

渤海湾曹妃甸沙坝-泻湖海岸沉积物搬运趋势*

贾玉连 柯贤坤 许叶华 王艳

(南京大学海岸与海岛开发国家试点实验室 210093)

提要 以沉积物粒度参数特征和区域沉积物搬运趋势模型为基础,分析了曹妃甸沙坝-泻湖海岸的沉积物搬运趋势,揭示沙坝区为沉积物辐聚区,东坑尖子沙坝后侧及泻湖区为沉积中心。

关键词 沉积物搬运趋势,沉积物辐聚区,曹妃甸海岸

王颖、顾锡和 1964 年,高善明 1981 年,李从先等 1983 年,刘福寿 1993 年对渤海西岸陆上贝壳堤、滦河三角洲及其沙坝-泻湖的形成演化方面做了较为深入的研究;McLaren 和 Bowles 1985 年,Gao 和 Collins 1992 年已将基于沉积物粒度参数统计分析的沉积动力学模型应用于沉积物搬运趋势的研究,为沉积物运动研究提供了手段。本研究选取曹妃甸沙坝-泻湖海岸,试图研究不同的地貌单元和整个区域的沉积物搬运趋势的特征及对比,并分析沉积物搬运模型输出的结果同本区不同时期海图所体现的侵蚀与堆积规律

之间的关系。

* 本项目受到中国石化咨询公司和中交水运规划设计院资助,课题编号:南京大学海岸与海岛开发试点实验室 SCIEL21197105。参加野外和室内分析工作的还有邹欣庆副教授、王雪瑜教授、朱晓东副教授、施晓冬助工、曹文辉助工、李靖助工和研究生程鹏、陈文瑞、黄巧华。工作中得到王颖教授、朱大奎教授指导,本研究参考了 Shu Gao and Michael Collins 的“GSTA”程序,在此一并致谢。

收稿日期:1998-03-06;修回日期:1998-09-28

曹妃甸沙坝-泻湖位于渤海湾西北部海滨的河北省唐山市唐海县境内,面积约 750 km²,是渤海沿岸最大的沙坝-泻湖体系之一。高善明 1981 年,刘益旭等 1994 年认为它是古滦河在全新世中期经溯河、小清河故道入海的泥沙在三角洲平原前缘所建造的(图 1)。

本区为弱潮海岸,潮差小于 2 m,东北海区为不规则半日潮,向南到南堡附近为规则半日潮。潮流方向受渤海环流的影响,涨潮流向 SW,落潮流向 NE。本区为渤海西北岸多风区之一,区内风向与波浪的关系较密切,春季(3~5 月)、冬季(12~2 月)风力最大,风向 SW, NW,大约占年总数的 55%~65%;夏季(6~8 月)风力稍次,风向为 SE;因此 SW 向、NW 的波浪亦最强,SE 向波浪次之。

1 研究方法

沿 11 个固定断面,取得海底表层样 150 个(图 1)。样品定位使用 2108 型 GPS 定位仪,其最大误差小于 100 m。取样仪器是拖斗式采泥器。

除个别样品因主要为贝壳未作处理外,其他样品都进行了粒度分析。对小于 32 μm 的粒级用 LDY-1 型粒度分布自动测定仪测定,粒级间距 1 φ,最细粒级 10 φ。对于大于 32 μm 的样品用筛析法分析。得到各粒级百分含量,按海洋地质 1975 年刊登的国家海洋调查规范,对沉积物按主、次粒级和优势粒级进行分类命名,样品粒度参数的计算用矩形法,对每个样品计算 4 个参数:平均粒径(μ)、分选系数(σ)、偏态(Sk)、峰态(ku)。

Mclaren, Bowles 1985 年; Gao, Collins 1992 年认为,沉积物搬运趋势数学模型是一个沉积动力学模型,它的基本原理是:在沉积物搬运方向上,粒度参数的变化有下列两种趋势:(1)沉积物粒径变细,分选变好并更负偏;(2)沉积物粒径变粗,分选变好并更正偏;其他粒度参数变化组合都不能代表沉积物搬运。因此,把沉积物的粒度参数(平均粒径、分选系数、偏态系数)输入此模型,在给定的比较距离内,两两比较沉积物的粒度参数组合变化趋势,即可得到沉积物搬运方向的合成矢量。

比较方法及搬运矢量获得方法如下:比较距离为 r ,若 a 点与它周围的所有点中,只有与 b, c, d 点的距离小于或等于 r ,则 a 与 b, c, d 三点比较,若 a 到此三点的沉积物的粒度参数变化为上述两种趋势中的任何一种,则沉积物从 a 点搬运的合成矢量为 $\vec{ab} + \vec{ac} + \vec{ad}$,这里令 $|\vec{ab}| = |\vec{ac}| = |\vec{ad}| = 1$ 。Gao, Collins

1992 年认为这样得出的搬运矢量与沉积物搬运趋势的显著性有关。本研究的比较距离为 0.1(大地坐标中任何两点之间的欧氏距离)。不同时期的海图对比分析可提供海底堆积、侵蚀的信息。本文将 1938 1966 年渤海曹妃甸至团山角幅和 1985 年渤海秦皇岛港至歧河口幅海图(比例尺均为 1:250 000)多年来本区所表现的海底堆积与侵蚀的演变规律与数学模型输出的结果进行了对比,以分析它们之间的关系。

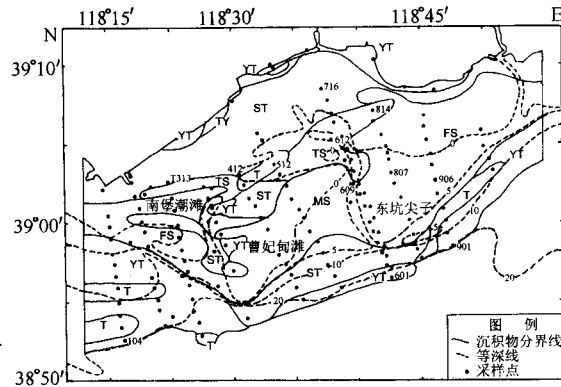


图 1 曹妃甸沙坝泻湖采样位置及沉积物分布
Fig. 1 Sampling sites and sediment distribution patterns in the Caofeidian sand bar lagoon area

2 研究结果

2.1 沉积物类型及相区

粒度分析结果显示本区沉积物分布类似于现代滦河三角洲的沉积相序(图 1),从近海深水区、沙坝区、泻湖区到岸边高潮线附近,大致可以分为 3 个沉积相,分别为浅海相、沙坝相、潮滩相。浅海相在水深 10~20 m 以外,沉积物最细,以粉砂质粘土(TY)和粘土质粉砂(YT)为主。沙坝相沉积物粒度最粗,主要为细砂(FS)和中砂(MS)。沙坝向陆侧的泻湖-潮滩相沉积物又变细,主要为粉砂(T)、粉砂质砂(TS)。总体上表现为由海向陆,沉积物的变化为细~粗~细。

在沉积类型分析的基础上,结合本海区的地形地貌,利用沉积物粒度分布直方图(图 2),本区可划分为 4 个次一级的地貌单元(表 1)。

表 1 各地貌单元沉积特征

Tab. 1 Grain size parameters of each sedimentary environments

调查区	中值粒径(ϕ)	分选系数	偏态系数	峰态系数	粘土含量(%)
潮滩区	3.5~5.0	0.7~1.5	1.02~1.68	0.9~2.0	0~16
泻湖区	4.1~5.2	0.9~1.5	0.86~1.32	1.2~1.9	0~12
沙坝区	1.9~2.7	0.7~0.9	0.35~0.83	0.62~0.91	0
深水区	5.6~7.1	1.7~2.2	<-0.93	1.8~3.1	20~40

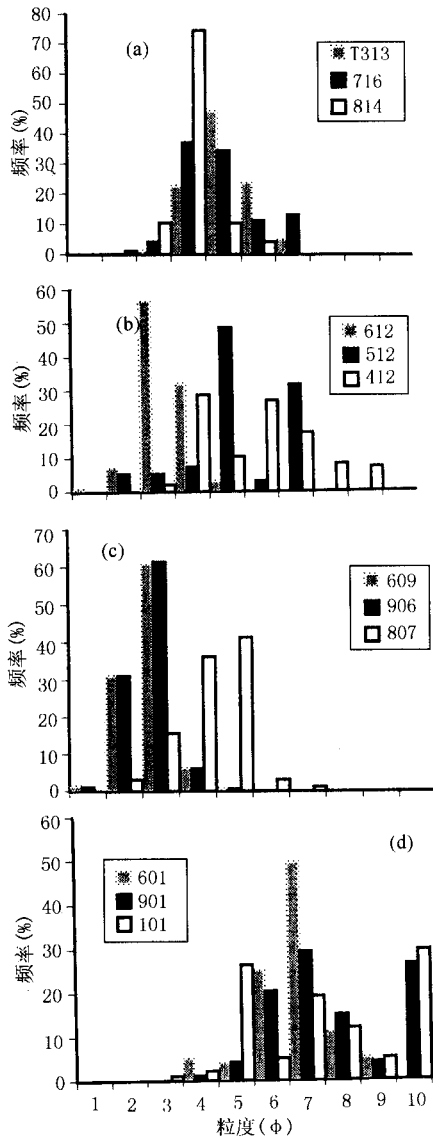


图 2 曹妃甸地区各地貌单元沉积物粒度分布直方图

(a)潮滩区,(b)泻湖区,(c)沙坝区,(d)深水区

Fig. 2 The frequency distribution of sediment of geomorphic units in Caofeidian

2.2 沉积物搬运趋势

沉积物搬运趋势模型输出显示,整个曹妃甸海区同各地貌单元所表现的沉积物搬运趋势基本是相似

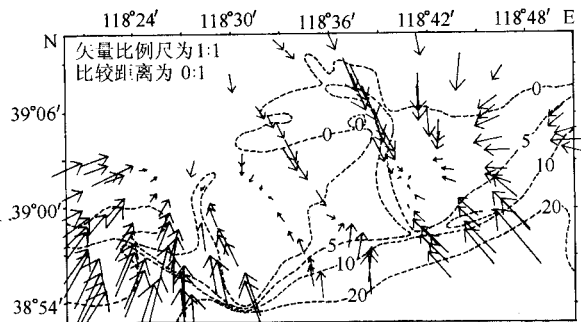


图 3 由沉积物搬运趋势模型所显示的沉积物搬运趋势 (矢量比例尺为 1:1; 比较距离(r)为 0.1)

Fig. 3 Sediment transport trend of Caofeidian region indicated by the model of sediment transport trend (Vector scale is 1:1; Comparing distance (r) = 0.1)

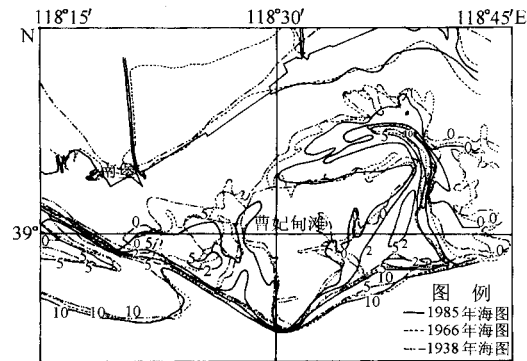


图 4 曹妃甸海区 1938,1966,1985 年海图对比

Fig. 4 Comparison of charts of 1938, 1966 and 1985 of the Caofeidian area

的,在潮滩-泻湖区沉积物有从高潮滩向低潮滩、从泻湖四周向泻湖中心搬运的趋势,南堡潮滩区(于南堡东南部)沉积物有向沙坝后侧波影区沉积的特点,这与一般潮滩沉积物有向陆搬运的趋势有所不同。在沙坝区,沉积物有向东坑尖子辐聚的趋势,且搬运趋势较为显著。沙坝外深水区沉积物总体上表现为由海向陆搬运,搬运趋势也较为显著。这种沉积物搬运趋势可能与本区分别来自NW向、SW向和SE向风所造成的向岸、沿岸输沙有密切关系。前面已提到本区为渤海西北岸多风区之一,由春季SW向、冬季NW向风引起的SW向、NW向波浪为本区最强波浪,夏季SE向风引起的SE向波浪次之。总之,在整个曹妃甸海区,沙坝(包括曹妃甸滩,东坑尖子沙坝)为沉积物辐聚区,东坑尖子沙坝后侧及泻湖为沉积物沉积中心,深水区及东部潮滩搬运趋势的显著性较强(图3)。

本区这种沉积物的搬运与沉积趋势同本区潮流在时间和空间上的分布有密切的关系。SW向波浪容易造成泥沙沿岸运动,SE与NW向的波浪到达沙坝区后,因水浅破碎,同样形成沿岸泥沙运动,使得粗颗粒的砂质沉积物由沙坝东、西两侧向沙坝中部辐聚。另外由于本区沙坝外水域涨潮流向SW,落潮流向NE;涨潮时,东坑尖子附近的潮流因受沙坝的阻挡而发生滞后,而曹妃甸甸头的涨潮流先期扩散至南堡东南部和曹妃甸头之间的潮滩区(沙坝波影区),随后和由东坑尖子进入的潮流相遇,二者在沙坝后的泻湖区相互顶托,流速骤减,沉积物发生堆积。东坑尖子沙坝后侧及泻湖成为本区沉积中心同样与潮流方向及水动力特征有关,涨潮流冲刷外侧沙坝进入泻湖

区时,因口门效应而流速有所减慢,水动力减弱而发生沉积;而在泻湖区涨潮流或河流来水因水流扩散,流速减小,泥沙堆积。此外,泻湖位于曹妃甸沙坝后的波影区,波浪能量弱。因此泻湖区潮汐、波浪动力能量均较弱,这就为沉积物的堆积提供了条件。

柯贤坤1997年认为沉积物搬运模型输出的结果能代表区域沉积物的长期的搬运趋势,至少是年平均的。比较1938,1966,1985年本区海图对比图可知,泻湖区,特别是0m等深线明显缩退,表明泻湖面积因淤积而表现为缩小,南堡潮滩区0m等深线也大幅度向海迁移,南堡潮滩扩大,表现出因淤积而变浅。沙坝向海一侧,特别是东坑尖子沙坝受到不同程度的侵蚀,在1985年海图中0m等深线已不复存在,潮汐河道不同程度向西摆动。这正是模型所显示沉积物搬运趋势在时间上的累积效果,说明沉积物搬运趋势模型能够反映区域性的沉积物长期搬运趋势。

3 结论

3.1 沉积物搬运趋势模型输出的结果显示,本区沙坝为沉积物辐聚区,东坑尖子沙坝后侧及泻湖为沉积物沉积中心,南堡潮滩为波影区沉积。这种沉积格局在时间与空间上都与本区的水动力和地貌格局有密切关系。

3.2 沉积物搬运趋势模型输出的结果同本区不同时期海图对比显示的结果基本吻合,这表明基于沉积物粒度参数特征的、能反映沉积物搬运趋势的沉积物动力学模型适用于该沙坝-泻湖海洋环境。

SEDIMENTARY TRANSPORT TRENDS OF WITHIN A SAND BAR/LAGOON SYSTEM IN THE BOHAI SEA

JIA Yu-lian KE Xian-kun XU Ye-hua WANG Yan

(State Pilot Laboratory of Coast & Island Development, Nanjing University, 210093)

Received: Mar. 6, 1998

Key Words: Grain size trends, Deposition of sediments, Caofeidian sand bar-lagoon

Abstract

Based upon the grain size trends of the Caofeidian sand bar-lagoon system in the Bohai Sea, the following conclusions are drawn:
1999年第3期

sions can be drawn. 1. The sand bar within the study area is a convergent area of sandy sediments, and the back of Dongkengjianzi sand bar and lagoon are the regional depositional centre. The Nanpu tidal flat behind the sand bar is a wave-sheltered depositional area. 2. The trends indicated by the model are consistent with the results based upon the comparison of charts of different periods; this implies that the sediment dynamic model is applicable to the Caofeidian sand bar/lagoon system.