

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

东亚滨太平洋地区喜马拉雅期构造演化

崔盛芹 李锦蓉

(中国地质科学院,北京)



本文对东亚滨太平洋地区晚古生代、印支期与燕山期古构造背景进行了概括,在此基础上,进而将本区喜马拉雅期的地壳运动,划分出早、晚两个构造期与两个主要构造幕;对本区自洋至陆划分出5条喜马拉雅期巨型构造-建造带,即西北太平洋海沟-岛弧带、西北太平洋边缘海盆带、东海-南海北部陆架断陷带、东亚陆缘裂谷带及陆内裂谷带;还对早、晚喜马拉雅期构造演化进行阐述。最后对本区喜马拉雅期区域应力场状态及演变特点进行探讨,认为其形成机制与大陆-大洋、表部-深部的相互作用密切相关。

东亚滨太平洋带为全球性环太平洋构造带的重要组成部分。毗邻西北太平洋的东亚这一地区,大致与李四光教授早已提出的新华夏系、新华夏海的范围相当^[1]。本区在新近代喜马拉雅期,构造岩浆作用与不同震源深度的地震活动相当激烈,构造演化过程与不同成矿作用甚具特色^[2-7]。

为了系统分析中国及邻区滨太平洋带自晚古生代末期以来的地壳运动与构造演化,本文系对这一地区印支期、燕山期构造进行系统研究的延续^[8,9],进一步阐明了本区在喜马拉雅期,从大陆-大洋、自陆内-陆缘的地壳运动、构造阶段、构造区划与演化特点。

一、前喜马拉雅期的古构造背景

在现今东亚滨太平洋地区的各个古生代以来的构造带之间,主要存在着北大南小、北老南新的4个前寒武纪的古地块,即西伯利亚、中朝、扬子及中南半岛的印支地块。现有的古地磁、古地理等方面的研究成果表明,上述4个地块的古构造位置方向和古纬度与现今有明显不同。在这4个地块之间,为古海洋或古大陆边缘环境^[10]。它们历经早、晚古生代的地壳运动,尤其是华力西晚期至印支期的构造运动,使蒙古-兴安、秦岭、越北等海槽相继转变为褶皱带。由于地块拼合,海域消退,陆壳增生扩大,从而使东亚古大陆联成一体。以现今方位衡量,本区华力西晚期的古构造、古地理格局、拗陷与隆起、不同的陆缘带(包括活动型大陆边缘)特点,总体上呈东西向延展、南北向分异。目前东亚大陆的东缘,镶嵌一条北北东向的华力西晚期的活动带,但当时的古东亚大陆与其东侧的古大洋之间,应属稳定型的古大陆边缘环境。

三叠纪至侏罗纪前的印支运动及其相当的日本、朝鲜的秋吉运动、松林运动时期,是

东亚滨太平洋地区重要的形变期、岩浆期,若干构造部位的变质期与成矿期,也是本区地壳发展的新阶段。印支期是古东亚大陆东侧出现活动大陆边缘的转折点,也是产生西滨太平洋陆缘活动带与构造-岩浆带的新起点^[3,41]。在日本则出现有印支期的三郡-飞驒双变质带。东亚滨太平洋地区的古地理、古构造格局,在前印支期以东西向为主,自印支期起开始变为北东-北北东向为主。从此东亚滨太平洋地区发育起3条巨型古构造带,即自东而西为近洋的地槽型活动带、陆缘活动带与陆内稳定带。

发生在中生代中晚期的地壳运动——燕山运动大致与日本列岛的佐川运动、朝鲜半岛的大宝运动与鸭绿江运动相当,对东亚滨太平洋地区的构造-岩浆演化起着很重要的影响。本区的燕山运动应属印支运动的继续和发展,更加强烈的燕山期的构造-岩浆作用遍及全部印支运动的影响范围,且其构造变形及火山前鋒波及到部分印支期的稳定区。根据燕山期的构造-建造发育特点与构造活动程度,本区仍可划分出3条北北东向巨型构造-岩浆带,它们是在印支期的基础上进一步强化和发展起来的。在日本印支期的三郡-飞驒双变质带发生向洋迁移,又形成了燕山期的领家-三波川变质带^[42]。中国闽浙沿海燕山期高温变质带与钙碱系列陆缘火山岩带的出现,预示着在现今海岸以东可能存在着联向日本东南侧的陆洋接合带。此外,直到燕山晚期东亚滨太平洋地区东侧的古地理-古构造景观仍与现今有着明显差别,如现今的日本列岛等的古构造方位应紧贴东亚大陆东缘,西南日本的陆相火山盆地应与朝鲜半岛南端的庆尚盆地联为一体,统一的西滨太平洋的岛弧与边缘海带尚未形成。

二、喜马拉雅期的地壳运动

根据东亚滨太平洋地区不同构造带在喜马拉雅期发展历程中,地壳运动所显示出的渐进期与激化期相更迭、连续性与阶段性相统一的特点,以及构造性质与构造环境在时间上、空间上的演变状况,可将喜马拉雅构造旋回进一步划分为早、晚两个构造阶段或构造期:早期大致与早第三纪阶段相当,有时可进入白垩纪末期;晚期大致与晚第三纪至第四纪阶段相当。早期与晚期之间以及晚第三纪末至第四纪初,本区曾发生过两次主要的或区域性的构造幕,此外还存在着局部性的次要构造幕。

应当指出的是,上述喜马拉雅期的地壳运动,在不同构造带或不同的构造部位常有一定差异。但就东亚滨太平洋这一广阔地域来说,是近似同时的。此外,关于喜马拉雅旋回的下限(也就是喜马拉雅与燕山构造旋回的分界问题)基本上与中、新生界的分界线一致,有时占新世与晚白垩世沉积物呈连续的整合关系,而且两者在构造环境与构造演化上有着密切联系,在这种情况下,喜马拉雅旋回的下限似以划进晚白垩世为宜。

早喜马拉雅期之末的构造幕(自早第三纪末—早中新世),引起本区构造图案和构造环境的重大变化。在现今的岛弧带,如西南日本四万十带的高千穗变动、东北日本的绿色凝灰岩造山运动以及台湾岛的浦里运动,使得部分早第三纪海槽带褶皱变质或隆起封闭,其中的高千穗变动除对西南日本的内带、外带有明显影响,结束了四万十地向斜的发展外,在东北日本及北海道也一度造成褶皱隆起,从而在这些地区又产生了新的喜马拉雅晚期地向斜。台湾岛的浦里运动则造成中央山脉地向斜沉积物的褶皱变质与晚第三纪地向斜的向西迁移。在东亚滨太平洋地区的陆缘、陆内裂谷带的演化过程中,喜马拉雅早期的

构造幕不但反映出上、下第三系之间较广的角度不整合接触关系,而且也多表现为裂谷作用由裂陷、断陷阶段向拗陷、披盖阶段发展。

晚喜马拉雅期构造幕发生在第三纪末至第四纪初(上新世—更新世)之间。在岛弧带主要表现为晚第三纪地向斜的褶皱隆起与岛弧带的基本定型,如日本列岛全区以著名的岛弧变动为代表,使几个晚第三纪的地向斜褶皱上升造成第四系与第三系普遍的不整合关系;与之相当的台湾运动则反映为台湾褶皱带的基本形成,这一构造事件在陆缘及陆内地区有一定影响,一般表现为第三系与第四系间的不整合或假整合关系。值得注意的是,对中国大陆影响较广的泥河湾运动、元谋运动以及与其相当的造成青藏高原大幅度整体隆升的羌塘运动^[43],在时限上约与发生在距今 1.7Ma 前的岛弧变动^[44]。基本相当或稍晚,说明喜马拉雅期滨太平洋带陆洋之间与陆缘、陆内的构造运动、及其与滨特提斯带之间的构造运动,在时间、空间上皆有着密切联系。

除上述喜马拉雅期的两次主要构造变动之外,尚有一些次要的局部性地壳运动,如早喜马拉雅期在始新世晚期至渐新世之间;晚喜马拉雅期在中新世至上新世之间,皆发生过地壳运动,在一定范围内有所影响。前者在特提斯带较明显,中国东部并有微弱表现;后者主要发生在陆洋之间的岛弧带,对陆缘带也略有反映。就东亚滨太平洋带来说,这两次地壳运动居于次要位置。

三、喜马拉雅期巨型构造-建造带的布局

燕山期末,尤其是自喜马拉雅期以来,东亚滨太平洋地区伴随着陆洋之间强烈挤压扭动作用,自东至西,从陆洋间—陆缘—陆内,在挤压(或压扭)作用与引张作用在空间上呈现平行更替、交互递变的区域应力场背景下,大致平行呈强烈挤压或压扭状态的海沟-岛弧带或其它构造带,具裂解作用与裂谷环境,发育几条巨型裂陷。从而使本区由洋—陆、由陆缘—陆内,在喜马拉雅期逐步出现了在成因与演化上、在浅部—深部以及地质-地球物理特征上具有明显不同的 5 条北北东向的巨型构造-建造带(图 1)。

1. 西北太平洋海沟-岛弧带

位于亚洲大陆东缘的大陆型、大洋型地壳的交界附近。岛弧带由一系列大弧向东突出的弧形群岛,(包括堪察加-千岛群岛弧、日本群岛弧、琉球群岛弧、菲律宾群岛弧及加里曼丹群岛弧等)组成。沿现今岛弧带的东侧大部地带发育有海沟带。沿海沟带轴部或近陆一侧,存在有显著的、西滨太平洋的负重力异常带。呈正地形为主的岛弧带之下的莫霍面明显下凹,形成双凸型的地壳结构。岛弧带迄今仍是新构造运动与现今构造运动最强烈、地震及火山作用最为活跃的活动构造带。

西北太平洋的岛弧带在喜马拉雅期经历了从海槽、岛海向成型海沟-岛弧的演化过程。

2. 西北太平洋边缘海盆带

西北太平洋边缘海盆带为与岛弧带相辅而生,发育于近陆一侧,如鄂霍次克海-日本海-冲绳海槽-南海的陆缘海盆、海槽带。本带的现今地貌景观主要为深水盆地或槽地,其

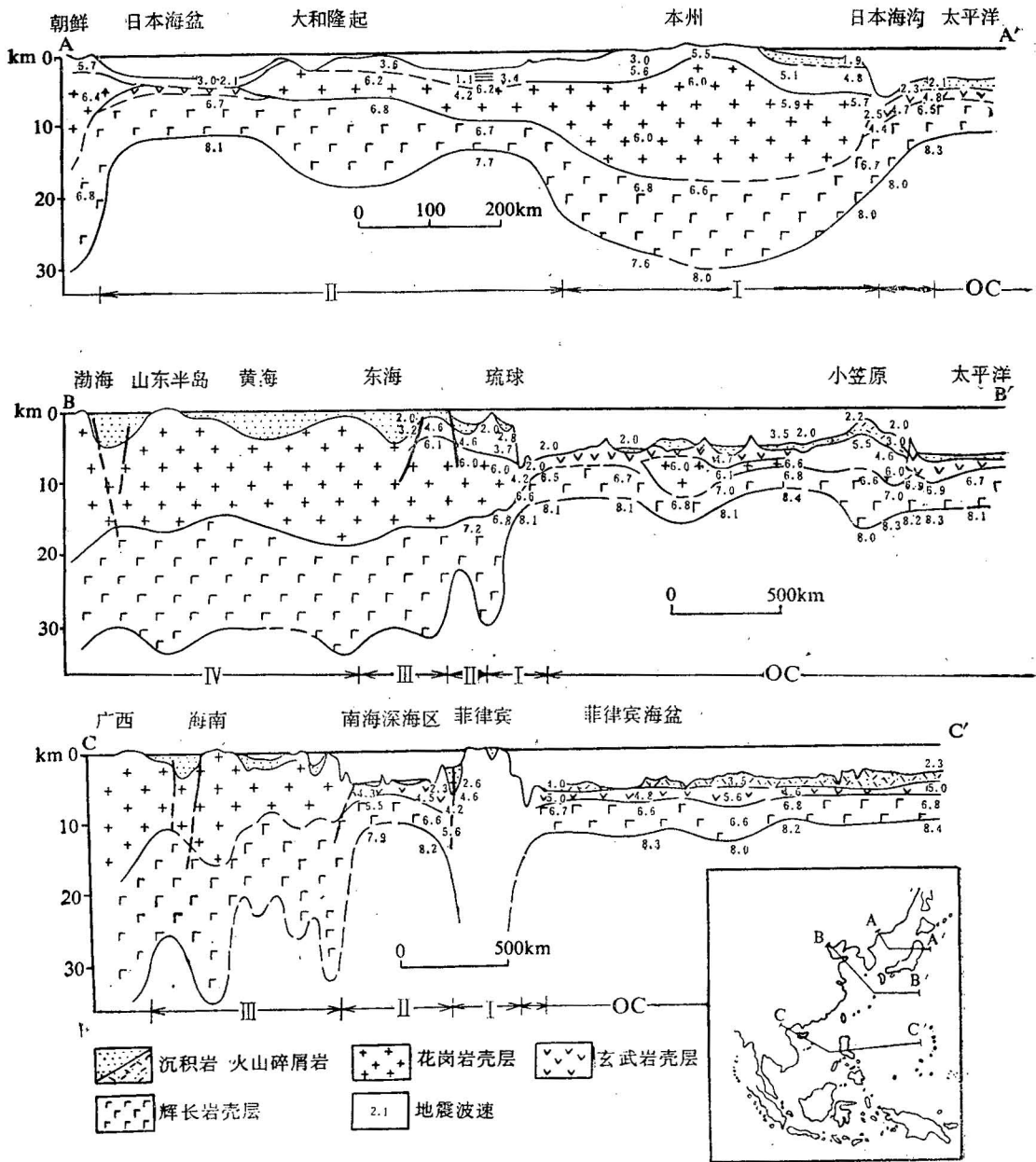


图 1 东亚滨太平洋地区地壳结构构造剖面略图(据第二海洋地质调查大队,略有补充)

Fig. 1 Sketch section of the crustal structure of this region

OC——西北太平洋壳区；I——西北太平洋海沟-岛弧带；II——西北太平洋边缘海盆带；
III——东海-南海北部陆架断陷带；IV——东亚陆缘裂谷带

下莫霍面明显上凸，呈现双凹型地壳结构。本带也是现今地球表面上颇为明显的高热流值异常带，其热流值一般为 2—3HFU，其中冲绳海槽西南部最高可达 10.44HFU。

西北太平洋边缘海盆带的形成，系由于喜马拉雅期以来亚洲大陆东缘发生裂解扩张，

陆壳减薄,洋壳增生,一般构成过渡型地壳区,而在鄂霍次克海南端深水盆地、日本海北部拗陷的大部、南部拗陷的部份地区以及南海的中央海盆等地,形成新生的大洋型地壳区。

3. 东海-南海北部陆架断陷带

自闽浙沿海的重力梯度带向东,北起东海陆架,向南延过台湾海峡,到华南陆架及中南半岛东侧陆架,构成向东南突出的弧形陆架断陷-拗陷带。东海陆架以其东缘隆起带以东的断裂带与冲绳海槽为界,南海北部陆架的东南缘则隔以阶梯状断裂,经过东沙、西沙群岛一带的陆坡联向南海中央海盆。本带的地壳厚度一般在 24—28km 之间。

4. 东亚陆缘裂谷带

约自鄂霍次克海西侧至北部湾,包括下辽河-渤海-华北、苏北-南黄海、江汉、雷州半岛-琼北-北部湾,可能延向中南半岛东南部,由一系列裂谷盆地所构成一条北北东向的陆缘、近海裂谷带。本带西缘约以大兴安岭-太行山-武陵山的重力梯度带为限。东缘的北段总体上以郯庐断裂系为界,南段在我国东南地区受控于一系列北东、北北东向斜列断裂带,发育有喜马拉雅期以断陷为主的盆地系统(图 2)。

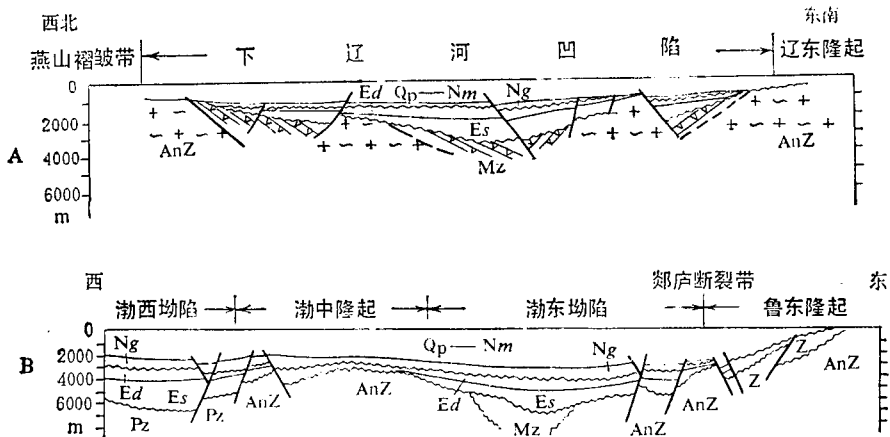


图 2 下辽河-渤海湾裂谷盆地的构造剖面图(据中国科学院海洋研究所海洋地质室, 1985, 略有补充)

Fig. 2 Structural section of the lower Liaohhe-Bohai Gulf basin

图 2-A: 切过辽东湾; 图 2-B: 切过渤海

E_d ——东营组; E_s ——沙河街组; N_m ——明化镇组; N_g ——馆陶组

东亚陆缘裂谷带的各裂谷系在发育过程中,伴随同沉积断裂活动,发生裂陷与差异升降作用,造成幔源玄武岩浆多处、多期喷溢。同时,根据现今若干主要裂谷系盆地之下,莫霍面上穹,热流值增高,地壳有所减薄等方面现象,说明这一陆缘裂谷带的发育有其深部的地质-地球物理背景,并从总体上反映出本带在喜马拉雅期处于以拉伸作用为主的应力场状态。

5. 东亚陆内裂谷带

东亚大陆内部自东西伯利亚至中国北方一带,在高山、高地或高原的总体背景上,间互发育有一系列喜马拉雅期的河谷盆地、山间洼地或湖泊,构成升降相间、起伏交替的地貌景观,形成东亚陆内、远海裂谷带。本带以东西伯利亚高地南部的贝加尔裂谷系、中国北方的汾渭裂谷系及鄂尔多斯地块北缘-西缘裂谷系等为代表,也具有一定的深部地质-地球物理背景(图 3、图 4)。

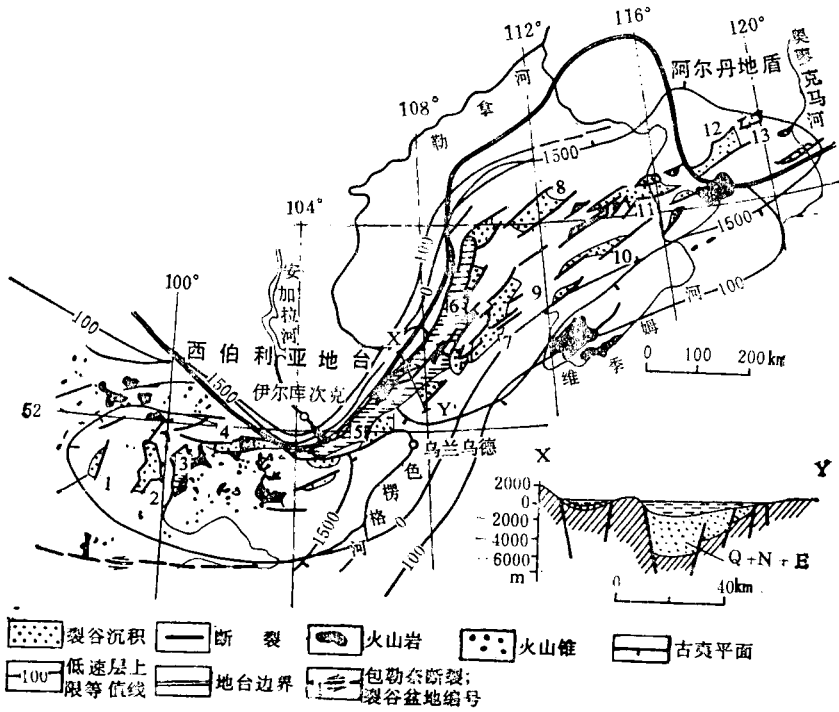


图 3 贝加尔裂谷系区域构造图(据 N. A. Logatchev, 1978, 1984)
Fig. 3. Sketch map of the regional structure of the Baikal rift system

其中贝加尔裂谷系包括自蒙古北部-东萨彦岭-贝加尔湖及其向东北的延长带。位于鄂尔多斯地块南缘与东缘的汾渭裂谷系,在构造-地貌特点、演化过程、火山地震活动及地球物理特征等方面,与贝加尔裂谷系颇为近似^[15]。这两个裂谷系与陆缘裂谷带中的雷州半岛-琼北裂谷系,三者恰皆位于东经 110° 上,且呈近似等间距分布。处于贝加尔与汾渭裂谷系之间的内蒙东部的呼伦-贝尔地堑盆地,现今仍呈张裂状态。在阿尔山-苏尼特左旗一带,多处有第三纪-第四纪的玄武岩浆喷溢,且部分含有幔源包体,也反映出存在着定深度的张裂作用,但另一方面总体升降反差不大,裂谷作用不够明显。

四、喜马拉雅期的构造演化

1. 早喜马拉雅期

自燕山期末到早喜马拉雅期,亚洲东部的陆缘带及陆内带,在总体隆升的背景上发生

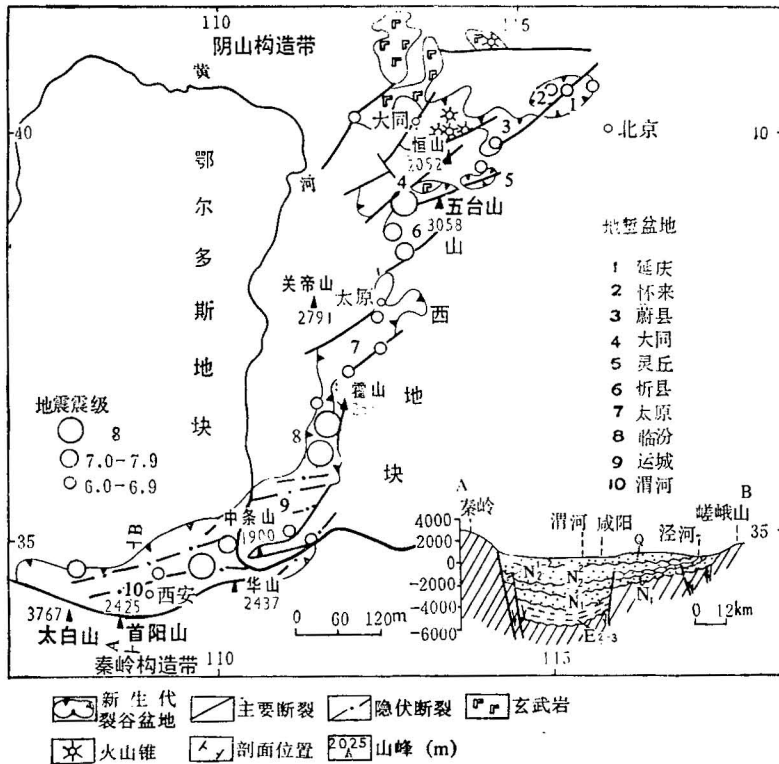


图 4 汾渭裂谷系区域构造略图

Fig. 4 Sketch map of the regional structure of the Fen He-Wei He rift System

裂陷作用。早喜马拉雅期的裂陷盆地有两种类型,秦岭带以北多以新生型为主,早喜马拉雅期之初自白垩纪末至古新世,各裂谷系多处于陆隆剥蚀阶段,在时、空上可能大致与始发的幔隆作用相对应;秦岭带以南多以继承性为主,早喜马拉雅期的早第三纪盆地常是在燕山晚期白垩纪盆地的基础上继承发展起来的,如江汉盆地、苏北-南黄海盆地以及湘赣粤地区线性明显的箕状红色盆地等。东海-南海北部陆架断陷带大部地区继承了晚燕山期的裂陷作用。

自始新世起,在陆隆与裂陷作用加强的基础上,陆架断陷带在始新世与渐新世继续发展;陆缘裂谷带增加一些新生的裂谷盆地,如大型华北-渤海盆地开始发育;陆内裂谷带中,汾渭裂谷系的渭河盆地、贝加尔裂谷系的南贝加尔盆地分别在始新世、始新世末-渐新世开始出现,部分地区还形成裂隙性的玄武岩浆喷溢作用。

统一的边缘海盆带在早喜马拉雅期尚未形成,只在局部地区如南海中央海盆及其南侧,存在着这一时期的基性喷溢与裂陷沉积。东侧的海槽-岛弧带则在一些地向斜中发育有早第三纪的地槽型建造,如台湾岛的中央山脉地向斜、日本列岛的四万十地向斜等(图 5)。

如前所述,以浦里运动、高千穗运动为代表的早喜马拉雅期末的造山运动,在东侧使早第三纪地向斜褶皱隆起与晚第三纪地向斜的开始形成,进一步呈现岛海状态,从而使岛

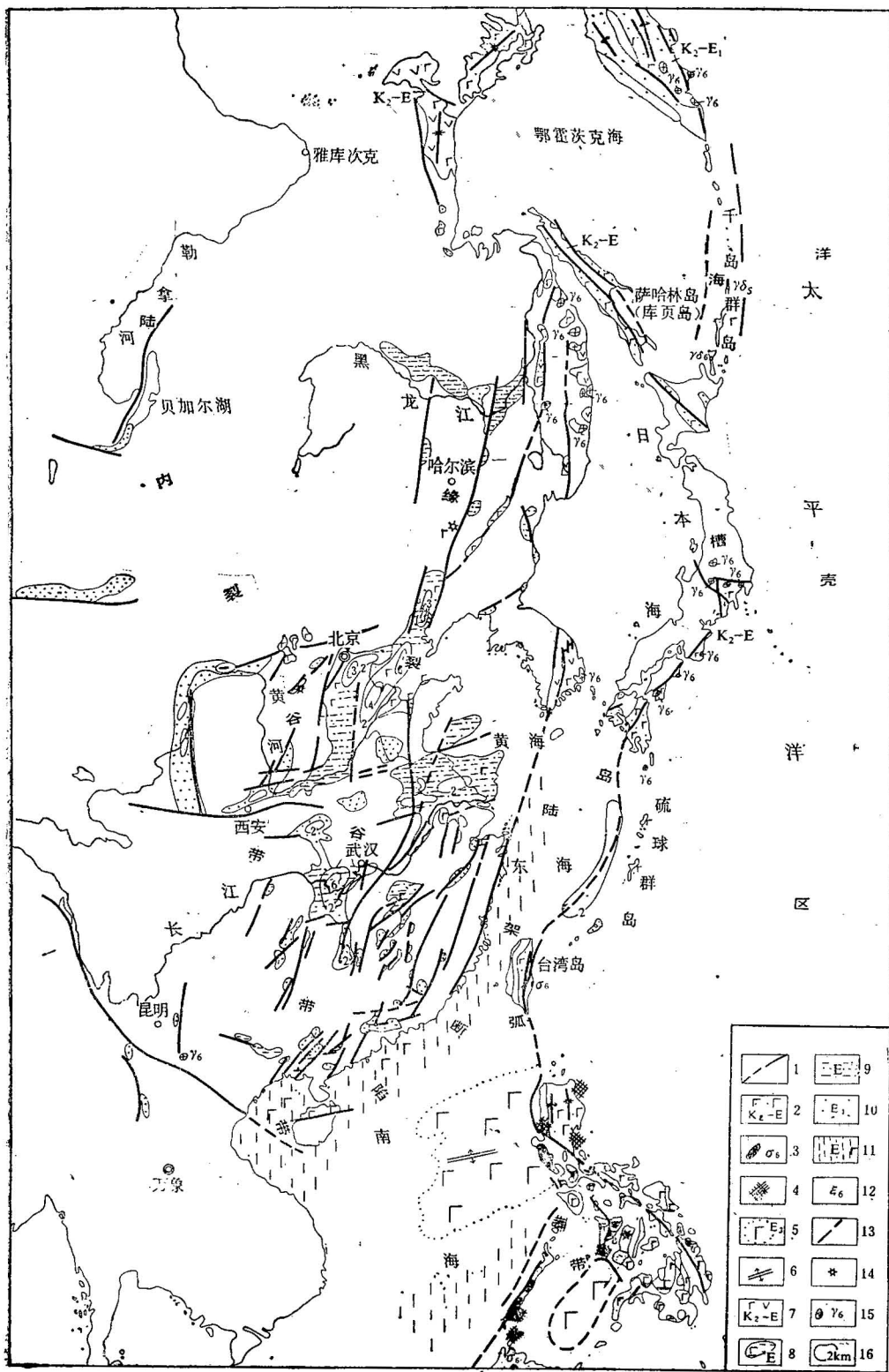


图5 东亚滨太平洋地区早喜马拉雅期构造略图

Fig. 5. Sketch map of the early Himalayan structure in the region

1——陆、洋接合带；2——复理石-岛弧火山岩系；3——超基性岩；4——蛇绿岩套；5——洋壳或亚洋壳玄武岩；6——海底扩张轴；7——陆上基性、中酸性火山岩；8——含煤、油页岩沉积物及玄武岩；9——陆相生油岩系、蒸发岩、玄武岩；10——红色类磨拉石、膏盐沉积；11——海陆过渡相生油岩系、油积岩、玄武岩；12——碱性岩；13——断裂带；14——火山口；15——花岗岩；16——早第三纪沉积等厚线 (km)

弧带初具轮廓。在陆缘、陆内裂谷带的演化中,早喜马拉雅期末的地壳运动,不仅反映在上、下第三系的接触关系方面,而且造成裂谷作用自裂陷阶段向拗陷阶段的转变。

2. 晚喜马拉雅期

晚喜马拉雅期自中新世或上新世开始,东亚陆内、陆缘裂谷带主要转入稳定扩张的拗陷披盖阶段,大致应与深部幔隆减弱及重力调整时期相对应。其中陆内裂谷带的汾渭裂谷系,中新世末地壳运动增强,上新世时各盆地发生沉陷,并在山西地区产生一批新的盆地。一般上新统多不整合于下伏地层之上,而在大同盆地等处尚有第四纪橄榄玄武岩喷发。贝加尔裂谷系在上新世中期—第四纪又形成一些裂谷凹陷,并有基性岩浆喷溢,同时地形反差加剧,逐步呈现出目前的穹状隆起状态。陆缘裂谷带的华北-渤海及苏北-南黄海裂谷系等,皆自早第三纪的断陷为主阶段转入中新世-第四纪的披盖阶段。陆架断陷带在晚喜马拉雅期沉陷明显,沉积物厚度可达数千米。

晚喜马拉雅期是边缘海盆带的主要发育时期,本带晚第三纪沉积物与下伏岩系之间区域性不整合关系颇为广泛。其中鄂霍次克海盆以晚喜马拉雅期断陷为主,千岛群岛以西深水盆地中的洋壳也主要是上新世以来的产物。日本海盆一带中新世绿色凝灰岩系的广泛发育,及晚中新世深海沉积物的出现,反映出海盆自裂陷到加深的过程。冲绳海槽主要形成于中新世末期,迄今仍有活动。南海海盆的组成、结构及演化过程较为复杂,发展历史较长,但晚喜马拉雅期仍是它发展的重要阶段。总之,在中新世晚期及上新世以来,西北太平洋边缘海盆带的鄂霍次克海盆、日本海盆及冲绳海槽等皆处于主要扩张时期。与此同时(约自上新世以来),在岛弧带发生台湾运动或岛弧变动,陆洋之间的压扭俯冲作用加强,以至最终在东亚滨太平洋地区出现成型的海沟、岛弧及边缘海盆系统^[16,17](图 6)。

总观喜马拉雅期在东亚滨太平洋地区所形成的 3 条大致平行、并略呈斜列展布的边缘海盆带、陆缘裂谷带与陆内裂谷带,各自代表不同的裂谷作用类型。三者与陆架断陷带共同反映出这一时期在其所涉及地区较广泛出现以拉伸作用为主的区域应力场状态。拉伸作用强度比印支期、燕山期明显加强,而从总体上有自边缘海—陆缘—陆内依次弱化趋势。如边缘海盆带发育规模最为宏伟,延续性强,热流值最高,并可出现深海环境与新生洋壳,实际上可视陆洋之间特殊类型的一种裂谷作用;陆缘裂谷带延续性较强,分布较广阔,后期多出现滨海环境;陆内裂谷带虽与陆缘裂谷带有些特点近似,如皆呈线性延展、差异性升降及雁列式展布等,但前者发育范围有限,延续性差,分隔性强,主要为陆相环境。

综上所述,东亚滨太平洋带喜马拉雅期的区域应力场状态及其演变特点,表现出引张作用与挤压作用,二者具备在空间上相互交替、在时间上相互消长的演变关系。如陆内、陆缘裂谷带、边缘海盆带的拉伸扩张,与海沟-岛弧带的强烈挤压以及不同裂陷系统之间构造带的挤压作用为主,两种不同方式的应力状态在空间上近于平行展布,相互交替。另一方面,就全区来说,喜马拉雅期发生重要造山幕的激化期与两个造山幕之间的渐进期,挤压与引张作用在时间上又大致呈现相互消长关系。上述区域应力场演变特点,似反映出东亚滨太平洋地区喜马拉雅期在地球自转条件下,大陆与大洋相互作用,表部与深部相

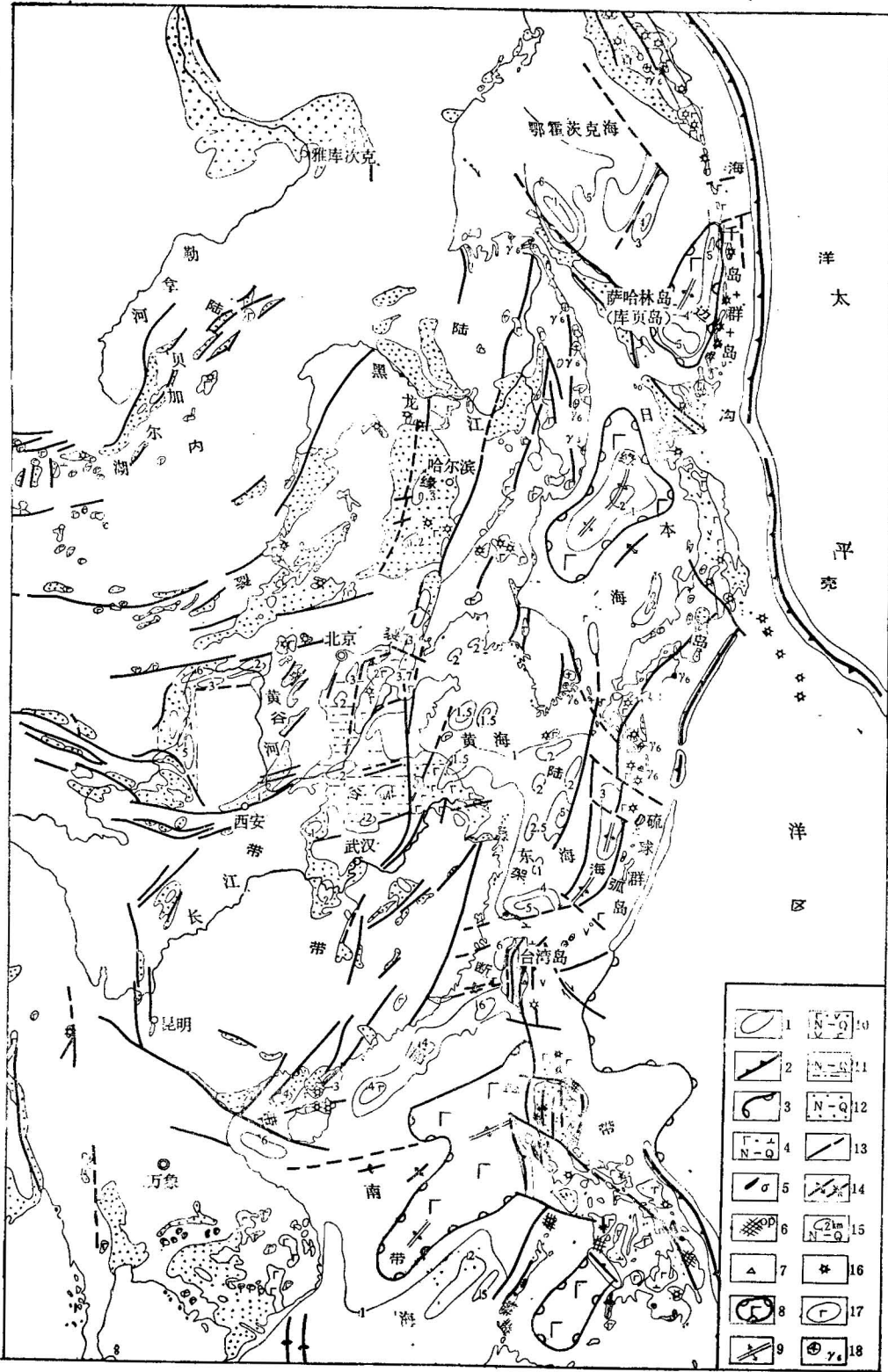


图 6 东亚滨太平洋地区晚喜馬拉雅期构造略图
 Fig. 6. Sketch map of the late Himalayan structure in the region.

1—深海沟；2—洋盆界限；3—洋盆缝合带；4—海相沉积岩、海陆交互相煤系、火山岩及碳酸盐岩；5—超基性岩；6—蛇纹岩套；7—混杂堆积；8—边缘海盆；9—海底扩张轴；10—海相沉积及中、基性火山岩系；11—海陆交互沉积；12—陆相沉积；13.断裂带；14——背斜、向斜；15——晚第三纪-第四纪沉积等厚线(km)；16——火山口；17——玄武岩；18——花岗岩

相互作用的密切联系。

参 考 文 献

- [1] 李四光, 1948, 新华夏海之起源。区域构造分析, 科学出版社。
- [2] 中国地质科学院主编, 1975, 亚洲地质图。(1:500 万), 地图出版社。
- [3] 张文佑等, 1986, 中国及邻区海陆大地构造。科学出版社。
- [4] 李春昱等, 1982, 亚洲大地构造图说明书。地图出版社。
- [5] 马杏垣, 1987, 中国岩石圈动力学纲要——1:400 万中国及邻区海域岩石圈动力学图说明书。地质出版社。
- [6] 王鸿祯, 杨森楠, 李思田, 1983, 中国东部及邻区中、新生代盆地发育及大陆边缘区的构造发展。地质学报, 第 57 卷, 第 3 期。
- [7] 孙殿卿、崔盛芹, 1980, 略论中国主要的地壳运动。国际交流地质学术论文集, 地质出版社。
- [8] 崔盛芹、李锦蓉, 1983, 试论中国滨太平洋带的印支运动。地质学报, 第 1 期。
- [9] 崔盛芹、李锦蓉、赵越, 1985, 论中国及邻区滨太平洋带的燕山运动。国际交流地质学术论文集, 地质出版社。
- [10] Ronov, A. Khain, V. et al., 1984, Atlas of lithological-paleogeographical maps of the world. Leningrad.
- [11] 黄汲清指导, 任纪舜、姜春发、张正坤、余德余, 1980, 中国大地构造及其演化。科学出版社。
- [12] Miyashiro, A. 1973, Metamorphism and Metamorphic Belts. Allen and Unwin, London.
- [13] 孙殿卿、吴锡浩, 1986, 关于中国第四纪冰川地质的研究。中国地质科学院院报, 第 15 号(中、英文版)。
- [14] Geological Survey of Japan, 1982; Geological Atlas of Japan. Tokyo.
- [15] 崔盛芹、李锦蓉, 1986, 汾渭地堑与贝加尔裂谷系的比较构造分析。中国地质科学院院报(中、英文版)。
- [16] Mitchell A. H. G. et al., 1986, Cenozoic Evolution of the Philippine Archipelago. Journal of Southeast Asian Earth Sciences. Pergamon Press.
- [17] Хаин, В. Е. 1985, ОКЕАНЫ СИНТЕЗ. РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОТЕКТОНИКА, Москва, "НЕДРА".

HIMALAYAN TECTONIC EVOLUTION IN THE PERI-PACIFIC REGION OF EAST ASIA

Cui Shengqin and Li Jinrong

(*Institute of Geomechanics, CAGS*)

Abstract

1. Cenozoic Formation and Deformation Zonation

From the present trench belt of the northwest Pacific to the west, there are distributed five gigantic Himalayan formation and deformation zones:

- (1) Northwest Pacific trench-island arc zone.
- (2) Marginal sea basin zone in the northwest Pacific.
- (3) Continental shelf subsidence zone from the East China Sea to the north part of the South China Sea.
- (4) Continental-margin rift zone of East Asia.
- (5) Intracontinental rift zone of East Asia.

2. Cenozoic Tectonic Evolution

From an analysis of tectonic evolution and the change of tectonic features, the Himalayan tectonic cycle in the north-west peri-Pacific tectonic belt may be divided into the early Himalayan stage (E K₂-E) and late Himalayan stage (N-Q). By the end of the early Himalayan stage and between the Late Tertiary and Early Quaternary of the late Himalayan stage, two tectonic or orogenic phases took place.

In the early Himalayan stage, there occurred the northwest peri-Pacific trough zone and continental shelf subsidence zone from the East China Sea to the north part of the South China Sea. Some continental-margin and intracontinental rift systems may involve the uplift-erosion stage (K₂-E₁) and faulting-subsidence stage (E₂-E₃ or E₂-N₁). In the late period of the early Himalayan stage, the east trough zone was folded, and the South China Sea underwent sea-floor spreading.

In the late Himalayan stage (N₁-Q or N₂-Q), the continental margin and intracontinental rift system and the continental shelf zone experienced downwarping. A unified trench-arc system and epicontinental basin zone came into being in the Late Miocene and Late Pliocene.

作者简介

崔盛芹, 1930年生, 1952年毕业于北京大学地质系, 1960—1962年在莫斯科大学地质系进修大地构造学。多年来主要从事区域地质、构造地质、区域构造及古构造研究。现任中国地质科学院地质力学研究所所长、教授。