

基于3S技术的北京市植被覆盖空间格局变化研究

郭锦, 张尧丽*, 赵丽琼, 谢芳毅 (北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要 处理三期Landsat TM影像, 计算NDVI, 利用等密度模型提取植被覆盖度并通过计算景观指标对植被覆盖变化分析。分析表明: 北京市植被覆盖程度整体呈下降趋势。全植被覆盖斑块面积整体下降, 分布趋于离散; 高植被覆盖斑块面积减少, 形状趋于复杂; 中植被覆盖斑块面积整体增加, 有团聚分布趋势; 低植被覆盖斑块面积显著增加, 有团聚分布趋势; 无植被覆盖斑块面积稍有上升, 破碎度高, 有团聚分布趋势。

关键词 遥感; 植被覆盖; 景观格局

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)17-08264-03

Research on Spatial Pattern Changes of Vegetation Cover in Beijing Based on 3S

GUO Jin et al (Key Laboratory for Silviculture and Conservation, Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract NDVI were calculated based on processing three periods of Landsat TM images. It extracted vegetation coverage by the equilibrium density model and analyzed the vegetation cover changes through the landscape indexes computation. It showed that the whole vegetation coverage was decreased in Beijing. The area of whole-vegetation cover patches was decreased and discrete distribution. The area of high vegetation cover patches was also decreased and complex. The area of mid-vegetation cover patches was increased and agglomeration distribution. And the area of low vegetation cover patches was significantly increased and agglomeration distribution. The area of non-vegetation cover patches which had high breaking degree and agglomeration distribution was slightly increased.

Key words Remote sensing; Vegetation cover; Landscape pattern

近年来, 北京市的生态环境逐渐受到破坏, 沙尘暴、热岛效应和干旱等环境问题严重影响市民的生活, 而北京市作为全国首屈一指的大都市, 人口众多, 对生态环境有很高的要求。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, 还是衡量自然生态环境状况和性质的主要指示物^[1-2]。应用“3S”技术对植被覆盖进行空间格局动态分析, 可以得到植被覆盖状况的变化规律, 从而为生态环境建设工程提供科学、直观的理论依据和基础数据^[3]。

1 研究区概况

1.1 地理位置 北京市位于北纬39°56', 东经116°20', 雄踞于华北平原的北端, 北以燕山山地与内蒙古高原接壤, 西以太行山与山西高原毗连, 东北与松辽大平原相通, 东南距渤海约150 km, 往南与黄淮海平原连片。全市总面积16 807.8 km²。

1.2 自然条件 北京市气候属于典型的暖温带半湿润大陆性季风气候, 境内地貌复杂, 山地高峰与平原之间相对高差悬殊, 从而引起明显的气候垂直地带性。以海拔700~800 m为界, 此界以下到平原, 为暖温带半湿润季风气候; 此界以上中山区为温带半湿润—半干旱季风气候; 约在海拔1 600 m以上为寒温带半湿润—湿润季风气候。夏季炎热多雨, 冬季寒冷干燥, 春、秋短促。由于境内地形复杂, 生态环境多样化, 致使北京市植被种类组成丰富, 植被类型多样, 并且有明显垂直分布规律。自然条件对该区植被的发育是有利的, 但由于北京市历史悠久, 人类的生产活动对植被的结构和分布

有着深刻的影响。目前平原地区主要是农田和城镇, 广大山区占优势的植被是次生落叶阔叶灌丛和少量落叶阔叶林及温性针叶林^[4]。

2 研究方法

2.1 数据来源 该研究获取的原始数据包括: 遥感影像选择Landsat TM5为数据源, 空间分辨率为30 m×30 m, 影像成像时间分别为1996年5月29日、1999年4月15日和2002年5月22日, 三期影像季相大致相同, 使植被变化具有可比性; 北京市的数字高程模型(DEM); 北京市行政区划图。

2.2 数据处理

2.2.1 遥感影像的几何校正。 该研究选取的是经地形图校正的1999年TM影像, 因此对1996和2002年二期TM影像的几何校正采用二次多项式法和最邻近点内插法进行几何精校正, 即以1999年TM影像为参考对象进行相对校准, 坐标RMS值及总误差TRMS均控制在0.8个像元内。

2.2.2 遥感影像投影变换。 在实际的工作中, 特别是涉及到叠加显示、裁剪和拼接等工作时, 要求用到的影像必须具有相同的坐标投影。由于数据源的不同, 有必要进行投影变换。

2.2.3 遥感影像拼接和裁剪。 北京市需要至少两景相邻TM影像才能覆盖全市, 因此需要进行影像的拼接。对拼接好的图像再利用北京市行政区划图进行裁减, 由此得到的北京市遥感影像图可用于研究。

2.2.4 坡度提取。 利用DEM图像在ArcGIS软件中提取坡度图。

2.3 植被覆盖信息提取 植被覆盖度 f_g 指植被冠层的垂直投影面积与土壤总面积之比^[5]。植被覆盖度遥感研究的主要方法有混合光谱模型和植被指数模型。该研究探讨的是植被覆盖的空间格局, 因此选用植被指数模型。利用NDVI计算植被覆盖度, 计算公式如下:

$$NDVI = \frac{n - r}{n + r} \quad (1)$$

NDVI大小取决于植被覆盖度 f_g (水平密度)和叶面积指

基金项目 北京市自然科学基金“北京市森林生物量和碳储量遥感估计及时空格局动态研究”(4073036); 教育部新世纪优秀人才支持计划“森林植被空间格局动态的生态响应机制及其空间预测”(NCEF06-0122); 国家自然科学基金“林业外来有害生物入侵与扩散的多智能体模拟与空间预测”(30871964)。

作者简介 郭锦(1984-), 女, 甘肃平凉人, 在读硕士, 研究方向: 从事3S技术应用。* 通讯作者, E-mail: zxl126@126.com。

收稿日期 2009-03-05

数LAI(垂直密度)等要素。根据像元中植被覆盖结构的不同,可以把像元分解为“纯像元”和“混合像元”。像元是一含有多种地物的混合结构,主要包括3种可能的情况:等密度模型、非密度模型、混合密度模型。由于用非密度模型和混合密度模型计算植被覆盖度非常复杂,一些参数在目前的条件下难以确定,因此笔者选用等密度模型计算植被覆盖度。

等密度模型的前提是假设像元由植被和裸地两部分组成,并且像元中植被覆盖部分的垂直密度要足够的高。

$$(LAI, NDM_g, NDM_{max})$$

$$f_g = \frac{NDM - NDM_{min}}{NDM_{max} - NDM_{min}}$$

式中,NDM 为所求像元的植被指数;NDM_{min} 和 NDM_{max} 分别为研究区内NDM 的最小值和最大值。

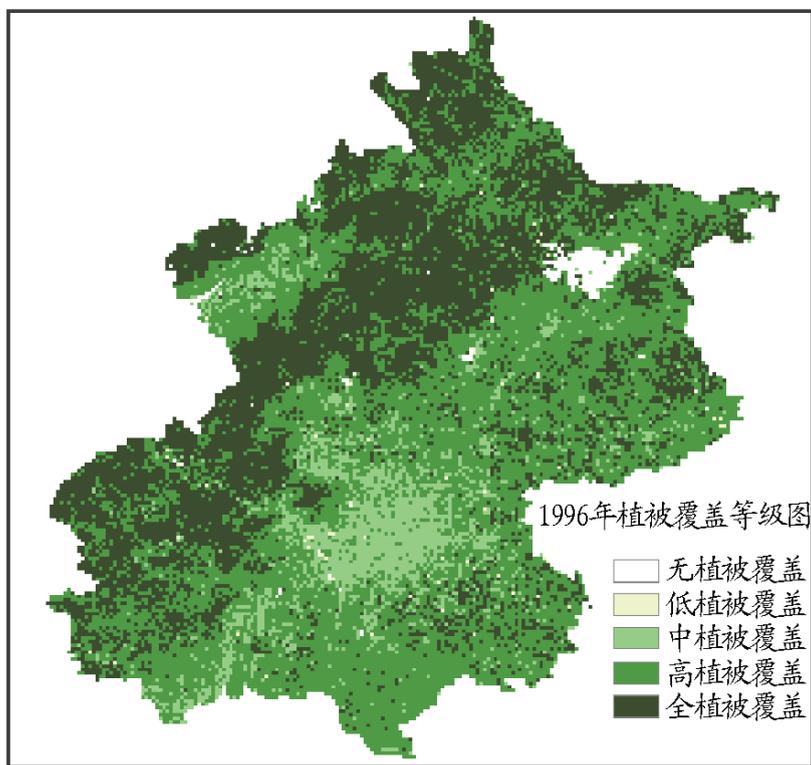


图1 1996 年植被覆盖等级

Fig.1 The degree of vegetation cover in 1996

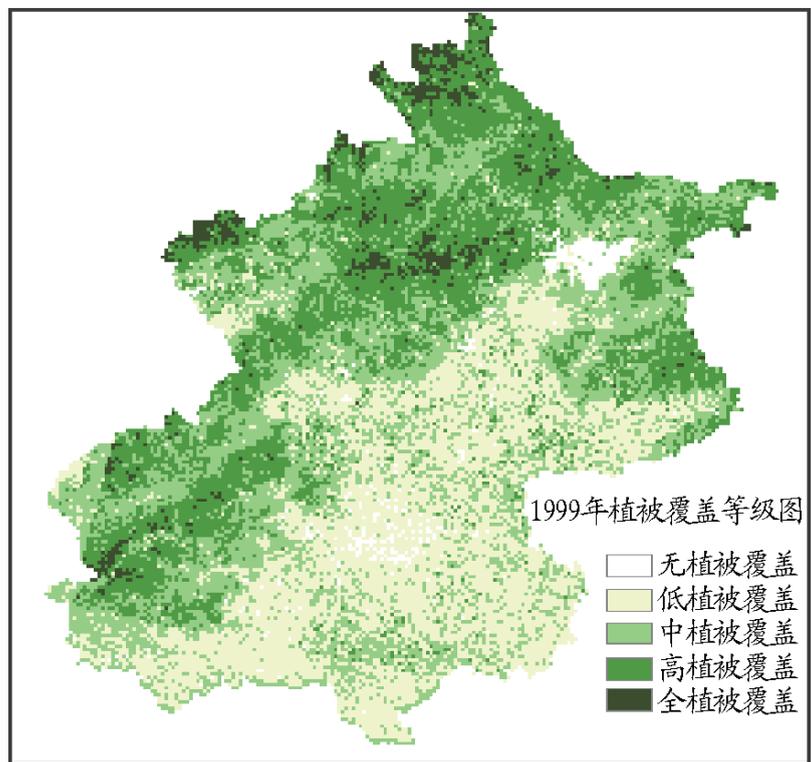


图2 1999 年植被覆盖等级

Fig.2 The degree of vegetation cover in 1999

2.4 制作植被覆盖等级图 在对北京市1996、1999 和2002 年植被覆盖度计算的基础上,根据 f_g 的高低将植被划分为5 个不同覆盖等级,并从遥感图像上提取植被覆盖信息。鉴于图像显示分析北京市无植被覆盖的地方较少,因而将 $f_g = 0$ 定义为无植被覆盖; $20\% < f_g < 40\%$ 为低植被覆盖; $40\% < f_g < 60\%$

$60\% < f_g < 80\%$ 为中植被覆盖; $80\% < f_g < 100\%$ 为高植被覆盖; $f_g = 100\%$ 定义为全植被覆盖。根据上述定义可将植被覆盖度计算结果转化为植被覆盖等级图。

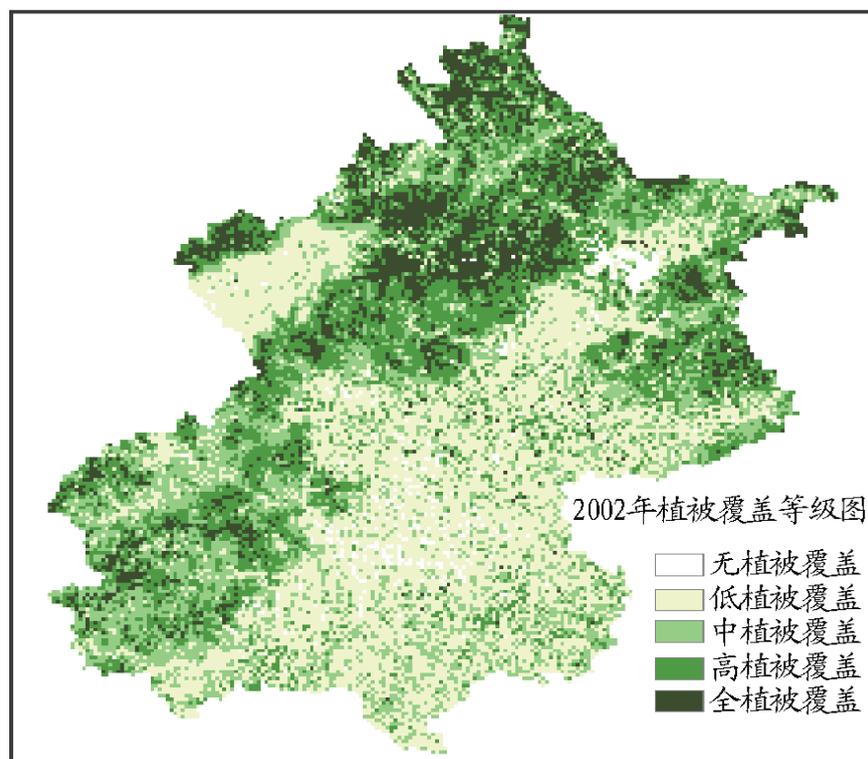


图3 2002 年植被覆盖等级

Fig.3 The degree of vegetation cover in 2002

3 植被覆盖空间格局变化分析

3.1 植被覆盖等级变化比较 运用ERDAS 软件中矩阵分析模块对不同年份北京市植被覆盖等级进行运算,分别得到1996~1999 年和1999~2002 年北京市不同植被覆盖等级斑块变化情况的统计结果(表1~2) 并综合北京市三期植被覆盖等级图和表1~2,再对北京市植被在覆盖等级上的变化进行分析。为叙述方便笔者利用斑块景观代码代替文字类型

表1 北京市植被覆盖等级变化表(1996~1999)

Table 1 Changes of the vegetation cover grades in Beijing (1996-1999)

各类型斑块数量 Number of each type of patches	1996 年斑块类型 Patch types in 1996	1999 年斑块类型 Patch types in 1999	变化的斑块数量占全市数量百分比 % Percentage of the number of changed patches in the total number of the city	变化的斑块数量占斑块数量百分比 % Percentage of the number of changed patches in the total patches number
14 760	1	1	0.90	78.70
2 266	1	2	0.14	12.08
1 518	1	3	0.09	8.09
202	1	4	0.01	1.08
8	1	5	0.00	0.04
1 038	2	1	0.06	16.89
2 600	2	2	0.16	42.32
1 996	2	3	0.12	32.49
488	2	4	0.03	7.94
22	2	5	0.00	0.36
4 934	3	1	0.30	3.07
102 413	3	2	6.21	63.78
42 568	3	3	2.58	26.51
10 504	3	4	0.64	6.54
161	3	5	0.01	0.10
1 354	4	1	0.08	0.16
284 199	4	2	17.24	33.38
406 330	4	3	24.64	47.72
155 875	4	4	9.45	18.31
3 648	4	5	0.22	0.43
189	5	1	0.01	0.03
55 048	5	2	3.34	8.99
122 432	5	3	7.43	20.01
363 904	5	4	22.07	59.46
70 417	5	5	4.27	11.51

说明,即1为无植被覆盖斑块类型;2为低植被覆盖斑块类型;3为中植被覆盖斑块类型;4为高植被覆盖斑块类型;5为全植被覆盖斑块类型。

表2 北京市植被覆盖等级变化表(1999~2002)

Table 2 Changes of vegetation grades in Beijing during 1999-2002

各类型斑块数量 Number of each type of patches	1996年斑块类型 Patch types in 1996	2002年斑块类型 Patch types in 2002	变化的斑块数量占全市数量百分比 % Percentage of the number of changed patches in the total number of the city	变化的斑块数量占斑块数量百分比 % Percentage of the number of changed patches in the total patches number
11 926	1	1	0.72	53.90
8 076	1	2	0.49	36.50
1 630	1	3	0.10	7.37
372	1	4	0.02	1.68
123	1	5	0.01	0.56
17 778	2	1	1.08	3.99
282 625	2	2	17.14	63.36
106 210	2	3	6.44	23.81
35 278	2	4	2.14	7.91
4 192	2	5	0.25	0.94
3 642	3	1	0.22	0.63
213 647	3	2	12.96	37.23
226 373	3	3	13.73	39.45
119 583	3	4	7.25	20.84
10 574	3	5	0.64	1.84
245	4	1	0.01	0.05
44 596	4	2	2.71	8.39
104 467	4	3	6.34	19.65
254 159	4	4	15.42	47.82
128 064	4	5	7.77	24.09
1	5	1	0.00	0.00
244	5	2	0.01	0.33
2 575	5	3	0.16	3.44
15 783	5	4	0.96	21.06
56 349	5	5	3.42	75.18

3.2 基于植被覆盖等级比较分析 由表1可知,从1996~1999年,变化最大的是高植被覆盖向中植被覆盖,占全市的24.64%,依次是全植被覆盖向高植被覆盖,占全市的22.07%,高植被覆盖向低植被覆盖占全市的17.24%,其他等级斑块变化相对较低。4年来,一共有81.69%的斑块类型发生了变化,全市63.95%的植被覆盖面积发生变化均是因上述变化而累计得出来的。

全植被覆盖、高植被覆盖和中植被覆盖斑块类型集中在山区,中、低植被覆盖斑块主要分布在平原地区,而无植被覆盖斑块则主要出现在水域和城市中心或繁华地带,这与北京市植被分布、水资源状况和城市布局的实际情况是相符合。

从1999~2002年,近60%的植被覆盖等级斑块没有发生变化,有从低等级到高等级变化的趋势,例如2到3,3到4,4到5,这3种变化加起来占全市的21.47%,1996~1999年的这种变化比例只有1.02%。这说明,从1999~2002年,北京市的植被覆盖状况有好转的趋势。

北京市三期数据表明,北京市植被覆盖等级变化整体上是良好的,但是中低植被覆盖斑块占据优势,高植被覆盖和全植被覆盖斑块面积有减少的趋势。

3.3 指标计算 FRAGSTATS 是由美国俄勒冈州立大学森林科学系开发的一个景观指标计算软件^[6]。该软件功能强大,可以计算出多个景观指标,为植被覆盖空间格局分析提供了一个数据分析平台。该研究通过FRAGSTATS软件运算得到北京市1996、1999、2002年三期5级植被覆盖等级的景观指标的计算结果(表3)。

3.4 结果分析 1996年北京市高植被覆盖斑块优势最为明显,其次是全植被覆盖斑块,这2个斑块类型就占据北京市总面积的84.74%。与其他斑块相比,高植被覆盖斑块和全植被覆盖斑块具有更好的团聚分布情况。1999年高、中、低3种植被覆盖等级斑块类型主导北京市景观格局。

表3 北京市植被覆盖等级斑块的景观指标

Table 3 The landscape indices of vegetation cover grades in Beijing

Year	ID	TYPE	CA	%LAND	NP	LPI	MPS	MNN
1996	1	无植被覆盖	18 793	1.14	415	0.86	45.28	1 349.72
	2	低植被覆盖	6 150	0.37	2 859	0.01	2.15	612.06
	3	中植被覆盖	160 839	9.75	17 131	3.80	9.39	323.25
	4	高植被覆盖	851 882	51.62	16 823	43.12	50.64	244.28
	5	全植被覆盖	612 544	37.12	17 156	17.79	35.70	268.18
1999	1	无植被覆盖	22 290	1.34	1 022	0.80	21.81	691.88
	2	低植被覆盖	447 785	26.99	5 082	23.36	88.11	342.00
	3	中植被覆盖	578 570	34.88	10 773	17.30	53.71	278.80
	4	高植被覆盖	534 212	32.20	7 495	23.52	71.28	343.59
	5	全植被覆盖	76 116	4.59	2 861	0.83	26.60	369.83
2002	1	无植被覆盖	33 599	2.04	6 863	0.50	4.90	381.62
	2	低植被覆盖	549 505	33.30	10 688	24.97	51.41	272.64
	3	中植被覆盖	441 861	26.78	29 954	3.22	14.75	238.99
	4	高植被覆盖	425 643	25.79	21 871	7.54	19.46	269.40
	5	全植被覆盖	199 613	12.10	11 625	1.57	17.17	314.89

注:ID为斑块类型编号;TYPE为斑块类型;CA为类型面积(ha);%LAND为斑块所占景观面积的比例;NP为斑块个数;LPI为最大斑块所占景观面积的比例;MPS为斑块平均大小单位(m²);MNN为平均最近距离(m)。

Nte:ID, Code of patchtypes; TYPE, Patchtypes; CA, Category area(ha); %LAND, Percentage of patches in the landscape area; NP, Number of patches; LPI, Proportion of the largest patch in the landscape area; MPS, Mean patch size (m²); MNN, Mean nearest distance (m)。

准进行分级, 苗高、地径不属于同一等级时, 以地径所属级别 为准。

表10 白蜡苗木质量等级

Table 10 Quality grades of *Fraxinus chinensis* seedling

苗木种类 Types	苗龄 Seedling age	级苗I degree seedling				级苗I degree seedling			
		地径 cm Ground diameter	苗高 cm Hart height	根幅 cm Root range	级侧根数 条 Branch root numbers of I degree	地径 cm Ground diameter	苗高 cm Hart height	根幅 cm Root range	级侧根数 条 Branch root numbers of I degree
播种苗 Sowing seedling	1-0	1.00	130	20	8	0.70~1.00	100~130	20	6
	2-0	2.00	200	25	10	1.20~2.00	130~200	25	8
移植苗	1-1	2.00	200	25	13	1.40~2.00	155~200	25	11
Transplant seedling	1-2	3.10	300	30	17	2.20~3.10	240~300	30	140
	0 ₍₁₎ -1	2.00	175	25	15	1.50~2.00	135~175	25	130
	0 ₍₁₎ -2	3.00	330	30	17	2.00~3.00	260~330	30	14

5 结论与讨论

该研究对白蜡播种苗、移植苗、平茬苗的分级标准进行了初步研究, 并根据所确定的分级标准将白蜡合格苗木分为级、级, 其余为不合格苗木, 若有1项指标达不到要求即降为下一级。

该研究所制定的白蜡苗木分级标准与中华人民共和国国家标准《主要造林树种苗木质量分级》(GB 6000-1999) 相比有2个特点: 根据白蜡苗木培育实际情况, 增加了2年生播种苗、2年生移植苗、2年根1年干平茬移植苗、3年根2年干平茬移植苗4个苗木类型的标准, 具有较强的针对性; 将3

年生移植苗级苗地径标准由3.00 cm增加到3.10 cm, 级苗地径标准由2.00 cm增加到2.20 cm, 苗高标准由200 cm增加到240 cm。

参考文献

- [1] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [2] 董凡德. 西北地区绿化优良树种——白蜡[J]. 林业科技, 2004(4): 71-72.
- [3] 陈晓波, 王继志. 蒙古栋苗木分级标准的研究[J]. 北华大学学报: 自然科学版, 2002(3): 251-254.
- [4] 陈俊强. 浅析山东省花卉标准化[J]. 山东林业科技, 2003(6): 65-66.
- [5] 陈瑁. 苗木培育[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984.
- [6] 陈建成. 实用林业统计[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.

(上接第8266页)

2002年仍是高、中、低3种植被覆盖斑块类型主导北京市景观格局, 但是全植被覆盖斑块面积与1999年的相比, 从4.59%提高到12.10%, 上升幅度很大。

三期数据显示, 全植被覆盖斑块面积整体下降, 平均斑块面积下降, 斑块分布趋于离散。高植被覆盖斑块面积减少, 斑块形状趋于复杂, 斑块平均面积下降, 斑块成团聚分布。中植被覆盖斑块面积从整体上看有所增加, 但在观测后期有所下降, 斑块数量连续增加, 破碎度逐渐提高, 斑块有团聚分布趋势。低植被覆盖斑块面积显著增加, 2002年, 低植被覆盖斑块面积占全北京市景观面积的33.30%, 成为优势斑块, 其斑块数量增加, 斑块有团聚分布的趋势。无植被覆盖斑块面积稍有上升, 占北京市全景观区面积比例, 从1996年的1.14%上升到2002年的2.04%, 斑块数量锐增, 斑块平均面积迅速下降, 破碎度高, 有团聚分布趋势。

综合分析认为, 基于植被覆盖等级的北京市植被覆盖格局的最显著变化是: 低植被覆盖斑块面积和中植被覆盖斑块面积为大幅增加, 而高植被覆盖斑块面积和全植被覆盖斑块面积则减少。

4 讨论

(1) 北京市的景观破碎度较高, 应用数据尺度太大, 精度达不到分析的要求, 但是高分辨率影像的成本很高, 并且同时需要几期, 这对一般研究人员是难以承受的。地面数

据的采集和处理是必要的, 但不能完全基于技术处理手段对景观格局进行分析。

(2) 在研究植被覆盖格局时, 对景观生态指标的选择要慎重, 斑块和景观的选择既有交叉也有不同, 一些相关度非常高的指标不要重复选取。

(3) 利用非等密度模型和混合密度模型计算植被覆盖度虽然非常复杂, 但是其统计结果比较符合实际情况, 只是相关参数的获取非常不便, 尽管如此, 今后在对植被覆盖度的研究中, 还需要采用非等密度模型和混合密度模型提取相关参数, 若仅采用等密度模型提取是很粗糙的。

(4) 该研究仅限于对植被覆盖变化进行分析, 因而在分析中还未考虑到人类干扰及其他不定性的因素与植被覆盖格局变化之间的关系。今后关于植被覆盖格局变化分析的进一步研究需要更深层次的探讨。

参考文献

- [1] 李晓琴, 孙丹峰, 张凤荣. 基于遥感的北京山区植被覆盖景观格局动态分析[J]. 山地学报, 2003, 21(3): 272-280.
- [2] 陈云浩, 李晓兵, 史培军. 基于遥感的植被覆盖变化景观分析[J]. 生态学报, 2002, 22(10): 1581-1586.
- [3] 余新晓, 牛健植, 关文彬, 等. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [4] 霍亚贞. 北京自然地理[M]. 北京: 北京师范学院出版社, 1989.
- [5] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [6] MC GARIGAL K, MARKS B J. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure[M]. U.S. Dept. of Agriculture Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995.