

# 广西海岸带有用重矿物粒级分布

王 凤, 金秉福

(鲁东大学 地理与规划学院, 山东 烟台 264025)

**摘要:** 从广西海岸带自西向东依次选取了 13 个具有代表性的矿物样品进行了有用矿物粒级分析, 研究了广西海岸沉积物钛铁矿、电气石、锆石在不同粒级中含量的分布变化, 结果表明: 钛铁矿和电气石粒级分布相对较宽, 在  $3.5\phi\sim 4.0\phi$  粒度区间内相对百分含量最高; 锆石粒级分布窄, 高度集中在  $3.5\phi\sim 4.5\phi$ , 优势粒级是  $3.5\phi\sim 4.0\phi$ , 有个别样品在  $4.0\phi\sim 4.5\phi$  之间锆石颗粒分数较高。除  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  粒级之外, 大部分样品的有用矿物在  $1.5\phi\sim 2\phi$  和  $4.0\phi\sim 4.5\phi$  之间存在一定量的分布, 在这两个粒级中合计, 钛铁矿颗粒分数为 7.15%、电气石颗粒分数为 5.34%、锆石则颗粒分数为 17.58%, 这一结果意味着重矿物分析选取  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  粒级是合理的, 但具体到矿种的资源评价上是有一定偏差的, 而且有的情况下这种偏差还不小。在广西海岸带重矿物资源评价中, 要具体考虑到不同重矿物在  $1.5\phi\sim 4.5\phi$  不同分布有利于减少偏差。

**关键词:** 钛铁矿; 电气石; 锆石; 粒级分布

中图分类号: P67; P577

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)12-0057-05

多年来在近海陆架沉积学研究中, 不论国外还是国内学者在作碎屑矿物分析时选择粒度通常为  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  ( $0.25\sim 0.063$  mm), 一般选择  $3.0\phi\sim 4.0\phi$  ( $0.125\sim 0.063$  mm) 来进行轻、重矿物鉴定, 用这一粒度范围的数据作为环境和资源评价的依据<sup>[1~7]</sup>, 而对于  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  粒级以外和  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  之间, 不同粒级碎屑矿物的相对含量, 所知不多。特别是在滨海砂矿研究中, 用  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  代表全体粒度来评价有用砂矿品位和储量, 是否合理? 偏差有多大? 目前很少人做过研究。鉴于此, 本文以广西滨海沉积物为例, 在碎屑矿物主要粒度分布区间  $1.5\phi\sim 4.5\phi$  内以  $0.50\phi$  为间隔细分了 6 个粒级, 在 6 个粒级内具体分析了广西海岸带有用重矿物粒级分布情况。

广西海岸位于北部湾北部、东西向展布, 东起英罗港, 西至北仑河口, 岸线长 1 083 km。沿岸地貌类型复杂, 以大风江口为界, 东、西两侧海岸类型及其海岸特征表现出明显的差异。东部以侵蚀-堆积的砂质夷平岸为主; 西部则主要是微弱充填的曲折溺谷湾岸。前者岸线平直, 海成沙堤广泛发育; 后者岸线蜿蜒曲折, 港湾众多。广西沿海地区属于亚热带, 气候炎热多雨, 化学风化作用强烈, 地表水活动频繁, 导致大量有用矿物沉积入海, 为滨海砂矿的富集提供了丰富的物源, 而且该区南临北部湾, 水动力条件有利于滨海砂矿的富集, 以往调查证实, 广西滨海区蕴藏大量砂矿资源<sup>[8~10]</sup>, 其中钛铁矿、电气石、

锆石为本区的优势有用重矿物, 其含量显著, 不少地段达到了工业品位。这 3 种有用重矿物的含量(或品位), 皆以粒级  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  来计算, 并没有考虑  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  以外的粒级, 笔者在实验中发现, 有一定量级的有用重矿物并不完全赋存在  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  这个狭窄粒级中, 相比之下, 有的颗粒巨大, 有的颗粒细小。有用重矿物的粒度分布, 对该区矿产资源的准确评价和开采利用以及水动力环境的详细研究都有重要的意义<sup>[11~13]</sup>。

## 1 样品的来源和研究方法

本次碎屑矿物分析样品来自“908 专项”广西海岸带、海岛综合调查取样, 均为海岸带沉积物表层样, 在笔者鉴定过的 283 个样品中, 选择有用重矿物含量高的 13 个样品作为代表, 即钛铁矿和锆石品位一般在 1 级异常以上, 有的样点锆石可达工业品位。在 13 个样品中 F08-6, F14, Q14, T12 在潮下带, 水深在 5~7 m 范围内, 其余样品在潮间带, 水深 2~5 m, 所有样品沉积物都是中至细砂, 样品的站位如图 1 所示, 碎屑矿物样品制备

收稿日期: 2010-03-16; 修回日期: 2010-09-02

基金项目: 908 专项广西海岸海岛综合调查项目; 鲁东大学学科建设资助项目

作者简介: 王凤(1985-), 女, 山东龙口人, 硕士研究生, 研究方向: 河口海岸过程与自然环境, E-mail: wangfeng1985102@126.com, 电话: 13290186336; 金秉福, 通信作者, E-mail: bfjin@126.com, 电话: 13220935849

按照《我国近海海洋综合调查与评价专项——海洋底质 调查技术规程》中的要求进行。

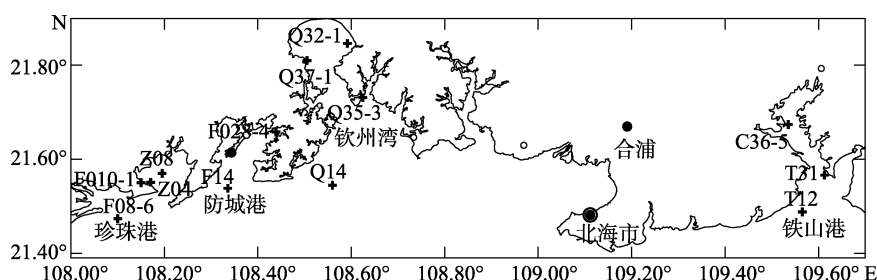


图 1 样品站位图

Fig. 1 Sampling locations

本次研究主要是对样品中的钛铁矿、电气石、锆石在不同粒度中的含量分布进行了鉴定与分析。首先,将样品烘干,称质量,取干质量约 50 g 的沉积物用自来水在套筛中直接冲洗,以  $0.5\phi$  为间隔进行筛分,获得  $>1.5\phi$ ,  $1.5\phi\sim 2.0\phi$ ,  $2.0\phi\sim 2.5\phi$ ,  $2.5\phi\sim 3.0\phi$ ,  $3.0\phi\sim 3.5\phi$ ,  $3.5\phi\sim 4.0\phi$ ,  $4.0\phi\sim 4.5\phi$  7 个粒度沉积物分样,然后将每一粒度分样进行重液分离(三溴甲烷作重液,  $20^{\circ}\text{C}$  时,比重 2.89),获得轻、重矿物。实验中由于大于  $1.5\phi$  粒度的分样含量不多,重矿物少且易鉴定,故不做重液分离,其成分只作为参考,干质量小于 0.3 g 的粒度和  $4.5\phi$  以下的粒度由于精度和实验条件的限制不做考虑。本次样品鉴定采用定性分析和定量分析相结合的方式,每个粒度取 350 颗在体视显微镜下进行鉴定,不足者用其全部,在了解矿物的形态、颜色、硬度、磁性和表面特征的基础上,结合偏光油浸法定量分析了 13 个样品中每个粒度重矿物中钛铁矿、电气石、锆石的颗粒含量,并结合每一粒度沉积物含量和重矿物含量,计算这 3 种有用重矿物在各粒度中的相对百分含量。

## 2 结果与分析

样品中鉴定出来的重矿物有 51 种,常见的有普通角闪石、透闪石、绿帘石、黝帘石、黑云母、水黑云母、白云母、电气石、石榴石、榍石、磷灰石、透辉石、紫苏辉石、钛铁矿、褐铁矿、锐钛矿、磷钇矿、金红石、白钛石、锆石、菱镁矿、自生黄铁矿等。富集的矿物有电气石、钛铁矿、锆石、褐铁矿以及白钛石等,重矿物组分中还含有为数不少的岩屑和风化矿物。矿物的成熟度“ZTR”指数(即锆石、电气石和金红石组成的透明矿物的颗粒分数)很高,整个沿岸颗粒分数平均值为 30.00%,最高值达 78.32%,远远高于北方海岸如山东半岛的 ZTR 值。

轻矿物中,以石英最为富集,长石颗粒分数很低,仅占百分之几,其中斜长石多于钾长石,且钾长石风化较深;生物碎屑较少,其他轻矿物含量甚微。其中的钛铁矿、电气石、锆石在本区大量富集,成为该区的特征矿物。我们只研究这三种有用矿物,由于各站位的主要矿种几乎一致,只是各种矿物含量上有差异,我们重点对于各粒度的含量进行比较,并进一步探讨不同矿物在各岸段的粒度分布特征。

### 2.1 钛铁矿

钛铁矿是广西沿海最常见,含量最高的重矿物,颗粒分数平均值达 25.58%,最高值达 82.62%,其分布特征是西高东低,钛铁矿高含量区分布在西部,50%颗粒分数等值线出现在珍珠港、钦州湾口外和大风江口外,自南流江江口外向东含量由 40%逐步减少到铁山港的 10%。经鉴定后,特征多为粒状、板状,漆黑色,强金属光泽,有些表面带有白色和褐色薄膜,次棱角状一次圆状,少数圆状。钛铁矿在各样品各粒度中的含量,鉴定和统计结果见表 1。

总体上看,钛铁矿每一粒度都有较高的含量,平均粒度颗粒分数为 37.36%。综合考虑沉积物粒度和碎屑重矿物出现频率,我们认为  $1.5\phi\sim 4.5\phi$  中钛铁矿可代表整个样品含量,从统计表我们可以看出,  $3.5\phi\sim 4.0\phi$  这一粒度所含钛铁矿的含量约占整个粒度钛铁矿含量的 51.67%,达到最高值;其次,钛铁矿在  $2.5\phi\sim 3.0\phi$  有 14.64% 的富集,在  $3.0\phi\sim 3.5\phi$  的含量也高达 14.09%,钛铁矿的富集粒度范围比较宽,虽然主要集中在  $2.5\phi\sim 4.0\phi$  区间,但是在  $1.5\phi\sim 2.0\phi$  和  $4.0\phi\sim 4.5\phi$  之间仍有少量分布。如果按照前人的方法仅取  $2.0\phi\sim 4.0\phi$  之间的沉积物做出的数据将会约有 7.15% 的偏差。沿岸钛铁矿分布的高含量区在西部,到东部地区含量有所减少,但变化不大;但是优势

粒级自西向东逐渐变小，西部岸段钛铁矿主要以细颗粒为主，含量较多；而东部地区则是以粗颗粒聚集，在重矿物含量高的粒级中钛铁矿相对含量较少。

钛铁矿在各个粒级相对百分含量分布相差悬殊，在不同的港湾钛铁矿含量的变化有着不同的规律，在珍珠港地区，钛铁矿在海岸与海湾的分布表现出一致性，其含量随着粒级的减小而逐渐增多，在 3.5φ~4φ 达到最大值，在防城港地区，海湾的优势粒级在 3.5φ~4.0φ，海岸的优势粒级出现在 2.5φ~3.0φ，在 3.0φ~3.5φ 钛铁矿含量都突然减低，这一粒级是海湾与海岸峰值的分水岭。在钦州湾内，钛铁矿含量随着粒径的变小而增多的趋势，50%以上的钛铁矿出现在 3.0φ~4.0φ 间，在铁山港地区，钛铁矿在海湾的优势粒级较粗，峰值出现在 2.0φ~2.5φ，而在海岸则以细颗粒出现，优势粒级为 3.5φ~4.0φ。总体上，钛铁矿主要含量分布在 2.0φ~4.0φ 之间，在 3.5φ~4φ 的平均相对百分含量最高，达 51.68%，但个别样品 Q32-1 在 4.0φ~4.5φ 也有 40% 以上的含量。从分析的数据可得，钛铁矿主要是在中等偏小的粒级内分布较多，不同岸段有不同的特点，不同岸段的海岸与海湾也有差别。

## 2.2 电气石

本区电气石是除钛铁矿之外，第二种常见且富集的重矿物，平均颗粒分数为 17.88%，电气石在海岸西部具有相当大的富集性。电气石与钛铁矿的含量呈显著的负相关关系，它们的分布在空间上相互交叉。经鉴定，电气石的特征为粒状、短柱状，也有的呈不规则粒状，深褐色—浅褐色，玻璃光泽，透明—半透明，多色性显著，折光率中等，平行消光，干涉色二级，次圆状为主。电气石在各样品各粒级中的含量，鉴定和统计结果见表 2。

沿岸分布上，西部的电气石细颗粒较多，东部的电气石粗颗粒较多。电气石粒级平均颗粒分数为 9.11%，但每一粒级的含量却有着一定的差异。电气石的优势粒级主要是 3.5φ~4.0φ，这一区间电气石的含量占整体电气石的 51.67%，其次是 2.5φ~3.0φ，为 20.84%，在 3.0φ~3.5φ 也有 17.96% 的含量，电气石富集的粒度范围比较狭窄，90.37% 分布在 2.5φ~4.0φ，仅有合计 5.34% 在 1.5φ~2.0φ 和 4.0φ~4.5φ 之间。具体地看，每个岸段出现的峰值区间也不相同，珍珠港的优势粒级出现在 3.5φ~4φ，该段的海岸与海湾的粒度分布特征也表现出一致性：随着粒级的增大电

表 1 钛铁矿在各粒级中的分布

Tab. 1 The ilmenite distribution in various of grain sizes

粒级	钛铁矿在各粒级重矿物中的颗粒分数(%)													
	F08-6	F010-1	Z04	Z08	F14	F028-4	Q14	Q32-1	Q35-3	Q37-1	T12	T31	C36-5	平均值
1.5φ~2.0φ	51.85	30.11	83.33	81.82	15.25	40.00	32.11	1.59	-	17.65	51.06	80.95	62.50	42.17
2.0φ~2.5φ	38.00	37.65	68.86	30.00	39.71	35.29	22.00	7.14	1.43	8.29	60.86	36.00	62.75	34.46
2.5φ~3.0φ	35.14	25.43	66.86	42.00	54.86	30.00	38.86	24.00	8.29	42.00	22.57	12.29	26.00	32.95
3.0φ~3.5φ	36.57	31.14	59.14	58.29	25.43	13.43	37.43	37.71	22.57	36.57	32.00	17.71	36.57	34.20
3.5φ~4.0φ	81.14	33.43	56.29	33.43	44.00	12.29	75.14	42.29	49.71	58.29	2.57	15.14	25.14	40.68
4.0φ~4.5φ	-	-	-	27.71	-	8.29	-	13.43	-	21.43	-	4.86	11.71	6.73
加权颗粒分数	69.58	32.69	60.24	41.78	40.80	30.73	31.24	23.52	21.13	31.74	37.29	25.68	39.33	37.36

粒级	钛铁矿在各粒级中的相对百分含量(%)													
	F08-6	F010-1	Z04	Z08	F14	F028-4	Q14	Q32-1	Q35-3	Q37-1	T12	T31	C36-5	平均值
1.5φ~2.0φ	0.29	3.29	0.92	4.26	0.37	3.31	3.61	0.07	-	0.28	6.85	9.16	0.04	2.50
2.0φ~2.5φ	0.16	25.24	1.37	7.00	3.94	7.46	6.34	0.12	0.02	1.65	58.43	40.98	9.30	12.46
2.5φ~3.0φ	0.22	20.50	3.64	9.89	1.81	62.69	24.63	0.95	2.06	19.56	20.96	15.17	8.21	14.64
3.0φ~3.5φ	1.47	14.36	18.34	13.77	0.90	7.49	8.13	3.89	61.14	13.24	11.50	5.74	23.17	14.09
3.5φ~4.0φ	97.87	36.63	75.74	63.73	92.98	16.27	57.30	50.60	36.78	59.87	2.25	27.56	54.11	51.67
4.0φ~4.5φ	-	-	-	1.38	-	2.78	-	44.38	-	5.40	-	1.38	5.18	4.65
合计	100.00	100.00	100.00	100.03	100.00	100.00	100.01	100.02	100.01	100.00	100.00	100.00	100.00	100.01

注：各粒级钛铁矿颗粒质量分数=(该粒级的钛铁矿颗粒数/该粒级鉴定重矿物总数)×100%；钛铁矿各粒级相对百分含量= $a/(b_1 + b_2 + \dots + b_n) \times 100\%$ ； $a$ =该粒级碎屑物质量分数×该粒级重矿物质量分数×该粒级钛铁矿颗粒质量分数， $b_n$ =第  $n$  粒级碎屑物质量分数×相对应的重矿物质量分数×钛铁矿颗粒质量分数。“-”表示这一粒级筛分后的质量不足以做重液分离。此公式也适用于电气石和锆石的含量计算。在此设定除这几种矿物之外，其他矿物的比重一概以常数待定

表 2 电气石在各粒级中的分布

Tab. 2 The tourmaline distribution in various of grain sizes

粒级	电气石在各粒级重矿物中的颗粒质量分数(%)													平均值
	F08-6	F010-1	Z04	Z08	F14	F028-4	Q14	Q32-1	Q35-3	Q37-1	T12	T31	C36-5	
1.5φ-2.0φ	0.00	2.15	2.08	0.00	1.69	13.33	0.81	4.76	-	0.00	10.64	7.14	0.00	3.28
2.0φ-2.5φ	5.14	4.12	2.00	1.71	3.43	0.00	4.00	15.43	0.00	0.57	8.86	9.43	7.84	4.81
2.5φ-3.0φ	6.29	5.14	4.86	7.71	6.29	6.86	7.71	23.71	9.14	7.71	43.71	36.29	20.86	14.33
3.0φ-3.5φ	6.57	8.29	4.00	10.29	10.29	3.14	6.00	26.29	15.43	5.14	15.43	42.00	17.43	13.10
3.5φ-4.0φ	6.00	8.86	2.86	6.00	2.57	4.57	13.43	12.29	4.57	11.71	8.00	24.00	10.00	8.84
4.0φ-4.5φ	-	-	-	6.29	-	4.57	-	3.71	-	3.14	-	11.71	3.71	2.55
加权颗粒分数	5.76	4.86	3.27	4.54	3.56	3.46	5.13	9.64	12.87	5.38	21.95	24.13	13.96	9.11

粒级	电气石在各粒级中的相对百分含量(%)													平均值
	F08-6	F010-1	Z04	Z08	F14	F028-4	Q14	Q32-1	Q35-3	Q37-1	T12	T31	C36-5	
1.5φ-2.0φ	0.00	1.14	0.43	0.00	0.64	4.46	0.52	0.69	-	0.00	2.26	0.69	0.01	0.83
2.0φ-2.5φ	0.29	13.36	0.74	2.44	5.33	0.00	6.52	0.86	0.00	0.62	13.48	9.17	2.77	4.28
2.5φ-3.0φ	0.51	20.06	4.88	11.08	3.24	57.83	27.66	3.02	4.80	19.53	64.36	38.30	15.69	20.84
3.0φ-3.5φ	3.48	18.48	22.92	14.82	5.73	7.07	7.37	8.72	88.07	10.12	8.79	11.63	26.32	17.96
3.5φ-4.0φ	95.71	46.96	71.04	69.76	85.06	24.44	57.93	47.26	7.13	65.42	11.11	37.34	51.30	51.57
4.0φ-4.5φ	-	-	-	1.91	-	6.20	-	39.47	-	4.31	-	2.85	3.91	4.51
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.03	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

气石含量增多。防城港地区电气石分布在海湾与海岸表现出差异,海湾的优势粒级处于 3.5φ-4.0φ海岸的优势粒级出现在 2.5φ-3φ,钦州湾的优势粒级在 2.5φ-4.0φ之间跃动,60%以上的电气石主要分布在 2.0φ-4.0φ这一粒级区间,电气石在铁山港的海湾与海岸的分布也是不同的,海湾的优势粒级在 2.5φ-3.0φ,海岸的优势粒级在 3.5φ-4.0φ。总体上看电气石的分布规律基本符合前人研究时选用的粒级,但有少量样品出现了特殊性,在 4.0φ-4.5φ和 1.5φ-2.0φ均有分布。电气石高含量区分布在东部,西部含量相对减少,分布特征呈现东高西低的趋势。

### 2.3 锆石

锆石在本区有相当大的富集趋势,研究区锆石平均颗粒分数为 10.70%,每一个样品中都有锆石出现,不同岸段锆石平均含量变化不大,均接近研究区平均值,比较而言,北海-铁山港岸段稍高一些,整个广西沿海有西低东高的微弱趋势,最高值出现在北海岸段,颗粒分数为 54.86%。锆石经鉴定后,特征多呈长粒状,部分粒状,晶形相对完好,以四方柱和四方双锥的聚形常见,无色或微红色,少数呈玫瑰红色,呈该色者,晶体不完整,晶棱被磨损呈卵形。玻璃—金刚光泽,折射率高,平行消光,干涉色四级—高级白。锆石在各样品各粒级中的含量,鉴定

和统计结果见表 3。

由统计的数据可以看出,本区锆石的粒级分布特征明显,粒级分布相当狭窄,且随着粒径的变小,锆石含量变高。本区锆石的优势粒级在 3.0φ-4.5φ之间,占总量 98%以上,平均有 89.92%含量分布在 3.5φ-4.5φ间,其中在 3.5φ-4.0φ间含量最高,达 72.42%。优势粒级相当明显。特别的是锆石在 4.0φ-4.5φ(0.063~0.044 mm)粒级间有相对较高的平均颗粒分数,样品 Q32-1 和 Q37-1,在该粒级中含量高达 78.57%和 62.22%,说明锆石原始颗粒就比较细小,在沉积物中的粒级分布受其在原岩中生长状况的影响更大。>4.0φ(>0.063 mm)粒级,通常在碎屑矿物分析中忽略,而该粒级一部分重矿物,如锆石,由于比重大(4.7),受浮选液体表面张力影响小,特别在粗粉砂粒级(4.0φ-4.5φ)可以被分选出来,在资源评价中不可被忽视。受物源的影响如果在锆石研究中一概而论均取 2.0φ-4.0φ粒级,实验结果难免会有失准确,就广西海岸带而言,锆石含量会有近 18%的偏差。

### 3 结论与讨论

此次研究结果充分肯定了粒级分析实验选取 2φ-4φ的合理性,但是不同地区的重矿物有着不同的分布特点,广西海岸带有用矿物有着自身的粒级分

布特点, 实验证明少量样品的有用矿物在 1.5φ~2φ和 4.0φ~4.5φ之间也存在一定量的分布, 整体上看, 钛铁矿在这两个粒度中约有 7.15%的含量, 电气石有 5.34%的含量, 锆石则有 17.58%的含量。我们无论从选矿的前提下还是进行环境分析角度来看, 都要因地制宜, 可以随机选取实验样品进行粒度分布测试, 最大化地减少评价偏差。通过实验表明: 本区钛铁矿和电气石的粒度分布特征在不同地域有着不同分布

规律, 在日后广西海岸带的研究中仅仅用 3.0φ~4.0φ的碎屑矿物会对实验结果有一定的偏差影响, 在锆石分析评价中, 由于锆石颗粒很小集中分布在 3.5φ~4.5φ之间, 如果只是按照传统的方法选取 2.0φ~4.0φ之间的碎屑矿物做出的基础数据对于整个评价系统的贡献率较低, 甚至会出现较大的偏差。本文的研究为今后广西砂矿研究提供了理论基础, 对于广西海岸的矿产开发起着一定的实际意义。

表 3 锆石在各粒度中的分布

Tab. 3 The Zircon distribution in various of grain sizes

粒度	锆石在各粒度重矿物中的颗粒质量分数(%)													
	F08-6	F010-1	Z04	Z08	F14	F028-4	Q14	Q32-1	Q35-3	Q37-1	T12	T31	C36-5	平均值
1.5φ-2.0φ	0.00	0.00	0.00	0.00	6.78	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
2.0φ-2.5φ	0.57	0.00	0.86	0.86	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00	1.96	0.55
2.5φ-3.0φ	0.86	0.00	0.57	0.00	0.29	0.00	0.57	0.29	1.43	0.00	1.43	0.57	1.71	0.59
3.0φ-3.5φ	1.71	0.57	1.14	1.14	1.14	0.86	1.14	0.86	5.71	0.86	5.14	1.71	7.71	2.28
3.5φ-4.0φ	0.57	2.57	10.29	8.00	7.71	19.14	4.00	15.43	15.14	3.43	36.29	19.71	14.00	12.02
4.0φ-4.5φ	-	-	-	29.71	-	28.00	-	20.57	-	28.00	-	20.57	49.14	13.54
加权颗粒分数	0.71	0.17	5.84	3.01	5.54	1.67	0.34	14.46	5.39	1.96	5.31	3.51	5.78	4.13

粒度	锆石在各粒度中的相对百分含量(%)													
	F08-6	F010-1	Z04	Z08	F14	F028-4	Q14	Q32-1	Q35-3	Q37-1	T12	T31	C36-5	平均值
1.5φ-2.0φ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
2.0φ-2.5φ	0.32	0.00	0.12	1.16	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.50	0.50
2.5φ-3.0φ	0.69	0.00	0.22	0.00	0.06	0.00	9.89	0.01	1.32	0.00	3.79	1.64	0.94	1.43
3.0φ-3.5φ	8.98	8.55	2.49	1.57	0.25	1.36	6.78	0.10	57.25	2.74	5.29	1.29	8.49	8.09
3.5φ-4.0φ	90.02	91.45	97.17	88.67	98.37	71.94	83.33	21.34	41.44	31.04	90.92	83.43	52.34	72.42
4.0φ-4.5φ	-	-	-	8.60	-	26.70	-	78.57	-	62.22	-	13.63	37.73	17.50
合计	100.01	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.02	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

参考文献:

[1] Abuodha J O Z. Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya [J]. *Journal of African Earth Sciences*, 2003, 36: 41-54.

[2] Lang L. Heavy mineral weathering under acidic soil conditions[J]. *Applied Geochemistry*, 2000, 15: 415-423.

[3] Kyaw S W, Makoto T, Tesuya T. Changes in detrital garnet assemblages related to transpressive uplifting associated with strike-slip faulting: An example from the Cretaceous System in Kii Peninsula, Southwest Japan[J]. *Sedimentary Geology*, 2007, 201: 412-431.

[4] 廖正城. 广西地理[M]. 南宁:广西人民出版社, 1988. 128-129.

[5] 叶维强, 黎广钊, 庞衍军. 广西滨海地貌特征及砂矿形成的研究[J]. *海洋湖沼通报*, 1990, 2: 54-61.

[6] 刘昭蜀, 赵焕庭, 范时清, 等. 南海地质[M]. 北京:

科学出版社, 2002.1-502.

[7] 黎广钊, 叶维强, 庞衍军. 广西滨海砂矿特征及其富集条件[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1988, 8(3): 85-92.

[8] Gao S, Collins M B, Lanckneus J, et al. Grain size trends associated with net sediment transport patterns: An example from the Belgian continental shelf[J]. *Marine Geology*, 1994, 121: 171-185.

[9] 朱同兴, 冯心涛, 于远山, 等. 广西北海现代海岸沉积作用[J]. *沉积与特提斯地质*, 2005, 25(4): 66-69.

[10] 谭启新, 孙岩. 中国滨海砂矿[M]. 北京: 科学出版社, 1988. 33-142.

[11] 刘宝珺. 沉积岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1981. 21-26, 113-116.

[12] Comillault J. Particle size analyzer[J]. *Applied Optics*, 1972, 11: 265-268.

[13] 罗又郎, 劳焕年, 王泳漪. 南海东北部表层沉积物类型与粒度特征的初步研究[J]. *热带海洋*, 1985, 4(1): 33-41.

(下转第 66 页)