

广州市帽峰山森林景观斑块特征分析

刘惠明, 杨燕琼, 罗富和, 林伟强

(华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

摘要: 以 SPOT 卫星影像数据为主要信息源, 结合地形图及数字高程模型, 采用景观土地属性分类的植被分类途径, 将景观分类结果利用地理信息系统软件 ARCVIEW 进行分析处理, 并提取斑块特征信息. 结果表明: (1) 广州市帽峰山森林景观共有 11 个斑块类型; (2) 各类型拥有的面积、周长及斑块数极不平衡; (3) 阔叶混交林、针阔混交林类型是帽峰山森林景观的主导景观类型; (4) 经济果林、竹林类型斑块小而密集, 呈散布型分布, 其形状指数、密度指数均较大, 景观的破碎化程度较高, 而阔叶混交林、针阔混交林却较小, 类型保持完整, 景观破碎化程度低.

关键词: 帽峰山; 森林景观; 斑块特征

中图分类号: P901

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2003)02-0054-04

斑块是物种的积聚地, 它的大小、形状、类型、边缘和数量对于景观多样性的形成和分布具有重要意义^[1]. 森林作为陆地生态系统的主体, 森林的类型、空间分布及斑块特征对区域的生态平衡有较大影响. 研究森林景观的斑块特征, 有利于了解人类活动严重干扰下的森林景观动态, 为人类威胁下的城市森林景观生态规划和管理、改善生态环境及森林资源的可持续利用提供科学的依据, 具有十分重要的意义.

1 自然概况

帽峰山位于广州市东北部, 座落在北纬 $23^{\circ}16' \sim 23^{\circ}19'$, 东经 $113^{\circ}22' \sim 113^{\circ}29'$, 距广州市中心 30 km, 总面积为 46.945 km^2 . 区内以低山为主, 最高峰帽峰山海拔 535 m, 为广州地区最高峰, 最低处海拔 39 m. 境内地势为中间高, 自西部分别向西北和东南倾斜, 属珠江三角洲北缘的丘陵地带、九连山脉的延伸部分, 土壤类型为赤红壤. 帽峰山地处北回归线南缘, 属亚热带季风湿润气候.

2 研究方法

2.1 材料选择

所采用信息源是 1998 年 11 月的 SPOT 多波段卫星影像数据, 1:10 000 帽峰山地形图及 1:10 000 地形图数字高程模型(digital elevation model, 简称 DEM)等.

2.2 研究方法

用图像处理系统 ERDAS 对 1998 年 11 月的

SPOT HRV 图像进行线性变换、彩色合成(SPOT3、2、1 波段分别赋以红、绿、蓝色); 在 DEM 提供的等高线图上选取 14 个坐标点, 用二次多项式对 SPOT 影像进行几何纠正, 使 DEM 与遥感影像数据叠合. 利用广东省林业勘测设计院提供的、树种组成分别包括马尾松(*Pinus massoniana*)、桉树(*Eucalyptus* spp.)、湿地松(*Pinus elliotii*)、相思(*Acacia* spp.)、黧蒴(*Castanopsis fissa*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、针叶混交林、针阔混交林、阔叶混交林、竹(*Bambusa* spp.)、荔枝(*Litchi chinensis*)、橄榄(*Canarium album*)等在内的共 186 个样地, 用 GPS 实测样地训练计算机, 进行有监分类, 用目视判读法对自动分类结果进行纠错, 划分出不同的森林景观类型, 把最终的分类结果用地理信息系统软件 ARCVIEW 进行分析处理, 并提取斑块特征信息.

2.3 评价指标体系

2.3.1 景观形状指数 (1) 形状系数^[2] $SI = p / (2\sqrt{\pi a})$. (2) 伸长指数^[3] $G = p / \sqrt{a}$. (3) 分维数^[3] $D = 2 \ln(p/4) / \ln a$. 各式中, p 为斑块周长, a 为斑块面积; SI 值越大, 表示其形状越复杂; G 值越大, 表示斑块越长; D 值的理论范围为 1.0 ~ 2.0, 1.0 代表形状最简单的正方形斑块, 2.0 表示等面积下周边最复杂的斑块.

2.3.2 景观多样性指数^[4] Shannon-Weaver 指数(有时亦称 Shannon-Wiener 指数, 或简称 Shannon 多样性指数) $H = - \sum_{k=1}^n P_k \ln(P_k)$. 式中, H 是 Shannon 多样

收稿日期: 2002-09-02

作者简介: 刘惠明(1968-), 男, 讲师, 硕士.

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(010-286); 广东省林业厅基金资助项目(4400-f02005); 华南农业大学校长基金资助项目(4400-k02121)

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

性指数, P_k 是斑块类型 k 在景观中出现的概率, n 是景观中斑块类型的总数。

2.3.3 景观均匀度指数^[4] (E) $E = H / H_{\max} = - \sum_{k=1}^n P_k \ln(P_k) / \ln(n)$. 当 E 趋近于 1 时, 景观斑块的均匀度程度亦趋于最大。

3 结果与分析

3.1 景观总体特征

采用景观土地属性分类的植被分类途径, 根据

植被群落的外貌特征等因素, 把广州市帽峰山森林景观划分为常绿针叶林、常绿阔叶林、针阔混交林、经济果林和竹林等 5 种景观要素类型; 并根据植被景观优势树种划分为马尾松林、杉木林、湿地松林、针叶混交林、阔叶混交林、相思林、桉树林、黧蒴林、针阔混交林、经济果林、竹林等 11 种斑块类型, 总斑块数为 237 个(表 1)。帽峰山总面积 46.945 km², 其中森林景观总面积为 37.460 km², 占整个景观面积的 79.80%, 森林景观总周长为 470.931 km, 森林景观已处于帽峰山景观本底或基质的位置。

表 1 帽峰山森林景观格局总体特征
Tab. 1 Overall forest landscape properties of Maofeng Mountain

景观要素 landscape element	斑块特征 patch properties				总面积 ¹⁾ total area/km ²	总周长 ¹⁾ total perimeter/km
	类型 type	个数 number	平均面积 mean area/km ²	平均周长 mean perimeter/km		
常绿针叶林 evergreen coniferous forest	4	59	0.149	2.092	8.790(18.72)	123.437(19.81)
常绿阔叶林 evergreen broadleaved forest	4	60	0.289	2.686	17.342(36.95)	161.155(25.86)
针阔混交林 coniferous and broadleaved mixed forest	1	28	0.290	3.447	8.128(17.31)	96.525(15.49)
经济果林 orchard	1	66	0.037	1.055	2.445(5.21)	69.634(11.17)
竹林 bamboo forest	1	24	0.031	0.841	0.755(1.61)	20.180(3.24)
合计 total	11	237			37.460(79.80)	470.931(75.57)

1) 括号内数据分别为各森林景观要素占帽峰山整个景观面积或周长的百分比

3.2 森林景观的斑块面积、周长特征

帽峰山森林景观中, 各个斑块类型拥有的面积极不平衡(表 2), 其中, 阔叶混交林面积最大(11.773

km²), 黧蒴林最小(0.247 km²), 两者相差约 48 倍。平均斑块面积以阔叶混交林类型最大(0.453 km²), 竹林最小(0.031 km²)。

表 2 帽峰山森林景观斑块面积、周长特征

Tab. 2 Patch area perimeter properties of forest landscape elements of Maofeng Mountain

斑块类型 ¹⁾ patch type	面积 area / km ²				面积标准差 area standard deviation	周长 perimeter/km				周长标准差 perime standard deviation	平均周长·面积 mean perimeter·area / (km·km ⁻²)
	总 ²⁾ total	平均 mean	最大 max	最小 min		总 total	平均 mean	最大 max	最小 min		
A ₁	6.344 (13.51)	0.198	0.859	0.009	0.203	84.369	2.637	8.819	0.369	2.118	13.32
A ₂	1.084(2.31)	0.120	0.589	0.014	0.196	14.083	1.565	4.450	0.475	1.390	13.04
A ₃	1.100(2.34)	0.085	0.297	0.014	0.089	19.779	1.521	5.127	0.633	1.221	17.89
A ₄	0.262(0.56)	0.052	0.118	0.016	0.041	5.206	1.041	1.731	0.566	0.486	20.02
B ₁	11.773(25.08)	0.453	4.421	0.021	0.936	96.541	3.713	26.864	0.687	5.447	8.20
B ₂	3.101(6.61)	0.194	1.510	0.011	0.378	35.319	2.207	11.419	0.426	2.730	11.38
B ₃	2.220(4.73)	0.159	0.435	0.023	0.133	25.563	1.826	3.175	0.661	0.814	11.48
B ₄	0.247(0.53)	0.062	0.193	0.014	0.087	3.732	0.933	1.934	0.514	0.676	15.05
C	8.128(17.31)	0.290	3.322	0.012	0.620	96.525	3.447	22.137	0.530	4.893	11.88
D	2.445(5.21)	0.037	0.136	0.007	0.030	69.634	1.055	2.735	0.356	0.950	28.51
E	0.755(1.61)	0.031	0.079	0.005	0.024	20.180	0.841	1.817	0.289	0.425	27.12
合计 total	37.459(79.80)					470.931					

1) A₁: 马尾松林 *Pinus massoniana* forest; A₂: 杉木林 *Cunninghamia lanceolata* forest; A₃: 湿地松林 *Pinus elliottii* forest; A₄: 针叶混交林 coniferous mixed forest; B₁: 阔叶混交林 evergreen broadleaved mixed forest; B₂: 相思林 *Acacia* spp. forest; B₃: 桉树林 *Eucalyptus* spp. forest; B₄: 黧蒴林 *Castanopsis fissa* forest; C: 针阔混交林 coniferous and broadleaved mixed forest; D: 经济果林 orchard; E: 竹林 bamboo forest; 2) 括号中数据为斑块面积占帽峰山景观总面积的百分比

斑块类型与整个景观面积的比例,可以确定每个斑块类型对于整个景观的贡献率.从表2可知,该比例最高者达25.08%(阔叶混交林),而针叶混交林、黧蒴林比例尚不足1%.从面积标准差也可看出,各斑块类型面积变化较大,即斑块大小的差异明显.

斑块类型的周长在一定程度上可以指示与外界的作用程度.与面积分布相类似,各斑块类型的周长之间也存在较大差异,总周长最大的是阔叶混交林(96.541 km),最小者是黧蒴(3.732 km),两者相差约26倍.除个别斑块类型外,各斑块类型周长大小的总体趋势大体上与其面积分布规律相近似.

景观要素或斑块类型周长与相应类型面积的比例是表示片段化森林的边缘效应指标^[5,6].单位面积上的周长越大,该景观类型被边界割裂程度越高,反之景观类型连通性高,破碎化程度低,也称为边界密度.从表2看出,各景观要素和斑块类型的平均斑块面积周长比,即单位面积的周长多在20 km/km²以下,其中,阔叶混交林类型的平均单位面积的周长最小(仅

为8.20 km/km²),反映出该类型边界密度低,类型保持完整,连通性较好,景观的破碎化程度低;经济果林、竹林类型的平均单位面积的周长较大(分别为28.51和27.12 km/km²),结合其面积特征,都呈小面积散布型分布,可见,受人为作用影响较大,因而边界密度大,景观的破碎化程度较高.

3.3 森林景观斑块的形状特征

斑块的几何形状是描述景观特征的一个重要因子^[6,7].斑块的形状对野生动植物生境、生物多样性和森林经营等有重要影响.斑块的形状特征可用斑块形状系数、伸长指数和分维数来描述(表3).

从表3可知,各斑块类型形状系数在2.119~12.566之间,伸长指数在7.509~33.859之间,分维数在1.102~1.328之间.并且形状系数、伸长指数和分维数都是经济果林最大,黧蒴林最小,说明经济果林受人类经营活动影响最大,加剧了斑块形状的复杂化,破碎化程度很大;黧蒴林几何形状相对比较简单,比较接近于圆形.

表3 帽峰山森林景观的形状、斑块数特征
Tab.3 Shape patch number properties of the forest landscape of Maofeng Mountain

斑块类型 ¹⁾ patch type	形状特征 shape properties			斑块数特征 patch number properties		
	形状系数 shape index	伸长指数 extension index	分维数 fractal dimension	斑块数 patch numbe	斑块数:总斑块数 patch number: total patch number / %	斑块数:斑块总面积 patch number:total patch area / (个·km ⁻²)
A ₁	9.452	33.497	1.271	32	13.50	5.044
A ₂	3.817	13.526	1.175	9	3.80	8.303
A ₃	5.321	18.859	1.223	13	5.50	11.818
A ₄	2.870	10.171	1.150	5	2.10	19.084
B ₁	7.929	28.101	1.240	26	11.00	2.208
B ₂	5.659	20.057	1.216	16	6.80	5.160
B ₃	4.841	17.157	1.199	14	5.90	6.306
B ₄	2.119	7.509	1.102	4	1.70	16.193
C	9.554	33.859	1.268	28	11.80	3.445
D	12.566	44.533	1.328	66	27.80	26.994
E	6.553	23.225	1.260	24	10.10	31.788
合计 total				237	100	6.327

1) A₁:马尾松林 *Pinus massoniana* forest; A₂:杉木林 *Cunninghamia lanceolata* forest; A₃:湿地松林 *Pinus elliottii* forest; A₄:针叶混交林 *coniferous mixed forest*; B₁:阔叶混交林 *evergreen broadleaved mixed forest*; B₂:相思林 *Acacia* spp. forest; B₃:桉树林 *Eucalyptus* spp. forest; B₄:藜蒴林 *Castanopsis fissa* forest; C:针阔混交林 *coniferous and broadleaved mixed forest*; D:经济果林 *orchard*; E:竹林 *bamboo forest*

3.4 森林景观的斑块数特征

帽峰山森林景观共有斑块数237个,平均每个斑块类型拥有斑块数21.545个,各个斑块类型拥有的斑块数分布也很不均匀(表3),经济果林拥有的斑块数超过60个,黧蒴林为4个,针叶混交林为5个,其余在9~32个之间,差异比较明显.

各斑块类型拥有的斑块数与森林景观总斑块数之比揭示了各个斑块类型在整个森林景观中斑块数的相对比例.不同斑块类型的斑块数比例差异十分明显,最高者达27.80%,而最低者只占1.70%,其余

在2.10%~13.50%之间.

斑块密度指数是斑块个数与面积的比值,它是用于描述景观破碎程度的指数.比值越大,破碎化程度越高,用这一指数可以比较不同类型景观的破碎化程度及整个景观破碎化状况,从而可以识别不同景观类型受干扰程度^[8].帽峰山森林景观的总体斑块密度为6.327个/km²,其中,阔叶混交林的密度指数最小,为2.208个/km²,竹林最高,达31.788个/km²,经济果林次之,为26.993个/km²,说明竹林、经济果林的景观破碎化程度很高.其原因可能是由于受经济

能力、地域条件的影响, 导致斑块小而密集, 呈散布型分布。

3.5 森林景观的斑块多样性

斑块多样性包括类型斑块数多样性、面积多样性和周长多样性。按等概率计算($P_i=1/11$), 广州市帽峰山森林景观 11 个斑块类型的 Shannon 多样性指数为 2.397, 而森林景观类型斑块数、类型面积和类型周长的 Shannon 多样性指数分别为 2.136、1.900 和 2.054, 均小于等概率情形(表 4)。3 个方面的景观多样性程度不同, 类型面积最低, 类型斑块数最高, 揭示出景观类型面积分布最不均衡, 而均匀度也与此相对应。

针阔混交林、经济果林和竹林等 11 种斑块类型。帽峰山总面积为 46.945 km², 其中, 森林景观总面积为 37.460 km², 占整个景观的 79.80%, 总周长为 470.931 km, 总斑块数 237 个, 森林景观已处于帽峰山整个景观的基质或本底。从森林景观斑块的面积、周长分布分析, 阔叶混交林、针阔混交林是帽峰山森林景观的主导景观类型。经济果林、竹林的形状指数、密度指数均较高, 边界密度大, 究其原因主要是受人为作用影响较大, 景观的破碎化程度较高, 而阔叶混交林、针阔混交林却较小, 边界密度低, 类型保持完整, 连通性好, 景观破碎化程度低。

参考文献:

[1] 傅伯杰, 陈利顶. 景观多样性的类型及其生态意义[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 454—462.

[2] BASKENT E Z, JORDEN G A. Characterizing spatial structure of forest landscape[J]. Can J For Res, 1995, 25: 1 830—1 849.

[3] KRUMMEL J R, GARDEN R H, SUGIHARA G, et. al. Landscape patterns in a disturbed environment[J]. Oikos, 1987, 48: 321—324.

[4] 邬建国. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 101—102.

[5] STAMPS J A, BUECHER M, KRISHNAN V V. The effect of edge permeability and habitat geometry on emigration from patches of habitat[J]. Amer Nat, 1987, 129: 533—552.

[6] 刘灿然, 陈灵芝. 北京地区植被景观中斑块形状的分析[J]. 生态学报, 2000, 20(4): 559—564.

[7] 刘灿然, 陈灵芝. 北京地区植被景观斑块形状的分形分析[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 129—134.

[8] 王宪礼, 布仁仓, 胡远满, 等. 辽河三角洲湿地的景观破碎度分析[J]. 应用生态学报, 1996, 7(3): 299—304.

表 4 帽峰山森林景观斑块多样性指数
Tab. 4 The patch diversity index of forest landscape of Maofeng Mountain

项目 item	$d_{max}^{1)}$	类型斑块数 type patch num	类型面积 type area	类型周长 type perimeter
Shannon 指数	2.397	2.136	1.900	2.054
Shannon-weiner index				
均匀度 evenness		0.891	0.793	0.857

1) 理论上最大生物多样性指数

4 结论与讨论

采用景观土地属性分类的植被分类途径, 根据植被群落的外貌特征等因素, 把广州市帽峰山森林景观划分为常绿针叶林、常绿阔叶林、针阔混交林、经济果林和竹林等 5 种景观要素类型; 并根据植被景观优势树种划分为马尾松林、杉木林、湿地松林、针叶混交林、阔叶混交林、相思林、桉树林、鹧鸪林、

Properties of the Forest Landscape Patches in Maofeng Mountain, Guangzhou

LIU Hui-ming, YANG Yan-qiong, LUO Fu-he, LIN Wei-qiang
(College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Based on the SPOT image, the topographic map and digital elevation model, this paper analyzed the forest landscape types and the properties of different patches in Maofeng Mountain, Guangzhou with the GIS ARCVIEW software. The results are mainly as follows: 1) The forest landscape in Maofeng Mountain could be divided into 11 patch types; 2) The area, perimeter and number of different patch types varied greatly; 3) Broadleaved mixed forest and coniferous and broadleaved mixed forest were the dominant landscape types in the Mountain; and 4) The patches of orchard and bamboo forest were small, numerous and dispersedly distributed, their shape index and density index were relatively high, indicating that the landscape was highly fragmented. However, the shape and density indexes of broadleaved mixed forest and coniferous and broadleaved mixed forest were small, the patch types kept intact and the landscape was less fragmented.

Key words: Maofeng Mountain; forest landscape; patch properties

【责任编辑 李晓丹】