

文章编号: 1007-4619 (2002) 03-0223-06

基于遥感与 GIS 技术的土地利用时空特征研究

王思远, 张增祥, 周全斌, 王长有

(中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 为了研究土地利用、土地覆盖的时空变化, 本文在遥感技术与 GIS 技术的支持下, 对土地利用的时间动态特征和空间动态特征进行了定量分析。具体表现为通过数学建模, 以湖北省为例, 对湖北省近五年来的土地利用类型、土地利用程度、耕地状况、森林植被覆盖、城市扩展、水域湖泊状况等时空特征进行了动态分析, 同时对湖北省土地利用变化的驱动机制进行了分析, 为定性定量研究我国的土地利用、土地覆盖的时空演变提供了一种思路与方法。

关键词: 遥感技术; GIS 技术; 土地利用变化; 时空特征

中图分类号: TP79/P208 **文献标识码:** A

1 引言

我国地域辽阔, 自然资源与社会经济发展的空间差异显著, 特别是随着近年来的经济发展, 土地资源的利用方式、区域土地利用结构、土地利用程度同样具有明显的区域特点。只有开展我国广大区域的土地利用的空间信息特征及其变化特征的空间差异性分析和对比研究, 才能充分了解土地利用的时空演变过程, 保证国家宏观战略决策的针对性、有效性, 从而可以从国土资源与环境的可持续利用性来保证区域经济发展的可持续性, 实现国民经济的高速、协调发展。本文在遥感技术与 GIS 技术支持下, 以湖北省近五年来的土地利用为例, 通过数学建模, 动态分析了土地利用的时空特征, 对研究土地利用、土地覆盖的时空演变规律进行了探讨。

2 试验区 and 所采用的数据集

试验区为整个湖北省, 位于长江中游, 洞庭湖之北, 其地理位置为东经 $108^{\circ}21' - 116^{\circ}07'$, 北纬 $29^{\circ}05' - 33^{\circ}20'$ 。中南部为江汉平原, 其余为鄂西山地、鄂北网地与鄂东低山丘陵。据 2000 年初的资料, 湖北省现辖 1 个自治州、13 个地级市、16 个县级市、65 个县、7 个自治县。全省面积为 $18.5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 约占

全国土地总面积的 1.87%, 人口为 6028 万 (据 2000 年第五次全国人口普查数据)。

所使用的数据集有湖北省 1996 年和 2000 年两期 1:10 万的土地利用数据和反映植被覆盖情况的 1996 和 2000 年夏季的两期植被指数数据。土地利用数据是通过 LANDSAT TM 图像进行目视判读得到的, 在判读过程中, 充分利用了如地形地貌图等辅助数据, 并进行了实地勘察。根据全国《土地利用现状调查技术规程》和土地的用途、经营特点、利用方式和覆盖特征等因素作为土地利用的分类依据, 区分差异性, 归纳共同性, 从高级到低级逐级划分, 将土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地和未利用土地共 6 个一级类型和 24 个二级类型。

植被的覆盖情况可以由归一化植被指数 (NDVI) 来反映。NDVI 是利用 NOAA 气象卫星的 AVHRR 图像的近红外波段与红光波段之差除以二者之和。NDVI 最大值的生成基于每个季节中最低云量时相的图像数据, 所采用的 NOAA/AVHRR 数据时段为 1996 夏季和 2000 年夏季的最小云量中国影像数据集。原影像数据集已经过一系列的制图处理过程, 包括太阳高度角校正、几何精纠正后的地图投影、基于反射率物理量转换基准上的影像增强处理、影像拉伸、数字镶嵌等, 为提高目视效果而进行了灰度拉伸。根据较长序列 NDVI 值的分析判断,

收稿日期: 2001-04-26; 修订日期: 2001-07-24

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目 (KZCX1-Y-02)。

作者简介: 王思远 (1972—), 男, 博士生, 主要从事 GIS、模式识别、环境遥感等方面研究工作。E-mail: siyuan_w@emmail.com

绝大部分的 *NDVI* 值位于 0.6 以下,高于此限的 *NDVI* 值代表高度旺盛的植被发育,且范围和持续时间十分有限,而低于 0.1 以下的 *NDVI* 值已没有太大意义。拉伸前 *NDVI* 的范围为 -0.1—1.0,拉伸后灰度

范围为 0—255,每 0.1 级差的 *NDVI* 值对应图像亮度(灰度)差为 23.2727,因此,根据植被覆盖的情况确定如下八级划分方式,根据表 1 将植被指数划分为 8 级。

表 1 植被指数分级表
Table 1 The grades table of *NDVI*

植被指数	0—23	23—46	46—70	70—93	93—116	116—139	139—163	163—255
分级	1	2	3	4	5	6	8	10

以上两种数据均被统一到统一的坐标系和投影下。所采用的投影为等面积割圆锥投影,并采用全国统一的中央经线和双标准纬线,中央经线为东经 105°,双标准纬线分别为北纬 25°和北纬 47°,椭球体为 KRASOVSKY 椭球体。所有数据都被统一成 100m × 100m 栅格大小的 GRID 数据。

3 土地利用演变时空建模

由于土地利用土地覆盖的变化涉及因素繁多,过程错综复杂,因而以减少和抽象化为特征的各种模型对于理解和预测土地利用土地覆盖格局具有不可替代的作用。20 世纪 90 年代以来,土地利用/土地覆盖变化模型的发展有三种重要的趋势:一是时间动态模拟和空间格局分析与地理信息系统的结合。随着空间信息及其分析技术的改进,系统过程模拟与空间格局分析的结合成为必然,而地理信息系统在这一结合中发挥着关键作用;第二个重要趋势便是遥感信息的广泛使用。遥感信息的特点在于其相对客观性和高时间分辨率,对于分析和辨别土地利用土地覆盖发挥着不可替代的作用;第三个趋势是自然要素和社会、经济、人文要素的综合。由于人类活动是近代和现代土地利用土地覆盖变化的主要推动力,因此,要模拟土地利用土地覆盖变化的动力和原因,就必须将社会经济要素和人文要素纳入到模型中。一般来说,土地利用土地覆盖变化模型是用于研究不同土地类型发生变化的动因、过程及其对环境、生物和人类生产和生活的影响,由四部分组成:土地利用土地覆盖类型(Land use/Land cover types);各种类型变化的动因(Driving forces for all kinds of land types);变化的过程和机制(processes);变化造成的影响(impacts and consequences)。当然,不同的模型研究的侧重点一般不同。本文主要以土地利用/土地覆盖类型的时空变化为研究重点,建立

各种模型,来分析土地利用、土地覆盖的时空演变。

3.1 土地利用动态度模型

土地利用变化速率的区域差异可以用土地利用动态度模型来表述,即

$$S = \left\{ \sum_j^n (dS_{i-j}/S_i) \right\} \times 100 \times (1/t) \times 100\%$$

式中: S_i 为监测开始时间第 i 类土地利用类型总面积; dS_{i-j} 为由监测开始到监测结束时段内第 i 类土地利用类型转化为其它类土地利用类型面积总和; t 为时间段; S 为与 t 时段对应的研究样区土地利用变化速率,为研究方便,将其扩大 100 倍。

3.2 土地利用程度变化模型

一个地区的土地利用程度变化是多种土地利用类型变化的综合结果,土地利用程度及其变化可定量地表达该地区土地利用的综合水平和变化趋势。土地利用程度变化值可表达为:

$$\Delta I_{b-a} = I_b - I_a = \left| \left(\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ib} \right) - \left(\sum_{i=1}^n A_i \times C_{ia} \right) \right| \times 100$$

式中: I_a, I_b 分别为 b 时间和 a 时间的分析区域的土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级土地利用程度分级数(分级标准见 4.2); C_{ib}, C_{ia} 分别为 a 时间和时间 b 第 i 等级的土地利用程度所占区域面积的百分比。如 ΔI_{b-a} 为正值,则该区域土地利用处于发展期;否则处于衰退期。

3.3 土地分类指数变化模型

为了考察各个区域的土地利用类型的变化情况,可以定义各类土地利用指数,如垦殖指数,植被指数,水域指数、林地指数、城市化指数,通过每类指数的变化可以定量表达该地区某一类型土地利用的

利用水平和变化趋势,如垦殖指数可以表示该区域耕地的变化情况,植被指数可以反映该区域植被的覆盖情况等。土地各个分类指数定义为:

$$I = \sum (a_i/A) \times 100 \quad (\sum a_i \leq A)$$

式中: I 为分析区域的土地利用分类指数; a_i 为分析区域内 i 类型土地利用所占的土地面积大小; A 为分析区域土地总面积。

根据土地利用、土地覆盖各个分类指数定义,可以定义土地分类指数变化模型为:

$$\Delta I_{b-a} = I_b - I_a = \left| \frac{\sum a_{ib} - \sum a_{ia}}{A} \right| \times 100,$$

$$dI_{b-a} = \Delta I_{b-a} \times (1/t) \times 100\%$$

式中: I_a, I_b 分别为 b 时间和 a 时间的一定区域的土地利用分类指数; ΔI_{b-a} 为在时间段 a 与 b 之间的土地分类指数变化量; dI_{b-a} 为与 t 时间段对应的土地分类指数变化率; t 为时间段 $b - a$ 。

4 土地利用时空特征分析

本文在建立上述时空演变模型的基础上,对湖北省全省的土地利用土地覆盖时空特征进行分析。

4.1 土地利用/土地覆盖类型时空变化分析

在 ARC/INFO GRID 软件模块支持下,将两期土地利用数据进行空间叠加对比,可得湖北省 5 年来土地利用类型时空变化的空间分布图,如图 1(图版 I)所示。从中可以看出:土地类型发生变化比较大

的区域主要分布在湖北省的东南部和西部部分地区。图 2 为两期土地利用类型变化统计图,可以看出:1996 年与 2000 年土地利用相比:耕地、林地、草地面积减少,水域、建设用地与未利用地面积增加。其中建设用地面积增长最快,从 1996 年占地面积 2.6% 增加到 2000 年的 2.7%,增加量达 $1.2 \times 10^4 \text{hm}^2$;而林地、草地、耕地面积在减少,林地面积从总面积的 50.4% 减少到 50.3%,减少量为 $2.2 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。通过分析历史上几期的土地类型变化情况,可以得出土地利用类型的变化主要包括 4 种状况:

(1)由一种类型向另一种类型的转变。如由天然草地向耕地的变化和耕地向城镇用地的变化,其结果是在植被覆盖度、植被类型、人工植被率、垦殖指数和土地利用程度等方面的全面提高。

(2)一种类型首先转变为另一种类型,并又转变为第三种类型,在统计中只考虑其初始类型和最终变化类型结果。这是一种多重变化类型,体现了近年来土地利用类型的变化的频繁和快速的特点,以及综合开发建设活动的实施强度和集中性。

(3)一种类型首先变化为另一种类型,但最后又变回原地类。如天然草地或林地被开垦为耕地,但由于执行现在的退耕还林、退耕还草政策,而这些耕地最终又还原为林地或草地,实际上这是一种无效的转变过程,除了其年度对比上的短期效果外,并不具备长期意义。

(4)高级类型内部由一种次级类型向另一种次级类型的转变。

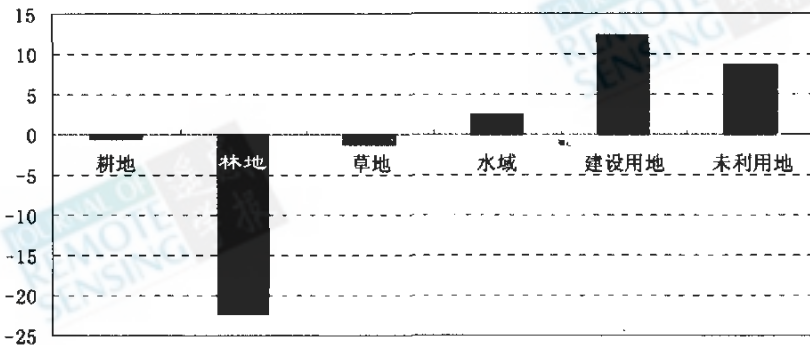


图 2 湖北省土地利用类型变化统计图 (单位: 10^3hm^2)

Fig.2 The statistical map of land use types change in Hubei province, unit: 10^3hm^2

4.2 土地利用动态度模型

利用土地利用动态度模型分析土地利用类型的动态变化,可以真实反映区域土地利用/土地覆盖中

土地利用类型变化的激烈程度。图 3(图版 I)为以县作为分析单元计算的湖北省土地利用动态度空间分布图。从图中可以看出:土地利用动态度较大的区域位于湖北省的西部和东部地区,其中在房县和

黄梅县等部分地区动态度最大,反映了这些地区土地利用类型变化比较剧烈。同时,按土地利用动态度的大小,可将湖北省土地利用的时间动态特征划分为 4 种类型:(1)土地利用急剧变化型;(2)土地利用快速变化型;(3)土地利用慢速变化型;(4)土地利用极缓慢变化型。如图所示:动态度为 61—65 的区域包括房县和黄梅县,由于两县农业人口的持续增加,需要更大量的耕地和建设用地,从而有大片土地从疏林地、草地开垦为耕地与居住用地,对于黄梅县同时也有部分水域转为未利用地,用地类型变化剧烈,属于土地利用急剧变化型;动态度为 41—60 的区域分布比较分散,包括神农架这样的原始林区,由于人类的不合理土地利用,对森林的大量砍伐,造成林地的

大量减少,为土地利用快速变化型。动态度为 21—40 的区域主要位于湖北省的中东部如江汉平原与西部部分地区,主要由于人口的增加,城市的扩展,造成植被、耕地的减少,建设用地增加,属于土地利用缓慢变化型。而动态度 0—20 的区域大多位于湖北省高海拔地区,由于地势较高,很多属于丘陵山地,土地资源开发利用条件差,人类对自然影响小,土地利用变化缓慢,为土地利用极缓慢变化区。

4.3 土地利用程度时空演变分析

在中国资源环境数据库中,刘纪远先生等人从生态学的角度出发,提出了土地利用程度分级标准,将土地分为 4 种土地利用级,如表 2 所示。

表 2 土地利用程度分级表
Table 2 The grades table of land use degree

分级类型	未利用土地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇聚落用地级
土地利用类型	未利用地或难利用地	林地、草地、水地	耕地、园地、人工草地	城镇、居民点、工矿用地、交通用地
分级指数	1	2	3	4

根据土地利用程度变化模型,可以真实反映区域的土地利用程度时空演变情况,图 4(图版 I)为湖北省土地利用程度时空变化空间分布图。从图中可以看出:土地利用程度提高的区域有房县、嘉鱼县、远安县、丹江口市、神农架林、恩施市、来凤县、英山县、安陆市、孝昌县、云梦县、武汉市郊、武昌县;土地利用程度降低的区域有:鹤峰县、仙桃市、鄂州市、汉川市、洪湖市、大冶市、武穴市等;其它区域土地利用程度基本变化很小。造成土地利用程度提高的主要原因是土地利用类型从未利用级向林草地的转化、林草地开垦为耕地以及城镇、工矿用地的增加等,而造成土地利用程度降低的主要原因是由于一些地方退耕还林、退耕还草,从而林地、草地面积增加,使土地利用级降低。

4.4 土地利用/土地覆盖分类指数时空变化

4.4.1 植被指数时空变化 由于植被指数与植物的叶面指数、生物量、叶绿素含量等都有很好的相关关系,植物的长势、覆盖度、季相动态变化等直接对应着植被指数的数量变化,因而该指标有遥感动态监测以及生物量估算上占有特殊的地位。但需要特别说明:归一化植被指数所反映的区域植被季相差别非常大,短期内会发生非常明显的变化,因此,为了能反映某一时段内地表植被的实际状况,至少应大量应用这一时段内的多期 NOAA 卫星数据进

行综合计算,以求尽可能反映实际植被状况。本期 NDVI 数据即选用夏季最小云量 NOAA 数据经计算 NDVI 取最大值而得的结果。经过两期 5 年 NDVI 图像的动态对比,可以考察 5 年间植被覆盖情况的总体变化状况。如图 5(图版 I)所示,为湖北省植被指数(夏季)五年变化空间分布图,图中绿色为植被覆盖增加区,红色为植被覆盖减少区,总体上植被的覆盖量以减少为主。在中西部和东南部地区,植被覆盖以减少为主,而在湖北省的西南部如利川市、宜恩县、咸丰县等,植被覆盖率有显著增加。

4.4.2 垦殖指数、草地指数、林地指数、城市扩展指数、水域指数的时空变化

考察垦殖指数、草地指数、林地指数、水域指数和城市扩展指数的时空变化,可以定向了解各个地区土地利用/土地覆盖中的耕地、草地、林地、水域的变化以及城市的扩展状况。将两期土地利用图与县级行政边界图进行叠加计算,并比较分析各类指数的变化状况。图 4(图版 I)为湖北省典型区域的各类指数时空变化情况,从图中可以很清楚了解各个典型区域的土地利用/土地覆盖类型的变化及其剧烈程度。如在房县,草地指数的变化值为 1,林地指数的变化值为 -4,垦殖指数的变化值为 4,从而可知房县境内,草地覆盖 5 年来是增加的,林地有一些减少,而耕地总量却在增加;在武汉市郊,垦殖指数的变化值为 -1,城镇指数

的变化为1,可知在武汉市郊,耕地在进一步减少,而城市市郊在继续向外扩展。

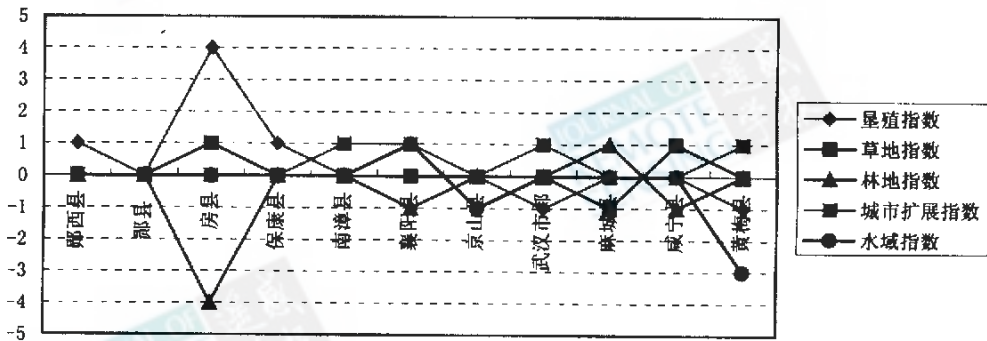


图6 湖北省典型区分类指数动态变化

Fig.6 The dynamic change of classification - index in representative area of Hubei province

5 土地利用变化机制及驱动因子分析

前面对湖北省土地利用的时空特征进行了研究,从本质上,土地利用的变化基本源于三个方面的原因:(1)社会因素:随着社会经济发展的不同时期,人们观念或政府政策的转变导致人们对土地产出(或服务)的种类和数量的需求发生变化,导致土地利用发生变化,可认为是主动性变化;(2)自然因素:由于自然因素导致土地的属性发生变化,迫使人们改变土地的利用方式,可认为是被动性变化,但一般这种变化相对与社会因素来说比较缓慢;(3)科技进步,使得人们从科学的角度合理规划使用土地,导致土地利用的变化,可称之为技术性变化。因此,探讨土地利用变化的驱动因子,在时间尺度比较小的情况下,人类活动是最重要的一类驱动因素。

人类驱动因素主要考虑人口增长状况、保障人们生活的粮食和收入状况等经济因素以及政府的宏观政策因素等。人口数量和农业人口比重是反映人口压力构成的重要因素。湖北省人口从1995年的5772万人增加到2000年的6028万人,增加幅度远远高于全国平均水平。考虑到人口的年龄结构,以后湖北省人口还将继续增加,同时按全国平均水平农业人口约为全国总人口的72%计算,农业人口也将持续增长,对耕地的需求将继续增大。经济因素也是主要驱动因素,据1999年统计年鉴,我国的城镇新建住宅面积从1995年的 $3.75 \times 10^8 \text{m}^2$ 增加到1998年的 $4.77 \times 10^8 \text{m}^2$,农村新建房屋面积从 $6.99 \times 10^8 \text{m}^2$ 增加到 $7.99 \times 10^8 \text{m}^2$;城市人均居住面积也从95年的 8.1m^2 增加到1998年的 9.3m^2 ,农村人均居住面积从 21.0m^2 增加到 23.7m^2 。因此,随着人们生

活水平的提高,需要越来越多的土地满足人们的需要。首先,由于人均居住面积的扩大,人口的增加,需要扩大建设用地,而在人口密集的城镇、乡村周围大部分土地为耕地,因而需要占用大量耕地,使耕地转变为建设用地;由于耕地的减少,人们迫于粮食的压力,又需要伐林开荒,扩大耕地面积,生产出更多的粮食满足日益增长的人口要求,从而占用了大量的林地、草地,使植被覆盖进一步减少。同时也要看到,由于科技的进步,人们耕作效率的提高,以及大量化肥和农业机械的使用,使得单位面积耕地的粮食产量得以提高,可以减少耕地的压力,使得耕地有一定量的减少。但总体上,湖北省的农业仍然以松散经营为主,集约化程度较低。在国家退耕还林、退耕还草政策指引下,也有部分地区由于耕地质量降低,从而退耕还林、退耕还草,使得耕地减少,人工林地、人工草地面积得以局部增大。

6 结论

通过建立数学模型,以湖北省土地利用/土地覆盖为例,对土地利用的时间动态特征和空间动态特征进行了定量分析,具体表现为土地利用/土地覆盖中的土地利用类型、土地利用程度、耕地状况、森林植被覆盖、城市扩展、水域湖泊状况等时空特征进行了动态分析。研究表明:十年期间,湖北省西北地区,特别是房县地区,土地利用类型变化比较明显,属于土地利用急剧变化型,而在湖北中部地区,土地变化比较平缓,属于土地利用的慢速变化型。实践证明,采用遥感与地理信息系统技术研究我国土地利用/土地覆盖的时空演变,能快速准确而且客观的把握我国的土地利用/土地覆盖现状及其演化的现代过程,而本文提到的研究方法,为定性研究我国的土地利用土

地覆盖的时空演变提供了一种思路与方法。

参 考 文 献 (References)

- [1] Shi Peijun, The Method and Practice of Land use/Land Cover Change [M], China, Beijing: Science Press, 2000, 99—110. [史培军等著. 土地利用/土地覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000, 99—110.]
- [2] Liu Jiuyan, The Macro Investigation and Dynamic Research of The Resource and Environment [M]. China, Beijing: Science and Technology Press, 1996, 296—324. [刘纪远主编. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996, 296—324.]
- [3] Shi W Z, M Ehlers, Determining Uncertainties and Their Propagation in Dynamic Change Detection Based on Classified Remote Sensed Images [J]. *Int. J. Remot Sensing*, 1996, 17(14): 1100—1117.
- [4] Loveland T. R. Merchant J. W. Ohlen D. O. and Brown J. F., Development of a Land Cover Characteristics Database for The Conterminous U. S [J]. *RE&RS* 1991, 57: 1453—1463.
- [5] Liu Jiuyan, Buheaozier, Study on Spatial - Temporal Feature of Modern Land Use Change in China; Using Remote Sensing Techniques [J]. *Quaternary Sciences*, 2000, 20(3): 229—239. [刘纪远, 布和敖斯尔, 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究——基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229—239.]
- [6] Buheaozier, Liu Jiuyan *et al.* Study on Land Cover Change in China Based on Seasonal and Longitudinal Characteristics Using Remote Sensed Data [C]. Asahikaw: ICG-LLCC Press, 1997, 20—24
- [7] Zhang Zengxiang, The Study of RS Monitoring and Synthetical Evaluate of Resource and Environment In Middle Area of Tibet [M], China, Beijing: YuHuang press, 1998, 96—103. [张增祥等著. 资源环境遥感监测与综合评价研究[M]. 北京: 宇航出版社, 1998, 96—103.]

Study on Spatial-Temporal Features of Land Use/Land Cover Change Based on Technologies of RS and GIS

Wang Si-yuan, Zhang Zeng-xiang, Zhou Quan-bin, Wang Chang-you

(Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The research of land use and land cover change is a core and focus point for studying on the global changes. Also the research of spatial-temporal features of land use/land cover change is significantly important for better understanding land use/land cover change and environmental management for sustainable development. In order to study the spatial-temporal changes of land use/land cover, the technologies of Remote Sensing and Geographical Information System were used to analyze the spatial dynamical features and temporal dynamical features of land use. Take land use in Hubei province for example, the mathematical methodology for study on land use change was explored and developed. This research focused on the dynamical analysis of spatial-temporal features of land use/land cover change of Hubei province in five years. Firstly, the author made land use dynamic degree map and land use degree change map through defining the land use dynamic degree index and land use degree index. The equation form of land use dynamic degree index is:

$$S = \left\{ \sum_{i=1}^n (dS_{i-j}/S_i) \right\} \times 100 \times (1/t) \times 100\%$$

where S is the dynamic degree of land use ($\times 100$); S_i is the total area of the i th land use type before monitoring; dS_{i-j} is the total area of land use type i turn to other one of land use type from the beginning of monitoring to end; t is the monitoring period;

The equation form of land use degree change index is:

$$\Delta I_{b-a} = I_b - I_a = \left\{ \sum_{i=1}^n A_i \times C_{ib} \right\} - \left\{ \sum_{i=1}^n A_i \times C_{ia} \right\} \times 100$$

where I_a, I_b is the synthetical index of land use degree in time a and time b ; A_i is the grade index of land use degree; C_{ia}, C_{ib} is the percentage of area for grade i land use degree in time a and b . If $\Delta I_{b-a} > 0$, the land use is continually developing in this region, or the land use is regressing. Secondly, the cultivated land change, forestland change, grassland change and $NDVI$ change were studied in this paper. Thirdly, the mechanism of land use change and its driving forces were discussed and the quantitative approach and track of study on land use/land cover change in China were given in this paper.

Key words: Remote sensing; GIS; land use change; spatial-temporal feature



图 1 5 年间湖北省土地利用类型变化区空间分布图

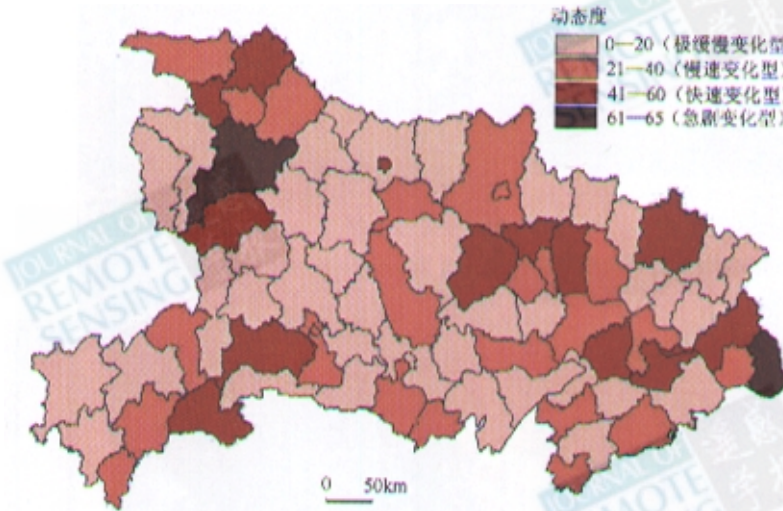


图 3 湖北省土地利用动态度空间分布 (1995—2000 年)

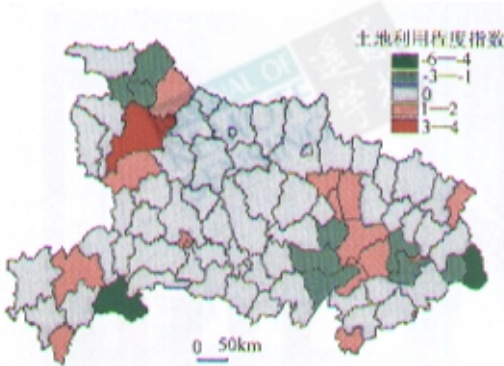


图 4 湖北省土地利用程度时空演变空间分布图



图 5 湖北省植被指数时空变化分布图