

湖南共生与伴生金的赋存状态 及分布规律

鲍 振 襄

(湖南有色地质勘探公司 245 队)

提 要 湖南的共生与伴生金约占全省金储量的 60% 以上。共生金主要赋存于元古界浅变质岩系的韧性剪切构造带,与含矿层和变质作用有关,具层控特征;伴生金则分布广泛,主要与浅成或超浅成岩浆热液活动有关,伴生于各种金属硫化物矿床中,多数形成于燕山期的早、中成矿作用期。

关键词 湖南 共生金 伴生金赋存状态 分布规律

一、地质概况

湖南位于扬子准地台和华南褶皱系两个构造体系的结合带。在江南地轴的隆起带北北东及北东向断裂发育,并控制地层的发育、岩浆活动和矿床的分布。主要含金地层是元古界的冷家溪群和板溪群,是一套具复理石和类复理石建造的沉积、火山碎屑沉积岩,厚度达 2 万余米,其上复盖有古生代~中生代地层,主要出露在湘西一带。

区内岩浆活动频繁,从老到新,从基性到酸性的侵入岩皆有出露,而以中~酸性侵入岩为主。总的来说,由北西往南东方向岩浆活动加剧;由老到新,其酸碱度由弱到强。湘西主要是加里东期的侵入岩;湘南和湘东则主要是燕山期侵入的花岗闪长岩、石英斑岩、花岗斑岩等浅成或超浅成岩体,其同位素年龄为 170~100Ma,该期的岩浆活动与多金属矿床的形成有着紧密的联系。

二、湖南共生金与伴生金的赋存状态

这里所称的共生金,系指金和其它一种或一种以上有用元素和矿物,在成因上有联系,在空间上共存,并具有经济意义的矿床^①,约占湖南金总储量的 24.13%^①。而伴生金则一般系指含金量低,不能成为独立工业矿床,与其他金属矿床相伴生的金,通常都作为副产品回收,这类金约占湖南金储量的 40.28%。

①苏国辉,关于湖南省共生金生产中若干技术问题的探讨,1987

(一)共生金的分布及赋存状态

该类型金主要分布于湘西江南地轴雪峰隆起的中段和东段^[2]，少数分布于湘中的白马山~龙山一带的东西向构造带(图1)，金矿物以自然金、次显微金和显微金为主，可见金较少。

矿化程度比较稳定，一般含Au 3~9g/t，高可达15g/t。金的成色较高，为963.5~995.3。金通常赋存于弱近矿围岩蚀变带。围岩蚀变主要是褪色化、硅化、黄铁矿化、毒砂化等。按其矿物共生组合，可分为五种赋存形式：

(1)钨铋金：以桃源沃溪含金铋矿为代表。该矿床产于古佛山复背斜北翼沃溪东西向逆冲断层下盘的韧性剪切带内，含矿层位为板溪群马底驿组。矿体呈层状、似层状产出，平均含Au8.25g/t, Sb3.28%，WO₃0.44%，三者均具工业意义。沿走向东部铋金较富，而西部则钨较富。矿化中心主脉为钨铋金组合，而其上下盘的网脉带则为钨金组合。

金主要是次显微金和显微金，一般粒度小于0.5μm，含银低(0~0.06%)，自然金的成色达985.4~997。据张振儒等(1978、1980)的研究表明，显微金和可见金约占57.72%，主要赋存于石英、黄铁矿、辉铋矿和毒砂中；次显微金占

46.28%，一般呈机械混入物的包裹体夹层或充填在晶隙和微裂隙中。在辉铋矿中的金则呈分散的微包裹体存在。此外，少数金呈胶体离子吸附在粘土矿物边缘。总的来看，赋存于黄铁矿和辉铋矿为主的硫化物中的自然金占86.78%。据单矿物含金分析结果，黄铁矿含金为51.50~142.60g/t，辉铋矿中为6.47~110g/t，白钨矿中为6.89g/t，石英中为1.1g/t，伊利石

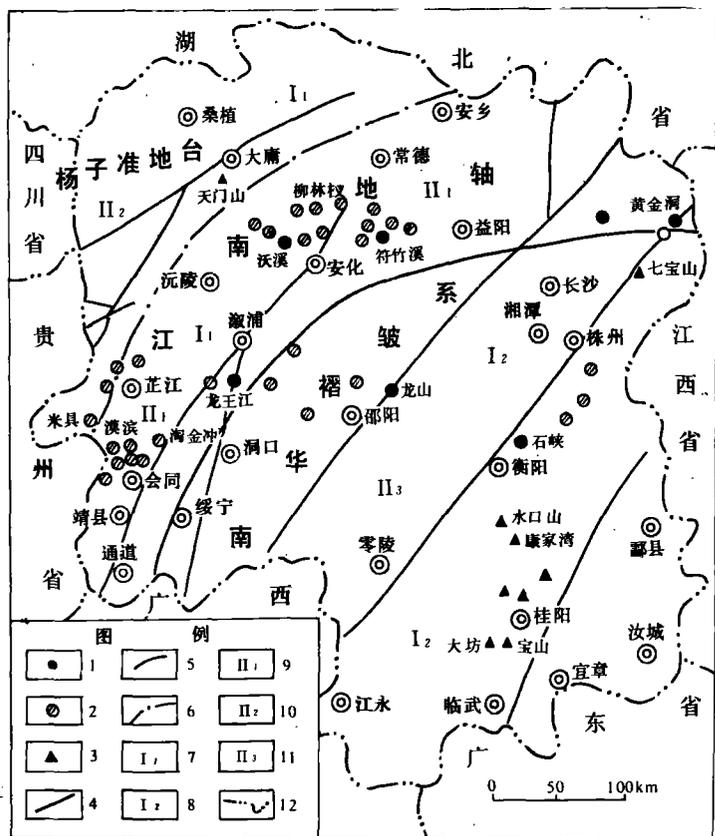


图1 湖南共生金矿与伴生金矿床分布略图

Fig. 1 By-product gold distribution in Hunan province

图例说明：

- 1—共生金矿床 2—含金石英脉矿床 3—伴生金矿床 4—深(大)断裂构造线
- 5—I级构造单元界线 6—II级构造单元界线 7—扬子准地台
- 8—南华褶皱系 9—江南地轴 10—滇黔川鄂古台地
- 11—赣湘桂上古台地 12—省界

中为 8.34g/t。而且 Au-S、Au-Sb 均为正相关,其相关系数分别为 0.79 和 0.51。

(2) **锑金**: 主要分布在湘西,矿床成群、成带产于陡倾斜韧性剪切带内,呈交错脉状分布(图 2)。如安山符竹溪、桃江合心桥、溆浦江溪垄、羊皮帽、新邵龙山等矿床。

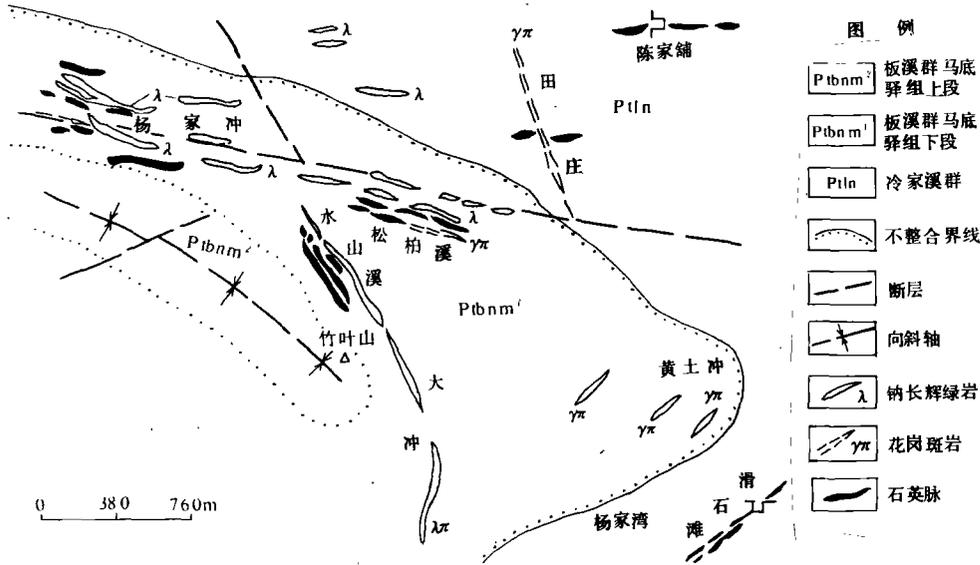


图 2 安化符竹溪锑金矿床地质图

Fig. 2. Geological map of Fuzhuxi Sb-Au deposit

自然金以显微和次显微粒状自然金为主,粒度一般为 0.5~3μm,赋存于石英间隙及黄铁矿、毒砂、辉锑矿等矿物中。各矿床中各种矿物的含金量是不均匀的,例如,合心桥矿床中,黄铁矿含金 20~32.5g/t,毒砂含金 195.5g/t,辉锑矿含金为 8.29g/t;而符竹溪矿床中黄铁矿含金 290.6g/t,辉锑矿含金 3.0g/t;龙山矿床中黄铁矿含金 66.09~69.05g/t,毒砂含金 196.07~513.4g/t,辉锑矿含金 2.33~43.51g/t 等。

(3) **锑砷金**: 这类赋存形式以溆浦龙王江矿床为代表。矿床产于板溪群五强溪组上段递进式韧性剪切断裂带内,金矿化与石英脉和破碎带顶、底板的蚀变围岩有密切关系。矿体一般为脉状、透镜状,厚度变化较大。矿床平均含 Au 3.34~10.06g/t, Sb 0.46~34.54%, As 0.48~1.3%。

金矿物以自然金和含银自然金为主,粒度小于 10μm 的约占 45%。赋存于毒砂、黄铁矿和辉锑矿等硫(砷)化物的金约占 96.8%。自然金呈不规则粒状或细脉状赋存于硫(砷)化物的裂隙中或包裹体中,少数石英裂隙中。

该类金矿化的主要特征是金矿化的范围大于锑矿化范围,矿脉内有锑必有金,而有金不一定有锑,无论含锑或不含锑,有金矿化含砷量就高。

(4) **砷金**: 以平江黄金洞和杨山庄矿床为代表,主要产于冷家溪群的板岩、砂质板岩及变质砂岩中,受北西西向剪切带控制,矿体由含金石英脉、网状石英脉及破碎蚀变板岩组成。平均含 Au 3~10g/t, As 0.3~10%, S 1~3%。硫化物中普遍含金。

金赋存于蚀变板岩与石英脉接触处的裂隙中和充填在毒砂、黄铁矿、黄铜矿等矿物颗粒间及由黄铁矿与毒砂组成的条带中。其中粒间金约占 68.75%，裂隙金占 0.78%，包裹金占 34.7%。单矿物分析结果，毒砂含 Au 206~454.7g/t，黄铁矿含 Au 84~200g/t。

(5) **汞砷金**：该赋存形式目前仅发现于衡东县石峡^①。从中泥盆统棋子桥组至下石炭统岩关阶的 200m 厚的碳酸盐中均发现零星金矿化，其中以余田桥组的泥质灰岩与硅质灰岩的层间破碎带矿化较强。矿化带平均含 Au 2.49~7.76g/t，最高可达 18.6g/t。金矿化与汞矿在空间分布上基本一致，但金矿化的范围及厚度比汞矿要大，雌黄（砷）矿一般都在汞矿化范围内，规模小，形态复杂。矿石主要是含辰砂—自然金硅化块状矿石和含辰砂—自然金—雌黄硅化角砾状矿石。

金一般呈次显微胶体金和自然金出现，粒度 0.06~0.16μm。

(二) 伴生金赋存状态

伴生金一般含金量低，往往作为其它金属矿的副产品回收。常与各种硫化物金属矿相伴生。主要分布于湘南南北向构造带和滇东北东向的构造带。矿床多数皆产于燕山期浅成一超浅成酸性侵入岩与石炭—二叠系的碳酸盐岩接触带及其附近。自然金常赋存于硫（砷）化物内，粒度通常在 4.5×3.5~36×18μm 之间。还有部份含金硫化物矿床的地表氧化的铁（锰）帽含金量较高，形成铁（锰）帽或“黑土”型金矿，如常宁龙王山，桂阳大坊，醴陵七宝山等矿床，其含金为 4.85~7.47g/t。伴生金矿中主要金矿物的化学成份见表 1，其成矿母岩的时代及含金量见表 2。

按硫化物金属矿床的组合形式可分为下列五种赋存状态：

(1) **含金的铜多金属矿床**：以桂阳宝山铜矿为代表，该矿床受宝岭倒转背斜和层间破碎带控制，并与隐伏的花岗闪长岩密切相关。原生铜矿石含 Au 0.713g/t，而在铜—钼—钨—铋多金属矿体中含 Au 0.27g/t、Ag 7~22g/t。

自然金主要赋存于黄铜矿和黄铁矿中。在块状及网脉状矿石中的黄铜矿含金可达

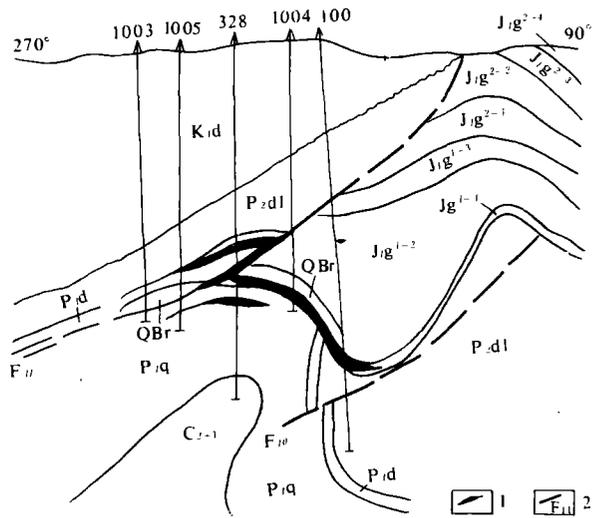


图 3 康家湾铅锌矿床地质剖面图(据 217 队)

Fig. 3 Section of kongjiawan Pb-Zn deposit.

说明：Kid—白垩系下统东井组 QBL—硅化破碎带；Jig—侏罗系下统高家田组；1—矿体；2—断层及编号

^①湖南省地矿局科技情报组，衡东石峡汞金矿地质特征，1976，1987

11.78~24g/t,而在脉状矿石中的黄铜矿含金仅为7.73~11.78g/t。自然金常呈叶片状或树枝状被包裹于黄铜矿晶体中,粒度为 $4.5 \times 3.6 \sim 36 \times 18 \mu\text{m}$ 。在网脉状和块状矿石中的黄铁矿含 Au 11.53~13.19g/t,而在粒状黄铁矿或方解石中的黄铁矿含 Au 0.27~2.67g/t。

(2) 含金的铅锌硫多金属矿床:该类含金的铅锌矿床可以常宁康家湾矿床为代表①,为一大型矿床。矿体呈似层状或透镜状产于倒转背斜与逆掩断层相交切的硅化破碎角砾岩带内(图3),金的矿化范围比铅锌—黄铁矿要小。矿体平均含 Au 1.43~9.43g/t, Pb 0.97~10.39%, Zn 0.5~13.29%, S 3.91~22.79%。金主要是自然金和少量的银金矿或金银矿。据透射电镜测定结果,粒度0.2~1 μm 的显微金占99.4%,呈不规则的粒状赋存于黄铁矿、闪锌矿、石英裂隙中及晶粒间或沉淀于晶面。次显微金仅占0.6%,呈园球状或链状分布于闪锌矿、石英晶粒间或裂隙中,而方铅矿中的金则主要是银金矿和少量的金银矿或自然金,多数为次显微金,一般呈不规则粒状、小园球状或链状赋存于方铅矿的晶隙间、微裂隙中或晶面。

湖南伴生金矿床,主要金矿物化学成分(%)

表1

Table1. Chemical composition of Au—minerals

矿床		矿 物	Au	Ag	Te	Pb	Cu	S	合计	
类型	名称									
含金接触交代热液矿床	大坊	银金矿	59.95	27.17	0.15	0	0	0.03	96.25	
		银金矿	65.93	27.34	0.12	3.01	0	0.01	96.43	
		六方碲银矿	0	55.55	40.09	0.58	0	0.03	96.25	
		六方碲银矿	0	59.50	36.18	0	0.35	0.12	96.15	
	康家湾	银金矿	79	21					100	
		金银矿	45	55					100	
	七宝山	银金矿	62.38	37.12					99.50	
		金银矿	42.51	59.24					101.75	
	龙王山	银金矿	54.65	44.33					98.98	
	含金铁(锰)帽矿床	大坊	银金矿	60	40					100
			银金矿	60	40					100
			碲金矿	43.10		56.90				100
碲银矿				64.90	35.10				100	
七宝山		金银矿	40	60					100	
		碲金矿	30	45	25				100	

注:综合钟东球(1986)、省有色地勘公司217队、省地矿局402队资料

自然金的成色980,银金矿790,金银矿450。据单矿物分析结果:黄铁矿含 Au 3.25g/t, Ag 22g/t;闪锌矿含 Au 1.15~1.50g/t, Ag 170g/t;方铅矿含 Au 0.310~0.52g/t, Ag 1908g/t;石英含 Au 0.52g/t, Au/Ag $\approx 1/3.6$, Au 与 pb、Zn、S 的相关系数分别为 0.45、0.37、0.56、为正相关关系。

(3) 含金(银)的碲—硫化物多金属矿床:这类矿床系金、银碲化物为主的,在国内是罕见的,以桂阳大坊矿床为代表。矿床产于花岗闪长斑岩与中、下石炭统接触角砾破碎带及其附近(图4)②,岩体及围岩的微量元素含量见表3。矿体平均含 Au 1.49g/t, Ag 174.57g/t, Pb

①林沫松 杨焕然,水口山矿田康家湾铅锌矿矿区金的赋存状态和富集规律,《湖南有色金属地质》1986年第2期

②钟东球,湖南大坊银金碲化物矿床地质特征及控矿因素,1986

湖南省伴生金矿成矿母岩的时代及其含金量

表 2

Table 2 Host rocks and their Au—content

矿床名称	岩性	岩体同位素年龄 (亿)或时代	Au (g/t)	
			矿石	岩体
桂阳大坊	花岗闪长斑岩	$r\delta\pi_3^{1-6}$	0.76—5.60	0.17
常宁水口山	花岗闪长岩	1.06—1.5	4.37	
桂阳宝山	石英斑岩	0.9	0.27—0.713	
浏阳七宝山	石英斑岩	1.84	0.41—0.67	
江水铜金岭	花岗闪长岩	1.16—1.19	0.32—1.45	
常宁老鸭皂 V4	花岗闪长岩	1.43—1.61	3.75—5.33	1.79

据湖南有色金属地质勘探公司 217 队(1987)、杨舜全(1987)资料

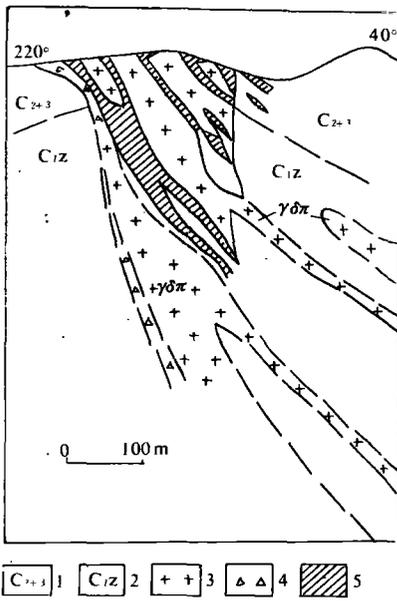


图 4 桂阳大坊银金矿体剖面图

(据吴兆祥)

说明: 1—中上石炭统壶天群 2—下石炭统大塘阶梓门桥段 3—花岗闪长斑岩
4—断裂破碎带 5、矿体

Fig. 4 Profile of Dafang Ag—Au deposit in GuYang

0.87%, Zn 0.63%, S 6.3%, As 3.23%。金银矿物有自然金、银金矿、自然银、碲金矿、碲银矿等。金主要赋存于黄铁矿、毒砂的裂隙中或沉淀在其晶面。毒砂中含 Au 3.67~17.89g/t, 而黄铁矿含 Au 为 1.13~4.05g/t, 铅锌矿的精矿中含 Au 2g/t。

银矿化主要与铅锌矿有关, 铅锌矿含 Ag 可高达 3465g/t, 毒砂含 Ag 76~122g/t, 黄铁矿含 Ag 230g/t。而碲在黄铁矿中含量 42.0g/t, 在毒砂的含量为 0.7~58.7g/t。Au—Ag, Au—As 的相关系数分别为 0.62, 0.45, 呈正相关关系。

(4) 含金的斑岩型多金属矿床: 这是一种与斑岩有关的大型多金属矿床, 以七宝山矿床为代表。系由石英斑岩或花岗斑岩与爆破角砾岩共同组成复式侵入体, 侵位于中、上石炭统及元古界地层中, 形成了铜、铅、锌、铁、硫并伴生有金、银、镓、铟、锗、镉、碲等大型多金属矿床。

主矿体围绕隐爆角砾岩筒中心呈环状对称分布^①。矿体形态为层状、似层状、透镜状、脉状、囊状等复杂形状。主要金属矿物: 黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿、铁闪锌矿、辉钼矿、自然金、以及黄铁矿、方铅矿等。矿物的水平分带明显, 由岩筒中心的辉钼矿带往外分别为磁铁矿带→黄铜矿—黄铁矿带→黄铜矿—黄铁矿—铅锌矿带→金银铅锌矿带。除部分金呈独立矿物外, 金银多数是铜精矿的副产品。铜精矿含 Au 4.33g/t, Ag 437.5g/t; 硫精矿含 Au 0.5g/t, Ag 40g/t; 锌精矿含 Au 1.63g/t, Ag 270.9g/t。

(5) 含金镍钼多金属矿床: 这是一种与黑色页岩有关的沉积型矿床。以大庸天门山矿床为

① 梁桂荣等, 七宝山斑岩型多金属矿床地质特征, 1980

代表,矿体产于下寒武统牛蹄塘组黑色页岩的底部及磷块岩或含磷结核层之上,呈层状、似层状。矿层系由镍硫化物(约占1~3%)、硫钼矿集合体(占10~30%)、胶状、球粒状黄铁矿(占40~50%),以及磷质、硅质、碳泥质岩、石英粉砂及白云石等组成。有铜、铅锌、钼及银金矿化。含金银的镍钼硫化物呈胶状或硫化物“碎屑”分布于黑色页岩中。

矿层中的金银一般为含银自然金(其中Ag占7~15%,Au占85~93%),粒径0.01~0.05mm。矿层平均含Au 0.4~0.7g/t,Ag 6~21g/t,最高可达2.49g/t。

大坊矿床岩浆岩和围岩微量元素含量

表3

Table3. Micro-element content of magmatic rocks and host rocks of Dafang deposit

元素	花 岗 闪 长 斑 岩				近 矿 围 岩				远 矿 围 岩			
	猫 儿 岭		腊 树 下		壶天群 (C ₁₊)		梓门桥段 (C _{1d})		壶天群 (C ₁₊)		梓门桥段 (C _{1d})	
	平均值 ppm	浓度 克拉克值	平均值 ppm	浓度 克拉克值	平均值 ppm	浓度 克拉克值	平均值 ppm	浓度 克拉克值	平均值 ppm	浓度 克拉克值	平均值 ppm	浓度 克拉克值
Au	0.159	40	0.138	35	0.11	27.7	0.15	37.7	0.0016	0.4	0.0024	0.6
Ag	4.98	71	2.29	33	2.14	30	2.65	37.7	0.284	4	0.72	10
Pb	651.3	52	58	4.6	51	4	74	6	30	2.4	6.2	0.5
Zn	631	9	169	2.4	69	1	105	1.5	23	0.33	30	0.43
S	6500	32.5	4680	23.4	680	0.32	49.20	0.25	210	1.05	146.5	0.73
As	1412	784	230	128	29	16	81	45	20	11	30	16
Mn	1325	1.4	894	0.9	4667	5	4092	4.3	220	0.23	83.3	0.09
Sn	24.6	12.3	8.7	4.4	7	3.5	8	4	2	1	3.3	1.6
W	14.3	9.5	9.8	6.2	< 5	< 3	< 6	< 4	< 5	< 3	< 5	< 3
Cu	173.5	3	5.4	0.98	27	0.5	35	0.6	36	0.6	38	0.6
Sb	61.4	307	37	185	26	130	31	155	20	100	29	145

据钟东球(1986)

三、控矿因素及分布规律

湖南的共生金与伴生金具有一定的工业意义,但是,其成矿作用主要与其共生(或所伴生)的金属矿床分不开,因此,就其成矿条件而言,主要是含金的金属矿床的成矿条件。其元素的组合特征,也与其相关的金属矿床密切相关(表4)。

湖南约90%以上的含共生金的矿床皆产于元古界的冷家溪群和板溪群,其中尤以绢云母板岩、砂质板岩和含碳质凝灰岩等对金的矿化比较有利,而变质砂岩等一类粗碎屑岩金的矿化则较差。据沃溪矿床剖面采样研究结果,冷家溪群金的平均丰度为4.573ppb(35件样);板溪群马底驿组为5.146ppb(142件样);其中近矿围岩紫红色含钙质板岩金的丰度为21ppb;五强溪群的丰度为5.21ppb(55件样)。据冷家溪、沃溪和西冲5条剖面282件样的综合统计,金的平均丰度4.987ppb。说明湘西、湘东北共生金,主要来源于元古界活动型火山—碎屑沉积含金建造⁽³⁾。而伴生金则无明显的层位控制。当然,矿源层问题不仅仅是金的丰度,还考

湖南省共生与伴生金矿床特征元素组合

表 4

Table 4. Element association

类型	矿种	伴生组分	代表矿床
共生金矿床	钨铋金	Au, Sb, As, W, Pb, Zn, Hg, Cu, Bi, Sn	沃溪
	铋金	Au, Sb, As, Bi, Cu, Sn, W	符竹溪、龙山
	铋砷金	Au, Sb, As, Hg, Cu, W	龙王江
	汞砷金	Au, Hg, As, Sb, Cu, Zn	石峡
	砷金	Au, As, Cu, Pb, Zn, W, Hg	黄金洞、杨山庄
伴生金矿床	铜多金属	Au, Ag, Cu, Zn, S, Pb, Cd, In, Ga, Ge, U, Mo, Fe	七宝山、宝山
	铅锌(硫)多金属	Au, Ag, Pb, Zn, Cu, As, Fe, S, Sn, V	康家湾、宝山西
	碲多金属	Au, Ag, Te, Pb, Zn, Cu, As, S, Cd	大坊
	镍钼多金属	Au, Ni, Mo, v, As, Cu, Pb, Zn, P	天门山、大浒

虑其活化程度等各种因素。

共生金主要受湘西雪峰隆起构造控制,多数沿北北东向的安化~淑浦~洪江大断裂的两侧分布,部份分布于湘东株洲~衡阳大断裂和湘中的白马山~龙山东西向穹隆构造带。含金矿床主要产于近东向与北东向断裂交汇的韧性剪切带内(图5),通常呈成群成带出现,并具有一定方向性⁽⁴⁾。而伴生金的金属矿床主要受南北向及北北东~北东向构造控制(图6),矿床的分布及产状皆受侵入岩及其接触带控制。伴生金绝大多数与燕山

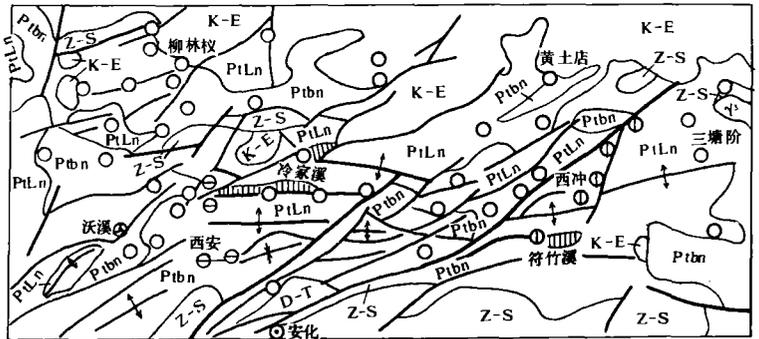


图 5 冷家溪—九岭山东西向构造带控矿(钨铋金)构造略图
 例 ⑩ 11 ⑪ 12 ⑫ 13

图 5 冷家溪—九岭山东西向构造带控矿(钨铋金)构造略图

说明: 1、白垩系~第三系构造盆地 2、泥盆点~三叠系 3、震旦系~志留系 4、元古界板溪群 5、元古界冷家溪群 6、加里东期岩浆岩 7、背斜向斜 8、断层 9、东西向构造带 10、金矿床(点) 11、钨铋金矿床 12、铋金矿床(点) 13、钨矿床(点)

Fig. 6 Ore—Controlling structure map of EW-Lengjiaxi—jiulingshan structural zone

小型中、酸性侵入体有关,这些侵入体常伴有爆破作用。

据大坊花岗闪斑岩的 540 件样品的统计,含金 0.1~0.5g/t 的就有 411 件,占 76.1%,无

矿化的仅占 7%。其中有金矿化的 463 件样的平均含金丰度为 0.17g/t, 相当于地壳中金平均丰度的 42 倍。据湖南区调队的研究^①各时期侵入体的含金丰度分别为: 加里东期 1.067ppb; 海西期 1.5ppb; 印支期 4.4ppb; 燕山期 0.575ppb。因而, 可以认为伴生金矿与岩浆的热液活动有着密切关系。

此外, 从同位素、成矿温度等特点, 同样可以反映出湖南共生与伴生金的特征:

(1) 共生金的硫同位组成是以轻硫为主, 硫(砷)化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 平均为 -0.65% (174 件), 变化范围 $-1.43 \sim +12.3\%$, 极差 26.6%, 离差 4.04, $\delta^{34}\text{S}$ 众值多数在 $-5 \sim +5\%$ 之间, 反映出硫源来自均一化较高的地壳深部。而伴生金 $\delta^{34}\text{S}$ 的变化区间是 $-6.6 \sim +7.5\%$, 极差 14.1%, 离差 3.4~9, 众值在 $\pm 3 \sim +1\%$ 之间, 硫源与侵入岩基本一致。

(2) 铅同位素组成, 多数属正常铅, 共生金 $^{206}\text{pb} / ^{204}\text{pb} \approx 17.047 \sim 18.477$, $^{207}\text{pb} / ^{204}\text{pb} \approx 15.042 \sim 15.690$, $^{208}\text{pb} / ^{204}\text{pb} \approx 37.026 \sim 38.999$; 而伴生金的 $^{206}\text{pb} / ^{204}\text{pb} \approx 18.362 \sim 18.9$, $^{207}\text{pb} / ^{204}\text{pb} \approx 15.458 \sim 15.998$, $^{208}\text{pb} / ^{204}\text{pb} \approx 38.046 \sim 39.649$ 。用 Doe 单阶段计算, 模式年龄 1015~145Ma (多数在 633~431Ma) 跨越雪峰~燕山几个构造期^[6], 表明共生金具多期多阶段的成矿作用。而据元古界共生金的 36 件样统计计算, $^{207}\text{pb} / ^{204}\text{pb}$ 与 $^{206}\text{pb} / ^{204}\text{pb}$ 的直线回归方程:

$$^{207}\text{pb} / ^{204}\text{pb} = 10.64 + 0.28 ^{206}\text{pb} / ^{204}\text{pb}$$

^{204}pb , 在信度 $\alpha = 0.05$ 条件下, 区间估计直线方程: $^{207}\text{pb} / ^{204}\text{pb} = 10.64 \pm 0.53 \pm 0.28 ^{206}\text{pb} / ^{204}\text{pb}$, 样品相关系数 $R = 0.61$, 表明元古界的铅基本上是一个来源。

伴生金采用双阶段计算(Stacey)铅模式年龄小于 200Ma, 两个峰值分别为 170Ma、和 80~60Ma, 与华南同熔型花岗岩有关矿床的铅基本一致^[10]

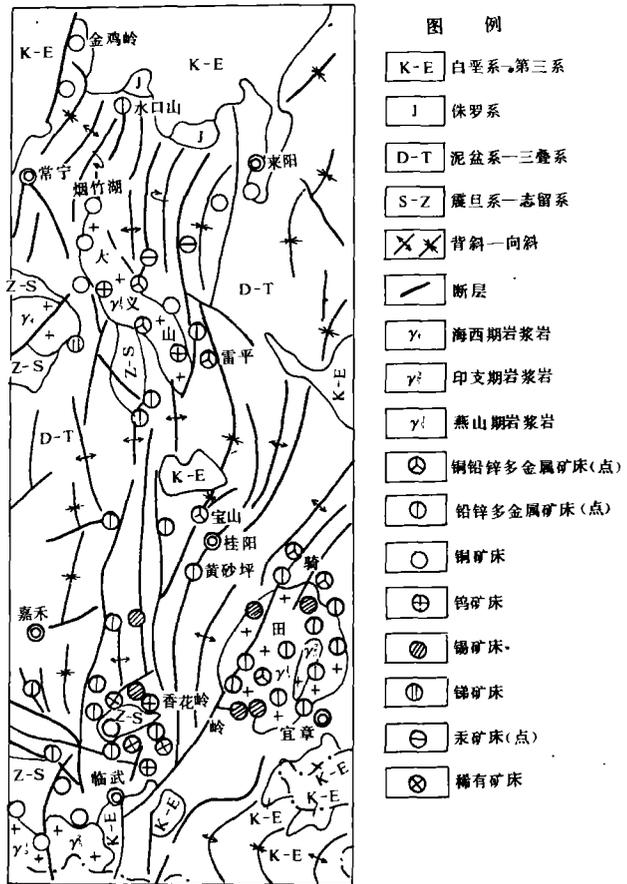


图 6 湘南南北向构造带控矿(锡铜铅锌多金属)构造略图 (据练志强等简化)

Fig. 7 S-N Ore-controlling structure zone in Hunan province

①杨舜全, 湖南省金矿成矿地质条件分析和找金的几点建议, 1987

(3) 碳、氧同位素组成特征: 据湘西共生金的 28 件石英包裹体的 $\delta^{18}\text{O}$ 值 14.89~19.5‰, 平均为 16.89‰。计算的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 +1.99~+13.6‰, 平均 +4.74‰。 $\delta\text{D} \approx -42 \sim -118\text{‰}$, 平均 -58‰。据沃溪矿床的碳同位素资料, $\delta^{13}\text{C}$ 为 -3.39~-7.24‰, 平均 -5.14‰。为以变质水为主, 并有大气水加入的混合热液型。

据康家湾矿床等伴生石英包裹体的氧、碳同位素资料: $\delta^{18}\text{O}$ 为 8.69~18.36‰, 平均 12.59‰, $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}} = -101 \sim -103\text{‰}$, 计算的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} = 0.26 \sim 11.25\text{‰}$ 。而 $\delta^{13}\text{C} = -3.88 \sim -0.41\text{‰}$, 平均 -2.32。属无机碳。据七宝山岩体的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 4.2~12.0‰, 平均 9.2‰, 其矿体 $\delta^{18}\text{O}$ 为 4.0~13.6‰, 平均 8.8‰。计算的岩体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} = 9.52 \sim 11.3\text{‰}$, 平均 10.38‰; 矿体的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} = 11.2 \sim 11.3\text{‰}$, 平均 11.2‰。说明混合岩水与携带金属的介质水的氧同位素组成基上一致的^[12]。同时亦表明金与其伴生的硫(砷)化物矿床的成矿溶液, 主要是再平衡岩浆水^[13], 并可能有大气循环水加入。

(4) 成矿温度和成矿溶液的性质。据湘西多数共生矿床中包裹体研究, 如沃溪等矿床其石英包裹体的均一温度为 396℃~259℃~213℃~143℃, 从早到晚呈递减趋势。而伴生金, 如康家湾等矿床, 石英包裹体的均一温度为 350℃~245℃和 220℃~140℃。共生金的包裹体成份, 液相主要是水, 气相为 CO_2 和少量的 CH_4 , 盐度 4.1~5.81NaClwt%, $\text{Na}/\text{K} = 1.96 \sim 3.91$, $\text{Na}/(\text{Ca}+\text{Mg}) = 0.17 \sim 4.27$, $\text{F}/\text{Cl} = 0.14 \sim 0.42$, 应属偏低盐度 Na-Ca-Cl 型的热卤水溶液(图 7)。

而伴生金的包裹体中, 除了含 H_2O 之外, 还含有较多的 CO_2 、 CO 、 N_2 、 CH_4 、 H_2 、 F^- 、 Cl^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 等。盐度 5.58~2.15wt%。 $\text{Na}/\text{K} = 0.27 \sim 1.58$, $\text{Na}/(\text{Ca}+\text{Mg}) = 0.04 \sim 0.65$ 。属 Na-Ca-Cl (水口山) 或 K(Na)-Ca-F (坪宝) 型的岩浆水热液。

四、结 语

综上所述, 湖南的共生金主要分布在湘西一带, 受元古界地层和韧性剪切带控制。而伴生金, 则没有明显的地层选择, 主要受以燕山期为主的浅成侵入的斑岩体及其接触带控制。为湖南进一步评价和寻找共生金或伴生金提供参考依据。

在成文过程中, 作者参考并应用了湖南冶金地质 237 队、有色地质 217 队、238 队及湖南省地矿局 402 队、405 队等单位及有关人员的资料, 在此表示感谢。

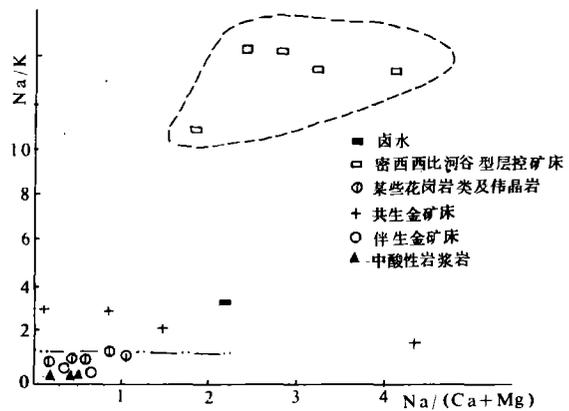


图 7 矿物流体包裹体中 $\text{Na}/\text{K}-\text{Na}/(\text{Ca}+\text{Mg})$ 关系图
Fig. 9 $\text{Na}/\text{k}-\text{Na}/(\text{Ca}+\text{Mg})$ plot of fluid inclusion data

参 考 文 献

- [1]梁厚锋,共生金矿床及其找矿意义,地质与勘探,(8) 1986。
[2]包正相,湘西层控白钨矿床地质特征及其成矿作用,矿床地质,6(4) 1987
[3]刘英俊等,华南含金建造的地球化学特征,地质找矿论丛,2(4) 1987。
[4]鲍振襄,湖南西部层控锑矿床,矿床地质,8(4) 1989
[5]刘英俊等,湘西桂东一带金矿地球化学研究,地球化学,(3) 1983
[6]罗献林,论湖南前寒武系金矿床的形成时代,桂林冶金地质学院学报,9(1) 1989
[10]金荣龙,湘南地区典型铅锌矿床矿物包裹体与同位素研究,地质与勘探,(12) 1986
[11]罗献林等,论湘西沃溪金锑钨矿床的成因,地质与勘探,(7) 1984
[12]陆玉梅等,七宝山多金属矿床成因模式,矿床地质,3(4) 1984
[13]张理刚,《稳定同位素在地质科学中的应用》,陕西科学技术出版社,西安,1985
[14]余志庆等,江西省的伴生金矿,地质与勘探,(9) 1986

OCURRENCE OF BY-PRODUCT GOLD AND IT'S DISTRIBUTION PATTERNS IN HUNAN PROVINCE, CHINA

Bao Zhenxiang

(215 Geological Team of Hunan Nonferrous
metal Geology and Exploration Co.)

Abstract

By-product gold accounts for 60% of the total production of gold in Hunan province occurring in W—sb—deposits, Sb—deposit, Sb—As—deposits, As—deposits and Hg—As—deposits and so on as native gold and sub-microscopic gold. It can be divided into two types. The first is distributed in the associated ore deposits, located in the low—grade metamorphic rock series on the either side of Anhua—Xupu—Hongjian fracture and closely related to ductile shear zones. The second is widely distributed in polymetal deposits related to shallow—acidic—magmatic rocks. For the first it can usually constitutes gold deposits delineated in the associated ore dpeossits but the second can not.