

秦岭八卦庙金矿金的矿化与铂族金属的富集

苏瑞侠^{1,2}, 刘 平², 郭 健²

(1 中国科学院南海海洋研究所, 广东 广州 510301; 2 西北有色地质勘查局, 陕西 西安 710054)

摘 要: 文章报道了八卦庙特大型金矿床中伴生的铂族金属矿化的地质特征、岩石矿物学特征和新发现矿物——自然(钨)钨矿的基本矿物学特征。铂族金属矿化与金矿化及围岩蚀变的关系研究表明, 八卦庙金矿中伴生的铂族金属富集于后期岩浆热液改造期, 成矿物质主要来源于后期改造的热液; 铂族金属的富集与金的富集呈明显的正消长关系; 成矿的温度为 140~500℃, 矿化深度 > 3.7 km, 成矿流体是以中酸性岩浆热液为主的多成因热卤水; 矿物组成以复杂的高温硫化物、合金类为主要特征; 化学成分也比较复杂, 以 Au, Cu, As, Ag, Ni, Co, Sb, S 和铂族金属 Ru, Ir, Os 异常等为特点。这类伴生铂族金属的金矿床将为秦岭成矿带寻找铂族金属提供了典型实例。

关键词: 金矿床; 铂族金属; 秦岭成矿带

中图分类号: P618.51; P618.53 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2001)01-0012-07

陕西凤县八卦庙特大型金矿床是近年来发现的产于秦岭造山带最大的微细浸染型金矿床。不少研究者对该矿床的区域地质、地层、构造、矿床的岩石特征^[1-5]、金的赋存特征^[6]、成矿阶段、成矿流体特征、地球化学和同位素地质^[7-10]以及矿床成因^[10-14]等方面作了较系统的研究工作。矿床成因^[10-14]研究表明, 八卦庙金矿属热水喷流沉积-岩浆热液改造型成因类型, 具有独特的成矿作用。热水喷流沉积作用为金的初始矿化, 形成了金的矿源层; 岩浆热液改造不仅形成了金的强烈富集, 而且造成自然银、铂族金属、自然合金类、硫化物及氧化物等多金属的富集。本文重点对八卦庙金矿中伴生的铂族金属赋存特征与矿化的地质作用过程进行初步研究。

1 矿区地质与矿床地质特征

1.1 矿区地质

八卦庙金矿床位于秦岭造山带西段, 凤太矿田北部的大草滩—麻沿河—修石崖断裂南侧, 由宕昌—西和一凤县裂隙所限定的凤太热水盆地中(图 1)。热水盆地中出露地层主要为泥盆系、石炭系、二叠系及中生界, 矿区主要出露中泥盆统古道岭组上岩性

段(D_{2g2})和上泥盆统星红铺组(D_{3x})。含矿地层为上泥盆统星红铺组下岩性段上段(D_{3x1}), 为浅变质的浅海相泥砂质细碎屑岩系, 地层内韵律层理发育, 具类复理石沉积特征。

矿区构造主要为一系列 NW-SE 向的紧闭线状褶皱和断裂, 还发育 NE, NW 及近 SN 向断裂。八卦庙金矿床位于 NW 向苏家沟—空管沟复式向斜的西端北翼。区内岩浆活动不发育, 除局部见一些中酸性岩脉外, 在矿区东南约 15 km 处见有狮子岭花岗闪长岩基。矿区探明的金属矿产主要为铅锌、多金属矿, 产于古道岭组(D_{2g})与星红铺组(D_{3x})接触界面及其附近, 已探明 3 个大型、2 个中型矿床; 其次是金矿床, 已发现特大型八卦庙金矿和大型双王金矿及中型庞家河金矿, 另外还发现一批金矿点。经研究表明, 这些矿床的成因均与热水喷流沉积作用有关。

1.2 矿床地质特征

1.2.1 赋矿地层

赋矿地层(D_{3x1})岩性较复杂, 厚度较大, 主要由斑点状铁白云粉砂质绿泥千枚岩、含铁白云粉砂质钙质千枚岩、铁白云粉砂质绿泥绢云母千枚岩及不规则条带状大理岩组成, 这一套地层在岩性上由泥质层、粉砂层和钙质层形成条带状沉积韵律, 层序上

收稿日期: 2000-07-23; 修订日期: 2001-01-21

基金项目: 中国有色金属总局西北有色地质勘查局科研项目(93-63-陕 2); 原国家黄金局科研项目。

作者简介: 苏瑞侠(1962-), 女, 陕西岐山人, 工程师, 学士, 1987年毕业于西北大学地质系岩矿专业, 主要从事矿床地质和岩石矿物研究工作。

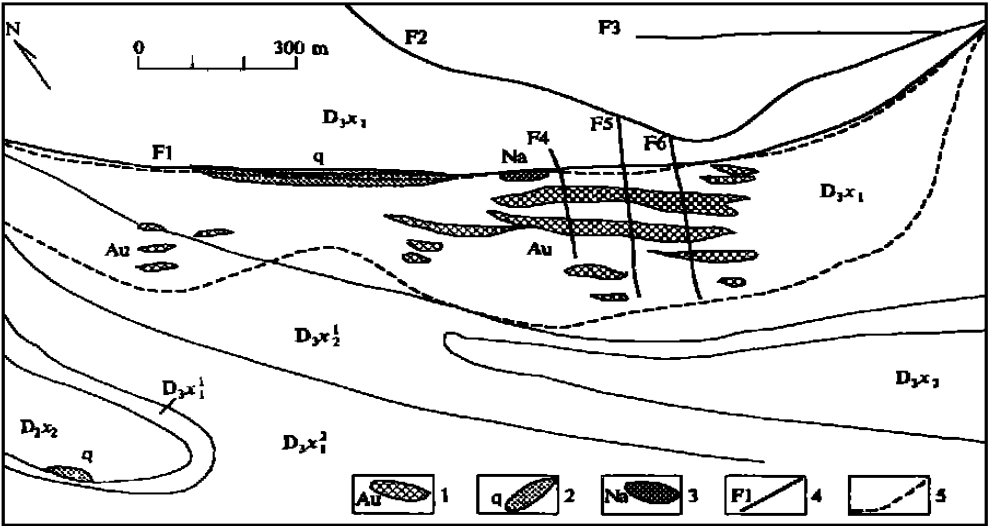


图 1 八卦庙金矿矿区地质简图(据西北有色 717 队改编)

Fig. Geological sketch of Baguamiao Au deposit
1. 金矿体 2. 石英脉 3. 钠长岩脉 4. 断裂 5. 韧性剪切带

常见粉砂质条带由水平向微波直至小扁豆状变化,表现出潮汐沉积的特点,而且,含矿地层岩性的矿物成分成熟度低,一些岩层厚度变化剧烈,横向上岩相变化较大,指示了当时的沉积环境属浅海陆棚潮坪环境。

含矿地层中普遍含铁白云石,一般呈浸染状分布,含量高的部位可形成条带状或不规则斑块状、斑点状构造,并随着粉砂质含量的增高而增高;含矿地层中普遍存在金属硫化物,以磁黄铁矿为主,少量黄铁矿、黄铜矿等,总含量一般为 1%~5%,局部可达 10%左右,常呈浸染状分布。金的品位与金属硫化物含量变化为正消长关系,即金属硫化物含量高的地段金的品位也比较高。粉砂质绿泥绢云母千枚岩为主要的含矿岩石,矿区各种岩石金的质量分数为 $0.04 \times 10^{-6} \sim 0.80 \times 10^{-6}$, 平均 0.30×10^{-6} 。粉砂质绿泥绢云母千枚岩中金的质量分数为 $0.06 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6}$, 其中的石英脉 $w(\text{Au}) = 5 \times 10^{-6} \sim 30 \times 10^{-6}$, 而穿插于其他岩石中的石英脉 $w(\text{Au})$ 一般 $< 0.5 \times 10^{-6}$ 。

含矿岩石粉砂质绿泥绢云母千枚岩常呈浅灰色,风化后呈褐灰色,具斑点状、千枚状构造,斑点呈暗灰绿色、褐灰色等,粒径多为 0.2~2 mm, φ 5%~30%, 主要由黑云母、绿泥石、磁黄铁矿、铁白云石和石英等 5 种矿物中任意一种或几种组合而成,斑点中的铁白云石和磁黄铁矿常呈交代残余状存在,因此,斑点是铁白云石和磁黄铁矿的热液蚀变产物。

1.2.2 控矿构造

八卦庙金矿床位于苏家沟—空管沟复式向斜北翼(图 1)。矿区为北翼倒转的八卦庙次级向斜,矿床产于 NW—NNW 向的韧性剪切变质带中,该韧性剪切带形成于地层褶皱过程中,含矿层内常见层间褶曲石英脉、方解石石英脉及地层揉皱等现象,局部见糜棱岩、千糜岩等构造变质岩,韧性剪切带控制着矿体的展布、形态和规模,是本区最主要的贮矿构造。矿区的断裂有两组,一组为 NE 向断裂及派生的 NE 向张剪性节理,规模不大,为成矿后期断裂,但对矿体起到叠加、富集作用,并对矿体的产状和形态产生重要影响。NW 向断裂规模小,控制着矿体的规模和品位。

1.2.3 矿体特征、矿石矿物成分及结构构造

八卦庙金矿由 10 多条金矿体组成,其中 4 条规模较大,矿体形态为透镜状、层状、一般厚 1.95~28.88 m,长 78.5~527 m,平均 $w(\text{Au}) = 1.01 \times 10^{-6} \sim 8.54 \times 10^{-6}$ 。矿石主要金属矿物为磁黄铁矿、黄铁矿、少量黄铜矿、自然金、自然银、闪锌矿、方铅矿、磁铁矿、钛铁矿和钨钼矿等,微量毒砂、碲金矿、碲铅矿、铁镍矿、锌铜矿、银金矿、锌铋矿、硫砷钴镍矿、斑铜矿、铜兰等;非金属矿物主要为石英、绢云母、铁白云石、绿泥石、方解石、黑云母和钠长石等,少量电气石、磷灰石和锆石等。矿石结构常见有他形粒状结构、半自形—自形粒状结构、碎裂结构、糜棱结构、假象结构、交代残余结构、交代环边结构、乳滴

状结构、连生结构和包含嵌晶结构等。矿石构造主要有浸染状构造、细脉及网脉状构造、团块状构造、皱纹状构造和胶状构造等。

自然金常呈他形粒状、不规则状、细脉状、树枝状、浑圆状、五角十二面体、八面体及其聚晶等。载金矿物主要为石英、磁黄铁矿、绢云母、褐铁矿、黄铁矿和铁白云石等。自然金常分布于矿物粒间、岩石微裂隙或被石英、磁黄铁矿、黄铁矿等矿物包裹。自然金主要呈显微—可见金, 粒径 $0.07 \sim 3 \text{ mm}$, 次显微金仅占少量($< 10\%$)

总之, 八卦庙金矿的矿体形态以透镜状、层状为主; 矿物组成复杂, 结构构造多样, 自然金的形状以粒状、不规则状为主; 载金矿物主要为石英、磁黄铁矿、黄铁矿和褐铁矿等。

2 围岩蚀变与成矿阶段

2.1 围岩蚀变

伴随着构造和含矿热液的多期活动, 产生了金及其他金属元素的富集和矿区围岩蚀变的发生, 它们是密切相关的地质作用过程。与矿化关系最为密切的围岩蚀变有硅化、绢云母化、绿泥石化、磁黄铁矿化、黄铁矿化和钠长石化等, 主要发育于层间褶皱构造强烈部位及断裂破碎带内。

硅化。与成矿作用密切相关的硅化有两期, 早期为顺层侵入的碳酸盐石英脉, 石英脉分布很不均匀, 很不规则, 常呈不规则的团块状、脉状、囊状, 大体顺层分布, 并随地层一起褶曲, 石英呈乳白色或烟灰色, 表面具铁质氧化物, 局部可见节理石英脉切割顺层石英脉, 其中形成较富的金矿及其他金属矿石, $w(\text{Au}) = 0.04 \times 10^{-6} \sim 36.88 \times 10^{-6}$, 平均 2.65×10^{-6} 。晚期硅化为沿 NE 向剪节理充填的石英脉, 金的质量分数较高, 与金属矿化关系最为密切, $w(\text{Au}) = 1.9 \times 10^{-6} \sim 85 \times 10^{-6}$, 平均 18.42×10^{-6} , 可见充填于 NE 向剪节理内的石英脉造成了金的强烈富集。

绢云母化。绢云母化常发育于石英脉及其周围的微裂隙中, 是含矿热液交代铝硅酸盐矿物的产物, 与金矿化关系密切。

磁黄铁矿化。磁黄铁矿常呈不规则粒状发育于含矿层及石英脉中, 是金的载体矿物之一。

黄铁矿化。黄铁矿化与微量元素关系密切, 可分为早晚两期, 早期黄铁矿散布于千枚岩中, 一般含金

量低, 晚期黄铁矿沿 NE 向剪节理及破碎带呈浸染状分布, 含量较高, 为不可见金的主要载体矿物。

钠长石化。钠长石化与金属矿化关系密切, 钠长石化强烈的部位金及其他金属元素的质量分数明显增高。

总之, 与金矿化关系最为密切的是硅化, 其次是绢云母化、磁黄铁矿化、钠长石化和黄铁矿化等。

2.2 成矿期和成矿阶段

根据矿区构造、围岩蚀变及岩矿特征将金的矿化分为热水喷流沉积成矿期、后期岩浆热液改造成矿期和表生成矿期。热水喷流沉积成矿发生于泥盆系沉积期, 形成金的初始矿化及矿源层; 后期岩浆热液改造成矿期是金矿富集的主要时期, 可分为层间石英脉—金动力变质矿化阶段和 NE 向节理石英脉—金与多金属岩浆热液矿化富集阶段两个成矿阶段, 第一阶段伴随层间揉皱、糜棱岩化等动力变质作用的发生, 形成了层间石英脉型金及多金属的富集; 第二阶段, 在密集的 NE 向剪切节理中, 含矿热液上升并沿之充填, 再次叠加成矿, 形成了金及多金属的强烈富集。同位素研究表明^[7-10], 早期顺层硅化主要与来自于层间的热流体有关, 沿 NE 向节理发育的硅化主要与来自中酸性岩浆的热液有关, 因此, 造成了矿化强度的差别。

值得注意的是, 在后期岩浆热液改造成矿期, 不仅使金发生了强烈的富集, 同时也使其他多种金属元素发生了富集, 其中有意义的当数铂族金属的富集与矿化。

3 金矿中伴生的铂族金属

3.1 铂族金属的赋存特征

对八卦庙金矿光片进行岩矿鉴定和电子探针微区分析^[4]结果表明, 金矿石中含有铂族金属自然钨矿, 通过 3 个光薄片的局部观察, 发现该矿物 50 多粒, 化学成分主要由钨(66.87%)、钨(23.63%)组成, 含少量钴(7.18%)和铁(2.32%), 因此定名为钨钨矿^[13, 4]。光片 91-41 为顺层石英脉, 平均 $w(\text{Au}) = 15 \times 10^{-6}$, 围岩为斑点状铁白云粉砂质绿泥绢云千枚岩, 电子探针扫描该光片发现钨钨矿物约 30 多粒, 成群或星散状出现, 主要沿石英脉微裂隙、石英与绢云母的接触部位等处分布, 钨钨矿呈他形粒状、不规则状、长条状、锚头状等(图 2-1, 图 2-2)。BH947-1 为斑点状铁白云粉砂质绢云母绿泥千枚

岩,发育有顺层石英脉及 NE 向节理和节理脉, $w(\text{Au})$ 平均为 13.48×10^{-6} , 电子探针扫描该光片发现钨钼矿物 18 粒以上, 钨钼矿成群或星散状出现, 主要分布于斑点内及其边部、被铁白云石包裹或沿其与围岩的接触部位分布(图 2-3)。TC39-1 为顺层石英脉, 围岩为斑点状粉砂质绿泥绢云千枚岩及含铁白云粉砂质绿泥绢云千枚岩, 石英脉周围具绿帘石化现象, $w(\text{Au})$ 平均 11.28×10^{-6} , 电子探针扫描该光片发现钨钼矿物 4 粒以上, 钨钼矿多沿石英边部分布或被石英包裹, 星散状出现。

总的来看, 钨钼矿形态各异, 自形程度差, 主要呈他形粒状(图 2-3)、不规则状(图 2-3)、长条状(图 2-2)、锚头状(图 2-1)等, 矿物颗粒细小, 粒径多在 $5 \mu\text{m}$ 以下, 含金石英脉(层间脉、节理脉)及其围岩(斑点状铁白云粉砂质绿泥绢云千枚岩、含铁白云粉砂质绿泥绢云千枚岩, 铁白云粉砂质千枚岩等)中均有分布。主要呈星散状或成群状出现于石英和褐铁矿等矿物的微裂隙、铁白云石氧化流失孔洞的边缘、斑点内及其边部等处或被石英、褐铁矿包裹。

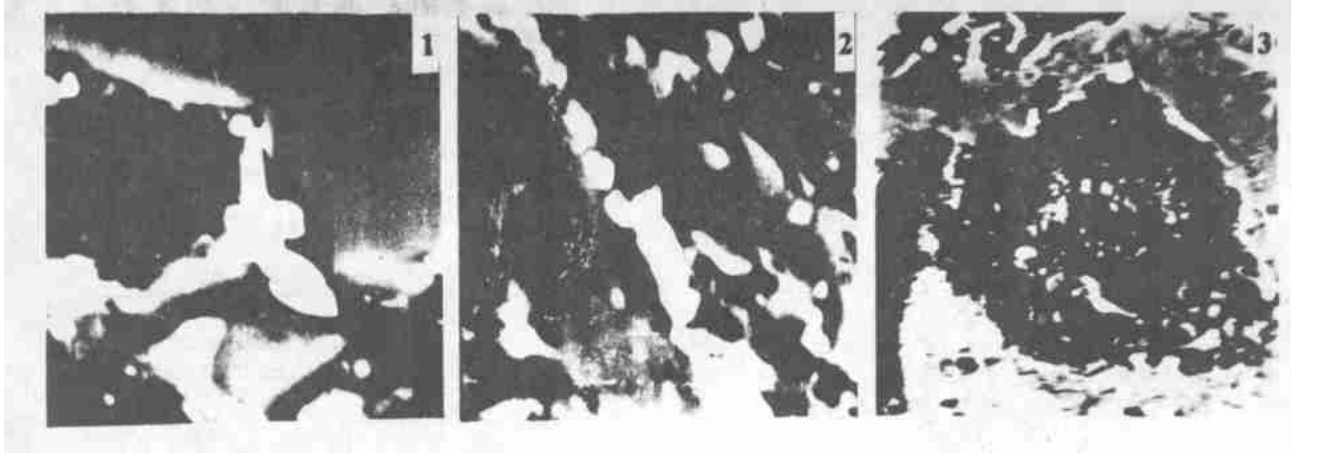


图 2 钨钼矿的电子探针扫描图像

Fig. 2 Electronic probe scanning image of W-Ru mineral

1. 锚头状钨钼矿沿石英与绢云母矿物间分布(×3000, 样号 91-41) 2. 指状钨钼矿沿石英微裂隙分布(×3200, 样号 91-41)
3. 他形粒状及不规则状钨钼矿沿斑点内及其边部分布(×360, 样号 BH947-1)

通过三个光片观察可以看出, 这三个光片均采自矿区 Au 品位相对较高的部位, 而且石英脉特别是顺层脉, NE 向节理发育区的脉体和围岩(以斑点状千枚岩为主)中钨钼矿含量明显增加。

另外, 热液蚀变的斑点内见有钨钼矿, 而斑点是热液改造成矿期的蚀变产物^[4], 可见钨钼矿的富集与热液成矿是密不可分的, 它富集于热液改造成矿期。钨钼矿不仅与硅化、铁白云石化、热液蚀变的斑点关系密切, 同时与褐铁矿化、斑点的流失孔也有关系, 因此, 在地表条件下钨钼矿可能发生了氧化富集。

3.2 铂族金属矿化学成分分析

对矿区地层进行系统采样, 对 100 件样品作 Pt 的化探原生晕分析(西北有色地质研究所测试中心

分析), 结果表明 $w(\text{Pt}) = 0.35 \times 10^{-9} \sim 0.79 \times 10^{-9}$ 。对铂族金属作化学成分分析(河南地矿测试中心分析, 表 2), 其中, $w(\text{Pt}) = 0.28 \times 10^{-9} \sim 0.97 \times 10^{-9}$, 与化探原生晕分析结果基本相符, $w(\text{Pd}) = 0.20 \times 10^{-9} \sim 0.88 \times 10^{-9}$, $w(\text{Rh})$ 均 $< 0.5 \times 10^{-9}$, $w(\text{Ir})$ 最高 1.35×10^{-9} , 最低 $< 0.5 \times 10^{-9}$, $w(\text{Os})$ 均 $< 1 \times 10^{-9}$, $w(\text{Ru})$ 均 $< 1 \times 10^{-9}$ 。在这 6 个铂族元素中 Rh 的质量分数是最低的。

对含金黄铁矿作扫描电子显微镜同步能谱成分分析(西安近代化学研究所分析, 图 3), 发现黄铁矿中也含有一定量的铂族金属, 在 6 种铂族元素中钌的质量分数最高, 而铂和钯的质量分数较低; 而且, 铂族金属富集程度与金的质量分数成正比关系, Au 相对富集区也是钨钼矿的富集区。

表 2 八卦庙金矿床中铂族金属化学成分分析结果

Table 2 PGE analysis of phyllite and ore bearing phyllite in Baguamiao Au deposit

样 号	岩 性	$w_B/\times 10^{-9}$					
		Ir	Os	Ru	Rh	Pt	Pd
99S—2	千枚岩	1.20	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.43	0.28
99S—10	含矿千枚岩	1.35	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.27	0.20
99S—19	千枚岩	0.95	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.71	0.38
99N—1	含矿千枚岩	0.80	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.27	0.21
99N—3	千枚岩	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.56	0.42
99N—5	含矿千枚岩	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.20	0.26
99N—7	含矿千枚岩	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.32	0.26
99N—9	千枚岩	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.50	0.51
99N—14	千枚岩	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.48	0.31
99N—18	千枚岩	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.32	0.44
99N—23	千枚岩	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.45	0.27
99N—21	含矿千枚岩	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.87	0.48
99BX—1	黄铁矿	< 0.50	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.97	0.38
99B—5	含矿千枚岩	1.3	< 1.00	< 1.00	< 0.50	0.30	0.34
99B—6	千枚岩	/	/	/	/	0.28	0.88

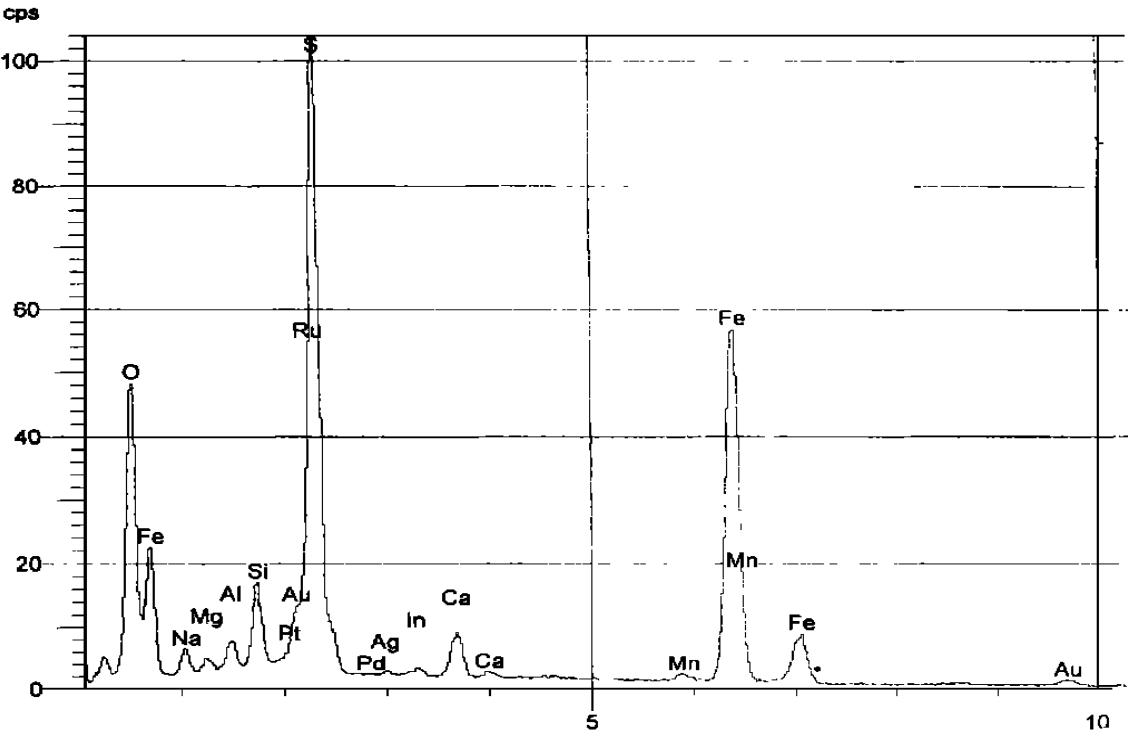


图 3 八卦庙金矿中黄铁矿元素能谱与质量分数分布强度图

Fig. 3 Plot showing elements' energy spectrum and concentration of pyrite in Baguamiao Au deposit

4 金的矿化与铂族金属的富集

4.1 金的矿化

对八卦庙金矿大量的工作表明, 八卦庙超大型金矿床形成温度为 140~500℃, 属中高温矿床; 成矿深度也比较大(> 3.70 km); 成矿流体成分复杂, 既有岩浆热液特点, 又有沉积-改造热液特征, 属热卤水

性质,具多成因性;矿床同时受层位(上泥盆统星红铺组浅变质的浅海陆棚潮坪相细碎屑岩层)、构造(褶皱、断裂、韧性剪切带以及剪节理等)、岩性(粉砂质绿泥绢云母千枚岩为主)等因素控制。通过区域构造与秦岭泥盆纪金属成矿规律研究,结合八卦庙金矿的矿床成因资料,我们可对这一矿床的形成模式总结如下:

在秦岭造山带,特别是凤太矿田内,由于海西构造运动,引发了泥盆纪区域性地壳隆升,地幔上隆,温度和压力升高,地下水受热不断循环并从早期地层中淋滤交换萃取铅、锌、金等多金属元素。当这些多金属元素达到一定浓度时,形成了地下含多金属热卤水,含多金属热卤水沿同生断裂上升,在水下洼地处沉积,形成了热水喷流同生沉积型铅锌多金属矿。因此,在凤太矿田,由中泥盆统古道岭组向星红铺组过渡部位盛产铅锌矿;与此同时,由于金的浓度较低,形成了金的初始矿源层;印支运动以来,秦岭褶皱造山,岩浆上侵,含矿热液沿构造破碎带、韧性剪切带及节理带运移,并与围岩发生物质交换,当成矿的温度、压力发生变化,含金热液浓度达到一定程度时便富集成矿。八卦庙金矿的后期热液改造矿化过程经历了动力变质成矿(形成层间含金石英脉)和岩浆热液叠加成矿(形成节理含金石英脉)两个阶段。总之,八卦庙金矿的整个矿化过程经历了热水喷流沉积成矿期和后期岩浆热液叠加改造成矿期,该矿床成因属岩浆热液改造型热水喷流沉积矿床。

4.2 铂族金属矿化富集过程

岩矿鉴定和化学成分分析揭示,铂族金属元素与金的富集密切相关,而且共同富集于岩浆热液叠加改造期,因此,金的富集期可能也是铂族金属的富集期。从化探原生晕和化学分析等结果来看,矿区含矿层中铂族金属质量分数并不高,金矿中铂族元素的质量分数甚至低于地壳中的平均值,没有显示出铂族矿化异常。造成这种情况的原因除了采样部位(如氧化带)、金和铂族金属的品位分布不均匀外,一种可能的原因是铂族金属在物质来源上与围岩关系不是很密切,铂族成矿过程可能更为复杂。如果这样的话,对其成矿作用和物质来源进一步研究是很有意义的。需要说明的是,铂族金属中最具成矿意义的是钌。我们对含金黄铁矿所作的扫描电镜同步能谱成分分析结果中,6种铂族元素中钌的质量分数最高,正好与电子探针分析结果中自然(钨)钌矿的存在是相吻合的,说明了在该矿床中钌的存在及其质量分数是6种铂族元素中最高的。

研究表明,八卦庙金矿的热液改造期热液属于多成因、以印支—燕山期中酸性岩浆热液^[9]为主的热卤水性质的,热液改造期金的来源除了由中酸性岩浆带来一部分外,还有一部分是从矿源层中萃取的。铂族金属与金的密切相关指示了它们在成因上的内在联系。从目前所获得的证据来看,铂族金属很可能来自于中酸性岩浆。然而,铂族金属的地球化学研究表明,它们主要富集于基性超基性岩及其共生的铜镍和铬矿床中^[14-16],指示了铂族元素与地幔岩浆的亲缘关系。因此,目前世界上所发现的铂族金属矿床中,产于基性超基性岩中的铂族金属矿床占据铂族矿床的主要类型,同时也指示着与基性超基性岩有关的岩浆活动对铂族元素成矿的控制作用。而八卦庙微细浸染型金矿中伴生的铂族金属,却形成于以中酸性岩浆为主的热液作用中,从这一点来看,八卦庙金矿中伴生的铂族金属的形成似乎与铂族金属通常与基性、超基性岩(浆)成因密切相关不一致。这意味着在成矿过程和机理上,它可能是一种有意义的新类型,这种类型在世界上也较少见^[14, 17-18]。另外,这种类型的金矿床成矿温度和压力均很高,矿物组成和化学成分均较复杂。类似于八卦庙金矿类型中伴生的铂族金属矿化可能是秦岭成矿带重要的铂族金属矿化类型之一,深入而系统地研究铂族金属矿化与金及其他多金属矿化的关系,建立这类铂族金属矿床成矿的理论模式,不仅对铂族金属成矿理论的完善是有意义的,更为重要的是对开发秦岭及其他地区类似矿床中伴生的铂族金属矿具有重要的经济意义。

5 认识与讨论

伴生铂族金属矿化是八卦庙金矿的一个特点,这不仅有可能增加八卦庙金矿的经济价值,而且为在秦岭多金属矿带寻找铂族金属矿床开辟了新的途径。目前,由于研究程度较浅,本文仅就工作所及和铂族金属的赋存规律进行浅显的探讨,更深层次的研究,还需要作进一步的工作。类似于八卦庙金矿类型在秦岭成矿带还有双王、二台子等金矿床,总结该类矿床的一般地质特征,供同行专家参考:

(1)在秦岭成矿带,特别是赋存于泥盆系中微细浸染型金矿床的成因属于热水喷流沉积-(岩浆)热液(叠加)改造型;该矿床常形成于秦岭造山带裂陷海盆内的热水盆地中;矿体严格受层位和构造控制,钼

性剪切带控矿也很明显,赋矿地层主要为泥盆系,岩性主要为浅变质的海相碎屑沉积岩系。该类矿床形成的温度较高,一般形成于较深的环境。

(2)矿床的金属矿物组成较为复杂,以硫化物为主,伴有少量至微量各种自然合金和氧化物金属。地球化学异常以 Au,Cu,As,Ag,Ni,Co,Sb,S,Hg 最为特征,有些还伴有 Te,Ti,B,Bi,Cl,Se,W,Tb 等异常。这些地球化学异常为在这类矿床中寻找铂族金属指明了示踪异常元素。

(3)这类矿床中,铂族金属的富集常与金的富集呈正消长关系,即金的富集区也是铂族金属的富集区,因此,铂族金属富集与后期热液叠加改造密切相关。铂族矿物形态多样,常呈不规则状、粒状、指状等,颗粒细小,粒径多小于 0.5 μm。

参考文献:

[1] 韦龙明,曹远贵,吴烈善,等.八卦庙金矿床石英脉的控矿作用初探[J].矿产与地质,1993,7(5):329-333.

[2] 韦龙明,吴烈善,朱桂田,等.八卦庙金矿床石英脉与金矿化关系再研究[J].地质找矿论丛,1998,13(3):9-14.

[3] 郭健,刘鸾玲,张万业,等.陕西八卦庙金矿床成矿地质背景、矿床特征及成矿预测研究[R].西安:西北有色地质研究所,1994.16-45.

[4] 苏瑞侠,郭健,李作华.陕西八卦庙金矿金的赋存状态与围岩蚀变[J].有色金属地质与勘查,1993,2(3):171-177.

[5] 于学元,郑作平,牛贺才,等.八卦庙金矿床稀土元素地球化学研究[J].地球化学,1996,25(2):140-149.

[6] 郑作平.八卦庙金矿地质及稳定同位素研究[J].陕西地质,1994,12(2):22-30.

[7] 朱宏洲,郭健,安峥嵘.陕西八卦庙金矿床硅同位素组成及地质意义[J].有色金属矿产与勘查,1998,7(6):326-329.

[8] 朱华平,郭健,张蓉,等.陕西八卦庙金矿微量元素特征及成因[J].有色金属矿产与勘查,1997,8(1):60-64.

[9] 朱宏洲,郭健,张蓉.八卦庙金矿围岩蚀变特征及成因探讨[J].有色金属矿产与勘查,1998,(1-2):92-97.

[10] 李永勤.陕西八卦庙金矿床成矿地质条件及控矿因素分析[J].有色金属矿产与勘查,1998,(1-2):1-6.

[11] 温深文.八卦庙金矿床地质特征及控矿地质条件[J].有色金属矿产与勘查,1998,(1-2):7-16.

[12] Zheng zuoping. A New genetic type of gold deposits- meso-epithermal carbonate-type gold deposits as exemplified lay the Baguamiao super large gold deposit[J]. Chinese Journal of Geo Chemi. 1995,14: 84-92.

[13] 中国科学院地球化学研究所.铂族元素矿物鉴定手册[M].北京:科学出版社,1981.

[14] 梁有彬,李艺.中国铂族元素矿床类型和地质特征[J].矿产与地质,1997,11(3):145-151.

[15] 巴恩斯 S J,等.与板内岩浆作用有关的硫化物中 Ni,Cu,Au 和铂族元素含量[J].地质科技动态,1998,2:1-6.

[16] 佐格图欣 B B.基性伟晶岩类岩石是诺里斯克铂族金属-铜-镍矿化的原因[J].地质科技动态,1998,(2):6-8.

[17] 西北有色地质勘查局陈列馆情报组.川西北地区微细浸染型金矿床中铂族元素富集的发现[J].矿产地质情报,1991,(3):22.

[18] 易发成,高振敏.黑色岩系中铂族元素地质地球化学特征[J].地球科学进展,1996,11(3):275-281.

THE GOLD MINERALIZATION AND PGE CONCENTRATION OF BAGUAMIAO GOLD DEPOSIT IN QINLING TECTONIC BELT

SU Rui-xia^{1,2}, LIU Ping², GUO Jan²

(1. South China Sea Institute of Oceanography, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China;
2. Northwest China Geoexploration Boreau, Xi'an 710054, China)

Abstract: On systematic works, this paper reports geology, petrology, mineralogy and characteristics of the newly found W-Ru mineral. Research on the mineralization and wall-rock alteration reveal that PGE were concentrated in the late thermal-fluid stage and the concentration is correlated with gold. The ore was formed at 140-500℃ and depth>3.7km. The deposit is characterized by complex both in chemistry and mineralogy. Au,Cu,As,Ag,Ni,Co,Sb,S and PGE in Ru,Ir and Os show anomaly. This type gold deposit provides a probe for PGE in Qinlin tectonic belt.

Key words: gold deposit; PGE; Qinlin tectonic belt