

华南花岗岩风化壳中稀土的存在形态及迁移富集模式*

陈志澄

庄文明 陈炳辉 洪华华 俞受璠

(广东药学院, 广州 510224)

(中山大学地质系, 广州 510275)

摘要 本文从化学形态角度, 确立了一个RE形态分析流程, 得出风化壳中RE化学形态可分为活性态, Fe, Al共沉淀态及有机结合态3种. 全风化层样品中RE多数以活性态为主, 但平远C剖面RE却以有机结合态占大多数. 活性态、有机结合态RE与粘土矿物关系密切, 而Fe, Al共沉淀态的RE与粘土矿物关系不大. 原岩溶出试验表明, RE在有机介质中的溶出量一般高于无机介质, RE最大可能是呈有机无机混配络离子迁移. 迁移、富集过程是络合、水解、沉淀和吸附反应同时出现, 反应受pH控制. 本文初步建立了花岗岩风化壳中RE往下迁移、富集的模式.

关键词 花岗岩风化壳, 稀土, 存在形态, 迁移富集, 模式

分类号 P 595

1 花岗岩风化壳中稀土的存在形态

风化壳中RE的迁移和分异在国外曾有研究报导^[1,2]. 对华南花岗岩风化壳中RE的迁移和富集规律作过不少研究工作, 对稀土元素在表生条件下的行为多认为稀土元素在花岗岩风化壳中赋存状态有3种: 一是离子吸附相, 二是单矿物相, 三是类质同像或微固体分散相^[3-7]. 而且, 王贤觉等^[6]用电泳、电渗析、离子交换法进一步确定RE主要以简单阳离子形式为粘土矿物所吸附.

从化学理论及色层过程来看, RE可能不只是一种“离子吸附”形态. 从化学形态的角度考虑, 拟定和研究了一个化学提取方法^[9], 探索从化学途径剖析RE的形态特征、迁移和富集行为.

研究确立的RE形态分析见流程图.

将龙南及平远两个地区的各花岗岩风化壳剖面试样分为全样和<240目粒级样两类, 按上述流程提取, 并测定各提取液的RE, Fe, Al含量, 结果见表1.

收稿日期: 1992-06-03

* 国家自然科学基金资助项目

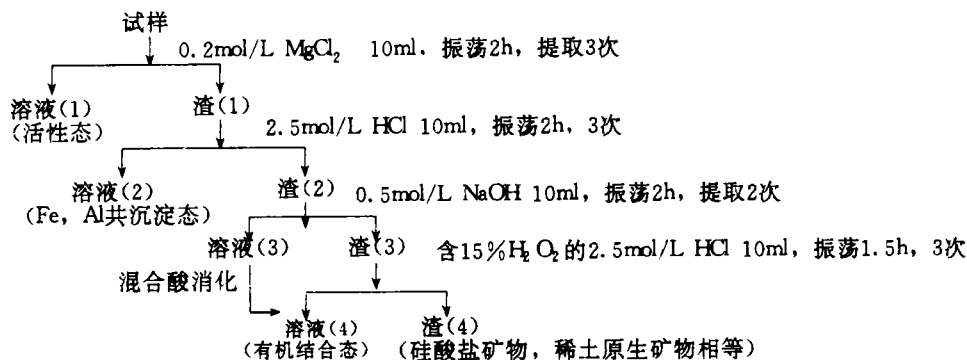


表 1 龙南、平远两地区花岗岩风化壳剖面试样稀土形态分析结果

Tab. 1 Analytical results of REE species in specimens from sections of weathering crust of granites in Longnan and Pingyuan areas $RE_2O_3/mg \cdot kg$

剖面编号	全 样 特 征	全 样				<240 目 粒 级 试 样				
		pH	活性态	Fe, Al 共沉淀态	有机 结合态	三态和	活性态	Fe, Al 共沉淀态	有机 结合态	三态和
龙 A1	红色花岗岩风化壳, 距裂隙 15cm	5.73	750	94	5	849				
龙 A2	白色花岗岩风化壳, 距裂隙 5cm	5.94	695	53	15	763				
龙 A3	深褐色铁氢氧化物, 产于裂隙中	6.00	823	765	48	1628				
龙 B1	残坡积层上部, 样长 0.5m	5.49	163	172	47	382	/	/	/	/
龙 B2	全风化层顶部, 深约 1.7m, 样长 0.5m	5.49	278	63	10	351	605	25	85	715
龙 B3	全风化层, 深约 5.4m, 样长 0.5m	5.79	403	54	20	477	483	15	90	588
龙 B4	全风化层下部, 深约 10.5m, 样长 0.5m	5.92	770	144	20	934	1030	96	120	1246
平 A1	残坡积层中部, 样长 0.3m	5.41	720	838	253	1811	730	200	795	1725
平 A2	风化层与残坡积层交界部位, 深 2.4m	5.78	1240	278	177	1685	1740	130	348	2218
平 A3	全风化层, 深 6m	5.95	2140	73	403	2616	2760	125	400	3385
平 A4	全风化层下部, 深 10m, 样长 0.3m	5.94	3600	194	638	4432	4830	223	700	5753
平 B1	残坡积层下部, 深 1.65m, 样长 0.4m	5.14	776	400	560	1736	1338	283	945	2566
平 B2	全风化层顶部, 深 2.4m, 样长 0.5m	5.47	3150	215	110	3475	4730	468	170	5368
平 B3	全风化层, 深 5.4m, 样长 0.3m	5.68	2800	755	40	3595	3380	185	1070	4635
平 B4	半风化层, 深 8.0m, 样长 0.6m	5.92	520	218	65	803	920	170	425	1515
平 B5	弱风化层, 深 13m	5.79	190	198	60	448	/	/	/	/
平 C1	残坡积层底部, 全风化层顶部	4.43	240	85	1070	1395	210	53	1130	1393
平 C2	全风化层中部	4.04	730	63	575	1368	550	73	780	1403
平 D1	全风化层顶部	5.39	1200	190	50	1440	1380	510	150	2040
平 D2	全风化层中部	5.54	1700	360	45	2105	3000	380	205	3585
平 E1	全风化层顶部, 深 3.6m		205	92	935	1232	250	150	1100	1500
平 E2	全风化层上部, 深 6.1m		490	360	250	1100	790	62	403	1255
平 E3	全风化层中上部, 深 8.6m		550	72	470	1092	690	50	210	950
平 E4	全风化层中部, 潮湿, 深 11.1m		3440	262	283	3985	3740	250	325	4315

* 偏低

龙南 A 样为一条淋积裂隙, 试样中 RE 以活性态占绝大多数, 但裂隙中铁铝共沉淀态稀土含量几乎与活性态相等, 而且反映出裂隙两旁退化带中活性态及铁铝共沉淀态稀土均有贫化的趋势, 这可能是两旁向裂隙中淋滤引起. 裂隙中有机结合态稀土含量最高, 有机结合态稀土占 3 态稀土总量的百分率从内向外分别为 2.45, 1.96, 0.59, 可见裂隙是有机物下渗的主要通道.

从龙南 B 剖面及平远 A, B, C, D, E 剖面总体特征来看, 各态 RE 含量占 3 态总量百分数见图 1. 从图 1 可看出全风化壳试样中 RE 大致以活性态为主. 一般全风化层中有有机结合态 RE 占 3 态之和的 15% 以下, 而平远 C, E 剖面可达 40% 以上. 对比龙南及平远两地, 平远地区有机结合态 RE 含量远比龙南地区为高. 在全样与 <240 目粒度试样对比来看, 活性态、有机结合态稀土含量 <240 目粒度样品高于全样, 表明这两态 RE 与细粒粘土矿物关系比较密切, 而铁铝共沉淀态的 RE 与粘土矿物关系不大.

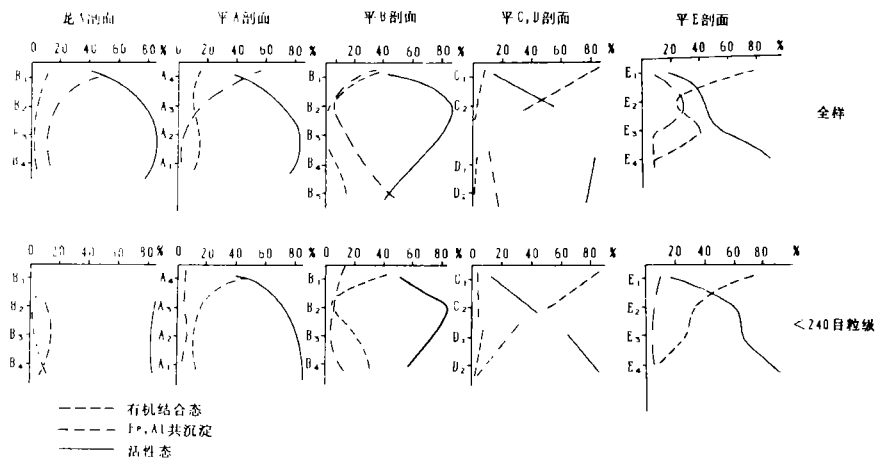


图 1 矿样中各态 RE 占三态总量的百分数剖面变化图

Fig. 1 Diagrams showing vertical evolution of contents of the three REE species in specimens from various sections

从表 1 和图 1 还可看出, 完整的全风化壳剖面中活性态 RE 分布呈“抛物线”型, 中间的 RE 含量最高, 与前人分布统计趋势的结论完全一致. 对活性态提取液用有机溶剂萃取分离、红外光谱测定表明, 提取液中含有多羟基化合物或多糖化合物. 从 X-衍射物相分析结果来看, 经过 0.20mol/L $MgCl_2$ 提取后, 试样中除可见一水软铝石非定形胶体消失外, 其它矿物相未变. 因此, 我们认为 $MgCl_2$ 提取态 RE 是能被其它阳离子交换的, 易于被水淋洗移动, 它不单与粘土矿物吸附, 而且也与多羟基化合物或多糖有关, 它们之间结合力弱, 是属于范德华力或静电引力, 称之为活性态 RE.

铁铝共沉淀态稀土含量一般在残坡积层较高, 从上往下到全风化层下部有降低趋势, 再往下至半风化层又略有升高, 这可能与潜水面的位置有关. 鉴于在纯水中 RE^{3+} 的水解 pH 大于 6.1, 如果有有机酸存在, pH 还要高一些, 而风化壳试样磨蚀 pH 在 4~6 之间,

因此，由于 RE^{3+} 水解的可能性较小，但在此pH条件下，铁、铝发生强烈水解。将所测 RE_2O_3 ， Fe_2O_3 ， Al_2O_3 的结果换算成摩尔数，并将 $RE_2O_3 \text{ mol} / (Fe_2O_3 \text{ mol} + Al_2O_3 \text{ mol})$ ，结果见表2。从表2可见绝大多数比值很小，RE完全有可能是由于Fe、Al水解与Fe、Al的水合氧化物或氢氧化物共沉淀保留下来。用2.5mol/L HCl提取前后的试样进行X射线衍射物相分析，结果表明提取后试样中纤铁矿($\beta-FeO(OH)$)完全消失， $\alpha-FeO(OH)$ (针铁矿)、 $\alpha-AlO(OH)$ (一水硬铝石)矿物相也近乎消失，充分说明HCl提取态RE是与铁、铝水合氧化物或氢氧化物共沉淀保留下来的。

表2 Fe、Al共沉淀态中RE，Fe，Al的摩尔数及摩尔比

Tab. 2 Mole numbers of REE and Fe, Al and their ratios in Fe-Al co-deposited species

剖面 样号	磨蚀 pH	全 样			
		RE_2O_3 $X \cdot 10^{-6}$	Fe_2O_3 $X \cdot 10^{-6}$	Al_2O_3 $X \cdot 10^{-6}$	$\frac{RE_2O_3}{Fe_2O_3 + Al_2O_3}$
龙 A1	5.73	0.35	25.3	12.95	0.0092
龙 A2	5.94	0.20	21.3	13.34	0.0058
龙 A3	6.00	2.87	13.3	12.26	0.097
龙 B1	5.49	0.64	25.11	65.22	0.007
龙 B2	5.49	0.24	27.05	30.80	0.004
龙 B3	5.79	0.20	2.76	36.29	0.005
龙 B4	5.92	0.54	5.32	26.68	0.017
平 A1	5.41	2.72	7.82	65.22	0.037
平 A2	5.78	0.90	7.82	54.92	0.014
平 A3	5.95	0.24	6.57	51.00	0.004
平 A4	5.94	0.63	6.01	—	—
平 B1	5.14	1.30	10.83	0.39	0.116
平 B2	5.47	0.70	3.26	0.78	0.173
平 B3	5.68	2.45	8.20	0.00	0.299
平 B4	5.92	0.71	9.08	0.00	0.078
平 B5	5.79	0.64	4.88	14.71	0.033
平 C1	4.43	0.27	6.14	67.67	0.0037
平 C2	4.04	0.20	2.76	46.29	0.0041
平 D1	5.39	0.62	3.76	62.18	0.0094
平 D2	5.54	1.17	14.65	47.37	0.0189

有机结合态RE含量在残坡积层较高，剖面从上往下略有减小，到潜水面附近又略有升高，其变化趋势与剖面试样有机碳含量有一定相关。在0.5mol/L NaOH提取液中，以红外吸收光谱测出含有脂肪族长链酸、酯类、腐植酸和长链酸盐、长链酸与金属离子的络合物等，同样，在这一强碱溶液中检测出远大于 $RE(OH)_3$ 溶解度的RE含量，显然，这些有机化合物是可以和稀土离子形成稳定的络合物的。在含15% H_2O_2 的2.5mol/L HCl提取液中，检测到的RE含量占“有机结合态RE”的大部分。表3数据表明，在“有机结合态”中提取出来的Fe、Al含量比“铁铝共沉淀态”中的Fe、Al含量高，从摩尔比值来看，“有机

结合态”比“铁铝共沉淀态”成数量级降低;从“有机提取态”前后试样的 X 射线衍射物相分析表明,试样矿物未发生明显变化;在弱酸性介质条件下,铁、铝水解反应时,会生成多种形态的羟基络离子,这种羟基络离子可以进入水溶液,并随着 pH 变化及铁铝浓度变化,会出现聚合反应,生成多核带正电荷络离子或无机高分子,其结构基本组成除羟桥、氧桥外,还有水分子,而 RE^{3+} 由于价电荷相近,并且同是路易斯硬酸离子,完全有可能取代其中 Al 或 Fe 的位置,从而形成带正电荷的异核多核络离子,它们是一种凝胶或溶胶,所以用 X 射线衍射结构分析无法测出,它们以桥的形式将有机质和粘土矿物联结起来,以 A—O—M—O—R 的形式而保留在风化壳中(A:粘土矿物,M:多核络离子或异核多核络离子,R:有机质,通常可能是带负电荷的胶体),当将 R 提取后,再用 HCl— H_2O_2 才能将它们提取出来.综上所述,这是与有机化合物组成络合物的 RE 以及以桥的形式而存在的 RE,我们统称之为有机结合态稀土.

表 3 有机结合态中 RE, Al, Fe 的摩尔数和摩尔比

Tab. 3 Mole numbers of REE and Fe, Al and their ratios in organic binding species

剖面 编号	全 样					
	磨蚀 pH	RE_2O_3 $X \cdot 10^{-6}$	Fe_2O_3 $X \cdot 10^{-6}$	Al_2O_3 $X \cdot 10^{-6}$	$\frac{RE_2O_3}{Fe_2O_3 + Al_2O_3}$	有机 C /%
龙 A1	5.73	0.019	0.75	71.3	0.00026	0.0030
龙 A2	5.94	0.056	0.06	42.6	0.0013	0.0016
龙 A3	8.00	0.150	4.70	75.0	0.0019	0.015
龙 B1	5.49	0.18	15.34	108.90	0.001	0.510
龙 B2	5.49	0.04	2.82	66.69	0.001	0.023
龙 B3	5.79	0.07	4.38	81.50	0.001	0.0038
龙 B4	5.92	0.07	4.20	92.59	0.001	
平 A1	5.41	0.82	21.29	251.08	0.003	0.066
平 A2	5.78	0.57	12.52	118.67	0.004	0.0082
平 A3	5.95	1.31	12.59	112.79	0.010	0.010
平 A4	5.94	2.07	4.01	51.00	0.038	0.0047
平 B1	5.14	1.82	10.96	81.50	0.020	0.097
平 B2	5.47	0.36	3.51	53.75	0.006	0.027
平 B3	5.68	0.13	3.63	64.14	0.002	0.0049
平 B4	5.92	0.21	1.57	58.16	0.004	0.0061
平 B5	5.79	0.19	2.07	36.29	0.005	0.000
平 C1	4.43	3.47	6.57	120.64	0.027	0.020
平 C2	4.04	1.87	4.51	78.85	0.022	0.017
平 D1	5.39	0.16	6.51	268.7	0.006	0.0065
平 D2	5.54	0.15	4.51	62.97	0.002	0.0044

活性态 RE 与铁铝共沉淀态、有机结合态 RE 的相对含量在剖面上呈一定的反向趋势(图 1). 一般风化壳全样中主要表现为活性态 RE 含量与铁铝共沉淀态 RE 呈逆反,平

远 C, E 剖面风化壳的有机结合态 RE 含量与活性态 RE 含量呈反消长趋势. 在 <240 目粒级中, 基本上都是有机结合态 RE 量与活性态 RE 量呈反消长关系.

2 花岗岩风化壳中稀土的迁移、富集模式

在花岗岩风化壳中, 下渗的雨水和风化形成的粘土矿物在 RE 的迁移和表生富集中起着重要的作用. RE 从花岗岩原生矿物中脱出向下迁移富集过程中, 有机物扮演了一个重要的角色. 静态浸泡实验表明 RE 能以 $RE(H_2O)_9^{3+}$ 络离子从原岩溶出, 有机介质和无机介质有助于 RE 从原岩溶出, 有机介质中的溶出量一般高于无机介质, 其中以脂肪酸溶出量最高(见表 4). 稀土元素配位化学的基本知识表明, 在水溶液中, 配位体要与稀土络合, 必然首先与溶液中大量的水分子竞争, 这就需要所形成的配合物的稳定常数大于 $RE(H_2O)_9^{3+}$ 的稳定常数, 或者配位体的活度足够大. 一般无机配位体只能生成很弱的络合物或者生成沉淀(多数为含氧阴离子). 例如: $La^{3+} + H_2CO_3 \rightleftharpoons LaCO_3^+ + 2H^+$, 其稳定常数是 10^{-9} , 而 $RE_2(CO_3)_3 \cdot nH_2O$ 的 k_{sp} 在 $10^{-22} \sim 10^{-28}$ 之间, 显然, 在风化过程这种自然条件下, RE^{3+} 以组成 $RECO_3^+$ 的形式并随水迁移是难以实现的, 表 4 中虽然在 Na_2CO_3 介质中 RE 的溶出量高于纯水, 但此时 RE^{3+} 的浓度未达到产生 $RE_2(CO_3)_3 \cdot nH_2O$ 沉淀的浓度, 而 Na_2CO_3 作用于原岩中的含稀土矿物, 它可以是将矿物中其它离子络合而使矿物解体, RE 因矿物解体而转入溶液, 但此时 RE 以 $RE(H_2O)_9^{3+}$ 络离子形式存在, 而不是以 $RECO_3^+$ 的络离子形式存在. 另一方面, RE 与一些羧酸、羟基羧酸、氨基酸形成络合物已有较多的研究, 其在溶液中稳定性也较好, 最明显的例证就是在 HAc 介质中 RE^{3+} 水解的 pH 上升一个 pH 单位以上, 表明由于 Ac^- 与 RE^{3+} 的络合延缓了 RE^{3+} 的水解. 我们用 $CHCl_3$ 抽提风化壳剖面试样, 经一定分离后用质谱测定, 检测出丰富的饱和的及不饱和的一元及二元有机酸、酮类化合物等, 这些化合物能提供 $C=O$, $-COOH$, NH , $-OH$ 等配位基团与 RE 组成配位离子或螯合离子. 抽提后的残渣用 NaOH 再抽提, 这种有机物能与 RE 组成螯合离子而保留在强碱溶液中, 这种有机物元素分析表明含有 C, H, O 和 N, 表明是一些腐植酸类有机物, 腐植酸在一定 pH 条件下提供高价负离子与 RE 组成螯合离子随水迁移, 反之, 在某一 pH 条件下能失去电荷而沉淀或与粘土矿物作用而保留在风化壳. 已知的这些有机化合物与 RE^{3+} 的配位离子的稳定性又不是很大的, 如 RE^{3+} 与 Ac^- 的 1:1 络合物的生成常数 ($\lg k_1$) 在 1.57~2.04 之间, 与乙二醇的 1:1 络合物的生成常数 ($\lg k_1$) 在 2.19~2.72 之间, 所以它们在一定条件下会解体, 而 RE^{3+} 则与粘土矿物发生吸附作用, 或这种络合物本身直接与粘土矿物以范德华力结合, 从而保存在风化壳. 有机介质与无机介质都对原岩的溶出起作用, 但在迁移过程中极大可能性是有机配位体与无机配位体与 RE 组成混配络离子形式迁移.

我们将 HAc—NaAc ($Ac^- + HAc$ 总浓度 0.1 mol/L) 缓冲体系配成 pH4.5, 5.4, 6.5, 7.5, 8.5 几个 pH 档次, 在室温下静态浸泡原岩, 140 d 内观察其变化, 测定其 pH 及 RE 在溶液中含量(c). 得到如下几点认识: 原岩溶出过程 pH 缓慢上升, 升幅随溶液原始 pH 不同而不同, 以原液 pH5.5 的升幅最大; 观察到 Fe, Al 的水解沉淀; 溶出过程可能存在如下几种化学反应:

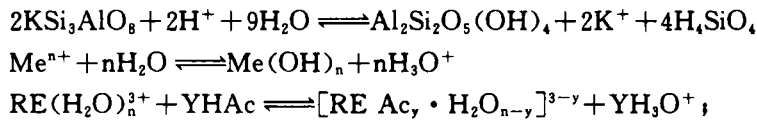


表 4 不同介质溶液对 RE 从原岩中溶出的影响

Tab. 4 The influence of solutions in different media over solvency of REE from original rocks

浸泡介质 $c/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	起始 pH	$c/\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ 94 d 浸出	
		C 样	B 样
HAc—NaAc, 9.0×10^{-4}	3.95	1.8	1.1
	4.70	0.68	0.18
	5.8	0.41	—
	6.8	0.30	0.17
糖类: 其中麦芽糖 2.0×10^{-4} , 树胶醛糖 5.1×10^{-4} , 葡萄糖 5.10×10^{-4} , 以 NaOH 调 pH	5.5	0.14	0.05
	6.2	0.36	0.25
	7.2	0.35	0.28
氨基酸类: 其中 DL-苯丙氨酸 2.5×10^{-4} , 氨基乙酸 4.8×10^{-4} , 氨基丙酸 1.8×10^{-4} , 白氨酸 1.9×10^{-4} , L-一天氨酸 2.8×10^{-4} , 以 NaOH 调 pH	5.1	0.42	0.43
	6.0	0.12	0.22
	7.0	0.05	0.19
	7.8	0.08	0.21
腐植酸(市售), $40\mu\text{g}/\text{ml}$ 以 NaOH 调 pH	4.1	0.53	0.06
	5.4	0.20	—
	6.8	0.14	0.21
EDTA 8.7×10^{-4} , 以 NaOH 调 pH	4.5	0.41	0.48
	5.6	0.41	0.55
	6.7	—	0.43
	7.4	—	—
KCl 1.0×10^{-3} , 以 HCl 调 pH	4.8	0.32	—
	5.6	0.36	0.01
	7.0	0.27	—
Na ₂ CO ₃ 1.4×10^{-3} , 以 HCl 调 pH	4.0	0.23	—
	5.0	—	0.28
	5.8	0.27	0.33
	7.0	0.13	0.35
H ₂ SO ₄ 9.9×10^{-4} , 以 NaOH 调 pH	5.4	—	0.16
	6.4	0.20	0.15
	7.2	0.06	0.07
广州市区酸雨	5.4	0.22	0.08
	5.8	0.09	0.38
重蒸馏水	7.0	0.04	0.08

由于浸泡液浓度较大, 随着时间延长, 溶液中 RE 浓度增高, 但如果 pH 超过 7.3, 则

溶液中 RE 浓度小于 $RE(OH)_3$ 的溶解度; Fe, Al 水解沉淀对 RE^{3+} 有吸附作用.

风化壳磨蚀 pH 在 4~6 之间, 最大可能是由于残坡积层有机质下渗, 有机物酸式离解所致.

RE 与有机、无机混配络合离子在向下迁移过程中, 络合反应和水解反应同时发现, RE 溶出和在风化壳中的保留同时进行, 反应受 pH 值控制. 风化壳剖面中, 从上而下随着雨水下渗动力作用的减弱, 粘土矿物、铁铝氢氧化物及有机物与 RE 离子之间相互作用, RE 逐渐富集.

综上所述, 花岗岩风化壳中稀土元素往下迁移、富集的模式如图 2.

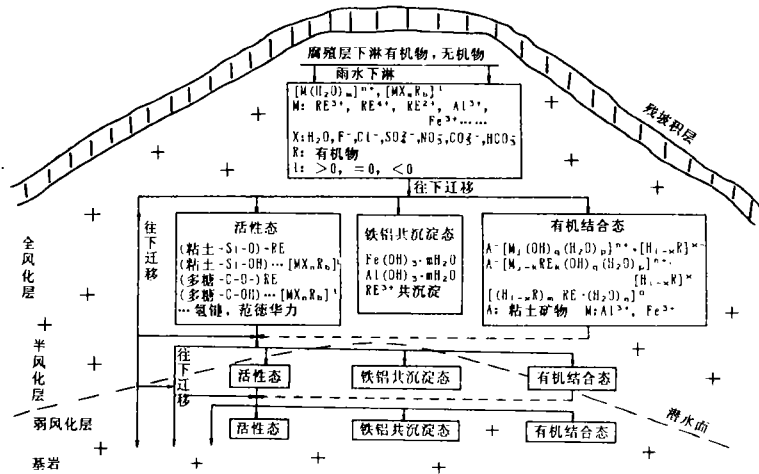


图 2 花岗岩风化壳中稀土迁移富集模式图

Fig. 2 Model diagram showing transformation and accumulation of REE in the weathering crust of granites

3 结 论

(1)花岗岩风化壳中非原生矿物相 RE 的化学形态可分为活性态、铁铝共沉淀态和有机结合态 3 类. 全风化层试样中 RE 多数以活性态为主, 但平远 C, E 剖面 RE 却以有机结合态占大多数. 活性态、有机结合态 RE 与粘土矿物关系密切, 而 Fe, Al 共沉淀态的 RE 与粘土矿物关系不大.

(2)花岗岩风化壳中存在丰富的有机酸、腐植酸等有机质. 原岩中的 RE 在有机介质中的溶出量一般高于无机介质; RE 呈水合离子、有机无机混配离子随水迁移, 迁移过程是络合、水解、沉淀和吸附反应反复出现. 风化壳有如一个大的天然色层柱的固定相, 水作为流动相, 稀土在层析过程中迁移富集.

(3)在风化壳中迁移、沉淀的 Fe, Al 也参与和 RE 离子一样, 发生分异、迁移和富集, 并且与 RE 有一定的相关性.

参 考 文 献

- 1 Neshitt H W. *Nature*, 1979(279):206~210
- 2 Duddy L R. *Chem. Geol.*, 1950,30(4):363~381
- 3 陈德潜,陈刚. 实用稀土元素地球仪学. 北京:冶金工业出版社,1990
- 4 中国科学院贵阳地球仪学研究所. 华南花岗岩的地球化学. 北京:科学出版社,1979
- 5 张祖海. 地质找矿论丛,1990,5(1):57~70
- 6 王贤觉等. 国际交流地质学术论文集(2). 北京:地质出版社,1980:139~144
- 7 宋云华,沈丽璞. 地球化学,1986(3):234~266
- 8 汪寿松译. 国外地质,1978(9):28~44
- 9 陈志澄等. 分析测试学报,1993,12(4):21~25
- 10 杨燕生等译. 稀土络合物译文集,广州:中山大学出版社,1981

Transforming and Accumulating Behaviors and Existing Species of REE in the Weathering Crust of Granites in South China

Chen Zhichen* Zhuang Wenming Chen Binghui Honghuahua Yu Shoujun

Abstract An analytical method of REE chemical speciation has been established and three kinds of REE chemical species which are activated species, Fe—Al co—deposited species and organic binding species in the weathering crust of granites have been determined in this paper. REE of specimens from complete weathering crust exists mainly in activated species with the exception of REE from Section C of Pingyuan Mine which exists mostly in organic binding species. Of the three REE chemical species, the activated and the organic ones are closed related to clay minerals, but the Fe—Al co—deposited species of REE has no such relationship. By testing REE solvency from original rocks, it has been proved that the amount of REE dissolved in organic media are larger than that in inorganic media. REE transformed probably in mixed organic and inorganic co—ordinate complex ions. Complexing, hydrolysis, deposition and absorption of REE which are controlled by pH value coexist in the process of REE transformation and accumulation. A preliminary model of transformation and accumulation of REE in the weathering crust of granites has been proposed at the end of the paper.

Keywords weathering crust of granites, REE, existing species, transformation and accumulation, behaviors

* Guangdong Pharmaceutical College, Guangzhou 510224