

基于生态规划的长春市土地生态适宜性评价

岳晨^{1,2}, 崔亚莉², 饶戎³, 董翔³

(1. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北省石家庄 050061;

2. 中国地质大学(北京)水资源与环境学院, 北京 100083; 3. 清华大学建筑学院, 北京 100084)

摘要:土地生态适宜性评价是进行城市生态规划的基础。根据土地生态适宜性评价结果可对城市建设用地进行划分。以长春市为例,综合考虑地质、水文、植物、土地利用等因子,对不同因子赋予不同的权重值,采用层次分析法(AHP)和GIS手段相结合的方法,将各因子进行加权叠加计算,可得出长春市土地生态适宜性评价,并将其划分为保护区、保育区、缓冲区和适宜建设区;为合理有效地安排土地资源利用方式和长春市生态规划土地类型提供依据。从保证自然生态系统和人居生态系统和谐共处的角度为城市土地利用提出建议,为下一步进行城市生态规划提供有益补充和尝试。

关键词:长春;生态适宜性;生态规划;层次分析法

中图分类号:X826

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)02-0318-05

Evaluation on Ecological Applicability of Land in Changchun City Based on Ecological Planning

YUE Chen^{1,2}, CUI Yali², RAO Rong³, DONG Xiang³

(1. Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Sciences,

Shijiazhuang 050061, China; 2. School of Water Resources & Environment, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Ecological applicability evaluation on land is the basis for ecological planning. According to the ecological applicability evaluation urban land construction can be evaluated. Using Changchun City as an example, comprehensively considering the geology, hydrology, plants, land use and other factors, endowing the different weights to different factors, using the analytic hierarchy process (AHP) and GIS, calculating each factor through a weighted superposition, we get the conclusion of ecological applicability evaluation in Changchun city. The results show that land construction would be divided into protected area, conservation area, buffer area and constructive expansion permitted zone. It provides reasonable and effective basis for utilization of land resources and land type of ecological planning in Changchun City. From the viewpoints of natural ecological system and human settlement ecosystem harmony, the suggestions for urban land use was put forward, which provide for the beneficial supplement and try of urban ecological planning.

Keywords: Changchun; ecological applicability evaluation; ecological planning; analytic hierarchy process

《中国都市化进程报告 2014》^[1]指出,我国未来城市的发展方向是宜居城市。因此,在进行城市规划时应采用一种更加动态性的城市规划体系代替当前这种基于各标准的城市规划体系。中央经济工作会议进一步提出,把生态文明的理念和原则全面融入到城镇化,走集约、职能、绿色、低碳的新型城镇化道路。因此如何引导城市向智慧城市发展,达到生态系统与人居系统和谐共处,实现城市可持续发展,是我国城市向宜居城市发展所必须面对和亟需解决的问

题^[2-3]。通过采用科学的方法了解城市各个范围内土地の利用方式,可对城市规划提供参照,也是实现宜居城市的有效途径^[4-7]。

城市土地生态适宜性评价是现今评价城市土地利用方式的一种创新型方法,经各国学者积极完善与探索,已获得较大发展。城市土地生态适宜性评价融合了生态学、经济学、地学及其他相关学科的原理和方法,是一种综合性的研究方法。其目的是达到土地开发利用的方式与土地的自然属性和谐统一,即使用

的土地在满足人类使用的基础上不损害自然效益,达到人与自然和谐共处^[8-9]。

本文以长春市为研究对象,选择相应的生态适宜性评价指标,采用层次分析法,结合 GIS 技术综合分析长春市土地利用的生态建设的等级分区,对长春市土地进行生态适宜性评价,为长春市城市规划提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

长春市位于北半球中纬度北温带吉林省中部松辽平原腹地,北纬 $43^{\circ}05' - 45^{\circ}15'$,东经 $124^{\circ}18' - 127^{\circ}05'$ 。研究区主要包括长春市辖区及九台市、德惠市和农安县,总面积 $15\ 860\ \text{km}^2$ 。

受新构造运动影响,长春东部为隆起区,西部为沉降区,地势东高西地,地貌由台地与平原组成。年平均气温 4.8°C ,最高温度 39.5°C ,最低温度 -39.8°C 。年平均降水量 $522 \sim 615\ \text{mm}$,夏季降水量占全年降水量的 60% 以上。

受地形分异影响,长春土壤共有 12 个土类、38 个亚类、64 个土属、190 个土种,其形成与分布具有明显的过渡性。长春东部为暗棕壤地带,中部为黑土地带,西部为黑钙土地带,自东向西更替。

长春植物资源共约 800 多种,森林资源不丰富。林地面积低于全省和全国的平均水平,东部山地丘陵森林资源比较丰富,西部台地平原区比较贫乏。草地资源共 $45.33\ \text{万}\ \text{km}^2$,主要分布在西北部,其次是松花江河漫滩及其支流卡岔河,拉林河河谷低地。此外,荒山荒丘也有零星分布。

1.2 数据来源与处理

对研究区展开生态适宜性评价,根据该区域自然系统与人居系统的特点,统计其地貌类型,地层结构,坡度,高程,土壤类型,地质灾害,降水量,水质,地下水富水性分区,动植物多样性,收集《2010 年吉林省水资源公报》,《2010 年吉林统计年鉴》,2000 年、2005 年和 2010 年 9 月 30 日 NDVI 数据,基本农田,土地生产力等数据,然后选取地表水分布情况和城镇分布情况采用 GIS 聚类分析做出河流湖泊聚集度和人居聚集度。经专家进行筛选分析,选择出对研究区自然生态系统和城市发展影响最大的因子作为评价因子。

2 评价方法

2.1 研究方法

目前用于生态适宜性评价的主要方法有网络 GIS 法,权重修正法,AHP 法,突变级数法等。其中层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是一种比较科学的定性分析和定量分析相结合的多因素评价方

法^[10]。由于其利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化,可以将多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题简化而广泛应用于生态适宜性评价中^[11]。

应用层次分析法计算指标权重系数,实际上是建立在有序递阶的指标系统的基础上,根据各个指标 a_{ij} 之间的两两比较,通过对系统中各指标予以优劣评判,建立判断矩阵模型,计算判断矩阵模型的特征向量 W_i 及最大特征根 λ_{\max} ,并利用这种评判结果来综合计算各指标的权重系数。

计算公式:

$$W_i = \sum_{j=1}^n \left(\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n t_{ij}} \times c \sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n t_{ij}} \right) \times a_{ij} \quad (i, j=1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

式中: t_{ij} —— 指标 a_{ij} 形成的矩阵向量。

其次,对单因子权重值进行一致性检验 CI,其公式如下:

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (2)$$

式中: n —— 判断矩阵阶数。

判断矩阵是具有一致性还是具有随机性,见公式(3):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

式中: RI —— 平均随机一致性指标, RI 的值与矩阵的维数大小有关。

一般认为,当 $CR \leq 0.1$ 时,判断矩阵基本符合完全一致性条件;当 $CR > 0.1$ 时,所给出的判断矩阵是不符合完全一致性条件的,需要进行调整和修正。

2.2 因子选择与权重确定

依据《中华人民共和国城市规划法》和《中华人民共和国土地管理法》等相关法律文件,遵循的原则为:综合分析与主导因素相结合、实用性与评价区实际情况相结合,在因子选择时应能反映出研究区内地质条件对自然生态系统及人居生态系统关系;反映研究区人类对生态环境影响程度;反映研究区域的资源利用程度^[13]。选取最能反映研究区自然生态系统及人居生态系统关系的因子,分成地质、水文、植物、土地四大类(图 1)。

其中:地质类:主要指城市规划、建设的基础资料,根据当地地质条件及研究程度,选取城市基岩地质、第四纪地质、水文地质、工程地质及地质灾害相关成果,对城市地质情况进行适宜性分区评价。

水文类:主要指城市水文系统。根据当地气候、水文地质条件,选取与城市水温系统相关的降水,河流湖泊水系分布情况,水质以及水资源量等相关成果,进行适宜性分区评价。

植物类:主要指与城市生态系统相关的城市及其周边植被属性,通过选取城市及其周边植被覆盖程

度,动植物生态多样性,动、植物分布情况等相关成果,进行适宜性分区评价。

土地利用类:主要通过选取代表土地特征量上的变化,来划分土地等级质量。通过对城市及其周边土地利用程度、土地生产力等相关成果,进行适宜性分区评价。

根据各个因子对自然生态环境和人居系统的影响程度,根据层次分析法将单因子分别赋予权重值,将单因子适宜度分为不适宜、基本适宜、较适宜、适

宜、非常适宜五级,赋值分别为 1~5(表 1)。

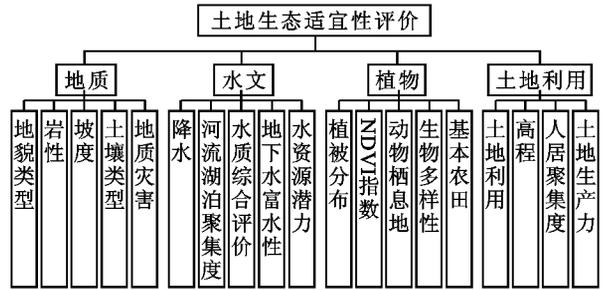


图 1 生态适宜性评价分级标准

表 1 生态适宜性分级标准及权重

一级指标	属性分级	评价值	二级指标	属性分级	评价值	权重
地质类因子	坡度较大,一般坡度大于 25%,城市基岩地质情况比较复杂,处于地质灾害诱发区	1	地貌类型	沙地、湖泊河漫滩	1	0.162592
				中山	2	
				低山	3	
				丘陵	4	
				平原、台地、阶地	5	
	有坡度,坡度一般为 15%~25%,城市基岩地质情况相对复杂,有轻微地质灾害发生	2	岩性	火山岩	1	0.131364
				碳酸岩	2	
	其他岩类	3				
	基岩	4				
	松散岩类	5				
坡度较缓,坡度一般小于 15%,城市基岩地质情况比较稳定,有轻微地质灾害发生	3	坡度	>25°	1	0.143196	
			15°~25°	2		
			10°~15°	3		
			5°~10°	4		
			<5°	5		
坡度缓,坡度一般小于 10%,城市基岩地质情况较好,没有地质灾害	4	土壤类型	盐碱土	1	0.179523	
			黏土	2		
			沙土	3		
			壤土	4		
			黑土	5		
坡度很缓,一般小于 5%,城市基岩地质情况好,没有地质灾害	5	地质灾害	诱发区	1	0.410522	
			轻微	3		
			无	5		
降水少,水资源标胶贫乏,属于水资源匮乏的地区	1	降水	<400 mm	1	0.16771	
			400~500 mm	2		
			500~600 mm	3		
			600~700 mm	4		
			>700 mm	5		
降水相对较少,水资源相对贫乏,属于水资源比较缺乏的地区	2	河流湖泊聚集度		0.194199		
降水相对丰富,水资源相对丰富,属于水资源径流区域	3	水质综合评价	V	1	0.164915	
			IV	2		
			III	3		
			II	4		
			I	5		
降水比较丰富,水资源比较丰富,属于水资源涵养区	4	地下水富水性	弱富水性	1	0.201925	
			中等富水性	3		
			强富水性	4		
			极强富水性	5		
降水丰富,当地水资源丰富,属于水资源补给区	5	水资源潜力	超采区	1	0.27125	
			平衡区	3		
			潜力区	5		

续表 1:

一级指标	属性分级	评价值	二级指标	属性分级	评价值	权重
植物类因子	位于基本农田区域,城镇地区,或植被覆盖少的地区	1	植被分布	根据植被分布、植被覆盖类型、森林分布、草地分布、自然保护区分布计算		0.238997
	植被覆盖率较低的地区,生物多样性一般的地区	2	NDVI 指数	<0.135	1	0.196616
				0.135~0.32	2	
				0.32~0.4	3	
				0.4~0.53	4	
				>0.53	5	
	植被覆盖率一般的地区,生物多样性中等的地区	3	动物栖息地	城镇	1	0.151193
				农田	2	
				沙丘灌木	3	
				草甸草原	4	
阔叶杂木				5		
动植物保护区边缘,植被覆盖率较高的地区,生物多样性比较重要的地区	4	生物多样性	一般地区	1	0.193008	
			中等地区	3		
			重要地区	4		
动植物保护区范围内,植被覆盖率高的地区,生物多样性重要的地区	5	基本农田	有 无	1 5	0.192872	
土地利用类因子	土地生产力很低,人类聚集度很低,不适宜人类利用	1	土地利用	建设用地	1	0.398668
				沙地、荒盐碱地、裸土地	2	
				农业用地	3	
				草地	4	
				林地	5	
	土地生产力较低,人类聚集度较低,不适宜人类利用	2	高程	>500 m	1	0.26832
				400~500 m	2	
				300~400 m	3	
				200~300 m	4	
				<200 m	5	
土地生产力一般,人类聚集度一般,较适宜人类利用	3	人居聚集度			0.19488	
土地生产力较高,人类聚集度较高,比较适宜人类利用	4	土地生产力	<0.14	1	0.138131	
			0.14~0.27	2		
			0.27~0.41	3		
			0.41~0.55	4		
			>0.55	5		
土地生产力高,人类聚集度高,适宜人类利用	5					

按照各个因子的评分值,建立单因子图层集。再利用 ArcGIS 9.3 的空间分析模块,通过对各因子图层的加权叠加运算进行生态适宜性综合评价。

3 结果与分析

3.1 土地生态适宜性评价等级划分

首先,根据表 1 中的 4 个类因子加权叠加得出土地生态适宜性评价值 W 变化范围为 1.44~4.39,取 1.44, 2.88,3.24,3.54,4.39 为综合适宜度分级标准。划分为适宜建设区、缓冲区,保育区和保护区 4 个等级。

其中,1.44< W_i ≤2.88 为保护区:坡度一般大于 20%,有优良的自然植被景观,生物多样性较好,从生

态学及物种保护的角度适宜用作自然生态保护区。2.88< W_i ≤3.24 为保育区:坡度一般小于 20%,土壤质地良好,生态植被较完整,为水资源与生态环境涵养区。3.24< W_i ≤3.54 为缓冲区:区域坡度一般小于 10%,生物多样性比较单一,属于中产田区,从生态学及土地生态环境角度来看,适宜发展农业、林业等。为人类生态系统与自然生态系统的过渡地带。3.54< W_i ≤4.39 为适宜建设区:坡度一般小于 5%,地质条件较好,主要为人类生态系统,无自然植被区域,景观差,适宜用作建设用地。

3.2 土地生态适宜性评价

根据上述土地生态适宜性评价划分方法,通过

Arcgis 空间分析模块,对各单因子进行空间叠加计算,得出长春市土地生态适宜性评价图(附图 14)。

由附图 14 可知:保护区主要分布在长春东南、东北部莲花山脉形成的低山丘陵地区,植被覆盖率高,生物多样性较好,水资源丰富,为地质灾害易发区。主要包括基本农田保护区、水源保护区、自然保护区的核心区、生态脆弱区等,为禁止建设区。

保育区主要分布在饮马河和第二松花江沿岸河漫滩和河谷地带,植被覆盖率较高,生物多样性较好,水资源比较丰富。主要包括风景名胜区、水源涵养区、自然保护区的控制区、一般农田用地区、重要生态廊道等,为限制建设区。

缓冲区主要分布在自然生态系统和城市交接带,平原地区,植被主要为经济作物或林草地,坡度较缓,地势较低,人类聚集度较高。为自然生态系统与人工生态系统的过渡地带。主要包括风景名胜区、公园等人与自然交互地带。

适宜建设区主要分布在中西部广大平原地区,城市、城镇之间。植被覆盖率低,生物多样性差,该地区坡度较缓,地质条件比较稳定,人类聚集程度很高,为适宜城市发展的建设用地。

利用层次分析法计算出各项指标的权重值,并将各个指标的权重值带入到不同土地类型中,并计算依据长春市土地生态适宜性评价图,可得长春市范围内各土地生态适宜性分区面积及所占的百分比。长春市土地生态适宜性分区划分为保护区、保育区、缓冲区和适宜建设区。保护区面积为 4 263.6 km²,保育区为 2 767.7 km²,缓冲区 3 391.5 km²,适宜建设区 5 438.1 km²。其中保护区与保育区为应受到保护的区域,面积总计 7 031.3 km²,占研究区总面积的 43.33%,这些地区生态较脆弱,应受到政府和广大人民群众的重点保护,应将自然保护区等地重点放到此地区发展,或者开发其旅游业等,避免生态环境遭到破坏。研究区适宜人类活动的面积为 5 438.1 km²,约占总面积的 34.29%。说明该地区土地生态环境较好,比较适宜人类开发利用,在进行城市建设时,重点将城市发展的重点方向放在适宜建设区,并应根据适宜建设区的分布进行城市合理布局。

4 结论

土地生态适宜性评价目的在于协调城市发展与环境保护之间的矛盾^[13-14]。为解决这一矛盾,本文提出基于生态规划的土地生态适宜性评价方法,旨在为城市科学规划、构建合理的产业结构布局提供新的途径,促进城市生态系统健康可持续发展。评价结果表明,研究区土地生态适宜性评价可以较好地定量评价出城市发展方向和环境保护的重点地区,为城市科学

规划提供借鉴与依据。

本文结合 GIS 技术与层次分析法,对长春市土地生态适宜性进行了评价。将长春市划分为保护区、保育区、缓冲区和适宜建设区。据此,在长春市山区丘陵地区应尽量保存其自然特征,大力发展林业、旅游业,作为生态涵养区,尽量作为禁建区或限建区保护其生态系统。在广大平原区,在适宜建设区合理建立人居系统,严格控制建设用地,保护耕地,减少低效益的耕地占用,将生态廊道、斑块与人居系统连续贯通。

本次长春市土地生态适宜性评价表面,生态适宜性评价是从保护城市生态环境的角度出发所进行的城市规划评价,针对的是城市及周边土地利用,通过区域生态适宜性评价能够及时反映城市现状用地情况,将现状土地结构划分为保护区、保育区、缓冲区和适宜建设区,对城市规划有一定的助益,也是城市规划方法向生态方向发展的有益补充和尝试。

参考文献:

- [1] 刘士林. 中国都市化进程报告(2014)[M]. 北京:北京大学出版社,2014.
- [2] McHarg I L. An Ecological Method for Landscape Architecture [M]. New York: Doubleday, 1967.
- [3] McHarg I L. Design with Nature, Garden City [M]. New York: Doubleday, 1969.
- [4] 李玉珍,张永福,安放舟. 基于 GIS 的新和县土地利用生态风险分析[J]. 水土保持研究, 2015, 22(1): 172-175.
- [5] 梁涛,蔡春霞,刘民,等. 城市土地的生态适宜性评价方法:以江西萍乡市为例[J]. 地理研究, 2007, 26(4): 782-789.
- [6] 杨少俊,刘孝富,舒俭民. 城市土地生态适宜性评价理论与方法[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1): 380-385.
- [7] 陈燕飞,杜鹏飞,郑筱津,等. 基于 GIS 的南宁市建设用地生态适宜性评价[J]. 清华大学学报:自然科学版, 2006, 46(6): 801-804.
- [8] 张爱平,钟林生,徐勇,等. 基于适宜性分析的黄河首曲地区生态旅游功能区划研究[J]. 生态学报, 2015, 35(20): 1-13.
- [9] 张胜武,申成磊,石培基,等. 兰州新区建设用地生态适宜性评价[J]. 中国沙漠, 2014, 34(5): 1434-1440.
- [10] 江中砂. 土地生态适宜性分析与评价的实践应用研究[D]. 北京:北京林业大学, 2006.
- [11] 高蓓,卫海燕,郭彦龙. 基于层次分析法和 GIS 的秦岭地区麝芋潜在分布研究[J]. 生态学报, 2015, 35(21): 1-10.
- [12] 韩蕾,孔祥斌,郭洪峰,等. 西南山区生态敏感区土地生态安全评价:以秀山县为例[J]. 水土保持研究, 2015, 22(1): 229-240.
- [13] 杨少俊,刘孝富,舒俭民. 城市土地生态适宜性评价理论与方法[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1): 380-385.
- [14] 饶戎. 城市生态规划应用于生态修复设计的研究:以北京南海子郊野公园为例[J]. 城市生态规划, 2011: 35(S1): 16-20.