

文章编号: 2096-1618(2018)04-0430-08

北半球夏季 EAP 遥相关型的时空及环流特征研究

杨含雪¹, 肖天贵¹, 金荣花²

(1. 成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都 610225; 2. 国家气象中心, 北京 100081)

摘要:为更好地分析近年来 EAP 遥相关的时空变化特征, 利用 1951–2016 年 NCEP 再分析资料, 并主要采用合成分析的方法着重对夏季 EAP 的空间结构以及环流特征等进行了讨论和分析。结果表明, 夏季 EAP 遥相关型的空间模态在各个层次和高度中都有体现, 尤其是在对流层中层, 并且中心位置都非常接近, 表现出了明显的相当正压结构。同时 EAP 遥相关型主要存在的是准 3 年周期, 主要以年际变化为主。EAP 遥相关高指数年分布都呈现“– + –”的分布, 西太平洋副热带高压偏北偏东, 华南和华北地区降水偏多, 而江淮和长江中下游地区夏季降水偏少, 且有可能发生干旱; 低指数年则为“+ – +”的分布形势, 西太平洋副热带高压偏西偏南, 中国江淮流域等地区夏季降水偏多, 并可能发生严重的洪涝灾害。

关键词:气候变化; 遥相关; 东亚–太平洋遥相关型(EAP); 时空特征; 相当正压结构

中图分类号: P434⁺.4

文献标志码: A

doi: 10.16836/j.cnki.jcuit.2018.04.013

0 引言

北半球夏季东亚地区气候的变化与西北太平洋密切相关, Huang 等^[1–2]揭示出菲律宾附近的对流活动激发的东亚–太平洋相关型(EAP 型)遥相关。Nitta^[3]通过定义一个云量指数, 并与北半球500 hPa高度场求相关, 发现存在起始于菲律宾并最终到达北美的遥相关波列, 该遥相关型指菲律宾附近对流活动加强, 将激发一个准定常行星波列, 从菲律宾周围经东亚和东北亚传播到北美西岸, 从而形成了 EAP 遥相关型的分布。Lau 等^[4]指出该遥相关型是对东亚地区影响最为显著的遥相关型之一, 在东亚沿岸由 3 个正负相间的中心构成, 形成了经向三极子型结构, 其中心分别位于菲律宾南海, 日本以及鄂霍次克海附近区域, 反映 3 个关键环流系统的变化, 即鄂霍茨克海至贝加尔湖附近有无阻塞形势(东北亚地区)、日本附近区域西风带的位置变化和低纬度西太平洋副热带高压的位置和强弱变化及其相互配置情况。从 EAP 遥相关型的中心分布位置可知, 该遥相关型与东亚气候变化之间有着密不可分的联系。

近年来的研究指出 EAP 遥相关型对中国夏季乃至整个东亚地区的气候都具有非常重要的影响。林建等^[5]指出长江中下游旱涝与遥相关型之间存在密切关系; 陆日宇等^[6]指出热带西太平洋海温异常引起的

EAP 型遥相关波列是产生夏季东北亚阻塞高压的年际变化及其与江淮地区夏季降水之间关系的一个重要原因。Bin Wang 等^[7]认为太平洋中东部海温异常与东亚太平洋地区气候异常的联系机制是 EAP 遥相关型。闵锦忠等^[8]研究表明 EAP 遥相关型对夏季热带西太平洋对流和长江中下游地区的降水有重要的影响, 即通过副热带高压的异常从而影响东亚夏季风的异常, 进一步对长江中下游地区夏季降水产生异常。陈锐丹等^[9]的结果表明 6 月华南降水与同期 EAP 遥相关型有显著的相关关系。以上结果都表明 EAP 遥相关对于中国夏季气候有重要的影响。但上述研究主要是从 EAP 遥相关型与中国气候的整体关联出发, 而文中主要对 EAP 遥相关型的时空特征结构进行详细的分析, 着重讨论其高低指数对应的环流形势, 从而进一步分析其是怎样对中国夏季气候产生影响的。

1 资料和方法

美国国家环境预报中心和国家大气研究中心(NCEP/NCAR)逐月再分析资料, 资料长度 1951–2016 年, 共 66 年。包括风场、温度场、高度场、海平面气压场和海温(sst)。

1974–2013 年共 40 年美国国家海洋和大气局(NOAA)的向外长波辐射月平均资料(OLR), 其中 1978 年缺测。

国家气候中心提供的 1951–2016 年 74 项环流资料。

主要采用相关分析、线性回归分析、合成分析、*t* 检验、小波分析等方法对指数以及相关气象要素进

收稿日期: 2018-03-04

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(91337215, 41575066); 国家科技支撑计划资助项目(2015BAC03B05); 公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY201406015)

行进一步的分析。

2 EAP 遥相关型的年际和年代际变化特征

EAP 遥相关型是由菲律宾附近的对流活动激发, OLR 资料能够很好地反映对流活动的特征^[1],因此将菲律宾附近区域的 OLR 平均后与500 hPa位势高度场做相关分析,其中心作为 EAP 遥相关中心。由图 1 可见,正高度距平位于菲律宾南海附近,日本地区为负高度距平,而鄂霍次克海附近区域则为正高度距平分布,整个相关场的分布在东亚沿岸从南到北呈现出“+ - +”的波列分布,而这种东亚地区从低纬度到高纬度正负相间的分布型就是 EAP 遥相关型,即东亚从低纬到高纬呈现出“+ - +”(负 EAP)的环流分布,且中心分别位于南海与菲律宾、日本以及鄂霍次克海附近区域。

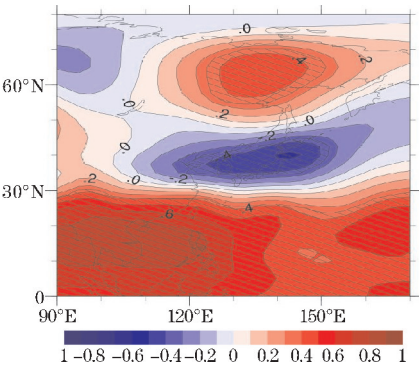


图 1 夏季菲律宾附近区域平均的 OLR 值与西太平洋-东亚 500 hPa 位势高度场相关图

为更好地定量化表征东亚太平洋遥相关型,采用的东亚太平洋遥相关指数^[10]:

$$I_{EAP} = \text{NOR}(-0.25Z'_s(20^\circ\text{N}, 125^\circ\text{E}) + 0.5Z'_s(40^\circ\text{N}, 125^\circ\text{E}) - 0.25Z'_s(60^\circ\text{N}, 125^\circ\text{E}))$$

其中 $Z' = Z - \bar{Z}$ (Z 为某年夏季该点的500 hPa位势高度, \bar{Z} 为气候平均态), $Z'_s = Z' \sin 45^\circ / \sin \varphi$, φ 为纬度, $\text{Nor}(X)$ 为对 X 进行标准化处理。该遥相关型的经向扰动导致中国华南和菲律宾区域上空高度场为负距平,日本上空为正距平,鄂霍次克海地区附近为负距平。

通过计算得到 1951-2016 年夏季 EAP 标准化时间序列指数,发现 I_{EAP} 存在年际变化和年代际变化特征。对于 EAP 遥相关型,从其 11 年滑动平均曲线图上(见图 2)可以清楚地看到,EAP 遥相关型在 70 年代末期由正值转为负值,年代际时间尺度上有减弱的趋势,而已经有研究表明 EAP 遥相关型可以很好地反映夏季风的变化。

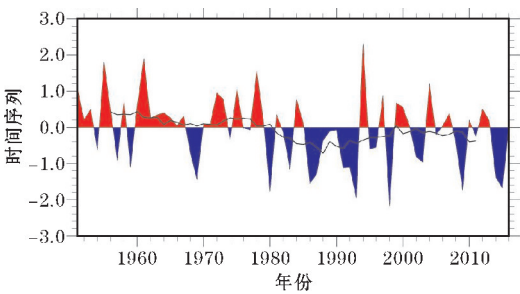


图 2 夏季 1951-2016 年 EAP 遥相关指数的年际变化曲线及 11 年滑动平均曲线

利用 Morlet 小波分析来检测夏季 EAP 指数的周期变化。如图 3,得到了指数66 a时间序列经小波变换后的能量谱图,能量的聚集中心代表了该遥相关型波动能量变换的特性。从图 3 中可以发现,在所研究时段内 EAP 遥相关型的能量最强尺度是 2 ~ 4 a,即准 3 a 的周期变化,主要是集中在 20 世纪 90 年代;在 20 世纪 50 年代中后期和 70 年代末到 80 年代初,也存在准 3 a 的周期变化。同时,EAP 遥相关型在 80 年代中后期到 90 年代中后期还有 4 ~ 8 a 周期变化,但强度弱于准 3 a 周期变化。综上,发现 EAP 的年代际特征并不是非常明显,显著周期在 10 a 以下,主要是以年际变化为主。

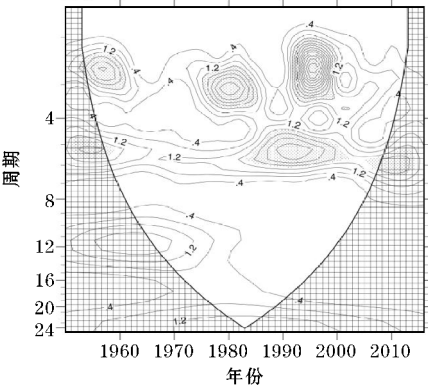


图 3 EAP 遥相关指数的小波能量谱图

3 EAP 遥相关型的空间结构

为了进一步了解北半球夏季 EAP 遥相关型的空间分布特征,将夏季 EAP 遥相关指数 (I_{EAP}) 分别对夏季各个层次的位势高度距平场作线性回归分析,取了具有代表性的 6 个层次:925 hPa, 700 hPa, 500 hPa, 300 hPa, 100 hPa, 70 hPa。

结果如图 4 所示,当在 925 hPa 位势高度上时(图 4a),东亚地区从低纬到高纬已经初步具有“- + -”的分布形势,正距平中心较小;700 hPa 时(图 4b),可以看出经过发展这种结构更加明显清晰且中心数值也有

明显的增大;在500 hPa(图 4c) 位势高度上发展最为强烈,“- + -”的这种分布形势已经非常明显,中心分别位于南海与菲律宾,日本以及鄂霍次克海附近区域;到了300 hPa位势高度(图 4d),该结构仍有明显的表现,但是强度明显要弱于500 hPa位势高度;100 hPa时(图 4e),明显减弱,但是“- + -”的经向分布形势仍然存在;最终在70 hPa位势高度上时(图 4f),结构完全消失,已经完全观察不到。

综上,说明了夏季 EAP 遥相关型的表现主要存在于对流层中,在平流层逐渐消失,没有明显的表现形式。同时也可以看出夏季 EAP 遥相关型在对流层中层500 hPa表现最为明显,但不仅仅存在于500 hPa上,在对流层的不同层次和高度上都表现,均呈现出沿东亚地区低纬到高纬“- + -”的经向分布形势,从低层到高层遥相关中心只是略有向西移动,中心位置分布相近,说明该遥相关型具有相当正压结构。

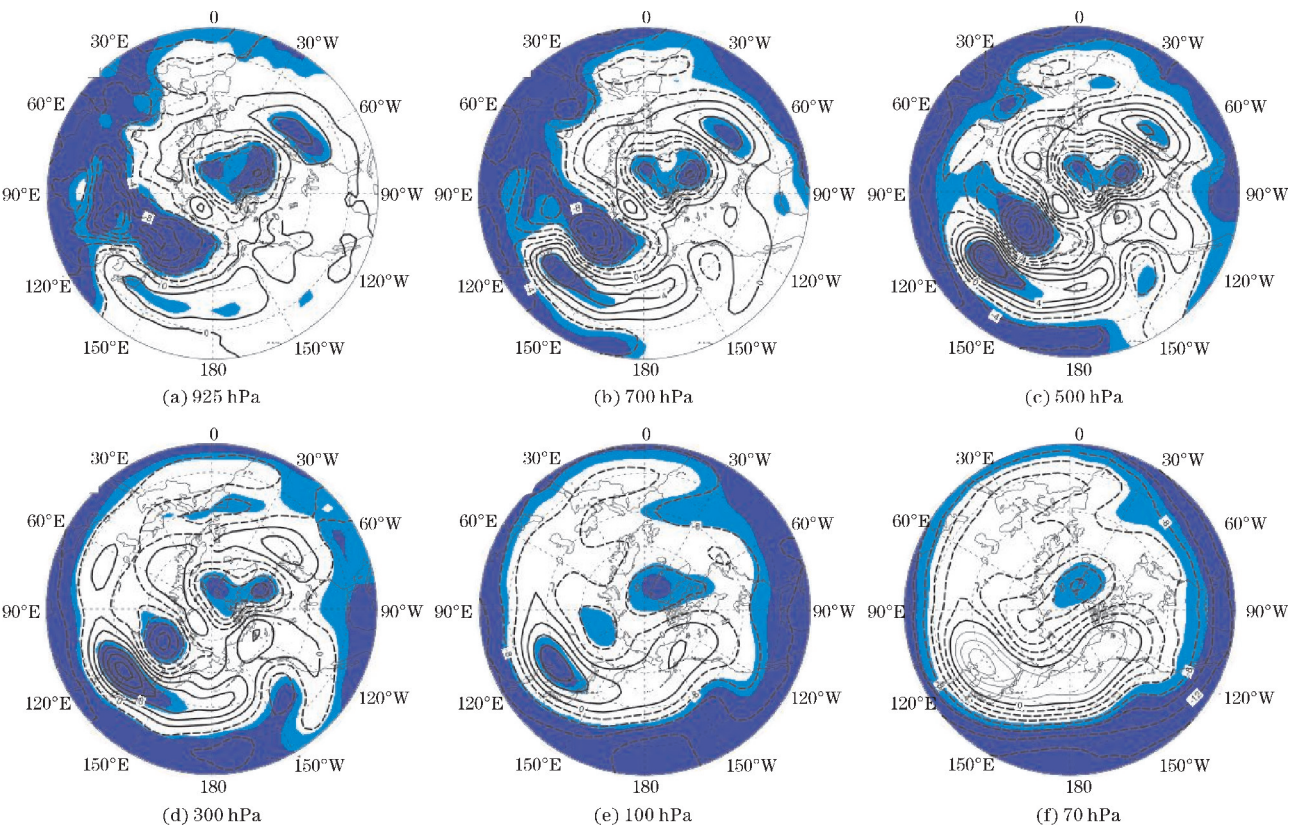


图4 夏季位势高度距平场与EAP遥相关型指数的回归分布
(阴影部分表示通过95%,99%信度检验)

4 EAP 高低指数年份对应的环流形势

为进一步分析在 EAP 遥相关型影响下的北半球夏季环流形势,对 1951–2016 年 EAP 高低指数年份进行了统计,分别取高指数年 ($I_{EAP} \geq 1$) 和低指数年 ($I_{EAP} \leq -1$) 对东亚夏季500 hPa高度场与850 hPa风场距平进行合成分析。

表1 1951–2016 年 EAP 高低指数年份统计

指数	年份
$I_{EAP} \geq 1$	1951, 1955, 1961, 1975, 1978, 1994, 2004
$I_{EAP} \leq -1$	1959, 1969, 1980, 1983, 1986, 1987, 1991, 1992, 1993, 1998, 2009, 2014, 2015

表1 统计出了 1951–2016 年高低指数的对应年份,从

表中可以看到低指数年份要多于高指数的年份,表 2 根据文献[11–12]统计出了江淮地区旱涝年份,对应表 2 可以看到,高低指数年份的分布基本能与江淮地区旱涝年相对应,高指数年对应江淮地区早年,而低指数年则对应涝年。其中高低指数分别在 1994 年(2.31)以及 1998 年(-2.19)达到极值,极值点刚好对应着江淮地区 1994 年严重旱灾以及 1998 年的严重洪灾。因此说明 EAP 指数能较好地反应江淮流域的旱涝情况,与前人的结果一致^[13]。

表2 江淮地区旱涝年份统计

旱涝年	年份
早年	1959, 1861, 1966, 1967, 1978, 1981, 1985, 1994
涝年	1954, 1969, 1980, 1983, 1991, 1996, 1998, 1999

4.1 EAP 高低指数年高度场

4.1.1 850 hPa

低层 850 hPa,高指数年在东亚沿岸地区为“- + -”的分布,整体距平较弱,除了中国江淮流域部分地区在正距平区的控制下以外中国大部分地区都位于一片大范围的负距平下,整个大陆基本处于低压控制,而可以看到朝鲜半岛及日本以东区域附近在一高压控制下,这正是西太平洋副热带高压,因为副热带高压是一个深厚的系统,所以它在低层到高层都有体现,将 1520 dagpm 等值线作为 850 hPa 西太平洋副热带高压的特征线。低指数年在东亚沿岸地区为“+ - +”的分布,中国基本上处于正距平以及低压的控制下,负距平区为朝鲜半岛附近区域,西太平洋副热带高压相较于高指数年略向西伸,见图 5。

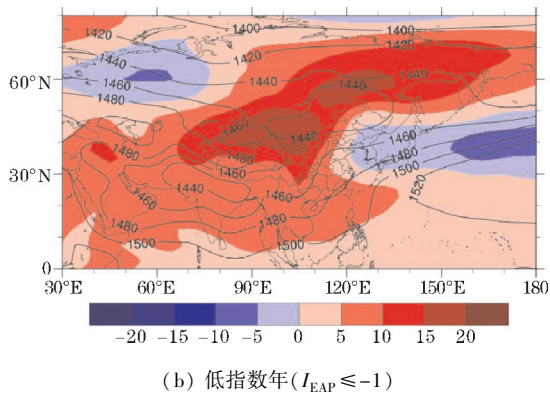
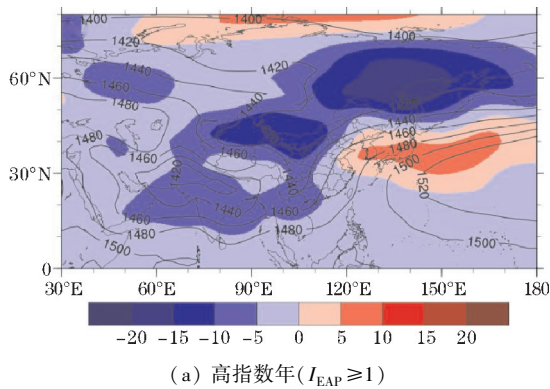


图 5 高低指数年东亚夏季 850 hPa 位势高度距平场与高度场合成

4.1.2 500 hPa

通过前面的对其空间结构分析可知 EAP 遥相关型在中层 500 hPa 位势高度场上表现最为明显,并且西太平洋副热带高压对东亚地区的天气变化有非常密切的关系。从图 6 中可以清楚地看到高指数年与低指数年的 500 hPa 位势高度距平场在东亚地区具有相反分布形势。当高指数年时,东亚地区位势高度距平场呈现“- + -”的分布形势,贝加尔湖到鄂霍次克海附

近区域为一明显的负距平区,中国东北、长江中下游地区至日本附近为正距平区,东亚整个低纬地区基本上由负距平控制,表明东亚夏季风较强,副热带高压存在一闭合中心,位于西太平洋上,西太平洋副高脊线位于 30°N 以北,副热带高压强度较弱,面积相对于低指数年来说较小,在 500 hPa 高度距平场上槽脊发展并不明显;而当低指数年,东亚地区位势高度距平则呈现出“+ - +”的分布形势,从贝加尔湖到鄂霍次克海的地区为一明显的正距平区,欧亚大陆东部有一低槽发展,中国东北部为负距平区控制,使中纬度地区的低槽得到一定的发展,相较于高指数年,中国南方地区上空由负距平转变为正距平,表明东亚夏季风的强度较弱,阻碍了来自南方的暖湿气流进入中国长江以北地区。西太平洋副热带高压强度偏强,副高脊线位置偏南,表现为向西伸展的高压脊,西伸脊点偏西,使得梅雨槽加深,与其北边的鄂霍茨克高压组成了阻塞系统,使得江淮流域至日本一带长时间受梅雨槽的影响,同时冷空气则通过负距平区,由西北方向不断地流入江淮流域,与副热带高压脊前来自西南的暖湿空气汇合,形成大范围的降水。偏强的西太平洋副热带高压有利于来自西北太平洋的水汽向中国输送,同时还有来自孟加拉湾的水汽通过索马里急流向中国南方输送,为中国南方提供了充足的降水条件。而中国的雨带主要位于长江以南,中国北方特别是东北地区降水偏少,因此形成整体“北旱南涝”的降雨特征。

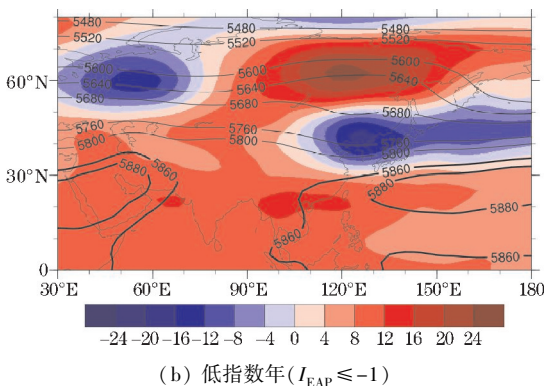
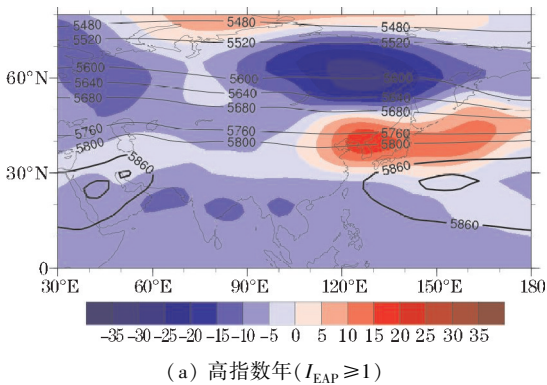


图 6 高低指数年东亚夏季 500 hPa 位势高度距平场与高度场合成

计算了高低指数年相对应的各副高指数(表3)可知,与上面的结论相一致,高指数年时,面积指数为20.33,强度指数为36.67,明显要小于低指数年,同时

副高脊线与北界点位置均相对偏南,西伸脊点位置偏东。综上,EAP遥相关指数得高低能够比较清楚的反应夏季西太平洋副热带高压的强度和位置变化情况。

表3 高低EAP指数年的面积指数

	面积指数	强度指数	脊线位置/°N	西伸脊点/°E	北界位置/°N
高指数年	20.33	36.67	26.38	123.62	31.95
低指数年	27.58	58.24	22.97	114.39	30.97

4.1.3 200 hPa

南亚高压是一种具有行星尺度的反气旋环流系统,不仅对中国天气有直接的影响,而且对南亚和东亚大范围地区的天气气候有重要的影响^[14-15],将200 hPa高度场的1252 dagpm等值线作为南亚高压的特征线。高指数年时(图7a),200 hPa高度距平在东亚地区有“- + -”的分布,长江流域基本上为一正距平区控制,华南地区则为一负距平区,与前文分析结合可知,南亚高压偏西时,其东脊点位于100°E附近,而西太平洋副热带高压相对偏西,位于西太平洋,长江流域偏旱,华南地区偏涝。低指数年(图7b),整体呈

“+ - +”的分布形势,与高指数年份的距平分布相反,长江流域基本上为一负距平区控制,华南地区则为一正距平区,南亚高压偏东,已经东伸至华南沿海地区,东脊点位于120°E附近,西太平洋副热带高压西伸控制华南沿海地区,长江流域偏涝,华南地区偏旱。

综上可以发现,从低层到高层,EAP遥相关高指数年均呈现出“- + -”的分布,低指数年都为“+ - +”的分布,且中心位置从低层到高层只是略向西移,位置变化并不明显,因此无论是高指数年还是低指数年均具有相当正压结构,与前面所得结论一致。

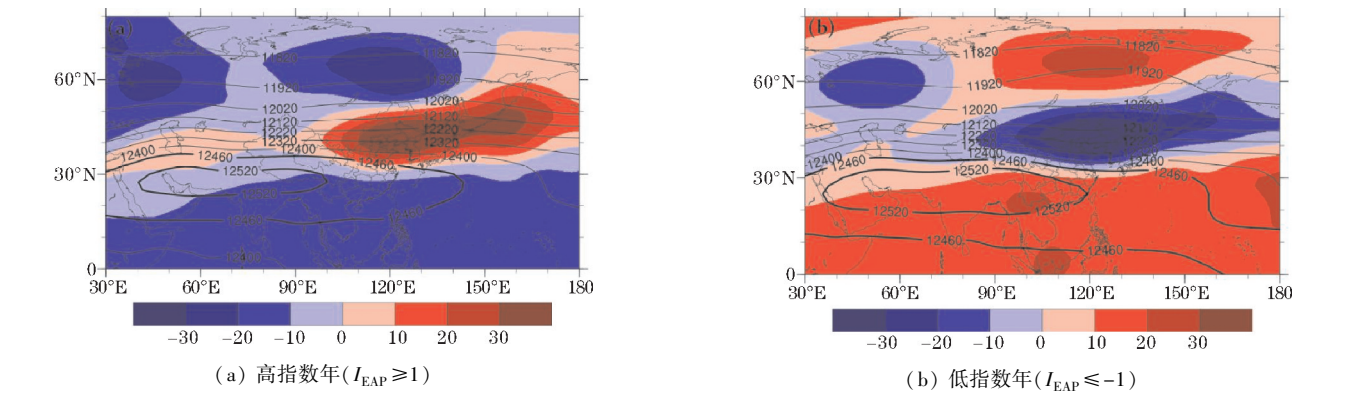


图7 高低指数年东亚夏季200 hPa位势高度距平与高度场合成

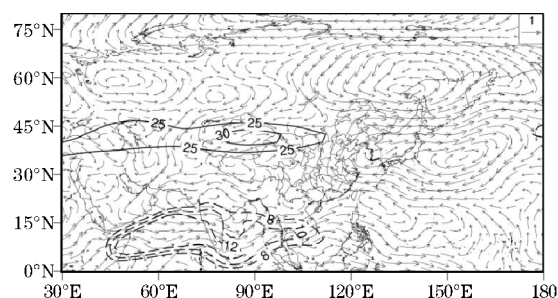
4.2 EAP 高低指数年 850 hPa 风场

从图8为EAP高低指数年合成的850 hPa环流形式,可以看出夏季东亚地区850 hPa风场距平在高低指数年也呈现出相反的环流形势。高指数年,东亚地区从低纬到高纬呈现出“气旋-反气旋-气旋”的分布形势,与500 hPa对流层中层位势高度距平场上存在的“- + -”的高度距平分布相对应,即在对流层中层位势高度降低,低层出现气旋;或中层位势高度增高,相应的在低层出现反气旋^[16]。这种EAP型分布的环流形势,有利于副高脊线偏北,阻塞日数减少,使西太平洋水汽在长江流域分别向南北方向输送,导致该地区上空为辐散气流,使江淮流域夏季降水偏少。而同时在此情况下,中国东北的大部分地区位于反气旋的控

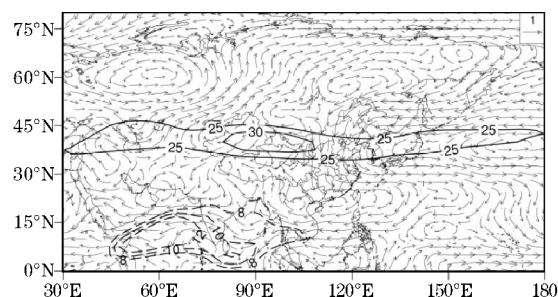
制下,具有正的高度距平,不利于降水;此外,阻塞高压的减弱,也不利于来自中高纬的冷空气南下,减少了降水的发生,高空急流区明显偏北偏西,而副高偏北偏东,有利于水汽向北输送,进而造成雨带偏北;低指数年时,则相反,呈现出“反气旋-气旋-反气旋”的分布形势,与500 hPa位势高度距平场“+ - +”的分布形势相对应;低指数年则相反,高空急流区明显向东伸展,这正好有利于西太平洋副高脊线位置偏南,使江淮地区不断有来自西南的暖湿气流汇入,同时中高纬的冷空气不断南下,冷暖空气交汇,从而使夏季东亚季风雨带长期在江淮流域存在,同时急流的东伸南偏有利于该地区的降水,因此造成降水显著增多。

综上,当EAP为高指数年时,对应的500 hPa位势高度距平场呈现出沿东亚地区从低纬到高纬的

“- + -”的分布形势,同时,850 hPa距平风场也表现出类似的“气旋-反气旋-气旋”的空间分布型,造成了东亚地区的环流异常,使中国夏季降水减少,其中对中国长江流域的影响尤为显著;反之,低指数时,则会有利于中国夏季的降水。



(a) 高指数年 ($I_{EAP} \geq 1$)



(b) 低指数年 ($I_{EAP} \leq -1$)

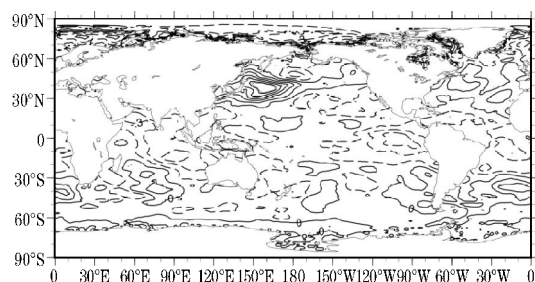
图8 高低指数年东亚夏季850 hPa风场距平场合成
(实线为200 hPa急流区,虚线为850 hPa急流区)

4.3 EAP 高低指数年海温场

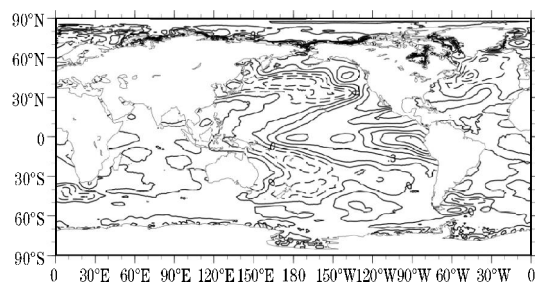
根据陆日宇等的研究结果,造成东亚-太平洋遥相关波列的原因是热带西太平洋暖池海表热力状况的异常,因而海温与该遥相关型有密切的联系,其中热带西太平洋海温异常是重要的影响因子。因此首先将高低指数年份的海温距平场进行合成。如图9(a),可以清楚地发现,在高指数年,也可以发现沿东亚地区有“- + -”的分布形势,与上面所描述的EAP遥相关的空间结构一致,在鄂霍次克海以北的洋面以及太平洋中东部靠近赤道附近为一广阔的负距平区,正距平区位于日本海附近地区,同时孟加拉湾、阿拉伯海附近一带以及西太平洋区域为明显的负异常区。该分布形势为明显的拉尼娜现象盛期的海温距平分布^[17],热带西太平洋暖池处于暖状态,菲律宾附近对流增强,使得西太平洋副热带高压偏北偏东,这样从印度洋和热带太平洋的水汽先在华南地区辐合,后在华北与黄淮地区辐合,这使华南和华北、黄淮地区降水偏多,而江淮和长江中下游地区夏季降水偏少,且有可能发生干旱。

在低指数年则刚好相反,如图9(b),海温距平分布呈现从低纬到高纬“+ - +”分布形势,明显的特征

就是赤道中东太平洋地区为一广阔的正距平区,负距平区位于日本海附近以及赤道西南太平洋附近,西太平洋出现南正北负的海温距平分布,而这刚好也是厄尔尼诺年的典型特征,热带西太平洋暖池处于冷状态,使得菲律宾周围的对流活动减弱,造成西太平洋副热带高压偏西偏南,使得中国江淮流域等地区夏季降水偏多,并可能发生严重的洪涝灾害。



(a) 高指数年 ($I_{EAP} \geq 1$)



(b) 低指数年 ($I_{EAP} \leq -1$)

图9 高低指数年东亚夏季海温距平场合成

5 EAP 遥相关型与温度场

温度与降水有密切的联系,并且胡增臻^[18]已经指出中国区域夏季降水和气温有很强的耦合:大范围多(少)雨对应大范围低(高)温。因此利用夏季850 hPa温度距平场、地表温度距平场与EAP指数分别进行相关分析。如图10所示,当夏季EAP遥相关型为正相位时,850 hPa温度距平场和地表温度距平场表现出的分布形式都非常相似,同样也都表现出了东亚地区从低纬到高纬的这种“- + -”的经向分布形势,南海与菲律宾附近区域为温度负相关,日本以及江淮地区则为正相关,另一负中心则位于西伯利亚地区。从图10(a)和(b)均可以看到中国南方大部分地区以及北方地区与EAP指数呈现相反关系,因为与EAP指数为负相关,当EAP指数偏高时,南方温度会偏低;而北方至江淮流域附近区域与EAP指数呈现正相关,当指数偏高时,温度则会相对偏高。总体呈现热夏少雨,冷夏多雨的形式。

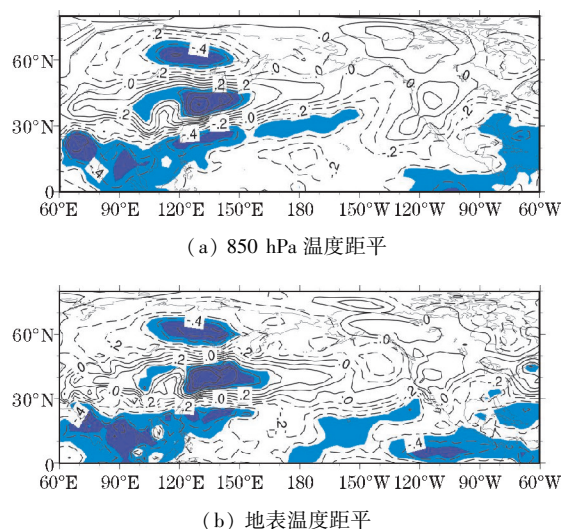


图10 夏季850 hPa温度距平和地表温度距平与EAP遥相关指数相关分布(阴影部分由浅到深分别表示通过95%、99%信度检验)

6 结论

主要探讨了EAP遥相关型的时空特征及其环流形势,结论如下:

(1)东亚-太平洋遥相关型主要存在的是准3 a周期,因此主要以年际变化为主,年代际变化并不明显。

(2)夏季EAP遥相关型主要存在于对流层中,在平流层逐渐消失,没有明显的表现。同时也可以看出夏季EAP遥相关型在对流层中层500 hPa表现最为明显,但不仅仅存在于500 hPa上,在对流层的不同层次和高度上都表现,均呈现出沿东亚地区低纬到高纬“- + -”的经向分布形势,从低层到高层遥相关中心只是略有向西移动,中心位置分布相近,说明该遥相关型具有相当正压结构。

(3)EAP遥相关高指数年分布都呈现“- + -”的经向三级子分布型,海温距平分布形势为明显的拉尼娜现象盛期的海温距平分布,热带西太平洋暖池处于暖状态,菲律宾附近对流增强,使西太平洋副热带高压偏北偏东,急流区偏西,这样从印度洋和热带太平洋的水汽先在华南地区辐合,后在华北与黄淮地区辐合,这使华南和华北、黄淮地区降水偏多,而江淮和长江中下游地区夏季降水偏少,且有可能发生干旱。低指数年则为“+ - +”的分布形势,西太平洋副热带高压较强,急流区东伸,海温距平呈现出厄尔尼诺年的典型特征,热带西太平洋暖池处于冷状态,使菲律宾周围的对流活动减弱,造成西太平洋副热带高压偏西偏南,使中国江淮流域等地区夏季降水偏多,并可能发生严重的洪涝灾害。并且从低层到高层,EAP遥相关高指数年均呈现“- + -”的分布,低指数年都为“+ - +”的分布,

且中心位置从低层到高层只是略向西移,位置变化并不明显,因此无论是高指数年还是低指数年均具有相当正压结构,与前面所得结论一致。

(4)中国南方大部分地区以及北方地区与EAP指数呈现出相反的关系,因为与EAP指数为负相关,当EAP指数偏高时,南方温度会偏低;而北方至江淮流域附近区域与EAP指数呈现正相关,当指数偏高时,温度则会相对偏高。总体呈现热夏少雨,冷夏多雨的形式。

参考文献:

- [1] Huang R H, Li W J. Influence of the heat source anomaly over the western tropical Pacific on the subtropical high over East Asia [C]. Proceedings of International Conference on the General Circulation of East Asia, 1987: 10-15, 40-51.
- [2] Huang R H. The East Asia/Pacific pattern teleconnection of summer circulation and climate anomaly in East Asia [J]. Acta Meteorologica Sinica, 1992, 6(1B): 25-37.
- [3] Nitta, T. Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on Northern Hemisphere summer circulation [J]. Meteor. Soc. Japan, 1987, 65: 373-390.
- [4] Lau K M, Peng L. Dynamics of atmospheric teleconnections during the northern summer [J]. Climate, 1992, 5(2): 140-158.
- [5] 林建, 何金海, 张依英. 夏季东亚大气遥相关型变化特征及其与长江中下游旱涝的关系 [J]. 南京气象学院学报, 1999, 22(3): 312-320.
- [6] 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 [J]. 大气科学, 1998, 22(5): 727-734.
- [7] Bin Wang, Wu Renguan, Fu Xiaohua. Pacific - East Asian Teleconnection: How Dose ENSO Affect East Asian Climate? [J]. Climate, 2000, 13(9): 1517-1536.
- [8] 闵锦忠, 李春. 夏季热带西太平洋对流与长江中下游降水关系的研究 [J]. 大气科学, 2005, 29(6): 947-954.
- [9] 陈锐丹, 温之平, 陆日宇, 等. 华南6月降水异常及其与东亚-太平洋遥相关的关系 [J]. 大气科学, 2012, 36(5): 974-984.
- [10] 黄刚, 严中伟. 东亚夏季风环流异常指数及其

- 年际变化[J]. 科学通报, 1999, 44(4): 421-424.
- [11] 陆渝蓉, 高国栋, 朱超群, 等. 江淮地区旱涝灾害年份的水分气候研究[J]. 地球物理学报, 1996, 39(3): 313-321.
- [12] 童金, 徐海明, 智海. 江淮旱涝及旱涝并存年降水和对流的低频振荡统计特征[J]. 大气科学学报, 2013, 36(4): 409-416.
- [13] 蔡佳熙, 管兆勇. 长江流域夏季气温变化型及其成因 I: 年际变化与遥相关[J]. 气象学报, 2011, 69(1): 99-111.
- [14] 胡景高, 陶丽, 周兵. 南亚高压活动特征及其与我国东部夏季降水的关系[J]. 高原气象, 2010, 29(1): 128-136.
- [15] 张琼. 南亚高压的演变规律、机制及其对区域气候的影响[D]. 南京: 南京大学, 1999.
- [16] 邹珊珊. 东亚太平洋与欧亚遥相关型的相互配置及其对中国的影响[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2012.
- [17] 宗海峰, 张庆云, 陈烈庭. 东亚—太平洋遥相关型形成过程与 ENSO 盛期海温关系的研究[J]. 大气科学, 2008, 32(2): 220-230.
- [18] 胡增臻. 东亚夏季气候主要模态的年际变化及其机理[J]. 海洋学报, 1999, 21(6): 26-39.

Analysis of Time and Space and Circulation Characteristics of EAP Teleconnection Patterns in the Northern Hemisphere in Summer

YANG Han-xue¹, XIAO Tian-gui¹, JIN Rong-hua²

(1. College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. National Meteorological Center, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to better analyze the temporal and spatial variation characteristics of EAP teleconnection in recent years, the NCEP/NCAR reanalysis data is used and the method of synthetic analysis is mainly used to discuss and analyze the spatial structure and circulation characteristics of EAP in summer. The results show that the spatial modes of the teleconnection type are reflected in all levels and heights, especially in the middle troposphere. And the center positions are very close, showing an obvious rather barotropic structure. At the same time, the EAP teleconnection in summer is mainly quasi-3-year periodic variation, so it is mainly interannual variation. The distribution pattern in East Asia in high index year is basically "- + -", and the Western Pacific Subtropical High North is more northward and eastward. The precipitation in Southern China and North China is much more, while the middle and lower reaches of the Yangtze River and Jianghuai area summer precipitation decrease, and droughts may occur. The low value is "+ - +" distribution situation, and the West Pacific subtropical high is more southward and westward. Jianghuai area may increase summer precipitation and occur serious flood disaster possibly.

Keywords: climate change; teleconnection; the East Asia/Pacific pattern teleconnection (EAP); circulation situation; space-time characteristics; equivalent barotropic structure