

我国自然保护区两栖动物的分布格局研究

陈伟, 侯思宇, 彭丽清, 周治成, 文琳 (绵阳师范学院生态安全与保护四川省重点实验室, 四川绵阳 621000)

摘要 [目的] 了解我国两栖动物资源的分布状况。[方法] 基于 49 个自然保护区两栖动物的调查数据, 研究了我国自然保护区两栖动物的分布规律。使用一般线性模型分析了保护区面积、平均海拔、平均纬度、年平均气温和年平均降雨量 5 个环境因子对我国两栖动物分布的影响。[结果] 保护区的平均海拔对我国两栖动物科、属、种的数量分布均没有明显影响; 保护区面积除了对两栖动物科水平的分布有影响外, 并不影响两栖动物属、种水平的分布; 但纬度能影响两栖动物科、属、种水平的分布规律。另外, 两栖动物科、属、种水平的分布也受年平均降雨量的影响, 但其并未受年平均气温的影响。[结论] 研究结果可为我国两栖动物的保护和管理政策的制订提供理论依据。

关键词 两栖动物; 自然保护区; 分布; 环境因子
中图分类号 S 759.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)19-0088-05

Study on the Distribution Pattern of Amphibians in Nature Reserves of China
CHEN Wei, HOU Si-yu, PENG Li-qing et al (Ecological Security and Protection Key Laboratory of Sichuan Province, Mianyang Normal University, Mianyang, Sichuan 621000)
Abstract [Objective] To understand the distribution of amphibians resources. [Method] Based on the survey data of amphibians in 49 nature reserves of China, the distribution laws of amphibians in nature reserves of China were studied. Using general linear model (GLM), the effects of area, average altitude and average latitude, annual average air temperature and annual average rainfall of nature reserves on the number of family, genus and species of amphibians in China were analyzed. [Result] The average altitude of nature reserves had no obvious effect on the number distribution of family, genus and species of amphibians in China. Except area of nature reserves had influences on the family distribution of amphibians, but it didn't influence the genus and species distribution of amphibians. The latitude had influences on the distribution laws of family, genus and species of amphibians. The distribution of family, genus and species of amphibians was influenced by annual average rainfall, but it wasn't influenced by annual average air temperature. [Conclusion] The research could provide theoretical basis for making conservation and management plans of amphibians in China.
Key words Amphibians; Nature reserves; Distribution; Environmental factors

物种分布格局的研究是亲缘地理系统学研究的热点之一, 了解物种的空间分布对于制定物种的保护策略非常重要^[1-2]。目前, 国内学者对兽类、鸟类、两栖类、爬行类以及昆虫等区域性生物多样性及分布格局的研究报道很多^[3-58]。但从大尺度来研究我国两栖动物类群分布格局的研究相对较少^[3]。目前, 从保护区角度研究两栖动物的分布规律鲜见报道。为了解我国自然保护区中两栖动物的分布格局及其影响因素, 基于已公开发表的各保护区两栖动物资源的分布数据, 笔者探讨了自然保护区的面积、平均海拔、平均纬度、年均气温和年均降雨量对我国两栖动物分布格局的影响。

1 材料与方法

1.1 数据的收集 根据纬度和海拔的不同, 随机选取 49 个自然保护区。根据已报道的这些自然保护区两栖动物资源分布的相关文献(图 1), 分析自然保护区的面积、平均纬度、平均海拔、年均气温和年均降雨量对我国两栖动物科、属、种分布的影响。

1.2 数据分析 使用一般线性模型(general linear model, GLM)分析保护区面积、平均纬度、平均海拔、年均气温和年均降雨量对两栖动物科、属、种的数目的影响。为了使数据尽可能符合正态分布, 对试验数据进行了对数转化。

2 结果与分析

49 个自然保护区两栖动物资源的分布见表 1。

基金项目 四川省杰出青年基金项目(2016JQ0038); 四川省教育厅重点项目(18ZA0255)

作者简介 陈伟(1976—), 男, 四川安岳人, 副研究员, 博士, 从事两栖动物的适应与进化研究。

收稿日期 2018-04-16

2.1 两栖动物科数与保护区面积、平均海拔和平均纬度的关系 由表 2 可知, 保护区的平均海拔对两栖动物科水平的分布影响并不明显($P>0.05$); 但两栖动物的科数与保护区面积($P<0.05$)以及平均纬度存在显著相关($P<0.05$)。

2.2 两栖动物属数与保护区面积、平均海拔和平均纬度的相关性分析 由表 3 可知, 保护区面积和平均海拔对两栖动物属水平的分布影响并不明显($P>0.05$); 但两栖动物的属数与平均纬度存在显著相关($P<0.05$), 即随纬度的增加, 自然保护区内两栖动物属数相应减少。

2.3 两栖动物种数与保护区面积、平均海拔和平均纬度的相关性分析 由表 4 可知, 保护区面积和平均海拔对两栖动物种数的影响并不明显($P>0.05$); 但两栖动物的种数与平均纬度存在极显著相关($P<0.01$), 即随纬度的增加, 自然保护区内两栖动物种数相应减少。

2.4 气候条件对两栖动物科、属、种数的影响 由表 5 可知, 年均降雨量对两栖动物科、属、种的分布均有极显著影响($P<0.01$); 年均气温对两栖动物科、属和种数的影响均不显著($P>0.05$)。

3 结论与讨论

该研究结果表明, 保护区平均海拔对我国两栖动物科、属、种的数量分布没有明显影响; 保护区面积除了对科的数量有影响外, 其并不影响两栖动物的分布; 但保护区纬度能显著影响两栖动物的科、属、种数的分布规律。两栖动物的分布受纬度的影响, 即随纬度的增加, 两栖动物科、属、种的数量均相应减少。另外, 两栖动物科、属、种的分布也受年均降雨量的影响。

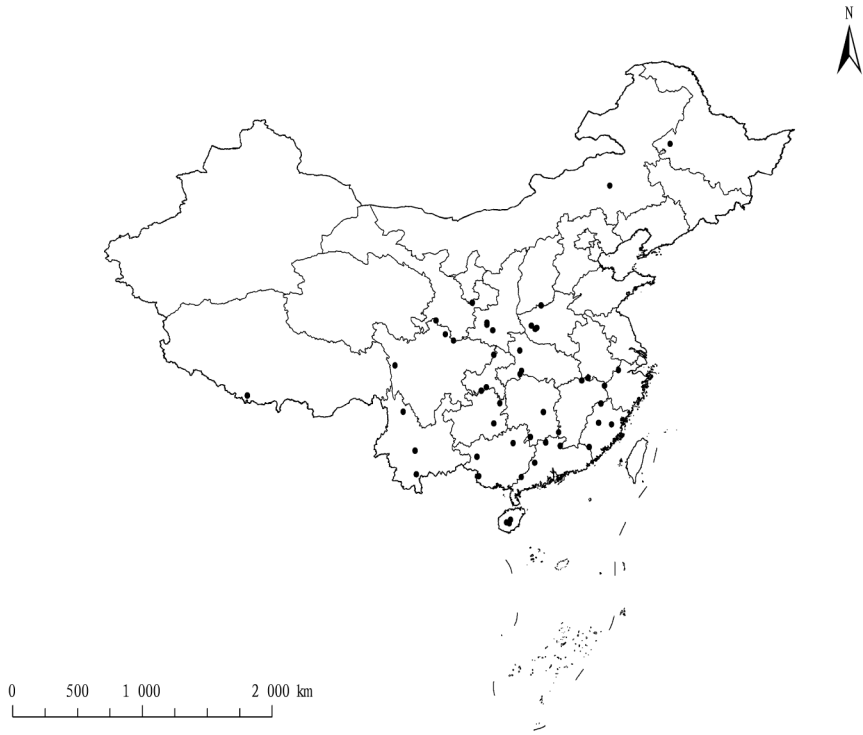


图 1 49 个自然保护区在我国的分布
Fig.1 Distribution of 49 nature reserves in China

表 1 49 个自然保护区的环境因子和两栖动物资源分布状况

Table 1 The environmental factors of 49 nature reserves and the distribution of amphibians resources

序号 No.	保护区名称 Name of nature reserves	面积 Area km ²	平均海拔 Average altitude m	平均纬度 Average latitude//°	年均降雨量 Annual average rainfall mm	年均气温 Annual average air temperature ℃	科数 Family number	属数 Genus number	种数 Species number	参考文献 References
1	九寨沟国家级自然保护区	651	3 380	33.09	782	7.3	4	—	6	[4]
2	若尔盖铁布自然保护区	200	3 150	29.12	650	6.7	4	6	6	[5]
3	海南鹦哥岭自然保护区	500	996	18.98	—	—	7	23	39	[6]
4	广西百东河自然保护区	416	400	23.92	1 100	22.0	5	8	17	[7]
5	哀牢山自然保护区	504	1 750	24.27	—	—	8	16	26	[8]
6	莱阳河省级自然保护区	142	1 344	22.58	1 548	17.7	6	18	39	[9]
7	内蒙古赛罕乌拉国家级自然保护区	1 004	1 324	44.22	400	—	2	—	3	[10]
8	大沙河自然保护区	269	1 250	29.11	1 280	11.8	8	15	27	[11]
9	贵州柏箐喀斯特森林自然保护区	42	1 714	28.86	1 352	—	7	10	13	[12]
10	浙江龙王山自然保护区	12	1 174	30.38	1 647	—	8	15	20	[13]
11	蟒河国家自然保护区	56	1 046	35.25	665	14.0	3	4	4	[14]
12	陕西太白山国家级自然保护区	563	2 414	33.96	—	—	6	—	11	[15]
13	广东省车八岭国家级自然保护区	75	793	24.72	1 468	19.6	8	19	26	[16]
14	扎龙自然保护区	2 100	143	47.35	429	3.2	3	—	4	[17]
15	福建雄江黄楮林自然保护区	125	300	26.31	1 650	19.7	7	—	30	[18]
16	黑石顶自然保护区	40	425	23.45	1 744	19.6	7	11	21	[19]
17	江西武夷山国家级自然保护区	160	1 200	27.90	2 583	14.2	9	22	29	[20]
18	都庞岭自然保护区	200	1 200	25.38	1 800	15.8	8	12	31	[21]
19	云南哈巴雪山自然保护区	219	3 473	27.29	738	14.5	5	8	12	[22]
20	珠穆朗玛峰国家级自然保护区	32 681	5 139	28.50	—	—	3	6	9	[23]
21	六盘山国家级自然保护区	670	—	35.47	676	5.8	3	4	5	[24]
22	梵净山国家级自然保护区	419	1 536	27.93	1 850	11.5	9	21	42	[25]

接下表

续表 1

序号 No.	保护区名称 Name of nature reserves	面积 Area km ²	平均海拔 Average altitude m	平均纬度 Average latitude//°	年均降雨量 Annual average rainfall mm	年均气温 Annual average air temperature ℃	科数 Family number	属数 Genus number	种数 Species number	参考文献 References
23	花萼山国家级自然保护区	482	1 580	31.56	—	—	9	—	27	[26]
24	湖南莽山国家级自然保护区	198	1 151	24.97	1 950	17.2	7	—	36	[27]
25	海南黎母山自然保护区	128	786	19.18	2 343	23.1	5	13	25	[28]
26	江西桃红岭梅花鹿国家级自然保护区	125	450	29.80	1 300	16.5	3	—	19	[29]
27	陕西黄柏塬自然保护区	218	2 200	33.80	—	—	7	11	15	[30]
28	广东丰溪自然保护区	10 000	650	24.63	—	—	6	—	21	[31]
29	贵州雷公山自然保护区	473	—	26.39	—	—	8	19	36	[32]
30	湖北崩尖子自然保护区	133	1 230	30.33	1 380	—	10	—	36	[33]
31	湖南黄桑国家级自然保护区	126	1 196	24.93	1 421	15.7	9	—	31	[34]
32	广西天堂山自然保护区	288	887	22.38	2 193	18.8	7	16	25	[35]
33	陕西天华山国家自然保护区	255	1 598	33.39	921	—	5	6	8	[36]
34	浙江省古田山国家级自然保护区	14	852	29.23	1 964	15.3	7	—	17	[37]
35	广东省车八岭国家级自然保护区	75	793	24.72	1 468	19.6	8	19	26	[38]
36	南召宝天曼国家级自然保护区	9 406	—	33.56	—	—	3	6	7	[39]
37	五指山保护区	134	934	18.90	2 398	21.3	5	11	23	[40]
38	河南内乡宝天曼国家级自然保护区	232	—	33.48	—	—	5	10	11	[41]
39	广西弄岗国家级自然保护区	101	450	22.44	1 350	22.0	6	14	27	[42]
40	河南省老君山自然保护区	27	1 500	33.73	—	—	6	8	8	[43]
41	南岳衡山国家级自然保护区	120	685	27.26	1 641	—	8	—	23	[44]
42	湖北房县野人谷自然保护区	369	1 363	31.88	955	12.4	8	—	25	[45]
43	湖北后河国家级自然保护区	103	137	30.09	1 814	11.5	9	—	29	[46]
44	江西齐云山自然保护区	189	—	25.73	1 750	17.0	7	—	24	[47]
45	江西庐山自然保护区	305	—	29.61	1 300	16.7	8	—	24	[48]
46	四川察青松多自然保护区	800	4 600	30.76	—	—	4	—	5	[49]
47	四川唐家河自然保护区	400	2 557	32.61	—	—	7	10	18	[50]
48	黑石顶自然保护区	40	425	23.45	—	—	7	11	21	[19]
49	福建三明罗卜岩保护区	327	643	26.44	1 675	16.2	6	—	17	[51]

表 2 两栖动物的科数与保护区面积、平均海拔和平均纬度的相关性分析

Table 2 The correlation analysis between the family number of amphibian and area,average altitude and average latitude of nature reserves					
因变量 Dependent variables	$B(\bar{x}\pm SE)$	t 值 t value	P 值 P value	95% 置信区间 95% confidence interval	
				下限 Lower limit	上限 Upper limit
面积 Area	-0.088±0.035	-2.485	0.017	-0.160	-0.016
平均海拔 Average altitude	0.058±0.072	0.812	0.422	-0.087	0.204
平均纬度 Average latitude	-0.698±0.263	-2.651	0.012	-1.231	-0.166

表 3 两栖动物的属数与保护区面积、平均海拔和平均纬度的相关性分析

Table 3 The correlation analysis between the genus number of amphibian and area,average altitude and average latitude of nature reserves					
因变量 Dependent variables	$B(\bar{x}\pm SE)$	t 值 t value	P 值 P value	95% 置信区间 95% confidence interval	
				下限 Lower limit	上限 Upper limit
面积 Area	-0.068±0.071	-0.960	0.347	-0.216	0.079
平均海拔 Average altitude	0.101±0.190	0.529	0.602	-0.294	0.495
平均纬度 Average latitude	-1.531±0.573	-2.672	0.014	-2.720	-0.343

表 4 两栖动物种数与保护区面积、平均海拔和平均纬度的相关性分析

Table 4 The correlation analysis between the species number of amphibian and area,average altitude and average latitude of nature reserves					
因变量 Dependent variables	$B(\bar{x}\pm SE)$	t 值 t value	P 值 P value	95% 置信区间 95% confidence interval	
				下限 Lower limit	上限 Upper limit
面积 Area	-0.051±0.054	-0.948	0.349	-0.159	0.058
平均海拔 Average altitude	-0.065±0.109	-0.597	0.554	-0.284	0.155
平均纬度 Average latitude	-2.348±0.398	-5.903	0.000	-3.153	-1.544

表 5 保护区气候条件对保护区两栖动物科、属、种数的影响

Table 5 The influences of climate conditions on the number of family, genus and species of amphibian in nature reserves						
因变量 Dependent variables	自变量 Independent variables	$B(\bar{x}\pm SE)$	t 值 t value	P 值 P value	95% 置信区间 95% confidence interval	
					下限 Lower limit	上限 Upper limit
科数 Family number	年均气温	-0.032±0.170	-0.186	0.854	-0.382	0.318
	年均降雨量	0.560±0.169	3.313	0.003	0.212	0.907
属数 Genus number	年均气温	0.041±0.275	0.150	0.883	-0.548	0.630
	年均降雨量	0.894±0.236	3.784	0.002	0.387	1.401
种数 Species number	年均气温	0.319±0.232	1.373	0.182	-0.159	0.796
	年均降雨量	1.018±0.230	4.419	0.000	0.544	1.491

保护区平均海拔是影响两栖动物生活史的重要参数之一。不同海拔保护区的生境、气温、氧气浓度和紫外线强度存在差异,而植物和昆虫的群落结构也表现出较大的海拔差异性^[55]。Araujo 等^[59]研究表明海拔能影响很多两栖动物的生活史参数(如繁殖期、胚胎的生长发育,甚至两栖动物的变态和寿命等)。该研究结果表明两栖动物的分布和保护区的平均海拔没有明显的相关性,与 Araújo 等^[59]研究结果不一致。这可能是由于各保护区的海拔垂直差异很大,从而导致海拔对两栖物种的分布影响不明显,另外也可能是由于高海拔自然保护区关于两栖动物分布情况的文献资料较少,所以收集到的高海拔地区两栖动物的分布数据较少。关于海拔对保护区两栖动物分布的具体影响还有待进一步研究。

在较热的低纬度地区动植物种类较多,这是一个普遍的物种分布模式^[56]。该研究发现在低纬度地区两栖动物科、属、种的分布数量均较多,这与 Wiens^[58]的研究结果相一致。低纬度海拔地区有更多两栖动物种类分布,可能是由于低纬度地区生境多样性更高,生态系统结构更为复杂,气候条件更适宜两栖动物的生存。这种模式可能是由于在低纬度地区两栖动物有较高的物种形成率,而在高纬度的温带地区或寒冷地区物种灭绝率较高^[57-58]。

两栖动物科、属、种的分布可能取决于自然气候条件^[3,58]。该研究结果发现各保护区两栖动物的分布与降雨量有关,这可能与两栖动物皮肤保水机制的不完善性有关,因此必须生活在潮湿的陆地环境或淡水多的区域,因此降雨量在很大程度上决定了一个地区水生环境的可持续性。

笔者选择对保护区中两栖分布数据的挖掘,主要是因为国家不断的人力、物力和财力的投入中,我国自然保护区得到了巨大的发展。通过与高校、科研院所的科研合作,很多保护区公开发表了保护区内动植物本底资源的数据,为我国自然保护区资源数据的深入挖掘提供了参考。该研究从保护区面积、海拔、纬度、气温和降雨等方面研究了我国自然保护区两栖动物的分布,但尚未考虑人类干扰、旅游开发、物种进化历史等因素对现有两栖动物分布的影响^[1-2,58]。在今后大数据挖掘过程中应充分考虑这些因素的影响,从而阐述我国保护区两栖动物的分布格局。

参考文献

[1] FU C Z, HUA X, LI J, et al. Elevational patterns of frog species richness and endemic richness in the Hengduan Mountains, China: Geometric constraints, area and climate effects[J]. *Ecography*, 2006, 29(6): 919-927.
[2] LAMOREUX J F, MORRISON J C, RICKETTS T H, et al. Global tests of

biodiversity concordance and the importance of endemism[J]. *Nature*, 2006, 440: 212-214.
[3] LUO Z H, WEI S C, ZHANG W, et al. Amphibian biodiversity congruence and conservation priorities in China: Integrating species richness, endemism, and threat patterns[J]. *Biological conservation*, 2015, 191: 650-658.
[4] 李成, 孙治宇, 蔡永寿, 等. 九寨沟自然保护区的两栖爬行动物调查[J]. *动物学杂志*, 2004, 39(2): 74-77.
[5] 郭延蜀. 铁布自然保护区的鱼类、两栖类和爬行类[J]. *四川师范学院学报(自然科学版)*, 2002, 21(4): 318-320.
[6] 刘惠宁, 陈辈乐. 海南鹦哥岭自然保护区两栖动物区系及属种海南新记录[J]. *动物学杂志*, 2012, 47(1): 51-61.
[7] 曾小颢, 苏仕林. 广西百东河自然保护区两栖爬行动物资源调查[J]. *四川动物*, 2008, 27(6): 1169-1171.
[8] 李华恩, 利思敏, 黄菊清. 哀牢山自然保护区两栖爬行动物调查[J]. *云南师范大学学报(自然科学版)*, 1985(4): 10-18.
[9] 张俊波, 梁冰峰, 饶定齐, 等. 莱阳河自然保护区两栖爬行动物调查报告[J]. *云南林业科技*, 2002(2): 51-55.
[10] 袁梨, 戴魁, 鲍伟东, 等. 内蒙古赛罕乌拉国家级自然保护区两栖爬行动物调查[J]. *四川动物*, 2009, 28(2): 283-285.
[11] 徐宁, 黄江发, 魏刚, 等. 大沙河自然保护区两栖动物研究[J]. *遵义医学院学报*, 2005, 28(6): 505-510.
[12] 戴诗贵, 张景涿, 江亚猛, 等. 贵州柏箐喀斯特森林自然保护区两栖爬行动物多样性研究[J]. *贵州科学*, 2010, 28(1): 72-75.
[13] 朱曦, 朱凌溪, 肖志成, 等. 浙江龙王山自然保护区两栖爬行动物初步调查[J]. *浙江林学院学报*, 2005, 22(4): 420-423.
[14] 白海艳, 铁军. 蟒河自然保护区两栖爬行动物[J]. *长治学院学报*, 2005, 22(5): 8-10.
[15] 马勇, 马亦生, 巩会生, 等. 陕西太白山国家级自然保护区两栖爬行动物的初步调查[J]. *四川动物*, 2006, 25(2): 277-280.
[16] 饶纪腾, 遇宝成, 罗键, 等. 广东省车八岭国家级自然保护区两栖爬行动物资源调查[J]. *四川动物*, 2013, 32(1): 131-136.
[17] 杨家骥, 何佩宏, 殷连贵. 扎龙自然保护区两栖类的调查[J]. *齐齐哈尔师范学院学报(自然科学版)*, 1987(1): 62-66.
[18] 黄永辉. 福建雄江黄楮林自然保护区两栖动物研究[J]. *福建林业科技*, 2011, 38(3): 58-61.
[19] 常弘, 王英永, 林术, 等. 黑石顶自然保护区两栖动物资源和区系特征的研究[J]. *生态科学*, 1997, 16(1): 40-44.
[20] 王同亮, 程林, 兰文军, 等. 江西武夷山国家级自然保护区两栖动物多样性及海拔分布特点[J]. *生态学杂志*, 2015, 34(7): 2009-2014.
[21] 杨道德, 马建章, 李去惑, 等. 都庞岭两栖动物生态学调查及多样性分析[J]. *中南林学院学报*, 2001, 21(3): 65-69.
[22] 陶晶. 云南哈巴雪山自然保护区生物多样性及保护研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2010: 79-82.
[23] 潘虎君, 杨道德, 覃海华, 等. 珠穆朗玛峰国家级自然保护区两栖爬行动物多样性及区系[J]. *生物多样性*, 2013, 21(5): 610-615.
[24] 龚大洁, 孙呈祥, 郑智, 等. 六盘山国家级自然保护区两栖动物资源调查及区系分析[J]. *西北师范大学学报(自然科学版)*, 2014, 50(1): 98-103.
[25] 吕敬才, 李仕泽, 牛克锋, 等. 梵净山国家级自然保护区两栖动物多样性及区系组成[J]. *贵州农业科学*, 2017, 45(1): 148-152.
[26] 苏岩, 罗键, 甘小平, 等. 花萼山国家级自然保护区两栖动物调查与评价[J]. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 2016, 41(5): 92-98.
[27] 傅祺, 杨道德, 费冬波, 等. 湖南莽山国家级自然保护区两栖动物资源调查与分析[J]. *动物学杂志*, 2012, 47(4): 62-67.
[28] 王力军, 洪美玲, 汪继超, 等. 海南黎母山自然保护区两栖动物多样性及区系特征[J]. *动物学杂志*, 2004, 39(6): 54-57.
[29] 杨道德, 熊建利, 蒋志月, 等. 江西桃红岭梅花鹿国家级自然保护区两栖动物资源调查[J]. *动物学杂志*, 2007, 42(6): 79-84.

- [30] 郑雪莉,卜书海,冯学运,等.陕西黄柏塬自然保护区两栖动物多样性[J].西北林学院学报,2011,26(5):157-160.
- [31] 熊剑利,杨道德,冯斌,等.广东丰溪自然保护区两栖动物区系和多样性研究[J].中南林学院学报,2005,25(1):66-69.
- [32] 陈继军,张旋,杨绍军,等.贵州雷公山自然保护区两栖动物调查报告[J].四川动物,2007,26(4):825-830.
- [33] 田凯,汪正祥,雷耘,等.湖北崩尖子自然保护区两栖爬行动物多样性研究[J].四川动物,2016,35(3):452-458.
- [34] 吴炳贤,杨道德,刘应志,等.湖南黄桑国家级自然保护区两栖爬行动物多样性及区系分析[J].四川动物,2016,35(4):601-607.
- [35] 阮桂文,贝永建.广西天堂山自然保护区两栖爬行动物资源调查[J].湖北农业科学,2014,53(5):1113-1116.
- [36] 贺亚东,杜选长.陕西天华山自然保护区两栖爬行动物区系特性和分布[J].陕西林业科技,2013(5):13-15,38.
- [37] 方小斌,周奕琳,杨璐伊,等.浙江省古田山国家级自然保护区两栖爬行动物资源现状[J].四川动物,2013,32(1):125-130.
- [38] 饶纪赞,遇宝成,罗键,等.广东省车八岭国家级自然保护区两栖爬行动物资源调查[J].四川动物,2013,32(1):131-136.
- [39] 郭琳,陈晓萍,石灵,等.南召宝天曼国家级自然保护区两栖动物多样性与保护[J].湖北农业科学,2012,51(7):1413-1415.
- [40] 曲江勇.五指山保护区两栖动物多样性调查及区系特征[J].琼州学院学报,2012,19(5):46-49.
- [41] 石灵,范念斯,高逃,等.河南内乡宝天曼国家级自然保护区两栖动物多样性及保护[J].河南师范大学学报(自然科学版),2011,39(2):138-140.
- [42] 杨岗,李东,余辰星,等.广西弄岗国家级自然保护区两栖爬行动物资源[J].动物学杂志,2011,46(4):47-52.
- [43] 李磊,张建设,陈晓虹,等.河南省老君山自然保护区两栖动物多样性与保护[J].四川动物,2010,29(1):134-136.
- [44] 李祖实,莫吉伟,谷颖乐,等.南岳衡山国家级自然保护区两栖爬行动物资源调查与分析[J].湖南林业科技,2010,37(1):20-23.
- [45] 刘卉,艾欢,任爽,等.湖北房县野人谷自然保护区两栖爬行动物多样性调查[J].四川动物,2010,29(5):560-564.
- [46] 戴宗兴,郑志章,龚仁琥,等.湖北后河国家级自然保护区两栖爬行动物资源调查[J].动物学杂志,2009,44(6):48-53.
- [47] 杨道德,刘松,费冬波,等.江西齐云山自然保护区两栖爬行动物资源调查与区系分析[J].动物学杂志,2008,43(6):68-76.
- [48] 杨道德,谷颖乐,刘松,等.江西庐山自然保护区两栖动物资源调查与评价[J].四川动物,2007,26(2):362-365.
- [49] 李成,孙治宇.四川察青松多自然保护区的两栖动物[J].四川动物,2002,21(3):181-182.
- [50] 谌利民,高正发,欧维富,等.四川唐家河自然保护区两栖爬行动物调查报告[J].四川动物,1999,18(3):132-134.
- [51] 林向东.福建三明罗卜岩保护区两栖爬行动物调查与区系分析[J].福建林业科技,2004,31(4):33-35.
- [52] 赵洪峰.岷江上游典型退化生态系统鸟类物种多样性初步探究[D].西安:陕西师范大学,2002:21-30.
- [53] 丁晶晶,刘定震,李春旺,等.中国大陆鸟类和兽类物种多样性的空间变异[J].生态学报,2012,32(2):343-350.
- [54] 臧颖惠,龚正达.中国湿地昆虫生物多样性的研究概况[C]//云南省昆虫学会会议论文集.昆明:云南省昆虫学会,2009:296-304.
- [55] 荣亮.上海市崇明岛昆虫多样性初步研究[D].上海:华东师范大学,2009:42-48.
- [56] TU F Y, TANG M K, LIU Y, et al. Fauna and species diversity of small mammals in Jiajin Mountains, Sichuan Province, China[J]. Acta theriologica sinica, 2012, 32(4):287-296.
- [57] GRYNES J A, VETAAS O R. Species richness and altitude: A comparison between null models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal gradient, Nepal[J]. American naturalist, 2002, 159(3):294-304.
- [58] WIENS J J. Global patterns of diversification and species richness in Amphibians[J]. American naturalist, 2007, 170(S2):86-106.
- [59] ARAÚJO M B, PEARSON R G. Equilibrium of species distributions with climate[J]. Ecography, 2005, 28(5):693-695.

(上接第 66 页)

存在确实把较为肥沃作物产量较高的土地划为基本农田,但也存在将类似丘陵、易旱易涝等不适合作为基本农田的地块划入其中的情况,用统一的基本农田划定数量来要求全部的地区是不科学的,在一定程度上也致使基本农田的保护往往有名无实。具体划定过程中人为因素影响较大,基本农田首先是耕地,但耕地不可能全部是基本农田,决策层一般给出发展战略导向,具体划定时由于笼统的战略导向缺乏工程化具体步骤支持,在保证数量的前提下,空间定位选择随意性较大。草率划定使区域发展短期内的部分利益可以有效满足,但对区域的可持续发展不利。深入挖掘遥感数据的潜在信息,利用时序遥感数据蕴藏的物候信息、NDVI 及其他植被指数与土地利用的关联信息等,制定土地质量客观性衡量指标与工程性步骤化优化方法,为后续提升基本农田保护质量、建设高层级的高标准农田区提供参考。

参考文献

- [1] CHANG K, YING Y H. External benefits of preserving agricultural land: Taiwan's rice fields[J]. The social science journal, 2005, 42(2):285-293.
- [2] LICHTEBERG E, DING C G. Assessing farmland protection policy in China[J]. Land use policy, 2008, 25(1):59-68.
- [3] BRYANT C R, RUSSWURM L H. North American farmland protection strategies in retrospect[J]. Geojournal, 1982, 6(6):501-511.
- [4] PIERCE J T, FURUSETH O J. Farmland protection planning in British Columbia[J]. Geojournal, 1982, 6(6):555-560.
- [5] FAZAL S. The need for preserving farmland: A case study from a predominantly agrarian economy (India)[J]. Landscape and urban planning, 2001, 55(1):1-13.
- [6] STOBBE T E, EAGLE A J, COTTELEER G, et al. Farmland preservation verdicts—rezoning agricultural land in British Columbia[J]. Canadian journal of agricultural economics, 2011, 59(4):555-572.
- [7] MARTELOZZO F, RAMANKUTTY N, HALL R J, et al. Urbanization and the loss of prime farmland: A case study in the Calgary-Edmonton corridor of Alberta[J]. Regional environmental change, 2015, 15(5):881-893.
- [8] CHENG L, JIANG P H, CHEN W, et al. Farmland protection policies and rapid urbanization in China: A case study for Changzhou City[J]. Land use policy, 2015, 48:552-566.
- [9] 聂艳,吴西子,于婧,等.基于土地评价和空间聚类的基本农田划定方法研究:以湖北省鹤峰县为例[J].中国土地科学,2013,27(12):39-45.
- [10] 钱凤魁,王秋兵.基于农用地分等和 LESA 方法的基本农田划定[J].水土保持研究,2011,18(3):251-255.
- [11] 边振兴,杨子娇,钱凤魁,等.基于 LESA 体系的高标准基本农田建设时序研究[J].自然资源学报,2016(3):436-446.
- [12] 沈明霞,姬长英,张瑞合.基于小波变换的农田景物边缘检测[J].农业机械学报,2001,32(2):27-29,41.
- [13] 罗辉,张铁中,杨丽.小波变换在农田图像边缘检测中的应用[J].农机化研究,2006(2):157-160.
- [14] LIU X P, LI X, TAN Z Z, et al. Zoning farmland protection under spatial constraints by integrating remote sensing, GIS and artificial immune systems[J]. International journal of geographical information science, 2011, 25(11):1829-1848.
- [15] 乔家君,毛磊.基于 RS、GIS 村域农田数据库设计研究:以河南省吴沟村为例[J].农业系统科学与综合研究,2009,25(3):312-316.
- [16] 卢德彬,涂建军,华娟,等. GIS 技术在永久性基本农田划定中的应用研究[J].农机化研究,2012(4):65-68.
- [17] 涂建军,卢德彬.基于 GIS 与耕地质量组合评价模型划定基本农田整备区[J].农业工程学报,2012,28(2):234-238.
- [18] 董秀茹,尤明英,王秋兵.基于土地评价的基本农田划定方法[J].农业工程学报,2011,27(4):336-339.
- [19] 唐永航,孙世宏,孙健.基于 GIS 的县级基本农田划定数据库建设:以鄞州区为例[J].中国土地科学,2013,27(10):83-87.
- [20] 王晓辉,吴多朋,王铮.基于 GPS 和 GIS 技术的基本农田动态监测研究[J].城市勘测,2013(5):13-15.
- [21] 敖为超,陈一帆,关涛,等. GF-1 卫星数据在永久基本农田非粮化监测中的应用[J].安徽农业科学,2016,44(18):250-255.