

4-8

新疆可可塔勒铅锌矿床海相火山岩碱交代作用研究*

张进红 王京彬 丁汝福
(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所·北京·100012)

p618.420.4
p588.14

通过野外调查、岩相学、矿物化学和岩石地球化学研究,认为泥盆纪以酸性海相火山岩为主的含矿岩系下部富钠和上部富钾是交代变质作用的产物;通过碱交代作用的热力学计算,初步认为:在对流循环成矿模式中,下降的海水被加热时由于温度的升高发生钠交代作用,成矿流体在运移和喷出过程中由于温度的降低而发生钾交代作用。

关键词 可可塔勒铅锌矿 海相火山岩 碱交代作用 热力学计算

铅锌矿床

1 地质背景

可可塔勒成矿带位于阿尔泰山南缘麦兹—冲乎尔褶皱带,由3个斜列的泥盆系海相火山—沉积盆地(麦兹、克朗和冲乎尔盆地)组成,其基底为寒武—中奥陶统哈巴河群($\epsilon-O_2hb$)和中上志留统库鲁木提群(S_{2-3kl}),主要岩性为混合岩、片麻岩和变质碎屑沉积岩。含矿地层为下泥盆统康布铁堡组(D_1k)变质海相火山—沉积岩,3个盆地均发现铅锌矿床,其中麦兹盆地的可可塔勒矿床规模最大。

麦兹盆地矿产地质概况见图1,康布铁堡组一般分为上、下两个亚组。下亚组为细碧岩—石英角斑岩的双峰式火山岩组合,产有大型的蒙库铁矿;上亚组分为3个岩性段,第一岩性段和第二岩性段下部主要为酸性火山碎屑岩,夹少量大理岩和粉砂岩,第二岩性段上部变为大理岩和粉砂岩等沉积岩为主,夹少量凝灰岩,火山岩和沉积岩的过渡部位即为可可塔勒铅锌矿的含矿层位。上、下亚组呈断层接触。康布铁堡组上覆中泥盆统阿勒泰镇组(D_2a),为一套沉积岩夹少量凝灰岩。

本区火山岩以酸性岩为主,变质程度一般为绿片岩相,蒙库地区达到低角闪岩相。根据前人大量的岩石化学资料^[2-6],酸性火山岩可分为富钠、富钾和钾钠质3类,富钠流纹岩大量分布在蒙库地区(康布铁堡组下亚组),还出现在断层附近,如阿什勒萨依地区 D_1k 上下亚组交界处的大型红化带和唐巴拉地区 $D_1k_2^2$ 中的断层附近;上亚组主要为钾钠质流纹岩类,在第二岩性段含矿层附近(下部)出现一层富钾流纹岩或凝灰岩,一般厚30m~50m,在铁热克萨依一带最厚(>300m),与Pb、Zn矿化有密切的空间关系。

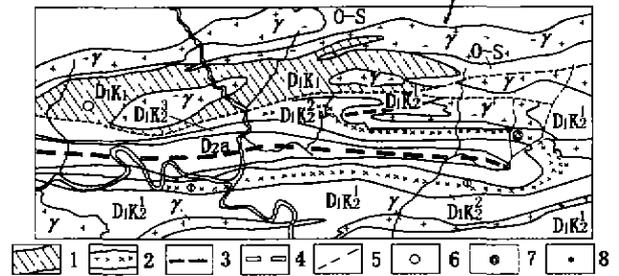


图1 麦兹盆地地质简图

(据邓吉牛1990年资料修编)

O-S—库鲁木提群和哈巴河亚群; D_1k_1 —康布铁堡组下亚组; D_1k_2 —康布铁堡组上亚组(共分 $D_1k_2^1$ 、 $D_1k_2^2$ 和 $D_1k_2^3$ 三个岩性段); D_2a —阿勒泰镇组; γ —花岗岩(脉); 1—钠长石化带(细碧岩化带); 2—钾长石化带; 3—背斜轴; 4—向斜轴; 5—断层; 6—蒙库铁矿; 7—可可塔勒铅锌矿; 8—重要的铅锌矿点

2 变质海相火山岩岩石学特征

2.1 岩相学和矿物化学

本区火山岩变质程度为绿片岩相—低角闪岩相,薄片常见火成岩的结构,但矿物的化学成分已发生变化。

1) 钠质火山岩: 细碧岩在绿片岩相地区矿物组合为绿泥石+钠长石+磁铁矿,长柱状的钠长石组成的格架间隙中充填绿泥石和磁铁矿;在角闪岩相地区为角闪石+钠长石组合,一般为粒状变晶结构,有的可见板条状钠长石。富钠流纹岩斑晶为钠长石,少量石英,基质由石英和钠长石组成。根据电子探针分析(见表1),细碧岩和石英角斑岩中长石均为钠长石(Ab_{100}),未见斜长石。

2) 钾质流纹岩类: 富钾流纹岩为斑状结构,斑晶为石英和钾长石,石英具港湾状熔蚀,在钾长石中可见大量的气液包体,大小 $1\mu-3\mu$, 中间有少量的钠长石残留,因而钾长石是交代了钠长石,基质为石英

本文1998年4月收到,文元亮编辑。

* 本文得到国家三〇五项目(96—915—02—03)专题资助

+ 钾长石。从表 1 可以看出, 无论斑晶还是基质钾长石均接近 Or 端员 (Or 95.72 ~ 100.00)。富钾流纹质凝灰岩主要由微斜长石 + 石英 + 磁铁矿组成, 有的可见微斜长石组成的细脉。

3) 钾钠质流纹岩类: 含矿层之上 ($D_1k_3^2$) 钾钠质晶屑凝灰岩中可见斜长石 (KKP—9, An5.03% ~ 14.67%), 含矿层之下钾钠质火山岩所见长石均为钾长石或钠长石, 常见钾长石交代钠长石的现象。该类火山岩可见到两种长石, 而前两类岩石中仅能见到一种长石。

2.2 岩石化学

本文选择了麦兹盆地可可塔勒地区、阿什勒萨依地区和蒙库地区的代表性岩石, 其化学成分见表 2, 从表中可以看出, 富钾流纹岩类平均化学成分 SiO_2 75.72%, Na_2O 1.23%, K_2O 8.50%, $K_2O \gg Na_2O$; 富钠流纹岩类平均化学成分 SiO_2 74.59%, Na_2O 6.97%, K_2O 0.11%, $Na_2O \gg K_2O$; 钾钠质流纹岩类平均化学成分 SiO_2 78.43%, Na_2O 4.21%, K_2O

1.60%。

2.3 稀土和微量元素

2.3.1 稀土元素

麦兹盆地代表性岩石稀土元素含量见表 2, 稀土元素配分型式见图 2, 钾钠质流纹岩类为轻稀土富集型, $(La/Yb)_N = 4.18 \sim 6.72$, 具负 Eu 异常, $\delta Eu = 0.53 \sim 0.73$ 。富钠流纹岩类稀土配分型式比较复杂, 与正常岩石相比, 具不同程度的轻稀土亏损: 在阿什勒萨依地区 (图 2(b)), HI—1 采自钠长石化较弱、规模较小的蚀变带, 轻稀土亏损, 重稀土亏损不大, $(La/Yb)_N = 3.22$; 而 HI—0 采自断裂带附近大规模钠长石化带, 轻稀土强烈亏损, 重稀土也亏损, 配分型式变为左倾型, $(La/Yb)_N = 0.34$; 可可塔勒地区 (图 2(a)) 的富钠流纹岩也具有轻稀土亏损的特点, $(La/Yb)_N = 0.70$; 而蒙库地区 (图 2(c)) 富钠流纹岩分布范围较广, 轻稀土亏损较弱, $(La/Yb)_N = 4.23 \sim 6.89$ 。

富钾流纹岩类与钾钠质流纹岩类稀土配分型式

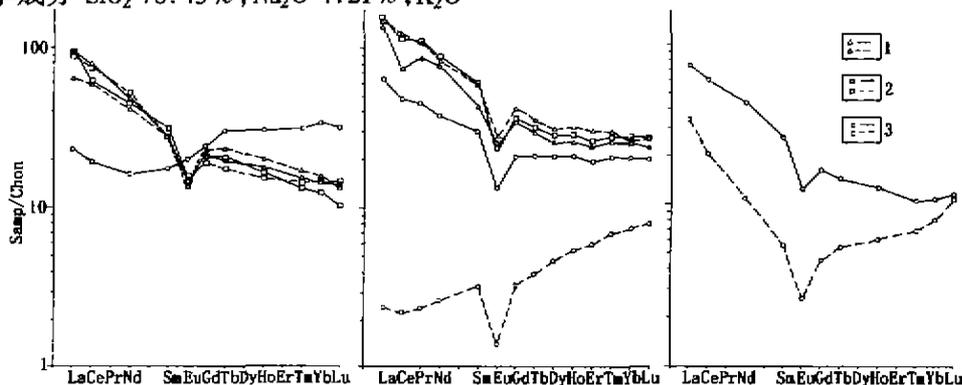


图 2 麦兹盆地变质火山岩稀土元素分布型式

(a)—可可塔勒地区; (b)—阿什勒萨依地区; (c)—蒙库地区; 1—钾钠质火山岩; 2—钾长石化流纹岩类; 3—钠长石化流纹岩类

表 1 长石电子探针分析结果

地区	编号	岩性	层位	矿物	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	BaO	Σ	Ab (%)	Or (%)	An (%)
麦兹盆地	MKP—3	石英角斑质凝灰岩	D ₁ k ₃ ²	Ab m	68.81	19.28	0.03	0.00	11.44	0.22	99.78	99.83	0.00	0.17
	KKP—9	流纹质晶屑凝灰岩	D ₁ k ₃ ¹	Pl p	65.11	22.29	2.82	0.00	9.05	0.19	99.46	85.33	0.00	14.67
				Ab p	67.45	20.49	1.05	0.00	10.92	0.00	99.91	94.97	0.00	5.03
	TRP—1	钾化流纹质凝灰岩	D ₁ k ₃ ²	Or m	63.74	17.86	0.00	16.56	0.49	0.00	98.65	4.28	95.72	0.00
克朗盆地	TMP—6	流纹质晶屑凝灰岩	D ₁ k ₁	Ab mp	67.70	19.03	0.27	0.00	11.56	0.00	98.56	98.72	0.00	1.28
				Ab mp	67.45	19.22	0.15	0.09	11.93	0.00	98.84	98.83	0.47	0.70
				Or p	64.93	18.07	0.00	15.92	0.23	0.14	99.29	2.09	97.91	0.00
	T3—23*	细碧岩	D ₁ k ₃	Ab m	68.26	19.74	0.35	0.00	11.79	0.00	100.14	100.00	0.00	0.00
	a—24*	石英角斑岩	D ₁ k ₃ ²	Ab p	68.52	19.71	0.00	0.00	11.50	0.00	99.46	100.00	0.00	0.00
TMP—1	钾化流纹岩	D ₁ k ₃ ²	Or p	65.26	18.24	0.07	15.45	0.24	0.06	99.32	2.32	97.25	0.43	
			Or m	65.34	18.51	0.00	14.64	0.00	0.23	98.72	0.00	100.00	0.00	

注: * 为姜福芝资料, 其余为本文, 由中国地质大学 (北京) 电子探针室分析; p—表斑晶或晶屑, m—基质或微晶, mp—交代斑晶残留部分。均为轻稀土富集型, $(La/Yb)_N = 5.56 \sim 7.83$ 。

2.3.2 微量元素

表 2 中, Rb 和 Ba 在富钾岩石中较高, 在富钠岩石中较低, 与 K₂O 呈正相关; Sr 在钾钠质岩石中较高, 在富钾和富钠岩石中较低。这可能反映在交代

作用过程中, Rb、Sr、Ba 为活动元素。成矿元素 Pb、Zn 含量普遍较低, 个别较高, 反映本区岩石成矿元素被强烈淋滤的特征。Nb、Zr、Hf、Ta、Th 等元素为不活动元素, 不同的地区之间有较大差别, 反映岩浆形成和演化的差异, 但在碱交代作用中变化较小。

表2 麦兹盆地火山岩化学成分和微量元素含量

样号	KKP-3	KKP-9	TRP-1	TRP-2	K-186	B2-16	HI-4	B2-18	HI-1	HI-0	MKP-3	MKP-4
地区	可可塔勒					铁热克萨依					蒙库	
岩性	T	T	KT	KT	NaR	T	T	KT	NaT	NaT	NaR	NaR
SiO ₂	75.10	82.46	76.28	76.21	70.75	76.58	79.64	74.67	80.3	76.14	74.36	71.36
TiO ₂	0.21	0.07	0.10	0.12	1.25	0.143	0.124	0.179	0.148	0.131	0.47	0.45
Al ₂ O ₃	13.40	9.70	11.80	11.83	14.19	11.47	10.90	11.97	10.67	11.56	13.84	14.91
Fe ₂ O ₃	1.19	0.90	1.03	1.57	0.57	1.42	1.59	1.66	1.20	1.87	1.72	1.53
FeO	0.77	0.27	0.03	0.03	2.09	1.78	0.56	1.05	0.91	1.40	0.32	0.54
MnO	0.03	0.02	0.01	0.01	0.063	0.039	0.011	0.017	0.015	0.019	0.02	0.05
MgO	0.75	0.51	<0.01	0.13	0.50	0.46	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.51	1.20
CaO	1.72	1.03	0.02	0.08	2.19	0.42	0.55	0.30	0.25	0.17	0.51	0.93
Na ₂ O	3.66	3.46	0.29	1.39	6.97	4.71	5.02	2.00	6.00	6.48	7.37	8.02
K ₂ O	2.34	0.72	9.68	7.86	0.22	2.40	0.92	7.96	0.10	0.13	0.04	0.04
P ₂ O ₅	0.04	0.01	0.02	0.02	0.443	0.038	0.039	0.030	0.040	0.019	0.04	0.02
H ₂ O*	0.34	0.28	0.10	0.17							0.30	0.44
烧碱	0.08	0.11	0.19	0.10	0.16	0.08	0.23	0.00	0.11	0.86	0.04	0.01
Σ	99.66	99.54	99.55	99.52	99.40	99.46	99.58	99.84	99.79	98.78	99.54	99.50
La	35.3	24.1	35.3	33.1	8.65	51.27	55.48	57.28	24.11	0.92	27.6	12.6
Ce	75.2	56.9	58.9	72.4	18.4	72.00	118.6	112.6	46.55	2.20	5.80	20.2
Pr						11.94	14.63	14.96	6.19	0.33		
Nd	34.0	28.7	31.8	36.5	11.4	55.23	58.76	62.58	26.54	1.89	30.9	7.74
Sm	6.21	6.26	7.03	6.18	3.95	9.89	13.49	13.81	6.79	0.75	5.93	1.28
Eu	1.26	1.14	1.27	1.30	1.69	2.12	2.53	2.03	1.14	0.12	1.07	0.223
Gd	6.39	6.92	6.38	5.79	7.28	10.60	12.90	10.98	6.46	1.03	5.02	1.39
Th	1.12	1.29	1.15	0.961	1.67	1.65	1.98	1.78	1.18	0.22	0.813	0.303
Dy						9.82	11.82	10.98	8.01	1.80		
Ho	1.50	1.69	1.39	1.28	2.57	2.20	2.73	2.44	1.79	0.47	1.09	0.521
Er						6.00	7.59	6.55	4.84	1.47		
Tm	0.591	0.652	0.516	0.558	1.20	1.01	1.15	1.10	0.81	0.27	0.415	0.270
Yb	3.46	3.80	2.97	3.45	8.11	6.19	6.38	6.79	4.94	1.79	2.64	1.96
Lu	0.520	0.479	0.380	0.536	1.18	0.90	1.02	1.03	0.76	0.30	0.441	0.408
Rb	86	50	168	133		52.0	24.7	173	<10	<10	<3	<3
Sr	68	25	16	19		21.6	46.8	12.4	32.1	23.9	32	20
Ba	340	122	869	976		188	288	633	59.6	56.7	33	29
Co	12	18	21	17		<5	<5	<5	<5	6.0	15	27
Pb	<6	<6	9.2	6.6						<6	67	
Zn	22	120	17	29		25.4	18.6	38.0	22.6	<10	19	159
Nb	13	9.5	9.3	9.6		21.8	17.9	21.9	17.7	18.1	12	13
Y	35	31	28	31		61.44	67.40	60.91	46.22	13.2	618	7.0
Zr	171	82	134	140		327	295	404	324	348	357	330
Sc	9.19	6.24	6.68	8.43	29.2						9.78	9.30
Cr	4.07	2.25	2.32	2.26	15.3						4.64	5.33
Ca	4.20	12.9	2.17	1.68	0.59						0.343	<0.2
Hf	4.58	3.02	5.45	5.79	5.45						10.2	12.6
Ta	1.24	1.01	1.30	1.12	0.798						1.15	1.38
Th	12.4	12.5	11.7	13.1	8.00						11.7	7.66
U	2.88	1.59	1.17	1.25	2.52						3.22	6.07

注:氧化物 10⁻²,微量元素 10⁻⁶, T-凝灰岩,KT-钾长石化凝灰岩,NaT-钠长石化凝灰岩,NaR-钠长石化流纹岩。可可塔勒地区和蒙库地区主元素和 Ba-Zr 由北京有色冶金设计总院 XRF 分析,REE 和 Sc-U 由中科院高能物理所中子活化法分析;阿什勒萨依地区主元素和 Ba-Zr 由北京矿产地质研究所 XRF 分析,REE 由北京大学地质系等离子光谱法分析。

3 碱交代作用有关讨论

3.1 富钠和富钾流纹岩成因探讨

Heghes (1972)^[9]认为,根据火山岩 K₂O 和 Na₂O 的含量可以判别属于正常的岩浆岩还是发生了钾交代或钠交代(图 3)

本区钾钠质流纹岩类属于正常岩浆岩范围,而富钾和富钠流纹岩类分别落在钾交代和钠交代区。富钾流纹岩的岩相学和矿物化学特征表明,钾长石交代了钠长石;富钾流纹岩在空间上仅分布在含矿层附近(下部),与成矿关系密切,应为流体与岩石发生钾交代作用的产物,根据它与成矿作用的关系,推断这种流体为成矿流体。

富钠流纹岩根据其野外分布特征可分为两类,

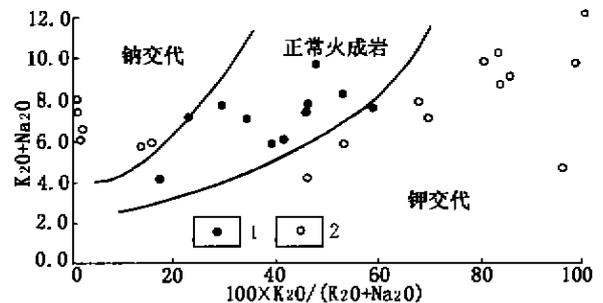


图3 麦兹盆地变质火山岩成因判别图(据 Heghes, 1972)

资料来源为本文和文献[6,7]

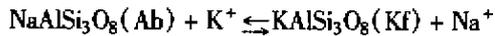
1—正常火山岩;2—碱交代火山岩

一类为康布铁堡组下亚组(蒙库地区)大面积分布的火山岩,轻稀土弱亏损,与细碧岩组成富钠的双峰式组合,其成因一般认为是低温热液蚀变和浅变质作用的产物(李增田,1990^[10];邱家骧,1996^[11]),但与

成矿作用的关系有待于进一步研究。另一类分布于断层附近,具有轻稀土元素强烈亏损的特点。反映了这类岩石是与亏损轻稀土的流体发生反应,由于海水具有相对亏损轻稀土^[15]和富钠的特点,推断这种流体是海水。

3.2 碱交代作用热力学计算

由于本区发生交代蚀变作用的火山岩主要为偏碱性的中酸性火山岩,所见长石主要为钾长石和钠长石,因此,碱交代作用的主要反应式为:



若把钾长石和钠长石近似地作为纯物质,则平衡常数 $K = \alpha_{\text{Na}^+}/\alpha_{\text{K}^+}$, α_{Na^+} 和 α_{K^+} 为 Na^+ 和 K^+ 的活度,鄂莫岚(1978)^[12]对上述反应进行过初步的热力学计算, $\Delta H_{298}^0 = -26.296\text{KJ/mol}$, 故钾长石(微斜长石)化为放热反应,温度降低有利于钾长石化,温度升高有利于钠长石化。 K 值主要与温度有关,受压力的影响较小。

根据 $K = \alpha_{\text{Na}^+}/\alpha_{\text{K}^+} = \gamma_{\text{Na}^+} X_{\text{Na}^+}/\gamma_{\text{K}^+} X_{\text{K}^+}$, 其中 γ_{Na^+} 、 γ_{K^+} 为离子活度系数, X_{Na^+} 、 X_{K^+} 为离子的摩尔分数,笔者考虑了离子的活度系数,从而得出流体的 $X_{\text{Na}^+}/X_{\text{K}^+}$ 值。由于离子的活度系数很难进行测定,但可作近似计算。当离子强度 (I) 较高时,可采用平均盐法 (Garrels, R M, Christ, C L, 1965)^[13] 计算单独离子的活度系数:当离子强度 $I = 3.5$ (盐度为 20.5wt%), $\gamma_{\text{Na}^+} \approx 0.97$, $\gamma_{\text{K}^+} \approx 0.57$, $\gamma_{\text{Na}^+}/\gamma_{\text{K}^+} \approx 1.7$; 当 $I = 1.0$ 时 (盐度为 5.85wt%), $\gamma_{\text{Na}^+}/\gamma_{\text{K}^+} \approx 0.76/0.55 = 1.4$; 当 $I = 0.5$ 时 (盐度为 2.93wt%), $\gamma_{\text{Na}^+}/\gamma_{\text{K}^+} \approx 0.71/0.58 = 1.4$ 。因此,可计算出 $X_{\text{Na}^+}/X_{\text{K}^+}$ (表 3)。

表 3 碱交代计算结果

p t/°C K ^[12]	lPa				lkPa			
	25	227	427	627	25	227	427	627
$X_{\text{Na}^+}/X_{\text{K}^+}$	768.8	15.32	2.932	1.733	824.4	15.91	3.010	1.768
$I = 3.5$	450	9.0	1.7	1.0	400	9.4	1.8	1.0
$I = 1.0$	550	11	2.1	1.2	590	11	2.2	1.3
$I = 0.5$	630	13	2.4	1.4	680	13	2.5	1.4

注: I 为离子强度, $I = 3.5, 1.0$ 和 0.5 分别相当于盐度 20.5wt%、5.85wt% 和 2.93wt%。

从表 3 可以看出,在较低温度下流体中 $X_{\text{Na}^+}/X_{\text{K}^+}$ 值很大,钠长石化中交代出少量 K^+ 就可达到平衡,即不能发生较强钠长石化;只有达到一定温度,如 $t = 227^\circ\text{C}$, $I = 1.0$ (盐度为 2.93wt%) 时, $X_{\text{Na}^+}/X_{\text{K}^+} = 11$, 可计算出 $X_{\text{K}^+} = 0.083\text{m}$, 由于低温条件下 $\text{Na}^+ \gg \text{K}^+$, 当温度上升至 227°C 达到平衡时,流体中有 0.083mNa^+ (相当于 0.19wt%) 进入岩石,岩石中有 0.083mK^+ (相当于 0.33wt%) 进入流体,若在水/岩 = 10 条件下,则有 1.9% 的 Na 交代 3.3% 的 K^+ ;

$I = 1.0$, 温度上升至 427°C 时,水/岩 = 1 的条件下,0.72% 的 Na^+ 交代了 1.2% 的 K^+ 。因此,只有温度上升到较高 ($227^\circ\text{C} \sim 427^\circ\text{C}$) 时,才能发生较强的钠长石化;同样,只有较高温度的流体,才含有较多的 K^+ , 在温度降低时,才能发生较强的钾长石化。

3.3 碱交代作用与成矿的关系

富钠岩石围绕富钾岩石分布是块状硫化物矿床的普遍现象^[14]。目前流行的块状硫化物的成因模式是对流循环模式:

在接近海底浅处,正常海水在补给通道处向下渗透被深部热源加热,与各种硅酸盐发生反应淋滤出金属形成浅成矿流体,当它迁移到排泄处,热的成矿流体上升到海底而喷射出来。在这一模式中涉及到冷的海水下降、热的成矿流体运移和上升两个过程。根据上述热力学计算:1) 冷的水下降被加热的过程,是钠长石化的过程,由于初始海水中 $X_{\text{Na}^+} \gg X_{\text{K}^+}$ (正常海水 Na 为 10.76g/kg, K 为 0.39g/kg), 只有当海水的温度上升至较高温度时 ($227^\circ\text{C} \sim 427^\circ\text{C}$), 才有可能发生较强的钠长石化;2) 较高温度的成矿流体,在运移或喷出过程中,由于温度的降低,使流体中 K 交代岩石中的 Na, 形成钾长石化带。

这一推断得到下列证据支持:1) 可以解释火山岩下部富钠,上部(近矿层)富钾的特点;2) 与交代岩石稀土元素特点一致,强钠长石化带亏损轻稀土元素,可认为是与经稀土亏损海水反应的结果,而形成的成矿流体,并不亏损轻稀土,如现代海底喷出的流体,相对于海水富轻稀土元素 ($\text{La}_{\text{热液}}/\text{La}_{\text{海水}} = 18 \sim 44$, $\text{Yb}_{\text{热液}}/\text{Yb}_{\text{海水}} = 1.2 \sim 42$)^[15], 因此,成矿流体与岩石发生的钾交代岩石一般不亏损稀土元素;3) 本区流体包裹体温度和成分测定表明:均一温度大多数在 $180^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$, 盐度 7.49wt% ~ 58.73wt%, $X_{\text{Na}^+}/X_{\text{K}^+}$ 为 1.20 ~ 4.81, 与计算结果大体吻合。

Galley(1993)认为^[16],走向上 > 10 km 的 Na 亏损带(或 K 富集带)可作为大型热液系统存在的标志。可可塔勒地区钾化带走向长度为 11km ~ 14km, 一般厚 30 m ~ 50 m, 在铁热克萨依地区 > 300 m, 可见在成矿时期,该区存在大型的对流循环系统,因而具有较大的成矿潜力。而其它地区,如大桥、阿什勒萨依和阿克哈仁地区,钾长石化规模 < 10 km, 相应矿床规模也较小。

4 结论

1) 本区变质火山岩还保留火成岩的结构特征,但矿物已发生了交代蚀变作用,根据岩石化学成分

可分为富钠、富钾和钾钠质3类,本文通过岩相学、矿物化学、岩石化学、稀土和微量元素的系统研究,认为富钠和富钾流纹岩类是变质交代作用的结果,而不是岩浆演化的产物;

2)根据富钠流纹岩类野外分布特点和稀土元素特征,可划分为两类:一类分布于断层附近,亏损轻稀土元素,很可能是成矿时期海水与岩石反应的产物,与钾交代作用有对应关系;另一类为康布铁堡组下亚组的富钠流纹岩(石英角斑岩),其形成条件和与成矿作用的关系有待于进一步研究。富钾流纹岩类与成矿作用关系密切,是成矿流体与岩石反应的产物;

3)根据交代作用的热力学计算和岩石学的研究,初步得出与中酸性海相火山岩有关的块状硫化物矿床成矿过程中的碱交代作用模式:下降的海水被深部热源加热,达到227℃~427℃时,海水中的Na与火山岩中的K发生交代作用,使火山岩发生钠长石化,K、轻稀土和成矿元素被淋滤,形成富钾和轻稀土的成矿流体;而当它在运移和喷出过程中,由于温度的降低,成矿流体中的K与岩石中的Na发生交代作用,形成富钾岩石;

4)根据可可塔勒地区钾长石化带范围判断,该区存在大型对流循环系统,具有较大成矿潜力。

参考文献

- 1 王京彬,邓吉牛.可可塔勒型块状硫化物矿床及其成矿地质背景分析.见:“八五”地质科技重要成果学术交流会议论文集.北京:冶金工业出版社,1996.350~353
- 2 秦克章,王京彬,朱思才,等.阿尔泰可可塔勒铅锌矿床地质地球化学特征与火山热液一对流循环成矿模型.见:走向地学新世纪
- 3 张进中,冯秉襄,金浩甲,等.新疆阿尔泰阿巴官—蒙库海相火山岩与铁矿的生成系统及成矿地质特征.见:中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊.北京:科学出版社,1987,第20号.89~180
- 4 姜福芝.块状硫化物矿床含矿火山建造的岩石化学特征—以我国白银厂及中国阿尔泰火山岩带为例.见李兆鼎,王碧香编.火山岩、火山作用及有关矿产.北京:地质出版社,1993.31~38
- 5 姜齐节.论岩浆岩含钾性的地质意义.地质与勘探,1994,30(1):1~6
- 6 吴志亮,李峰,等.热水沉积岩成矿作用—以阿尔泰泥盆系火山沉积盆地为例.北京:地质出版社,1996.95~99
- 7 张进红,秦克章,李思强,等.阿尔泰大桥铅锌矿床分带和交代蚀变作用研究.有色金属矿床与勘查,1994,3(4):206~211
- 8 Zhang L, Qin K, Wang J, et al. Alkaline metasomatism and wallrock alteration in Keketale Pb-Zn deposit, Altay, Northwest China. The 9th symposium of international association on the genesis of ore deposits, Abstract. Beijing, 1994.329~330
- 9 Hughes C J. Spilites, keratophyres and the igneous spectrum. Geology Magazine, 1972, 109:513~527
- 10 李增田.细碧岩成因综述.地质科技情报,1990.9(1):19~24
- 11 邱家骥,陶奎元,赵俊磊,等.火山岩.北京:地质出版社,1996.121~122
- 12 鄂莫岚.广西乌羊山花岗岩体形成时的物理化学条件.地球化学,1978,(2)
- 13 饶纪龙.地球化学中的热力学.北京:科学出版社,1979.171~173
- 14 宋叔和,韩发,葛朝华,等.火山岩型铜多金属硫化物矿床 VCPD 知识模型.北京:地质出版社,1994.23~24
- 15 James R H, Elderfield H, Palmer M R. The chemistry of hydrothermal fluids from the Broken Spur Site, 29 N Mid-Atlantic Ridge. Geochimica et cosmochimica Acta, 1995, 59(4):651~659
- 16 Galley A G. Target vectoring using lithogeochemistry: Applications to the exploration for volcanic-hosted massive sulphide deposits. CIM Bulletin, 1995, 88:15~27

ALKALINE METASOMATISM OF MARINE VOLCANIC ROCKS OF THE KEKETALE Pb-Zn DEPOSIT, XINJIANG

Zhang Jinhong, Wang Jinbin, Ding Rufu

Based on field survey, petrography, geochemistry of rocks and minerals, it is held that Na enrichment in lower and K enrichment in upper of the Devonian acid marine volcanic rocks - dominate ore-bearing strata result from metasomatism. The thermodynamic calculation indicates that when the descending sea water is heated in the convection-circulation of fluid, the sodium metasomatism takes place due to temperature rising, and that the potassium metasomatism takes place due to falling of temperature in the migration and exhalation of ore-forming fluid.

Key words Keketale Pb-Zn deposit, marine volcanic rocks, alkaline metasomatism, thermodynamic calculation.

第一作者简介

张进红 男,1966年生。1986年毕业于浙江大学地质系。现任有色北京矿产地质研究所高级工程师,正在攻读中国地质大学(北京)岩石学专业博士学位。主要从事矿床学和岩石学研究工作。

通讯地址:北京安外大羊坊 中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所 邮政编码:100012

