

文章编号: 1008-2786-(2006)4-395-08

低纬高原地区降水量资源年际变化的 特征时间尺度及其时空演变

尤卫红¹, 张玲², 赵付竹¹

(1. 云南大学资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 云南省水文水资源局红河分局, 云南 开远 661600)

摘要: 应用三维数据的时间小波变换方法, 分析研究了低纬高原地区降水量资源在年际变化上的特征时间尺度及其时空演变。结论为: 低纬度高原地区降水量资源在年际变化上的特征时间尺度分别约为 2 a、7 a 和 15 a。2 a 特征时间尺度的较大振幅能量活动区, 分别主要位于滇西北到滇东南、滇东北到滇西南和滇中一带。与 7 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心纬度的降水量, 表现出了明显的东西向波动的时间演变特征, 而与 15 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心纬度的降水量, 则表现出了在东西向较为稳定少变的时间演变特征。与 2 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心经度的降水量, 也表现出了明显的南北向波动的时间演变特征, 而与 7 a 和 15 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心经度的降水量, 则表现出了一种明显向南移动的时间演变趋势。

关键词: 低纬高原地区; 降水量资源; 特征时间尺度; 时空演变

中图分类号: P426.6

文献标识码: A

气候变化是当今全球共同面临的重大课题, 事关国民经济和社会发展的方方面面, 事关生态与环境保护、能源与水资源、食物安全和人类健康, 事关人类社会的可持续发展, 已经受到各国政府的关心和重视, 如何认识气候变化? 如何适应气候变化? 不仅是科学前沿的问题, 也是未来国家发展重要战略中必然要遇到的问题^[1]。

地处低纬度高原地区的云南, 属于纵向岭谷区, 位于青藏高原东南侧, 以纵向山系和江河为主体特征, 并以其南北向发育、东西向展布的巨大山系和深切河谷为格局, 构成了全球独一无二的纵向山系河谷景观。该地区既受季风的影响, 又受西北太平洋、南海和孟加拉湾热带风暴的袭击。显然, 这种独特

的下垫面条件, 对这些气候系统的影响将同时起着东西向的阻隔作用和南北向的通道作用, 相应地, 低纬度高原地区的天气和气候变化也必将表现出这种阻隔和通道作用下的一些显著特征和规律。已有的一些初步研究表明^[2-4], 在低纬度高原地区, 不仅中小尺度的天气系统活动频繁, 而且由于这些地形的东西向阻隔作用, 由东北季风带来的冷空气影响的气候变化差异相对来说是比较小的, 而由西南季风带来的水汽影响的气候变化差异却比较显著, 这主要是在大气中的水汽含量在低层较多, 因此西南暖湿气流在地形的动力抬升和强迫作用下形成降水, 水汽沿途被不断消耗掉, 从而使该区域降水量的分布呈西南多东北少、山区多河谷坝区少的显著区域

收稿日期 (Received date): 2006-01-21; 改回日期 (Accepted): 2006-05-11。

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金项目 "纵向岭谷区的气候变化及其对江河跨境径流量的影响" (40575046); 国家重点基础研究发展计划 (973计划) "纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全研究" (2003CB415100); 云南省自然科学基金项目 "澜沧江-湄公河月季年径流量变化的气候成因及预测研究" (2004D0005M) [National Natural Science Foundation of China "Climate change of the Longitudinal Range-Gorge and its influence on the transboundary flows of the rivers", No. 40575046; National Basic Research Program of China "Study of ecosystem changes in the Longitudinal Range-Gorge Region and transboundary eco-security in southwest China", No. 2003CB415100; Natural Science Foundation of Yunnan Province "Climate causes and forecast of monthly, seasonal and yearly variations for the Lancang-Mekong River flows", No. 2004D0005M]

作者简介 (Biography): 尤卫红 (1962-), 男 (汉), 云南人, 1998年毕业于南京大学气候学专业并获理学博士学位, 现任教授、博士生导师。主要从事天气、气候和水文水资源变化研究。E-mail: youweihong@sina.com。[You Weihong (1962-), Male, PhD of Climatology, Nanjing University, 1998. Professor. Researches on Weather, Climate, Hydrology and Water Resource.]

特征。

降水量资源是一个时、空变化很复杂的气候要素,由于缺乏长序列和高空间分辨率的降水资料,对降水量资源的时空演变研究不多。Bradley等^[5]用降水量的伽马分布分析了1850~1980年北半球陆地平均的年、季降水的长期变化。Diaz等^[6]在Bradley等的基础上,分析了南半球的降水,并将两者合成,分析了1890~1986年沿各纬带的及全球平均的降水指数。最近,随着全球降水量资料库的建立与完善,已经开始研究近期全球降水量的气候特征和变化^[7-10]。但是,从某个特殊区域的角度来研究降水量资源的时空变化还没有开展。Sahagian等^[11]指出,全球变化研究成果应在决策中起作用,而决策者更关注的是直接与区域和地方相关的问题。因此必须重视区域的研究,应该发展新的视角,清楚地界定区域和地方尺度上的科学问题。

为了得出具有典型地理区域特色的低纬高原地区降水量资源在年际变化上的时空特征和规律,本文以云南1951-01~2002-12的逐月格点降水数据资料为基础,应用三维数据的时间小波变换方法,分析研究了低纬度高原地区降水量资源在年际变化上的特征时间尺度及其时空演变。

1 资料及处理方法

本文使用尤卫红等^[12]建立的云南(21°~29°N, 98°~106°E)1951-01~2002-12的逐月格点降水数据资料,其空间分辨率为0.25°×0.25°经纬度。

小波分析提供了一种自适应的时域和频域同时局部化的分析方法,因此无论分析低频或高频局部信号,它都能自动调节时-频窗,以适应实际分析的需要。根据小波分析的连续小波变换方法,对于一个三维数据 $f(x, y, t)$ 的时间小波变换系数,可定义为

$$\begin{aligned} f(x, y, t', a) &= W[f(x, y, t)] \\ &= \frac{1}{a^{1/2}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y, t) \psi^* \left(\frac{t-t'}{a} \right) dt \quad (1) \end{aligned}$$

其中 $f(x, y, t', a)$ 是小波变换系数, W 是小波变换算子, x 和 y 片分别是纬向和经向坐标, t 是以年为单位的时间, t' 是对应于小波位置的时间平移参数, a 是确定小波时间宽度的尺度伸缩参数, ψ^* 是母小波 ψ 的复共轭。

这里使用Morlet母小波^[13,14]

$$\psi(t) = e^{i\Omega t} e^{-t^2/2} \quad (2)$$

这是一个波矢为 Ω 并用单位宽度的Gaussian包线来调整的平面波。由于Morlet小波是复值小波,其小波变换的系数在实部和虚部之间有 $\pi/2$ 的位相差,因此当观察小波系数的模值时,可以消除小波函数本身的振荡,这样从作为结果的复值小波系数中,可以分离出模和位相,前者给出能量密度,后者可发现信号的奇异性并测量瞬时频率。

为了保证Morlet小波的相容性,在本文中取 $\Omega = 2\pi$ 。由于对于一个周期性振荡 $e^{i\omega t}$,其小波变换系数为

$$W[e^{i\omega t}] = \sqrt{\frac{\pi a}{2}} e^{-(\Omega - \omega a)^2/2} e^{i\omega t'} \quad (3)$$

这说明对于一个确定的尺度伸缩参数 a ,当该周期性振荡的圆频率 $\omega = \Omega/a$ 时,其小波变换的系数将具有最大的模值。因此参考Minobe等^[15]的最大小波滤波器方法,如果在某一特定的空间区域和时间段,定义尺度伸缩参数 a 使其满足

$$\frac{\bar{f}(a_{\max})}{\sqrt{a_{\max}}} > \frac{\bar{f}(a_{\max} \pm \varepsilon)}{\sqrt{a_{\max} \pm \varepsilon}} \quad (4)$$

其中 \bar{f} 是在该特定空间区域和时间段上平均的小波变换系数的模值, ε 是任意小的数。那么由尺度伸缩参数 a_{\max} 可确定出相对应的实际物理空间中的特征时间尺度 L_c 或特征时间周期 T_c 为

$$L_c = \pi a_{\max} / \Omega \text{ 或 } T_c = 2L_c = 2\pi a_{\max} / \Omega \quad (5)$$

这里定义特征时间尺度 L_c 的小波变换系数公式为

$$\begin{aligned} \bar{f}(x, y, t') &= W[f]a = a_{\max} \\ &= \frac{1}{\sqrt{a_{\max}}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y, t) \psi^* \left(\frac{t-t'}{a_{\max}} \right) dt \quad (6) \end{aligned}$$

其中 $\bar{f}(x, y, t')$ 是特征时间尺度 L_c 的小波变换系数。显然,小波变换系数 $\bar{f}(x, y, t')$ 反映了三维数据 $f(x, y, t)$ 在特征时间尺度 L_c 下的时空演变特征和规律。

2 低纬高原地区降水量年际变化的特征时间尺度

将云南1951~2002年的 33×33 个格点的逐年降水量数据分别处理为标准化的年距平值时间序列后,再按(1)式作三维数据的时间小波变换,根据(4)式,在图1中给出了在该空间格点区域上和1951~2002年的时间上平均的小波变换系数的模值的时间尺度分布。

从图 1 中可以看出, 低纬度高原地区降水量在年际变化上的特征时间尺度分别约为 2 a、7 a 和 15 a 或者说低纬度高原地区降水量在年际变化上的特征时间周期分别约为 4 a、14 a 和 30 a。

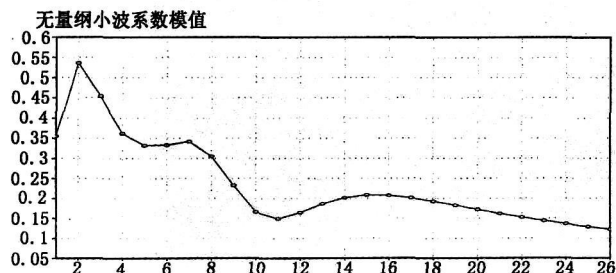


图 1 在空间区域和时间上平均的小波变换系数的模值随时间尺度的分布

Fig 1 The timescale spectrum of the time and space mean modules of wavelet transforms

3 特征时间尺度的空间分布特征

根据 (6) 式, 分别取特征时间尺度为 2 a、7 a 和 15 a 在图 2 中分别给出了 52 a 平均的小波变换系数的模值的空间分布。根据小波变换的基本原理, 如果时间小波变换系数的模值越大, 则对应空间区域的降水量在特征时间尺度上的变化特征就越显著。

从图 2 中可以看出, 与特征时间尺度 2 a 相对应的低纬度高原地区降水量年际变化的较大振幅能量活动区主要位于滇西北到滇东南一带, 其走向与纵向岭谷区的山脉走向基本一致, 其中一个较明显

的较大振幅能量活动区的中心位于 25°N、101.25°E 附近; 与特征时间尺度 7 a 相对应的低纬度高原地区降水量年际变化的较大振幅能量活动区, 则主要位于滇东北到滇西南一带, 其走向则与纵向岭谷区的山脉走向基本上正交, 其中一个最明显的较大振幅能量活动区的中心位于 27.0°N、105.25°E 附近; 而与特征时间尺度 15 a 相对应的低纬度高原地区降水量年际变化的较大振幅能量活动区, 则同时具有西北-东南向和东北-西南向的空间分布特征, 其较大振幅的能量活动区也主要位于它们交汇处的滇中地区, 其中一个最强大的振幅能量活动区的中心位于 24.0°N、102.5°E 附近。

为了说明与 2 a、7 a 和 15 a 特征时间尺度相对应的低纬度高原地区降水量年际变化的较大振幅能量活动中心在特征时间尺度上的时间演变特征和规律, 在图 3 和图 4 中分别给出了 25°N、101.25°E、27.0°N、105.25°E 和 24.0°N、102.5°E 3 个格点的年降水量标准化距平值时间序列的小波变换系数的模值和实部。

从图 3 和图 4 中可以看出, 与 2 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心 (25°N、101.25°E) 的年降水量的 2 a 时间尺度 (或 4 a 时间周期) 的变化特征是显著的。与 7 a 和 15 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心 (27.0°N、105.25°E 和 24.0°N、102.5°E) 的年降水量的 7 a 时间尺度 (或 14 a 时间周期) 和 15 a 时间尺度 (或 30 a 时间周期) 的变化特征则更为显著。

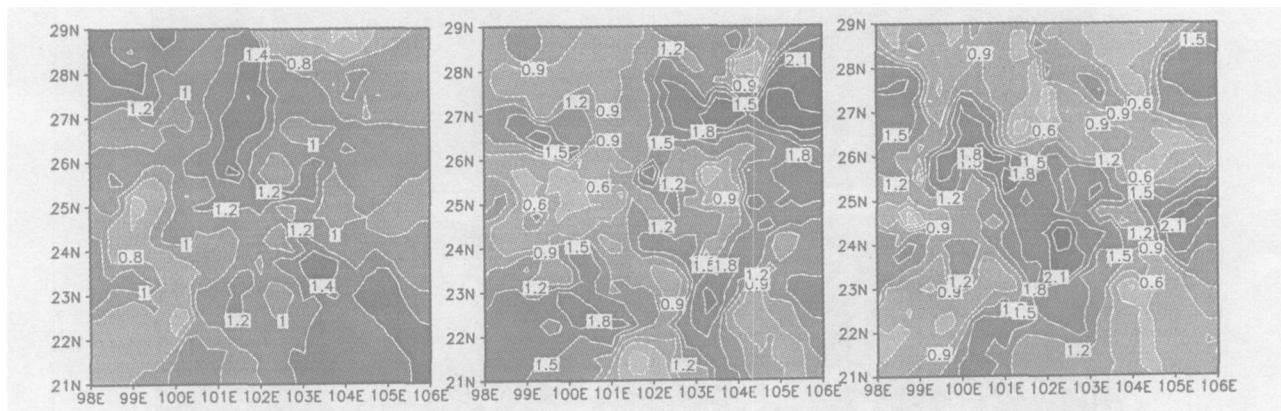


图 2 与特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心
(左: 2 a 尺度; 中: 7 a 尺度; 右: 15 a 尺度)

Fig 2 The larger amplitude energy centers corresponding to the characteristic timescales
(The left 2-years timescale; The middle 7-years timescale; The right 15-years timescale)

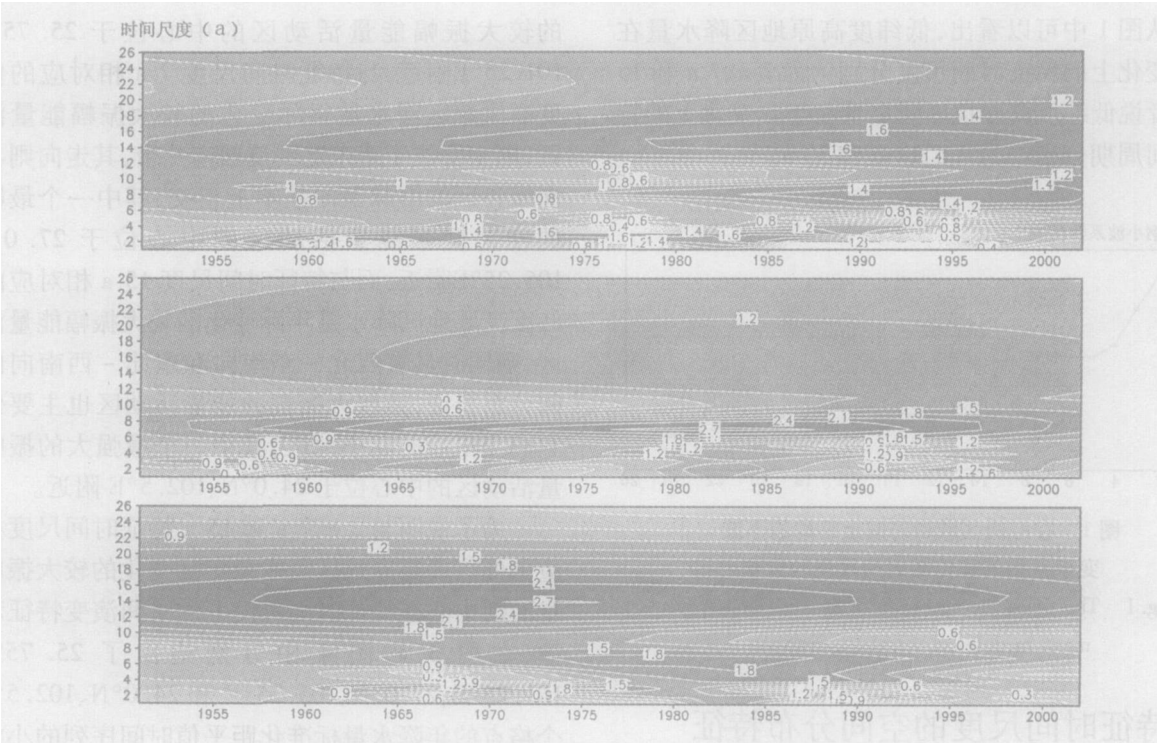


图 3 较大振幅能量活动中心的小波变换系数的模值

(上: 25 75°N, 101 25°E; 中: 27. 0°N, 105. 25°E; 下: 24 0°N, 102 5°E)

Fig 3 The modulus of wavelet transforms of the larger amplitude energy centers

(The upper 25 75°N, 101 25°E; The middle 27. 0°N, 105. 25°E; The lower 24 0°N, 102 5°E)

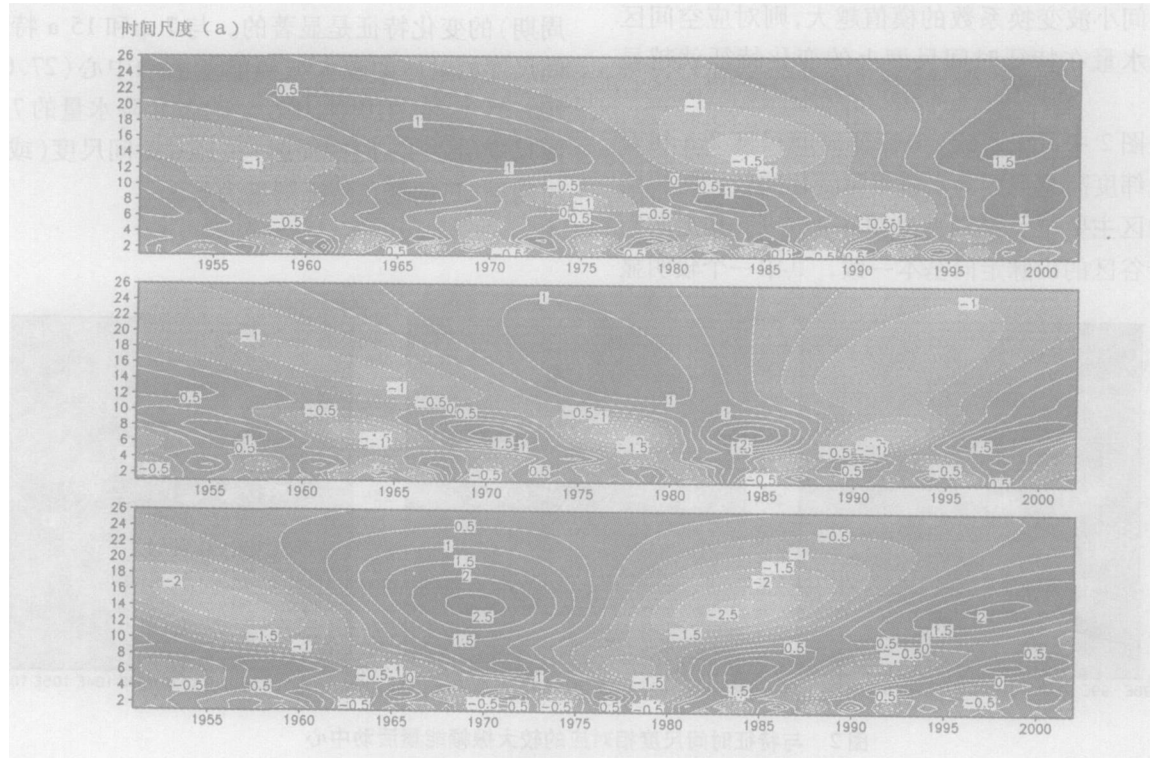


图 4 较大振幅能量活动中心的小波变换系数的实部

(上: 25 75°N, 101 25°E; 中: 27. 0°N, 105. 25°E; 下: 24 0°N, 102 5°E)

Fig 4 The real parts of wavelet transforms of the larger amplitude energy centers

(The upper 25 75°N, 101 25°E; The middle 27. 0°N, 105. 25°E; The lower 24 0°N, 102 5°E)

4 对应特征时间尺度的降水量时空演变

为了进一步说明与特征时间尺度相对应的低纬度高原地区降水量年际变化的较大振幅能量活动中心在特征时间尺度上的时空演变特征和规律, 在图 5 中分别给出了特征时间尺度为 2 a、7 a 和 15 a 时的 25°N、27.0°N 和 24.0°N 上的标准化年降水量距平值时间序列的小波变换系数的实部在纬圈方向上的时间演变。同样, 在图 6 中则分别给出了特征时间尺度为 2 a、7 a 和 15 a 时的 101.25°E、105.25°E 和 102.5°E 上的标准化年降水量距平值时间序列的小波变换系数的实部在经圈方向上的时间演变。

从图 5 中可以看出, 与 2 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心纬度 (25.75°N) 的降水量在 2 a 特征时间尺度上的变化表现出了明显的东西向波动的时间演变特征, 即在 20 世纪 50 年代的早期, 其较大振幅能量活动中心的位置是比较偏西

的, 之后开始东移, 到 70 年代初移到了一个较偏东的位置, 之后又开始西移, 到 80 年代末移到了一个较偏西的位置, 之后又开始了显著的东移趋势。而与 7 a 和 15 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心纬度 (27.0°N 和 24.0°N) 的降水量在 7 a 和 15 a 特征时间尺度上的变化则表现出了在东西向较为稳定少变的时间演变特征。

从图 6 中可以看出, 与 2 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心经度 (101.25°E) 的降水量在 2 a 特征时间尺度上的变化也表现出了明显的南北向波动的时间演变特征, 即在 20 世纪 50 年代开始时是向北移动的, 到 60 年代中期转为向南移动, 到 80 年代初又转为向北移动。而与 7 a 和 15 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心经度 (105.25°E 和 102.5°E) 的降水量在 7 a 和 15 a 特征时间尺度上的变化则表现出了一种明显向南移动的时间演变趋势, 特别是在 7 a 的特征时间尺度上这种向南移动的时间演变趋势是极为显著的。

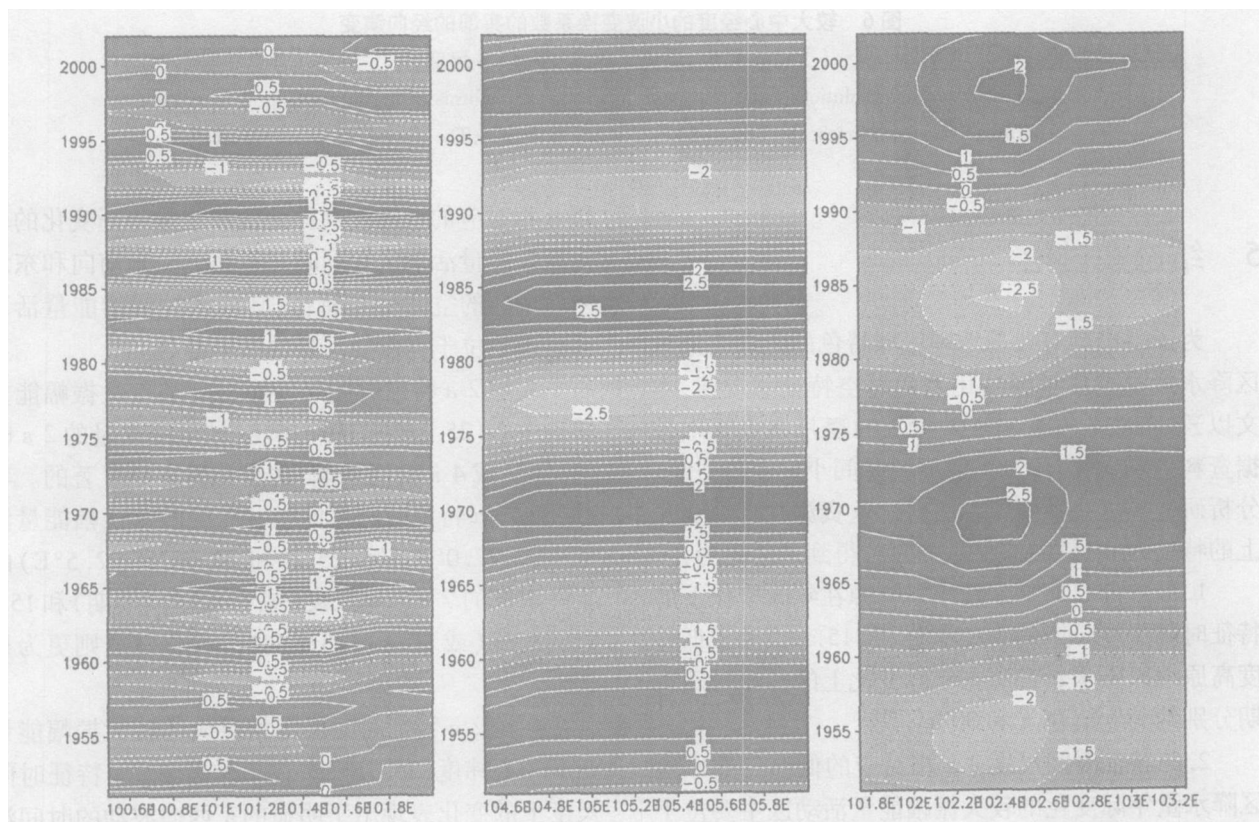


图 5 较大中心纬度的小波变换系数的实部的纬向演变

(左: 2 a 尺度; 中: 7 a 尺度; 右: 15 a 尺度)

Fig 5 The longitudinal evolution of the real parts of wavelet transforms of the larger central latitudes

(The left 2-years timescale; The middle 7-years timescale; The right 15-years timescale)

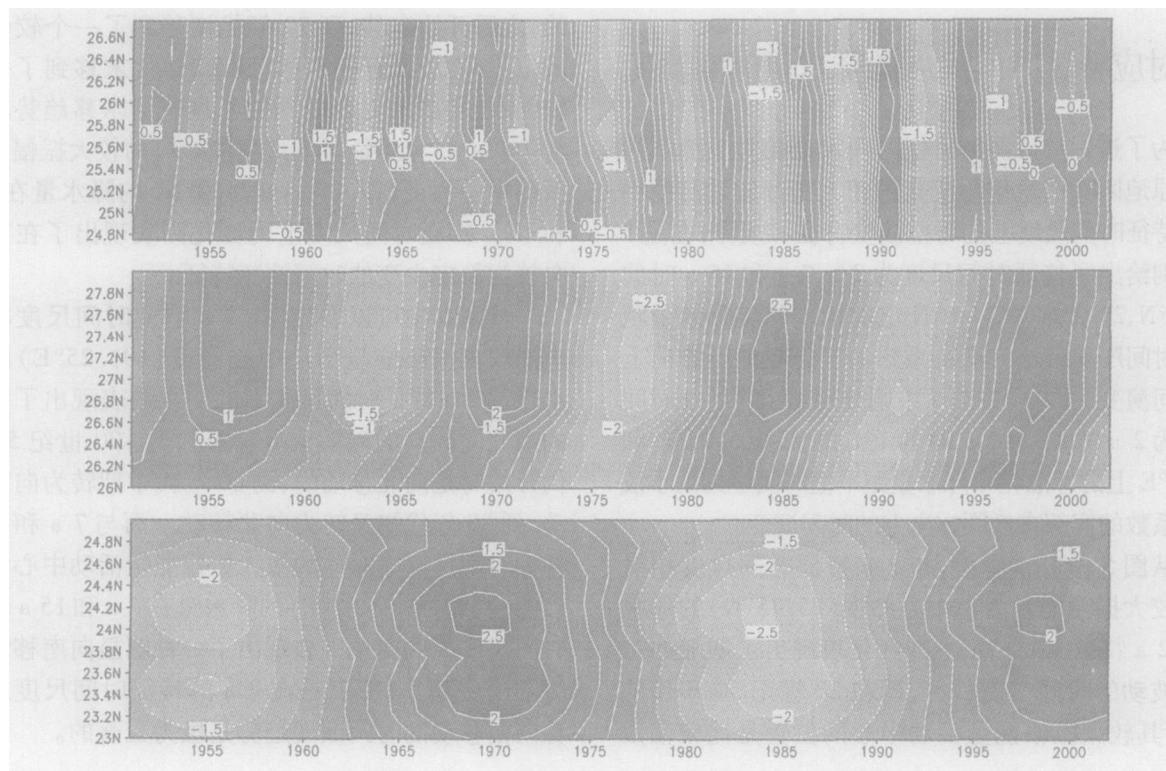


图 6 较大中心经度的小波变换系数的实部的经向演变

(上: 2 a尺度; 中: 7 a尺度; 下: 15 a尺度)

Fig 6 The latitudinal evolution of the real parts of wavelet transforms of the larger central longitudes
(The upper 2-years timescale; The middle 7-years timescale; The lower 15-years timescale)

5 结论和讨论

为了得出具有典型地理区域特色的低纬高原地区降水量资源在年际变化上的时空特征和规律, 本文以云南 1951-01~2002-12的逐月格点降水数据资料为基础, 应用三维数据的时间小波变换方法, 分析研究了低纬度高原地区降水量资源在年际变化上的特征时间尺度及其时空演变, 得到的结论为:

1 低纬度高原地区降水量资源在年际变化上的特征时间尺度分别约为 2 a、7 a 和 15 a, 或者说低纬度高原地区降水量资源在年际变化上的特征时间周期分别约为 4 a、14 a 和 30 a。

2 与特征时间尺度 2 a 相对应的低纬度高原地区降水量年际变化的较大振幅能量活动区主要位于滇西北到滇东南一带, 其走向与纵向岭谷区的山脉走向基本一致; 与特征时间尺度 7 a 相对应的低纬度高原地区降水量年际变化的较大振幅能量活动区则主要位于滇东北到滇西南一带, 其走向则与纵向岭谷区的山脉走向基本上正交; 而与特征时间尺度

15 a 相对应的低纬度高原地区降水量年际变化的较大振幅能量活动区则同时具有西北-东南向和东北-西南向的空间分布特征, 其较大振幅的能量活动区也主要位于它们交汇处的滇中地区。

3 与 2 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心 (25.75°N, 101.25°E) 的年降水量的 2 a 时间尺度 (或 4 a 时间周期) 的变化特征是显著的。与 7 a 和 15 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心 (27.0°N, 105.25°E 和 24.0°N, 102.5°E) 的年降水量的 7 a 时间尺度 (或 14 a 时间周期) 和 15 a 时间尺度 (或 30 a 时间周期) 的变化特征则更为显著。

4 与 2 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心纬度 (25.75°N) 的降水量在 2 a 特征时间尺度上的变化表现出了明显的东西向波动的时间演变特征, 即在 20 世纪 50 年代的早期, 其较大振幅能量活动中心的位置是比较偏西的, 之后开始东移, 到 70 年代初移到了一个较偏东的位置, 之后又开始西移, 到 80 年代末移到了一个较偏西的位置, 之后又开始了显著的东移趋势。而与 7 a 和 15 a 特征时间

尺度相对应的较大振幅能量活动中心纬度 (27.0°N 和 24.0°N) 的降水量在 7 a 和 15 a 特征时间尺度上的变化则表现出了在东西向较为稳定少变的时间演变特征。

5 与 2 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心经度 (101.25°E) 的降水量在 2 a 特征时间尺度上的变化也表现出了明显的南北向波动的时间演变特征, 即在 20 世纪 50 年代开始时是向北移动的, 到 60 年代中期转为向南移动, 到 80 年代初又转为向北移动。而与 7 a 和 15 a 特征时间尺度相对应的较大振幅能量活动中心经度 (105.25°E 和 102.5°E) 的降水量在 7 a 和 15 a 特征时间尺度上的变化则表现出了一种明显向南移动的时间演变趋势, 特别是在 7 a 的特征时间尺度上这种向南移动的时间演变趋势是极为显著的。

上述低纬高原地区降水量资源在年际变化上的时空特征和规律是基于对观测事实的分析和研究得出的, 因此我们可以认为这是由于在纵向岭谷区这种特殊下垫面条件作用下的特殊区域气候变化及其对全球变化的某种响应结果而造成的基本事实, 但其产生的物理机制和过程还有待于我们作进一步的工作。

参考文献 (References)

- [1] Zhao Shengcai. Response strategy of the climate changes (Xiangshan Scientific Conference, Beijing 2000 5). *Advances in Earth Science*, 2004, 19(5): 867~871 [赵生才. 气候变化的应对战略 (2004 年 5 月香山科学会议) [J]. 地球科学进展, 2004, 19(5): 867~871]
- [2] Duan Xu, Zhang Xunian, Xu Meiling. Temporal and spatial features of medium-scale convection systems in the regions around Yunnan. *Acta Meteorologica Sinica*, 2004, 62(2): 243~249 [段旭, 张秀年, 许美玲. 云南及其周边地区中尺度对流系统时空分布特征 [J]. 气象学报, 2004, 62(2): 243~249]
- [3] Duan Xu, Li Ying, Xu Meiling *et al*. Medium-scale Weather Analysis and Forecast in the Lower Latitude and Plateau regions. Beijing Meteorological Press, 2004, 1~30 [段旭, 李英, 许美玲, 等. 低纬高原地区中尺度天气分析与预报 [M]. 北京: 气象出版社, 2004, 1~30]
- [4] You Weihong, He Daming, Duan Changchun. Climate change of the Longitudinal Range-Gorge in Yunnan and its influence on the river flow. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(1): 95~105 [尤卫红, 何大明, 段长春. 云南纵向岭谷地区气候变化对河流径流量的影响 [J]. 地理学报, 2005, 60(1): 95~105]
- [5] Bradley R S, Diaz H F, Eischeid J K, *et al*. Precipitation fluctuations over Northern Hemisphere land areas since the mid-19th century [J]. *Science*, 1987, 237(4811): 171~175
- [6] Diaz H F, Bradley R S, Eischeid J K. Precipitation fluctuations over global land areas since the late 1800s [J]. *J Geophys Res*, 1989, 94(D1): 1195~1210
- [7] Shi Neng, Chen Luwen. Long-range changes of global land yearly precipitation field (1948 to 2000). *Chinese Science Bulletin*, 2002, 47(21): 1671~1675 [施能, 陈绿文. 全球陆地年降水场的长期变化 (1948~2000 年) [J]. 科学通报, 2002, 47(21): 1671~1675]
- [8] Chen M Y, Xie P P, Janowiak J E. Global precipitation: A 50 year monthly analysis based on Gauge observations. *J Hydrometeo*, 2002, 3(3): 249~266
- [9] Shi Neng, Huang Xianxiang, Yang Yang. Temporal-spatial features of tendency change in global land yearly precipitation field from 1948 to 2000 [J]. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 2003, 26(2): 201~209 [施能, 黄先香, 杨扬. 1948~2000 年全球陆地年降水场趋势变化的时、空特征 [J]. 大气科学, 2003, 26(2): 201~209]
- [10] Shi Neng, Chen Luwen, Fan Guoling *et al*. Climate characters and changes in global land precipitation field from 1920 to 2000 [J]. *Plateau Meteorology*, 2004, 23(4): 435~443 [施能, 陈绿文, 封国林, 等. 1920~2000 年全球陆地降水气候特征与变化 [J]. 高原气象, 2004, 23(4): 435~443]
- [11] Sahagian D, Schellhuber J. GCM in 2002 and beyond: a benchmark in the continuing evolution of global change research [Z]. *Global Change News Letter*, June 2002
- [12] You Weihong, Xia Xinxian, Zhao Ningkun. Establishment of the grid data for monthly precipitation and temperature in Yunnan province [J]. *Yunnan Geographic Environment Research*, 2004, 16(1): 14~18 [尤卫红, 夏欣键, 赵宁坤. 云南逐月雨量和气温的格点数据资料场建立 [J]. 云南地理环境研究, 2004, 16(1): 14~18]
- [13] You Weihong. Multiscale Diagnosis Analyses and Forecast Methods of Climate Changes [M]. Beijing: Meteorological Press, 1998, 37~42 [尤卫红. 气候变化的多尺度诊断分析和预测的多种技术方法研究 [M]. 北京: 气象出版社, 1998, 37~42]
- [14] You Weihong, Duan Xu, Qiminguhi. Continuous wavelet transforms and their applications to surface air temperature and precipitation variations in Yunnan during last one hundred years [J]. *Plateau Meteorology*, 1999, 18(1): 47~54 [尤卫红, 段旭, 杞明辉. 连续小波变换在云南近百年气温和降水变化分析中的应用 [J]. 高原气象, 1999, 18(1): 47~54]
- [15] Minoke S., Manabe T., Shouji A. Maximal wavelet filter and its application to bi-decadal oscillation over the Northern Hemisphere through the Twentieth Century [J]. *J. Climate*, 2002, 15: 1064~1075

Characteristic Timescales and Temporal-Spatial Changes of Precipitation Resource Interannual Variability over the Low Latitude Plateau Area

YOU Weihong¹, ZHANG Ling², ZHAO Fuzhu¹

(1. School of Resource Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, China)

(2. Honghe Hydrology Branch Bureau of Yunnan Province Water Resources Bureau, Kaiyuan 661600, China)

Abstract Based on the data of precipitation field in Yunnan and using the temporal wavelet transform method for the three-dimensional data, the characteristic timescales and temporal-spatial changes of precipitation resource interannual variability over the Low Latitude Plateau Area are investigated. The results show that there are 2-years, 7-years and 15-years characteristic timescales for the precipitation resource interannual variability over the Low Latitude Plateau Area. The larger amplitude energy regions corresponding to the 2-years, 7-years and 15-years characteristic timescales are mainly from northwest to southeast, northeast to southwest and central area of Yunnan respectively. The precipitation longitudinal evolutions of the larger central latitude in association with the 2-years characteristic timescale appear obviously longitudinal oscillations. But the precipitation longitudinal evolutions of the larger central latitudes in association with the 7-years and 15-years characteristic timescales appear quasi-stationary and not moving. The precipitation latitudinal evolutions of the larger central longitude in association with the 2-years characteristic timescale also appear obviously latitudinal oscillations. But the precipitation latitudinal evolutions of the larger central longitudes in association with the 7-years and 15-years characteristic timescales all have obviously the tendency to move towards the south.

Key words Low Latitude Plateau Area; precipitation resource; characteristic timescale; temporal-spatial change