

# 江西省自然保护区的排序研究

刘仁林

(江西省井冈山自然保护区, 343600)

**摘要** 本文运用主分量分析的方法,分析了江西森林自然保护区的自然属性的地理分布规律,旨在从中找到一组可靠的自然属性,以此预测建立森林自然保护区的合适之地,并对已建立的5个省级自然保护区进行分布合理性评价。研究表明:前三维主分量的信息量占总信息量的87.73%,降维效果良好。通过对不同自然属性在前三维主分量上的负荷量以及它们之间的离散性分析,确定了12个自然属性是评价和预测自然保护区的有效因子。从而证明PCA在自然保护区的规划和研究中具有良好的适应性。

**关键词** 主分量分析,森林自然保护区,预测,评价

**A study on the ordination of forest nature reserves in Jiangxi province/Liu Renlin // CHINESE BIODIVERSITY. — 1994,2(3):173~176**

Using the method of principal component analysis (PCA), the relationship between the natural attributes of forest nature reserves and the geographical conditions in Jiangxi was studied in order to find out some reliable natural attributes which can be used to forecast reasonable places forest protected areas. Based on the results of the analysis of ordination, the distributions of five forest nature reserves established in Jiangxi were also discussed. The conclusion shows that the information content of the first three principal components is 87.73%, a good effect of decline dimension. By analysing the different sum of loadings of natural attributes on the first three principal components and the dispersion of natural attributes, 12 natural attributes have been defined reasonable for evaluation or forecast of nature reserves. All these indicate that the method of PCA can be used to program nature reserves.

**Author's address** Administration office of Jingang Mountain Nature Reserve, Jiangxi. 343600

**Key words** principal component analysis, forest nature reserve, forecast and evaluation

江西省位于北纬 $24^{\circ}29'$ ~ $30^{\circ}05'$ 、东经 $113^{\circ}34'$ ~ $118^{\circ}29'$ 之间,总面积16.66万平方公里,年均温 $16.3^{\circ}\text{C}$ ~ $19.7^{\circ}\text{C}$ ,降雨量 $1341\text{mm}$ ~ $1934\text{mm}$ <sup>[1]</sup>。在不同地域建立森林自然保护区,必须要求这些保护区之间有较大的差异。这样可以使急需保护的地方及时得到保护,这在目前经济不充裕的条件下尤为重要。构成不同地域的自然保护区之间的差异是它们的自然属性与地理环境的综合反映。因此,揭示自然属性的地理分布规律,找到一组可靠的自然属性,就可以达到评价和预测自然保护区的目的。为此,本文运用主分量分析方法对九连山、井冈山、官山、武夷山和庐山5个保护区进行排序研究,为全省的自然保护区规划提供科学依据。

## 1 研究方法

**1.1 保护区自然属性的选择。**这是关键的一步,它关系到研究结果的好坏。选择的原则是:信息含量主要在植物、动物和地理环境方面,其中植物占居相当重要的位置,因为森林是整个自然保护区的支撑者;其次是自然属性的个数要适当多些,以便筛选;最后在选择的深度上要慎重,有些属性虽

然直观,但不可类比,而应该使用相对值来表示。本文共拟选 16 个自然属性,它们是:①高等植物的种类数占全省高等植物总计种类数的权重  $a_1$ ;②木本植物种类数占全省木本种类数的权重  $a_2$ ;③兽类种类数占全省兽类总计种类数的权重  $a_3$ ;④鸟类种数占全省鸟类种数的权重  $a_4$ ;⑤热带性木本属数<sup>[2]</sup>占全省热带性木本属数的权重  $a_5$ ;⑥木本珍稀濒危种数占全省木本珍稀濒危种数的权重  $a_6$ ;⑦纬度  $a_7$ ;⑧经度  $a_8$ ;⑨山体相对高差(m)与保护区面积(ha)之比  $a_9$ ;⑩年平均气温  $a_{10}$ ;⑪年降雨量  $a_{11}$ ;⑫木本中国特有属数占保护区木本属数的权重  $a_{12}$ ;⑬木本中单型属的个数占保护区木本属数的权重  $a_{13}$ ;⑭常绿阔叶林分布海拔的上限与最高海拔之比  $a_{14}$ ;⑮热带性木本属数占保护区木本属数的权重  $a_{15}$ ;⑯ 5 个保护区共有的木本种数占某个保护区木本总种数的权重  $a_{16}$ 。这些自然属性的数据来源于各保护区的科学考察,有关全省的数据来源于《江西森林》<sup>[1]</sup>。

1.2 数据的处理。①对原始数据以各保护区为行(i),自然属性为列(j),构成矩阵 A。根据标准差标准化公式:

$$Y_{ij} = \left( x_{ij} - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{ij} \right) / \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m [X_{ij} - \bar{X}_j]^2} \quad (\text{式中: } m \text{ 为保护区个数})$$

对 A 标准化处理,得相应矩阵 y。②计算内积矩阵  $R=y^T y$ ;③计算 R 的特征根和特征向量;④计算各主分量的贡献率和前三维累计贡献率;⑤计算前三维主分量中各保护区的排序坐标以各自然属性对各主分量的负荷量。对自然属性的离散性分析,则将 y 转置而成。全部计算过程编成 BASIC 程序由微机完成。

表 1 主分量的特征根与信息量

Tab. 1 The eigenvalues and their information content of principal components

因子 factors		主分量 Principal Components					
		1	2	3	4	5	6~16
特征根	eigenvalues ( $\lambda_i$ )	26.1896	17.7872	10.9815	7.1098	0.5791	0
信息量	information content ( $I_i\%$ )	41.80	28.40	17.53	11.35	0.92	0
累计率	accumulative total (sum $I_i\%$ )	41.80	70.20	87.73	99.08	100.00	0

## 2 结果与分析

2.1 排序效果。从表 2 可以看到,前三维主分量的信息量占十六维主分量空间总信息量的 87.73%,降维效果良好。不同的自然属性对某个主分量的贡献是不一样的(见表 2)。由表 2 可知,对前三维主分量贡献最大的自然属性有 13 个(除  $a_{10}$ 、 $a_{11}$  和  $a_{12}$  外),说明这些属性是刻画自然保护区本质的重要内容,也是基本内容。这与通常的定性分析相吻合。

2.2 前二维主分量的信息量占 70.2%,因此根据这二维主分量上各保护区的排序坐标作图 1。此图中各点间的距离表达了保护区之间自然属性的异质性,而且距离越大,相似性愈小。一般说,各保护区间的异质性愈大,则在地域上的分布愈远,因为同一地区内保护区之间的异质性较小,而相似性较大。对全省来说,在投资相等的条件下,合理的布局应该是力求这种异质性在各保护区之间尽可能大些,图 1 说明 5 个保护区在全省的分布较为合理。但庐山保护区与武夷山保护区比较一致。如果就自然属性而言,庐山没有比武夷山更具价值,因为它经历了千百年来的人工改造,自然度大大下降。但庐山是不可多得的历史文化名山,必须受到保护。如果以这 5 个保护区为第一级保护网,那么在经济条件充裕的情况下,再在其间适当加密,建立第二级保护网,甚至第三级保护网,使全省自然保护区的地域分布日趋合理。这意味着第一级保护网上保护区之间的异质性比第二级之间的

要大,依此类推。从这个意义上讲,并不是保护网越密愈好,而以二至三级为宜,否则就会重复而浪费。

表 2 前三维主分量的各自然属性的负荷量

Tab. 2 The loadings of natural attributes on the first three principal components

主分量 principal components	自然属性 natural attributes	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>15</sub>	a <sub>16</sub>
		1		3.13	3.07	3.02	2.28	2.92	3.04	2.16	2.26	2.49	0.54	0.86	0.63	2.22	2.08
2		1.17	1.05	1.83	1.88	1.87	1.06	2.61	2.14	1.88	2.71	0.23	2.34	2.49	2.35	2.54	1.12
3		0.95	1.15	0.90	1.75	1.50	0.43	1.26	1.80	1.94	1.01	2.32	1.44	1.44	2.06	2.03	1.10
总负荷量 sum of loadings		3.47	3.44	3.65	3.43	3.80	3.25	3.61	3.59	3.68	2.94	2.48	2.83	3.64	3.76	3.48	3.53
总负荷量大小顺序 sequence in sum of loading		10	11	4	12	1	13	6	7	3	14	16	15	5	2	9	8

2.3 保护区的自然属性与地理环境的相关性。图 1 表示,在 X 轴上对第一主分量贡献最大的自然属性是 a<sub>16</sub>,其次是 a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub>、a<sub>3</sub> 和 a<sub>6</sub>。沿 X 轴由官山保护区→井冈山保护区依次是官山、武夷山、庐山、九连山和井冈山,它们的 a<sub>16</sub> 依次为 0.37、0.34、0.25。若以新干县为界把江西划为南北两部,则在 X 轴“0”点左侧是分布在北部的 3 个保护区, a<sub>16</sub> 为 0.37~0.34;“0”点右侧是南部的 2 个保护区, a<sub>16</sub> 为 0.30~0.25。显然,由于南部地区水、热条件好,物种多,因此必然是南部的保护区 a<sub>16</sub> 之值小。同理, Y 轴表示第二主分量,对它贡献最大的是 a<sub>10</sub>,其次是 a<sub>7</sub>、a<sub>15</sub>、a<sub>13</sub> 和 a<sub>12</sub>。沿 Y 轴由庐山→九连山依次是庐山、武夷山、井冈山、官山、九连山,它们的年均温 a<sub>10</sub> 依次是 11.5℃、14.4℃、14.6℃、15.0℃、16.6℃。说明这些自然属性对地理分布有较好的敏感性,否则不能用于这种分析和预测。表 2 所列的自然属性中大多数有这种敏感性。

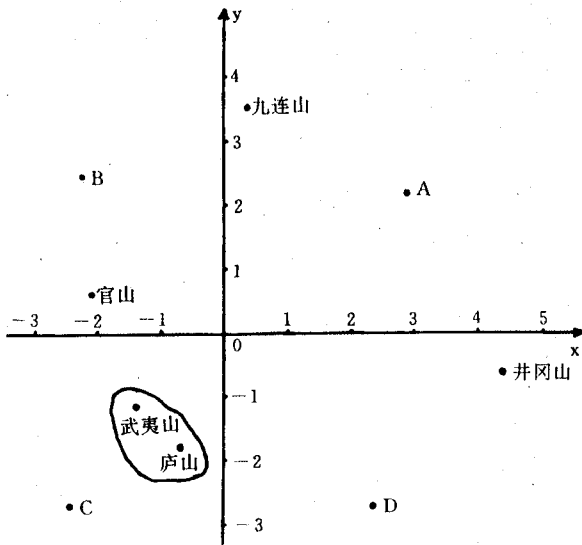


图 1 5 个保护区的二维排序

Fig. 1 A two-dimensional ordination of 5 nature reserves

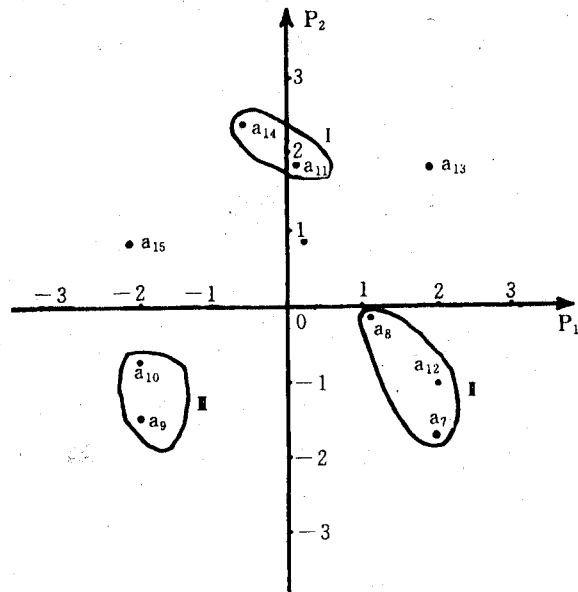


图 2 10 个自然属性的二维排序

Fig. 1 A two-dimensional ordination of 10 nature attributes

但是,有些自然属性之间具有相关性,而且相关的属性较多。因此必须进行属性间的离散性分析,从中选择综合性和可靠性较高的自然属性。本文选取9个保护区的10个自然属性进行离散性分析,结果是:前二维主分量的信息占57.82%,前三维主分量的信息量占76.75%,降维效果良好。取前二维主分量作图2。由图2可知, $a_{15}$ 、 $a_{13}$ 和 $a_2$ 独立性较好,具有综合性和可靠性。因为 $a_{15}$ 是一个地区水、热条件的反映,它刻画了该地区植物区系的本质; $a_{13}$ 表明了该地区植物区系的古老性程度;而 $a_2$ 则是各种地理因素和生态因素综合作用的结果。对于相似类型的I, II, III,分别以 $a_4$ 、 $a_7$ 、 $a_8$ 和 $a_9$ 具有较好的综合性和可靠性。因此,根据以上分析并参考表2中各自然属性的总负荷量大小顺序,选择 $a_5$ 、 $a_{14}$ 、 $a_9$ 、 $a_{13}$ 、 $a_7$ 、 $a_8$ 、 $a_{16}$ 、 $a_{15}$ 、 $a_2$ (或 $a_1$ )、 $a_4$ 和 $a_6$ 12个自然属性用于自然保护区的研究和预测是比较满意的。

2.4 建立自然保护网的预测。从图1可知,如果在第I, II, III, IV象限分别拟选A、B、C、D4个森林自然保护区,建立第二级保护网,则布局比较合理。根据分别在第一、二主分量上贡献最大的自然属性分析,A应该在赣南,即井冈山与九连山之间,B在赣西南,C在赣西北,D在赣东北。现以光姑山(赣南)、云居山(赣北)、岩泉(赣东北)、武功山(赣西南)4个林区的10个植物方面的自然属性进行模拟试验,并根据计算结果作图3。由图3可知,云居山可以去掉,而应改在北偏西的武宁、修水山区选择;光姑山虽然比较理想,但改在更偏南的寻鸟,安远更好;岩泉和武功山很理想。如此经过多次试验,就可以找到理想的第二级保护网,甚至第三级保护网。

### 3 结 论

5个森林自然保护区的PCA排序研究表明,降维效果良好。所选择的12个自然属性对地理环境具有良好的敏感性和可靠性。在森林自然保护区的规划和研究中运用PCA法进行评价和预测,可以获得满意的结果,但应用范围以省为对象比较合适。

### 参 考 文 献

- 1 林英等,江西森林. 江西科学技术出版社,1986,22~37
- 2 吴征镒等,中国植被. 北京:科学出版社,1983,82~114

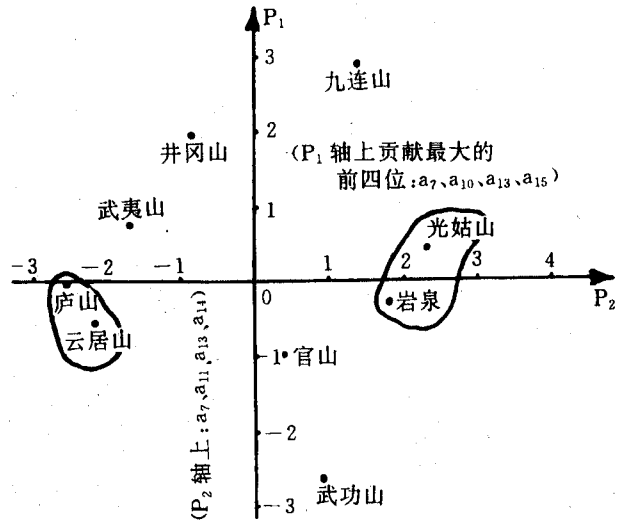


图3 9个保护区的二维排序

Fig. 3 A two-dimensional ordination of 9 nature reserves