

塔里木河中游近200年的温度序列和变化

李江风 袁玉江 王承义

(新疆气象科学研究所)

提 要: 本文利用塔里木河中游的胡杨年表, 重建了该区沙雅气象站近 200 年胡杨生长季的温度序列, 分析表明, 它可作为塔里木河中游近百年冷暖变化的参考依据。

主题词: 胡杨年表 重建

塔里木河流域的气候变化, 早在本世纪初, 就为国内外学者所关注, 他们多是从沙漠的展缩、河流的改道、罗布泊的游移、丝绸之路的迁徙、古城堡的兴废来寻找气候变化的证据, 本文则试图用塔里木河中游河两岸的胡杨年轮, 来讨论塔里木河中游近百年来冷暖变化, 亦为塔里木河流域的治理开发, 提供气候方面的参考依据。

由于塔里木河两岸的胡杨基本上摆脱了地表水的影响, 而依赖地下水生存。若水分满足, 温度则是其生长的重要限制因子。当平均气温在 20°C 左右时, 其形成层活力较强, 生长迅速。据计算, 采自沙雅塔里木河河漫滩上的 2 号年表与生长季平均气温的相关系数为 0.66, 这说明了温度对胡杨生长的作用。

一、温度与胡杨年轮的关系

(一) 年轮-温度相关时段的选取

为寻找生长季内与胡杨生长关系较好的温度时段, 用多年句平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 为指标, 将胡杨生长季地划分为: 4 月上旬—10 月中旬、4 月中旬—9 月下旬、5 月下旬—9 月上旬三个时段, 用沙雅 9 个年表, 对 1960—1983 年上述三个时段上的沙雅平均气温分别进行多元回归得知, 综合考虑复相关系数及剩余标准差, 以在 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的 4 月上旬—10 月中旬时段上, 温度与年轮的关系较好, 故取这一时段来作温度-年轮回归关系分析。

(二) 用于重建温度的年轮年表的选取

回归分析一般要求自变量间的相关要小, 而与因变量的相关要大。单相关指出, 沙雅 1、2、3 号年表及 9 号年表与 4 月上旬—10 月中旬沙雅平均气的相关系数最大为 0.67, 最小近 0.4, 而远离现代河床的 5、6、7、8 号年表与该段温度的最大相关系数小于 0.30, 故本文使用接近现代河床的 1、2、3、9 号年表来重建塔里木河中游的温度。但因 1、2、3 号年表均位于塔里木河北岸, 相距较近, 互相关较高($r_{1,2}=0.5$, $r_{1,3}=0.6$, $r_{2,3}=0.7$), 因此仅取与温度相关最好的 2 号年表就有代表性了。9 号年表采自塔里木河南岸的河漫滩上, 与 1、2、3 号年表相距较远, 它与 2 号年表的单相关为 0.4, 小于 1—3 号年表间的互相关。故本文最终决定用 2、9 两年表来重建沙雅 4 月上旬—10 月中旬的平均温度。

(三) 年轮生长的滞后性

表 1 年表自相关及与温度的滞后相关

The autocorrelation of tree-ring chronologies and the lag correlation between tree-ring chronologies and temperature

自相关	年表编号		单相关	年表
	2	9		2
一阶自相关	0.75	0.58	$r_{T, t}$	0.66
二阶自相关	0.64	0.64	$r_{T, t+1}$	0.78
三阶自相关	0.53	0.50	$r_{T, t+2}$	0.71

从表 1 可见, 用于重建温度的沙雅 2、9 号年表, 其生长的滞后性是明显的, 同时 2 号年表与沙雅 4 月上旬—10 月中旬的单相关, 也说明在建立温度—年表间的回归关系时, 必须考虑年轮生长的一、二阶滞后性, 因为它反应气候对年轮影响的持续性。

(四) 温度与年轮年表回归方程的确立

本文分别采用多元回归、逐步回归和主分量多元回归来建立塔里木河中游 4 月上旬—10 月中旬气温与沙雅 2、9 号年表的回归方程^[1], 温度资料用 1960—1981 年, 年表数据用 1960—1983 年, 并考虑了年轮生长的二阶滞后性, 共有 6 个年轮自变量。

多元回归选取 6 个因子中与温度单相关 ≥ 0.66 的四个因子, 逐步回归从 6 个因子中选出 4 个因子, 主分量多元回归则取占年轮场总方差 97.39% 的前四个主分量进行分析, 结果见表 2。

表 2 三种方法建立温度—年轮回归方程的比较

Comparison of three regressive equations between temperature and tree-rings

方 法	多元回归	逐步回归	主分量多元回归
统计量			
还原方差百分比(R^2)	75.69	79.21	82.81
剩余的方差	0.29	0.26	0.25
总体下值	13.27	17.92	19.01

从表 2 知, 三种方法所建立的温度—年轮回归方程以主分量多元回归较好, 这可能与它能够把互相关性较强的年轮因子的信息较好的浓缩到前几个主分量之中有关。由该法所得到的还原为原变量的温度—年轮回归方程为:

$$y_t = 19.8004 + 0.19094I_{2,t} + 0.32328I_{2,t+1} + 0.24942I_{2,t+2} - 0.33126I_{3,t} - 0.66252I_{3,t+1} + 0.72119I_{3,t+2}$$

以上方程中的6个年轮因子中仅有4个是独立变化的。从图1可见，温度重建效果较好。由此可重建出1807—1981年4月上旬—10月中旬沙雅气象站的平均温度值。

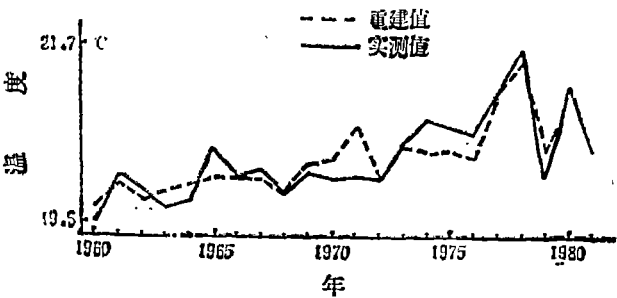


图 1 沙雅温度重建值与实测值的对比
The comparable curres of the temperature reconstructed values and real observational data at Shaya.

（五）沙雅胡杨生长期温度序列的代表性为说明沙雅胡杨生长期温度序列的代表性，我们采用1960—1980年的温度实测资料，与塔里木河流域内40—42°N间的12个气象站进行了相关分析。

表 3 沙雅胡杨生长期温度序列与其它气象站温度序列相关
The single correlation temperature sequence between populus euphratica growing season at Shaya and other meteorological stations

气 象 站	阿合奇	乌什	柯坪	阿克苏	阿拉尔	拜城	库车	新和	轮台	库尔勒	尉犁	铁千里克
单相关系数	0.834	0.839	0.618	0.741	0.350	0.570	0.131	0.660	0.550	0.680	0.166	0.819

从表3知，以 $\alpha = 0.01$ 的显著水平 ($r_{0.01} = 0.549$) 作为相关性的标准，则除库车、阿拉尔、尉犁三站外，沙雅温度序列与塔里木河流域内大部分站具有同步性。这也说明，沙雅重建温度序列可代表塔里木河流域内大部分面积上的温度变化趋势。

二、塔里木河中游近200年来的温度变化

（一）冷暖期

依据胡杨生长期温度重建值十年滑动平均曲线可划分冷暖期如下：

偏暖期	年 代	年 数	偏冷期	年 代	年 数
1	1807—1828	22	1	1829—1866	38
2	1867—1879	13	2	1880—1930	51
3	1931—1948	18	3	1949—1969	21
4	1970—				



图 2 沙雅胡杨生长期温度重建值十年滑动平均曲线
The ten years running mean plots of reconstructed temperature
in populus euphratica growing season at Shaya

（二）温度周期

方差分析指出，在 $\alpha = 0.05$ 及其以上的显著水平下，塔里木河中游温度重建序列具有53、44、31年周期，而这些周期在其它地区的温度序列中也常见到。

（三）与其它地区的对比

1. 与我国物候序列的对比 将塔里木河中游温度的冷暖阶段和我国物候记录得出的冷暖阶段相比较^[2]，发现塔里木河中游温度除第三冷期中多出一个暖期外，其余阶段大体相对应。

2. 与北半球温度的对比 从图 3 可见，塔里木河中游温度与北半球相比，1874—1899年及1919—1964年两个时段两者位相完全一致，振幅大致相当，只是在1910—1918年的约20年中，由于曲线变化振幅变小、两者位相呈相反趋势。这种曲线变化的异同性说明：用年轮重建的塔里木河中游温度可能比较真实地再现了近200年来塔里木河中游的温度变化趋势，它即具有同大范围冷暖变化一致的特征，又具有欧亚大陆腹地之塔里木盆地北部沙部边缘的地方特色。在温度变化振幅大时，其显示了与大范围气候同步的趋势，当温度变化振幅小时，它又显示出其地域性温度变化特征。这有可能为该区气温的长期趋势预提供一个有用的线索。

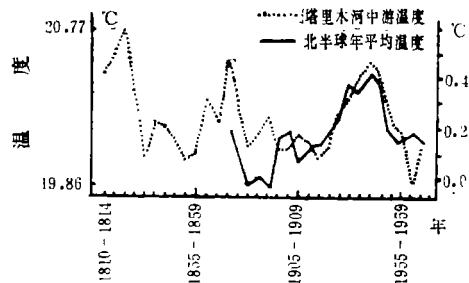


图 3 塔里木河中游与北半球五年平均温度对比
Comparison of five mean temperature
between the area of the middle reaches
of Talmu river and the Northern
Hemisphere

1. 塔里木河水分能满足生长需求之处的胡杨年轮中含有较多的温度变化信息，可用于重建胡杨生长季的温度变化。

2. 塔里木河中游近200年的胡杨生长季温度序列, 对该河流域内的多数站之温度变化具有一定代表性、它经历了三个冷期与四个暖期, 具有53年、44年、31年周期, 与北半球温度变化趋势大体一致, 在冷暖阶段上相似于我国东部的物候记载序列, 但又有自己的特殊性变化。

参 考 文 献

- 〔1〕 朱伯承：统计天气预报, 上海科学技术出版社, 1981年。
- 〔2〕 张家诚等：气候变迁及其原因, 科学出版社, 1976年。

TEMPERATURE SEQUENCE IN THE AREA OF THE MIDDLE REACHES OF TALIMU RIVER AND ITS CHANGES IN RECENT 200 YEARS

Li Jiangfeng Yuan Yujang Wang Chengyi

(The Meteorological Institute of Xinjiang)

Subject terms: *Populus euphratica* Chronology reconstruct
representiveness

Abstract

In this article, we reconstructed the temperature sequence for about 200 years in the growing season of *populus euphratica* at Shaya meteorological station by the *populus euphratica* chronologies in the area of middle reaches of Talimu river. Its representiveness to many meteorological stations in the river basin of Talimu river was analysed. This temperature sequence was compared with Northern Hemisphere average temperatures. We think it can be regarded as a reference evidence of warm and cold changes in recent hundred years in the area of the middle reaches of Talimu river.