

西山森林公园森林景观分类与排序研究

赵 耘¹, 舒清态^{2*}, 刘安华¹, 赵林森¹

(1. 西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224 2 西南林业大学 资源学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 以 2006 年森林资源二类调查数据为信息源, 在 ArcView 支持下, 把西山森林公园划分为 14 种景观类型, 并建立了由 8 个景观指数组成的稳定性评价指标体系, 利用 ArcView 扩展模块 Patch Analyst 定量计算景观指标值, 建立景观指标标准化矩阵, 并运用主成分分析法, 构造森林景观稳定性综合评价模型, 对西山森林公园各景观类型的稳定性进行了评价与分析。结果表明: 西山国家森林公园森林景观稳定性依次为: 华山松—桃—苹果—栎类—杜鹃—柏木—竹—云南松—马桑—苦刺—其他阔—蓝桉—圣诞树—桉木。该结果可为西山公园森林景观经营管理提供技术支撑。

关键词: 森林景观分类; 排序; 主成分分析; 西山森林公园

中图分类号: S759.5 文献标志码: A 文章编号: 1000- 2286(2010)06- 1202- 07

A Study on Classification and Ordination of Forest Landscape of Xishan Forest Park

ZHAO Yun¹, SHU Qing-tai^{2*}, LIU An-hua¹, ZHAO Lin-sen¹

(1. College of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. College of Resources, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract Based on class II investigation on forest resources in 2006, with the help of ArcView, 14 landscape types were assorted in Xishan Forest Park of Kunming. The index system for evaluating its forest landscape stability was designed and 8 forest landscape stability indices were selected. And a standard matrix of landscape indices was established. A synthetic evaluation model for forest landscape stability was established with Patch Analyst tool of ArcView. By using principal component analysis in SPSS, the factors influencing Xishan Forest Park Forest Landscape stability were analyzed. It proved that there are great differences among those landscape types in stability. The values of stability go from high to low as follows: *Pinus amandü-Peach-Malus pumila* Mill - Robur- Cuckoo- Cypress- Bamboo- *Pinus yunnanensis* Franch- *Coriaria sinica* Maxim. - *Solanum deflexicapum* - Broad-leaved forest- *Eucalyptus globulus*- Christmas tree- *Alnus crumastogyne*. It provides a scientific basis for sustainable management to Xishan Forest Park of Kunming.

Key words forest landscape classification; ordination; principal component analysis; Xishan Forest Park

森林景观是指某一特定区域里的数个异质森林群落或森林类型构成的复合森林生态系统, 森林景观生态研究是森林经营活动可持续性研究的适当尺度。森林景观的异质性、多样性和稳定性是森林景

收稿日期: 2010- 06- 15 修回日期: 2010- 09- 14

基金项目: 云南省自然科学基金项目 (2008ZC094M)、昆明市“科技合作与交流”重点项目 (昆科计字 08H130105)和云南省青年基金项目 (2005C0025Q)

作者简介: 赵耘 (1970-), 女, 副教授, 主要从事园林景观规划设计工作,* 通讯作者: 舒清态, E-mail: shuq@163.com.

观生态研究的重要内容^[1]。但目前国内外还没有对景观稳定性概念达成共识,多是借用生态系统的稳定性概念,如 Foman^[2]把景观稳定性表达为抗性、持续性、惰性、弹性等多种概念;徐化成^[3]把景观稳定性归结为持久性、恢复力和抵抗力^[2]。总之,景观稳定性可从 4 个方面来衡量:①景观要素的再生能力;②景观生物组分的物质平衡;③景观空间结构的多样性和复杂性;④人为干扰。森林景观结构、功能上的复杂性以及时空上的动态变化,加上稳定性表达的多样化,森林景观稳定性的度量十分困难,森林景观稳定性评价则鲜见报道^[1]。

本文以昆明市西山森林公园为研究对象,以森林资源二类调查数据为信息源,依据数字化林相图,利用 ArcView 确定森林景观类型和各景观类型数据,依据森林景观稳定性评价指标体系,由景观指数计算模块 Patch Analyst 得到各类景观指标值,标准化后,构造综合评价模型,定量评价各森林景观类型的稳定性,为公园森林景观科学合理经营提供依据。

1 研究方法

1.1 森林景观类型划分

昆明市西山森林公园位于昆明西郊,距市区 15 km,海拔约 2 000 m,面积 887.2 hm² 风景森林。植物有 167 科、594 属、1 086 种灌木和其它植物,药用植物多达 90 余种。主要森林类型有华山松、桃、杜鹃、苹果、竹类、柏木、栎类、苦刺、马桑、其他阔叶林、云南松、蓝桉、桉木以及圣诞树等。

研究中,参照《中国植被》的植被分类原则、斑块的发生和起源、立地类型以及经营目的进行分类^[1],对配准好的 2006 年林相图矢量化,在 ArcGIS 下形成西山森林公园景观分类图(图 1),景观分类结果见表 1。

1.2 评价指标体系的确定

森林景观稳定性评价指标体系应是森林景观结构稳定性的表达,也是森林景观功能稳定性的反映。指标体系必须具备解释功能、评价功能以及预测和预报功能。根据景观评价指标体系建立的原则,本文在对研究地区资料进行充分研究的基础上,选取了以下 8 个景观指标^[4-9]。

(1) 斑块密度 PD (Patch Density):

$$X_1 = \frac{n_i}{A_i} \quad (1)$$

式(1)中 n_i 为第 i 类景观的斑块个数, A_i 为第 i 类景观的斑块总面积。

(2) 边缘密度 ED (Edge Density):

$$X_2 = \frac{\sum_{k=1}^m e_k}{A_i} \quad (2)$$

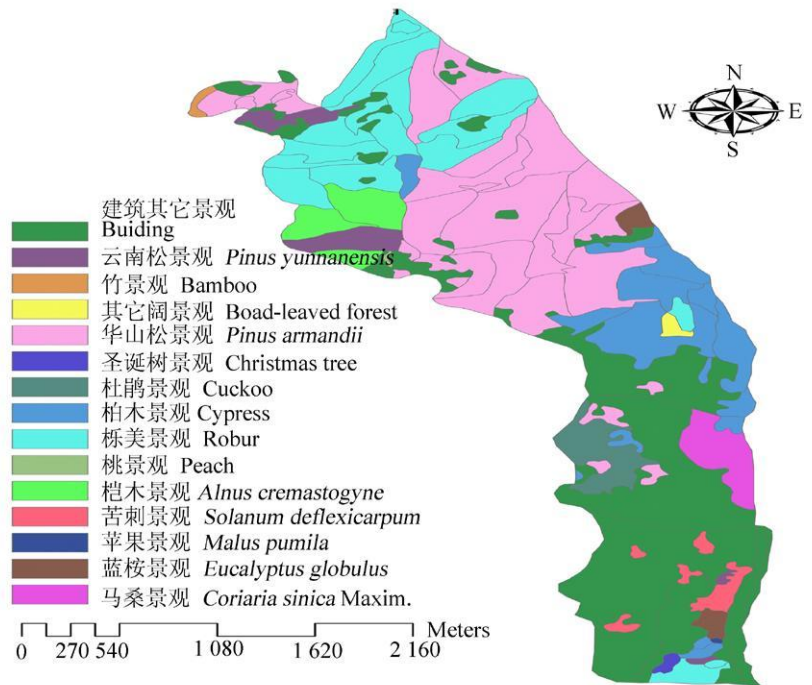


图 1 西山森林公园景观类型分布

Fig 1 Landscape types of Xishan Forest Park

表 1 西山森林公园森林景观类型

Tab 1 The assorted forest landscape types of Xishan Forest Park

序号	景观类型 Landscape classes	斑块个数 Num. of patches	斑块平均面积 / lm^2 Av area of patches	最大面积 / lm^2 Max area	最小面积 / lm^2 Min area	总面积 / lm^2 Total area
1	柏木 Cypress	15	6 206 5	27. 8	0. 3	93 097 2
2	其它阔 Broad-leaved forest	1	2 688 6	2 688 6	2 688 6	2 688 6
3	华山松 <i>Pinus amardii</i>	26	9 670 2	32. 9	0. 5	251 424 2
4	马桑 <i>Coriaria sinica</i> Maxim	1	23 562 6	23 562 6	23 562 6	23 562 6
5	杜鹃 Cuckoo	1	24 863 3	24 863 3	24 863 3	24 863 3
6	蓝桉 <i>Eucalyptus globulus</i>	2	4 211 6	4. 2	4. 2	8 423 1
7	栎类 Robur	16	8 340 3	13. 7	0. 8	133 444 2
8	苦刺 <i>Solanum deflexicarpum</i>	5	2 627 4	7. 1	0. 8	13 136 8
9	云南松 <i>Pinus yunnanensis</i> Franch	5	4 539	8	0. 9	22 694 9
10	苹果 <i>Malus pumila</i> Mill	1	0 324	0 324	0 323 8	0 324
11	圣诞树 Christmas tree	1	1 915 2	1 915 2	1 915 2	1 915 2
12	桉木 <i>Alnus cremastogyne</i>	3	9 938 3	15. 2	4. 8	29 814 8
13	其它竹 Bamboo	1	1 954	1 954	1. 954	1. 954
14	桃 Peach	1	0 456 7	0 456 7	0 456 7	0 456 7
	总计 Total	79	101. 297 4	164. 664 3	68. 064 3	607. 799 5

式 (2)中, e_k 为第 i 类景观第 k 个斑块的边缘长度, A_i 第 i 类景观的斑块总面积, $ED > 0$ 边缘密度是景观斑块边界复杂度的一种直观量度, ED 的值越大, 其边界形状越复杂。

(3) 斑块类型所占景观面积的比例 PLAND (Percentage of Landscape):

$$X_3 = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{A} \quad (100) \quad (3)$$

式 (3)中 a_{ij} 表示第 i 类景观第 j 个斑块的面积; X_3 为景观生物多样性、优势种和数量的重要指标。

(4) 平均形状指数 SHAPE (Shape Index):

$$X_4 = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{P_j}{n_i}}{n_i} \quad (4)$$

式 (4)中 P_j 表示第 i 类景观第 j 个斑块的周长, 是斑块总体形状复杂性最简单直接的度量。

(5) 面积平均斑块分形指数 FRAC_MN:

$$X_5 = \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{2 \ln 0.25 P_j}{\ln a_j} \right) \left(\frac{a_j}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right) \right] \quad (5)$$

$1 \leq \text{FRAC_MN} \leq 2$ FRAC_MN= 1代表形状最简单的正方形或圆形, FRAC_MN = 2代表周长最复杂的斑块类型, 通常其值的可能上限为 1.5

(6) 景观要素聚集度指数 COHESION:

$$X_6 = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^m P_j}{\sum_{j=1}^m P_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right] \left[1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right] \quad (100) \quad (6)$$

景观要素聚集度指数可以反映同类景观要素斑块之间的空间结构关系和生态功能联系, 景观要素

聚集度指数用来描述景观中同类景观要素斑块的联系程度。

(7) 景观要素分离度指数 DMISION:

$$X_7 = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{a_{ij}}{A} \right)^2}{n} \right] \quad (7)$$

$0 \leq DMISION \leq 1$, 当景观由单一斑块组成时, DMISION 的值为 0。组成景观的核心斑块的数量和面积越小, 其值越接近于 1。

(8) 景观破碎度指数 SPLIF:

$$X_8 = \frac{A^2}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2} \quad (8)$$

$SPLIF \geq 1$, 当景观由单一斑块组成时, SPLIF 为 1, SPLIF 随斑块面积的减小或斑块数量的增多而增大。它是用来衡量景观的破碎化最直接的指标。

1.3 标准化矩阵的建立

①在 ArcView 下, 利用 Patch Analyst 分析模块, 调用景观分类图专题图层 (* . shp 文件), 进行各类景观指数的计算; ②在 Excel 下, 对景观指数进行标准化, 建立景观指标标准化矩阵 (表 2)。

表 2 森林景观斑块类型景观指数标准化矩阵

Tab 2 The standard matrix for forest landscape stability indices

类型 Types	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
1	0.161	21.0933	15.317	1.365	1.057	4.910	0.851	286.405
2	0.372	0.9280	0.442	1.253	1.044	150	0	51.106762
3	0.103	49.7598	41.366	1.463	1.063	113.343	0.934	87.889
4	0.04	3.1740	3.877	1.448	1.059	0	0	665.387
5	0.042	4.4384	4.091	1.971	1.109	0	0	597.59
6	0.237	2.1393	1.386	1.154	1.027	550	0.5	10.413543
7	0.120	30.2228	21.955	1.458	1.06	0	0.918	307.752
8	0.381	4.7754	2.161	1.324	1.052	0	0.653	6.176145
9	0.220	6.9665	3.734	1.506	1.076	0	0.713	2.500527
10	3.087	0.2502	0.053	0.9731	0.9933	0	0	3.519763502
11	0.522	0.7178	0.315	1.148	1.028	0	0	100.719874
12	0.101	4.7272	4.905	1.141	1.023	0	0.607	1.057683
13	0.512	0.9780	0.321	1.549	1.089	0	0	96.752994
14	2.190	0.4736	0.075	1.552	1.104	0	0	1.771217119

1.4 综合评价模型的构造

(1) 根据标准化矩阵, 调用 SPSS 进行主成分分析, 输出主成分分析的特征值和贡献率, 主成分的载荷矩阵、因子得分系数矩阵 (表 3 表 4), 取累积贡献率 > 85% 前几个主分量, 得到各主分量方程 F 。

由表 3 可知, 边缘密度 X_2 、斑块所占景观面积的比例 X_3 、景观分离度指数 X_7 、在第一主成份上有较高载荷, 说明第一主成份反映了这些指标的信息。与第一主成份高度相关的指标共有 4 个, 可见, 第一主分量已反映了大部分指标的大部分信息。这些指标是有关森林景观斑块特征和异质性的指标, 因此可以认为, 第一主成份是森林景观异质性的表征。

景观单位面积生物量 X_6 、边缘密度指数 X_1 、景观破碎度指数 X_8 在第二主成份上有较高载荷, 但是由于边缘密度指数、景观破碎度指数是景观斑块特征和异质性的指标, 在第一主成份中也有所表现, 所以在第二主成份中景观单位面积生物量基本反映了森林生产力的信息。可将第二主成份命名为森林景观生产力。

斑块平均形状指数 X_4 、面积加权的平均斑块分形指数 X_5 在第三主成份上有较高载荷, 说明第三主

成分基本反映了斑块形状的复杂程度, 可将此主成份作为森林景观斑块形状复杂度的表征。

表 3 主成分的载荷矩阵

Tab 3 The load matrix for principal component analysis

评价指标 Evaluation indexes	主成分 Principal component		
	F_1	F_2	F_3
X_1	- 0.164	0.958	- 0.160
X_2	0.970	- 0.166	0.072
X_3	0.975	- 0.149	0.078
X_4	0.068	- 0.178	0.965
X_5	0.017	- 0.128	0.969
X_6	0.894	0.051	0.086
X_7	0.697	- 0.453	- 0.217
X_8	- 0.099	0.957	- 0.207
特征根 Latent root	3.795	2.187	1.379
贡献率 % Contribution ratio	47.437	27.343	17.235
累积贡献率 % Cumulative	47.437	74.780	92.015

根据以上主成分的提取和命名, 可知, 森林景观稳定性可由景观异质性 (F_1)、景观生产力 (F_2)、斑块形状复杂度 (F_3) 这 3 个新变量对森林景观稳定性进行分析评定。

表 4 因子得分系数矩阵

Tab 4 The correlation coefficient matrix for principal component analysis

评价指标 Evaluation indexes	主成分 Principal component		
	F_1	F_2	F_3
X_1	0.074	0.491	0.052
X_2	0.314	0.051	0.019
X_3	0.318	0.062	0.025
X_4	0.003	0.05	0.495
X_5	- 0.008	0.071	0.505
X_7	0.317	0.164	0.057
X_8	0.178	- 0.189	- 0.18

各主分量方程为:

$$F_1 = 0.074X_1 + 0.314X_2 + 0.318X_3 + 0.003X_4 - 0.008X_5 + 0.317X_6 + 0.178X_7 + 0.096X_8 \quad (9)$$

$$F_2 = 0.491X_1 + 0.051X_2 + 0.062X_3 + 0.050X_4 + 0.071X_5 + 0.164X_6 - 0.189X_7 + 0.492X_8 \quad (10)$$

$$F_3 = 0.052X_1 + 0.019X_2 + 0.025X_3 + 0.495X_4 + 0.505X_5 + 0.057X_6 - 0.180X_7 + 0.027X_8 \quad (11)$$

②确定各主分量的权重, 第 i 主成分所对应的特征值 λ_i 占所提取主成分特征值之和的比作为该主成分的权重:

$$w_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{k=1}^n \lambda_k} \quad (12)$$

式 (12) 中, 以第 i 主成分得分值与第 i 主成分的权重 w_i 的乘积之和得到主成分综合评价模型:

$$F = \sum_{k=1}^3 w_k F_k \quad (13)$$

将 (9), (10), (11) 和相应权重值代入 (13) 中, 得到综合评价模型:

$$F = 0.194X_1 + 0.181X_2 + 0.187X_3 + 0.102X_4 + 0.111X_5 + 0.319X_6 + 0.002X_7 + 0.201X_8 \quad (14)$$

③计算各景观类型的综合评价值并对其进行排序(表 5)。

表 5 森林景观类型稳定性评分值

Tab 5 The grading values of forest landscape stability

景观编号 No	景观类型 Types	综合评分 Com positive score	排名 Gradation	景观编号 No	景观类型 Types	综合评分 Com positive score	排名 Gradation
3	华山松 <i>Pinus amandii</i>	0.96	1	9	云南松 <i>Pinus yunnanensis</i> Franch	-0.19	8
14	桃 Peach	0.56	2	4	马桑 <i>Coriaria sinica</i> Maxim.	-0.29	9
10	苹果 <i>Malus pumila</i> Mill	0.48	3	8	苦刺 <i>Solanum deflexicarpum</i>	-0.36	10
7	栎类 Robur	0.36	4	2	其它阔 Broad-leaved forest	-0.42	11
5	杜鹃 Cuckoo	0.16	5	6	蓝桉 <i>Eucalyptus globulus</i>	-0.53	12
1	柏木 Cypress	0.10	6	11	圣诞树 Christmas tree	-0.55	13
13	其它竹 Bamboo	-0.17	7	12	桫欏木 <i>Ahus cremastogyn</i>	-0.56	14

2 结果分析

由 5 的评分结果可知,西山森林公园森林景观稳定性基本可以分为两类:(1)综合评分值大于 0 即稳定性好的景观类型,包括华山松、桃、苹果、栎类、杜鹃、柏木。(2)综合评分值小于 0 即稳定性不好的景观类型,包括其它竹、云南松、马桑、苦刺、其它阔、蓝桉、圣诞树、桫欏木。

西山森林公园森林景观稳定性最好的斑块类型和最差的斑块类型的综合评分值相差 1.52,这表明西山森林景观各斑块类型的景观稳定性差异不大,景观稳定性与排序结果从大到小依次为华山松景观、桃树景观、苹果景观、栎类景观、杜鹃景观、柏木景观、竹类景观、云南松景观、马桑景观、苦刺景观、其他阔景观、蓝桉景观、桫欏木景观。

景观稳定性最好的景观类型为华山松,综合评分值为 0.96,斑块个数为 26 个,最大斑块面积为 329 000 m²,最小斑块面积为 5 000 m²,平均斑块面积为 96 701.6 m²。

苹果的稳定性综合评分值第 2 稳定度 0.48,斑块个数 1 个,该斑块类型的面积为 3 239.7 m²。

稳定性指数较高的还有栎类、杜鹃、柏木。栎类由 16 个斑块组成,该斑块类型总面积 1 334 441.7 m²,斑块平均面积为 83 402.6 m²,最大斑块面积为 137 000 m²,最小斑块面积为 8 000 m²。杜鹃由一个斑块组成,其面积为 24 863.9 m²。柏木由 15 个斑块组成,斑块总面积为 930 971.6 m²,斑块平均面积为 62 064.8 m²,最大斑块面积为 278 000 m²,最小斑块面积为 3 000 m²。

由上可知,西山森林景观中的林地已全部造林绿化,形成了林分质量好、树种结构较为合理的经营格局。大部分森林景观的稳定性较好,尤其是华山松、桃、苹果、栎类对整体森林景观的稳定性有较大的贡献。

3 结论与建议

3.1 结论

(1)遵循景观类型学的基本准则,即以森林景观的外在特征作为分类的依据,将西山森林公园森林景观划分为 14 个森林斑块类型。西山森林公园 8 个森林景观稳定性评价指标可归纳为 3 个主成分因

子,这 3 个主成分因子可以反映 8 个指标 92.015% 以上的信息量。将评价区域森林景观稳定性概括为景观异质性、景观生产力、斑块形状复杂度 3 个方面。

(2)西山森林公园各类型森林景观稳定性依次为:华山松—桃—苹果—栎—杜鹃—柏木—其它竹—云南松—马桑—苦刺—其它阔—蓝桉—圣诞树—桉木。

3.2 建议

(1)西山森林公园中稳定性较好的斑块类型要进行重点保护。西山森林公园中稳定性较好的斑块类型华山松,相对于其它景观类型有较大的规模比例,要进行重点保护,应以内部生态状况良好的群落为核心区、外部生态状况稍差的群落作为缓冲区进行保护。保护方式应以群落自然发展,维持群落生物多样性为主,避免大规模的林分改造,可适当设置旅游线路,但应避免线路穿过核心自然林区,以致造成森林景观斑块破碎化。

(2)应注重对群落生物量贡献最大的乔木的保护。首先保证乔木生物量最大,从而使得公园内景观生态效益达到最佳;其次是注重景观的美观性。在一定程度上人们对群落物种多样性要求不高,反而单一物种的群落更容易被人们识别和欣赏,但是对由群落组成的植被景观类型的多样性有较高要求。因此应注意避免视觉范围内植被景观的过于单一化;另外,若在保证植被对人的亲和力,对群落内部结构进行改造时,要注意对人工林下已形成规模的灌草层的物种多样性保护,可以划出林缘地带进行改造,而保证群落核心的自然灌草层。

(3)统一规划、加强管理、协调各方关系。西山森林公园生态旅游开发条件十分优越,应充分利用优越的自然条件。首先,必须尽快做出符合景观生态学原则、可操作性强的旅游开发总体规划。其次,要切实加强生态管理,包括对旅游经营者、旅游者、建设项目、旅游设施、设备和场所、环境等实行生态管理,并从法律、制度、措施上加以规范。

参考文献:

- [1]肖化顺,付春风,张贵.流溪河国家森林公园森林景观稳定性评价[J].中南林业科技大学学报:自然科学版,2007,27(1):88-92
- [2]Forman R T T, Godron M. Landscape ecology[M]. New York Academic Press, 1986
- [3]徐化成.景观生态学[M].北京:中国林业出版社,1996
- [4]舒清态,陆元昌,洪玲霞.基于 Markov 模型的东北过伐林区森林景观格局变化研究[J].西南林学院学报,2005,26(5):32-37
- [5]舒清态,赵耘,陆元昌.东北过伐林区森林景观演替分析[J].江西农业大学学报,2007,29(4):587-593
- [6]陆元昌,陈敬忠,洪玲霞,等.遥感影像分类技术在森林景观分类评价中的应用研究[J].林业科学研究,2003,18(1):31-35
- [7]胡欣欣,陈平留.RBF 网络在森林景观评价中的应用[J].福建林学院学报,2009,29(1):62-64
- [8]郭晋平.森林景观生态研究[M].北京:北京大学出版社,2001
- [9]欧阳勋志,廖为明,彭世揆.区域森林景观生态功能区划的理论与方法——以江西婺源县为例[J].江西农业大学学报,2004,26(5):700-704