

中国重要生态空间生态用地变化与保护成效评估

高吉喜¹, 刘晓曼¹, 王超¹, 王勇², 付卓¹, 侯鹏¹, 吕娜¹

(1. 生态环境部卫星环境应用中心, 北京 100094; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所
资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 定量分析重要生态空间建立前后的生态保护成效, 对于保障国家生态安全具有重要意义。本文以生态用地为切入点, 从时间和空间双重角度, 评估了中国重要生态空间构建的生态保护效果, 以期能为国土空间分类分区管控提供科学依据。结果表明: ① 2018年重要生态空间以生态用地为主导, 具有良好的生态本底, 体现了重要生态空间的发展定位和重要地位; ② 1980—2018年, 重要生态空间内生态用地呈收缩趋势, 但面积减少率低于全国平均水平, 定量反映了重要生态空间的构建对生态的积极保护成效, 总体来说生态用地变化基本处于稳定状态, 扩大区域主要分布在退耕还林还草生态保护工程实施区, 缩小区域集中在东北平原的粮食主产区和新疆绿洲农业地区, 今后要重点加强管控; ③ 3类重要生态空间内部生态保护成效有差异, 国家级自然保护区生态用地面积比例最高, 生态用地面积减少率最小、减少趋势最不明显、变化最为稳定, 生态保护效果最好; ④ 重要生态空间内生态用地面积比例高于周边外部区域, 面积减少率低于外部区域, 内、外保护成效具有明显梯度差异, 说明重要生态空间的构建对生态保护的意义重大。

关键词: 生态空间; 生态用地; 时空变化; 保护成效; 分类分区管控

DOI: 10.11821/dlxb202107010

1 引言

中国生态环境保护已进入注重国土空间格局“源头”管控的新阶段, 其中构建生态空间格局是管控的重要内容^[1]。生态空间是指具有自然属性、以提供生态产品或生态服务为主导功能的国土空间^[2-3], 能为环境保护和经济社会发展提供生态支撑。从重要生态功能维护、人居环境屏障和生物多样性维护等角度出发, 自然保护区^[4-5]、重点生态功能区^[6]、生物多样性优先区^[7]都是中国最重要的生态空间, 均在保障中国生态安全方面发挥着重要作用^[8]。

随着工业化、城镇化加速推进, 生态破坏、环境污染、国土空间无序开发等一系列问题日渐凸显, 快速的人类活动使得生态空间不断被侵占和蚕食, 生态功能不断退化, 现存的重要生态空间逐渐丧失其自然属性, 影响了中国生态环境可持续发展, 因此迫切需要开展重要生态空间构建的生态保护成效分析, 这也一直是国内外生态学和生态系统评估的研究热点。有些学者从保护对象的角度来刻画保护成效, 如 Joppa 等评估了全球 359 个自然保护地对全部物种多样性的保护成效^[9]。Willcock 等对非洲生物多样性热点区

收稿日期: 2020-11-03; 修订日期: 2021-04-20

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFC0506606, 2017YFC0506506, 2016YFC0500206) [Foundation: National Key R&D Program of China, No.2017YFC0506606, No.2017YFC0506506, No.2016YFC0500206]

作者简介: 高吉喜(1964-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 博士, 研究员, 主要从事区域生态保护与修复研究。

E-mail: gjx@nies.org

通讯作者: 刘晓曼(1979-), 女, 湖北宜昌人, 博士, 研究员, 主要从事生态保护与修复研究。E-mail: showma79@163.com
1708-1721 页

域的管控成效进行了评估^[10]。有的学者将研究重点放在生态系统的保护成效上, Songer 等对比评估了缅甸 Chatthin 野生动物避难所森林生态系统的保护效果^[11], 王伟等对中国海南自然保护区森林保护情况进行了对比分析^[12]。也有学者从土地覆被转换的角度来阐释保护成效, Nagendra 对 22 个国家 49 个自然保护区的土地覆盖变化情况进行了评估^[13]; 范泽孟等研究了中国 180 个国家级自然保护区从 20 世纪 80 年代后期到 2005 年的土地覆盖转换强度^[14]; 赵国松等分析了土地利用变化对生物多样性保护重点区域的扰动^[15]。部分学者以生态参数、生态质量和生态功能为指标来研究保护成效, 徐洁等对国家重点生态功能区生态环境质量的变化情况进行了评估^[16]; 黄麟等分析了中国水源涵养型、水土保持型、防风固沙型、生物多样性维护型重点生态功能区的生态系统结构、质量与核心服务的变化^[17]; 侯鹏等以生态系统格局、植被长势、服务功能为核心内容, 探讨了重点生态功能区保护成效^[18]。还有学者以生境为切入点探讨了中国典型自然保护区的保护成效^[19]。以上研究为中国重要生态空间保护成效的评估提供了方法、指标等方面的借鉴。但仍存在一些亟待解决的问题, 主要表现在: ① 目前的研究主要集中在自然保护区这一重要生态空间, 针对重点生态功能区和生物多样性优先区这两类中国特有的重要生态空间的研究相对不足; ② 缺乏从国家层面整体评估中国 3 类重要生态空间的保护成效; ③ 成效评估与具体管理工作衔接不足, 评估结果较难直接应用于管理实践。

本文立足管理实际, 以生态用地为切入点, 将国家级自然保护区、重点生态功能区、生物多样性优先保护区这 3 类最重要的生态空间作为一个整体, 从国家层面评估了生态保护成效。作为一种重要的用地类型, 生态用地是人类赖以生存的基本资源, 为人类提供必需的生态服务, 具有涵养水源、保护土壤、防风固沙、调节气候、净化环境等生态功能^[20], 在维持生态平衡、保障国土生态安全、应对全球气候变化具有特殊地位^[21]。是一个国家或地区生态环境质量好坏的“晴雨表”^[22], 也是衡量中国重要生态空间生态保护成效的重要指标。本文一方面从时间的角度研究 3 类重要生态空间 1980—2018 年的生态保护成效, 另一方面将重要生态空间及其周边区域空间作为一个整体考虑, 基于“重要生态空间—周边区域空间”的梯度差异, 从空间上揭示 3 类重要生态空间内、外协同保护成效的不同, 以期为新形势下中国生态空间的成效评估提供新的视角和方法, 为中国国土空间分类分区管控提供科学依据。

2 数据资料与方法

2.1 数据资料

2.1.1 边界数据来源 截止到 2019 年底, 中国共有 474 个国家级自然保护区^[23]、25 个重点生态功能区^[6]和 32 个陆地生物多样性优先区^[7] (图 1)。其中, 重点生态功能区的边界来源于 2010 年国务院发布的《全国主体功能区规划》^[6]。生物多样性优先区边界来源于 2010 年原环境保护部发布的《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011—2030 年)》^[7]。国家级自然保护区边界来源于生态环境部南京环境科学研究所。

2.1.2 土地利用数据来源 以卫星数据作为主要信息源, 刘纪远等建成了中国国家尺度土地利用数据库, 截止 2019 年底, 已经完成并拥有多期 100 m×100 m 的栅格数据, 各土地利用类型分类精度超过 90%^[24-32]。每期土地利用数据包括农田、林地、草地、水体、城乡工矿建设用地、未利用地等 6 个一级类型和水田、旱地、有林地等 25 个二级类型。本文采用该土地利用变化数据库中的 1980 年、1990 年、2000 年、2010 年和 2018 年 5 期全国 100 m×100 m 土地利用数据集。

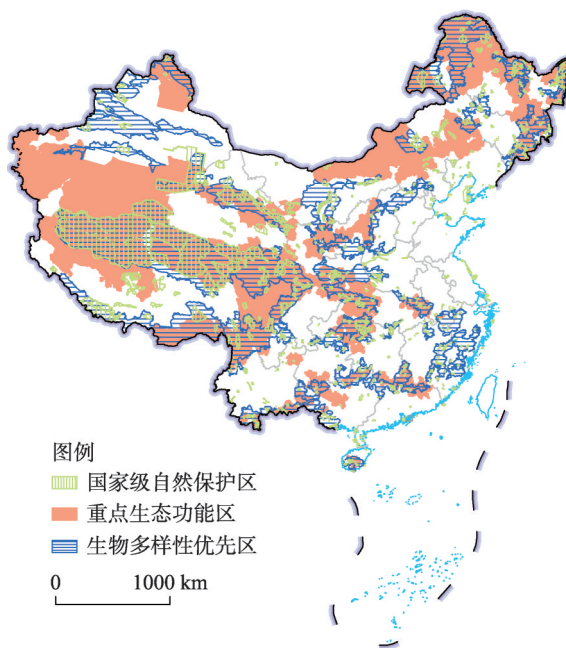
2.2 研究方法

2.2.1 生态用地的划分 “生态用地分类”一直是学术界研究争论的热点,不同学者从多个角度开展了探讨研究,并提出不同分类方案^[33-44]。目前较为主流的分4种观点。①“生态要素决定论”,主要从土地空间形态角度来定义生态用地,认为生态要素的空间定位统称为生态用地,按空间形态分为两类:成片森林、湖泊水体、湿地、农业用地以及开敞空间等属于面状生态用地,河流、沿海滩涂等属于线状生态用地^[22]。②“泛生态功能决定论”,单纯从土地生态功能角度来定义生态用地,认为凡是可以提供生态系统服务的土地均可以视为生态用地,包括农田、林地、草地、水域和沼泽等在内的、地表无人工铺装的、具有透水性的地面等都可以纳入生态用地的范围^[45-47]。③“主体功能决定论”,以土地主体功能来划分生态用地,认为以发挥自然生态功能为主、对维护关键生态过程具有重要意义的生态

系统为生态用地,其生态系统服务功能重要、生态敏感性高^[48-50]。④“利用形式决定论”,从是否开发利用的视角来分类生态用地,认为除农用地和建设用地外,其他未被人类所利用的、能够直接或间接发挥生态功能的土地就是生态用地^[51-53]。本文认为,应以未被人类开发利用为基本准则,同时依据发挥的主体生态功能来划分生态用地,分为2种情形:其中林地、草地、湿地(包括水域)3种类型,能直接或间接提供生态调节和生物支持等生态服务功能,在改善环境、提供环境调节、维持生物多样性和区域生态平衡,以及提供生态产品等方面具有重要作用,且自身具有一定自我调节、修复和维持能力;而沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石质地等土地类型,人类不直接利用,以生态修复和保护为主,但在生态平衡以及地球原生环境等方面作用明显,此类土地生态功能较为脆弱,过度人类干预和开发会给生态安全带来严重负面影响,应以保护为主^[49-50]。因此生态用地总共包括湿地、林地、草地和其他未利用地4个一级地类,以及19个二级地类等。非生态用地均已被人类所开发利用,包括以城镇居民生产生活为主体功能的用地和以农业生产和农村居民生活为主体功能的用地(表1)。

2.2.2 生态用地扩大、缩小和保持 基于1980年和2018年全国土地利用数据,研究3类重要生态空间内生态用地的扩大、缩小和保持情况,以此来反映重要生态空间的生态用地在格局上的变化特征。因研究区内土地利用类型复杂,生态用地与非生态用地破碎化分布,以S表示生态用地面积。设定相同区域范围内1980年生态用地面积为S1,2018年生态用地面积为S2:

当 $S1 < S2$ 时,表示该区域内生态用地面积增加,即由非生态用地转换成生态用地,变化形式以“扩大”表示;



注:基于国家自然资源部标准地图服务网站GS(2020)4619号地图绘制,底图无修改。

图1 中国3类重要生态空间分布图

Fig. 1 Distribution of three types of natural ecological spaces

表1 生态用地、非生态用地与不同土地利用类型的对应关系

Tabl. 1 Corresponding relationship between non-ecological land, ecological land and different land use types	
用地类型	对应的土地利用类型
生态用地	有林地、灌木林、疏林地、其它林地
	高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地
	河渠、湖泊、水库坑塘、永久性冰川雪地、滩涂、滩地
	沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石质地
非生态用地	农业用地：水田、旱地
	城镇用地：城镇、农村居民点、其它建设用地

当S1 > S2时，表示该区域内生态用地面积减少，即由生态用地转换成非生态用地，变化形式以“缩小”表示；

当S1 = S2时，表示该区域内生态用地面积不变，即生态用地未转变，变化形式以“保持”表示。

3 结果与分析

3.1 2018年重要生态空间生态用地分析

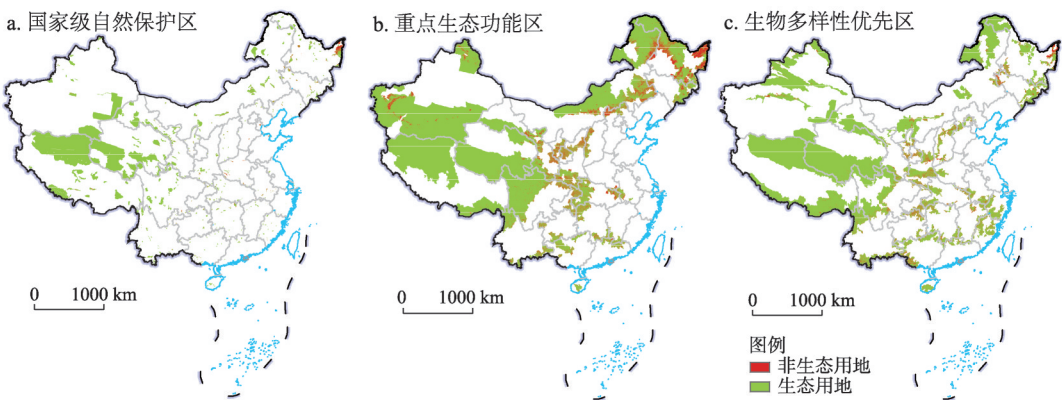
3.1.1 2018年生态用地状况分析 2018年，中国重要生态空间内生态用地总面积为695.37万km²，占比92.64%，非生态用地面积55.27万km²，占比7.36%（表2）。分别来看，生物多样性优先区中有93.65%的面积为生态用地，重点生态功能区有90.60%的面积为生态用地，国家级自然保护区有97.68%的面积为生态用地。中国重要生态空间以生态用地为主导，面积占绝对优势，清晰体现出中国重要生态空间的发展定位和重要地位。国家级自然保护区、重点生态功能区和生物多样性优先区作为中国最核心和最精华的生态空间，具有良好的生态本底，在国家生态保护工作中占据着重要位置，在维护国家生态安全中居于重要地位。生态用地面积比例呈现国家级自然保护区>生物多样性优先区>重点生态功能区的规律。作为中国成立最早、保护最严格的重要生态空间，国家级自然保护区生态用地面积比例最高，总体上反映了不同重要生态空间生态保护成效的梯度差异。

3.1.2 生态用地分布格局分析 总体来看，3类重要生态空间内生态用地主要分布于“胡焕庸线”以西以北（图2），其中，国家级自然保护区生态用地主要分布于新疆、青海、

表2 2018年3类重要生态空间内不同用地面积与占比统计(万km²)

Tab. 2 The area and proportion of three types of important natural ecological space in 2018 (×10 ⁴ km ²)			
重要生态空间	非生态用地面积及比例	生态用地面积及比例	总计
国家级自然保护区	2.26	95.19	97.45
	(2.32)	(97.68)	
生物多样性优先区	17.53	258.37	275.9
	(6.35)	(93.65)	
重点生态功能区	35.48	341.81	377.29
	(9.40)	(90.60)	
三类重要生态空间	55.27	695.37	750.64
合计	(7.36)	(92.64)	

注：括号内为面积占比(%)。



注：基于国家自然资源部标准地图服务网站GS(2020)4619号地图绘制,底图无修改。

图2 中国3类重要生态空间内不同用地空间分布

Fig. 2 Distribution of land in three types of important natural ecological space in 2018

西藏、云南等省份的国家级自然保护区（图2a）。青藏高原藏西北羌塘高原荒漠、阿尔金草原荒漠化防治、三江源草原草甸湿地、若尔盖草原湿地、藏东南高原边缘森林、呼伦贝尔大草原草甸、川滇森林及生物多样性、阿尔泰山地森林草原、塔里木河荒漠化防治等重点生态功能区内生态用地占比较高（图2b）。库姆塔格、天山准格尔盆地、祁连山、羌塘三江源、喜马拉雅东南源、东北的大兴安岭、小兴安岭、呼伦贝尔、锡林郭勒草原、阿尔泰山等生物多样性优先区的生态用地占比较高（图2c）。

3.2 1980—2018年重要生态空间生态用地变化与保护成效分析

3.2.1 生态用地总体变化特征与保护成效分析 1980—2018年，重要生态空间内生态用地面积呈逐步减少趋势，共减少了7.72万 km²（图3），减少率为1.1%，低于全国生态用地面积减少率1.66%。非生态用地面积持续增加，总共增加7.72万 km²，增加率为16.23%（图3），其中城镇用地面积共增加了1.27万 km²，增加率为66.75%；农业用地面积共增加了6.45万 km²，增加率为14.13%，城镇用地扩张最为明显。说明1980年以来，随着社会经济的高速发展，中国城镇化进程快速推进，开发建设和农业活动日益明显，重要生态空间内生态用地不断被农业用地和城镇用地侵占，收缩趋势明显。但总体来说重要生态空间内生态用地面积减少率低于全国平均水平，较好地反映了中国重要生态空间的构建对生态的积极保护作用。

分不同监测时段来看，1980年、1990年、2000年、2010年、2018年生态用地面积分别为703.09万 km²、702.36万 km²、699.69万 km²、699.27万 km²和695.37万 km²（图3）。其中1980—1990年、1990—2000年、2000—2010年、2010—2018年生态用地分别减少0.73万 km²、2.67万 km²、0.42万 km²和3.90万 km²，年减少率分别为0.01%、0.04%、0.006%和0.07%。其中2000—2010年的年减少率最小，主要原因是中国于1999年启动了一系列

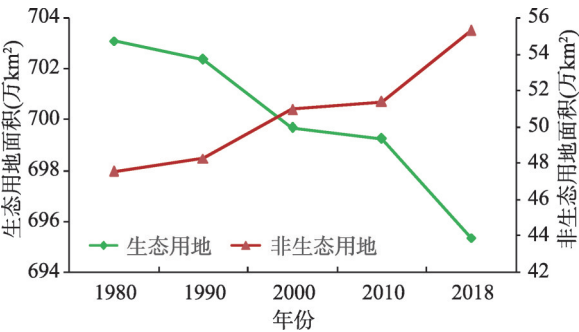


图3 1980—2018年中国重要生态空间内不同用地面积

Fig. 3 The land area change in three types of important natural ecological space in China from 1980 to 2018

生态保护工程,而这些工程实施区域主要分布在三类重要生态空间内,这期间林、草地面积显著增加,体现了生态保护工程的修复成效,生态破坏趋势得到一定程度的遏制。但2010—2018年面积年减少率最大,一个重要的原因在于国家生态保护工程规模和范围呈现一定程度的缩减,主要以补充和巩固为主。《全国主体功能区规划》和《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011—2030年)》颁布之后的生态保护效应还未充分体现出。

3.2.2 生态用地转移特征与保护成效分析 1980—2018年重要生态空间内生态用地转为非生态用地面积为19.28万km²,非生态用地转为生态用地面积为11.56万km²(表3),生态用地总体上减少7.72万km²,94.2%减少的生态用地被农业开发活动侵占,5.8%被城镇居民点和开发建设活动侵占。具体而言,国家级自然保护区95.29%减少的生态用地、生物多样性优先区92.76%减少的生态用地、重点生态功能区94.84%减少的生态用地被农业开发活动侵占。1980—2018年,中国重要生态空间内生态用地减少的主要原因在于农业开发活动。生态用地增加也主要来源于农业用地,96.9%增加的生态用地由农业用地转入。说明中国重要生态空间内退耕还林还草生态保护工程修复成效已经凸显,但另一方面开发建设和农业活动持续侵占和破坏生态用地,生态保护形势依然严峻。

表3 1980—2018年3类重要生态空间内不同用地面积转移情况(万km²)
Tab. 3 Land area transfer in three types of important natural ecological space from 1980 to 2018 (×10⁴ km²)

重要生态空间			2018年		
			生态用地	非生态用地	
				农业用地	城镇用地
国家级自然保护区	生态用地		94.75	0.98	0.05
	非生态用地	农业用地	0.38	1.15	0.03
		城镇用地	0.06	0.02	0.04
生物多样性优先区	生态用地		254.04	5.73	0.45
	非生态用地	农业用地	4.23	10.58	0.32
		城镇用地	0.10	0.12	0.33
重点生态功能区	生态用地		335.03	11.45	0.62
	非生态用地	农业用地	6.59	21.75	0.63
		城镇用地	0.20	0.34	0.70
3类重要生态空间合计	生态用地		683.82	18.16	1.12
	非生态用地	农业用地	11.20	33.47	0.99
		城镇用地	0.36	0.48	1.06

3.2.3 不同重要生态空间生态用地变化特征与保护成效分析 1980—2018年3类重要生态空间内生态用地面积均呈减少趋势,将生态用地面积与时间进行线性关系拟合,结果发现,国家级自然保护区生态用地面积变化斜率为-0.134, $R^2 = 0.942$,减少趋势最不明显;生物多样性优先区生态用地面积减少趋势斜率为-0.452, $R^2 = 0.849$;重点生态功能区变化斜率为-1.265, $R^2 = 0.939$,减少趋势相比最明显(图4)。从生态用地面积减少率来看,重点生态功能区、生物多样性优先区和国家级自然保护区分别减少了1.52%、0.71%和0.61%。说明3类重要自然生态内部保护成效存在差异,国家级自然保护区作为中国保护最严格、执法力度最大的重要生态空间,1980年以来生态用地面积减少率最小、减少趋势最不明显,生态保护成效最好。从不同监测时段来看,无论从减少面积,还是从年减少率来看,3类重要生态空间内生态用地均在2000—2010年变化最小、2010—2018年变化最明显(图5)。

3.2.4 生态用地格局变化与保护成效分析 通过计算3类重要生态空间内生态用地的扩

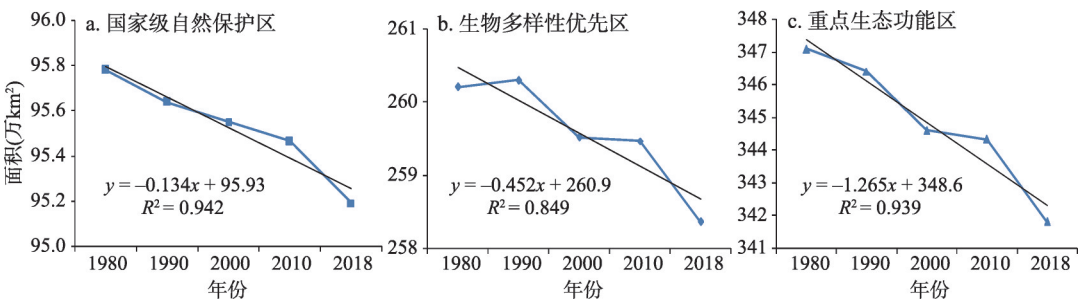


图4 1980—2018年不同重要生态空间内生态用地面积变化趋势

Fig. 4 The change trend of ecological land in important natural ecological spaces in China from 1980 to 2018

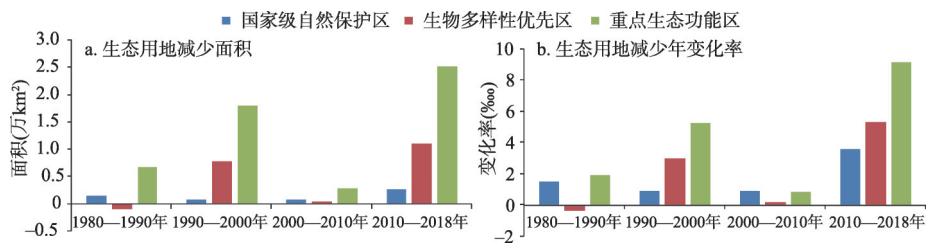


图5 1980—2018年3类重要生态空间在不同监测时段生态用地减少面积和年减少率

Fig. 5 Reduction area and annual reduction rate of ecological land in three types of important natural ecological space in different monitoring periods from 1980 to 2018

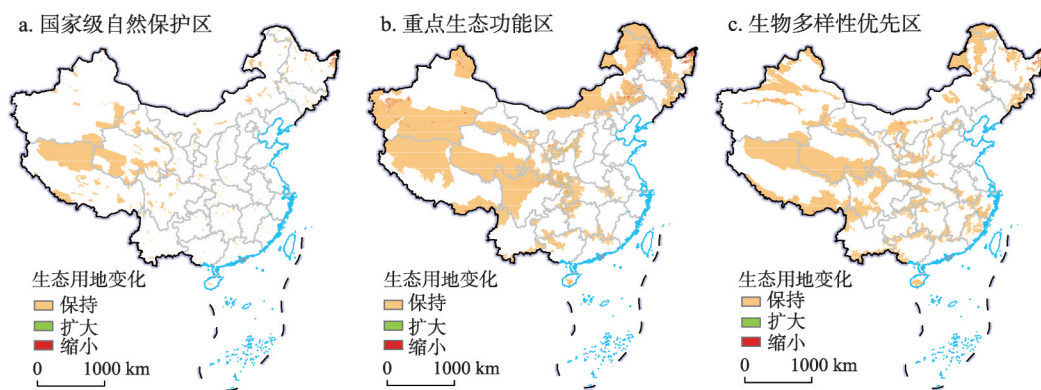
大、缩小和保持情况，1980—2018年，国家级自然保护区内98.9%的生态用地面积未发生变化，生物多样性优先区内97.6%的生态用地面积未发生变化，重点生态功能区内96.5%的生态用地面积未发生变化（表4）。总体来说，1980年以来中国重要生态空间内生态用地基本处于稳定状态，其中国家级自然保护区内生态用地变化相对最稳定，其次为生物多样性优先区和重点生态功能区。国家级自然保护区、生物多样性优先区和重点生态功能区生态用地缩小面积分别占各重要生态空间面积的1.1%、2.4%和3.5%，扩大面积分别占0.5%、1.7%和2%，生态用地缩小的面积比例均大于扩大的面积比例，总体保护成效较好。

从空间格局上来看，重要生态空间内生态用地扩大区域为黄土高原以及南方部分丘陵区等退耕还林还草工程实施区域，这与中国实施的退耕还林还草还湿政策有密切的关系，工程实施对重要生态空间结构的变化有很大影响。缩小的区域集中在东北平原重要的粮食产区，以及新疆绿洲农业地区，这些区域的生态用地主要被大规模农业开发活动侵占，今后要重点加强管控。

具体而言，东北地区的饶河东北黑蜂、挠力河、乌裕尔河、五大连池等自然保护

表4 1980—2018年重要生态空间内生态用地面积变化						
Tab. 4 Change of area and proportion of ecological land in important natural ecological spaces from 1980 to 2018						
变化情况	国家级自然保护区		生物多样性优先区		重点生态功能区	
	面积(万 km ²)	占比(%)	面积(万 km ²)	占比(%)	面积(万 km ²)	占比(%)
保持	94.75	98.9	254.04	97.6	335.03	96.5
缩小	1.03	1.1	6.18	2.4	12.07	3.5
扩大	0.44	0.5	4.33	1.7	6.79	2.0

区,以及沿海滨州贝壳堤岛与湿地、盐城湿地珍禽等自然保护区生态用地缩小较为明显。辉河、南翁河、锡林郭勒草原等自然保护区生态用地扩大较为明显(图6a)。作为东北粮食产区的三江平原湿地、大小兴安岭森林,以及农牧交错带为主的科尔沁草原等重点生态功能区生态用地缩小较为明显。西北地区的塔里木河荒漠化防治生态功能区生态用地也在缩小,该区域是中国现代农业示范园区,农业发展逐步挤占了生态空间。生态用地扩大的区域主要分布在黄土高原丘陵沟壑水土保持、秦巴生物多样性和大别山水土保持等重点生态功能区(图6b)。生物多样性优先区生态用地缩小区域主要分布于以农业生产为主的三江平原、松嫩平原等生物多样性优先区,以及以灌溉农业为主的西北宁夏平原、绿洲农业所在的西鄂尔多斯—贺兰山—阴山区和塔里木河流域生物多样性优先区。生态用地扩大区域主要位于实施退耕还林还草生态保护工程所在的六盘山子午岭、武陵山区、秦岭区等生物多样性优先区(图6c)。



注：基于国家自然资源部标准地图服务网站GS(2020)4619号地图绘制,底图无修改。

图6 1980—2018年中国重要生态空间生态用地变化分布

Fig. 6 Change distribution of ecological land in three types of important natural ecological space from 1980 to 2018

3.3 重要生态空间内、外部生态用地状况与保护成效分析

2018年重要生态空间、外部0~5 km区域和外部5~10 km区域生态用地面积比例分别为92.64%、81.17%和77.44%,重要生态空间内生态用地面积比例分别比外部0~5 km区域和外部5~10 km区域高11.47%和15.2%。分别来看,生物多样性优先区、外部0~5 km区域和外部5~10 km区域生态用地面积占比分别为93.65%、76.62%和73.41%;重点生态功能区、外部0~5 km和外部5~10 km生态用地面积占比分别为90.6%、83.96%和77.59%;国家级自然保护区、外部0~5 km和外部5~10 km生态用地面积占比分别为97.68%、83.94%和81.05%(图7)。生物多样性优先区、重点生态功能区和国家级自然保护区内部的生态用地面积比例均高于周边区域。2018年中国重要生态空间的生态保护成效要高于周边外部区域,且呈现出距离重要生态空间越远,生态用地面积占比越小、生态保护状况越差的规律,定量反映了中国重要生态空间构建的意义和重要性。

1980—2018年重要生态空间、外部0~5 km和外部5~10 km区域的生态用地面积分别减少了1.1%、1.99%和2.15%。分别来看,生物多样性优先区、外部0~5 km和外部5~10 km区域的面积减少率分别为0.71%、2.71%和3.12%;重点生态功能区、外部0~5 km和外部5~10 km区域的面积减少率分别为1.52%、1.6%和1.55%;国家级自然保护区、外部0~5 km和外部5~10 km区域的面积减少率分别为0.61%、1.58%和1.66%(图8)。1980年以来,3类重要生态空间外部0~5 km、5~10 km未受保护区域生态用地面积减少率相

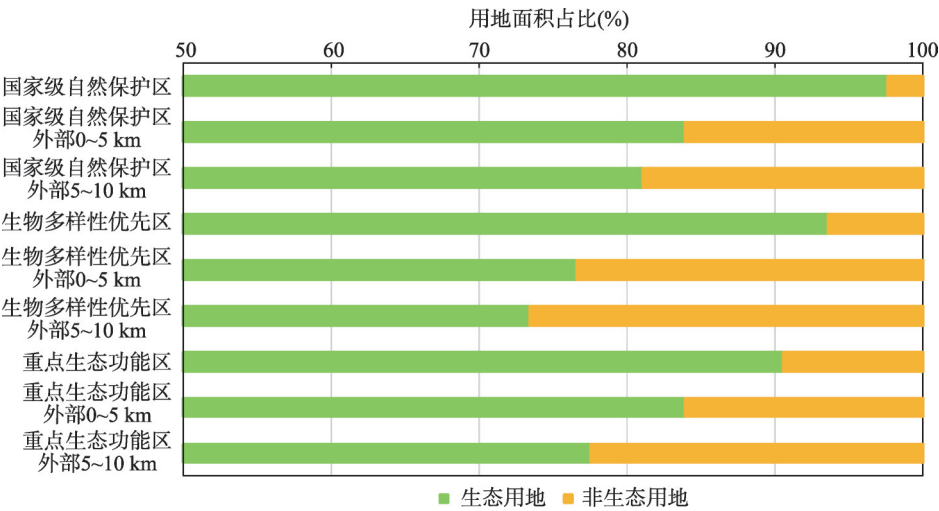


图7 中国3类重要生态空间内、外不同用地面积比例图

Fig. 7 Area proportion of different lands inside and outside three types of important natural ecological space in China

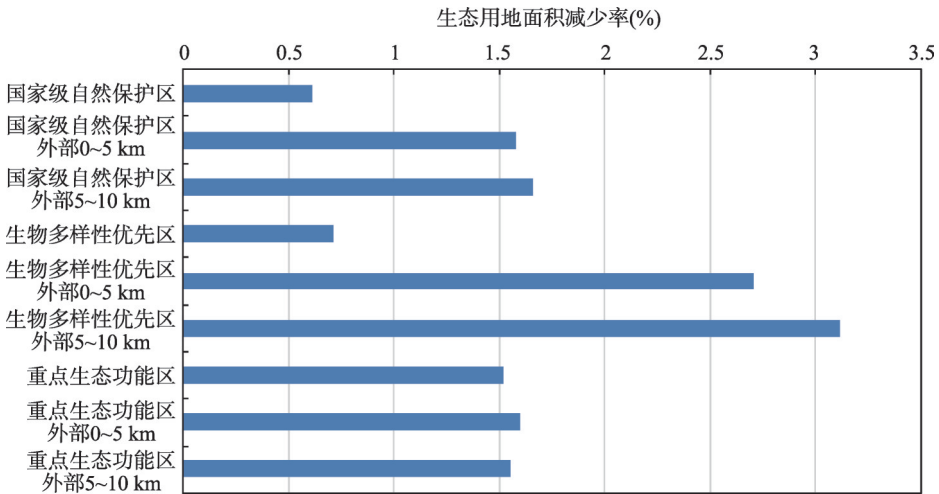


图8 1980—2018年不同重要生态空间内生态用地面积减少率

Fig. 8 Reduction rate of ecological land area in different important natural ecological spaces from 1980 to 2018

当，均大于重要生态空间内部，重要生态空间内、外保护成效具有梯度差异。其中生物多样性优先区外部生态用地面积减少率是内部的3倍以上，国家级自然保护区外部生态用地面积减少率是内部的2倍以上，说明重要生态空间的构建对保护中国重要生态系统和维护生态安全具有重要作用。

4 结论和讨论

4.1 结论

(1) 2018年中国重要生态空间内生态用地面积比例为92.64%，占绝对优势，具有良好的生态本底，体现了重要生态空间的发展定位和重要地位。3类重要生态空间内的生态用地主要分布在“胡焕庸线”以西以北。

(2) 1980—2018年重要生态空间内生态用地呈收缩趋势,但面积减少率低于全国平均水平,定量反映了中国重要生态空间的构建对生态的保护成效。生态用地减少的主要原因在于农业开发活动,同时增加也主要来源于农业用地,说明退耕还林还草生态保护工程修复成效已经凸显,但另一方面开发建设和农业活动持续侵占和破坏生态用地,生态保护形势依然严峻。总体来说生态用地变化基本处于稳定状态,扩大区域主要分布在重要生态空间内的退耕还林还草生态保护工程实施区,缩小区域集中在东北平原的粮食主产区和新疆绿洲农业地区,今后要重点加强管控。

(3) 3类重要生态空间内部生态保护成效有差异,国家级自然保护区作为中国成立最早、保护最严格、执法力度最大的重要生态空间,生态用地面积比例最高,面积减少率最小、减少趋势最不明显、变化最为稳定,生态保护效果最好,也体现了不同重要生态空间生态保护成效的差异。

(4) 重要生态空间内生态用地面积比例高于周边外部区域,面积减少率低于外部区域,内、外保护成效具有明显梯度差异,重要生态空间的构建对生态保护的意义重大。

4.2 讨论

本文从时间和空间双重角度,通过对生态用地“空间格局”与“时间过程”的集成研究,评估了中国重要生态空间的生态保护效果,以期能为中国国土空间分类分区管控提供科学依据。但依然存在不足之处:① 国家级自然保护区、重点生态功能区和生物多样性优先区的成立时间不一样,管控重点和保护对象不同,依据不同管理需求划定,边界在空间上存在交叉重叠,有些区域甚至存在3类重叠。但本文仅分别对3类重要生态空间的生态保护成效进行了分析,没有考虑边界重叠带来的积累生态保护效应。在后续研究中将深入探讨和研究2类重叠或3类重叠的累积效应,以为管理决策提供更加科学的支撑。② 分析采用的数据来源于中科院地理所建成的中国国家尺度土地利用数据库,目前已生产完成的最新数据年份为2018年。考虑到数据的可获得性,本文只探讨了截至2018年中国重要生态空间的生态保护成效,时效性略有不足,下一步有待利用最新数据来源进行补充分析。

参考文献(References)

- [1] Gao Jixi, Xu Delin, Qiao Qing, et al. Pattern construction of natural ecological space and planning theory exploration. *Acta Ecologica Sinica*, 2020, 40(3): 749-755. [高吉喜, 徐德琳, 乔青, 等. 自然生态空间格局构建与规划理论研究. 生态学报, 2020, 40(3): 749-755.]
- [2] Ministry of Land and Resources of the PRC. Natural Ecological Space Use Control (trial). 2017. [国土资源部. 自然生态空间用途管制办法(试行). 2017.]
- [3] Qi Fan, Li Xianwen, Liu Kang. System research of natural ecological space use control. *China Land*, 2016(12): 21-23. [祁帆, 李宪文, 刘康. 自然生态空间用途管制制度研究. 中国土地, 2016(12): 21-23.]
- [4] General Office of the CPC Central Committee and General Office of the State Council of the PRC. Guiding opinions on the establishment of natural reserve system with national park as the main body. (2019-06-26). http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.htm. [中共中央办公厅 国务院办公厅. 关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见. (2019-06-26). http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.htm.]
- [5] Tang Fanglin, Wang Mengjun, Sun Hongyan. Reform path on management system of natural protected area. *Forestry Construction*, 2019(2): 1-5. [唐芳林, 王梦君, 孙鸿雁. 自然保护地管理体制的改革路径. 林业建设, 2019(2): 1-5.]
- [6] State Council of the PRC. The main functional area planning. 2010. [国务院. 全国主体功能区规划. 2010.]
- [7] Ministry of Environment Protection, et al. China Biological Diversity Protection Action Plan (2011-2030). Beijing: China Environmental Science Press, 2011. [环境保护部, 等. 中国生物多样性保护战略与行动计划(2011—2030年). 北京: 中国环境科学出版社, 2011.]
- [8] Hou Peng, Wang Qiao, Fang Zhi, et al. Satellite based monitoring and appraising vegetation growth in national key regions of ecological protection. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(3): 780-788. [侯鹏, 王桥, 房志, 等. 国家生态保护重

- 要区域植被长势遥感监测评估. 生态学报, 2013, 33(3): 780-788.]
- [9] Joppa L N, Pfaff A. Global protected area impacts. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2011, 278: 1633-1638.
- [10] Willcock S, Phillips O L, Platts P J, et al. Land cover change and carbon emissions over 100 years in an African biodiversity hotspot. *Global Change Biology*, 2016, 22: 2787-2800.
- [11] Songer M, Aung M, Senior B, et al. Spatial and temporal deforestation dynamics in protected and unprotected dry forests: A case study from Myanmar (Burma). *Biodiversity and Conservation*, 2009, 18: 1001-1018.
- [12] Wei W, Peter P, Zhang M X, et al. Effectiveness of nature reserve system for conserving tropical forests: A statistical evaluation of Hainan island, China. *PLOS ONE*, 2018, 8(2): e57561. DOI:10.1371/journal.pone.0057561.
- [13] Nagendra H. Do parks work? Impact of protected areas on land cover clearing. *AMBIO*, 2008, 37(5): 330-337.
- [14] Fan Zemeng, Zhang Xuan, Li Jing, et al. Transition trends of land-cover in national nature reserves of China. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(12): 1623-1633. [范泽孟, 张轩, 李婧, 等. 国家级自然保护区土地覆盖类型转换趋势. 地理学报, 2012, 67(12): 1623-1633.]
- [15] Zhao Guosong, Liu Jiyan, Kuang Wenhui, et al. Disturbance impacts of land use change on biodiversity conservation priority areas across China during 1990-2010. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(11): 1640-1650. [赵国松, 刘纪远, 匡文慧, 等. 1990—2010年中国土地利用变化对生物多样性保护重要区域的扰动. 地理学报, 2014, 69(11): 1640-1650.]
- [16] Xu Jie, Xie Gaoqi, Xiao Yu, et al. Dynamic analysis of ecological environmental quality changes in national key ecological function areas in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(9): 3039-3050. [徐洁, 谢高地, 肖玉, 等. 国家重点生态功能区生态环境质量变化动态分析. 生态学报, 2019, 39(9): 3039-3050.]
- [17] Huang Lin, Cao Wei, Wu Dan, et al. Assessment on the changing conditions of ecosystems in key ecological function zones in China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2015, 26(9): 2758-2766. [黄麟, 曹巍, 吴丹, 等. 2000—2010年我国重点生态功能区生态系统变化状况. 应用生态学报, 2015, 26(9): 2758-2766.]
- [18] Hou Peng, Zhai Jun, Cao Wei, et al. Evaluation on ecosystem changes and protection of the national key ecological function zones in mountainous areas of central Hainan Island. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(3): 429-441. [侯鹏, 翟俊, 曹巍, 等. 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.]
- [19] Zhu Ping, Huang Lin, Xiao Tong, et al. Dynamic changes of habitats in China's typical nature reserves on spatial and temporal scales. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(1): 92-103. [祝萍, 黄麟, 肖桐, 等. 中国典型自然保护区生境状况时空变化特征. 地理学报, 2018, 73(1): 92-103.]
- [20] Qu Lulu, Liu Yansui, Zhou Yang, et al. Spatio-temporal evolution of ecologically-sustainable land use in the luoxiao mountains and responses of its ecosystem services: A case study of Jinggangshan city in Jiangxi province. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(10): 3468-3481. [璩璐璐, 刘彦随, 周扬, 等. 罗霄山区生态用地时空演变及其生态系统服务功能的响应: 以井冈山为例. 生态学报, 2019, 39(10): 3468-3481.]
- [21] Guan Qingchun, Hao Jinmin, Shi Xuejie, et al. Study on the changes of ecological land and ecosystem service value in China. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(2): 195-207. [管青春, 郝晋珉, 石雪洁, 等. 中国生态用地及生态系统服务价值变化研究. 自然资源学报, 2018, 33(2): 195-207.]
- [22] Yu Feng, Li Xiaobo, Zhang Lijun, et al. Study of ecological land in China: Conception, classification, and spatial-temporal pattern. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(14): 4931-4943. [喻锋, 李晓波, 张丽君, 等. 中国生态用地研究: 内涵、分类与时空格局. 生态学报, 2015, 35(14): 4931-4943.]
- [23] Ma Tonghui, Lv Si, Lei Canguang, et al. The spatial overlapping analysis for China's natural protected area and countermeasures for the optimization and integration of protected area system. *Biodiversity Science*, 2019, 27(7): 758-771. [马童慧, 吕思, 雷光春. 中国自然保护区空间重叠分析与保护地体系优化整合对策. 生物多样性, 2019, 27(7): 758-771.]
- [24] Liu Jiyan, Ning Jia, Kuang Wenhui, et al. Spatio-temporal patterns and characteristics of land-use change in China during 2010-2015. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(5): 789-802. [刘纪远, 宁佳, 匡文慧, 等. 2010—2015年中国土地利用变化的时空格局与新特征. 地理学报, 2018, 73(5): 789-802.]
- [25] Liu Jiyan, Kuang Wenhui, Zhang Zengxiang, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns and causes of land use changes in China since the late 1980s. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(1): 3-14. [刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局. 地理学报, 2014, 69(1): 3-14.]
- [26] Liu Jiyan, Liu Wenchao, Kuang Wenhui, et al. Remote sensing-based analysis of the spatiotemporal characteristics of

- built-up area across China based on the plan for major function-oriented zones. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(3): 355-369. [刘纪远, 刘文超, 匡文慧, 等. 基于主体功能区规划的中国城乡建设用地扩张时空特征遥感分析. *地理学报*, 2016, 71(3): 355-369.]
- [27] Zhang Zengxiang, Zhao Xiaoli, Wang Xiao, et al. *Land Use Remote Sensing Monitoring in China*. Beijing: Star Map Press, 2012. [张增祥, 赵晓丽, 汪潇, 等. *中国土地利用遥感监测*. 北京: 星球地图出版社, 2012.]
- [28] Liu Jiuyan. *Macro-scale Survey and Dynamic Study of Natural Resources and Environment of China by Remote Sensing*. Beijing: China Science and Technology Press, 1996. [刘纪远. *中国资源环境遥感宏观调查与动态研究*. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.]
- [29] Liu J Y, Liu M L, Zhuang D F, et al. Study on spatial pattern of land-use change in China during 1995-2000. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 2003, 46(4): 373-384.
- [30] Liu Jiuyan, Zhang Zengxiang, Zhuang Dafang, et al. A study on the spatial-temporal dynamic changes of land-use and driving forces analyses of China in the 1990s. *Geographical Research*, 2003, 22(1): 1-12. [刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析. *地理研究*, 2003, 22(1): 1-12.]
- [31] Liu J Y, Zhang Z X, Xu X L, et al. Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(4): 483-494.
- [32] Liu J Y, Kuang W H, Zhang Z X, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, 24(2): 195-210.
- [33] Yang Rongjin, Zhou Shenli, Wang Xinggui. An overview of the study on ecological land. *Journal of Environmental Management College of China*, 2011, 21(2): 33-35. [杨荣金, 周申立, 王兴贵. 生态用地研究进展综述. *中国环境管理干部学院学报*, 2011, 21(2): 33-35.]
- [34] Tang Xiumei, Chen Baiming, Lu Qingbin, et al. Primary exploration on the ecological land use classification in Beijing. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(14): 3902-3909. [唐秀美, 陈百明, 路庆斌, 等. 北京市土地利用生态分类方法. *生态学报*, 2011, 31(14): 3902-3909.]
- [35] Zhou Zhen, Meng Jijun, Qi Yang, et al. Importance of ecological lands and their pattern optimization in China: A review. *Chinese Journal of Ecology*, 2016, 35(1): 218-225. [周朕, 蒙吉军, 齐杨, 等. 中国生态用地重要性及其格局优化研究进展. *生态学杂志*, 2016, 35(1): 218-225.]
- [36] Peng Jian, Wang An, Liu Yanxu, et al. Research progress and prospect on measuring urban ecological land demand. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(2): 333-346. [彭建, 汪安, 刘焱序, 等. 城市生态用地需求测算研究进展与展望. *地理学报*, 2015, 70(2): 333-346.]
- [37] Liu Jilai, Liu Yansui, Li Yurui. Classification evaluation and spatial-temporal analysis of "production-living-ecological" spaces in China. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(7): 1290-1304. [刘继来, 刘彦随, 李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析. *地理学报*, 2017, 72(7): 1290-1304.]
- [38] Wang Jing, Wang Wen, Qi Yuan, et al. Classification system and spatio-temporal distribution of ecological land in China in the period of 1996-2012. *Geographical Research*, 2017, 36(3): 453-470. [王静, 王雯, 祁元, 等. 中国生态用地分类体系及其1996—2012年时空分布. *地理研究*, 2017, 36(3): 453-470.]
- [39] Long Hualou, Liu Yongqiang, Li Tingting, et al. A primary study on ecological land use classification. *Ecology and Environmental Sciences*, 2015, 24(1): 1-7. [龙花楼, 刘永强, 李婷婷, 等. 生态用地分类初步研究. *生态环境学报*, 2015, 24(1): 1-7.]
- [40] Li Guangdong, Fang Chuanglin. Quantitative function identification and analysis of urban ecological-production living spaces. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(1): 49-65. [李广东, 方创琳. 城市生态—生产—生活空间功能定量识别与分析. *地理学报*, 2016, 71(1): 49-65.]
- [41] Xie Hualin, Yao Gan, He Yafen, et al. Study on spatial identification of critical ecological space based on GIS: A case study of Poyang Lake Ecological Economic Zone. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(16): 5926-5937. [谢花林, 姚干, 何亚芬, 等. 基于GIS的关键性生态空间辨识: 以鄱阳湖生态经济区为例. *生态学报*, 2018, 38(16): 5926-5937.]
- [42] Ouyang Zhiyun, Li Xiaoma, Xu Weihua, et al. Ecological land use planning and management in Beijing. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(11): 3778-3787. [欧阳志云, 李小马, 徐卫华, 等. 北京市生态用地规划与管理对策. *生态学报*, 2015, 35(11): 3778-3787.]
- [43] An Guoqiang. Spatio-temporal evolution and conservation zoning of ecological land in Shandong Province based on EKC & Lorenz Curve. *China Land Science*, 2018, 32(9): 89-96. [安国强. 基于EKC&Lorenz Curve的山东省生态用地时空演变及保护区划研究. *中国土地科学*, 2018, 32(9): 89-96.]
- [44] Wen Bo, Zhu Gaoli, Xia Min, et al. Ecological land classification protection based on the landscape security pattern in

- Yixing City. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(11): 3881-3891. [文博, 朱高立, 夏敏, 等. 基于景观安全格局理论的宜兴市生态用地分类保护. *生态学报*, 2017, 37(11): 3881-3891.]
- [45] Han Xuemin, Pu Lijie, Zhu Ming, et al. Calculation of the area of effective ecological land in the region around Taihu lake. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(22): 301-305. [韩学敏, 濮励杰, 朱明, 等. 环太湖地区有效生态用地面积的测算分析. *中国农学通报*, 2010, 26(22): 301-305.]
- [46] Zhang Hongqi, Wang Lixin, Jia Baoquan. A conception of ecological land use and its function classification in arid area in Northwest China. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2004, 12(2): 10-13. [张红旗, 王立新, 贾宝全. 西北干旱区生态用地概念及其功能分类研究. *中国生态农业学报*, 2004, 12(2): 10-13.]
- [47] Deng Hongbin, Chen Chundi, Liu Xin, et al. Conception and function classification of regional ecological land. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1519-1524. [邓红兵, 陈春娣, 刘昕, 等. 区域生态用地的概念及分类. *生态学报*, 2009, 29(3): 1519-1524.]
- [48] Zhou Yan, Cai Xuecheng, Xie Yuanguai, et al. Ecological land use in typical karst area: A case of Qingzhen City. *China Land Science*, 2006, 20(5): 38-41, 62. [周焱, 蔡学成, 谢元贵, 等. 典型岩溶地区生态用地研究: 以清镇市为例. *中国土地科学*, 2006, 20(5): 38-41, 62.]
- [49] Yu Kongjian, Qiao Qing, Li Dihua, et al. Ecological land use in three towns of eastern Beijing: A case study based on landscape security pattern analysis. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20(8): 1932-1939. [俞孔坚, 乔青, 李迪华, 等. 基于景观安全格局分析的生态用地研究: 以北京市东三乡为例. *应用生态学报*, 2009, 20(8): 1932-1939.]
- [50] Fei Jianbo, Xia Jianguo, Hu Jia, et al. Research progress of ecological space and ecological land in China. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2019, 27(11): 1626-1636. [费建波, 夏建国, 胡佳, 等. 生态空间与生态用地国内研究进展. *中国生态农业学报*, 2019, 27(11): 1626-1636.]
- [51] Yue Jian, Zhang Xuemei. A discussion on the classification of land use in China. *Arid Land Geography*, 2003, 26(1): 78-88. [岳健, 张雪梅. 关于我国土地利用分类问题的讨论. *干旱区地理*, 2003, 26(1): 78-88.]
- [52] Xu Jian, Zhou Yinkang, Jin Xiaobin, et al. Discussing virgin land classification subsystem based on the protection of the eco-environment. *Resources Science*, 2007, 29(2): 137-141. [徐健, 周寅康, 金晓斌, 等. 基于生态保护对土地利用分类系统未利用地的探讨. *资源科学*, 2007, 29(2): 137-141.]
- [53] Zhao Dan, Li Feng, Wang Rusong. Discussion on the concept and classification of urban ecological land. *China Population, Resources and Environment*, 2009, 19(6): 337-342. [赵丹, 李锋, 王如松. 城市生态用地的概念及分类探讨. *中国人口·资源与环境*, 2009, 19(6): 337-342.]

Evaluating changes in ecological land and effect of protecting important ecological spaces in China

GAO Jixi¹, LIU Xiaoman¹, WANG Chao¹, WANG Yong², FU Zhuo¹, HOU Peng¹, LYU Na¹

(1. Ministry of Ecology and Environment Center for Satellite Application on Ecology and Environment, Beijing 100094, China; 2. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: It is important to quantitatively analyze the effects of protecting important ecological spaces in China to ensure national ecological security. By considering changes in the ecological land, this study examines the effects of protecting three types of important natural ecological spaces in China. The results show that: (1) In 2018, the ratio of ecological land to important natural ecological spaces accounted for 92.64%. This land had a good ecological background that reflects the developmental orientation of important ecological spaces. (2) From 1980 to 2018, the area of ecological land in important ecological spaces shrank but the rate of reduction was lower than the national average, which shows the positive effect of regulating construction in natural ecological spaces. The restorative effects of ecological projects to convert farmland into forests and grasslands have been prominent. The expanded ecological land is mainly distributed in areas where such projects have been implemented, and the reduced area is concentrated in grain-producing regions of the Northeast China Plain and agricultural oases of Xinjiang. In the future, the government should focus on strengthening the management and control of these areas. (3) The area ratio of ecological land was the highest in national nature reserves. The rate of reduction in its area was the lowest and the trend of reduction was the smallest in national nature reserves, which reflects differences in the status of ecological protection among different spaces. (4) The ratio of ecological land to important ecological spaces was higher than that in the surrounding external space, and the rate of reduction in it was lower. Thus, the effects of internal and external protection had clear differences in terms of gradient.

Keywords: ecological spaces; ecological land; spatial and temporal changes; protection effect; categorized and zoned governance