

# 辽东半岛全新世海平面变化及近 5000 年来的地壳运动\*

钟以章 高常波

(国家地震局东北地震监测研究中心)

**提要** 本文用  $^{14}\text{C}$  样品年代测定资料讨论了辽东半岛全新世以来的海平面变化,并用数理统计法对 5000 年以来的地壳运动作了研究,发现与现代形变场的资料是一致的。说明现代地壳运动具有继承性。

辽东半岛临濒黄海、渤海,有长达 2000 km 的海岸线。在沿海地区,研究海陆变迁对经济开发、资源利用有着十分重要的理论和实际意义。全新世以来,辽东半岛的海岸线有过复杂的演变,而指示这种变化的海相沉积、贝壳堤、海蚀阶地、海蚀崖等则真实地记录了海岸线的变化过程。近年来,一些科研和教学部门在本区进行了大量第四纪地质、海岸地貌及新构造研究工作,积累了大量资料,为开展海岸线变迁和新构造运动的定量研究提供了条件。本文在已有的  $^{14}\text{C}$  年代数据基础上,补充了一定数量的  $^{14}\text{C}$  样品,利用这些资料就辽东半岛的海岸线变迁和近 5000 年的地壳运动特征作了讨论。

## 一、贝壳堤、海相层及年代测定

要追溯海岸线的变迁历史,一个很重要的前提就是必须先准确地识别出古海面的各种标志,如海相层、淤泥层、泥炭层、贝壳堤、牡蛎礁、珊瑚礁、海成阶地等。辽东半岛的海蚀阶地虽然比较发育,但是很难采到能测定年代的样品,因此,不便作定量研究。这个地区除海成阶地之外,贝壳堤也很多,对古海岸线的研究来说,贝壳堤是最理想的古海岸线指示标志。这是因

为:①贝壳堤发育很广泛,黄海、渤海沿岸都有;②贝壳堤是激浪的产物,多在高潮线附近堆积,其底板往往与高潮面相当;③从贝壳堤采集的  $^{14}\text{C}$  样品可以得到可靠的年代测定结果。贝壳堤的存在为研究区内的海岸线变迁和地壳运动提供了有利条件。当然,分布在黄海和渤海沿岸的泻湖相泥炭层能证明海面接近或略高于样品采集地点,也是判别海岸线变化的一种标志,可以作为研究海岸线的参考。

辽东半岛上沿海地带多处分布有贝壳堤,比较著名的是大孤山附近的三道贝壳堤<sup>[1]</sup>。

贝壳堤 III 在大孤山西北刘叉砬子、王家砬子一带,距海岸线约 11—13 km,贝壳堤高出海面 7—10 m,贝壳层厚约 20—30 cm,主要由褶牡蛎贝壳组成。经测定贝壳层的年龄为  $4270 \pm 120$  年。

贝壳堤 II 位于乱泥砬子与张家砬子之间,距海岸线 1.5—2 km,高出海面 4—5 m。贝壳堤近东西向分布,长约 1 km,贝壳主要为纹蛤碎片。

贝壳堤 I 在张家砬子以东、近东西走向,长约 200 m,高出海面 2—3 m,贝壳为纹蛤。该贝壳堤的形成年代约在 2000—2500 年前。

在复县东岗乡大嘴子一带也有三道贝壳

\* 本文得到赵希涛同志的指导,谨致谢意。

堤,长可达 500—600m。第一、二道堤顶高 4m,第三道堤顶高 5 m, 贝壳堤之间距离 > 10 m, 贝壳主要为牡蛎,保存完整、时代比较新。第三道堤时代最老,<sup>14</sup>C 年龄为 1624±70 年。

金县郑家屯存在一条贝壳砾石堤,宽 40 m 左右,高出海面 4—6 m, 砾石堤中的贝壳主要是牡蛎。

庄河县青堆子湾大吕屯、侯屯、大南岛等地也有高出海面 3—5 m, 长 1—2 km 的砾石贝壳堤。南尖子乡杨大屯的砂砾石贝壳堤高出海面 4—5 m, 宽 80—100 m。瓦房店市东岗乡小孙屯、打狗嘴子、旅顺龙五塘都有小型含贝壳的砾石堤。大连市郊牧城驿乡、莲花泡乡还有含贝壳的滨海砂堤。

总的说来,贝壳堤在辽东半岛的分布是广泛的。为了进行海岸线的研究,本文对原有贝壳

堤的<sup>14</sup>C 年代测定资料作了整理,在新发现的贝壳堤和其它海相沉积层中共采集了 15 个<sup>14</sup>C 样品,加上国家地震局地质所和北京大学所采集的样品,共有 23 个(表 1)。从表 1 可以看出,年代最老的样品为 11085±120 年,最新的样品只有 40 年。

## 二、海平面变化曲线

辽东半岛的近海地区,各类样品的<sup>14</sup>C 年代测定数据较多,为建立辽东半岛全新世以来的海平面变化曲线,我们对研究区内的<sup>14</sup>C 样品作了整理和筛选。通过筛选后,用各个样品的高程和年代绘制出高程——年代点图,按样品与海平面的关系综合得到辽东半岛全新世以来海平面变化曲线。(图 1)

从图 1 可以看出,辽东半岛自全新世早期

表 1 辽东半岛<sup>14</sup>C 数据

Tab. 1 <sup>14</sup>C data in the Liaodong peninsula

序号	距今年代	标高(m)	材料	地貌部位	采样地点	采样单位	测定单位
1	3398±75	5.0	贝壳	古海滩	复县东岗打狗嘴子	辽宁省地震局	国家地震局地质所
2	11085±120	6.0	贝壳	古基岩滩	复县东岗小孙屯	辽宁省地震局	国家地震局地质所
3	5840±85	14.0	泥炭	一级阶地后缘	复县东岗小孙屯	辽宁省地震局	国家地震局地质所
4	7865±95	13.0	有机质	二级海蚀阶地前缘	复县东岗老鱼窝	辽宁省地震局	国家地震局地质所
5	5010±80	10.0	泥炭	一级阶地	复县东岗张屯	辽宁省地震局	国家地震局地质所
6	3671±115	45.0	贝壳	砂砾堤底部	湾里郑家屯	辽宁省地震局	国家地震局地质所
7	9098±114	5.8	含螺壳泥炭	泻湖	三台钦家店莲花泡	辽宁省地震局	国家地震局地质所
8	1889±106	7.0	泥炭	一级阶地	七顶山西团瓢	辽宁省地震局	国家地震局地质所
9	3495±114	3.7	含螺泥炭	一级阶地	大连湾前盐村	辽宁省地震局	国家地震局地质所
10	3216±112	2.5	淤泥	一级阶地	李家乡朱家屯	辽宁省地震局	国家地震局地质所
11	2465±125	2.37	贝壳	古海滩	金县大孤山石家屯	国家地震局地质所	国家地震局地质所
12	1705±140	2.37	贝壳	古海滩	金县王家屯	国家地震局地质所	国家地震局地质所
13	12875±210	2.23	贝壳	古海滩	金县王家屯	国家地震局地质所	国家地震局地质所
14	12875±210	1.73	贝壳	古海滩	金县王家屯	国家地震局地质所	国家地震局地质所
15	6510±210	3.0	粉细沙	盆地	金县城西门外	国家地震局地质所	国家地震局地质所
16	1470±125	2.15	贝壳	砂砾石堤	金县范家屯	国家地震局地质所	国家地震局地质所
17	4270±120	8.5	贝壳	贝壳堤下部	东沟大孤山	辽宁省地震局	国家地震局地质所
18	40	2.9	贝壳	贝壳堤上部	复县东岗大嘴子	辽宁省地震局	科学院古脊椎所
19	740±60	4.0	贝壳	贝壳堤中部	复县东岗大嘴子	辽宁省地震局	科学院古脊椎所
20	1640±70	5.0	贝壳	贝壳堤中部	复县东岗大嘴子	辽宁省地震局	科学院古脊椎所
21	970±70	4.5	贝壳	贝壳堤中部	复县东岗温坨子	辽宁省地震局	科学院古脊椎所
22	565±210	2.5	贝壳	砂堤下部	大连三涧堡小黑石村	北京大学	北京大学
23	3900	5.0	贝壳	砂堤下部	大连龙王塘	北京大学	北京大学

开始,处于高海面阶段,海岸线不断向陆地推进,大约在 5000—6000 年前,海面达到最高。海岸线遗迹出现在高出现今海面约 10 m 的沿海地带,这一海平面高程主要是由当时的高海洋面及近几千年来本区的新构造运动造成的。大约从 5500 年前开始,随着半岛的上升,海岸线逐渐向海洋方向移动,逐渐进入了海退阶段。不过这时期海岸线的后

退并不是直线式的,而是波动式地向海洋推进;由于样品数量不足,本文所勾画的海平面变化曲线不可能很详细地反映本区全新世海平面变化过程,但它所呈现的变化规律与文献[1-2]所得的结论是完全一致的。

### 三、5000 年以来的地壳运动特征

海岸线的变迁是“水动型”海平面变化和“地动型”地壳升降两因素共同作用的结果。通过对辽东半岛全新世以来海平面曲线变化的分析,可以确认,近 5000 年以来,辽东半岛周围海面变化的幅度已超出中国东部海面变化的平均幅度,可以认为局部地区的地壳升降运动对海平面的变化起了一定的作用。鉴于近 5000 年来辽东半岛基本上处于上升状态,我们假定这种上升运动是持续性的。为了研究上升运动的时、空特征,我们对区内已有的  $^{14}\text{C}$  年代测定样品作了严格的选择,从中挑选出 10 个年代数据可靠、高程准确的贝壳样品(表 2),用文献[3]所提出的公式

$$V = (A + D + E)/t \quad (1)$$

求得各样品点的抬升速率(表 2)。

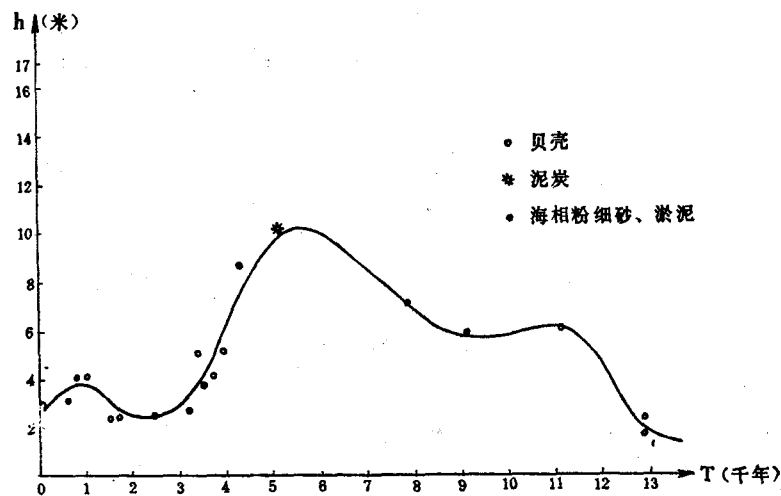


图 1 辽东半岛全新世海平面变化曲线

Fig. 1 A typical curves showing variation in sea level a along the Liaodong penesula since the holocene.

式中,  $t$  为样品的  $^{14}\text{C}$  年龄,  $A$  为样品的海拔高度,  $D$  为样品相对于古海面的沉积深度(高于当时海面为负值),  $E$  为样品沉积时的古海面位置(高于现今海面为负)。

贝壳堤、贝壳砾石堤是激浪的产物,其底部与高潮线相当。校正  $D$  值的办法是,从采样高度( $H$ )减去采样点与贝壳堤底板间的距离( $h$ )。考虑到辽东半岛资料太少, $E$  值的校正则参考文献[4]所提出的中国东部全新世海平面变化曲线。

辽东半岛近 5000 年来的地壳运动过程,可以用上升速率( $V$ )和时间( $T$ )这两个参数来描述,并认为两者具线性关系,以方程

$$V = a + bT \quad (2)$$

来表示。式(2)中的  $a$ 、 $b$  为待定系数,用最小二乘法求得。图 2 表示辽东半岛渤海沿岸、黄海沿岸地壳上升速率随时间而变化。由于数据太少,统计样不足,可能会对资料的准确性有影响,但总的说来,反映了区域地壳运动的某些特点。

计算结果表明,辽东半岛近 5000 年平均上升速率为 1.18 mm/年,零年截距为 1.68 mm/年。辽东半岛黄海和渤海沿岸上升速率存在明显差异,黄海沿岸上升速率相对较高,平均为

表 2 辽东半岛 5000 年来贝壳  $^{14}\text{C}$  数据及上升速率Tab. 2  $^{14}\text{C}$  data and uplift rate of shell ridge since 5000 years in the Liaodong Peninsula

序号	距今年龄 (千年)	标高 (m)	D 值 (m)	E 值 (m)	速率 (mm/年)	采样地点	测定单位
1	0.74	4.00	-3.0	0	1.35	复县东岗大嘴子	科学院古脊椎研究所
2	1.64	5.00	-3.0	-0.20	1.10	复县东岗大嘴子	科学院古脊椎研究所
3	0.97	4.50	-3.0	0	1.55	复县东岗乡温坨子	科学院古脊椎研究所
4	2.47	2.37	0	-0.25	0.86	金县王家屯	国家地震局地质研究所
5	1.71	2.37	0	-0.20	1.30	金县王家屯	国家地震局地质研究所
6	1.47	2.15	0	-0.20	1.33	金县范家屯	国家地震局地质研究所
7	3.40	5.00	-1.5	-1.10	0.71	复县东岗打狗嘴子	国家地震局地质研究所
8	3.67	5.00	-1.5	-0.70	0.76	大连湾里郑家屯	国家地震局地质研究所
9	0.57	2.50	-1.5	0	1.75	大连三涧堡小黑石村	北京大学
10	3.90	5.00	-1.5	0.30	0.97	大连龙王塘	北京大学

1.24 mm/年, 零年截距为 1.74 mm/年; 渤海沿岸地区为 1.09 mm/年, 零年截距为 1.65 mm/年, 半岛东南部上升较快, 西北部相对缓慢, 以致整个半岛由东南向西北倾斜, 显示出掀斜的运动特点。

上述资料证实了辽东半岛近 5000 年来的海岸变迁历史, 但是近几十年的地壳形变资料则进一步揭示了现代地壳运动的特征。从垂直形变图上可以看出, 从 1958—1970 年的 12 年期间, 庄河相对盘山起始点上升 50 多 mm, 普兰店相对上升 40 多 mm。1980—1970 年期间, 大孤山相对盘山上升 50 多 mm, 普兰店上升

30 多 mm, 以大孤山为代表的黄海沿岸每年上升约 4 mm, 以普兰店为代表的渤海沿岸上升约 3 mm。上升速率的差异造成了半岛自东南向西北方向的倾斜, 这种趋势与前述海岸线变化所反映的地壳运动特点是完全一致的 (图 3)。这个事实说明, 辽东半岛近几十年的地壳运动继承了近 5000 年来的运动方式。

此外, 如果用整个辽东半岛的上升速率作为基准值, 分别计算各采样点上升速率同基准值的离差, 就可以了解不同地区上升运动的相对强弱程度。计算结果表明, 东沟大孤山地区和大连小黑石村一带是上升比较强烈的地区, 这与形变资料也是相吻合的。

#### 四、结 语

1. 辽东半岛自全新世以来, 海岸线的变迁经历了一个大规模向陆地推进, 然后逐步向海洋后退的变化过程。这个变化的转折发生在大约 5000—6000 年以前。

2. 近 5000 年来, 辽东半岛一直处于持续上升之中, 平均速率 1.18 mm/年。黄海沿岸的上升速率大于渤海沿岸, 区域上表现为自东南向西北方向倾斜的特点。地壳形变资料所反映的现代地壳运动继承了近 5000 年来的地壳运动方式。

3. 利用沿岸贝壳堤的  $^{14}\text{C}$  年代测定资料可

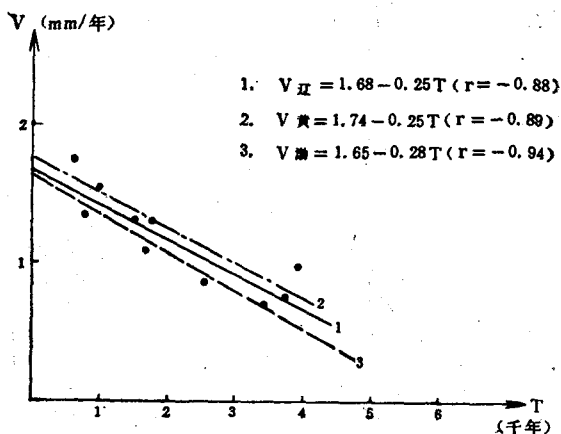


图 2 近 5000 年来辽东半岛沿岸上升速率

Fig. 2 the crustal uplift rate along the Liaodong peninsula since 5000 years

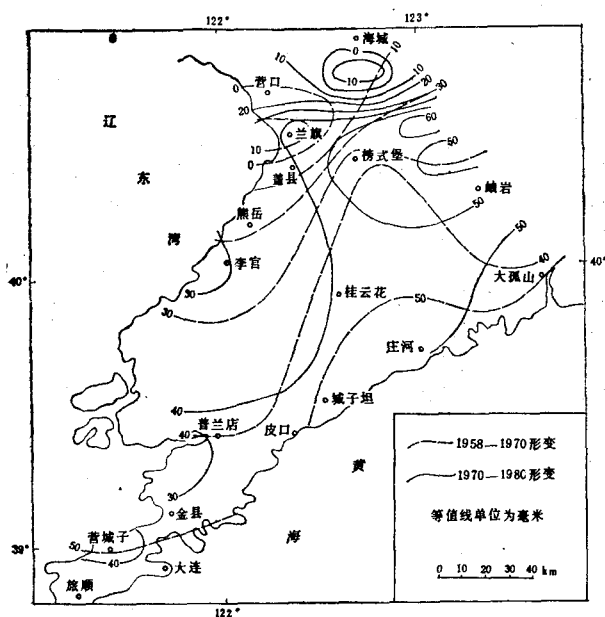


图3 辽东半岛垂直形变

Fig. 3 Vertical deformation rate for the Liaodong peninsula

以定量地研究地壳运动的特征。虽然，精度不如形变测量，但是它具有时间短、费用低、适应性强等优点，同时还能弥补地测量缺乏定量数据的不足。因此，这种方法是进行新构造运动研究的有效手段，也是实现新构造运动研究定量化的重要途径。

### 参考文献

- [1] 中国科学院贵阳地球化学研究所，1977年。辽宁省南部一万年来自然环境的演变。中国科学 6: 603-613。
- [2] 赵希涛，1979年。中国东部20000年来的海平面变化。海洋学报 1(2):269-281。
- [3] 赵希涛，1982年。中国全新世珊瑚礁的发育及其对海平面变化与构造运动的反映。中国科学 B 辑 11: 1041-1049。
- [4] 赵希涛，1982。中国全新世海滩岩的分期及其对海平面变化的反映。科学通报 27(8): 488-491。

## SEA LEVEL CHANGES IN THE HOLOCENE AND CRUSTAL MOVEMENT IN THE PAST 5000 YEARS IN THE LIAODONG PENINSULA

Zhong Yizhang, Gao Changbo

(Center for Earthquake Monitoring and Research SSB)

### Abstract

This paper discusses the sea level changes by the use of  $^{14}\text{C}$  dating in the Liaodong peninsula since holocene. Transgression took place in early holocene and the level was at the highest point in the past 5000-6000 years. A decrease in sea level was followed by the lifting of the Liaodong Peninsula. The crust movement of the land since 5000 years corresponds with the crustal deformation data in recent times.