

广东平远花岗岩风化壳及其 稀土成矿特征*

陈炳辉 俞受蓁

(中山大学地质学系, 广州 510275)

摘要 以竹细塘和神背岩体为例, 研究燕山晚期黑云母花岗岩的风化壳及其稀土成矿特征. 结果表明: 风化壳剖面发育层状结构, 自下而上, 碎屑矿物减少, 粘土矿物含量增加, 活动组分(K_2O , Na_2O , CaO)减少, 稳定组分(Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2)增加. 风化壳中稀土分布总体上保持原岩特征, 但各风化壳层中铈负异常均增加, 铈和铈负异常消失乃至出现正异常; 全风化壳的中下部稀土最为富集, 稀土分布型式也变化最大; 在全风化和半风化壳层中稀土含量与粘土矿物呈明显的正相关关系. 非矿物相稀土在风化壳中主要以活性态存在, 此外还以铁铝共沉淀态和有机结合态形式赋存.

关键词 花岗岩风化壳, 稀土, 成矿特征, 赋存状态

分类号 P581

平远黄畬地区燕山晚期黑云母花岗岩主要呈小岩株分布于黄畬镇的西部和南部, 计有黄泥丘、上塘子、耐坑、竹细塘、神背、松树背等小岩体, 其风化壳发育有重要的富铈轻稀土矿床. 本文以竹细塘和神背岩体的风化壳为重点, 研究风化壳剖面及其稀土成矿特征.

1 风化壳剖面的特征

本区为低山丘陵多雨地区, 花岗岩风化壳发育, 一般风化壳厚度为 5~10m. 风化壳剖面具以下特征.

1.1 风化壳的层状结构

从完全土壤化的表层至新鲜基岩, 风化壳按发育程度大致可分为以下几层:

(1) 表土层 由含植物根系的黑褐色—黄褐色腐殖质及粘土组成, 没有似花岗岩的外貌, 与下伏全风化层有明显的界线, 厚 0.5~1m.

(2) 全风化层 呈灰白—浅褐红色, 保留原花岗岩的外貌, 但结构疏松, 手捏易碎, 有

收稿日期: 1993-04-02

* 国家自然科学基金资助项目

砂质感,主要由石英、长石和粘土矿物组成,厚一般 3~5m.

(3)半风化—微风化层 与全风化层逐渐过渡,表现为结构疏松程度降低,手捏不易碎,长石含量增加,出现较多云母,往下风化程度降低,仅出现轻微的风化,厚 1.5~4m.

1.2 风化壳的矿物成分

对风化壳中碎屑矿物和粘土矿物的研究,其变化规律如下.

(1)碎屑矿物 主要碎屑矿物集中于大于 0.004mm 的粒级中,不同位置的风化剖面上各碎屑矿物的含量不一,但均以石英、长石为主,有少量云母,风化剖面自下而上,随风化作用的增强,石英、长石和云母的含量逐渐减少,石英与长石的比值略有增加.

原样→烘干→称重→加六偏磷酸钠(分散剂),H₂O→水筛(过 0.063mm)

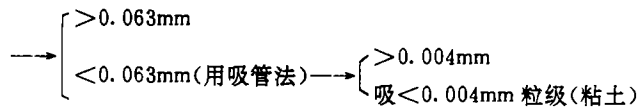


图 1 沉吸法提取粘土矿物流程

Fig. 1 The process for abstracting clay minerals from samples of the weathering crust

(2)粘土矿物 从神背和竹细塘 2 个黑云母花岗岩体的风化壳剖面中各取 4 个样品,用沉吸法提取出粘土矿物,其提取流程如图 1 所示,提取过程中从 0.016mm 粒级开始有粘土矿物出现,分离出小于 0.004mm 粒级的粘土矿物,然后对分离出的粘土矿物进行 X 光衍射分析(图 2,3),并计算出各种粘土矿物的百分含量(表 1).从图 2,3 和表 1 可知,

表 1 风化壳剖面粘土矿物含量

Tab. 1 The contents of clay minerals in samples from weathering crust profiles /%

剖面名称	样号	产出位置	粘土矿物总量 (<0.004mm 粒级)	各粘土矿物的含量		
				蒙脱石	伊利石	高岭石
竹细塘	Z1	表土层	19.31	0.50	1.51	17.30
	Z2	全风化层	7.36	0.16	1.39	5.81
	Z4	全风化层	8.23		1.63	6.60
	Z6	半风化层	6.89		1.43	5.46
神背	神 1	表土层	23.36		1.32	22.09
	神 2	全风化层	9.36		0.86	8.50
	神 4	全风化层	7.48		0.76	6.72
	神 8	半风化层	7.71		0.37	7.34

注:粘土矿物总量由本系朱素琳分析

风化壳中主要的粘土矿物是高岭石和伊利石,其中竹细塘剖面上部含有少量的蒙脱石.风化壳剖面自上而下粘土含量减少,伊利石的含量由表土层到全风化层变化不很明显,在半风化层中含量稍有降低,而高岭石则从表土层到全风化层有明显的降低,从全风化壳到半风化层变化较小.

1.3 风化壳的化学成分

神背黑云母花岗岩风化壳的化学成分如表 2 所示.各化学成分在风化壳剖面中的变化规律为:活动组分(K_2O , Na_2O , CaO)自下而上,随风化作用的增强而减少,特别是 Na_2O 在各风化层中均强烈带出;稳定组分(Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2)自下而上明显增加;较稳定组分(SiO_2 , FeO , MnO , MgO , P_2O_5)中, SiO_2 和 P_2O_5 除 SiO_2 从原岩到半风化层增加外自下而上减少, FeO , MnO , MgO 除了 FeO 和 MnO 从原岩到半风化层减少外自下而上增加;流动组分(H_2O , CO_2)除 CO_2 在原岩含量较高外自下而上随着风化增强而增加.

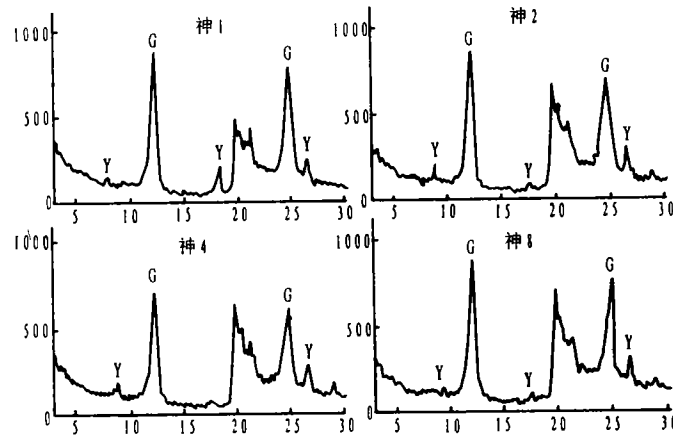


图 2 神背剖面风化壳样品 X 光衍射图

G——高岭石, Y——伊利石

Fig. 2 X-ray diffraction of samples from Shenbei profile

表 2 风化壳的化学成分

Tab. 2 The chemical composition of the weathering crust

/%

样号	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MnO	P_2O_5	H_2O^+	CO_2
神 2	67.38	17.16	0.53	3.56	0.95	0.02	0.22	4.15	0.32	0.08	0.11	5.21	0.07
神 4	70.30	15.63	0.46	2.91	0.73	0.04	0.11	4.56	0.50	0.04	0.12	4.38	0.05
神 8	72.57	14.60	0.42	1.88	0.67	0.04	0.11	4.98	0.46	0.03	0.12	3.22	0.06
PSB-1*	69.80	13.71	0.34	1.59	1.87	1.12	0.26	4.96	3.83	0.11	0.17	0.52	0.22

* 产出位置为原岩,其它同表 1;
分析单位:宜昌地质矿产研究所

2 稀土成矿特征

2.1 风化壳中稀土元素的含量和分布

从竹细塘和神背两个黑云母花岗岩风化壳剖面的稀土元素含量(表 3)可见,风化壳

中的稀土含量比原岩有明显的增高,而且稀土主要富集在全风化壳中,以全风化壳的中下部(神 2 和 Z4 样品)最富.综合分析表 3 和表 1,竹细塘剖面中 Z4 样品中粘土和稀土含量最高,Z2 样品次之,Z6 样品则最低.神背剖面的情况类似,神 2 样品的粘土含量最高,其稀土矿化最强.由此说明在全风化半风化层中,稀土元素含量与粘土含量呈明显的正相关关系,反映了粘土对稀土元素的富集作用.从稀土球粒陨石标准化配分曲线(图 4, 5)可以看出:① 风化壳中稀土的分布发生了一定程度的变化,但总体分布型式基本上继承了原岩的特征;② 与原岩相比,风化壳各层中铈负异常均有所增强,而铈和钪的负异常消失,有些甚至出现正异常;③ 从风化壳各层中稀土分布的变化来看,以全风化壳的下部(Z4 和神 4 样品)稀土分布型式变化最大,轻重稀土的比值(LREE/

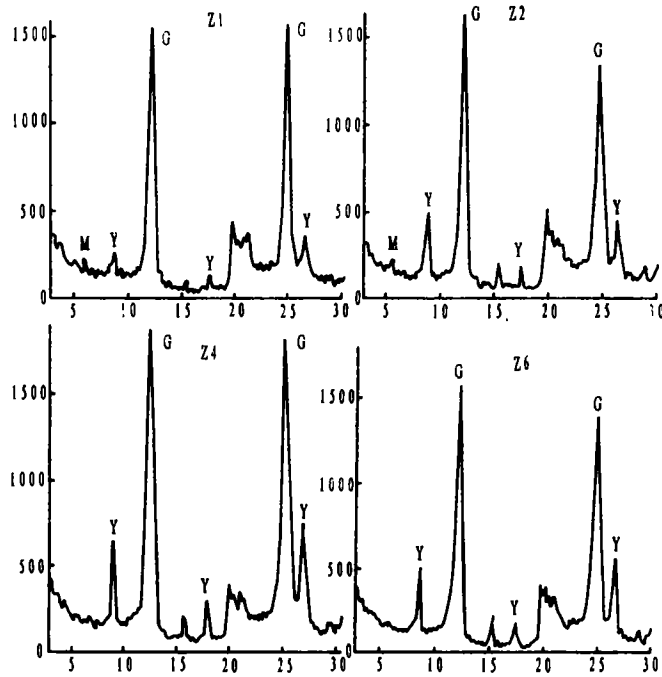


图 3 竹细塘剖面风化壳样品 X 光衍射图
G——高岭石, Y——伊利石, M——蒙脱石

Fig. 3 X-ray diffraction of samples from Zhuxitang profile

以全风化壳的下部(Z4 和神 4 样品)稀土分布型式变化最大,轻重稀土的比值(LREE/

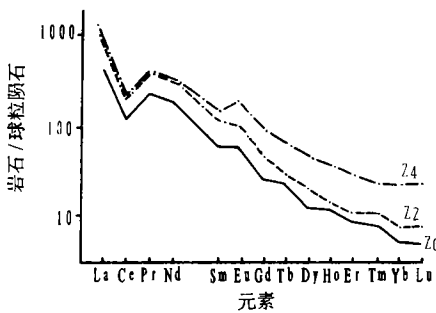


图 4 竹细塘剖面稀土球粒陨石标准化配分曲线

Fig. 4 The chondrite - normalized REE patterns of samples from Zhuxitang profile

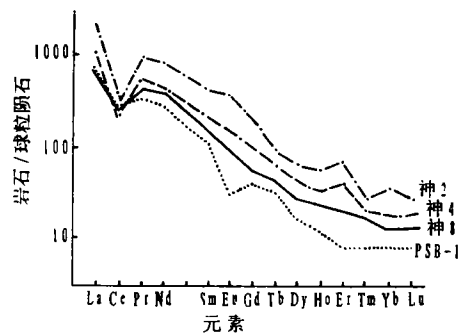


图 5 神背剖面稀土球粒陨石标准化配分曲线

Fig. 5 The chondrite - normalized REE patterns of samples from Shenbei profile

HREE)有明显降低.

表 3 风化壳的稀土元素含量

Tab. 3 The contents of REE in the weathering crust /mg · kg⁻¹

剖面名称	样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
竹 细 塘	Z2	320	190	56	238	27	8.8	15.1	1.8	8.2
	Z4	390	193	58	250	34	16	34	4.1	21
	Z6	160	150	34	140	16	5.8	9.2	1.56	5.4
神 背	神 2	770	310	135	580	97	30	58	5.3	25
	神 4	430	195	75	340	49	13.5	31	3.6	17
	神 8	260	217	60	265	35	8.3	18	2.6	10.5
	原岩	223	255	44	183	24	2.4	11.6	1.73	5.7
剖面名称	样号	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	LREE	HREE	LREE/ HREE
竹 细 塘	Z2	1.29	3.0	0.47	2.15	0.34	24	839.8	56.35	14.9
	Z4	3.9	9.1	1.1	6.6	1.02	91	941	171.82	5.48
	Z6	1.16	2.55	0.38	1.43	0.22	22	505.8	42.9	11.8
神 背	神 2	5.1	17.3	1.23	9.0	1.2	91	1922	213.13	9.0
	神 4	3.1	10.4	0.87	4.7	0.72	57	1102.5	128.39	8.57
	神 8	2.1	5.3	0.74	3.5	0.54	34	845.3	77.28	10.9
	原岩	11.08	1.95	0.30	1.85	0.29	16	731.4	40.51	18.05

分析单位:宜昌地质矿产研究所

2.2 稀土元素在风化壳中的赋存状态

前人对稀土元素在风化壳中的赋存状态一般认为有三种:① 离子吸附相;② 单矿物相;③ 类质同象或微固体分散相.

对平远稀土矿的五个剖面进行稀土赋存状态的研究表明^[1],稀土在风化壳中除以原生矿物相存在外,主要赋存状态有下面几种:① 活性态(包括稀土离子和少量活泼的易于洗脱的稀土元素);② 铁铝共沉淀态;③ 有机结合态.

各种赋存状态在不同剖面中所占的比例不同,但一般以活性态为主,有机结合态占三态之和的 15% 以下.而且三态中,活性态和有机结合态的稀土与粘土矿物关系密切,铁铝共沉淀态的稀土与粘土矿物关系不大.

参 考 文 献

- 1 陈志澄,庄文明,陈炳辉等.华南花岗岩风化壳稀土的存在形式及迁移富集模式.中山大学学报(自然科学版),1994,33(2):106~114

The Weathering Crust and REE Metallogenic Characteristics of Granite in Pingyuan, Guangdong

*Chen Binghui * Yu Shoujun*

Abstract The weathering crust of late Yanshanian granite developed layered structures. From the lower to the upper layer of the crust, the contents of clastic minerals and active components (K_2O , Na_2O , CaO) decrease, while the contents of clay minerals and stable components (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2) increase. The REE distribution patterns of the weathering crust are similar to those of the original rocks. But the Ce negative anomaly in the weathering crust is more intense and the negative anomaly of Eu and Er disappears or even changes to positive anomaly. The REEs are mostly accumulated in the middle to lower part of the complete weathering layer. The content of REE has a positive relationship with that of clay minerals in the complete and medium weathering layers. In addition to REE-bearing minerals, the existing states of REE in the weathering crust are the active state, the Fe - Al co - precipitation state and the organic combination state.

Keywords weathering crust, granite, REE, metallogenic characteristics, existing states

* Department of Geology, Zhongshan University, Guangzhou 510275