

渤海沉积物中的矿物组合及其 分布特征的研究*

陈丽蓉 栾作峰 郑铁民 徐文强 董太禄
(中国科学院海洋研究所)

海底沉积物中矿物组分的研究对阐明沉积作用的过程具有重要意义。它不仅可以说
明沉积物的物质组成、分布规律以及沉积物的物质来源,而且可进一步了解蚀源区的母岩
成分及矿物在搬运过程中的变化规律。因此,矿物组合及其迁移变化规律的研究便成为
海洋沉积学的重要内容之一。

1962年,秦蕴珊等曾对渤海湾沉积物的矿物组成作过初步研究^[1]。

本文对渤海海底的178个表层样品进行了轻、重矿物的研究,并对黄河、辽河、六股河
和滦河等河流沉积物中的34个样品的矿物成分进行了分析。分析所采用的粒级为0.1—
0.05毫米。为了除去颗粒表面的铁质薄膜,样品先用5%草酸与铝片加热20分钟进行处
理^[2],然后再用比重为2.8的三溴甲烷进行分离^[3]。重矿物用双目镜与显微镜进行研究,油
浸薄片的浸油折光率为1.700。而轻矿物则用折光率为1.530的浸油制成油浸薄片在显微
镜下进行鉴定^[4]。鉴定的颗粒数各为400—500粒。然后计算出各矿物的颗粒百分含量。

渤海沉积物中共有43种矿物。现对轻重矿物分别进行研究如下:

一、轻矿物的研究

渤海沉积物中,轻矿物的平均含量为94.3%。其中以斜长石为主(49.7%),石英次
之(32.9%),钾长石占13.0%,碳酸盐矿物为3.0%,岩屑仅占1.4%。

石英的分布较为均匀,一般在30—40%左右。

斜长石与碳酸盐矿物的分布趋势大致相似,其高含量区位于海区南部,向北逐渐降
低。主要来源区为黄河。由图1可见,斜长石的含量可分成高、低两区;>50%的高含量
区主要分布于渤海湾南部、莱州湾,并向北一直延伸到渤海中部,其它地区则大部为<
50%的低含量区。碳酸盐矿物高含量区(>3%)的分布区与斜长石的高含量区相似,但
其低含量区(<1%)则仅位于辽东湾北部、秦皇岛与长兴岛的沿岸地带,两区之间为中含
量区(1—3%)(图2)。

钾长石的分布状况与斜长石、碳酸盐矿物恰恰相反。其高含量区(>15%)分布于辽

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第519号。
文中插图系由李清、蒋孟荣同志清绘,特此表示感谢。
本刊编辑部收到稿件日期:1978年10月25日。

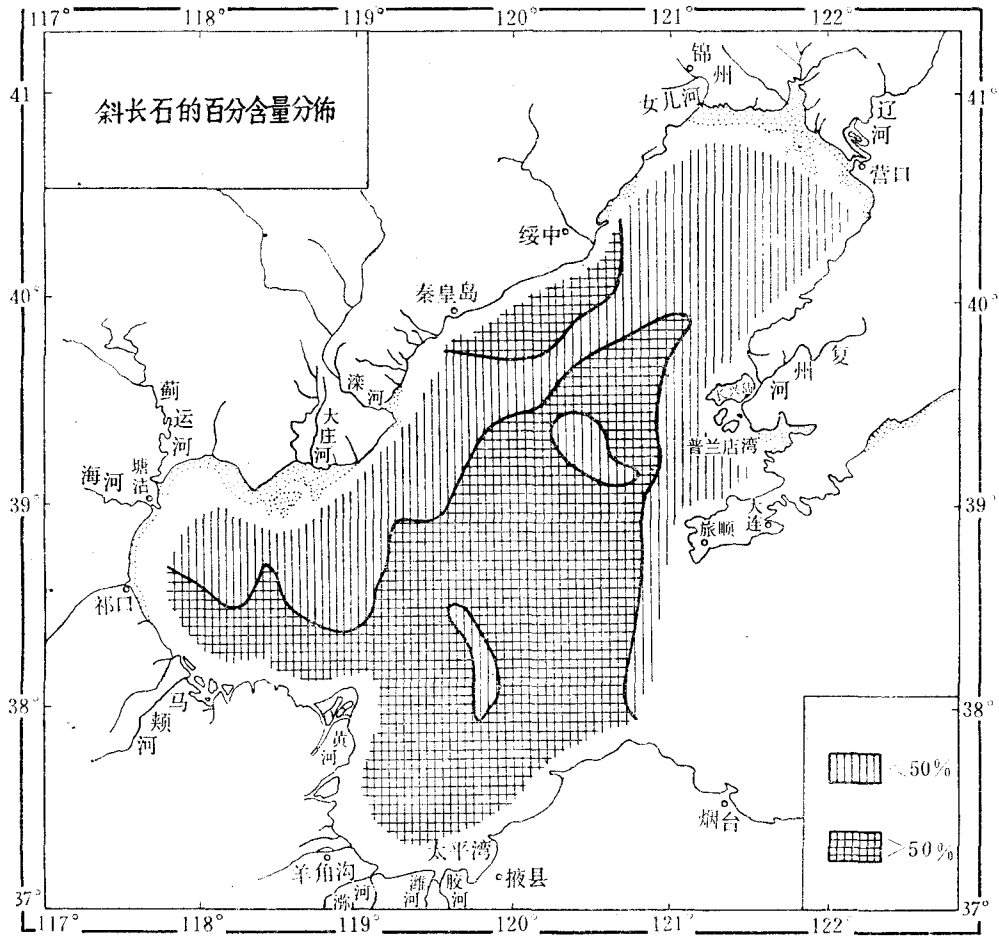


图 1

表 1 渤海沿岸主要河流沉积物中某些矿物的百分含量

河流名称	样品数	重组分 (%)										轻组分 (%)				采样地点
		磁铁矿	钛铁矿	石榴子石	锆石	普通角闪石	白云母	绿帘石	辉石	楣石	其他	斜长石	钾长石	碳酸盐矿物	其他	
黄河	7	0.1	8.1	7.7	1.1	36	1.5	27.4	2.6	4.0	11.5	53.7	6.5	7.8	32	北镇—左家庄
辽河	10	0.2	5.9	3.3	1.2	45	1.0	27.4	1.6	3.6	10.8	25.5	16.2	0	58.3	营口—黄沙坨
六股河	7	17.8	15.4	1.1	2.8	20	0.6	19.9	6.6	2.7	13.1	62.8	9.3	1.5	26.4	张庄子—绥中
滦河	10	5.6	9.3	5.4	1.7	42	0.3	19.7	6.6	2.8	6.6	51.5	14.3	0.4	33.8	莲花池—芦龙

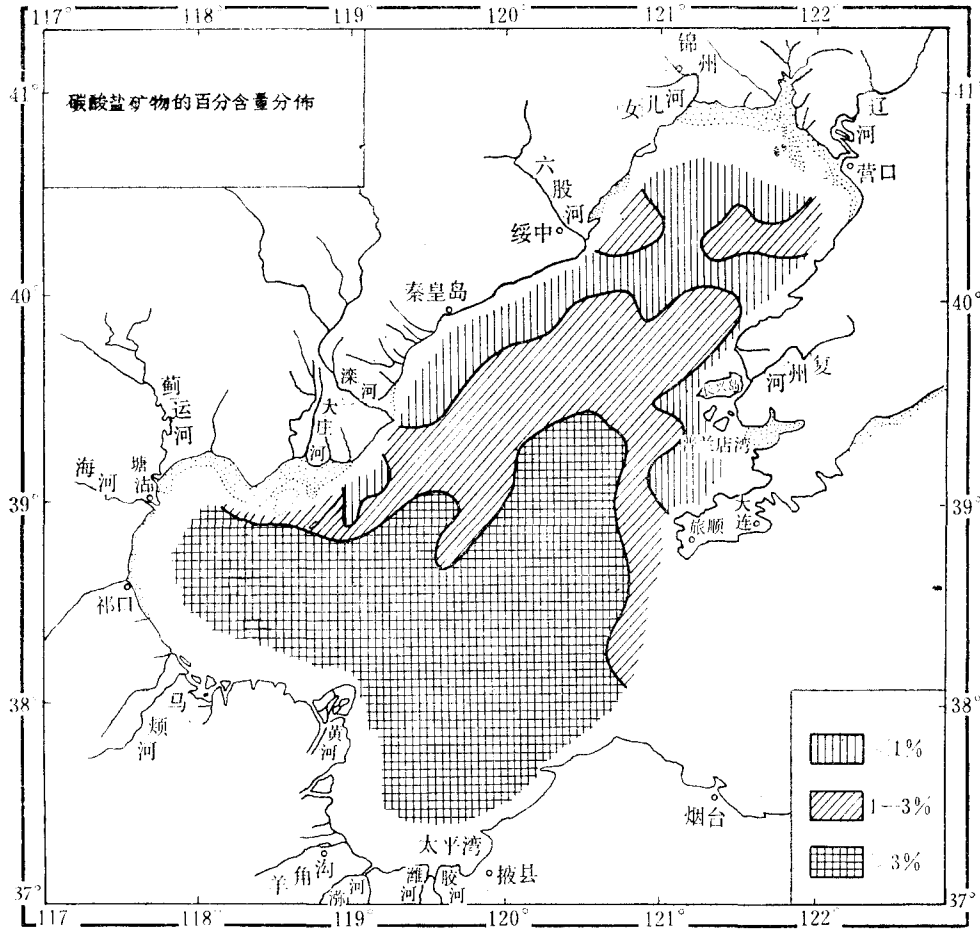


图 2

东湾北部、长兴岛至海峡北部的沿岸地带。低含量区 ($<10\%$) 则主要位于渤海湾、莱州湾, 两区之间为中含量区 ($10-15\%$) (图 3)。所以, 钾长石的含量从南向北是由低变高的。它的主要来源区为辽河。这从表 1 可清楚地看到, 辽河沉积物中钾长石含量高, 而黄河沉积物中斜长石与碳酸盐矿物含量高, 因而形成了渤海沉积物中这三种矿物的分布轮廓。

二、重矿物的研究

渤海沉积物中重矿物的平均含量为 5.7% 。高含量区 ($>15\%$) 位于辽东浅滩及大庄河口以南的狭长地区, 中含量区 ($5-15\%$) 分布于渤海湾北部、滦河口附近、六股河口以外、长兴岛及辽东浅滩一带, 低含量区 ($<5\%$) 则见于渤海湾南部、莱州湾、海峡南部、辽东湾顶部及渤海的中央地区 (图 4)。所以, 重矿物的富集与滦河、六股河的输入物、沿岸及岛屿的冲刷和残留沉积的存在有密切关系。此外, 重矿物的分布与沉积类型及其分选程度间也有密切联系。在分选良好的细砂沉积区重矿物最富集, 分选差的粉砂区次之, 而

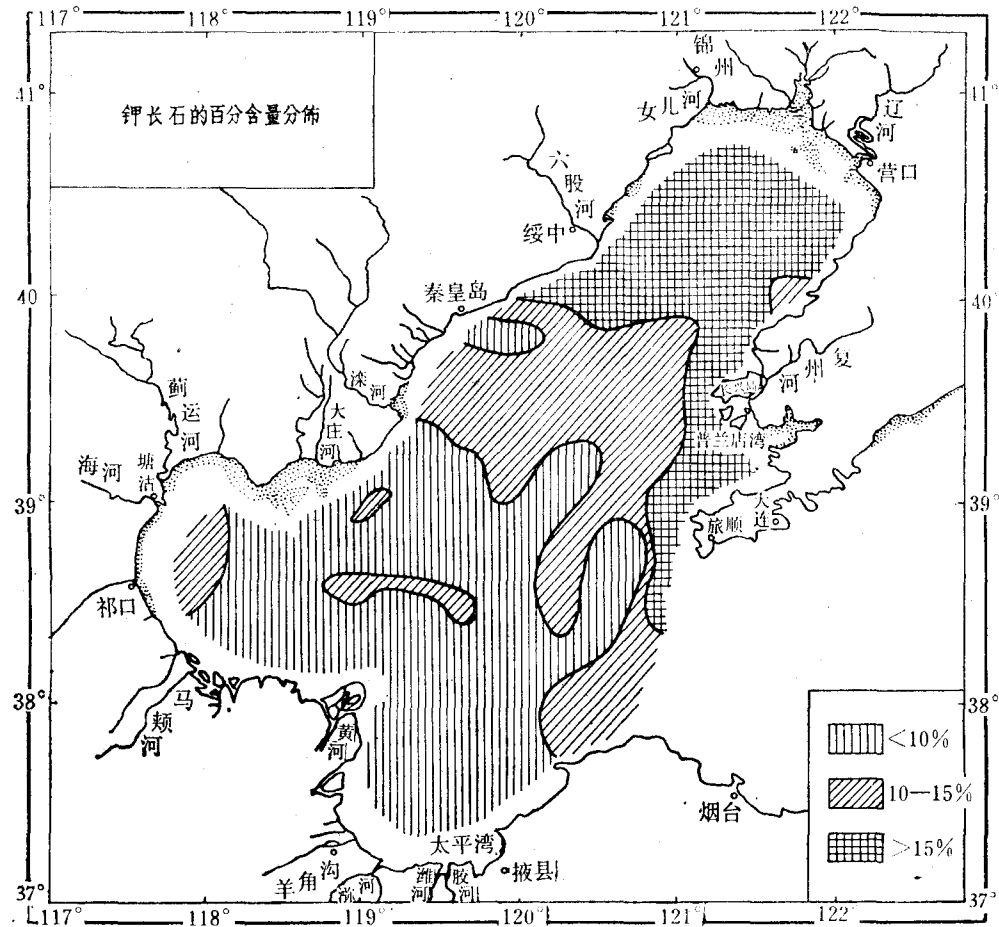


图 3

在分选差的软泥沉积区最少(表 2, 图 5)。

重矿物中以普通角闪石为主(31.8%), 绿帘石次之(25.8%), 钛铁矿占第三位(15.3%)。三者总和为 72.9%。而石榴子石(7.5%)、锆石(4.1%)、楣石(4.0%) 三种矿物总和则占 15.6%。白钛石(2.2%)、白云母(1.6%)、透闪石(1.6%) 和磁铁矿(1.5%) 四者总和为 6.9%。其它如褐铁矿、金红石、紫苏辉石、透辉石、普通辉石、黝帘石、斜黝帘石、电气石、

表 2 重矿物含量与沉积类型间之关系

沉积类型	样品数	重矿物 (%)	矿 物 成 分 (%)						
			磁铁矿	钛铁矿	锆石	石榴子石	普通角闪石	白云母	绿帘石
细砂	47	11.1	3.2	23.0	6.1	11.1	21.5	0.2	21.5
粉砂	77	4.1	1.3	14.0	4.2	7.0	32.2	1.5	27.9
软泥	57	3.6	0.5	9.9	3.6	5.5	39.5	3.2	26.7

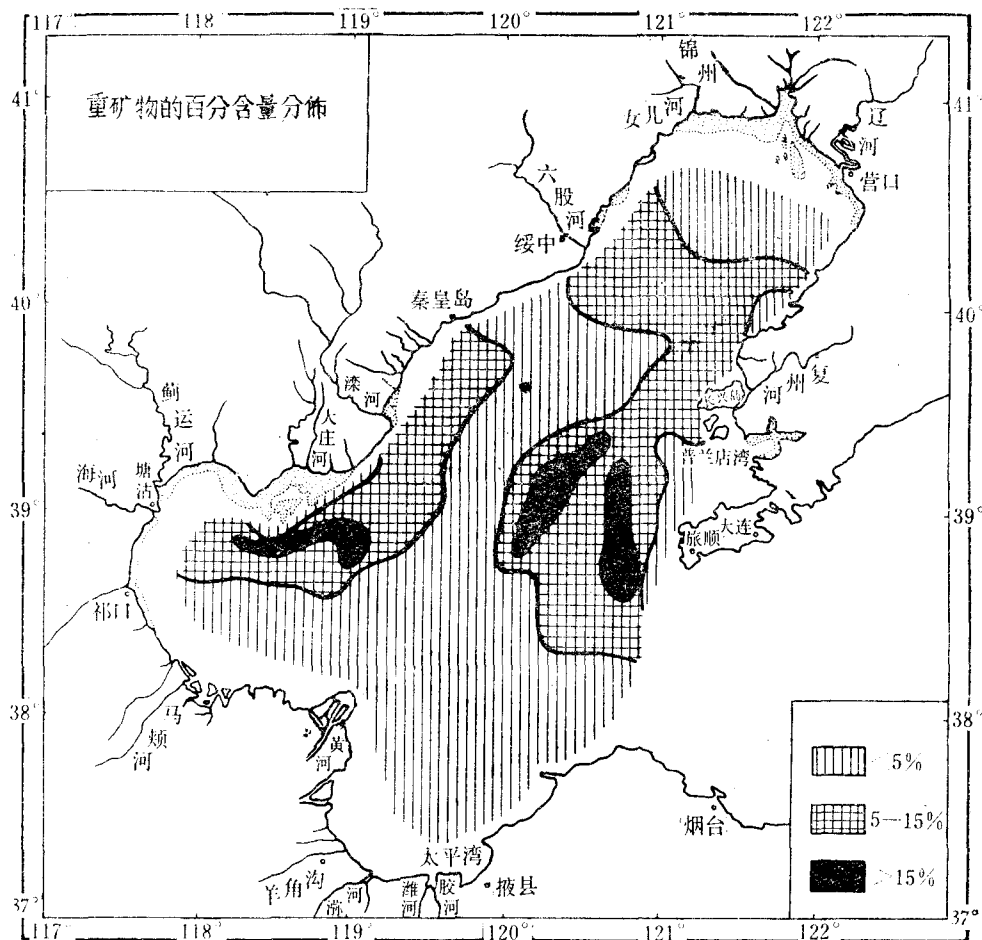


图 4

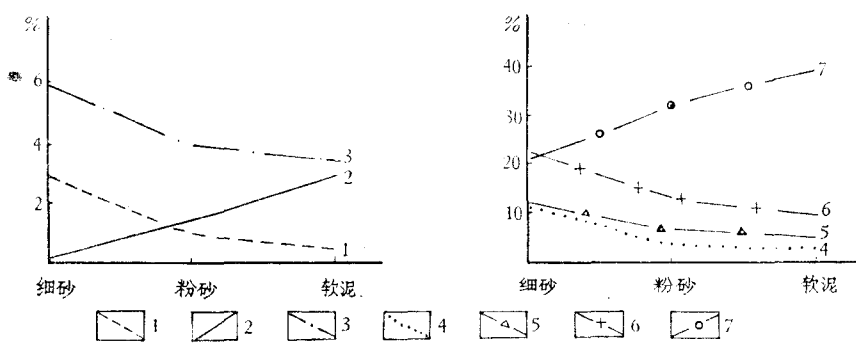


图 5 重矿物含量与沉积类型间的关系

1. 磁铁矿; 2. 白云母; 3. 锆石; 4. 重矿物; 5. 石榴子石; 6. 钛铁矿; 7. 普通角闪石。

黑云母和绿泥石等矿物分布虽广, 但含量不高, 它们的含量总和仅占 3.9%。此外, 蓝闪石、十字石、褐帘石、红柱石、磷灰石、独居石、矽线石、阳起石、蓝晶石、黄铁矿、板钛矿、赤铁矿、易变辉石、玄武闪石、钠闪石、霓石、蓝线石、硬绿泥石、符山石和碳酸盐矿物等在海

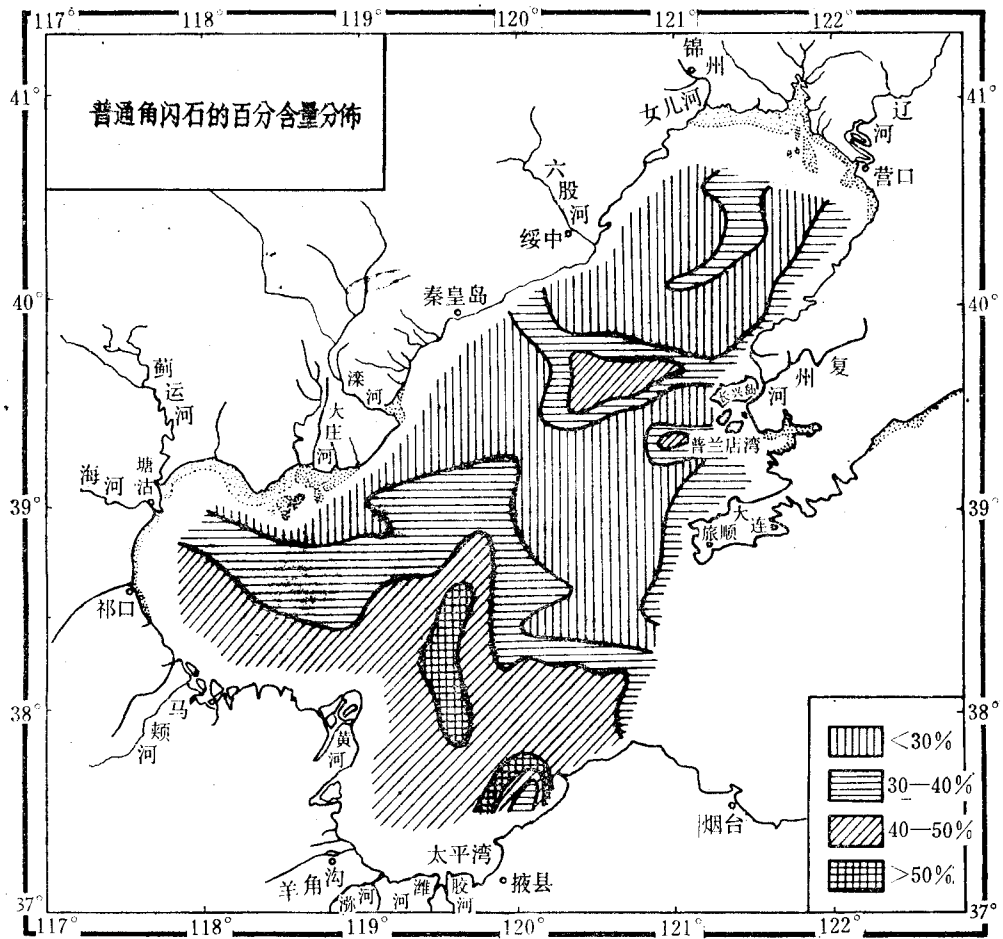


图 6

区中分布不广,且为数甚少。现将主要矿物的分布特征简述如下:

普通角闪石与白云母在渤海海区的分布状况基本相似。其含量是南部高于北部,不同的含量分布区呈东西向。从图 6 可看出,普通角闪石的高含量区(40—50%)主要位于渤海湾南部和莱州湾一带。并在莱州湾的中部及东部具有呈带状或块状的极高含量(>50%)分布区。低含量区(<30%)分布于滦河口至辽东浅滩、六股河口至长兴岛以北地区。两区之间则为中含量区(30—40%)。白云母的含量在海区的变化幅度很大,为 0—53.9%。高含量区(>5%)位于黄河口偏西、偏东地区及太平湾以北一带。中含量区(1—5%)围绕高含量区分布于渤海湾南部、莱州湾及海峡南部,并从莱州湾向北直达滦河口一带。此外,在辽东湾顶部、长兴岛以北边缘部分与普蓝店湾地区亦为中含量分布区。其它地区均为低含量(<1%)分布区(图 7)。这两种矿物的分布状况清楚地说明其来源区主要为黄河,并可得知,黄河物质入海后大致可分成三个方向搬运,其中主要的方向是北上,可直达滦河口一带;其二是沿渤海湾南部向西运移;其三则进入莱州湾,并借助于海峡南出之水把黄河物质送入外海。另外,图 5 和表 2 表明,普通角闪石和白云母的分布与沉积类型之间密切相关。在软泥中含量最高,粉砂中次之,细砂中最少。

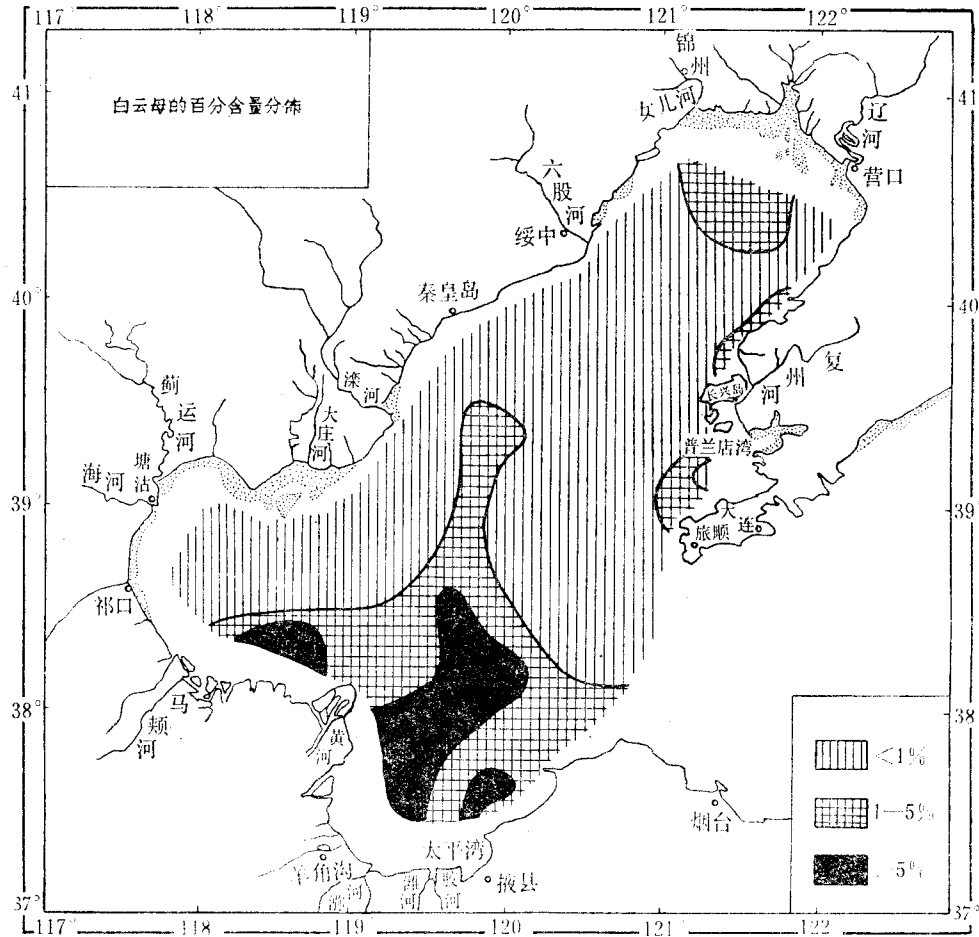


图 7

钛铁矿、磁铁矿、石榴子石和锆石在本海区的分布状况与上述两种矿物是不相同的。这四类矿物的含量是北部高于南部，其高含量区的分布一般呈南北向的条带状或斑块而位于渤海东、西两侧的边缘部分，这种分布趋势大致与重矿物的富集状况相似。从图 8、9 可见，钛铁矿（20—30%）与锆石（>5%）的高含量区主要位于滦河口附近、六股河口以外，长兴岛与辽东浅滩地区。此外在辽东浅滩南部还有一呈斑块状的钛铁矿极高含量区（>30%），而钛铁矿（<10%）与锆石（<2%）的低含量区则均位于渤海湾南部与莱州湾一带，其它地区均属它们的中等含量分布区。由此可见，此两种矿物主要来自于滦河、六股河、长兴岛沿岸及辽东浅滩一带。磁铁矿的高含量区（>5%）分布在滦河口附近及辽东浅滩一带。中含量区（2—5%）大致围绕着高含量区分布。此外，尚见于六股河口一带。其它地区均属于低含量（<2%）分布区（图 10）。所以，磁铁矿之来源区为滦河、六股河与辽东浅滩一带。再之，石榴子石的高含量区（10—15%）位于滦河口以外，辽东湾东部与辽东浅滩一带。在辽东浅滩偏西地区尚有一极高含量区（>15%）。低含量区（<5%）则见于渤海湾南部、莱州湾及六股河口一带。其它地区均属中等含量区（5—10%）（图 11）。

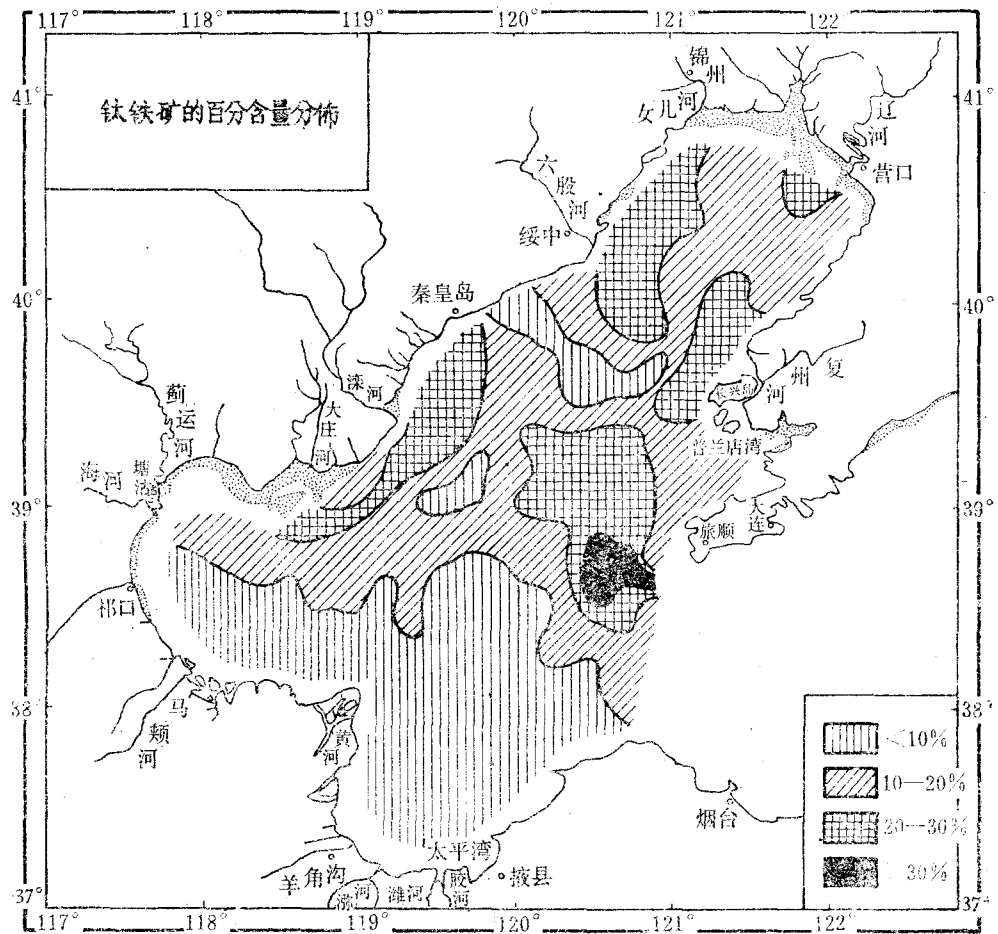


图 8

由此可见,石榴子石的主要来源区亦为滦河、辽东湾东岸及辽东浅滩地区。另外从表 2 可知,这四种矿物在分选好的粗粒沉积中含量高,而在分选差的细粒沉积中则含量低。所以,这些矿物的种种特征均与普通角闪石及白云母的分布特征是完全不一致的。

绿帘石在渤海海区分布特点是高含量区($>28\%$)呈不规则斑块状分布,而低含量区($<20\%$)则仅位于辽东浅滩一带(图 12)。因此,绿帘石的分布趋势不够明显,但总的看来,其含量在细粒沉积中较高(表 2)。

楣石的分布状况是高含量区($>6\%$)分布于滦河口偏东及辽河口偏西地区,低含量区($<3\%$)则位于莱州湾,其它广大地区均属中等含量区($3-6\%$)(图 13)。主要来源区为滦河及辽河。

辉石类在渤海沉积物中含量低,但种类较多,有普通辉石、透辉石、紫苏辉石、易变辉石与霓石等五种。其中以前三种为主,三者的平均含量之和为 1.1% 。其高含量区($>1\%$)主要分布于渤海湾北部及滦河口一带,而在莱州湾北部、长兴岛外缘等地区则呈斑块状分布。其他地区均属低含量分布区(图 14)。所以,辉石的来源主要与滦河及渤海湾北岸其

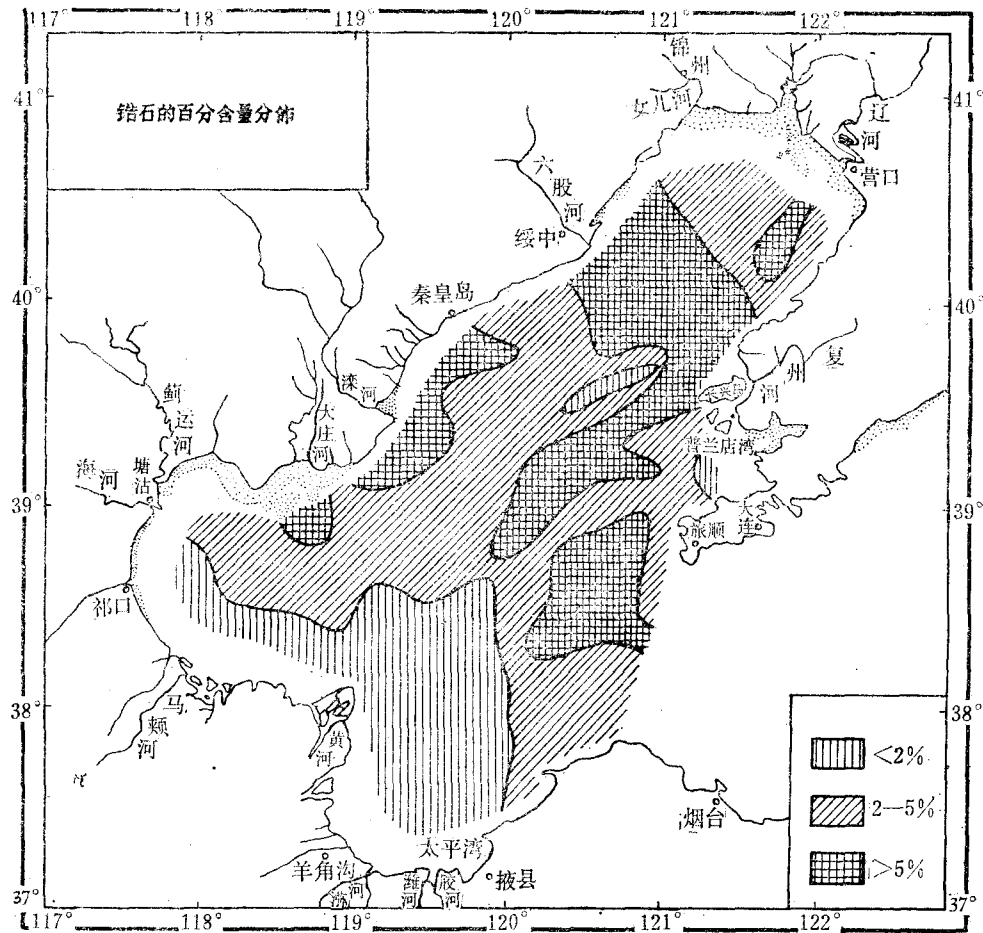


图 9

它河流的输入物有关。

三、矿物分区

上述各类矿物的分布特征表明：在渤海沉积物中轻、重矿物是按一定的组合有规律地分布在各个地区。总的说来，可将整个渤海海区分成两个矿物区与 9 个矿物亚区（图 15，表 3）。

渤海南部矿物区（包括渤海湾南部、莱州湾与海峡南部） 本区的特点是重矿物含量低，不稳定矿物含量高，如普通角闪石与碳酸盐矿物之高含量区均位于本区。而稳定矿物含量低，如石榴子石、锆石低含量区也均见于本区。若以长石为标准，则本区斜长石含量较高，而钾长石含量则较低（表 3）。本区的特征矿物为白云母与碳酸盐矿物。基本的矿物组合为白云母、碳酸盐矿物、斜长石与普通角闪石。并从表 1 可知，黄河沉积物中白云母与碳酸盐矿物的含量均较高，所以，南部矿物区的主要来源为黄河，而其他沿岸河流及沿岸冲刷物质也有一定的影响。由此再根据个别矿物的分布情况，可将南部矿物区细分成三个矿物亚区。

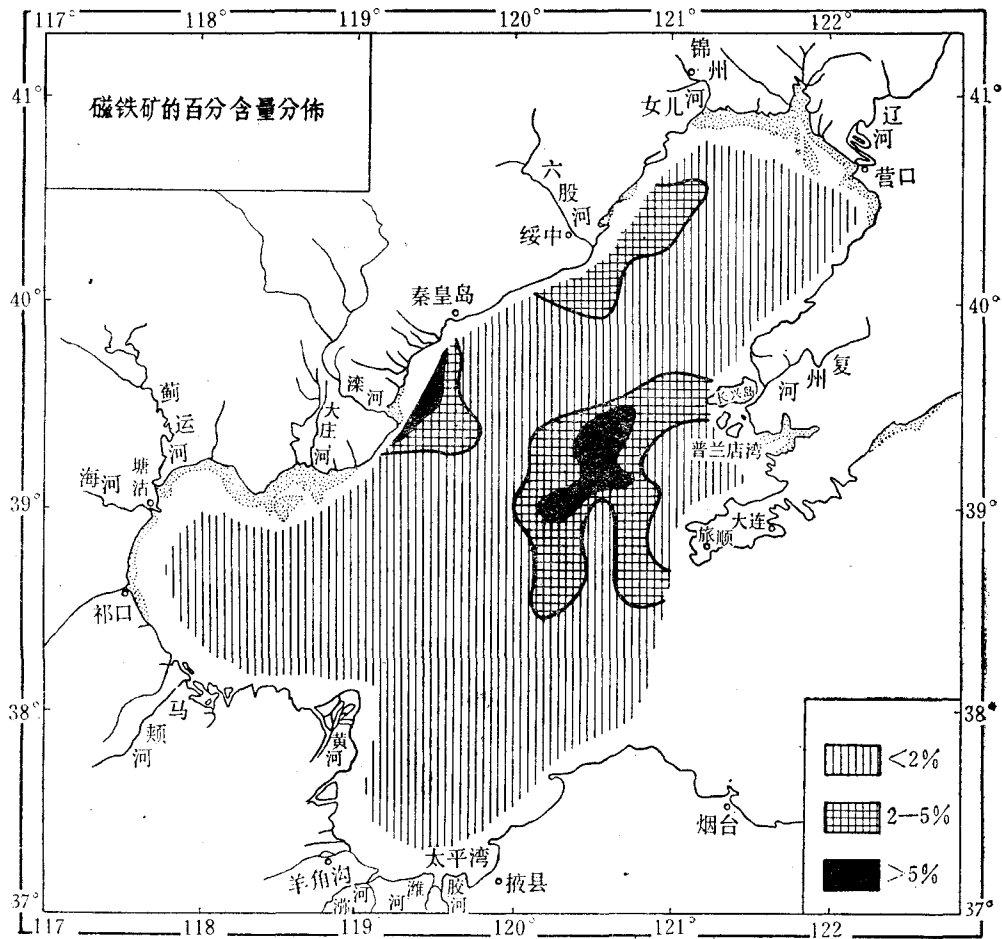


图 10

表 3 各矿物区主要矿物百分含量

矿物区	样品数	重矿物 (%)	重 组 分 (%)									轻组分(%)				
			磁 铁 矿	钛 铁 矿	石 榴 子 石	锆 石	普 通 角 闪 石	白 云 母	绿 帘 石	辉 石	榴 石	其 他	斜 长 石	钾 长 石	碳 酸 盐 矿 物	其 他
南部矿物区	58	1.8	0.2	7.1	4.9	2.2	41.9	4.2	25.4	1.3	3.0	9.8	52.5	9.3	4.8	33.4
龙口矿物亚区	22	1.4	0.2	6.1	3.8	2.2	42.3	2.8	29.6	0.6	3.1	9.3	55.1	8.3	5.0	31.6
黄河矿物亚区	28	2.1	0.3	7.6	5.4	2.1	41.4	5.9	22.7	1.3	2.5	10.8	52.1	9.5	4.1	34.3
祁口矿物亚区	8	1.9	0.3	8.0	5.2	2.5	42.3	2.1	23.5	2.4	4.3	9.4	48.0	10.7	6.7	34.6
北部矿物区	120	7.3	2.0	18.7	8.7	5.6	27.2	0.4	22.5	0.8	3.8	10.3	49.0	14.7	2.3	34.0
辽河矿物亚区	11	1.8	0.9	17.0	7.0	3.7	27.9	1.0	30.2	0.4	5.9	6.0	43.6	18.6	0.7	37.1
六股河矿物亚区	8	8.3	3.4	21.9	4.5	6.0	19.6	0.8	30.0	0.7	3.9	9.2	41.7	14.5	0.9	42.9
深河矿物亚区	30	7.8	2.0	17.6	9.7	4.6	28.9	0.6	23.8	1.7	4.4	6.7	45.1	12.8	2.6	39.5
长兴岛矿物亚区	16	5.8	2.2	19.6	8.2	5.0	26.7	0.4	25.5	0.7	4.3	7.4	34.5	12.2	0.8	52.5
辽东浅滩矿物亚区	20	14.7	3.3	25.1	13.3	7.3	20.5	0.2	17.5	0.9	3.3	8.6	46.9	8.9	4.7	39.5
过渡矿物亚区	为各矿物亚区的过渡地区。															

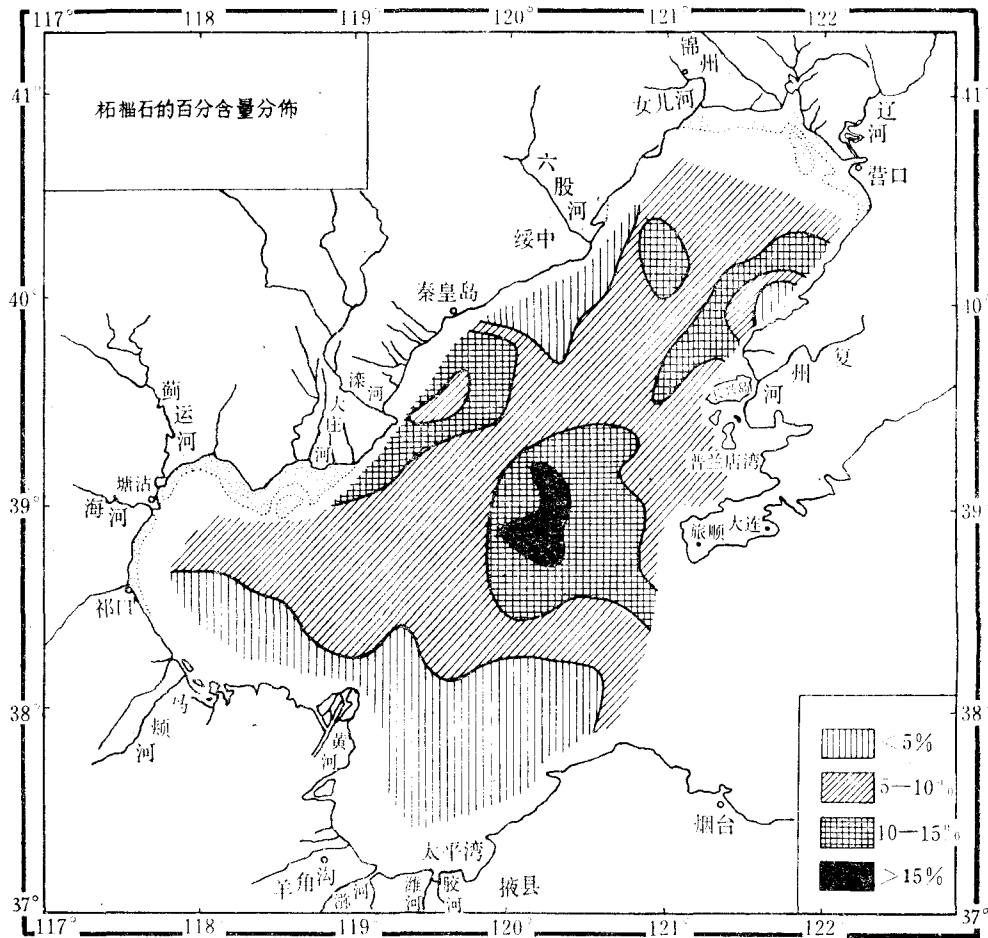


图 11

龙口矿物亚区(包括莱州湾东部及海峡南部) 本区除了上述四种基本矿物有所富集外,绿帘石的含量增高,平均含量高达 29.6%,所以本区的特征矿物为绿帘石。矿物组合为绿帘石、白云母、碳酸盐矿物、斜长石与普通角闪石。物质来源区除与黄河有关外,还受莱州湾东部沿岸河流及沿岸冲刷物质的影响。

黄河矿物亚区(包括莱州湾西部,向北达渤海中部) 此矿物亚区的矿物组合与南部矿物区相同。但白云母的含量特高,平均含量为 5.9%,个别测站则可高达 53.9%。所以,本区的特征矿物为白云母。基本矿物组合为白云母、碳酸盐矿物、斜长石与普通角闪石。来源区为黄河,且为黄河入海后北上的主要通道。

祁口矿物亚区(包括渤海湾南部) 矿物组合的特征为楣石和辉石的含量增高,其平均含量分别为 4.3% 与 2.4%。本区的特征矿物为楣石与辉石。基本的矿物组合为楣石、辉石、白云母、碳酸盐矿物、斜长石与普通角闪石。矿物来源区除黄河以外,还受渤海湾南部沿岸河流及沿岸冲刷物质的影响。

渤海北部矿物区(包括渤海湾北部、辽东湾及辽东浅滩地区) 本区的特点是重矿物含量高,不稳定矿物含量减少。如普通角闪石、碳酸盐矿物低含量区均出现于本区,而

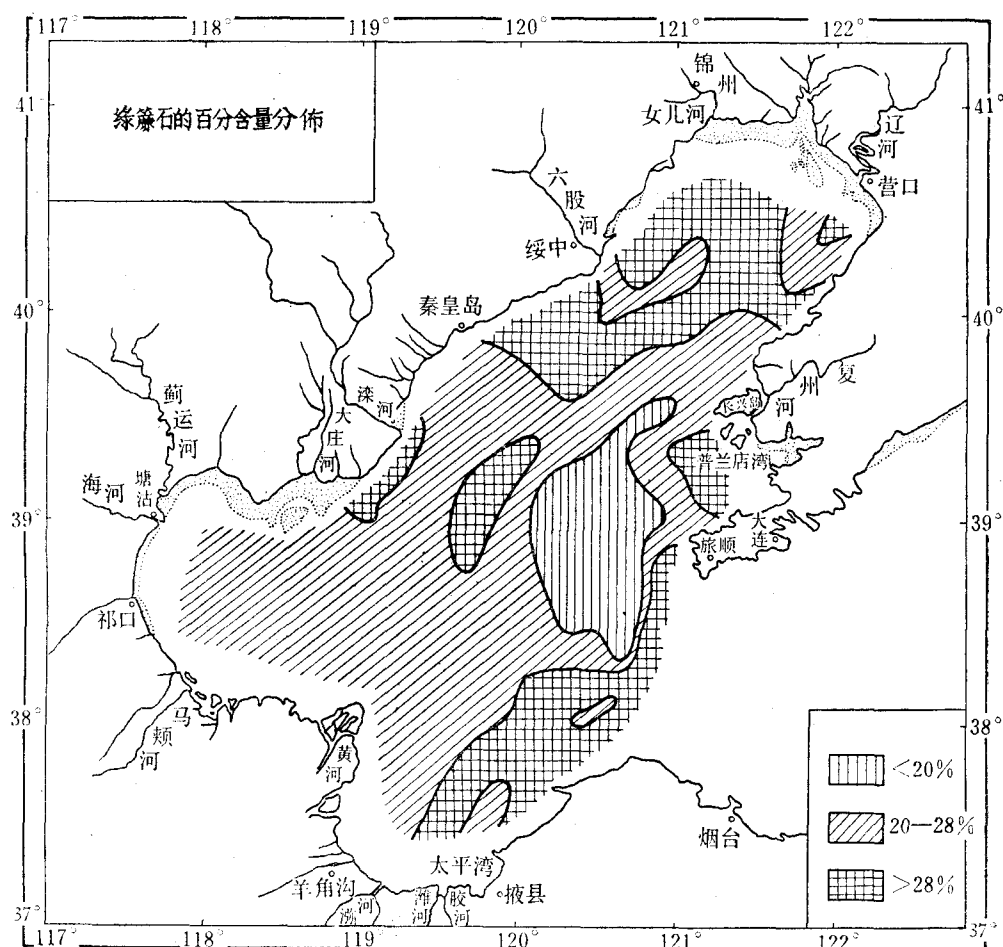


图 12

稳定与较稳定矿物如石榴子石、锆石、钛铁矿和磁铁矿的含量则显著增多,如以长石为标准,则钾长石含量增多而斜长石含量减少(表3)。本区的特征矿物为石榴子石、锆石、钛铁矿和磁铁矿。基本的矿物组合为石榴子石、锆石、钛铁矿、磁铁矿与钾长石。物质的陆源区为辽河、六股河、滦河、辽东湾东岸沿岸冲刷、复州河及辽东浅滩。再根据上述矿物在各地区的不同组合与不同的物质蚀源区又可将北部矿物区分成六个矿物亚区。

辽河矿物亚区 本区重矿物含量低,而钾长石与楣石的含量较高,分别为18.6%与5.9%。特征矿物为钾长石与楣石。基本矿物组合为钾长石、楣石、石榴子石、锆石、钛铁矿与磁铁矿。另外从表1可知,辽河沉积物中钾长石与楣石含量均较高,因此本区物质的来源区主要为辽河,而大凌河的输入物也起了一定的作用。根据粒度分析资料,证明辽河与大凌河的输入物主要沉积于 $40^{\circ}10'N$ 以北的辽东湾顶部¹⁾。这一结论与辽河矿物区的界线基本上是相一致的。

六股河矿物亚区 从表3可知,本区重矿物含量中等,磁铁矿含量最高,达3.4%。

1) 中国科学院海洋研究所,1965。渤海地质调查报告。

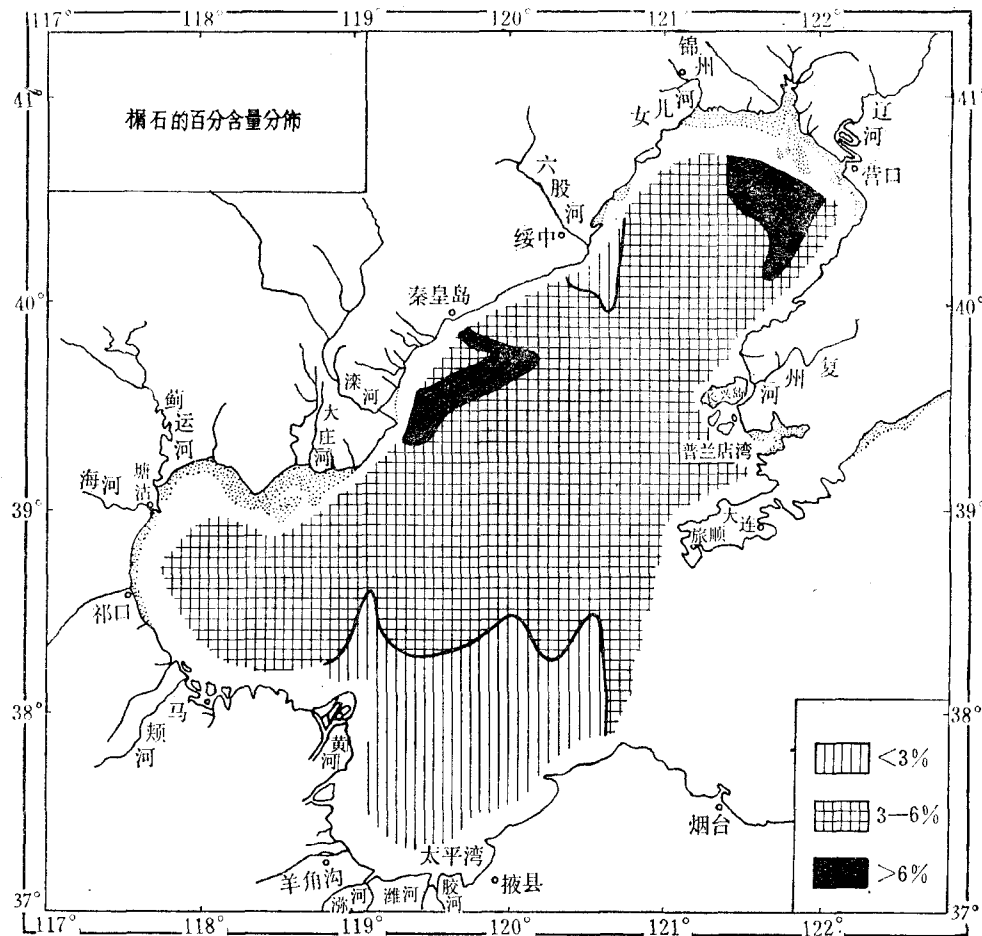


图 13

而石榴子石则形成了低含量区。本区的特征矿物为磁铁矿。基本矿物组合为磁铁矿、锆石、钛铁矿与钾长石。从表 1 得知,与其他河流相比,六股河沉积物中的磁铁矿含量最高(17.8%),石榴子石含量最低(1.1%)。所以,本矿物亚区的来源区为六股河。

滦河矿物亚区 本矿物亚区中各主要矿物分布的状况较为复杂。在滦河以东地区(秦皇岛至滦河口)磁铁矿与石榴石的含量高。滦河以西(滦河口至海河口)辉石的含量增高。而从秦皇岛至大庄河口一带,则为石榴子石、锆石与钛铁矿之高含量区。从表 1、3 可知,滦河矿物亚区中辉石含量是渤海北部矿物区中最高的(1.7%),而滦河沉积物中辉石的含量也较高(6.6%)。所以,本区之特征矿物为辉石。基本矿物组合为辉石、石榴子石、锆石、钛铁矿、磁铁矿与钾长石。来源区以滦河为主,而沿岸的其它河流及沿岸冲刷物质也起了一定的作用,因而出现了在矿物亚区的不同地段各主要矿物的含量有明显的差异。

长兴岛矿物亚区 本区以较高的重矿物与磁铁矿含量而有别于辽河矿物亚区。又以较高的石榴子石含量则有别于六股河矿物亚区。本区的特征矿物为磁铁矿与石榴子

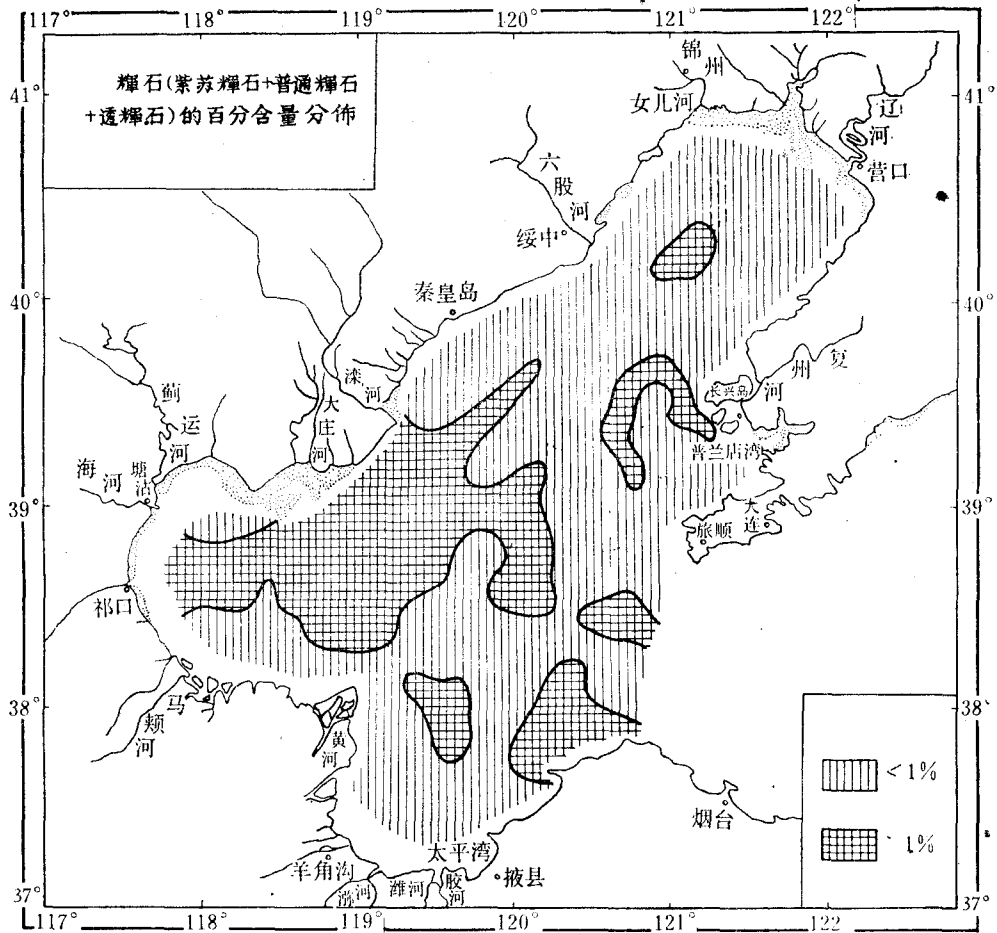


图 14

石。基本矿物组合为磁铁矿、石榴子石、锆石、钛铁矿与钾长石。蚀源区为辽东湾东岸的沿岸冲刷,并受到复州河输入物的影响。

辽东浅滩矿物亚区 在渤海这是一个特殊的矿物亚区。从表 3 可知,本区的重矿物含量以及钛铁矿、石榴子石与锆石等稳定矿物的平均含量为全海区的最高区,而普通角闪石与绿帘石等不稳定矿物的低含量区又均位于本区。在个别测站上,重矿物含量可高达 32.3%,钛铁矿、石榴子石与锆石则可分别高达 38.0%、18.0% 与 12.0%。而普通角闪石与绿帘石分别可低至 8.0% 与 9.0% 左右。另外,本区是一分选良好的细砂沉积区, S_0 值多小于 2.5,频率曲线呈单峰型,累积曲线坡度很陡。此外,在本区水下有规模巨大的水下砂坝,其长度达 30 公里以上,高度从数米到数十米。走向为 NEE—SWW,其中有近南北向者数条,多为西坡陡、东坡缓¹⁾。这一切现象均可说明本区是一个早期滨海残留沉积区,由于长期的冲刷与分选,所以形成了分选良好、稳定矿物富集的细砂沉积区。又由于钛铁矿等有用矿物的大量富集,所以本区也是一个寻找海底砂矿的良好远景区。本区的特征

1) 中国科学院海洋研究所, 1965。渤海地质调查报告。

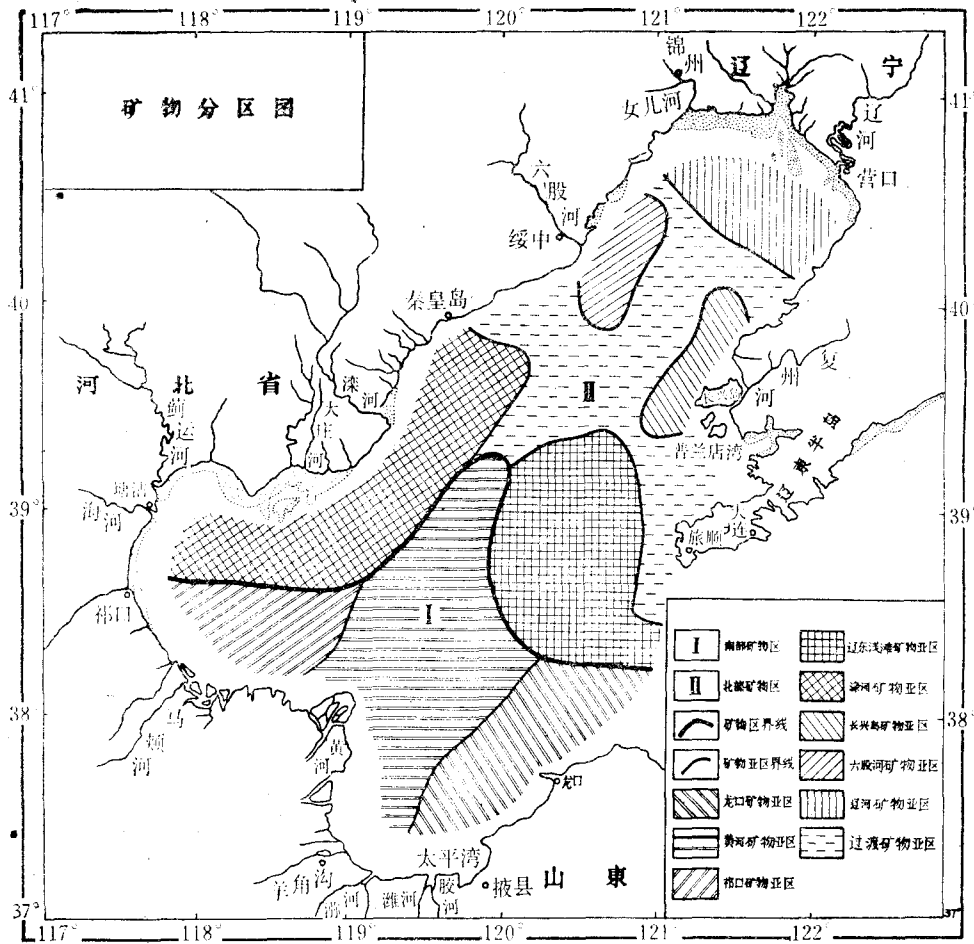


图 15

矿物为钛铁矿、石榴子石与锆石。基本的矿物组合为钛铁矿、石榴子石、锆石与磁铁矿。

过渡矿物亚区 为上述各矿物亚区的过渡地带。

四、结语与讨论

综上所述,可得出以下几点认识:

1. 渤海沉积物的粗粉砂粒级(0.05—0.1毫米)中,其轻矿物以斜长石为主,石英次之,钾长石占第三位,碳酸盐矿物与岩屑则为数不多。重矿物共有39种,其中以普通角闪石、绿帘石和钛铁矿为主,石榴子石、锆石和榍石次之,白云母、白钛石、透闪石和磁铁矿等矿物含量则占第三位,其它矿物含量则为数不多。从这一矿物组合来看,说明渤海沉积物的蚀源区之母岩以古老的变质岩与花岗岩为主,这与渤海沿岸的地质状况是一致的。

2. 本海区中,普通角闪石等不稳定矿物含量高,而石榴子石等稳定矿物含量不高。粗粉砂粒级属于长石粗粉砂。这种状况的出现,一方面显然与蚀源区的母岩成分有关。在

渤海沿岸,尤其在辽西、辽东地区有广大的花岗岩出露,此外在古老的变质岩中,也出露有斜长角闪片麻岩与钠长石角闪片岩,这都为渤海的普通角闪石与长石的来源提供了充分的条件。另一方面是渤海沉积区与剥蚀区相距不远,矿物的搬运过程在时间上较为短促,物质的物理、化学分选作用进行得还不够充分,所以不稳定矿物大量富集,而稳定矿物含量相对减少。

3. 各种矿物的含量在不同地区的变化幅度较大。斜长石、普通角闪石、白云母与碳酸盐矿物主要分布于渤海南部,而钾长石、磁铁矿、钛铁矿、石榴子石和锆石则在渤海北部富集。前一类矿物与钾长石由高到低的不同含量区呈东西向分布,而磁铁矿等后四种矿物则呈南北向分布。矿物的这种分布状况主要与物质的蚀源区有关。斜长石、普通角闪石、白云母与碳酸盐矿物主要来源于黄河,而钾长石与辽河的供给有关,磁铁矿、钛铁矿、石榴子石与锆石则与滦河、六股河的输入物、辽东湾东岸的冲刷物及辽东浅滩的残留沉积物相联系。因此,渤海沉积物的主要来源是河流的输入物。此外,从白云母的分布状况说明黄河的物质控制着渤海湾南部、莱州湾、向北可直达滦河口外。从重矿物的分布状况说明辽河的物质主要影响到 $40^{\circ}10'N$ 的辽东湾顶部。而六股河、滦河的供给物主要堆积在近岸带河口前浅滩区。沿岸冲刷物质与海底早期的残留沉积在海区的局部地区也有一定的影响,如长兴岛矿物亚区主要是由附近的沿岸冲刷物质供给的。又如辽东浅滩矿物亚区就是早期滨海沉积的残体所形成的。另外,在大庄河口外的重矿物高含量区也可能是早期滦河在此入海的水下浅滩残体。在该区出现含有近江牡蛎等河口区生活的软体动物贝壳之粉砂沉积¹⁾,而且重矿物含量很高,最高达 28.8%,平均含量为 23.1%。但从矿物组合上与滦河矿物亚区基本上是一致的,所以,不能单独地划出矿物亚区。

4. 根据渤海海区中矿物的分布特征,我们认为矿物在海区中的分异作用受以下几个因素的控制:

(1) 与蚀源区的母岩成分有关。渤海海区中钾长石与碳酸盐矿物的分布状况是受这一因素支配的。从表 1 和 3 可知,黄河沉积物中碳酸盐矿物含量比辽河高,钾长石含量则比辽河低。因此,在黄河矿物亚区中碳酸盐矿物含量比辽河矿物亚区高,钾长石含量则比辽河矿物亚区低。

(2) 与矿物本身的化学、物理特性,沉积物的类型与分选程度以及沉积区的水动力条件相联系。如白云母由于其节理发育具有片状特征,比重又较小,其水动力学性能与比它细小的其它矿物颗粒相似⁵⁾,因而它适于在水动力条件平静的沉积区进行沉积,由此造成了白云母在细粒沉积中富集。莱州湾就是这样一个适合白云母沉积的场所。该区沉积类型为软泥与粉砂,水动力条件较弱。所以在莱州湾出现了白云母的高含量区。个别测站的白云母含量可高达 53.9%。而石榴子石沉积状况却另具一格,与白云母全然不同。石榴子石由于它具有比重大、硬度高、无节理的特性,它往往富集于水动力条件活跃区。沉积物经过水流的长期冲刷,反复淘洗,促使不稳定矿物与细粒沉积物相对减少,而石榴子石等稳定矿物和粗粒沉积物则进一步富集。在辽东浅滩地区石榴子石的最高含量可达 18.0%。因而在渤海海区中,石榴子石、锆石和钛铁矿等稳定矿物均与分选良好的粗粒沉

1) 中国科学院海洋研究所, 1965。渤海地质调查报告。

积物有亲缘关系。

(3) 与搬运介质(河流)的动能有关。如黄河由于其下游已进入平原地区,流速不大,搬运物质的动能小,因而对比重大的石榴子石之类矿物的搬运能力大为减弱,致使此类矿物的大部分在河床中进行沉积。而滦河是山区河流,水势湍急,搬运力强,可把石榴子石等比重大的矿物搬运入海。从表 1, 3 可知,黄河沉积物中石榴子石含量高于滦河,而黄河矿物亚区中的石榴子石含量却低于滦河矿物亚区,这与河流本身的动能条件有密切关系。

5. 根据矿物的共生组合,可将渤海分成两个矿物区和九个矿物亚区。各区的特征矿物、矿物组合及蚀源区见表 4。

表 4 渤海各矿物区的矿物组合特征

矿物区	特征矿物	矿物组合	蚀源区
渤海南部矿物区	白云母、碳酸盐矿物	白云母、碳酸盐矿物、斜长石、普通角闪石	以黄河为主
龙口矿物亚区	绿帘石	绿帘石、白云母、碳酸盐矿物、斜长石、普通角闪石	以黄河为主,并受莱州湾东岸其它小河及沿岸冲刷物质的影响
黄河矿物亚区	白云母	白云母、碳酸盐矿物、斜长石、普通角闪石	黄河
祁口矿物亚区	榍石、辉石	榍石、辉石、白云母、碳酸盐矿物、斜长石、普通角闪石	以黄河为主,并受渤海湾南部其它小河及沿岸冲刷物质的影响
渤海北部矿物区	石榴子石、锆石、钛铁矿、磁铁矿	石榴子石、锆石、钛铁矿、磁铁矿、钾长石	辽河、滦河、六股河、复州河、辽东浅滩及辽东湾东岸的沿岸冲刷
辽河矿物亚区	钾长石、榍石	钾长石、榍石、石榴子石、锆石、钛铁矿、磁铁矿	以辽河为主
六股河矿物亚区	磁铁矿	磁铁矿、锆石、钛铁矿、钾长石	六股河
滦河矿物亚区	辉石	辉石、石榴子石、锆石、钛铁矿、磁铁矿、钾长石	以滦河为主
长兴岛矿物亚区	磁铁矿、石榴子石	磁铁矿、石榴子石、锆石、钛铁矿、钾长石	辽东湾东岸的沿岸冲刷及复州河
辽东浅滩矿物亚区	钛铁矿、石榴子石、锆石	钛铁矿、石榴子石、锆石、磁铁矿	辽东浅滩
过渡矿物亚区	为各矿物亚区的过渡地带		

参 考 文 献

- [1] 秦蕴珊、廖先贵, 1962. 渤海湾沉积作用的初步探讨. 海洋与湖沼 4(3-4): 199-207.
- [2] Логвиненко Н. В., 1957. Введение в методику исследования осадочных пород. 7-8.
- [3] Петелин В. П., 1961. О выборе Методики минералогического анализа песчано-алевритовых фракций морских донных осадков. Труды ин-та океанологии АН СССР, L:170-183.
- [4] Кухаренко А. А., 1961. Минералогия россыпей 305-308.
- [5] Larry J. Doyle, William J. Cleary and O. H. Pilkey, 1968. Mica: Its use in determining shelf-depositional regimes. Mar. Geol. 6(5): 381-389.

MINERAL ASSEMBLAGES AND THEIR DISTRIBUTION PATTERNS IN THE SEDIMENTS OF THE GULF OF BOHAI SEA*

Chen Lirong Luan Zuofeng Zhen Tiemin
Xu Wenqiang and Dong Tailu
(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

ABSTRACT

This paper presents the results of a study on the mineral assemblages and their distribution patterns in the sediments of the Gulf of Bohai Sea.

The 212 bottom-surface sediment samples were collected from the Gulf of Bohai Sea and its tributaries.

Table 1. Mineral provinces and subprovinces in the Gulf of Bohai Sea

Mineral provinces	Characteristic minerals	Mineral assemblages	Major contributory sources
Southern mineral province	muscovite, carbonate minerals	muscovite, carbonate minerals, plagioclase, hornblende	Huang He River
Longkou subprovince	epidote	epidote, muscovite, carbonate minerals, plagioclase, hornblende	Huang He River, the marine erosion of eastern coast of Laizhou Bay
Huang He River subprovince	muscovite	muscovite, carbonate minerals, plagioclase, hornblende	Huang He River
Qikou subprovince	titanite, pyroxene	titanite, pyroxene, muscovite, carbonate minerals, plagioclase, hornblende	Huang He River, the marine erosion of southern coast of Bohai Bay
Northern mineral province	garnet, zircon, ilmenite, magnetite	garnet, zircon, ilmenite, magnetite orthoclase	Liao He River, Luan He River, Lugu River, the marine erosion of eastern coast of Liaodong Bay, Liaodong Bank
Liao He River subprovince	orthoclase, titanite	orthoclase, titanite, garnet, zircon, ilmenite, magnetite	Liao He River
Lugu River subprovince	magnetite	magnetite, zircon, ilmenite, orthoclase	Lugu River
Luan He River subprovince	pyroxene	pyroxene, garnet, zircon, ilmenite, magnetite	Luan He River
Changxing Island subprovince	magnetite, garnet	magnetite, garnet, zircon, ilmenite, garnet, orthoclase.	the marine erosion of eastern coast of Liaodong Bay
Liaodong Bank subprovince	ilmenite, garnet, zircon	garnet, zircon, ilmenite, magnetite	Liaodong Bank
transitional subprovince			

* Contribution No. 519 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

The 0.1—0.05 mm fraction was analyzed. The results of our study showed that the sediments are made up of 43 mineral components. Analysis of the light minerals showed that plagioclase is the predominant component, quartz ranked the second in abundance, and orthoclase the third. A small amount of carbonate minerals and rock grains was also present.

In the heavy minerals hornblende, epidote and ilmenite are the most abundant, and garnet, zircon and titanite placed the second. In addition, a small amount of leucoxene, muscovite, tremolite and magnetite placed the third. The remaining components were present in insignificant quantities.

Sediments with high content of plagioclase, hornblende, muscovite and carbonate minerals contributed principally by the Huang He River (Yellow River) are distributed in the southern part of the Gulf of Bohai sea, while sediments with high content of orthoclase, magnetite, ilmenite, zircon and garnet are distributed in the northern part of the Gulf of Bohai sea. These minerals are contributed from different sources. For example, orthoclase are mainly derived from the Liao He River, while the other minerals are derived from the Luan He River, the Lugu River, the marine erosion of eastern coast of Liaodong Bay, and the Liaodong Bank.

The investigated area may be divided into two mineral provinces and nine mineral subprovinces on the basis of their heavy and light mineral assemblages (Table 1).