

南海北部上升流的初步探讨

于文泉

(国家海洋局南海水文气象中心)

提要 本文从海面水温场和水温垂直分布的统计特征,阐述了南海北部存在季节性的上升流。该上升流主要出现在汕头、琼南沿岸近海和湛江港外附近,其成因可能是由夏季西南风使水体辐散及夏季海水涡流的辐散所引起的。

关于南海北部上升流研究,从目前的资料来看,较为偏重于对台湾海峡南部附近海域。

本文主要根据多年月平均海面及断面水温资料,对南海北部上升流的多年平均状况,作初步探讨(对较弱小和未涌升至海面的上升流现象,不在本文讨论范围)。

一、资料的来源

南海西北部海区的资料,主要根据10年来的逐月月平均海面水温整理而成。南海东北部海区则主要采用19年的月平均海面水温资料。上述资料的统计年限均截止至1985年底。另外,还整理了大量船舶测报水温资料,作为缺少资料时的参考。对于缺少月平均值的站点,用绘制年变化过程曲线和平面分布图的方法,得到水温资料的月平均值。

断面月平均水温主要根据海洋局南海分局近10年来的调查资料整理而成。

二、南海北部存在上升流的证实

根据上述10—26年长序列的月平均海面水温资料,可建立南海北部各月的常年水温场。该海域在夏季存在明显的冷水区,其水温的最大水平梯度达 $4^{\circ}\text{C}/50\text{km}$;其它季节基本看不到冷水区。

若某海区存在上升流,则将出现低温;相对某一水温定值(如相对水温的纬度平均值)来

求出水温较差,而在低温区可出现负值较差^[2]。鉴于南海北部夏季大部分海域的海面水温为 29°C 左右,将水温相对 29°C 换算为较差值,绘成等值线;则在汕头沿岸近海和海南岛东北部至湛江港外一带,分别出现最大的负值较差(-5°C 和 -2°C),即为上升流存在海域。另外,在海南岛东南部和台湾岛以东近海,也存在低温区,亦为上升流存在海域(见图1)。

三、南海北部上升流的成因

Tessan (1844) 最早得出海水的变冷是上升流的主要表现形式这一正确结论。即通过次表层的冷水涌升到海面的过程,便补偿了由于辐散的水平流动而使该海区所流失的海水^[4]。而引起上升流的表层海水流动的辐散,又是由于某种特殊风场、岸线或其它特殊条件的存在而导致的。

1. 风生上升流

将南海北部的汕头、琼东南上升流区6—8月的多年表层流资料与海上风向和风速资料进行比较(见表),可知这两个上升流区表层水的运动基本符合Ekman漂流模式。即在夏季西南风作用下,上述区域表层水的流向右偏风向 30° 左右;平均流向分别为 80° 和 77° 左右,而主要风向约在 210° — 230° 之间。

因此,在盛行西南风的夏季,汕头与琼东南附近岸线走向接近风向,由此西南风引起的水

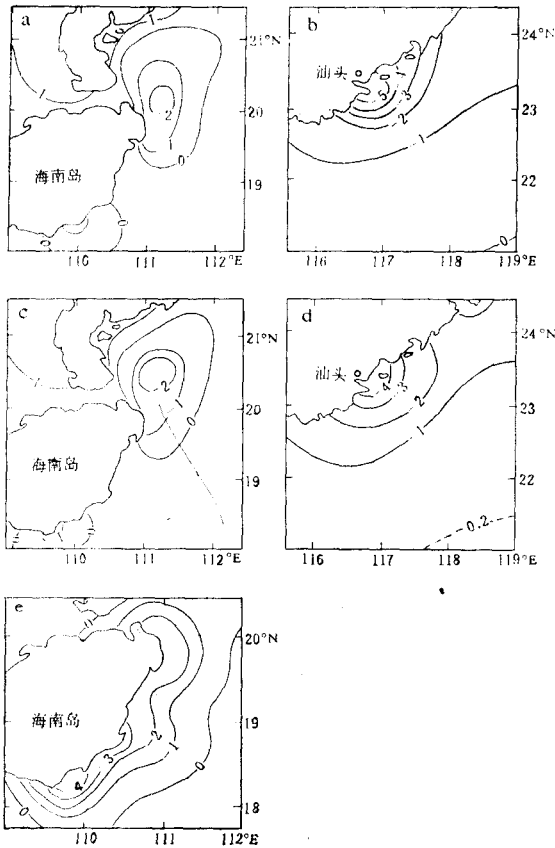


图1 用海面水温较差(°C)表示的上升流区

Fig. 1 Use the SST ranges (°C) for the upwelling area

- a——7月份海南岛东北部至湛江港外上升流区;
 - b——7月份汕头近海沿岸上升流区;
 - c——8月份海南岛东北部至湛江港外上升流区;
 - d——8月份汕头近海沿岸上升流区;
 - e——8月份海南岛东南部沿岸上升流区。
- (某些年份的情况)

体运动是指向东方外海的;其深层水则在近岸处涌升,形成汕头、琼东南沿岸上升流,使海面水温降低。

2. 涡生上升流

在海洋的气旋式水平环流系统中,海水按反时针方向涡流,由于柯氏力的右扭,海水从涡旋中心流向四周(北半球),而在中心处为了补偿海水的流失,就发生了海水的上升运动,也同样生成了上升流。

根据多年海流资料的分析结果可知,夏季

夏季上升流区表层流向流速与风向风速的比较表

Tab. A Comparison between the speeds and the directions of the sea surface currents and these of wind in the upwelling areas in summer

沿岸上升流区	平均流向	平均流速(节)	平均风速(m/s)	西南风出现次数(%)
汕头	80°	0.22	5.1	53
琼东南	77°	0.59	5.0	60

在湛江港外附近存在一反时针涡旋(见图2),主要由于这一涡旋的辐散,生成了海南岛东北部至湛江港外一带的上升流(参见图1中a,c)。气旋式涡旋的水平尺度或直径,自然要取异常低温区的宽度^[3]。因此,夏季湛江港外涡旋的尺度为200×150km左右,由此确定的涡位比从流场显示的涡位稍偏南,可能是南海暖流次层水参与涌升,而使异常低温区偏南所致。气旋式涡旋存在的大部分时间内海面水温保持负距平^[3],其原因就是涡生上升流将异常冷水带到了海面。据此,湛江港外的上升流可能是以涡生为主,西南风辅助加强,以及其外缘海域中的南海暖流深层水参与涌升等多种效应所致(图3)。

3. 上升流的其它成因

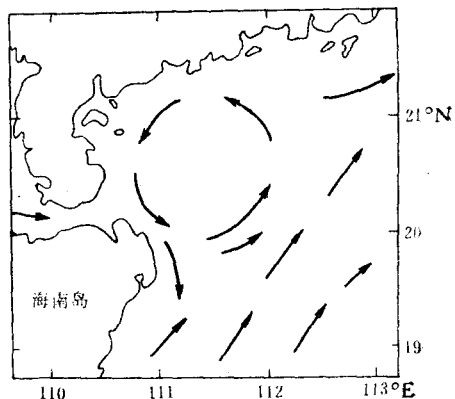


图2 夏季湛江港外表层涡流模式

Fig. 2 The model chart of surface eddy around outside zhanjiang-port in summer

尽管一般认为上升流的生成与风有密切关系，但是，越来越多的上升流的其它成因被揭示出来，有些是与风无关的。例如，曹欣中等(1980)认为浙江沿岸上升流的主要动力来自海水的向岸剩余梯度力，与海底摩擦有关，而不是风力。至于上升流的生成是否与海底地形有关，或许是取决于该上升流的范围及深度的大小。

南海北部的上升流无疑与盛行风有关，因为在盛行西北风的冬季，海区中观测不到较强烈的上升流现象；而在盛行西南风的夏季，则存在较明显的上涌冷水；在秋季至冬季海区中也存在着较小的上升流现象，如台湾浅滩西南部

海区中 10 月到翌年 3 月的上升流现象^[1]，不过它的成因可能与风关系不大，主要受迅速变浅的海底地形、海水爬坡上升的影响。因此，总的说来，南海北部的上升流与 Wyrтки (1962) 所描述的爪哇—澳大利亚之间的上升流类似，属季节性上升流。

海南岛东南部沿岸上升流区及台湾浅滩西南部上升流区的外缘海底，是由 2000—3000m 水深急剧变浅至几十米的陡坡，其形状类似于浙江沿岸上升流区的海底地形，可以推测，这种陡坡是利于海水涌升的。我们还注意到夏季南海暖流的流径，其次层水对涌升可能是起作用的(图 3)。

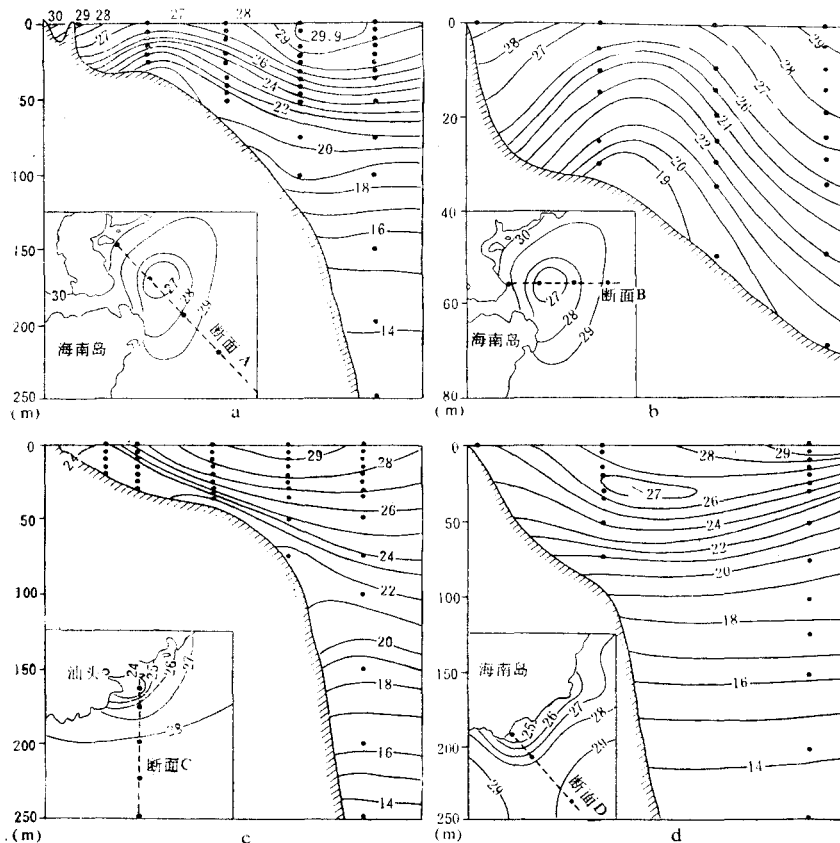


图 3 上升流区及其外缘海域的海温断面结构(°C)

Fig. 3 The sectional structures of sea temp. (°C) in the upwelling-area and adjacent waters
 a.—8 月份断面 A 温度结构； b.—8 月份断面 B 温度结构； c.—7 月份断面 C 温度结构； d.—8 月份断面 D 温度结构。

四、上升流的深度和垂向流速

为了进一步了解上升流的深度和垂向流速,根据由海面资料所确定的上升流区,选择了4条断面(20°30'N, 111°E—19°N, 112°30'E; 20°30'N, 111°E—20°30'N, 112°E; 18°N, 110°E—17°30'N, 110°30'E; 117°E),其中包括了涌升水和其外缘水,对其垂向海温结构进行了分析,结果是:南海北部上升流的最大深度——参与垂直环流水体的最大深度,在100—150m、150m以下的水体基本无涌升运动,最浅的上升流深度为50m左右(见图3)。这个结论与Wyrcki和Gunther分别得出的关于上升流深度的结论是一致的。Wyrcki(1963)指出,参与上升流的海水的垂直环流一

般不深于200m或300m。出现上升流的深度在不同的海区是有很大差别的, Gunther认为上升流的深度在40—360m之间,平均为130m。此外,按25°C等温线每月的深度变化估算,南海北部上升流的垂向流速约为 $1.3—1.7 \times 10^{-4}$ cm/s。

参 考 文 献

- [1] 李法西等, 1982。 闽南——台湾浅滩渔场上升流的研究。 台湾海峡 1(2): 5—13。
- [2] 天津大学编, 1983。 海洋石油工程环境水文分析计算。 石油工业出版社, 第322—329页。
- [3] B. M. 卡缅科维奇, A. C. 莫宁(杜碧兰等译, 1983)。 海洋水文物理学。 海洋出版社, 第60—70页。
- [4] Perry, A. H. and J. M. Walker, 1977. The ocean-atmosphere system. PP. 75—137.

A PRELIMINARY APPROACH OF THE UPWELLING FOR THE NORTHERN SOUTH CHINA SEA

Yu Wenquan

(The South China Sea Hydrometeorological Center, SOA)

Abstract

In this paper, the appearance of upwelling for the northern South China Sea is expounded and analysed through the statistic structures of the temperature fields on the surface and in the sections of the sea. The possible causes of formation of the upwelling are explained mainly in terms of Wind-Driven and Eddy-Driven Upwelling, in other words, there are two types of upwelling in this region. Comparing the speeds and the directions of the sea surface currents against those of the wind in the upwelling area, we find that the Wind-Driven Upwelling in this region is nearly in agreement with the theory of Ekman (1905).