

莱州湾南岸 XZK2 钻孔 晚更新世以来的沉积环境探讨

黄永波,侯建华,朱学强,任天龙,杨仕鹏

(山东省地质调查院,山东 济南 250013)

摘要:通过钻孔岩性特征、沉积构造及沉积物粒度、磁化率与测井曲线对莱州湾南岸 XZK2 钻孔上部晚更新世以来的松散沉积物进行了沉积相划分,结合¹⁴C 同位素年龄测定,划分了深海氧同位素阶段,表明该地区沉积物磁化率与砂含量曲线具有明显的正相关关系,结合已有研究,证明该地区晚更新世以来古环境经历了三次冷暖交替,而莱州湾西南海岸所发现的相当于沧州海侵、献县海侵和黄骅海侵的三次海侵事件,钻孔上仅见全新世黄骅海侵,沧州海侵、献县海侵相应层位为滨海沉积。

关键词:粒度分析;磁化率;晚更新世晚期;莱州湾南岸

中图分类号:P53 **文献标识码:**A

引文格式:黄永波,侯建华,朱学强,等.莱州湾南岸 XZK2 钻孔晚更新世以来的沉积环境探讨[J].山东国土资源,2016,32(7):7-11.HUANG Yongbo, HOU Jianhua, ZHU Xueqiang, etc. Discussion on Depositional Environment of XZK2 Borehole in South Costal Zone of Laizhou Bay since Late Pleistocene[J].Shandong Land and Resources, 2016,32(7):7-11.

自 20 世纪 70 年代 F. Oldfield 和 R. Thompson^[1] 创立环境磁学以来,磁化率已经作为比较重要的环境指标广泛应用于海洋、湖泊沉积物,尤其是黄土沉积的古环境研究中^[2-7]。国内外诸多研究表明,碎屑沉积物磁化率值主要受其含有的磁铁矿及赤铁矿等磁性矿物的影响。R. Thompson、刘秀铭、王建等通过对不同粒度碎屑沉积物中各种磁性矿物的含量与磁化率的关系研究表明,沉积物磁化率与其粒度密切相关,并在很大程度上反映了沉积物源、动力条件及沉积次生条件变化的影响^[1,8-9]。

该文拟通过对莱州湾南岸 XZK2 钻孔上部沉积物磁化率与粒度的分析,对该海岸范围内磁化率、粒度及其与古环境变化关系进行初步的探讨。

1 区域概况与研究进展

莱州湾为渤海三大海湾之一,西岸、南岸为滨海

平原,是华北平原的重要组成部分^[10]。莱州湾南岸平原又称为潍北平原,自新生代以来区域构造活动以差异性沉降为主,主要地貌类型为山前洪冲积平原与冲积海积平原^[11],因赋存油气、卤水及各类矿产资源而备受关注,沿海区域因存在大范围的海咸水入侵问题,其引起的环境保护与治理问题更值得深入研究。地下卤水资源的赋存状况及海咸水入侵的产生与古环境演化有密切的联系^[12-14]。吕厚远、韩有松、庄振业、刘恩峰等分别通过对沉积物岩性特征、微体古生物分布及孢粉分析结合¹⁴C、光释光测年手段对该区晚更新世以来的古环境变化及海侵海退进行了初步研究^[10,15-20]。目前对莱州湾南岸沉积物粒度、磁化率等气候代用指标的引入还未见报道。

该次取样钻孔为 1:5 万辛安庄等五幅区域地质调查项目开展的钻探工作,位于莱州湾南岸平原,昌邑市灶户村北西方向,距现代海岸线 11 km(图 1)。

收稿日期:2016-01-14;修订日期:2016-03-15;编辑:王敏

基金项目:该文为中国地质调查局项目 1:5 万辛安庄、海沧、昌邑、新河、朱里幅区域地质调查项目(编号:1212011220485)和中国地质调查局山东省地质系列图件编制项目(编号:1212010811029)成果

作者简介:黄永波(1984—),男,山东诸城人,工程师,主要从事区域地质调查与研究工作;E-mail:wingboo@sohu.com

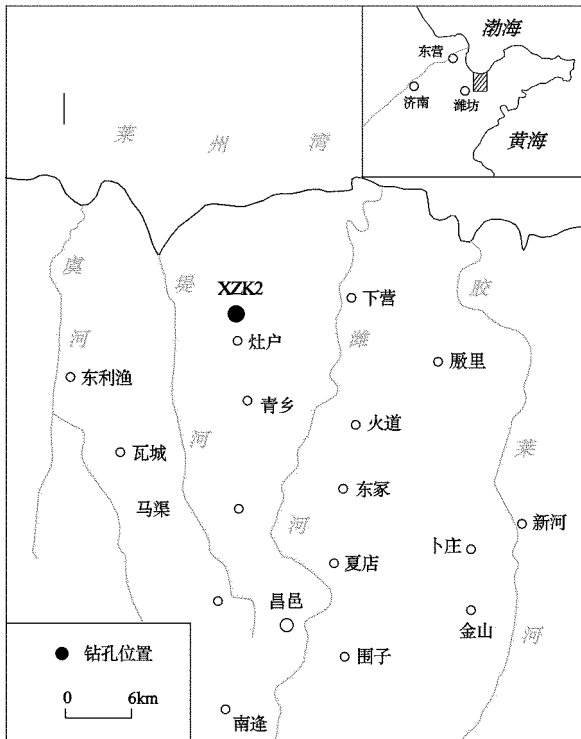


图 1 区域概况及钻孔位置图

2 样品采集分析与钻孔岩性特征

该次研究在在部分层位采取¹⁴C 样品,测试工作在北京大学考古文博学院完成,测试结果见表 1。

表 1 XZK2 钻孔 AMS¹⁴C 结果

| 取样深度/m | 样品类型 | ¹⁴ C 年龄(a B.P.) |
|----------|------|----------------------------|
| xk2-3.32 | 贝壳 | 2515±30 |
| xk2-3.88 | 贝壳 | 3895±20 |
| xk2-4.35 | 贝壳 | 4020±20 |
| xk2-12.4 | 贝壳 | >43000 |
| xk2-13.3 | 贝壳 | 37490±220 |

由于测试对象主要为沉积物中的软体动物壳体,考虑到软体动物壳体作¹⁴C 测年的局限性,贝壳壳体可能来源于下伏地层,导致¹⁴C 年代有可能比实际地层年代偏老。

在 XZK2 上部 40 m 岩心中,以约 20 cm 的间隔采集并测量粒度样品 110 件(其中 17.2~31.2 m 缺样)。粒度分析采用激光粒度分析法,测试步骤为取适量的 10%的 H₂O₂ 和 0.5%的 HCl,分别去除沉积物中的有机质和碳酸盐,处理过后的样品经多次洗盐,加入偏磷酸钠后,经超声波分散,最后上机测试。

沉积物粒度采用等比制(Φ 值标准)粒级分类,

XZK2 沉积物粒级组分由砂(<4Φ)、粉砂(4~8Φ)、黏土(>8Φ)组成。通过对 XZK2 孔上部岩心沉积物的详细观察和分析,包括岩性、颜色、含水量、软体动物壳体情况及沉积构造等特征,并结合粒度数据,将该孔自上而下分为 25 层,钻孔分层岩性分层见表 2(已将原始层位进行合并,沉积物颜色以蒙赛尔比色卡为标准)。XZK2 孔上部岩性柱状图与岩心照片见图 2。

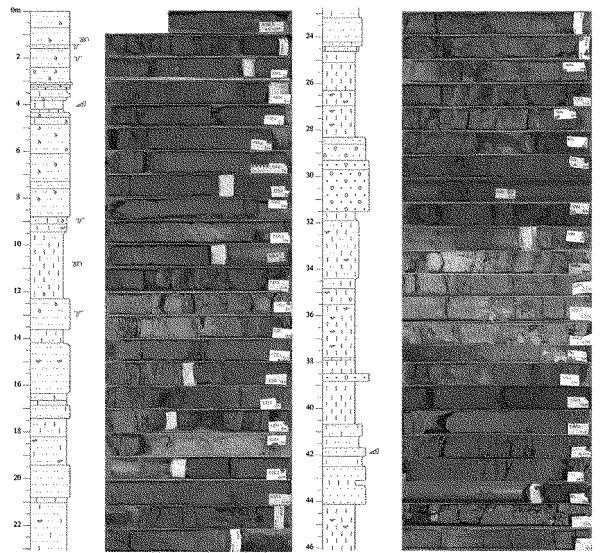


图 2 XZK2 上部岩性柱状图与岩心

磁化率测量的采样间距为 0.5~1 m,共采集样品 60 件,以 2 cm×2 cm×2 cm 无磁塑料盒盛放,在中国地质科学院地质力学所用 BartingtonMS2 磁化率仪分别样品进行了磁化率测量。

3 结果分析

将 XZK2 钻孔上部钻孔岩性与粒度分析、磁化率结合测井曲线进行综合分析,可以看出粒度分布曲线与磁化率呈较为明显的正相关关系,可以分为 3 个阶段:

(1)0~8.80 m 砂含量曲线相对高值,具有一定波动,振幅相对较小,此时磁化率曲线也在相对高值波动;对应岩性为灰棕色—灰色粉砂,含大量贝壳碎屑,为滨海沉积。

(2)8.80~12.30 m 砂含量曲线平稳低值,磁化率数据亦处于低值附近,对应岩性为浅黄棕色—深灰色黏土,发育钙质结核,为硬土层,对应干冷期的泛滥平原相沉积。

(3)12.30~17.20 m 砂含量曲线变化强烈,磁化

表 2 XZK2 钻孔岩性分层描述

| 层号 | 埋深/m | 岩性描述 |
|----|-------------|---|
| 1 | 0~3.05 | 浅棕黄色(2.5Y,6/3)粉砂与灰色(2.5Y,5/1)含粘土粉砂互层,多见细小的贝壳碎屑层,发育竖向虫迹 |
| 2 | 3.05~3.35 | 浅黄棕色(2.5Y,6/3)粉砂,多含贝壳碎屑,偶见完整贝壳及螺壳,发育炭质条带,上部粒度较粗,为粉细砂 |
| 3 | 3.35~3.83 | 灰色(2.5Y,5/1)—浅黄棕色(10YR,6/3)含粘土粉砂与粉砂互层,含少量贝壳碎屑 |
| 4 | 3.83~4.55 | 灰色(2.5Y,5/1)—深灰棕色(2.5Y,4/2)含粉砂粘土,向下粘土含量减少,斜层理发育。含少量贝壳碎屑 |
| 5 | 4.55~8.80 | 深灰棕色(2.5Y,4/2)—灰色(2.5Y,5/1)粉砂,局部含贝壳碎屑,见少量含炭质灰黑色粉砂斑块 |
| 6 | 8.80~12.30 | 深灰色(2.5Y,4/1)—浅黄棕色(2.5Y,6/3)含粉砂粘土,发育生物潜穴,中下部发育钙质结核及钙质胶结团块,局部含少量贝壳碎片 |
| 7 | 12.30~13.62 | 橄榄黄色(2.5Y,6/6)粉砂,发育竖直方向的虫迹,含薄层贝壳层。与上层为渐变过渡关系 |
| 8 | 13.62~14.20 | 黄棕色(10YR,5/8)含粉砂粘土,向下颜色渐深,上部略显红棕色,与上层接触界线呈不规则波状,界线处发育贝壳层 |
| 9 | 14.20~16.35 | 橄榄黄色(2.5Y,6/8)粉砂,发育波状及团块状灰黄色粉砂,上部发育竖直状灰黄色粘土质粉砂条带,宽 1cm 左右,延长在 30cm 左右。局部发育钙质结核 |
| 10 | 16.35~16.86 | 浅黄棕色(2.5Y,6/3)粘土质粉砂,发育铁染团块。上部发生轻微土壤化 |
| 11 | 16.86~17.42 | 浅黄棕色(2.5Y,6/3)含粘土粉砂,17.20m 处发育钙质结核,径小于 1cm |
| 12 | 17.42~19.42 | 浅黄棕色(2.5Y,6/2)、褐黄色,灰色杂色粉砂质粘土,向下钙质结核发育增多,径在 2~5cm |
| 13 | 19.42~20.80 | 棕黄色(10YR,6/6)粉砂,发育浅黄棕色条带及斑块 |
| 14 | 20.8~23.17 | 浅黄棕色(2.5Y,6/3)粉砂夹粉砂质粘土。发育斜层理下部发育铁染斑块,偶见钙质结核 |
| 15 | 23.17~24.62 | 浅灰色(2.5Y,7/2)粉砂—粘土质粉砂,向下粘土含量渐增,与上层接触部位出现一定的杂色特征(浅灰—浅黄棕—灰绿),反映沉积环境向还原环境过渡,且水位不稳定,偶见灰白色钙质结核,径 3~4cm,次圆状 |
| 16 | 24.62~28.32 | 灰色(10Y,7/1)—浅棕色(10YR,6/3)含粉砂粘土,向下粉砂含量渐少,钙质结核发育增多,径向下变大 |
| 17 | 28.32~29.32 | 棕黄色(10YR,6/6)含砾中细砂,砾石主要为石英,粒径 3~5mm,次棱角状为主,含量为 10%~15%。向下砾石含量增多 |
| 18 | 29.32~31.52 | 淡褐色(10YR,7/4)含砾中粗砂,砾石成分主要为石英及少量安山质火山岩,以棱角—次棱角状为主,径在 0.5~1.2cm,含量在 8%~10%。向下颜色逐渐变浅 |
| 19 | 31.52~34.41 | 深灰棕色(10YR,4/2)—灰色(10YR,5/1)含粉砂粘土,向下粉砂含量渐增。局部含少量黑灰色泥质团块及灰白色钙质结核,直径可达 3cm |
| 20 | 34.41~38.50 | 浅棕色(10YR,6/3)粘土,上部粉砂含量稍多,局部含砾,见少量钙质结核。下部呈橄榄黄色(2.5YR,6/8)、浅绿灰色(GLEY-2,7/10G)、棕红色杂色状 |
| 21 | 38.5~38.83 | 棕黄色(10YR,6/6)含砾粗砂,砾石主要成分为长石及石英与少量暗色矿物,砾径在 0.2~0.2cm 左右,分选较好,棱角—次棱角状,砾石含量在 30%~40%左右,与上层界线不平整 |
| 22 | 38.83~40.68 | 灰黄棕色粘土,固结较好,手捏不碎,发育钙质胶结团块,呈灰白色,与周围岩性界线明显 |
| 23 | 40.68~42.50 | 浅棕色(2.5Y,7/4)含粘土粉砂、粘土质粉砂,中部粒度较粗为粉细砂,发育斜层理 |
| 24 | 42.5~44.12 | 浅棕色(2.5Y,7/4)细砂夹灰黄棕色粘土,呈韵律层,前者单层厚在 3~5cm,后者单层厚在 10cm 左右 |
| 25 | 44.12~47.67 | 橙黄色、灰绿色杂色粘土,后者呈竖直条带状,斑块状及浸染状分布于前者中,应为发生后期潜育化作用的结果,湖沼相静水沉积环境。发育钙质结核 |

率曲线也是震荡强烈,对应岩性为黄棕—浅黄棕色粉砂、粘土质粉砂及含粉砂粘土,局部可见杂色及铁染现象,显示水位变化迅速,氧化还原环境交替出现,为泛滥平原相沉积。总体上磁化率与粒度分布曲线表现出较强的相关性,两者与自然伽马、自然电位曲线及岩性具有良好的对应关系。综合测井、粒度分析及磁化率数据,结合钻孔岩性特征对钻孔进行了沉积相划分(图 3)。

4 讨论

(1)自晚更新世以来,随着冰期、间冰期气候变化并伴随全球海平面多次升降,渤海发生了沧州、献

县和黄骅三期大范围的海侵事件以及它们之间的海退事件^[21],莱州湾南岸滨海平原亦相应形成了海、陆相间的沉积地层结构^[13,18,22]。

已有研究表明,莱州湾南岸晚更新世以来的孢粉记录与渤海南部 ZK228 孔孢粉组合基本一致,经历了 3 次气候冷暖交替^[15]。反映在 XZK2 钻孔岩性上,自下而上经历了由棕黄色→浅灰棕色→棕黄色→深灰、浅黄棕色→灰色的沉积旋回。50~24 ka B.P.和 10~4 ka B.P.两次明显的暖湿期分别对应于晚更新世末期的“猷县海侵”和全新世“黄骅海侵”。冰后期气候转暖,大约于 11kaB.P.海平面开始快速上升,大约于 8.5 ka B.P.进入渤海,并于 7 ka B.P.左右达到现岸线附近,至 6 ka B.P.左右到大海侵最大

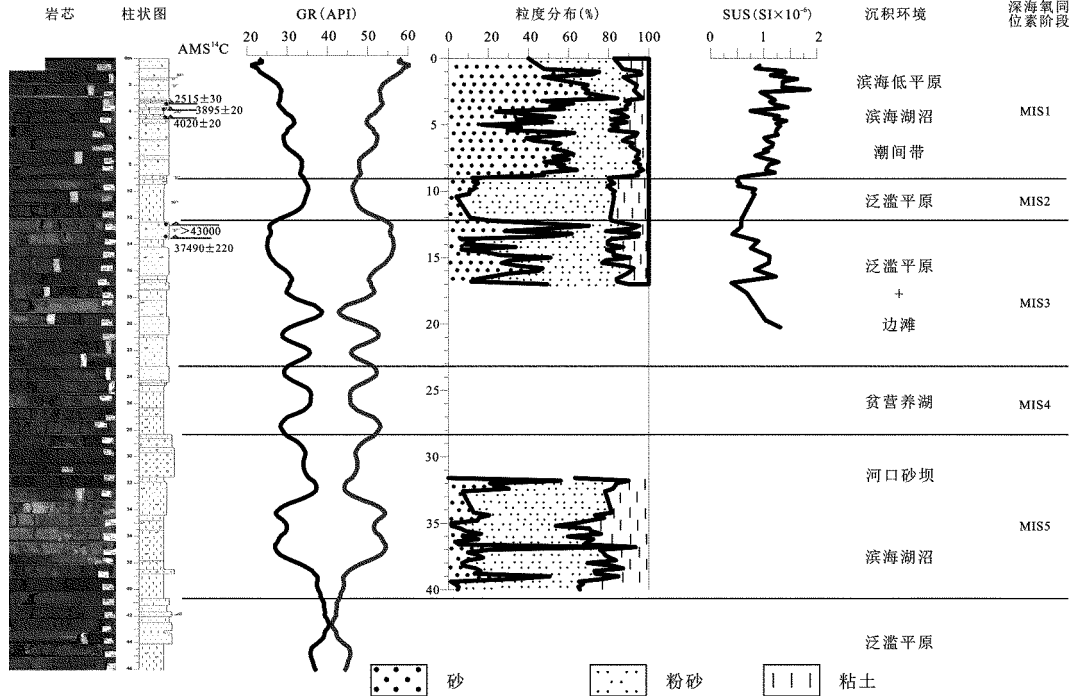


图 3 XZK2 钻孔上部地层沉积相划分

范围,渤海从 8.5 ka B.P.至今被水淹没,称为黄骅海侵,沉积了 H1 海相层^[18]。对比 XZK2 孔,冰后期以来为潮间带沉积,至 4 020 a B.P.为滨海湖沼相沉积,表明至晚 4 000 a B.P.海平面开始退至灶户以北。

50~24 ka B.P.阶段的献县海侵钻孔相应地层为一套棕黄色粉砂质粘土为主夹含粘土粉砂及粉砂,发育钙质结核的泛滥平原相沉积。晚更新世早期的沧州海侵在钻孔相应层位上仅出现一层灰色粘土层,为滨海湖沼相沉积,表明海侵范围尚在 XZK2 孔以北。

(2)通过钻孔沉积物粒度分析与磁化率数据的对比发现,两者间有很好的对应关系,沉积物磁化率表现出与砂含量曲线($<4\Phi$)同步变化的特点,表明该区粒度 0.063 mm 以上的沉积物铁磁性矿物对磁化率具有最大贡献。磁化率曲线的变化特征在不同沉积环境下具有较大差异,对以磁化率曲线结合岩性及沉积构造进行准确的沉积相划分提供了可能。但沉积物磁化率受控于沉积物来源及区域沉积环境的不同,其与粒度及古环境的相关关系并不是一成不变的,在进行相关应用时应注意所在区域的地质环境的分析。

(3)该文为山东省 1:5 万辛安庄等五幅区域地质调查项目的阶段性成果,结果分析及行文过程中

难免有疏漏不足的地方,敬请批评指正。

致谢:该文样品数据分析及钻孔沉积相划分对比中得到了天津地质调查中心王强先生的无私指导。在此表示感谢!

参考文献:

- [1] Roy Thompson, Frank Oldfield. Environmental magnetism[M]. London: Allen & Unwin, 1986.
- [2] George Kukla, Friedrich Heller. Pleistocene climates in China dated by magnetic susceptibility[J]. Geology, 1988, (16): 811 - 814.
- [3] 安芷生, 吴锡浩. 最近 2 万年中国古环境变迁的初步研究[M]. 黄土(第四纪地质)全球变化, 北京: 科学出版社, 1990.
- [4] 吴瑞金. 湖泊沉积物的磁化率、频率磁化率及其古气候意义——青海湖、岱海近代沉积为例[J]. 湖泊科学, 1993, 5(2): 129 - 135.
- [5] Rosenbaum J G. A Record of middle Pleistocene climate change from Buck Lake, Cascade range, southern Oregon - Evidence from sediment magnetism, trace - element geochemistry, and pollen [J]. Geological Society of American Bulletin, 1996, 108(10): 1328 - 1332.
- [6] 胡守云, 王苏民, Appel E, 等. 呼伦湖湖泊沉积物磁化率变化的环境磁学机制[J]. 中国科学, 1998, 28(4): 334 - 339.
- [7] Teh - Quei Lee, Hwa - Sung Lin. Magnetic analysis on lacustrine deposits of Yuan - Yang lake, Northern Taiwan [J]. Journal of the Geological Society of China, 1999, 41(1): 143 - 158.
- [8] 刘秀铭, 刘东生, John Shaw. 中国黄土磁性矿物特征及古气候意

- 义[J].第四纪研究,1993,(3):281-287.
- [9] 王建,刘泽纯,姜文英,等.磁化率与粒度、矿物的关系及其古环境意义[J].地理学报,1996,51(2):155-163.
- [10] 韩有松,孟广兰,王少青.渤海莱州湾滨海平原晚第四纪地质事件与古环境[J].海洋科学集刊,1994,35(0):87-96.
- [11] 赵德三,尹泽生,张祖陆,等.山东省沿海区域环境与灾害[M].北京:科学出版社,1992.
- [12] 韩有松,孟广兰,王少青.中国北方沿海第四纪地下卤水[M].北京:科学出版社,1996.
- [13] 庄振业,刘冬雁,杨鸣,等.莱州湾沿岸平原海水入侵灾害的发展进程[J].青岛海洋大学学报(自然科学版),1999,29(1):146-152.
- [14] 刘恩峰,张祖陆,沈吉,等.晚更新世以来潍河古河道沉积及其对现代咸水入侵的控制[J].高校地质学报,2003,9(1):47-53.
- [15] 吕厚远.渤海南部晚更新世以来的孢粉组合及古环境分析[J].黄渤海海洋,1989,7(2):11-25.
- [16] 彭子成,韩岳,张巽,等.莱州湾地区 10 万年以来沉积环境变化[J].地质论评,1992,38(4):360-367.
- [17] 庄振业,李建华.莱州湾东南岸的全新世海浸[A]//国际地质对比计划第 200 号项目中国工作组著,中国海平面变化[C].北京:海洋出版社,1986.
- [18] 庄振业,许卫东,刘东生,等.渤海南部 S3 孔晚第四纪海相地层的划分及环境演变[J].海洋地质与第四纪地质,1999,19(2):27-35.
- [19] 张维英,韩美,李艳红.山东莱州湾南岸平原古湖泊消亡原因初探[J].古地理学报,2003,5(2):224-231.
- [20] 刘恩峰,张祖陆,沈吉.莱州湾南岸滨海平原晚更新世以来古环境演变的孢粉记录[J].古地理学报,2004,6(1):78-84.
- [21] 秦蕴珊.渤海地质[M].北京:科学出版社,1985.
- [22] 张祖陆,聂晓红,刘恩峰,等.莱州湾南岸咸水入侵区晚更新世以来的古环境演变[J].地理研究,2005,24(1):105-111.

Discussion on Depositional Environment of XZK2 Borehole in South Costal Zone of Laizhou Bay since Late Pleistocene

HUANG Yongbo, HOU Jianhua, ZHU Xueqiang, REN Tianlong, YANG Shipeng

(Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract Through study on drilling lithology, sedimentary structures, grain size, magnetic susceptibility and logging curve, loose sediments of XZK2 borehole in south coastal zones of Laizhou Bay since late Pleistocene have been divided. Combining with ^{14}C isotopic age determination, the oxygen isotope stages in deep sea have been divided. It is showed that the curve of magnetic susceptibility of sediments and sand content has significant positive correlation. Combining with existing research, it is proved that the ancient environment has experienced in this area three alternating cold and warm since late Pleistocene. Three transgression events which are equivalent to Cangzhou marine transgression transgressive, Xianxian marine transgression transgressive and Huanghua marine transgression have been found in the southwest coast of Laizhou Bay. Through drilling holes study, only Holocene Huanghua transgression can be found, while Cangzhou marine transgression and Xianxian transgression are corresponding with coastal deposition layers.

Key words Grain size analysis; magnetic susceptibility; late Pleistocene; south coastal zones of Laizhou Bay