

# 山东龙口大磨曲家金矿地质 及地球物理地球化学特征

曲少飞

(武警黄金第七支队, 山东烟台 264004)

**摘要:**山东龙口市大磨曲家金矿区位于沂沭断裂带东侧,招平成矿带北端,玲珑金矿田东风矿床北东段。区内控矿赋矿构造为 NE 向断裂带及派生、伴生次级断裂,两组或多组断裂构造的叠加交汇处是金成矿的最有利部位。石英脉型或蚀变岩型金矿床在含矿带上出现次级高阻的石英脉或者次级高阻的硅化带及绢英岩化带,而次级高阻、高级化率局部异常是该区矿脉异常的基本特征。通过对该区地质暨地球物理、地球化学特征的分析,建立了找矿标志。

**关键词:**金矿;地球物理;地球化学;找矿标志;大磨曲家金矿;山东龙口

**中图分类号:**P618.51;P612

**文献标识码:**A

## 1 区域地质概况

### 1.1 地层

区内出露地层以新太古代胶东岩群变质岩为主,主要分布于南部大秦家一带;岩性为厚层状、斑点状斜长角闪岩及黑云变粒岩夹黑云斜长片麻岩,呈盖层分布于玲珑片麻状花岗岩之上,二者界线较为模糊,呈渐变过渡关系,与东部的郭家岭花岗闪长岩呈渐变过渡或断层接触。中生界白垩系在黄城、龙口一带有出露<sup>[1]</sup>。

### 1.2 构造

区内构造主要为褶皱和断裂2种类型。褶皱为近 EW 向的栖霞复背斜,由于受后期断裂构造的切割和岩浆岩的侵入,形态不完整,但对矿床的空间定位具有明显的控制作用。矿床分布于两翼,形成近 EW 向的矿床分布带。

断裂构造按走向分为 NE 向及 NNE 向2组。NE 向断裂是在中生代近 EW 向挤压应力作用下形成的压扭性断裂,同时依附迁就了早期 EW 向断裂而最终呈弧形展布。区内代表性断裂为招平断裂,

该断裂是该区的主要控矿赋矿构造,控制着众多特大、大、中、小型金矿床的分布;NNE 向断裂带是燕山晚期发育起来的压扭性断裂,它与 NE 向压扭性断裂属同一区、同一应力作用下形成的不同期次的产物,从望儿山至滦家河均有分布,最为典型的是灵山断裂、玲珑断裂和滦家河断裂。该组断裂虽然本身赋存矿体较少,但对成矿有重要的控制作用(图1)。

### 1.3 岩浆岩

区内岩浆岩发育。主要为晚元古代玲珑片麻状花岗岩、燕山晚期郭家岭似斑状花岗闪长岩。玲珑片麻状黑云母花岗岩分布于招平断裂带下盘,是成矿母岩,与金矿关系密切,众多金矿床分布于岩体边缘,与变质岩呈渐变过渡接触。该类型花岗岩是在胶东岩群的基础上经重熔交代作用形成的。郭家岭花岗闪长岩呈岩株状产出,主要分布在招平断裂带上盘,与金矿有密切的成因关系,该岩浆热液即为胶东金矿的主成矿期。脉岩分布广泛,类型较多,以中基性脉岩为主。

\* 收稿日期:2007-08-02;修订日期:2007-12-26;编辑:曹丽丽

作者简介:曲少飞(1965-),男,山东青岛人,高级工程师,主要从事物化探工作。

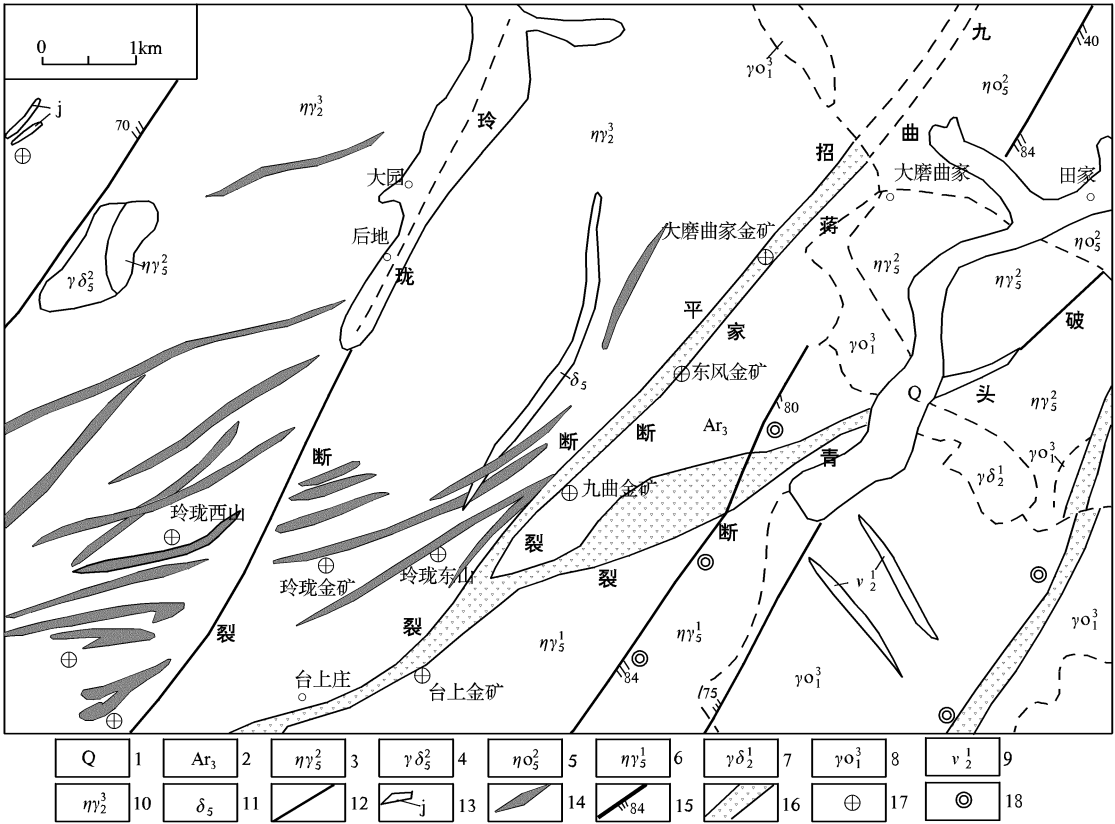


图1 山东龙口大磨曲家金矿区区域地质图

1—第四系;2—胶东岩群;3—燕山早期斑状中粒二长花岗岩;4—燕山早期斑状粗中粒角闪黑云花岗闪长岩;5—燕山早期斑状中粒角闪石英二长岩;6—印支期含斑中粒二长花岗岩;7—早元古代磁片麻状细粒花岗闪长岩;8—中太古代片麻状含黑云奥长花岗岩;9—早元古代斜长角闪岩;10—晚元古代片麻状中粒含石榴二长花岗岩;11—燕山期闪长岩;12—断裂;13—蚀变岩;14—含金石英脉;15—韧性剪切糜棱面理;16—破碎带;17—金矿点;18—硅化点

2 地球物理特征

2.1 矿区岩石地球物理特征

该区的围岩、蚀变岩石、矿化岩石及矿石之间的极化率特征存在着明显差异,非矿化岩石的极化率较低,虽然随岩性不同有所变化,但变化幅度不大,一般在3%~5%之间;似斑状花岗闪长岩极化率略高于混合花岗岩,平均值为4.2%,胶东岩群的斜长角闪岩极化率为4.4%。一些蚀变矿化岩石一般在4%~6%之间。由于各类含金矿石与多金属硫化物(主要是黄铁矿)共生,而且硫化物矿物含量与金品位呈正消长关系,其极化率的高低与所含硫化物的多少呈正相关,一般在6%~10%之间,个别氧化矿石因其硫化物氧化而导致其视极化率降低。

此外,上部矿体在平面上投影与视极化率异常对应很好,说明在该区开展激电工作,并通过寻找硫

化物富集地段而达到间接找矿的目的具有一定的地球物理依据。

2.2 矿床物化探异常特征

在302号脉96~112勘探线进行了激电中梯测量,发现了4处激电异常,编号分别为D<sub>η</sub>-5,D<sub>η</sub>-6,D<sub>η</sub>-7,D<sub>η</sub>-8,其异常特征见表1<sup>①</sup>。

在矿体上施工的电法及土壤测量综合剖面显示(图2),激电中梯法为高极化率和次级高阻异常,随着供电电极距AB的增大(AB=1 000 m,1 200 m,1 500m),视极化率异常强度明显加大,这意味着随着埋深的增大,矿体规模或硫化物的富集程度明显加大。土壤测量对应矿头出现较高的Au及Sb,As等多元素组合异常,异常最高Au含量达到9×10<sup>-9</sup>(鲁东地区区域性地球化学测量把金的异常下限定

① 曲少飞,高池兴,山东省龙口市大磨曲家金矿区物化探测量工作报告,2001年。

为  $6 \times 10^{-9}$ , 根据金含量把区域划分为 5 级,  $6 \times 10^{-9} \sim 10 \times 10^{-9}$  为高值区<sup>[2]</sup> )。

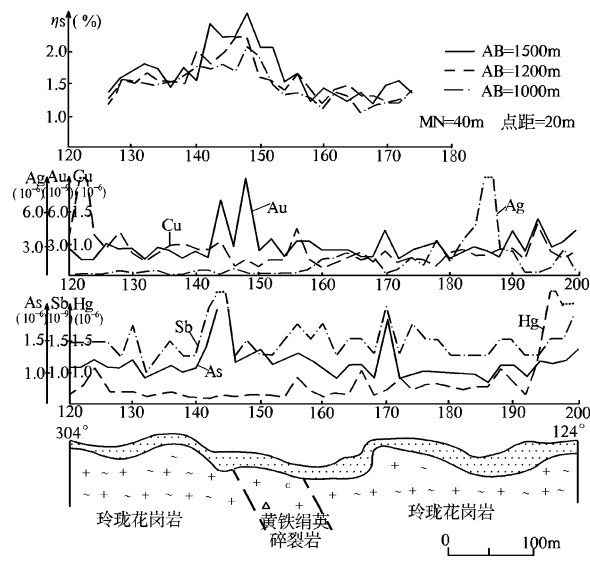


图 2 山东龙口大磨曲家金矿区 106 勘探线地质物化探综合剖面图

3 地球化学特征

3.1 金矿(化)体特征

胶东金矿的形成经历了初始富集、预富集、工业富集 3 大演化阶段。金矿严格受断裂控制,断裂的长期性、脉动性、继承性活动,导致了成矿作用的多期、多阶段和叠加性。

李惠等对胶东地区 8 个特大型金矿床、9 个大型金矿床、4 个小型金矿床的原生晕进行分带研究表明<sup>[3]</sup>,地球化学性质活泼和具挥发性的 Hg, As, Sb, Ba, B, F 等元素总是出现在矿体前缘及矿体上部;Ag, Cu, Pb, Zn 等元素总是与 Au 共同出现在矿体中部;而 Bi, Mo, Mn, Co, Ni 等元素总是出现在矿体下部及尾晕。单个矿体在空间上自上而下都有自己的前缘晕、近矿晕和尾晕的“正向分带”。由于多期、多次成矿作用叠加,上一个矿体的尾晕往往叠加了下一个矿体的前缘晕,在空间上出现“反分带”,反分带是用来预测深部盲矿体的重要依据。

表 1 山东龙口大磨曲家金矿区激电(中梯)异常特征

异常分类	异常编号	异常位置	异常形状	异常规模		异常特征		联合剖面特征	异常解译
				长(m)	宽(m)	$\eta s_{max}$ (%)	$\rho_s$ ( $\Omega \cdot m$ )		
乙 <sub>3</sub> 类	D <sub>η</sub> -5	102~108 线	面状	390	200	2.25	4527 次级高阻	1 条联剖:1 个 $\eta s$ 反交点, 1 个 $\rho_s$ 反交点	302 号脉硫化物富集体引起
	D <sub>η</sub> -6	112~120 线	条形	550	100	2.15	5655 次级高阻	3 条联剖:1 个 $\eta s$ 反交点, 2 个 $\rho_s$ 反交点	岩性分界引起
	D <sub>η</sub> -8	98~102 线	椭圆	350	190	2.30	2495 低阻		308 号脉硫化物富集体引起
丙 <sub>2</sub> 类	D <sub>η</sub> -7	102~114 线	不规则未封闭	600	250	2.29	7910 高阻		不确定

测试单位:武警黄金第七支队五中队,2001 年。

- (1) 当 Au 只有外带异常,并处于较强的构造蚀变带地段时,若有 As, Sb, Hg, B 等前缘指示元素的较强异常,则指示深部有盲矿体存在,若同时有 Cu, Pb, Zn 异常,则反映金属硫化物也比较发育,指示深部盲矿体可能较富。
- (2) 当 Au 异常较弱,若 As, Sb, Hg, W, B 前缘指示元素异常很弱或无异常,Ag, Cu, Pb, Zn 近矿指示元素异常弱或无异常,而 Bi, Mo, Mn, Co, Ni 尾晕指示元素异常较强时,深部无矿。
- (3) 在有 Au 异常条件下,若 As, Sb, Hg, W, B 前

- 缘指示元素异常与 Bi, Mo, Mn, Co, Ni 尾晕指示元素异常共存时,则指示深部有第二个富集中段。若在金矿体部位出现前缘晕与尾晕共存时,则指示矿体向深部还有很大延伸。
- (4) 若前缘指示元素排在下部,即出现反分带现象,则指示深部有盲矿体或矿体向下延伸还很大。
- 根据矿(化)体多元素组合分析结果,以衬值大于 1 及聚类分析结果(图 3)确定该矿(化)体的元素组合特征为: Au, Ag, As, Bi, Hg, Cu, Pb, Zn (表 2)<sup>[4,5]</sup>。

表2 山东龙口大磨曲家金矿区矿体元素含量衬度值浓集克拉克值(10<sup>-6</sup>)

元 素	Au	Ag	As	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo
矿体元素含量	3.59	0.20	18.00	0.330	0.250	0.011	21	50	40	0.8
异常下限	0.02	0.08	6.37	0.400	0.126	0.008	19	44	32	0.5
衬度值	178.5	2.5	2.8	0.825	2	1.375	1.1	1.25	1.25	1.6
浓集克拉克值	897	2.5	8.2	0.55	58	0.12	0.33	4.17	0.43	—
克拉克值	0.004	0.08	2.2	0.6	0.0043	0.089	63	12	94	—
(黎彤 1976)										

测试单位:武警黄金第十支队化验室,2002 年。

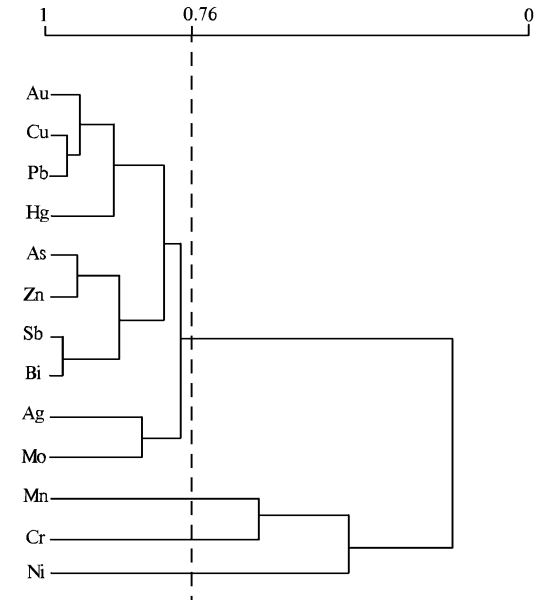


图3 山东龙口大磨曲家金矿区聚类分析图

通过对 293,294,301,302 号脉的槽井坑钻原生晕资料的综合研究,得出了该区矿体纵向不同部位原生晕理想模型(图 4)。

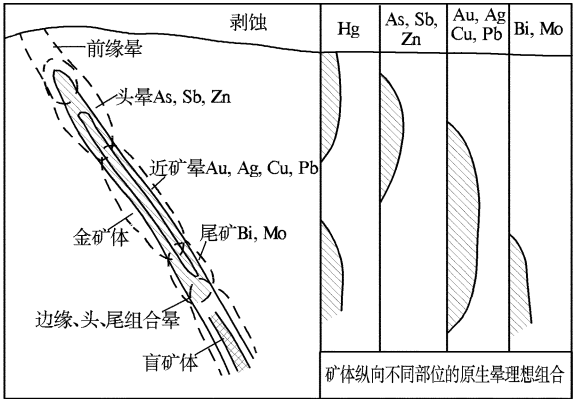


图4 山东龙口大磨曲家金矿矿体纵向不同部位的原生晕理想模型

Hg 为前缘晕,As,Sb,Zn 为头晕;Au,Ag,Cu,Pb

为近矿晕;Bi,Mo 为尾晕。Cu,Pb 晕异常较强则指示下部可能有多金属硫化物金矿,矿体较富。若矿体近矿 Au,Ag,Cu,Pb 晕异常值较稳定、异常值均匀,则指示矿体延深较深,品位较稳定;若矿体有尾晕、前缘晕(头晕)组合异常,则指示矿体即将尖灭,下部可能有新的矿体出现。

3.2 剥蚀程度的判别

主要依据元素轴向组合来判别。矿体处于不同的剥蚀深度时,其元素组合及异常强度往往表现出一定的差异。当矿体剥蚀较浅时,以前缘晕或近矿晕元素 As,Sb,Au,Ag,Cu,Pb,Zn 组合为特点,尾晕元素 Mo,Bi 异常强度低;当矿体处于中等剥蚀深度时,矿体出露于地表,元素组合齐全,异常范围较大,尾晕元素 Mo,Bi 异常强度升高;当矿体剥蚀较深时,大部分矿体被剥蚀掉,尾晕元素 Mo,Bi 异常强度很强,前缘晕元素 As,Sb 异常较弱。

从各勘探线元素轴向组合看,地表主要以前缘晕 As,Sb 和近矿晕 Au,Ag,Cu,Pb 为特点,Au 主要以中带异常为主,向深部元素组合全,Au 以内带为主,说明 302 号矿体剥蚀较浅。

4 找矿标志

4.1 地质标志

依据该区的地质特征和成矿规律,赋矿岩石为绢英岩化花岗岩、绢英岩化碎裂岩和黄铁矿化石英脉,围岩具有明显的热液蚀变现象,黄铁矿化、黄铁绢英岩化、绢云母化、硅化、钾化、绿泥石化、碳酸盐化与金矿关系密切,主要金属矿物为黄铁矿,次为黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、褐铁矿。控矿赋矿构造为 NE 向断裂带及派生、伴生次级断裂,两组或多组断裂构造的叠加交汇处是金成矿最有利部位,同时应注意 NW 向断裂构造控矿。

## 4.2 地球物理标志

该区视极化率 $\eta_s$ 背景值为1.57%,异常下限为1.90%,视电阻率均值 $\rho_s = 5147 \Omega \cdot m$ ,呈次级高阻。视极化率异常幅值可达2.0%以上,无论石英脉型或蚀变岩型金矿床,在含矿带上将出现次级高阻的石英脉或者次级高阻的硅化带及绢英岩化带,而次级高阻、高极化率局部异常是该区矿脉异常的基本特征。

## 4.3 地球化学标志

找矿指示元素: Au, Ag, Te, Cu, Pb, Zn, Sb, Mn, Bi; 矿体元素垂向分带自上而下为: Sb, As, Ag, Pb, Bi, Cu, Se, Te, Au, Zn, Mn, Ba, Mo; 矿体头部元素为: Sb, As, Hg; 近矿指示元素为: Au, Te, Bi, Cu, Pb; 矿体尾部元素为: Mo, Ba, Mn, Zn。

1:1万的土壤测量中矿体与金元素异常的对应

明显,上述几种异常的吻合程度达100%,显示了矿化和异常的一致性,金异常的强度反映了成矿物质的富集程度,金异常的浓集中心反映了金矿体所处的位置,是评价成矿性的重要标志。

## 参考文献:

- [1] 刘晓煌,孙兴丽,徐志清. 山东龙口市大磨曲家金矿地质地球化学模型浅析[J]. 地质与勘探,2003,39(2):30-31.
- [2] 王世称,刘玉强,伊丕厚,等. 山东省金矿床及金矿床密集区综合信息成矿预测[M]. 北京:地质出版社,2003.
- [3] 李惠,张文华,常凤池,等. 大型、特大型金矿盲矿预测的原生晕叠加模型[M]. 北京:冶金工业出版社,1998,84-95,114-119.
- [4] 刘晓煌,耿书杰,马树江. 山东龙口市大磨曲家金矿地质特征及找矿方向探讨[J]. 山东地质,2001,17(3~4):69-74.
- [5] 李惠,张文华,常凤池,等. 大型、特大型金矿盲矿预测的原生晕叠加模型[M]. 北京:冶金工业出版社,1998,24-28.

# Geophysical and Geochemical Characteristics and Geology of Damoqujia Gold Deposit in Longkou of Shandong Province

QU Shao-fei

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

**Abstract:** Damoqujia gold deposit in Longkou city of Shandong province locates in east part of Yishu fault belt, north part of Zhaoping gold ore-forming belt, and northeast part of Dongfeng gold deposit in Linglong gold field. Major ore-controlling and ore-hosting structures are fault belts with the trend of NE and secondary faults which belong to the host structure. The most favorable parts for gold ore-forming are the zones where two or more fault structures contacted and crossed. Both quartz vein type or altered rock type gold deposits may show secondary high-resistivity quartz vein or the secondary high-resistivity silicification belt and sericite-quartz-related belt in the ore-bearing belts. Regional abnormality of these secondary high-resistivity, high-polarization are basic characteristics of vein abnormality in this area. Through analysis on geology, geophysical and geochemical characteristics in this area, ore-prospecting symbol is set up, which will provide basis for further geological exploration.

**Key words:** Gold deposit; geophysics; geochemistry; prospecting symbol; Damoqujia gold deposit; Longkou in Shandong province