

陕西镇安丘岭微细浸染型金矿床形成与岩石和构造的关系

潘鸿迪

申萍

(西安工程学院·西安·710054) (西安矿业学院·西安·710054)

丘岭微细浸染型金矿床产于上古生界南羊山组及袁家沟组地层中。研究表明,金矿形成与不纯细碎屑岩—碳酸盐岩系列岩石和叠加在其上的韧性剪切构造有密切关系,受岩性和构造控制。

关键词 微细浸染型金矿 不纯细碎屑岩、碳酸盐岩系列岩石 韧性剪切构造 丘岭

丘岭金矿床位于镇旬盆地中部,镇—板断裂以南,金鸡岭复向斜北翼之次级褶皱中(图1)。

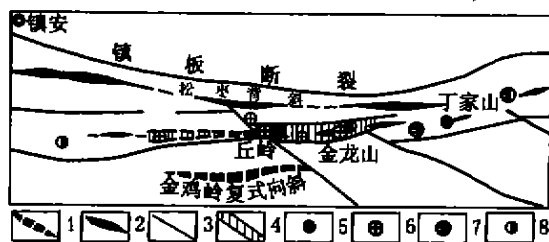


图1 金龙山—丘岭矿带构造和矿产分布略图

1—向斜;2—背斜;3—断层;4—剪切带;5—锑矿床;6—金矿床;
7—汞、锑矿床;8—铅、锌矿床

1 控矿岩性

1.1 含矿层岩性组合特征

含矿层为上泥盆统南羊山组及下石炭统袁家沟组,分布于丘岭背斜核部及两翼(图2)。南羊山组及袁家沟组的层序及岩性变化见图3。含矿层岩石的岩性主要为不纯细碎屑岩和不纯碳酸盐岩。

1.2 含矿层中不纯岩石的成分特征

不纯岩石的平均化学成分与世界同类岩石对比(表1),砂岩富含 CaO 、 FeO^* 、 Al_2O_3 、 K_2O , 贫 SiO_2 、 MgO ;页岩富含 CaO 、 K_2O , 贫 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Na_2O 及 FeO^* ;碳酸盐岩富含 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 、 FeO^* , 而贫 CaO 、 MgO 。

1.3 含矿层中不纯岩石微量元素特征及含金性

由表2可见,不纯岩石中含金为 5.3×10^{-9} ~ 109.1×10^{-9} , 平均 36.5×10^{-9} , 比 Taylor(1985)的地壳丰度值高 2.94 ~ 60.6 倍;而较纯岩石中含金 3.78×10^{-9} ~ 17×10^{-9} , 平均 7×10^{-9} , 比上地壳丰度值高 2.06 ~ 9.4 倍。矿区外围地层中金含量(见表3^①)远远低于本区金矿层中各类岩石的金含量。据此可认为成矿物质来源于矿区外围地层。

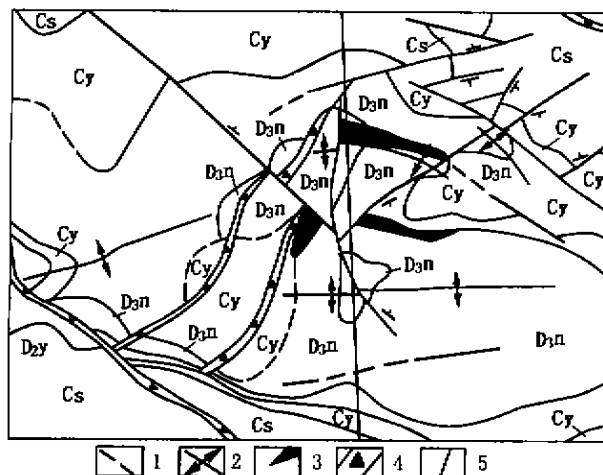


图2 丘岭金矿床地质略图

Cs—石炭统四峡口组;Cy—石炭统袁家沟组;D_{3n}—上泥盆统南羊山组;D_{2y}—中泥盆统杨岭沟组;1—断层;2—背斜轴;
3—矿体;4—破碎带;5—剖面位置

相关系数及偏相关系数 R 型聚类谱系见图4和图5。在 $n = 11$, $\gamma_{0.05} = 0.60$ 时, Au 与 As 、 Sb 、 Hg 相关系数依次为 0.72、0.63、0.82, 为正相关。说明在沉积成岩期 Au 、 As 、 Sb 、 Hg 已初始富集。在图5中可见, Au 与 As 、 Sb 、 Hg 完全分离, 表明 Au 虽与 As 、 Sb 、 Hg 紧密共生, 但不稳定, 在后期构造热液作用下可发生分离, 不纯岩石中金以易活化形式存在。

不纯岩石中含有草莓状黄铁矿 1% ~ 3%, 有机碳 0.01% ~ 0.56%, 平均 0.16%。黄铁矿微量元素含 Au 0.6×10^{-6} ~ 1.7×10^{-6} , 含 As 650×10^{-6} ~ 980×10^{-6} , 含 Sb 110×10^{-6} ~ 290×10^{-6} (测试单位为有色金属西北矿产地质测试中心, 1992), 较正常沉积成因黄铁矿明显富集 Au 、 As 和 Sb 。本区不纯岩石中含有有机碳较高, 据研究^[2]有机质带有能与金形成稳定的金——有机化合物的官能团 (COOH 、 OH^- 、 CN^- 等), 对金有吸附作用。

本文 1997 年 10 月收到, 1998 年 5 月改回, 张启芳编辑。

① 杨志华等. 东秦岭山柞镇旬地区区域成矿背景及成矿预测(秦巴项目科研报告), 1988。

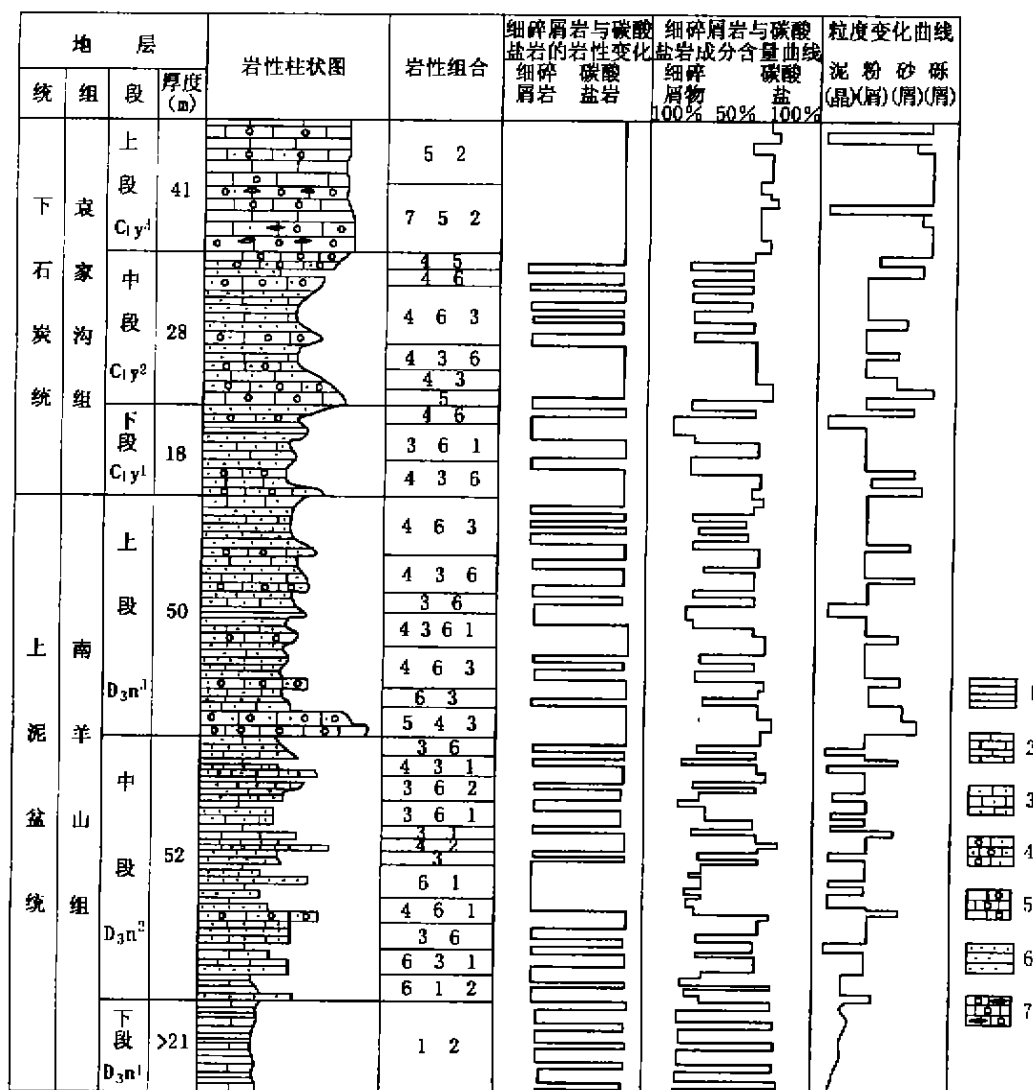


图 3 丘岭矿区 D₃n—C₁y 岩性柱状图

1—页岩; 2—泥晶灰岩; 3—泥质、粉砂—砂屑灰岩; 4—粉砂—细砂、泥质砂—砾屑灰岩; 5—砾屑灰岩; 6—钙质粒屑粉砂—细砂岩; 7—含燧石条带砾屑灰岩

表 1 成矿主岩主要化学成分平均值

类 型	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	有机
页岩(3件样品)	50.68	11.32	0.26	4.39	4.31	12.40	1.45	0.48	0.07	0.07	0.29	4.44	
砂岩(1件样品)	51.55	7.81	0.13	4.03	3.75	16.63	0.98	0.40	0.08	0.13	0.46	2.23	0.08
灰岩(4件样品)	17.35	3.35	0.24	1.47	1.56	40.87	0.95	0.15	0.06	0.03	0.23	0.87	0.08
世界页岩+粘土岩平均值*	50.85	19.75			4.76	3.54	2.22	0.75	0.09	0.18	0.89	2.75	
世界砂岩平均值*	78.33	4.77			1.26	5.50	1.16	0.25		0.08	0.45	1.31	
世界石灰岩平均值*	5.19	0.81			0.48	42.57	7.89	0.06		0.04	0.05	0.33	

测试单位: 武警黄金部队十四支队化验室, $FeO = 0.899Fe_2O_3 + FeO$ (据 Turekian 和 Wedepohl (1961))

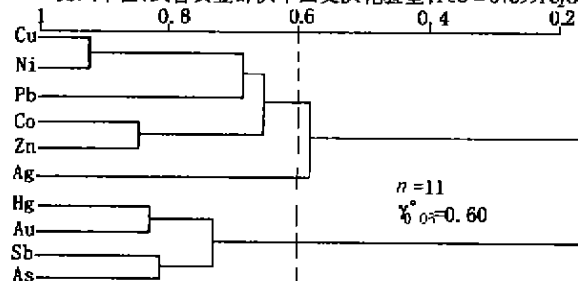


图 4 不纯岩石微量元素相关系数 R 型聚类谱系图

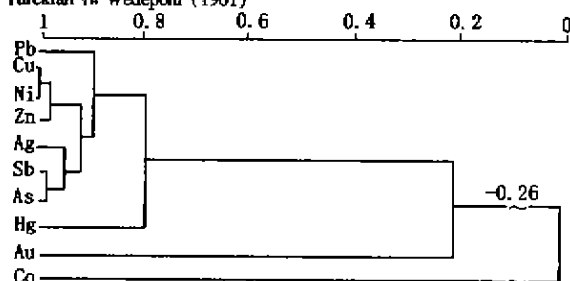


图 5 不纯岩石微量元素偏相关系数 R 型聚类谱系图

表 2 不纯岩石与较纯岩石微量元素含量

 10^{-6}

岩石类型	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Ag	As	Sb	Hg	Ba	Au
不纯岩石 (样品数 11)	19~94 48.45	21~47 32.45	41~125 78.18	10~33 17.90	10~52 28.8	0.05~0.21 0.099	7.4~8.64 185.44	0.1~75 24.42	0.05~1.6 0.37	28~609 343	0.0053~0.1091 0.0365
富集系数	1.94	1.62	1.10	1.79	1.44	1.98	123.96	122.09	4.65	0.62	20.29
较纯岩石 (样品数 7)	21~70 41.28	29~40 33.43	50~143 86.43	10~22 14.43	10~101 46.71	0.09~0.33 0.20	9.3~35 20.8	1.1~4.1 1.83	0.05~0.16 0.08	78~375 251.57	0.0037~0.017 0.017
富集系数	1.65	1.67	1.22	1.44	2.34	4.03	13.87	9.14	1.00	0.46	3.82
上地壳丰度值	25	20	71	10	20	0.05	1.5	0.2	0.08	550	0.0018

测试单位: Au 由武警黄金部队十四支队化验室分析, 其它元素由西北有色研究所分析。其中 Au 用无火焰原子吸收法测定, As、Sb、Hg 用原子荧光光谱分析, Cu、Pb、Zn、Co、Ba 用直读光谱分析法, Ag 用三苯膦原子吸收法。富集系数 = 岩石中各元素平均丰度/上地壳丰度值。

表 3 丘岭矿区外围区域地层中金含量平均值

 10^{-9}

本区南部(公馆地区)		本区北部(二峪河)		本区西部(乾佑河)		本区东部(长沟—老沟)	
上泥盆统 南羊山组 (42 个样品)	泥盆系 (429 个样品)	上泥盆统 桐峪寺组 (57 个样品)	泥盆系 (235 个样品)	上泥盆统 九里坪组 (9 个样品)	泥盆系 (56 个样品)	上泥盆统 姜家沟组 (28 个样品)	泥盆系 (155 个样品)
0.66	0.34	0.65	0.91	1.31	1.001	2.01	1.73

2 控矿构造

2.1 丘岭背斜变形阶段

表现为由南羊山组和袁家沟组地层构成的背斜(图 2、图 6), 构成宽缓的丘岭短轴背斜。由于岩性不同, 则构造变形强度不同, 以页岩为主地段变形强于以砂岩和碳酸盐岩为主地段。在显微镜下亦常见

剪切透镜体、压溶构造、石英波状消光、绿泥石扭折弯曲、碳酸盐岩糜棱岩化等现象。该阶段蚀变作用主要有黄铁矿化、毒砂化、硅化及碳酸盐化等。与金矿化有关的黄铁矿化、毒砂化呈稀疏浸染状分布于劈理化带中, 强变形地段可形成金的矿化体或低品位工业矿体, 金品位为 $0.00 \sim 1.10 \times 10^{-6}$, 平均为 0.18×10^{-6} (23 个样品平均)。

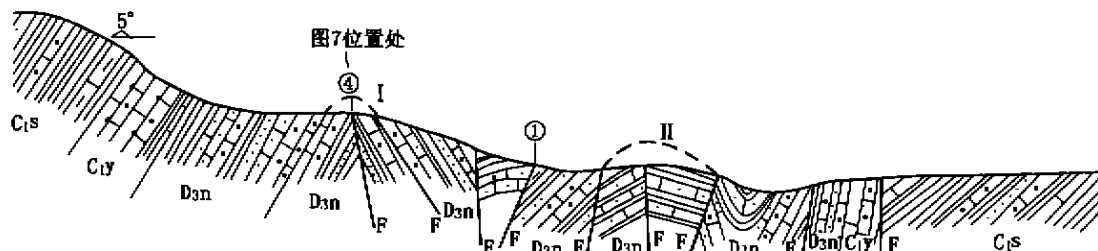


图 6 丘岭矿区实测地质剖面图

2.2 韧性变形阶段

在丘岭背斜核部之次级背斜上又叠加有剪切褶皱变形, 以北东向为主, 与前阶段变形方向有近 45° 的夹角。由于应力主要集中在丘岭背斜核部偏北,

在不纯细碎屑岩中发育共轭膝折带及不对称膝折带(图 7)。由图 7 可见, 叠加的剪切褶皱使矿化进一步加强, 形成矿体, 而在膝折带中矿化最强, 其次为糜棱岩化带及糜棱岩化强劈理化带。

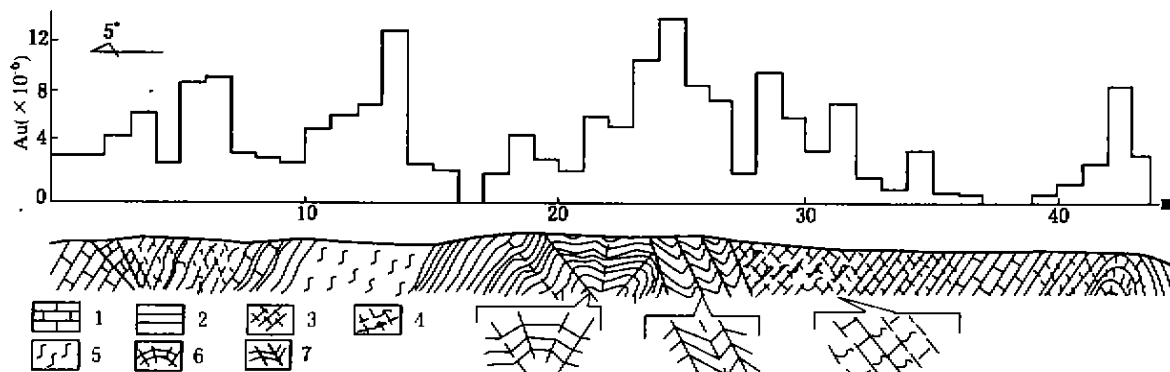


图 7 丘岭④矿体 TCO-2 探槽中金含量与韧性构造关系图

1—不纯碳酸盐岩; 2—不纯细碎屑岩; 3—劈理化带; 4—糜棱岩化和强劈理化破碎带; 5—糜棱岩化带; 6—共轭膝折带; 7—不对称膝折带

该阶段矿化为含砷黄铁矿化和毒砂化, 较前期粒径变大, 数量增多, 含金性较好。在膝折破碎带中

含砷黄铁矿和毒砂呈细脉状分布于显微膝折裂隙中, 或呈团块状充填于劈理与膝折交汇处, 在糜棱岩

化带中呈团块状、稠密浸染状分布,在劈理化带中呈稠密浸染状,断续细脉状分布。在背斜Ⅱ核部由于该期构造变形较弱且岩性为较纯岩石,因此仅有矿化;而在背斜Ⅱ两翼岩性为不纯岩石。但该期变形北翼很强而南翼很弱,因此北翼有矿体以至富矿体存在,而南翼仅有很弱的矿化。由此可说明岩性和构造尤其是韧性变形小构造,对本区金矿形成具同等重要的意义。

2.3 脆性变形阶段

脆性变形主要发育于丘岭背斜北翼,在丘岭背斜核部的顶部也有发育。表现为近南北向、北东向、北西向脆性断裂。主要蚀变有辉锑矿化、强烈硅化和碳酸盐化,其次有黄铁矿化、辰砂化等。在丘岭背斜北翼袁家沟组上段厚层砾屑灰岩中沿多组脆性断裂交汇处,锑矿化很强烈,形成单一的锑矿体;而在背斜核部脆性断裂不很发育,仅有较弱的锑矿化叠加在金矿体之上。该阶段形成的辉锑矿及粗晶黄铁矿及辰砂不含金或含金性很差,单矿物分析辉锑矿含金 0.6×10^{-6} ,粗晶黄铁矿含金 2.1×10^{-6} 。

3 讨论

3.1 含矿层中不纯岩石的特点利于金矿形成

不纯岩石富含碳酸盐矿物,热液与之作用后,易发生反应,形成富含 CO_2 和 HCO_3^- 的热液。液体包裹体成分测定中 CO_2 含量为 $45.46\mu\text{g/g} \sim 50.67\mu\text{g/g}$, HCO_3^- 为 $18.31\mu\text{g/g}$, Au 为 $0.0008\mu\text{g/g} \sim 0.0016\mu\text{g/g}$ 。不纯岩石含陆源细碎屑,且多为棱角状一次棱角状,与碳酸盐内碎屑混杂在一起组成岩石,其结构成熟度很低。从微细浸染型金矿来看,含矿层内岩石的矿化程度取决于岩石的显微渗透性。本区不纯岩石的结构特点利于金矿化。

THE FORMATION OF THE QIULING SEDIMENTS - HOSTED DISSEMINATED GOLD DEPOSIT IN ZHENAN, SHANXI AND ITS RELATIONS WITH ROCKS AND STRUCTURES

Pan Hongdi, Shen Ping

The Qiuling sediments - hosted disseminated gold deposit in Zhenan, Shanxi is hosted in Nanyangshan Formation and Yuanjiagou Formation of Upper Paleozoic. Controlled by lithology and structure, its metallogenesis is related to unpure clastic - carbonate rocks and the overlapping ductile shear structures.

Key words ductile shear structure, unpure clastic - carbonate rocks, ductile shear structure, sediments - hosted disseminated gold ores, Qiuling

第一作者简介:

潘鸿迪 男,1943年生。1966年毕业于北京地质学院地质系岩矿地球化学专业,1981年在武汉地质学院北京研究生部获硕士学位。现任西安工程学院资源系教师,主要从事岩石学科研究和教学工作。

通讯地址:陕西省西安市雁塔区雁塔路 西安工程学院资源系岩矿珠宝教研室 邮政编码:710054



3.2 韧性剪切构造是重要的成矿机制

剪切构造作用将机械能转化为热能,为金的活化迁移提供能量;同时热能加热地下溶液,使其活性增大,充分地萃取围岩中以易活化形式存在的成矿元素,形成含矿热液。另外,剪切构造作用形成的劈理化带、糜棱岩化带等提供了含矿热液运移的通道,使其能在更大范围循环,萃取更多的成矿物质。其次,剪切构造作用过程中形成了大量糜棱岩,它使岩石、矿物粒末化、矿物晶格变形、增加元素的活性及扩散速度,增大了渗透性,有利于热液流动,此外,粒末化过程还增加了迁移。本区金以 $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ 、 $\text{H}_2\text{Au}(\text{Sb, As})\text{S}_2$ 和 $\text{HAu}(\text{Sb, As})\text{S}_2^-$ 形式迁移。但含砷黄铁矿和毒砂中金则以次显微状自然金形式存在,这可能是金以不同(Au—S)络阴离子形式迁移至糜棱岩化带、劈理化带形成稳定的 FeS_2 及 FeAsS ,而 Au 被解离,由于 Au^+ 不进入黄铁矿晶格而游离出来,在含砷黄铁矿、毒砂快速结晶时,游离出来的 Au^+ 的生长受到限制,形成次显微状自然金。本区剪切作用形成显微裂隙为矿质沉淀提供就位空间。

4 找矿意义

丘岭矿区金矿化特征表明,金矿形成受岩性及构造的控制。由此,可以认为在具成金远景的区域性范围内,应重视韧性剪切构造与不纯岩石相叠加地段。

参考文献

- 1 Radtke A S, Scheiner BJ. Studies of hydrothermal gold deposition(1) Carlin gold deposit, Nevada. The role of carbonaceous materials in gold deposition. *Economic Geology*, 1970, 65: 81 ~ 102
- 2 申萍. 陕西镇安丘岭金矿床载金矿物的标型特征及其成因意义, *西北地质*, 1997, 18(4): 17 ~ 21