

# 试论大箐亚式含铜白云岩的水下火山成因<sup>\*</sup>

张永北 魏启荣 徐成彦 王 豪

(中国地质大学地球科学院, 武汉 430074)

**主题词** 滇中 昆阳裂谷 大箐亚式铜矿 火成碳酸岩 火山岩 岩石成因

**提 要** 中元古代昆阳裂谷构造性质与东非裂谷相似, 其中段武定海盆西缘的观天厂区段有一条 NE 向深大断裂通过, 是碳酸质岩浆活动的有利地带。区内的大箐亚式含铜白云岩, 除含有火山碎屑外, 还含有钠长石、更长石、黑云母、金云母等火成矿物, 原生白云石也是火成的, 成岩物质组来自幔源碳酸盐岩浆, 具有火山岩结构构造, 因此, 是碳酸质火山岩, 包括熔岩和火山碎屑岩。该岩石赋存于因民组(Pt<sub>2y</sub>)上部至落雪组(Pt<sub>2l</sub>)下部, 上、下与海相火山碎屑岩-沉积岩整合, 通常在火山洼地较厚, 与一套富钠型为主的、相当于与大洋碳酸岩共生的碱性硅酸盐岩共生, 因此, 岩石形成于水下火山环境。受海水影响, 岩石普遍遭受热液蚀变而绿泥石化、绿帘石化、硅化、黑云母暗化边褐铁矿化。

## 1 前 言

大箐亚式铜矿产于云南省罗茨—武定地区西矿带观天厂区段。该亚式铜矿的含矿围岩是一套含有大量粗面质—粗安质火山碎屑的浅变质白云岩, 其赋存层位是元古界昆阳群因民组(Pt<sub>2y</sub>)顶部至落雪组(Pt<sub>2l</sub>)下部, 上、下整合于变质程度极浅的板岩、变质砂岩、叠层石白云岩中。

以往的文献认为这套岩石是火山碎屑沉积成因<sup>[1]</sup>, 其关键是其中有容易使人们联想到沉积作用的碳酸盐矿物(白云石)。也有人认为是热液成因, 因为其中确实存在具热液交代现象的钠长石、金云母、绿泥石、绿帘石、石英等硅酸盐矿物。还有人认为是海底喷流岩, 因为这套岩石的物质组分、同位素特征均与典型沉积碳酸盐岩差别很大。

笔者通过成因矿物学、岩石地球化学、岩相学、岩石共生组合、区域构造背景等综合研究, 证明大箐亚式含铜白云岩是一套碳酸质水下火山岩, 其证据如下。

## 2 岩浆成因的主要证据

### 2.1 造岩矿物

(1) 第一世代白云石英火成矿物 含铜白云岩中白云石含量 30%—90%, 可分为三个世代。第一世代白云石是原生的, 占有碳酸盐矿物 80% 以上。第二、三代白云石是次生加大边及次生脉。其中原生白云石是火成矿物。主要有以下几方面证据: ①其中含有熔

<sup>\*</sup> 第一作者简介 张永北, 男, 生于 1964 年。讲师(正在读博士), 从事找矿、构造、遥感、岩石等专业研究。  
本文于 1997 年 3 月收到, 1997 年 5 月改回。

表 1 白云石的熔融包裹体及其主晶电子探针分析与全岩化学分析

Table 1 Electron microprobe analyses of melted inclusions in dolomite and their host crystals as well as whole rock chemical analyses

矿物、岩石	氧化物												
	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>	CO <sub>2</sub>	CeO <sub>2</sub>
I 高温白云石的 熔融包裹体 <sup>①</sup>	0.25	—	—	—	5.72	1.54	12.89	29.10	0.11	0.20	—	50.41	0.280
II 高温白云石 <sup>①</sup>	0.26	0.101	0.15	—	5.53	1.23	13.23	29.53	0.25	0.06	0.11	42.33	0.147
III 低温白云石的熔融包裹体 <sup>②</sup>	0.27	—	0.09	—	12.11	1.15	7.56	28.36	0.02	—	0.24	49.99	0.085
IV 低温白云石 <sup>②</sup>	0.04	0.08	0.04	—	10.92	1.01	9.45	27.30	0.01	—	0.23	41.47	—
V 国外 Fe 白云碳酸岩	0.36	—	0.80	—	7.72	0.99	13.70	31.43	0.05	0.05	1.01	41.13	?
VI 庙垭 Fe 白云碳酸岩	4.57	0.16	2.10	2.13	7.43	2.02	10.01	27.12	0.26	0.39	1.75	36.36	?
VII 碳酸岩浆屑	6.50	0.40	1.64	1.03	5.99	0.53	15.49	27.51	1.01	0.47	3.01	35.10	0.120
VIII 纯碳酸岩	0.36	0.22	0.75	1.99	8.30	1.58	13.11	28.97	0.21	0.07	0.16	43.13	0.010
IX 含硅酸盐碳酸岩	5.01	2.00	3.14	2.45	8.34	1.55	12.30	29.31	0.35	0.44	1.03	35.55	0.010
X 黑云斜长石碳酸岩	37.56	0.45	11.52	1.54	4.35	0.37	10.31	10.74	0.48	4.64	0.13	15.34	?
XI 硅酸盐熔融包裹体*	61.39	1.22	17.03	—	3.99	0.41	1.22	2.30	4.51	5.94	0.40	—	0.140
XII 硅酸盐熔融包裹体*	62.40	1.01	18.31	—	4.00	1.02	0.09	2.05	7.04	4.91	0.33	—	0.070

I 为 5 个点平均; II 为 3 个样平均; III 为 4 个点平均; IV 为 4 个样平均; V 据 A. И. Киньбулгий, 1958; VI 据李石, 1980; XI 为 7 个点平均; XII 为 4 个点平均; ①流体包裹体均一温度 > 450°C (图 4, I); ②流体包裹体均一温度 250—400°C (图 4, II), \* 两者化学成分为电子探针分析结果, 其中 CO<sub>2</sub> 按剩余 O 计算(含 H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>)。

融包裹体以及锆石、金红石、氟磷灰石等微晶包裹体(照片 1)和熔浆-溶液包裹体(照片 2)。熔融包裹体可分为碳酸盐的(表 1 中 I, III)和硅酸盐的(表 1 中 XI, XII)。②白云石主晶的化学成分与碳酸盐熔融包裹体一致, 证明白云石的确是从碳酸盐岩浆中结晶形成的。

白云石的熔融包裹体不可能是变质成因。利用相邻沉积变质白云石测得流体包裹体均一温度为 100—200°C (图 4 III 及 2), 表明后期变质温度 < 200°C, 不具备导致白云石熔融的条件。显然第一世代白云石应与火山碎屑同期的岩浆作用有关。

(2) 其他矿物也是火成矿物 如钠长石、更长石、黑云母、金云母、钠铁闪石\* (观天)等硅酸盐矿物, 含量可达 50% 以上, 除部分显然是火山晶屑外, 另一部分常常镶嵌在一起构成硅酸盐岩条带, 有的为自形斑晶, 有的与白云石镶嵌。其中也有与火成白云石相似的包裹体。显然它们不是火山晶屑, 而是第一世代白云石的共生矿物, 而这些矿物正是火成碳酸岩中常见矿物, 它们与白云石共生是合理的。

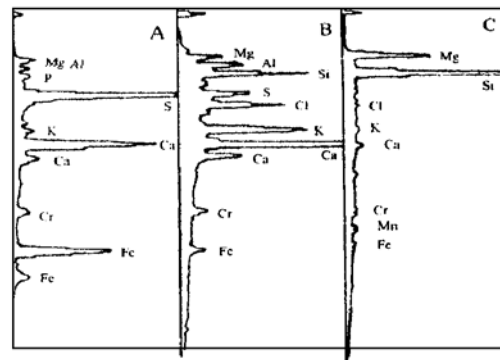


图 1 硅酸盐熔浆-溶液包裹体各点成分能谱图  
Fig. 1 Energy spectral diagram for composition of various points of silicate melt-solution inclusions

A—硫化物; B—硅酸盐熔体, 混有硫化物、卤化物(代表空腔内溶液成分); C—硅酸盐矿物(硅镁石?); Cr 峰—磨料污染所致

(A, B, C 各点位置见图 2)

\* 据云南省地矿厅一大队矿区资料。

此外, 还有锆石、金红石、氟磷灰石、稀土矿物<sup>[2]</sup>等。

所有这些矿物都不可能生成于浅变质条件 ( $T < 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) 下, 附近也没有明显的接触变质存在, 更不可能生成于沉积作用, 它们必定与火山碎屑同期的岩浆作用有关。

### 2.2 具火成碳酸岩岩石地球化学特征

(1) 岩石化学组分来源于碳酸盐岩浆 较纯的含铜白云岩(白云石占 90% 以上)的化学成分(表 I 中 VIII)与火成白云石(表 I 中 II、IV)及其碳酸盐熔融包裹体(表 I 中 I、III)一致。也与国外铁白云石碳酸岩<sup>[3]</sup>(表 I 中 V)相近。含较多的硅酸盐矿物者(表 I 中 IX)则与火成碳酸盐浆屑(表 I 中 VII)及湖北庙垭铁白云石碳酸岩<sup>[4]</sup>(表 I 中 VI)相近。该岩石化学特征证明了含铜岩石在物质成分上确实来源于碳酸盐岩浆。

(2) 成岩物质来自于地幔深处 五件钐- 钕同位素样品测试结果如图 2 所示。由此计算获得的等时线年龄为 1708Ma,  $I_{Nd} = 0.510082$ ,  $\epsilon_{Nd} = -2.90 \sim -4.88$ , 其中四件为 -4.88。该  $\epsilon_{Nd}$  值基本上反应了成岩物质是来自于富集地幔, 或者是被壳源物质污染的幔源物质。

(3) 稀土微量元素也提供了火成证据 图 3 显示, 大箐亚式含铜白云岩  $\Sigma\text{REE}$  ( $20.71 \times 10^{-6} \sim 141.10 \times 10^{-6}$ ) 较低, 仅为世界碳酸岩的 1/1000 ~ 1/25。但与我国陕西铁岔沟及四川米仓山碳酸岩<sup>[5]</sup>(曲线 ①、②)相近, 也与本区次火山钠长白云石碳酸岩及玄武质粗安岩相近(常有 Eu 负异常)。与相邻沉积白云岩比较则明显偏高 2~70 倍, 配分模式差别较大。

表 2 所示, 大箐亚式含铜白云岩(Htq-7, Dq-2, 4, Gtc-5)与次火山钠长碳酸杂岩(Zmd-7, Gtc-1)一致, 都有 Nb、Ta、Zr、Hf、U、Th、Sr、Ba、Rb、 $\Sigma\text{REE}$  等不相容元素富集, 两者的富集程度相近。但与相邻沉积白云岩比较, 则明显高 1~2 个数量级。

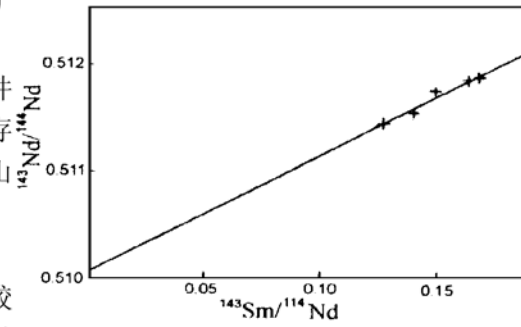


图 2 碳酸熔岩钐- 钕同位素等时线图

Fig. 2 Sm- Nd isotopic isochron diagram of silicate melt

(数据由中国地质大学壳幔体系开放实验室提供) 样品采自大箐矿区含铜白云岩

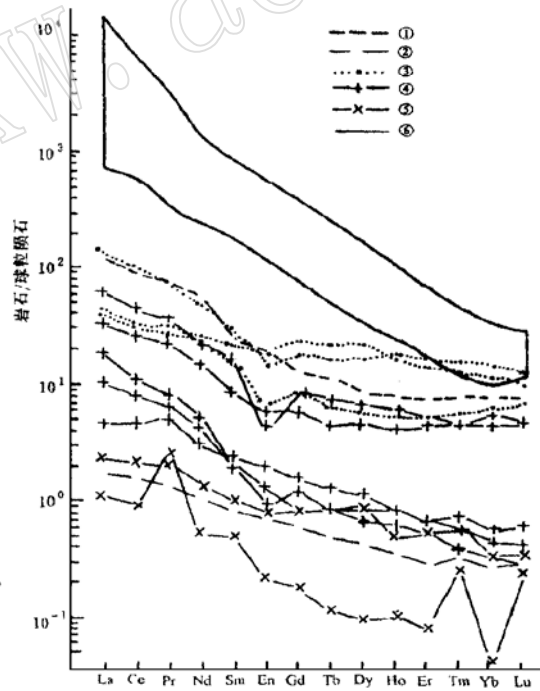


图 3 稀土配分模式图

Fig. 3 Chondrite-normalized REE patterns

- ①—四川米仓山碳酸岩(据云南地矿厅一大队矿区资料);
- ②—陕西铁岔沟碳酸岩; ③—次火山钠长白云石碳酸岩及黑云母粗安岩; ④—碳酸熔岩; ⑤—相邻沉积白云岩;
- ⑥—世界典型碳酸岩

由此可见,大箐亚式含铜白云岩成岩物质与次火山碳酸岩有同源性,与相邻沉积白云岩显然不是同源的。

(4) 碳、氧同位素可与世界总碳酸岩及次火山碳酸岩比较大箐亚式含铜白云岩中白云石的 $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) ‰及 $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰比值,与本区次火山钠长白云石碳酸岩的一致,分别为 $+14.91$ — $+18.49$ 和 $-0.85$ — $+0.94$ 。这一变化范围表明 $^{18}\text{O}$ 、 $^{13}\text{C}$ 富集,但未偏离世界碳酸岩的总变化范围<sup>[6]</sup>:  $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) ‰=  $+6$ — $+20$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰=  $-8$ — $+1$  (B. C. Самой ЛДВ, 1982), 尤其是近地表次火山碳酸岩:  $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) ‰=  $+5.3$ — $+25.5$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰=  $-8.6$ — $+3.1$  (B. C. Самой ЛДВ, Г. С. Плюснин, 1982)。

尽管 $^{18}\text{O}$ 、 $^{13}\text{C}$ 富集,但明显低于相邻沉积变质白云岩:  $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW) ‰=  $+19.08$ — $+23.99$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB) ‰=  $+1.8$ — $+2.3$ 。

该碳、氧同位素特征也证明大箐含铜白云岩物质成分与岩浆碳酸岩有关,与相邻沉积岩无关。

表 2 碳酸熔岩微量元素丰度( $10^{-6}$ )

Table 2 Abundances of trace elements in carbonatite lava

元素	Nb	Ta	Zr	Hf	U	Th	Sr	Ba	Rb	ΣREE
样号										
Htq- 7	5.0	0.50	41.4	0.75	0.14	12.6	249	3752	26.9	27.03
Dq- 2	11.3	1.02	156.6	4.78	5.49	10.7	97	839	143.4	40.58
Dq- 4	7.4	0.49	164.7	5.88	2.02	11.8	179	609	66.1	33.44
Gtc- 5	7.4	0.21	120.2	3.72	2.52	8.7	71	891	203.9	74.79
Zmd- 7	19.3	2.25	198.6	5.80	3.06	6.1	58	115	18.9	141.10
Gtc- 1	20.2	2.7	224	6.5	0.92	3.2	49.8	267	58.6	88.74
Sjp- 1	2.00	0.27	5.9	0.05	0.17	3.8	80	68	< 3.0	7.53
Hpt- 1	< 1.0	0.42	8.6	0.11	0.30	3.6	99	9	< 3.0	2.67
Ptc- 2	1.6	0.02	19.4	0.46	0.54	6.9	103	35	4.2	14.44
Lws- 11	< 1.0	0.15	21.8	0.93	0.00	4.4	131	64	5.4	20.71

Htq- 7—Gtc- 5为碳酸熔岩,采自观天、大箐、核桃箐等地; Zmd- 7, Gtc- 1为钠长白云石碳酸杂岩,采自走马地、观天; Sjp- 1为绿汁江组白云岩; Hpt- 1为登江组白云岩; Ptc- 2, Lws- 11为落雪组沉积白云岩,采自平地厂、老鸣哨。

### 2.3 成岩温度异常高

白云石的原生流体包裹体均一温度可分为两组(图 4): 其一,  $> 450\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 其二, 为  $250$ — $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。还有一组次生流体包裹体为  $100$ — $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 这组温度恰与沉积变质白云岩的一致, 是后期变质形成的。两组原生型流体包裹体均一温度与区域变质温度( $T < 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ )极不协调, 生成次序也先于后者, 因此, 与区域变质作用无关。而这组温度恰与世界镁质碳酸岩<sup>[9]</sup> ( $200$ — $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ )一致, 表明岩石是在  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上高温开始成岩的, 大箐亚式含铜白云岩成岩温度与这类碳酸岩的相近。

### 2.4 具火山岩结构构造

岩石结构构造可分为两大类: 一类显然是火成的, 另一类则具火山碎屑沉积层理。火成构造主要包括流纹构造、带状构造、火山碎屑流动构造、壳裂构造、波状—绳状构造、微气孔构造等。具上述构造的岩石以隐晶—他形细粒结构为主, 也有粗粒结构和斑状结构及熔蚀

斑状结构。斑晶为钠长石和白云石。这一类结构构造在碳酸熔岩中是常见的。

沉积层理具有韵律构造, 主要由钠长石、更长石、云母、白云石、石英等火山晶屑组成, 具火山碎屑结构。它们与火山碎屑岩有关。

综上所述, 大箐亚式含铜白云岩由火成矿物组成, 岩石地球化学可与世界火成碳酸岩比较, 成岩温度也与镁质碳酸岩一致, 具有火山岩结构构造, 因此是碳酸质火山岩。

### 3 成岩条件与成岩环境分析

#### 3.1 同时代有碳酸盐岩浆的生成条件

武定西矿带的大地构造位置恰处于扬子地台西缘中元古代昆阳裂谷的中段武定椭圆形海盆之西缘, 其区域构造背景相当于现今有碳酸质火山活动的东非裂谷, 即稳定陆壳的快速拉张区。根据重力、航磁及遥感资料显示, 本区存在一条北东向的隐伏深大断裂, 恰好通过观天厂地区\*。该区域构造背景极利于地幔与地表沟通, 本区是碳酸盐岩浆活动的有利地带。

#### 3.2 成岩环境与水下火山密切相关

大箐亚式含铜白云岩通常存在于观天厂区段环形构造边缘地带。这些环形构造内部有大量的层状火山碎屑岩出现, 它们都迅速向海相沉积岩过渡, 且上、下与之整合, 它们是水下火山作用的产物。目前已在观天厂矿区平地厂一带根据环状岩墙、放射状岩脉, 以及火山-沉积岩产状环状分布确立了火山机构。

含铜白云岩通常有以下特点: ①分布于火山间洼地, 斜坡地带厚度小于十几米并迅速消失; 在洼地厚度明显增大, 超过 150m; ②碳酸熔岩及火山碎屑岩的流动构造显示其成岩物质是从火山口流向洼地的; ③碳酸熔岩在延伸方向上往往消失于层状碳酸质火山碎屑岩中, 剖面上向上变为红色火山碎屑层及褐铁矿化层; ④岩石内部热液交代较发育, 出现绿泥石化、硅化、绿帘石化等蚀变现象, 黑云母暗化边往往褐铁矿化; ⑤与上覆叠层石白云岩及静水沉积岩如碳质泥岩、粉砂岩整合。

这些特征证明含铜岩石成岩物质来自于火山口, 向火山洼地流动, 并在洼地聚积、加厚、成岩, 成岩过程发生在水下环境。

#### 3.3 有一套相当于与大洋碳酸岩共生的碱性硅酸盐岩及次火山碳酸岩与之共生

与大箐含铜白云岩共存的硅酸盐岩有以下几种产状: ①粗面质-粗安质火山碎屑岩呈火山碎屑流动条带或拉长囊状夹杂包裹于较纯含铜白云岩中或呈层状火山碎屑岩与之互层; ②粗面质-粗安质-玄武粗安质硅酸盐熔岩已脱玻化变成具霏细结构的硅酸盐岩, 呈夹

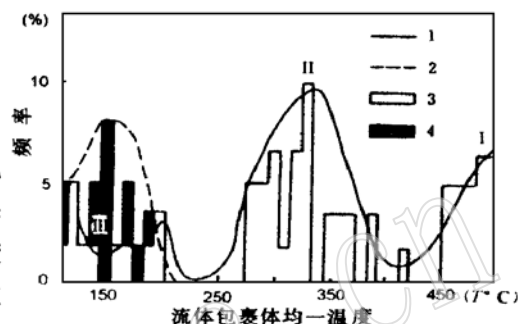


图4 白云石流体包裹体均一温度直方图

Fig. 4 Histogram showing homogenization temperature of fluid inclusions in dolomite

(测试单位: 中国地质大学资源学院矿床教研室)

1—大箐亚式含铜白云岩的流体包裹体均一温度曲线;  
2—相邻变质改造沉积白云岩的流体包裹体均一温度曲线;  
3—第一世代白云石的流体包裹体: I—原生型含子晶多相流体包裹体; II—原生型含子晶流体包裹体; III—次生型气液两相流体包裹体;  
4—变成白云石的原生流体包裹体

\* 据云南省地质矿产厅物探大队《1: 20 万重力图说明书》(未刊)。

层状、条带状或角砾岩块混杂于大箐亚式含铜白云岩中; ③次火山碳酸岩、碳酸质钠长岩、钠长岩、碱性基性岩、超基性岩脉出露于观天厂区段已发现的火山机构中。

除此之外, 区域上还有同时代的鹅头厂碱性玄武岩\*、邝盘玄武质粗安岩<sup>[8]</sup>、霓辉岩—碳酸岩杂岩(晋宁期?)。

表 3 与碳酸熔岩共生的及同时代硅酸盐岩、次火山岩化学成分

Table 3 Chemical compositions of silicate rocks and subvolcanic rocks contemporaneous and associated with carbonatite lava

氧化物 岩石	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>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Σ	σ
粗面岩熔岩角砾	60.99	2.03	16.78	4.02	0.57	0.57	1.01	2.31	5.02	6.24	0.41	0.33	0.47	100.34	7.05
粗面岩条带	61.55	1.91	14.03	4.12	2.10	0.74	1.31	2.45	6.71	5.00	0.35	0.01	0.44	100.72	5.08
玄武粗安岩条带	50.88	2.42	14.52	5.82	3.40	0.65	3.52	7.01	5.11	1.89	0.32	2.13	1.45	99.64	6.22
角闪碳酸岩	6.80	0.07	0.99	0.81	1.02	0.36	19.05	26.68	1.74	0.93	0.17	40.26	1.30	100.18	-0.20
碳酸质钠长岩	40.90	2.75	11.42	4.68	3.84	0.18	4.41	10.89	5.93	0.50	0.37	13.63	0.14	99.64	-19.69
碳酸质钠长岩	50.00	3.33	16.52	0.60	1.11	0.14	4.35	5.76	6.90	1.91	0.01	8.12	1.25	100.00	11.02
凝灰质碳酸岩	39.39	0.61	11.82	1.03	1.45	0.40	10.20	11.27	0.13	5.60	0.15	17.33	0.34	99.72	-9.09
玄武质粗安岩	52.46	0.91	14.23	14.16	3.75	0.07	2.53	1.44	0.79	7.95	0.26	?	?	98.55	8.08

表 3 显示: ①上列共存岩石均为碱性岩; ②粗面质条带及熔岩角砾的化学成分与白云石硅酸盐熔融包裹体(表 1 中 XI、XII)相近; 另外白云石中尚有一些颜色较暗的熔融包裹体尚未测定成分, 它们应属于本区偏基性硅酸盐岩浆。这些特点都证明了上述硅酸盐岩确实是与含铜白云岩共生的碱性岩; ③以富钠型(Na<sub>2</sub>O > K<sub>2</sub>O)为主, 富钾型较少。常见钠长岩, 碳酸质钠长岩。这种岩石组合特征恰与 M. J. Le Bas(1984) 提出的大洋碳酸岩<sup>[9]</sup>相似。

世界碳酸岩与碱性硅酸盐岩密切共生者甚多, 本区大量碱性硅酸盐岩出现为碳酸岩形成提供了有利条件。

## 4 结 论

1) 观天厂区段地处中元古代昆阳裂谷中段武定海盆之西缘。昆阳裂谷的构造性质为稳定陆块快速拉张区, 相当于现代有碳酸质火山活动的东非裂谷。而观天厂区段恰好有一条 NE 向隐伏深大断裂通过, 因此, 区内存在碳酸盐岩浆活动条件。

2) 大箐亚式含铜白云岩由火成白云石组成, 含有碳酸岩中常见的硅酸盐矿物和副矿物, 成岩物质是来源于上地幔的碳酸盐岩浆。岩石具有碳酸熔岩及火山碎屑沉积岩的结构构造, 因此, 是一套碳酸质火山岩, 包括碳酸熔岩与碳酸质火山碎屑岩。

3) 本区的火成碳酸岩形成于海底火山喷发环境, 与一套以富钠型为主的碱性硅酸盐岩共生, 常见钠长岩、碳酸质钠长岩。这种岩石组合与大洋碳酸岩(M. J. Le Bas, 1984) 岩石组合相当。

4) 成岩物质从火山口流向火山间洼地并在这里聚积成岩。受海水的影响, 岩石已遭受

\* 据中国有色金属工业总公司西南地勘局矿区资料。

热液蚀变, 形成绿泥石化、绿帘石化、硅化、黑云母暗化、边褐铁矿化等蚀变现象。

### 参 考 文 献

- 1 李志伟. 浅议“东川式”铜矿成因. 云南地质, 1992, 11(1): 47—51.
- 2 孙克祥、沈仁远、刘国庆、李志伟、潘秀英. 滇中元古宙铁铜矿床. 武汉: 中国地质大学出版社. 1992, 88.
- 3 邱家骧、邓晋福、路凤香、王人镜、王方正. 岩浆岩岩石学. 北京: 地质出版社, 1985, 92.
- 4 李 石. 湖北庙垭碳酸岩地球化学及岩石成因探讨. 地球化学, 1980, (4): 15—21.
- 5 邱家骧、李昌年、喻学惠等. 秦巴碱性岩. 北京: 地质出版社, 1993, 101.
- 6 Самойлов В С, Пчюсин Г С. 关于稀土碳酸岩的物质来源. Геохимия, 1986, (7): 979—986.
- 7 Le Bas M J. Carbonatite magma, Mineralogical Magazine. 1986, 56: 218—288.
- 8 熊兴武、候蜀光、薛顺荣. 滇中昆阳群因民组地层学与沉积古地理. 武汉: 中国地质大学出版社. 1995, 4.
- 9 Le Bas M J. 沈远超译. 大洋碳酸岩. 国外地质, 1986 (4): 38—42.

## A Tentative Discussion on the Submarine Volcanic Genesis of Daqing Subtype Cupreous Dolomite

Zhang Yongbei, Wei Qirong, Xu Chengyan, Wang Hao  
(Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074)

**Key words:** central Yunnan, Kunyang rift; Daqing subtype copper deposit; carbonatite; volcanic rock; petrogenesis

### Abstract

Kunyang rift located on the western margin of Yangtze platform is tectonically equivalent to East Africa rift where there exist modern carbonatite volcanos. Guantianchang sector, through which a NE-trending concealed deep fault passes, is just located on the western edge of Wuding sea basin in the middle part of the rift. Therefore, the prerequisite for the formation of carbonatite volcanos exists there.

Daqing subtype cupreous dolomite contains several kinds of igneous minerals frequently found in carbonatite such as albite, oligoclase, biotite, phlogopite, arfvedsonite (Guantian), zircon, rutile, fluor-apatite, in addition to plenty of trachytic-trachyandesitic volcanoclastic substances. The primary dolomites were igneous too. Rock constituents were derived from carbonatite once existent there, so rocks show textures and structures of carbonatite lava and volcanoclastic rocks. Therefore, they are a suite of carbonatite volcanic rocks, which include lava and volcanoclastic rocks. The magma that formed them originated from the mantle, and flew from craters to depressions to accumulate and form rocks.

Stratified in form, the rocks lie from the upper part of Yinmin Formation (Pt<sub>2y</sub>) to the

下转 16 页

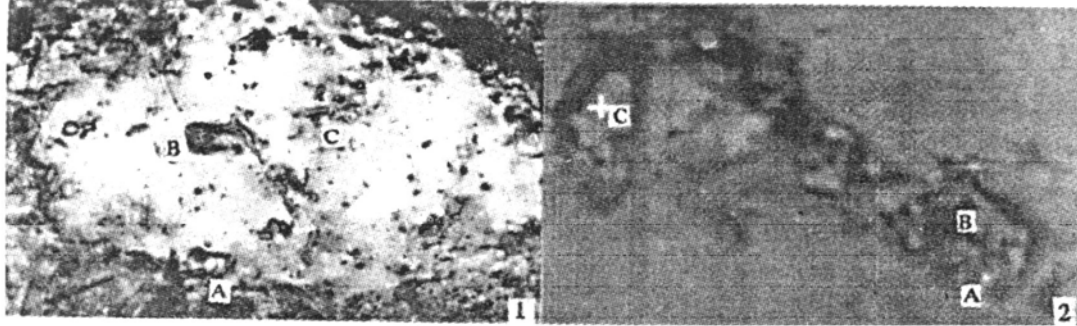
www.yskw.ac.cn

(上接 29 页)

bottom of Luoxie Formation ( $Pt_2l$ ) and are in conformable contact with the overlying and underlying marine facies sedimentary rocks and stratiform volcanoclastic rocks. The rocks are associated with a suite of Na- rich alkaline rocks, equivalent to being associated with oceanic carbonatite. This suggests that they were formed in a submarine environment. Influenced by sea water, they extensively experienced chloritization, epidotization, silicification and limonitization with darkened rims of biotite.



张永北等: 试论大箐亚式含铜白云岩的水下火山成因



照片1 主晶白云石,具熔蚀边 A为碳酸盐熔融包裹体;B为硅酸盐熔融包裹体,具微晶,收缩裂纹;C为磷灰石;黑斑圈为收缩气泡 单偏光 视域2mm

照片2 主晶白云石中不规则状熔浆-溶液包裹体,熔体为硅酸盐(B),不规则黑洞为收缩空腔。熔体表面各亮点为硫化物、卤化物、磁铁矿等微晶,A、B、C各点成分见图2 电子显微镜下 视域70 $\mu$ m

www.yskw.ac.cn