

# 黔东南地区金矿地质和地球化学特征

黎应书, 秦德先, 普传杰, 陈爱兵, 谈树成, 范柱国

(昆明理工大学 矿产地质研究所, 云南 昆明 650093)

**摘要:** 通过野外调查和室内研究后认为, 黔东南地区存在蚀变岩型金矿床, 并研究了该区该类矿床的地质特征、地球化学特征, 对该类矿床的矿源层和找矿标志进行了探讨. 研究表明, 隆里组的粉沙质板岩和拱洞组的变余(粉)砂岩, 以及具有硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化等围岩蚀变和穿层的石英脉三因素的组合体是该类矿床的成矿特征, 同时也是该类矿床的找矿标志.

**关键词:** 地质特征; 地球化学勘察; 黔东南; 蚀变岩型金矿

**中图分类号:** P315.724 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2004)03-0005-04

## Geological and Geochemical Features of Au Ore Deposit in Southeastern Guizhou

LI Ying-shu, QIN De-xian, PU Chuan-jie, CHEN Ai-bing, TAN Shu-cheng, FAN Zhu-guo

(Geological Institute of Mineral Deposit, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

**Abstract:** After field work and indoor research, it is thought that there is eroded rock-type Au ore deposit in southeastern Guizhou. A careful study is made on the geological and geochemical features of this type Au ore deposit in the area, and the mine source stratum and searching ore indication as well. It's proven that the composites which comprise silty slate of Longli formation, palimpsest sandstone of Gongdong formation, eroded phenomena such as silicification, pyritization, sericitization, chloritization and quartz vein of intersecting stratum, are both the characteristics of deposit formation and the indication of searching this kind of ore deposit.

**Key words:** geological feature; geochemical prospecting; southeastern Guizhou; Altered gold deposit

### 0 引言

在贵州黔东南地区, 石英脉型金矿和砂金矿床点多面广, 但是规模一般不大, 而且规律性也不强, 大都呈零星分布. 然而, 与黔东南地区邻近且成矿环境相类似的桂北地区和湘西南地区却已发现了规模较大的蚀变岩型金矿, 在黔东南地区是否也有该类型的金矿存在呢? 笔者通过野外调查和室内研究后确认, 该区有该类金矿床存在, 并且分析了该类矿床的地球化学特征.

### 1 区域地质概况

从大地构造位置来说, 黔东南地区大致位于新华夏构造体系第三隆起带与南岭纬向构造体系的交汇复合部位. 在区内, 由于东西向的构造带形成得比较早, 受到了后来多期应力作用的强烈改造, 因此极少见到东西向的构造形迹. 而华夏构造体系 and 新华夏构造体系形成得相对较晚, 区内的构造形迹大都表现为北东东—北东—北北东向的断裂和褶皱(图1).

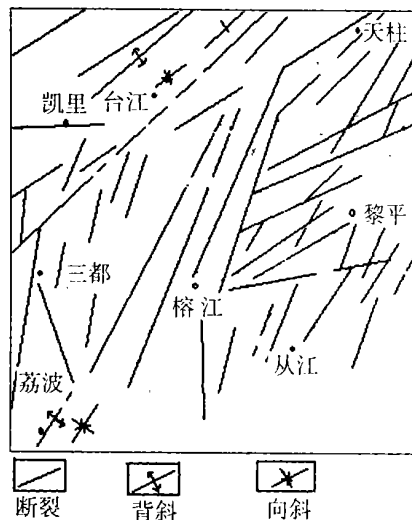


图1 黔东南地区大地构造图

收稿日期: 2003-08-25.

第一作者简介: 黎应书(1966~), 男, 在读博士研究生, 高级工程师. 主要研究方向: 矿产经济和综合信息成矿预测.

区内的地层出露得比较齐全,从前震旦系的板溪群到新生代的第四系均有出露.区内的岩浆活动主要表现为在从江南部摩天岭一带的武陵期、雪峰期和加里东期的花岗岩、辉长岩和闪长岩等,并且大都经历了变质.金矿为区内的主要矿产之一.

## 2 金矿(化)地质特征

在野外工作之前,我们收集了大量资料并进行了研究,针对该区的具体情况,选取了5个工作区域.通过野外工作,发现了一个金矿点和一个金矿化点.这两个金矿(化)点都具有如下地质特征:

### 2.1 构造位置

它们都位于形成于燕山中晚期的新华夏构造体系的北东向断裂和北东东向断裂交汇部位的背斜构造中,金矿体直接赋存在北西向的张扭性裂隙中.

### 2.2 赋矿围岩

它们的赋矿围岩为隆里组的粉砂质板岩和拱洞组的变余(粉)砂岩,尤其是这些地层中比较破碎、蚀变较好的地方,是金矿的产出地.破碎带中的切层石英脉普遍比顺层石英脉赋矿,前者金元素的含量(质量分数,以下同)可高达 $8\ 000 \times 10^{-9}$ ,至少也达到 $100 \times 10^{-9}$ 以上;而后者金元素的含量最高也只有几十个 $\times 10^{-9}$ .

### 2.3 围岩蚀变

与金元素的成矿作用关系密切的蚀变主要有:硅化、黄铁矿化、毒砂化及局部的绢云母化、辉锑矿化和绿泥石化等.一般来说,单一的蚀变不利于矿化,复合蚀变对成矿有利.该类型金矿的主要金属矿物有自然金、黄铁矿、毒砂,局部可见辉锑矿甚至明金;非金属矿物主要是石英.

## 3 地球化学特征

野外工作以采集原生晕地球化学样品为主,在采集不到原生晕地球化学样品的地方,就采集次生晕地球化学样品.在5个工作区域共采集原生晕地球化学样品753件,次生晕地球化学样品221件,对所有样品都分析化验了Au、As、Sb、Hg四个元素的含量.

在室内,用计算机计算和处理这些样品化验分析的数据,计算了元素的平均含量、背景值及异常下限、元素之间的相关系数,而且还对一些元素进行了线形回归分析.下面具体分析这两个矿(化)点、典型破碎带及整个工作区原生晕和次生晕的地球化学特征.

### 3.1 金矿点的地球化学特征

在该矿点及其附近,共采集了162件原生晕地球化学样品,并对其进行了化验分析(表1).

表1 黔东南地区化学元素地球化学特征参数表

	金矿点及其附近	金矿化点及其附近	断裂破碎带			原生晕样品	次生晕样品	
			北东向组	北东东向组	北西向组			
样品数/件	162	338	84	48	12	753	221	
最高含量	Au/ $\times 10^{-9}$	8 000	2 780	60	8 000	60	8 000	980
	As/ $\times 10^{-6}$	20 000	55 000	6 500	20 000	80	55 000	4 000
	Sb/ $\times 10^{-6}$	130	350	24	40	6.4	350	150
	Hg/ $\times 10^{-6}$	14	0.44	0.25	0.91	0.18	14	7.3
最低含量	Au/ $\times 10^{-9}$	0.3	0.3	0.3	0.3	1	0.3	0.3
	As/ $\times 10^{-6}$	5	5	5	5	5	5	5
	Sb/ $\times 10^{-6}$	0.8	0.8	1.6	2.4	1.6	0.8	1.6
	Hg/ $\times 10^{-6}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
背景值	Au/ $\times 10^{-9}$	7.44	1.39	2.05	24.15	14.87	1.63	1.95
	As/ $\times 10^{-6}$	132.40	8.66	254.42	634.87	17.50	25.15	5.87
	Sb/ $\times 10^{-6}$	6.36	4.54	4.89	6.78	3.63	4.70	5.03
	Hg/ $\times 10^{-6}$	0.14	0.04	0.06	0.15	0.10	0.05	0.09

续表 1

	金矿点及其附近	金矿化点及其附近	断裂破碎带			原生晕样品	次生晕样品	
			北东向组	北东东向组	北西向组			
样品数/件	162	338	84	48	12	753	221	
均方根差	Au/ $\times 10^{-9}$	8.68	1.97	2.33	30.31	18.41	2.40	2.36
	As/ $\times 10^{-6}$	186.81	12.44	669.91	887.76	22.31	66.29	1.88
	Sb/ $\times 10^{-6}$	3.26	1.43	1.74	3.45	1.46	1.66	1.42
	Hg/ $\times 10^{-6}$	0.15	0.02	0.05	0.14	0.06	0.04	0.08
异常下限	Au/ $\times 10^{-9}$	24.80	5.33	6.71	84.77	51.59	6.43	6.67
	As/ $\times 10^{-6}$	506.02	33.54	1594.24	2410.39	62.12	157.73	9.63
	Sb/ $\times 10^{-6}$	12.88	7.40	8.37	13.68	6.55	8.02	7.87
	Hg/ $\times 10^{-6}$	0.44	0.08	0.16	0.43	0.22	0.13	0.25
变化系数	Au/ $\times 10^{-9}$	117	142	114	126	124	147	121
	As/ $\times 10^{-6}$	141	144	263	140	121	264	32
	Sb/ $\times 10^{-6}$	51	31	36	51	40	35	22
	Hg/ $\times 10^{-6}$	107	50	83	95	60	80	89

从表 1 中可以看出,金元素的最高含量可达  $8000 \times 10^{-9}$ ,平均含量  $99.84 \times 10^{-9}$ ,背景值为  $7.44 \times 10^{-9}$ ,金元素在地域上的分布较不均匀(变化系数达 117%),异常下限为  $24.8 \times 10^{-9}$ ,异常样品有 38 件,最高含量的样品位于隆里组地层破碎带的切层石英脉中。As, Sb, Hg 3 元素在该矿点上的含量都显得非常高。在该区域,As 元素的分布不均匀(变化系数为 117%);Sb 的分布比较均匀(变化系数为 51%);Hg 的分布情况与 Au 的相类似。

从该矿点元素之间的相关性(表 2)可以看出,相关性最好的是 As 与 Sb(相关系数为 0.92),其次是 Au 与 As - Sb(相关系数为 0.87),而 Hg 与其它 3 个元素的相关系数只有 0.13。说明 Au, As, Sb 3 元素可能是同时富集而成的。

表 2 矿点元素之间相关系数表

元素对	相关系数
As - Sb	0.92
Au - As, Sb	0.87
Hg - Au, As, Sb	0.13

根据前面的分析,我们作出了 Au 元素与 As, Sb 元素的线形回归方程: $Au = 1.82As - 1257.67$ ,  $Au = 17.54Sb - 137.02$ 。

### 3.2 金矿化点的地球化学特征

在该矿化点及其外围,共采集了 338 件原生晕地球化学样品,从表 1 可以看出,Au 元素的最高含量为  $2780 \times 10^{-9}$ ,但高于  $100 \times 10^{-9}$  的样品比较少,平均含量  $11.76 \times 10^{-9}$ ,背景值为  $1.39 \times 10^{-9}$ ,金元素在地域上的分布不均匀(变化系数 142%),异常下限为  $5.33 \times 10^{-9}$ 。其它三个元素的背景值也比较高,分布情况与 Au 的相类似,只是 Sb 和 Hg 的分布要相对均匀一些。

从元素之间的相关性(表 3)来看,Au, As, Sb 三元素之间的相关性比较好,Au 与 Sb 的相关系数为 0.99,Au, Sb 与 As 的相关系数为 0.96,而这三元素与 Hg 的相关性却很差,相关系数仅为 0.02。鉴于此,笔者只作了 Au 与 As, Sb 之间的线形回归方程: $Au = 0.05As - 10.79$ ,  $Au = 8.33Sb - 39.08$ 。

表 3 所有样品和矿化点元素之间相关系数表

元素对	所有样品	矿化点
As - Sb	0.92	0.99
Au - As, Sb	0.89	0.96
Hg - Au, As, Sb	0.06	0.02

### 3.3 典型破碎带的构造地球化学特征

在黔东南地区,北东向的断裂破碎带和北东东向的断裂破碎带比较发育,另外有次级的北西向的断裂破碎带,它们都位于上述的金矿点或者金矿化点上。现按照其方向分别分析其地球化学特征。

#### 3.3.1 北东向组断裂破碎带

在该组破碎带上共采集了 84 件原生晕地球化学样品。从表 1 可以看出,该组破碎带金元素的最高含量为  $60 \times 10^{-9}$ ,平均含量  $15.62 \times 10^{-9}$ ,背景值为  $2.05 \times 10^{-9}$ ,在沿破碎带走向上金元素的分布不均匀(变化系数 114%),在破碎带的北东段 Au 元素相对富集,南西段较不富集,其它 3 个元素的平均含量及背景值相对高于围岩。但是总的来说,该组破碎带金元素的含量都不高,仅有金矿化,没有成矿。因此,该方向的破碎带可能为导矿构造。

### 3.3.2 北东东向组断裂破碎带

在该组破碎带中共采集了48件原生晕地球化学样品.从表1可以看出,该组破碎带金元素的最高含量为 $8\,000 \times 10^{-9}$ ,平均含量 $193.14 \times 10^{-9}$ ,背景值为 $24.15 \times 10^{-9}$ ,异常下限 $84.77 \times 10^{-9}$ ,金元素的分布不均匀(变化系数126%).其它3个元素的上述参数都比较高.根据分析,该组破碎带很有可能为容矿构造.

### 3.3.3 北西向组断裂破碎带

在该组破碎带中共采集了12件原生晕地球化学样品.从表1可以看出,Au,As,Sb,Hg,4个元素的平均含量分别为 $14.87 \times 10^{-9}$ , $17.50 \times 10^{-9}$ , $3.63 \times 10^{-9}$ 和 $0.10 \times 10^{-9}$ ,除Sb,Hg的分布比较均匀外,Au和As的分布比较均匀.该组破碎带也仅仅是金矿化.

### 3.4 所有原生晕和次生晕的地球化学特征

在黔东南地区,共采集了753件原生晕地球化学样品,经过处理后的化探数据列入表1.从表1可以看出,金元素的最高含量为 $26.99 \times 10^{-9}$ ,背景值为 $1.63 \times 10^{-9}$ ,异常下限 $6.43 \times 10^{-9}$ ,高于异常下限的样品有123件,但是在地域上的分布不均匀(变化系数147%),异常样品大都集中于上述的金矿点、矿化点及其附近.其它3个元素的分布与此相类似.

另外还采集了221件次生晕地球化学样品,如表1所示,金元素的最高含量为 $980 \times 10^{-9}$ ,平均含量为 $7.82 \times 10^{-9}$ ,背景值为 $1.95 \times 10^{-9}$ ,异常下限 $6.67 \times 10^{-9}$ ,异常样品有23件,它们都集中于上述的金矿点、矿化点及其外围.

从元素之间的相关性(表3)可以看出,相关性最好的是As与Sb(相关系数为0.92),其次是Au-Sb与As(相关系数为0.89),而Hg与其它3个元素的相关系数只有0.06.故,我们只作了金元素与As,Sb元素的线形回归方程: $Au = 0.24As - 8.3$ , $Au = 6.67Sb - 33.53$ .

## 4 关于矿源层与找矿标志的讨论

在黔东南地区,金元素的分布极不均匀,主要富集在上述金矿(化)点及其附近.我们分地层和岩性分别进行统计分析(表4、表5),就地层的平均含量而言,最高的为隆里组

( $108.48 \times 10^{-9}$ ),拱洞组( $25.69 \times 10^{-9}$ ),其次有甲路组和老堡组(均为 $2.73 \times 10^{-9}$ );就岩性的平均含量而言,较高的有石英脉( $86.24 \times 10^{-9}$ ),变余(粉)砂岩( $27.63 \times 10^{-9}$ )及板岩( $12.15 \times 10^{-9}$ ),其余都较低.可见,在隆里组的(粉)砂质板岩和石英以及拱洞组的变余(粉)砂岩和石英脉中,金元素都比较高,其背景值也高,这是地层沉积时原始丰度较高所导致的.这些都构成了该地区金矿形成的物质基础.在局部地段容易富集成矿,尤其是在上述有利地层中的比较破碎、蚀变较好的地段及其中的切层石英脉更容易成矿,这是由于在燕山中晚期,构造应力作用可以驱使元素在上述地层和岩性的有利部位富集成矿的缘故.所以,隆里组的粉砂质板岩和拱洞组的变余(粉)砂岩,既是金矿的矿源层,又是容矿层.

表4 黔东南地区各地层金元素平均含量对照表

	花岗岩体	河村组	甲路组	乌叶组	番吕组	清水江组	隆里组	拱洞组	长安组	富禄组	南沱组	老堡组
平均含量/ $\times 10^{-9}$	1.04	0.62	2.73	0.58	0.43	0.64	108.48	25.69	1.68	0.56	0.31	2.73

由上述的元素之间的相关性

分析可以看出,4个元素之间一般呈正相关关系,因此,金元素富集的地段,其它3个元素也相对富

集,尤其是Au与As-Sb之间的相关性最好.故,与As,Sb有关的蚀变(如毒砂化、辉锑矿化等)可以作为寻找该类型金矿的找矿标志,尤其是这些蚀变特征与硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化等共存的地方更利于成矿.

### 参考文献:

- [1] 秦德先,燕永峰,洪托,等.矿床数学模型[M].昆明:云南科技出版社,2001.5~36.
- [2] 裴少潭.黔东南金矿的多成因成矿特征[J].西南矿产地质,1989,3(1):16~22.
- [3] 杨世瑜,王瑞雪.北衙碱性斑岩型金矿床矿床遥感地质综合信息.昆明理工大学学报(理工版),2002,27(4):1~5.

表5 黔东南地区各岩性金元素平均含量对照表

	板岩类	变余砂岩类	石英脉类	花岗岩类	片岩类
样品数/件	387	121	140	11	42
平均含量/ $\times 10^{-9}$	12.15	27.63	86.24	1.40	0.59