

# 辽东半岛大清河海岸平原全新世海陆变迁 ——基于黏土混浊水导电率的研究\*

刘素巧<sup>1</sup>, 方 晶<sup>1,2</sup>, 胡 克<sup>1</sup>, 武亚芳<sup>2</sup>, 杨俊鹏<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学 海洋学院, 北京 100083; 2. 天津师范大学 城市与环境科学学院, 天津 300378)

**摘 要:**通过对辽东半岛大清河海岸平原的地貌考察和人工钻孔取样,对研究区内 7 个钻孔不同层位的 113 个样品进行了混浊水导电率测定;根据钻孔剖面海陆相沉积环境变化与导电率曲线特征值,推断出大清河海岸平原全新世时期海陆变化规律。结果表明:g1 和 g2 的导电率曲线有 2 个明显的峰值,显示研究区发生了一次完整的海侵过程,且海水到达接近 g3 孔位置之处;另外,靠近陆侧的 g3 孔在海拔 2.1 m 处出现一小峰值,推测由于海水到达此处使得导电率变大,由此进一步得出研究区海侵时海平面(即平均高潮线)达到的最大高度为海拔接近 2.1 m 处,比现今海平面低 1.0 m 左右,说明全新世高海面之后,研究区表现为构造隆升。

**关键词:**大清河海岸平原;混浊水导电率;海陆变迁

**中图分类号:**P597

**文献标识码:**A

**文章编号:**1671-6647(2010)04-0465-08

对辽东半岛海平面变化和海陆变迁的问题,不少研究者采用高海面标志物、微体古生物分析以及孢粉分析等方法进行了研究,并取得了较高水平的研究成果。最早中科院贵阳地化所第四纪孢粉组和<sup>14</sup>C 组根据辽南沿岸普遍发育海蚀阶地和海蚀岸,以及大孤山附近存在 3 道贝壳堤和沙砾贝壳堤推断出辽东半岛在全新世发生过两次海侵<sup>[1]</sup>;之后,杨广才和林景星、符文侠等利用微体古生物推定出辽东半岛至少发生过一次海侵<sup>[2,3]</sup>;钟以章、高常波<sup>[4]</sup>依据贝壳堤资料并利用样品<sup>14</sup>C 年龄数据,绘制出高程—年代点图,推断出辽东半岛距今 6 000~5 000 a 前海平面达到最高;许玉林、史本恒运用考古学的方法也总结出辽东半岛发生过海侵并得出海侵规模及最高海面时间<sup>[5,6]</sup>。

然而,以海蚀地貌为标志物,必须采用与研究区内贝壳堤标高大致相同的海蚀柱、海蚀崖或海蚀阶地等高海面的标志物,否则,结果将不准确。而且,位于现代海岸上的某些海蚀现象发育不完全,古海蚀现象因改造和破坏残缺不全,剥蚀和风化作用也可产生类似海蚀地貌,以此推断海平面变化存在一定的问题<sup>[7]</sup>。前人运用微体古生物方法研究辽东半岛海平面变化情况,其分析也不够细致,原因是很少进行钻孔内连续高密度的微古生物观察。由于微体古生物鉴定比较复杂且受分析鉴定者熟练程度的制约,或沉积物中的微体古生物还常因保存不好,往往难以得到连续系统的鉴定结果。

近年来,国外一种判断海岸平原沉积环境的方法——沉积物的黏土混浊水导电率测定被广泛应用。此方法对样品要求不高,新样品或长期放置样品都可用来测试。另外,此方法样品处理简单,测试简便省时,实验误差小(一般<1%),数据结果很少受温度等外界条件变化的影响,非常适合对较大海岸平原的大批量钻孔样品作测试<sup>[8]</sup>。

\* 收稿日期:2009-08-10

资助项目:国土资源部基金项目——辽宁省海岸带环境地质调查评价(40201052)

作者简介:刘素巧(1985-),女,河北保定人,硕士研究生,主要从事海洋地质学方面研究。E-mail:lsq19850613@163.com

(王佳实 编辑)

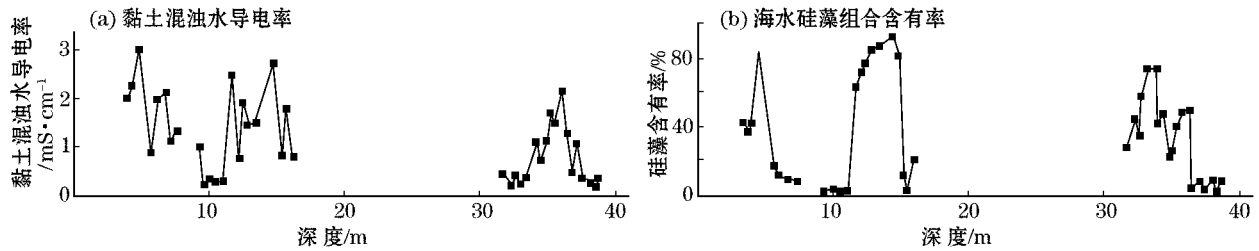


图1 黏土混浊水导电率结果与硅藻含量的比较

Fig. 1 Comparison between the results from the conductivity measurement in the pore water (a) and the results from the oceanic diatom content measurements (b)

在日本,横山卓雄对大阪北部千里山丘陵东端琵琶湖进行混浊水导电率研究后发现:导电率与溶液中的硫酸或硫酸根离子的量有很好的对应关系;导电率大小与沉积物中海水种硅藻组合含量有十分密切的关系,导电率大的层位海水种硅藻组合含量相对较高(图1)<sup>[9]</sup>。横山卓雄研究总结出黏土混浊水导电率小于0.4 mS/cm的陆相沉积,淡水种硅藻组合含有率高;大于1.2 mS/cm的海相沉积,海水种硅藻组合含有率(图2)。另外,还得出导电率值与溶液中的硫酸离子和硫酸盐的量呈正比。利用黏土混浊水导电率可以分析沉积物形成时的沉积环境,进而推断海陆变迁的界限<sup>[10]</sup>。内园对农尾平原南部钻孔的沉积物作混浊水导电率测定,将导电率结果与硅藻结果比较,发现混浊水导电率的测定结果与硅藻分析得出的古环境意义有良好的对应关系<sup>[11]</sup>。导电率在深度方向的垂直变化,能反映沉积物为淡水成因环境、半咸水成因环境或海水成因环境,可以作为堆积环境变化的指标<sup>[11]</sup>。

在我国,方晶首次引用黏土混浊水导电率方法对下辽河平原3个钻孔进行了测试,并绘制出混浊水导电率曲线。根据33号孔和11号孔的导电率曲线均存在两个明显的峰值区,判断出下辽河发生过两次海侵<sup>[8]</sup>。方晶又利用混浊水导电率对位于辽东半岛西部长兴岛八岔沟古潟湖平原B3孔做混浊水导电率测试,绘制出的混浊水导电率曲线存在两个峰值,表明八岔沟在全新世时期发生过两次海侵。另外,两次峰值之间还存在一次低值,且明显为陆相沉积,推断出该区于全新世时期发生了一次海退;根据辽东半岛东部大洋河平原的硅藻分析结果——大洋河平原沉积环境的变化规律:海面上升的海相层—海面停滞或下降的海陆交互相沉积层—海面上升的海相层—海退后形成的盐性湿地,得出大洋河在全新世也发生了两次海侵,中间存在一次海水停滞或下降期。对比以上,得出辽宁在全新世海进中有一次海退事件,同时进一步证明混浊水导电率也可以推定古环境<sup>[12]</sup>。

## 1 区域概况与研究方法

研究区位于辽东半岛西侧盖州市境内大清河海岸平原地区,地理坐标为122°15′~122°23′E,40°35′~40°42′N(图3)。研究区内有大清河流过,向西注入渤海。研究区内沉积主要为较细的淤泥沉积,且沉积物中的硅藻含量很少,适合进行黏土混浊水导电率研究。本文通过对辽东半岛大清河海岸平原进行地理地貌

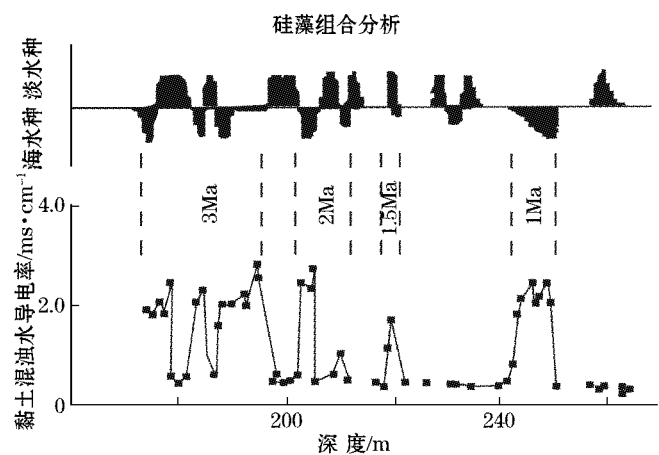


图2 黏土混浊水导电率测定结果与硅藻分析结果比较

Fig. 2 Comparison between the results from the conductivity measurements and the results from diatom analysis

考察,选适当位置采取人工钻孔取样,并对各钻孔不同层位的样品进行较为细致的混浊水导电率研究,绘制出导电率曲线,推断出大清河海岸平原的海陆变迁以及海陆界限的高度。

本次研究是在对大清河海岸平原进行样地考查后,按由海向陆、平行于大清河河流方向布置 g1~g7 共 7 个钻孔。采用 Eijkelkamp 槽型取样器(荷兰钻)在各样点进行钻孔采样后,获取无扰动岩心。孔口定位和海拔高度通过 1:50 000 地形图的标高点(1979)来判定。岩心样品按次序包好,对各钻孔样品依层位取小样,再按照混浊水导电率的实验原理进行测定。本次工作共完成了 7 个钻孔的浅钻调查,对 113 个样品进行了混浊水导电率的确定。

对所取样品进行钻孔剖面的混浊水导电率研究,沉积物混浊水样品的前处理和测试方法如下:

(1)按 20 cm 间隔取大约 20 g 样品(有时,在 1 m 以上按 40 cm 间隔取样,1 m 以下按 20 cm 间隔取样),把各层位样品放入蒸发皿中后,在烘干炉中 110 °C 的温度下干燥 48 h。

(2)将干燥后的样品粉碎成粉末。用电子天平称出 10.00 g 样品放入适当容量的容器中,再加入 120 ml 蒸馏水。

(3)将其搅拌 3 min,静置 1 h 后,开始测试。测定时需将导电测试计的前端伸到水面下 5 cm 的位置读数。

(4)测定之后,将混浊水静置 5 d 做第二次测试。同样,搅拌 3 min 静置 1 h 后再测试。如果两次测定值没有大的差别,取后者。若两次的值差别较大,需再次测定。

## 2 分析结果

各钻孔岩性及两次测得的 g1~g7 导电率曲线可见图 4~6(其中 g2 孔于海拔-0.28 m 至-0.7 m 处沉积物缺失,图中以空白表示),一般以第 2 次测量的值为基准。按照横山卓雄(1993)得出的导电率海陆界限值,即:粘土混浊水的导电率小于 0.4 mS/cm 为陆相沉积,0.4~1.2 mS/cm 为海陆过渡相,大于 1.2 mS/cm 为海相沉积,导电率曲线出现峰值处代表一次极大的海侵,笔者重点对海陆相沉积环境变化较为明显的 g1、g2 孔以及可能受海水影响的 g3 孔的导电率曲线进行分析,其它 4 个变化不明显且在钻孔深度都为陆相沉积的钻孔不进行详细的分析。

g1 孔(122°15'48"E,40°31'54"N):位于盖县境内李莫洛村西南 1.8 km 位置,孔口标高为 2 m,孔深 5.1 m。对 g1 孔以 40 cm 间隔取样,进行混浊水导电率测定后绘制出导电率曲线。从图 4 中 g1 孔的导电率曲线图可以看出:导电率值在海拔-3~0.2 m 为 0.42~0.77 mS/cm,为海陆交互相地带,表明发生一次海侵事件;海拔-1.5 m 处导电率值为 0.68 mS/cm,为第一个峰值;海拔-1.5 m 以上,导电率值有所增大,至海拔-0.2 m 处出现第二个峰值,为 0.77 mS/cm,;其后导电率逐渐下降,海拔 0.2~1.8 m 导电率值小于 0.40 mS/cm 左右,表明为海退后的陆相沉积。

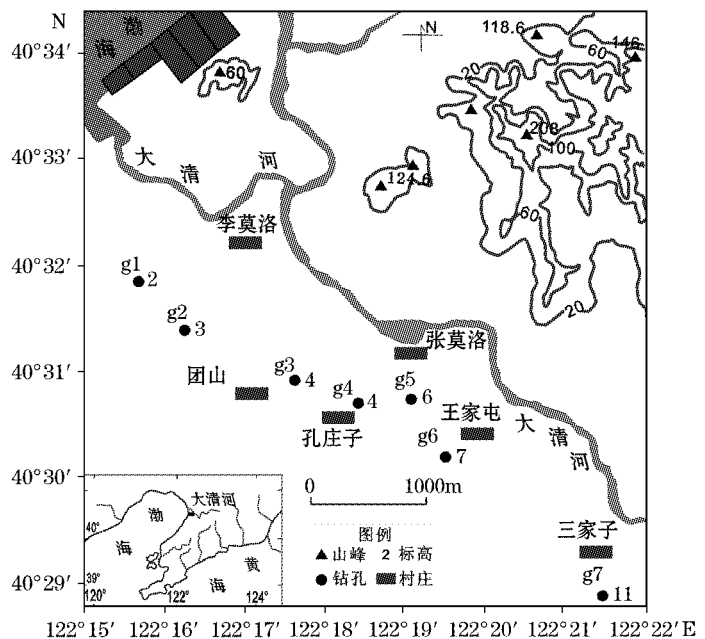


图 3 大清河海岸平原钻孔分布图

Fig. 3 The distribution of the drilling holes in the Daqing River coastal plain

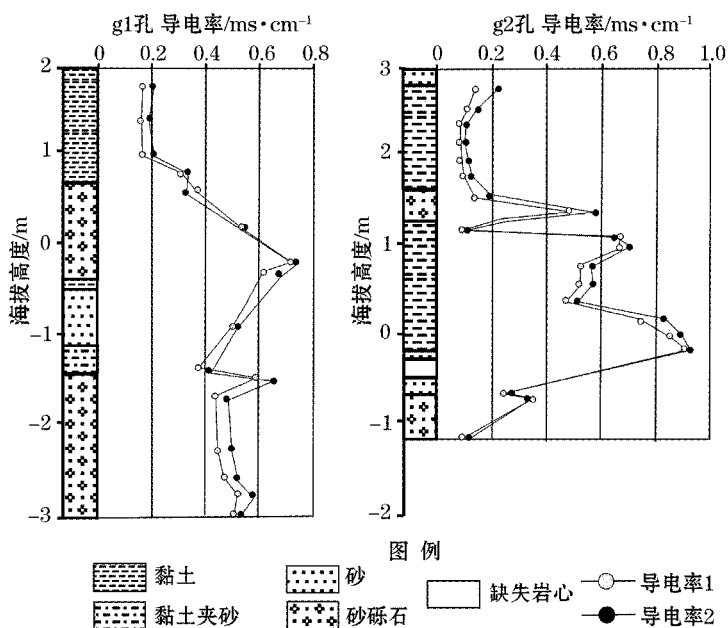


图4 大清河海岸平原 g1 和 g2 孔导电率曲线图

Fig. 4 The electric conductivity curves of respective Holes g1 and g2 in the Daqing River coastal plain

g2 孔:(122°16'24"E,40°31'18"N)位于盖县境内团山村西北侧 1.25 km 位置,孔口标高为 3 m,孔深 4.2 m。对 g2 孔岩心以 20 cm 间隔取样,进行混浊水导电率测定后绘制出导电率曲线。从图 4 中 g2 孔的导电率曲线可知:导电率在海拔 -1.2~-0.65 m 为 0.09~0.36 mS/cm,为陆相沉积;海拔 -0.15~1.1 m 处导电率为 0.55~0.99 mS/cm,表现为海陆交互相,在海拔 -0.15 m 处出现一个峰值,为 0.99 mS/cm 表明发生一次海侵;其后导电率开始下降,至海拔 1.2 m 处降为 0.11 mS/cm,说明海水已经退出陆地;海拔 1.2~1.4 m 导电率值增加,于海拔 1.4 m 处达另一较小的峰值,导电率为 0.61 mS/cm,表明海水又侵入;海拔 1.4 m 以上导电率又开始逐渐下降,说明研究区内海水由陆地向海回落,即发生海退;海拔 1.6~2.8 m,导电率为 0.1~0.24 mS/cm,表明为海退后的陆相环境。

g3 孔(122°17'42"E,40°30'54"N):位于盖县境内孔庄子村西北侧,孔口标高为 4 m,孔深 2.6 m。对位于盖县境内孔庄子村西北侧的 g3 孔岩心,1 m 以上以 40 cm 间隔取样,1 m 以下以 20 cm 间隔取样,进行混浊水导电率测定后绘制出导电率曲线。从 g3 孔的导电率曲线可以看出:g3 孔在钻孔深度内沉积物的导电率值都小于 0.4 mS/cm,属于陆相沉积,但从图中可明显看出 g3 孔在海拔 2.1 处有一较为明显的峰值(图 5)。

g4 孔(122°18'42"E,40°30'36"N):位于盖县境内孔庄子村东北侧,孔口标高为 4 m,孔深 1 m。

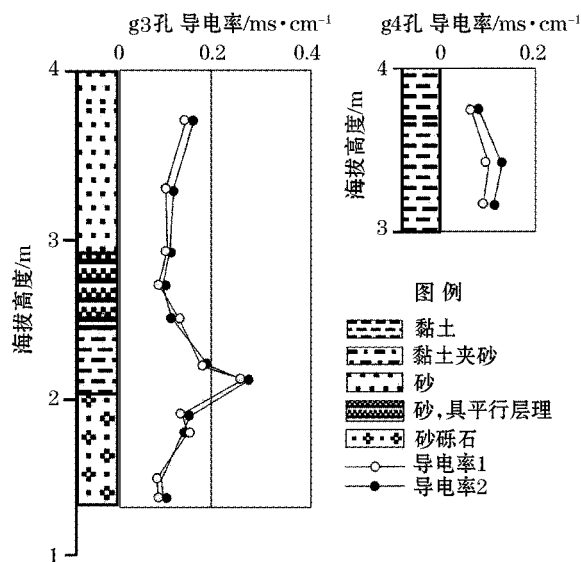


图5 大清河海岸平原 g3 和 g4 孔两次导电率曲线图

Fig. 5 The electric conductivity curves of respective Holes g3 and g4 in the Daqing River coastal plain

g5 孔(122°19'6"E,40°30'48"N):位于盖县境内张莫洛村东南侧,孔口标高为 6 m,孔深 4.2 m。

g6 孔(122°19'36"E,40°30'6"N):位于盖县境内王家屯东侧,孔口标高为 7 m,孔深 4 m。

对 g4~g6 孔岩心,1 m 以上以 40 cm 间隔取样,1 m 以下以 20 cm 间隔取样,进行混浊水导电率测定后绘制出导电率曲线,由图 5 和图 6 可以看出:3 个钻孔的导电率值均在陆相范围内,因此都是陆相沉积。

g7 孔(122°22'12"E,40°28'18"N)位于盖县境内三家子村南侧,孔口标高为 11 m,孔深 7 m。对 g7 孔岩心,以 20 cm 间隔取样,进行混浊水导电率测定后绘制出导电率曲线。由图 6 可知:测得的导电率值均小于 0.4 mS/cm,表明 g7 孔在钻孔深度内都为陆相沉积,没有发生海侵。

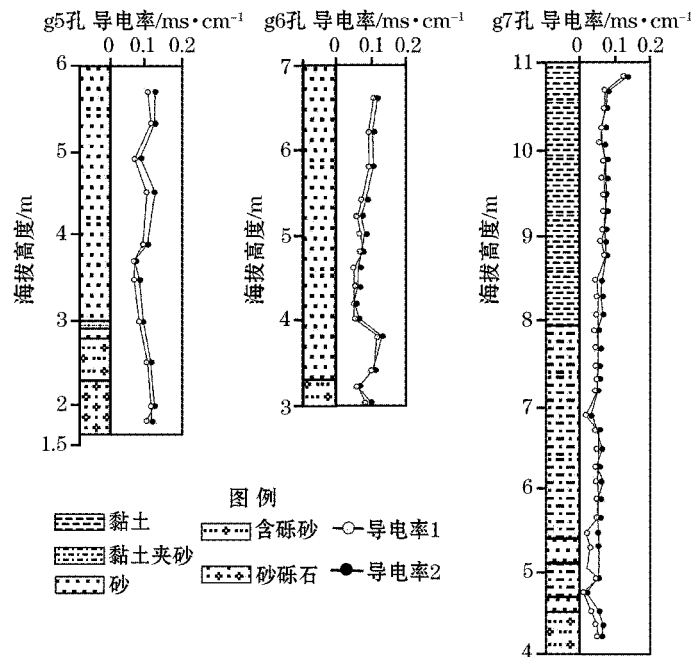


图 6 大清河海岸平原 g5、g6 和 g7 孔导电率曲线图

Fig. 6 The electric conductivity curves of respective Holes g5、g6 and g7 in the Daqing River coastal plain

### 3 讨 论

由以上钻孔样品混浊水导电率测定结果看出,仅 g1 和 g2 孔在取样深度内存在海相沉积以及海陆过渡相沉积:g1 孔在海拔-3~0.2 m 导电率值为 0.42~0.77 mS/cm,为海陆交互相,其中海拔-0.2 m 处出现一明显峰值,为 0.77 mS/cm,海拔 0.2~1.8 m 导电率值小于 0.40 mS/cm 左右,表明为海退后的陆相沉积,显示一次明显的海侵过程;g2 孔在海拔-0.15~1.1 m 处导电率为 0.55~0.99 mS/cm,同样为海陆交互相,海拔-0.15 m 处为 0.99 mS/cm,同样出现一个明显的峰值,之后导电率逐渐下降,海拔 1.6~3 m 表现为陆相沉积,表明 g2 孔也发生了一次海侵。将两个孔结合可以看出 g1 和 g2 孔导电率值反映出其沉积环境从下到上为海相-陆相,即研究区内有过一次完整的海侵发生。

根据 g1 孔和 g2 孔的导电率曲线,很明显可以发现两个孔的曲线都存在一较小的峰值:其中 g1 孔在海拔-1.5 m 处导电率值为 0.68 mS/cm,为海侵过程中一不很明显的峰值;g2 孔在海拔 1.4 m 处导电率值为 0.61 mS/cm,为海侵层之上的一不很明显的峰值。由于峰值上下层位厚度不厚,且此层位的沉积物主要为砂砾石,推测可能是由突发性海洋事件如持续十几年的风暴潮形成的沉积,导致沉积物颗粒较粗。因此,结合这两个钻孔的位置特点可以推断出,g1 孔海拔-1.5 m 处峰值的形成是由于突发性海洋事件或者小规模的海侵造成,而且,这次海侵或突发性海洋事件没有影响到 g2 孔以及更靠陆的区域。

综合以上讨论,本文对大清河海岸平原在全新世海侵发生的特点为:大清河海岸平原在全新世时期经历了一次完整的海侵,然而在海面向海回落并未退至 g1 孔时,研究区发生了风暴潮等海洋突发事件或小规模海侵,并影响至 g2 孔区域。

末次冰期以来,全球气候转暖,冰川融化,大部分海岸平原在全新世初期到中期的 8 000~6 000 aB. P. 这段时期,海面急速上升<sup>[13]</sup>;杨广才等对东沟、庄河的 7 个钻孔进行了微体古生物化石,证明了该区域在全新世时期存在一次明显的海侵<sup>[2]</sup>;方晶、胡克对大孤山沟谷埋藏泥炭硅藻分析的结果证明,大洋河周边的沟谷中有形成于内湾溺谷环境下的较厚海相粘土沉积层存在,表明随着海面上升,海水侵入整个大洋河平原并一直进入到被切割的丘陵台地而形成的沟谷中<sup>[14]</sup>。这些成果均表明辽东半岛在全新世时期存在一次海侵,可以看出,与本研究结果较为吻合。

根据以上对大清河海岸平原 g3~g6 4 个连续钻孔所做的导电率曲线发现,g3~g6 孔沉积物都为陆相沉积,没有海侵迹象,而 g1 和 g2 孔均显示出海陆过渡相及海相沉积,表明本研究区全新世海侵到达了 g1 和 g2 孔;由导电率曲线得出 g1 和 g2 孔在钻孔深度内海水达到的最大高度分别为海拔高度 0.2 m 和 1.4 m(图 7);g3 孔导电率曲线于海拔 2.1 m 处出现一明显峰值,推测由于海水到达 g3 孔附近,使沉积物的导电率值明显增大。由此,可以进一步推断研究区内发生海侵时,海水已接近 g3 孔海拔为 2.1 m 位置附近。进一步可推断大清河海岸平原全新世海侵时海平面(即平均高潮线)最大高度为海拔 2.1 m(图 7);另外,由于研究区全新世时期海水到达接近 g3 孔的位置,通过 1:50 000 地形图进行大致估算,得出研究区全新世海水入侵范围为 3 km 左右(距现今海岸线)。在前人研究成果中,关于全新世海水入侵的范围大多在十公里至十几公里左右:大孤山地区十至十几公里;东沟平原及河口地区 10~20 km,等等<sup>[1,3]</sup>。笔者认为,可能由于大清河海岸平原地区属渤海,内陆海海水动力较开阔的黄海差,所以海侵范围才较小。

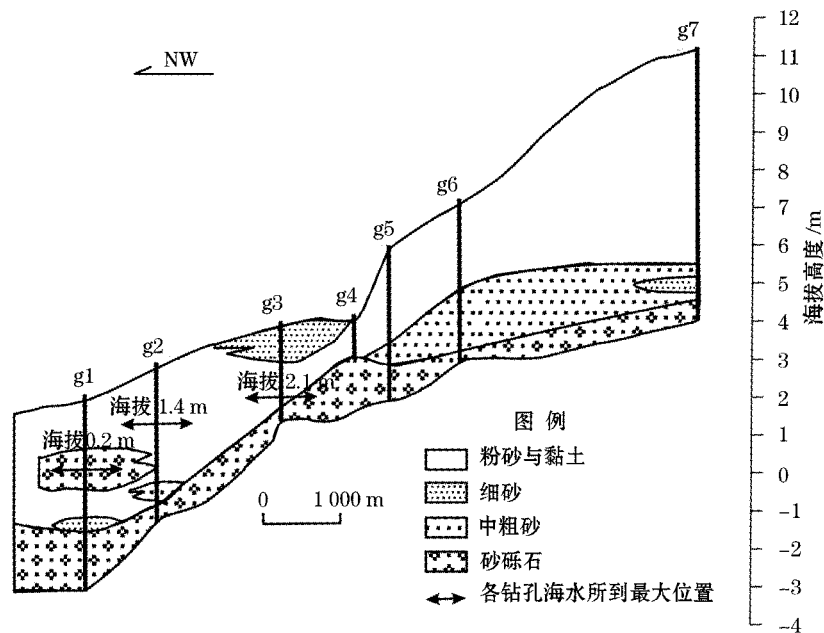


图 7 大清河平均高潮线最大高度图

Fig. 7 The maximum height of the average high tide in the Daqing River coastal plain

大清河海岸平原全新世海侵时海水平均高潮线达到的最大高度为海拔 2.1 m,研究区现今海域的平均潮差为 2.57 m<sup>[15]</sup>,平均海平面海平面高度为 1.8 m<sup>[16]</sup>。假设过去潮差不变,用全新世平均高潮线达到最大高度 2.1 m 减去现在平均潮差的一半(1.285 m)后,再减去现在平均海平面的高度 1.8 m,得出当时海平面比现今海平面低 1.0 m 左右;另外,方晶在辽东半岛东部大孤山一带根据埋藏泥炭的硅藻组合特征,得出全

全新世(6 000~5 500 cal. aB. P.)最高海平面高出现今约 1.7 m 的结论。而且他还指出,日本一些沉降或相对稳定的地区,如北海道、津轻平原、多磨川三角洲以及大阪湾等地,在距今 6 000~5 500a 前,其最高海平面比现今海平面高出 0~5 m。由此推出全新世(6 000~5 500 cal. aB. P.)辽东半岛大孤山与日本这些下降或相对稳定地区的最高海平面期及最高海平面高度相吻合,进一步推出大孤山地区至少在全新世高海面后属于下降或稳定地区<sup>[15]</sup>。如果本研究得到的最高海平面时期与大孤山地区相同,根据当时海平面比现今海平面低 1.0 m 左右,得出大清河海岸平原在全新世高海面期之后,应该表现为构造隆升状态。

## 4 结 论

通过对大清河海岸平原 7 个连续钻孔的样品做混浊水导电率的研究,得出了以下结论:

1) 在全新世时期,研究区内发生了一次完整的海侵,但海侵距离很小,海水仅到达接近 g3 孔位置,距现代海岸线大约 3 km 间距。

2) 大清河海岸平原全新世海侵时期海水平均高潮线达到的最大高度为海拔 2.1 m,并且全新世时期的海平面比现今海平面低 1.0 m 左右,在全新世时期属于构造隆升区。

## 参考文献(References):

- [1] Guiyang Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences. The natural environment changes last 10000 years in south Liaoning province[J]. Science in China, Series A, 1977, (6): 603-614. 中国科学院贵阳地球化学研究所第四纪孢粉组及<sup>14</sup>C 组. 辽宁省南部一万年来自然环境的演变[J]. 中国科学: A 辑, 1977, (6): 603-614.
- [2] YANG G C, LIN J X. Preliminary notes on Holocene transgression in the southeast coast of Liaodong Peninsula[J]. Chinese Journal of Geology, 1985(2): 176-201. 杨广才, 林景星. 辽东半岛东南岸全新世海进的认识[J]. 地质科学, 1985, (2): 176-201.
- [3] FU W X, LI G T, WEI C K, et al. Late Quaternary shoreline migration along the eastern coast of Liaodong Peninsula [J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 1989, 20(3): 252-262. 符文侠, 李光天, 魏成凯, 等. 辽东半岛东部晚第四纪海面变迁[J]. 海洋与湖沼, 1989, 20(3): 252-262.
- [4] ZHONG Y Z, GAO C B. Sea level changes in the Holocene and crustal movement in the past 5000 years in the Liaodong Peninsula [J]. Marine Sciences, 1988, (1): 4-8. 钟以章, 高常波. 辽东半岛全新世海平面变化及近 5000 年来的地壳变动[J]. 海洋科学, 1988, (1): 7-12.
- [5] XU Y L. On the transgression in alongshore of the Yellow Sea in the eastern Liaoning Peninsula from the late Neolithic age to the initial bronze age[J]. Liaoning Geology, 1985, (4): 31-34. 许玉林. 新石器时代晚期—青铜时代初期辽东半岛黄海沿岸的海侵[J]. 辽宁地质, 1985, (4): 31-34.
- [6] SHI B H. Archaeological discovery of the largest palaeogeographical transgression in Liaodong Peninsula[J]. Sichuan Cultural Relics, 2006, (6): 37-41. 史本恒. 辽东半岛全新世最大海侵的考古学观察[J]. 四川文物, 2006, (6): 37-41.
- [7] XU X, SHEN Z D. The environment in Holocene—changes of environment during recent 10000 years [M]. Guiyang: Guizhou Renmin Publishing House, 1990. 徐馨, 沈志达. 全新世环境——最近一万多年来环境变迁[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1990.
- [8] FANG J, LIY S, JIE D M, et al. Application of clayey water electric conductivity recovered from the sea—land changes: a case study in Xialiao River plain[J]. Quaternary Sciences, 2006, 26(3): 493-494. 方晶, 李应硕, 介冬梅, 等. 黏土混浊水导电率在海陆变迁研究上的应用——以下辽河平原为例[J]. 第四纪研究, 2006, 27(5): 493-494.
- [9] YOKOYAMA T, SATO M. Analysis of paleo-environments based on electric conductivity of stirred clayey sediments into water: on two drill cores of Osaka Group in Senriyama Hills and Biwako Group at bottom of Lake Biwa, Japan [J]. Journal of the Geological Society of Japan 1987, 93(9): 667-679. 横山卓雄, 佐藤万寿美. 黏土混浊水电气传导度推定千里山丘陵东部琵琶湖底古环境[J]. 地质学杂志, 1987, 93(9): 667-679.
- [10] YOKOYAMA T. Measurement of electric conductivity[G]// Japan Association for Quaternary Research. A handbook of Quaternary Research(2). Tokyo: University of Tokyo Press, 1993: 109-118. 横山卓雄. 电气传导度测定法[G]// 日本第四纪学会主编. 第四纪试料分析法(2). 东京: 东京大学出版, 1993: 109-118.
- [11] UCHIZONO T., MORI Y. Sedimentary environmental analysis based on electric conductivity and pH of stirred clayey drilling cores into water recovered from the southern part of Nob Plain, central Japan[J]. The Quaternary Research, 2004, 43(5): 375-382. 内园立男, 森勇一. 据农尾平野南部钻孔中的混浊水导电率和 pH 值测定推定沉积环境[J]. 第四纪研究, 2004, 43(5): 375-382.

- [12] FANG J, WU Y F, LI R W, et al. Discussion on the marine regression event during the early-middle Holocene in the Liaoning coast[J]. *Earth Science Frontiers*, 2009, 16(2): 396-403. 方晶, 武亚芳, 李瑞武, 等. 辽宁沿海早、中期全新世海进中的一次海退事件探讨[J]. *地学前缘*, 2009, 16(2): 396-402.
- [13] WEI C K, LI G T, Fu W X, et al. A preliminary study on the development of the mud-flat coast of the north Yellow Sea[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1984, 4(3): 35-42. 魏成凯, 李光天, 符文侠, 等. 北黄海淤泥质海岸发育的初步研究[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1984, 4(3): 35-42.
- [14] FANG J, HU K. Holocene paleoenvironments of the peat imbedded in the ditch and the highest sea-level based on the diatom assemblages in Dagu Mountain, Liaodong Peninsula[J]. *Quaternary Sciences*, 2007, 27(5): 797-805. 方晶, 胡克. 辽东半岛大孤山一带沟谷埋藏泥炭的硅藻组合以及古环境和全新世最高海平面[J]. *第四纪研究*, 2007, 27(5): 797-805.
- [15] LI C Y, MIAO F M. *Marine functional zoning in Liaoning*[M]. Beijing, China Ocean Press, 2006. 李长义, 苗丰民. 辽宁海洋功能区划[M]. 北京: 海洋出版社, 2006.
- [16] YAN X H, ZHOU L M, LIN X P, et al. Computation of mean sea level and extreme water level of multiyear return period in the Bohai Sea[J]. *Advances in Marine Science*, 2008, 26(2): 135-144. 颜秀花, 周良明, 林霄佩, 等. 渤海平均海平面及多年一遇极值水位的计算[J]. *海洋科学进展*, 2008, 26(2): 135-144.

## Sea-Land Change During Holocene in the Daqing River Coastal Plain of Liaodong Peninsula: Study on Conductivity of the Pore Water in Clay Sediments

LIU Su-qiao<sup>1</sup>, FANG Jing<sup>1,2</sup>, HU Ke<sup>1</sup>, WU Ya-fang<sup>2</sup>, YANG Jun-peng<sup>1</sup>

(1. *School of Marine Sciences, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;*

*2. College of Urban and Environmental Science, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)*

**Abstract:** Geomorphological survey are conducted and drilling samples are collected in the Daqing River coastal plain of the Liaodong peninsula. Totally 113 sedimentary samples from the corresponding depths of the 7 drilling cores are obtained to measure conductivity of pore water in the sediments. The regularity of the land-sea changes in the plain during Holocene can be deduced from both the environmental alternations between the terrestrial sedimentation and the marine sedimentation along the drilling profile, and the characteristics of the conductivity curves. It is shown in the results that there are 2 peaks in each of the conductivity curves respectively for the g1 and g2 drill holes. It means that a complete transgression has occurred in the studied area and the transgressive sea level almost approached to the location of the g3 drill hole. In addition, a lower peak can be found in the curve for the g3 drill hole which is the most landward, and it corresponds to the 2.1 m above the contemporary sea level. Therefore it is deduced that the sea level reached there and the conductivity became higher. It is believed that the ancient sea level i. e. the ancient mean high water had its maximum corresponding to the 2.1 m above the contemporary sea level. The ancient sea level was 1.0 m below the contemporary one. In other words, the studied area has become uplifted in tectonics since Holocene.

**Key words:** the Daqing River coastal plain; conductivity of the pore water in sediments; sea-land change

**Received:** August 10, 2009