

江西414含钽、铌钠长石化花岗岩风化壳中三水铝石的发现及其成因研究

郑秀中 葛金荣

(江西冶金地质勘探公司地质研究室)

江西414花岗岩型钽铌矿床已进行过详细的地质勘探和研究工作,但对含矿岩体风化壳中的粘土矿物研究程度却很低,笔者通过工作发现在风化壳中富含可供矿山综合利用的三水铝石,并对其成因提出一些新认识。

一、三水铝石分布的地质特征

江西414含钽铌花岗岩体产于前泥盆纪变质岩中,呈岩株状产出,出露面积为9.5平方公里。岩体自上而下可以分为:细粒白云母花岗岩、中粒二云母花岗岩、粗粒黑云母花岗岩等三个相带。中粒二云母花岗岩不发育,粗粒黑云母花岗岩未蚀变,而细粒白云母花岗岩具有强烈的蚀变。岩体同位素年龄为131—157百万年,属燕山期。

细粒白云母花岗岩相带的蚀变表现为强烈钠长石化、锂云母化和黄玉化。蚀变作用自上而下逐渐减弱,形成明显的垂直分带(图1)。根据蚀变的强度与矿物成分的特点,该相带自上而下大致可以分成强钠长石化锂云母化花岗岩、钠长石化花岗岩、弱钠长石化花岗岩。蚀变带之间呈渐变关系,并与稀有金属矿化密切相关。由下往上钠长石及富氟矿物(锂云母、黄玉)增多(表1)。岩体各带的岩石化学数据(表2)与矿物的分布特征呈现同一变化规律,在上部的强钠长石化锂云母化花岗岩中 Na_2O 高达6.15%,F为2.4%。

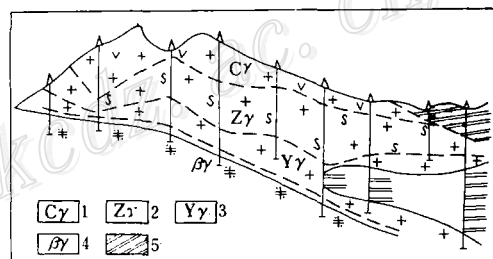


图1 江西414含钽铌花岗岩蚀变分带示意图

1—强钠长石化锂云母花岗岩; 2—钠长石化花岗岩;
3—弱钠长石化花岗岩; 4—粗粒黑云母花岗岩; 5—变质岩

由岩体各带的岩石化学组分变化数据可以发现,岩石在风化过程中明显淋失的元素为Na、K、F、Si,而聚积的元素为Al、Fe。其中以Na的淋失最为显著,这与A. П. Перельман等^[4]认为的Na具有强烈的水迁移能力是一致的。由于风化壳中Na较易从岩石中淋失而转入溶液,可用Na(原生岩石中的 Na_2O 含量)与Na'(风化壳中 Na_2O 含量)的比值表示岩石的风化程度。岩石中粘土矿物的形成与岩石的风化程度直接相关。由图2可知,高岭石、三水铝石的矿物量与Na/Na'比值呈明显的同步增长关系。

在强钠长石化锂云母化花岗岩的风化壳中,发现有大量的三水铝石。该风化壳呈白色、

花岗岩中主要矿物含量 (%)

表 1

岩 石	钠长石	石 英	钾长石	斜长石	锂云母	白云母	黑云母	黄玉
强钠长石化锂云母化花岗岩	40—60	18—20	0.9	—	20	—	—	1
钠长石化花岗岩	20—40	32	19	—	5—10	—	—	—
弱钠长石化花岗岩	<20	34	26	19	—	5.5	—	—
粗粒黑云母花岗岩	—	30	28	25	—	2	8	—

(据江西冶金地质七队)

花岗岩原岩和风化壳的化学成分表

表 2

岩石类型	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	烧失量	总和
强钠长石化锂云母化花岗岩	67.94	0.008	17.35	0.07	0.22	0.14	0.004	0.14	6.15	2.51	0.42	2.41	1.40	98.76
强风化强钠长石化锂云母化花岗岩	51.06	0.010	30.11	0.00	0.47	0.091	0.13	0.15	0.520	2.40	0.60	1.02	12.7	99.26
钠长石化花岗岩	73.24	0.015	15.29	0.08	0.34	0.26	0.005	0.20	4.75	2.94	0.39	0.75	1.40	99.66
强风化钠长石化花岗岩	65.32	0.001	23.56	0.00	0.89	0.15	0.10	0.00	0.060	1.35	0.07	0.28	8.44	100.22
弱钠长石化花岗岩	73.54	0.018	15.58	0.21	0.40	0.99	0.008	0.28	3.85	4.22	0.02	0.36	0.66	100.14
强风化弱钠长石化花岗岩	68.68	0.001	20.07	0.39	0.67	0.07	0.36	0.00	0.200	3.68	0.05	0.21	5.88	100.26
粗粒黑云母花岗岩	73.84	0.14	13.35	0.50	0.56	0.10	0.27	0.21	2.97	4.88	—	0.07	0.58	97.47
半风化粗粒黑云母花岗岩	73.50	0.001	14.26	0.13	1.90	0.14	0.39	0.39	2.67	3.68	0.13	0.25	2.24	99.68

(化学分析由本室完成)

三水铝石的X光粉晶照相数据

表 3

I	d	I	d
4	(5.32)	4	1.988
10	4.82	3	1.917
5	4.34	4	1.802
3	3.31	4	1.746
2	3.18	4	1.682
4	2.450	3	1.456
4	2.376	2	1.411
3	2.240	2	1.402
3	2.155	2	1.360
4	2.042	2	1.316
		3	1.210

摄谱条件: KV30, mA10, 铁靶, 3小时,
相机φ57.3mm

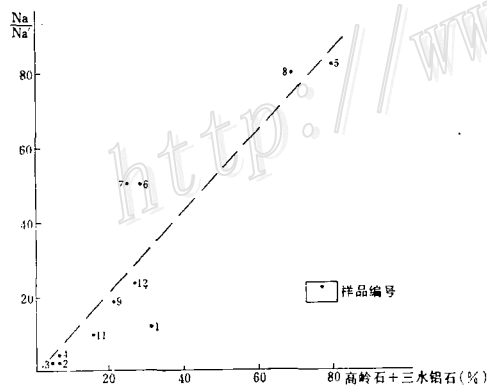


图 2 Na/Na' 比值与高岭石、三水铝石含量的关系

灰白色，质地疏松，遇水迅速崩解。三水铝石在镜下呈透明细鳞片状集合体，粒径小于0.001毫米，无铁染现象，在集合体内常见有长石、水云母等矿物残晶。折光率平均值为1.56，干涉色变化由一级底至一级顶，矿物结晶程度差者干涉色低。差热曲线特征表现为300—350℃出现强烈的(OH)脱水吸热谷。三水铝石的X光粉晶数据列于表3。由不同产状的三水铝石X光衍射图谱看出，岩石风化程度高时产出的三水铝石结晶较好，衍射谱线清晰。反之，风化程度弱时形成的三水铝石结晶较差，衍射图谱的强度弱，低角度区弥散现象严重。三水铝石主要与高岭石相伴生，其次为水云母、锂云母、长石和石英等。

含矿岩体风化壳样品中SiO₂、Al₂O₃、三水铝石、高岭石及锂云母含量(%) 表 4

样号	样 品 名 称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	三水铝石	高岭石	锂云母	Al Si	Na Na ⁺
1—03	强风化强钠长石化锂云母花岗岩	51.06	30.11	24	7	11	0.59	11.8
6—01	同 上	52.72	28.10	23	5	13	0.53	49.2
6—01	泥 级 物	22.40	46.80	65	—	—	2.09	—
7—01	强风化强钠长石化锂云母花岗岩	60.48	24.25	20	5	13	0.40	49.2
1—01	1—03样上覆黄土	47.34	30.26	23	5	—	0.64	—
2	弱风化强钠长石化锂云母花岗岩	64.12	21.07	6	—	10	0.33	1.38
3	同 上	65.32	20.37	5	—	7	0.31	1.52
4	同 上	62.94	21.87	6	—	13	0.35	3.8
8	强风化钠长石化花岗岩	65.32	23.56	2	67	6	0.36	79.2
9	风化钠长石化花岗岩	69.56	19.54	—	21	7	0.28	19.0
11	同 上	72.08	18.12	—	未测	4	0.25	10.0
12	强风化弱钠长石化花岗岩	68.68	20.07	3	24	1	0.29	24.5
16	半风化粗粒黑云母花岗岩	73.50	14.26	—	5	—	0.19	1.10

(化学分析由本室完成)

对不同蚀变带风化壳中SiO₂、Al₂O₃、三水铝石、高岭石的含量所作的系统分析(表4)表明，三水铝石在各风化带中的分布具有一定的规律性：在强钠长石化锂云母花岗岩的风化壳中，三水铝石含量为5—24%，高岭石为0—7%；而在钠长石化花岗岩与弱钠长石化花岗岩的风化壳中，三水铝石含量降为0—3%，高岭石含量剧增为21—67%；在粗粒黑云母花岗岩的风化壳中仅出现高岭石，含量约为5%。岩体各蚀变带风化壳的差热曲线(图3)特征也与上述规律一致。各蚀变带风化壳中三水铝石与高岭石的这种消长分布特征与三水铝石的成因直接有关。

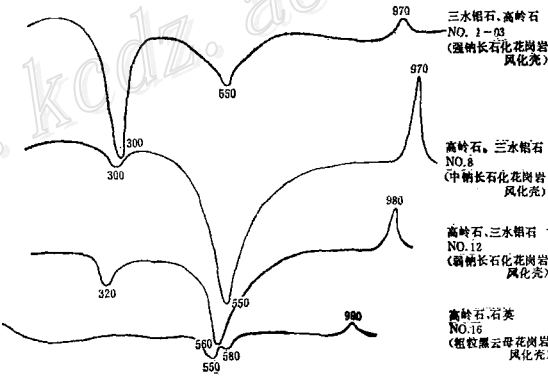


图 3 岩体各蚀变带风化壳的差热曲线

曲线中300—320℃为三水铝石的吸热谷，550—560℃与970—980℃为高岭石的吸热谷与放热峰，570℃为石英的吸热谷

二、三水铝石的成因

对岩石风化壳中三水铝石的成因一直有不同的认识，主要有三种看法：(1) П. М. 塔

塔林诺夫认为,在红土化条件下硅酸盐物质分解成 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 溶胶,由于碱性反应 SiO_2 不能凝结,形成红土型的铝土矿。(2) R. E. 格里姆^[2]认为,在红土化条件下高岭石是大部分氢氧化铝由之而发育的母质。(3) W. D. Keller^[4]认为,据美国阿肯色州霞石正长岩样品的扫描电镜图象研究,红土化条件下的铝土化过程具有两种途径,原生硅酸盐矿物或者直接蚀变为三水铝石,或者初始蚀变为一种细长的高岭石类矿物,然后再由高岭石类矿物蚀变为三水铝石。上述三种观点都认为三水铝石的成因与红土化条件有关。并且大多数红土化形成的三水铝石是与富铁的中、基性岩或碱性岩有关,而很少发现与酸性岩有关。

花岗岩风化壳中高岭石的成因在很多著作中已有阐述,很多矿物(如花岗岩中的钾长石、钠长石、云母和黄玉等)经过强烈的风化作用可以转为风化的最终产物——高岭石^[3]。在414含矿花岗岩风化壳的薄片中也常可见到长石、锂云母风化高岭石、水云母集合体的现象。高岭石在表生带中通常比较稳定,但在热带、亚热带特殊的化学风化条件(如红土化)下,可以发生分解,形成三水铝石。

江西414地区气候温和,年平均气温 19°C ,并不存在湿热干旱急剧交替的热带性气候条件。表生带中三水铝石主要富集于富锂云母的强钠长石化花岗岩风化壳的特征表明,三水铝石的形成并非主要取决于气候条件,而是与原岩的化学成分有关。在各蚀变带岩石的化学组分中,变化最大的元素为F,强钠长石锂云母化花岗岩的含F量要比弱钠长石化花岗岩高出7倍以上。据表4,各蚀变带原岩中的F含量与其风化壳中的锂云母含量都呈现同一变化规律。锂云母含F量为7—9%,黄玉中可高达20%。锂云母、黄玉在强风化的条件下变为高岭石,在其变化过程中释出的F转入粒间水溶液,在酸性条件下即可形成氢氟酸(HF)。由各蚀变带原岩与其风化壳中含F量的对比可以发现,在强钠长石化花岗岩强风化带中F的淋失量最大,故其粒间溶液中HF的浓度最高。且由于该带岩石具有最高孔隙度(表5),因而有利于HF溶液积聚,这对风化壳中较早形成的高岭石具有较强的破坏能力,使高岭石分解成易溶于酸性溶液的 SiF_4 与 AlF_3 。氢氟酸溶液对高岭石的溶解情况可见表6。据表6,低浓度的HF溶液对高岭石能产生分解作用, SiF_4 在干燥的条件下挥发, AlF_3 溶液在有大量碱性的天然碳酸钠溶液(如雨水、地下水)加入后,

花岗岩岩石的孔隙度(%) 表5

岩石类型	孔隙度
强钠长石化锂云母化花岗岩	7.33
钠长石化花岗岩	6.34
弱钠长石化花岗岩	4.46
粗粒黑云母花岗岩	5.88

(据江西冶金地质七队)

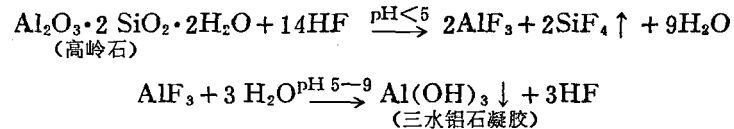
氢氟酸溶液对高岭石的溶解情况

表6

高岭石产地	Al_2O_3 (毫克)	HF溶液的浓度					
		2%		5%		10%	
		测得 Al_2O_3	浸收率	测得 Al_2O_3	浸收率	测得 Al_2O_3	浸收率
广西	39.50	36.35	92.02	39.78	100.70	39.62	100.31
海南岛	32.37	29.16	90.08	32.45	100.24	32.77	101.20

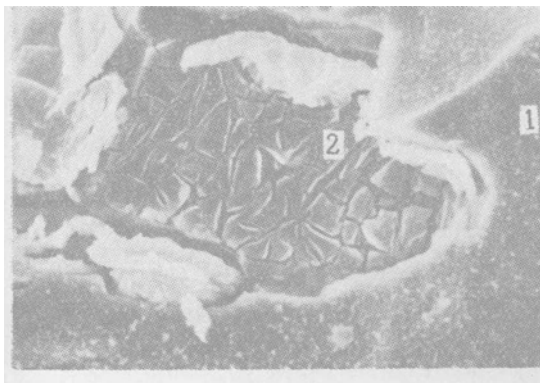
(据桂林冶金地质所1980年“铝土矿中三水铝石、高岭石、一水硬铝石的分别测定”)

溶液 pH 值升高, 在弱酸—弱碱性的条件下, AlF_3 发生水解形成氢氧化铝的沉淀 (三水铝石凝胶)。高岭石转为三水铝石的过程可以由下列反应式表示:

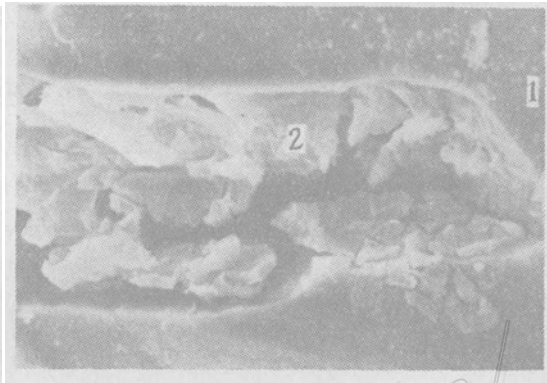


应该指出, 所形成的氢氧化铝凝胶经过长期的集聚作用可以形成结晶的三水铝石, 三水铝石的结晶程度与岩石经受风化作用的强度有关。

综上所述, 在强钠长石化花岗岩的风化壳中三水铝石的成因并非一定与红土化条件有关, 除岩石孔隙度、风化作用的强度和水化学条件以外, 主要与岩体不同蚀变带的含 F 量有关。据扫描电镜的观察研究, 发现三水铝石与高岭石构成集合体 (照片1、2)。



照片 1



照片 2

高岭石 (1) 分解形成三水铝石 (2)

扫描电镜摄片 $\times 700$

(扫描电镜分析由贵州综合科技所完成)

结 语

414含钽铌花岗岩体风化壳范围较广, 风化壳中三水铝石的最高含量达24%, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 为0.59。若对样品稍加处理, 剔除大颗粒长石、石英碎屑后, 三水铝石含量可以提高到60%以上, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 达2.09。研究表明, 今后应对强钠长石化花岗岩的风化壳作进一步的研究, 除了有可能发现铝土矿床的新类型外, 风化壳中三水铝石的出现, 可能揭示花岗岩中富含F的矿化剂存在, 因而可作为稀有金属矿床的找矿标志。

在成文过程中承蒙我室章崇真工程师热情帮助, 特致谢意。

参 考 文 献

- [1] И. М. 塔塔林诺夫 1957 《矿床成因论》 157—160页 地质出版社
- [2] R. E. 格里姆 1960 《粘土矿物学》 地质出版社
- [3] 南京大学地质系 1961 《地球化学》 278—279页 科学出版社

- [4] Keller, W. D., 1979, Bauxitization of Syenite and diabase illustrated in scanning electron micro-graphs, Econ. Geol. vol. 74, pp. 116-124.
- [5] Лукашев, К. И., 1975, Геохимия зоны гипергенеза, Изд. «Наука и Техника».

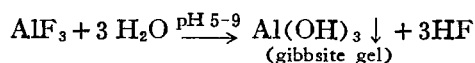
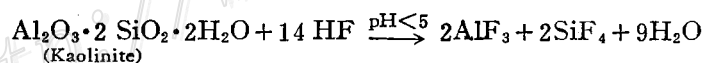
THE DISCOVERY AND GENESIS STUDIES OF GIBBSITE FROM THE WEATHERING CRUST OF NIOBIUM AND TANTALUM-BEARING ALBITIZED GRANITE IN 414 MINING DISTRICT, JIANGXI PROVINCE

Zheng Xiuzhong and Ge Jinrong

(Geological Research Section of the Metallurgical-Geological Prospecting Company of Jiangxi)

Abstract

Gibbsite in weathering crust is generally considered to have formed under laterization conditions related mainly to iron-rich intermediate and basic or alkaline igneous rocks, so the existence of relationship between this sort of mineral with acid igneous rocks is seldom known. In the weathering crust of niobium and tantalum-bearing albitized granite of 414 mining district, however, gibbsite has been found concentrated exclusively within the weathering crust of the intensely albitized granite alteration zone. The distribution features of this mineral suggest that its formation had nothing to do with laterization environments but was closely related to the high content of fluorine (2.41%) in the intensely albitized granite alteration zone. During the weathering of granite, large amounts of fluorine were leached out to form HF solution, which in turn vigorously dissolved the products of earlier weathering (kaolinite), giving rise to gibbsite. The reactions might be summarized thus:



The gibbsite gel may become crystalline after a long period of oscillation and accumulation. The weathering crust of the intensely albitized alteration zone contains 5-24% gibbsite and its $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ is 0.31-0.59. The gibbsite content of samples may be raised up to over 60% and $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ to 2.09 if coarse-grained quartz and feldspar are rejected beforehand. It is clear, therefore, that gibbsite in weathering crust of intensely albitized granite is of some economic value.