



# 焦家断裂带南部覆盖区控矿构造带的研究及成矿前景分析

贺春艳<sup>1</sup>, 郭国强<sup>1</sup>, 刘聪伟<sup>2</sup>, 曹春国<sup>1</sup>, 陈大磊<sup>1</sup>, 刘红旗<sup>1</sup>

(1. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2. 中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司, 河北 涿州 072751)

**摘要:**胶东西北部龙口-莱州断裂带南段的朱宋-朱桥段, 俗称焦家断裂带, 是胶东西北部三大控矿构造之一, 相继勘查评价了焦家、新城、河西、河东、东季、马塘、望儿山、寺庄等一系列特大型、大型以及中小型金矿床, 资源潜力巨大。由于焦家断裂带南段(寺庄以南)被第四系覆盖而去向不明, 因此目前对焦家断裂带南延的位置争议较大。根据近年来在该区开展的一系列综合物探研究工作, 初步建立了焦家主干断裂带南部覆盖区的断裂构造格架, 认为其中  $F_8$ (徐村院-沟北王)断裂为焦家断裂的南延段, 并对南部覆盖区的成矿前景进行了分析探讨。

**关键词:**焦家断裂带; 南延; CSAMT 测深; 构造格架

**中图分类号:** P542.3; P624

**文献标识码:** A

**引文格式:**贺春艳, 郭国强, 刘聪伟, 等. 焦家断裂带南部覆盖区控矿构造带的研究及成矿前景分析[J]. 山东国土资源, 2015, 31(7): 19-24. HE Chunyan, GUO Guoqiang, LIU Congwei, etc. Reserch and Mineralization Prospection Analysis on Ore-controlled Tectonic Belts in South Coverage Areas of Jiaojia Fault Belt[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(7): 19-24.

胶东地区是我国最重要的金矿产地之一, 其储量约占我国已探明岩金储量的 1/3, 重要性不言而喻。焦家断裂带作为胶东西北部金矿集中区的主要控矿构造之一, 是“焦家式”破碎带蚀变岩型金矿的最早发现地, 是焦家金矿田的控矿构造, 该带目前已探明新城、焦家、河西 3 个特大型金矿床, 以及河东、望儿山、冬季、上庄、马塘、寺庄等一批大、中型金矿床, 资源潜力巨大。由于焦家断裂带南段(寺庄以南)被第四系覆盖而去向不明, 因此目前对焦家断裂带南延位置争议较大, 其南延段的确立, 对进一步的勘查工作部署具有重要的指导意义。

## 1 研究区背景

### 1.1 区域地质背景

研究区位于胶东西北部莱州市苗家一平里店地区, 大地构造位置处于华北地台东缘胶北隆起区, 西

靠沂沭断裂带, 北临龙口断陷盆地和渤海拗陷, 东接牟平-即墨构造混杂带, 南接胶莱拗陷。古老的基底变质岩系、多期多成因的岩浆活动和以 NE 向断裂为主的断裂构造格架, 构成了该区金矿的区域地质背景<sup>[1]</sup>。

I 级控矿构造自西向东主要有三山岛断裂、焦家断裂、招平断裂 3 条主干断裂构造带, 断裂总体走向呈 NE 向, 一组近 NE 向次级断裂与 3 条主干断裂平行展布, 同时发育少量 NW 向和近 EW 向断裂。三山岛断裂倾向 SE, 焦家断裂倾向 NW, 招平断裂倾向 SE, 三者形成“向、背”组合样式。三山岛断裂和焦家断裂之间及招平断裂上盘, 主要地质体为早前寒武纪变质岩系, 由新太古代 TTG 质花岗岩片麻岩、变辉长岩(斜长角闪岩)和少量呈残留包体出现的胶东岩群及中太古代唐家庄岩群组成。焦家断裂和招平断裂之间的断裂下盘大面积分布中生代玲珑二长花岗岩, 局部有中生代郭家岭花岗闪长岩、

收稿日期: 2014-11-05; 修订日期: 2014-12-27; 编辑: 陶卫卫

基金项目: 山东省财政项目, 鲁地字[2012]21 号文资助的地质科研项目

作者简介: 贺春艳(1982—), 女, 陕西黄龙人, 工程师, 主要从事地质矿产勘查工作; E-mail: hcy\_gg@163.com

伟德山花岗岩和相关的脉岩(煌斑岩、辉绿玢岩、闪长玢岩、花岗质脉岩等)发育<sup>[2]</sup>。研究区南侧和北侧有少量白垩纪沉积盖层,沿海边和河流分布有第四纪松散沉积层。

## 1.2 已知焦家主干断裂带地质特征

### 1.2.1 产状、规模

焦家主干断裂带处于研究区北部,红布-新城段展布于玲珑二长花岗岩内,新城-寺庄段复合于玲珑二长花岗岩和早前寒武纪变质杂岩系的侵入接触带,寺庄以南由于第四系覆盖,断裂带的去向不明。主干断裂破碎带宽 100~370 m,走向 10°~45°,总体走向 NE30°,倾向 NW,倾角 25°~40°,局部陡至 70°,上陡下缓。早期表现为韧性特征,可见糜棱岩;成矿期主要表现为脆性特征,以碎裂岩及构造节理发育为特征,含矿硫化物沿构造贯入或以胶结物形式出现。

### 1.2.2 围岩蚀变

蚀变围岩沿焦家断裂构造带及两侧分布,多处主裂面下盘一侧较为发育。蚀变带走向与断层基

本一致,蚀变带宽一般为 70~250 m,具上窄下宽的特点。主要围岩蚀变类型有绿泥石化、钾长石化、红化、绢云母化、硅化、黄铁矿化等。

### 1.2.3 蚀变分带

蚀变距主断层的远近及强弱向两侧依次为黄铁绢英岩带、黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带、黄铁绢英岩化花岗岩带和钾化红化花岗岩带<sup>[1]</sup>,各蚀变岩带之间为渐变过渡关系(局部或缺失某一蚀变带),蚀变强度以主裂面为中心向两侧逐渐减弱。各带特征见表 1。

### 1.2.4 矿体赋存规律

(1)主矿体严格受焦家断裂构造带控制,主裂面下部走向上与主裂面大致平行、倾角大于主裂面的控矿构造及与主裂面反倾的陡倾构造控制了次要矿体的形态、空间分布和规模。

(2)断裂带在平面和剖面上均呈舒缓波状延伸,金矿床具有明显的尖灭再现、分枝复合、膨胀夹缩特点,矿体不仅在倾向上尖灭再现,同时在走向上也表现出尖灭再现特点。同时矿体还具有侧伏现象<sup>[3]</sup>。

表 1 焦家金矿不同蚀变带特征

特征	黄铁绢英岩带	黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带	黄铁绢英岩化花岗质岩带	红化带
颜色	浅灰—灰绿色	灰色—浅灰绿色	浅灰—淡灰绿色	淡柔红色
主要矿物成分	石英 50%,绢云母 40% 金属矿物(黄铁矿为主) 5%~10%	绢云母、石英和蚀变 残留的钾长石、斜长石 及少量金属矿物	石英、绢云母及残留长石	基本为原岩,常见轻微的绢云母化及星散、细脉状黄铁矿化
结构	显微鳞片花岗岩变晶 结构变余糜棱结构	变余碎裂结构	变余碎裂结构碎斑结构	变余碎裂花岗岩结构
构造	块状构造	斑杂状构造	块状构造斑杂状构造	块状构造
韧性构造		有	有	有
脆性构造	发育	发育	发育	不发育
钾化				强烈
碳酸盐化	强烈	强烈	强烈	弱
厚度	0~20 m	0~40 m	10~100 m	50~200 m
含金性	好	较好	差	差
赋存矿体	主矿体	主矿体	3号脉群	3号脉群

据庞绪成,2005年

(3)矿体沿倾斜方向具阶梯式分布规律,主要赋存于断裂缓倾段和陡、缓转折部位,构成了金矿的阶梯式分段富集,主要机理为:断裂陡倾段为开放空间,顶部压力小,成矿流体沿断裂运移时向上逸散速度快,不宜沉淀成矿;断裂缓倾段,为相对封闭空间,顶部围岩压力大,流体横向逸散速度慢,宜沉淀成矿<sup>[4]</sup>。

## 1.3 焦家主干断裂带电性异常特征

寺庄金矿位于焦家主干断裂带上,在该区已知剖面 264 线上施工的 CSAMT 剖面资料显示,该段电性异常特征反映为:上部为低阻电性层,底部为高阻基底层,之间呈典型的梯级带,梯级带呈舒缓波状向下延深。上部的低阻异常等值线稀疏、变化平缓,与焦家断裂带上盘早前寒武纪变质岩系相对应;高阻基底等值线密集、变化稳定,与焦家断裂带下盘的

二长花岗岩相对应;梯级带等值线自上而下呈渐变关系且局部变化较大,对应 2 种不同岩性的接触带,即已知断裂蚀变带。

从图 1 上看,2~3 km 之间低阻异常明显宽大,断裂带呈明显的低阻反映,钻孔资料显示该段断层下盘矿化蚀变厚度大,主干断裂下盘沿走向及倾向具有 NNE—NE 向分支断裂,致使该剖面浅部主干断裂下盘岩石破碎、裂隙发育,电阻率明显降低,该段断层主裂面向下弯曲,蚀变带矿化程度强烈。1.5~2 km 之间,等值线向下弯曲、间距宽大,与之对应的是该段蚀变矿化强烈,矿体厚度大且连续稳定,同时主矿带下部还有多层次矿带分布。梯级带变化规律及延深方向与断层的变化规律及延深基本一致,呈舒缓波状向西缓倾,说明断裂带向下一直平缓延深,深部还有较好的成矿空间。

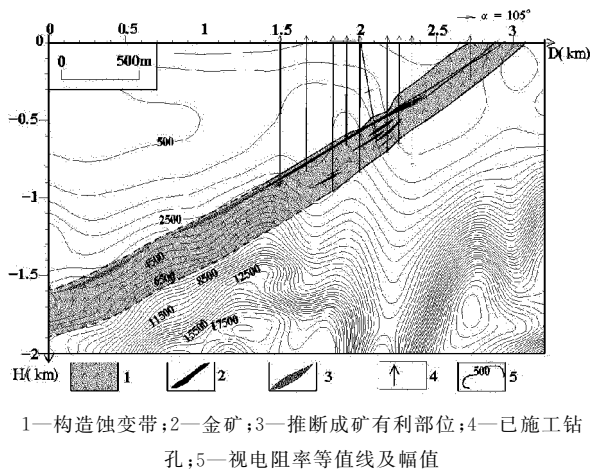


图 1 264 线 CSAMT 视电阻率等值线及幅值

## 2 南部覆盖区断裂构造格架的建立

利用 5 条可控源音频大地电磁长剖面解释成果,结合区域重磁平面资料,在焦家主干断裂带南部覆盖区推断了 NE, NNE 向隐伏断裂带 6 条,分别编号  $F_1, F_3, F_5, F_6, F_7, F_8$ ; 如图 2 所示,各断裂构造带主要特征:

$F_1$ (朱桥—平里店)断裂大致沿朱桥—平里店一线展布,为推断隐伏断裂,走向  $NE35^\circ$  左右,位于已知焦家断裂南段,由 CSAMT 测量剖面控制,断裂带的电阻率主要异常特征为:条带状、串珠状、“V”型低阻异常向深部西北方向的可追溯带,总体呈波状起伏向 NW 缓倾,倾角约  $45^\circ$ ,该带在平里店附近发现激电异常,后经钻探验证见矿。

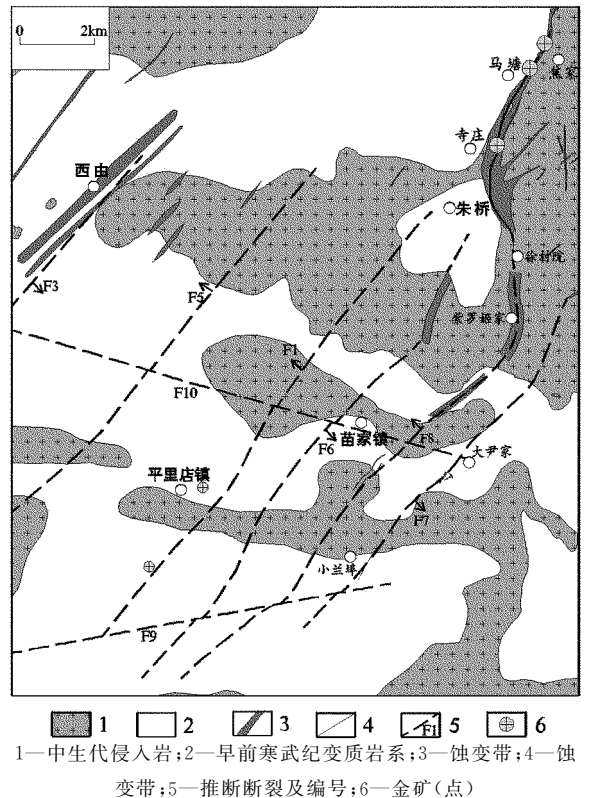


图 2 已知焦家断裂带南部覆盖区综合推断成果图

$F_3$ (西由)断裂位于已知焦家主干断裂带西南部,平面上沿西由镇一带展布,走向  $NE40^\circ$  左右,倾向 SE。该断裂带北宽南窄,在西由地段因伴生多条次级断裂而形成宽 1 km 的蚀变破碎带,沿该带施工的 ZK601, ZK605 等十几个钻孔验证结果表明,该带有规模大、破碎蚀变强的特点。

$F_5$ (招贤)断裂是位于  $F_1$  和  $F_3$  断裂之间的 1 条走向  $NE40^\circ$  左右、倾向 NW 的隐伏断裂,目前该带仅依靠物探资料推断所得,对其规模及含矿性欠缺进一步研究。

$F_6$ (苗家)断裂大致沿朱桥—苗家一线展布,与苗家东北出露的已知断裂相连接,故命名为苗家断裂,走向 NE 约  $35^\circ$ 、倾向 SE,目前该带尚未有找矿突破。

$F_7$ (灵北)断裂大致沿小兰埠—大尹家一线展布,走向  $NE40^\circ \sim 50^\circ$ ,倾向 SE,北部与已知灵北断裂相连接,南部为隐伏断裂带,主要依据 CSAMT 剖面资料推断,与大尹家西南揭露的 NE 向断裂蚀变带吻合(图 2),该断裂带为控矿构造,在南部大尹家附近已有钻孔见矿。

$F_8$ (徐村院—沟北王)断裂为推断隐伏断裂,大致

沿徐村院—紫罗刘家—沟北王一线展布,走向 NE35°左右,北部距已知焦家断裂带约 2 km,主要利用 CSAMT 测量长剖面推断,剖面异常特征表现为向深部 NW 方向延深的等值线同步弯曲梯度带或高低阻过度梯级带,呈舒缓波状,倾角约 30°,与寺庄矿段 264 线异常特征相似。

### 3 对焦家断裂带南延位置的初步认识

上述 6 条 NE, NNE 向断裂带中,  $F_3$  断裂推断为西由断裂的南延,  $F_7$  断裂推断为灵北断裂的南延, 北端均与已知断裂地表揭露位置吻合较好, 地球物理标志明显;  $F_5$  (招贤) 断裂仅靠物探资料推断所得, 其他特征不详, 且与已知焦家断裂带的空间位置不具有连续可追踪性;  $F_6$  断裂与苗家镇附近出露的断裂带一致, 地质及地球物理资料均显示其倾向为 SE, 与焦家断裂带倾向 NW 的特征不符;  $F_1$  (朱桥—平里店) 断裂与  $F_8$  (徐村院—沟北王) 断裂的规模、产状、走向及地质特征与已知焦家断裂带相似, 该次工作收集了区内大量的地质及钻探资料, 认为上述  $F_8$  (徐村院—沟北王) 断裂为焦家断裂带的南延, 地质及地球物理依据更为充分,  $F_1$  (朱桥—平里店) 断裂为焦家断裂带上盘规模较大的次级断裂, 主要依据有:

#### 3.1 空间位置的合理性

$F_8$  (徐村院—沟北王) 断裂大致沿许村院—小兰埠一线展布, 徐村院至紫罗刘家段走向稳定向南延伸, 紫罗刘家以南走向 NE35°~40°, 倾向 NW 约 30°。焦家主干断裂带由寺庄金矿床向南, 已有系统钻探工程揭露, 证实构造蚀变带稳定向南延伸, 而该次发现的  $F_8$  断裂带在徐村院地区与山东省第六地质勘查院揭露的构造蚀变带位置基本对应, 徐村院附近的构造蚀变带有系统地表取样及钻探工程揭露, 距北部焦家主干断裂构造带 800 m, 因此认为二者在空间上基本对应。此外山东省第六地质勘查院在南部沟北王家东北部揭露一条 NE 向蚀变带, 由 44ZK1, 52ZK2, 52ZK1, 490ZK1 等钻探工作控制, 与推断  $F_8$  断裂带空间位置吻合较好, 表明该断裂带自紫罗刘家向南走向仍为 NE 35°~40°。

#### 3.2 断裂构造蚀变带地质特征基本相同

焦家主干断裂带寺庄段长约 4 km, 宽 80~800 m, 延深 1 140 m, 平面或剖面上呈舒缓波状延伸, 走向 NE 15°~NW 325°, 倾向 NW 或 SW, 倾角 30°~

45°。寺庄—新城段沿早前寒武纪变质岩系与中生代玲珑二长花岗岩接触带展布, 264 线以南发育于玲珑二长花岗岩中, 发育有连续稳定的主裂面, 以灰黑色断层泥(厚 2~45 cm)为标志, 寺庄南部地段以主裂面为界构造岩基本呈对称分带, 向两侧依次为绢英岩质碎裂岩、绢英岩化花岗质碎裂岩、绢英岩化花岗岩。推断  $F_8$  (徐村院—沟北王) 断裂的徐村院—紫罗姬家段, 工程控制长 1 700 m, 宽 160~360 m, 构造蚀变带走向 35°到近 SN 向, 倾向 W, 倾角 34°~60°, 构造蚀变带平面或剖面上均呈舒缓波状延伸, 发育有连续稳定的主裂面, 厚 0.05~0.60 m 之间, 以主裂面为中心向两侧依次分布有绢英岩、绢英岩质碎裂岩、绢英岩化花岗质碎裂岩、绢英岩化花岗岩, 各岩带之间呈渐变关系<sup>[5]</sup>。该段见到的 2 处金矿(化)与寺庄金矿床主矿体赋存位置相同。可见, 2 个地段断裂带的规模、产状、蚀变带分带、蚀变矿化等特征都很相似。

#### 3.3 CSAMT 异常特征与已知剖面相似

$F_8$  断裂下盘表现为相对高阻异常显示, 上盘为相对低阻异常显示, 断裂带位于高低阻过渡梯级带上(图 3), 这与寺庄金矿 264 勘探线 CSAMT 异常特征相似(图 1); 电性梯级带呈舒缓波状向深部 NW 方向延伸, 倾角约 40°左右, 沿倾向方向有 2~3 个倾角由陡变缓的变换台阶, 表明断裂带也具类似变化特征, 这与已知焦家断裂带倾向变化特征相似。

#### 3.4 地球化学特征相似

从以往地球化学资料分析, 寺庄金矿床内指示矿化蚀变带的异常元素组合为 Au, Ag, Cu, Pb, As, Sb, Bi, Mo 等; 该区为 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Bi, Mo, Hg 等, 二者基本一致。

综合以上特征, 认为该次发现的  $F_8$  (徐村院—沟北王) 断裂带, 无论是地球物理特征还是蚀变带规模及产状、蚀变岩带分带特征等与北部焦家主干断裂带特征基本相同, 且地理位置基本对应, 向南可追踪对比, 因此认为该隐伏断裂带即为焦家断裂带的南延位置。

## 4 南部覆盖区找矿前景分析

近年来众多学者普遍认同, 该区金矿床形成于燕山期大规模岩浆活动之期, 此时正是中国东部岩石圈减薄之际, 燕山早期是花岗岩成岩期(175~132

Ma),燕山晚期是成矿期(120~100 Ma),交代重熔花岗岩是矿床的直接矿源系,早前寒武纪变质岩系是初始源岩<sup>[6]</sup>。EW 向构造控制着岩浆岩的空间展布、形态、岩源和成矿潜能;NE,NNE 向断裂构造控制着金矿化的产出。区域北部(仓上一招远以北)花岗闪长岩、二长花岗岩均很发育,重熔作用强度大、

温压较高,是矿源、水源、热源极为优越的地段,成矿潜能最好,在区域南部(朱由—梁郭以南、旧店—河头店以北)罕见郭家岭型岩体,只见二长花岗岩,燕山期热事件由北向南逐渐减弱,重熔花岗质岩石的源岩逐渐从胶东岩群过渡至荆山群甚至是粉子山群,成矿潜能减弱<sup>[7]</sup>。

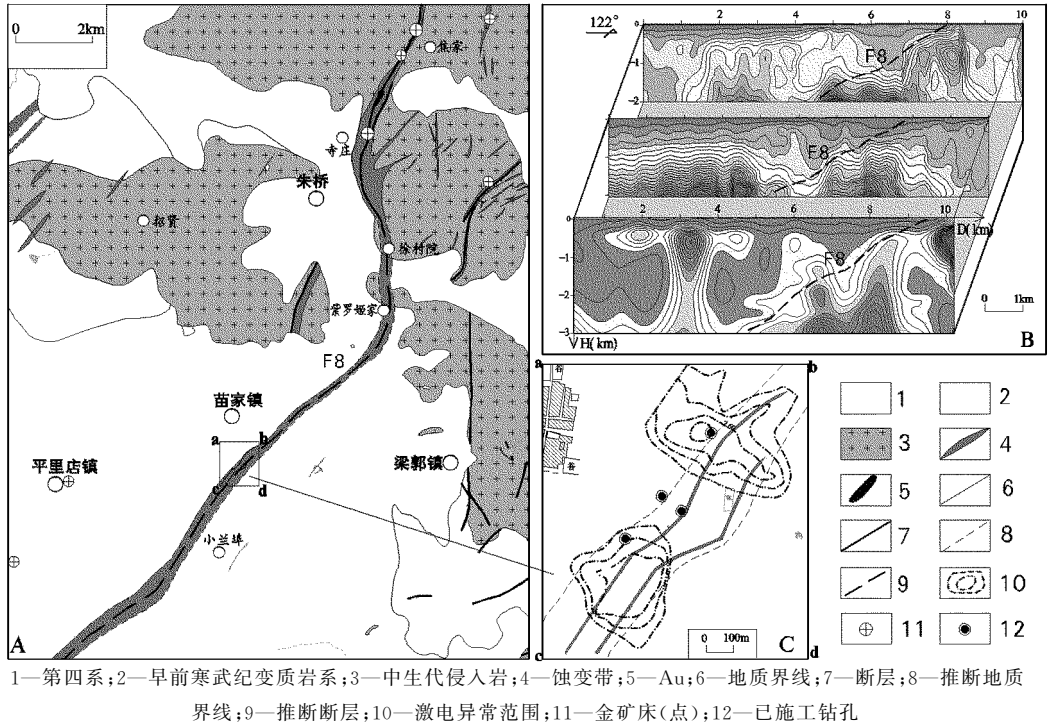


图 3 推断焦家断裂南延段(F<sub>8</sub>)

A—推断焦家断裂带南延位置图;B—焦家断裂带剖面异常特征;C—沟北王附近揭露蚀变带示意图

苗家—平里店地区即位于后者所界定区域,该次研究结果表明焦家主断裂带南部覆盖区隐伏构造蚀变带发育,既有 NE,NNE 向断裂带发育;也有 NW,EW 向断裂带发育并与前者交汇,基底为大面积早前寒武纪老变质岩系地层发育,由北向南逐渐从胶东岩群过渡至荆山群或粉子山群,局部有燕山期岩体穿插,说明该区成矿源岩及热源条件仍较好,只是相对北部区域稍逊一筹,因此仍有不错的成矿潜能。近年来在推断焦家断裂南延段:徐村院矿区 488 线和 504 线见到 2 处由单工程控制的金矿体,品位分别为  $2.21 \times 10^{-6}$  和  $0.81 \times 10^{-6}$ ,厚度分别为 1.18m 和 1.08 m,与北部主干断裂带比较,规模和品位均较小,而南部小兰埠一带蚀变带无论从规模还是矿化程度上均小于徐村院段。但据钻孔资料显示,徐村院矿区构造蚀变及多金属硫化物矿化有向深部明显增强的趋势,尤其是西部朱桥—平里店断裂

(F<sub>1</sub>)及灵北断裂(F<sub>7</sub>)附近均有钻探工程见矿,因此认为该区(焦家断裂带南部覆盖区)未来发现中小型金矿床的可能性较大,有必要继续围绕隐伏的焦家断裂南延段及另外 2 条隐伏控矿断裂(朱桥—平里店断裂和灵北断裂南延段)开展进一步勘查及研究工作,为钻探工程的部署提供依据。

### 参考文献:

[1] 赵鹏云,顾雪祥,邓小华.山东焦家金矿矿床成因及成矿模式[J].地质与勘探,2007,(4):29-35.  
 [2] 宋明春,伊丕厚,徐军祥,等.胶西北金矿阶梯式成矿模式[J].中国科学(地球科学),2012,(7):992-1000.  
 [3] 曹春国,于义文,郭国强,等.综合物探技术在三山岛断裂带与焦家断裂带深部成矿模式中的应用[J].山东国土资源,2012,28(4):19-24.  
 [4] 宋明春,伊丕厚,崔书学,等.胶东金矿“热隆—伸展”成矿理论及其找矿意义[J].山东国土资源,2013,29(7):1-12.  
 [5] 崔书学.焦家断裂带南延问题及南延段找矿前景分析[J].山东

国土资源, 2007, 23(10): 7-10.

[7] 林文蔚, 赵一鸣, 赵国红, 等. 胶东西北部金矿的控制因素[J].

[6] 吕古贤, 崔书学, 周明岭, 等. 胶东金矿成矿规律和成矿模式研究[J]. 矿物学报, 2011, (S1): 72-73.

矿床地质, 1997, (2): 12-24.

## Reserch and Mineralization Prospection Analysis on Ore—controlled Tectonic Belts in South Coverage Areas of Jiaojia Fault Belt

HE Chunyan<sup>1</sup>, GUO Guoqiang<sup>1</sup>, LIU Congwei<sup>2</sup>, CAO Chunguo<sup>1</sup>, CHEN Dalei<sup>1</sup>, LIU Hongqi<sup>1</sup>

(1. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Dongfang Geophysical Exploration Limited Corporation of China National Petroleum Corporation, Hebei Zhuozhou 072751, China)

**Abstract:** Zhusong—Zhuqiao section located in south of Longkou—Laizhou flaut belt in northwest Jiaodong area is commonly known as Jiaojia fault belt. It is one of the three largest ore—controlled tectonic structures in northwest Jiaodong area. A series of super large, large and small to medium size gold deposits have been continually explored and evaluated, such as Jiaojia gold deposit, Xincheng gold deposit, Hexi gold deposit, Hedong gold deposit, Dongji gold deposit, Matang gold deposit, Wangershan gold deposit and Sizhuang gold deposit, etc. Their resource potentiality is tremendous. The south section (from Sizhuang) of Jiaojia fault belt is lost because of covering by quaternary. The location of south setion is disputed. In this paper, according to a series of recent comprehensive geophysical work, tectonic framework in south coverage area of Jiaojia fault belt has been preliminarily established. It is regarded that F8(Xucunyan—Goubeiwang) fault is the south section of Jiaojia fault belt. The mineralization propect of this covered area is analyzed and studied.

**Key words:** Jiaojia fault belt; south section; CSAMT sounding; tectonic framework