

南海北部大陆架和北部湾沉积物中的 矿物组合及其分布特征

陈丽蓉 徐文强 申顺喜 李安春

(中国科学院海洋研究所)

本文对北纬 $17^{\circ}00'$ — $24^{\circ}00'$, 东经 $106^{\circ}00'$ — $118^{\circ}00'$ 的南海北部大陆架和北部湾表层沉积物中碎屑矿物进行了研究。共分析了143个样品, 重矿物粒径为 $0.25-0.063\text{mm}$, 轻矿物为 $0.25-0.1\text{mm}$ 。

一、轻矿物组合及分布特征

本海区沉积物中轻矿物在 $0.25-0.063\text{mm}$ 粒级中含量高, 平均为 99.35% , 最高可达 99.90% 。

轻矿物由石英、斜长石、钾长石、绿泥石、白云母、方解石、海绿石、火山玻璃等组成。石英含量居首位, 最高含量达 98.2% ($20^{\circ}30'N, 107^{\circ}00'E$ 测站), 平均值为 70.5% 。斜长石次之, 平均含量为 14.1% 。钾长石居第三位, 为 7.1% 。比重小于 2.80 的绿泥石、白云母等片状矿物总和为 7.5% , 方解石含量也低 (0.3%), 海绿石、火山玻璃含量甚微。

石英 高含量区 ($>80\%$) 分布在北部湾北部 ($20^{\circ}00'N$ 以北) 与琼州海峡; 低含量区

($<50\%$) 在珠江口以东有两个斑块; 其他广大海域为中等含量区 ($50-80\%$), 详见图1。

斜长石 高含量区 ($>15\%$) 分布在北部湾西部及珠江口以东 (包括珠江口) 海域, 其他海域为低含量区 ($<15\%$)。

钾长石 分布比较均匀, 含量略高 ($>10\%$)。在珠江口以东 ($115^{\circ}00'E$) 及海南岛东部、南部呈斑块状出现。

本海区的石英含量高, 斜长石、钾长石含量却低, 并且含量变化不太大。

二、重矿物组合及分布特征

本海区沉积物中重矿物 ($0.25-0.063\text{mm}$ 粒级) 含量低, 平均为 0.65% , 最高含量只有 2.66% , 有相当数量的测站是微量的。

重矿物种类繁多 (有50余种), 以钛铁矿、角闪石、绿帘石、片状矿物 (黑云母+白云母+绿泥石) 为主, 其含量占 50% 以上。其中钛铁矿占首位, 为 18.93% 、片状矿物为 15.44% 、角闪石为 15.26% 、绿帘石为 13.67% 。其次为电气石 (5.04%)、锆石 (2.53%), 白云石 (2.04%) 含量也较高。还有石榴石、榍石、透闪石、普通辉石、磷灰石、红柱石、十字石、锐钛矿等矿物分布广泛, 含量低, 其总和为 4.75% 。尚有仅在局部集中的矽线石、黄玉、自生黄铁矿等, 虽然含量不高, 但具有一定的沉积意义。除此之外还出现磁铁矿、赤铁矿、铬铁矿、菱铁矿、菱镁矿、褐帘石、黝帘石、斜黝帘石、红帘石、含锰黝帘石、绿帘石、钠闪石、玄武闪石、蓝闪石、符山石、刚玉、板钛矿、尖晶石、橄榄石、独居石、磷钇矿、钽

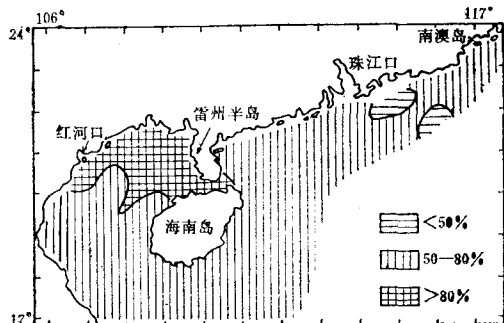


图1 石英含量分布

Fig.1 Distribution of quartz in the sediments from the investigated area

石、钼铅石、文石、胶磷矿、硬绿泥石、伊丁石等30余种矿物，含量甚微。另外，值得重视的是在本海区白钛石、褐铁矿不仅分布广而且含量高(白钛石为14.07%、褐铁矿为4.75%)。

现将主要矿物与特征矿物分布特征简述如下：

钛铁矿 在本海区含量高、变化大、最高可达47.3% (110°00'E, 20°8'N测站)，最低值仅有0.4% (115°30'E, 21°45'N测站)。分布规律明显，高含量区 (>20%) 分布范围：(1) 珠江口外略呈三角形形状的斑块(112°10'—115°10'E, 19°45'—21°50'N)，其钝角对着珠江口，平均含量在30%以上；(2) 海南岛周围及雷州半岛西侧；北部湾西部和北部。低含量区 (<5%) 分布在珠江口以东，与珠江口外富集区毗邻，平均含量只有2.5%。另外，在海南岛的南面、西北面各有一低值斑块。中等含量区(5—20%)分布在珠江口门、珠江口以西、北部湾南部及海南岛高含量区的外围等海域(图2)。

锆石 多呈双锥状、半双锥状。在本海区含量较高、最高值可达14.5% (108°30'E, 18°30'N测站)，高含量区 (>5%) 呈大小不一的斑块分布在珠江口外、雷州半岛西侧、红河口外、海南岛西南部及东北部。锆石的中等含量(2—5%) 和低含量区 (<2%) 分布趋势与钛铁矿的高含量区和中等含量区恰好相类似。

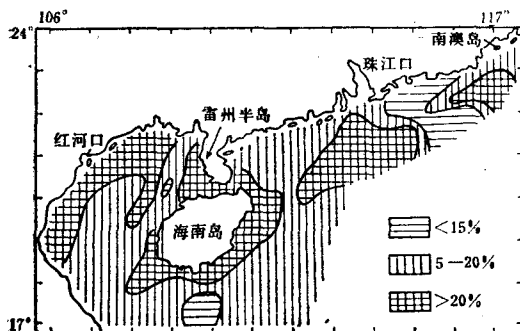


图2 钛铁矿的含量分布

Fig. 2 Distribution of ilmenite in sediments from the investigated area

电气石 呈柱状、不规则状，颜色变化大。本海区的电气石含量较高，居第六位，分布广泛，规律性明显。高含量区(4—10%)分布在：(1) 珠江口外，呈斑块状，其范围与钛铁矿的高含量区在这一海域分布大致相似。

(2) 海南岛周围(除西部外)及雷州半岛西侧；除了红河口外的西北部和东南部之外的整个北部湾含量均高。在高含量区中，北部湾东北部沿岸为特高含量区，其平均为19.4%，最富集的测站(21°15'N, 109°24'E)竟达40.8%。低含量区 (<2%) 主要分布在珠江口门、珠江口以东及海南岛的东部、南部富集区的外海。其他海域为中等含量区(2—4%)。详见图3。

片状矿物 在本海区含量高居第二位，含量变化大，最高含量达81.9% (18°00'N, 110°30'E测站) 最低含量只有0.4% (107°30'E, 20°30'N测站)，分布规律在北部湾和南海北部截然不同。它的高含量区 (>30%) 分布在珠江口外两侧呈喇叭状平行海岸向东、西两侧伸延，另外在海南岛东南面呈条带状以及在西部亦有两个小斑块。低含量区 (<15%) 主要分布于整个北部湾、海南岛周围(除高含量区外)及珠江口外呈带状平行高含量区的外海。其他海域为中等含量区(30—15%)。详见图4。

白云石 在本海区含量并不高，但分布规

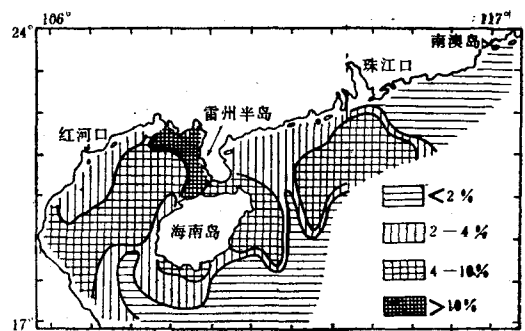


图3 电气石的含量分布

Fig. 3 Distribution of tourmaline in sediments from the investigated area

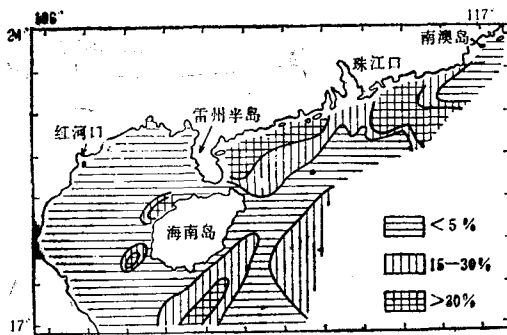


图4 片状矿物的含量分布

Fig. 4 Distribution of schistose mineral from the investigated area

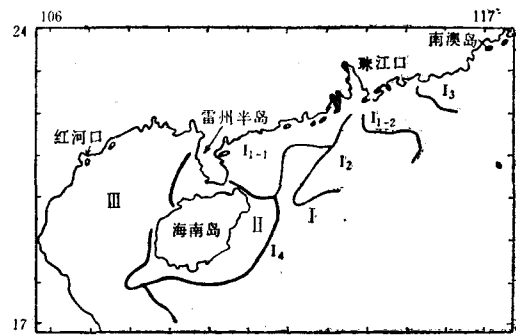


图5 矿物分区

Fig. 5 Mineral provinces in the investigated area

律明显。它的高含量区、低含量区同片状矿物一样，以雷州半岛、海南岛分为东、西两大部份。以西为低含量区 ($< 1\%$)，有的测站为零值，以东为高含量区 ($> 2.5\%$)，并有平行海岸分带现象。

钛铁矿、锆石、电气石与片状矿物、白云石分布趋势恰恰相反，钛铁矿、锆石的高含量区正是片状矿物、白云石的低含量区，这个趋势尤其在南海北部更为明显。

矽线石 作为特征矿物主要分布在北部湾，而中部最富集，最高含量可达 5.9% ($20^{\circ}30'N$, $109^{\circ}00'E$ 站)。

此外，含量较高的角闪石、绿帘石、白钛石、褐铁矿分布规律不明显。白钛石，褐铁矿认为是由化学风化强烈的结果。

总的说来，重矿物分布特征、分布规律性比轻矿物明显。

三、矿物分区

根据上述各种矿物分布特点，将本海区分为三个矿物区、四个亚区、二个亚区（图5）。

表1为各矿物区主要矿物含量值。从矿物组合上，本海区被海南岛、雷州半岛分成为以东的南海北部矿物区（I）、以西的北部湾矿物区（III），海南岛周围的矿物含量不同于南海北部和北部湾构成单独的海南岛矿物区（II）。

南海北部矿物区（I）本矿物区东起

$118^{\circ}00'E$ ，西到雷州半岛东侧，它的混合亚区一直伸入到海南岛南部（ $180^{\circ}E$ 以东）的广阔海域。本矿物区轻矿物含量变化不大，石英含量（ 66.0% ）略低于II、III矿物区。重矿物组合是片状矿物（ 22.3% ）、白云石（ 2.9% ）含量高，而钛铁矿（ 15.3% ）、锆石（ 1.9% ）、电气石（ 2.7% ）含量低，与II、III矿物区不同。造成这种差异的原因是沉积物受珠江带来的物质所控制。本区又分为四个亚区：I₁矿物区。分布于珠江口外东、西两侧，略平行于海岸线成喇叭状；西侧的到雷州半岛东侧，南端可到 $20^{\circ}00'N$ ；珠江口东侧的到 $116^{\circ}20'E$ 和片状矿物、白云石的富集区吻合。此区是细粒物质沉积，沉积类型以粉砂质粘土软泥为主，局部为粘土质软泥。水深大部分在-50米之内。矿物组合特点是片状矿物和白云石含量最高，平均含量分别为 31.8% 和 4.3% ，白云石最高含量达 11.3% （ $110^{\circ}00'E$ ， $20^{\circ}45'N$ 测站），反之，钛铁矿、锆石含量低，分别为 8.3% 和 0.4% ，锆石有2/5测站为0值。珠江携带的物质（以细粒物质为主）入海后，在海水水动力作用下产生分异，比重稍小的片状矿物、白云石和细粒物质一起随着西南向的沿岸流被带走、沉积在雷州半岛到珠江口以西的地区。同样，受海流等因素的影响，珠江口以东的片状矿物、白云石富集带可延伸到 $115^{\circ}20'E$ 左右。同时，这一亚区在珠江口以西和以东矿

物组合又有差别，还可分为东、西两个小亚区的片状矿物、角闪石、自生黄铁矿的含量又大于西部（表1）。这主要与沿岸小河流的输入物质成分有关。

表1 各矿物区与矿物亚区的主要矿物百分含量
Table 1. The average percentage of main minerals in the sediments of different mineral provinces and subprovinces

百分含量 矿物	矿物区	I					I	II	III
		I ₁		I ₂	I ₃	I ₄			
		I ₁₋₁	I ₁₋₂						
钛铁矿		11.3	5.2	30.3	17.7	12.2	15.3	25.7	19.2
锆石		0.8	0.6	5.0	1.7	1.5	1.9	4.1	2.0
电气石		3.0	0.9	4.7	2.1	2.9	2.7	7.3	8.1
片状矿物		25.2	38.4	9.4	12.2	26.1	22.3	9.6	9.5
白云石		5.3	3.3	0.6	2.6	2.8	2.9	1.9	1.0
角闪石		15.0	22.5	9.5	18.4	18.0	16.7	13.5	13.1
绿帘石		11.8	12.7	10.4	19.8	12.7	13.5	13.0	16.5
石榴石		0.5	0.8	1.2	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9
砂线石		0.06	0.04	0.06	0.02	0.05	0.05	0.20	1.33
十字石		0.10	0.07	0.20	0.40	0.25	0.20	0.30	0.43
辉石		0.80	0.60	0.70	0.90	0.60	0.72	0.50	0.63
磁铁矿		0.07	0.20	1.00	0.90	0.30	0.49	0.07	0.07
自生黄铁矿		0.90	2.30	0.16	0.39	0.20	0.79	0.26	0.56
石英		67.0	60.8	72.8	61.1	68.2	66.0	75.6	74.3
斜长石		15.7	17.8	13.3	19.8	12.9	15.9	10.6	13.6
钾长石		7.6	8.1	8.3	6.5	8.9	7.9	7.7	5.6

I₂矿物亚区 位于珠江口的南面，略成三角形与钛铁矿、锆石富集区吻合。沉积物粒级粗，粗、中、细砂都有。矿物组合是钛铁矿（30.3%）、锆石（5.0%）、石榴石（1.2%）、磁铁矿（1.0%）含量高，片状矿物、白云石含量低。矿物组合含量变化恰恰与 I₁ 矿物亚区相反，这就进一步说明珠江物质入海后发生分异，细粒物质、比重稍小的矿物运移到近岸的水动力条件较平稳的 I₁ 亚区沉积下来；而粗粒物质、比重大的矿物则沉积在珠江口，与古珠江口三角洲共同构成这一矿物亚区。

I₃矿物亚区 分布在 115°30'E 以东海域。沉积类型为粗、中、细砂。水深在 -75 米之内。矿物组合是绿帘石（19.8%）、斜长石

（19.8%），含量高；钾长石含量低（6.5%）。本亚区与毗邻的 I₁₋₂ 小亚区相比较，片状矿物少得多（12.2%）；钛铁矿（17.7%）、锆石（1.7%）、磁铁矿（0.9%）则高。这一矿物组合反映其物质是沿岸河流及岛屿供给的，珠江物质向东仅影响到 115°30'E 左右。

I₄矿物亚区 分布广，在 I₁₋₁、I₂ 以南，II 区以东、以南。沉积类型复杂，水深变化大，矿物组合是 I、II、III 矿物区的混合区。

海南岛矿物区（II）分布在海南岛周围（除西北角以外）及雷州半岛西侧。沉积类型以沙、粗粉沙为主。海底地形复杂，为冲刷地带。它的矿物组合是石英（75.6%）、钛铁矿

(25.7%)、锆石(4.1%)、电气石(7.3%)含量高,片状矿物、白云石含量低,此外,黄玉有零星出现,独居石也集中在这一矿物区。其物质来源主要为沿岸冲刷及沿岸河流带来的。

北部湾矿物区(Ⅲ)除Ⅱ矿物区外,包括整个北部湾。沉积类型复杂。海底地形平缓。矿物组合是石英(74.3%)、绿帘石(16.5%)、矽线石(1.33%)、电气石(8.1%)含量高,绿帘石最高含量可达41.8%(17°30'N, 107°00'E测站),片状矿物(9.5%)、白云石(1.0%)、钾长石(5.6%)含量低。北部湾是近乎半封闭的海湾,它的物质来源是由红河及沿岸其他河流带来的物质所供给的。

四、几点认识

1. 不同的物质来源 本海区的矿物组合、分布规律的格局,明显地受物质来源所控制:南海北部的沉积物主要来自珠江;海南岛周围沉积物中钛铁矿、锆石等比重大的矿物富集,无疑是海南岛本身母岩被风化、被冲刷而沉积下来的;北部湾的矽线石、电气石富集,同样是由红河及其他沿岸河流所带来的。

2. 矿物按比重分异作用明显 在海南岛榆林港向南沿着109°30'E的测站,不同比重的矿物含量变化是近岸比重大的(比重>4.7)钛铁矿、锆石含量高,向远海含量降低,而比

表2 榆林港向南测站不同比重的矿物含量

Table 2 The contents of minerals having different specific gravity near the south of Yulin Port

测站 比重	经纬度	109°30' E	109°30' E	109°30' E
		18°00' N	17°45' N	17°00' N
>4.7		33.1	9.6	3.2
3.1—2.8		9.9	21.0	58.3

表3 不同沉积类型中某些矿物的含量

(0.25—0.063mm)

Table 3 The contents of some minerals (0.25—0.063mm) in the different sediment types

沉积类型 矿物	砂	粉砂	泥
	钛铁矿	24.4	19.4
锆石	3.1	2.8	0.7
片状矿物	9.6	13.9	30.0
白云石	1.5	2.1	3.7

重小的(比重3.1—2.8)片状矿物相反,近岸含量低,向远海增高(表2)。

3. 某些矿物含量与沉积类型相关 钛铁矿、锆石在粗粒沉积物中富集,而片状矿物、白云石则在细粒沉积物中含量高。这主要与矿物本身的比重等物理、化学特性密切相关(表3)。

MINERAL ASSEMBLAGES AND THEIR DISTRIBUTION PATTERN IN THE SEDIMENTS FROM THE NORTH CONTINENTAL SHELF OF THE SOUTH CHINA SEA AND THE BEIBU GULF

Chen Lirong, Xu Wenqiang, Shen Shunxi and Li Anchun

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

Abstract

The results of our study show that there are a total of 56 minerals in the sediment samples analyzed. The area investigated may be divided into 3 mineral provinces on the basis of the heavy and light minerals. 1. The north mineral province of the South China Sea is characterized by the higher content of the schistose mineral and dolomite supplied by the Zhujiang River. 2. The Hainan Island mineral province contains a significant amount of ilmenite, zircon and tourmaline contributed by the marine erosion of Hainan Island. 3. The Beibu gulf mineral province can be recognized by its higher content of sillimanite and tourmaline brought by the Hong River and other rivers.