

北太平洋中纬度地区海气热交换场的EOF分析*

蒋全荣

(南京大学大气科学系, 210008)



众所周知,海洋与大气之间的热交换对大气环流的形成和变化有着重要的作用。本文根据Clark 计算的资料^[1],对20°N以北北太平洋中纬度地区的蒸发潜热、净长波辐射和感热输送进行了EOF分析,以讨论其季节变化特征。资料范围在22.5—52.5°N, 122.5°E—112.5°W,共128个网格点,格距5×5度,1950—1979年。

1 结果分析

计算表明,年平均的蒸发潜热、净长波辐射和感热都是由海洋向大气输送热能,其中以蒸发潜热的输送量最大,净长波辐射次之,感热输送最小。全海域它们的年平均输送量分别在79—348W/m², 58—05W/m²和40—89W/m²。这三项热输送量在海洋向大气总的热输送量中的贡献是随纬度而变化的。在22.5°N,蒸发潜热占75%,向北逐渐减小,在52.5°N仅占50%。净长波辐射所占的比例则相反,由南向北递增,从15%增加到40%左右。感热的贡献最小,只有在黑潮区才较重要,约占总输送量的5%—20%。从年平均输送量的分布看,蒸发潜热有自南向北逐渐减少的趋势。由于受冷暖洋流的影响,使同纬度上大洋两侧的输送量有较大的差异,在40°N以南,西部多于东部,40°N以北则反之。净长波辐射有两个强中心,分别在加州沿岸和日本以东洋面。感热的强输送中心在黑潮区内。

我们对蒸发潜热、净长波辐射和感热用30年平均后的月值分别进行了EOF分解($n=12$)。图1a—c是它们的第一特征向量,被称作第一型。对方差的贡献分别占82.0%,78.1%和87.3%。三个向量场全为正值,表明整个海域呈同位相变化。在25—40°N的西太平洋,是分布十分均匀的高值区,其中潜热和感热的高值区一直伸向东北太平洋沿岸。从美洲西岸伸向25°N以南的低纬是低值区,但低中心的位置有较明显的不同。在50°N以北有另一小片低值区。对比可发现,图1中的高低值区是与其方差的高低中心相对应的(图略),因此图1中的高低值反映了海气热输送季节变化的相对强弱。显然,季节性变化明显的区域多与洋流相联系。潜热和感热在黑潮、北太平洋海流和阿拉斯加暖流附近,净长波辐射在黑潮和加利福尼亚寒流区。低纬地区的季节性变化较弱。与第一特征向量场相应的时间系数见图1d。它们的演变非常均匀和连续,冬半年为正,夏半年为负,表明了海气热交换冬季强、夏季弱的基本气候特征。输送的最强、最弱月份,潜热和感热在12月和6月,净长波辐射在1月和7月。

蒸发潜热的第二特征向量和净长波辐射、感热的第三特征向量在图2a—c,称为第二型。其贡献分别占5.6%,6.6%和2.4%。不难看出,这三个场的分布结构基本相似。零等直线从夏威夷附近向东北伸展,约在40—45°N,140°W附近折向西,它把整个海域分成正负两个区域。从海流角度来看,即

* 1990年7月2日收到原稿,1991年4月17日收到修改稿。

黑潮与北太平洋海流有同位相，而与大洋东岸的两支海流的位相相反。这个特征场有两个活动中心，一个在加利福尼亚寒流区，另一个在 $22.5^{\circ}\text{N}, 140^{\circ}\text{E}$ （潜热和感热）， $32.5^{\circ}\text{N}, 157.5^{\circ}\text{W}$ （净长波辐

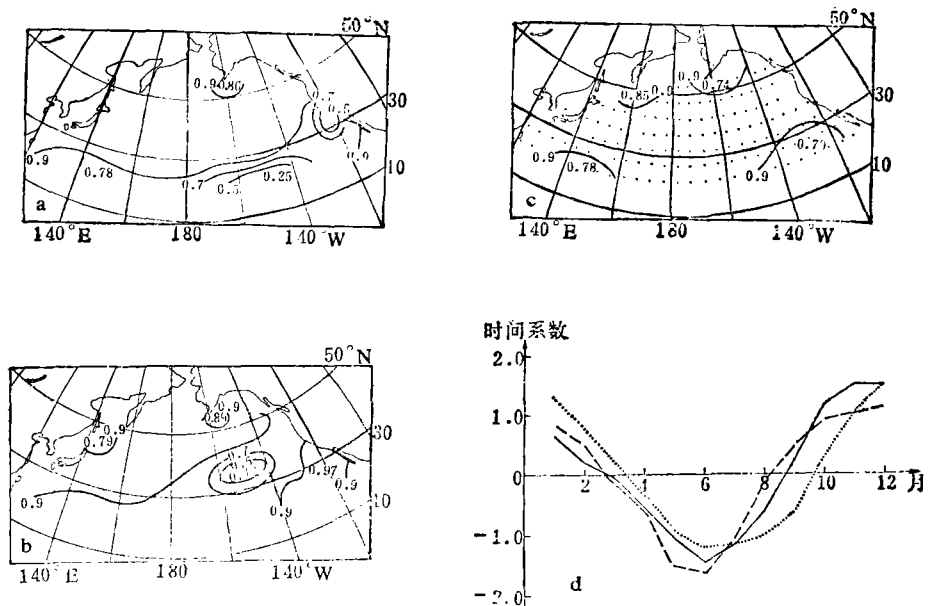


图1 北太平洋中纬度地区海气热交换第一型(a. 蒸发潜热第一特征向量, b. 净长波辐射第一特征向量, c. 感热第一特征向量, d. 相应的时间系数, ——蒸发潜热, ---净长波辐射,感热, 净长波辐射的时间系数在图d中提前了1个月)

射)。与其相应的时间系数的变化趋势也是十分一致的(见图2d)。它们呈双峰型, 周期约半年, 系数在1年中有4次变号。经计算, 它们彼此有很强同时相关, 分别等于 -0.85 (潜热和净长波辐射)、 -0.68 (感热和净长波辐射)和 0.56 (潜热和感热)。这表明三个热力输送扰动场是基本呈同步变化的。将向量场和时间系数联系起来看, 这一型所产生的热力效应是, 在冬季和夏季, 在黑潮和北太平洋海流区附近, 海洋向大气的扰动热输送增强, 在加利福尼亚寒流和阿拉斯加暖流附近地区减弱。这样的扰动分布在1月和8月达到最强。春秋则反向, 反向后的扰动场最强出现在4月和11月左右。因此, 这一扰动场在1年中有4次“突变”过程, 其中最强烈的一次, 潜热和净长波辐射发生在6—7月份, 感热在2—3月份。

图3a—c给出了潜热的第三特征向量、净长波辐射和感热的第二特征向量, 这是第三型。其贡献分别占4.3%、9.9%和5.9%, 它们的分布特征是, 45°N 以北为正值(或负值)区, 45°N 以南, 自西向东正负区相间, 有较清楚的波状结构, 波峰(或谷)在大洋东西两侧, 中部 150°W 附近为谷(或峰)。即黑潮和加利福尼亚寒流区附近的热输送有同位相, 而与北太平洋海流, 亲潮寒流和阿拉斯加暖流区的位相相反。显然, 大洋东西海岸的南北各两支海流有反位相关系。相应的时间系数见图3d。自冬季至翌年初夏连续7—8个月, 系数持同号, 夏季出现第一次变号, 变号后又持续同号4—5个月, 接着再一次发生变号。计算还表明, 这三个扰动场也基本呈同步变化的, 其同时相关系数分别达 0.85 (净长波辐射和感热)、 -0.69 (潜热和净长波辐射)和 -0.59 (潜热和感热)。因此这一型所产生的热力效应是, 自冬季至初夏, 海洋向大气的扰动热输送在 45°N 以南的大洋东西两侧持续偏强, 中部持续偏

弱, 扰动热输送梯度指向大洋中部。在 45°N 以北则持续偏弱, 即沿着大洋的东西海岸, 扰动热输送呈南强北弱的趋势。这样的扰动加热场在1月前后达到最强。盛夏发生一次“突变”, 使加热场反向, 又持续4—5个月, 反向后的加热场在10月前后达到最强, 继而在初冬发生另一次“突变”。这个型在一年中有两次“突变”过程, 其中最强的一次也是潜热和净长波辐射在夏季, 感热在冬季。

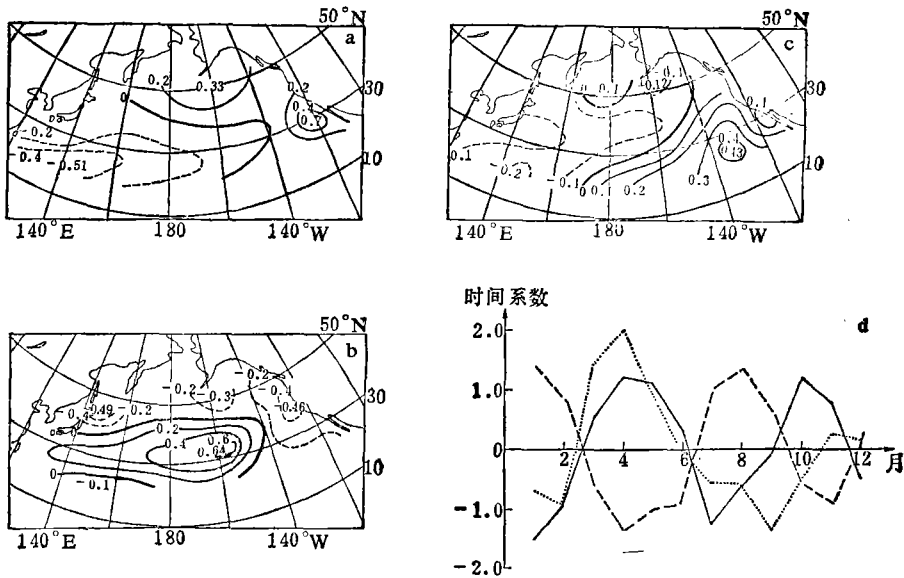


图2 北太平洋中纬度地区海气热交换的第二型 (a. 蒸发潜热的第二特征向量, b. 净长波辐射的第三特征向量, c. 感热的第三特征向量, d. 相应的时间系数——说明同图1d)

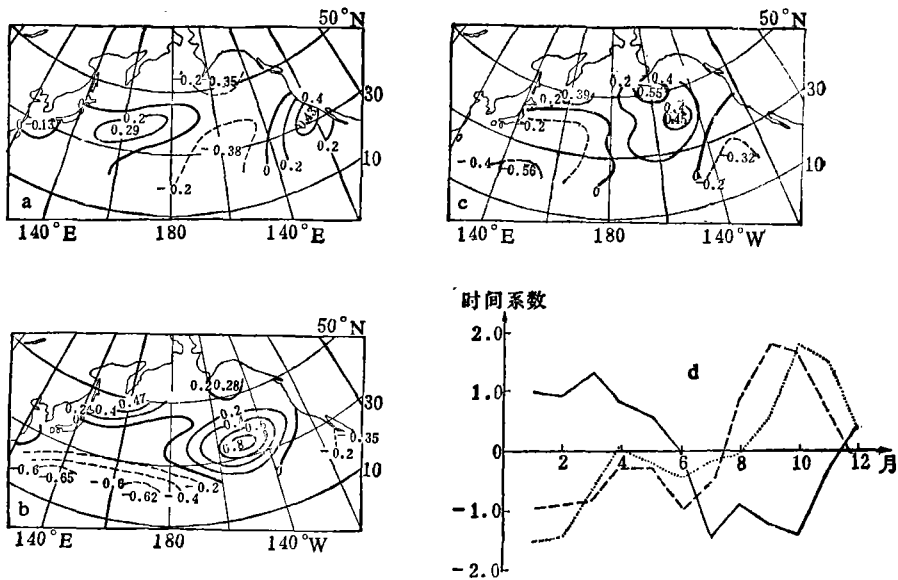


图3 北太平洋中纬度地区海气热交换第三型(a. 蒸发潜热第三特征向量, b. 净长波辐射第二特征向量, c. 感热第三特征向量, d. 相应的时间系数——说明同图1d)

2 结 语

海洋是大气的重要热源。就年平均而言，潜热输送量最大，净长波辐射次之，感热最小。但这三项热输送在海洋向大气总的热输送中的比例是随着纬度而变化的。

EOF分析表明，北太平洋中纬度地区蒸发潜热、净长波辐射和感热输送的前三个向量场分别具有基本相似的分布结构，它们与海流的分布有一定的联系。与其相应的时间系数也有基本相同的变化趋势。本文将它们归结成三个特征型。

第一型是背景场，它反映出海洋向大气的热输送冬季强，夏季弱的基本气候特征。第二、第三型叠加在背景场上的扰动场，这两个型中的三项热输送具有同步变化的趋势，且产生相同分布的热力效应。第二型中，黑潮、北太平洋海流及其邻近地区与其它海区呈反位相的分布结构，它在一年中有四次“突变”过程。第三型在 45°N 以南有较清楚的波状结构，黑潮、加利福尼亚寒流区与其它海区呈反位相，这一型在一年中有两次“突变”过程。

本文揭示了北太平洋中纬度地区海气热交换中的三个特征场及其季节变化特征。至于它们与大气环流系统、气温、海温和云等影响因子之间的联系等问题，在本文中未被涉及，这有待今后作进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] Talley L. Meridional heat transport in the Pacific Ocean. *J Phys Oceanogr.* 1984, 14, 231-241.

EOF ANALYSIS OF AIR-SEA HEAT EXCHANGES IN MIDDLE LATITUDES OVER THE NORTH PACIFIC

Jiang Quanrong

(Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing 210008)

Abstract

An empirical orthogonal function analysis is performed on 30-year monthly means of latent, sensible heat fluxes and back radiation in middle latitudes over the North Pacific. The results show that the first three eigenvectors of them are three similar patterns and their corresponding time coefficient series have almost the same variation tendencies.