

基于遥感的北京山区植被覆盖景观格局动态分析

李晓琴, 孙丹峰, 张凤荣

(中国农业大学资源与环境学院土地资源与管理系, 北京 100094)

摘 要:根据 1994 年和 1999 年的两期 Landsat TM 数据, 在 FCD Mapping model 原理和方法的基础上, 得到北京北部山区昌平、怀柔、密云和平谷的植被覆盖率图, 并利用 FRAGSTATS 软件对所得的植被覆盖等级图从斑块大小、斑块数、斑块密度、斑块平均面积、分形维数和聚集度等角度进行了空间格局变化的剖析。结果表明: 1) 各研究区均显示无植被覆盖类型占据着景观中的优势地位。1994~1999 年期间, 研究区总的植被覆盖率除平谷降低外, 其它三个区均呈现增长趋势, 其中昌平增长最显著。说明平谷的植被覆盖状况逐渐变差, 而昌平、怀柔和密云的植被覆盖状况逐渐转为良好。然而各研究区的植被仍需进一步进行保护。2) 1994~1999 年期间, 景观整体的斑块密度都在减少, 其中平谷减少的最多, 说明景观整体的破碎化程度降低; 多样性指数和均匀度指数也呈现降低趋势, 其中密云减少最为显著, 表明景观越来越由少数植被覆盖等级类型所控制。3) 各研究区中景观整体的分维数相差不大, 各景观组分的分维数标准差均较低, 说明山区的斑块形状主要取决于自然地貌及自然环境条件。4) 1994~1999 年期间, 蔓延度指数均呈现增长的趋势, 聚集度指数的变化不显著, 但都接近于 1, 说明景观整体的聚集程度较高。

关键词:遥感; 植被覆盖率; 景观格局分析; 北京山区; 植被指数; 裸土指数; 阴影指数

中图分类号: TP79/753; Q149

文献标识码: A

1 引 言

北京山区是北京郊区的重要组成部分。它是环绕北京市的天然屏障, 环境质量的好坏直接影响到北京地区生态系统的稳定。植被, 包括森林、灌丛、草地以及农田和果园等, 既是生态环境的重要构成部分, 又是维持生态环境, 发挥有效生态效能的功能体, 是衡量自然生态环境状况和性质的主要指示物。在土壤侵蚀、水土流失的诸影响因素中, 植被是一个十分重要的因子^[1]。目前对植被的研究大体从两方面进行, 即植被类型和植被数量。对植被数量的研究主要是通过植被的覆盖率和植被叶面积指数来表示。植被覆盖率指植被冠层或叶面在地面的垂直投影面积占统计区总面积的比率。当统计区全为植被区所覆盖时, 则等同于植被盖度的概念^[1]。

测量植被覆盖率的方法可分为地表实测和遥感监测两类。由于全球/季节的植被分布是变化的, 导致植被覆盖率的时空分异特性, 因而利用遥感资料已成为估算植被覆盖率的主要手段^[2]。利用遥感资料进行植被覆盖率估算的方法, 主要有植被指数法和混合像元法。前种方法主要是利用归一化植被指数建立与覆被率的关系来进行, 但当覆被率 < 50% 时, 所得结果很不可靠^[3]。后种方法以 Gutman 提出的混合像元模型为代表, 文中利用 NOAA 数据以等密度模型研究全球植被覆盖度^[4]。陈云浩等人在此基础上, 分析了植被变密度条件下的覆盖度计算模型, 并发展了一套基于亚像元分解的植被覆盖度计算方法^[2], 但该方法需要先对研究区土地利用/覆盖类型进行分类。ITTO (International Tropical Timber Organization) 在众多学者研究的基础上发展了新的制图方法, 即 Forest Canopy Density

收稿日期 (Received date): 2002-12-01; 改回日期 (Accepted): 2003-03-11。

基金项目 (Foundation item): 北京市科委“十五”重点项目 (NO.95542100) 和北京市自然科学基金 (NO.6031001, NO. 4022005, NO.6012006) 资助。[Subsidized by Beijing “the Tenth Five Year Plan” key project research (NO.95542100), Beijing natural science foundation (NO.6031001, NO.6012006, NO.4022005)]

作者简介 (Biography): 李晓琴 (1977-), 女 (汉族), 山西介休人, 中国农业大学土地资源与管理专业硕士, 研究方向为 3S 技术与景观生态学。[LI Xiao-qin (1977-), female (the Han people), from Jiexiu of Shanxi, the master of land resource and management department of China Agricultural University, major in 3S and landscape ecology, Email: lxq-cau@sohu.com]

Mapping Model 或简称为 FCD Model。实践证明,基于 TM 遥感影像的 FCD 模型所做的植被覆盖率图,和使用野外调查数据的结果相比,有着大约 90% 的精确度^[3,5]。

本文在 FCD 模型的基础上,以北京西北部山区昌平和东北部山区怀柔、密云和平谷为例(如图 1),进行了山区植被覆盖率制图及其动态分析,从而为揭示北京山区的空间变化规律,探讨变化的驱动因子,分析评价其生态环境提供决策信息。

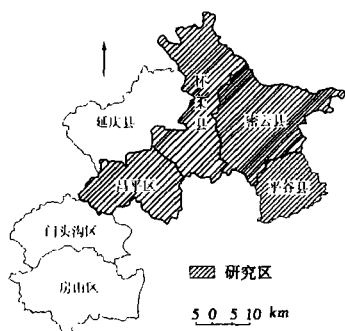


图 1 研究区域位置图

Fig.1 Map of location of study area

2 研究区域及研究方法

2.1 研究区概况

北京山区位于北京市的北面和西面,由两大山系所组成,北面为燕山(军都山和海坨山),西部为西山(太行山北段),面积约 10 400 km²,占整个北京市土地总面积的 62%。经纬坐标:39°12'~40°05'N, 115°25'~117°30'E。地理位置正处于我国暖温带半湿润地区向西北温带半干旱地区的过渡地带,也是我国第二级阶梯向第三级阶梯的转换地域^[6]。因而植被的季节变化主要受温度影响,植被的生长发育期主要为 5~10 月份,大部分植被在 7~9 月份达到年内的鼎盛期^[7]。在行政区划上北京山区主要包括房山区、门头沟区、昌平区、延庆县、怀柔县、密云县和平谷县。

2.2 研究方法

在 FCD 模型基础上,建立北京山区植被覆盖景观格局动态分析的具体技术路线(如图 2)。

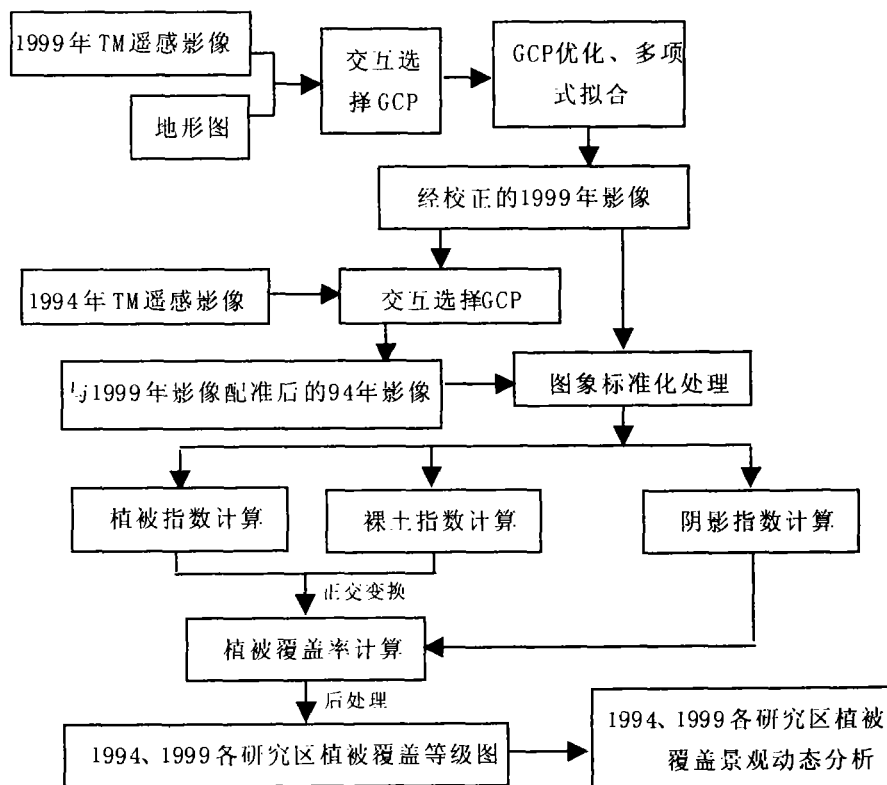


图 2 植被覆盖率计算及其格局分析流程

Fig.2 Flow chart of the vegetation fraction calculation and pattern analysis

2.2.1 数据来源及图像的预处理

北京山区分布在 2 景 TM 数据上(123/32, 123/33)。本文采用了完全覆盖昌平、怀柔、密云、平谷四个研究区的轨道号为 123/32 的两期 Landsat TM 资料(1994-08-28; 1999-10)为基本数据源, 以 1:10 万的地形图为准, 在对图象指北旋转后, 采用人机交互选择地面控制点, 利用二次多项式和最近邻内插法对 1999 年的遥感影像进行了几何精校正, 经重新选点检验, 误差在 0.8 个像元内。然后将校正后的 1999 年图像数据与 1994 年的图像数据进行配准, 其误差在 0.5 个像元内。然后利用北京山区的行政边界从经过校正的图像中提取出山区的子图像

接着对经过校正的两期影像进行标准化处理, 即进行云、云影及水体的去除。水体的去除原理是依据水体对近红外光的反射率很小, 而其他地物对近红外光的反射率比较高的特性。云的去除是利用云与地面数据相比有着高的幅照度。云影的掩膜则是通过对云面积的平行变换而来。

2.2.2 植被覆盖率与植被指数——裸土指数空间

植被指数是最为普遍用来反映绿色植物生长状况和分布的特征指数。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^[8]。由于植被光谱表现为植被、土壤亮度、环境影响、阴影、土壤颜色和湿度复杂混合反应, 而且受大气空间以及及时相变化的影响, 因此植被指数没有一个普遍接受的计算公式, 其研究经常表明不同的结果。20 多年来, 已研究发展了 40 多个植被指数^[9]。本文主要用了以下植被指数:

1. 归一化差异植被指数(Normalized Differential Vegetation Index, NDVI): 是目前应用最广的植被指数, 但在植被覆盖稠密的地区, NDVI 容易较早地饱和; 在植被覆盖稀疏的地区, NDVI 受土壤背景影响较大^[10]。其计算公式为

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

式中 NIR 指近红外波段; R 指红光波段。

2. 改进植被指数(Advanced Vegetation Index, AVI): 与 NDVI 相比, AVI 对植被的数量特征反应敏感^[3]。其计算公式为

$$AVI = 0 \quad (\text{当 } (NIR - R) < 0 \text{ 时}) \quad (2)$$

$$AVI = (NIR \times (256 - R) \times (NIR - R) + 1)^{1/3} \quad (\text{当 } 0 < (NIR - R) \text{ 时}) \quad (3)$$

同样, NIR 指近红外波段; R 指红光波段。

3. 高级的归一化植被指数(Advanced Normalized Vegetation Index, ANVI)是由 NDVI 指数和 AVI 指数通过主成分分析方法而得到的综合性指数^[3]。

4. 裸土指数(Bare soil Index, BI): 一个像素所对应的植被覆盖率, 除与植被指数关系密切外, 还与土壤光谱信息相关。因此为了使对植被状态的评价更可靠, 又定义了裸土指数^[3]。其计算公式为

$$BI = ((SWIR + R) - (B + NIR)) / ((SWIR + R) + (B + NIR)) \quad (4)$$

式中 SWIR 是指中红外波段; B 指蓝光波段; R, NIR 同上。

这样通过植被指数和裸土指数定义了一个二维空间, 在此空间假设植被覆盖率与植被指数和裸土指数关系密切, 植被覆盖率越大, 植被指数也越大, 裸土指数则越小; 反之, 裸土指数越大, 植被指数越小, 植被覆盖率也越小。在二者构成的二维空间中, 像素的空间分布散点图越接近线性椭圆形, 该植被指数与裸土指数之间的负相关性越大, 则选用该植被指数。

如何将植被覆盖率大小与这两指数构成的二维空间进行对应变换, FCD 模型通过在此二维空间中选取确立植被覆盖率最大(100%)和完全裸露的土壤(植被覆盖率为 0%)的区域, 通过计算这些区域植被指数和裸土指数的相关矩阵, 继而求出正交变换矩阵, 对此二维空间进行正交旋转变换, 产生植被覆盖率轴, 即 VD(Vegetation Density)轴。该轴的数值为无量纲的百分数。

2.2.3 阴影指数对植被覆盖率的校正

在山区, 对林地这一覆被类型而言, 阴影对植被光谱的贡献不可忽视, 因此通过定义阴影指数对上述计算的植被覆盖率进行校正^[3]。阴影指数(Shadow Index, SI)是通过提取可见光波段的低辐射率信息而形成的。其计算公式为

$$SI = ((256 - B) \times (256 - G) \times (256 - R)) \quad (5)$$

其中 G 指绿光波段, 其它同上。

阴影指数是一个相对值, 要通过线性转换将其变成 0~1 的 SSI(Scaled Shadow Index)值。当 SSI 值为 0 时, 植被的阴影值也相应是最低的即 0; 相反, 当 SSI 为 100 时, 则阴影值为最大即 100%。在计算阴影指数后, 通过公式(6)对植被覆盖率进行校正。

$$FCD = (VD * SSI + 1)^{1/2} - 1 \quad (6)$$

2.2.4 后处理

在北京山区植被覆盖率即 FCD 计算结果的基础上,利用各研究区的行政边界将各研究区分离出来。然后根据 FCD 的大小将植被划分为 5 个不同的覆盖等级,即将 $FCD = 0$ 定义为无植被覆盖; $0 < FCD \leq 30\%$ 定义为低植被覆盖; $30\% < FCD \leq 60\%$ 定义为中植被覆盖; $60\% < FCD \leq 90\%$ 定义为高植被覆盖; $90\% \leq FCD$ 定义为全植被覆盖。根据以上定义,可将植被覆盖率计算结果转化为植被覆盖等级图(附图 1)。

2.3 各研究区植被覆盖景观格局分析

O'Neill 等^[11]认为采用景观评价方法对区域环境质量进行监测是可行的,至少可与现有技术结合提高对生态系统时空变化的理解和量测。对于景观

格局及其变化的考察,需要从两方面进行,一是各类型斑块在景观中的数量分配,也即景观的结构及其变化,包括各类型斑块的个数、面积以及由它们所构成的景观整体数量特征如多样性、优势度等;二是构成景观的各类型斑块的空间形态和分布特征,即景观的空间格局及其变化,一般采用分维数、聚集度(或蔓延度)、分散度等指标进行度量^[12]。本文所选取的景观指标如表 1、表 2、表 3 所示。各指数的计算公式在 FRAGSTATS METRICS^[13]中有介绍,在此不再详述。

本文使用图像处理软件为 ENVI 3.5、FCD - Mapper 1.15 和 ArcView GIS 3.2,景观格局分析采用 FRAGSTATS 3.02 软件进行。

表 1 研究区两时期植被覆盖景观的数量结构特征
Table 1 Quantitative properties of vegetation cover landscape in four areas

景观 LID	景观类型 Type	总面积(hm ²) CA		景观百分比(%) PLAND		斑块数量(个) NP		Shannon 多样性指数 SHDI		Shannon 均匀度指数 SHDI	
		1994	1999	1994	1999	1994	1999	1994	1999	1994	1999
昌平区	0	74259.54	50374.26	53.61	36.36	10051	10417	1.185	1.062	0.737	0.660
	1%~30%	9869.94	2448.27	7.13	1.77	26412	17760				
	31%~60%	23622.84	18229.86	17.05	13.16	29087	36429				
	61%~90%	29965.59	67377.15	21.63	48.64	6118	7452				
	91%~100%	813.42	101.70	0.59	0.07	2157	635				
	LAND	138531.33	138531.24	100.00	100.00	73825	72693				
怀柔县	0	103940.37	90781.38	49.06	42.85	15399	16367	1.166	1.135	0.725	0.705
	1%~30%	7663.32	3571.38	3.62	1.69	51105	29884				
	31%~60%	38107.80	19054.17	17.99	8.99	75635	72818				
	61%~90%	60919.83	90489.78	28.75	42.71	21775	17458				
	91%~100%	1233.99	7968.60	0.58	3.76	3106	12318				
	LAND	211865.31	211865.31	100.00	100.00	167020	148845				
密云县	0	132418.80	131807.52	59.80	59.52	13223	10398	1.238	1.046	0.769	0.650
	1%~30%	8277.12	4962.51	3.74	2.24	54439	39007				
	31%~60%	39510.18	26251.92	17.84	11.85	61952	63818				
	61%~90%	38642.58	55876.14	17.45	25.23	22692	23399				
	91%~100%	2604.69	2555.37	1.18	1.15	4453	5113				
	LAND	221453.37	221453.46	100.00	100.00	156759	141735				
平谷县	0	41291.37	51802.29	44.56	55.91	7624	4332	1.201	1.087	0.746	0.675
	1%~30%	2191.68	2853.90	2.37	3.08	17849	19033				
	31%~60%	19845.36	15117.66	21.42	16.32	27546	21399				
	61%~90%	28009.53	22666.59	30.23	24.46	7652	7984				
	91%~100%	1323.99	221.49	1.43	0.24	3414	650				
	LAND	92661.93	92661.93	100.00	100.00	64085	53398				

表 2 研究区域两时期植被覆盖景观的空间格局特征^[1]
Table 2 Spatial pattern properties of vegetation cover landscape in four areas

景观 LID	景观类型 Type	斑块密度个(km ²) PD		最大斑块指数(%) LPI		平均斑块面积(hm ²) AREA-MN		分维数 PAFRAC	
		1994	1999	1994	1999	1994	1999	1994	1999
昌平 区	0	7.26	7.52	45.58	22.59	7.39	4.84	1.30	1.30
	1%~30%	19.07	12.82	0.08	0.01	0.37	0.14	1.29	1.28
	31%~60%	21.00	26.30	0.88	0.14	0.81	0.50	1.30	1.30
	61%~90%	4.42	5.38	14.68	14.64	4.90	9.04	1.30	1.29
	91%~100%	1.56	0.46	0.02	0.00	0.38	0.16	1.30	1.28
	LAND	53.29	52.47	45.58	22.59	1.88	1.91	1.41	1.41
怀 柔 县	0	7.27	7.73	41.43	20.37	6.75	5.55	1.30	1.30
	1%~30%	24.12	14.11	0.01	0.00	0.15	0.12	1.28	1.28
	31%~60%	35.70	34.37	0.37	0.02	0.50	0.26	1.30	1.30
	61%~90%	10.28	8.24	2.27	12.57	2.80	5.18	1.30	1.30
	91%~100%	1.47	5.81	0.02	0.14	0.40	0.65	1.30	1.30
	LAND	78.83	70.26	41.43	20.37	1.27	1.42	1.41	1.40
密 云 县	0	5.97	4.70	52.90	52.71	10.01	12.68	1.30	1.29
	1%~30%	24.58	17.61	0.01	0.00	0.15	0.13	1.29	1.28
	31%~60%	27.98	28.82	0.38	0.07	0.64	0.41	1.30	1.30
	61%~90%	10.25	10.57	1.62	1.50	1.70	2.39	1.30	1.30
	91%~100%	2.01	2.31	0.04	0.09	0.59	0.50	1.30	1.30
	LAND	70.79	64.00	52.90	52.71	1.41	1.56	1.41	1.41
平 谷 县	0	8.23	4.68	32.97	46.42	5.42	11.96	1.30	1.29
	1%~30%	19.26	20.54	0.01	0.01	0.12	0.15	1.28	1.29
	31%~60%	29.73	23.09	1.39	0.79	0.72	0.71	1.30	1.30
	61%~90%	8.26	8.62	5.77	4.78	3.66	2.84	1.30	1.29
	91%~100%	3.68	0.70	0.02	0.01	0.39	0.34	1.30	1.29
	LAND	69.16	57.63	32.97	46.42	1.45	1.74	1.41	1.41

3 结果分析

3.1 植被覆盖景观数量结构的变化

根据表 1 中各研究区面积百分比数据分析结果,绘制得到四个研究区不同植被覆盖率等级面积比例结构分布如图 3 所示,图中代码 1、2、3、4、5 分别代表无植被覆盖、低植被覆盖、中植被覆盖、高植被覆盖及全植被覆盖。对图 3 进行对比分析如下:各研究区中均显示无植被覆盖区占据着景观中的优势地位;其次为中、高植被覆盖;低植被覆盖与全植

被覆盖所占比例最少。研究区不同时期,中植被覆盖的总面积和面积百分比均有不同程度的减少;高植被覆盖的总面积和面积百分比除平谷有所减少外,其他覆盖类型的面积和面积百分比均有不同程度的增加;无植被覆盖类型的总面积及面积百分比除平谷表现为增加外,其它覆盖类型均减少,昌平减少的最显著,这说明平谷的植被覆盖状况逐渐变差,而昌平、怀柔和密云的植被覆盖状况逐渐转为良好。

就斑块数量而言,研究区的斑块总数显著减少(见表 1)。如昌平区的斑块总数由 73 825 个减少到

表 3 研究区域两时期植被覆盖景观的空间格局特征^[2]

Table 3 Spatial pattern properties of vegetation cover landscape in four areas

景观	景观类型	分维数标准差		蔓延度		散布与并列指数		聚集度指数	
		FRAC-SD		CONTAG		IJI		COHESION	
LID	Type	1994	1999	1994	1999	1994	1999	1994	1999
昌平区	0	0.06	0.06	0.86	0.87	82.06	72.08	0.999	0.997
	1%~30%	0.05	0.04	0.72	0.56	60.45	71.91	0.785	0.303
	31%~60%	0.06	0.06	0.78	0.70	76.67	63.29	0.945	0.833
	61%~90%	0.06	0.06	0.87	0.86	73.33	60.93	0.997	0.996
	91%~100%	0.06	0.03	0.69	0.60	66.72	49.14	0.728	0.363
	LAND	0.06	0.05	40.96	46.46	76.45	65.45	0.996	0.994
怀柔县	0	0.06	0.06	0.81	0.85	76.36	76.56	0.999	0.997
	1%~30%	0.04	0.03	0.57	0.53	71.25	76.62	0.409	0.201
	31%~60%	0.06	0.05	0.69	0.61	70.22	67.31	0.872	0.612
	61%~90%	0.06	0.06	0.82	0.83	70.83	82.46	0.987	0.996
	91%~100%	0.06	0.05	0.70	0.77	65.21	46.27	0.743	0.874
	LAND	0.06	0.05	37.45	41.06	72.57	76.17	0.997	0.994
密云县	0	0.06	0.06	0.82	0.85	79.22	78.14	0.999	0.999
	1%~30%	0.04	0.03	0.56	0.54	68.21	71.15	0.387	0.238
	31%~60%	0.06	0.06	0.72	0.67	71.95	68.57	0.915	0.787
	61%~90%	0.06	0.06	0.80	0.83	75.74	74.02	0.975	0.976
	91%~100%	0.06	0.05	0.75	0.75	71.70	58.20	0.845	0.844
	LAND	0.06	0.06	41.73	45.84	75.60	73.87	0.997	0.997
平谷县	0	0.06	0.06	0.83	0.87	78.26	76.96	0.998	0.999
	1%~30%	0.03	0.04	0.54	0.56	76.73	67.93	0.215	0.345
	31%~60%	0.06	0.06	0.75	0.73	70.36	71.53	0.923	0.905
	61%~90%	0.06	0.06	0.83	0.85	76.57	64.22	0.988	0.982
	91%~100%	0.06	0.05	0.68	0.71	70.13	60.45	0.703	0.677
	LAND	0.06	0.06	37.21	44.99	75.53	71.35	0.993	0.994

72 693 个,减少了 1 132 个;怀柔的斑块总数减少了 18 175 个;密云减少了 15 024 个;平谷减少了 10 687 个。其中除密云(主要是低植被覆盖的斑块数减少显著)外,其它三个研究区均是全植被覆盖的斑块数显著减少。

由景观多样性指数和均匀度指数的计算结果(见表 1)来看,研究区具有较高的均匀度指数和多样性指数,而且从 1994~1999 年,多样性指数和均匀度指数均呈现降低趋势,其中密云减少最为显著,表明景观越来越由少数植被覆盖等级类型所控制。

3.2 研究区植被覆盖景观空间格局变化

由表 2 可见,1994~1999 年期间,景观整体的斑块密度都在减少。其中平谷减少的最多;其次为怀柔、密云;昌平变化不大。就各个研究区来说,1994~1999 年期间低植被覆盖类型的斑块密度除平谷稍有增加外,均呈现降低趋势。说明平谷低植被覆盖类型的破碎化程度加剧;而在怀柔、密云和昌平,低植被覆盖的破碎化程度降低。根据表 2 斑块密度数据分析结果,绘制得到研究区不同植被覆盖率等级斑块密度分布如图 4 所示,图中代码与图 3 中的代码相同。从图 4 的分布状况可以看出,中植被覆盖类型的斑块密度最大,说明其破碎化程度高;

低植被覆盖类型次之;高植被覆盖、全植被覆盖的斑块密度相对最小,因而其破碎化程度最低。

就斑块平均面积来看(见表2),1994~1999年期间,四个研究区的平均斑块面积均增加,但增加的程度不同,其中平谷的增加幅度最显著。对于不同的植被覆盖类型,昌平、怀柔除高植被覆盖类型的平均斑块面积有所增加外,其他覆盖类型的平均斑块面积均减少,进一步说明其覆盖状况逐渐转好。密云无植被覆盖类型和高植被覆盖类型的平均斑块面

积均增加,其它类型的平均斑块面积减少。平谷无植被覆盖类型和低植被覆盖类型的平均斑块面积均增加,但无植被覆盖类型增加幅度比较显著,因而进一步说明平谷的植被覆盖状况逐渐变差。从最大斑块指数分析结果(见表2)来看,景观整体的最大斑块指数,除平谷有所增加外,其它三个研究区均减少,表明昌平、怀柔和密云三个景观区被大斑块占据的程度降低。

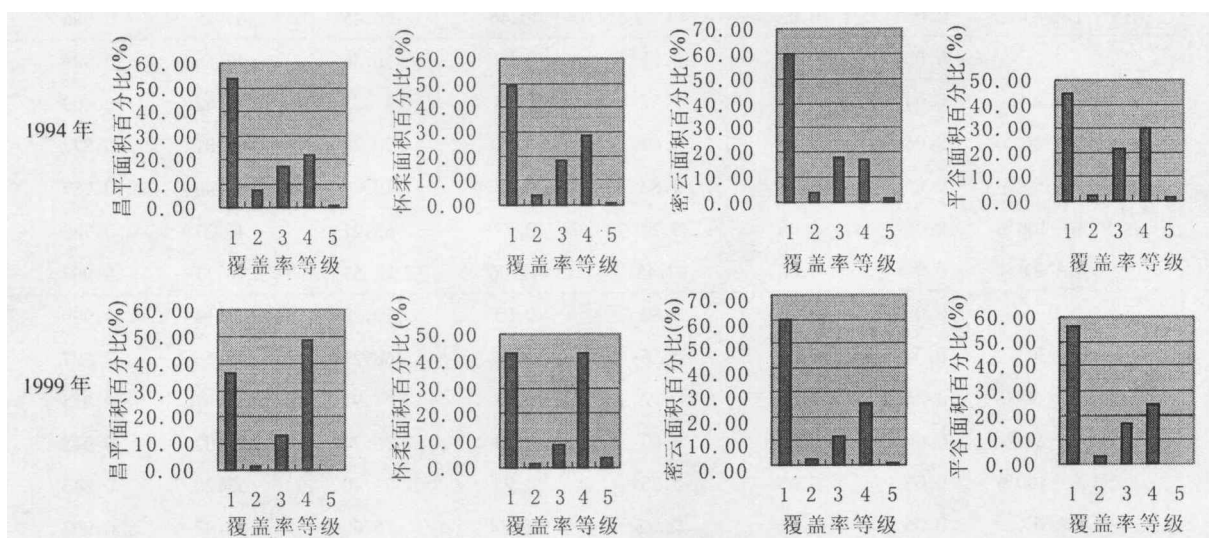


图3 研究区1994、1999年两个时期不同覆盖率等级的面积数量比例结构状况

Fig.3 The percent of the different type patch area in four regions

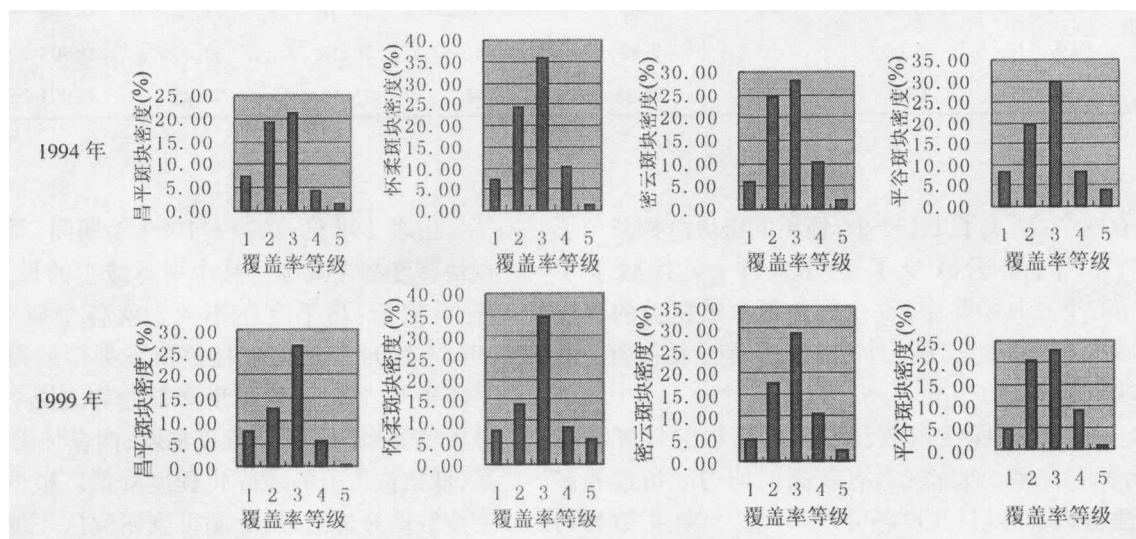


图4 研究区1994、1999年两个时期不同植被覆盖率等级斑块密度分布状况

Fig.4 The patch density of the different type in four regions

各研究区中景观整体的分维数(见表2)相差不大,各景观组分的分维数标准差(见表3)均较低,说明山区的斑块形状主要取决于自然地貌及自然环境条件。

从表3中蔓延度的分析结果可以看出,各研究区整体均呈现出增大的趋势。而聚集度的变化不显著,但其值都接近于1,表明景观整体呈现出聚集的趋势。但就单个区域而言,低植被覆盖类型的聚集度指数均较低,说明低植被覆盖类型的聚集程度较低,但聚集度有增高的趋势。

4 结论与讨论

1. 通过对北京北部山区昌平、怀柔、密云和平谷植被覆盖的时空格局变化分析,发现昌平的植被覆盖状况逐渐转好;怀柔、密云变化不大;平谷的植被覆盖率虽然较高,但有转差的趋势,总的来说应进

一步加强对北京山区的植被保护。

2. 各研究区具有较高的多样性指数和均匀度指数。但多样性指数和均匀度指数均呈现降低趋势,充分说明了人类对本地区景观改造程度的不断加强。

3. 从总体上来看,1994~1999年期间各景观的破碎化程度均降低,其中怀柔最明显。但不同区域降低的原因不同。昌平主要是由低植被覆盖和全植被覆盖类型斑块数量的显著减少所致;怀柔则呈现除无植被覆盖的斑块数量稍有增加外,其它覆盖等级的斑块数量均减少;密云主要是由无植被覆盖和低植被覆盖类型的斑块数量减少所致;平谷则除无植被覆盖和全植被覆盖的斑块数量减少外,中植被覆盖的斑块数量也显著减少(图5)。

4. 该文只是简单地进行了格局分析,今后还应在格局分析的基础上,建立人类干扰与格局和植被覆盖率间的关系。

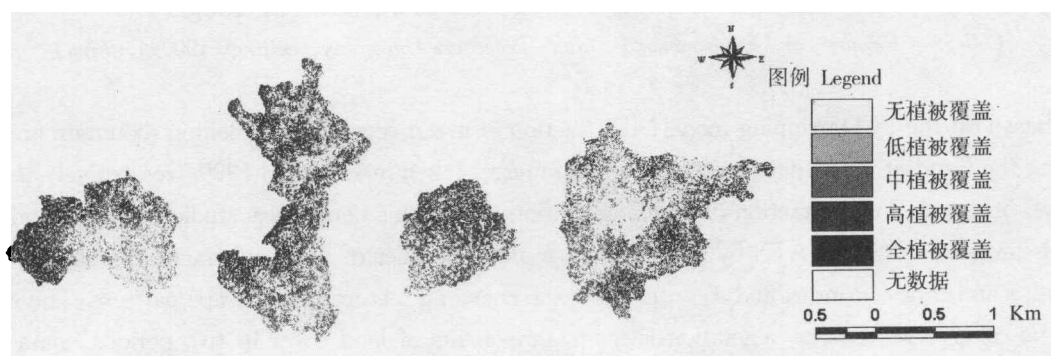


图5 四个研究区域植被覆盖率等级图

Fig.5 The class maps of the fraction of green vegetation in four regions

参考文献(References):

- [1] HU Liang-jun and SHAO Ming-an. vegetation coverage index in soil and water loss studies. *Journal of Northwest Forestry University*, 2001, 16(1): 40~43 [胡良军, 邵明安. 论水土流失研究中的植被覆盖度量指标[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(1): 40~43.]
- [2] CHEN Jin, CHEN Yun-hao and SHI Pei-jun. Sub-pixel model for vegetation fraction estimation based on land cover classification. *Journal of remote sensing*, 2001, 5(6): 416~423 [陈晋, 陈云浩, 史培军等. 基于土地覆盖分类的植被覆盖率估算亚像元模型与应用[J]. 遥感学报, 2001, 5(6): 416~423.]
- [3] A. Rikimaru. 1996. LANDSAT TM Data Processing Guide for Forest Canopy Density Mapping and Monitoring Model, ITTO workshop on utilization of remote sensing in site assessment and planning for rehabilitation of logged-over forest. Bangkok, Thailand, July 30-August 1, 1996. pp. 1~8.
- [4] Gutman G, Ignatov A. The derivation of the green vegetation frac-

tion from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models. *International Journal of Remote Sensing*, 1998, 19 (8): 1533~1543

- [5] LI Xiao-qin, Sun Dan-feng and Zhang Feng-rong. Vegetation coverage mapping using remote sensing and landscape pattern analysis in Mentougou of Beijing. *Remote sensing for land & resources*, 2003 (1) [李晓琴, 孙丹峰, 张凤荣. 北京山区植被覆盖率遥感制图与景观格局分析——以门头沟区为例[J]. 国土资源遥感, 2003, (1).]
- [6] 申元村. 北京山区的自然地理环境与山区建设问题的探讨[J]. 地理学与国土研究, 1985, 1(4): 23~27.
- [7] LI Shuang-cai, KONG Ya-ping and FU Su-hua. Change pattern of vegetation coverage in the mountainous area of Beijing. *Journal of Beijing Normal University (natural science)*, 2002, 38(2): 273~278. [李双才, 孔亚平, 符素华. 北京山区植被盖度季节变化规律模拟研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2002, 38(2): 273~278.]

- [8] 陈述彭, 赵英时. 遥感地学分析[M]. 河北: 测绘出版社, 1990, 5: 211.
- [9] TIAN Qin-jiu and MIN Xiang-jun. advance in study on vegetation indices. *Advance in Earth Sciences*, 1998, 13(4): 327~333. 田庆久, 闵祥军. 植被指数研究进展[J]. 地球科学进展, 1998, 13(4): 327~333.
- [10] YAN Hao, WANG Chang-yao and NIU Zheng. Application of principal component analysis by using different vegetation index derived from multitemporal AVHRR data. *Journal of remote sensing*, 2002, 6(1): 30~34. [延昊, 王长耀, 牛铮. 等. 遥感植被指数对多时相 AVHRR 数据主成分分析的影响[J]. 遥感学报, 2002, 6(1): 30~34.]
- [11] O'Neill RV, Hunsaker CT, Jones KB. etc. 1997. Monitoring environmental quality at the landscape scale: using landscape indicators to assess biotic diversity, watershed integrity, and landscape stability. *BioScience*. 47(8): 513~519.
- [12] ZHANG Hui-yuan, CAI Yun-long and WAN Jun. The study on the landscape change in Karst mountain area using TM image. *Journal of mountain science*, 2000, 18(1): 18~25. [张惠远, 蔡运龙, 万军. 基于 TM 影像的喀斯特山地景观变化研究[J]. 山地学报, 2000, 18(1): 18~25.]
- [13] McGarigal K and Marks B. 1994. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Reference manual. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis Oregon, March. 62PP.

Landscape Pattern Analysis on Change in the Fraction of Green Vegetation Based on Remotely Sensed Data in Beijing Mountainous Area

LI Xiao-qin, SUN Dan-feng, and ZHANG Feng-rong

(College of Resources and Environment, China Agriculture University, Beijing, 100094, China)

Abstract: Based on the FCD mapping model, the fraction of green vegetation in Beijing mountain area was calculated using the Landsat - TM data (with two digital images taken in 1994 and 1999, respectively). The landscape pattern of change in the fraction of green vegetation during this period was studied using a landscape pattern analysis program FRAGSTATS by analyzing path area, number of patches, fractal dimension, landscape diversity index and cohesion index and so on to show the changing feature of landscape pattern. The result indicates that the cover type of none vegetation is main components of land cover in two periods' data of Beijing mountain area, but the vegetation covers level in the whole are increased. All of these results of indices analysis emphasize that the eco-environmental system in Beijing mountain area is stable and the fragmentation level in the last five years is decreasing. But the temporal and spatial characteristics of change of landscape are different among different types of Beijing mountain area. The spatial structure analysis can help to identify the vegetation coverage spatial distribution and structure stability. So it is another important factor for Beijing mountainous ecology system evaluation.

Key words: remote sensing; fraction of green vegetation; landscape pattern analysis; Beijing mountainous area; vegetation index; bare soil index; shadow index