

中国东部陆架海区粒度分析研究进展

陈中亚,马妍妍,李广雪*

(中国海洋大学海洋地球科学学院,青岛 266100;海底科学与探测技术教育部重点实验室,青岛 266100)

摘要:沉积物的粒度受到物源区性质、沉积动力条件和搬运方式等因素的控制。自第四纪以来,我国东部陆架区由于海陆变迁、气候突变等古环境演化而沉积了巨厚的沉积物,这些成因特点都在沉积物的粒度特征中得到反映。沉积物粒度分析的经典方法是对粒度测试得到的数据进行计算和整理得到粒度参数和粒度图解,进而分析包括水动力、物源等在内的沉积环境特征。近年来随着计算机技术和数学模型的发展,沉积物粒度的应用也更加多元,如通过陆架区表层沉积物的粒度趋势研究现代沉积输运特征;通过敏感粒度研究高分辨率古气候演化;通过分离钻孔沉积物粒度数据重建古水深变化等。

关键词:陆架海;粒度分析;沉积环境

中图分类号:P736

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2016.04003

中国东部陆架边缘海是指朝鲜半岛、九州岛、琉球岛链、台湾岛内的渤海、黄海、东海^[1](图1)。

我国近海陆架宽广而平坦,其上沉积了众多江河入海携带的巨量陆源物质;自第四纪以来,陆架海平面经历了多次升降变化,改变了沉积物源及输运方式,这些变化都记录在深厚的陆架沉积物中,因此,陆架沉积物一直是海洋地质科学研究的热点领域之一^[2]。

沉积物的粒度变化受到物源区性质、沉积动力条件和搬运方式等因素的控制,与沉积物形成的环境有着极为密切的联系^[3],因而粒度分析经常是探究沉积环境特征及古气候意义的首要步骤和基础手段。笔者在此基础上总结了近年来陆架区沉积物粒度分析研究的资料处理和分析应用进

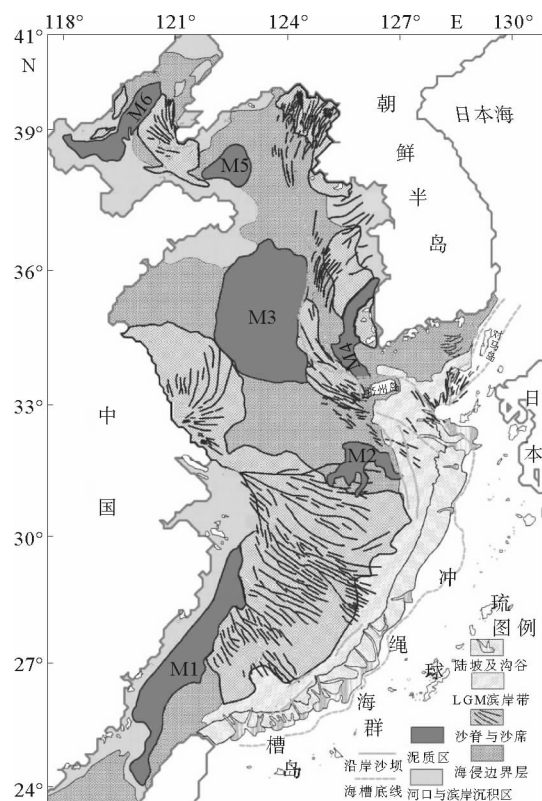


图1 中国东部陆架海底沉积环境格局(据文献[1])
Fig.1 Seafloor depositional environment pattern of the East China Seas(from reference [1])

收稿日期:2015-11-07

基金项目:中国地质调查局大陆架科学钻探项目(GZH201100202)

作者简介:陈中亚(1990—),男,在读硕士,主要从事海洋地质沉积方面的研究工作。E-mail:chenzy1018@163.com

* 通讯作者:李广雪(1962—),男,教授,博士生导师,主要从事海洋沉积和海洋工程调查方面的科研与教学工作。E-mail:estuary@ouc.edu.cn

展,并简要评述存在的一些问题。

1 粒度测定和分析简述

粒度测试就是通过大量测定沉积物颗粒直径,并统计出各种粒度出现的频数和相对频率,从而为之后的粒度分析提供基础数据^[4, 5]。

传统粒度测试将沉积物样品以 0.063 mm 粒径为界分为粗和细颗粒,细颗粒物用沉降法测试,粗颗粒物用筛析法测试,最后将两部分综合起来。此种方法最大的问题是速度慢、人为造成的误差较大。近十几年来随着激光粒度仪的普遍使用,粒度测试的效率、精度等大大提高^[6, 7]。但是传统方法测试结果与激光粒度测试结果有时候吻合不上。目前研究认为,激光法与沉降法、筛析法之间的差异是由于传统法和激光法测定的是不同定义的颗粒直径以及颗粒形状的不规则造成的^[6]。传统法与激光法粒度分析的主要差异在黏土粒级,其粒径常需要校正^[7]。总体上看,激光法粒度分析是一种有明显优势的现代粒度分析方法,适当校正后可以替代传统的粒度分析方法^[8]。

在 20 世纪初,粒度分析开始用于对沉积环境的判别分析,Udden^[9]提出以 2 为底数的粒度分级标准;Passega^[10]提出 C—M 图解法,来研究不同沉积水动力环境;Sahu^[11]对粒度样本矩进行判别分析,推导出一系列沉积环境的判别公式;Visher^[12]提出粒度概率图解释不同沉积搬运方式。此外,粒度参数也是常见的粒度分析方法,目前计算粒度参数的方法主要有图解法和矩法 2 类,研究表明,2 种方法计算的平均粒径和分选系数基本相同,偏态和峰态值不同,研究时应充分考虑这 2 种方法的差异^[13]。

2 陆架区沉积物粒度分析研究进展

2.1 陆架沉积环境分区

粒度特征及其时空分布规律是沉积物的基本性质之一,具有较好的沉积环境指示意义,是研究陆架沉积环境的重要资料。通过粒度分析首先能够获得沉积物类型分布特征,这是进行陆架沉积环境分区的第 1 步。研究表明,中国东部陆架泥

质沉积约占陆架总面积的 1/3,主要分布于内陆架,外陆架仅仅分布于济州岛西南附近的泥质区,且泥质沉积常被砂质沉积或混合沉积隔断;砂质沉积约占东部陆架面积的 1/3 强,主要分布于外陆架,内陆架砂体被泥质包围或者半包围;泥质和砂质沉积之间,广泛存在着海侵边界层沉积(混合沉积),这是在末次冰消期海平面迅速升高时发生改造的滨海沉积,与目前的沉积动力环境不相适应;另外,还存在暴露在海底表面的属于古代的残留沉积物,比如扬子浅滩南侧东海外陆架砂质沉积和海州湾残留沉积^[1](图 1)。

末次冰期以来海平面的上升引起海洋沉积动力环境剧烈变化,因而陆架表层沉积物不都是等时的,陆架外缘和各侵蚀区有残留沉积,在近岸地区有高位体系域的沉积物。这种现象很早就引起了人们的注意。秦蕴珊绘制了中国近海的海底沉积物分布图,将中国东部陆架沉积划分为 2 个不同时期的 2 种成因类型:内陆架主要沉积现代河流入海带来的碎屑沉积物,而外陆架则为早期的滨岸粗粒沉积^[14, 15];刘锡清^[16]编制了中国海沉积物分区图,对我国浅海陆架沉积物作了较详细的归纳和分区;李广雪^[17]采用层序地层划分对比法将东部陆架主要划分为海侵(古滨岸、潮流沙脊沉积等)和高位体系域沉积(陆架及近岸泥质沉积等)2 类。

确定沉积物分布类型之后,继而可以进行沉积环境的研究。但是通常情况下对粒度分布的环境解释存在多解性,即不同的环境出现相似的水动力学条件,使得粒度特征表现出重复性;或者相反,同一环境中存在不同的粒度特征^[17]。

解决粒度参数在环境解释的多解性问题可从以下 2 个方面入手:①尝试采用多种粒度参数的不同组合进行环境划分,以寻找对环境鉴别最为敏感的粒度参数组合。主要是应用多元变量分析方法对粒度数据进行分析,包括因子分析和聚类分析等。如运用 Q 型聚类分析,田姗姗等^[18]把东海西南陆架划分为内陆架细粒沉积区和外陆架粗粒沉积区 2 部分;在南黄海中西部,张宪军^[19]通过 Q 型聚类分析划分出 4 个粒度沉积区^[19];张存勇^[20]等利用粒度端元模型从南黄海近岸表层沉积物分离出 3 个端元以代表不同的沉积环境,其中端元 1 代表物源为苏北废黄河的前三角洲沉

积,端元 2 代表遭受强烈波浪潮流输沙作用的近岸沉积物,粒度粗化,端元 3 代表原地的沉积物。②探讨产生环境解释多解性的影响因素,结合流场、物源等资料综合判断沉积环境。如王中波^[21]等通过粒度特征,结合年代资料和有孔虫组合特征,将东海陆架沉积进一步细分为长江口外席状砂沉积区(I 区)、现代泥质沉积区(II 区)和陆架中部砂质沉积区(III 区)3 类;基于表层沉积物类型以及黏土矿物分布特征,徐刚等^[22]将南黄海西部陆架区划分为苏北近岸老黄河细粒沉积区、东北部水下楔形体沉积区、中东部残留砂沉积区以及西北部准残留砾石区。北黄海陆架也可划分为 2 个部分,山东半岛沿岸流控制了北黄海西部海区粒度分布特征,东部海区粒度分布特征的主控因素是强潮流^[23]。

2.2 沉积物输运趋势

沉积物粒径趋势分析是自 20 世纪 80 年代逐步发展起来的一种粒度分析方法,其核心是从表层沉积物粒度参数(平均粒径、分选系数、偏态系数)的空间分布变化规律中提取沉积物净输运方向的信息^[24]。目前常用的是 Gao—Collins 法,主要步骤为:①找出网格上两相邻采样点所有粒径趋势矢量;②求出每个采样点的趋势矢量之和 $R(X,Y)$;③对 $R(X,Y)$ 进行平滑处理,消除噪音;④得到趋势矢量平面分布图,代表沉积物净输移格局。

粒径趋势分析必须满足严格的条件,高抒^[25]总结为:①粒径趋势矢量需要具有显著的各向异性;②明确采样深度与时间尺度的关系;③采样间距根据地统计方法而确定;④消除边缘效应的影响;⑤沉积物样品应处于同一输运体系之内,对于源区物质而言应处于堆积状态。

粒径趋势分析法首先在河口、海岸、潮汐等粗颗粒沉积环境得到较为广泛的应用,近年来应用范围扩大到陆架环境,乔淑卿等^[26]对渤海表层沉积物的输运趋势进行了研究,发现渤海底质沉积物有向渤海泥质区净输运的趋势,认为渤海潮流和环流是形成这种趋势的主要原因;程鹏等^[27]对北黄海的表层沉积物粒径趋势进行了研究,发现沉积物净输运总体趋势为向北黄海中部汇聚;石学法等^[28]将此法运用到南黄海陆架中部细粒沉

积区,发现粒径趋势指示沉积物有向南黄海中部的沉积中心输移的趋势,并认为黄海气旋式环流(包括黄海冷水团)和冷涡控制着这种沉积格局。用同样的方法研究东海内陆架的表层沉积物,刘升发等^[29]发现沉积物存在从东北向西南的净输运方向。

2.3 高分辨率古气候

沉积物粒度大小与其形成环境的关系极为密切,粒度值的变化也是气候变化的有效替代指标之一。在陆地黄土的研究中,粒度是反映东亚冬季风变化的一个非常有用的指标,中国黄土—古土壤序列的粒度变化记录了大尺度空间范围内古季风变迁,与深海沉积物、极地冰心并称为全球变化研究的三大支柱信息载体^[30, 31]。黄、东海陆架位于东亚季风区,区内环流系统发育,同时接受黄河、长江以及韩国河流物质输送,陆架沉积物记录着丰富的古气候变化信息。尤其是陆架泥质区,由于具有沉积速率高、沉积连续性好等特点,泥质区沉积物是进行高分辨率古气候演化研究的良好材料^[32]。目前在陆架泥质区古气候研究中,敏感粒度指标使用最为广泛,研究主要集中在东海北部泥质区、浙闽泥质区以及南黄海中部泥质区。

沉积物从粒度数据中分离提取敏感粒度组分的方法主要有 3 种:基于 Weibull 分布的函数拟合法^[33]、端元粒度模型法^[34, 35]和粒级—标准偏差法^[36-43]。其中端元粒度模型法是在假设端元数的情况下,利用端元分析模型对每一粒级复相关系数及其平均值进行计算,找出符合需要的粒度端元数^[35]。粒级—标准偏差法的原理是通过研究激光粒度仪给出的每一粒级所对应含量的标准偏差变化而获得粒度组分的个数和分布范围^[44]。

在东海北部泥质区,孙晓燕、向荣等通过沉积物敏感粒度恢复了近 2 ka 来东亚冬季风的波动变化,与现代气象资料和竺可桢气候变化序列符合得很好^[38, 40];肖尚斌^[41, 42]利用东海内陆架泥质区钻孔样品平均粒度变化曲线揭示了近 2 ka 内 9 次粒径变大时期,很好地对应了历史降温记录,随后利用另一钻孔恢复了近 8 ka 以来东亚冬季风的变化信息,并认为太阳辐射是东亚冬季风百年和千年尺度变化的基本控制因素之一;张晓东等^[35]应用粒度端元分析模型从柱状样的沉积

物粒度数据中分离出3个端元,认为EM2/(EM1+EM2)比值可以作为东亚冬季风强度及中国古气候变化的替代指标。在南黄海中部泥质区,胡邦奇等^[45]成功恢复了7.2 ka以来的东亚冬季风演化规律,并对东亚冬季风和夏季风变化趋势进行了对比,认为千年尺度上两者的趋势基本一致,主要受控于轨道驱动的太阳辐射量季节性变化差异,百年尺度上夏季风减弱与冬季风增强事件相对应,这可能是对逐渐减弱的太阳活动强度的响应。

2.4 其他方面研究

古海平面研究的常用方法是通过海岸地貌研究(古贝壳砂堤、泥炭、珊瑚等)以及微体古生物转换函数建立海平面曲线^[46]。以往由于难以排除其他环境因素的干扰以分离出有效的水深信息,粒度数据较少单独用于古海平面变化的研究。近期有学者尝试使用数值模拟的方法用沉积物粒度数据反演古海平面的变化信息^[47, 48]。在渤海湾南部,易亮等^[49]使用Weibull方法对表层和钻孔沉积物样品的粒度数据进行分离,进而通过回归分析和校正重建了该地区晚更新世以来相对海平面的变化曲线,发现与全球海平面变化曲线符合地很好。

海洋重金属污染与沉积物粒度关系密切,结合表层沉积物粒度信息可以较好的区分人为和自然因素对海洋重金属污染的贡献。刘明等^[50]在渤海中部对表层沉积物中重金属元素与平均粒径(Mz)之间进行Pearson相关性分析,发现重金属元素间的相关性非常高,表明它们具有相似的来源和搬运规律;同时各重金属元素与平均粒径有较好的相关性,说明该地区重金属以自然来源为主,受沉积物粒度大小的制约,从而排除人类活动的影响。盛菊江等^[51]在长江口附近海域发现重金属含量有近岸向远岸递减的趋势,且Pearson相关性分析显示该海域重金属除了Pb以外与平均粒径的相关性不显著,表明重金属污染与人类活动密切相关^[51]。

3 存在问题及展望

就目前的研究现状来看,我国东部陆架海区

粒度分析研究还存在以下问题:

(1)陆架表层沉积物的分类方法不一致。沉积物的分类是海洋地质学研究的重要内容。谢帕德(Shepard)法和福克(Folk)法是较为常用的2种分类方法,但国内海洋沉积研究长期混合使用,不同研究者在同一海区使用不同的分类方法^[20, 22]。造成了专业语言的不一致以及学术交流上的困难^[52]。

(2)沉积物粒径趋势分析法近年来在我国陆架区得到了广泛地应用。这种方法主要应用于粗颗粒物质的沉积环境,而陆架环境中细颗粒沉积物是优势组分,所以必须考虑细颗粒物质的动力学特征,如细粒沉积物和砂质物质对于选择性搬运可有不同的反应。细粒沉积物还受到絮凝作用的影响,冲泻质的影响也需要进一步的研究^[27]。

(3)利用黄、东海泥质沉积物的敏感粒度进行古气候研究已获得了一系列重要研究成果。但近年来不断有学者对此提出不同看法。陆架泥质区沉积物敏感粒度受多种因素的综合影响,目前陆架泥质区敏感粒级的平均粒径作为东亚冬季风替代指标在不同区域应用的可靠性尚需进一步研究^[53]。

陆架区作为大陆和大洋之间的过渡地带,海陆相互作用活跃,是陆源碎屑物质向深海大洋输运的主要通道,在海洋地质研究中一直占据重要地位。粒度分析方法伴随着地质学发展而发展,在陆架区除了传统的沉积环境特征和划分陆架沉积环境研究外,沉积物敏感粒度古环境研究、表层沉积物粒径趋势分析的沉积输运方式研究、海平面变化研究以及海洋重金属污染研究也取得了很大进展。因此,相信随着技术和方法的不断发展和完善,粒度分析在陆架海区研究中的应用将越来越重要和广泛。

参考文献:

- [1] 李广雪,杨子庚,刘勇. 中国东部海域海底沉积环境成因研究(附1:200万海底沉积物成因环境图说明书)[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [2] 徐方建,李安春,万世明,等. 东海内陆架泥质区中全新世环境敏感粒度组分的地质意义[J]. 海洋学报(中文版), 2009,31(3):95-102.
- [3] 蒲晓强,陶小晚. 南黄海部分典型海域沉积物粒度特征[J]. 海洋科学,2009,33(8):63-66.

- [4] 卢连战,史正涛. 沉积物粒度参数内涵及计算方法的解析[J]. 环境科学与管理,2010,35(6):54-60.
- [5] 蒋明丽. 粒度分析及其地质应用[J]. 石油天然气学报,2009,31(1):161-163.
- [6] 王金莲. 海洋沉积物粒度分析方法和测试结果的对比研究[D]. 北京:中国地质大学,2011.
- [7] 张富元,冯秀丽,章伟艳,等. 南海表层沉积物的沉降法和激光法粒度分析结果对比和校正[J]. 沉积学报,2011,29(4):767-775.
- [8] 蓝先洪,张志珣,李日辉,等. 南黄海沉积物不同粒度分析结果的对比研究[J]. 海洋地质动态,2006,22(10):5-7.
- [9] Udden J A. Mechanical composition of clastic sediment[J]. Geological Society of America Bulletin,1914,25(1):655-744.
- [10] Passega P. Grain size representation by CM patterns as a geological tool [J]. Journal of Sedimentary Research,1964,34(4):830-847.
- [11] Sahu B K. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments[J]. Journal of Sedimentary Research,1964,34(1):73-83.
- [12] Visher G S. Grain size distributions and depositional processes[J]. Journal of Sedimentary Petrology,1969,39(3):1074-1106.
- [13] 贾建军,高 抒,薛允传. 图解法与矩法沉积物粒度参数的对比[J]. 海洋与湖沼,2002,33(6):577-582.
- [14] 秦蕴珊,郑铁民. 黄东海地质[M]. 北京:科学出版社,1982.
- [15] 秦蕴珊. 中国陆棚海的地形及沉积类型的初步研究[J]. 海洋与湖沼,1963,5(1):71-85.
- [16] 刘锡清. 中国边缘海的沉积物分区[J]. 海洋地质与第四纪地质,1996,16(3):1-11.
- [17] 林炳煌. 泉州湾沉积物粒度和元素组成特征及其沉积环境意义[D]. 厦门:厦门大学,2009.
- [18] 田姗姗,张富元,阎丽妮,等. 东海西南陆架表层沉积物粒度分布特征[J]. 海洋地质与第四纪地质,2009,29(5):13-20.
- [19] 张宪军,蓝先洪,赵广涛,等. 南黄海中西部表层沉积物粒度特征分析[J]. 海洋地质动态,2007,23(7):8-13.
- [20] 张存勇,冯秀丽. 连云港近岸海域沉积物粒度空间分布特征及其分析[J]. 海洋学报(中文版),2009,31(4):120-127.
- [21] 王中波,杨守业,张志珣,等. 东海陆架中北部沉积物粒度特征及其沉积环境[J]. 海洋与湖沼,2012,43(6):1039-1049.
- [22] 徐 刚,刘 健,温 春,等. 南黄海西部陆架区表层沉积特征与物源分析[J]. 海洋地质与第四纪地质,2010,30(4):49-56.
- [23] 王 伟,李安春,徐方建,等. 北黄海表层沉积物粒度分布特征及其沉积环境分析[J]. 海洋与湖沼,2009,40(5):525-531.
- [24] Gao S, Collins M. The use of grain size trends in marine sediment dynamics: A review[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology,2001,19(3):265-271.
- [25] 高 抒. 沉积物粒径趋势分析:原理与应用条件[J]. 沉积学报,2009,27(5):826-836.
- [26] 乔淑卿,石学法,王国庆,等. 渤海底质沉积物粒度特征及输运趋势探讨[J]. 海洋学报(中文版),2010,32(4):139-147.
- [27] 程 鹏,高 抒. 北黄海西部海底沉积物的粒度特征和净输运趋势[J]. 海洋与湖沼,2000,31(6):604-615.
- [28] 石学法,刘焱光,任 红,等. 南黄海中北部沉积物粒径趋势分析及搬运作用[J]. 科学通报,2002,47(6):452-456.
- [29] 刘升发,刘焱光,朱爱美,等. 东海内陆架表层沉积物粒度及其净输运模式[J]. 海洋地质与第四纪地质,2009,29(1):1-6.
- [30] 刘冬雁,李巍然,彭莎莎,等. 粒度分析在中国第四纪黄土古气候研究中的应用现状[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2010,40(2):79-84.
- [31] 安芷生,吴锡浩,汪品先,等. 最近 130 ka 中国的古季风 I:古季风记录[J]. 中国科学(B辑),1991,21(10):1076-1081.
- [32] 徐涛玉,石学法,刘升发,等. 近 2 ka 来东海内陆架泥质沉积物颜色反射率特征及其古气候意义[J]. 海洋地质与第四纪地质,2012,32(6):149-158.
- [33] 孙东怀,安芷生,苏瑞侠,等. 古环境中沉积物粒度组分分离的数学方法及其应用[J]. 自然科学进展,2001,11(3):47-54.
- [34] 万世明,李安春,Stuut J B W,等. 南海北部 ODP1146 站粒度揭示的近 20 Ma 以来东亚季风演化[J]. 中国科学(D辑),2007,37(6):761-770.
- [35] 张晓东,许淑梅,翟世奎,等. 东海内陆架沉积气候信息的端元分析模型反演[J]. 海洋地质与第四纪地质,2006,26(2):25-32.
- [36] 孔祥淮,刘 健,徐 刚,等. 南黄海西部陆架区 SYS-0803 孔上部岩心的粒度特征及其环境意义[J]. 海洋地质与第四纪地质,2014,34(5):13-24.
- [37] 丁喜桂,叶思源,宫少军,等. 黄河三角洲 ZK1 孔岩心环境敏感粒度组分及沉积环境分析[J]. 世界地质,2010,29(4):575-581.
- [38] 孙晓燕,李广雪,刘 勇,等. 东海北部泥质区敏感粒度组分对东亚季风演变的响应[J]. 海洋地质与第四纪地质,2008,28(4):11-17.
- [39] 王顺华,肖尚斌,周宜红,等. 近 8 ka 东亚冬季风记录在东海内陆架的建立[J]. 三峡大学学报(自然科学版),2007,29(4):348-352.
- [40] 向 荣,杨作升,郭志刚,等. 济州岛西南泥质区粒度组分变化的古环境应用[J]. 地球科学,2005,30(5):582-588.
- [41] 肖尚斌,李安春,陈木宏,等. 近 8 ka 东亚冬季风变化的东海内陆架泥质沉积记录[J]. 地球科学,2005,30(5):573-581.

- [42] 肖尚斌, 李安春, 蒋富清, 等. 近2 ka来东海内陆架的泥质沉积记录及其气候意义[J]. 科学通报, 2004, 49(21): 2233-2238.
- [43] 孙有斌, 高抒, 李军. 边缘海陆源物质中环境敏感粒度组分的初步分析[J]. 科学通报, 2003, 48(1): 83-86.
- [44] 王可, 郑洪波, Maarten P, 等. 东海内陆架泥质沉积反映的古环境演化[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2008, 28(4): 1-10.
- [45] 胡邦琦, 杨作升, 赵美训, 等. 南黄海中部泥质区7 200年以来东亚冬季风变化的沉积记录[J]. 中国科学: 地球科学, 2012, 42(10): 1568-1581.
- [46] 庄陈程. 利用长江口现代潮滩硅藻建立海平面转换函数的尝试性研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.
- [47] Xiao J L, Chang Z G, Si B, et al. Partitioning of the grain-size components of Dali Lake core sediments: Evidence for lake-level changes during the Holocene[J]. Journal of Paleolimnology, 2009, 2(42): 249-260.
- [48] Sun D H, Bloemendal J, Rea D K, et al. Grain-size distribution function of polymodal sediments in hydraulic and aeolian environments, and numerical partitioning of the sedimentary components[J]. Sedimentary Geology, 2002, 3(152): 263-277.
- [49] Yi L, Yu H, Ortiz J D, et al. Late Quaternary linkage of sedimentary records to three astronomical rhythms and the Asian monsoon, inferred from a coastal borehole in the south Bohai Sea, China[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2012, 329-330: 101-117.
- [50] 刘明, 张爱滨, 范德江, 等. 渤海中部底质沉积物重金属环境质量[J]. 中国环境科学, 2012, 32(2): 279-290.
- [51] 盛菊江, 范德江, 杨东方, 等. 长江口及其邻近海域沉积物重金属分布特征和环境质量评价[J]. 环境科学, 2008, 29(9): 2405-2412.
- [52] 王中波, 何起祥, 杨守业, 等. 谢帕德和福克碎屑沉积物分类方法在南黄海表层沉积物编图中的应用与比较[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2008, 28(1): 1-8.
- [53] 涂路遥, 周鑫, 刘毅, 等. 近海泥质沉积物敏感粒径作为冬季风强度指标的再研究: 与器测数据的对比[J]. 第四纪研究, 2015, 35(6): 1393-1401.

RESEARCH PROGRESS OF GRAIN SIZE ANALYSIS IN SHELF AREAS OF THE EAST CHINA

CHEN Zhongya, MA Yanyan, LI Guangxue

(College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;
Key Laboratory of Submarine Sciences & Prospecting Techniques, Qingdao 266100, China)

Abstract: The grain size of sediment depends upon such factors as the transportation medium, transportation style and depositional environment. And the thick sediment deposited in the continental shelf areas since Quaternary is a result of paleo-environment evolution, such as sea level change and abrupt change in climate. All these features are reflected in the grain size characteristics of sediment. Basically, grain size parameters could be widely applied to analyze the characteristics of sedimentary environment, such as water hydrodynamics, sediment source and bottom characteristics. During recent years, the application of grain size analysis has been diversified due to the use of computer and simulation technology. Progresses have been made in areas like sediment transport patterns analysis using grain size trends of surface sediment in shelf seas, high resolution paleo-environment research using sensitive grain size of core sediment and reconstruction of ancient sea level using the partitioned grain size data.

Key words: shelf sea; grain size analysis; sedimentary environment