

关于西太平洋副热带高压研究的回顾与展望

黄露¹, 何金海^{1,2}, 卢楚翰¹

(1. 南京信息工程大学大气科学学院, 江苏 南京 210044; 2. 气象灾害省部共建教育部重点实验室, 江苏 南京 210044)

摘要:西太平洋副热带高压对我国天气的影响具有至关重要的作用,因此,对西太平洋副热带高压的研究成果进行总结归纳不可或缺。本文综述了近几十年来国内外对于西太平洋副热带高压(以下简称西太副高)与周围天气系统的相互作用,以及海洋热状况对西太副高活动的影响等2个方面所取得的研究成果。主要归纳为以下3个方面:(1)西风带、台风、南亚高压等周边天气系统对西太副高的影响;(2)海洋热状况(尤其是西太平洋暖池的热状况)等因子对西太副高的影响;(3)西太副高与我国夏季旱涝的关系。

关键词:西太平洋副热带高压;影响因子;海洋热状况

中图分类号:P424

文献标识码:A

引言

在南北半球的副热带地区,存在着副热带高压,由于海陆的影响,常断裂成若干个高压单体,这些单体统称为副热带高压。在北半球,它主要出现在太平洋、印度洋、大西洋和北非大陆上。出现在西太平洋上的副热带高压称之为西太平洋副热带高压^[1]。西太平洋副热带高压(以下简称西太副高)是重要的天气系统之一,是低纬度最重要的大型环流系统,它的位置、强度的变化直接影响我国的天气系统,历来为气象学家所重视。

我国气象学家关于西太副高的研究从1960年代开始至今,研究年代长、范围广、内容多。因此,将关于西太副高的研究进行整理和归纳十分必要。张庆云、陶诗言等曾指出,关于西太副高的研究大致可归纳为3个方面:一是副热带高压自身变化规律的研究,主要研究副热带高压(以下简称副高)的形状、结构、性质及其时空变化特征等^[2-4];二是对影响副高活动的因子进行了广泛的探讨,所涉及到的因子有:高低空和高中低纬环流,陆面(包括高原)和海洋热状况等^[5-9];三是研究副热带高压季内、年内、年际及年代际变化与天气、气候的关系^[10-11]。

由于上述第一、三点已为广大气象前辈所完整

归纳,因此,本文将重点关于西太副高的部分研究成果大致归纳为以下3个方面:西太副高与周围天气系统的关系、海洋热状况对西太副高活动的影响以及西太副高与我国夏季旱涝的关系。

1 西太副高与其周围天气系统的关系

西太副高的变化是和它周围东风带及西风带天气系统(包括台风、南亚高压等)互相联系并且相互制约的。因此,以下分别从西太副高与西风带的关系、西太副高与台风的关系、西太副高与南亚高压的关系等3个方面来阐述西太副高与其周围天气系统的关系。

1.1 西太平洋副热带高压与西风带的关系

黄士松等^[12]指出,副高的移动和副高北侧西风与南侧东风的增强或减弱有密切关系。陈瑞闪^[13]指出,夏季西北太平洋副热带高压的变化与前一天中纬度西风指数变化之间的关系是:靠近副高活动的主体部分(130°E~140°E)两者之间不存在相关;边缘地区(120°E)两者之间有一定关系。喻世华^[14]等发现,稳定的西风带环流型是造成副高中期异常变化的重要原因之一。2006年,李峰等^[15]指出,阻塞高压的强度及位置变化与前部低涡的活动

收稿日期:2011-09-25;改回日期:2012-03-13

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973计划)“热带太平洋海洋环流与暖池的结构特征、变异机理和气候效应”(2012CB417403)资助

作者简介:黄露(1987-),女,硕士研究生,江苏省泰州市人,主要从事西太平洋副热带高压与西太平洋暖池的研究. E-mail: huan-glu1987js@yahoo.com.cn

密切相关,并通过西风带基本气流及长波系统的螺旋结构的变化激发 Rossby 的经向传播,从而影响副热带高压的南北进退,最终决定了雨带的位置和变化。2010年,张琴等^[16]得出最新研究成果:东风带扰动与西风带扰动正变涡区域的南北打通,亦有利于西太副高异常东退。

1.2 西太平洋副热带高压与台风的关系

通过数值试验,任素玲等^[17]得出结论:台风西行时,西太平洋副热带高压势力强大,呈东西向带状,台风沿着副高南部西行,副高在整个过程中西伸;转向路径时,副高开始呈东西向带状,随着台风的移动副高主体东退,在160°E附近中间断裂;北上路径的台风对应的副高主体偏东。季亮等^[18-19]通过数值模拟研究得出,副高强度的加强使台风加速北上,加快了台风变性速度,高层位涡的向下输送明显提前且强度增强,位涡守恒性的破坏、重建也相应提前,位涡垂直平流的整层负值减小,加热垂直微分对对流层低层位涡增长的正贡献加强,且持续时间更长。

1.3 西太副高与南亚高压的关系

西太副高与南亚高压的移动对我国天气有重要影响。张玲等^[20]研究南亚高压以及西太副高对中国夏季降水的影响过程中指出,当南亚高压与西太副高纬向异常重叠(分离)时,长江中下游流域存在异常上升(下沉)运动,江南的广大地区存在异常下沉(上升)运动。且当2个高压纬向异常重叠时,江南地区水汽通量异常辐散,降水偏少。当2个高压纬向异常分离时,长江流域降水偏少,江南地区降水偏多。因此,研究总结西太副高与南亚高压的关系对研究我国的天气具有重要意义。

1.3.1 西太副高与南亚高压的位置移动联系

陶诗言等^[5]早年曾对夏季亚洲南部100 hPa流型与500 hPa西太平洋副热带高压进行研究,发现二者的进退有紧密联系,有“相向而行,相背而去”的趋势。刘梅等^[21]通过对2002~2005年南压高压脊线与副热带高压脊线进行相关分析,得出南压高压脊线与副热带高压脊线位置具有很好的线性关系且相关系数达到0.75,因此指出,南亚高压脊线与副热带高压脊线的位置移动具有同向同步性。当南亚高压位置东移时,西太副高有一次西伸北上过程;反之南亚高压位置偏西时,中国大陆东部的西太副高则向东南撤,位置偏南,亦即两者有相向和相背而行的趋势。

1.3.2 西太副高与南亚高压移动的动力机制

黄士松^[22]曾在1977年发现入夏以后青藏高原上空在加热场作用下,在整个南亚高层形成一个强大的反气旋,从青藏高原往东方向的辐散气流在太平洋上空出现高空水平辐合,从而对太平洋上副高的形成和维持起重要作用。朱抱真等^[23]认为夏季副热带不同高度上的2个高压可以看作一个有机联系的整体。喻世华等^[14]分析发现,在华东上空一旦出现具有动力性质的高空高压单体并与西太副高重叠,构成一深厚的动力性高压系统,极利于副高位置持续稳定。赵兵科等^[24]认为南亚高压的东伸是副热带高压西伸加强的一个动力原因。任荣彩等^[25]指出,高空负涡度平流的下沉运动以及下沉运动伴随的绝热加热效应是使得二者相向而行的原因。近年来,Zhang等^[26]在分析了南亚高压及西太副高异常和热源异常的关系之后,发现青藏高原以东的热源异常是强迫南亚高压东伸和西太副高西进的主要原因。

2 海洋热状况对西太副高的影响

西太副高位于西太平洋上,受海洋影响显著。因此,海洋热状况为影响西太副高的重要因子之一,与副热带高压的活动有密切关系。以下,重点从海洋热状况与西太副高的季节性联系、海洋热状况影响西太副高的对流活动机制、海洋热状况影响西太副高的遥相关机制等3个方面讨论海洋热状况对西太副高的影响。

2.1 海洋热状况与西太副高的季节性联系

张先恭等^[27]早期研究表明,西太平洋副高的长期变化趋势与赤道东太平洋海温的长期变化趋势基本一致。海温与副高在3~4 a周期上有最好的关系,且副高比海温落后3~5个月。段美成等^[28]研究发现,副高异常对热带西太平洋、南海、孟加拉湾的海温异常有2个月的滞后响应。其后,段美成等^[29]又通过数值模拟,表明副高异常对热带西太平洋、南海、孟加拉湾的海温异常有2个月的遥响应;西太副高异常和东太平洋副高异常总是相伴出现的,并且后者出现要早些;当热带西太平洋、南海、孟加拉湾SST异常增加(减少)时,副高的位置持续偏北(南)。翁传学等^[30-31]研究了副热带高压和热带西太平洋暖池面积的变化,证实两者都在46.7个月的周期出现谱峰值。当暖池面积较大(小)时,副热带高压变强(弱);冬季暖池域次表层水热含量与副

高面积和强度具有相反的年际变化趋势,且有相近的变化周期。

另外,其他海区(尤其是印度洋等海区)的热状况对西太副高的影响也不容忽视。陈烈庭^[32]和吴国雄等^[33]早期则研究了印度洋海温异常,特别是印度洋—太平洋海温相互配置及它们的纬向梯度在对西太副高的影响中的重要作用;孙淑清等^[34]在同一时期比较了强弱高压年 OLR、垂直环流和海温异常的差异,发现与副热带高压异常有关的垂直环流是由热带东太平洋海温异常导致的季风环流的变化引起的;最近,曾刚等^[35]研究了不同海域海表温度异常对西太副高年代际变化的影响,发现热带太平洋海表温度变化对夏季西北太平洋副热带高压的年代际变化也有重要作用。

2.2 海洋热状况影响西太副高的对流活动机制

早年, Kurihara 和 Kawahara^[36]用观测事实说明了 1978 和 1984 年由于热带西太平洋海温偏高,则在我国南海、菲律宾周围上空的对流活动加强,这些对流活动直接影响着东亚上空副高的位置和强度。在同一时期,罗绍华等^[37]则认为,北印度洋和南海海温偏暖时,有利于夏季西太平洋副热带高压脊的加强及西伸。黄荣辉等^[38]利用西太平洋暖池区的表层、次表层海温和高云量等观测资料分析了暖池的热状态及其对东亚气候的影响,指出:当暖池增暖时,菲律宾附近对流活动加强,西太平洋副热带高压则偏北,反之则偏南。黄荣辉等^[39-40]的研究结果进一步表明,当热带西太平洋暖池增暖时,从中印半岛经南海到菲律宾以东地区上空的对流活动将增强,西太副高的位置偏北,对应我国江淮流域夏季降水偏少,华南和华北降水比正常偏多;反之,菲律宾附近对流活动减弱,西太副高的位置偏南,江淮流域夏季降水偏多,黄河流域的降水偏少,易发生干旱。吴国雄等^[41]研究发现,北印度洋上的海温异常的确能导致西太副高的异常。

2.3 海洋热状况影响西太副高的遥相关机制

Bjerknes^[42-43]早在 20 世纪 60 年代就研究了 Hadley 环流的变化对赤道异常海温的响应机制以及整个大气环流变化与赤道太平洋海温的遥相关关系;李崇银^[44]分析东亚大气环流与 ENSO 相互影响时指出,El Nino 年夏季,由于遥相关机制,东亚及西太平洋中纬度地区出现地面气压及高度场负距平,西太副高位置持续偏南,而 La Nina 年副高则偏北。2002 年,陈海山等^[45]研究了 Nino C 区秋季海温异

常对东亚冬季大气环流的可能途径,认为秋季 SST 正(负)异常引起西太平洋地区出现负(正)WP 遥相关型的环流异常,最终导致偏弱(强)的东亚冬季风活动。近年来,任广成等^[46]指出,前期夏、秋两季北太平洋海温距平场呈现 El Nino 分布型或是赤道东太平洋海温异常偏高,尤其是前期秋季 9~10 月 Nino 3 区和 Nino 4 区海温异常偏高时,预示着冬季西太平洋副高强度偏强;前期北太平洋海温距平场呈现 La Nina 分布型或是夏、秋两季赤道东太平洋海温异常偏低,尤其是前期夏季 6~8 月东、西 2 关键区海温异常偏低时,预示着冬季西太平洋副高位置偏东。

3 西太副高与我国夏季旱涝的关系

众所周知,西太副高位置的年际、月际变化对我国的天气气候有着至关重要的影响,而西太副高脊线的位置移动对我国各地区夏季旱涝的影响不尽相同。

蔡尔诚等^[47]指出,夏季副热带高压的性状是夏季中国旱涝分布的基本因素。夏季旱涝是我国主要的自然灾害之一,它的发生给国民经济和人民生命财产带来严重的损失。陶玫等^[48]研究发现,西太平洋副热带高压是影响江淮夏季降水的主要系统之一,它的位置、强度可以造成江淮夏季降水的异常分布。

宋文玲等^[49]指出,当西太平洋副高偏西偏北时三峡西部或西北部容易处于冷暖空气交汇区从而有利于出现西部型降水;但是如果西太平洋副高异常偏西偏北,从而使整个三峡地区处于副高直接控制之下,三峡地区反而出现大范围高温伏旱(如 1994 年)。同样的道理,西太平洋副高偏西偏南有利于三峡东部或东南部降水偏多,但是如果西太平洋副高极端偏南,致使三峡地区远离冷暖空气交汇的位置,也会导致三峡地区大范围少雨干旱(如 1970 年 7 月)。再如,当西太平洋副高偏东时三峡东部处于冷暖空气交汇区从而有利于出现东部型降水,但是在西太平洋副高极端偏弱偏东的年份(如 1972 年),夏季雨区很小且偏向东部沿海,远离三峡地区,结果也同样导致三峡地区大范围干旱少雨。

李峰等^[50]发现,长江中下游地区夏季降水有明显的年代际特征,它与西太平洋副高的关系也具有显著的年代际变化。20 世纪 70 年代中期以后长江中下游地区夏季降水明显增多,直接原因是受西太

平洋副高影响。

He 等^[51]的统计分析结果显示,夏季西太平洋副高的3个参数(面积、强度和脊线纬度)与长江中下游夏季降水存在很高的相关。

大范围环流异常是造成区域旱涝的直接原因。研究表明,遥相关环流异常、与阻高和西太平洋副高相联的环流异常是造成华北旱涝的重要原因^[52-57]。

4 展望

西太副高周围的天气系统(包括西风带、台风和南亚高压等)对西太副高的影响已广受关注,然而这些天气系统影响西太副高,进而影响我国天气的原因机制以及影响程度等方面仍需深入研究与探讨。

海温与西太副高的关系历来是人们关注的主题,海洋热状况(尤其是热带西太平洋暖池的热状况)在对西太副高的影响过程中起着举足轻重的作用,进而对我国的天气气候变化产生影响。西太平洋暖池的热状况具体包括西太平洋暖池的表层、次表层量。但是,前人对西太平洋暖池的研究大多集中在表层海温,而对其次表层海温和热含量等物理量并没有太多重视。然而,已有的很多关于西太平洋暖池次表层海温和热含量的研究表明,暖池区域的次表层海温和热含量等物理量对西太副高的影响程度不亚于暖池的表层海温,有时甚至占据更重要的影响地位。因此,可以从暖池次表层海温、热含量等物理量着手,对西太平洋暖池进行深入探索,从而找出其对我国天气的影响机制。例如,近年来揭示的赤道中太平洋异常增温事件,它可通过影响西太平洋暖池,进而影响西太副高的位置移动,进而影响我国华东的气候异常。

由最新研究发现(图1),西太平洋冬季暖池热含量指数和西太平洋夏季副高强度指数的相关系数为 -0.59 ,明显高于西太平洋冬季海温指数和西太平洋夏季副高强度指数的相关系数 0.06 。其中,西太平洋冬季(上一年的12月和本年的1月及2月)暖池的热含量指数计算方法:对西太平洋区域($120^{\circ}\text{E} \sim 150^{\circ}\text{W}, 20^{\circ}\text{S} \sim 10^{\circ}\text{N}$)的 $5 \sim 366\text{ m}$ 次表层海温进行垂直平均,得到西太平洋冬季的热含量,然后对西太平洋冬季热含量距平场进行EOF分析,将其第一特征向量的时间系数即西太平洋冬季暖池热含量指数(方差贡献率达 61%);参照中国气象局气候中心计算方法,将西太平洋区域中海表温度 $>28^{\circ}\text{C}$ 的区

域格点值减去 28°C 所得差值进行标准化面积权重平均,作为西太暖池冬季海温指数;西太平洋夏季(6月、7月和8月)副高强度指数来自于中国气象局气候中心74项环流指数。

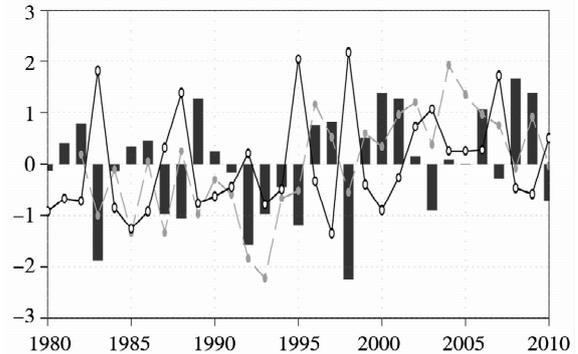


图1 西太平洋冬季暖池热含量指数(直方);
西太平洋夏季副高强度指数(实线);
西太平洋冬季暖池海温指数(虚线)

Fig. 1 The index of the heatcontent of the western Pacific warmpool (bar); the index of the intensity of the western Pacific subtropical high (solid line); the index of the surface temperature of the western Pacific warmpool (dashed line)

这一研究进展说明,西太平洋暖池的次表层海温与西太副高的强度相关性和稳定性很好,而仅仅研究西太平洋暖池的海表温度是远远不够的,需要结合西太平洋暖池的次表层海温以及热含量等物理量,从而更加系统地认识西太副高与西太平洋暖池之间的关系,进而获取西太平洋暖池对我国天气气候的影响机制。因此可知,该研究进展将为通过监测西太平洋暖池次表层海温从而预报预测我国的天气气候提供更可靠的途径。

总之,深入研究西太副高与周围天气系统、海洋热状况相互作用以及西太副高与我国夏季旱涝的关系,进而找出西太副高对我国气候异常的影响机制与预测因子,这将为我国气候预测提供更为可靠的方法。

参考文献:

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理与方法[M]. 北京:气象出版社,2000. 474-476.
- [2] 吴国雄,丑纪范,刘屹岷,等. 副热带高压形成和变异的动力学问题[M]. 北京:科学出版社,2002. 26-27.
- [3] 黄士松,余志豪. 副热带高压结构及其同大气环流有关若干问题的研究[J]. 气象学报,1961,31(3):339-359.
- [4] 毕慕莹. 夏季西太平洋副热带高压的振荡[J]. 气象学报,1989,

- 47(4):467-474.
- [5] 陶诗言,朱福康. 夏季亚洲南部 100 hPa 流型的变化及其与副热带高压进退的关系[J]. 气象学报,1964,34(4):385-395.
- [6] 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物理机制[J]. 大气科学,1988(特刊 1928-1988):107-116.
- [7] 黄士松. 副热带高压东西向移动及其预报的研究[J]. 气象学报,1963,33(3):320-332.
- [8] 赵振国,陈国珍. 初夏西太平洋副热带高压南北位置长期变化的成因及预报[J]. 热带气象学报,1995,11(3):223-229.
- [9] 庄世宇,纪立人. 夏季副热带西太平洋大气环流持续异常[J]. 科学通报,1997,42(20):2196-2199.
- [10] 陶诗言等著. 中国夏季副热带天气系统若干问题的研究[M]. 北京:科学出版社,1963. 1-124.
- [11] 陶诗言,徐淑英. 夏季江淮流域持久性旱涝的环流特征[J]. 气象学报,1962,32(1):1-18.
- [12] 黄士松,汤明敏. 夏季东半球海上越赤道气流与赤道西风、台风及副热带高压活动的联系[J]. 南京大学学报,1982(气象学特刊):1-16.
- [13] 陈瑞闪. 夏季西北太平洋副热带高压变化和中纬度西风指数变化之间的相关分析[J]. 热带气象,1986,2(1):79-85.
- [14] 喻世华,赵库. 西太平洋副热带高压异常进退的对比分析[J]. 热带气象学报,1993,9(1):12-18.
- [15] 李峰,林建,何立富. 西风带系统的异常活动对 2003 年淮河暴雨的作用机制研究[J]. 应用气象学报,2006,17(3):303-309.
- [16] 张琴,姚秀萍,寿绍文. 梅雨期西太平洋副热带高压异常东退与东风带扰动关系的合成诊断分析[J]. 大气科学,2011,35(1):29-40.
- [17] 任素玲,刘屹岷,吴国雄. 西太平洋副热带高压和台风相互作用的数值试验研究[J]. 气象学报,2007,65(3):329-340.
- [18] 季亮,费建芳,黄小刚. 副热带高压对登陆台风影响的数值模拟研究[J]. 气象学报,2010,68(1):39-47.
- [19] 季亮,费建芳. 副热带高压对登陆台风等熵面位涡演变影响的数值模拟研究[J]. 大气科学,2009,33(6):1297-1308.
- [20] 张玲,智协飞. 南亚高压和西太副高位置与中国盛夏降水异常[J]. 气象科学,2010,30(4):438-444.
- [21] 刘梅,胡洛林,濮梅娟,等. 夏季南亚高压的演变及有关天气系统的响应研究[J]. 气象科学,2007,27(3):294-301.
- [22] 黄士松. 夏季大洋上副热带高压的成长维持与青藏高压的联系[J]. 南京大学学报(自然科学版),1977,1:141-146.
- [23] 朱抱真,宋正山. 青藏高原科学试验文集(一)[M]. 北京:科学出版社,1981. 303-313.
- [24] 赵兵科,姚秀萍,吴国雄. 2003 年夏季淮河流域梅雨期西太平洋副高结构和活动特征及动力机制分析[J]. 大气科学,2005,29(5):771-779.
- [25] 任荣彩,刘屹岷,吴国雄. 1998 年 7 月南亚高压影响西太副高短期变异的过程和机制[J]. 气象学报,2007,65(2):183-197.
- [26] Zhang Ling, Zhi Xiefei. The longitudinal oscillation of the South Asian high and the subtropical western Pacific high during boreal summer[J]. *Advances in Geosciences*, 2010,16:93-108.
- [27] 张先恭. 西太平洋副热带高压的气候振动[J]. 气象科学研究院院刊,1988,3(1):1-9.
- [28] 段美成. 海温异常对季内西太平洋副热带高压异常进退的数值模拟[J]. 海洋预报,1996,13(2):35-42.
- [29] 段美成,喻世华. 季内西太平洋副热带高压异常进退的数值模拟[J]. 热带气象学报,1997,13(2):131-138.
- [30] 翁学传,张启龙,颜廷壮. 热带西太平洋暖池及其与南方涛动和副热带高压关系[J]. 海洋科学集刊,1998,40:35-41.
- [31] 翁学传,张启龙,颜廷壮. 热带西太平洋暖池域次表层水热含量变化及其与我国东部汛期降水和副高的相关关系[J]. 海洋科学集刊,1996,37:1-9.
- [32] 陈烈庭. 北太平洋副热带高压与赤道东部海温度相互作用[J]. 大气科学,1982,6:148-156.
- [33] 吴国雄,孟文. 赤道印度洋-太平洋地区海气系统的齿轮式耦合和 ENSO 事件 I·资料分析[J]. 大气科学,1998,22(4):470-480.
- [34] SUN Shuqing, YING Ming. Subtropical high anomalies over the western Pacific and its relations to Asia monsoon and SST anomaly[J]. *Adv Atmos Sci*, 1999,16(4):559-568.
- [35] 曾刚,孙照渤,林朝晖,倪东鸿. 不同海域海表温度异常对西北太平洋副热带高压年代际变化影响的数值模拟研究[J]. 大气科学,2010,34(2):307-322.
- [36] Kurihara K, Kawahara M. Extremes of east Asia weather during the post ENSO years of 1983/84[J]. *Meteor Soc*, 1986,64:493-503.
- [37] 罗绍华,金祖辉. 北印度洋和南海海温异常对夏季环流及长江中下游梅雨期旱涝关系的探讨[A]. 气象科学技术集刊(季风论文专集)[M]. 北京:气象出版社,1987. 41-50.
- [38] 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[J]. 大气科学,1988(特刊):107-115.
- [39] 黄荣辉,孙凤英. 热带西太平洋暖池的热状态及其上空的对流活动对东亚夏季气候异常的影响[J]. 大气科学,1994,18(2):456-464.
- [40] 黄荣辉,孙凤英. 热带西太平洋暖池上空对流活动对东亚夏季风季节内变化的影响[J]. 大气科学,1994,18(4):456-465.
- [41] 吴国雄,刘平,刘屹岷,等. 印度洋海温异常对西太平洋副热带高压的影响-大气中的两级热力适应[J]. 气象学报,2000,58(5):513-522.
- [42] BJERKNES J. A possible response of the atmospheric Hadley circulation to the equatorial anomalies of ocean temperature[J]. *Tellus*, 1966,18(3):820-829.
- [43] BJERKNES J. Atmosphere Teleconnection from the Equatorial Pacific[J]. *Mon Wea Rev*, 1969,97(4):163-172.
- [44] 李崇银,胡季. 东亚大气环流与厄尔尼若相互影响的一个分析研究[J]. 大气科学,1987,11:359-363.
- [45] 陈海山,孙照渤,倪东鸿. Nino C 区秋季海温异常对东亚冬季大气环流的影响[J]. 热带气象学报,2002,18(2):148-156.
- [46] 任广成,吴小林,沈爱华. 冬季西太平洋副高异常变化对我国气温的影响及其与前期北太平洋海温的关系[J]. 气象与环境科学,2007,30(3):10-13.
- [47] 蔡尔诚,唐浩. 中国夏季旱涝预测研究一现状与进展[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2002,14(3):1-5.

- [48] 陶玫,吕军,于波. 江苏夏季旱涝环流演变特征分析[J]. 气象科学,2008,28(1):85-89.
- [49] 宋文玲,杨义文. 长江三峡地区夏季旱涝特征及气候预测[J]. 气象,2003,29(7):13-18.
- [50] 李峰,何立富. 长江中下游地区夏季旱涝年际、年代际变化的可能成因研究[J]. 应用气象学报,2002,13(6):718-726.
- [51] He Jinhai, Zhou Bing, Wen Min, et al. Vertical circulation structure, interannual variation features and variation mechanism of western Pacific subtropical high[J]. Adv Atmos. Sci, 2001, 18(4):497-510.
- [52] 黄荣辉. 引起我国夏季旱涝的东亚大气环流异常遥相关及其物理机制的研究[A]. 叶笃正,等. 旱涝气候研究进展[M]. 北京:气象出版社,1990. 37-44.
- [53] 梁平德. 华北平原夏季干旱的天气气候分析[A]. 北方天气文集(6)[C]. 北京:北京大学出版社,1987. 138-151.
- [54] 白魁安,苏福庆. 北京夏季旱涝成因的分析与预报[A]. 北方天气文集(5)[C]. 北京:北京大学出版社,1984. 37-42.
- [55] 毕慕莹. 近40年来华北干旱的特点及其成因[M]. 北京:气象出版社,1990. 23-32.
- [56] 孙安建,高波. 华北平原地区夏季严重旱涝特征诊断分析[J]. 大气科学,2000,24(3):393-402.
- [57] 赵声蓉,宋正山. 华北汛期旱涝与中高纬环流异常[J]. 高原气象,1999,18(4):535-540.

Review and Outlook of Researches About Western Pacific Subtropical High

HUANG Lu¹, HE Jinhai^{1,2}, LU Chuhan¹

(1. College of Atmospheric Sciences, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China;
2. Key Laboratory of Meteorological Disaster of Ministry of Education, Nanjing 210044, China)

Abstract: The western Pacific subtropical high has the most important role on the influence of weather in China, so it's necessary to summarize the research achievements of the WPSH. This paper has reviewed the domestic and foreign study achievements about the interaction between the western Pacific subtropical high (WPSH) and the surrounding weather systems, and the impacts of ocean thermal conditions on the WPSH in recent decades. The main results can be summed up as the following three aspects: (1) the effects of the westerlies, typhoon and the south Asia high on the WPSH; (2) the influences of the ocean thermal conditions on the WPSH; (3) the relationship between the WPSH and the droughts(floods) in China.

Key words: Western Pacific Subtropical High; influence factor; ocean thermal condition