

太平洋各区海温异常对中国东部夏季 雨带类型的共同影响*

陈烈庭

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

吴仁广

(美国夏威夷大学气象系, 夏威夷 96822)

摘 要 根据 1951~1986 年的海温资料, 作者在对我国东部夏季(6~8月)雨带分布分型的基础上, 分析了各雨型与同期和前期各季太平洋(60°N~50°S, 120°E~70°W)海温异常的关系。分析表明, 对应不同雨型, 无论同期或前期整个太平洋海温距平分布的基本形势都有明显不同的特点, 特别是西北太平洋黑潮暖流和热带太平洋赤道冷水带海温的异常, 这两个海区的海温变化明显, 而且与其周围(西北太平洋呈“>”形、热带太平洋呈“<”形)的海温存在反相的变化。这种结构既反映了海温的纬向热力差异又反映了海温的经向热力差异, 指出西北太平洋和热带太平洋各种海温距平不同配置的共同影响, 是导致我国东部各种雨带分布类型的一个重要因素。分析还表明, 各雨型海温距平的配置有很强的持续性, 而且与前期各主要洋流区海温的变异有关。根据前期太平洋大范围海温距平分布的特征和演变的过程以及 ENSO 预测, 可为夏季我国大范围旱涝趋势的长期预报提供依据。

关键词 夏季雨带类型 海温异常 共同影响

1 引言

在文献[1]中, 我们讨论了中国东部夏季雨带分布类型与北半球 500 hPa 环流异常的联系, 初步揭示了各型雨带分布形成的长期天气过程的一些特点。这里我们进一步分析它们与太平洋海温异常的关系。对长期天气过程, 海洋的作用是一个很重要的因素, 这方面国内过去已有不少研究, 且多年来应用于汛期降水长期预报, 证明是有成效的。但大多数工作主要是分析个别海区或洋流的作用。本文拟从整个太平洋的角度, 重点放在西北太平洋和热带太平洋, 来考察各主要海区的共同影响。

中国东部夏季雨带分布分型的方法及各型时间序列的得出见文献[1]。各雨型特征, 长江型主要雨带位于长江沿岸及其南侧, 黄淮东型多雨区位于黄淮平原地区, 黄淮西型多雨区位于秦岭—大巴山到淮河流域一线, 黄河河套型主要雨带位于黄河河套至华北北部和华南地区。太平洋海温是 60°N~50°S, 120°E~70°W 范围的月平均资料。研究时段仍为 1951~1986 年。

2 夏季各雨型与同期太平洋海温的关系

图 1 是夏季各型雨带分布的时间序列与同期太平洋海温场的相关。图中单斜线区和

1996-10-28 收到, 1997-03-25 收到修改稿

* 本研究得到中国科学院重大项目“灾害性气候的预测及其对农业年景的水资源调配的影响”的支持

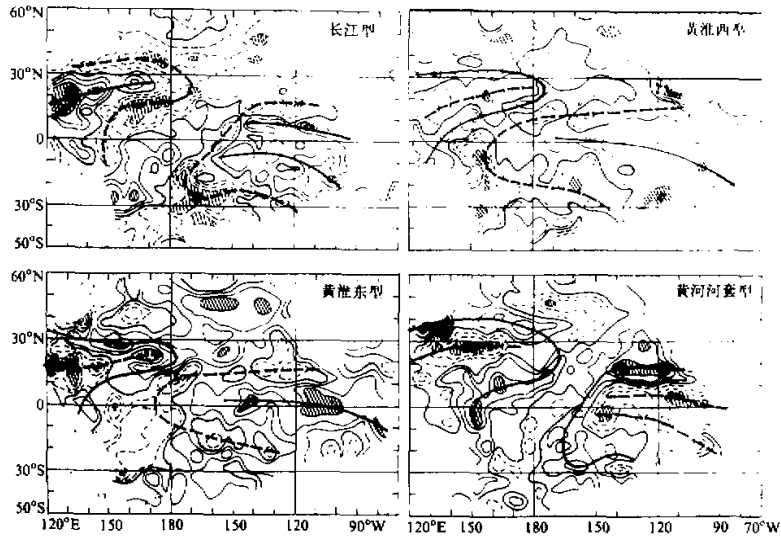


图1 中国东部夏季各雨型与同期太平洋海温场的相关分布
(粗实线、粗虚线分别为正、负相关中心的连线,下同)

双斜线区分别为信度达到 0.05 和 0.01 以上的区域。可以看出,西北太平洋黑潮暖流和热带太平洋赤道冷水带是两个很关键的海区,而且相关符号与其周围(西北太平洋呈“>”形,热带太平洋呈“<”形,见图中心虚线和实线的连线)总是相反的。这两大海温结构占据了太平洋的绝大部分海区,基本上可反映全太平洋相关场总体的特征。特别是它们不仅表征了太平洋海温的纬向热力差异,而且还表征了海温的经向热力差异,生命期也都比较长,可能是更好的指标。

相关场分析表明,对应于不同雨型,西北太平洋和热带太平洋海温距平的配置具有不同的特点。长江型的特征,沿黑潮和赤道冷水带均为正距平,其周围为负距平。黄河河套型的距平分布与长江型的相似,但符号完全相反。黄淮东型和西型的共同特征是,黑潮区为负距平,周围为正距平,而赤道冷水带为正距平,周围为负距平。即西北太平洋的分布与黄河河套型相似,热带太平洋的分布与长江型相似。黄淮东型与西型的差别主要在于前者黑潮区负距平的主体偏西,其北侧正距平中心的位置偏东;后者相反,负距平主体偏东,正距平中心偏西。因此,西北太平洋和热带太平洋海域的海温异常与我国夏季雨带分布都有很密切的联系,两个海域各种海温距平不同配置的共同作用,可能是导致我国各种雨带分布类型的一个重要因素。西北太平洋海温距平的结构随我国主要雨带位置的北移也有自南向北推进的趋势。长江型主要雨带位于长江沿岸,对应海洋上在 20°N 以北为正海温距平带,以南尤其是菲律宾以东的热带太平洋为大范围的负海温距平区。黄淮型主要雨带北移到黄淮之间,正负海温距平的界线也北推至 25~28°N,且黄淮东型正距平中心偏东(150~160°E)、黄淮西型偏西(130~140°E)。黄河河套

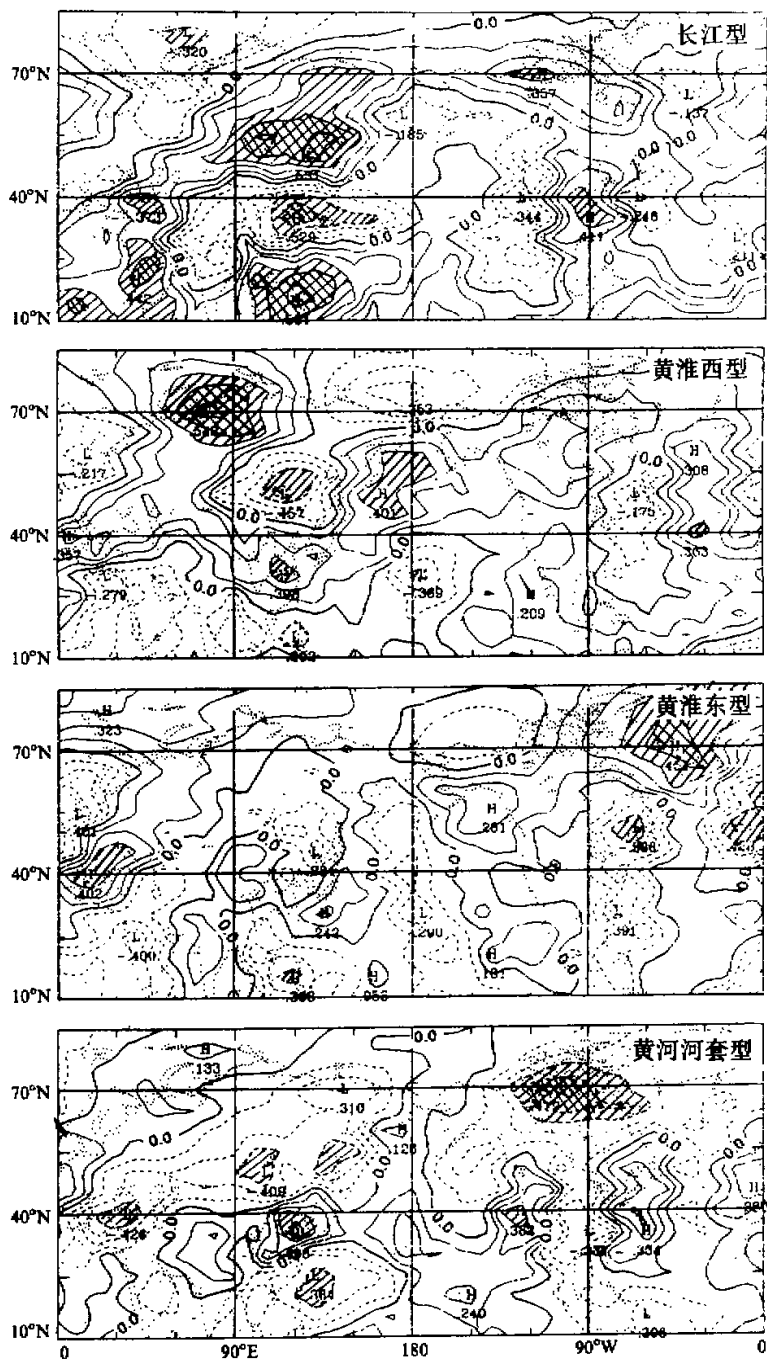


图 2 中国东部夏季各雨型的时间序列与同期 500 hPa 高度的相关分布

型主要雨带在黄河河套和华北北部地区, 海温距平分界线进一步北移至 35°N 附近, 且与长江型相反, 在菲律宾以东的热带太平洋转为大范围的正海温距平区。而且, 正、负海温距平分界线的位置与各雨型的西太平洋副高平均脊线位置非常一致。另外, 吴国雄等^[2]的研究表明, 太平洋正海温距平上方的 850 hPa 高度, 热带外地区为正距平, 流场呈反气旋式异常环流; 热带地区为负距平, 流场呈气旋式异常环流, 反之相反。凡此种现象都说明, 西北太平洋海温距平的配置不同, 它对副高活动的影响也不同, 特别是副高的南北振荡。长江型的海温经向热力差异有利于副高位置偏南, 黄河河套型有利于副高位置偏北, 而黄淮型则介于两者之间。其影响的物理过程, 黄荣辉等^[3]研究热带西太平洋热源异常对东亚副高的影响时指出, 若异常热源放在菲律宾以东的热带洋面时, 可导致其上空对流活动增强, 使西太平洋副高位置偏北; 反之, 则菲律宾周围对流活动减弱, 使副高偏南。这一理论分析与上述结果是一致的。

赤道东太平洋存在平均周期为 3~5 年的增暖和降温交替出现的变化。分析表明^[4], 其循环的不同位相通过 Walker 环流和 Hadley 环流与西太平洋副高的活动有密切联系, 特别是副高的东西振荡。赤道东太平洋增暖时, 西太平洋副高东撤; 降温时西伸。从图 1 可以看出, 赤道东太平洋地区, 黄淮东型和黄河河套型的相关比较显著, 前者为正相关, 后者是负相关。说明夏季赤道东太平洋异常增暖时, 由于副高相对偏东, 有利于黄淮东型雨带分布的产生。反之, 异常偏冷时, 由于副高相对偏西, 则有利于黄河河套型的出现。ENSO 发展阶段和恢复阶段我国夏季的降水距平场^[5]分别与黄淮东型和黄河河套型雨带分布的特征非常相似, 这与上述结果是一致的。

西太平洋副热带高压强度和位置的变化是影响我国夏季雨带分布最重要的因素之一, 这方面过去国内已有很好的研究^[6]。图 2 为中国东部夏季各雨型的时间序列与同期 500 hPa 高度的相关分布。可以看出, 东亚地区各雨型的相关场波列结构十分清楚。长江型 30°N 以南地区为正相关, $30\sim 40^{\circ}\text{N}$ 之间为负相关, 45°N 以北为正相关, 相关中心都达到 0.001 信度水平 (相关系数 0.52)。500 hPa 高度距平合成图也呈现出相同的特征 (图略), 从南至北分别为正、负、正距平的分布。这说明, 西太平洋副高位置明显偏南偏西时, 有利于长江型雨带分布的形成。黄河河套型的相关分布与长江型非常相似, 但符号相反, 从南至北呈负、正、负相关。表明西太平洋副高位置明显偏北偏西时, 有利于黄河河套型雨带分布的出现。黄淮西型和东型的相关分布与黄河河套型的相似, 也为负、正、负的相关分布, 但中心位置稍偏南, 且黄淮西型的正中心位置偏西、黄淮东型的正中心位置偏东。表明西太平洋副高位置接近常年, 其西伸脊点偏西时有利于黄淮西型的形成、偏东时有利于黄淮东型的出现。而根据前面的分析, 西太平洋副高的各种分布与西北太平洋和赤道东太平洋海温的不同变异有关。因此, 我们认为西北太平洋和热带太平洋各种海温异常, 可能是通过副高的南北振荡和东西振荡的共同作用, 进而影响我国夏季雨带分布的类型。

3 夏季各雨型与前期太平洋海温的关系

现在进一步分析夏季各雨型前期各季相关场的连续变化。为此, 我们计算了各雨型的时间序列与前年夏季至当年春季各季太平洋海温场的相关。结果如图 3~6 所示 (图

例说明同图 1)。分析表明,不同雨型前期各季太平洋海温距平的配置及其演变的过程也呈现出明显不同的特点。

3.1 长江型

西北太平洋黑潮海区,从前年秋季开始就出现了一片正相关区,亲潮区和菲律宾以东的热带太平洋为负相关(图 3)。到冬季黑潮区的正相关带更为明显,且一直维持到当年夏季(参见图 1)。这一事实说明,当前期秋、冬季黑潮海温异常偏暖,亲潮区和热带西太平洋海温异常偏冷时,有利于夏季我国东部主要雨带在长江流域徘徊,出现长江型雨带分布。这与过去关于黑潮、亲潮和热带西太平洋海温异常对长江流域梅雨期降水影响的一些研究结果是一致的^[7,8]。

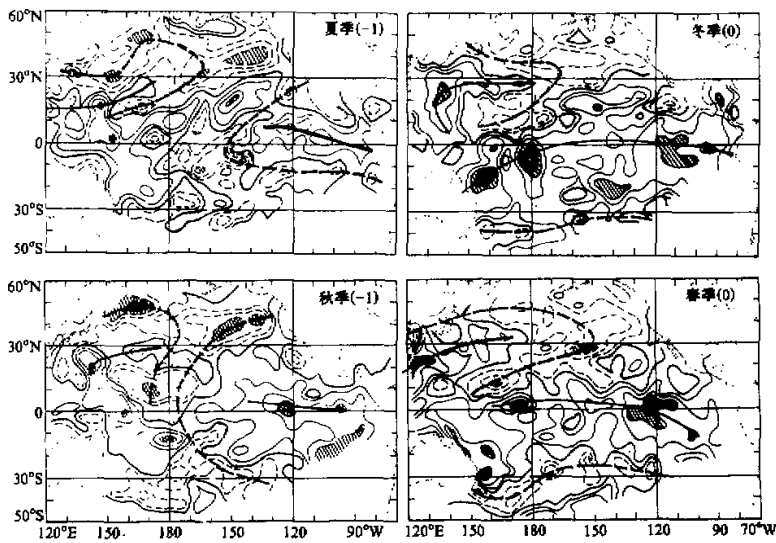


图 3 夏季长江型雨带分布与前期各季太平洋海温场的相关分布

热带太平洋的特点是,前年夏季 140°W 以东的赤道东太平洋为正相关区,但范围还不是很大。在上一季节(春季,图略)这里还都是负相关。到了秋季,其相关范围和

强度明显发展。冬季似乎达到最大,在赤道中太平洋也出现了显著的正相关。此后,缓慢减弱,到当年夏季还基本上维持正相关(参见图 1)。这一相关场的演变过程表明,长江型前年可能是一秋季爆发的 El Niño 年,它开始后发展迅速,并在冬季左右进入盛期,此后减弱比较缓慢。表 1 是历次 El Niño 与中国东部夏季雨型的关系。El Niño 起迄时间为文献[9]分析的结果。可以看

表 1 历次 El Niño 事件与中国东部夏季雨型

El Niño 起迄时间	当年雨型	次年雨型
1951 年 8 月~1952 年 4 月	黄淮东型	黄河河套型
1957 年 4 月~1958 年 8 月	黄淮东型	黄淮西型
1963 年 7 月~1964 年 1 月	黄淮东型	黄河河套型
1965 年 5 月~1966 年 3 月	黄淮东型	黄河河套型
1972 年 6 月~1973 年 3 月	黄淮西型	黄河河套型
1976 年 6 月~1977 年 3 月	黄河河套型	长江型
1953 年 1 月~1953 年 10 月	黄淮东型	长江型
1968 年 10 月~1970 年 1 月	黄河河套型	长江型
1982 年 9 月~1983 年 9 月	长江型	长江型
1986 年 10 月~1988 年 10 月	长江型	长江型

到, 10 次 El Niño 中有 4 次属于这种过程。这 4 个 El Niño 的次年我国东部夏季均为长江型雨带分布 (4/4)。

因此, 若前期秋、冬季黑潮区海温异常偏暖, 且赤道东太平洋前年是一秋, 冬季爆发的 El Niño 年, 达到峰期后海温减弱比较缓慢, 则次年出现长江型的可能性较大。

3.2 黄河河套型

西北太平洋海区, 前年秋季黑潮至西风漂流区为负相关, 而亲潮区和热带西太平洋为正相关 (图 4)。冬季随着黑潮主干区西部正相关的出现, 相关场形势稍有变化, 春季在日本南侧沿 30°N 形成一正相关带, 黑潮区的负相关带稍向南移。但在当年夏季很快又恢复到前年秋季的相关形势 (参见图 1), 而且相关更为显著。因此, 黄河河套型与长江型相反, 黑潮区从前年秋季至当年夏季基本上一直是负相关。说明当前年秋季黑潮海温异常偏冷时, 有利于夏季我国东部出现两条雨带, 一条在黄河河套和华北北部, 另一条在华南地区。即出现黄河河套型雨带分布。

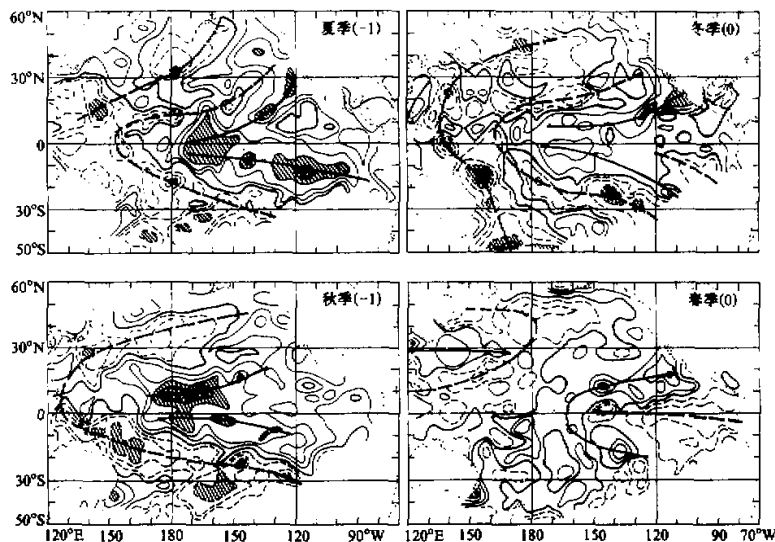


图 4 夏季黄河河套型雨带分布与前期各季太平洋海温场的相关分布

热带太平洋一醒目的特点是, 前年夏季整个赤道东太平洋为非常显著的正相关。向前追溯可以看到, 它早在前年春季则已形成 (图略), 只是强度相对较弱。到前年秋季正相关在赤道中太平洋达最大, 且其周围的负相关带, 从北太平洋西风漂流经黑潮向南, 越过赤道后到澳大利亚东北沿海直至南太平洋中部。整个太平洋为一非常巨大的“<”形特征分布, 这是 El Niño 海温距平分布的典型模型。冬季, 随着秘鲁沿海负相关区的出现, 热带太平洋的相关形势发生根本变化。到当年春季, 赤道东太平洋大部分地区已转成负相关。这一演变过程表明, 黄河河套型的情况与长江型一样, 其前年也有可能是一个 El Niño 年, 但它开始较早, 在前年春、夏季则已建立, 并在秋季前后进入盛期, 此后很快减弱, 次年春季整个赤道东太平洋已转为负海温距平控制。10 次 El Niño

中属于这一过程的有 6 次, 其中有 4 个 El Niño 的次年为黄河河套型 (4/6, 见表 1)。所以, 一般来说, El Niño 的第二年夏季我国可能出现长江型或黄河河套型的雨带分布, 主要取决于 El Niño 开始和结束的季节。如果是春、夏季开始、第二年春季前结束的 El Niño, 再加上上述西北太平洋海温距平的分布, 有利于夏季热带西太平洋的对流活动的加强, 出现黄河河套型的可能性较大。而秋、冬季开始及第二年春季后结束的 El Niño, 则夏季热带西太平洋的对流活动仍较弱, 出现长江型的可能性较大。这些结果与赵汉光等^[10]的分析基本一致。

3.3 黄淮东型

黄淮东型各季相关系数的信度, 总的来看, 比其他雨型要更显著些 (图 5)。该型西北太平洋相关场的演变与长江型基本相似, 只是符号相反。即冬季整个黑潮区为负相关, 亲潮区和菲律宾以东的热带太平洋为正相关。春季黑潮区的负相关更为显著, 且一直维持到夏季 (参见图 1)。

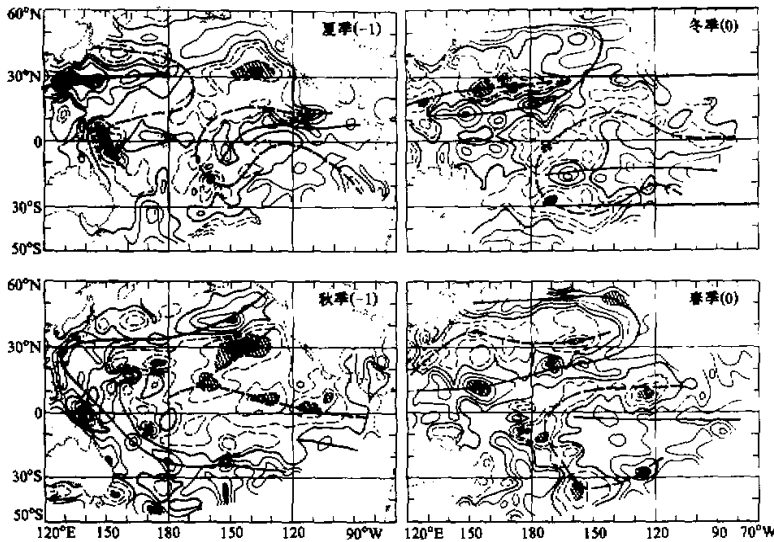


图 5 夏季黄淮东型雨带分布与前期各季太平洋海温场的相关分布

热带太平洋相关场的演变与黄河河套型很相似, 且符号也相反。前年夏季整个赤道东太平洋为明显的负相关。其周围的正相关带, 从北太平洋中部经黑潮向南, 跨过赤道到澳大利亚东北沿海直至南太平洋中部, 整个太平洋为一巨大的“<”形特征分布。这是反 El Niño 海温距平场的典型模型。秋季这一相关场的相关更为显著。到冬季, 随着秘鲁沿海正相关区的出现, 热带太平洋的相关形势开始发生根本变化。春季 120°W 以东的赤道东太平洋也转成正相关。而夏季则扩展至整个赤道东太平洋海区 (参见图 1)。这一演变过程也表明 El Niño 的发展阶段出现黄淮东型雨带分布的可能性较大。从表 1 来看, 在春、夏季开始的 El Niño 事件, 当年出现黄淮东型的可能性更大 (4/6), 而在秋、冬季爆发的 El Niño, 当年也有可能为长江型 (2/4)。

3.4 黄淮西型

在西北太平洋, 黄淮西型相关场演变的过程与黄淮东型基本相似(图6), 前年夏秋季黑潮区为正相关, 冬季转为负相关。热带太平洋, 黄淮西型演变的位相似乎比黄淮东型提前了一个季节。在前年秋季秘鲁沿海已出现正相关, 到冬季正相关的范围已扩展至赤道东太平洋大部分海区。而黄淮东型从前年夏季至当年冬季整个赤道东太平洋都是非常显著的负相关区。

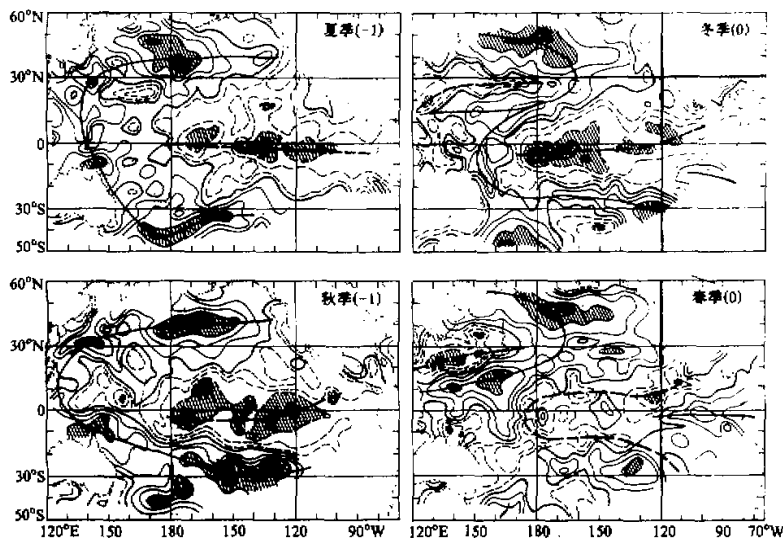


图6 夏季黄淮西型雨带分布与前期各季太平洋海温场的相关分布

4 结论

(1) 本文相关分析得到的西北太平洋黑潮暖流和热带太平洋赤道冷水带与其周围分别呈“>”形和“<”形反号的两大海温距平结构, 可以表示整个太平洋海温变异的主要特征。它们空间尺度大、生命期也长。特别是它们不仅表示了太平洋海温的纬向热力差异, 还表示了经向的热力对比, 物理意义比较清楚, 是长期天气和气候变化的一个重要因素。

(2) 这两大海温距平结构和西太平洋副热带高压的活动有着密切的联系。其中西北太平洋由于海温经向热力差异产生对大气的不同加热, 导致了热带对流和中纬度大气环流的异常, 主要影响副高的南北振荡。而热带太平洋海温纬向热力对比更明显, 通过对赤道 Walker 环流和 Hadley 环流的影响, 主要与副高的东西振荡有关。

(3) 在西北太平洋和热带太平洋各种海温距平结构的共同影响下, 西太平洋副高南北振荡和东西振荡的变异是导致我国东部各种雨带分布类型的一个重要因素。

(4) 对我国夏季各雨型前期太平洋海温距平场长期演变的一些特征过程的分析表明, 它们还与更长时间尺度的海温异常和 ENSO 有很好的联系, 且不同雨型有不同的

长期变化过程。根据前期太平洋大范围海温距平分布的特征和演变的过程以及 ENSO 预测, 可为夏季我国主要雨带分布的长期预报提供依据。

参 考 文 献

- 1 吴仁广、陈烈庭, 1995, 中国东部夏季雨带分布类型及其与大气环流异常的关系, KY85-10第二课题论文集, 北京: 气象出版社, 14~22.
- 2 吴国雄、王敬方, 1996, 热带和热带外海表温度异常与低空环流相关比较, 气象学报, 54(4), 385~387.
- 3 Huang Ronghui and Li Weijing, 1987, Influence of the heat source anomaly over western tropical Pacific on the subtropical high over East Asia, International conference on the General Circulation of East Asia, April 10~15, 1987, Chengdu China.
- 4 陈烈庭, 1977, 东太平洋赤道地区海水温度异常对热带大气环流及我国汛期降水的影响, 大气科学, 1(1), 1~12.
- 5 Huang Ronghui and Wu Yifang, 1987, The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanism, Japan-U. S. Workshop on El Niño Southern Oscillation Phenomenon, Nov. 3~7, 1987, Tokyo University, Japan.
- 6 廖基荪、赵振国, 1992, 7~8月西太平洋副热带高压的南北位置异常变化及其对我国天气的影响, 长期天气预报和日地关系研究, 海洋出版社, 131~139.
- 7 大气物理研究所长期预报组, 1978, 冬季太平洋海水温度异常对我国汛期降水的影响, 中国科学院大气物理研究所集刊, 第6号, 北京: 科学出版社, 1~12.
- 8 陶诗言、朱文妹、赵卫, 1988, 论梅雨的年际变异, 大气科学(特刊), 北京: 科学出版社, 13~21.
- 9 ENSO监测小组, 1989, 厄尔尼诺事件的划分标准和指数, 气象, 15(3), 37~38.
- 10 赵汉光、张先恭、丁一汇, 1988, 厄尼诺与我国气候异常, 长期天气预报研究通讯, 第8805号(总第43期), 21~42.

The Joint Effects of SST Anomalies over Different Pacific Regions on Summer Rainbelt Patterns in Eastern China

Chen Lieting

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of
Sciences, Beijing 100029)

Wu Renguang

(Department of Meteorology, Hawaii University,
Hawaii 96822)

Abstract Based on the classification of summer rainbelt distribution in eastern China, we analyzed the lagged correlation between various rainbelt patterns and seasonal sea surface temperature (SST) anomalies over the entire Pacific domain from SST leading by 4 seasons through simultaneous using 1951~1986 years of monthly SST data. The results show that there are quite different characteristics in the Pacific SST anomaly distribution corresponding to various summer rainbelt patterns, especially in the equatorial cold tongue and kuroshio region. The signs of SST anomalies in the two regions are always reversed from those of their neighborhood (presenting ">" in shape over the northwest Pacific and ">" over the tropical Pacific). These two large scale structures are the most dominant mode of SST anomalies over the Pacific. They reflect the features of both zonal and meridional thermal gradients. The results suggest that the different kinds of joint effects in SST anomaly structures in the northwest and tropical regions of the Pacific are the important factors resulting in various summer rainbelt patterns in eastern China. Both the SST anomaly structures in the northwest and tropical regions of the Pacific exhibit a strong stability and are closely linked to the persistent anomalies and their evolution of SST over the main current regions during the previous stage. These results may provide the physical basis for the prediction of summer main rainbelt distribution in eastern China.

Key words summer rainbelt pattern SST anomalies joint effect