

郯城—庐江断裂带的形成演化与运动学分析

郭 振 一

(山东省地质科学研究所)

郯城—庐江断裂带是中国大陆边缘活动带北北东走向的巨型复杂断裂带,南起安徽广济,向北延入苏联境内,长达3500公里,宽度从几十公里至200余公里,深切上地幔,构造形迹和结构十分复杂,有着漫长的演化历史,是世界上少有的大型断裂之一。

对断裂带的生成,力学性质和演化历史等重大问题,久有争议。作者依据郯城—庐江断裂带中段(沂沭断裂带)的研究,结合断裂带南北延伸段地质资料的分析,提出如下看法,供讨论。

该断裂形成初期,为一剪切平移断裂,成生于三迭纪末。平移的幅度中段最大,向南北两端递减,如果按华北地块古生代北相地层和华南地块古生代南相地层的相带界线错开的距离计算,最大平移幅度为460公里,累计年平移速率为9毫米。

晚侏罗世—白垩纪末,断裂带由左行剪切平移转变为大陆裂谷。裂谷伸展作用持续了60—70百万年,裂谷的伸展量各地不一,山东沂沭裂谷的累计伸展量为3—5公里,年平均扩张速率为0.71毫米。裂谷伸展期伴有剧烈的正向和负向运动,垂直升降幅度各段也不尽相同,山东沂沭裂谷升降幅度最大,可达17.6公里,这在世界裂谷系中是少见的。

第三纪以来,断裂带作为统一的大陆裂谷已不复存在,断裂带由统一的伸展活动转变为纵向上的差异运动。

一、断裂带的萌生和剪切平移运动

郯城—庐江断裂带呈NE30°延伸,中段一般为NE15°—25°,南北两端分别向SW和NE偏转,可达50°。自安徽广济向北延入苏联境内,长达3500公里。有资料表明,断裂带在长江以南仍有踪迹可寻。修水—衡阳断裂带和灵山—东兴断裂带可能是断裂南延的主要代表,如果将其计算在内,断裂带从北部湾西岸到萨哈林湾延伸可达5000余公里^[1]。

规模宏大的断裂带自北向南贯穿中国大陆不同时期的构造单元,依次将内蒙—吉黑华力西褶皱带、中朝准地台、秦岭—大别—胶南海西—印支褶皱带、扬子准地台、华南加里东褶皱带等大地构造单元一分为二。中国东部大陆板块内的近东西向加里东至印支期的古板块拼合带、沉积岩相带、变质带和岩浆岩带均被左行错开(图1)。这一事实足以说明该断裂带形成的时代较晚,应是中生代以来的产物。

该断裂带自广济向北至沈阳一段绵延千余公里,在断裂带和“入”字型断陷盆地中,均见有侏罗纪地层发育,其沉积受断裂带活动的控制。山东沂沭断裂带中的坊子煤田,中下侏

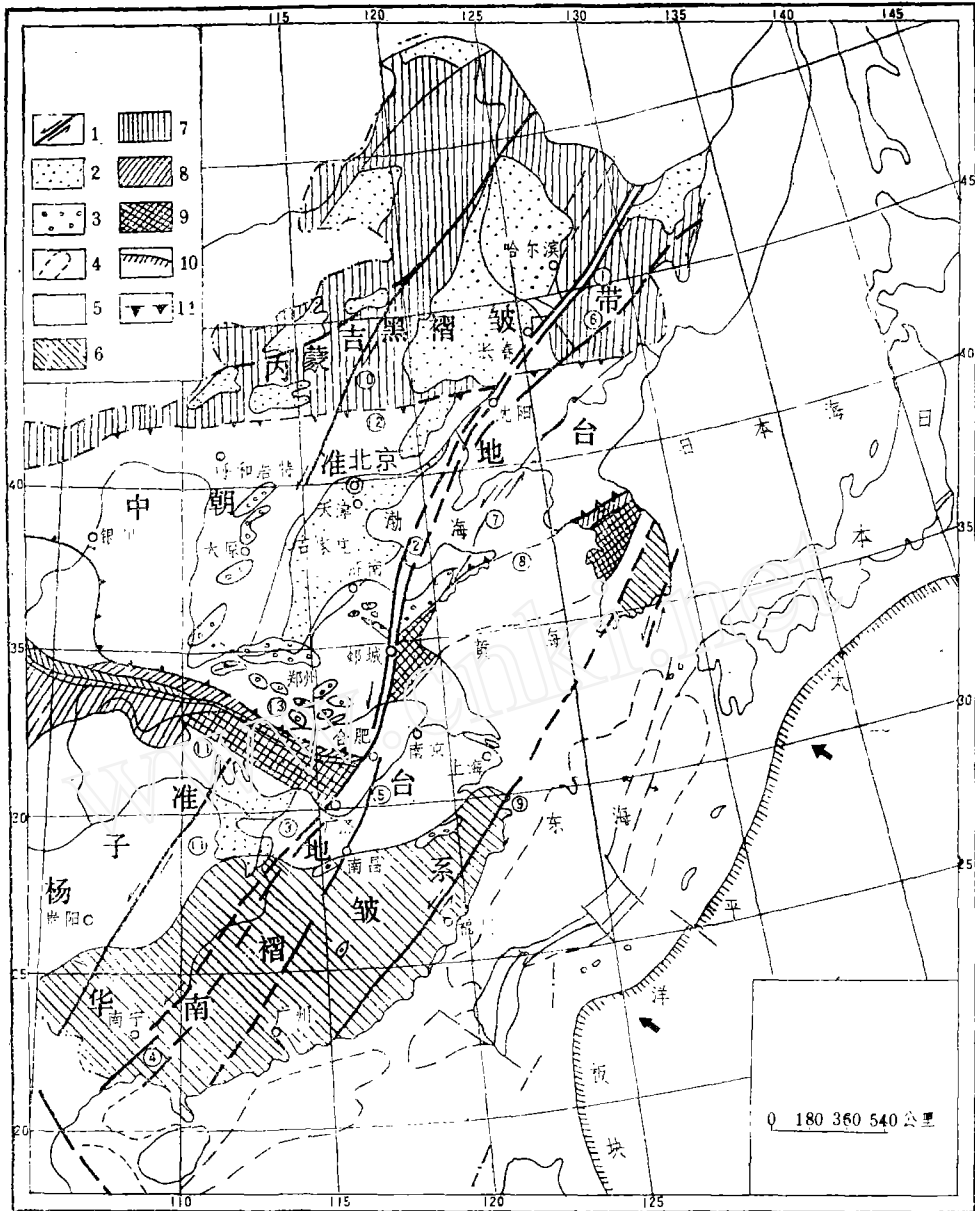


图1 郟城—庐江断裂带及周围构造纲要略图

1. 主要断裂及编号：①依兰—伊通断裂带，②郟城—庐江断裂带，③修水—衡阴断裂带，④灵山—东兴断裂带，⑤赣江断裂带，⑥抚顺—密山断裂带，⑦鸭绿江—即墨断裂带，⑧临津江—青岛断裂带，⑨长乐—厦门断裂带，⑩长治—嫩江断裂带，⑪宜昌—都云断裂带，⑫内蒙古地轴北缘断裂带，⑬秦岭地轴北缘断裂带，⑭襄樊—广济断裂带；2. 板内中生代断陷—拗陷盆地；3. 板内中生代小型断陷盆地；4. 大陆壳边缘断陷—拗陷盆地；5. 太古—元古宙形成的准地台；6. 加里东褶皱带；7. 华里西褶皱带；8. 印支褶皱带；9. 大别—胶南—京畿隆起带；10. 中朝准地台和扬子准地台拼合带；11. 海西—印支大陆板块拼合带

罗统不整合于太古—古生代地层之上,不整合面之下覆盖有北北东向断裂和古生代地层组成的褶皱,断裂带以西的淄博盆地,中下侏罗统则平行不整合于石炭二迭系之上,表明断裂带在印支运动时已有强烈的活动^[2],其萌生时代推测是三迭纪末。

断裂带萌生期是一条巨大的左行剪切断裂,切割深度,据玄武岩深源包体的研究,估计可达100公里,断裂带的左行剪切平移运动,可以从断裂带两侧地质体和地质界线的错开情况得到证实。

近年来(1980、1981),在胶莱拗陷南缘诸城—青岛一线晚侏罗世地层中发现了大量鲕状灰岩砾石,其中含有古串珠虫(*Palaeoterxtularia* sp.)、栅栏虫(*Climacammina* sp.)、四排虫(*Tetrataxis* sp.)、始瘤虫(*Eotuberitina* sp.)等有孔虫化石和宽松苏伯特蕨(*Schubertella lata* Lee et Chen),时代为晚石炭世,这些化石在扬子准地台的南相古生代地层中大量存在,而在华北地台的北相古生代地层中,据最新古生物资料尚未发现该化石组合。综合分析胶南隆起有关地质、地层资料,我们认为胶南隆起上有过属于南方相的古生代沉积,现在隆起上缺失古生代沉积,是由于三迭纪—早中侏罗世胶南隆起强烈抬升剥蚀的结果。隆起幅度如果按剥蚀尽的南相地层的厚度计算,至少有10公里(根据苏北地层资料计算)。胶南隆起应为扬子准地台范畴,古生代南相地层和北相地层的界线可能为青岛—诸城断裂带,两地块的拼合时代可能为三迭纪末。胶南隆起和大别隆起在中生代前同属一个地体。两地体南侧均发育元古代含磷变质岩系,均有印支期(1.50~2.88亿年)的变质事件,两者在印支运动时被郟城—庐江断裂左行平移错开^[3]。郟城—庐江断裂带以西,南相地层和北相地层界线是肥中—明港断裂,按照这条相带界线被平移错开的距离计算,断裂带此段的平移距离约为460公里。断裂带的主要平移时间为三迭纪末—早中侏罗世,大约持续了50—55百万年,按总的平移距离460公里计算,其平均平移速率大约为9毫米/年。这和比较详细的圣安德烈斯断裂的年平均平移速率1厘米极为近似。

郟城—庐江断裂带的平移自徐嘉炜(1965、1978)提出后,^{[4][5]}为不少人重视和讨论。张用夏(1980)曾根据郟庐断裂带以西的宿松磷矿层和以东的海州磷矿层为标志,推测平移距离为400公里左右^[6]。徐学思(1978、1980)依据徐淮、胶辽上元古界沉积盆地同属一东西向沉积盆地,现分居断裂带东、西是平移错开的结果,平移幅度以沉积盆地轴线宿县褚兰—灵璧九顶山(郟庐断裂西侧)与金县北山—大林子(郟庐断裂东侧)推算,约为550公里。以震旦系陡山沱组、灯影组和老堡组岩相变化带推算,左行平移距离为450公里^[7]。不难看出这些数据十分接近。

郟庐断裂带南北两段的平移距离逐渐递减,一般只有几十公里,在此不予赘述。

二、断裂带的裂谷期和伸展作用

晚侏罗世—白垩纪末,地壳发生横向伸展作用,使郟城—庐江断裂带,形成复杂多样的壳型“堑垒”结构,断裂带由萌生期的左行剪切平移转变为大陆裂谷,通常称郟庐裂谷。

郟庐裂谷,是一个复杂的裂谷系,由主裂谷和一系列支裂谷组成。主裂谷带由北向南,

由依兰—伊通裂谷、下辽河—渤海裂谷、沂沭裂谷，苏皖裂谷组成。各裂谷一般由4—5条主干断裂组成，发育一系列阶梯状正断层，构成复杂的“堑垒”结构，即由地堑、半地堑、阶梯状地堑及复式地堑构成。裂谷的主要区段略去地堑结构的细节，以主干断裂为边界，总体表现为“两堑夹一垒”的结构形式，具有典型的大陆裂谷结构（图2）。

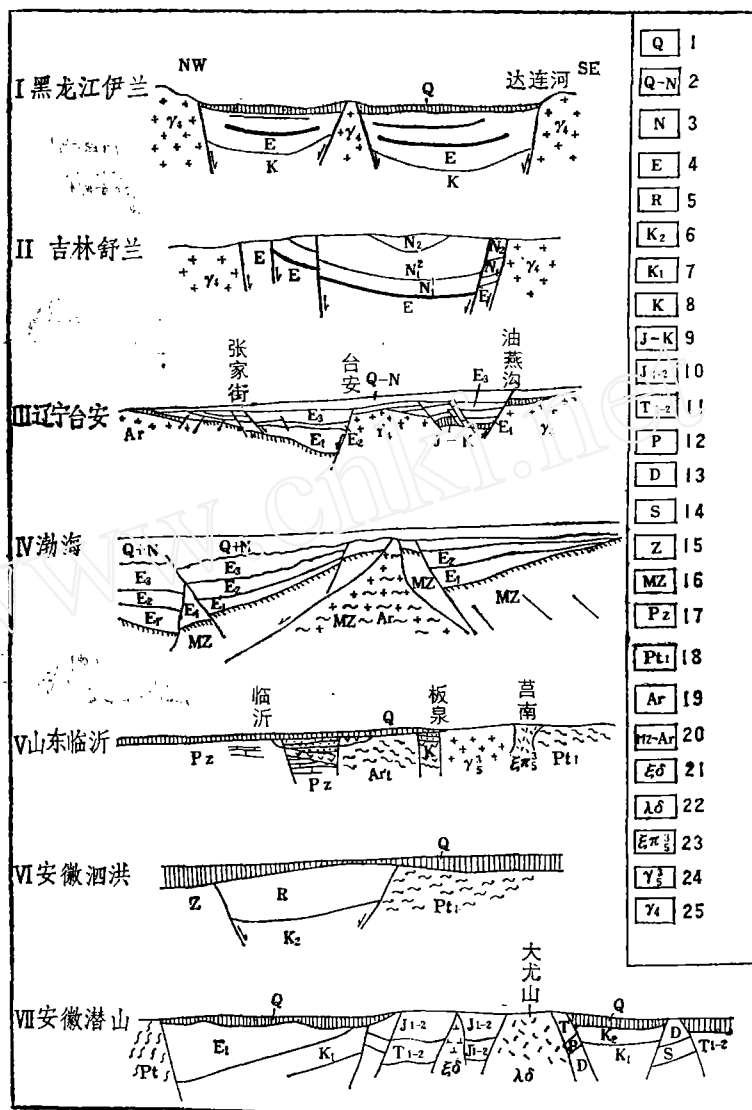


图2、郯城—庐江断裂带结构示意图

1. 第四系； 2. 第四系—上第三系； 3. 上第三系； 4. 下第三系； 5. 第三系未分； 6. 白垩系上统；
7. 白垩系下统； 8. 白垩系； 9. 侏罗—白垩系； 10. 侏罗系中下统； 11. 三叠系中下统； 12. 二叠系；
13. 泥盆系； 14. 志留系； 15. 震旦系； 16. 中生界； 17. 古生界； 18. 下元古界； 19. 太古界；
20. 中生界及太古界； 21. 正长闪长岩； 22. 石英正长岩； 23. 正长斑岩； 24. 燕山晚期花岗岩；
25. 海西期花岗岩

郯庐裂谷系各裂谷的发生和消亡时间、结构构造、对沉积的控制作用、火山活动、垂向运动和横向伸展量均有一定的差别。

郯庐裂谷系的地堑中充填了巨厚的中生代裂谷型火山岩系和陆相碎屑岩建造。由于裂谷的发生和持续时间不同,所以裂谷中发育的地层也不尽相同。

依兰—伊通裂谷^[8],发育有白垩纪及早第三纪沉积,白垩纪喷发中酸性—中基性火山岩和火山碎屑岩,厚达1994米。下第三系属类磨拉石—河湖相含煤砂页岩建造,厚度一般为1000—2000米,最厚可达5000米。第四纪有多期含深源包体的橄榄玄武岩喷发,根据裂谷内沉积物的时代分析,该裂谷形成于白垩纪,其形成时代要晚于下辽河及沂沭裂谷。裂谷中的下白垩统、第三系遭受挤压,边界断层挤压现象明显,并见有数条冲断层组成的叠瓦构造,边界断裂反倾,形成反地堑。表明裂谷于晚第三纪以来遭受挤压趋于消亡,转变为拗陷作用。

下辽河—渤海裂谷,局部见有晚侏罗世及白垩纪沉积,主要为火山—含煤碎屑岩建造和类磨拉石建造,晚侏罗世中酸—中基性火山熔岩和碎屑岩,厚达1000米。它标志着裂谷伸展作用的开始。地堑中充填了巨厚的第三系及第四系,为一套河流—三角洲—湖泊相沉积,局部有海相地层,厚度可达6000米,第三纪有多期玄武岩喷发,属拉斑玄武岩系列。该段裂谷主要伸展期为晚侏罗世—早第三纪,晚第三纪转变为拗陷。

据人工地震测深和航磁资料,两侧基底的深度相差可达10公里,地堑中的沉积物厚6公里,以此推算正向和负向运动幅度可达16公里^[9]。

沂沭裂谷和支裂谷中充填有侏罗系河湖相砂页岩,厚达2000~7000米;主要发育白垩纪火山岩系和类磨拉石建造。白垩系下统火山岩系厚约2000—5000米;上统河湖相碎屑岩厚1000—1500米。根据重力资料推算该套地层最厚可达7.6公里。

沂沭裂谷的剧烈火山作用集中于早白垩世(106~122百万年),沿地堑普遍堆积了2000~5000米厚的火山岩系。火山岩系主要由中基性—酸性火山熔岩、火山碎屑岩和熔岩角砾岩组成。其岩石类型组合主要为:(1)基性系列的拉斑玄武岩($\delta < 1.8$);(2)碱钙系列的玄武岩—粗面岩、粗面岩—碱流岩组合($3.3 < \delta < 9$);(3)钙碱系列的安山岩—流纹岩组合($1.8 < \delta < 3.3$)^[10]。从火山岩岩石化学特征来看,通常是 $K_2O/Na_2O < 1$, TiO_2 偏低,属低钾或钙质系列,这与中国东部中生代火山岩的富钾特点是不同的^[11]。该火山岩属“混熔型岩浆”,在上地幔岩浆上涌过程中大量硅铝质壳层加入和熔融,这可能与断裂带张裂破碎有关。火山岩系的喷发补偿了地壳裂陷空间,具有火山穹隆型大陆裂谷的特点。

晚白垩世,裂谷中发育了二元结构的陆相类磨拉石沉积,厚度达1000—1500米,碎屑物质明显来自两侧隆起区,砾石成份随地而异,具有近源堆积特点。

裂谷中的晚侏罗世—晚白垩世地层遭受挤压褶皱,缺失下第三系,标志着裂谷的伸展作用结束。

裂谷伸展期自晚侏罗世—白垩纪末,大约持续了70百万年,其横向伸展量,根据地质—地球物理推断剖面统计,为3—5公里,年扩张速率约为0.71毫米。

沂沭裂谷中央地堑凸起上结晶基底发现有麻粒岩,和NE向韧性剪切带,其形成深度一般认为是10—15公里,裂谷东侧胶南隆起按剥蚀尽的南相地层厚度计算约为10公里,裂谷中

中生代地层沉积厚度最大可达7.6公里,以此推算沂沭裂谷的正向、负向运动总和至少可达17.6公里。比世界大陆裂谷地带一般正向和负向运动6—10公里的数值大得多,这在世界裂谷系中是罕见的。由此可见垂直升降运动在裂谷伸展期具有重要意义。

苏皖裂谷,主要发育晚侏罗世—早第三纪沉积。在潜山地壳下部有晚侏罗世—早白垩世的火山岩系,主要为粗安岩—粗面岩组合。裂谷内普遍发育晚白垩世—早第三纪的红色类磨拉石建造夹膏盐沉积,反映干燥条件下快速沉积的特点。潜山等地早第三纪以来挤压现象明显,局部出现反地堑,主干断裂表现为强烈的压扭性质。指示裂谷从晚侏罗世开始强烈扩张,至早第三纪末消亡,裂谷的伸展期较沂沭裂谷要长。

郯庐裂谷和世界上的裂谷同样位于上地幔的隆起带上,裂谷地壳厚度薄,而两侧隆起地块厚度大。依兰—伊通裂谷地壳厚度为33—34公里,东侧的张广才岭厚35—37公里,西部大兴安岭增厚到35—38公里;下辽河裂谷地壳厚为32—33公里,向东辽东隆起地壳厚35—37公里,向西辽西隆起地壳增厚到35—36公里^[12];渤海湾一段裂谷地壳厚为33公里,两侧隆起地块可达40公里,上地幔隆起幅度可达7—8公里;沂沭裂谷地壳厚30—31公里,东侧胶南隆起地壳厚34—35公里,西侧鲁西隆起地壳厚为32—36公里,莫霍面起伏达7公里;苏皖裂谷地壳厚31—34公里,两侧为35公里。这种情况表明裂谷带均位于上地幔的隆起带上,上地幔的隆起使裂谷横向伸展,地壳拉薄,形成“蚕茧”结构,深源岩浆上涌,充填在裂谷地堑中。

郯庐裂谷带同样是一个高热流值带和浅源地震带。热流值从1.49—1.84HFU,比全球古老地台区平均为1.60HFU(弱)相对要高,震源深度一般在10—20公里。

总之,郯庐断裂带在晚侏罗世—晚白垩世,由于上地幔的隆起,地壳拉伸变薄,所以形成了复杂的“蚕茧”结构,地堑中发育巨厚的裂谷型火山建造和沉积建造,由萌生期的剪切平移运动转变为大陆裂谷的伸展作用。

三、郯庐裂谷带的分化和挤压作用

新生代以来,郯庐裂谷带已逐渐消亡分化,作为统一的裂谷体制已不复存在。中国东部出现了新的隆起和拗陷格局,大部分地段断裂作用不那么强烈,对新生代的控制作用也不那么明显。此期最为显著的构造变化是:松辽、渤海—华北、苏北—南黄海等大型拗陷盆地的形成。这些新生代盆地部分迭置在断裂带之上。断裂带内只有依兰—伊通裂谷和苏皖裂谷在早第三纪保持了裂谷性质,而山东沂沭断裂带则遭受了强烈挤压,裂谷消亡,发生了巨烈的隆起和断裂作用。

沂沭断裂带早第三纪的左行压扭活动,使断裂带中缺失了下第三系,早先形成的张性正断层遭挤压,几乎荡然无存。现在地表所见控制地堑的主干断裂均表现为强烈的压扭性质,断裂切割白垩纪地层,形成宽大的破碎带。破碎带中岩石褶皱、片理化,出现构造透镜体、断层泥砾;断裂带中大量古生代灰岩断片被挤压褶皱;邻断裂中生代地层揉皱,构造现象丰

富多彩。还产生了令人感兴趣的迭瓦式断层带和掩轳构造。在沂水县峭虎峪一带，沿沂水—汤头断裂有断续延伸10余公里，由古生代灰岩构成的飞来峰，平缓的覆盖在白垩系下统火山岩系之上。

沂沭断裂带在第四纪仍有剧烈的挤压活动，郟城马陵山西麓第四纪逆掩断层延伸数十公里。多处见有白垩系砂页岩逆掩于更新统之上，砂页岩发育同斜褶皱，褶皱轴面与断层面平行。马陵山南段西侧断层陡崖呈直线型延伸，形成一系列断头冲沟，新活动的地貌标志十分明显。以上构造现象均指示断裂带在新生代遭受了强烈的挤压。从派生构造判断，早第三纪断裂为左行扭动，晚第三纪以来为右行扭动。

依兰—伊通裂谷和苏皖裂谷晚第三纪遭受挤压，裂谷消亡。

以上事实表明，郟城—庐江断裂带第三纪以来的性质发生了质的变化，统一的裂谷体崩解解体，断裂带伸展作用转变为纵向上的差异运动，部分地段归入新生代拗陷，迭置为新生代盆地，部分地段遭受挤压成为新的隆断区，控制地堑的巨大断裂表现了强烈的压扭性质，并伴生了新生的压扭性断裂，表明新生代应力场有根本的变化。

四、断裂带演化的运动学分析

断裂带的活动性质，主要决定于区域应力的状况，而应力场的转化必然要引起断裂带运动性质的变化，郟城—庐江断裂带构造性质的演化和区域应力转变，为研究揭示这一问题提供了一个很好的范例。

李四光（1973）曾指出，中国东部濒太平洋地区NNE向的构造是亚洲大陆边缘特有的构造型式，并将其命名为“新华夏系”。推测它的形式是太平洋相对大陆向北发生扭动形成的^{〔13〕}。这一见解，为板块构造学说得出的推论所印证。在板块构造学说发展的今天，已有条件作出更加具体的分析。

（一）断裂带萌生期运动学分析（图3—1）

综合前述资料，郟城—庐江断裂生成于印支运动是比较可信的，最大的可能是华南地块和华北地块于三迭纪末拼接时萌生的。

中生代初，华北地块和华南地块已逐渐接近两陆块间残留的秦岭海槽“在凤县之南见有岩屑明显来自北方的下中三迭统留凤关组复理石，足以证明当时海域已近封闭”。上三迭统的缺失和印支期大规模花岗岩的侵入都说明晚三迭世时两个地块实现了对接^{〔14〕}。林金录（1985）依据华南与华北地块的视极移轨迹，得出两地块在中三迭—早侏罗世敛合为统一地块的推论^{〔15〕}，这与我们根据胶莱拗陷南缘南相化石的发现，双变质带等拼接标志得出的结论是一致的，该拼接带大致沿东秦岭—大别山北缘，过郟庐断裂后，边界向北错动，沿青岛—诸城断裂带，过南黄海与朝鲜的临津江断裂带相连。

华南与华北地块的拼接碰撞，秦岭—临津江海槽的封闭，一般可认为与古特提斯海底洋壳的强烈扩张，古洋壳向北俯冲是联系在一起的。推测此时古太平洋洋壳已有向北的运动，中国东部大陆既受到南北向的挤压应力，同时又受到南北向的剪切应力。由于这一剪切应力的存在，致使秦岭—临津江古海槽自东向西发生剪刀式封闭。东段（大致是郟庐断裂带以东

地段)首先敛合碰撞,由于敛合过程中受到北部地块的阻挡,南部地块发生了剧烈的隆断作用。断裂带以东苏北胶南地区发育一系列北北东向断裂,很可能是南北向剪切应力作用,郯庐断裂平移过程中派生的产物,并具有类似大别地区基底滑移造成的大型推覆构造的性质。这些推覆构造必然引起地壳的剧烈缩短和强烈的上升剥蚀作用。而断裂带西侧海槽封闭较晚,东西段出现了巨大的差异剪切应力,导致了郯庐断裂带的左行平移错开,产生了郯庐断裂带早期的剪切断裂(山东应是昌邑—大店断裂)。造成了沿郯庐断裂带一系列地质体和相带界线的错开。

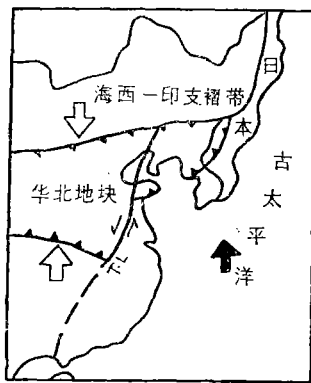
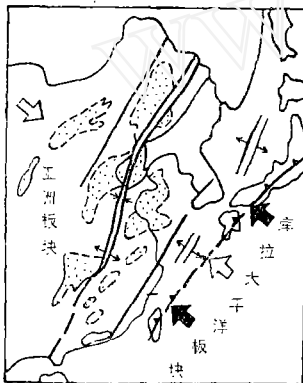
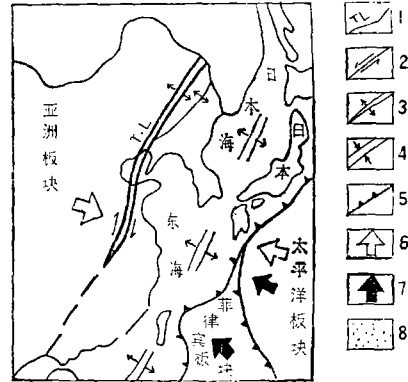
1. 三叠纪末至早中侏罗世(T_3-J_1-2)2. 晚侏罗世至晚白垩(J_3-E_2)3. 早第三纪(E_1)4. 晚第三纪至第四纪($N-Q$)

图3 郯城—庐江断裂带形成演化分析图

1.郯城—庐江断裂带; 2.平移剪切活动; 3.伸展活动; 4.挤压活动; 5.板块碰撞带及板块俯冲带; 6.主压应力方向; 7.板块运动方向; 8.新生代盆地

(二) 断裂带裂谷期运动学分析(图3-2)

晚侏罗世,库拉—太平洋板块洋脊强烈扩张,库拉板块向北偏东方向推移,板块沿日本的领家—三波川双变质带和东海大陆架(?)一线俯冲,此时特提斯海既有扩张作用又有消减作用。中国东部构造应力场主要受库拉—太平洋板块洋脊扩张和前峰俯冲作用制约,板块向亚洲大陆下俯冲挤压,而位于大陆板块内部的郯庐断裂带之下的上地幔,则发生隆起,并伴随深源岩浆的上涌,驱动地壳横向伸展,地壳拉伸变薄,使断裂带由左行剪切平移转变为

大陆裂谷，形成了由阶梯状正断层组成的“堡垒”结构，导致了晚侏罗世的火山—沉积作用，这是裂谷的初始期。

白垩纪，库拉—太平洋板块由北偏东转变为西北向的移动，加剧了向亚洲大陆的俯冲作用。上田诚曾指出“日本列岛附近太平洋海底在距今10000万年至4000万年期间（晚白垩纪—始新世）向北西方向移动大约5000公里（线速度8厘米/年）”，太平洋板块大部分潜没于亚洲板块之下。这种剧烈的俯冲和板块物质的大量熔融消减，引起了郟庐裂谷下面地幔物质的上升对流，导致了伸展和火山作用。形成了绵延数千公里的郟庐裂谷系，地壳中火山—沉积作用强烈，发育了早白垩世火山岩系（4000—6000米）和晚白垩世的类普拉石建造。裂谷的伸展和垂向运动都比较剧烈，是郟庐裂谷的剧烈活动期。

（三）郟庐裂谷分化消亡期运动学分析（图3—3.4）

新生代以来，亚洲东部的构造格局和应力场发生了巨大变化，太平洋板块和菲律宾板块沿着一条新的俯冲带向亚洲大陆俯冲，其俯冲方向大致为北西西方向，新的板块运动机制导致了亚洲大陆边缘海盆张开。千岛、日本、琉球群岛从大陆分裂出去形成岛弧，弧后形成了日本海、东海等陆缘海盆，在大陆内部形成了松辽、渤海—华北、苏北—南黄海等大型新生代拗陷，部分地段迭置在郟庐断裂带之上。郟庐断裂带作为统一的裂谷体制已经解体，由统一的伸展作用转变为纵向上的分段差异运动，部分地段迭置了新生代拗陷（下辽河—渤海段，苏北段），部分地段遭受挤压隆起，中生代裂谷消亡。沂沭断裂带是一个很好的例子。沂沭断裂带连同东西两侧地块整体隆起，缺失了早第三纪地层、晚第三纪地层也大部缺失，只在断裂带北段近新生代拗陷区有局部沉积。控制地壳的主干断裂表现了强烈的压扭性质，并有大量逆冲断层和掩断层发生。依兰—伊通裂谷和苏皖裂谷南段早第三纪仍然继承了裂谷性质，晚第三纪裂谷消亡。

郟庐裂谷在新生代的分化和消亡，各段表现出来的差异，除区域应力场的控制外，与郟庐断裂带早期平移和裂谷期发育的北北西、北东东向两组扭断裂切割断裂带，以及纬向断裂分割有关。但不同区段的边界条件有着较大差别，是其重要因素。由于情况比较复杂，在此不予赘述。

结 语

延展数千公里的郟城—庐江断裂带是一个复杂的断裂构造带，有着复杂的形成演化历史，不同地质历史时期，由于太平洋板块和亚洲大陆板块相互作用机制的不同，其力学性质、运动方式和方向是不同的。世界上所有巨型断裂带可能都有一部复杂演变历史，为了认识和分析这样的构造带，一切简单化的看法都将无法解释客观存在的复杂地质现象。科学的做法是从具体存在的地质构造现象出发，作具体的历史分析和运动学分析，才能得出反映客观实际的想法。

论文撰写过程中得到沈昆同志的帮助；宋晓敏、陈华同志协助清绘了图件。全文承蒙合肥工业大学徐嘉炜教授审阅指正，在此一并表示谢意。

参 考 文 献

- [1]徐嘉炜, 1984, 郯城—庐江平移断裂系统。构造地质论丛(3)。
- [2]郭振一, 1978, 山东地质构造特征及其力学分析。第二届全国构造地质学术会议论文选集, 第二卷。
- [3]郭振一、孙秀珠, 1985, 胶莱拗陷南缘晚侏罗世鲕状灰岩砾石中有孔虫、瓣化石的发现及其大地构造意义。地质论评, 31卷, 2期。
- [4]徐嘉炜, 1965, 郯城庐江断裂的平移运动。华东地质, 第五期。
- [5]徐嘉炜, 1978, 试论郯庐断裂带的平移及其地质与找矿意义。地质矿产研究, 第五期。
- [6]张用夏等, 1984, 郯庐断裂带的平移及其对邻区构造的影响。构造地质论丛(3)。
- [7]徐学思, 1984, 郯庐断裂的平移。构造地质论丛(3)。
- [8]赵文峰, 1984, 下辽河伊兰—伊通大陆裂谷形成演化与地震活动。构造地质论丛(3)。
- [9]周伏洪, 1985, 关于郯庐断裂和东北南部主要断裂的关系。地震地质, 7卷, 2期。
- [10]许志琴, 张巧大、赵民, 1982, 郯庐断裂中段古裂谷的基本特征。中国科学院院报, 第4号。
- [11]吴利仁、齐进英、张秀棋、徐永生, 1982, 中国东部中生代火山岩。地质学报, 第3期。
- [12]许志琴, 1984, 郯庐裂谷系概述。地质论丛(3)。
- [13]李四光, 1973, 地质力学概论。地质出版社, 76页。
- [14]王鸿祯、杨森楠、李思田, 1983, 中国东部及邻区中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。
- [15]林金录, 1985, 华南和华北地块的地极移动曲线。地震地质, 7卷, 1期。

FORMATION AND EVOLUTION OF THE TAN-LU FAULT ZONE AND ITS KINEMATIC ANALYSIS

Guo Zhenyi

(*Shandong Institute of Geological Sciences*)

Abstract

The Tancheng — Lujiang fault belt (namely Tan — Lu Fault), which starts from Guangji, Anhui in the south and extends northerly into the territory of USSR with a length of 3500 km and a width of tens to 200 km, is a complex NNE — trending fault belt deeply cut through the mantle in the fringe of the China continent.

This is a great strike—slip fault formed at the end of Triassic as a result of jointly action of a compressional stress in NS-direction, which was caused by the collision of the North-and South China Blocks during the sea-floor spreading of the Tethys and the subduction of its oceanic crust, with a shearing stress of nearly NS-direction yielded during the drifting of the Palaeo-Pacific ocean.

The fault belt has experienced a very complex evolutionary history with the different mechanics and ways of movement acted on the fault in different geological times. The fault was a left—lateral strike—slip one at the end of Triassic and during the early Jurassic with a displacement of 460 km and a rate of 9mm per year for the movement, as estimated based on the offset of the strata on both sides of the fault in terms of the north and south facies.

The left—lateval strike—slip fault was changed to a continental rift zone during the late Jurassic and the Cretaceous due to the extensive spreading of the Pacific midocean ridge, the northward movement of the Kula plate and its underthrusting under the Eurasia continent which resulted in the uprising of the mantle beneath the Tanlu fault and the lateral expansion of the crust, forming the “graben—horst” structure of crustal—type in the newformed rift valley. The volcanic activities were very strong and volcanic rocks and molasse deposited in the graben. The expanding of the Yishu rift, a segment of the rift valley within the Shandong Province, lasted for about 70m.y. with the lateral expansion of 3 to 5 km and an expansion rate of 0.71mm per year estimated. This had accompanied with severe up and down movements with a

magnitude up to 17.6 km, very rare for the rift valleys in the world.

Since the Tertiary, as the Pacific plate had changed its northward movement into the NNW—underthrusting towards the Eurasia which caused a distinct change in the regional stress field, the Mesozoic rift valley along the Tanlu fault belt has been abolished, and the uniform movements along the fault have been replaced by the differential up and down movements in different parts of the fault. In the places where the compression, uplifting and faulting were prevailing the normal faults controlling the “graben and horst” structure have been reformed to the compressional—normal faults exhibiting strong compression—twisting feature while in other places the Cenozoic rift has overlapped on the depressions.

www.cnki.net