

黔西南微细浸染型金矿控矿条件及找矿标志

陶 长 贵

(贵州地矿局117地质大队)

70年代末,在贵州省西南部发现了一系列微细浸染型金矿床。矿床地质特征和金的赋存状态与美国卡林金矿相似。现将本区金矿划分为层控型、断层型和综合型3类,分别总结了控矿条件和找矿标志。

关键词: 贵州省西南部;微细浸染型金矿;成矿规律;找矿标志

黔西南微细浸染型金矿,是70年代末在我国发现的一种新类型金矿。该矿床的地质特征和金的赋存状态与美国卡林金矿相似。近年来,在桂西北、黔西南地区,已找到并控制了多个大、中、小型这类金矿。经过小规模采冶试验,生产出黄金数千两,结束了贵州不能生产黄金的历史。

笔者参加了该地区“六五”金矿科技攻关课题研究。1989年7月,戈塘等金矿已列入国家建设计划。微细浸染型金矿的发现,开拓了我国找金的新领域。

区域控矿地质条件

黔西南地区为扬子准地台与华南褶皱系的嵌合地带,属南岭纬向复杂构造带的西延部分,广西山字型与昆明山字型的复合区。该区由北至南,由威宁弧、晴隆弧、兴仁弧、兴义弧和南盘江弧等弧形构造组成(图1、2)。各弧形构造的东侧,与北西向紫云—垭都深断裂复合;西侧呈南西向伸入云南,与昆明山字型相接。其中,晴隆弧西侧与陆良深断裂叠合,南盘江弧与开远—平塘深断裂及册亨—泥凼深断裂叠合。

区内地层以三叠系分布最广,二叠系次之,侏罗系缺失,下白垩统只有零星分布。三叠系可划为两个分区:北部属黔西南分区,以台地型碳酸盐类沉积为主;南部为黔南分区,以广海盆地相及浊流相沉积为主。

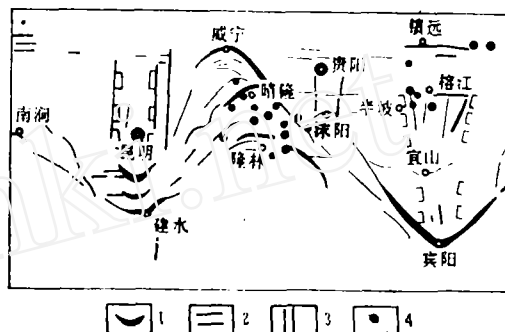


图1 黔西南金矿的分布与广西、昆明山字型构造的关系

1—山字型构造; 2—纬向构造; 3—经向构造;
4—金矿床(点)

在扬子与华南两构造单元接壤地带,沉积相变急剧,相位交错,使黔西南分区东部边缘发育了一套礁(滩)沉积,并分割了两个分区。前者为印支浅海台地,后者为海西—印支扩张海盆。

区内岩浆活动有两类:一是燕山期偏碱性超基性岩—基性碱性岩,岩体规模小,形态复杂;一是晚二叠世峨眉山玄武岩。据物探资料推测,南盘江弧、兴仁弧深部可能有燕山期链状花岗岩带隐伏。此外,在黔桂交界处有中下三叠统火山碎屑浊流沉积,晶屑间见后生含金粘土充填。

早二叠世晚期至晚二叠世早期的火山—沉积岩系和陆缘细屑岩系,被认为是区内的矿源层。它们局限于两个特定的沉积相位:

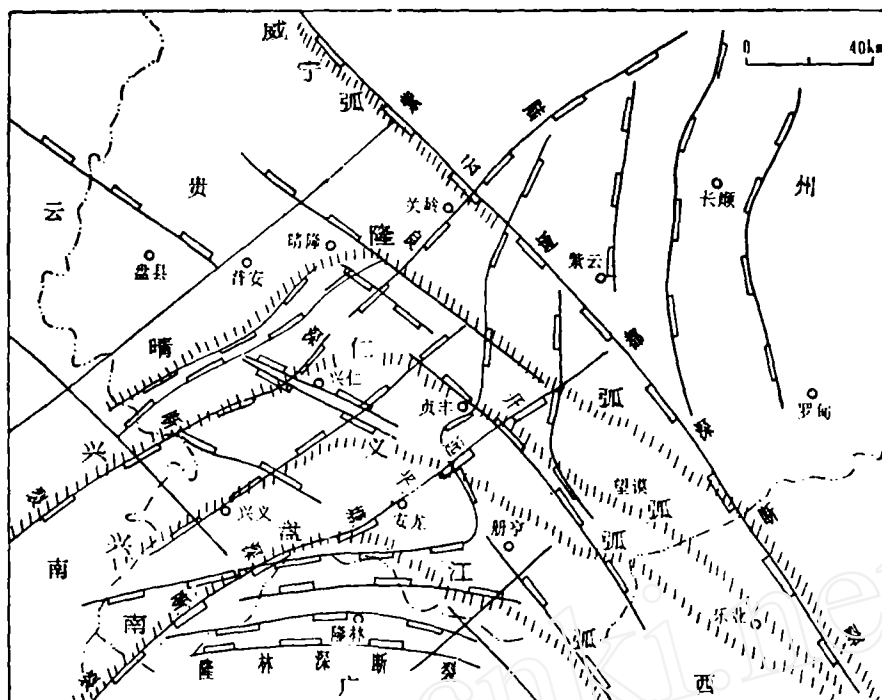


图 2 黔西南地区古构造和弧形构造

一是台地靠陆地侧的滨岸潮坪相带，一是广海盆地边缘斜坡相带或台盆边缘斜坡相带。

矿体产出位置一般距矿源层不远，或者就产于矿源层中。粘土岩、细屑岩和泥灰岩是成矿有利的岩性。印支—燕山期的穹窿构造和断裂、高热异常带，对金矿的形成有明显的控制作用。

矿区主要分布在穹窿和背斜构造的翼部或倾伏端。常见切割上述主褶皱的压扭性断层或层间推覆断层。裂隙，尤其是层间裂隙，是容矿的主要构造。矿体产状与围岩大体一致，或切穿层理。成矿作用可分 3 个阶段：①沉积作用阶段，形成初始矿源层；②热液作用阶段，使矿源层中的金活化、迁移、富集，是主要的成矿阶段；③氧化淋滤阶段。

产于台地区的金矿床（点）已知有安龙的戈塘，晴隆的大厂、沙子岭、固鲁，兴仁的三岔河、紫木垭等。除三岔河、紫木垭

外，其余矿床（点）均产于大厂组或与之呈相变关系的峨眉山玄武岩第一旋回中。含矿岩石为粘土化玄武质熔岩、火山碎屑岩或粘土岩、角砾岩。三岔河金矿产于东西向构造破碎带中，含矿地层为长兴组至夜郎组第一段下部（ $P_{2c}-T_{1y}^1$ ）的粘土岩、泥灰岩和白云岩。紫木垭金矿产于下三叠统夜郎组第一段（ T_{1y}^2 ）粘土岩和粉砂岩中。

产于盆地区的金矿有册亨的丫他、丹阳、尾怀、百地，贞丰的烂泥沟、秧友，望谟的大观等。含矿地层主要为中一下三叠统盆地边缘相的紫云组、许满组（新苑组），部分地段可上至边阳组下部。含矿岩石主要为粉砂岩和粘土岩。

矿床基本地质特征

1. 金矿的产出形态

根据控矿构造和岩石特征等，可划分为 3 种类型：

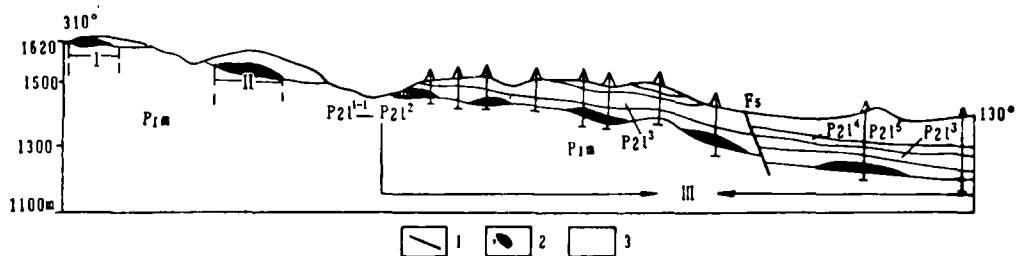


图3 戈塘金矿区0线剖面图

P_{1m}—茅口组灰岩; P_{2l1-1}~P_{2l1-5}—龙潭组岩石; 1—断层; 2—矿体; 3—矿带号

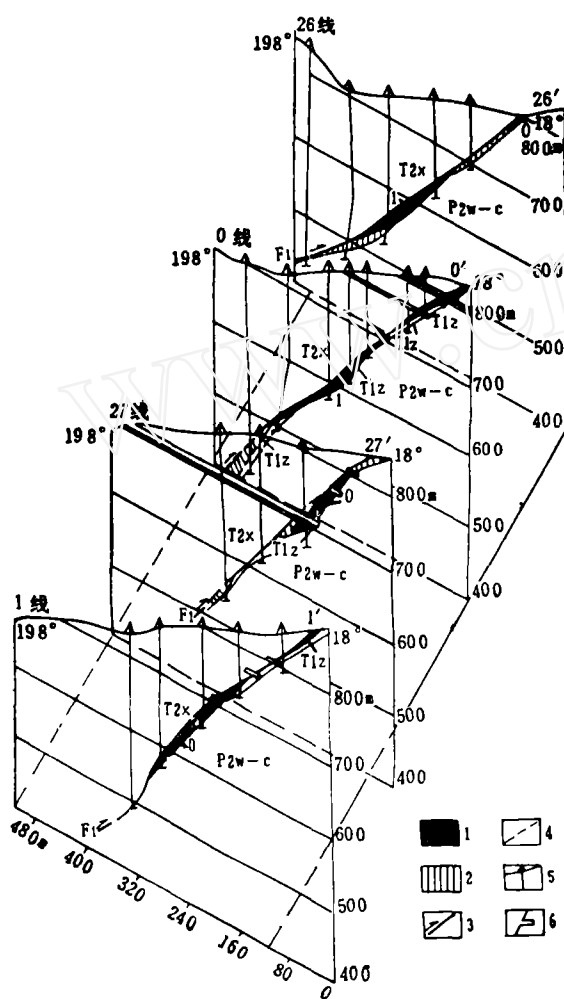


图4 板其金矿联合剖面图

T_{2x}—中三叠统新苑组; T_{1z}—下三叠统紫云组;
P_{2w-c}—上二叠统吴家坪—长兴组; 1—金矿体
及其编号; 2—含金层; 3—逆断层; 4—地质界
线; 5—钻孔; 6—坑道

(1) 层控型(戈塘型)金矿 无论是矿区、矿床还是矿体的分布, 均严格受含矿层控制(图3), 特别是受龙潭组(P_{2l1})底部与茅口组(P_{1m})间侵蚀面上之硅化、角砾化粘土岩、硅化灰岩角砾岩控制。含矿层是找矿勘探的对象。

(2) 断层型(板其型)金矿 矿体受层间推覆断层控制(图4), 控矿断裂是找矿标志。

(3) 综合型(丫他型)金矿 矿体受

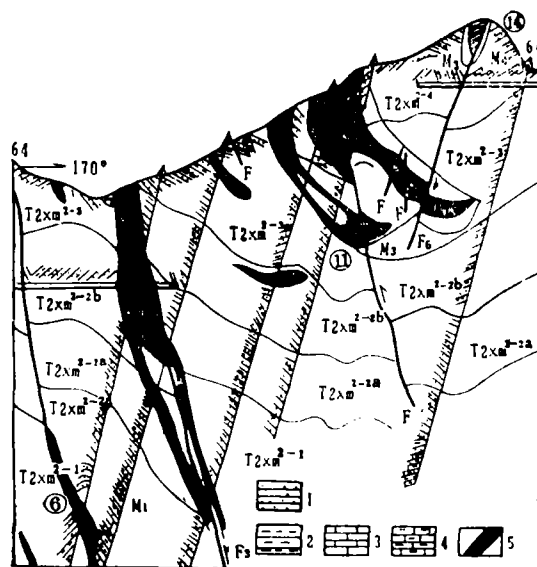


图5 丫他金矿64线剖面图

1—砂岩、粉砂岩; 2—粘土岩; 3—泥晶灰岩;
4—泥灰岩; 5—金矿体; M—含矿带及其编号;
F—断层

板其金矿矿石中各类矿物的分布及其含金性

表 1

项 目	黄铁矿 (含白 铁矿)	毒 砂	碳 质	以水云母 为主的粘 土矿物	石 英	碳酸盐 类矿物	钛铁矿(透 辉石、菱铁 矿、重晶石)	磁铁矿	合 计
各类矿物所占重量百分比*	3.55	0.13	0.05	49.11	55.85		0.20	0.11	100
金在矿物中的分布率, %	5.63	0.30	0.99	92.99	1.55		0.02	0.02	100
各类矿物中的金品位, g/t	45.89	70	33.69	75	1.76	0.03	2.94	6.50	

* 硫化矿物在矿石中只占3.85%。(据地矿部综合研究所资料)

丫他金矿矿石中各类矿物的分布及其含金性

表 2

项 目	黄铁矿	辉锑矿	粘土矿物	碳 质	碳酸盐类 矿物	石 英	磁黄铁矿和 磁铁矿等	合 计
各类矿物所占重量百分比	4.72	0.05	42.51	0.11	4.6	47.96	0.05	100
金在矿物中的分布率, %	62.125	0.01	35.01	0.48	0.55	1.82	0.005	100
各类矿物中金品位, g/t	83.2	1.32	5.2	27.32	0.75	0.24	0.61	

(据地矿部综合研究所资料)

高角度压扭性断裂破碎带和褶皱构造综合控制(图5)。矿体呈与地层产状一致的层状、似层状,或与地层交切的脉状、透镜状。

事实上,黔西南金矿远景区是由上述多种类型金矿构成的,而非单一的层控型。

2. 矿石物质组成

矿区已发现近50种矿物。与成矿关系密切者有砷黄铁矿、毒砂、白铁矿和水云母等。毒砂和环带状砷黄铁矿是含金的标志性矿物。金呈显微一次显微状产出。矿石中各类矿物的含量和含金性见表1、2。

由表1和2可见,板其金矿金在水云母相中含量高达92.99%,硫化物相含金5.03%;丫他金矿水云母相含金占62.13%,硫化物相含金35.01%。戈塘金矿主要为氧化矿石,金主要赋存于石英和黄铁矿中;其中游离金占83.2%,氧化铁和碳酸盐中包裹体金占13.13%,硫化矿物包裹体金占1.75%,硅酸盐类矿物包裹体金占1.75%。金的粒度一般为0.02 μ ,呈浸染状分布。

矿石的化学成分(%): SiO_2 65~72, Al_2O_3 11~15, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 6,其余为 K_2O 、 CaO 、 MgO 等。戈塘金矿 SiO_2 高达86.4%。具有工业意义的只有金元素。As、

Sb、Hg等的含量因矿区而异。

3. 矿石的结构构造和类型

矿石的结构有自形、半自形、环带状、草莓状、骸晶状和鱼刺状等。与金有关的是变晶黄铁矿。矿石构造主要有浸染状、变余胶状和角砾状等。

据矿石的化学成分和矿物组合,可分为4个类型:正常矿石、硅质矿石、黄铁矿质矿石和毒砂质矿石。其中以黄铁矿质和硅质矿石含金最高。唯戈塘为褐铁矿化、硅化灰岩角砾岩和硅化粘土岩角砾岩型矿石。

4. 矿石浸出试验

板其、丫他和戈塘矿区不同浸出法试验结果见表3。其中丫他和板其金矿需焙烧至700~800℃,以破坏粘土矿物的 $[\text{OH}]^-$ 和黄铁矿晶格,才能取得浸出的最佳效果。

5. 围岩蚀变与成矿温度

与矿化有关的围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、白铁矿化和辉锑矿化。蚀变产生的新生矿物有砷黄铁矿、白铁矿和毒砂等。均一法成矿温度,丫他矿区为245~320℃,平均282℃;板其矿区为150~250℃;戈塘矿区为280℃。尽管各矿区不同矿化阶段的成矿温度变化范围较宽,但总的趋势由早期到

金矿石浸出试验 表 3

板 其 金 矿	氯化焙烧—氰化浸出法, %			
	浸出率	提取率	总回收率	浸渣品位, g/t
	87.3	97	84.68	2.92
	预先氧化—全泥氰化浸出法, %			
	80.95	97.35	78.8	1.24
丫 他 金 矿	加压氧化—氰化浸出法, %			
	91.44	99.55	91	0.35
	氧化焙烧—硫脲浸出法, %			
戈 塘 金 矿			72.3~84.54	
	全泥氰化法, %			
			85.53	

晚期逐渐降低。第二、第三主矿化阶段, 成矿温度比较集中 (200~250℃)。

6. 特征元素组合和硫同位素组成

本区矿化原生异常的特征元素组合为 Hg—As—Sb—Mo。Au 和 As 正相关。他们是找金的指示元素。原生晕垂直分带: Ba—Sr—Pb (F、Hg、Ag) 为矿上晕, As—Au—Mo—Cu—Sb 为矿体晕, Co—Zn—Sn—Cr 为矿下晕。

硫同位素组成: 板其金矿 $\delta^{34}\text{S}(\%)$ 为 +7.7~14.7, 平均 8.8, 极差 7.5; 丫他金矿 $\delta^{34}\text{S}(\%)$ 为 -2.3~+8, 平均 +4.25, 极差 10.3; 戈塘金矿 $\delta^{34}\text{S}(\%)$ 为 -1.3~+5, 平均 1.9, 极差 6.3。

根据以上资料认为, 板其金矿成因为沉积—渗滤改造型, 丫他金矿为低温热液型, 戈塘金矿为层控沉积再造型。

矿化富集规律

1. 戈塘金矿 (层控型)

大量的室内外资料表明, 金矿体的形成受古侵蚀面上岩溶的发育情况、岩性、蚀变、热异常和表生期的氧化程度等制约。

(1) 侵蚀面岩溶 下二叠统茅口组 (P_{1m}) 与上二叠统龙潭组 (P_{2l}) 之间,

存在一侵蚀面。受北东—南西和北西—南东向两组裂隙之影响, 侵蚀面上之溶沟、溶槽亦作上述方向展布。这两组裂隙形成始于东吴运动, 尔后在燕山期又有活动, 特别是层间断裂多沿此脆弱带叠加; 使岩石再度破碎, 形成复杂的角砾岩组合。规模较大的溶沟、溶槽有一定的等距性: 北东组间距约 200~300m; 北西组间距 100~150m。大溶沟内的小溶槽间距大致 30~50m。在岩溶的凹坑处, 有利成矿的岩石普遍增厚, 金矿体也加厚。

(2) 围岩蚀变 火山热液活动作用于灰岩角砾岩和粘土岩角砾岩, 形成硅化蚀变。这种蚀变是一种宏观的找矿标志。伴随硅化作用, 有黄铁矿和毒砂等矿物析出。黄铁矿化是戈塘矿区主要的载金矿物。黄铁矿化越强, 金的富集程度越高。同一含矿层中所产上下两层金矿体的硅化蚀变, 无穿层现象。

(3) 热异常与金的富集 戈塘穹窿是一高热异常区。据云贵石油勘探资料, 穹窿深孔钻测温, 兴参井孔深 2934m。孔深 0~200m 龙潭组含煤碎屑岩, 平均增温率为 $2^\circ\text{C}/100\text{m}$; 孔深 200~1200m 茅口组和栖霞组碳酸盐类岩石, 平均增温率为 $7.8^\circ\text{C}/100\text{m}$; 1200~2000m 中上石炭统碳酸盐类岩石, 平均增温率为 $5.9^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。这表明穹窿构造地热增温率相当高。由于碳酸盐岩的储热和碎屑岩的隔热作用, 存在于穹窿部位的矿源层在沿构造破碎带活动的热液渗滤、扩散作用下, 金只能在适宜的部位迁移、聚集成矿。

(4) 次生富集作用 地表金矿体几乎都受到不同程度的氧化, 使黄铁矿变为黄钾铁矾和脉状、皮壳状褐铁矿。随着硫 (砷) 化物的解体, 使金迁移、富集。这种次生富集包括硅化作用和表生氧化作用两个阶段。
①硅化作用可分为若干期。在第 2 期硅化作用中, 原生岩石中的碱金属使金形成易溶的

盐类迁移。当pH值为5.7~8.6时,金呈自然元素态沉淀。②表生氧化作用主要受地形和气候影响。本区主矿体多在潜水面之上200~400m,加之当地气候潮湿多雨等因素,给地表风化作用提供了有利条件。原生矿石在这样的环境中,载金的硫(砷)化物分解,活泼性元素流失,而Si、Fe、Al、Au等聚集,金粒发生次生长大现象,成色提高。

2. 丫他金矿(综合型)

(1) 矿体空间分布规律 在平面上,矿体受纵向压性、压扭性断裂控制明显,成行有序展布。富矿体主要产于S型的磺厂背斜、向斜的弓突部位。在剖面上,上述部位恰是褶皱的层间虚脱带,是压扭性结构面的枢纽部位和高序次断裂中相对封闭的低压区。在已圈定的14个矿体中,2/3以上的富矿产于断裂转弯、产状由陡变缓、高低序次构造交接、背一向斜连接翼或层间虚脱部位。沿主要导矿断裂(F_2)分布的矿体形态复杂,常有分枝复合、尖灭再现现象,矿体延深也大,并有多阶段矿化叠加。离开控矿断裂10m左右,常有透镜状的小矿体沿层间虚脱展布;矿体延深小,矿物组合简单。

同时,矿体还有等距分布的特点。受右行反扭构造系统之控制,矿带内的矿体以10~15m的间距作右行斜列展布,向东侧伏。包容在高序次控矿构造中的低序次构造,及其与主要导矿构造交接复合的形式确定了矿体的形态和组合特征:平行排列、右行斜列或入字形组合(图6)。矿体主要呈透镜状、脉状和似层状。

(2) 矿物组合规律 丫他矿区矿化可分为5个阶段。从早期到晚期,相应地形成不同的矿物组成。

第Ⅰ矿化阶段为石英—黄铁矿化阶段,主要矿物组合为黄铁矿和微晶石英。第Ⅱ矿化阶段为毒砂—白云石—石英阶段,主要金属矿物组合为毒砂、白铁矿、胶状或含砷环带状黄铁矿,非金属矿物有石英、白云石和

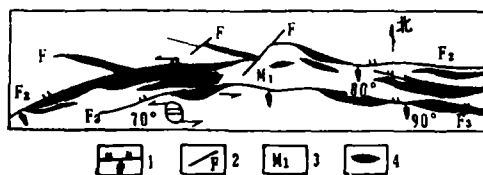


图6 丫他矿区 F_2 与 F_3 断层控制的940m中段矿体排列组合形式图

1—成矿前断裂;2—成矿后断裂;3—金矿带及其编号;4—金矿体

水云母。第Ⅲ矿化阶段为多金属—水云母—石英阶段,主要金属矿物组合为黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、白铁矿和球粒状黄铁矿,非金属矿物有石英、迪开石—雄黄和水云母。第Ⅳ矿化阶段为辉锑矿—重晶石—方解石阶段,金属矿物组合有辉锑矿、自形黄铁矿,非金属矿物为重晶石、方解石、石英和雄黄。第Ⅴ矿化阶段为雄黄—方解石阶段,主要矿物组合为黄铁矿、方解石和雄黄。

距主断裂5~10m范围内,矿物组合复杂,蚀变强烈,多阶段矿化和蚀变并存叠加;再向外,蚀变减弱,矿物组合趋于简单。

(3) 矿化叠加富集规律 第Ⅰ、Ⅱ矿化阶段叠加是矿化富集区,是找金的主要对象。第Ⅳ、Ⅴ矿化阶段叠加区,是找砷和锑的标志,不形成金矿。

3. 板其金矿(断裂型)

(1) 岩性和岩相的控矿作用 含矿岩石为下三叠统紫云组广海边缘斜坡深水浊流沉积岩相的含碳质粘土质粉砂岩和粘土岩。该岩系沉积同时,有广海中心火山活动,提供了较丰富的金和其他元素;随着金背景值的增高,形成初始矿源层。岩石中含有大量粘土质、碳质,为金的吸附富集提供了条件。

(2) 不整合面的控矿作用 上二叠统吴家坪—长兴组顶部的岩溶不整合面,是含金层的顶板。该面上有北东向和近东西向两组溶槽,常控制金矿体的形态和分布。同时,

底板的生物灰岩、礁灰岩裂隙发育,为矿液的运移提供了通道。岩溶不整合面附近广泛发育的硅化蚀变,正是矿液运移的证据。

(3) 断裂的控矿作用 F_1 断裂是主要的控矿构造,它是与层理呈小角度相交的推覆断层。 F_1 的上盘为粘土岩、泥灰岩,是矿液运移的阻挡层。

(4) 围岩蚀变与矿化的关系 硅化、毒砂化、砷黄铁矿化和白铁矿化,与金矿化作用的富集关系明显。

找矿方向和找矿标志

1. 找矿方向

黔西南地区微细浸染型金矿,是产于广西和昆明两个山字型反射弧复合三角地带特定地质条件下的新类型金矿。已有资料表明,这种层控金矿是沿该区域性玄武岩的内外缘分布,应沿上下二叠统侵蚀面上有角砾化粘土岩存在的地段开展找矿工作。其他类型金矿,应在反射弧内与古断裂、隆起上有继承性断裂活动的地段,在滨岸潮坪相、台盆边缘相带分布区开展找矿工作。

2. 找矿标志

(1) 含金层位 黔西南金矿的赋矿层位较多,有利的成矿层位主要有:①二叠系大厂层(P_2dc)或玄武岩第一段($\rho\beta^1$),如安龙的戈塘、晴隆的大厂等10余处金矿床(点),与之伴生的有辉锑矿、黄铁矿矿床。②下三叠统夜郎组第二段(Ty_2^1),以紫木函金矿床为代表,金矿主要产于该层下部粘土岩所形成的构造破碎带中。③二叠系龙潭组第四段(相当于长兴组),如三岔河矿点,附近有砷、汞矿产出。④二叠系栖霞组第二段(Pq_2^2)。⑤二叠系吴家坪组(Pwj)。⑥中三叠统许满组第一段第一亚段(Txm^{1a})和第二亚段(Txm^{1b}),如望谟的大观等5个矿点;许满组第二段(Txm^2)有丫他等金矿床(点)7处。

(2) 控矿构造 多为穹窿或背斜构造

的翼部和倾伏端,常有切割主要褶皱的压扭性断裂、或沉积间断面、或层间推覆断层。特别要注意近东西向、北东向和北西向三组构造的复合处。

(3) 围岩性质和蚀变 含金的细碎屑岩比不含金的同类岩石Fe、As含量增加。含金的粘土岩比不含金的同类岩石Fe、As、K、Al增加,Si减少。含矿粉砂岩比同类岩石Si增加。孔隙度小并含有机碳的含矿岩石,比孔隙度大、含碳低的同类岩石含金高。与金矿有关的围岩蚀变主要是硅化、黄铁矿化、毒砂化和粘土化。

(4) 硫化物脉与矿物组合 有利成矿构造部位,常见富含硫化物的细脉密集区。如石英脉、铁白云石—黄铁矿—辉锑矿—雄黄细脉,可作为找矿标志。黄铁矿—毒砂—含砷黄铁矿—白铁矿—铁白云石矿物组合的出现,是判别矿带(体)成矿性好的重要标志。

(5) 地球化学特征 As—Sb—Hg—Mo是本区找金的主要指标元素,次要元素为Ba—Mn。可根据元素分带检查和预测盲矿体。

(6) 载金矿物标型特征 本区主要载金矿物是含砷环带状黄铁矿和毒砂;次要矿物有偏胶状黄铁矿、白铁矿和蚀变水云母。不同矿化阶段的不同矿物、同种矿物含金性不同。以黄铁矿为例,第I矿化阶段以五角十二面体为主,单矿物含金3.2g/t。第二矿化阶段多具含砷环带状和花环状结构,外环含Au、As,维氏硬度比内环低,反射率比内环也低。单矿物含Au 50.73g/t,是主要成矿阶段。第III矿化阶段呈球粒状或放射状,单矿物含Au 0.6g/t。第IV矿化阶段多为自形晶,并与方解石共生,单矿物含Au 0.9g/t。

当前,黔西南地区金矿地质工作进展较快,新含金层位和找矿线索不断发现。随着找矿的深入,成矿规律的认识必将日臻完善。