

韵律与长期天气预报*

赵宗慈 王绍武 陈振华

(北京大学地球物理系)

提 要

本文讨论了对长期天气预报比较重要的韵律问题,共有三部分内容:(1)分析广大台站在相关普查中发现的隔季相关现象,相关间隔自2个月到11个月不等,其中大约半年左右的比较常见,并且地理分布区域性强,大洋上最明显,指出这是韵律现象。

(2)月平均环流与海温的相似性分析表明,北半球环流与海温都存在着隔季相似性。例如,春或夏海温距平相似时,大约6个月之后又相似。而秋冬春三季大气环流的相似容易造成夏季大气环流的相似。指出这是大气环流与海洋的韵律活动的表现。

(3)讨论了两种可能的韵律形成过程,一种是北太平洋西风漂流区夏季海温通过韵律关系影响半年后的冬季海温,从而影响大气环流和天气。另一种是冬季低纬东太平洋海温与大气环流相互作用,通过韵律关系影响半年之后夏季低纬太平洋的环流,从而影响西太平洋副高及我国天气。

一、引 言

韵律是当前我国长期天气预报的重要依据之一。但其定义并不明确,对韵律的看法亦不一致,甚至也还有人对韵律的存在发生怀疑。因此,总结过去大量的工作,论证韵律的存在,探讨其形成过程、原因与机制是十分迫切的。为了能够说明现在韵律研究中的问题及取得的结果,首先需要对过去国内外的研究进行一个简单的回顾。

过去韵律研究大致可分为三类。第一类大气环流韵律。本世纪30年代,Мультановский 就指出天气过程韵律作用的意义,提出了时间间隔为3个月和5个月的韵律。后来,Пагава、Блюмина 等继续进行了研究^[1]。杨鉴初、史久恩、李小泉^[2]对东亚天气过程的韵律关系做了系统研究。

第二类为天气韵律。我国劳动人民长期以来发现了大量天气现象之间的韵律关系,如“八月十五云遮月,正月十五雪打灯”,“不得春风,难得秋雨”等^[3]。广大预报员把这些局地韵律规律运用到长期天气预报中取得了一定效果。

第三类为气候韵律。Namias^[4]在研究美国温度的持续性时,计算了各个季节的温度与其后1到4个季节的温度的落后相关,发现落后两季的相关最大。我国也有许多前后期气候与环流关系的研究^[5-7]。

* 本文于1981年2月2日收到,1981年8月24日收到修改稿。

针对以上这些情况, 我们想进行三个方面的分析。首先, 回顾一下我国广大台站的韵律研究, 看究竟有什么特点。其次, 从北半球环流与海温变化看是否可能存在半球尺度的韵律活动。第三, 探讨韵律形成的可能的物理过程、原因与机制。

二、长期天气过程中的韵律活动

在研究长期天气过程中的韵律规律时, 首先要搞清什么是韵律。

我们认为韵律可以看做相距一定时间两个天气现象或天气过程之间的联系。它具有四个特点: (1) 两个天气现象之间有准稳定的时间间隔, 如 150 天、180 天等。(2) 不能从第一个现象本身的发展一步一步推到第二个现象的出现。(3) 韵律与季节有密切的关系, 它只出现在固定的季节, 一般不能继续重复下去。(4) 两个天气现象不一定是同类的。前三个特点可以认为是狭义的韵律的定义, 包括了第四点则成为广义的韵律定义。我们现在是从广义上来了解韵律的, 所以, 这里把预报中应用广泛的许多隔季相关现象也看成为韵律的表现。

我国广大台站从天气谚语出发, 验证了许多韵律现象, 随着电子计算机的发展及应用, 又普查出了一大批相距数月的因子, 发现了大量韵律关系。我们对近几年全国长期预报会议及长办主持的长江流域汛期预报会议上以及一些杂志上发表的有关研究做了一个初步的归纳, 表 1 及表 2 给出部分例子。从表 1 不难看出, 对于不同地区, 天气过程和天气现象存在不同时间间隔的韵律关系。最短 1—2 个月, 最长 11—12 个月, 6 个月左右的韵律(或称隔季相关)较为普遍。表 2 给出一些例子。

为了进一步了解 6 个月左右韵律的地理分布, 我们把一些作者所找的韵律指标按照其区域位置点绘成图 1, 发现虽然这些指标分别是 500 毫巴高度场、地面气压场及 1000—500 毫巴厚度场、积雪、气温等, 但是其韵律指标分布却有一定的规律, 主要集中在三个地区, 即北太平洋、北大西洋、亚洲南部到西太平洋。中高纬度大陆上出现的韵律指标则寥寥无几。

总之, 通过对国内的工作的初步归纳可以看出, 长期天气过程中存在间隔数月的韵律现象是无可怀疑的, 其中 6 个月左右的韵律较为普遍, 并且其空间分布有一定规律。

三、月平均环流与海温的韵律活动

天气谚语往往反映了一个站的天气变化过程。指标普查也只是说明某一地区环流或天气的韵律关系。韵律到底是个别地区的现象, 还是大尺度环流变化呢? 我们下面用相似性的变化来研究这个问题。如果环流(或海温)距平开始相似, 以后相似性下降, 但过了一段时间相似性又增加, 则认为是韵律现象。

为此利用 1951—1975 年逐月北半球地面气压场、500 毫巴高度场、太平洋与大西洋海温距平图, 其网格点取法见[8]。用相关系数的大小来表示相似性。这里相关系数指符

号相关, $r = \frac{n_+ - n_-}{N}$, N 为总点数, n_+ 及 n_- 为两张图距平同号与异号点数。例如, 太平洋

表 1 各种韵律

	研究对象			指 标		间 隔
	季节(月)	要素	区 域	季 节(月)	内 容	
1	7—8月	降水	淮河上游	本年6月	500mb高度场 $180^{\circ}-165^{\circ}W, 35^{\circ}-60^{\circ}N$	1—2个月
2	9—10月	寒露风	上海	本年7月	500mb超长波	2—3个月
3	10—11月	温度	青藏高原	本年6—7月	长江流域降水量	4—5个月
4	6月	降水	长江中上游	本年1月	海平面气压场 $170^{\circ}-180^{\circ}E, 40^{\circ}-50^{\circ}N$	5个月
5	6—7月	梅雨降水	长江中下游	本年1月	1000—500mb厚度场极区附近、青藏高原	5—6个月
6	4—5月	春雨	长江下游	上年10月	500mb距平场 $10^{\circ}-15^{\circ}N, 115^{\circ}-140^{\circ}E$	6个月
7	6月	降水	新安江	上年11月、12月	23区海温	6—7个月
8	5—6月	降水	华南	上年11月—本年3月	青藏高原积雪	大约6个月
9	4—8月	降水	两湖地区	上年8月	青藏高原气温距平	大约8—11个月
10	12—2月	温度	渤海地区	上年1月、2月	黑潮区海温	11—12个月

表 2 6个月左右

	研究对象			指 标		间 隔
	季节(月)	要素	区 域	季 节(月)	内 容	
冬 到 夏	7—8月	降水	淮河中上游	本年2月	500mb高度场 $40^{\circ}W-10^{\circ}E, 35^{\circ}-55^{\circ}N$	5—6个月
	5月	降水	长江三角洲	冬12—2月	$40^{\circ}N, 155^{\circ}E$ 海温	4—5个月
	7、8月	降水	华北平原	冬12—2月	$30^{\circ}N, 135^{\circ}E$ 海温	6个月
	6—8月	西太平洋副高	脊线南北位置	冬12—2月	500mb $20^{\circ}-25^{\circ}N, 120^{\circ}E-140^{\circ}W$ 高度距平和	6个月
夏	6月	西太平洋副高	西伸程度	本年1月	$5^{\circ}N-10^{\circ}S, 130^{\circ}W$ 海温	5个月
春 到 秋	9—10月	寒露风	湖南	本年3—4月	东亚槽经度位置	6个月
	9—10月	寒露风	上海	本年4月	500mb超长波	5—6个月
	9—10月	降水	长江上游	本年3—5月	500mb高度关键区	6个月
夏 到 冬	2月	气温	渤海地区	上年7月	太平洋西风漂流区海温	7个月
	1月	最冷时段	广东省琼中县	上年5月、6月	广东省琼中县雨量	7个月
秋 到 春	3—5月	降水	长江上游	上年9—10月	500mb中高纬西风	6个月
	5月	降水	黑龙江省	上年11月	$35^{\circ}N, 135^{\circ}E$ 500mb平均西风风速	6个月
	3—4月	气温	安徽省	上年9月、10月	500mb东亚大槽强度、西太平洋副高强度	6个月

海温为 58 点, 计算两张海温图的相关时, 根据符号相关检验表, $N=58$, 达到 5% 信度要 n_+ 或 n_- 之中任一个 ≤ 21 , 即 n_+ 与 n_- 至少差 16, $|r| \geq 0.27$ 。500 毫巴高度场为 257 点, 即 $N=257$, 则满足 5% 信度的相关系数 $|r|$ 接近 0.10。因此, 在我们的计算中, 对大西洋海温 ($N=9$) 取 $r \geq 0.78$, 对太平洋海温取 $r \geq 0.41$, 对大气环流取 $r \geq 0.31$ 为相似信度均达 1% 以上。分析方法如下: 举 1 月份 500 毫巴为例, 对 1951—1975 年 25 张 1 月的 500 毫巴图彼此两两计算相关系数 r_0 , 得到一个相关系数三角矩阵共有 $\frac{1}{2}(1+24) \times 24 = 300$ 个相关系数, 从中找出若干对正相关达到信度的年做为相似年, 如 56 年与 59 年 (相关系数为 +0.31), 58 年与 59 年 (相关系数为 +0.31), 60 年与 66 年 (相关系数为 +0.49) 等。一般 300 个相关系数中至少有 5—10 个达到上述相似标准, 个别情况下不足 5 个时, 适当降低标准, 取相关系数最大的 5 个为相似。然后计算每对相似年一个月后即 2 月份的相关系数 (r_1), 再计算两个月后 3 月份的相关系数 (r_2)。依此方法计算向后 18 个月的相关系数 (r_1, r_2, \dots, r_{18}), 为了研究韵律的对称性, 也计算了向前推 12 个月相关系数 ($r_{-12}, r_{-11}, \dots, r_{-1}$)。由于相关系数的计算只考虑距平符号, 所以可以对 1 月已找到的几对相似年向前 12 个月到向后 18 个月的相关系数按月求算术平均, 即把相似年的 r_1 平均, 再把 r_2 平均……依此类推, 记为 $\bar{r}_{-12}, \bar{r}_{-11}, \dots, \bar{r}_{17}, \bar{r}_{18}$, 用以表征初始月相似时, 向前 12 个月到向后 18 个月之间各月相似程度。对海温与环流共 4 种要素场、从 1 月份到 12 月份都按上述方法求出 $\bar{r}_{-12} \dots \bar{r}_{18}$ 。

关系举例

资料长度	作者	文章发表处
1952—1976	徐群(南京地理所)、杨义文(中央台)	1980年长办汛期预报交流会
1951—1978	吴达铭、周国良(上海中心气象台)	同上
1965—1978	黄忠恕(长办水文处预报科)	1979年全国中长期预报经验交流会
	徐淑英、周玉孚(中国科学院地理所)	同上
1956—1976	陆菊中、林春育(南京大学气象系)	1980年长办汛期预报交流会
1951—1978	许以平、周国良(上海中心气象台)	1979年全国中长期预报经验交流会
1951—1974	新安江水电厂气象组	1980年长办汛期预报交流会
1956—1974	陈烈庭、阎志新(中国科学院大气所)	1978年长办汛期预报交流会
1953—1973	李鸿洲、王钦燊(中国科学院大气所、长办)	同上
1949—1976	海洋局气象室中长期组	1979年全国中长期预报经验交流会

韵律关系举例

资料长度	作者	文章发表处
1952—1976	徐群(南京地理所)、杨义文(中央台)	1980年长办汛期预报交流会
1949—1962	大气所长期天气预报组	大气所集刊第6号、科学出版社
1949—1972	大气所长期天气预报组	同上
1952—1974	中央气象台长期天气预报组	1976年全国长期预报交流会技术材料选编
1949—1975	中国科学院地理所长期天气预报组	同上
1952—1967	叶愈源(湖南省气象台)	1979年全国中长期预报经验交流会
1951—1978	吴达铭、周国良(上海中心气象台)	同上
1951—1979	司有元(中国科学院地理所)	1980年安徽省长期预报经验交流会
1951—1979	臧恒范(海洋局海洋总台)、王绍武(北大地球物理系)	海洋学报, 1982
1956—1973	广东省琼中县气象站	1976年全国长期预报交流会技术材料选编
1951—1979	司有元(中国科学院地理所)	1980年安徽省长期预报经验交流会
1954—1975	黑龙江省长期预报会战组	1976年全国长期预报交流会技术材料选编
1953—1979	安徽省气象台长期组	1980年安徽省长期预报经验交流会

图 2 给出北太平洋海温的相似性变化曲线,为了概括,再把每三个月平均给出季平均相关系数的变化,用以反映相似性的变化。从图 2 可以看到几个有趣的现象:(1)相似性并不随时间的增加而单调下降,尤以春、夏季明显。例如,夏季海温相似时,后 1 个月也较相似,2、3 个月相似性明显下降。但从第 4 个月开始相似性又逐渐增加,直到 9 个月之后相似性才明显下降,相关系数降到 0 左右。(2)相关系数之分布不是对称的。秋季这种现象最明显。秋季海温与前 4—7 个月的相关较大,但与后 4—7 个月则相似性很差。由此看来,月平均海温的变化不是周期性而是韵律性,最突出的是夏到冬的半年左右的韵律关系。

图 3 和图 4 给出海平面气压场及 500 毫巴高度场类似图 2 的相似性变化曲线。为了更好地反映环流的韵律,图中自下而上为夏、秋、冬、春四季。仍然象海温一样取分季的平均相关系数,凡大于平均值¹⁾的用斜线划出。从图 3 及图 4 可以看到与图 2 类似,相关系数也不是随落后时间增加而单调下降。但是环流各季相关随时间的变化与海温各季相关随时间的变化有不同,即相关系数比较大的值所出现的时间随季节有明显的变化。

因此,我们可以认为,北半球大气环流与太平洋海温也有韵律活动。北大西洋海温情况类似,不赘述。

1) 平均值为不包括 τ_0 的 τ_{-12} 到 τ_{18} 的平均。

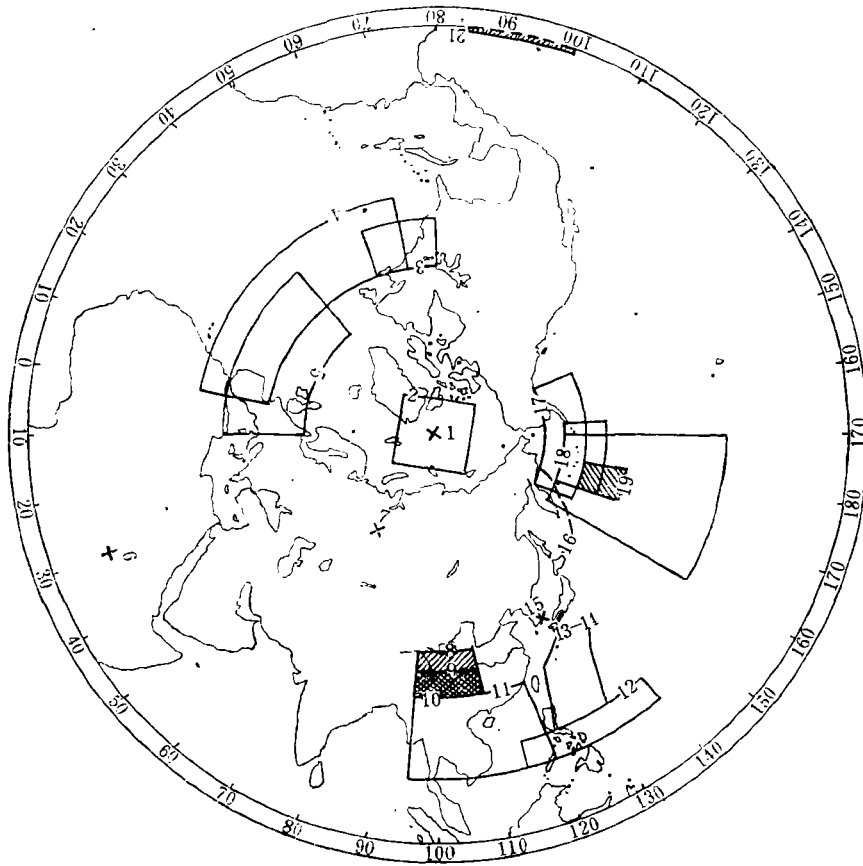


图 1 一些韵律指标区域位置¹⁾
(9区与10区相同, 13区与14区相同)

1) 图中标号说明:

1. 1月极涡中心强度与7月长江上游降水。徐淑英等(1979);
2. 1月1000—500毫巴厚度与6—7月长江中下游梅雨量。陆菊中等(1980);
3. 9月500毫巴高度与下一年4—5月长江下游春雨。许以平等(1979);
4. 1月500毫巴高度与7—8月淮河流域雨量。徐群等(1980);
5. 2月500毫巴高度与7—8月淮河流域雨量。徐群等(1980);
6. 2月500毫巴高度与8月长江上游降水。徐淑英等(1979);
7. 2月500毫巴高度与8月长江上游降水。徐淑英等(1979);
8. 1月1000—500毫巴厚度与6—7月长江梅雨量。陆菊中等(1980);
9. 11—2月青藏高原候温与6—7月长江梅雨量。黄忠恕等(1979);
10. 11—3月青藏高原积雪与5—6月华南雨量。陈烈庭等(1979);
11. 5月500毫巴高度与9—10月湖南寒露风。叶愈源(1979);
12. 上年10月500毫巴高度与4—5月长江下游春雨。许以平等(1979);
13. 1月黑湖区海温与7月长江上游雨量。徐淑英等(1979);
14. 冬季黑湖区海温与5月长江三角洲雨量、7—8月华北平原雨量。大气所长期组(1976);
15. 上年11月500毫巴西风风速与5月黑龙江雨量。黑龙江会战组(1976);
16. 冬季亲湖区海温与7—8月华北平原雨量、长江中下游雨量。大气所长期组(1976);
17. 1月阿留申低压强度与7月长江上游降水。徐淑英等(1979);
18. 7月西风漂流区海温与下年2月渤海气温级别。臧恒范等(1982);
19. 1月地面气压与6月长江上游降水。徐淑英等(1979);
20. 4月500毫巴高度与9—10月湖南寒露风。叶愈源等(1979);
21. 1月赤道洋流海温与6月长江上游降水。徐淑英等(1979);

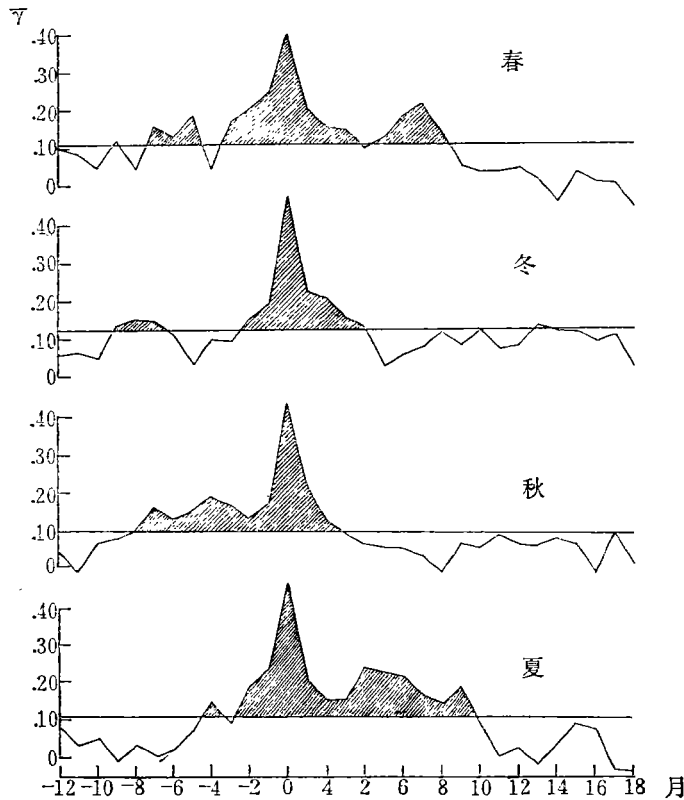


图 2 北太平洋海温的韵律活动
(春:3—5月;夏:6—8月;秋:9—11月;冬:12—2月。)

四、韵律形成过程的探讨

如上两节所证明,大气环流与气象要素的长期变化中存在着韵律活动,但是对韵律形成过程以及原因和机制的研究还是很少的。同时,如上所述,韵律往往表现为不连续的关系,所以一般不能从大气或海洋本身来认识其形成过程,而必然要研究地气系统中的相互作用,从中寻找韵律形成的原因。Шулейкин^[9]曾经用海气之间的热力振荡来解释韵律的形成,但比较粗略。近年,Марчук^[10,11]在研究长期天气过程的分析 and 预报的数学物理方法时提出,大气在冬季影响海洋,海洋在夏季影响大气,因而从海气的相互作用上希望能找到韵律的理论解释。Мусаелян^[12]在研究海洋热记忆的动力-统计参数化问题时,进一步明确提出,在夏半年海洋吸收太阳辐射能,将其转换成热量并且“记忆”,也就是贮蓄它在自己的深层,在冬半年借助热交换的不同过程,海洋把其热量传递给大气。因此特别强调夏季北大西洋上空云量距平在冬季苏联欧洲领土上气温距平形成中的作用。这些工作都是值得注意的。

这里尝试给出两种韵律形成的可能过程。自然,我们相信,即使这两种过程实际存在,也不可能是包罗万象的。大气环流与下垫面其中包括海洋之间的相互作用是如此的复

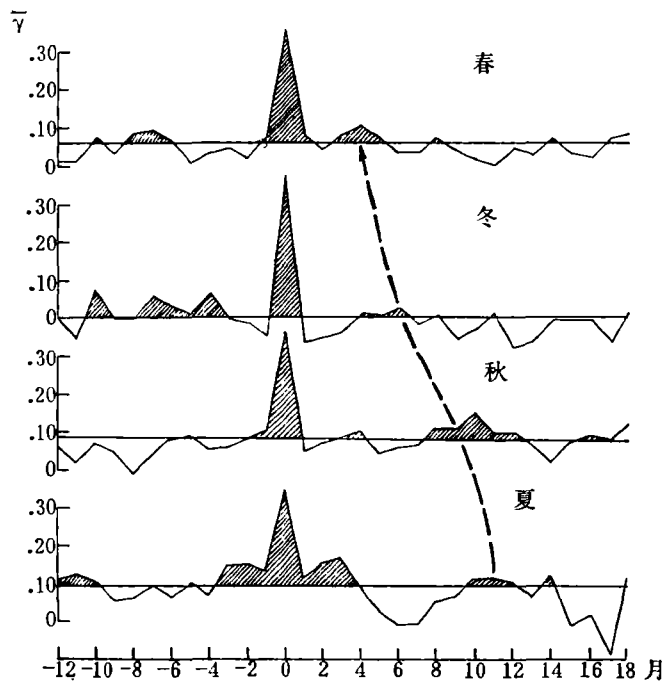


图 3 北半球地面气压场的韵律活动

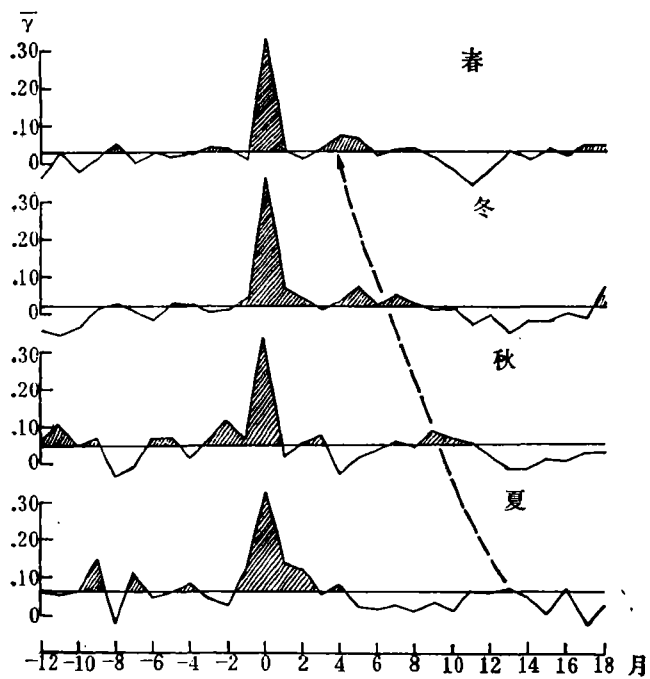


图 4 北半球 500 毫巴高度场的韵律活动

杂,必然还存在着其它过程,例如,极冰、积雪与大气相互作用的过程等。同时,韵律活动还需要用数值实验等来证明,也需要进一步以观测资料来加以证实。另外,在长期预报中的应用也是一种重要的检验。因此,这里提出的只是很初步的看法,希望由此能有利于进一步研究这个长期预报中十分重要的现象。

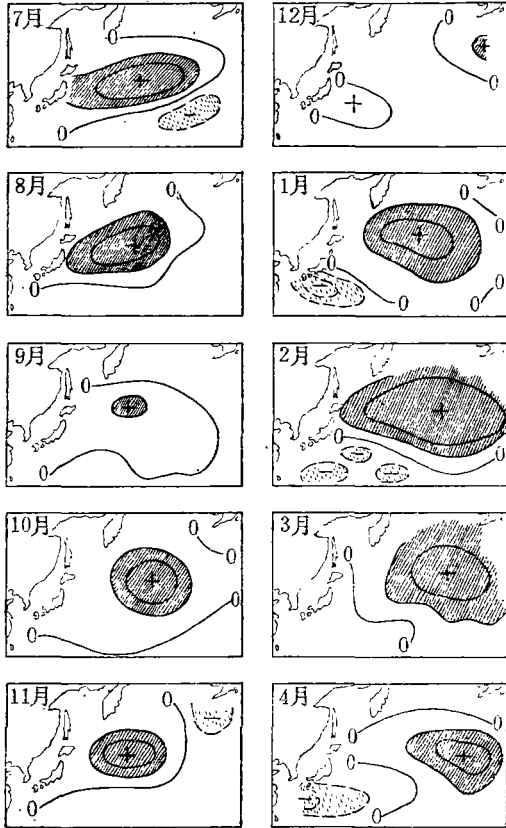


图 5 西风漂流区水温的韵律活动^[13]
(达 5% 信度的正相关区用斜线划出)

以冬季海洋供给大气热量,因此夏季海温特征形成,冬季却反映出其影响^[13]。上一节指出,北太平洋及北大西洋都是夏季之后半年左右韵律最明显也是对这种观点的有力证明。

2. 冬季低纬东太平洋海温韵律的形成

现在提出另一种设想的韵律过程。在分析大气环流的韵律活动时,我们曾注意到在低纬韵律活动较为突出。图 6 给出一个例子。图中横坐标为经度,纵坐标为月份。自上而下顺序为 1 月与 2 月、1 月与 3 月、……1 月与 12 月 10°N 500 毫巴高度相关²⁾,相关达到 0.4(满足 5% 信度)区用斜线划出。从图 6 可以明显看出,大部分点在持续 2—3 个月之后,相关已大为减弱。但在东太平洋,自 7 月到 10 月有一块很突出的达到 5% 信度

1. 夏季北太平洋西风漂流区海温韵律过程的形成

臧恒范、王绍武^[13]在研究海气相互作用的长期天气过程中,提出太平洋西风漂流区夏季海温与冬季海温有明显的韵律关系。因此形成夏季太平洋西风漂流区的海温与冬季渤海海温及大气环流的隔季相关。夏季与冬季海温之间的韵律关系又是如何形成的呢?为了说明,我们引用图 5。该图给出 7 月西风漂流区 ($40^{\circ}\text{N}, 170^{\circ}-180^{\circ}\text{E}$) 海温与其后 10 个月的北太平洋各点海温的相关¹⁾分布。很明显可以看出,7 月到 8 月还有一定持续性,7 月与 9 月—12 月则相关很小,甚至 7 月与 12 月变成负相关,但 7 月与 1 月—3 月正相关区大为增加,甚至其范围超过了 7 月 $40^{\circ}\text{N}, 170^{\circ}-180^{\circ}\text{E}$ 与同期其它点相关分布。为什么西风漂流区的海温间隔了大约半年之后又恢复了昵?我们推测夏季海洋活动层是上暖下冷,海洋接受大气通过湍流交换输送的热量及太阳辐射热,表层水温逐渐上升。冬季海洋把在夏季储存的热量施放出来,海洋活动层的热力结构逐渐变为等温。所

1) 这里为正规的相关系数。

2) 这里用的是符号相关。

的相关区,最大相关在 9 月,110°W, 中心值为 0.84。为了更清楚地说明这种韵律关系, 图 7 给出 110°—160°W 各点平均相关系数。图中水平线为各月之平均值, 高于平均值的

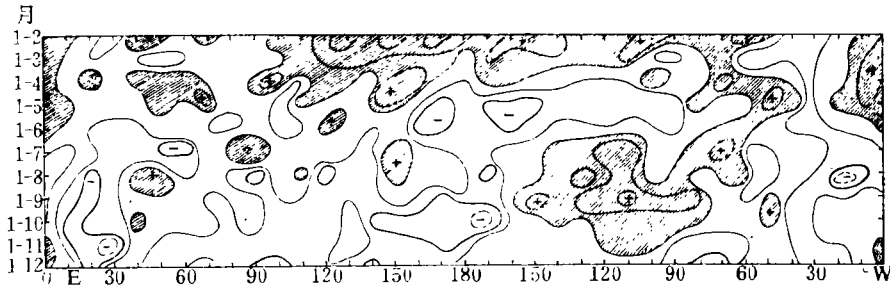


图 6 1 月 10°N 500 毫巴高度与其后 2 月—12 月高度的落后相关 (粗实线为零线, 等值线间隔 0.2)

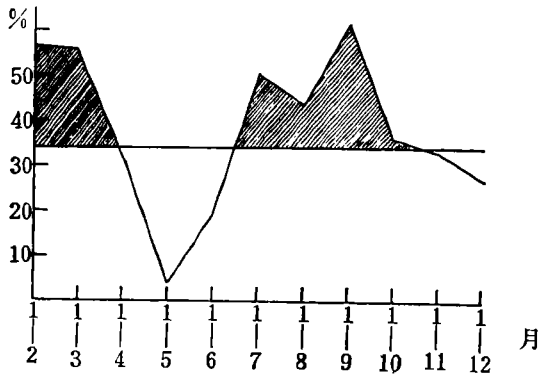


图 7 东太平洋(10°N, 110°—160°W)500 毫巴高度持续相关

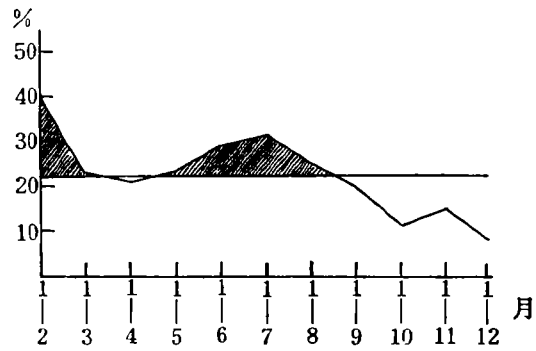


图 8 东太平洋水温的韵律

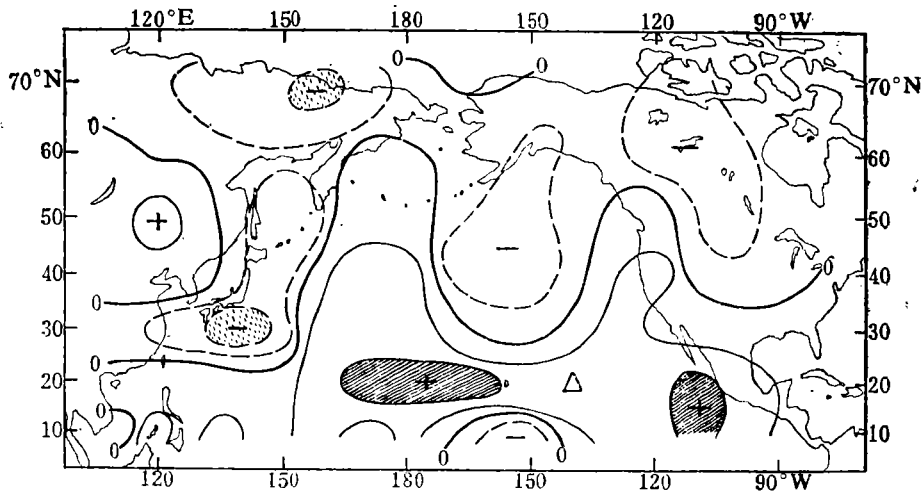


图 9 7 月东太平洋海温与 500 毫巴高度的相关系数分布 (达 5% 信度的正(负)相关区用实(虚)斜线划出。等值线间隔 0.2)

区用斜线划出。计算表明,对于2月与其后各月也有类似的情况。这就是说,低纬东太平洋地区500毫巴高度场有明显的韵律,尤以冬季与半年之后的夏季韵律关系最好。这与上一节发现的500毫巴相似性变化的结论是一致的。但是大气环流本身的所谓“记忆力”一般认为不超过一个月,因此我们认为大气环流的韵律产生的原因还在海温的韵律。这可以用东太平洋(10°—30°N, 140°—160°W)水温的韵律来证实(图8)。图9为7月20°N, 140°W(在图中用△表示)海温与500毫巴高度场的相关,这个点并不在赤道东太平洋,但却是在海温韵律最明显的区域内。而且有趣的是,这一带夏季热源强度大于冬季,这在[8]中已讨论过。从图9可以看出,海温高时太平洋东部与中部500毫巴高度高,而西部高度低。这与过去作者的结论是一致的^[4]。这里把当时提出的机制要点引述如下(表3):

表3. 海气相互作用机制

赤道太平洋海温	→	瓦克环流	→	哈得莱环流	→	太平洋副高
冷(暖)		强(弱)		西强(西弱) 东弱(东强)		西强(西弱) 东弱(东强)

这个关系应该认为是有一定根据的,不过,它们是指夏季同时的关系。问题还在于如何解释韵律关系。对这个问题目前还不能提出确切的说明,很可能赤道与低纬的东太平洋受南半球的影响较大。因为,赤道冷水区从南半球一直伸到赤道中太平洋,同时,低纬的这一带地区夏季热源强度比冬季大,所以也可能由于这两个原因,这里冬季海洋发挥的作用不如夏季大,甚至冬季及其它季节储存起来的热量到夏季才释放出来,造成了从冬到夏的半年韵律。

韵律形成的过程、原因与机制是一个很困难的课题,目前研究不多,这里提出了一些粗浅的设想,并给出两种不同地区、不同季节的模式。我们认为,韵律是大气与下垫面之间相互作用的季节变化造成的。因此需要进一步研究海气相互作用。自然,对大气与极冰、积雪的相互作用的研究也是很重要的。总之,目前长期预报水平还不高,在预报中应用与韵律有关的各种相关指标是很普遍的。因此,逐步深入研究韵律形成的过程、原因与机制对长期预报的提高可能有很大促进。

参 考 文 献

- [1] 杨鉴初, 苏联在天气过程韵律作用方面的新研究, 科学出版社, “苏联中长期天气预报”, 1956.
- [2] 杨鉴初、史久恩、李小泉, 长期天气预报的几个问题, 农业出版社, 1963.
- [3] 北京大学地球物理系气象教研室, 天气分析和预报, 第二十四章, 科学出版社, 1976.
- [4] Namias, J. Persistence of U. S. seasonal temperatures up to one year, *Mon. Wea. Rev.*, 106, 1557-1567, 1978.
- [5] 王绍武, 长期天气过程的尺度、结构及形成原因, 长江流域水文气象长期预报文集(第二集), 1982.
- [6] 叶愈源, “寒露风”季节预报的初步探讨, 1979年全国中长期预报经验交流会, (即将发表).
- [7] 徐群、曹鸿兴, 长期天气过程的遥相关联系, 气象, 1977, 第4期.
- [8] 王绍武、赵宗慈、陈振华, 海气相互作用与月平均环流的持续性韵律, (即将发表).
- [9] 舒列金, 海洋物理学, 456页, 科学出版社, 1963.
- [10] Марчук, Г. И., Физические и математические аспекты анализа и прогнозы, *Метео. и Гидро.*, 1977, No. 11, 25—33.
- [11] Marchuk, G. I., Modelling of climatic change and the problem of long-range weather forecasting, World Climate Conference, W. M. O. 1979, February, Geneva.
- [12] Мусаелян, III. A., О Динамико-статистической параметризации тепловой памяти океана,

Meteo. u Gidropo., 1980, No. 3, 5—14.

[13] 臧恒范、王绍武, 一个海气相互作用的长期天气过程, 海洋学报, 1982.

[14] 王绍武、赵宗慈, 我国旱涝 36 年周期及其产生的机制, 气象学报, 37, 64—73, 1979.

RHYTHM AND LONG-RANGE WEATHER FORECASTING

Zhao Zong-ci, Wang Shao-wu and Chen Zhen-hua

(*Department of Geophysics, Peking University*)

Abstract

Many papers show that the rhythms take an important part in long-range weather forecasting. The rhythms appear in wide band of spectrum varying, from two months to eleven months, but the most dominant is the half year rhythm.

Investigations on the development of similarities between two monthly mean circulation maps in the Northern Hemisphere or between two sea surface temperature maps in North Pacific and North Atlantic proved the realities of the rhythm activities. For example, if the sea surface temperature anomalies are similar for two months in spring or summer, then they usually get some similarity in both following autumn or winter. Atmospheric circulation anomalies in summer are formed under the influence of atmospheric circulation anomalies in the past three and four seasons.

Two kinds of mechanism controlling rhythms were proposed. The first, summer sea surface temperature in the westerly drift current in the North Pacific can give some influence on the winter sea surface temperature, and then on the atmospheric circulation and weather. The second, both sea surface temperature and atmospheric circulation in the low latitudes at east part of North Pacific in winter act as forcing factors to the atmospheric circulation in the following summer.