

# 江苏近海的激流

刘爱菊<sup>1</sup>, 修日晨<sup>1</sup>, 张自历<sup>1</sup>, 尹逊福<sup>1</sup>

(1. 国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

关键词: 海洋激流; 假潮; 辐射状沙脊

中国分类号: P731

文献标识码: A

文章编号: 0253- 4193(2002) 06- 0120- 07

## 1 引言

海洋激流, 尽管已在 1963 年就由美国 Woods Hole 海洋研究所海洋地质学家 Hollister 在旧金山召开的 IUGG 会议上提出, 但几十年来, 却因资料的缺乏而未能作进一步的论证和分析. 一些国家的海洋工作者, 在解释大洋海底一些沟渠的冲刷原因时, 认为这是大洋海底激流所致<sup>[1-3]</sup>. 我国研究者修日晨在对海流异常观测记录进行分析的基础上, 于 1978 年提出“不论在大洋或近海, 均存在着一种急流”<sup>[4]</sup>, 讨论了海洋中存在的激流现象. 1982 年张忍顺教授在研究江苏 港地区海岸冲刷原因时指出, 港海域有潮位和潮流的突变现象, 并提出“研究极优天文条件下的潮位和潮流的突变有着重要的意义”<sup>[1]</sup>. 其后, 我们对海洋中的这种异常流动, 以实测资料为依据进行了探讨, 并将研究的初步成果作了报道<sup>[5,6]</sup>.

在进一步分析整理江苏近海海流资料中, 发现江苏近海某些海域激流具有多发性, 激流流速大者可达 4.5 m/s 以上, 这种突发性的流速大流必将对海洋工程、海上航行、航道变迁、水产资源等产生诸多影响. 为了研究这一特殊的海洋异常现象, 在国家基金委的鼓励和支持下, 于 2001 年 6 月在江苏近海布点观测, 采用先进的测量仪进行测流, 再次证实了海洋激流现象在这一海区存在的客观事实.

本文所讨论的海洋激流, 不包括由风暴引起的风暴激流.

## 2 激流现象

为便于叙述, 以下从历史资料和近期观测到的激流两方面进行讨论.

### 2.1 历史资料概况

主要引用 1980 年江苏海岸带海流同步调查资料. 由于该区地形复杂, 特别是中部近岸浅

收稿日期: 2001- 09- 12; 修订日期: 2002- 01- 20.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49976009).

作者简介: 刘爱菊(1939- ), 女, 山东省青州市人, 副研究员, 从事潮汐和风暴潮的研究.

1) 张忍顺. 最佳天文条件的大潮汛对于条子泥西侧水道及岸滩的影响.



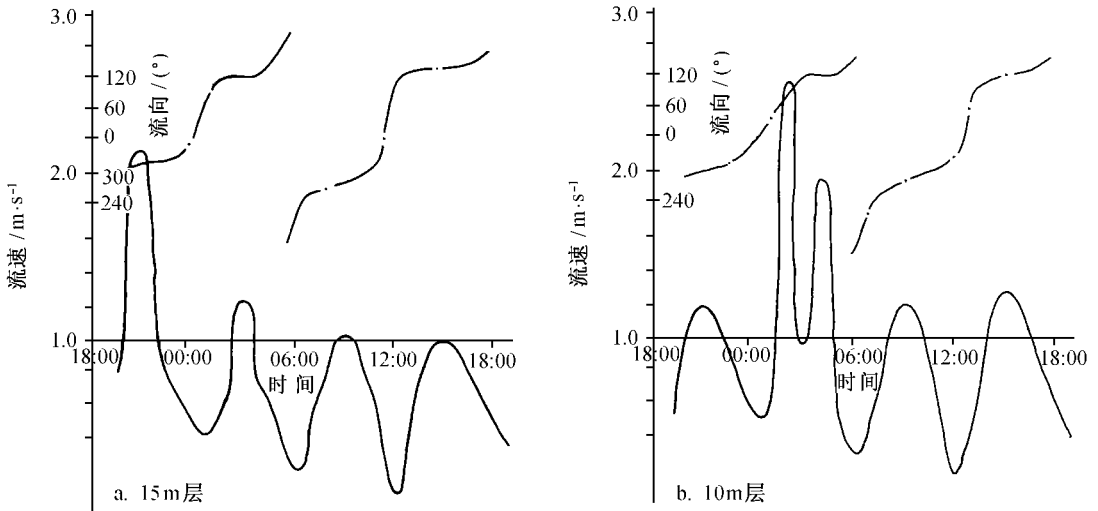


图2 0801站激流发生前后流速(实线)、流向(锁线)曲线图

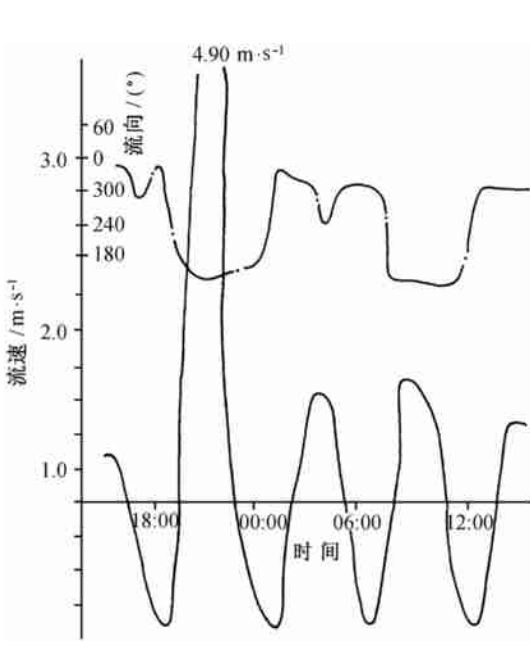


图3 0501站激流发生前后流速(实线)、流向(锁线)曲线图

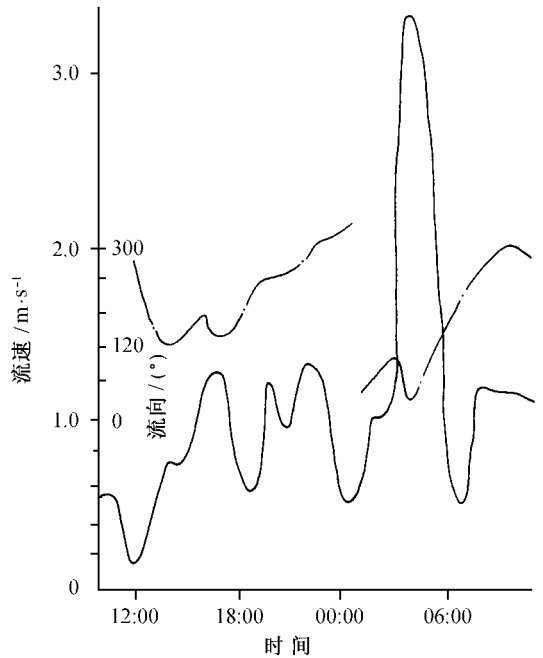


图4 1202站激流发生前后流速(实线)、流向(锁线)曲线图

内,邻近 港岸滩与条子泥间的主水道. 根据有关文献报道<sup>[7]</sup>,该区域是潮流的辐合区,加上西洋为一喇叭状海域,易引发大流速激流. 该点5 m层在12月7日21:30测到4.90 m/s的特大流速. 查阅该站表层(1.5 m)的实测流速后知,表层在22:20时有流速从0.12 m/s突增至2.82 m/s的激流存在,其发生的时间比5 m层激流晚约1 h. 从表1还可看出,该测站夏季

(7月)5 m层, 也出现流速由1.10 m/s突增至3.00 m/s的激流现象. 根据目前所获资料, 在一个测点, 冬、夏季均测到激流, 仅此一站, 表明在此次观测中, 该区潮流辐合强烈, 发生激流的可能性更大.

图4是1980年7月11~12日在长江口以北的1202站表层激流前后的流速流向曲线. 该站地理位置与前述的0501站和0801站不同, 0501站和0801站均处在沙脊群内主沙脊间的水道上, 而该站位于长江口外北部较开阔的水域. 该站在7月12日04:00前发生由0.50 m/s到3.33 m/s的流速突增. 激流现象不仅在沙脊群内较多地出现, 在受地形和潮流辐聚影响较弱的海域也有出现. 由于长江口外附近海域位置的重要性, 对该点激流现象的进一步调查研究也就十分必要.

由于当时对激流的认识和观测条件的限制, 难以进行多昼夜的、采样间隔密度大的海流观测. 上述资料多是一昼夜所测, 所依据的流速曲线由于时间步长偏大, 未能充分反映观测期间流速的细微结构, 一些周期小于1h的激流现象可能漏测, 这使所获的激流次数与实际发生的次数相比无疑要少得多, 但在有限测点和有限测量次数下, 能多点或同点多层获得该区的激流资料, 显示了这一区域为激流的频发区.

另据张忍顺报道<sup>1)</sup>, 根据其在港附近的王家槽所获的实测资料, 表层到底层最大落潮流速分别为2.91, 1.6和1.62 m/s, 表层流速比中、底层流速偏大约1.3 m/s, 近于2倍之多, 表层有激流现象发生.

至于流向, 从表1可看出, 激流发生时, 尽管流速发生了较大幅度的增大, 流向变化却不大. 激流与潮流方向在这一区域有较好的一致性.

## 2.2 2001年6月观测到的激流现象

为研究江苏近海激流的需要, 在总结过去测流经验的基础上<sup>[6]</sup>, 进行了激流的专项调查. 使用安德拉海流计, 在东沙以西的西洋内布设了3个测流点(见图1), 其中A1站仪器放置在10 m层, A2站和B站放置在6 m层. A1站连续观测了二昼夜, A2站和B站为一昼夜. 观测结果是: B站未测到激流, A2站获得一次激流, 持续时间为35 min, A1站测得二次激流, 每次激流持续时间均为20 min左右. 现以A1站在08:00前后发生的激流为例, 进行简要说明.

图5是流速流向曲线, 观测时间间距为5 min. 在05:00~06:00时由落潮流转为涨潮流, 流速迅速增大, 至07:15, 流速达1.50 m/s, 延时到08:00流速变化不大, 之后流速突变, 仅15 min便达到2.15 m/s, 08:45流速减至1.60 m/s, 激流消失, 激流延时不足0.5 h. 持续时间如此短的激流资料的取得, 与观测时间步长的选取有关. 过去(如1980年)在江苏近海测流时, 由于观测时间每小时一次, 要获得上述短周期的激流过程资料几乎不可能. 由此看出观测时间步长的选取对短周期激流的获取是十分关键的.

## 3 讨论

该海区的激流具有一定规律性. 下面就一些有关问题进行讨论.

### 3.1 流速突变

江苏近海特别是在沙脊群区近岸水域, 由于地形变窄变浅, 潮水辐聚能量达到一定限度后, 水位不可能无止境地抬高, 必然要进行能量的释放, 强大的势能将引起速度的突变. 图2~4显示了流速突变的大致过程. 江苏近海所测到的激流均以这种速度突变形式而产生. 速

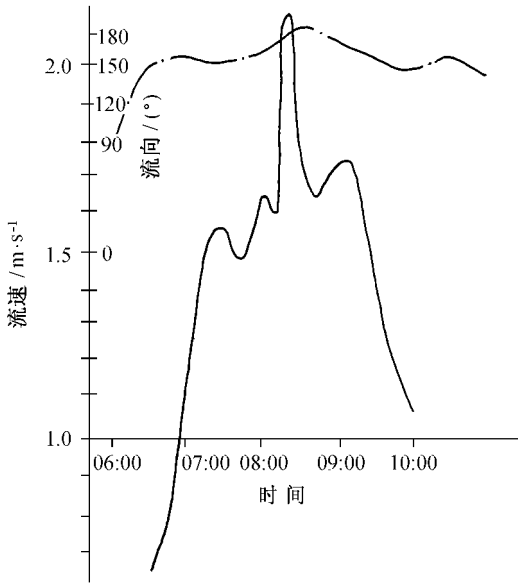


图5 安德拉海流计所测 10 m 层流速(实线)、流向(锁线)曲线

度突变时曾测到 4.90 m/s 的大流速. 所获激流的流速一般都在 2.50~5.00 m/s. 可见流速突变时水流速度之大.

2001年6月观测所获激流资料显示了流速突变的具体细微结构.

因此,在实际观测中,就一般情况而论,流速在短时间内骤然增大,可作为发生激流的一种信号,它预示激流可能发生. 流速突然急增表示激流正处于发展之中,流速突然急减,预示激流可能正趋于消失.

### 3.2 激流现象的局地性

江苏近海举世闻名的辐射状沙脊(见图1),将江苏近海分割成几部分. 在沙脊群北部和东部,海面较广阔,海水自由运动空间大,海水运动受地形的影响较小,海洋激流也就少有发生. 而在沙脊群西部近岸,潮流的辐聚辐散加之特殊地形的影响,为激流的发育创造了良好的条件. 所测到的激流,多在这一海域.

在江苏近海海流观测时,采用了多点同步观测,所获激流仅限于某区域或某一层次出现. 如1980年12月7日,同步测流点中,仅0501站表层和5m层测到激流,其余层次及附近测点未有激流现象出现;1980年12月6日仅在0301站10m层测到激流,其余测点未发生激流. 又如1980年夏季(7月)测流时,在同步观测点中,仅0501,0801,0901,0902,1201,1202站出现了激流现象,其他测点未有产生,即使在同一点,激流的出现也仅限于有限的层次. 激流属个别区域的一种孤立现象,这在2001年测流时也得到证实. A1, A2, B三个测站均位于西洋内,相距不远,在同样的时间内A1, A2站观测到了激流, B站却未观测到,由此看出该海区激流的出现仅在一个较小范围内,具有明显的局地性.

### 3.3 激流的延时

激流与能量的释放密切相关,通过能量释放以达到水位新的平衡. 能量释放通常以一种较为激进的(或暴发性的)过程来完成,其延时一般也就不可能很长,在所测到的激流中,持续时间大多在几分钟到几小时. 1980年所获激流资料,从流速曲线图来看,激流的延时一般在0.5~3h以内. 2001年6月观测到的激流,由于观测时间步长短,流速曲线细微结构较清楚,所测激流的延时仅20多分钟,其后流速便恢复正常状态.

### 3.4 与水位的关系

陈则实教授在研究假潮时指出,假潮是叠加在潮汐上的一种较短周期的振动,每个港湾存在着纵振动、横振动或其他方向的振动<sup>[8]</sup>. 作为以水平方向运动为主的激流与以横向运动为主的假潮有何联系呢? 大振幅假潮主要表现在水位的急剧升高上,水位上升,势能增加. 据文献<sup>[8]</sup>介绍,假潮周期一般为几分钟至几十分钟,时间较短. 水位从异常大振幅到恢复正常变化状态,主要依靠水体的输运,大振幅假潮周期较短说明水体输运是以一种快速运动的形式进

行,或者说一般应是以激流的形式完成.

根据张忍顺报道<sup>1)</sup>,潮水由开敞外海进入水道狭窄的江苏近海沙洲区造成雍水.以 港海域为例,潮水进入 港附近的王家槽西段后,水道急剧变窄,成为明显的喇叭形,加之水道变浅,使王家槽西段开始出现明显的涌潮,潮位增高.张忍顺<sup>1)</sup>列举了王家槽 3 d 大潮平均高潮位与该区潮位代表性最好的三仓闸下 3 d 大潮平均高潮位(表 2),从中看出,除了 8 月 9~ 11 日由于风暴增水的影响,二者平均高潮位几乎相等外,其余各月 港王家槽 3 d 大潮平均高潮位均明显高于三仓闸下水位.从历史资料或目前所获资料来看,激流多在 港附近大潮差区出现,激流与水位有一定的关系.张忍顺<sup>1)</sup>根据实地观测获得该处“潮头”之后激流最大流速可达 3.0 m/s 以上的大流速记录,涌潮后的底层含沙量可高达 6.6 kg/m<sup>3</sup>.激流发生于“潮头”之后,也说明了该水域潮位与激流二者有一定的关系.

表 2 三仓闸与王家槽的 3 d 大潮平均高潮位比较

站名	7月	8月	9月	10月
三仓闸下	4.07	4.36	4.26	4.34
港王家槽	4.42	4.37	4.46	4.47

### 3.5 盐度分布的均匀性

为了了解发生激流测站的海洋水文要素状况,本文对海水要素中较为稳定的因子——海水盐度状况进行了分析.从表 1 看到,所获激流资料多在夏季,现以夏季盐度分布为例,进行简要的讨论.

图 6 是 1980 年夏季部分激流站的盐度垂向分布图<sup>2)</sup>.从图看出,观测到激流的 0501, 0801, 0901, 0902 站,盐度未出现夏季易有的海水层化现象,而是呈均匀型的垂向分布,表层至底层几乎均匀.1201 站和 1202 站激流出现在表层,表层至 5 m 层盐度也为均匀分布.盐度的日变化,据林锡藩等报道<sup>2)</sup>,除个别站位因潮效应较强出现有振幅不大(盐度变化低于 1)的周期性日变化外,05, 08, 09 断面测点各层盐度值在 1 d 内几乎为一常值,变化甚微(图 7).

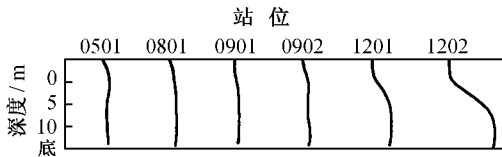


图 6 部分激流测站盐度垂向分布<sup>2)</sup>

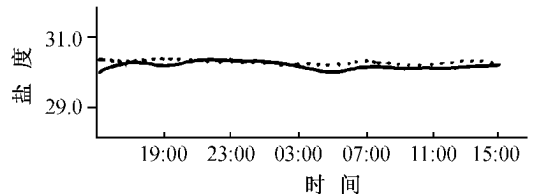


图 7 0902 站盐度周日变化

..... 5 m 层, —— 10 m 层

上述均匀型的盐度垂向分布和 1 d 之内几乎为一常值的日变化,我们认为与这些测站处于潮流的辐聚带使海水易于发生混合有关,而激流的出现则加剧了这一混合过程,使海水均匀性的分布更加明显.

2) 林锡藩等. 江苏海岸带邻近海域 1980 年夏季盐度的分布. 海洋研究, 1981, (3).

## 4 小结

(1) 江苏近海特别是沙脊群水域由于受潮流辐聚和地形的制约,无论是历史资料还是近期的实测资料均显示该海域激流存在的客观性,这为今后进一步研究激流提供了实测资料的基础.

(2) 激流有巨大的动能,必将对江苏近海的地貌形态、工程设施、沙洲变迁、围海造田等有重要的影响.

(3) 尽管在该海域获取了若干激流资料,由于激流与其他海洋动力现象一样,其动力机制是十分复杂的,需通过积累更多的资料,如长期的浮标资料、流与水位的同步资料、激流与假潮的相关资料等,进行综合分析,才能对其所形成的机制有更进一步的了解.

(4) 激流与假潮关系密切.潮流辐聚,位能增加,位能转化为动能过程中,必将使潮位发生相应的变化.

本文所用的部分资料得到1980~1985年江苏辐射状沙脊海流调查与研究课题负责人林锡藩教授的帮助,谨致谢意.

### 参考文献:

- [1] KONTAR E A, SOKOV A V. A benthic storm in the northeastern tropical Pacific over the field of manganese nodules[J]. Deep-Sea Res, 1994, 41(7): 1 069—1 089.
- [2] CROSS T F, NOVELL A R M. A deep-sea sediment transport storm[J]. Nature, 1988, 331(6156): 518—521.
- [3] KLEIN H. Benthic storm, vortices and particle distribution in the deep west European Basin[J]. Dtsch Hydrogr Z, 1987, 40(3): 87—102.
- [4] 修日晨. 海中激流[J]. 海洋战线, 1978, (1): 14.
- [5] 修日晨, 顾玉荷, 刘爱菊, 等. 海洋激流的若干观测结果[J]. 海洋学报, 2000, 22(4): 118—124.
- [6] 刘爱菊, 修日晨, 等. 激流观测与资料处理若干问题的探讨[J]. 黄渤海海洋, 2001, 19(2): 91—98.
- [7] 任美镔. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查[M]. 北京: 海洋出版社, 1986.
- [8] 陈则实, 李坤平. 山东半岛沿岸的大振幅假潮[J]. 黄渤海海洋, 1999, 17(4): 1—12.

## Storm current in the coastal waters of Jiangsu Province, China

LIU A<sub>+</sub>ju<sup>1</sup>, XIU R<sub>+</sub>chen<sup>1</sup>, ZHANG Z<sub>+</sub>li<sup>1</sup>, YIN Xu<sub>+</sub>fu<sup>1</sup>

(1. First Institute Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China)

**Key words:** ocean storm current; seiches; radiative sand ridge