

利用马尾松年轮资料重建 江苏暖湿地区气候的初步研究*

夏冰 兰涛 贺善安

(江苏省植物研究所 南京, 210014)
中国科学院

摘要 利用树木年轮气候学方法, 根据马尾松生长对气候变量具非线性响应, 尝试重建江苏暖湿地区过去 116 年(1874~1990)的年平均气温和降水量。温度的重建效果优于降水量, 实测值与重建值两者的缩减误差(RE)分别为 0.12 和 0.10, 两者的平均偏差百分率分别为 2.3% 和 20%。绝大部分重建结果可从观测记录和历史文献中得到验证, 但在温度较高或降水量较多的若干年份, 实测值与重建值有较大偏差。

关键词 暖湿地区; 气候重建; 非线性响应函数; 马尾松

A Preliminary studies on the climate reconstruction in a warm and humid area—Liyang, Jiangsu Province by using tree ring data of *Pinus massoniana* Xia Bing, Lan Tao and He Shan-An (Institute of Botany, Jiangsu Province and Academia Sinica, Nanjing 210014), *J. Plant Resour. & Environ.* 1994, 3(2): 34~38

The average annual temperature and annual precipitation were reconstructed for past 116 years (1874~1990) under the nonlinear response function of *Pinus massoniana* to climate by the methods of dendrochronology. The effect of reconstructed temperature was better than that of the precipitation, the reduction errors (RE) and percentage average of residuals for temperature and precipitation were 0.12, 0.10, 2.3% and 20% respectively. The reconstruction could be verified by the observed data and other historical records for most years, while in the several years with higher temperature and precipitation, the residuals between estimated and observed values too large to be accepted.

Key words warm and humid area; climate reconstruction; nonlinear response function; *Pinus massoniana* Lamb.

1. 引 言

利用树木年轮分析过去的气候变化, 国内已有许多报道^(1~4), 在利用重建的气候作为过去气候的代用资料方面也有很大进展^(5,6)。但是对温暖湿润的亚热带地区, 由于气候因素对树木生长的制约不大, 故树木年轮中包含的气候信息较干燥寒冷的地区要模糊的多, 如何应用树木年轮资料重建这类地区的气候, 还没有成熟的途径或方法⁽⁸⁾。重建这些地区的气候对于全国范围内的气候重建工作是一项重要补充。江苏省溧阳县是马尾松分布带的北缘⁽⁹⁾, 该地区除了降水量对树木直径生长有明显影响⁽¹⁰⁾外, 温度亦应有所影响。本文以江苏溧阳马尾松

收稿日期 1993-11-25

* 江苏省基金项目(90247)。野外取样得到黄致远、杨开红、徐建华、董晓耘同志的帮助, 谨致谢意。

的年轮资料为依据,探讨其重建气候的可能性。

2. 材料和方法

马尾松树芯样取自江苏溧阳(北纬 $31^{\circ}20'$,东经 $119^{\circ}11'$)海拔约50 m处的松林,该松林由20多株百年左右的马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)组成,平均树高20 m,坡向西南,坡度 28° 。林分稀疏且为单层,林下木主要由毛竹(*Phyllostachys* sp.)、悬钩子(*Rubus* sp.)和盐肤木(*Rhus chinensis* Mill.)等组成。于林内选取15株马尾松,每株树钻取2个芯样,共得芯样30个。经室内打磨并定年后,测其年轮宽度;对各年轮宽度系列进行除趋势,得平均年轮宽度指数系列,简称年轮指数系列或年轮年表^[1]。年表长度为118年(1872~1990年)。

气候观测资料取自溧阳县气象站(1953~1990),观测站与取样地间的距离为18 km,其间无地势阻隔。

利用所得年表与气候资料计算响应函数。用线性回归方程计算的响应函数,结果为马尾松直径生长对气候无响应;用非线性回归方程计算的响应函数*,则表明在春、夏、秋、冬各季内至少有一个月的月平均气温的平方或月降水量的平方对马尾松直径生长有显著影响。

本文拟重建的气候要素为年平均气温和年降水量,分别记为T和P。回归方程中的自变量为马尾松的年轮指数(SX_{ii})和1~3年的前期生长(分别记为SX_{i1}, SX_{i2}, SX_{i3})的各种非线性形式。采用逐步回归,入选的自变量均达到 $\alpha=0.05$ 以下的水平。所用的年表长度为116年(1874~1990),其中用于校准的为32年(1959~1990),用于验证的为5年(1954~1958)。缩减误差值(RE)按下式^[11]计算:

$$RE = 1 - \frac{\sum(\text{实测值} - \text{重建值})^2}{\sum(\text{实测值} - \text{平均值})^2} \quad (1)$$

如 $RE \geq 0.3$,认为重建效果较好;如 $0.3 > RE > 0$,认为有一定重建效果;如 $RE < 0$,则认为重建效果不可接受^[8]。另外,重建值与实际值的平均偏差、平均偏差百分率(平均偏差/实测平均值)、变化趋势及与历史文献的记载对照等也是判断重建效果的指标之一。

3. 结果与讨论

溧阳年平均温度($^{\circ}\text{C}$)和年降水量(mm)的重建值与年轮指数、相应的前期生长的回归方程分别为:

$$T = -3.79 \cdot (\text{SX}_{ii})^2 + 2.678 \cdot (\text{SX}_{ii}) + \frac{9.514}{\text{SX}_{ii}} - \frac{10.785}{\text{SX}_{i1}} + \frac{48.372}{e^{(\text{SX}_{i1}/\text{SX}_{ii})}} \quad (2)$$

($R^2 = 0.9994$)

$$P = \left\{ \frac{5.359}{\text{SX}_{ii}} - \frac{2.655}{e^{(\text{SX}_{ii}/\text{SX}_{i1})}} \right\}^2 \cdot 1159 \quad (3)$$

($R^2 = 0.9675$)

* 夏冰、兰涛. 马尾松直径生长与气候的非线性响应函数, 1993, 植物生态学报, 待发表。

表1 江苏暖湿地区重建气候要素统计

Tab 1 Statistics for reconstruction of climatic factors in warm and humid area within Jiangsu Province

气候要素 Climatic factors	平均偏差 Ave. residuals	缩减误差 RE	平均偏差百分率 Percen. of ave. residuals	校准期 Calibration	验证期 Verification
年平均气温 Ave. ann. temp.	0.35℃	0.12	2.3%	1959~1990	1954~1958
年降水量 Ann. prec.	208.1 mm	0.10	20.0%	1959~1990	1954~1958

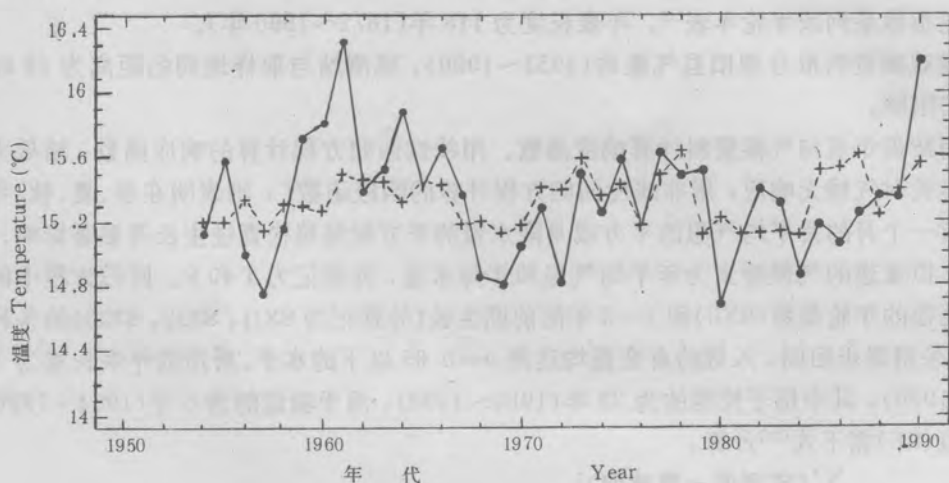


图1 江苏暖湿地区温度重建值和实测值的比较

Fig 1 A comparison between reconstructed and observed temperature values

in warm and humid area within Jiangus Province

—·— 实测值 (observed) - - - + - - - 重建值 (reconstructed)

图1和图2分别为温度重建值及降水量重建值的对照。图中实线为实测值，虚线为重建值。两值相符程度尚好，其变化趋势有两种：既对于平均值附近和显著低于平均值部分，其变化趋势大体一致；对于显著高于平均值部分，重建值与实测值偏离较大。表1为重建气候要素的统计，从中可以看出，温度重建值与实测值的平均偏差为0.35℃；降水量重建值与实测值的平均偏差为208.1 mm；平均偏差百分率分别为2.3%和20.0%；RE分别为0.12和0.10。可以看出，温度的重建效果优于降水量。重建的偏差主要来自温度较高和降水量较大的年份，也就是说对于所建的平均值及平均值以下的效果优于平均值以上的。可以认为本文的气候要素重建值具有一定的价值。利用完整年表推测的溧阳年平均温度、降水量见图3和图4。将其中的推测值与华东地区五百年气候历史资料*中的记载比较，如图3中1879年的温度明显低于年平均温度(约0.4℃)，资料中记载1887年春3月有雨雪，1888年干旱，图4中，1887和1888年的重

* 上海、江苏、安徽、浙江、江西、福建省(市)气象局和中央气象局研究所编。华东地区近五百年气候历史资料。1978。

建值明显低于往年。说明本文重建的气候要素具有一定的可靠性。应注意的是，重建气候所用的回归方程虽然其所解释的气候要素方差较高(分别为 $R^2=0.9994$ 和 $R^2=0.9675$)，但并不适于用来判断重建效果的好坏。

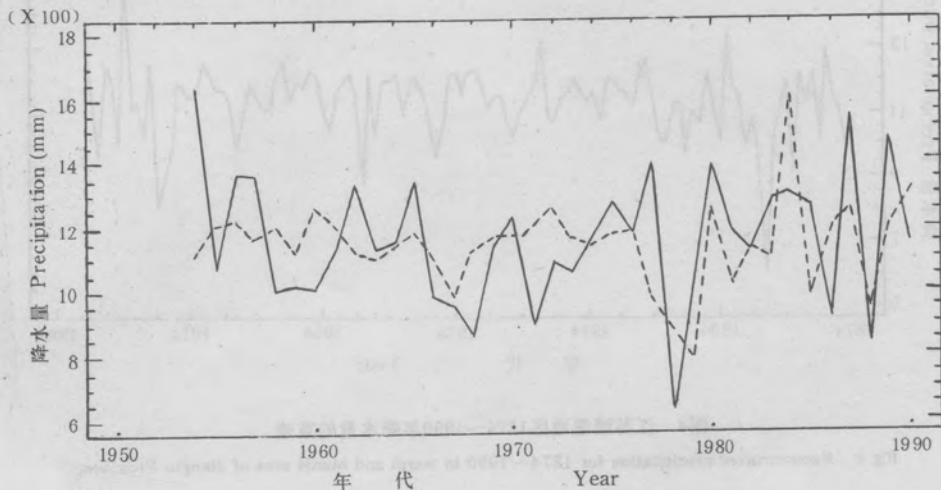


图2 江苏暖湿地区降水量重建值和实测值比较

Fig 2 A comparison between reconstructed and observed precipitation values in warm and humid area within Jiangsu Province

— 实测值 (observed) - - - - 重建值 (reconstructed)

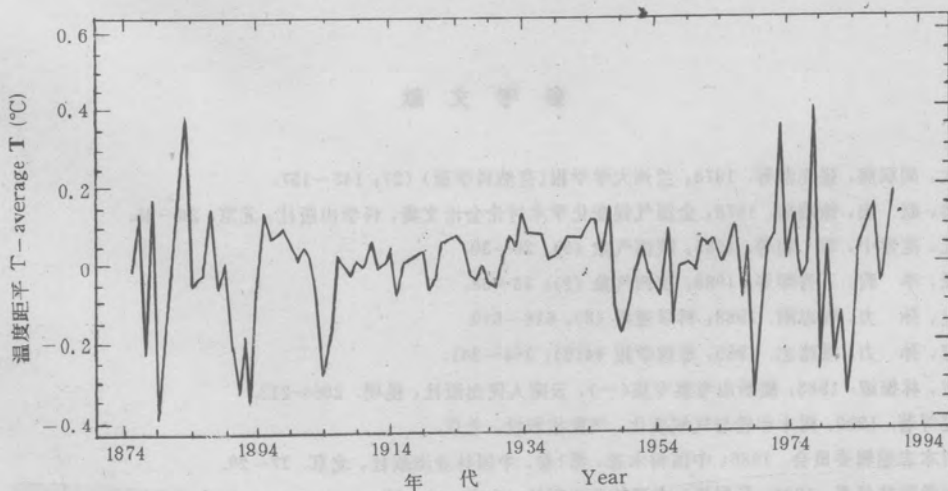


图3 江苏暖湿地区1874~1990年的温度重建

Fig 3 Reconstructed temperature for 1874~1990 in warm and humid area of Jiangsu Province

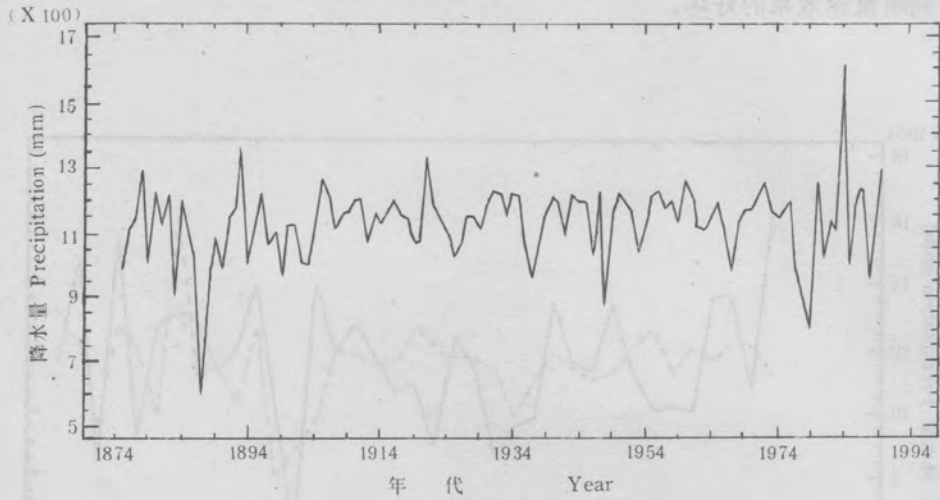


图4 江苏暖湿地区1874~1990年降水量的重建

Fig 4 Reconstructed precipitation for 1874~1990 in warm and humid area of Jiangsu Province

4. 小 结

本文运用树木年轮气候学方法,利用江苏溧阳马尾松年轮资料尝试重建该区过去年平均气温和降水量,所建温度的平均偏差为 0.35°C ,平均偏差百分率为 2.3% ;RE为 0.12 。所建降水量的平均偏差为 208.1 mm ;平均偏差百分率为 20.0% ;RE为 0.10 。对于重建要素的平均水平及平均水平以下的效果较好,高于平均水平的重建效果不够理想。温度的重建效果优于降水量。

参 考 文 献

- 1 卓正大,胡双熙,张先恭等. 1978: 兰州大学学报(自然科学版)(2): 145~157.
- 2 张先恭,赵 溱,徐瑞珍. 1978: 全国气候变化学术讨论会论文集,科学出版社,北京. 26~35.
- 3 李兆元,范建中,李 莉等. 1985: 陕西气象(5): 26~30.
- 4 李兆元,李 莉,王秀琴等. 1988: 陕西气象(2): 33~38.
- 5 吴祥定,孙 力,程志刚. 1988: 科学通报(8): 616~619.
- 6 吴祥定,孙 力,湛绪志. 1989: 地理学报 44(3): 354~341.
- 7 吴祥定,林振耀. 1983: 横断山考察专集(一),云南人民出版社,昆明. 206~213.
- 8 吴祥定等著. 1990: 树木年轮与气候变化,气象出版社,北京.
- 9 中国树木志编辑委员会. 1986: 中国树木志,第1卷,中国林业出版社,北京. 27~29.
- 10 安徽农学院林学系. 1980: 马尾松,中国林业出版社,北京. 10~35.
- 11 Fritts H C. 1976: Tree Ring and Climate, Academic Press. London. 332~333.

(责任编辑:盛国英)