

辽宁东平金矿床地质特征及找矿方向

王林世, 彭 虎, 郭亚波, 郭晓丹

辽宁省能源地质勘查开发研究院有限责任公司, 辽宁 沈阳 110032

摘 要: 东平金矿位于辽西凌源-阜新金成矿带上, 金矿(化)体主要赋存在硅化构造角砾岩、硅化流纹岩和硅化流纹质角砾熔岩中。矿石以自然金和银金矿为主, 其中自然金约占 80%, 银金矿约占 20%。激电中梯及钻探结果显示矿体主要受北北西向构造控制, 金矿(化)体主要位于高阻低极化率的 F2 构造蚀变带内。土壤地球化学测量圈定综合异常 22 处, I-4 异常区经钻探验证发现多个隐伏金矿(化)体。在详细研究矿床地质特征的基础上, 通过对比邻区赵家沟金矿, 初步推断其成因类型为低温热液型金矿。同时认为区内北北西向构造蚀变带内具有的黄铁矿化、强硅化和碳酸盐化是主要的矿化蚀变信息, 高阻低极化率及 Au 土壤地球化学综合异常带是重要的找矿方向。

关键词: 金矿床; 地质特征; 地球物理特征; 土壤地球化学; 找矿标志; 辽宁省

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PROSPECTING DIRECTIONS OF DONGPING GOLD DEPOSIT IN LIAONING PROVINCE

WANG Lin-shi, PENG Hu, GUO Ya-bo, GUO Xiao-dan

Liaoning Energy Geological Exploration and Development Institute Co., Ltd., Shenyang 110032, China

Abstract: The Dongping gold deposit is located in the Lingyuan-Fuxin gold metallogenic belt of western Liaoning Province, with gold ore/mineralized bodies mainly occurred in the silicified tectonic breccia, silicified rhyolite and silicified rhyolitic breccia lava. The ores are dominated by native gold and electrum, among which the former accounts for 80% and the latter 20%. The IP intermediate gradient and drilling results show that the ore bodies are mainly controlled by the NNW-trending structure with the gold ore/mineralized bodies constrained in the F2 structure altered zone of high resistance-low polarizability. By soil geochemical survey, 22 comprehensive anomalies are delineated and several concealed gold ore/mineralized bodies are found in the I-4 anomaly area by drilling verification. Based on a detailed study of the geological characteristics, through comparison with the adjacent Zhaojiagou gold deposit, the preliminary conclusion is that the Dongping gold deposit is genetically epithermal type. It is also believed that the pyritization, strong silicification and carbonatization in the NNW-trending structure altered zone are significant mineralization and alteration, and the high resistance-low polarizability and Au soil geochemical comprehensive anomaly zone are key prospecting directions.

Key words: gold deposit; geological characteristics; geophysics; soil geochemistry; ore prospecting indicator; Liaoning Province

收稿日期: 2020-02-25; 修回日期: 2020-03-19. 编辑: 李兰英.

基金项目: 辽宁省地质勘查基金“辽宁省彰武县东平地区金矿普查”(辽国土资项[2017]33号).

作者简介: 王林世(1988—), 男, 工程师, 主要从事地质找矿工作, 通信地址 辽宁省沈阳市沈河区青年北大街 7 号, E-mail//904727751@qq.com

通信作者: 彭虎(1988—), 男, 工程师, 主要从事区域地质及矿产调查工作, 通信地址 辽宁省沈阳市沈河区青年北大街 7 号, E-mail//184444802@qq.com

0 引言

东平金矿位于辽宁省重要的冀东-辽西金矿成矿带上,区内成矿地质条件良好^[1-4].前人从矿床地质特征、矿床成因及成矿模式等方面对邻区著名的排山楼、新民、二道沟等金矿做了大量研究^[5-12].在区域金矿研究的基础上,通过1:10000的激电中梯及1:10000土壤地球化学工作,在东平金矿中共圈定了3处极化率异常带及22处元素综合异常带,槽探及钻探工作共发现5条金矿(化)体.在分析区域上不同类型金矿床的地质基础上,总结了研究区找矿标志,对比邻区金矿成矿地质条件^[13-20],认为东平地区找矿前景良好.

1 区域地质概况

研究区处于华北地台北缘下辽河盆地北部的后新秋断陷盆地内,位于重要的的冀东-辽西金成矿带上,区域上发现了著名的排山楼、二道沟、金厂沟梁等金矿床(图1a).东平金矿处在辽西成矿带的东缘,受地壳活动影响,区域上形成了一系列大小不等、互相平行的断陷盆地.区内的岩浆岩主要有下元古界小型闪长岩

株.白垩纪岩浆活动较强烈,隆起区有花岗岩侵入,凹陷区有火山喷发及中酸性浅成岩体侵入.区内出露的地层主要有寒武系变质岩系、白垩系义县组火山岩、白垩系九佛堂组及白垩系孙家湾组陆源碎屑沉积.区内矿产以金矿为主,东平金矿紧邻该区的西平金矿和赵家沟金矿.

2 矿区地质特征

矿区出露的地层仅为白垩系义县组和第四系.义县组为一套火山碎屑岩沉积,分布范围较广,主要岩性有流纹岩、安山岩、流纹质火山角砾岩、安山质岩屑凝灰岩和安山质熔结凝灰岩.第四系地层分布在区内的低洼区及冲沟中.

区内构造相对比较发育,整体走向约北北西,倾角约55~75°,倾向总体向东,构造带规模大小不一,长的能有几公里延出区外,宽几米到几十米(图1b).构造带以压性构造为主,构造破碎带内有石英脉呈网格状充填,石英脉又遭受破碎.带内硅化呈细脉状,黄铁矿化呈星点状,地表氧化为褐铁矿化.

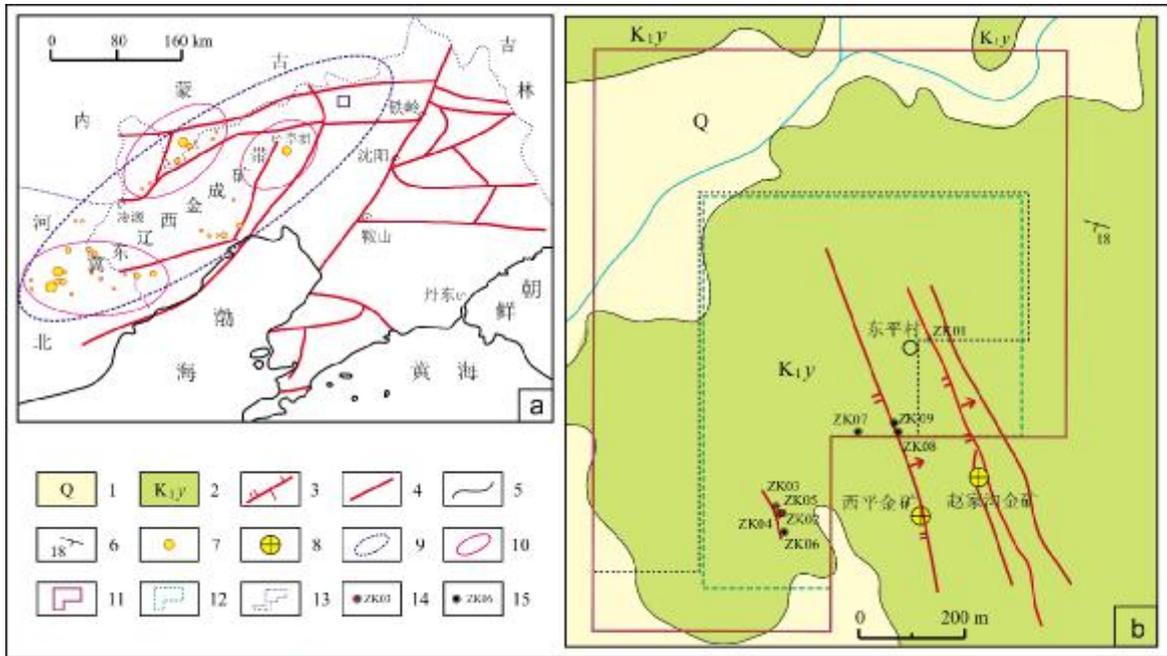


图1 研究区地质图

Fig. 1 Geological map of the study area

- 1—第四系 (Quaternary); 2—下白垩统义县组 (Lower Cretaceous Yixian fm.); 3—逆断层 (reverse fault); 4—断层 (fault); 5—地质界线 (geological boundary); 6—产状 (occurrence); 7—金矿床 (gold deposit); 8—小型金矿床 (small-scale gold deposit); 9—冀东-辽西金成矿带 (Eastern Hebei-Western Liaoning gold metallogenic belt); 10—金矿矿集区 (gold concentrated mineralization area); 11—研究区 (study area); 12—化探工作区 (geochemical exploration area); 13—物探工作区 (geophysical exploration area); 14—见矿孔 (ore hole); 15—未见矿孔 (barren hole)

3 矿区地球物理特征

通过 1:10000 比例尺的激电中梯工作, 查证了区内高阻低极化的异常带与硅化蚀变带的物性特征关系, 圈定其分布范围, 钻孔验证金矿(化)体主要位于研究区西南部的高阻低极化率的蚀变带内。

3.1 视极化率(η)特征

根据视极化率等值线分布特征(图 2), 划分出 J1、J2、J3 号 3 个极化率异常区。

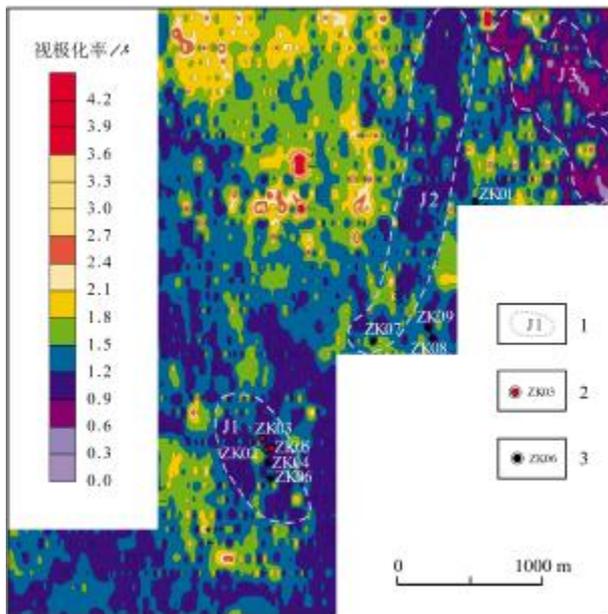


图 2 研究区视极化率等值线图

Fig. 2 Apparent polarizability contour map of the study area
1—极化率异常及编号(polarization anomaly and number); 2—见矿孔(ore hole); 3—未见矿孔(barren hole)

J1 号异常: 分布于工作区南部. 整体极化率范围 0.8~1.1, 个别点极化率达 1.6, 低异常区整体呈反 L 型, 异常上限 1.8%。

J2 号异常: 呈细条带状, 走向北北东近乎正北, 异常上限 1.5%, 异常峰值 4.9%, 异常北部强、南部弱。

J3 号异常: 呈区块状, 位于工作区东北角, 整体极化率范围为 0.5~1.2, 个别点极化率达 1.5。

3.2 视电阻率(ρ)特征

该区视电阻率异常变化范围为 40~650 Ωm . 根据视电阻率等值线分布特征(图 3), 结合地表出露情况, 在视电阻率高阻条带上推断出 F1、F2、F3、F4、F5 共 5 条构造带. 结合物性测量分析硅化蚀变带电阻率均值 420 Ωm 左右, 构造物性参数接近目标靶区物性, 推断

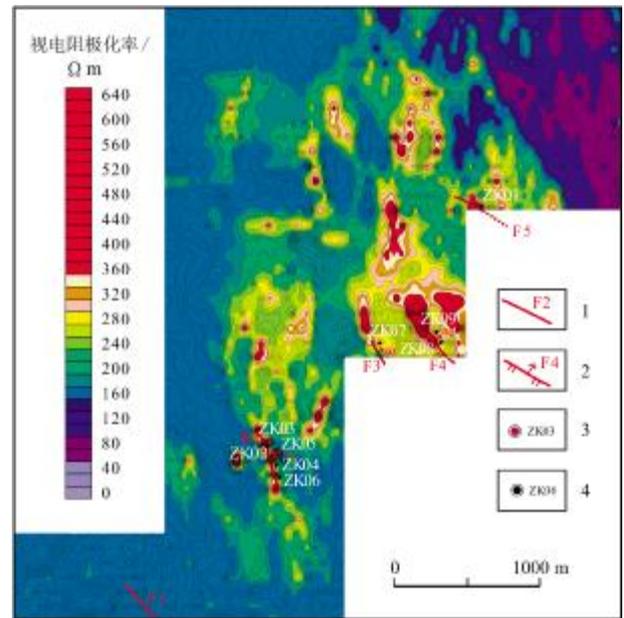


图 3 研究区视电阻率等值线图

Fig. 3 Apparent resistivity contour map of the study area
1—断层及编号(fault and number); 2—逆断层及编号(reverse fault and number); 3—见矿孔(ore hole); 4—未见矿孔(barren hole)

构造 F2、F3、F4、F5 为主要含矿蚀变带, 具体特征如下。

F2 构造: 位于工作区中南部, 细条状, 电阻率均值 440 Ωm 左右, 地表可见露头, 倾向 72°, 倾角 75°, 宽约 3 m, 蚀变现象明显, 主要有硅化、褐铁矿化、黄铁矿化和高岭土化. 通过综合分析, F2 高阻异常与低极化率 J1 号异常对应区域与金成矿蚀变带物性参数对应基本一致, 经钻探验证, 发现 2 条隐伏矿(化)体。

F3、F4、F5 构造: 位于工作区中部, 片条状, 电阻率均值 400~460 Ωm , 地表可见露头, 倾向北东, 倾角 75~80°, 宽 0.5 m 到十几米不等, 周围均为流纹岩, 中间由构造角砾岩组成, 角砾成分主要为流纹岩, 大小约 0.3~10 cm, 含量约 60%~70%. F4 局部见黄铁矿, 呈星点状分布, 褐铁矿化发育. 通过综合分析, 其高阻异常与低极化率 J2 号异常对应区域与金成矿蚀变带物性参数对应较好, 经钻探验证, 未发现矿(化)体。

4 矿区地球化学特征

区内 1:10000 土壤地球化学测量显示 22 处综合异常区, 结合异常查证结果和工作区地质矿化特征, 将综合异常分成 4 类(图 4、表 1), 具体如下。

I 类异常: 分布于工作区中南部, 沿构造蚀变带分

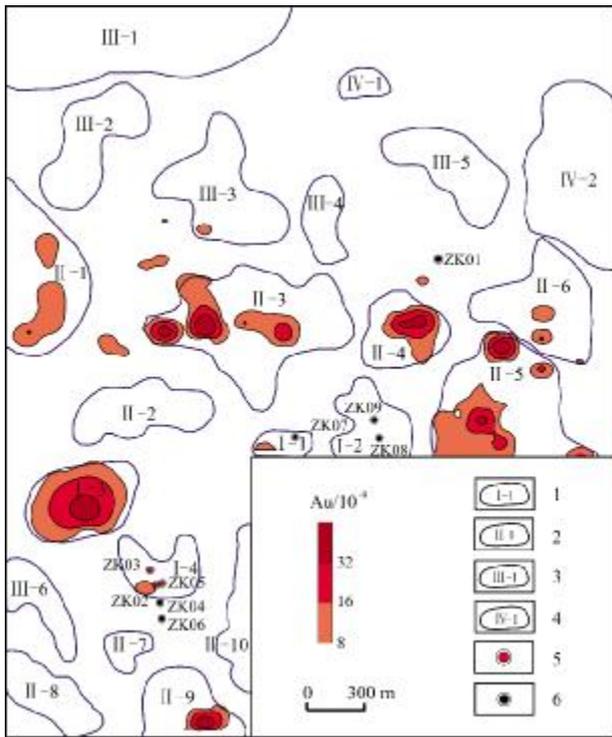


图4 研究区土壤地球化学综合异常分类及金异常图

Fig. 4 Classification of soil geochemical anomalies and gold anomaly in the study area

- 1—I类综合异常及编号 (type I comprehensive anomaly and number);
- 2—II类综合异常及编号 (type II comprehensive anomaly and number);
- 3—III类综合异常及编号 (type III comprehensive anomaly and number);
- 4—IV类综合异常及编号 (type IV comprehensive anomaly and number);
- 5—见矿孔 (ore hole); 6—未见矿孔 (barren hole)

布, 地表有构造角砾岩出露. 圈定综合异常区4处, Au异常3处, Au异常值 $8 \times 10^{-9} \sim 32 \times 10^{-9}$, Au异常与构造蚀变带相吻合. 蚀变带中广泛发育石英脉. 经槽探验证, 虽然地表未发现矿化体, 但经钻探验证发现2条隐伏矿(化)体.

II类异常: 分布于工作区中部及南部, 圈定综合异常区10处, Au异常11处. 其中: II-1号异常区含2处Au异常, Au异常值 $8 \times 10^{-9} \sim 16 \times 10^{-9}$; II-3号异常区含3处Au异常, Au异常值 $8 \times 10^{-9} \sim 32 \times 10^{-9}$; II-5号异常区含4处Au异常, Au异常值 $8 \times 10^{-9} \sim 32 \times 10^{-9}$; II-6号异常区含2处Au异常, Au异常值 $8 \times 10^{-9} \sim 16 \times 10^{-9}$. 此类异常处于安山岩与流纹岩接触带周围及安山岩、流纹岩中, 未进行槽探及钻探验证.

III类异常: 主要分布于工作区北部, 圈定综合异常区6处, Au异常1处, Au异常值 8×10^{-9} . 此类异常处

于安山岩、流纹岩和安山质岩屑凝灰岩中, 地表没有明显的矿化蚀变作用显示, 距离二长花岗岩侵入接触带相对较远, 元素组合 Zn-Cu-Pb-As-W-Sb-Mo 等主矿和前缘元素为主, 异常强度较弱, 对深部成矿作用有某种程度的指示作用.

IV类异常: 分布在工作区东北部, 圈定综合异常区2处. 此类异常处于安山岩和流纹岩接触带附近, 异常强度较弱, 初步判断为接触带基岩出露形成, 不具找矿意义.

表1 土壤地球化学综合异常一览表

Table 1 List of comprehensive soil geochemical anomalies

异常编号	异常面积/km ²	元素组合	地质因素
I-1	0.034	Au-Ag-Bi	安山岩, F3 构造蚀变带
I-2	0.114	Pb-Zn-As-Cu-W-Mo-Sb	流纹岩, 安山岩, F4 构造蚀变带
I-3	0.183	Au-Mo-W	流纹岩, F2 构造蚀变带
I-4	0.093	Mo-W-Pb-As-Au-Zn	安山岩
II-1	0.257	Au-Zn-Ag-Cu-W-Sb-Mo-Bi	安山岩
II-2	0.156	W-Mo-Sb-Bi-Zn-Pb-Cu	安山岩
II-3	0.414	Au-Cu-Ag-Pb-Zn-Mo-As-Sb-Bi	安山岩
II-4	0.130	Au-Ag-Zn-Cu-Pb	安山岩
II-5	0.341	Au-Ag-W-Mo-Pb-Zn-Sb	流纹岩
II-6	0.223	Pb-Cu-Zn-As-Mo-Au-Ag	流纹岩
II-7	0.052	Zn-Pb-Sb-Mo	安山岩
II-8	0.116	Pb-Zn-As-Sb-Bi-Mo-Cu	安山岩
II-9	0.116	Au-Sb-W-Pb-Zn	安山岩
II-10	0.089	Pb-As-Sb-Mo	安山岩 角砾岩
III-1	0.489	Zn-Cu-Pb-As-W-Sb-Mo	安山岩
III-2	0.183	Mo-Zn-Cu-Sb-As	安山岩
III-3	0.233	Pb-Zn-Au-As-Sb-Bi-Mo-Cu	流纹岩
III-4	0.073	Zn-Pb-Sb	流纹岩
III-5	0.168	Pb-As-Sb-Ag	流纹岩
III-6	0.086	Sb-As-Pb-Mo-Zn	流纹岩
IV-1	0.032	Pb-As-Cu	安山岩, 流纹岩
IV-2	0.355	Pb-As-Mo	流纹岩

5 矿(化)体特征

5.1 矿化特征

通过野外地质调查,槽探工程揭露和钻探工程验证,研究区内发现金矿化体 5 条,其中主矿体为 T1 金矿体, T1 金矿体为一条盲矿体。

T1 矿体分布在 F2 构造蚀变带内,走向约 344°, 倾角约为 70~75°, 控制的矿体长度为 80 m, 控制矿体斜深 40 m, 矿体厚度为 1.72 m, 矿体的 Au 平均品位 2.17×10^{-6} , 矿体 Ag 平均品位为 2.85×10^{-6} , 见矿工程为 ZK02、ZK03、ZK05, 矿体呈囊状(图 1)。

T2 矿化体位于 F2 构造蚀变带内,走向约 344°, 倾角约 75°, 矿化体 Au 平均品位 1.69×10^{-6} , Ag 品位 2.85×10^{-6} , 见矿工程为 ZK02, 矿化体呈囊状。

T3 矿化体位于 F4 构造蚀变带内,走向约 327°, 倾角约 70°, 两侧围岩为流纹岩, 矿化体 Au 品位 0.48×10^{-6} ~ 0.92×10^{-6} , 见矿工程为 TC3。

T4 矿化体位于 F4 构造蚀变带内,走向约 327°, 倾角约 72°, 两侧围岩为流纹岩, 矿化体 Au 品位 0.38×10^{-6} ~ 3.32×10^{-6} , 见矿工程为 TC2。

T5 矿化体位于 F3 构造蚀变带内,走向北北西,倾角约为 65~75°, 两侧围岩为安山岩, 矿化体 Au 品位 0.30×10^{-6} ~ 0.46×10^{-6} , 见矿工程为 TC8。

矿化体的上下盘围岩主要是安山岩和安山质火山角砾岩、流纹岩, 矿体中主要的蚀变矿化有黄铁矿化、硅化、碳酸盐化。

5.2 矿石质量

(1) 矿石矿物成分

矿石中有用的矿石矿物比较单一,以自然金和银金矿为主,其中自然金约占 80%,银金矿约占 20%,另见少量自然银。金矿物赋存状态以包裹金为主,占 90%以上,其中包裹在石英中的约占 60%以上,其次包裹在黄铁矿中约占 25%,约 10%的金矿物分布在黄铁矿晶粒之间为粒间金。金矿物粒度属中细粒,金矿物形态以他型粒状为主,常呈圆粒状、椭圆状、麦粒状,部分金矿物呈叶片状产出,他型粒状金矿物约占 80%。

脉石矿物主要为黄铁矿、石英、蛋白石、褐铁矿、绿泥石、绢云母。其中,黄铁矿含量变化较大,一般 10%左右,局部较高可达 20%左右。黄铁矿多呈浸染状分布,部分呈细粒分散状,局部聚集呈似脉状。黄铁矿结晶程度以自形、半自形为主,少量呈他型,晶粒大小多

数小于 2 mm,少量可达 3 mm 左右。石英呈他型或半自形,多呈细脉状,局部呈团块状分布在构造角砾之间。蛋白石、褐铁矿、绿泥石、绢云母等脉石矿物含量较少且分布不均匀,另外矿石中黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等矿物含量甚微,呈浸染状分布。

(2) 矿石结构、构造

按金矿物发育特征,区内矿石具有他型粒状结构。金的粒级属中细粒,局部可达粗粒、巨粒级别,可见到明金。矿石具有细粒分散状构造,局部可见到金矿物沿硅质细脉聚集具有似脉状构造。

按载金矿物黄铁矿发育特征,矿石具有自形、半自形粒状结构。浸染状、细粒分散状构造,局部具有团块状或似脉状构造。

5.3 矿体围岩和夹石

F2 构造蚀变带中矿化体围岩为安山岩和安山质火山角砾岩,普遍发育不同程度的黄铁矿化和硅化,蚀变带中的近矿围岩蚀变程度较高,近矿围岩中金含量一般 0.2×10^{-6} ,银含量在 1.00×10^{-6} ~ 3.00×10^{-6} 。

其他含矿构造破碎带两侧围岩为流纹岩,矿化体与围岩边界基本清晰。破碎带中岩石破碎强烈,有黄铁矿及石英脉充填,同时伴有动力变质作用,有新生成的绿泥石、高岭石等,与围岩截然不同。

6 矿床成因及找矿标志

6.1 矿床成因

东平金矿受北北西向断裂控制,矿(化)体主要赋存在硅化构造角砾岩、硅化流纹岩和硅化流纹质角砾熔岩中。该金矿紧邻赵家沟金矿,无论是赋矿层位还是矿化蚀变与赵家沟金矿基本一致^[21]。矿物成分中均含有典型的低温脉石矿物,如髓状石英、隐晶褐色石英、晶芽和蛋白石等,赋矿深度多在 200 m 以内,认为东平金矿与赵家沟金矿同属于低温热液型金矿。白垩纪火山活动是东平地区金元素活化富集的主要原因,同时较高的金背景值也为金元素富集提供了充分的物质基础,沿向斜式火山盆地轴部发育的北北西向张扭性断裂构造带为热液的运移以及金元素的沉淀富集提供了较好的成矿空间。

6.2 找矿标志

构造标志:区内矿(化)体严格受断裂构造蚀变带控制,因此断裂构造蚀变带是否发育是找矿的前提,如

F2、F3、F4 构造蚀变带由于居民林地施工较困难,矿化情况不明确,是下一步找矿的重点区域。

岩石学标志:石英细脉在工作区分布少,但普遍含金,且金含量较高,在野外容易识别,是找金的直接标志。

矿化蚀变标志:黄铁矿化、强烈的硅化(石英团块和硅质条带)、碳酸盐化与金矿密切相关。凡具有黄铁矿化、强硅化、碳酸盐化的安山岩、安山质火山角砾岩等都可找到金矿(化)体。

地球物理标志:区内构造蚀变带在地球物理特征方面主要表现为高电阻率和低极化率,因此,激电中梯也是识别构造和蚀变带的重要手段。

土壤地球化学标志:沿构造蚀变带分布,地表有构造角砾岩出露的土壤地球化学综合异常带是区内重要的找矿方向。

7 结论

(1)东平金矿主要赋存在北北西向的构造蚀变带浅部,初步推断其成因类型属于低温热液型金矿。

(2)高阻及低极化率的激电中梯特征是区内重要的找矿线索。

(3)土壤地球化学综合异常,尤其是 Au 异常是重要的化探找矿方向。

(4)北北西向构造发育,黄铁矿化、硅化和碳酸盐化强烈的蚀变带,以及高阻低极化率体和土壤地球化学 Au 异常区是该区重要的金矿找矿区域。

参考文献:

[1]杨振德,张秀棋. 辽西岩浆活动对贵金属成矿的控制与深洞成矿[J]. 贵金属地质,1995,4(1):36-40.

[2]贾三石,王恩德,付建飞,等. 冀东-辽西主要金矿集区地质特征的差异性与其成矿作用的统一性探析[J]. 地质学报,2011,85(9):1493-1506.

[3]吉德胜,张志伟. 辽西-冀东金矿地球化学特征及找矿方向[J]. 矿产

与地质,2001,15(4):256-260.

[4]贾三石,王恩德,门业凯,等. 冀东-辽西金矿床稀土元素特征及其成矿作用探析[J]. 稀土,2014,35(5):36-44.

[5]王丽娜. 辽西地区温杖子金矿床成矿系统分析[J]. 地质与资源,2014,23(6):550-553.

[6]张璟,邵军,赵东芳,等. 局部构造环境演化差异性对于成矿的控制作用——以辽西地区东五家子金矿与排山楼金矿为例[J]. 地质与资源,2015,24(6):545-553.

[7]王鹏,董国臣,李志国,等. 辽西北票二道沟金矿的成矿特点和黄铁矿热电性特征[J]. 现代地质,2013,27(2):314-323.

[8]聂飞,刘书生,董国臣,等. 辽西二道沟金矿成矿物质来源:来自 S-Pb 同位素的证据[J]. 现代地质,2018,32(6):1283-1291.

[9]吕多,黄昊. 辽宁省阜新新民金矿床地质特征[J]. 科技视界,2016(16):246,256.

[10]杨振德,张秀棋. 温杖子金矿成因类型与成矿模式[J]. 贵金属地质,1995,4(2):118-123.

[11]刘宗秀,魏存弟,赵春光,等. 金厂沟梁-二道沟金矿田地质地球化学特征及成因探讨[J]. 世界地质,2002,21(1):13-17.

[12]陈井胜,彭艳东,刘森,等. 辽西建平烧锅营子金矿花岗岩的锆石 U-Pb 年代学、地球化学特征及地质意义[J]. 中国地质,2016,43(2):395-409.

[13]于永安,刘兴国,王贵春,等. 辽西小盘岭金矿床地质特征及找矿方向[J]. 黄金地质,2001,7(2):15-19.

[14]王长青,杨建伟,李月新,等. 辽宁阜新排山楼金矿南带找矿方向探讨[J]. 地质与资源,2008,17(1):14-18.

[15]王晓鸥. 辽宁凌源柏杖子金矿床地质特征及成矿模式[J]. 地质与资源,2014,23(4):339-342.

[16]李巍. 辽宁省凌源-阜新金成矿带地质特征及找矿标志[J]. 地质与资源,2015,24(6):554-559,576.

[17]王勇. 辽西青龙沟金矿床成矿特征与成矿模型[J]. 地质与资源,2016,25(5):443-448.

[18]贾三石,王恩德,付建飞,等. 辽西排山楼金矿床微量元素地球化学特征及深部找矿预测研究[J]. 地球化学,2011,40(3):266-279.

[19]马建德,刘殿忠. 辽西地区中生代火山岩型金矿成矿地质条件与找矿方向[J]. 矿产与地质,2001,15(1):15-19.

[20]张雪花. 辽宁省北票市娄家店金矿床地质特征及控矿因素[J]. 黄金,2019,40(5):24-26,32.

[21]王雪. 阜新地区金矿成矿规律与成矿预测研究[D]. 阜新:辽宁工程技术大学,2013.