

热带海洋对副热带高压长期变化的影响

中国科学院地理研究所长期天气预报组

北太平洋副热带高压(以下简称副高)是夏半年影响我国天气气候的重要系统。根据我国预报员的经验,副高的位置、强度和持续性与我国东部地区大范围的旱涝有着十分密切的关系。若能对副高的主要特征量作出长期预报,便能大体上决定主要雨带的位置及降水分布的基本特征。因此,副高的预报一直是汛期预报的一个重要环节。我国气象工作者在这方面已做了不少工作。但是,副高长期变化的原因尚未弄清,因此对副高进行长期预报还比较困难。

我们在总结气象台站对副高预报经验的基础上,从长期天气过程的非绝热性这一基本特点出发,分析了作为全球大气主要能源区的热带海洋温度状况的变化,与副高若干主要特征量之间的关系,发现了一些很有意义的事实。这些事实表明,北太平洋副高的长期变化与海洋下垫面的热状况,主要是太平洋热带地区的海面温度变化有密切关系。热带海洋—大气之间的相互作用,可能是副高长期变化的一个重要原因。

根据上述关系,我们提出了一个运用前期热带太平洋海面温度距平值,预报副高强度和西伸程度及我国东部地区汛期降水趋势的预报方法,在1976年汛期预报中初步试验运用。

一、资料

北太平洋副高是一个深厚的气压系统,从地面到对流层中上层均可看到它的活动。本文所讨论的副高主要是指500毫巴等压面图上的副高(通常以588位势什米等值线所包括的范围来表示)。根据经验,在表征副高

的各种指数中,以面积指数 M (用以表示副高范围的大小,以副高内部 ≥ 588 位势什米的网格点数表示)的代表性为最好。一般说,当面积指数高时,强度指数也高,西伸明显,总趋势强;反之,则强度指数也低,西伸不明显,总趋势亦弱。因此我们选取面积指数 M 表征副高总体特征。为消去短期变化和年变化,以月平均值的距平量 ΔM 作为基本指标。

同时,取副高脊前缘主要活动区 20°N — 30°N , 100°E — 130°E 区500毫巴高度累计距平值 ΔH ,表示副高西伸程度*。

按照资料条件,热带海面温度所取范围为 5°N — 10°S , 80° — 180°W 的热带东太平洋地区,即通常所称的赤道冷水区。这里温度的年际变化十分显著,据太平洋海面温度场正交展开的结果揭示,这里可能是海洋影响大气的又一关键区。这一地区温度变化的幅度和空间尺度大,时间上稳定。我们选取 130°W 的剖面作为热带海温的指标,简称 ΔTw^{**} 。

二、热带海面温度对副高长期变化影响的若干事实

1. 热带海温和副高面积指数月距平值时间序列的谱特征

我们对1950(51)—1974(75)年 ΔTw 和 ΔM 逐月值,这两组时间序列分别进行能谱分析,其结果如图1所示。由图1可知,热带海温和副高面积指数存在着三种相当接近的

本文1976年11月20日收到。

* 有关副高指标资料,均取自中央气象局长期预报组。

** 海温资料1957年前取自1949—1962年北太平洋月平均海表温度,1958年后取自渔情公报(美国商业部渔业局)。

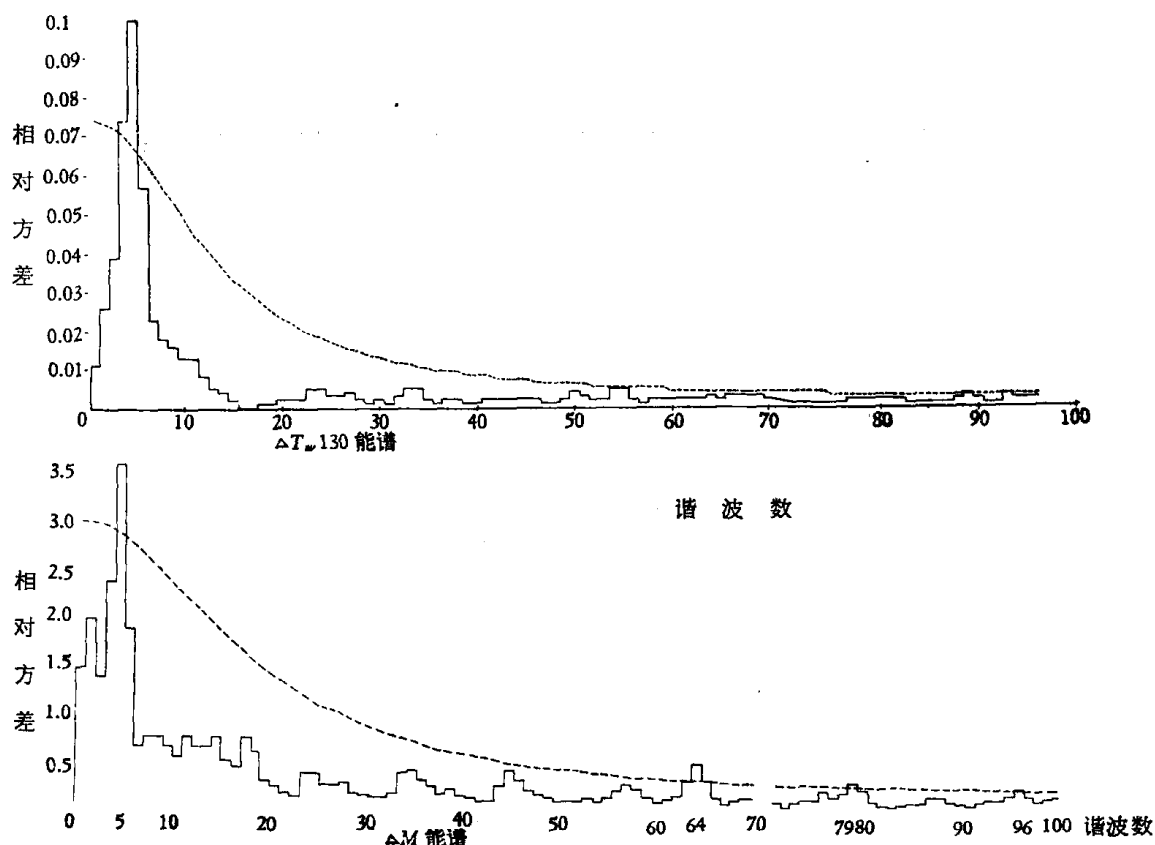


图 1 热带海温和副高面积能谱分析

振荡周期: 2 月、3.5 月和 3.5 年, 其中又以 3.5 年的长周期为主要振荡周期. 它说明, 副高的总体特征和热带海面温度的变化之间有着密切的关系, 处于同一振荡系统中. 这种 3.5 年的长周期振荡与 J. Bjerknes 提出的热带海气相互作用的准两年周期的概念不同. 后者仅由若干个例分析和较短序列的分析得出, 似乎不能代表热带海气相互作用过程长周期变化的主要特征. 值得注意的是, 许多海洋和气象参数也存在 3.5 年的主要振荡周期. 例如, 北大西洋湾流区海面温度、冰岛低压强度等. 这种 3.5 年长周期振荡的物理本质值得进一步探讨.

2. 副高总体强度对热带海温长周期振荡的滞后响应

ΔM 与 ΔT_w 之间不仅具有相同的振荡周期, 而且具有明显的滞后相关. 为消去谱特征中 2 个月、3.5 个月这两种较短周期的干扰, 分别对两组序列进行 6 个月滑动平均, 得

到图 2. 可以看出, 副高对海面温度变化有明显的滞后响应: 当热带海面开始增暖后大约 1—2 个季度, 副高相应地开始增强; 相反, 当热带海面开始变冷后大约 1—2 个季度, 副高也相应地开始变弱. 我们计算这两组曲线滑动后的滞后相关, 滞后 5 个月 (ΔM 对 ΔT_w) 的相关系数最大, 达 0.72 (信度 $> 1\%$).

3. 副高西伸程度与热带海温变化的关系
对 ΔH 用同样方法进行 6 个月滑动平均, 对比 ΔT_w (图略). 我们亦可以看到副高西伸程度在很大程度上也受热带海温的影响: 热带海面增暖后, 副高加强西伸; 热带海面变冷后, 副高向东撤退. 副高滞后的时间大约也是 4—5 个月.

4. 典型热带海洋冷水年和暖水年 500 毫巴夏季形势

热带海面温度对副高的影响在等压面图上也有清楚的反映. 图 3—5 为前期冷水共八年 (1951、1955、1956、1967、1968、1971、

$\Delta M \quad \Delta T_w \times 10$

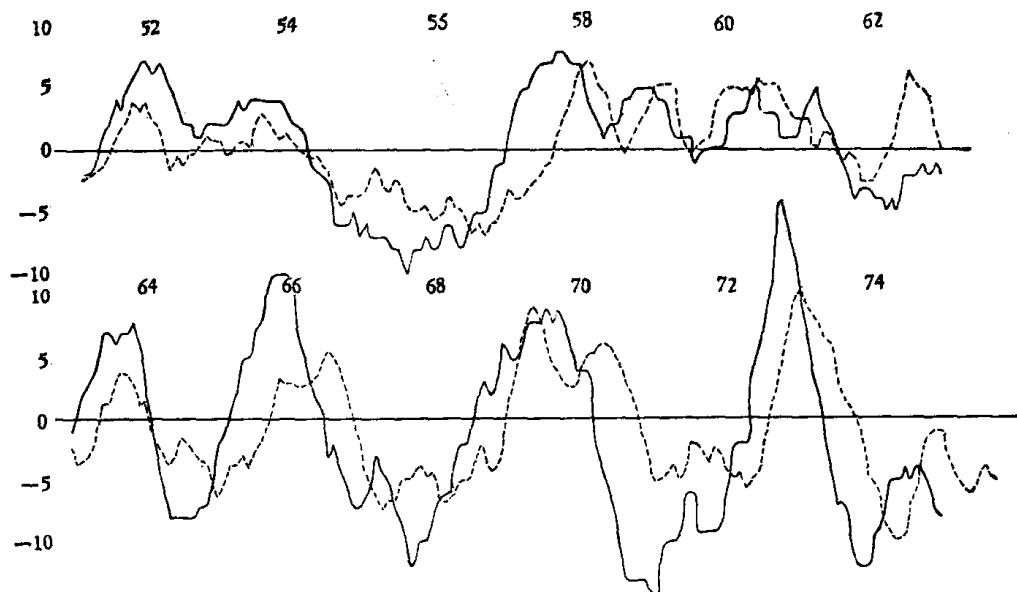


图2 6个月滑动平均曲线
(实线: $\Delta T_w 130^\circ W$ 虚线: ΔM)

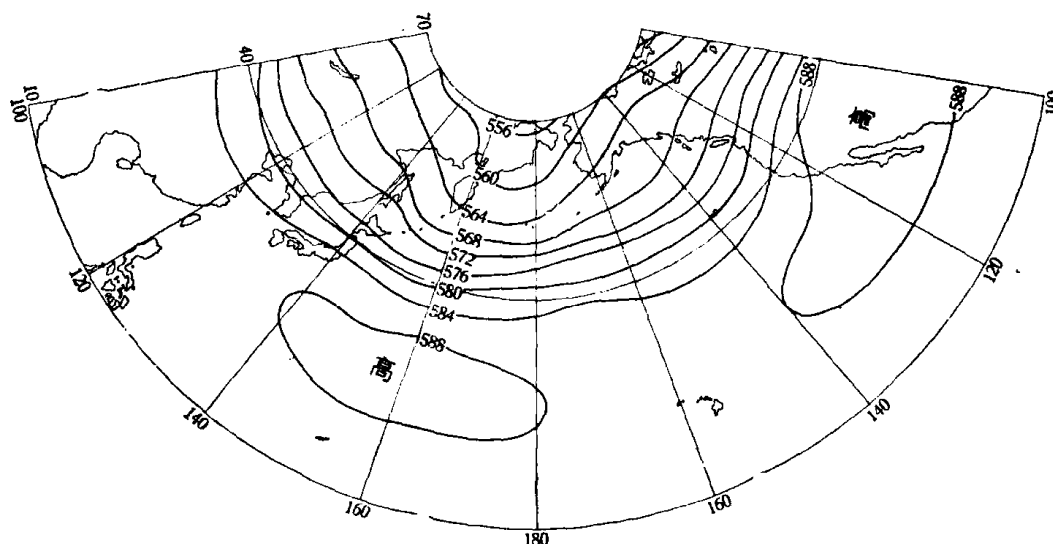


图3 7月冷水年500毫巴平均高度
(位势什米)

1972, 1974)和前期暖水共八年(1952, 1953, 1957, 1958, 1959, 1966, 1969, 1973)的7月500毫巴平均高度场, 及它们之间的高度差。显然, 暖水年副高明显加强, 西伸, 整个热带洋面为一致的正距平, 副高体亦明显的比冷水年要大得多。

此外, 西风带和整个北半球形势亦有明显的不同, 在热带海洋增暖时, 盛夏中太平洋槽明显加深, 鄂霍次克海高压发展, 印度低

压减弱。反之, 热带海洋变冷时, 盛夏中太平洋槽和鄂霍次克海高压都明显减弱, 而印度低压增强。

5. 整个对流层大气对热带海温变化的响应

分析表明, 热带海洋的影响并不局限于500毫巴一层, 我们用300毫巴、500毫巴、700毫巴上太平洋副高面积指数, 分别代表对流层上层、中层、低层的情况(图略)。我们发现

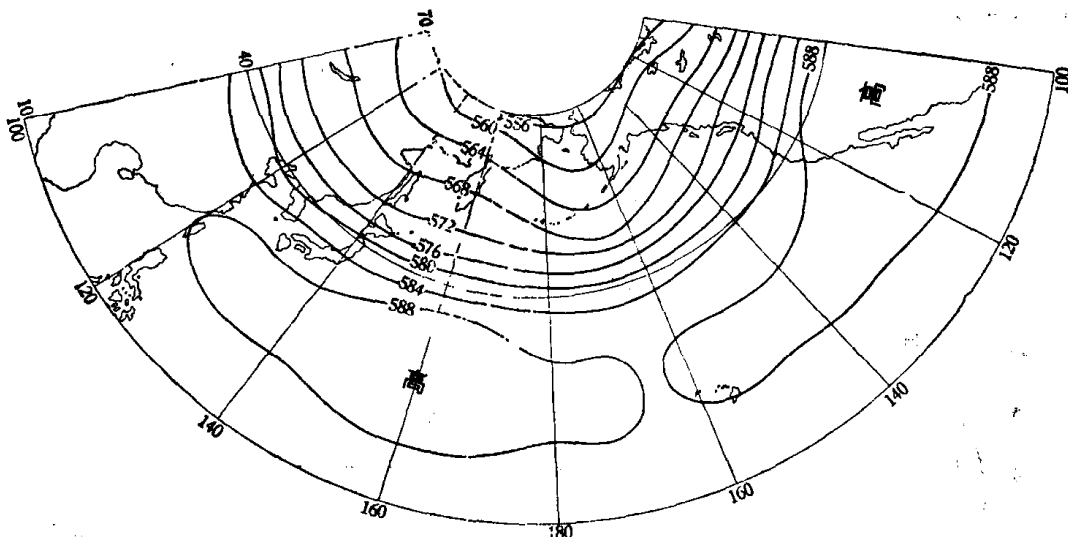


图 4 7 月暖水年 500 毫巴平均高度
(位势什米)

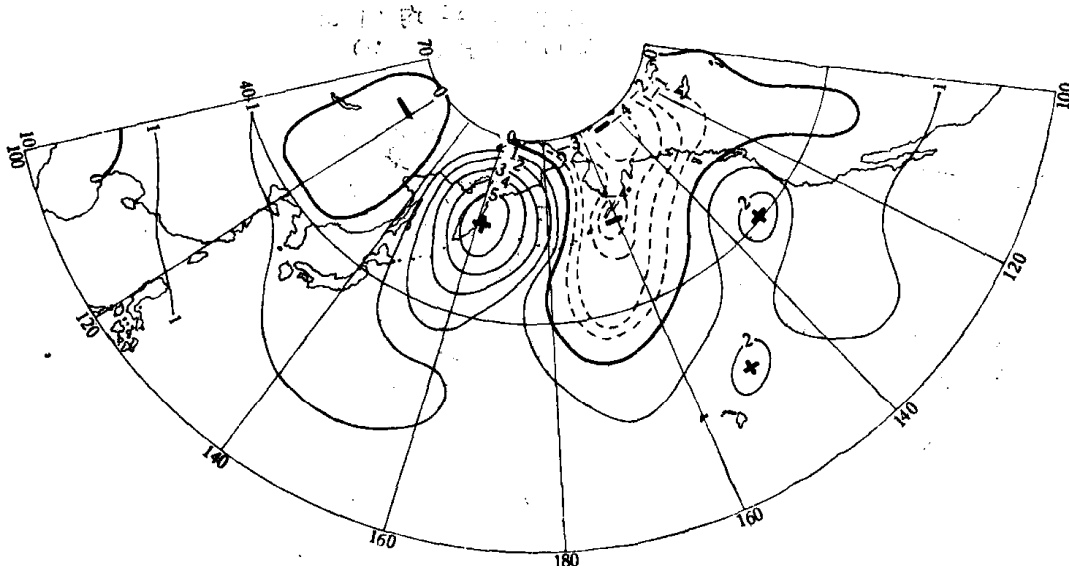


图 5 7 月 500 毫巴暖水年和冷水年的高度差
(位势什米)

海温长周期变化对大气的影晌扩展到了整个对流层,而似乎越往上振幅越大.这一事实与通常所谓海洋影响仅局限于紧贴下垫面的低层大气的看法是不一致的.并且,自下而上各层间并无明显的时间滞后,因此可能也不是由一种自下而上的热量扩散过程所造成的大气过程.对热带海洋加热的长期动力响应过程需要进一步弄清.

以上分析说明,太平洋热带地区海温的变化,与北太平洋副高长期变化有密切关系.

由于海温变化比副高的变化通常要提前1—2个季度,这就为副高的长期预报提供了一种预报途径.

关于热带海温与副高其它特征量的关系,我们将另文报道.

三、汛期预报试验

根据副高面积指数 ΔM 和西伸程度的高度距平 ΔH 与海温之间的滞后相关,运用前期热带海洋关键区的海温实况资料,1976年3月我们预报6月之前副高偏弱偏东,7、8

月间可能增强,这与实况基本一致。

热带海洋与副高之间的密切关系,必然要反映到降水上来。通过前期海温与我国东部地区汛期(4—9月)降水量的相关普查,我们确定了影响我国东部降水的热带海洋关键区和关键时段。与东部降水相关最大的热带海洋区域集中于 0° — 5°S , 80° — 150°W 之间,正好是赤道冷水舌平均主轴位置。影响的时间一般从前一年7、8月开始到当年1、2月。降水相关区有自南向北推移的现象,4月在华南(正相关),5、6月移至两湖盆地和长江中游(正相关),7、8月相关区有二个,一在淮

河中下游(持续负相关),另一个在太行山以西华北地区(正相关),9月又退至长江中下游和华南沿海(正相关)。其中尤以淮河流域和华北西部两相关区最为稳定。同时,根据冷水年和暖水年全国主要雨型的分布特征,对1976年我国东部地区6—8月降水作了预报试验。这样一种海洋——副高——降水之间的关系,有可能使副高长期预报逐步建立在较可靠的物理基础上。我们将进一步对更多的个例作预报试验,以便在总结预报效果的过程中,不断改进预报副高的方法。

[上接 312 页]

联立,从而介得在能量方程的推导中已假定等于零的粘性影响 F 。这种自相矛盾的处理是没有根据的。

看来,还是应该对主流和边界层这两部份分别处理。叶轮机机械内部流动损失计算的数学模型目前尚处于发展时期,积累大量有用的试验数据对于这个发展是十分必要的。

本文承蒙吴仲华同志审阅,陈乃兴同志、强国芳同志和上海汽轮机厂汽轮机研究所的同志们对本文提了宝贵意见,作者表示衷心感谢。

参 考 资 料

- [1] Wu Chung-Hua (吴仲华) & Wolfenstein, L. *NACA Report*, 955 1950, 165—194.
- [2] Wu Chung-Hua (吴仲华), *NACA TN* 2302, 1951.
- [3] Wu Chung-Hua (吴仲华), *NACA TN* 2604, 1952.
- [4] Marsh, H., *ARC RM*, 1968. 3509.
- [5] Wu Chung-Hua (吴仲华), *NACA TN* 2750, 1952.
- [6] Wu Chung-Hua (吴仲华), *NACA TN* 2961, 1952.
- [7] Silvester, M. E. & Hetherington, R., *Numerical*

Analysis (ed. Walsh J.), Academic Press, 1966, 182—189.

- [8] Smith, L. H. Jr., *Trans. ASME, Series A*, **38** (1966), 1, 1—12 (Discussion 3, 82).
- [9] 久野勝邦, 日立評論, **48**(1966), 8, 23—26.
- [10] Novak, R. A. *Trans. ASME, Series A*, **89** (1967), 4, 478—490.
- [11] 刘高联、薛明伦、吴仲华, 机械工程学报, **11**(1963), 1, 1—28;
刘高联等, 内外机壳为任意迴转面的长叶片级的气动设计问题, 工作报告, 未发表, 1967.
- [12] Monsarrat, N. T., Keenan, M. J. & Tramm, P. C. *NASA CR* 72536, 1969.
- [13] Frost, D. H., *ARC RM* 3687, 1972.
- [14] Hetherington, R. 的三元流动主方程, 见英国Rolls-Royce (1971) 公司 Derby 分公司为欢迎参加第二届国际空气发动机会议的中国科学院动力热物理代表团而准备的, 介绍压气机和透平设计与发展方法的资料, 1974.
- [15] 吴仲华, 机械工程学报, **13** (1965), 4, 43—67.
- [16] Horlock, J. H., *Trans. ASME, Series D*, **93** (1971), 4, 587—593.
- [17] 洪河镜, 汽轮机, 1975, 3, 11—26.