

长山群岛和辽东半岛南部的海岸阶地及新构造运动特征*

李培英 傅命佐 刘国海[†] 韩慕康^{††}

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266003)

([†]辽宁师范大学, 大连 116022) (^{††}北京大学, 北京 100871)

摘要 为了排除水动型海平面升降影响, 本文根据 1981—1987 年所获得的资料, 应用大海岸阶地综合纵剖面分析法, 讨论了长山群岛和辽东半岛南部海岸阶地及其所反映的新构造运动性质。结果表明: 第四纪期间, 研究区经历了强烈的整体性断块上升运动, 区内未发现明显的隆起、凹陷或断层的垂直错动, 而是显示了由东南向西北轻微掀斜式的继承性整体构造上升特点。此外, 依据第四纪、近代和现代的构造上升速率, 认为本区仍保持着新构造上升的总趋势, 地震危险程度不大。

关键词 长山群岛 辽东半岛 海岸阶地 新构造运动 地震危险性

长山群岛位于辽东半岛东侧的北黄海西部海域, 由 20 余个岛屿组成, 大地构造上属于胶辽古陆辽东台背斜, 即新构造分区中胶辽断块的北半段^[1](图 1)。

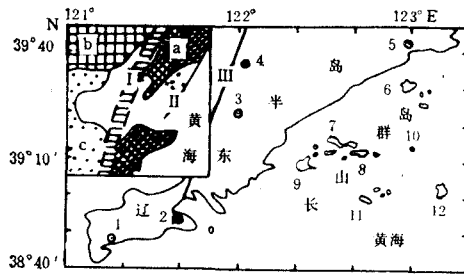


图 1 研究区范围及新构造分区

Fig. 1 The study area and division of neotectonic regions

- I. 郯庐断裂带; II. 鸭绿江-海洋岛断裂; III. 金州断裂。 a. 胶辽断块; b. 燕山断块; c. 冀鲁断块。
1. 旅顺; 2. 大连; 3. 新金; 4. 复县; 5. 庄河; 6. 石城岛; 7. 大长山岛; 8. 小长山岛;
9. 广鹿岛; 10. 乌蟒岛; 11. 獐子岛; 12. 海洋岛。

1975 年海城 7.3 级地震和 1976 年唐山 7.8 级地震发生以来, 研究区内有无发生大震的危险, 是否具备大型海岸与海洋工程施工的地质构造条件, 一直是人们关心的问题。1981—1987 年, 作者等对研究区内的海岸阶地进行了比较系统地调查和测量, 获得了大

* 国家地震局地震联合基金资助课题(86 协 006 号)。

本项研究的外业调查曾得到辽宁省地震局、国家海洋局环保所及当地驻军的支持与帮助, 参加调查的还有夏怀宽、张先泽等同志; 刘建立同志清绘图件, 夏东兴先生审阅了全文, 均此一并致谢。

接受日期: 1990 年 2 月 14 日。

量资料。本文以海岸阶地综合统计分析为基础, 讨论长山群岛和辽东半岛南部的构造运动特征及其所反映的地震危险程度。

一、研究方法与原则

依据河流阶地纵剖面的研究经验^[9], 参照文献[8], [10]提出的方法, 利用大量实测海岸阶地横剖面, 制作研究区大范围海岸阶地纵剖面, 进行区域地貌第四纪地层对比, 排除气候型海面变化的影响, 来研究海岸阶地所反映的地壳变形与错位。分析原理是: 当时代相同的各级阶地纵剖面不平行, 发生上凸或下凹式变形, 或者产生垂直错位, 则说明那里发生了新构造隆起、凹陷或断层的垂直错动(图 2A, C, D); 若各级阶地纵剖面线大体平行, 阶地级数不多, 最高阶地面又低于第四纪间冰期最高海面的话, 则说明这些阶地主要是气候型海面升降的产物, 该区在构造上比较稳定(图 2B); 若阶地级数较多, 且最高阶地面远远高于第四纪间冰期最高海面, 则说明这些阶地中起码有一部分是构造上升形成的, 该区属于强烈上升区(图 2C)。

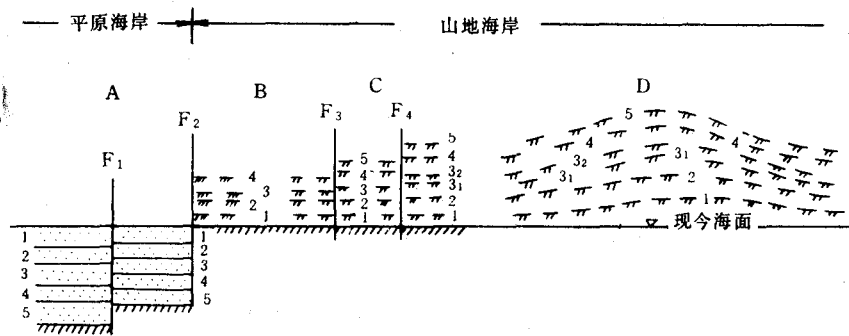


图 2 根据海岸阶地纵剖面分析新构造运动的原理(据文献[6]修改补充)

Fig. 2 Fundamentals of studied neotectonic movements based on the synthetical longitudinal profiling of marine terrace

A. 新构造下沉; F_1 两盘长期作差异下沉运动, F_2 两盘长期作反差运动; B. 构造稳定, 阶地主要由气候型海面升降所形成; C. 新构造上升; F_3 在 3, 4, 5 阶段曾发生垂直运动; F_4 两盘长期作差异上升运动; D. 新构造隆起。图中阿拉伯数字表示阶地级数。

为了准确地确定与测量阶地, 以反映真实的地壳变形, 需制定有关原则, 并做适当假定。

1. 高出现今海面的砂砾滩面或砂砾石堤麓脚面和死泻湖面等, 实质上相当于海积阶地地面, 都是古海平面的标志。

2. 侵蚀阶地面必须是斜切基岩产状的平坦面, 以排除水平岩层、自然崩塌和人工设施的影响。

3. 阶地后缘在各海岸带或各岛同一高度范围内必须多次重复出现。在纵剖面上选定其分布的优势高度面, 以便排除后期侵蚀或人为因素所造成的高度误差。

4. 阶地面上残留的磨圆砾石和阶地后缘的古浪蚀龛是阶地的可靠佐证, 但古浪蚀龛必须在相同高度多处出现, 呈凹槽状。对于同级阶地, 并不一定要求在每个横剖面上都有

砾石分布或古浪蚀龛出现,能在几处见到便可确定。此外,大致等高度的平顶山梁、丘状山头或山头上若保存天然磨圆砾石,也可作为阶地参考面。总之,重点是须设法排除后期侵蚀、坡麓塌方和人为因素的影响。

5. 阶地后缘(即滨线角或海蚀崖基滨线)是古海面的确切标志。要使用精密高度表(读数可达1m)及手持水准仪测量阶地高度(在野外测定阶地后缘与平均高潮线之差,然后再根据大比尺地形图的高程点换算为地形图上的高程)。

6. 假定有表现的海岸阶地的形态都是上新世和第四纪以来形成的。由于海平面变化兼有地动型和水动型的影响,因此高度不同的各级阶地不一定具有严格的垂向时序。

7. 在难以取得大量确切年代资料、对各级海岸阶地进行系统的区域对比和划定确切阶地级数的情况下,可以根据对阶地进行的野外系统测绘,追索阶地的实际延伸与分布,划分出它们的优势分布的高程面(即大纵剖面),并据等高度面的变形和错位情况分析新构造运动。

二、海岸阶地的表现

由于长期隆起,本区遭受剥蚀而成为基岩裸露的低山丘陵,新地层极不发育,甚至缺失。但在各岛屿及半岛沿岸,却保存着大量多级海岸阶地,包括海积阶地和海蚀阶地,为了解本区的新构造运动特征提供了方便。

1. 长山群岛

(1) 海积阶地 砾石堤麓脚面是各岛上低海积阶地(第一级阶地)的主要类型。砾石堤以湾口坝和连岛坝为主,分布广泛,发育良好。前者拦截海湾,内侧形成泻湖;后者将主岛与海中侵蚀残丘或将两岛连在一起。在多数地点发育新、老两道砾石堤,新堤贴覆在老堤的向海侧。老堤麓脚面高于平均海面4—6m,新堤麓脚面高2m左右(图3,图版 I:A)。大长山岛砾石堤向陆侧的麓脚泥炭层的绝对年龄为 5740 ± 100 a, 这也就是第一级海岸阶地的时代。

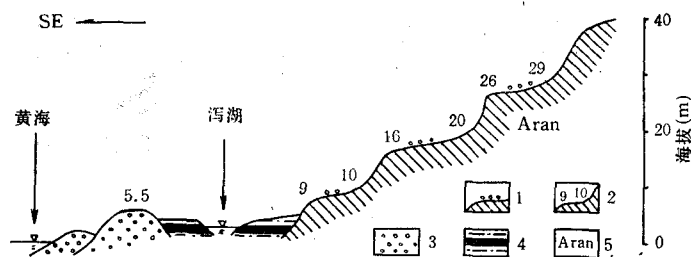


图3 大长山岛砾石堤及海蚀阶地横剖面

Fig. 3 Cross section of gravel dikes and marine-cut terraces in Dachangshan Island

1. 海蚀阶地上残留海成砾石; 2. 阶地及其前后缘高度(m); 3. 砾石; 4. 泻湖相淤泥夹泥炭;
5. 鞍山群变质岩。

在石城岛西岸,可见保存更为典型的海积阶地,呈宽展平台,高于平均海面5—7m,宽达数十米,顺岸展布近千米。上部由砂砾石沉积组成,下部为含大量白色贝壳碎片的黄色

中砂。

(2) 海蚀阶地 研究区从第二级阶地 (T_{8-12}) 开始, 均为海蚀阶地, 呈阶梯状展布于各岛周坡(图 3), 分布最为广泛。通过对 20 余个海岸阶地横剖面的调查与测量, 已发现有 15 级之多。其中, 可信度很高、大范围稳定分布的阶地有五级, 分别为 T_{9-13} (数字表示以米为单位的阶地高度, 下同), T_{17-22} , T_{59-62} , T_{45-54} , $T_{109-122}$, 在大部分阶地面上发现了海成砾石(图版 I:B); 可信度良好的阶地有 3 级, 分别为 T_{35-40} , T_{74-82} , T_{30} , 部分阶地面上残存海成砾石; 可信度中等的阶地有 5 级, 分别为 T_{87-92} , T_{98-102} , $T_{150-160}$, $T_{216-220}$, $T_{300-320}$, 少部分阶地面上分布海成砾石; 可信度低的阶地保存下来的极少, 只有两级, 分别为 $T_{132-138}$ 和 T_{250} (表 1)。

表 1 海蚀阶地统计简表

Tab. 1 Statistical data of marine-cut terraces in the study area

序号	高度范围 (m)	地质证据		发现地 点数目	可信度 ^{a)}
		物质	地貌		
1	4—6	砂、砾等海相沉积	砾石堤、坝及海积阶地	8	I
2	9—13	分布砾石或砾石层	基岩平台, 个别为基座阶地	6	I
3	17—22	分布砾石或含砾石的坡积层	宽展基岩平台, 少数为基座阶地	20	I
4	30	部分平台上分布砾石	阶梯状基岩平台, 古海蚀穴	8	II
5	35—40	同上	同上	12	II
6	45—54	多数平台上分布零星砾石	宽展基岩平台, 古海蚀穴	15	I
7	59—62	同上	同上	14	I
8	74—82	部分平台上有砾石	阶梯状基岩平台	12	II
9	87—92	少数平台上分布零星砾石	阶梯状地形或斜削平台	7	III
10	98—102	同上	斜削平台或平顶山头	8	III
11	109—122	多数平台上分布砾石	宽展平台, 后缘发育古浪蚀龛	11	I
12	132—138	未发现砾石	台状地形	5	IV
13	150—160	可见零星砾石	小型斜削平台, 古浪蚀龛	4	III
14	216—220	同上	平顶山头或斜削平台, 古浪蚀龛	3	III
15	250	未发现砾石	同上	2	IV
16	300—320	仅一处见砾石	同上	2	III

a) 指海蚀阶地的可靠程度, 依据地质证据、分布特点、发现点数及保存程度等综合统计所得。I, II, III, IV 分别表示可信度很高、高、中等、低。

上述阶地的形态多表现为基岩平台, 其上目前已无海相地层保留, 只是不同程度地残留着磨圆良好的海成砾石, 有些地段甚至无砾石。较低阶地的形态一般保存较好, 呈宽广平台, 沿岸展布几百米甚至上千米, 阶地面上多保存砾石; 在少数阶地后缘, 还可以见到古浪蚀龛, 是海浪作用的可靠遗迹。较高较老的阶地因受后期侵蚀, 保存形态较差, 有的为面积不大的斜削基岩构造的平脊或平顶山梁, 但大多数地段仍可发现砾石。仅少数地段前后缘不明显, 无砾石分布。 $T_{132-138}$ 以上的高阶地保存程度最差, 多数表现为平顶山脊或丘状山头。因为在这些地貌面上发现了非人为影响的砾石, 所以才将其定为阶地或阶地参考面。

2. 辽东半岛

(1) 半岛沿岸海岸阶地 由于调查地点和所采用的测量手段的不同,因而所确定的阶地级数并不完全一致。在半岛南半段沿岸已发现有 14 级海岸阶地。其中,第一级低阶地包括沿岸砾石堤和连岛坝的麓脚面,主要是海积阶地。高阶地全是基岩阶地,与长山群岛海蚀阶地的分布及保存程度基本相同。在表现的可信度方面,除海积阶地外, T_{10-12} , T_{15-20} , T_{35-40} 等海蚀阶地是可信度很高的。它们多呈宽展平台,保存良好,分布广泛,沿岸连续,展布较远,星海公园前半部便坐落在海蚀阶地 T_{8-12} 上。

在石灰岩海岸区,可见海滨喀斯特化的阶地。例如大连黑石礁,有由石芽、溶沟相间发育和高 5—7m 的宽广海蚀平台,向陆延至 T_{9-13} 阶地面,相当于第二级阶地前缘带。在金州朱家屯,则可见喀斯特化的石灰岩平台,上覆含大量砾石的薄层沉积物,成为少见的海岸基座阶地,宽 300—600m,前缘高约 15—18m,后缘高度大于 20m,阶地面目前已辟为耕地,地表遍布磨圆良好且表面风化甚重的海成砾石,属于 T_{17-22} 的第三级阶地(图 4,图版 I:C)。

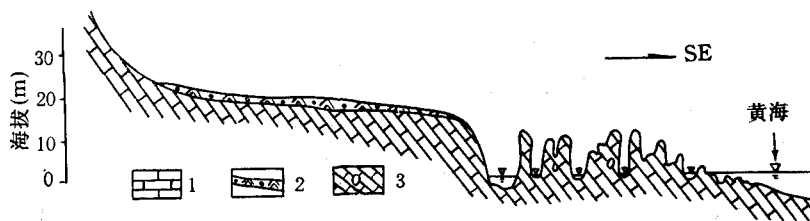


图 4 基座阶地横剖面(地点与图版 I:C 同)

Fig. 4 Cross section of the terrace in Plate I:C

1. 灰岩; 2. 含大量海成砾石的坡积物; 3. 小峰丛中发育的通天溶蚀洞。

到 80 年代中期,辽东半岛上的高海面遗迹见诸于报道的,最高位置很少超过 100m,所指海蚀阶地的地点与形态特征的介绍不具体,高度也不确切。1985 年以来,作者等通过对大连市和半岛沿岸的调查,发现了多处高于 100m 的古海面遗迹,显示了辽东半岛新构造强烈上升运动的端倪。在东沟大孤山高约 300 m 的古建筑群背后的石英岩崖壁上,保存着较完好的典型古浪蚀龛群,单穴深 2—5m,穴口高 0.5—1m,呈龛状,穴壁光滑,是风力和人为因素不可能形成的,而可能是古海浪掏蚀作用的产物。此位置约与海洋岛 320m 海蚀阶地相当(表 1)。

作者等曾在大连市南郊自凌水河口至旅顺的三处海滨低山顶上发现了小片海蚀阶地和与之毗连的大群古浪蚀龛(图版 I:D)。古浪蚀龛位于阶地前缘坡上,或发育其后缘崖上,在浪蚀龛旁的岩缝中还镶嵌着零星的扁圆砾石。古浪蚀龛分布最高处可达 250m,沿坡向下断断续续分布到接近现今高潮海面处^[2]。

(2) 河流阶地 大连市的马栏河源于千山山脉南端,自西向东穿过大连市注入黄海。河谷中阶地发育,既有堆积阶地,也有基座阶地和基岩阶地(图 5)。它们延伸至海岸带后,与那里同高度的海岸阶地汇合,为划分、鉴定海岸阶地提供了重要佐证。堆积阶地高出河床 5—8m,海拔 8—11m,主要由砾石组成,与海岸阶地 T_{9-13} 相当。基座阶地仅 1 级,高出河床 17—21m,与海岸阶地 T_{18-22} 相当。上部为砾石层,厚 2—5m;下部为基岩,

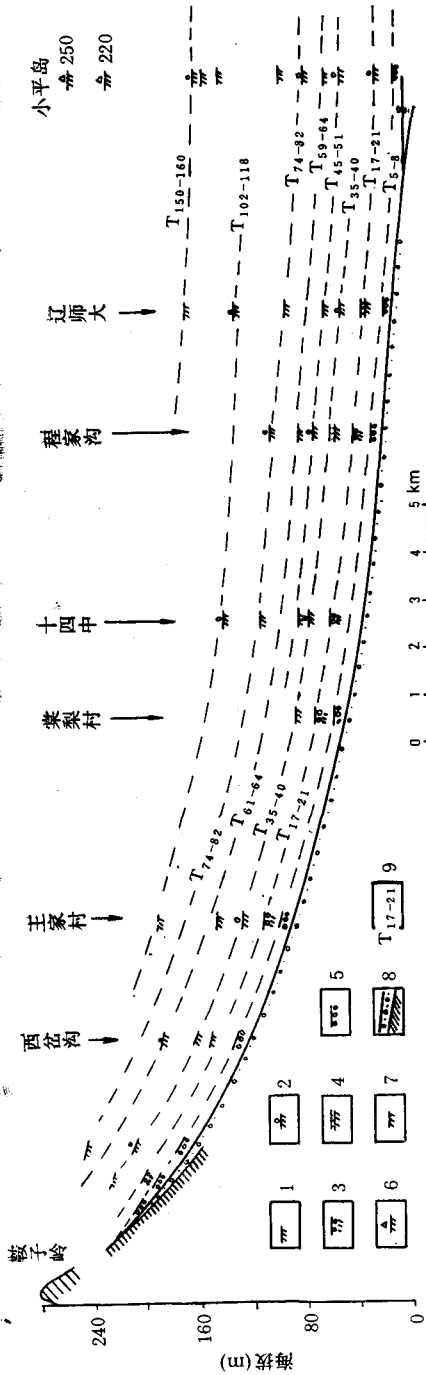


图 5 大连市马栏河河流阶地纵剖面

Fig. 5 Synthetic longitudinal profiling of the river terrace in Malan River valley, Dalian

1. 基岩阶地; 2. 残留砾石的基岩阶地; 3. 基座阶地, 上部为砂砾石层; 4. 上覆坡积物的基岩阶地; 5. 堆积阶地 (主要由砾石构成); 6. 有海蚀穴的基岩阶地; 7. 代表优势高度面的阶地参考面; 8. 谷底(基岩或砂砾沉积); 9. 阶地及相对于河床的高度变化范围(m)。

其后缘多被坡积物覆盖。这两级阶地保存均较完整, 连续性好, 分布广泛。谷坡上部的高阶地全是基岩阶地, 主要呈斜切构造的平台或平顶坡尖展布于谷坡上, 也大体同附近各级海岸阶地的高度相当。

三、综合统计分析

按照本文前述的方法和原则, 测得大量海岸阶地横剖面及河流阶地横剖面, 进行综合统计与分析, 编制成一条从群岛到半岛的海岸阶地大纵剖面(图 6)。

从图 6 可以看出, 本区阶地级数多而高度大, 最高阶地高达 300 多米, 这是气候型海面变化不可能实现的, 因而反映了较强的构造上升。各级阶地的纵剖面线大体平行, 无明显水平弯曲和垂直错位, 表明本区所发生的新构造运动是较均匀地整体性上升, 内部无明显的垂直差异或反差运动。

马栏河河流阶地纵剖面(图 5)给上述认识以有力支持。从上游至下游入海口, 阶地面与谷底近于平行, 同级阶地的相对高度基本一致, 阶地纵剖面平滑顺直, 无错位、拱曲等现象, 河流阶地与附近沿岸的海岸阶地具有较好的连续性, 这些特征均说明该区未发生过明显的断裂及新构造隆起, 而是整体上升。

将本区与西侧平原区对比, 同样可以表明其新构造运动的性质。在郊庐断裂带所处的下辽河拗陷区, 基底埋深 4 000 余米, 上覆巨厚新生界, 在第四系中夹多层海相层。该地第四系底板, 据辽河油田的钻孔资料, 埋深最大约 350m。如果将

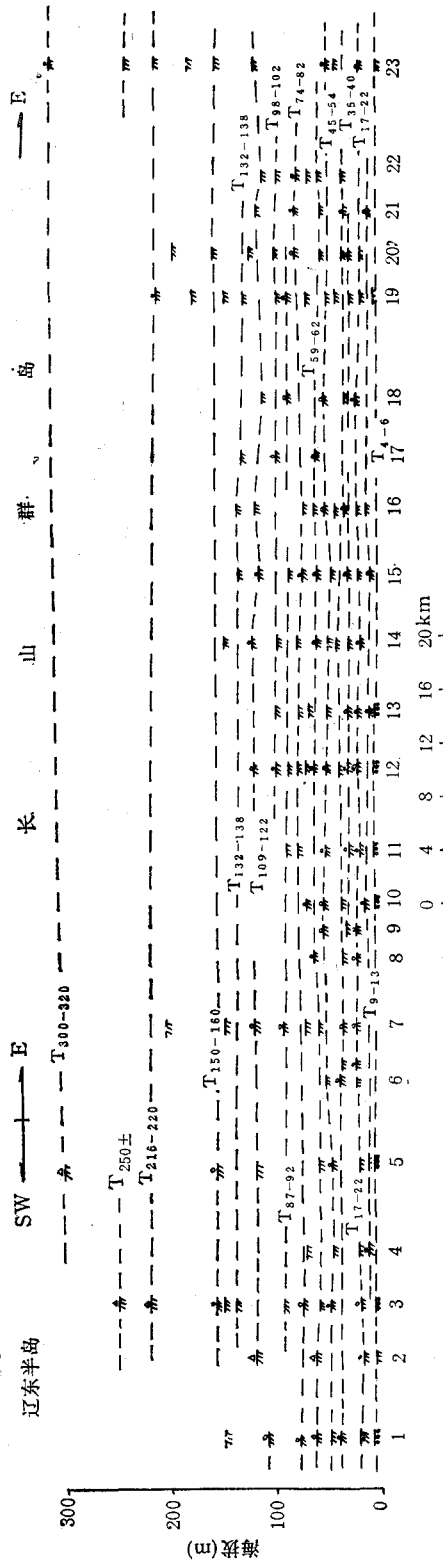


图 6 海岸阶地综合纵剖面(图例见图 5)

Fig. 6 Synthetical longitudinal profiling of marine terrace in the study area

- 1. 马栏河; 2. 龙王塘; 3. 小平岛; 4. 黑石礁; 5. 庄河大孤山; 6. 黑岛; 7. 广鹿岛; 8. 拱子东岛; 9. 瓜皮岛; 10. 椴仙岛; 11. 哈仙岛; 12. 大长山岛;
- 13. 塞祖岛; 14. 小长山岛; 15. 獐子岛; 16. 砵砵岛; 17. 大耗子岛; 18. 小耗子岛; 19. 石城岛; 20. 乌鳞岛; 21. 瘦龙岛; 22. 大王家岛; 23. 海洋岛。

本区 300 多米高的海岸阶地视为上新世末或第四纪初形成的话,那么由于沿郯庐断裂带的新活动,本区与辽河平原之间自第四纪以来的总垂直错位超过 600m。

迄今为止,海洋岛、大孤山和大连地区高达 250—320 m 的海岸阶地,极大可能是华北地区所见的第四纪最高海面遗迹。与本区有关的第四纪初的高海面遗迹,在半岛以西(即渤海西侧)的辽西海岸,表现为 120 m 高、分布零星砾石的海蚀阶地^[9],本区与辽西之间隔有巨大的郯庐断裂带;而在群岛以东(即黄海东侧)的朝鲜半岛南半段则表现为自东部高 80—100m 向西掀斜到高 20—30m 的海蚀阶地^[9],本区与朝鲜半岛之间隔着鸭绿江-海洋岛大断裂。

综上所述,第四纪期间,本区主要受控于郯庐断裂带和鸭绿江-海洋岛大断裂,虽然经历了强烈的断块上升运动,但内部却无明显的隆起、凹陷或者断层的垂直错动发生。

四、新构造运动特征与地震危险程度

关于第四纪间冰期最高海面的高度,一种认为高出现今海面 100 m^[7],另一种则为 24m^[10]。按第一种观点,本区由构造上升所形成的海成阶地总高度约为 200m(研究区最高阶地按 300m 计算)。据第二种观点,凡现今高于 24m 的第四纪阶地都可能是构造上升所形成的,可粗略计算出本区第四纪期间的构造上升幅度约 280m。可见,本区第四

纪期间的抬升幅度约介于 200—280m 之间,其上升速率为 0.10—0.14mm/a,基本上反映

表 2 本区某些高海面遗迹的 ^{14}C 数据^{a)}Tab. 2 Some ^{14}C data of the materials at high sea level in the Liaodong Peninsula

海拔高程 (m)	距今年代(a)	材 料	地貌部位	采样地点
13.0	7 865±95	有机质	二级阶地前缘	复县老鱼窝
10.0	5 010±80	泥炭	一级阶地	复县张屯
7.0	1 889±106	泥炭	一级阶地	七顶山西团瓢
8.5	4 270±120	贝壳	贝壳堤下部	东沟大孤山
3.5	5 740±100	泥炭	古死泻湖	大长山岛

a) 大长山岛样品的 ^{14}C 年龄由北京大学测定,其余由国家地震局地质研究所测定。

了本区新构造运动的特征及第四纪海岸线变迁的轮廓。下述海面变化和地壳形变结果也是有力的证据。

已获得的大量海面遗迹的绝对年龄数据表明,中国东部沿岸全新世以来的最高气候型平均海平面约为 2—4m^[3]。表 2 所列出的全新世以来的较高海面遗迹的绝对年龄数据,其所代表的海面变化幅度远超出中国东部气候型海面变化的平均幅度,表明构造上升对本区的海岸线变迁起了重大作用。

辽东半岛近 5000 年来上升速率的分析与计算结果表明,整个半岛平均上升速率为 1.18mm/a; 黄海沿岸为 1.24 mm/a,渤海沿岸为 1.09mm/a。可见,半岛东南部上升较快,西北部相对缓慢,显示出整个半岛由东南向西北轻微掀斜式上升的特点。

近几十年的形变资料同样可以揭示现代构造运动的性质。1958—1980 年,以大孤山为代表的黄海沿岸的平均上升速率为 4mm/a,以普兰店为代表的渤海沿岸的平均上升速率为 3mm/a^[4]。这种差异造成了半岛自东南向西北方向的倾斜,同前述近 5000 年来半岛的构造运动特点一致。由此可见,本区近几十年来的地壳运动继承了近 5000 年来的运动形式。

虽然本区位于多地震或有大地震发生过的郯庐断裂带及下辽河拗陷的东侧,但内部无活动性大断裂、无明显差异升降,是一整体而均匀性的断块抬升区。在大华北构造应力场中,没有在新构造上形成应力集中的部位或闭锁区,不具备发生大震的构造条件,因此是无大震危险的安全区。本区在历史上无破坏性大地震的记载。自 1970 年辽宁省建立地震台以来,虽然经历了邻区两次大震(海城 7.3 级和唐山 7.8 级地震),但本区内发生的地震震级绝大多数低于 4 级(图 7),这也是一个重要佐证。

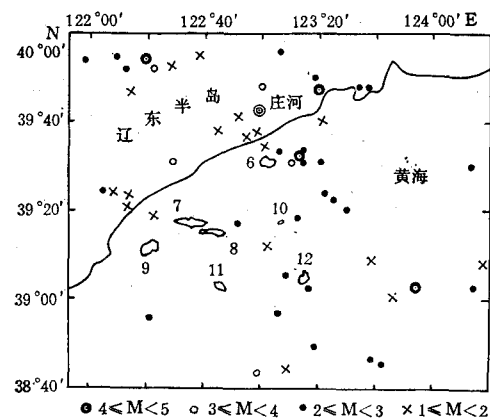


图 7 庄河—长山群岛地震分布图(岛名见图 1)
Fig. 7 Distribution of earthquake centers from Zhuanghe County to Changshan Islands, Liaoning Province

参 考 文 献

- [1] 中国科学院地质研究所等,1980,华北断块区的形成与发展,科学出版社,221—229。
- [2] 刘国海、韩慕康,1986,大连地区高海面遗迹的新发现,海洋学报,8(6): 793—798。
- [3] 赵希涛、耿秀山、张景文,1979,中国东部 20000 年来的海平面变化,海洋学报 1(2): 269—281。
- [4] 钟以章、高常波,1988,辽东半岛全新世海平面变化及近 5000 年来的地壳运动,海洋科学,1: 4—8。
- [5] 韩慕康、赵景珍,1980,河南汤阴地质的地震地质特征与地震危险性,地震地质,2(4): 47—58。
- [6] 韩慕康、夏怀宽、张先泽等,1983,辽西地区海滨阶地、新构造运动与地震危险程度,海洋学报,5(6): 743—752。
- [7] Butzer, K. W., 1979, *Geomorphology from the Earth*, N. Y. Harper and Row. pp. 246—249.
- [8] Horsfield, W. T., 1975, Quaternary vertical movements in the Greater Antilles. *Geol. Soc. America Bull.*, 50708(86): 933—938.
- [9] OH, Geonhwan, 1980, The Quaternary Crustal Movement Viewed from the difference of the Altitude of the Marine Terraces in the Korean Peninsula, 24th Intern. Geogr. Cong. Tokyo, Jap., 1: 1—34.
- [10] Palmer, L. A., 1976, Marine terrace deformation in Pacific Coastal United States, *J. Geosci.*, 10: 69—82.

MARINE TERRACE AND CHARACTERISTICS OF NEOTECTONIC MOVEMENTS ON THE CHANGSHAN ISLANDS AND THE SOUTHERN LIAODONG PENINSULA

Li Peiyong, Fu Mingzuo, Liu Guohai^{††} and Han Mukang^{††}

(*First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266003*)

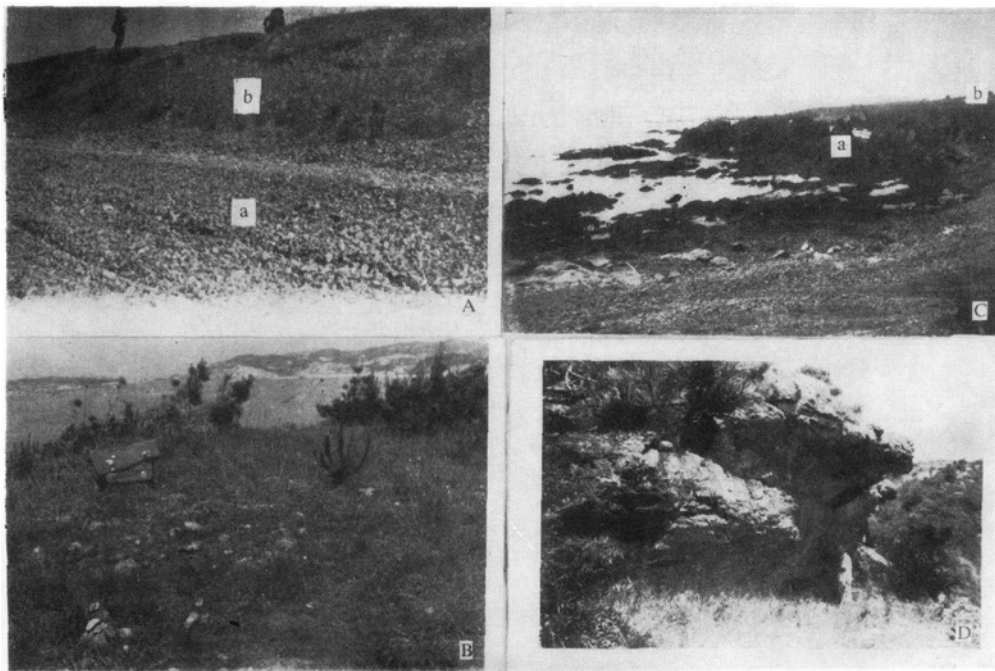
(^{††}*Liaoning Normal University, Dalian 116022*)

(^{††}*Beijing University, Beijing 100871*)

ABSTRACT

According to the great synthetical longitudinal profiling of marine terrace and on the basis of regional geomorphic and Quaternary correlation investigated in 1981—1987, the feature of the neotectonic movements on the Changshan Islands and the southern Liaodong peninsula is discussed. The results show that the study area experienced a violent block-uplifting with a slight up-tilting from southeast to northwest during Quaternary period. No apparent upwarping, depressing and vertical fault displacement are found within the study area. The uplifting rate of the area was 0.12mm/a in Quaternary period, 1.18mm/a in the past 5000 years and 3.5mm/a in recent times, reflecting a general trend that the tectonic uplifting gradually speed up with short-term stops. Owing to a lack of great active fault zones with the section of tectonic stress concentration and locking, the study area is considered to be a safe one with out the risk of strong, destructive earthquakes.

Key words : Changshan Islands, Liaodong Peninsula, Marine terrace, Neotectonic movements.



A.大长山岛砾石近景：a 为新堤，b 为老堤；B.大长山岛大顶子山南 50m 海蚀阶地地面及其之上的扁椭圆砾石；C.金州朱家屯海滨喀斯特及基座阶地全景：a 为呈宽展平台的基座阶地，上覆厚约 1m 的坡积层，b 为海滨喀斯特；D.大连小平岛北山 220m 高度处古浪蚀龛近景。