

第 30 届国际地质大会论文集



第 6 卷

全球构造带 超大陆的 形成与裂解

曹佑功 主编



地 质 出 版 社

第 30 届国际地质大会论文集

第 6 卷

**全球构造带
超大陆的形成与裂解**

曹佑功 主编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本论文集为第30届国际地质大会论文集之第6卷,选编了“全球构造带”和“超大陆的形成与裂解”专题讨论会的12篇文章。内容涉及大陆裂谷、盆地、构造与特提斯演化以及板块构造、岩石圈组构等专题,可供从事地质、构造、裂谷与盆地分析等专业以及相关的勘查、生产、科研及教学部门的人员阅读与参考。

图书在版编目(CIP)数据

全球构造带 超大陆的形成与裂解/曹佑功主编.-北京:地质出版社,1998.12

(第30届国际地质大会论文集;第6卷)

ISBN 7-116-02708-4

I.全… I.曹… II.①构造带-国际学术会议-文集②大陆-构造发展史-国际学术会议-文集
N.P54-53

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第33953号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:郝梓国 周继荣

责任校对:田建茹

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:9 字数:210000

1998年12月北京第一版·1998年12月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:20.00元

ISBN 7-116-02708-4

P·1952

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

第 30 届国际地质大会论文集

(中 文 版)

陈毓川 赵 逊 张之一 主编
项礼文 蔡爱莉 曹佑功

第 30 届国际地质大会论文集英文版共 26 卷,已由荷兰国际科学出版社(VSP)于 1997 年全部出版。中文版由第 30 届国际地质大会组织委员会编辑,地质出版社出版。

第 30 届国际地质大会论文集卷目

- 第 1 卷: 地球的起源和历史
- 第 2 卷: 地学与人类生存、环境、自然灾害
- 第 3 卷: 全球变化
- 第 4 卷: 岩石圈构造和深部作用
- 第 5 卷: 现代岩石圈运动 地震地质
- 第 6 卷: 全球构造带 超大陆的形成与裂解
- 第 7 卷: 造山带 地质填图
- 第 8 卷: 盆地分析 全球沉积地质学 沉积学
- 第 9 卷: 21 世纪能源矿产和矿产资源 矿床地质 矿产经济学
- 第 10 卷: 地学新技术方法
- 第 11 卷: 地层学
- 第 12 卷: 古生物学 地史学
- 第 13 卷: 海洋地质学 古海洋学
- 第 14 卷: 构造地质学 地质力学
- 第 15 卷: 火成岩岩石学
- 第 16 卷: 矿物学
- 第 17 卷: 前寒武纪地质学和变质岩石学
- 第 18 卷: 化石燃料地质——石油、天然气和煤
- 第 19 卷: 地球化学
- 第 20 卷: 地球物理
- 第 21 卷: 第四纪地质
- 第 22 卷: 水文地质
- 第 23 卷: 工程地质
- 第 24 卷: 环境地质
- 第 25 卷: 数学地质和地质信息
- 第 26 卷: 比较行星学 地质教育 地质学史

目 录

中国东部的构造格局和动力演化·····	任纪舜,牛宝贵,和政军,谢广连,刘志刚(1)
东亚新生代大陆裂谷带的构造过程及形成机制·····	崔盛芹(13)
中国东部新生代大陆内裂谷的构造特征·····	陈发景,漆家福,陈昭年(32)
华北侏罗纪—白垩纪构造演化、盆地发展和岩石地层层序·····	鲍亦冈,刘振锋(40)
华南及邻区特提斯演化·····	吴根耀(46)
关于华南大地构造问题的争论与再认识·····	
·····	赵崇贺,何科昭,聂泽同,乐昌硕,周正国,邵道乾,叶楠(64)
四川前陆盆地演化及构造样式·····	蔡立国,刘和甫(70)
滇西三江地区板块构造若干问题·····	
王义昭,D. Bannert,D. Helmcke,R. Ingavat-Helmcke,V. Steinbach,段锦荪,张罡,白坚(84)	
喜马拉雅-祁连山地壳构造与大陆-大陆碰撞过程·····	曾融生,丁志峰,吴庆举(92)
西昆仑-帕米尔与比利牛斯中生代构造演化对比研究·····	
·····	曲国胜,Joseph Canerot,王宗起,赵民,姜春发(106)
青藏高原造山复合体岩石圈组构·····	崔军文(116)
青藏高原中、新生代火山岩岩石学、地球化学特征及其对高原岩石圈构造演化的指示 意义·····	张双全,莫宣学,郭铁鹰,赵崇贺,江万(128)

中国东部的构造格局和动力演化

任纪舜 牛宝贵 和政军 谢广连 刘志刚

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

摘要 中国东部古生代构造主要受古亚洲洋动力体系之控制, 构造带呈近东西方向展布; 三叠纪—侏罗纪中国东部构造受特提斯-古太平洋体系之联合控制, 部分构造带转为北东走向, 大部分构造带仍保持近东西走向。到晚侏罗世—白垩纪初, 西太平洋古陆与亚洲大陆碰撞, 西伯利亚与中国东部大陆最终焊合, 形成亚洲东缘造山带和中国东部陆缘活化带, 近东西向的构造格局完全被 NE—NNE 走向的构造格局所代替。所以, 中国东部构造体制和动力体制之大转换是从印支造山(晚三叠世)开始, 到燕山造山(晚侏罗世—白垩纪初)最终完成的。从白垩纪开始, 中国东部构造主要处于太平洋体系的控制之下, 随着西太平洋古陆之裂解、沉没, 太平洋之形成, 中国东部大规模裂解, 从而形成亚洲东部的裂陷盆地系和西太平洋沟-弧-盆体系。

关键词 构造格架 古太平洋 西太平洋 特提斯 陆缘活化带 中国东部

1 引言

中国东部有时代、性质和特点互不相同的两套构造系统: 一套走向近 EW 方向, 构成中国东部大地构造之基础, 基本反映古生代的构造面貌; 另一套为 NE—NNE 走向的构造系统, 它叠加在近 EW 走向的古构造系统之上, 基本反映中、新生代的构造面貌。两套构造系统在中国地质图和构造图上交错、叠置, 形成十分复杂的构造图案。

中国东部的 EW 向构造格局究竟是怎样转变为 NE—NNE 向构造的? 它的过程是怎样进行的? 动力系统又是如何转化的? 70 年代, 我们曾经指出: 印支运动的重要意义在于它是地壳构造发展史上一个伟大的转折点, 它打破了中国东部古生代的构造格局, 开始了滨太平洋域的发展^[1,2]。80 年代, 经过进一步调查研究之后, 我们又指出: 从印支期开始, 到燕山期达到顶峰的中生代造山作用是显生宙中国东部最重要的构造变革时期^[3,4]。90 年代, 在中国东部构造的再研究中, 我们不但验证了原来的看法, 而且获得了一些新认识。

2 近东西走向的构造单元

中国东部近东西向的构造单元自北而南为(图 1):

- (1) 天山-兴安造山系东段;
- (2) 中朝准地台;
- (3) 昆祁秦造山系东段;
- (4) 扬子准地台;

(5) 华南造山带;

(6) 印支-南海准地台。

在天山-兴安系之北为萨彦-额尔古纳造山系、西伯利亚地台等单元,因其大部位于国外,本文将不作具体阐述。

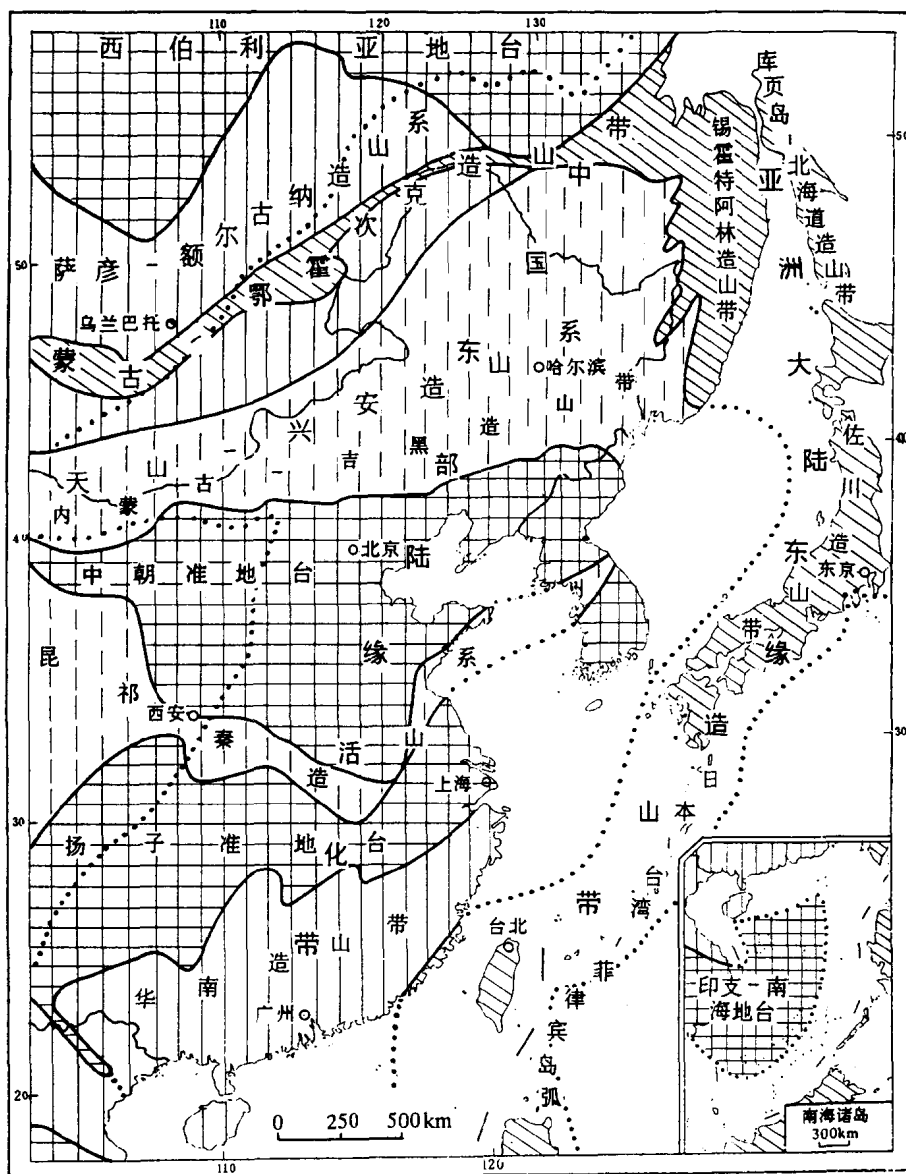


图1 中国东部及邻区构造分区简图

2.1 天山-兴安造山系东段

天山-兴安造山系东段包括南蒙-兴安华力西造山带、温都尔庙加里东造山带、吉黑地块(含松辽、布列亚-佳木斯、兴凯等地块)和内蒙古-吉黑印支造山带。

过去,一般认为天山-兴安造山系造山作用结束于华力西造山运动,因而把它称为华力

西造山带^[5~8]。现在看来,作为古亚洲洋体系的天山-兴安造山系确是在二叠纪茅口期之前结束的,茅口阶哲斯组之下的不整合,既标志着古亚洲洋体系造山之结束,也标志着一个新阶段的开始。

1984年,主要根据吉林区域地质调查队在原褶皱的二叠系地层中分出早三叠世卢家屯组(刘国良,1982,未出版^①;文献[9])和对内蒙古林西组、陶海营子组可能包括三叠系在内的推断,以及俄罗斯远东地区褶皱的二叠系与三叠系连续沉积(BSEGEI,1983)等事实,我们曾提出内蒙古-吉黑原华力西褶皱带应为一印支造山带,主要的造山作用发生在晚三叠世之前^[10]。现在,这一认识已完全得到证实:内蒙古林西组经我们深入研究,已找到确凿的三叠纪介形类和叶肢介等化石^②,证明其内确实包括三叠纪地层;研究还发现,二叠系-三叠系林西组下部主要为海相沉积,并有浊积岩存在^[11];在黑龙江省地质图上,已划出大片二叠系-三叠系或二叠系一下三叠统分布区,证明内蒙古-吉黑地区已褶皱的二叠系与三叠系确实是连续沉积的。因此,不论是在吉林地质志,还是黑龙江地质志所附的构造图上,都明确地将这一地带划为印支造山带^[12,13]。这就是说,内蒙古-吉林-黑龙江地区确实曾经有过一个大致呈EW向或NEE向展布的印支造山带,它叠加在该区古生代诸构造单元之上,向西进入甘肃北山地区,向东伸向锡霍特阿林,并构成锡霍特阿林燕山造山带之基底。

内蒙古-吉黑造山带在中-晚侏罗世又经受了强烈的燕山造山作用,使地壳进一步缩短。这有以下事实为据:①在甘肃北山、中蒙边界、内蒙古、吉黑等地均发现了大规模逆掩断层切穿三叠纪和早-中侏罗世地层,被晚侏罗世-早白垩世大兴安岭火山岩和白垩纪巴彦花组覆盖(郑亚东等,1990;文献[12,13,15~17];李锦轶、牛宝贵,待出版);②在黑龙江省密山-鸡西地区,近EW走向的逆掩断层,其糜棱岩中白云母³⁹Ar/⁴⁰Ar坪年龄为167~169Ma(李锦轶、牛宝贵,待出版);③在中蒙边境代表造山后伸展之变质核杂岩,其糜棱岩³⁹Ar/⁴⁰Ar坪年龄为(155.1±1)Ma^[14]。因此,内蒙古-吉黑造山带之造山作用应结束于中-晚侏罗世或170~155Ma。

这里需要特别指出的是,从内蒙古阴山山脉伸向河北燕山地区的中生代逆掩断层系统和岩浆岩带,似乎也应是内蒙古-吉黑造山带之一部分,它叠加在中朝准地台的北部边缘,并构成该造山带的南部边缘。

2.2 中朝准地台

这是中国境内时代最老,也是最著名的一个古元古代地台,因其个体小、活动性较一般的克拉通大,故称为准地台^[18]。中朝准地台构成中朝板块的主体。基底中最老之成分,同位素年龄为3800Ma^[19]。在地台形成过程中,3000Ma,2800Ma,2600Ma,2400Ma以及1900~1700Ma的构造-热事件特别重要^[20],到2400Ma钾质花岗岩的广泛出现标志着中朝准地台结晶基底之最终形成,并基本实现克拉通化。然后,再经过1900~1700Ma之中条(或吕梁)造山旋回,使中朝最终克拉通化。

2.3 昆祁秦造山系东段

目前,学术界已基本达成共识:昆祁秦造山系东段的秦岭造山带向东已延至大别山;再东,它跨越郯庐转换断层,在苏北-胶南出现,进而跨黄海到达朝鲜半岛,构成亚洲东部的一条重要造山带。

① 刘国良,1982,吉林发现早三叠世地层。

② 介形类化石由李友桂研究员鉴定;叶肢介化石由刘淑文研究员鉴定。

一部分学者认为:中朝与扬子地台之间的秦岭造山带是从元古宙开始到三叠纪完成的印支碰撞造山带^[21~23]。但是,我们则坚信,秦岭造山带是多旋回、分阶段向前发展的。中一新元古代,元古秦岭洋曾将中朝与扬子两个陆块分开,800Ma 洋盆消失,发生陆-陆碰撞造山,使中国南北的中朝、扬子等陆块联为一体,这就是古中国地台^[6]。早寒武世后,古中国地台裂解,祁连小洋盆形成,可能也波及到秦岭地区,但加里东造山之后,秦岭地区就再未出现过深海洋盆沉积。秦岭地区,目前被认为是蛇绿岩的超镁铁质岩石全都是泥盆纪以前的。晚二叠世一早三叠世阿尼马卿特提斯小洋盆产生,但它并没有延伸到东秦岭地区。最近,桐柏地区可能属三叠纪的放射虫化石的发现^[24],证明阿尼马卿小洋盆之海水确实继续向东延伸到桐柏一大别山一带,但这并不意味着那儿当时还有深海洋盆。因为,含化石的岩石并不是与蛇绿岩共生的放射虫硅质岩,而是含放射虫的碳酸盐岩(石灰岩)。因此,我们说秦岭并不是简单的印支碰撞造山带,而是多旋回复合造山带。华力西、印支、燕山造山均不属洋盆消失后之陆-陆碰撞造山,而是洋盆已消失相当长时间之后的陆-陆叠覆造山和走滑造山。北大巴山山前巨厚中侏罗世红色磨拉斯堆积^[25],标志秦岭地区侏罗世时还有重要的造山作用;而东、西秦岭白垩纪红色盆地之形成^[26]则意味着造山后之走滑伸展体制。这说明秦岭造山带也是在侏罗纪中、晚期,甚至白垩纪初才完成其造山过程的。

2.4 扬子准地台

最终形成于 800Ma,基底之上为震旦系—三叠系海相沉积盖层。晚三叠世开始,主要为陆相沉积。扬子准地台构成扬子板块(或称南中国板块)之主体,其基底具清晰的双层结构,下层为结晶基底,形成于太古宙—古元古代(1800Ma);上层为褶皱基底,形成于 1000~800Ma。在四川、江汉、苏北-南黄海等盆地之下,褶皱基底缺失或很薄,沉积盖层往往直接盖在结晶基底之上。其它广大地区,结晶基底则多深埋于褶皱基底之下。

2.5 华南造山带

经过 10 余年的反复实践和争论,目前已完全可以肯定,“板溪群”不是混杂岩,华南不是中生代碰撞造山带,而是奠基于大陆壳之上的震旦纪—早古生代拗拉槽,是震旦纪—早古生代西藏-马来-华南三叉裂谷系的一支^[27]。加里东陆-陆叠覆造山作用使其褶皱,并转化为华南后加里东地台。之后,发育泥盆纪—三叠纪沉积盖层。中生代阶段,由于特提斯-古太平洋板块活动,使其发生强烈的构造-岩浆作用,形成复杂的褶皱断裂系统,广泛的花岗岩侵入和大规模火山活动,产生丰富的内生金属矿床,特别是著名的钨锡矿和铌钽等稀土矿床。

2.6 印支-南海地台

中国东南沿海(包括南中国海和东海广大地区)曾经是一个大陆块的设想,最初由葛利普^[28]提出,这就是华夏古陆。1945 年,黄汲清在《中国主要地质构造单位》一书中,根据对葛利普据以划分华夏古陆的沿海变质岩系的具体分析,指出华夏古陆应是一加里东褶皱带,华夏古陆应为后加里东古陆^[5]。1964 年,任纪舜根据在华南的区域调查和古地理分析,提出华南加里东褶皱带之南还有一前震旦纪地块,正是它供应了华南巨厚的震旦纪—志留系碎屑堆积,称印支-南海地台^[29,6]。现在,经过数十年的再调查和海区的钻探和物探^①,特别是刘宝珺等的岩相古地理分析,已经完全证实今日之海区确曾有过一个范围相当辽阔的古大陆块^[30];而中国东南沿海的变质岩系,如浙东的陈蔡群、闽北的建甄群、粤西的云开群等,则是

① 上海海洋地质局、广州海洋地质局未刊资料。

强烈卷入加里东造山作用的华南造山带根部的岩石(金文山等^①)。

3 NE—NNE 走向构造带

这一构造带可分为前后相继的两个体系,即亚洲东部大陆边缘造山系(简称亚洲东缘造山系)和亚洲东部裂陷盆地系(或盆-山系);后者包括西太平洋边缘的沟-弧-盆体系。

3.1 亚洲东缘造山系

亚洲东缘造山系由亚洲东缘造山带和中国东部陆缘活化带组成。

(1) 亚洲东缘造山带

亚洲东缘造山带是全球环太平洋造山带的一部分。它北起亚洲东北部,经日本列岛到印尼群岛,北与北美科迪勒拉造山带相连,南与环澳大利亚的新几内亚造山带相接。其中,与中国东部构造演化关系更为密切的构造单元主要有蒙古-鄂霍次克造山带、锡霍特阿林造山带、日本佐川造山带和日本-台湾-菲律宾岛弧带。

蒙古-鄂霍次克造山带:是一个从古生代延续到中生代的造山带。其前身为从蒙古中部向鄂霍次克海方向张开的古太平洋的一个海湾。古生代主要沉积火山-硅质-陆源建造,可能包括蛇绿岩套;中生代(三叠系-侏罗系)则以陆缘碎屑复理石建造为主。构造-岩浆旋回的大间断出现在晚泥盆世—早石炭世、前晚三叠世和前白垩纪,反映其多旋回的发展过程^[31]。在地史演化过程中,海盆由西向东逐步闭合,造山作用从蒙古向鄂霍次克方向迁移。它是西伯利亚与中国诸陆块最终焊合的地带,造山作用结束于侏罗纪末到白垩纪初,其发展对中国东北部地区影响巨大。

锡霍特造山带:是一个奠基于印支造山带之上的晚燕山造山带,向北与俄罗斯东北部的中生代造山带相连,东与库页岛-北海道造山带相邻。该造山带主要由晚三叠世—晚白垩世火山-硅质-砂泥质建造组成,夹有一些火山岩和基性-超基性岩块,但有无真正的、代表洋壳残片的蛇绿岩,尚待进一步深入研究。该带经历了三次主要的造山运动,第一次发生在侏罗纪末—白垩纪初,以贝里阿斯-凡兰吟期沉积层之下的不整合为标志;第二次发生在早白垩世欧特里夫期,以巴列姆组之下的不整合为标志;第三次发生在三叠期之后,马斯特里赫特之前。这三次构造运动大致分别与张家口组-义县组之下的不整合、登娄库组之下的不整合、四方台组之下的不整合所代表的三次运动在时代上相当。一些学者将该造山带作为中生代之拼贴地体^[32,33],但似乎缺乏足够之证据。因为这里既没有中生代的确切的大洋地壳的残片,也没有大量洋壳物质已被消减的证据。仅根据古生物化石分析来决定大地构造属性看来是十分危险的。

日本佐川造山带:即日本前白垩纪造山带。由于其主要造山运动是著名的佐川运动,故命名为佐川造山带。这是亚洲东缘造山带中资料最多、研究也最为详细的地段。因此,可以作为认识亚洲东缘造山带之典型。根据 Ichikawa 等提供的丰富资料^[34],可以对日本佐川造山带之演化作如下判断:日本佐川造山带是日本古太平洋封闭、亚洲与西太平洋古陆碰撞而形成的一个造山带。日本古太平洋是从中晚三叠世向亚洲大陆消减的,从而引发著名的秋吉(印支)造山运动,形成三郡变质带和飞驒地块东南缘的秋吉造山带(包括 Akiyoshi, Maizu-

① 金文山等,1995,华南大陆深部地壳结构及其演化。地矿部“八五”深部地质科研项目(85-06-208)研究成果报告。

ru等地体)。晚侏罗世—早白垩世初的佐川造山是这一造山带最重要的造山旋回,它标志着古太平洋之封闭,亚洲与西太平洋古陆之碰撞,结果造就了亚洲东缘伟大的燕山造山带和中国东部规模宏大的陆缘活化带。

以日本西南部为代表的亚洲东缘中生代造山带,向北经锡霍特、北海道—库页岛伸向亚洲东北部,向南经琉球群岛—台湾到菲律宾。不同之处是:在日本西南部,佐川造山之后,更新的造山带即向外迁移,形成四万十新生代造山带。但在锡霍特、库页岛—北海道,佐川造山之后,山脉并未形成,在新的伸展体制下,又形成新的海盆,只有到白垩纪末期才结束了中生代的全部造山作用过程;在琉球群岛—台湾一带,原来佐川造山形成的雄伟的中生代造山带则因第三纪—第四纪岛弧—边缘海(冲绳海槽)的出现而被彻底改造。但这一重要造山带的存在,却可以从板块碰撞带上盘——朝鲜半岛与中国东南沿海侏罗纪—白垩纪初强烈的构造-岩浆作用得以佐证。

需要指出的是,不少学者均把日本之中生代造山带当作库拉等板块向亚洲大陆消减而形成的增生造山带^[34]。实际上,所谓库拉等板块只是根据少量古地磁资料推想的^[35],并没有更多的实际资料支持。相反,越来越多的事实,却使我们更相信菲律宾海、鄂霍次克海以及西太平洋曾经是古大陆的设想^[36,41,37,38]。因此,我们把以日本为代表的亚洲东缘中生代造山带认定为一个碰撞造山带,即西太平洋古陆与亚洲大陆的碰撞造山带。事实上,法国学者 J. Charvet 等,已为此提供了有力的证据。他们根据在日本等地实地的野外观察明确指出,西南日本的佐川造山是南日本陆块与亚洲大陆碰撞的结果^[39,40]。我们支持法国学者的见解,并认为所谓南日本陆块实际上就是规模巨大的西太平洋古陆的一部分。

(2) 中国东部陆缘活化带

陆缘活化带全称大陆边缘活化带,是笔者 1980 年提出的一个术语^[6]。需要强调的是,陆缘活化带不同于一般所说的活动大陆边缘。活动大陆边缘是板块边缘动力直接作用的地带,属造山带或地槽褶皱带;而陆缘活化带则是在板块边缘动力作用下,活动大陆边缘内侧原来稳定的大陆地壳的活化而产生的强烈或比较强烈的构造-岩浆岩带。中国东部中生代陆缘活化带就是一个典型的实例。

中国东部陆缘活化带占据贝加尔湖—鄂尔多斯盆地—四川盆地以东,日本佐川造山带之西的广大中国东部地区和朝鲜半岛等地。在这些地区中,有的在古生代期间完成造山作用过程,形成稳定的大陆壳;有的在震旦纪前即已完成克拉通化过程。但是到了中生代,它们又在统一的构造动力作用下,发生构造活化,形成叠加在各古构造单元之上的新的构造带。中国东部陆缘活化带是与亚洲东缘造山带同时生成,同时存在的重要单元。正是它们共同组成类似今日北美科迪勒拉造山带的中生代时亚洲东部的伟大山系。

过去,学者们多将中国东部中生代的构造-岩浆作用与中国大陆太平洋一侧的活动联系起来^[41,42,5,6]。现在看来,它实际上是在日本古太平洋(古太平洋主支,位于西太平洋古陆与亚洲大陆之间)与蒙古-鄂霍次克古太平洋(古太平洋伸向亚洲大陆的一支拗拉槽式裂隙带,位于西伯利亚与中国东部大陆块之间)演化过程中,西太平洋古陆与西伯利亚大陆块联合作用于中国东部大陆的结果。

蒙古-鄂霍次克造山带和日本佐川造山带之间的中国东部陆缘活化带,从西北向东南可分为斜列式展布的三个亚带,即内蒙古-吉黑带或称西带,包括内蒙古和大、小兴安岭等地;中朝地台、扬子准地台中部带或称中带,占据雪峰山与四川盆地之间的扬子中段和郯庐断裂

与鄂尔多斯盆地之间的中朝地台中部;华南-下扬子-胶辽带或称东带,包括雪峰山-郯庐断裂以东地区以及朝鲜半岛。

东带,构造-岩浆活化从晚三叠世印支造山开始,侏罗纪燕山造山达到高潮,形成走向NE—NNE的构造岩浆带。NE走向的褶皱、断裂系统切穿近东西向延伸的扬子与华南的古边界,在九岭山及其以东地段最为清楚。从沉积特征看,下扬子和中、上扬子的震旦系—三叠系沉积物基本一致,它们都是扬子准地台的沉积盖层。但中生代的构造-岩浆作用,九岭和下扬子地区是从晚三叠世印支旋回开始的,盖层褶皱发生在侏罗世象山群沉积之前,侏罗纪—白垩纪初的燕山造山阶段又有强烈的地壳的深层拆离,表层岩石的逆掩、褶皱和走滑剪切以及大规模火山活动和花岗岩侵入,而在中、上扬子地区,地台盖层褶皱则直到中白垩世之前(约100Ma)才产生。

中带,构造-岩浆活化较之东带已大为减弱,主要表现为盖层褶皱、逆掩和局部的岩浆作用。扬子中段基本无岩浆作用。中朝中部之岩浆作用则集中在接近内蒙古地区的太行山北段和燕辽地区。构造变动的时代也晚。四川盆地之东的湘黔地区,盖层褶皱发生在中—晚白垩世黔江组沉积之前;鄂尔多斯盆地之东的山西、河北地区,盖层褶皱-逆掩则发生在中侏罗世之后、早白垩世之前。

西带,内蒙古-大、小兴安岭之构造-岩浆活化,也是从印支旋回开始的,燕山阶段达到高潮,以大规模的深层地壳拆离、逆掩断层、走滑拉分 and 强烈的高钾钙碱性岩浆作用为特征。需要特别指出的是,这一地带的构造-岩浆活化作用已不与日本古太平洋的活动有关,而是与蒙古-鄂霍次克带的形成、发展密切相关。

3.2 亚洲东部裂陷盆地系(亚洲东部盆-山系)

如果说晚三叠世—白垩纪初,亚洲东部大陆总体处于以挤压或挤压-剪切动力为主的构造背景,形成复杂的褶皱-断裂系统和高钾钙碱性火山岩和大量花岗岩,标志着一个构造体制——古太平洋演化之结束,那么,白垩纪(140Ma开始),特别是中白垩世以来(120或100Ma以来),于拉张-剪切动力为主的构造环境之下形成亚洲东部的裂陷盆地系统和西太平洋沟弧盆体系(一套独特的盆-山体系),则标志着一个新的构造阶段——新的洋盆(太平洋)的形成和发展。

中国及亚洲东部的裂陷盆地系统在不同地区显示出不同的风格和特点。它一方面取决于其形成时的动力条件,另一方面又取决于盆地奠基的古构造背景。在内蒙古-兴安地区,盆地主要形成于白垩纪,这些盆地严格分布于北山-鄂霍次克剪切带以东地区。早白垩世盆地主要分布于大兴安岭及其以西地区,以及布列亚-佳木斯地块东侧,造就了中国东北的主要煤田和二连式的小型油田;中—晚白垩世盆地主要分布于大兴安岭之东,以松辽盆地为代表,形成大庆油田;晚白垩世—第三纪盆地分布于伊兰-伊通地堑及其以东之三江盆地。在华南和扬子地区,盆地主要形成于中白垩世—早第三纪。在华南和扬子南缘,为小型盆地,主要为白垩纪盆地,早第三纪晚期盆地即逐步萎缩;扬子北部为大、中型盆地,第三纪时盆地仍在继续发展,并有重要的油田形成。在渤海湾地区,主要为第三纪盆地,其性质也与内蒙古-兴安、华南、扬子的盆地有明显不同。渤海湾盆地具有明显的裂谷盆地特征,上地幔物质上涌,有相当规模的玄武岩浆喷溢;内蒙古、华南之盆地则具造山后伸展或走滑-伸展之特色;而奠基于吉黑地块之松辽盆地和奠基于和扬子准地台之上的江汉、苏北等盆地之性质则介于二者之间,在盆地之下,上地幔虽也微向上涌,但其规模和强度却均远逊于渤海湾盆地。

这就是说,中国东部大陆上白垩纪以来的裂陷盆地并不是如原来人们认为的那样呈 NNE 向展布^[41,42]。在太行山和大兴安岭东侧,虽然都有第三纪或白垩纪形成的规模较大的伸展断层发现,但这并不意味着将中国东部现代地貌分为东西两大部分的大兴安岭—太行山—武陵山及同名的著名的重力梯度带在那个时候已经形成。不论在武陵山区还是在秦岭东段,现今之山岭地带都发现了白垩纪—第三纪的残留盆地。在河南西部和辽宁西部,白垩纪或第三纪盆地也穿越了今日之重力梯度带。因此,看来,中国东部统一的 NNE 走向延伸的盆地-山脉系是更新地质时代的产物,它既不是形成于白垩纪,也不是形成于老第三纪,而极可能是第三纪晚期大致与现代西太平洋沟-弧系同时形成的。当然,为彻底查清这一重大问题,还需再作详细的、更深入的研究。

4 构造动力体制及其演化

这里主要讨论显生宙,特别是中生代期间中国东部动力体制之重大变革。

古生代阶段,中国东部主要受古亚洲洋动力学体系之控制。当时,中国东部的构造格局如图 2 所示。

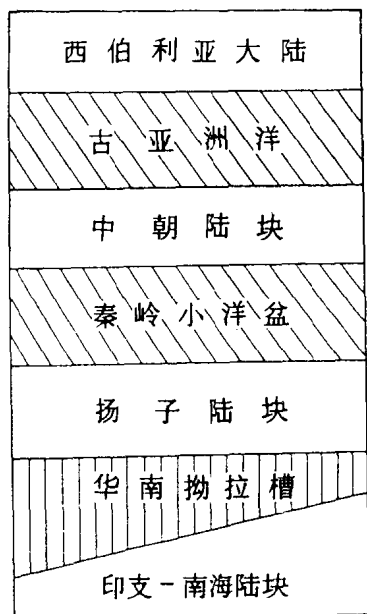


图 2 中国东部古生代构造格局

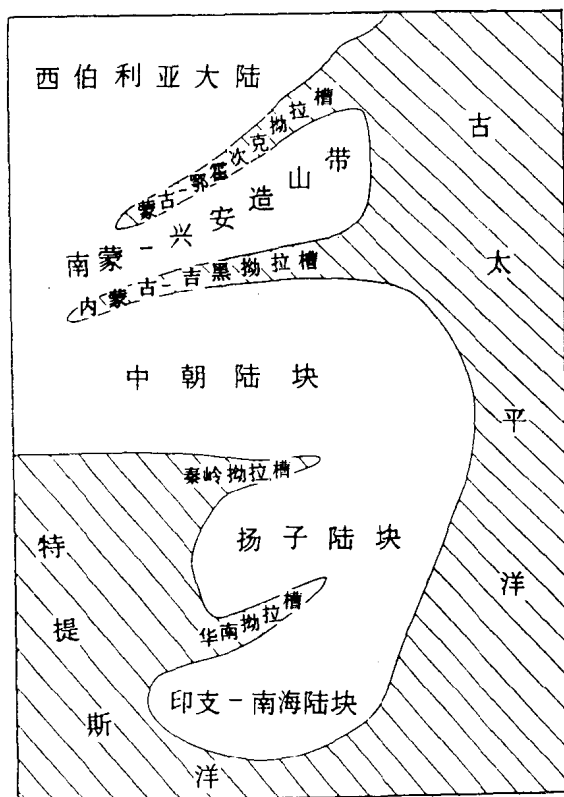


图 3 中国东部早中生代构造格局

当时,大陆块、洋盆之展布总体呈近东西走向,洋壳消减,陆-陆碰撞,叠覆之主压应力为近南北方向,形成近东西方向的构造带(以现方位计,当时之方位需用古地磁资料校正)。

中生代阶段,过去认为均为太平洋体系。现在看来,中生代需分为两个阶段:早期(三叠

纪—侏罗纪),受特提斯和古太平洋动力体系之联合控制;晚期(白垩纪以来),受太平洋动力学体系之控制,同时也受到印度洋生成、特提斯封闭之影响。中生代早期,中国东部之构造格局如图3所示。特提斯是劳亚大陆与冈瓦纳大陆之间的古海洋,它在中国西南部发育最好,保存也最全。秦岭、华南之二叠纪—三叠纪海洋均属特提斯之分支。秦岭特提斯之洋壳残片(蛇绿岩套)仅在其西段阿尼玛卿地区出现,三叠系浊积岩系范围只到达凤县地区(约107°E)。因此,当时的东秦岭地区实际为特提斯伸到扬子与中朝大陆之间的一个拗拉槽型裂陷带;华南之二叠系—三叠系仅局部发育浊积岩系,更无任何蛇绿岩套发育。因此,华南也是一个与特提斯相通的拗拉槽型裂陷带。古太平洋是特提斯之延伸,它从印度尼西亚群岛向北,经日本列岛、库页岛伸到俄罗斯东北部,并与北美西部的中生代海洋相通。蒙古—鄂霍次克和内蒙古—吉黑带均是古太平洋伸向亚洲大陆的拗拉槽型裂陷带。中—晚三叠世,华南、秦岭、内蒙古—吉黑等地褶皱隆起,海域消失,形成近东西的构造带或东西—北东走向的构造带,构造作用之主压力方向仍为近南北方向。中侏罗世之后,海水也基本从蒙古—鄂霍次克退出,中侏罗世的早燕山运动最终完成了中朝、扬子、印支—南海等中国东部诸陆块在动力学上的一体化,它们的古地磁视极移曲线也实现了最终的会聚^[43]。晚侏罗世—白垩纪初(约155~140Ma)的中燕山造山运动使古太平洋包括其分枝蒙古鄂霍次克拗拉槽最终闭合,西伯利亚大陆与中国东部大陆最终焊合,西太平洋古陆与亚洲大陆碰撞,它们之间的挤压作用达到高潮,形成亚洲东缘伟大的燕山造山带和中国东部规模巨大的陆缘活化带。

中国东部中生代构造-岩浆活化作用并不单纯是其东侧日本古太平洋封闭的结果,而是蒙古—鄂霍次克与日本古太平洋联合作用的结果。强大的挤压作用分别来自西伯利亚和西太平洋古陆两个方向,因此,中国东部陆缘活化带的东带和西带从古太平洋开始消减时(即晚三叠世)即发生活化,构造线转为NE走向;而中带,只有到侏罗纪末—白垩纪初,碰撞挤压趋近最高潮时才发生活化,才实现构造线从EW走向向NE—NNE走向之转变。因此,我们说,中国东部古生代的EW方向的构造体制之改变为NE—NNE方向,是从印支开始到燕山才最终完成的。燕山运动是显生宙中国东部压倒一切的一次构造运动。同时,由于西太平洋古陆对亚洲大陆之碰撞造山和西伯利亚大陆与中国大陆之间的叠覆造山之动力均是斜向作用于中国东部大陆,因此,中国东部中生代陆缘活化带之构造-岩浆带往往是呈NE—NNE方向斜列式分布的。

说明燕山造山实现中国东部构造体制彻底转换之最好地段是内蒙古和燕辽地区。在那里,近EW向的中—晚侏罗世髫髻山组(或海房沟组)火山岩和土城子组(或后城组)红色地层,代表内蒙古—吉黑造山带之造山后沉积。它们被NE—NEE走向分布的张家口组火山岩和义县组火山岩呈大角度交叉式叠盖;近EW走向的阴山—燕山逆掩断层系(如大青山断裂、崇礼—赤城断裂和中朝北缘断裂等)被NE—NNE走向的逆掩-褶皱系统大角度交叉切割等事实正是这一构造-动力体制彻底转变之标志(图4)。中国东部地壳上地幔之立交桥式结构,也正是这种构造动力背景的产物。

考虑到内蒙古—吉黑造山带后造山伸展的时代为侏罗纪晚期(155Ma)^[15],张家口组火山岩底部之同位素年龄为137Ma^[44],日本佐川造山带造山作用之主造山期亦为侏罗纪末—白垩纪初,造山后之走滑拉分起始于白垩纪初(Hauterian)^[34],我们可以确定中国东部构造动力之彻底改变发生在侏罗纪末—白垩纪初,约155~140Ma。

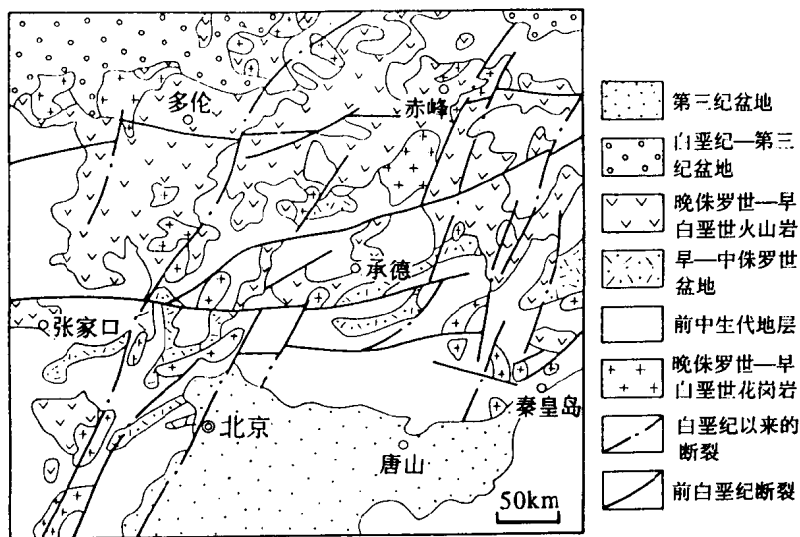


图4 内蒙古南部—冀北地区地质构造简图

古太平洋封闭后,亚洲东部即开始另一个新的构造演化阶段。西太平洋古陆裂解沉没,现代太平洋海盆之形成,使亚洲东部大陆边缘大规模裂解,形成新的大洋边缘和亚洲东部裂陷盆地系。同时,不断扩张的印度洋使特提斯最终封闭,迎来了欧亚与印度冈瓦纳之碰撞,使中国西部构造重新改组,并对中国东部构造以一定影响。如著名的汾渭裂谷系,可能就是在印度与欧亚碰撞动力作用影响下形成的走滑-伸展盆地。所以,我们说,白垩纪以来中国东部主要处于太平洋动力体系控制之下,同时又有印度洋动力体系之影响。

致谢 本文在写作过程中,曾就中国东部火山岩问题与徐志刚、孙善平先生进行了讨论;就汾渭地堑、大兴安岭—太行山—武灵山重力梯级带等问题与马宗晋、刘国栋、闵隆瑞先生交换了意见;就内蒙古—吉黑带中生代造山结束之时代与郑亚东先生交换了意见;董效静、张森和宋迎年女士绘制图件。特此一并致衷心谢意。

参 考 文 献

- [1] 中国地质科学院地质矿产所(任纪舜、张正坤). 中国地质图说明. 见中国地质科学院主编. 中华人民共和国地质图集. 北京:地质出版社,1973,3~16.
- [2] 黄汲清,任纪舜,姜春发,张之孟,许志琴. 中国大地构造基本轮廓. 地质学报,1977,2,117~135.
- [3] 任纪舜. 中国东部及邻区大地构造演化的新见解. 中国区域地质,1989,(4),289~300.
- [4] 任纪舜,陈廷愚,牛宝贵,刘志刚,刘凤仁. 中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿. 北京:科学出版社,1990,205.
- [5] Huang T K. On major tectonic forms of China. In: Geol. Memories of National Geological Survey of China. Ser. A, 1945, No. 20, 212.
- [6] 任纪舜,姜春发,张正坤,秦德余(黄汲清教授指导). 中国大地构造及其演化. 北京:科学出版社,1980,124.
- [7] 中国地质科学院地质研究所,武汉地质学院(王鸿祯主编). 中国古地理图集. 北京:中国地图出版社,1985.
- [8] 国家地震局《中国岩石圈动力学地图集》编委会(马杏垣主编). 中国岩石圈动力学地图集. 北京:中国地图出版社,1989.
- [9] 陈丕基等. 吉林早三叠世叶肢介的发现及其意义. 科学通报,1981,26(18),1128~1130.

- [10] 任纪舜,陈廷恩,刘志刚. 中国东部大地构造单元划分的几个问题. 地质论评, 1984, 30(4), 382~385.
- [11] 和政军,刘淑文,王瑜,任纪舜. 内蒙古林西地区晚二叠世一早三叠世沉积演化及构造背景. 中国区域地质, 1997, (4).
- [12] 吉林省地质矿产局. 吉林省区域地质志. 北京:地质出版社, 1988.
- [13] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志. 北京:地质出版社, 1993.
- [14] Karpinsky A P, All-Union Order of Lenin Geological Research Institute (VSEGEI). Geological map of the USSR and adjoining water-covered areas (1 : 2500000), 1983.
- [15] Zheng Y, Zhang Q, Wang Y, Liu R and Wang S G. Great Jurassic thrust sheet sin Beishan (North Mountains)—Gobi areas of China and southern Mongolia. J. Structure Geology, 1996, 18(9), 1111~1126.
- [16] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志. 北京:地质出版社, 1991.
- [17] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省地质矿产志. 北京:地质出版社, 1989.
- [18] 黄汲清. 中国地质构造基本特征的初步总结. 地质学报, 1960, 40(1), 1~37.
- [19] Liu D Y, Nutman A T, Compston W, Wu J S and Shen Q H. Remnants of >3800 Ma crust in Chinese part of the Sino-Korean Craton. Geology, 1992, 20, 339~342.
- [20] 伍家善,耿元生,沈其韩,刘敦一,房子龙,赵敦敏. 华北陆台早前寒武纪重大地质事件. 北京:地质出版社, 1991.
- [21] Hsu K J. Thin-skinned plate-tectonic model for collision type orogenesis. Scientia Sinica, 1981, 24(1), 100~110.
- [22] Wang Hongzhen and Mo Xuanxue. An outline of the tectonic evolution of China. Episodes, 1995, 18(1~2), 6~7.
- [23] 张国伟,孟庆任,于在平,孙勇,周鼎武,郭安林. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征. 中国科学(D 辑), 1996, 26(3), 193~200.
- [24] 冯庆来,杜远生,张宗恒,曾宪友. 河南桐柏地区三叠纪早期放射虫动物群及其地质意义. 地球科学——中国地质大学学报, 1994, 19(6), 787~794.
- [25] 郭正吾,邓康龄,韩永辉等. 四川盆地形成与演化. 北京:地质出版社, 1996.
- [26] 薛祥煦,张云翔,毕延,岳乐平,陈丹玲. 秦岭东段山间盆地的发育及自然环境变迁. 北京:地质出版社, 1996.
- [27] Ren Jishun. Relation of east Gondwana to the evolution of the Asian continent. In: Edited by J. J. Pereira, T. F. Ng and T. T. Khoo. Gondwana Dispersion and Asian Accretion, IGCP Project 321, Third International Symposium, Kuala Lumpur, 1993.
- [28] Grabau A W. Stratigraphy of China. Pt. 1, Paleozoic and Oldder. Geol. Surkey, China, 1924.
- [29] Ren Jishun (Jen Chi-shun). Preliminary study on some Pre-Devonian geotectonic problems of Southeastern China. Acta Geol. Sin., 1964, 44(4), 418~431.
- [30] 刘宝珺,许效松,潘杏南,黄慧琼,徐强. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿. 北京:科学出版社, 1993.
- [31] All-Union Order of Lenin Geological Research Institute (VSEGEI). Brief Explanatory Note on the Geological Map of Russia and Adjacent Areas (1 : 5000000)(in Russian), 1992.
- [32] Mizutani S and Yao A. Radiolarians and Terranes: Mesozoic geology of Japan. Episodes, 1992, 14, (3), 213~216.
- [33] 邵济安,王成源,唐克东等. 那丹哈达岭地层与地体的关系. 地层学杂志, 1990, 14(4), 286~291.
- [34] Ichikawa K, Mizutani S, Hara I, Hada S, and Yao A. Pre-Cretaceous Terranes of Japan. Publication of IGCP Project No. 224: Pre-Jurassic Evolution of Eastern Asia, Osaka, 1990.
- [35] Helde T W, Uyeda S, and Kroenke L. Evolution of the Western Pacific and its margin. Tectonophysics, 1977, 38(1~2).
- [36] Minato M, Hunahashi M et al. . Crustal structure of the Japanese Islands, Japan Sea, Coastal part of western Pacific and Phillippine Sea. Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University, 1985, (17), 13~42.
- [37] Choi D R, Vasiliev B I and Bhat M I. Paleoland, Crustal Structure, and Composition under the Northwestern Pacific Ocean. In: Chatterjee S et al. (Eds.). New Concepts in Global Tectonics, Lubbock, 1992, 179~191.
- [38] Dickins J M, Choi D R and Yeates A N. Past Distribution of Oceans and Continents. In: Chatterjee S et al.