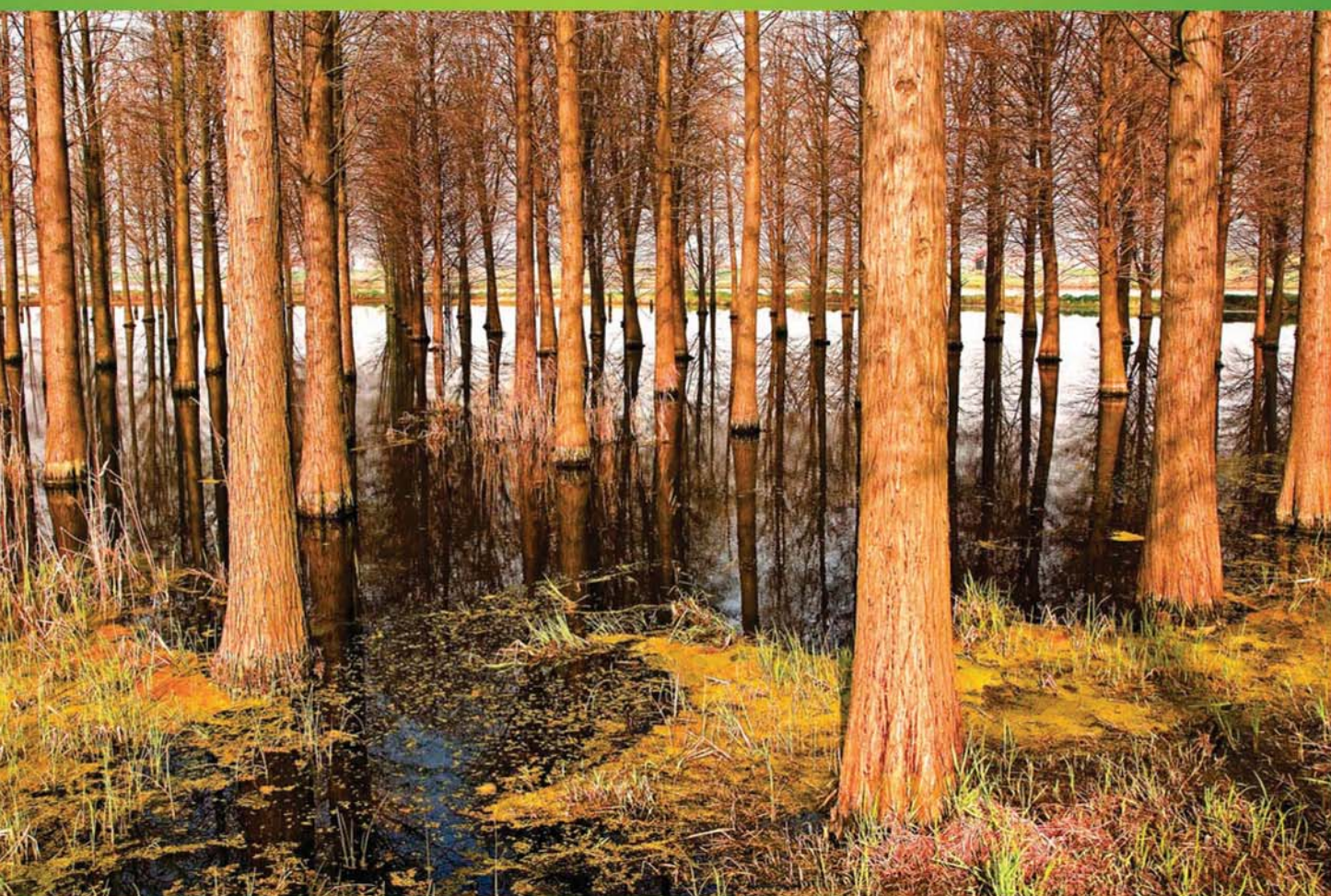


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

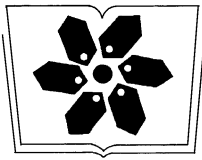
Acta Ecologica Sinica



第32卷 第3期 Vol.32 No.3 **2012**

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 32 卷 第 3 期

2012 年 2 月 (半月刊)

目 次

夏季可可西里雌性藏原羚行为时间分配及活动节律	连新明, 李晓晓, 颜培实, 等 (663)
热带印度洋黄鳍金枪鱼渔场时空分布与温跃层的关系	杨胜龙, 张禹, 张衡, 等 (671)
洪湖水体藻类藻相特征及其对生境的响应	卢碧林, 严平川, 田小海, 等 (680)
广西西端海岸四种红树植物天然种群生境高程	刘亮, 范航清, 李春千 (690)
高浓度 CO ₂ 引起的海水酸化对小珊瑚藻光合作用和钙化作用的影响	徐智广, 李美真, 霍传林, 等 (699)
盖度与冠层水深对沉水植物水盾草光谱特性的影响	邹维娜, 袁琳, 张利权, 等 (706)
基于 C-Plan 规划软件的生物多样性就地保护优先区规划——以中国东北地区为例	栾晓峰, 孙工棋, 曲艺, 等 (715)
城市化对本土植物多样性的影响——以廊坊市为例	彭羽, 刘雪华, 薛达元, 等 (723)
利用红外相机调查北京松山国家级自然保护区的野生动物物种	刘芳, 李迪强, 吴记贵 (730)
基于树木起源、立地分级和龄组的单木生物量模型	李海奎, 宁金魁 (740)
千岛湖社鼠种群遗传现状及与生境面积的关系	刘军, 鲍毅新, 张旭, 等 (758)
气候变化对内蒙古草原典型植物物候的影响	顾润源, 周伟灿, 白美兰, 等 (767)
中国西北典型冰川区大气氮素沉降量的估算——以天山乌鲁木齐河源 1 号冰川为例	王圣杰, 张明军, 王飞腾, 等 (777)
植被类型对盐沼湿地空气生境节肢动物功能群的影响	童春富 (786)
黔西北铅锌矿区植物群落分布及其对重金属的迁移特征	邢丹, 刘鸿雁, 于萍萍, 等 (796)
云南中南部季风常绿阔叶林恢复生态系统萌生特征	苏建荣, 刘万德, 张志钧, 等 (805)
筑坝扩容下高原湿地拉市海植物群落分布格局及其变化	肖德荣, 袁华, 田昆, 等 (815)
三峡库区马尾松根系生物量的空间分布	程瑞梅, 王瑞丽, 肖文发, 等 (823)
兴安落叶松林生物量、地表枯落物量及土壤有机碳储量随林分生长的变化差异	王洪岩, 王文杰, 邱岭, 等 (833)
内蒙古放牧草地土壤碳固持速率和潜力	何念鹏, 韩兴国, 于贵瑞 (844)
不同林龄马尾松凋落物基质质量与土壤养分的关系	葛晓改, 肖文发, 曾立雄, 等 (852)
不同丛枝菌根真菌侵染对土壤结构的影响	彭思利, 申鸿, 张宇亭, 等 (863)
不同初始含水率下粘质土壤的入渗过程	刘目兴, 聂艳, 于婧 (871)
不同耕作措施的温室气体排放日变化及最佳观测时间	田慎重, 宁堂原, 迟淑筠, 等 (879)
外源铅、铜胁迫对不同基因型谷子幼苗生理生态特性的影响	肖志华, 张义贤, 张喜文, 等 (889)
温度和盐度对吉富品系尼罗罗非鱼幼鱼鳃 Na ⁺ -K ⁺ -ATPase 活力的联合效应	王海贞, 王辉, 强俊, 等 (898)
基于元胞自动机的喀斯特石漠化格局模拟研究	王晓学, 李叙勇, 吴秀芹 (907)
边缘细胞对荞麦根尖铝毒的防护效应和对细胞壁多糖的影响	蔡妙珍, 王宁, 王志颖, 等 (915)
川中丘陵区人工柏木防护林适宜林分结构及水文效应	龚固堂, 黎燕琼, 朱志芳, 等 (923)
基于 AHP 与 Rough Set 的农业节水技术综合评价	翟治芬, 王兰英, 孙敏章, 等 (931)
基于 DMSP/OLS 影像的我国主要城市群空间扩张特征分析	王翠平, 王豪伟, 李春明, 等 (942)
生态旅游资源非使用价值评估——以达赉湖自然保护区为例	王朋薇, 贾竞波 (955)
专论与综述	
基于有害干扰的森林生态系统健康评价指标体系的构建	袁菲, 张星耀, 梁军 (964)
硅对植物抗虫性的影响及其机制	韩永强, 魏春光, 侯茂林 (974)
研究简报	
光照条件、植株冠层结构和枝条寿命的关系——以桂花和水杉为例	占峰, 杨冬梅 (984)
Bt 玉米秸秆还田对小麦幼苗生长发育的影响	陈小文, 祁鑫, 王海永, 等 (993)
汶川大地震灾后不同滑坡体上柏木体内非结构性碳水化合物特性	陈博, 李志华, 何茜, 等 (999)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 344 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 37 * 2012-02



封面图说: 难得的湿地乔木——池杉池杉为落叶乔木, 高达 25 米, 主干挺直, 树冠尖塔。树干基部膨大, 常有屈膝状吐吸根, 池杉为速生树, 强阳性, 耐寒性较强, 耐干旱, 更极耐水淹, 多植于湖泊周围及河流两岸, 是能在在水里生长的极少数的大乔木之一, 故有湿地乔木之称。池杉原产美国弗吉尼亚沼泽地, 中国于本世纪初引种到江苏等地, 之后大量引种南方各省, 尤其是长江南北水网地区作为重要造树和园林树种而大量栽种。

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

DOI: 10.5846/stxb201108191219

栾晓峰, 孙工棋, 曲艺, 黄维妮, 李迪强, 刘世荣, 吴波. 基于 C-Plan 规划软件的生物多样性就地保护优先区规划——以中国东北地区为例. 生态学报, 2012, 32(3): 715-722.

Luan X F, Sun G Q, Qu Y, Huang W N, Li D Q, Liu S R, Wu B. Prioritizing biodiversity in conservation planning based on C-Plan: a case study from northeast China. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(3): 715-722.

基于 C-Plan 规划软件的生物多样性 就地保护优先区规划 ——以中国东北地区为例

栾晓峰^{1,*}, 孙工棋¹, 曲 艺¹, 黄维妮², 李迪强³, 刘世荣³, 吴 波³

(1. 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083; 2. 北京师范大学生命科学院, 北京 100875;

3. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091)

摘要:以中国东北地区为研究区域,根据生物多样性属性特征,选择研究区域内具有代表性的濒危物种作为指示物种,利用系统保护规划方法(Systematic Conservation Planning, SCP)和保护规划软件(C-Plan),对该区域进行了优先保护规划研究。通过计算规划单元的不可替代性值(Irreplaceability, IR),找出区域生物多样性热点地区和保护空缺地区,然后利用 C-Plan 规划软件对该地区进行保护优先等级划分,确定必须保护(Mandatory Reserved, MR)、协商保护(Negotiated Reserved, NR)和部分保护(Partially Reserved, PR)3个等级保护区域的具体位置和面积,并针对保护现状提出保护规划建议。结果显示,必须保护区域的总面积占区域总面积的 8.17%,主要分布于长白山核心地区和大兴安岭北部原始林区;协商保护区域占总面积的 7.51%,主要分布于大兴安岭东南部和松嫩平原湿地;部分保护区域占总面积的 9%。保护空缺分析结果显示,现有国家级自然保护区对生物多样性的保护存在 3 个明显的保护空缺,即长白山林区的龙岗山地区、老爷岭北部和张广才岭南部;大兴安岭北部原始林区、呼玛河—黑龙江流域的平原湿地和伊勒呼里山东南部山区;大兴安岭南部森林草原过渡区的东南部森林地区。结合区域内已建立的国家级自然保护区情况,利用 C-Plan 规划软件对不同时期建立的保护区实现保护目标的贡献率做了分析。截止 2000 年,已建保护区可实现预期保护目标的 17.5%,通过对贡献率大小的比较确定了不同时期保护的有效程度。研究打破了传统的对称几何形状的单元划分方法,根据植被类型和自然地形地貌,采用自然多边形进行单元划分,提高了物种分布范围准确度。研究通过 C-Plan 规划软件的实际应用,丰富了系统保护规划研究的方法,从理论上为区域保护规划提供了科学依据,并可指导我国自然保护区管理政策的制定和中长期规划的编制。

关键词:生物多样性; 优先保护; GAP 分析; C-Plan 软件

Prioritizing biodiversity in conservation planning based on C-Plan: a case study from northeast China

LUAN Xiaofeng^{1,*}, SUN Gongqi¹, QU Yi¹, HUANG Weini², LI Diqiang³, LIU Shirong³, WU Bo³

1 College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 College of Life Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

3 Institute of Forestry Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

Abstract: Based on the study of biodiversity features of forested areas, the irreplaceability values of conservation planning units can be calculated using the Systematic Conservation Planning (SCP) approach and C-Plan conservation planning

基金项目:国家“十一五”科技支撑项目(2008BADB0B06);国家科技基础平台项目(2005DKA21404);世界自然基金会项目

收稿日期:2011-08-19; **修订日期:**2012-01-04

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: luanxiaofeng@hotmail.com

software (C-plan). This approach selects representative endangered species as indicator species and their spatial distributions are then estimated using C-Plan. To analyze biodiversity hotspots in northeast China we used the planning function of C-Plan. According to existing conservation areas and the priority ratings of the area under study, a GAP analysis of biodiversity was performed. Depending on the irreplaceability value of each conservation planning unit, we divided areas into three levels of conservation priority, mandatory reserved areas (MR), negotiated Reserved areas (NR) and partially reserved areas (PR). The result shows that areas for MR priority, most of which lie in the core areas of Changbai Mountain and the virgin forests of the northern Great Khingan Mountains, accounts for 8.17% of the entire area under study; the NR areas, which mainly lie in the southeast of Great Khingan Mountains and the Songnen Plain wetland, accounts for 7.51%; and Partially reserved areas account for 9%. Results of GAP analysis show there are some evident protection gaps between priority planning areas and existing national nature reserves in northeastern China. Those are Changbai mountain area, north Great Khingan Mountains, the transitional area between western grassland and north Great Khingan Mountains area. In addition we studied the contribution existing nature reserves make to achieve the target of protection in different periods by using C-Plan, the results of which show the contribution value of the existing conservation areas to be 17.5% by the year 2000. By comparing contribution values of existing and planned nature reserves, we can decide the level of protection, guide the systematic planning of conservation areas, and support further development and strategies for conservation accordingly. Our research created a new approach to SCP for planning units, using natural polygons, such as vegetation types and landforms, instead of the traditional method using symmetrical shapes vastly improving the accuracy of the distribution range of species.

Key Words: biodiversity; priority conservation; GAP; C-Plan software

生物多样性保护是一项长期的、全球性的工作,准确可靠地掌握生物多样性信息是生物多样性保护科学决策的基础。生物多样性保护优先区的确定,有助于明确最急需保护的区域,为政府部门更有效地利用有限的保护资源提供科学依据^[1-2]。近年来,自然保护区体系规划作为生物多样性保护的主要手段得到了国家和地方的高度重视,规划已逐渐从理论探讨转向实际应用。系统保护规划(Systematic Conservation Planning, SCP)作为自然保护区体系规划的主要方法,是根据生物多样性属性特征,确定保护目标,利用生态学、统计学和地理信息系统等多学科和技术对一个地区生物多样性进行优先保护和保护区规划设计,该方法具有建立目的与实践相联系的优势^[3-5]。受信息所限,保护目标往往以一个地区能满足生物多样性持续性需求的估计值代替,可以是实地调查的物种数据,也可以是根据栖息地特征预测的物种分布范围^[6]。保护目标确定后,能够实现较大的保护目标的规划单元应当得到优先保护。规划单元的大小要根据实际情况确定。一般情况下,表达某一区域所有的土地类型,相对较小的规划单元比相对较大的规划单元更有效^[7]。

C-Plan 软件作为保护规划决策支持软件^[8],能够较好地实现系统保护规划的目标。C-Plan 软件须与地理信息系统软件连接进行保护体系规划的决策和表达^[8]。规划首先将研究区域划分成若干规划单元,然后根据研究区域内具有代表性的生物多样性属性特征确定保护目标,最后计算可利用规划单元的不可替代性值(Irreplaceability, IR)^[9]。不可替代性值高的规划单元对实现保护目标的贡献大,需要优先保护^[10],按照不可替代性值的高低可将保护单元划分为:必须保护的规划单元(Mandatory Reserved, MR)、协商保护的规划单元(Negotiated Reserved, NR)和部分保护的规划单元(Partially Reserved, PR)3个等级。必须保护的规划单元不可替代性值最高,对实现整个保护目标的贡献率最高;协商保护的规划单元次之;部分保护的规划单元需要根据实际情况再细化规划单元,并在规划单元内再进行划分。C-Plan 软件的运行是基于复杂的数理运算,利用退火模拟算法反复计算规划单元的不可替代性值,直到所预定的保护目标都被满足^[11]。其最大的特点就是用最少的保护单元最大限度地实现保护目标。

本研究通过东北地区生物多样性优先保护规划和保护空缺分析过程的介绍,在生物多样性优先保护规划

理论框架的指导下,从方法上对生物多样性优先保护规划和保护空缺进行创新和完善^[12]。并通过 C-Plan 系统保护规划软件应用的简介,探求出一种较为简便易行的优先保护规划物种潜在分布的软件分析方法^[13-14]。从研究的方法出发,通过软件应用简化了生物多样性优先保护规划工作^[15]。从理论实际出发,研究立足于理论与方法相结合,发展了前人生物多样性优先保护规划的理论和方法^[16-19]。

系统保护规划方法和软件在国际生物多样性保护中得到广泛的应用,主要用于优先保护区的确定^[20]。根据国家林业局自然保护区总体规划要求,东北地区将重点建设松嫩平原、三江平原、黑龙江、乌苏里江等沿岸沼泽湿地和珍稀候鸟繁殖地自然保护区,在国有重点林区重点划建典型寒温带、温带森林生态系统、森林湿地生态系统类型和东北虎(*Panthera tigris*)、原麝(*Moschus moschiferus*)、红松(*Pinus koraiensis*)、东北红豆杉(*Taxus cuspidata*)等珍稀动植物类型的自然保护区^[21]。选出东北地区需要优先保护区域是东北林业自然保护区发展规划的重要内容。为此,本研究利用系统保护规划软件 C-Plan,在计算不同地区规划单元的不可替代性值基础上,利用其规划功能进行优先区等级划分,确定不同等级的优先保护区,做出合理的生物多样性保护规划,为政府和相关管理部门的决策提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

本研究以东北地区为主,包括大兴安岭、小兴安岭、长白山、松嫩平原、三江平原等,地理位置为 40°51'—53°17'N,115°30'—135°06'E,区域面积为 $9.329 \times 10^5 \text{ km}^2$,占全国陆地总面积的 9.8%;行政区域上包括黑龙江省、吉林省全部和内蒙古大兴安岭地区。研究区域西、北、东三面环山,中间为东北大平原,形成一个巨大马蹄形。地形主要以平原、丘陵、低山为主,气候属于温带湿润、半湿润大陆性季风气候区,夏季高温多雨,冬季寒冷干燥。特殊的地理环境和地理位置共同孕育了丰富的生物多样性,东北地区珍稀濒危物种兽类有 52 种,鸟类 288 种(亚种),爬行动物 19 种^[22]。

1.2 数据收集

本研究主要数据包括研究区域中地形、水系、土地利用图、自然保护区分布图,以及规划单元不可替代性图。其中规划单元不可替代性图来自前期研究结果^[23];县级行政区、地形、水系等来源于国家基础地理信息中心 1:250000 基础图件;土地利用图采用 1:1000000 中国土地利用图^[24];植被图根据《1:1000000 中国植被图集》^[25],利用数字化软件(R2V)数字化得到;自然保护区分布图,来自地方林业部门的自然保护区规划图,进行数字化得到。

1.3 研究方法

本研究在系统保护规划理论指导下,运行 C-Plan 软件后得到规划单元不可替代性图,并根据不可替代性值进行保护优先区的等级划分。选择不可替代性值最高的单元($0.8 < IR \leq 1$),划为必须保护的区域;不可替代性较高的规划单元($0.6 < IR \leq 0.8$),划为协商保护的区域;不可替代性一般的规划单元($0.4 < IR \leq 0.6$),划为部分保护的区域^[26]。

C-Plan 保护规划软件根据利用最少规划单元实现最大保护目标的原则,将数据、软件与专家知识集成^[27],经过复杂的数理运算,反复挑选和计算,直到所有必须保护的单元都被挑出为止。当确定必须保护的单元后,按照同样的原则,挑选需要协商保护的规划单元,最后挑选部分保护的规划单元,直到实现了所有的保护目标。当所有需要保护的规划单元都挑完后,其他剩余的单元,即成为不需要规划或不需要保护的单元。然后与 GIS 图层连接,显示出基于规划软件得出的保护优先等级图。把优先保护规划图和已有的自然保护区分布图进行叠加分析,得到保护上存在的空缺图。最后,综合分析挑选出理论上最需要优先保护的区域,并得到优先保护规划图。在确定优先区的同时,利用 C-Plan 规划软件保护目标贡献率分析功能,确定不同时期建立保护区对实现保护目标的贡献率,以期找出不同时期保护区建设的成效,并指导保护区未来体系建设发展方向和保护策略。

与传统方法比较,本研究对研究区域规划单元划分没有采用对称的几何形状(正方形、六边形等),而是

根据适宜植被类型和自然地形地貌,按照自然多边形进行单元划分,这样的划分更符合物种的自然分布,在一定程度上提高了物种分布范围划分的精准度和规划单元的合理性。

2 研究结果与分析

2.1 基于 C-Plan 不可替代性分析的优先区规划和保护空缺区

在 C-Plan 不可替代性值分析的基础上,根据软件规划功能要求将整个自然保护地理单元进行优先保护等级分类,共分为 4 种类型:1)必须保护;2)协商保护;3)部分保护;4)不需要保护。研究结果显示,必须保护的总面积占区域总面积的 8.17%,协商保护的占总面积的 7.51%,部分保护的占总面积的 9%,其余为不需要重点保护的区域(图 1)。根据图 1 显示,研究区域的各优先保护等级范围是:1)必须保护的地区,包括长白山核心地区和大兴安岭北部林区;2)协商保护的地区,主要分布在松嫩平原中部湿地、大兴安岭南部部分山区、大兴安岭东部的伊勒呼里山和呼玛河流域;3)部分保护的地区,主要在三江平原、小兴安岭中部和呼伦贝尔草原湿地。

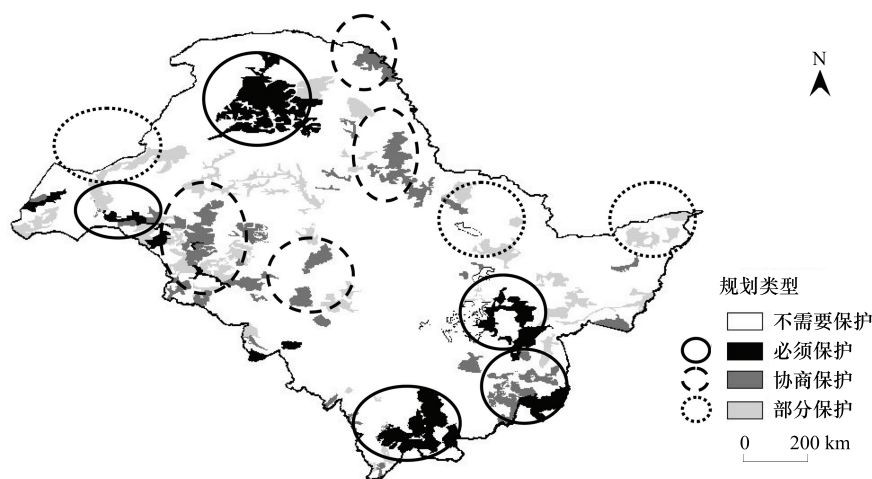


图 1 基于 C-Plan 规划功能的优先保护等级示意图

Fig. 1 Map for priority rating based on planning function of C-Plan

从图 2 中可以看出,现有的国家级保护区分布范围很大,遍布整个东北地区的各个区域。但保护区的分

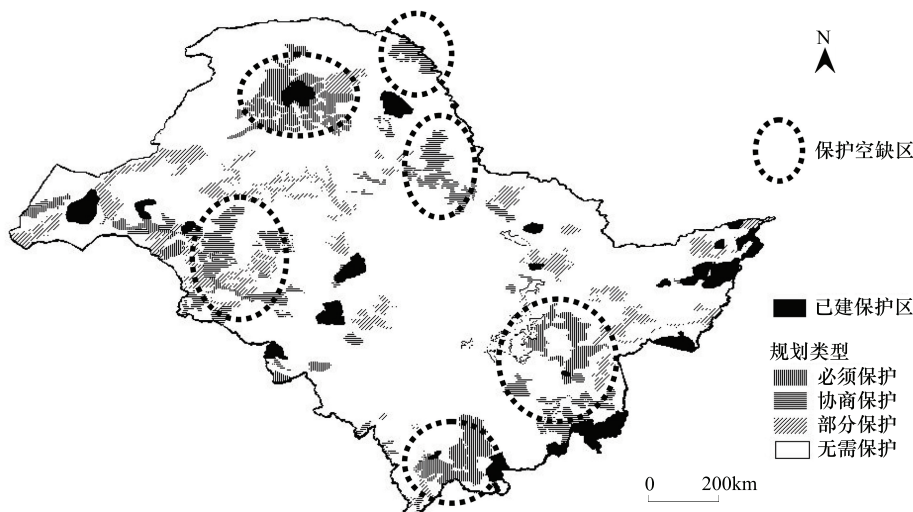


图 2 基于 C-Plan 规划功能的保护空缺分析图

Fig. 2 Map for GAP analysis based on planning function of C-Plan

布并没有全部集中在必须保护的区域上。与优先规划结果相比,保护空缺主要在长白山南部龙岗山、老爷岭—张广才岭、大兴安岭南部山区、伊勒呼里山、大兴安岭北部和呼玛河流域。在长白山地区,已有国家级自然保护区,位置多靠近边境且面积偏小,在远离边境的山区出现较大的保护空缺。大兴安岭南部山区、伊勒呼里山和呼玛河流域因缺少国家级保护区而出现保护空缺。大兴安岭北部虽然已有国家级自然保护区,但与必须保护的面积相比面积偏小,只保护了核心地区,使其周边地区出现保护空缺。

从图 3 可以看出,长白山林区的重要保护区域面积较大,但保护面积明显偏小,缺少面积较大的国家级保护区,因此现有保护区应该扩大面积,并在龙岗山和张广才岭一带建立新的保护区。长白山自然保护区是长白山地的精华所在,但长白山地南北延伸比较长,南北两端的性质不同,可考虑在南北两端再各增设 1 个国家级自然保护区,或扩大现有的保护面积,提升省级保护区,如镜泊湖、靖宇自然保护区等为国家级保护区,重点保护那里的原始红松林(*Pinus koraiensis*)、东北红豆杉(*Taxus cuspidata*)、野生东北虎(*Panthera tigris*)和松茸(*Tricholoma matsutake*)等。松嫩平原湿地面积广大,总面积约为 17 万 km²。松嫩平原中部湿地已建多个国家级自然保护区,如向海和扎龙等,面积都较大,基本上能满足保护需求,但在通榆县北部的大布苏泡地区、白城的交流河和归流河地区,属于协商保护区域,可以扩大升级省级自然保护区,如腰井子、查干湖保护区等。大兴安岭南部森林与草原过渡区,必须保护和协商保护的面积较大,但实际上此区域内的保护区数量和保护面积小且少,应尽快建立和扩大现有红花尔基国家级自然保护区。在大兴安岭北段山地,与规划结果相比主要问题是保护区面积不够大,应扩大现有的汗马和呼中国家级自然保护区,以保护那里的原始针叶林。图中还可以看出,东北的三江平原湿地地区国家级自然保护区较多,虽然理论分析此区域多为部分保护,但由黑龙江、松花江和乌苏里江冲积形成的低平原与穆棱—兴凯湖冲积、湖积形成的低平原组成,有沼泽约 11.3 万 km²,地势平坦、水系发达、河流纵横交错,形成了特殊的湿地景观复合体,为我国最重要的淡水湿地和珍稀、濒危水禽繁殖地,生态服务功能和生物多样性资源都很重要,应加强保护和管理。

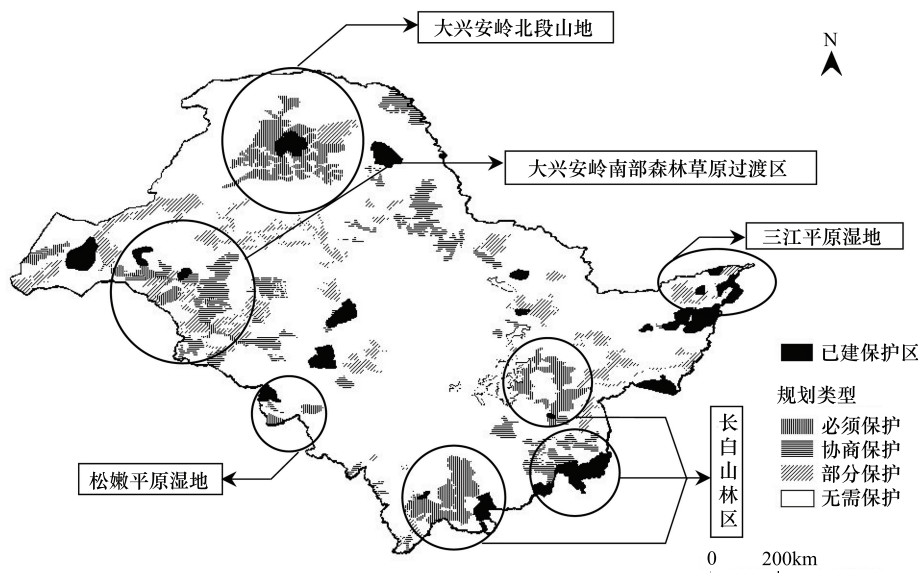


图 3 东北地区保护规划分析示意图

Fig. 3 Map for the conservation planning of northeast area

2.2 保护贡献率

根据已有国家级自然保护区数据分析(图 4),目前已建国家级保护区仅可以实现预期保护目标的 17.5%。至 20 世纪 70 年代末,所建国家级自然保护区仅能实现保护目标的 2.8%;至 80 年代末,实现保护目标率达到了 10.4%;至 90 年代末能实现保护目标的 17.5%。随着国家级保护区数量的增加,实现保护的目标值也不断上升,从中可知建立保护区对保护区域生物多样性的重要性。

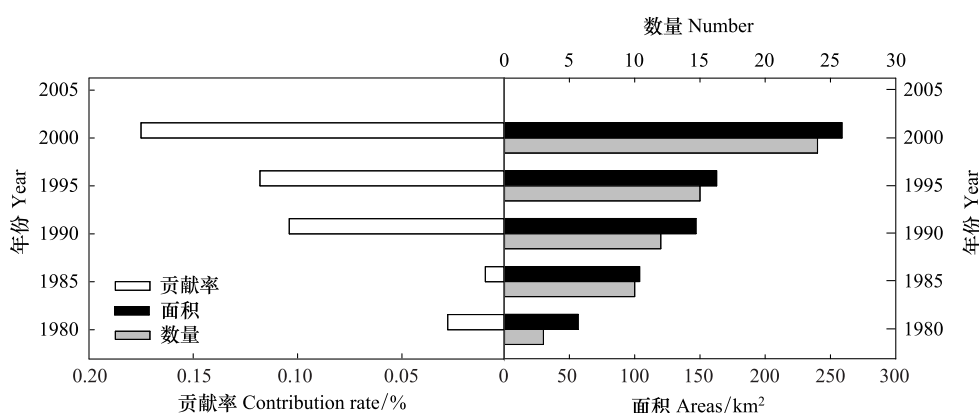


图4 东北地区不同时间建立国家级自然保护区数量

Fig. 4 Number of Conservation areas through different periods in Northeastern China

3 讨论

3.1 C-Plan 软件的实际应用分析

本研究为宏观分析规划,对政策制定、管理具有指导作用。系统保护规划及其软件的开发应用是近年发展起来的用于生物多样性保护的有效方法,其基本原理的共同点是尽可能的综合考虑研究区域的各种属性,特别是生物多样性属性(物种、群落和生态系统等),所以在制定保护目标时,优先考虑物种多样性和濒危性。C-Plan 作为系统规划软件比较典型和完善的一类代表,把区域生物多样性和威胁分别考虑,受威胁程度越高、生物多样性保护价值越高的地区应该优先保护。这样,能充分反映当前生物多样性保护的紧迫程度,适用于相关部门做宏观计划和决策。

C-Plan 软件通过对区域生物多样性特征和保护区系统现状进行全面分析,可计算出规划区域内每一个规划单元的不可替代性值,也可评估保护区保护的有效性,但 C-Plan 软件是一个辅助规划软件,仍然需要专业领域的经验和专家知识的修订。因此,在使用过程中,要根据研究区域的大小和数据精度的可获得性,对规划过程中的具体情况进行调整。同时,如何减少主观因素影响和制定更合理的保护目标是本研究方法发展和改进的方向。

通常规划单元都是一定的对称几何形状,而本研究中采用同类植被类型的多边形法则,一方面能减少在这样大尺度的计算的复杂性;另一方面能够避免规划结果过于破碎化。多边形法则的选择,使得研究区域内的信息表达更具综合性,物种分布范围的分析更加准确,规划单元划分灵活多样。

3.2 保护贡献率应用

在本研究区域中,必须保护的如果都得到保护的话可以实现保护总目标的 42.1%。在必须保护的基础上,再对协商保护的进行保护可达到 77.4%。如果再将部分保护的一并进行保护,其贡献率可达到 100%。根据本研究结果,3 种不同等级的优先保护面积之和是 23.11 万 km²,占区域总面积的 24.66%。如果都规划为保护区,就可以 100% 实现当初设定的保护目标。但在考虑到实际情况和人为干扰因素后,最需要优先保护的地区面积之和是 7.48 万 km²,占区域总面积的 8.02%。如果将这些面积都进行保护,可以实现保护目标的 24.1%。最需要优先保护的地区是长白山地区,如果能保护此区内不可替代性较高的地区,就可以实现整个保护目标的 23.6%,由此可见此地区在整个区域中的重要性。

对于不同的规划亚区也都同样可以利用规划软件进行统计分析和确定更具体的优先保护地区,计算不同保护级别的保护区对保护目标的贡献率,还可以计算每个亚区中现有保护区对实现保护目标的贡献率。本研究仅分析了国家级自然保护区对保护目标的贡献率,由于国家级保护区数量少,面积有限,应该将省级保护区,甚至市县级保护区也纳入规划中一并进行分析,规划才更全面客观,这是本研究今后要做的工作。

3.3 保护规划方法

本文是“基于系统保护规划方法东北生物多样性热点地区和保护空缺分析”一文工作的延续^[15]。在已完成的热点地区(不可替代性值)研究基础上,本文着重介绍了基于热点地区的优先区规划方法。受收集到数据信息所限,仅能进行大尺度的宏观保护规划的分析。此外,本文仅进行了自然状态下的保护规划,没有考虑社会经济因素,这是本研究下一步要做的工作。

保护规划的最终目的是实际应用。系统保护规划的后两个步骤就是要实施保护规划和监测保护计划实施效果。如何贯彻实施优先保护规划,使其在实践中具有可操作性也是需要认真考虑的问题。目前,作者正在收集相关物种、保护区分布和社会经济发展等最新数据,并进行中小尺度的规划研究,以期在未来的研究中,不断完善研究结果,确定更有效的保护区网络体系建设方法,为国家新建和扩建自然保护区提供切实可行的理论依据和方案。

致谢:感谢基金会朱春全博士的全力支持,感谢中国林业科学研究院王秀磊在 GIS 技术方面的支持和湛江海洋大学刘敏超在数据处理方面的帮助。

References:

- [1] Wu B, Zhu C Q, Li D Q, Dong K, Wang X L, Shi P L. Setting biodiversity conservation priorities in the forests of the upper Yangtze ecoregion based on ecoregion conservation methodology. *Biodiversity Science*, 2006, 14(2): 87-89.
- [2] Myer N, Mittermeier R A, Mittermeier C G, da Fonseca G A B, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 2000, 403(6772): 853-858.
- [3] 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.
- [4] Margules C R, Pressey R L. Systematic conservation planning. *Nature*, 2000, 405(6783): 243-253.
- [5] Li D Q, Song Y L, Ouyang Z Y. Research on the National Forestry Nature Reserve System Plan. Beijing: China Land Press, 2003.
- [6] 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.
- [7] Pressey R L, Logan V S. Size of selection units for future reserves and its influence on actual vs targeted representation of features: a case study in western New South Wales. *Biological Conservation*, 1998, 85(3): 305-319.
- [8] 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.
- [9] Pressey R L, Cowling R M. Reserve selection algorithms and the real world. *Conservation Biology*, 2001, 15(1): 275-277.
- [10] Pressey R L. Applications of irreplaceability analysis to Planning and management problems. *Parks*, 1999, 9(1): 42-51.
- [11] 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.
- [12] Joppa L N, Roberts D L, Myers N, Pimm S L. Biodiversity hotspots house most undiscovered plant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2011, 108(32): 13171-13176.
- [13] Luan X F, Qu Y, Li D Q, Liu S R, Wang X L, Wu B, Zhu C Q. Habitat evaluation of wild Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) and conservation priority setting in north-eastern China. *Journal of Environmental Management*, 2010, 92(1): 31-42.
- [14] Qu Y, Luan X F. Core habitat identification and gap analysis for Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) based on least-cost distance model. *Chinese Journal of Ecology*, 2010, 29(9): 1866-1874.
- [15] Myers N. Threatened biotas: “hot spots” in tropical forests. *The Environmentalist*, 1988, 8(3): 187-208.
- [16] Hermoso V, Linke S, Prenda J, Possingham H P. Addressing longitudinal connectivity in the systematic conservation planning of fresh waters. *Freshwater Biology*, 2011, 56(1): 57-70.
- [17] Song X L, Li X W, Zhang M X, Zhang L N, Li D L. Systematic conservation pattern for the wetland biodiversity in Huanghuaihai Region, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(15): 3953-3965.
- [18] Li Z Q, Ouyang Z Y, Zeng H Q. Assessment methods for territorial biodiversity hotspot based on species richness at broad scale. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(6): 1568-1593.
- [19] Zhang L, Ouyang Z Y, Xu W H, Li Z Q, Zhu C Q. Biodiversity priority areas analysis for amphibians and reptiles in the Yangtze basin based on

- systematic conservation planning idea. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2010, 19(9): 1020-1028.
- [20] Grove C R, Jensen D B, Valutis L L, Redford K H, Shaffer M L, Scott J M, Baumgartner J V, Higgins J V, Beck M W, Anderson M G. Planning for biodiversity conservation: putting conservation science into practice. *Bioscience*, 2002, 52(6): 499-512.
- [21] State Forestry Administration, P R of China. The National Forestry Nature Reserve Development Planning. State Forestry Administration, 2006.
- [22] Zhao Z J. Fauna of rare and endangered species of vertebrates of northeast China. Beijing: China Forestry Publishing House, 1999.
- [23] Luan X F, Huang W N, Wang X L, Liu M C, Liu S R, Wu B, Li D Q. Identification of hotspots and gaps for biodiversity conservation in Northeast China based on a systematic conservation Planning methodology. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(1): 144-150.
- [24] Editorial Committee of land-use map of China. 1:1000000 land-use map of China. Beijing: Science Press, 1994.
- [25] Editorial Board of the Vegetation Map of China, Chinese Academy of Sciences The Vegetation of China 1:1000000. Beijing: Science Press, 2001.
- [26] Margules C R, Sarkar S. Systematic Conservation Planning. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [27] Cowling R M, Hejnis C E. The identification of broad habitat units as biodiversity entities for systematic conservation planning in the Cape Floristic Region. *South African Journal of Botany*, 2001, 67(1): 15-38.

参考文献:

- [1] 吴波, 朱春全, 李迪强, 董珂, 王秀磊, 石培礼. 长江上游森林生态区生物多样性保护优先区确定——基于生态区保护方法. *生物多样性*, 2006, 14(2): 87-89.
- [5] 李迪强, 宋延龄, 欧阳志云. 中国林业系统自然保护区系统规划. 北京: 中国大地出版社, 2003.
- [14] 曲艺, 栾晓峰. 基于最小费用距离模型的东北虎核心栖息地确定与空缺分析. *生态学杂志*, 2010, 29(9): 1866-1874.
- [17] 宋晓龙, 李晓文, 张明祥, 张黎娜, 李东来. 黄淮海地区湿地系统生物多样性保护格局构建. *生态学报*, 2010, 30(15): 3953-3965.
- [18] 李智琦, 欧阳志云, 曾慧卿. 基于物种的大尺度生物多样性热点研究方法. *生态学报*, 2010, 30(6): 1568-1593.
- [19] 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.
- [21] 国家林业局. 全国林业自然保护区发展规划. 国家林业局, 2006.
- [22] 赵正阶. 中国东北地区珍稀濒危动物志. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [23] 栾晓峰, 黄维妮, 王秀磊, 刘敏超, 刘世荣, 吴波, 李迪强. 基于系统保护规划方法东北生物多样性热点地区和保护空缺分析. *生态学报*, 2009, 29(1): 144-150.
- [24] 中国土地利用图编辑委员会. 1:1000000 中国土地利用图. 北京: 科学出版社, 1994.
- [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.

CONTENTS

Behavioural time budgets and diurnal rhythms of the female Tibetan gazelles in the Kekexili National Nature Reserve	LIAN Xinming, LI Xiaoxiao, YAN Peishi, et al (663)
The relationship between the temporal-spatial distribution of fishing ground of yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>) and thermocline characteristics in the tropic Indian Ocean	YANG Shenglong, ZHANG Yu, ZHANG Heng, et al (671)
Characteristics of algous facies of planktonic algae in lake honghu and its response to habitat	LU Bilin, YAN Pingchuan, TIAN Xiaohai, et al (680)
Tide elevations for four mangrove species along western coast of Guangxi, China	LIU Liang, FAN Hangqing, LI Chungan (690)
Effects of CO ₂ -induced seawater acidification on photosynthesis and calcification in the coralline alga <i>Corallina pilulifera</i>	XU Zhiguang, LI Meizhen, HUO Chuanlin, et al (699)
Impacts of coverage and canopy water depth on the spectral characteristics for a submerged plant <i>Cabomba caroliniana</i>	ZOU Weina, YUAN Lin, ZHANG Liquan, et al (706)
Prioritizing biodiversity in conservation planning based on C-Plan; a case study from northeast China	LUAN Xiaofeng, SUN Gongqi, QU Yi, et al (715)
Effects of urbanization on indigenous plant diversity; a case study of Langfang City, China	PENG Yu, LIU Xuehua, XUE Dayuan, et al (723)
Using infra-red cameras to survey wildlife in Beijing Songshan National Nature Reserve	LIU Fang, LI Diqiang, WU Jigui (730)
Individual tree biomass model by tree origin, site classes and age groups	LI Haikui, NING Jinkui (740)
Population genetics of <i>Niviventer confucianus</i> and its relationships with habitat area in Thousand Island Lake region	LIU Jun, BAO Yixin, ZHANG Xu, et al (758)
Impacts of climate change on phenological phase of herb in the main grassland in Inner Mongolia	GU RunYuan, ZHOU Weican, BAI Meilan, et al (767)
Atmospheric nitrogen deposition in the glacier regions of Northwest China; a case study of Glacier No.1 at the headwaters of Urumqi River, Tianshan Mountains	WANG Shengjie, ZHANG Mingjun, WANG Feiteng, et al (777)
Effects of vegetation type on arthropod functional groups in the aerial habitat of salt marsh	TONG Chunfu (786)
The plant community distribution and migration characteristics of heavy metals in tolerance dominant species in lead/zinc mine areas in Northwestern Guizhou Province	XING Dan, LIU Hongyan, YU Pingping, et al (796)
Sprouting characteristic in restoration ecosystems of monsoon evergreen broad-leaved forest in south-central of Yunnan Province	SU Jianrong, LIU Wande, ZHANG Zhijun, et al (805)
Distribution patterns and changes of aquatic communities in Lashihai Plateau Wetland after impoundment by damming	XIAO Derong, YUAN Hua, TIAN Kun, et al (815)
Spatial distribution of root biomass of <i>Pinus massoniana</i> plantation in Three Gorges Reservoir area, China	CHENG Ruimei, WANG Ruili, XIAO Wenfa, et al (823)
Differences in biomass, litter layer mass and SOC storage changing with tree growth in <i>Larix gmelinii</i> plantations in Northeast China	WANG Hongyan, WANG Wenjie, QIU Ling, et al (833)
Soil carbon sequestration rates and potential in the grazing grasslands of Inner Mongolia	HE Nianpeng, HAN Xingguo, YU Guirui (844)
Relationships between litter substrate quality and soil nutrients in different-aged <i>Pinus massoniana</i> stands	GE Xiaogai, XIAO Wenfa, ZENG Lixiong, et al (852)
Compare different effect of arbuscular mycorrhizal colonization on soil structure	PENG Sili, SHEN Hong, ZHANG Yuting, et al (863)
The infiltration process of clay soil under different initial soil water contents	LIU Muxing, NIE Yan, YU Jing (871)
Diurnal variations of the greenhouse gases emission and their optimal observation duration under different tillage systems	TIAN Shenzhong, NING Tangyuan, CHI Shuyun, et al (879)
Effects of exogenous pb and cu stress on eco-physiological characteristics on foxtail millet seedlings of different genotypes	XIAO Zhihua, ZHANG Yixian, ZHANG Xiwen, et al (889)
Combined effect of temperature and salinity on the Na ⁺ -K ⁺ -ATPase activity from the gill of GIFT tilapia juveniles (<i>Oreochromis niloticus</i>)	WANG Haizhen, WANG Hui, QIANG Jun, et al (898)
Pattern simulation of karst rocky desertification based on cellular automata	WANG Xiaoxue, LI Xuyong, WU Xiuqin (907)
The role of root border cells in protecting buckwheat root apices from aluminum toxicity and their effect on polysaccharide contents of root tip cell walls	CAI Miaozen, WANG Ning, WANG Zhiying, et al (915)
The suitable stand structure and hydrological effects of the cypress protection forests in the central Sichuan hilly region	GONG Gutang, LI Yanqiong, ZHU Zhifang, et al (923)
Comprehensive evaluation of agricultural water-saving technology based on AHP and Rough Set method	ZHAI Zhifen, WANG Lanying, SUN Minzhang, et al (931)
Analysis of the spatial expansion characteristics of major urban agglomerations in China using DMSP/OLS images	WANG Cuiping, WANG Haowei, LI Chunming, et al (942)
Evaluation of non-use value of ecotourism resources; a case study in Dalai Lake protected area of China	WANG Pengwei, JIA Jingbo (955)
Review and Monograph	
Assessment indicators system of forest ecosystem health based on the harmful disturbance	YUAN Fei, ZHANG Xinyao, LIANG Jun (964)
Role of silicon in regulating plant resistance to insect herbivores	HAN Yongqiang, WEI Chunguang, HOU Maolin (974)
Scientific Note	
Relationships among light conditions, crown structure and branch longevity: a case study in <i>Osmanthus fragrans</i> and <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	ZHAN Feng, YANG Dongmei (984)
Effects of maize straw with Bt gene return to field on growth of wheat seedlings	CHEN Xiaowen, QI Xin, WANG Haiyong, et al (993)
Studies of non-structural carbohydrates of <i>Cupressus funebris</i> in different landslides after Wenchuan Earthquake	CHEN Bo, LI Zhihua, HE Qian, et al (999)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

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 32 卷 第 3 期 (2012 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32 No. 3 2012

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