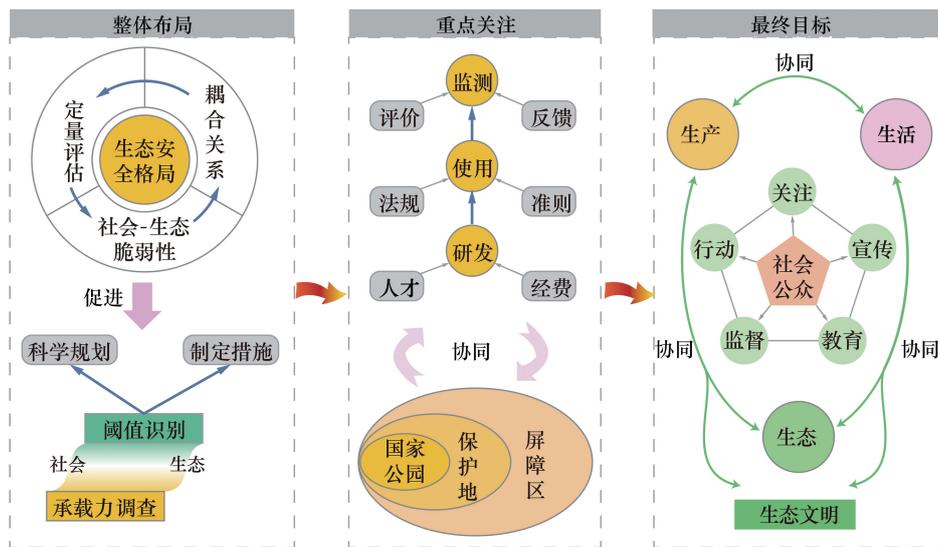


图 2 生态安全屏障体系建设政策建议框架

Fig.2 Proposed policy framework for the development of ecological security barrier system

#### 4.1 构建生态安全屏障格局

生态安全屏障建设的理论基础主要源于恢复生态学、生态系统生态学以及保护生物学,其构建是一项系统工程,应关注重点领域的生态恢复与建设技术,基于生态安全格局进行整体布局。从上世纪 90 年代以来,围绕生态安全格局,我国陆续开展了生态功能区、主体功能区和保护优先区的划分<sup>[14]</sup>,为生态安全屏障体系建设提供了重要参考。目前,比较公认的先进生态修复理念,如:基于自然的解决方案、再野化和重新自然化等在我国已得到很好的应用,我国生态系统恶化趋势基本得到控制,稳定性逐步增强,但是生态系统和生态恢复质量和功能问题仍然突出。为此,建议在未来的工作中仍需重点推进:(1)结合全球气候变化、生物多样性保护、“碳中和”、社会经济和可持续发展目标等方面多维度构建我国生态安全屏障格局;(2)深入解析社会-生态过程之间的耦合关联,多尺度、多维度、突破行政边界制约和优化边界的生态安全屏障格局;(3)学习国内外先进生态修复经验、方法和理论,突破典型性、顽固性生态问题,优化我国生态修复范式,提升修复可持续性,助推生态安全屏障格局构建;(4)牢固提升人类生态福祉的生态修复目标,完善资源、生态系统服务、景观美学价值和公众感知等多维度评价体系;(5)动态和定量评估生态安全屏障格局构建的有效性和质量,提高对屏障区主要生存环境要素的模拟和预估能力,探究不同构建方法、生态定位、保护策略、修复措施和政策落实下的实施效果。

## 4.2 划定生态安全屏障红线

生态环境承载力是指导国土空间规划的重要依据之一,能够反映区域生态环境对人类社会经济活动的支持能力,是生态系统资源组成、结构和功能的综合反映,关系生态安全屏障的“红线”。然而,生态系统应对全球气候变化和支持社会经济发展的能力均有一定的限度,即“阈值”。国内外众多组织机构和学者建议将生态阈值作为衡量生态环境的重要依据,关注生态阈值的检测和量化,特别是作为防止生态系统稳态转换的预警标准<sup>[65-67]</sup>。因此,生态安全屏障的构建,必然要对社会-生态环境条件进行综合研判,根据生态环境承载力评价结果,分析地域生态环境条件的优劣,从而制定生态安全屏障保护和建设措施。主要关注以下几个方面:(1)依据不同区域特征的生态环境管理需求,探究复杂生态系统中的关键驱动因子的临界值,通过增强基础生态研究提升社会-生态评估和监测预警应用价值;(2)综合评估社会-生态承载力“阈值”,依据区域特征划定生态安全屏障红线;(3)建立生态安全屏障保护红线制度,完善越线责任追究制度及生态补偿和激励机制;(4)牢固屏障区社会-生态系统“共同体”意识,增强区域人与自然耦合关系和可持续发展能力。

## 4.3 确立国家公园主体作用

国家公园的设立,使我国自然保护地体系建设进入新发展阶段。国家公园是我国自然生态系统中最重要、景观最独特、遗产最精华和生物多样性最富集的部分,是我国重要的生态安全屏障。因此,建议:(1)充分发挥国家公园的核心引领作用,以国家公园建设为契机,重构周边自然保护地体系建设,促进自然保护地向国家公园靠拢。进而形成以国家公园为主体,以周边自然保护区为基础、自然公园为补充,以生态安全屏障为统筹的“园-地-屏”协同发展格局;(2)建立健全中国特色的国家公园管理体制和治理体系,积极探索国家公园全民共建共享机制,推进屏障区建设共建共享;(3)推动生态安全屏障、自然保护地和国家公园体系建设的立法进程,建议将生态安全屏障纳入全国生态安全整体布局立法,将自然保护地纳入体系框架、功能区划、分类标准、管理体制和法律责任立法,将国家公园纳入功能定位、规划建设、保护与管理等明确详尽立法,确保三个层级保护、管理和建设活动有法可依。

## 4.4 加强科技支撑体系建设

科学技术是生态安全屏障保护和建设的坚实保障,特别是在资源节约、污染治理和生态修复方面发挥了重要作用。我国的科研投入仍有较大空间,因此,生态安全屏障体系建设应:(1)加大对的科研投入力度,充分调动科技人才的积极性和创造性,研发科学高效、节能环保和易于推广的技术体系,注重科技成果转化,鼓励绿色生态产业的发展;(2)开展生态安全屏障内水土流失控制与保持、景观风险评估以及濒危物种保护等关键技术的研究、试验与示范,加强支撑技术集成,提出切实保障和改善生态安全屏障功能的技术体系;(3)规范人类社会对科学技术的利用,加强可持续生态价值观的教育和引导,避免科学技术和科研成果的盲目使用,造成生态灾难;(4)注重实施成效的动态监测、管理与评价,特别是针对气候变化建立和加强长效反馈机制,及时调整和更新技术体系的应用。

## 4.5 引导社会公众深度参与

我国生态安全屏障体系建设需要完善的政策体系框架和社会生产实践,仅靠政府行为是不够的。面对严峻的生态安全问题和可持续发展的挑战,需要充分引导社会公众参与。因此,需要:(1)社会公众能及时准确地获取相关法律、政策等信息,从思想意识上关注国家生态安全,具备参与生态安全屏障保护和建设的基础;(2)加对社会公众大自然教育和生态安全屏障保护的宣传力度,推广生态环保型农、牧、林等产业生产技术,把握生产和生态的平衡;(3)建立生态安全屏障“绿色通道”监督制度,为生态安全建设暴露出的问题和破坏生态安全屏障的行为响应提速;(4)培育生态环保的价值观及道德观,通过全方面、多媒介和多层次的方式,将生态安全屏障建设纳入国民素质教育体系,传播生态文明建设理念,促进生态文化道德层面的养成,形成从意识到行动的转变;(5)鼓励低碳生活与生产方式,规范低碳标准,引导公众低碳足迹,督促企业加速能源结构转型,自觉履行责任,面向“碳达峰”与“碳中和”,保障生态安全屏障建设。社会公众参与生态安全屏障建设是实践主体的重大变革,必将成为生态安全建设的重要力量。

#### 4.6 统筹协调生态生产生活

“生态-生产-生活”的协调发展是生态安全屏障区空间格局优化的重要基础。实际上,屏障区作为复杂系统,要从根本上反映屏障区内生态、生产与生活之间的耦合关系,就必须从系统的角度加强屏障区综合研究,使三者协同发展。建议:(1)关注生态安全屏障区内功能定量评价和耦合性特征分析,重视功能区划分类与评价体系建设,以科学性、整体性、差异性原则确定屏障区生产空间、生活空间、生态空间布局;(2)统筹生态安全屏障区内山水林田湖草沙冰各类生态要素,大幅提高生态规模与质量,严格管控生态空间过度挤压等问题,以确保达到“生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”的要求;(3)正确处理好保护与发展、保护与民生的关系,形成屏障区生态保护和高质量发展的空间格局,稳固屏障区生产发展、生活富裕、生态文明的发展道路。

#### 5 结论

国家生态安全屏障建设是生态文明和生态安全战略格局的重要组成部分,是一项功在当代、利在千秋的事业,各省(市)均已根据各自地区的特殊性全力推进生态安全屏障建设。然而,由于生态安全屏障的复杂性和特殊性,其建设是一项极为复杂的工作,与生态系统自身的特点和外部社会经济紧密相关,正面临着理论体系、科技支撑和社会参与等方面的挑战。未来应集成先进理论方法和实践案例,系统构建生态安全屏障格局;把握社会-生态系统承载力阈值,划定生态安全屏障红线;充分发挥国家公园的核心引领作用,建立以生态安全屏障为统筹的协调发展格局;充分调动科技人才的积极性和创造性,加强科技支撑体系建设;完善公众参与法律机制,引导公众深度参与;最终,统筹协调生态生产生活,建设高质量生态安全屏障。

#### 参考文献 (References):

- [ 1 ] 王小丹,程根伟,赵涛,张宪洲,朱立平,黄麟. 西藏生态安全屏障保护与建设成效评估. 中国科学院院刊, 2017, 32(1): 29-34.
- [ 2 ] 王玉宽,孙雪峰,邓玉林,彭培好,范建容. 对生态屏障概念内涵与价值的认识. 山地学报, 2005, 23(5): 431-436.
- [ 3 ] 王玉宽,邓玉林,彭培好,范建容. 关于生态屏障功能与特点的探讨. 水土保持通报, 2005, 25(4): 103-105.
- [ 4 ] 潘开文,吴宁,潘开忠,陈庆恒. 关于建设长江上游生态屏障的若干问题的讨论. 生态学报, 2004, 24(3): 617-629.
- [ 5 ] 孙鸿烈,郑度,姚檀栋,张德铨. 青藏高原国家生态安全屏障保护与建设. 地理学报, 2012, 67(1): 3-12.
- [ 6 ] 王晓峰,尹礼唱,张园. 关于生态屏障若干问题的探讨. 生态环境学报, 2016, 25(12): 2035-2040.
- [ 7 ] 牛泽鹏. 生态屏障区边界优化与生态功能分区研究[D]. 西安:长安大学, 2021.
- [ 8 ] 丛晓男,李国昌,刘治彦. 长江经济带上游生态屏障建设:内涵、挑战与“十四五”时期思路. 企业经济, 2020, 39(8): 41-47.
- [ 9 ] 牟雪洁,赵昕奕,饶胜,黄琦,柴慧霞. 青藏高原生态屏障区近 10 年生态系统结构变化研究. 北京大学学报:自然科学版, 2016, 52(2): 279-286.
- [ 10 ] 田培,龚雨薇,朱占亮,刘目兴,吴宜进,曹隽隽,任斐鹏. 三峡水库坝区生态屏障区近 25 年土地利用变化评价. 水土保持学报, 2020, 34(2): 78-85.
- [ 11 ] 任保平,邹起浩. 黄河流域环境承载力的评价及进一步提升的政策取向. 西北大学学报:自然科学版, 2021, 51(5): 824-838.
- [ 12 ] 白永飞,赵玉金,王扬,周楷玲. 中国北方草地生态系统服务评估和功能分区助力生态安全屏障建设. 中国科学院院刊, 2020, 35(6): 675-689.
- [ 13 ] 朱陇强,郭泽呈,肖敏,秦梦瑶,颜耀文. 半干旱区县域生态安全格局构建研究——以临洮县为例. 生态学报, 2022(14): 1-13 [2022-06-15]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2031.Q.20220321.1733.023.html>
- [ 14 ] 傅伯杰,王晓峰,冯晓明. 国家生态屏障区生态系统评估. 北京:科学出版社, 2017.
- [ 15 ] 白中科. 国土空间生态修复若干重大问题研究. 地学前缘, 2021, 28(4): 1-13.
- [ 16 ] 张扬建,朱军涛,何永涛,余成群,石培礼,张宪洲. 科技支撑青藏高原生态环境保护及农牧业可持续发展. 中国科学院院刊, 2018, 33(3): 336-341.
- [ 17 ] 陈光程. 我国成功交易首个“蓝碳”碳汇项目. 应用海洋学报, 2021, 40(3): 555-556.
- [ 18 ] 傅伯杰,欧阳志云,施鹏,樊杰,王小丹,郑华,赵文武,吴飞. 青藏高原生态安全屏障状况与保护对策. 中国科学院院刊, 2021, 36(11): 1298-1306.
- [ 19 ] 李新,刘绍民,孙晓敏,吴冬秀,周燕,郭建文,温学发,陈世苹,马明国,晋锐,赵宁. 生态系统关键参量监测设备研制与生态物联网示范. 生态学报, 2016, 36(22): 7023-7027.
- [ 20 ] 蒋蕾,韩维峥,孙丽娜. 基于景观生态风险的区域生态屏障建设研究. 国土资源遥感, 2020, 32(4): 219-226.
- [ 21 ] Macias-Fauria M. Satellite images show China going green. Nature, 2018, 553(7689): 411-413.
- [ 22 ] Sun J, Wang Y, Piao S L, Liu M., Han G D, Li J R, Liang E Y, Lee T M, Liu G H, Wilkes A, Liu S L, Zhao W W, Zhou H K, Yibeltal M, Berihun M L, Browning D, Fenta A A, Tsunekawa A, Brown J, Willms W, Tsubo M. Toward a sustainable grassland ecosystem worldwide. The Innovation, 2022, 3(4), 100265.

- [23] 牟雪洁, 饶胜. 青藏高原生态屏障区近十年生态环境变化及生态保护对策研究. 环境科学与管理, 2015, 40(8): 160-164.
- [24] 张宪洲, 何永涛, 沈振西, 王景升, 余成群, 张扬建, 石培礼, 付刚, 朱军涛. 西藏地区可持续发展面临的主要生态环境问题及对策. 中国科学院院刊, 2015, 30(3): 306-312.
- [25] Sun J, Liang E Y, Barrio I C, Chen J, Wang J N, Fu B J. Fences undermine biodiversity targets. *Science*, 2021, 374(6565): 269.
- [26] 丁明军, 张镡锂, 刘林山, 王兆锋. 1982—2009年青藏高原草地覆盖度时空变化特征. 自然资源学报, 2010, 25(12): 2114-2122.
- [27] 蒋光毅, 黄嵩, 郭宏忠. 三峡库区水土流失综合治理现状与展望. 中国水土保持, 2021(8): 27-29.
- [28] 张宝. 新时期黄河流域水土流失防治对策. 中国水土保持, 2021(7): 14-16, 46.
- [29] 陈江玲, 徐京华, 甘泉, 徐庆. 川滇生态屏障区生态承载力研究——基于生态足迹模型. 中国国土资源经济, 2017, 30(6): 54-58.
- [30] 高彬媛, 李琛, 吴映梅, 郑可君, 武燕. 川滇生态屏障区景观生态风险评价及影响因素. 应用生态学报, 2021, 32(5): 1603-1613.
- [31] 王耕, 刘悦, 艾怡然. 海洋地缘文明时代中国沿海地区生态安全综合评价. 辽宁师范大学学报: 自然科学版, 2021, 44(3): 377-385.
- [32] Wang X X, Xiao X M, Xu X, Zou Z H, Chen B Q, Qin Y W, Zhang X, Dong J W, Liu D Y, Pan L H, Li B. Rebound in China's coastal wetlands following conservation and restoration. *Nature Sustainability*, 2021, 4(12): 1076-1083.
- [33] 蔡榕硕, 谭建红. 海平面加速上升对低海拔岛屿、沿海地区及社会的影响和风险. 气候变化研究进展, 2020, 16(2): 163-171.
- [34] 黄雪松, 陈燕丽, 莫伟华, 范航清, 刘文爱, 孙明, 谢敏, 徐圣璇. 近60年广西北部湾红树林生态区气候变化及其影响因素. 生态学报, 2021, 41(12): 5026-5033.
- [35] 徐慧鹏, 刘涛, 张建功. 红树林碳埋藏过程对海平面上升、气候变化和人类活动的响应. 广西科学, 2020, 27(1): 84-90.
- [36] 刘军会, 邹长新, 高吉喜, 马苏, 王文杰, 吴坤, 刘洋. 中国生态环境脆弱区范围界定. 生物多样性, 2015, 23(6): 725-732.
- [37] 魏晓旭, 赵军, 魏伟, 颜斌斌. 中国县域单元生态脆弱性时空变化研究. 环境科学学报, 2016, 36(2): 726-739.
- [38] Li H, Song W. Spatiotemporal distribution and influencing factors of ecosystem vulnerability on Qinghai-Tibet Plateau. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(12): 6508.
- [39] 李宁, 张正涛, 郝晓琳. 社会—生态脆弱性相互关系的计量推断方法. 地理科学进展, 2016, 35(2): 214-222.
- [40] 杨雯娜, 周亮, 孙东琪. 基于分区—集成的黄河流域生态脆弱性评价. 自然资源遥感, 2021, 33(3): 211-218.
- [41] 袁烽迪, 张溪, 魏永强. 青藏高原生态屏障区生态环境脆弱性评价研究. 地理空间信息, 2018, 16(4): 67-69, 10.
- [42] 尚海洋, 寇莹, 赵越, 宋妮妮. 生态脆弱区应对返贫风险生计研究的国内进展. 资源开发与市场, 2021, 37(7): 836-843.
- [43] 陈鹭真, 潘良浩, 邱广龙. 中国滨海蓝碳及其人为活动影响. 广西科学院学报, 2021, 37(3): 186-194.
- [44] 高吉喜, 刘晓曼, 王超, 王勇, 付卓, 侯鹏, 吕娜. 中国重要生态空间生态用地变化与保护成效评估. 地理学报, 2021, 76(7): 1708-1721.
- [45] Hua F, Wang X, Zheng X, Fisher B, Wang L, Zhu J, Tang Y, Yu D W, Wilcove D S. Opportunities for biodiversity gains under the world's largest reforestation programme. *Nature Communications*, 2016, 7: 12717.
- [46] 孟宏虎, 高晓阳. “一带一路”上的全球生物多样性与保护. 中国科学院院刊, 2019, 34(7): 818-826.
- [47] 徐伟, 车静. 从隐存种到我国生物多样性保护研究: 现状与展望. 中国科学: 生命科学, 2019, 49(4): 519-530.
- [48] Li R Q. Protecting rare and endangered species under climate change on the Qinghai Plateau, China. *Ecology and Evolution*, 2018, 9(1): 427-436.
- [49] 陈宝雄, 孙玉芳, 韩智华, 黄宏坤, 张宏斌, 李奎奎, 张国良, 刘万学. 我国外来入侵生物防控现状、问题和对策. 生物安全学报, 2020, 29(3): 157-163.
- [50] 吕剑, 骆永明, 章海波. 中国海岸带污染问题与防治措施. 中国科学院院刊, 2016, 31(10): 1175-1181.
- [51] 赵东升, 郭彩贽, 郭义强, 刘磊, 高璇, 张家诚, 朱瑜, 张雪梅. 气候变化对“山水林田湖草”重大生态工程的影响. 生态学报, 2019, 39(23): 8780-8788.
- [52] 任小凤, 赵维俊, 张娟. 祁连山生态保护修复监测能力建设及科技支撑项目建设. 林业科技通讯, 2022, (5): 42-46.
- [53] 陈善荣, 陈传忠. 科学谋划“十四五”国家生态环境监测网络建设. 中国环境监测, 2019, 35(6): 1-5.
- [54] 卓光俊, 张守新. 公众参与视角下的长江上游生态屏障建设研究. 重庆社会科学, 2021(3): 20-29.
- [55] 刘珊, 梅国平. 公众参与生态文明城市建设有效表达机制的构建——基于鄱阳湖生态经济区居民问卷调查的分析. 生态经济, 2014, 30(2): 41-44, 61.
- [56] 杨风华, 蔡佳雯. 公众参与农村生态环境治理存在的问题及对策研究——以江苏省为例. 经营与管理, 2022(4): 121-126.
- [57] 贾广惠. 中国环保传播与公民社会建设. 当代传播, 2009(1): 107-108.
- [58] 王秀哲. 我国环境保护公众参与立法保护研究. 北方法学, 2018, 12(2): 103-111.
- [59] Adams W, Hutton J. People, parks and poverty: political ecology and biodiversity conservation. *Conservation and Society*, 2007, 5: 147.
- [60] 王昌海. 自然保护区生态保护与发展研究进展与展望. 林业经济, 2019, 41(10): 3-9, 31.
- [61] Bonet-García F J, Pérez-Luque A J, Moreno-Llorca R A, Pérez-Pérez R, Puerta-Piñero C, Zamora R. Protected areas as elicitors of human well-being in a developed region: a new synthetic (socioeconomic) approach. *Biological Conservation*, 2015, 187: 221-229.
- [62] 吴锦泽, 王明旭, 叶晓颖. 广东省北部生态发展区保护与发展协同共进研究. 环境与可持续发展, 2021, 46(6): 69-74.
- [63] 何思源, 闵庆文. 平衡保护与发展: “保护兼容”理念源起、实践与发展. 生态学报, 2022(15): 1-13 [2022-06-15]. DOI: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2031.Q.20220406.1557.030.html>
- [64] 潘志伟, 杨杰. 甘肃生态安全屏障区建设公众参与调查报告. 中国资源综合利用, 2020, 38(2): 150-152, 162.
- [65] 范小杉, 何萍, 侯利萍, 孟晓杰. 国外生态阈值研究进展及启示. 环境科学研究, 2020, 33(3): 691-699.
- [66] 侯利萍, 何萍, 范小杉, 徐杰, 任颖, 李代魁. 生态阈值确定方法综述. 应用生态学报, 2021, 32(2): 711-718.
- [67] Scheffer M, Bascompte J, Brock W A, Brovkin V, Carpenter S R, Dakos V, Held H, van Nes E H, Rietkerk M, Sugihara G. Early-warning signals for critical transitions. *Nature*, 2009, 461(7260): 53-59.