

基于景观生态安全格局的土地利用总体规划环境影响评价*

刘艳芳^{1,2}, 郭晓慧¹, 方 然¹, 孔雪松^{1,2}

(1. 武汉大学 资源与环境科学学院; 2. 武汉大学 地理信息系统教育部重点实验室, 武汉 430079)

摘要:研究基于景观生态安全格局理论和最小累积阻力模型,以宜城市为研究区,利用 GIS 空间分析技术构建规划基期年(2009 年)和规划目标年(2020 年)景观生态安全格局,对比研究区生态安全状况,划分得到高、中、低 3 个安全等级并分析比较。研究结果表明:2009 年和 2020 年的景观生态安全格局整体处于分布不均衡的状态,生态安全总体处于中安全水平和低安全水平;高安全区多集中于东部和西南部的低山丘陵地区,而中部和西北部的岗地多处在中、低安全区;2009—2020 年宜城市总体生态安全状况变化不太明显,但略有提高,高安全面积所占比例最大,较 2009 年增加 14.12 km²,中安全面积略有减少,低安全面积在研究时段内变化不显著。

关键词:景观生态安全格局;土地利用总体规划;最小累积阻力模型

中图分类号:X828;F301.2

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2015)06-0120-08

土地是一个非常复杂的生态系统,土地利用结构和布局的改变会造成组成土地的各要素系统类型、数量和空间布局的改变^[1]。土地利用总体规划的核心是确定或调整土地利用结构和空间上的布局,因此,按规划实施后一定会对区域内的土地利用类型及分布造成影响^[2],并会进一步影响景观生态安全格局的变化。自 2009 年《规划环境影响评价条例》颁布及实施后,针对土地利用规划的环境影响评价进一步成为研究热点。我国学者对土地利用总体规划环境影响评价做了大量的研究^[3-14],早期有叠图法、矩阵法等评价方法,随着研究的深入,多指标综合分析法、灰色关联分析法、GIS、生态系统服务价值、土地生态适宜性、生态足迹法和幕景分析法等评价方法也得到了广泛的应用^[15-25]。尽管前人取得了不少的研究成果,但就综合考虑土地利用总体规划与生态多样性保护之间相互影响关系而言,目前以保护生态多样性为目标的评价模型和方法极度缺乏,而景观生态安全格局理论正满足了这一需求。

景观安全格局(Safe pattern)是一种评判及构建生态基础设施的方法,主要是根据景观生态学的理论和方法,通过分析生态过程和空间分布的关系,从而判断对这些过程的安全性极具重要意义的景观格局^[26-27]。景观安全格局研究的目的在于通过设计合理有效的景观格局,以达到在有限的土地数量上,可以确保土地发展过程中的生态安全及城市空间发展安全^[28]。本文以宜城市为例,基于景观生态安全格局理论,结合 GIS 空间分析和最小累积阻力模型等,探讨景观生态安全格局在土地利用总体规划环境影响中的应用,实现土地利用总体规划环境影响定量评价,以期为了保护宜城市生态环境提供一定的决策依据,大力提高土地利用总体规划的合理性和科学性。

1 研究区概况和数据准备

1.1 研究区概况

宜城市位于湖北省西北部,汉江中游,是襄阳市下辖的县级城市。东接随州、枣阳,南接钟祥、荆门,西邻南漳,北抵襄阳。地处东经 111°57′~112°45′,北纬 31°26′~31°54′。东西宽 76 km,南北长 53 km,版图呈“蝴蝶状”,总面积 2 115 km²。整个地势自西北微向东南倾斜,属鄂中丘陵区,其地形分为 3 种类型:东部和西南部为低山丘陵,海拔在 150 m 以上,面积为 431.1 km²,占总面积的 20.4%;中部和西北部为岗地,海拔在 50~150 m

* 收稿日期:2014-09-25 修回日期:2015-04-01 网络出版时间:2015-9-28 12:19

资助项目:国土资源部公益性行业科研专项(No. 201511001-02)

作者简介:刘艳芳,女,教授,博士,研究方向为区域规划、经济地理和地理信息应用,E-mail:yfliu610@163.com;通信作者:郭晓慧,E-mail:906736217@qq.com

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.n.20150928.1219.048.html>

之间,面积为 1 622.9 km²,占总面积的 76.8%;两岸为冲击平原,海拔在 50 m 以下,面积为 59 km²,占总面积的 2.8%。水系以汉水为骨干,构成“树枝状”。地貌组成大致为四山一水五分田。

1.2 数据来源及预处理

论文研究数据主要包括宜城市 1:10 000 土地利用现状数据(2009 年)、宜城市土地利用总体规划(2010—2020 年)和湖北省 DEM 数据(30 m×30 m)。利用 GIS 空间分析技术,提取宜城市 2009 年、2020 年各地类属性数据,通过对宜城市土地利用格局分析,将部分土地利用类型进行合并,最终分为以下 7 类:林地、水域、园地、耕地、农村用地、城镇用地和未利用地。

坡度数据的提取,是基于湖北省高程图(DEM)原始数据裁剪出宜城市高程图数据,然后采用 ArcGIS 10.2 中表面分析中的坡度功能,得到宜城市栅格像元大小为 30 m×30 m 的坡度图,再根据空间分析中的重分类功能,将坡度分为 7 类^[29],具体划分为 0~10,10~20,20~30,30~40,40~50,50~60,60 以上。

2 研究方法

本文基于景观生态安全格局理论,通过 GIS 空间分析法及最小累积阻力模型构建最小累积阻力面,再进一步分析研究区的景观生态安全格局组分,从而判别研究区生态安全状况,评价规划是否合理。

2.1 源的确立

“源”简单来说就是某一发展过程的起点,具有内部同质的特性,同时可向外扩散或向其本身集聚的特点,这里是指对生态发展具有促进作用的景观类型^[30]。通常是把保护对象当作“源”,包括需要重点保护的物种或是自然栖息地,或者是具有相当多生物的景观斑块^[31]。所以,本文选择面积大于 500 hm² 的林地斑块作为源地。一方面,鉴于该区以山地丘陵为主,森林资源丰富,结合 2009 年和 2020 年的林地规模,可知面积大于 500 hm² 的林地斑块具有相对稳定面积变化不大的特点;另一方面,本研究的景观生态安全格局是以生态用地的保护为目的,着重于对林地的保护。林地是非常重要的土地资源,同时是多种生物资源的重要栖息地,它的转变是由研究区的社会经济和自然发展共同影响的^[32]。

2.2 构建阻力面

构建阻力面的模型较多,本文主要采用最小累积阻力模型来构建,综合考虑了源、距离和景观类型 3 个因素^[27]。

$$MCR = f \min \sum_{i=n}^{i=m} (D_{ij} \times R_i),$$

式中:MCR 是物种从源出发到空间某一点的最小累积阻力值,反映的是物种穿越景观变化的难易程度。 f 是未知的正函数,反映 MCR 与所穿越的某景观基面的空间距离和景观基面特征的正比例关系; D_{ij} 指的是空间距离,表示物种由源从景观 i 到 j 所经过的景观基面 i 的距离; R_i 表示的是阻力系数,是景观 i 对某运动的阻力系数。其中,从源到该点所有阻力中的阻力最小值表示该点的易达性。所以,阻力面可以反映自然生态运动的潜在可能性及趋势。

2.3 安全格局的判别

本研究构建景观生态安全格局主要在于对缓冲区进行判别。通过最小累积阻力模型,得到计算结果,利用二分之一的方差间隔对综合最小累计阻力图层进行分类,然后根据最小累积阻力方差分类类别对应的栅格数量,做出关系柱状图,从而进行门槛值(Threshold)的识别。依据相关的文献和研究成果^[27,33-34],把图中突变的价值作为控制景观生态安全的门槛值。其特点是在这些值的周围,阻力值随着缓冲区范围的改变而发生急剧的变化。这就意味着当缓冲区扩展到一定的范围时,所增加面积的可利用性会急剧下降,该区生态保护的意义会迅速上升,因此,这样的门槛值可以作为缓冲区划分的依据。然后根据这些门槛值,确定出不同等级生态安全区域的范围,从而判别景观安全格局生态安全等级。

3 研究结果与分析

3.1 土地利用结构变化分析

根据宜城市土地利用总体规划(2010—2020 年),得出各土地利用类型面积变化情况(表 1)。全市土地利用变化的总趋势是:园地、城镇用地、林地面积会增加,农村用地、未利用地、水域、耕地面积均有所减少。

3.2 景观要素阻力值的确定

景观阻力值是用来反映物种穿过各种景观要素时的相对能力强弱程度,但在实际中很难得到不同物种穿越不同景观类型的绝对阻力值^[35]。本文生物保护“源”为面积大于 500 hm² 的林地斑块,林地是非常重要的土地资源,同时是多种生物资源的重要栖息地,林地在向外扩散时主要遇到源于地形和景观覆盖类型的阻力,这些阻力具有决定性的作用。因此,本文选择坡度和土地利用景观类型为阻力因子。

景观阻力值的设定是依据文献成果及综合经验所得^[36-38]。景观生态安全格局阻力因子系数及分类结果见表 2。

本文景观安全格局的构建是基于整个宜城市域范围的,赋予的阻力值既要体现林地、水域等自然环境对林地分布和变化的影响,更要考虑人工景观如园地、耕地、农村用地、城镇用地对自然景观的干扰程度(表 2)。根据表 2 中的相对阻力值,通过 ArcGIS10.2 软件空间分析模块生成坡度阻力面以及 2009 年和 2020 年土地利用景观类型阻力面(封三彩图 1)。然后根据各因子权重,运用叠置分析功能,计算得到 2009 年和 2020 年的综合因子阻力面。

3.3 景观生态安全格局的判别

根据 2009 年和 2020 年的综合因子阻力面,采用 ArcGIS 10.2 软件中的最小累积阻力模型分析,将面积大于 500 hm² 的林地斑块作为源地,分别构建了对应年份的景观生态安全格局。在此基础上对计算结果进行标准方差分类,分为 C₁~C₉ 9 类,每类之间的间隔为二分之一。同时列表统计各类所对应的栅格数目,分别绘出各阻力类别与所含有栅格数目的关系图(图 2)。

从图 2 可以看到,2009 年的综合最小累积阻力从 C₂ 到 C₃,C₆ 到 C₇ 有一个突变过程,因此,把 C₂ 和 C₆ 处的阻力值作为临界阈值,将综合最小阻力值进行分区。

3.4 景观生态安全状况分析

对上文所述的综合最小累积阻力标准方差分类的结果(C₁~C₉)归并为高、中、低 3 个生态安全等级,从而更清楚地解释不同阻力面研究区的整体生态安全状况。同理,对 2020 年的生态安全等级进行分类。分类结果与综合最小累积阻力标准方差分类结果见表 3,如表 3 所示,研究区共分为高、中、低 3 个生态安全等级。高安全等级包括 C₁ 和 C₂ 两个类别,即安全核心 1 和安全核心 2;中安全等级包括 C₃(安全缓冲区 1)、C₄(安全缓冲区 2)、C₅(安全缓冲区 3)和 C₆(安全缓冲区 4)4 个类别;低安全等级包括 C₇(安全排外区 1)、C₈(安全排外区 2)和 C₉(安全排外区 3)3 个类别。

从表 3 可以看出,根据统计,根据研究区栅格(像元)值的平均数和标准方差定义分层类别,2020 年的高安全等级面积(像元数)较 2009 年的有所增多,多出 15 960 个像元,2020 年安全核心区 1 相较于 2009 年的面积(像元数)多出 1 929 个像元,2020 年的安全核心区 2 较 2009 年的多出 13 761 个像元;在中安全等级面积上,2020 年的面积(像元数)较 2009 年的有所减少,减少了 23 708 个像素,其中只有 2020 年安全缓冲区 1 较 2009 年的增多 1 443 个像元,其余安全缓冲区 2、安全缓冲区 3 和安全缓冲区 4 相较于 2009 年的都有所减少,分别减少了

表 1 2009—2020 年宜城市各土地利用类型面积变化

地类	2009		2020		面积 变化/km ²	变化率/%
	面积/km ²	比率/%	面积/km ²	比率/%		
农村用地	104.02	4.92	95.00	4.49	-9.02	-9.50
园地	17.70	0.84	43.66	2.06	25.97	59.47
城镇用地	36.32	1.72	56.50	2.67	20.18	35.72
未利用地	97.97	4.63	97.47	4.61	-0.51	-0.52
林地	554.15	26.20	562.66	26.61	8.51	1.51
水域	211.33	9.99	209.17	9.89	-2.16	-1.03
耕地	1 093.26	51.70	1 050.29	49.67	-42.97	-4.09

表 2 景观生态安全格局阻力因子系数的设定

阻力因子	重要性系数	阻力等级	相对阻力值	阻力因子	重要性系数	阻力等级	相对阻力值
景观类型	0.7	林地	5	坡度	0.3	0~10	1
		水域	5			10~20	5
		园地	30			20~30	10
		耕地	50			30~40	20
		农村用地	100			40~50	40
		城镇用地	150			50~60	60
		未利用地	100			60 以上	80

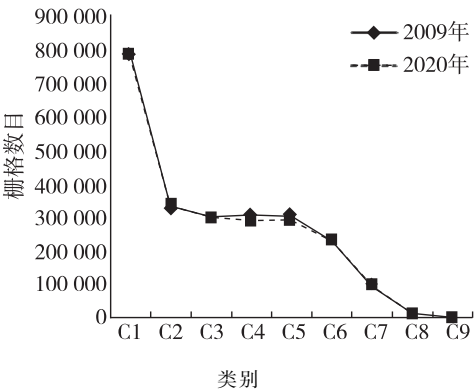


图 2 2009 年与 2020 年综合最小累积阻力标准方差分类类别与栅格数目线性关系

12 206,11 260,1 685 个像元;2020 年的安全外围区 1,3 的面积(像元数)较 2009 年增加,分别增加了11 427,402 个像元数,安全外围区 2 面积有所下降。

表 3 2009—2020 年安全等级阻力面标准方差分类(1/2 方差间距)

安全等级	类别	定义	方差区间	2009		2020	
				像元值	像元数	像元值	像元数
高安全	C ₁	安全核心区 1	小于($M-0.75S$)	0~22 505	782 241	0~22 034	784 170
	C ₂	安全核心区 2	($M-0.75S$)~($M-0.25S$)	22 505~49464	324 256	22 034~49 687	338 017
	C ₃	安全缓冲区 1	($M-0.25S$)~($M+0.25S$)	49 464~76 424	297 341	49 687~77 339	298 784
中安全	C ₄	安全缓冲区 2	($M+0.25S$)~($M+0.75S$)	76 424~103 383	301 914	773 39~104 992	289 708
	C ₅	安全缓冲区 3	($M+0.75S$)~($M+1.25S$)	103 383~130 342	303 813	104 992~132 644	292 553
	C ₆	安全缓冲区 4	($M+1.25S$)~($M+1.75S$)	130 342~157 302	233 420	132 644~160 297	231 735
	C ₇	安全外围区 1	($M+1.75S$)~($M+2.25S$)	157 302~184 261	87 045	160 297~187 949	98 472
低安全	C ₈	安全外围区 2	($M+2.25S$)~($M+2.75S$)	184 261~211 220	16 390	187 949~215 602	12 579
	C ₉	安全外围区 3	大于($M+2.75S$)	211 220~232 888	448	215 602~242 155	850

注:M 为最小阻力面平均像元数,S 为最小阻力面平均像元数标准方差。

根据标准方差分类(间隔为 1/2)得到研究区 9 类最小累积阻力图层,基于最小累积阻力模型,结合 2009 年和 2020 年的土地利用景观类型,通过分析构建了 2009 年和 2020 年的景观生态安全格局图。从封三彩图 3 可以看出,2009 年和 2020 年的景观生态安全格局整体处于分布不均衡的状态,生态安全总体处于中安全水平和低安全水平。高安全区多集中于东部和西南部的低山丘陵地区,而中部和西北部的岗地多处在中、低安全区。原因是东部和西南部为丘陵地区,其中森林公园和度假区也位于此区域,森林资源较丰富,而中部和西北部土地利用类型多为耕地和城市农村建设用地,受人为干扰的影响更大。

封三彩图 4 为 2009 年和 2020 年景观生态安全格局与行政区叠加的图形,由该图所示,鄢城办事处即宜城市中心城区以及郑集镇两镇处于安全水平较低的地区,王集镇、南营办事处、襄南监狱、小河镇和孔湾镇土地利用主要以耕地为主,所以处于中安全水平地区,刘猴镇、雷河镇、板桥店镇及流水镇则位于安全水平较高的地区。

表 4 显示的是 2009 年和 2020 年景观生态安全格局各安全级别区面积变化的对比图。经过统计,从表 4 中可以看出,2009 年高、中、低安全水平面积中,中安全面积最多,为 1 022.84 km²,占研究区总面积 48%;高安全面积比中安全面积略少,为 995.85 km²,占研究区总面积 47%;低安全面积远低于高安全和中安全面积,为 93.94 km²,只占总面积的 48%。而 2020 年处于高安全区面积为 1 009.97 km²,中安全区面积 1 001.51 km²,低安全区面积100.71 km²,其中高安全面积所占比例最多,占研究区总面积的 48%,其次为中安全面积,占 47%,低安全占到 5%。

总体而言,规划末期 2020 年与基期 2009 年相比,高安全面积有所增加,增加了 14.12 km²,这主要是由于相对阻力值较小的林地、园地等用地面积增加的作用;而中安全面积有所减少,减少了 21.34 km²,这就需要提出有效的措施来防治生态环境恶化;低安全面积略微增加,增加了 7.22 km²,这源于城镇用地面积的增加而水域等用地面积减少。

4 结论

土地利用总体规划实施后,会影响土地利用结构及空间分布和格局的变化,进而影响生态环境的变化。本研究以景观生态安全格局理论为基础,运用 GIS 技术构建了规划基期年 2009 年和规划末期 2020 年的景观生态安全格局,通过分析其生态安全状况,进一步进行了安全等级划分,从而评价了规划的实施将产生的生态环境影响,是基于景观生态安全格局的角度利用最小累积阻力模型运用于规划环评的一次尝试。研究结果表明:2009—2020 年宜城市总体生态安全状况变化不太明显,但略有提高,高安全面积所占比例最大,较 2009 年增加 14.12 km²,中安全面积略有减少,低安全面积在研究时段内变化不显著。

本文基于基期年和规划末期的土地利用结构和空间的变化,通过最小累积阻力模型构建了研究区的景观生态安全格局,从而可确定对应年份的生态安全状态。但是,采用最小累积阻力模型研究景观安全格局,需要选定“源”和阻力因子并赋予其相应的权重和阻力值,而本文的指标体系和权重还存在着一定的局限性,有待于进一步研究。同时,景观生态安全格局由“源”、缓冲带、源间联接、辐射到和战略点组分构成,本文基于研究目的在景观安全格局的构建上更侧重于对缓冲区组分的判别,对于其他组分的识别尚需进行进一步的探讨。

参考文献:

- [1] 李艳峰,雷国平. 基于生态系统服务功能价值方法的土地利用总体规划环境影响评价研究—以大庆市为例[J]. 水土保持研究,2013,20(5):305-310.
Li Y F, Lei G P. Environment impact assessment of land use planning based on ecosystem services value—a case study of Daqing city[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2013, 20(5): 305-310.
- [2] 李艳超,邓楚雄,曹秋平,等. 基于生态系统服务功能价值理论的土地利用总体规划环境影响评价探讨—以湘乡市为例[J]. 内蒙古农业科技,2011,39(5):37-39,74.
Li Y C, Deng C X, Cao Q P, et al. The theoretical value of the ecosystem service function of land use planning based on environmental impact assessment—a case study of Xiangxiang city[J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2011, 39(5): 37-39, 74.
- [3] 贾克敬,谢俊奇,郑伟元,等. 土地利用规划环境影响评价若干问题探讨[J]. 中国土地学,2003,17(3):15-20.
Jia K J, Xie J Q, Zheng W Y, et al. Discussion of issues of environmental impact assessment of land use planning [J]. China Land Science, 2003, 17(3): 15-20.
- [4] 赖力,黄贤金,张晓玲. 土地利用规划的战略环境影响评价[J]. 中国土地科学,2003,17(6):56-60.
Lai L, Huang X J, Zhang X L. Strategic environmental impact assessment of land use planning[J]. China Land Science, 2003, 17(6): 56-60.
- [5] 蔡玉梅,谢俊奇,杜官印,等. 规划导向的土地利用规划环境影响评价方法[J]. 中国土地学,2005,19(2):3-8.
Cai Y M, Xie J Q, Du G Y, et al. Planning-oriented land use planning environmental impact assessment method[J]. China Land Science, 2005, 19(2): 3-8.
- [6] 吕昌河,贾克敬,冉圣宏,等. 土地利用规划环境影响评价指标与案例[J]. 地理研究,2007,26(2):249-257.
Lv C G, Jia K J, Ran S H, et al. Land use planning environmental impact assessment indicators and case [J]. Geographic Research, 2007, 26(2): 249-257.
- [7] 袁婷,杨俊,郭阳洁,等. 基于决策前评价的县域土地利用总体规划结构调整环境影响评价研究[J]. 国土资源科技管理,2009,26(5):38-43.
Yuan T, Yang J, Guo Y J, et al. Environmental impact assessment of structural adjustment of county land use planning based on pre-decision[J]. Land Resources Science and Technology Management, 2009, 26(5): 38-43.
- [8] 陈龙高. 基于状态框架和 GIS 的土地利用规划环境影响评价研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2009.
Chen L G. Study on land use planning environmental assessment based on state-impact-state framework and GIS technologies[D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2009.
- [9] 吴奇峰. 吉林省土地利用总体规划环境影响评价研究[D]. 长春:吉林大学,2009.
Wu Q F. Study on the environmental impact assessment of land use planning in Jilin province[D]. Changchun: Jilin University, 2009.
- [10] 周永红,钟飞,赵言文. 生态服务价值法在土地利用总体规划环评中的应用[J]. 江苏农业科学,2010,38(1):348-351.
Zhou Y H, Zhong F, Zhao Y W. The ecological service value method applied in land use planning in environmental impact assessment [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2010, 38(1): 348-351.
- [11] 马昕炜,曾永年. 基于格网单元的县级土地利用总体规划生态环境影响评价方法与应用[J]. 长江流域资源与环境,2011,20(10):1198-1204.
Ma X W, Zeng Y N. Assessment of land use planning impact on ecological environment at county level based on the grid cell[J]. Resources and Environment of Yangtze River Basin, 2011, 20(10): 1198-1204.
- [12] 郭文栋,王海涛,张国庆. 基于物元模型的延吉市土地利用总体规划环境影响评价研究[J]. 国土与自然资源研究,2012(06):28-30.
Guo W D, Wang H T, Zhang G Q. Study on Yanji city land use planning environmental impact assessment based on matter-element model [J]. Land and Natural Resources, 2012(06): 28-30.
- [13] 郑俊鹏,欧名豪,王婷. 扬州市土地利用总体规划环境影响评价[J]. 水土保持通报,2013,33(6):252-257,263,333.
Zheng J P, Ou M H, Wang T. Environmental impact assessment of land use planning in Yangzhou city[J]. Soil and Water Conservation Bulletin, 2013, 33(6): 252-257, 263, 333.
- [14] 刘转花,林爱文,陈娜. 基于生态服务价值的天门土地利用总体规划环境影响评价研究[J]. 国土与自然资源研究,2014(2):13-16.

- Liu Z H, Lin A W, Chen Na. Study on the environmental impact assessment of overall land use planning in Tianmen city based on ecosystem services value theory[J]. Land and Natural Resources, 2014(2):13-16.
- [15] 许玉. 土地利用总体规划的环境影响评价研究—以浙江省淳安县为例[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2006.
- Xu Y. Environmental impact assessment of land use planning—a case study in Chun'an County, Zhejiang[D]. Wulumuqi: Xinjiang Agricultural University, 2006.
- [16] 陈德棣. 土地利用总体规划生态环境影响评价实证研究[D]. 福州:福建师范大学, 2006.
- Chen D D. Empirical research on the evaluation of land use planning ecological environment[D]. Fuzhou: Fujian Normal University, 2006.
- [17] 梁琨. 土地利用总体规划环境影响评价研究[D]. 长春:吉林大学, 2007.
- Liang K. Land use planning environmental impact assessment[D]. Changchun: Jilin University, 2007.
- [18] 陈光建. 土地利用总体规划环境影响评价指标体系研究[D]. 成都:中国科学院研究生院(成都生物研究所), 2006.
- Chen G J. The research of land use planning environmental impact evaluation system[D]. Chengdu: Chinese Academy of Sciences (Chengdu Institute of Biology), 2006.
- [19] 王小飞, 涂建军, 杨乐, 等. 基于灰色关联分析的土地利用总体规划环境影响评价研究—以重庆市秀山县为例[J]. 经济研究导刊, 2010(34):156-158.
- Wang X F, Tu J J, Yang L, et al. Land use planning environmental impact assessment study gray correlation analysis—a case study in Xiushan County of Chongqing city[J]. Economic Research Guide, 2010(34):156-158.
- [20] 唐弢, 朱坦, 徐鹤, 等. 基于生态系统服务功能价值评估的土地利用总体规划环境影响评价研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(3):45-49.
- Tang T, Zhu T, Xu H, et al. Application of ecosystem services evaluation in environmental impact assessment on land—use master planning[J]. Chinese Population • Resources and Environment, 2007, 17(3):45-49.
- [21] 李艳超, 朱胜标, 曹秋平, 等. 基于生态系统服务功能价值理论的土地利用总体规划环境影响评价探讨—以湘乡市为例[J]. 国土资源情报, 2011(12):56-61.
- Li Y C, Zhu S B, Cao Q P, et al. The theoretical value of the ecosystem service function of land use planning based on environmental impact assessment—a case study of Xiangxiang city[J]. Land and Resources Information, 2011(12):56-61.
- [22] 陈锦. 基于GIS的县域土地利用总体规划环境影响评价系统研究—以仙桃市为例[D]. 武汉:华中师范大学, 2006.
- Chen J. County land use planning environmental impact assessment system based on GIS—a case study of Xiantao city[D]. Wuhan: Central China Normal University, 2006.
- [23] 白钰. 基于生态足迹的天津市土地利用总体规划生态效用评价[J]. 经济地理, 2012, 32(10):127-132.
- Bai J. Assessment of eco-efficiency of Tianjin land use master plan based on ecological footprint model[J]. Economic Geography, 2012, 32(10):127-132.
- [24] 邵玲, 杜文星, 杨俊孝. 基于生态足迹理论的新疆土地利用总体规划环境影响评价研究[J]. 农村经济与科技, 2011, 22(05):6-8.
- Shao L, Du W X, Yang J X. Environmental impact assessment based on ecological footprint theory in the land use planning[J]. Rural Economy and Science, 2011, 22(05):6-8.
- [25] 王波. 基于景观生态学的县级土地利用总体规划环境影响评价研究—以宜兴市为例[D]. 南京:南京师范大学, 2013.
- Wang B. Study on environmental impact assessment of the overall land use planning of county based on landscape ecology—a case study of Yixing city[D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2013.
- [26] 俞孔坚. 景观生态战略点识别方法与理论地理学的表面模型[J]. 地理学报, 1998, 53(B12):11-20.
- Yu K J. Landscape ecology strategic point surface model identification methods and theories of geography[J]. Geographical Science, 1998, 53 (B12):11-20.
- [27] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局[J]. 生态学报, 1999, 19(1):8-15.
- Yu K J. Landscape ecological security pattern of biological protection [J]. Journal of Ecology, 1999, 19(1):8-15.
- [28] 陈菁, 吴丽芳, 陈鑫彬. 城市景观安全格局及其预案研究—以厦门市为例[J]. 中国农学通报, 2014, 30(2):199-207.
- Chen J, Wu L F, Chen X S. Research of the urban landscape security pattern and plan: as an example of Xiamen city[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(2):199-207.
- [29] 张海鸥. 成都市不同时期景观生态安全格局动态变化初步研究[D]. 四川雅安:四川农业大学, 2011.
- Zhang H O. Study on dynamic changes in landscape ecological security pattern during different Periods in Chengdu City[D]. Ya'an Sichuan: Sichuan Agricultural University, 2011.
- [30] Adriaansen F, Chardon J P, De B G, et al. The application of 'least-cost' modeling as a functional landscape model [J]. Landscape and Urban Planning, 2003, 64:233-247.
- [31] 陈利顶, 傅伯杰, 赵文武. “源”“汇”景观理论及其生态学意义[J]. 生态学报, 2006, 26(5):1444-1449.

- Chen L D, Fu B J, Zhao W W. Source—sink landscape theory and its ecological significance[J]. Journal of Ecology, 2006, 26 (5): 1444-1449.
- [32] 雷明军. 吴起县林地保护与利用研究[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- Lei M J. The research and utilization of forest protection in Wuqi county[D]. Yangling Shaanxi: Northwest A & F University, 2008.
- [33] 张玉虎. 流域典型区土地利用/覆被变化与生态安全格局构建分析—以永定河流域门头沟段为例[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2008.
- Zhang Y H. A typical area of land use / cover change and ecological security pattern—a case study on Mentougou Yongding River Basin[D]. Wulumuqi: Xinjiang University, 2008.
- [34] 雷忠兴. 基于景观生态安全格局的空间管制规划—以“帽儿山”为例[D]. 长沙: 中南大学, 2008.
- Lei Z X. Space control plan based on landscape ecological security pattern—a “cap child mountain” as an example [D]. Changsha: Central South University, 2008.
- [35] Sutcliffe O L, Bakkestuen V, Fry G, et al. Modelling the benefits of farmland restoration: methodology and application to butterfly movement[J]. Landscape and Urban Planning, 2003(63): 15-31.
- [36] 张玉虎, 于长青, 塔西甫拉提·特依拜, 等. 风景区生态安全格局构建方法研究—以北京妙峰山风景区为例[J]. 干旱区研究, 2008, 25(3): 420-425.
- Zhang Y H, Yu C Q, Ta · T, et al. Study on the method of constructing ecological security pattern in scenic spot—a case study of Beijing Miaofeng Mountain scenic area as an example[J]. Arid Zone Research, 2008, 25(3): 420-425.
- [37] 申彦舟. 县域景观生态安全格局研究[D]. 太原: 山西大学, 2013.
- Shen Y Z. The research of county landscape ecological security pattern[D]. Taiyuan: Shanxi University, 2013.
- [38] 张玉虎, 李义禄, 贾海峰. 永定河流域门头沟区景观生态安全格局评价[J]. 干旱区地理, 2013, 36(6): 1049-1057.
- Zhang Y H, Li Y L, Jia H F. Constructing landscape ecological security pattern in Yongding River Watershed; a case of Mengtougou Basin, Beijing[J]. Journal of Arid Areas in Geography, 2013, 36(6): 1049-1057.

The Environmental Impact Assessment of General Land Use Planning Based on Landscape Ecological Security Pattern

LIU Yanfang^{1,2}, GUO Xiaohui¹, FANG Ran¹, KONG Xuesong^{1,2}

(1. School of Resource and Environmental Science, Wuhan University;

2. Key Laboratory of Geographic Information System, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Based on the theory of landscape ecological security pattern and minimum cumulative resistance model, Yicheng city as the study area, this paper used the GIS spatial analysis technology to build the landscape ecological security pattern of the base year (2009) and planning target year (2020), compared its ecological safety situation, divided with high, medium and low three security level and analyzed and compared this area ecological security situation in the different periods. The results showed that: 1) The overall landscape ecological security level was in the uneven distribution of state in 2009 and 2020, and ecological safety of most study area belonged to middle and low security level as a whole. 2) High safety zone more concentrated in the low mountain hilly areas of the east and southwest, and northwest and central downland areas more belonged to middle and low safety level. 3) From 2009 to 2020 the change of the overall ecological security status in Yicheng city is not obvious, but a slight increase, and high security area proportion is the largest, compared with 2009 increased by 14.12 km², the medium safety area is slightly reduced, low security area does not change significantly during the study period.

Key words: landscape ecological security pattern; land use planning; the minimum cumulative resistance model

(责任编辑 陈 琴)