

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

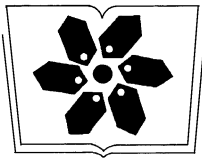
Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 13 期 Vol.31 No.13 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 13 期 2011 年 7 月 (半月刊)

目 次

我国东部北亚热带植物群落季相的时空变化	陈效速, 亓孝然, 阿 杉, 等 (3559)
华北低丘山地人工林蒸散的季节变化及环境影响要素	黄 辉, 孟 平, 张劲松, 等 (3569)
东北东部 14 个温带树种树干呼吸的种内种间变异	许 飞, 王传宽, 王兴昌 (3581)
RS 和 GIS 支持的洪河地区湿地生态健康评价	王一涵, 周德民, 孙永华 (3590)
应用光合色素研究广西钦州湾丰水期浮游植物群落结构	蓝文陆, 王晓辉, 黎明民 (3601)
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	曲 艺, 王秀磊, 栾晓峰, 等 (3609)
融雪时间对大卫马先蒿生长和繁殖特性的影响	陈文年, 吴 彦, 吴 宁, 等 (3621)
巴郎山刺叶高山栎叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 对海拔高度的响应	冯秋红, 程瑞梅, 史作民, 等 (3629)
宁南半干旱与半干旱偏旱区苜蓿草地土壤水分与养分特征	任晶晶, 李 军, 王学春, 等 (3638)
南岭小坑藜蒴栲栎群落地上部分生物量分配规律	李 根, 周光益, 王 旭, 等 (3650)
放牧对五台山高山、亚高山草甸牧草品质的影响	章异平, 江 源, 刘全儒, 等 (3659)
短期增温对贡嘎山峨眉冷杉幼苗生长及其 CNP 化学计量学特征的影响	 羊留冬, 杨 燕, 王根绪, 等 (3668)
锰胁迫对垂序商陆叶片形态结构及叶绿体超微结构的影响	梁文斌, 薛生国, 沈吉红, 等 (3677)
土荆芥挥发油对蚕豆根尖细胞的化感潜力	胡琬君, 马丹炜, 王亚男, 等 (3684)
喀斯特城市杨树人工林微量元素的生物循环	王新凯, 田大伦, 闫文德, 等 (3691)
大兴安岭林区多孔菌的区系组成与种群结构	崔宝凯, 余长军 (3700)
铜绿微囊藻和斜生栅藻非稳态营养盐限制条件下的生长竞争特性	赵晓东, 潘 江, 李金页, 等 (3710)
陆地棉萌发至三叶期不同生育阶段耐盐特性	王俊娟, 王德龙, 樊伟莉, 等 (3720)
基于模式生物秀丽隐杆线虫的三丁基锡生态毒性评价	王 云, 杨亚楠, 简风雷, 等 (3728)
大庆油田石油开采对土壤线虫群落的影响	肖能文, 谢德燕, 王学霞, 等 (3736)
若尔盖高寒草甸退化对中小型土壤动物群落的影响	吴鹏飞, 杨大星 (3745)
洞庭湖湿地土壤环境及其对退田还湖方式的响应	刘 娜, 王克林, 谢永宏, 等 (3758)
渭北旱塬苹果园地产量和深层土壤水分效应模拟	张社红, 李 军, 王学春, 等 (3767)
黄土丘陵区不同土地利用下土壤释放 N_2O 潜力的影响因素	祁金花, 黄懿梅, 张 宏, 等 (3778)
东北中部地区水稻不同生育时期低温处理下生理变化及耐冷性比较	宋广树, 孙忠富, 孙 蕾, 等 (3788)
硫对成熟期烤烟叶绿素荧光参数的影响	朱英华, 屠乃美, 肖汉乾, 等 (3796)
高温强光对温州蜜柑叶绿素荧光、D1 蛋白和 Deg1 蛋白酶的影响及 SA 效应	 邱翠花, 计玮玮, 郭延平 (3802)
覆膜对土壤-莴苣体系氮素分布和植物吸收的影响	李丽丽, 李非里, 刘秋亚, 等 (3811)
基于空间分带的崇明东滩水鸟适宜生境的时空动态分析	范学忠, 张利权, 袁 琳, 等 (3820)
驯鹿对苔藓植物的选择食用及其生境的物种多样性	冯 超, 白学良 (3830)
北京城市绿地调蓄雨水径流功能及其价值评估	张 彪, 谢高地, 薛 康, 等 (3839)
专论与综述	
冻土甲烷循环微生物群落及其对全球变化的响应	倪永清, 史学伟, 郑晓吉, 等 (3846)
哺乳动物毛被传热性能及其影响因素	郑 雷, 张 伟, 华 彦 (3856)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-07



封面图说: 滇金丝猴是我国特有的世界珍稀动物之一, 属国家一级重点保护物种。仅生活在滇藏交界处的高寒云冷杉林中, 是我国川、滇、黔三种金丝猴中唯一具有和人类一样美丽红唇的金丝猴。手中的松萝是它最喜爱的食物之一。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

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.

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.

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

曲 艺^{1,2}, 王秀磊¹, 栾晓峰², 李迪强^{1,*}

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林生态环境重点实验室, 北京 100091;

2. 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083)

摘要:具有代表性、灵活性、综合性的保护区功能区划指标是决定区域划分合理与否的关键因素。不可替代性是近年来引入生物多样性保护规划的新概念, 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, 将其与人类活动干扰指数结合, 可以在划分不同值域与功能分区之间建立联系。在系统保护规划框架下, 首先根据三江源生物多样性特征确定了研究区域的指示物种和优先保护生态系统, 然后结合物种生境特性, 利用地理信息系统 (GIS) 技术进行了指示物种潜在分布范围预测, 最后借助生物多样性保护规划软件 (C-Plan) 计算了三江源地区不可替代性指数, 结合人类活动干扰进行了功能区划分, 并对比了现有功能区划与新功能区划的贡献率。研究结果表明, 不可替代性较高区域与原核心区空间分布基本一致 (包括东部中铁、军功、麦秀森林灌丛区; 西部索加、曲麻莱湖泊湿地区, 高寒草甸区; 北部扎陵湖、鄂陵湖、星星海湿地区; 及南部玉树、囊谦森林灌丛区, 当曲沼泽湿地区); 在保护区总面积未增加条件下, 基于不可替代性的新功能划较原功能区划的保护贡献率及保护效率有显著提高, 核心区保护贡献率由 61.20% 增长到 71.21%, 新核心区+缓冲区总贡献率由 77.57% 增长到 92.43%, 保护区整体贡献率由 91.20% 增长到 95.40%; 从保护对象被保护情况看, 新功能划与原功能区划均能完全涵盖所有保护对象, 但新功能划所包含的满足保护目标的保护对象明显增多, 原功能区核心区, 核心区+缓冲区, 核心区+缓冲区+实验区完全实现目标的保护对象分别占 27.50%, 47.50% 和 80.00%, 新功能划分别为 32.50%, 77.50% 和 87.50% (新功能划下, 只有苔草草甸、冰川雪山、湖泊 3 种生态系统类型 and 盘羊、黑颈鹤两个动物物种未达到保护目标)。讨论了该研究的意义、方法评价及现实问题, 并提出三江源自然保护区功能区划调整建议: (1) 结合实际情况, 基于不可替代性和人类活动的功能区划对现功能区划进行适当调整以增加保护区的保护贡献率; (2) 对于缓冲区中保护价值较高、人类活动干扰又较强的区域应进行严格的管理, 制定完善的管理策略, 避免因人类活动引起生物多样性丧失; (3) 鉴于当地经济发展需求, 可以考虑在研究确定的实验区及其外围开展水电站与矿产开发项目, 但必须考虑开发项目对周围水域、植被及居民的影响。本研究可为三江源自然保护区功能区划的调整及资源开发提供参考, 对三江源生物多样性的保护具有重要意义。

关键词:不可替代性; 人类活动干扰; 功能区划; 保护贡献率; C-Plan

Irreplaceability-based function zoning of nature reserves in the Three Rivers Headwater Region of Qinghai Province

QU Yi^{1,2}, WANG Xiulei¹, LUAN Xiaofeng², LI Diqiang^{1,*}

1 Key Laboratory of Forest Ecology and Environment of State Forestry Administration, Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 College of Nature Reserve, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: Representative, flexible and comprehensive indicators are key factors to determine whether the nature reserve

基金项目:中央公益型科研院所基本科研业务费专项资金 (CAFRIFEEP200806); 林业公益性行业专项 (200704004); 科技支撑计划资助项目 (2008BADB0B0203, 2007BAC03A08-5, 2008BADB0B06)

收稿日期: 2010-09-15; 修订日期: 2011-02-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lidq@caf.ac.cn

function zoning is rational or not. Irreplaceability, which indicates the importance of each individual planning unit in achieving the entire conservation objectives and reflects the spatial distribution and variation pattern of biodiversity conservation values, is a concept recently introduced to biodiversity conservation planning. Combined with the index of human activity disturbance, irreplaceability can be segmented into different ranges to establish relationship with function zoning. Within the framework of systematic conservation planning, this study first identified indicator species and priority ecosystems according to the characteristic of biodiversity in Three Rivers Headwater Region. Then, potential habitat distribution areas of the identified indicator species were predicted using GIS based on the species habitat characters, and the irreplaceability values were calculated by using C-Plan software. Finally, the calculated irreplaceability values were combined with the human activity disturbance index to delineate the function zones by irreplaceability value range segmentation. Contribution of the new function zones and that of the original ones to biodiversity conservation was also compared. The results showed that the spatial distribution of the areas with high irreplaceability (including Zhongtie, Jungong and Maixiu in the east; lakes and alpine meadows in Suojia and Qumalai in the west; wetlands of Zhalinghu, Elinghu and Xingxinghai in the north; forest and shrub areas of Yushu, Nangqian and marsh of Dangqu area in the south) matched principally that of the the core zones of original ones. The percentage contribution of the new function zones improved much more than that of the original ones even with no increase in the area of the zones. With the new function zones, the percentage contribution of the core zone, the core zone + buffer zone, and the entire three zones increased from 61.20% to 71.21%, 77.57% to 92.43%, and 91.20% to 95.40%, respectively. In terms of protection status of the surrogates, both the new function zones and the original ones covered all the surrogates, but the new zones covered more surrogates than the original ones. Percentage of surrogates protected by the original core zone, core zone and buffer zone, and the entire three zones was 27.50%, 47.50% and 80.00%, respectively. However, the corresponding percentage of surrogates protected by the new zones was 32.50%, 77.50% and 87.50%, respectively. All the protected objects met the targets in the new function zones but three types of ecosystems including lakes, Carex meadow, glaciers and snow mountains, as well as two species of Argali sheep (*Ovis ammon*) and Black-necked Crane (*Crus nigricollis*). This paper discusses the implication of the study and potential application of the employed methodologies, and puts forward proposals to adjust function zoning of the Three Rivers Headwater Region in the near future. The proposals are as following: building new nature reserves or adjusting existing ones based on the results of this study and actual conditions in order to improve the contribution to protection; carrying out strict management of and developing comprehensive strategies for the areas with high irreplaceability values and high man-included disturbance in the buffer zones in order to avoid losing biodiversity caused by human activities; conducting reasonable exploitation of water power and mines in the experimental zones identified by this study with consideration of local economic development status and the impacts on surrounding water, vegetation and residents.

Key Words: irreplaceability; human activity disturbance; function zoning; conservation contributions; C-Plan

不可替代性^[1-2]是近年来引入生物多样性系统保护规划的新概念,代表一个规划单元在实现整体保护目标中的重要性,它突破了先前一些保护区选择算法的局限性,既可以通过选择一系列规划单元集合以达到预定保护目标,又能提供未被选为保护区的规划单元对保护目标潜在的保护贡献^[3]。不可替代性的计算基于量化保护目标,其值随规划过程中其他规划单元受到保护而变化,决策者可以根据不可替代性值的高低进行规划单元的选择,该过程为整个保护区系统的设计提供了逻辑框架^[1]。不可替代性概念的提出改变了保护规划过程中保护价值静止不变现状,增强了保护区规划单元选择的指导性和灵活性,为决策者提供了更有效的规划途径。

自然保护区的功能区划是保护区规划管理的核心,合理有效的功能区划是充分发挥自然保护区多重功能

和实施有效管理与评估的关键。中国在人与生物圈(MAB)的生物圈保护区区划模式指导下,采用三区划分模式,保护区功能区划的依据是生物多样性保护价值空间分异规律^[4]。目前,自然保护区功能区划方法主要有两大类:一是自然保护区功能区划数学方法;另一种是GIS空间分析方法。数学方法主要是基于自然性、代表性、稀有性及濒危程度、多样性、生境重要性等生物多样性保护价值指标的聚类方法^[5]。GIS空间分析的方法主要包括基于生物多样性指标的地理信息系统(GIS)空间叠加分析方法^[6]及最小费用距离模型的自然保护区功能分区方法^[7]。与以上几种方法相比,基于不可替代性的功能区划方法同样基于GIS技术,其优势在于:不可替代性受量化保护目标驱动,保护目的更加直接明了,避免了常规定性目标的不确定性;根据保护目标值计算已被保护及其他未保护规划单元的保护贡献率,可以指导规划单元的选择,且有利于保护区评估;通过不同层次生物多样性特征的保护与稀有性、特有性建立联系,并引入互补性概念,综合反映规划单元生物多样性保护价值;另外,C-Plan^[8],Marxan和CLUZ^[9],NatureServe Vista^[10],Sites^[11]及ConsNet^[12]等基于不可替代性的生物多样性保护规划软件增加了保护区规划单元选择过程及情景分析的高效性和灵活性,提供非单一化的规划方案,便于决策者对比分析,做出最优的决策。

目前,不可替代性概念已在生物多样性系统保护规划中得到广泛应用,如澳大利亚新南威尔士地区结合不可替代性和脆弱性进行保护优先区排序^[13],美国黄石生态系统(Greater Yellowstone Ecosystem, GYE)评估^[14],南非好望角植物区生物多样性保护规划等^[15]。另外,生物多样性替代的选择、评估及可持续性^[16-17],物种分布预测模型^[18],量化保护目标设定和保护区网络选择算法等^[19-20]方面的深入研究,也为系统保护规划各个步骤提供了更加有效的科学依据。

三江源地区地域广阔,地理位置和生态环境独特,生物多样性丰富、集中,具有独特的生物多样性空间格局,非常适合保护区网络系统的研究。并且目前青海省为促进全省经济社会“跨越发展、绿色发展、和谐发展、统筹发展”,欲进行三江源国家级自然保护区总体规划的修编工作,希望在不影响三江源生态保护和建设工程的前提下,处理好三江源自然保护区范围日趋突出的保护和开发的矛盾关系,为促进三江源藏区经济社会可持续发展留出空间。本研究以中国自然保护区三区划分模式为依据,在系统保护规划框架下,首次根据各区基于不可替代性的生物多样性保护价值空间分异规律及人类活动干扰的空间分布,利用生物多样性保护规划软件C-Plan,对三江源地区进行了保护优先区确定及功能区划分,为决策者做出科学判断提供参考。

1 研究区域概况

三江源地区系指长江、黄河、澜沧江的发源地,地理位置介于东经89°24′—102°23′,北纬31°39′—36°16′之间,行政区涉及玉树、果洛、海南、黄南4个藏族自治州的16个县和格尔木市唐古拉乡,区域面积36.3万km²,占青海省总面积的50.3%。区域内山脉绵延、地势高耸、地形复杂,海拔为3335—6564 m,最低海拔位于玉树藏族自治州东南部的金沙江江面,平均海拔4400 m左右。区内气候属青藏高原气候系统,为典型的高原大陆性气候,表现为冷热两季交替,干湿两季分明,年温差小,日温差大,日照时间长,辐射强烈,无四季区分的气候特征。全年平均气温在-5.6—3.8℃,极端最低气温-48℃,极端最高气温28℃,年平均降水量在262.2—772.8 mm,年蒸发量相对较大,一般在730—1700 mm。三江源去热量和水分由东南向西北递减,植被带水平带谱和垂直带谱均十分明显,植被空间分布呈明显的高原地带性规律,自东向西依次为山地森林、高寒灌丛草甸、高寒草甸、高寒草原、高寒荒漠,沼泽植被和垫状植被则主要镶嵌于高寒草甸和高寒荒漠之间。已建保护区主要包括可可西里自然保护区和三江源自然保护区,主要保护森林灌丛、高原湿地等生态系统和珍稀濒危野生动植物。其中可可西里自然保护区总面积4.5万km²,三江源自然保护区总面积15.23万km²,由相对完整的6个区域,18个相对独立的保护分区组成(图1)。

2 研究方法

2.1 数据收集

生态系统特征、功能信息来自三江源自然保护区科学考察报告^[21],物种濒危程度、栖息地特性、分布范围等信息主要来自《中国濒危动物红皮书》^[22]、《中国物种红色名录》^[23]及三江源保护行动计划(CAP)专家研

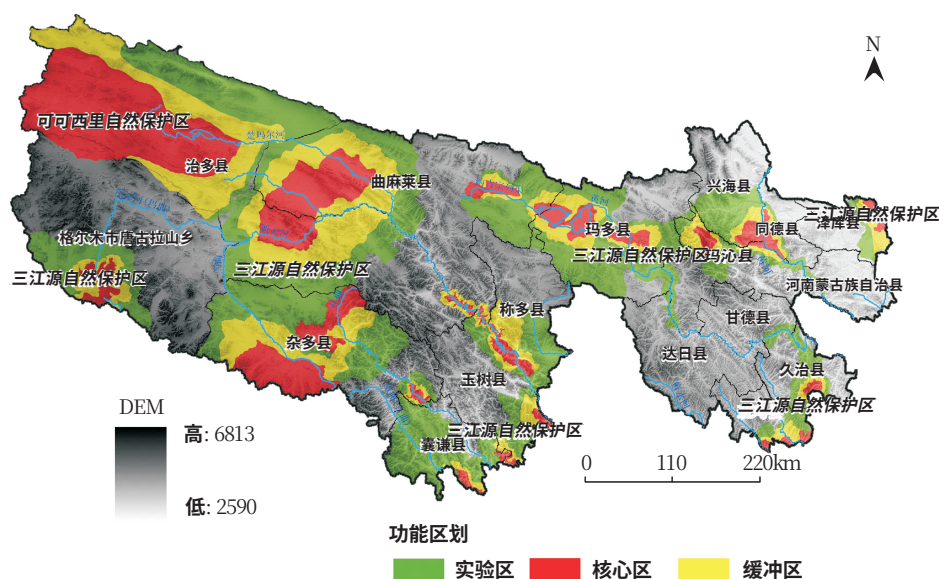


图1 研究区域

Fig. 1 Study area

讨会等。其他研究数据包括 1:25 万行政区划道路、居民点、地形数据等基础地理信息数据^[24]; 1:1000000 中国植被图^[25]; 1:1000000 中国土地利用图^[26]; 自然保护区空间分布由可可西里自然保护区和三江源自然保护区总体规划图数字化获得。

2.2 不可替代性指数计算

不可替代性在生物多样性保护规划中,表示一个规划单元在实现整体保护目标中的重要性,定义为特定规划单元实现保护目标的可能性。若满足所有保护目标的规划单元组合为集合 A,其中包括规划单元 X 的组合为集合 B,那么规划单元 X 的不可替代性值即为集合 B 中规划单元组合数与集合 A 中规划单元组合数之比(详细算法见 C-Plan 用户手册^[27])。不可替代性指数是 0—1 之间的连续值,值越高,代表所在规划单元的保护价值越高,能够替代该单元完成保护目标的其他规划单元数量越少,较稀少的生物多样性特征所在的规划单元的不可替代性往往要高于一般生物多样性特征^[28]。不可替代性值规划单元的不可替代性值主要受两方面因素影响:一是所选地区的生物多样性特征,二是所选对象的保护目标。

本研究通过专家讨论,结合三江源地区生物多样性特点,制定优先保护生态系统及指示物种选择标准,根据该标准确定优先保护生态系统及代表群系 21 种,指示物种兽类 12 种,鸟类 3 种,植物 4 种,并分别对优先保护生态系统和指示物种的保护目标进行了估算。

优先保护生态系统保护目标计算标准:

$$T_{\text{system}} = (I_{\text{Value}} + I_{\text{Threat}} + I_{\text{Rarity}}) / 3$$

式中, T_{system} 为优先保护生态系统的保护目标; I_{Value} 是生态系统保护价值指数; I_{Threat} 为受威胁指数; I_{Rarity} 是稀有性指数。 I_{Value} 按照植被类型具有的特殊保护价值个数打分; I_{Threat} 按植被类型受威胁程度及范围打分; I_{Rarity} 指该植被类型的分布面积大小,分布面积较小的植被类型具有更高的保护优先性和保护目标,分布面积较大的植被类型具有较低的保护目标。

指示物种保护目标计算标准:

$$T_{\text{species}} = (I_{\text{Endangered}} + I_{\text{Endemic}} + I_{\text{Threatened}} + I_{\text{Space}} + I_{\text{Rarity}}) / 5$$

考虑物种的 5 个方面的特征,即:物种的濒危程度、特有性、受威胁程度、空间需求和稀有性。

鸟类和植物物种只考虑濒危程度、特有性、受威胁程度、稀有性 4 个特征,公式作相应调整,取以上 4 项特征的平均值。而兽类需要更大的生存空间,因此兽类除上述 4 个特征之外还考虑空间需求。

由于没有详细的种群密度数据,重要保护物种的稀有性根据物种生境面积大小计算,其假设前提是,生境面积较小或稀有性指数较大的物种应具有较高的保护目标。

根据以上方法对每个保护对象的保护目标进行计算,最后通过专家验证,修正不合理的结果。

依据所选保护对象及其生境特征,结合植被类型、高程、地形及土地利用分布图制作物种潜在分布图,并通过专家讨论进行了调整和补充。然后按照 C-Plan 数据格式制作规划单元位点表、规划单元×保护对象矩阵和保护对象属性表。最后将以上基础表格输入表格编辑器生成 C-Plan 数据库,计算不可替代性值^[27]。将 C-Plan 与 GIS 软件 ArcView 连接,可以显示运行结果,直观地表达出高保护价值区域的分布。

2.3 人类活动指数计算

人类活动对生物多样性的影响无疑是巨大的,不仅直接导致自然生境面积减少,还会间接引起生物多样性梯度性递减、生境破碎化、外来物种入侵等问题^[29]。影响生物多样性的人类活动有很多,包括公路、铁路、居民点、开矿、建水电站、水坝、农牧业占地、外来物种入侵等,由于资料限制,本研究仅分析对生物多样性最突出的人类活动干扰方式,即公路、铁路、居民点的影响。道路在不同尺度上影响多种生态过程,沿道路两侧缓冲区形成道路影响域,不同等级的道路对生物多样性的影响范围也不同;同样,不同等级的居民区对生物多样性影响的辐射范围也随其人口及规模的增加而扩大。本文针对公路、铁路、居民点对生物多样性影响范围计算了三江源地区人类活动指数:

铁路、国道、省道等高级道路:影响范围为 1.5 km 缓冲区;乡县级道路:影响范围为 0.5 km 缓冲区;普通道路、简易公路、大车路等低等级道路:影响范围为 0.1 km 缓冲区。

州县级居民点影响范围为 5 km 缓冲区;乡镇级居民点影响范围为 3 km 缓冲区;乡级以下居民点影响范围为 1 km 缓冲区。

每个规划单元的人类活动指数计算公式如下:

$$HAI_i = \sum P_{ij}$$

式中, HAI_i 为第 i 个规划单元的人类活动指数(Human Activity Index), P_{ij} 为在第 i 个规划单元中第 j 个人类活动指标所占的面积百分比。

2.3 功能区划分

人为活动干扰是生物多样性保护的重要影响因素,生物多样性保护价值所对应的干扰等级不同,管理方式和力度也存在差异。本研究基于不可替代性概念,综合生物多样性保护价值和人类活动干扰,对三江源地区的自然保护区进行了功能区域划分。

综合考虑每个规划单元内不可替代性指数和人类活动指数的大小,将规划单元归为不同区间,从而实现研究区域的功能区划。高不可替代性、低人类活动干扰区域(区域 I: $0.6 \leq Irreplaceability \leq 1, 0 \leq Threats \leq 0.25$)具有较高的生物多样性保护价值,且不容受人为活动干扰,是进行生物多样性保护的最佳区域,将其划分为核心区;不可替代性较低、人类活动干扰也比较低的区域(区域 II: $0.2 \leq Irreplaceability < 0.6, 0 \leq Threats \leq 0.25$)和不可替代性较高、人类活动干扰也相对较高的区域(区域 III: $0.6 \leq Irreplaceability \leq 1, Threats > 0.25$)划分为缓冲区,区域 II 生物多样性保护价值有限,但人类活动干扰较少,可以作为外界高强度干扰的缓冲地带,而区域 III 虽然具有较高的保护价值,但受人类威胁较大,需要通过制定相应的管理策略协调生物多样性保护与人类活动干扰之间的冲突;不可替代性很低的区域(区域 IV: $0 < Irreplaceability < 0.2$)可以作为实验区,进行科学研究及宣传教育等活动,并且可以根据实际需要划定保护区外边界;不可替代性为零的区域为无保护价值区域(图 2)。

2.4 功能区划结果评估

根据以上方法进行功能区划分,利用 C-Plan 保护规划软件分别计算了核心区、核心区+缓冲区、核心区+缓冲区+实验区对保护目标的贡献率,并与现有保护区对应区域的贡献率进行对比,还比较了现有保护区与新功能区划在保护对象数量上的差异,以此反映现有保护区功能区划合理性与缺陷,以及新功能区划方法在

保护效率上的改进。保护贡献率公式:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^m T_i}{n}$$

式中, C 为受保护区域的保护贡献率; m 为保护区中所包含的保护对象个数; n 为整个研究区域保护对象个数; T_i 为保护区中第 i 个保护对象完成其保护目标的贡献率^[27], 定义为:

$$T_i = \begin{cases} \frac{A_{\text{Protected}}}{A_{\text{Target}}} \times 100\% & A_{\text{Protected}} < A_{\text{Target}} \\ 1 & A_{\text{Protected}} \geq A_{\text{Target}} \end{cases}$$

式中, $A_{\text{Protected}}$ 为第 i 个保护对象被保护的面积 (或数量); A_{Target} 为第 i 个保护对象的保护目标。

保护贡献的对比有利于分析现有保护区的保护空缺, 指导保护区体系建设与调整, 制定保护发展方向及管理策略, 可以为决策者提供科学可靠的依据。

3 研究结果

3.1 不可替代性指数分布

由 C-Plan 计算出的初始不可替代性指数在三江源地区的分布规律如图 3 所示, 该指数是连续值, 在软件中被自动分为 7 个等级: $\text{IRREPL} = 0, 0 < \text{IRREPL} \leq 0.2, 0.2 < \text{IRREPL} \leq 0.4, 0.4 < \text{IRREPL} \leq 0.6, 0.6 < \text{IRREPL} \leq 0.8, 0.8 < \text{IRREPL} < 1, \text{IRREPL} = 1$ 。高不可替代性区域 ($\text{IRREPL} > 0.6$) 面积为 3.69 万 km^2 , 占三江源地区总面积的 10.32%; 中等不可替代性区域 ($0.2 < \text{IRREPL} \leq 0.6$) 面积 8.09 万 km^2 , 是三江源总面积的 22.63%; 低不可替代性区域 ($0 < \text{IRREPL} \leq 0.2$) 和无保护价值区域 ($\text{IRREPL} = 0$) 面积分别为 11.00 万 km^2 和 12.97 万 km^2 , 占区域总面积的 30.77% 与 36.28%。

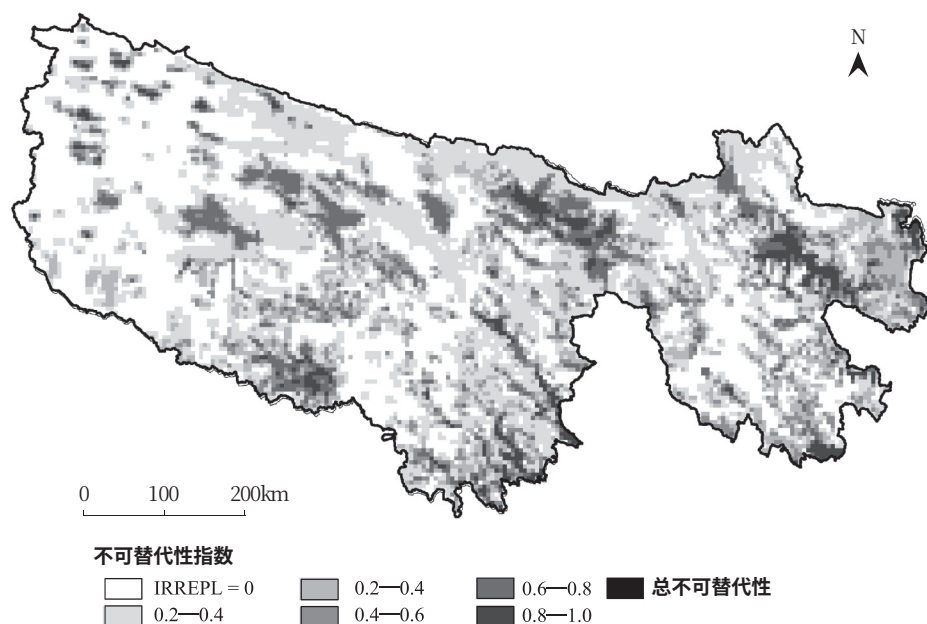


图 3 三江源地区不可替代性指数分布

Fig. 3 Irreplaceability of the Three Rivers Headwater Region

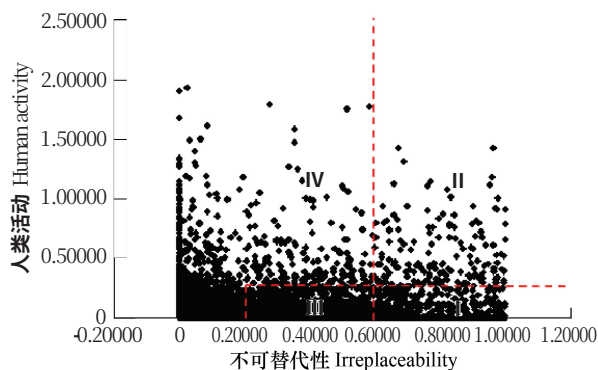


图 2 基于不可替代性和人类干扰的功能区划

Fig. 2 Function zoning based on irreplaceability and human disturbance

高保护价值区域主要分布在东部中铁、军功、麦秀森林灌丛区;南部玉树、囊谦森林灌丛区,当曲沼泽湿地;西部索加、曲麻莱湖泊湿地,高寒草甸区;及北部扎陵湖、鄂陵湖、星星海湿地。

3.2 人类活动指数分布

人类活动指数分布结果如图 4 所示,人类活动强度高的规划单元集中分布在三江源区域南部和东部,部分高强度人类干扰区域与高不可替代性地区重合(如玉树、玛可河等地区),西部、北部地区干扰较低,尤其是索加乡西部,基本无人类活动干扰。三江源地区约 95% 区域内人类活动指数低于 0.25,仅有 5% (1.72 万 km^2) 的区域人类活动指数高于 0.25,其中人类活动指数在 0.25—0.50 之间的区域面积为 1.08 万 km^2 , 0.50—1.00 之间的区域面积 0.50 万 km^2 ,人类活动指数大于 1.00 的区域仅为 0.14 万 km^2 。以上数字表明三江源地区人类活动强度大的区域分布面积较小,且相对集中,有利于三江源生物多样性保护。

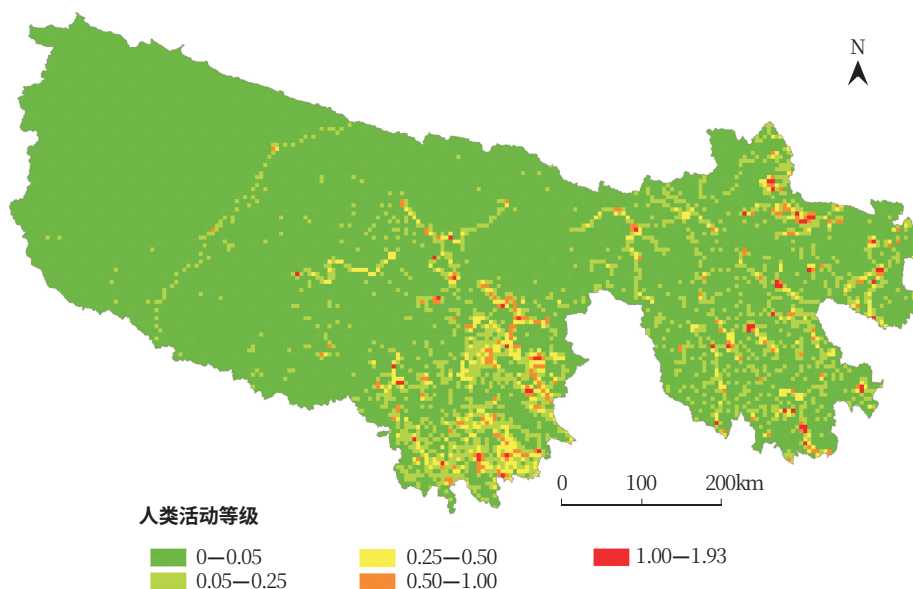


图 4 三江源地区人类活动等级

Fig. 4 Ratings of human activities in Three Rivers Headstream Region

3.3 功能区划

根据不可替代性及人类活动干扰进行功能区划分结果显示:具有高保护价值、人为活动干扰较弱的核心区分布相对集中,缓冲区基本分布在核心区周围,能够充分发挥缓冲外界干扰、保护核心区内生物多样性的作用,而部分缓冲区和实验区分布较分散,不利于保护区的管理(图 5a)。考虑实际管理的便利性,本研究在基于不可替代性和人类活动干扰的功能区划结果基础上,根据河流、道路、行政区边界等要素分布划定了核心区、缓冲区、实验区的边界(图 5b),对于一些符合核心区条件、距离大面积核心区较远,但又很重要的规划单元,将其划分为重点管护点。基于不可替代性和人类活动干扰规划的功能区总面积 15.30 万 km^2 ,占三江源地区总面积的 42.79%,保护贡献达到 95.40%。

3.4 功能区划结果评估

从保护区面积和保护贡献率角度,通过原保护区功能区划与新功能区划结果比较可以看出,新核心区面积比原核心区面积减小 2.13 万 km^2 ,而新核心区的保护贡献率却大幅增加,达到 71.21%,较原核心区贡献率(61.20%)增长了 10.01%,新核心区+缓冲区总贡献率达到 92.45%,远远超过原核心区+缓冲区保护贡献率,甚至高于原保护区整体保护贡献率(91.20%),新保护区功能区划整体贡献率则达到 95.40%(表 1,图 6)。

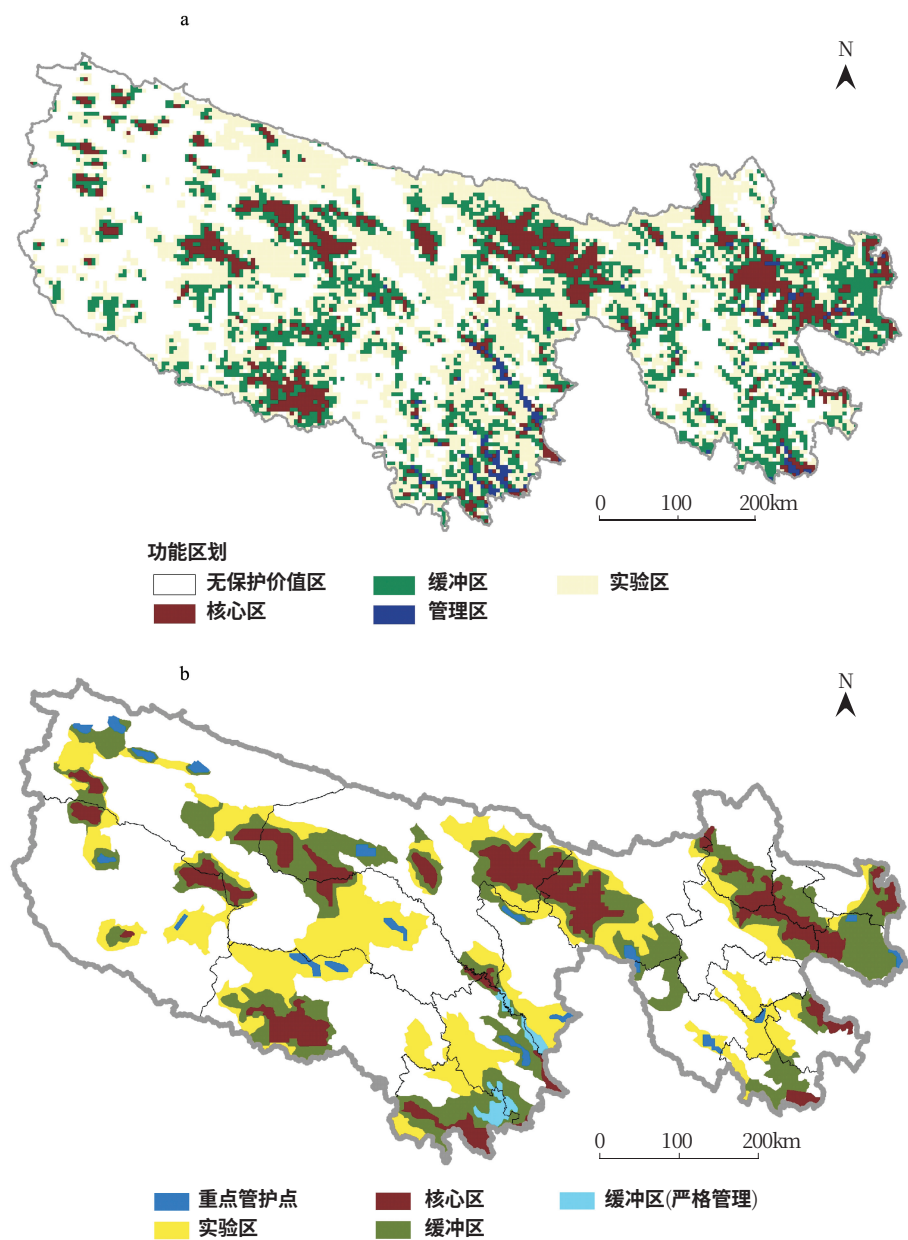


图 5 基于不可替代性和人类活动干扰的功能区划结果图

Fig. 5 Map of function zoning based on irreplaceability and human activity disturbance

图 a 为划定边界前较分散的功能区划;图 b 为划定边界后较集中的功能区划

表 1 现有功能区划与新功能区对比

Table 1 Comparison between existing and new function zoning

	OC	NC	OCB	NCB	OCBE	NCBE
面积 Area/km ²	56497	35240	109846	94513	205049	152963
占研究区域百分比 % of study area/%	15. 81	9. 86	30. 73	26. 44	57. 36	42. 79
新功能区被原功能区保护的面积 Area of new zones protected by original zones/km ²	—	11006	—	59941	—	88004
新功能区被原功能区保护的百分比 % of new zones protected by original zones/%	—	31. 17	—	45. 14	—	67. 43

OC, OCB, OCBE, NC, NCB, NCBE 分别代表原核心区,原核心区+缓冲区,原核心区+缓冲区+实验区,新核心区,新核心区+缓冲区,新核心区+缓冲区+实验区

从保护对象被保护情况看,现有保护区与新保护区都能涵盖所有保护对象,而完全达到保护目标的保护对象比例有所差异。现有功能区核心区,核心区+缓冲区,核心区+缓冲区+实验区完全实现目标的保护对象分别占 27.50%,47.50% 和 80.00%;新功能区分别为 32.50%,77.50% 和 87.50%。新功能区划下,只有苔草草甸、冰川雪山、湖泊 3 种生态系统类型和盘羊黑颈鹤 2 个动物物种未达到保护目标,但除苔草草甸外均与保护目标接近。

4 讨论

不可替代性结合生态系统、群系、物种等不同尺度的生物多样性特征,反映保护规划单元对于达到区域保护目标的重要性,通常受保护目标驱动,当保护目标为面积范围(如植被类型)时,稀有性和特有性对不可替代性的影响则较弱,而保护对象发现地点固定单一时,不可替代性可以反映其稀有性及特有性,另外,不可替代性分析过程中还纳入互补性原则,使达到预定保护目标的新保护区数量或面积最小化^[3]。总之,不可替代性概念融入了多种生物多样性保护指标,是一种综合指标,避免了单一指标分析的片面性,对生物多样性保护优先区的确定具有指导意义。结合不可替代性与人类活动等级进行功能区划分,在功能区划的定量分析与定性研究之间建立契合点,使得自然保护区功能区划工作更加科学、易于操作。而且通过结合人类活动划分的功能区更有针对性,对于核心区、缓冲区、实验区的管理具有指导作用,并且符合我国自然保护区特征,更有利于保护区的建设与管理,为今后进一步利用系统保护规划方法进行保护区设计和工作奠定了基础。

研究中虽然采用系统、量化的方法进行功能区规划,但不可避免地存在的各种不确定性或主观性必然会影响到结果的准确程度。保护对象的选取和保护目标制定的合理与否直接影响到规划结果的准确性,因此,在选择保护对象或生物多样性特征时应尽可能全面,选择能够反映当地的生物多样性特点、具有典型性、代表性的保护对象,且其分布数据应尽量准确。由于植被类型、土地利用等辅助数据随时间变化会有一定差异,及时更新会进一步提高结果的可靠性。根据不可替代性和人类活动干扰进行功能区划时,需要根据功能区的特点在两个指标值中划定分界点,如核心区必须具有高保护价值,且人类活动干扰少,易于封闭式管理,而不可替代性和人类干扰指数是相对值,该界限的划定存在一定主观性,今后该方面的研究可以试图通过建立相对值与实际情况的连接进行探索。

以上规划结果显示保护区核心区较分散,虽然其空间分布与原保护区功能区划的核心区分布基本一致,但仍与现有核心区存在一定差异,可以考虑将二者叠加确定最终的核心区边界,以强化核心区的保护功能。根据本研究中功能区划方法确定的缓冲区与实验区的分布范围,将临近的核心区整合为一个大的保护区,会更有利于规划和管理的实施。保护区区划还需考虑更多其他现实情况,应通过咨询资深专家多方面意见来达到一个科学、合理的区划。确定功能区的位置和类型后,还需结合各个区域的功能,针对不同空间尺度上当前和未来会对保护目标产生的威胁制定与其相适应的管理策略和行动计划^[30]。本研究仅确定了三江源地区优先保护区的位置和功能区分,未考虑实际实施的具体行动计划。结合脆弱性分析各区域面临生物多样性威胁需要保护的迫切程度^[31],针对各功能区制定相应的保护计划,预测达到保护目标所需成本^[32]及基于主体功能区划的自然保护区生态补偿机制^[33]等方面是今后的研究方向。保护区建设应突出重点、分层建设。以保护为重点,保护对象相对集中、自然属性较完整或生态非常脆弱的地带以封为主、减少干扰、修养生息;生态系统严重退化区域采用计划放牧、退耕还林、退牧还草、防沙治沙、控制鼠害等手段科学治理,遏制江河源区生态环境的进一步恶化,逐步恢复其生态功能^[34]。目前为促进当地经济发展而规划的河流水电站及矿产开发

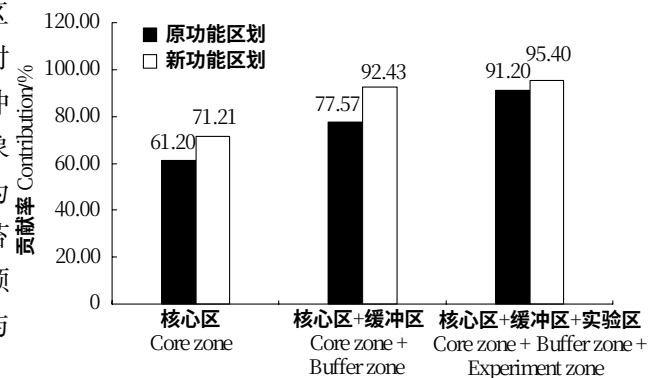


图 6 原功能区划与新功能区划保护贡献对比

Fig. 6 Comparison of conservation contributions between original and new function zoning

项目的实施,必须在维护生态安全的基础上进行,自然保护区功能区划的调整不能脱离其核心价值。由于三江源地区地域广阔,无论规划、管理、科考难度都非常大,且三江源在国家的生态安全中具有重要作用,一旦破坏,不但恢复起来困难巨大,还会给全国甚至周边国家的生态环境带来安全隐患,因此对于非常接近或分布在保护价值最高的核心区的开发项目必须禁止。

综合本文研究结果,建议结合实际情况根据基于不可替代性和人类活动的功能区划对现功能区划进行适当调整以增加保护区的保护贡献率;对于缓冲区中保护价值较高、人类活动干扰又较强的区域应进行严格的管理,制定完善的管理策略,避免因人类活动引起的生物多样性丧失;鉴于当地经济发展需求,可以考虑在本研究确定的功能区划的实验区及其外围开展水电站与矿产开发项目,但必须考虑开发项目对周围水域、植被及居民的影响。

三江源独特的地理、气候条件孕育了三江源区独特的生物区系,是世界上高海拔地区生物多样性最丰富的地区。三江源地区生物多样性的保护对中国乃至世界具有重要意义,必将在国内国际产生重要影响。本研究采用基于不可替代性指数的方法确定了三江源地区的保护优先区及其功能区划,并对河流水电站与矿山开发项目的影响进行了探讨,为功能区划及保护贡献评估的研究提供了新的途径,同时对促进青海省经济发展的三江源国家级自然保护区总体规划的修编工作具有科学参考价值。

致谢:感谢大自然保护协会(TNC)刘大昌、龙勇诚、于广志、刘瑛,三江源自然保护区李若凡局长、张德海副局长及各保护站工作人员的指导与帮助。

References

- [1] Pressey R L, Humphries C J, Margules C R, Vane-Wright R I, Williams P H. Beyond opportunism: key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution*, 1993, 8(4): 124-128.
- [2] Pressey R L, Johnson I R, Wilson P D. Shades of irreplaceability: towards a measure of the contribution of sites to a reservation goal. *Biodiversity and Conservation*, 1994, 3(3): 242-262.
- [3] Ferrier S, Pressey R L, Barrett T W. A new predictor of the irreplaceability of areas for achieving a conservation goal, its application to real-world planning, and a research agenda for further refinement. *Biological Conservation*, 2000, 93(3): 303-325.
- [4] Zhai W D, Ma N X. A management zoning method of biodiversity reserve. *Journal of Northwest University: Natural Science Edition*, 1999, 29(5): 429-432.
- [5] Zhou S Q. Theory, method and application of nature reserve functional zoning. *Sichuan Forestry Exploration and Design*, 1997, (3): 37-40.
- [6] Liang S Y. Researches on the functional zone partition of natural reserve. *Forestry Prospect and Design*, 2007, (1): 99-102.
- [7] 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.
- [8] TheUniversity of Queensland. The C-Plan Conservation Planning System. (2010-09-03) [2010-10-02]. <http://www.uq.edu.au/ecology/index.html?page=101951>.
- [9] University of Kent. Conservation Land-Use Zoning software (CLUZ). (2009-04-12) [2010-08-22]. <http://www.mosaic-conservation.org/cluz/>.
- [10] NatureServe. NatureServe Vista: Decision Support for Better Planning. [2010-08-25]. <http://www.natureserve.org/prodServices/vista/overview.jsp>.
- [11] The Nature Conservancy (TNC). Sites: An Analytical Toolbox for Ecoregional Conservation Planning. (1999-12-10) [2010-08-25]. <http://www.biogeog.ucsb.edu/projects/tnc/toolbox.html>.
- [12] Ciarleglio M, Barnes J W, Sarkar S. ConsNet: new software for the selection of conservation area networks with spatial and multi-criteria analyses. *Ecography*, 2009, 32(2): 205-209.
- [13] Pressey R L, Taffs K H. Scheduling conservation action in production landscapes: priority areas in western New South Wales defined by irreplaceability and vulnerability to vegetation loss. *Biological Conservation*, 2001, 100(3): 355-376.
- [14] Noss R F, Carroll C, Vance-Borland K, Wuerthner G. A multicriteria assessment of the irreplaceability and vulnerability of sites in the Greater Yellowstone Ecosystem. *Conservation Biology*, 2002, 16(4): 895-908.
- [15] Cowling R M, Pressey R L, Rouget M, Lombard A T. A conservation plan for a global biodiversity hotspot-the Cape Floristic Region, South Africa.

- Biological Conservation, 2003, 112(1/2):191-216.
- [16] Sarkar S, Margules C R. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *Journal of Biosciences*, 2002, 27(4) (Suppl. 2): 299-308.
- [17] Pressey R L, Cabeza M, Watts M E, Richard M, Cowling R M, Wilson K A. Conservation planning in a changing world. *Trends in Ecology and Evolution*, 2007, 22(11): 583-592.
- [18] Lawler J J, White D, Neilson R P, Blaustein A R. Predicting climate-induced range-shifts: model differences and model reliability. *Global Change Biology*, 2006, 12(8):1568-1584.
- [19] Pressey R L, Cowling R M, Rouget M. Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological Conservation*, 2003, 112(1/2): 99-127.
- [20] Pressey R L, Cowling R M. Reserve selection algorithms and the real world. *Conservation Biology*, 2001, 15(1): 275-277.
- [21] Li D Q, Li J W. Biodiversity in Three Rivers Sources Region. Beijing: China Press of and Science and Technology, 2002: 44-202.
- [22] Wang S. China Red Data Book of Endangered Animals. Beijing: Science Press, 1998.
- [23] Wang S, Xie Y. China Species Red List. Beijing: Higher Education Press, 2009.
- [24] National Geomatics Center of China. National Fundamental Geographic Information System. 1:250000 National Topographic Database. [2010-04-10]. http://nfgis.nsd.gov.cn/nfgis/chinese/c_xz.htm.
- [25] Editorial Board of the Vegetation Map of China, Chinese Academy of Sciences. The Vegetation Atlas of China 1:1000000. Beijing: Science Press, 2001.
- [26] Editorial Committee of Land-use Map of China. 1:1000000 Land-use Map of China. Beijing: Science Press, 1994.
- [27] New South Wales National Parks and Wildlife Service. C-Plan User Manual. Australia, 2001:7-14.
- [28] Carwardine J, Rochester W, Richardson K, Williams K J, Pressey R L, Possingham H P. Conservation planning with irreplaceability: does the method matter? *Biodiversity and Conservation*, 2007, 16(1): 245-258.
- [29] Li J S, Gao J X, Zhang X L, Zheng X M. Effects of urbanization on biodiversity: A review. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24 (8): 953-958.
- [30] Groves C R. Drafting a Conservation Blueprint: a Practitioner's Guide to Planning for Biodiversity. Washington DC: Island Press, 2003: 369-397.
- [31] Wilson K, Pressey R L, Newton A. Measuring and incorporating vulnerability into conservation planning. *Environmental Management*, 2005, 35 (5):527-543.
- [32] Naidoo R, Balmford A, Ferraro P J, Polasky S, Ricketts T H, Rouget M. Integrating economic costs into conservation planning. *Trends in Ecology and Evolution*, 2006, 21(12): 681-687.
- [33] Wang Q D. Policy of the main function districts guide on the consummate ecological compensation mechanism of nature reserves. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2010, 9 (1): 122-129.
- [34] Tang X P. Basic ecological characteristics of the Three-Rivers' Source area and design of the nature reserve. *Forest Resources Management*, 2003, (1): 38-44.

参考文献:

- [4] 翟惟东, 马乃喜. 生物多样性自然保护区功能区划方法. *西北大学学报(自然科学版)*, 1999, 29 (5): 429-432.
- [5] 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] 梁尚游. 自然保护区功能区划技术研究. *林业勘察设计*, 2007, (1): 99-102.
- [7] 李纪宏, 刘雪华. 基于最小费用距离模型的自然保护区功能分区. *自然资源学报*, 2006, 21(2): 217-224.
- [21] 李迪强, 李建文. 三江源生物多样性——三江源自然保护区科学考察报告. 北京: 中国科学技术出版社, 2002: 44-202.
- [22] 汪松. 中国濒危动物红皮书. 北京: 科学出版社, 1998.
- [23] 汪松, 谢炎. 中国物种红色名录. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [24] 国家基础地理信息中心. 国家基础地理信息系统. 全国 1:250000 地形数据库. [2010-04-10]. http://nfgis.nsd.gov.cn/nfgis/chinese/c_xz.htm.
- [25] 中国科学院中国植被图编辑委员会. 1:1000000 中国植被图集. 北京: 科学出版社, 2001.
- [26] 中国土地利用图编委员会. 1:1000000 中国土地利用图. 北京: 科学出版社, 1994.
- [29] 李俊生, 高吉喜, 张晓岚, 郑筱梅. 城市化对生物多样性的影响研究综述. *生态学杂志*, 2005, 24 (8): 953-958.
- [33] 王权典. 基于主体功能区划自然保护区生态补偿机制之构建与完善. *华南农业大学学报: 社会科学版*, 2010, 9 (1): 122-129.
- [34] 唐小平. 中国三江源区基本生态特征与自然保护区设计. *林业资源管理*, 2003, (1): 38-44.

附录 I 三江源优先保护生态系统及代表植被类型

Appendix I Names of sampled ecosystems and vegetation types and corresponding targets

编号 Code	名称 Name	生态系统类型 Ecosystem type	植被亚型 Vegetation type	特有性 Endemism	保护目标 (km ²) Target
1	冰川、雪山	湿地生态系统			2270
2	湖泊	湿地生态系统			4371
3	白桦林	森林生态系统	中温带阔叶林		44
4	祁连圆柏林	森林生态系统	寒温带北方常绿针叶林		682
5	塔枝圆柏林	森林生态系统	寒温带和温带山地针叶林		35
6	岷江冷杉林	森林生态系统	亚热带热带常绿针叶林	中国特有	5
7	青海云杉林	森林生态系统	寒温带北方常绿针叶林	中国特有	96
8	山杨林	森林生态系统	中温带落叶阔叶林		22
9	紫果云杉林	森林生态系统	亚热带热带常绿针叶林	中国特有	175
10	大果圆柏林	森林生态系统	亚热带热带常绿针叶林	中国特有	1056
11	川西云杉林	森林生态系统	亚热带热带常绿针叶林	中国特有	735
12	密枝圆柏林	森林生态系统	亚热带热带常绿针叶林	中国特有	12
13	金露梅灌丛	森林生态系统	亚高山落叶阔叶灌丛		1300
14	头花杜鹃灌丛	森林生态系统	亚高山革质常绿阔叶灌丛		1385
15	藏嵩草草甸	草原生态系统	高寒草甸		19200
16	苔草草甸	草原生态系统	高寒草甸		440
17	矮嵩草草甸	草原生态系统	高寒草甸	区域特有	1593
18	线叶嵩草草甸	草原生态系统	高寒草甸	区域特有	4146
19	小嵩草草甸	草原生态系统	高寒草甸	区域特有	3464
20	紫花针茅草原	草原生态系统	高寒草原		11001
21	青藏苔草草原	草原生态系统	高寒草原	区域特有	3319

附录 II 三江源优先保护指示物种名录及保护目标

Appendix II Names of sampled species and corresponding targets

编号 Code	物种 Species	国家保护等级 National protection level	濒危等级 Endangerment category	特有性 Endemism	拉丁名 Latin name	保护目标 Target /km ²
1	藏羚羊	1	濒危 (EN)	中国特有种	<i>Pantholops hodgsoni</i>	18252
2	藏野驴	1	易危 (VU)	青藏高原特有种	<i>Equus kiang</i>	15345
3	野牦牛	1	易危 (VU)	中国特有种	<i>Poephagus mutus</i>	48126
4	雪豹	1	濒危 (EN)		<i>Panthera uncia</i>	39291
5	盘羊	2	濒危 (EN)	中国特有亚种	<i>Ovis ammon</i>	16234
6	猕猴	2	易危 (VU)	中国特有亚种	<i>Macaca mulatta</i>	254
7	马麝	1	濒危 (EN)	青藏高原特有种	<i>Moschus sifanicus</i>	16308
8	马鹿	2	濒危 (EN)	青藏高原特有亚种	<i>Cervus elaphus</i>	9000
9	棕熊	2	濒危 (EN)	中国特有亚种	<i>Ursus arctos</i>	1260
10	白唇鹿	1	濒危 (EN)	中国特有种	<i>Cervus albirostris</i>	20791
11	林麝	1	易危 (VU)		<i>Moschus berezovskii Flerov</i>	4061
12	金钱豹	1	濒危 (EN)		<i>Panthera pardus (Linnaeus)</i>	13118
13	黑颈鹤	1	濒危 (EN)	中国特有种	<i>Grus nigricollis</i>	40142
14	白马鸡	2	易危 (VU)	中国特有种	<i>Crossoptilon crossoptilon dolani</i>	6282
15	绿尾虹雉	1	易危 (VU)	中国西南特有种	<i>Lophophorus lhuysii Geoffroy</i>	35681
16	湿生阔蕊兰		极危 (CR)	中国特有种	<i>Peristylus humidicolus</i> K. Y. Lang et D. S. Deng	207
17	兜蕊兰		近危 (NT)	中国特有种	<i>Androcorys ophioglossoides Schltr.</i>	148
18	西藏玉凤花		近危 (NT)	中国特有种	<i>Habenaria tibetica Schltr. exLimpricht</i>	201
19	华福花		易危 (VU)	中国特有种	<i>Sinadoxa corydalifolia</i> C. Y. Wu, Z. L. Wu et R. F. Huang	1441

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 13 July, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Spatiotemporal variation of plant community aspections in the north-subtropical zone of eastern China	CHEN Xiaoqiu, QI Xiaoran, A Shan, et al (3559)
Seasonal variations and environmental control impacts of evapotranspiration in a hilly plantation in the mountain areas of North China	HUANG Hui, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (3569)
Intra- and inter-specific variations in stem respiration for 14 temperate tree species in northeastern China	XU Fei, WANG Chuankuan, WANG Xingchang (3581)
Assessment of the ecological health of wetlands in Honghe supported by RS and GIS techniques	WANG Yihan, ZHOU Demin, SUN Yonghua (3590)
Phytoplankton community structure in Qinzhou Bay during flood season by analysis of HPLC photosynthetic pigment signatures	LAN Wenlu, WANG Xiaohui, LI Mingmin (3601)
Irreplaceability-based function zoning of nature reserves in the Three Rivers Headwater Region of Qinghai Province	QU Yi, WANG Xiulei, LUAN Xiaofeng, et al (3609)
Effects of snowmelt timing on individual growth and reproduction of <i>Pedicularis davidii</i> var. <i>pentodon</i> on the eastern Tibetan Plateau	CHEN Wennian, WU Yan, WU Ning, et al (3621)
Response of foliar $\delta^{13}\text{C}$ of <i>Quercus spinosa</i> to altitudinal gradients	FENG QiuHong, CHENG Ruimei, SHI Zuomin, et al (3629)
Soil water and nutrient characteristics of alfalfa grasslands at semi-arid and semi-arid prone to drought areas in southern Ningxia	REN Jingjing, LI Jun, WANG Xuechun, et al (3638)
Aboveground biomass of natural <i>Castanopsis fissa</i> community at the Xiaokeng of NanLing Mountain, Southern China	LI Gen, ZHOU Guangyi, WANG Xu, et al (3650)
Impacts of grazing on herbage quality of the alpine and subalpine meadows within Wutai Mountain	ZHANG Yiping, JIANG Yuan, LIU Quanru, et al (3659)
Short-term effects of warming on growth and stoichiometrical characteristics of <i>Abies fabii</i> (Mast.) Craib seedling in Gongga mountain	YANG Liudong, YANG Yan, WANG Genxu, et al (3668)
Manganese stress on morphological structures of leaf and ultrastructures of chloroplast of a manganese hyperaccumulator, <i>Phytolacca americana</i>	LIANG Wenbin, XUE Shengguo, SHEN Jihong, et al (3677)
Allelopathic potential of volatile oil from <i>Chenopodium ambrosioides</i> L. on root tip cells of <i>Vicia faba</i>	HU WanJun, MA Danwei, WANG Yanan, et al (3684)
Contents and cycling of microelements in Karst urban poplar plantations	WANG Xinkai, TIAN Dalun, YAN Wende, et al (3691)
Fungal flora and population structure of polypores in the Great Xingan Mountains	CUI Baokai, YU Changjun (3700)
Growth competition characteristics of <i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz and <i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kutz under non-steady-state nutrient limitation	ZHAO Xiaodong, PAN Jiang, LI Jinye, et al (3710)
The characters of salt-tolerance at different growth stages in cotton	WANG Junjuan, WANG Delong, FAN Weili, et al (3720)
Assessment of tributyltin ecotoxicity using a model animal nematode <i>Caenorhabditis elegans</i>	WANG Yun, YANG Yanan, JIAN Fenglei, et al (3728)
Effect of oil exploitation on soil nematode communities in Daqing Oilfield	XIAO Nengwen, XIE Deyan, WANG Xuexia, et al (3736)
Effect of habitat degradation on soil meso- and microfaunal communities in the Zoigê Alpine Meadow, Qinghai-Tibetan Plateau	WU Pengfei, YANG Daxing (3745)
Characteristics of the soil environment of Dongting Lake wetlands and its response to the converting farmland to lake project	LIU Na, WANG Kelin, XIE Yonghong, et al (3758)
Modeling the changes of yield and deep soil water in apple orchards in Weibei rainfed highland	ZHANG Shehong, LI Jun, WANG Xuechun, et al (3767)
Potential soil N_2O emissions and its controlling factors under different land use patterns on hilly-gully loess plateau	QI Jinhua, HUANG Yimei, ZHANG Hong, et al (3778)
Comparison between physiological properties and cold tolerance under low temperature treatment during different growing stages of rice in northeast central region of China	SONG Guangshu, SUN Zhongfu, SUN Lei, et al (3788)
Effect of sulfur on chlorophyll fluorescence of flue-cured tobacco at maturation stage	ZHU Yinghua, TU Naimei, XIAO Hanqian, et al (3796)
Effects of high temperature and strong light on chlorophyll fluorescence, the D1 protein, and Deg1 protease in Satsuma mandarin, and the protective role of salicylic acid	QIU Cuihua, JI Weiwei, GUO Yanping (3802)
Effect of plastic film mulching on the distribution and translocation of nitrogen in soil-lettuce system	LI Lili, LI Feili, LIU Qiuya, et al (3811)
An analysis on spatio-temporal dynamics of suitable habitats for waterbirds based on spatial zonation at Chongming Dongtan, Shanghai	FAN Xuezhong, ZHANG Liquan, YUAN Lin, et al (3820)
The bryophyte consumed by reindeers and species diversity of bryophyte in reindeer habitats	FENG Chao, BAI Xueliang (3830)
Evaluation of rainwater runoff storage by urban green spaces in Beijing	ZHANG Biao, XIE Gaodi, XUE Kang, et al (3839)
Review and Monograph	
Advances in methane-cycling microbial communities of permafrost and their response to global change	NI Yongqing, SHI Xuwei, ZHENG Xiaoji, et al (3846)
Heat transfer property of mammal pelage and its influencing factors	ZHENG Lei, ZHANG Wei, HUA Yan (3856)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 31 卷 第 13 期 (2011 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 13 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元