

# 沂沭断裂带中段地质特征与金矿成矿作用

李洪奎<sup>1</sup>, 杨永波<sup>2</sup>, 李英平<sup>1</sup>, 田京祥<sup>1</sup>

(1. 山东省地质调查院, 济南 250013; 2. 山东省第四地质矿产勘查院, 潍坊 261021)

**摘要:**沂沭断裂带是一条岩石圈断裂, 有着悠久的演化历史, 在中生代受库拉板块和太平洋板块运动作用, 发展成为裂谷式断裂系统。通过对沂沭断裂带中段地质特征的研究, 初步总结了沂水—汤头断裂是在晋宁期形成的北东向中浅层次韧性剪切带的基础上, 经后期脆性构造叠加、改造而形成的一条复杂的韧—脆性构造带, 它对区内金矿的形成起控制作用, 并具有控、容矿构造之特征。在该带内已发现六个金矿体, 赋矿围岩为蚀变的绿片岩、糜棱岩化碎裂岩和花岗质碎裂岩。

**关键词:**沂沭断裂带; 沂水—汤头断裂; 金矿; 成矿作用

中图分类号: P612

文献标识码: A

文章编号: 1007 - 6956(2004)04 - 0255 - 06

## 1 前言

郯庐断裂带是中国东部的一条著名的巨型断裂带, 沂沭断裂带是郯庐断裂带在山东的一段。它南起郯城, 北入渤海, 纵贯山东中部, 沿着沂河、沭河及潍河分布, 呈 10°~25° 方向展布, 长约 330 km, 宽 20~60 km。断裂带内由四条大致平行的大断层组成, 自西向东分别为郯部—葛沟断裂、沂水—汤头断裂、安丘—莒县断裂和昌邑—大店断裂, 这几条断裂联合构成“两堑夹一垒”的构造样式, 明显地控制着区内的沉积建造、岩浆活动和成矿作用。本文所涉及的区域主要是沂沭断裂带的中段, 即沂水—汤头断裂和安丘—莒县断裂之间的地区(图 1); 文章的内容是在前人工作的基础上, 结合近年来在该区开展的金矿普查工作的成果总结。

## 2 基础地质背景

沂沭断裂带中段是沂沭断裂带的重要组成部分, 其四周被断层所围, 出露面积仅几百平方千米。断裂带内的岩石主要由中、新太古代的变质表壳岩和新太古代的变质深成岩及古元古代的花岗质岩石组成, 燕山期小规模的花岗岩和脉岩发育, 构造活动强烈。

收稿日期: 2004 - 04 - 02

基金项目: 中国地质调查局大调查项目(200110200051)

作者简介: 李洪奎(1962 - ), 男, 山东昌乐人, 高级工程师, 主要从事区域地质调查、矿产资源勘查评价和管理工作。

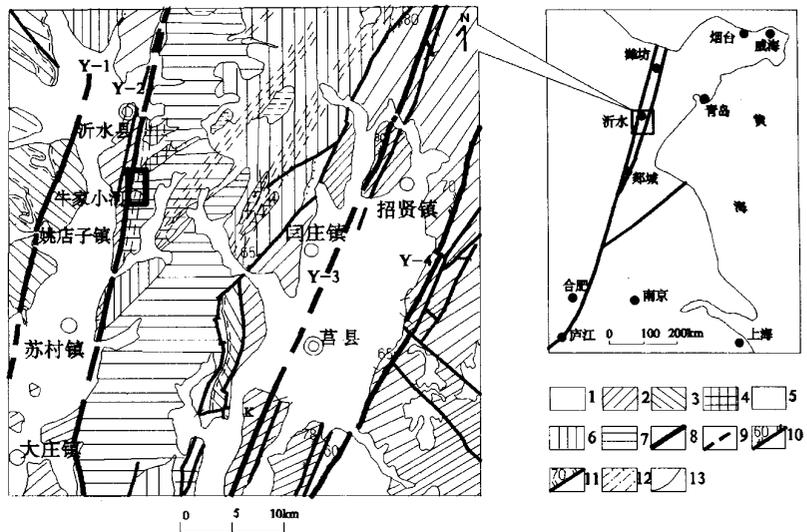


图 1 研究区地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of the studied area

1. 第四系; 2. 白垩系; 3. 寒武—奥陶系; 4. 太古宙地层; 5. 燕山晚期花岗岩; 6. 新元古代花岗岩; 7. 太古宙花岗岩; 8. 断裂构造; 9. 推测断裂构造; 10. 压扭性断裂; 11. 张性断裂; 12. 糜棱岩带; 13. 地质界线

Y-1. 唐吾—葛沟断裂; Y-2. 沂水—汤头断裂; Y-3. 安丘—莒县断裂; Y-4. 景芝—大店断裂。

在沂沭断裂带中段牛家小河地区,发现了产于沂水—汤头断裂带下盘的蚀变岩型金矿床。该金矿的发现,说明沂沭断裂带具有控、容矿的性质,为超大型断裂的含矿性提供了证据。

受沂水—汤头断裂控制的金矿床主要产于主断裂面下盘的脆—韧性构造带中,目前已发现近于平行的两条矿化蚀变带。I号矿化蚀变带是沂水—汤头断裂带的主要组成部分,是区内的主要含矿带。该带长大于11 000 m,宽度约50 ~ 360 m。带内岩石较破碎,黄铁矿化绢云母化碎裂状糜棱岩、糜棱岩质碎裂岩和蚀变绿片岩构成金矿载体(图2)。已初步控制了4个金矿体,分别为I-1、I-2、I-3、I-4号矿体,其中I-1、I-2号矿体规模较大。I号矿化蚀变带长2 300 m,宽5 ~ 60 m,其内已控制2个金矿体,分别为I-1、I-2矿体。矿体长130 ~ 1 400 m,厚度0.80 ~ 4.62 m。矿体总体呈脉状、透镜体状、不规则条带状、扁豆状。地表矿体的品位较低,但矿化较普遍,深部矿化较好,显示出隐伏矿体的特征。

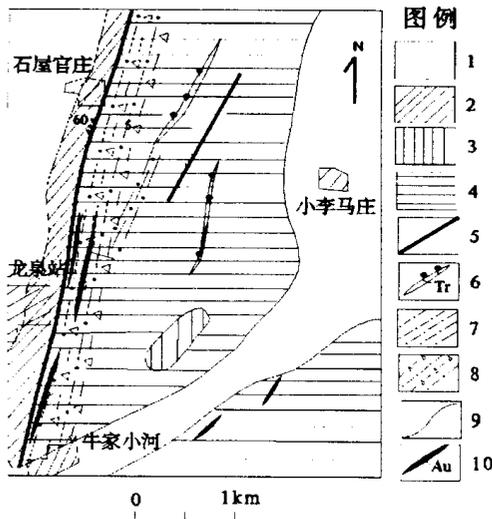


图2 沂沭断裂带中段金矿区地质图

Fig. 2 The geological map of the gold field in the middle part of Yi-Shu faulted zone

- 1. 第四系; 2. 大盛群马郎沟组; 3. 辉长岩; 4. 古元古代傲徕山单元二长花岗岩; 5. 断裂构造; 6. 硅化破碎带; 7. 糜棱岩带; 8. 破碎糜棱岩带; 9. 地质界线; 10. 金矿脉

### 3 地层及其成矿作用

区内的太古宙地层为具绿岩带性质的一套

火山—沉积建造,其金的背景值明显高于克拉克值,是该区金矿的主要矿源层之一。

新太古代泰山岩群主要分布于沂水—汤头断裂以东汞丹山凸起区东侧,呈大小不等的包体形式出露于变质变形侵入岩中,主要岩性为斜长角闪岩、黑云变粒岩、角闪变粒岩、透闪阳起片岩、变粒岩及磁铁石英岩、石榴石英岩。金元素背景值可达  $10.7 \times 10^{-9}$  (n = 139)。

该区的基底岩系主要由中、新太古代壳岩和变质变形的花岗质片麻岩组成,其地壳演化受沂水马山—雪山太古宙热穹隆构造的制约。对同一套原岩建造的变质地层来说,热穹隆中心部位为麻粒岩相,边部为高角闪岩相,远离热穹隆构造则为低角闪岩相—高绿片岩相<sup>[1]</sup>,同时发育近东西向中深层次韧性变形带。它代表了华北地台内部克拉通化时期,区域性南北压应力场作用的产物,这与整个华北克拉通的构造样式相一致。

由变质表壳岩和片麻岩—花岗岩组成的热穹隆残留体,位于沂水城东地区。由该穹隆向北、向南和向东,热流值逐渐降低,即由麻粒岩相变为低角闪岩相,而金矿即产于低角闪岩相变质区内,这与 R. W. Boyle 的花岗岩化—变质—膨胀机制下成矿物质由高能带向低能带迁移并在低能区富集成矿的理论相吻合<sup>[2]</sup>。

### 4 岩浆岩及其成矿作用

区内岩浆岩分布广泛,主要发育有太古宙及古元古代花岗岩(约占其面积的70% ~ 80%)。这些花岗岩多期多次侵入,总体上呈片麻岩—花岗岩穹隆产出。中生代岩体规模小而零星,其脉岩较发育。

#### 4.1 前寒武纪花岗岩及其控矿作用

太古宙花岗岩构成以沂水马山—雪山地区为中心的片麻岩—花岗岩穹隆,其岩性为英闪长岩、奥长花岗岩和花岗闪长岩,时代为2 531 ~ 2 706 Ma<sup>[3]</sup>,遭受麻粒岩相变质和深层次韧性剪切作用。向外依次为古元古代花岗岩,其岩性以二长花岗岩和钾质花岗岩为主,时代为2 490 Ma<sup>[3]</sup>,代表性岩体为大山岩体,呈半环状

分布于雪山岩体的外侧,仅遭受到角闪岩相变质。

#### 4.2 中生代花岗岩及其成矿作用

中生代岩体在区内多以脉岩产出,主要有辉长岩脉、细粒闪长岩脉、闪长玢岩脉、煌斑岩脉、石英脉、伟晶岩脉等,脉岩多数呈北北东向走向,部分呈东西向、北西向、南北向展布。

尽管区内没有见到大规模的中生代岩体,但从区域构造分析,区内中生代的岩浆活动十分强烈。由于在中生代受库拉板块和太平洋板块运动的作用,沂沭断裂带首当其冲受到巨大的影响,地幔上涌,地壳减薄<sup>[4]</sup>,导致地幔、下地壳升温,物质熔融,深熔岩浆沿沂沭断裂带上升,为成矿带来金质和热源<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 岩浆活动与成矿的关系

汞丹山突起区花岗质岩石形成时代主要有新太古宙、古元古代和燕山期。花岗质岩体对金矿的成矿作用主要是:(1)提供热源,改造地壳局部的地热梯度,形成以岩浆岩为中心的热场,在热源影响下,使四周围岩中以各种形式存在的金发生活化迁移;(2)在岩浆结晶分异的后期,形成含金的热液;(3)花岗岩体中的冷缩裂隙以及在后期构造作用下形成的断裂系统,有时成为金矿体赋存的有利空间。根据本区的地质特征分析,形成金矿床有利的花岗质岩石具有以下几个方面特点:有一定的分布范围,一般在几十到上百平方千米;花岗岩浆的分异程度较高,因为较高的结晶分异程度,能在岩浆后期分异出含金热液;花岗岩一般是重熔岩浆的产物,其成因分类接近于重熔型、同熔型,它能从源地和围岩中有效地提取金并把它搬运到上地壳并富集到热液体中<sup>[6]</sup>;中生代次火山杂岩体既是金矿的热源体,又是其成矿母岩<sup>[7、8]</sup>。此外脉型金矿床周围还广泛发育长英质岩脉、闪长玢岩脉、伟晶岩脉和煌斑岩脉,这些岩脉在空间分布上往往较为密切,也是间接找矿标志。

从区域地质构造条件分析,无论鲁西地区还是胶东地区的金矿床,均与中生代强烈的构

造—岩浆活动有关<sup>[9]</sup>。区内尽管没有中酸性—中偏碱性深成侵入体存在,但却广泛分布中生代脉岩,有时脉岩成群产出,主要有辉长岩脉、细粒闪长岩脉、闪长玢岩脉、煌斑岩脉、石英脉、伟晶岩脉等。在钻孔中见有闪长岩体产出,其岩性、结构构造与铜石二长闪长质和二长—正长质杂岩体相似,说明与金矿成矿作用有关的中生代岩浆活动是存在的,只不过剥蚀较浅,还没有完全出露地表而已,但这种岩体对金的成矿却更有利,因为岩浆作用为金元素的活化、迁移和富集成矿提供了热源和热液,易在岩体的边缘相带富集成矿。

## 5 构造及其成矿作用

### 5.1 基底构造特征

汞丹山突起区的基底构造有韧性变形带和褶皱构造,韧性变形构造与金矿成矿关系密切。研究表明,韧性变形构造分为二期<sup>[3]</sup>:第一期为近东西向中深层次的韧性变形带,总体呈近东西—北东东向弧型展布,发育于新太古宙变质表壳岩、TTG系列花岗质岩石中,以发育特征性构造片麻岩、变晶糜棱岩等构造岩为主,被古元古代花岗质岩石侵入破坏。第二期为北东向中浅层次的韧性变形带,广泛分布在前寒武纪变质岩分布区,由一系列变形强带及夹于其间的变形弱带构成,总体呈北东向展布,叠加在早期片麻理及中深层次韧性变形带之上并切割和改造早期东西向中深层次韧性变形带,然后被土门群地层不整合覆盖。韧性变形带具左旋走滑的特点。

北东向中浅层次韧性变形带内的构造岩主要为各种类型的糜棱岩,在变形带内以绿片岩和花岗质糜棱岩最常见,具绿片岩相变形环境。根据变形带的强变形带夹弱变形域的构造格局,研究区内自北西至南东主要发育四个变形强带,分别是牛家小河—快堡韧性变形带、棋山西韧性变形带、安庄—莫庄韧性变形带和旋沟子韧性变形带,其主要特征见表1。

李爱民、李洪奎等编. 临沂市地质矿产概论及开发利用研究, 内部出版, 1997. 12.

山东省地质矿产局. 中华人民共和国1:20万淄博幅、临朐幅、沂水幅区域地质调查报告, 内部出版, 1996.

表 1 主要韧性变形带各种数据表

Table 1 List showing the feature of the main ductile deformation belt

序号	变形带名称	规模	页理产状	线理产状	构造岩	备注
	牛家小河—快堡韧性变形带	长 10 km, 宽 0.3 ~ 1.1 km	280°~ 305° 45°~ 55°	30°~ 40° 17°~ 32°	糜棱岩、花岗糜棱岩质碎裂岩	蚀变岩型金矿
	棋山西韧性变形带	长 25 km, 宽 1.2 ~ 2.5 km	110°~ 125° 48°~ 60°	28°~ 5° 12°~ 18°	糜棱岩	
	安庄—莫庄韧性变形带	长 19 km, 宽 2.5 ~ 5.2 km	112°~ 135° 56°~ 62°	35°~ 45° 16°~ 22°	糜棱岩	
	旋沟子韧性变形带	长 20.4 km, 宽 2.2 ~ 4.3 km	125°~ 130° 62°~ 72°	38°~ 45° 18°~ 22°	糜棱岩	

从沂水城东和浮来山西等地观察,区内中深层次韧性变形带不具规模,中浅层次韧性变形带普遍发育在前晋宁期变质岩系中,其主韧性变形带被震旦纪土门群不整合覆盖,表明韧性变形发生于前晋宁期。旋沟子—洛河崖韧性变形带内构造岩的同位素年代学资料表明,其韧性变形带内构造岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄为 $941\text{Ma}^{[1]}$ ,属新元古代晋宁期,这与野外地质事实相符。

## 5.2 断裂构造特征

区内脆性断裂构造较发育,主要有北北东向、北东向、近东西向、近南北向等四组。

### (1) 北北东向断裂

沂水—汤头断裂是马站—苏村裂隙与汞丹山凸起的分界断裂,露头尺度可见长 150 km,呈 $10^\circ\sim 25^\circ$ 方向展布,是区内规模最大的构造,影响宽度 150 ~ 1 000 m 不等。总体产状 $280^\circ\sim 295^\circ$ 、 $35^\circ\sim 56^\circ$ 。走向上表现为舒缓波状,倾角变化较大,北段较陡,南段较缓,断面擦痕、阶步、揉皱发育,其活动性质以左行压扭性为主,具多期活动特点。断裂西盘为马朗沟组砂岩夹页岩,东盘主要为结晶基底岩系。带内岩石破碎强烈,具明显的构造分带性。主断面以西,依次为砂岩质碎裂岩、碎裂状砂岩;沿主断面有厚度不等的断层泥,主断面以东依次为挤压片理化带、绿片岩带、糜棱岩质碎裂岩、花岗糜棱岩质碎裂岩、碎裂岩带、碎裂状二长花岗岩等。主断面下盘岩石中普遍有硅化、绿泥石化、绢云母化等蚀变现象,在牛家小河村西、龙泉站等地有钾化、黄铁绢英岩化现象,并有金矿化显示,局

部富集可形成金矿体或矿化体。

该断裂由北往南控制并产有青上铜矿、白石岭铅锌矿、龙泉站金矿、牛家小河金矿和快堡铅锌矿等。

### (2) 北东向断裂

该断裂是沂水—汤头和安丘—莒县断裂之间并与之有 $20^\circ$ 左右交角的一组断裂,其走向在 $45^\circ\sim 50^\circ$ 之间,以南东倾为主,倾角 $60^\circ\sim 85^\circ$ 之间。带内岩石破碎强烈,构造角砾岩发育,具角砾状、蜂窝状构造,角砾多呈棱角状、次棱角状。其力学性质早期以左行压扭为主,后期以张性活动为主,并伴随有石英脉充填,产有石英脉型金矿。

### (3) 近东西向断裂

多为一些规模较小的左行压扭断裂,切割北北东向、北东向断裂,有重晶石、萤石矿化。

### (4) 近南北向断裂

与沂水—汤头断裂近于平行,其规模较小,在严家官庄一带有石英脉型金矿赋存。

## 5.3 沂沭断裂带演化与成矿关系分析

沂沭断裂带是一条岩石圈断裂,形成历史悠久,且长期演变而成<sup>[1]</sup>。基础地质资料显示:沂沭断裂带“两堑夹一垒”的构造样式是中、新生代“定型”的结果,它的演化历史、运动学和动力学机制远比它的构造形迹要复杂的多。

### 5.3.1 晋宁运动时期的沂沭断裂带

晋宁期形成的北东向中浅层次韧性变形带,以左行走滑运动为主,它对沂沭断裂带的形成和演化起制约作用。众所周知,晋宁期为华北板块与华南板块俯冲碰撞最重要的地质时

期,在近南北向应力的持续挤压作用下,碰撞带内部形成近东西向的韧性变形带(如苏北—胶南区域韧性变形带),而在碰撞带以外的华北板块内部,存在挤压不均匀的北东向扭动作用,形成北东向韧性变形带,研究区内北东向韧性变形带的形成应为这一时期的产物。该期韧性变形带的发育为后期沂沭断裂的活动提供了良好的构造背景,同时为金矿的形成提供了扩容空间,在牛家小河—快堡韧性变形带内赋存有多个金矿体就是佐证。

韧性剪切带在形成演化过程由压扭剪切到引张开放系统阶段,元素组合也伴随着变化。这种在动态构造地球化学作用下造岩元素的聚集或离散,并影响到金元素的富集。博伊尔早就指出,剪切作用会使晶格发生变形并使扩散作用增强,强烈的扭曲使矿物破碎,从而促进化学反应。韧性剪切带是热液流体的通道,并制约着各种元素的活动性和迁移能力<sup>[10]</sup>。一般认为:剪切带中的片理和早期石英透镜体基本上是由于发生强烈的剪切作用而同时形成的,而剪切作用引起和促进了其内金矿床的化学反应(围岩蚀变),因此,金矿化在剪切带中存在明显的围岩蚀变分带性是不难理解的。

### 5.3.2 晚侏罗世—早白垩世的沂沭断裂带

中生代初期,库拉板块向NNW方向俯冲消亡,中国东部地壳发生分异,西部拗陷,东部隆起,隆起区地壳受引张力作用,沿着已有断裂和新生断裂活化。由于库拉板块是热板块<sup>[4]</sup>,俯冲至下地壳深处,引起上地幔和下地壳物质局部熔融,熔体沿着断裂带上涌,产生多序次岩浆喷发和侵入,岩浆岩有中性、中酸性等。沂沭断裂带处于隆起带上,这个时期已发育成裂谷式构造,有大量喷发岩和侵入岩,裂谷内充填了大量火山沉积碎屑岩建造。沂沭断裂带在中生代经历多次张、压交替构造岩浆活动(计风桔、方仲景、李如成,1987)<sup>[5]</sup>,岩浆活动不仅发育在裂谷内,还波及到两侧的断裂带和盆地。早白垩世断裂带及其两侧次级序断裂构造表现为张性活动特征及区域右行走滑的构造背景,岩浆大多充填在这些断裂中,基底上隆明显。这个时期的岩浆作用和目前已知的主要金矿床有着密切的成因联系,如受断裂控制的蚀变岩型金矿

床,石英脉型金矿床,与火山—岩浆活动有关的金、多金属矿等。

### 5.3.3 晚白垩世的沂沭断裂带

晚白垩世沂沭断裂带是顺时针平移的余动时期,主要表现在断裂两侧岩块相对升降运动和岩块内部低序次的断裂构造的成生活动。

### 5.3.4 沂水—汤头断裂与成矿关系分析

沂水—汤头断裂具有长期复杂活动的特点,中生代以来强烈活动有可靠的证据。沂水—汤头断裂带内的构造岩表现在深层次的糜棱岩和浅层次的碎裂岩共存于同一构造带中,力学性质以左行、右行、压扭、张扭等多种形式表现出来。金矿体主要赋存在蚀变的绿片岩、糜棱岩化碎裂岩和花岗质碎裂岩中。据研究,沂水—汤头断裂带内糜棱岩存在的典型标志还有:石英的定向拉长和围绕长石碎斑呈丝带构造,宏观上条纹状石英呈断续的定向排列;石英波状消光;石英动态重结晶形成新颗粒和亚颗粒化;长石双晶扭折;黄铁矿发育压力影等,均为韧性变形的结果。早期的韧性构造是地壳的薄弱带,对后期脆性断裂的发生起了承生和控制作用,因此,沂沭断裂带正是不同层次的构造在不同时期内继承性活动的结果。目前所见到的金矿体主要产于糜棱岩化碎裂岩和花岗质碎裂岩中,为黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩和硅化黄铁矿化糜棱岩质碎裂岩。显而易见,金矿体的形成必须服从于构造条件,即脆性断裂发育之后矿质充填交代的结果。

对沂水—汤头断裂的野外观察表明,所见到的构造形迹以脆性构造的活动记录最为清晰,由糜棱岩化碎裂岩、碎裂岩化花岗岩组成。矿体赋存于主裂面之下的蚀变碎裂岩中,均反映浅层次脆性断裂之性质。从构造阶步分析,断裂带既发育有右旋扭动的特征,又有左旋压扭的迹象,亦具张裂的性质,反映了断裂多期而又复杂的活动性,而目前所展现的构造性质主要表现为左旋压扭性。

需要强调说明的是,断裂构造本身可产生巨大的机械能,且能转变成热能及化学能,从而导致金质的活化、迁移和重新分配及再定位,在有利的构造部位富集成矿(朱奉三等)。况且

构造本身具有必要的空间,又是能量释放的低能部位,故金矿皆赋存在不同级别的构造中。

## 6 结论

(1) 沂沭断裂带是一条岩石圈断裂,有着悠久的演化历史。沂水—汤头断裂是在晋宁期形成的北东向中浅层次韧性剪切带的基础上,经后期脆性构造叠加、改造而形成的一条复杂的韧—脆性构造带。

(2) 沂水城东雪山—马山一带是热穹隆的中心,具麻粒岩相变质,向南北两侧其变质程度依次为高角闪岩相—低角闪岩相—高绿片岩相,金矿产出部位即位于低角闪岩相—高绿片岩相区内。

(3) 沂水—汤头断裂具有控、容矿构造之特征,金矿的定位经历了复杂的过程,它产于沂水—汤头断裂主裂面下盘的糜棱岩化碎裂岩和花岗质碎裂岩中。

参考文献:

- [1] 刘占生. 郯庐断裂带中段地质[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1995,12.
- [2] R. W. 博伊尔. 金的地球化学与金矿床[M]. 马万钧,王立文,罗永国等译. 北京:地质出版社,1984.
- [3] 沈其韩,沈昆,耿元生,等. 山东沂水杂岩的组成与地质演化[M]. 北京:地质出版社,2000.
- [4] 郑建平著. 中国东部地幔置换作用与中生代岩石圈减薄[M]. 中国地质大学出版社,1999,12.
- [5] 山东招金集团公司. 招远金矿集中区地质与找矿系[M]. 北京:地震出版社,2002.
- [6] 沈保丰,孙继源等. 五台山—恒山绿岩带金矿床地质[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [7] 于学峰,李洪奎等. 鲁西下寒武统层状贵金属矿成矿地质特征及找矿方向[J]. 前寒武纪研究进展,2002,25(3-4总99-100).
- [8] 林景仟,谭东娟,于学峰等. 鲁西归来庄金矿成因[M]. 济南:山东科学技术出版社,1997.
- [9] 李洪奎,杨永波等. 山东省胶莱盆地东北缘宋家沟金矿地质特征及其成因初探[J]. 前寒武纪研究进展,2002,25(3-4总99-100).
- [10] 吴美德,芮仲清主编. 含金剪切带型金矿床[M]. 地质矿产部情报研究所,1989.

## Geological Characteristics and Gold Formation in the Mid part of the Yi Shu Fault

LI Hong kui<sup>1</sup>, YANG Yong bo<sup>2</sup>, LI Ying ping<sup>1</sup>, TIAN Jing xiang<sup>1</sup>

(1. Shandong Geological Survey Institute, Jinan 250013;

2. No. 4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Weifang 261021)

**Abstract:** Yi Shu fault is a lithosphere fracture belt with a long history, which formed a rift fracture system by the effect of the Kula plate and the Pacific plate movement during Mesozoic. According to the study on the middle part of this fault, it is suggested that this part (from Yi Shu to Tangtou) is a middle deep ductile shear zone with NE direction, and firstly formed during Jinning period (Newproterozoic). And later it was overprinted and reformed by the brittle structure and formed a complex ductile brittle structural belt at last. It controls the gold ore formation, and is the host structure of the gold ore. 4 ore bodies have been found in the belt. Their host rocks are alteration green schist, mylonitization cataclastic rock and granitic cataclastic rock.

**Key words:** Yi Shu rift; gold ore; Yishui Tangtou fault; ore formation