

# 河北地区夏季暴雨与中东太平洋海温的关系

康博思 黄若男 王璐璐

张家口市气象局

DOI:10.12238/eeep.v8i5.2678

**[摘要]** 本论文主要利用水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 的月平均的NCEP再分析资料,包括风场、位势高度场、水汽场等,资料时段取为1961年–2018年,河北地区141测站1961–2016年6–8月逐日降水资料以及1870年1月至2018年9月的逐月全球海温资料,通过EOF分析以及对河北地区暴雨和中东太平洋海温进行相关分析,来研究中东太平洋海温和河北地区夏季暴雨的相关关系。并选取中东太平洋海区( $10^{\circ}\text{S}$ – $10^{\circ}\text{N}$ ,  $80^{\circ}$ – $150^{\circ}\text{W}$ )为海温关键区,同年6–8月作为关键时段,对海温异常年份的风场、位势高度场和水汽场进行分析解释了中东太平洋关键区通过影响高空辐合辐散,影响风场的分布和水汽的输送,导致河北地区的降水异常的过程。得出当关键区海温偏高时,赤道太平洋上有西风异常,此时西太平洋海温偏低,对应一个异常的辐散,在暖池西部有东风异常,对应陆地上有一个高压环流,华北地区处在高压前部被北风的控制下,水汽呈现负异常,水汽偏少,不利于降水。当关键区海温偏低时,华北地区降水偏多的结论。

**[关键词]** 河北夏季暴雨; 海温异常; 沃克环流

中图分类号: P458.3 文献标识码: A

## The relationship between summer rainstorm in Hebei and SST in the Middle East Pacific

Bosi Kang Ruonan Huang Lulu Wang

Zhangjiakou Meteorological Bureau

**[Abstract]** Based on the daily precipitation data of 141 stations in Hebei Province from 1961 to 2016, NCEP reanalysis data of potential height, wind field and precipitation from 1961 to 2019 and Global SST data from 1870 to 2018, through EOF analysis and correlation analysis of Rainstorm in Hebei Province and SST in the Middle East Pacific, the correlation between SST in the Middle East Pacific and summer rainstorm in Hebei Province is studied. The Middle East Pacific sea area ( $10^{\circ}\text{S}$ – $10^{\circ}\text{N}$ ,  $80^{\circ}$ – $150^{\circ}\text{W}$ ) is selected as the key area of SST. From June to August of the same year as the key period, the wind field, geopotential height field and water vapor field in the year of SST anomaly are analyzed to restore the process of precipitation anomaly in Hebei region through affecting the high-altitude convergence and divergence, affecting the distribution of wind field and water vapor transportation in the key area of the Middle East Pacific. It is concluded that when the SST in the key area is high, there is an upward movement in the Middle East Pacific Ocean, and there is a westerly anomaly in the Pacific Ocean. Because the westerly is at the bottom of the low pressure, the North Pacific Ocean is controlled by the low pressure. At this time, the sea surface temperature of the Western Pacific is relatively low, and the upper air corresponds to an abnormal divergence. In the west of the warm pool, there is an east wind anomaly, and there is a high-pressure circulation on the land. Under the control of the north wind in front of the high pressure in North China, the water vapor presents a negative anomaly, and the water vapor is less, which is not conducive to precipitation. When the sea surface temperature of the key area is low, there is a sinking movement in the upper air of the key area, and there is an east wind in the Pacific Ocean, If the east wind is at the bottom of the high pressure, the North Pacific Ocean will be controlled by the high pressure. At this time, the sea surface temperature of the Western Pacific is on the high side, 850hPa corresponds to the convergence field, and the South China Sea is also the convergence field. There is westerly anomaly in the west of the Western Pacific warm pool, corresponding to a low-pressure system on the land. North China is in the

front of the low-pressure, controlled by the south wind. The southerly wind brings abundant water vapor to North China, and there is vertical movement and convergence rise, which brings precipitation to North China.

[Key words] Summer rainstorm in Hebei Province; SSTA; Walker circulation

## 引言

河北省地处我国华北地区的东北部,位于东亚夏季风的北部边缘地带,属于气候脆弱地区。省内地形分布有平原,盆地,山地,高原。降水量不仅每年分配不均匀,而且年际变化非常显著。在东亚季风影响下,河北省内降水主要分布在夏季,且夏季降水总量约占全年降水总量的69%左右<sup>[2][3]</sup>。

目前针对我国夏季降水的研究很多,但是专门针对河北地区的研究,尤其是对于河北省暴雨与中东太平洋海温的关系的研究很少。在当前的一些研究中,史印山等<sup>[1]</sup>研究认为河北省的夏季降水量会随着东亚季风的强度减弱而减少,反之亦然。王宏等<sup>[2][3]</sup>研究了北太平洋和东太平洋的海温变化对河北省内不同地区降水的不同影响。<sup>[4]</sup>前期冬季的平均海温异常场对河北省夏季的降水量也有很好的预报意义。当前期冬季,赤道中东太平洋的分布型态为El Nino分布型,北太平洋海平面温度的分布型态为PDO分布型时,河北省的夏季雨量增多,其中河北省东北部表现最为明显。孙燕等<sup>[6]</sup>选取了北太平洋的中部海区(155°E-155°W, 15-35°N)为海温的关键区,并选取同年1—3月作为关键时段,研究发现当此时关键区的海温异常升高时,对应同年的华北夏季降水出现偏多的趋势,而当关键区的海温异常降低时,同年的华北夏季降水也随之减少。

另外,针对其他影响因子对于华北地区降水的研究也有很多。张恒德等<sup>[5]</sup>发现当欧洲区的极涡向南扩张时,华北降水也随之增多。黄燕燕等<sup>[7]</sup>发现南亚高压的异常增强或减弱也会给华北的降水带来影响。黄樱等<sup>[8]</sup>发现当同年6月,南亚高压偏西使得华北降水呈现偏多的态势,而当南亚高压偏东则导致华北降水减少。

但上述研究几乎都是针对整个华北地区,并未具体到河北省内,分析所选取的站点也较少,个人认为并不能准确代表河北省内实际暴雨的真实,完整状况,而且并未对华北地区暴雨和中东太平洋海温异常做出研究,因而有必要充分利用河北省内所有站点的数据资料,对河北省夏季降水异常及其与中东太平洋的相关关系进行更加细致的研究。故本文利用数据:水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 的月平均的NCEP再分析资料,包括风场、位势高度场、水汽场等,资料时段取为1961年-2018年,河北地区141测站1961-2016年6-8月逐日降水资料以及1870年1月至2018年9月的逐月全球海温资料对河北省夏季降水偏多或偏少异常的时空分布特征及其与海温异常的可能联系进行详细的分析,并通过对环流异常的分析解释影响过程,为河北夏季降水预测提供理论依据。

## 1 资料和方法

本论文主要用到的数据有:水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 的月平均的NCEP再分析资料,包括风场、位势高度场、水汽场等,资料时段取为1961年-2018年,河北地区141测站1961-2016年

6-8月逐日降水资料以及1870年1月至2018年9月的逐月全球海温资料。采用EOF分解(经验正交函数分解)、合成分析、相关分析等统计方法。

## 2 结果与分析

2.1河北夏季暴雨的时间异常形态。通过对河北地区1961-2016年逐日降水资料进行筛选,筛选出24小时平均降水符合暴雨标准的日期,并统计每年夏季发生降水的总频数,计算出每年每个站点平均发生的降水频次,绘制出河北地区夏季暴雨频次折线图,表明1977, 1995年为降水正异常年,尤其1995年,平均每个测站发生2.5次暴雨事件,1965, 1968, 1997, 2002, 2014为降水负异常年,例如1968年平均每个测站只发生0.3次暴雨事件。1995-1996年暴雨的频次变化最大,2000-2010年降水频次普遍偏少。

2.2河北夏季暴雨的空间异常形态。通过将筛选出的降水资料进行整理,统计所有站点1961-2016年总暴雨频次和降水强度,并计算出每个站点平均每次暴雨过程产生的降水量,绘制河北地区夏季降水频次分布图和河北地图夏季降水强度分布图。绘图发现:河北省夏季降水呈现东多西少,南多北少的分布规律,降水频次最多的区域都集中在东部沿海城市秦皇岛,唐山区域内,1961-2016年秦皇岛和唐山的大部分地区总暴雨频次可达130次,平均每次暴雨量强度最大的区域分布在石家庄市内,以张家口市和保定市为界以南的大部分地区和承德市以东的地区平均每次暴雨的降水量都可达80mm以上。张家口市及承德市区域内降水频次少,强度低,五十多年间各站点发生暴雨的总频次在30次以内,平均每次暴雨的降水量也在65mm以内。

通过EOF分析对河北省内141个台站1961-2016年的夏季降水频次进行时间和空间场的分析,前4个模态的累积方差贡献率达到44%以上。具有较好的收敛特征。大致能反映1961-2016年间我国河北地区夏季暴雨频次的时空变化趋势。

第一模态特征向量的方差贡献率占总方差贡献的19%以上,且几乎均为正值,表明河北省的夏季降水频数变化在空间上具有高度的一致性,即全省暴雨频数整体偏多,或整体减少,空间变化幅度最大的中心位于唐山中部,表明该地区的降水频数变化较为敏感。从相应的时间系数看,基本为年际变化,趋势不明显,1965, 1967, 1997, 1999, 2002, 2014年为较为明显的负值,说明河北省暴雨频数显著偏低。但1977, 1995年为较为明显的正值,此时河北省暴雨频数显著偏高。

第二模态特征向量的方差贡献率为11.7%,河北省夏季降水频数具有东北部与西南部反位相变化的特征,特征0线从保定—衡水穿过,东北部高值区域位于唐山市和秦皇岛市,西南部反向大值区域位于邢台市和邯郸市。造成这种分布的原因是影响河北北部和南部的天气系统有所差异。河北省位于东亚夏季风的北部边缘地带,夏季风的强弱给了河北省夏季降水带来了南北

差异。结合时间序列, 1963年为较为明显的负值, 说明此时唐山秦皇岛地区暴雨频数偏低, 邯郸, 邢台地区暴雨频数偏高。

第三模态特征向量的方差贡献率为7.7%, 其空间分布主要表现为三级型, 承德市北部为正值区, 承德南部-邢台为负值区, 邢台, 邯郸和衡水的大部分地区为正值区, 负值中心位于沧州北部和秦皇岛东部, 正值中心位于沧州的南部, 相应的时间序列中1961-1973年, 承德南部-邢台地区暴雨频数年代际一致性明显升高, 其中1962年变化率最大, 其余地区暴雨频数年代际一致性明显降低。1974-2016承德南部到邢台地区频数年代际一致性明显降低, 其余地区暴雨频数年代际一致性明显升高。

2.3河北省夏季暴雨与同期太平洋海温的相关性分析。(1)海温关键区的选取。用河北省夏季暴雨频数EOF分解的EOF1和EOF2的时间系数分别与海温做相关分析。结果表明正相关区域分布较分散, 且相关性不高, 大部分未通过95%的置信检验, 而位于中东太平洋地区的负相关中心范围较大较稳定, 且均通过95%的置信检验, 用河北省春季暴雨频数EOF分解的EOF1和EOF2的时间系数分别与海温做相关分析, 结果表明正相关区域分布同样较分散, 相关性不高, 中东太平洋地区负相关中心范围大, 结果稳定, 且通过了95%置信检验, 故选定中东太平洋地区( $10^{\circ}\text{S}$ - $10^{\circ}\text{N}$ ,  $80^{\circ}$ - $150^{\circ}\text{W}$ )为海温关键区, 并初步判定河北省夏季暴雨频数与关键区海温呈负相关关系。(2)关键区海温异常年份的确定。以海温异常大于一个标准差为标准, 选取关键区的海温异常年份, 结果显示正异常年份有七年, 分别是1965, 1972, 1983, 1987, 1997, 2009, 2015年, 负异常年份也有七年, 分别是1964, 1970, 1971, 1973, 1975, 1985, 1988年。

2.4河北夏季暴雨与环流场的异常关系分析。(1)海温异常年6-8月850hPa平均位势高度距平场合成分析。通过筛选出的海温正负异常年份, 用正异常年减去负异常年的6-8月NCEP850hPa月平均高度场数据绘制海温异常年6-8月850hPa平均位势高度距平合成图。从图片中得到平均位势高度场正距平中心位于我国华北地区, 关键区为负距平区, 且都通过了95%的置信检验。关键区负距平区产生气旋, 有辐合上升运动, 西太平洋地区对应正距平区, 存在辐散运动, 对应陆地上存在高压环流。华北地区在正距平中心处, 对应反气旋, 存在辐散运动。(2)夏季海温异常年6-8月850hPa风场。通过筛选出的海温正负异常年份, 用正异常年减去负异常年的6-8月NCEP850hPa风场数据绘制海温异常年6-8月850hPa风场图, 太平洋上存在强烈的西风异常, 北太平洋上有气流的辐合, 在西太平洋暖池区的西部有东风异常, 暖池区是气流辐散区, 南海西部吹东风, 东风和北部的西风在陆地上形成高压, 中东太平洋的西风 and 北边的系统共同构成一个低压, 华北地区受北风影响。(3)夏季海温异常年6-8月850hPa水汽距平合成图。通过筛选出的海温正负异常年份, 用正异常年减去负异常年的6-8月NCEP850hPa水汽资料绘制海温异常年6-8月850hPa水汽距平合成图, 华北地区处于负距平中心区, 水汽偏少, 水汽条件不好, 不利于降水, 海温关键区处于正距平区, 西太平洋也处于正距平区, 水汽充足。

通过对海温异常年份环流场的分析, 可以大概解释海温异常时, 对华北地区降水的影响过程。当关键区海温偏高时, 赤道太平洋上有西风异常, 因为西风处于低压底部, 则北太平洋受低压控制。此时西太平洋海温偏低, 对应一个异常的辐散, 在暖池西部有东风异常, 对应陆地上有一个高压环流, 华北地区处在高压前部北风的控制下, 水汽呈现负异常, 水汽偏少, 不利于降水。当关键区海温偏低时, 华北地区降水偏多。

### 3 结论

本文主要利用常规观测数据, 采用EOF(经验正交函数分解)、相关分析、合成分析等统计方法对中东太平洋海温异常对河北地区夏季暴雨的影响进行研究, 得出以下结论:

(1)EOF分析的结果表明, 河北省暴雨主要有两种异常的空间型分布: 首先是全省性的降水异常, 另外是东北-西南的相反分布型, 上述异常不仅存在显著的年际变化, 还包含一定的年代际变化。(2)赤道中东太平洋( $80^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{W}$ ,  $10^{\circ}\text{N}\sim 10^{\circ}\text{S}$ )是影响河北省夏季暴雨的太平洋海温场的关键区。(3)赤道中东太平洋海温关键区( $80^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{W}$ ,  $10^{\circ}\text{N}\sim 10^{\circ}\text{S}$ )与河北省夏季暴雨呈现反相关。当关键区海温偏高时, 河北省降水偏少, 当关键区海温偏低时, 河北省降水偏多。(4)当关键区海温偏高时, 赤道太平洋上有西风异常, 因为西风处于低压底部, 则北太平洋受低压控制。此时西太平洋海温偏低, 对应一个异常的辐散, 在暖池西部有东风异常, 对应陆地上有一个高压环流, 华北地区处在高压前部被北风的控制下, 水汽呈现负异常, 水汽偏少, 不利于降水。当关键区海温偏低时, 华北地区降水偏多。

### 【参考文献】

- [1]史印山, 池俊成, 孔凡朝. 东亚季风强度变化对河北省气候的影响[J]. 气象科技, 2007, 35(1): 49-51.
- [2]王宏, 余锦华, 陆倩, 等. 河北夏季降水异常的变化及其与环流和海温异常的可能联系[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2016, 8(5): 454-463.
- [3]王宏, 余锦华, 王万筠, 等. 河北省旱涝的变化特征及其相关的海气异常型分析[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2013, 5(6): 487-493.
- [4]王宏, 赵岩, 李宗涛, 等. 河北冬季降水异常特征及其与环流和海温异常的关系[J]. 气象, 2013, 39(9): 1197-1203.
- [5]张恒德, 金荣花, 张友姝. 夏季北极涡与副热带高压的联系及对华北降水的影响[J]. 热带气象学报, 2008, 24(4): 417-422.
- [6]孙燕, 王谦谦, 钱永甫. 华北地区夏季降水与全球海温异常的关系[J]. 高原气象, 2006, 25(6): 1127-1138.
- [7]黄燕燕, 钱永甫. 长江流域、华北降水特征与南亚高压的关系分析[J]. 高原气象, 2004, 23(1): 68-74.
- [8]黄樱, 钱永甫. 南亚高压与华北夏季降水的关系[J]. 高原气象, 2003, 22(6): 602-607.

### 作者简介:

康博思(1998--), 女, 汉族, 河北张家口人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 短期预报。