

# 台西盆地新生代构造的演化\*

钟建强 黄慈流 詹文欢 古森昌 刘海龄 刘帝光

(中国科学院南海海洋研究所, 广州 510301)

**提要** 于1986—1991年,应用地震地质方法,对台湾海峡的地震地层和地质构造进行调查。采用地震剖面资料,结合区域地质特征,对台西盆地的构造演化进行研究。认为该盆地由厦澎拗陷、乌丘屿拗陷、新竹拗陷和台湾拗陷等组成。其构造演化经历了中生代末—中始新世初始张裂、晚始新世—渐新世全面张裂、中新世构造调整,以及中新世末以来挤压—收缩—封闭等阶段,现今已成为残留陆缘裂谷盆地,是陆缘裂谷从产生到衰亡的一个典型实例。

**关键词** 构造演化 陆缘裂谷 新生代 台西盆地

台西盆地位于菲律宾海板块与东亚陆缘结合部的台湾海峡及台湾岛西部,包括厦澎拗陷、乌丘屿拗陷、新竹拗陷、台湾拗陷以及其间的观音隆起、澎北隆起。对其大地构造属性的研究,前人已做了一些工作(中国科学院南海海洋研究所海洋地质构造研究室,1988;刘以宣,1984;姚伯初等,1992)。本文就其盆地演化过程及其特征作进一步的分析和探讨。

## 1 研究方法

利用地震剖面及其地震地层资料,结合区域地质、构造地质等特征,对沉积盆地的地层、断裂构造、岩浆活动等进行分析,从而恢复沉积盆地的大地构造演化过程。

## 2 研究结果

### 2.1 台西盆地新生代地层

本区新生代地层发育较全,地层多呈NE—NNE向带状展布。由于沉积环境不同,各拗陷的沉积类型存在一些差异。

**2.1.1 盆地西部** 包括厦澎拗陷、乌丘屿拗陷及澎北隆起。目前未有钻井揭露,根据地震剖面(台湾海峡课题组,1989;姚伯初等,1992;Liu et al.,1985),结合邻区地质等资料,自下而上确定其地层如下。

**第III层组**  $T_g$ 为其顶界反射界面,层组内地震相呈发散结构,频率较高(约35Hz),连续性尚好(图1),由西向东逐渐加厚和加深,呈楔状体,由于下界反射不清,厚度难以准确确定,推测最大厚度可达3000m,上部地层遭受剥蚀而与上覆层呈角度不整合接触。属白垩系或前白垩系,为盆地基底的组成部分。

**第II层组** 位于 $T_g-T_7$ 之间,层内地震相呈平行一次平行结构,频率约为30Hz,

\* 福建省科委重点基金资助项目,4120411号。钟建强,男,出生于1962年9月,副研究员。

收稿日期:1993年5月24日,接受日期:1995年12月5日。

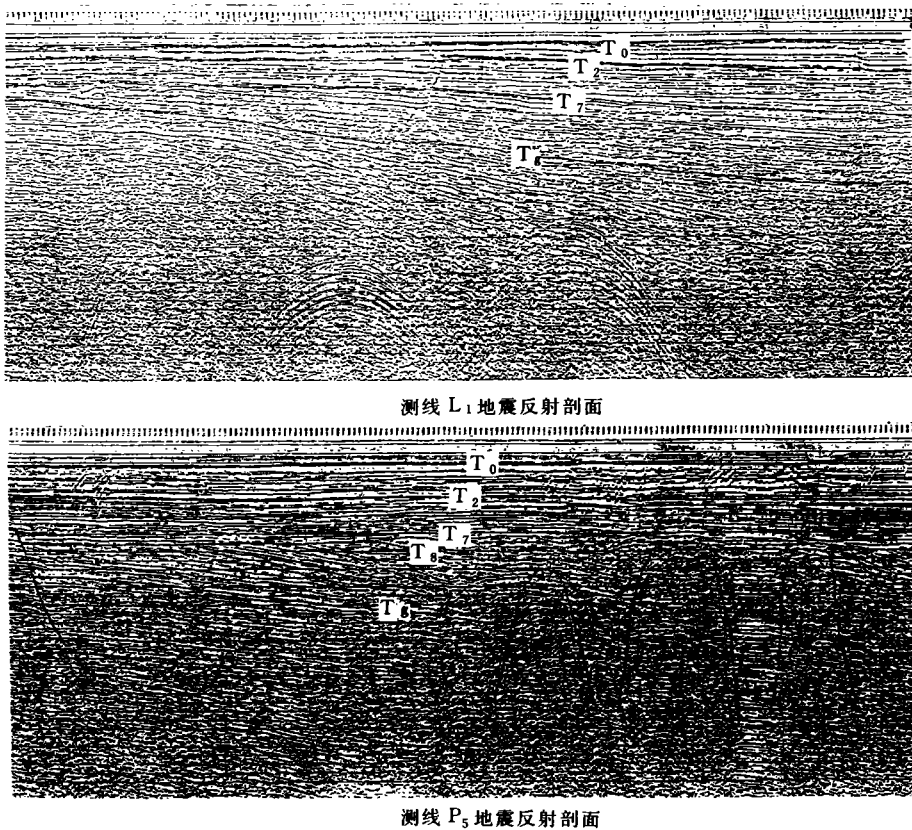


图1 台西盆地地震地层剖面(剖面位置参见图3)

Fig.1 Seismic stratigraphic profiles in Taixi Basin

连续性较好(图1),振幅时强时弱,与上覆层呈角度不整合接触,主要见于坳陷主体部位,坳陷边缘呈上超,隆起部位变薄甚至缺失,由西向东逐渐增厚和加深,呈楔状体,厚约2km,最大厚度超过3km,明显受断裂控制。其中, $T_8$ 为层组中部的一组不规则、不连续、乱岗状的顶界反射界面,该界面凹凸不平,存在明显的底超和削蚀等现象。 $T_8$ 、 $T_7$ 分别为 $E_1/E_2$ 和 $E_1/E_2^3$ 的反射界面,因此,层 $II_2$ ( $T_8-T_7$ )和层 $II_1$ ( $T_7-T_8$ )分别为古新统和始新统一下渐新统。

**第I层组** 位于 $T_7$ 反射界面以上,产状基本水平并呈席状展布,向海方向上超,由西向东逐渐增厚,厚度1000—2000m,断裂控制作用较弱。根据地震相差别、不整合和火山岩产出等,结合区域地质资料,又可分为三个亚层组:层 $I_3$ ( $T_7-T_2$ )震波能量较强,频率中等(约25Hz),连续性较好(图1),层速度为2.2—2.4km/s,坳陷中心较厚,最厚达700m,常见火山岩体直达 $T_2$ ,属上渐新统—中中新统浅海—半深海相泥岩夹砂岩;层 $I_2$ ( $T_2-T_0$ )震波能量强,频率约为12Hz,连续,层速度约为2km/s,坳陷中心厚200—600m,属上新统—下更新统砂岩为主的浅海相沉积;层 $I_1$ ( $T_0$ 至海底)震波能量强,频率低,连续,呈水平层,层速度约为1.7km/s,属中更新统—全

新统海陆交互相—海相碎屑沉积。

**2.1.2 盆地中部** 包括新竹拗陷及观音隆起等，为上新世至现代沉积物所覆盖，褶皱和逆断层由东向西逐渐减少直至消失。据钻井揭露，基底为下白垩统云林层，以海相砂岩为主；上古新统王功层上部为海相砂泥岩互层，下部为凝灰岩、集块岩和玄武岩，厚55—1500m，不整合覆盖于白垩系之上；始新统双吉层为浅海或三角洲相页岩与钙质、泥质砂岩互层，厚约510m，与下伏层呈不整合接触；渐新统为滨浅海或三角洲相砂、页岩，厚3400m，不整合覆盖于下伏层之上；中新统—上新统由海相砂、页岩互层，夹凝灰岩、玄武岩、煤层等组成，最大厚度达万米，与下伏层呈整合或假整合接触；第四系下部头崙山层以砂、砾岩为主，厚1000—1500m，与下伏层呈整合接触；第四系上部大南湾层出露于台地或海域，与下伏层头崙山层呈不整合接触。

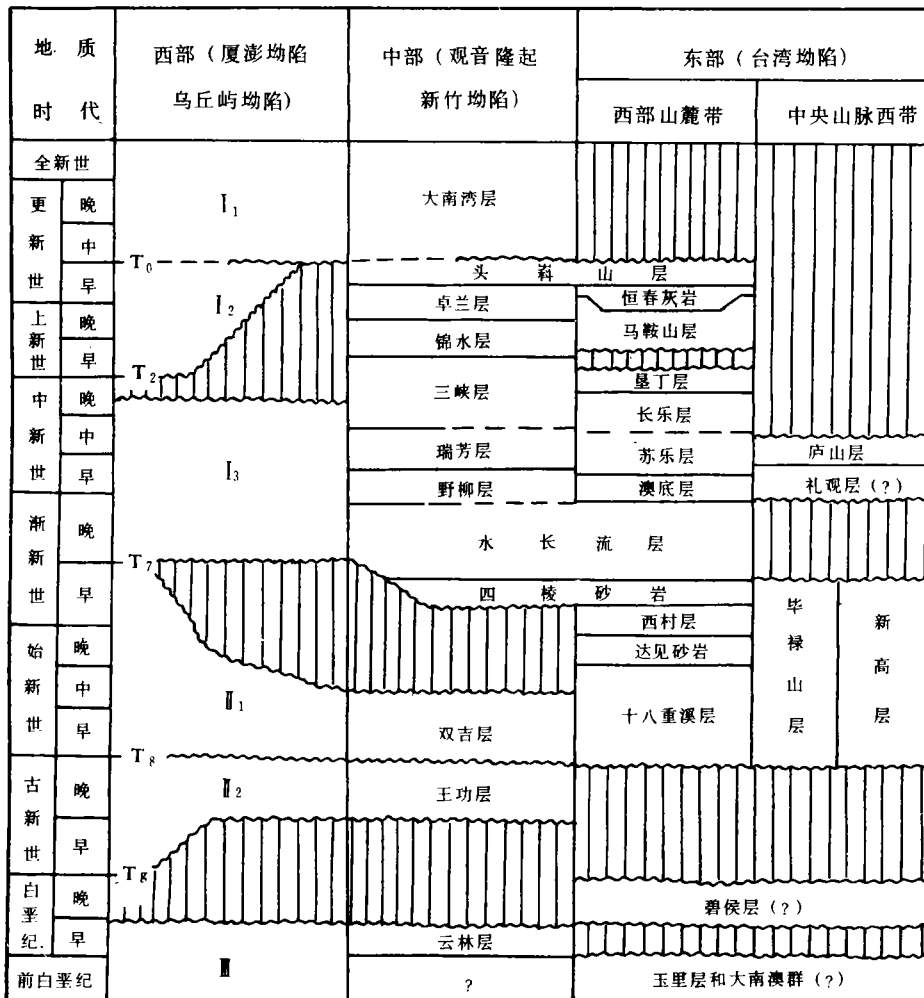


图2 台西盆地新生代地层对比

Fig.2 Comparison of Cenozoic strata in Taixi Basin

**2.1.3 盆地东部** 包括台湾坳陷的中央山脉西带和西部山麓带, 新生界为冒地槽沉积。基底可能为上白垩统碧侯层或玉里层——大南澳群, 盖层已褶皱成紧密且平行的褶曲并挤压成东倾的迭瓦状逆断层。中央山脉西带已变质为千枚状页岩、千枚岩、板岩和半片岩等, 变质程度由东向西逐渐减弱, 由始新统一下渐新统毕禄山层和中中新统一下中新统组成, 厚度大, 达几千米以上; 西部山麓带地层未变质, 始新统一下上新统基本为连续沉积, 上上新统一下更新统与下伏层呈不整合接触。台西盆地的新生代地层见图 2。

## 2.2 断裂、岩浆活动与构造事件

**2.2.1 断裂构造** 本区主要发育 NE 向、NW 向、近 EW 向和近 S-N 向四组断裂。除后者多为逆断层外, 其余均为正断层或平移-正断层。

**NE 向断裂** 走向为  $40^{\circ}$ — $55^{\circ}$ , 舒缓波状, 在接近较大规模的 NW 向断裂附近常发生偏转, 按 NW 倾和 SE 倾可分成两亚组: 前者形成较早, 约在白垩纪晚期—古新世初期产生, 部分可能为老断裂复活而成, 引起基底东断西翘而成箕状地堑, 古新世—始新世明显活动, 晚渐新世以后活动趋弱, 如峡中断裂基底落差达 1.4km, 为乌丘屿坳陷与观音隆起的分界, 古新世—始新世活动强烈, 渐新世以后无明显活动; 后者约在古新世晚期—始新世初期形成, 即箕状地堑或半地堑接受一定厚度的沉积后才出现, 但渐新世以后仍有活动, 规模较前者小, 如观音隆起东缘断裂, 第三纪和第四纪均有活动, 具同沉积断裂活动的特征。

**NW 向断裂** 走向为  $300^{\circ}$ — $320^{\circ}$ , 平直延伸, 时隐时现, 以平移或平移-正断层为主, 形成时代稍晚于 NE 向断裂, 主要有 3 条, 即马祖-基隆、泉州-嘉义、漳州-高雄等断裂, 晚第三纪以来仍有活动。

**近 EW 向断裂** 近垂直于台西弧形海岸并呈放射状展布, 由北往南由 NWW 向逐渐转为近 EW 向至 NEE 向, 规模小, 可能形成于上新世—第四纪, 以正断层为主。该组断裂虽然规模小, 但常与地震活动有关, 因此, 必须引起关注。

**近 S-N 向断裂** 向北延伸后大部分转为 NNE 向, 呈向西凸出的弧形展布, 断面主要倾向东, 个别倾向西, 可能大多形成于晚中新世以来, 少数出现于古新世末—始新世 (如中央山脉东断裂和中央山脉西断裂)。在台湾岛上绝大部分为压性逆冲性质, 台西近海转为拉张性质, 晚中新世—早更新世强烈活动, 对晚第三纪以来的沉积具较明显的控制作用。

**2.2.2 岩浆活动** 中生代末以来共有五期。

**第一期岩浆活动** 时代为古新世, 新竹坳陷南缘等钻遇古新统火山碎屑岩、凝灰岩、集块岩、玢岩和玄武岩等, 距今年龄 62.5—53.5Ma (Yuan et al., 1985); 此外, 澎湖列岛还见斑岩和石英斑岩侵入体, 距今年龄 55Ma (Jahn et al., 1986)。

**第二期岩浆活动** 时代为始新世中—晚期, 新竹坳陷南缘等钻遇中始新统火山碎屑岩和玄武岩, 距今年龄 44.1Ma (Yuan et al., 1985); 厦澎坳陷  $P_3$ ,  $P_5$  剖面南段、 $J_1$ — $J_4$  剖面东段均见  $T_7$  之下发育火山岩体, 构成宽约 5—15 km, 长约 50 km 的 NE 向火山喷发带 (台湾海峡课题组, 1989); JN-80 剖面见火成岩体顶部与  $T_7$  重合,  $T_9$ — $T_7$  沉积层已轻微变形, 估计是岩体侵入时挤压所致 (姚伯初等, 1992); 此外, 第 II 层

组中上部常断续发育一套以弯曲的  $T_0$  为界面的火山岩夹层, 推测其岩性为玄武岩质, 时代大致属始新世中—晚期 (台湾海峡课题组, 1989)。

**第三期岩浆活动** 时代为中新世初, 新竹拗陷东北部相当于 NN1-2 超微化石带的木山层顶部—大寮层下部 (大致相当于野柳层) 见拉斑玄武岩与碱性玄武岩、玄武质凝灰岩。

**第四期岩浆活动** 时代为晚中新世, 新竹拗陷东部南庄层 (相当于三峡层下部) 见拉斑玄武岩与碱性玄武岩, 乌丘屿拗陷南部及观音隆起在地震剖面上见多处火山岩体穿刺至  $T_2$ , 火山岩体多呈柱状, 可能属晚中新世基性喷发的产物, 这与 A—A' 剖面 (Liu et al., 1985) 反映的火成岩体形成于晚中新世的特征一致。

**第五期岩浆活动** 时代为晚上新世—早更新世, 乌丘屿拗陷的  $L_3$  剖面见火成岩体呈柱状, 其顶界为  $T_0$ ; 此外, 澎湖列岛、火烧岛等广泛发生基性火山活动, 闽粤沿海、汕头海外等也存在该期基性—超基性岩浆活动 (钟建强, 1989)。

**2.2.3 构造事件** 根据台西盆地及其邻域的不整合、地层缺失、岩浆活动、断裂活动、变质作用、构造变形等, 认为区内新生代以来的主要构造事件有太平事件 (距今约 70—60 Ma)、瓯江事件 (距今约 54—51 Ma)、南海事件 (距今约 42—32 Ma)、海岸山事件 (距今约 10—5 Ma) 和蓬莱事件 (距今约 2.5—1.0 Ma) 等五次 (钟建强等, 1994)。

## 2.3 盆地发育与演化

据研究, 台西盆地东界为大南澳古脊。在台湾弧陆碰撞前, 该古脊位于福建岸外东南约 400 km, 其展布方向与东沙—澎湖隆起及现今福建岸外大致平行, 即呈 NE 向 (台湾海峡课题组, 1989; Suppe, 1980)。台西盆地是在中生代晚期区域应力场从挤压转为松弛, 地壳拉张减薄, 陆缘断裂解体, 陆块向洋离散而成的新生代陆缘裂谷上发育起来的。由于太平洋板块向西运动, 最终导致台湾弧陆碰撞—拼贴—收缩—偏转, 盆地走向封闭而成为残留裂谷 (图 3)。

**2.3.1 箕状陆缘裂谷阶段** 初始拉张—裂谷期。时代为中生代末—第三纪初 (图 3a)。中生代末, 南海第一次扩张出现 (金庆焕主编, 1989), 东亚陆缘由主动型转化为被动型。晚白垩世, 陆缘深部地幔隆起, 地壳拉伸—减薄—抬升—侵蚀, 导致 NE 向断裂张裂或重新活动。晚白垩世末—古新世初, 地壳进一步张裂, 形成一系列东断西翘的半地堑式陆缘断陷, 厦澎拗陷、乌丘屿拗陷、新竹拗陷等沉积中心开始接受充填式堆积, 而台湾拗陷则仍处于风化侵蚀状态, 沉积中心主要在盆区西部, 盆地进入裂谷孕育期。此时, 裂谷中心位于盆区中部偏西, 轴向 NE。

**初始裂陷—冷却期。**时代为古新世—中始新世 (图 3b)。古新世, 地壳活动有所减弱, 断裂活动以 NE 向正断层大幅度断落为主, 盆地中心接受了陆相为主的碎屑沉积; 至古新世末, 地壳活动性相对增强, 造成一次较明显的构造热活动, 以及地壳抬升和断裂。随后, 地壳冷却沉降, 海水上侵, 盆内形成一套三角洲前缘—半深海相泥岩为主的含油沉积建造, 表明沉降速率超过沉积速率。此时, 台湾拗陷已开始接受沉积, 但沉积中心仍位于盆区西部, 盆地雏形形成并进入裂谷幼年期。

**2.3.2 开阔陆缘裂谷阶段** 再次拉张—裂谷期。时代为晚始新世—早渐新世 (图 3c)。

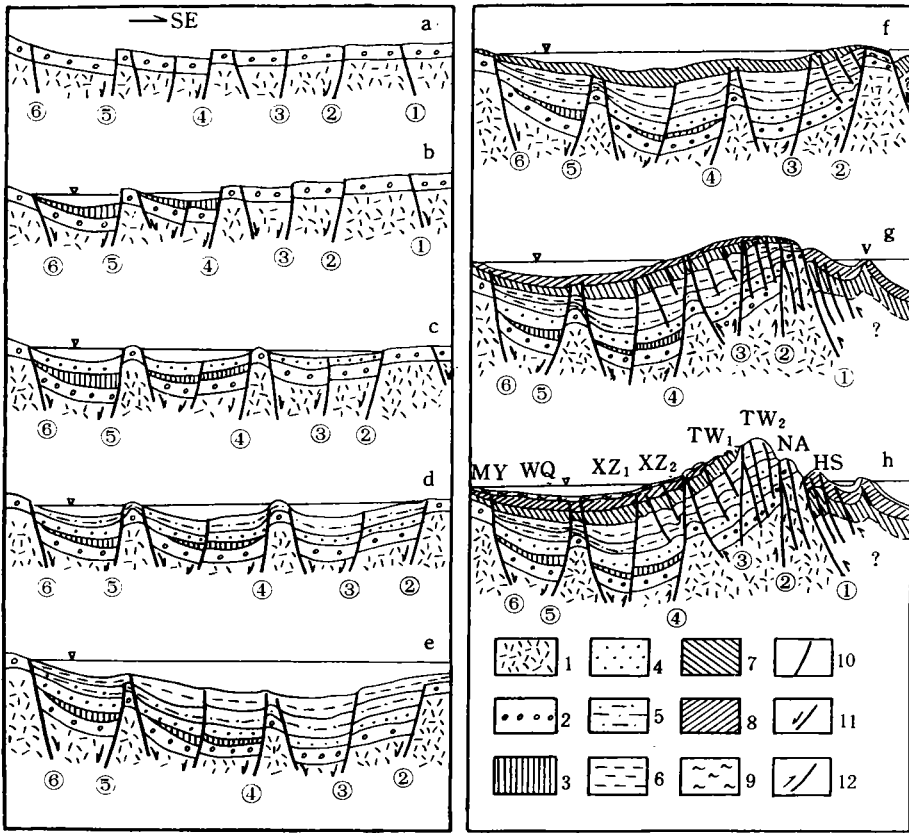


图3 台西盆地新生代构造演化剖面示意图

Fig.3 Sketch profiles of tectonic evolution of Taihsi Basin in Cenozoic

1. 古生界; 2. 中生界; 3. 古新统一始新统; 4. 上始新统一下渐新统; 5. 上渐新统; 6. 中一下中新统; 7. 上中新统; 8. 上新统一下更新统; 9. 中更新统一全新统; 10. 断裂; 11. 正断裂; 12. 逆断裂。  
 ① 中央纵谷断裂; ② 中央山脉东断裂; ③ 中央山脉西断裂; ④ 西部山麓边缘断裂; ⑤ 峡中断裂; ⑥ 闽粤滨海断裂。HS. 海岸山脉带; NA. 中央山脉东带 (大南澳隆起); TW<sub>1</sub>. 西部山麓带; TW<sub>2</sub>. 中央山脉西带; V. 火山; XZ<sub>1</sub>. 台西海外; XZ<sub>2</sub>. 台西平原带; MY. 闽粤沿海带; WQ. 乌丘屿坳陷。

始新世后期, 由于太平洋板块相对于东亚大陆由 NW 向转变为 NWW 向运动, 以及印度洋板块与欧亚板块沿喜马拉雅构造带发生碰撞, 导致东亚地幔流向东南扩散, 中国东南陆缘发生强烈拉张。早渐新世, 地壳再次减薄和隆起, 断裂-岩浆活动强烈, 南海发生第二次扩张, 大南澳古脊受热隆起, 盆区裂谷作用显著, 裂谷中心位于盆区东部, 但沉积中心仍位于盆区中部; 在强烈上拱-张裂作用下, 大南澳古脊沿中央纵谷断裂发生裂解。经过这次裂谷作用, 盆内堆积了上始新统一下渐新统, 盆地进入裂谷少年期。

再次裂陷-冷却期 时代为晚渐新世 (图 3d)。由于地壳强烈拉张-减薄, 断裂进一步活动; 受地幔冷却收缩的影响, 地壳发生大幅度构造沉降, 引起盆地广泛下沉并接受海相沉积, 沉积中心逐渐东迁。此时, 盆地已进入裂谷青年期。值得一提的是, 在

地壳持续拉张-减薄的作用下。大南澳古脊沿中央纵谷断裂已裂解成西北和东南两块, 其中, 前者仍保留在福建岸外东南约 400km 处, 后者可能随礼乐-北巴拉望地块漂移至菲律宾, 因而形成台湾东部新的微扩张中心并生成新的洋壳(即“台湾边缘海海盆”), 微扩张轴向可能为 NEE 或 NE, 是南海扩张中心的组成部分。

**2.3.3 构造调整冷却阶段** 冷却沉降过渡期。时代为早-中中新世(图 3e)。地壳逐渐冷却收缩, 盆地沉积加速, 海水由东南向西北入侵到全区, 形成一套以三角洲相、滨-浅海相砂岩为主的沉积。其间, 中新世初盆地边缘有较明显的断裂-岩浆活动。中中新世后期, 海侵达到最大, 全区均被海水淹没而广泛接受沉积, 沉积中心已由盆区中部的新竹拗陷迁至盆区东部的台湾拗陷, 大南澳古脊也由在此之前的风化侵蚀状态, 转为沉到海面之下而接受堆积, 盆地转入裂谷壮年期。

**初始挤压收缩期** 时代为晚中新世(图 3f)。第三纪后期形成的、可能属马尼拉海沟向北延伸的、向东俯冲的洋-洋俯冲带已后退至大南澳古脊东南缘, “台湾边缘海海盆”向 ES 俯冲消减, 生长于太平洋板块边缘的台东火山岛弧(台东地块)在不断向西北运动的过程中与大南澳古脊发生初始碰撞, 台东地块向大南澳古脊仰冲, “台湾边缘海海盆”消亡, 从而揭开了盆地发生挤压-收缩-隆起-偏转的历史。这次初始碰撞使得台湾拗陷东部地层褶皱和初步变质, 导致盆地发生东翘西陷, 沉积中心由东向西回迁至盆区中部。同时, 地壳压缩抬升, 海水后退, 盆地边缘发生沉积间断, 台湾拗陷东部形成密集的东倾逆断裂, 全区岩浆活动强烈, 地壳构造应力场由早第三纪-中中新世拉张作用转化为晚中新世以来挤压作用, 裂谷作用中止, 盆地逐渐迈向裂谷老年期。此时, 台湾地区可能刚露出海面或接近海面。

**2.3.4 陆缘挤压抬升阶段** 全面抬升偏转期。时代为上新世-早更新世(图 3g)。中新世末开始, 海侵有所扩大, 形成以砂岩为主的滨-浅海相堆积。至上新世早期, 海侵广泛, 形成以泥岩为主的超覆沉积。上新世后期-第四纪初, 由于持续强烈的碰撞挤压, 盆地在水平方向上已发生大幅度(上百公里)的收缩, 大南澳古脊发生逆时针偏转(推测偏转为  $20-30^\circ$ ), 致使原来可能为 NE 走向的构造线偏转为近 S-N 走向, 如中央山脉西断裂、中央山脉东断裂。同时, 地壳厚度逐步增加至接近大陆型地壳的厚度, 在强烈推挤和均衡调整的联合作用下, 台湾拗陷全面抬升成陆, 断裂和岩浆重新活动, 地壳抬升, 海水退至盆区西部, 盆地进一步褶皱收缩并进入裂谷衰亡期而成为残留裂谷盆地。由于此期的构造应力场以 NWW 向挤压为特征, 因此产生了一系列沿最大挤压应力方向发育的放射状张性断裂, 即近 EW 向新生断裂。

**持续差异隆起期** 时代为中更新世-全新世(图 3h)。第四纪中期以来, 台湾岛的构造活动以持续作用为主, 地壳运动以差异升降为特征: 台湾岛东部和中部强烈上升成 NNE 向山脉; 台湾岛西部的构造活动强度相对减弱, 以山麓边缘的平原和台地为特征; 台湾海峡地壳缓慢沉降, 沉积作用主要受冰期-间冰期海面升降变化控制, 形成海陆交互相-海相碎屑沉积。

### 3 结论

台西盆地形成于中生代末以来, 为早第三纪陆缘裂谷盆地。经过晚第三纪以来的陆缘挤压收缩后, 现已成为残留陆缘裂谷盆地。其构造演化过程由孕育到衰亡可概括为四

个阶段,即(1)箕状(或半地堑)陆缘裂谷阶段,(2)开阔陆缘裂谷阶段,(3)构造调整冷却阶段,(4)陆缘挤压抬升阶段。晚中新世以来,“台湾边缘海海盆”俯冲消亡,台湾发生弧陆碰撞,构造应力场由拉张转化为挤压,导致台西盆地的不断收缩和最终封闭而成为残留陆缘裂谷盆地。从台东海岸山脉大地构造特征推测,大南澳古脊可能于南海第二次扩张时沿中央纵谷断裂发生解体而一分为二,一部分保留在原地成为大南澳隆起,另一部分已漂移至菲律宾群岛。

### 参 考 文 献

- 中国科学院南海海洋研究所海洋地质构造研究室, 1988, 南海地质构造与陆缘扩张, 科学出版社(北京), 30—34。  
 台湾海峡课题组, 1989, 台湾海峡西部石油地质地球物理调查研究, 海洋出版社(北京), 72—98。  
 刘以宣, 1984, 大地构造与成矿学, 8(3): 209—226。  
 金庆焕主编, 1989, 南海地质与油气资源, 地质出版社(北京), 194—199。  
 钟建强, 1989, 热带海洋, 8(3): 11—19。  
 钟建强等, 1994, 台湾海峡, 13(4): 323—330。  
 姚伯初等, 1992, 海洋地质与第四纪地质, 12(4): 1—10。  
 Jahn, B. M. et al., 1986, *Memoir. Geol. Soc. China*, 7: 383—404。  
 Liu, C. H. et al., 1985, *Geol. Soc. Malaysia, Bul.*, 18: 151—166。  
 Suppe, J., 1980, *Petr. Geol. Taiwan*, 17: 1—16。  
 Yuan J. W. et al., 1985, *Petr. Geol. Taiwan*, 21: 115—127。

## CENOZOIC TECTONIC EVOLUTION IN TAIXI BASIN

Zhong Jianqiang, Huang Ciliu, Zhan Wenhuan,  
 Gu Senchang, Liu Hailing, Liu Diguang

(*South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301*)

**Abstract** Seismic stratigraphy and geology structure in Taiwan Strait were researched in 1986—1991 by using the method of seismic geology. The tectonic evolution of Taixi Basin is studied in this paper by utilizing the information of seismic profiles and combining with the regional geologic characters. It is suggested that Taixi Basin is composed of Xiapeng Depression, Wuqiuyu Depression, Xinzhu Depression and Taiwan Depression, and so on. Its tectonic evolution had undergone four stages, that is, first spreading stage in the end of Mesozoic—Middle Eocene; second spreading stage in Late Eocene—Oligocene; tectonic readjustment stage in Miocene; and compression—closed stage since the end of Miocene. It has become a remained continental rift basin now, and is a typical example of continental rift from generating to dying.

**Key words** Tectonic evolution Continental rift Cenozoic Taixi Basin