

2004 年北半球大气环流 及对中国气候异常的影响

陈丽娟^{1,2,3} 许 力^{1,4} 江 滢¹

(1. 国家气候中心,中国气象局气候研究开放实验室,北京 100081;

2. 中国科学院大气物理研究所;3. 中国科学院研究生院;4. 北京大学物理学院)

提 要

2004 年上半年,赤道中、东太平洋大气、海洋状况总体上处于正常状态。7 月以来,赤道中、东太平洋海表温度明显增暖;2004 年西太平洋副热带高压持续偏强,夏季西伸脊点位置偏东、脊线位置偏北;6 月上中旬贝加尔湖以西地区 500hPa 高度场偏高,7 月中旬和 8 月中旬贝加尔湖地区高度场偏高;2004 年南海季风爆发时间接近常年,南亚夏季风偏强;青藏高原 500hPa 高度场偏高,冬季积雪较常年稍偏多;2004 年上半年,赤道太平洋对流活动普遍受到抑制,7 月后期开始,160°W 以西海域上空对流活动较常年明显增强。2004 年中国气候异常可能是下垫面热力异常和大气环流异常共同作用的结果。

关键词: 西太平洋副高 夏季风 对流活动

引 言

2003/2004 年冬季(2003 年 12 月~2004 年 2 月)中国东部和南部地区大范围雨雪偏少,全国冬季平均气温较常年同期明显偏高,为 1961 年以来第 3 个最暖冬季,也是 21 世纪连续第 4 个暖冬;但是在 12 月后期,我国出现大范围雨雪天气过程,内蒙古、浙江、江西、湖南等省区局部发生雪灾。春季(3~5 月),全国大部地区温度偏高,降水偏少,北方沙尘天气较 2003 年同期偏多;青海部分地区在春季出现降雪,局部地区积雪厚达 50cm 左右,部分地区牲畜冻饿致死;从春季至初夏,内蒙古东部和东北西部降水持续偏少,继 1999~2003 年连续 5 年干旱后再次出现严重干旱。夏季(6~8 月),我国未发生大的流域性洪涝灾害,降水以偏少为主,主要雨带呈纵向分布,降水偏多地区有河套地区、黄河中下游、淮河上游、长江中游、两湖流域、西南部

分地区等;南方出现持续高温天气,但高温持续时间、强度及危害均不如 2003 年同期,高温日数较常年同期明显偏多。秋季(9~11 月)北方降水较常年偏多,9 月份川东、重庆等地发生严重暴雨洪涝,并引发滑坡、泥石流等灾害。

2004 年在西太平洋和南海海域生成的热带风暴和台风共 30 个,其中 8 个在中国台湾和大陆沿海登陆,均较常年偏多。

2004 年中国气候异常可能是下垫面热力异常和大气环流异常共同作用的结果,下面分别从海温、环流场、亚洲夏季风、暖池地区对流活动、青藏高原地区气候特征等方面作初步的分析。

1 海 温

海表面温度作为大气的外强迫因子之一,其异常将改变海洋向大气输送的水汽、潜热通量等,导致局地对流活动和高低层流场

的改变,并通过大气遥相关作用机制进而影响全球的大气环流,从而导致气候异常。

2003年初,赤道中、东太平洋异常暖水迅速减弱,各关键海区的海温指数逐步下降,赤道中东太平洋的负海温距平发展,暖事件结束,衰减的暖中心移至日界线西侧。2003年春末夏初,Nino3区的海温出现负距平,但由于持续时间短,强度不大,未形成一次La Nina事件;此后直至2004年上半年,海温基本为正常情况;从2004年夏季到秋季,赤道中、东太平洋海表温度明显增暖,从海洋大气的监测和预测结果看,有可能形成一次强度偏弱的厄尔尼诺事件(图1)。

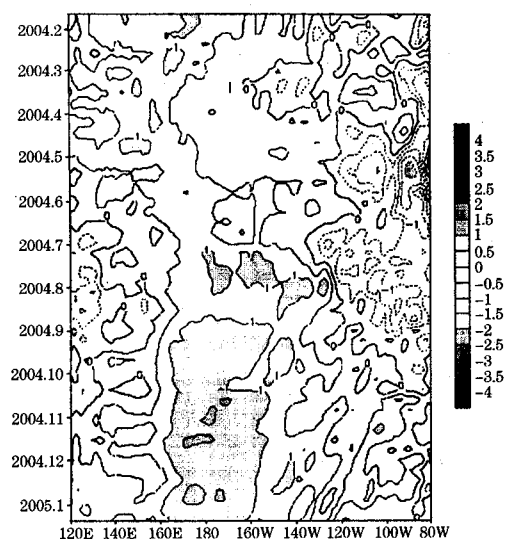


图1 赤道太平洋(5°N~5°S)海表温度距平(℃)
时间-经度剖面

2 500hPa 环流场总体特征

在2003/2004年冬季(图略)和2004年各季北半球500hPa高度距平图(春、秋图略)上,全球大部分地区高度偏高,副热带低纬地区长期为正距平控制,亚洲西风带纬向环流占优势(图2),这是2004年全国平均气温明显偏高的直接原因。

冬季(2003年12月~2004年2月)和春季(2004年3~5月)亚洲中高纬度地区500hPa高度距平图(略)呈北低南高分布,其

中贝加尔湖至鄂霍茨克海为负距平控制,这是冬春季中国大范围雨雪偏少、气温偏高的环流形势。

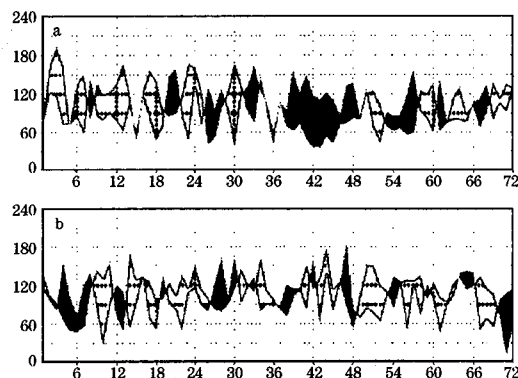


图2 2003年(a)和2004年(b)亚洲
环流指数演变图

浅色:纬向环流;深色:经向环流

夏季北半球500hPa高度距平图(图3)

上,亚洲高纬度地区和副热带低纬地区多为负距平区,在35~50°N的中纬度地区为正距平带,东亚高、中、低纬呈“- + -”距平分布型。与长江洪水年“+ - +”的距平分布相反,这是2004年长江未发生流域性洪涝的环流背景。

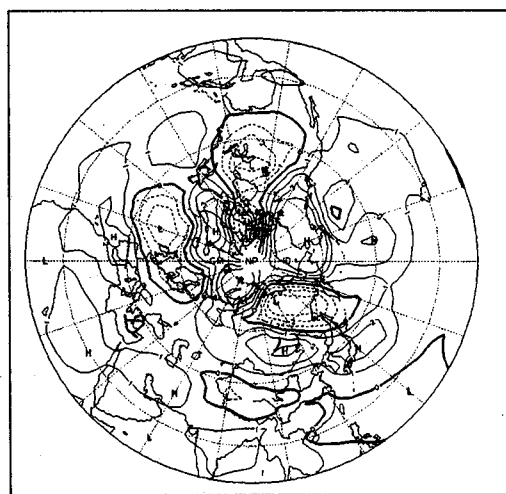


图3 2004年6~8月北半球500hPa
季平均高度距平图

秋季,北半球高纬绕极地区为负距平,中低纬大部分地区为正距平,西风带以纬向环

流为主。这种形势下,全国以气温偏高、降水偏少为主。

总体概括 2004 年四个季节的环流特点,西风带以纬向环流为主(图 2),未出现持续时间长的经向环流,从而未形成持续的降水异常,全国年内各季降水以偏少为主。

2.1 西太平洋副热带高压

研究表明,西太平洋副热带高压对我国降水带位置和气温异常分布起着非常重要的作用,它的西伸程度、脊线位置、强度和维持时间对我国夏季的旱涝有决定性的影响。

受 2002/2003 厄尔尼诺事件的影响,2003 年西太平洋副热带高压冬、春、夏、秋季持续偏强,西伸脊点位置持续偏西。2003 年初,暖事件结束后,热带海洋大气特征处于正常状态,但是 2004 年西太平洋副热带高压仍持续偏强,西伸脊点除夏季偏东外,其余季节均偏西,夏季各月平均脊线位置均明显偏北(6 月脊线:27°N;7 月脊线:26°N;8 月脊线:30°N)。由图 4 可见,西太平洋副高从 5 月下旬直至 7 月上旬总体偏北,但南北摆动较大。7 月中旬副高有一次明显的北跳,其 5880gpm 线北界推进到 30°N 附近,其后至 8 月中旬,副高北界一直维持在 30~37°N 间波动。由于副高的波动性较大,加之夏季主体位置偏东且稳定,西伸过程不明显,致使多雨区呈纵向分布,主雨带位置不明显(图 5)。

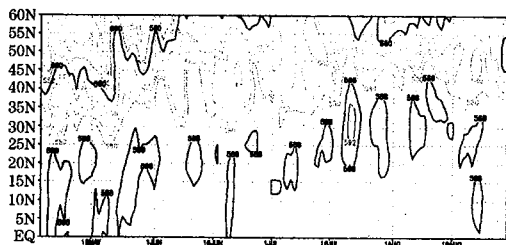


图 4 2004 年 5 月~8 月沿 110~130°E 经线平均逐日 500hPa 时间-纬度图

另外,由于副高在整个夏季总体偏北,长江至华南的大部分地区长期在西太平洋副高稳定控制之下,高温时间长达 30 天以上,造成水力、电力的供应紧张。

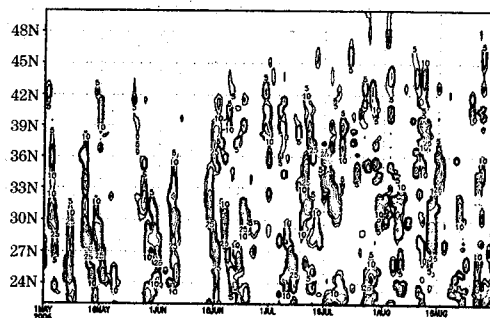


图 5 2004 年 5~8 月沿 115°E 逐日降水量的时间-纬度图

2.2 东亚阻高

中高纬度阻塞形势对我国大范围持续性天气气候异常的形成有重要作用,尤其是东亚阻塞高压活动与江淮地区的梅雨锋活动关系密切。东亚阻高加强了东亚经向环流,是冷空气输送到中国东部地区的有利形势之一;夏季冷空气强度及其与暖湿气流的交汇位置决定着夏季主要降水区的位置和强度,从而影响到夏季旱涝分布。尤其是 7 月份东亚阻高对整个汛期的降水影响最大^[1]。图 6 为 2004 年 5 月 1 日至 8 月 31 日 500hPa 位

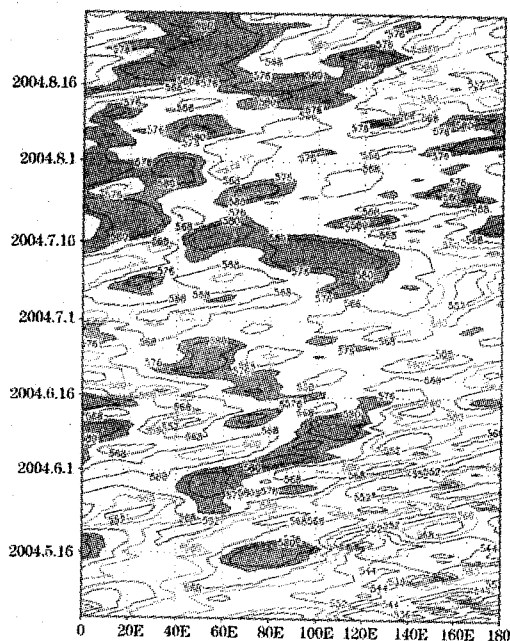


图 6 2004 年 5~8 月沿 50°N 纬圈 500hPa 位势高度时间经度剖面图

势高度沿 50°N 时间-经度剖面图, 显然, 2004 年初夏 5 月下旬~6 月上中旬在贝加尔湖以西高度场明显偏高, 7 月中旬和 8 月中旬贝加尔湖地区高度场偏高, 但未形成持续性阻塞形势。从月平均环流的阻高指数^[1] 看, 2004 年 6 月和 7 月的阻高指数远小于 2003 年, 不是典型阻高年。从亚洲环流指数演变图(图 2) 可以看到, 2004 年经纬向环流交替并以纬向为主演变的特征与 2003 年夏季、秋季环流在较长时间内保持经向性明显不同。根据陆日宇、黄荣辉^[2] 的研究, 阻塞日数少的年份多对应江淮地区夏季为早年。2004 年夏季由于东亚阻高不明显, 我国江淮地区降水较常年同期明显偏少。

3 亚洲夏季风

根据赵汉光^[3] 与何敏^[4] 等人的研究结果, 南海季风爆发时间早晚与亚洲季风强弱也是影响我国夏季降水分布的重要因素。一般情况下, 南海季风爆发时间早, 亚洲夏季风偏强, 我国主要雨带位置偏北; 南海季风爆发时间晚, 亚洲夏季风偏弱, 我国夏季主要雨带位置偏南。

2004 年南海季风于 5 月第 4 候爆发, 接近常年。6 月, 东亚季风指数较常年偏高, 南亚季风指数明显偏高, 表明亚洲季风偏强, 对应我国北方大部分地区多雨; 7 月, 东亚季风指数和南亚季风指数均较常年偏低, 表明亚洲季风偏弱, 我国主要雨带移至长江以南地区; 8 月, 东亚季风指数仍较常年偏低, 但比 7 月升高, 南亚季风指数比常年偏高, 表明亚洲季风呈现增强趋势, 我国主要雨带位置北抬。上述情况表明, 2004 年我国主要雨带的南北摆动基本反映了亚洲季风南北进退的活动特征。但季风与我国夏季降水的关系十分复杂, 降水分布不仅与暖湿气流的强弱有关, 还与冷空气的活动有关, 雨带的位置往往决定于冷暖气流的共同作用。2004 年夏季, 由于冷暖气流配合不好, 形成我国大范围以少雨为主的分布形势, 而且由于冷暖气流未能形成长期稳定的交汇区, 南北摆动较大, 所以主要雨带不明显, 多雨区以纵向分布为主要特

征。

4 暖池上空大气对流活动

热带西太平洋暖池是大气重要的热源之一。在暖池附近, 由于强烈的海-气相互作用, 对流活动很强, 在该地区上空形成上升支。黄荣辉等^[5] 从观测事实和理论方面研究了暖池上空对流活动所形成的热源对北半球大气环流异常的作用。根据叶笃正和黄荣辉^[6] 关于热带西太平洋对流活动对旱涝的分析, 发现我国长江和淮河流域夏季降水与菲律宾周围上空对流活动之间存在负相关, 而华北地区、黄河流域夏季降水与菲律宾周围上空对流活动之间存在正相关。这主要是由于暖池上空的对流活动影响着西太平洋副热带高压的位置和强度, 而副高的强度和位置的异常直接影响着东亚气候的异常。

从热带 ($5^{\circ}\text{N}\sim 5^{\circ}\text{S}$) OLR 距平的时间-经度剖面图(图 7) 可见, 2004 年西太平洋暖池附近的对流活动较 2003 年有所增强, 这可能是 2004 年夏季华北西部和黄河流域降水偏多的原因之一。此外, 按照文献[10] 的分析方法, 2004 年从冬季到夏季, 热带对流活动由弱转强, 这种状况一般对应台风活跃。2004 年西太平洋和中国南海海域生成的热带风暴和台风数较常年偏多, 登陆我国的台风亦较常年偏多, 可能与西太平洋热带对流活动的增强有关。

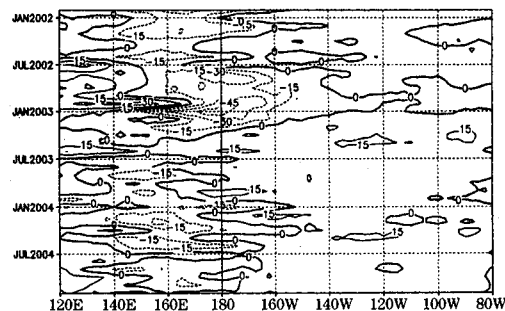


图7 赤道太平洋射出长波辐射量距平 OLR 的时间-经度剖面图

5 青藏高原

2004 年青藏高原 500hPa 高度场偏高, 12 个月中有 8 个月为正距平, 其中春秋季明

显偏高;夏季偏低,不利于高原高压系统分裂东移和西太平洋副高西伸,这可能是2004年夏季副高偏东的因素之一。青藏高原大部分地区冬季(2003年12月~2004年2月)积雪正常到稍偏多,对2004年汛期旱涝趋势预测的指示意义较弱。

6 总结

2004年,全国大部地区降水量较常年偏少,气温比常年明显偏高。年内,发生了东北春夏旱、华南江南秋旱、台风、局地暴雨洪涝等灾害。综合来讲,全国气候总体正常,气象灾害偏轻,属于气候偏好年景。

大气环流状况是造成2004年气候特征的直接成因,其中首要影响因子是西太平洋副热带高压。虽然海温处于接近正常的状态,2004年西太平洋副热带高压冬、春、夏、秋季持续偏强。夏季副高北界总体偏北,但

南北波动较大,未长时间停留在某一地区,故未形成持续性降水和流域性洪涝。

参考文献

- 1 杨义文. 7月份两种东亚阻塞形势对中国主要雨带位置的不同影响. 气象学报, 2001, 59(6): 759~767.
- 2 陆日宇, 黄荣辉. 东亚-太平洋遥相关型波列对夏季东北亚阻塞高压年际变化的影响. 大气科学, 1998, 20(5): 727~734.
- 3 赵汉光, 张先恭. 东亚季风和我国夏季雨带的关系. 气象, 1996, 22(4): 8~12.
- 4 何敏, 李小泉. 热带环流异常与我国夏季降水分布的关系. 应用气象学报, 1992, 3(2): 181~189.
- 5 黄荣辉, 李维京. 夏季热带西太平洋上空的热源异常对东亚上空副热带高压的影响及其物理机制. 大气科学, 1988, 特刊, 107~116.
- 6 叶笃正, 黄荣辉等. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究. 济南: 山东科技出版社, 1996.
- 7 宋文玲, 何敏. 热带太平洋对流活动与西太平洋台风活动关系的探讨. 应用气象学报, 1998, 增刊: 109~118.

General Circulation over the Northern Hemisphere in 2004 and Its Impact on the Climate in China

Chen Lijuan^{1,2,3} Xu Li^{1,4} Jiang Ying¹

(1. The Laboratory of Climate Study of China Meteorological Administration, National Climate Center, Beijing 100081;

2. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences; 3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences;

4. School of Physics, Peking University)

Abstract

General circulation features over the Northern Hemisphere in 2004 are analyzed. In the first half year of 2004, the atmosphere and ocean in the central and eastern Pacific near equator tended to be a normal state. From July 2004, SST in the equatorial middle and east Pacific became warmer than before. Subtropical high over the west Pacific Ocean continued to be strong in 2004. It located eastward to its normal position and the ridge line was northward to its normal value in summer. In the first and second dekad of June, the geopotential height was higher than its normal value over the west of Baikal. In the second dekad of July and August, the geopotential height field was higher than its normal over Baikal. The South China Sea summer monsoon outbreaked in normal time and the South Asia summer monsoon was stronger than normal. The 500hPa potential high over Tibetan in 2004 was higher than normal and the snow cover was more than normal. The convection over the warm pool was more active in the second half year than that in the first half year in 2004. The climate anomaly in 2004 was possibly caused by the SST anomalies of the tropical Pacific and atmospheric general circulation.

Key Words: subtropical high over the west Pacific summer monsoon convection