

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0972.2009.03.024

基于 RS 与生态绿当量的土地利用结构优化研究

牛继强^{1,2a,2b*}, 徐 丰¹

(1. 信阳师范学院 城市与环境科学学院, 河南 信阳 464000;

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

摘 要:土地利用结构优化不仅是数量的优化,更是空间优化,同时也是不同尺度的优化.本研究使用遥感技术(RS)获取土地利用的空间要素,提出了基于遥感和生态绿当量的优化卷积算法和优化模型,对区域内部非行政界线的多尺度数据进行土地利用结构优化.实例研究表明:该方法可实际应用于土地利用规划中,利用具有生态绿当量的的地类和 RS 来进行生态优化控制,实现任意区域与尺度的土地利用结构优化,提高土地利用总体规划的合理性和准确性.

关键词: RS; 生态绿当量; 土地利用; 结构优化

中图分类号: P271 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-0972(2009)03-0410-04

Study on Optimization of Land Use Structure Based on RS and Ecological Green Equivalent

NIU Ji-qiang^{1,2a,2b*}, XU Feng¹

(1. School of Urban and Environmental Science, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China;

2 a School of Resource and Environmental Science;

b Key Laboratory of Geographic Information, Ministry of Education, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: The optimization of land use structure is not only considered as the quantitative optimization, but also the optimization of spatial allocation and different scales. The spatial elements of land use were obtained by using the remote sensing technology. The optimization model and optimization convolution algorithm were proposed based on remote sensing and ecological green equivalent. Using these model and algorithm, the data of land use structure from multi-scales of every region which do not rely on the administrative boundaries were optimized. The result indicated that the method can be applied to optimize the land use structure. Based on the RS and the ecological green equivalent, the multi-scales land use structure optimization can be realized by dynamic control. The reasonability and accuracy can be improved in land use planning.

Key words: RS; ecological green equivalent; optimization; land use structure

0 引言

土地利用的总目标是取得不断增长的综合效益,即由社会、经济、生态三效益构成的不可分割的,并相互影响的效益系统^[1].土地利用结构优化的土地利用规划结构方案的制定就是要根据国民经济和社会发展及环境保护的需要,实现土地资源的优化配置,以保证实现其综合效益.目前国内外学者对土地利用结构优化的方法开展了大量的研究工作,取得了丰富的研究成果^[2-10].土地利用结构优化

不仅是数量的优化,更是空间优化,同时也是不同尺度的优化.本研究使用遥感技术获取土地利用的空间要素,提出应用生态优化的原理和数学模型对区域内部非行政界线的多尺度数据来进行土地利用结构优化.

1 优化模型

1.1 绿当量的估计

绿当量为具有和森林基本相同的生态功能当量,其主体可以是其他绿色植被.简单地说,绿当量就是衡量单位面

收稿日期: 2008-12-22; 修订日期: 2009-03-12; 通讯联系人, E-mail: chant@cereal@163.com

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2007AA12Z225); 信阳师范学院青年骨干教师资助计划和青年基金资助项目(20050101, 20060211)

作者简介: 牛继强(1977-),男,山东郯城人,讲师,博士生,主要从事地理计算、空间分析与时空数据挖掘等方面的研究工作.

积森林和其他绿色植被生态环境功能强弱的量化值。“绿量相当”的概念包括保证等量的光合作用和适合的布局,足以抵偿定量森林植被所能发挥的区域生态功能^[11],所以绿当量可以定义为其他绿色植被的绿量相对于等量森林面积的绿量的比率。

具有绿当量的用地包括:耕地、园地、林地、牧草地及部分未利用土地,水体难于量化,而城镇、村庄、工矿用地、基础设施等建设用地上和部分未利用土地的绿当量为零。土地利用的绿当量可有2种估计方法:遥感图像分类法和光谱测算法。本文拟采用较为实用的遥感图像分类法(RS)。不同的地物在遥感图像上表现出不同的波谱特征,因此可以根据一定的分类体系对遥感影像进行解译,其结果则可以表示为各种土地利用类型。不同的土地利用类型上的植被的生态功能是不同的,根据文献的研究成果,可以对应地给分类图像上的任一像素赋以绿当量的值。重点是对不同的土地利用类型的土地类型的生态绿当量的确定问题,本文采用文献[9]的测算方法。具体的值见表1。

表1 耕地和草地的平均生态绿当量

Tab 1 Average green equivalent of land use

类型	温带		暖温带		热带亚热带	
	一年一熟	一年两熟	两年三熟	一年两熟	一年三熟	
相对于全年满种的生长期系数	0.46	0.67	0.50	0.67	0.83	
水田平均绿当量(系数取0.77)	0.35	0.50	0.38	0.50	0.62	
旱地平均绿当量(系数取0.68)	0.29	0.42	0.32	0.42	0.52	
自然草地平均绿当量(系数取0.76)	0.35	0.51	0.38	0.51	0.63	
牧草地平均绿当量(系数取0.73)	0.34	0.49	0.37	0.49	0.61	

1.2 生态标准

这里的“其他具有绿当量的用地”主要指耕地与草地,所谓的“折合”即是计算有多少农田作物或草地与定量的森林生态功能相当。本文提出了森林与耕地、草地之间的基于“绿量相当”的面积换算关系,定量测算出耕地与草地的生态绿当量,作为土地利用结构优化的基础。

$$F_e = (f + f_e) / S, \quad (1)$$

其中: F_e 为基于生态绿当量的森林覆盖率; f 为森林覆盖的像素数; f_e 为其他具有绿当量的各像素与平均生态绿当量平均值的乘积的和, $f_e = \sum_i w_i$; S 为像素的个数。

对于任何一个区域,由公式(1)计算得到的值与其生态环境质量有着直接的关系,可以根据规则1进行判断土地利用结构是否需要达到优化。

规则1: if ($1 - f_e < 0.85$ or $0.85 > F_e > 0.7$ or $0.7 > F_e$)

0.5) 达到优化; else 需要优化,调整各类土地类型的面积。

表2 耕地的平均生态绿当量

Tab 2 Average green equivalent of land use

类	优	良	中	差
值	$1 - F_e < 0.85$	$0.85 > F_e > 0.7$	$0.7 > F_e > 0.5$	$0.5 > F_e$
措施	不需调整	不需调整	不需调整	仍需调整

2.3 优化卷积算法

土地利用结构的优化是多尺度的,其表现不仅是时间上的优化,而且也是空间上的优化;不仅有量上的优化,还有质上的优化。前者体现在各类用地面积及结构比例,后者体现在土地利用的多目标性。

基于RS与生态绿当量的土地利用结构优化方法的关键在于优化算子的设计。本文提出了适用于土地利用结构优化的卷积算法:从图像左上角开始开一与模板同样大小的活动窗口,图像窗口与模板像元的亮度值对应相乘再相加,假定模板大小为 $M \times N$,窗口为 $\phi(m, n)$,模板为 $t(m, n)$,则模板运算为:

$$r(i, j) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \phi(m, n) t(m, n), \quad (2)$$

其中: $r(i, j)$ 为计算后中心像元的值; $\phi(m, n)$ 为被模板覆盖的像元的生态绿当量; $t(m, n)$ 为模板值。

将计算结果放在窗口右上角的像元位置,则成为新像元的灰度值。然后活动窗口向右移动一个像元,再按式(2)与模板做同样的运算,这样依次进行,逐行扫描,直到全幅图像扫描一遍结束,则可以生成新的图像^[12]。其中模板最小可以覆盖到 $M \times N$ 个像元,最大可以覆盖整幅图像。

2.4 优化模型

既有的优化算法比较复杂,特别是对大范围的土地利用结构进行优化时,不仅速度很慢,对计算机系统的要求也比较高^[13]。因此有必要提出基于RS与生态绿当量的土地利用结构优化模型来提高运算速度和处理精度。根据遥感影像的土地利用分类结果,用表1的结果和规则2对各像素赋值,并使用本文提出的结构优化卷积算法和规则1对图像的每个像素进行检测,直至对全幅图像进行扫描完毕。

规则2: if ($P = \text{林地}$) $P_{mn} = 1$; else if ($P = \text{耕地}$) $P_{mn} = 0.5$; else if ($P = \text{草地}$) $P_{mn} = 0.51$; else if ($P = \text{建设用地 or 水体}$) $P_{mn} = 0$

其中: P 为土地利用的类型; P_{mn} 为第 $M \times N$ 个像元的生态绿当量的值。

根据检测结果可以判断出土地利用中存在的问题,然后使用规则3进行调整优化,达到结构优化,则完成此工作。如果使用规则3在多次优化的情况下,仍有部分区域不能达到要求,则如果这个区域面积小于1%,则也可以认为达到优化。

规则 3: if ($P_{mn} < 0.5$) $P_{(m \pm i)(n \pm j)}$ 调整为林地、草地或耕地; else 不能进一步优化。

其中: P_{mn} 为检测出的异常点; $P_{(m \pm i)(n \pm j)}$ 为 P_{mn} 周围的像元; i, j 分别是在行和列上距离中心像元的距离 (整数, 以像元数来表示)。

基于 RS 与生态绿当量的土地利用结构优化模型可以用图 1 来表示。

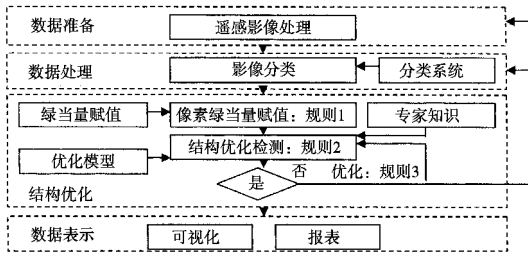


图 1 基于 RS 与生态绿当量的土地利用结构优化模型

Fig 1 Model of optimization for land use structure based on the RS and the ecological green equivalent

2 实例研究

2.1 研究区概况

黄陂区位于湖北省东部偏北,武汉中心城区的北部,地处 $114^{\circ} 9' \sim 114^{\circ} 37' E, 30^{\circ} 41' \sim 31^{\circ} 22' N$ 。本区属湿润的亚热带季风气候,年平均气温 $16.3^{\circ} C$, 年降雨量 $1100 \sim 1200$ mm。全区现辖 26 个乡镇,土地面积为 $2261 km^2$,总人口 110 万人。研究区位于黄陂区的中南部,境内地势北高南低,主要为滨湖平原区,属江汉平原长江北岸的东段,地势低洼,河港湖泊纵横密布,属黄陂经济较发达的地区(图 2)。研究区的用地类型主要包括:耕地、园地、林地、建设用地、水域和其他用地(包括田埂、空闲地和裸地等)。

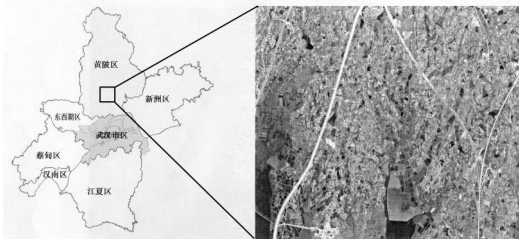


图 2 黄陂区区位与研究区图像

Fig 2 Location and the image study area

2.2 数据分析与处理

本文使用 SPOT5 所获取的遥感影像做土地利用结构优化,影像的分辨率较高,可以清晰的看到一些细微的地物(图 3),因此在进行分类的时候,更多的是注重具有不同绿量地物的类型的提取:裸土地、空闲地和覆盖度不够的地类不具有绿量,且较为零碎,并入到同样不具有绿量的建设用地中;建设用地中的建筑的生态绿当量为 0,本研究使用的遥感影像分辨率比较高,可以确切地将城镇与农村居

民点中的绿地(树木和草地)分离出来,这些绿地虽然处于建设用地中,但是仍具有绿量,因此这些绿地认定为林地或草地。基于以上两点,本研究使得每个图斑的面积较小,这虽然在遥感影像分类上是不可取的,但是却有利于用这个分类成果来进行土地利用结构优化。

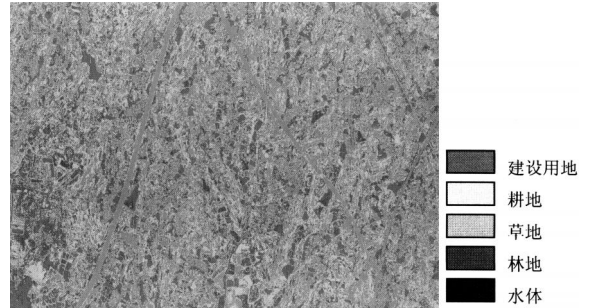


图 3 研究区的影像分类图

Fig 3 Classified image of study area

表 3 影像解译结果

Tab 3 Result of translation for the image

项目	水体	林地	耕地	草地	建设用地
面积 / km^2	1.098 97	2.711 71	3.669 62	1.084 76	2.886 145
像元数	455 601	1 124 197	1 521 319	449 710	1 196 513

根据遥感影像的分类结果和表 1 的数据,利用规则 2 对不同的土地类型的像素进行赋值(表 3)。

2.3 结构优化

使用 2.2 中提出的算法和规则 1 对赋值后的图像进行检测,结果见图 4(a)。从图中可以明显的看到许多地方存在问题:具有一定生态绿当量的像素数被统计出来,表示在表 4 中。可以看出土地利用结构较差,存在一定问题,因此有必要对原有的土地利用布局进行调整。对检测异常的像元,将临近像元进行搜索,判断哪些可以转换为林地、草地或耕地,对适宜转换的像元进行调整,利用规则 3 进行优化。

对调整后的图像用规则 1 进行检测,尽管仍有部分(仅 8 个像素)仍不能达到最优效果,但仍然可以认为这个方案是可行的。最终的结果可见图 4(a)和表 4。

表 4 不同土地利用结构下

具有一定生态绿当量的像元数

Tab 4 Number of pixels in different ecological green equivalent on different land use structure

	=1	>0.85	>0.7	>0.5	<0.5
图 3	1 403 928	2 137 948	736 968	324 304	144 192
图 4 (a)	2 978 884	1 612 063	113 904	37 737	4 752
图 4 (b)	3 949 968	773 020	19 092	5 252	8

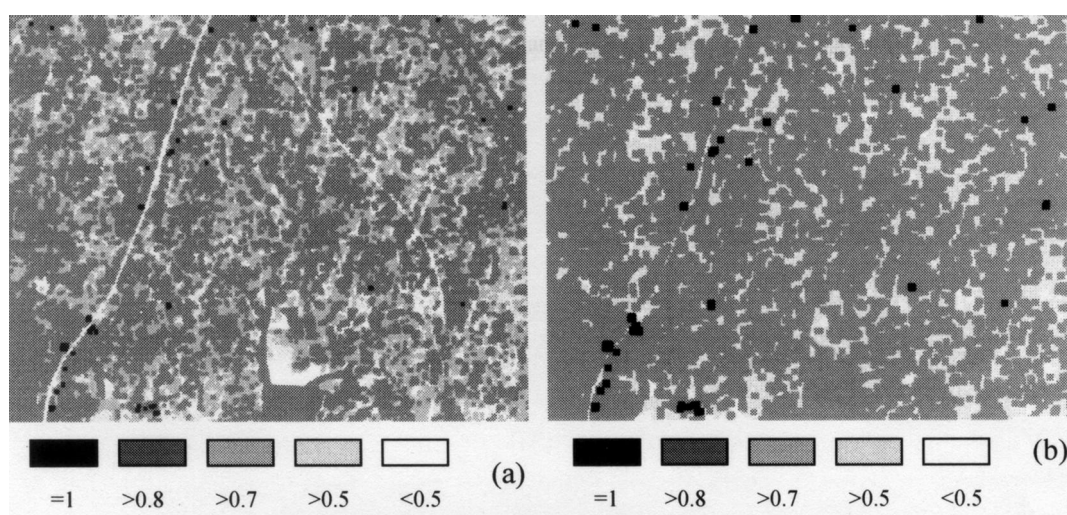


图4 土地利用结构优化检测图(使用 10×10 模板,图a对分类图像进行检测的结果,图b是通过对原有土地利用结构调整后的检测图)

Fig 4 Figure on optimization of land use structure (with template of 10×10 ; Fig a deals with classified image, and Fig b deals with after adjustment based on the classified image)

3 结论

本研究突破了原有模型只重视产出功能的局限,可以不依赖统计数据,打破行政界线的束缚,为生态安全动态检测与预警提供了一个快速有效的方法.但是土地利用结构优化是一个复杂的决策问题,还需要进一步研究:(1)土地利用结构调整的规则是通过搜索自动完成的,但是不排除

需要通过人机交互来完成,因此可以结合其他的优化算法提出调整模型以增强优化的自动性和智能性;(2)同一地类内绿量不是均质的,本模型还存在一定的局限性.有必要探索直接根据绿量的光谱特征来估算生态功能的方法和模型来解决这一问题.

参考文献:

- [1] 万年庆,吴国玺.基于新农村建设的河南省土地资源优化配置[J].信阳师范学院学报:自然科学版,2007,20(4):521-524.
- [2] David G R. A theoretical framework for land evaluation [J]. Geodema(S0016-7061), 1996, 72: 165-219.
- [3] Forman R T T, Godron M. Landscape ecology[M]. New York: John Wiley & Sons, 1986: 1-40.
- [4] Haber W. Using landscape ecology in planning and management[C]// Zonneveld I S, Forman R T T. Changing Landscapes: An ecological perspective. New York: Springer-Verlag, 1990. 217-231.
- [5] Forman R T T. Land mosaics: the ecology of landscape and regions[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995: 190-210.
- [6] 刘艳芳,李兴林,龚红波.基于遗传算法的土地利用结构优化研究[J].武汉大学学报:信息科学版,2005,30(4):288-292.
- [7] 王艳,宋振柏,吴佩林.基于GIS和ANN的城市土地适宜性评价[J].信阳师范学院学报:自然科学版,2008,21(1):83-85.
- [8] 耿红,王泽民.基于灰色线性规划的土地利用结构优化研究[J].武汉测绘科技大学学报,2000,25(2):167-171.
- [9] 刘艳芳,明冬萍,杨建宇.基于生态绿当量的土地利用结构优化[J].武汉大学学报:信息科学版,2002,27(5):493-497.
- [10] 刘耀林,汤青慧.基于理想点法在土地利用结构优化中的应用[J].国土资源科技管理,2003,19(6):64-68.
- [11] 毛文永.生态环境影响评价概论[M].北京:中国环境出版社,1998.
- [12] 梅安新,彭望球,秦其明,等.遥感导论[M].北京:高等教育出版社,2001:112-127.
- [13] Ventara S J. Conflict prediction and prevention in rural land-use planning: a GIS approach[C]//Progress in Rural Policy and Planning, 1992: 134-187.

责任编辑:张建合