

卧龙区树木年輪和川西近百年的气候变动

刘传志*

(气象科学研究院天气气候研究所)

四川卧龙自然保护区位于 $30^{\circ}46'$ — $31^{\circ}19'N$ 、 $102^{\circ}52'$ — $103^{\circ}26'E$ 之间，总面积二十多公顷；是四川盆地向青藏高原过渡的高度切割型山岳地带。境内山高坡陡，地势差异很大。保护区内植物垂直分布十分明显，既有分布在一千多米处的亚热带植物，也有生长在雪线以上的雪莲。丰富的生物资源，较优的气候条件，使这里成为我国特有的珍稀动物——大熊猫的主要产地。因此这里就成为我国和国际间合作的大熊猫研究中心所在地。

卧龙自然保护区受人类活动及其污染影响较小，区内基本上保持着自然生态系统的平衡。因此，探讨川西卧龙地区的长期气候变动，对于研究不受污染的大气本底，气候与自然生态系统平衡的关系，以及合理开发利用自然资源等方面都具有重要意义。同时，对于保护大熊猫等珍稀野生动植物资源也有重要的意义。

本文根据在卧龙采集的树木年轮样本，对照附近地区的气象资料和四川省气象科学研究所整编的川西旱涝史料，初步探讨了川西及卧龙地区近百年来的冷暖、干湿变化规律和未来的气候趋势。

一、采样和指数年表的建立

为选取有代表性的年轮样本，采样前，我们曾对卧龙及附近地区进行了一些勘查，选择“五一棚”、“英雄沟”、“邓生”保护站等地点的原始针叶林区上、下限处为采样地。采样工作于1980年4月在卧龙保护区管理局协助下进行。由于保护区内禁伐、禁猎，所以不可能采集相当数量的圆盘，以建立标准年轮序列。我们用生长锥钻取材芯作样本，并以少量的圆盘检查林木的伪年轮等情况。共采样10个，仅选取了两个完整材芯和两个无缺损的圆盘作分析用样本（表略）。

样本经处理刨平后，用0.01毫米的读数显微镜进行宽度测量。读取宽度前，曾将圆盘上各方位的年轮数反复核对，没有发现伪、缺、断年轮等情况。这说明在干湿季分明的气候条件下生长的林木，伪年轮现象不多见的结论是成立的，因此用生长锥采样也是可行的。圆盘均从4个方位读数，以各方位宽度的平均值为该年的轮宽。同样，用显微镜测出的材芯逐年径向生长量，作为材芯样本的轮宽序列。

由圆盘和材芯得到的年轮宽度序列，首先计算它们的平均敏感度，挑选出敏感度较大的样本，再经生长量订正的计算[1]，得到轮宽指数年表。用这指数年表作为我们分析的基本数据。

二、指数年表的气候意义

建立的指数年表能否反映该地区的气候概况，关键在于它们与附近地区的气象要素有无明显关系，即它的气候意义如何。我们计算了年轮指数与成都、小金两站气温、降水的相关系数。成都距卧龙不足100公里，小金距卧龙仅60公里。

表1 年轮指数与气象要素的相关系数

站 点	3号样本		2号样本			相关检验		
	T	R	R ₁	R ₂	R ₃	资料年数	r _{0.05}	r _{0.01}
成 都	0.43	0.29	0.34	0.51	0.61	39	0.304	0.393
小 金	-0.10	0.51	0.57	0.61	0.61	28	0.362	0.464

注：T为年平均气温，R、R₁、R₂、R₃分别为当年及前一、二、三年降水量。

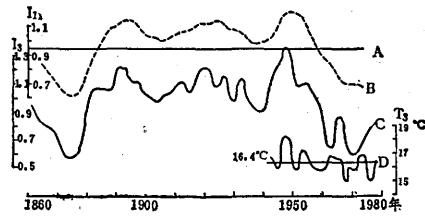


图1 3号样本年轮指数及成都气温滑动平均曲线

图中座标 I_{11} 、 I_3 、 T_3 分别表示指数11年、3年及气温3年滑动平均值；A为 I_{11} 的多年平均值(0.95)，B为 I_{11} 曲线，C为 I_3 曲线，D为 T_3 曲线

从表1可知，卧龙地区不同高度上的样本和不同站点气象要素的相关系数不同。3号样本的指数年表和成都年平均气温密切相关，和小金的气温几乎不相关，而2号样本的指数年表同成都、小金的降水相关都很好，尤其是同两地前期的降水量相关密切。上述气温、降水的相关均超过信度为0.01的临界值。可以认

* 参加此项工作的还有本所安顺清、陆业传以及卧龙自然保护区肖敦俭、沈仲民等同志。

为，指数年表是能用来表征川西卧龙地区气候的。这从采样点的海拔高度及地形也可以得到解释。3号样本采自“邓生”附近的海拔3015米的山脊上，接近针叶林区的上界高度，是该地林木生长热量不太足的地带。这里的温度状况的变化直接影响着林木的正常生长。2号样本采自“五一棚”附近海拔2745米处的林缘地带，是该地针叶林区的下限高度。这里热量条件易于满足；而降水变率较大，所以降水量的多寡是影响林木生长的主要因子。这种关系也符合年轮气候学阐述的高山森林上界的林木对温度反应敏感，下界的林木对降水量反应敏感的结论[2]。表1中2号样本的径向生长量与该地区前三年降水关系最大，这种相关滞后现象，不仅和树木的生物学因子有关，还和该地区土壤性质及所能截留的自然降水量多少有关。

三、川西卧龙地区近百年来的气候及其变化

图1是3号年轮指数3年、11年滑动平均曲线和成都气温的3年滑动平均曲线，它们消去了高频振动。从图1中看出，指数变化和气温变化的曲线趋势相近。

依据指数和气温间的关系，我们对川西卧龙地区近百年来的冷暖趋势作了大致的划分。川西卧龙地区1885年前和1960年后是近百年中的两个偏冷期，在这两个偏冷期之间有大约80年左右的暖期。从图1中

看出，即使在暖期中，也还有不同的冷暖阶段，即分别在1890、1920年前后和本世纪四十年代末最暖，而本世纪初和三十年代末较冷。指数年表变化趋势表明，在两个低指数期之间的高指数期中，存在着两个相对较低的指数阶段，但它仍高于多年平均值。可以推测，对应这两个低指数期间的较冷阶段中的年气温比目前高。成都39年实测记录表明，多年平均气温为16.4°C，以四十年代最高，为17.1°C，五十年代为16.5°C，而六十、七十年代均低于多年平均气温，仅为16.1°C。这条温度曲线下降的趋势和3号年轮指数曲线四十年代后期开始下降的趋势相吻合。这种趋势也符合我国各地气温变化近30年比前30年偏冷的事实[3]。

图2可以用来说明年轮指数、降水量和历史上旱涝年出现的关系。在高指数阶段，显然涝年多于旱年，反之，进入低指数期后旱年增加。由此，我们可以从指数演变的阶段性中，了解历史上降水变化的阶段性。从图2可见，1800—1830、1850—1870、1890—1940年间为低指数阶段，1830—1850、1870—1890、1940—1970年间为高指数阶段。但在1890—1940年间的低指数阶段中有一突出的高指数波动，正对应在1920年前后的川西连涝年份。

图2还反映了川西降水量进入本世纪四十年代后

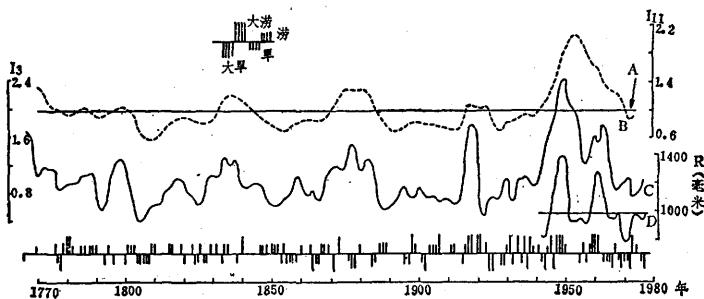


图2 2号样本年轮指数、成都降水量滑动平均曲线及川西旱涝示意图
图中座标R为成都降水量3年滑动平均值；D为R的曲线；其余符号同图1

显著增多，直到五十年代才逐渐减少，目前正处于相对少雨阶段。统计了卧龙附近站点各十年的平均降水量和距平百分率（表2）。表2反映出川西地区的降水量在五十年代前均为正距平，六十年代以后大多为负距平。以成都降水量为例，七十年代少于五十和六十年代，比四十年代减少约200毫米。

四、川西卧龙地区气候变化的周期

下面我们试图从年轮指数变化的周期性来推测川西卧龙地区的冷暖、干湿变化的周期性。

表3是两指数组序列方差分析的结果，它们的主要周期分别为30、40年左右和40、90年左右，F值

表2 川西部分站各年代平均降水量（距平%）

站名	四十年代	五十年代	六十年代	七十年代	多年平均	资料年代
小金		658.9 (+ 8 %)	579.8 (- 5 %)	598.9 (- 2 %)	611.4	1952—79
成都	1084.4 (+ 8 %)	998.1 (+ 1 %)	954.0 (- 3 %)	889.1 (- 10 %)	983.8	1941—79
灌县		1218.6 (+ 2 %)	1310.5 (+ 5 %)	1189.6 (- 4 %)	1243.8	1955—79
汶川			516.0 (- 1 %)	523.9 (+ 1 %)	520.0	1960—79

表3 3号、2号样本指数方差分析得出的主要周期

样本号	3号			2号			
	周期(年)	32	44	26	39	89	60
F计算值	2.82	2.32	1.42	1.62	1.71	1.09	
F _{0.05}	1.59	1.52	1.63	1.48	1.36	1.41	
F _{0.01}	1.89	1.81	2.19	1.69	1.59	1.62	

均超过了信度为0.05的临界值，从而能够推测，川西卧龙的温度状况大约有30、40年左右的周期变化，降水量则有40、90年左右的周期变化。

谱分析的结果，揭示了指数序列2—3年的短期波动和80年左右的长周期变化(图略)。显然，这些长短周期与“世纪周期”、“准二年振荡”是相吻合的。

卧龙年轮指数具有的这些长短周期的变化与波动，从图1、图2也可以直观地观察出来。这些不同尺度的周期变化，表明川西卧龙冷暖、干湿的不同阶段性以及交替变化的规律，也同方差分析、谱分析所反映的结果一致。

用方差分析的显著周期迭加外推，可得出该地区未来的年轮指数趋势，从而推测未来的气候趋势。计算表明，计算值与实测值基本一致(图略)。由外推得到，3号指数组在八十年代将进入高值阶段，2号指数组将在八十年代里有一最低阶段，以后分别趋于下降和上升。可以推知，川西卧龙地区八十年代的气温将高于七十年代，以后还会呈下降的趋势。目前的少雨阶段，还会维持一段时间，到八十年代后期雨量可能会逐渐增加。九十年代也许能达到六十年代的降雨量。这种降水趋势的预测，同张先恭等根据太阳活动作出的1984年前后大范围降水将再次减少的结论^[4]，以及四川省气象局关于公元2000年前，四川地区仍处于少雨期的大阶段中，以旱涝相间出现的趋势展望一致。当然，上述推测，只是某种变化趋势而言，实际气候在演变过程中，仍会出现各种尺度的周期变化。

五、小结

1. 在干湿季明显的地区，由于气候季节变化明显，难于形成伪年轮，为避免大量砍伐树木，可以用生长锥取样。运用年轮气候学方法进行历史气候的研究是可行的。

2. 川西卧龙的气候经历了不同尺度的冷暖、干湿变化。从十九世纪末以来，由长达80年左右的偏暖期转入目前较冷阶段。降水趋势也呈现了不同时段的增减变化，且近几十年的降水有减少的趋势。

3. 川西卧龙地区未来气候变化趋势为：八十年代可能高于七十年代，降水在经历八十年代的减少阶段

后也许会有所增加。

参考资料

[1] H.C.Fritts, Tree Rings and Climate, P.256—263, London, 1976.

[2] 林振耀、吴祥定：青藏高原历史时期气候变化的探讨，《气候变化和超长期预报文集》，科学出版社，1977。

[3] 张家诚等：气候变迁及原因，P.66—71，科学出版社，1976。

[4] 张先恭、徐瑞珍：我国大范围旱涝与太阳活动关系的初步分析与未来旱涝趋势，《气候变迁和超长期预报文集》，科学出版社，1977。

◆ ◆ ◆ ◆ ◆ ◆

“湿有效位能应用”学习、讨论班简况

为了使科研成果尽快在业务中试用，中央气象局气象科学研究院天气气候研究所应部份省、市、地区气象台的要求，于1982年3月6—13日在北京举办了一次“湿有效位能应用”学习、讨论班，有9省2市气象台、科研所的预报员等59人参加了学习、讨论。其主要内容有：(1)日常业务中查算湿有效位能的方法及原理；(2)常用的湿有效位能图表的制作与分析方法；(3)几次大范围暴雨产生前后湿有效位能特征；(4)在热带、温带系统研究以及大风、冬半年暴风雪、大范围天气异常分析中应用的展望。

有效位能概念是大气能量学中很重要的创见之一。虽然已对大气环流、热带风暴、温带气旋等研究起了一定的推动作用，但却很少见到用于日常业务的报告。参加学习班的部份台站打算今年汛期在大范围暴雨的“短时”预报中试用。

天气过程的发生、发展是多种因素综合作用的结果。为了使预报更加符合实际，必须恰当地看待湿有效位能在天气分析预报中的地位，这次学习期间特别强调了制作预报时应将热力、动力因子与环流形势及影响系统相结合考虑，不要孤立地运用湿有效位能。

有效位能概念，是本世纪初提出的。而湿有效位能概念，是1978年前后才提出。在理论上和业务应用方面都有很多问题值得探索。经过几次讨论后，大家认为目前需要进一步研究的主要问题有：参考气压计算的改进；找出时效再长些的预兆关系；与常用的温湿特征量有哪些不同；县气象站怎样用。

参加这次学习、讨论班的一些同志反映，这种面向台站的短时、小型专题学习讨论班，对于开阔视野、思路以及提高在职干部的理论水平和实际业务水平有一定好处。

(吴宝俊)