



DOI: 10.5846/stxb202110122869

王柯, 张建军, 邢哲, 包扬航. 我国生态问题鉴定与国土空间生态保护修复方向. 生态学报, 2022, 42(18): 7685-7696.

我国生态问题鉴定与国土空间生态保护修复方向

王 柯¹, 张建军^{1,2,*}, 邢 哲³, 包扬航¹

1 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083

2 自然资源部土地整治重点实验室, 北京 100083

3 军委后勤保障部工程质量监督中心, 北京 100036

摘要:研究目的: 聚焦生态问题研究热点区域, 鉴定不同生态区生态问题, 提出不同生态区生态保护修复方向, 以期为国家有针对性、有目的性、有方向性的开展生态保护与修复工作提供有效基础支撑。研究方法: 研究热度评价模型、比较分析法和归纳总结法。研究结果: (1) 20 世纪 80 年代以来, 我国生态问题研究热度总体呈增长态势, 1998 年以后生态问题的研究热度进入加速期, 且在 2012 年掀起了新一轮的生态文明研究热潮。(2) 我国各类生态问题研究热度存在明显的内部差异和空间差异, 研究热度较高的生态问题主要是水土流失和生物多样性丧失, 超过 85% 的城市均发表过关于这两个生态问题的学术论文, 且研究热点区域集中在我国西部省份。(3) 水土流失、荒漠化、生物多样性、林草湿地生态系统退化是各生态区重点关注的生态问题, 超过半数的生态区重点关注森林生态系统退化; 而石漠化、盐碱化、矿区生态退化等生态问题集中分布在几个脆弱生态区。超过 80% 生态区的主要生态问题都在 3 个及以上, 这体现出我国多数生态区生态问题的紧迫性和复杂性。(4) 各生态区生态保护修复方向存在差异, 生态本底好且人类活动少的生态区以保育保护和自然恢复为主, 此类生态区的保护修复重点应放在建立保护区、濒危生物的育种、繁殖、加强生物多样性监测等方面; 生态本底一般的农业生态区或东部热带、亚热带生态林区以自然恢复和辅助再生为主, 保护修复重点放在自然封育、人工造林种草、农林间作等方面。生境脆弱且人类活动频繁的生态区以辅助再生和生态重建为主, 保护修复重点应放在各项工程类和物理、化学、生物类措施。研究结论: 我国生态问题存在明显的差异, 掌握不同区域生态问题的类型、严重程度和发生机制是开展国土空间生态保护修复工作的基础。

关键词: 生态问题; 生态分区; 国土空间; 生态保护与修复

改善生态环境、保护生态系统是当前国际社会的重要议题。针对破坏和退化的生态系统, 各国已采取多项举措来保护和恢复生态系统。1992 年, 欧盟建立 Natura 2000 自然栖息地和野生动植物群保护网络, 要求其成员国设立特别保护区^[1]。同年, 196 个国家签署了《生物多样性公约》, 目标是保护生物多样性, 实现可持续发展。自公约签署至今, 已有 185 个国家编制了至少一份的国家生物多样性战略和行动计划^[2-3]。2010 年, 《生物多样性公约》缔约方大会第十届会议制定了 2011—2020 年《生物多样性战略计划》, 计划中的目标 15 明确提出到 2020 年通过养护和恢复行动, 恢复至少 15% 退化的生态系统^[4]。2016 年, 联合国发布的《2030 年可持续发展议程》呼吁各国“保护、恢复和促进可持续利用陆地生态系统, 可持续管理森林, 防治荒漠化, 制止和扭转土地退化, 遏制生物多样性的丧失”^[5]。

自改革开放以来, 我国的经济得到快速发展, 人们的物质生活水平不断提高。然而, 快速的城市化和工业化导致生态环境破坏严重, 发展和保护之间的矛盾愈演愈烈^[6]。我国面临着水土流失、石漠化、荒漠化、土壤

基金项目: 国家重点研发计划专项(2019YFC0507804)

收稿日期: 2021-10-12; 采用日期: 2021-12-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangjianjun_bj@126.com

#本研究尚缺中国港澳台统计数据。

盐碱化、生物多样性锐减、生态系统退化等一系列生态问题,这是中华民族永续发展的重要挑战,关乎到人民生活福祉。近十年来,我国在生态保护和修复领域付出了巨大努力^[7-10]。2012年,党的十八大做出“大力推进生态文明建设”的战略决策。2017年,党的十九大报告指出要加快生态文明体制改革,建设美丽中国。“十三五”期间,我国先后开展了25个山水林田湖草生态保护修复工程试点,涉及全国24个省份,生态保护修复工作初见成效^[11]。2019年,中共中央、国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见指出,“坚持山水林田湖草生命共同体理念,加强生态环境分区管治,量水而行,保护生态屏障,构建生态廊道和生态网络,推进生态系统保护和修复,依法开展环境影响评价”,生态保护修复成为国土空间规划体系内的关键环节^[12]。2020年6月,国家发展改革委、自然资源部联合印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》,再次昭示生态保护与修复在国家战略中的重要地位^[13-14]。2020年9月,自然资源部办公厅、财政部办公厅、生态环境部办公厅联合印发《山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)》,这进一步巩固并规范了国家开展生态保护修复的技术基础和实施路径^[15]。

在国家生态文明建设的背景下,我国学者从生态区划^[16-18]、生态退化研究^[19-22]、国土空间生态保护修复理论^[23-26]、生态保护修复技术归纳^[27-28]、生态保护修复规划^[29-30]、生态修复成效^[31-36]等多角度开展研究,这为我国全方位开展国土空间生态保护与修复工作打下基础。针对生态问题识别的研究多集中于单一问题或单一区域^[37-40],鲜有研究基于多源信息从全国生态分区角度鉴定并系统梳理不同分区关键生态问题及其保护修复方向。本文综合已有多源公开数据(学术文献、政府报告、规划文本、新闻等)开展信息计量分析,在行政区尺度鉴定中国不同生态问题的研究热点区域,并将具体生态问题聚焦到生态本底较为一致的生态分区单元上,为我国做好顶层设计提供基础指引,准确把握不同区域生态保护修复重点和方向。

1 数据资料与方法

1.1 基于文献计量的研究热度评价模型

本文首先应用文献计量方法从行政区尺度探索我国不同生态问题关注程度的空间差异,并将研究结果作为后续聚焦各生态区关键生态问题的基础判断。以CNKI和Web of Science期刊数据库为数据源,通过文本提取、生态问题及地名实体词识别、地名标准化等手段,获取了不同省/市针对不同生态问题的研究文献。由于我国不同省市间的科研能力存在差异,导致不同省市的科研论文发表数量存在巨大差异,如果仅从科研论文的发文数量来表征研究热度来说,可能会出现“信息鸿沟”造成的认知偏差。因此,本文选择生态问题相关科研论文数量与相应省/市全部科研论文数量的比值作为调节系数,对特定生态问题研究论文出现频次进行修正后,得到一个更加综合、科学的生态问题研究热度值。生态问题研究热度值的计算公式为:

$$Q = \frac{N_{se}}{N_{all}}$$
$$Q^0 = \frac{Q - \min(Q)}{\max(Q) - \min(Q)}$$

式中, Q 为生态问题综合研究热度指数; N_{se} 为某一地点在以荒漠化、水土流失、石漠化、生物多样性、盐渍化、生态系统退化、矿山生态退化等为主题检索到的文献中出现的总频次。 N_{all} 为某一地点发表的学术文献的总量。为方便区域间的对比分析,本文对 Q 进行了标准化处理,得到生态问题相对研究热度指数 Q^0 ,其中, $\max(Q)$ 为 Q 的最大值, $\min(Q)$ 为 Q 的最小值。

1.2 生态区划的选取

在对我国生态问题研究热度评判的基础上,本文从生态分区的角度进一步聚焦本地化的生态现状和问题,以提出针对不同生态区的生态保护修复重点和方向。以生态区为研究单元可以更好的为生态系统的研究、评价、保护修复和管理提供一个合适的空间单元,其打破了传统行政界线的限制,为因地制宜实施区域生

态保护与修复工程提供科学支撑。本文通过综合对比不同生态区划方案,最终采用傅伯杰院士提出的生态区划方案^[16]。该区划方案在深入研究我国生态本底特征、生态服务功能、生态敏感性和人类活动对生态环境的胁迫等要素的特点和规律的基础上,综合考虑了光、温、水、土、风、热、植被、地形地貌、人类活动等自然要素和人为要素,将我国划分为 3 个生态大区、13 个生态地区和 57 个生态区(表 1)。该方案可以为区域可持续发展战略、生态保护与修复工程提供宏观框架。

表 1 中国生态区划表
Table 1 Ecological regionalization of China

生态大区 Domains	生态地区 Ecoregions	生态区 Ecodistricts
东部湿润、半湿润生态大区(I) Eastern humid and semi-humid ecological domain(I)	寒温带湿润针叶林生态地区(I1)	大兴安岭北部针叶林生态区 I1(1)
	温带湿润针阔混交林生态地区(I2)	大、小兴安岭针阔混交林生态区 I2(1) 三江平原农业湿地生态区 I2(2) 长白山针阔混交林生态区 I2(3) 东北平原农业生态区 I2(4)
	暖温带湿润、半湿润落叶阔叶林生态地区(I3)	华北山地落叶阔叶林生态区 I3(1) 环渤海城镇及城郊农业生态区 I3(2) 胶东半岛落叶阔叶林生态区 I3(3) 鲁中南山地丘陵落叶阔叶林生态区 I3(4) 黄淮海平原农业生态区 I3(5) 黄土高原水土流失敏感生态区 I3(6) 汾渭河谷农业生态区 I3(7)
	亚热带湿润常绿阔叶林生态地区(I4)	秦巴山地常绿-落叶阔叶林生态区 I4(1) 成都平原农业生态区 I4(2) 三峡库区敏感生态区 I4(3) 长江中游平原农业湿地生态区 I4(4) 大别山-天目山常绿阔叶林生态区 I4(5) 长江三角洲城镇及城郊农业生态区 I4(6) 浙闽山地常绿阔叶林生态区 I4(7) 湘赣丘陵农业生态区 I4(8) 湘西及黔鄂山地常绿阔叶林生态区 I4(9) 黔桂喀斯特脆弱生态区 I4(10) 岭南山地常绿阔叶林生态区 I4(11) 粤西南沿海丘陵农业生态区 I4(12) 珠江三角洲城镇及城郊农业生态区 I4(13) 台湾岛常绿阔叶林生态区 I4(14)
	热带湿润雨林、季雨林生态地区(I5)	雷州半岛热带农业生态区 I5(1) 海南环岛热带农业生态区 I5(2) 海南中部山地雨林、季雨林生态区 I5(3) 南海诸岛岛屿生态区 I5(4)
	南亚季风湿润、半湿润常绿阔叶林生态地区(I6)	西双版纳热带雨林、季雨林生态区 I6(1) 喜马拉雅东翼山地热带雨林、季雨林生态区 I6(2) 云贵高原南部湿润常绿阔叶林生态区 I6(3) 云贵高原北部半湿润常绿阔叶林生态区 I6(4) 横断山区常绿阔叶林、暗针叶林生态区 I6(5)
西北干旱、半干旱生态大区(II) Northwest arid and semi-arid domain(II)	半干旱草原生态地区(II1)	呼伦贝尔草原生态区 II1(1) 内蒙古高原干旱生态区 II1(2) 内蒙古高原东南缘农牧交错带脆弱生态区 II1(3)

续表

生态大区 Domains	生态地区 Ecoregions	生态区 Ecodistricts
青藏高原高寒生态大区(III) Qinghai-Tibet plateau alpine domain(III)	半干旱荒漠草原生态地区(II2)	河套平原灌溉农业生态区 II2(1)
		毛乌素沙地荒漠生态区 II2(2)
		鄂尔多斯高原荒漠草原生态区 II2(3)
	干旱半荒漠生态地区(II3)	阿拉善高原半荒漠生态区 II3(1)
		河西走廊绿洲农业生态区 II3(2)
	干旱荒漠生态地区(II4)	阿尔泰山地森林草原生态区 II4(1)
		准噶尔盆地荒漠生态区 II4(2)
		天山山地草原、针叶林生态区 II4(3)
		塔里木盆地荒漠、戈壁生态区 II4(4)
	青藏高原森林、高寒草甸生态地区(III1)	青藏高原东南部常绿阔叶林、暗针叶林生态区 III1(1)
		青藏高原东部暗针叶林、高寒草甸生态区 III1(2)
		祁连山针叶林、高寒草甸生态区 III2(1)
		青海东部农牧生态区 III2(2)
		江河源区高寒草甸生态区 III2(3)
		藏南农牧生态区 III2(4)
		羌唐高原高寒草原生态区 III2(5)
		柴达木盆地荒漠、盐壳生态区 III3(1)
	青藏高原高寒荒漠、半荒漠生态地区(III3)	可可西里半荒漠、荒漠生态区 III3(2)
		喀喇昆仑山砾漠生态区 III3(3)

1.3 生态区保护与修复方向的确定

国际生态修复学会(SER)于2016年发布的《生态修复实践国际标准》中提出根据修复场地生态系统损害或退化程度的差异可将生态保护修复模式可分为自然再生、辅助再生和生态重建三类^[41]。随着生态文明建设的快速推进,我国对生态保护和修复提出新要求,国家发展改革委、自然资源部于2020年联合印发的《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》提出了未来十五年生态保护修复的工作方向。同年,自然资源部办公厅、财政部办公厅、生态环境部办公厅联合印发的《山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)》提到,“组合运用保护保育、自然恢复、辅助再生、生态重建修复模式,采取工程、技术、生物等多种措施,提升综合治理的成效”。因此,本文在借鉴国际经验的基础上,以我国提出的保育保护、自然恢复、辅助再生、生态重建四类生态保护修复措施为指引,通过摸清生态本底、鉴定生态问题,确定不同生态分区内的主导保护修复方向,以期对未来国家全面开展生态保护修复工作提供基础参考。

1.4 基于多源信息的重要生态问题鉴定框架

由于我国幅员辽阔,无论是气候条件、地形地貌、植被类型、地质条件等自然条件,还是人口密度、人类活动强度、经济发达程度等社会经济条件都存在明显的差异,因此不同区域存在的生态系统问题差异明显。针对生态系统问题的区域差异性,本文设计了一个基于信息源和关键词的信息筛选框架,从提取出的有效信息中整合不同生态分区的重要生态问题,并结合行政区尺度(省/市)的热度分析结果进行信息匹配和空间匹配分析,使得分区尺度下的生态问题更加聚焦化且本地化(图1)。本文通过不同行政级别的政府文本、政府公报、政府公告、学术文献和网页新闻、通讯和报导等多源渠道,以各生态区的核心名词及生态问题/保护/修复、森林、草地、湿地、农田、矿山、生物多样性、水土流失、土地沙化、石漠化、盐碱化、退化、自然灾害等为关键词,反复对不同信息源的不同关键词进行有效信息的提取,并依靠专业知识和专业经验将有效信息进行整合,最终鉴定出不同生态区生态系统的现状和问题。

就具体的信息筛选过程而言,本文视各级政府最新发布的相关生态区的生态现状、生态问题的公报/规划/公告为权威性、可信度最高的信息源(优先信息源),将近年来有关该生态区的现状、问题及相关保护修复

模式进行整合。在找不到相关政府部门发布的信息时,本文通过筛选文献(次级信息源)中生态区的有效信息,并按照时间先后进行信息整合。当优先信息源和次级信息源都没有筛选到相关生态区的有效信息时,本文选取新闻等其他信息渠道作为备选/验证信息源来对生态区生态现状和问题信息进行筛选。当然,实际的筛选过程往往是政府、文献和新闻三级信息源同时筛选并相互验证的过程,以期能更加科学的鉴定出各生态区的生态现状和问题。在确定各生态区关键生态问题的基础上,以各信息源提到的针对性保护修复措施为基础,结合各生态问题共性的保护修复方向,提出不同生态区的主要生态保护修复方向(图2)。

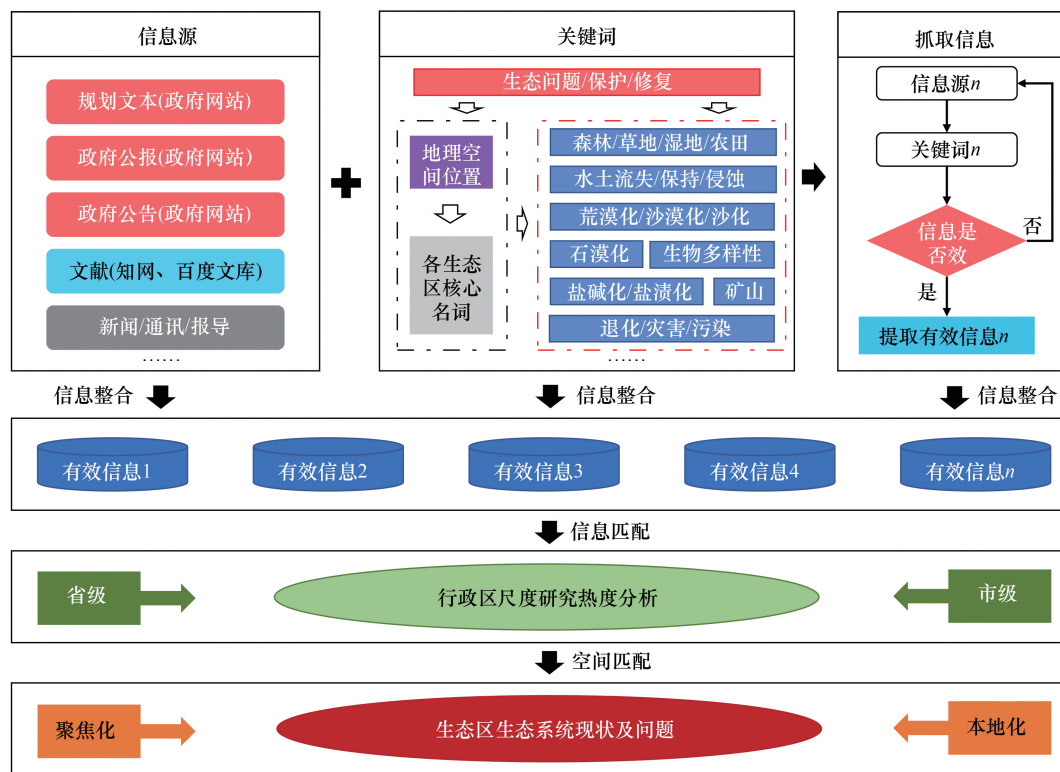


图1 重要生态问题鉴定框架

Fig.1 A research framework for identifying ecological problems

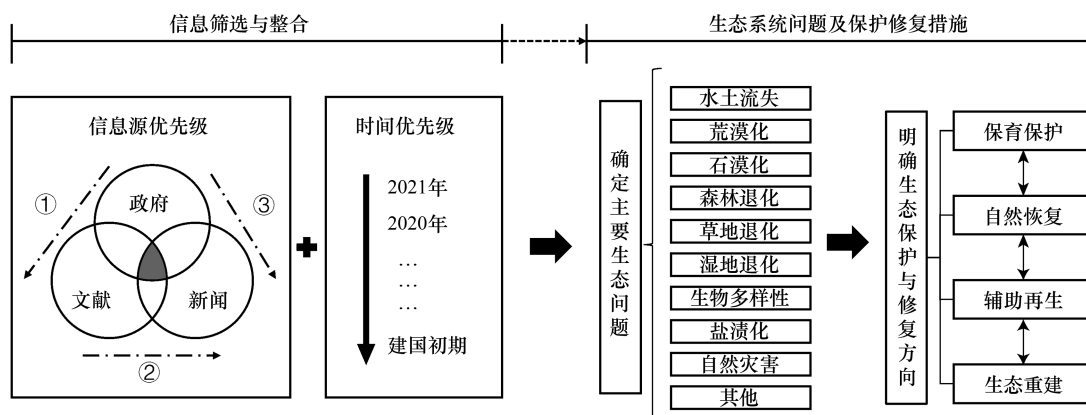


图2 生态问题信息筛选与整合

Fig.2 Selection and integration of information on ecological problems

2 结果分析

2.1 中国生态问题热度分析

2.1.1 生态问题热度变化分析

本文通过文献检索获取不同省/市针对不同生态问题的研究文献,并按照文献发表时间进行归纳整理,获得我国生态问题研究热度的时间变化(图3)。就总体趋势而言,我国生态问题研究热度呈增长态势。基于趋势变化分析,可以将我国生态问题研究热度大致划分为5个阶段。1982—1998年我国针对生态问题的研究处于低热度的平稳阶段,该阶段每年发表的文献虽呈缓慢的波动增长趋势,但文献数量没有超过150篇。1998—2008年我国针对生态问题的研究热度进入快速增长阶段,研究文献数量从131篇增加到1145篇,年均增长量达92篇,其中的重要原因之一是1998年的特大洪灾让我国更加深刻的认识到保护生态环境的重要性。2008—2012年我国有关生态问题的研究热度处于热度较高的平稳阶段,该阶段研究文献数量保持在1100篇左右,我国生态问题的研究从理论体系、技术方法到实际应用都不断丰富。2012—2014年,我国有关生态问题的研究热度进入短暂的快速增长阶段,其重要原因是第十八次全国代表大会首次提出“美丽中国”的执政理念,并将生态文明建设写入党章,这再次掀起了我国生态领域的研究热潮。2014年以后,我国有关生态问题的研究热度一直处于高热度阶段,发表论文篇数保持在1700篇左右。

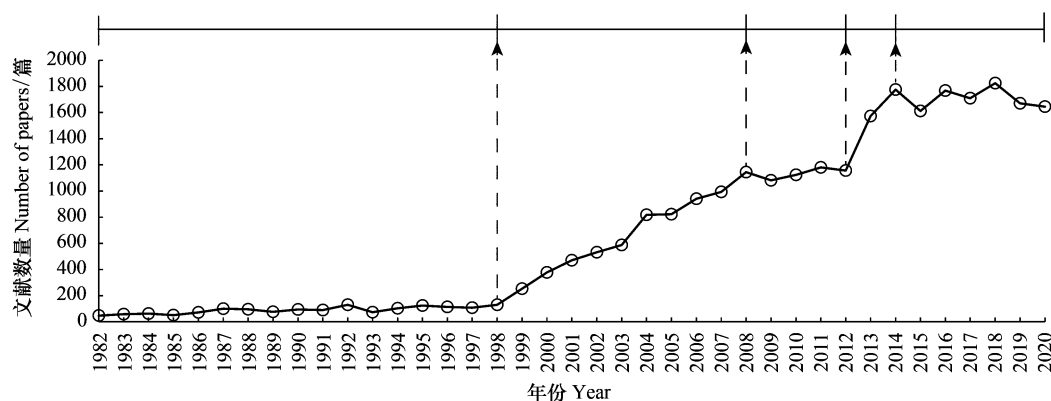


图3 生态问题研究热度年际变化

Fig.3 Time variation of research interest of ecological problems

2.1.2 省域尺度生态问题热度分析

就不同省/直辖市、不同生态问题研究文献的绝对量而言,生物多样性和水土流失的研究热度明显高于其他生态问题,且研究范围较广,多数省份都有涉及(图4)。其中,云南省生物多样性相关研究的绝对研究热度最高,相关研究文献超过700篇,这与云南省生态本底条件密不可分,云南素有“动植物王国”的美誉,是我国生物多样性最高的省份,也是全国34个物种最丰富的热点地区之一。其他生态问题的研究热度呈现较为明显的区域分异,针对生态系统退化的相关研究主要集中在内蒙古、青海、新疆和吉林,针对盐碱化的相关研究主要集中在新疆、吉林、天津、山东和宁夏,针对荒漠化的相关研究主要集中在内蒙古、青海、宁夏、甘肃、新疆和辽宁,针对石漠化的相关研究主要集中在滇桂黔三省/自治区,针对矿山生态退化的相关研究主要分布于内蒙古、山西、河北、四川、贵州、新疆等矿产资源禀赋优异的省份。就相对研究热度而言,各生态问题的热点分布与研究文献数量的区域分布总体一致,但也存在一些差异。相较于研究文献数量的热度分布,内蒙古、海南和宁夏生物多样性以及内蒙古荒漠化的相对研究热度更为突出(图5)。

2.1.3 地级市尺度生态问题热度分析

城市尺度的相对研究热度在空间分布特征上与省域尺度研究热度的分布特征相似,水土流失和生物多样

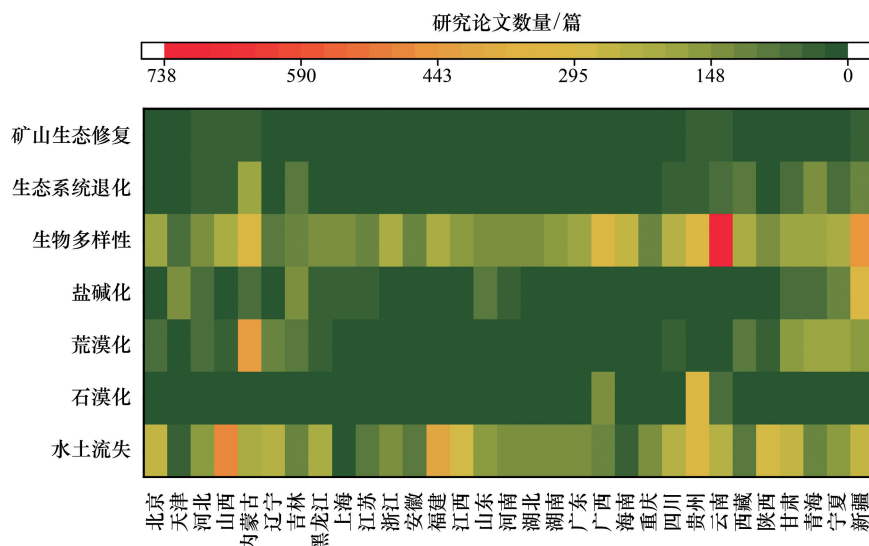


图4 省域尺度各生态问题研究论文数量

Fig.4 The number of research papers on various ecological problems at the provincial scale

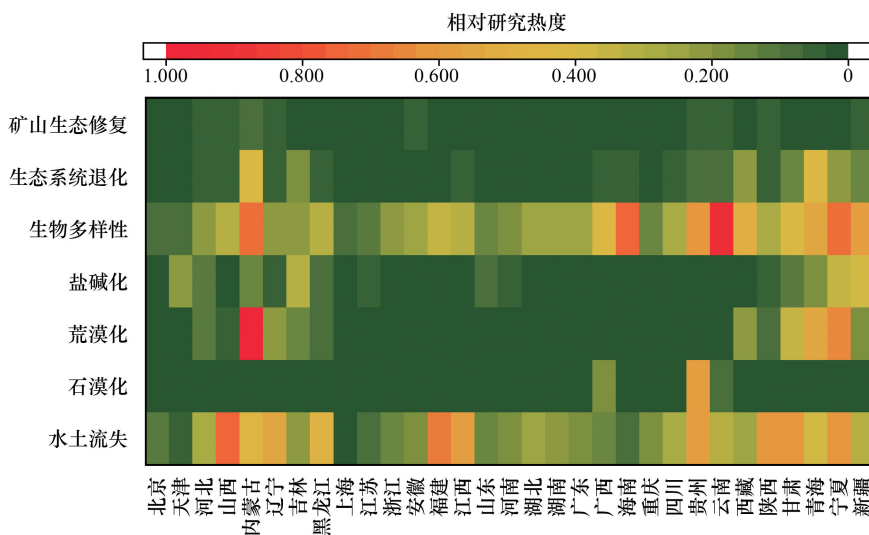


图5 省域尺度各生态问题相对研究热度

Fig.5 Relative research interest in various ecological problems at the provincial scale

性问题的研究在大多数城市均有涉及(图6),平均相对热度较高。水土流失相对研究热度排名前五的城市依次是伊犁哈萨克自治州、天水市、定西市、延安市和朝阳市,相对研究热度值均超过0.35。生物多样性相对研究热度排名前五的城市依次是伊犁哈萨克自治州、大兴安岭地区、黄山市、阿拉善盟和呼伦贝尔市,相对研究热度值均超过0.3。此外,荒漠化相对研究热度较高的城市包括内蒙古的锡林郭勒盟、呼伦贝尔市、阿拉善盟、乌兰察布市和兴安盟、青海的黄南藏族自治州和海北藏族自治州、陕西的榆林市以及辽宁的朝阳市。石漠化相对研究热度较高的城市包括贵州的六盘水市、黔西南布依族苗族自治州、黔东南苗族侗族自治州和黔南布依族苗族自治州、云南的红河哈尼族彝族自治州、文山壮族苗族自治州和迪庆藏族自治州、湖南的湘西土家族苗族自治州以及广西的河池市。盐碱化相对研究热度较高的城市包括黑龙江的大庆市、新疆的伊犁哈萨克自治州和哈密地区、吉林的松原市以及河北的沧州市。生态系统退化相对研究热度较高的城市包括西藏的那曲

2.2 不同生态分区重要生态问题鉴定

基于重要生态问题鉴定框架,本文通过多源信息的整合得到 57 个生态区的生态现状和生态问题(图 7)。水土流失、荒漠化、林草生态系统退化、生物多样性是各生态区关注的重要生态问题。不同生态区的主要生态问题差异明显,且生态问题在我国各生态区的空间分布上存在明显的分异性。以水土流失为主要生态问题的生态区有 25 个,主要分布在东部湿润、半湿润生态大区。以生物多样性锐减为主要生态问题的生态区有 25 个,主要分布在亚热带和热带湿润、半湿润生态区以及青藏高原高原高寒生态大区。以荒漠化为主要生态问题的生态区有 21 个,主要分布在西北干旱、半干旱生态大区和青藏高原高原高寒生态大区。以森林生态系统退化为主要生态问题的生态区有 32 个,以草地生态系统退化为主要问题的生态区有 18 个,以湿地生态系统退化为主要问题的生态区有 18 个,以农田生态系统退化为主要问题的生态区有 18 个,以矿山生态退化为主要生态问题的生态区有 11 个。此外,超过 80%生态区的主要生态问题都在 3 个以上,这体现出我国多数生态区生态问题的紧迫性和复杂性。

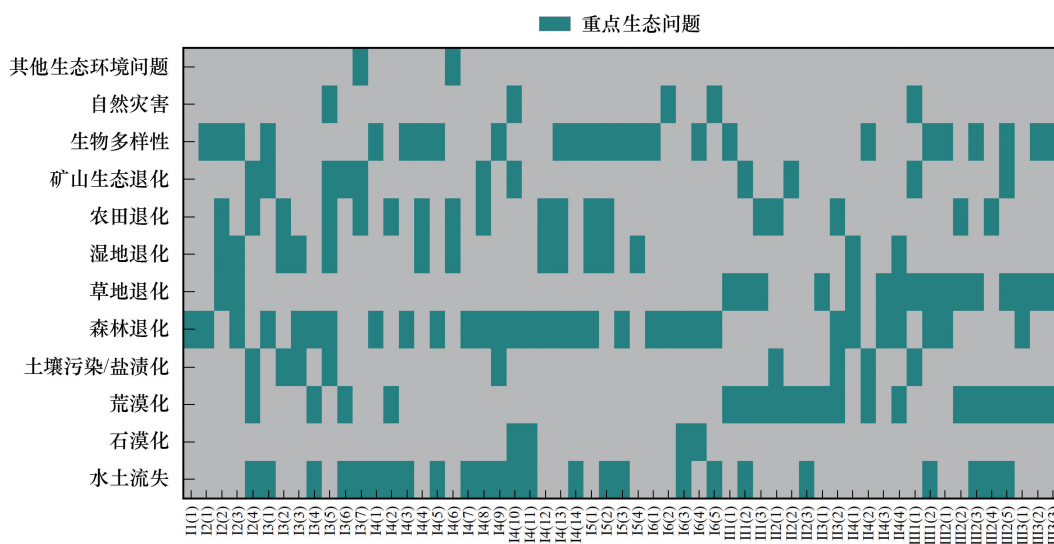


图 7 不同生态区生态问题鉴定

Fig.7 Identification of ecological problems in different ecodistricts

2.3 生态区保护与修复方向分析

在多源信息整合的基础上,本文将我国现有自然保护区、国家森林公园和国家地质公园与生态分区进行叠加分析,以期反映不同生态分区的保护力度以及未来不同生态分区生态保护或修复的方向。从图 8 中可以看出,以保育保护和生态恢复为主的生态区多为生态区内自然保护区、森林公园和地质公园数量多、面积大、占比高的地区,而以辅助再生和生态重建为主的生态区则数量少、面积小、占比低。且以保育保护和生态恢复为主的生态区大多位于我国边陲以及人类活动较弱的地区,如大兴安岭北部针叶林生态区、喀喇昆仑山砾漠生态区等等。以自然恢复和辅助再生为主的地区多集中在农业生态区以及东部热带、亚热带生态林区,如鲁中南山地丘陵落叶阔叶林生态区、粤西南沿海丘陵农业生态区等。以辅助再生和生态重建为主的地区多集中在我国水土流失、石漠化问题严重地区,以及人类活动较为频繁的地区,如东北平原农业生态区、黔桂喀斯特脆弱生态区等。

3 结论与讨论

本文通过热度分析法判别我国各类生态问题的研究热点区域,并通过构建基于多源信息的生态问题鉴定框架,确定了不同生态分区的生态现状及关键生态问题。在此基础上,本文以保育保护、自然恢复、辅助再生

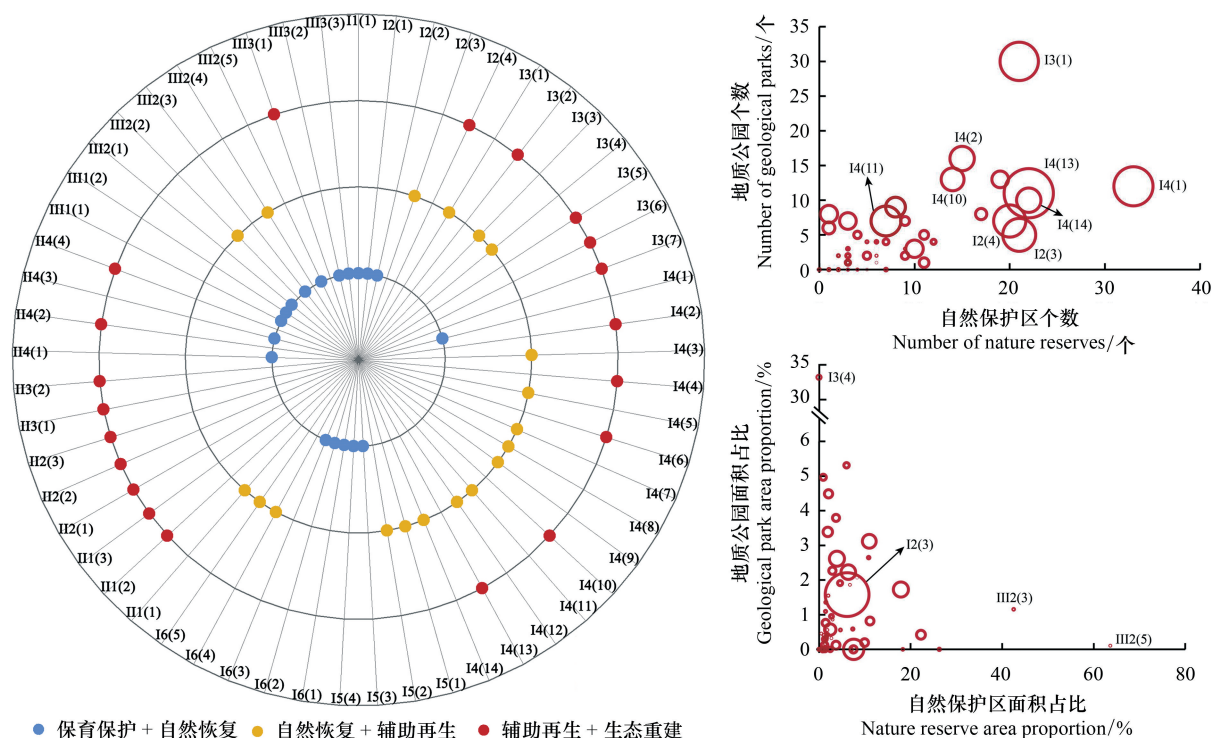


图8 生态保护区现状及生态保护和修复方向

Fig.8 Protection situations and ecological restoration directions in different ecodistricts

和生态重建四大类生态保护修复措施为参考,并叠加我国重要自然保护地,提出不同生态区生态保护修复的方向,为我国生态保护修复工作提供基础指引。

(1)我国各类生态问题的研究热度存在明显的内部差异和空间差异。从省域尺度而言,无论是论文数量的热图还是相对研究热度的热图,研究热度较高的生态问题主要是水土流失和生物多样性,研究区域主要集中在我国西部省份。从地级市尺度而言,水土流失和生物多样性问题较为普遍,超过85%的城市均有关于这两个生态问题的研究。石漠化、荒漠化、盐碱化和生态系统退化的相对研究热度则表现出更为明显的空间聚集特征。

(2)水土流失、荒漠化、生物多样性、林草生态系统退化是各生态区重点关注的生态问题,其中超过半数的生态区重点关注森林生态系统退化,且该生态问题涉及到各个生态大区 and 生态地区。此外,盐渍化、石漠化、矿山生态退化、自然灾害威胁以及城市生态环境问题虽在各生态区零星分布,但也是我国需要迫切缓解的重要生态问题,如环渤海城镇及城郊农业生态区的土壤盐渍化问题、黔桂喀斯特脆弱生态区的石漠化问题、横断山区常绿阔叶林、暗针叶林生态区的滑坡泥石流灾害、汾渭河谷农业生态区的矿山生态退化和大气污染问题等。超过80%生态区的主要生态问题都在3个以上,这体现出我国多数生态区生态问题的紧迫性和复杂性。

(3)各生态区生态保护修复方向存在差异。人类活动较少、自然保护地集中的生态区主要采取保育保护和自然恢复相结合的保护修复措施,此类生态区的保护修复重点应放在建立保护区、濒危生物的育种、繁殖、加强生物多样性监测等方面。东部热带、亚热带生态林区以及农业生态区主要采取自然恢复和辅助再生相结合的保护修复措施,保护修复重点放在自然封育、人工造林种草、农林间作等方面。人类活动密集、生态问题突出的生态区应主要采取辅助再生和生态重建相结合的保护修复措施,保护修复重点应放在各项工程类和物理化学类措施,如修建淤地坝、设置草方格沙障、修建引水渠、灌水洗盐等。

生态保护修复工作是国土空间规划的重要组成部分,是加快推进我国生态文明建设战略部署的重要动

力。而生态保护修复顺利开展的前提就是摸清不同生态本底区域所面临的关键生态问题,做到先“望闻问切”再“对症下药”。本文从行政区尺度鉴定生态问题热点地区,并从生态分区角度进一步聚焦关键生态问题和保护修复方向,以提高不同区域生态保护修复措施的整体性、系统性和针对性。值得注意的是,本文的研究重点在于摸清我国不同生态区的关键生态问题并初步提出各生态区的生态保护修复方向,而没有针对各生态区提出具体的保护修复路径。因此,在本文的基础上,未来的研究可以借鉴国内外生态保护修复相关成功的案例和经验,提出针对不同生态区、涵盖共性和个性生态问题的本土化的生态保护与修复技术体系,建立包括保障目标、主体、模式、评估、预警等模块的全方位多角度的生态安全综合保障体系,从分区分类维度和时空尺度描绘“美丽中国”生态文明建设的生态质量改善路线图,为建成美丽中国提供建设蓝图。

参考文献 (References):

- [1] Maiorano L, Falcucci A, Garton E O, Boitani L. Contribution of the natura 2000 network to biodiversity conservation in Italy. *Conservation Biology*, 2007, 21(6): 1433-1444.
- [2] Balmford A, Bennun L, Brink B T, Cooper D, Côté I M, Crane P, Dobson A, Dudley N, Dutton I, Green R E, Gregory R D, Harrison J, Kennedy E T, Kremen C, Leader-Williams N, Lovejoy T E, Mace G, May R, Mayaux P, Morling P, Phillips J, Redford K, Ricketts T H, Rodríguez J P, Sanjayan M, Schei P J, Van Jaarsveld A S, Walther B A. The convention on biological diversity's 2010 target. *Science*, 2005, 307(5707): 212-213.
- [3] 薛达元, 武建勇, 赵富伟. 中国履行《生物多样性公约》二十年: 行动、进展与展望. *生物多样性*, 2012, 20(5): 623-632.
- [4] CBD. Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Targets. <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-EN.pdf>, 2010-10-29.
- [5] 孙若梅. 我国陆地生态系统保护成效与展望: 对标 2030 可持续发展议程目标. *林业经济*, 2019, 41(10): 10-16.
- [6] 乔标, 方创琳. 城市化与生态环境协调发展的动态耦合模型及其在干旱区的应用. *生态学报*, 2005, 25(11): 3003-3009.
- [7] 彭静, 李翀, 徐天宝. 论河流保护与修复的生态目标. *长江流域资源与环境*, 2007, 16(1): 66-71.
- [8] 王涛, 高峰, 王宝, 王鹏龙, 王勤花, 宋华龙, 尹常亮. 祁连山生态保护与修复的现状问题与建议. *冰川冻土*, 2017, 39(2): 229-234.
- [9] 白中科, 周伟, 王金满, 赵中秋, 曹银贵, 周妍. 试论国土空间整体保护、系统修复与综合治理. *中国土地科学*, 2019, 33(2): 1-11.
- [10] 王军, 应凌霄, 钟莉娜. 新时代国土整治与生态修复转型思考. *自然资源学报*, 2020, 35(1): 26-36.
- [11] 罗明, 于恩逸, 周妍, 应凌霄, 王军, 吴钢. 山水林田湖草生态保护修复试点工程布局及技术策略. *生态学报*, 2019, 39(23): 8692-8701.
- [12] 陈明星, 梁龙武, 王振波, 张文忠, 余建辉, 梁宜. 美丽中国与国土空间规划关系的地理学思考. *地理学报*, 2019, 74(12): 2467-2481.
- [13] 白雪. 我国发布首个国家层面 生态保护和修复领域综合性规划. *中国经济导报*, 2020-06-12(01).
- [14] 关凤峻, 刘连和, 刘建伟, 付英, 王凌云, 王峰, 李勇, 余星涤, 车娜, 肖颖. 系统推进自然生态保护和治理能力建设——《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035 年)》专家笔谈. *自然资源学报*, 2021, 36(2): 290-299.
- [15] 罗明, 张琰, 张海. 基于自然的解决方案在《山水林田湖草生态保护修复工程指南》中的应用. *中国土地*, 2020, (10): 14-17.
- [16] 傅伯杰, 刘国华, 陈利顶, 马克明, 李俊然. 中国生态区划方案. *生态学报*, 2001, 21(1): 1-6.
- [17] 谢高地, 张昌顺, 张林波, 苏德, 曹淑艳, 冷允法, 肖玉. 保持县域边界完整性的中国生态区划方案. *自然资源学报*, 2012, 27(1): 154-162.
- [18] 孙然好, 李卓, 陈利顶. 中国生态区划研究进展: 从格局、功能到服务. *生态学报*, 2018, 38(15): 5271-5278.
- [19] 包维楷, 陈庆恒. 退化山地生态系统恢复和重建问题的探讨. *山地学报*, 1999, 17(1): 22-27.
- [20] 刘国华, 傅伯杰, 陈利顶, 郭旭东. 中国生态退化的主要类型、特征及分布. *生态学报*, 2000, 20(1): 13-19.
- [21] 张建春, 彭补拙. 河岸带研究及其退化生态系统的恢复与重建. *生态学报*, 2003, 23(1): 56-63.
- [22] 马姜明, 刘世荣, 史作民, 刘兴良, 缪宁. 退化森林生态系统恢复评价研究综述. *生态学报*, 2010, 30(12): 3297-3303.
- [23] 高世昌. 国土空间生态修复的理论与方法. *中国土地*, 2018, (12): 40-43.
- [24] 曹宇, 王嘉怡, 李国煜. 国土空间生态修复: 概念思辨与理论认知. *中国土地科学*, 2019, 33(7): 1-10.
- [25] 彭建, 吕丹娜, 董建权, 刘焱序, 刘前媛, 李冰. 过程耦合与空间集成: 国土空间生态修复的景观生态学认知. *自然资源学报*, 2020, 35(1): 3-13.
- [26] 张建军, 郭义强, 饶永恒, 王弈博, 王柯. 论国土空间生态修复的哲学思想. *中国土地科学*, 2020, 34(5): 27-32.
- [27] 甄霖, 王继军, 姜志德, 刘孝盈, 张长印, 马建霞, 肖玉, 谢永生, 谢高地. 生态技术评价方法及全球生态治理技术研究. *生态学报*, 2016, 36(22): 7152-7157.
- [28] 甄霖, 胡云锋, 魏云洁, 罗琦, 韩月琪. 典型脆弱生态区生态退化趋势与治理技术需求分析. *资源科学*, 2019, 41(1): 63-74.

- [29] 杨楠, 谭许伟, 由宗兴. 沈阳国土空间生态修复规划策略与实践. 规划师, 2020, 36(13): 34-38, 45-45.
- [30] 宫清华, 张虹鸥, 叶玉瑶, 袁少雄. 人地系统耦合框架下国土空间生态修复规划策略——以粤港澳大湾区为例. 地理研究, 2020, 39(9): 2176-2188.
- [31] 王波, 王夏晖. 推动山水林田湖生态保护修复示范工程落地出成效——以河北围场县为例. 环境与可持续发展, 2017, 42(4): 11-14.
- [32] 邹长新, 王燕, 王文林, 徐德琳, 林乃峰, 李文静. 山水林田湖草系统原理与生态保护修复研究. 生态与农村环境学报, 2018, 34(11): 961-967.
- [33] 侯鹏, 翟俊, 曹巍, 杨旻, 蔡明勇, 李静. 国家重点生态功能区生态状况变化与保护成效评估——以海南岛中部山区国家重点生态功能区为例. 地理学报, 2018, 73(3): 429-441.
- [34] 王柯, 郭义强, 张建军, 张亚男, 刘时栋. 基于时空分析的生态保护与修复试点工程实施效果评估——以赣州市为例. 生态学报, 2019, 39(23): 8867-8877.
- [35] Tong X W, Brandt M, Yue Y M, Horion S, Wang K L, De Keersmaecker W, Tian F, Schurgers G, Xiao X M, Luo Y Q, Chen C, Myneni R, Shi Z, Chen H S, Fensholt R. Increased vegetation growth and carbon stock in China karst via ecological engineering. *Nature Sustainability*, 2018, 1(1): 44-50.
- [36] Li R N, Zheng H, O'Connor P, Xu H S, Li Y K, Lu F, Robinson B E, Ouyang Z Y, Hai Y, Daily G C. Time and space catch up with restoration programs that ignore ecosystem service trade-offs. *Science Advances*, 2021, 7(14): eabf8650.
- [37] 牛亚菲. 青藏高原生态环境问题研究. 地理科学进展, 1999, 18(2): 163-171.
- [38] 虞孝感. 长江流域生态安全问题及建议. 自然资源学报, 2002, 17(3): 294-298.
- [39] 赵其国, 黄国勤, 马艳芹. 中国南方红壤生态系统面临的问题及对策. 生态学报, 2013, 33(24): 7615-7622.
- [40] 林圣玉, 莫明浩, 王凌云. 赣州市山水林田湖草生态保护修复问题识别和技术探析. 中国水土保持, 2021, (1): 28-31, 5-5.
- [41] Gann G D, McDonald T, Walder B, Aronson J, Nelson C R, Jonson J, Hallett J G, Eisenberg C, Guariguata M R, Liu J G, Hua F Y, Echeverría C, Gonzales E, Shaw N, Declerck K, Dixon K W. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*, 2019, 27(S1): S1-S46.