

# 汕尾市品清湖沉积环境特征分析

孙宗勋, 姚少慧, 陈忠, 陈军, 孙龙涛

(中国科学院边缘海地质重点实验室, 中国科学院南海海洋研究所, 广东 广州 510301)

**摘要:** 汕尾市品清湖是我国目前最大的沿岸泻湖, 作者首次对其进行了实地精确测量, 面积为 23.16 km<sup>2</sup>, 湖岸线长 39.62 km。前人对品清湖的研究认为品清湖潮汐类型属于混合潮中的不正规日潮型, 本文测量计算潮汐系数  $F$  为 1.1, 认为该区域的潮汐类型属于混合潮中的不正规半日潮型, 分析研究品清湖的沉积环境特征对研究我国沿岸泻湖的形成演化具有典型的示范意义。本文通过对品清湖水文动力、泥沙运移、沉积年代的研究, 在对品清湖地质背景、形成演化过程、地形地貌特征、环境动力特征等分析的基础上, 对 47 个表层沉积物样品进行了粒度组分等分析, 全面了解品清湖沉积物的类型、粒度组成及特征, 沉积物分布、分区及来源等沉积环境特征。分析结果显示品清湖沉积物主要由黏土、粉砂、砂以及砾石组成, 沉积物类型可以分为黏土质粉砂、砂质粉砂、粉砂质砂、砾质砂、砂质砾、砂—粉砂—黏土以及砂等 7 个类型, 其中黏土质粉砂是品清湖的主要底质类型。沉积物的来源有多源性或受多种动力因素影响, 主要有 4 种来源, 具有典型泻湖港湾沉积的特点, 品清湖的底质分区可划分为 6 个区域, 不同的区域反映了不同的物质来源和动力环境。

**关键词:** 品清湖; 沉积特征; 沉积环境

中图分类号: P736.213 文献标识码: A 文章编号: 1009-5470(2010)05-0065-07

## Analysis of the sediment environmental characteristics of Pinqing Lake in Sanwei, Guangdong Province

SUN Zong-xun, YAO Shao-hui, CHEN Zhong, CHEN Jun, SUN Long-tao

(Key Laboratory of Marginal Sea Geology, South China Sea Institute of Oceanology, CAS, Guangzhou 510301, China)

**Abstract:** The Pinqing Lake with an area of 23.16 km<sup>2</sup> and a length of 39.62 km along the coast is located in Shanwei City of southern China; it is the biggest coastal lagoon in China. Previous studies suggested that the tide type in the lake belongs to irregular diurnal tide within the hybrid tides. In this paper, the authors calculate the tide coefficient 1.1 and suggest that it belongs to irregular semidiurnal tide based on their measurements and calculations. Analysis of the Pinqing Lake's sedimentation environment is a typical example to study the evolution of lagoons in the coastal area. The hydrodynamics, transportation of various sediments and the chronological study of the sedimentations are presented in this paper. Combining the understanding of the geological background, evolution processes and geomorphologic features of lagoon systems, particle components of 47 surface sediment samples from the Pinqing Lake are obtained and analyzed. The sediment types, grain size components, sediment sources and distributions, sedimentary environments and zonation of the Pinqing Lake are fully investigated. Analysis results suggest that sediments from the Pinqing Lake are mainly composed of clay, silt, sand, and gravels. A total of seven types of sediments are identified, including clayey silt, sandy silt, silty sand, gravel sand, sandy gravel, sand-silt-clay, and sand. The main type of the sediment in the Pinqing Lake is clayey silt. The sediment is from different sources, and is controlled by different driving mechanisms. The results suggest there are four different sources with typical lagoon sedimentation. The Pinqing Lake is divided into six different zones according to sedimentary features, and different sedimentary regions indicate different sediment origins and dynamic environments.

**Key words:** Pinqing Lake; sediment characteristics; sediment environment

收稿日期: 2009-05-05; 修订日期: 2009-09-09。卢冰编辑

基金项目: 广东省 908 专项海岸侵蚀灾害调查与研究(GD908-01-06)

作者简介: 孙宗勋(1966—), 男, 山东省临沂市人, 副研究员, 从事海洋地质研究。E-mail: sunzx@scsio.ac.cn

品清湖位于广东省汕尾市区东面,是我国最大的沿岸泻湖(图 1)<sup>[1]</sup>。前人研究认为现品清湖面积仅有 22km<sup>2</sup>,水深普遍小于 1.6m<sup>[2]</sup>。经我们首次实地精确测量,确认品清湖的面积为 23.16km<sup>2</sup>,岸线长 39.62km。品清湖口门朝西,潮汐通道西北向延伸,与红海湾相通。潮汐通道长 3000m,咽喉断面宽 600m,最深处达 12m 以上。沿泻湖通道南侧发育长约 1800m 的边缘沙嘴,该沙嘴于 20 世纪 70 年代末在台风浪作用下溃决,后按原沙嘴的走向和长度填石加固,形成人工防波堤坝。

前人的研究认为品清湖海域的潮汐系数  $F$  为 2.14,属于混合潮中的不正规日潮型<sup>[2]</sup>。在一天之中有两个高潮和两个低潮,潮差较小,大潮期潮差小于 2m,涨潮历时和落潮历时基本相等,涨憩和落憩历时较短,小于 20 分钟。最高潮位 3.37m,最低潮位 0.09m,最大潮差 2.58m,最小潮差 0.10m,平均潮差 0.89m<sup>[3]</sup>,平均海面为 1.31m。我们在该海域布设了 6 个水文观测站,进行了大、小潮期表、中、底层次流速和流向的测量,分析计算品清湖的调和

常数,计算结果显示品清湖海域的潮汐系数  $F$  为 1.1,  $0.5 < F < 2.0$ ,属于混合潮中的不正规半日潮型。

## 1 品清湖地质背景及形成演化

品清湖周围地区自中生代以来,长期为隆起的剥蚀构造单元,仅发育侏罗系及第四系地层。下侏罗统的砂岩、砂页岩出露于品清湖的北侧和东北缘,上侏罗统的酸性火山岩以构造喷发不整合于下侏罗统之上,主要分布于品清湖的南侧。第四纪晚期以后,又接受滨海松散沉积物堆积<sup>[4]</sup>。

在中生代燕山期岩浆活动中,先后沿东西向隐伏构造侵入的汕尾花岗岩体和沙海花岗岩体,恰好展布于品清湖的北、南两侧,经长期风化剥蚀,形成了今日的花岗岩丘陵<sup>[5]</sup>。冰后期海水入侵至汕尾和沙海花岗岩岩体之间的低凹处,形成一个向西开敞的溺谷海湾,海水与外海可自由交换。随着西侧沿岸大砂坝向东发展,海湾逐步被半封闭而成为沿岸泻湖<sup>[6]</sup>,泻湖水体通过潮汐通道与外海相通。

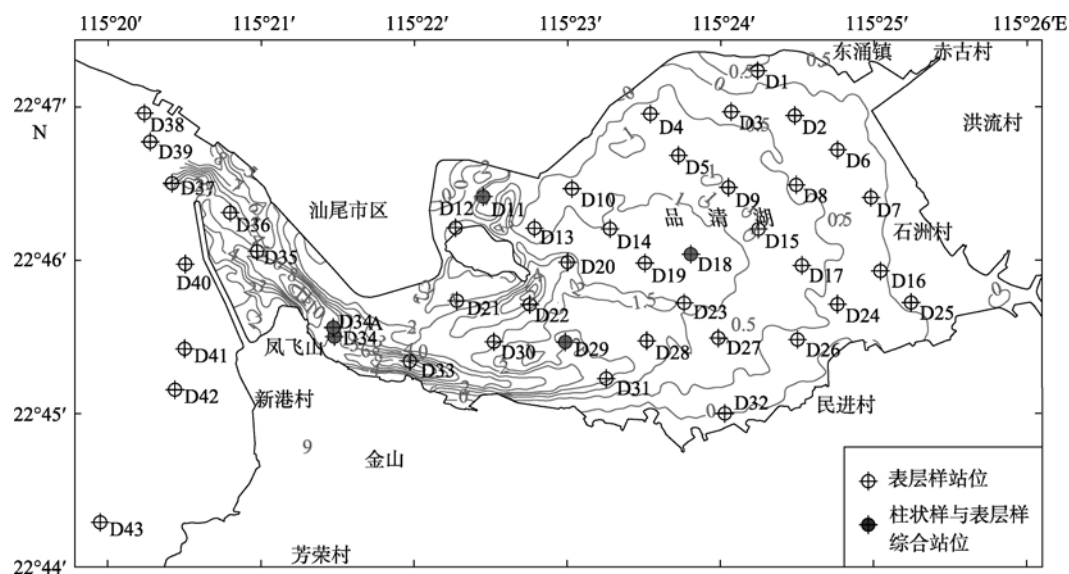


图 1 品清湖地理位置、地形及站位图

Fig. 1 Topographic map of the Pinqing Lake

## 2 品清湖地形地貌特征

品清湖东、北、南三面皆为低矮的丘陵地带,四周仅有数条小河流注入,南面的凤飞山和金山高程为 90—235m。品清湖呈椭圆型,长轴方向为 NE—SW 向,长约 7km,短轴方向 NW—SE 向,长约 4km。口门向西北,通过潮汐通道与外海红海湾相通,沿潮汐通道向海侧发育沿岸沙嘴,沙嘴外侧分布着

大片水下浅滩,水深 1—2m。品清湖的面积 23.16km<sup>2</sup>,湖岸线长 39.62km,水深普遍小于 1.5m,其面积约占总面积的 82.9%。在北部和东部为水深浅于 1m 的滩涂,面积占品清湖面积的 65.4%。品清湖西侧有屿仔岛,高 47.9m,面积 0.33km<sup>2</sup>。屿仔岛与北侧近南北向的防波堤围成一避风塘。避风塘面积 0.88km<sup>2</sup>,水深浅于 2m,仅在小岛西侧和北侧的口门处水深超过 2m。

品清湖内水深大于 1.5m 的区域主要位于潮汐通道及靠近通道的西南角。由于潮流的动力冲刷作用,泻湖内发育了 4 处深槽。第一个深槽位于屿仔岛东南,距岸线 100—150m,最大水深 7.2m。在品清湖南岸凤飞山脚相距 1000m 发育两个水深超过 10m 的深槽,东面的深槽平行岸线呈东西向延伸,距岸边 100—200m,最大水深 11.8m。西边的深槽平行岸线呈 SE—NW 延伸,距岸边约 100m,最大水深 13.3m。第 4 个深槽位于潮汐通道口门北侧,贴近码头边缘,大部分水深为 8—9m,个别点水深超过 10m。

3 沉积物特征

3.1 沉积物粒度组成及特征

粒度分析的数据资料,广泛地运用来研究沉积岩或沉积物的成因,作为研究沉积环境的方法之一<sup>[7]</sup>。

通过对品清湖 47 个表层沉积物样品分析,结果表明品清湖沉积物主要由黏土、粉砂、砂以及砾组成,各组分的变化见表 1。砾在 13 个站位出现,黏土和粉砂在 46 个站位出现,而粉砂在所有站位均有出现。在黏土(<4mm)组分中含有较多的腐殖质且有机质含量较高,大于 2mm 的组分主要由生物壳体及碎片、石英类碎屑颗粒两种成分组成。

表 1 品清湖沉积物的粒度组分及参数统计表  
Tab. 1 Granularity constituent and parameter statistics of sediments in the Pinqing Lake

|                     | 最小值    | 最大值    | 平均值    |
|---------------------|--------|--------|--------|
| 砾石所占比例/(n = 13)     | 4.508  | 64.337 | 24.721 |
| 砂所占比例/(n = 46)      | 0.172  | 97.667 | 32.865 |
| 粉砂所占比例/(n = 47)     | 0.846  | 63.804 | 37.674 |
| 黏土所占比例/(n = 46)     | 0.235  | 45.318 | 23.830 |
| 平均粒径 Mz(mm)         | 0.004  | 2.400  | 0.027  |
| 中值粒径 Md(mm)         | 0.004  | 0.525  | 0.028  |
| 偏态值 SK <sub>f</sub> | -0.466 | 0.342  | 0.039  |
| 峰态值 K <sub>G</sub>  | 0.657  | 3.550  | 1.385  |
| 分选系数 σ <sub>i</sub> | 0.475  | 3.656  | 2.072  |

沉积物的类型可以分为黏土质粉砂、砂质粉砂、粉砂质砂、砾质砂、砂质砾、砂—粉砂—黏土以及砂等七个类型,其中砂可细分为细砂、中细砂、中砂和粗砂等。黏土质粉砂是品清湖的主要底质类型,在 25 个站位中出现,其次为砂,在 10 个站位出现,而其余沉积物类型仅在品清湖零星出现少量。

品清湖沉积物的粒度参数的变化见表 1。由表

可知,沉积物的平均粒径和中值粒径的平均值基本相同,但平均粒径具有比中值粒径更大的变化范围。站位 D42、D43 沉积物的分选系数分别为 0.475、0.485,表示它们具有较好的分选性,其余站位的分选系数均位于 1.0—4.0 之间,说明它们的分选性差(图 2)。沉积物的偏态值 Skf 为 -0.466—0.342(图 3),除了少数的站位为极负偏(如站位 D40)或极正偏外(如站位 D22),其余的站位主要为负偏、接近对称或正偏之间(如站位 D10)。从沉积物的粒度分布图看,品清湖沉积物的沉积物分布由单峰态、双峰态及多峰态等,表明沉积物的来源具有多源性或受多种动力因素影响,具有典型港湾沉积的特点。

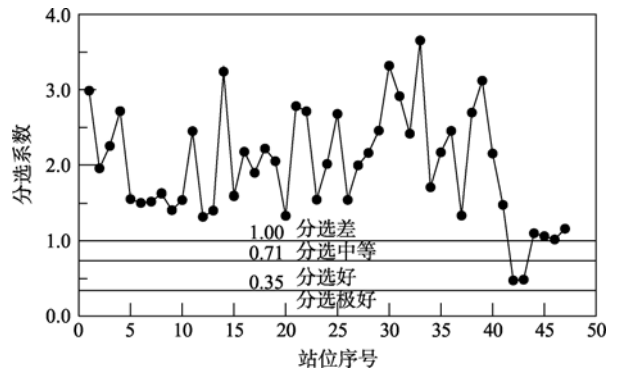


图 2 品清湖沉积物分选系数图  
Fig. 2 Sorting coefficient of sediments in the Pinqing Lake

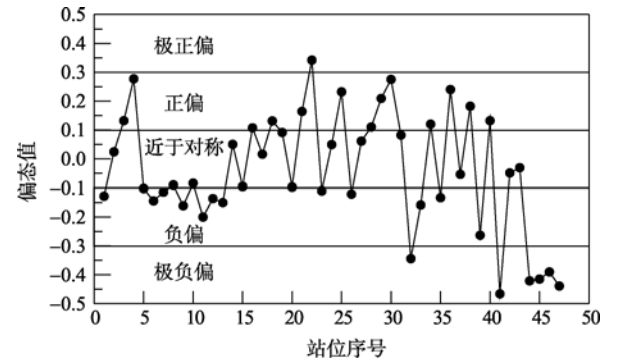


图 3 品清湖沉积物偏态值图  
Fig. 3 Skewness of sediments in the Pinqing Lake

3.2 沉积物分布和特征

虽然黏土是品清湖的沉积组分,但其在粒度组成中所占的比例不超过 50%,在各个站位中均不是主要成分。黏土含量主要分为小于 5%和 30%—40%两个端元区。黏土组分低值区主要分布在品清湖的南部、北部及西部的近岸水域,尤其在西部水域黏土组分的含量非常少。相反,黏土组分高值区主要分布在品清湖的东部及其近岸水域(图 4),这些沉积物中的腐殖质组分较高,有腐臭味。

粉砂是品清湖沉积物的主要物质成分, 它的特征与黏土组分基本相同, 也分为高值和低值两个端元区。这类沉积组分的分布也与黏土组分的分布基本相同, 即低值区主要分布在品清湖的南部、北部及西部的近岸水域, 而高值区主要分布在品清湖的中部及东部水域(图 5)。

砂是品清湖沉积物的重要组成部分, 各站位砂组成含量变化与黏土、粉砂不同, 砂的低值端元较明显, 但没有明显的高值端元区。砂可细分为细砂、中细砂、中砂和粗砂等。砂的分布与黏土、粉砂组分的分布基本相反, 砂的高含量区主要分布在品清湖的南部、北部及西部的近岸水域, 低含量区分布在品清湖东部及中部水域, 但品清湖潮汐通道中部的砂组分含量也比较低(图 6)。

砾石组分在品清湖沉积物出现的站位较少, 主要分布在品清湖西南近岸水域以及潮汐通道和防波堤的两侧, 其余零星分布在品清湖西北部水域(图 7), 且含量很少。砾石级组分主要由贝壳及碎块和石英质颗粒组成。

粤西的水东湾与品清湖同样为沿岸泻湖, 南部的大沙坝使之与外海相隔, 期间由一潮汐通道沟通泻湖与外海。泻湖内的沉积物主要由细颗粒的悬移质落淤而成, 泻湖沉积物类型是黏土质粉砂。在潮汐通道里, 由于流急水深, 沉积物比较粗, 一般为中细砂, 在深槽中更有砾砂等粗粒物质。口门外为厚约 1m 的细砂, 是现代波浪作用下的沿岸漂砂。品清湖的沉积物与水东湾相比其特征基本相同, 是典型的泻湖港湾沉积, 反映了沙坝—泻湖体系共同的

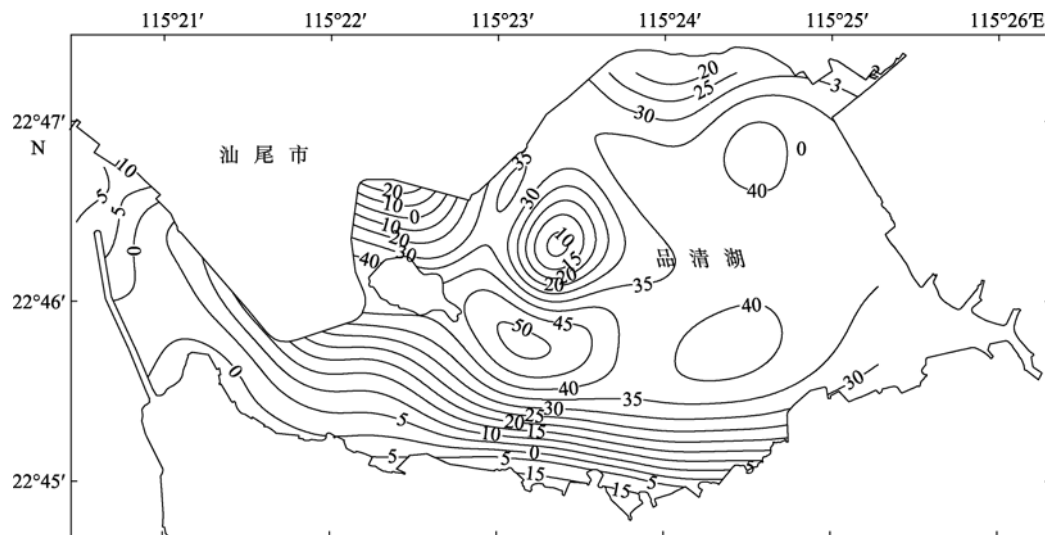


图 4 品清湖沉积物中的黏土组分含量分布图

Fig. 4 Distribution of clay constituent content of sediments in the Pinqing Lake

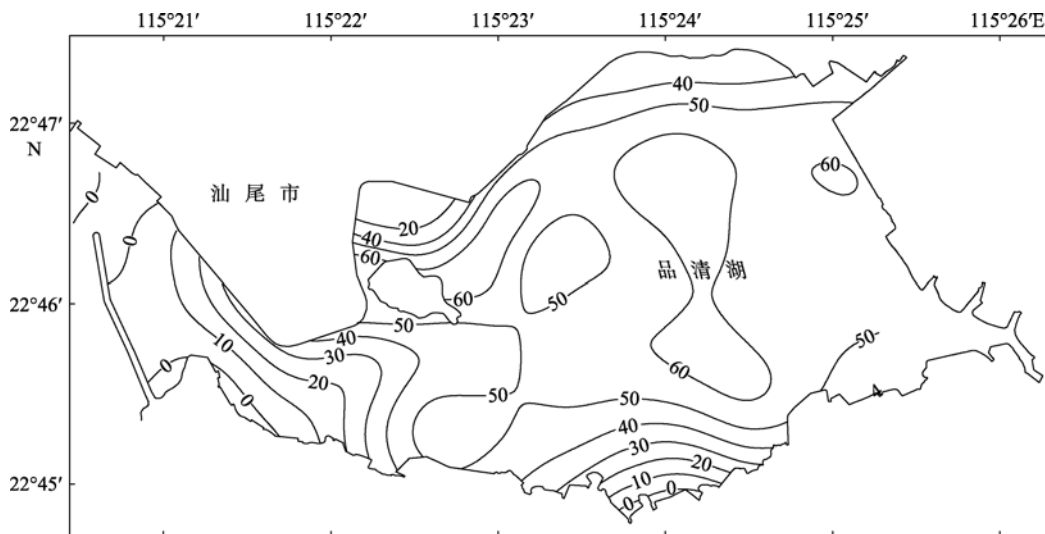


图 5 品清湖沉积物中的粉砂组分含量分布图

Fig. 5 Distribution of silt constituent content of sediments in the Pinqing Lake

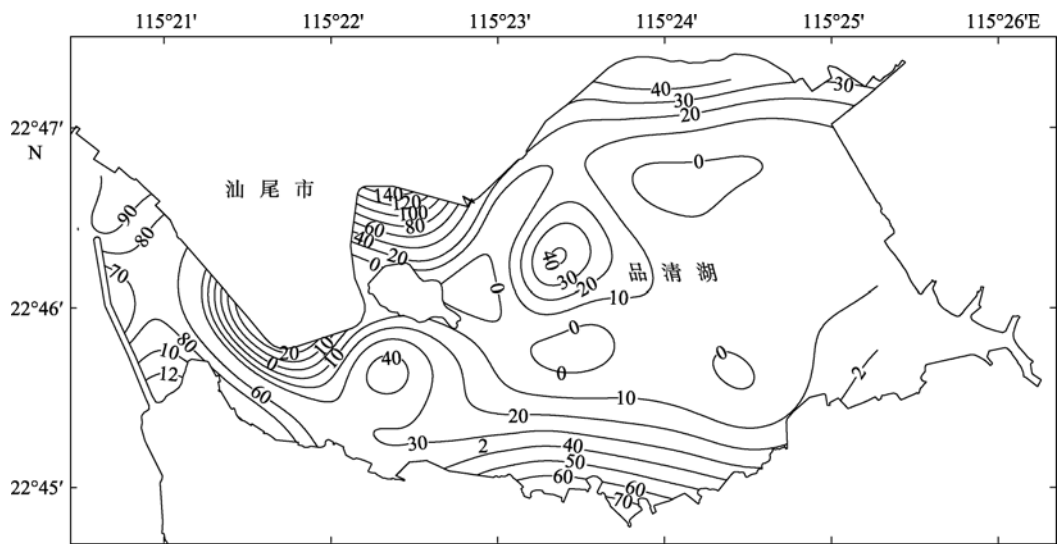


图 6 品清湖沉积物中的砂组分含量分布图  
Fig. 6 Distribution of sand constituent content of sediments in the Pinqing Lake

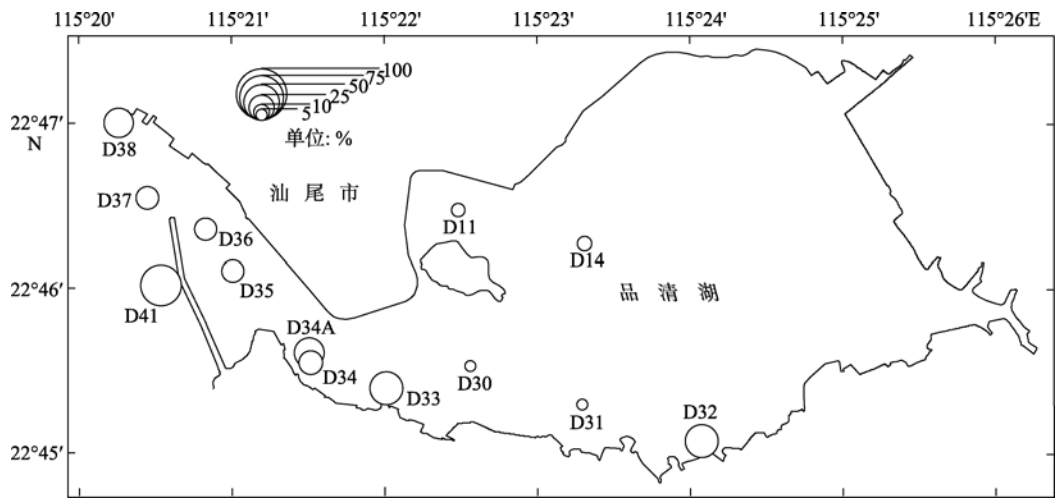


图 7 品清湖沉积物中的砾石组分含量分布图  
Fig. 7 Distribution of gravel constituent content of sediments in the Pinqing Lake

发育历史和沉积环境。品清湖沉积物中存在的砾质成分主要是由于人工建设防波堤坝等海岸工程造成的。

3.3 沉积物分区及来源

海岸泥沙来源主要有：河流入海泥沙、海岸海滩及岛屿侵蚀泥沙以及海洋生物残骸形成的泥沙<sup>[7]</sup>。

品清湖沉积物的类型复杂，可分为黏土质粉砂、砂质粉砂、粉砂质砂、砾质砂、砂质砾、砂—粉砂—黏土以及砂等七个类型，其中砂可细分为细砂、中细砂、中砂和粗砂等。根据站位的沉积物类型以及地形地貌等特点，品清湖的底质可划分为 6 个区域(图 8)，即(1)中东部黏土质粉砂区、(2)北部粉砂质砂区、(3)西北部中细砂区、(4)西部砾质砂区、(5)湖外砂质细砂区和(6)防波堤外砾石区。

品清湖无大的河流注入，泥沙主要来自外海海域。品清湖中东部黏土质粉砂区占品清湖的大部分水域，区内主要以黏土及粉砂组分为主，砾及砂组分较少，相对北部粉砂质砂区、西北部中细砂区和西部砾质砂区而言，该区的沉积物较细，而在东部黏土组分较粉砂组分少，因此可认为该区的物质来源主要是随涨潮流带来的外海细颗粒泥沙。但在中部站位出现了砾质组分，对这些粗粒组分进行观察，发现它们主要以生物壳体及其碎片为主，属于原地沉积生物组分。

品清湖北部粉砂质砂区的区域较小，其北部有小河流输入，向南部的湖心，砂组分含量逐渐降低，表明它的来源与河流输入物有关。同样地，西北部的中细砂区也表现出相似的特点，表明其物质来源

也与其北部的河流输入物有关。

品清湖西部砾质砂区以砾及砂为主要成分,且在近岸这些组分含量均增高,向湖心则减少,表明该区的沉积物主要由陆地物质供给。但在一些站位,粗粒组分也主要是贝壳及其碎块组成,说明原地生物沉积对沉积物有一定的贡献作用。

品清湖外近岸的砂质细砂区的沉积物主要是不同粒级的砂粒,粗粒组分主要为石英质颗粒,该区的物质主要来自由南向北的沿岸输沙。部分泥沙绕过沙嘴后,受到汕尾港西侧东西向海岸的向东向水流的作用,挟沙能力迅速降低,形成大面积细砂堆积。防波堤外的砾石质粗颗粒,主要由石英质粗颗粒组成,它们具有明显的尖角,磨圆性角差,表示它们搬运的距离不远,由于该类型沉积物出现在防波堤西侧近堤水域,因此可认为它的来源可能与防波堤人工填海的物质有关。

综上所述,品清湖的沉积物主要有四种来源:(1)外海来砂,(2)周边河流输入,(3)沿岸陆地物质和人工造堤填充碎屑物质,(4)原地沉积的生物组分。

### 3.4 泥沙运动特征

海岸泥沙运动,受制于三大要素,即海岸泥沙因素、海岸水动力特性和海域环境条件<sup>[8]</sup>。

汕尾品清湖以外的海域(汕尾港)是一个螺线海湾,上游岬角为龟头山,下游岬角为马宫角,海岸线已接近平衡状态。在波浪作用下,汕尾港螺线海湾海岸泥沙在东南浪作用下从东南向西北,或从东向西,但出现西南浪时,通道口以西海岸泥沙自西向东<sup>[9]</sup>。

品清湖位于红海湾东部螺旋形岸线的凹入部位,

波浪经绕射、折射后波高降低,能量减小。但来自东南方向的沿岸泥沙可随涨潮流进入品清湖,落潮时会把品清湖悬浮泥沙带到汕尾港外,因此,汕尾港外浅滩连片,上述波浪流起了很大的作用,也为品清湖外沙嘴的成长提供了物质基础。

外海泥沙在波浪和潮流作用下,通过潮汐通道进入品清湖后,随着流速的逐渐降低,泥沙颗粒由粗到细沉降下来,有着一个明显的分选过程。奎山河等小河流带来的河流输砂,颗粒较粗的在湖底沉积,细颗粒物质在落潮流作用下进入外海沉积。在雨季时,品清湖周围山地的泥沙以片流的方式进入湖内,尤以南侧明显。粒径粗的堆积在湖边,粒径细的随涨潮流进入品清湖中部沉积,或随落潮流输运至外海。季风期间,尤其热带气旋影响期间,波浪冲刷海岸,产生陆源沉积物,可随涨潮流在湖内沉积。

## 4 小 结

本文分析了品清湖的潮汐特征、水动力特征、地质背景、形成演化过程、地形地貌特征以及沉积物特征,重点分析了品清湖沉积物的粒度组成及特征、沉积物类型分布和特征、沉积物分区及来源,得出以下结论:

1) 品清湖沉积物主要由黏土、粉砂、砂以及砾组成,沉积物类型可以分为黏土质粉砂、砂质粉砂、粉砂质砂、砾质砂、砂质砾、砂—粉砂—黏土以及砂等七个类型。黏土质粉砂是品清湖的主要底质类型,沉积物的来源具有多源性或受多种动力因素影响,具有典型港湾沉积的特点。

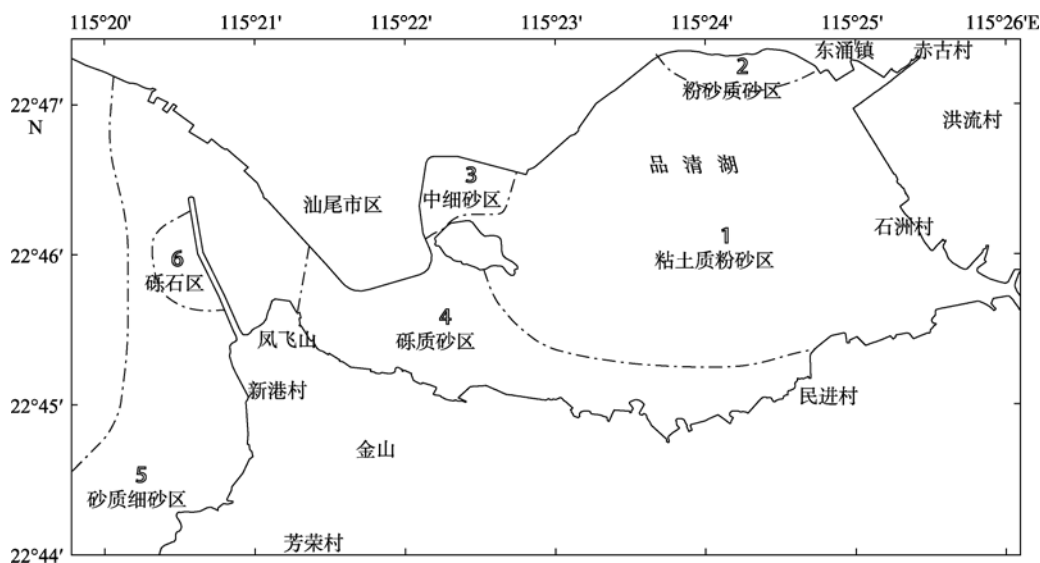


图 8 品清湖沉积物中的底质类型分区

Fig. 8 Subarea of sediment types in the Pinqing Lake

2) 黏土组分低值区主要分布在品清湖的南部、北部及西部的近岸水域, 尤其在西部水域黏土组分的含量非常少。高值区主要分布在品清湖的东部及其近岸水域。粉砂的特征与黏土组分的基本相同, 也分为高值和低值两个端元区, 分布也与黏土组分的分布基本相同。

3) 品清湖的底质可划分为 6 个区域, 即中东部黏土质粉砂区、北部粉砂质砂区、西北部中细砂区、西部砾质砂区、湖外砂质细砂区和防波堤外砾石区。

4) 品清湖的沉积物主要有外海来砂、周边小河流输入、沿岸陆地物质带入和人工造堤填海碎屑物质、原地沉积的生物组分四种来源。

## 参考文献

- [1] 王文介等. 中国南海海岸地貌沉积研究 [M]. 广州: 广东经济出版社, 2007: 4-19.
- [2] 罗章仁, 应秩甫等. 华南港湾 [M]. 广州: 中山大学出版社, 1992: 84-90.
- [3] 苏纪兰等. 中国近海水文 [M]. 北京: 海洋出版社, 2005: 250-285.
- [4] 应秩甫, 王鸿寿, 陈志永. 粤东汕尾泻湖—潮汐通道体系的演变及泥沙运动[J]. 海洋学报, 1990, 12(1): 54-62.
- [5] 赵焕庭等. 华南海岸和南海诸岛地貌与环境 [M]. 北京: 科学出版社, 1999: 37-75.
- [6] 张虎男. 断裂作用与韩江三角洲的形成和发展[J]. 海洋学报, 1983, 5(2): 202-211.
- [7] 刘宝珺主编. 沉积岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1981: 286-338.
- [8] 刘家驹. 海岸泥沙运动研究及应用 [M]. 北京: 海洋出版社, 2009: 1-14.
- [9] 王谅, 金鹰, 李宇. 汕尾港出海航道波浪作用下底沙回淤研究[J], 河海大学学报, 1995, 23(1): 62-68.