

沂水北部沂沭断裂带构造透镜体特征

任有保 于玉兰

(山东省地质矿产局区域地质调查队)

提要 通过对沂水北部沂沭断裂带中段构造透镜体进行几何学、运动学和动力学的研究,指出透镜体多呈对称型展布,并具有分带性的特点。根据透镜体的不对称性、排列方式等特征,对断层的力学性质和运动方向进行判断,认为断裂带内次一级断层的性质和活动方式均具多样的特点,而纯挤压应力和扭压应力作用下形成的构造透镜体则具有不同的特征。

构造透镜体是断层作用引起构造强化的一种现象,一般是由挤压应力作用下产生的两组共轭剪节理将岩石切割成菱形块体并被磨掉棱角形成的。构造透镜体多为刚性和力学强度大的岩石,其周围的岩石则较韧性。前人虽然也认为沂沭断裂带内广泛发育有构造透镜体,但对其详细研究者甚少。本文着重介绍断裂带内构造透镜体的特征,并对断裂的性质、运动方式和应力场方位进行分析。

1 断裂带宏观特征

沂沭断裂带呈 NNE 向纵贯山东中部,并将其分为鲁西和鲁东两部分。该断裂带由四条主干断裂组成(图 1),自东而西分别为昌邑—大店断裂(F₁)、安丘—莒县

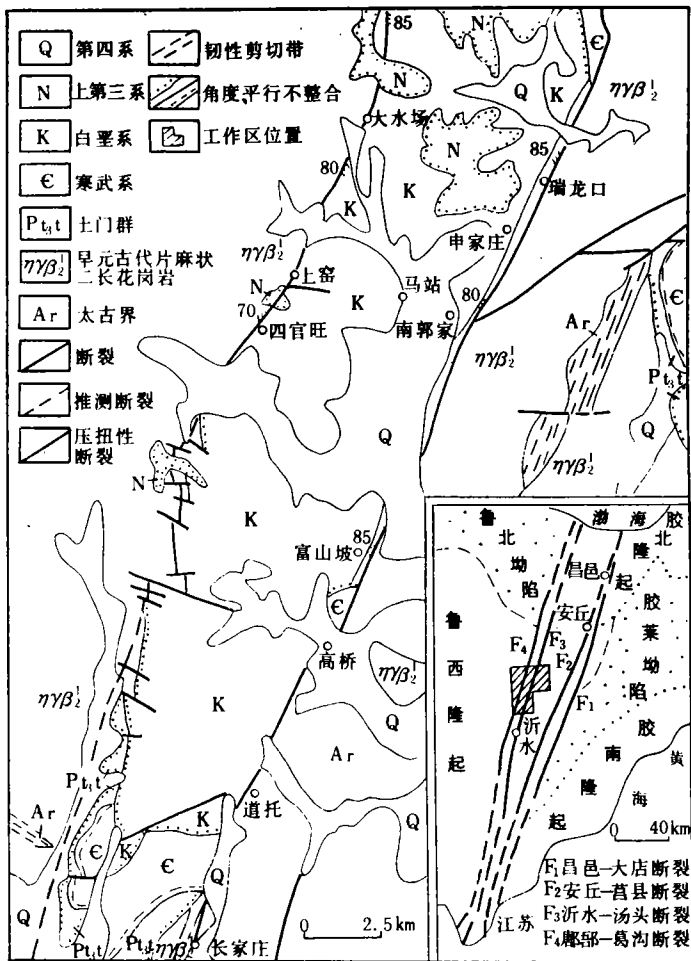


图1 研究区地质构造略图

Fig. 1 Sketch of Geological Structures in the Studied Region

本文1995—09—11收到,1996—01—31改回。

断裂(F_2)、沂水—汤头断裂(F_3)和郯部—葛沟断裂(F_4),它们具有相同的力学性质和活动历史,在空间上构成了两侧为地堑中央为地垒的“两堑夹一垒”的构造格局。本文仅以其中的郯部—葛沟断裂和沂水—汤头断裂作为剖析对象。

(1)郯部—葛沟断裂走向为 $NE30^{\circ}-40^{\circ}$,总体向东陡倾(倾角 $70^{\circ}-90^{\circ}$),局部向西陡倾(倾角 $70^{\circ}-80^{\circ}$),破碎带规模北宽南窄;沂水—汤头断裂总体呈 $NE20^{\circ}$ 方向展布,局部呈 $NE30^{\circ}-40^{\circ}$ 方向延伸,多向西陡倾(倾角 $70^{\circ}-90^{\circ}$),亦有向东陡倾(倾角 $70^{\circ}-90^{\circ}$),破碎带规模较大,宽200—600m。

(2)断裂由多条(3—12条)次一级断层组成,断层性质多样,压、张、扭断层同时存在。断层在平面上构成瓣状、带状形态,剖面上形成阶梯式、单次式、背冲式、地堑地垒式等组合样式。沂水—汤头断裂内发育大量的由不同时代、不同岩性组成的断片,而郯部—葛沟断裂内断片则不甚发育。

(3)断裂具有强烈的以压为主兼有扭性的构造变形特征,发育有大量的挤压劈理、构造透镜体、片理化带、断层泥及挤压揉皱带。有些地段还保留有早期构造活动形成的张性构造角砾岩,其角砾大小不等,棱角分明,杂乱分布。

(4)根据断裂特征综合分析,断裂至少经历过三期构造活动:早期表现为张性,形成“两堑夹一垒”结构,最大主压应力方向为 NNE 向;中期为以压为主兼有扭性的构造活动,并强烈改变了早期结构面力学性质;晚期以右行扭动为主,兼有压性活动特征,但强度较弱。

2 构造透镜体的几何学特征

构造透镜体广泛发育于断裂破碎带中,往往与劈理化带、片理化带、断层泥带相伴生。在道托(照片1)、南郭家湖(照片2)、瑞龙口(照片3)和大水场(照片4)等处规模较大,



照片1 早元古代片麻状二长花岗岩形成的构造透镜体(沂水县道托)

Photo. 1 Tectonic lens Formed in the Gneissic Monzogranite of the Early Proterozoic Age (Daotuo in Yishui County)

照片2 寒武纪灰岩形成的构造透镜体及片理化带(沂水县南郭家湖)

Photo. 2 Tectonic lens and Schistosity Zone Formed in the Cambrian Limestone (Nanguojia Lake in Yishui County)



照片3 大盛群形成的构造透镜体及片理化带(沂水县瑞龙口)

Photo. 3 Tectonic Lens and Schistosity Zone Formed in Dasheng Group (Ruilongkou in Yishui County)



照片4 青山群火山碎屑岩形成的片理化带及构造透镜体(沂水县大水场)

Photo. 4 Schistosity Zone and Tectonic Lens Formed in Pyroclastic Rocks of the Qingshan Group (Dashuichang in Yishui County)

宽度可达50—100m,多呈NNE向展布,与断裂走向大致平行。其他构造透镜体规模不等,从几厘米至几米甚至几十米都可见到,其岩性包括中—晚太古代变质岩及晚元古代、古生代、中生代地层中的各类沉积岩。

构造透镜体因所受应力状态和时间长短的差异而具有不同的形态:图2—A中的透镜体明显受两组共轭剪切节理控制,沿节理面有一定的错动,但棱角尚未被磨掉,AB面(即透镜体长轴和中轴组成的平面)产状为 $320^{\circ}/80^{\circ}$;当两组共轭剪切节理近直角时,透镜体呈矩形(图2—B),它们乃构造透镜体化的初期产物,断裂带中的透镜体多呈对称型,少数呈不对称型(图2—C),透镜体两侧略有碾磨,两端棱角尖锐且向不同方向偏转,其形成受两组共轭节理的控制,对富山坡出露的50个构造透镜体的AB面进行极点赤平投影(图2—D),结果显示AB面主要向西陡倾,产状为 $280^{\circ}-300^{\circ}/80^{\circ}-85^{\circ}$ 和 $320^{\circ}/75^{\circ}$,仅少量透镜体向东陡倾,产状为 $100^{\circ}-120^{\circ}/70^{\circ}-85^{\circ}$,透镜体产状的变化与不同时期的断裂构造活动有关。

某些地段还见有构造透镜体成分与其周围岩性很不协调的现象,如白垩纪大盛群含砾粉砂岩中夹有寒武纪灰岩构造透镜体(图2—E)。

构造透镜体的组合方式,可分为尖灭再现和尖灭侧现两种。从所测构造剖面看,区内构造透镜体以尖灭再现为主,如南郭家湖(照片2)构造透镜体呈线性排列,隐约相连,长短轴之比为5:1—10:1;其周围被片理化带包围,两者展布方向一致,片理间岩石呈鳞片状,似有流动滑移;垂直AB面有张裂隙发育,反映最大主压应力方向应与AB面垂直。另外,瑞龙口、道托、杏山官庄、柴山和大水场等地也见到构造透镜体呈尖灭再现的现象。长家庄等地尚见有少量呈尖灭侧现的构造透镜体(图2—F),它们是在扭压应力作用下形成

的。

当构造透镜体进一步强烈挤压碾磨和扁平化时,即形成片理化带。该片理化带在郯鄯—葛沟断裂和沂水—汤头断裂中非常发育,其中大水场、上窑、瑞龙口、道托、富山坡等处规模较大,宽5—15m,与构造透镜体呈过渡关系。片理化带多由存在于透镜体之间的被碾磨成碎粉、碎颗粒物发生定向排列而成,普遍发生较为强烈的绿泥石化、滑石化及高岭土化,其间常被许多细小的破裂面和裂隙纹相隔,且往往残留有构造透镜体、扁豆体。下良门所见的挤压片理化带(照片5),由白垩纪青山群安山质含砾凝灰岩、火山

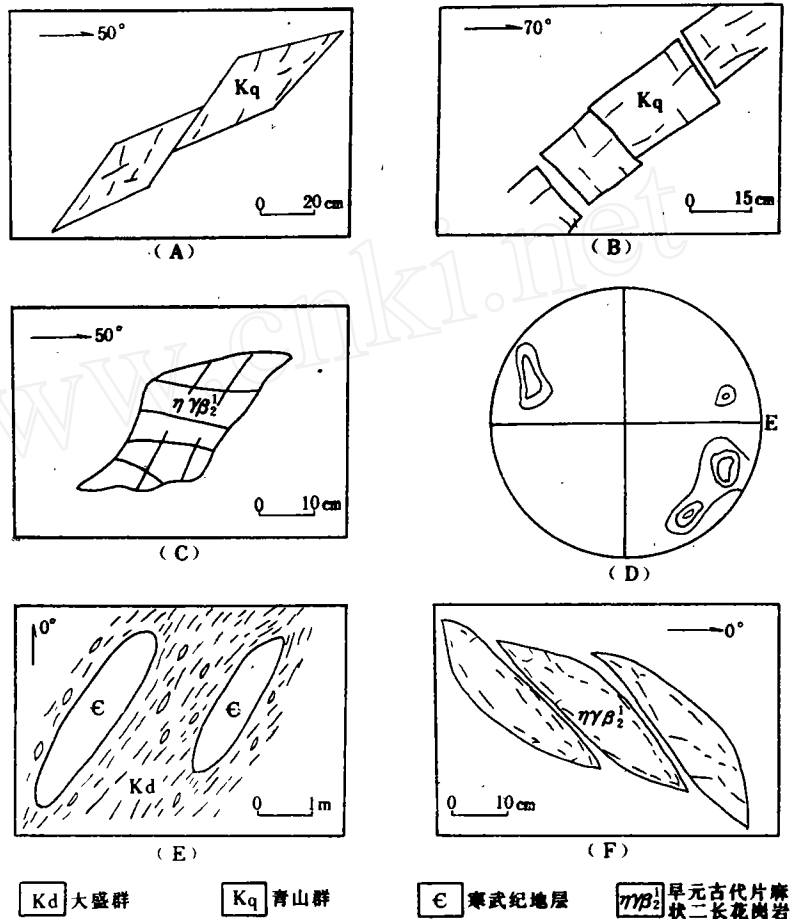


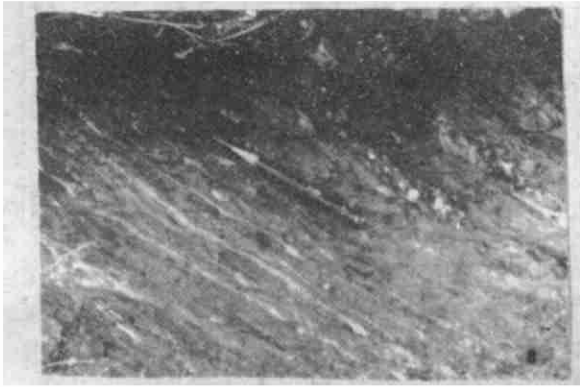
图2 构造透镜体形态及组合方式

Fig. 2 Shape and Arrangement of Tectonic Lenses

(A)白垩纪青山群火山碎屑岩形成的菱形构造透镜体;(B)白垩纪青山群火山碎屑岩形成的矩形构造透镜体;(C)早元古代片麻状二长花岗岩形成的不对称型构造透镜体;(D)50个构造透镜体AB面的极点赤平投影图;(E)白垩纪大盛群中混有寒武纪灰岩的构造透镜体;(F)早元古代地层中呈右行斜列的构造透镜体

角砾岩等质地较松散的岩石挤压而成,宽30—50cm,呈薄片状、鳞片状。其表面比较光滑,具定向排列,略有波状弯曲,连续性好,细条带延伸较远,可见流动、挠曲现象。残留碎斑则呈扁豆状、透镜体状和蠕虫状,长轴方向与片理化带方向一致,为脆—韧性构造活动的产物。

值得注意的是断裂带内构造透镜体可具有分带性。以道托花沟出露的透镜体为例(图3),该处断裂带自西向东构造透镜体化逐渐增强,依次出现构造透镜体化、构造透镜体、强构造透镜体乃至片理化带,其形态分别从菱形格子化、菱形、椭圆形、扁圆形(或长条形)透镜体直至鳞片状。构造透镜体化岩石中的透镜体棱角未被磨掉,岩块未发生错



照片5 青山群火山碎屑岩形成的片理化带
(沂水县下良门)

Photo. 5 Schistosity Zone Formed in Pyroclastic Rocks
of the Qingshan Group (Xialiangmen in
Yishui County)

动,仍保持原始结构,切割岩石成菱形块体的两组共轭节理明显可见,据其(产状可恢复主压应力方向;构造透镜体多呈椭圆形或扁豆状,长轴与短轴之比为2:1—4:1,棱角已被磨去,其间有少量片理化物质充填,此阶段形成的构造透镜体形态最为典型;强构造透镜体阶段,由于强烈的挤压扭动作用,透镜体不仅被磨去棱角,而且还进一步扁平化,共轭角也逐渐增大,平行挤压方向厚度锐减,长短轴之比可达5:1—10:1,形成的条带状、扁平状透镜体时而被拉断,存在于其间的碎粉、碎基增多,且具有鳞片状构造;片理化带是进一步碾磨

的结果,透镜体含量较少,呈碎斑“游离”于条带状、鳞片状的片理化基质中。

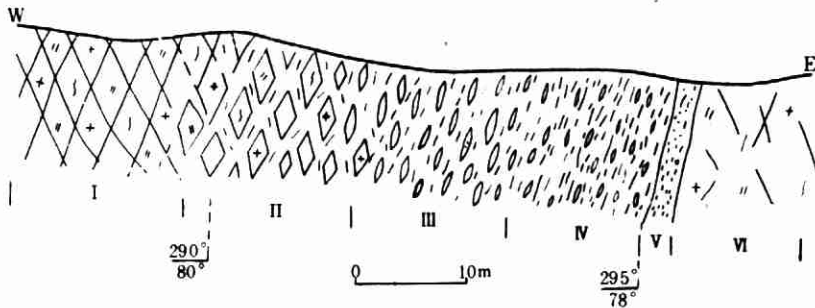


图3 道托花沟构造透镜体分带性示意图

Fig. 3 Sketch Showing the Zonation of Tectonic Lenses in Huagou, Daotou

I. 构造透镜体化带; II. 构造透镜体带; III. 强构造透镜体带; IV. 片理化带; V. 断层泥带; VI. 碎裂岩化带

3 构造透镜体的运动学特征

利用透镜体的形态、排列方式及其与相邻断层的关系可以较好地确定断层的相对位移方向,如图2—C,透镜体呈不对称形态,其与韧性剪切带中的不对称碎斑有些类似,可确定断层为右行扭动。对称的构造透镜体不易判断运动方向,但利用透镜体尖灭侧现排列方式,也可判断断层运动方向。如图2—F中的透镜体呈左行斜列,指示断层运动方向为左行扭动,而尖灭再现排列的透镜体不能判断运动方向。

另一种较常用的方法是利用构造透镜体 AB 面与断层面之间的关系判断断层的性质

和运动方式,即透镜体 AB 面所交锐角指示断层相对盘的运动方向。如申家庄见到的一条产于青山群和大盛群中的小规模构造透镜体和片理化带(图4),它们与断层面(产状 $125^{\circ}/72^{\circ}$)呈锐角相交。其中产于青山群中的透镜体和片理化带与断层成微小角度相交,局部大致平行,根据交角可确定断层曾发生以压为主兼有左行扭动的活动;而产于大盛群地层中的透镜体和片理化带与断层面则呈较大角度相交,且两端向断层面收敛,据其所夹锐角确定断层为右行压扭活动。由上述不难得出该处断裂至少发生两期构造活动,即早期为左行压扭活动,晚期为右行压扭活动。

通过对区内断裂带中的构造透镜体 AB 面及片理化带产状与相邻断层关系的分析,所确定的断层性质和运动方式见表1。由表可见,断裂带内不同性质、不同位移方向的断层都存在,这反映了该断裂带的复杂性质和活动的多期性。

4 构造透镜体的动力学特征

构造透镜体是受共轭剪节理控制的,在构造透镜体化初始阶段,控制透镜体边界的一对共轭剪切面常清晰可见。两组剪切面的共轭角(包含最大主压应力轴的两个共轭剪裂面的夹角)一般都是钝角,其等分线即最大压应力方向。如图2—A,共轭剪切面产状为 $290^{\circ}/70^{\circ}$ 和 $330^{\circ}/60^{\circ}$,确定最大主压应力方向为 100° 。又如图2—B,剪切面产状为 $135^{\circ}/85^{\circ}$ 和 $245^{\circ}/85^{\circ}$,确定最大主压应力方向为 130° 。图2—C中的透镜体边界已被磨蚀,变得不明显,但其内部发育有与边界平行的共轭剪切面(产状 $140^{\circ}/65^{\circ}$ 和 $265^{\circ}/80^{\circ}$),利用它亦可确定最大主压应力方向为 110° 。

构造透镜体 AB 面作为一种压性结构面,与最大主压应力方向相互垂直,亦可用测量其产状的方法来确定压应力方向。例如,通过对富山坡构造透镜体 AB 面产状的统计测量,确定最大主压应力方向为 NWW 向,近于水平。

由纯挤压和压扭应力形成的构造透镜体,其表现形式有一定的差别(图5)。前者形成的构造透镜体 AB 面多与断层一致,且具尖灭再现的特点,而后者形成的构造透镜体 AB 面常与断层有一定夹角,并且随着挤压扭动的加强,夹角逐渐变小乃至与断层近于平行。

本文是在1:5万圈里、马站、高桥幅区域地质调查和断裂带专题研究基础上完成的。野外工作期间,作者曾得到中国地质大学(北京)顾德林老师的指导,文中插图由我队绘图室清绘,在此一并致谢。

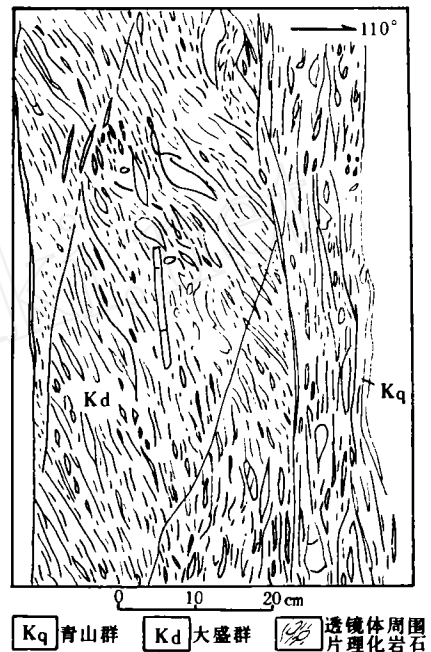


图4 判别断层平移方向的平面素描图
(沂水县申家庄)

Fig. 4 Skematic Plan View for Determining
the Direction of the Fault's Strike-Slip
Movement
(Shengjiazhuang in Yishui County)

表1 构造透镜体 AB 面及片理产状与断层关系一览表

Table 1 The Relationship of the AB Plane of Tectonic Lens and Schistosity Occurrence with Fault

断裂	位置	断层产状	岩性	AB面产状	片理产状	断层性质
郟部—葛沟断裂	上密	310°∠60°	片麻岩	290°∠50°	—	右行压扭
		95°∠75°	砂砾岩	110°∠85°	110°∠85°	左行压扭
	大水场	130°∠85°	闪长玢岩	130°∠80°	—	压性
		140°∠85°	砂砾岩	—	130°∠54°	右行压扭
四官旺	130°∠80°	片麻岩	120°∠80°	—	右行压扭	
	120°∠90°	集块角砾岩	90°∠85°	105°∠90°	右行压扭	
红花峪	287°∠70°	片麻岩	285°∠80°	—	右行压扭	
沂水—汤头断裂	瑞龙口	115°∠90°	集块角砾岩	320°∠80°	310°∠80°	左行张扭
		115°∠90°	凝灰岩	105°∠90°	—	右行压扭
		115°∠90°	集块岩	120°∠90°	—	左行压扭
	申家庄	300°∠75°	片麻岩	130°∠90°	—	左行压扭
		300°∠75°	火山角砾岩	300°∠80°	300°∠80°	压性
		305°∠85°	层火山砾岩	310°∠80°	—	左行压扭
	南郭家湖	85°∠90°	灰岩	125°∠60°	135°∠70°	左行压扭
		130°∠76°	集块岩	130°∠85°	—	压性
		310°∠85°	片麻岩	120°∠90°	—	右行压扭
	富山坡	285°∠80°	火山角砾岩	310°∠80°	—	左行压扭
		285°∠80°	凝灰岩	320°∠80°	320°∠85°	左行压扭
		290°∠80°	石英	315°∠85°	—	左行压扭
		270°∠80°	片麻岩	260°∠75°	—	右行张扭
	道托	295°∠78°	片麻岩	290°∠80°	—	右行压扭
		280°∠80°	火山角砾岩	285°∠85°	—	左行压扭
	长家庄	110°∠80°	灰岩	115°∠80°	—	左行压扭
110°∠80°		集块角砾岩	120°∠60°	—	左行压扭	
110°∠70°		灰岩	110°∠80°	—	压性	
310°∠75°		角砾凝灰岩	290°∠70°	290°∠70°	右行张扭	
310°∠75°		灰岩	315°∠55°	—	左行张扭	

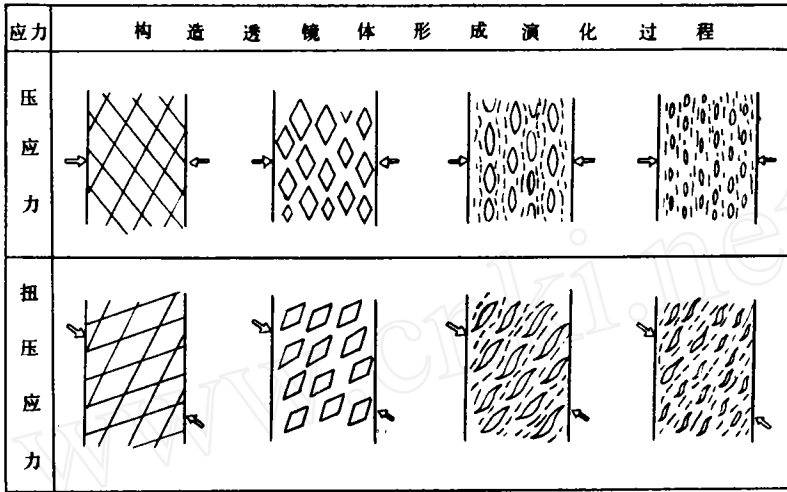


图5 不同应力作用下构造透镜体递进形变示意图

Fig. 5 Sketch Showing Progressive Deformation of Tectonic Lens Under the Action of Different Stresses

参 考 文 献

(1) 朱志澄、宋鸿林,1990,构造地质学.中国地质大学出版社。
 (2) 孙岩、韩克从,1985,断裂构造岩带的划分.科学出版社。
 (3) G. 威尔逊,J.W. 科斯格罗夫.1989,小型地质构造,地质出版社。
 (4) 山东省地质矿产局,1991,山东省区域地质志.地质出版社。
 (5) 胡思颢,1984,沂沭断裂带内部结构,构造地质论丛(3).地质出版社。
 (6) 国家地震局,1987,郯庐断裂.地质出版社。
 (7) 万天丰,1988,古构造应力场.地质出版社。

CHARACTERISTICS OF TECTONIC LENSES IN THE NORTH YISHUI AREA OF THE YISHUI FAULT ZONE

Ren Youbao and Yu Yulan

(Regional Geological Survey Brigade of Shandong Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

In this paper, by studying the geometry, dynamics and kinematics of the tectonic lenses in the middle part of the Yishui fault zone, the author points out that the lenses are commonly distributed symmetrically and in zonation, The schistosity zone is the result of further compression and grinding. According to the Lenses' asymmetrical distribution pattern and their relationship with the adjacent fault, the author can determine the mechanical property and the sense of movement of the fault. It is concluded that the properties and the movements of the derived faults of the second-order in the fault zone are featured of diversity; yet the tectonic lenses formed by the pure compressional stress and shear stress have different characteristics.