

龙水金矿矿床成因初步探讨

傅成铭

(西北地勘局 203 研究所)

桂东南金成矿带矿床(点)分布广泛,成矿特征相似。龙水金矿是该矿带中的主要矿床之一,开采历史较久,成因争论颇多,从而导致对矿带找矿远景的认识亦不相同。探讨龙水金矿的成因,祈能有助于找矿工作的进一步开展。

成矿地质背景

龙水金矿位于南岭复杂构造带中段与湘南经向构造带末端相截部位,桂东南金矿带的北西缘。矿区位于大宁花岗闪长岩体与寒武纪地层的接触带上(图1)。

矿区出露的地层主要是寒武系砂页岩建造和泥盆

系那高岭组泥灰岩建造。矿床赋存于寒武系清溪亚群($\epsilon sh_1^1-\epsilon sh_1^4$)含炭质砂页岩建造中。矿区主要构造线方向呈北北东向和北北西向。矿床主要产于北北东向断裂及其次级构造带中。矿区东部和北部出露有加里东期(445~407百万年,据冶金地质204队)和印支期大宁复式花岗闪长岩岩基。加里东期以斑状花岗闪长岩为主,石英闪长岩次之;岩体中普遍见有黑色闪长岩残留包体。印支期主要为细粒花岗岩,分布很少。加里东期花岗闪长岩与成矿有一定关系。

矿床特征

据初步统计,矿区有60余条矿脉,局部富矿包最高品位可达625g/t。

金矿床可分为破碎带硫化物型和石英脉型两种。前者分布于距岩体接触带较近(1~800m)的北北东向断裂和近东西向破碎带中,如龙水1号脉带和骆驼峰15号、16号矿脉;后者分布于距岩体接触带较远(300~1500m)的北东向断裂带中,如4号脉带。工业矿化主要富集于海拔100~400m范围内。

矿化有四期。从早至晚分别为:变质热液期,早期贫硫化物石英期,多硫化物石英期和晚期贫硫化物石英期。多硫化物石英期是主要成矿期。金主要呈裂隙金状态产出;黄铁矿、黄铜矿中亦常见有金的包裹体,方铅矿、闪锌矿中只见少量金包裹体。对赋存于不同矿物中的9粒金的电子探针分析,金的成色为491.09~771.70,平均为637.98(刘自力,1983)。

矿床成因

1. 矿体围岩——矿源层 区内工业矿体均产于寒武系炭质砂页岩中,顺层分布的特征较为明显。寒武系炭质砂页岩($\epsilon sh_1^1-\epsilon sh_1^4$)中金的含量为23.0~42.1ppb(乔恩光,1981),高出金的克拉克值(3.5~4ppb)5~10倍。相应地层中与金相关的元素Cu、Pb、Zn等背景值亦较高。

王秀璋等认为,层控金矿床的包裹体细小、规则,类型复杂,以液体包裹体为主。包裹体成分总的特点是: $Ca^{2+}>Na^{+}>K^{+}>Mg^{2+}$, HCO_3 和 $SO_4^{2-}>Cl^{-}$

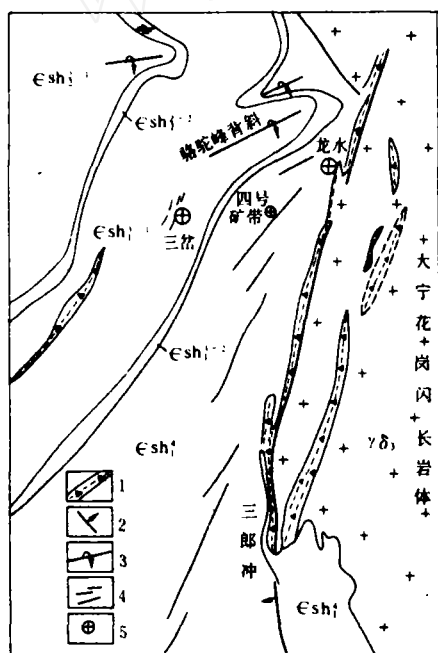


图1 龙水金矿地质简图

(据广西冶金地质204队)

ϵsh_1^1 —炭质砂页岩互层; ϵsh_1^{2-4} —石英粉砂岩;
 ϵsh_1^1 —灰黑色砂页岩互层; ϵsh_1^{2-4} —石英粉砂岩
夹页岩; ϵsh_1^1 —不等粒石英长石砂岩; $\gamma\delta_1$ —花
岗闪长岩; 1—破碎带; 2—断层; 3—倒转背
斜; 4—褶皱群; 5—矿床

F。δD值比较接近，大部分在-50~-90‰之间。

作者在镜下对矿区光薄片做了观察，发现包裹体主要赋存于石英和闪锌矿中。石英中包裹体为浅灰色至无色，呈滴珠状、长圆状，颗粒细小，一般<0.01

mm，最大0.02mm；多数是气液包裹体，少数是液体包裹体。均一法测定其形成温度为185~240℃，气液比为5~15%。包裹体成分 $Ca^{2+} > K^+ > Na^+ > Mg^{2+}$ ， $Cl^- > F^-$ （表1），与层控矿床统计资料基本吻合。

包裹体成分测定结果*（×10⁻⁴ ppm）

表1

编号	矿物	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂
L16-10	石英	0.338	0.137	0.369	0.027	0.0308	0.181	1.399	0.044	0.006	0.039
L16-4	石英	1.281	0.639	1.698	1.874	0.100	0.926	25.80	0.481	0.042	0.074
L66-3	石英	1.498	0.167	0.097	0.087	0.051	0.158	5.24	0.05	0.003	0.087

*冶金部地质研究所测定，1983。

据杨绍修等统计，广西产于寒武系中的金矿床（点）占该自治区金矿床（点）总数的73.3%，而桂东南这类金矿床（点）达100处以上。这是寒武系做为矿源层在区域上的一个显示。

2. 构造控矿 区内褶皱、断裂构造均较发育，与金矿的关系密切，控制着矿体分布和产出。

（1）褶皱—断裂构造的演化

①成矿前的构造：发生于加里东运动的早至中期，形成北东向主断裂，并有花岗闪长岩侵入。动力变质作用强烈，断裂带旁侧片理化发育。寒武纪地层中金

有初步富集（Au<3g/t）。

②成矿期构造：继承了成矿前的构造特征，发生于加里东运动晚期（4~4.5亿年）。按构造活动先后和性质，可分为初期压扭性构造、张性构造，后期压扭性构造和晚期张性构造四个阶段。

在张性构造活动阶段，初期形成细脉状贫硫化物石英金矿脉；后期张裂作用加强，形成多硫化物石英金矿脉，脉幅宽，金的含量很高，为矿区工业矿化期。晚期张性构造活动阶段有贫硫化物石英脉形成。

③成矿后构造：发生于印支—燕山期，张性活动

龙水金矿断裂构造演化特征表*

表2

构造运动	运动期次	应力场特征	主应力方向	构造岩特征	变形特征	镜下特征	蚀变与矿化
成矿前构造	Ia	压扭性逆断层，垂直运动为主		构造片岩、炭质构造片岩、断层泥	紧闭压扭性塑性变形，脆性变形	炭质与石英呈混合状，炭质微片理发育	早期黄铁矿化、重结晶，沿构造片理发育；晚期区域变质作用，形成瓷白色石英，矿化极弱
	Ib	开放性正断层，垂直运动为主		构造角砾岩，为早期片理化岩石破碎而成			
成矿期构造	IIa	压扭性水平运动，左旋		碎裂岩，构造透镜体	压扭性—张性变形	石英破碎，变形纹发育	早期贫硫化物石英脉 多硫化物石英脉
	IIb	张性水平运动，由小到大					
	IIc	压扭性断裂，垂直运动为主		棱角状碎裂岩	压扭性—张性变形	粗粒黄铁矿普遍压碎，方铅矿黑三角孔扭曲	晚期贫硫化物石英脉
	IId	构造发生张裂，水平运动					
成矿后构造	IIIa	张性急剧增强，水平运动			开放性张性断裂，脆性变形		硅化、碳酸盐化，无矿化
	IIIb	晚期东西向构造运动较强					

*据盛云台修改。

①据矿体中铅同位素样品分析，用铅单阶段封闭系统演化模式计算的模式年龄。

急剧增加,形成石英—碳酸盐脉或粗粒梳状石英脉。

综上所述,本区的构造活动及其所控制的成矿作用,具有多期次、多阶段的特点。各期构造活动的性质、应力方向、矿化特征列如表2。成矿前和成矿期

所形成的石英的物理性质和所含杂质元素亦有不同(表3),反过来,石英性质的这种差异,也显示了其成因的不同。

(2) 构造控矿形式

不同石英之物化性质* (ppm)

表3

矿物	颜色	光泽	Pb	Ag	Li	As	注
含石英英	灰白	油脂光泽,常铁染	100~1000	10~300	300~1000	50~300	来源较复杂
不含石英英	瓷白	玻璃光泽,表面干净	30~50	1~5	>1000	30~50	区域变质作用产物

*据广西冶金地质204队资料。

矿脉的产出部位和富集程度与构造的性质和组合形态密切相关,表现为单一构造控矿和复合构造控矿。

①单一断裂控矿:矿体的形态和产出,严格受单一断裂构造的产状和延伸控制。如骆驼峰15号、16号脉。断裂的膨大部位常形成富矿包,一般断裂下盘矿化较好。

②近南北向的次级平行断裂控矿:这在矿区具有普遍性。主断裂既是导矿构造又可是容矿构造,它的次级断裂常是容矿构造(如龙水1号脉带)。这种构造组合的规模和强度,由主断裂向侧部依次减弱;次级断裂的分布具有一定的等距性。金矿化的强度也由主断裂向侧部依次减弱(图2)。

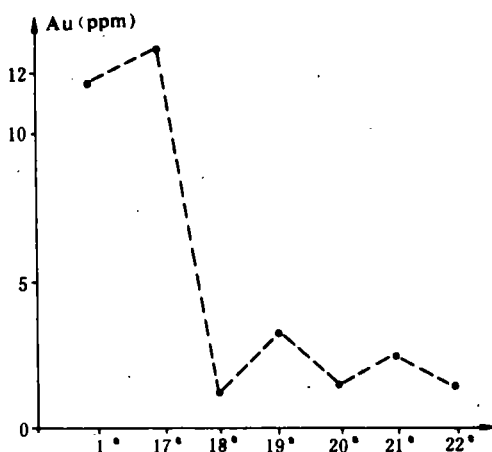


图2 一号矿带各矿脉金品位变化曲线

③褶皱—断裂复合控矿:主要发生于褶皱翼部,多为层间断裂,矿脉有顺层分布的特点。

④两组断裂交叉复合控矿:往往是主断裂延伸方向上有许多垂向断裂,常形成富矿包。这种交叉断裂的分布有一定的等距性。

3. 岩浆岩与成矿的关系 大宁花岗闪长岩岩体普遍分布有暗色闪长岩残留包体。南京大学地质系认为,大宁岩体是重熔深成闪长岩而成。本区各种岩石

金含量分析(表4)表明,在重熔过程中,斑状花岗闪长岩较早期深成闪长岩金迁出5.3ppb。据此计算,每平方公里可迁出金13.75t。可见大宁岩体作为金的一个物质来源是具备的。

大宁岩体不同演化阶段金的分布 表4

岩石	演化阶段	金含量, ppb
闪长岩残留体	早	9.0
斑状花岗闪长岩	↓	3.7
黑云母花岗岩	↓	1.7
细晶岩	晚	1.3

本次工作共测定和收集了15个硫同位素资料²。除3个样品较大地偏离陨石值外, $\delta S^{34}\text{‰}$ 大都在+0.9~+6.28之间,接近陨石硫,反映了岩浆来源的特点(图3)。

区内工业矿体都集中于岩体附近(如1号矿带集

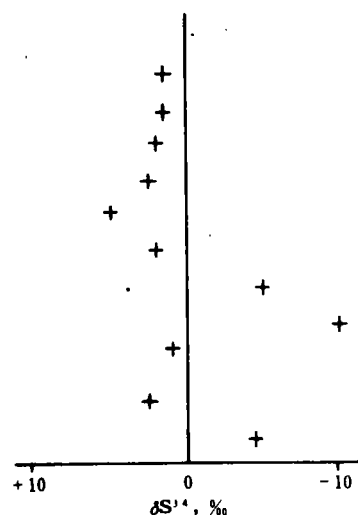


图3 硫同位素分布特征

②硫同位素由冶金部地质研究所测定;收集的同位素资料来自广西冶金地质204地质队。

中了矿区储量的绝大部分,新近发现的17号、19号矿体均靠近岩体),而离岩体较远的4号矿脉带和三岛地区的矿化均较弱,很少构成工业矿体。靠近岩体的矿脉中,矿石矿物种类多(有黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、黝铜矿等)、含量高,远离岩体的多是单一的石英脉型金矿。

与岩体接触带保持不同距离的各矿体中黄铁矿单

矿物分析表明(表5),近岩体者 $Co/Ni > 1$,最高达4.59, S/Se 较低, <51715.18, 最小为4213.33; $As < 0.3$, 反映岩浆热液成因的特征。远岩体者 $Co/Ni < 1$, 最小0.23; S/Se 较大, 达777936.5, $As > 0.3$, 显示沉积矿床特征。这些特征反映了物质来源与岩体、成矿作用和岩浆热液活动的相关程度。

黄铁矿单矿物标型元素含量表*(%, Ag, g/t)

表5

样号	Cu	Ni	S	Ag	Fe	Co	Pb	Zn	As	Se	Te	Co/Ni	S/Se
L4-2	0.018	0.012	49.45		44.78	0.005	0.080	0.072	0.31			0.4167	
L16-1	0.095	0.014	43.09	9.03	38.56	0.024	0.042	0.013	0.11	0.0054		1.7142	7975.95
L16-2	0.456	0.0160	50.56	6.56	45.34	0.018	0.020	0.0089	0.073	0.012		1.125	4213.23
L16-11	0.014	0.0074	45.11	13.55	40.55	0.034	0.060	0.020	0.29	0.0048		4.5905	9397.91
L17-3	0.15	0.0097	49.13	93.18	43.96	0.020	0.41	0.15	0.27	0.00095	0.00017	2.0618	51715.18
L17-5	0.74	0.0093	50.14	56.43	44.32	0.034	0.19	0.19	0.29	0.0014		2.6559	35614.26
L19-5	0.61	0.0073	48.21	634.89	42.64	0.010	0.91	0.14	0.16	0.0016	0.000117	1.3689	45481.13
S66-2	0.030	0.014	49.01	40.01	43.58	0.0010	0.68	1.73	0.62	0.00063	0.00027	0.233	777936.5

*昆明冶金研究所分析。

4. 成矿机理 采自矿体中的16个石英和黄铁矿样品用均一法和爆裂法测温表明,成矿温度在160 ~ 295℃^③。对包裹体分析数据,采用日本武内寿久弥 H_2O-CO_2 体系温度、压力图解,表明成矿压力在170 ~ 550巴,平均250巴。由于测试数据有限,对酸碱度和氧化还原电位只作半定量估算。当pH等于5和10时, Eh分别为0.11~0.14和-0.9~-0.13;表明成矿作用处于近中性、弱氧化和弱还原的条件下。

据已有的资料和分析数据,本区Au主要是呈硫络合物形式搬运的; Au几乎都呈裂隙金和包裹体金的形式赋存于硫化物中,主要是黄铁矿和黄铜矿中;成矿温度与金络合物的实验资料一致;包裹体中 Cl^- 和 F^- 含量低(见表1),而且近矿地层比远矿地层含量更低, Au以卤络合物形式迁移的可能性不大;矿体附近普遍发生硅化,且越近矿体硅化越强。

矿化作用与炭质关系密切,炭质片岩是矿区良好的找矿标志之一。

1. 寒武纪地层是金的重要的原始矿源层,龙水金矿具有层控特征。岩浆作用提供了部分成矿物质,显示成矿物质的多源性。

2. 成矿构造具有多期次、多阶段的特点。不同期次和阶段的构造活动对矿化作用有不同的影响。

3. Au主要呈硫络合物形式搬运。成矿作用的温度、压力较低;成矿过程在弱氧化、弱还原的条件下进行。含炭质地层是Au的最佳沉淀场所,并构成明显的找矿标志。

本专题研究过程中,引用了一些有关单位的资料和测试成果,桂林冶金地质学院骆靖中讲师、广西冶金204地质队朱章义工程师、冶金部第一勘探公司刘自力和孟表柱、核工业部203所戴文晗等同志曾给予大力帮助,在此一并致谢。

③冶金部地质研究所测定。

结 论