

中国近海海温年际年代际振荡关键海区分析研究

张志华, 陈幸荣, 蔡怡

(国家海洋环境预报中心, 北京 100081)

摘要:用HADLEY中心的HadISST的海温资料、NCEP的大气资料、国家气象局发布的74个月平均环流指数和美国华盛顿大学的PDO指数,讨论研究了中国近海海温的年际年代际振荡。通过对我国近海海温的EOF分析,可以发现我国近海30°N附近是海温年际年代际振荡信号最强的关键区,它占了总量的58.2%,与澳大利亚东北沿海海温年代际振荡有相同的周期,最明显周期是44—45年,滞后PDO信号近15年左右。该关键区海温与澳大利亚东北沿海海温都还存在1年、5年和15年的振荡,它们的相关系数达到0.604,属于同一个模态。另外,1年的海温振荡信号除了澳大利亚东北沿岸以外,还沿着西太平洋海岸线分布,因此中国近海海温年际年代际振荡不是一种局地现象,而与太平洋海温变化有关。另外,它是海气相互作用的结果,与中高纬度的东亚大槽和低纬度太平洋印度洋的风场、西太平洋副高和南海副高、大气温度场甚至南半球环流有明显的关系。

关键词:中国近海海温;海温年际年代际振荡;关键海区

中图分类号:P732 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0239(2012)04-0001-06

1 引言

由于观测资料的缺乏,到目前为止关于中国近海海温的长期变化研究是比较少的,冯琳等^[1]用HadISST1资料分析了1945—2006年东中国海海表温度(SST)的长期变化趋势;张秀芝等^[2]用HADLEY中心的海表温度(SST)资料,分别讨论了我国渤海、黄海、东海、南海北部和南海中部各海域近100年温度的长期变化趋势;他们讨论的关注点主要是集中在全球变暖的背景下,近百年到半个世纪以来的中国近海海温的长期变暖趋势。李云芳等^[3]用海洋卫星遥感资料和EOF分析方法,讨论了东海海域海表温度场的时空变化,但是由于该资料的水平分布范围比较小仅仅局限在我国东海,时间序列也比较短只有最近20年的资料;白彬人等^[4]用中国近海13个海洋站1959—2003年逐日1d平均海表温度,讨论了中国近海水温的短时(1d)、过程、旬、月、年际变率以及海温的长期

趋势变化,并在此基础上详细讨论了影响中国近海各时间尺度水温变化的天气气候因素,但是由于他们用的是单站只有13个点的资料,因此对中国近海的代表性比较差;张松等^[5]用美国NOAA极轨卫星中的高级甚高分辨率辐射计(AVHRR)反演的海表面温度资料和EOF方法,分析了渤、黄、东海SST的年际变化,但是它们所用的资料年限是从1985—2007年,这对于年际变化的研究,所用的资料的年限相对有点短,因此到目前为止对于中国近海洋海温的研究,人们更多的是注重长期变暖的趋势研究,而对于年际年代际振荡的研究,所用的资料年限比较短,而且所用的资料范围比较小或者只是站点资料,很难准确的反映中国近海海温的年际年代际振荡。

然而,随着全球变暖的愈演愈烈,关于年际年代际振荡的研究已越来越引起人们的关注,这是因为人们在研究全球变化时发现,在全球变暖的同时,年际年代际的气候振荡在气候变化中起

收稿日期:2012-03-01

基金项目:国家自然科学基金(40976015);国家“973”项目(2010CB950302)

作者简介:张志华(1976-),男,助理研究员,主要从事工作:ENSO动力学和海洋数值模拟研究。E-mail:zhangzhihua@nmefc.gov.cn

了非常重要的作用,如ENSO就是一种热带太平洋的海气相互作用年际振荡,PDO是北太平洋的一种年代际振荡,目前比较多研究是关于ENSO、PDO等洋盆尺度的年际和年代际振荡^[6-10],但是关于中国近海局地性的年际年代际振荡,由于缺少长时间序列的观测资料,研究还相对比较少。如果我们对中国近海海洋的年际年代际振荡有清楚的认识,那么对我国海温的长期预测将有极大的帮助,本文希望用HADELY资料中心的SST和EOF分析等方法,研究中国近海海温的年际年代际振荡。

2 资料来源和处理方法

我们所用的资料有来自英国气象局HADLEY中心,时间长度从1870年1月到2003年12月共134年月平均海面温度(HadISST),网格分辨率为 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$;美国NCEP大气500 hPa月平均高度场和850 hPa月平均温度场和风场,时间从1948年1月—2003年12月,网格分辨率为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$;另外还用到了来自国家气象局发布的74个月平均环流指数,时间长度都为1948年1月—2003年12月;美国华盛顿大学的PDO指数,时间为1900年1月—2003年12月。为了略去季节变化,我们对所有的原始资料进行了气候平均,用原始资料减去气候平均,得到气候平均的距平,下面只用气候平均的距平进行讨论。

3 结果分析

为了讨论中国近海海温的年际年代际振荡,我们取中国近海的范围为 $100^{\circ}\text{--}140^{\circ}\text{E}$, $0^{\circ}\text{--}45^{\circ}\text{N}$,首先用HadISST资料进行EOF分析,得到图1。图1是EOF分析的第一个模态和时间系数,占了总模态的58.2%,而第二个模态就只占12.1%,可见第一模态是非常显著的,因此,本文只讨论第一模态。

从图1a中可以看到我国近海长江口附近是我国近海海温年际年代际振荡信号非常强的关键区域,这可能是因为东海海域位于“亚印太交汇区”,海陆气相互作用比较复杂。该海域既受到来自北边的东亚季风的影响,又受到来自南边的南亚季风、澳洲季风和太平洋气流等多种因素影

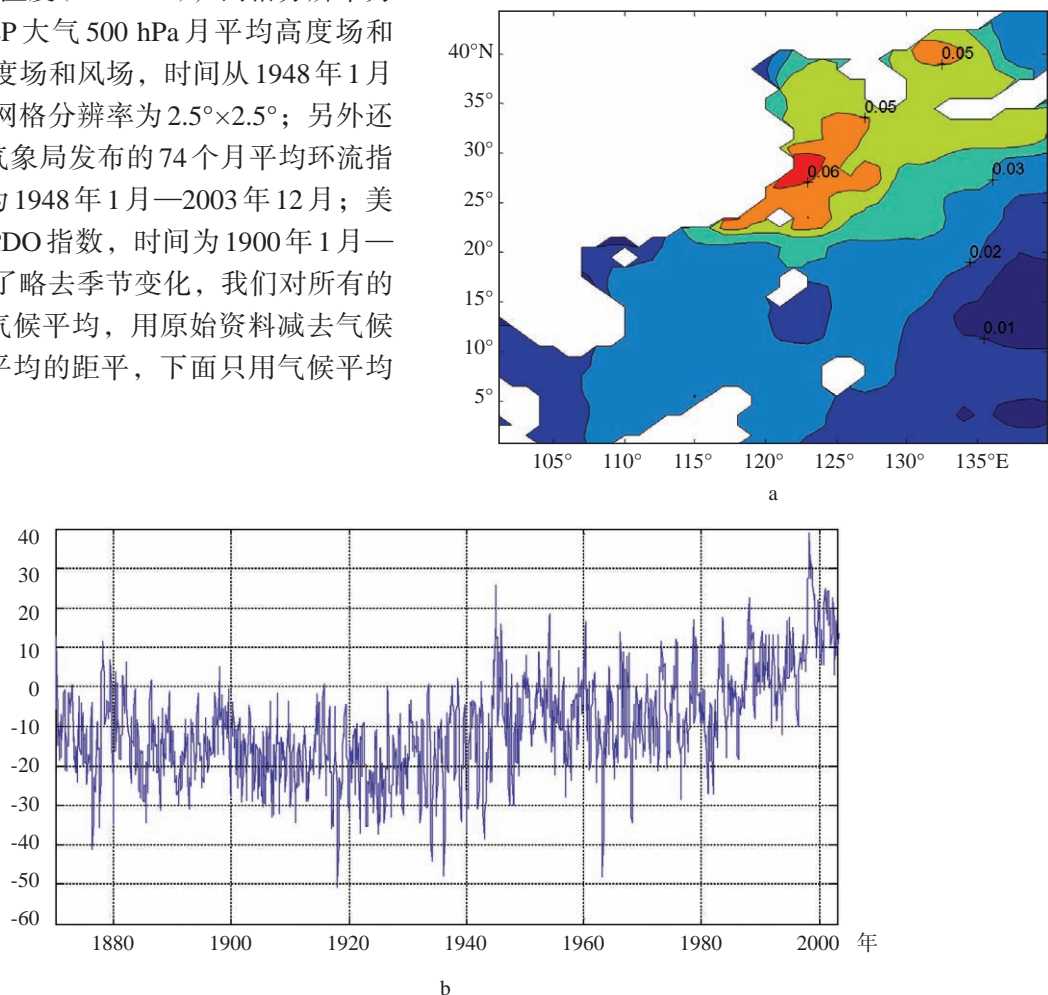


图1 EOF分析的第一个模态和时间系数

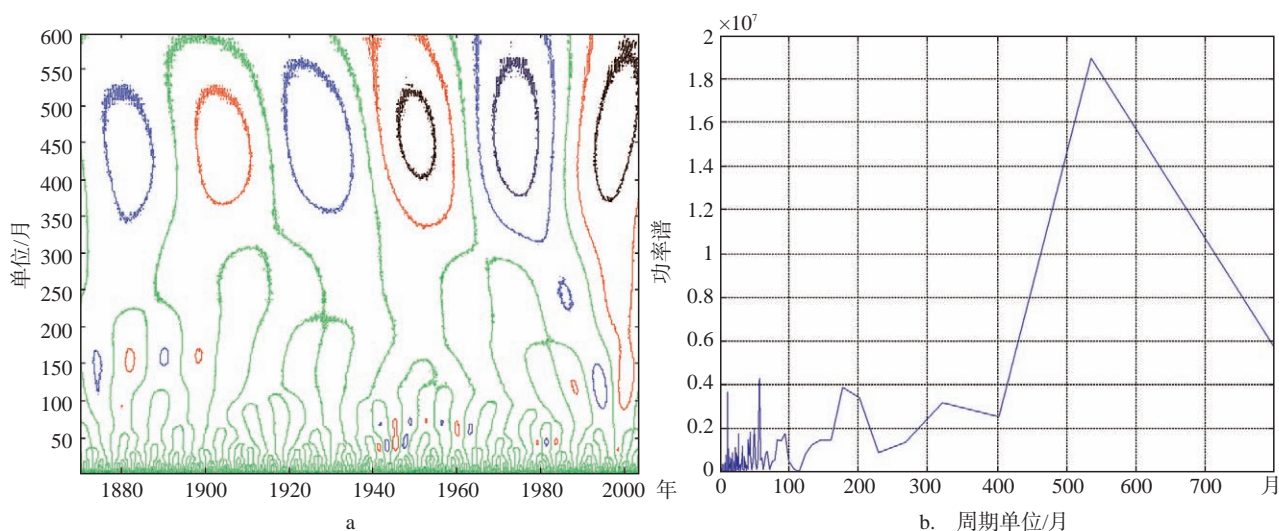


图2 EOF分析第一时间系数的小波分析结果和功率谱分析

响,是中高纬度和低纬度相互作用的关键区域。从第一模态的时间序列来看,它不仅反映了近50年的全球变暖,还存在很明显的周期变化。本文主要讨论年际年代际的周期变化,我们将图1b的时间系数进行小波分析和功率谱分析得到图2,从图中可以看到该模态的时间系数存在最明显的周期是44—45年(536月)的周期,该周期与太平洋PDO有相同的周期,但是我们分析它们的位相是不同的,在20世纪PDO在1900—1924年、1947—1976年为负位相,而1925—1946年、1977—2005年为正位相,从图2a中可以看到第一时间序列在1915—1940年、1960—1985年为负位相,而1895—1915年、1940—1960年、1985—2012为正位相,也就是说,中国近海海温关键区的年代际振荡,比PDO滞后了近15年左右,由此我们可以

推测,该模态是一个独立于PDO但是又与PDO有关的年代际振荡,它的关键区域在西太平洋30°N附近的中国近海。另外,从图1b第一分量的时间系数功率谱分析可以看到,该模态存在明显的1年(12个月)、5年(57个月)和15年(180个月)周期。为了讨论我国近海年际年代际振荡关键区海温的变化,我们将122°—123°E, 29°—30°N区域的海温距平作平均,代表我国近海年际年代际振荡关键区域的海温距平变化,用该海温距平时间序列与整个太平洋的海温距平作相关,得到图3,从图中可以看到沿着海岸线,我国近海关键区域海温距平与西太平洋沿岸海温距平都有很好的相关,有几个比较大的相关区域沿着海岸线从15°S到48°—49°N分布,另外在55°N、142°—145°E处,有一个明显的负相关区域,为讨论这个分布模型与我国近

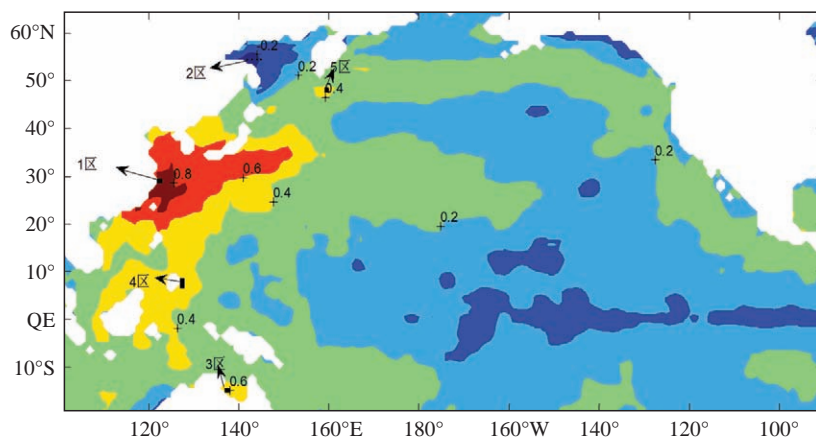


图3 中国近海海温关键区(1区)与太平洋海温距平相关系数分布

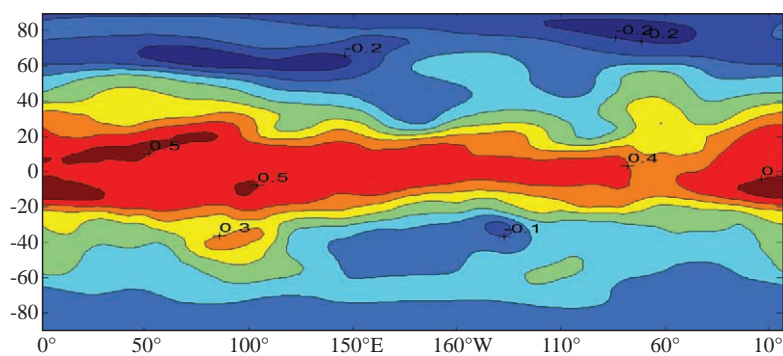


图4 中国近海海温关键区海温距平滞后56个月500 hPa高度场距平相关系数分布

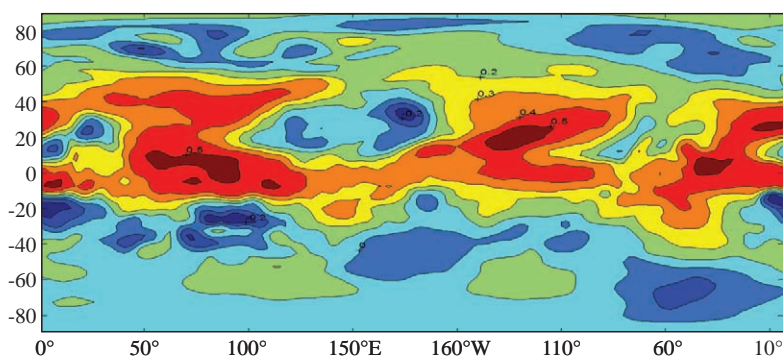


图5 中国近海海温关键区海温距平滞后36个月850 hPa气温场距平相关系数分布

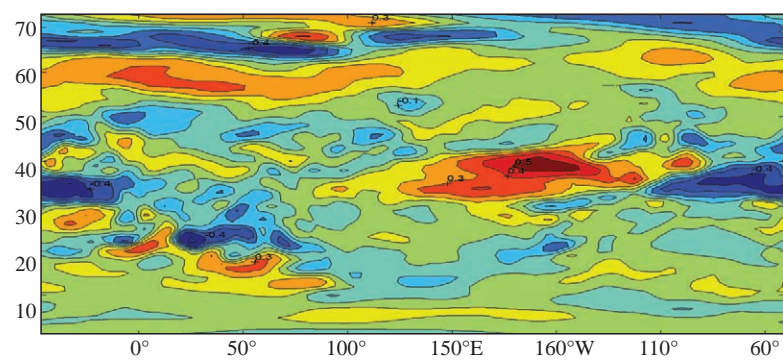


图6 中国近海海温关键区海温距平滞后44个月850 hPa纬向风场距平相关系数分布

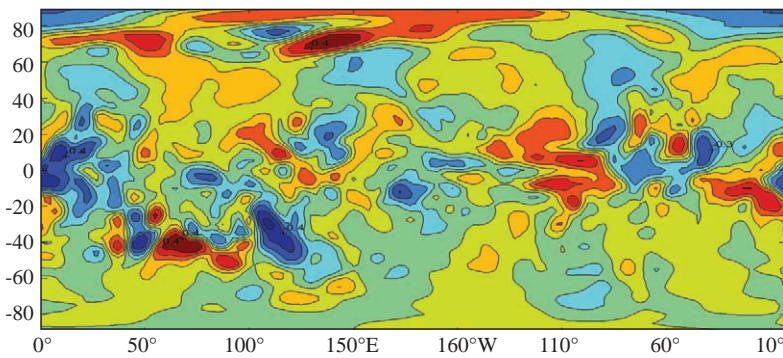


图7 中国近海海温关键区海温距平滞后56个月850 hPa经向风场距平相关系数分布

海关键区的关系,我们把近海关键区定义为1区,再分别选取相关系数比较大的几个区域为2—5区见图3,其中1区与2—5区的相关系数分别达到-0.28(2区),0.604(3区)0.424(4区),0.521(5区)。我们分别对这5个区域海温距平的时间序列进行功率谱分析,发现1区和3区有着同样的振荡周期,分别为1年(12个月)、5年(57个月)、15年(180个月)和44—45年(530个月)周期,而且它们之间的相关系数达到0.604,由此可以推测,中国近海海温关键区的年际年代际振荡与澳大利亚东北沿海的海温年际年代际振荡完全属于同一个变化模态;中国近海海温关键区的年际年代际振荡不仅仅是中国近海的一个局地现象,另外这5区域,还都存在明显的12个月左右(1年)的周期,因此对于1年的周期这5个区域是由同一个模态构成,从它们的分布来看,该变化模态应该与西太平洋沿岸的海岸线地形有关。

从上面的讨论可以发现中国近海海温关键区年际年代际振荡,并不是一种局地的海温变化现象,它与整个太平洋的海温变化有联系,特别是它的年代际振荡应该是一种海气相互作用现象。为此,我们将1区的海温距平与各种大气环流指数作相关,发现当1区出现最大正的海温距平65个月(5年左右)以后,西太平洋副高的西伸位置达到最西,相关系数达到-0.304,对应的副高面积指数和强度指数也达到比较强;另外,我们还研究了南海副高和西太平洋副高对1区海温的影响,发现当西太平洋副高强度最强70个月以后,1区的正海温最大,相关系数相关系数达到0.35,而与南海副高的关系则是当南海副高强度最强57个月以后,1区的正海温距平最大,相关系数也达到0.35。由此可见,1区的海温变化与来自热带副热带的环流变化有很大的关系。另外,我们还将1区的海温与500 hPa的高度距平场作滞后的相关,发现500 hPa的高度距平场超前1区的海温56个月相关最好得到图4,从图4中可以发现热带印度洋与1区有非常好的正相关,相关系数超过0.5,这与前面关于副高与1区海温变化的结论是一致的,而北半球中高纬度东亚大槽则与1区有负相关,相关系数为-0.2以上,可见1区的海温变化与来自中高纬度的大气环流变化也有密切的关系。

我们还将1区的海温与850 hPa的气温距平场作滞后的相关,发现850 hPa的气温距平场超前1区海温变化36个月相关最好得到图5。从图5中可以发现在中国近海相关系数的分布与图3相似,可见该信号是由大气向海洋传播,在热带印度洋和东太平洋上850 hPa的气温距平场超前1区海温变化36个月,相关系数都达到0.5以上;将1区的海温与850 hPa的纬向风距平场作滞后,发现850 hPa的纬向风距平场超前1区海温变化44个月相关最好得到图6。从图6中可以发现中国近海海温关键区,不但与热带东太平洋的纬向风有很好的正相关,还与热带印度洋的纬向风有很好的负相关,它们的相关系数都超0.5,它与东亚大陆中高纬度的纬向风也有很好的负相关。将1区的海温与850 hPa的经向风距平场作滞后的相关,发现850 hPa的经向风距平场超前1区海温变化56个月相关最好,得到图7。从图7可以发现最大的负相关在南半球中纬度澳大利亚附近,相关系数超过-0.5。目前虽然我们还不能确定大气环流与中国近海海温年际年代际振荡关键区之间存在怎样的联系机制,但是如此高的相关系数,可以让我们确定中国近海海温关键区年际年代际振荡信号,不但与整个太平洋海温有关,而且与中高纬度的风场、低纬度的副高和风场、大气温场甚至南半球环流有明显的关系,这种年际年代际振荡是海气相互作用的结果。

4 结论

通过对我国近海海温的EOF分析,可以发现我国近海30°N附近是海温年际年代际振荡信号最强的关键区,占了总量的58.2%,与澳大利亚东北沿海海温年代际振荡有相同的周期,最明显周期是44—45年,滞后PDO信号近15年左右,该关键区海温与澳大利亚东北沿海海温都还存在1年、5年和15年的振荡,它们的相关系数达到0.604,属于同一个模态;另外,1年的海温振荡信号除了澳大利亚东北沿岸以外,还沿着西太平洋海岸线分布,因此中国近海海温年际年代际振荡不是一种局地现象,而与太平洋海温变化有关。另外,它是海气相互作用的结果,与中高纬度的东亚大槽和低纬度太平洋印度洋的风场、西太平洋副高

和南海副高、大气温度场甚至南半球环流有明显的关系。但是关于中高纬度和低纬度的风场、低纬度的副高、大气温度场甚至南半球环流对我国近海海温关键区年际年代际振荡的影响机制还需要作进一步的研究。

参考文献

- [1] 冯琳, 林霄沛. 1945—2006 年东中国海海表温度的长期变化趋势[J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39 (1) : 13-18.
- [2] 张秀芝, 裘越芳, 吴迅英. 近百年中国近海海温变化[J]. 气候与环境研究, 2005, 4: 799-807.
- [3] 李云芳, 郭佩芳, 李广云. 东海海域海表温度场的 EOF 分析 [J]. 海洋湖沼通报, 2007, 3: 1-4.
- [4] 白彬人, 宋家喜. 中国近海沿岸海温多时间尺度变率及影响其变化的天气气候因素[J]. 海洋预报, 2005, 22(4): 78-88.
- [5] 张松, 于非, 刁新源, 等. 渤、黄、东海海表面温度年际变化特征分析 [J]. 海洋科学, 2009, 33(8): 76-81.
- [6] 钟姗姗, 何金海, 刘宣飞. 太平洋次表层海温年代际变率及其突变特征[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(5): 595-602.
- [7] 陈幸荣, 王彰贵, 巢纪平, 等. CCSM 对太平洋年代际振荡的敏感性试验[J]. 海洋学报, 2011, 33(5): 23-31.
- [8] 陈幸荣, 王彰贵, 巢纪平, 等. PDO 的三维空间结构和实际演变特征[J]. 海洋学报, 2011, 33(6): 19-28.
- [9] 蔡怡, 李海, 张人禾. 热带印度洋海温异常与 ENSO 关系的进一步研究[J]. 气象学报, 2008, 66 (1): 120-124.
- [10] 蔡怡, 张建华, 于卫东. 赤道太平洋-印度洋海洋上层海温分析[J]. 热带海洋学报, 2005, 24 (4): 60-66.

A study of SST decadal oscillation in China Sea

ZHANG Zhi-hua, CHEN Xing-rong, CAI Yi

(National Marine Environmental Forecasting Center, Beijing 100081 China)

Abstract: Based on the HadISST data from HADLEY Center, geopotential height at 500 hPa and air temperature and wind at 850hPa from NCEP, 74-month averaged circulation index from Chinese Meteorology Administration and PDO index from Washington University, the SST decadal oscillation in China Sea is analyzed by EOF method. The results show that the key area is close to 30°N in the East of the China Sea, where showing strongest SST decadal oscillation and. It takes account about 58.2 % of total amount. The period of SST decadal oscillation in the key area of the China Sea is same as that in the northeast coast of the Australia Ocean. The period of the strongest signal SST decadal oscillation is 44—45 years, showing a lag of 15 years with PDO. The SST oscillation in the key area of the China Sea and in the northeast coast of the Australia Ocean share the same periods with 1 year, 5 years and 15 years and the correlation coefficient is 0.604, suggesting that they are in the same mode. There is also 1 year period in the western Pacific coast. The results indicate that the SST decadal oscillation in the key area of the China Sea is not a local event, but connects to the sea temperature in the Pacific Ocean. It is the results of the air—sea interaction, being related with the wind from mid-high and low latitude, the subtropical high in the west Pacific Ocean and the South China Sea, the air temperature and the circulation in the southern hemisphere.

Key words: SST; decadal oscillation; key sea area