

文章编号: 1000-5692(2007)06-0741-06

## 浙江省竹林生态区划研究

楼 崇, 祝国民

(南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

**摘要:** 以生态学原理为指导, 按照生态区划的基本原则与方法, 并结合区划对象的基本特征, 采用定量分析与定性分析相结合的办法, 对浙江省竹类植物适生区域进行了划分。区划的基本手段为聚类, 即选择影响竹类植物生长与分布的因子组成指标体系, 并划分为生态类与经济类两大类指标, 经相关性分析筛选之后, 对所需指标数据进行标准化处理。然后分别以生态类与经济类指标作为指标变量, 以浙江省69个市(县)作为样本总体进行样本聚类, 依次划分出类与亚类, 经分析调整后依次划分出6个竹林生态区与4个生态亚区, 分别为: 浙东北低山丘陵平原竹林生态区(平原竹林生态亚区、低山丘陵竹林生态亚区), 浙西北山地竹林生态区, 浙中低山丘陵盆地竹林生态区, 浙西南低山盆地竹林生态区, 浙东南沿海低山丘陵平原竹林生态区(平原竹林生态亚区、低山丘陵竹林生态亚区)和浙东沿海半岛岛屿竹林生态区。图1 表3 参17

**关键词:** 森林经理学; 竹林; 生态区划; 浙江省; 聚类分析

**中图分类号:** S759.15      **文献标志码:** A

全世界有竹林面积2 200万 $\text{hm}^2$ 左右, 约70属1 200种<sup>[1]</sup>, 主要分布在热带与亚热带地区。我国地处世界竹子分布的中心<sup>[2 3]</sup>。浙江省有竹林面积78.3万 $\text{hm}^2$ , 居全国第4位。全省90个行政市(县, 区)中, 85个市(县, 区)有竹林分布<sup>[4]</sup>。竹子资源在浙江省是山区林业经济的主要来源, 同时又在地地方林业生态建设中发挥着重要作用。在资源综合利用方面, 浙江的竹笋竹材产量、竹加工产值和竹总产值均居全国第1位<sup>[5]</sup>, 有“中国竹子看浙江”之说。1991年, 方伟<sup>[6]</sup>运用自然区划的方法将浙江省竹林区划为3个区2个亚区, 很好地指导了此后全省竹产业化布局与发展。为满足林业生态建设发展方向的需要和实现浙江省林业现代化建设目标<sup>[7 8]</sup>, 浙江省对全省范围内竹子产业化发展与布局又提出了新的要求。本研究旨在立足于浙江省的客观实际, 按生态区划的基本原则与方法, 在省域尺度下, 以生态因子为主, 并充分考虑社会经济因子影响, 对全省竹林进行区域划分, 为新形势下地方更好地利用竹类资源提供理论上的参考。区划过程中, 选取的指标考虑了多个因子对竹林生长与分布的综合影响, 在分类实践中同时突出了若干个因子的主导性作用; 在确保同一生态分区内各样本间相似性最大, 不同生态分区内样本间差异性最大的前提下进行分区, 并且兼顾了传统分区中的区域完整性、延续性和实用性。

收稿日期: 2007-06-27; 修回日期: 2007-09-11

基金项目: 浙江省林业厅资助项目(200503)

作者简介: 楼崇, 副教授, 从事森林生态学研究。E-mail: nlauto@163.com

## 1 区划指标

根据区划指标确定的基本原则,通过查阅大量文献,确定以竹子的生态学共性为基础(如水、热需求等),同时征求专家的意见,初步拟定两大类区划指标:生态地理指标和社会经济指标,并进行指标筛选。区划指标与目标(以各样本单元竹林面积为参照)之间,要存在一定程度的相关性,剔除不相关和部分微弱相关指标;区划指标与指标之间的相关性应尽可能小,剔除部分高度相关的指标,以免信息重复。采用Pearson 相关系数<sup>[9]</sup>对指标群进行两两相关性分析。

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n xy_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i / n}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 / n} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 / n}}, i = 1, 2, \dots, 69. \quad (1)$$

当  $r_{xy} = 0$  时,两变量不相关;  $|r_{xy}| < 0.3$  时,为微弱相关;  $0.3 \leq |r_{xy}| < 0.5$  时,为低度相关;  $0.5 \leq |r_{xy}| < 0.8$  时,为显著性相关;  $0.8 \leq |r_{xy}| < 1$  时,为高度相关;  $|r_{xy}| = 1.0$  时,为完全线性相关。筛选后,确定区划指标19个,其中生态地理指标11个,社会经济指标8个(表1)。

表1 指标释义

Table 1 Indication of indexes

生态类指标	指标含意	经济类指标	指标含意
笋期降水量 $x_1$	影响散生竹的高生长与成竹率	农业人口	农业生产劳动力的绝对数量
年均降水量 $x_2$	影响竹子的生长发育及分布	人口结构	农业生产劳动力的相对数量
孕笋期降水量 $x_3$	影响散生竹来年的发笋量与丛生竹的笋、竹生长	有林地面积比	理论上可直接用于竹业发展的林地潜力
最热月均温 $x_4$	影响竹子高温下的某些生理活动	林业用地面积	林业发展的绝对潜力
最冷月均温 $x_5$	限制竹子低温下某些生理活动	人口密度	区域人为活动的强度
极限低温 $x_6$	影响丛生竹种的分布	人均GDP	区域经济活动强度
$\leq -5$ °C 天数 $x_7$	影响丛生竹的分布与生长势	农林牧贡献率	大农业在区域经济中的重要性
$\geq 10$ °C 积温 $x_8$	影响竹子的生长期	林业贡献率	林业在大农业中的重要性
年均风速 $x_9$	影响竹子的分布与生长势		
地理经度 $x_{10}$	决定纬向上的温度差异		
地理纬度 $x_{11}$	决定经向上的雨量变化		

指标数据主要源于《浙江省统计年鉴(2004)》、浙江省气象局地面气候资料多年均值、浙江省林业局“九五”期间二类资源调查成果(分县)汇编等<sup>[10,11]</sup>(限于论文篇幅,数据表格略)。

## 2 方法与结果

### 2.1 区划方法

本研究区划方法为聚类分析,以浙江省69个市(县、区)为样本,在指标数据标准化基础上,提取主成分,然后对区划对象(样本)进行Q型聚类,通过选择不同的分析与聚类方法进行聚类,结合浙江省实际,运用地理信息系统软件MAPINFO 7.01,在矢量化后的浙江省行政区划地图<sup>[12]</sup>图层上完成主要区划因子的专题图制作,对聚类结果加以综合比较分析,确定最终的分类个数与分类结果,并进行分区。聚类过程包括生态类指标的聚类与经济类指标的聚类。其中,对生态类指标先提取主成分然后再聚类。

初次聚类对象是从生态类指标体系中提取的4个标准化主成分,求解过程参考文献<sup>[13,14]</sup>。

$P_{in1} = 0.155x_1 + 0.178x_2 + 0.096x_3 - 0.008x_4 + 0.181x_5 + 0.126x_6 - 0.088x_7 + 0.184x_8 - 0.099x_9 - 0.086x_{10} - 0.198x_{11}$ ;  $P_{in2} = -0.181x_1 - 0.115x_2 + 0.066x_3 - 0.015x_4 + 0.159x_5 + 0.257x_6 - 0.259x_7 + 0.012x_8 + 0.241x_9 + 0.277x_{10} - 0.018x_{11}$ ;  $P_{in3} = -0.267x_1 + 0.211x_2 + 0.685x_3 + 0.160x_4 - 0.039x_5 -$

$0.024x_6 + 0.188x_7 - 0.187x_8 - 0.270x_9 + 0.229x_{10} + 0.040x_{11}$  ;  $P_{in 4} = -0.119x_1 - 0.186x_2 + 0.133x_3 + 0.821x_4 - 0.009x_5 - 0.009x_6 - 0.158x_7 + 0.234x_8 - 0.191x_9 - 0.054x_{10} + 0.036x_{11}$  。

采用统计分析软件SPSS 12.0 和 S-plus 2000 , 分别进行系统聚类和模糊聚类, 所以又称作对主成分聚类或者初次聚类。由于聚类样本数大, 加上聚类途径(不同的样品间距离、类间距离计算方法)不同本身就会造成聚类结果之间的差异, 不可能要求各种途径有较为一致的聚类结果, 因此, 经过比较, 当类数取5~8 类时, 各聚类实践获得的结果相似性相对最大。综合分析后, 选择系统聚类中的夹角余弦(cosine)- 组间联结法(between-groups linkage)、夹角余弦(cosine)- 组内联结法(within-groups linkage) 作为此次样本聚类的基本方法, 聚类类数为7。相似性系数cosine 和类间距离基础计算公式分别为<sup>[13,14]</sup> :

$$\cos \alpha_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m x_{ki} x_{kj}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n x_{ki}^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n x_{kj}^2}} ; d_{g(p,q)} = \frac{1}{n_p n_q} \sum_{i \in C_p, j \in C_q} d_{ij}^2 \quad (2)$$

式(2) 中  $p$  和  $q$  为类数,  $n_p$  和  $n_q$  为聚为  $p$  和  $q$  类时类内所包含的样本数,  $i = 1, 2, \dots, 69$ 。具体聚类原理与计算方法参看文献(聚类图略)<sup>[13-15]</sup>。

二次聚类是以经济类指标数据作为变量, 聚类样本是调整后的初次聚类结果。目的是在初次聚类的基础上划分出亚类, 并最终划分出亚区。

### 2.2 聚类结果

运用系统聚类法, 以夹角余弦计算相似性测度, 以组内联结为主计算类间距离, 以全省69 个完整市(县) 为样本总体进行  $Q$  型聚类分析, 结合区划的基本原则, 经细微调整后, 结果如表2~3。

表2 初次聚类结果

Table 2 The first results of clustering

类	数量	样本(市, 县)
I	21	杭州, 宁波, 余姚, 奉化, 慈溪, 嘉兴, 平湖, 海宁, 桐乡, 嘉善, 海盐, 湖州, 长兴, 绍兴市, 上虞, 嵊州, 绍兴县, 新昌, 天台, 宁海, 三门
II	5	富阳, 临安, 德清, 安吉, 诸暨
III	13	建德, 桐庐, 淳安, 金华, 兰溪, 东阳, 义乌, 永康, 武义, 浦江, 磐安, 丽水, 缙云
IV	6	象山, 洞头, 舟山, 岱山, 嵊泗, 玉环
V	13	温州, 瑞安, 乐清, 永嘉, 平阳, 苍南, 文成, 泰顺, 台州, 温岭, 临海, 仙居, 青田
VI	11	衢州, 江山, 常山, 开化, 龙游, 龙泉, 云和, 庆元, 遂昌, 松阳, 景宁

表3 二次聚类结果

Table 3 The second results of clustering

类	亚类	样本(市, 县)
I	I <sub>a</sub>	杭州, 宁波, 慈溪, 嘉兴, 平湖, 海宁, 桐乡, 嘉善, 海盐, 湖州, 绍兴市, 长兴
	I <sub>b</sub>	余姚, 奉化, 上虞, 嵊州, 绍兴县, 新昌, 宁海, 三门, 天台
V	V <sub>a</sub>	温州, 瑞安, 乐清, 平阳, 苍南, 台州, 温岭
	V <sub>b</sub>	永嘉, 文成, 泰顺, 临海, 仙居, 青田

## 3 区划方案

综合2 类指标的聚类结果, 对研究地竹林生态区域进行划分: 根据调整后的聚类结果(表2) 划分6 个竹林生态区, 其中, 类 I , II , III 和 V 直接更名为 I 区、II 区、III 区和 V 区, 类 IV 与类 VI 调换顺

序后改为Ⅳ区与Ⅵ区；根据二次聚类结果(表3)划分4个亚区(已经舍弃的不计算在内)，依次为亚区Ⅰa，亚区Ⅰb，亚区Ⅴa和亚区Ⅴb(图1)。

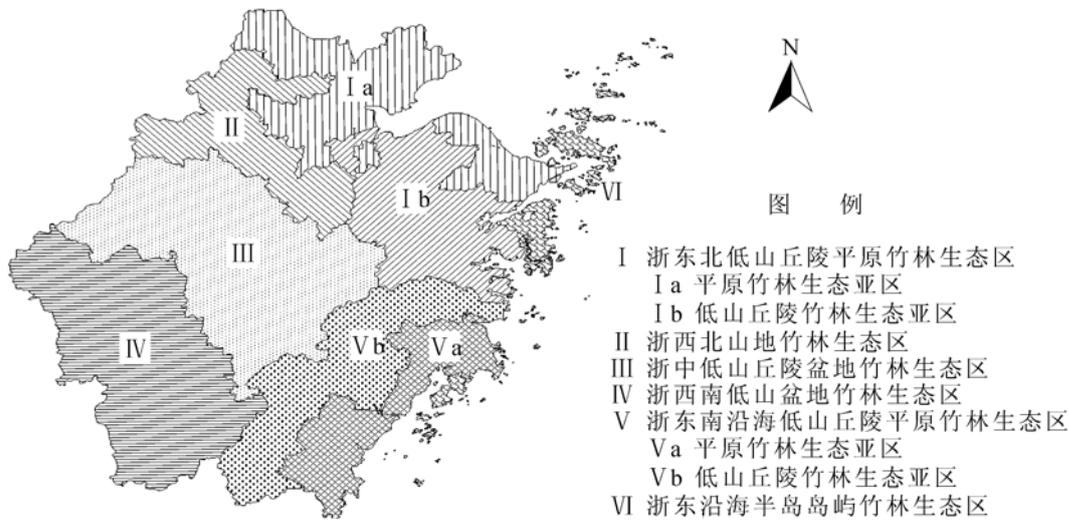


图1 浙江省竹林生态区划

Figure 1 Eco-regionalization for bamboo in Zhejiang Province

一级区域以省域尺度上的地理方位+大地形地貌命名，二级区(亚区)以次一级地形地貌命名。

#### 4 讨论

分区是通过在指标群当中选择其中的生态因子，即直接影响竹类植物自然分布最为关键的水热因子以及间接决定水热条件分布的其他因子共同聚类而成，并划分一级区域。同时考虑了人为经济活动对竹类植物分布的现实影响，并划分二级区域；根据相似性原则可知，在同一生态分区内，竹类植物的适生条件基本一致。同一亚区内，社会经济活动对竹类植物分布乃至发展的影响程度及趋势也基本一致。而这又是区域竹产业发展研究的根本点和出发点。总的来说，在既定原则的指导下，采用生态类与经济类指标相结合，定量分析与定性分析相结合的方法，基本达到了对省域尺度下竹类资源进行生态分区的目的。因为同一生态分区内有着相似的林业生产条件，可试行相近或相同的经营措施，因此，研究也为分别不同的生态分区探讨竹类资源产业化发展奠定了基础。下面就研究过程中涉及到的一些问题和后续研究的展开进行讨论。

竹林的自然区划通常是从地域分异出发，结合竹林在研究区域内的自然分布现状以及区域内竹林经营的特点与历史等，划分出不同的竹林区域，因而，竹类资源分布现状是分区的基础与依据。竹林的生态区划则是以竹类植物的生态学特性共性作为分区的基础与基本依据，同时，又以分区内的社会经济活动强度差异划分次一级区域，在分区过程中，不考虑各分区内竹类资源的种类、数量多少与分布现状，并且采用了定量与定性分析相结合的分区方法，借助数学工具以及数据分析与处理软件，与自然分区相比，具有本质上的不同。

从分区结果上来看，1991年，方伟<sup>[6]</sup>将浙江省竹林区划为3个区2个亚区。此次划分的6个竹林生态区与4个亚区与它们相比并没有根本上的冲突，比如，其中的Ⅰa与Ⅴa区与自然区划中浙北人工竹林亚区和东南部沿海丛生竹林区在现实覆盖上基本能够重合，而其他的分区在此次分区中则得到了进一步的细化，其原因可能是自然地域分异一定程度上决定了区划因子的分异。其主要优点在于对影响竹类植物自然生长与分布的生态学特性进行了量化，并在空间上给出了一个相对精确的划分界线。在此基础上，可以将重点放在人类经济活动对竹资源生长与分布的影响上，继而将区划结果与资

源的现实发展利用加以有机的结合。另外,生态区划的结果与目前浙江省竹类资源的现实分布大体一致,从区域内资源的经营现状与发展方向上看,分区结果相对比较合理。

浙江省在行政区划上,以县一级为单位总计有90个市(县,区)。由于数据采集和地方数据统计习惯方面的原因,绝大部分数据只划分到县一级,而其中的32个区则基本没有统计数据,这其中还包括林业资源方面的数据。为此,特别选择了其中58县(含县级市)和11个市(辖区)总计69个行政单位作为此次区划的样本总体,并进行聚类 and 分区。由于各行政单位面积大小不一,有的行政单位内的生境与资源现状差异较大,在划分区域时,为了满足区域完整性原则,使得某些与分区总体特征不相关的现象出现。因此,在经营措施的实践中应该加以区别对待。另外,在指标因子的选择与处理、分区方法的确定、调整的尺度与幅度以及与传统区划<sup>[16,17]</sup>的衔接等方面仍有许多需要注意与改进的地方,在今后同类研究中需不断进行完善。

在各个生态区中,毛竹 *Phyllostachys pubescens* 为主要竹种,除Ⅱ区所占比例为64.4%,毛竹林占区内竹林总面积的比例均在80%以上。毛竹以外的笋用竹林占区内竹林面积12%以上的有Ⅰ,Ⅱ和Ⅴ区,代表竹种分别为早竹 *Phyllostachys praecox*,雷竹 *Phyllostachys praecox* ‘Bamboo Lei’和绿竹 *Bambusa atrovirena*。在分区前,各区所在行政区域竹类资源经营措施主要围绕以上竹种的材用和笋用展开,已经不能满足新形势下林业生态建设的需要和不符合竹业在地方林业建设中所处的地位。因此,在后续及各生态分区竹类资源产业化发展研究方面应重点探讨竹类资源(包括所有具有相当经济、社会与生态效益的竹种)在防护林、防护用材、经济林、园林绿化以及城市森林建设等方面的应用。

#### 参考文献:

- [1] 程强. 世界竹子资源一览[J]. 人造板通讯, 2004 (1): 39.
- [2] 马乃训. 我国的竹类科学研究[J]. 竹子研究汇刊, 1989, 8 (1): 76-82.
- [3] 温太辉. 论竹类的起源[J]. 竹子研究汇刊, 1983, 2 (1): 1-8.
- [4] 汪奎宏, 高小辉. 竹类资源利用现状及深度开发[J]. 竹子研究汇刊, 2000, 19 (4): 72-75.
- [5] 浙江省林业局. 浙江省林业特色基地建设[R]. 杭州: 浙江省林业局, 2002.
- [6] 方伟. 浙江省竹林自然区划[J]. 竹子研究汇刊, 1991, 10 (1): 1-9.
- [7] 楼崇, 刘安兴, 祝国民. 浙江省生态公益林资源特点及建设方向[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24 (1): 50-54.
- [8] 郑四渭, 唐志, 姬亚岚, 等. 浙江林业现代化建设目标研究[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22 (1): 87-92.
- [9] 李朝鲜. 社会经济统计学[M]. 北京: 经济科学出版社, 2002.
- [10] 浙江省统计局. 浙江省统计年鉴(2004)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
- [11] 浙江省林业局. 浙江林业自然资源: 森林卷[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002.
- [12] 浙江省第一测绘院. 浙江省旅游、交通地图册[M]. 成都: 成都地图出版社, 2004.
- [13] 何晓群. 多元统计分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2004.
- [14] 张尧庭, 方开泰. 多元统计分析引论[M]. 北京: 科学出版社, 1982.
- [15] 苏金明. 统计软件SPSS 12.0 for Windows 应用及开发指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [16] 黄必恒, 方伟, 许加意. 中国雷竹引种与适生区域[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18 (1): 10-14.
- [17] 浙江省林业厅区划办公室. 浙江省林业区划[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.

## Ecological regionalization for bamboo in Zhejiang Province

LOU Chong, ZHU Guo-min

(College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

**Abstract:** Based on ecological theories, this research integrated qualitative and quantitative methods to do regional classification for bamboo in Zhejiang Province. We chose 69 cities and counties as investigated subjects. The Index

System was constructed by integrating factors related to growth and distribution of bamboo, which is classified as ecological and economic indices, and all indices were standardized after filtering out redundant indices using a correlation analysis. The ecological factors included rainfall in bamboo shooting time, average annual rainfall, average temperatures in the hottest month and in the coldest month, extreme coldest temperature, accumulated temperature ( $\geq 10$  °C), accumulated days ( $\leq -5$  °C), average annual wind speed, longitude and latitude, and the economic factors were peasant population, population structure, population density, per capita GDP, forest area, forestry contribution, to do clustering analysis. The results showed that 69 cities and counties can be classified into six types, consisting of four sub-types, namely (I) the north-eastern hilly, plain and low mountainous division, including (Ia) the plain sub-division, (Ib) the hilly and low mountainous sub-division; (II) the north-western mountainous division; (III) the middle hilly, basin and low mountainous division; (IV) the south-western basin low mountainous division; (V) the south eastern coastal hilly, plain and low mountainous division, including (Va) the plain sub-division, (Vb) the hilly and low mountainous sub-division; (VI) the eastern peninsular division. [Ch, 1 fig. 3 tab. 17 ref.]

**Key words** : forest management ; bamboo forest ; ecological regionalization ; Zhejiang Province ; cluster analysis

---

## 浙江林学院组织专家参加浙江省第4届林业科技周

以“创新创业，兴林富民”为主题的浙江省第4届林业科技周，2007年9月8~14日在全省各市同时举行。在科技周活动中，浙江林学院校长张齐生院士作了《坚持科技创新 实现我国竹材加工产业的可持续发展》主题报告。党委书记陈敬佑出席开幕式并讲话。常务副校长周国模、副校长方伟等参加了会议。

浙江林学院充分利用科技周活动这个平台，积极参与各项活动，展示最新的科研成果，将先进实用的技术传授给林农，运用于生产，有效地支撑林业发展。由浙江省林业厅选派的童再康、马灵飞、钱俊、金爱武、桂仁意等专家教授组成的毛竹培育和竹木加工等3支科技小分队，分别深入到龙泉的龙渊街道、八都镇等地，进行实地指导，解决当地林农、林业企业在生产中遇到的技术性难题，向林农传授相关最新技术成果，帮助林农增收致富。

浙江林学院科技特派员参加了科技周活动期间召开的全省林业科技特派员座谈会。