

中国微细浸染型金矿床围岩蚀变地质特征

吴烈善^{1,2}, 彭省临¹

(1. 中南大学 地学与环境工程学院, 长沙 410083; 2. 广西大学 化学化工学院, 南宁 530004)

摘 要: 微细浸染型金矿的围岩蚀变一般较弱, 主要蚀变类型以硅化、碳酸盐化、粘土化、绢云母化为主; 围岩蚀变与容矿岩石类型及其岩性组合密切相关, 化学组分的变化因围岩的性质而异; 金矿化强度与围岩蚀变强度和蚀变组合复杂程度成正比, 金矿体出现在蚀变中心部位或蚀变分带的内带。

关键词: 围岩蚀变; 微细浸染型; 金矿床

中图分类号: P614; P18. 51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2005)03-0151-05

中国微细浸染型金矿主要分布于滇黔桂、川甘接壤区、秦岭褶皱带, 即沿狭义的扬子地块周边的地槽褶皱带分布, 主要产在板块边缘的克拉通坳陷盆地和断陷带盆地中, 从构造演化史来看, 它们一般都经历了大洋地槽、弧后盆地、克拉通、准地台、裂谷带及陆内断陷盆地等发展阶段, 其大地构造属性与美国西部的卡林型金矿分布区相类似。

这类金矿床的成矿物质主要来自特定的沉积环境形成的矿源层, 其成矿作用大体有 3 种类型: 层控地下热卤水成矿作用、层控有机成矿流体作用和层控深源成矿流体成矿作用^[1]; 赋矿主岩主要为碎屑岩和碳酸盐岩; 有一套中低温的矿物共生和 Au-Ag-As-Sb-Tl 等低温元素组合, 金的粒度多为次显微-显微级, 在成因上属浅成中低温热液矿床^[2]; 该类型矿床的围岩蚀变一般都较弱, 为了对该类型金矿床有个全面的认识, 有必要对其围岩蚀变进行系统的论述。

1 围岩蚀变的主要类型及特征

中国微细浸染型金矿围岩蚀变以硅化为主, 其次为碳酸盐化、粘土化、绢云母化, 还见有绿泥石化、黑云母化、钠长石化和重晶石化, 现简述如下:

1.1 硅化

硅化作用是微细浸染型金矿床中发育最强烈也

最广泛的一种围岩蚀变, 根据硅化的产状特征及其与金矿化的成因联系, 将硅化分为 3 期:

(1) 成矿早期硅化: 常呈面状分布, 热液蚀变形成的石英呈极细粒 (0. n mm) 的他形粒状沿原岩矿物的裂隙或边界进行蚀变交代。在部分矿区, 这种硅化常强烈地发育于矿体的底板, 成为基本由石英组成的硅化岩 (交代石英岩), 如板其、戈塘、革档、高龙、坪定、拉尔玛、长坑和吕山等矿床底板都有这种特征。在吕山矿区, 交代石英岩还呈“岩墙”状产出。有人提出, 在原生沉积阶段在硅化岩产出部位存在有硅胶沉积, 它们在成岩固结阶段渗入到灰岩或其他岩石中, 交代、溶蚀造岩矿物, 形成了主要由微晶石英组成的岩石, 在石英内保留了呈交代残余产出的碳酸盐质点或尘埃状粘土质点, 这些点多呈环带状分布。至少在拉尔玛和长坑矿区, 已证明此类硅化岩与热水沉积有关 (刘家军等, 1993^[3]; 张湖, 1993^[4])。

在秦岭地区, 早期硅化常常呈石英大脉产出。一般脉体成分简单, 石英呈乳白色, 有时也含少量铁碳酸盐和金属硫化物。脉幅相对较粗, 多为几至十几厘米。当顺层产出时, 往往随岩层一同褶皱。

(2) 主成矿期硅化: 主要呈石英细 (网) 脉状沿岩石的裂隙或节理充填。滇黔桂地区石英脉体较细小 (0. 1~1 mm, 个别达 3~5 mm), 秦岭地区脉体较粗, 一般 1 cm 左右, 少数达 3~5 cm; 组成脉体的石

收稿日期: 2004-09-09; 修订日期: 2004-11-07

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目 (2001BA609A-06) 资助。

作者简介: 吴烈善 (1966-), 男, 广西桂林人, 高级工程师, 博士研究生, 从事环境地球化学的教学和科研工作。

万方数据

英或透明度好,具油脂光泽,或呈浅灰至灰色,脉体成分相对复杂,常共生有多种矿物,主要为黄铁矿、毒砂、白云石和方解石。不同矿区,主成矿期的石英细脉的矿物组合不同,最常见的为石英-黄铁矿-毒砂脉、石英-(铁)白云石-方解石脉、石英-重晶石脉、石英-辉锑矿脉和石英-(雌)雄黄脉,后两者在中秦岭地区缺失。此外在戈塘和长坑矿区见到萤石-石英细脉,三岔河和紫木函矿区见石英-地开石细脉,双王、二台子和八卦庙矿区见石英-铁碳酸盐-更钠长石脉,八卦庙矿区还见有石英-电气石脉。

(3)成矿晚期硅化:主要表现为梳状石英细脉,其次为产于石英晶洞或矿石中呈自形晶产出的石英。滇黔桂地区还见有呈乳白色的石英大脉,其中常含有粗粒自形晶黄铁矿、团块状辉锑矿、雄黄等,秦岭地区的晚期石英脉则常与方解石或重晶石、石膏等伴生。

1.2 碳酸盐化

碳酸盐化主要包括(铁)白云石化和(铁、镁)方解石化,这也是常见的一种蚀变类型。

(1)白云石化:为主成矿期蚀变,主要以白云石-石英细脉形式产出,脉内还可共生有黄铁矿、毒砂等。在秦岭地区,蚀变形成的白云石常含较高的铁质(如八卦庙矿区经电子探针分析铁白云石 $w(\text{FeO})=13\%$ 左右,15件样平均),故常称铁白云石化,它们常富集分布于条带状千枚岩中的粉砂质条带中而成斑点状。

(2)方解石化:为成矿晚期蚀变,主要呈方解石脉的形式产出,一般脉体较纯,部分脉体含少量黄铁矿。

1.3 粘土化

粘土化为热液蚀变及表生蚀变作用叠加而成,它与金矿化关系十分密切。不同地区不同矿床中所形成的矿物不尽相同,在滇黔桂地区这类蚀变矿物包括水云母、多水高岭石、伊利石及三水铝石等,呈团块状、斑点状、条带状和微脉状产于蚀变岩中,经对这些矿物作单矿物分析,其含金量为主岩的数倍至十余倍,这类型矿物有很强的吸附能力,是主要的载金矿物之一。此外在甘肃坪定矿床中粘土化表现为地开石化和高岭石化,与其伴生的有臭葱石,呈细脉状、条带状、斑点状及雪花状产出,局部可形成地开石岩,或于次生石英岩中呈不规则块状、角砾状或条带状。蚀变岩石经粘土化后多呈灰白色(退色),质地松散极易辨认,是主要的找矿标志之一。

1.4 绢云母化

绢云母化主要见于皖南地区和秦岭的礼县地区和西成—凤太地区,呈显微鳞片状散布,多定向排列,泥质岩类及泥灰岩中的泥质条带最为发育,也见充填于岩石裂隙中形成绢云母微细脉。绢云母化常与硅化、黄铁矿化、绿泥石化和碳酸盐化相伴生。

1.5 绿泥石化

在甘肃李坝和陕西八卦庙矿区,绿泥石化虽不算强烈,但普遍存在。绿泥石主要交代热变质斑点中的黑云母,还可呈鳞片浸染状、粒状集合体或微细脉状产出,常与绢云母化共生。绿泥石化是造成岩石退色的原因之一。在丘洛矿床的普弄巴矿段,绿泥石化分布广泛而强烈,绿泥石主要是交代基性岩中的暗色矿物和斜长石以及凝灰岩中的凝灰物质,呈集合体状疏密不均地分布于岩石中,局部绿泥石化强烈时可形成“绿泥石岩”。经鉴定、分析,绿泥石为铁镁绿泥石、斜绿泥石和叶绿泥石。

1.6 黑云母化

黑云母化为八卦庙、李坝和安家岔矿区的主要蚀变类型之一,它的产出形式有4类:①黑云母变斑晶,呈不规则片状,片度为0.5~1 mm,晶边不整齐,且多显筛孔结构,即晶体内部常有细小石英、碳酸盐矿物包体,或包有柱状磁黄铁矿,并常有由细小石榴石包体形成的放射晕,可能为热变质产物;②黑云母矿物还是组成蚀变斑点的矿物成分之一。在秦岭地区微细浸染型金矿的赋矿岩石中,常有斑点状的黑云母蚀变矿物;③呈细小片状分散于泥质为主的条带中,愈靠近脉体愈发育,黑云母片度为0.02~0.05 mm;④呈脉状充填于显微裂隙或节理中,脉体中除了黑云母(片度可粗达0.1~0.4 mm)外,还常共生有碳酸盐、绿泥石、磁黄铁矿和黄铁矿等。

1.7 钠长石化

钠长石化主要沿秦岭泥盆系钠长-碳酸岩角砾岩带及其附近分布,该带断续延长达500 km,主要产于中泥盆统中。以双王金矿为例,在角砾岩带中心部位发育有交代钠长岩,其中钠长石含量>95%,另外还含绢云母(<5%)和微量的磷灰石、电气石、金红石、黄铁矿和锆石等。交代钠长岩向外(即钠长岩角砾岩边部)逐渐过渡为钠长石化绢云母板岩。八卦庙矿区未见钠长碳酸岩角砾岩,但在个别矿带的富矿地段发现有钠长石化绢云母板岩,在矿化破碎带中并见有石英-黑云母-钠长石化及钠长细晶岩脉。

除了上述描述的主要蚀变类型外,在一些矿床还见有重晶石化、硬石膏化、萤石化、磷灰石化、电气

石化、沸石化,因不具普遍意义,或与金矿化关系不密切,就不再一一描述。

2 围岩蚀变的空间分布特征

2.1 围岩蚀变的分布规律

(1)中国微细浸染型金矿床围岩蚀变的区域分布和蚀变类型如表 1 所示。秦岭地区微细浸染型金矿床的围岩蚀变作用不仅种类丰富、蚀变组合复杂,蚀变强度大,蚀变分带性和蚀变退色现象也较明显,而其他地区的微细浸染型金矿床的围岩蚀变均较弱。

此外,在秦岭地区的李坝、安家岔、八卦庙等矿区发育有特征的蚀变斑点状构造,斑点形态呈圆形、椭圆形、菱形、多边形及不规则状,斑点大小 0.1~

1.5 mm,组成斑点的矿物成分包括石英、铁白云石、黑云母、绿泥石、黄铁矿,另外还见有磁黄铁矿(八卦庙)、堇青石(李坝)、镁菱铁矿(罗坝)等,按斑点的主要矿物含量可分别称为石英斑点、泥质斑点、碳酸盐斑点、硫化物斑点和混合斑点。斑点可能最初由热变质作用形成,但普遍遭受后期构造变形和含矿热液蚀变交代作用,造成斑点中的黑云母被绿泥石所交代,铁碳酸盐和硫化物含量增多。斑点类型由单一的石英、铁白云石类型向混合斑点和硫化物斑点类型转变,其附近金矿化往往变好。

(2)围岩蚀变在矿床中的分布特征。围岩蚀变均围绕断裂破碎带两侧分布,蚀变范围宽数米至数百米。矿化与蚀变密切伴生,蚀变范围大于矿化范围。一般断裂破碎带上盘较下盘的蚀变相对要强,如石英细脉的上盘可出现数厘米宽的退色带,而下盘则无明显退色现象。

表 1 微细浸染型金矿床区域分布和围岩蚀变类型一览表

Table 1 Regional distributing and types of wall-rock alteration of micro-disseminated gold deposits														
地区	矿床名称	硅化	碳酸盐化	粘土化	绢云母化	绿泥石化	重晶石化	钠长石化	萤石化	电气石化	硬石膏化	沸石化	磷灰石化	黑云母化
秦 岭	七里峡	主	主	次			少		少					
	二台子	次	主				次	主						
	双 王	次	主		次			主		少			少	
	八卦庙	主	次		次	次		少		少			少	次
	李 坝	主	次		次	次	少			少	少			次
川 甘 交 界	坪 定	主	次	次	少	少			少					
	拉尔玛	主	次	少	次		次							
	东北寨	主	主											
	丘 洛	主	次			次								
滇 黔 桂 接 壤 区	紫木幽	主	次	次			少							
	戈 塘	主	少	次		少	少		次		少			
	革 档	主	次	次			少							
	烂泥沟	主	次	次										
	丫 他	主	次	次										
	金 牙	主	次	次										
华 南	高 龙	主	次	次										
	长 坑	主	次	次			少		少					
	石 峡	主	次	次										
皖 南 鄂 东	高家坳	主			主		次							
	吕 山	主	次		次									
	花 山	主			次									
	方 山	主	次	次										

2.2 矿床蚀变分带

总体上,微细浸染型金矿的围岩蚀变不强,蚀变分带不清楚,在秦岭地区和皖南地区的部分矿床中,可出现不明显的蚀变分带现象,从断裂破碎带中心向外,大致可划分出 3 个蚀变带:①硅化带,蚀变矿物以石英为主,其次为绢云母、黄铁矿;②绢云母化-硅化带,蚀变矿物以绢云母、石英为主,还见有绿泥石和黄铁矿;③绢云母化带,蚀变矿物绢云母、碳酸盐矿物或绿泥石为主。如李坝矿区从近矿→远矿可分为黄铁矿绢云母化带→绢云母化带→绿泥石化带→石膏-方解石化带;双王金矿床自内向外划分为:钠长石带→钠长石、含铁白云石带→钠长石、绢云母、含铁白云石带→绢云母、钠长石、绿泥石带。

无论蚀变分带明显与否,大部分的微细浸染型金矿床均在断裂破碎带内的强蚀变中心部位存在一个退色带。这是由于在热液蚀变交代过程中,原岩中含铁矿物的铁被带出,或黑云母被绿泥石及(铁)碳酸盐矿物所交代,使原岩由灰绿或黑绿色的岩石退色成浅灰色或浅褐黄色;许多含碳高的矿床(如拉尔玛、东北寨、烂泥沟等)退色带则是由于热液蚀变作用引起有机碳热解(即脱碳)作用引起。

如前所述,某些矿床发育的早期热变质斑点主要由黑云母和绿泥石构成,随着后期成矿热液的蚀变交代作用,斑点原成分逐渐为铁碳酸盐、尤其是硫化物所取代,形成所谓“退斑”现象。

3 围岩蚀变的化学元素变化特征

3.1 围岩性质对蚀变作用的制约

近矿围岩蚀变与容矿岩石类型及其岩性组合密切相关。绝大多数的微细浸染型金矿容矿岩石为细碎屑岩,故围岩蚀变均以硅化为主,其次为碳酸盐化、粘土化或绢云母化,在以薄层灰岩和泥质灰岩为容矿岩石的部分矿床中,碳酸盐化蚀变更加普遍。在以基性-超基性岩为容矿岩石的丘洛矿床普弄巴矿段,绿泥石化广泛而强烈(局部还可形成成分单一的“绿泥石岩”),同时还见有菱镁矿化。在八卦庙矿区的条带状斑点板岩中,石英斑点和碳酸盐斑点富集于粉砂质条带中,而泥质斑点则富集于泥质条带中。黑云母化变斑晶则限于薄层泥质灰岩中。

3.2 蚀变作用对原岩成分的改变

由于原岩成分差异大,且微细浸染型金矿的蚀变方数据

变作用相对较弱,所以蚀变过程中的元素迁移变化不十分明显,多数变化无规律。在个别矿床,由于某种蚀变作用较强,与之相关的成分在蚀变过程变化较明显(表 2)。如双王矿床以铁白云石化和钠长石化为主,在蚀变过程带入组分为 CaO , CO_2 , Na_2O , 带出组分为 K_2O , FeO , MgO ; 八卦庙和李坝矿床绢云母化和褐铁矿化较强,故带入组分为 Fe_2O_3 , K_2O , CaO , 带出组分为 FeO ; 花山和吕山矿床均以强烈硅化和褐铁矿化为主,故大量带入的是 Si 和 Fe^{3+} , 但大量带出的组分则因原岩不同而异,原岩为碎屑岩的花山矿床大量带出的有 Al , Fe^{2+} , Mg , K , Na , 原岩为泥灰岩的吕山矿床大量带出的为 Ca , Mg , C , 当绢云母化发育时,则主要带入 Al , K 。

4 围岩蚀变与金矿化的关系

金矿化强度与围岩蚀变强度往往都成正比,且富矿部位一般是多种类、多期次围岩蚀变。但单一强蚀变岩有时其金矿化反而很差,如双王的交代钠长岩($w(\text{Au}) < 1 \times 10^{-6}$),高龙的次生石英岩($w(\text{Au}) < 0.1 \times 10^{-6}$)。

从围岩→弱蚀变岩→强蚀变岩(矿体),不仅化学成分发生变化,微量元素变化更为显著。随蚀变作用的增强, Au , As , Sb , Hg , Ag 等指示元素也随之增高,金矿体出现在蚀变中心部位或蚀变分带的内带,如硅化带、绢云母化-硅化带中。金矿化带还与退色带、退斑带相吻合。

许多热液蚀变矿物,尤其是含砷黄铁矿、毒砂、粘土矿物、绢云母、石英等本身就是载金矿物。在秦岭地区,这些矿物还经常与单体金共生,或者单体金常产于这些矿物的晶间或晶内裂隙中。

滇黔桂地区主成矿期硅化形成的石英中 $w(\text{Au}) = 13 \times 10^{-9} \sim 93 \times 10^{-9}$, 而成矿早期和晚期石英 $w(\text{Au})$ 一般 $< 0.3 \times 10^{-9}$ 。相对而言,秦岭地区微细浸染型金矿化与硅化的关系更为密切。如陕西八卦庙矿床表现得最为明显,矿石金品位与石英脉发育程度和破碎程度、共生硫化物的含量成正比,与脉体的厚度、共生硫化物的粒度成反比,石英细脉金的质量分数比脉旁围岩高数倍至十多倍(韦龙明等, 1998^[5]),主成矿期的石英细脉 $w(\text{Au}) = 1.90 \times 10^{-6} \sim 85 \times 10^{-6}$, 平均 18.41×10^{-6} (42 件样), 而成矿早期的石英大脉 $w(\text{Au}) = 0.0004 \times 10^{-6} \sim 0.85 \times 10^{-6}$,

表 2 蚀变岩石与原岩化学成分变化对比表													
Table 2 Comparison of chemical composition of the altered rock the and primary rocks												$w_{\text{B}}/\%$	
矿床	岩性	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂
双王	强蚀变岩	58.70	19.58	1.03	1.06	2.93	2.11	0.38	0.01	3.32	5.28	0.13	2.51
	弱蚀变岩	58.63	20.02	1.63	3.48	1.39	2.84	0.39	0.01	4.43	2.38	0.13	1.38
八卦庙	强蚀变岩①	62.29	15.99	5.72.	0.75	2.08	0.78	0.74	0.11	4.87	1.61	0.07	1.52
	弱蚀变岩①	58.99	18.59	3.01	3.60	1.73	2.00	0.75	0.06	5.10	1.03	0.09	1.02
	强蚀变岩②	54.30	14.66	1.85	3.97	4.77	2.76	0.66	0.10	4.07	1.29	0.05	6.90
	弱蚀变岩②	58.42	16.14	1.45	4.60	3.06	2.93	0.72	0.08	4.53	1.44	0.05	3.72
	围岩	61.61	15.02	3.93	2.19	3.66	2.14	0.62	0.14	3.63	1.05	0.61	—
李坝	强蚀变岩	59.63	18.80	5.50	0.95	0.41	3.04	0.48	0.05	4.70	0.18	0.07	—
	弱蚀变岩	58.72	19.04	2.03	5.54	1.14	4.34	0.68	0.10	3.43	0.98	0.14	—
	围岩	60.09	17.10	3.81	3.91	0.50	3.05	0.72	0.19	3.62	0.71	0.13	—
矿床	岩性	Si	Al	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Ca	Mg	Ti	Mn	K	Na	P	C
花山	碳质页岩	487.0	171.5	13.0	34.0	27.6	41.0	4.7	0.60	42.2	14.5	1.0	85.6
	硅化页岩	607.2	144.4	21.3	2.2	1.4	7.6	3.9	0.07	39.9	2.4	1.0	6.1
	强蚀变岩	551.4	100.5	22.0	3.8	36.5	34.6	3.0	0.50	29.6	8.2	10.2	133
吕山	泥灰岩	42.2	11.9	1.5	2.0	485	8.40	0.3	1.20	3.2	0.6	0.2	965
	硅化灰岩	603.5	122.6	58.1	5.1	0.7	6.84	2.8	0.04	36.0	0.6	1.5	5.0
	石英岩	771.5	13.2	3.9	6.8	1.3	0.02	0.4	0.13	2.4	0.3	1.0	6.4

注:1、双王的蚀变岩为交代(含铁白云岩)钠长石和含(铁白云岩)钠长石化绢云母板岩;2、八卦庙和李坝的蚀变岩为绢云母岩;3、八卦庙矿区为氧化带,为原生带;强蚀变岩出现退色化,弱蚀变岩无退色化。

平均 0.221×10^{-6} (12 件样)。又如拉尔玛矿区不同产状的石英其含金性明显不同,成矿早期的硅化石英岩中的石英 $w(\text{Au})=0.01\times10^{-6}\sim66\times10^{-6}$ (2 件样),主成矿期石英细脉中的石英 $w(\text{Au})=113.1\times10^{-6}$ (3 件样),重晶石石英细脉中的石英 $w(\text{Au})=91.1\times10^{-6}$ (3 件样),而成矿晚期石英大脉中的石英 $w(\text{Au})$ 仅 0.067×10^{-6} (李亚东等,1994^[6])。

综上所述,强蚀变带、退色带、退斑带、化探异常带均是微细浸染型金矿床矿化有利地段的良好标志。

致谢:撰写本文参阅了桂林矿产地质研究院部分研究资料,谨此谢意。

参考文献:

[1] 贾大成,胡瑞忠.微细浸染型金矿床及其成矿作用[J].吉林地质,2002,21(3):1-5.

[2] 刘东升.中国卡林型(微细浸染型)金矿[M].南京:南京大学出版社,1994.

[3] 刘家军,郑明华.拉尔玛海底喷流成因硒-铜-镍-钼-铂族元素-金矿床[J].贵金属矿床,1993,2(2):100-103.

[4] 张湖.长坑金矿构造岩和成矿过程分析[A].第五届全国矿床会议论文集[C].北京:地质出版社,1993. 286-288.

[5] 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.

[6] 李亚东.西倾山热泉-岩溶-蚀变岩型金矿成矿模式的初步研究[J].矿产与地质,1994,39(1):8-11.

5.250;成矿流体氧化还原电位(Eh)=-0.104~0.039 V,平均值-0.081 V。成矿流体逸度值:氧逸度lg f_{O₂}=-49.612~-40.756,平均值-43.830;二氧化碳逸度lg f_{CO₂}=-2.207~-0.674,平均值-1.243。硫逸度lg f_{S₂}为-12.329~-8.595,平均值为-9.870。计算结果显示,从成矿作用的早期到晚期,成矿流体的酸碱度和逸度具有降低的趋势,而氧化还原电位具有增高的趋势。

参考文献:

[1] 温春齐. 西藏马攸木金矿床的发现及其意义[J]. 成都理工大学

学报(自然科学版),2003,30(3):253.
[2] 多吉. 西藏自治区普兰县马攸木矿区岩金外围预查地质报告[R]. 拉萨:西藏自治区地质矿产开发局,2002.
[3] Ahmad S N. Fluid inclusion in porphyry and skarn ore at Soute Rita, New Mexico[J]. Econ. Geol., 1980,75(2):229-250.
[4] 陈永彬,赵长发,史文泉. 甘肃省肃北县马庄山金矿成因分析[J]. 甘肃地质学报,2003,12(1):58-62.
[5] 彭建堂,戴塔根. 湘西南金矿床成矿流体地球化学研究[J]. 矿床地质,1999,18(1):73-82.
[6] 贾斌,毋瑞身,田昌烈,等. 新疆阿希金矿浅成低温流体特征[J]. 黄金地质,2001,7(1):39-46.
[7] 沙德铭. 西天山阿希金矿流体包裹体研究[J]. 贵金属地质,1998,7(3):180-188.
[8] 贾斌,毋瑞身,田昌烈,等. 新疆阿希晚古生代冰长石-绢云母型金矿特征[J]. 贵金属地质,1999,8(4):199-208.

PRELIMINARY STUDY ON THE FLUID PHYSICOCHEMICAL
CONDITIONS OF MAYUM GOLD DEPOSIT IN TIBET

HUO Yan, WEN Chun-qi, LI Bao-hua, SUN Yan

(Geosciences College of Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: The ore-forming fluid of Mayum gold deposit has properties of medium-low temperature (140~311℃), low salinity (<11.4%) and pressure (<35.46 MPa), weak acid and reduction environment (pH=4.566~4.750, Eh=-0.782~0.232). Mayum gold deposit is an epithermal deposit.

Key words: physicochemical conditions; Mayum gold deposit; Tibet

(上接第 155 页)

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WALL-ROCK ALTERATION OF
MICRO-DISSEMINATED GOLD DEPOSITS IN CHINA

WU Lie-shan^{1,2}, PENG Sheng-lin¹

(1. School of geoscience and environmental engineering of central south university, Changsha 410083, China;
2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: Micro-disseminated Au deposits are generally associated with weak wall rock alterations. Silicification, carbonation, argillation and sericitization are the main alteration types. The alteration type is closely related to the type and lithologic assemblage of the host rocks. Chemical composition of the alterations are varied with the property of the wallrock. Au mineralization intensity is proportional to the wall-rock alteration intensity and the complexity of the alteration asseonblage. Au ore body occurs at center and inner zone of the alterations.

Key words: wall-rock alteration; micro-disseminated; gold deposits; China

作者: 吴烈善, 彭省临, WU Lie-shan, PENG Sheng-lin
作者单位: 吴烈善, WU Lie-shan(中南大学, 地质与环境工程学院, 长沙, 410083; 广西大学, 化学化工学院, 南宁, 530004), 彭省临, PENG Sheng-lin(中南大学, 地质与环境工程学院, 长沙, 410083)
刊名: 地质找矿论丛 
英文刊名: CONTRIBUTIONS TO GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES RESEARCH
年, 卷(期): 2005, 20(3)
被引用次数: 2次

参考文献(6条)

1. 李亚东 西倾山热泉-岩溶-蚀变岩型金矿成矿模式的初步研究 1994(01)
2. 韦龙明; 吴烈善; 朱桂田 八卦庙金矿床石英脉与金矿化关系再研究 1998(03)
3. 张湖 长坑金矿构造岩和成矿过程分析 1993
4. 刘家军; 郑明华 拉尔玛海底喷流成因硒-铜-镍-钼-铂族元素-金矿床 1993
5. 刘东升 中国卡林型(微细浸染型)金矿 1994
6. 贾大成; 胡瑞忠 微细浸染型金矿床及其成矿作用[期刊论文]-吉林地质 2002(03)

相似文献(10条)

1. 学位论文 王信虎 甘肃省阳山金矿床地质特征及矿床成因研究 2006

阳山金矿位于甘肃省文县, 为武警黄金部队1997年发现的一特大微细浸染型金矿床。该矿已发现阳山、高楼山、安坝、葛条湾四个矿段, 均沿安昌河一观音坝断裂带分布。断裂带内褶皱较为发育, 在褶皱翼部有一系列次级层间剪切带或断裂伴生, 已发现金矿体均赋存于安昌河一观音坝断裂带内及其次级断裂中。矿区内赋矿地层主要为中泥盆统三河口群第三、四岩性段的千枚岩、砂岩、灰岩、含铁石英岩等, 局部纹层状黄铁矿发育, 具热水沉积特征: 区内出露少量小岩株和岩脉, 沿断裂破碎带产出, 以中细粒斜长花岗岩岩体为主, 可见少量花岗岩细晶岩以及霏细斑岩等。

阳山金矿带共发现金矿脉93条, 其中规模最大的为305' #>、311' #>矿脉, 矿脉在平面上呈舒缓波状, 在剖面上呈脉状。矿体主要由细粒浸染状黄铁矿化、毒砂化千枚岩及斜长花岗岩斑岩构成, 局部出露少量含金石英脉。自然金主要以微细粒金(2~3 μm)形式包裹于毒砂、黄铁矿及粘土矿物之中。矿石中As、Sb及有机碳含量较高, 且Au与Ag、As、Hg、Sb等微量元素组合相关性明显; 矿区内围岩蚀变主要有粘土化、硅化、绢云母化、黄铁矿化、毒砂化、碳酸盐化、褐铁矿化等; 热液作用成矿期可划分为四个成矿阶段。流体包裹体研究表明, 阳山金矿成矿流体为低温(集中于140~270℃)、低盐度(1.6~6.5wt % NaCl)流体, 流体包裹体气相成分以CO₂、2>、CO为主, 其次为CH₄、4>, 而H₂、2>S、SO₂、2>、N₂、2>等成分含量较低, 包裹体液相组分中以H₂、2>O为主, 同时还含一定量的CO₂、2>、H₂、2>S、CH₄、4>, 成矿压力为400×10³ 5Pa; 矿脉中黄铁矿及辉钨矿同位素组成值δ< 34>s均以较小的负值为特征, 其变化范围为-3.47‰~-0.7‰(平均为-2.2‰), 接近于岩浆硫同位素组成而不同于区内沉积成因黄铁矿的硫同位素组成; 全岩σ< 13>C‰(-PDB)‰值为-2.19~-9.14‰, 显示碳可能来源多样; 石英δ< 18>O‰, 石英(-SMOW)‰值为-3.09~+0.41‰, δD(-SMOW)‰值为-92.4‰~-62.9‰, 反映了成矿流体以岩浆水为主的特征。

同位素年代学研究表明: ①斜长花岗岩斑岩脉及石英脉中L-Pb年龄为187.8~200.9Ma的锆石组代表了矿区斜长花岗岩斑岩脉的形成时代(侏罗纪早期); ②阳山细脉中U-Pb年龄分别为121.4~137Ma、48.1Ma~55.3Ma的锆石组反映了矿区还存在白垩纪早期及第三纪早期的隐伏岩浆岩体。

综合分析阳山金矿区地层、构造、岩浆作用与金成矿的关系后认为, 阳山金矿是受构造直接控制的、与岩浆活动和沉积作用有成因联系的金矿床, 即在泥盆纪本区沉积了一套含量较高的碳、硅、泥质地层, 在沉积成岩及其后的区域浅变质过程中(印支期)金被初步富集, 而后, 早侏罗世、早白垩世以及第三纪早期的岩浆活动及有关的成矿热液沿构造叠加于其上, 并使其中金进一步活化、运移、富集, 从而形成了阳山金矿。

2. 会议论文 魏兰斌 冀东下古界地层中的微细浸染型金矿

3. 学位论文 曾广亮 四川省红原县新康猫金矿床的微量元素地球化学特征 2009

新康猫金矿床位于秦岭造山带西部的松潘-甘孜地槽褶皱系安坝地块南部与北-东向龙门山推覆构造接壤地带的活动带内, 是近年来新发现的微细浸染型金矿, 所以该矿床具有卡林型金矿的共同而且典型的特征。本文主要从微量元素和稀土元素入手, 分别讨论围岩、矿石、矿物中的元素特点, 再进行纵向的综合对比, 最后和地球各圈层进行横向对比, 研究成矿物质来源, 同时也可以加深对此类型矿床的了解。本次研究对样品进行显微镜下的人工挑选、研磨矿物, 再进行中子活化分析来得到数据。

赋矿围岩组成为一套浅变质岩系。按粒度的不同可分为砾岩、砂岩, 粉砂岩和泥质岩(板岩)。

含矿岩石为碎屑岩类和构造作用形成的糜棱岩、压碎岩类。

矿物组合: 矿石矿物主要为黄铁矿、褐铁矿, 次为黄铜矿、毒砂、闪锌矿、自然金等; 脉石矿物主要为长石、石英及粘土质矿物, 次为方解石、石墨等。矿区围岩蚀变发育, 较普遍的是绢云母化、硅化、黄铁矿(褐铁矿)化、碳酸盐化, 此外还有粘土化、辉钨矿化、黄铜矿化、石墨化等。蚀变的强弱与金矿化密切相关。

研究所得成果如下:

1) 微量元素方面: 围岩中的Au分析, 发现整个矿区范围内地层中的成矿元素达到了浓集, 而赋矿的围岩中的成矿元素又相对背景出现了一定得富集。矿石中的Au与Ni、As、Sb、Ag正相关性很好, 分别达到了0.84、0.83、0.68、0.79, 将其与围岩中的Au与其他微量元素的相关性做比较, 金矿中Au的常规伴生元素As和Ag不论是在围岩还是矿石中, 它们之间的正相关性都很好, 它们在物质迁移过程中也就一起迁移的。再由于围岩和矿石的微量元素蛛网图也相似性也较高, 并且围岩本身就出现了金元素的原始富集, 所以综合这三点笔者推测该矿床的成矿物质可能部分来源于围岩。

矿石中的稀土元素配分模式与围岩和各圈层的稀土分配规律整体有所类似, 右倾, Eu负异常, 但是Ce不仅出现了负异常, 而且还出现正异常。同时可以发现矿石中的Eu负异常与岩脉更为接近, 反映出成矿物质可能取源于围岩, 但也可能有后期深部岩浆提供了动力和能量, 即矿石为成矿期的热液活动对原岩进行交代、改造并将矿质留下而形成的产物, 因此矿石仍然保留和继承了原岩的稀土元素含量特点, 同时也与岩脉有相似之处。

2) 黄铁矿中钴含量在98.4-152.5ppm之间, 而大多数黄铁矿中Co含量小于Ni, 但也有个别黄铁矿中Co含量大于Ni。说明该矿床成矿围岩地层是主要物源, 但同时也受岩浆热液的影响。

3) 黄铁矿中Co/Ni比值多在1以下, 只有个别大于10, 说明该矿床属于中低温矿床。而且矿区变质作用中出现了绢云母化、绿泥石化也都是重要的中低温热液蚀变。

4) 石英: 粗粒石英和细粒石英微量元素含量差异较大, 暗示二者形成条件有所差异, 不是同一时期形成。而且围岩蚀变中的硅化与金矿化关系密切, 根据野外照片中石英被切割的不同推断成矿可能经过多次改造。

5) 石英是金矿床中的重要矿物, 近年来, 国外利用中子活化分析石英中的稀土元素含量来推测金矿床的成矿物质来源已取得有意义的进展, 而且新康猫金矿石英脉与金矿化关系密切。尤其与早期的网脉状石英有关。所以笔者将新康猫金矿床中石英的稀土元素同地球各圈层做对比, 新康猫金矿的配分曲线和特征参数与原地幔更为接近, 甚至是稀土总量也较接近。虽然不能就此说明其成矿物质来源, 但推测可能有深部流体参与成矿。

4. 期刊论文 [庞保成, 林畅松](#) [右江盆地微细浸染型金矿的成因探讨](#) -[地质与勘探](#)2001, 37(4)

右江盆地微细浸染型金矿主要赋矿层位为中三叠统浊积岩, 容矿岩石主要为泥质粉砂岩和粉砂质泥岩。矿体明显受断裂控制, 硅化和黄铁矿化围岩蚀变明显、强烈。矿床形成温度180℃~250℃。成矿时代为燕山晚期。成矿流体来源主要为大气降水。矿源层为中三叠统浊积岩。矿床的形成经历了同沉积期的预富集和燕山期的大气降水渗透、萃取、富集成矿两个阶段。

5. 期刊论文 [冯永来, 陈建英](#), [FENG Yong-lai, CHEN Jian-ying](#) [甘肃丁家梁金矿床富集规律与成矿机理研究](#) -[四川地质学报](#)2011, 31(1)

甘肃丁家梁金矿主要为微细浸染型和石英脉型金矿床, 产于志留系的变质碎屑岩中, 矿化受160°~340°方位主应力挤压形成的复式背斜构造所控制, 矿体赋存于复式背斜核部及其北翼的蚀变破碎带中, 围岩蚀变具明显的分带性。矿床成矿作用受地层岩性、次级构造及印支期岩浆活动诸因素控制, 适宜的容矿环境和适当的温压条件是金成矿的关键因素。

6. 期刊论文 [张必宏, 邓发春, 李勇兵](#) [滇东南微细浸染型金矿地质特征](#) -[中国科技信息](#)2010(11)

滇东南金矿是滇黔桂“金三角”的重要组成部分, 矿床点沿文山-邱北-广南-富宁弧形构造带成群成带展布, 含矿地层以泥盆系中下统, 三叠系中下统碎屑岩为主, 具明显的层控性。矿化勘探异常以Au、As、Sb、Hg组合异常为特征。矿床分布在重力梯度带上的重力低异常区或重力低异常区与重力高异常区的分界线附近两侧的断层破碎带中, 矿体受区域性大断裂两侧的次级断裂、背斜+断裂、背斜+断裂+不整合面联合控制, 围岩蚀变以中低温的中等强度以下的硅化、黄铁矿化为主, 金呈显微一次显微状产出, 不见明金。

7. 期刊论文 [贾长立, 张红军](#) [甘肃格尔特金矿床控矿因素及富集条件](#) -[四川有色金属](#)2010(1)

西秦岭地区, 构造、岩浆活动发育, 成矿地质条件优越, 是我国微细浸染型金成矿集中区, 具有较好的找矿前景。格尔特金矿属微细浸染型金矿床, 宏观上受三叠系地层控制。矿体就位于断层带内部或与闪长岩脉相伴。围岩蚀变为硅化(似碧玉岩化)、绢云母化、碳酸盐化和绿泥石化。主要矿化为褐铁矿化、赤铁矿化和黄铁矿化。金的成矿与硅化、赤铁矿化关系密切, 是强烈的矿化地段和金矿体富集部位, 也是重要的找矿标志。

8. 期刊论文 [周洪亮, 邓修建](#), [ZHOU Hongliang, DENG Xiujuan](#) [四川省平武县老营坪岩金矿地质特征及成矿模式研究](#) -[四川地质学报](#)2010, 30(1)

老营坪岩金矿床位于老营坪断层次级层间破碎带内, 赋矿地层为泥盆系危关群中部岩组; 矿体呈似层状; 矿石分为氧化和原生矿石; 围岩蚀变有褐铁矿化、黄铁矿化、毒砂化、碳酸盐化、硅化、绢云母化等。成矿热液类型为地下热卤水型; 老营坪断层次级层间破碎带为主要控矿构造。矿床系浅成低温热液微细浸染型金矿床; 成矿模式: 地表水、地下水受热源影响形成热液循环, 运移过程中萃取矿质形成成矿热液, 在有利构造部位沉淀成矿。

9. 学位论文 [夏廷高](#) [四川省甘孜-理塘金矿成矿带成矿模式与开发模式研究](#) 2006

甘孜-理塘断裂带分布于四川西部, 大地构造上位于青藏高原东缘松潘-甘孜造山带与义敦岛弧造山带的交界部位。近年来断裂带上相继发现了嘎拉、雄龙西、阿加隆洼等金矿床, 显示了成矿带寻找金矿的巨大潜力。

本文以构造-区域地质地球化学背景-成矿作用-开发利用为研究主线, 就甘孜-理塘断裂带区域地质、地球物理、地球化学背景开展了详细的研究, 发现成矿带Au、Mn、Cr、Ni、Co、v、Ti丰度值均低于地壳克拉克值, Cu、Mo、Ag、Ba、w丰度值略高于地壳克拉克值, Hg、Sb、As、Bi、Pb、zn、B、Sn丰度值高于地壳克拉克值, 曲嘎寺组中Au平均丰度值高于区域克拉克值, 而图姆沟组则低于区域克拉克值, 砂岩、板岩及千枚岩中Au的含量≥3.00×10, 高于区域克拉克值; Au、As、Sb、Hg在区内上三叠统曲嘎寺组地层中含量相对较高; Au、As、Hg、Sb复合异常是指示微细浸染型金矿存在的最佳有效异常。

在系统的野外地质调查基础上, 就断裂带上嘎拉金矿、雄龙西金矿和阿加隆洼金矿床成矿地质条件、成岩成矿作用和控矿因素进行了系统的研究; 深入探讨了嘎拉金矿、雄龙西金矿、阿加隆洼金矿的矿床地质特征、矿-石-矿物组合、围岩蚀变、控矿因素、矿床地球化学特征; 系统分析了金矿石的矿物学、岩石学、微量元素和稀土元素地球化学特征; 归纳了成矿带典型金矿的矿床地质特征和成矿模式。雄龙西金矿床的成因类型属地下(卤)水溶滤形成的微细浸染型金矿。阿加隆洼金矿为断裂带控制的变质中基性火山岩为容矿围岩的浅成中低温热液型金矿床。嘎拉金矿为脆-韧性剪切带蚀变火山岩-硫化物型金矿床。

本文系统分析了断裂带地质、地球化学条件与典型金矿床的成生联系, 首次提出了甘孜-理塘金矿成矿带的概念, 指出成矿带上成矿作用是多次次的, 不是简单的一次作用的结果, 赋矿围岩主要以沉积岩、变质中基性火山岩为主。以此为基础, 开创性地建立了区域金矿成矿模式, 指出了甘孜-理塘断裂带的发生、发展和岩浆成岩作用和变质作用是成矿带金矿形成的最主要控矿因素, 所派生的次级断裂和构造则成为主要的导矿和容矿空间。成矿带上金矿床的主成矿期为燕山晚期-喜马拉雅早期。

在金矿床中金的物相分析结果基础上, 针对研究区金矿床金的赋存状态的复杂性, 有针对性地分别对金矿床氧化矿石、半氧化矿石和原生矿石进行了单样、组合样的浮选、重选试验, 以及浮选、重选的条件试验; 开展了不同粒级、不同选液下的工业选冶试验, 获得了相应的一系列工业指标, 绘制了不同试验的工艺流程图, 并在此基础上, 系统地提出了成矿带上不同金矿石类型的开发模式, 为该区域难选金矿石或质量较差金矿石的利用提供了技术支撑, 为本次研究的一项重大突破, 在某些方面(如金精矿细菌氧化氧化试验)填补了国内的空白。

10. 期刊论文 [张成忠, 刘增达](#), [ZHANG Cheng-zhong, LIU Zeng-da](#) [若尔盖-九寨沟裂谷构造与金成矿](#) -[地质找矿论丛](#) 2006, 21(21)

若尔盖-九寨沟地区有30余处金矿床(点), 另有铜、锑、铁等金属矿产; 金矿石石英脉型和微细浸染型, 成因类型可分为构造热液型和构造岩浆热液接触交代型。金成矿与裂谷的演化息息相关, 金矿主赋于裂谷强烈期的三叠系地层中, 分布受裂谷带控制, 金矿化具明显的岩性-岩相选择并与一定的围岩蚀变相伴产出。

[引证文献\(2条\)](#)

1. [林最近](#) [隆林马雄金矿地质特征及控矿地质因素](#) [期刊论文] -[科技情报开发与经济](#) 2007(25)

2. [卢光辉](#) [桂西北马雄金矿地质特征及找矿标志](#) [期刊论文] -[矿产与地质](#) 2007(3)