

[文章编号] 1674-9727(2005) 06-0551-05

山东焦家金矿深部盲矿体定位预测研究

庞绪成^{1,2} 顾雪祥³ 唐菊兴¹ 傅绍洪⁴ 吕古贤⁵ 孙之夫⁶ 郑小礼⁶

(1. 成都理工大学地球科学学院, 成都 610059; 2. 河南理工大学, 焦作 454000; 3. 中国地质大学, 北京 100083;
4. 中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550002; 5. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;
6. 山东黄金集团有限公司焦家金矿, 莱州 261441)

[摘要] 通过对比研究以及高精度的激电探测, 认为焦家金矿床深部的高极化率间断带可与新城和望儿山金矿上部矿体与下部盲矿体之间的无矿带对应; 垂向上 Ag-Sb-Hg-Pb-Zn-Au-As-Cu-Bi 化探异常分带明显, 向深部异常规模在扩大, As 和 Bi 出现高值异常, Au, Ag 和 Sb 等元素出现较高异常, 显示头晕、尾晕异常叠加。综合地质物化探信息, 焦家金矿乃至整个焦家金矿田在主矿体以下约 100 m 处存在第二成矿富集带。
[关键词] 地球化学; 激电异常; 第二成矿富集带; 预测; 焦家金矿
[分类号] P618. 51; P612 [文献标识码] A

1 成矿地质背景

胶东半岛西北部大地构造位置处于华北地台南缘胶北隆起区, 西靠沂沭断裂带, 南接胶莱拗陷, 北邻龙口断陷盆地和渤海拗陷, 东接牟平- 即墨构造混杂带。古老的变质基底(变质变形岩系), 多期多成因的岩浆活动和以北东向断裂为主的构造格架, 构成了本区金矿的成矿地质背景^{[1]~ [3]}。

焦家金矿田位于莱州东北部- 招远西北部, 金矿体受焦家断裂带主干及低级序断裂带控制, 其中包括新城、焦家、河东、河西、金城(马塘) 等几个大型金矿床(图 1)。一级控矿构造——焦家断裂分布于矿田西部边缘, 为矿田最大的控矿和容矿构造, 控制了新城、龙埠、马塘等特大- 大中型金矿床的形成和分布。二级控矿构造有河东断裂、望儿山断裂和河西断裂。主矿体位于主断裂面的下盘, 受绢英岩化碎糜岩和碎裂岩控制, 规模大, 矿体连续性好, 厚度稳定, 但含金品位较低; 而在分支断裂和次级断裂中的矿体, 规模相对较小, 矿体连续性差, 厚度变化大, 但含金品位较高。焦家金矿田内以河东金矿为界, 北部多为延深明显大于延长的“株状”延伸型矿体, 南部多为走向延

长略大于延深或两者大致相等的矿体。以前探明的储量控制海拔高度均在- 450 m 之上。近年来, 与焦家金矿成因类型及控矿条件相同的新城和望儿山金矿在深部找到了第二成矿富集带的矿体。新城金矿位于焦家主断裂中, 距焦家金矿约 3 km, 望儿山金矿受焦家主断裂的次级断裂控制(图 1), 可作为焦家金矿深部预测探矿时参考。

2 区域成矿学证据

2.1 新城金矿深部找矿成果的启示

新城金矿共有 4 条矿体, I 号矿体为主矿体, 地表出露长仅 120 m, 最大宽度为 25 m, 平均走向 40°, 倾向 NW, 倾角 26°~ 30°。矿体厚 0. 85~ 28. 15 m, 平均 7. 72 m, 厚度变化系数 69%。金品位 $2. 14 \times 10^{-6} \sim 23. 95 \times 10^{-6}$, 多数 3×10^{-6} , 平均 $8. 2 \times 10^{-6}$, 品位变化系数 50%。矿体呈脉状, 中部厚边缘薄。最大控制斜深 1 120 m, 大致呈 45°角向 SW 倾伏, 延深明显大于延长。矿化带受 NEE 向和 NNE 向两组构造裂隙控制, 倾向 NW, 多被石英黄铁矿脉和石英方解石脉充填(含多金属)。这两组构造裂隙切割绢英岩, 形成多阶段叠加的矿化富集地段。矿体主要由黄铁绢

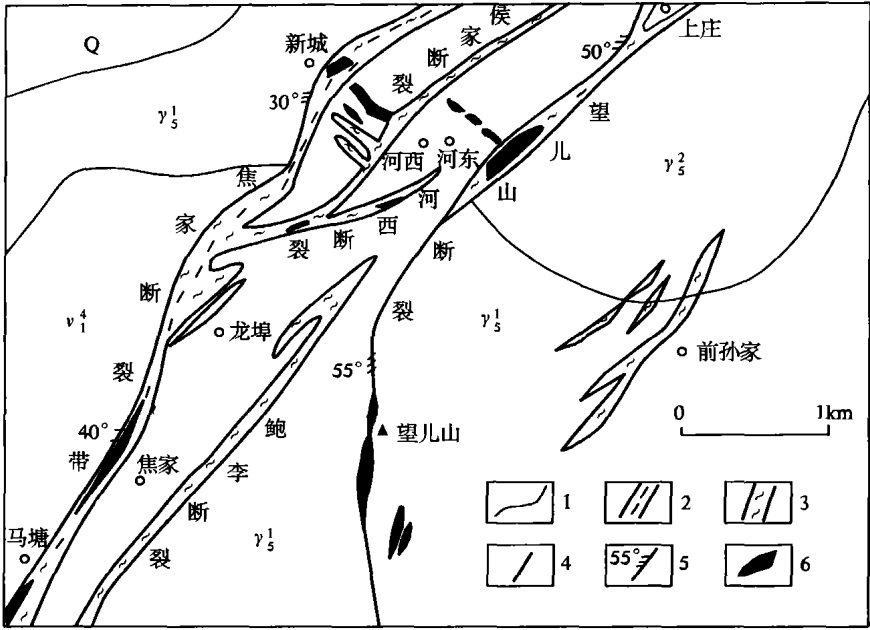


图 1 焦家金矿区地质简图

Fig. 1 Geologic map of the Jiaojia gold deposit

(据山东第六及第四地质勘察院资料综合)

Q. 第四系; γ_5^2 . 郭家岭花岗闪长岩; γ_5^3 . 玲珑黑云母花岗闪长岩; γ_5^4 . 马连庄超单元变辉长岩 (斜长角闪岩)。

1. 地质界线; 2. 早期控矿断裂蚀变带; 3. 中期成矿蚀变带; 4. 成矿后断裂; 5. 断裂及产状; 6. 金矿体

英岩化碎糜棱岩-碎裂岩型矿石构成。矿石呈深灰-浅灰绿色, 局部呈肉红色。

1988 年, 新城金矿第二金富集带矿体的发现, 展示了矿田范围内存在深部金矿体。该矿体位于新城金矿上部主矿体(I 号脉) 倾斜延深下侧的黄铁绢英岩化花岗岩质碎裂岩中, 赋存标高 - 500~ - 700 m, 其间大约有 100 m 的无矿间隔 (图 2)。矿体具有明显的 SW 向侧伏延伸, 并与主矿体呈平行雁行斜列式产出。矿体平均品位 7.58×10^{-6} 。

2.2 望儿山金矿深部探测成果的启示

望儿山金矿上部有工业矿体 20 个, 其中 I 号脉状矿体规模最大, 所处海拔高度为 + 85~ - 270 m, 矿化最深至地表以下 410 m 处。走向 $5^\circ \sim 15^\circ$, 倾向 NW, 倾角 45° 左右, 最陡 50° 。走向长 600 余米, 倾斜延深 500 m。最大水平厚度 12.7 m, 一般 0.3~ 3 m, 平均 3.78 m, 变化系数 95%。金品位 $2 \times 10^{-6} \sim 28 \times 10^{-6}$, 最高为 120×10^{-6} , 一般为 $2 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-6}$, 变化系数 148%。矿体在走向、倾向上有膨缩及分支复合现象。矿石类型有含金石英脉和含金蚀变岩两种, 海拔高度 - 60 m 之上以前者为主, - 60 m 之下以后者为主, 但矿床中多为二者复合型矿石。

与新城金矿一样, 该矿在经过近 100 m 无矿

间隔后, 于海拔高度 - 400~ - 650 m 间探明了第二富集梯段的矿体 (图 3)。该矿体群由 24 个工业矿体组成, 主矿体 I-1 走向最大延长 860 m, 倾向最大延深 750 m, 平均厚度 2.70 m, 平均品位 6.93×10^{-6} 。矿体沿走向呈舒缓波状, 受望儿山主控矿断裂控制, 厚度与品位呈正相关关系, 一般在矿体陡缓变化处富集。

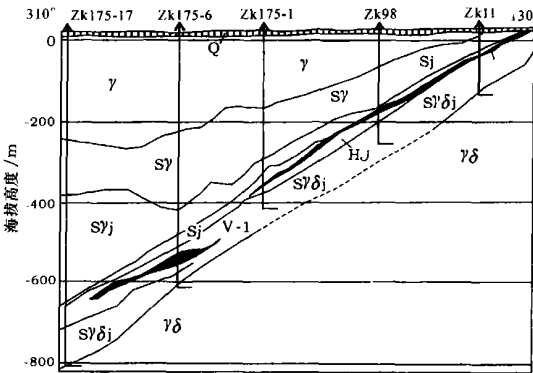


图 2 新城金矿 175 勘探线地质剖面示意图

Fig. 2 Geologic constructed profile of the 175 exploration line in the Xincheng gold deposit
(据新城金矿资料)

Q. 第四系残坡积物; γ . 黑云母花岗闪长岩; $\gamma\delta$. 似斑状花岗闪长岩; S\gamma. 绢英岩化花岗岩; S\gamma_j. 绢英岩化花岗质碎裂岩; S\gamma\delta_j. 绢英岩化花岗闪长质碎裂岩; H.J. 黄铁绢英岩; S_j. 绢英岩质碎裂岩; V-1. 矿体及编号

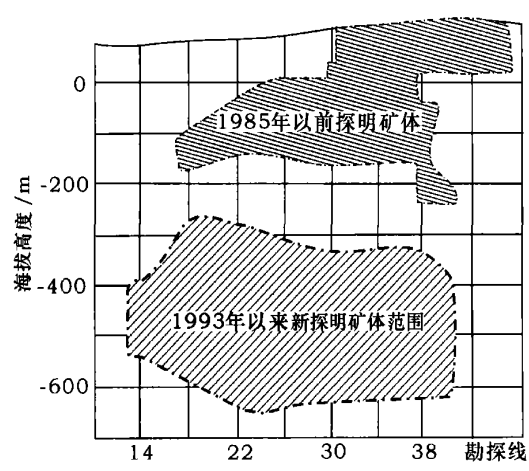


图 3 望儿山金矿床上部与下部富集带矿体 (I-1) 垂直纵投影图
Fig. 3 Vertical projection of the I-1 upper and lower enrichment zone ore body in the Wangershan gold deposit
(据望儿山金矿资料修改)

3 地球物理异常特征

地球物理勘探,尤其是激电异常在金矿中的应用是成矿预测的重要手段,在胶东地区也取得

了一定的成功^{[4]~[6]}。本区主要出露马连庄超单元栾家寨单元变辉长岩(以前定为太古界胶东群斜长角闪岩)和玲珑型花岗岩,前者表现为高密度、强磁性和低电阻率,而玲珑型花岗岩则以低密度、弱磁性和高电阻率为特征。由于断裂构造强烈破碎、矿化蚀变等地质作用,这些碎裂的岩(矿)石磁性、电阻率明显下降,在接触破碎带的岩体,常表现为低阻异常和电负磁场特征。而经强烈蚀变矿化(尤其是硅化、绢云母化)的岩石,电阻率又略显回升特点。各种正常岩石的极化率低而稳定,但经蚀变矿化作用后,极化率值有不同程度的提高,这与硫化物的含量及组构特征有关,因此极化率的高值多对应着矿体的赋存部位。

焦家金矿 96 勘探线进行的激电测深,电性差异自 SE 向 NW 逐渐变深,视极化率表现尤为明显。视电阻率在剖面上梯度变缓,可能是各类岩性之间视电阻率差异较小引起的,即 NW 方向的变辉长岩(斜长角闪岩)硅化较强,使之与混合花岗岩在视电阻率值上差异较小(图 4 A)。视极化率与视电阻率的变化反映了焦家断裂带的位置与产状。剖面上部高极化率带为已知矿体(富硫化

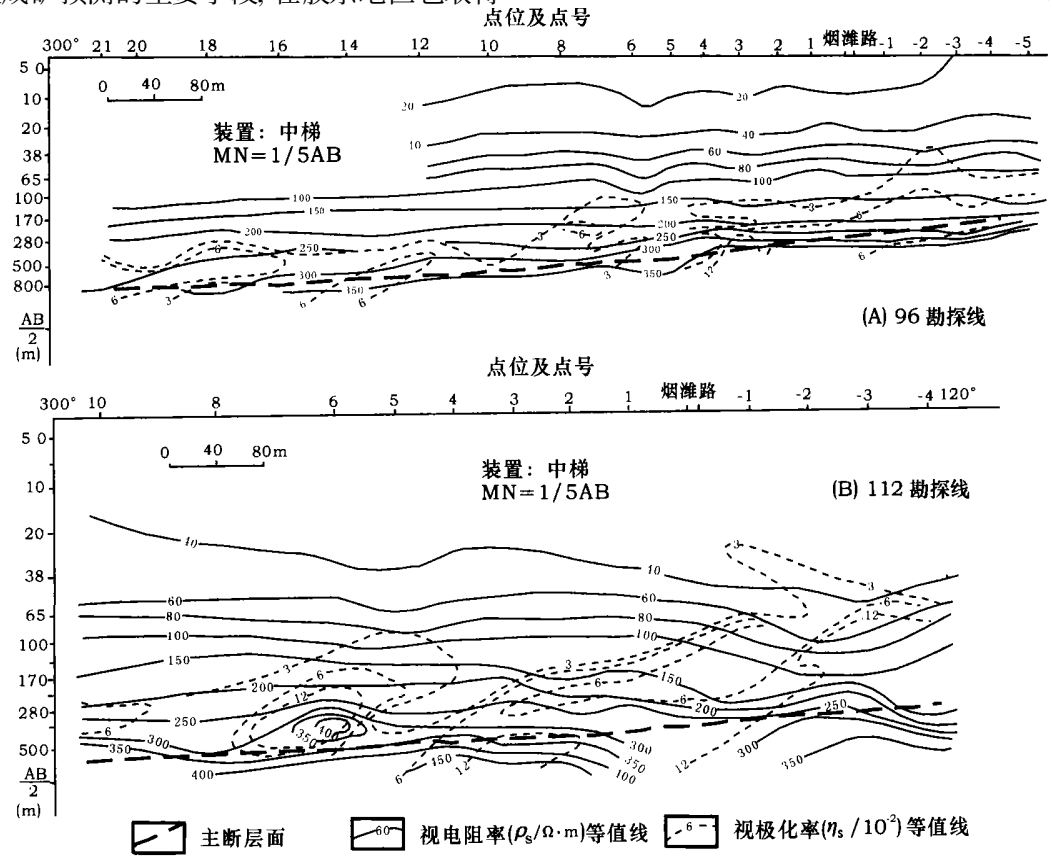


图 4 焦家金矿激电测深断面示意图

Fig. 4 Induced polarization depth sounding profile of the Jiaojia gold deposit

物带) 的反映; 下部高极化率带(- 450 m 之下) 为隐伏高硫化物带的反映。两高极化率带之间, 即海拔高度 - 350 ~ - 450 m 为高极化率异常间断带; 海拔高度 - 450 m 之下沿主断裂带出现另一个高硫化物含量带。

112 线剖面(图 4 B) 与 96 线相似, 在物探剖面上反映的电性界面(相当于主断裂面) 自 SE 到 NW 沿勘探线方向逐渐加深, 特别是视极化率所反映的硫化物高含量带(矿体) 变化趋势更明显; 所反映的海拔高度 - 500 ~ - 600 m 附近的低极化率分布区, 与 96 勘探线海拔高度 - 350 ~ - 450 m 的硫化间断相对应。

两剖面所反映的硫化间断带(低硫化物异常带) 垂直高度约 100 m, 在垂直纵投影图上呈 32° 视侧伏角向 SW 方向侧伏, 这一侧伏角与上部主矿体在垂直纵投影图上的侧伏角及侧伏方向也基本吻合。

4 地球化学异常特征

矿床的不同部分其地球化学元素组成不同。勘查地球化学在寻找隐伏矿方面有比其它方法具有特有的优势^{[7]~[10]}。本区的研究表明^{[11],[12]}: Ag, Cu, Pb, Bi 和 Sb 异常与主矿体分布一致; Cu, Sb 和 As 向矿体上盘主断层方向增加明显; 而 As 异常范围较宽, 显示了头部异常元素的特点。通过聚类分析、因子分析和衬度系数计算得到的垂

向分带序列为 Ag-Sb-Hg-Pb-Zn-Au-As-Cu-Bi, 其中 Ag, Sb 和 Hg 为头晕指示元素, Bi 为尾晕指示元素, 其余为近矿指示元素。

纵向上, 矿床异常向深部规模扩大: Bi 异常从海拔高度 - 30 m 中段至 - 270 m 中段, 含量逐渐增大, 反映了上部矿带的总体特征(逐渐接近上

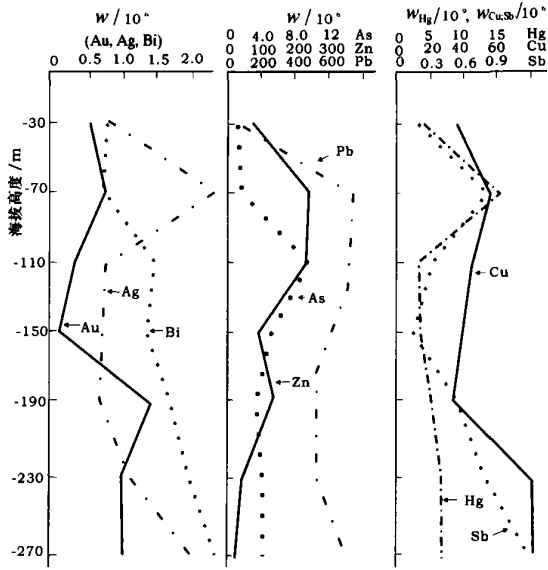


图 5 焦家金矿床主矿体 96 线微量元素含量垂直变化
Fig. 5 Vertical variation of the trace element content of 96 exploration line of the Jiaojia gold deposit
(据郝献晟等, 1996; 庞绪成等, 1999, 2005; 邓军等, 2004 资料综合)

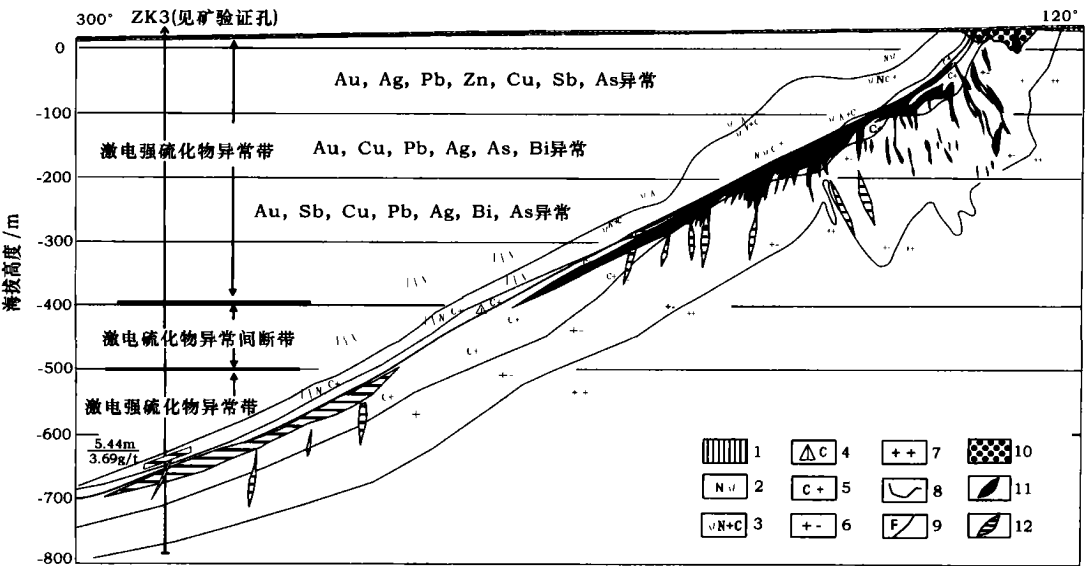


图 6 矿体深部定位预测模型图

Fig. 6 Located prediction model of the deep ore body

- 1. 第四系残积物; 2. 变辉长岩(斜长角闪岩); 3. 绢英岩化斜长角闪岩; 4. 黄铁绢英岩质碎裂岩;
- 5. 黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩; 6. 黄铁绢英岩化硅化钾化红化花岗岩; 7. 黑云母花岗岩;
- 8. 蚀变带分界线; 9. 焦家断裂; 10. 露天采空区; 11. 已知金矿体; 12. 预测金矿体

部矿带的尾部); Ag 和 Sb 在海拔高度- 70 m 出现高含量异常, 应为海拔高度- 110~ - 190 m 中段 3 号脉群头晕叠加的结果; Ag 和 Sb 在海拔高度- 270 m 中段出现高含量异常, 可能反映在海拔高度- 300~ - 350 m 深度一带, 其深部存在金矿体的叠加。Hg 自海拔高度- 110 m 水平向下高值异常呈增加趋势, 暗示深部存在金富集特征。Ag/ Au 及 Sb/ Bi 比值从浅地表至品位最高、厚度最大的矿体位置, 由小变大, 显示矿体厚度变大、矿化变强。但自海拔高度- 150 m 向深部又出现持续增加的趋势(表 1), 显示出深部存在的第二金富集带的头晕已经在出现, Ag/ Au 及 Sb/ Bi 比值又将出现由小变大的规律。预示深部隐伏的盲矿体或矿体有较大规模的延伸, 这与激电异常的结果是一致的(图 5)。

表 1 焦家金矿不同中段 Ag/ Au 及 Sb/ Bi 比值
Ag/ Au and Sb/ Bi ratio of the different intermediate
sections in the Jiaojia gold deposit

中段	- 30 m	- 70 m	- 110 m	- 150 m	- 190 m	- 230 m	- 270 m
Ag/ Au	1. 54	2. 79	2. 38	4. 86	0. 53	1. 13	1. 92
Sb/ Bi	0. 26	1. 07	0. 21	0. 12	0. 32	0. 43	0. 53

5 预测结论及定位预测勘查模型

激电异常及区域对比, 结合地球化学研究成果表明: 现有主矿体下部存在第二富集带盲矿体(矿化体), 与现主矿体的间隔约 100 m, 侧伏方向及侧伏角与现有主矿体基本一致。本预测的盲矿体已经钻探部分验证(Zk3 钻孔)。

基于以上认识和研究建立的定位预测勘查模

型(图 6)。

[参 考 文 献]

[1] 宋明春, 王沛成. 山东省区域地质[M]. 济南: 山东省地图出版社, 2003.

[2] 吕古贤, 孔庆存. 胶东玲珑- 焦家式金矿地质[M]. 北京: 科学出版社, 1993.

[3] 张韞璞, 孙之夫, 姜洪利, 等. 山东莱州市焦家金矿床地质勘探- 生产勘探总结地质报告[R]. 山东招远: 山东省地质矿产局第六地质队, 山东省焦家金矿, 1996.

[4] 江为为, 郝天珹, 于昌明. 山东栖霞百里店地区综合地质地球物理研究[J]. 地球物理学进展, 1997, 12(2): 41- 49.

[5] 于昌明. CSAMT 方法在寻找隐伏金矿中的应用[J]. 地球物理学报, 1998, 41(1): 133- 138.

[6] 曾庆栋, 沈远超, 刘铁冰, 等. 胶东牟平发云乔金矿区地球物理综合找矿研究[J]. 湘潭矿业学院学报, 2001, 16(4): 17- 19.

[7] 王学求, 谢学锦. 金的勘查地球化学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2000.

[8] 代西武, 杨建民, 张成玉, 等. 利用矿床原生晕进行矿床深部隐伏矿体预测[J]. 矿床地质, 2000, 19(3): 245- 256.

[9] 吕国安. 成矿区带地球化学异常评价方法[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002.

[10] Boyle R W. The geochemistry of gold and its deposits[M]. Geological Survey Bulletin, 1979.

[11] 庞绪成, 孙之夫, 郝献晟, 等. 焦家金矿床地球物理、地球化学特征及异常模式[J]. 黄金, 1999, 20(2): 1- 5.

[12] 李惠, 张文华. 胶东大型金矿床的地球化学分带特征[J]. 贵金属地质, 1999, 8(4): 217- 222.

Prediction of the deep blind orebodies in the Jiaojia gold deposit, Shandong, China

PANG Xu-cheng^{1,2}, GU Xue-xiang³, TANG Ju-xing¹, FU Shao-hong⁴,
LU Gu-xian⁵, SUN Zhi-fu⁶, ZHENG Xiao-li⁶

1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;
2. Henan Polytechnic University, Jiaoxu 454000, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;
4. Institute of Geochemistry, C A S, Guiyang 550002, China; 5. Institute of Geomechanics, C A G S, Beijing 100081;
6. Jiaojia Gold Mine of Shandong Gold (Group) Ltd Co., Laizhou 261441, China

Abstract: Regional correlations and the high-resolution induced electrical survey indicate that the gap zones of the high polarization ratios at the deep sites of the Jiaojia deposit correspond to the upper orebodies and the Xincehng and Wangérsan gold deposits. The geochemical exploration anomalies of Ag-Sb-Hg-Pb-Zn-Au-As-Cu-Bi seem to be intensified along the dips of the orebodies with high anomalies of As and Bi and relatively high anomalies of Au, Ag and Sb at depth, indicating the existence of another gold enrichment zone approximately 100 m below the main orebody of the Jiaojia deposit.

Key words: geochemistry; electrical survey; gold enrichment zone; prediction; Jiaojia gold deposit