

# 中国秦岭地区树木年轮密度 对气候响应的初步分析<sup>\*</sup>

吴祥定 邵雪梅<sup>\*\*</sup>

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

## 提 要

采用秦岭四个地点的树木年轮样本,进行了密度量测,建立各自的最大密度与最小密度年表.分析结果表明,密度变异对气候变化有显著响应,这些年表可以成为表征过去局地气候的代用资料.

**关键词:** 树木年轮; 密度; 气候.

利用树木年轮变异,获取定年准确、连续性强和高分辨率的代用资料,重建过去气候和环境变化,长期来受到高度重视,取得很大的进展.树木年轮密度分析,是自80年代以来树木年轮气候学研究中的一个重大突破<sup>[1]</sup>.它完全不同于年轮宽度分析,而是基于年轮中的材质不一,细胞直径和细胞壁厚度有明显差异,会造成年轮密度在年内与年际间的变化的研究方法.这种细胞结构差异造成的密度变化,在某种程度上也是受外界气候与环境变化的影响.因此,年轮密度变化,往往能提供不少气候与环境变化信息,其中既有与年轮宽度表征的信息相近的,又有与其不同的,这就使得树木年轮分析更为深入,应用范围更为广泛.

近年来,美国、瑞士等国的树木年轮学家已开始采用年轮密度分析,着重建立最大密度年表,用来论及与局地气候、环境变化的关系.

在中国,虽已有大量树木年轮气候学研究成果,但仅限于年轮宽度,尚未作密度分析.本文则简要介绍秦岭地区年轮密度年表的建立,讨论密度变化对气候响应的特性,包括最大、最小年轮密度变化与气候因子的相关性.

## 1 资料与方法

于1990和1991年,曾在秦岭地区作了树木年轮取样,东起华山、西至太白,计四个地

1993年3月30日收到. \* 国家自然科学基金和国家科委资助项目.

<sup>\*\*</sup> 美国亚利桑那大学 M. K. Hughes, J. Burns 参加部分工作,中国科学院地理研究所尹训钢、洪绪志和陕西省气象局李兆元等人协助野外取样.

点,按次序分别记为 Hua、Zaa、Fpp 和 Tba. 它们的位置、高度、树种和序列长度等概况,列在表 1 中. 这些地点位于暖温带向北亚热带过渡的半湿润地区,年平均气温为 5—8℃,年降水量约 700—1000mm. 它们的生态环境各异,多数较为复杂,地势缓陡不均,高度差甚大. 还有部分样本取自受人类活动影响的树木.

表 1 秦岭地区树木年轮取样点概况

代号	地点	纬度(N)	经度(E)	高度(m)	树种	样本数	序列长度
Hua	华山	34°29'	110°05'	2000	华山松	42	1540—1989
Zaa	镇安县	33°25'	109°10'	2500	冷杉	26	1870—1989
Fpp	佛坪县	33°38'	108°00'	1800	油松	30	1861—1990
Tba	太白县	33°55'	107°40'	2500	冷杉	28	1801—1989

对这 4 个地点的样本,分别作了预处理、交叉定年、宽度量测和密度量测. 其中密度测定的基本程序可以用框图(图 1)表示. 经过筛选和验证,对年轮宽度、最大年轮密度和最小年轮密度序列,采用 ARSTAN 分析,建立各自的差值年表<sup>[2]</sup>. 在半湿润的秦岭地区,作者曾以华山为例,论述新的差值年表有利于消除样本群体中的非同步扰动,包括树木之间的生存竞争和人类活动对树木生长的影响. 表明差值年表比常规的标准年表所反映的气候因子信息要多些<sup>[3]</sup>. 因此,本文着重讨论年轮最大密度和最小密度的差值年表对气候的响应特性,并与年轮宽度的差值年表进行比较.

## 2 结果与讨论

分析树木年轮密度对气候的响应,主要依据响应函数和相关函数计算结果<sup>[4]</sup>. 其中,树木年轮年表为 4 个地点的最大密度(Max)与最小密度(Min),配以年轮宽度(RW)计算值;气候因子选用树木生长前期,即上一年 10 月,至当年 9 月的各月平均气温和降水量,计 12 个因子.

从它们的相关函数中显著因子数(达 95%置信限)来看,除 Hua 中的 Max 年表以外,其余的 Max 与 Min 年表计算值均与 RW 年表相同或比 RW 表要多(表 2). 在一定程度上,这表明它们包含的气候信息量不相一致,有时差异还很大,多数情况下密度年表可能接近或高于宽度年表.

由响应函数计算出来的相关系数平方项( $r^2$ ),用作  $F$  检验的  $F$  值,以及表示信度水平的  $P$  值,也大体说明二类密度年表与宽度年表所表征的气候信息量是有差异的(表 2). 例如,从  $r^2$  值来看,仅 Fpp 中 RW 较 Max 与 Min 为大,其余 3 个地点均是 Max 为最. 就  $F$  值而言,有 2 个地点(Fpp、Hua)中 RW 最大,另外 2 个分别是 Max 和 Min 最大. 对于信度水平,它们绝大部分达到 0.05,且有一半达到 0.01.

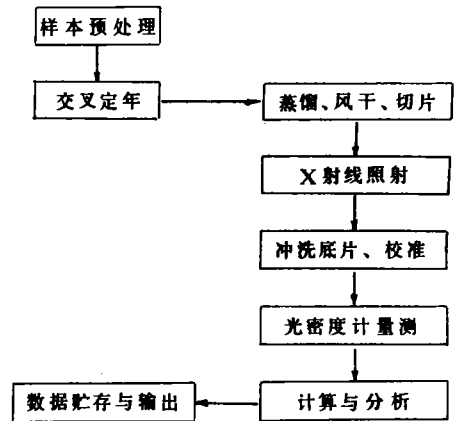


图 1 树木年轮密度测定基本程序框图

表 2 秦岭 4 个地点相关函数中的显著因子数和响应函数统计特征量

年表	相关函数中的显著因子数				响应函数统计特征量								
	RW	Max	Min	年代	$r^2$			$F$			$P$		
					RW	Max	Min	RW	Max	Min	RW	Max	Min
Hua	4	1	4	1954—1989	0.631	0.655	0.345	5.55	4.37	3.82	0.0004	0.0017	0.0130
Zaa	1	5	3	1960—1989	0.384	0.584	0.389	3.12	3.51	2.34	0.0253	0.0109	0.0671
Fpp	2	5	2	1962—1990	0.697	0.565	0.601	6.05	4.08	3.35	0.0005	0.0053	0.0118
Tba	2	2	4	1962—1989	0.738	0.749	0.727	2.82	4.07	5.03	0.0363	0.0069	0.0022

应该强调的是,对于一些非常稳定和显著的气候因子的响应,有时在宽度年表和密度年表中均有所表现.例如,在 Hua 的 RW 中,对降水显著响应的月份为 5、6 两个月,对气温显著响应的月份为 4、6 两个月(图 2a). 在 Min 中,对降水与气温显著响应的月份(图 2b)与宽度年表完全一致,仅响应符号恰好相反.这进一步证实,华山地区树木年轮宽度与早材密度受同样气候因子制约.这对确认需要重建的气候因子,建立更为可靠的重建模

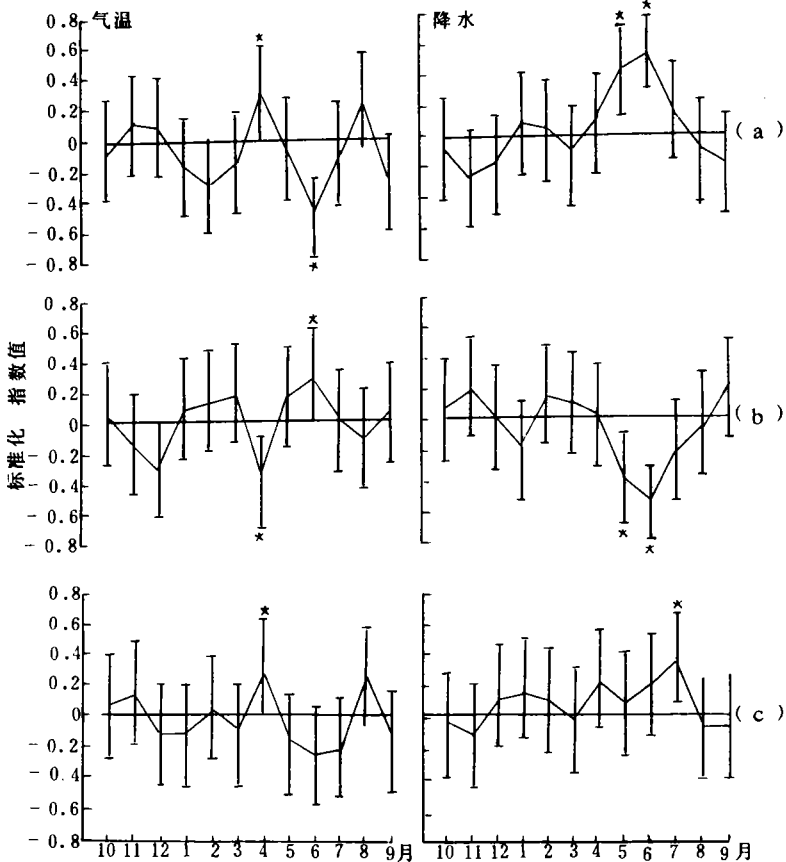


图 2 华山树木年轮年表相关函数值

(a)宽度 (b)最小密度 (c)最大密度 (图中\*表示达到 0.95 置信范围)

式,无疑是有价值的。

还必须指出,在 Hua 的 Max 年表与气候因子的相关函数分析表明,除了对 4 月气温响应显著而外,最大密度对 7 月降水的响应也十分显著(图 2c),这是与 RW 和 Min 所不同的。这样,就有可能获取该地 7 月降水量变化的信息,补充 RW 与 Min 年表所表征的 5、6 月降水状况。也就是说,如果需要了解华山地区 5—7 月的降水变化,可以在满足必要检验的前提下,设法通过这 3 个序列共有的与不同的信息量予以重建。至于对华山降水量的重建,将另文阐述。

综上所述,秦岭地区树木年轮密度变化,包括最大密度与最小密度,均可以作为表征局地气候变化的代用资料。与宽度变化相比,密度变化对气候响应亦十分显著,二者有时较为接近,有时差异较大。多数情况下,年轮密度年表所包含的气候信息量可能高于宽度年表。

### 参 考 文 献

- 1 Schweingruber F. H. *Tree Rings*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 1988.
- 2 Cook E. R. and L. A. Kairiukstis. *Methods of Dendrochronology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 1990.
- 3 邵雪梅、吴祥定. 华山树木年轮年表的建立. *地理学报*, 1994, **49**(2): 174—181.
- 4 吴祥定. *树木年轮与气候变化*. 北京:气象出版社, 1990.

## A PRELIMINARY ANALYSIS ON RESPONSE OF TREE-RING DENSITY TO CLIMATE IN THE QINLING MOUNTAINS OF CHINA

Wu Xiangding Shao Xuemei

(*Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*)

### Abstract

By using densitometry analysis, the maximum and minimum tree-ring density chronologies have been developed from four sites in the Qinling Mountains of China. It is shown that the density variation responds to the climatic change significantly. The density chronologies can be used as substitute data which indicate past local climate in the mountains.

**Key words:** Tree ring; Density; Climate.