

江苏岸外沙脊群的地貌形态及动力格局*

汪亚平^{1,2} 张忍顺²

(¹ 中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(² 南京师范大学 210097)

提要 长江与黄河的交互作用为江苏岸外沙洲提供了丰富的泥沙来源,而两大潮波的辐聚以及辐合带的迁移则是将整个岸外沙脊群塑造成辐射形态的动力因素。以蒋家沙为界,江苏岸外沙洲的辐射形具有南北不对称的特点。两河供沙条件的差异是形成南北两翼沙洲规模大小的原因,发育历史或调整时间的长短则是决定南北两翼沙洲相对稳定程度的原因。

关键词 江苏,沙脊群,地貌形态,动力格局

* 苏北岸外潮流沙脊群辐射形态的成因一直是人们争论的焦点,主要围绕两种对立的意见:究竟是潮流场产生了辐射沙洲,还是辐射沙洲决定了潮流场的分布格局^[1]。研究表明,苏北岸外辐聚潮流场的动力格局形成了辐射形态的潮流沙脊群^[1,4]。苏北浅滩的沙质来源,一般认为是长江与黄河三角洲的沉积物^[1,3,6],有的学者则认为是第三纪砂岩的风化产物^[2]。在理论上认识到岸外沙洲是潮汐沙脊沉积,而不是古代残留沉积,在实践上对于海底电缆、输油管线的布设等方面也具有重大的指导意义。

1 岸外沙脊群形成的物质基础和动力条件

1.1 长江与黄河交互作用

全新世初长江由瓠港附近入海,泥沙主要向南运动,在河口附近及其南部形成了巨大的河口沙岛、水下沙洲及水下三角洲体系^[6]。它们随着长江口南移而南移,在潮流长期改造下,逐渐形成辐射沙洲的南翼。

北宋开始,黄河经常夺淮走南路。自泓治七年(1494)黄河由淮全流入海。由于中上游洼地已淤高,入海泥沙量大增,河口沙体发育加快,尤其是明代“束水攻沙”更加速了河口淤进和河口沙体的形成。清代黄河口外堆积沙体渐多渐大。由于泥沙南移,黄河口至瓠港附近的江苏中部海岸的岸外沙洲迅速成长而发育成明沙;同时南部沙洲也淤高成明沙^[6]。巨量泥沙供应及潮流、顺岸流作用的改造,逐渐形成了辐射沙洲的北翼。

这样,在长江、黄河入海交互作用下,至迟在 18

世纪初,江苏岸外沙洲的南半部已具有辐射形,中部岸段沙洲大致平行于海岸排列;到 19 世纪中叶,中部岸外沙洲也具有了辐射形的雏型^[6]。这是以泥沙淤积作用占优势的海岸过程。

1.2 潮波的辐聚及辐合带的迁移

苏北陆架海域宽浅,潮流作用强盛;海底有两大河流带来的丰富松散沉积物,具备发育潮流沉积和地貌的有利条件,以及形成规模宏大的苏北浅海沙脊群的基础^[5]。1853 年黄河北归后,江苏海岸大量泥沙来源断绝,泥沙动力平衡发生根本性的变化。此后,江苏岸外沙洲一直处于潮流的雕塑作用下,主要受两大潮波影响。东海前进潮波系统通过烂沙洋、黄沙洋、条鱼港向北进入条子泥南侧水域,而黄海旋转潮波系统则通过西洋、平涂洋和草米树洋向南进入条子泥北侧与东侧水域。两个潮波系统的涨潮流涌向沙洲滩面后,在蒋家沙-竹根沙(见图 1)的滩脊相遇。

潮波的辐聚及汇合带的迁移维持和塑造着江苏岸外辐射沙洲地貌形态。两大潮波的汇合带原在蒋家沙-铁板沙一线(SW-NE 向),呈近直线条带分布。1974 年条鱼港串通^[7]使条子泥两侧水道与滩面在动力和沉积条件方面发生了一次突变,汇流带迁移至条子泥二分水-蒋家沙-铁板沙,呈一条弯曲的条带;同时,使王家槽西段及其以北滩面,由以北部旋转潮波系统作用为主变为以南部前进潮波系统作用为主的区域,条子泥动力平衡带北移,并在地貌上反映出来。

* 中国科学院院长特别基金(百人计划)资助,编号 A10970203。中国科学院海洋研究所研究报告第 3349 号。
本文承高抒教授提出宝贵意见,谨致谢忱。
收稿日期:1997-07-15

2 江苏岸外沙洲形态特征

应指出,辐射形仅是江苏岸外沙洲海域沉积形态若干发育阶段中目前阶段的暂时形态。仔细审视其细部,将会发现沙洲的分布与所谓的“辐射形”仍有较大差异。

2.1 南北翼的形态差异

以蒋家沙的滩脊线为界,把辐射沙洲区分为南北两翼。北翼沙洲面积大,密度大,滩脊较高,脊宽槽阔,沙洲连续;各沙脊尾部均向北转向,大致呈凤尾状;外部沙洲弯曲、离岸较远,近岸沙洲顺岸分布;沙洲向陆坡陡,向海坡缓,横剖面上西高东低,脊部偏西。南翼沙洲规模小,总面积仅为北翼沙洲的1/3,其密度小;脊部较低,脊狭槽深;沙洲外形较为平直,近岸沙洲长轴与岸斜交,外缘沙洲离岸较近;横剖面上西南高、东北低,脊部偏南。

2.2 沙脊群的组合特征

江苏岸外沙脊群有着独特的组合特征。辐射状

沙洲的沙脊群可按大沙洲的分布分成5个组^[6](表1)。沙洲区中的大沙洲处于沙洲区的内缘,即近海岸分布,而且每个大沙洲向海均有2~4列以上的沙脊呈不同的扇面角向外海辐射,辐射角一般在30°以上(表1)。以竹根沙为例,它主要由3列沙脊呈扇面状向东北辐射的沙脊群组成(图1),其扇面角为36~40。每一列均以竹根沙为顶点向东北射出,依顺时针分别为竹根沙-北条子泥-三角沙-十船珩(图1中的a列)、竹根沙-元宝沙(图1中的b列)、竹根沙-里磕脚-外磕脚(图1中的c列)。3列沙洲均被较深的水道隔开。

表1 江苏岸外沙洲沙脊群的组合特征(1986)

Tab. 1 Combination characters of Jiangsu offshore sandbanks

沙脊组	沙脊数(个)	扇面角(°)	长度(km)
东沙	6	52~55	102
竹根沙	3	36~40	61
蒋家沙	3	60~65	91
太阳沙	3	40~45	58
腰沙	2	38~45	79.6

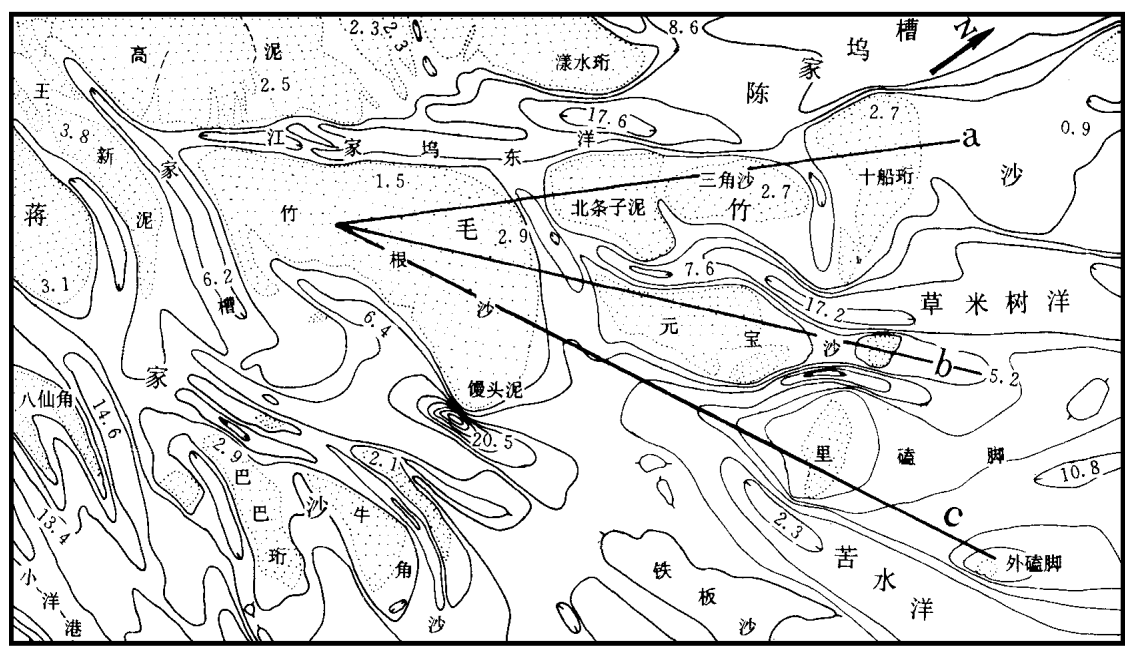


图1 竹根沙的扇面状辐射形态(据1986年海图)

Fig. 1 Fan shapes of Zhugengsha

辐射沙洲地势上的总趋势是:由辐射顶点向外,高程逐渐降低。岸外沙洲中高程较大者,往往是两条或更多条沙脊的汇聚处,如东沙最高处是6个沙脊汇

聚点,竹根沙最高处是3个沙脊的汇聚点。辐射沙洲两侧沙脊走向与邻近海岸走向近于平行,越到沙脊中部脊槽与岸线交角越大。南翼沙脊,如已并陆的如东东

北沙脊, 只有通过陆地才能与其他沙脊组成完整的辐射扇面, 辐射方向大致为 NW-SE 向。

2.3 水道、深槽与深潭的分布特点

辐射沙洲是一系列脊槽相间的分布形式(表 2)。潮流主槽水道(或洋)、潮流支槽(又称槽或洪)及潮流汇槽^[6]的三级潮流通道配置格局对于辐射沙脊群的演变起着决定作用。以蒋家沙为界, 北部的深槽较阔, 它

们之间分布着江苏岸外最大的沙洲(表 2)。南部的深槽较深, 槽内有辐射沙洲区最深的潭——馒头泥东南深达 52.5 m 的苦水洋(图 1)。深潭主要分布在潮流主槽深入到沙洲中部或内部的地段, 且多偏于水道横剖面的一侧, 如三丫子西南深达 34 m 的西洋深潭, 鲳鱼沙东南深达 33 m 的烂沙洋深潭等。

表 2 辐射沙洲主要水道及沙脊的特征(1986)

Tab. 2 Characters of the main channels and sandbanks

沙脊组	主要沙脊	主要水道 名称	水道深槽	> 10 m 深槽	
			最大水深 ¹⁾ (m)	走向(°)	长度(km)
东沙	小阴沙	西洋西槽	34.0	340	50
		西洋东槽	30.0	345	32.5
	东沙	小北槽	20.0	355	37.5
		陈家坞槽	15.0	25	55
毛竹沙	毛竹沙	草米树洋	17.2	40	67.5
	外毛竹沙	苦水洋	52.5	65	> 70
蒋家沙	烂沙	黄沙洋	22.0	92	50
太阳沙	太阳沙	烂沙洋	33.0	115	37.5
腰沙	冷家沙	/	/	/	/

1) 1979 年测。

3 岸外沙洲对地貌动力环境的调整与响应

3.1 不同供沙条件的调整过程

以蒋家沙为界, 辐射沙洲南北两翼沙洲体积的差异反映了南北两翼黄河与长江供沙丰度的差异, 也反映了沙洲发育与改造时间长短、入海泥沙及其运移区域的差异。黄河泥沙主要供应北翼沙洲, 长江泥沙主要供应南翼沙洲, 这是造成南北差异的物质基础。

长江含沙量小, 形成岸外沙洲的沙量较少, 但沙洲全新世初期就开始发育。随着长江口南移, 供沙大量减少后, 泥沙-动力格局发生根本性转变, 沙洲开始接受潮流的改造, 使之适应于当时的潮流形式。总的调整方向是: 外部沙洲受侵蚀而逐渐消亡; 较粗泥沙向内运移, 形成内缘沙洲或使内缘沙洲增大; 极细颗粒向海外海散逸^[4]; 水流侵蚀潮流通道, 使水道加宽加深。长期调整的结果使得南翼沙洲规模较小, 脊狭槽深, 靠陆沙洲逐渐并滩、并陆, 目前已处于基本稳定的状态。以南翼冷家沙为例, 它是辐射沙洲区中相当稳定的一个大沙洲。从上世纪末至今, 其平面形状变化不大, 一直如卧蚕状东西伸展。从相隔 13 a 测得的海图可知, 冷家沙靠岸虽很近, 但与岸滩仍隔 5 m 等深线围成深泓的水道——东凌港槽。冷家沙东部 1966 年

滩面高程为 1 m 左右, 1979 年为 1~1.2 m, 1986 年为 1.8 m, 20 a 来仅淤高 0.8 m。而北翼的东沙 1979 年就比 1966 年淤高了 2.1 m。这标志着南翼沙洲的调整过程基本上已趋于完成, 而北翼沙洲的调整过程仍在活跃地进行。

黄河含有巨量泥沙, 供沙丰度大。尽管供沙时段较短(1128~1855 年), 也在岸外形成了巨大的沙洲。黄河北归后, 供沙断绝, 岸外沙洲开始了接受潮流改造的过程: 外部沙洲受潮流侵蚀而变小、弯曲, 潮流主槽底部受水流侵蚀而加宽加深; 粗沙内移、细沙外移^[4]; 沙脊的合并、冲断十分频繁, 目前仍处于活跃的调整过程。这主要是因为北翼沙洲调整历史较短, 尚未取得平衡。

尽管上述调整过程使沙脊形态发生变化, 但长轴顺流及沙脊顺流排列的方向不变。

3.2 对潮波汇潮点的响应

除两大潮波的汇合带外, 沙洲区还存在着次一级潮汐水道及其潮流的汇合点。不同级别、形式的水流动力条件在沙脊的地貌发育中起着各自不同的功能。对英国北海潮流沙脊的研究证实, 顺时针的水、沙循环是沙洲发育的基础, 次级的螺旋形水流似乎不是维持沙洲形态的主导因素, 却在线形沙脊锥形及沙洲发育的某些阶段中起重要作用^[8]。目前沙洲形态可能是

侵蚀作用的结果,而沉积则起着再改造的作用^[9]。

同一沙脊间的汇潮点流速较小,水较浅,易淤积成为浅滩;其相应潮流通道则是输沙通道,为淤积提供了物质基础,这正是大沙洲形成的动力泥沙背景,也是把大沙洲相连或并陆的背景。在汇潮点使同一沙脊中的沙洲并滩的基础上,潮流支槽也在聚流点附近形成淤积环境,从而形成或合并成大沙洲。由于潮流支槽属于较长时间存在的水道,比较稳定,故其聚流点附近的沙洲亦较稳定。辐射沙洲的大沙洲均处于此处,如东沙、蒋家沙、竹根沙、腰沙等。辐合中心是最大一级的汇合带,是辐射沙洲辐射中心,蒋家沙正处于这一位置上。

3.3 两翼沙洲对动力格局的响应

南翼沙洲主要是接受长江的供沙。随着长江口的南移,从瓊港附近到长江口形成大片岸外沙洲,沙源断绝后为适应新的动力条件而调整至雁列状河口沙洲形态,这正与东海前进潮波系统传播方向一致,故今如东县东北部海岸即是早期江苏岸外沙脊群的一部分。此外,从南翼陆岸形态上看,呈锯齿状,而北翼陆岸则比较平直。这主要是因为北翼,西洋内有较强的顺岸流穿过,还受黄海旋转潮波较强潮流不断冲刷陆岸,使得瓊港以北岸线十分平直。而南翼则不存

在这种顺岸流,它主要受东海前进潮波的影响,潮流沿岸的冲刷作用较弱,而且南翼的许多沙洲已并陆并趋于稳定,故南部岸线在天然情况下,形成锯齿状形态。这种形态有利于消散外海传来的能量,保持岸线的稳定。

参考文献

- 1 李从先等. 海洋科学, 1995, 4: 57~ 60
- 2 赵松龄. 海洋科学, 1995, 4: 55~ 57
- 3 杨治家, 李本川. 海洋科学, 1995, 4: 63~ 67
- 4 朱玉荣、常瑞芳. 青岛海洋大学学报, 1997, 27(2): 218~ 224
- 5 刘振夏. 地球科学进展, 1996, 11(4): 414~ 416
- 6 张忍顺、陈才俊著. 江苏岸外沙洲演变与条子泥并陆前景研究. 北京: 海洋出版社, 1992, 18~ 30
- 7 Zhang Renshun. *Chinese Science Bulletin*, 1995, 40(16): 1 363~ 1 368
- 8 Collins, M. B., Shimwell, S. J. *et al. Marine Geology*, 1995, 123: 125~ 142
- 9 Berné, S., T rentesaux, A. *et al. Marine Geology*, 1994, 121: 1~ 16

GEOMORPHOLOGY RESPONSES ON DYNAMICS PATTERN OF JIANGSU OFFSHORE SANDBANKS, EASTERN CHINA

WANG Ya-ping^{1,2} ZHANG Ren-shun²

(¹Institute of Oceanology, Chinese Academy of Science, Qingdao, 266071)

(²Nanjing Normal University, 210097)

Received: July. 15, 1997

Key Words: Jiangsu Province, Sandbanks, Geomorphology, Dynamics pattern

Abstract

Studies suggest that abundant sediment of Jiangsu offshore sandbanks is supplied by Huanghe River and Changjiang River in different period. Nevertheless, Two tide-wave systems, i.e., the East China Sea progressive tidal wave and southern Huanghai Sea rotatory tidal wave, meet near Tiaozini which is the center of the offshore sandbanks. Such hydrodynamics are the main factors to mold the sandbanks a radial shape. The whole sandbanks can be divided into two parts by Jiangjia Sha, the north and the south sandbanks, which they are asymmetry. It can be concluded that the varied volumes of the two parts are governed by the quantities of supplied sediment, and their stability during their growing

time. The north part is bigger due to the larger sediment supplied by Huanghe River and instability associated with shorter evolution period than the south.