

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2019.04.012

滨海新区北塘晚更新世晚期以来的沉积环境特征及演化

郭立君,董路阳,张全,王林海,朵兴芳

(天津市地质调查研究院,天津 300191)

摘要: 文章以滨海新区北塘施工的第四系钻孔岩芯为研究对象,通过沉积岩石学、AMS¹⁴C测年及微体生物特征综合分析,详细研究了晚更新世晚期以来该区地层的岩性特征、沉积相及其空间分布形态,认为本区晚更新世以来发育了一套海相—陆相—海相—陆相交互沉积的地层,成因类型包括冲积、湖沼沉积以及海积;晚更新世以来的沉积环境由滨海近岸浅海至河口湾、潟湖、滨海平原再至冲积平原的演变,总体上该区晚更新世晚期以来属于海陆交互作用及海进—海退的演变过程。

关键词: 沉积环境;微体生物;晚更新世;滨海新区;天津

中图分类号: P534.631 **文献标识码:** A

0 引言

天津滨海新区作为渤海湾西岸的重要组成部分,晚更新世以来地层的形成受到海洋、河流双重作用,其在国内沿海平原研究中居重要地位。这是因为天津沿海晚第四纪没有大河流主河道在此地入海,仅局部出现下切河谷,在全球性海水进退过程中形成的海陆交互沉积地层分层明显。因此,滨海新区沿海地区被认为是研究渤海湾海平面变化和古环境演化的重要领域之一^[1-3]。

天津滨海新区北塘一带位于渤海湾西岸,属于滨海新区核心区域,是生态和经济双向建设的战略要地。而目前该区由于受到自然因素和人类活动双重影响,正面临着海平面上升、地面沉降、土壤盐渍化以及海水入侵等地质环境恶化的威胁^[4]。因此,在研究区开展晚更新世晚期以来的沉积环境特征和演化研究,对加深本区地质环境现状的了解,预测未来地质环境发展趋势有重大意义。

1 区域地貌地质概况

研究区位于滨海新区塘沽北部,西起新地河水库(东丽湖),东至北塘街道(图1)。其地处渤海湾西岸平原区,地势低平,地面标高2.0 m—4.5 m^[5]。地貌特征主要受河流淤积作用、海陆相互作用,以及人类活动的影响,主要地貌单元包括:河床、古河道、河间洼地、决口扇、河漫滩、贝壳堤等,以及人类活动改造而形成的农田、河渠、水库、城镇台地等人工微地貌形态^[6]。

研究区横跨沧县隆起和黄骅坳陷两个Ⅲ级构造单元,主断裂呈NE向展布,区内无基岩出露,全部为第四系覆盖。本次工作施工的第四系钻孔揭露了区内晚更新世晚期以来的地层,即全新统天津组和上更新统塘沽组^[7]。上更新统塘沽组(Qp³ta)岩性以黄灰、深灰、黑灰色粉砂质黏土、粉砂质黏土与黏土质粉砂互层为主,局部可见粉砂层发育;全新统天津组一段(Qht¹),岩性以灰、浅黄色黏土和黏土质粉

收稿日期: 2019-03-22; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 天津市国土资源和房屋管理局项目“滨海新区地下水及地质环境调查评价”(编号:国土房任[2015]1号)资助。

作者简介: 郭立君(1985—),男,工程师,主要从事基础地质及水工环等方面工作。通信地址:天津市南开区迎水道20号,天津市地质调查研究院;邮政编码:300191;E-mail:glj-198@163.com

砂为主;全新统天津组二段(Qht²),岩性为大段的灰黑色、深灰色黏土、粉质黏土、黏土质粉砂、淤泥质黏土;全新统天津组三段(Qht³),岩性主要为黄褐色黏土、粉质黏土(图2)。

2 沉积特征分析

研究区沉积物类型简单,岩性包括:黏土、粉砂质黏土、黏土质粉砂、粉砂四大类。整体来看,除代表较强动力的(细)粉砂与下伏黏性土之间出现突变,表示河流突然摆动外,其它岩性组合基本为连续沉积。本文将结合施工的钻孔岩芯以及微体生物特征对该区沉积特征及沉积环境演化^[8-15]进行分析(图3)。

2.1 末次冰消期前的晚更新世晚期沉积相

研究区地层一般在21 m深度之上为1.5万年开始的末次冰消期的湖沼沉积,故总结21~30 m之间的晚更新世晚期地层基本属于洪泛平原沉积体系,只有在近30 m深度发生过海侵,发育相当于深海氧同位素MIS3阶段的第二海侵层。海侵发生时

气候温暖湿润。在北塘地区此次海侵表现为海水侵入湖泊的特点,已经在几个钻孔发现其下伏地层有陆相淡水介形虫和腹足类,原为淡水湖沼,被海水侵入而改变性质,同时亦有海相双壳类碎片或完整壳体出现其中,具羽状交错层理,除一般浅灰色外,甚至个别呈灰绿色,多为黏土质粉砂,少见黏性土。

本次工作在SDZ09钻孔28 m—30 m深度的岩芯处采集了4件微古样品。经鉴定无非海相介形类,海相介形类含量则较多,有9个种属,丰度变化范围为1~54 瓣/50g干样不等。其中布氏纯艳花介 *Pistocythereis bradyi* (Ishizaki) 和典型中华美花介 *Sinocytheridea impressa* (Brady) 平均百分含量均近半,陈氏新单角介 *Neomonoceratina chenae* Zhao 超过25%。在28.29 m处见260枚广温广盐种阿卡尼圆形五块虫、湿地种多变假小九字虫、广盐种毕克卷转虫变种、广盐种宫古筛九字虫 *Cribronion miyakoensis* 等,以及海相腹足类松岛囊螺 *Retusa matusimana*、淡水腹足类。在29.55 m处见较多的瓷质壳有孔虫和海相介形类,以滨海相陈氏新单角介居多,并见块状浅灰色黏土层。综上,可判断该地区28 m—30 m深度为潟湖沉积。



图1 研究区位置示意图

Fig. 1 Tectonic map showing the location of the study area

1. 钻孔及编号; 2. 剖面位置; 3. 研究区

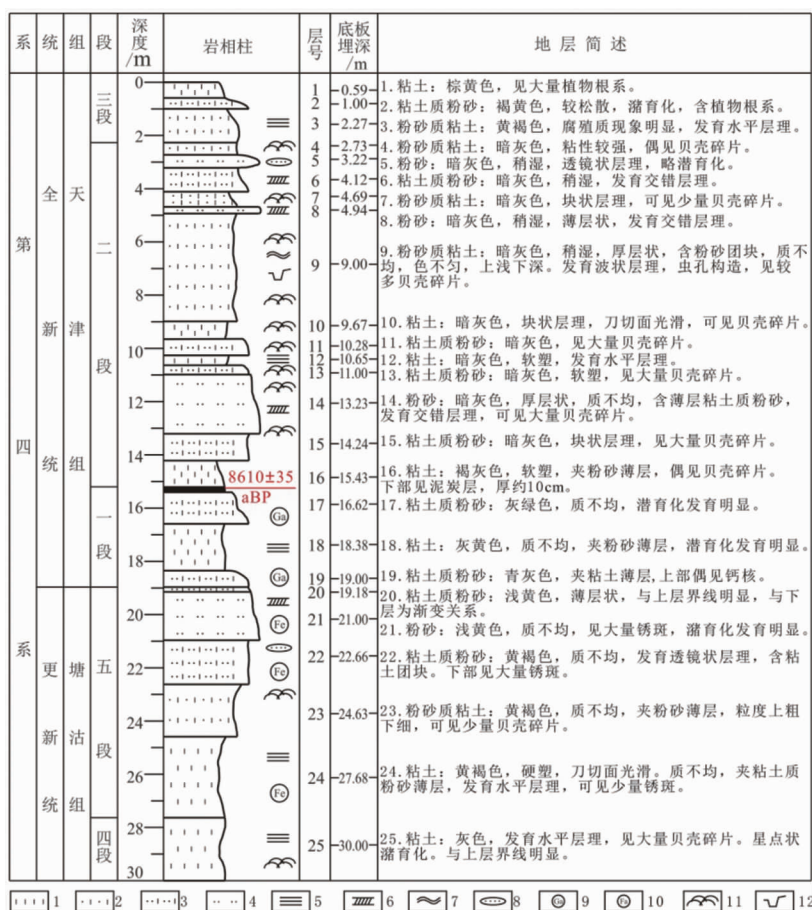


图2 SDZ09 钻孔岩性柱状图

(所用 ^{14}C 半衰期为 5 568 年,BP 为距 1 950 年的年代)

Fig. 2 Lithology histogram of borehole SDZ09

1. 粘土; 2. 粉砂质粘土; 3. 粘土质粉砂; 4. 粉砂; 5. 水平层理; 6. 交错层理;
7. 波状层理; 8. 透镜状层理; 9. 钙质结核; 10. 铁质结核; 11. 贝壳碎片; 12. 虫孔构造

该时期地层顶部多为末次盛冰期不普遍的硬黏土或砂层, 潜育化或明显或一般, 沉积物明显缺少有机质积累、甚至呈氧化状态, 出现浅黄色、锈红色粉砂和浅棕色、艳黄色硬黏土、符合末次盛冰期古气候背景。

2.2 末次冰消期至早全新世沉积相

此期地层在末次盛冰期硬黏土或砂层之上, 一般出现在 19 m—21 m, 系具纹层的浅黄色黏土质粉砂、粉砂沉积, 潜育化作用一般, 潜育化较普遍, 有些地点该层位向上逐渐加重成为褐黄色, 普遍缺少有机质积累, 层内可见圆柱螺等淡水宏体生物, 微体生物基本是小个体介形虫玻璃介, 反映为河流边滩、分支河道为主的沉积环境。

已有研究资料表明, 苏北废黄河三角洲以北的东部沿海平原, 河间区域末次盛冰期 (LGM = Last Glacial Stage, 15 ka—25 ka) 出现硬土层或强

氧化层, 系低水位域地层, 其埋深大体低于该层段在渤海湾湾顶黄骅地区埋深^[16-17]。由于一般在 15 ka 开始出现积水-贫营养湖沉积^[18], 在没有可进行测年材料的地层中, 可依据这一特征沉积层来判断全新世或末次冰消期 (约 15 ka—16 ka) 开始的层位。本次研究以图 3 中红圈标示之。

2.3 早全新世沉积相

此时期地层一般分布在 14 m—19 m 深度范围内, 厚度不一, 最厚约 5 m 土。底部多发育潜育化的浅灰色、灰绿色黏土质粉砂、黏土, 局部可能受到水热条件的反复作用, 弱氧化—弱还原交替沉积; 上部为深灰色粉砂质黏土—有机质渐渐积累的灰色—灰黑色泥炭层, 反映出贫营养湖—中营养湖的演变历程。湖沼顶部 (16 层), 即深度为 15.3 m 处发育有一层厚约 10 cm 的灰黑色有机质黏土层, 取 AMS ^{14}C (accelerator mass spectrometry ^{14}C , 加速器质谱 ^{14}C)

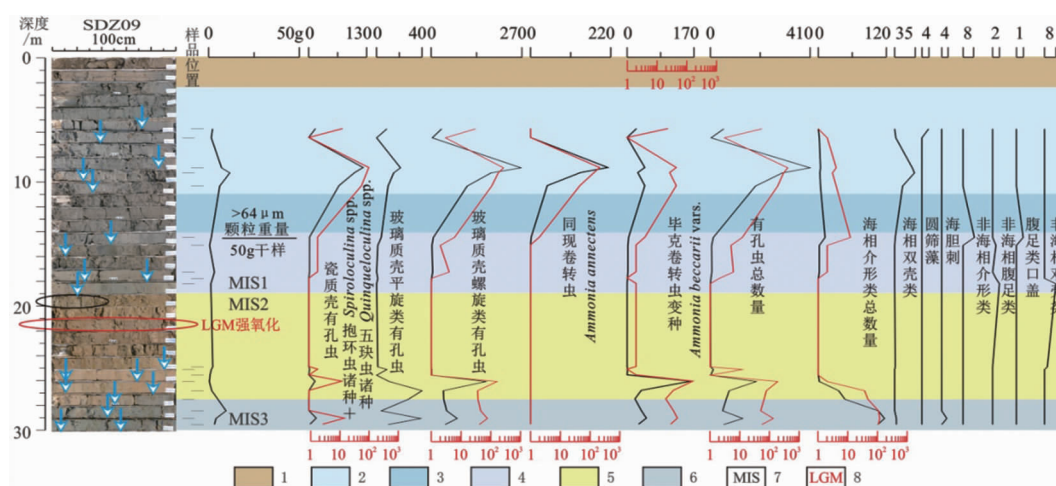


图3 SDZ09 钻孔微体生物特征

Fig. 3 Foraminifera and ostracod feature of borehole SDZ09

1. 滨海低平原; 2. 潮坪-潮道; 3. 泥质滨海; 4. 滨海湿地; 5. 泛滥盆地、河道、边滩;
6. 高潮坪潟湖湿地; 7. 海洋氧同位素分期; 8. 末次盛冰期



图4 中全新世海相层中发现的贝壳

Fig. 4 Seashells in the Middle Holocene marine layer

- a. SDZ10 孔 10 m 深处发现的薄壳锁蛤; b. SDZ09 孔 12~15 m 左右深度发现的贝壳

测年样,经北京大学加速器质谱实验室测年结果: 8 610 aBP $\pm$ 35 aBP。深度 15.11 m 微体生物以毕克种和阿卡尼种为主,为基底泥炭上覆滨海中营养湖,向下 15 m—19 m 少见海相微体,为滨海贫营养湖。上述现象反映:大致在早全新世本区出现生长植物的湖沼湿地,是海平面抬升、陆地地下水位普遍升高的结果。

2.4 中全新世沉积相

发育相当于深海氧同位素 MIS1 阶段的第一海侵层^[19],此期地层底板一般位于 14~15 m,顶板位于 2~3 m 深度,始自约 7 千年前后,结束于约 4 千年前,为海侵沉积体系,系全球全新世大暖期沉积。全新世海侵在全球皆为半旋回性质,表现为一个海退序列。

该层位地层主要由灰色、深灰色黏土、粉砂质黏

土、黏土质粉砂以及粉砂构成。下部主要发育灰色—深灰色砂黏互层的韵律层理,可见毛蚶、光滑蓝蛤、青蛤等生物壳体及碎片,为潮下带环境;中部为浅灰色黏土,块状层理,局部水平波状层理,生物扰动较强,见毛蚶、光滑蓝蛤、红肉蓝蛤等;在 SDZ09 孔深度 8.86 m、9.27 m 和 10.33 m 处,均见到不等的阿卡尼圆形五块虫 *Quinqueloculina akneriana rotunda*、抱环虫诸种 *Spiroloculina Spp.*、同现卷虫 *A. annectens*、毕克卷转虫变种 *A. beccarii vars.* 共生,介形类少,判断沉积环境为潮上带。中上部岩性为深灰色黏土、粉砂质黏土及薄层粉砂,局部有机质含量较高,为缓慢加积过程中积水洼地形成的潟湖沉积。上部岩性为灰色—深灰色粉砂质黏土、粉砂,垂向上为反韵律层理,为进积环境下的产物。顶部为潮道沉积的灰色粉砂,含较多的光滑蓝蛤等。底板

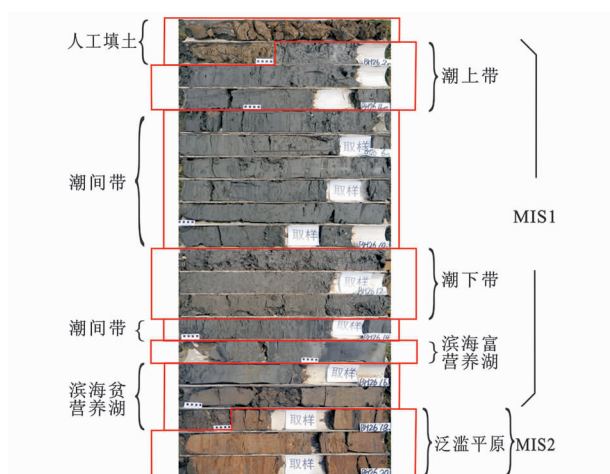


图5 SDZ08孔全新世潮坪层序

Fig. 5 Holocene tidal flat sequence (borehole SDZ08)

普遍发育一层灰黑色有机质基底泥炭层,是海面变化控制下的一个重要层位^[20-21]。

滨海北塘中全新世潮坪相序中的潮下带砂质带是强海洋动力作用下的结果,以致海相贝壳碎片亦常出现于此(图4);潮间带多砂,不仅是强潮与平静天气下可以形成砂泥互层沉积,也有生物潜穴带来

了表层更多砂成分的加入;潮上带的泥质带,主要是少受强水流影响形成。纵剖岩芯可以发现,潮间带相带中纹层发育,潮上带纹层明显减少,即是有稍多生物潜穴,受到水位波动影响,以致常出现中度潜育化现象。

2.5 晚全新世沉积相

此期地层主要发育棕黄色、黄褐色黏土、黏土质粉砂、粉砂质黏土等,土质较均匀,局部具水平层纹构造,顶部常发育钙质结核。

该段地层下部覆于滨海浅海相堆积层之上,呈渐变过渡关系;底部受海水影响常含有丰富的软体和微体生物,并与河蚬、沼螺等陆相软体动物壳共生,厚约1~1.5 m,最厚约3.5 m。该段地层上部深灰色淤泥质亚黏土、亚砂土,局部呈灰绿、褐灰色,以富含有机质和属种单调的陆相软体动物壳为标志,一般厚约0.2~0.5 m,最厚达1.5 m。与下伏海陆过渡相堆积呈渐变过渡关系。顶部为夹草甸土及含植物根系的黏土和黏土质粉砂,沉积环境为泛滥平原(图5)。

通过多个钻孔对比分析(图6),研究区海侵层分布较广,具有良好的可比性。但各孔海侵层顶、底

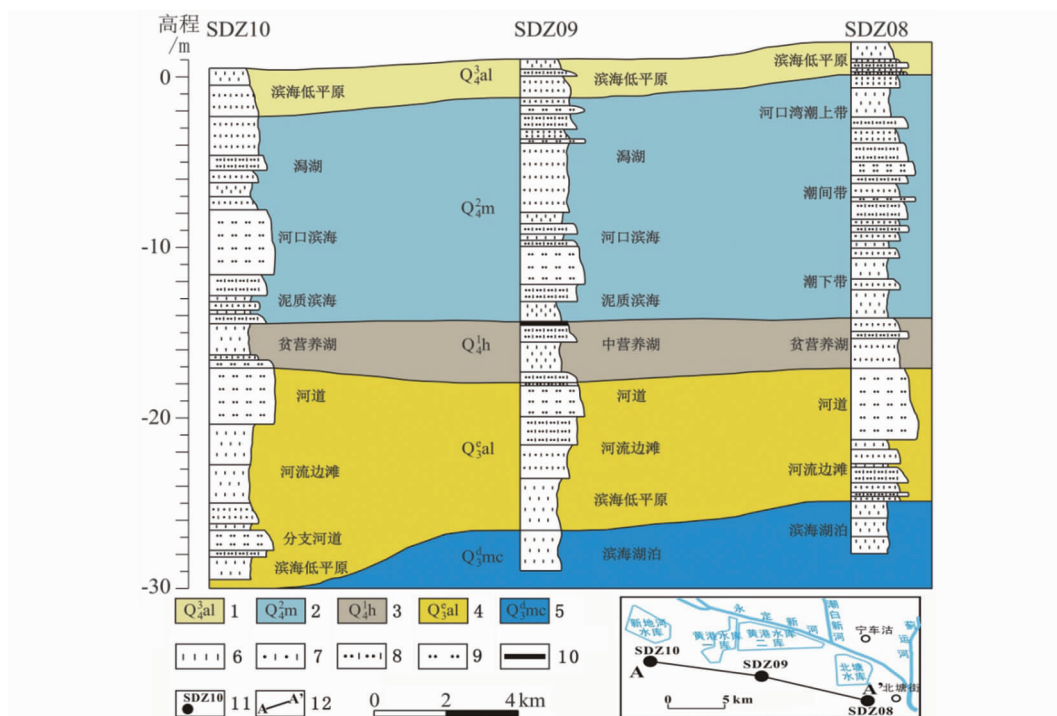


图6 研究区钻孔联合剖面对比图

Fig. 6 Integrated section of the study area showing stratigraphic correlation of bore holes

1. 晚全新世洪泛平原沉积; 2. 中全新世海侵层; 3. 早全新世湖沼相沉积; 4. 晚更新世洪泛平原沉积;
5. 晚更新世海侵层; 6. 黏土; 7. 粉砂质黏土; 8. 黏土质粉砂; 9. 粉砂;
10. 泥炭层; 11. 钻孔及编号; 12. 剖面及编号

板高程和厚度表现出不同程度的差异,其底板深度可能因古地形起伏有差异,其顶板深度因各地河流进积作用强弱不同有差异^[22]。SDZ09、SDZ10孔所显示的 MIS3 海侵层埋深有差异,由于孔口标高几无差异,很可能是局部同期异相问题。

从图6可以看出,研究区30 m以浅的第四系,主要发育滨海低平原、河流边滩、泛滥平原、滨海湖泊、潮坪、潟湖湿地等沉积;而区内地层的水平方向上,由于受地形、地貌、海洋进积能量和河流下泻能量的影响,从研究区的西部向东,地层受海洋作用特征影响明显,灰色海相沉积层逐渐加厚。

3 结语

(1)研究区30 m以浅地层垂向上岩性变化较小,主要包括黏土、粉砂质黏土、黏土质粉砂以及粉砂,沉积物颜色自下而上:灰色→黄色→灰色→黄色,发育滨海低平原、河流边滩、泛滥平原、潮坪、潟湖湿地等沉积,总体反映出海陆交互作用及海进—海退演变过程。海陆相互作用既是本区第四纪晚期地层结构形成的原因,也是这一时段环境演化的结果。研究区地层结构明显具有海陆交互的特点,既受控于全球海面变化,又受控于区域构造沉降而引发的河流进退和摆动。

(2)研究区晚更新世以来地层沉积是海洋、河流共同作用的结果,在区域内普遍分布。地层自下而上依次为:上更新统→全新统,结构简单清楚,海侵与河流作用形成的界限明显,尤其是两次海侵的存在是反映本地区气候变化特征的重要标志,也是本地区的标志性地层。但是受古地形、地貌影响,平面上地层沉积有一定的起伏,同一深度平面上受地形和上游来水作用,在不同的部位有不同环境沉积的地层,使同一岩性地层单元在水平方向上是穿时的。自研究区西部向东部沿海,泛滥平原沉积地层厚度逐渐减少,而海侵作用逐渐加强。

致谢:承蒙天津地质矿产研究所王强研究员对本文的写作予以指导,谨致感谢忱。

参考文献:

[1] 王强,李凤林.渤海湾西岸第四纪海陆变迁[J].海洋地质与第四纪地质,1983,3(4):83-89.

[2] 陈永胜,王宏,裴艳东,等.渤海湾西岸晚第四纪海相地层划分及地质意义[J].吉林大学学报(地球科学版),2012,42(3):748-757.

[3] 王宏.渤海湾泥质海岸带近现代地质环境变化研究(Ⅱ):成果与讨论[J].第四纪研究,2003,23(4):393-403.

[4] 陈永胜.渤海湾西岸中更新世晚期以来的海相地层与沉积环境演化[D].长春:吉林大学,2012.

[5] 王福,钟新宝,康慧,等.天津市及其沿海地区地表高程变化现状及趋势[J].地质通报,2005,24(1):87-91.

[6] 雷礼刚.海河两岸地面沉降分析与控沉对策研究[D].天津:天津大学,2006.

[7] 天津市地质矿产局.天津市区域地质志[M].北京:地质出版社,1992.

[8] 王强,李凤林.渤海湾西岸第四纪海陆变迁[J].海洋地质与第四纪地质,1983,3(4):83-89.

[9] 王强,金权.中国东部第四纪间断地层学初步研究[C]//杨子康,林和茂.中国近海及沿海地区第四纪进程与事件,北京:海洋出版社,1989:132-142.

[10] 王强,刘立军,王卫东,等.环渤海地区及华北平原第四纪古环境变迁机制[J].地质调查与研究,2004,27(3):129-138.

[11] 林防,王建中,李建芬,等.渤海莱州湾第四纪晚期以来微体化石组合特征和沉积环境演化[J].地质通报,2005,24(9):879-884.

[12] 李建芬.渤海湾西部现代有孔虫种群分布特征及对地质环境的记录[D].北京:中国地质大学,2010.

[13] 王宏.渤海湾全新世贝壳堤和牡蛎礁的古环境[J].第四纪研究,1996(1):71-79.

[14] 王宏,陈永胜,田立柱,等.渤海湾全新世贝壳堤与牡蛎礁:古气候与海面变化[J].地质通报,2011,30(9):1405-1411.

[15] 王宏,范昌福,李建芬,等.渤海湾西北岸全新世牡蛎礁研究概述[J].地质通报,2006,25(3):315-331.

[16] 王强,张玉发,袁桂邦,等. MIS3 阶段以来河北黄骅北部地区海侵期与气候期的对比[J].第四纪研究,2008,28(1):79-95.

[17] Wang Qiang, Yuan Guibang, Hu Yunzhuang, et al. Microfossils in tidal flat on the Northern Huanghua area since the MIS3 [J]. Acta Micropalaentologica Sinica, 2008, 25(1):1-18.

[18] 王强,吕金福.海面变化与海岸变迁[C]//中国北方沿海泥炭与环境,北京:海洋出版社,1995:109-128.

[19] 汪品先,闵秋宝,卞云华,等.我国东部第四纪海侵地层的初步研究[J].地质学报,1981,55(1):1-13.

[20] 王强.渤海西岸全新世早期基底泥炭堆积时间域初步研究[J].第四纪研究,1999,19(1):91.

[21] 鲁庆伟,石文学,郭维,等.渤海湾西岸全新统沉积特征及环境演化[J].海洋地质与第四纪地质,2017,37(1):62.

[22] 王强,李从先.中国东部沿海平原第四系层序类型[J].海洋地质与第四纪地质,2009,29(4):39-51.

Sedimentary characteristics and environment evolution since the late Late-Pleistocene in the north Tanggu, Binhai New Area, Tianjin

GUO Lijun, DONG Luyang, ZHANG Quan, WANG Linhai, DUO Xingfang

(Tianjin Institute of Geological Survey, Tianjin 300191, China)

Abstract: Based on analysis of sedimentary petrology, ages of AMS ^{14}C and characteristics of microorganism of core samples from bore holes operated in the north Tanggu, Binhai New Area, Tianjin are detailedly studied lithologic characteristics of the sedimentary strata, sedimentary facies and morphology of their spatial distribution. Since the Late-Pleistocene a alternating sequence of marine-continental-marine-continental sedimentary rock has been developed including alluvial, lacustrine and marine sediments. The sedimentary environment evolved as coastal shallow sea-viver mouth bay-lacustrine-coastal plain-alluvial plain, a general transgression-regression process.

Key Words: sedimentary environment; microorganism; Late Pleistocene; Binhai New Area; Tianjin