

# 渤海中部晚更新世末期以来孢粉组合及全新世下限问题\*

中国科学院海洋研究所 苟淑名

海洋沉积物中含有丰富的粉，而对孢粉组合特征及其映的植被气候演替进行分析究，不仅可为海洋沉积物地的年代、划分、对比和恢复地理环境提供依据，而且还为海平面变化、陆缘侵蚀强、海盆物质来源及其搬运等面的研究提供有益的资料。

本文根据对渤海两个钻孔分析的结果并参考邻近钻的有关资料，对渤海中部晚新世末期以来孢粉组合特、全新世下限及地层划分问作初步探讨。

## 一、剖面岩性及孢粉组合

### (一) 剖面岩性

渤41孔。剖面长度14.3米，口水深27.5米，其岩性自下上为：12米以下为细砂；

—9.6米为黄灰色亚砂土；9.6—6.9米为灰色粘土，而在8.8—8.6米和7.1—6.9米处夹泥炭层；6.9—4.0米为灰色亚砂土；4.0—1米为含水量高的软泥（图1，2）。

渤27孔。剖面长度13.8米，孔口水深25，岩性自下而上为：13.4米以下为细砂；.4—9.8米为深灰色粘土；9.8—7.0米为灰亚粘土；7.0—5.5米为灰色亚砂土；5.5—0米为灰色亚粘土；2.0—0米为灰黄色砂质泥（图1，3）。

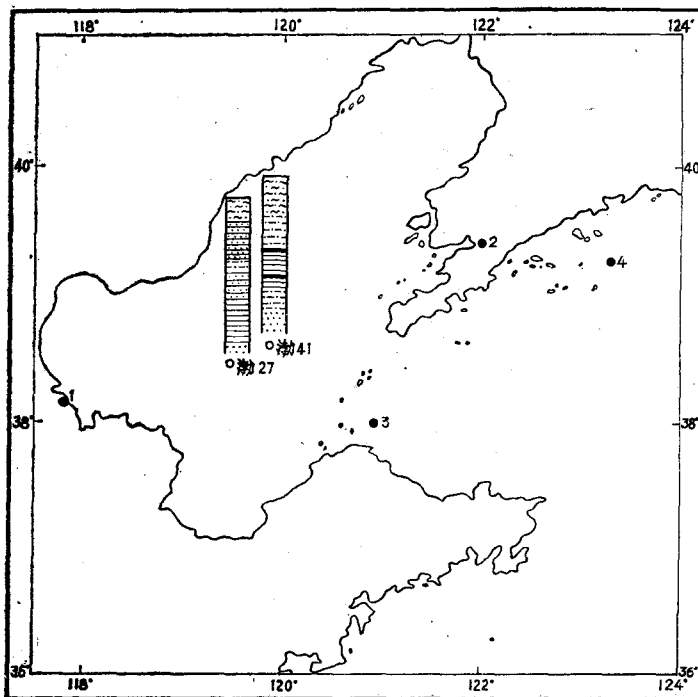


图1 渤海中部及邻近钻孔位置图

1. 渤海湾西岸南排河孔。2. 辽南新金县普兰店孔。3. 渤海海峡南部孔。4. 黄海10号孔。

### (二) 剖面孢粉组合

渤41孔分析18个样品，渤27孔分析15个样品。沉积物中孢粉含量极为丰富（统计10个片子均为数百粒，有些达1,000粒，个别样品可达2,000粒），孢粉种属也众多。分析结果绘成孢粉图式（图2、3）。孢粉组合中草本植物

\* 文中附图由蒋孟荣、李清等同志清绘，特此致谢。

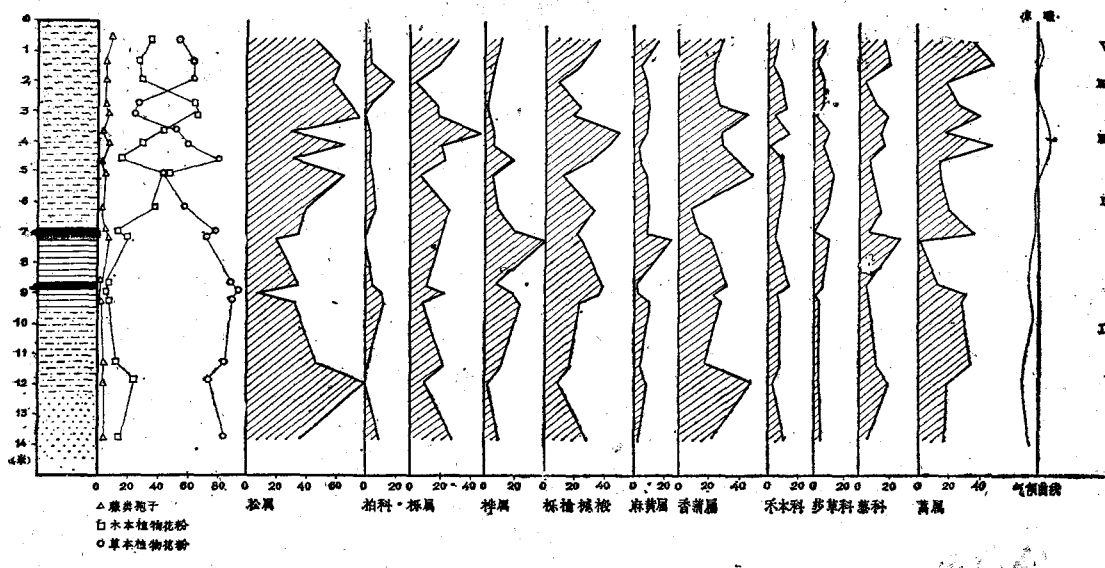


图2 渤41孔孢粉图式

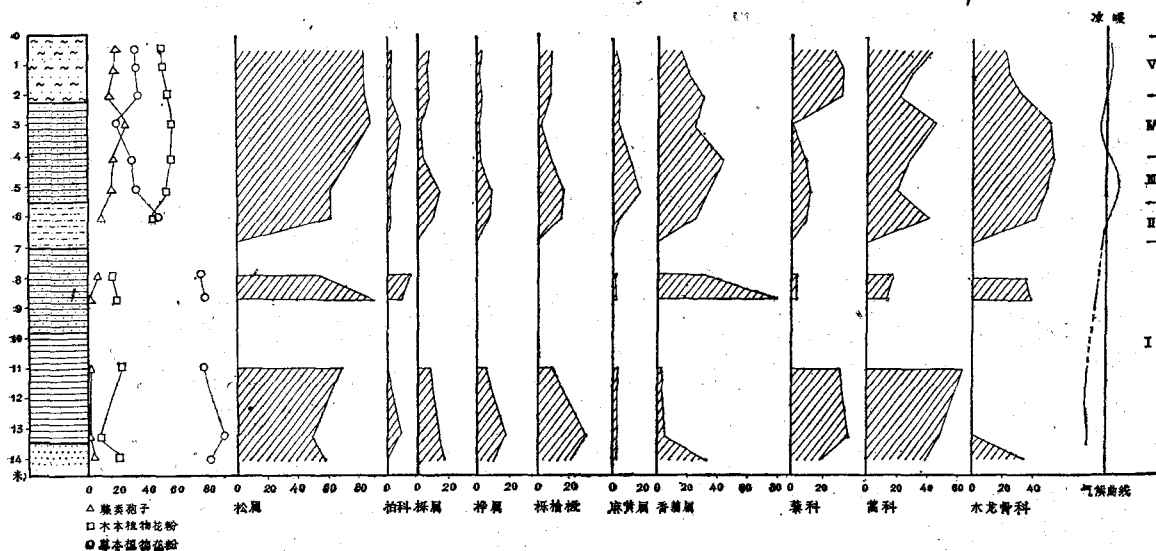


图3 渤27孔孢粉图式

花粉较多（特别是在剖面7米以下地层），其次为木本植物花粉，而蕨类孢子最少。主要孢粉有：松属（*Pinus*），柏科（*Cupressaceae*），云杉属（*Picea*），麻黄属（*Ephedra*），桦属（*Betula*），榛属（*Corylus*），鹅尔枥属（*Carpinus*），胡桃属（*Juglans*），栎属（*Quercus*），榆属（*Ulmus*），椴属（*Tilia*），香蒲属（*Typha*），禾本科（*Gramineae*），莎草科（*Cyperaceae*），藜科（*Chenopodia-*

*ceae*），蓼科（*Polygonaceae*），十字花科（*Cruciferae*），豆科（*Leguminosae*），狐尾藻属（*Myriophyllum*），菊科（*Compositae*），蒿属（*Artemisia*），水龙骨科（*Polypodiaceae*），卷百科（*Slaginellaceae*），里白属（*Gleichenia*），膜蕨科（*Hymenophyllaceae*）。分析结果表明，两个钻孔剖面的孢粉组合特征基本一致，故本文以渤41孔为例进行分析讨论。

表 1 渤41孔孢粉综合分析表

地质时代	层次	孢粉组合	植被群落	气候波动		气候期 (布利特-色 尔南德)	海面变化
				冷	暖		
全新世	晚全新世	栎属、松属为主的花粉带 木本植物增多, 草本植物减少。	阔叶、针叶混交林	温暖湿润		亚大西洋期	
	中全新世	松属、栎属花粉带 木本植物减少, 草本植物增多。	针阔叶混交林	温凉		亚北方期	
	全新世	栎属为代表的花粉带 木本植物占优势, 以阔叶树种为主。 草本植物减少到最低程度。	落叶阔叶林	温暖湿润		大西洋期	
	早全新世	松属、栎属、蒿属、香蒲属花粉带 木本植物增多, 以松属为主。 草本植物减少。	针叶落叶阔叶混交林	温凉干燥		北方期	
晚更新世末期	1	香蒲属、蒿属、藜科、松属花粉带 草本植物占绝对优势。 木本植物少, 松属为主。	草原 (或稀树-草原)	寒冷略湿			

根据孢粉组合及其在剖面上的变化, 自下上可划分为五个花粉带(表1)。

**香蒲属、蒿属、藜科、松属花粉带** 该在剖面13.4—6.8米。其中草本植物花粉占对优势, 其含量为孢粉总数的83.9%, 以香属、蒿属、藜科为主, 其次有菊科、十字花、麻黄属、禾本科、莎草科、豆科、狐尾藻。木本植物花粉含量较低, 占孢粉总数的.6%, 以松属为主, 柏科次之; 而桦属、栎也有一定数量。蕨类植物孢子仅有2.5%的量。

**松属、栎属、蒿属、香蒲属花粉带** 该在剖面6.8—5.0米。木本植物花粉含量逐渐至47.7%, 其中以松属为主, 占木本植物花粉65%; 其次为柏科、桦属、栎属、鹅尔枞。草本植物花粉含量下降, 仅占孢粉总数的%, 主要有蒿属、香蒲属、藜科; 其次为莎科、禾本科、十字花科、豆科。蕨类植物孢主要有水龙骨科, 但含量少。

**栎属为代表的花粉带** 该带在剖面5.0—2.5米。在这一带, 木本植物花粉含量占孢粉总数的60%左右, 其中栎属最甚, 占木本植物花粉的55%; 其次为桦属、榆属、鹅尔枞属、胡桃属、椴属; 而松属仍有相当数量。草本植物花粉含量下降到25%左右, 以香蒲属、蒿属、藜科为主; 次为禾本科、莎草科、麻黄属。而蕨类孢子仍较少, 主要有水龙骨科, 少量的膜叶蕨属等。

**松属、栎属花粉带** 该带在剖面2.5—1.5米。本带木本植物花粉含量降低, 占孢粉总数的29%, 阔叶树种的栎属、桦属、榆属也较少, 主要是针叶树种的松属, 次为柏科。草本植物花粉含量增多, 占孢粉总数的65%, 其中香蒲属含量最多, 其次为蒿属、菊科、麻黄属; 而禾本科、莎草科、藜科、藜科等也有出现。蕨类植物孢子含量仍以水龙骨科为主。

**栎属、松属为主的花粉带** 该带在剖面1.5—0米。阔叶树种的栎属花粉含量有所增

加，为木本植物花粉的30%；其次为桦属、榛属、榆属；而枫柏属、木樨科仅有个别出现。针叶树种的松属花粉仍有相当数量。草本植物花粉含量则有所下降，但以香蒲属、藜科、蒿属为主；禾本科、莎草科、十字花科、豆科、狐尾藻属次之。蕨类植物孢子主要有水龙骨科、并有少量里白属。

## 二、植物群落演替

沉积物中含大量的孢粉，是反映古气候变化的良好标志，特别是区域性的主要森林树种花粉含量的多少，常常可作为当时气候冷热和干湿程度的指标。

为此，上述五个花粉带反映了剖面地层在形成过程中植被群落演替、气候变化的五个阶段（见表1）。

**第一阶段 草原植被（或稀树-草原）。**在这一阶段草本植物最茂盛，主要是香蒲属、藜科、蒿属等水生、盐生植物群落。木本植物少，主要为针叶树种的松柏等。反映出当时的气候寒冷而略湿。

**第二阶段 针叶、落叶阔叶混交林-草原。**木本植物逐渐增多，但以针叶树种松属为主，而栎属、桦属、榆属等阔叶树种亦有增多。相反，草本植物则逐渐减少。反映出当时气候转暖呈温凉干燥。

**第三阶段 落叶阔叶林。**孢粉组合反映出在这一阶段木本植物生长最为茂盛，尤以阔叶树种最甚，种属也繁多，其中以栎属为主，次为桦属、鹅尔枥属、榆属、胡桃属等。草本植物却减少到最低程度。表明当时气候继续转暖达到最佳气候期，呈温暖湿热，很适于植物的大量生长。

**第四阶段 针阔叶混交林。**这一阶段木本植物减少，且以针叶树种松属占优势。草本植物增多，其中以水生、盐生植物较多。说明当时气候稍有变冷，呈温凉。

**第五阶段 栎属、松属为主的阔叶针叶混交林。**以栎属为代表的阔叶树种又逐渐增多，而以松属为代表的针叶树种仍有相当数量。草本植物虽有减少但变化不明显。该植被群落特点同现代陆缘植被大体相当。说明气候复又转暖呈温暖湿润，与现代气候特征类似。

综上所述，可将剖面上地层在形成过程中气候的变化归纳为：冷而略湿→温凉干燥→温暖湿热→温凉→温暖湿润。

本区气候变化的第二至第五阶段可与布利特-色尔南德（Blytt-Sernander）关于全新世的气候分期进行对比（参见表1）。

北方期——第二阶段，温凉干燥。

大西洋期——第三阶段，温暖湿热。

亚北方期——第四阶段，温凉。

亚大西洋期——第五阶段，温暖湿润。

## 三、全新世下限及地层划分

在剖面上孢粉组合的差异所反映的植被群落的演替、气候的变化，说明地层在形成过程

表2 气候波动对比表

地质时代		气候期	渤海中部		渤海湾西岸		辽宁南部		渤海海峡南部		黄海10号孔		
全新世	晚全新世	亚大西洋期	温暖湿润	冷	暖	冷	暖	温暖湿润	冷	暖	温暖湿润	冷	暖
	中全新世	亚北方期	温凉			温暖最佳气候		温暖湿润			温暖干燥		
		大西洋期	温暖湿热					温暖湿润			温暖湿润		
	早全新世	北方期	温凉干燥			较冷		温暖干燥			温凉		
晚全新世末期		寒冷略湿											

表 3 渤海中部与邻近地区孢粉组合对比表

时代		孢粉组合	地区	渤海中部	渤海湾西岸	辽南普兰店	渤海海峡南部	黄海 10 号孔
全新世	晚全新世	亚大西洋期	阔叶树种增加, 针叶树种减少。松属、栎属阔叶针叶混交林。	松属占优势。	阔叶树种减少, 桦属增加, 松属仍占较大比例。针叶落叶阔叶混交林。	木本植物占优势, 栎属为主的阔叶落叶针叶混交林。	阔叶树种增加, 栎属、榆属为主的阔叶针叶混交林。	
	中全新世	亚北方期	针叶树种增加, 阔叶树种减少。松属、栎属针阔叶混交林。	栎属为主的阔叶林。	针叶树种增加, 阔叶树种栎属减少。落叶阔叶林 (含较多针叶成分)。	松属栎属为主。针叶阔叶混交林。	松属增加, 阔叶树种减少。	
		大西洋期	木本植物占优势, 栎属为主。草本植物最少。落叶阔叶林。		栎属为主的阔叶树种占优势, 针叶树种松属较少。落叶阔叶林。	木本植物占优势, 阔叶树种为主, 少量长绿喜暖树种。常绿阔叶针叶混交林。	阔叶树种为主, 针叶树种明显降低。阔叶落叶林。	
	早全新世	北方期	木本植物增多, 草本植物减少。松属、栎属、蒿属、香蒲属、针阔叶混交林—草原。	松属、桦属占优势。	桦属占优势, 阔叶树种占一定比例。	松属为主, 间有栎等阔叶树种, 草本植物含量高。松为主的间有栎等阔叶林。	阔叶落叶树种, 针叶树种增多, 草本植物减少。针阔叶混交林。	
	晚更新世末		草本植物占优势, 木本植物少, 以松为主。香蒲属、藜科、蒿属、松属。草原 (稀树—草原)。				草本植物占优势, 香蒲属等为主。木本植物较少, 以松为主。森林—草原。	

中沉积环境的变化,据此,可对地层进行划分。冰后期气候转暖,形成了有利于泥炭层发育的地理环境,故泥炭层的形成往往是气候发生显著变化的一个重要标志。因此剖面上泥炭层的存在给地层的划分和对比及年代的确定提供了有利的条件。

为了对本区剖面的地层进行划分,参考了邻近地区的钻孔资料:渤海湾西岸南排河孔<sup>(1)</sup>,辽南普兰店剖面<sup>(2)</sup>,渤海海峡南部钻孔<sup>(1)</sup>及黄海10号孔<sup>(2)</sup>。并与之进行了对比。

首先,气候的波动是一致的(见表2)。上述邻近地区钻孔剖面上相应段地层的孢粉组合所反映的气候变化为:寒冷(晚更新世末期)→温凉(早全新世)→温暖湿热(中全新世)→温暖(晚全新世)。这一气候波动与本区剖面反映的气候波动是吻合的。

其次,孢粉组合特点也是基本一致的(见表3)。邻近地区四个钻孔剖面上泥炭层及其所在层位地层的孢粉组合特点是以草本植物占优势,主要是水生、盐生植物群落;木本植物较少,以松柏为主;为森林-草原植物。这一特点和本剖面泥炭层及其所在层位地层的孢粉组合特点完全一致。此外,从表中还可知,在泥炭层以上的地层中孢粉组合特点及其反映的植被群落,同本剖面也是吻合的。

从上述对比可以看出,本剖面上的泥炭层与邻近地区钻孔剖面的泥炭层的层位相当,但是在形成时间上则有差异。渤海湾西岸南排河孔位于岸边,泥炭层在剖面14.1—16.1米处,C<sup>14</sup>测定为8,590±170年(上层)和9,650±190年(下层);辽南新金县普兰店剖面下部泥炭层,C<sup>14</sup>测定为8,070±190年(泥炭层顶部)和995±300年(泥炭层底部);黄海10号孔位于北黄海水深46米,泥炭层在剖面2.6—3.0米处,C<sup>14</sup>测定为12,400±200年。本区剖面的泥炭层形成的时间,应早于南排河孔而晚于黄海10号孔,与辽南普兰店泥炭层底部形成的时间相当,大致在10,000年左右。全新世地层下限就应划在剖面7米左右,在7米以下为晚更新

(1)、(2)皆为海洋局一所提供的资料。

世末期的陆相地层,7米以上为全新世的海相地层。

此外,从上述对比还表明,本区剖面同邻近地区剖面的全新世地层的孢粉组合及其所反映的植被气候变化也是基本一致的。因此根据本区剖面上植被群落的演替阶段,可将本剖面7—0米的全新世地层进一步划分为:7.0—5.0米地层为早全新世即第二阶段的沉积;5.0—2.5米地层为中全新世前期即第三阶段的沉积;2.5—1.5米地层为中全新世后期即第四阶段的沉积;1.5—0米地层为晚全新世即第五阶段的沉积。

#### 四、海面变化

从上述讨论,对本区海面变化已经有一初步的轮廓,现简述如下。

在晚更新世末期即第一阶段,气候冷而略湿,为稀树-草原植被,草本植物占绝对优势。说明当时渤海中部仍为陆地,但湖泊沼泽广布,水生、盐生的草本植物群落大量繁殖,在地势较高的地方生长着针叶树种松柏。

早全新世,气候转暖,海浸开始即进入第二阶段,渤海中部已被海水淹没,剖面上的泥炭层也就是在这一阶段的早期所形成。孢粉组合亦是反映出草本植物减少而木本植物增多,气候由寒冷逐渐转为温凉,湖泊沼泽的范围也不断缩小。

中全新世前期即第三阶段,由于气候继续转暖达到最佳气候期(大西洋期),海面升到最高位置,海浸也达到最大范围。因而在这一阶段孢粉组合反映出植物大量生长,特别是以阔叶树种为代表的木本植物最为茂盛,而草本植物减少到最低程度。

中全新世后期,气候略有转冷呈温凉而进入第四阶段,孢粉组合反映出草本植物有所增多,木本植物相应减少而且以针叶树种松属为主。说明这一阶段海面稍有下降,海水短暂后退。

晚全新世即第五阶段,气温回升气候复又  
(下转第15页)

择吸附性。对某些弱硷性或弱酸性盐类吸附性弱，甚至不吸附。这就会造成分析误差。

(3) 对某些复杂的水质如海水，曾有文献报导<sup>(8)、(9)</sup>，可以用离子交换树脂测其盐度，但用国产732和717树脂是否可以，我们没有做进一步研究。还有一些特殊水质，如含苯甲酸的溶液因能形成难溶性的盐类<sup>(6)</sup>。再如含有大量络合离子（如 $K_3Fe(CN)_6$ 、 $K_4Fe(CN)_6$ ...）都会造成分析误差<sup>(5)</sup>。测定时须加注意。

(4) 如果要进行常量或半微量分析，最好同时使用两种树脂，取测定值较高者即可。

本法因需要保持慢流速，所需时间较长，不适于中间控制分析。

### 主要参考文献

- (1) 许景文编译，1959。离子交换树脂，上海科学技术出版社，64—89页，135—149页。
- (2) 吉野谕吉·藤本昌利，1957。イオン交換法，

共立出版社株式会社。

- (3) 垣花秀武、村濑武男，1960。イオン交換樹脂使用法(Ⅱ)，分析化学 9(9)。
- (4) 平田博行，1960。阳イオン交換樹脂による天然水の分析法，日本化学会志，81，927—931。
- (5) 石桥信彦，1965。イオン交換(Ⅵ)イオン交換樹脂态用(3)电气化学，33，385—388。
- (6) Pomerang, Y. and C. Linder, 1954. The determination of the total electrolyte concentration of sugar products. Anal. Chem. Acta. 11: 239.
- (7) Pomerang, Y. and C. Linder, 1956. The uses of ion exchangers for determining the grade of flour, Anal. Chem. Acta, 15: 330.
- (8) D. E. Carritt, 1962. Use of Anion-exchange Resins in the Analysis sea water, J. Geophys. Res. 67(7—12): 3,548.
- (9) F. Culkin and R. A. Cox, 1966. Sodium, Potassium, Magnesium, Calcium and Strontium in sea water, Deep-sea Res 13(5): 789—804.

(上接第31页)

转暖。孢粉组合反映出针叶树种虽然仍有相当数量，但是以栎属为代表的阔叶树种则增多。草本植物却无明显变化。说明当时海面虽有抬升但幅度不大，处于相对稳定。

由此可知，全新世时期，本区海面可能有四次波动，其中第二次波动幅度最大，是冰后期海浸范围最大的一次。此后海面虽仍有波动但变化幅度都不大，渤海的基本轮廓就形成了。

### 五、结 语

以上所述，可以得出如下初步看法：

1. 海洋沉积物中孢子花粉的含量十分丰富，种属也繁多。本区剖面地层的孢粉组合也反映这一特点，说明陆缘植被茂密。而剖面上孢粉组合的差异，反映了气候和陆缘植被的变化，它为地层划分和对比、恢复古地理环境以及探讨海面的变化提供了有利条件。

2. 渤海中部更新世末期以来植被群落的演替可划分为五个阶段。而全新世时期本区气

候波动可与全球性的气候波动进行对比。参考邻近地区钻孔剖面的资料，本区剖面中泥炭层是在晚更新世结束全新世开始时生成，其形成时间在距今10,000年左右，全新世地层下限应划在剖面7米左右。剖面7米以下地层为晚更新世末期的陆相沉积，7米以上地层为全新世海相沉积。全新世地层进一步划分为：7.0—5.0米为早全新世沉积地层，5.0—2.5米为中全新世前期的沉积地层，2.5—1.5米为中全新世后期的沉积地层，1.5—0米为晚全新世的沉积地层。

3. 全新世时期，渤海海面有四次波动，即早全新世(北方期)，中全新世前期(大西洋期)，中全新世后期(亚北方期)，晚全新世(亚大西洋期)。其中中全新世前期的海面变动幅度最大，是冰后期海浸范围最大的一次。

### 主要参考文献

- (1) 赵松龄等，1978。关于渤海湾西岸海相地层与海岸线问题。海洋与湖沼 9(1)。
- (2) 陈承惠等，1977。辽宁省南部一万年来自然环境的演变。中国科学，6。