

# 东峰顶金矿床地质地球化学特征及成因

姚精选, 杨引申

(山西省地球物理化学勘查院, 山西 运城 044004)

[摘要] 东峰顶金矿区呈脉状赋存于断裂破碎带中, 矿石类型为硫化物石英-重晶石脉型, 矿体围岩蚀变强烈, 根据矿床地质、地球化学特征, 结合矿体矿物共生组合、铅和硫同位素组成及成矿年龄、包裹体成分及特征以及原生金的成色等研究, 认为金矿床矿源为重熔岩浆岩。成矿溶液主要来自岩浆水和大气降水的混合溶液, 成矿温度  $140\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 成矿深度约  $1.5\text{ km}$ 。矿床成因类型属中温、中深条件下形成的岩浆热液充填型金矿床。

[关键词] 地质地球化学; 成因; 金矿; 东峰顶; 山西

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2004)03-0021-07

[作者简介] 姚精选(1963—), 男, 山西夏县人, 工程师, 现从事地质矿产勘查工作。

塔儿山—二峰山地区位于山西省南部, 是临汾盆地内部次一级隆起单位, 总面积约  $900\text{ km}^2$ , 该区内中生代燕山期碱性、偏碱性岩浆频繁侵入, 成矿地质条件良好, 矿点星罗棋布, 找矿潜力较大。对东峰顶金矿成因研究, 是扩大本区矿床规模、进行远景评价的关键。

东峰顶金矿位于塔儿山—九原山陷隆南部, 区内断裂发育, 岩浆活动频繁, 金矿脉(体)平行排列, 成组出现(图1), 虽然矿床规模为小型, 但成矿条件优越, 岩浆热液成矿标志明显, 矿区内金矿(化)脉多期次穿插、迁移、叠加, 矿石品位较富, 局部可形成矿包。因此, 研究其物质来源及其富集规律, 较准确地认识矿床成因类型, 对于认识矿床及成矿远景评价有着重要意义。

## 1 矿区地质

### 1.1 地层

矿区主要出露地层为奥陶系中统上马家沟组和峰峰组, 石炭系中统本溪组、上统太原组、山西组及二叠系上下石盒子组。地层呈单斜产出, 产状  $300^{\circ}\sim 320^{\circ}$ , 倾角  $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。上下石盒子组砂岩、泥岩层, 由

于岩浆侵入, 产生热变质作用, 使其普遍角岩化、褪色及重结晶。矿区基本上处于热变质作用区, 金矿(化)脉主要与中奥陶统碳酸盐地层密切相关。

### 1.2 构造

矿区褶皱不发育, 仅二叠系中有轴向近 SN 向的一短轴背斜和一短轴向斜, 形态开阔, 褶曲幅度小。矿区断裂十分发育, 共发现 42 条, 其中含金断裂 10 条。按分布方向分为 4 组:

(1)近 SN 向断裂共 16 条, 其中含金断裂 9 条, 长几十米至  $1\ 200\text{ m}$ , 破碎带宽几十厘米至十多米, 见有碎裂岩、断层泥等, 属压扭性, 为区内主要含金断裂, 金矿体大都产于该组断裂之中。

(2)NE 向扭性断裂共 16 条, 其中含金断裂仅一条, 规模相差悬殊, 大者长 600 余米, 平距 60 m; 小者长几米, 平距仅几厘米。断面平直光滑, 破碎带不发育, 其中一期为含金断裂, 一期为成矿后断裂。

(3)NW 向及近 EW 向断裂在区内不甚发育, 各出现 5 条, 长几十米至近百米, 具张性或扭性。NW 向形成较早, EW 向较晚。

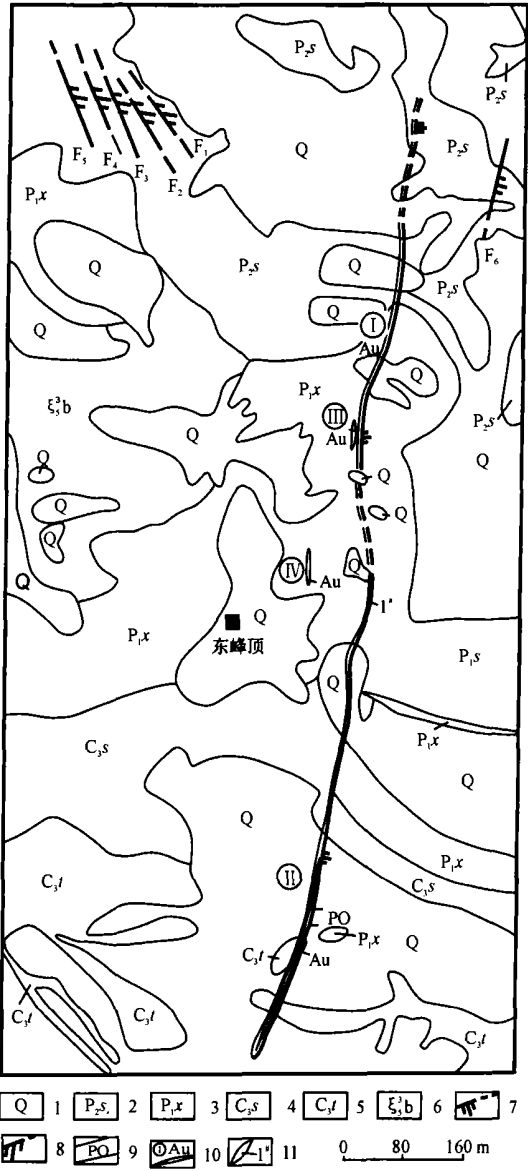
### 1.3 岩浆岩

矿区岩浆岩为巨斑霓辉正长岩岩体及正长斑岩、石英正长岩、花岗细晶岩岩脉。该岩体位于东峰顶以北, 出露面积  $0.08\text{ km}^2$ , 呈小岩株, 向东倾斜, 向深部有扩大之势。岩体中心为巨斑正长岩, 边部为斑状霓辉正长岩, 呈椭圆状, 分布于含金主断裂带西

[收稿日期] 2003-06-30

[基金项目] 财政部财政扶持基金勘探项目(财建 2002-201)

侧, 距离约 200 m 以外, 侵入上下石盒子组中。



1—第四纪黄土; 2—二叠系上统上石盒子组; 3—二叠系下统下石盒子组; 4—石炭系上统山西组; 5—石炭系上统太原组; 6—巨斑正长岩; 7—压性断裂及编号; 8—压扭性断裂及编号; 9—断裂破碎带; 10—金矿体及编号; 11—金矿脉及编号; 据山西地勘局 213 地质队

图 1 襄汾县东峰顶金矿地质略图

Fig. 1 Geological sketch of the Dongfengding gold deposit in Xiangfen county

2 矿床地质和成矿条件

2.1 矿体特征

矿区内金矿(脉)体规模较大者为 1<sup>#</sup>矿脉, 其规模、形态及产状严格受长约 1 300 m 近 SN 向断裂

控制。总体走向 NE10°, 局部有曲折变化。倾向变化大, 北段倾向东, 倾角 81°~84°, 中段倾向西, 倾角 85°~89°, 膨缩明显, 一般宽 3~7 m, 最宽 19 m, 最窄 0.3 m。断裂带内金矿化范围随断裂延伸, 连续性较好。地表长 1 000 m 内, 按 (1~3)×10<sup>-6</sup> 所圈矿体基本连续, 其中工业矿体占整个破碎带长度的 63%。

矿体形态呈脉状, 局部有膨大缩小或分枝复合现象。矿体陡倾, 产状与破碎带产状基本一致。矿体的厚度变化与破碎带的宽窄变化呈正相关, 相关系数为 0.88。共圈出 4 个矿体, 均产于 1<sup>#</sup>脉带之内。其中 I 号矿体为主矿体, 长 1 140 m, 最厚 5 m, 最薄 0.22 m, 平均厚度 1.40 m, 厚度变化系数 79.2%。矿体延深约 300 m, 分布标高海拔 780~1 060 m。矿体平均走向 10°~15°, 倾角 82°左右。矿体表内矿平均含金 7.21×10<sup>-6</sup>, 表外矿平均含金 1.50×10<sup>-6</sup>, 品位变化系数达 175.24%。

II~IV 号矿体分别位于主矿体东西两侧, 产状与主矿体平行, 长度分别为 60, 255, 150 m, 平均厚度分别为 1.46, 1.08, 0.67, 金品位分别为 1.28×10<sup>-6</sup>, 1.39×10<sup>-6</sup>, 2.79×10<sup>-6</sup>。

2.2 矿石特征

2.2.1 矿石成分

矿石中金属矿物主要有自然金、银金矿、黄铁矿、黄铜矿、铜蓝、蓝辉铜矿、菱铁矿、赤铁矿、磁黄铁矿、硬锰矿和微量的白铁矿、磁铁矿、方铅矿、自然银、自然铅等。氧化矿物有孔雀石、蓝铜矿、白铅矿、氧化锰、黄铁钾矾、针铁矿、纤铁矿等。

脉石矿物以石英、蛋白石、重晶石为主, 萤石、白云石、方解石、绿帘石、绢云母、钠长石、高岭石、伊利石次之, 硅灰石、石榴子石、锆石、金红石、磷灰石微量。

矿石中银金矿为原生金, 自然金为表生金。金的赋存与黄铁矿关系密切, 矿石氧化后, 自然金被褐铁矿包裹或在其裂隙中。金的赋存状态有晶隙金、裂隙金及包体金 3 种, 金粒形态多呈片状, 次为角粒状、八面体或立方体。金矿物颗粒以中粗粒为主, 占 70%, 其次为细粒金, 占 30%。自然金成色较高, 为 938.4, 银金矿成色为 758.3。

矿石化学成分: 主要有益组分 Au, Ag, Cu。金的含量极不均匀, 最低 < 1×10<sup>-6</sup>, 最高 343.11×10<sup>-6</sup>, 平均 7.21×10<sup>-6</sup>。银含量不高, 平均 6.37×10<sup>-6</sup>, 最高 64×10<sup>-6</sup>。铜品位一般 0.02%~0.1%,

最高 0.58%。矿石中还有 Pb, Zn, As, Mo 等伴生组分, 但含量均较低。Au 与 Ag, Cu, Pb, Mo 含量呈正相关关系。

2.2.2 矿石类型

矿体氧化深度大, 为氧化矿石, 进一步分为含金褐铁石英脉型与含金褐铁重晶石脉型。矿石中硫化物大多氧化成了褐铁矿等矿物, 氧化率达 86.2%。

2.2.3 矿石结构

常见有自形-半自形粒状结构、交代结构、交代残余结构、假象结构、网状结构、胶状及斑状破碎结构等。矿石构造有角砾状、蜂窝状、网脉状、粉末状和疏松土状等。

2.3 围岩蚀变

矿体顶底板以泥化为主, 其次有硅化、褐铁矿化、赤铁矿化、黄铁钾矾化、重晶石化、碳酸盐化等, 为中低温蚀变并叠加有氧化带中的次生蚀变。矿体内金的次生富集作用明显, 与氧化程度有关。以脉石矿物为例, 矿石中原生石英、重晶石含量多时, 金品位一般低于  $0.5 \times 10^{-6}$ , 次生矿物玉髓、褐铁矿、黄钾铁矾含量多时, 金品位一般高于  $3 \times 10^{-6}$ 。

3 矿床地质地球化学特征及成因

据矿床地质、矿物共生组合、同位素组成、包裹体特征研究, 认为其成因属中温、中深条件下形成

的岩浆热液充填型金矿床。

3.1 成矿溶液温度和深度

银金矿成色为 758.3, 与中温、中深岩浆热液型金矿床的标型特征相符。脉体石英、重晶石包裹体测温在 148℃~395℃间, 平均 257℃, 属中温热液(表 1)。

3.2 成矿溶液的浓度和组分

石英、重晶石包裹体冷冻法测得盐度结果见表 2, 包裹体液相、气相成分见表 3, 表 4, 包裹体特征成分比值见表 5, 可见主成矿期的石英包裹体气液比、气相颜色、包体粒径、均一温度、盐度均比主成矿期后的重晶石变化大。沉淀石英的介质为  $SO_4-Ca-K$  型和  $SO_4-F-K-Ca$  型热液; 沉淀重晶石的介质为  $SO_4-Ca-K$  型热液。成矿溶液中 K 的作用强于 Na, Ca 的作用, Na, Ca 的作用又强于 Mg, F 的作用强于 Cl,  $SO_4$  的作用大大强于 Cl。

表 1 东峰顶矿区矿物包裹体均一法测定温度

Table 1 Temperatures of fluid inclusions of the Dongfengding gold deposit				
样品编号	测定矿物	测定次数	温度/℃	平均温度/℃
TC26-Q	石英	14	220~354	263
TC26-Q	石英	9	207~256	236
TC26-Q	石英	7	148~270	228
YD1-Q4	石英	3	380~395	388
TC413-Ba	重晶石	3	254~270	261

注: 据山西地勘局 213 地质队

表 2 东峰顶矿区矿物包裹体冷冻法测盐度结果

Table 2 Salinities of fluid inclusions of the Dongfengding gold deposit							
样品号	矿物名称	包裹体特征				盐度 $\rho(NaCl)/\%$	均一温度/℃
		粒径/ $\mu m$	液相(颜色)	液相(颜色)	汽液比/%		
TC26-Q	石英	2~5	暗或无色	无色	15~30	5.8 9.4 9.5	256 301 301
YD1-Q	石英	5~10	黑或无色	无色	25~50	4.0 5.2	380 390
TC413-Ba	重晶石	5~8	无色	无色	20	6.6 6.5 6.4 6.5 7.0	256 254 270 255 260

注: 据山西地勘局 213 地质队

表 3 东峰顶矿区矿物包裹体液相成分

Table 3 Compositions of liquid phase of inclusion of the Dongfengding gold deposit							
项 目	阳离子 $x_B/\%$				阴离子 $x_B/\%$		
	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
石英(Q-1)	13.38	6.56	7.77	2.36	3.39	3.05	93.56
石英(Q-2)	9.81	1.23	25.05	3.91	10.75	9.41	78.80
石英平均值	41.60	3.90	16.41	3.41	7.06	6.26	86.18
重晶石(Ba-3)	19.38	5.69	69.51	5.42	1.60	3.21	95.19

注: 据山西地勘局 213 地质队

表 4 东峰顶矿区矿物包裹体气相成分

Table 4 Compositions of gas phase of inclusion of the dongfengding gold deposit						
项 目	气体 $x_B/\%$					
	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> +N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
石英(Q-1)	6.097	1.257	0.327	0.014	3.611	88.694
石英(Q-2)	4.630	0.379	0.076	0.001	1.150	93.764
石英平均值	5.364	0.818	0.212	0.008	2.331	91.229
重晶石(Ba-2)	33.035	1.859	0.220	0.006	11.285	53.595

注: 据山西地勘局 213 地质队

表 5 东峰顶矿区矿物包裹体特征成分比值

Table 5 Ratios of characteristic compositions of fluid inclusions of the Dongfengding gold deposit

项 目	$\frac{w(\text{Na})}{w(\text{K})}$	$\frac{w(\text{Ca})}{w(\text{Mg})}$	$\frac{w(\text{Na})}{w(\text{Ca}+\text{Mg})}$	$\frac{w(\text{Cl})}{w(\text{F})}$
石英(Q-1)	0.490	32.92	0.082	0.90
石英(Q-2)	0.018	6.41	0.034	0.88
石英平均值	0.25	19.67	0.063	0.89
重晶石(Ba-3)	0.290	12.83	0.076	2.01

项 目	$\frac{w(\text{SO}_4)}{w(\text{Cl})}$	$\frac{w(\text{CO}_2)}{w(\text{H}_2\text{O})}$	$\frac{w(\text{CO}_2)}{w(\text{CH}_4)}$	$\frac{w(\text{CO}_2)}{w(\text{CH}_4+\text{H}_2)}$
石英(Q-1)	30.68	0.069	18.645	17.880
石英(Q-2)	8.43	0.049	60.159	60.130
石英平均值	19.56	0.059	39.402	39.005
重晶石(Ba-3)	29.65	0.616	150.159	146.173

注: 据山西地勘局 213 地质队

溶液中  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  和  $\text{CO}_2/\text{CH}_4+\text{H}_2$  的比值均<200(热液型为 200~300),  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  比值均>0.02(浅成火山热液型金矿为 0.02~0.05), 说明成矿溶液可能系岩浆水和大气降水的混合热液。

3.3 成矿物质来源

矿石中成矿物质来源, 从铅、硫同位素组成以及重晶石红外吸收光谱和黄铁矿中 Co/Ni、S/Se 比值等, 均表明成矿物质来自岩浆热液, 属壳幔混合来源。

3.3.1 铅同位素组成

矿石中铅同位素组成与岩浆岩、蚀变岩的铅同位素组成十分相近(表 6), 说明金矿化及蚀变作用均与燕山期的正长岩活动有成因联系。铅源可能为混合来源, 即矿床金、铜等成矿物质来源于重熔岩浆岩, 即壳幔混合来源(表 7)。将矿床同位素组成投点于我国岩浆热液型金矿床图上(图 2), 完全落在岩浆热液型金矿床的范围之内, 无疑矿床的成因属岩浆热液型。

上述结论与研究区岩浆岩成岩物质来源以及区域岩浆演化序列是一致的, 由表 8 知, 正长岩类和二

长岩类铷、锶比值相近为 0.108 9~0.216 3, 正长岩类成矿物质来自下地壳或上地幔与下地壳混合源。据此推测, 研究区该类型金矿床成矿热液来自深源岩浆源。区域上沿断裂带广泛发育的金矿化, 同样也证明矿液来自深源。金的矿化并不受某一岩体制约, 而是受断裂构造的制约。

表 6 东峰顶矿区铅同位素组成成分

Table 6 Lead isotopes of the Dongfengding gold deposit

项 目	$w_{\text{B}}/\%$			
	$w(^{204}\text{Pb})$	$w(^{206}\text{Pb})$	$w(^{207}\text{Pb})$	$w(^{208}\text{Pb})$
正长岩(D-PY)	1.346	25.135	21.029	52.490
二叠系泥岩蚀变带中的黄铁矿(P-泥-PY)	1.366	24.733	21.168	52.734
氧化带中金矿石风化残余的黄铁矿(YDI-PY)	1.357	24.697	21.163	52.783

项 目	$\frac{w(^{206}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$	$\frac{w(^{207}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$	$\frac{w(^{208}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$
正长岩(D-PY)	18.673	15.623	39.005
二叠系泥岩蚀变带中的黄铁矿(P-泥-PY)	18.123	15.510	38.642
氧化带中金矿石风化残余的黄铁矿(YDI-PY)	18.199	15.601	38.910

注: 据山西地质研究所

3.3.2 硫同位素组成

矿石中残存的黄铁矿中两件  $\delta^{34}\text{S}$  分别为  $5.7\times 10^{-3}$  及  $2.7\times 10^{-3}$ , 与陨石硫同位素组成相近, 由原生矿石中矿物组合为黄铁矿、磁黄铁矿组合之较低氧化势分析, 黄铁矿的  $\delta^{34}\text{S}$  与矿源总硫同位素组成  $\delta^{34}\text{S}$  相当, 即矿石硫同位素组成符合一般岩浆热液型金矿床特征。

3.3.3 重晶石的红外吸收光谱

重晶石 1 084、1 123、1 182  $\text{cm}^{-1}$  三个峰的透过率低于 10%, 属岩浆热液成因标型特征(沉积岩中热卤水成因的重晶石这三个峰的透过率>10%)。

3.3.4 黄铁矿化学成分

黄铁矿中  $w(\text{Co})/w(\text{Ni})$  比值为 2~2.72(均>

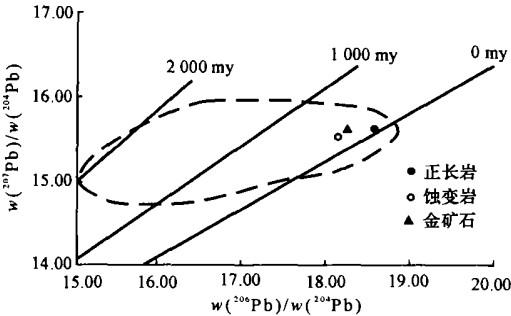
表 7 东峰顶矿区铅同位素组成特征及成矿年龄

Table 7 Age data of the Dongfengding gold deposit

项 目	单阶段演化模式(DOe)			双阶段演化模式(StrCe)			混合模式(Zb Bing P an)					
	$\mu$	$\frac{\text{Th}}{\mu}$	模式年龄 /Ma	$\mu$	$\frac{\text{Th}}{\mu}$	模式年龄 /Ma	$\mu$	$\frac{\text{Th}}{\mu}$	地壳分异 年龄/Ma	壳源 w(Pb)/ %	幔源 w(Pb)/ %	成矿年龄 T2/ Ma
正长岩(D-PY)	9.48	3.83	3.10	9.72	3.86	9.64	10.63	3.864 0	2 788.94	81.0	18.90	
蚀变带中的黄 铁矿(P-泥-PY)	9.31	3.95	26.65	9.35	4.00	190.86	9.95 9.45	4.034 0 0.028 0	2 775.45 2 837.00	51.14 7.30	48.85 2.60	100
金矿石的黄 铁矿(YDI-PY)	9.48	4.04	321.09	9.73	4.13	322.43	9.35 9.25	4.174 4 0.170 0	3 291.33 3 349.20	44.34 1.40	55.60 58.50	100

注: 据山西地勘局 213 地质队

1),  $w(\text{S})/w(\text{Se})$  比值为 19 441~48 318 (均 $<2\times 10^5$ ) (表9), 符合岩浆热液矿床成因标型特征。



虚线圈为中国岩浆热液型(包括重熔岩浆和同熔岩浆热液型金矿床矿石铅的范围); 据山西地勘局 213 地质队

图2 中国岩浆热液型金矿床矿石铅在

$w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})-w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$

图中范围及研究区金矿床矿石铅的位置

Fig. 2 Diagram of  $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$  vs.  $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$  of gold deposit of magmatic hydrothermal solution type in China and the Dongfengding gold deposit

3.4 成矿时代

研究区岩浆岩的成岩年龄为 83~140 Ma (表10), 据铅同位素组成计算的成矿年龄为 100 Ma (见表7)。

综上所述, 初步认为该矿床为岩浆热液在岩体附近围岩裂隙中活动、充填形成的金矿床。成矿时代为燕山期, 成矿热液及矿质主要来自岩浆岩。

3.5 成矿过程

3.5.1 成矿期次

成矿期可分为岩浆热液成矿期和表生成矿期。

表9 东峰顶矿区黄铁矿化学成分

Table 9 Chemical compositions of pyrite of the Dongfengding gold deposit

项 目	Fe	S	As	Se	Te	Pb	Hg	Bi	Cu	Co	Ni
Tc26-py	46.25	52.49	0.078	0.002 7	0.002 1	0.008 5	0.30	0.001 4	0.014 6	0.050	0.025
YD1-PY	46.40	53.15	0.230	0.001 1	0.002 2	0.029 0	1.57	0.440 0	0.113 0	0.068	0.025
P 泥-PY	46.42	52.90	0.46	0.000 8	0.003 6	0.048 7	0.20	0.002 9	0.119 0	0.063	0.041
C-PY	46.37	52.44	0.141	0.002 4	0.000 3	0.006 9	0.20	0.001 4	0.002 8	0.026	0.031
O-PY	46.54	53.11	0.232	0.002 0	0.000 1	0.005 5	0.91	0.001 9	0.004 7	0.050	0.046
项 目	Ti	Cr	Sb	Au	Ag	$w(\text{Co})/w(\text{Ni})$		$w(\text{S})/w(\text{Se})$		$w(\text{Ag})/w(\text{Au})$	
Tc26-py	—	—	—	7.90	10.1	2.00		19 441		1.28	
YD1-PY	0.005	0.000	0.005	7.20	10.4	2.72		48 318		1.44	
P 泥-PY	0.004	—	—	1.97	9.7	1.54		66 125		4.92	
C-PY	0.010	—	—	0.50	5.5	0.84		21 850		11.00	
O-PY	0.010	—	—	0.00	5.6	1.09		26 555		—	

注: 据山西地勘局 213 地质队; Hg、Au、Ag/ $10^{-6}$ , 其余元素/%

表8 塔儿山—二峰山地区岩浆岩物源测试值

Table 8 Analyses of  $w(^{87}\text{Sr})/w(^{86}\text{Sr})$  of magmatic rocks in Taershan—Erfengshan district

岩体名称	岩石名称	$w(^{87}\text{Rb})/w(^{86}\text{Sr})$
老山	正长斑岩	0.309 0
石姑娘山	花岗斑岩	1.913 2
老山	石英二长岩	0.216 3
老山	石英二长岩	0.152 0
山底	斑状石英二长岩	0.174 0
露顶山	斑状石英二长岩	0.084 9
乔山	斑状二长闪长岩	0.070 0
乔山	斑状二长闪长岩	0.042 8
二峰山	二长闪长岩	0.119 0
塔儿山	斑状二长闪长岩	0.077 4
交界山	霓辉正长岩	0.108 9

注: 据山西地勘局 213 地质队

(1)原生热液成矿期, 形成温度在 148℃~395℃, 根据破碎带中载金脉体的穿插关系, 大致可分为 3 个阶段: 第 1 阶段(高温阶段), 主要为金-石英-黄铁矿形成阶段, 黄铁矿晶粒粗大, 不含金或含微量金, 现脉体以石英为主, 含褐铁矿。第 2 阶段(中温阶段), 为金-石英-多金属硫化物形成阶段, 多为细脉或网脉状, 金属矿物有黄铁矿、方铅矿等。矿物组合复杂, 为银金矿-黄铜矿-黄铁矿-磁黄铁矿-方铅矿组合, 是金的主要成矿阶段, 现脉体富含褐铁矿。第 3 阶段(低温阶段), 为石英-重晶石(碳酸盐)形成阶段, 现脉体中石英少量, 而方解石、重晶石、白云石较多, 金和褐铁矿含量较少。热液阶段的围岩蚀变主要有硅化、高岭土化、碳酸盐化、重晶石化。

表 10 塔儿山—二峰山地区岩浆岩同位素地质年龄测试结果  
Table 10 Age data of magmatic rocks in Taershan-Erfengshan district

原样号	岩石名称	采样地点	测试对象	w(K)/%	<sup>40</sup> Ar/10 <sup>-6</sup>	绝对年龄/Ma	测试单位
塔 1	斑状二长闪长岩	塔儿山	全岩			132	
绝 1	斑状二长闪长岩	塔儿山 90-1 孔	全岩	2.47	0.023 0	129.66	桂林冶研所
TW8183	斑状二长闪长岩		钾长石	0.996 5	1.676 30	83.06	国家地震局
R44	二长闪长岩	二峰山	辉石	0.21	0.001 9	125.98	华北所
司 7701	二长闪长岩	司空山	全岩	3.29	0.026 0	110	桂林冶研所
司 7702	二长闪长岩	司空山	全岩	4.18	0.039 5	131	桂林冶研所
峰 1	二长闪长岩	二峰矿区公路边	全岩	4.08	0.031 7	108.28	桂林冶研所
峰 4	砂卡岩	北峰 A	金云母	7.40	0.067 965	127.9	桂林冶研所
峰 5	砂卡岩	二峰山	白云母			77	
峰 3	砂卡岩	北峰 908 坑口	白云母	7.85	0.0419 29	75.5	桂林冶研所
塔 3	霓辉正长岩	玉兔岭	正长石			123	
TW8177	霓辉正长岩	李家山	辉石	0.049 8	0.085 88	96.5	中科院
	巨斑石英二长岩	和尚公德山	正长岩			138	
	巨斑石英二长岩	和尚公德山	全岩			120	
峰 2	巨斑石英二长岩	和尚公德山	全岩	3.70	0.031 076	117.08	
SSA02	巨斑石英二长岩	和尚公德山	正长石	11.66	0.111 2	132.54	地化所
塔 2	石英二长岩	老山	全岩			138	吴利仁
绝 2	石英二长岩	老山	全岩	3.93	0.038 4	135.74	桂林冶研所
TW8178	石英二长岩	老山姚家庄	钾长石	3.470	0.032 47	130.5	国家地震局
TW8182	斑状石英二长岩	山底	钾长石	4.740 15	8.232 56	97.48	国家地震局
塔 4	正长斑岩	老山	全岩			91.5	
TW8179	正长斑岩	老山	钾长石	4.848	12.248 85	140.1	国家地震局
绝 4	正长斑岩	老山	全岩	4.25	0.032 138	105.94	桂林冶研所
B4	伟晶岩脉	老山神沟	钾长石	8.66	0.079 8	128	桂林冶研所

注: 据山西侯马幅 1:20 万区调报告

(2)表生成矿期, 由于矿体产于陡倾断裂带中, 原生硫化物长期暴露在地下水位以上, 为矿床氧化带发育创造了有利条件, 同时也是金次生富集的主要时期。氧化矿石的矿物共生组合为表生自然金-针铁矿-黄铁钾矾-铜蓝、蓝辉铜矿等。

3.5.2 成矿过程

该矿床成矿过程中中生代燕山期, 构造岩浆活动频繁, 巨斑霓辉正长岩等杂岩体在矿区附近沿 NW 向与 EW 向构造交汇部位侵入石炭系、二叠系中。岩浆期后, 构造活动仍很强烈, 矿区内以近 SN 向断裂活动为主, 从岩浆中分异出来的热液掺和了部分大气降水, 沿这些断裂带活动、渗透、交代、沉淀, 使得热液所携带的矿质充填在这些近 SN 向断裂中形成工业矿体。可见, 成矿物质主要是热液从岩浆中带出来的, 来自深部岩浆源。由于热液是在岩体外围的断裂带中活动, 所以成矿温度相对较

低, 介于 140 ℃~400 ℃间, 成矿深度大约为 1.5 km。

矿床形成以后, 研究区地壳上升, 矿体上覆的三叠系被剥蚀。在地表附近, 矿体遭受较强的氧化作用, 矿石中的原生硫化矿物分解, 金亦发生次生富集作用。

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 王世称, 成秋明, 范继章. 金矿资源综合信息评价方法[ M ]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1990.  
[ 2 ] 栾世伟. 金矿床地质及找矿方法[ M ]. 成都: 四川科学技术出版社, 1987.  
[ 3 ] 山西省地质矿产局. 山西省区域地质志[ M ]. 北京: 地质出版社, 1989.  
[ 4 ] 南京大学地质系. 地球化学[ M ]. 北京: 科学出版社, 1972.  
[ 5 ] 张文淮, 陈紫英. 流体包裹体地质学[ M ]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.  
[ 6 ] 孙殿卿, 高庆华. 隐伏矿床预测[ M ]. 北京: 地质出版社, 1987.

# Geological and geochemical features and genesis of Dongfengding gold deposit

YAO Jing-xuan, YANG Yin-chuan

(*Shanxi Survey Institute of Geophysics and Geochemistry, Shanxi Yuncheng 044004, China*)

**Abstract:** Taershan-Erfengshan district, located at southem Shanxi Province, is an upwarping subunit in the Linfen basin, and has an area of about 900 km<sup>2</sup>. The subunit was active in alkaline and subalkline magmatism during Mesozoic Yanshan period, and has a great potential for looking for gold deposits because the gold mineralization is widespread. The study on the Dongfengding gold deposit is essential in enlarging the size and perspective of the gold deposit. The veins of the Dongfengding gold deposit occur in faults, and the mineralization is of gold-bearing quartz-sulfide-barite vein with strong alteration in wall-rocks. It is proposed in this paper that the mineralization resulted from anatexis magma according to the reatures of ore geology, geochemistry, mineral assemblage, lead and sulfur isotopes, mineralization age, compositions of inclusions in minerals and purity of gold. The mineralized solution was mixture of magmatic water and meteoric water, and the ore veins formed under the condition of 140~400 °C temperature and about 1.5 km depth. The manner of mineralization is injection type of gold-bearing hydrothermal solution at moderate temperature and moderate dephht.

**Key words:** geological and geochemical feature; genesis of gold deposit; Dongfengding gold deposit; Shanxi

[ 英文审定: 杨家喜]

## 欢迎赐稿 欢迎订阅 《地球科学与环境学报》

《地球科学与环境学报》(1979 年创刊, 刊名先后为《西安地质学院学报》、《西安工程学院学报》、《长安大学学报(地球科学版)》、《地球科学与环境学报》)是教育部主管、长安大学主办的地学综合类学术期刊。20 世纪 80 年代以来, 她先后被《美国化学文摘》、《美国地质学题录与索引》、《俄罗斯文摘杂志》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中国科学引文数据库》、《中国地质文摘》、《中国石油文摘》等国内外十余家著名权威文摘或数据库固定收录。

《地球科学与环境学报》编委会由 40 多名专家学者组成, 其中包括 17 名中国科学院与中国工程院院士、2 名长江学者。本刊以发展地球科学以及与之相交叉的环境科学的理论与创新为己任, 并将为此而作出不懈地努力。本刊刊登内容主要有基础地质与矿产地质、水文地质与工程地质、环境地质与生态地质、地球物理、地球信息科学等, 她重点报道地学前缘及交叉学科的高水平科技成果, 突出西部大开发中资源勘查、干旱与半干旱地区地质与生态环境保护以及国家重要基础设施建设中重大地质科技问题的研究特色, 将我国尤其是西部地区的地学与生态环境方面的高水平科技成果推向世界。在此, 热诚欢迎广大地学科技工作者为本刊撰写论文, 对高质量特别是国家各种基金项目或重大科技攻关项目产出的论文将优稿优发。

本刊现为季刊, 每季末月出版, 96 页, 每册定价 8 元, 邮发代号 52—280, 国外代号 Q4115, 邮局漏订者亦可直接同本刊编辑部联系。

本刊地址: 西安市雁塔路南段 126 号长安大学雁塔校区 邮政编码: 710054; 电话: (029)82339978; 85585151 E-mail: dky-hxb@chd.edu.cn