

# 云南东川滥泥坪矿区因民组顶部 硅质岩成因及其找矿意义

杨成奎

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院 桂林 541004)

**提 要** 通过对云南东川滥泥坪矿区因民组顶部硅质岩的产状、常量元素、微量元素、稀土元素、氧同位素等地球化学特征进行综合研究,表明其成因应为海底喷流热水沉积产物。该硅质岩层还含较丰富的铜矿体,根据地质条件相似性原则,指出了找矿方向。

**关键词** 硅质岩 海底喷流热水沉积 铜矿床 云南东川滥泥坪矿区

云南东川铜矿田滥泥坪矿区的地形条件险峻、地表出露差、地质情况复杂,铜矿体产出也很不规则,是整个东川矿田地质研究较为薄弱的地区,为进一步查明东川铜矿诸多控矿因素,导致大富铜矿体,我们对研究程度最低、地质情况最为复杂的滥泥坪矿区进行了较为深入系统的研究工作,在工作过程中,发现了在该区南区因民组顶部有一层状硅质岩产出,由于其分布较为局限,加上其表面特征不很明显,前人对其认识不充分,也没有做详细工作;通过我们所做的较详尽研究表明,其不是一般正常生物化学沉积成因的硅质岩,而是一套海底喷流热水沉积产物,对今后开展本区乃至整个东川地区的地质找矿具重大意义。

## 1 硅质岩特征及其成因分析

### 1.1 硅质岩的产状

该硅质岩层分布较为局限,仅在滥泥坪矿区的南部蓑衣坡矿段的几个采矿中段的坑道内见到;其主要产于因民组顶部的紫色砂泥岩(紫色层)中,硅质岩岩石致密坚硬,呈层状及网脉(角砾)状,据我们实测其为一大扁豆状,长约500多米、宽100多米、厚0~7.5米不等,中心层厚,往两边变薄至夹灭。整个地质体基本上没受到变质作用的影响,且与上下岩层均为整合接触。

### 1.2 硅质岩岩性特征

#### 1.2.1 颜色

主要为浅肉红色、灰~灰白色为主

### 1.2.2 矿物组成

主要为微晶石英,局部黄铜矿、黄铁矿富集,还含有部分白云石及其一些很细的泥质物和碳质物条带(条纹)。

### 1.2.3 沉积构造

(1)块状构造:由内部组构均一的厚层状硅质岩组成,主要分布于中心部位。

(2)条带(条纹)状构造:主要由硅质条带、含铜、铁硫化物碳酸盐条带、泥质条带等组成多分布在硅质岩层的边部。

(3)网脉状构造:有两种情况,一种是硅质小脉呈网脉状分布于紫色砂岩层中,而另一种是硅质岩小脉呈网脉状产于硅质岩中。

上述沉积构造指示了本区硅质岩是古地热系热水活动产物。条带(条纹)状构造在桂西北丹池盆地热水成因的榴江组(D<sub>3</sub>l)硅岩中亦有发育,其中富SiO<sub>2</sub>的条带是热水沉积活动高峰期的产物,而富铁硫化物条带可能是热水活动安静期的沉积;另外块状硅质岩可能是由于热水溶液与海底稠冷的海水混合或热水溶液去压沸腾使SiO<sub>2</sub>迅速沉积的产物。近热泉喷口是碧玉岩形成的理想场所(周永章,1990;Chen,1990)。

网脉状构造,特别是后一种,实际上也是一种特征的热热水活动标志(周永章,1994),它在哥斯达黎加和美国加州Franciscan热水成因硅岩中很发育(Kuijpers and Denyer,1979;Crerar et al.,1982)。据研究(Keith and Muffler,1978),这种构造是后期热水喷发作用对稍先形成的固结或半固结硅质沉积物破碎的结果,网状石英脉代表了弥散到初生硅质沉积物中的热水活动通道。

### 1.3 硅质岩常量元素地球化学特征

Fe、Mn、Al等主要元素的含量对于区分热水沉积与非热水沉积物(指正常海水中的沉积)具有重要意义。表1列出了本区硅质岩的化学成分。

表1 因民组硅质岩常量元素含量(%)

Table 1 Analysis of normal elements of silicious rock from Yinmin Formation

样号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	烧失量	总和
L <sub>64</sub> -14	95.83	0.044	1.33	0.48	0.87	0.09	0.79	0.22	0.02	0.36	0.06	0.65	100.94
L <sub>8</sub> -12	93.04	0.088	1.30	0.80	0.50	0.06	0.47	1.31	0.028	0.72	0.06	1.77	100.65
L <sub>64</sub> -23	86.02	0.088	1.79	5.13	2.84	0.09	0.31	0.11	0.012	0.51	0.04	3.94	100.88
L <sub>7</sub> -24	85.96	0.13	3.01	2.71	1.16	0.13	0.94	1.96	0.028	0.95	0.08	3.88	100.94
L <sub>8</sub> -21	83.31	0.17	2.32	7.11	0.67	0.12	0.31	1.07	0.02	0.86	0.08	4.48	100.52
L <sub>8</sub> -16	74.83	0.4	9.64	1.60	1.08	0.11	2.80	1.57	0.049	3.37	0.28	4.52	100.25
L <sub>7</sub> -17	74.84	0.22	3.48	10.85	0.79	0.09	0.69	0.53	0.027	1.24	0.21	6.39	99.36

从表1可知,本区硅质岩的FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnO的含量相对较高,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量相对较低,Al/(Al+Fe+Mn)的平均值为0.34(表2),其比值符合热水沉积判别值(表2)。与表3所列的世界一些已知热水沉积硅质岩比较,可见本区硅质岩展示了与热水成因硅质岩具强烈的相似性,而与生物成因硅质岩则差异较大。在TiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>投影图上,本区除1个样品外,全部样品投影点

均位于火山或海底热卤水成因区内(图 1),说明本区硅质岩属较典型热水沉积硅质岩。

表 2 不同矿区硅质岩化学元素比值

Table 2 Ratios of element to element or element group of silicious rock from different mine areas

矿区	样品数	Fe/Ti	Al/(Al+Fe+Mn)	(Fe+Mn)/Ti	资料来源
热水沉积判别值		>20	<0.35	>20	据 Bostrom(1983)
秦岭八方山	2	30.15	0.35	31.28	据吕仁生等
秦岭铅铜山	3	235.20	0.10	239.39	
秦岭邓家山	4	26.89	0.35	39.89	
东川滥泥坪	7	31.5	0.34	31.71	本院科研队

表 3 不同成因硅质岩常量元素含量(%)

Table 3 Normal element analysis of various siliceous rocks

岩石类型	样品数	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	烧失量	总和	资料来源
生物成因的硅质岩	13	95.96	0.03	0.71	0.43	0.08	0.30	0.02	0.02	0.05	0.06	0.02	2.93	100.21	韩发 R. W. 哈钦森 (1989)
与海底热泉有关硅质岩	8	92.31	0.23	2.89	0.43	0.94	0.47	0.95	0.25	0.42	0.33	0.06	0.63	99.93	
与火山有关的硅质岩	34	未测	0.36	5.63		3.72	0.62	1.28	0.23	1.09	1.01	未测	未测		
大厂矿区海底喷流热水沉积硅质岩	10	76.68	0.25	5.65	2.06	4.13	5.93	0.79	0.06	1.37	0.05	0.13	5.50	99.60	
本区硅质岩	7	84.75	0.16	3.36	4.09	0.84	0.10	0.90	0.03	1.14	0.03	0.12	3.66	100.50	本院科研队 (1993)

1.4 硅质岩微量元素地球化学特征

表 4 因民组硅质岩微量元素含量(×10<sup>-6</sup>)

Table 4 Micro-element analysis of siliceous rock from Yinmin Formation

样号	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Cr	V	Mn	Ti	Sr	Ba	Ti/V	Ni/Co
L <sub>64</sub> -7	>5000	28.8	231.5	41.4	133.7	51.5	43.8	750	1643	22.0	732.8	37.5	3.23
L <sub>64</sub> -13	531.4	<7.5	9.8	11.2	26.4	50.7	9.4	1712	277	15.4	84.6	29.4	2.36
L <sub>64</sub> -14	1059.6	75.9	18.1	<3.5	<5.0	32.1	9.5	902	427	15.4	143.8	44.95	1.43
L <sub>61</sub> -23	347.6	190.6	20.4	3.7	<5.0	49.9	40.5	611	1030	15.4	97.9	25.43	1.35
L <sub>7</sub> -17	>5000	72.4	26.5	53.4	21.1	62.6	23.7	742	1261	15.4	996.8	53.21	0.39
L <sub>7</sub> -20	>5000	33.7	24.8	26.8	20.3	60.9	32.0	889	1091	19.4	1488.4	34.09	0.76
L <sub>7</sub> -24	2834.2	12.3	47.2	8.8	17.1	44.8	38.8	1193	924	15.9	396.8	23.81	1.94
L <sub>8</sub> -10	85.6	<7.5	<7.5	<3.5	<5.0	31.5	16.5	1352	387	15.4	43.5	23.45	1.42
L <sub>8</sub> -16	>5000	10.7	26.0	32.2	107.6	56.2	120.2	1108	3756	26.4	738.9	31.25	3.34
L <sub>8</sub> -24	2926.7	9.0	44.0	26.3	28.8	53.1	22.1	1183	1350	15.4	432.4	61.09	2.09

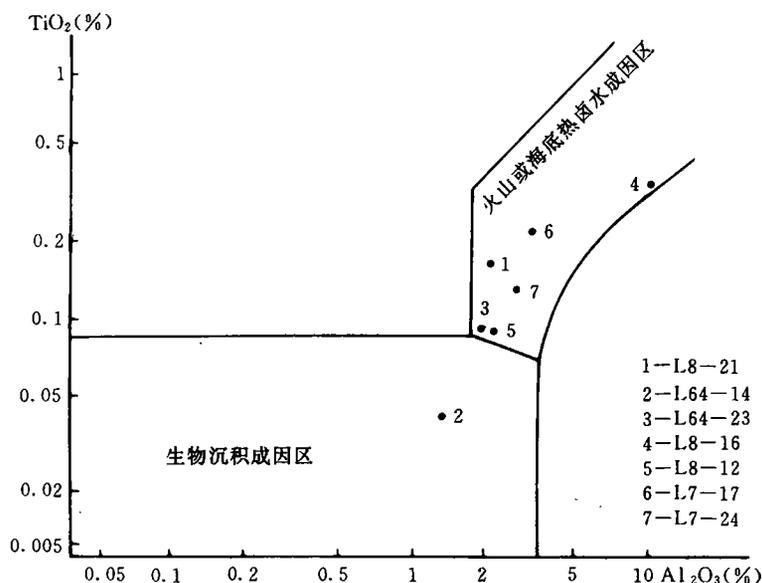


图1 不同成因硅质岩的  $TiO_2-Al_2O_3$  投影图

Fig.1  $TiO_2-Al_2O_3$  diagram of various genetic siliceous rocks

表4列出了本区硅质岩微量元素含量及特征元素比值,由此可见,其以富Ba为特征,且 $Ba > Sr$ ,而Ba富集可在哥斯达黎加和桂西北热水成因硅质岩中观察到(Hein et al, 1983; Chen and Chen, 1990; 周永章, 1990)。另据资料表明一般海相热水沉积物的微量元素比值 $Ti/V$ 大于20,  $Ni/Co$ 小于3.6,本区硅质岩也具相类似的特征。又在 $Co+Ni-As+Cu+Mo+Pb+Zn+V$ 判别图上(图2),本区硅质岩微量元素含量点均落在热水沉积区内。属较典型热水沉积硅质岩。

### 1.5 硅质岩稀土元素地球化学特征

硅质岩稀土元素含量特征是区分热水沉积和非热水沉积的主要标志。本区硅质岩稀土元素含量见表5,稀土元素的分析结果经标准化处理(据里德数值)得出稀土元素配分模式(图3)。由上述数据可以看出,本区硅质岩的稀土总量低,其变化范围为 $11.44 \times 10^{-6} \sim 238.09 \times 10^{-6}$ 之间,这与东太平洋海隆现代热液矿床的稀土元素总量特征相似( $8.5 \times 10^{-6} \sim 497 \times 10^{-6}$ )(Fleet, A. S., 1984),桂西北丹池盆地上泥盆系热水成因硅质岩的REE总量也大多只有几十个ppm(周永章, 1990);另外,绝大多数样品的 $LREE/HREE > 1$ ,曲线右倾,出现铈亏损,大多数样品有铕正异常,这些都是明显热水沉积岩特征(李志群, 1996)。为了进一步表明本区硅质岩的成因,我们对比了不同成因硅质岩与本区硅质岩中石英的稀土元素特征比值(表6),通过对比发现,其稀土元素特征比值与已知热水沉积硅质岩十分相似,而明显区别于秦岭地区生物化学沉积成因的硅质岩。以上这些稀土元素的特征强烈地支持了本区硅质岩是热水沉积成因的。

### 1.6 硅质岩氧同位素地球化学特征及其形成温度

经测定,本区硅质岩氧同位素组成  $\delta^{18}\text{O}$  为  $4.92\text{‰} \sim 16.27\text{‰}$ , 平均  $12.4\text{‰}$ , 分布在 Clayton (1986) 的热泉华石英  $\delta^{18}\text{O}$  变化范围 ( $12.2\text{‰} \sim 23.6\text{‰}$ ) 之内, 表明本区硅质岩应为热水沉积作用产物。

另外, 经测定, 本区硅质岩的均一温度为  $143 \sim 229^\circ\text{C}$  之间, 为中低温形成, 由此清楚地表明了其热水沉积成因属性。

### 1.7 硅质岩形成的古大地构造背景

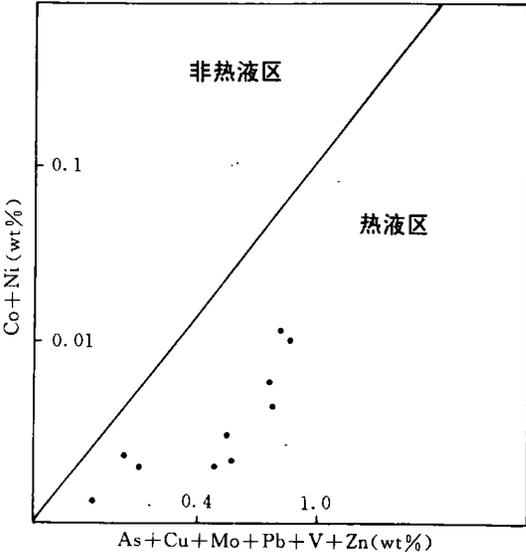


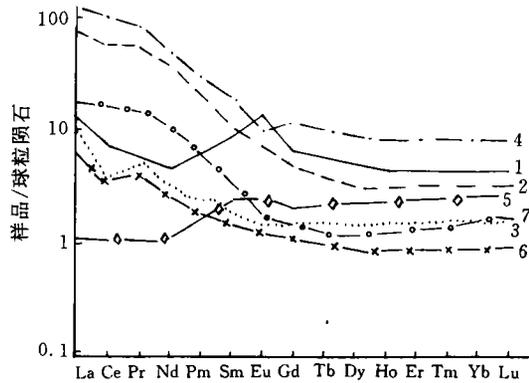
图 2 热液沉积岩与非热液沉积岩判别图

Fig. 2 Diagram showing discrimination of hydrothermal and non-hydrothermal sedimentary rocks

从区域地质特征看, 东川地区受元古宙康滇古裂谷的控制, 该裂谷夹于东侧的小江断裂、两侧的安宁河—元谋—绿汁江断裂之间 (图 4), 在裂谷内部的东北边缘, 被纵横断裂围限的东川火山断陷盆地为控岩控矿的二级盆地, 而在断陷盆地内部受落因破碎带控制的東西宽几公里、南北长十多公里的落因盆地则为三级构造盆地 (图 5)。事实上世界大多数喷流热水沉积物一般都产于沉降构造环境中, 并且受三级不同规模的沉降盆地制约, 而在本区的区域地质背景正是如此。

另外, 据大量已有的资料表明, 喷流作用往往与生长断裂一起共存, 尤其在三级盆地内更是如此; 本区因民组底部大量同生角砾与火山角砾岩共存, 反映了生长断裂的活动情况。从当时的沉积相及古地理特征也可知道, 本区沉积相, 岩性组合及厚度在小范围内发生急剧变化及其沉积背景为一套深水浊积岩 (紫色层), 表明其生长断层的活动性及深水环境下的沉积作用。

由上述对硅质岩的地质特征研究表明, 本区硅质岩确为热水沉积产物, 且其形成环境为深水环境, 形成温度为中低温, 所以我们认为云南东川滥泥坪南区因民组顶部的硅质岩属海底喷



1-L<sub>7</sub>-17, 2-L<sub>7</sub>-24, 3-L<sub>8</sub>-12, 4-L<sub>8</sub>-16, 5-L<sub>8</sub>-21, 6-L<sub>64</sub>-14, 7-L<sub>64</sub>-23

图 3 硅质岩的稀土元素图型

Fig. 3 REE Pattern of siliceous rock

流热水沉积硅质岩。

表 5 硅质岩稀土含量及特征参数表( $\times 10^{-6}$ )

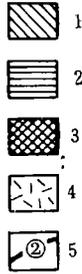
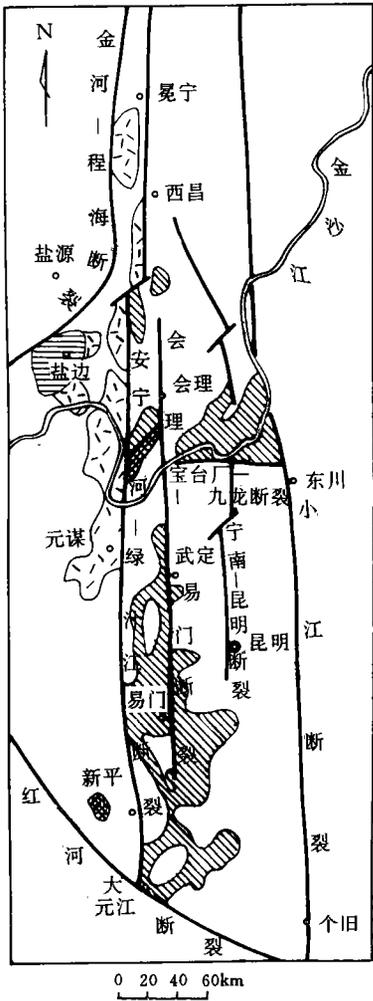
Table 5 Characteristic parametres of REE from siliceous rock

样号	L <sub>8-12</sub>	L <sub>6-21</sub>	L <sub>8-16</sub>	L <sub>7-17</sub>	L <sub>7-21</sub>	L <sub>64-14</sub>	L <sub>64-23</sub>
La	4.28	0.40	49.01	4.84	29.23	2.40	6.36
Ce	3.63	0.92	104.95	29.38	59.44	3.36	14.37
Pr	0.66	0.13	11.93	0.75	8.06	0.52	1.93
Nd	2.05	0.77	36.62	2.91	28.06	1.75	6.78
Sm	0.39	0.55	4.31	1.68	2.46	0.31	0.67
Eu	0.11	0.21	0.83	1.10	0.60	0.10	0.13
Gd	0.43	0.63	3.57	1.59	1.44	0.32	0.42
Tb	0.083	0.127	0.543	0.278	0.206	0.052	0.062
Dy	0.52	0.87	3.32	1.69	1.16	0.30	0.41
Ho	0.119	0.198	0.682	0.328	0.266	0.069	0.099
Er	0.34	0.63	1.93	0.92	0.76	0.19	0.32
Tm	0.058	0.099	0.302	0.147	0.118	0.032	0.05
Yb	0.37	0.69	2.01	0.89	0.75	0.20	0.40
Lu	0.06	0.103	0.285	0.132	0.113	0.031	0.06
Y	3.18	5.17	17.80	9.39	6.46	1.80	2.67
ΣREE	16.25	11.52	238.09	33.57	139.28	11.44	34.73
LREE/HREE	2.163	0.349	6.821	1.15	11.354	2.818	6.733
Eu/Eu*	0.825	1.097		1.945	0.904	0.971	0.704
Ce/Ce*	0.524	0.883		0.816	1.041	0.783	1.119
La/Yb	11.56	0.58	24.38	5.44	39.17	12.0	15.9

表 6 不同成因硅质岩稀土元素特征比值对比

Table 6 REE feature of various siliceous rocks

成因类型	地区	样品数	ΣREE ( $\times 10^{-6}$ )	ΣCe/ΣY	Eu/Eu*	Ce/Ce*	La/Yb	Sm/Nd	资料来源
海底喷流— 热水沉积	秦岭泥盆系	5	26.28	7.06	0.42	0.62	22.50	0.205	吴健民 黄永平 (1995)
	广西大厂	2	78.0	2.62	0.67	0.60	11.07	0.215	
生物化学沉积	秦岭泥盆系	1	17.07	0.49	0.70	0.52	1.60	0.30	本院 科研队
	本区	7	77.67	6.34	0.77	0.92	19.16	0.13	



1. 昆阳群、会理群 2. 盐边群 3. 大红山群、河口群 4. 康定杂岩 5. 断裂及编号

图4 东川—易门坳裂谷展布略图

Fig. 4 Sketch of Dongchuan-Yimen rift

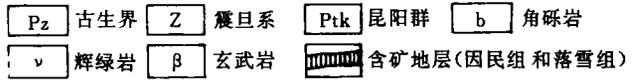
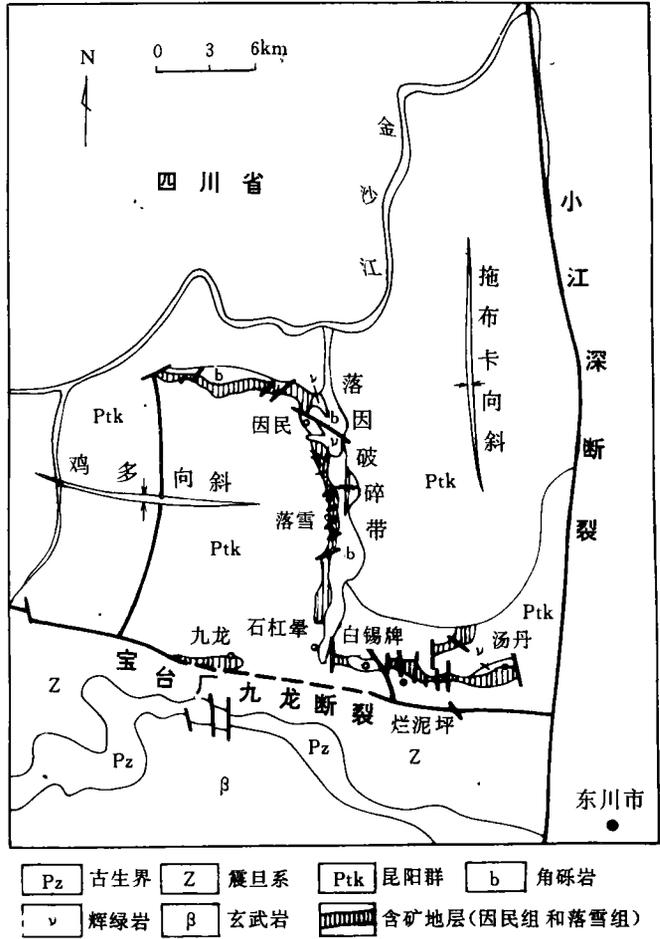


图5 云南东川地区地质略图

Fig. 5 Geological sketch of Dongchuan Area, Yunan Province

## 2 硅质岩的含矿性及其找矿意义

众所周知,世界上许多大型贱金属矿床均与海底喷流热水沉积有关,因此对于本区硅质岩的成因属性的确定;不但可以确定本区沉积大地构造环境,更重要的是其对我们找矿中的重大作用;在我们研究的该层硅质岩中,发现其含有较富的铜矿床,品位为 0.36%~2.42%,矿床严格受硅质岩产状控制,表明了该硅质岩为含矿性海底热水沉积的喷流岩。

本区含矿喷流热水成因硅质岩的发现,对本区乃至东川地区寻找富大铜矿具重大意义。其

一,拓宽了找矿思路,如何利用新认识、新理论指导老矿山找新矿,解决当前老矿的普遍存在的问题起到了抛砖引玉的作用。其二,根据区域地质相似性原则,可望在相关的地区、地段找到相关的矿床。其三,据资料表明,海底喷流成因的贱金属矿化带一般具如下分带性:(自下而上):下部为细脉矿化带,往上为块(层)状矿石带,最上部为燧石带。根据上面的研究表明,本区硅质岩带可能相当于上部燧石带往块(层)状矿石带过渡的层位,那么则在该硅质岩层的下部,还应存在有真正的块(层)状矿石带及细脉矿化带。这样如通过进一步工作,很有希望找到富大铜矿体。

据悉,矿里根据我们研究结果已采取了相应的找矿工程,并取得了喜人的成果,进一步表明了该硅质岩成因的确定对找矿的重要性。

致谢:本文是我院东川科研队研究成果的一部分;在研究工作及成文过程中,自始至终得到了黄有德专家、张祖圻教授的关心和指导;在野外工作中,还得到了滥泥坪矿唐定伟工程师、本院吴厚泽高级工程师、李毅工程师及何国朝、魏和平等同志的支持和帮助,在此深表谢意。

### 参考文献

1. 周永章. 丹池盆地热水成因硅岩的沉积地球化学特征. 沉积学报, 1990, (3)
2. 周永章, 等. 粤西古水剖面震旦系顶部层状硅岩的热水成因属性: 岩石学和地球化学证据. 沉积学报, 1994, (3)
3. 吕仁生, 等. 秦岭热水沉积铅锌矿床中硅质岩特征及成因. 岩石矿物学杂志, 第 11 卷 11 期
4. 占国芳, 等. 热水沉积硅质岩的地球化学判别推测. 河南地质情报, 1992, (3)
5. 韩发, 等. 大厂锡多金属矿床热液喷气沉积成因证据——容矿岩石的微量元素及稀土元素地球化学. 矿床地质, 1989, (2)
6. Murry R W, et al. Rare earth elements as indications of different marine depositional environments in chert and shale. *Geology*, 1990, (18)
7. Henderson P. Rare earth element geochemistry. Elsevier Science Publishers, 1984
8. D·E·拉奇. 与产在沉积岩中的海底喷气型铅—锌矿床有关的地质参数—矿产勘查的一个经验模式. 国外地质科技, 1982, (6)
9. 吴健民, 等. 东川落雪式铜矿的含铜“礁—硅岩组合”与海底喷流热液成矿. 矿产与地质, 1995, (3).
10. 李志群. 中元古界昆阳群因民组铁铜矿的成矿地球化学研究. 矿产与地质, 1996, (2)

**GENESIS OF SILICEOUS ROCK AT TOP OF  
YINMIN FORMATION IN LANNIPING MINE AREA  
DONCHUAN, YUNNA PROVINCE AND ITS SIGNIFICANCE  
TO ORE PROSPECTING**

*Yang Chengkui*

**Abstract**

Integration of geochemical study on normal and micro-element, REE, isotopes and occurrences of siliceous rock at top of Yinmin Formation in Lanniping Mine Area suggests that the siliceous rock is the product of submarine hydrothermal sedimentation. Rich copper ore bodies occur in the siliceous rock. By correlation to it Cu-ore prospecting direction in the area is pointed out.