

莱西山后金矿地质物化探特征及找矿预测

Geological, geophysical and geochemical characteristics and ore-prospecting prognosis of the Shanhou gold deposit in Laixi City

柳志进, 张维昕, 宋耕海

(中国人民武装警察部队黄金第七支队, 山东 烟台 264001)

LIU ZhiJin, ZHANG WeiXin and SONG GengHai

(No.7 Detachment of General Gold Party, Chinese People's Armed Police Force, Yantai 264004, Shandong, China)

摘要 招平成矿带是胶东金矿勘查和黄金生产基地之一, 目前已成为寻找金矿的热点地区。对该区的地质、物化探特征的研究有利于进一步的成矿预测。本文结合野外第一手工作资料, 从区域成矿地质背景入手, 通过分析研究区地质、物理化学特征, 指明该区的下一步找矿应以主带蚀变岩金矿为重点, 同时要兼顾次级构造所控制的石英脉型金矿; 结合该区物化探、遥感成果及矿体分布的等间距性, 开展 1-1、1-2 矿体深部和外围北泊、萌山、围石山、邴家一带的成矿预测。

关键词 地质学; 金矿; 地质物化探特征; 找矿预测; 莱西山后

招平成矿带是胶东金矿勘查和黄金生产基地之一, 该带赋存有大尹格庄、姜家窑、夏甸、山后等大中型金矿床, 目前已探明黄金资源量近 800 t。90 年代末, 研究区在综合研究的基础上, 找矿思路更加明确, 探矿工作取得了实质性进展。目前区内金资源量已达 20 余吨, 随着勘查工作的逐步开展及在山后、北泊、吴家洼矿段深部探矿的突破, 该区成为寻找金矿的热点地区, 对区内的地质、物化探特征进行总结和归纳, 并据次进行成矿预测有利于下一步找矿工作的进行。

1 区域地质特征

研究区大地构造位置处于华北地台和扬子地台结合带的东端-胶西北隆起区, 栖霞复背斜南翼, 招平断裂带中南段。南与旧店矿田相接, 北毗邻夏甸金矿, 是重要金成矿区。区域上地层主要为前寒武纪和中新生代地层, 前寒武纪地层划分为晚太古宇胶东岩群, 下元古界荆山群、粉子山群, 上元古界芝罘群、蓬莱群。构造分为太古宙 EW 向基底构造、早新华夏系构造、新华夏系构造, 其中与胶东地区金矿形成关系密切的为近 EW 向构造、早新华夏系构造控制了区内主要构造格局、金矿床定位及燕山期岩浆岩带近 EW 向的展布特征。区内岩浆岩分布广泛, 其中玲珑超单元花岗岩体与郭家岭超单元似斑状花岗闪长岩体, 在空间分布和生成时间上与金矿关系最为密切, 是重要的成矿母岩, 多呈大岩基和数量众多的岩株产出, 总体展布方向近 EW 向 (图 1)。

2 矿床地质特征

莱西山后金矿位于招平断裂带中南段, 矿体赋存于玲珑花岗岩与胶东岩群、荆山群地层前锋接触带

NE-NNE 向构造带内，区内大面积分布的玲珑花岗岩为成矿母岩，胶东岩群提供了丰富的物质来源，大规模多期次断裂活动为导矿、储矿提供了场所，该区具备较好的成矿地质条件。

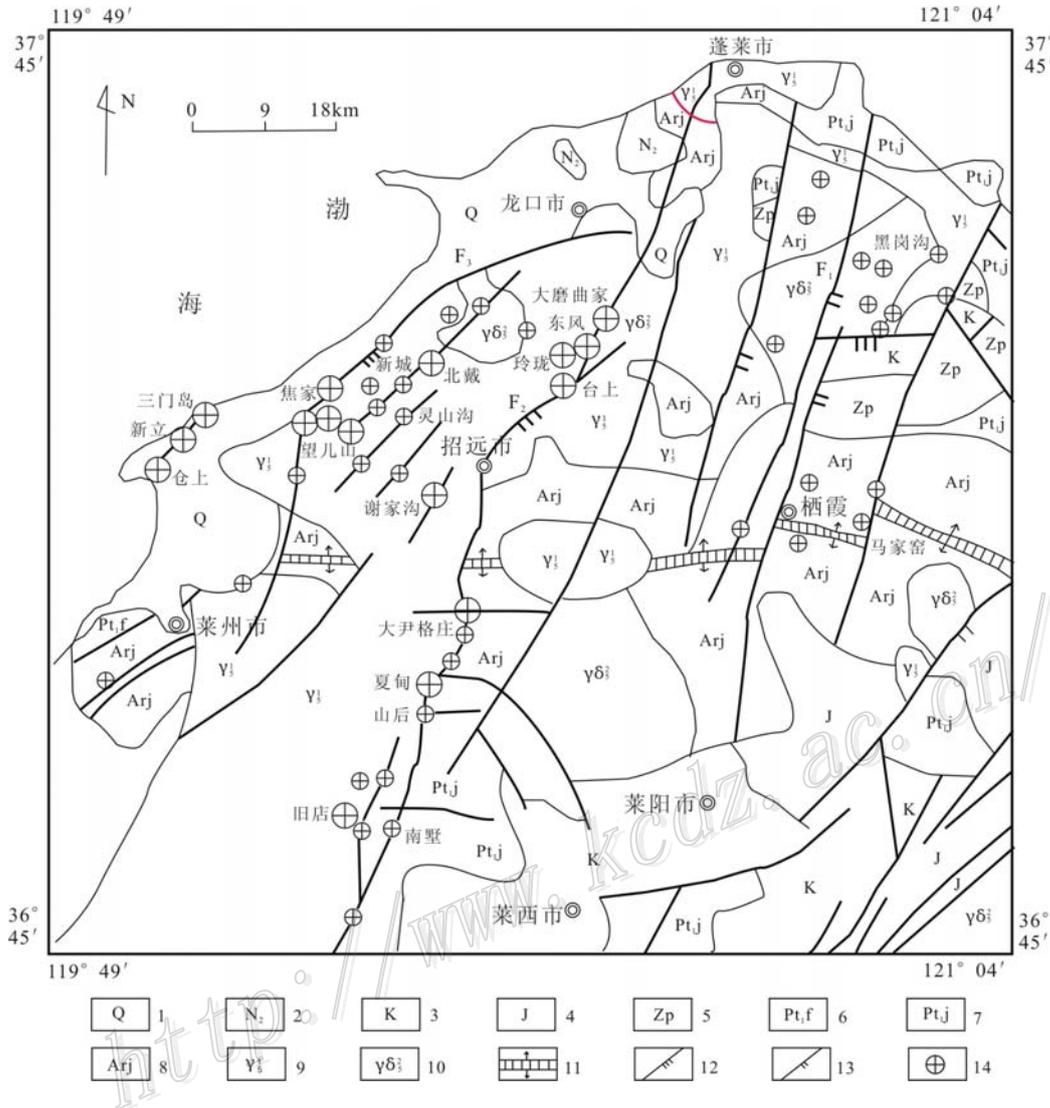


图 1 胶东西北部金矿区域地质图

1—第四系； 2—新第三系； 3—白垩系； 4—侏罗系； 5—蓬莱群； 6—粉子山群； 7—荆山群； 8—胶东群； 9—玲珑花岗岩； 10—郭家岭花岗岩；
 11—栖霞复背斜轴； 12—新华夏系压扭性断裂； 13—华夏系压扭性断裂； 14—金矿床。F₁—陡崖断裂； F₂—招平断裂； F₃—焦家断裂

1.1 矿脉特征

研究区内发育 10 余条破碎蚀变带，其中 1 号和 17 号脉为主要含金蚀变带（图 2）。1 号蚀变带以黑虎山断裂（14 线）为界，以北产于胶东岩群（上盘）和玲珑花岗岩体（下盘）的接触带，与黑虎山断裂所夹持的三角地带赋存了区内的主要金矿体 1-2 号矿体；黑虎山断裂以南产于荆山群地层与玲珑花岗岩体的接触带，控制了带内 1-1 号矿体、1-3 号矿体和 17 号蚀变带内的矿体。主带控制的矿石类型为含金蚀变岩型，主要地质特征为：

1 号破碎蚀变带区内延长 8.5 km，厚 50~150 m。走向 NE 26°，倾向 SE，倾角 38~50°，呈舒缓波状伸展，膨缩现象明显。以主断裂面为中心向两侧，为不对称分布的碎裂岩系列和糜棱岩系列，且下盘的碎裂岩厚度要大于上盘碎裂岩厚度。完整的分带从上盘到下盘依次为灰白色断层泥、张扭性断层角砾岩(或糜棱岩)、青灰色断层泥、(蚀变闪长玢岩)、黄铁绢英岩、黄铁绢英岩化碎裂岩、花岗质碎裂岩、碎裂状花岗岩，

局部分带不明显^①。

2.2 矿床特征

研究区内发现6个金矿体,其中1-2号矿体为主要矿体。该矿体1-2号矿体控制长200 m,斜深1290 m。走向NE30°,倾向SE,倾角38~42°,呈豆荚状或柱状产于主裂面以下80 m范围内,金的平均品位为 5.01×10^{-6} ,度厚为3.35 m。金属矿物以银金矿、黄铁矿、黄铜矿为主,含少量方铅矿、闪锌矿等,脉石矿物为石英、长石、绢云母等。围岩蚀变以硅化、绢云母化、钾化、黄铁矿化为主。矿石自然类型主要为浸染状黄铁绢英岩型、细脉浸染状、网脉状黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩型。1-2号矿体规模大,产状稳定,沿走向和倾向上分段变化^①。



图2 山后金矿区地质简图

1—胶东群地层; 2—荆山群禄格庄地层; 3—荆山群野头组地层; 4—玲珑花岗岩; 5—断层泥及角砾岩; 6—构造破碎带;

7—矿脉及产状; 8—石英脉; 9—金矿体; 10—产状

2.3 矿体分布规律

2.3.1 矿体分布特征

研究区内金矿体的分布,根据其产出位置的不同,分为3种类型:一是破碎蚀变带产于胶东岩群与玲珑花岗岩的前锋接触带,如山后矿段1-2号矿体,位于NE向断裂与近EW断裂的三角挟持部位,黑虎山断裂对矿体的侧伏、延深、矿化蚀变具有重要的控制作用;二是产于元古界荆山群地层与玲珑花岗岩的接触界面,如北泊矿段,处在招平带的分支部位,所以该处构造蚀变带厚大,且岩石破碎,利于成矿;三是产于

^① 庄光军,等. 2001. 山东省莱西市山后金矿区1-2号矿体地质普查报告.

玲珑花岗岩体内部, 主要指涧里断裂的控矿性, 过去一直认为该断裂仅仅是导矿构造, 但近年来在吴家洼附近钻探施工中发现工业矿化, 所以对该断裂的控矿性要重新认识。

2.3.2 构造控矿规律

控矿构造是晚期叠加的脆性断裂, 主断裂面具压扭特征, 其受水平方向主应力右旋扭动时, 张扭处产生的张扭性空间为容矿构造, 而压扭处则构造闭合而不利于矿体产出。由于张扭和压扭性断裂是相间产出的, 所以断续地赋存了夏甸、山后、北泊、吴家洼等矿体, 矿体之间符合一定的数学分布规律——等间距性, 间距大致在 2.5 km 左右。最有利的容矿部位是招平叠加构造带走向变异处的张裂空间。

2.3.3 深部存在第二富集带

从目前勘查情况看, 山后矿区 1-2 号矿体控制延深距离与延长长度之比约为 4:1, 延深明显大于延长, 结合邻近夏甸金矿深部找矿的重大突破^①, 运用相似类比理论可推测, 该区深部有可能存在第二富集带, 钻探工作已充分证实, 向深部矿体有变厚变富的趋势。

3 地球物理特征

3.1 物探 EH4 测量

山后矿区 16 线 EH4 电阻率二维断面图上有一条明显的低阻异常带 (图 3), 该异常带局部反应为高阻到低阻的变化梯度带, 产状 SE 倾斜, 倾角 45° 左右, 随延深有变化。这个低阻异常带即为招平断裂带的反映, 其下盘视电阻率值为 1 000~12 000 $\Omega \cdot m$ 之间, 为相对高阻, 对应为玲珑花岗岩体; 上盘视电阻率值为 50~2 500 $\Omega \cdot m$ 之间, 为相对中低阻, 对应为胶东群和荆山群地层; 中间的低阻异常带既是招平断裂带的位置, 同时也是玲珑花岗岩体与胶东群地层的接触带位置。金矿体产于招平断裂带中, 位于主断裂面下盘。在 EH4 二维断面图上对应在低阻异常带南东侧界面 (靠近低阻一侧) 下盘即是金矿体产出位置。

如图 4 所示, 8、36、40 及夏甸 20 线的 EH4 测量成果与 16 线成果有良好的一致性, 异常带界线清晰。异常带上盘显示为相对低阻, 对应断裂带上盘的老地层; 异常带下盘显示为相对高阻,

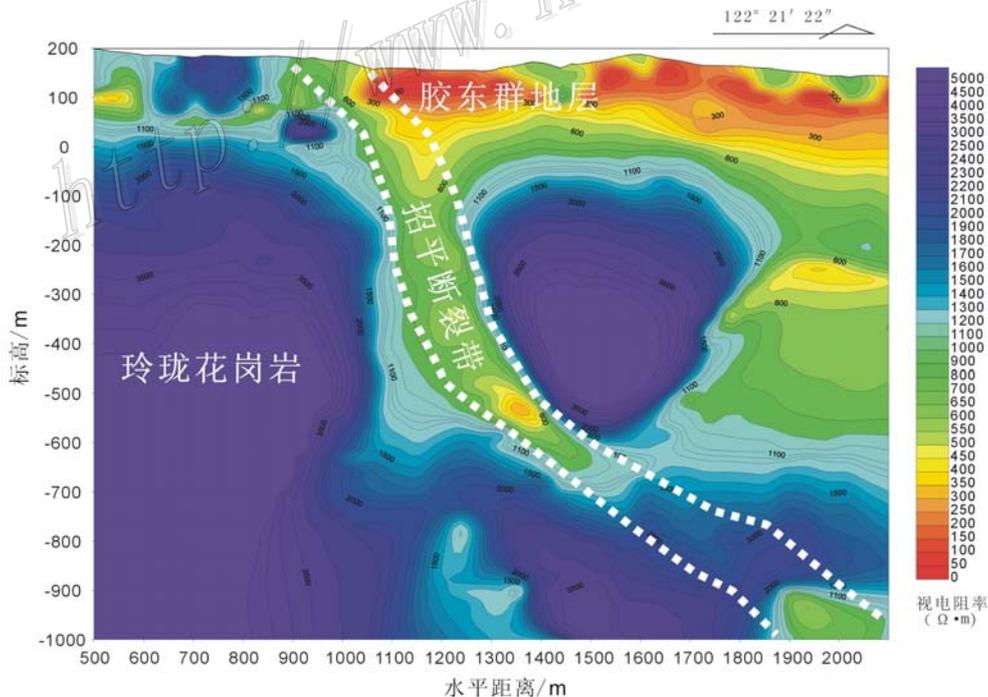


图 3 山后 16 线 EH4 电阻率二维断面图

① 王 惠, 等. 2005. 山东省招远市夏甸金矿补充地质报告.

对应为断裂带下盘的玲珑花岗岩体。断面图显示的电性界面基本一致,说明招平断裂带在走向上连续性较好,产状、倾角较稳定。

3.2 激电中梯测量

物探工作于1986年沿招平蚀变带0~50线进行了激电中梯测量,确定本区视极化率背景值为7.0%,异常下限为7.5%,据此在矿区内圈定了激电异常15个,除1、2、6号异常分布于主裂面上盘外,其余均分布于主裂面及其下盘,具体特征及验证情况见表1。

2000年曾在区内20线布设一条激电测深和激电中梯综合剖面,异常不明显。分析主裂面上盘(矿体延深方向)异常不明显的主要原因是矿体赋存于断层泥下盘,受到了低阻屏蔽,金矿化强弱与硫化物关系不甚密切所致。

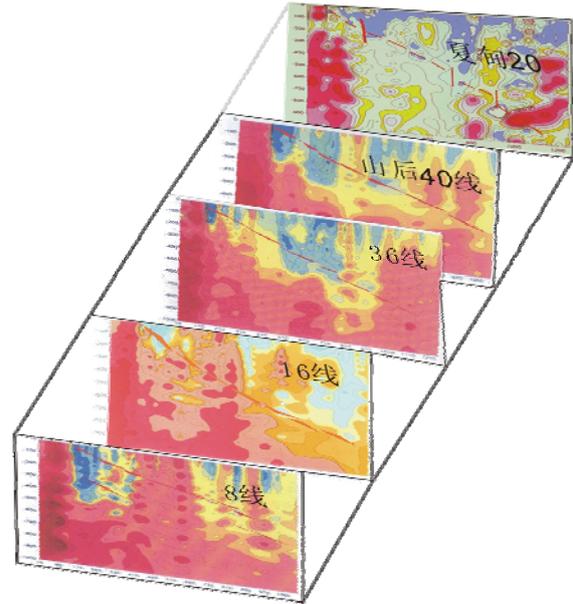


图4 山后8、16、36、40及夏甸20线的EH4测量成果图

表1 物探异常特征一览表

编号	异常特征	地质验证情况
1	长300 m, 宽120 m, 极化率极大值11.9%	位于2~4线主裂面上盘100 m, 见到1-1号矿体
3	长140 m, 宽50 m, 极化率极大值10.0%	位于2~6线主裂面, 见到1-1号矿体
4	长170 m, 宽50 m, 极化率极大值10.3%	位于10~14线主裂面, 地表见到矿化
5	长120 m, 宽10 m, 极化率极大值9.0%	位于16~22线主裂面, 见1-2号工业矿体
8	长170 m, 宽30 m, 极化率极大值11.6%	位于26线主裂面下盘300 m, 未验证
11	长80 m, 宽30 m, 极化率极大值14.9%	位于42线主裂面, 地表硫化物含量达70%
12	长70 m, 宽80 m, 极化率极大值17.6%	位于夏甸金矿448线主裂面, 见夏甸金矿1号矿体
13	长160 m, 宽40 m, 极化率极大值29.0%	位于夏甸金矿主裂面, 见到夏甸1号矿体

4 地球化学特征

4.1 地表及钻探工程原生晕特征

区内地表圈定原生晕异常3处(图5), 编号为I、II、III, 分别位于16~34线、112~140线、80~108线, 异常特征为: I号异常长900 m, 宽350 m, 面积0.29 km², 为Au、Ag、Cu、Pb、As、Sb、Bi等7个单元素的组合异常; II号异常长1450 m, 宽400 m, 面积0.45 km², 为Au、Cu、Pb、As、Sb、Bi等6个单元素的组合异常; III号异常长1400 m, 宽400 m, 面积0.50 km², 为Au、Ag、Cu、Pb、As、Sb、Bi等7个单元素的组合异常。上述异常规模较大, 元素组合全, 异常强度高, 具有浓集中心, 分带明显, 内带出现Au、Cu、Pb、Ag元素异常, 外带出现As、Sb、Bi元素异常, 呈长条状, 椭圆状, 与主裂面及次级矿脉平行, 经槽、井探工程验证这些异常均为矿致异常。其中I号组合异常, 通过深部钻探工程验证, 与1-2号矿体对应。

4.2 轴向分带特征

为研究1号脉1-2号矿体深部原生晕元素组合特征及轴向分带性, 以反映矿液渗透运移过程中元素的

沉淀分带, 对 1-2 号矿体钻孔中蚀变带按 5~10 m 间距采样 153 件, 采用国标格里戈良指数法来进行数据处理。根据表 2 和表 3, 可得出 1-2 号矿体 18 线轴向分带序列为: Pb (+50 m)—Sb (0 m)—Ag、Bi (-50 m)—Au、Zn (-400 m)—Cu、Mo、As (-600 m)。

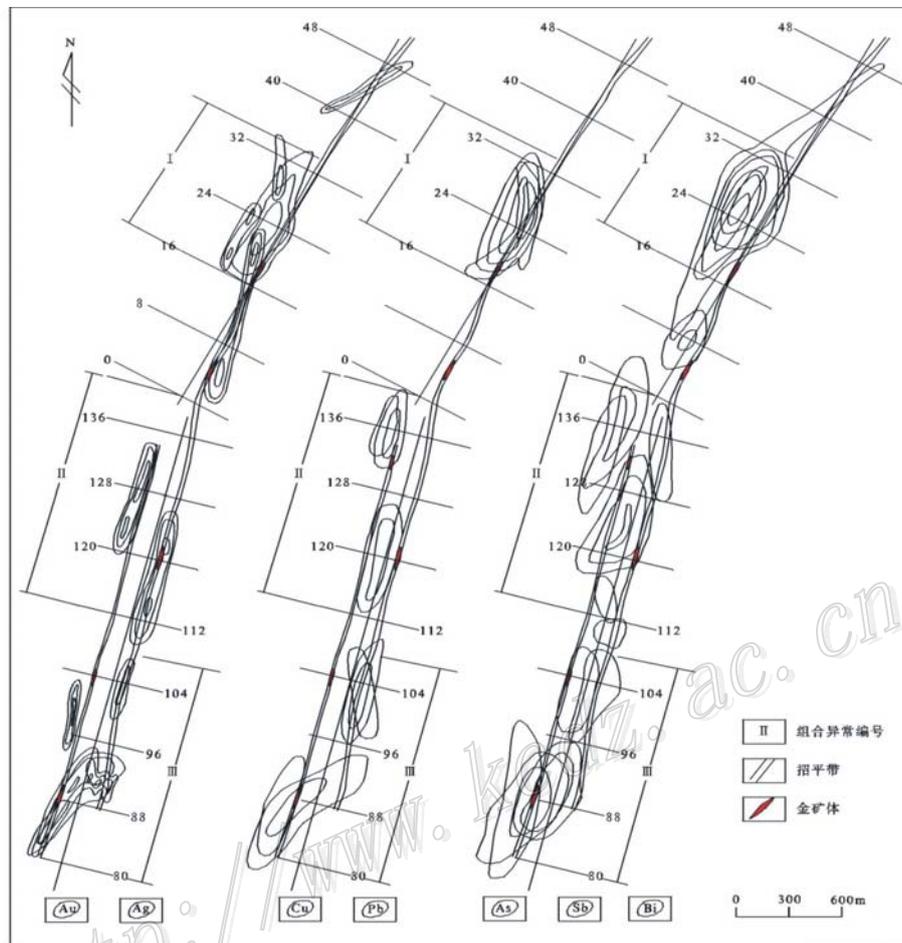


图 5 山后金矿区岩石地球化学组合元素异常分布图

从上可见, 有的中段出现 2 个以上分带指数最大值的元素, 为了更细致地确定每个元素在分带系列中的位置, 用变异性指数 (变化度 G) 及变异性指数的梯度进一步确定元素的先后顺序为: Pb → Sb → Ag → Bi → Zn → Au → Cu → Mo → As。从序列中可以看出, As 等前缘晕元素呈现反序的特点, 使异常模式复杂化。李惠教授 (1998) 认为^①, 大型金矿的每一次成矿 (单阶段) 形成矿体, 都有自己的前尾晕, 属正常分带, 反映了矿体多期多阶段叠加的特点。序列中, As、Sb 前缘晕元素及 Mo、Bi 尾晕元素自上至下均有出现, Cu、Pb、Zn 等近矿晕出现在上、下部, Au 则在 0~-50 m、-400 m 标高富集, 形成 2 个富集带, 在钻孔工程中已得到验证。在 -600 m 标高出现 As、Mo 等前尾晕元素共存, 说明矿体向下仍有一定延深。

4.3 矿床元素组合特征

研究表明 (表 4), 以浓集克拉克值大于 1 计算, 矿床的元素组合为: Au-Ag-Pb- Mo-Bi-As; 以衬度值大于 1 计算, 则矿床元素组合为: Au-Ag-Cu-Pb-Mo-Bi-As-Sb。

① 李 惠, 等. 1998. 大型特大型金矿盲矿预测的原生晕叠加晕模型.

表 2 山后金矿 1-2 号矿体钻探工程中常量及微量元素含量特征

单位: 10^{-6}

勘探线	工程	标高/m	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	Bi	As	Sb	Hg
20	QJ19	+150	4.99	2.62	14.00	41.00	10.00	3.48	58.35	0.26	0.07	0.095
18	QJ1801	+100	4.27	0.33	137.0	8.00	10.00	1.60	0.78	15.20	0.32	0.019
18	ZK1801	+50	14.55	0.16	22.67	53.33	14.67	2.60	0.78	2.25	0.27	0.05
16、20	ZK1601	0	21.86	0.15	9.67	18.33	29.33	1.50	0.74	1.20	0.13	
16、20	ZK2002	0	1.48	0.02	11.50	14.00	10.00	0.70	0.19	0.29	0.60	0.005
18	ZK1802	-50	3.60	0.29	10.92	30.33	27.25	0.65	0.22	0.91	0.16	
20	ZK2003	-140	3.00	0.05	13.22	17.40	15.40	0.91	0.50	1.77	0.12	
18	ZK1803	-300	1.04	3.43	51.00	64.75	26.25	24.40	176.7	2.47	0.16	0.16
20	ZK2005	-300	4.28	0.10	69.91	24.55	17.32	4.24	1.58	2.25	0.37	0.02
18	ZK1804	-400	8.99	0.21	8.00	60.00	20.67	1.80	0.67	6.69	0.37	0.011
24	ZK2402	-400	3.46	0.16	8.50	25.50	86.75	0.50	1.58	3.56	0.23	0.058
20	ZK2007	-560	1.36	0.04	7.44	24.11	10.00	0.66	0.13	1.25	0.23	0.02
18	ZK1805	-600	3.01	1.14	357.7	22.40	116.8	67.36	0.75	21.18	1.68	0.026

据武警黄金第七支队化验室。

表 3 山后矿区 1 号脉 18 线标准化线金属量与分带指数

单位: 10^{-6}

中段	标准化线金属量							分带指数						
	+50m	0m	-50m	-140m	-300m	-400m	-600m	+50m	0m	-50m	-140m	-300m	-400m	-600m
Au	1409	2601	1573	690	842	3037	1111	0.126	0.457	0.350	0.122	0.039	0.391	0.025
Ag	1440	180	116	450	6750	630	6840	0.128	0.032	0.026	0.079	0.317	0.081	0.155
Cu	1845	920	436.8	1189	4865	289	21466	0.164	0.162	0.097	0.209	0.209	0.229	0.037
Pb	4275	4120	1213	1566	2645	1409	1344	0.381	0.197	0.270	0.275	0.124	0.181	0.030
Zn	1539	800	1090	1386	1425	2045	7009	0.137	0.140	0.242	0.244	0.067	0.263	0.158
Mo	217.8	56	26	81.9	721.5	37.1	4041	0.019	0.010	0.006	0.014	0.034	0.048	0.092
Bi	69.3	15.2	8.8	45.9	3621	41.65	45	0.006	0.003	0.002	0.008	0.170	0.005	0.001
As	187.2	23.3	36.4	159.4	173.5	175.0	1270	0.012	0.004	0.008	0.028	0.008	0.002	0.029
Sb	225	480	64	108	232.5	101	1008	0.020	0.084	0.014	0.019	0.011	0.013	0.023

本表原始数据引自武警黄金第七支队化验室, 并经作者分析计算取得。

表 4 莱西山后 (1-2 号矿体) 元素含量、衬度值及浓集克拉克值表

单位: 10^{-6}

参比项目	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	Bi	As	Sb	Hg
元素含量	5.01	0.48	45.83	35.11	37.79	6.63	0.85	4.13	0.36	0.029
衬度值	5010	2.67	2.09	2.52	0.65	8.19	28.33	5.36	4.34	0.73
浓度克拉克值	1252	6.00	0.73	2.92	0.40	5.10	21.25	1.88	0.60	0.32
背景值	0.001	0.18	21.9	13.91	57.59	0.81	0.03	0.77	0.08	0.04
元素克拉克值 (黎彤)	0.004	0.08	63	12	94	0.60	0.0043	2.20	0.60	0.089

本表原始数据引自武警黄金第七支队化验室, 并经作者分析统计计算取得。

5 找矿预测

根据以上的研究总结,可初步得出下一步工作重点:突出主带,兼顾次级构造;在类型上以蚀变岩型为主,兼顾石英脉型金矿的寻找;结合该区物化探、遥感成果,矿体分布等间距性,开展深部和外围成矿预测。

(1) 主带 1-2、1-1 号矿体深部未封闭,该区段可作为深部找矿的首选靶区(图 6)。

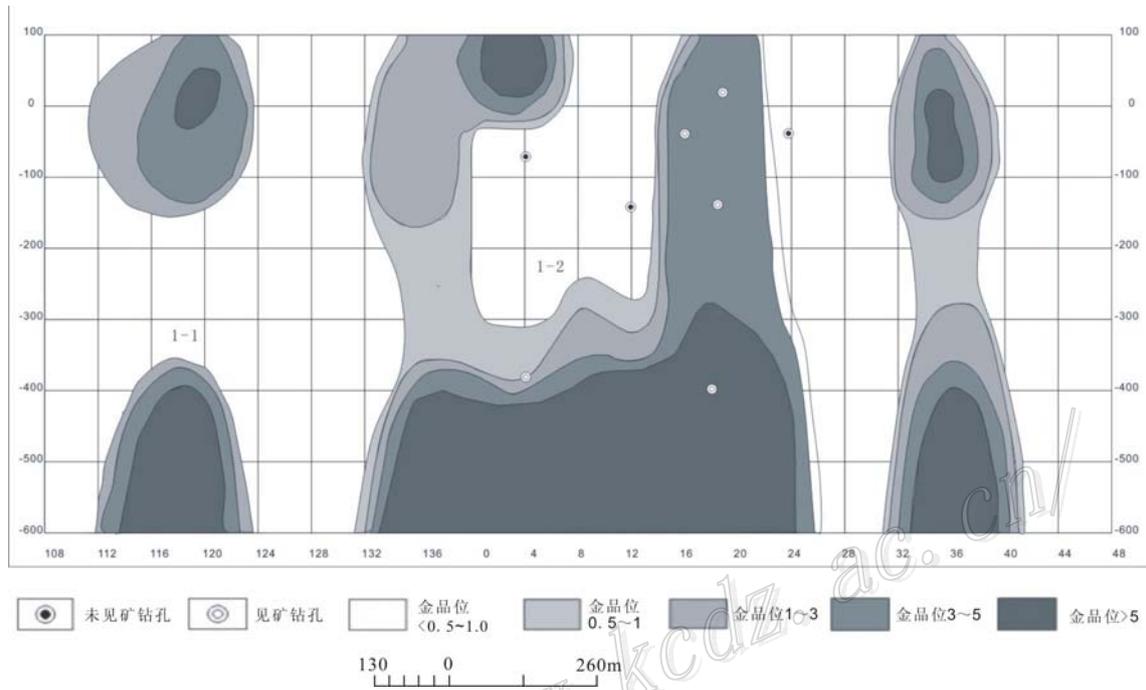


图 6 山后金矿区深部成矿预测图

(2) 矿区外围北泊 86~94 线位于招平断裂与涧里断裂的交汇部位,地表构造叠加晕异常强度高,通过钻孔验证,目前深部发现工业矿体。

(3) 吴家洼—黄岭一带,处于涧里断裂与 9 号环形构造相交部位,该处断裂构造发育,规模大,蚀变强,发育有 10~20 cm 的断层泥。地表出现异常值比较高的 Au、Ag、As、Bi 组合异常,同时伴有 Cu、Pb、Zn、Sb 的低异常。工程中见到厚度为 3 m,平均品位为 0.39×10^{-6} 的金矿化体。

(4) 在涧里断裂与招平断裂之间的次级断裂以及上下盘之间的次级构造,尤其是构造密集地带也是找矿的重要靶区,如下盘邴家矿区和上盘大东馆一带。

参考文献(略)