

基于 GIS 的延安市城郊区土地利用格局优化研究

庞 莎,刘 康

(西北大学城市与环境学院,陕西 西安 710127)

摘 要:以延安市宝塔区高坡到三十里铺段为例,以 DEM 为基础提取坡度、坡向及地形起伏度因子,再结合土地利用空间布局、植被多样性、地表水体、生态价值等生态因子,在 ArcGIS 空间分析模块下,通过叠加分析进行研究区土地生态敏感性与适宜性评价。参照评价结果,借鉴景观格局整体优化的方法,将研究区分为优先发展区、引导发展区、限制发展区和禁止发展区四类,根据各区适宜建设的程度范围来决定开发建设规模和范围,为丘陵沟壑地区土地利用格局的优化提供理论依据。结果表明,研究区内禁止开发区的面积为 10.98 km²,占研究区总面积的 53.80%,因此整个区域应以环境保护为主,在环境保护的基础上进行适当的开发建设活动。

关键词:土地利用格局;生态敏感性;生态适宜性;延安

中图分类号: F311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)05-0230-05

土地利用格局及其相应的最优效益是土地资源利用、景观生态学和可持续发展科学的关键课题之一。土地资源的合理利用应以其可持续利用为目标,环境、经济、社会多目标要求下的土地资源优化利用,要与生态环境建设相结合。长期以来,研究者在土地利用格局优化上做了不少研究。其中,基于 GIS 技术,进行研究区生态敏感性与生态适宜性评价,综合评价结果,结合其他方法进行土地利用格局优化方面的研究主要有:张红旗等(2003)选择具有典型红壤丘陵区特征的江西省太和县千烟洲为研究区域,融合 GIS 与线性规划模型技术,探讨了红壤丘陵区土地资源在空间上的最佳分配途径^[1];赵东娟等(2008)考虑区域适宜性与敏感性综合评价结果与自然资源垂直分异特征,借鉴景观格局整体优化的方法,对栖霞市土地利用格局优化进行研究^[2];任茜等(2010)利用 GIS 技术对区域进行生态适宜性与敏感性分析评价,综合人口、生产力布局的特征,借鉴景观格局整体优化的方法对四川省内江市进行土地资源优化调控研究^[3]。在以上土地利用格局优化中,将生态敏感性与生态适宜性平行对待,综合选取指标进行评价。

本研究以延安市南郊高坡到三十里铺段为例,运用 GIS 技术,将各生态因子的空间分布进行定量模拟与空间叠加,在对区域生态敏感性分析基础上,进行生态适宜性评价,并结合景观格局整体优化的方法,对研究区土地利用格局的调控进行探讨。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于延安市南部地区,是延安的南大门。北起高坡立交,南至三十里铺,东、西两边为《延安市总体规划(2007-2020)》规划区东西边界,面积约为 20.40 km²。该区域地形复杂,海拔 986~1 425 m。气候属暖温带半湿润气候向半干旱气候过渡带,温差较大,四季分明,年平均气温 9.4℃,最高 39.7℃,极端最低温度零下 25.4℃。年降水量 547.4 mm,全年无霜期平均 150 d 左右,常年主导风向为西南风,频率占 24%,年平均风速为 1.5 m/s。土地利用中水域与耕地较少,占土地总面积的 1.10%、4.69%,林地比重偏大,占土地总面积的 66.55%。植被多旱生,以暖温带落叶阔叶林为主。土壤以黄绵土、新积土为主,土壤结构松散,风蚀、水蚀较严重。研究区内水土流失、植被退化等系列生态环境问题较突出,生态环境系统稳定性差、抗逆性弱、敏感性强,有明显的脆弱性。

1.2 研究方法

1.2.1 评价因子的提取 综合考虑丘陵沟壑区的生态敏感性和适宜性,根据研究区生态环境特征,全面选取坡度、坡向、地形起伏度、植被多样性、地表水体、生态价值、土地利用空间格局 7 项生态因子进行评价。其中以研究区 1:10000 DEM 为基础,进行地形因子的提取,得到研究区坡度、坡向、地形起伏度

收稿日期:2010-11-16

基金项目:西北大学研究生创新教育项目(09YJC15)

作者简介:庞 莎(1985—),女,陕西西安人,硕士生,主要从事生态规划与生态环境评价研究。

分级图;以研究区范围内 2006 年 2.5 m 分辨率的 SPOT 影像,经地形校正与几何校正并通过监督分类得出土地利用现状图、植被类型图,从而获取土地利用空间布局因子和植被多样性因子;地表水体由土地利用类型图经矢量栅格转换而成;生态价值根据 Costanza 的生态系统服务价值理论进行计算,得到不同土地利用类型的服务价值,将其赋于土地利用类型属性表中,经过矢量转栅格形成生态服务价值重要性图。

1.2.2 评价方法 依据各要素属性特征对于生态敏感性及其适宜性的影响程度进行重分类并赋以相应的属性分值,用 7,5,3,1 表示评价因子对研究区生态敏感性及其适宜性影响的分值高低;通过咨询 10 位专家意见构造判断矩阵,将层次分析法(AHP)和专家打分法结合^[4]起来确定各个指标的权重值;采用加权因子法对单因子评价结果进行叠加分析。叠加计算公式^[5-8]如下:

表 1 生态敏感性评价因子分级及权重

Table 1 The grade and weight of the evaluation factors of ecological sensitivity

评价因子 Evaluation factor	分级及赋值 Grading and assignment				权重 Weight
	不敏感(1) Non-sensitive	轻度敏感(3) Slightly sensitive	中度敏感(5) Moderately sensitive	高度敏感(7) Highly sensitive	
坡度 Slope	< 8°	8° ~ 15°	15° ~ 25°	> 25°	0.20
坡向 Aspect	阳坡 Sunny slope	半阳坡 Semi-sunny slope	半阴坡 Semi-shady slope	阴坡 Shady slope	0.15
地形起伏度 Relief	0 ~ 20	20 ~ 50	50 ~ 100	> 100	0.20
植被多样性 Vegetation diversity	其他 Others	果园、农田 Orchard and farmland	灌草丛 Shrub-meadow	林地 Woodland	0.30
地表水体 Surface water	无水体 No water	50 m 缓冲区 50 m - buffer zone	支流 Tributary	干流 Main stream	0.15

根据生态敏感性评价指标体系,利用 GIS 的空间叠加功能对各单因子进行综合生态敏感性评价,结果处于 1.00 ~ 6.70 之间。按照 Natural Breaks 的方式进行分类,将生态敏感性分为不敏感区 I (1.00 ~ 2.70)、轻度敏感区 II (2.70 ~ 4.10)、中度敏感区 III (4.10 ~ 5.10) 和高度敏感区 IV (5.10 ~ 6.70) 四类,见图 1 和表 2。

研究区生态高度敏感区域 6.54 km²,占研究区总面积的 32.06%,多分布在坡度大于 35°,生态价值高的成片林地;这些区域对城市的开发建设极为敏感,一旦出现破坏干扰,很难恢复,会对整个区域生态系统造成严重影响,属自然生态重点保护地段。中度敏感区域 7.78 km²,占研究区总面积的 38.14%,主要为坡度在 25°~ 35°之间的成片林地;该区域对人类活动干扰较为敏感,生态恢复难,对高度敏感区的维持具有重要作用,同时在区域环境改

$$S = \sum_{i=1}^n W_i \cdot V_i$$

式中,S 为评定单元综合评定分值;n 为评价因子数;W_i 为第 i 个评价因子的权重;V_i 为第 i 个评价因子的量化分值。

2 区域生态敏感性与适宜性评价

2.1 区域生态敏感性评价

生态敏感性是在现有自然环境背景下,人类活动干扰和自然环境变化导致区域生态环境问题的严重程度及其获复可能性大小。本研究在进行生态环境敏感性评价时,结合具体的生态环境问题选取评价因子,采用 GIS 技术进行各种生态因子的空间分析,在此基础上运用空间分析模块对区域生态敏感度进行综合评价,计算出各栅格的区域生态敏感度评价指数。各生态因子分级标准和权重见表 1。

善方面发挥极大作用,各种开发活动需慎之又慎。轻度敏感区域 3.71 km²,占研究区总面积的 18.19%,主要为荒山灌草丛和果园;该区域能承受一定的人类活动干扰,但严重的干扰会引发水土流失、生态环境污染等问题,生态恢复较慢;因此,开发过程中应加快植被恢复,减少水土流失和环境污染,以做到保护环境与维护生态。不敏感区 2.37 km²,占研究区总面积 11.61%,主要为居住用地和农田用地,抵抗外界干扰能力强,可承受一定强度的开发建设活动,土地可作多种用途;从生态环境保护的角度来看,该区适合作为城市的发展区,但城市开发建设应与该区域生态环境改善同步规划、同步实施。

2.2 区域生态适宜性评价

生态适宜性评价更多着眼于生态环境问题,目的在于阐明土地生态适宜性评价单元与其土地利用方式之间的协调程度和发展趋势。本研究生态适宜

性分析是在生态敏感性分析的基础上进行的,通过分析评价得出区域对某种人类开发活动影响的适宜程度,按照最适宜区布置其对应活动的原则来指导区域的相关规划。通过生态调查,明确目前的土地状况,主要选取生态敏感性、坡度、用地现状、生态价值 4 个因子作为研究区土地生态适宜性的评价因子,其评价标准如表 3 所示。

表 2 研究区生态敏感性分区及面积
Table 2 The different categories and areas of ecological sensitivity in study area

敏感性等级分区 Zoning classification of eco-sensitivity	面积(km ²) Area	比例 Proportion
不敏感区 I (1~2.70) Non-sensitive zone	2.37	11.61%
轻度敏感区 II (2.70~4.10) Slightly sensitive zone	3.71	8.19%
中度敏感区 III (4.10~5.10) Moderately sensitive zone	7.78	38.14%
高度敏感区 IV (5.10~6.70) Highly sensitive zone	6.54	32.06%



图 1 研究区生态敏感性分析结果
Fig.1 The result of eco-sensitivity in study area

表 3 生态适宜性评价因子分级及权重
Table 3 The grade and weight of the evaluation factors of ecological suitability

评价因子 Evaluation factor	分级及赋值 Grading and assignment				权重 Weight
	不适宜(1) Non-suitable	轻度适宜(3) Slightly suitable	中度适宜(5) Moderately suitable	高度适宜(7) Highly suitable	
生态敏感性 Eco-sensitivity	4.82~6.10	3.55~4.82	2.27~3.55	1~2.27	0.35
坡度 Slope	> 25°	15°~25°	8°~15°	< 8°	0.15
土地利用 Landuse pattern	林地、水体 Woodland and water	灌草丛 Shrub-meadow	果园、农田 Orchard and farmland	建设用地 Land for construction	0.30
生态价值 Ecological value	高价值 High value	较高价值 Higer value	中等价值 Mid-value	低价值 Low value	0.20

根据生态适宜性评价指标体系,利用 GIS 的空间叠加功能对各单因子进行综合生态适宜性评价,结果处于 1.00~7.00 之间。按照 Natural Breaks 的方式进行分类,将生态适宜性分为不适宜区 I (1.00~2.01)、轻度适宜区 II (2.01~3.40)、中度适宜区 III (3.40~5.42) 和高度适宜区 IV (5.42~7.00) 四类,见图 2 和表 4。

研究区内高度适宜区面积为 2.45 km²,占整个研究区的 12.01%,主要分布于已有的居住、商业活动区域,该区位于研究区两侧大的山体中的狭长谷地及一些沟谷地带,坡度平缓,一般小于 8°,植被覆盖程度略低。中度适宜区面积 3.61 km²,占整个研究区的 17.70%,一般为坡度在 8°~15°,植被覆盖较差的区域。轻度适宜区面积 6.05 km²,占整个研究区的 29.65%,一般坡度小于 25°,经一定的工程措

表 4 研究区生态适宜性分区及面积
Table 4 The different categories and areas of ecological suitability in study area

适宜性等级分区 Zoning classification of eco-suitability	面积(km ²) Area	比例 Proportion
不适宜区 I (1.00~2.01) Non-suitable zone	8.29	40.63%
轻度适宜区 II (2.01~3.40) Slightly suitable zone	6.05	29.65%
中度适宜区 III (3.40~5.42) Moderately suitable zone	3.61	17.70%
高度适宜区 IV (5.42~7.00) Highly suitable zone	2.45	12.01%

施和环境补偿措施后也可作为建设用地。不适宜区面积 8.29 km²,占整个研究区的 40.63%,接近研究区总面积的一半,坡度一般大于 25°,植被状况良好,

因此,整个研究区应该以环境保护及生态建设为主。

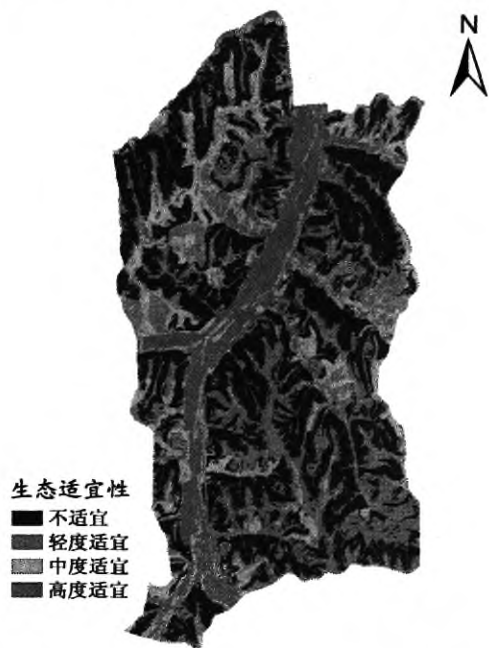


图 2 研究区生态适宜性分析结果
Fig.2 The result of eco-suitability in study area

3 区域土地利用格局优化研究

在研究区生态敏感性分析基础上进行土地开发建设生态适宜性分析,结合研究区结构和布局,通过空间叠加分析,把研究区划分为优先发展区、引导发展区、控制发展区和禁止发展区四类。依据不同功能区主要生态服务功能特点、生态敏感性、生态适宜性,提出生态控制对策与措施。按照主体功能定位调整完善区域政策和绩效评价,规范空间开发秩序,形成合理的空间开发构架。各功能区的分布和面积见图 3 和表 5。

表 5 研究区域空间调控分区

区域空间调控分区	面积(km ²)	比例
Subarea of regional spatial regulation	Area	Proportion
优先发展区	2.64	12.96%
Prior development zone		
引导发展区	2.75	13.49%
Guided development zone		
限制发展区	4.03	19.75%
Limited development zone		
禁止发展区	10.98	53.80%
Prohibited development zone		

3.1 优先发展区

优先发展区主要位于研究区山体中的狭长谷地及部分沟谷地带,总面积 2.64 km²,占研究区总面积

的 12.96%。该区地势平缓,坡度较小,具有良好的立地条件,在区域生态敏感性与适宜性分析中属于不敏感、高适宜性区域,是城镇生产生活及商业活动的主要区域,用地类型主要是建设用地及耕地。按照景观生态学原理,建设用地作为城市景观,在以后的发展中,要对各类建设用地进行合理规划,寻求最优、最有效的布局结构,同时避免对耕地的占用,形成合理的生态空间网络;对于以耕地为主的农田景观,要注重发展生态农业和高效农业,控制建设用地的扩张,最终有效地解决两类用地之间的矛盾问题。



图 3 研究区主体功能分区
Fig.3 The main function regionalization in study area

3.2 引导发展区

引导发展区位于研究区岭坡梯田的中下部、河漫滩外缘等区域,属区域生态敏感性与适宜性分析中的低敏感、中度适宜区,总面积 2.75 km²,占研究区总面积的 13.49%。该区地势条件较好,各类资源有利于各类园林及部分坡耕地的种植。该区域的发展主要应以林果产业为主,将农业发展与观光旅游结合起来,依托城镇消费群体,建设有农业生产功能,又具有旅游观光价值,或具备休闲度假功能的多元化的生态农业体系,提高了农民收入,改善了流域景观,实现三效益的统一。

3.3 限制发展区

限制发展区位于研究区岭坡梯田的中部,对人类活动的影响较为敏感,生态环境较易退化,属区域

生态敏感性与适宜性分析中的中度敏感、低度适宜区,总面积 4.03 km²,占研究区总面积的 19.75%。该区域坡度较大,沟道纵面落差大,水流急,冲刷移运力强,现有用地主要是牧草地及林地,不合理利用易造成水土流失。因此在区域土地开发利用过程应以水土保持为主,通过大力发展水土保持林、还林还草等生物措施提高植被覆盖率,加上必要的工程措施来提高区域的水土保持能力,从而提高区域自身的调控能力。

3.4 禁止发展区

禁止发展区位于研究区两侧山体坡度较大区域,属区域生态敏感性与适宜性分析中的高敏感、不适宜区,总面积 10.98 km²,占研究区总面积的 53.80%。现有用地以林地为主,形成以涵养水源、保持水土、净化空气等生态功能为主的森林景观类型,抗外来干扰的能力差,生态环境一旦破坏将难以恢复。因此该区的发展应以森林资源的合理采伐利用、林种的空间优化配置、森林的抚育以及天然林的保护为主。在立地条件较好处,以植树造林为主,较差处则要先封坡种草,为造林作准备;同时注重优良适生树种的选取,从而合理安排林种的布局结构,提高景观异质性,有效地发挥其生态效益。

4 结论与讨论

1) 本研究在生态环境现状调查资料和相关研究成果的基础上,选择有区域代表性的生态因子,在 GIS 技术支持下,以 5 m × 5 m 的栅格数据为基本评价单元进行空间因子的叠加,使其变的准确、高效,实现了研究成果的数字化和可视化,为土地利用生态敏感性与适宜性评价以及土地利用格局优化提供

了一种实用的途径。

2) 本研究针对丘陵沟壑地区小尺度土地利用格局进行优化配置,有空间量化数据的支撑,具有高度的应用价值。在土地生态敏感性评价基础上进行生态适宜性评价,结合研究区发展现状,将其分为优先发展区、引导发展区、限制发展区及禁止发展区四类,并针对各类发展区提出了适宜的发展方向与对策,对研究区开发建设、产业结构调整 and 生态环境治理具有重要的参考和借鉴意义。

3) 文章限于数据资料的收集情况,仅选择了易获取、有代表性的 7 个因子,这可能会在一定程度上影响到区划的结果。层次分析法确定权重、分级赋值带有一定的主观性,因此在因子选择、分等定级、权重确定、叠加过程等具体方法上还可以进一步探讨。

参考文献:

- [1] 张红旗,李家永,牛 栋.典型红壤丘陵区土地利用空间优化配置[J].地理学报,2003,58(5):668—676.
- [2] 赵东娟,齐 伟,赵胜亭,等.基于 GIS 的山区县土地利用格局优化研究[J].农业工程学报,2008,24(2):101—106.
- [3] 任 茜,樊 宏,贾国君,等.低山丘陵区土地利用格局优化研究—以四川省内江市为例[J].安徽农业科学,2010,38(4):2149—2152.
- [4] 徐广才,康慕宜,贺丽娜,等.生态脆弱性及其研究进展[J].生态学报,2009,29(5):2578—2588.
- [5] 尹海伟,徐建刚,陈昌勇,等.基于 GIS 的吴江东部地区生态敏感性分析[J].地理科学,2006,26(1):64—69.
- [6] 王 凯,田国行,崔 莉.RS 和 GIS 支持下的铜山风景区生态敏感性分析[J].西北林学院学报,2009,24(5):200—203.
- [7] 杨志翔,丁桑岚,陈青玉.眉山市生态市规划中生态敏感性评价[J].安徽农业科学,2009,37(5):2110—2112.
- [8] 邬 彬.基于 GIS 的旅游地生态敏感性与生态适宜性评价研究[D].重庆:西南大学,2009.

Study on the optimization of landuse pattern in the suburb of Yan'an city based on GIS

PANG Sha, LIU Kang

(College of Urban and Environmental Science, Northwest University, Xi'an 710127, China)

Abstract: Taking the suburb from Gaopo to Sanshilipu of Yan'an as a case, slope, aspect and relief were extracted from DEM, then combining with landuse pattern, vegetation diversity, surface water, ecological value and other eco-factors, ecological sensitivity and suitability were evaluated by using spatial overlay of spatial analysis in GIS. According to the results, referring to the method of landscape pattern optimization, the study area was divided into four parts including prior development zone, guided development zone, limited development zone, and prohibited development zone. Then the study decided the scale and scope of the development and the construction in accordance with the degree of construction suitability in different zones, thus provided theoretical basis for the optimization and regulation of land use pattern in hilly gully area. The results tell us that prohibited development zone is 10.98 km², accounting for 53.80% of the whole study area, so the study area should give priority to ecological protection, and based on which, some appropriate development activities can be carried out.

Keywords: landuse pattern; eco-sensitivity; eco-suitability; Yan'an