

1951 - 2000 年中国气候生产潜力时空动态特征

侯西勇

(中国科学院烟台海岸带可持续发展研究所, 山东 烟台 264003)

摘要: 气候生产潜力时空动态一直是国内外全球变化研究的热点, 基于 1951 - 2000 年全国范围气象栅格数据计算气候生产潜力, 在此基础上, 利用 GIS 空间分析技术和小波分析方法探讨全国以及 9 大土地潜力区气候生产潜力的空间格局特征与多时间尺度特征。结果表明: 50 年间中国气候生产潜力单产平均值为 $770 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 折算为总量达 $73.12 \times 10^8 \text{ t/a}$; 全国及 9 大土地潜力区气候生产潜力的多时间尺度特征比较复杂, 3 ~ 5 年周期的年际变化和 30 年左右周期的年代际变化均较显著, 而 10 ~ 11 年周期的变化则仅在部分区域有所表现; 总的来说, 1951 - 2000 年, 华北地区、黄土高原、内蒙古中部及辽河平原等是我国气候生产潜力时空动态特征最突出的区域。

关键词: 气候生产潜力; 时空动态; 小波分析; 中国; 土地潜力区

中图分类号: S162.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 6060(2008)05 - 0723 - 08(723 ~ 730)

气候生产潜力是由光、温、水共同决定的生态系统生产力, 是优化管理和自然降水条件下一个地区可能达到的作物产量的上限, 一般表示为单位时间、单位面积土地产生和积累的绿色植物数量^[1-4]。广义上讲, 气候生产潜力是净第一性生产力 (NPP, Net primary productivity) 的一个方面, 其时空动态一直是国内外全球变化研究的热点之一^[4-14]。对宏观地理区域乃至全球范围过去较长时期内气候生产潜力的时空动态特征进行研究, 其理论意义和实践意义都是比较突出的, 但是主要由于数据和资料的限制, 对大尺度区域过去较长时期内气候生产潜力时空动态的研究并不多见, 因此拓展时空尺度、提高时空分辨率, 这将是今后研究的一个重点任务。本文基于中国 $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ 分辨率的气象栅格数据, 利用 GIS 空间分析技术, 以每个栅格为基本分析单元, 计算全国 1951 - 2000 年历年的气候生产潜力, 分析其空间格局特征, 并利用小波分析方法探讨全国以及 9 大土地潜力区气候生产潜力时间变化的周期性, 辨识其时空动态的热点区域, 揭示 1951 - 2000 年中国陆地生态系统气候生产潜力的时空动态特征。

1 研究方法

1.1 基础数据

基础数据来自于中国科学院地理科学与资源研究所中国生态系统研究网络 (CERN) 综合研究中心的气象要素空间化数据库 (中国生态系统研究网络 (CERN) 网址: <http://www.cern.ac.cn/0index/index.asp>; 气象要素空间化数据库网址: <http://159.226.111.42:8080/pingtai/webgis/index.jsp>), 该数据库以全国 1951 - 2000 年 740 个气象站点的数据为信息源, 是利用 GIS 技术、计算机技术和空间数据库技术, 在方法研究的基础上生成的全国尺度多种气象/气候要素的栅格数据库, 主要包括辐射、温度、降水、湿度、风和气候指数等 20 多个要素的空间信息, 根据不同的时间域, 共建立了 183 个栅格数据集^[15-19]。

本文提取了气温、降水等要素的空间化数据集, 数据格式为 ESRI - ArcGIS 的 Grid 栅格数据模型, 采用的空间投影坐标系统为 Albers 等角圆锥系统。数据集空间范围覆盖中国陆地地区, 包括台湾、海南

收稿日期: 2007 - 08 - 22; 修订日期: 2007 - 11 - 09

基金项目: 中国博士后科学基金项目 (20060390509); 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX2 - YW - 401 - 4); 国家杰出青年基金项目 (30225012)

作者简介: 侯西勇 (1975 -), 男, 博士, 副研究员, 主要从事遥感与 GIS 应用、LUCC、土地资源评价、海岸带信息集成与海岸带可持续发展等方面研究。E-mail: xyhou@yic.ac.cn

等大的岛屿,空间分辨率为 $10\text{ km} \times 10\text{ km}$;时间尺度为 1951 - 2000 年,时间分辨率为旬。本文计算降水 36 旬之和与温度 36 旬之均值,得到其年度数据。

1.2 气候生产潜力计算方法

气候生产潜力(或者说是净第一性生产力)的计算方法包括实际测量法、数学相关法(气候相关模型)、生理生态学法(过程模型)和遥感方法等^[20,21]。其中,实际测量法与生理生态学法比较适合于中小尺度区域较短时期内的精确研究,但是时空尺度转换难度大,不能满足宏观区域的长期动态研究;遥感方法和数学相关法则适合于多种时空尺度的研究,但是宏观区域时间序列遥感信息最早仅能追溯到 20 世纪 80 年代初期^[11,22],不能满足过去更长时期的动态分析。因此,本文采用数学相关法在 $10\text{ km} \times 10\text{ km}$ 尺度计算全国 1951 - 2000 年间历年的气候生产潜力。

典型的气候相关模型包括迈阿密(Miami)模型、桑斯维特纪念(Thorntwaite Memorial)模型和筑后(Chikugo)模型等。侯光良(1990)、张宪洲(1993)曾分别对比三个模型计算中国区域气候生产潜力的精度水平,结论基本一致,认为:迈阿密模型考虑气候因子不全面,误差较大;筑后模型估算结果比较符合实际情况,精度较高;桑斯维特纪念模型以实际蒸散量为变量,综合了水热等气候因子,是一个代表性较强的气候指标,计算结果虽然在干旱区精度略低,但总体上与实测值偏差较小,与筑后模型的计算结果也很接近^[2,3]。因此,本文采用桑斯维特纪念模型计算气候生产潜力,其公式如下^[2,3]:

$$P_{ET} = 3\ 000 \cdot (1 - e^{-0.000\ 969\ 5(ET-20)}) \quad (1)$$

式中: P_{ET} 是气候生产潜力($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); e 是自然对数底数; ET 是年实际蒸散量(mm),可由 Turc 公式计算^[23]:

$$ET = \frac{1.05r}{\sqrt{1 + \left(\frac{1.05r}{E_0}\right)^2}} \quad (2)$$

$$E_0 = 300 + 25t + 0.05t^3 \quad (3)$$

式中: r 是年降水量(mm), E_0 是年最大蒸散量(mm), t 是年平均气温($^{\circ}\text{C}$)。

1.3 时空动态特征分析方法

气候生产潜力决定于区域气候条件,其空间分

布格局与时间动态变化均具有多尺度结构和局部化特征。本文以如下方法研究 1951 - 2000 年全国气候生产潜力的时空动态特征:

首先,在 $10\text{ km} \times 10\text{ km}$ 尺度格网分析。利用 GIS 空间分析功能,计算 1951 - 2000 年气候生产潜力的平均值和标准差;通过表面分析技术在平均值数据层的基础上计算特征值等值线,以分析气候生产潜力的空间格局特征;通过标准差数据层,分析气候生产潜力时间变异程度的空间格局特征并辨识其动态变化的热点区域。

第二、以全国和宏观自然地理分区为空间分析单元。利用 GIS 空间分析功能统计每一空间分析单元历年的气候生产潜力平均值,通过小波分析方法识别和对比其多时间尺度特征,揭示不同区域不同时间尺度下气候生产潜力的演变规律和发展趋势。宏观自然地理分区采用《中国 1:100 万土地资源图》中的 9 大土地潜力区划分方案,其 GIS 格式空间数据也来自于中国生态系统研究网络综合研究中心,该区划反映宏观的气候分区,与中国综合自然地理区划^[24]也比较接近。

1.4 多时间尺度的小波分析

小波分析(Wavelet Analysis)是在傅立叶变换(Fourier Transform)基础上发展起来的时频局域化分析方法,可将时间函数投影到二维的时间-尺度相平面上,而且在时域和频域同时具有良好的局部性质,体现研究对象的任意微小细节,因此被誉为数学显微镜,连续小波变换的定义如下^[25]:

$$W_f(a, b) = |a|^{-1/2} \int_{t=-\infty}^{\infty} f(t) \overline{\Psi\left(\frac{t-b}{a}\right)} dt \quad (4)$$

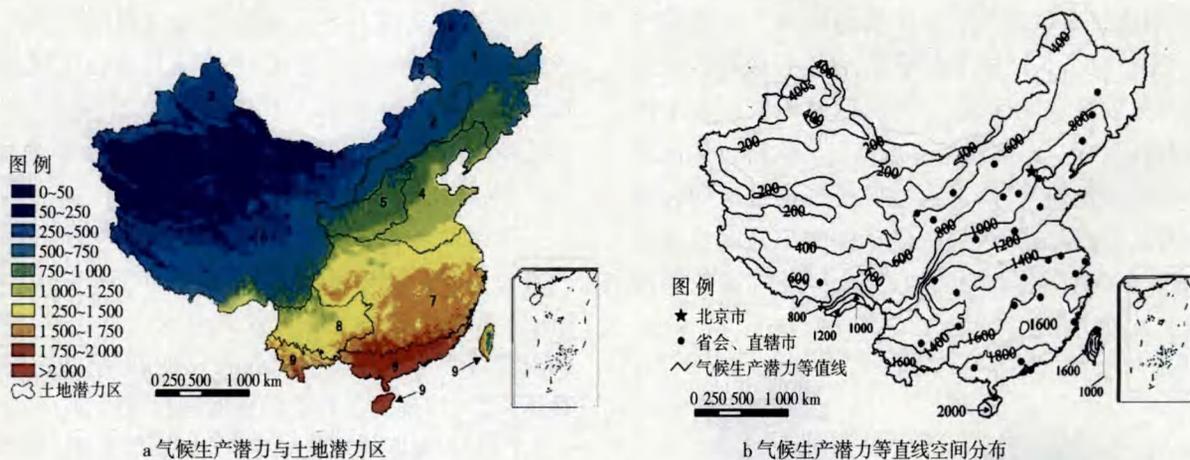
式中: $W_f(a, b)$ 称为小波变换系数, $f(t)$ 是连续时间信号, a 是尺度伸缩因子, b 是时间平移因子, $\Psi(t)$ 称为基本小波,本文采用常用的墨西哥帽(MexHat/Mexican Hat)小波函数,公式如下^[25]:

$$\Psi(t) = (1 - t^2)e^{-t^2/2} \quad (5)$$

2 结果分析

2.1 空间格局特征

1951 - 2000 年全国气候生产潜力平均值空间分布及其分区统计分别如图 1、表 1。



(注: 图 a 中 1-9 的数字编码表示土地潜力区, 对应的潜力区名称见表 1; 图 a 与图 b 中气候生产潜力单位为 “ $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ ”.)

图 1 中国气候生产潜力空间格局, 1951~2000

Fig. 1 Spatial characters of climatic potential productivity in China, 1951~2000

我国气候生产潜力空间分布的地理分异规律非常显著, 东南高、西北低, 纬度地带性、经度地带性和垂直地带性均比较突出(图 1)。600 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ 等值线两侧基本对应我国东、西两大自然地理区, 该等值线以东的大部分地区都稳定超出了 700 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$, 而其以西的大部分地区则常年不足 500 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ 。稳定超过 2 000 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ 的区域仅分布在海南岛的东北部, 稳定超过 1 800 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ 的区域主要分布在华南地区; 新疆南部的塔克拉玛干沙漠和东部的库姆塔格沙漠等是我国气候生产潜力最低的区域, 常年低于 200 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$ 。

表 1 各土地潜力区气候生产潜力

Tab. 1 Climatic potential productivity in each land potential area

编号	土地潜力区 名称	区域面积 /10 ⁴ km ²	气候生产潜力	
			单产量/ $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$	总产量 /10 ⁸ t/a
1	东北区	89.43	646	5.78
2	内蒙半干旱区	53.58	622	3.33
3	西北干旱区	194.46	255	4.95
4	华北-辽南区	67.76	1045	7.08
5	黄土高原区	38.79	852	3.31
6	青藏高原区	258.33	430	11.11
7	四川盆地-长江中下游区	152.65	1496	22.84
8	云贵高原区	44.45	1330	5.91
9	华南区	50.38	1748	8.81
	全国	949.83	770	73.12

由表 1, 全国陆地区域 1951~2000 年气候生产潜力的平均值为 770 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$, 总量达 73.12 $\times 10^8$ t/a。9 大土地潜力区单产量以华南区最高, 达 1 748 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$, 四川盆地-长江中下游区、云贵高原区和华北-辽南区也稳定高于 1 000 $g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$; 高于全国平均水平的还有黄土高原区; 剩余的 4 个土地潜力区则均低于全国平均水平, 特别是西北干旱区, 为 9 大土地潜力区中最低的。不同区域气候生产潜力的总量以四川盆地-长江中下游区最高, 达 22.84 $\times 10^8$ t/a; 其次是青藏高原区, 约 11.11 $\times 10^8$ t/a; 华南区、华北-辽南区介于 7 $\times 10^8$ ~ 9 $\times 10^8$ t/a 之间, 东北区和云贵高原区均接近 6 $\times 10^8$ t/a, 剩余的 3 个土地潜力区则均不足 5 $\times 10^8$ t/a。

2.2 空间动态特征

标准差是反映数据离散程度的基本统计量, 其值越大, 数据越分散, 其值越小, 则数据越集中于平均值附近。在 10 km \times 10 km 尺度计算每个栅格单元 1951-2000 年历年气候生产潜力的标准差(自由度为 49), 结果(图 2)能够反映气候生产潜力时间波动的剧烈程度。

由图 2, 我国东南沿海区域的海岸带、台湾、海南、华北地区、黄土高原及内蒙中部、青藏高原东部和南部边缘、辽河平原等都是气候生产潜力波动比较剧烈的区域, 特别是华北地区、黄土高原、内蒙中部以及辽河平原均呈现为大范围空间剧烈波动的特

征,表明这些区域是气候生产潜力的热点和敏感区域。与此相反,长江中下游平原、江南丘陵等广大区域则是比较稳定的区域。另外,西北地区的若干区域,如新疆北部、西部和南部以及青海的部分地区的标准差数值也较大,但是这些区域气候生产潜力基数非常低,气温与降水等气候条件的小幅度波动即能引起气候生产潜力的剧烈变化,因此标准差的指示意义并不突出。

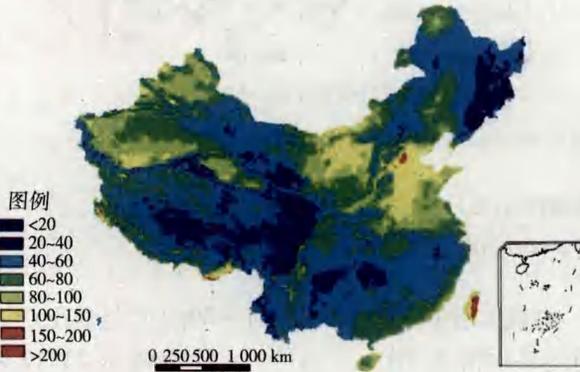


图2 中国气候生产潜力空间动态特征,1951 - 2000

Fig. 2 Spatial dynamics of climatic potential productivity in China, 1951 - 2000

2.3 多时间尺度特征

全国和9大土地潜力区气候生产潜力的时间变化曲线如图3,对其时间序列距平数据进行一维对称延拓和 MexHat 函数小波变换,得到小波系数时频分布图(图4)。

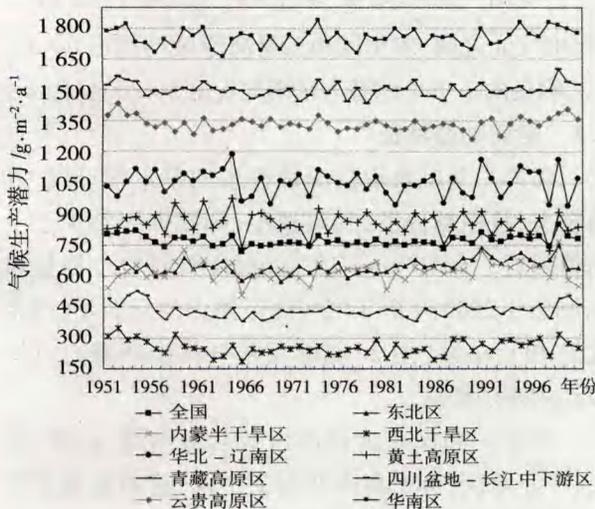


图3 不同区域气候生产潜力时间变化曲线

Fig. 3 Temporal variation curves of climatic potential productivity in different areas

由图3,全国及各土地潜力区气候生产潜力在1951 - 2000年间波动变化明显,而且多数区域都表现出了由高到低,而后又升高的总体变化趋势,但不同区域间的差异也非常显著。全国与各土地潜力区相比,其波动变化趋势相对比较和缓。

全国及9大土地潜力区1951 - 2000年气候生产潜力小波系数时频分布图(图4)详细揭示了不同时间尺度变化的频率特征及其对应位置,小尺度的强弱交替变化过程嵌套在较大尺度的变化过程中。具体而言,体现出了如下的多时间尺度特征:

(1) 大尺度对应低频率、长周期的变化,基本都是年代际变化,因此,在大尺度信号特征方面,全国及9大土地潜力区之间表现出了较强的相似性。突出的表现是西北干旱区、青藏高原区、四川盆地 - 长江中下游区、云贵高原区、华南区以及全国均存在一个大约30年的周期变化,而且这一周期大都开始于1955年左右,极值中心在1975年前后,为小波系数的负值区域,代表了气候生产潜力减少的时期,该周期在80年代末至90年代初结束,随后转变为小波系数正值区域,预示着气候生产潜力可能进入了一个总体增长趋势的长周期。需要强调的是,由于样本数量有限,这一周期特征有待更长时间尺度的数据加以验证。

(2) 小尺度对应高频率、短周期的变化,基本都是年际变化,其中,3 ~ 5年周期信号在全国及9大土地潜力区均有所体现,大体出现在1953 - 1958年、1959 - 1964年、1965 - 1968年、1972 - 1975年、1976 - 1980年、1981 - 1985年、1986 - 1989年、1993 - 1998年,当然,不同区域出现的次数、历时长短以及对应的起始年份不尽相同,这表明年际尺度变化也存在着较强的区域差异性。另外,部分区域表现出10 ~ 11年左右的周期变化,但是信号特征并非十分突出,如华北 - 辽南区出现在1969 - 1980年,云贵高原区出现在1964 - 1975年,华南区出现在1973 - 1984年。

(3) 如前所述,华北地区、黄土高原、内蒙古中部以及辽河平原等是气候生产潜力波动比较剧烈的区域,与此相应,东北区、华北 - 辽南区、内蒙半干旱区、黄土高原区4个土地潜力区的小波系数时频分布图也更多地表现出了不同于其他土地潜力区及全国的特征。例如,大尺度30年左右的周期变化在东

北区虽然也有所表现,但起始年份在 1964 年左右,比其他土地潜力区及全国迟滞约 10 年;华北 - 辽南区、内蒙半干旱区和黄土高原区则基本不具备这一

低频率信号特征,相应时段内的中、高频率信号(对应较短时间尺度的变化)明显增强,表现出了比其他土地潜力区更为复杂的特征。

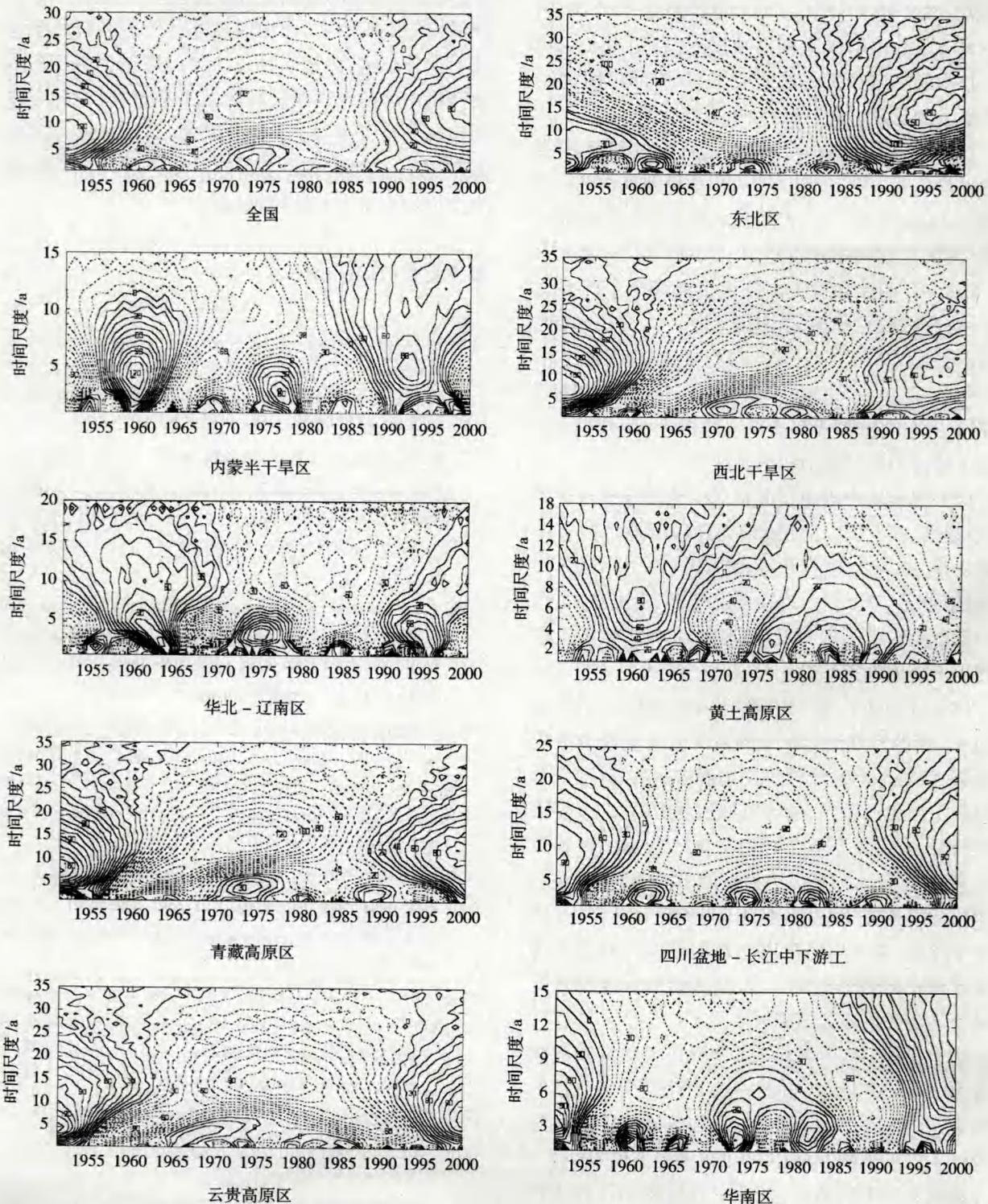


图 4 不同区域气候生产潜力 MexHat 小波变换系数的时频分布

Fig. 4 Time-frequency diagrams for the climatic potential productivity in different areas

3 讨论与结论

气候生产潜力一直是国内外全球变化研究的热点领域,本文基于 1951 - 2000 年空间分辨率为 10 km × 10 km 的中国气象栅格数据库,利用 GIS 空间分析技术和小波分析方法研究了 50 年间中国气候生产潜力的时空动态特征,结果表明:

(1) 1951 - 2000 年中国陆地区域气候生产潜力的平均值为 $770 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,总量则高达 $73.12 \times 10^8 \text{ t/a}$;按照单产量,9 大土地潜力区中以华南区最高,其次是四川盆地 - 长江中下游区,云贵高原区、华北 - 辽南区 and 黄土高原区也都高出全国平均水平;按照区域总产量,以四川盆地 - 长江中下游区最高,超过 $22 \times 10^8 \text{ t/a}$,其次是青藏高原区,超过 $11 \times 10^8 \text{ t/a}$,再次是华南区和华北 - 辽南区,均超过 $7 \times 10^8 \text{ t/a}$,东北区和云贵高原区均接近 $6 \times 10^8 \text{ t/a}$,其他土地潜力区均相对较低。

(2) 气候生产潜力空间格局的地理分异规律显著:东南高、西北低,纬度地带性和经度地带性特征比较突出,垂直地带性也有所体现;在 10 km × 10 km 栅格单元尺度分析,表明华北地区、黄土高原、内蒙中部以及辽河平原等区域是 1951 - 2000 年我国气候生产潜力动态波动比较剧烈的区域。

(3) 气候生产潜力的多时间尺度特征比较复杂:3 ~ 5 年的周期变化在全国及 9 大土地潜力区均较显著,但是不同区域该周期出现的次数、时间以及历时长短则有所差异;局部区域表现出 10 ~ 11 年的周期特征;全国及多数土地潜力区表现出了大约以 1955 年为起点、以 1975 年为极值中心的 30 年左右的年代际周期变化特征;东北区、华北 - 辽南区、内蒙半干旱区、黄土高原区因存在大范围气候生产潜力年际波动剧烈的空间区域,其多时间尺度特征比其他土地潜力区更为复杂。

综上所述,基于 GIS 空间分析技术和空间数据集在 10 km × 10 km 尺度栅格单元计算全国气候生产潜力,有利于在计算单元尺度和区域层面深入分析气候生产潜力的空间格局和空间动态特征,进一步与小波分析方法结合,则能有效地揭示气候生产潜力多时间尺度特征的空间差异性,实现对时空动态特征的综合研究。但是,仍有两个问题需要进一

步研究:其一、小波分析更适合于较大样本的研究,本文数据的时间尺度和时间分辨率一定程度上限制了小波分析功能和优势的充分发挥;其二、在西北干旱区,平原地区的光热潜力很大,水分条件是气候生产潜力的限制因素,山地区域冰雪资源及降水资源相对比较丰富,热量条件是主要的限制因素,但是,河流将山区的水资源转移到了平原地区,优化了平原地区光热资源与水资源的配置,因此,只要有河流的区域就有绿洲,无论是天然绿洲还是人工绿洲,其生产力均大于本文计算结果。

参考文献 (References)

- [1] Hou Guangliang, Liu Yunfen. The climatic productivity and its regionalization in China[J]. *Natural Resources*, 1985, 19(3): 52 - 59. [侯光良, 刘充芬. 我国气候生产潜力及其分区[J]. *自然资源*, 1985, 19(3): 52 - 59.]
- [2] Hou Guangliang, You Songcai. To calculate China's plant - climate productive potentialities by "Chikuzo Model"[J]. *Journal of Natural Resources*, 1990, 5(1): 60 - 65. [侯光良, 游松才. 用筑后模型估算我国植物气候生产力[J]. *自然资源学报*, 1990, 5(1): 60 - 65.]
- [3] Zhang Xianzhou. Estimation and distribution of net primary productivity of natural vegetation in China[J]. *Natural Resources*, 1993, (1): 15 - 21. [张宪洲. 我国自然植被第一性生产力的估算与分布[J]. *自然资源*, 1993, (1): 15 - 21.]
- [4] Li Zhengming, Wang Yirong. Dynamics of climate - productivity over China Loess Plateau[J]. *Journal of Shanxi University (Natural Science Edition)*, 2006, 29(1): 96 - 101. [李正明, 王毅荣. 黄土高原气候生产力演变分析[J]. *山西大学学报 (自然科学版)*, 2006, 29(1): 96 - 101.]
- [5] Uchijima Z, Seino H. Agroclimatic evaluation of net primary productivity of natural vegetations: (1) Chikugo model for evaluating net primary productivity[J]. *Journal of Agricultural Meteorology*, 1985, 40(4): 343 - 352.
- [6] Akihiko ITO, Takehisa OIKAWA. Global mapping of terrestrial primary productivity and light-use efficiency with a process-based model[M]// Shiyomi M. *Global environmental change in the ocean and on land*. TERRAPUB, 2004: 343 - 358.
- [7] Hong Jiang, Michael J Apps, Yanli Zhang, et al. Modeling the spatial pattern of net primary productivity in Chinese forests[J]. *Ecological Modelling*, 1999, 122: 275 - 288.
- [8] Zhou Guangsheng, Zhang Xinshi. Study on NPP of natural vegetation in China under global climate change[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1996, 20(1): 11 - 19. [周广胜, 张新时. 全球气候

- 变化的中国自然植被的净第一性生产力研究[J]. 植物生态学报,1996,20(1): 11-19.]
- [9] Sun Rui,Zhu Qijiang. Effect to climate change of the terrestrial net primary productivity in China[J]. Journal of Remote Sensing, 2001,5(1): 58-61. [孙睿,朱启疆. 气候变化对中国陆地植被净第一性生产力影响的初步研究[J]. 遥感学报,2001,5(1): 58-61.]
- [10] Zhang Na,Yu Guirui,Zhao Shidong, et al. Ecosystem productivity process model for landscape based on remote sensing and surface data[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2003,14(5): 643-652. [张娜,于贵瑞,赵士洞,等. 基于遥感和地面数据的景观尺度生态系统生产力的模拟[J]. 应用生态学报,2003,14(5): 643-652.]
- [11] Tao Bo,Li Kerang,Shao Xuemei, et al. Temporal and spatial pattern of net primary production of terrestrial ecosystem in China [J]. Acta Geographica Sinica,2003,58(3): 372-380. [陶波,李克让,邵雪梅,等. 中国陆地净初级生产力时空特征模拟[J]. 地理学报,2003,58(3): 372-380.]
- [12] Matsushita Bunkei,Yang Cuifen,Chen Jin, et al. Accurate estimation of net primary productivity of terrestrial ecosystem at a regional scale[J]. Acta Geographica Sinica,2004,59(1): 80-87. [松下文经,杨翠芬,陈晋,等. 广域空间尺度上植被净初级生产力的精确推算[J]. 地理学报,2004,59(1): 80-87.]
- [13] He Yong,Dong Wenjie, Ji Jinjun, et al. The net primary production simulation of terrestrial ecosystems in China by AVIM [J]. Advances in Earth Science,2005,20(3):345-349. [何勇,董文杰,季劲均,等. 基于 AVIM 的中国陆地生态系统净初级生产力模拟[J]. 地球科学进展,2005,20(3):345-349.]
- [14] Quan Wang,Jian Ni,John Tenhunen. Application of a geographically-weighted regression analysis to estimate net primary production of Chinese forest ecosystems[J]. Global Ecology and Biogeography,2005,14,379-393.
- [15] Yu Guirui,He Honglin,Liu Xinan, et al. Study on spatialization technology of terrestrial eco-information in China (I)[J]. Journal of Natural Resources,2004,19(4): 537-544. [于贵瑞,何洪林,刘新安,等. 中国陆地生态信息空间化技术研究(I)[J]. 自然资源学报,2004,19(4): 537-544.]
- [16] He Honglin,Yu Guirui,Liu Xinan, et al. Study on spatialization technology of terrestrial eco-information in China (II)[J]. Journal of Natural Resources,2004,19(5): 679-687. [何洪林,于贵瑞,刘新安,等. 中国陆地生态信息空间化技术研究(II)[J]. 自然资源学报,2004,19(5): 679-687.]
- [17] Liu Xinan,Yu Guirui,Fan Liaosheng, et al. Study on spatialization technology of terrestrial eco-information in China (III)[J]. Journal of Natural Resources,2004,19(6): 818-825. [刘新安,于贵瑞,范辽生,等. 中国陆地生态信息空间化技术研究(III)[J]. 自然资源学报,2004,19(6): 818-825.]
- [18] Yu Guirui,He Honglin,Liu Xinan, et al. Atlas for spatialized information of terrestrial ecosystem in China - Volume of climatological elements [M]. Beijing: China Meteorological Press,2004. [于贵瑞,何洪林,刘新安,等. 中国陆地生态系统空间化信息研究图集-气候要素分卷[M]. 北京:气象出版社,2004.]
- [19] Cai Fu,Yu Guirui,Zhu Qinglin, et al. Comparison of precisions between spatial methods of climatic factors: A case study on mean air temperature[J]. Resources Science,2005,27(5): 173-179. [蔡福,于贵瑞,祝青林,等. 气象要素空间化方法精度的比较研究-以平均气温为例[J]. 资源科学,2005,27(5): 173-179.]
- [20] Zhao Shidong,Luo Tianxiang. Approaches to the regional scale bio-productivity of terrestrial ecosystems[J]. Resources Sciences, 1998,20(1): 23-34. [赵士洞,罗天祥. 区域尺度陆地生态系统生物生产力研究方法[J]. 资源科学,1998,20(1): 23-34.]
- [21] Sun Rui,Zhu Qijiang. Net primary productivity of terrestrial vegetation - a review on related researches[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,1999,10(6): 757-760. [孙睿,朱启疆. 陆地植被净第一性生产力的研究[J]. 应用生态学报,1999,10(6): 757-760.]
- [22] Piao Shilong,Fang Jingyun,Guo Qinghua. Terrestrial net primary production and its spatio-temporal patterns in China during 1982-1999[J]. Acta Scientiarum Naturalium,Universitatis Pekinensis, 2001,37(4): 563-569. [朴世龙,方精云,郭庆华. 1982-1999 年我国植被净第一性生产力及其时空变化[J]. 北京大学学报(自然科学版),2001,37(4): 563-569.]
- [23] Gao Suhua,Pan Yaru,Guo Jianping. The variation of plant climate productivity for the last 40 years and the effects of climate change in China[J]. Meteorological Monthly,1994,20(1): 30-33. [高素华,潘亚茹,郭建平. 气候变化对植物气候生产力的影响[J]. 气象,1994,20(1): 30-33.]
- [24] Zhao Songqiao. A new scheme for comprehensive physical regionalization in China[J]. Acta Geographica Sinica,1983,38(1): 1-10. [赵松乔. 中国综合自然地理区划的一个新方案[J]. 地理学报,1983,38(1): 1-10.]
- [25] Wang Wensheng,Ding Jing,Li Yueqing. Hydrology wavelet analysis[M]. Beijing: Chemical Industry Press,2005. [王文圣,丁晶,李跃清. 水文小波分析[M]. 北京:化学工业出版社,2005.]

Temporal and spatial dynamics of climatic potential productivity in China from 1951 to 2000

HOU Xi-yong

(Yantai Institute of Coastal Zone Research for Sustainable Development, CAS, Yantai 264003, Shandong, China)

Abstract: Study on climatic potential productivity has been one of the focuses of global change science. However, few studies which focused on its temporal and spatial dynamics for large scale and long term can be found due to the difficulties to access more data and information with enough precisions. In this paper, temporal-spatial climatic factors datasets with precisions of 10-days and 10 km × 10 km cells of China for the past 50 years are available. Supported by the GIS spatial analysis techniques and wavelet analysis method, annual climatic potential productivity of China from 1951 to 2000 had been calculated and its temporal-spatial dynamic characteristics had been studied. It turned out that, for the whole country, the average climatic potential productivity from 1951 to 2000 was $770 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, and the gross productivity had amounted to 7.312 billion. The law of regional differentiation for its spatial patterns was quite distinct, especially for the zonality laws. Furthermore, the multi-temporal-scale characteristics of the whole country and nine land potential areas were very complicated. The most distinct characteristic was 3–5 years period, and secondly, period about 30 years. In brief, the North China, the Loess plateau, the middle part of Inner Mongolia and the Liaohe plain were the hotspot-regions with the most severe temporal and spatial dynamics of climatic potential productivity from 1951 to 2000.

Key Words: climatic potential productivity; temporal and spatial dynamics; wavelet analysis; China; land potential areas

中美生态环境与气候变化研讨会在新疆乌鲁木齐市举行

2008年9月6~7日,美国国家科学基金会(NSF)和中科院新疆生态与地理研究所共同主办的“中美生态环境与气候变化研讨会”在新疆生地所学术厅召开。来自NSF、中科院新疆生地所、寒旱所、新疆农业大学、新疆大学等有关专家30余人参加了会议。

研讨会围绕全球气候变化对中国西北地区水资源、土壤、草地资源的影响、乌鲁木齐1号冰川对气候变化的响应等问题展开了深入具体的讨论。通过新疆生地所专家的汇报,专家对新疆生地所开展的诸多研究领域、以及特殊的研究地域表示出浓厚的兴趣。同时,NSF专家分别就环境生物科学部的任务、使命以及开展的具体项目做了详细介绍。

会后,NSF专家一行将赴库尔勒考察塔里木河流域人工生态恢复工程、塔中沙漠公路防风治沙生态工程、参观新疆生地所阜康生态荒漠监测站和天山冰川观测站。