

江西省的伴生金矿

余志庆 孙永勇

(江西地质研究所)



地质·矿床

伴生金矿是指主产元素的矿体中金含量达不到工业要求,而只能随主要组份回收、利用的含金矿床。

此类金矿分布非常广泛,能伴同许多矿产产出,在世界黄金生产中占有重要地位。1975年伴生金占世界黄金产量的10%,有的国家如美国、菲律宾等竟占其黄金总产量的一半左右。我国伴生金约占金矿总储量的43.6%,¹⁾在黄金生产中有极为重要的地位,故应引起广泛的重视。

江西的伴生金矿在全国首屈一指,占全国伴生金储量的46%,占全省金储量的95%以上。以铜厂大型伴生金矿为例,仅伴生金一项回收的资金就可供全矿的工资支出。如果达到设计能力,则每年可以为国家提供一个中型金矿的产量。伴

生金矿中的金与主元素在空间上关系密切,在勘探、采掘,甚至选冶上均具有较大的共同性,因此不需要投入很多独立工作量就可取得巨大收益,经济效果甚好。

我国伴生金成矿地质条件良好,已往工作程度低,重视不够,潜在远景很大。因此,总结伴生金矿的成生规律,加强伴生金的研究,开发工作也是当务之急。为此,本文对江西伴生金矿作一初步总结,以供参考。

伴生金矿的类型及其特征

我省已有伴生金矿20处,矿(化)点23处。从主成矿元素看,金主要赋存于铜钼矿、铅锌银矿、铁铜矿、铁矿、黄铁矿、锑矿和钨矿等矿床之中。矿床多为大—中型,个别为特大型(表1)。

江西省伴生金矿概况

表1

矿床类型	主要元素组合	含金量,克/吨	占储量比, %	主要矿物组合	代表性矿床
铜钼矿床	Cu—Mo—Au—Ag	0.19	60	黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、黝铜矿	铜厂
铜硫矿床	Cu—S—Au—Ag	0.4~1.06	25	黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿、闪锌矿、辉铜矿	武山、城门山
铅银矿床	Ag—Pb—Zn—Au	0.20	5	方铅矿、闪锌矿、辉银矿、自然银、黄铁矿	冷水坑、银山
铜钨矿床	Cu—W—S—Au	0.14	5	黄铁矿、黄铜矿、白钨矿、方铅矿、闪锌矿	永平
铜锑矿床	Cu—Pb—Zn—As—Ag	0.52	1	黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、黄铁矿	铁砂街
铁铜矿床	Fe—Cu—Au	0.1~0.9	2	黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、方铅矿、铁闪锌矿	村前
硫铁矿床	S—Au	0.3~0.7	0.5	黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂	铁山
钨铋矿床	W—Bi—Au—Sn	0.4±	0.5	钨钼铁矿、辉钼矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂	盘古山
钨矿床	W—Au	0.2±	0.5	黑钨矿、黄铁矿、磁黄铁矿	下桐岭
锑矿床	Sb—Au	1.0	0.5	辉锑矿、黄铁矿	金山

我省的伴生金矿,从主要成矿元素的成因来看,可分为两大类,六个建造型,11个亚型及19

1) 赖祥政:世界金矿地质概况,《金银矿床论文选集》,江西地矿局编印,1983年4月。

个有用金属组合 (表 2)。

由表 2 可知, 我省伴生金矿类型甚多, 但最

主要的是岩控类与火山一次火山中酸性岩浆建造有关的斑岩型含金铜钼矿、夕卡岩型含金铜硫矿

江西省伴生金矿成因类型		表 2	
		岩 类	金属组合
岩 类	基性—超基性 岩浆建造型 (主要为震旦纪)	绿岩、细碧角斑岩型:	$\begin{cases} \text{Au—Cu, As 组合} \\ \text{Au—Cu 组合} \end{cases}$
	火山一次火山中酸性 岩浆建造型 (主要为燕山期)	斑 岩 型:	$\begin{cases} \text{Au—Cu, Mo 组合} \\ \text{Au—Pb, Zn, Ag 组合} \end{cases}$
		爆破角砾岩型:	Au—Pb, Zn, Ag 组合
		火 山 岩 型:	Au—Pb, Zn, Ag 组合
		夕 卡 岩 型:	$\begin{cases} \text{Au—Cu, W 组合} \\ \text{Au—Cu 组合} \\ \text{Au—Cu, S 组合} \end{cases}$
层 控 类	交代—交代花岗岩 建造型 (加里东—燕山期)	裂隙充填交代型:	$\begin{cases} \text{Au—Cu, Fe 组合} \\ \text{Au—黄铁矿组合} \\ \text{Au—W 组合} \\ \text{Au—W, Bi 组合} \\ \text{Au—W 组合} \end{cases}$
		裂隙充填石英脉型:	$\begin{cases} \text{Au—Cu, Fe 组合} \\ \text{Au—W 组合} \\ \text{Au—W, Bi 组合} \\ \text{Au—W 组合} \end{cases}$
	变质复理石建造型 (中元古代—震旦纪)	破碎带蚀变岩型:	$\begin{cases} \text{Au—Ag 组合} \\ \text{Au—Sb 组合} \end{cases}$
	变质铁硅建造型 (震旦纪)	同生叠改性:	Au—Fe 组合
	近、现代迁、残积 建造型 (第四纪)	黑土型:	Au—Pb, Zn 组合
层 控 类		铁帽型:	Au—Fe 组合

和火山岩型含金铅锌银矿等。

与火山一次火山中酸性岩浆建造有关的斑岩型含金矿床包括含金铜—钼矿床和含金银铅锌矿床。矿床多见于深(大)断裂的旁侧, 围岩多为上元古界、上古生界火山—沉积碎屑岩及钙质岩石, 中生代陆相火山岩等。矿化与燕山期浅—超浅成中酸性斑岩体密切相关, 常集中于接触带或近接触带的岩体内, 也有的在围岩中顺层产出, 或在侵入体内呈残留体或沿裂隙呈脉状产出, 但以接触带或岩体内矿化为主。铜钼矿床中含金量为 0.08~0.4 克/吨, 最高 5 克/吨, 一般 0.2 克/吨; 金与铜呈正相关关系, 相关系数为 0.55 左右。主要金矿物有自然金、银金矿及碲金矿, 且多为裂

隙金和包体金。单体呈粒状、不规则状, 颗粒细小, 一般为 10 μ 。金矿物主要嵌布于金属硫化物粒间或石英、绢云母粒间, 少数呈乳滴状产于黄

铜厂矿床中主要含金矿物及含金量 (克/吨) 表 3

矿 物	最 高	最 低	平 均
黄铁矿	7.26	0.03	1.68
黄铜矿	11.22	0.00	1.91
砷黝铜矿	83.30	6.00	44.70
石 英			0.11

铜矿、黄铁矿等矿物中, 主要载金矿物为黄铁矿、黄铜矿、砷黝铜矿等, 其含金量如表 3。对于同一种矿物而言, 内接触带矿物的含金量高于外接触带矿物的含金量。因金矿物多与有用硫化物有

关,回收率大于50%,因而经济效果甚佳。

与浅成中酸性侵入体有关的夕卡岩型伴生金矿在我省所见甚多,主要有含金铜硫矿床、含金铜硫钨矿床等。含金量较高,多为0.4~1克/吨,规模多为中—大型。这类矿床也多见于深(大)断裂的旁侧,与浅成、甚至超浅成中酸性侵入体有密切的成生关系,围岩大都为上古生界钙质岩石及含钙碎屑岩类。矿体常产于夕卡岩内或其近侧。含金铜硫矿床中主要金属矿物有黄铁矿、白铁矿、黄铜矿、辉铜矿、黝铜矿、砷黝铜矿、方铅矿、闪锌矿等,非金属矿物主要有石英、石榴石等。金在矿床中含量不均匀。不同类型矿石中的含金量见表4,局部含铜黄铁矿中含金量可达60克/吨。单矿物分析结果表明,矿石中黄铜矿、黄铁矿含金甚高,是主要载金矿物,选矿、回收性能也较好,经济意义很大。

表4 晚古生代夕卡岩型矿石的含金量

矿石类型	含金量,克/吨
含铜黄铁矿及黄铜矿石	0.225~1.306
含铜角砾岩	0.70
含铜高岭土	0.70
含铜夕卡岩	0.375~0.55
矿化大理岩	0.35
含铅锌黄铁矿	0.30
矿化火成岩	0.10

与中酸性岩浆建造有关的火山岩型伴生金矿主要为含金的银铅锌矿。此类矿床在我省近年屡有发现,其重要性与日俱增。矿床多分布于中生代陆相火山—沉积盆地边缘、区域性深(大)断裂旁侧。火山岩和次火山岩大多为安山质—流纹质及英安质—花岗质岩石,成矿作用与火山后期的热液和次火山侵入作用关系密切,围岩为同源的早期喷出的碎屑岩、熔岩等。矿床的定位严格受火山机构或与其相关的构造控制。围岩蚀变有硅化、绢云母化、绿泥石化和碳酸盐化等。矿体多为脉状、似层状等,矿石含金0.2~1克/吨,规模多为中、大型。

与花岗岩建造有关的裂隙充填石英脉型含金钨矿,在盛产钨的江西及南岭地区都是值得注意

的。钨与金就其地球化学性质而言有较大的差异,但对于一些多期次、多来源、多成因的钨矿床,伴生金并不罕见。这类脉钨矿含金性与矿石中硫化物含量呈正相关,主要金属矿物有黑钨矿、白钨矿、辉钼矿、黄铜矿、黄铁矿及磁黄铁矿等。含金0.1~3克/吨,规模较小。

伴生金矿产出的规律

研究表明,伴生金矿在围岩岩性、区域构造与矿区构造、岩浆作用、矿床特征以及与其他矿床的相依关系等方面,都有一定的规律性。

1. 围岩的制约 我省金矿趋向性的产出层位(可能为矿源层)自老至新依次为:元古代双桥山群的复理石建造,震旦纪铁—硅质建造,泥盆—三叠纪的碳酸盐—细碎屑岩建造以及中生代陆相火山岩建造²⁾。伴生金矿的围岩基本上属上述层位范围。据统计,围岩为元古代双桥山群的伴生金矿占矿床总数的10%,但却占储量总数的60%;其岩性主要为复理石建造中的变火山凝灰岩,含凝灰物质的变质粉砂岩、千枚岩等,其含金背景较高,平均为19.21ppb,比其他岩性略高。围岩为震旦纪的占矿床总数的30%,但仅占总储量的3%,主要围岩岩性为铁—硅质建造中的火山碎屑岩及含火山凝灰物质的碎屑岩,岩石一般均受低—中级变质,形成板岩、千枚岩和片岩类,其含金背景平均为17.50ppb,为克拉克值的3~4倍。围岩为泥盆纪、石炭纪、二叠纪、三叠纪等时代地层的占矿床总数的30%,占总储量的30%;围岩的主要岩性为灰岩、白云质灰岩、白云岩、泥灰岩、钙质砂岩、凝灰质砂岩、砂岩和大理岩等,岩石不变质或弱变质;其含金背景平均为2.33ppb。围岩为双桥山变质岩及上古生代碳酸盐岩层、碎屑岩的以及围岩为中生代火山碎屑岩的占矿床总数的20%,但仅占储量总数的5%。主要围岩岩性同上。围岩为中生代火山岩的占矿床总数的10%,占储量总数的2%,其主

2) 余志庆:江西金矿类型及找矿方向,地质部系统全国金矿会议论文(打印本),1982年。

要岩性为英安岩、英安质凝灰岩、火山角砾岩及沉火山碎屑岩等,其含金背景一般为4.5 ppb。

由此可见,伴生金矿的围岩中含火山物质的岩石含金背景较高,时代越老的岩石含金更高,可能是有利的矿源层。碳酸盐类含金较低,但可能因其特殊的岩性而控矿。

2.构造控制 在区域构造方面,我省伴生金矿分布的一个重要特征是,它们往往出现于隆、凹二个不同性质构造单元的交接部位。这样二个构造单元的接壤地带往往发育着深(大)断裂。这种深(大)断裂常常切穿硅铝层,进入硅镁层,有的(如赣中深断裂)甚至切穿硅镁层和莫霍面。它们不仅下切深,延深大,而且有多次、长期活动。因而有利于引导地幔中或壳层深部的岩浆或其他成矿物质上升到地壳浅部或表部,在深(大)断裂旁侧或其本身的某些有利部位成矿。深(大)断裂又是地热和地应力的集中区,有利于各种成矿溶液的对流、循环,并增强其活性,促使其对围岩或矿源层的改造、成矿。如赣中深断裂控制着赣中震旦纪铁—硅建造及中生代火山岩—次火山岩的发育,也控造着永平、东乡、冷水坑和铁砂街等伴生金矿的分布。赣东北深断裂则控制着饶北震旦系及古生界的发育和近邻区的岩浆活动,也控制着铜厂、银山等伴生金矿的分布。此外,类似的断裂尚有长江深断裂、宜丰—景德镇深断裂、南丰—南康深断裂等。据统计,伴生金矿中80%以上的矿床、95%以上的储量均与此类断裂相关,其重要性可见一斑。

如果说深(大)断裂控制着矿带的分布,那么,较低级的构造则往往控制着矿田、矿床的分布和矿体的定位。这类构造有次级断裂带,短轴背、向斜,长垣,层间破碎带,火山机构及多型式构造形成的构造结等,其长期活动、多次反复活动,甚至力学性质都常转化的断裂带,则对成矿更为有利。如永平、武山等伴生金矿,就是早期的层间断裂带在北北东向压扭应力作用下形成的一些走向稳定、延伸较大的似层状矿体。

从某种意义上说,构造对金矿的控制比对其

他矿种的控制显得更为重要。

3.岩浆成矿的专属性 如果不把可能与远源岩浆热液有关的伴生金矿计算在内,则我省直接与岩浆作用密切相关的伴生金矿约占矿床总数的60%,占总储量的95%。可见岩浆作用是一个必须考虑的重要因素。

岩浆作用对成矿的控制大致可分为二个方面:一是作为成矿物质的大部或局部来源,二是为成矿作用提供某些物理化学条件,促进成矿。后者是指在某些矿源层内,岩浆活动为成矿作用提供热力、压力等动力,以及水、二氧化碳、卤素等活性组份,促使成矿物质活化转移,在适当的时空条件下富集成矿。一些中酸性浅—超浅成侵入体也可因侵位于浅部、围压骤降、挥发份猛烈逸出而爆破,造成矿物质沉淀、积聚的有利条件和场所。据统计,我省与岩浆作用有关的伴生金矿中,受爆破作用影响的约占40%。

岩浆源本身作为成矿物质的来源之一对金矿的控制,已为国内外不少学者接受。我省与岩浆作用有关的伴生金矿,在相关岩浆的岩性上,也表现出明显的专属性。即它们大都与中、酸性浅—超浅成侵入体有关。这些侵入体基本上都是燕山期小侵入体,常伴有爆破作用。其岩性主要有:花岗闪长斑岩、石英闪长玢岩、富斜花岗岩斑岩、黑云斜长花岗岩和花岗斑岩等。岩石化学成分如表6。由表6可见,这些岩浆岩二氧化硅多在65%左右,应属中—酸性岩类。二氧化硅含量大于67%的不多,其金含量也更低贫,形成的伴生金矿规模也稍小。

4.矿床地质特征方面的共同性 金在地球化学性质方面的亲硫、亲铁性,决定了金在伴生矿床中作为一种伴生元素,也仅倾向于赋存在某些矿种之中。这些矿床不但含金,而且形成了一类特定的元素组合。根据我省伴生金矿的实际资料,再参照黎盛斯³⁾和彼·安·斯特罗纳^[1]的有关资料,可将不同矿床类型中出现的金等伴生元素组合归纳为表7。据此,我们应在某些多金属矿床中注意寻找伴生金,也应注意是否存在其他

3) 黎盛斯:湖南金矿地质概论,1978年。

的伴生元素。

我省绝大多数伴生金矿均与各种类型的铜、铅、锌矿床有关。它们的矿物组合、矿化形式虽各有特色，但其共同的特征是矿石中含有较多的硫化物，如黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、

毒砂、磁黄铁矿、黝铜矿、硫砷铜矿、辉钼矿、辉铋矿、白铁矿、辉锑矿等；此外，还有磁铁矿、赤铁矿、白钨矿、黑钨矿等。矿石中含有较多的硫和铁，最常见的化合物是黄铁矿。金则主要以自然金、银金矿的形式呈包裹体状、裂隙状赋存

伴生金矿有关侵入体的岩石化学成分(%) 表6

岩体名称	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
铜厂	花岗闪长斑岩	62.94	0.43	15.40	2.33	2.72	0.32	2.42	4.13	3.77	3.18
城门山	"	65.28	0.42	14.59	2.64	1.57	0.05	1.66	2.23	2.65	4.55
武山	"	64.44	0.56	14.71	3.19	1.29	0.05	2.15	2.63	1.85	3.74
天排山	富斜花岗斑岩	68.72	0.11	15.21	1.36	1.21	0.04	0.98	1.21	1.25	5.80
枫林	花岗闪长斑岩	67.24	0.46	16.29	4.09	0.83	0.01	0.24	0.26	0.13	2.71
村前	"	65.20	0.38	14.17	2.26	3.06	0.08	1.07	2.58	1.67	5.84

某些矿床含金及其他伴生组份简况 表7

矿床种类	伴生组份	代表性矿床
斑岩铜矿	Au, Mo, Ag, In, Ge, Tl, Re, Cd, Se, Pb, Zn, Al, Ga, Sn, As, S, Sb, Bi	铜厂
夕卡岩型铜矿	Au, Fe, Pb, Zn, Sn, W, Pt, Co, S, Co, Mo, Ag, Re, Cd, Se, Te, Pd, U, Th	武山、水平
夕卡岩型磁铁矿	Au, Cu, Pb, Zn, Sn, W, Ni, Co, Ag, Mo, Bi, Pt, Pd, Rh, B, In, Cd, Se, Te	村前
热液型铅锌矿	Au, Ag, Cu, S, Ni, Co, Bi, Hg, Sb, Pt, In, Ga, Ge, Tl, Cd, Se, Te	冷水坑
热液型脉钨矿	Au, Sn, Al, Mg, Cu, Pb, Zn, Mo, Bi, Sb, Ag, Li, Be, Nb, Ta, Zr, Hf, Ce, Y, Cd, U, Th	盘古山
层状铜矿	Au, As, Ag, Fe, S, Pb, Zn, Al, Co, Hg, Pt, Pd, Ge, Tl, Re, Cd, Te, Se, U, Th	武山北矿带
热液型锑矿	Au, Hg, As, Ta, Se	宝山
多元素黑色页岩	Au, V, U, Ag, P, Cr, Ti, Al, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, W, Pt, Pd, Be, Y, Sb	金溪(?)矿点
热液型钴矿	Au, Cu, Fe, As, Mo, W, Ag	七宝山

于黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿、黝铜矿等矿物之中或其粒间。但并非由于金具有亲硫、亲铁性，而导致黄铁矿矿床都含可供利用的金；如某些纯系沉积成因或沉积变质成因的黄铁矿矿床就含金甚微。

我省伴生金矿的含金量一般为0.4克/吨，低

者0.055克/吨，高者达1.4克/吨，个别矿区甚至可单独地圈定金矿体。因为伴生金矿与独立金矿的界线本来就是由采、选、冶的工艺水平和经济效益而决定的，地质成矿上本并无截然界线，所以在某些伴生金矿中寻找独立金矿也不可忽视。就我省的情况看来，伴生金的含量高低与主金属

有一定的相存关系:一般铜、钼矿床中偏低;铁、铜矿床,铜矿床等含量中等;铜、硫矿床,铅、锌矿床含金较高。如洋鸡山原来为一伴生金的铅、锌、铜矿床,现在已成为以金为主的独立矿床了。在同一矿床中,各种不同成因类型的矿体其含金性也不一样(表8),一般以似层状矿体为高。

不同类型的矿体含金情况(克/吨) 表 8			
矿 区	似层状矿体	夕卡岩矿体	斑岩矿体
城 门 山	0.41	0.26	0.27
武 山	0.46	0.25	

在同一矿区不同类型的矿石中,金的含量也不一样。如某铅、锌、银矿床中,铅锌矿石中含金量0.23克/吨,铅锌银矿石为0.17克/吨,铜硫矿石中则为0.59克/吨。因此,在工作中还须区别对待。

我省伴生金矿床中的金,大都以独立的矿物出现,其中主要为自然金、银金矿、碲金矿、金银矿等。自然金的成色与矿石含金量有关,含金量越高,自然金成色也越高,一般均在800以上,高者可达900。

金的物质来源,从其产出的矿床中的硫同位素组成情况来看(表9), $\delta S^{34}\%$ 变化范围为0.5~5.9,平均值为3.68,与标准陨石硫同位素组成较为接近。所以其物质来源很可能是地壳深部或上地幔,这与伴生金矿大都分布于深大断裂附近这一规律是极为一致的。

伴生金矿的围岩蚀变因主矿种之成因类型不一而有所差异,但就一般而言,它们多具有硅化、绢云母化、黄铁矿化和绿泥石化。

伴生金矿中黄铁矿的硫同位素组成 表 9			
采样地点	样 品 数	结 果 $\delta S^{34}\%$	
		范 围	平 均
铜 厂	160	0.5~5.2	2.52
永 平	26	2.6~4.5	3.7
枫 林	7	2.9~4.8	3.7
城 门 山	5	3.7~5.9	4.9
村 前	16	2.5~4.5	3.6

(据江西地科所铜室)

伴生金矿的成矿时代基本上与主矿种一致。在我省,主要为燕山期,这与我省中生代地壳渐趋活化,断裂差异运动强烈、岩浆活动频繁、复杂的多金属成矿作用进入高峰时期完全吻合。

我国多金属矿产甚多,特别是我国东南部和南岭两侧,素以盛产多金属矿而著称,因此伴生金矿和某些独立金矿产出的地质条件是良好的。由于种种历史原因,过去对此重视不够。笔者建议,结合伴生金矿产出的地质特征和规律,对过去没做过金的工作的多金属矿床进行副样复查,对仅从多金属元素角度做过工作的多金属矿点,分类排队,选择重点做些工作,或许在金矿找矿上会有新的发现。

参 考 文 献

[1] 彼·安·苏特罗纳:《含矿建造论》,地质出版社,1982年