DOI: 10.5846/stxb201309122256

呼延佼奇, 肖静, 于博威, 徐卫华. 我国自然保护区功能分区研究进展. 生态学报, 2014, 34(22): 6391-6396.

Huyan J Q, Xiao J, Yu B W, Xu W H. Research progress in function zoning of nature reserves in China. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(22): 6391-6396.

我国自然保护区功能分区研究进展

呼延佼奇¹, 肖 静², 于博威³, 徐卫华^{3,*}

(1. 中国农业大学生物学院, 北京 100083; 2. 中国林业出版社, 北京 100714;
3. 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

摘要:自然保护区功能分区是保护区规划和科学管理的重要环节。我国自然保护区功能区划主要采用国际“人与生物圈”计划的“三区”划分模式,即核心区、缓冲区和实验区。介绍了我国自然保护区的分区依据,在总结自然保护区功能分区方法研究进展上,分析了目前我国自然保护区功能区划中存在的难点与问题,并对其进行了展望,以期为我国自然保护区功能区的科学划分与完善提供依据。

关键词:自然保护区; 功能区划; 分区方法; 进展

Research progress in function zoning of nature reserves in China

HUYAN Jiaoqi¹, XIAO Jing², YU Bowei³, XU Weihua^{3,*}

1 College of Biological Sciences, China Agricultural University, Beijing 100083, China

2 China forestry press, Beijing 100714, China

3 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

Abstract: function zoning of nature reserves is a very important process in nature reserves construction and management. Currently function zones of nature reserves in China adopt in mode of “core zone-buffer zone -experimental zone” suggested by Man and Biosphere Reserve. In this paper, progress summarization about function zoning method, problems and difficulties in function zoning were analyzed. Currently five types of function zoning method, containing species distribution modeling (SDM), landscape suitability evaluation (LSE), cluster analysis, least-cost distance analysis and irreplaceability analysis, were introduced. Different methods had different application scopes. SDM and LSE emphasized on natural resources and biodiversity conservation, without consideration on human activity and resources utilization. The other three methods considered both biodiversity conservation and resources utilization. Some problems existed in current function zoning practices. One was lacking effective method of function zoning for different types of nature reserves in different area. Another one was inadequate background data and material for function zoning. The other was static function zoning patterns, and inharmony between nature reserves. Measures corresponding to these problems were also proposed. Analysis in this paper will provide scientific basis for improvement of function zoning in China's nature reserves.

Key Words: nature reserves; function zoning; zoning method; progress

自然保护区建立被认为是生物多样性保护的有 效途径。截至 2013 年底,我国已建立各种类型、不

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项资助项目(201011018)

收稿日期:2013-09-12; 修订日期:2014-10-31

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xuweihua@rcees.ac.cn

同级别的自然保护区 2697 个,保护区总面积 14631 万 hm^2 ,其中陆地自然保护区面积已占到国土面积的 14.77% (<http://jcs.mep.gov.cn/hjzl/zkgb/2013zkgb/>),初步形成了布局较为合理、类型较为齐全、功能比较健全的自然保护区网络^[1],对维护生物多样性和促进可持续发展发挥了重要作用。科学合理的功能区划分是发挥自然保护区多重功能、提高自然保护区管理水平的关键^[2]。我国目前自然保护区功能分区采用国际“人与生物圈”计划生物保护区的基本模式,即将保护区划分为核心区、缓冲区与实验区的三区模式,并且在不同的功能区采取不同的经营管理策略^[3],以实现生物多样性保护与可持续发展的目的^[4,5]。保护区内生态系统以及珍稀、濒危动植物的分布情况是分区的关键。但由于我国大部分自然保护区在建立之初本底不清,野生动植物空间分布等基础数据条件不能充分满足区划的要求,加之受到分区方法与技术条件的限制,自然保护区功能区划分的主观性较强,不利于自然保护区功能的发挥。本文在总结自然保护区功能区划分方法研究进展上,概述了自然保护区功能区划分的难点与问题,探讨了自然保护区功能区划分的对策,以期为我国自然保护区功能区的科学划分提供依据。

1 自然保护区功能分区依据

我国目前自然保护区功能分区采用国际“人与生物圈”计划生物保护区的基本模式,即“核心区-缓冲区-实验区”三圈模式,并对各区的主要任务与保护方式做出了相关规定。我国 1994 年颁布的《中华人民共和国自然保护区条例》对三区的内涵做了明确规定,成为自然保护区功能区划分的基本依据。其中,核心区是“自然保护区内保存完好的天然状态的生态系统以及珍稀、濒危动植物的集中分布地”,禁止任何单位和个人进入;核心区外围可以划定一定面积的缓冲区,只准进入从事科学研究观测活动。缓冲区外围划为实验区,可以进入从事科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。2008 年国家林业局颁布了《自然保护区功能区划技术规程》^[6],对自然保护区功能区划的基本原则、依据、方法与功能区总体布局等做了原则性与技术性的要求,为目前自然保护区功能区划分发挥重要指导作用。

2 自然保护区功能分区主要方法与软件

我国自然保护区的功能区划分,经历了从人为定性划分到计算机模拟辅助决策划分的过程。早期建立的保护区,因保护区自然资源状况本底数据不足,加之保护区技术条件落后,又缺乏相应的区划方法与手段,故往往根据经验在图纸上进行勾绘,将保护物种常出现的地点圈为核心区^[7],其它区域则视情况划为缓冲区与实验区,主观随意性较大^[8]。随着科学技术的发展,特别是地理信息系统、遥感、全球定位系统技术的发展与普及,基于计算机辅助决策的功能区划分越来越客观与合理^[9]。目前用于自然保护区功能区划的方法主要包括物种分布模型法、景观适宜性评价法、聚类分析法、最小费用距离计算法和不可替代性计算法等。

2.1 主要方法简介

(1) 物种分布模型法

珍稀物种的空间分布是功能区划分的基础,往往通过模型模拟来进行确定。物种分布模型法就是通过物种分布模型,结合研究物种的生境破碎化程度、巢域面积以及景观连接度等指标确定自然保护区功能区划分的方法。对于以珍稀濒危物种为主要保护对象的保护区,运用物种分布模型法来进行功能分区直接有效,尤其适合核心区的确定。Li 等^[8]以 GIS 为平台,构建逻辑回归模型对丹顶鹤 (*Grus japonensis*) 的栖息地分布进行了预测,并在此基础上划分出中国盐城生物圈自然保护区的最小核心区。李行等^[2]用遥感、海图与野外调查数据构建了空间模糊物种分布模型,模拟了关键鸟类的空间分布,在此基础上建立了大河口区淤涨型自然保护区的功能区划框架,并利用这个模型研究了崇明东滩鸟类国家级自然保护区的功能区划。

(2) 景观适宜性评价法

景观适宜性评价就是根据不同景观因子对于研究物种的重要性(或影响程度)来确定不同景观因子对研究物种的权重。然后,根据不同景观因子的权重评价各种景观因子的空间组合对物种的景观适宜性。该方法适合于野生生物类保护区的功能区划。陈利顶等^[10]以卧龙大熊猫自然保护区为例,运用 GIS 技术在对景观适宜性进行评价的基础上提出了自然保护区内部结构设计的基本原则与方法,通过

确定核心斑块的大小与生态环境质量,结合大熊猫的家域大小,提出了卧龙自然保护区的核心区与缓冲区的设计方案。

(3) 最小费用距离计算法

最小费用距离(least-cost distance)反映的是一种可达性^[11],从生物保护的角度说就是指物种由“源”经过不同阻力的景观介质所耗费的费用。一个自然保护区内,物种在实验区内移动所需要克服的景观阻力最大,缓冲区其次,核心区最小^[12]。利用最小费用距离确定功能分区中3个功能区在空间上不同的阻力阈值,并最终实现功能分区的目的。此方法主要适于野生生物类保护区的功能区划。李纪宏与刘雪华首次在国内探讨最小费用距离计算法在自然保护区功能分区上的可行性,并以老县城大熊猫自然保护区为例阐述了最小费用距离计算法实现功能区划的具体步骤和方法^[13]。徐卫华等^[14]以秦岭山系为例,运用最小费用距离计算法,结合生境评价,对大熊猫自然保护区群进行了功能分区,探讨了自然保护区群功能区优化的程序与方法。

(4) 聚类分析法

自然保护区内的生物多样性存在空间分异现象,这也是自然保护区功能区划分的理论基础。聚类分析法是一种从数学角度分析各景观斑块的生物多样性梯度,从而划分自然保护区功能区的方法。聚类分析法适合于野生生物与生态系统类型保护区的功能分区,是目前应用较为广泛的一类分区方法^[3,15-18]。周世强等^[3]运用欧式最短距离法进行卧龙自然保护区各景观的聚类分析,在绘制聚类图的基础上划分了功能区。史军义等^[16]在大量调查、计算和分析的基础上,采用模糊数学中的最大数方法进行聚类分析,将聚类结果投影在单元划分图上,参考卧龙自然保护区的实际自然情况进行了功能区的模糊划分。陶晶等^[17]明确保护区各森林小斑的立地条件、林分特征、权属、人类干扰等10多项自然与社会属性,在聚类分析的基础上,通过保护区相关利益群体的广泛参与,明确了保护区功能区界,同时使功能区划分结果最大限度地平衡各方面的诉求。

(5) 不可替代性计算法

不可替代性是生物多样性保护规划中一个较新概念,表达一个规划单元在实现整体保护目标中的重要性,能够反映生物多样性保护价值的空间分异

规律,通过与人类活动干扰指数结合,可以用来实现保护区功能区划^[19]。该方法适于野生生物及生态系统类保护区的功能区划。曲艺等在明确三江源自然保护区主要保护对象空间分布的基础上,基于不可替代性和人类活动提出功能区划的调整方案,与现有的功能区划相比,调整方案能大大增加保护区的保护贡献率^[19]。

除了上述方法以外,王娟等以生态敏感性评价为基础,探讨了青藏高原工布自然保护区的功能区划^[20],唐博雅等通过保护行动计划CAP软件,探讨了湿地类保护区功能区划方法^[21],Zhang^[22]与陶晶^[17]探讨了参与式方法在功能区划分中的应用,这些对于完善整个自然保护区功能区划方法体系都具有重要意义。

2.2 不同方法的比较

不同的方法对资源利用与保护的重点存在差异。物种分布模型法与景观适宜性评价法强调对资源的保护,及核心区的划分与设计,对人类活动及资源利用的情况考虑较少。另外2种方法都将资源利用情况作为重要因子予以考虑。在最小费用距离计算法中,将人类活动因子在阻力层计算时得以考虑;聚类分析法将人类干扰作为聚类的因子之一;而不可替代性计算法则通过单独计算人类活动指数来进行区划。

不同的区划方法适用于不同的保护区类型。物种分布模型法与景观适宜性评价法适于野生生物类保护区,最小费用距离计算法适于野生生物类中的野生动物类保护区,聚类分析法与不可替代性计算法适于野生生物及生态系统类型的保护区。

在实际规划过程中,不同的方法并不一定截然分开。通过物种分布模型得到的物种生境分布,往往是最小费用距离计算法与不可替代性计算法运行的数据基础;物种分布模型得到生境利用与环境因子的关系,亦可为景观适宜性评价法、最小费用距离计算法与聚类分析法中不同因子权重的确定提供依据。

2.3 主要相关软件

近些年来,随着计算机技术的快速发展,以及遥感及其它空间数据可获得性的提高,大大加强了物种分布模型、系统保护规划模型及相关软件的应用,为科学合理的功能区划分奠定了良好的基础,为功

能区划的实现提供了可操作的工具。主要的相关软件介绍如下。

(1) 物种分布模型软件

物种分布是功能区规划的基础。目前主要应用的物种分布模型多数为生态位模型,从统计学上探求物种出现点与所在的生物地理环境因子之间的关系,从而预测物种出现的概率。这类模拟对数据来源有严格的要求,有的既需要“物种出现”(presence)数据又需要“物种不出现”(absence)数据的,如 GRASP、GARP;有的只需要“物种出现”(presence-only)数据,如 MAXENT、BIOCLIM 与 Biomapper 等,其中,MAXENT 是预测能力最高的模型之一。有关物种分布模型与软件的详述参见 Elith 等^[23]、李国庆等^[24]的有关综述。

(2) 系统保护规划软件

保护区功能区划的目的是为了协调生物多样性保护与资源利用的矛盾。因此,有关的系统保护规划软件基本可以应用于保护区功能区划分。系统保护规划的基本原理是,在兼顾保护成本与保护目标的前提下,通过选址优化算法来实现有限保护资源的配置。目前应用较广的系统保护规划软件有 C-Plan、MARXAN、ZONATION,还有 SITES、WORLDMAP、PANDA 等。有关系统保护规划的模型与软件的详细描述参见 Matthew 等^[25]、张路等^[26]的有关文献。

3 目前自然保护区功能区规划面临的主要问题与对策

3.1 主要问题

(1) 功能区划缺乏统一的方法

我国有关法规与规程为保护区功能分区提供了重要参考依据。然而,在具体的功能规划实践中,往往由于各保护区的自然地理和社会经济状况千差万别,难以依据相关法规条例的简单规定对功能区进行明确的分区。

(2) 保护区本底资料不足

自然保护区主要保护对象的空间分布是功能区划分的基础,但目前我国自然保护区本底不清的情况仍很严重,极大影响到功能区划的效果与保护对象的有效保护。据调查,四川省的 166 个自然保护区中,60%左右的自然保护区没有本底考察成果。在本底不清的基础上完成的功能区划存在一定的盲

目性,导致核心区内分布有农耕区和居民点,而主要保护对象的重点分布区却分布在核心区之外,致使主要保护对象难以得到有效保护,同时在保护管理的过程中不得不频繁调整和优化功能分区^[27]。

(3) 静态的功能分区模式所带来的问题

受国际“人与生物圈”计划的生物圈保护区区划模式的影响,我国自然保护区的功能区划多采用三区划分的静态区划思想。这对于森林生态系统等比较稳定的保护区来说较为合适。但对于湿地类型的保护区,由于受潮汐、鸟类迁徙等因素的影响^[2,28],保护区主要保护对象的空间分布季节性差异较大,目前静态的自然保护区分区管理模式难以满足保护的需求。

(4) 自然保护区之间的衔接性与整体性不够

自然保护区的设计与研究应从整个区域的生态系统及保护对象来考虑。但在规划实践中,因不同自然保护区建立的年代不一,或者过分强调“核心区-缓冲区-实验区”的同心圆三区模式,相邻自然保护区之间协调性往往考虑不周。例如,秦岭山系以大熊猫保护为主要保护对象的 16 个边界相邻的自然保护区,其核心区并未互相连接,被分隔为相对独立的 20 个区块,大大降低了保护区的保护效果^[12]。

3.2 主要对策

(1) 根据不同类型保护区建立相应方法

我国目前的自然保护区分区,基本都是采用国际“人与生物圈”计划的“三区”区划模式。然而,我国的自然保护区类型多样,有森林、草原、湿地、荒漠等,其地形地貌也多种多样,有湖泊、平原、丘陵、高原、高山峡谷等,各种不同类型的保护区有不同的保护对象,其对功能区划的要求亦各不相同,如大中型兽类比小型兽类要求更大的活动范围。因此,在进行保护区功能区划时,应根据不同保护对象、保护区的功能及管理目标,制定因地制宜的区划方法。

(2) 加大保护区内本底调查与监测力度

对于自然保护区功能区划而言,最基本和最首要的就是要对保护区内的物种和生态系统状况进行全面详尽的调查。保护区的本底调查报告在一定程度上反映了保护区的主要保护对象的种类、数量、分布以及受威胁状况等信息,是保护区功能区划的重要依据。建议对尚未进行本底调查的保护区开展补查,对本底清楚的保护区定期进行监测,动态掌握保

护对象的状态,完善保护区功能区划。

(3) 改变单一静态的功能区划模式

保护区功能区划应根据保护对象的特点,采取静态与动态相结合的功能区划模式。例如,对于以候鸟为主要保护对象的保护区,可以采取季节性核心区的思路,在不同的季节采取相应的管理对策。

(4) 整体考虑保护区的规划与建设

进行保护区规划与建设时,既要认识到保护区内生物之间和生物与环境之间的关系,又要认识到保护区内生物和环境与社会经济之间的关系。对于保护对象相同或类似的保护区,应尽量边界相连,核心区尽可能相通,以提升自然保护区对生态系统与物种的整体保护效果。

References:

- [1] Wang Z, Bai C S, Xu W G, Jiang M K. Current situation and challenge in China's nature reserves construction and management. *Environmental Protection*, 2011, (4): 18-20.
- [2] Li H, Zhou Y X, Kuang R Y, Tian B. Function zoning of accreting nature reserve of large estuary district: a case study in the Shanghai Chongming Dongtan National Nature Reserve. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2009, 48(2): 106-112.
- [3] Zhou S Q. Theory, method and application of nature reserves function zones. *Sichuan Forestry Exploration and Design*, 1997, (3): 37-40.
- [4] McNeely J A. Protected areas for the 21st century: working to provide benefits to society. *Biodiversity and Conservation*, 1994, 3(5): 390-405.
- [5] Hull V, Xu W H, Liu W, Zhou S Q, Viña A, Zhang J D, Tuanmu M N, Huang J Y, Linderman M, Chen X D, Huang Y, Ouyang Z Y, Zhang H M, Liu J G. Evaluating the efficacy of zoning designations for protected area management. *Biological Conservation*, 2011, 144(12): 3028-3037.
- [6] State forestry administration. Technical regulation for nature reserve zoning. (LY/T 1764—2008). 2008.
- [7] Li W J, Wang Z J, Ma Z J, Tang H X. Designing the core zone in a biosphere reserve based on suitable habitats: Yancheng Biosphere Reserve and the red crowned crane (*Grus japonensis*). *Biological Conservation*, 1990, 90(3): 167-173.
- [8] Li X S, Zhang L, Li H, Lu F, Cheng W L. Introduction to nature reserves function zoning. *Forestry Construction*, 2012, (2): 24-27.
- [9] Yang S H, Peng M C, Yan H Z. The study on foundation region division of Mengyang Nature Reserve in Xishuangbanna by using GIS. *Journal of Yunnan University: Natural Sciences Edition*, 1999, 21(2): 81-85.
- [10] Chen L D, Fu B J, Liu X H. Landscape pattern design and wildlife conservation in nature reserve-Case study of Wolong Nature Reserve. *Journal of Nature Resources*, 2000, 15(2): 164-169.
- [11] Yu K J. Landscape ecological security patterns in biological conservation. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(1): 8-15.
- [12] Li J H, Liu X H. Research of the Nature Reserve Zonation based on the least-cost distance model. *Journal of Natural Resources*, 2006, 21(2): 217-224.
- [13] Liu X, Li J. Scientific solutions for the functional zoning of nature reserves in China. *Ecological Modelling*, 2008, 215(1): 237-246.
- [14] Xu W H, Luo C, Ouyang Z Y, Zhang L. Designing regional nature reserves group: the case study of Qinling Mountain Range, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(6): 1648-1654.
- [15] Zhai W D, Ma N X. Guiding ideology and basic principles of nature reserve management zoning. *China Environmental Science*, 2000, 20(4): 337-340.
- [16] Shi J Y, Ma L S, Yang K L, Fan J C, Shi R H. Fuzzy division of functional areas in Wolong Nature Reserve. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 1998, 19(1): 6-16.
- [17] Tao J, Zang R G, Hua C L, Wen Q Z. Discussion on the functional zoning of forest ecosystem nature reserve. *Forest Resources Management*, 2012, (6): 47-50, 56-56.
- [18] Zhou C J. The Study on Functional Zoning of Chishui *Alsophila Spinulosa* National Nature Reserve [D]. Guiyang: Guizhou Normal University, 2006.
- [19] Qu Y, Wang X L, Luan X F, Li D Q. Irreplaceability-based function zoning of nature reserves in the Three Rivers Headwater Region of Qinghai Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(13): 3609-3620.
- [20] Wang J, Han Z J, Peng P H, Chen W D, Chen Y F. Eco-sensitivity evaluation and functional zoning of Gongbu nature reserve in Tibet. *Journal of Henan Normal University: Natural Science*, 2012, 40(6): 98-101.
- [21] Tang B Y, Liu X D. Application of conservation action planning software in function zoning of wetland natural reserve. *Wetland Science & Technology Management*, 2011, 7(1): 44-47.
- [22] Zhang Z M, Ruth S, Yang Z J, Wu R D, Wang W L, Mei Y, Yang G H, Ou X K. Integrating a participatory process with a GIS-based multi-criteria decision analysis for protected area zoning in China. *Journal for Nature Conservation*, 2013, 21(4): 225-240.
- [23] Elith J, Graham C H, Anderson R P, Dudík M, Ferrier S, Guisan A, Hijmans R J, Huettmann F, Leathwick J R, Lehmann A, Li J, Lohmann L J, Loiselle B A, Manion G, Moritz C, Nakamura M, Nakazawa Y, Overton J M M, Peterson A T, Phillips S J, Richardson K, Ricardo S P, Schapire R E, Soberón J, Williams S, Wisz M S, Zimmermann N E, . Novel methods

- improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography*, 2006, 29(2): 129-151.
- [24] Li G Q, Liu C C, Liu Y G, Yang J, Zhang X S, Guo K. Advances in theoretical issues of species distribution models. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(16): 4827-4835.
- [25] Watts M E, Ball I R, Stewart R S, Klein C J, Wilson K, Steinback C, Lourivald R, Kircher L, Possingham H P. Marxan with Zones: Software for optimal conservation based land- and sea-use zoning. *Environmental Modelling & Software*, 2009, 24(12): 1513-1521.
- [26] Zhang L, Ouyang Z Y, Xu W H, Li Z Q, Zhu C Q. Biodiversity priority areas analysis for amphibians and reptiles in Yangtze basin based on systematic conservation planning idea. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2010, 19(9): 1020-1028.
- [27] Yang J L, Ren L J. Introduction to Sichuan nature reserves function zoning. *Sichuan Forestry Exploration and Design*, 2012, (3): 35-36, 40-40.
- [28] Lu F, Zhu L Y, Li B H, Li X S, He S L, Li H. Primary probing into functional zoning mode of natural reserve based on dynamic management: a case study on Xundian Black-necked Crane Nature Reserve. *Forestry Construction*, 2012, (5): 85-88.
- 养自然保护区功能区划研究. *云南大学学报: 自然科学版*, 1999, 21(2): 81-85.
- [10] 陈利顶, 傅伯杰, 刘雪华. 自然保护区景观结构与物种保护——以卧龙自然保护区为例. *自然资源学报*, 2000, 15(2): 164-169.
- [11] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局. *生态学报*, 1999, 19(1): 8-15.
- [14] 徐卫华, 罗翀, 欧阳志云, 张路. 区域自然保护区群规划——以秦岭山系为例. *生态学报*, 2010, 30(6): 1648-1654.
- [15] 翟惟东, 马乃喜. 自然保护区功能区划的指导思想和基本原则. *中国环境科学*, 2000, 20(4): 337-340.
- [16] 史军义, 马丽莎, 杨克珞, 范继才, 史蓉红. 卧龙自然保护区功能区的模糊划分. *四川林业科技*, 1998, 19(1): 6-16.
- [17] 陶晶, 臧润国, 华朝朗, 温庆忠. 森林生态系统类型自然保护区功能区划探讨. *林业资源管理*, 2012, (6): 47-50, 56-56.
- [18] 周崇军. 赤水桫欏国家级自然保护区功能区划分方法研究. 贵阳: 贵州师范大学, 2006.
- [19] 曲艺, 王秀磊, 栾晓峰, 李迪强. 基于不可替代性的青海省三江源地区保护区功能区划研究. *生态学报*, 2011, 31(13): 3609-3620.
- [20] 王娟, 韩子钧, 彭培好, 陈文德, 陈颖峰. 工布自然保护区生态敏感性评价及功能区划. *河南师范大学学报: 自然科学版*, 2012, 40(6): 98-101.
- [21] 唐博雅, 刘晓东. 保护行动计划软件在湿地自然保护区功能区划分中的应用概述. *湿地科学与管理*, 2011, 7(1): 44-47.
- [24] 李国庆, 刘长成, 刘玉国, 杨军, 张新时, 郭柯. 物种分布模型理论研究进展. *生态学报*, 2013, 33(16): 4827-4835.
- [26] 张路, 欧阳志云, 徐卫华, 李智琦, 朱春全. 基于系统保护规划理念的长江流域两栖爬行动物多样性保护优先区评价. *长江流域资源与环境*, 2010, 19(9): 1020-1028.
- [27] 杨嘉陵, 任俐坚. 浅谈四川省自然保护区功能区划. *四川林勘设计*, 2012, (3): 35-36, 40-40.
- [28] 路飞, 朱丽艳, 李百航, 李小双, 赫尚丽, 李华. 基于动态管理的自然保护区功能分区模式初探——以寻甸黑颈鹤自然保护区为例. *林业建设*, 2012, (5): 85-88.

参考文献:

- [1] 王智, 柏成寿, 徐网谷, 蒋明康. 我国自然保护区建设管理现状及挑战. *环境保护*, 2011, (4): 18-20.
- [2] 李行, 周云轩, 况润元, 田波. 大河口区淤涨型自然保护区功能区划研究——以崇明东滩鸟类国家级自然保护区为例. *中山大学学报: 自然科学版*, 2009, 48(2): 106-112.
- [3] 周世强. 自然保护区功能区划分的理论、方法及应用. *四川林勘设计*, 1997, (3): 37-40.
- [6] 国家林业局. 自然保护区功能区划技术规程. (LY/T 1764—2008). 2008.
- [8] 李小双, 张良, 李华, 路飞, 程文龙. 浅析自然保护区功能分区. *林业建设*, 2012, (2): 24-27.
- [9] 杨树华, 彭明春, 闫海忠. 地理信息系统支持下的西双版纳勐