

# 江苏近海辐射状沙脊群的泥沙 运动与来源\*

万延森 张耆年

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

**提要** 本文依据近年来在江苏近岸海区进行的悬浮泥沙取样、浅地层探测和水深测量资料,通过实验分析认为:苏北沿岸(包括辐射状沙脊群)的底质来源于各新老河流,弥港以南来自古长江,新洋港以北基本来自古黄河。弥港与新洋港之间为古黄河、古淮河和古长江沉积的混合物质,其悬浮泥沙除现代河流供给外,主要是来自当地的底质。

泥沙的移动方向为冬半年向外,一股沿  $33^{\circ}\text{N}$  线向东入黄海,一股向东南至长江口南下;夏半年在大风大潮的情况下向岸推移,向湾顶沉积。滩面淤高最大平均每年为 13cm,深槽下切最大平均每年为 31cm。

泥沙运动的规律与来源是江苏省海岸带辐射状沙脊群成因与演变的中心课题。

一些单位曾在外围海区及河口地段作过一些调查研究,但有关沙脊区的泥沙动态研究则资料较少。近年来我们在本海区进行了悬浮泥沙取样。浅地层探测和水深测量的调查,对本区泥沙运动和来源进行了初步分析和探讨。(图 1)

## 一、泥沙运动

本海区主要受两大潮波的支配——南部受太平洋潮波以前进波形式,由东南向西北推进;北部大片海域则受黄海西南部旋转潮波系统的制约,其波峰线从北向南。这两股相反方向运动的潮波在弥港至蒋家沙一带海域辐合。黄河北归后百余年来,每年流入本海域的泥沙剧减为 1—2 亿  $\text{m}^3$ 。在烧香河口至大喇叭口岸滩,由海浪侵蚀所供给的泥沙,只相当于以往黄河流入苏北海域泥沙量的 3—5%。新中国成立后,苏北沿海普遍建立河口闸门,各河流量受到制约,输沙量大大减少;局部护岸工程使岸侵供给的泥沙也有所减少。因此,本海区河流作用和海岸夷平作用大大削弱,泥沙运动主要由潮流的辐聚、辐散和风浪引起。由于涨潮流速大于落潮流速,在沙脊群内输沙方向朝向湾顶,使湾顶方向的潮位增高,因而近岸沙脊增高,海湾岸滩增大。由于落潮流速向外递减,携带的泥沙相继沉积,促使沙脊向外延伸呈辐射状。

本海区除河口地段外,是我国沿海目前悬浮泥沙活动强度与范围最大的海区。除连云港区海水较清外,从灌河口向南直至长江口处,东至  $121^{\circ}30'\text{E}$  附近,常年均为浑浊的

\* 刘振夏、赵全基、徐家声、刘炳昌、程波、周学范、高建西、于学仁、徐来声、叶和松、王文清、房宪英、林锡藩、黄易畅等为本文提供资料和参考意见,图件由张岩清绘,在此一并致谢。

收稿日期: 1983年9月5日。

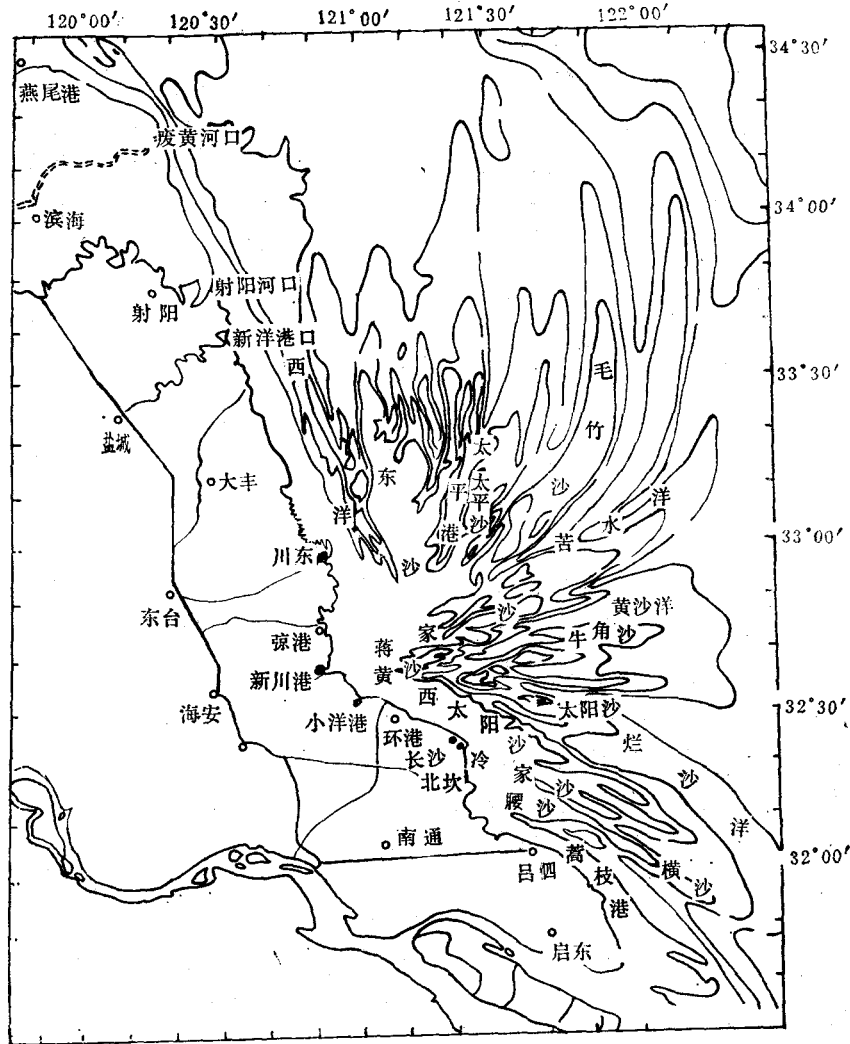


图 1 江苏辐射状沙脊群地形图

海水。从黄海南部和东海悬浮泥沙的年平均含量可明显地看出,近岸含沙量最高,向外逐渐变低,其等值线大致与岸线、等深线平行。123°E 以东含量最高值为 100mg/l, 平均值

表 1 近岸含沙量的对比 (1980.7)

层次	站位		B0101			B0201			B0301			B0501			B1102			B1301		
	含量 (mg/l)		古黄河口附近			射阳河口附近			斗龙港附近			五港附近			弼港附近			吕四港附近		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低		
0m	110	214	52	14	31	5	47	126	8	33	192	18	64	236	30	22	70	4		
5m	142	427	30	30	70	5	71	156	13	95	421	26	139	538	87	45	133	25		
10m	191	391	150	38	144	15				309	559	64				79	920	31		
底层	282	548	201	71	227	20	186	402	64	177	661	155	183	1023	99	50	60	50		

在 18mg/l 左右<sup>1)</sup>。从我们获得的资料证明, 122°30'E 以西悬浮泥沙含量最高, 特别是近岸平均含量一般都大于 100mg/l。现将几个近岸站位的数据列于表 1。

从本海域悬浮泥沙含量的年变化来看, 3, 4 月份最高, 分布范围也最广, 能够输送到 127°E 以东。4 月份以后分布范围逐渐缩小, 到 8 月份含量达到最低, 分布范围也最小, 全区平均含量仅 15.5mg/l, 10mg/l 以上平均含量等值线都退至 122°30'E 以西, 大风时可至太阳沙和柘子港。10 月份分布范围又开始扩大, 高含量等值线逐渐向海推进。通过资料分析大致把全年分为两个时期: 冬半年(11—5 月)及夏半年(6—10 月)。

冬半年海水中悬浮泥沙含量高, 平均为 375mg/l, 分布范围广且延伸较远, 在本区形成了以 33°N 为中心的舌状高值区, 其根部包括了整个辐射状沙脊群的浑水区。它的指向沿 33°N 向东至 124°E 附近转向东南, 直达 30°N, 127°E 附近海域。形成这种运动趋势的因素是多方面的, 在冬半年由于潮位低、潮差小, 所以水浅, 沙脊群出露部分较多, 时间也较长, 呈现为辐射状潮汐叉道的形式。从晚秋开始, 偏北方向大风频繁, 海区浪向几乎都是偏北, 主浪方向为东北向。冬季和初春北风盛行, 风力大而持久, 以偏北浪为主。据资料统计, 沙脊群北部(33°N 以北)主浪向为东北向, 频率为 73%。沙脊群的中部和南部(33°N 以南)主浪向西北, 频率为 86%。由于上述偏北风浪的作用, 同时由于冬季黄海沿岸流流势的加强, 沿沙脊群外缘向南流去, 此时南下沿岸流与风浪引起的海水运动方向一致, 所以具有很大的能量, 故在经过水深不大的沙脊群时, 将大量的海底泥沙掀起呈悬浮状态。这不仅使海水中悬浮泥沙含量增加, 并且向南部外海进行运移。泥沙在南移的过程中, 还受本海区环流系统的影响, 尤其是蒋家沙北槽由西向东和从长沙角向东的两股水流, 在西北风作用下合并, 把颗粒细小的悬浮泥沙带向黄海中部。流的前沿达 124°E 附近时转向东南方向, 直达 30°N, 127°E 附近海域。

夏半年海水中悬浮泥沙含量低, 分布范围小, 测区平均含量为 61mg/l, 而从沙脊群外围获得的数据表明, 平均含量则小于 25mg/l, 海水变清呈黄绿色。这是由于夏半年本海区东南风盛行, 使黄海沿岸流受到顶托, 削弱了海流场的能量, 流速减小, 流域变窄, 掀沙能力也变小, 使悬浮泥沙含量较高区范围缩小到 122°E 以西, 靠近沙脊区外缘。另外, 受到东南风和长江洪水期的影响, 向东北方向的水流也加强了。从 1980 年浮游生物的调查得知, 东海暖水种浮游生物 8 月份最远可在川东至毛竹沙尾部以南的沙脊区出现, 9 月份向南退缩。这说明, 目前长江携带的细粒物质在夏半年可影响到辐射状沙脊的部分地区。

在台风期间风浪对海底具有强大的掀沙能力, 同时对岸滩也有着强大的破坏能力, 使得海水中悬浮泥沙含量出现高值。从 1953 年至 1975 年台风出现 63 次(6—8 月), 波型多以风浪为主的混合浪。沙脊南部主浪方向为东南, 频率为 56%。北部主浪方向为正东, 频率 86%。1981 年 14 号台风先是东向, 后转东北向。东风促使水位比平均高潮位高出 2m, 大量悬浮泥沙向岸辐聚。在东北风时, 波浪对岸滩破坏力量严重, 蹲门大队的对虾场、琼港围堤的东北角和吕泗沿岸堤坝都被东北风浪冲垮, 使岸边的大量物质入海, 悬浮泥沙含量出现极大值。大风过后, 海水又恢复了以往的运动状态。

1) 恽益民, 1981。东海悬浮泥沙研究。海洋实践。

本海区悬浮泥沙含量分布变化的一般规律是冬季大于夏季,大潮大于小潮,底层大于表层。含沙量过程线与潮流流速过程线趋势比较一致,但含沙量最大值要比流速最大值迟后 2 小时,憩流前后含沙量最小。

## 二、泥沙运动方向与冲淤变化

泥沙运动引起了局部地形的调整,这一调整过程目前仍在继续进行。另外,人工建筑物的影响和筑堤围垦挖沟排水等,均可引起海滩地形剖面的调整。本区历史上曾有两次大的水动力变化:第一次是 1855 年黄河突然北移改道由山东入海,向海输送的大量泥沙中断,海洋的动力作用相对加强,海岸出现夷平现象,促使堆积海岸转为侵蚀海岸。在海湾为淤积区,凸岸为冲刷区,使高泥、蒋家沙根部增高变大;第二次是本海区沿岸,1955—1958 年海堤基本建成,使海滩纳潮面积缩小,河流排水受到节制,携带的泥沙大大减少,海滩坡度普遍变陡,进一步加强了海洋的动力作用,特别加强了潮流的辐合作用。在辐射状沙脊群的根部——琼港海区,海滩迅速向外淤长。围堤前,渔船可直接进入琼港,现停船处已外移 5km。海滩淤长使高泥和蒋家沙根部之间又出现了新泥。从理论上讲,泥沙运动重新调整了海滩平衡剖面,坡度变陡。剖面上部海滩淤高,剖面下部侵蚀深槽切深。泥沙局部运动促使局部地形产生变化。

### 1. 泥沙的纵向运动

黄河北徙已近百年,新中国成立后,沿海河流建闸,由河流供给的泥沙量很少,大规模的沿岸纵向泥沙运动已不存在。从水动力作用方向和地貌的冲淤变化看来,本海区沿岸的泥沙纵向运动有:

(1) 从废黄河口向南的泥沙流。废黄河口以南、高泥以北,涨潮流由北向南,加上东北强风浪作用,使废黄河口至射阳河口形成海底侵蚀,海岸后退,成为泥沙的供给地。从射阳河口至新洋河口海岸稳定,海底轻微侵蚀,泥沙运动基本属收支平衡状态。从洋河口至梁垛闸海岸与海底迅速淤长,为泥沙堆积区,这一带的河口沙咀多偏向东南,说明泥沙是自北向南搬运。

(2) 从长沙向西的泥沙流。小洋口深槽因为潮波辐合,又因受东北风的影响,正常潮位为本区最高。夏季受台风影响,潮流作用更强,将外海携带物质沿小洋口深槽向湾顶堆积。最近新川港淤涨较快,大面积被围垦,迫使海流携带的泥沙向琼港湾堆积。

(3) 北坎南下的泥沙流,在向南搬运过程中,一部分在川腰港沉积,一部分在吕四一带接受岸滩冲刷物质,在潮流作用下,绕过蒿枝港继续南下,进入长江口北口沉积。冷家沙沙脊线指向东南、塘芦港外的老鼠沙逐年向南移,这都是泥沙流南下的证据。

### 2. 泥沙的横向运动

目前在本海区泥沙横向运动中,有两种相反方向的潮波是长期影响该区的因素,但泥沙横向运动的主要动力是风浪,其特点:

(1) 汇合带逐渐明显。由于两种相反方向的潮波传播,在高泥、东沙至馒头泥形成的汇合脊区,随季节变化而变化。夏季东海的前进波对本区的影响范围较大,可达到川东港至毛竹沙尾部。冬季西洋来的影响范围小、强度大,可达小洋口太阳沙以北。

(2) 滩面淤高,潮沟头变浅,变弯曲。如高泥 1963 年原水深(高潮)一般可达 3m,现

只 1m 左右。东沙原最高点 3.7m, 而现在为 5.8m。泥螺行原高 2.7m, 现为 3m。滩面普遍淤高, 最大可达 2m 左右。年淤速率平均为 13cm, 由于滩面淤积, 水头高差增大, 造成了潮沟弯曲多变。

(3) 东洋潮槽普遍加深, 水道变直。这正说明潮流的辐合与辐散作用增强, 如平涂洋的江家坞原只有 10m, 个别潮槽水深 15m, 而今都刷深至 15m。小洋口 1964 年最深处只有 17.2m, 现为 22m。泥螺行东槽原 16m, 现为 20m。西槽洋底变化不大, 但在向东移动。最大冲刷深度大约平均每年为 31cm, 水道变直, 使流线上的沙滩冲毁。如馒头泥外沙滩被冲毁, 而后在  $121^{\circ} 15'E, 33^{\circ} 40'N$  处的沙脊线上淤成新滩。

西洋变浅, 中脊变低, 深槽淤浅。如东大港深槽原最深可达 32m (1963 年), 1979 年淤浅为 10m。此槽向西移动, 水深为 25.9m。

(4) 风浪侵蚀线内移, 在辐射状沙脊北部和东部也出现流槽, 高差约 1—2m, 宽约 5—8m。东缘出现的这种流槽, 规模较小。这些流槽实为海底刷深的标志, 是海底剖面调整所造成的(图 2)。

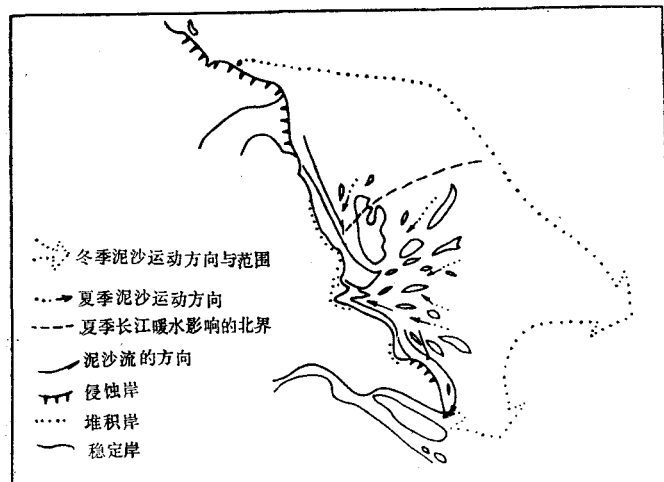


图 2 江苏近海泥沙运动概况图

### 3. 泥沙来源

目前只有废黄河口一带海岸海底的侵蚀物质和现代长江一小部分入海泥沙为辐射状沙脊群的现代物质补给来源。辐射状沙脊群的大量泥沙主要是古长江、古淮河水下三角洲所遗留的沙体及其覆盖在上层的老黄河入海物质。在冬季, 由于风和沿岸流的复合作用, 大量细粒物质向黄海中部搬运, 使沙体物质粗化。在夏半年, 向岸风形成的波浪作用使沙脊群外围掀沙, 经过潮流、风海流的搬运及在涨潮流大于落潮流的动力条件下, 成为沙脊淤长成陆的重要物质来源。长江等各河流和废黄河口海岸与海底侵蚀运来的细粒物质, 只能在岸边静水的环境下造成边滩沉积。

苏北沿岸悬浮泥沙与表层底质的中径粒径和粘土矿物中蒙脱石的百分含量基本相同<sup>[4]</sup>, 这表明苏北沿岸浑水中掀起的悬沙主要来源于当地海底(表 2)。

根据我们近来对苏北近岸海底粘土矿物分析, 蒙脱石由北向南减少。石臼所东 1 号

表 2 苏北沿岸悬浮泥沙与底质对比表

	中径 ( $\mu$ )	蒙脱石 (%)	伊利石 (%)	高岭土 (%)
古黄河水下三角洲底质		5 以上 49 站最大为 13.35		
辐射状沙脊群底质	8—15	5 以上 只 199 站 6.18		10 左右 199 站最大为 16.0
苏北沿岸悬浮泥沙	8—12	8.5—9.5	56—62	

站为 27%，废黄河口区都在 6% 以上，而辐射状沙脊群区都在 6% 以下，与陆地蒙脱石分布量相对应。这种分布特点正说明该区粘土矿物主要来源于附近的陆地。高岭石分布的特点是：在废黄河口、长江口附近海底平均含量在 10% 以上（199 站为 22.68%）为高值区，这也说明古河口的堆积影响，表明苏北浅海底质来源于苏北沿岸的新古河流（图 3）。

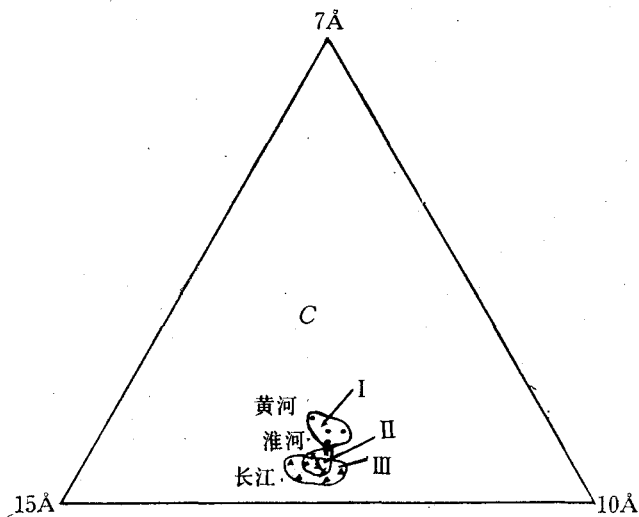


图 3 7Å, 10Å, 15Å, 峰强度比率三角图

为了更详细研究泥沙来源，我们将 7Å, 10Å, 15Å 峰强度比率（百分比）投在三角图上，可以看出，点比较集中。说明了粘土矿物的含量变化小，并可大致分为三种类型，这在一定程度上反映了该区的物质来源和沉积环境的差异。

第 I 类分布在古黄河水下三角洲附近，在小于 50 站号的地区里，主要由细粒的泥质粉砂和粉砂质泥组成。有机质含量丰富，一般含量在 0.5% 以上，最高达 0.8%。碳酸钙含量高，高岭石含量较低，伊利石和蒙脱石含量相对较高。

第 II 类分布在新洋港以南至弶港附近，在 99—199 站号是辐射状沙脊群北部的主体，以较粗的细砂和粉砂质细砂为主。有机质含量较低，一般在 0.3% 以下，碳酸钙含量也较低，粘土矿物含量中等。

第 III 类分布在弶港以南，在大于 200 站号地区沉积物类型较复杂，粗细粒变化大，但细粒沉积比第 II 类粘土矿物分布区大。有机质含量较高，最高达 1.0%，高岭石含量较 I, II 区亦高。

显而易见,辐射状沙脊群的北端(新洋港以北)、北部(包括东沙大部)和南部物质分别来源于古黄河、古淮河与古长江。

### 三、小 结

综上所述,我们认为苏北沿岸(包括辐射状沙脊群)的底质来源于各新老河流。琼港以南来自古长江,新洋港以北来自古黄河,琼港与新洋港之间为古黄河、古淮河、古长江沉积的混合物质。苏北沿岸的悬浮泥沙除现代河流供应外,主要是来自当地的底质。长江口南迁,尤其是1855年黄河改道后,河流提供物质大大减少,使辐射状沙脊群北部海岸迅速夷平,沿岸出现3股泥沙流。在潮流和风浪的影响下,特别是1955—1958年沿海大堤建成后,由于海滩水的紧缩,而使地形剖面增高3m。在风暴潮的作用下,滩面迅速淤高外涨,潮流的辐散与辐合作用加强,水道拉直,改变了地形的局部形态。滩面淤高最大平均每年为13cm,深槽下切最大平均每年为31cm。泥沙的运动方向:冬半年向外,一股沿33°N线向东入黄海,一股向南至长江口南下;夏半年在大潮大风的情况下,向岸推移,向湾顶沉积。

### 参 考 文 献

- [1] 李成治、李本川,1980. 苏北平原海岸地貌特征及沿岸泥沙状态. 海洋科学 3: 12—17.

## THE SOURCE AND MOVEMENT OF SEDIMENTS OF RADIATING SAND RIDGES OFF JIANGSU COAST

Wan Yansen and Zhang Qinian

(First Institute of Oceanography, NOB, Qingdao)

### ABSTRACT

Based on the data obtained from the suspended sediment sampling, work on the shallow stratigraphy and bathymetry off Jiangsu have been carried out. Analyses show that the sediments off the northern part of Jiangsu coast have their source at new and old rivers, the sediments on the south of jianggang offshore were from the old Changjiang River, those on the north of estuary of Sheyang were mixed sediments from the old Huanghe, Huaihe and Changjiang Rivers. The recently suspended sediments of Jiangsu offshore are mainly from the local region besides the modern rivers.

With the shift of Changjiang River mouth, especially the change of the Huanghe River in its course after 1855, the material provided with by the rivers was dwindled down greatly and the north shore of the sand ridges was raised, giving rise to three offshore sediment currents. The dykes built along the coast raised the beach section relief rise by 3 meters under the influence of storm-tide. The topography of some areas has been changed because of the fast rising and extending of the beach surface as a result of influence of the storm-tide and the straightening of water channel caused by the ra-

---

diation and converging of tidecurrents. The beach deposition rises at the highest mean rate of 13 cm/a and the deep water trough is cut downwards at the highest mean rate of 31 cm/a. the sediments in this area move eastwards into the Huanghai Sea (Yellow Sea) in winter along 33°N and move southeastwards to the Changjiang River Estuary and deposit in coastal bays in summer under the action of storm-tides.

---