

doi:10.12006/j.issn.1673-1719.2016.200

张雷, 任国玉, 宝乐尔其木格, 等. 基于卫星观测的南海表层温度气候学特征及长期变化 [J]. 气候变化研究进展, 2017, 13 (3): 189-197

基于卫星观测的南海表层温度气候学特征及长期变化

张 雷¹, 任国玉², 宝乐尔其木格³, 徐 宾¹, 宇婧婧¹¹ 中国气象局国家气象信息中心, 北京 100081;² 中国气象局气候研究开放实验室 / 中国气象局国家气候中心, 北京 100081;³ 内蒙古农业大学, 呼和浩特 010010

摘 要: 利用高分辨率 AVHRR Pathfinder 卫星海表温度资料, 分析了 1982—2012 年南海及其毗邻海区海表温度 (SST) 的变化趋势, 并给出了近 30 年该海域 SST 的气候学特征。结果表明: 南海年平均 SST 随纬度的增加而降低, 且越靠近陆地海温梯度越大, 等温线呈西南—东北向分布; 南海最高、最低 SST 分别出现在夏季和冬季; 夏季中南半岛和海南岛东侧存在相对低温区, 应与西南季风和地转偏向力共同作用引起的深层冷水涌升有关; 近 30 年南海及毗邻海区年平均 SST 增温趋势为 $0.100\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 20 世纪 90 年代末到 21 世纪初年平均 SST 处于高值期, 最高值出现在 1998 年; 南海海区四季均存在变暖趋势, 冬季增温趋势最大, 为 $0.194\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 夏、春季次之, 分别为 $0.121\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.107\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 秋季最小, 为 $0.086\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$; 近 30 年台湾海峡和中国大陆东南沿海增温最显著, 最大增温值达到 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 以上。

关键词: 气候变化; 气候学; 海表温度 (SST); 南海; 卫星

引 言

南海位于太平洋、东亚大陆和印度洋交汇处, 这里有世界海洋中温度最高、面积最大的热带西太平洋暖池, 是全球热带对流最强, 海气相互作用极为强烈的区域。南海的热力效应及海气相互作用对我国大陆天气气候具有重要影响^[1-6]。同时, 南海是东亚季风系统与南亚季风和亚澳季风系统相互连接、相互作用的重要区域, 也是夏季偏南气流向我国大陆输送水汽的主要通道^[7-10]。因此, 在全球平均海表温度上升的背景下^[11-13], 开展南海及毗邻海区海表温度变化的研究具有重要意义。

南海海表温度的变化, 受到广泛关注^[14-17]。张秀芝等^[14]使用 HadISST 资料, 分析了 1901—2004 年中国渤海、黄海、东海和南海区域海表温度 (SST) 的长期变化, 指出各海区海温均呈增加趋势, 20 世纪 80 年代以后增暖明显; 汤超莲等^[15]研究表明 1971—2003 年南海北部珠江口 SST 呈显著上升趋势, 且珠江口外高于口内; 蔡榕硕等^[16]分析了南海表层海水温度的时空分布特征和周期变化, 指出南海在 1981 年前后发生了一次由低到高的气候转变, 南海中部 SST 在 1950—2006 年上升了约 $0.92\text{ }^{\circ}\text{C}$; Bao 等^[18]利用 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 网格的 HadISST 月平均海温资料, 研究中国边缘海地区海表温度长期

收稿日期: 2016-09-28; 修回日期: 2016-12-30

资助项目: 国家公益性行业 (气象) 科研专项 (GYHY201206012, GYHY201206001, GYHY201506002); 国家气象信息中心青年科技基金 (NMICQJ201613); 国家自然科学基金 (91437220); 国家气象科技创新工程攻关任务——“气象资料质量控制及多源数据融合与再分析”

作者简介: 张雷, 男, 博士, zhang_lei@cma.gov.cn; 任国玉 (通信作者), 男, 研究员, guoyoo@cma.gov.cn

变化,表明 1870 年以来和 1962 年以来南海年平均 SST 均呈明显上升趋势,分别达 $0.040\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.225\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

制约中国近海 SST 长期变化研究的最主要因素是海温现场观测资料稀疏。基于船舶观测的海表温度资料通过插值填补无观测区域,生成全覆盖的网格数据,在此过程中海面观测空间采样的不均匀性和离散性会带来较大的误差和不确定性^[19]。同时较低分辨率的传统观测资料也无法精细地刻画海温变化的时空结构。以往由于卫星资料观测时间较短等原因,在气候变化研究中较少受到关注^[20-23]。随着卫星资料时间序列的延长和处理技术的提高,卫星气候数据集的建设和应用越来越受到重视,其在全球和区域气候监测、诊断和气候变化分析中,取得了较好的效果^[24-25]。但是,目前卫星遥感资料在中国气候和气候变化研究中应用还相对较少。

本文基于 1982—2012 年高分辨率 AVHRR Pathfinder 逐日海表温度资料,对南海及毗邻海区年、季海表温度变化趋势进行了定量估计,并给出该海域近 30 年海表温度气候学分析。

1 资料和方法

本文采用 1982—2012 年 AVHRR Pathfinder Version 5.2 SST^[26] 的逐日卫星海表温度资料^①。为避免白天的辐射对传感器干扰可能造成的海温数据长期变化分析的不确定性,只使用了夜间数据进行分析。AVHRR Pathfinder 卫星海表温度数据是由美国国家海洋大气局 (NOAA) 所属国家海洋数据中心 (NODC) 发布。该数据空间分辨率为 4 km , 时间分辨率为一日两次 (白天和夜间), 研究时段为 1981 年 11 月—2012 年 12 月。

选取 1982—2012 年为气候参考期。资料序列不足的部分取参考期内所有年份的平均值。海温距平是逐年海温与参考期平均海温的差值。研究区域 ($105^{\circ}\sim 125^{\circ}\text{ E}$, $0^{\circ}\sim 26^{\circ}\text{ N}$) 为南海及其毗邻海区, 简称为南海地区 (图 1)。

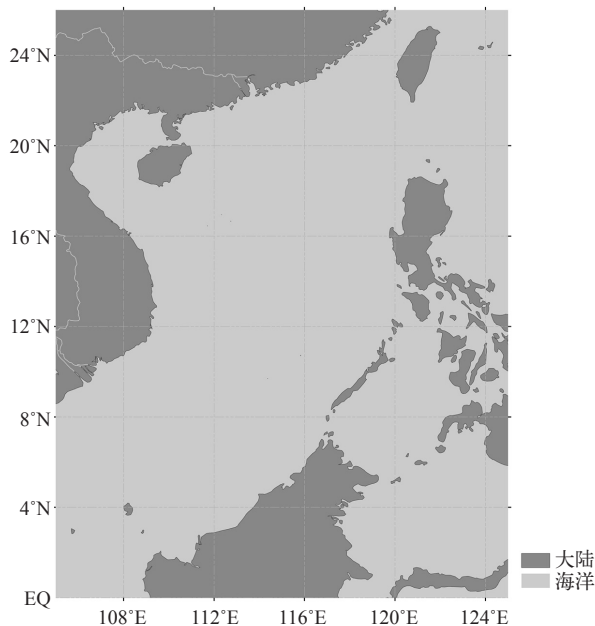


图 1 南海及毗邻海区范围

Fig. 1 The study region (South China Sea and adjacent sea area)

在进行区域平均时考虑到网格面积随纬度的变化, 根据纬度余弦和面积的关系对海温距平值进行面积加权平均^[27], 公式如下:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^N \cos(a_i) T_i}{\sum_{i=1}^N \cos(a_i)} \quad (1)$$

T 为区域平均海温或海温距平 ($^{\circ}\text{C}$), N 为研究区域的总网格数, a_i 为第 i 个网格中心点的纬度, T_i 为第 i 个网格的海温或海温距平 ($^{\circ}\text{C}$)。

采用最小二乘法对海表温度距平序列的变化趋势进行估计, 并用 t 检验方法判断线性趋势的显著性水平。季节划分的方法是: 1、2 月和上年 12 月为冬季, 3—5 月为春季, 6—8 月为夏季, 9—11 月为秋季。

2 结果分析

2.1 海表温度的气候学特征

南海大部分区域处于热带, 年平均海表温度常年在 $26\sim 29\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。受太阳辐射随纬度变化的影响,

① <http://www.nodc.noaa.gov/SatelliteData/pathfinder4km/>。

南海年平均 SST 随纬度的增加而降低。由于海陆分布不均, SST 梯度在海峡、近岸海域明显大于远海, 梯度最大的区域在中国大陆沿岸, 特别是台湾海峡南部。在太阳辐射、海陆分布、海流和沿岸流以及季风等因素的共同作用下, 南海年平均 SST 等值线大致呈西南—东北向分布 (图 2)。

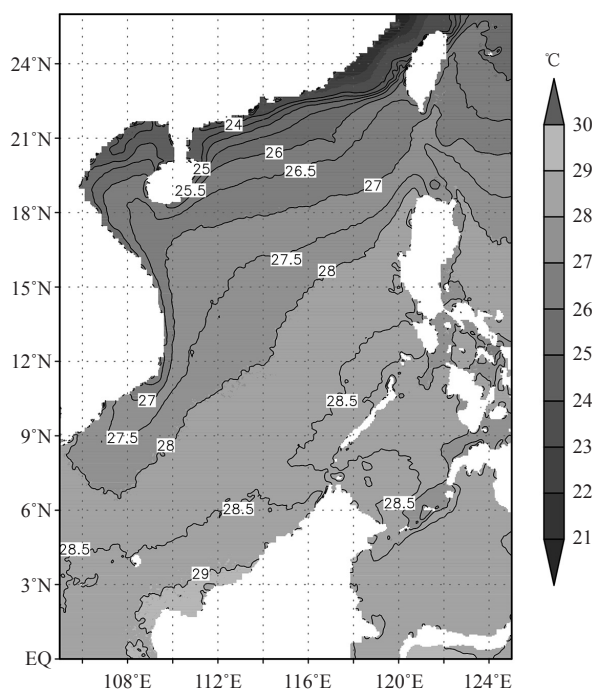


图 2 1982—2012 年研究区域年平均海表温度分布
Fig. 2 The annual mean SST distribution in study region during 1982—2012

冬季 (图 3a) 南海绝大部分区域海温低于 28°C , 是该海域海表温度最低的季节。在空间分布上, 南部海温高于北部, 东部海温高于西部, 温度梯度明显, 等温线呈西南—东北向分布。显然, 这种分布主要与冬季东北季风驱动下稳定、强烈的沿岸寒流作用有关。

春季 (图 3b), 随着太阳辐射增强, 冬季风减弱, 大陆沿岸寒流造成的冷水区域面积减少, 南海南部海温明显升高, 海温等温线仍呈西南—东北向分布。

由图 3(c) 可见, 夏季 28°C 以上的高温海水几乎覆盖整个南海海区, 冬、春季西南—东北向等温线消失。在中南半岛东侧, 以近岸海域为中心出现一片冷水区域。此外, 海南岛东北侧海域以及台湾海峡也出现较强的低温区。产生这种现象应该主

要和夏季西南季风气流的影响有关。在稳定的西南风与地转偏向力共同作用下, 中南半岛和海南岛东侧表层海水向东北方向流动, 海流具有离岸倾向, 导致深层冷海水上涌, 形成相对低温区。

秋季 (图 3d), 由于太阳辐射减弱和冬季风影响等原因, 近岸海水温度降低, 暖水团向东南退去。南海西部和海南岛东北侧海域的冷中心消失, 南海北部、中南半岛东侧海温明显降低, 等温线出现西南—东北向分布。

表 1 给出了南海年与四季的平均海表温度。近 30 年南海海域年平均海温为 27.65°C 。夏季海温最高达到 28.94°C , 冬季海温最低为 25.64°C 。

2.2 年平均海温距平的长期趋势

图 4 为 1982—2012 年南海年平均 SST 距平序列。近 30 年整个南海海区增温趋势为 $0.100^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ (表 1), 通过了 0.05 的显著性检验。20 世纪 80 年代初到 90 年代中期, 南海海表温度为负距平, 90 年代升温明显, 20 世纪 90 年代后期到 21 世纪初是南海 SST 的高值期, 最高值出现在 1998 年, 近期 SST 相对稳定。

图 5 给出了 1982—2012 年南海年平均 SST 变化趋势空间分布。近 30 年, 整个南海大部海区呈增温趋势, 其中台湾海峡和中国大陆沿岸增温最显著, 最大增温趋势达到 $0.7^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 以上, 印证了汤超莲等^[15]关于 1979—2003 年珠江口海表温度呈显著上升趋势的结论。但本文采用高分辨率卫星观测资料的分析表明, 台湾海峡的陆地沿岸地带, 特别是闽江河口近岸海区, 也呈现出强烈的升温趋势。此外, 在中南半岛南部海域存在一个较大的小幅降温区域, 但未通过 0.05 的显著性检验。

2.3 季节平均海温距平的长期趋势

图 6、表 1 给出了近 30 年南海四季海表温度的变化趋势。1982—2012 年南海海域四季均呈上升趋势, 冬季增暖最显著, 达到 $0.194^{\circ}\text{C}/10\text{a}$; 夏季和春季次之, 变化趋势分别为 $0.121^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.107^{\circ}\text{C}/10\text{a}$; 以上趋势均通过了 0.05 的显著性检验; 秋季增温最弱, 且未通过显著性检验。在南海

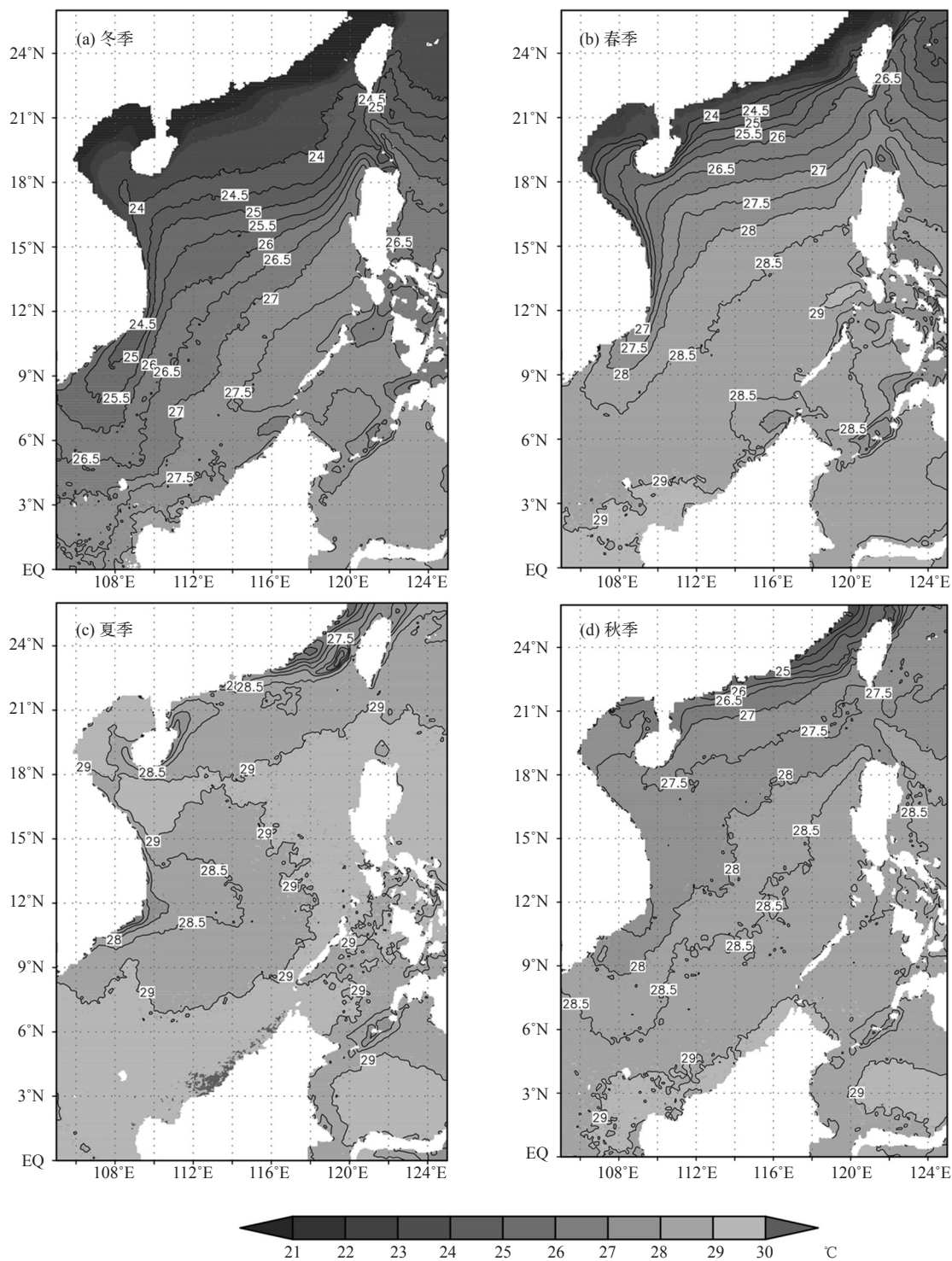


图3 1982—2012年研究区域四季平均海表温度分布

Fig. 3 The seasonal mean SST distribution in study region during 1982–2012

四季 SST 距平序列中 (图 6), 1998 年均出现了明显的正距平。

图 7 展示了近 30 年南海四季 SST 变化趋势的空间分布。台湾海峡和中国大陆沿岸, 四季均有

较明显的增温。南海冬季增温最显著, 与年平均 SST 变化趋势的空间分布相似, 在台湾海峡和中国大陆沿岸附近存在明显的高值区, 中心值达到 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 冬季南海北部增温高于南部区域。

表 1 1982—2012 年研究区域年和四季的平均海表温度及其距平序列变化趋势

Table 1 The annual, seasonal mean SST and the trends of SST anomalies in study region during 1982–2012					
要素	冬季	春季	夏季	秋季	年
SST/℃	25.64	27.57	28.94	28.14	27.65
趋势/(℃/10a)	0.194*	0.107*	0.121*	0.086	0.100*

注: * 表示通过 0.05 的显著性检验。

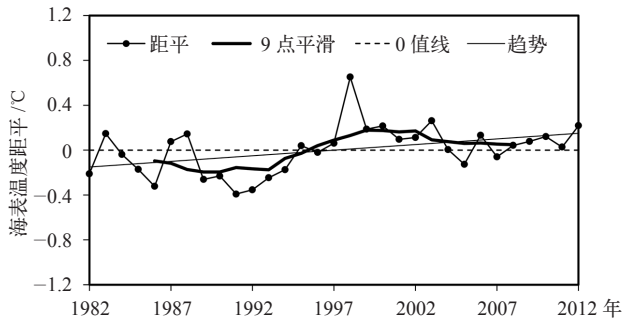
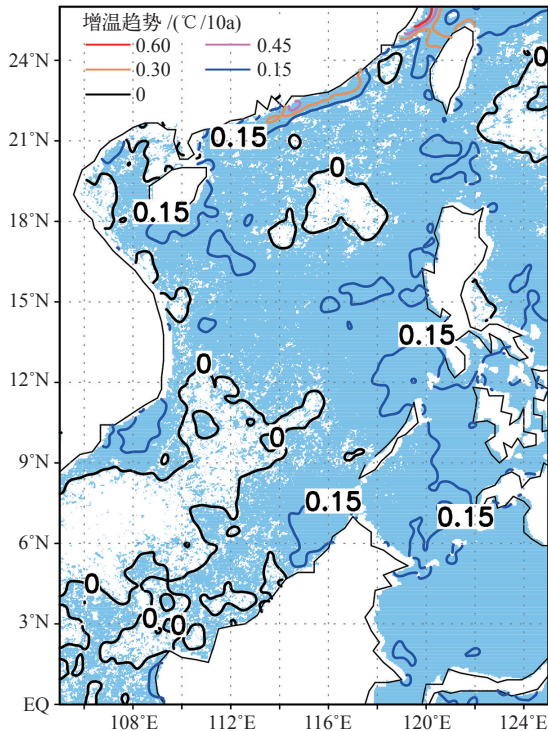


图 4 1982—2012 年研究区域年海温距平序列
Fig. 4 The annual SST anomaly in study region during 1982–2012



注: 蓝色区域表示通过 0.05 的显著性检验。

图 5 1982—2012 年研究区域年海表温度趋势分布
Fig. 5 The trends distribution of annual SST in study region during 1982–2012

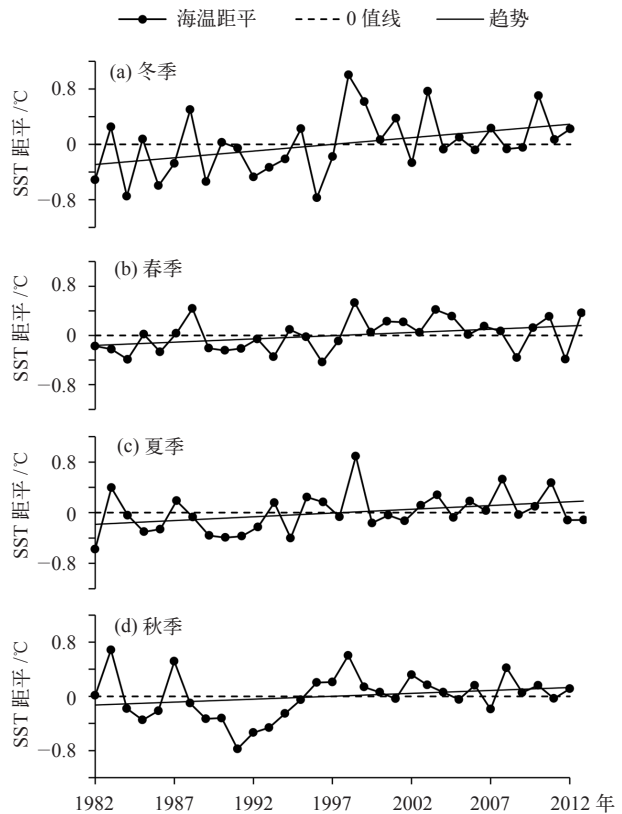


图 6 1982—2012 年研究区域四季海表温度距平序列
Fig. 6 The seasonal SST anomalies in study region during 1982–2012

春季 SST 增温的高值区域主要集中在南海北部, 特别是在台湾海峡和海南岛周围海域存在明显的高值中心。夏季南海增暖较为均匀, 北部海温上升相对较大, 但不存在明显的高值中心。从南海气候特征可知, 夏季南海西部和越南东岸存在一个相对低温区, 近 30 年夏季该海区 SST 呈上升趋势, 可能导致该冷水区存在减弱的趋势。秋季的增温区主要分布在中国大陆沿岸附近, 范围小但增幅较大, 而南海的西部存在较大范围海温稳定或弱降温区域, 其变化趋势未通过 0.05 的显著性检验。

3 结果比较

目前多采用分辨率较粗的长期船舶观测数据进行海温趋势分析, 利用高分辨率卫星气候资料进行相关研究的工作还很少, 在南海海域还没有相关研究。NOAA 发起 CDR 数据研制计划, 将存档的历史卫星资料处理成气候数据, 用于气候变化和变率

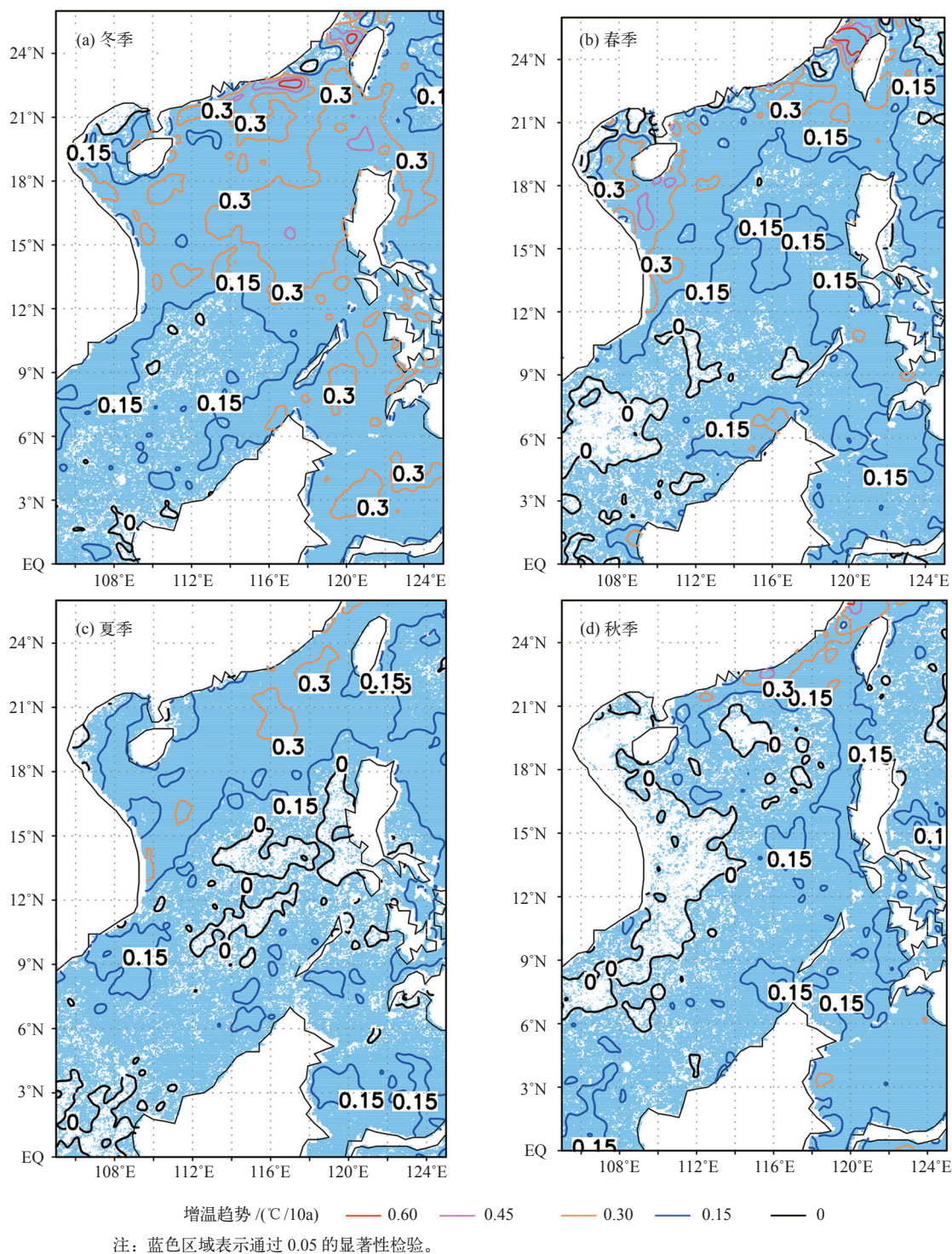


图 7 1982—2012 年研究区域四季海表温度趋势分布

Fig. 7 The trends distribution of seasonal SST in study region during 1982–2012

研究^[19]。AVHRR Pathfinder SST 是 CDR 计划多个数据集之一。由于使用了高分辨率资料，第一次清楚地指出近 30 年中国东南部沿海海表温度快速上

升的区域及趋势。清晰地展现了夏季南海的涌升流现象，首次发现海南岛东北部海域夏季也存在涌升现象。

根据高分辨率卫星反演资料分析发现, 近 30 年南海地区年和四季平均海表温度均表现出明显增温趋势, 这一结果与前人根据传统观测资料得到的结果具有相似性^[14, 16, 18]。Bao 等^[18]分析 HadISST 月平均海温资料, 指出 1979—2005 年南海海表温度存在显著的上升趋势, 冬季升温最明显, 分析结果与本文结论相符。在温度变化趋势的空间分布上, 也印证了汤超莲等^[15]关于 1979—2003 年珠江口 SST 呈显著上升趋势的结论, 并同时发现在闽江河口等沿岸地带也存在类似温度快速上升的现象, 但这一现象不能被低分辨率海表温度资料所揭示。由此充分体现了高分辨率卫星气候资料的优势。

本文对比分析了相同时间段、相同区域 AVHRR Pathfinder Version 5.2 SST 和 HadISST 的海表温度序列和变化趋势 (表 2)。近 30 年在该海域两种资料年海表温度变化趋势非常接近, 分别为 0.100 °C /10a 和 0.118 °C /10a。在冬季, 二者均表现出明显的增温, 且都通过了 0.05 的显著性检验。主要差别表现在夏季, 趋势分别为 0.121 °C /10a 和 0.065 °C /10a, 前者通过了 0.05 的显著性检验。造成这种差异的主要原因可能是 HadISST 融合了船舶、浮标等现场观测资料和卫星反演资料^[12], 由于不同来源的资料精度不同、时空覆盖范围不同, 可能影响长时间序列气候资料的均一性, 该差异存在的原因需要后期深入研究。

表 2 1982—2012 年研究区域 AVHRR Pathfinder 与 HadISST 海温距平序列的变化趋势

Table 2 The trends of AVHRR Pathfinder and HadISST in study region during 1982–2012

时段	AVHRR Pathfinder	HadISST	差值
冬季	0.194*	0.166*	0.028
春季	0.107*	0.095	0.012
夏季	0.121*	0.065	0.056
秋季	0.086	0.118*	-0.032
年	0.100*	0.118*	-0.018

注: * 表示通过 0.05 的显著性检验。

南海西部夏季 SST 相对低值区在前人研究中也报道^[28]。这个涌升流区域的形成主要与南海

夏季西南季风和地转偏向力的共同作用有关^[29-31]。

本文除了揭示出南海西部相对冷水区外, 还发现在海南岛东北部和台湾海峡南部大陆沿岸也存在较明显的冷水区, 其中台湾海峡南部冷水区强度大于越南近岸地带, 值得给予高度关注。涌升流和南海夏季风有关, 夏季风越强, 海表暖水离岸现象越明显, 深层冷水上翻越强烈, 涌升区的温度越低、范围越广; 反之亦然。随着南海夏季风强度的减弱, 南海西部海表温度呈现上升趋势, 而冷水区的强度和范围也有所减弱^[28]。

4 结 论

采用高分辨率 AVHRR Pathfinder 卫星海表温度资料, 分析了 1982—2012 年南海海域海表温度的气候学特征和长期变化趋势, 得到如下结论。

(1) 南海年平均海表温度随纬度增加而降低, 且越靠近陆地温度梯度越大, 造成等温线呈西南—东北向分布。南海海表温度最高温出现在夏季, 最低值出现在冬季。夏季中南半岛东侧存在一个相对低温区, 海南岛东部和台湾海峡也存在较明显的低温区域, 应该是西南季风和地转偏向力共同作用引起的涌升流影响所致。

(2) 1982—2012 年南海年平均 SST 增暖趋势为 0.100 °C /10a。20 世纪 90 年代末到 21 世纪初海温处于高值期, 最高值出现在 1998 年。近 30 年南海海区四季均存在变暖趋势, 冬季增温趋势最大, 为 0.194 °C /10a, 夏、春季次之, 分别为 0.121 °C /10a 和 0.107 °C /10a, 秋季最小, 为 0.086 °C /10a。

(3) 海表温度变化趋势的空间分布上, 高分辨率资料能精细地反映海温的变化, 如珠江口和台湾海峡海表温度的显著上升。近 30 年台湾海峡和南海北部中国大陆岸外海域增温最显著, 最大值达到 0.7 °C /10a 以上。■

致谢: 感谢国家气象卫星中心王素娟研究员在海表温度资料处理方面给予的指导。

参考文献

- [1] 伍红雨, 杨崧, 蒋兴文. 华南前汛期开始日期异常与大气环流和海温变化的关系 [J]. 气象学报, 2015, 73 (2): 319-330
- [2] 李宏毅, 林朝晖, 宋燕, 等. 我国华南 3 月份降水异常的可能影响因素分析 [J]. 大气科学, 2013, 37 (3): 719-730
- [3] 黄晓璐, 徐海明, 邓洁淳. 冬季中国近海海表温度的长期升高及其对中国降水的影响 [J]. 气象学报, 2015 (3): 505-514
- [4] 孙照渤, 章基嘉, Palmer T N. 南海表层温度距平对我国夏季风和降水影响的数值试验 [J]. 气象学报, 1990, 48 (1): 113-116
- [5] 王东晓, 秦曾灏, 周发. 南海年际尺度海气相互作用的初探 [J]. 气象学报, 1997, 55 (1): 33-42
- [6] 蒋国荣, 何金海, 王东晓, 等. 南海夏季风爆发前后海-气界面热交换特征 [J]. 气象学报, 2004, 62 (2): 189-199
- [7] 丁一汇, 李崇银, 何金海, 等. 南海夏季风试验与东亚夏季风 [J]. 气象学报, 2004, 62 (5): 561-586
- [8] 刘伯奇, 何金海. 亚洲夏季风动力学研究综述 [J]. 热带气象学报, 2015, 31 (6): 869-880
- [9] 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风气候异常的影响 [J]. 大气科学, 1994, 18 (2): 141-151
- [10] 齐庆华, 蔡榕硕. 南海海表温时空演变与南海夏季风爆发早晚相关性初探 [J]. 海洋学报, 2014 (3): 94-103
- [11] IPCC. Climate change 2013: the physical science basis [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013: 1535
- [12] Rayner N A, Parker D E, Horton E B, *et al.* Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century [J]. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 2003, 108 (D14): 1063-1082
- [13] 《气候变化国家评估报告》编写委员会编著. 第二次气候变化国家评估报告 [M]. 科学出版社, 2011
- [14] 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, 10 (4): 799-807
- [15] 汤超莲, 郑兆勇, 游大伟, 等. 珠江口近 30a 的 SST 变化特征分析 [J]. 应用海洋学学报, 2006, 25 (1): 96-101
- [16] 蔡榕硕, 张启龙, 齐庆华. 南海表层水温场的时空特征与长期变化趋势 [J]. 台湾海峡, 2009, 28: 559-568
- [17] Jin Q H, Wang H. Multi-time scale variations of sea surface temperature in the China seas based on the HadISST dataset [J]. Acta Oceanol Sin, 2011, 30 (4): 14-23
- [18] Bao B, Ren G Y. Climatological characteristics and long-term change of SST over the marginal seas of China [J]. Continental Shelf Research, 2014, 77 (1): 96-106
- [19] 唐世浩, 刘荣高. 卫星气候数据集的应用研究与发展分析 [J]. 地球信息科学学报, 2015, 17 (11): 1278-1285
- [20] 鲍献文, 万修全, 高郭平, 等. 渤海、黄海、东海 AVHRR 海表温度场的季节变化特征 [J]. 海洋学报, 2002, 24 (5): 125-133
- [21] Wang S, Cui P, Zhang P, *et al.* FY-3C/VIRR SST algorithm and cal/val activities at NSMC/CMA[C]//SPIE Asia Pacific remote sensing. International Society for Optics and Photonics, 2014: 92610G-92610G-8
- [22] 蒋兴伟, 奚萌, 宋清涛. 六种遥感海表温度产品的比对分析 [J]. 海洋学报, 2013, 35 (4): 88-97
- [23] 徐海明, 王琳玮, 何金海. 卫星资料揭示的春季黑潮海区海洋对大气的影响及其机制研究 [J]. 科学通报, 2008 (4): 463-470
- [24] Chen J, Del Genio A D, Carlson B E, *et al.* The spatio temporal structure of long term climate variations in the 20th century based on observed and reanalysis data. Part I: The global warming trend [J]. Journal of Climate, 2008, 21: 2611-2633
- [25] Knapp K R, Ansari S, Bain C L, *et al.* Globally gridded satellite observations for climate studies [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2011, 92 (7): 893-907
- [26] Casey K S, Brandon T B, Cornillon P, *et al.* The past, present, and future of the AVHRR Pathfinder SST program [J]. Springer Netherlands, 2010: 273-287
- [27] Jones P D, Hulme M. Calculating regional climatic time series for temperature and precipitation: methods and illustrations [J]. International Journal of Climatology, 1996, 16: 361-377
- [28] 宝乐尔其木格. 中国近海海温长期变化特征及其对沿岸气候的影响 [D]. 北京: 中国气象科学研究院, 2014
- [29] 冯士筭, 李凤岐, 李少菁. 海洋科学导论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999, 1: 443-457
- [30] 蔡树群, 苏纪兰, 甘子钧, 等. 冬季南海上层环流动力机制的数值研究 [J]. 海洋学报, 2001, 23 (5): 14-23
- [31] 李娟, 左军成, 李艳芳, 等. 南海海表温度的低频变化及影响因素 [J]. 河海大学学报, 2011, 39: 575-582

Climatology and Change of the South China Sea Surface Temperature Based on Satellite Observations

Zhang Lei¹, Ren Guoyu², Baoleerqimuge³, Xu Bin¹, Yu Jingjing¹

1 National Meteorological Information Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China;

2 Laboratory for Climate Studies of China Meteorological Administration, National Climate Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China; 3 Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010010, China

Abstract: The climatological features and the long-term trends of sea surface temperature (SST) were analyzed for South China Sea (SCS) for period 1982–2012, using a high resolution AVHRR Pathfinder satellite SST data. Results show that the annual mean SST decreased with the increase of latitude in the SCS, and greater temperature gradient appeared in the areas closer to land, with the isotherms being in the direction of southwest to northeast. The maximum and minimum SST in the SCS appeared in summer and winter, respectively; There was a relatively low temperature area on the east of Indochina Peninsula and Hainan Island in summer, caused by cold water upwelling related to the southwest monsoon. The linear trend of annual mean SST in the SCS is 0.100 °C per decade in the past 30 years, and from the end of the 20th century to the beginning of the 21st century, the SST was in a high value, with the highest SST occurring in 1998. In the past 30 years, there was a warming trend for SCS in each season, and the largest increase was 0.194 °C per decade in winter, and the smallest one is 0.086 °C per decade in autumn, and the trends in summer and spring are 0.121 °C per decade and 0.107 °C per decade, respectively. The most significant warming was in Taiwan Strait and the southeastern coast of Mainland China, and the maximum increase rate even exceeded 0.7 °C per decade.

Key words: climate change; climatology; sea surface temperature (SST); South China Sea (SCS); satellite