•研究报告•

自然保护区物种多样性保护价值评价方法

郭子良^{1,2} 邢韶华¹ 崔国发^{1*}¹ (北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083)² (中国林业科学研究院湿地研究所, 北京 100091)

摘要: 如何客观地确定自然保护区的保护优先性, 为自然保护区的晋级和确定管理类型提供科学依据, 已成为当前亟待解决的问题。本研究通过对已有评价指标和方法的对比、专家咨询、评价指标量化处理, 提出了量化评价自然保护区物种多样性保护价值的方法。此评价方法包括了自然保护区野生植物、野生动物、珍稀濒危野生植物和珍稀濒危野生动物多样性保护价值指数等量化模型。同时我们应用此方法对华北暖温带区域的39个自然保护区和东北温带区域的67个自然保护区的物种多样性保护价值进行了评价。结果表明, 位于华北暖温带区域的河北南大港湿地和辽河源及北京雾灵山, 以及位于东北温带区域的黑龙江镜泊湖、大佳河和翠北湿地等省级自然保护区的物种多样性保护价值较高, 可推荐优先晋级国家级自然保护区。该物种多样性保护价值评价方法能够较好地反映自然保护区之间物种及各类群多样性保护价值的差异, 确定自然保护区保护优先序列。此外自然保护区物种多样性保护价值在不同自然保护地理区和不同类型自然保护区之间存在显著差别。

关键词: 自然保护区; 野生植物; 野生动物; 多样性; 保护价值

A method for assessing species diversity conservation value of nature reserves

Ziliang Guo^{1,2}, Shaohua Xing¹, Guofa Cui^{1*}¹ College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083² Institute of Wetland Research, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091

Abstract: In order to provide a scientific basis for upgrading the level of a nature reserve (NR) and selecting the appropriate management type, the conservation priority of NRs should be identified. How to objectively identify conservation priorities has become a key problem. We propose a mathematical method to comprehensively assess species diversity conservation values by comparing existing evaluation indexes and methods, consulting experts and processing indexes quantitatively. This evaluation method includes the following indices: the wild plant diversity conservation value index; wild animal diversity conservation value index; rare and endangered wild plant diversity conservation value index; and the rare and endangered wild animal diversity conservation value index of a NR. Meanwhile, 39 NRs in North China Warm Temperate Region and 67 NRs in Northeast China Temperate Region were selected as case studies to verify methods, based on species diversity data of the NRs. The evaluation results revealed that some provincial NRs could be recommended for an upgrade to national NRs, due to high species diversity conservation values, including the Nandagang Wetland and Liaohe River Source NRs of Hebei, Wuling Mountain NR of Beijing in the North China Warm Temperate Region, the Jingpo Lake, Dajia River, and Cuibei Wetland NRs of Heilongjiang in the Northeast China Temperate Region. The computation method showed a great advantage in comparing species (various groups) diversity conservation values for different NRs and determining the conservation priority sequence. Moreover, there were significant differences in the species diversity conservation value of NR among different natural conservation geographical areas, and types of NRs.

Key words: nature reserve; wild plant; wild animal; diversity; conservation value

收稿日期: 2016-12-11; 接受日期: 2017-02-07

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201104029)和北京林业大学青年教师科学研究中长期项目(2015ZCQ-BH-02)

*通讯作者 Author for correspondence. E-mail: fa6716@163.com

生物多样性是自然生态系统健康和重要性的主要表现形式(马克平, 1993; Naeem et al, 1994; Tilman et al, 1996)。近些年区域生物多样性丧失的问题越来越严重, 其保护已成为人类共同面临的全球性问题(Abell et al, 2008; Nelson et al, 2009; Rands et al, 2010)。保护生物多样性已成为自然保护区建设的主要目标之一(Butchart et al, 2010; 马建章等, 2012)。截至目前, 全球已经建立了大量的自然保护区, 以期遏制区域野生动植物及其生境丧失的态势(Jenkins & Joppa, 2009)。如何评价这些自然保护区的生物多样性保护价值和保护优先性受到了越来越多的关注。研究人员提出了很多通过样方数据评估物种多样性的指数方法, 一定程度上反映了其保护价值, 包括 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数等(McIntosh, 1967; Whittaker, 1972); 但是这些指数在较大尺度的研究中却难以应用。而且多样性并不能作为评价保护价值的唯一标准, 特有性、分类独特性以及生境代表性等均应该成为评价内容(Clarke & Warwick, 1998; Veríssimo et al, 1998; Brooks et al, 2006; 王兵和宋庆丰, 2012)。“国际重要湿地”(International Important Wetland)、“世界生物圈保护区”(World Biosphere Reserve)等评估中均就区域保护优先性和保护价值的评价指标和要求等进行了描述。欧盟通过生境保护指令(European Commission Habitats Directive)要求按照区域内物种的稀有性、地理分布特征等确定其保护重要性, 作为保护区选址的参考(Gibbs et al, 2007; McGilivray, 2012)。

在我国, 李文华和赵献英(1984)首次提出从典型性、稀有性、自然性、脆弱性等9个方面评价自然保护区的保护价值, 并以此确定自然保护区的管理等级。郑允文等(1994)参考其指标内容, 提出了自然生态系统类和野生生物类自然保护区生态价值的评价方法, 并对自然性、多样性和脆弱性等各项指标进行了分析。而后研究人员基于此方法对我国不同自然保护区的保护价值评价等开展了相关研究(宋秀杰和赵彤润, 1997; 张峥等, 2000; 栾晓峰等, 2002; 戚继忠和张吉春, 2004)。国家级自然保护区的晋级评审中, 采用的《国家级自然保护区评审标准》也应用了相似的评价指标, 并增加了相应的管理指标。

科研人员对保护区保护价值的评价内容和等级划分等进行了很多探讨和实践, 但多停留在定性描述阶段(Humphries et al, 1995; Duelli & Obrist, 2003; Timonen et al, 2011)。主要从生态系统和物种的多样性、濒危性、特有性和独特性等方面评估自然保护区的保护价值, 确定其保护优先性(Prendergast et al, 1993; Ceballos et al, 2008; 张恒庆和张文辉, 2009; Primack 等, 2014)。近些年, 人们提出了多种评价指标体系及其评分标准、数量化评估方法等, 并对其进行了应用验证(Freitag et al, 1997; 李霄宇, 2011; 孙锐等, 2013; 聂宇一, 2014^①)。但不同的评估方法和模型对各个指标的量化赋值方式略有差异, 且多依赖于定性描述和专家打分等(Margules & Pressey, 2000; Margules et al, 2002; 魏永久等, 2014)。因此评价动机和专业背景等的差异可能影响生物多样性评价指标的选择及其赋值(Duelli & Obrist, 2003)。崔国发和孙锐(2014)以自然保护区水鸟的数量, 以及不同水鸟的重要性等为基础, 对湿地自然保护区的保护价值进行了测算和排序, 提出了新的保护价值定量评价途径。本研究通过对已有评价指标和方法的对比, 综合可靠性、可获得性等因素, 提出了一种量化的自然保护区物种多样性保护价值评价方法, 并进行了案例分析。

1 评价方法

1.1 评价指标的选择

物种多样性保护价值指生物多样性在物种层次所表现的保护优先性。目前对自然保护区内物种的保护价值评价指标很多, 但侧重点各有不同, 主要集中在物种的珍稀濒危特征、地理分布特征和保护等级等方面。在经过多次讨论和咨询12位野生动植物和自然保护区管理方面专家的基础上, 本文利用濒危性、特有性、保护等级和多样性(通过物种种类变化反映)等来量化评价自然保护区物种多样性的保护价值。

首先对野生动植物的濒危性、特有性和保护等级3个指标进行量化, 得到其保护重要值(表1, 表2)。其中, 濒危性指物种濒临灭绝风险等级; 特有性指物种在地理分布上的特有程度及特有等级; 保护等级指物种在我国受法律保护等级。然后根据自然

① 聂宇一 (2014) 江西省森林生态类型自然保护区保护价值评价研究. 硕士学位论文, 江西师范大学, 南昌.

表1 野生植物的保护重要性评价指标分级赋值标准
Table 1 Assignment for evaluation index of conservation importance of wild plants

评价指标 Evaluation index	分级赋值 Assignment			
	8	4	2	1
濒危性 Endangerment	极危 Critically Endangered	濒危 Endangered	易危 Vulnerable	近危和无危 Near Threatened and Least Concern
特有性 Endemism	植物地区特有 Endemic to plant province	植物亚区特有 Endemic to plant subarea	中国特有 Endemic to China	非中国特有 Not endemic to China
保护等级 Conservation level	国家一级保护或特殊保护 First-category national protected or special protected	国家二级保护 Second-category national protected	地方重点保护 Provincial key protected	其他 Others

野生植物的濒危性根据国际和中国最新和最权威的物种红色名录中不同等级予以分级并赋值，如《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》等；未评估和数据缺乏等按照无危赋分。植物地区和植被亚区的划分依据中国植物区系分区。特殊保护野生植物是指国家开展的特殊保护工程中包括的野生植物，比如极小种群野生植物拯救保护工程。评价内容仅包括乡土物种。
Endangered wild plants can be graded and assigned according to the latest and most authoritative red list of species, such as “Red List of China’s Biodiversity: Higher Plant Volume” etc. DD (Data Deficiency) and NE (Not Evaluated) are in accordance with LC (Least Concern). The division of plant province and subarea are according to Chinese Plant Flora. Special protected wild plants means plants in the special protection projects carried out by the state, such as the conservation project for extremely small population of wild plant. Evaluation objects only include native species.

表2 野生动物的保护重要性评价指标分级赋值标准
Table 2 Assignment for evaluation index of conservation importance of wild animals

评价指标 Evaluation index	分级赋值 Assignment			
	8	4	2	1
濒危性 Endangerment	极危 Critically Endangered	濒危 Endangered	易危 Vulnerable	近危和无危 Near Threatened and Least Concern
特有性* Endemism	动物地理地区特有 Endemic to animal province	中国特有 Endemic to China	中国主要分布 Distributed mainly in China	中国次要或边缘分布 Distributed secondary or marginal in China
保护等级 Conservation level	国家一级保护或特殊保护 First-category national protected or special protected	国家二级保护 Second-category national protected	地方重点保护 Provincial key protected	其他 Others

野生动物的濒危性根据国际和中国最新和最权威的物种红色名录中不同等级予以分级并赋值，如《中国脊椎动物红色名录》等；未评估和数据缺乏等按照无危赋分。动物地理地区的划分依据中国动物地理区划。特殊保护野生动物是指国家开展的特殊保护工程中包括的野生动物。
*水鸟的特有性分级按照中国特有分布、中国主要分布、中国次要分布、中国边缘分布。
Endangered wild animals can be graded and assigned according to the latest and most authoritative red list of species, such as “Red list of China’s vertebrates” etc. DD (Data Deficiency) and NE (Not Evaluated) are in accordance with LC (Least Concern). The division of zoogeographical regions is according to the Zoogeographical Regionalization of China. Special protected wild animals means animals included in the special protection projects carried out by the state. Evaluation objects only include native species.
*The endemism of waterfowl can be classified to Endemic to China, distributed mainly in China, distributed secondary in China, distributed marginal in China.

保护区内物种的种类和每个物种的保护重要值评价该保护区的物种多样性保护价值。

1.2 野生植物多样性保护价值评价

(1)评价指标分级赋值

采用等比数列法进行赋值，即后一项与前一项的比数为常数，设定最高赋值为 8，常数为 2，数列为“8、4、2、1”；具体分级赋值标准见表 1。

(2)野生植物多样性保护价值指数计算

计算每种野生植物的保护重要值和自然保护区野生植物多样性保护价值指数(V_P)，公式如下：

$$V_{Pi} = T_{Pi} \times E_{Pi} \times P_{Pi} \tag{1}$$

$$V_P = \sqrt[n]{\sum_{i=1}^n V_{Pi}} \tag{2}$$

式中， V_{Pi} 为野生植物 i 的保护重要值，其取值数列为“1、2、4、8、16、32、64、128、256、512”，数值越大表明物种的受威胁程度、地理分布特有程度和重点保护级别越高，其保护价值越高，应予以优先保护； T_{Pi} 为野生植物 i 的濒危性赋值； E_{Pi} 为野生植物 i 的特有性赋值； P_{Pi} 为野生植物 i 的保护等级赋值； n 为自然保护区内野生植物种数。根据我国自然保护区本底调查情况，可选择维管束植物或高等植物作为评价对象。

1.3 野生动物多样性保护价值评价

(1)评价指标分级赋值

同样采用等比数列法进行赋值，即后一项与前一项的比数为常数，设定最高赋值为 8，常数为 2，

数列为“8、4、2、1”;具体分级赋值标准见表2。

(2) 野生动物多样性保护价值指数计算

计算每种野生动物的保护重要值和自然保护区野生动物多样性保护价值指数(V_A),公式如下:

$$V_{Ai} = T_{Ai} \times E_{Ai} \times P_{Ai} \quad (3)$$

$$V_A = \sqrt{\sum_{i=1}^m V_{Ai}} \quad (4)$$

式中, V_{Ai} 为野生动物 i 的保护重要值, 其取值数列为“1、2、4、8、16、32、64、128、256、512”, 数值越大表明物种的受威胁程度、地理分布特有程度和重点保护级别越高, 其保护价值越高, 应予以优先保护; T_{Ai} 为野生动物 i 的濒危性赋值; E_{Ai} 为野生动物 i 的特有性赋值; P_{Ai} 为野生动物 i 的保护等级赋值; m 为自然保护区内野生动物种数。根据我国自然保护区本底调查情况, 选择陆生脊椎动物或脊椎动物作为评价对象。

1.4 珍稀濒危物种多样性保护价值评价

珍稀濒危野生植物多样性保护价值指数(V_{PT})计算公式如下:

$$V_{PT} = \sqrt{\sum_{i=1}^p V_{Pi}} \quad (5)$$

式中, V_{Pi} 为珍稀濒危野生植物 i 的保护重要值; p 为自然保护区内珍稀濒危野生植物的种类数, 包括《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》(中华人民共和国环境保护部和中国科学院, 2013)中极危和濒危植物、国家重点保护野生植物以及极小种群植物。

珍稀濒危野生动物多样性保护价值指数(V_{AT})计算公式如下:

$$V_{AT} = \sqrt{\sum_{i=1}^q V_{Ai}} \quad (6)$$

式中, V_{Ai} 为珍稀濒危野生动物 i 的保护重要值; q 为自然保护区内珍稀濒危野生动物的种类数, 包括《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等, 2016)中极危和濒危动物、国家重点保护野生动物。

2 案例分析

2.1 数据来源及处理

本研究选择了华北暖温带区域 39 个自然保护区、东北温带区域 67 个自然保护区作为研究案例, 涉及黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、天津和山西等 8 个省(市、自治区), 各自然保护区级

别为 2015 年数据。我们收集了这些自然保护区的科学考察报告和总体规划中的野生动植物名录, 并对其进行了数字化, 仅包括维管束植物和陆生脊椎动物。按照每个自然保护区的主要自然地理景观, 可以将其划分为森林、湿地和草原草甸等类型。

参考《国家重点保护野生植物名录》(1998)、《国家重点保护野生动物名录》(1989)、《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》(中华人民共和国环境保护部和中国科学院, 2013)、《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等, 2016)、各省区的省重点保护野生动植物名录, 以及动植物志和野生动植物分类专业网站信息, 对每个物种的不同属性进行分级赋值, 计算其保护重要值。

然后根据整理得到的每个自然保护区的野生动植物名录和每个物种的保护重要值, 计算得到各自然保护区野生植物多样性保护价值指数、野生动物多样性保护价值指数等。各自然保护区所属自然保护地理区参照中国自然保护综合地理区划方案(郭子良和崔国发, 2014)。

2.2 华北暖温带区域自然保护区物种多样性保护价值

华北暖温带区域各自然保护区物种多样性保护价值指数如表3所示。以保护森林为主的自然保护区野生植物多样性保护价值指数普遍较高, 其中河北小五台山国家级自然保护区最高(46.70), 而且其维管束植物多达 1,305 种。以保护湿地为主的自然保护区野生植物多样性保护价值指数较低, 均低于 20, 排在最后; 但是其野生动物多样性保护价值指数均较高, 普遍高于 50, 其中河北曹妃甸湿地和鸟类省级自然保护区最高(52.89)。而以草原草甸为主的自然保护区野生植物多样性和野生动物多样性保护价值指数多处于中等水平。珍稀濒危野生植物种类在各个自然保护区均很少, 特别是以湿地为主的自然保护区, 均不超过 1 种。而珍稀濒危野生动物种类在不同自然保护区均有一定数量, 但以保护湿地为主的自然保护区普遍高于其他类型, 且其珍稀濒危野生动物多样性保护价值指数也较高, 其中河北南大港湿地自然保护区最高, V_{AT} 为 40.25。

不同自然保护地理区的自然保护区物种多样性保护价值存在巨大差异(表3, 图1, 图2)。其中野生植物多样性保护价值指数较高的自然保护区主要集中在太行山东麓栽培植被与落叶阔叶林区

表 3 华北暖温带区域部分自然保护区物种多样性保护价值指数(* 截止到 2015 年确定的国家级自然保护区)

Table 3 The species diversity conservation value index of some nature reserves in North China Warm Temperate Region (* National nature reserve by 2015)

自然保护地理区 Natural conservation geographical area	自然保护区 Nature reserve (NR)	省份 Province	N_P	V_P	N_{PT}	V_{PT}	N_A	V_A	N_{AT}	V_{AT}
森林 Forest										
辽西冀北山地落叶阔叶林区 The North Hebei Province and West Liaoning Province Mountains Deciduous Broadleaf Forest Area	努鲁儿虎山 Nuluerhu Mountain NR*	辽宁 Liaoning	866	33.91	5	5.66	323	43.55	37	23.58
	大黑山 Dahei Mountain NR*	辽宁 Liaoning	792	33.48	4	4.90	352	47.91	50	29.87
	白狼山 Bailang Mountain NR*	辽宁 Liaoning	799	33.02	5	5.66	198	31.76	19	13.71
	虹螺山 Hongluo Mountain NR*	辽宁 Liaoning	783	32.83	8	7.21	197	31.89	18	14.00
	海棠山 Haitang Mountain NR*	辽宁 Liaoning	729	31.64	7	7.21	226	37.20	36	24.25
七老图山落叶阔叶林与草原区 Qilaotu Mountains Deciduous Broadleaf Forest and Steppe Area	辽河源 Liaohe River Source NR	河北 Hebei	831	34.64	5	6.00	241	39.18	37	24.49
	北大山 Beida Mountain NR	河北 Hebei	715	32.30	5	6.00	213	36.78	33	23.75
燕山落叶阔叶林区 Yanshan Mountains Deciduous Broadleaf Forest Area	松山 Songshan Mountain NR*	北京 Beijing	740	34.07	7	10.39	167	29.10	19	15.10
	雾灵山 Wuling Mountain NR	北京 Beijing	680	33.33	7	10.20	165	30.02	21	16.97
	青龙都山 Dushan Mountain NR, Qinglong	河北 Hebei	691	32.3	6	6.63	203	33.27	28	20.49
	青龙河 Qinglong River NR*	辽宁 Liaoning	730	32.08	4	5.29	193	34.73	27	20.88
	喇叭沟门 Labagoumen NR	北京 Beijing	622	29.97	4	5.29	152	30.35	24	19.08
	六里坪猕猴 Liuliping Rhesus Monkeys NR	河北 Hebei	604	29.78	4	5.29	206	36.46	28	22.09
	宽城都山 Dushan Mountain NR, Kuancheng	河北 Hebei	545	28.37	5	6.00	205	36.73	28	22.63
	宽城千鹤山 Qianhe Mountain NR, Kuancheng	河北 Hebei	572	28.32	4	5.29	221	41.80	33	28.28
	八仙山 Baxian Mountain NR*	天津 Tianjin	510	26.85	2	4.00	189	30.38	23	16.00
	驼梁 Tuoliang NR*	河北 Hebei	843	36.77	6	6.63	283	48.15	44	33.41
晋北中山落叶阔叶林与草原区 The North Shanxi Province Mountains Deciduous Broadleaf Forest and Steppe Area	灵空山 Lingkong Mountain NR*	山西 Shanxi	811	34.60	6	7.75	215	39.01	33	25.61
	芦芽山 Luya Mountain NR*	山西 Shanxi	651	30.97	3	4.90	299	44.38	40	28.21
	银河山 Yinhe Mountain NR	河北 Hebei	613	30.40	2	4.00	175	32.37	23	19.18
	漫山 Manshan Mountain NR	河北 Hebei	480	27.18	5	8.00	168	31.72	22	19.18
太行山东麓栽培植被与落叶阔叶林区 The East Taihang Mountains Cultivate Vegetation and Deciduous Broadleaf Forest Area	小五台山 Xiaowutai Mountain NR*	河北 Hebei	1,305	46.70	9	14.56	150	33.78	23	25.30
	青崖寨 Qingyazhai NR*	河北 Hebei	847	42.68	5	23.24	187	32.45	27	19.70
	百花山 Baihua Mountain NR*	北京 Beijing	821	37.84	11	14.97	172	31.80	14	19.80
	摩天岭 Motianling NR	河北 Hebei	775	34.31	6	6.63	177	33.78	23	22.09
	金华山-横岭子褐马鸡 Jinhua Mountain-Henglingzi Brown Eared-Pheasant NR	河北 Hebei	672	31.95	6	6.63	150	32.95	22	24.00
	三峰山 Sanfeng Mountain NR	河北 Hebei	676	31.84	4	5.29	161	29.36	19	16.73
太行山南段山地落叶阔叶林与湿地 The South Taihang Mountains Deciduous Broadleaf Forest and Wetland Area	云蒙山 Yunmeng Mountain NR	北京 Beijing	514	27.29	2	4.00	123	26.80	13	16.49
	大茂山 Damao Mountain NR	河北 Hebei	413	24.49	2	3.46	118	23.09	14	11.31
	蟒河猕猴 Manghe River Rhesus Monkeys NR*	山西 Shanxi	773	35.10	6	8.49	280	41.70	33	25.14
草原草甸 Steppe and Meadow										
燕山落叶阔叶林区 Yanshan Mountains Deciduous Broadleaf Forest Area	白草洼 Baicaowa NR	河北 Hebei	783	35.01	6	10.00	207	32.74	29	18.97

表 3 (续) Table 3 (continued)

自然保护区地理区 Natural conservation geographical area	自然保护区 Nature reserve (NR)	省份 Province	N_P	V_P	N_{PT}	V_{PT}	N_A	V_A	N_{AT}	V_{AT}
	滦河源草地 Luanhe River Source Steppe NR	河北 Hebei	682	31.35	6	8.25	101	24.06	16	14.97
	红松洼 Hongsongwa NR*	河北 Hebei	517	27.89	3	8.94	267	43.31	42	28.57
	御道口 Yudaokou NR	河北 Hebei	495	27.33	3	6.93	196	39.32	36	28.35
湿地 Wetland										
海河平原栽培植被与湿地区 Haihe Plain Cultivate Vegetation and Wetland Area	曹妃甸湿地和鸟类 Caofeidian Wetland and Bird NR	河北 Hebei	217	16.09	0	0	297	52.89	55	39.24
	衡水湖 Hengshui Lake NR*	河北 Hebei	285	18.63	1	2	339	52.86	58	36.93
	南大港湿地 Nandagang Wetland NR	河北 Hebei	216	16.03	1	2	276	52.57	53	40.25
	古海岸与湿地 Paleocoast and Wetland NR*	天津 Tianjin	194	15.3	1	2	271	50.57	45	36.82
	白洋淀 Baiyangdian NR	河北 Hebei	324	19.95	0	0	220	42.93	33	29.73

N_P : 维管束植物种类; V_P : 野生植物多样性保护价值指数; N_{PT} : 珍稀濒危维管束植物种类; V_{PT} : 珍稀濒危野生植物多样性保护价值指数; N_A : 陆生脊椎动物种类; V_A : 野生动物多样性保护价值指数; N_{AT} : 珍稀濒危陆生脊椎动物种类; V_{AT} : 珍稀濒危野生动物多样性保护价值指数。
 N_P , Vascular plant species; V_P , The wild plant diversity conservation value index; N_{PT} , Rare and endangered vascular plant species; V_{PT} , The rare and endangered wild plant diversity conservation value index; N_A , Terrestrial vertebrate species; V_A , The wild animal diversity conservation value index; N_{AT} , Rare and endangered terrestrial vertebrate species; V_{AT} , The rare and endangered wild animal diversity conservation value index.

及太行山南段山地落叶阔叶林与湿地区。但野生动物多样性保护价值指数较高的自然保护区多分布于海河平原栽培植被与湿地区,该地理区的自然保护区均以保护湿地为主。此外,辽西冀北山地落叶阔叶林区的辽宁大黑山和努鲁儿虎山、晋北中山落叶阔叶林与草原区的河北驼梁和山西芦芽山国家级自然保护区野生动物多样性保护价值指数也较高,均超过了 40。

此外在不同自然保护地理区,自然地理景观一致的一些省级自然保护区野生植物或野生动物多样性保护价值指数高于部分国家级自然保护区,如燕山落叶阔叶林区的北京雾灵山和河北宽城千鹤山等省级自然保护区。评价结果表明,河北辽河源、北京雾灵山、河北摩天岭和河北白草洼等省级自然保护区的野生植物多样性保护价值指数较高,分别为 34.64、33.33、34.31 和 35.01,河北宽城千鹤山、河北曹妃甸湿地和鸟类、河北南大港湿地和河北白洋淀等省级自然保护区的野生动物多样性保护价值指数较高,分别为 41.80、52.89、52.57 和 42.93,超过了很多国家级自然保护区,应予以优先保护。

2.3 东北温带区域自然保护区物种多样性保护价值

东北温带区域的自然保护区物种多样性保护价值指数评价结果见表 4。野生植物多样性保护价值指数较高的自然保护区多以保护森林为主,部分以保护湿地为主。其中除吉林长白山和吉林松花江

三湖国家级自然保护区外,其他自然保护区野生植物多样性保护价值指数均低于 40。以保护湿地和草原草甸为主的大部分自然保护区野生植物多样性保护价值指数相对较低,但其野生动物多样性保护价值指数较高。吉林松花江三湖国家级自然保护区野生动物多样性保护价值指数最高(57.11);其野生动物种数(331)低于吉林莫莫格国家级自然保护区(334)。此外,东北温带区域不同自然保护区珍稀濒危野生动植物多样性及其保护价值的差异也较明显。其中吉林长白山和吉林松花江三湖国家级自然保护区的珍稀濒危野生植物种类均超过 20 种,其保护价值较高;但许多以保护湿地为主的自然保护区珍稀濒危野生植物种类很少。该区域自然保护区内珍稀濒危野生动物种类普遍超过 30 种,不同类型自然保护区之间差别不明显。野生动物多样性保护价值指数较高的自然保护区,其珍稀濒危野生动物多样性保护价值指数同样较高。

东北温带区域不同自然保护地理区内自然保护区的物种多样性保护价值也存在较大差异(表 4,图 1,图 2)。其中野生植物多样性保护价值指数较高的自然保护区主要集中在纬度较低的龙岗山针阔混交林区和辽东半岛落叶阔叶林与湿地区。但野生动物多样性保护价值指数较高的自然保护区多分布于张广才岭-完达山针阔混交林区、松嫩平原栽培植被与草原草甸区和穆稜-三江平原湿地草甸

区等地，其指数多高于 45。而长白山阔叶红松林区内自然保护区野生植物和野生动物多样性保护价值指数均很高，其珍稀濒危物种多样性保护价值也较高。

图 1 东北温带区域和华北暖温带区域部分自然保护区野生植物多样性保护价值指数(a)和珍稀濒危野生植物多样性保护价值指数(b)分布图

Fig. 1 The pattern for the wild plant conservation value index (a) and rare and endangered wild plant conservation value index (b) of some nature reserves in Northeast China Temperate Region and North China Warm Temperate Region

图 2 东北温带区域和华北暖温带区域部分自然保护区野生动物多样性保护价值指数(a)和珍稀濒危野生动物多样性保护价值指数(b)分布图

Fig. 2 The pattern for the wild animal conservation value index (a) and rare and endangered wild animal conservation value index (b) of some nature reserves in Northeast China Temperate Region and North China Warm Temperate Region

表4 东北温带区域部分自然保护区物种多样性保护价值指数(* 截止到2015年确定的国家级自然保护区)

Table 4 The species diversity conservation value index of some nature reserves in Northeast China Temperate Region (* National nature reserve by 2015)

自然保护地理区 Natural conservation geographical area	自然保护区 Nature reserve (NR)	省份 Province	N_P	V_P	N_{PT}	V_{PT}	N_A	V_A	N_{AT}	V_{AT}
森林 Forest										
大兴安岭北段落叶针叶林区 The North Daxing'an Mountains Deciduous Coniferous Forest Area	岭峰 Lingfeng NR	黑龙江 Heilongjiang	612	28.20	7	7.48	250	38.92	41	24.41
	中央站黑嘴松鸡 Zhongyangzhan Black-billed Capercaillie NR*	黑龙江 Heilongjiang	588	27.69	11	8.72	324	49.26	61	35.33
	汗马 Khan Ma NR*	内蒙古 Inner Mongolia	526	26.34	6	6.63	265	42.98	49	29.87
	盘中 Panzhong NR	黑龙江 Heilongjiang	414	23.11	5	6.32	238	39.34	43	26.38
	北极村 Beijicun NR	黑龙江 Heilongjiang	414	22.87	4	5.29	226	41.63	51	31.56
大兴安岭南段森林草原区 The South Daxing'an Mountains Forest and Steppe Area	乌兰坝 Wulanba NR*	内蒙古 Inner Mongolia	824	32.57	5	6.32	296	47.30	50	32.80
	青山 Qingshan Mountain NR*	内蒙古 Inner Mongolia	528	25.57	2	3.46	221	41.30	41	29.93
小兴安岭北部针阔混交林区 The North Xiaoxing'an Mountains Coniferous and Broadleaf Mixed Forest Area	胜山 Shengshan Mountain NR*	黑龙江 Heilongjiang	726	30.63	12	9.17	282	44.65	51	31.56
	友好 Youhao NR*	黑龙江 Heilongjiang	634	28.91	11	8.94	285	46.68	45	33.47
小兴安岭南段针阔混交林区 The South Xiaoxing'an Mountains Coniferous and Broadleaf Mixed Forest Area	平顶山 Pingding Mountain NR	黑龙江 Heilongjiang	724	31.26	12	9.17	253	40.36	39	27.13
	太平沟 Taipinggou NR*	黑龙江 Heilongjiang	654	29.17	10	8.72	249	41.22	43	28.07
	茅兰沟 Maolangou NR*	黑龙江 Heilongjiang	626	28.69	11	8.94	268	47.02	48	35.94
	朗乡 Langxiang NR	黑龙江 Heilongjiang	502	25.87	10	8.72	261	44.33	44	32.06
	乌马河紫貂 Wuma River Sable NR	黑龙江 Heilongjiang	482	25.50	10	8.49	281	45.65	51	32.68
	丰林 Fenglin NR*	黑龙江 Heilongjiang	501	25.00	6	6.32	283	46.94	48	35.04
	凉水 Liangshui NR*	黑龙江 Heilongjiang	447	24.56	9	8.49	306	50.16	58	37.31
	碧水中华秋沙鸭 Bishui Chinese Merganser NR	黑龙江 Heilongjiang	439	24.31	9	8.49	266	44.63	40	31.69
	辽河平原栽培植被与草原草甸区 Liaohe Plain Cultivate Vegetation and Steppe Area	辽宁 Liaoning	492	25.57	5	6.00	237	37.78	30	20.59
	张广才岭-完达山针阔混交林区 Zhangguangcai Mountains-Wanda Mountains Coniferous and Broadleaf Mixed Forest Area	黑龙江 Heilongjiang	861	35.26	15	14.00	284	45.71	43	32.43
	黄泥河 Huangni River NR*	吉林 Jilin	711	32.17	12	12.17	208	37.09	32	24.98
	小北湖 Xiaobei Lake NR*	黑龙江 Heilongjiang	592	30.92	7	10.77	327	51.43	57	37.68
长白山阔叶红松林区 Changbai Mountains Broadleaf Korean Pine Forest Area	七星砬子东北虎 Qixinglazi Siberian Tiger NR	黑龙江 Heilongjiang	679	29.75	11	8.94	306	47.69	53	34.53
	曙光 Shuguang NR	黑龙江 Heilongjiang	543	29.09	13	13.42	237	38.73	34	25.14
	长白山 Changbai Mountain NR*	吉林 Jilin	1,312	45.19	26	19.49	309	48.86	52	35.10
	松花江三湖 Songhua River Three Lake NR*	吉林 Jilin	1,236	42.81	20	18.55	331	57.11	62	44.54
	穆棱东北红豆杉 Muling Japanese Yew NR*	黑龙江 Heilongjiang	805	33.12	13	10.95	203	36.19	33	24.17
	珲春东北虎 Hunchun Siberian Tiger NR*	吉林 Jilin	663	32.28	12	15.10	279	44.81	44	31.11
	凤凰山 Fenghuang Mountain NR*	黑龙江 Heilongjiang	607	30.46	13	13.27	310	50.18	53	36.99

表 4 (续) Table 4 (continued)

自然保护地理区 Natural conservation geographical area	自然保护区 Nature reserve (NR)	省份 Province	N_P	V_P	N_{PT}	V_{PT}	N_A	V_A	N_{AT}	V_{AT}
龙岗山针阔混交林区 Longgang Mountains Coniferous and Broadleaf Mixed Forest Area	汪清 Wangqing NR*	吉林 Jilin	538	29.98	14	14.56	233	39.55	35	25.85
	牡丹峰 Mudanfeng NR*	黑龙江 Heilongjiang	627	29.85	10	11.31	241	39.89	38	28.00
	老爷岭东北虎 Laoyeling Siberian Tiger NR*	黑龙江 Heilongjiang	550	27.75	12	10.77	238	40.34	38	28.07
	老秃顶子 Laotudingzi NR*	辽宁 Liaoning	972	38.65	17	16.37	221	37.12	33	24.49
	哈泥 Hani NR*	吉林 Jilin	689	32.11	13	13.42	257	40.72	38	26.23
	通化石湖 Tonghua Shihu NR	吉林 Jilin	593	31.80	15	17.55	219	34.99	35	20.98
	白石砬子 Baishilazi NR*	辽宁 Liaoning	971	37.54	14	13.42	171	30.59	23	17.66
辽东半岛落叶阔叶林与湿地 Liaodong Peninsula Deciduous Broadleaf Forest and Wetland Area	仙人洞 Xianrendong NR*	辽宁 Liaoning	729	33.05	9	12.49	331	42.63	41	22.00
草原草甸 Steppe and Meadow										
大兴安岭南段森林草原区 The South Daxing'an Mountains Forest and Steppe Area	阿鲁科尔沁 Ar Horqin NR*	内蒙古 Inner Mongolia	261	17.66	1	2.00	184	40.55	37	29.73
湿地 Wetland										
大兴安岭北段落叶针叶林区 The North Daxing'an Mountains Deciduous Coniferous Forest Area	绰纳河 Chuona River NR*	黑龙江 Heilongjiang	443	24.74	10	8.49	301	49.98	57	38.37
	多布库尔 Duobukuer NR*	黑龙江 Heilongjiang	406	22.69	6	6.93	297	49.40	54	37.63
	双河 Shuanghe NR*	黑龙江 Heilongjiang	394	22.38	5	6.00	221	39.24	45	27.78
小兴安岭北部针阔混交林区 The North Xiaoxing'an Mountains Coniferous and Broadleaf Mixed Forest Area	库尔滨河 Kuerbin River NR	黑龙江 Heilongjiang	424	23.92	7	7.48	271	46.90	50	34.64
	大沾河湿地 Dazhan River Wetland NR*	黑龙江 Heilongjiang	713	30.35	11	8.94	265	46.50	51	34.87
	公别拉河 Gongbiela River NR	黑龙江 Heilongjiang	631	28.64	9	8.25	253	46.11	46	34.53
小兴安岭南部针阔混交林区 The South Xiaoxing'an Mountains Coniferous and Broadleaf Mixed Area	红星湿地 Hongxing Wetland NR*	黑龙江 Heilongjiang	342	21.35	5	6.32	259	44.87	45	33.17
	翠北湿地 Cuibei Wetland NR	黑龙江 Heilongjiang	850	32.95	13	9.59	217	41.95	41	31.05
	山口 Shankou NR	黑龙江 Heilongjiang	421	22.96	5	6.00	207	39.27	37	28.07
	乌伊岭 Wuyiling NR*	黑龙江 Heilongjiang	707	30.32	12	8.94	311	48.11	54	34.93
	细鳞河 Xilin River NR	黑龙江 Heilongjiang	511	26.12	7	7.48	285	46.31	51	33.41
	新青白头鹤 Xinqing Hooded Crane NR*	黑龙江 Heilongjiang	730	30.40	10	8.49	291	46.18	51	32.86
	波罗湖 Boluo Lake NR*	吉林 Jilin	187	14.73	1	2.00	169	40.51	29	30.46
松嫩平原外围蒙古栎、草原 Songnen Plain Cultivate Vegetation and Steppe Area	莫莫格 Momoge NR*	吉林 Jilin	332	20.07	2	3.46	334	52.88	53	38.11
	扎龙 Zhalong NR*	黑龙江 Heilongjiang	436	23.07	4	4.90	314	52.32	50	38.83
	乌裕尔河 Wuyuer River NR*	黑龙江 Heilongjiang	431	22.56	1	2.00	314	52.28	50	38.83
	查干湖 Chagan Lake NR*	吉林 Jilin	402	22.20	2	3.46	273	51.32	46	39.09
	明水 Mingshui NR*	黑龙江 Heilongjiang	452	23.19	3	4.47	271	45.61	37	31.43
辽河平原栽培植被与草原 Liaohe Plain Cultivate Vegetation and Steppe Area	辽河口 Liaohe River Estuary NR*	辽宁 Liaoning	124	12.45	1	2.00	302	52.37	47	38.26

表 4 (续) Table 4 (continued)

自然保护地理区 Natural conservation geographical area	自然保护区 Nature reserve (NR)	省份 Province	N_P	V_P	N_{PT}	V_{PT}	N_A	V_A	N_{AT}	V_{AT}
穆棱-三江平原湿地、草甸区 Muling-Sanjiang Plain Wetland and Meadow Area	兴凯湖 Xingkai Lake NR*	黑龙江 Heilongjiang	670	29.50	10	8.25	283	50.05	57	38.11
	黑瞎子岛 Bolshoy Ussuriysky Island NR	黑龙江 Heilongjiang	453	24.06	8	7.21	274	48.15	48	35.38
	东方红湿地 Dongfanghong Wetland NR*	黑龙江 Heilongjiang	683	30.00	11	8.72	274	46.11	47	33.29
	三环泡 Sanhuanpao NR*	黑龙江 Heilongjiang	402	22.34	5	5.29	258	45.78	36	31.75
	三江 Sanjiang NR*	黑龙江 Heilongjiang	470	24.52	6	6.32	215	44.34	44	34.70
	珍宝岛 Zhenbao Island NR*	黑龙江 Heilongjiang	385	22.65	7	7.21	228	42.10	37	30.79
张广才岭-完达山针阔混交林区 Zhangguangcai Mountain-Wanda Mountains Coniferous and Broadleaf Mixed Forest Area	大佳河 Dajia River NR	黑龙江 Heilongjiang	486	25.08	6	6.63	322	55.49	63	43.77
	雁鸣湖 Yanming Lake NR*	吉林 Jilin	819	34.83	14	14.70	324	50.40	53	35.72
	镜泊湖 Jingpo Lake NR	黑龙江 Heilongjiang	754	32.77	14	13.56	289	49.96	52	38.47
长白山阔叶红松林区 Changbai Mountains Broadleaf Korean Pine Forest Area	龙湾 Longwan NR*	吉林 Jilin	412	25.55	9	12.17	235	39.65	36	26.31
辽东半岛落叶阔叶林与湿地 Liaodong Peninsula Deciduous Broadleaf Forest and Wetland Area	蛇岛老铁山 Snake Island-Laotie Mountain NR*	辽宁 Liaoning	560	28.34	4	7.75	331	51.27	59	36.33

N_P 、 V_P 、 N_{PT} 、 V_{PT} 、 N_A 、 V_A 、 N_{AT} 、 V_{AT} 同表 3。
 N_P 、 V_P 、 N_{PT} 、 V_{PT} 、 N_A 、 V_A 、 N_{AT} 、 V_{AT} were consistent with Table 3.

在很多自然保护地理区,一些省级自然保护区野生植物或野生动物多样性保护价值指数高于已建国家级自然保护区。评价结果表明,黑龙江镜泊湖(V_P 为 32.77, V_A 为 49.96)和黑龙江七星砬子东北虎(V_P 为 29.75, V_A 为 47.69)省级自然保护区的野生植物和野生动物多样性保护价值指数均较高;黑龙江岭峰、黑龙江平顶山和黑龙江翠北湿地等省级自然保护区的野生植物多样性保护价值指数较高,分别为 28.20、31.26 和 32.95;黑龙江库尔滨河、黑龙江公别拉河、黑龙江黑瞎子岛、黑龙江大佳河和黑龙江乌马河紫貂等省级自然保护区的野生动物多样性保护价值指数较高,分别为 46.90、46.11、48.15、55.49 和 45.65,超过了很多国家级自然保护区,应予以优先保护。

3 讨论

生物多样性保护价值评估是确定自然保护区重要性和保护优先性的重要手段和途径。目前很多保护区体系均倾向于通过评估保护区(一定范围内)的生物多样性所具有的保护价值,来确定是否将其纳入保护名单或网络中(李霄宇, 2011; 魏永久等, 2014)。目前对物种多样性的评估主要围绕濒危性、

稀有性、特有性,以及保护等级等方面开展,本研究围绕以上评价内容,构建了一种定量评价自然保护区物种多样性保护价值的方法。但受数据来源限制,在珍稀濒危物种多样性保护价值指数的计算过程中目前未包含珍稀濒危物种的个体数量,而其个体数量的差异将直接影响自然保护区保护价值的高低,在未来条件允许的情况下,应考虑加入此指

标,将“公式(5)”改进为 $V_{PT} = \sqrt{\sum_{i=1}^p V_{Pi} \times Q_{Pi}}$, Q_{Pi} 为

珍稀濒危野生植物 i 的个体数量。而在保护对象独特的自然保护区,其生境的不可替代性较高,这些保护对象是该自然保护区内生境保护的旗舰种。可以从其旗舰种的保护重要值、种群个体数量和生境重要性等方面评价自然保护区旗舰种的保护价值,

计算公式如 $V_F = V \times H_R \times Q_R$, V_F 为自然保护区内旗舰种的保护价值指数, V 为自然保护区内旗舰种的保护重要值, H_R 为自然保护区内旗舰种的生境重要性, Q_R 为自然保护区内旗舰种的相对数量;将评价结果与具有相同保护对象的自然保护区进行比较,确定其保护优先性。

本研究中以自然保护区公开的野生动植物名录为依据,主要来自于自然保护区科学考察报告和总体规划。在物种名录整理过程中,未考虑各项资料之间的出版年代差异,也无法对其准确性进行验证,有些地区可能未包括进一步调查所发现的新分布物种。但是这些数据误差对分析结果的影响可能是有限的,而且目前许多评估也仅以已知调查数据或公开数据资料为依据。

对华北暖温带区域和东北温带区域的自然保护区物种多样性保护价值进行评价时,发现一些自然保护区在野生植物和野生动物多样性保护价值指数上的差异很大,特别是内陆湿地与水域类型自然保护区。因此在进行生物多样性保护价值评价和排序时应考虑自然保护区主要保护自然地理景观之间的差异。由于以保护湿地为主的自然保护区中迁徙候鸟较多,鸟类分布较集中,其脊椎动物种数普遍高于其他类型的自然保护区,且珍稀濒危脊椎动物种数也高于其他类型。东北温带区域的自然保护区野生动物多样性保护价值指数普遍高于华北暖温带区域,这可能与我国东北温带区域仍保留有大面积的天然森林和湿地生态系统,以及人类干扰程度较华北暖温带区域更弱等有关,因此物种多样性保护价值的比较应该在相同地理单元内进行。物种种类数的多少对物种多样性保护价值有一定的影响,但并不能直接决定野生植物和野生动物多样性保护价值。评价结果也与该自然保护区珍稀濒危物种、特有物种和保护物种等的构成有关。如辽宁仙人洞国家级自然保护区维管束植物总数低于黑龙江镜泊湖和翠北湿地自然保护区,但其珍稀濒危和特有植物较多,野生植物多样性保护价值指数高于这两个自然保护区。

4 结论

(1)本研究提出了从野生植物、野生动物和珍稀濒危物种等角度量化评价自然保护区物种多样性保护价值的数学模型和方法。该方法主要选择濒危性、特有性和保护等级三项指标来量化评价物种的保护重要值,再依据自然保护区内的物种种类来评价自然保护区野生植物、野生动物和珍稀濒危物种多样性保护价值等。

(2)通过案例分析,进一步验证了本研究提出的自然保护区物种多样性保护价值评价模型和方

法的科学性、实用性,野生植物和野生动物多样性保护价值指数均能够较好地反映自然保护区之间物种及其各类群多样性保护价值的差异,确定保护优先序列,能为自然保护区晋级和管理类型的确定等提供依据,并可以为保护成效评估提供参考。此外,其研究结果也可以反映不同自然保护地理区的物种多样性保护价值和保护优先性。而且保护森林、草原草甸和湿地等不同自然地理景观的自然保护区,其野生植物和野生动物多样性保护价值指数存在显著差别。

(3)研究结果表明,许多省级自然保护区的物种多样性保护价值明显高于相同自然保护地理区内已建国家级自然保护区。我国现有国家级自然保护区体系应开展“自上而下”的优化布局,提高其保护有效性。华北暖温带区域河北曹妃甸湿地和鸟类、河北南大港湿地、河北辽河源、河北宽城千鹤山和北京雾灵山等省级自然保护区的物种多样性保护价值较高,可推荐优先晋级国家级。东北温带区域黑龙江镜泊湖、黑龙江大佳河、黑龙江翠北湿地、黑龙江黑瞎子岛、黑龙江平顶山和黑龙江岭峰等省级自然保护区的物种多样性保护价值较高,可推荐优先晋级国家级。其中黑龙江翠北湿地自然保护区已经在 2016 年 5 月国务院公布的国家级自然保护区晋级名单中。

致谢: 审稿专家和责任编委对本文提出了宝贵的修改建议,特此感谢!

参考文献

- Abell R, Thieme ML, Revenga C, Bryer M, Kottelat M, Bogutskaya N, Coad B, Mandrak N, Balderas SC, Bussing W, Stiassny MLJ, Skelton P, Allen GR, Unmack P, Naseka A, Ng R, Sindorf N, Robertson J, Armijo E, Higgins JV, Heibel TJ, Wikramanayake E, Olson D, López HL, Reis RE, Lundberg JG, Pérez MHS, Petry P (2008) Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience*, 58, 403–414.
- Brooks TM, Mittermeier RA, da Fonseca GA, Gerlach J, Hoffmann M, Lamoreux JF, Mittermeier CG, Pilgrim JD, Rodrigues ASL (2006) Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313, 58–61.
- Butchart SHM, Walpole M, Collen B, Strien AV, Scharlemann JPW, Almond REA, Baillie JEM, Bomhard B, Brown C, Bruno J, Carpenter KE, Carr GM, Chanson J, Chenery AM,

- Csirke J, Davidson NC, Dentener F, Foster M, Galli A, Galloway JN, Genovesi P, Gregory RD, Hockings M, Kapos V, Lamarque JF, Leverington F, Loh J, McGeoch MA, McRae L, Minasyan A, Morcillo MH, Oldfield TEE, Pauly D, Quader S, Revenga C, Sauer JR, Skolnik B, Spear D, Stanwell-Smith D, Stuart SN, Symes A, Tierney M, Tyrrell TD, Vié JC, Watson R (2010) Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, 328, 1164–1168.
- Ceballos G, Rodríguez P, Medellín RA (2008) Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications*, 8, 8–17.
- Clarke KR, Warwick RM (1998) A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35, 523–531.
- Cui GF, Sun R (2014) Technique of Conservation Priority Assessment of Wetland Nature Reserves. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [崔国发, 孙锐 (2014) 湿地自然保护区保护优先性评价技术. 中国林业出版社, 北京.]
- Duelli P, Obrist MK (2003) Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98, 87–98.
- Freitag S, Jaarsveld ASV, Biggs HC (1997) Ranking priority biodiversity areas: an iterative conservation value-based approach. *Biological Conservation*, 82, 263–272.
- Gibbs D, While A, Jonas AEG (2007) Governing nature conservation: the European Union Habitats Directive and conflict around estuary management. *Environment and Planning A*, 39, 339–358.
- Guo ZL, Cui GF (2014) The comprehensive geographical regionalization of China supporting natural conservation. *Acta Ecologica Sinica*, 34, 1284–1294. (in Chinese with English abstract) [郭子良, 崔国发 (2014) 中国自然保护综合地理区划. 生态学报, 34, 1284–1294.]
- Humphries CJ, And PHW, Wright RIV (1995) Measuring biodiversity value for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 93–111.
- Jenkins CN, Joppa L (2009) Expansion of the global terrestrial protected area system. *Biological Conservation*, 142, 2166–2174.
- Jiang ZG, Jiang JP, Wang YZ, Zhang E, Zhang YY, Li LL, Xie F, Cai B, Cao L, Zheng GM, Dong L, Zhang ZW, Ding P, Luo ZH, Ding CQ, Ma ZJ, Tang SH, Cao WX, Li CW, Hu HJ, Ma Y, Wu Y, Wang YX, Zhou KY, Liu SY, Chen YY, Li JT, Feng ZJ, Wang Y, Wang B, Li C, Song XL, Cai L, Zang CX, Zeng Y, Meng ZB, Fang HX, Ping XG (2016) Red list of China's vertebrates. *Biodiversity Science*, 24, 500–551. (in Chinese and in English) [蒋志刚, 江建平, 王跃招, 张鹗, 张雁云, 李立立, 谢锋, 蔡波, 曹亮, 郑光美, 董路, 张正旺, 丁平, 罗振华, 丁长青, 马志军, 汤宋华, 曹文宣, 李春旺, 胡慧建, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 陈跃英, 李家堂, 冯祚建, 王燕, 王斌, 李成, 宋雪琳, 蔡蕾, 臧春鑫, 曾岩, 孟智斌, 方红霞, 平晓鸽 (2016) 中国脊椎动物红色名录. 生物多样性, 24, 500–551.]
- Li WH, Zhao XY (1984) Nature Reserves of China. The Commercial Press, Beijing. (in Chinese) [李文华, 赵献英 (1984) 中国的自然保护区. 商务印书馆, 北京.]
- Li XY (2011) Conservation Value Evaluation and Reasonable Distribution of National Nature Reserve for Forest. PhD dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. (in Chinese with English abstract) [李霄宇 (2011) 国家级森林类型自然保护区保护价值评价及合理布局研究. 博士学位论文, 北京林业大学, 北京.]
- Luan XF, Xie YM, Du DC, Xu HF (2002) The ecological and management evaluation of Chongming Dongtan Birds Nature Reserve. *Journal of Shanghai Normal University (Nature Sciences)*, 31(3), 73–79. (in Chinese with English abstract) [栾晓峰, 谢一民, 杜德昌, 徐宏发 (2002) 上海崇明东滩鸟类自然保护区生态环境及有效管理评价. 上海师范大学学报(自然科学版), 31(3), 73–79.]
- Ma JZ, Rong K, Cheng K (2012) Research and practice on biodiversity *in situ* conservation in China: progress and prospect. *Biodiversity Science*, 20, 551–558. (in Chinese with English abstract) [马建章, 戎可, 程鲲 (2012) 中国生物多样性就地保护的研究与实践. 生物多样性, 20, 551–558.]
- Ma KP (1993) On the concept of biodiversity. *Chinese Biodiversity*, 1, 20–22. (in Chinese) [马克平 (1993) 试论生物多样性的概念. 生物多样性, 1, 20–22.]
- Margules CR, Pressey RL (2000) Systematic conservation planning. *Nature*, 405, 243–253.
- Margules CR, Pressey RL, Williams PH (2002) Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Biosciences*, 27, 309–326.
- Mcgillivray D (2012) Compensating biodiversity loss: The EU Commission's approach to compensation under article 6 of the habitats directive. *Journal of Environmental Law*, 24, 417–450.
- McIntosh RP (1967) An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology*, 48, 392–404.
- Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, Chinese Academy of Sciences (2013) Chinese Biodiversity Red List: Higher Plant Volume. (in Chinese) [中华人民共和国环境保护部和中国科学院 (2013) 中国生物多样性红色名录——高等植物卷.] http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201309/t20130912_260061.htm. (accessed on 2015-12-10)
- Naeem S, Thompson LJ, Lawler SP, Lawton JH, Woodfin RM (1994) Declining biodiversity can alter the performance of ecosystem. *Nature*, 368, 734–737.
- Nelson E, Mendoza G, Regetz J, Polasky S, Tallis H, Cameron DR, Chan KMA, Daily GC, Goldstein J, Kareiva PM, Lonsdorf E, Naidoo R, Ricketts TH, Shaw MR (2009) Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, 4–11.

- Prendergast JR, Quinn RM, Lawton JH, Eversham BC, Gibbons DW (1993) Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature*, 365, 335–337.
- Primack RB, Ma KP, Jiang ZG (2014) *Conservation Biology*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [Primack RB, 马克平, 蒋志刚 (2014) 保护生物学. 科学出版社, 北京.]
- Qi JZ, Zhang JC (2004) Ecological evaluation for Hunchun Nature Reserve. *Journal of Beihua University (Natural Science)*, 5, 453–457. (in Chinese with English abstract) [戚继忠, 张吉春 (2004) 珲春自然保护区生态评价. 北华大学学报(自然科学版), 5, 453–457.]
- Rands MR, Adams WM, Bennun L, Butchart SH, Clements A, Coomes D, Entwistle A, Hodge I, Kapos V, Scharlemann JP, Sutherland WJ, Vira B (2010) Biodiversity conservation: challenges beyond 2010. *Science*, 329, 1298–1303.
- Song XJ, Zhao TR (1997) Study on ecological evaluation of Songshan Nature Reserve. *Environmental Science*, 18(4), 76–78. (in Chinese with English abstract) [宋秀杰, 赵彤润 (1997) 松山自然保护区的生态评价. 环境科学, 18(4), 76–78.]
- Sun R, Cui GF, Lei T, Zheng YM (2013) An evaluation index system classifying the conservation value of wetland nature reserves based on AHP. *Acta Ecologica Sinica*, 33, 1952–1963. (in Chinese with English abstract) [孙锐, 崔国发, 雷霆, 郑姚闽 (2013) 湿地自然保护区保护价值评价方法. 生态学报, 33, 1952–1963.]
- Tilman D, Wedin D, Knops J (1996) Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*, 379, 718–720.
- Timonen J, Gustafsson L, Kotiaho JS, Mönkkönen M (2011) Hotspots in cold climate: conservation value of woodland key habitats in boreal forests. *Biological Conservation*, 144, 2061–2067.
- Verissimo A, Júnior CS, Stone S, Uhl C (1998) Zoning of timber extraction in the Brazilian Amazon. *Conservation Biology*, 12, 128–136.
- Wang B, Song QF (2012) Value assessing methods of species diversity conservation in forest ecosystem. *Journal of Beijing Forestry University*, 34, 155–160. (in Chinese with English abstract) [王兵, 宋庆丰 (2012) 森林生态系统物种多样性保育价值评估方法. 北京林业大学学报, 34, 155–160.]
- Wei YJ, Guo ZL, Cui GF (2014) Assessment methods on biodiversity conservation value in nature reserves: research progress. *World Forestry Research*, 27(5), 37–42. (in Chinese with English abstract) [魏永久, 郭子良, 崔国发 (2014) 国内外保护区生物多样性保护价值评价方法研究进展. 世界林业研究, 27(5), 37–42.]
- Whittaker RH (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213–251.
- Zhang HQ, Zhang WH (2009) *Conservation Biology*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [张恒庆, 张文辉 (2009) 保护生物学. 科学出版社, 北京.]
- Zhang Z, Zhu L, Zhang JW, Wang X, Zhang T, Zhu T (2000) Study on ecological quality evaluation method for wetland in China. *China Environmental Science*, 20(Suppl.), 55–58. (in Chinese with English abstract) [张峥, 朱琳, 张健文, 王欣, 张涛, 朱彤 (2000) 我国湿地生态质量评价方法的研究. 中国环境科学, 20(增刊), 55–58.]
- Zheng YW, Xue DY, Zhang GS (1994) Study on ecological evaluation criteria and standards for nature reserves in China. *Rural Eco-Environment*, 10(3), 22–25. (in Chinese with English abstract) [郑允文, 薛达元, 张更生 (1994) 我国自然保护区生态评价指标和评价标准. 农村生态环境, 10(3), 22–25.]

(责任编辑: 唐志尧 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 本研究选取的华北暖温带区域39个自然保护区基本信息(数据截至2015年)

Appendix 1 The basic information of 39 nature reserves selected from North China Warm Temperate Region in this paper (Data by 2015)

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2016350-1.pdf>

附录2 本研究选取的东北温带区域67个自然保护区基本信息(数据截至2015年)

Appendix 2 The basic information of 67 nature reserves selected from Northeast China Temperate Region in this paper (Data by 2015)

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2016350-2.pdf>

附录1 本研究选取的华北暖温带区域39个自然保护区基本信息(数据截至2015年)

Appendix 1 The basic information of 39 nature reserves selected from North China Warm Temperate Region in this paper (Data by 2015)

序号 Number	自然保护区名称 Name of nature reserve	面积 Area (ha)	类型 Types	主要保护对象 The main protected objects	级别 Levels	始建时间 Building time
1	辽宁努鲁儿虎山	16,705.6	森林生态	森林生态系统 山地落叶阔叶 林生态系统及 辽梅杏、金雕 等	国家级	2000
2	辽宁大黑山	13,844	森林生态	华北植物区系 北缘森林生态 系统	国家级	2000
3	辽宁白狼山	17,440	森林生态	森林生态系统 及水曲柳、黄 羊等珍稀野生 动植物	国家级	2001
4	辽宁虹螺山	10,008	森林生态	森林生态系统 及野生动植物	国家级	2005
5	辽宁海棠山	11,002.7	森林生态	森林生态系统 及珍稀野生动 植物	国家级	1986
6	河北辽河源	45,225.2	森林生态	华北典型天然 阔叶次生林生 态系统	省级	2004
7	河北北大山	10,185	森林生态	温带森林和野 生动植物	省级	2009
8	北京松山	6,212.96	森林生态	森林生态系统 及金钱豹等珍 稀动植物	国家级	1985
9	北京雾灵山	4,152.4	森林生态	森林生态系 统、珍稀、濒 危野生动植物	省级	2000
10	河北青龙都山	4,705.6	森林生态	燕山东段暖温 带北缘的天然 侧柏林、核桃 楸等珍稀濒危 植物	省级	2013
11	辽宁青龙河	12,045	森林生态	森林生态系统 猕猴及温带森 林生态系统	国家级	2001
12	北京喇叭沟门	18,482.5	森林生态		省级	1999
13	河北六里坪猕猴	14,970	森林生态		省级	2007

序号 Number	自然保护区名称 Name of nature reserve	面积 Area (ha)	类型 Types	主要保护对象 The main protected objects	级别 Levels	始建时间 Building time
14	河北宽城都山	19,648	森林生态	森林生态系统 及珍稀野生动 植物	省级	2001
15	河北宽城千鹤山	14,037.5	野生动物	苍鹭及其生境	省级	2003
16	天津八仙山	1,049	森林生态	森林生态系统 褐马鸡及华北	国家级	1984
17	山西芦芽山	21,453	野生动物	落叶松、云杉 次生林	国家级	1980
18	河北驼梁	21,311.9	森林生态	森林生态系统 油松林和辽东 栎林等暖温带	国家级	2001
19	山西灵空山	10,116.8	森林生态	落叶阔叶林生 态系统及褐马 鸡	国家级	1993
20	河北银河山	36,210.9	森林生态	森林生态系 统、稀有地质 地貌资源	省级	2012
21	河北漫山	12,028	森林生态	森林生态系统 及珍稀野生动 植物	省级	2001
22	河北小五台山	21,833	森林生态	温带森林生态 系统及褐马鸡	国家级	1983
23	河北青崖寨	15,164	森林生态	森林及珍稀野 生动植物	国家级	2006
24	北京百花山	21,743.1	森林生态	温带次生林	国家级	1985
25	河北摩天岭	35,100	森林生态	温带森林生态 系统及野生动 植物	省级	2012
26	河北金华山-横岭 子褐马鸡	33,940	野生动物	褐马鸡及其生 境	省级	2003
27	河北三峰山	5,464.7	森林生态	森林生态系统 及珍稀野生动 植物	省级	2012
28	北京云蒙山	3,900	森林生态	森林生态系统 森林生态系统	省级	2000
29	河北大茂山	1,353.33	森林生态	及珍稀野生动 植物、自然文 化遗产	省级	2012

序号 Number	自然保护区名称 Name of nature reserve	面积 Area (ha)	类型 Types	主要保护对象 The main protected objects	级别 Levels	始建时间 Building time
30	山西蟒河猕猴	5,600	野生动物	猕猴等珍稀野生动植物	国家级	1983
31	河北白草洼	17,680	草原草甸	森林草原	省级	2007
32	河北滦河源草地	21,500	草原草甸	草地生态系统	省级	1997
33	河北红松洼	7,970	草原草甸	草原生态系统	国家级	1994
34	河北御道口	32,620	草原草甸	草原、湿地生态系统	省级	2002
35	河北曹妃甸湿地和鸟类	10,081.4	内陆湿地	湿地生态系统及鸟类	省级	2004
36	河北衡水湖	16,365	内陆湿地	湿地生态系统及鸟类	国家级	2000
37	河北南大港湿地	7,500	内陆湿地	湿地生态系统及鸟类	省级	1995
38	天津古海岸与湿地	35,913	海洋海岸	贝壳堤、牡蛎滩古海岸遗迹、滨海湿地	国家级	1984
39	河北白洋淀	29,696	内陆湿地	湿地生态系统及野生动植物	省级	2002

附录2 本研究选取的东北温带区域67个自然保护区基本信息(数据截至2015年)
Appendix 2 The basic information of 67 nature reserves selected from Northeast China Temperate Region in this paper (Data by 2015)

序号 Number	自然保护区名称 Name of nature reserve	面积 Area (ha)	类型 Types	主要保护对象 The main protected objects	级别 Levels	始建时间 Building time
1	黑龙江岭峰	68,373	森林生态	寒温带针叶林及 紫貂、原麝、貂熊 等濒危野生动物 黑嘴松鸡等珍稀 野生动植物以及	省级	2002
2	黑龙江中央站黑嘴 松鸡	46,743	野生动物	寒温带针叶林与 温带针阔叶混交 林过渡带的典型 森林生态系统	国家级	2006
3	内蒙古汗马	107,348	森林生态	寒温带苔原山地 明亮针叶林	国家级	1995
4	黑龙江盘中	55,074	森林生态	寒温带针叶林生 态系统及野生动 植物	省级	2006
5	黑龙江北极村	137,553	森林生态	寒温带森林生态 系统、森林湿地生 态系统	省级	2006
6	内蒙古乌兰坝	78,672	森林生态	西辽河源头区的 山地森林、湿地生 态系统, 斑羚、马 鹿和黑鹳等珍稀 动植物	国家级	1997
7	内蒙古青山	26,989	森林生态	蒙古栎林、黑桦 林、紫椴林等典型 温带天然林与草 原草甸生态系统 以及野大豆	国家级	1997
8	黑龙江胜山	60,000	森林生态	我国最北端的温 带森林生态系统 和红松、驼鹿等珍 稀濒危动植物	国家级	2003
9	黑龙江友好	60,687	内陆湿地	森林沼泽生态系 统及珍稀动植物	国家级	2001
10	黑龙江平顶山	20,241	森林生态	典型的小兴安岭 森林生态系统及 珍稀濒危野生动 植物	省级	2010

序号 Number	自然保护区名称 Name of nature reserve	面积 Area (ha)	类型 Types	主要保护对象 The main protected objects	级别 Levels	始建时间 Building time
11	黑龙江太平沟	22,199	森林生态	温带森林生态系 统及黑熊、棕熊等 珍稀野生动植物	国家级	2009
12	黑龙江茅兰沟	35,868	森林生态	温带森林生态系 统及原麝、中华秋 沙鸭、红松等珍稀 野生动植物	国家级	1999
13	黑龙江朗乡	31,355	森林生态	原麝等野生动物 及红松林生态系 统	国家级	2004
14	黑龙江乌	20,949	野生动物	紫貂小兴安岭亚 种及森林生态系 统	省级	2006
15	黑龙江丰林	18,400	森林生态	为以红松为主的 北温带针阔叶混 交林生态系统和 珍稀的野生动物 植物资源	国家级	1958
16	黑龙江凉水	12,133	森林生态	以红松为主的温 带针阔叶混交林 及其生态系统	国家级	1980
17	黑龙江碧水中华秋 沙鸭	2,535	野生动物	中华秋沙鸭及红 松林生态系统	省级	1997
18	辽宁章古台	10,200	森林生态	沙地森林生态系 统	国家级	1986
19	黑龙江大峡谷	24,998	森林生态	典型的东北山地 森林生态系统及 东北红豆杉	国家级	2010
20	吉林黄泥河	41,583	森林生态	北温带森林生态 系统及多种珍稀 濒危野生动植物	国家级	2000
21	黑龙江小北湖	20,834	森林生态	红松林生态系统 及原麝、紫貂等珍 稀动植物	国家级	2006
22	黑龙江七星砬子东 北虎	55,740	野生动物	东北虎、马鹿等野 生动物及其生境	省级	1980
23	黑龙江曙光	9,766	野生动物	天蚕及柞林生态 系统	省级	1992
24	吉林长白山	196,465	森林生态	火山地貌景观和	国家级	1960

序号 Number	自然保护区名称 Name of nature reserve	面积 Area (ha)	类型 Types	主要保护对象 The main protected objects	级别 Levels	始建时间 Building time
				森林生态系统		
25	吉林松花江三湖	115,253.2	森林生态	森林及水域生态 系统	国家级	1982
26	黑龙江穆稜东北红 豆杉	35,648	野生植物	东北红豆杉及其 森林生态系统	国家级	2004
27	吉林珲春东北虎	108,700	野生动物	东北虎、豹及其栖 息地	国家级	2001
28	黑龙江凤凰山	26,570	森林生态	兴凯松林、东北红 豆杉、松茸等野生 动植物及森林生 态系统	国家级	1989
29	吉林汪清	67,434	森林生态	东北红豆杉及针 阔混交林生态系 统	国家级	2002
30	黑龙江牡丹峰	19,468	森林生态	原始森林	国家级	1981
31	黑龙江老爷岭东北 虎	71,278	野生动物	东北虎、东北豹、 猎物种群及温带 山地森林生态系 统	国家级	2011
32	辽宁老秃顶子	15,219	森林生态	长白植物区系森 林及人参等珍稀 物种	国家级	1981
33	吉林哈泥	22,230	森林生态	以哈泥沼泽为主 的湿地生态系统 和哈泥河上游水 源涵养区	国家级	1991
34	吉林通化石湖	15,200	森林生态	温带山地森林生 态系统及东北红 豆杉、朝鲜崖柏	省级	1993
35	辽宁白石砬子	7,467	森林生态	原生型红松针阔 混交林	国家级	1981
36	辽宁仙人洞	3,574.7	森林生态	森林生态系统	国家级	1981
37	内蒙古阿鲁科尔沁	136,793.6	草原草甸	沙地草原、湿地生 态系统及珍稀鸟 类	国家级	1999
38	黑龙江绰纳河	105,580	内陆湿地	寒温带针叶林与 温带针阔叶混交 林	国家级	2002

序号 Number	自然保护区名称 Name of nature reserve	面积 Area (ha)	类型 Types	主要保护对象 The main protected objects	级别 Levels	始建时间 Building time
39	黑龙江多布库尔	128,959	内陆湿地	寒温带湿地生态 系统及野生动植 物	国家级	2002
40	黑龙江双河	88,849	内陆湿地	寒温带森林生态 系统、森林沼泽系 统及濒危物种	国家级	2002
41	黑龙江库尔滨河	66,964	内陆湿地	湿地水域生态系 统及冷水鱼类	省级	2004
42	黑龙江大沾河湿地	211,618	内陆湿地	小兴安岭林区森 林湿地生态系统, 白头鹤等水禽及 其栖息地及温带 森林生态系统	国家级	2001
43	黑龙江公别拉河	47,983	内陆湿地	沼泽湿地生态系 统及珍稀野生动 植物	省级	2005
44	黑龙江红星湿地	111,995	内陆湿地	温带森林湿地生 态系统	国家级	2001
45	黑龙江翠北湿地	27,730	内陆湿地	森林湿地生态系 统及其湿地动植 物	省级	2001
46	黑龙江山口	99,489.9	内陆湿地	内陆湿地生态系 统	省级	2002
47	黑龙江乌伊岭	43,824	内陆湿地	温带森林森林生 态系统、沼泽湿地 生态系统	国家级	1999
48	黑龙江细鳞河	20,617	内陆湿地	森林、湿地生态系 统及珍稀动物	省级	2004
49	黑龙江新青白头鹤	62,567	野生动物	白头鹤、驼鹿等珍 稀动物及北温带 森林生态系统和 湿地生态系统	国家级	2004
50	吉林波罗湖	24,915	内陆湿地	湿地生态系统及 鹤、鹳类珍稀濒危 鸟类	国家级	2004
51	吉林莫莫格	144,000	内陆湿地	鹤、鹳类珍稀水 禽及湿地生态系 统	国家级	1981
52	黑龙江扎龙	210,000	野生动物	丹顶鹤等珍禽及	国家级	1987

序号 Number	自然保护区名称 Name of nature reserve	面积 Area (ha)	类型 Types	主要保护对象 The main protected objects	级别 Levels	始建时间 Building time
				湿地生态系统		
53	黑龙江乌裕尔河	55,423	内陆湿地	湿地生态系统及 丹顶鹤、老鸹等珍 稀水禽	国家级	1992
54	吉林查干湖	50,684	内陆湿地	湿地生态系统及 珍稀鸟类	国家级	1986
55	黑龙江明水	30,840	内陆湿地	平原沼泽湿地生 态系统及大鸨等 珍稀野生动植物	国家级	2007
56	辽宁辽河口	80,000	野生动物	珍稀水禽及沿海 湿地生态系统	国家级	1985
57	黑龙江兴凯湖	222,488	内陆湿地	湿地生态系统及 丹顶鹤等珍稀鸟 类	国家级	1986
58	黑龙江黑瞎子岛	12,417	内陆湿地	湿地生态系统及 濒危水鸟	省级	2014
59	黑龙江东方红湿地	31,516	内陆湿地	湿地生态系统和 濒危动植物	国家级	2001
60	黑龙江三环泡	27,687	内陆湿地	湿地生态系统及 丹顶鹤、天鹅、小 叶樟	国家级	1991
61	黑龙江三江	198,089	内陆湿地	湿地生态系统及 东方白鹳等珍禽	国家级	1994
62	黑龙江珍宝岛	44,364	内陆湿地	湿地生态系统和 珍稀濒危动植物	国家级	2002
63	黑龙江大佳河	71,932	内陆湿地	湿地、森林生态系 统及珍稀野生动 植物	省级	2004
64	吉林雁鸣湖	53,940	内陆湿地	湿地生态系统	国家级	1991
65	黑龙江镜泊湖	126,000	内陆湿地	水域、森林生态系 统及火山口、熔 洞、熔岩台地等地 质地貌	省级	1980
66	吉林龙湾	15,061	内陆湿地	湿地、森林生态系 统及火山湖泊	国家级	1991
67	辽宁蛇岛老铁山	9,072	野生动物	蝮蛇、候鸟及蛇岛 特殊生态系统	国家级	1980