山东半岛南部近岸带重矿物的变化趋势

王 琦　张建华　薛方建　张 毅

（山东海洋学院，青岛）

本文的研究区为山东半岛南部胶州湾口至日照县之间30米水深线以内的海域，总面积为900平方公里(图1)。

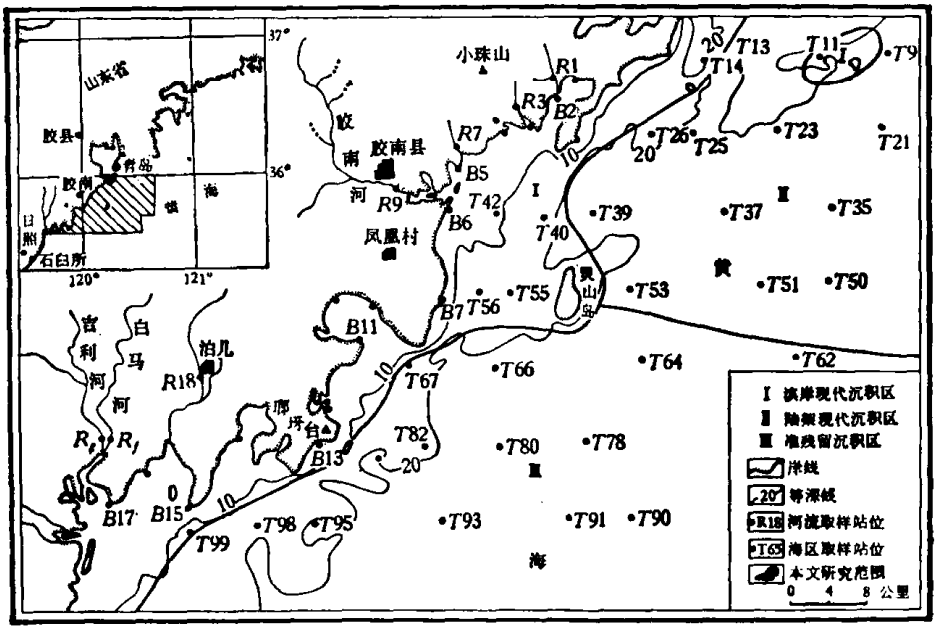


图1　取样站位和对应分析点聚区平面图

一、主要重矿物指标的相关关系

本区沉积物中的重矿物主要有磁铁矿、钛铁矿、绿帘石、角闪石、榍石、石榴石、锆石等约20种．为了查明主要重矿物指标之间的相关关系，以及产生这种效应的地质条件，对主要变量进行了多元统计的R型因子分析*．

根据主要重矿物的相关矩阵来看，指标中呈正相关的是榍石与锆石，这种效应说明二者可能来源于相同的母岩，主要来自花岗岩类岩石的风化产物，以及进入海洋后具有相同的水力学性质．具负相关的是绿帘石和角闪石、绿帘石和金属矿物，即它们在本区内分别富集在不同的地段．这种负相关关系，既可能是由于物源的影响，也可能是在搬运、沉积过程中受到水力分异的结果．

影响本区沉积物的重矿物特征的是第1—4主因子（$F_1 \sim F_4$），它们的累积方差贡献率为88.15%．F_1因子载荷为正值的样品多分布于灵山岛东北的陆架现代沉积区（图2）．其重矿

本文1982年9月14日收到．

* 由胜利油田地质科学研究院计算机室计算．

物的特点是富含角闪石，轻组分富含石英（Q/F — 3.7～7.8）．F_2 说明总方差的 24%，具正因子载荷的样品除白马河、吉利河及胶南河河口附近外，其余多位于东南部水深大于 15 米的海域（图 2），也就是以砾石质细砂为特征的准残留沉积分布区．此地段的重矿物特点是富含绿帘石，而榍石、锆石、石榴石的丰度也较高．

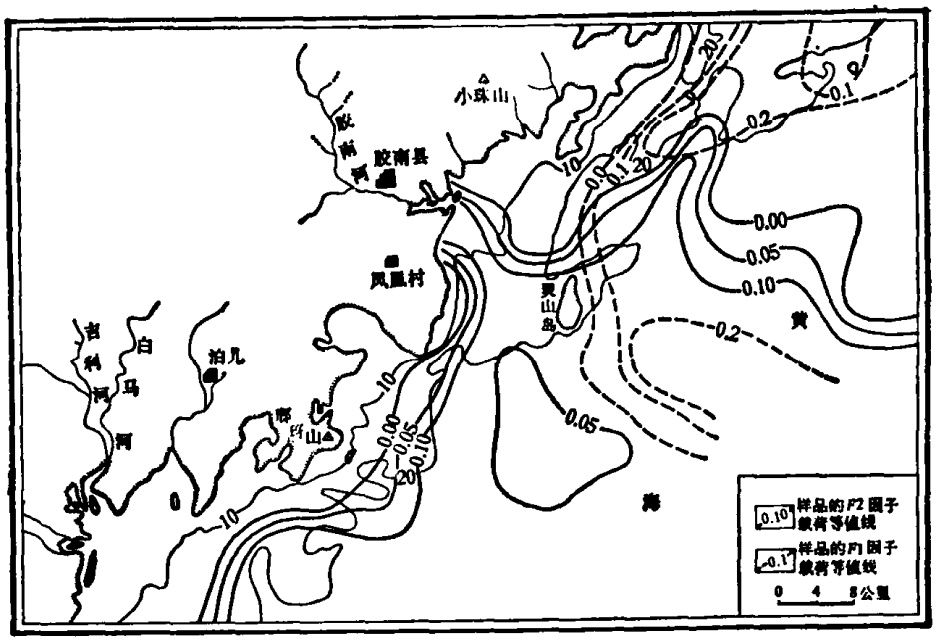


图 2　R 型 F_1F_2 因子载荷平面图

二、重矿物的组合规律

R 型因子分析虽已对重矿物的分布趋势作了一定的揭示，但为了得到样品点群的自然聚

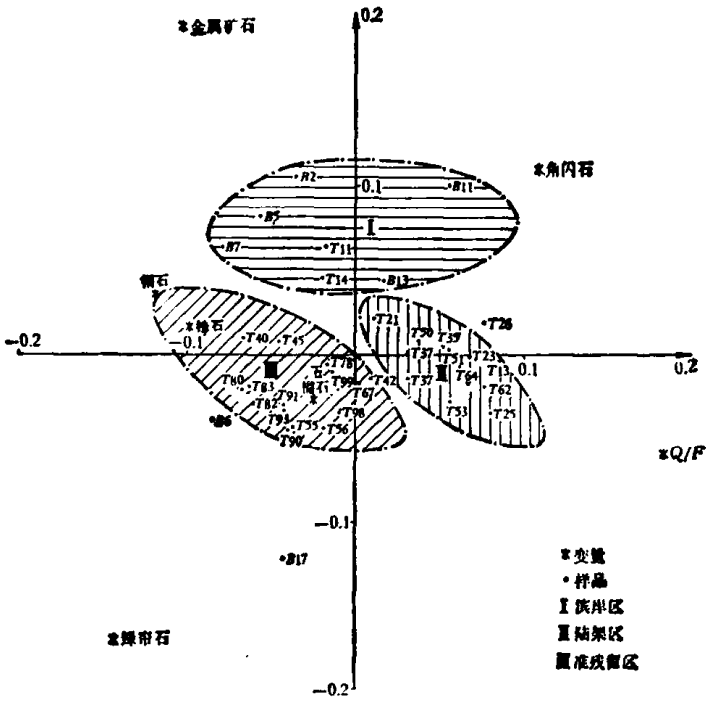


图 3　对应分析因子载荷点聚图

合关系以及对这种聚合关系进行成因解释，又进行了对应分析．在对应分析的 F_1F_2 因子载荷点聚图上(图 3)，变量和样品表现了聚合的自然趋势，明显地分为三个点聚区．见图 1．

表 1　重矿物点聚区的成分特点

分　区	矿　物　成　分						
	金属矿物 (%)	绿帘石 (%)	角闪石 (%)	榍石 (%)	锆石 (%)	石榴石 (%)	Q/F
I 滨岸现代沉积区	17.5	33.1	31.6	6.3	2.4	2.1	1.9
II 陆架现代沉积区	10.8	34.8	45.6	3.0	0.7	4.9	6.4
III 准残留沉积区	9.3	47.5	25.8	6.5	5.5	5.3	2.5

第一点聚区(滨岸现代沉积区)顺海岸延伸，在灵山岛以北较宽，边界与 20 米等深线近于平行，在灵山岛以南较窄，靠近 15 米等深线，本区的沉积物以砂、粉砂为主．重矿物组合富含磁铁矿、钛铁矿等金属矿物以及榍石，具有中等含量的绿帘石和角闪石，Q/F 比值较低(表 1)．区内各样品在点聚图上表现出比较分散的特征，反映了重矿物成分变化幅度较大，主要是由于河流输入物的多样性以及波浪分选作用造成的．琅玡台山以北，基岩主要为花岗岩类；以南为片麻岩、变粒岩类等，流经的河流提供的重矿物必然不同，使近岸沉积物表现出较大差异，波浪的淘洗加强了这一特征．使该地段河流物质入海后由北向南扩散．

第 II 点聚区(陆架现代沉积区)，即 R 型分析 F_1 因子载荷高值区 (图 2)．此范围内以粉砂为主的沉积物在矿物成分上和滨岸区有一定差异 (表 1)，如比较高的 Q/F 值多大于 4，平均值为 6.4；重矿物组分中富含角闪石、石榴石，但榍石、锆石含量低．

第 III 点聚区(准残留沉积区)的范围是 R 型 F_3 因子载荷高值区．本区沉积物属更新世的准残留沉积，证据如下：(1)沉积物为砂及砾石质砂 ($M_z = 0.98—3.5\phi$)，其粒度成分和现代所处环境不平衡；(2)具潮间带的某些生物种属，如猫爪牡蛎 (Ostrea pes-tigris Hanley)*；(3)石英碎屑中有 40% 以上的颗粒表面被氧化铁污染成褐色或褐红色，说明本区的矿物在沉积后因海水后退曾露出水面在大气氧化环境下停留过相当长的时间．以上特点表明，本区主要为更新世的古海岸沉积，因全新世的海侵而位于现代海岸之外，它受到多次海侵海退的作用，矿物成分也得到了更充分的改造，因此表现为稳定矿物如锆石、石榴石、榍石以及等轴状矿物如绿帘石的相对富集．

表 2　各沉积区矿物参数的差异(方差分析)

矿物参数 / 实测 F 值 / 沉积区对比	金属矿物	绿帘石	角闪石	榍石	锆石	Q/F
I/II	7.62△	0.03	5.01△	1.41	3.15	25.86△
I/III	12.91△	2.84	0.90	0.02	42.85△	2.21
II/III	0.91	23.91△	−159.67△	21.56△	24.75△	49.4△

注：1.信度 $\alpha = 0.05$．2.有△的值代表 $F > F_{0.05}$，差异显著．

* 由中国科学院海洋研究所马绣同鉴定．

为对比各个矿物指标在三个沉积区中的差别的显著性，进行了方差分析，结果如表 2. 检验说明，滨岸区 (I) 与陆架区 (II) 的 Q/F 比值及金属矿物、角闪石含量差异性显著，特别是前者. Q/F 的比值代表了不同的原岩，从河流资料看，花岗岩的风化产物富含长石，因此比值多小于 1，而来自变质岩(主要为副变质岩)的则石英丰度高 ($Q/F > 1$). 但河流及滨岸沉积的另一特点是 Q/F 大且往往富含绿帘石，而陆架区 (II)Q/F 比值虽很高 (>4) 却富含角闪石，因此与近岸区的特点不一样，故认为二者的物源不同. 陆架物质可能主要以悬移方式由黄海沿岸流从北面搬运而来，毗邻河流的输砂对其影响不大.

准残留沉积区 (III) 和现代陆架沉积区 (II) 虽所处水深相似，但差别极大，几乎每种矿物都存在显著性差异，反映了二者在物源及沉积过程分异效应上很不一致. 而 (III) 和 (I) 区差异较小，说明两者的物质及沉积环境有相似之处.

三、搬运-沉积过程中的分异效应

重矿物在本区范围内存在着空间上的变化，根据以上资料可认为主要是物源的效应，但在其入海后所经历的搬运-沉积过程中，由于粒径、形态、比重的不同引起进一步的水力分异，以及稳定矿物与不稳定矿物所产生的差异，物理破坏和化学分解，也对这种变化作出一定贡献.

沉积物粒径对重矿物含量变化的影响　为了确定沉积物粒度对重矿物含量变化的影响，即重矿物按粒径的分异程度，进行了主要矿物与砂粒级的 Md 之间线性回归的显著性检验 (表 3). 所得的相关系数 r 为 0.42——0.43，其中角闪石、榍石、锆石的值大于相关系数临界值 0.34，故这三种矿物与砂粒级 Md 之间存在着线性关系，但粒度引起的变化不会超过总变化的 18.5%. 其中角闪石与砂粒级的 Md_ϕ 成正相关，而榍石、锆石为负相关，从 R 型因子分析的资料来看，这种相关关系主要还是物源所引起的.

表 3　沉积物 Md 与重矿物指标的线性回归显著性检验结果

矿物参数	金属矿物	绿帘石	角闪石	锆　石	榍　石	石榴石
实测 r	−0.08	−0.24	0.42	−0.39	−0.43	0.21
r0.05	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
r^2(%)	0.71	5.76	17.64	15.21	18.49	4.41

四、结　论

1. 根据沉积物的重矿物成分可将本区划分为三个沉积区：(1)滨岸区；(2)陆架区；(3)准残留沉积区. 前二者正进行着现代沉积作用，第三区为更新世的堆积物也受到一定的改造.

2. 本区重矿物组分的空间变化主要由于物质来源不同而造成，沿岸河流输砂主要堆积在 20 米水深以内，对陆架区影响不大. 水力分异和差异分解作用对于准残留沉积的影响较大，使它富集了性质较稳定的、形态较等轴的矿物.

3. 沿岸沉积物在主浪向为 NE 的波浪作用下，由北向南扩散. 陆架区的物质在黄海沿岸流的作用下亦由北向南迁移.