

# 东海西湖凹陷平北地区表层沉积物特征及其成因初探\*

许 强 黄 勃 陈 宇

(华东师范大学 上海 200062)

**提要** 对研究区域的 370 个站位, 1 084 个样品进行了粒度分析, 对其中的部分样品进行了重矿物、古生物的分析 and 鉴定, 发现东海西湖凹陷平北地区表层改造砂的特征与一般的规律有较大的差别, 这种独特的表层沉积物特征的形成原因主要和所处的地貌部位有关。

**关键词** 东海西湖凹陷, 改造砂, 残留砂

\* 关于东海陆架表层沉积物的问题, 前人已经作了大量的研究, 早在 30 年代初期, 谢帕德(F. P. Shepard)就已指出, 亚洲东岸海底的沉积物具有近岸为细粒沉积物、远离海岸为粗粒沉积物的特点。自 70 年代以来, 我国的科学家也对东海陆架进行了大量的调查研究, 现在越来越多的学者把东海陆架上的这种砂质沉积称为“改造沉积物”或者“改造砂”。并普遍认为改造砂是残留沉积在去泥粗化作用后形成的, 改造砂的粒度要比残留沉积粗, 分选性要比残留沉积好。本文的研究区域东海西湖凹陷平北地区也是位于东海外陆架上, 范围为  $124^{\circ}55' \sim 125^{\circ}45' \text{E}$ ,  $29^{\circ}15' \sim 30^{\circ}20' \text{N}$ , 从地质构造上来看, 是位于浙东凹陷的东部。对研究区域的 370 个站位, 1 084 个样品进行了粒度分析, 对其中的部分样品进行了重矿物、古生物的分析 and 鉴定, 发现了东海西湖凹陷平北地区表改造砂的特征与一般规律有较大的差别, 并对这种沉积物特征的形成原因进行了初步探讨。

## 1 表层沉积物的特征

研究区域共有 370 个站位, 每个站位根据深度的不同, 取 3~ 4 个样品, 其取样深度分别为  $0 \sim 0.2 \text{ m}$ ,  $0.8 \sim 1.0 \text{ m}$  或者  $0.7 \sim 0.9 \text{ m}$ ,  $1.8 \sim 2.0 \text{ m}$ ,  $2.8 \sim 3.0 \text{ m}$ 。由于研究区域主要在  $30^{\circ} \text{N}$  以南,  $124^{\circ}30' \text{E}$  以东, 根据文献资料, 改造砂的厚度一般在  $40 \sim 80 \text{ cm}$ , 所以可以认为每个站位从上而下的第一个样品是改造砂, 而第二个样品则是残留砂。研究区域改造砂的特征具有明显的分异现象, 有一部分站位改造砂的特征符合改造砂的粒度比残留砂的粒度要粗的一般规律, 这部分站位的所在地称为正常改造砂带; 也有相当一部分站位改造砂的粒度明显要比残留砂细, 这部分站位的所在地称为异常改造砂带。并且这两种砂带从北向南呈条带状相关分布。其中最北端为正常改造砂带, 向南

依次为异常改造砂带和正常改造砂带的相间分布。从北向南大致可以分为 3 个正常改造砂带和 3 个异常改造砂带。

### 1.1 粒度特征

从正常改造砂带的粒度特征来看(如表 1), 表层改造砂的粒度中值( $M_d$ )明显低于下层的残留砂, 而且不同站位两者之间差值差别较大, 有的站位(如 654 站)残留砂的中值粒径只比改造砂大  $0.3 \Phi$ , 而有的站位(如 492 站)残留砂的中值粒径则比改造砂大  $2 \Phi$ , 这反应了各个地方原来的表层沉积物后期改造程度的差异性, 差值一般在  $0.3 \sim 1.2 \Phi$  之间。

从改造砂本身的粒度中值来看, 也有很大的差别, 有的站位(如 654 站)高达  $4.71 \Phi$ , 而有站位(如 423 站)仅有  $2.58 \Phi$ , 改造砂在粒度上的差异性, 一方面反映了研究区域的各个地方改造程度的差异性, 另一方面也反映了原来表层沉积物粒度上的差别。从分选性来看, 大部站位改造砂的分选系数( $\delta_1$ )要小于残留砂的分选系数, 这反映了表层沉积物经过波浪、潮流、风暴等改造作用后形成的改造砂比残留砂的粒径大、砾质含量增高, 成分变纯的特点。但也有例外的情况, 如 548 站样品残留砂的分选系数( $1.45$ )要小于改造砂的分选系数( $2.02$ ), 偏态( $SK_1$ )的变化特点不明显。

从异常改造砂带的粒度特征来看(如表 2), 表层改造砂的粒度中值一般在  $3.5 \sim 4.5 \Phi$  之间, 而残留砂的粒度中值( $M_d$ )一般在  $2.3 \sim 3 \Phi$  之间, 改造砂的粒度中值明显高于残留砂的粒度中值, 一般要高  $1 \sim 2 \Phi$ 。从分选系数( $\delta_1$ )来看, 残留砂的分选系数一般在

\* 本文在写作过程中, 得到了许世远和陈中原两位教授的指导, 王张华同学协助进行了样品分析工作, 特致谢意。  
收稿日期: 1997-08-26

0.2~0.5 之间,分选性较好,而改造砂的分选系数普遍大于 2,分选性较差。从偏态( $SK_1$ )来看,残留砂的偏态为接近于零的状态,而改造砂的偏态则为正偏。

表 1 正常改造砂带部分站位改造砂、残留砂基本特征对比

Tab. 1 The main characteristic comparison between relict sand and reformed sand at normal reformed sand belts

| 正常改造砂带 | 纬度位置                   | 站号  | 样品号 | 取样深度<br>(m) | 沉积物<br>性质 | 中值粒径<br>$Md(\Phi)$ | 分选系数<br>$\delta_1$ | 偏态<br>$SK_1$ | 颜色     | 贝壳丰度  |
|--------|------------------------|-----|-----|-------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------|--------|-------|
| 1      | 30°20′<br>~<br>30°12′N | 654 | 468 | 0~0.2       | 改造砂       | 4.71               | 2.53               | 0.65         | 灰色     | 有一定量  |
|        |                        |     | 469 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 5.01               | 2.07               | 0.73         | 灰黑色    | 基本无   |
|        |                        | 650 | 623 | 0~0.2       | 改造砂       | 3.88               | 1.77               | 0.57         | 灰色     | 有极少量  |
|        |                        |     | 624 | 0.7~0.9     | 残留砂       | 5.1                | 2.45               | 0.58         | 灰色、灰黑色 | 基本无贝壳 |
| 2      | 30°02′<br>~<br>29°50′N | 579 | 880 | 0~0.2       | 改造砂       | 4.25               | 2.15               | 0.74         | 灰黑色    | 有少量   |
|        |                        |     | 881 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 4.96               | 2.31               | 0.62         | 灰色     | 基本无   |
|        |                        | 548 | 540 | 0~0.2       | 改造砂       | 3.69               | 2.02               | 0.62         | 灰色     | 有少量   |
|        |                        |     | 541 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 4.51               | 1.45               | 0.63         | 灰色     | 基本无   |
| 3      | 29°43′<br>~<br>29°32′N | 492 | 116 | 0~0.2       | 改造砂       | 2.9                | 0.84               | 0.43         | 灰色、灰黑色 | 有少量   |
|        |                        |     | 117 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 4.91               | 2.21               | 0.64         | 灰黑色    | 有极少量  |
|        |                        | 423 | 40  | 0~0.2       | 改造砂       | 2.58               | 0.89               | 0.24         | 灰色、灰黑色 | 有一定量  |
|        |                        |     | 41  | 0.8~1.0     | 残留砂       | 4.29               | 1.14               | 0.29         | 灰色、灰黑色 | 基本无   |

表 2 异常改造砂带部分站位改造砂、残留砂基本特征对比

Tab. 2 The main characteristic comparison between relict sand and reformed sand at abnormal reformed sand belts

| 异常改造砂带 | 纬度位置                   | 站号  | 样品号 | 取样深度<br>(m) | 沉积物<br>性质 | 中值粒径<br>$Md(\Phi)$ | 分选系数<br>$\delta_1$ | 偏态<br>$SK_1$ | 颜色     | 贝壳丰度 |
|--------|------------------------|-----|-----|-------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------|--------|------|
| 1      | 30°12′<br>~<br>30°02′N | 630 | 798 | 0~0.2       | 改造砂       | 4.93               | 2.31               | 0.48         | 灰色     | 基本无  |
|        |                        |     | 799 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 3.05               | 0.51               | 0.15         | 灰色     | 无    |
|        |                        | 617 | 853 | 0~0.2       | 改造砂       | 4.53               | 2.66               | 0.89         | 灰棕色    | 有一定量 |
|        |                        |     | 854 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 2.64               | 0.29               | -0.04        | 灰色     | 基本无  |
| 2      | 29°50′<br>~<br>29°43′N | 503 | 653 | 0~0.2       | 改造砂       | 4.08               | 2.08               | 0.83         | 灰色     | 有少量  |
|        |                        |     | 654 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 2.77               | 0.31               | 0.2          | 灰色、灰黑色 | 基本无  |
|        |                        | 525 | 589 | 0~0.2       | 改造砂       | 4.15               | 2.24               | 0.87         | 灰色、灰黑色 | 有一定量 |
|        |                        |     | 590 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 2.81               | 0.49               | 0.32         | 灰色、灰黑色 | 基本无  |
| 3      | 29°32′<br>~<br>29°15′N | 394 | 562 | 0~0.2       | 改造砂       | 2.57               | 2.26               | 0.74         | 灰色     | 有少量  |
|        |                        |     | 563 | 0.8~1.0     | 残留砂       | 4.37               | 0.4                | 0.06         | 灰色、灰黄色 | 基本无  |
|        |                        | 377 | 526 | 0~0.2       | 改造砂       | 3.75               | 2.88               | 0.79         | 灰色、灰黑色 | 有少量  |
|        |                        |     | 527 | 1.2~1.4     | 残留砂       | 4.41               | 1.16               | 0.31         | 灰色、灰黑色 | 有极少量 |

1.2 生物特征

从表 1 和表 2 可以看出,无论是正常改造砂带还是异常改造砂带,改造砂中的贝壳含量要明显高于残留砂,这也符合改造沉积的基本特征,有的样品中贝壳含量甚至高达 40 % 以上。从贝壳生物的种类来看,主要为软体动物门的生物,主要的种属分别属于掘足纲、腹足纲和双壳纲。经鉴定主要的种属有毛蚶(*Scapharca subcrenata*)、嵌条扇贝(*Pecten laqueatus*)、中国绿螂(*Glaucomya chinensis*)、伶仃榧螺(*Oliva mustellina*)、牡蛎(*Ostrea*)、樱蛤(*Tellina*)、西格纹螺(*Nassarius siquijorensis*)、缢蛏(*Sinonovacula constricta*)、大角贝(*Dentalium vermede*)和蛤蜊(*Macra*)

等。在这些种属中,除极少数在现在的环境中尚能生存外,其余大部分都是生活在滨岸、潮间带或者潮下带的上部。在很多样品中,出现了潮间带、潮下带、滨海或者沙质、泥质、岩石等生活环境的贝壳相混合的现象。如 595 站的 767 号样品(取样深度为 0~0.2 m,  $Md$  为 4.28  $\Phi$ )的贝壳组合为毛蚶(*S. subcrenata*)(喜栖在有淡水流入的泥和泥质沙环境)、嵌条扇贝(*P. laqueatus*)(通常生活在水深 60 m 的泥质海底)、中国绿螂(*chinensis*)(通常生活在有淡水流入的河口附近、盐度较低的潮间带附近的底质较硬的泥砂中)、蛤蜊(*Macra*)(垂直分布于潮间带和潮下带之间)。在许多样品中,贝壳破损为小碎片,少数保存较为完整,贝壳

的大小差别也很大,具有表面磨损、铁染、交代与充填现象,而有的贝壳壳体则较为新鲜,无明显的磨损和氧化迹象。这些都反映了有一部分贝壳沉积后遭受了波浪、潮流、风暴的改造作用,使贝壳发生了迁移(例如有的样品中左壳和右壳的数目不等),而有一部分的贝壳则是原地的。这也反映了东海西湖凹陷平北地区在海侵前曾一度为近岸滨海环境,软体动物繁盛,由于后期的环境改变,贝类大量死亡,留下了大量贝壳遗骸。

### 1.3 矿物组合特征

矿物组合特征反映了物质来源和水动力条件<sup>[1]</sup>。笔者对正常改造砂带的3个站位(599, 574 和 491 站)以及异常改造砂带中的两个站位(611, 411 站)的样品进行了矿物分析(每个样品任取 270 颗左右,  $d > 0.063 \text{ mm}$ )。发现正常改造砂带和异常改造砂带均以轻矿物含量占绝对优势,但改造砂的轻矿物含量较残留砂低。在以角闪石、绿帘石、海绿石和金属矿物为主要成分的重矿物的含量上,改造砂比残留砂明显升高;而以云母为主要成分的片状矿物,在改造砂中含量明显减少。尤其是海洋自生矿物海绿石在3个站位的残留砂中没有发现,而在两个站位残留砂中的海绿石明显比改造砂中少,这也反映了研究区域是以陆源碎屑为主要来源的沉积环境,海侵以后才生成了海绿石。

## 2 讨论与结语

从生物特征和矿物组合特征来看,正常改造砂带和异常改造砂带的改造砂都是符合一般规律的。所不同的是正常改造砂带和异常改造砂带的改造砂在粒度上的垂向变化上有差别。笔者认为造成这种差别的主要原因是两种砂带所处的地貌部位不同。大量文献表明,本研究区域的异常改造砂带所处的地貌部位为

古河道的河口区,地势较为低洼,在晚更新世后期海侵到来时,海水的改造作用较为微弱。表2所选站位改造砂的中值粒径一般在  $3.5 \sim 4.5 \phi$  之间,这与现在长江汉口河口的表层沉积物的粒度大体相当<sup>[2]</sup>。另外,处在异常改造砂带的许多站位(如 595 站)表层改造砂中含有毛蚶(*Scapharca subcrenata*)、缢蛏(*Sinonovacula*)和中国绿螂(*Glaucomya chinensis*)等喜欢生活在有淡水流入的河口附近也证实了这一点。正常改造砂带所处的地貌部位则是古河口两侧的天然堤和河口中心的心滩、水下三角洲等,地势较高,所以在晚更新世后期发生海侵时,受到海水的改造作用比较强烈,经过去泥粗化作用后,粒度值降低,分选性较好,贝壳含量增加,形成了比较典型的改造砂。

综上所述,东海西湖凹陷平北地区在晚更新世海侵以前,是处在一个滨海河口的环境。后来海侵发生以后,波浪、潮汐、风暴等对表层沉积物进行了改造,由于沉积物所处的地貌部位不同,在古河道的河口区,地势低洼,改造作用较为微弱,形成了上层改造砂粒度较细而下层残留砂的粒度较粗的沉积序列,即所谓的异常改造砂带;古河口两侧的天然堤上的表层沉积物由于所处的地貌部位较高,改造作用强烈,形成了符合一般规律的正常改造砂带。

研究东海西湖凹陷平北地区改造沉积的特征,对于恢复研究区域的古地理环境及其演变过程,对于认识改造砂形成时的水动力条件,海侵方向等都具有重要的意义。

### 主要参考文献

- 1 秦蕴珊、赵一阳等. 东海地质. 北京: 科学出版社, 1987. 1 ~
- 2 陈裕迅. 上海地质, 1996. 1: 40 ~ 47

## THE SURFACIAL SEDIMENT CHARACTERISTICS AND ITS PRELIMINARY EXPLANATIONS OF THE FORMATION OF THE EAST CHINA SEA WEST LAKE DEPRESSION PINGBEI DISTRICT

XU Qiang HUANG Bo CHEN Yu  
(East China Normal University, Shanghai, 200062)

Received: Aug. 26, 1997

Key Words: East China Sea West Lake Depression, Relict sand, Reformed sand

### Abstract

The East China Sea West Lake Depression Pingbei district locates in the outer shelf of the East China Sea.

The depth ranges from 60 m to 90 m below sea level in general. This district belongs to the low energy environment under wave base. In the article, by analysis of grain, heavy mineral and paleoorganisms, the authors have found that the sediment characteristics in the district are different from the general regularity. Preliminary explanations have been given according to many documents.