闵建雄,李广雪,乔璐璐,等. 基于 MODIS 的浙闽近海表层悬浮体时空变化特征分析[J]. 海洋地质前沿, 2022, 38(10): 69-78. MIN Jianxiong, LI Guangxue, QIAO Lulu, et al. Temporal-spatial variation of surface suspended matter in Zhejiang-Fujian coastal area based on MODIS[J]. Marine Geology Frontiers, 2022, 38(10): 69-78.

基于 MODIS 的浙闽近海表层悬浮体 时空变化特征分析

闵建雄^{1,2},李广雪²,乔璐璐²,丁咚²,刘世东²

(1 中交上海航道勘察设计研究院有限公司,上海 200120;2 中国海洋大学海洋地球科学学院,青岛 266100)

摘 要:基于 2015 年中分辨率成像光谱仪(MODIS)卫星影像资料,结合实测悬浮体浓度数 据及海表温度、风场、海表流场等资料,对浙闽近海表层悬浮体时空分布及控制因素进行了探 讨。结果表明,浙闽近海表层悬浮体分布存在显著的季节性变化特征。研究区 2~50 m 等深 线海域存在温度锋面,在一定程度上抑制了表层悬浮体向外海的输运。夏季的河流输沙有利 于研究区北部近岸高浓度悬浮体分布,南风、西南风对表层悬浮体扩散起抑制作用;冬季在强 烈东北季风作用下,再悬浮作用强烈,同时为表层悬浮体向南扩散提供了动力。本研究对完 善东海内陆架泥质区沉积物输送机制具有一定的辅助作用。

关键词: 浙闽近海; MODIS; 表层悬浮体浓度; 海表温度; 月均变化 中图分类号: P736 文献标识码: A DOI: 10.16028/j.1009-2722.2021.170

0 引言

悬浮体由源到汇的搬运过程是全球物质循环 的一个重要环节,陆架海中的悬浮体分布和输运对 近岸海域海底地形地貌的发育起着重要作用,研究 表层悬浮体分布及其运移规律是认识该海域物质 交换、海陆相互作用的基础^[1-5]。浙闽近海作为中 国大陆与西太平洋进行能量、物质交换的重要海洋 通道之一,其悬浮体的分布对陆架的生态环境有着 重要影响^[6]。

相较于传统的走航式观测数据采集方式,遥感 数据具有空间覆盖、时间周期覆盖以及历史数据再 现等方面的优势,既满足动态观测的需要,提高了 观测的时效性,又为长时间尺度观测提供了途径, 具有较高的时间、空间分辨率。通过遥感影像能有 效监测表层悬浮体随时间、空间的分布,有较大的 研究价值。

目前已有不少研究者通过实测和卫星遥感等 方法对东海及附近海域悬浮体的分布及运移进行 了研究^[7-8],并取得了一定的成果。胡静雯等^[9]利 用颗粒物后向散射原理,验证了 MODIS 卫星影像 反演浊度的真实性,对东海进行了浊度反演:薛文 静等^[10]利用 MODIS-Aqua 卫星对长江口及浙江 部分海域悬浮体浓度进行反演,验证了风向对悬 浮体浓度的扩散作用;薛碧颖等^[11]基于实测断 面结合卫星遥感海表温度资料验证了闽北海域温 度锋面对悬浮体扩散的抑制作用。陈瑞瑞等^[12] 利用遥感数据研究了长江口表层悬沙向浙闽近岸 的扩散形态,认为向浙闽近岸运输的长江口悬沙 具有明显的季节性特征。以往的研究更多的是注 重长江口、杭州湾等河口小区域或者整个东中国 海等大范围的悬浮体分布,对于浙闽近海在较长 时间尺度上的表层悬浮体变化研究较少。本文基 于 MODIS Terra L1B 数据建立了适用于浙闽近海 表层悬浮体浓度的反演模型,综合海表温度、风 场、海表流场等资料,分析了2015年全年浙闽近 海表层悬浮体分布变化规律并对其影响因素进行 了探讨。

收稿日期: 2021-06-16

资助项目:国家重点基础研究发展规划项目"东海内陆架泥质区冬季悬 浮体分布特征及悬浮物质通量"(2005CB422304)

作者简介: 闵建雄(1991-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事海洋工程环境、 海洋测绘等方面的研究工作. E-mail: 1512387009@qq.com

1 资料和方法

1.1 数据来源

本文实测数据来源于 2007 年 2 月和 2015 年 6 月"东方红 2 号"考察船在浙闽近海的 2 个航次 (图 1),共 50 个站,利用卡盖式采水器对表层水体 (距海表面不超过 1 m)进行取样,取样体积为 1 000 mL,用于表层悬浮体浓度测定。遥感数据来 源于 MODIS Terra 卫星的 L1B 数据, 空间分辨率 为 500 m, 时间分辨率为 1 d; 海表温度 SST 资料来 源于 MODIS Terra 卫星提供的月平均成品数据, 水 平空间分辨率为 4 km; 风场数据来源于 Windsat 卫 星提供的 10 m 风场风速和风向, 空间分辨率为 0.25°× 0.25°; 表层流场数据来源于 www.oscar.noaa.gov 网 站提供的海洋表层实时分析流场, 空间分辨率为 1/3°×1/3°, 时间分辨率为 5 d。经过一系列的预处理 之后, 通过对遥感数据与实测数据综合分析, 建立 起悬浮体浓度与水体反射率之间的关系, 用于表征 研究区表层悬浮体浓度分布特征。



图 1 研究区位置^[13] Fig.1 Location of the study area^[13]

1.2 数据处理

实测表层悬浮体浓度数据通过抽滤实验获取, 使用直径 47 mm、孔径 0.45 μm 的双层微孔醋酸纤 维滤膜(其中下层滤膜用于实验校正),所有滤膜使 用蒸馏水冲洗 3 次以上,抽滤实验后放入温度设定 为 60 ℃ 的烘箱内烘干 24 h,使用 1/100 000 精度天 平称重,表层悬浮体浓度为悬浮体重量与取样体积 比值。

利用 ENVI/IDL 软件, 对获取的影像依次进行 几何校正(消除"蝴蝶结"效应影响)、图像镶嵌、裁 剪、辐射定标、快速大气校正(使用 FLAASH 大气 校正方法, 采用 MODTRAN4+辐射传输模型, 可有 效减弱气溶胶散射效应影响)及阈值法去除云污染 (采用多光谱云监测方法, 确定云层覆盖阈值范围, 利用掩膜方法去除)等步骤。然后对每个月数据同 一位置的像素点进行叠加求平均,得到月平均反射 率值,在进行月平均的同时削弱了薄云对水体反射 率值的影响^[14]。

1.3 遥感反演

由于本文实测数据来源为走航式观测取样,选取与实测数据时间最接近的卫星影像作为表层悬浮体浓度反演模型的构建基础,MODIS Terra 卫星的时间分辨率为1d,卫星过境时间与采样的时间差在原理上属于可接受范围^[13]。在剔除明显数据异常的6个站位点后,提取与实测数据为同一天内相同地理位置并经过一系列处理之后的卫星影像反射率数据。随机选取26个站位数据用于基础模型的构建,剩下的18个站位数据作为模型的验证点。

MODIS Terra 卫星 L1B 数据的 B4 波段(545~ 565 nm)的反射率值与悬浮体存在良好的相关性, 常用于近岸水体表层悬浮体浓度的反演^[14]。本文 建立的模型拟合效果较好(图 2a),相关系数 *R*² 为 0.835 8,均方根误差 RMSE 为 0.428 5 mg/L,适用于 浙闽近海表层悬浮体浓度的反演。因此,本文采用 B4 波段反射率值来反演研究区表层悬浮体浓度,具 体反演公式如下:

$SSC = 0.263\ 7 \times \exp(38.83 \times R_{555}) \tag{1}$

式中:SSC 为表层悬浮体浓度,mg/L;

R555为B4波段的反射率值。

将上述模型计算的悬浮体浓度与剩下的 18 个 站位数据进行对比(图 2b),发现反演数据与实测数 据基本相符合,能够反映悬浮体的分布情况。



Fig.2 Results of the inversion and the comparison of surface suspension concentration^[14]

2 结果

2.1 2015 年浙闽近海海表温度的月均分布特征

海水表层温度(Sea Surface Temperature, SST) 分布是海水热量传递的体现,在温度变化大的海域, 一般对应着不同水团的交界或是水体流速的切变 区。本文利用 SST 分布特征来反映海水的流动情 况,用以研究区域的流系特征。

1-2月研究区水域的 SST 特征最为明显(图 3), SST 呈现"东南高、西北低,远岸高、近岸低"的特 征。20 m 等深线沟域水体 SST 为 6 ℃; 20~ 50 m 等深线海域水体 SST 约为 10~15 ℃; 50~ 100 m 等深线海域 SST 约为 16~20 ℃,同时在台 湾岛东北部海域受到主流区域在 100~200 m 等深 线海域流动的 SST 为 24 ℃ 的水团入侵影响。随 着太阳辐射能量的逐渐加强, 3-5月海域的 SST 特 征逐渐变得不明显。6-10月研究区海域 SST 流系 特征完全消失,近岸水体 SST 可达 30 ℃。9-12月, 随着太阳辐射能量的减弱,整个研究区海域的 SST 开始下降,从南到北依次递减,又开始呈现 SST 东 南高、西北低的特征。

2.2 2015年浙闽近海表层悬浮体月均分布特征

MODIS Terra 卫星的 B4 波段为可见光波段, 在水中穿透深度较浅,其反演结果可代表海表层 悬浮体浓度(SSC)。利用上述模型(公式 1)中的反 演方法,经反演得到 2015 年全年浙闽近海表层悬 浮体月均浓度、海域表层悬浮体分布特征及输运 趋势。

12月至次年2月表层悬浮体分布相似(图 4): 高 SSC 区域主要分布在杭州湾、浙闽沿岸等 20 m 等深线以浅的区域,悬浮体浓度范围为 15 ~20 mg/L, 在部分河口附近浓度可达 30 mg/L; 20~50 m 等深 线海域悬浮体浓度中等,浓度范围为 6~15 mg/L, 等深线以南海域, SSC 逐渐降低,较高浓度的海域 面积有所减少; 50~100 m 等深线海域 SSC 较低, 浓度范围为 2~6 mg/L,其中,靠近杭州湾及台湾岛 附近海域悬浮体浓度偏高,台湾海峡悬浮体浓度 较高,可达 8 mg/L,大部分海域为 2~4 mg/L; 100 m 等深线以深海域主要为低悬浮体海域,浓度范围为 0.6~2 mg/L,主要分布在 122°E 以东海域。

相较于1、2月,3-5月的SSC有降低趋势,低



Fig.3 Distribution of the monthly average of sea surface temperature

b

浙江

台湾

121°

浙

台湾岛 121°

台湾岛

122° 123° E

121°

120°

122° 123° E

120°

31°

Ν

30°

29°

28°

27°

26°

25°

319

Ν

309

299

28°

27°

26°

25

319

Ν

300

29°

28°

27°

26° 福

25°

319

Ν

309

29°

289

279

26°

25°

-福建

119°

120°

121°

122° 123° E

119

 b_{10}

福

119°

b₇

119°

b4

 120°

台湾

台湾岛

台湾岛

122° 123° E

SSC/(mg/L)

121°

SSC/(mg/L)

121°

120°

121°

31' N

30°

29°

28°

27°

 26°

25°

31°

Ν

30°

29°

28°

27°

 26°

25°

31°

Ν

30°

29°

28°

27°

 26°

25°

319

Ν

309

29°

28°

27°

26°

25°

-福建

119°

福

119°

 b_{11}

120°

福

1190

b₈

119°

. b5

 120°

 $\begin{array}{c}
 200 \\
 228 \\
 224 \\
 220 \\
 18 \\
 16 \\
 14 \\
 12 \\
 10 \\
\end{array}$

8642

 $\begin{array}{c} 30\\ 28\\ 26\\ 24\\ 20\\ 18\\ 16\\ 14\\ 12\\ 10\\ 8\\ 6\\ 4\\ 2\\ 0 \end{array}$

3322222211111 1086420

332222221111186420

SSC/(mg/L)

SSC/(mg/L)

SSC/(mg/L)

122° 123° E

SSC/(mg/L)

b₂







b₁--b₁₂分别为 1--12月 图 4 表层悬浮体浓度分布

Fig.4 Distribution of the surface suspension concentration

120° 121° 122° 123° E

浓度区域范围明显扩大。高浓度区域仍位于杭州 湾附近及渐闽近岸的 20 m 等深线以浅海域,浓度 范围为 15~28 mg/L,台湾岛西侧近岸海域表层悬 浮体浓度较高; 20~50 m 等深线海域 SSC 也有降 低趋势,浓度范围为 3~10 mg/L,大部分区域水体 表层悬浮体浓度为 3~4 mg/L; 50~100 m 等深线 海域悬浮体浓度为 1.5~3 mg/L,台湾岛西北海域悬 浮体浓度偏高,可达 5 mg/L; 100 m 等深线以深海 域 SSC 低至 1 mg/L。

6-8月的 SSC 高值区域主要分布在杭州湾、 浙闽近岸 20 m 等深线以浅的海域,浓度范围为 10~ 28 mg/L,特别是在 8月,杭州湾 SSC 高达 30 mg/L; 20~50 m 等深线海域 SSC 较高,为 4~10 mg/L,大 部分海域 SSC 偏低; 50~100 m 等深线海域 SSC 较 低,为 1~4 mg/L; 100 m 等深线以深海域悬浮体浓 度<1 mg/L。整体上说,7、8月的高悬浮体浓度范 围相对于 6月大体维持原状,甚至向近岸方向呈现 出缩小的趋势。

9-11月,SSC高值区域主要分布在杭州湾、浙 闽近岸 20 m 等深线以浅的海域,浓度范围为 15~ 30 mg/L,其中 10月份钱塘江口、椒江口附近海域 浓度可达 32 mg/L,20~50 m 等深线海域 SSC 较 高,为 6~15 mg/L,随着深度的增加,浓度逐渐减小; 50~100 m 等深线海域,浓度较低,为 2~6 mg/L; 100 m 等深线以深海域表层悬浮体浓度最低,大部 分<1 mg/L。

3 讨论

悬浮体的分布作为各种自然环境条件和人类 活动的综合反映,与河流入海、海洋环流、风速风向、 海浪及水深地形等动力因素的共同作用密切相关。

3.1 物源区悬浮泥沙供应的影响

陆源物质是指海岸带地区直接由河流为主要 输送渠道的陆源碎屑物质^[3],物源是控制研究区海 域表层悬浮体分布的决定性因素,其中物源区主要 包括大型河流(长江)、中小型河流(钱塘江、瓯江、 闽江等)和潮流沙脊等。钱塘江流域多年平均输沙 量为76.5×10⁸ kg,瓯江流域多年平均输沙量为20.5× 10⁸ kg、闽江流域多年平均输沙量为70.8×10⁸ kg,相 较于长江多年平均输沙量4140×10⁸ kg,均属于少 沙河流,且河流输沙主要集中在洪水期,枯水期中 小河流贡献的输沙占比更小^[15]。结果显示,研究区 近岸海域 SSC 呈明显的季节性分布, 受河流径流量 与输沙量的影响(图 5), 夏季河流入海泥沙量虽然 较冬季明显偏多, 但舟山以南近岸海域 SSC 较冬季 偏低, 这主要是由于长江入海携带的悬浮颗粒大部 分在杭州湾及舟山群岛的"群岛效应"下捕获沉 积^[16]; 而冬季近岸海域表层悬浮体呈条带状分布, 应是夏季沉积的长江入海泥沙再悬浮后向南, 存在 "夏储冬输"的特征, 为浙闽近海提供了丰富的泥沙 来源。



图 5 2003-2015 年长江月平均输水输沙量(大通站)^[15] Fig.5 Average monthly runoff and sediment transport of the Yangtze River from 2003 to 2015 (Datong Gauge Station)^[15]

3.2 季风及特殊天气的影响

从 2015 年全年的表层悬浮体月均分布来看, 夏季(6-8月)SSC 高浓度区范围较小,冬季(12月 一次年2月)SSC 高浓度范围区较大。据分析,这可 能是由于1月风力增强(图6),表层沉积物在风力 作用下发生再悬浮所致。冬季浙闽海域,在东亚冬 季风的作用下,同时受到南向的浙闽沿岸流的影响, 大量的悬浮体向南扩散。悬浮体大量沉降在浙闽 近岸海域,在强烈而稳定的东北季风作用下,浅水 区垂向混合强烈,部分表层较细颗粒沉积物再悬浮 频繁,使得表层悬浮体浓度维持在较高水平^[17]。同 时,风向对表层悬浮体的扩散也有一定贡献^[10],受 表层 Ekman 效应影响,北风、东北风有利于表层悬 浮体向外扩散,而南风、西南风则抑制了悬浮体向 外海的输送。统计历史海洋天气发现,8月份风力 较强,其中有11天风力达到5~6级及以上,这就 对杭州湾及浙闽近岸海域的高浓度 SSC 具有一定 的影响。同时,10月近岸 SSC 高于 11、12月,可能 是由于9月底于福建登陆的超强台风"杜鹃"的影 响,台风过境时风速最高可达 55 m/s,有效浪高可 达 6~7 m, "波浪掀沙" 作用强, 近岸水体扰动和再 悬浮作用强烈,使得近岸 SSC 明显偏高。



Fig.6 Distribution of average wind field in January, April, July, and October, 2015

3.3 海洋环流的影响

SST 作为海洋环流、水团、锋面的一种直观指示^[18-19],结合 SST 分布与表层流场分布特征(图 3、7),可用于探讨海洋环流对 SSC 分布及运输的影响。 冬季 SST 分布特征明显,在冬季风的驱动作用下, 长江冲淡水与苏北沿岸流南下的分支汇合,并继续 贴岸南下,形成浙闽沿岸流^[6-7]。浙闽沿岸流的主流 范围主要在 20 m 等深线以浅海域,在东北季风的 作用下继续南下,与北上的台湾暖流在浙闽海域交 汇,20~50 m 等深线海域为浙闽沿岸流与台湾暖流 的交汇混合区,形成冬季台湾海峡北部沿岸变性水 团;50~100 m 等深线海域为台湾暖流的主流区域, 在台湾岛北部海域同时也受到主流区域在 100~ 200 m 等深线海域黑潮的入侵影响。

前人研究认为台湾暖流对悬浮体向外海的输

运起着阻碍作用,但台湾暖流与浙闽沿岸流混合过 程中必然携带着悬浮体^[7]。通过分析冬季的 SST 分布,发现冬季南下的低温浙闽沿岸流域与北上的 高温台湾暖流在 20~50 m 等深线海域形成了明显 的温度锋面(图 8),在锋面的"水障"作用影响下^[20], 阻碍了陆源碎屑沉积物及有机质向外海的输运,长 江等河流的入海物质基本控制在锋面以西^[21],在水 平方向上控制了冬季浙闽海域表层悬浮体的分布。 在锋面摩擦作用下,水动力条件减弱,高浓度的悬 浮体在锋区附近海域发生沉积,温度锋面在一定程 度上抑制了表层悬浮体向外海的输送。

水下地形作为形成陆架锋面的主要原因,同时 也控制着锋面的稳定性分布^[22]。但随着台湾暖流 向北流动,水下地形变得逐渐平缓,暖流被迫抬升, 产生上升流^[4,17],将下层较高浓度的悬浮体运输至 表层水体,使得研究区北部 SSC 增加。



Fig.7 Distribution of average surface flow field in January, April, July and October of 2015



冬季研究区海域温度垂向结构基本呈垂向均 匀状态,仅有局部海域水体存在微弱的温度跃层。 加之冬季风浪作用强烈,50m等深线以浅海域表层 沉积物发生再悬浮^[23-24],使得海水表层悬浮体浓度 有所增加。对于深水海域(水深>100m),深水海 域的表层悬浮体主要来源于近海海域表层悬浮体 的平流输运。由于缺少必要的观测条件及相关的 水动力数据,对于具体的悬浮体运动方式及环流的 细致结构仍待探究。

4 结论

本文数据主要来源于 2007 年 2 月和 2015 年 6 月 2 个东海航次调查获取的实测悬浮体浓度数据, 结合 MODIS 卫星影像资料,综合海表温度、风场、 海表流场等资料,对浙闽近海表层悬浮体时空分布 及其控制因素进行了探讨,得出以下结论:

(1)浙闽近岸海域表层悬浮体浓度分布整体呈 近岸海域高、远岸海域低的特点;同时,表层悬浮体 分布还存在显著的季节性变化特征,冬季高浓度表 层悬浮体分布范围最广。

(2)研究区 20~50 m 等深线海域存在明显的 温度锋面,在一定程度上阻碍了表层悬浮体向外海 的输运。

(3)河流的径流输沙对夏季研究区北部近岸高 SSC分布有一定贡献作用,同时南风、西南风对表 层悬浮体扩散起抑制作用,突发性的台风对近岸高 SSC分布有显著影响;在冬季强烈东北季风的作用 下,部分表层较细颗粒沉积物再悬浮作用强烈,同 时还为表层悬浮体向南输运提供动力。

参考文献:

- 韦软胜,刘璐,臧家业,等.南黄海悬浮体浓度的平面分布特征 及其输运规律[J].海洋学报,2012,4(2):73-83.
- [2] 白虹, 王凡. 台湾暖流水和长江冲淡水在32°N断面和Pn断面上的分布及其变化[J]. 海洋科学集刊, 2010, 50(1): 11-22.
- [3] 李广雪,杨子赓,刘勇.中国东部海域-海底沉积环境成因研 究[M].北京:科学出版社,2005:1-65.
- [4] 苏纪兰. 中国近海的环流动力机制研究[J]. 海洋学报(中文版), 2001, 23(4): 1-16.
- [5] LV X G, QIAO F L, XIA C S, et al. Upwelling off Yangtze River estuary in summer[J]. Journal of Geophysical Research Oceans, 2006, 111(11): 11-18.
- [6] 刘世东,乔璐璐,李广雪,等.东海内陆架悬浮体输运,通量及季 节变化[J].海洋与湖沼,2018,49(1):24-39.
- [7] LI G X, QIAO L L, DONG P, et al. Hydrodynamic condition and suspended sediment diffusion in the Yellow Sea and East China Sea[J]. Journal of Geophysical Research Oceans, 2016, 121: 6204-6222.
- [8] 石学法,刘升发,乔淑卿,等.东海闽浙沿岸泥质区沉积特征与 古环境记录[J].海洋地质与第四纪地质,2010,30(4):19-30.
- [9] 胡静雯,陈树果,张亭禄,等.利用Modis卫星遥感数据监测东中

国海浊度的时空分布[J].海洋环境科学, 2015, 34(4): 564-569.

- [10] 薛文静, 乔璐璐, 仲毅, 等. 不同时间尺度下长江口海域表层 悬浮体浓度变化[J]. 海洋与湖沼, 2019, 50(5): 1002-1013.
- [11] 薛碧颖, 王厚杰, 张勇, 等. 闽北附近海域悬浮体输运及通量 的季节变化[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2018, 38(5): 33-43.
- [12] 陈瑞瑞,蒋雪中.长江河口悬浮泥沙向浙闽沿岸输运近期变 化的遥感分析[J].海洋科学,2017,41(3):89-101.
- [13] BI N S, YANG Z S, WANG H J, et al. Seasonal variation of suspended-sediment transport through the southern Bohai Strait[J]. Estuarine Coastal and Shelf Science, 2011, 93(3): 239-247.
- [14] MIN J X, LI G X, DING D, et al. Temporal-spatial variation of surface suspended matter and controlling factors in the inner shelf of the East China Sea in winter[J]. 中国海洋大学学报 (英文版), 2019, 18(1): 13-23.
- [15] 中华人民共和国水利部.中国河流泥沙公报2020[M].北京: 中国水利水电出版社,2021:1672-4836.
- [16] 胡日军. 舟山群岛海域泥沙运移及动力机制分析[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- [17] BIAN C W, JIANG W S, QUAN Q, et al. Distributions of suspended sediment concentration in the Yellow Sea and the East China Sea based on field surveys during the four seasons of 2011[J]. Journal of Marine Systems, 2013, 121/122(5): 24-35.
- [18] 刘琳,王珍岩.山东半岛沿岸海域悬浮体时空分布及形成机制分析[J].海洋科学,2019,43(10):55-65.
- [19] 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.
- [20] 袁忠鹏,胡刚,王永红,等.东海内陆架泥质体远端表层沉积物孢粉分布规律及其环境意义[J]. 沉积学报, 2021, 39(3):610-620.
- [21] 丛静艺,袁忠鹏,胡刚,等.长江远端三角洲多源沉积分异作 用及其动力机制[J]. 沉积学报, 2020, 38(3): 528-537.
- [22] 苏健. 跨陆架锋水交换的数值研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2005.
- [23] DONG L X, GUAN W B, CHEN Q, et al. Sediment transport in the Yellow Sea and East China Sea[J]. Estuarine Coastal and Shelf Science, 2011, 93: 248-258.
- [24] 刘锋.黄河口及其邻近海域泥沙输运及其动力地貌过程[D]. 上海:华东师范大学,2012.

Temporal-spatial variation of surface suspended matter in Zhejiang-Fujian coastal area based on MODIS

MIN Jianxiong^{1,2}, LI Guangxue², QIAO Lulu², DING Dong², LIU Shidong²

(1 Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China;

2 College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: Based on the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Terra imagery of 2015, combined with the measured surface suspensions concentration (SSC) data and sea surface temperature (SST), wind field data, sea surface current field data and so on, the temporal-spatial variation of surface suspensions and controlling factors in the coastal waters of Zhejiang and Fujian are discussed. Results show that the distribution of surface suspensions in the study area showed obvious seasonal variability. A temperature front in the 20–50 m isobath of the study area was revealed, and it inhibits the transport of surface suspensions to the offshore. The runoff and sediment transport of river in summer is conducive to the distribution of high-SSC near the coast in the northern part of the study area. Southwest wind inhibits the spread of surface suspensions. In winter, strong winter monsoon can resuspend surface sediments and promote the southward transportation of surface suspensions. This study improved the understanding of the sediment transport mechanism in the inner shelf mud area of the East China Sea.

Key words: Zhejiang-Fujian coastal area; Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer; surface suspensions concentration; sea surface temperature; monthly average variation