

我国“环流-天气气候-谷物天气 产量”体系的长期振动

汪 铎

张 铨

(浙江师范大学地理系)

(北京大学地球物理系)

提 要

继文献[10—12]后,本文分析了我国“环流-天气气候-谷物天气产量”体系长期振动三个主要频带的分布情况。发现大型环流在一些“活动区域”的低频振动与这三个主要频带分布特征有密切关联;赤道附近和南半球低纬类似亚欧大陆中高纬地区是环流的关键性“活动区域”,对我国天气和农业有重要影响。讨论了海陆分布和大地形在由大型环流低频振动形成的时空结构特征中的作用以及大型环流“活动区域”之间产生低频耦合——“涛动”等问题。

一、引 言

最近一个时期世界范围的天气气候变化引起大范围谷物产量波动,这一情况的严重性已普遍受到关注;由此也推动着作物天气气候产量分析和预报的研究工作不断深入。从天气气候和大型环流对粮食作物产量进行系统分析中发现^[1-4],我国主要产粮区的作物产量都存在一种对环境因子变异的适应性波动,这种波动具有深刻的天气气候类型背景和大型环流背景。基于这种认识,近几年研制产量预报的天气模式或环流模式的工作已初步形成具有一定特色的边缘分支领域^[5-9],并且逐步开展实用性试报,以适应国民经济的需要。

全国范围谷物产量的分析预报问题具有多边多层结构的特点,要求在时空方面进行有机的分类、协调和综合。这是一项比较复杂的分析处理技术,其中有些情况还不清楚,需要做进一步研究和澄清。譬如,1) 谷物产量波动在几个主要产粮区之间存在的差异和相互关联问题;2) 天气气候产量中含有短期(年际)变化和长期振动两种成份,需要分别处理和分析,揭示它们各自的变化规律和相互关联;3) 天气气候产量与大型环流变化之间可能存在的关联和前期信息。

作者在我国东部(100°E以东)几个主要产粮区的谷物天气产量变化与大型环流关联的分析工作中^[10-12],提出了“环流-天气-天气产量”体系变化特征及其长期振动模式,指出:几个主要的长期振动的频域具有一定的分布特征;并且,不同频域的分布情况表现在地理上的带状特征是受特定区域大型环流的活动及其演变规律所制约的。从已揭示的大型环

流系统看,一月 SNO 系统(南北涛动)、四月赤道 P 指标和七月 SO 系统(南方涛动)是长江下游地区 30—40 年长期振动的数值描述^[10]。四月 SNO 系统、七月赤道 P 指标以及四月 SO 系统、七月北太平洋中部低纬 P 指标分别是北方和西南 60—70 年长期振动^[11]以及华南 20—30 年长期振动^[12]的数值描述¹⁾。这些数值形式表明,季节性的“南北涛动”(SNO)和“南方涛动”(SO)以及赤道附近气压场(P 指标)的演变是大型环流系统中一些关键性“活动区域”之间发生某种耦合作用的结果,并引起某些地区的“环流-天气气候-物候”体系出现相应的长期振动。显然,“南北涛动”中亚欧大陆冷高压的“活动区域”与我国东部大部分地区的长期振动的关联是十分密切的,是我国东部“环流-天气-天气产量”体系长期振动的一个主要因素,这是大型环流系统发生耦合的一方。耦合的另一方则不限于亚欧大陆或东亚范围。已有的分析表明,在广大太平洋和赤道地区以及南半球的大型环流都存在着具有不同变化规律的关键性“活动区域”。看来,正是这类全球性大型环流的“活动区域”的差异及其分布情况引起了季节性大型环流“涛动”的演变。这类“活动区域”和“涛动”对我国“环流-天气气候-物候”体系的特征和分布起着重要作用。

本文在考虑到大规模海陆分布在大气运动中的作用和影响的同时,着重阐述赤道地区和南半球的大型环流在“活动区域”的演变对我国“环流-天气气候-谷物天气产量”体系长期振动分布的影响和制约作用;对比分析和讨论大型环流中几种低频振动的情况及其相互作用问题,提出一些初步看法。简言之,是在文献[10,11,12,16]基础上的概括总结和进一步探索。

二、我国“环流-天气气候-谷物天气产量” 体系长期振动的分布

文献[10-12]指出,“环流-天气-天气产量”体系 60—70 年长周期振动出现在我国北方和西南地区,30—40 年长周期振动出现在我国长江下游地区,20—30 年长周期振动出现在我华南地区。以后作者进一步普查和分析了降水量的长期变化,并补充分析了一些地区谷物天气产量的变化趋势(具体细节及图从略)。从中发现:

(1) 长江中游地区(降水量以九江、长沙、汉口为代表)同长江下游地区类似,也表现出 30—40 年长周期振动。

(2) 东南沿海和台湾(降水量以福州、厦门、汕头和台北、恒春等为代表)这一带是华南地区 20—30 年长周期振动的一部分;并处在这个频域中频率偏高一端,约 20 年左右周期。

(3) 东北的吉林、黑龙江大部分地区(降水量以长春、哈尔滨、齐齐哈尔为代表)也出现 20—30 年周期的长期振动。对三江平原干旱的分析中^[13]也发现有 25 年左右的旱涝周期。

1) 一月 SNO 系统指欧亚大陆中高纬地区与澳洲北部气压值之差,四月 SNO 系统指欧亚大陆中高纬地区与南印度洋副热带地区气压值之差;四月、七月赤道 P 指标指赤道两侧气压值本身;七月北太平洋中部低纬 P 指标指该地区气压值本身;四月 SO 系统指中太平洋赤道地区与澳洲地区气压值之差,七月 SO 系统指北太平洋中部热带地区与澳洲北部气压值之差。详细情况可参看文献[10-12]。

(4) 酒泉降水量的长期振动表现为 20—30 年周期。因此, 30°N 以北 60—70 年长周期振动频带的西界考虑在 100°E 以东。

(5) 在两个频带带的边缘衔接处出现一些过渡性频域, 主要有: 龙洲、桂林、吉安、浦城一线表现为 30 年左右周期; 宜昌、开封、徐州、济南、青岛一线表现为 40—50 年周期。

(6) 康定和重庆两地纬度相近, 同属 60—70 年周期这一频域, 但位相相反。因此, 北方与西南同频带反位相的分界似在这两地之间。

综上所述, 又依据 [10—12] 的结论, 绘出我国“环流-天气气候-谷物天气产量”体系长期振动的频带分布图, 如图 1 所示, 其特征可概括如下:

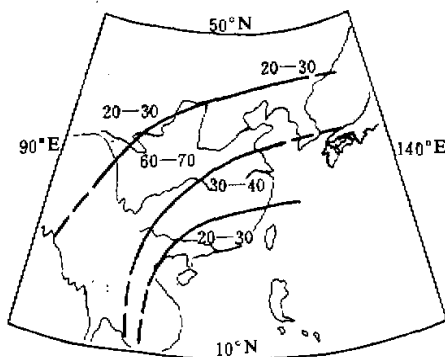


图 1 我国东部“环流-天气气候-谷物天气产量”体系长期振动主要频带分布示意图

实线是频带界线, 虚线表示延伸情况, 数字是长期振动的周期。单位: 年

(1) 在我国东部季风气候区出现三个主要频带, 一致呈西南-东北向排列。分别是 1) 华南地区包括台湾省的 20—30 年周期高频带 (往南可延伸到东南亚和澳大利亚一带); 2) 长江中下游地区的 30—40 年周期中频带 (往东可延伸至日本南部); 3) 自西南至华北及东北南部的 60—70 年周期低频带 (其南端可向中南半岛延伸)。

(2) 三个主要频带的排列自东南沿海向西向北呈扇形伸展, 由高频带指向低频带, 周期逐渐变长; 中间有一些过渡性频域和地段, 其中由华南到华东和由华中到华北的过渡性地段比较宽, 明显存在 30 年、40—50 年周期等过渡性频域。华南到西南的频带过渡性不明显。

(3) 低频带的北缘尚不清楚。从东北和西北一些地方出现 20—30 年周期高频域看, 我国东北地区 and 西部内陆地区不同于明显受海洋影响的东部季风气候区, 那儿的长期振动及其分布规律可能很不一样, 今后值得另作分析讨论。

三、南半球和赤道地区环流对主要频带分布的影响

采用时间序列较长的 (1871—1976) 106 年海平面气压资料¹⁾ 作气压环流分析, 其中

1) 这部分资料由北京大学地球物理系气象教研室长期组提供。

择取 4 月气压场形势代表我国东部季风气候区雨季的前期环流特征, 这时期的大型环流及在其影响下后一段时期出现的天气气候类型, 对东部谷物的生长和成熟会发生重要影响。因此, 4 月份环流与谷物天气产量有着密切关联。

普查了 $50^{\circ}\text{S}—60^{\circ}\text{N}$, $0^{\circ}—180^{\circ}—90^{\circ}\text{W}$ 范围内区域性气压场的变化情况。区域性气压场用区域内 10×10 网格点上 P 值之和取平均的平均气压值表征。采用 10 年滑动滤波, 将高频噪声和短波滤去, 显示出区域性气压场的低频长波活动。分析发现, 南半球中低纬环流和赤道地区环流的长期变化与我国东部“环流-天气气候-谷物天气产量”体系长期振动的三个主要频带分别有一定关联。

(1) 南半球中低纬广阔洋面上空的气压场具有 60—70 年周期的低频振动, 同“环流-天气气候-谷物天气产量”体系 60—70 年长周期振动的频带相对应。图 2 描述了这种对应情况, 图中曲线 a、b 分别是南半球环流两个关键性“活动区域”——南印度洋区域 ($20^{\circ}—30^{\circ}\text{S}$, $30^{\circ}—120^{\circ}\text{E}$) 和南太平洋区域 ($30^{\circ}—40^{\circ}\text{S}$, $170^{\circ}—130^{\circ}\text{W}$) 的 4 月气压场表征值的低频振动情况。这两条曲线同代表 60—70 年周期低频带的北京降水量的长期振动曲线(图 2A₁) 比较, 三者呈正相关的变化趋势和形态基本一致。曲线 c、d 分别是南半球印度洋西部低纬地区 (50°E , $10^{\circ}—20^{\circ}\text{S}$ 和 60°E , $0^{\circ}—20^{\circ}\text{S}$) 和孟加拉湾地区 (80°E , $0^{\circ}—20^{\circ}\text{N}$ 和 90°E , $10^{\circ}—20^{\circ}\text{N}$) 4 月气压场表征值的低频振动情况。这两条曲线同前者南印度洋和南太平洋以及北京年降水量的长期变化趋势也有比较一致的形态变化。这两个地区分别位于

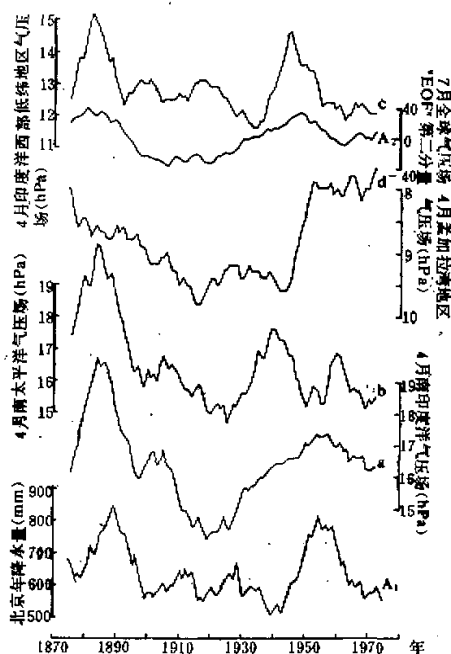


图 2 近百年 60—70 年周期的低频振动 (10 年滑动平均曲线)

赤道两侧,是印度洋上南北半球气流活跃的区域。因此,考虑它们是南半球环流低频振动与我国 60—70 年周期这一频带相关联的中间环节。

Hastenrath 和 Lamb 在描述赤道洋面上空流场的动力气候特征时曾指出^[14],在印度洋西部低空有一支强劲的越赤道气流;在赤道北侧 70°E 附近有一径向气压脊。此后,Webster 在分析季风强弱的低频转换中提出^[15],这支越赤道气流在初夏季节同印度北部季风槽的加深是一致的。事实上,由图 2 曲线 A_2 描述的全球气压场“EOF”分析第 2 分量的近百年长期变化形态表明(引自文献[16]中图 3(b)),赤道地带与印度季风环流有关的气压场形势确实存在着 60—70 年周期的长期振动。由此可见,我们择取的南半球印度洋西部低纬地区和孟加拉湾附近地区,正是影响到我国西南和北方产粮区的南半球一支强大越赤道气流的主要“通道”。

从大型环流形势看,4 月份南半球中纬度的高压带开始增强,逐渐向低纬扩张。低层反气旋环流在马斯克林北侧通常出现一股强气流,经“通道”在索马里附近洋面上空跨越赤道后转向成西南气流,指向亚洲南部并进入孟加拉湾附近“通道”。这一形势在北半球初夏变得更稳定。这股强大的西南气流沿途“汲取”印度洋上空和印度季风低压扰动中充沛的水汽和湿热能量;将这些水汽和能量长途输送到中南半岛和我国西南地区,乃至影响到我国北方一些地区。当一个时期内从春到初夏南印度洋高压带偏强(偏弱)时,越赤道气流偏强(偏弱);影响我国的西南气流亦偏强(偏弱),与北半球中高纬冷空气活动偏强(偏弱)相耦合;北方处于多水期(少水期),西南处于少水期(多水期);那里产粮区的谷物

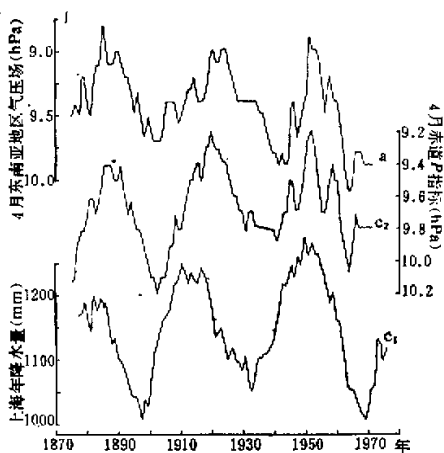


图 3 近百年 30—40 年周期的低频振动
(10 年滑动平均曲线)

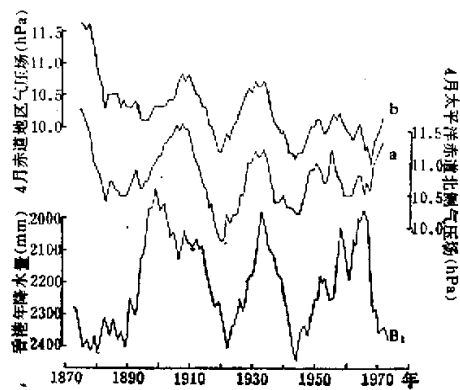


图 4 近百年 20—30 年周期的低频振动
(10 年滑动平均曲线)

天气产量偏高(偏低)。这或许是南半球环流低频振动与我国北方和西南产粮区“环流-天气气候-谷物天气产量”体系 60—70 年周期的频带之间相关联的一些主要环节和过程。

(2) 东南亚赤道地区的气压场具有 30—40 年周期的低频振动,同“环流-天气气候-谷物天气产量”体系 30—40 年长期振动的频带相对应。图 3 描述了这种对应情况。图中曲线 a 是东南亚赤道地区(10°S—10°N, 110—130°E) 4 月气压场表征值的低频振动情

况, 曲线 C_2 是文献 [10] 的图 1 中 4 月赤道地区 (10°S — 10°N , 90°E — 180°) P 指标曲线, 曲线 C_1 是代表 30—40 年周期这一频带的上海年降水量的长期振动情况。曲线 a 、 C_2 与 C_1 呈负相关的变化趋势基本一致, 表明自春季开始, 赤道地区的环流变化就可能对长江中下游产粮区发生明显影响。表现在赤道低压带偏强(偏弱)时期, 长江中下游产粮区处在多水期(少水期); 谷物天气产量偏低(偏高)。

(3) 太平洋赤道附近洋面上空的气压场具有 20—30 年周期的低频振动, 同“环流-天气气候-谷物天气产量”体系 20—30 年长周期振动的频带相对应, 图 4 描述了这种对应情况。图中曲线 a 是太平洋赤道中段北侧地区 (0° — 10°N , 160°E — 160°W) 4 月气压场表征值的低频振动情况, 曲线 b 是赤道附近一些地区洋面上空 (10°S , 160°W ; 0° , 160°W — 180° ; 10°N , 170°E) 4 月气压场表征值的低频振动情况。这两条曲线同代表 20—30 年周期这一频带的香港年降水量的长期振动曲线(图 4 B_1) 比较, 三者呈负相关的变化趋势相接近, 形态上略有先后——20 世纪初期香港降水量稍超前环流, 50 年代后明显落后于环流。文献 [17] 分析澳大利亚、印尼 15 个站的降水量变化, 发现周期为 22 年左右的长期振动在这些地区占优势。表明太平洋赤道附近地区的环流也存在着关键性“活动区域”及其低频振动, 对大洋洲和东南亚的天气气候和谷物会发生直接影响, 这种影响的范围可以往北达到我国华南和东南沿海及台湾省。

从大型环流形势看, 自夏至夏北太平洋上的高压带迅速增强, 势力向西伸展、扩张; 沿赤道低压带北侧和太平洋高压带南侧之间, 赤道附近洋面上有一支强劲的东南信风在南海转向成西南风, 把赤道和低纬洋面上空的水汽和能量输送到我国南部。当一个时期内, 春夏季节北太平洋高压带和赤道低压带偏强(偏弱)时; 影响我国南部的西南气流亦偏强(偏弱); 华南一带处在多水期(少水期); 谷物天气产量偏低(偏高)。这或许是太平洋赤道地区环流低频振动与我国南部“环流-天气气候-谷物天气产量”体系 20—30 年周期的频带之间相关联的主要环节。

四、问题与讨论

1. 大型环流空间尺度与其低频振动时间尺度的关联

上文分析了南半球洋面上空环流和赤道地区环流的长期变化情况, 这里补充分析北太平洋中部、西太平洋和亚欧大陆等三个区域的气压场, 可以说明北半球大型环流一些关键性“活动区域”的情况。图 5 中曲线 a 、 b 分别是北太平洋中部 (30°N , 160°E — 180° — 160°W) 4 月气压场表征值的低频振动和西太平洋副高“活动区域”的两个特征点 (20°N , 120° — 130°E) 4 月气压值的低频振动情况。曲线 c 是 4 月亚欧大陆 (40° — 60°N , 40° — 120°E) 区域性气压场表征值的低频振动情况。显然, 北太平洋中部环流和西太平洋副高“活动区域”的环流有着一致的长期变化趋势, 推测其低频振动的周期约 100 年左右。亚欧大陆上环流的低频振动周期短一些, 估计约 60 年左右。根据文献 [16] “EOF” 分析近百年全球性海平面气压场夏季 (7 月) 的振动情况中发现, 以第一分量表征的空间尺度为半球规模 (南半球洋面或北半球中高纬) 的气压扰动在近百年中表现为单调趋势性下降 (图 5 中曲线 B_1)。这一图象意味着全球性大气运动在排除海陆和大地形扰动的情况下,

推测其低频振动的周期将远大于 100 年。

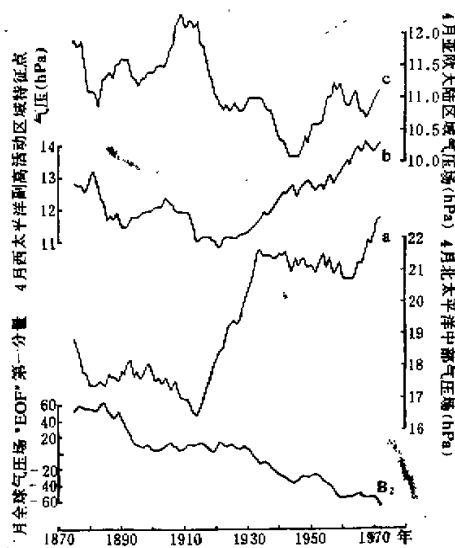


图 5 不同空间尺度的低频振动(10 年滑动平均曲线)

综合分析,可以提出这样的问题:大气运动中 100 年周期以下的几类低频振动(如周期 80—100 年、50—70 年、30—40 年、20—30 年等)为什么更有意义?这是因为与人类活动关系密切的“环流-天气气候-物候”体系的振动是在不排除海陆分布和大地形作为扰动源存在的情况下发生的。按尺度分类,海陆分布为一级扰动源,大地形为次级扰动源。在太阳辐射及其季节变化的作用下,热量和水汽收支在一地区内将出现不平衡而发生扰动,大型环流低频振动(包括“涛动”)可能就是作为平衡这种扰动的一种形式而存在的;同时,大型环流的演变又反馈作用于海陆和大地形的扰动使情况变复杂了。

从南半球广阔洋面上空的环流对于南美洲和澳洲这两块陆地的效应看,南印度洋环流和南太平洋环流以及东太平洋赤道地区环流(10°S — 10°N , 170° — 140°W)都表现出约 60—70 年周期的低频振动。从北半球环流对于亚欧大陆和北美大陆的效应看,北太平洋环流受这两块大陆扰动源所制约,其空间尺度显得较南太平洋和印度洋广阔些,低频振动的周期长约 100 年左右。亚欧大陆同北太平洋比较,空间尺度相近但大陆上地形复杂,青藏高原作为次级扰动源对北半球(尤其对亚欧大陆)的环流会产生显著影响。亚欧大陆环流低频振动的周期约 50—60 年左右。大洋洲以东赤道地区环流出现 20—30 年周期的振动是同亚洲南部、印尼群岛及澳洲附近构成松散的扰动源(既非大陆又非海洋的“群岛型”)有一定关联的,但是,赤道地区环流的情况比较复杂,还应有其它因素在起作用。

由上分析可见,实际大型环流中存在着的一类周期较长的低频振动,如 80—100 年、60—70 年、50—60 年等周期,其特点是这类低频振动的周期长度同特定的空间尺度和扰动源相关联着(随空间分割、尺度缩小,周期趋于变短);并有着确定的环流“活动区域”,如北太平洋中部、南太平洋、南印度洋和亚欧大陆等地区。

2. 大型环流低频振动与“环流-天气气候-物候”体系长期振动的关联

大型环流低频振动可能是我国“环流-天气气候-物候”体系出现长期振动的主导因素。首先,南印度洋环流 60—70 年周期和亚欧大陆环流 50—60 年周期这两种低频振动以南北涛动的形式影响东亚和南亚大部分地区的天气和物候的变化。其中主要有我国北方和西南地区“环流-天气气候-谷物天气产量”体系 60—70 年周期的长期振动频带以及南亚次大陆一些地区约 60 年周期的长期振动频带。作者曾指出的季风雨的长期变化^[4]和泰国降水和稻米产量的长期变化^[11]都表现为这一频域的长期振动。

其次,大型环流这类低频振动之间在特定区域发生相互作用时,可耦合产生另一些周期较短的低频振动,如 30—40 年周期、20—30 年周期,影响到我国长江中下游地区和华南以及东南亚一些地区的天气气候和物候的变化,使那里的“环流-天气气候-物候”体系出现 30—40 年周期、20—30 年周期和 20 年左右周期的长期振动。

3. 大型环流低频振动的耦合作用——“涛动”

东南亚附近赤道地区环流变化和长江中下游地区“环流-天气气候-物候”体系长期振动都表现为 30—40 年周期,可能是几个关键“活动区域”的低频振动共同起作用的结果。其中主要有亚欧大陆、印度洋、北太平洋和东太平洋赤道地区等大型环流“活动区域”的低频振动之间在特定地区发生耦合作用,产生季节性的另一类周期较短的低频振动。东南亚赤道附近可能是这种大型环流低频耦合作用最显著的地带(文献[10]中以“赤道 P 指标”表征)。当南半球环流“活动区域”与北半球环流“活动区域”发生低频耦合时,产生“南北涛动”(SNO 系统);太平洋环流“活动区域”与印度洋环流“活动区域”发生低频耦合时,产生“南方涛动”(SO 系统)^[10,18-20]。

4. “涛动”指标的时空分布

“SNO”和“SO”分别是南北向大型环流涛动和东西向大型环流涛动的两个指标。在不同季节取同一指标时表示涛动的周期会发生季节变化,并影响不同地区的“环流-天气气候-物候”体系。如“SNO”系统在一月和四月的低频振动周期分别是 30—40 年和 60—70 年,分别影响我国长江中下游地区和北方(西南)地区。对于“SO”系统,在四月和七月的低频振动周期分别是 20—30 年和 30—40 年,分别影响我国华南和长江中下游地区。可以看出,涛动指标的时空分布具有明显的规律,即随着涛动的季节演变——自冬至春、自春至夏,周期趋于变长;涛动影响的地区也随之变化——自东向西、由沿海向内陆推移;并且,不同方向的涛动似乎先后对同一地区产生影响,如一月“SNO”、四月“赤道 P 指标”、七月“SO”先后交替影响长江中下游地区。总之,涛动指标(SNO、SO、赤道 P)、影响地区(我国华南、长江中下游、北方和西南等)、季节演变(一、四、七月)三者交错形成时空上相呼应的有机体系,这种现象值得深入研究。

5. 大气圈、水圈、陆圈、生物圈之间的关联

地球上大气圈、水圈、陆圈和生物圈之间是相互关联的。从作者对“环流-天气气候-物候”体系的分析看,大田作物的天气产量是多数物候变化的最终表现形式;物候变化作

为生物圈运动和变化的一种信息,它对天气气候变化作出的积极响应和所产生的显著效应,可以从另一角度反映大气圈中一些运动和变化情况,广泛地从物候信息研究大气运动以及大气圈、水圈、陆圈、生物圈之间的关联,这是令人感兴趣的。

参 考 文 献

- [1] 汪铎, 1981, 太湖平原(浙江省北部)粮食作物产量波动的长期天气分析, 气象学报, 39 卷 3 期.
- [2] 陈柏林, 1983, 气候对常德地区水稻产量的影响, 气象学报, 41 卷 4 期.
- [3] 袁高法等, 1983, 应用史料丰歉记载研究北京地区降水量对冬小麦收成的影响, 气象学报, 41 卷 4 期.
- [4] 赵四强, 1983, 欧亚大气环流和北太平洋海温与我国粮食产量, 农业气象, 4 卷 3 期.
- [5] 汪铎等, 1982, 试用环流特征因子作丰歉年景预报, 气象, 第 4 期.
- [6] 吉书琴, 1982, 水稻产量预报——天气模式, 气象, 第 10 期.
- [7] 卢志光、张宏名, 1983, 北京冬小麦产量长期预报方法, 农业气象, 4 卷 2 期.
- [8] 王书裕, 1984, 作物产量的预报方法, 气象学报, 42 卷 3 期.
- [9] 宛公展等, 1984, 华北地区冬小麦产量预报模式的初步研究, 气象学报, 42 卷 3 期.
- [10] 汪铎、张铎, 1984, 长江下游地区谷物天气产量变化和大型环流准周期性振动的分析, 气象学报, 42 卷 1 期.
- [11] 汪铎、张铎, 1983, 我国北方和西南一些地区谷物天气产量变化和大型环流长期振动的分析, 气象学报, 41 卷 4 期.
- [12] 汪铎、张铎, 1984, 我国华南谷物天气产量变化和大型环流准周期性振动的分析, 热带气象, 创刊号.
- [13] 郑剑非, 1981, 三江平原近年来干旱的探讨, 气象, 第 12 期.
- [14] Hastenrath, S. and P. J. Lamb, 1978 On the Dynamics and Climatology of Surface Flow over the Equatorial Oceans, *Tellus*, Vol. 30, 436—448.
- [15] Webster, P. J., 1980, Low-Frequency Transitions of a Simple Monsoon System, *J. Atmos. Sci.*, Vol. 37, 368—382.
- [16] Chang. Tan (张铎) and T. Yasunari, 1982, Fluctuations of Global Surface Pressure Patterns during the Past 100 Years and Their Relation to the Asian Monsoon, *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol. 60, 1132—1142.
- [17] 赵宗慈、王绍武, 1979, 南北半球大气环流与气候的相互作用, 气象学报, 37 卷 2 期.
- [18] Troup, A. L., 1956 The Southern Oscillation, *Quar. J. Roy. Met. Soc.*, Vol. 91, 490—506.
- [19] Wright, P. B., 1978 The Southern Oscillation, *Climatic Change and Variability*, Chapter 4, 180—184, Cambridge University Press.
- [20] 王绍武、赵宗慈, 1979, 我国旱涝36年周期及其产生的机制, 气象学报, 37 卷 1 期.

LONG-TERM FLUCTUATIONS OF THE "CIRCULATION-WEATHER-YIELD" SYSTEM OF CHINA

Wang Duo

Zhang Tan

(Zhejiang Normal University)

(Peking University)

Abstract

On the basis of [10—12], the distribution of the three main frequency bands of the long-term fluctuations about the "Circulation-Weather-Yield" system of China was analyzed. It is found that the distribution is closely related to the low-frequency fluctuations of the large-scale circulation in a few active areas, and there are "key active areas" near the equatorial zone and the Southern Hemisphere low-latitude areas, similar to the Eurasian Continent middle-high latitude areas, which have strong influence on the weather and crop of China. Furthermore, this paper has also discussed some relevant problems.