

豫西前河金矿床构造原生晕特征及其对深部找矿的指示

曹雪峰¹, 屈海浪¹, 史鹏亮¹, 韩彪¹, 王梦琦², 张少远¹, 崔艳飞¹

(1. 中国黄金集团地质有限公司; 2. 中国黄金集团有限公司)

摘要:前河金矿床是典型构造蚀变岩型金矿床, 矿体受近东西向构造控制。构造研究表明, 该矿区经历了多期演化, 形成近东西向、北东向、南北向等3个方向的构造, 不同构造对矿体起着控制或破坏作用。F₄断裂为近东西向构造的典型代表, 为IV号矿带的容矿构造。通过对IV号矿带进行构造原生晕分析, 认为头晕元素整体以中、内带异常为主, 近矿晕元素以内带异常为主, 尾晕元素分布差别较大, 可能与元素变异系数变化较大有关。菖沟矿段00中段83勘探线深部、石家岭矿段260中段43勘探线—45勘探线深部均具有较好的找矿前景。

关键词:前河金矿床; 构造原生晕; 深部找矿; 构造蚀变岩型; 控矿构造; 找矿前景

中图分类号: TD15 P618.51

文章编号: 1001-1277(2024)05-0073-07

文献标志码: A

doi: 10.11792/hj20240515

引言

前河金矿床自20世纪80年代被发现以来, 经过多年地质勘查工作, 已经成为一大型金矿床^[1]。随着多年开采, 该矿床地表及浅部矿体基本已被开采殆尽, 造成资源供应日益紧张, 亟须对深部开展地质找矿工作^[2]。构造原生晕是研究矿床深部找矿直接有效的手段, 已勘查和开发矿床为构造原生晕研究工作提供了很好的条件^[3-6]。众多学者通过对不同类型热液矿床的原生晕分带进行研究, 提出多种地球化学模型, 成功预测并发现了许多矿床深部的隐伏矿体^[7-15]。

前河金矿床作为区域内典型构造蚀变岩型金矿床, 矿体严格受近东西向构造控制, 其深部及外围成矿潜力有待进一步研究, 从而指导生产。通过对前河金矿床开展构造原生晕研究工作, 并进行深部找矿预测, 以指导深部探矿工程布设。

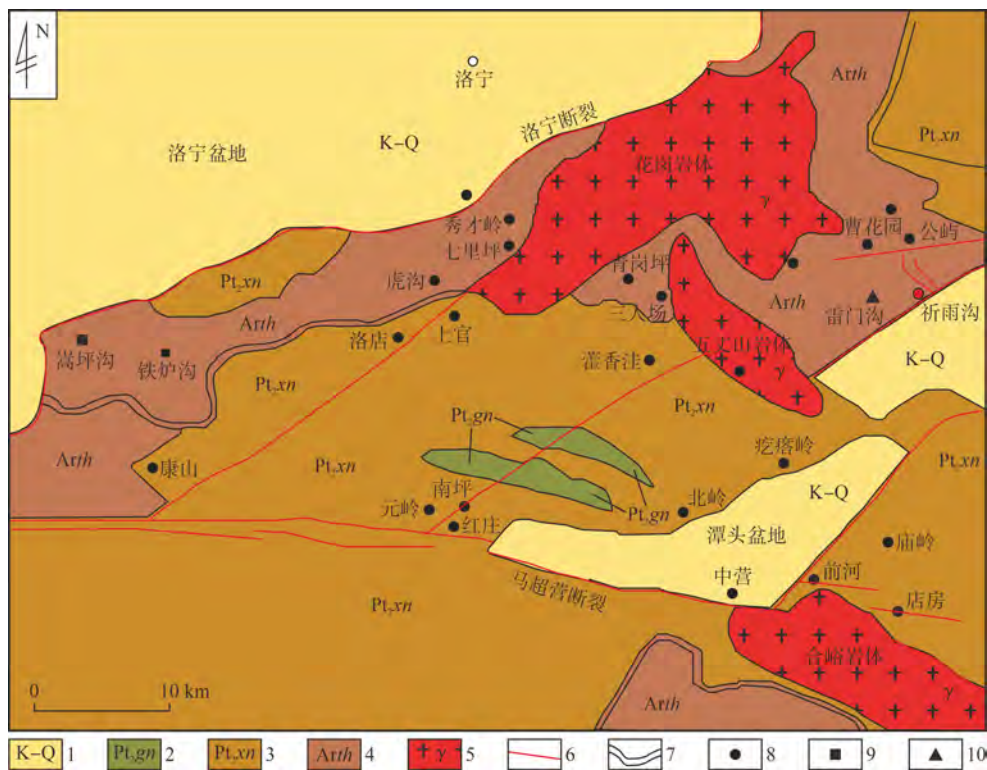
1 区域地质背景

前河金矿床大地构造位置属于华北克拉通南缘与秦岭造山带相接地带, 地处河南省熊耳山地区。熊耳山地区(见图1)为一东西长约80 km、南北宽15~40 km的狭长地带^[16], 东侧以三门峡—宝丰断裂为界, 与嵩箕地块相毗邻, 北西为洛宁盆地, 与洛宁断裂接触, 南以马超营断裂为界, 紧邻北秦岭造山带, 是华北克拉通南缘太古界基底隆起区之一^[17]。持续构造演化, 尤其中生代强烈的秦岭造山活动, 使该地区具

有地层接触关系多样、岩浆活动频繁及构造变形复杂的总体地质特征, 碰撞造山过程也使得熊耳山地区成为重要造山型金成矿带^[18-20]。区域主要出露太古界太华群、中元古界熊耳群、中元古界管道口群及中生界地层。其中, 太华群为一套古老变质岩系, 也是华北地台的变质基底^[21], 岩性主要为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩; 熊耳群为太华群的盖层, 岩性主要为安山岩、英安岩等, 与太华群关系为不整合接触。管道口群主要岩性为一套浅海陆源碎屑岩—碳酸盐岩沉积^[22], 与熊耳群接触关系为不整合接触。

区域内岩浆活动极为发育, 具有长期性、多次性等特点。太古代主要为中基性—酸性火山岩和奥长花岗岩、英云闪长岩、花岗闪长岩等侵入岩; 元古代熊耳期以中基性—中酸性火山喷发最为显著; 燕山期岩浆活动达到高峰, 以大规模的酸性岩浆侵入为特点, 形成了从南向北有代表性的合峪、五丈山、花山等岗岩体, 并派生了许多酸性的小岩枝、岩脉等小斑岩体, 并伴生有多处隐爆角砾岩体。燕山期大规模的岩浆活动与金、铅、银、钼等矿产密切相关^[23-26], 如菖沟金矿床、店房金矿床、祈雨沟金矿床等, 其分布于岩体外围, 或与花岗岩株、隐爆角砾岩体有关。

区域较好的大地构造背景、富金地层及岩浆活动使其成为重要的金成矿带, 金矿床总体分布于洛宁断裂与马超营断裂之间, 前河金矿床即就位于马超营断裂的次级断裂中。该矿床与区域内其他金矿床具有极为相似的地方: ①受构造控制明显, 如近东西向构



1—白垩系—第四系 2—管道口群 3—熊耳群 4—太古界太华群片麻岩
5—燕山期花岗岩 6—断裂 7—不整合接触界线 8—金矿床 9—钼矿床 10—铅锌矿床

图1 熊耳山地区地质图

Fig. 1 Geological map of Xiong'ershan area

造(前河金矿床)、南北向构造(小南沟金矿床)、北东向构造(石家岭金矿床),尤其在构造交会部位更容易成矿;②集中于太古界、元古界地层内;③分布在燕山期花岗岩外围。

2 矿区及矿床地质特征

2.1 矿区地质特征

前河金矿床位于洛阳市嵩县县城南西约 35 km。矿区出露地层主要为中元古界熊耳群马家河组下段和鸡蛋坪组,以及第四系、古近系。熊耳群分布于矿区中部及东部地区,为一套紫红色、灰黑色流纹岩、安山岩夹火山碎屑岩组合,为主要赋矿地层;古近系主要分布于潭头盆地内,为灰绿色砂岩、粉砂岩组合,古近系与熊耳群呈断裂接触;第四系主要沿河谷分布(见图 2)。矿区岩浆岩主要为花岗岩,此外发育花岗岩脉、辉绿岩脉。合峪岩体年龄测定结果表明,其主要形成于 108.3 ~ 131.8 Ma^[27-28]。

矿区主要发育近东西向、南北向、北东向等构造,未见褶皱出露,与成矿关系较紧密的为近东西向构造,同时其也是矿区最发育的一组构造。北东向构造在石家岭矿段附近出露,如 F₆ 断裂为潭头盆地边界断裂,该方向构造也控制了石家岭矿段 II 号矿带产出。南北向构造为破矿构造,对矿体起到右行位错

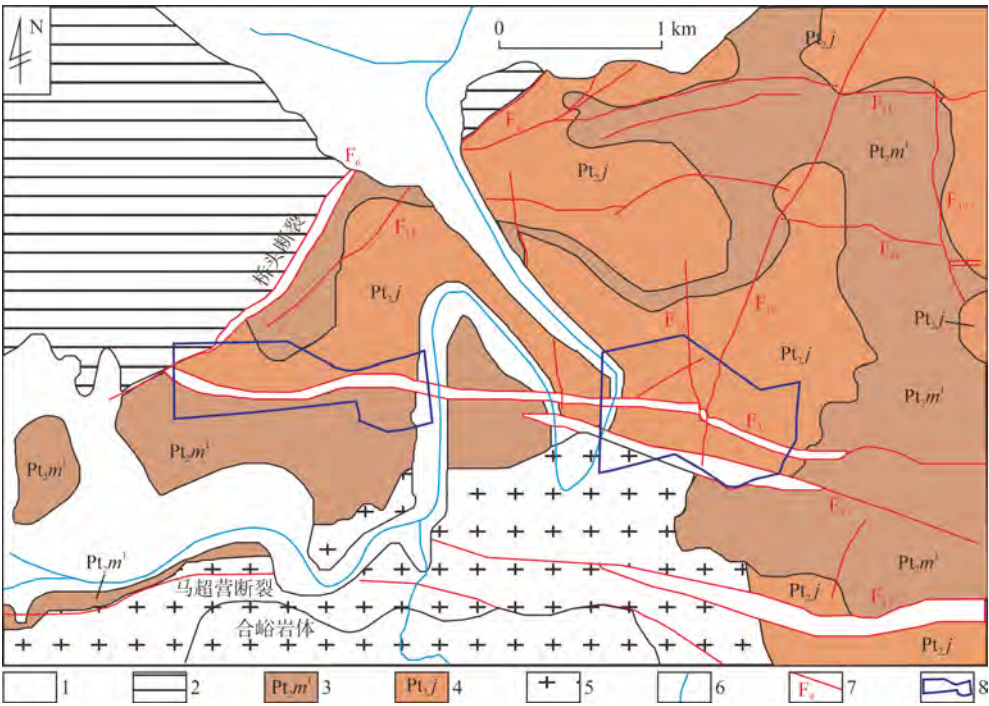
作用。

F₄ 断裂为近东西向构造的典型代表,为含矿构造,西起桥头断裂,经石家岭矿段、菴沟矿段向东延伸出矿区,断裂走向 260° ~ 285°,向北倾斜,倾角 55° ~ 75°。在菴沟矿段, F₄ 断裂出露宽数十米至上百米,由数个相间排列的破碎带与变形较弱的碎裂岩化带组成(见图 3),破碎带直接控制脉状矿体的产出,蚀变特征为硅化、黄铁矿化、绿泥石化、绿帘石化等;碎裂岩化带中节理发育,可见星点状黄铁矿化、钾化、碳酸盐化等。 F₄ 断裂在石家岭矿段出露宽度变窄,一般宽数米,探矿工程揭露范围内矿体连续性较差。

2.2 矿床地质特征

IV 号矿带内的矿体赋存于近东西向 F₄ 断裂中, F₄ 断裂对矿体的空间分布、形态、产状及规模具有明显控制作用^[28]。 IV 号矿带走向 70° ~ 100°,倾向北西,倾角 45° ~ 75°,平均值 65°。该矿带在区域上连续出露长度 14 km,沿走向、倾向延伸稳定,连续性强。在 85 勘探线、87 勘探线, IV 号矿带分别被 F₂₂、F₁₈ 断裂断错,自西向东依次向南平移,水平断距分别为 45 m、118 m。

赋矿围岩为熊耳群安山岩(见图 4),矿体附近安山岩受热液接触变质作用,生成较多新组分,以黑云



1—第四系 2—第三系 3—马家河组下段 4—鸡蛋坪组 5—燕山期花岗岩 6—河流 7—断裂及编号 8—矿权范围

图 2 前河金矿区地质图

Fig.2 Geological map of Qianhe Gold District

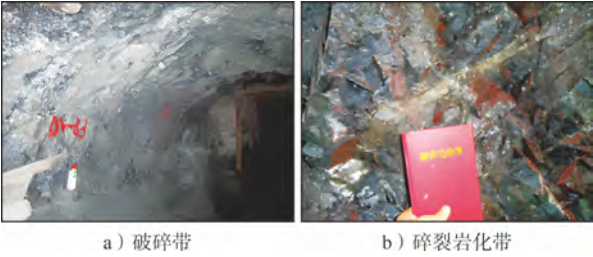


图 3 F₄ 断裂井下露头特征

Fig.3 Characteristics of underground outcrop of F₄ fault

母为主,重结晶的长英质矿物次之。隐约可见原矿物成分及结构,具变余少斑结构,无定向构造。斑晶占比小于 5%,粒度 0.2~1.5 mm,星点状分布,成分主要为斜长石,斜长石为自形、半自形板状。斑晶部分被硅化石英及黑云母交代。距离矿体较远的安山岩可见杏仁状、椭圆状斑晶,斑晶占地 5%~10%,成分为斜长石,斜长石为自形、半自形板条状,粒度 0.2~1.0 mm,略显定向分布,有较强的硅化、绢云母化及泥化。岩石晚期有构造碎裂作用,裂隙呈不规则状发育,其内有硅化石英及碳酸盐矿物呈脉状充填。

3 样品及结果分析

3.1 样品采集与分析方法

测试样品均采自 F₄ 断裂内,F₄ 断裂为 IV 号矿带的容矿构造,IV 号矿带内矿体均赋存于 F₄ 断裂中。本次共采集样品 103 件,取样过程中对每个中段、每条勘探线进行取样控制,每件样品分析 Hg、As、Sb、

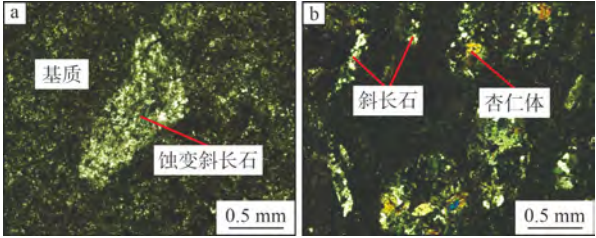


图 4 熊耳群安山岩显微岩相照片

Fig.4 Microscopic lithofacies photos of Xiong'er Group andesite

Ba、Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mo、Bi、Co、Ni、W 等 14 种元素,将每种元素分析结果的平均值作为背景值。分析方法:泡沫塑料吸附—石墨炉原子吸收光谱法测定 Au;氢化物发生—原子荧光光谱法测定 As、Sb、Bi;原子发射光谱法测定 Ag;电感耦合等离子体质谱法测定其他痕量元素。

3.2 元素含量特征

结合前人总结构造原生晕元素分布特点,认为头晕元素为 As、Hg、Sb、Ba,近矿晕元素为 Au、Ag、Cu、Pb、Zn,尾晕元素为 Co、Ni、Bi、W、Mo。将各元素的浓度分带分为外带(弱异常)、中带和内带(强异常)。外、中、内带的异常浓度,一般以异常下限的 1 倍、2 倍、4 倍为标准。前河金矿区 IV 号矿带构造原生晕元素参数特征见表 1。

由表 1 可知:头晕元素 As、Hg、Sb、Ba 变异系数为 0.16~0.82,且 As、Ba 变异系数分别为 0.73,0.82,离散度较大;近矿晕元素 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 变

表 1 前河金矿区 IV 号矿带构造原生晕元素参数特征

Table 1 Element parameter characteristics of structural primary halo in No. IV ore belt of Qianhe Gold District

指标	Au ¹⁾	Ag	As	Hg ²⁾	Co	Ni	Cu	Zn	Mo	Sb	Ba	W	Pb	Bi
平均值/ 10^{-6}	4.09	0.11	1.00	3.12	30.26	21.34	8.94	115.58	0.43	0.42	377.83	3.71	25.25	0.07
标准离差/ 10^{-6}	1.22	0.05	0.73	0.51	7.49	6.30	4.10	29.46	0.75	0.27	310.27	4.11	6.68	0.02
变异系数	0.30	0.41	0.73	0.16	0.25	0.29	0.46	0.25	1.76	0.64	0.82	1.11	0.26	0.30
异常下限/ 10^{-6}	6.54	0.20	2.46	4.15	45.23	33.94	17.15	174.49	1.93	0.97	998.37	11.93	38.60	0.12

注:1) $w(\text{Au})/10^{-9}$; 2) $w(\text{Hg})/10^{-9}$ 。

异系数为 0.25~0.46,变异系数较小,反映元素分布较为均匀;尾晕元素 W、Mo、Co、Ni、Bi 变异系数为 0.25~1.76,变化范围较大。其中,Mo、W 变异系数均大于 1,元素离散度较大,异常分布不均匀。

3.3 构造原生晕特征

3.3.1 菴沟矿段

菴沟矿段头晕元素整体表现为异常强度较高

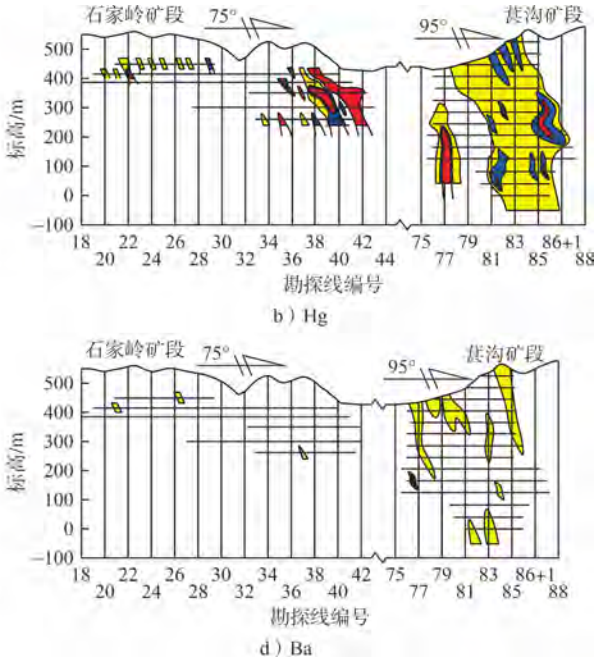
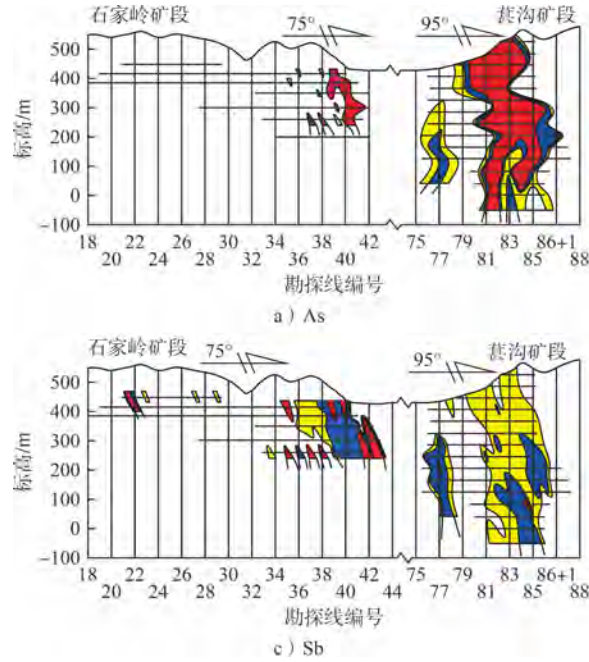


图 5 前河金矿区 IV 号矿带构造原生晕头晕元素异常分布图

Fig.5 Element anomaly distribution in the head halo of structural primary halo of No. IV ore belt in Qianhe Gold District

近矿晕元素以内带异常为主(见图 6)。Au 异常为强内带异常(矿体);Ag 异常在 75 勘探线—77 勘探线、81 勘探线—85 勘探线较好;Pb 异常在 00 中段 83 勘探线附近为强内带异常,120 中段—200 中段 75 勘探线—76 勘探线表现出一定中、内带异常;Zn 异常总体表现为外带异常,局部发育中、内带异常。

尾晕元素异常分带变化较大(见图 7),Bi、W 异常以中、内带异常为主,Co、Ni 含量一般低于异常下限,仅局部发育尾晕异常。

综合分析,头晕元素整体以中、内带异常为主,近矿晕元素以内带异常为主,尾晕元素分布差别较大,可能与元素变异系数变化较大有关。结合构造地球化学成矿模式可知,80 勘探线—84 勘探线为上部矿

(见图 5)。As 异常以内带异常为主,在 00 中段—40 中段 80.5 勘探线—82.5 勘探线为内带异常,120 中段—200 中段 75 勘探线—76 勘探线为中、外带异常。Hg、Sb 异常以中、外带异常为主,在 75 勘探线—76 勘探线、80 勘探线—81 勘探线、83 勘探线—85 勘探线出现 3 个中、内带异常中心。Ba 异常以外带异常为主。

体尾晕与下部矿体头晕叠加部位,尤其是 00 中段 83 勘探线深部具有较好成矿潜力。此外,75 勘探线—76 勘探线 120 中段,近矿晕元素表现出强内带异常,头晕元素表现出中、外带异常,指示深部近矿晕元素变强,其深部具有一定成矿潜力。

3.3.2 石家岭矿段

石家岭矿段构造原生晕元素分布规律与菴沟矿段相似。头晕元素以中、内带异常为主(见图 5),主要集中在 260 中段—415 中段 38 勘探线—42 勘探线,Ba 含量多低于异常下限。

近矿晕元素表现出较强的内带异常(见图 6)。异常分带具有向右侧伏的规律,Au、Ag 异常均具有较强的内带异常;Pb 在 260 中段 35 勘探线、260 中段—

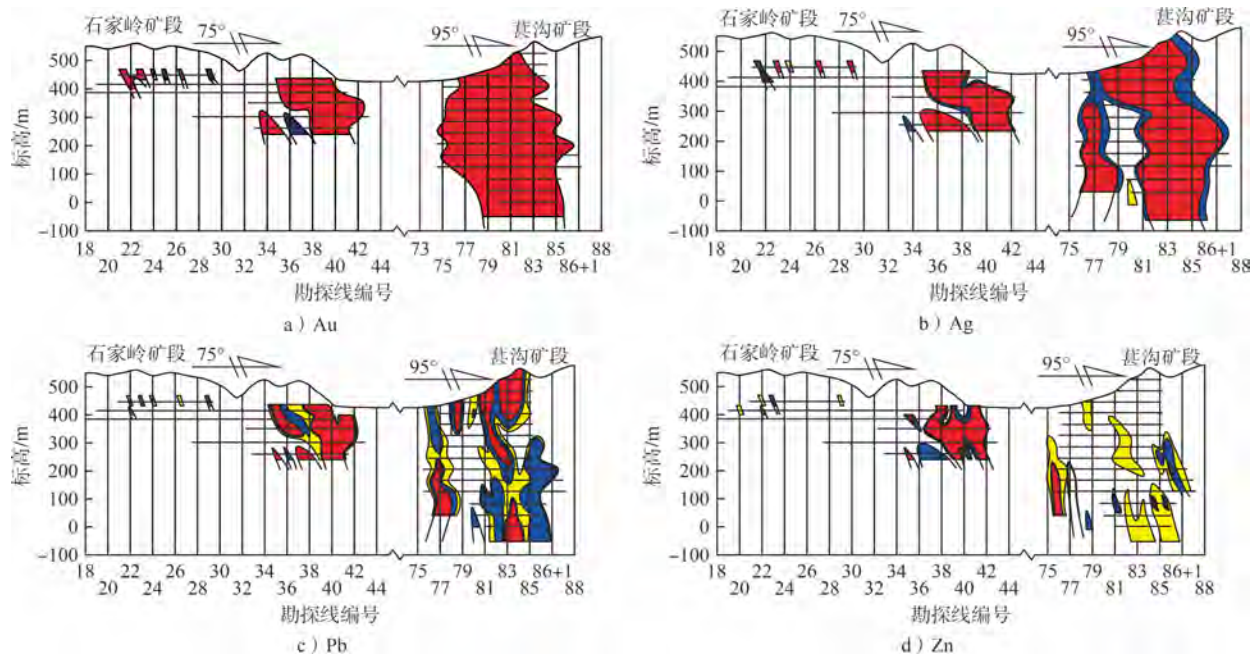


图 6 前河金矿区Ⅳ号矿带构造原生晕近矿晕元素异常分布图

Fig. 6 Element anomaly distribution in the near-ore halo of structural primary halo of No. IV ore belt in Qianhe Gold District

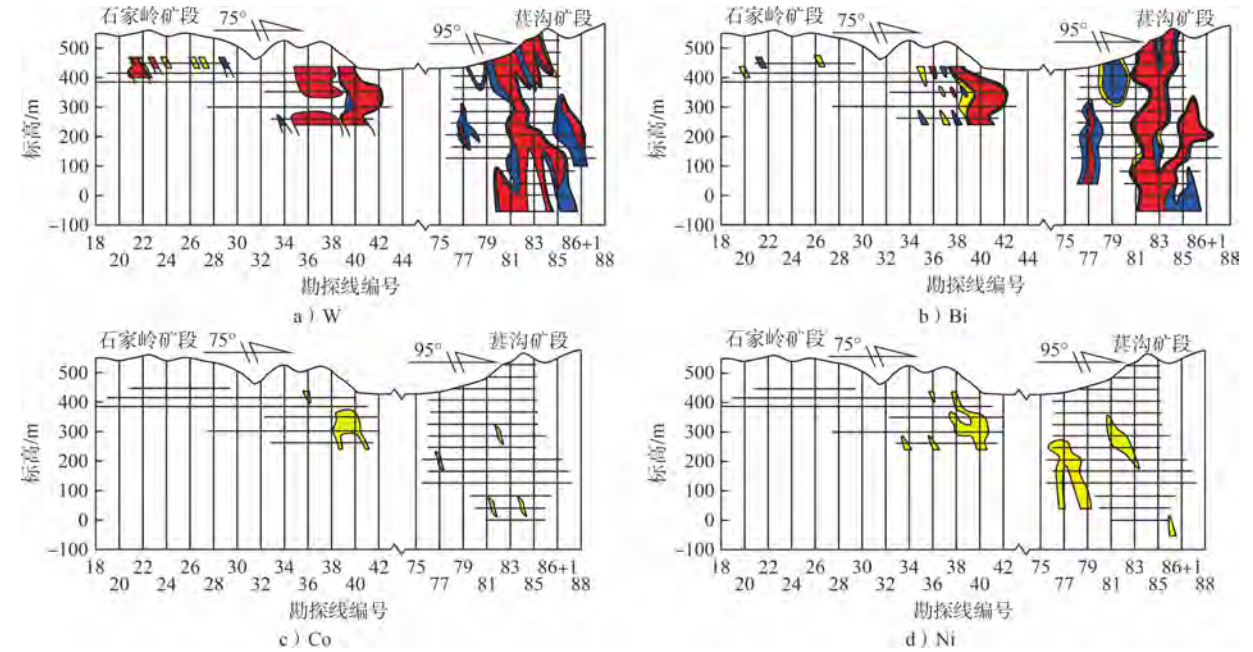


图 7 前河金矿区Ⅳ号矿带构造原生晕尾晕元素异常分布图

Fig. 7 Element anomaly distribution in the tail halo of structural primary halo of No. IV ore belt in Qianhe Gold District

385 中段 37 勘探线—42 勘探线内带异常较强;Zn 在 260 中段 35 勘探线、260 中段 39 勘探线、300 中段 42 勘探线内带异常较强。

尾晕元素异常分布差距较大(见图 7)。W、Bi 分别在 260 中段—415 中段 36 勘探线—42 勘探线、39 勘探线—42 勘探线表现为强内带异常,Co、Ni 含量一般低于异常下限,部分表现出外带异常。

综合分析,石家岭矿段头晕元素整体以中、内带异常为主,近矿晕元素以内带异常为主,尾晕元素 Co、Ni 部分表现为外带异常,Bi、W 异常明显。异常

主要集中在 36 勘探线—42 勘探线,考虑到矿体向东侧伏的规律,推测 43 勘探线—45 勘探线 260 中段深部具有成矿潜力。此外,头晕元素 Hg、Sb,近矿晕元素 Au、Ag、Pb、Zn 均在 22 勘探线显示出较好的中、内带异常,虽然 385 中段未见矿,但其深部仍具有成矿潜力。

4 深部找矿潜力分析

含矿热液沿构造薄弱带向上运移过程中一般具有脉动成矿的特征,由于不同元素地球化学性质具有

差异性,每次成矿事件均会形成头晕、近矿晕、尾晕地球化学场,受后期成矿事件的叠加,第一次成矿作用的尾晕与第二次成矿作用的头晕往往处于空间上相叠加的状态,使头晕、尾晕元素较发育(见图8)。

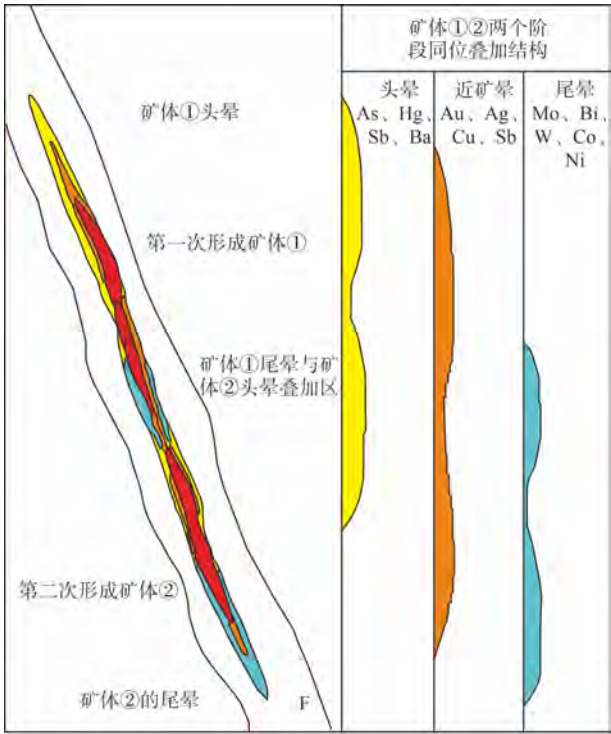


图8 前河金矿区Ⅳ号矿带构造原生晕成矿模式图
Fig.8 Metallogenic model diagram of structural primary halo in No. IV ore belt of Qianhe Gold District

前河金矿床目前开采区(00中段—80中段)处于2个矿体叠加部位,该部位品位、厚度相较于上部中段具有变低、变薄的趋势。根据构造叠加晕研究结果,开采区头晕元素仍呈现出较强的异常特征,近矿晕元素从上部延伸至此未间断,表明下部可能会出现下一赋矿中心。通过对黄铁矿热电性分析^[29],认为200中段深部出现富矿,同时提出前河金矿床以200 m间距为一脉动成矿区段。结合已有研究成果,认为00中段以下会出现下一脉动成矿事件^[29]。

前河金矿床的形成与合峪岩体有关^[30],合峪岩体发育在矿区东南部。结合成岩成矿年代学、成矿流体性质等研究^[31-32],认为前河金矿床可能为岩浆期后热液矿床。从元素分布规律可以看出,前河金矿床在萑沟矿段未表现出明显的侧伏规律,而在石家岭矿段表现出向东侧伏的规律,表明成矿热液有从东向西迁移的趋势。因此,在石家岭矿段探矿过程中应注意考虑深部侧伏方向。

5 结论

1)前河金矿床目前开采区头晕元素仍呈现出较强的异常,近矿晕元素从上部延伸至此未间断,表明

下部可能会出现下一赋矿中心。

2)萑沟矿段00中段83勘探线深部、石家岭矿段260中段43勘探线—45勘探线深部均具有较好的成矿前景。萑沟矿段侧伏向不明显,石家岭矿段具有向东侧伏的规律,应该结合矿体侧伏规律,继续加强深部探矿并合理布设工程。

[参考文献]

[1] 巴安民,马红义,张松盛,等. 河南省嵩县前河金矿床地质特征和找矿方向[J]. 地质找矿论丛,2006,21(2):100-103,114.
[2] 林成贵,程志中,吕志成,等. 甘肃省早子沟金矿原生晕分带特征及深部找矿预测[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2020,50(1):70-84.
[3] 胡乔青,王义天,毛景文,等. 山西义兴寨金矿床铁塘碛矿段原生晕地球化学与深部找矿预测[J]. 黄金,2023,44(7):1-9.
[4] 姚玉增,巩恩普,梁俊红,等. R型因子分析在处理混杂原生晕样品中的应用——以河北丰宁银矿为例[J]. 地质与勘探,2005,41(2):51-55.
[5] 孙莉,肖克炎,高阳. 彩霞山铅锌矿原生晕地球化学特征及深部矿产评价[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2013,43(4):1179-1189.
[6] 胡乔青,王义天,魏然,等. 东天山彩霞山大型铅锌矿床原生晕地球化学研究及找矿靶区预测[J]. 新疆地质,2021,39(4):546-552.
[7] 欧阳宗圻,李惠,刘汉忠. 典型有色金属矿床地球化学异常模式[M]. 北京:地质出版社,1990.
[8] 李惠,张文华,刘宝林,等. 中国主要类型金矿床的原生晕轴向分带序列研究及其应用准则[J]. 地质与勘探,1999,35(1):34-37.
[9] 邢利琦,刘炳璋. 矿床原生晕地球化学晕分带性研究[J]. 四川地质学报,2011,31(4):489-492,495.
[10] 程文斌,尹力,陈翠华,等. 西藏柯月 Pb-Zn-Sb-Ag 多金属矿床Ⅰ号矿体原生晕地球化学特征[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2016,46(6):1711-1723.
[11] 明添学,唐忠,李永平,等. 云南巧家东坪铅锌矿床原生晕特征与找矿潜力[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2018,48(5):1394-1404.
[12] 睢栋超,罗正传,张超超,等. 河南省洛宁县龙门店银矿床 K9 矿脉构造原生晕特征及深部预测[J]. 黄金,2019,40(9):22-25.
[13] 刘超,程文文,唐学义,等. 夹皮沟金矿田北沟金矿床原生晕特征及深部成矿预测[J]. 黄金,2020,41(11):16-20.
[14] 柳生祥,雷祥军,刘景显,等. 甘肃舟曲羊里尾沟金矿床原生晕特征及深部找矿预测[J]. 黄金,2021,42(1):1-6.
[15] 刘小照. 河南省河南庄金矿床Ⅱ号矿体原生晕特征与深部成矿预测[J]. 黄金,2021,42(3):14-18.
[16] 郭保健,李永峰,王志光,等. 熊耳山 Au-Ag-Pb-Mo 矿集区成矿模式与找矿方向[J]. 地质与勘探,2005,41(5):43-47.
[17] 韩志伟. 豫西熊耳山地区牛头沟金矿床地质地球化学[D]. 北京:中国地质大学(北京),2010.
[18] 陈衍景,崔毫,富士谷,等. 论祁雨沟式金矿[J]. 矿产与地质,1992,6(2):103-110.
[19] 陈衍景. 造山型矿床、成矿模式及找矿潜力[J]. 中国地质,2006,33(6):1181-1196.
[20] 陈衍景. 大陆碰撞成矿理论的创建及应用[J]. 岩石学报,

2013,29(1):1-17.

[21] 王路.河南嵩县下蒿坪一店房金矿床地质地球化学特征[D].焦作:河南理工大学,2012.

[22] 雷小林,王瑞,魏成.构造地球化学方法评述及其在隐伏矿体预测中的应用[J].矿床地质,2012,31(增刊1):913-914.

[23] 李永峰,毛景文,胡华斌,等.东秦岭钼矿类型、特征、成矿时代及其地球动力学背景[J].矿床地质,2005,24(3):292-304.

[24] 李莉,卿敏,陈祥.河南前河金矿床地球化学特征[J].黄金地质,1999,5(3):75-80.

[25] 吴新国,李文宣.河南瑶沟金矿床形成机理[J].河北地质学院学报,1994,17(6):532-540.

[26] 张国伟,郭安林,刘福田,等.秦岭造山带三维结构及其动力学分析[J].中国科学(D辑:地球科学),1996,26(增刊1):1-6.

[27] HAN Y G,ZHANG S H,PIRAJNO F,et al. Evolution of the Mesozoic granites in the Xiong'ershan - Waifangshan region, western Henan Province, China, and its tectonic implications[J]. Acta Geologica Sinica,2007,81(2):253-265.

[28] 唐克非,李建威.河南嵩县前河金矿矿化特征、成矿时代与矿床成因[J].矿物学报,2009,29(增刊1):136-137.

[29] 要梅娟,申俊峰,李胜荣,等.河南嵩县前河金矿黄铁矿的热电性、热爆特征及其与金矿化的关系[J].地质通报,2008,27(5):649-656.

[30] 唐克非.华北克拉通南缘熊耳山地区金矿床时空演化、矿床成因及成矿构造背景[D].武汉:中国地质大学,2014.

[31] 汪在聪,李胜荣,申俊峰.河南省前河构造蚀变岩型金矿的砂卡岩化及其找矿意义[J].矿床地质,2008,27(6):751-761.

[32] 朱沛云,胡斌,赖峰,等.河南省前河金矿矿床成因及成矿模式探讨[J].地质找矿论丛,2014,29(2):199-205.

Structural primary halo characteristics of Qianhe Gold Deposit in western Henan and its indication for deep prospecting

Cao Xuefeng¹, Qu Hailang¹, Shi Pengliang¹, Han Biao¹, Wang Mengqi², Zhang Shaoyuan¹, Cui Yanfei¹
(1. Geological Corporation of China Gold Group; 2. China National Gold Group Co., Ltd.)

Abstract: Qianhe Gold Deposit in western Henan is a typical tectonic altered rock type gold deposit, and the ore body is controlled by the near EW trending tectonic belt. The study of tectonics shows that the area has undergone multi-stage evolution, forming 3 structures in the direction of near EW, NE, and SN, and different structures play a controlling or destructive role in the ore body. The F₄ fault is a typical representative of the near EW structure, which is the ore-hosting structure of No. IV ore belt. Through the analysis of structural primary halo in No. IV ore belt, it is considered that the head halo elements are mainly anomalous in the middle and inner zones, and the near-ore halo elements are mainly anomalous in the inner zone. The distribution of tail halo elements is quite different, which may be related to the great variation of element mutation coefficient. The deep part of Exploration Line 83 in Level 00 of Shengou ore section and the deep part of Exploration Line 43 - Exploration Line 45 in Level 260 of Shijialing ore section have good prospecting prospects.

Keywords: Qianhe Gold Deposit; structural primary halo; deep prospecting; structural altered rock type; ore-controlling structure; prospecting prospects

(上接第 53 页)

Experimental study on antimony recovery from antimony electrolytic deposition lean solution

Zhao Na, Zang Wenyou, Luan Dongwu, Sun Meifen, Wang Jie
(Shandong Guohuan Solid Waste Innovative Technology Center Co., Ltd.)

Abstract: In response to the high content of antimony in the lean solution of antimony electrolytic deposition and the high grade of antimony in the agitation rate antimony residue from acidification and precipitation, which leads to low antimony recovery in alkaline leaching after blending with low-grade ore, experiments were conducted on acidification and precipitation of antimony cooling crystallization - alkaline leaching - electrolytic deposition process. Through single-factor acidification and precipitation experiments, the effects of pH, reaction temperature, agitation rate, and cooling crystallization on the effect of acidification and precipitation of antimony were investigated. The results show that under the conditions of pH 5 for acidification and precipitation of antimony, a cooling crystallization temperature of 10 ℃, a slurry concentration of 20 % for alkaline leaching, Na₂S concentration of 85 g/L, NaOH concentration of 40 g/L, alkaline leaching time of 1 h, NaOH concentration of 70 g/L in the electrolytic deposition solution, current of 4.80 A, cathode area to anode area ratio of 5.8:1, and electrolytic deposition time of 50 h, the antimony recovery rate in the electrolytic deposition experiment reached 82.29 %, with an antimony grade on the cathode of 92.72 %, thus enhancing resource utilization.

Keywords: electrolytic deposition lean solution; antimony; acidification and precipitation; alkaline leaching; wet antimony refining