

作者简介: 肖丙建(1970-), 男, 山东郯城人, 助理工程师, 主要从事区域地质调查和矿产勘查工作。

不规则的扁豆状, 仅见波状消光; 斜长石呈不规则透镜状, 表面有绢云岩化。岩石中拔丝结构受后期变晶作用改造, 仅有残余现象; 糜棱岩化英云闪长岩分布于剪切带的南侧边部, 岩石具斑纹结构碎粒结构, 部分地段见布丁构造或拉断构造, 残斑含量 70% 左右, 多以韧脆性变形为主, 夹蛛网状韧性变形纹, 纹理密度 3 ~ 5 条/ cm。

初糜棱岩: 主要见于剪切带的南侧, 岩石宏观条带状或细纹片麻状。矿物已细粒化, 发生较强的重结晶作用, 残斑占 50%, 主要为眼球状斜长石定向分布, 残斑具 “σ” 拖尾, S-C 组构不发育, 从残斑旋转统计, 多显示左行。石英颗粒变形较弱, 拉伸比 3 ~ 5, 局部以动态重结晶集合体形式出现, 具波状消光, 岩石中暗色矿物云母定向分布, 沿剪切叶理面生长。

糜棱岩: 分布于剪切带的中部。岩石具糜棱结构、条带状构造, 纹理密度 11 ~ 27 条/ cm。黑云母呈细小鳞片状, 可见波状消光和扭折带, 粒度 0. 1 ~ 0. 2 mm; 白云母应变极弱, 仅见波状消光, 粒径 0. 13 mm; 石英多呈不规则粒状、扁豆状, 少量呈丝状, 但被后期变晶作用破坏, 分裂成多个石英颗粒, 保留丝状石英的痕迹, 部分石英以多晶石英条带的形式产出, 粒度 0. 1 mm; 斜长石内有细粒绢云母形成, 应变转弱, 仅见波状消光, 粒度 0. 12 mm 左右; 绿帘石呈不规则粒状或强烈拉长的丝带状形态, 长度比 50 1, 个别拉断成石香肠状, 基质粒度较细, 粒度 0. 07 mm 左右。

超糜棱岩: 位于剪切带的中部, 由细粒扁豆状石英、残余丝状石英和黑云母强烈定向而组成, 糜棱叶

理极为发育, 纹理密度 28 条/ cm 以上。黑云母边界不平直, 波状或带状消光, 解理弯曲; 白云母星散分布, 定向较弱, 具波状消光, 常包含细粒石英和斜长石; 斜长石大部呈粒状, 边界不规则, 少量呈残斑或透镜状集合体, 颗粒粒度为 0. 05 ~ 0. 1 mm, 少量为 0. 34 ~ 0. 18 mm, 石英均呈细粒不规则粒状扁豆状, 部分石英仍具有丝状特征, 多分裂成多个石英颗粒, 粒度 0. 02 ~ 0. 05 mm。

1.3 剪切带的应变分析

根据以上岩石特征和糜棱岩斑晶旋转及叶理、线理产状, 该构造岩带显示左行走向滑移的特征, 即经历了 NW—SE 方向的左行剪切变形作用。

1.4 剪切带与埠洼金矿的空间关系

台上—盘车沟浅层次剪切带叠加发育在英云闪长岩与泰山岩群接触带上。岩性分带明显, 自北而南依次分布糜棱岩化变粒岩→细纹糜棱岩→英云闪长质初糜棱岩→糜棱岩化英云闪长岩。埠洼金矿即分布于细纹糜棱岩—英云质超糜棱岩带中。矿体呈右行斜列式产于英云质超糜岩中(图 1)。

2 矿体地质特征

埠洼金矿体发育于英云质超糜岩中, 总体走向 295 ~ 320 °。地表共发育 5 条金矿脉, 呈右行侧列式沿走向展布, 断续延伸 2000 m 左右。矿脉单脉长 50 ~ 300 m, 宽 0. 2 ~ 4 m, 倾向 60 ~ 70 °; 形态呈饼状、透镜状, 并呈叠瓦状列布, 金矿体主要特征见表 1。

表 1 埠洼金矿床矿体特征一览表

Table 1 Schedule of geological characteristics of Buwa gold deposit

矿体 编号	产 状			规 模/ m		w (Au) / 10 ⁻⁶				
	走向	倾向	倾角	延长	延伸	厚度变化	平均变化	品位变化	平均品位	峰值
	300 °	210 °	57 °	100	15	0. 5 ~ 1. 0	0. 7	1. 33 ~ 3. 80	2. 60	3. 80
	295 ° ~ 320 °	205 ° ~ 230 °	65 ° ~ 71 °	300	15	0. 4 ~ 1. 1	0. 8	1. 39 ~ 17. 0	5. 10	40. 0
	300 °	210 °	60 °	200	10	0. 4 ~ 1. 0	2. 50 ~ 11. 21	1. 20 ~ 17. 1	3. 91	25. 0
	295 °	205 °	53 ° ~ 71 °	210	> 40	0. 6 ~ 3. 4	1. 3	1. 37 ~ 98. 7	11. 9	250
	300 °	210 °	65 °	200	20	0. 2 ~ 0. 9	0. 6	2. 50 ~ 11. 21	6. 55	16. 3

赋矿围岩: 主要为英云质超糜岩, 向外围逐渐过渡到花岗质糜棱岩和糜棱岩化岩石, 金的品位亦依次逐渐降低。

矿石类型: 属英云质糜棱岩型, 矿物组合为绢云母、石英、斜长石、电气石、绿帘石等, 矿石矿物为黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿、钛铁矿、银金矿等, 有益组分

为金, 伴生组分为银。

矿石具晶粒结构, 糜棱结构, 条纹状构造, 少量块状构造。

金主要以长角粒状、叶片状、浑圆状等自然形态赋存于石英、绢云母、黄铁矿等矿物的晶隙中, 细粒-微细粒为主, 金品位 $w(\text{Au}) = 1.5 \times 10^{-6} \sim 20 \times 10^{-6}$, 银主要赋存于银金矿中。

矿床的围岩蚀变有黄铁矿化、绿帘石化、钾化和碳酸盐化。其中以黄铁矿化碳酸盐化和钾化为标志性蚀变。

3 英云质超糜岩的成因及时代

根据资料, 埠洼金矿含金英云质超糜岩与糜棱岩化英云闪长岩之间发育 20 ~ 30 cm 宽的糜棱岩, 二者之间呈迅速相变的韧性变形关系, 并从中心到边部具明显的构造分带现象, 稀土分析资料证实, 英云质超糜岩与英云闪长岩存在相似的稀土配分模式, 而与泰山岩群碎屑岩类存在着较显著的差别(图 2)。上述现象表明, 英云质超糜岩为中构造相的英云闪长岩叠加浅层次韧-脆性变形改造的产物。

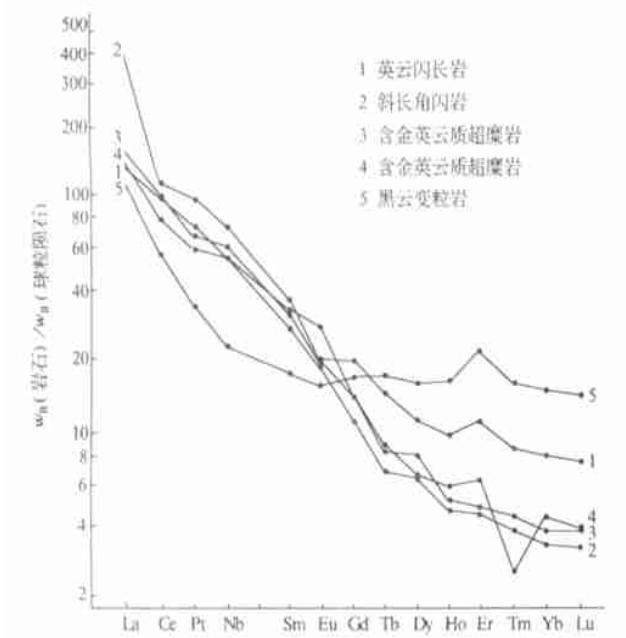


图 2 埠洼金矿体与围岩稀土配分模式图

Fig. 2 REE patterns of Au ore bodies and wall rocks in Buwa Au deposit

鲁西地区 NW 向韧性剪切带岩石年龄为 16.42 ~ 17.69 Ga, 区内含金英云质超糜岩的 $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ 年龄值为 16.99 Ga, 说明本区超糜岩的形成时代与古元古代末大规模岩浆侵位结束、基底基本固结所发生的吕梁运动时代相吻合。

4 成矿物质来源及其成矿模式

根据微量元素和微金分析资料, 埠洼金矿的围岩——中构造相英云闪长岩中的金丰度值 $w(\text{Au}) = 3.1 \times 10^{-9} \sim 0.4 \times 10^{-9}$, 韧性剪切带金的丰度值 $w(\text{Au})$ 一般为 $4.2 \times 10^{-9} \sim 2.0 \times 10^{-9}$, 个别点在 235×10^{-9} , 极高点沿剪切带断续分布, 连续性较差。泰山岩群金的丰度值普遍较高, 其中磁铁矿石岩 $w(\text{Au}) = 30 \times 10^{-9} \sim 50 \times 10^{-9}$, 为地壳金丰度值的几十倍, 由北而南呈“V”形变化(表 2), 上述特点表明泰山岩群可能为金的矿源层。另据矿体硫氧同位素资料(表 3), $\delta(^{18}\text{O}) = +5.4 \times 10^{-3} \sim +8.96 \times 10^{-3}$ 平均值为 6.88×10^{-3} , 超出正常岩浆水 $\delta(^{18}\text{O}) = +5.5 \times 10^{-3} \sim +8.5 \times 10^{-3}$ 的范围, 而与变质水 $\delta(^{18}\text{O}) = +5 \times 10^{-3} \sim +25 \times 10^{-3}$ 的范围吻合性较好。 $\delta(^{34}\text{S})$ 变化范围较窄, 在 $+2.05 \times 10^{-3} \sim +4.60 \times 10^{-3}$ 之间, 与上地幔或深部地壳来源硫同位素的变化范围 $\delta(^{34}\text{S}) = +2 \times 10^{-3} \sim +14 \times 10^{-3}$ 相吻合。

上述稳定同位素资料显示, 埠洼矿区含金白云母石英片岩的含 Au 流体来源为英云闪长岩与泰山岩群变质水的混合液体。根据区域上有关该类矿床的研究成果, 可以大体推绎埠洼金矿体分为两个成矿阶段: 早期由于英云闪长岩侵入捕掳泰山岩群, 岩石中的含水矿物发生去水脱碳反应, 形成了新的矿物组合, 并释放出大量的水及 CO_2 , 形成以水为主要成分的流体, 同时提取岩石中金及硫等元素构成含金的流体。这种流体处于近于封闭的循环体系, 使原始分散的金逐渐富集; 后期变质地质体在逐渐回返的过程中叠加中浅层次韧性剪切变形变质作用, 使原有体系的平衡被打破, 导致含金变质流体逐步迁出而进入韧性剪切带。在韧性剪切带的演化过程中诱导出许多显微裂隙, 并建立起高的流体压力梯度, 更进一步促使含金流体沿剪切带上移, 到处于低压条件的韧-脆性剪切变形带中时, 与围岩发生反应, 使 Au 沉淀下来, 形成蚀变的含金超糜岩。

表 2 埠洼金矿区各类岩石的微量元素组成

Table 2 Micro-element composition of various rocks in Buaw Au mine									<i>w/w/10⁻⁹</i>
元 素	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	V	Cr
斜长角闪岩	10.00	0.02	8.0	2.0	170.0	450.0	25.0	900	4800
黑云斜长片麻岩	1.56	—	27.4	16.4	73.3	5.0	5.0	270	300
磁铁石英岩	50.00	0.10	11.7	4.3	36.0	5.0	5.0	270	300
黑云变粒岩	1.34	—	30.9	11.0	30.7	15.0	7.0	300	500
角闪片岩	35.70	0.05	26.3	10.6	59.3	50.0	25.0	900	4800
英云闪长岩	1.13	—	7.8	15.7	21.8	30.0	6.0	450	300
花岗闪长岩	1.01	—	9.5	13.7	25.9	4.0	5.0	260	10
英云质糜棱岩	70.00	—	—	—	—	5.5	4.5	250	15
平均值	21.34	0.05	17.4	10.7	59.3	70.6	10.3	450	1378
地壳丰度	4	0.08	63	12	94	55	10	100	50

表 3 埠洼金矿体氧硫同位素组成一览表

Table 3 Schedule of O, S isotope composition for Buwa Au deposit

样品 编号	样品 名称	$\delta(^{18}\text{O}_{\text{SMOW}})$ / 10^{-3}	$\delta(^{34}\text{S}_{\text{CDT}})$ / 10^{-3}	备 注
1		5.86	2.05	
2		6.15	4.18	
3	含金英	8.48	3.20	样品采于
4	云质超	8.98	2.90	3 条矿体
5	糜岩	7.69	3.74	剖面之上
6		5.61	4.60	
7		5.40	4.58	

的英云闪长岩与泰山岩群的变形变质作用是含金变质流体的供源体;后期叠加的中浅层次韧性剪切带为含金流体上升运移提供了驱动力和通道;而次级韧-脆性变形带是含金流体富集沉淀的有利部位。因此,该类矿床的找矿方向是:

- ①泰山岩群绿岩带是金矿成矿的矿源层;
- ②多层次多期次叠加的韧性剪切带;
- ③超浅层次韧脆性剪切带-英云质超糜岩带及其较强的黄铁矿化、碳酸盐化为主的找矿标志。

参考文献:

[1] 李树勋,刘喜山. 韧性剪切变质带的特征与金矿化的关系[J]. 中国地质, 1988, (5): 12-19.

[2] 藏学农,吴清国. 蒙阴县埠洼金矿床地质特征及成因[J]. 山东地质, 1998, (3): 23-30.

5 结论

综上所述,埠洼金矿为叠加发育的韧性剪切变形变质作用的产物,早期侵位的中构造相韧性变形

ON THE RELTIONS BETWEEN BUWA GOLD DEPOSIT
AND DUCTILE SHEAR ZONE IN MENGYN COUNTY

XIAO Bing-jian, XIA Li-xian, LIU Ju-long, LI Xian-dong

(No. 7 Explorayion Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong, Linyi 276006, China)

Abstract: Buwa Au deposit is controled by NW Taishang-Pandonggou ductile shear zone. Ore bodies occur in felsic super-mylonit in the south central part of the ductile as en cheoln. Ore formation is closely related to dynamic differentiation duing ductile shearing and takes place in the dilatant zones.

Key words: Buwa gold deposit; ductile shear zone; Shandong province