

# 晚更新世末期黄、渤海陆架沉积物 分布格局及其沉积特征\*

张 铭 汉

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

**提要** 通过对80年代以来黄、渤海陆架地质调查有关柱状岩芯资料的分析研究,以地层年代为依据,划分晚更新世与全新世地层。研究表明,末次冰期低海面时期,黄、渤海陆架沉积物受到来自北方干冷气流的作用,形成独特的分布格局,陆架沉积物的综合特征反映出晚更新世末期黄、渤海陆架曾经发生过沙漠化,并形成一系列的风沙沉积。根据沉积物的分布特征和粒度组成将黄、渤海陆架划分为6个沉积区域和4种主要沉积类型。

**关键词** 晚更新世 陆架 沙漠化 衍生沉积 沉积特征

晚更新世末期为玉木冰期最盛时期,寒冷的气候使极地冰流扩展到空前规模,北半球平均气温较现今低8—13℃,降水量减少20%,气候寒冷而干燥。极地冰流的扩展导致全球性海面大幅度下降,我国东部沿海海面下降130—160m,黄、渤海陆架及东海部分陆架裸露成陆,气候带、植物带南移,我国西部山地雪线下降1500—2000m,北方岛状冻土南移至北纬40—42°,干燥寒冷的气候导致了黄、渤海陆架的沙漠化,并产生了一系列的风沙沉积(秦蕴珊等,1991;赵松龄,1991a,b,c)。

## 1 研究方法和依据

根据80年代以来黄、渤海陆架地质调查有关柱状岩芯资料(秦蕴珊等,1989;刘敏厚等,1987;郑光膺,1989),参照浅地层测量结果,以地层年代为依据(表1),结合沉积物的岩性、岩相、古生物和古气候特征,对不同区域晚更新世末期及全新世地层进行分析对比,划分陆架区晚更新世与全新世地层,并根据低海面时期陆架沉积物粒度组成确定沉积物类型,揭示了晚更新世末期黄、渤海陆架沉积物的分布格局。根据陆架沉积物综合特征和分布格局,分析研究了陆架沉积物的沉积环境,为晚更新世末期黄、渤海陆架沙漠化提供了新的证据。

## 2 研究结果

**2.1 沉积物的分布格局** 根据沉积物的分布规律和岩性特征,大致可将晚更新世末期黄、渤海陆架划分为6个沉积区域(图1)。

**2.1.1 山东半岛周围沿海陆架沉积区** 北起庙岛群岛,经成山角至海州湾一带,大致分布于水深40—50m范围内,成山角东南部可延伸至水深70m。该陆架区为泥质沉积区,

\* 国家自然科学基金资助项目,49070266号。张铭汉,男,出生于1942年9月,副研究员。

收稿日期:1993年12月10日,接受日期:1994年5月7日。

表 1 黄、渤海陆架部分岩芯地层年代  
Tab. 1 The strata age of the cores on the Yellow Sea and Bohai Sea shelf

站号	站 位	水深 (m)	岩芯长度 (m)	全新世沉 积厚度 (m)	地层年代(取样深度 m)		文献
					<sup>14</sup> C、热释光 TL(a.B.P)	古地磁极性事件	
QD2072	36°03'N, 120°36'E	31.0	2.60	0.40			哥德堡(0.45—0.60) (12 350—13 750a.B. P)
QD2055	36°08'N, 120°57'E	31.0	2.0	0.25			哥德堡(1.60—1.70)
QW2055	山东海阳潮里	+2.0	11.50	7.50	6 355 ± 100(5.2—6.0), 16 245 ± 220(8.1—8.4)		哥德堡(5.35)
QW2003	山东即墨南万	+5.0	12.0	4.50	21 830 ± 395(9.5—10.1)		
H130	34°30'N, 120°11'E	15.0	2.54	0.80	13 210 ± 403(1.65—1.85)		哥德堡(1.40—1.45)
H136	34°28'N, 122°04'E	52.0	3.27	1.40	TL 9 900 ± 500(1.1—1.2), 14 400 ± 720(3.0—3.1)		
H57	36°40'N, 123°00'E	24.0	3.10	1.60	10 150 ± 380(1.24—1.51), 18 480 ± 750(2.21—2.41)		
H106	35°30'N, 123°00'E	70.0	6.07	2.50	19 035 ± 694(4.95—5.25), 20 050 ± 965(5.85—6.07)		哥德堡(2.50—2.75)
H139	34°30'N, 122°58'E	74.0	2.50	0.15	> 30 000(1.6—1.9)		哥德堡(0.15—0.17)
H103	35°30'N, 122°20'E	56.0	1.25	1.10	TL 10 600 ± 530(1.1—1.25)		
BC <sub>1</sub>	39°09'N, 119°54'E	27.0	240.50	8.60	13 490 ± 150(12.95—13.1), 15 145 ± 610(22.7—22.8)		
H80-3	34°30'N, 124°00'E	49.0	5.97	0.90	15 770 ± 400(1.2—1.5), 16 520 ± 3 600(2.80—3.05)		
H80-13	36°00'N, 123°00'E	71.0	4.90	0.30	11 040 ± 1 400(表层), 19 700 ± 600(4.0—4.2)		
H80-18	37°00'N, 123°30'E	72.0	4.72	0.30	10 390 ± 100(表层), 20 200 ± 520(2.7—3.0)		
H80-11	35°00'N, 122°50'E	73.0	5.18	1.90	12 090 ± 230(1.6—1.9), 33 860 ± 1 500(3.15—3.25)		
H80-17	37°00'N, 124°00'E	75.0	4.41	0.20	10 600 ± 200(表层), 23 250 ± 950(0.3—0.4)		
H80-14	36°00'N, 124°30'E	73.0	5.88	1.20	12 260 ± 700(0.6—0.9), 20 700 ± 400(3.6—3.9)		
H80-8	34°00'N, 124°10'E	81.0	6.10	0.57	23 420 ± 5 000(2.0—2.2)		
H80-23	38°39.3'N, 122°40'E	55.0	3.98	1.60	11 690 ± 300(1.7—1.8), 14 400 ± 150(2.8—2.9)		
H80-19	37°34'N, 123°10'E	68.0	1.17	0.17	37 400 ± 2 000(0.5—0.7)		
QC <sub>1</sub>	32°31'N, 122°30'E	29.5	117.20	8.98	7 760 ± 445(3.83)		哥德堡(9.64)
QC <sub>2</sub>	34°18'N, 122°16'E	49.0	108.80	17.84	10 340 ± 110(17.23—17.4), 28 500 ± 820(28.68)		哥德堡(16.86—17.02)
QC <sub>3</sub>	32°42'N, 123°41'E	39.2	32.90	0.19	24 600 ± 1 060(13.03)		
8408	34°16.2'N, 120°35.2'E	64.3	3.70	2.08	14 100 ± 810(3.3)		

1) 中国科学院海洋研究所; 2) 国家海洋局第一海洋研究所; 3) 地矿部海洋地质研究所。

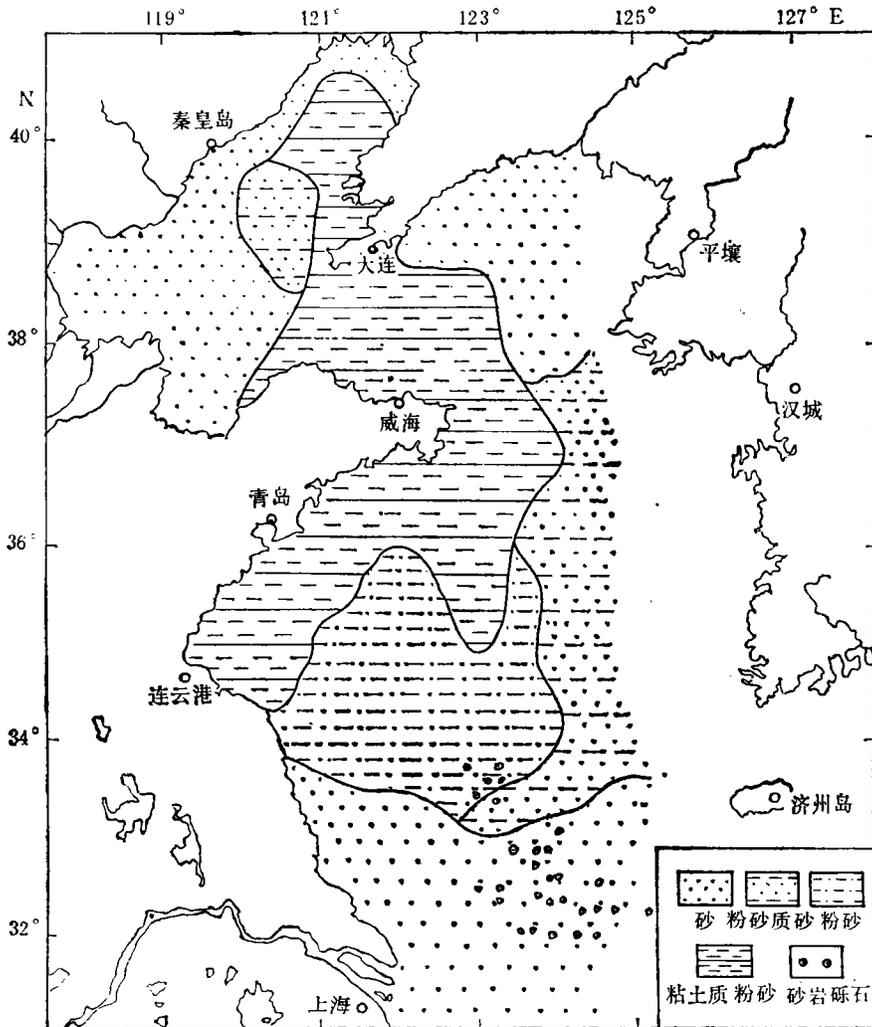


图 1 晚更新世末期黄、渤海陆架沉积物分布略图

Fig 1. The sketch map of the sedimentary distribution on the Yellow Sea and Bohai Sea shelf in the last stage of late Pleistocene

以粘土质粉砂沉积为主。在南黄海北部、海州湾及北黄海中部局部地区,分布有粉砂质粘土沉积。沉积物内普遍含有钙质结核,为晚更新世末期陆相沉积地层,该陆相地层顶部出现哥德堡事件(12 350—13 750a.B.P),可作为划分晚更新世与全新世地层的依据。

**2.1.2 南黄海中部陆架沉积区** 位于南黄海中部,以粉砂沉积为主,局部地区分布有粉砂质砂及粘土质粉砂和粉砂质粘土沉积。

**2.1.3 南黄海南部陆架沉积区** 位于南黄海北纬  $34^{\circ}$  以南地区,该区地势较高,为砂质沉积区,以细砂沉积为主,局部地区分布有中砂沉积,在其表面广泛分布钙质胶结的砂岩砾石。

**2.1.4 北黄海东部陆架沉积区** 位于北黄海东部地区,包括西朝鲜湾,为砂质沉积区,

以细砂沉积为主,局部地区分布有中粗砂沉积。

**2.1.5 南黄海东部陆架沉积区** 位于南黄海东经  $123^{\circ}$  以东、朝鲜半岛以西地区,主要为粉砂质砂沉积,局部地区分布有粉砂沉积。

**2.1.6 渤海陆架沉积区** 主要为细砂沉积,渤海中部分布有粉砂质砂沉积,辽东湾东部至辽东半岛西岸分布粘土质粉砂沉积。渤海陆架在晚更新世末期陆相地层顶部普遍发育一薄层泥炭层,其年代为距今 12 000 年左右,可作为划分晚更新世与全新世地层的标志。

**2.2 主要沉积类型及粒度特征** 根据黄、渤海陆架晚更新世末期沉积物的粒度组成(表 2)及沉积特征,可将其划分为下列主要沉积类型。

**表 2 晚更新世末期黄、渤海陆架主要沉积类型粒度成份(%)及粒度参数(平均值)**

Tab. 2 The grain size composition and grain size distribution parameters of the main sediment types on the Yellow Sea and Bohai Sea shelf in the last stage of late Pleistocene (Average value)

沉积类型	分布区域	粒 度 成 份			粒 度 参 数		
		砂	粉砂	粘土	$Md\phi$	$QD\phi$	$SK\phi$
粘土质粉砂	南黄海西北部	6.8	65.1	28.1	5.60	1.53	0.46
	南黄海北部	8.9	55.0	36.1	6.58	2.61	0.72
	北黄海西部	11.3	48.2	40.5	6.76	2.64	0.86
粉 砂	南黄海中部	11.5	71.0	17.5	5.62	1.50	0.45
粉砂质砂	南黄海东部	45.3	35.4	19.3	4.10	1.68	0.85
	渤 海	51.5	32.8	15.7	4.14	1.78	0.47
砂	北黄海东部	81.8	9.0	9.2	2.97	0.46	0.29
	南黄海南部	75.7	19.8	4.5	2.68	0.59	0.39
	渤 海	86.5	9.3	4.2	2.56	0.40	0.35

**2.2.1 粘土质粉砂** 主要分布于北黄海西部、南黄海北部、东北部及辽东湾东部地区。粉砂含量一般在 50% 以上,个别地区可达 70%。中值粒径  $Md\phi = 5.60-6.76$ , 分选较差  $QD\phi = 1.53-2.64$ , 正偏态  $SK\phi = 0.46-0.86$ 。沉积物中普遍含有钙质结核。根据其粒度组成和分布特点,可划分为下列沉积区域:

**2.2.1.1 南黄海西北部** 位于山东半岛东南沿海,包括海州湾一带,为黄色、灰黄色粘土质粉砂,致密,富含钙质结核,一般不含海相生物化石,粉砂平均含量为 65.1%,有机质含量低( $<0.4\%$ )。

**2.2.1.2 南黄海北部** 分布于南黄海北部地区,为灰黄、灰褐色粘土质粉砂,粉砂平均含量为 55%,含有少量钙质结核,局部地区含有少量贝屑。

**2.2.1.3 北黄海西部** 分布于北黄海西部、山东半岛北部沿海,为灰黄、灰褐色粘土质粉砂,粉砂平均含量为 48.2%,普遍含有钙质结核,局部地区含有少量贝屑。

**2.2.1.4 辽东湾东部** 分布于辽东湾东部至辽东半岛西岸,为灰黄、浅灰色粘土质粉砂,部分地区含有海相生物化石。其中砂和粉砂的含量较高,粘土含量为 20—25%。

**2.2.2 粉砂** 分布于南黄海中部,为浅灰、灰黄色粉砂沉积,粉砂含量一般在 70% 以上,粘土含量小于 20%,含有贝屑及海相生物化石。中值粒径  $Md\phi = 5.62$ ,分选较差  $QD\phi = 1.50$ ,正偏态  $SK\phi = 0.45$ 。

**2.2.3 粉砂质砂** 主要分布于南黄海以东、朝鲜半岛以西地区,渤海中部亦有分布,为灰黄、浅灰色粉砂质砂,砂的含量一般在 45% 以上,粉砂含量为 35% 左右,粘土含量一般小于 20%。中值粒径  $Md\phi = 4.10-4.14$ ,分选较差  $QD\phi = 1.68-1.78$ ,正偏态  $SK\phi = 0.47-0.85$ 。

**2.2.4 砂** 分布于南黄海南部、北黄海东部及渤海中部和南部地区,为黄色、灰黄、灰褐色细砂,其中砂的含量一般在 75% 以上,粘土含量小于 10%。中值粒径  $Md\phi = 2.56-2.97$ ,分选较好  $QD\phi = 0.40-0.59$ ,正偏态  $SK\phi = 0.29-0.39$ 。

### 2.3 陆架沉积物分布特征及其沉积环境

**2.3.1 关于钙质结核的生成环境及形成时代** 晚更新世末期黄、渤海陆架沉积物中的钙质结核主要分布在渤海海峡、山东半岛成山角至海州湾一带,其中以青岛至连云港一带最为密集。山东半岛东南沿海及海州湾一带许多柱状岩芯晚更新世末期陆相黄土沉积中富含钙质结核。渤海海峡、成山角至海州湾一带部分地区表层仍残留、富集了大量钙质结核,这些钙质结核的矿物及化学特征表明了它们是在晚更新世末期陆相沉积环境中形成(秦蕴珊等,1989)。晚更新世末低海面时期,气候寒冷干燥,我国北方部分地区堆积了风成黄土,与此同时,在辽东半岛、山东半岛沿岸及其周围的陆架地区也沉积了风成黄土。钙质结核是黄土沉积中特有产物,是在干旱气候条件下,通过淋滤和蒸发作用以碳酸盐胶结而形成。黄土和钙质结核的成份表明,它们具有相似的化学成分组成。钙质结核的  $^{14}C$  年代资料表明它们形成于 12 000—25 000 B.P 年间,即晚更新世末冰期之最盛时期,那时黄、渤海陆架在风力的吹扬下,原先海退时的沉积物发生了沉积分异作用,细的物质在干旱环境中就转化为黄土沉积,并在黄土中形成钙质结核,后来部分地区受到海水的冲刷侵蚀作用,使细粒物质被带走而较大的钙质结核保留原地而富集起来,因而现今钙质结核富集区就是当时黄土在陆架的沉积地区。

**2.3.2 南黄海钙质砂岩砾石的分布及特征** 南黄海南部及东海北部晚更新世末期砂质沉积之上广泛分布大量灰色钙质胶结的砂岩砾石,根据其物质组成和胶结程度,属于第三纪盐成组中的钙质砂岩沉积。海上钻孔资料表明,南黄海南部分布有大面积第三纪地层。据日本在南黄海所取的钙质砂岩砾石中,发现第三纪古生物软体化石。这些钙质砂岩自第四纪以来经受了长期风化剥蚀作用,形成了现今的钙质砂岩砾石,在晚更新世末期寒冷干燥的气候条件下,又受到强烈的风蚀作用,部分砾石具有典型风成石特征。南黄海 QC3 孔晚更新世末期中细砂沉积含有扁平状钙质砂岩砾石。因此,南黄海南部以及东海北部晚更新世末期的砂质沉积并非长江搬运而来,而主要由第三纪砂岩风化而成。钙质砂岩砾石的分布和它的风成特征,表明了砂岩附近的砂质沉积组成了晚更新世末期发育于陆架上的沙漠体。

**2.3.3 晚更新世末期黄、渤海陆架的沙漠化及其衍生沉积** 由于晚更新世末期黄、渤海陆架地区气候寒冷干燥,陆架沉积物不仅受到强烈的机械风化作用,而且受到北方强大干冷气流的吹扬作用,因此陆架沉积物的平面分布特征明显反映出在风力作用下的沉积分

异作用。如前所述,山东半岛周围沿海陆架区形成黄土沉积,其物质组成以粉砂为主并富含钙质结核,位于南黄海中部陆架区为粉砂沉积,这些细粒沉积的外围陆架区广泛分布砂和粉砂质砂沉积,这些砂质沉积区域晚更新世末期在北和东北风的作用下,发生沉积分异作用,形成了山东半岛周围沿海陆架区的黄土沉积和南黄海中部的粉砂沉积。南黄海北纬  $34^{\circ}$  以南至东海北部的广大区域为砂质沉积,在北和东北风的作用下,细粒物质被带到长江下游以南地区形成黄土沉积,其中以南京地区下蜀黄土为典型代表(吴标云, 1985)。晚更新世末期,渤海陆架区盛行北和西北风,陆架的砂质沉积区域为局部沙漠地区,而辽东湾东部、渤海海峡及山东半岛北部沿岸及水下的黄土沉积为沙漠区外围的衍生沉积,这些地区黄土沉积的风成特征已被其物质组成和粒度、矿物特征所证实(李培英等, 1991)。

黄、渤海陆架在上述有关地区浅地层测量结果显示,在全新世水平海相沉积层之下为晚更新世末期陆相砂质沉积,其与上覆全新世地层呈明显的不整合接触,沙质沉积物顶面具有明显的风蚀界面,并显示出大量埋藏砂丘和由砂丘组成的沙漠体以及由泥沙组成的混杂堆积,反映出晚更新世末期黄、渤海陆架区一系列的风沙地貌和风沙沉积。

表 3 晚更新世末期黄海陆架部分岩芯粒度成份(%)

Tab. 3. Sediment grain size composition of the cores on the Yellow Sea shelf in the last stage of late Pleistocene

站号	时代	沉积厚度 (cm)	粒度成份			中值粒径 ( $Md\phi$ )	砂/粘砂+粘土
			砂	粉砂	粘土		
H 80-3	$Q_4$	90	46.54	33.05	20.41	4.08	0.87
	$Q_3$	10	60.82	25.82	13.36	3.80	1.55
H 80-8	$Q_4$	57	29.53	41.23	29.24	5.55	0.42
	$Q_3$	163	46.50	32.24	21.26	4.26	0.87
H 80-11	$Q_4$	190	0.90	38.11	60.99	8.95	0.01
	$Q_3$	80	5.87	40.85	53.28	8.48	0.06
H 80-13	$Q_4$	30	0.35	25.12	74.53	9.94	0.034
	$Q_3$	272	11.09	38.71	50.20	7.66	0.12
H 80-14	$Q_4$	120	0.95	36.0	63.05	9.10	0.01
	$Q_3$	260	35.05	39.76	25.19	4.78	0.54
H 80-21	$Q_4$	160	33.88	38.96	27.16	5.45	0.51
	$Q_3$	156	77.95	11.33	10.72	3.15	3.54
H 80-23	$Q_4$	160	12.01	38.09	39.90	6.54	0.14
	$Q_3$	190	35.35	28.65	36.00	5.70	0.55

根据黄海陆架部分柱状岩芯地层年代及粒度组成(刘敏厚等, 1987),划分全新世及晚更新世末期地层沉积厚度,计算出全新世及晚更新世末期沉积物的平均粒度组成及沙泥比值(表 3),反映不同时期沉积物粒度垂向分布特点。从表 3 中可以看出,各沉积岩芯晚更新世末期沉积物中砂的含量、中值粒径和沙泥比值明显高于全新世。这些沉积岩芯多数分布于东经  $123^{\circ}$  以东,位于水深 70—80m 的范围,这表明晚更新世末低海面时期,那里的陆架沉积物在风力作用下,由于细粒物质被吹走而使其粒度组成明显粗化。从这些岩

芯沉积物粒度分选系数垂直变化中可以看出,晚更新世末期沉积物分选明显变好,反映出风成沉积的粒度特征。黄、渤海许多柱状岩芯晚更新世末期沉积物中的石英颗粒表面都具有风成作用的痕迹。综上所述,根据晚更新世末期黄、渤海陆架沉积物的分布格局及其沉积特征,反映出黄、渤海陆架在晚更新世末期寒冷干燥的气候条件下,曾经发生过沙漠化,并产生一系列的风沙沉积。

### 参 考 文 献

- 刘敏厚等,1987,黄海晚第四纪沉积,科学出版社(北京),14—58。  
 李培英等,1991,中国东部海岸带黄土成因及冰期渤海沙漠化之探讨,中国海陆第四纪对比研究,科学出版社(北京),50—60。  
 吴标云,1985,南京下蜀黄土沉积特征研究,海洋地质与第四纪地质,5(2): 113—121。  
 赵松龄,1991a,晚更新世末期中国陆架沙漠化及其衍生沉积的研究,海洋与湖沼,22(3): 285—293。  
 赵松龄,1991b,黄海南部黄海槽沉积的成因及浅地层结构,海洋学报,13(5): 672—678。  
 赵松龄,1991c,苏北浅滩成因的最新研究,海洋地质与第四纪地质,11(3): 105—112。  
 郑光膺,1989,南黄海第四纪层型地层对比,科学出版社(北京),9—51。  
 秦蕴珊、赵松龄,1991,中国陆架沉积模式研究的新进展,中国海陆第四纪对比研究,科学出版社(北京),23—39。  
 秦蕴珊等,1989,黄海地质,海洋出版社(北京),82—97。

## THE YELLOW SEA AND BOHAI SEA SHELF SEDIMENT DISTRIBUTION PATTERN AND SEDIMENTATION CHARACTERISTICS IN THE LAST STAGE OF LATE PLEISTOCENE

Zhang Minghan

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071*)

### ABSTRACT

Based on the geological surveys of the Yellow Sea and Bohai Sea shelf since 1980s, this study of the sediment distribution pattern and sedimentation characteristics during the low sea-level period in the last stage of late Pleistocene revealed the sediment types and grain sizes. The sediment distribution pattern and the lithological characteristics divide the Yellow Sea and Bohai Sea shelf into six regions of shelf sediments: The shallow sea around the Shandong Peninsula; The middle part of the southern Yellow Sea; The southern part of the southern Yellow Sea; The eastern part of the southern Yellow Sea; The eastern part of the northern Yellow Sea; The region of the Bohai Sea.

The horizontal and vertical distributions of the sediments reflect the dispersing action of the shelf sediments that were blown by the cold north winds under the dry and cold climate in the last stage of late Pleistocene. The sediment distribution pattern and the sedimentation characteristics showed that the shelf of the Yellow Sea and Bohai Sea underwent desertization and formed a series of derivative sediments

**Key word** Late Pleistocene Shelf Desertization Derivative sediments Sedimentation characteristic