

前 言

近年来,人们对气候的变化和预测给予很大的关注。气候的变暖趋势,引起了人们广泛的重视。人口的增长、能源的利用、粮食的生产、土地的规划、工业交通的发展等等,都需要对气候变化作出预测。就当前人类科学知识和认识来讲,对未来气候的预测,还不能给予十分定量的答复。这主要是因气象资料短,不能利用长序列资料对未来气候进行研究。由此,迫使气象、水文工作者从另一方面——使用树木年轮所记储的气候、水文信号,来实现长序列资料的建立。于是创立发展了树木年表学、树木年轮气候学、树木年轮水文学等学科,用以研究气候变化、水文径流变化等等。

我国的树木年轮气候工作远在30年代中期,在气象学家、地理学家竺可桢的倡导下,由郑子政等人在北京地区做了一些工作,后黄河水利委员会等单位也做了一些工作。70年代在张家诚的倡导下,为了青藏铁路的勘测工作,全国曾有过新的发展。新疆年轮气候工作始于60年代初期,原兰州冰川冻土研究所前身冰雪考察队采取单株样本,由叶民权和新疆气象局张学文等做了工作。总之,在此之前,都是以单株树为样本,进行年轮序列的建立及研究的,没有形成年表,更谈不上制做伪年表、浮动年表、终结年表等等。因而在年轮信息中,区域性气候和局地性气候被削弱,气候的限制因子和生物学界限不能清晰的表现出来。

为了弥补年轮学研究之不足,新疆气象局1977年10月由张在宽、李江凤等人组织,在昌吉地区进行了多株树样本的采集。1979年在国家气象局研究院、中国科学院地理研究所王雷、张丕运的支持下,由新疆气象研究所、哈密气象局主持协作,会同有关单位在哈密地区天山东端采取数量较多的样本,研制出了大样本的年轮年表,这在我国还是首次。此后1981、1982年分别在阿勒泰地区、伊犁地区进行样本采集工作;1983年在塔里木河中、下游进行样本采集工作。以上几项工作除伊犁地区因经费不足而没有完成外,其它地区均通过鉴定,其研究成果达到国内先进水平。这对我们的工作是一个极大的推动和鼓励。

新疆的年轮水文径流重建工作,在我国还是首次。不论在山区、平原、沙漠等地区,所获得的结果都比较理想。

该项工作具有较好的社会效益、经济效益,是政府和有关领导部门制订区划、规划的参据之一;在1990年关于中国新疆和苏联有关加盟共和国共用的国际河流水资源应用的商谈中,也发挥了作用;在生态环境研究中也产生了一定的效果,并为有关院校、研究和生产单位所应用。还有不少研究单位要求与我们共同协作,利用已有的年轮标本,进行地震、同位素对年轮测定的研究工作。总之,其应用前景是广阔的。

本书以塔里木河中下游地区、阿勒泰地区的年轮研究成果为主,兼收哈密、昌吉地区的部分主要成果。全书共收集论文27篇,年表59个,内容大致可分五部份:(1)树木年轮学及年表特征;(2)年轮气候研究;(3)年轮水文研究;(4)树木年轮学的应用;(5)树轮年表。

在新疆树木年轮研究工作中,曾得到自治区科委吴开明,原林业厅副厅长陆平、总工程

师王明达，水利厅总工程师王鹤亭，水文总站总工程师周章超，国土局局长李锡纯、区划处高级工程师曹澍富，新疆地理研究所杨利普、吴申燕、梁匡一、程其畴，新疆大学周崇经、林必成等专家和自治区气象局原局长王为德、局长张家宝、副局长乌甫尔·司马义、副总工程师徐葵慧等各级领导以及昌吉、哈密、阿勒泰等地区科委的大力支持。此外，国家气象局张家诚、朱瑞兆、张先恭、张德二；中国科学院地理所张丕运、郑斯中、吴祥定、龚高法、林振跃；北京气象中心张德祥、沈阳林土所白同仁等专家曾先后参加了指导和实际工作，杨光勋、张在宽、张厚威等同志在年轮标本的采集、读数、年表研制与分析等不同阶段上，也都做了大量工作。有关地区气象局、水文勘察局、地区科委、县计委、县林业局也给予大力支持和关怀，在此深表感谢和敬意。

此外，1984年和1985年国际年轮库主席Fritts H. C.和亚利桑那大学年轮实验室主任Stockton对新疆年轮工作也曾给予关怀，1988年又多次寄给我们一些资料，在此表示衷心的感谢。

书中错误难免，敬请批评指正。

李江风 袁玉江 周文盛

1989年4月

内 容 简 介

本文是新疆年轮气候，年轮水文研究十余年的主要成果，共收论文27篇，树轮年表59个。书中论文以大量年轮数据和年轮年表为依据，重建新疆部分地区的气候、水文长序列，揭示近200—500年的气候、水文变化规律，对未来气候、水文的长期变化趋势进行预测。同时对年轮气候学中的一些基本方法，结合新疆实际情况进行了改进。并尝试了年轮研究在林业、农业、湖泊水文等方面的具体应用。本书可供从事气象、水文、地理、环境、林业等学科的研究人员、大专院校师生和业务生产部门参考使用。

序

新疆属温带干旱、半干旱大陆性气候，境内的天山、阿尔泰山等，生长着大量的原始森林，这对开展树木年轮的研究，无疑是得天独厚的条件。

新疆气象局，早在1974年就开展了年轮气候研究工作，先后在昌吉、哈密、阿勒泰、伊犁的山区及塔里木河中下游采集了树木年轮标本近1000个，已研制成标准化年表59个，并写出了不少有关气候、水文等方面的论文。尤其是对沙漠区塔里木河中下游胡杨树种年轮标本的采集和分析研究成果，在国内外尚属首次，初步积累了干旱区沙漠区域年轮研究的宝贵经验。

新疆是我国重要的农牧区，农牧业是国民经济发展的基础。农牧业发展所面临的制约因素之一，就是水与气候资源的变化及其相关规律。1983年党中央和国务院明确指出：把新疆开发建设成为21世纪我国最重要的经济建设基地之一。中央领导同志还提出，新疆经济发展的五大支柱产业，农牧业是其中之一。因此，为保障农牧业的顺利发展，在制定农牧业生产远景规划时，不仅需要过去和现在的气候、水文变化资料，还需要有预测未来气候、水文变化趋势的序列科学资料作为参考。而气候、水文长序列资料的获得，利用树木年轮气候，及年轮水文研究是其途径之一。通过200—500年树木年轮资料的分析，不仅有利于人们了解过去的气候冷暖、水量丰枯变化，更重要的是用此序列，能推测未来相当时期内气候、水文变化趋势，这无疑对发展农牧业是十分必要的。

本书以塔里木河中下游地区和阿尔泰山区年轮研究的成果为主，并汇集了昌吉、哈密地区的部分成果，共有论文27篇，树轮年表59个。内容涉及气候、水文、林业、农业四个方面。这些论文的作者，多是长期从事气候、水文研究工作的同志，具有丰富的专业知识及实践基础。所写论文亦大多具有新论据、新观点、新思想。在方法上，主要借鉴了Fritts所著的《年轮与气候》及Stockton所著的《用树木年轮系列延长径流量记载年代》二书。通过本书的出版，希望对未来年轮研究工作将会起到一定的推动作用。

目前，世界上的年轮研究工作正迅速发展，年轮研究已涉及到更多的学科和部门，如环境污染、森林灾害、冰川进退、考古断年、医疗、地震等，年轮研究前景是广阔的。我深信，随着新疆树木年轮研究工作的不断深入开展，新疆的年轮工作者，将会为自治区的经济振兴奉献出更多更好的研究成果，作出更大的贡献。

毛 德 华

1989.3.15

目 录

序

前言

一、树木年轮学及年表特征

阿尔泰山南坡树木年表特征.....	李江风 张治家 袁玉江 徐瑞珍	(1)
阿尔泰山南坡树木年轮年表研制中的几个问题.....	周文盛 李江风 张治家 潘法宝	(9)
塔里木河中下游年表特征.....	李江风 袁玉江 王承义	(18)
昌吉地区的云杉年表.....	徐瑞珍 李江风	(25)
天山东端的树木年表.....	徐瑞珍 刘传志 李江风 杨光勋 张小炎 牛存智	(30)
新疆东部树木年表的建立及近代气候变化趋势探讨	新疆哈密地区树木年轮气候研讨组	(37)
树木年轮变异性鉴定方法和意义.....	李江风 <u>陈恩久</u>	(49)
影响平均敏感度的因子和规律.....	李江风	(54)
略论异变年轮显现的气候因素.....	李江风	(60)

二、年轮气候研究

阿勒泰地区降水重建.....	李江风 张治家 袁玉江 武基农	(66)
天山中部昌吉地区树木年轮与气候要素的关系.....	徐瑞珍	(74)
阿勒泰地区近300年夏季7—8月降水量分析.....	武基农 王承义	(81)
雪在年轮生长中的作用.....	李江风 袁玉江	(87)
阿勒泰年轮与降雪量.....	王承义	(92)
阿勒泰地区200年春末夏初的冷暖变化.....	张治家 袁玉江	(98)
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	(104)
塔里木河中游年轮与水热指数.....	李江风	(109)

三、年轮水文研究

利用树木年轮重建额尔齐斯河年径流量.....	李江风 周文盛 袁玉江 张治家	(116)
------------------------	-----------------	-------

用年轮年表重建塔里木河中游年径流量·····	张小炎 袁玉江(131)
乌伦古湖水位下降与乌伦古河水量变化分析·····	袁玉江 周文盛 张治家(138)
故乡河流流量重建与分析·····	姜 原 袁玉江(145)

四、树木年轮学的应用

阿尔泰山树木年轮年表的响应函数·····	李江凤 袁玉江 张治家 徐瑞珍(152)
塔里木河中游胡杨年表的响应函数·····	袁玉江(160)
从年轮变化论山区森林更新布局问题·····	李江凤(167)
试用年轮作阿勒泰县春小麦气候产量预报·····	袁玉江(174)
阿勒泰树轮年表与大气环流因子的相关性·····	袁玉江(180)
塔里木河中下游环境特征对年轮生长的影响·····	王承义(185)

五、树 轮 年 表

昌吉地区树轮年表·····	(1)
哈密地区树轮年表·····	(8)
阿勒泰地区树轮年表·····	(22)
塔里木河中下游树轮年表·····	(50)

Contents

Preface

Foreword

I. Dendrochronology and characteristics of chronology

- Characteristics of tree-ring chronologies in the south slope of the Altay mountain
.....Li Jiangfeng, Zhang Zhijia, Yuan Yujiang, Xu Ruizhen (1)
- Some problems in developing the tree-ring chronologies in the south slope of the Altay mountain
.....Zhou Wensheng, Li Jiangfeng, Pan Fabao, Zhang Zhijia (9)
- Characteristics of the chronologies in the middle-and the down-stream of Tarim river
.....Li Jiangfeng, Yuan Yujiang, Wang Chengyi (18)
- The tree-ring chronologies of picea-spruce in Changji
..... Xu Ruizhen, Li Jiangfeng (25)
- The tree-ring chronologies in eastern Tianshan mountain
Xu Ruizhen, Liu Chuanzhi, Li Jiangfeng, Yang Guangxun, Zhang Xiaoyan, Niu Cunzhi..... (30)
- Establishment of tree-ring chronologies in eastern Xinjiang and study of climatic variation trend
.....Research group of dendroclimatology of Hami, Xinjiang (37)
- Discriminating method of tree-ring abnormalism and its significant
.....Li Jiangfeng, Chen Enjiu (49)
- Factors of affecting average sensitivity and their regularities
..... Li Jiangfeng (54)
- A brief discussion of revealing climatic factors by abnormal tree-ring..... Li Jiangfeng (60)

II. Studies of dendroclimatology

- Reconstruction of precipitation in Altay region
.....Li Jiangfeng, Zhang Zhijia, Yuan Yujiang, Wu Jinong (66)
- Relationships between tree-ring and climate in changji region of the middle of the Tianshan.....Xu Ruizhen (74)
- Analysis of recent 300-year precipitation in july and august in Altay region..... Wu Jinong, Wang Chengyi (81)

Effect of snow on the growth of tree-ring

- Li Jiangfeng, Yuan Yujiang (87)
- Tree-ring and snowfall in Altay region Wang Chengyi (92)
- Warm-cold variation in latter spring and early summer for 200 years
in Aletay region.....Zhang Zhijia, Yuan Yujiang (98)
- Temperature sequence and its change for recent 200 years in middle-
stream of tarim river
.....Li Jiangfeng, Yuan Yujiang, Wang Chengyi(104)
- Tree-ring and water-heat index in the middle-stream of Tarim river
..... Li Jiangfeng(109)

III. Studies of dendrohydology

- Reconstruction of annual flow-off of Ergis river by use of tree-ring
.....Li Jiangfeng, Zhou Wensheng, Yuan Yujiang, Zhang Zhijia(116)
- Reconstruction of annual flow-off of Tarim river by use of tree-ring
chronologies.....Zhang Xiaoyan, Yuan Yujiang(131)
- Analysis of water-level drop in Ulungu lake and flow-off changes in
Ulungu river.....Yuan Yujiang, Zhou Wensheng, Zhang Zhijia(138)
- Reconstruction and analysis of annual flow-off in Guxing river
.....Gong Yuan, Yuan Yujiang(145)

IV. Applications of dendrochronology

- Response functions for tree-ring chronologies in Altay mountain
.....Li Jiangfeng, Yuan Yujiang, Zhang Zhijia, Xu Ruizhen(152)
- Response functions for tree-ring chronologies of populus euphratica
in the middle-stream of Tarim river.....Yuan Yujiang(160)
- Discussing the renewal and the configuration of forest in mountain
region from tree-ring changes..... Li Jiangfeng(167)
- Forecasting climatic output of spring-wheat in Altay county by use
of tree-ring chronologies..... Yuan Yujiang(174)
- Correlation of tree-ring chronologies in Altay region with the
factors of general circulation..... Yuan Yujiang(180)
- Effects of environment in the middle and the down-stream of Tarim
river on tree-ring growth Wang Chengyi(185)

V. Tree-ting chronology

- The tree-ring chronologies in Changji region..... (1)
- The tree-ring chronologies in Hami region..... (8)
- The tree-ring chronologies in Altay region (22)
- The tree-ring chronologies in the middle- and the down-stream of
Tarim river..... (50)

阿尔泰山南坡树木年表特征

李江风 张治家 袁玉江

(新疆气象局)

徐瑞珍

(气象科学研究院)

提 要

本文介绍阿尔泰山南坡10个年表的采点状况和统计特征, 阐述东西部年表的生长环境差异。用相关分析和谱分析等方法, 揭示年表的时域及频域结构特征, 探讨了年表周期与太阳活动的关系, 得出两者周期基本相似的结论。同时, 对年表序列的正态分布给予检验, 其结果, 对今后合理地使用年表具有一定的实际意义。

一、引言

本文所用年轮样本, 系1981年采自阿尔泰山南坡 ($47^{\circ}02' \sim 48^{\circ}30'N$, $86^{\circ}55' \sim 90^{\circ}07'E$), 海拔1650米~2425米的五个采集点, 共采集129个样本。树种为西伯利亚落叶松 (*Larix Sibirica*), 树龄一般为250年, 最长528年, 最短134年。树木均取自林带的上限或下限, 个别采点, 因下限树木受人为砍伐破坏, 取样位置略有上移。

阿尔泰山南坡的10个年表, 多系由美国亚利桑那大学年轮实验室的年表制作程序研制。从这些年表的统计参数看, 它们是合理的, 可作为年轮气候、年轮水文学研究的基本资料。

二、年表样本的生长环境条件

171~172号年表, 采自阿尔泰山南坡西部地区的哈巴河、布尔津两县林场, 它背依高峻的友谊峰, 面临断陷盆地铁列克、海流滩和山麓平原, 山体高大, 首当西风气流之冲, 气候冷湿, 林木生长条件较好。树龄长, 一般250年左右, 所取圆盘样本直径大 (50~80厘米), 个别可达100厘米以上。由于纬度偏高, 气温低, 林带上限较低, 一般约在2000米左右。仅

从本文的年表对各月温度、降水的单相关结果看, 温度可能是该处树木生长的限制因子。

174与175年表(分上下限共4个年表), 样本采自阿尔泰山南坡东部的青河林场。这里山体低矮, 西来水汽由于受西部高山阻挡, 降水甚多, 至此地时则形成降水较少。冬季, 此地受蒙古高压控制, 因而气候干冷, 和西部有明显差异。其林带较窄, 林相



图1. 阿尔泰山南坡年轮采点分布示意图

稀疏，树木胸径变细，根部变粗，呈喇叭状，具有极端干旱区（如哈密）的树木外观特征。林带下限比西部地区明显偏高。由于采点均位于背风的东北坡，尽管其上、下限年表海拔有差异（见表5），但生长限制因子均主要是降水。这一点与哈密西山（天山南坡）的上、下限1、2号年表的情形极为相似^[1]。

173、176、177、178四个年表，样本采自阿尔泰山南坡中部的阿勒泰、富蕴两县林场。这里的生长环境处于东部和西部的过渡区域，反映在树木的生长上，也有中间类型的生态特征。仅从本文所作的各月温度、降水与年表的单相关看（见表5），这几个年表的生长主要与降水有关，但海拔较高的176年表也表现出了与3月份温度具有一定的相关性。

三、年轮宽度序列的标准化

为了剔除年轮宽度序列中由非气候因子（如树木生长遗传因子、遮蔽度变化等）所造成的影响，保留气候信息，需对轮宽序列进行标准化处理。阿勒泰地区对轮宽进行标准化的方法有三种，即：直线、经调整后的负指数曲线，正交多项式。这三种方法中，尤以正交多项式用得最多，原因主要在于阿勒泰落叶松立地密度相对较大，遮蔽条件变化造成的轮宽波动较为复杂。

阿勒泰的年表是按采点和林带上、下限将201个年轮指数序列分为10个群体，并剔除与本群体中其余序列平均互相关系数小的序列（共剔除了64个序列），最后研制成10个年表。这些年表，最少包含5个年轮指数序列，最多达34个，基本符合国际年轮库对年表复本的要求^[2]，个别年表复本数略嫌少些。

四、年表特征

（一）年表的时域特征

1. 敏感度

平均敏感度是度量年表（或年轮序列）包含气候信息多少的一个参数，其表达式为：

$$M.S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} \left| \frac{2(X_{i+1} - X_i)}{X_{i+1} + X_i} \right|$$

式中 X_i 为第 i 年的轮宽或指数， n 为年轮总数。

敏感度大，年表（或年轮序列）所含的气候信息多，相应的非气候噪音就少。一般较好的年表，其平均敏感度多在0.15~0.8之间。我们所采取的样本序列中，敏感度一般在0.15~0.25之间。如表1所示，阿尔泰山南坡树木年表的平均敏感度均在0.15以上，最大为0.24。

2. 一阶自相关

一阶自相关的大小，反映上一年气候状况对当年轮宽生长的影响。一阶自相关大，上年气候对当年轮宽生长影响强，反之亦反。从表1可知，除172年表外，西部的171年表一阶自相关要比东部小，原因有待进一步探讨。而172年表的一阶自相关大于171年表，则是和其采

表 1

阿尔泰山南坡树木年表的有关信息

年表	采 点 地 名	位 置	海拔 (米)	坡 向
171	哈巴河巴尔巴岱	48°29'N, 86°55'E	1950.5	SW
172	布尔津甲登峪	48°50'N, 87°09'E	1950.2	ENE
173	阿勒泰托鲁盖提	48°22'N, 87°45'E	1859.8	ENE
177	富蕴吐马尔德沙依	47°23'N, 89°28'E	1790.0	WNW
178	富蕴色克尔巴依沙依	47°19'N, 89°33'E	2028.7	SE
176	富蕴买增沙依	47°25'N, 89°36'E	2319.5	NEN
174上	青河库吉尔特	47°02'N, 90°07'E	2221.6	NE
174下	青河库吉尔特	47°02'N, 90°07'E	1962.5	NE
175上	青河火吉尔特	47°03'N, 90°07'E	2217.5	NE
175下	青河火吉尔特	47°03'N, 90.07'E	2054.0	NE

年代	起始年代	长度 (年)	均 值	标 准 差	平均敏感度	一阶自相关	样本数
171	1582	400	0.999	0.227	0.183	0.543	24
172	1679	303	0.077	0.238	0.161	0.708	10
173	1490	492	1.002	0.254	0.191	0.545	24
177	1538	444	1.002	0.271	0.162	0.757	6
178	1464	518	0.986	0.225	0.152	0.651	34
176	1454	528	0.986	0.431	0.244	0.708	5
174上	1564	418	0.991	0.253	0.151	0.749	9
174下	1479	503	0.986	0.367	0.189	0.785	9
175上	1563	419	0.999	0.360	0.177	0.800	7
175下	1543	430	1.007	0.331	0.246	0.576	9

点坡度小, 土层厚有关。

年表序列的 1~30 阶自相关系数, 一般随后延的增加而迅速减小, 当达到某一后延阶数之后, 变化非常缓慢。东部年表的滞后相关系数大于西部年表, 这表明, 东部年表的低频信息比西部年表多, 后文的工作也证实了这一点。

3. 互相关

从图 2 可见, 在近 200 年间, 10 个年表的年轮指数曲线有着明显的同步性, 这可能是大气候作用的结果。但仔细观察, 其变化振幅一般是东部大于西部, 且各曲线的逐年变化仍是有些差异, 这是由采点生境条件不同所决定的局地气候差异所造成的。

为了定量的描述年表间的同步性及其关系, 需计算它们的互相关, 资料序列长度皆取 300 年 (1682~1981 年), 结果见表 2。从表 2 可见, 10 个年表的互相关系数, 绝大部分都超过了 $\alpha = 0.01$ 的显著水平 ($r_{0.01} = 0.148$)。这表明阿尔泰山在东西长约 300 公里的范围内, 轮宽变化具有一定程度的相似性, 这是大气候作用的结果。但更细致地划分一下, 年表间的差异性还是存在的, 如 171、172 年表和 174 上、174 下、175 上的互相关系数就比较小, 这反映了东西部气候的差异性。

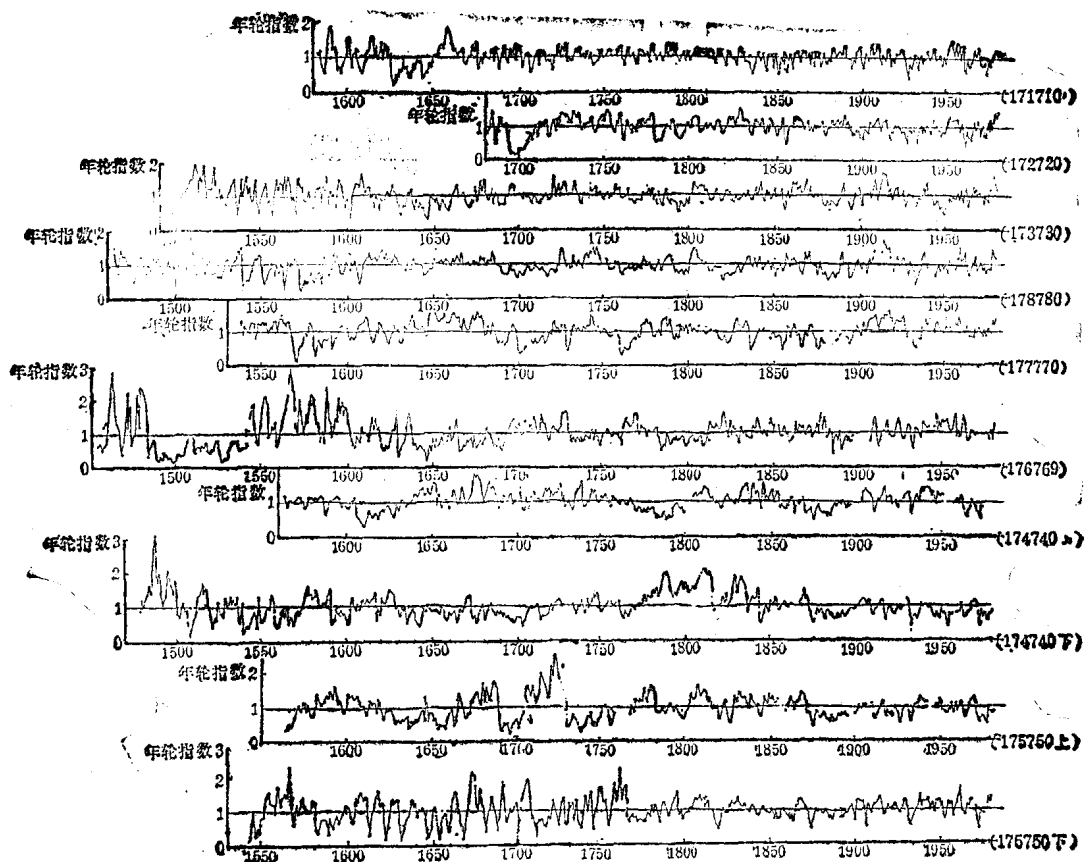


图2. 10个年表的年轮指数曲线

表2

阿尔泰山南坡10个年表的互相关系数

年表号	171	172	173	174上	174下	175上	175下	176	177	178
171	1.00	0.59	0.39	0.06	0.13	0.12	0.26	0.32	0.38	0.33
172		1.00	0.46	0.07	0.13	0.09	0.21	0.22	0.22	0.27
173			1.00	0.17	0.11	0.27	0.29	0.28	0.42	0.69
174上				1.00	0.14	0.49	0.42	0.45	0.29	0.19
174下					1.00	0.53	0.47	0.16	0.17	0.10
175上						1.00	0.52	0.56	0.16	0.23
175下							1.00	0.48	0.41	0.37
176								1.00	0.30	0.34
177									1.00	0.64
178										1.00

(二) 年表的频域特征

1. 高低频序列的分频相关

为了了解年表中某些特定频率的变化,我们采用了高低通滤波方法⁽²⁾,分离年表中的高频分量(≤ 8 年)和低频分量(> 8 年)。然后,以高、低频分量的方差与原序列方差之比,作为年表高、低频信息的含量。从表3可知,阿尔泰山南坡的年表中低频信息多,而高

表3 阿尔泰山南坡年表的高频、低频信息量

分量% 成份	171	172	173	174上	174下	175上	175下	176	177	178
低频	45.03	59.06	49.32	64.55	69.19	75.58	41.63	59.67	61.76	51.56
高频	39.10	27.51	35.94	25.75	28.68	26.13	36.62	25.00	23.21	31.76

频信息少。低频信息量东部大于西部，高频信息量东西部差别不大。

表4 阿尔泰山南坡年表的高（右上三角）、低频（左下三角）互相关系数

年表号	171	172	173	178	177	176	174上	174下	175上	175下
171		0.23	0.15	0.16	0.31	0.01	-0.08	0.08	-0.05	0.04
172	0.57		0.19	0.33	0.27	-0.09	0.06	0.24	0.14	-0.02
173	0.57	0.48		0.61	0.36	0.16	0.22	0.10	0.15	0.14
178	0.45	0.44	0.58		0.61	0.07	0.19	0.16	0.05	0.20
177	0.39	0.35	0.47	0.64		0.02	0.18	0.24	0.04	0.01
176	0.44	0.37	0.42	0.45	0.35		0.37	0.04	0.48	0.12
174上	0.03	0.06	0.11	0.24	0.25	0.22		-0.02	0.33	0.22
174下	0.19	0.29	0.22	0.26	0.25	0.18	0.41		0.29	0.29
175上	0.17	0.19	0.30	0.20	0.18	0.35	0.29	0.28		-0.04
175下	0.31	0.23	0.20	0.21	0.19	0.23	0.16	0.19	0.38	

从表4中的年表分频相关系数知，年表间在高频变化的相关上甚为密切，全部呈正相关，45个相关系数中，相关系数达 $\alpha = 0.01$ ($r_{0.01} = 0.148$) 显著水平的占93%，最大相关系数为0.58。而年表间的低频相关不如高频明显，相关系数达 $\alpha = 0.01$ 显著水平的仅占42%，且东西部年表间的低频相关出现负值区。这可能也反映了东西部年表的差异性，主要反映在低频部分。

2. 年表的谱分析

年表间的交叉谱分析结果表明，年表之间的多数凝聚谱，在6~7年及2~3年左右的高

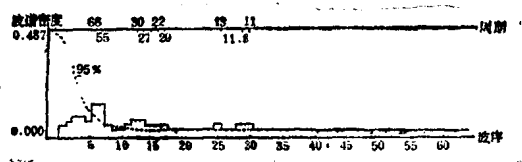


图3. 年表低频序列的功率谱曲线

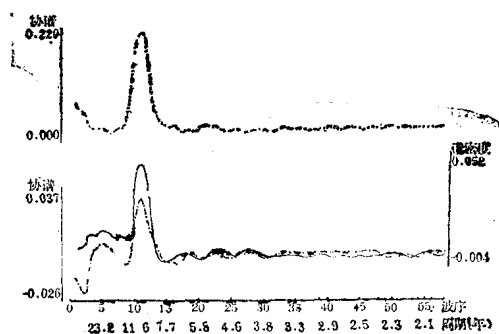


图4. 太阳黑子的谱密度（虚线）与阿尔泰山173号年表（点划线）、178号年表（实线）的协谱

频段上达到极大值，其凝聚谱值高达0.919及0.925。这与前述年表间高频部分同步性好的结果相一致。

支配年表高频段具有同步性的背景是什么呢？从173、178两个年表与太阳黑子活动的关系发现，它们之间的凝聚谱也在高频段上有较高的值，在10年、6年、2年左右的周期上，凝聚谱值分别为0.63、0.63、0.74，这可能揭示了阿尔泰山南坡的树木年表在高频变化上具有同步性的一个重要原因。

3. 年表的周期

为寻找年表的长周期，对年表的低频分量序列进行方差分析，发现在 $\alpha = 0.001$ 的显著水平下，10个年表的低频率序列普遍存在80~108年、60年左右、22年及11年的显著周期。功率谱的分析结果，也有60年左右、22年、11年的周期（见图3）。这些周期是很有意义的，和

表5 阿尔泰山南坡年表与气候要素的相关系数

站 年表	哈 巴 河	布 尔 津	阿 勒 泰	富 蕴	青 河
171	$T_{t-1} 7: 0.42$	$T_{t-1} 7: 0.44$ $T_t 7: 0.41$		$R_{t-1} 8: 0.40$	
172	$*T_t 6: 0.64$ $*T_{t-1} 7: 0.58$	$T_t 6: 0.55$ $T_{t-1} 7: 0.42$	$T_t 6: 0.52$	$T_t 6: 0.55$	$T_t 6: 0.58$
173	$*R_{t-1} 8: 0.51$ $*T_{t-1} 7: 0.41$		$*R_{t-1} 8: 0.42$	$*R_{t-1} 8: 0.41$	
177	$*R_{t-1} 7: 0.50$	$*R_{t-1} 6: 0.52$	$T_{t-1} 6: -0.60$ $*R_{t-1} 7: 0.54$	$T_{t-1} 6: -0.66$ $R_{t-1} 8: 0.65$	$T_{t-1} 6: -0.45$ $R_{t-1} 8: 0.51$
178	$*R_{t-1} 7: 0.64$ $T_t 7: -0.42$	$*R_{t-1} 7: 0.42$ $T_{t-1} 6: -0.64$	$*R_{t-1} 7: 0.69$ $T_{t-1} 6: -0.75$	$*R_{t-1} 8: 0.74$	$T_{t-1} 8: 0.61$ $*R_{t-1} 6: -0.7$
176	$R_t 5: -0.43$ $T_{t3}: 0.47$	$*R_t 8: -0.49$ $*R_{t-1} 12: -0.59$	$R_{t-1} 12: -0.42$ $*T_t 3: 0.54$	$*T_{t-1} 11: -0.55$ $T_{t3}: -0.48$	$T_t 4: -0.54$ $*T_t 5: -0.43$
174上	$R_{t-1} 7: 0.54$ $*T_{t-1} 11: -0.52$	$*R_{t-1} 12: -0.54$ $*T_{t-1} 11: -0.48$	$R_{t-1} 7: 0.46$ $T_{t-1} 6: -0.58$	$R_{t-1} 8: 0.47$ $T_{t-1} 6: -0.44$	$R_{t-1} 8: 0.42$ $*T_t 4: -0.54$
174下	$*R_{t-1} 7: 0.54$ $T_{t-1} 8: -0.46$	$*R_{t-1} 12: -0.48$ $*T_{t-1} 8: -0.50$	$*R_{t-1} 8: 0.50$ $*T_{t-1} 8: -0.61$	$*R_{t-1} 8: 0.42$ $T_{t-1} 8: -0.49$	$*R_t 7: 0.51$ $*T_{t-1} 8: -0.65$
175上	$*R_{t-1} 7: 0.53$ $*R_t 7: 0.47$	$R_{t-1} 6: 0.40$ $T_t 6: -0.48$	$*R_{t-1} 8: 0.56$ $*R_{t-1} 7: 0.53$	$*R_{t-1} 8: 0.44$ $T_t 6: -0.46$	$*R_t 7: 0.65$ $T_t 6: -0.46$
175下	$R_{t-1} 7: 0.49$ $T_{t-1} 8: -0.46$	$*R_{t-1} 10: 0.54$ $*R_t 4: -0.51$	$*R_t 4: -0.47$ $*T_{t-1} 8: -0.50$	$*R_{t-1} 8: 0.43$	$R_t 7: 0.43$ $T_t 4: -0.54$

注：T，月平均最低温度；R，月降水量；t-1为前一年要素值；*，通过定性检验的相关系数。

太阳黑子的周期非常相似。同时,从图4中年表与太阳黑子的协谱分析中,也发现在11.6~8.92年的频段上,两者具有十分明显的正相关。

4. 年表与气候要素相关的稳定性

年表与气候要素间的相关程度,是分析年表气候信息量的重要方法。两者的相关,应考虑其生理意义,但相关系数的大小,却往往又是随样本容量变化的。因此,仅依据有限个样本与气候要素的相关,建立年轮气候模式,显然有较大的局限性。据此,对年表与气候的相关进行稳定性分析是十分必要的。其作法是选取年表中的一段时间序列(1959~1978年),进行15年间距的滑动,当多个相关系数的平均值大于 $r_{0.05} = 0.482$,且相关系数的标准差小于0.15时,则可认为样本长度时段上的相关是稳定的。

阿尔泰山南坡的年表与生长季中的温度、降水相关较好,超过 $\alpha = 0.05$ 的信度水平的相关系数有86个,最大相关系数为-0.75,但达到稳定标准的仅占总相关系数的51.2%。这表明,约有一半的相关系数含有较大的随机偏差。所以,以相关系数建立气候一年轮间的模式应十分谨慎。现给出年表与各月温度降水相关系数如表5,稳定的相关系数已用·号标明。

五、年轮指数概率分布型的检验

在年轮气候学的多种统计分析中,多假设变量服从正态分布。因此,我们对10个年表用偏态、峰态法进行了检验,结果发现,阿尔泰山南坡年表,除178、177、174上以外,均属左偏高峰型的偏态分布。对这7个年表,去掉其前部样本数较少的一段年轮指数后,再进行检验,结果有6个通过,占年表的85.7%,由此可以说,造成阿尔泰山南坡年表不服从正态分布的主要原因是,年表前部样本数较少,难以通过序列平均来消除非气候噪声的影响,从而造成了年表前后的不均一性。检验还表明,在近200年中,阿勒泰年表都服从正态分布。

六、小 结

1. 从本文的单相关计算结果看,在阿尔泰山南坡,影响年轮生长的限制因子是有差异的,这和东西部生长环境及气候的差异有一定关系。

2. 年表在高频变化上,具有较好的同步性,但其含量较少,低频含量多,且东部多于西部。年表序列中的某些高频周期可能与太阳黑子活动有关。

3. 在应用年表和气候要素进行相关时,必须注意相关的稳定性问题,才能较好地进行气候重建。

4. 造成阿勒泰年表呈偏态分布的主要原因是其前部的样本数较少。近200年的阿勒泰年表全服从正态分布。

参 考 文 献

- [1] 徐瑞珍等,天山东端的树木年表,气象,1984年,第7期。
- [2] Fitts, H. C., Tree Rings and Climate, Academic Press, London, 1976.
- [3] 朱伯承,统计天气预报,上海科学技术出版社,1981。
- [4] Stockton C. W. Meko D. M., Drought Recurrence in the Great plains as Reconstructed from Long Term Tree Ring Records, Journal of climate and Applied.

CHARACTERISTICS OF TREE—RING CHRONOLOGIES IN THE SOUTH SLOPE OF THE ALTY MOUNTAIN

Li Jiangfeng, Zhang Zhijia and Yuan Yujiang
(Xinjiang Meteorological Bureau)

Xu Ruizhen

(Academy of Meteorological Sciences, SMA)

Abstract

In this paper, the site-sampling conditions and the statistical characteristics of ten chronologies in the south slope of the Altay mountain are presented, and the differences of environmental conditions between the chronologies of eastern and western Altay are described. The structural features of time domain or frequency domain of these chronologies are revealed by means of correlative analysis, spectrum analysis, and so on. Having discussed the relationships between the periods of chronologies and of solar activity, we have found their similar periods. Also, the normal distribution of the chronologies sequences is tested, which is of real significance for the use of the chronologies from now on.

阿尔泰山南坡树木年轮年表研制中的几个问题

周文盛
(阿勒泰水文勘测队)

李江风 潘法宝 张治家
(新疆气象局)

提 要

本文所介绍的阿尔泰山树木年轮年表研制中的几个问题是实践经验的总结。对于今后的采轮、读数、年表研制具有一定的参考价值。

一、引 言

1981年7—9月,在阿尔泰山南坡五个县林场7个采点,共采集129个样本,经过年轮测量后,选用110个标本,共建立10个年表,137个年轮指数序列。年轮年表中的年轮指数序列,最多为34个,最少为5个年轮指数序列。树龄最长528年,最短134年,一般在300年以上,全部为西伯利亚落叶松(*Larix Sibirica*)。样本全部为圆盘,最长直径为105厘米,最短为35厘米,一般为50~60厘米。采样点均为林带的上林缘和下林缘,个别点,由于林区的破坏,下限略有上移。海拔最低为1650米,最高2425米,一般为1800~2200米左右。树高一般在20米左右,最矮者也在10米以上。

二、阿尔泰山的自然概况

阿尔泰山位于新疆最北部,是著名的山系之一,斜跨苏、中、蒙三国边境,呈西北东南走向,长约1600公里,西北高而宽,东南低而窄,最高峰4374米,称为友谊峰,一般在3000米左右,自西而东的下降。3200米以上,多为永久积雪区,在西部,有现代冰川分布。

阿尔泰山有十分丰富的森林资源,是新疆主要的林区之一,主要分布在哈巴河、布尔津、阿勒泰、富蕴山区,多为落叶松,森林下限一般在1400米,上限为2400米,最集中处在1700~2200米之间的阴坡。这个区域,也正是最大降水带所在区,因而树木生长茂密,树龄多在300年以上,30年前后开始结实,60~80年进入盛果期,100年后,结实能力下降,180年后进入老年期。抗寒、抗旱能力很强,一般于5月发芽生叶,6月~7月是速生期,9月开始落叶进入休眠期。在沙吾尔山西南部,还有少量的森林,但我们没有去采集。

三、样 本 的 采 集

(一) 样本的选择