

中国国家级自然保护区人类活动及变化特征

刘晓曼,付卓,闻瑞红,靳川平,王雪峰,王超,肖如林,侯鹏

(生态环境部卫星环境应用中心,北京 100094)

摘要:自然保护区是中国自然保护地的基础,是生物多样性保护的核心区域,国家级自然保护区更是中国自然保护区的主体。基于高分辨率影像数据,提取了中国446个国家级自然保护区2015年的人类活动及2013—2015年人类活动变化信息,分不同功能区、不同人类活动、不同区域和不同类型国家级自然保护区分析了人类活动及变化情况,并评估了2013—2015年人类活动变化强度和规律,结果表明:2015年,446个国家级自然保护区人类活动普遍存在,以农业用地和居民点占绝对优势,这两种类型人类活动总面积占国家级自然保护区人类活动总面积的88.94%、总数量占77.67%。2013—2015年,有66.59%的国家级自然保护区存在新增或规模扩大人类活动,人类活动数量增幅达到2.45%,相较于农业用地和居民点,开发建设活动的新增或规模扩大趋势更为明显。2013—2015年,33.41%的国家级自然保护区人类活动无变化,45.06%的国家级自然保护区人类活动变化较小,仅有21.53%的国家级自然保护区人类活动变化明显和较明显。从空间分布看,总体上东部的国家级自然保护区比中西部的国家级自然保护区人类活动变化强度大,沿海、沿河国家级自然保护区人类活动变化强度相对较大。

关键词: 国家级自然保护区;人类活动;时空变化;中国

DOI: 10.11821/dlyj020200458

1 引言

自然保护区是中国自然保护地体系的基础,是生物多样性保护的核心区域,建立自然保护区是各国保护物种栖息地的重要基础,也是保护栖息地内的生物多样性最直接、最有效的措施之一^[1-3]。自然保护区的健康发展在保护中国自然资源和生态环境、维护国家生态安全等方面发挥着极为重要的作用^[4-7]。自1956年中国建立第一处自然保护区以来,经过60多年的发展,中国自然保护区建设取得了显著成效,截止2016年上半年,全国共建立各种类型、不同级别的自然保护区2750个,其中陆地面积约占全国陆地面积的14.88%^[8],已基本形成类型比较齐全、布局基本合理、功能相对完善的自然保护区体系。但随着中国社会的快速发展和人口的不断增长,保护与开发的矛盾日益突出,自然保护区面临的威胁逐渐增多,能源开发、矿产开采、旅游、道路建设等破坏自然保护区的人类活动越来越频繁。生物保护学家普遍认为,人类活动造成的生境斑块破碎化是生物多样性的最大威胁^[9-20]。快速的人类活动使得保护区内的物种有效栖息地不断被侵占和蚕食,对保护区内的物种和生态系统造成极大威胁,影响了中国自然保护区的健康发

收稿日期: 2020-05-29; 修订日期: 2020-07-09

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFC0506506, 2016YFC0500206)

作者简介: 刘晓曼(1979-),女,湖北宜昌人,博士,研究员,主要从事自然生态保护与修复研究。

E-mail: showma79@163.com

通讯作者: 侯鹏(1978-),男,山东泰安人,博士,正高级工程师,主要从事生态评估和环境遥感研究。

E-mail: houpey@163.com

展^[21-27]。在这样一个以保护为主的区域,定量研究自然保护区内人类干扰现状、变化和规律,对生物多样性的保护尤其具有重要的价值^[28,29]。

2019年中共中央办公厅和国务院办公厅联合印发的《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》明确提出“对自然保护地内基础设施建设、矿产资源开发等人类活动实施全面监控,及时掌握各类自然保护地保护成效情况”^[6]。在中国当前自然保护地改革的关键时期,在全国尺度上研究中国自然保护区的人类活动现状及其变化本底情况具有重要意义,也能为整合优化后自然保护地的分类分区监管提供依据,具有重要的社会意义。很多学者尝试对自然保护区的人类活动情况进行研究,但目前多集中于单个保护区的时序性变化规律分析^[30-38]。

国家级自然保护区是中国自然保护区的主体,它保护了中国绝大部分重要的生态系统和珍稀濒危物种。本文利用高空间分辨率卫星影像,对中国国家级自然保护区的人类活动现状及变化情况进行了遥感监测。由于人类活动识别的精度与遥感影像的空间分辨率密切相关^[39],而中国国产高分系列卫星最早于2013年成功发射,因此本文以2013年为监测开始年份。考虑到作者能获取到的最新人类活动本底解译数据为2015年,因此本文对中国国家级自然保护区2015年现状和2013—2015年人类活动变化强度及规律进行了研究,以期为后续监测与分析提供现状本底和变化本底数据,也为中国自然保护地监管和优化整合提供本底支撑。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源与预处理

本文采用的国家级自然保护区边界和功能区矢量数据,来源于生态环境部南京环境科学研究所,为截止到2016年全国的边界矢量数据。截止2016年上半年,中国已建立国家级自然保护区446个,其中陆地面积约占全国陆地面积的9.97%^[8]。

选取覆盖446个国家级自然保护区(以下简称保护区)的空间分辨率2 m、云量覆盖小于10%、影像质量良好的高分辨率卫星影像共5026景,以国产高分一号卫星影像为主,同时补充资源三号卫星影像。对影像进行几何精校正,并进行多光谱和全色的数据融合,根据446个保护区的边界矢量数据,镶嵌并裁剪2013年和2015年两期保护区高分辨率卫星影像。基于高分辨率卫星影像,采用目视解译的方法,提取了每个保护区2015年的工矿用地、采石场等人类活动斑块及2013—2015年各类型人类活动变化(新增或规模扩大,以下统称新增)斑块,并将解译结果下发到各省(区、市)进行了实地核查。根据核查结果,人类活动遥感解译精度均在90%以上。对每个保护区漏判和错判的解译斑块根据核查结果进行了补充和属性修改,形成了修正后446个保护区的人类活动及变化信息。在单个保护区解译的基础上,利用GIS分析方法,综合统计分析了全国保护区2015年人类活动现状及2013—2015年人类活动变化情况,分不同功能区、不同人类活动、不同区域和不同类型保护区分析了人类活动及变化规律,评价了2013—2015年人类活动新增强度和时空变化特征。

2.2 研究方法

2.2.1 保护区人类活动分类体系 将保护区的人类活动划分为采石场、工矿用地、养殖场、旅游设施、交通设施、能源设施、养殖场、农业用地、居民点、道路和其他人工设施等10大类人类活动^[40]。其中,道路按照线性解译提取,其他类型按照面状解译提取。

2.2.2 保护区人类活动新增强度评价方法 利用人类活动数量增幅,评价中国446个保护区2013—2015年的人类活动新增强度。保护区人类活动新增强度指数采用2013—2015年

的数量增幅来表示:

$$IHAC = (a_i - b_i) / b_i$$

式中: $IHAC$ 变量表示保护区人类活动新增强度指数; a_i 变量表示 2015 年第 i 个保护区的人类活动数量; b_i 变量表示 2013 年第 i 个保护区人类活动数量。依据该指数, 将 446 个保护区新增强度划分为明显、较明显、较小和无变化 4 级别 (表 1)。

表 1 2013—2015 保护区年人类活动新增强度级别

Tab. 1 The grade of human activity change intensity in national nature reserves from 2013 to 2015

新增强度	人类活动数量增幅(%)
无变化	0
较小	0~5
较明显	5~10
明显	10~25

3 结果分析

3.1 保护区人类活动现状及变化总体情况分析

全国自然保护区人类活动非常普遍。2015 年, 446 个国家级自然保护区均有人类活动, 总面积 2.85 万 km^2 , 占国家级自然保护区总面积的 2.95%。其中农业用地面积最大, 共 23193.8 km^2 , 占人类活动总面积的 81.25%; 其次是居民点, 总面积 2195.39 km^2 , 占 7.69%。保护区人类活动总数量 156061 处, 其中, 居民点数量最多, 共 73602 处, 占 47.16%; 农业用地 47608 处, 占 30.50%; 其他人工设施 21096 处, 占 13.52%; 能源设施 4949 处, 占 3.17%; 工矿用地 3998 处, 占 2.56%; 养殖场 2497 处, 占 1.60%; 其余各类型的数量百分比均在 1% 以下 (图 1)。道路总长度 14.79 万 km , 由于道路按长度来统计, 不纳入面积和数量分析。虽然保护区人类活动普遍, 但农业用地和居民点占绝对优势, 这两种类型人类活动总面积占保护区人类活动总面积的 88.94%、总数量占 77.66%。

2013—2015 年, 297 个保护区存在新增人类活动, 占保护区总数的 66.59%。新增的人类活动总面积 2338.65 km^2 、总数量 3780 处 (包括规模扩大 1842 处, 新增 1938 处)、道路总长度 1193.17 km 。人类活动数量增幅达到 2.45%, 平均每年以 0.82% 的速度增加。新增的人类活动以其他人工设施、居民点和农业用地为主, 分别占新增人类活动总数的 37.91%、17.91% 和 17.83%。从数量增幅而言, 对保护对象和生态环境影响较为明显的交通设施、采石场、旅游设施、工矿用地和能源设施数量增幅较大, 分别为 16.12%、11.03%、8.21%、8.14% 和 7.24%, 而农业用地和居民点的数量增幅较小, 分别为 1.42% 和 0.92% (图 2)。2013—2015 年, 相较于农业用地和居民点, 开发建设活动新增趋势更为明显 (典型开发建设活动变化遥感影像见图 3)。

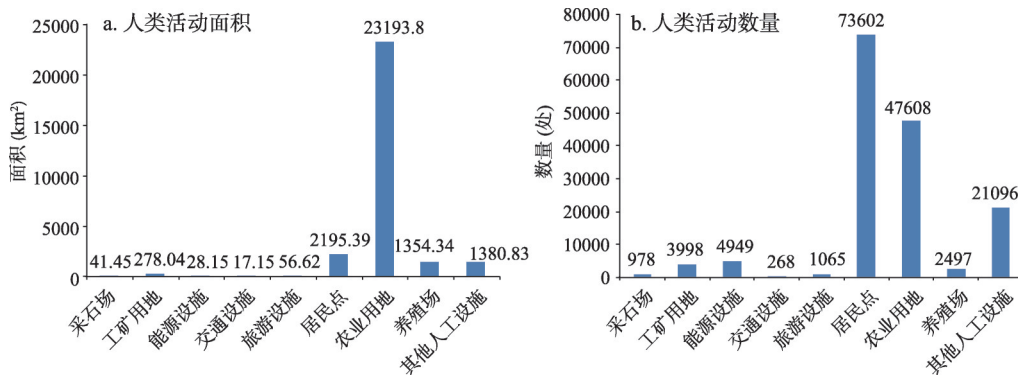


图 1 2015 年保护区人类活动类型及其面积和数量统计图

Fig. 1 The area and number of different human activities in national nature reserves in 2015

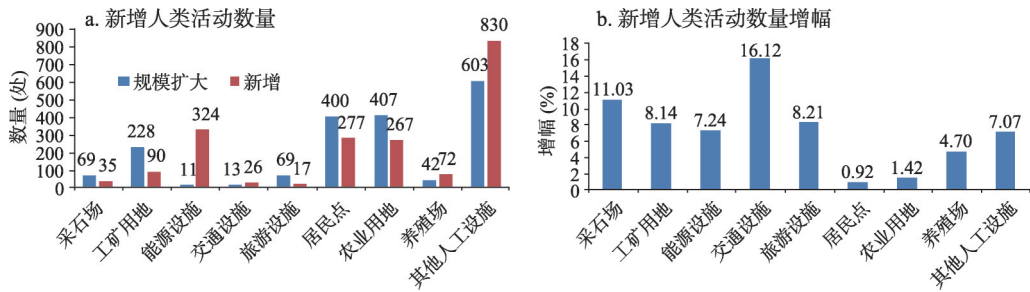


图2 2013—2015年保护区新增人类活动数量和增幅统计图

Fig. 2 The number and growth rate of different human activities in national nature reserves from 2013 to 2015

3.2 保护区不同功能区人类活动现状及变化情况分析

2015年,全国共有7个保护区功能区划不明确,其人类活动为880处。423个实验区有人类活动92746处,占保护区人类活动总数的59.77%。403个缓冲区有人类活动38459处,390个核心区有人类活动23976处。人类活动主要分布在实验区。

2013—2015年,保护区核心区、缓冲区和实验区新增人类活动数量分别为613处、853处、2257处,分别占新增人类活动总数的16.47%、22.91%和60.62%,新增人类活动也主要分布在实验区。

3.3 保护区主要人类活动及变化情况分析

2015年,保护区内共有工矿用地3998处,分布在188个保护区,山东黄河三角洲、河南小秦岭等20个保护区的工矿用地数量大于30处;共有采石场978处,分布在144个保护区,内蒙古大青山等12个保护区的采石场数量大于20处;共有能源设施4949处,分布在152个保护区,江苏盐城湿地珍禽等14个保护区的能源设施大于50处;共有旅游设施1065处,分布在187个保护区,海南三亚珊瑚礁等25个保护区的旅游设施数量大于10处;共有交通设施268处,分布在57个保护区,安徽铜陵淡水豚等7个保护区的交通设施数量大于10处;共有养殖场2497处,分布在99个保护区,升金湖等5个保护区的养殖场数量大于100处;共有农业用地47608处,分布在404个保护区,饶河东北黑蜂等4个保护区的农业用地数量大于1000处;共有居民点73602处,分布在412个保护区,丹江湿地等14个保护区的居民点数量大于1000处。

2013—2015年,保护区内新增工矿用地318处,分布在75个保护区,辽宁大黑山等5个保护区新增的工矿用地数量大于10处;新增采石场104处,分布在49个保护区,琿春东北虎等5个保护区新增的采石场数量大于5处;新增旅游设施86处,分布在42个保护区,沙坡头等4个保护区新增的旅游设施数量大于5处;新增能源设施335处,分布在27个保护区,锡林郭勒草原等7个保护区新增的能源设施数量大于10处;新增交通设施39处,分布在15个保护区,鄱阳湖南矶湿地等11个保护区新增的交通设施数量大于2处;新增养殖场114处,分布在31个保护区,闽江河口湿地等6个保护区新增的养殖场数量大于5处;新增农业用地674处,分布在74个保护区,挠力河等4个保护区新增的农业用地数量大于50处;新增居民点677处,分布在131个保护区,波罗湖等3个保护区新增的居民点数量大于50处。

3.4 不同区域保护区人类活动及变化

全国划分为东北、华北、西北、华东、华南和西南6个区域,东北、华北、西北、

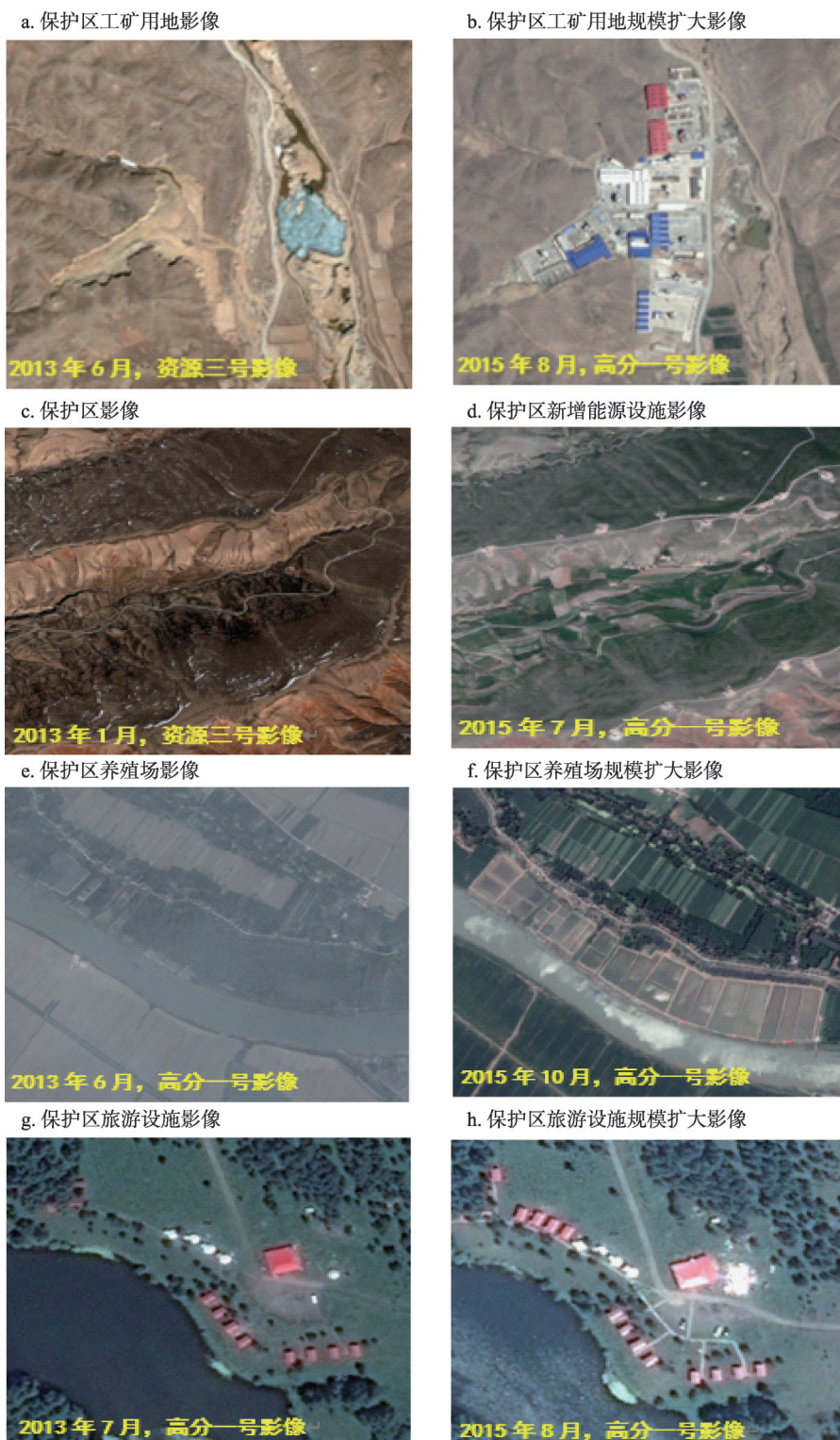


图3 2013—2015年保护区部分新增人类活动遥感影像

Fig. 3 The remote sensing images of some added or expanded human activities in national nature reserves from 2013 to 2015

注：影像来源于资源三号卫星和高分一号卫星影像。

华东、华南和西南地区保护区分别为79个、67个、73个、62个、90个和75个^①。

2015年,华北地区保护区人类活动数量最多,总计32314处,占保护区人类活动总数的20.71%。东北、华北和西北3个区域保护区工矿用地和采石场数量较多,这3个区域保护区的工矿用地总计2819处,占保护区工矿用地总数的70.51%;采石场769处,占保护区采石场总数的78.63%。华东和华南地区保护区的交通设施和养殖场相对较多,分别为172处、1787处,分别占保护区交通设施和养殖场总数的64.18%、71.57%,这两个区域部分保护区沿海沿江分布,港口、码头和养殖场分布多。华北和西北地区保护区的能源设施较多,总计3635处,占保护区能源设施总数的73.45%,这两个区域保护区内风力发电桩和高压线塔相对较多(表2)。

2013—2015年,东北地区保护区新增人类活动数量最多,总计927处,占保护区新增人类活动总数量的24.52%。西北地区保护区新增人类活动数量最少,总计331处,仅占8.76%(表3)。

3.5 不同类型保护区人类活动现状及变化情况分析

2015年,全国共有9种保护类型的国家级自然保护区。其中,205个森林生态类保护区有人类活动61657处,占保护区人类活动总数的39.51%;115个野生动物类保护区有人类活动35836处,占22.96%;53个内陆湿地类保护区有人类活动27221处,占17.44%;

表2 2015年六大区域保护区不同类型人类活动数量

Tab. 2 The number of different human activities in national nature reserves of six regions in 2015

(单位:处)

区域	采石场	工矿用地	旅游设施	能源设施	交通设施	养殖场	农业用地	居民点	其他人工设施	总计
东北地区	221	1281	200	148	27	228	9162	5315	3412	19994
华北地区	390	921	225	1833	26	377	7326	15522	5694	32314
华东地区	78	796	201	628	113	776	4600	6224	3754	17170
华南地区	46	240	130	143	59	1011	11973	14750	3728	32080
西北地区	158	617	158	1802	8	85	7136	16584	2200	28748
西南地区	85	143	151	395	35	20	7411	15207	2308	25755
总计	978	3998	1065	4949	268	2497	47608	73602	21096	156061

表3 2013—2015年六大区域保护区不同类型新增人类活动数量

Tab. 3 The change number of different human activities in national nature reserves of six regions from 2013 to 2015

(单位:处)

区域	采石场	工矿用地	旅游设施	能源设施	交通设施	养殖场	农业用地	居民点	其他人工设施	总计
东北地区	14	46	13	1	6	17	464	126	240	927
华北地区	41	127	12	118		12	93	109	337	849
华东地区	7	37	17	124	12	55	45	58	337	692
华南地区	9	52	19	16	15	26	44	92	222	495
西北地区	11	32	16	62		2	21	77	110	331
西南地区	22	24	9	14	6	2	7	215	187	486
总计	104	318	86	335	39	114	674	677	1433	3780

① 东北地区包括黑龙江、吉林和辽宁3个省,华北地区包括北京、天津、河北、河南、内蒙古、山西等6个省(区、市),西北地区包括陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆5个省(区),华东地区包括山东、江苏、安徽、上海、浙江、江西、福建等7个省(市),华南地区包括广东、广西、湖北、湖南和海南5个省(区),西南地区包括四川、重庆、贵州、云南和西藏5个省(区、市)。

19个野生植物类保护区有人类活动9660处, 占6.19%; 17个海洋海岸类保护区有人类活动3025处, 占1.94%; 13个地质遗迹类保护区有人类活动1762处, 占1.13%; 13个荒漠生态类保护区有人类活动7696处, 占4.93%; 7个古生物遗迹类保护区有人类活动4857处, 占3.11%; 4个草原草甸类保护区有人类活动4347处, 占2.79%。森林生态类、野生动物类和内陆湿地类保护区内人类活动数量较多。

2013—2015年, 森林生态类、野生动物类、内陆湿地类、古生物遗迹类、海洋海岸类、草原草甸类、野生植物类、荒漠生态类和地质遗迹类保护区人类活动新增总数量分别为1094处、1016处、757处、321处、256处、101处、94处、79处、62处, 分别占新增人类活动总数量的28.94%、26.88%、20.03%、8.49%、6.77%、2.67%、2.49%、2.09%和1.64%。新增人类活动也主要集中在森林生态类、野生动物类和内陆湿地类保护区。

3.6 保护区人类活动新增强度分析

3.6.1 保护区人类活动新增强度总体情况 2013—2015年, 丹东鸭绿江口湿地、千家洞等50个保护区人类活动新增明显, 占保护区总数的11.22%, 46个保护区人类活动新增较明显, 占10.31%, 201个保护区人类活动新增较小, 占45.06%; 149个保护区人类活动无变化, 占33.41% (表4)。

3.6.2 不同类型保护区人类活动新增规律 2013—2015年, 在人类活动新增明显的50个保护区中, 海洋海岸类保护区有8个, 占同类保护区数量的47.06%。森林生态类保护区有20个、内陆湿地类保护区有9个、野生动物类保护区有9个、地质遗迹类保护区有2个、荒漠生态类保护区有1个、古生物遗迹类保护区有1个, 分别占同类保护区数量的9.76%、16.98%、7.83%、15.38%、7.69%、14.29%, 野生植物类和草原草甸类保护区未发现新增明显的人类活动 (表5)。相比而言, 海洋海岸类保护区人类活动新增最明显, 47.06%的海洋海岸类保护区人类活动新增明显。内陆湿地类、

表4 保护区人类活动新增强度分级数量及百分比统计
Tab. 4 The grade and percentage of human activity change intensity in national nature reserves from 2013 to 2015

新增强度	数量	百分比(%)
无变化	149	33.41
较小	201	45.06
较明显	46	10.31
明显	50	11.22

表5 不同类型保护区人类活动新增强度分级数量及百分比统计

Tab. 5 The grade and percentage of human activity change intensity in different types of national nature reserves from 2013 to 2015

保护类型	明显	较明显	较小	无变化	总计
森林生态	20(9.76)	16(7.80)	96(46.83)	73(35.61)	205[45.96]
野生动物	9(7.83)	19(16.52)	51(44.35)	36(31.30)	115[25.78]
内陆湿地	9(16.98)	1(1.89)	24(45.28)	19(35.85)	53[11.88]
野生植物	0(0.00)	4(21.05)	8(42.11)	7(36.84)	19[4.26]
海洋海岸	8(47.06)	2(11.76)	5(29.41)	2(11.76)	17[3.81]
地质遗迹	2(15.38)	1(7.69)	8(61.54)	2(15.38)	13[2.92]
荒漠生态	1(7.69)	0(0.00)	4(30.77)	8(61.54)	13[2.92]
古生物遗迹	1(14.29)	3(42.86)	2(28.57)	1(14.29)	7[1.57]
草原草甸	0(0.00)	0(0.00)	3(75.00)	1(25.00)	4[0.90]
总计	50[11.21]	46[10.31]	201[45.07]	149[33.41]	446[100.00]

注: ()中为占本类型国家级自然保护区数量的比值, []中为占国家级自然保护区总数量的比值, 单位均为%。

地质遗迹类、古生物遗迹类、森林生态类、野生动物类、荒漠生态类保护区人类活动新增强度依次降低,野生植物类和草原草甸类最低。

3.6.3 保护区人类活动新增强度空间分布规律 东部地区共有100个保护区,其中,18个保护区人类活动新增明显,占东部保护区总数的18%;中部地区共有146个保护区,其中,12个保护区人类活动新增明显,占中部保护区总数的8.22%;西部地区共有200个保护区,其中,20个保护区人类活动新增明显,占西部保护区总数的10%。总体上呈现东部保护区比中西部保护区人类活动新增强度大的规律(图4)。

全国共有35个保护区分布在沿海,其中,13个保护区人类活动新增明显,占沿海保护区总数的37.14%;沿黄河流域的保护区共有14个,其中,8个保护区人类活动新增明显,占沿黄河保护区总数的57.14%;沿长江中下游的国家级保护区共有9个,其中,6个保护区人类活动新增明显,占沿长江中下游保护区总数的66.67%。总体而言,沿海、沿黄河、沿长江中下游保护区人类活动新增强度相对较大。

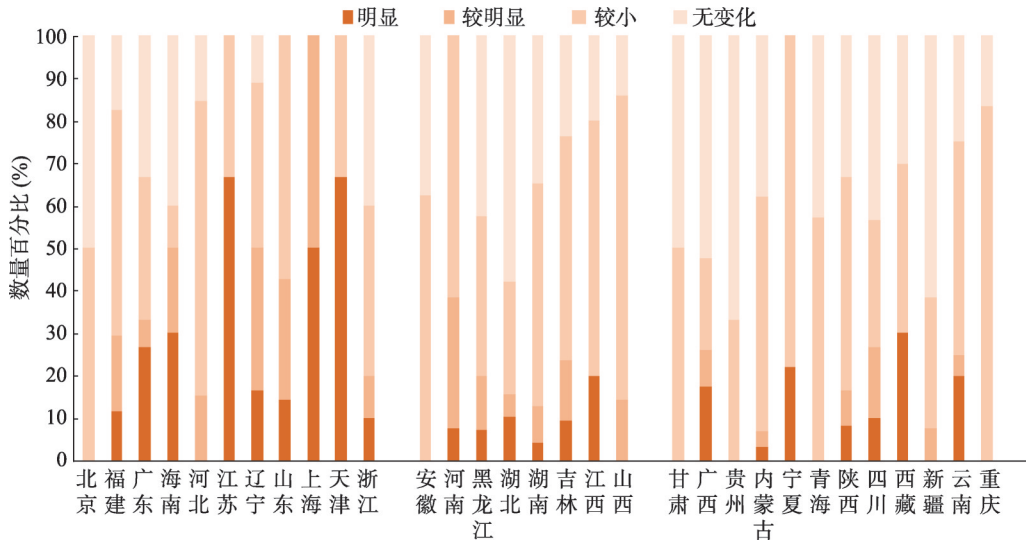


图4 2013—2015年东部、中部和西部保护区人类活动新增强度数量比

Fig. 4 The number ratio of human activity change intensity in national nature reserves in the east, central and western China from 2013 to 2015

4 结论和讨论

4.1 结论

(1) 2015年,中国446个国家级自然保护区均有人类活动,分布非常普遍。从人类活动类型来看,农业用地和居民点占绝对优势,这是因为中国许多保护区建立时是按照抢救性保护的思路来划定的,把很多与当地生活生产密切但不属于自然生态系统的土地也划到保护区内,造成中国保护区内存在大量农业活动和原住民,因此也带来大量历史遗留问题,保护区内人类活动普遍。但对自然保护区生态破坏和保护对象影响较大的工矿用地、采石场、能源设施、旅游设施和交通设施等开发建设活动的面积占保护区人类活动总面积的百分比均在1%以下,比例非常小。从功能区来看,423个实验区有人类活动92746处,占保护区人类活动总数的59.77%,人类活动主要分布在实验区。从区域来看,东北、华北和西北3个区域保护区工矿用地和采石场数量较多,华东和华南地区保

保护区的交通设施和养殖场相对较多, 华北和西北地区保护区的能源设施较多。从保护区类型来看, 森林生态类、野生动物类保护区人类活动较多。

(2) 2013—2015年, 保护区人类活动数量增幅达到2.45%, 相较于农业用地和居民点, 开发建设活动的增加趋势更为明显。从功能区来看, 2013—2015年的新增人类活动主要分布在实验区。从区域来看, 东北地区保护区新增人类活动数量最多, 西北地区最少。从保护区类型来看, 新增人类活动主要集中在森林生态类、野生动物类和内陆湿地类保护区。从新增强度来说, 仅有21.53%的保护区人类活动新增明显和较明显, 人口密集、经济发达地区的保护区人类活动新增凸显。

4.2 讨论和展望

(1) 考虑到解译数据和保护区边界可获取情况, 本文只对中国国家级自然保护区2015年现状和2013—2015年人类活动变化强度及规律进行了分析, 侧重为后续监测与评估提供现状本底和变化本底数据, 也为今后中国自然保护地管理和优化整合提供本底支撑。但2015年距今已过去了5年时间, 这5年正是中国自然保护区监管和执法力度最大的5年。仅仅分析2015年人类活动现状和2013—2015年人类活动变化, 时间尺度上尚不能完全反映中国自然保护地的监管成效。根据生态环境部发布的2017年上半年、2017年下半年、2018年上半年、2018年下半年和2019年上半年的人类活动变化遥感监测结果^[41], 以半年平均新增面积作为指标进行总体对比发现: 人类活动半年平均新增面积从2013—2015年期间的584.66 km²降低至2017年以来每半年的61.47 km²、18.78 km²、13.97 km²、11.16 km²和8.98 km²。人类活动半年平均新增面积占保护区面积比例从2013—2015年期间的6.05‰降低至2017年以来每半年的1.6‰、0.9‰、0.19‰、0.15‰和0.11‰。十八大以来, 国家级自然保护区人类活动新增面积呈现出逐步减少趋势, 中央生态环境保护督察尤其是“绿盾”自然保护区监督检查专项行动以来, 国家级自然保护区人类活动新增面积和面积比例下降趋势尤为明显, 监管成效显著。下一步有待补充分析最新年份的人类活动现状数据, 为自然保护区监管和决策提供有力支撑。

(2) 本文分析采用的人类活动及变化数据根据高分辨率卫星影像解译得到, 核查过程中并未覆盖到所有人类活动类型和斑块。考虑到农业用地、居民点和道路等人类活动在影像上的特征非常明显且连片分布, 相较其他类型容易识别, 解译精度要大大高于其他人类活动类型, 因此这三种类型并未全部核查。因此核查的样本数量和类型仍然不够全面, 有待进一步补充。虽然保护区人类活动较多, 但只有对保护对象带来干扰和威胁、对生态环境造成一定破坏的人类活动, 才能称之为人类干扰, 因此人类活动普遍不代表人类干扰严重, 但本文并未进一步区分人类活动和人类干扰。如何在已有人类活动数据的基础上, 定量地厘清对保护对象具有干扰和负面效应的人类干扰活动, 并深入地评估人类干扰对保护对象的影响, 也将成为后续的研究重点。

(3) 本文在提取单个保护区人类活动及变化信息的基础上, 为了从全国层面上比较和分析446个保护区人类活动变化的不同规律, 利用统一的模型计算了每个保护区的人类活动新增强度。但中国保护区类型众多、保护对象复杂, 用同样的模型来评估是不全面的, 今后应该区分不同类型的保护区, 并针对不同的保护对象构建更为科学的评估模型, 作更细致深入地评估。

致谢: 感谢匿名评审专家在论文评审中所付出的宝贵时间和经历, 评审专家对如何弥补本文数据时间尺度不够长以及反映监管成效方面的修改意见, 使本文受益匪浅。

参考文献(References)

- [1] 唐芳林, 吕雪蕾, 蔡芳, 等. 自然保护地整合优化方案思考. 风景园林, 2020, 27(3): 8-13. [Tang Fanglin, Lyu Xuelei, Cai Fang, et al. Reflections on integrated optimization schemes of protected areas. Landscape Architecture, 2020, 27(3): 8-13.]
- [2] 高吉喜, 徐梦佳, 邹长新. 中国自然保护地70年发展历程与成效. 中国环境管理, 2019, (4): 25-29. [Gao Jixi, Xu Mengjia, Zou Changxin. Development achievement of natural conservation in 70 years of China. Chinese Journal of Environmental Management, 2019, (4): 25-29.]
- [3] 彭杨靖, 樊简, 邢韶华, 等. 中国大陆自然保护地概况及分类体系构想. 生物多样性, 2018, 26(3): 315-325. [Peng Yangjing, Fan Jian, Xing Shaohua, et al. Overview and classification outlook of natural protected areas in mainland China. Biodiversity Science, 2018, 26(3): 315-325.]
- [4] 中华人民共和国国务院. 《中华人民共和国自然保护区管理条例》. 1994. [State Council of the PRC. Regulations of the People's Republic of China on the administration of nature reserves. 1994.]
- [5] 唐小平, 蒋亚芳, 刘增力, 等. 中国自然保护地体系的顶层设计. 林业资源管理, 2019, 26(3): 1-7. [Tang Xiaoping, Jiang Yafang, Liu Zengli, et al. Top-level design of the natural protected area system in China. Forest Resources Management, 2019, 26(3): 1-7.]
- [6] 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. http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.htm, 2019-06-26. [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. http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.htm, 2019-06-26.]
- [7] 王秋凤, 于贵瑞, 何洪林, 等. 中国自然保护区体系和综合管理体系建设的思考. 资源科学, 2015, 37(7): 1357-1366. [Wang Qiufeng, Yu Guirui, He Honglin, et al. Thinking of construction of the nature reserve system and integrated management system in China. Resources Science, 2015, 37(7): 1357-1366.]
- [8] 中华人民共和国环境保护部. 2016中国环境质量报告. 北京: 中国环境出版社, 2018. [Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. 2016 China Environmental Quality Report. Beijing: China Environment Press, 2018.]
- [9] Harris L D. The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. University of Chicago Press, Chicago, 1984: 45-82.
- [10] Richard T T. Forman, Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995: 32-76.
- [11] Cook E A. Landscape structure indices for assessing urban ecological networks. Landscape and Urban Planning, 2002, 58 (2/4): 269-280.
- [12] Freemuth J C. Islands under Siege: National Parks and the Politics of External Threats. Lawrence: University Press of Kansas, 1991.
- [13] Collinge S K. Ecological cosequences of habitat fragmentation: Implications for landscape architecture and planning. Landscape and Urban Planning, 1996, 36(1): 59-97.
- [14] Paetkau D, Waits L P, C larkson P L, et al. Variation in genetic diversity across the range of North American brown bears. Conservation Biology, 1998, 12(2): 418-429.
- [15] Wei Fuwen, Nie Yonggang. Advancements of the researches on biodiversity loss mechanisms. Chinese Science Bulletin, 2014, 59(6): 430-437.
- [16] Araujo M B. The coincidence of people and biodiversity in Europe. Global Ecology and Biogeography, 2003, 12, 5-12.
- [17] Evans K L, Greenwood J J D, Gaston K J. The positive correlation between avian species richness and human population density in Britain is not attributable to sampling bias. Global Ecology and Biogeography, 2007, 16, 300-304.
- [18] 文陇英, 李仲芳. 干扰对物种多样性维持机制的影响. 西北师范大学学报, 2006, 12(4): 87-91. [Wen Longying, Li Zhongfang. The effects of disturbance on maintaining mechanism of species diversity. Journal of Northwest Normal University: Natural Science, 2006, 12(4): 87-91.]
- [19] 樊正球, 陈鹭真, 李振基. 人为干扰对生物多样性的影响. 中国生态农业报, 2001, 9(2): 31-34. [Fan Zhengqiu, Chen Luzhen, Li Zhenji. The influence of disturbance by humans on biodiversity. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2001, 9 (2): 31-34.]
- [20] 魏辅文, 聂永刚, 苗海霞, 等. 生物多样性丧失机制研究进展. 科学通报, 2014, 59(6): 430-437. [Wei Fuwen, Nie Yonggang, Miao Haixia, et al. Advancements of the researches on biodiversity loss mechanisms. Chinese Science Bulletin, 2014, 59(6): 430-437.]

- [21] 张洪云, 臧淑英, 张玉红, 等. 人类土地利用活动对自然保护区影响研究: 以黑龙江省为例. 环境科学与技术, 2015, 38(11): 271-276. [Zhang Hongyun, Zang Shuying, Zhang Yuhong, et al. Research on the impact of land use activities on nature reserves: Heilongjiang province as a case. Environmental Science & Technology, 2015, 38(11): 271-276.]
- [22] 赵广华, 田瑜, 唐志尧, 等. 中国国家级陆地自然保护区分布及其与人类活动和自然环境的关系. 生物多样性, 2013, 21(6): 658-65. [Zhao Guanghua, Tian Yu, Tang Zhiyao, et al. Distribution of terrestrial national nature reserves in relation to human activities and natural environments in China. Biodiversity Science, 2013, 21(6): 658-65.]
- [23] 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): 778-790. [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): 778-790.]
- [24] 曹巍, 黄麟, 肖桐, 等. 人类活动对中国国家级自然保护区生态系统的影响. 生态学报, 2019, 39(4): 1338-1350. [Cao Wei, Huang Lin, Xiao Tong, et al. Effects of human activities on the ecosystems of China's national nature reserves. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(4): 1338-1350.]
- [25] Vitousek P M, Mooney H A, Lubchenco J, et al. Human domination of earth's ecosystem. Science, 1995, 277: 94-499.
- [26] 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点区域的扰动. 地理学报, 2014, 69(11): 1640-1650. [Zhao Guosong, Liu Jiuyan, 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.]
- [27] 孙永光, 赵冬至, 吴涛, 等. 河口湿地人为干扰度时空动态及景观响应: 以大洋河口为例. 生态学报, 2012, 32(12): 3645-3655. [Sun Yongguang, Zhao Dongzhi, Wu Tao, et al. Temporal and spatial dynamic changes and landscape pattern response of Hemeroby in Dayang estuary of Liaoning province China. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(12): 3645-3655.]
- [28] Barnosky A D, Hadly E A, Bascompte J, et al. Approaching a state shift in earth's biosphere. Nature, 2012, 486: 52-58.
- [29] 魏建兵, 肖笃宁, 解伏菊. 人类活动对生态环境的影响评价与调控原则. 地理科学进展, 2006, 25(2): 36-45. [Wei Jianbin, Xiao Duning, Xie Fujun. Evaluating and regulation principles for the effects of human activities on ecology and environment. Progress in Geographical Science, 2006, 25(2): 36-45.]
- [30] 陈爱莲, 朱博勤, 陈利顶, 等. 双台河口湿地景观及生态干扰度的动态变化. 应用生态学报, 2010, 21(5): 1120-1128. [Chen Ailian, Zhu Boqin, Chen Lidong, et al. Dynamic changes of landscape pattern and eco-disturbance degree in Shuangtai estuary wetland of Liaoning province, Chinese. Journal of Applied Ecology, 2010, 21(5): 1120-1128.]
- [31] 栾晓峰, 刁研, 陈晨, 等. 东北自然保护区压力威胁影响因子及趋势. 自然资源学报, 2011, 26(5): 726-732. [Luan Xiaofeng, Di Yan, Chen Chen, et al. Preliminary assessment on pressure and threat of protected area in Northeast. China Journal of Natural Resources, 2011, 26(5): 726-732.]
- [32] 张莹莹, 蔡晓斌, 杨超, 等. 1974—2017年洪湖湿地自然保护区景观格局演变及驱动力分析. 湖泊科学, 2019, 31(1): 173-184. [Zhang Yingying, Cai Xiaobin, Yang Chao, et al. Driving force analysis of landscape pattern changes in Honghu wetland nature reserve in recent 40 years. Journal of Lake Sciences, 2019, 31(1): 173-184.]
- [33] 刘晓龙, 徐瑞, 付卓, 等. 基于多源遥感数据的纳板河国家级自然保护区人类活动用地监测. 农业工程学报, 2018, 34(19): 266-275. [Liu Xiaolong, Xu Rui, Fu Zhuo, et al. Monitoring land use for human activities in Nabanhe national nature reserve based on multi-source remote sensing data. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, 34(19): 266-275.]
- [34] 刘晓曼, 王桥, 庄大方, 等. 湿地变化对双台河口自然保护区服务功能的影响. 中国环境科学, 2013, 33(12): 2208-2214. [Liu Xiaoman, Wang Qiao, Zhuang Dafang, et al. Impacts of wetland change on ecosystem services value of Shuangtaihekou nature reserve. China Environmental Science, 2013, 33(12): 2208-2214.]
- [35] 刘晓曼, 庄大方, 屈冉, 等. 基于遥感数据的1989—2009年拉鲁湿地变化研究. 湿地科学, 2013, 11(4): 433-437. [Liu Xiaoman, Zhuang Dafang, Qu Ran, et al. Change of Laru wetland from 1989 to 2009 based on remote sensing data. Wetland Science, 2013, 11(4): 433-437.]
- [36] 陈盼, 唐亚, 乔雪, 等. 山地灾害和人类活动干扰下九寨沟下季节海的沉积变化. 山地学报, 2011, 29(5): 534-542. [Chen Pan, Tang Ya, Qiao Xue, et al. Environmental change revealed by lake sedimentation in Jiuzhaigou national reserve, Sichuan, China. Journal of Mountain, 2011, 29(5): 534-542.]
- [37] 李义明, 廖明尧, 喻杰, 等. 社群大小的年变化、气候和人类活动对神农架自然保护区川金丝猴日移动距离的影响. 生物多样性, 2005, 13(5): 432-438. [Li Yiming, Liao Mingyao, Yu Jie, et al. Effects of annual change in group size, human disturbances and weather on daily travel distance of a group in Sichuan snub-nosed monkey in Shennongjia nature reserve, China. Biodiversity Science, 2005, 13(5): 432-438.]
- [38] 崔文连, 刘杰, 刘善伟, 等. 崂山自然保护区人类活动遥感监测与评价. 海洋科学, 2015, 39(2): 118-121. [Cui Wenlian, Liu Jie, Liu Shanwei, et al. Monitoring and assessment of human activities in Laoshan nature reserve by satellite

remote sensing. *Marine Science*, 2015, 39(2): 118-121.]

- [39] 杜永明, 秦其明. 不同分辨率对遥感影像中识别人造地物的影响. *遥感技术与应用*, 2001, 16(4): 214-217. [Du Yongming, Qin Qiming, The effect of different resolution remote sensing images in identifying artificial objects. *Remote Sensing Technology and Application*, 2001, 16(4): 214-217.]
- [40] 刘晓曼, 李静, 刘玉平, 等. 自然保护区人类活动天地一体化监管与评价技术体系. *中国环境科学*, 2016, 36(10): 3135-3142. [Liu Xiaoman, Li Jing, Liu Yuping, et al. Method for supervising and assessing of human activities in nature reserve based on sky and earth. *China Environmental Science*, 2016, 36(10): 3135-3142.]
- [41] 中华人民共和国生态环境部. https://www.mee.gov.cn/ywgz/zrstbh/zrbhdjg/201909/t20190925_735465.shtml, 2019-05-31. [Ministry of Ecology and Environment of the PRC. https://www.mee.gov.cn/ywgz/zrstbh/zrbhdjg/201909/t20190925_735465.shtml, 2019-05-31.]

Characteristics of human activities and the spatio-temporal changes of national nature reserves in China

LIU Xiaoman, FU Zhuo, WEN Ruihong, JIN Chuanping, WANG Xuefeng,
WANG Chao, XIAO Rulin, HOU Peng

(Ministry of Ecology and Environment Center for Satellite Application on Ecology
and Environment, Beijing 100094, China)

Abstract: Nature reserves are the core area for biodiversity conservation. National nature reserves are the main body of nature reserves in China. According to characteristic of each type of human activity, the patches of different human activities of 446 national nature reserves in 2015 and their change from 2013 to 2015 were interpreted with the aid of GIS and RS. Status of the distribution of human activities and their change are generally analyzed in different functional zones and different regions in China. Also according to different types of human activities, the intensity and characteristics of dynamic change of human activities are evaluated from 2013 to 2015. The results showed that in 2015, there were different kinds of human activities in 446 national nature reserves. Human activities were widely distributed, and agricultural land and residential areas were dominant. The area of the two types covered more than 88.94% of the total of human activities. And the number exceeded 77.67% of the total. In China, 66.59% of national nature reserves had new or expanded human activities from 2013 to 2015, and the amount of human activities increased by 2.45%. Compared with agricultural land and residential areas, the increase trend is more pronounced of the development or construction activities. From 2013 to 2015, the number of national nature reserves where human activities had no change covered 33.41% of the total number of national nature reserves in China, those with little change covered 45.06%, and those with and significant change covered only 21.53%. From the perspective of spatial distribution, the overall human activity in the national nature reserves of eastern China is greater than that of central and western parts of the country. The intensity of human activities in coastal and riverside national nature reserves is relatively strong.

Keywords: national nature reserve; human activities; spatio-temporal change; China