

应用 CCT 数据圈定开阔海面上 作业船只的安全避风锚地

刘宝银

(国家海洋局第一海洋研究所)

1987年4月16日收稿

摘 要

本研究应用卫星 CCT 数据进行波段比值,提取了黄河口外开阔海面上涡旋信息。根据 Helmholtz 涡旋定理,对该涡旋形成机制及其相应浮泥区进行了判读研究。基于大风浪对浮泥的掀起,使海水呈泥浆状,加大了海水的比重和粘滞力,从而具有良好的消浪作用,据此圈定了船只的避风锚地,并有实例验证。

关键词 比值影像 涡旋信息 消浪作用 浮泥

一、问题的提出

众所周知,风浪是海上生产作业船只安全的主要威胁,低平海岸又面临开阔的海面,难以建立良好的避风海港,莱州湾之黄河口邻近水域即是如此。因此,在这里选择避风锚地,对航运、渔业生产乃至石油开发具有重要的意义。

研究表明,当大风浪来临时,有浮泥的水域,由于风浪对泥沙的掀起,整个海水呈泥浆状,加大了海水的比重和粘滞力,使之具有良好的消浪作用,成为保障生产与安全的避风锚地。本研究根据黄河口外及邻近水域的遥感资料及其判读的结果,圈定了船只的避风锚地,并引用实例证实。

二、理论与技术背景

航天传感器所能接收到的河口及邻近水域的信息,主要是天空散射光、海面反射光与海水中的出射光三部分。其中与海水所含悬浮体有关的主要为海水中的出射光。

入射光经海水折射被各水层选择性的吸收后散射,其中一部分为水分子散射,即瑞利散射。散射强度与波长的四次方成反比,且只与水体折射率有关,但因海水折射率变化不大,一般为 1.33—1.34,所以这部分散射光可视为常量。

海水中微粒散射属于米氏散射,受海水的浑浊度(含沙量以及其它悬浮体)的影响,为选择性的散射,随光波波长变化。对此,运用海水的传输方程,可导出所选光谱波长的海水穿透深度^[1]。

S. A. Klust 等人认为,水深大于该地透明度深度时,底部反射光的能量低于 1%,可

忽略,这时称为“无穷水深”^[1]。黄河口水深 5 米或更深,而实测透明度为 $<0.5-1$ 米,因此,对其不考虑底部反射的影响是可行的。余下的则是水中悬浮微粒的后向散射光。对于同一种微粒的分布,在一定的人射光波长下,微粒散射强度与微粒数浓度成正比。

对陆地卫星数据来说,因为多光谱扫描仪的四个波段中的像元由一个扫描系统检出和记录,彼此在空间上是对准的。在 S101 图像处理系统上采用比值变换,大大改善了信息提取、识别和分类的精度。波段比值实现如图 1 (图版 I) 和表 1 所示。

表 1 MSS4, MSS5 波段比值与泥沙含量相关系数^[3]

Table 1 Correlation coefficient Between Content of Mud-sand and Ratio of the Two Bands from MSS4, MSS5.

波段	线性关系	对数关系
4/5	0.739	0.904

田中邦一^[2]在很多水域的实验研究表明,就各波段范围与光学特性有关的水质项目的相关性而言,用各变数为对数的方法进行的计算结果指出,波段之间的比值与悬浮体含量有较高的相关性。

三、携带悬浮泥沙涡旋信息的提取及其特征

通常对卫星 CCT 数据进行 3, 3 采样得到的黄河口及其邻近水域信息是粗略的。当笔者判认在黄河口右侧出现一个孤立的高浓度悬浮泥沙水体呈螺旋形影像时,从信息源(即存入 S101 系统磁盘)调出该区全波段信息,通过 MSS4 与 MSS5 波段对数比值,然后扩展与分割,结果由彩色影像显示出这一涡旋中悬浮泥沙配置的细部结构(图版 I 图 2)。该涡旋呈顺时针旋转,中心处水深约 8 米,时值 1977 年 5 月 10 日上午 9 时许。研究表明,此类涡旋影像多次在该水域出现(表 2)。其主要特征表明,当河口径流量至少达到 1000 米³/秒,该类涡旋在涨潮流时形成,并处在河口前方右侧,随涨潮流时间的延长,涡旋远离河口向南移动,逐渐变成为椭圆形,直至开始落潮而消失。

表 2 陆地卫星黄河口涡旋信息的典型例举

Table 2 Typical Example of Eddy Information from Landsat in Yellow River Mouth

出现时间	涡旋类型	形状	所处水深(米)	潮流	离河口中心部位(公里)
1977 年 5 月 10 日上午 9 点	顺时针	近圆形	8	涨潮流	20
1978 年 4 月 8 日上午 10 点	顺时针	椭圆形	7	涨潮流	26
1978 年 4 月 26 日上午 10 点	顺时针	椭圆形	7	涨潮流	32
1978 年 5 月 14 日上午 10 点	顺时针	椭圆形	7	涨潮流	30
1980 年 7 月 14 日上午 9 点 53 分	顺时针	近圆形	8	涨潮流	10

四、查实与信息复合

到河口涡旋的规律性的出现。本文所提涡旋,是其中最大最强的一个。如 1983 年 9 月 30 日早上 6—7 时许,正值涨潮,潮流流向由北向南,径流量当时为 3000 米³/秒,乘坐 20 马力 45 吨位调查小船,采用 304 型高精度无线电定位仪定位出在河口右侧约 5 公里处,有一直径大约 800 米尺度的顺时针涡旋,水流湍急,流速约 2—3 米/秒,涡旋中心明显较周围低洼,船难以靠近,并随涨潮时的持续,涡旋南移。

查阅有关资料可知,由于河口比降大,促使入海干流强大和口门及其邻近水域涡旋的存在,加之地形效应,必然出现水动力的辐聚作用,其主要标志是涡旋相应地区底质分布的特点与其周围不同,本研究的卫星涡旋信息部位,正是当前黄河口最大的、几乎孤立的烂泥滩。对此,庞家珍等人曾根据实地调查资料绘制了当年神仙沟入海河口泥沙淤积对应性分布图,并指出余流与潮流动力要素对黄河入海泥沙的运移、沉积有较强的作用^[4]。

五、判 读

如上所述,黄河口涡旋形成的动力条件,是基于研究区潮流属半日潮流类型,虽然受径流影响,变得较复杂,但潮流主要是涨落两个方向,转流时间较短而快。根据实测资料与调和常数计算,认为在三角洲附近海域最大潮流方向指向湾口,涨落潮流中水质点的水平移动距离差,有利于黄河排入海中的泥沙向湾口外运移,但作者认为上述提法固然不可否定,但尚有部分泥沙在涡旋的作用下,迅速沉降在河口附近乃至湾顶方向。

本研究的河口沙咀已突入较深海区,这种地貌现象表明了河流动力作用强度强于海洋动力作用,即海域挟沙动力条件及溶沙体积有了很大改变,边界条件的限制远较该河口

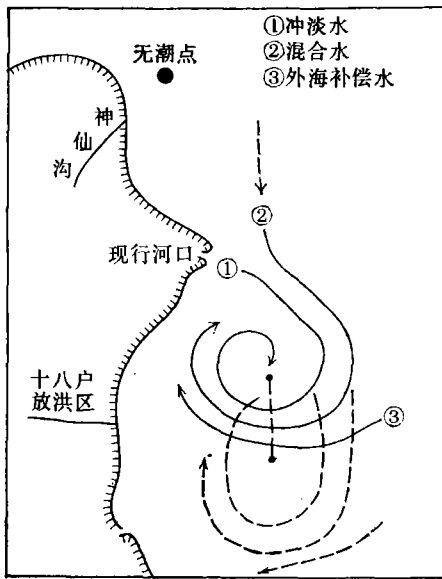


图 4 涡旋中三种水体配置判读图

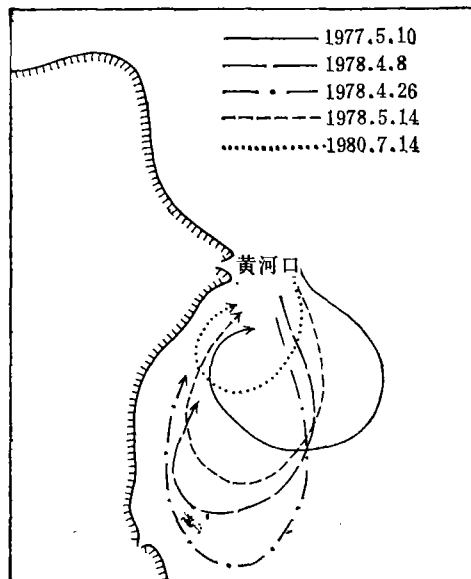


图 5 多时相的携带泥沙涡旋的判读图

Fig. 4 Interpretation Map of Distribution of Three Kinds of Water System in Eddy Fig. 5 Interpretation Map of Eddy with Mud-sand in Different Time Sequence

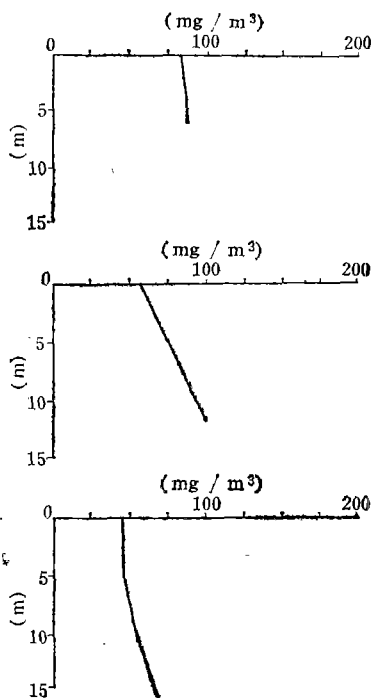


图 6 相应涡旋区内站位实测悬浮体含量垂直变化图(张春年等, 1985)

Fig. 6 Vertical Distribution Section of Observed Suspension Content at Stations in the Same Eddy Area (Zhang Qlnian etc.,1985)

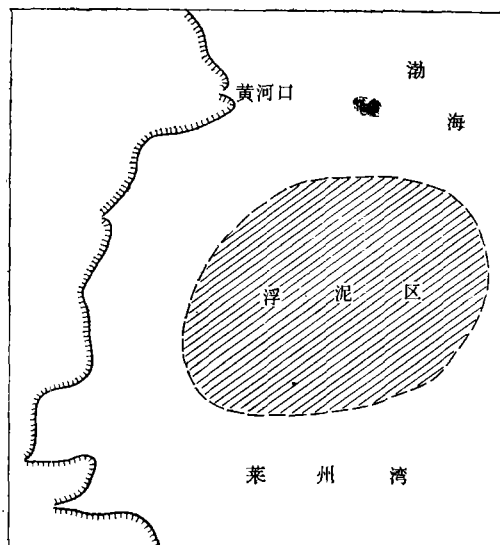


图 7 浮泥区安全避风锚地判读图

Fig. 7 Interpretation Map of Safe Anchorage Sheltered from Wind in floating Mud Area

初期的喇叭型小多了。因此,当径流量约达到 1000 米³/秒时,便在潮流的冲击之下产生涡旋。显然,入海河口的初期乃至中期,由于边界条件的制约,大型涡旋则难以形成。黄河入海口潮汐动力涡旋形成模式如图 3 (图版 I) 所示。

根据 Helmholtz 涡旋定理,在非粘性流体中,构成涡线的流体粒子始终保持在该涡线上。因此,获得涡度的河口水的质量跟随于涡旋运动,所以由处理的比值图像上可看出涡旋及其周围水体是由冲淡水、外海水与它们两者之间的混合水组成。这三种水体的配置,表明了涡旋的运动所产生的边缘效应,如图 4 所示,外海水作为一种补偿水进入浅水域。这正是人们现场或通过卫星像片看到的,为什么该涡旋与其相近的海岸之间,有一幅度较宽的清洁海水之原因所在。

这种补偿水因由深水区进入浅水区,也有一种对海底的动力作用,所以它的流路区未曾发现底质是浮泥,这也反证出补偿水的存在。

仅就本研究的结果看,涨潮流与入海径流汇合所形成的涡旋,携带大量泥沙离岸性地向莱州湾顶方向转移(图 5)。而由图 6 所示可知,涡旋所携带悬浮泥沙的浓度在表层、5 米层与底层分布趋势相同,但底层大于 5 米层,更大于表层,所以,涡旋所携带悬浮泥沙比起周围水中所含泥沙相对要高,如上述,这是水动力的辐聚作用的结果。其沿程运移沉积机理是涡旋旋转速度受地形效应作用与涨潮流速逐渐由大变小的影响,加之挟沙淡水与

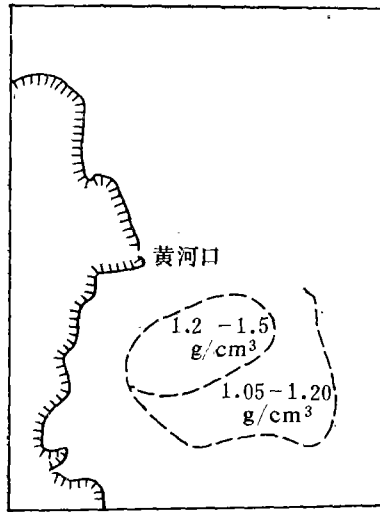


图 8 研究区现场采样分析底质容量图(国家海洋局第一海洋研究所调查报告, 1985)

Fig. 8 Bottom material Volume Map from Sample Analyzing in Situ (From Surveying Report First Institute of Oceanography, SOA, 1985)

海水混合,引起盐度的变化,使细粒泥沙发生絮凝下沉。所以,涡旋的运移所到之处是悬浮泥沙随之絮凝下沉成浮泥的分布区。主要浮泥区面积约 60 平方公里,其特性是随河口位置的变化而变化,具有消浪作用,随季节变化也较强。本研究所圈定的浮泥区已被国家海洋局第一海洋研究所等单位的常规调查结果所证实(图 7, 图 8)。

六、实际意义

黄河口及其邻近水域是海上石油开发与重要的渔业生产活动区域。但这里缺乏避风和休整乃至后勤补给的港湾锚地。因此,选择避风锚地的意义是不言而喻的。本研究圈定这一避风锚地是基于如下理由:当大风浪来临时,浮泥区浮泥被掀起,被掀起的泥沙越多,浮泥稠度越大,从而加大了海水的比重与粘滞力,使之具有良好的消浪作用。实际观察表明,这里的浪高至少要比外侧海域小 2—3 倍。例如,1985 年 9 月其邻近海面有 8 级大风,白浪滔天,而浮泥区却是风平浪静^[1]。因此,自 1976 年以来,众多的船只来浮泥区避风或作后勤补给。由此可见,借助卫星遥感信息监测与圈定开阔海面上的浮泥区具有重要的生产作用及安全保障的价值。

参 考 文 献

- [1] 严晓海,海洋水体中悬浮泥沙含量与海洋光谱的关系,红外研究,3(1),1984。
- [2] 田中邦一,水面からの分光反射特性と水质について,写真測量とリモートセンシング, V. 17, No. 1, 2—7, 1977。
- [3] Sasithorn Aranuvachapun and Paul H. Leblond, Turbidity of Coastal water determined from Landsat, Remote Sensing of Environment, Vol.11, No.2, pp.113—132, 1981。

- [4] 庞家珍、司书亨,黄河河口演变: II. 河口水文特征及泥沙淤积分布,海洋与湖沼, 11(4), 1980。
[5] 刘凤岳,黄河入海干流随潮流变化的特征及泥沙运动方向,海洋湖沼通报, (2), 1985。

Enclosing the Safe Anchorage Sheltered from Wind for Operating Ship on Open Sea Using Satellite CCT Data

Liu Baoyin

(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao)

Abstract

The eddy information is retrieved in the open sea out of the estuary of the Yellow River using ratios of satellite CCT data from various bands, furthermore, the mechanism of eddy formation is investigated based on the theory of Helmholtz, and then the sea area congruent with floating mud is interpreted in the paper. Because wind and wave lifts float mud in it, sea looks muddy and its specific gravity and viscous force is enlarged, thus improving the wave damping effect. This fact anchorage sheltered from wind for ship is enclosed and demonstrated by an actual case.

Key words ratio image. eddy information. wave damping effect. floating mud

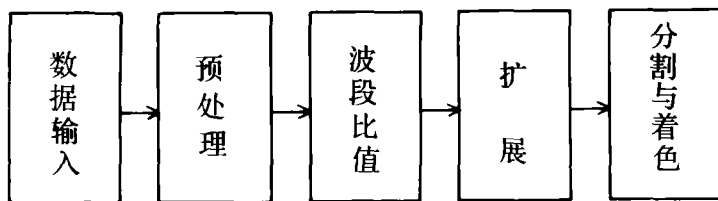


图 1



图 2



图 3