

郯庐断裂带研究进展及存在问题探讨

万桂梅^{1,2)}, 汤良杰^{1,2)}, 金文正^{1,2)}, 余一欣^{1,2)}

1) 中国石油大学盆地与油藏研究中心, 北京, 102249;

2) 中国石油大学油气资源与探测国家重点实验室, 北京, 102249

内容提要: 郯庐断裂带是中国东部一条重要的强烈构造变形带, 影响范围巨大, 经历了多期的构造演化, 且各时期的断裂活动性质不同, 具有重要的地质意义, 若干年来吸引了大量的国内外学者对其进行研究, 各自对郯庐断裂带的认识也不尽相同, 形成了百家争鸣的局面。为了更好地认识郯庐断裂带的研究进展, 整理分析了大量前人研究资料, 对其展布特征、构造样式、深部地质背景、形成演化、形成模式等方面做了总结, 并对研究中存在的问题作了讨论。

关键词: 郯庐断裂带; 研究进展; 展布特征; 演化历史; 形成模式

郯庐断裂带是中国东部一条重要的强烈构造变形带, 该断裂带是地质矿产部航空物探大队于1957年通过航磁调查首先发现的(张用夏等, 1984), 沿断裂带存在NNE向线性升高的正磁异常带, 总长度达3500 km以上。该断裂带横跨中国东部3个古板块构造单元(即华南板块、华北板块、松辽板块)和2个重要的造山带(即秦岭—大别造山带和燕山造山带), 这条巨型断裂带的形成是板块运动的结果, 并且记录了中国东部中生代以来板块活动与演变的历史。该断裂是一条大规模的平移断层, 具有多期复杂的构造演化历史, 对中国东部区域构造、沉积古地理、含油气盆地的形成、岩浆活动等方面产生重要的影响, 不同的学者对郯庐断裂带的研究存在争议, 一直是学术界比较热门的话题, 引起了国内外著名学者的关注(李四光, 1974; Fletcher C J N et al., 1995; Ross J V et al., 1996; Gilder S A et al., 1999; Yin An et al., 1993; Ratschbacher L et al., 2000; Li Jianwei et al., 2001; Grimmer J C et al., 2002; Zhang Yueqiao et al., 2003; Zhu Guang et al., 2005), 徐嘉炜等(1992)对郯庐断裂带的1980~1990十年中的研究做了详细回顾, 详细地讨论了郯庐断裂带的基础地质和平移断裂构造的研究进展。又经过了十几年的研究, 郯庐断裂带的研究又

迈上了一个新的台阶, 关于郯庐断裂带的展布范围、演化特征(罗志立等, 2005)、及形成模式等方面研究甚多, 成果显著。下面就郯庐断裂带自研究伊始至今的研究成果及存在的问题进行探讨。

1 郯庐断裂带研究成果综述

1.1 郯庐断裂带展布特征

普遍认为郯庐断裂带南起湖北广济, 经庐江、郟城, 横穿山东中部与渤海, 向北穿过东北地区进入俄罗斯远东地区。李四光(1974)认为郯庐断裂带(当时未命名)所处的位置是一条强烈的破裂带, 为新华夏系及中华夏系褶皱及冲断构造线。

郯庐断裂带是由多组呈斜列分布的多条断裂所组成的断裂带, 根据各段的地质结构的不同, 将该断裂带北起黑龙江边的肇兴县, 南达长江北岸的广济县, 分为三段, 即: 北段(肇兴—昌图), 中段(昌图—嘉山), 南段(嘉山—广济)(图1)(罗志立等, 2005)。

1.1.1 北段(肇兴—昌图)

北段长春—哈尔滨(四平—德惠)、伊通—依兰—共青城与敦化—密山、孙吴—双辽和嫩江等断裂组成, 其中后两条断层为郯庐断裂带北段主干断层。伊通—依兰—共青城断裂经由新民—伊通—依

注: 本文为中海油天津分公司项目(编号 SC06TJ-TQL-004)的成果。

收稿日期: 2008-03-11; 改回日期: 2008-09-20; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 万桂梅, 女, 1978年生。在读博士研究生。主要从事石油地质和含油气盆地分析专业方向研究。电话: 010-89733768; Email: jwzwmcup@yahoo.com.cn。

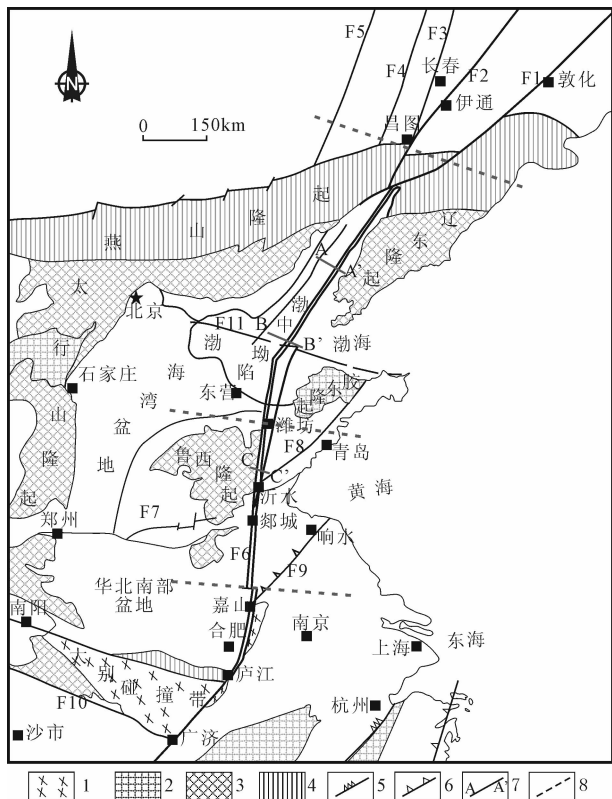


图1 郯庐断裂带构造图(据罗志立等,2005修改)

Fig. 1 Structural map of Tanlu fault zone(modified from Luo Z L et al., 2005)

1—大别—胶南碰撞带;2—太古宙—古元古代基岩;3—新元古代—古生代地层;4—加里东褶皱带;5—加里东期缝合带;6—印支期缝合带;7—地质剖面;8—分段界线;F1—密山—敦化断裂;F2—伊通—伊兰断裂;F3—哈尔滨—长春断裂;F4—孙吴—双辽断裂;F5—嫩江断裂;F6—郯城—庐江断裂;F7—黄河故道断裂;F8—五莲—荣城断裂;F9—嘉山—响水断裂;F10—襄樊—广济断裂;F11—北京—蓬莱断裂

1—Dabie—Jiaonan collision belt; 2—Archaean and Proterozoic basement; 3—Late Proterozoic—Paleozoic strata; 4—Jialidong fold belt; 5—Jialidong suture zone; 6—Indosinian suture zone; 7—geological profile; 8—segmentation boundary; F1—Mishan—Dunhua fault; F2—Yilan—Yitong fault; F3—Haerbin—Changchun fault; F4—Sunwu—Shuangliao fault; F5—Nenjiang fault; F6—Tancheng—Lujiang fault; F7—Huanghegudao fault; F8—Wulian—Rongcheng fault; F9—Jiashan—Xiangshui fault; F10—Xiangfan—Guangji fault; F11—Beijing—Penglai fault

兰—尚志—汤园—佳木斯—萝北—俄罗斯共青城,在国内长约480 km。敦化—密山断裂经由沈阳—抚顺—海龙—敦化—鸡西—抚远—俄罗斯总长约550 km,两断裂带所夹的佳木斯—吉林隆起最宽约100 km。

1.1.2 中段(昌图—嘉山)

从昌图县向南过下辽河平原、渤海区、鲁中山

地、苏北平原,到淮河南岸附近,止于嘉山响水断裂,全长约1200 km。本段为郯庐断裂的主体,呈NNE走向,切穿太古宙—古元古代结晶基底组成的中朝古板块。向南逐渐合并为一,总体呈“Y”形(图1),其主体形成于白垩纪(施炜等,2003)。

该段又可以分为两个亚段,即沈阳到潍坊的渤海亚段和潍坊到嘉山的沂沭亚段。沂沭亚段由4条主干断裂组成,从东向西分别为昌邑—大店断裂,安丘—莒县断裂,沂水—汤头断裂,郯部—葛沟断裂(图2),构成“两堑夹一垒”的构造形态,断裂带宽约50 km(Lin Aiming et al., 1998),两地堑中主要是白垩纪以来的火山碎屑沉积,部分地区可见古近系零星出露(张鹏等,2007)。在渤海亚段也为“两堑夹一垒”的构造格局。

1.1.3 南段(嘉山—广济)

从嘉山沿池河经肥东龙泉山西麓,过巢湖后,抵达庐江西边,直切大别山东南麓,终止于长江北岸的广济附近,NNE向延伸,全长约650 km。郯庐断裂在南段位于中朝板块与扬子板块的结合带上,一般都具宽几十米至上百米的主破碎带,而动力变质及其影响带更宽,可达数千千米。在安徽境内自西而东由五河—合肥、石门山、池河—太湖、嘉山—庐江断裂组成(汤加富等,2003)。

郯庐断裂继续南延进入扬子板块后,成为大别碰撞带和下扬子拗陷间的界线,走向从NNE转为NE向,倾向由原来的NW向转为SE向,断面近直立,并显示早期压扭性为主,后期张扭性为主的断裂带,它主要发育在古、中元古界的变质岩系中,形成5~7 km的动力变质带。

1.2 郯庐断裂带深部地质背景

该断裂带在区域重力场上表现为宽度较大的线性梯度带,在其东侧以正异常为背景,正负异常特征交替出现,走向以NE为主,西侧以近东西向异常带为主,幅度变化较小(图3)。该带的磁力异常特征,在山东境内以剧烈变化的串珠状磁力高带为特点;由嘉山到莒县,异常呈NNE向带状展布,磁力异常峰值较大;由莒南至昌邑,异常减弱,走向NE;从莱州湾进入渤海后,以NE向磁异常带展布。郯庐断裂带东西两侧的磁场特征有明显差异,东侧是磁力低区,反映弱磁性基底;西侧是磁力高区(刘前志等,1997),反映强磁性基底。

郯庐断裂自形成伊始,在其后期发展演化中,其切割深度不断由浅入深,最终切穿岩石圈(朱光等,2002;万天丰,1996)。三叠纪晚期(250~208 Ma)郯

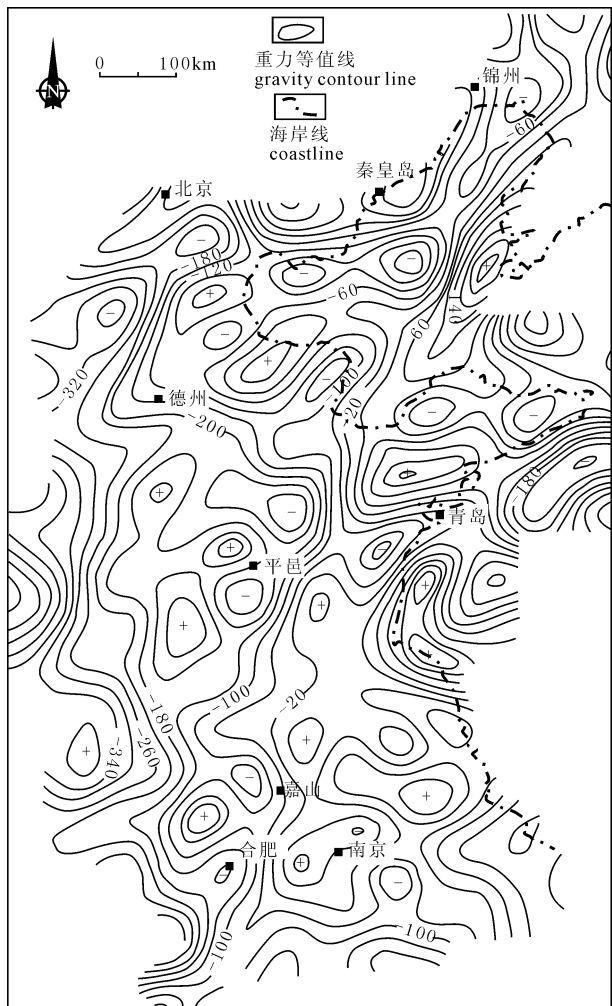


图3 郯庐断裂带区域重力异常图(据刘前志等,1997,修改)

Fig. 3 Regional gravity anomaly of Tanlu fault zone (modified from Liu Q Z et al., 1997)

起的两侧。如郯庐断裂带渤海段,辽东湾地区由辽中凹陷和辽东凹陷夹持的辽东凸起组成,郯庐断裂为辽东凸起两侧相连断层(图4A—A'),及辽中凹陷内部的走滑正花状断层,该区的郯庐断裂兼具走滑、伸展和扭压的性质;渤中地区由渤中凹陷和渤东凹陷夹持的渤东凸起组成(图4B—B'),郯庐断裂为渤东凸起两侧相连断层,断层陡立,为具有伸展性质的走滑断层;郯庐断裂带沂沭亚段由马站—苏村地堑和安丘—莒县地堑夹持汞丹山地垒组成,汞丹山地垒两侧相连断层为郯庐断裂(图4C—C')。

1.4 郯庐断裂带的形成时代及演化历史

自从郯庐断裂带发现以来,如何研究断裂带的活动性质及其演化历史一直是个颇具争议的课题(郭振一等,1984;胡思颐,1984)。断裂带两盘地层

由古元古代变质岩系、古生代与中生代沉积岩系以及古近纪半胶结沉积岩系组成,部分主干断裂被新近纪—早更新世玄武岩覆盖。此断裂带自三叠纪以来一直出现断裂活动,其最新活动为公元1668年(曾秋生,1984;高维明等,1984)。

1.4.1 形成时代

关于郯庐断裂带的形成,众说纷纭,主要有以下几种观点。

(1) 郯庐断裂带在太古宙或元古宙就已经存在,是一条长寿断裂,具有长期复杂的活动历史(国家地震局地质研究所,1987;张用夏等,1984;乔秀夫等,2001,2002)。

(2) 郯庐断裂带在古生代—中生代早期伴随秦岭板块俯冲带而形成(李春昱,1975;万天丰等,1996a,1996b;Zhang,1997;肖文交等,2000;王小凤等,2000;Yin An et al., 1993; Li Z X, 1994; Gilder S A et al., 1999),属于同造山走滑构造(朱光等,2004a,2004b,2006)。

(3) 郯庐断裂带平移时间为 T_3-K_1 ,高潮在 J_3 晚期,中部左行平移 740 km,为左行剪切滑动带(徐嘉炜,1980)。徐嘉炜等(1992)后来根据郯庐断裂带截切并错移整个印支期碰撞造山带和碰撞后晚侏罗世前陆磨拉石盆地(合肥—莱阳盆地),又重新认为郯庐断裂带从晚侏罗世末期开始活动(Xu J W, 1993)。

(4) 郯庐断裂带由华力西期切过南秦岭洋的一条转换断层发展起来的(罗志立等,2005)。

常晓涛等(1998)根据水准测量的结果以及地层、岩石、矿物方面的地质证据分析认为郯庐断裂将华北板块与扬子板块的分界线切割开,郯庐断裂带以西分界线为秦岭—大别造山带,以东分界线为青岛—五莲断裂,这一点也证明了郯庐断裂早期发生过大规模的左行走滑,而且发生的时间应不早于扬子板块与华北板块碰撞的时间(中—晚三叠世)。

1.4.2 演化历史

郯庐断裂自印支期以来,其活动期次,以及各期的活动性质,不同的人有不同的看法。

朱光等(1995,2001)根据糜棱岩同位素年龄分析,认为郯庐断裂带大规模左行平移发生在早白垩世末期,推测为 110~130Ma 以前,与太平洋的高速俯冲有关(Zhu Guang et al., 2005);新生代玄武岩幔源包体流变参数分析认为,晚白垩世—古近纪伸展活动中发生过 5 次显著的断陷事件,其中晚白垩世 2 次、古近纪 3 次。万天丰(1995,1996)、万天丰

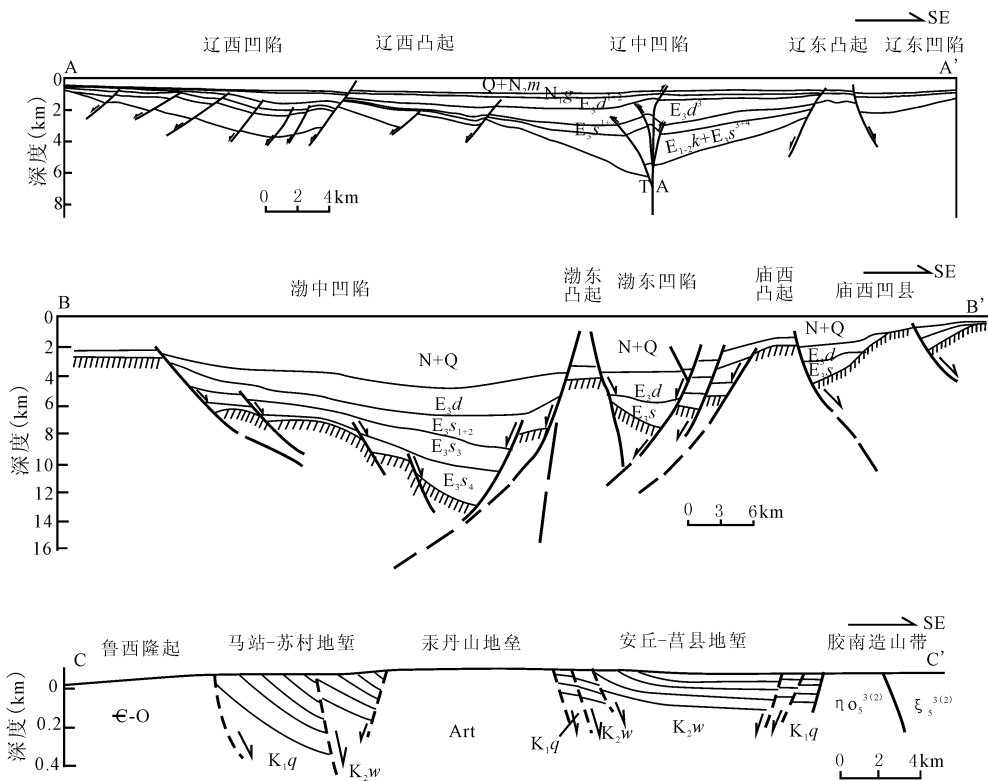


图 4 过郟庐断裂带横剖面图(剖面位置见图 1)

Fig. 4 The profiles across Tanlu fault zone (see Fig. 1 for the location)

A—A'—辽东湾剖面; B—B'—渤中拗陷剖面(陆克政等, 1997); C—C'—沂沭断裂带中段剖面(胡望水, 2003)

A—A' - The profile of Liaodong bay; B—B' - The profile of Bozhong depression (Lu Kezheng et al., 1997); C—C' - The profile in the middle of Yishu fault zone (Hu Wangshui, 2003)

等(1996a, 1996b)综合分析了郟庐断裂带各时期的构造应力场和断裂带内的构造岩和构造变形特征, 认为郟庐断裂带形成于中、晚三叠世(250~208Ma), 最大左行走滑断距为 430 km 左右; 侏罗纪(208~135Ma)与中始新世—渐新世(52~23.3 Ma), 为逆断层活动, 断层面受挤压较紧闭; 白垩纪—早始新世(135~52Ma), 为略带右行走滑的正断层(走滑断距不超过 100m); 中新世—更新世(23.3~0.73Ma)为带有左行走滑的正断层, 走滑断距约 50m; 中更新世(0.73Ma 以来)又变成略带右行走滑的逆断层, 走滑断距不足 100m。

Mercier J L 等(2007)对郟庐断裂南段的演化历史进行研究, 结果表明, 中晚三叠世, 大陆板块沿着郟庐断裂边缘斜向俯冲, 郟庐断裂带为介于大别—苏鲁碰撞带之间的左旋扭压转换断层, 张八岭地区高压变质岩向 SSE 方向逆冲(应力椭圆②), 在 NW 方向挤压应力作用下(应力椭圆①)地台上的沉积盖层发生逆冲和褶皱作用(图 5a); 侏罗纪期间郟

庐断裂南段表现为左旋转换断层(图 5b); 早白垩世早期(135~130Ma)受到 NW 向的拉张, 随后在早白垩世中晚期(127~105Ma 或 95Ma)受到 NW—SE 向挤压和 NE—SW 向拉张(图 5c), 此时郟庐断裂表现为左旋平移断层; 晚白垩世—古新世, 郟庐断裂南段在 WNW—ESE 拉张环境下形成正断层(图 5d)。

Zhang Yueqiao 等(2003)对郟庐断裂带中段白垩纪的演化历史做分析, 认为早白垩世早期该段为 NE 向右旋走滑断层, 形成了胶莱走滑拉分盆地; 早白垩世中期, 受到 EW 到 NW—ESE 向拉张作用, 形成了沂沭裂谷, 表现为正断层; 早白垩世晚期, 受到

NW—SE 向扭压作用, 表现为左旋走滑断层, 晚白垩世受到 NE—SW 向挤压作用, 为右旋走滑断层。

陈宣华等(2000)认为三叠纪(244~209Ma)由于华北与扬子地块碰撞郟庐断裂带形成, 而且该期为郟庐断裂带主要左行平移时期, 侏罗纪(189~164Ma)时郟庐断裂东侧下扬子地块可能经历了逆时针转动, 白垩纪(103~94Ma)开始郟庐断裂带伴随走滑平移而发生正断层活动, 晚白垩世—新近纪右旋平移阶段, 郟庐断裂的形成与大别—苏鲁变质带有关。

1.5 郟庐断裂带的形成模式

关于该断裂带的起源目前主要存在四种不同的观点: ① 华南、华北板块碰撞形成(Yin An, 1993); ② 太平洋板块俯冲形成(徐嘉炜等, 1995); ③ 起源于华南华北板块碰撞, 定型于滨太平洋构造活动的两阶段平移观点(朱光等, 2003; 2004a); ④ 非平移观点(乔秀夫, 1981; 汤加富等, 2002)。

一些学者主要依据该断裂带在大别造山带南侧

的突然中止、大别—苏鲁造山带与华北板块北界平移幅度的不协调、华北与华南板块的汇聚过程、周边海相盖层的演变和古地磁资料等,认为其起源于华北与华南板块的碰撞造山之中,且形成模式不同,分

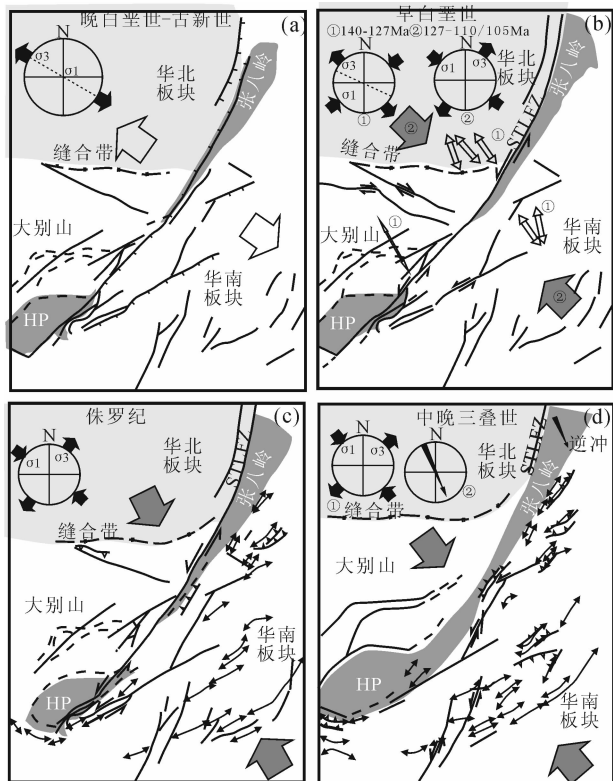


图5 郯庐断裂带南段中生代—古新世构造演化

(据 Mercier J L 等, 2007, 修改)

Fig. 5 Structural evolution of the southern section of the Tancheng - Lujiang fault zone during Mesozoic - Palaeocene

(modified from Mercier J L et al., 2007)

HP—高压变质岩

HP—high pressure metamorphic rock

别有: a. 转换断层模式(图 6a)(万天丰等, 1996b; 刘前志等 1997); b. 旋转的缝合线模式(图 6b)(Zhang, 1997; Gilder et al., 1999; 肖文交等, 2000); c. 嵌入碰撞边界模式(Yin An, 1993)(图 6c); d. 掀断层模式(Li, 1994)(图 6d), 即华南华北板块陆陆碰撞过程中, 郯庐断裂带东侧区域华南板块上地壳与下地壳拆离, 并仰冲到华北板块之上, 而岩石圈下部沿着地下缝合线俯冲到华北板块下部, 秦岭缝合线被郯庐断裂左行错断 110~120km。Lin Shoufa(1995)在此基础上进一步解释了地壳拆离只在郯庐断裂东侧发生而不是西侧的原因是华南板块的岬(promontory)有关, 而 Zhang Kaijun 等

(2006)通过物理实验模拟华南、华北板块的碰撞, 结果表明, 据现在所知的碰撞前的华南板块岩石圈强度而言, 华南板块不可能穿入华北板块, 实验中没有出现华南板块上地壳和下地壳拆离的情况, 该试验支持了华北板块作为矩形岬沿着近似垂直于郯庐断裂带的方向穿入华南板块的模型; e. 枢纽断层模式(Chang E Z, 1996)(图 6e), 即断层两盘相对发生大的旋转。

徐嘉伟(1985, 1995)认为郯庐断裂带具有巨大水平位移, 其形成应为太平洋中大洋板块(伊泽奈崎板块等)向大陆的斜向俯冲, 西太平洋与欧亚大陆的相对单剪运动所产生的陆内平移模式(图 6f), 郯庐断裂带在华北板块与华南板块碰撞造山期间并不存在, 起源于晚侏罗—早白垩世, 属于滨太平洋构造在古特提斯构造之上的叠加。

也有一些学者(万天丰等, 1996a; 朱光等, 2003)提出该断裂带早期起源于华北与华南板块的碰撞造山中, 随后在早白垩世滨太平洋构造活动中又再次发生平移运动。近年来愈来愈多的事实都支持这一两阶段平移观点(朱光等, 2003, 2004a)。

乔秀夫(1981)通过青白口群沉积盆地的再造, 认为郯庐断裂带南段有一定幅度的移动, 但作为郯庐断裂主体部分于中生代期间基本无平移。汤加富等(2002)根据郯庐断裂带两侧标志地质体的构造型式和错位情况、拉伸线理的性质和动向, 以及郯庐断裂带两侧的次级断裂带特征等, 认为郯庐断裂带并无巨大的平移运动发生, 而是多期构造变动形成的负向构造带, 综合造就的一种假错位效应。

2 存在的问题

(1) 郯庐断裂是否发生过大规模的平移运动还存在分歧, 以乔秀夫为代表的认为没有发生过大规模的平移运动, 以徐嘉伟为代表的认为发生过大规模的平移运动。这个问题还有待进一步研究。

(2) 郯庐断裂的展布位置不明确, 各段分支断裂不统一, 有些地方比较模糊, 如在渤海海域黄河口—渤南地区, 郯庐断裂的展布有的说是 3 条(王国纯, 1998), 有的说是两条。辽东湾地区有的学者认为东部辽东凸起两侧的断裂为郯庐断裂, 辽西大断层表现为向东南突出的弧形构造, 与“燕山联合弧”为同一系统(刘星利等, 1981); 而有的学者将西部的辽西大断层也作为郯庐断裂(王桥先等, 1983), 或者把辽东湾四条平行的 NNE 向大断裂均归入郯庐断裂(严俊君等, 1992)。这些不统一还有待进一步研究。

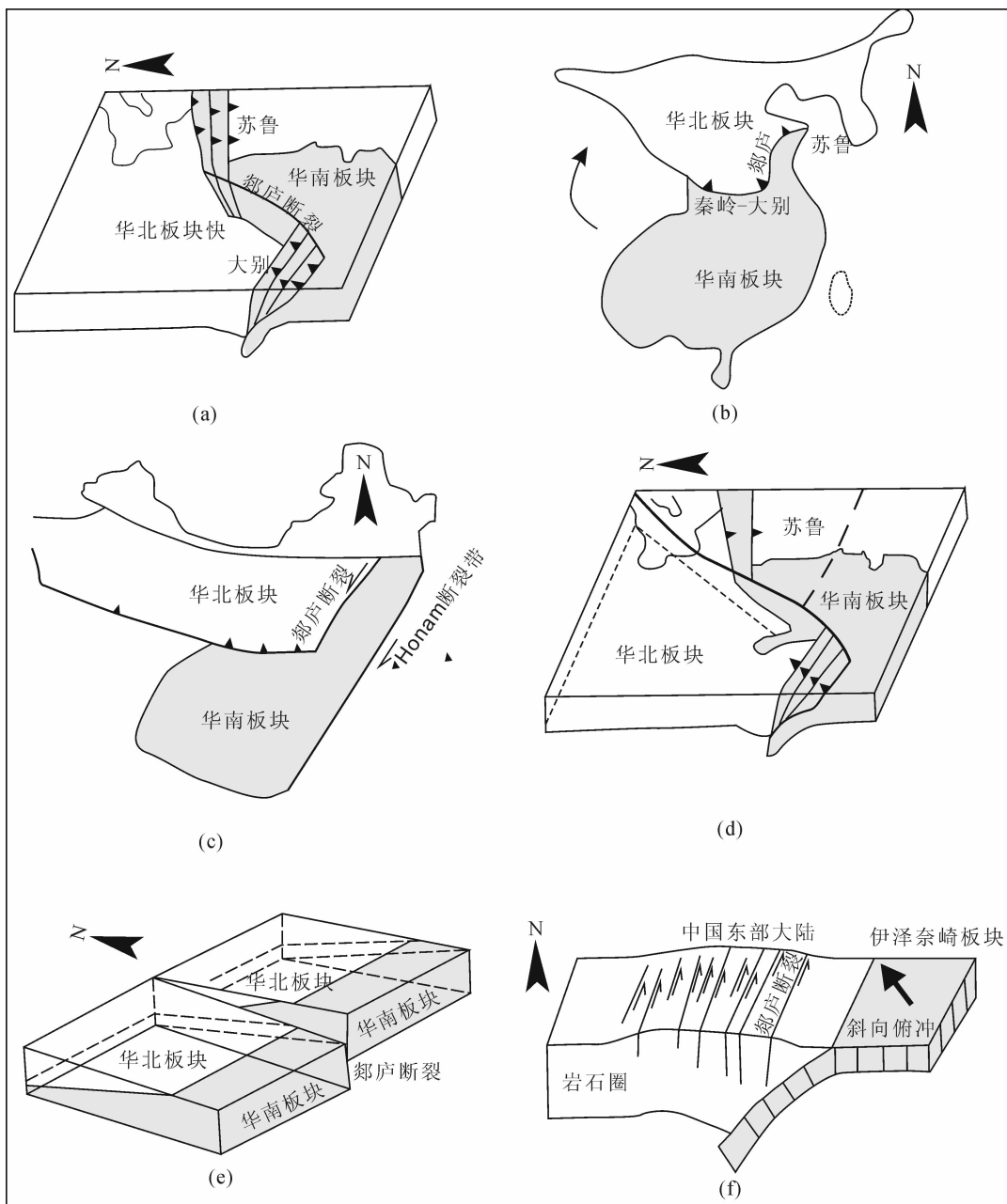


图 6 郟庐断裂带形成模式图(朱光等,2003)

Fig. 6 Tectonic models of the Tan-Lu fault zone

(a) 转换断层模式; (b) 旋转的缝合线模式; (c) 嵌入碰撞边界模式; (d) 掀断层模式; (e) 枢纽断层模式; (f) 陆内平移模式

(a) transform fault model; (b) rotary seam model; (c) inbuilt collision boundary model; (d) tear fault model; (e) hinge fault model; (f) intracontinental slip model

(3)关于郟庐断裂演化的动力学机制,主要的观点是华南板块和华北板块碰撞形成,或太平洋板块向欧亚大陆碰撞形成,或是受以上两个动力的共同控制。笔者认为该断裂带早期起源于华北与华南板块的碰撞造山中,随后在早白垩世滨太平洋构造活动中又再次发生平移运动,这一两阶段平移观点比

较合理,有大量的沉积、构造、地球化学等证据,证据较充足。

(4)郟庐断裂带控制中国东部盆地的发育,沿线发育大量的含油气盆地,但是不同段的含油气盆地油气富集程度不同,主要以北段的松辽盆地、中段的渤海湾盆地油气最富集;且每段的不同亚段的油气

富集程度也不同,如渤海海域以辽东湾和渤南油气最富。究竟是什么原因造成这种油气富集状况?至今还很少有人具体研究过,所以,郯庐断裂各段的差异控油机理还有待进一步研究。

3 结论

综上所述,郯庐断裂带的研究成果丰富,争议也较大,对于同一个问题不同的学者有不同的认识。对于郯庐断裂带的展布特征、构造样式、形成模式、构造演化等方面的研究甚多,且都存在争议。郯庐断裂带周边分布大量的含油气盆地,每个盆地的油气富集程度不同,对于造成这种油气富集差异的原因没有人具体研究过,所以,郯庐断裂各段的差异控油机理还有待进一步研究。

参 考 文 献 / References

- 常晓涛,胡建国.1998.测绘科技动态,(4):34~36.
- 陈宣华,王小凤,张青,陈柏林,陈正乐,Harrison T Mark,Yin An.2000.郯庐断裂带形成演化的年代学研究.长春科技大学学报,30(3):215~220.
- 高维明,李家灵,孙竹发.1984.沂沭活动断裂及其地震构造.构造地质论丛,3:263~271.
- 国家地震局地质研究所.1987.郯庐断裂.北京:地震出版社,15~35.
- 郭振一.1984.沂沭断裂带的基本特征及其活动方式.构造地质论丛,3:142~151.
- 胡思颐.1984.沂沭断裂带内部结构.构造地质论丛,3:125~141.
- 胡望水,吕炳全,官大勇,张文军,冷军,毛治国,袁晓满.2003.郯庐断裂带及其周缘中生代盆地发育特征,海洋地质与第四纪地质,23(4):51~58.
- 李春昱.1975.用板块构造学说对中国部分地区构造发展的初步分析.地球物理学报,18(1):52~76.
- 李四光.1974.新华夏海之起源.见:区域地质构造分析.北京:科学出版社,49~58.
- 刘前志,冯杏芝,张洁,谢结来.1997.郯庐断裂带地球物理场特征、地质演化及对油气的控制.石油地球物理学报,32(S2):1~10.
- 刘星利,王仲明.1981.渤海海域郯庐断裂带的地质构造特征.海洋地质研究,1(1):68~77.
- 陆克政,漆家福.1997.渤海湾盆地新生代含油气盆地构造模式.北京:地质出版社,99~109.
- 罗志立,李景明,李小军,刘树根,赵锡奎,孙玮.2005.试论郯城—庐江断裂带形成、演化及问题.吉林大学学报(地球科学版),35(6):699~706.
- 牛漫兰,朱光,宋传中,王道轩,刘国生.2000.郯庐断裂带火山活动与深部地质过程新认识.地质科技情报,19(3):21~26.
- 牛漫兰,朱光,刘国生,王道轩,宋传中.2002.郯庐断裂带中—南段中生代岩浆活动的构造背景与深部过程.地质科学,37(4):393~404.
- 牛漫兰,朱光,宋传中.2001a.郯庐断裂带中生代火山活动与深部过程.合肥工业大学学报(自然科学版),24(2):147~153.
- 牛漫兰,朱光,宋传中,王道轩,刘国生.2001b.郯庐断裂带中—南段新生代玄武岩源区地幔特征及其演化.现代地质,15(4):383~390.
- 牛漫兰,朱光,刘国生,宋传中,王道轩.2005.郯庐断裂带中—南段新生代火山活动与深部过程.地质科学,40(3):390~403.
- 乔秀夫.1981.对郯—庐断裂巨大平移之质疑.地质论评,(3):222~223.
- 乔秀夫,高林志,彭阳,李海兵.2001.古郯庐带沧浪铺阶地震事件、层序及构造意义.中国科学(D辑),31(11):911~918.
- 乔秀夫,张安棣.2002.华北地块、胶辽朝块体与郯庐断裂.中国地质,29(4):337~345.
- 施炜,张岳桥,董树文.2003.郯庐断裂带中段第四纪活动及其分段特征.地球学报,24(1):11~18.
- 汤加富,许卫.2002.郯庐断裂带南段并无巨大平移——来自安徽境内的证据.地质论评,48(5):449~456.
- 汤加富,李怀坤,姜清.2003.郯庐断裂带南段研究进展与断裂性质讨论.地质通报,22(6):426~435.
- 万天丰.1995.郯庐断裂带的演化与古应力场.地球科学,526~534.
- 万天丰,朱鸿,赵磊,林建平,程捷,陈进.1996a.郯庐断裂带的形成与演化:综述.现代地质,10(2):159~168.
- 万天丰,朱鸿.1996b.郯庐断裂带的最大左行走滑断距及其形成时期.高校地质学报,2(1):14~27.
- 万天丰.1996.郯庐断裂带的延伸与切割深度.现代地质,10(4):518~525.
- 王桥先,李桂群.1983.郯庐断裂在渤海海域的地质特征及其演化.山东海洋学院学报,13(3):59~66.
- 王国纯.1998.郯庐断裂与渤海海域反转构造及花状构造.中国海上油气(地质),12(5):289~295.
- 王小凤,李中坚,陈伯林等著.2000.郯庐断裂带.北京:地质出版社,1~200.
- 肖文交,周姚嘉,杨振宇,赵西西.2000.大别—郯庐—苏鲁造山带复合旋转拼贴作用.地球科学进展,15(2):147~153.
- 徐嘉炜.1980.郯庐断裂带的平移运动及其地质意义.见:国际交流地质学术论文集——为二十六届国际地质大会撰写(一).构造地质·地质力学.北京:地质出版社.
- 徐嘉炜.1985.郯庐断裂带北段平移研究的若干进展——答乔秀夫的“对郯庐断裂巨大平移质疑”.地质论评,31(1):83~86.
- 徐嘉炜,马国锋.1992.郯庐断裂研究的十年回顾.地质论评,38(4):316~324.
- 徐嘉炜,朱光.1995.中国东部郯庐断裂带构造模式讨论.华北地质矿产杂志,10(2):121~132.
- 严俊君,马前贵.1992.渤海海域的郯庐扭断裂及含油气盆地的发育.地球科学,17(1):31~38.
- 曾秋生.1984.郯城—庐江断裂带是我国大陆东部1万年以来活动性最强的构造带.构造地质论丛,3:252~262.
- 张用夏,李卢玲.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).北京:地质出版社,1~8.
- 张鹏,王良书,钟锴,丁增勇.2007.郯庐断裂带的分段性研究.地质论评,53(5):586~591.
- 朱光,徐嘉炜,孙世群.1995.郯庐断裂带平移时代的同位素年龄证据.地质论评,41(5):452~456.
- 朱光,牛漫兰,宋传中,王道轩,刘国生.2001.郯庐断裂带新生代的土地幔剪切作用与火山活动.安徽地质,11(2):106~112.
- 朱光,宋传中,牛漫兰,刘国生,王勇生.2002.郯庐断裂带的岩石圈结构及其成因分析.高校地质学报,8(3):248~256.
- 朱光,刘国生,牛漫兰,宋传中,王道轩.2003.郯庐断裂带的平移运动与成因.地质通报,22(3):200~207.
- 朱光,刘国生,Dunlap W. J. Teyssier C,王勇生,牛漫兰.2004a.郯庐断裂带同造山走滑运动的⁴⁰Ar/³⁹Ar年代学证据,科学通报,49(2):190~198.
- 朱光,王勇生,牛漫兰,刘国生,谢成龙.2004b.郯庐断裂带的同造山运动.地学前缘,11(3):169~182.

- 朱光, 徐佑德, 刘国生, 王男生, 谢成龙. 2006. 郟庐断裂带中—南段走滑构造特征与变形规律. *地质科学*, 41(2): 226~241.
- Fletcher C J N, Fitches W R, Rundle C C. & Evans J A. 1995. Geological and isotopic constraints on the timing of the movements in the Tan-Lu fault zone. *Journal of Southeast Asian Earth Science*, 11:15~22.
- Chang E Z. 1996. Collision orogeny between North and South China and its eastern extension in the Korean Peninsula. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 13(3~5):267~277.
- Gilder S A, Leloup P H, Courtillot V, Leloup P H; Courtillot V, Chen Yan, Coe R S, Zhao Xixi, Xiao Wenjiao, Halim N, Cogne J P, Zhu Rixiang. 1999. Tectonic evolution of the Tancheng—Lujiang(Tan-Lu) fault via middle Triassic to early Cenozoic paleomagnetic data. *Journal of the Geophysical Research*, 104(B7):15365~15390.
- Grimmer J C, Jonckheere R, Enkelmann E, Ratschbacher L, Hacker B R, Blythe A E, Wagner G. A, Wu Q, Liu S and Dong S. 2002. Cretaceous—Cenozoic history of the southern Tan-Lu fault zone: apatite fission - track and structural constraints from the Dabie Shan (eastern China). *Tectonophysics*, 359:225~253.
- Li Z X. 1994. Collision between the north and south blocks: A crustal detachment model for suturing in the region east of the Tan-Lu fault *Geology*, v22:739~742.
- Li Jianwei, Zhou Meifu, Li Xianfu, Fu Zhaoren and Li Zijin . 2001. The Hunan—Jiangxi strike-slip fault system in southern China; southern termination of the Tan-Lu fault. *Journal of Geodynamics*, 32:333~354.
- Lin Aiming, Miyata T, Wan Tianfeng. 1998. Tectonic characteristics of the central segment of the Tancheng—Lujiang fault zone, Shandong Peninsula, eastern China. *Tectonophysics*. 293: 85~104.
- Lin Shoufa. 1995. Collision between the North and South China blocks: A crustal-detachment model for suturing in the region east of the Tanlu fault; Comment and Reply. *Geology*, 574~576
- Mercier J L, Hou Minjing, Vergély P, Wang Yongming . 2007. Structural and stratigraphical constraints on the kinematics history of the Southern Tan - Lu Fault Zone during the Mesozoic Anhui Province, China. *Tectonophysics*, 439: 33~66.
- Ratschbacher L, Hacker B R, Webb L E, Zhou Hanwen , You Zhendong. , 2000. Exhumation of ultra-high pressure continental crust in east central China; Cretaceous and Cenozoic unroofing and the Tan-Lu fault. *Journal of the Geophysical Research*, 105 (B6), 13303~13338.
- Ross J V, Mercier J C , Xu Y g. 1996. Diffusion creep in the upper mantle: an example from the Tanlu Fault, northeastern China. *Tectonophysics*, 261 : 315~329.
- Xu J W. 1993. Basic characteristics and tectonic evolution of the Tancheng—Lujiang fault zone. In: edited by Xu J W. *The Tancheng—Lujiang Wrench Fault System*. John Wiley & Sons Ltd. , 17~50.
- Yin An, Nie Sh Y. 1993. An indentation model for the north and south China collision and the development of the Tanlu and Honam fault system, eastern Asia. *Tectonics*, 12(4): 801~813.
- Zhang Kaijun. 1997. North and south China collision along the eastern and southern North China margins. *Tectonophysics*, 170(1~2):145~156.
- Zhang Kaijun , Cai Jianxin , Zhu Junxing. 2006. North China and South China collision: Insights from analogue modeling. *Journal of Geodynamics*, 42:38 - 51.
- Zhang Yueqiao, Dong Shuwen, Shi Wei. 2003. Cretaceous deformation history of the middle Tan-Lu fault zone in Shandong Province, eastern China. *Tectonophysics*, 363:243~258.
- Zhu Guang, Wang Yongsheng, Liu Guosheng, Niu Manlan, Xie Chenglong, Li Changcheng. 2005. ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating of strike-slip motion on the Tan - Lu fault zone, East China. *Journal of Structural Geology*, 27:1379~1398.

Progresses and Problems in the Study of Tancheng—Lujiang Fault Zone

WAN Guimei^{1,2)}, TANG Liangjie^{1,2)}, JIN Wenzheng^{1,2)}, YU Yixin^{1,2)}

1) *Basin and Reservoir Research Centre, China University of Petroleum, Beijing, 102249*

2) *State key laboratory for Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing, 102249*

Abstract: Tanlu fault is an important intense deformation zone whose influence is great. It experienced multiphase tectonic evolution, and its quality is different during each period. Owing to its important geologic significance, it attracted a lot of scholars at home and abroad to research it. All the congnitions about Tanlu fault of each scholar are not identical. For understanding the developments better of Tanlu fault zone, we arranged and analyzed abundant research data of predecessor, and summarized its distribution characteristics, structural style, deep geological setting, formation and evolution, formation model and so on, and discussed the problems in the research.

Key words: Tanlu fault zone; research progress; distribution characteristics; evolution history; formation model