

江苏北部全新世风暴沉积研究^{*}

杨宝国 邓伟栋

(南京大学海岸与海岛开发国家试点实验室 210093)

提要 研究了苏北潮滩 SMK 孔中的全新世风暴沉积, 对其沉积相序、沉积构造及保存特性作了分析, 重点剖析了全新世各沉积亚旋回的风暴沉积特征, 建立了苏北潮滩全新世的风暴沉积模式。SMK 中风暴沉积保存较好, 相对厚度在 40 % 以上, 其沉积相序表现为从块状层到平行纹层, 再到丘状交错层理, 并表现出正韵律的沉积特征, 是典型的风暴沉积。

关键词 风暴沉积, 苏北潮滩, 丘状交错层理

风暴潮作为一种海面波动现象, 在大洋波谱中一般集中在 10^{-4} CPS。其作为一种灾害性的地质事件, 对海洋地质、海洋沉积有较大影响; 同时, 地层中风暴沉积的记录与保存对恢复古环境事件也有重要意义。风暴潮在不同的地貌单元其沉积特征也有所不同, 保存的完好程度有很大差别。在蚀退型岸段的潮滩沉积中可见到大量的风暴沉积, 常见的风暴沉积的特征构造为丘状交错层理(HCS), 而在快速堆积地区则难以有保存较好的风暴沉积层, 本文即以目前处于蚀退状态的苏北潮滩为研究区域^[1,2]。

1 研究区概况

江苏北部海岸北起赣榆绣针河口, 南至长江口北, 全长 737.5 km, 其中约 667.5 km 为淤泥质海岸, 潮滩特别宽广, 平均为 10~13 km, 最宽的可达 36 km。

本文的研究区位于如东县北渔乡, 地貌上位于辐射沙洲的顶部南翼, 潮滩宽 8~10 km。在岸外, 有黄沙洋及烂沙洋两条潮汐通道呈喇叭状由东向西伸入。

据 1989 年的实测资料, 黄沙洋最大潮差可达 9.28 m, 平均潮差为 5.04 m^①。1949~1988 年间, 影响本区的台风(过程雨量 50 mm 以上, 或最大风速 10 m/s 以上)总计 47 次, 平均每年 1.6 次; 强台风(过程雨量大于 200 mm, 或最大风速大于 17 m/s)有 8 次。

2 钻孔反映的沉积环境

SMK 钻孔取自研究区的潮间带, 地理坐标为 121°18'36"E, 30°27'48"N, 距离海堤 300 m, 孔口标高 3.1 m, 钻孔进深 60 m, 大体上分为 4 个大的沉积阶段。其上段 0~28.5 m 即为全新世沉积, 根据其下的沉积层为厚约 9.0 m 的硬粘土层, 由粉沙粘土组成, 粘土含量为 40 % ~ 50 %, 无明

^{*} 国家自然科学基金重点资助项目 49236120 号。

^① 河海大学、南京大学, 1989。江苏洋口港建港预可行性研究报告。

收稿日期: 1996 年 11 月 3 日

显构造, 仅可见少量微细的植物根系及锈斑, 这与长江三角洲的硬粘土层一致, 因此, 可将它与上覆层界面作为全新世的开始^[3]。据¹⁴C 测定硬粘土的年龄为 12 000 a B. P。

研究区全新世的沉积环境绝大部分时间属于潮间带环境, 间以短期的浅海环境。根据 A. J. Tankard 的潮坪理论, 结合沉积物的粒度曲线, 可以将 SMK 全新世的沉积划分为以下几个亚旋回(图 1)

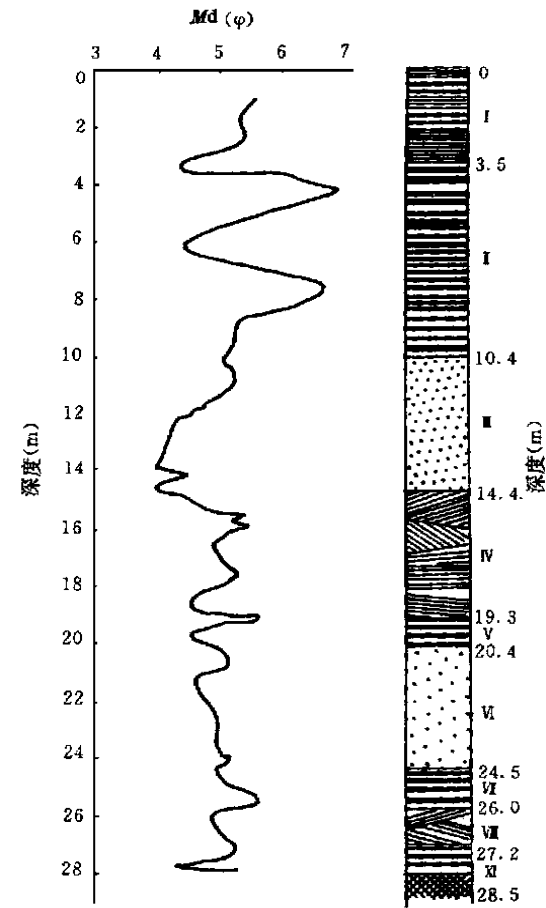


图 1 苏北潮滩 SMK 孔全新世沉积

Fig. 1 The deposit of SMK drill in Holocene in Northern Jiangsu intertidal flat

第 I 亚旋回: 0~ 3.5 m。沉积物以粉沙或砂质粉沙为主, 粘土含量 15 %~ 20 %, 主要沉积构造为平行纹层、块状层, 目前处于潮间带上部, 反映了低能态的沉积环境。

第 II 亚旋回: 3.5~ 10.4 m, 以粘土质粉沙为主要成分, 沉积构造以沙、泥韵律层为主, 有块状层及扰动层。

第 III 亚旋回: 10.4~ 14.4 m, 以沙为主, 粉沙及粘土不超过 20 %, 沉积构造有丘状交错层理、波纹交错层理、平行纹层等, 偶见泥砾或泥条。

第 IV 亚旋回: 14.4~ 19.3 m, 以粉沙沉积为主, 沉积构造有人字形层理、丘状交错层理、平行纹层等。

第 V 亚旋回: 19.3~ 20.4 m, 该段沉积以沙、泥韵律层为主要的沉积构造, 可见砂质透镜体。

第 VI 亚旋回: 20.4~ 24.5 m, 该段沉积与第 III 亚旋回的沉积相类似, 沉积物较粗, 有典型的丘状交错层理、爬升波痕层理、波痕交错层理、粒序层。

第 VII 亚旋回: 24.5~ 26.0 m, 以沙、泥韵律层为主要的沉积构造, 可见扰动层及块状层。

第 VIII 亚旋回: 26.0~ 27.2 m, 以粉沙沉积为主, 可见斜层理及丘状交错层理。

第 IX 亚旋回: 27.2~ 28.5 m, 以沙、泥韵律层为主要构造, 泥层厚度较大, 仍可见丘状交

错层理。

3 SMK 孔的风暴沉积特征

3.1 侵蚀面

受钻孔大小的限制, 风暴沉积的侵蚀面不可能全面表露, 但从揭示的情况看, SMK 孔中的侵蚀面有两种形式, 一为形成于泥质基底之上可看到清晰的界面和凹凸不平的表面, 可以看成是袋

模构造的一部分;另一种是形成于粉沙层之间的,往往可从界面上下构造线的不同,或侵蚀面上聚集大量云母或植物碎屑而区分开来。

3.2 块状层与粒序层

块状层是SMK孔中最频繁出现的风暴沉积类型,它往往夹在上下两层粘土层之间,与沙、泥韵律层理中沙层不同的是块状层底部有一侵蚀面,且它的出现是随机的,厚度也是变化不定的。

SMK孔中见到的粒序层不多,并都为正粒序层,在粒序层底部有侵蚀面,但少见残留沉积,偶尔可见贝壳残留体。

3.3 丘状交错层理

SMK孔中有广泛分布的丘状交错层理发育,既有单个的又有复合的,出现的部位不一致,有的出现在两层泥层之间,而有的则出现在平行纹层之上。丘状交错层理并不很大,一般的丘高在2~3 cm,大的可达8 cm,复合丘状层理的厚度可达12 cm。

3.4 强烈扰动

是由杂乱排列的泥条、泥砾与沙杂堆积而成。这种扰动层总是出现在泥质层之上,其下一定会有侵蚀面的存在。SMK孔中的扰动层厚度一般在5~6 cm之间。

3.5 石英砂表面形态

石英砂的表面形态标志了不同的动力过程,其组合特征及相互关系可以反映出石英颗粒所经历的不同沉积环境。

SMK中用于样品分析的颗粒介于 $-3\sim -2\phi$ 之间,颗粒形态从棱角状→次棱角状→次圆均有发育。从目前所处的环境来分析,绝大多数的石英砂颗粒还没有达到它们的稳定形态,一方面保持了原始环境下的颗粒形态,另一方面又被当前环境下的动力作用所塑造。

根据扫描电镜分析,SMK孔中风暴石英砂表面形态具有以下几个特征:

3.5.1 贝壳断口 这种表面结构在SMK中比较普遍,在这样的环境中出现这种结构,可以认为是较大型的石英颗粒受强动力(如风暴)的作用而发生相互撞击,导致颗粒破碎引起,有些具有贝壳状断口的颗粒的另一部分非常圆滑,表明该颗粒已达相当稳定的能态,后由于强烈的撞击而发生断裂。

3.5.2 V坑 这是一种典型的被撞击形态,而且受撞击的程度非常之深,表明了较强的动力条件。在SMK中V坑几乎在每一颗风暴石英砂表面都可找到,有些V坑已深深地嵌入到了颗粒之中,而有些V坑则逐渐被次生硅沉淀充填。

3.5.3 V痕 V痕是小型的V坑,也是一种撞击形式,但受到的撞击力要小得多,这种表面形态在风暴砂表面亦很常见,为正常滨岸环境下的表面形态。

3.5.4 撞击点 与V痕的动力条件相似,亦相当常见。

3.5.5 弯曲沟、擦痕 同为高能环境下颗粒相撞而形成的表面形态,与V坑不同的是两颗颗粒撞击后具有一定的位移,从而形成刻蚀痕迹。

SMK中风暴石英砂的表面形态记录了3种不同的动力环境,一是有些颗粒仍然保存了原始环境(沉积物源地)下的某些特征,如棱角或次棱角状;其次是颗粒表面印上了现代滨岸环境条件下的痕迹,如V痕、撞击点;最后是颗粒表面还烙上了现代滨岸环境下风暴作用的特征,如V坑、弯曲沟、贝壳状断口等。

4 结论与讨论

4.1 SMK 风暴沉积序列的总体特征

SMK 中有多种不同的沉积相序, 其共同特点是:

4.1.1 除粒序层底部偶见贝壳残留外, 无滞留沉积, 这与研究区沉积物颗粒小而均匀有关。

4.1.2 所有的沉积序列都不具备 T. Aiger 所提出的理想风暴沉积序列那样的完整性, 这与研究区所遭受的风暴强度、登陆地点以及风向之间各因素不协调有关^①。

4.1.3 平均粒径粗化, SMK 中风暴沉积的颗粒大小集中在 2~5 ϕ 之间, 而相同地区常态的潮滩沉积的中值粒径为 7 ϕ , 且粒度频率曲线为双峰型, 两个峰分别位于 4~7 ϕ 及 8~10 ϕ 之间, 表明在正常天气下, 粘土含量明显增大。在每一次的风暴沉积的垂向剖面上, 自下而上沉积物粒度有逐步减小的正韵律趋势, 上覆潮坪沉积, 两者沉积物结构呈渐变或突变关系, 为风暴潮高能与常态低能环境交替作用的产物。

4.1.4 在所有风暴沉积的沉积构造中, 块状层的出现频率是最高的, 这与风暴作用持续时间短、水力分选不充分有关。其次是扰动层和丘状交错层理, 平行层理再次。可以看出, 从泥滩→泥、沙混合滩→细沙、粉沙滩, 块状层在风暴沉积中出现的比例逐渐减少, 而其他沉积构造则均有增加。风暴潮在高峰期, 在滩面上呈面状冲刷, 但水流的紊动使得有旋涡和股流活动, 它们对常态下的细颗粒潮滩沉积进行改造, 形成大量的块状层; 风暴潮高峰过后, 能量迅速减小, 水体中挟带的大量物质发生堆积, 最具风暴特征的层理是平行纹层和丘状交错层理(HCS); 在上述一些风暴沉积层理堆积之后, 水体能量继续减弱, 出现爬升波浪层理、波浪交错层理, 这和典型的风暴沉积过程吻合^[4]。

4.2 风暴沉积在钻孔的保存

作为事件沉积的一种, 风暴沉积记录了地质、历史时期的风暴过程, 但因风暴作用强度、海岸类型、沉积物特性等因素的影响, 仅有部分风暴沉积被保存下来。

在 SMK 孔的全新世沉积中共计录了 47 次大的风暴沉积过程, 其厚度可达 13 m 左右, 占了这一时段内保存下来的沉积层的 40 % 以上, 超过了杭州湾北部保存下来的风暴沉积的相对厚度^[5]。

这说明在强台风期间, 由于苏北海岸的较大的潮差, 配合台风增水, 常可形成较强的风暴潮过程, 常态的潮坪沉积往往大规模地得到改造、破坏, 局部或全部被风暴沉积所取代。

参考文献

- [1] 丁东、任于灿等, 1995. 海洋地质与第四纪地质 15(3): 25~33.
- [3] 任美镠、张忍顺等, 1983. 海洋地质与第四纪地质 3(4): 1~22.
- [3] 陈报章、李从先等, 1991. 海洋地质与第四纪地质 11(2): 37~45.
- [4] 严钦尚, 1984. 海洋与湖沼 15(1): 14~19.
- [5] 许世远、邵虚生等, 1984. 中国科学(B 辑) 7: 1136~1143.

① Aiger, T., 1992. Cyclic and Event Stratification 181-195.

THE STORM DEPOSIT OF JIANGSU INTERTIDAL FLAT IN HOLOCENE

Yang Baoguo and Deng Weidong

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

Received: Nov. 3, 1996

Key Words: Storm deposit, Jiangsu intertidal flat, Hummocky Cross Stratification

Abstract

Through the drill in Jiangsu intertidal flat, this paper mainly deals with the storm deposit construction, storm deposit sequence, individual laminae, storm deposit thickness, and so on. Under the same condition of storming reaction, the different storm deposit will be created, which is the result of various storming environment to the flat surface. Among all of the storm structure, the Hummocky Cross Stratification (HCS) is the most important and typical one.