

广西铁山港海区表层沉积物与沉积相

黎广钊 刘敬合 农华琼

(广西海洋研究所, 广西北海)

提要 本文论述了铁山港海区表层沉积物的沉积类型、碎屑重矿物、贝壳类, 有孔虫和介形虫群的分布特征。根据岩芯中微体化石群, 岩性特征和 ^{14}C 测定年代数据, 确定沉积相及其年代, 并讨论沉积物来源和运移。

关键词 铁山港 沉积物 沉积相

第一作者简介 黎广钊 男 37岁 助理研究员 海洋地质

一、地貌及自然环境

铁山港海区位于北部湾东北部顶端, 广西沿岸东部, 与广东省廉江县安铺港连接。由石头埠港、沙田港、丹兜海和营盘港等四部分组成, 是广西沿海地区的重要渔港和商港之一。本文根据表层沉积样品和柱状样品的综合分析结果, 对铁山港海区表层沉积特征, 沉积相及沉积物来源等方面进行探讨。

铁山港形似指状海湾伸入内陆 20 多公里, 东西两侧均为侵蚀-剥蚀台地, 北面为低丘, 沿岸形成有海蚀平台、海蚀崖、冲积-海积阶地、海积平原, 海积砂堤和潮间浅滩等地貌类型。在铁山港湾口处潮流脊十分发育, 规模较大。如淀洲沙、高沙头、东沙、中间沙等, 长达 3—7km, 宽达 1—4km, 潮流脊与潮流沟槽相间排列, 形成辐射状沙脊群向海方向展布。

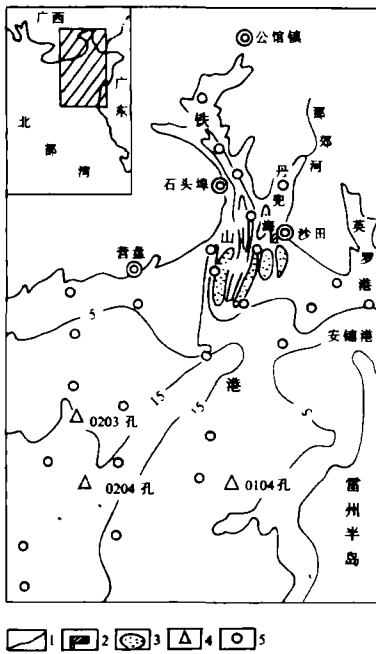
本区没有较大的河流入海, 仅有一条小型的那郊河注入丹兜海。港湾周围出露的地层在湾顶滨岸地带主要为泥盆系紫红色砂砾岩, 粉砂质页岩及下石炭系灰岩或白云岩; 港湾东西两侧滨岸地带出露的地层主要为早更新统湛江组的灰色、灰白、土黄、棕红色等粉砂质粘土、粘土质砂、杂色花斑状粘土; 中更新统北海组的砖红色, 棕红色砂质粘土, 砂砾岩等。海岸受到潮流、波浪的侵蚀夷平作用。

本区潮流为非正规全日潮, 其流向特征为往复流类型。然而本区为北部湾和广西沿岸的最大潮差区, 最大潮差为 6.25m, 历年平均潮差为 2.45m, 属于强潮型海岸。区内潮流流速一般在 1.1—1.7 节之间, 最大流速达 2.0 节以上。波浪在夏季盛行南—南西向浪, 冬季盛行北东向浪, 南—南西向浪对侵蚀夷平海岸起到重要作用。

二、 表层沉积物

通过野外观察、采样(图 1)和对表层沉积样品进行室内综合分析,将铁山港海区表层沉积物的沉积类型、碎屑重矿物、贝壳类、有孔虫和介形虫群等的分布特点及其规律分别阐述如下。

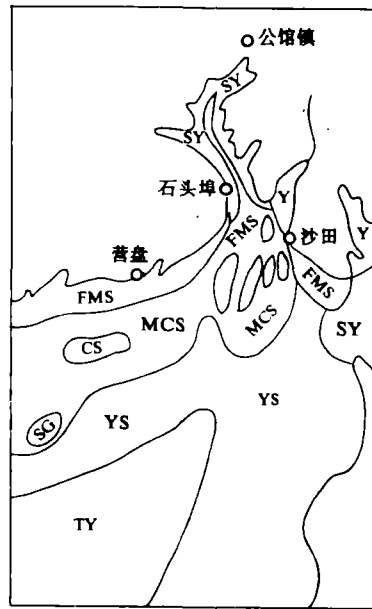
沉积类型 如图 2 所示,在那郊河口丹兜海和英罗港为灰黄色、灰色、深灰色淤泥沉积,含植物碎屑和贝壳。在铁山港内湾深水槽的两侧和安铺港地带为灰黄、灰色砂质淤泥,沉积物具生物扰动构造,含贝壳碎片及完整贝壳,局部含少量砾石。北暮盐场至营盘以西,沙田港东南侧沿岸潮间浅滩至 5m 水深以内地区以及湾口处的潮流砂脊群均为较纯净的中细砂或细—中砂分布地带。沉积物呈灰、浅黄色、灰色等。沉积物中,有的含小砾石和植物碎屑,有的含粉砂、粘土和贝壳碎片及完整贝壳。湾口潮流脊之间的潮流深槽和海区西部 5—15m 水深范围的大部分地区为中粗砂分布带。沉积物呈灰黄、灰绿色、棕黄色、含贝壳碎片及完整贝壳,有虫管和钙质骨针,局部夹有砂质粘土团块,粗砂颗粒呈次圆状至次棱角状。同时,在中粗砂分布区,局部区域有粗砂和砂砾沉积物分布。湾口处南或西南面 10—15m 水深范围的海区为粘土质砂分布地带,沉积物呈灰色、浅灰黄色、局部夹砂质小团块和贝壳碎屑。区内 15m 水深以外海域为灰色、青灰色粉砂质粘土沉积区。



1.等深线; 2.码头; 3.潮流砂脊; 4.柱状样站位; 5.表层样站位

图 1 铁山港海区地形、样品站位图

Fig. 1 Landforms and sampling locations from Tieshan Harbour.



Y.粘土; SY.砂质粘土; FMS.细中砂; CS.粗砂; TY.粉砂质粘土; YS.粘土质砂; MCS.中粗砂; SG.砂砾

图 2 铁山港海区沉积物类型图

Fig. 2 Types of surfacial sediments in Tieshan Harbour.

表 1 本海区沉积物中 (0.125—0.063mm) 重矿物组合的重矿物种类及含量表

Table 1 Contents of associated heavy minerals (0.125—0.063mm)
in sediments from Tieshan Harbour.

沉积环境	样品号	矿物含量%															含量%	重矿物	电气石+锆石/钛铁矿	组合	重矿物			
		电气石	锆石	钛铁矿	金红石	绿帘石	白钛矿	锐钛矿	红柱石	独居石	赤铁矿	黄铁矿	角闪石	矿线石	十字石	石榴石						绿泥石	菱铁矿	磁铁矿
潮间带	0384	23	13	22	1		10	4	1		24			1	少	1					2.32	1.636		
	0388	53	28	8	少	少	2	9													1.57	10.125		
	0395	66	13	6	少	1	8	6	少		少	少			少						0.65	13.167		
	0379	30	45	12	少		4	8	少												13.83	1.200		
	0370	82	5	2	少		6	4	少		1										0.65	43.50		
	0376	49	27	6	少		10	7	少		1				少						3.23	12.667		
	0351	31	15	23	少		8	8	10	3	1										3.82	2.00		
	0339	37	8	27			12	10	6	少					少						0.63	1.667		
	平均值	46	19	13			8	7													3.90	11.995		
0-10m水深	0101	40	20	20	1	1	10	3		2	1		少	少	少						0.29	3.00	电气石 锆石 钛铁矿组合	
	0102	35	15	20	1	1	5	2		3	15	1		少	少						0.55	2.50		
	0106	28	32	20			3	2		7							8	1			0.68	3.00		
	0201	48	24	7	少		9	10		少				少							2.07	10.286		
	0409	58	10	12	少	少	14	4		少	1	1		少	少						0.84	5.667		
	0606	50	17	13	少	少	11	5			2			少	少						0.55	5.231		
	平均值	43	20	12			9	4													0.83	4.94		
10-20m水深	0401	14	30	28	少		18	7		2				少					1	1.27	1.571			
	0404	40	10	18		1	14	13		2	1			少	少					0.54	3.110			
	0606	49	15	15	少	1	10	7		少	1	少	1	1	少					0.34	4.267			
	0806	38	4	14			1	30		少	1	8		少		2				0.23	3.714			
	0612	23	2	12		11	25	1		3	8	13		少		1				0.42	2.085			
	0808	23	少	12		12	26	少		2	1	17		少		6				0.17	1.917			
	0810	25	少	20	少	10	22	1		2		18	少	少						0.18	1.250			
	平均值	30	8			5	17	7				8									0.45			2.559

由上述可见, 本海区沉积物的分布受到原始地形地貌、风、浪、流的控制。在沉积类型图中, 铁山港海区西侧沿岸潮间浅滩至 5m 水深以内的海域均为中细砂或细中砂沉积物, 而在 5—15m 水深之间的海域为中粗砂沉积物, 甚至局部区域分布有粗砂砾石沉积物。这种与

自岸向海物质由粗到细的分异规律相违的现象,在我国东海、南海陆架浅海区同样有出现(刘锡清, 1987)。据分析,区内出现与粒度分布规律不符现象的主要原因是由于冰后期海面上升,原地的北海组砖红色亚砂土和砂砾层受到海水侵蚀、改造、搬运、淘洗,使细粒物质被强烈往复潮流向 5m 水深以内海区或向 15m 水深以外海域搬运,遗留下来的粗颗粒物质,形成中粗砂沉积带。在 10m 等深线以外海域,沉积物分布特征为由粗到细。

碎屑重矿物^① 对铁山港海区表层沉积物做了 0.125—0.063mm 粒级重矿物分析。重矿物含量呈现条带状与海岸平行分布的特点。在潮间带中,重矿物含量为 0.63—13.83%,平均含量为 3.90%; 0—10m 水深为 0.29—2.07%,平均为 0.83%; 10—20m 水深为 0.17—1.27%,平均为 0.45%。显然,研究区内重矿物分布趋势随离岸变远和水深加大而逐渐减少。该海区含量较多的重矿物种类有电气石、锆石、钛铁矿;独居石、金红石、红柱石、十字石等含量较少;角闪石和绿帘石在近岸区含量稀少,在 15m 等深线以外明显增多。上述的重矿物种类中,电气石含量最高,其在潮间带平均为 46%,0—10m 水深海域平均为 43%,10—20m 平均为 30%;其次为锆石,其含量在近岸带一般达重矿物的 20%以上,在沙田港口和安铺港口附近,锆石含量大于 40%(李萍等, 1987),向海方向逐渐减少;钛铁矿在区内沉积物重矿物中的含量一般小于 20%。由此可见,调查区内重矿物组合为电气石—锆石—钛铁矿,显示出电气石含量高,电气石+锆石/钛铁矿的比值均大于 1 的特点(见表 1)。

在陆架浅海沉积物中,重矿物组合特征及其分布规律往往可以反映沉积物的来源。沙田和营盘附近北海组和湛江组的样品分析结果表明,沙田附近北海组中的电气石、锆石、钛铁矿含量分别占重矿物总数的 67%、8%、7%,湛江组中分别为 60%、8%、4%,营盘附近北海组中分别占 24%、14%、20%,湛江组中分别占 22%、6%、10%(李萍等, 1987)。表明沿岸北海组和湛江组中同样是电气石含量最高,且电气石+锆石/钛铁矿的比值均大于 1,属电气石—锆石—钛铁矿组合,与海区中的重矿物组合相一致,充分证明本海区沉积物主要来源于海水侵蚀和地表水切割、冲刷沿岸北海组、湛江组岩层。

生物沉积 生物沉积是海底沉积物的重要组成部分,本海区沉积生物遗体可分为两大类,即贝壳类,有孔虫和介形虫类。

贝壳类底栖生物 通常分布于潮间带砂泥质海滩和港湾沉积物中,调查区内贝壳类生物遗体主要有单壳类的棒锥螺 *Turribella bacillum* Kiener, 日本蜒螺 *Nerita japonica* Dunker, 双壳类的毛蚶 *Scapharca subcrenata* Lischke, 泥蚶 *Fegillavca granosa* Linnaeus, 方蛤 *Meretrix meretrix* Linnaeus。还有棘皮类、甲壳类、多毛类、蛇尾类等。

有孔虫、介形虫 铁山港海区表层沉积物中有孔虫、介形虫含量丰富,自潮间带到 15m 或 20m 水深的海域,每 50 克沉积物干样含有孔虫数十至上万枚。经鉴定统计的有孔虫属种有 100 余种,介形虫属种有 30 余种。无论是属种还是壳体个数均随离岸变远、水深加大而增加。根据有孔虫、介形虫群中优势种和特征种及其生态环境,现将本调查区划分下列三个有孔虫、介形虫组合带。

潮间带——毕克卷转虫变种 *Ammonia beccarii* vars. 组合带 沉积物为中细砂、砂质淤泥、淤泥等。沉积物每 50 克干样含有孔虫 30 至 900 枚不等,平均含 370 枚。属种单调,一

^①碎屑重矿物由同济大学李萍老师鉴定。

般少于10种,且个体小。优势种为毕克卷转虫变种,占全群个体数40%以上,特征种有鳞状砂轮虫 *Trochammina squamatu* Jones and Parker, 圆形小粟虫 *Miliolinella circularis* (Bornemann) 等。介形虫含量很少,仅含个别美山双角花介 *Bicornucythere bisanensis* (Okubo), 中国花花介 *Calliocythere sinensis* Zhao, 粒状胡林介 *Hulingsina granulata* Guan 等。此外,常见植物碎屑和贝壳碎片。

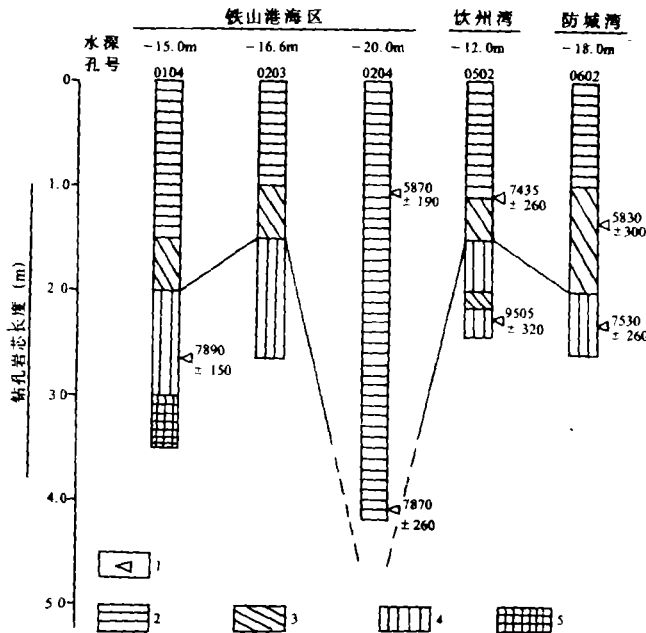
潮下带 (0—10m 水深) ——毕克卷转虫变种—条纹判草虫 *A. beccarii* vars—*Brizalina striatula* 组合带 沉积物为粘土质中粗砂、砂质粘土等。每50克沉积物干样含有孔虫400至4100余枚,平均含1190余枚。优势种为毕克卷转虫变种和条纹判草虫,分别占全群壳体总数的20%和15%以上。特征种有异地希望虫 *Elphidium advenum* (Cushman), 亚洲希望虫 *E. asiaticum* Polski, 短小判草虫 *B. abbreviata* (Heren—allen and Earland)。秀丽脐塞虫 *Gavelinensis praegeri* (Heren—allen and Earland), 同现孔轮虫 *Cararolalia annectens* (Parker et Jones); 阿卡尼五块虫圆形亚种 *Quinqueloculina akneriana rotunda* (Gerke), 三角三块虫 *Triloculina trigonula* (Lamarck); 台湾砂杆虫 *Ammobaculites taiwanensis* (Nakamura), 宽串珠虫相似种 *Testularia cf. lata* Gernerad, 细串珠虫 *T. earlandi* Parker。介形虫在沉积物中含量亦较丰富,主要属种有舟耳形介 *Aurila cymba* (Brady), 中国弯背介 *Loxoconcha sinensis* Brady, 纤细陈氏介 *Tanellag gracilia* Chen, 亚日本库士曼介 *Cushmanidea subjaponica* (Hanai), 网纹半丽花介 *Hemicytheridea reticulata* Kingma, 隆起角科金坡介 *Cornucoquimba gibba* (Hu), 美山双角花介等。其它还有掘足类,并含少量海胆刺。

10—20m 水深浅海沉积带——球室刺房虫—压扁卷转虫 *Schackoinella globosa*—*Ammonia compressiuscula* 组合带 沉积物为砂质粘土、粉砂质粘土等。有孔虫含量十分丰富,每50克干样含有孔虫400—21000余枚不等,平均含9500余枚。优势种为球室刺房虫,含量占全群壳体总数的30%以上,其次为压扁卷转虫,占15%以上。特征种有优美花朵虫 *Florlus decorus* (Cushman), McCulloch, 具瘤先希望虫 *Protelphidium tuberculatum* (d'Orbigny), 简单希望虫 *E. simplex* Cushman et McCulloch, 缝裂希望虫 *E. magellanicum* Heron—Allen and Earland, 太平洋霍氏虫 *Hopkinsina pacifica* Cushman, 沙室富先科虫 *Fursenkoina paucibocata* (Rady), 微细小盔虫 *Cassidulina minuta* (Cushman), 棘刺判草虫 *B. spinescens* (Cushman), 异地伊格尔虫 *Eggrella adveena* (Cushman), 多砂五块虫 *Q. sabulosa* Cushman, 台湾两代虫 *Bigenerina taiwanensis* (Nakamura) 异地希望虫、条纹判草虫等。并含少量浮游有孔虫小个体。如袋拟抱球虫 *Globigerinoides sacculifer* (Brady), 介形虫含量亦丰富,主要属种有:日本穆赛介 *Munseyella japonica* (Hanai), 皱新单角介 *Neomonoceratina crispata* Hu, 布氏威契曼介 *Wichmannella bradyi* Ishisaki, 东方半克利特介 *Hemikrithe orientalia* (Kingma), 亚齐介 *Atjehella* Kingma, 刺戳花介 *Stigmatocythere spinosa* (Hu), 还有中国弯背介、美山双角花介、纤细陈氏介、库士曼介等。其它含有三角藻,较多海胆刺,海绵骨针等。

三、沉积相演化

在本调查区分析了0104孔、0203孔、0204孔柱状样品,最深进尺为4.16m,最浅为2.65m,其中0104孔已穿透全新统,进入风化的棕红、灰黄色粘土质砂层或砂质粘土层,

0203 孔穿透冰后期滨海浅海层。根据岩芯的岩性特征, 微体古生物化石群特征及 ^{14}C 测定年代的结果, 可将所揭示的地层自下而上划分为 4 个沉积相层, 并推断古地理环境, 如图 3。



1. ^{14}C 测定年龄; 2. 浅海相; 3. 过渡相; 4. 淡水沼泽相; 5. 陆相红层

图 3 铁山港海区沉积层下相邻地区的对比

Fig. 3 Comparison of sediments in Tieshan Harbour and it's adjacent regions.

1. 下伏陆相层 在区内 15m 水深处 0104 孔下伏底层, 为灰黄、棕红、灰色等杂色粘土质砂层。结构细密, 含少量植物碎屑, 未发现海相有孔虫、介形虫及其它化石, 反映陆相沉积环境。该层的岩性特征与沿岸出露的北海组极为相似。Buddhaeb Biswas (1986) 对马来西亚东部滨海约 45—80m 水深海区的钻孔岩芯的研究, 发现有同样岩性的砖红壤层。在北部湾涠洲岛西南面 40m 水深处 A 孔同样发现有相似的岩性 (汪品先等, 1980)。可见该层在北部湾地区至南海沿岸大陆架广大地区分布极为变遍, 并且与其上覆全新统岩层不整合接触。

2. 淡水沼泽相 为灰色、灰黄色粉砂质粘土或深灰色砂质粘土。在岩层中发现石膏微粒, 含植物碎屑, 未发现海相有孔虫、介形虫及其它化石, 反映淡水沼泽相环境。该层在北部湾海区内的钦州湾 12m 水深处 0502 孔、防城湾 18m 水深处 0602 孔有发现 (黎广钊等, 1988)。 ^{14}C 测年结果确定其形成的期为为 9500—7500a.B.P., 属早全新世。

3. 海陆过渡相 为灰色、灰黄、青灰色细砂质粘土, 粉砂质粘土, 含植物碎屑, 偶见黄色氧化斑。有孔虫属种单调, 个体小。主要有毕克卷转虫变种, 异地希望虫, 偶见介形虫宽卵中华美花介 *Sioncytheridea latiovata* Houet Chen, 并含少量棘皮类化石, 反映海陆过渡相沉积环境。该层在北部湾地区的钦州湾 0502 孔, 防城湾的 0602 孔的岩芯中同样有发现

(黎广钊等, 1988)。B. Biswas (1986) 在马来西亚东部滨海 62.55m (205ft) 水深处的岩芯亦发现相似的过渡相层, 既含有大量半咸水环境的有孔虫化石, 又含丰富淡水沼泽和红树林沼泽混生的孢粉, 并测得沉积物含盐度为 20000—30000ppm。可见海陆过渡相层在北部湾地区至南海沿岸大陆架分布相当广泛。通过岩层沉积相和¹⁴C 测年数据, 在图 3 中不难看出本区海陆过渡相的形成年代为 8000—6000a.B.P., 属全新世中期。

4. 浅海相 由灰色、青灰色砂质粘土或深灰色粉砂质粘土构成。含较多贝壳碎片和完整贝壳, 常见虫孔构造。有孔虫含量丰富, 一般每 50 克岩芯干样含 2000—6000 枚不等。优势种为球室刺房虫、毕克卷转虫变种、同现孔轮虫、世时希望虫、茸毛希望虫、优美花朵虫、日本半泽虫、太平洋罗期虫、东方小枝虫等等。介形虫一般每 50 克沉积岩芯干样含 10—160 枚不等。主要属种有日本库士曼介、皱新单角介、布氏威契曼介、舟状耳形介、宽卵中华美花介、美山双角花介、中国弯背介等。并含大量海胆刺、掘足类, 反映浅海沉积环境。该层在北部湾地区的钦州湾、防城湾、北海湾(廉州湾)口外的浅海钻孔岩芯均有发现(黎广钊等, 1988)。根据¹⁴C 测年结果, 推断沉积时代为 6000a.B.P., 属全新世中、晚期。

四、物质来源与运移

铁山港海区盛行南—南西向主浪。由于南海潮波和北部湾反射潮波在铁山港口门轴线辐聚, 形成铁山港沿岸高潮位、大潮差、强潮流, 有利于波浪冲刷、侵蚀海岸, 潮流搬运物质。特别是营盘以东至青山头—北暮盐场一带的北海组或湛江组边缘被冲刷形成海岸陡坎或陡崖。野外观察发现在营盘港以东局部侵蚀岸段出现由北海组和湛江组地层构成的陡崖高达 10—20m, 崖脚下可见海蚀穴及海蚀凹槽。海滩上部侵蚀树根裸露, 海滩下部可见冲刷出露北海组红层或湛江组杂色粘土层。显然, 铁山港海区沿岸一带宽广的海滩及其水下砂质岸坡与铁山港口两侧的砂质潮滩及湾口处潮流砂脊群的物质主要来源于海水侵蚀沿岸北海组、湛江组地层的产物。粗颗粒物质在近岸地区沉积形成砂质带, 细颗粒物质则被潮流输送到远岸海域沉积形成泥质沉积带。根据前面所述, 区内重矿物分布特征, 同样反映铁山港海区的沉积物主要来源于浪、潮、流对海岸的侵蚀作用。沉积类型及重矿物含量分布规律又反映出沿侵蚀物质运移主要作横向运动。本区在南—南西向主浪作用下, 使营盘以东沿岸潮间浅滩和部分水下浅滩的泥沙向东北方向运移。而东北常风向与海岸接近垂直, 可引起泥沙横向运动, 但由于风区窄, 吹程短, 不利于泥沙流形成。

同时, 铁山港口门外存在有旋转流, 它和往复潮流复合后使流场浪速增强, 有利于潮流沙脊形成, 致使湾口处形成数列规模较大的潮流沙脊, 其伸展方向下潮流方向一致。据水文实测资料, 铁山港 0.5H 层平均涨潮流速为 58cm/s, 平均落潮流速为 74cm/s^①。落潮比涨潮流速高 16cm/s, 有利于波浪、强潮流侵蚀海岩的物质并向海方向搬运及疏通航道。

此外, 根据悬移质分析的结果, 表明铁山港口外 10—20m 水深的泥质沉积区既有陆源的, 又有外海带来的, 导致该区为冬季含沙量高值区, 中心值为 0.05kg/m³^②。外来物质的主要原因是琼州海峡西口潮流向西北方向扩散, 并和来自北部湾的潮流相遇后汇合北上,

① 陈波, 1987, 铁山港水流特征及开发建议。南海海洋与开发, 第 1 期。

② 广西海洋研究所水文组, 1985, 广西海岸带水文调查报告。

潮流从琼洲海峡带来的粗颗粒物, 在其西口扩散沉积, 形成西口潮流沙脊群, 细颗粒物随北上潮流带至铁山港口外 10—20m 水深的海域凝聚沉积, 形成泥质沉积区。

收稿日期: 1989 年 1 月 4 日

参 考 文 献

- (1) 刘锡清, 1987, 海洋地质与第四纪地质, 7卷, 1期, 1—14页。
- (2) 李萍、叶维强, 1987, 热带海洋, 6卷, 3期, 39—47页。
- (3) B.Biswas著, 黄玉译, 1986, 中山大学学报(自然科学)论丛, 9期, 10—23页。
- (4) 汪品先、夏伦煜、郑范, 1980, 海洋微体古生物论文集, 140—145页, 海洋出版社。
- (5) 黎广钊、卞云华、汪品先, 1988, 热带海洋, 2期, 63—70页。

Surface Sediment and It's Facies of Tieshan Harbour

Li Guangzhao Liu Jinghe Nong Huaqiong

(Guangxi Institute of Oceanology, Beihai, Guangxi)

Abstract

1. There are eight types of sediment in Tieshan Harbour: clay (mud), silty clay, sandy clay, clayey sand, fine-middle sand, middle-coarse sand, coarse sand, sandy gravel (Fig.2). Generally, sediments appear striped distribution and parallel to the coast. Contents of heavy minerals in surface sediment tend to decrease from to sea shore with the increase of water depth, and the heavy minerals are named as turmaline-zircon-ilmenite assemblage, which characterized by high content of turmaline and the ratio of turmaline plus zircon to ilmenite is above 1.0.

2. Foraminifera and ostracoda are abundant in the sediment. Species diversity and foraminifera number increase from shore with the increase of water depth, three assemblage zone can be divided: 1) *Ammonia beccarii* vars. assemblage zone, distributed in intertidal zone; 2) *A. beccarii* vars-*Brizalina striatula* assemblage zone in subtidal zone (water depth 0-10m); 3) *Schackoinella globosa*-*A. compressiuscula* assemblage zone in the water depth 10-20m.

3. Based on micropaleontology and lithology and ^{14}C dating, four sedimentary facies can be indentified from lower to upper: 1) continental depositional stratum formed in the Pleistocene Epoch; 2) fresh water-marshy facies formed in the Early-Holocene (1000-8000B.P.); 3) marine-continental transitional facies formed in the Middle-Holocene (8000-6000B.P.); 4) shallow-sea facies formed in the Middle-Late-Holocene (6000-present).

4. Sediments in Tieshan Harbour are mainly derived from the erosion of Beihai Formation and Zhanjiang Formation by wind, wave, tidal and surface water.