

塘沽新港泥沙来源的研究*

高明德 林国军 张宏才 杨治家 林宝荣 黄庆福

(中国科学院海洋研究所)

塘沽新港泥沙来源的研究,不仅对防止或减少新港淤积具有实际意义,而且对港口整治和建筑物布置也具有一定的关系。

目前,关于塘沽新港泥沙来源问题,有两种看法。其一,根据水动力学研究的结果,认为泥沙来源于黄河¹⁾;其二,则根据沉积物的物质成分特征、分布规律以及入海泥沙的分异作用,并结合海洋水文动力特点与浅滩动态特征,首先明确地提出了:泥沙来源于海河²⁾。最近南京大学地理系海岸研究组,以海河水下三角洲的演变和渤海湾沿岸地貌沉积特征为依据,也认为泥沙是来源于海河^[1]。

本文根据沉积物的粒度成分、重矿物与粘土矿物成分和化学成分等分析,探讨了关于塘沽新港泥沙来源问题。

一、沉积物的粒度成分

(一) 渤海湾近岸沉积物的粒度成分

根据45个剖面122个表层样品的分析和整理,可将渤海湾近岸沉积物划分为以下几种沉积类型(见图1):

中砂 ($Md = 0.5-0.25$ 毫米) 分布最少,只出现在滦河口外及石臼坨西南水下沙岗处,分选很好, So 值小于1.5。

细砂 ($Md = 0.25-0.1$ 毫米) 主要分布在滦河口外的水下斜坡上,在石臼坨西南水下沙岗及七里海外面也有分布。分选好, So 值均在2以下。

粗粉砂 ($Md = 0.1-0.05$ 毫米) 除渤海湾顶(涧河—塘沽)及其西部(马棚口—徐家堡)和黄河口两侧烂泥湾外,基本上呈顺岸的条带状分布。滦河口外也有分布。分选较好,除特殊部位外, So 值均小于2.5。

细粉砂 ($Md = 0.05-0.01$ 毫米) 在渤海湾近岸分布较广。滦河口—蛭头沽、海河口—歧口和赵家堡—黄河口一带,顺岸呈条带状分布。滦河、捷地碱河和套儿河等各河口外海域也有零星分布。分选不好, So 值多在4以上,渤海湾顶宽达11.5。

粉砂质粘土软泥 ($Md < 0.01$ 毫米,而粒径 < 0.01 毫米颗粒的含量为50—70%)

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第447号;参加调查、分析和资料整理的还有:蔡爱智、荀淑铭、陈友标、陈珍皋、周秀廷、李星元和喻传卓等同志;李清和蒋孟荣两同志协助绘图。

1) 尤芳湖等,1959年。试论渤海湾泥沙的主要来源。

2) 中国科学院海洋研究所,1966年。塘沽新港泥沙来源的研究(初稿)。

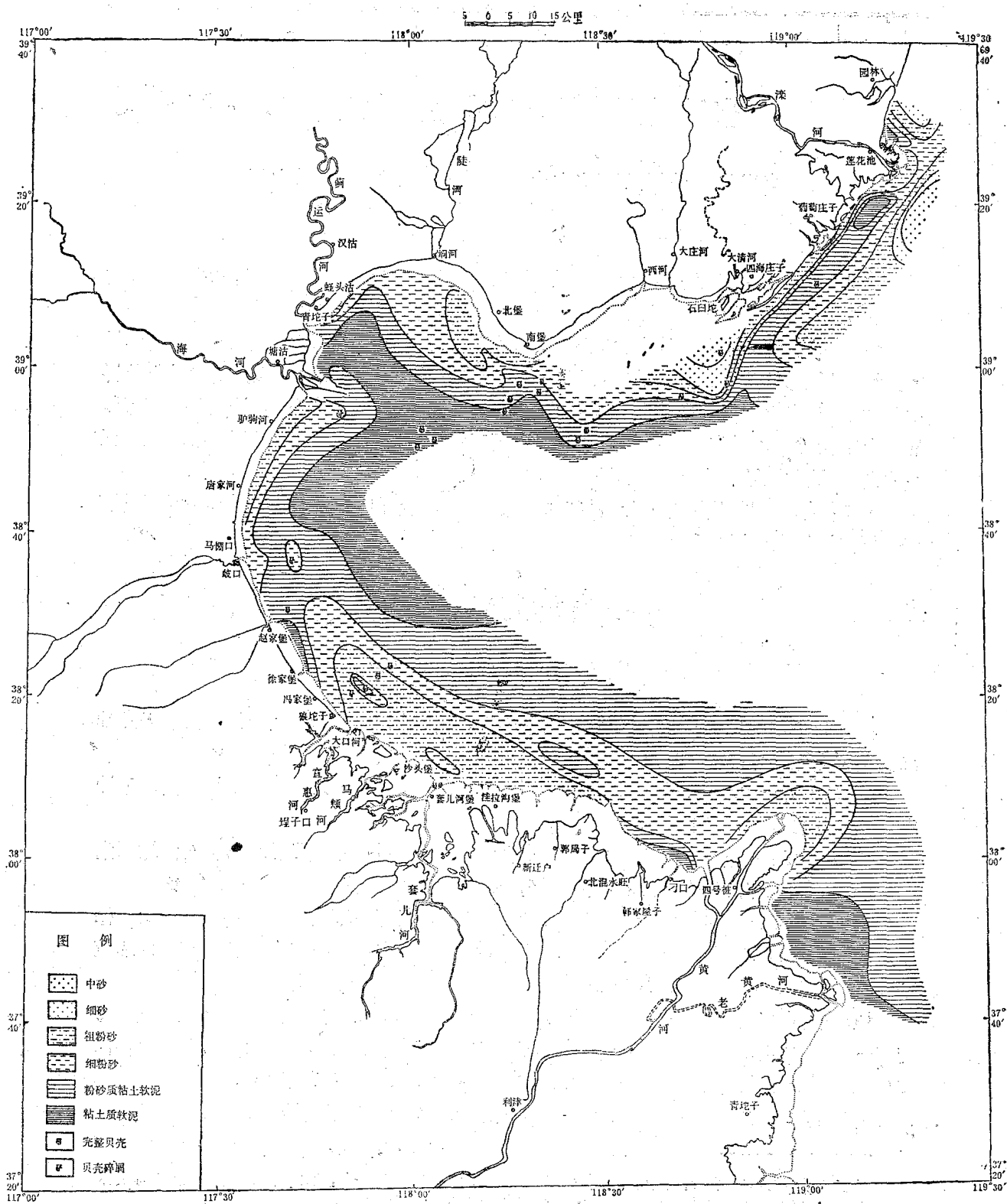


图1 渤海湾近岸沉积类型图

在本区分布最广。除渤海湾顶外,在细粉砂的外侧,整个渤海湾近岸皆有分布。颜色有从黄河口及滦河口向湾顶逐渐变暗的趋势(由黄色向青灰色转变)。分选不好,海河口外 S_o 值达 6.3。

粘土质软泥 ($M_d < 0.01$ 毫米,而粒径 < 0.01 毫米颗粒的含量 $> 70\%$) 分布在粉砂质粘土软泥外侧。分选不好, S_o 值均大于 4。

总观渤海湾近岸沉积物的分布,其特点如下:

(1) 黄河口至海河口沿岸沉积物分异比较规则,而且以细粒物质为主,沉积类型较简单。滦河口外海域,沉积物的分异比较复杂,沉积类型粗细相间变化较大,呈狭窄的条带状分布。这些差别显示着河流入海泥沙的性质及原始地形对近岸沉积作用的影响。涧河、歧口及黄河口两侧烂泥湾地区,沉积物极细,分选不好,看来这些地区最有利于泥沙的堆积。

(2) 近岸沉积物的横向变化,多随水深的增加,粒径由粗变细。但是在某些河口外,沉积物中则混有粗细相间的斑块。例如捷地碱河、套儿河和宣惠河河口外浅滩及郭局子附近等海域均显示了这一特点。

(3) 近岸沉积物纵向分布的特点是:粗粒物质多出现于河口附近及冲刷地段。随着距河口和冲刷地段距离的增加,粗粒物质逐渐减少以至消失,而代以细粒物质的沉积。

(二) 港域沉积物的粒度成分

据港域 103 个表层样品的分析资料,将沉积物划分成粗粉砂、细粉砂、粉砂质粘土软泥和粘土质软泥等四类。

粗粉砂 成小斑块状分布在后灯桩以东港域和大沽沙一带。分选较好, S_o 值小于 3。

细粉砂 分布在 B_3 标内、南疆和大沽沙浅滩一带。颜色较深,有臭味。分选中等。

粉砂质粘土软泥 它占分析样品总数的 40.8%。分布在大沽沙航道和横堤口以外的广大区域,南北两疆内也有分布。黄色至浅褐色,偶尔可以见到贝壳。分选不好, S_o 值多在 4 以上。

粘土质软泥 分布广,占分析样品总数的 43.6%。主要分布在南疆港南标以东、北疆的大部分地段、码头停泊地、港北抛泥地及港外航道两侧大灯船附近 5—10 米等深线一

表 1 港域沉积物颗粒级配表

地区	粒径(毫米) 平均含量 (%)	>0.01	$0.01-0.005$	$0.005-0.001$	<0.001	样 品 数
航道及码头泊地		21.3	13.5	30.7	34.4	14 个样品
北 疆		28.2	13.9	26.4	31.6	12 个样品
南 疆		48.1	11.5	29.6	27.3	24 个样品
港 外		37.1	12.8	23.5	27.3	32 个样品
平 均 值		33.4	12.9	27.5	30.1	

带。呈土黄色或青灰色,有微臭味。分选不好, S_o 值变化在 4—5 之间。

港域沉积物的分布特点是以细粒物质占绝对优势(表1),整个港域几乎全部被物理性粘粒所覆盖。沉积类型呈斑块状分布。

(三) 黄河、海河和滦河入海泥沙的分异及新港泥沙来源

从渤海湾近岸沉积物的分布规律可以看出,陆源物质,特别是河流入海泥沙是沉积物的主要来源。

滦河入海泥沙的分异作用比较复杂,粗细相间呈条带状顺岸向西南伸展,其影响范围可达石臼坨—南堡一带。滦河入海泥沙颗粒比较粗,是造成渤海湾北岸复杂的水下地形的物质基础,其细粒泥沙的含量不高,近岸在 10% 以下。

海河入海泥沙由粗到细逐渐分异。粗粉砂和细粉砂由于受新港南堤的阻隔,除沉积在大沽沙地区外,还向外扩散,向西南可直达歧口一带。而粉砂质粘土软泥与粘土质软泥则沿细粉砂的外缘,向南北两侧扩散,北可达涧河附近海域(见图 1)。

黄河入海泥沙除在河口地区沉积一部分较粗的泥沙外,大量的细粒泥沙入海后随水流运移并逐渐沉积,呈由粗到细的分布规律。从图 1 可以看出,黄河入海的粗粉砂和细粉砂顺岸向外扩散,近岸受其影响的海域达赵家堡一带。更细的泥沙——物理性粘粒(<0.01 毫米),主要向东北方向扩散,其中一部分向西北方向运移到渤海湾,并且沉积在湾中和歧口附近的海域。

根据上述河流入海泥沙的分异规律,可以进一步的讨论新港泥沙来源问题。

前面已提到港域沉积是以细粒物质为主。粗粒物质(粒径 >0.05 毫米)在港域内的分布极少,含量多在 30% 以下,而在航道北侧及南疆的大部分地区,含量小于 10%。在港域内物理性粘粒高含量($>70\%$)的分布面积却相当广。码头停泊地和航道内沉积物中,物理性粘粒含量竟达 80% 以上。因此,确定港域外围物理性粘粒的来源是很重要的。

据渤海地质调查报告¹⁾,物理性粘粒高含量($>70\%$)区出现在黄河口外,呈扇形向海中扩散,向西可达歧口附近海域,北达渤海中部。另一个高含区分布于海河口外,其南达歧口一带与黄河口扩散来的细粒泥沙汇合,其北达南堡一带与滦河口向西顺岸扩散的泥沙相遇。滦河口只有次高含量(50—70%)区,呈零星分布,向外扩散不甚明显。

此外,我们从海河口向外绘制了沉积物中各粒级百分含量、中值粒径(M_d)和分选系数(S_o)的综合曲线图(图 2)。从图 2 中可以看出,粗粒(0.25—0.1 毫米,0.1—0.05 毫米)物质由河口的 2001 站向海至 2006 站含量逐渐降低,从 2006 站再向外又逐渐回升;细粒(0.05—0.01 毫米, <0.01 毫米)物质与粗粒物质恰恰相反。同时,我们还对过去调查大沽沙剖面的资料进行了整理分析。通过分析同样可以看出这一规律:粗粒物质由岸向海含量降低,到距岸约 20 公里处的 2 站降到最低,而后又回升;细粒物质与此相反。引起沉积物具有上述变化特征表明,此处可能是海河与外海泥沙的交汇区。

综合上述,可得出如下结论,塘沽新港泥沙的来源,无论是粗粒还是细粒泥沙,都是来

1) 中国科学院海洋研究所,1966 年。渤海地质调查报告。

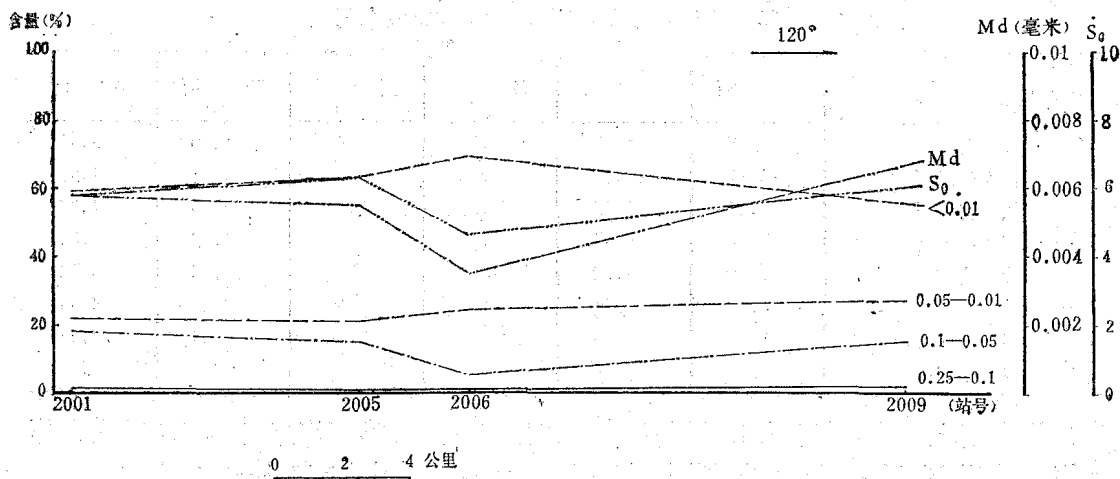


图2 20剖面沉积物中各粒级含量、平均粒径(Md)、分选系数(So)综合曲线图
自海河。

二、沉积物的矿物成分

(一) 重矿物成分

我们对黄河口至滦河口渤海湾近岸、主要河流(黄河、捷地碱河、海河、蓟运河、陡河和滦河)和港域及其附近,分别进行了104站、31站和32站表层样品的沉积物中的重矿物分析工作。采用的粒级为0.1—0.05毫米,重液比重为2.8。

1. 河流沉积物中的重矿物成分

经鉴定和分析表明,黄河、海河和滦河,首先在矿物种类上有所不同。海河29种,黄河28种,滦河最少为24种。其次在矿物含量上也有着明显的差别。海河不稳定矿物(辉石类¹⁾和普通角闪石)含量,高于黄河和滦河。黄河以比较稳定矿物(绿帘石)和稳定矿物(石榴子石)含量高为特征。滦河则以稳定矿物(钛铁矿、磁铁矿)和极稳定矿物(锆石)含量高,而区别于黄河和海河(见表2)。

2. 近岸沉积物中的重矿物分布特征

整个渤海湾近岸沉积物中的重矿物含量、石榴子石、楣石和钛铁矿主要富集在滦河口至南堡一带(图3—5)。其含量变化状况也基本一致。顺岸,从滦河口向黄河口具有由高逐渐降低的总趋势。垂直海岸变化有两种情况:其一,大部分地区从岸向海由低变高。例如,涧河剖面的钛铁矿,含量由7.94%逐渐增高到15.9%和19.03%。其二,部分地区如驴驹河和南堡附近岸段恰与上述情况相反。例如,南堡剖面的石榴子石含量由8.66%逐渐降低到7.41%和3.85%。

辉石类和普通角闪石主要富集在赵家堡至南堡一带(图6—8)。其含量变化较为复

1) 辉石类(普通辉石+透辉石+紫苏辉石)。

表 2 主要河流重矿物平均含量对比表(%)

矿物名称 \ 河 流	黄 河	捷地碱河	海 河	蓟 运 河	陡 河	滦 河
辉 石 类	3.37	3.45	9.45	6.84	1.60	6.51
普通角闪石	37.87	45.57	48.33	54.03	25.33	41.57
绿 帘 石	26.30	22.17	16.16	21.53	40.08	21.32
柘 榴 子 石	7.70	6.07	3.73	1.99	3.99	5.84
钛 铁 矿	6.69	5.20	4.88	4.26	10.38	10.72
磁 铁 矿	0.19	未见	1.49	0.15	0.20	3.03
铅 石	1.29	0.56	0.35	0.42	0.85	2.06
样 品 数	7	3	9	3	3	5

杂。总的看来,顺岸,以海河口附近为最高,渐向两侧变低。垂直海岸变化较为明显,从岸向海由高逐渐变低。例如,润河剖面的辉石类含量,由 9.01%—5.28%—2.85%。

绿帘石主要富集在黄河口—沙头堡、歧口—南堡和石臼坨—滦河口等岸段,在海河口及其附近呈现出一个低含量区(图 9)。含量变化大致是从岸向海渐渐增高。

片状矿物¹⁾主要富集在黄河口至赵家堡一带(见图 10)。从片状矿物含量分布图来看,含量变化明显。顺岸,从黄河口向徐家堡高含量带逐渐靠岸,其含量逐渐增高,构成了地形由低到高,含量亦由低到高的完全一致的情况。垂直海岸,由海向岸含量由高变低,特别是在郭局子和徐家堡两地更为明显。

3. 矿物区

综上所述,根据重矿物分布及其含量变化,把整个渤海湾近岸划分为三个矿物区和四个矿物亚区(图 11)。

黄河矿物区(白云母-普通角闪石矿物区),黄河口至歧口岸段。

总的特点是,不稳定矿物(白云母)含量最高;重矿物含量、不稳定矿物(单斜辉石²⁾和紫苏辉石),稳定矿物(柘榴子石、榍石和钛铁矿)等含量最低。特别是紫苏辉石,较多的站位根本没有分布;各主要矿物含量变化极大。例如,白云母最高含量 76.81%,最低 0.12%。普通角闪石最高 54.21%,最低 2.41%。

郭局子矿物亚区(柘榴子石-白云母-普通角闪石矿物亚区),与黄河矿物区大致相同。稳定矿物(柘榴子石、榍石和钛铁矿)含量显著增高。例如,柘榴子石最高 13.37%,最低 3.01%,一般在 5—8%之间。白云母含量剧减,最高 13.55%,最低 0.95%,一般在 2—4%左右。

大口河矿物亚区(白云母矿物亚区),与黄河矿物区相同,白云母含量最高 76.81%,最低 4.32%,一般在 30%左右。

海河矿物区(辉石类-普通角闪石矿物区),歧口南至南堡岸段。

矿物组合特征是,不稳定矿物辉石类和普通角闪石含量最高,白云母含量低,在 1—4%左右;各主要矿物含量变化不大。例如,辉石类最高 12.06%,最低 2.85%,一般在 5—10%左右。普通角闪石最高 67.46%,最低 28.05%,一般在 40—50%之间。

1) 片状矿物(白云母+黑云母+绿泥石)。

2) 单斜辉石(普通辉石+透辉石)。

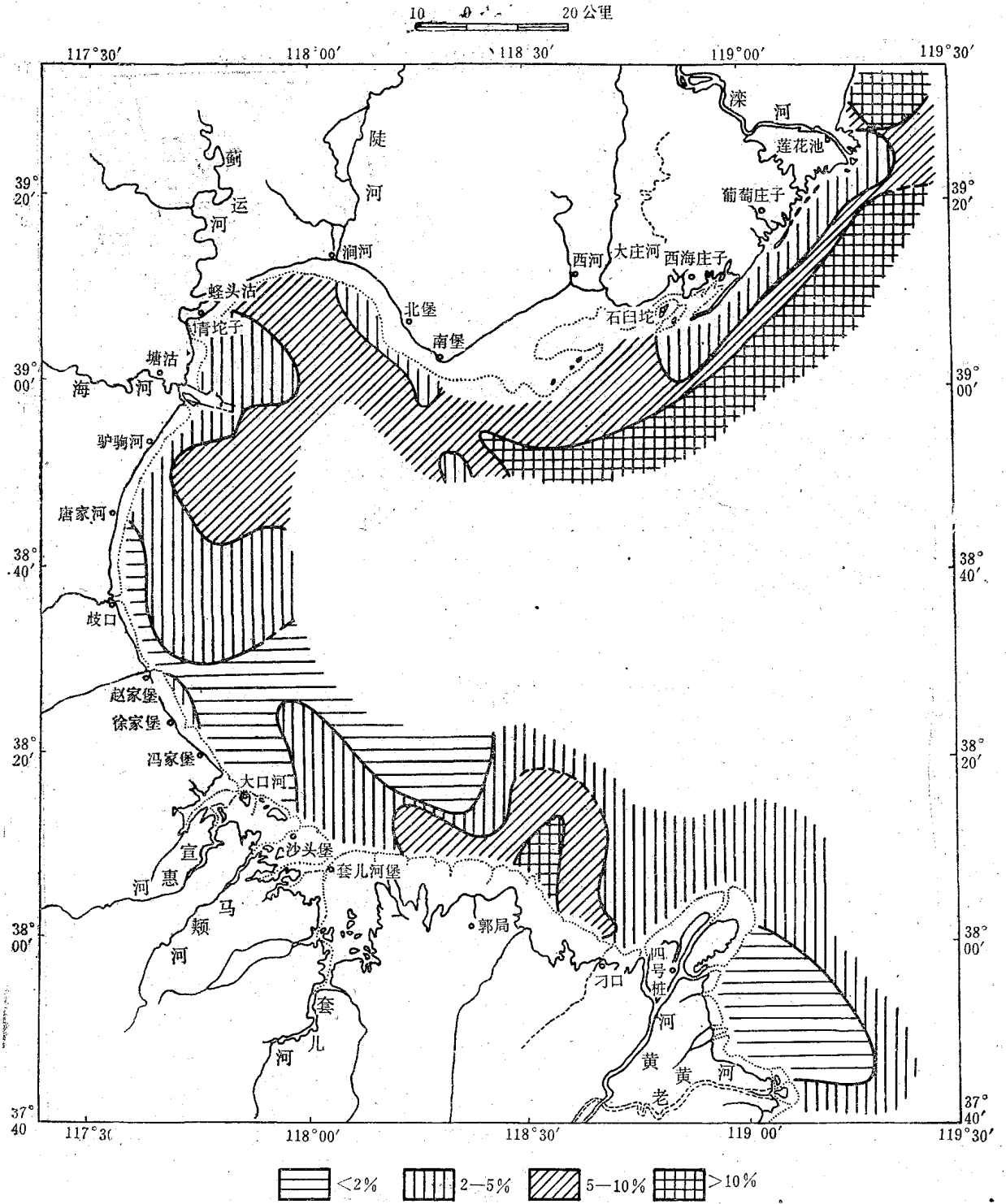


图3 柘榴子石含量分布图

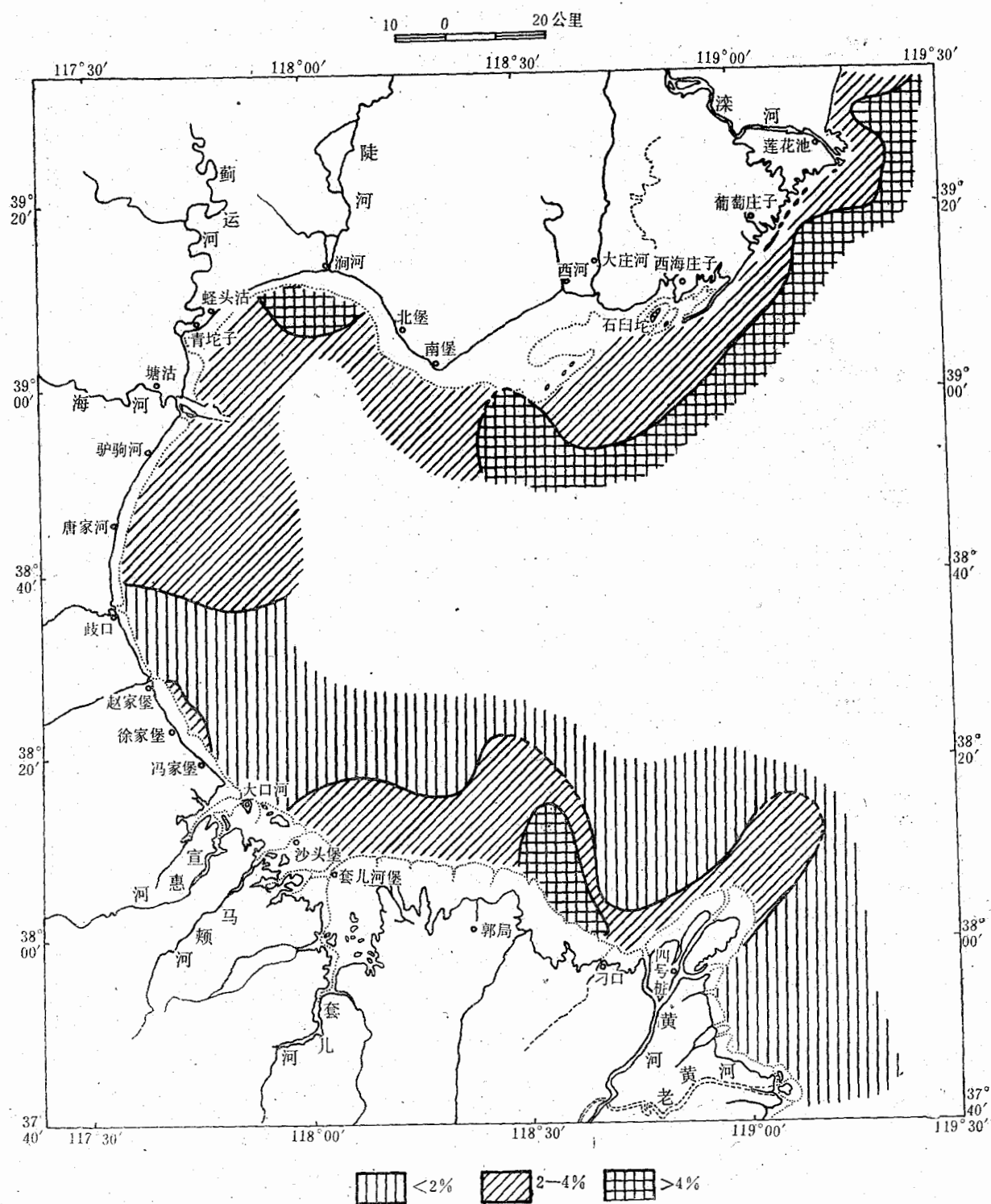


图4 卵石含量分布图

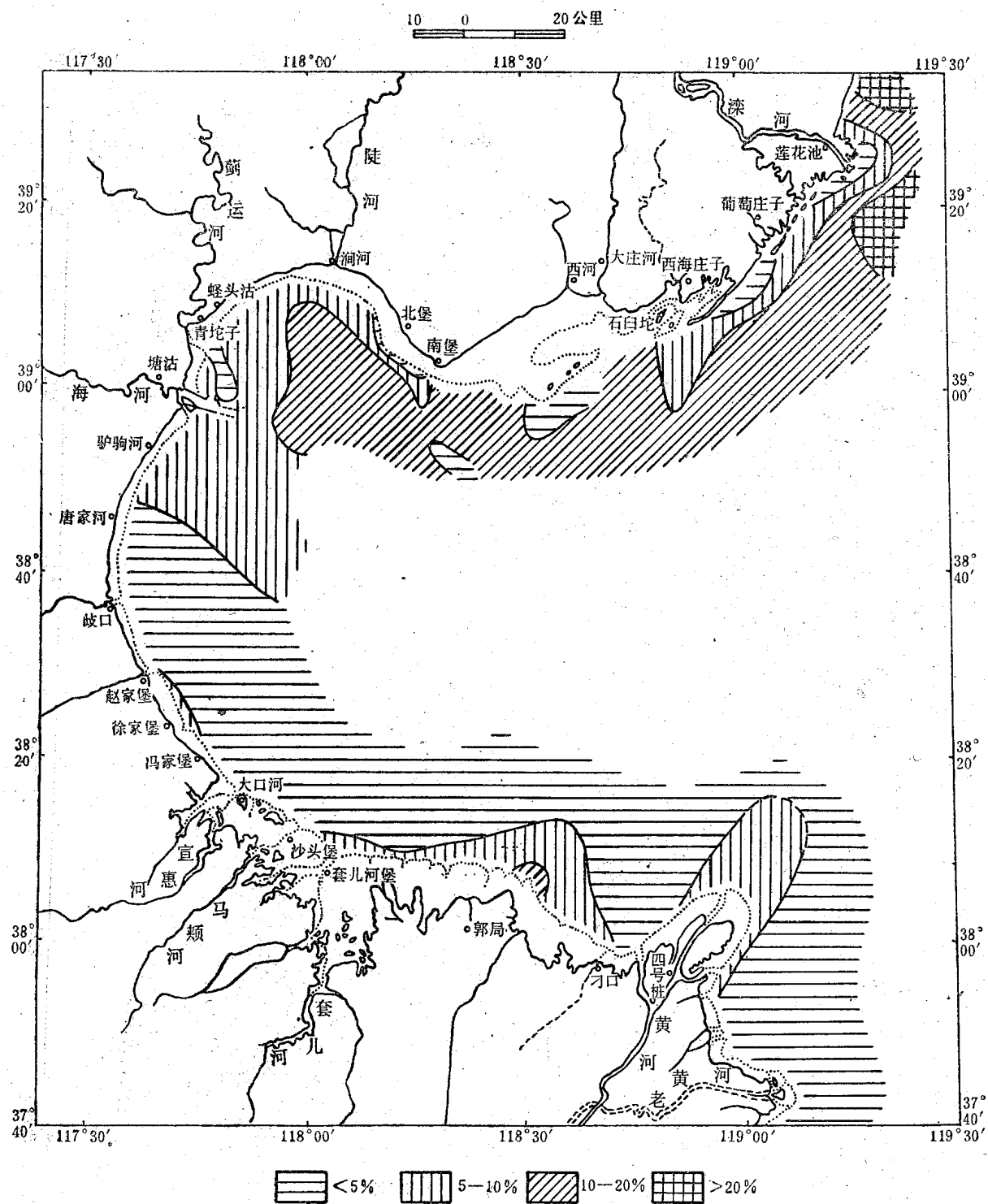


图5 铁钛矿含量分布图

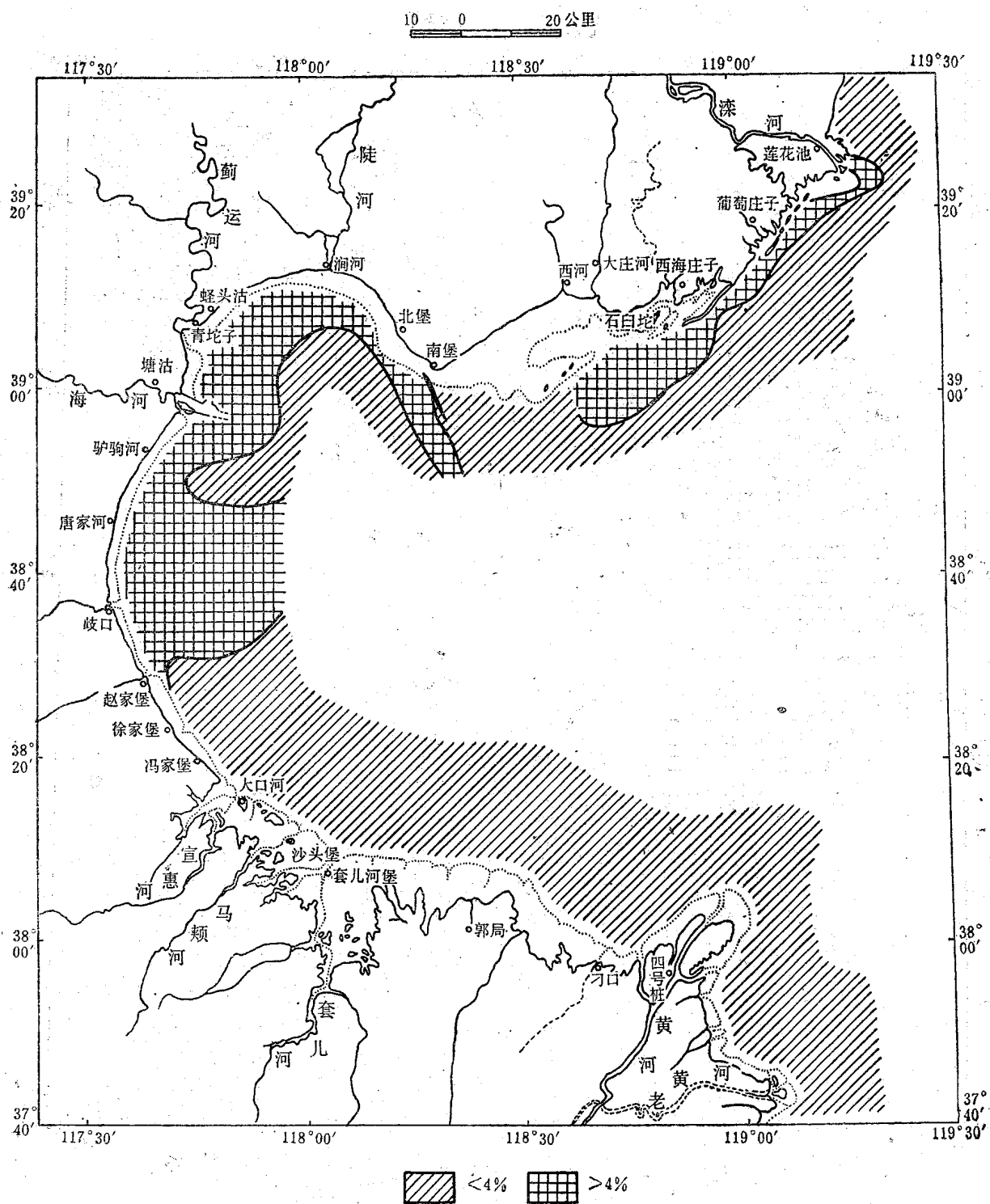


图6 单斜辉石含量分布图

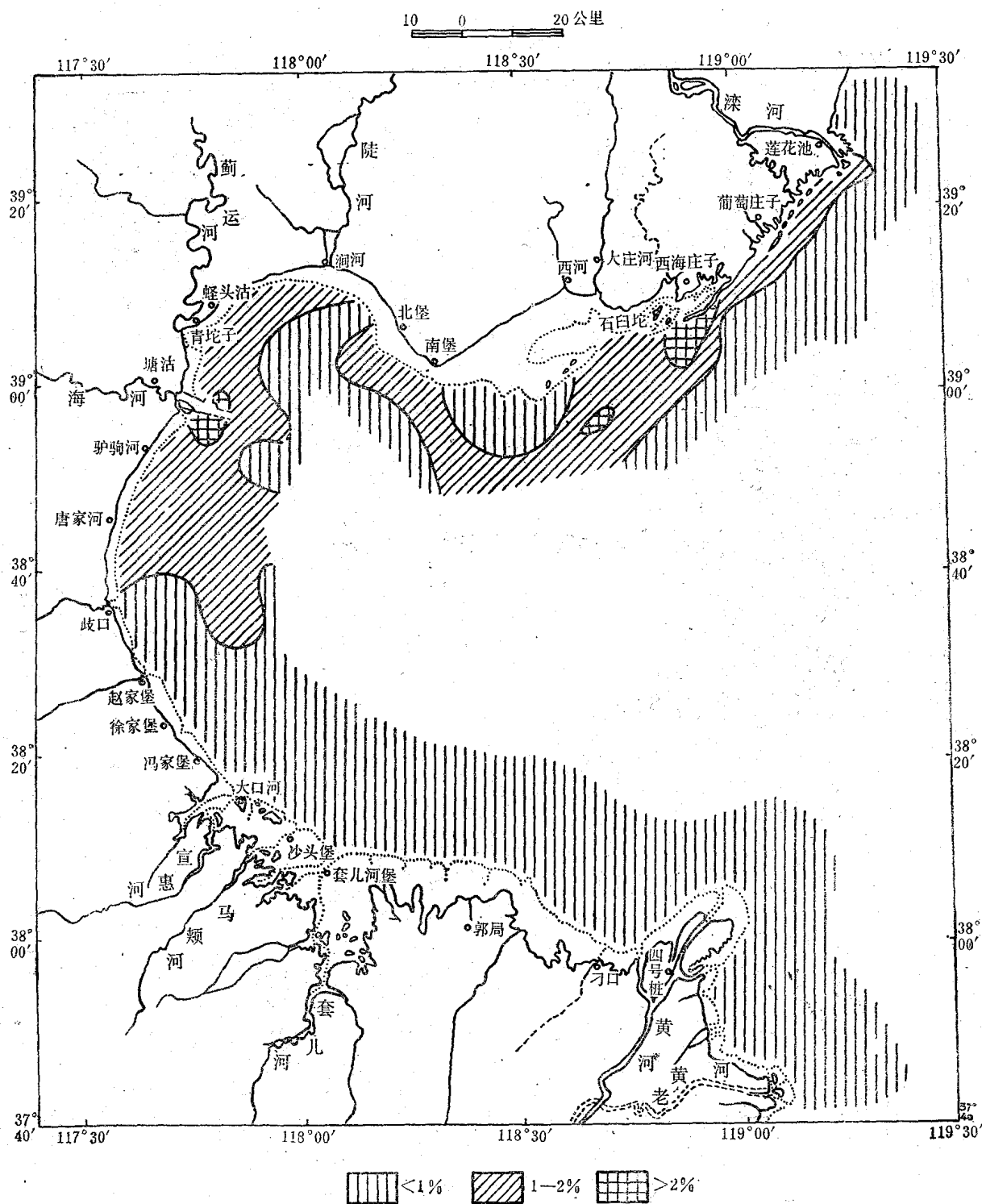


图7 紫苏辉石含量分布图

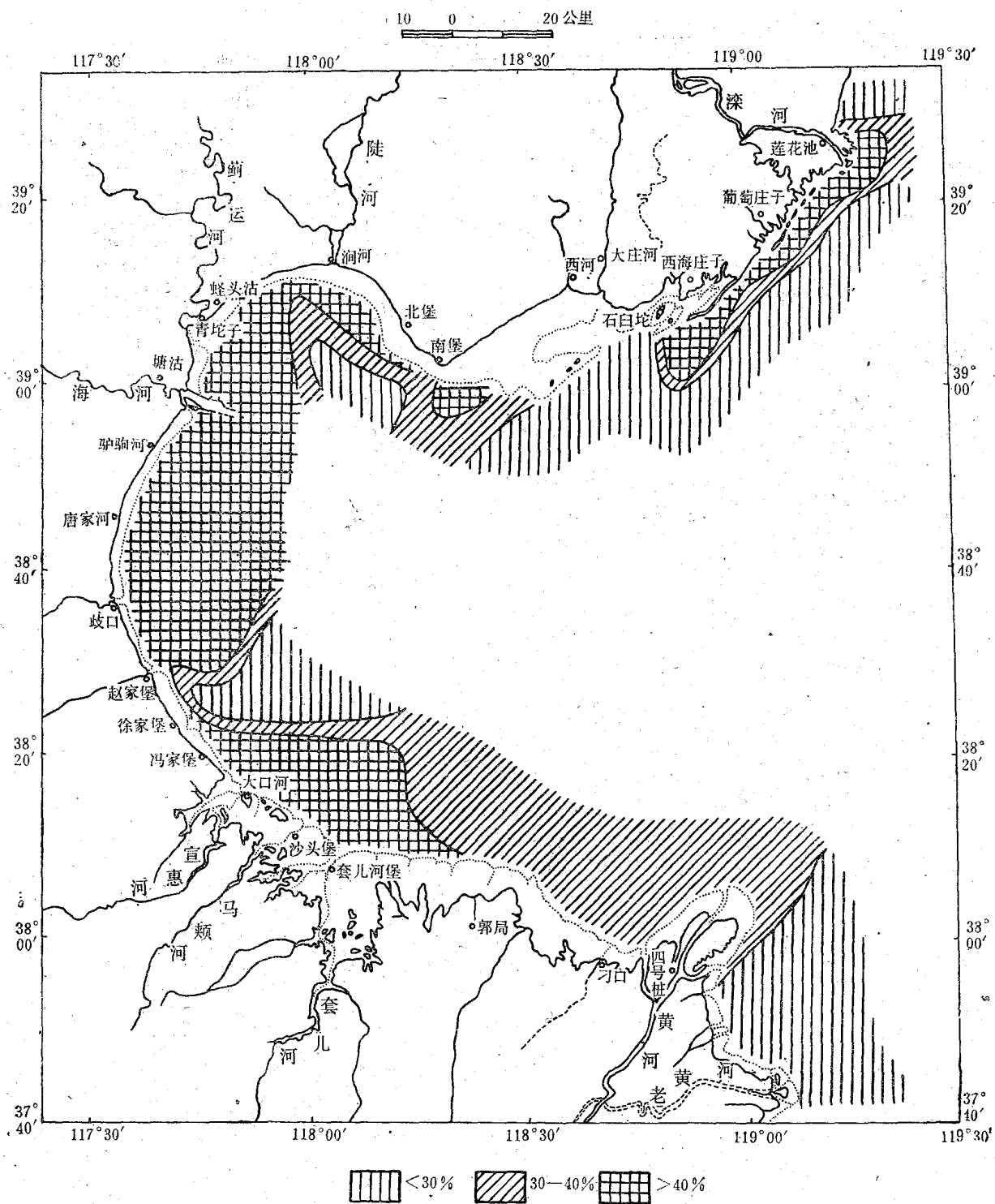


图8 普通角闪石含量分布图

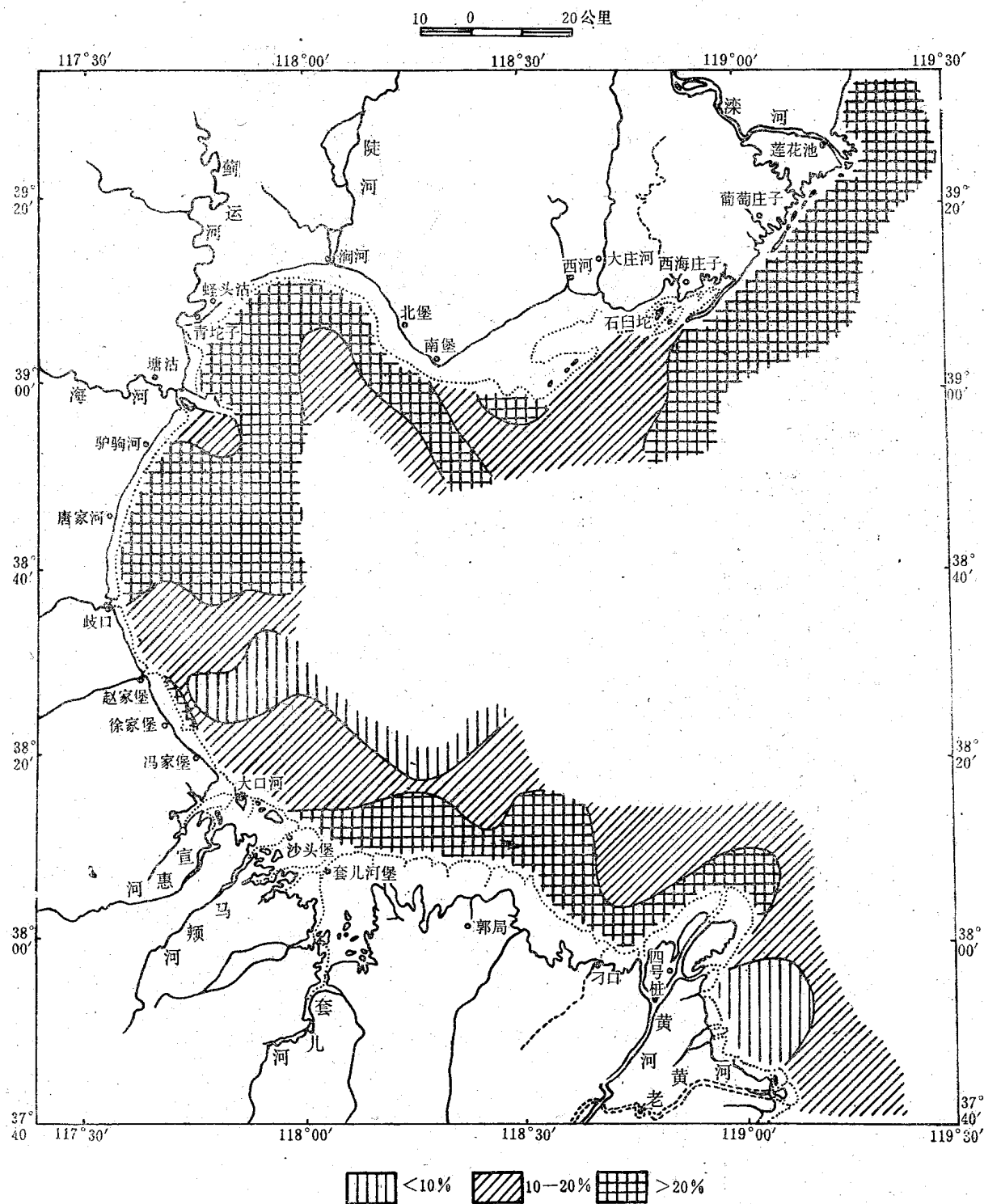


图9 绿帘石含量分布图

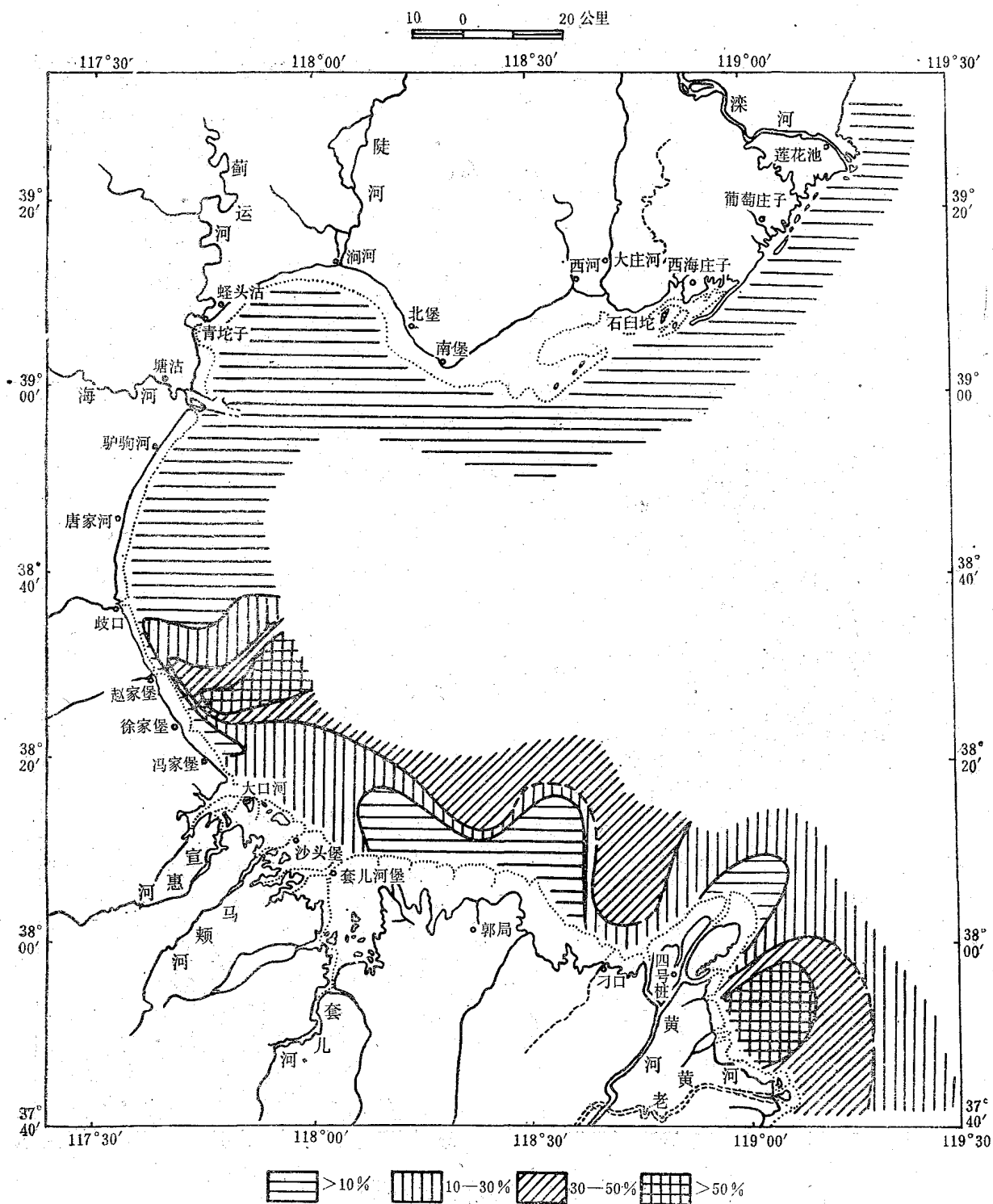


图 10 片状矿物含量分布图

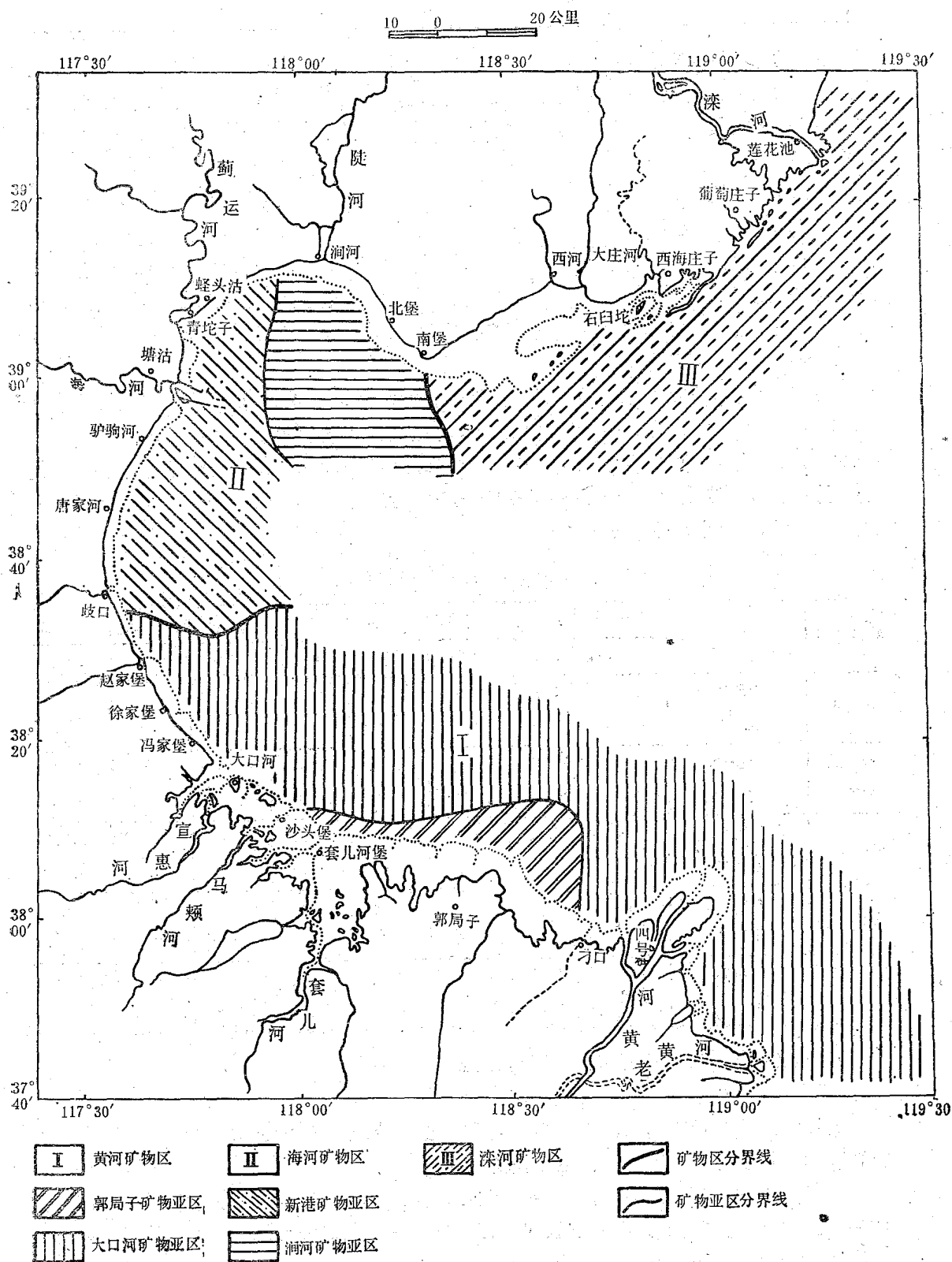


图 11 矿物分区图

新港矿物亚区(辉石类矿物亚区),与海河矿物区相同,辉石类矿物含量均在5%以上。

润河矿物亚区(钛铁矿-辉石类矿物亚区),基本上与海河矿物区一致,但稳定矿物(钛铁矿和柘榴子石)含量显著增高。例如,钛铁矿最高19.92%,最低1.06%,一般在10%左右。

滦河矿物区(钛铁矿-柘榴子石矿物区),南堡至滦河口岸段。

与其他矿物区相比,重矿物含量、稳定矿物(钛铁矿、磁铁矿和柘榴子石)和极稳定矿物(锆石)含量最高。例如,锆石含量最高8.66%,最低0.21%,一般在1—3%左右,而其他矿物区大部分在1%以下;白云母和透闪石含量最低,白云母仅部分站位可以见到;各主要矿物含量变化也较大。例如,钛铁矿最高24.36%,最低2.13%。普通角闪石最高含量59.15%,最低11.88%。

细粉砂(0.05—0.01毫米)粒级的重矿物含量很低,一般在0.3%以下。与粗粉砂(0.1—0.05毫米)粒级各主要重矿物含量相比,不稳定矿物(普通角闪石和辉石类)大大下降,而稳定矿物(钛铁矿)和极稳定矿物(锆石)含量却有显著的增高。尽管是这样,海河口及其附近在粗粉砂粒级中所具有的特征矿物辉石类,在细粉砂粒级中,仍高于黄河口一带的含量,其变化规律也基本一致(表3)。

表3 粗细粉砂粒级中重矿物含量对比表(%)

矿物名称	站 位 粒 级	黄河口	刁 口	洼拉沟堡	大口河	歧 口	大沽沙	三码头	蓟运河口
		0301	0502	0804	1103	1402	1704	A ₁₃	2603
辉石类	粗粉砂	4.10	1.69	0.92	4.21	4.60	4.35	7.33	4.90
	细粉砂	1.89	1.47	1.92	1.13	3.32	3.44	4.48	3.03
普 通 角闪石	粗粉砂	44.76	40.81	36.57	54.21	52.85	41.78	47.59	48.51
	细粉砂	26.46	36.05	36.36	31.29	20.08	27.00	42.29	41.88
柘榴子石	粗粉砂	3.49	6.13	5.56	1.05	3.25	6.24	1.27	2.55
	细粉砂	4.98	4.89	3.57	3.63	11.18	5.49	1.08	3.36
钛铁矿	粗粉砂	4.72	5.71	3.94	2.11	3.25	8.51	2.03	7.66
	细粉砂	20.96	6.36	10.39	13.13	15.53	22.20	8.96	12.38
锆 石	粗粉砂	0.22	1.27	0.46	未见	未见	0.76	0.25	0.43
	细粉砂	5.50	1.14	2.60	4.31	1.45	2.06	1.25	1.00

4. 渤海湾近岸泥沙运动与新港泥沙来源

(1) 近岸泥沙运动

近岸沉积物中及其河流沉积物中的重矿物资料,做如上分析之后,对渤海湾近岸带的粗细粉砂粒级的泥沙运动可得出如下概念:

黄河挟带大量泥沙入海后,有一部分泥沙从河口开始,大致在水深10米以外,并逐渐靠岸向西北移动,直达徐家堡和赵家堡一带。虽然影响范围较大,但流动缓慢。因而,给不稳定矿物片状矿物高度富集创造了极为有利的条件。

海河入海泥沙,主要在近岸向两侧扩散。南侧汇同驴驹河岸段冲刷下来的泥沙向

南移动,可影响到歧口一带。北侧汇同蓟运河和陡河等入海泥沙,直达南堡一带。向海可影响到水深15米左右。所以,在这一带重矿物含量,尤其是钛铁矿和锆石有明显增高的现象。例如,2203站这两种矿物含量分别为11.35%和1.09%。因而,在海河所影响的范围之内,形成一个不稳定矿物(辉石类和普通角闪石)高含量区。

1963年,海河大汛的入海泥沙影响范围,基本上与汛前一致(见表4)。

表4 1963年(汛前)和1964年(汛后)主要矿物含量对比表(%)

矿物名称	采样时间	黄河口	大口河	赵家堡	歧口	驴驹河	海河	港内	港北
普通角闪石	1963年5月	44.5	51.4	54.7	59.0	50.8	52.8	53.8	54.6
	1964年5月	44.7	43.9	42.5	45.2	47.9	49.8	55.1	49.8
单斜辉石	1963年5月	2.5	2.4	2.8	3.9	5.7	6.8	5.3	5.0
	1964年5月	4.1	2.2	4.7	8.2	6.8	7.6	6.5	4.7
紫苏辉石	1963年5月	0.10	0.19	0.41	0.36	1.15	1.86	0.64	0.37
	1964年5月	0.46	0.19	0.21	0.59	1.27	2.46	2.71	0.47

滦河携带的泥沙入海之后,沿水深16米左右,平行海岸向西南移动,可影响到石臼坨南海域内。所以,钛铁矿、锆石和绿帘石含量呈现出由高向低的变化。另外,泥沙在移动过程中逐渐向岸推移。所以,明显地表现出重矿物按比重向岸分异的过程。例如,葡萄庄子剖面,稳定矿物(钛铁矿和柘榴子石)和极稳定矿物(锆石)含量向岸逐渐降低。钛铁矿由14.81%变低至13.86%,至6.28%,至5.48%。不稳定矿物(辉石类和普通角闪石)恰恰相反。辉石类由1.31%至0.41%升高到5.07%至6.36%。

由此看来,河流的入海泥沙是近岸沉积物的主要来源,并对河口附近沉积物控制最强,只是在扩散范围和强度上有所差异罢了(表5)。

表5 各主要河流及河口重矿物含量对比表(%)

矿物名称 \ 地点	黄河	黄河口	捷地碱河	捷地碱河口	海河	海河口	蓟运河	蓟运河口	陡河	陡河口	滦河	滦河口
紫苏辉石	0.32	未见	0.58	0.27	2.52	1.36	1.17	1.04	0.13	0.79	1.37	1.38
单斜辉石	3.17	4.10	3.06	4.33	7.94	8.97	5.70	7.80	1.47	4.54	6.01	4.94
柘榴子石	6.08	3.49	6.07	3.25	5.31	4.68	1.99	2.08	3.99	3.95	5.11	5.53
钛铁矿	6.22	4.33	5.20	3.25	5.96	5.46	4.26	4.58	10.38	5.15	8.63	5.53
锆石	0.70	0.21	0.56	未见	0.35	0.19	0.42	1.26	0.85	0.79	2.17	0.99

因海岸冲刷形成的泥沙流,以曹妃甸浅滩和郭局子岸段表现的最为明显。

曹妃甸浅滩冲刷下来的泥沙,主要在外海(水深17米左右)向西北移动,经南堡可达陡河口外一带,并逐渐向岸扩散。因而,在南堡至陡河口沿岸地段,形成重矿物含量变化和分布的复杂局面。同时,稳定矿物(钛铁矿和柘榴子石)与极稳定矿物(锆石)含量明显地表现出,沿泥沙运动方向,由高向低的变化规律。另外,在冲刷岸段和主要接受该岸段冲刷泥沙而沉积的岸段,其重矿物含量变化状况相反(见表6)。

郭局子及其附近的海岸,冲刷下来的泥沙,略呈顺岸向西运动的趋势,其影响范围可

表 6 冲刷和沉积岸段重矿物含量变化对比表 (%)

站 位	矿 物 名 称	重矿物含量	辉石类	普通角闪石	绿帘石	柘榴子石	钛铁矿	磁铁矿 褐铁矿	锆 石
冲刷岸段	3301	7.00	3.22	25.99	17.82	8.66	21.53	4.95	4.46
	3304	2.40	5.45	37.25	23.97	7.41	10.68	2.18	0.65
	3305	1.57	7.00	46.21	22.64	3.85	6.53	1.52	0.70
沉积岸段	2702	2.89	9.01	41.42	19.16	6.44	7.94	0.86	0.43
	2704	3.13	9.28	36.01	23.29	7.28	15.07	1.57	1.37
	2705	8.51	2.85	28.05	14.43	9.35	19.92	5.08	3.05

达沙头堡一带(见图 3—5)。

(2) 新港泥沙来源

新港港域见有 34 种重矿物,其主要重矿物含量变化不大,现将主要重矿物平均含量列表如下(表 7):

表 7 港域主要重矿物平均含量表 (%)

矿物名称	辉 石 类	普通角闪石	绿 帘 石	白 云 母	柘榴子石	钛 铁 矿
含 量	8.50	47.79	19.33	3.14	3.15	4.75

港域沉积物中的重矿物含量和主要重矿物成分含量,都有自己的富集部位和分布特点,存在着较为明显的按比重而分异的现象。锆石主要富集在横堤口外侧。柘榴子石的富集带向内移到北港立标至 B_{47} 站之间,而钛铁矿又略向内移到北港立标至 T_1 标一带。单斜辉石主要富集在 B_2 标至 B_{47} 站一带,普通角闪石却移至北港立标—北堤口之间,而片状矿物主要富集在停泊地附近。

港域沉积物中的重矿物成分和含量与海河极为相似(见表 8)。同时,新港恰恰位于海河入海泥沙影响范围之内。所以,新港港域内粗细粉砂粒级以上的泥沙是来源于海河。

表 8 港域与主要河流重矿物平均含量对比表 (%)

地 点	矿物名称	辉石类	普通角闪石	绿帘石	白云母	柘榴子石	钛铁矿	站位数
黄 河		3.37	37.87	26.30	1.56	7.70	6.69	7
捷地碱河		3.45	45.37	22.17	2.06	6.07	5.20	3
海 河		9.45	48.33	16.16	3.45	3.73	4.88	9
蓟 运 河		6.84	54.03	21.53	2.87	1.99	4.26	3
陡 河		1.60	25.33	40.08	2.32	3.99	10.38	3
滦 河		6.51	41.57	21.32	0.12	5.84	10.72	5
港 域		8.50	47.79	19.33	3.14	3.15	4.75	22

(二) 粘土矿物成分及碳酸钙的分布特点

1. 粘土矿物成分

根据差热分析和 X 光分析结果表明,黄河、海河和渤海湾近岸地区沉积物中, <0.001

毫米粒级的主要粘土矿物为伊利石,其次是蒙脱石和高岭石,并混有少量碳酸钙、蛭石、有机质和非晶质氧化铁。

从X射线衍射谱(图12)上来看,黄河和歧口沉积物中的蒙脱石峰(X射线衍射谱上 $17.7\text{ \AA}$)显著,而海河和新港则不明显,呈锯齿状。黄河及其河口附近有蛭石(X射线衍射谱上 $14.2\text{ \AA}$),而海河和新港则不清楚,歧口和黄河大体一致。因而,可以这样说,新港港域内的 <0.001 毫米的泥沙与海河相似,而不同于黄河。

2. 沉积物中细粉砂和粘土粒级氧化钙含量的分布特点

根据 $0.05-0.01$ 毫米粒级 CaCO_3 的测定,换算成 CaO 的结果,其含量最高值($>2\%$)分布在黄河口和渤海湾南部近岸带,并有自岸向海逐渐降低和自黄河口顺岸向西北逐渐降低的变化趋势。至赵家堡一带,其值产生明显地变化,由 $>2\%$ 变为 $<1\%$ 。自此往北均处于 CaO 的低含量区(见图13),与海河沉积物中细粉砂的 CaO 含量相近(见表9)。

<0.001 毫米粒级中 CaO 含量也以黄河口为最高($>8\%$),滦河口为最低($<1\%$)。渤海湾中部较高($4-6\%$),呈舌形伸展至歧

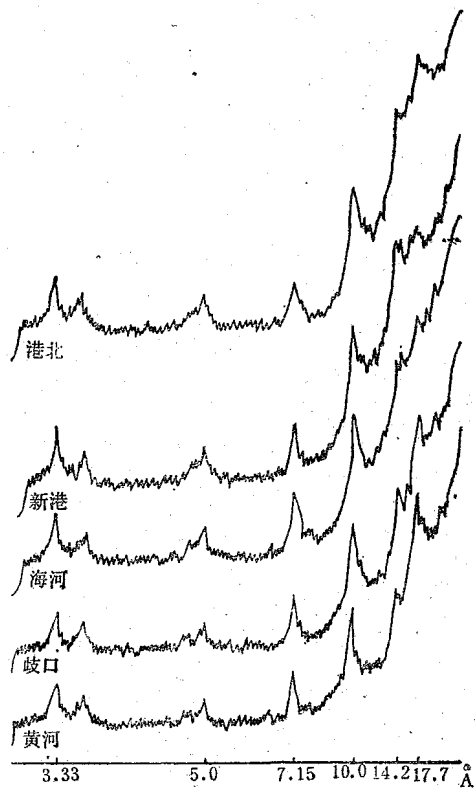


图12 黄河及渤海湾近岸沉积物 <0.001 毫米粒级粘土矿物X射线衍射图

表9 海河及新港附近细粉砂中 CaO 含量对比表(%)

地 区	海 河				
站 位	I_2	I_{125}	I_{121}	I_{122}	I_{121-1}
含 量	0.57	0.17	0.47	1.45	1.64
	平 均				
	0.86				
地 区	新 港 附 近				
站 位	I_{110}	I_{115}	加 ₁	B_{102}	平 均
含 量	0.52	0.12	0.46	0.27	0.32
地 区	港 域				
站 位	A_3	A_9	B_{26}	平 均	
含 量	0.83	0.30	0.29	0.32	

口、唐家河以东海域,向南、西和西北部近岸带急速下降,向北依次降低,变化较缓慢。仅从黄河口往东北方向变化较剧。 <0.001 毫米粒级中 CaO 含量的分布特点,主要是渤海

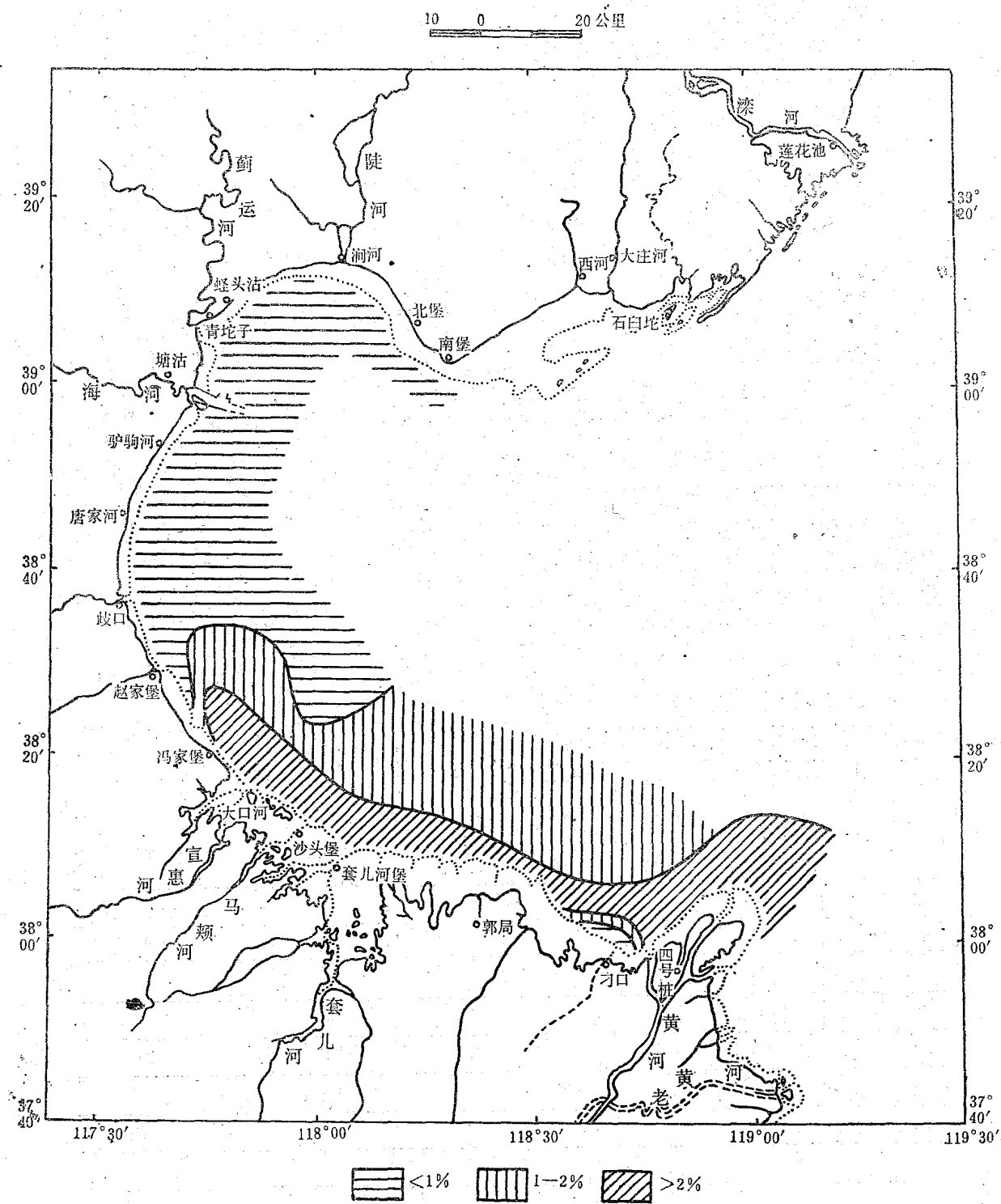


图 13 沉积物细粉砂 (0.05—0.01 毫米) CaO 含量分布图

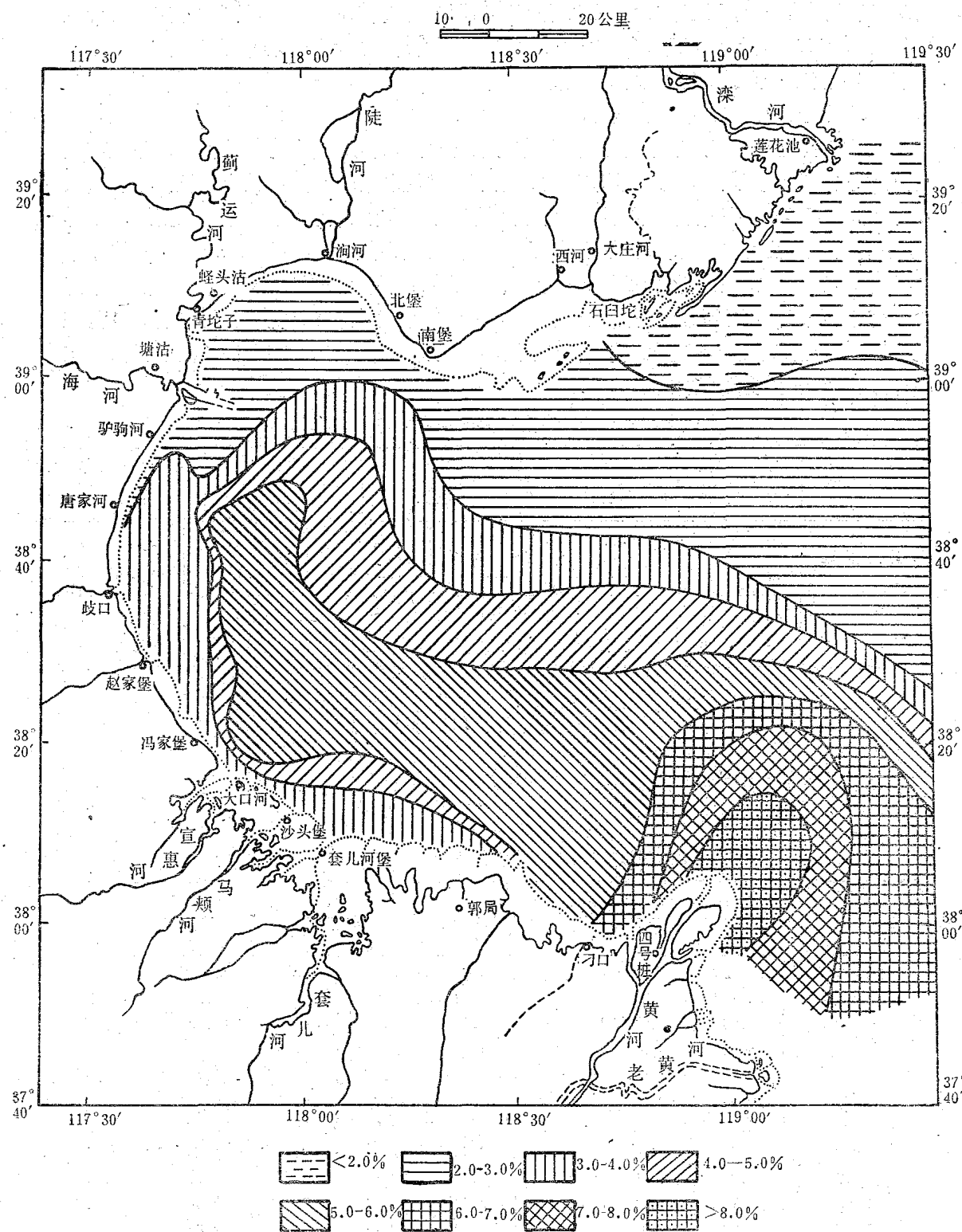


图 14 沉积物中 < 0.001 毫米粒级 CaO 含量分布图

湾中南部高值稳定,面积广大,西北新港地区低值稳定,范围较小。从高值稳定区向低值稳定区, CaO 含量迅速下降(从 $> 5\%$ 急降为 $< 3\%$), 形成一个特殊的急变带, 其位置在歧口和唐家河东约 20 公里外海域(见图 14)。说明黄河入海的细粒泥沙只影响到此地。

3. 海河入海泥沙对新港的影响

通过对粘土矿物成分及碳酸钙的分布特点分析之后,不难看出,塘沽新港内粘土粒级的泥沙主要受海河入海泥沙的影响。另据电子显微镜观察表明,从粘土颗粒大小和形状看,黄河与河口附近一样,颗粒比较小,界限清楚。海河和塘沽新港一样,颗粒较大,界限不清楚。这就更加证明,塘沽新港细颗粒泥沙是受海河控制。从 < 0.001 毫米粒级中 CaO 含量及其分布来看,海河的 CaO 平均含量为 4.18% , 但一经入海其含量明显地下降 $2-3\%$ 左右,而与新港及其附近地区的 CaO 含量值相当(见表 10), 构成低值稳定区,在歧口和唐家河以东海域与渤海湾中南部高值稳定区相接。这也说明塘沽新港的泥沙是在海河入海泥沙影响范围之内。

表 10 海河及新港附近粘土中 CaO 含量表 (%)

海 河	站 位 含 量	I_8 4.05	I_9 4.10	I_{10} 4.40	平 均 4.18
新 港 附 近	站 位 含 量	I_{110} 2.15	C_{73} 2.18	加 ₁ 2.04	平 均 2.41
港 域	站 位 含 量	B_{24} 2.25	B_{38} 2.55	B_{51} 2.29	平 均 2.25

三、沉积物的化学成分

我们对渤海湾近岸及入海河流的沉积物做了八个样品的化学分析,其化学成分主要有十种,现列表如下(表 11):

表 11 渤海湾近岸及入海河流沉积物的化学成分百分含量表 (%)

站 位	黄 河	刁 口	歧 口	海 河	新 港	南 堡	滦河口	滦 河
	194	05036	1403	I_9	B_{102}	3103	5002	I_{a-2}
沉积类型	粗粉砂	细粉砂	细粉砂	细粉砂	粉砂质软泥	砂	粗粉砂	砂
SiO ₂	72.83	58.85	54.07	57.48	56.86	79.13	73.75	81.32
Al ₂ O ₃	10.08	12.84	14.87	15.40	14.63	9.04	10.68	8.68
Fe ₂ O ₃	3.44	5.08	6.01	5.14	5.83	1.93	4.31	2.39
TiO ₂	0.57	0.61	0.64	0.59	0.64	0.24	0.75	0.31
P ₂ O ₅	0.09	0.14	0.15	0.14	0.14	0.05	0.16	0.07
CaO	4.04	6.64	6.04	6.25	5.50	1.93	2.19	1.23
MgO	1.29	2.78	3.19	2.43	2.72	0.74	1.23	0.65
MnO	0.07	0.10	0.14	0.11	0.11	0.06	0.07	0.04
K ₂ O	2.12	2.56	3.03	2.48	2.84	2.93	2.88	2.72
Na ₂ O	1.98	2.30	2.24	1.50	2.12	2.40	2.84	2.12
烧失量	3.85	8.80	10.03	8.55	8.84	1.98	1.72	0.67

从图15可以看出, SiO_2 的百分含量, 黄河较高达 72.83%, 歧口最低为 54.07%, 南堡又升高达 79.13%。而 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 MnO 、 TiO_2 、 P_2O_5 、 CaO 和 MgO (图 15, 表 11) 等含量变化与其相反, 黄河低, 歧口高, 南堡又降低。这些变化说明渤海湾近岸沉积物的化学成分, 在歧口和南堡有着明显地变化, 是个转折点, 并显示着泥沙来源的差异。

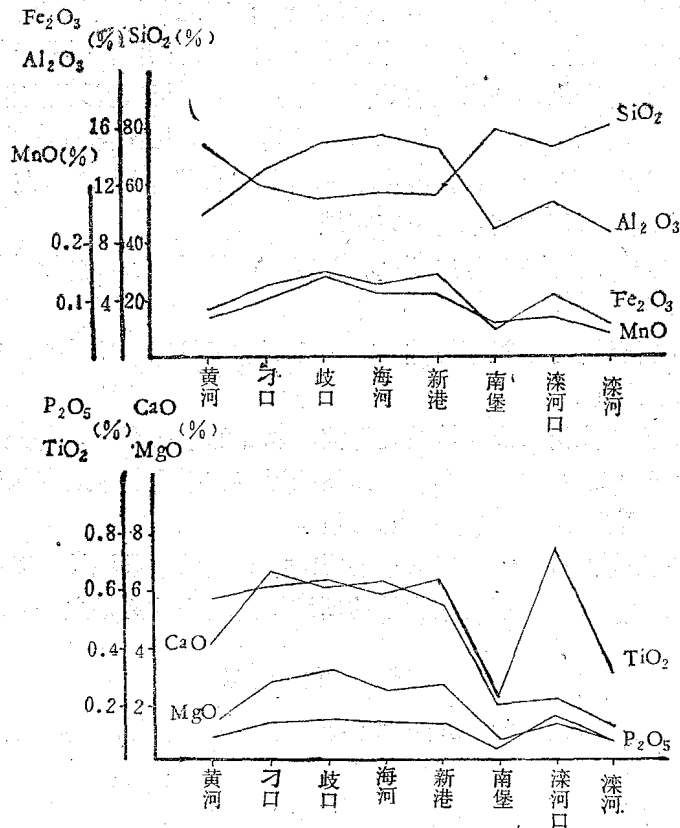


图 15 沉积物中化学成分百分含量变化图

从黄河、海河、新港和滦河沉积物的化学成分百分含量对比来看(表 12), 新港泥沙的化学成分百分含量与海河极为相似, 而明显地区别于黄河和滦河。这同样证明新港泥沙是受海河入海泥沙的影响。

表 12 黄河、海河、新港和滦河沉积物化学成分百分含量对比表 (%)

化学成分 站位	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	P_2O_5	CaO	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	烧失量
黄河 (194)	72.83	10.08	3.44	0.57	0.09	4.04	1.29	0.07	2.12	1.98	3.85
海河 (1 ₉)	57.48	15.40	5.14	0.59	0.14	6.25	2.43	0.11	2.48	1.50	8.55
新港 (B ₁₀₂)	56.86	14.63	5.83	0.64	0.14	5.50	2.72	0.11	2.84	2.12	8.84
滦河 (1 _{A-2})	81.32	8.68	2.39	0.31	0.07	1.23	0.65	0.04	2.72	2.12	0.67

四、结 语

通过上述各节论述之后,对塘沽新港泥沙来源问题,提出以下几点意见。

(1) 海河入海泥沙的影响范围是:顺岸,向南扩散到歧口一带,与北上的黄河泥沙相遇,在歧口近岸海域构成海河与黄河泥沙混合堆积区;向北可达涧河和南堡一带,与西下的滦河泥沙相接,在涧河与南堡之间的近岸海域形成海河与滦河泥沙混合沉积区。向海,可影响到距岸约20公里,即水深15米左右处,该处是海河与外海泥沙的交汇区。

(2) 黄河入海泥沙,除了沉积在黄河口附近及其两侧的烂泥湾内外,其主要向东北方向泄入渤海中央部沉积。有一部分泥沙,从河口开始大致沿水深10米左右,并逐渐靠岸向西北运移,可达到歧口近岸和唐家河以东海域。

(3) 滦河入海泥沙颗粒比较粗,主要沉积在滦河口附近。有部分泥沙沿岸向西运移,直达南堡一带。

(4) 塘沽新港的泥沙,无论粗颗粒(>0.01 毫米),还是细颗粒(<0.01 毫米,即物理性粘粒),都是来源于海河。

当然,黄河、海河和滦河入海泥沙在渤海湾西北部的分布形势,不是不能改变的。特别是一经一方泥沙来源发生变化时,必然导致新的运移和平衡。今后变化情况如何?分布趋势又怎样?必须在研究工作中给予相当的重视。

目前,新港附近海域已形成的广大淤泥质浅滩,是塘沽新港泥沙的直接来源。所以,改造淤泥质浅滩的自然状态,可能是减少塘沽新港泥沙淤积的途径之一。

参 考 文 献

- [1] 南京大学地理系海岸研究组,1974年。海河水下三角洲的演变特征和天津新港泥沙来源的初步研究。南京大学学报 1: 80—89。

STUDY ON THE SOURCE OF MUD-SAND IN THE PORT OF TANGGU*

Gao Mingde, Lin Guojun, Zhang Hongcai, Yang Zhijia
Lin Baorong and Huang Qingfu
(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

ABSTRACT

Surface sediments were analyzed for mineralogical composition, grain size and chemical content, from these data, it is possible to draw the following conclusions.

The primary source of both the coarse sediments (> 0.01 mm) and the fine sediments (< 0.01 mm) is the Hai He (Hai River).

The influence of Hai He on the settlement of mud-sands in the Port of Tanggu is as follows: mud-sands discharged from the Hai He move southward and mix with those discharged from the Huang He (Yellow River) to form a mud-shoal, some of them, however, move northward to meet with those discharged from Luan He (Luanho River) to accumulate there. Some of those mud-sands, under the flow action of the Hai He, move toward the sea to reach at a depth of 15 m, approximately 20 km from the present shoreline.

The formation of huge mud-shoal off the New port is the direct action of the mud-sands discharged from the Hai He.

* Contribution No. 447 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.