

山东沂沭断裂带中段金矿床地质特征

李洪奎¹, 杨永波², 田京祥¹, 李秀章¹, 陈延贵³, 李英平¹, 刘汉栋¹

(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; 3. 山东省物化探勘查院, 济南 250013)

[摘要]沂水—汤头断裂具有控、容矿构造之特点, 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绿泥片岩、糜棱岩化碎裂岩和花岗质碎裂岩中。矿体总体形态较为简单, 其产状与主裂面产状一致, 局部沿与脆—韧性剪切带斜交的一组裂隙充填交代而成。钾化、黄铁绢英岩化、绿泥石化、绿帘石化为主要找矿标志, 矿体的圈定几乎全凭样品分析结果来进行。有用矿物以银金矿为主, 自然金次之, 裂隙金和晶隙金是其主要的赋存状态, 黄铁绢英岩化与金矿关系密切。金矿床的主成矿期为晚侏罗世—早白垩世。根据区域成矿地质条件分析, 沿沂水—汤头断裂有良好的找矿前景。

[关键词]沂沭断裂带 金矿 矿床地质 沂水—汤头断裂

[中图分类号]P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2004)04-0027-05

沂沭断裂带是一条切慢的深大断裂^[1,4], 从2001年开始, 经过二年多的探索, 在沂沭断裂带中段龙泉站地区发现了受宽大破碎带控制的蚀变岩型金矿, 对在沂沭断裂带开展进一步的地质找矿有较大的指导意义。

1 成矿地质背景

沂沭断裂带中段的汞丹山凸起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。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(图1)。

1.1 地层

中太古代沂水岩群以包体形式残存于变质变形花岗岩中, 主要岩性为二辉麻粒岩夹紫苏麻粒岩、紫苏斜长角闪岩、黑云变粒岩。原岩为超镁铁质—镁铁质熔岩、凝灰质及泥质砂岩夹硅铁质岩石, 变质程度为麻粒岩相—角闪岩相。地层中金含量可达 20×10^{-9} ^①。

泰山岩群主要分布于沂水—汤头断裂以东, 呈大小不等的包体存在于变质变形岩体中。主要岩性

为斜长角闪岩、黑云变粒岩夹角闪变粒岩、透闪阳起片岩、变粒岩及磁铁石英岩、石榴石英岩。金元素背景值为 10.7×10^{-9} ($n=139$)。

区内太古宙地层作为具绿岩带性质的一套火山—沉积建造^①, 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^[6-9]。

新元古代土门群分为5个岩性组, 岩性为灰红色具交错层理的长石石英砂岩、蛋青色薄板状泥晶灰岩、紫色页岩等。

1.2 岩浆岩

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, 具多期多次侵入之特点, 总体上表现为片麻岩—花岗岩穹隆。中生代岩体规模小而零星, 其脉岩较发育。

1.2.1 前寒武纪花岗岩

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, 其岩性为英云闪长岩、奥长花岗岩和花岗闪长岩, 年龄为 $2531\text{Ma} \sim 2706\text{Ma}$ ^[2], 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, 年龄为 2490Ma ^[2], 代表性岩体为大山岩体, 呈半环状分布于雪山岩体的外侧,

[收稿日期]2003-05-23; **[修订日期]**2003-08-08; **[责任编辑]**余大良。

[基金项目]中国地质大调查项目(编号:200010200147)资助。

^① 山东省地质调查院. 山东鲁西地区金矿评价报告, 2002。

[第一作者简介]李洪奎(1962年-), 男, 1999年中国地大(武汉)研究生班结业, 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。

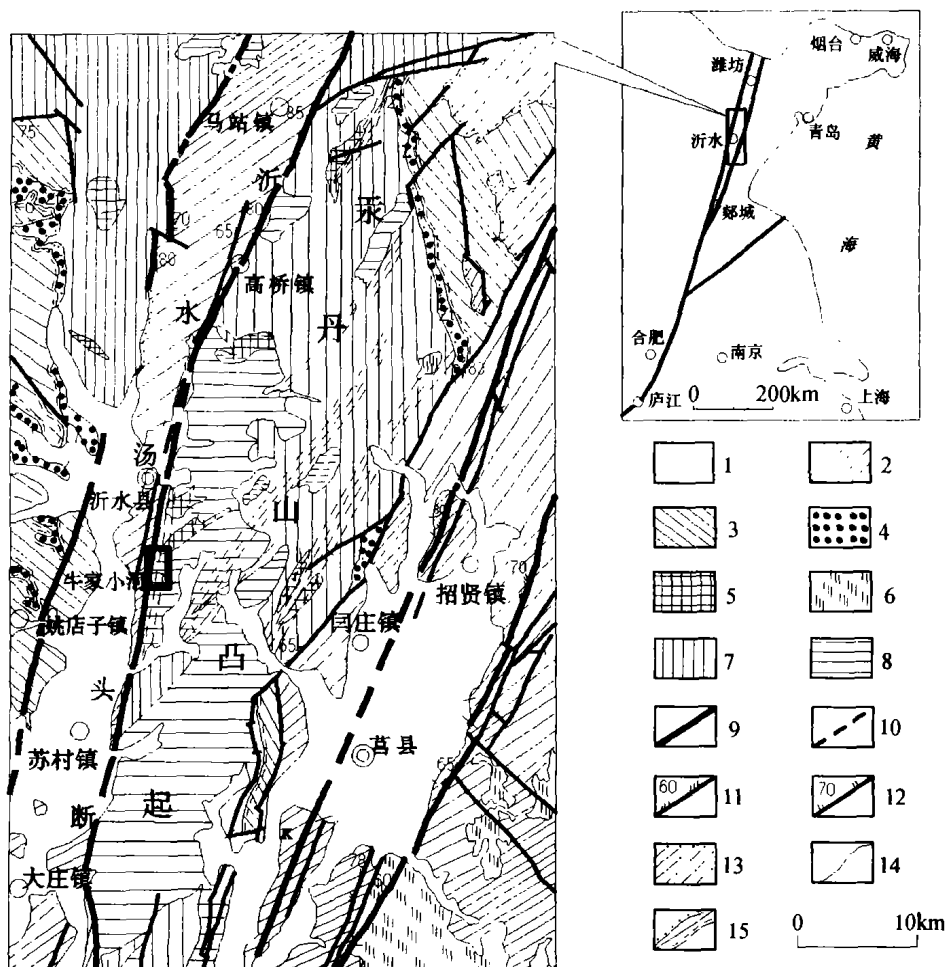


图1 沂沭断裂带研究区地质略图

1—第四系;2—白垩系;3—寒武—奥陶系;4—震旦系;5—太古宙地层;6—燕山晚期花岗岩;7—新元古代花岗岩;8—太古宙花岗岩;9—断裂构造;10—隐伏断裂构造;11—压扭性断裂;12—张性断裂;13—糜棱岩带;14—地质界线;15—角度/平行不整合地质界线

仅遭受角闪岩相变质,内含泰山岩群的包体。

1.2.2 中生代侵入岩

中生代侵入岩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,在钻孔中见有闪长岩体,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^[10],导致地幔、下地壳升温,物质融熔,深熔岩浆沿沂沭断裂带上升,为成矿带来金质和热源^[1]。

1.3 控矿构造

1.3.1 基底构造特征

采丹山凸起区基底韧性变形带可划分为二期:第一期为近东西向中深层次的韧性变形带,第二期为晋宁期北东向中浅层次的韧性变形带,由一系列变形强带及夹于其间的变形弱带构成,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4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。韧性变形带具左旋走滑之特点。

北东向中浅层次韧性变形带内构造岩主要为各种类型的糜棱岩,以花岗质糜棱岩最常见,具绿片岩相变形环境,与金矿关系密切。

1.3.2 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4组。

1) 北北东向断裂:沂水—汤头断裂是区内规模最大的北北东构造,呈 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 方向展布,影响宽度 $150 \sim 1000$ m不等。总体产状 $280^{\circ} \sim 295^{\circ} \angle 35^{\circ} \sim 56^{\circ}$ 。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。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:是沂水—汤头和安丘—莒县断裂之间并与之有 20° 左右交角的一组断裂,走向多在 $45^\circ \sim 50^\circ$ 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。

2 矿床地质特征

2.1 矿化带特征

受沂水—汤头断裂控制的金矿床主要产于主裂面下盘的脆—韧性构造带中,目前已发现近于平行的二条矿化蚀变带。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体(图2)。已初步控制了4个金矿体(一个隐伏矿体),编号分别为 I-1、I-2、I-3、I-4,其中 I-1、I-2 号矿体规模较大。II号矿化蚀变带长 2300 m,宽 5 ~ 60 m,其内已控制2个金矿体,分别为 II-1、II-2 矿体。矿体长 130 ~ 1400 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。

2.2 矿体特征

I-1号矿体:赋存于I号矿带的西侧,紧邻沂水—汤头断裂并与之平行。矿体整体呈不规则的板状,走向 15° ,倾向 NWW,倾角 $35^\circ \sim 50^\circ$,向深部产状有变缓的趋势。已控制南、北2个矿体。南矿体(I-1-1号)长 560 m,厚度 0.68 ~ 3.86 m,平均厚度 1.94 m。矿体品位 $2.05 \times 10^{-6} \sim 15.3 \times 10^{-6}$,平均品位 4.52×10^{-6} 。北矿体(I-1-2号)长

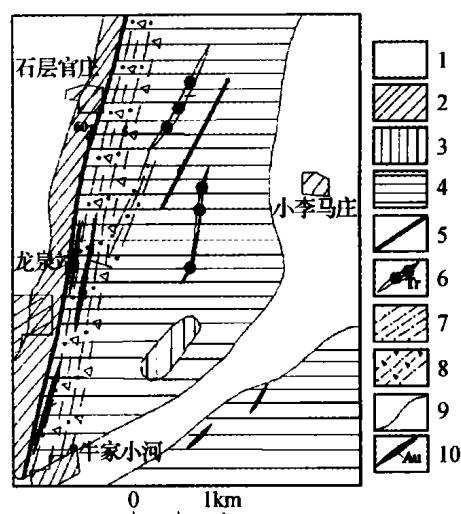


图2 沂沭断裂带中段金矿区地质图

1—第四系;2—大盛群马郎沟组;3—辉长岩;4—古元古代微体山单元二长花岗岩;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—金矿体

1050 m,厚度 0.68 ~ 2.81 m,平均厚度 1.44 m,控制矿体斜深 200 m,矿体自南向北有逐渐加厚的趋势。矿体品位 $1.18 \times 10^{-6} \sim 6.88 \times 10^{-6}$,平均品位 5.32×10^{-6} ,其品位与矿体厚度呈正相关关系。

I-2号矿体:是区内的主矿体,其走向 18° ,倾向 NWW,倾角变化较大,地表较陡,一般为 $48^\circ \sim 62^\circ$,深部矿体产状变缓,为 $32^\circ \sim 42^\circ$,沿走向自南向北矿体倾角具有变陡的趋势。矿体呈不规则的板状及透镜体状,沿走向和倾向均不稳定,具膨缩、分枝复合现象,在深部亦有分叉现象。矿体长 1200 m,厚度 0.84 ~ 4.62 m,平均厚度 1.86 m,自南向北矿体厚度具有增大的趋势,控制斜深 250 m。矿体品位 $1.08 \times 10^{-6} \sim 5.48 \times 10^{-6}$,平均品位 1.75×10^{-6} 。地表品位较低,深部品位相对较高。矿体品位变化系数 147.95%,厚度变化系数 90.74%。

I-3、I-4号矿体:为隐伏矿体,位于I-2号矿体的下盘。呈透镜体状,规模较小。在I-4号矿体下部尚有几个规模较小的矿体,与主矿体产状相反,倾向 SE,倾角 $55^\circ \sim 68^\circ$,此不赘述。

II-1号矿体:位于严家官庄附近,受断裂带控制。矿体呈脉状,沿走向有舒缓坡状变化,总体走向 355° ,倾向 W,倾角 $54^\circ \sim 70^\circ$ 不等。地表出露长度 1400 m,平均厚度 0.97 m,厚度变化系数为 60%;平均品位 4.14×10^{-6} ,品位变化系数为 45%,属厚度和品位均较稳定矿体,矿石岩性为硅化黄铁矿化碎裂岩,矿体围岩为花岗质碎裂岩。

II-2号矿体规模较小,为石英脉型,品位较高。

2.3 矿体的物质成分

2.3.1 矿石矿物成分

矿石矿物成分较简单,金属矿物主要为黄铁矿,含量在 5%~15% 左右,另有少量黄铜矿、方铅矿;非金属矿物主要为绿泥石、石英、绢云母及碎斑岩中的斜长石等。

2.3.2 金矿物特征及赋存状态

金矿物以银金矿为主,自然金次之。根据 45 粒金矿物的镜下观察,金矿物呈金黄色,显均质性,表面有麻点、颗粒大小在 0.003~0.18 mm 之间,其形态以角粒状为主,次长角粒状、树枝状、串珠状及线状等。金的赋存状态以裂隙金为主(表 1)。

表 1 金矿物形态特征一览表

赋存类型	角粒状	长角粒状	树枝状	串珠状	线状	麦粒状	细脉状	尖角粒状	合计	比例/%
黄铁矿裂隙式	11	4	3	2	2		1	3	26	58
晶隙式		6						3	9	20
石英包裹式						3				7
晶隙式	5	2							7	16

分析单位:山东省第八地质矿产勘查院实验室测试,2002。

金的成色:从金矿物成分(表 2)中可以看出,金的成色为 674。表中显示 Au、Ag 呈明显的“互补关系”,Fe、Cu、Zn 随 Au 变化的规律性不强。

表 2 金矿物成分电子探针分析结果表

样号	取样位置	取样深度/m	分析结果/%					总和/%
			Au	Ag	Cu	Zn	Fe	
LQ1	ZK03	52.38	67.97	30.92	0.59	0.00	0.52	100.00
LQ2	ZK03	53.38	66.84	31.32	0.39	0.26	1.46	100.00

分析单位:山东省地质科学实验院分析,2002。

2.4 矿石组构及矿石类型

2.4.1 矿石结构、构造

矿石结构有粒状结构、碎裂结构、交代结构、填隙结构、包含结构等。

常见的矿石构造有:条带状构造、角砾状构造、脉状构造、浸染状构造和团块状构造等。

2.4.2 矿石类型

矿石按自然类型大致可分为硅化黄铁矿化糜棱岩质碎裂岩型、黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩型、石英脉型 3 种。

1) 硅化黄铁矿化糜棱岩质碎裂岩型:地表矿石呈褐黄色、灰黑色、灰褐色,褐铁矿化较为普遍,局部可见黄铁矿晶型假象。新鲜矿石呈灰绿色—灰黑色、浅灰红色、灰白色等,局部含石英细脉。矿石具

碎裂状结构,压碎结构,细脉浸染状、块状构造。黄铁矿呈浸染状,细脉状、团块状,主要分布在胶结物及裂隙中,早期黄铁矿含金性较好。该矿石类型中烟灰色石英细脉,往往含金较高,金品位为 $4.52 \times 10^{-6} \sim 15.3 \times 10^{-6}$,而白色石英脉一般不含金。

2) 黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩型:矿石地表呈黄褐色,灰白色,新鲜者呈灰白色~灰绿色;黄铁矿呈细脉状、浸染状、团块状分布于胶结物及裂隙中。石英主要呈脉状沿裂隙充填,局部为团块状。

3) 石英脉型:地表为褐铁矿化石英脉,新鲜者为黄铁矿化石英脉。灰白色、浅褐色,细粒晶粒状结构,压碎结构,块状构造、矿石主要由粒状石英、绢云母及少量褐铁矿、黄铁矿组成。

2.5 成矿阶段

根据蚀变矿物特征及其穿插关系,沂沭断裂带中段金矿的成矿作用从早期到晚期大致可划分为 4 个成矿阶段:① 石英—黄铁矿阶段:主要生成矿物为石英、黄铁矿等,是早期的矿化,但矿化较弱。② 石英—绢云母—黄铁矿阶段:主要生成矿物为石英、绢云母、黄铁矿等,该阶段使糜棱岩质碎裂岩普遍发生黄铁矿化、绢云母化蚀变,形成黄铁矿化、绢英岩化蚀变,但金矿化微弱。③ 金—石英—多金属硫化物阶段:该阶段生成的矿物成分复杂,以黄铁矿、石英为主,次有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、银金矿、自然金等,其中石英呈圆粒状、不规则状,大部分具塑性流动构造;黄铁矿多呈自形—半自形粒状、浸染状分布,部分聚集成脉状;金矿物与多金属硫化物大多沿黄铁矿的裂隙或晶隙分布。④ 碳酸盐化阶段:是晚期矿化阶段,碳酸盐矿物多呈细脉状产出,黄铁矿多为自形晶,呈团块状、脉状产出。

3 矿床成因

1) 矿体产于沂水—汤头断裂主裂面下盘的绿片岩、糜棱岩化碎裂岩和花岗质碎裂岩中,矿体总体走向与主裂面产状一致,局部沿与脆—韧性剪切带斜交的一组裂隙充填交代发育。以钾化、黄铁绢英岩化、绿泥石化、绿帘石化最为普遍,矿体的圈定几乎全凭样品分析结果来进行^[11,12]。矿体总体形态较简单,呈脉状、板状和透镜状。主矿体具膨缩、分枝复合现象。

2) 矿石具有粒状、碎裂、交代、填隙、包含结构,条带状、角砾状、脉状、浸染状和团块状构造等;矿石矿物为自然金、银金矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、石英等,围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、黄铜矿化等、

绿泥石化、绿帘石化等,黄铁绢英岩化与金矿关系密切,金的赋存状态以裂隙金(58%)为主,晶隙金(35%)次之,包裹金少量。

3) 成矿表现为多期多阶段,矿石中见有早期黄铁矿角砾、脉石英角砾及后期的黄铁矿、方解石等。其成矿阶段大致分为石英—黄铁矿阶段、石英—绢云母—黄铁矿阶段、金—石英—多金属硫化物阶段和碳酸盐化阶段4个阶段。

4) 金矿的形成与中生代岩浆活动关系密切,钻孔中的中生代闪长岩具有黄铁矿化及金矿化蚀变,说明金矿是在岩体侵位之后形成的。区域上,该闪长岩体的同位素年龄为164~189 Ma。

5) 沂水—汤头断裂主裂面上盘的早白垩世大盛群马朗沟组中未见到金矿化,仅发育重晶石矿化,说明金矿的形成时代要早于马朗沟组的沉积时限。

根据上述矿床特征,结合基础地质资料分析研究认为:该矿床应属受脆—韧性构造带控制的中低温热液交代型金矿(蚀变岩型),区内金矿床的主成矿期应为晚侏罗世—早白垩世。

4 结论

1) 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。根据区域成矿地质条件分析,金矿床的主成矿期应为晚侏罗世—早白垩世。

2) 矿体总体形态较简单,其产状与主裂面产状一致,局部沿与脆—韧性剪切带斜交的一组裂隙充

填交代发育。钾化、黄铁绢英岩化、绿泥石化、绿帘石化为主要找矿标志。有用矿物以银金矿为主,自然金次之,裂隙金和晶隙金是其主要的赋存状态,黄铁绢英岩化与金矿关系密切。

3) 根据区域成矿地质条件分析,沿沂水—汤头断裂有良好的找矿前景。

[参考文献]

- [1] 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. 4.
- [2] 沈其韩、沈昆,等. 山东沂水杂岩的组成与地质深化[M]. 北京:地质出版社,2000. 6.
- [3] RW 博伊尔. 金的地球化学与金矿床[M]. 北京:地质出版社,1984. 12.
- [4] 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.
- [5] 吴美德、芮仲清. 含金剪切带型金矿床[J]. 地质矿产部情报研究所,1989.
- [6] 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).
- [7] 林景仟、谭东娟、于学峰,著. 鲁西归来庄金矿成因[M]. 济南:山东科学技术出版社,1997. 4.
- [8] 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).
- [9] 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. 5.
- [10] 郑建平. 中国东部地幔置换作用与中生代岩石圈减薄[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1999. 12.
- [11] 王学明、陈梦熊、李玫,等. 陕西煎茶岭金矿金的赋存状态研究[J]. 地质与勘探,2002,38(6).
- [12] 李明琴、张竹如、唐波,等. 胶莱盆地层控型金矿含矿岩系的成岩及成矿作用机理探讨[J]. 地质与勘探,2002,38(3).

GEOLOGICAL CHARACTERISTIC OF GOLD DEPOSITS IN THE MIDDLE SECTION OF THE YI - SHU FAULT BELT

LI Hong - kui¹, YANG Yong - bo², TIAN Jing - xiang¹, LI Xiu - zhang¹, CHEN Yan - gui³, LI Ying - ping¹, LIU Han - dong¹

(1. Shandong Institute of Geological Survey, Jinan 250013; 2. No. 4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Weifang 261021; 3. Shandong Institute of Geophysics and Geochemistry, Jinan 250013)

Abstract: The Yishui - Tangtou fault is a ore - controlling and hosting structure. Locating of gold deposits in the fault experienced a complicated history. The deposits are located in chlorite schist, mylonitic fragmentals and granitic cataclasites in the lower part of major section in the Yishui - Tangtou fault. The occurrence of orebodies were relatively simple, and consistent with the occurrence of major fault section. In some areas, the orebodies were formed by filling and metasomatism along brittle ductile shear belt. Potassic alteration, pyritization - sericitization, chloritization and epidotization are major ore - prospecting symbol. Outlining of orebodies is carried out according to sample analytical results. In useful minerals, electrum is majority and native gold is minority. Gold occur mainly as fissure - filling and crystal crack - filling. Pyritization - sericitization alteration has a close relation with gold mineralization. Major ore - forming period of gold is in late Jurassic to early Cretaceous. Based on regional geological condition, there is a good ore - forming future along the Yishui - Tangtou fault.

Key words: Yi - Shu fault belt, gold deposit, ore geology, Yishui - Tangtou fault