

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

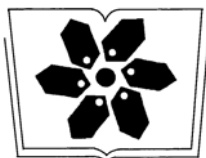
景观生态学专辑



第34卷 第12期 Vol.34 No.12 **2014**

中国生态学会
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 34 卷 第 12 期 2014 年 6 月 (半月刊)

目 次

中国景观生态学发展历程与未来研究重点.....	陈利顶,李秀珍,傅伯杰,等 (3129)
城市景观格局演变的水环境效应研究综述.....	黄 硕,郭青海 (3142)
多功能景观研究进展.....	汤 茜,丁圣彦 (3151)
空间形态受限型城市紧凑发展研究——以厦门岛为例	黄 硕,郭青海,等 (3158)
紫金山森林公园降温效应影响因素.....	闫伟姣,孔繁花,尹海伟,等 (3169)
城市公园景观空间结构对其热环境效应的影响	冯悦怡,胡潭高,张力小 (3179)
基于 OWA 的低丘缓坡建设开发适宜性评价——以云南大理白族自治州为例	刘焱序,彭 建,韩忆楠,等 (3188)
生态安全条件下土地利用格局优化——以皇甫川流域为例	喻 锋,李晓兵,王 宏 (3198)
新疆玛纳斯河流域 2000—2010 年土地利用/覆盖变化及影响因素	刘金巍,靳甜甜,刘国华,等 (3211)
基于 GIS 和 RS 的赣江上游流域土地利用动态趋势分析	鲁燕飞,彭 芳,万 韵,等 (3224)
1954—2010 年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力	刘吉平,赵丹丹,田学智,等 (3234)
基于斑块评价的三峡库区腹地坡耕地优化调控方法与案例研究.....	王永艳,李阳兵,邵景安,等 (3245)
贵州省山地-坝地系统土地利用与景观格局时空演变	李阳兵,姚原温,谢 静,等 (3257)
中国西南地区土地覆盖情景的时空模拟	李 婧,范泽孟,岳天祥 (3266)
基于移动窗口法的岷江干旱河谷景观格局梯度分析.....	张玲玲,赵永华,殷 莎,等 (3276)
基于植被覆盖度的藏羚羊栖息地时空变化研究.....	赵海迪,刘世梁,董世魁,等 (3285)
西南峡谷型喀斯特坡地土壤微生物量 C、N、P 空间变异特征	范夫静,黄国勤,宋同清,等 (3293)
峡谷型喀斯特不同生态系统的土壤微生物数量及生物量特征.....	谭秋锦,宋同清,彭晚霞,等 (3302)
长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响	刘桂林,张落成,张 倩 (3311)
基于视觉廊道的青藏铁路沿线旅游动态景观评价.....	张瑞英,席建超,姚予龙,等 (3320)
基于 RS 与 GIS 的农村居民点空间变化特征与景观格局影响研究	任 平,洪步庭,刘 寅,等 (3331)
生态系统保护现状及保护等级评估——以江西省为例.....	樊乃卿,张育新,吕一河,等 (3341)
崇明东滩盐沼植被变化对滩涂湿地促淤消浪功能的影响.....	任璘婧,李秀珍,杨世伦,等 (3350)
基于气候、地貌、生态系统的景观分类体系——以新疆地区为例.....	师庆东,王 智,贺龙梅,等 (3359)
黄土丘陵沟壑区景观格局演变特征——以陕西省延安市为例.....	钟莉娜,赵文武,吕一河,等 (3368)
不同干扰背景下农业景观异质性——以巩义市为例	张晓阳,梁国付,丁圣彦 (3378)
山西高原草地景观的数量分类与排序.....	张先平,李志琴,王孟本,等 (3386)

山区夏季地表温度的影响因素——以泰山为例..... 孙常峰,孔繁花,尹海伟,等 (3396)

典型岩溶洼地土壤水分的空间分布及影响因素..... 张继光,苏以荣,陈洪松,等 (3405)

基于移动窗口法的豫西山丘陵区景观异质性分析..... 李栋科,丁圣彦,梁国付,等 (3414)

桂西北喀斯特区域植被变化趋势及其对气候和地形的响应..... 童晓伟,王克林,岳跃民,等 (3425)

喀斯特与非喀斯特区域植被覆盖变化景观分析——以广西壮族自治区河池市为例.....
..... 汪明冲,王兮之,梁钊雄,等 (3435)

不同干扰背景下景观指数与物种多样性的多尺度效应——以巩义市为例.....
..... 董翠芳,梁国付,丁圣彦,等 (3444)

石栎-青冈常绿阔叶林土壤有机碳和全氮空间变异特征 杨 丹,项文化,方 晰,等 (3452)

湘中丘陵区南酸枣阔叶林群落特征及群落更新..... 易 好,邓湘雯,项文化,等 (3463)

基于 RBFN 的桂西北喀斯特区植被碳密度空间分布影响因素分析..... 张明阳,王克林,邓振华,等 (3472)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 352 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 36 * 2014-06



封面图说: 空间发展受限城市的厦门——在我国城市化进程中,中小城市在城镇体系建设中处于中间环节,起到了联系大城市和小城镇的作用。但是,每个城市由于发展历史、社会经济结构、自然地理形态等因素的不同,都有其发展的特性,这些问题都必须因地制宜地去把握。例如,厦门岛相对隔离,没有多余的发展空间,该城市以居住功能为主,城市功能较为单一,公共服务功能和商业服务功能比例较小。研究这样紧凑型的城市发展必须要考虑该城市结构转换的承受力,周边社会经济环境以及居民的生活习惯等。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201309292391

王永艳, 李阳兵, 邵景安, 李源, 杨华. 基于斑块评价的三峡库区腹地坡耕地优化调控方法与案例研究. 生态学报, 2014, 34(12): 3245-3256.

Wang Y Y, Li Y B, Shao J A, Li Y, Yang H. Optimizing theory and case studies of cultivated slope land in the center of three gorges reservoir area based on patch-scale land evaluation. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3245-3256.

基于斑块评价的三峡库区腹地坡耕地优化 调控方法与案例研究

王永艳^{1,2}, 李阳兵^{1,2,*}, 邵景安¹, 李源¹, 杨华^{1,2}

(1. 重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 400047;

2. 重庆师范大学地理信息系统应用研究重点实验室, 重庆 400047)

摘要: 三峡库区腹地坡耕地大量存在, 且 $>25^\circ$ 的陡坡耕地实现全部退耕还林难度很大, 同时还存在农户自发弃耕撂荒现象。有必要深入探讨库区腹地不同地域特征下坡耕地优化调控的理论与方法。在充分考虑坡耕地的分布现状和未来发展趋势的前提下, 设定了坡耕地优化调控的 6 个原则, 提出空间优化适宜性评价和农户对坡耕地资源的需求压力数量评价相结合的坡耕地综合优化调控方法。选取库区腹地典型流域草堂河流域进行案例研究。根据草堂河流域特点以及坡耕地分布特征, 从坡耕地可达性、生态功能和坡改梯适宜性 3 方面选取相关指标作为格局适宜性调控体系, 选取耕地压力指数和果园对农户需求的补充能力作为数量调控体系。综合优化将研究区坡耕地分为优化利用型、重点整治型、逐步退耕型和优先退耕型 4 种类型, 结合研究区坡耕地特点在保持耕地压力不增加、减少陡坡不适宜耕地和土壤侵蚀的前提下设置了 4 种退耕情景。最后根据农户自发撂荒地的空间分布特征, 验证了评价指标体系建立的合理性和正确性。

关键词: 坡耕地; 斑块尺度; 优化调控; 三峡库区

Optimizing theory and case studies of cultivated slope land in the center of three gorges reservoir area based on patch-scale land evaluation

WANG Yongyan^{1,2}, LI Yangbing^{1,2,*}, SHAO Jingan¹, LI Yuan¹, YANG Hua^{1,2}

1 College of Geographical and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China

2 The key Laboratory of GIS Application Research, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China

Abstract: The center of the Three Gorges Reservoir area is an ecologically sensitive, economically poorest, and environmentally fragile region, and hence become a research hotspot for many researchers. There is a large amount of cultivated slope land (part of them being abandoned by local farmer) in the region and it is very difficult and sometimes impossible to return the lands with gradient $> 25^\circ$ to forests. So, it is necessary to explore the optimization control theory and methods for the sloped land with different characteristics in this region. Cultivated slope land optimization should consider the demands of local people's production and living, and it is also a selection process of the combined efforts of natural resources, geographical accessibility and socio-economic conditions. This paper suggested that the control and optimization scheme should not only combine the spatial distribution pattern and the ecological functions of cultivated slope land, but also consider the current distribution and future trends of sloping farmland. In addition, this paper promoted six principles about how to control and optimize the cultivated slope land, plus the evaluation methods integrating the spatial pattern

基金项目: 国家自然科学基金委重大国际合作基金课题 3(41161140352); 重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJ080818); 重庆市地理学重点学科项目(2011)

收稿日期: 2013-09-29; 修订日期: 2014-04-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: li-yabin@sohu.com

suitability to quantitatively assess farmers demand pressures. By applying the principles and evaluation, this paper chose Caotangxi watershed, a typical watershed in the center of the Three Gorges reservoir area, as a case study. According to the characteristics of the watershed three indices were selected to evaluate the suitability of the system, namely, the accessibility, the ecological functions and the feasibility of changing slope land into terrace. The accessibility means the distance from the settlements roads to the land; the ecological function means the land degradation (the soil erosion) and the distance from water and the large forest patches (that is the distance away from the rivers and ecological sensitive area); while the feasibility from slope land to terrace means the size of the farmland patches, aspect and the slope gradient. At the same time, the pressure index of cultivated land and supplementary capability of orchards to farmer's demand were selected as evaluation indexes of the quantity regulation system. Accordingly, the cultivated slope land of the Caotangxi watershed were divided into four types, namely, the optimization utilization type, the key consolidation type, the type of gradually returning (farmland to forest) and the type of preferentially returning, which accounted for 30.5%, 32.9%, 29.7% and 30.5% respectively. Finally, at the premise of reducing steep inappropriate cultivated land and soil erosion, this paper suggested four returning scenarios without increasing the pressure of cultivated land, based on the distribution of abandoned land of local farmers. The rational and validity were verified according to the indices for these scenarios. The result of this study provides a theoretical basis for the current cultivated slope land optimization as well as a certain guidance to the cultivated slope land regulation in the Three Gorges Reservoir area.

Key Words: cultivated slope land; patch scale; optimization and regulation; Three Gorges reservoir area

三峡库区腹地既是三峡移民区,又是生态环境敏感区,还是全国贫困集聚区^[1],也是库区水环境保护的红区^[2],故成为众多学者们的研究热点。三峡库区坡耕地面积占耕地面积 70% 以上,坡度较大,一般在 20° 以上,部分县 25° 以上的坡耕地占总耕地的面积大于 50%^[3-4]。关于坡耕地退耕压力和粮食安全的研究表明三峡库区存在明显粮食安全隐忧的地区主要分布在巫溪、巫山、奉节、云阳、开县、石柱、兴山、武隆等地,这些县山高坡陡,自然条件差、交通不便,超过一半面积坡耕地受到退耕压力的影响^[5];在退耕压力指数为 40% 时潜在环境移民数量高达 89 万^[6];还有研究认为库区腹地耕地数量承载力总体超载 205.09 万人^[7];也有研究认为这些区域水土资源承载潜力较大,处于可盈余承载或向可盈余承载转化状态^[8]。经测算三峡库区坡耕地占耕地比重超过 40% 的村级单元的平均耕作半径约为 1.5 km^[9],纯农户弃耕主要基于家庭及自身条件,由于年龄、健康状况等方面处在劣势,迫不得已而选择将离家远、耕作条件差的耕地弃耕^[10]。

陡坡耕地是土壤侵蚀源^[11],也是土地压力的直接反映,陡坡耕地和生态建设用地之间的进退很大程度上决定了未来区域生态环境的变化方向,是协调库区腹地人地关系的核心^[11]。一方面,库区腹地

坡耕地大量存在,另一方面库区腹地 >25° 的陡坡耕地全部退耕还林难度很大,也不现实^[12],同时还存在农户自发弃耕撂荒现象^[13]。但目前相关研究内容集中在耕地数量演变、坡耕地利用的水保措施,关于坡耕地退耕虽也涉及到,但是只探讨到退耕压力空间分布与粮食安全层面,意识到了陡坡耕地存在的严重性采取了相应的水保措施,对有限的坡耕地如何优化利用与调控仍缺乏深入研究。坡耕地优化退耕时如何才能准确定位落实到每个坡耕地斑块? 如何把库区腹地坡耕地形成的内在机理、演变过程与机制及与生态退化恢复耦合协进的机制落实到空间优化调控? 如何把农户的需求愿望与坡耕地优化结合起来? 坡耕地优化之所以一直未见立竿见影的效果归结起来缺乏的是一套坡耕地优化调控的合理体系和方法。因此,在库区腹地生态建设、土壤侵蚀防治、土地管理、新农村建设等多方面需求背景下,有必要深入探讨库区腹地不同地域特征下坡耕地优化调控的理论与方法。鉴于此,本文以库区腹地典型小流域为例,研究库区腹地坡耕地数量优化和空间格局优化配置的理论与方法,旨在为库区腹地坡耕地优化调控提供理论依据和技术手段。

1 库区坡耕地调控理论

1.1 库区腹地坡耕地调控理论基础

坡耕地开垦受自然、社会、经济和环境等因素的综合影响,随着人口迅速增长,山地稀缺的土地资源和脆弱的生态环境即会产生瓶颈作用,最突出的就是陡坡开垦,生态迅速恶化^[14]。库区腹地的地域特征空间变化大,既集中了经济欠发达、生态脆弱、人口过剩等西部地区的普遍性,又具有处于城乡统筹发展经济试验区、长江上游生态屏障区以及三峡工程、移民大区等诸多特殊性。一方面,不同岩石出露区形成不同的地形地貌和土地资源组合格局,另一方面,近 20 年来库区腹地土地利用变化的主导驱动因子和社会经济条件也在不断变化。

对库区腹地坡耕地而言,移民开垦、农户生计多样化、常住人口变化、农户自发撂荒和生态建设等多方面的原因都会促使坡耕地格局和数量发生复杂的变化。因此,在了解不同地域特征下坡耕地演变、人口压力、土地撂荒、土地利用结构调整对土地承载力影响的背景下,把坡耕地数量优化和空间优化配置结合起来,有可能在既不增加坡耕地压力,又退耕部分坡耕地,以致达到减少土壤侵蚀,实现社会、经济和生态可持续发展的目标。

1.2 库区腹地坡耕地调控理论框架

1.2.1 坡耕地优化调控原则

库区腹地坡耕地主要分布在海拔高坡度陡的区域,土壤侵蚀严重,生态功能脆弱,农户自发撂荒现象已出现,所以坡耕地优化调控必须结合坡耕地的空间分布格局现状、生态功能以及坡耕地的未来发展趋势,需要把坡耕地的空间优化适宜性和供需压力需求结合起来,具体有以下原则:

- (1)退耕后耕地压力不增加;
- (2)坡耕地适宜耕作、无生态退化且方便农户耕作;
- (3)考虑经济林对土地承载力的补充作用,尊重农户意愿;
- (4)数量调控与格局优化相结合;
- (5)落实到斑块,确定每一坡耕地斑块的优化调控类型;
- (6)通过情景分析得出比选方案。

1.2.2 坡耕地优化调控方法

- (1)坡耕地数量结构优化方法

坡耕地压力评价考虑到土地承载力、最小人均耕地面积、人口变迁和聚落的空心化、经济承载力(经济林-果园)对粮食承载力的可能补充情况等,评价各空间单元实际人均耕地面积是否超过最小人均耕地面积、是否有经济承载力的补充及是否有坡耕地撂荒,以评价各单元的耕地压力,揭示坡耕地斑块压力的空间分布。

(2)坡耕地空间优化适宜性方法

选择影响坡耕地的可达性、生态功能重要性和坡改梯的适宜性 3 个因素层,应用特尔斐法确定各评价指标权重,每个因素层再确定关联性较高的指标层,最终建立坡耕地斑块的空间优化适宜性评价指标体系,评价各单元坡耕地斑块调控等级类型。

(3)斑块水平上坡耕地优化退耕原则

坡耕地退耕后会造成粮食供求关系的空间分异不均,坡耕地优化退耕要注意以下几个方面:(1)退耕坡耕地空间分布的差异性,导致新的粮食需求的差异。未退耕坡耕地集中的地区,粮食供给能力强,减轻粮食需求压力的能力就越强;如果退耕坡耕地集中而周围的耕地又少,则粮食需求压力就更突出。(2)把空间优化适宜性评价结果和实际农户需求压力、农户意愿的空间分布结合起来,综合考虑数量优化和格局优化以确定坡耕地的最终优化结构。

2 研究区概况

本研究选择草堂溪小流域作为研究区(图 1)。流域面积为 191 km²,研究区地层全部为沉积层,以三叠系中统巴东组地层出露较多,该流域的主要地貌类型是低山沟谷或低中山。坡度在 15°以上的面积占整个研究区的 86.60%,高程在 500—1500 m 范围内的面积占研究区 77.38%。研究区人口密度较大,耕地资源缺乏,主要经济林为脐橙^[15]。

3 数据来源与研究方法

3.1 数据来源与处理

本研究土地利用数据来源于研究区 2012 年的高分辨率影像(分辨率为 1 m),用研究区边界进行裁剪后,再运用 ArcGIS 中的 Georeferencing 命令进行配准,然后建立矢量化图层进行数字化,提取土地利用信息。根据研究需要和小流域的实际土地覆被情

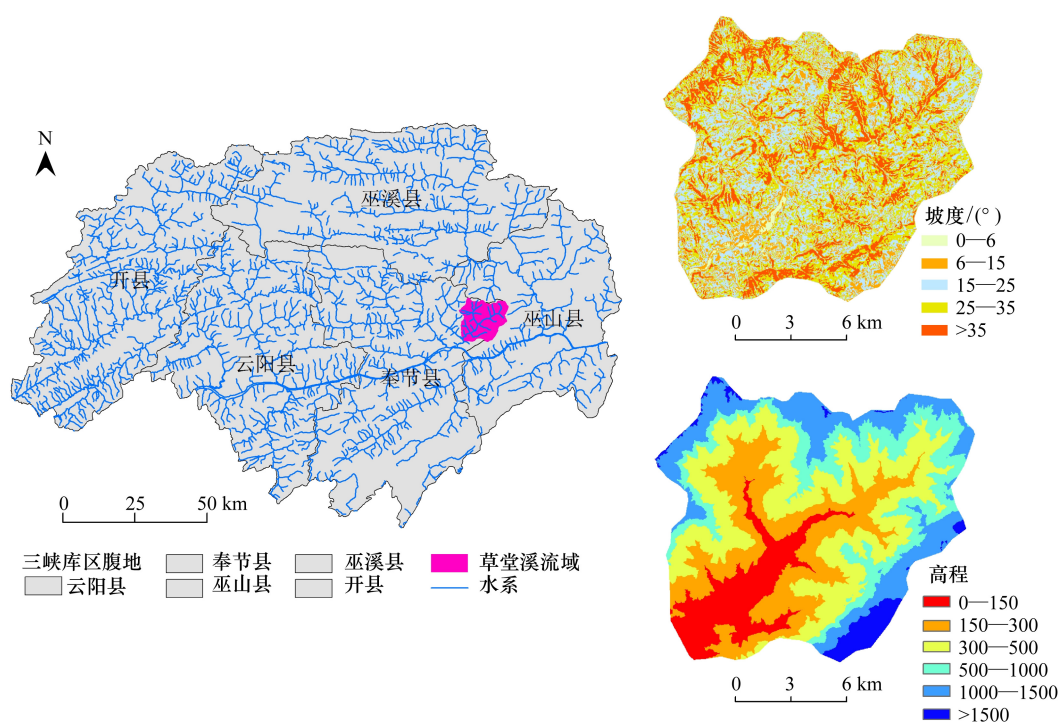


图1 研究区示意图

Fig.1 Location of study area in the center region of Three Gorges Reservoir

况,把土地利用类型主要划分为坡耕地,撂荒地,有林地,灌木林地,果园,水体,居民点等(图2)。并于2012年5月对样区进行实地野外踏勘,经统计解译精度达到90%。粮食单产、粮食播种比重、复种指数数据来源于奉节县统计年鉴。坡度和坡向则利用ArcGIS软件的分析功能由DEM生成。

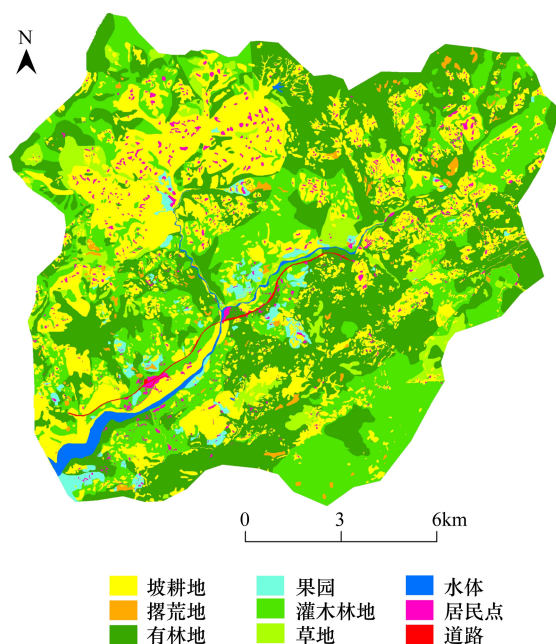


图2 研究区土地利用图

Fig.2 The land use of study area

3.2 空间优化适宜性评价和数量调控等级指数建立

评价因子的标准、分值和权重的确定是整个评价过程最核心的内容。本文把空间优化适宜性评价值分为5级,用5、4、3、2、1代表适宜程度的高低。坡耕地供需压力评价指标也分为5级,5到1分别代表无压力到压力最大,根据实际情况和已有相关研究成果,邀请20位相关专家打分,应用特尔斐法确定各评价指标权重,确定评价因子的分级指数,并根据评价指标对耕地适宜程度的重要性确定权重系数(表2)。分别建立各指标的栅格图层,在此基础上进行图层运算,得到各坡耕地斑块的适宜性等级和压力等级;再根据两者的综合调控等级确定各坡耕地斑块的优化。

3.2.1 坡耕地斑块空间优化适宜性等级指数

根据研究区实际情况,可达性用离道路(为了充分反映农户开垦坡耕地的条件,本文的道路指农用车能通行的乡、村道)和离乡村居民点的距离来衡量;生态功能重要性用退化性(侵蚀程度)、距水体和生态敏感区的距离(用距河流、湖泊和大型林地斑块的距离来表示);坡改梯的适宜性用坡耕地斑块大小等级、坡向和坡度来评价;各单因子分级是在结合相关研究成果的基础上^[16],再结合研究区的实际情况

来进行(表 1)。

表 1 研究区坡耕地斑块的空间优化适宜性等级指标体系

Table 1 Space optimization index system of suitability level of slope-cultivated land patches in the study area landscape								
因素层 Factors layer	权重 Weight	指标层 Index	指标分级及适宜性分值 Index classification and suitability score					总权重 Total weight
			高度适宜 High suitability	中度适宜 Moderate suitability	低度适宜 Low suitability	勉强适宜 Marginal suitability	不适宜 Not suitability	
坡耕地斑块的可达性 Accessibility of cultivated slope land	0.405	距道路距离/m	<1000 5	1000—1500 4	1500—2000 3	2000—3500 2	>3500 1	0.545
		距聚落距离/m	<200 5	200—800 4	800—1000 3	1000—1200 2	>1200 1	0.455
	0.262	退化性	微度侵蚀 5	轻度侵蚀 4	中度侵蚀 3	强烈侵蚀 2	极强烈侵蚀 1	0.333
		距水体的距离/m	<1000 5	1000—2000 4	2000—4000 3	4000—5000 2	>5000 1	0.405
生态功能重要性 Ecological importance of function	0.262	距大型林地斑块距离/m	<300 5	300—600 4	600—900 3	900—1200 2	>1200 1	0.262
		坡耕地斑块大小/hm ²	100 5	50—100 4	5—50 3	1—5 2	<1 1	0.364
	0.333	坡度/(°)	0—6 5	6—15 4	15—25 3	25—35 2	>35 1	0.455
		坡向	水平,南,东南,西南 5	东,西 4	东北,西北 3	北 2		0.181

3.2.2 坡耕地斑块供需压力等级指数

选择耕地压力指数和果园对粮食需求的补充能力(用每个网格内果园面积所占比例来衡量)作为评价指标。

最小人均耕地面积(S_{min})采用下式计算^[17]:

$$S_{min} = \beta \frac{Gr}{P \times q \times k} \tag{1}$$

$$K = \frac{S_{min}}{S} \tag{2}$$

式中, S_{min} 为最小人均耕地面积(hm²/人), β 为食物自给率(%), Gr 为人均食物需求量(kg/人); P 为食物单产(kg/hm²), q 为食物播种面积占总播种面积之比(%); k 为复种指数(%)。式(2)中耕地压力指

数 K 反映最小人均耕地面积与实际人均耕地面积之比^[18], S 为实际人均耕地面积(hm²/人),当 $K \leq 1$ 时,人均耕地实际值大于最小人均耕地面积值,耕地无明显压力; $K > 1$ 时,耕地压力明显,粮食的生产不能保证正常需求。

依据研究区人民生活水平及相关研究资料,将人均粮食需求量定为 385 kg;粮食自给率定为 1。由于草堂溪小流域不仅包括草堂镇,还包括白帝镇的小部分,该流域人口数据只有实地调查才能获取,本研究借鉴以往学者关于居民点面积和人口数关系的研究成果估算整个流域的人口数^[19],并拿草堂镇人口统计数据做验证。用公式计算出的草堂镇的人口和统计年鉴相比,经验证准确率达到 90%以上。

表 2 研究区坡耕地斑块的数量调控等级评价指标体系

Table 2 Quantitative evaluation index system of slope-cultivated land patches in the study area landscape							
因素层 Factors layer	指标层 Index	指标分级及适宜性分值 Index classification and suitability score					权重 Weight
		无压力 No pressure	无明显压力 No obvious pressure	无显著压力 No significant pressure	压力一般 General pressure	压力显著 Significant pressure	
压力指标 Pressure indicator	耕地压力	0—0.5 5	0.5—0.75 4	0.75—1 3	1—1.25 2	>1.25 1	0.625
		补充能力大	补充能力较大	补充能力稍大	补充能力较小	补充能力小	0.375
	经济作物补充能力	>0.1 5	0.05—0.1 4	0.02—0.05 3	0.01—0.02 2	<0.01 1	

4 结果分析

4.1 研究区坡耕地与撂荒地的空间分布特征

在蓄水、移民、退耕还林、生态建设的大背景下研究区坡耕地在 1990—2007 年研究区坡耕地面积的变化总体上呈先增加后减少趋势^[20]。由图 3 可知 2012 年坡耕地在不同坡度带的分布来看,坡耕地主要分布在 15—25°坡度带,其次是 25—35°坡度带,0—6°坡度带分布面积最小。从高程带上可以看出在 500—1000 m 高程级别上处于绝对优势地位,0—

150 m 高程带坡耕地分布面积最小。

撂荒地主要是分布在 25—35°坡度带,其次是 15—25°坡度带,0—6°坡度带分布面积最小。从高程带上可以看出在 500—1000 m 高程级别上处于绝对优势地位,其次是 1000—1500 m 面积最大。据统计撂荒地的斑块平均面积将近 0.3 hm²。由此可以看出撂荒地主要分布在坡度陡、海拔高、土壤侵蚀严重、可达性差和生态脆弱的区域,不适宜种植。农户由于开拓别的收入渠道产生了自发撂荒现象,这也可能成为未来库区不适宜坡耕地的一种发展趋势。

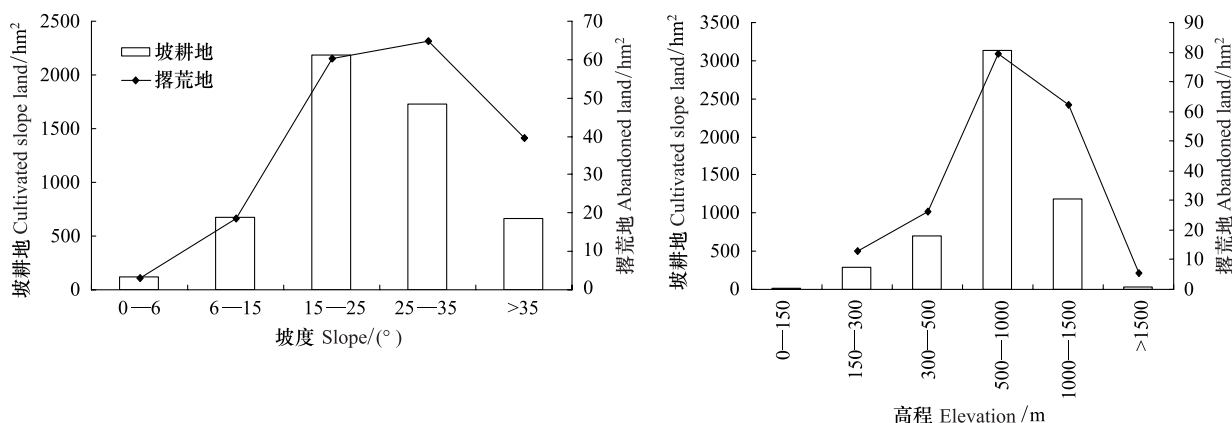


图 3 研究区坡耕地和撂荒地不同坡度下及不同高程下的数量分布

Fig.3 Distribution of slope-cultivated land and abandoned land under different slope and different elevation in the study area

4.2 研究区坡耕地空间优化适宜性评价

4.2.1 坡耕地斑块的可达性

以道路和居民点做缓冲区,统计各缓冲区内坡耕地斑块的数量,同时考虑研究区农户的实际耕作半径来进行适宜性分级,最终把离道路和居民点近的赋以高度适宜,以道路和居民点所做的缓冲区的适宜度分级图层乘以各自的权重进行图层运算后,得到坡耕地的空间可达性分布(图 4)。可以看出可达性较好的坡耕地的斑块占优势,坡耕地斑块的可达性高度适宜占 18.46%,中度适宜占 68.91%,低度适宜 11.04%,勉强适宜 1.23%,不适宜 0.37%,研究区将近 80%的坡耕地分布在距道路 1500 m 以内,离居民点 800 m 之内,结合研究区的地形可知可达性较低的坡耕地则主要分布在地形较高或者较陡的区域。

4.2.2 生态功能重要性

用退化性(土壤侵蚀程度)、距水体和大型林地斑块的距离来度量生态功能强弱程度,离水源较近的地方,生产和生活环境较好;土壤侵蚀状况一定程

度可以反映土壤质地和土层厚度,表征被开垦为坡耕地的适宜度。由图 5 可以看出生态功能较强区域主要分布在河流两侧,离河流越远的生态功能越弱。研究区坡耕地斑块生态功能高度适宜占 21.97%,中度适宜占 32.75%,低度适宜 22.85%,勉强适宜 17.07%,不适宜 5.35%,高度适宜和中度适宜占到 50%以上,说明研究区坡耕地斑块以微度和轻度侵蚀为主,离水体 2000 m 和大型林地斑块 600 m 以内的占优势。

4.2.3 坡改梯的适宜性

选取坡度、坡向、规模(坡耕地斑块大小等级)等指标评价坡改梯适宜性。坡度越大土壤侵蚀作用越明显,水土流失越严重,且越难被改为梯地;坡向反映阳光照射对坡耕地分布的影响,坡向从南到北,坡耕地开垦的适宜度越来越低;坡耕地斑块大相应坡改梯的成本较低。把图 6 采取自然断点法进行分类,坡改梯高度适宜占 10.51%,中度适宜占 16.15%,低度适宜 28.56%,勉强适宜 29.98%,不适宜 14.80%,研究区坡耕地适宜坡改梯的斑块面积不到

30%,反映出库区腹地坡耕地的破碎化和陡坡开垦的现象。

4.2.4 坡耕地空间优化适宜性综合评价结果

把空间适宜性评价结果采用自然断点法分为高度适宜、中度适宜和低度适宜 3 级(图 7),研究区高度适宜的坡耕地占 36.27%,中度适宜占 49.16%,低度适宜占 14.56%,研究区坡耕地以中度适宜为主。高度适宜区主要沿河谷两侧分布,低度适宜区主要分布在山高坡陡的离研究区河流较远地区,中度适宜区介于其中。

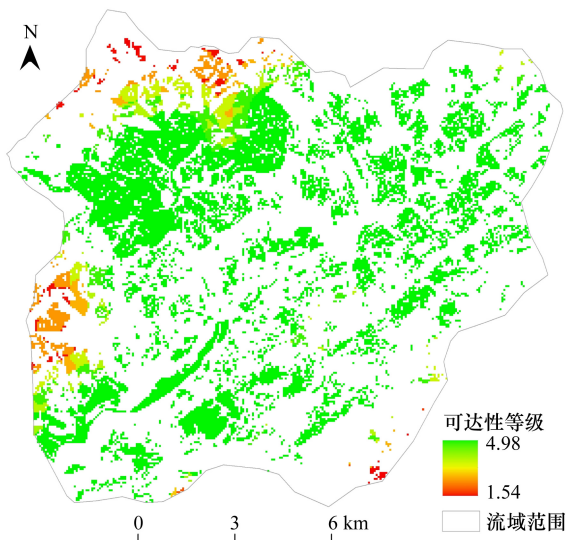


图 4 研究区坡耕地的可达性评价等级指数

Fig. 4 The accessibility evaluation class index of slope-cultivated land in the study area

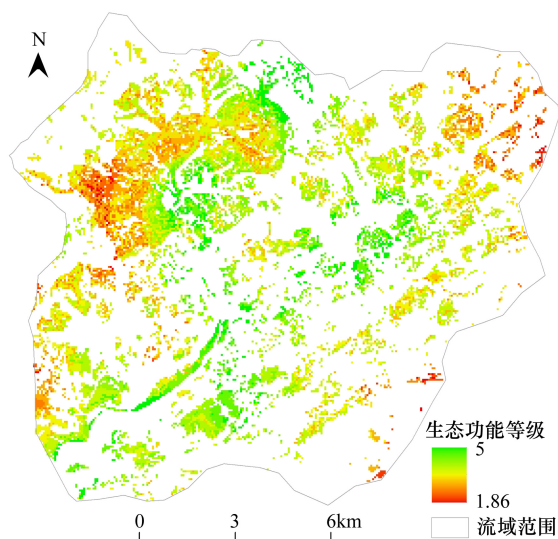


图 5 研究区坡耕地生态功能评价等级指数

Fig. 5 The ecological function evaluation class index of slope-cultivated land in the study area

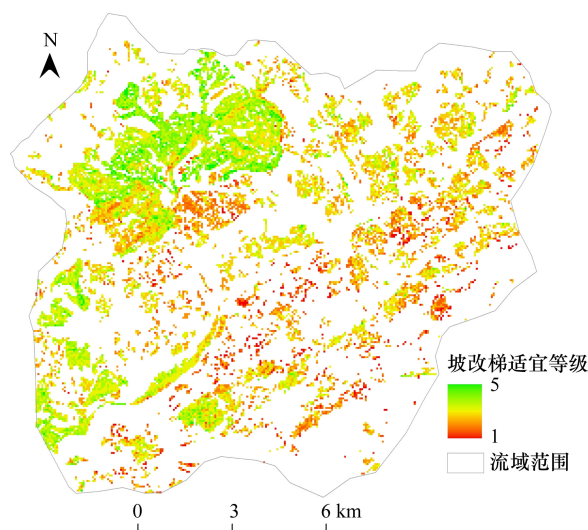


图 6 研究区坡耕地坡改梯适宜性等级指数

Fig. 6 Terrace suitability evaluation class index of slope-cultivated land in the study area

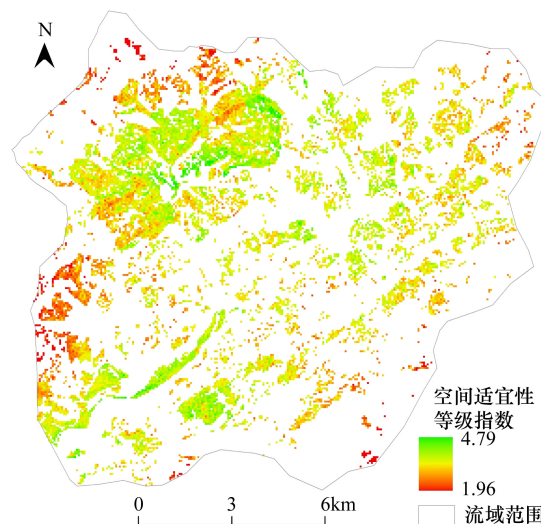


图 7 研究区坡耕地空间适宜性评价等级指数

Fig. 7 Spatial suitability evaluation class index of slope-cultivated land in the study area

4.3 坡耕地供需压力评价

把耕地压力指数和果园对农户需求的补充能力综合成的数量调控等级(图 8),采用自然断点法分为压力小、压力中等和压力大 3 级,研究区坡耕地斑块压力小的占 10.25%,压力中等占 43.86%,压力大的占 45.89%,可以看出农户需求压力大,人口和坡耕地之间的分布耦合性较差,研究区坡耕地进行整治优化调控的任务很紧迫。

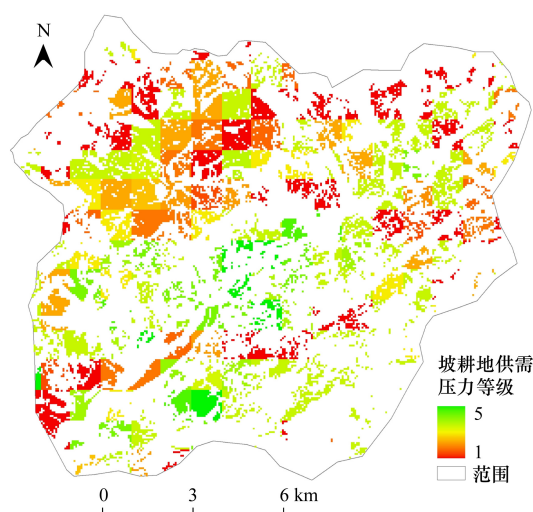


图8 研究区坡耕地供需压力评价等级

Fig.8 Pressure evaluation class index of slope-cultivated land in the study area

4.4 坡耕地综合等级指数的空间分布及斑块类型划分

运用频率突变点划分等级,并结合实地调查资料的验证,采用自然断点法分别把适宜性评价和压力评价分为3级,根据以上空间适宜性和压力分布的分级进行排列组合,将研究区坡耕地斑块划分为4个类型,其中将低度适宜和压力小、低度适宜和压力中等这两种组合的坡耕地斑块归为优先退耕型区;低度适宜和压力大,中度适宜和压力大两种组合归为逐步退耕型;高度适宜和压力大,高度适宜和压力中等两种组合归为重点整治型;高度适宜和压力小、中度适宜和压力小以及中度适宜和中等压力3种组合归为优化利用型(图9)。

(1) 优化利用型斑块 主要分布在河谷里面,

大部分该类型坡耕地斑块离道路和居民地较近、土壤质地好退化性不明显且坡度较小、海拔较低,耕地的生产能力强。该类型坡耕地斑块总面积为 1327.36 hm^2 , 占总坡耕地的 30.5%, 说明草堂流域尚有较大空间适宜耕地配置利用, 但是该类型斑块最大斑块面积达 77 hm^2 , 最小才不到 0.001 hm^2 , 平均 1.01 hm^2 , 斑块特征差异大。应根据该区域坡耕地斑块的大小来调整种植结构, 使更多坡耕地处于最佳利用状态。

(2) 重点整治型斑块 该类型坡耕地斑块属于格局适宜性等级高, 耕地压力大的区域, 离道路和居民地较近、土壤质地较好退化性不明显, 分布在研究区的北部以及河谷附近。但是坡耕地配置不能满足该区域人口的需求, 该类型坡耕地斑块的总面积为 1432.58 hm^2 , 占坡耕地总量的 32.9%。斑块大小差异较大, 对于斑块较大的坡耕地应重点采取耕作技术提高作物产量, 并且通过加大农村劳动力转移的力度, 缓解人地矛盾, 减轻生态脆弱区域的环境压力。

(3) 逐步退耕型斑块 适宜性差, 离道路和居民地较远、土壤质地较差退化性明显, 分布在坡度较陡海拔较低的区域, 缺少农业发展的动力支撑; 同时粮食需求压力大, 该类型坡耕地斑块的总面积为 1293.38 hm^2 , 占坡耕地总量的 29.7%。斑块大小差异较大, 对该区域可以维持其现状, 不再新增耕地, 同时根据坡耕地斑块特征的不同, 采取不同的措施。对于小斑块坡耕地, 政府可采取适当的政策和限制发展措施, 给予农民相应的补偿, 推动耕地与其他经济林进行置换, 逐步减少耕地的规模, 使其自然衰退。

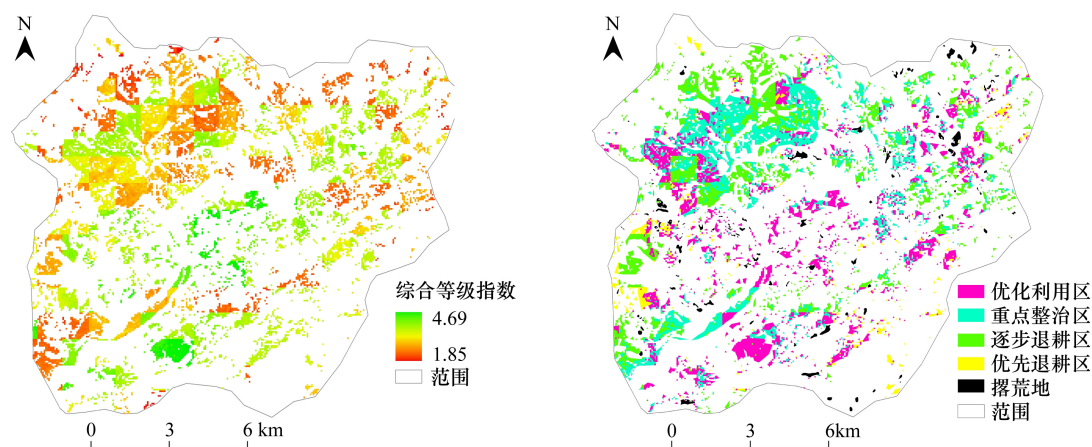


图9 研究区坡耕地综合等级指数及坡耕地斑块类型划分

Fig.9 Comprehensive rating index and patch types division of slope-cultivated land in the study area

(4) 优先退耕型斑块 该类型坡耕地主要分布在地势陡峭,坡度大,农业生产条件差的边缘地带;同时耕地布局分散,规模小,交通不便,不利于耕作,加之该区域压力较小,因此对于该区域应退耕还园、还林、还草,加强生态保护建设。该类型坡耕地斑块的总面积为 302.18 hm^2 ,占坡耕地总量的 6.9%。

4.5 基于适宜性分区的坡耕地优化调控情景设置

根据综合评价结果,考虑到研究区随研究区社会经济发展和生态建设,坡耕地需要分区分步骤地进行,本文设置 4 种坡耕地优化退耕情景(图 10)。

情景一 优先退耕型坡耕地斑块全部退耕。优先退耕型属于适宜性较低压力偏小的区域,而且和撂荒地的斑块特征较相似,分布在撂荒地的周边,符合农户的自愿弃耕意愿,这样可以保证在不增加耕地压力的情况下把坡耕地改为草地或者果园,减少土壤侵蚀。

情景二 优先退耕型坡耕地全部退耕和逐步退耕型坡耕地斑块中 $<0.1 \text{ hm}^2$ 的斑块退耕。逐步退耕型适宜性低且人口对粮食需求压力大,只能采取逐步退耕的方式来减轻土壤侵蚀。逐步退耕型斑块面

积呈两极化,逐步退耕型坡耕地斑块平均面积为 0.8 hm^2 ,其中 $<0.1 \text{ hm}^2$ 的斑块属于小斑块,分布较零散。小而零碎的坡耕地斑块宜先退耕,因为这些零碎的小斑块大部分离道路和居民点较远,且分布在坡度大的区域,和撂荒地斑块特征相近,退掉这些小斑块不会增加农户的需求压力。

情景三 随着农户生计多样化和劳动力的析出,可以退掉逐步退耕型斑块中的较小斑块,据统计农户自发的撂荒地斑块平均面积约为 0.3 hm^2 ,逐步退耕型坡耕地斑块平均面积为 0.8 hm^2 ,考虑到两者的综合情况,所以此情景设置为优先退耕型的坡耕地全部退耕的同时把逐步退耕区 $<0.3 \text{ hm}^2$ 的坡耕地斑块也退耕。

情景四 优先退耕型斑块全部退耕和逐步退耕型斑块中 $<0.8 \text{ hm}^2$ 的坡耕地斑块退耕,同时把重点整治型斑块中 $<0.05 \text{ hm}^2$ 和优化利用区的 $<0.1 \text{ hm}^2$ 小斑块进行退耕。这样被保留的坡耕地是适宜性较高的重点保护型、优化利用型及逐步退耕型中的较大及大型斑块,有助于坡改梯的可实施性,进而减少土壤侵蚀,恢复生态功能。

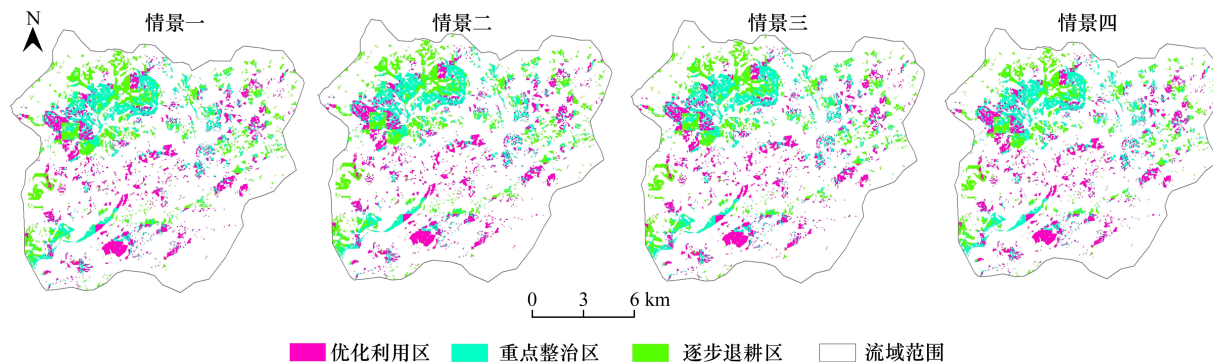


图 10 研究区坡耕地退耕情景

Fig.10 Conversion scenarios of slope-cultivated land in the study area

由表 3 可以看出,情景一到情景四被退掉的坡耕地依次为 302、305、395 hm^2 和 600 hm^2 ,被保留下来的坡耕地占坡耕地总面积的百分比依次为 93.06%、93.00%、6.19% 和 86.17%。以第 4 种退耕情景进行退耕情景合理性的验证,在不考虑经济林及外出务工等经济补充能力的情况下,发现整个流域的耕地压力指数约为 0.96,表明无压力,所以本研究所设置的退耕情景是合理可行的,在保持耕地压力不增加的情况下,减少了陡坡耕地,减少了土壤侵蚀,实现了坡耕地优化调控。

5 讨论

5.1 本文所提理论和方法的应用意义

前人关于土地利用优化配置已有大量研究,但主要侧重单一的土地利用数量结构优化或者土地利用空间优化配置^[21-23];对于库区坡耕地治理研究也很多^[24-26],但都是从工程措施方面来进行水土流失防治。库区腹地相当部分农民仍过着“靠山吃山”的生活,所以进行坡耕地优化时必须考虑农户需求。本文建立了库区腹地坡耕地斑块级别上的数量需求

和空间优化相结合的优化调控理论与方法。与前人研究土地利用优化相比来说是一种改进,能适用于所有坡耕地斑块。本文以库区典型流域为案例的研究结果揭示了库区腹地坡耕地的现状和适宜性,

为当前坡耕地优化布局提供理论基础,同时对库区腹地生态建设、土地整理和新农村建设有指导意义。随着本文所设置的退耕情景逐步实现,库区腹地的水源涵养、水土保持的生态服务功能也会随之恢复。

表 3 不同退耕情景下被保留坡耕地的面积

Table 3 Remained slope-cultivated land of each scenario

	不同情景 Different scenes				
	现状 Present situation	情景一 Scene 1	情景二 Scene 2	情景三 Scene 3	情景四 Scene 4
优化利用型面积/hm ² Area of optimization utilization type	1327.36	1327.36	1327.36	1327.36	1323.77
重点整治型面积/hm ² Area of the key consolidation type	1432.58	1432.58	1432.58	1432.58	1431.81
逐步退耕型面积/hm ² Area of gradually returning type	1293.38	1293.38	1290.82	1200.01	998.371
优先退耕型面积/hm ² Area of preferentially returning type	302.18	0	0	0	0
保留坡耕地总面积/hm ² The total area of reserved sloping land	4355.51	4053.33	4050.77	3959.96	3753.95

5.2 本文建立的评价指标体系比较合理

库区移民安置开垦陡坡耕地造成的生态问题急需解决^[27]。相关资料表明库区腹地日益出现坡耕地自发撂荒的现象^[13]。由图 9 可知撂荒地一般分布在优先退耕型和逐步退耕型的周边,这说明撂荒地和适宜退耕区之间的吻合性,表现出农户的自发撂荒意愿,一定程度上也验证了评价指标体系建立的正确性。另一方面,在考虑当地农户撂荒的背景下,一定程度上反映了农户意愿。

根据全国第五次和第六次人口普查数据可知 2000 年草堂镇常住人口为 11540 人,总人口 11886 人,而 2010 年常住人口为 10058 人,总人口 10683 人,可以看出从 2000 年到 2010 年十年间无论是总人口还是常住人口都是呈减少的趋势。因此,研究区出现自然撂荒现象是常住人口减少、城镇化及聚落向低海拔迁移背景的响应,自然撂荒的趋势为坡耕地的退耕及优化调控提供了可能,同时也能说明本文提出的坡耕地优化理论的可行性。

5.3 本文的不足之处

(1) 库区有复杂的地质地貌组合,本文只研究了紫色岩小流域;库区腹地的地域特征空间变化大,一方面,不同岩石出露区形成不同的地形地貌和土地资源组合格局,另一方面,近 20 年来库区腹地土地利用变化的主导驱动因子也在不断变化;我们只是选取了其中影响力较大的几个指标,没有把所有因

素完全考虑进去。

(2) 由于调查撂荒地必须要分块编号进行调查,需大量的人力物力,所以没有实地一一调查每块撂荒地撂荒的原因,只进行了典型调查。

6 结论

(1) 本文把空间优化适宜性评价和坡耕地的供需压力数量评价结合起来,建立了坡耕地斑块空间优化适宜性等级指数,对坡耕地适宜性进行综合优化调控,在方法上有所创新。

(2) 以草堂溪为例,进行了案例研究,根据空间格局高度适宜、中度适宜和低度适宜,以及数量调控的压力小、压力中等和压力大等进行排列组合,最终把坡耕地斑块分为优化利用型、重点整治型、逐步退耕型和优先退耕型 4 种类型,

(3) 根据综合评价结果,在保持耕地压力不增加的情况下,本文设置 4 种坡耕地优化逐步退耕情景。并根据自发撂荒地的分布特征和研究案例人口和需求压力的变化对本文提出的坡耕地优化方法进行了合理性验证。

References:

- [1] Meng Q H, Fu B J, Yang L Z. Effects of land use on soil erosion and nutrient loss in the Three Gorges Reservoir Area, China. Soil Use and Management, 2001, 17(4): 288-291.

- [2] Luo Y J. Economic support framework construction and industry development path selection in the hinterland impoverished mountainous area of the Three Gorges Reservoir Area. *Rural Economy*, 2004, (4): 31-33.
- [3] Hu Y F. Discussion on regulation of cultivated slope land in Yangtze River Basin. *Yangtze River*, 2009, 40(8): 72-75.
- [4] Zhang L, Wu B F, Zhu L, Wang P. Patterns and driving forces of cropland changes in the Three Gorges Area, China. *Regional Environmental Change*, 2012, 12(4): 765-776.
- [5] Zhou J M, Zhou Q G, Huang Z Q. Monitoring the cultivated slope land in the three gorges reservoir area based on remote sensing and GIS. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 2006, 11(4): 915-921.
- [6] Feng G R, Wang L M, Yang Y F, Ouyang H B. A study of spatial disparity of slope farmland de-farming and food safety in reservoir Area of the Three Gorges. *Journal of Mountain Science*, 2001, 19(4): 306-311.
- [7] Wang L M, Feng R G, Yang Y F, Guan Q F. Spatial disparity of slope farmland and food security in Three Gorges Area. *Journal of Mountain Science*, 2004, 1(1): 89-95.
- [8] Wang L M, Guan Q F, Yang Y F. Environmental emigration stress of slope farmland in the Three Gorges area. *Journal of Geographical Sciences*, 2002, 12(4): 420-426.
- [9] Yang X Y, Wei C F, Ni J P. Cultivated land carrying capacity and population migration in ecological barrier zone of the Three Gorges Reservoir. *Chinese journal of Eco-Agriculture*, 2012, 20(11): 1554-1562.
- [10] Shi K F, Diao C T, Sun X F. Evaluation of soil-water resources carrying capacity based on entropy weight extension decision model in the Three Gorges Reservoir Region of Chongqing. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2013, 33(2): 609-616.
- [11] Zhang B L, Yang Q Y, Yan Y, Xue M, Su K C, Zang B. Characteristics and reasons of different households' farming abandonment behavior in the process of rapid urbanization based on a Survey from 540 Households in 10 Counties of Chongqing Municipality. *Resources Science*, 2011, 33(11): 2047-2054.
- [12] Wang L M, Yang Y F, Guan Q F. Environmental emigration stress of slope farmland in the Three Gorges area. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(6): 649-656.
- [13] Yan J Z, Zhuo R G, Xie D T, Zhang Y L. Land use characters of farmers of different livelihood strategies: Cases in Three Gorges reservoir area. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(11): 1401-1410.
- [14] Wang C S, Zhu S S, Sun G Y, Fan J. The spatial evolution of slope villages and their peasant household livelihood change in the mountainous area of Western China. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(7): 1089-1100.
- [15] Zhao Y J, Li Y B, Shao J A. Ecological risk assessment of small watershed of the Three Gorges Reservoir Area based on land use change-A case study of Caotang River. *Journal of Natural Resources*, 2013, 28(6): 944-956.
- [16] Qin T T, Qi W, Li Y Q, Qu Y B. Suitability evaluation of rural residential land based on niche theory in mountainous area. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(16): 5175-5183.
- [17] Geng Y H, Min Q W, Cheng S K, Chen C C. Temporal and spatial distribution of cropland-population-grain system and pressure index on cropland in Jinghe watershed. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, 24(10): 68-73.
- [18] Cai Y L, Fu Z Q, Dai E F. The minimum area per capita of cultivated land and its implication for the optimization of land resource allocation. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(2): 127-134.
- [19] Zheng J, Luo G Y, Li Y B, Zhou Z M, Wang S J. Small-scale population number calculation method based on settlement evolution for Karst mountain areas: A case study of the Houzhai river, Puding, Guizhou. *Tropical Geography*, 2013, 33(2): 141-146.
- [20] Wang Y Y, Li Y B, Gan C H, Li Y. Evolution of cultivated land in center region of the Three Gorges Reservoir Area based on terrain factors: A case study of Caotangxi watershed. *Chinese Journal of Ecology*, 2013, 32(7): 1903-1911.
- [21] Luo D, Xu Y Q, Shao X M, Wang J. Advances and prospects of spatial optimal allocation of land use. *Progress in Geography*, 2009, 28(5): 791-797.
- [22] Zhang H Q, Li J Y, Niu D. Study on spatial optimization allocation of land use in the typical red soil hilly region in South China. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(5): 668-676.
- [23] Ke X L, Deng X Z, Liu C W. Interregional farmland layout optimization model based on the partition asynchronous cellular automata: A case study of the Wuhan City circle. *Progress in Geography*, 2010, 29(11): 1442-1450.
- [24] Ni J P, Fu T, He B H, Wei C F. Model of sustainable utilization of land resources of small watersheds in Three Gorges Area. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2002, 18(6): 182-185.
- [25] Yang Y D, Zhang A M, Zhao Y Q, Yan L. Study of basin slope cultivated land use and its integrated management-A case study of Qianjiang district, Chongqing. *Research of Soil and Water Conservation*, 2006, 13(3): 102-104.
- [26] Xiang W S, Liang C F, Xiao R L. Utilization of slope-cultivated land and the farming systems for its water and soil conservation in Three Gorges Area. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 1998, 7(3): 255-259.
- [27] Zhong W G, Xiang M X, Ya L G, Yue J Z. Landscape planning for a rural ecosystem: Case study of a resettlement area for residents from land submerged by the Three Gorges Reservoir, China. *Landscape Ecology*, 2003, 18(5): 503-512.

参考文献:

- [2] 骆永菊. 三峡腹地贫困山区经济支撑框架构建及产业发展路径选择. 农村经济, 2004, (4): 31-33.
- [3] 胡玉法. 长江流域坡耕地治理探讨. 人民长江, 2009, 40(8): 72-75.
- [6] 冯仁国, 王黎明, 杨燕风, 欧阳宏斌. 三峡库区坡耕地退耕与粮食安全的空间分异. 山地学报, 2001, 19(4): 306-311.
- [9] 杨馨越, 魏朝富, 倪九派. 三峡生态屏障区耕地承载力与人口生态转移. 中国生态农业学报, 2012, 20(11): 1554-1562.
- [10] 施开放, 刁承泰, 孙秀峰. 基于熵权可拓决策模型的重庆三峡库区水土资源承载力评价. 环境科学学报, 2013, 33(2): 609-616.
- [11] 张佰林, 杨庆媛, 严燕, 薛梅, 苏康传, 臧波. 快速城镇化进程中不同类型农户弃耕特点及原因——基于重庆市十区县540户农户调查. 资源科学, 2011, 33(11): 2047-2054.
- [12] 王黎明, 杨燕风, 关庆锋. 三峡库区退耕坡地环境移民压力研究. 地理学报, 2001, 56(6): 649-656.
- [13] 阎建忠, 卓仁贵, 谢德体, 张懿铨. 不同生计类型农户的土地利用——三峡库区典型村的实证研究. 地理学报, 2010, 65(11): 1401-1410.
- [14] 王传胜, 朱珊珊, 孙贵艳, 樊杰. 西部山区坡地村落空间演进与农户生计改变. 自然资源学报, 2012, 27(7): 1089-1100.
- [15] 赵岩洁, 李阳兵, 邵景安. 基于土地利用变化的三峡库区小流域生态风险评价——以草堂溪为例. 自然资源学报, 2013, 28(6): 944-956.
- [16] 秦天天, 齐伟, 李云强, 曲衍波. 基于生态位的山地农村居民点适宜度评价. 生态学报, 2012, 32(16): 5175-5183.
- [17] 耿艳辉, 闵庆文, 成升魁, 陈操操. 泾河流域耕地-人口-粮食系统与耕地压力指数时空分布. 农业工程学报, 2008, 24(10): 68-73.
- [18] 蔡运龙, 傅泽强, 戴尔阜. 区域最小人均耕地面积与耕地资源调控. 地理学报, 2002, 57(2): 127-134.
- [19] 郑建, 罗光杰, 李阳兵, 周志明, 王世杰. 基于聚落演变的岩溶山区小尺度人口数推算方法——以普定后寨河地区为例. 热带地理, 2013, 33(2): 141-146.
- [20] 王永艳, 李阳兵, 甘彩红, 李源. 基于地形因子的三峡库区腹地耕地演变——以草堂溪流域为例. 生态学杂志, 2013, 32(7): 1903-1911.
- [21] 罗鼎, 许月卿, 邵晓梅, 王静. 土地利用空间优化配置研究进展与展望. 地理科学进展, 2009, 28(5): 791-797.
- [22] 张红旗, 李家咏, 牛栋. 典型红壤丘陵区土地利用空间优化配置. 地理学报, 2003, 58(5): 668-676.
- [23] 柯新利, 邓祥征, 刘成武. 基于分区异步元胞自动机模型的耕地利用布局优化——以武汉城市圈为例. 地理科学进展, 2010, 29(11): 1442-1450.
- [24] 倪九派, 傅涛, 何丙辉, 魏朝富. 三峡库区小流域土地资源优化利用模式的研究. 农业工程学报, 2002, 18(6): 182-185.
- [25] 阳艳弟, 张安明, 赵娅奇, 严琳. 流域坡耕地利用与综合治理研究——以重庆市黔江区为例. 水土保持研究, 2006, 13(3): 102-104.
- [26] 向万胜, 梁称福, 肖润林. 三峡库区坡耕地利用与水土保持种植制. 长江流域资源与环境, 1998, 7(3): 255-259.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.12 June, 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Development history and future research priorities of landscape ecology in China	CHEN Liding, LI Xiuzhen, FU Bojie, et al (3129)
Research review on effects of urban landscape pattern changes on water environment	HUANG Shuo, GUO Qinghai (3142)
A review of multifunctional landscape	TANG Qian, DING Shengyan (3151)
Compact development of space-limited city: a case study of Xiamen Island	HUANG Shuo, GUO Qinghai, TANG Lina (3158)
Analysis of factors contributing to the cooling effects of Purple Mountain Forest Park	YAN Weijiao, KONG Fanhua, YIN Haiwei, et al (3169)
Impacts of structure characteristics on the thermal environment effect of city parks	FENG Yueyi, HU Tangao, ZHANG Lixiao (3179)
Suitability assessment for building land consolidation on gentle hillside based on OWA operator: a case in Dali Bai Nationality Borough in Yunnan, China	LIU Yanxu, PENG Jian, HAN Yinan, et al (3188)
Optimization of land use pattern based on eco-security: a case study in the Huangfuchuan watershed	YU Feng, LI Xiaobing, WANG Hong (3198)
Analysis of land use/cover change from 2000 to 2010 and its driving forces in Manas River Basin, Xinjiang	LIU Jinwei, JIN Tiantian, LIU Guohua, et al (3211)
Dynamic trend analysis of land use change in the Ganjiang upstream watershed by using RS and GIS techniques	LU Yanfei, PENG Fang, WAN Yun, et al (3224)
Landscape pattern dynamics and driving forces analysis in the Sanjiang Plain from 1954 to 2010	LIU Jiping, ZHAO Dandan, TIAN Xuezhi, et al (3234)
Optimizing theory and case studies of cultivated slope land in the center of three gorges reservoir area based on patch-scale land evaluation	WANG Yongyan, LI Yangbing, SHAO Jingan, et al (3245)
Spatial-temporal evolution of land use and landscape pattern of the mountain-basin system in Guizhou Province	LI Yangbing, YAO Yuanwen, XIE Jing, et al (3257)
Spatio-temporal simulation of land cover scenarios in southwestern of China	LI Jing, FAN Zemeng, YUE Tianxiang (3266)
Gradient analysis of dry valley of Minjiang River landscape pattern, based on moving window method	ZHANG Lingling, ZHAO Yonghua, YIN Sha, et al (3276)
Study on spatio-temporal change of Tibetan Antelope's habitat based on vegetation coverage	ZHAO Haidi, LIU Shiliang, DONG Shikui, et al (3285)
Spatial heterogeneity of soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in sloping field in a grove Karst region, Southwest China	FAN Fujing, HUANG Guoqin, SONG Tongqing, et al (3293)
Characteristics of soil microbial populations and biomass under different ecosystems in a canyon karst region	TAN Qiujin, SONG Tongqing, PENG Wanxia, et al (3302)
Spatial and temporal dynamics of land use and its influence on ecosystem service value in Yangtze River Delta	LIU Guilin, ZHANG Luocheng, ZHANG Qian (3311)
Evaluation of tourism dynamic landscape along Qinghai-Tibet railway based on the visual corridor	ZHANG Ruiying, XI Jianchao, YAO Yulong, et al (3320)
A study of spatial evolution characteristics of rural settlements and influences of landscape patterns on their distribution using GIS and RS	REN Ping, HONG Buting, LIU Yin, et al (3331)

- Assessing the ecosystem conservation status and priority: a case study from Jiangxi Province, China FAN Naiqing, ZHANG Yuxin, LÜ Yihe, et al (3341)
- The impact of salt marsh change on sediment accumulation and wave attenuation at the East Chongming Island REN Linjing, LI Xiuzhen, YANG Shilun, et al (3350)
- Landscape classification system based on climate, landform, ecosystem: a case study of Xinjiang area SHI Qingdong, WANG Zhi, HE Longmei, et al (3359)
- Analysis of landscape pattern evolution characteristic in the hilly and gully area of loess plateau: a case study in Yan'an City, Shaanxi Province ZHONG Lina, ZHAO Wenwu, LV Yihe, et al (3368)
- Analysis of the characteristics of agro-landscape heterogeneity under the different disturbances: a case study of Gongyi City ZHANG Xiaoyang, LIANG Guofu, DING Shengyan (3378)
- Classification and ordination of grassland landscape in the Shanxi Plateau ZHANG Xianping, LI Zhiqin, WANG Mengben, et al (3386)
- Analysis of factors affecting mountainous land surface temperature in the summer: a case study over Mount Tai SUN Changfeng, KONG Fanhua, YIN Haiwei, et al (3396)
- Research on spatial distribution and influencing factor of soil moisture in typical depression area of karst region ZHANG Jiguang, SU Yirong, CHEN Hongsong, et al (3405)
- Landscape heterogeneity of mountainous and hilly area in the western Henan Province based on moving window method LI Dongke, DING Shengyan, LIANG Guofu, et al (3414)
- Trends in vegetation and their responses to climate and topography in northwest Guangxi TONG Xiaowei, WANG Kelin, YUE Yuemin, et al (3425)
- Landscape pattern analysis on change of fractional vegetation cover between karst and no-karst areas: a case study in Hechi District, Guangxi Zhuang Autonomous Region WANG Mingchong, WANG Xizhi, LIANG Zhaoxiong, et al (3435)
- Multi-scale effects for landscape metrics and species diversity under the different disturbance: a case study of Gongyi City DONG Cuifang, LIANG Guofu, DING Shengyan, et al (3444)
- Spatial heterogeneity of soil organic carbon and total nitrogen concentrations in a *Lithocarpus glaber-Cyclobalanopsis glauca* evergreen broadleaved forest YANG Dan, XIANG Wenhua, FANG Xi, et al (3452)
- The characteristics and regeneration of the *Choerospondias axillaries* broad-leaved community in the hilly region of central Hunan Province, China YI Hao, DENG Xiangwen, XIANG Wenhua, et al (3463)
- Factors influencing the spatial distribution of vegetation carbon density in karst landscapes of Northwest Guangxi: a case study based on radial basis function network model ZHANG Mingyang, WANG Kelin, DENG Zhenhua, et al (3472)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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 90 元/册,全年定价 2160 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 34 卷 第 12 期 (2014 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 12 (June, 2014)

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	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
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 90.00 元