

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

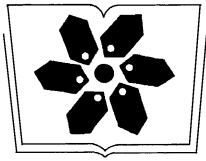
(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 1 期
Vol.31 No.1
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 1 期 2011 年 1 月 (半月刊)

目 次

青藏高原东缘林线杜鹃-岷江冷杉原始林的空间格局	缪 宁, 刘世荣, 史作民, 等 (1)
季风常绿阔叶林不同恢复阶段藤本植物的物种多样性比较	李帅锋, 苏建荣, 刘万德, 等 (10)
越冬和复苏时期太湖水体蓝藻群落结构的时空变化	顾婷婷, 孔繁翔, 谭 啸, 等 (21)
海南新村湾海草床主要鱼类及大型无脊椎动物的食源	樊敏玲, 黄小平, 张大文, 等 (31)
广西涠洲岛造礁珊瑚种群结构的空间分布	梁 文, 张春华, 叶祖超, 等 (39)
宽窄行栽植模式下三倍体毛白杨根系分布特征及其与根系吸水的关系	席本野, 王 烨, 贾黎明, 等 (47)
干旱河谷-山地森林交错带土壤水分与养分特征	刘 彬, 罗承德, 张 健, 等 (58)
信号分子水杨酸减缓干旱胁迫对紫御谷光合和膜脂过氧化的副效应	易小林, 杨丙贤, 宗学凤, 等 (67)
UV-B 辐射对南方红豆杉生活史型和紫杉烷类含量的影响	于景华, 李德文, 庞海河, 等 (75)
模拟氮沉降对石栎和苦槠幼苗土壤呼吸的影响	李 凯, 江 洪, 由美娜, 等 (82)
环渤海湾地区连作苹果园土壤中酚酸类物质变化	孙海兵, 毛志泉, 朱树华 (90)
不同施肥方法对马来沉香和土沉香苗期根系生长的影响	王 冉, 李吉跃, 张方秋, 等 (98)
秋华柳和枫杨幼苗对镉的积累和耐受性	贾中民, 魏 虹, 孙晓灿, 等 (107)
祁连山北坡退化林地植被群落的自然恢复过程及土壤特征变化	赵成章, 石福习, 董小刚, 等 (115)
中国北方农牧交错带 C3 草本植物 $\delta^{13}\text{C}$ 与温度的关系及其对水分利用效率的指示	刘贤赵, 王国安, 李嘉竹, 等 (123)
不同退耕模式细根(草根)分解过程中 C 动态及土壤活性有机碳的变化	荣 丽, 李守剑, 李贤伟, 等 (137)
黑龙江省完达山东部林区东北虎猎物生物量	周绍春, 张明海, 孙海义 (145)
生态保护项目对大熊猫栖息地的影响	张玉波, 王梦君, 李俊清 (154)
石灰和 EM 处理条件下土壤动物群落在落叶分解中的变化	高梅香, 张雪萍 (164)
基于 EPG 的麦长管蚜、麦二叉蚜和禾谷缢管蚜取食行为比较	苗 进, 武予清, 郁振兴, 等 (175)
对映-贝壳杉烷型二萜类化合物对土壤纤毛虫群落的毒性效应	宁应之, 杜海峰, 王红军 (183)
红脂大小蠹种群空间格局地统计学分析及抽样技术	潘 杰, 王 涛, 宗世祥, 等 (195)
山西不同生态型大豆种质资源蛋白亚基的变异	王燕平, 李贵全, 郭数进, 等 (203)
施肥和覆膜垄沟种植对旱地小麦产量及水氮利用的影响	李廷亮, 谢英荷, 任苗苗, 等 (212)
近 40a 甘肃省气候生产潜力时空变化特征	罗永忠, 成自勇, 郭小芹 (221)
基于 GIS 的农村住区生态重要性空间评价及其分区管制——以兴国县长冈乡为例	谢花林, 李秀彬 (230)
农户收入差异对生活用能及生态环境的影响——以江汉平原为例	杨 振 (239)
河北省耕地生态经济系统能值指标空间分布差异及其动因	王 千, 金晓斌, 周寅康, 等 (247)
土地利用对石漠化地区土壤团聚体有机碳分布及保护的影响	罗友进, 魏朝富, 李 渝, 等 (257)
专论与综述	
景观格局-土壤侵蚀研究中景观指数的意义解释及局限性	刘 宇, 吕一河, 傅伯杰 (267)
美国煤矿废弃地的生态修复	张成梁, B. Larry Li (276)
农田土壤食物网管理的原理与方法	陈云峰, 胡 诚, 李双来, 等 (286)
学术信息与动态	
旱地、荒漠和荒漠化: 探寻恢复之路 —— 第三届国际荒漠化会议述评	吕一河, 傅伯杰 (293)

基于 GIS 的农村住区生态重要性空间评价 及其分区管制 ——以兴国县长冈乡为例

谢花林^{1,2,*}, 李秀彬²

(1. 江西财经大学鄱阳湖生态经济研究院, 江西 南昌 330013; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要:在我国加速新农村建设阶段,如何协调好村镇建设与地域生态系统的关系成为当前规划界的热点问题之一。基于 GIS 技术,从水资源安全、生物保护、灾害防护和人类干扰等 4 个方面,构建了空间尺度上的生态重要性综合指数,对兴国县长冈乡生态重要性空间进行了评价,并制定了分区管制的措施,以便从宏观上预防乡村建设可能带来的生态安全问题。提出的评价方法将有利于指导我国新农村规划建设,开展生态保育和生态建设,维护农村生态系统健康与安全。

关键词:农村住区;生态重要性;空间评价;分区管制;GIS

Spatial assessment and zoning regulations of ecological importance based on GIS for rural habitation in Changgang Town, Xinguo county

XIE Hualin^{1,2,*}, LI Xiubin²

1 Institute of Poyang Lake Eco-economics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China

2 Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

Abstract: During the accelerative new countryside construction in China, how to assort with the relationship between the village construction and regional ecosystem are hot issues in the current planning field. Recently, unreasonable land use types made ecological resource, which is to stick up for rural ecosystem health and security, damaged in new countryside construction. It brought a series of ecological security problems for instance biodiversity reduced, soil and water loss, and outstanding rural landscape lose. Spatial assessment of ecological importance for rural habitation is to emphasize on harmonious between production space, live space and natural conditions, accretion between human and other biology through applying for ecology theory. It insists on natural foundation maintenance, maximum safeguarding natural environment and its evolvement during the village development. It is to objectively integrated evaluate spatial distribution of ecological importance in rural habitation, based on geologic physiognomy character, eco-environment characteristic, and land exploitation analysis. Base on above analysis, rural ecosystem effectively can be protected and ecological problems brought by rural construction are to be prevented from the point of macroscopical view.

So we urgently need evaluation ecological importance space in rural habitat, and establish measures for zoning regulations. Based on this, we can prevent ecological problems brought by rural construction, instruct rural habitat planning and develop ecological protection and construction. Spatial assessment of ecological importance for rural habitation is to identify ecological infrastructure, which maintain security and health of rural living land. Ecological Infrastructure is the basic guarantee, from which sustainable ecosystem service are obtained by villager. It is the hard-and-fast restriction rigid limitation of villages and towns expansion and land development and utilization.

基金项目:国家自然科学基金项目(40801106);国家“十一五”科技支撑计划项目(2008BAJ08B01);江西省自然科学基金项目(2008GQH0057);江西省教育厅科技项目(GJJ09557)联合资助

收稿日期:2010-08-06; 修订日期:2010-11-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiehl_2000@163.com

In this paper, according to eco-environment characteristic and evaluation aim, ecological resource importance indexes on spatial scale were constructed from water security, bio-protection, disaster defend and human disturb based on GIS. The evaluation indexes includes following indicator: distance to water area, status of water area, waterhead protection area type, vegetation coverage, vegetation type, bio-habitation sensitivity index, distance to geo-disaster danger zone, land use type, intension index of main roads influence, intension index of village construction influence and population congregation. Assessment and zoning regulation of ecological resource importance for rural habitation were done in changgang town, xinguo county, jiangxi province. It is to prevent ecological problems caused by rural construction from the point of macroscopical view. Area of very important evaluation class and important evaluation class is 4193.68hm² and 2115.34hm², which account for 61.38% in the study area. The eastern and northern region is the distributing area of very important ecological resource in the changgang town, xinguo county. These areas are the critical eco-lands, which are to safeguard water and soil security, and bio-diversity conservation. These eco-lands must be protected and prohibited for development and construction. Proposed assessment method in this paper is to guide rural planning in China, to develop ecological protection and construction and to maintain rural ecosystem health and security.

Key Words: rural habitation; ecological importance; spatial assessment; zoning regulation; GIS

按照“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”的要求,坚持从各地实际出发,尊重农民意愿,扎实稳步推进新农村建设。这对于加快发展农村经济,增加农民和集体收入,改善农民生产生活条件,优化农村人居环境具有重要的指导意义。我国近期将处在加速新农村建设阶段,在此阶段如何协调好村镇建设与地域生态系统的关系成为当前规划界的热点问题之一^[1]。

近年来新农村建设活动中由于不合理的土地利用方式,使得维护农村住区生态系统健康与安全的生态资源遭到破坏,导致农村住区生物多样性减少、水土流失以及特色乡村景观资源的丧失等生态安全问题。因此,迫切需要对农村住区生态重要性空间进行评价,并制定分区管制的措施,以便从宏观上预防乡村建设可能带来的生态问题,指导农村住区规划,开展生态保育和生态建设。农村住区生态重要性评价的主要目的就是识别出维护村庄生命土地的安全和健康的生态基础设施(Ecological Infrastructure,简称EI),因为它是农村和村民获得持续的生态系统服务的基本保障,是村镇扩张和土地开发利用不可触犯的刚性限制。生态基础设施本质上讲是区域的可持续发展所依赖的自然系统,是区域及其居民能持续地获得自然服务的基础,这些生态服务包括提供新鲜空气、食物、体育、游憩、安全庇护以及审美和教育等等^[2]。

国际上在基于GIS手段的生态评价方法方面最早是20世纪60年代McHarg在《设计结合自然》一书中提出了土地适宜性评价的“千层饼模式”^[3-5]。Steinitz提出了景观评价模型,代表了可辩保护规划的思想,即如何判断美观、生物多样性、成本、营养流、公共健康^[6-7]等状况。McHarg的学生Steiner提出了环境敏感区域模型(Environmentally Sensitive Area, ESA)模型^[8]。此外,Malczewski还提出了基于GIS的多准则土地适宜性评价方法^[9-10]。对生态空间研究关注较多的是如何配置生态空间以维护区域生态环境安全^[11-13],并多以小流域为研究尺度,如Seppelt^[11-12]以美国南部HuntingCreek小流域为试验区,以控制化肥引起的污染问题为目标,应用GIS以及景观空间分异模型设计了土地利用空间配置方案和化肥施用量最大标准分布。Allan^[13]以保护区域水质为目标,应用GIS和缓冲区设计方法,建立了小流域土地利用格局优化模型。

国内目前对农村住区生态重要性空间评价,评价内容主要集中在生态敏感性和生态适宜性两个方面^[14-17],如禹莎等^[6]基于GIS,从生态保护敏感度、生态缓冲敏感度、景观视觉敏感度和生态安全敏感度四个方面,构建了古河道地区综合生态敏感度评价模型。基于GIS的生态评价方法主要集中在因素叠置法^[18]、逻辑组合法^[17,19]、生态适宜度模型^[20]和最小累计阻力模型^[21]等方面。目前的研究主要侧重于自然生态方面,且评价结果不能反映生态系统的空间特征和农村住区的特色。

农村住区生态重要性空间评价主要是应用生态学原理,强调农村住区生产生活空间与自然条件的和谐,

人与其它生物的共生,坚持村庄发展保持自然基础,自然环境及其演化过程得到最大限度的保护,以村庄土地的地质、地貌特征与生态环境特点以及土地开发影响分析为基础,客观综合地评价农村住区生态重要性空间分布特征,并制定分区管制的措施,从而有效地保护乡村生态系统,从宏观上预防乡村建设可能带来的生态问题。本文基于 GIS 技术,从水资源安全、生物保护、灾害防护和人类干扰等 4 个方面,构建了空间尺度上的生态重要性综合指数,以江西省兴国县长冈乡为案例区,对其生态重要性空间进行了评价,并制定分区管制的措施,希望提出的评价方法对于指导我国新农村建设规划,维护农村生态系统健康与安全,具有重要的借鉴作用。

1 评价方法

1.1 指标选取的原则

作为衡量农村住区生态重要性空间评价的指标体系,不仅应遵循客观性、科学性、完整性、有效性的普遍原则外,还应从以下 3 个方面进行考虑:

(1) 要为后续的生态景观格局优化服务

农村住区生态重要性空间评价的主要目的是为生态景观格局的优化提供依据。因此,评价指标应能够具有空间性,能结合 GIS 把评价结果落实到每一个土地利用斑块中,尽量地实现生态景观评价的定量与定位化,能够为后续的规划设计提供理论依据。

(2) 体现农村住区主要的生态环境问题

农村住区生态重要性是人为因子和自然因子共同影响的结果。农村住区面临的主要生态环境问题是水资源保护、生物多样性保护和灾害规避与防护等。因此,从农村住区的实际生态问题出发,运用生态敏感性评价方法,借助 RS 和 GIS 技术手段,根据数据的可获取性,构建农村住区的生态重要性空间评价指标体系。

(3) 可操作性原则

所选取的指标应在数据收集上具有可操作性,即具有可取性具有一定的现实统计基础、可比性、可测性,同时数据能够被准确搜集,并要尽可能能够量化,但对于一些在目前认识水平下难以量化且意义重大的指标,可以用定性指标来描述。

1.2 指标体系的总体框架

根据上述农村住区生态重要性空间评价的内涵以及上述指标选取的原则,并考虑到目前国内外有关生态敏感性评价的各种方法,构建了 3 个层次的生态重要性空间评价指标体系。第 1 层次是目标层(Object),即生态重要性综合指数(ERSI);第 2 层次是项目层(Item),即农村住区主要生态重要性的影响因素:水资源安全因子、生物保护因子、灾害防护因子和人类干扰因子等 4 个方面;第 3 层次是指标层(Index),即每一个影响因素主要由哪些具体指标来表达。具体结果见表 1。

(1) 水资源安全指标 水资源是农村住区地域生态系统中的重要组成部分。农村住区大小水体星罗棋布,是构成特色景观的重要因素。综合水安全就是从整个流域出发,流出可供调、滞、蓄洪的湿地和河道缓冲带,满足洪水自然宣泄的空间,同时包括保障区域水安全的水源保护用地。水资源的空间评价方面主要是要识别出保障区域洪水安全的 EI 以及水资源保护的 EI。区域洪水安全的 EI 主要采用距河湖湿地的距离指标进行评价。水资源保护的 EI 主要采用水体分布状况以及水源保护区类型两项指标进行评价。水体分布对景区的景观和生态质量均有较大的影响。按照集中大水体(面积 $>1\text{hm}^2$)、较集中小水体(面积 $0.5\text{—}1\text{hm}^2$)、分散的小水体(面积 $<0.5\text{hm}^2$)以及无水体的 4 个等级进行划分。采用水源保护区类型这一指标主要基于两方面考虑:一是水源保护区类型划分国家已经有相关的标准,且能体现水源保护的空间范围,便于 GIS 操作;二是用水安全最重要的水质数据难以获取,且难以体现空间分布特征。

(2) 生物保护指标 生物保护系数主要是维护农村住区的生物多样性安全指标,本研究采用植被类型、植被覆盖指数和生境敏感性指数 3 项指标进行评价。一般而言,生态系统生物多样性服务功能高的地方都能为濒危物种提供良好生境。根据农村住区的土地利用类型和谢高地等人^[22]制定的生物多样性服务当量,其

中,园地的生物多样性当量因子取森林和草地的平均值,计算出林地、园地、耕地、湿地等生物多样性服务价值,然后根据保护级别予以修正。计算式如下:

$$HSI = l \times n \times m \quad (1)$$

式中, HSI 为生境敏感性指数, l 为土地利用, n 为生物多样性服务当量, m 为保护级别修正值,其中自然保护区赋值为 1.75,公园为 1.5、风景旅游区 1.25,其他地方为 1。

表 1 农村住区生态重要性空间评价指标

Table 1 Spatial assessing indicators of ecological importance in rural habitation

目标层 Object	因素层 Item	指标层 Index
生态重要性空间综合指数 Integrative indicator of ecological importance space	水资源安全系数	距河湖水系的距离
		水体分布状况
		水源保护区类型
	生物保护系数	植被覆盖指数
		植被类型
		生境敏感性指数
	灾害防护系数	距地质灾害危险区距离
		坡度
		土地利用类型
	人类干扰系数	主要交通干线影响强度指数
		村镇建设用地影响强度指数
		人口聚集度

(3) 灾害防护指标 灾害防护系数主要识别出规避灾害风险和防护灾害发生的生态资源,本研究采用距地质灾害危险区的距离、坡度和土地利用类型 3 项指标进行评价。农村住区内坡度变化相对较大,坡度越大,水土越容易流失,植被受到破坏越不容易恢复,生态与视觉上都带来较大的冲击,而坡度平缓的地方,土地肥沃,植被茂密,能够容忍强度较大的开垦和建筑修路等活动,抗干扰能力较强,同时坡度的变化也影响到生态防护措施的采取。农村住区内的林地等土地利用类型对土壤侵蚀灾害防护非常重要,因此,区域内将不同的土地利用类型进行等级划分与赋分。

(4) 人类干扰指标 人类干扰系数主要反映人类活动对生态资源的干扰程度,其与生态资源的重要性呈反比,本研究采用交通干线影响强度指数、建设用地影响强度指数和人口聚集度 3 项指标进行评价。其中交通干线影响强度指数和建设用地两种影响强度指数,都通过缓冲区技术来实现,表征交通干线和建设用地对生态环境的影响强度以及随距离的衰减特点。人口聚集度反映人为对生态资源的干扰程度。人口聚集度越大,对生态资源的干扰程度就越大,则生态资源的重要性就越低。人口聚集度的计算公式如下:

$$PGI_j = p_j / n \cdot \lambda \quad (2)$$

式中, PGI_i 为第 i 个居民点要素的人口估计值(通过土地利用现状图提取居民聚落要素); P_j 为第 j 人口统计地域人口总量; n 为第 j 个统计地域的人口聚落总个数; λ 为加权数(根据离乡镇中心与道路距离的大小反距离加权)。以上述模型为基础,通过克里格(Kriging)模型插值生成人口聚集度表面模型。

1.3 指标的分级标准

不同指标对各重要性因素的影响、贡献程度不同。经过十几位相关学科专家的多次讨论、修订与综合,最后确定各单因子重要性等级按极重要、重要、较重要和一般分别赋值为 7、5、3 和 1,在具体赋值时,考虑到实际中各因子与生态环境问题间的关系来确定等级(表 2)。

1.4 综合方法

从单因子分析得出的重要性状况,只是反映了某一因子的作用程度,没有将生态资源的区域以综合地反映出来。因此,必须对上述各项因子分别赋值,在通过下面的方法来计算生态安全指数。

$$EI_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n C_{ij}} \quad (3)$$

式中, EI_j 为维持第 j 个生态安全问题的重要性指数; C_{ij} 为维持第 j 个生态安全问题中的第 i 个因子的重要性等级值, n 为因子数。然后根据分级标准来确定重要性等级。根据上式, 利用 ArcGIS9.2 的空间叠加分析功能, 得到维持各生态问题的重要性评价图。根据相关的研究成果^[15,17,19], 重要性评价按表 3 的标准划分等级。

表 2 农村住区生态重要性评价指标的分级标准

Table 2 Criterion of indices of ecological importance evaluation (EI) in rural habitation

评价因子 Evaluation Factor	指标 Indicator	基本生态元素对构成 EI 的贡献分级 Contribution class of basic eco-element to EI			
		极重要 Very important	重要 Important	较重要 Relatively important	一般 Commonly important
水资源安全 Water security	距河湖水系的距离	< 50m	50—100m	100—150m	> 150m
	水体分布状况	大水体	较集中水体	分散小水体	无水体
	水源保护区类型	一级水源保护区	二级水源保护区	准级水源保护区	无
生物保护 Biological conservation	植被覆盖指数	0.6—1	0.4—0.6	0.2—0.4	0—0.2
	植被类型	阔叶林、针叶林	灌丛	农田、草地	无植被
	生境敏感性指数	> 3	2.5—3	1.5—2.5	< 1.5
灾害防护 Disaster protection	距地质灾害危险区				
	距离	< 100m	100—200m	200—500m	> 500m
	坡度	> 25°	15—25°	5—15°	< 5°
	土地利用类型	林地	园地、草地、水域	耕地	未利用地、建设用地
人类干扰 Human disturbance	主要交通干线影响				
	强度指数	> 500m	200—500m	100—200m	< 100m
	村镇建设用地影响强度指数	> 1000m	500—1000m	200—500m	< 200m
	人口聚集度	< 300	300—400	400—500	> 500

表 3 生态重要性评价综合指数的分级标准

Table 3 Criterion of integrative index of ecological importance evaluation

重要性等级 Important Class	极重要 Very important	重要 Important	较重要 Relatively important	一般 Commonly important
EI_j	> 6	6—4	4—2	< 2

1.5 综合评价

由于不同生态空间维护生态环境问题之间是相互独立的, 为了突出生态系统维护生态问题的重要性状况, 在对生态空间维护多个生态环境问题进行综合评价时, 采用取最大值的方法, 通过 ArcGIS9.2 的空间分析模块来实现, 得到空间上每个栅格上的生态重要性空间综合指数 ($EISI$)。

$$EISI = \text{Max}[EI_j] \quad (4)$$

2 结果分析

根据上述已建立的评价指标和评价方法, 利用 ArcGIS9.2 软件, 对兴国县长冈乡进行了生态重要性单因子和综合评价, 得出如下评价结果 (表 4 和图 1)。

在水资源安全评价方面, 从表 4 可以看出, 评价结果为极重要和重要等级的面积为 519.07hm² 和 366.95hm², 占全区总面积 8.62%, 这些区域对于维护当地水安全 (洪水调蓄和水资源保护) 是非常重要的。水资源的重要性区域主要分布在贯穿区域内和坪村、塘石村、集瑞村、榔木村、长冈村和石燕村等的两条主干河流及其附近区域, 还包括秀水村和仁塘村的水库及其保护区。

表 4 兴县长冈乡生态重要性空间评价结果

Table 4 Results of spatial evaluation on ecological importance in changgang town, xinguo county

评价因子 Evaluation factor	评价等级 Evaluation class	面积 Area/hm ²	百分比 Percent/%	累计百分比 Accumulative percent/%
水资源安全 Water security	极重要	519.07	5.05	5.05
	重要	366.95	3.57	8.62
	较重要	445.06	4.33	12.95
	一般	8947.55	87.05	100
生物保护 Biological conservation	极重要	3118.54	30.34	30.34
	重要	1661.03	16.16	46.50
	较重要	4066.23	39.56	86.06
	一般	1432.83	13.94	100
灾害防护 Disaster protection	极重要	1189.24	11.57	11.57
	重要	1518.15	14.77	26.34
	较重要	6543.38	63.66	90.00
	一般	1027.86	10.00	100
人类干扰 Human disturbance	极重要	1119.34	10.89	10.89
	重要	3503.99	34.09	44.98
	较重要	4226.57	41.12	86.10
	一般	1428.73	13.90	100
综合评价 Integrative evaluation	极重要	4193.68	40.80	40.80
	重要	2115.34	20.58	61.38
	较重要	3640.69	35.42	96.8
	一般	328.92	3.20	100

在生物保护评价方面,从表 4 可以看出,评价结果为极重要和重要等级的面积为 3118.54hm²和 1661.03hm²,占全区总面积的 46.50%,其中极重要等级区域的面积几乎接近区域总面积的 1/3,这些区域大部分是种植杉木、马尾松等针阔混交林,是大部分生物物种的主要栖息地,对于保护生物多样性非常重要。生物保护的重要性区域主要分布在长冈乡的北部、东部和东北部,主要包括园塘村、秀水村、大塘村、合富村和石燕村等行政村的山区。对于这些区域应该严格的制定保护措施,禁止砍伐山林,并进行动态的监测。

在灾害防护评价方面,从表 4 可以看出,评价结果为极重要和重要等级的面积为 1189.24hm²和 1518.15hm²,占全区总面积的 26.34%,几乎接近区域总面积的 1/3,这些区域坡度大部分是大于 25°,且地表裸露,是灾害重点防护的区域。在灾害规避和防护的重要性区域主要分布在长冈乡的石燕村、合富村和秀水村。对于这些区域应该大力植树种草,退耕还林还草,避免进行建设开发活动。

在人类干扰评价方面,从表 4 可以看出,评价结果为极重要和重要等级的面积为 1119.34hm²和 3503.99hm²,占全区总面积的 44.98%,几乎接近区域总面积的 50%,这些区域大部分是远离乡村的主干道和大型村庄,受到人类的干扰影响较小。而评价结果为不重要等级区域面积占区域总面积的 13.90%,是受到人类影响强度较高的区域,主要适宜人类的建设开发活动,对生态资源保护的贡献率最弱。在受人为干扰影响较弱的区域主要分布在长冈乡的园塘村北部和石燕村东部。对于这些区域受人为干扰影响较弱,是重要的水源涵养区和生物多样性保护区。

在综合评价方面,从表 3 可以看出,评价结果为极重要和重要等级的面积为 4193.68hm²和 2115.34hm²,占全区总面积的 61.38%,超过了区域总面积的 50%。从图 1 可以看出,长冈乡的北部和东部地区是极重要性生态资源的分布区域,这些区域是维护长冈乡水土安全、生物多样性保护的关键性生态用地,需重点加以保护,禁止开发建设。对于一般的区域可以作为将来农村居住建设开发区,评价结果为重要等级的区域需有限制地加以开发。综合评价结果中一般的只占 3.2%,可以体现出长冈乡的主体功能是生态保护,建议适当撤

村并镇,人口相对集中,一方面提高农村现代化的水平,另一方面减少人类活动对生态安全产生的压力。

3 生态重要性空间分区管制

根据生态重要性空间综合评价结果,可将研究区划分为一般地区、较重要地区、重要性地区和极重要性区域。各区域的主要生态与环境问题不尽相同,因此生态保护和生态建设的对策也有所区别。

3.1 生态极重要性区的管制

生态极重要性保护区位于长冈乡北部和东北部地区,属于区域内水系和天然次生林保护重点区,地表径流环境保护的一级缓冲区域,视觉敏感度高,也是维护区域生态系统服务功能的重要景观骨架。包括生态状况维持较好的林地区域,植被覆盖程度好,生物多样性丰富,抗自然灾害能力较弱,不可承受人为扰动。本区域为禁建区,禁止任何开发建设活动。本区生态保护和建设方向为以生态养护为重点,保护水源涵养功能,建设林业生态工程、净化水源、加强生物多样性建设与保护。

3.2 生态重要性区的管制

该区位于河岸带、对外交通道路两侧以及北部和东北部的缓冲区域,为河流水系和生物多样性保护的重要

生态缓冲带。这些区域生态脆弱,自我调节能力弱,相对稳定性较差,在人为或自然的干扰因素诱发下可能发生严重的生态退化,并会对整个区域的生态系统带来严重破坏,是生态风险防范的重点地区。因此,本区域为限制开发区,限制干扰强度大的开发建设活动。必须加强该区现有植被的保育,严禁乱垦滥伐等有损生态与环境的活动,并对已遭破坏的植被进行及时有效的恢复或重建。

3.3 生态较重要性区的管制

生态较重要性地区主要位于区域中部,主要包括农田生态系统,以及中度敏感区域过渡地带,主要地表径流汇水面,沿河生态缓冲带二级区域。该区域要从保护自然生态系统入手,调整产业结构和布局,形成对环境破坏小、附加值大的绿色产业,建成维系生态安全的生态廊道和生态产业发展区域。

3.4 生态一般性地区的管制

生态一般性地区主要集中在现状已建设区域,主要土地利用类型为居民点和部分产业用地。该区生态系统较为简单,生物多样性较低。本区域为优化开发区,使将来农村的居住建设开发区。该区主要功能为体现农村景观、实现清洁生产和生态人居,因此,该区的保护必须合理控制人口发展规模,调整该区的产业结构,发展生态型产业,杜绝污染严重,能耗大的企业在该区落户。

4 结论与讨论

(1) 根据农村住区生态环境的特点以及评价的目的,分别从水资源安全、生物保护、灾害防护和人类干扰等4个方面选取了距河湖水系的距离、水体分布状况、水资源保护类型、植被覆盖度、植被类型、生境敏感性指数、距灾害危险区的距离、坡度、土地利用类型、交通干线影响强度指数、建设用地影响强度指数和人口聚集度等指标,构建了生态重要性空间综合指数及其评价方法,并基于GIS对研究区进行了评价,评价结果能反映生态系统维护农村住区生态安全的空间特征,说明构建的生态重要性空间综合指数与评价方法是可行的。

(2) 评价结果为极重要和重要等级的面积为4193.68hm²和2115.34hm²,占全区总面积的61.38%,超过

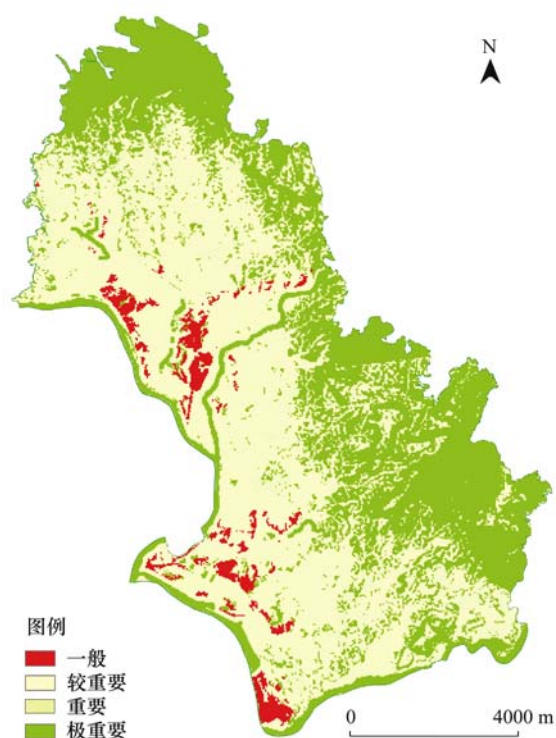


图1 兴县长冈乡生态重要性综合空间评价分布图

Fig. 1 Results of spatial evaluation on ecological importance in changgang town, xinguo county

了区域总面积的 50%。其北部和东部地区是极重要性生态资源的主要分布区域,这些区域是维护长冈乡水土安全、生物多样性保护的关键性生态用地,需重点加以保护,禁止开发建设。

(3)本研究仅在区域尺度上对研究区生态重要性空间进行了评价,其主要目的是为农村住区规划方案的优化选取服务,受多方面因素的影响,所构建的指标体系还存在一定的局限性,如灾害防护系数中没有考虑“地质结构”,以及人类干扰系数中没有考虑“采矿”等人类活动方式等,这些有待进一步完善。

(4)由于我国的地形地貌复杂多变性,带来的不同区域生态系统维护生态环境安全问题的差异性,本文建立的生态重要性空间综合指数在针对不同区域生态重要性空间评价时应该有所取舍和补充,体现评价指标体系的因地制宜性。

(5)随着新农村建设的发展,人类活动范围的扩大和强度的增加,将对维护农村住区生态系统安全的生态空间产生更大的干扰影响,因此,对该区域进行生态重要性评价以明确目前面临的环境问题和生态极重要性区域,这对于指导农村住区规划,开展生态保育和生态建设,促进环境相对脆弱、生态环境敏感的农村住区的可持续发展有着至关重要的作用。

Reference:

- [1] Chen Q Y, Song Y X. Analysis problems of ecosystem environment during new village construction in China. *Ecological Economy*, 2009(1), 422-425.
- [2] Liu H L, Li D H, Hang X L. Review of ecological infrastructure: concept and development. *City Planning*, 2005, (9): 69-75.
- [3] World Bank. *Land Quality Indicators*, World Bank Discussion Papers 315. Washington D. C: The World Bank, 1995.
- [4] McHarg I. *Design with Nature*. New York: Natural History Press, 1969.
- [5] McHarg I. Human planning at Pennsylvania. *Landscape Planning*, 1981, 8(2): 109-120.
- [6] Steinitz C A framework for theory applicable to the education of landscape architects (and other environmental design professionals). *Landscape Journal*, 1990, (10): 136-143.
- [7] Steinitz C. A framework for theory and practice in landscape planning. *GIS Europe*, 1993, (7): 42-45.
- [8] Steiner F. A watershed at a watershed: the potential for environmentally sensitive area protection in the upper San Pedro Drainage Basin (Mexico and USA). *Landscape and Urban Planning*, 2000, (11): 129-148.
- [9] Malczewski J, Chapman T, Flegel C, Walters D, Shrubsole D, Healy M A. GIS multi-criteria evaluation with Ordered Weighted Averaging (OWA): Developing management strategies for rehabilitation and enhancement projects in the Cedar Creek watershed, Ontario. *Canada' Environment and Planning A*, 2003, 35(10): 1769-1784.
- [10] Malczewski J. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multi-criteria evaluation for land-use suitability analysis. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2006, 8(4): 249-268.
- [11] Seppelt R, Voinov A. Optimization methodology for land use patterns using spatially explicit landscape models, *Ecological Modelling*, 2002, 151: 125-142.
- [12] Seppelt R, Voinov A. Optimization methodology for land use patterns-evaluation based on multiscale habitat pattern comparison. *Ecological Modeling*, 2003, 168: 217-231.
- [13] Allan I, Peterson J. Spatial modeling in decision support for land-use planning: a demonstration from the Lal Lal catchment, Victoria, Australia. *Australian Geographical Studies*, 2002, 40(1): 84-92.
- [14] Yu S, Wang Y, Li J, Wang X R. Appraisal of eco-sensitivity on small sized industrial city in northern China; Set the Shahe City as an Example. *Journal of Fudan University: Natural Science Edition*, 2008, 47(4): 501-508.
- [15] He X D, Xue P P, Zhang N, Wu W. Evaluation of ecological suitability in Changping district of Beijing City. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis*, 2008, 41(5): 50-56.
- [16] Chen C Y, Yin H W, Xu J G. Ecology suitability evaluation for town development used land in east of Wujiang area. *Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition*, 2005, 33(3): 114-118.
- [17] Yan L, Xu X G, Xie Z L, Li H L. Integrated assessment on ecological sensitivity for Beijing. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(6): 3117-3125.
- [18] Chen J H, Wang J R. Analysis ecological applicability of land usage in regional environmental impact assessment (REIA). *Environmental Protection Science*, 2002, 28(04): 52-54.
- [19] Xie H L, Li X B, Chen Y Q, Fan Y H. Environmental impacts of land use planning based on an ecological security method in OngniudBanner,

Inner Mongolia. Resources Science, 2010, 32(1): 57-63.

- [20] Ouyang Z Y, Wang R S, Fu G L. Ecological niche suitability model and its application in land suitability assessment. Acta Ecologica Sinica, 1996, 16(2): 113-120.
- [21] Liu X F, Shu J M, Zhang L B. Research on applying minimum cumulative resistance model in urban land ecological suitability assessment; as an example of Xiamen City. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(2): 421-428
- [22] Xie G D, Lu C X, Leng Y F, Zheng D, Li S C. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2): 189-196.

参考文献:

- [1] 陈群元, 宋玉祥. 我国新农村建设中的农村生态环境管理研究. 生态经济, 2009(1), 422-425.
- [2] 刘海龙, 李迪华, 韩西丽. 生态基础设施概念及其研究进展综述. 城市规划, 2005, (9): 69-75.
- [14] 禹莎, 王原, 李敬, 王祥荣. 北方小型工业城市生态敏感性评价研究——以沙河市大沙河古河道地区为例. 复旦学报(自然科学版), 2008, 47(4): 501-508.
- [15] 何兴东, 薛苹苹, 张宁, 邬畏. 北京市昌平区生态适宜性评价. 南开大学学报(自然科学版), 2008, 41(5): 50-56.
- [16] 陈昌勇, 尹海伟, 徐建刚. 吴江东部地区城镇发展用地生态适宜性评价. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2005, 33(3): 114-118.
- [17] 颜磊, 许学工, 谢正磊, 李海龙. 北京市域生态敏感性综合评价. 生态学报, 2009, 29(6): 3117-3125.
- [18] 程吉宏, 王晶日. 区域环境影响评价中土地使用生态适宜性分析. 环境保护科学, 2002, 28(4): 52-54
- [19] 谢花林, 李秀彬, 陈瑜琦, 范员华. 土地利用规划环境影响的生态安全评价方法初探. 资源科学, 2010, 32(1): 57-63.
- [20] 欧阳志云, 王如松, 符贵兰. 生态位适宜度模型及其在土地利用适宜性评价中的应用. 生态学报, 1996, 16(2): 113-120.
- [21] 刘孝富, 舒俭民, 张林波. 最小累积阻力模型在城市土地生态适宜性评价中的应用. 生态学报, 2010, 30(2): 421-428
- [22] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.

CONTENTS

Spatial pattern analysis of a <i>Rhododendron-Abies</i> virginal forest near timberline on the eastern edge of Qinghai-Tibetan Plateau, China	MIAO Ning, LIU Shirong, SHI Zuomin, et al (1)
Changes of liana species diversity in different restoration stages of monsoonal broad-leaved evergreen forest	LI Shuaifeng, SU Jianrong, LIU Wande, et al (10)
Investigation on spatio-temporal pattern of cyanobacterial community structure by T-RFLP during overwinter and recruitment period in Taihu Lake	GU Tingting, KONG Fanxiang, TAN Xiao, et al (21)
Food sources of fish and macro-invertebrates in a tropical seagrass bed at Xincun Bay, Southern China	FAN Minling, HUANG Xiaoping, ZHANG Dawen, et al (31)
Spatial pattern of Scleractinian coral Population Structure in Weizhou Island, Beihai, Guangxi	LIANG Wen, ZHANG Chunhua, YE Zuchao, et al (39)
Property of root distribution of triploid <i>Populus tomentosa</i> and its relation to root water uptake under the wide-and-narrow row spacing scheme	XI Benye, WANG Ye, JIA Liming, et al (47)
Soil nutritional properties and moisture gradient of the ecotone between dry valley and montane forest of the Minjiang River	LIU Bin, LUO Chengde, ZHANG Jian, et al (58)
Signal chemical salicylic acid mitigates the negative effects of drought on photosynthesis and membrane lipid peroxidation of purple majesty	YI Xiaolin, YANG Bingxian, ZONG Xuefeng, et al (67)
Effects of supplementary UV-B radiation on life cycle forms and the accumulation of taxanes of <i>Taxus chinensis</i> var. <i>mairei</i>	YU Jinghua, LI Dewen, PANG Haihe, et al (75)
Effect of simulated nitrogen deposition on the soil respiration of <i>Lithocarpus glabra</i> and <i>Castanopsis sclerophylla</i>	LI Kai, JIANG Hong, YOU Meina, et al (82)
Changes of phenolic acids in the soil of replanted apple orchards surrounding Bohai Gulf	SUN Haibing, MAO Zhiqian, ZHU Shuhua (90)
Growing dynamic root system of <i>Aquilaria malaccensis</i> and <i>Aquilaria sinensis</i> seedlings in response to different fertilizing methods	WANG Ran, LI Jiyue, ZHANG Fangqiu, et al (98)
Accumulation and tolerance of <i>Salix variegata</i> and <i>Pterocarya stenoptera</i> seedlings to cadmium	JIA Zhongmin, WEI Hong, SUN Xiaocan, et al (107)
Dynamics of vegetation structure and soil properties in the natural restoration process of degraded woodland on the northern slope of Qilian Mountains, northwestern China	ZHAO Chengzhang, SHI Fuxi, DONG Xiaogang, et al (115)
Relationship between temperature and $\delta^{13}\text{C}$ values of C3 herbaceous plants and its implications of WUE in farming-pastoral zone in North China	LIU Xianzhao, WANG Guoan, LI Jiazhu, et al (123)
Carbon dynamics of fine root (grass root) decomposition and active soil organic carbon in various models of land use conversion from agricultural lands into forest lands	RONG Li, LI Shoujian, LI Xianwei, et al (137)
Prey biomass of the Amur tiger (<i>Panthera tigris altaica</i>) in the eastern Wanda Mountains of Heilongjiang Province, China	ZHOU Shaochun, ZHANG Minghai, SUN Haiyi (145)
The impact of conservation projects on giant Panda Habitat	ZHANG Yubo, WANG Mengjun, LI Junqing (154)
Fluctuation of soil fauna community during defoliation decomposition under lime and EM treatment	GAO Meixiang, ZHANG Xueping (164)
Comparative of feeding behaviors of <i>Sitobion avenae</i> , <i>Sitobion graminum</i> and <i>Rhopalosiphum padi</i> (Homoptera: Aphididae) using electrical penetration graph (EPG)	MIAO Jin, WU Yuqing, YU Zhenxing, et al (175)
Toxic effects of <i>ent</i> -kaurane diterpenoids on soil ciliate communities	NING Yingzhi, DU Haifeng, WANG Hongjun (183)
Geostatistical analysis and sampling technique on spatial distribution pattern of <i>Dendroctonus valens</i> population	PAN Jie, WANG Tao, ZONG Shixiang, et al (195)
Variation analysis of protein subunits of soybean germplasms of different eco-types in Shanxi	WANG Yanping, LI Guiquan, GUO Shujin, et al (203)
Effects of fertilization and plastic film mulched ridge-furrow cultivation on yield and water and nitrogen utilization of winter wheat on dryland	LI Tingliang, XIE Yinghe, REN Miaomiao, et al (212)
The changing characteristics of potential climate productivity in Gansu Province during nearly 40 years	LUO Yongzhong, CHENG Ziyong, GUO Xiaoqin (221)
Spatial assessment and zoning regulations of ecological importance based on GIS for rural habitation in Changgang Town, Xinguo county	XIE Hualin, LI Xiubin (230)
Influences of rural households' income differences on living energy consumption and eco-environment: a case study of Jiangnan Plain, China	YANG Zhen (239)
Spatial differences and its driving factors of emergy indices on cultivated land eco-economic system in Hebei Province	WANG Qian, JIN Xiaobin, ZHOU Yinkang, et al (247)
Effects of land use on distribution and protection of organic carbon in soil aggregates in karst rocky desertification area	LUO Youjin, WEI Chaofu, LI Yu, et al (257)
Review and Monograph	
Implication and limitation of landscape metrics in delineating relationship between landscape pattern and soil erosion	LIU Yu, LÜ Yihe, FU Bojie (267)
Ecological reclamation and restoration of abandoned coal mine in the United States	ZHANG Chengliang, B. Larry Li (276)
Managing farmland soil food web: principles and methods	CHEN Yunfeng, HU Cheng, LI Shuanglai, et al (286)

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 1 期 (2011 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 1 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		

