

胶南造山带西段区域构造格局 及变形特征

宋明春 张京信

(山东省地质调查研究院)

提要 胶南造山带西段显示了以韧性剪切带为主,穹隆构造、弧形构造及复杂的叠加褶皱共存的构造格局。主要的剪切系统有近水平拆离型、平行造山带走向的高角度走滑型、呈弧形展布的推覆型和造山带边缘隆-滑型韧性剪切带。走滑型剪切带是该区变形最明显的一组强剪切应变带,其运动性质以右行平移为主;弧形韧性剪切带由垂直造山带走向的近南北向转为平行造山带走向的近东西向,呈向NW凸出的弧形,自SEE向NWW方向推覆;造山带边缘韧性剪切带具明显的纵向分段性,反映了其在隆升的同时形成了垂直造山带和平行造山带的运动分量。主要的穹隆构造有尚庄穹隆、丝山穹隆、甲子山穹隆和官山穹隆。尚庄穹隆由片麻理围斜外倾、环形韧性剪切带及环状分布的包体群所显示,是岩浆强力定位造成的真正的片麻岩穹隆。弧形构造主要有龙古弧、涛雒弧和临沐弧,它们显示了胶南造山带三维空间上的“立交桥”式结构特征。

胶南造山带是一条由强烈的板块碰撞造成的复杂造山带^[1],其变形和运动图象非常复杂。长期以来,前人一直认为该区为一以多期褶皱为主的构造变形区。而近几年的1:5万区调则证实:胶南造山带西段(原胶南隆起的山东部分)显示了以韧性剪切带为主,穹隆构造、弧形构造及复杂的叠加褶皱皆很发育的构造变形格局(图1)。鉴于前人对褶皱构造已有论述,故本文主要描述前三种构造形迹,并对这一地区的区域构造格局及变形特征进行探讨。

1 韧性剪切系统

韧性剪切系统是组成胶南造山带变形格局的第一要素。近东西向(NE—NEE—SEE走向)与近南北向两组剪切带联合构成网结状剪切系统,被其分隔开的弱应变域则呈透镜状。线状强应变带与透镜状弱应变域的规律组合是胶南变质地体的基本构造样式。在三维空间上,主要的剪切系统有近水平拆离型、平行造山带走向的高角度走滑型、呈弧形展布的推覆型和造山带边缘隆-滑型韧性剪切带。

1.1 近水平拆离型韧性剪切带

胶南造山带内不同的构造-地层单元或地体之间均以韧性剪切带为界,具有造山带特

本文1996—12—29收到,1997—04—18改回。

有的非史密斯地层的特点。这组剪切带是变质地层形成之后,伴随着地壳拉伸减薄而发育起来的水平拆离型韧性剪切带,其初始产状比较平缓,且有较多的塑性固态流变褶皱与之伴生。由于后期强烈的构造改造及晋宁期大规模岩浆侵位的破坏,这组剪切带规模均较小,仅在露头上可以见到,加之剪切带的产状经常发生变化,故其运动学特征往往难以准确判断。

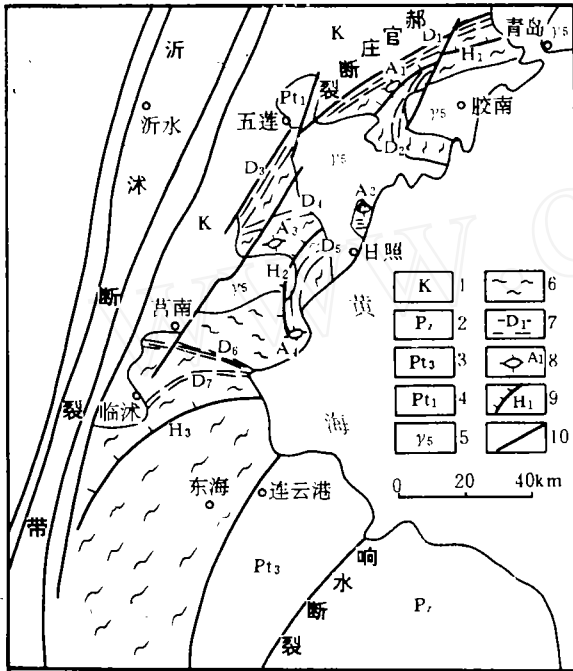


图1 胶南造山带西段构造纲要图

Fig. 1 Structural sketch of the west part of the Jiaonan orogenic belt

- 1—白垩系;2—古生界;3—上元古界;4—下元古界;
- 5—中生代侵入岩;6—片麻理走向;7—韧性剪切带及编号;
- 8—穹隆构造及编号;9—弧形构造及编号;10—断裂

1.2 弧形韧性剪切带

这一组剪切带由近于垂直造山带走向的南北向转为平行造山带走向的近东西向,呈向 NWW 凸出的弧形。较明显的弧形剪切带有三条,即石河头(或李家前乔—芙蓉村)剪切带(D₂)、大旺山剪切带(D₅)及山里剪切带(D₇)。它们的主要特征是:

(1)剪切带规模较大。糜棱面理及拉伸线理多向内弧倾伏,倾角较缓,符合 Elliott 的推覆构造之“弓-箭”法则,指示剪切带自 SEE 向 NWW 方向推覆。

(2)剪切带主要由花岗质变余糜棱岩构成,具有高绿片岩相一角闪岩相构造岩的结构特征。其上盘主要由片麻状粗粒花岗岩(具壳-幔混合源特征)^①组成,下盘以花岗片麻岩(壳源花岗岩)为主,上、下盘界限附近变形最为强烈。

(3)弧形剪切带对榴辉岩的产出具有一定的控制作用,榴辉岩多分布于弧形剪切带下盘的花岗片麻岩中。

1.3 平行造山带走向的高角度走滑型韧性剪切带

这是胶南造山带西段变形最为复杂的一组强剪切应变带。大型规模者主要有丝山剪切带(D₄)及洙边剪切带(D₆),二者共同组成走向近东西的平行剪切带阵列。其特点为:

(1)剪切带内部结构复杂,具有多期多相韧性剪切变形特征,反映了剪切带两侧变质地体经历了复杂的拼贴、剪切或相对旋转运动过程。据剪切带对其两侧先存面状构造的改造结果分析,该组剪切带的主期运动性质为右行平移。

(2)剪切带表现为强线性应变带,带内岩石大部变为糜棱岩、超糜棱岩、构造片岩及变余糜棱岩等,具有深层次构造岩的变形特征^[2]。剪切带中宏观、微观塑性变形及塑性流动

① 山东省地质调查研究院,1996,1:5 胶南、王台幅区域地质调查报告。

现象非常复杂,常见有强烈的矿物拔丝线理及复杂的剪切褶皱或鞘褶皱。

(3)剪切变形机制为简单剪切,付林(Flinn)指数 $k \approx 1$ ^①。

1.4 造山带边缘隆-滑型韧性剪切带

分布于胶南造山带西段之北西边缘,包括石门-薛家庄剪切带和小卜落崮剪切带。二者中部被中生代地质体隔开,可能为同一条剪切带。该剪切带是造山带隆升过程中形成的隆-滑构造,其主要特点是纵向分段性很明显,不同段落的几何学、流变学特征差异很大。至少可分为三段:东台头-薛家庄段,具有明显的多期多相剪切变形特征,但以正-右行平移运动为主;石门-东台头段,以正滑运动为主兼左行运动^②;小卜落崮段,以左行剪切运动为主^③。总之该剪切带的西段、中段、东段分别具有左行剪切、正滑运动、右行剪切性质,反映了造山带在隆升的同时形成了与其垂直及平行的运动分量。

根据剪切带间的相互切割及牵引关系,上述四套韧性剪切系统形成的相对时序为:①近水平剪切带被其它各种剪切带所切割,无疑是区内形成最早的一期,即第一期剪切带;②弧形剪切带被高角度走滑型剪切带所牵引,前者为区内第二期剪切带;③丝山剪切带的西端被小卜落崮剪切带牵引,表明高角度走滑型剪切带属第三期剪切带,隆-滑型剪切带为第四期剪切带。这种切割关系在野外露头上亦可见到,如胶南黄山即见有近东西向的小型剪切带切割了近南北向的小型剪切带(图2)。

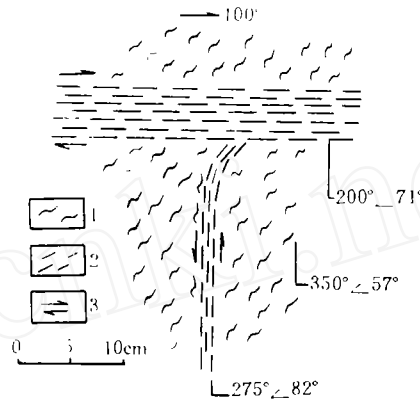


图2 小型韧性剪切带之间交切关系
平面素描图

Fig. 2 A planar sketch showing
intersection relations of small
sized ductile shear zones

1—片麻岩;2—韧性剪切带;3—剪切运动方向

2 穹隆构造

胶南造山带西段的弱应变域主要由晚元古代变质花岗岩类组成,部分为中元古代变质深成岩及早元古代变质地层,局部见有太古宙地核残留。在晚元古代的变质花岗岩中常见穹隆构造,目前被确认的有尚庄穹隆(A₁)、丝山穹隆(A₂)、甲子山穹隆(A₃)及官山穹隆(A₄)。

2.1 穹隆构造的宏观特征

穹隆构造的几何形态为圆形或卵圆形,长短轴比为1:1~3:1,面积数平方公里至十余平方公里。其核部面理产状平缓,周边面理围斜外倾,且愈向外倾角愈陡。

2.2 穹隆构造的成因解析

① 宋明春,莒南地区韧性剪切带的认识,山东区域地质,1991,(3)。

② 山东省地矿局第八地质队,1985年,1:5万日照等六幅区域地质调查报告。

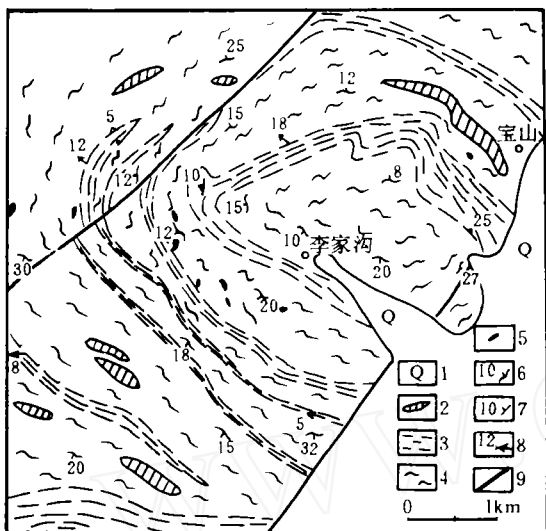


图3 尚庄穹隆地质图

Fig. 3 Geological sketch of the Shangzhuang dome
1—第四系; 2—富云包体; 3—韧性剪切带; 4—花岗片麻岩;
5—榴辉岩; 6—片麻理产状; 7—糜棱面理产状;
8—拉伸线理产状; 9—断层

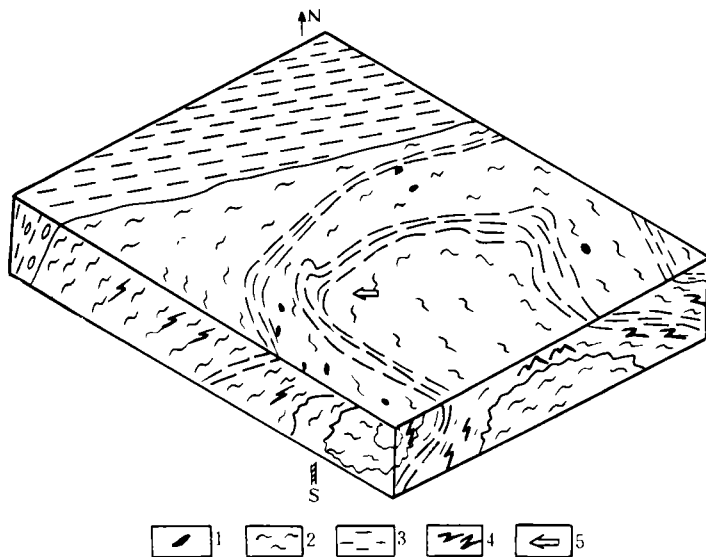


图4 尚庄穹隆的立体构造模型

Fig. 4 Stereo model of the Shangzhuang dome structure
1—榴辉岩; 2—片麻岩; 3—韧性剪切带; 4—剪切褶皱;
5—剪切运动方向(箭头示上盘相对运动方向)

关于穹隆构造的成因,目前有多种解释,最主要的有假穹隆与真穹隆之说。本文以尚庄穹隆为例,对区内穹隆构造的成因略作分析。

2.2.1 地质特征

尚庄穹隆平面形态近圆形,出露面积约 18km²,由片麻理围斜外倾及环形韧性剪切带显示(图 3)。

该穹隆由花岗片麻岩组成,内含较多呈透镜状产出且成群分布的榴辉岩包体及富云包体。其中榴辉岩包体环绕穹隆中心形成一个宽约 500 米,外环直径达 4km 的环状包体群;富云包体则位于榴辉岩包体群的外侧。穹隆构造的外围发育有大量平卧褶皱,它们常由花岗片麻

岩中云母相对富集的微薄层呈规则弯曲显示。统计表明:小褶皱枢纽倾伏方向主要为 W—NW 或 S—SE,倾伏角 2°~25°;轴面倾向北或南,倾角 5°~25°;褶皱的宽:高为 1:1~1:3,转折端明显较厚。其成因类型属流褶皱类。

尚庄穹隆的立体构造模型(图 4)显示穹隆构造与韧性剪切构造的关系极为密切,二者均为板块碰撞造山过程中变形分解作用及运动矢量分解作用的产物。

2.2.2 组构解析

尚庄穹隆区的片麻理产状统计(图 5)表明:片麻理主极密产状为 $210^{\circ} \angle 14^{\circ}$,极密图显示为单斜对称组构,极密中心拉得较长,呈半环状绕圆心分布,等密线构成一个较明显的大圆环带,环带轴产状 $112^{\circ} \angle 80^{\circ}$ 。其特征与开阔斜歪褶皱的组构相似,说明尚庄穹隆具圆柱状非对称的特点(向北倾伏的片麻理倾角陡于向南倾伏的片麻理),穹隆的顶端略向 NWW 倾伏。

2.2.3 成因解释

组成尚庄穹隆的花岗片麻岩,其原岩为晋宁期变质花岗岩,因而穹隆构造的形成与花岗岩侵位有密切的关系:早元古代时,胶南地区为相对稳定的沉积盆地,形成层状沉积岩,之后被基性、超基性岩侵位。晚元古代时扬子板块与华北板块碰撞的结果,产生了榴辉

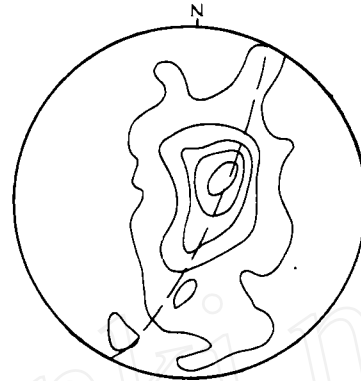


图 5 尚庄穹隆面理极点赤平投影图
($n=236$,等密度线:
 $0.21\% - 2.52\% - 5.25\% - 8.4\% - 12.6\%$)
Fig. 5 Stereogram of foliation pole of
the Shangzhuang dome



图 6 穹隆构造成因图解
(据付昭仁等,1983,略作修改)
Fig. 6 Diagram illustrating the origin of the dome structure

岩相变质作用;稍后的晋宁期深成花岗岩浆,在板块碰撞挤压作用影响下,以穹起方式侵位,当其侵入到先成地质体中时,因顶部受阻,岩体发生膨胀,内部压力增加,致使上覆围岩(变质地层及榴

辉岩等)发生崩解、破碎,并呈大小不等的块体被包于花岗岩中;随着后续岩浆的持续侵位,岩体继续膨胀发生侧向推挤和扩展,这样早期形成的花岗岩连同其中的包体就被大量推挤到岩体中心以外,并发生重力滑脱,形成以平卧褶皱为主的褶皱层及韧性剪切带(图 6)。

3 弧形构造

胶南造山带西段主要有龙古弧(H_1)、涛雒弧(H_2)和临沭弧(H_3)三个弧形构造。它们由弧形韧性剪切带和片麻理的弧形弯曲所显示,并主要由推覆构造所形成。弧形构造的宏观面理具剪切面性质,弧的形态及弧顶朝向受剪切带相对运动方向的控制。弧形构造与近东西向构造线联合构成若干个似“帚状”构造的平面图象。

胶南造山带西段的弧形构造,是该区平行造山带的近东西向构造形迹与垂直造山带的近南北向构造形迹相互干涉的结果,它表明胶南造山带在三维空间上的构造样式具有“立交桥”式结构特征。

4 结 语

综合前述胶南造山带西段的变形特征,可以看出其构造图象是相当复杂的,很难用一种模式概括其全貌。尽管挤压、剪切、伸展等变形体制在该造山带的整个演化历程中均有存在,但同其它造山带^[4]一样,对胶南造山带的构造格局和变形特征起主导作用的仍是水平方向的挤压和剪切,而垂向运动导致的地壳伸展减薄则是次要的。

参 考 文 献

- 1 宋明春,王来明等. 胶南—文威碰撞造山带及其演化过程. 见:山东地质矿产研究文集. 济南:山东科学技术出版社, 1996. 51—60.
- 2 张希道,宋明春. 鲁东南莒南地区深层次构造岩的变形相及变形的温压条件分析. 岩石学报, 1994, 10(1): 81—93.
- 3 顾德林,张长厚,陈建强等著. 胶南隆起北部地质构造特征及其演化. 武汉:中国地质大学出版社, 1996. 96—104.
- 4 索书田,桑隆康,韩郁菁,游振东等著. 大别山前寒武纪变质地体岩石学与构造学. 武汉:中国地质大学出版社, 1993. 5—74.

TECTONIC FRAMEWORK AND DEFORMATIONAL FEATURES IN THE WEST PART OF THE JIAONAN OROGENIC BELT

Song Mingchun and Zhang Jingxing
(Shandong Geological Survey Institute)

Abstract

A paragenetic tectonic framework is reflected in the west part of the Jiaonan orogenic belt, by the coexistence of mainly ductile shear zones and dome structure, arc structures as well as complicated superimposed folds. The major ductile shear system can be divided into four stages; the first stage is reflected by the nearly horizontal detachment type in a small scale which can only be seen on the outcrops; the second stage is reflected by arcuate ductile shear zones with the strike changing from NS (perpendicular to that of the orogenic belt) to EW (parallel to that of the orogenic belt), which project as an arc to NWW, and include the Shihetou zone, the Dawangshan zone and the Shanli ductile shear zones; the third stage is featured by the horizontal strike-slip ductile shear zones parallel to the orogenic belt among which the large ones are Sishan ductile shear zone and Zhubian ductile shear zone, with mainly right-hand strike-slip movement; the fourth stage is featured by uplift-slip ductile shear zones in the margin of the orogenic belt, including the Shimen-Xuejiazhuang and

Xiaopu - Luoge ductile shear zones, its major feature is a clear longitudinal segmentation with different segments having different movements, that reflects the movement components both perpendicular to and parallel to the orogenic belt during its uplift.

The main domes are the Shangzhuang, Sishan, Jiazishan and Guanshan domes. The Shangzhuang dome is reflected by gneissosity overcast and outward inclination, circular ductile shear zones and circularly - distributed inclusion groups. The foliation poles form large circular belt on the stereonet that show the cylindrical and non - symmetric characteristic. Shangzhuang dome is a real gneiss dome structure formed by forcible emplacement of magmas during the plate and compression.

The major arc structures include the Longgu arc, Taole arc and Linshu arc which are reflected by arcuate ductile shear zones and arcuate flexion of the gneissosity. The existence of these structures reflects that the Jiaonan orogenic belt has a "overpass" feature in three - dimensional space.

消息报道

《山东地质信息》百期纪念

《山东地质信息》百期纪念会于 1997 年 5 月 16 日在山东省地质科学实验研究院召开。山东省地质矿产厅副厅长王文升、地矿部山东地勘局总工程师李宏骥及原山东省地矿局总工程师兼副局长艾宪森出席了会议并讲了话。厅局有关处室和山东省地质科学实验研究院的领导以及《山东地质信息》历届编辑、工作人员、部分作者参加了纪念会。大家欢聚一堂,回顾创业历史,展望发展前景,决心把刊物办得更好。

会前,地矿部总工程师陈毓川和山东省地矿厅厅长,山东地勘局局长徐曰鹏分别为该刊题写了“办好地质信息,为发展国民经济和地矿事业服务”、“加强山东信息工作,振兴齐鲁地矿经济”的贺词。

《山东地质信息》(曾名《山东情报》、《山东地质情报》)于 1971 年创刊。26 年来,地矿局各级领导和广大地质工作者一直给予该刊以极大的关心、支持和帮助。在编辑部全体工作人员的辛勤耕耘下,至 1996 年已刊印了 101 期,共刊载各类论文 609 篇,计 965 万字(含译文 69 万字),参与的作者 354 人(含译者 43 人)。该刊已与全国 30 个省(市、区)的 260 多种刊物建立了交换关系,与 600 多个单位进行信息交流,从而为地质工作者了解山东,使山东地质工作服务于全国地矿工作做了有益的工作。

为庆贺《山东地质信息》出刊 100 期,该编辑部还特地组织了一期具收藏价值的专刊。

(毛家衢)