第20卷 第3期 海 洋 学 报 Vol. 20, No. 3
1998-05 ACTA OCEANOLOGICA SINICA May, 1998

苏北陆区古潮成沙体沉积动力环境及物源*

张家强 李从先 丛友滋

(同济大学海洋地质开放实验室,上海 200092) (国家海洋局第一海洋研究所,青岛 266003)

摘 要 苏北陆区古潮成沙体和海域辐射沙洲共同构成了统一的苏北南黄海潮成沙洲体系. 在众多钻孔资料和地质雷达探测基础上，重点对苏北陆区古潮成沙体进行了沉积磁组构和重矿物分析，证明古潮成沙体属海退层序，是在南、北两侧三角洲发育过程中，以长江、黄河泥沙为主的沉积物质通过沿岸搬运进入早已存在的辐聚辐散潮流场后经潮流沉积和塑造形成的. 早期沉积物质主要来自长江，晚期则主要为长江和黄河的联合供沙. 认为苏北古潮成沙体是全新世中后期海陆相互作用的产物.

关键词 潮成沙体 沉积动力环境 物源 沉积磁组构 重矿物

1 引言

苏北滨外海域存在一个以弶港为顶点，规模巨大的辐射状沙体，即“弶港辐射沙洲”，分布面积达2×10^4 km^{2}余. 该沙体是由辐聚辐散的潮流沉积形成，还是由“指状河口沙坝”经潮流改造形成?长期以来一直是个争议较大的问题[1]. 究其原因，主要是由于海域水下地形复杂多变，工作难度大，无法弄清冰后期层序结构. 然而，近年来众多钻孔揭示出，苏北滨海平原冰后期泥质沉积区还存在一个以东台为顶点，呈扇形展开，面积约3 000 km^{2}的古沙体分布区. 初步研究表明，陆区古沙体与海域沙体有成因联系，两者共同构成一个沉积体系——苏北南黄海潮成沙洲体系（见图1). 由于工作便利，陆上沙区成为进一步探索潮成沙体形成过程的一把钥匙. 近年来，我们在该区相继完成多口全取心钻孔的钻探和分析研究工作，尤其是沉积磁组构和重矿物的系统测试和分析，并对古长江可能从本区入海的必经之路作了长达30 km 的地质雷达探测. 在此基础上，本文着重对陆区古潮成沙体的沉积动力环境和物质来源进行研究，为探索苏北南黄海潮成沙洲体系的形成过程提供依据.

本文于1997-04-01收到，修改稿于1997-07-07收到.

* 国家自然科学基金资助项目（编号：49676288).

第一作者简介：张家强，男，23岁，副研究员，博士，现从事海洋沉积学及岩相古地理学研究.

2　冰后期层序特征

苏北陆区古潮成沙体夹在长江三角洲和废黄河三角洲之间. 在古沙体南北两侧，冰后期地层以砂泥互层为特征，厚20～30 m，层序下部为滨海相，上部为三角洲相. 在古沙体西侧，冰后期地层以泥质沉积为特征，厚10 m 左右，层序仅由滨海湖沼相沉积构成.

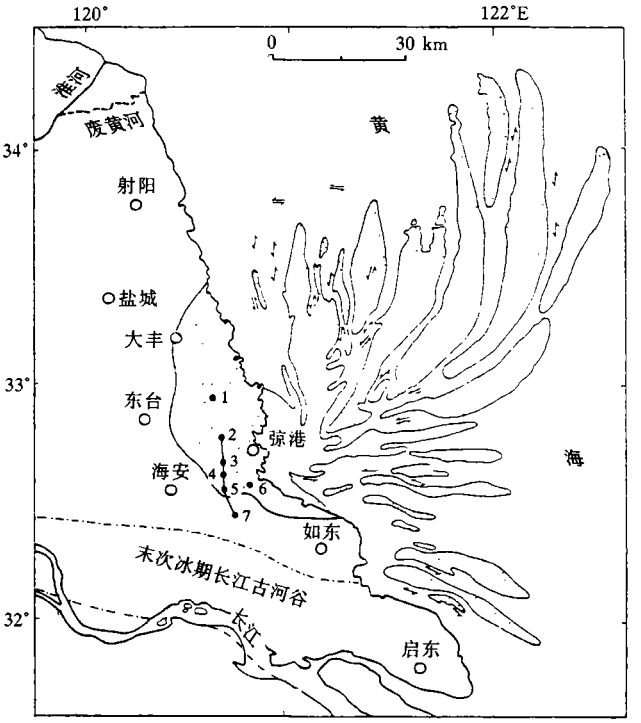

图1　苏北南黄海潮成沙洲体系分布

1. 东套孔　2. 三仓孔　3. 丁河孔　4. 唐洋孔　5. 李堡孔　6. 旧场孔　7. 沿南孔

在古潮成沙体分布区，冰后期地层以砂质沉积为主，厚15～30 m，层序自下而上由滨海相、滨浅海相和潮滩相组成（见图2）. 滨海相厚度小于6 m，岩性为砂质粘土和贝壳砂，砂层中可出现低角度交错层理，局部出现滨海沼泽相泥炭夹层. 滨浅海相厚5～20 m，岩性为粉细砂，砂层底部存在侵蚀面，层内发育脉状层理、双向交错层理、递变层理和泥质条带等潮汐成因的沉积构造组合. 潮滩相厚4～6 m，岩性为粘土质粉砂及粉砂质粘土，发育脉状层理、波状层理和水平层理. 本文古潮成沙体主要是指该层序中滨浅海相沉积和潮滩相沉积两部分.

研究区及其附近，冰后期层序基底为晚更新世晚期古土壤层，俗称“硬土层”. 根据^{14}C 测年资料，硬土层之上滨海相年代为10 000～12 000a PB[2]，滨浅海相砂层下部的沉积时代为4 000～5 000a PB[1)]. 江苏沿海地区最大海侵发生在5 000～7 000a PB[3]，因此，古潮成沙体底部的侵蚀面应是划分海侵层序和海退层序的界面，沙体代表了海退层序，沉积时间为全新世中晚期.

岩心粒度分析表明，陆区古潮成沙体和海域辐射沙洲具有相似的粒度特征. 相似性表现在两个方面：其一，陆区古潮成沙体和苏北现代海域底质潮流沉积的粒度概率累积分布曲线十分相似[4]；其二，两者的粗粒沉积物和细粒沉积物在空间上具有相似的分布特征. 根据南黄海底质调查和隔年卫片图像，海域辐射沙洲的沟槽沉积物粒度细，沙脊沉积物粒度粗[5]，而且沙脊处于侧向摆动状态[6]. 陆区古潮成沙体中粗粒层和细粒层分别相当于海域辐射沙洲的沙脊沉积和沟槽沉积，它们在纵向上分布无规律，在横向上延续性差（见图2），表明陆区古潮

1）王　颖. 江苏王港建港条件可行性研究分析. 1993.

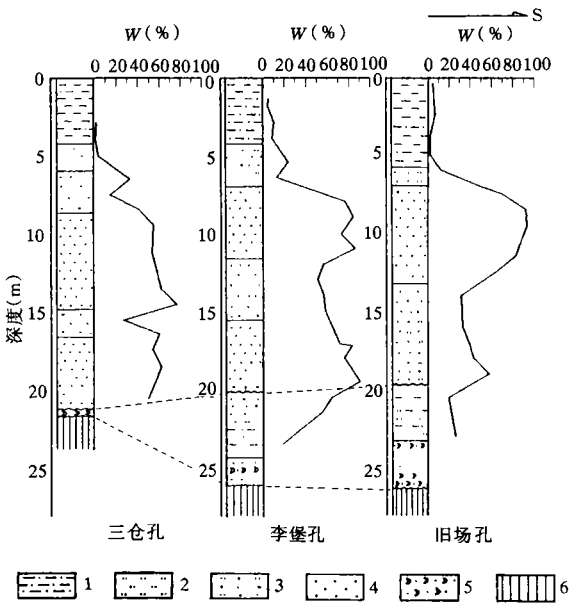

图2 苏北陆区古潮成沙体层序及垂向细砂（>0.063 mm）分布特征

1. 粉砂质粘土 2. 粉砂 3. 粉细砂 4. 细砂 5. 贝壳砂 6. 古土壤层

成沙体形成过程中也可能存在类似的摆动沙脊和沟槽. 陆区古潮成沙体与海域辐射沙洲在沉积特征上的一些相似性，暗示它们有类似的形成过程.

3 沉积磁组构与沉积动力环境

3.1 实验方法

利用沉积磁组构参数分析沉积动力环境和计算古水流方向，要求实验样品是未扰动的原状沉积物[7,8]. 野外采用标准贯入方式提取原状土钻孔岩心，选用长2.54 cm、直径2.2 cm的无磁性圆柱状塑料盒，沿着岩心自上而下连续取样，并标定岩心向下的方向. 实验室内首先利用HKB-1型磁化率仪测出每个样品不同方位的磁化率值，并计算磁组构参数. 然后，用JR-4旋转磁力仪和JB-1交流磁场退磁仪对每个样品进行剩磁测量和逐步退磁，直到剩磁方向随退磁磁场强度的增大而变化较小时为止，此时的剩磁可近似视为粘滞剩磁，其方向代表样品所在地的地磁场方向. 最后，根据磁组构参数计算古水流视方向，并用粘滞剩磁方向和当地磁偏角校正，求出古水流真方向.

为了分析研究区沉积动力环境，本文选择苏北陆区南（丁河）、北（东套）两个钻孔（见图1）岩心进行了古潮成沙体的沉积磁组构分析和古流向计算.

3.2 古流向

东套孔75个样品和丁河孔60个样品的古流向计算结果可用图3表示.

结果表明，东套孔和丁河孔的古流向有两个共同特点. 其一，两者古流向自上而下都具有明显的双向性，表现为厚度不大的岩心段中出现方向相反的古流向. 例如，东套孔5.100～5.298 m处存在SSW→NNE和NNE→SSW两个反向的古流向，丁河孔3.622～3.798 m处存在SEE→NWW和NWW→SEE两个反向的古流向. 其二，两者古流向有一定的稳定性，或者在NE-SW象限内来回摆动，或者在NW-SE象限内来回摆动. 这种古流向特征反映了一种潮汐往复流.

东套孔和丁河孔在古流向上存在差异. 北部东套孔古水流方向在NE-SW象限内来回变动，其中4.30 m以上泥质潮滩沉积的古水流方向呈近EW向或NWW-SEE向，代表近岸潮流

方向；4.30 m 以下的砂质沉积古流向主要呈 NE-SW 向，代表潮下带和滨浅海的潮流方向. 南部丁河孔6 m 以上泥质和粉砂质沉积的古流向主要为 NW-SE 向，6.10 m 左右的砂质沉积古流向为 NEE-SWW 向，9.00 m 以下变为 NNE-SSW 向. 根据后来的地质雷达探测，丁河孔处在宽800 m、深19 m 的小型古河道内，这样的古河道可能一度成为潮流通道. 丁河孔9 m 以下古流向可能反映了潮流通道沿古河道而改向的潮流方向，因而是局部性质的，不能代表钻孔所在地区的古潮流方向. 总体来看，苏北陆区古潮成沙体的北部古流向以 NE-SW 向为主，南部在消除古河道的干扰后，古流向以 NW-SE 向为主. 古沙体分布区古潮流的分布趋势，类似于苏北滨外海域潮流的分布格局（见图1）. 由此推断，苏北陆区古沙体不仅成因上是潮流形成的，而且当时古潮流格局可能类似于现今滨外海域辐射沙洲分布区. 因此，辐聚辐散的潮流场至少在陆区古潮成沙体形成之时就已存在，当时的沙体也可能同样呈辐射状分布.

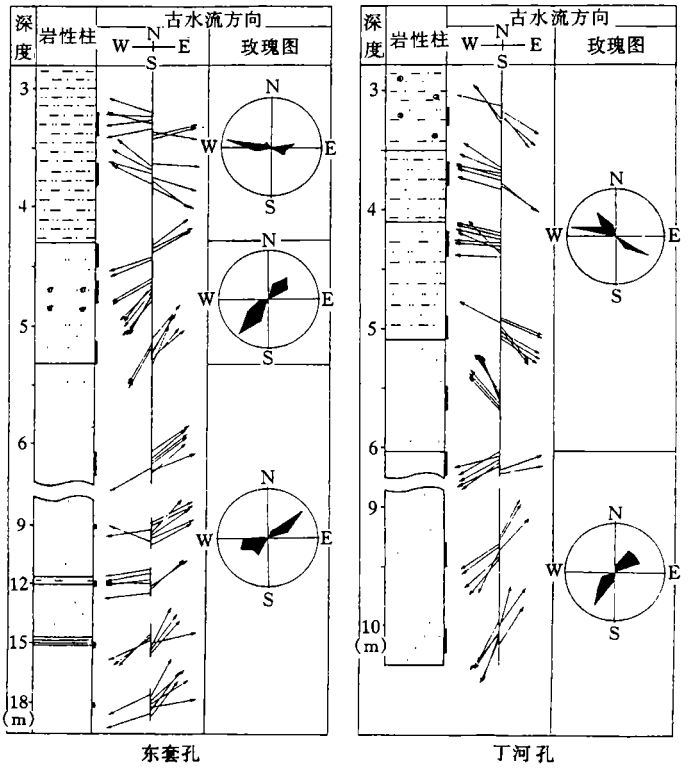

图3　苏北陆区东套孔和丁河孔潮流沉积古流向

3.3　体积磁化率与磁组构特征

2.3.1　体积磁化率（K）

K 值大小与沉积物的矿物组成有关，受控于物源因素和沉积动力因素. 长江、黄河物源区沉积物的矿物组成差别不大，推知古潮成沙体的 K 值高低主要反映了水动力能量大小. 东套孔10 m 以上和以下岩心的平均 K 值分别为272×10^{-6}SI 和559×10^{-6}SI（不计个别异常值），丁河孔6 m 以上和以下岩心的平均 K 值分别为214×10^{-6}SI 和450×10^{-6}SI. 弶港岸外潮滩沉积的平均 K 值为323×10^{-6}SI. 对比而言，古潮成沙体下部较粗粒沉积的水动力能量要明显高于上部较细粒沉积的水动力能量；古潮成沙体上部较细粒沉积的水动力能量稍低于弶港岸外潮滩环境的水动力能量.

3.3.2　磁化率各向异性度（P）

P 值表征沉积物中磁性矿物形态异性颗粒的有序化程度，其高低反映了沉积动力环境能量大小和稳定性程度. 丁河孔和东套孔的 P 值都较高，平均值分别为1.048 0和1.067 9（不计

个别异常值），接近于弶港岸外潮滩沉积的 P 值（平均为1.071 6），表明古潮成沙体的沉积动力环境能量较高且稳定，类似于弶港岸外海域的沉积动力环境.

3.3.3 磁基质颗粒度（q）

q 值表征沉积物粒级的分选性，其高低反映了沉积介质能量衰减的幅度. q 小于0.5一般属缓慢正常沉积，沉积物粒级分选较好；q 大于0.7一般属快速事件性沉积，沉积物粒级分选较差. 东套孔 q 小于0.5和 q 大于0.7的样品分别占其样品总数的75%和14%，丁河孔则分别为41%和33%，表明古潮成沙体主要是在正常沉积环境中沉积的，但有时可能存在非正常沉积因素，如风暴沉积事件. 这种古沉积动力环境与南黄海辐射沙洲区的沉积动力环境是类似的.

4 重矿物与物源

4.1 研究方法

重矿物对比分析是物源判别的常用方法之一. 本文通过对陆区东套、三仓、唐洋和旧场等南北向分布的4个钻孔岩心与长江、黄河沉积物作重矿物对比，分析了陆区古潮成沙体的物源. 在分析的样品中，长江、黄河三角洲（粉）细砂样品共25个，河床样品4个；潮成沙体钻孔岩心样品共69个. 分析样品粒级主要为0.063～0.125 mm，0.125～0.25 mm 粒级作参考. 轻、重矿物分离采用比重为2.89g/cm^{3}的三溴甲烷. 重矿物的鉴定和统计（>300粒）在实体显微镜下进行，个别疑难矿物经制成油浸片后在偏光显微镜下鉴定.

根据重矿物组合分析弶港辐射沙洲的物源已有文献报道[4,10,11]，但仅限于海域表层沉积，对水动力因素的影响考虑不足，结论众说不一. 沉积物的重矿物组成主要取决于物源因素和水动力因素. 因此，如何选择样品，选择哪些矿物作为对比分析的标准，以期尽量缩小水动力因素的影响，是正确判别物源的关键.

沉积物粒度是水动力因素的表征之一，相同粒级的沉积物可以认为是在能量相近的水动力条件下沉积的. 因此，选择与潮成沙体粒级相近的三角洲沉积物（粉细砂或细砂）作物源对比依据，河床粗粒沉积物作参考. 东海沉积物粒度与重矿物组分的回归分析[12]表明，小比重片状矿物（云母和绿泥石）与 $Md\phi$ 呈正相关，而石榴石、锆石、榍石、金属矿物等大比重粒状矿物与 $Md\phi$ 呈负相关，中等比重的板柱状角闪石与 $Md\phi$ 不存在明显的相关性（表1），证明大比重粒状矿物和小比重片状矿物之间易于动力分异. 其中大比重粒状矿物种类较多，不同矿物之间动力分异不是很明显，其百分含量可作为物源分析指标. 为此，计算重矿物百分含量时，应扣除片状矿物和与物源无关的自生矿物菱铁矿、黄铁矿，仅计算剩余各矿物的百分含量.

表1 重矿物组分百分含量与沉积物 $Md\phi$ 的相关系数（γ）及单矿物比重

矿物种类	片状矿物	闪石类	帘石类	石榴石	榍石	磷灰石	钛铁矿	磁铁矿	变质成因矿物
比重	2.8～3.1	2.9～3.3	3.3～3.5	3.5～4.3	3.3～3.6	3.0～3.2	4.4～4.8	4.9～5.2	3.1～3.8
γ	0.36	0.02	0.22	0.35	0.29	0.06	0.33		

注：据王先兰等（1980）改编. 变质成因矿物包括蓝晶石、十字石、红柱石和硅线石等.

4.2　长江、黄河重矿物特征及物源判别指数

4.2.1　重矿物组合

长江、黄河的重矿物组成中主要矿物有闪石类和帘石类，次要矿物有钛铁矿、褐铁矿、磁铁矿、辉石、榍石、石榴石和磷灰石，微量矿物有赤铁矿、锐钛矿、白钛矿、电气石、锆石、金红石、磷钇矿、十字石、蓝晶石和红柱石等．统计表明（表2），长江与黄河在重矿物组合特征上存在一定差别．从三角洲沉积物来看，长江重矿物中闪石类、榍石和变质成因矿物（蓝晶石＋十字石＋红柱石＋硅线石）含量较高，黄河重矿物中帘石类、褐铁矿和钛铁矿含量较高．从河床沉积物来看，长江重矿物中闪石类、磁铁矿和变质成因矿物含量较高，黄河重矿物中帘石类、石榴石和磷灰石含量较高．因此，长江重矿物组合为闪石类＋榍石＋磁铁矿＋变质成因矿物，黄河重矿物组合为帘石类＋褐铁矿＋钛铁矿＋石榴石．

表2　长江、黄河物源区重矿物组成特征

采位样置		样品数	重矿物含量	闪石类	帘石类	磁铁矿	钛铁矿	褐铁矿	石榴石	榍石	磷灰石	变质矿成物	其他	特征矿物及标型矿物
长江	河床	3	15.05	46.95	24.39	7.73	10.03	1.37	1.39	3.36	0.93	1.44	2.43	蓝晶石、黄玉、铁饼状榍石
	三角洲	13	7.67	53.78	29.98	2.84	3.97	1.96	0.86	2.44	0.73	1.11	2.33	
新黄河	河床	1	3.65	30.95	27.59	1.54	13.31	1.10	13.86	4.48	3.36	1.02	2.79	浑圆状磷灰石和浅色电气石
废黄河	三角洲	12	1.18	42.39	32.21	2.72	5.85	10.76	1.12	1.79	0.75	0.35	2.06	

4.2.2　特征矿物

长江特征重矿物有蓝晶石、红柱石、黄玉和铁饼状榍石；黄河特征矿物有浑圆状磷灰石和次圆状浅色电气石．长江沉积物中磷灰石呈次棱角状，电气石为深色，呈次棱角状；黄河沉积物中蓝晶石、红柱石和黄玉罕见，榍石呈粒状碎屑．

4.2.3　物源判别指数

根据重矿物组合、特征矿物以及矿物之间动力分异的难易，本文选择帘石类、磁铁矿、钛铁矿、褐铁矿、石榴石、榍石、磷灰石和变质成因矿物等矿物的百分含量，以及特征矿物组合等9项作为物源分析指标．

为了便于操作，这里确定一个统一的定量化物源判别指数．设长江、黄河和待判别样品前8个数值变量的分析指标分别为 X_i、Y_i 和 Z_i（$i=1, 2, \cdots, 8$），物源判别指数为 A．首先分别计算长江和黄河三角洲样品的平均值 $\overline{X}_i$ 和 $\overline{Y}_i$（见表3），把它们作为物源区的标准值，然后计算 A：

$$A = (\sum_{i=1}^{8} B_i + C)/9,$$

其中，

$$B_i = (Z_i - \overline{X}_i)^2/[(Z_i - \overline{X}_i)^2 + (Z_i - \overline{Y}_i)^2]$$

为对应于不同单矿物的物源判别指数分量，C 值表示特征矿物组合的物源判别指数分量，数值范围均为0～1．约定长江、黄河特征矿物组合的 C 分别为0和1．如果样品中既有长江特征矿物，又有黄河特征矿物，则根据特征矿物种类出现多寡赋值 C（$0<C<1$）．

表 3 苏北陆区古潮成沙体重矿物特征及物源判断

钻孔	埋深(m)	样品数	重矿物量	闪石类	帘石类	磁铁矿	钛铁矿	褐铁矿	石榴石	榍石	磷灰石	变质矿物	其他	特征矿物及标型矿物	亲长江物源指数(A)	物源
东套孔	0.00～12.04	5	1.00	57.02	26.61	0.61	1.61	9.41	0.50	0.68	0.08	0.18	3.30	浑圆状磷灰石、浑圆浅色电气石	0.60	黄河源
	12.04～18.09	3	7.12	54.13	30.63	1.89	6.03	2.02	0.82	1.56	0.21	0.30	2.41	浑圆状磷灰石、铁饼状榍石、蓝晶石	0.49	长江、黄河复合源
三仓孔	0.00～6.70	5	0.13	54.91	20.33	0.32	1.34	15.86	2.21	2.35	0.76	0.20	1.72	浑圆状磷灰石、浑圆浅色电气石	0.63	黄河源
	6.70～14.20	9	1.24	48.40	31.59	0.71	1.73	2.31	3.94	4.78	0.74	1.67	4.13	铁饼状榍石、蓝晶石、浑圆状磷灰石	0.39	长江源为主
	14.20～20.45	8	2.76	51.77	25.77	1.22	4.60	1.35	2.91	4.08	1.19	1.82	6.29	黄玉、铁饼状榍石、蓝晶石	0.30	长江源
唐洋孔	0.00～3.65	2	0.13	62.46	25.61	0.65	1.63	6.42	0.54	0.80	0.15	0.00	1.74	浑圆状磷灰石、铁饼状榍石	0.49	长江、黄河复合源
	3.65～19.54	16	2.36	53.64	31.64	1.24	3.65	2.01	0.79	1.76	0.51	0.87	3.89	铁饼状榍石、蓝晶石、黄玉	0.35	长江源
旧场孔	0.00～6.40	6	0.61	54.50	19.25	0.86	2.52	3.58	1.84	2.48	0.19	1.06	13.72	黄玉、蓝晶石、铁饼状榍石	0.26	长江源
	6.40～9.90	4	2.89	60.40	20.78	1.39	1.82	3.17	1.91	2.38	0.26	1.58	6.31	黄玉、蓝晶石、铁饼状榍石	0.27	长江源
	9.90～13.10	3	1.49	64.62	21.00	0.57	1.71	2.71	1.86	2.07	0.28	1.60	3.58	黄玉、蓝晶石、铁饼状榍石	0.35	长江源
	13.10～23.35	8	2.24	53.65	24.16	1.95	3.76	2.86	3.39	2.98	0.15	1.34	5.71	蓝晶石、黄玉、铁饼状榍石	0.25	长江源

物源指数 A 的意义是样品对长江源和黄河源的相对亲近程度，数值范围为0～1. 理论上，长江源标准的 $A=0$，黄河源标准的 $A=1$，长江源和黄河源的优势分界为 $A=0.50$. 通过物源区样品检验，长江样品的 A 小于0.45，旧黄河三角洲样品的 A 大于0.55. 因此，可将 A 小于0.45判为长江源，将 A 大于0.55判为黄河源，将 $A=0.45$～0.55判为长江和黄河的混合源.

4.3　古潮成沙体的重矿物特征及物源判别

东套孔、三仓孔、唐洋孔和旧场孔的重矿物特征及物源差别结果列于表3.

由重矿物特征来看，古潮成沙体重矿物组成中单矿物含量变化较大，重矿物组合特征不明显，但总体而言，古潮成沙体的重矿物组成与长江和黄河的重矿物组成大体相似. 就单矿物而言，东套孔、三仓孔和唐洋孔的上部（分别为12.04m、6.70m 和3.65m 以上）以褐铁矿百分含量较高为特征，东套孔、三仓孔、唐洋孔等的下部和旧场孔以变质成因矿物百分含量较高为特征. 北部东套孔、三仓孔的上部出现黄河特征矿物组合，东套孔下部和三仓孔中部（6.70～14.20m）和唐洋孔上部（3.65m 以上）既出现黄河特征矿物，又出现长江特征矿物；三仓孔、唐洋孔的下部和南部旧场孔出现长江特征矿物组合.

物源判别指数的计算结果显示，北部东套孔12m 以上基本为黄河源，12m 以下为长江和黄河混合源；三仓孔6.7m 以上基本为黄河源，6.7m～14.2m 为长江和黄河混合源，14.2m 以下为长江源. 南部唐洋孔3.65m 以上为长江和黄河混合源，3.65m 以下主要为长江源；旧场孔除一个异常值外（可能为统计失误），基本为长江源. 这样，陆区古潮成沙体的北部以黄河源为主，南部以长江源为主；自北向南，黄河源逐渐过渡为长江源，过渡区沙体上部以黄河源为主，下部以长江源为主. 长江源、黄河源泥沙物质分布的这种格局表明，在陆区古潮成沙体沉积过程中，早期以长江供沙为主，晚期则以长江、黄河联合供沙为主；北部沉积物质主要来自黄河，南部沉积物质主要来自长江.

5　苏北陆区古潮成沙体的成因探讨

综上所述，苏北陆区古沙体是在全新世中后期通过潮流沉积形成的，并且当时的沉积动力环境与现在苏北海域的沉积动力环境类似. 根据钻孔资料和地质雷达探测（见图1），研究区不存在末次冰期主长江古河谷，仅数条支汊河谷分布于区内，冰后期层序底部普遍存在古土壤层[2]，推测冰后期研究区不曾有过巨大的河口沙坝，长江泥沙和黄河泥沙主要是通过沿岸搬运进入潮流沉积区的. 陆区古潮成沙体形成的早期，长江三角洲快速向前推进，苏北海岸线变化不大，沉积物质主要来自长江. 1128年，黄河夺淮入海，形成苏北黄河三角洲；1855年，黄河北移入渤海，苏北黄河三角洲蚀退. 这期间，苏北海岸线随黄河三角洲的发育和蚀退而快速向海推进，黄河成为又一主要物源. 此外，在陆区古潮成沙体形成过程中，长江的支汊河流以及受侵蚀的滨海相砂层提供了少部分沉积物质. 因此，苏北陆区古潮成沙体应是全新世海退阶段，长江、黄河泥沙物质进入辐聚辐散潮流场后不断沉积形成的，是海陆相互作用的产物. 该结论对进一步研究苏北海域辐射沙洲的形成过程可能有一定的启示.

参考文献

1 李从先，赵 娟. 苏北弶港辐射沙洲研究的进展和争论. 海洋科学，1995，(4)：57～60

2 李从先，万民浩，陈庆强. 苏北沿南—三仓地区的古河谷及其地质意义. 科学通报，1996，(23)：2 168～2 170

3 江苏省科委. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查. 海洋出版社，1986

4 陈报章，李从先，业治铮等. 黄海南部陆区全新世埋藏潮沙体. 地理学报，1995，**50** (5)：447～458

5 刘振夏. 江苏近海底质粒度特征及其地质意义. 海洋研究，1981，(3)

6 杨治家，李本川. 江苏沿海辐射状沙脊群的动态变化. 海洋科学，1995，(4)：63～67

7 丛友滋等. 用磁组构研究底流流向的初步探讨. 海洋学报，1990，**12**，(3)：347～350

8 Ellwood B B. Flow and empiacement direction determined for selected basailc bodies using magnetic susceptibility anisotropy semeasurements. Earth lan. Sci. Lett.，1987，**41**：254～264

9 陈穗田. 苏北辐射沙洲重矿物特征及其地质意义. 海洋研究，1982，(2)

Hydrodynamic environment and source of the old tidal sand body in the coastal plain of the northern Jiangsu *

Zhang Jiaqiang,[1,2] Li Congxian,[1] Cong Youzi[2]

1. *Open Expriment of Marine Geology*, *Tongji University*, *Shanghai* 200092

2. *First Institute of Oceanography*, *State Oceanic Administration*, *Qingdao* 266003

Abstract—— There is a huge tidal sand system which is composed of the old sand body distributing in the coastal plain and the radial sand ridge distributing in south Huanghai Sea. Based on numerous drilling and geological ladar prospecting data, this paper emphatically studied the hydrodynamic environment and source of the old sand body by mains of magnetic fabric and heavy mineral analyses on the representative drilling cores. The results show that the old sand body was produced by tidal current in a hydrodynamic environment similar to the convergent-divergent tidal current field in south Huanghai Sea. The silt, which mainly came from the Changjiang River in the early and from the Huanghai River as well as the Changjiang River in the latter stage, was transported into the tidal current field by longshore current. So, the old sand body is a result of the middle-late Holocene continental-oceanic interaction.

Key words Tidal sand body, hydrodynamic environment, source, magnetic fabric, heavy mineral