

# 南岭花岗岩及矿体中一些云母的研究

郭宗山 陈树荣 董琳 郭月敏

(中国地质科学院矿床地质研究所)

## 一、前言

云母作为造岩矿物广泛分布,对一些成矿和稀少元素起富集作用,这些元素作为云母晶格的组成部分,或形成独立矿物包在云母中,或富集生长于其附近。云母的独立种到目前已超过40个,其中30个已作过结构分析。重要的云母文献已超过300余篇。近几年来,日本发现了几个新的云母种<sup>[1,2]</sup>,据报导<sup>[3]</sup>,日本已使用了高分辨率电子显微镜直接观察云母的多型。

1954、1955年尧德(H. S. Yoder)、尤格斯特(H. P. Eugster)合成了白云母和金云母。他们合成了在自然界常被忽略的1Md、1M白云母,进行了1Md(单层无序)→1M→2M<sub>1</sub>的多型变化的试验;阐明了变质程度、温度、压力及反应速度的关系。同样,也合成了1Md及1M或3T的金云母,成功地作出1M或3T与2M的转变关系。

值得注意并有意义的是各种云母的产出与围岩性质、特别是与矿种成分的关系。如金云母与镁质大理岩、基性、超基性岩、金伯利岩有关;钒钼云母、钒云母分别产于苏联喀什哈斯坦及我国湖北、江苏,都与含钒碳质页岩有关;我国某铁矿床的富铁金云母及锡兰的钼铁云母等富铁云母皆与铁矿有关;其它如锰云母、稀土云母、铅云母、锌云母分别产于锰、铅、锌、铜矿床中。

中国东南部出露大片钙碱系列的花岗岩,侵入到下古生代至中生代晚期的沉积岩

石中。花岗岩时代由下古生代到晚白垩纪,以燕山期为主。一般花岗岩的酸度随时代变新而逐渐升高。南岭花岗岩又直接或间接与金属成矿带(W、Sn、Mo、Bi、Cu、Pb、Zn、Nb、Ta、Li、Be、B、TR等)成矿有关,因而构成太平洋多金属成矿带的中国部分。矿体多富集于岩钟顶部,呈脉状。有的与矽卡岩化、云英岩化有关。晚期细粒斑状花岗岩脉切割主体花岗岩及矿体,而基性、超基性岩墙又切割花岗岩脉。

## 二、几类云母的综述

本文研究的云母采自湖南、广东、福建、江西、江苏等地不同时代、不同岩性的花岗岩及矿体中。共收集标本200块,大样20个,对部分云母进行了较系统的光性测定,对具代表性岩体的云母作了化学分析、X光衍射、劳埃照相、差热、红外光谱、氧同位素等测定。现根据对云母性质的研究结果分三类综述如下:

### 1、正常的或较少蚀变花岗岩中的云母

黑云母: JSI, Hs(5—1), Hc(4—1), Hc(3—1), Fc(4—1), Fy(2—5); 白云母: JH—1, Fc(4—1a), FG(7—1), FG(7—2), Hy(7—3a)(见表1)。大部分产于时代较老的花岗岩中,物理、化学性质与一般的黑、白云母均能吻合。黑云母易碎,含铁愈高,色愈深,愈易风化。黑云母的颜色随时代有一定的变化规律:由老至新,颜色的变

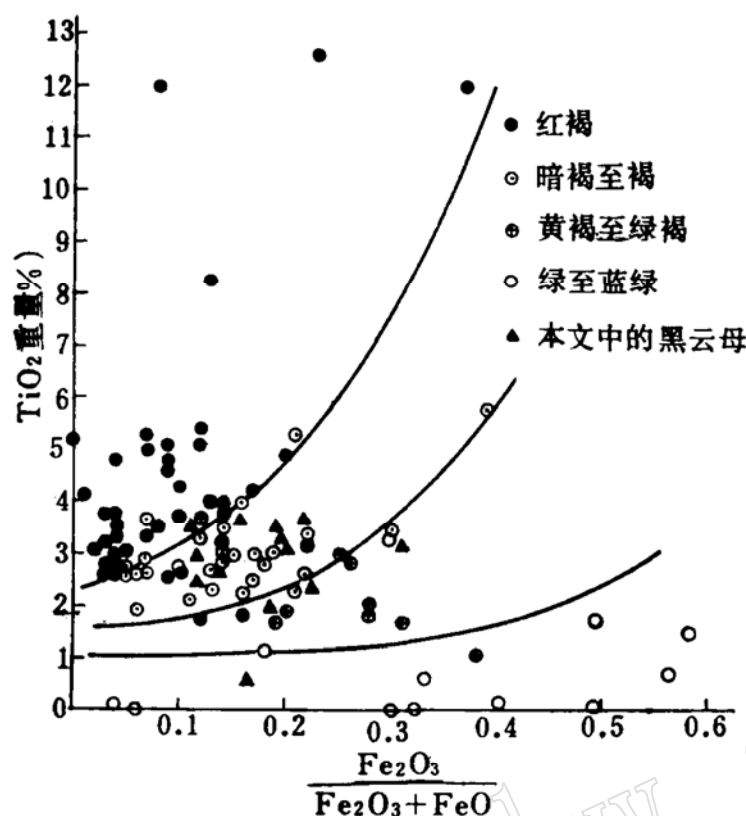


图1 黑云母的颜色与 $\text{TiO}_2\%$ 及 $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ 关系图  
(根据参考文献[5])

化大致为大红(狐皮红),红褐,烟褐,黄褐,绿褐,褐绿,浅褐绿,浅灰绿,浅黄……。正如Y. Hayama所总结的,颜色与 $\text{TiO}_2\%$ 和 $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ 的关系<sup>[5]</sup>如图1所示。文中按一些黑云母的成分统计,都落于图中相应的颜色区段。老花岗岩中黑云母的 $\text{TiO}_2$ 百分含量高,黑云母多带红色,时代较新的花岗岩中的黑云母含铁( $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ )高,带绿色者较多。因而,化学成分是影响颜色的主要因素。以颜色区分时代大致可用,但并不绝对可靠。

黑云母的折光率随含铁量而变: $\beta, \gamma = 1.630-1.658, 2V = 0-10^\circ$ ,吸收性 $\beta, \gamma > \alpha$ ,  $\text{OAP} \parallel (010), G = 3.02-3.04$ 。白云母的折光率 $\beta = 1.590-1.599, \gamma = 1.593-1.603, 2V = 32^\circ-43.5^\circ, \text{OAP} \perp (010), G = 2.80-2.82$ 。黑、白云母的化学成分及光学性质见表1。

黑云母之 $d(\text{\AA})$ 强度变化较大,白云母

之 $d(\text{\AA})$ 强度变化不大,见X光衍射图(图2、3、4)。氧同位素 $\delta\text{O}^{18}/\text{O}^{16}\%$  JSI为6.6, Hc(3-1)5.1, Fy(4-1a) 11.0, FG(7-1)8.0。

2. 过渡类型或与蚀变花岗岩有关的云母

黑云母: HI(1-7), Hy(2-1), Gy(1-1), Fy(3-1), Hy(7-3), Hy(7-5); 白云母: Hy(7-2), 大部属燕山期。按云母的化学成分、物理性质等,属云母演变系列的中间成员,其蚀变程度与1、3类云母呈渐变关系,故定为过渡类型。折光率在正常云母折光率变化范围内,但比重较正常的略高。如黑云母: Hy(2-1), Gy(1-1)及 Fy(3-1)的比重分别为3.10, 3.15, 3.19。某些主成分亦有异常, F、Li、Fe含量增高。白云母Hy(7-2)中含 $\text{FeO} 2.68, \text{F} 1.26, \text{Li}_2\text{O} 0.61$ , 还有

Nb0.01。本类云母的化学成分、光性及X光衍射结果见表1,图2、3、4。氧同位素 $\delta\text{O}^{18}/\text{O}^{16}\%$ 分别为: HI(1-7)4.1, Gy(1-1)4.5, Hy(7-3)6.3, Fy(3-1)5.3, Hy(7-2)10.2。

3. 蚀变较强或与矿密切共生的云母

主成分有异常, Li、F含量比过渡型的明显增高,  $\text{Li}_2\text{O}$ 一般达千分之五以上, F一般超过百分之三, 其它稀、少元素亦偏高。颜色都较特殊, 结构变化也大。如下述的几种云母:

(1) 含铷铁锂云母—Gy(3-1) 产于蚀变花岗岩或云英岩中, 与铌铁矿共生。淡灰—浅黄绿色, 晶片大、一般2—3mm, 多为平整的六边形, 能见到轴面或柱面, 似白云母。镜下无色至浅黄色,  $\alpha = 1.553, \beta = 1.577, \gamma = 1.579, \text{OAP} \parallel (010), 2V = 28.5^\circ, G = 2.92$ 。但同种云母, 有些呈灰绿色, 其

表 1

云母的化学成分及光学性质

白 云 母																								
分 类		1										2					3					1	2	3
样品编号	JSI	HS (5-1)(4-1)	Hc (3-1)	Hc (4-1)	Fc (2-5)	Fy	HI (1-7)	Hy (7-3)	Hy (7-5)	Hy (2-1)	Gy (1-1)	Fy (3-1)	Cy (1-7)	Gy (3-1)	Hy (2-2)	JH-1	Fc(4 -1a)	FG (7-1)	FG (7-2)	Hy(7 -3a)	Hy (7-2)	Fy (3-5)		
SiO <sub>2</sub>	34.33	34.08	35.91	34.99	33.36	35.85	35.32	35.06	34.71	37.39	37.02	34.60	38.24	43.37	41.71	45.94	45.18	45.15	45.11	45.13	44.86	47.44		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.27	17.89	16.45	16.87	17.71	14.82	14.53	17.42	17.57	14.66	18.11	14.51	14.99	20.93	23.35	33.83	34.12	34.72	35.57	33.67	33.16	30.41		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.76	4.16	4.56	3.21	7.97	2.92	4.51	4.54	4.29	2.68	5.34	4.05	4.53	2.40	3.73	1.60	1.13	0.93	1.02	1.33	0.98	1.27		
FeO	19.33	18.40	15.85	20.94	17.48	20.10	15.85	17.74	17.44	15.92	22.31	21.86	23.75	11.52	11.69	0.40	0.56	0.81	0.70	0.87	2.69	2.08		
TiO <sub>2</sub>	2.19	3.57	2.35	2.67	3.24	3.45	3.77	3.21	3.45	2.52	1.74	3.63	0.68	0.14	0.08	0.37	0.98	0.50	0.02	1.25	0.09	0.35		
MnO	0.30	0.27	0.35	0.30	0.40	0.57	0.63	0.30	0.34	0.69	0.58	0.88	0.91	0.79	0.58	0.06	0.03	0.03	0.03	0.02	0.17	0.11		
CaO	0.28	0.24	0.47	0.57	0.14	1.70	0.47	0.24	0.24	0.22	0.02	0.28	0.20	0.05	0.05	0.05	0.02	0.24	0.13	0.16	0.24	0.20		
MgO	7.49	7.06	9.83	6.61	6.50	7.90	9.83	7.37	7.40	11.62	0.42	5.99	0.43	0.08	0.12	0.84	0.77	0.71	0.59	0.85	0.30	1.83		
BaO	0.096			0.02	0.02	0.229		0.058		0.10	0.004	0.302					0.03	0.039	0.057			0.13		
ZnO	0.06	0.06	0.05	0.05	0.072		0.084	0.09	0.09	0.09	0.144	0.07	0.46	0.096	0.036	0.02	0.012	0.01	0.01	0.01	0.07			
K <sub>2</sub> O	9.29	9.17	9.04	9.16	8.50	8.48	8.20	9.40	9.40	9.15	9.33	8.67	8.38	10.00	10.70	9.88	11.28	10.9	10.31	10.54	10.52	10.55		
Na <sub>2</sub> O	0.24	0.24	0.19	0.21	0.11	0.11	0.20	0.21	0.21	0.11	0.19	0.24	1.50	0.21	0.17	2.50	0.52	0.70	0.70	0.60	0.60	0.28		
Li <sub>2</sub> O	0.06	0.05	0.06	0.07	0.12	0.078	0.16	0.15	0.16	0.55	0.61	0.28	0.94	3.28	1.96	0.07	0.002	0.02	0.01	0.03	0.61	0.26		
Rb <sub>2</sub> O					0.11		0.04		0.20	0.36				1.54	0.86		0.06					0.21		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06	0.04	0.02	0.01	0.088			0.02	0.02		0.008	0.04		0.01*	0.05			0.005	0.005	0.01	0.003			
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.08	0.07	0.04	0.088		0.068	0.03	0.03					0.015*	0.022		0.044	0.01	0.01	0.03				
F	0.76	0.83	0.80	0.86	0.36	0.84	1.16	1.43	1.26	3.15	3.06	1.87	4.60	7.16	4.60	0.94	0.28	0.30	0.30	0.26	1.27	1.30		
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3.83	3.84	3.94	3.96	4.63	3.32	4.28	3.88	3.76	2.47	2.53	3.26	1.41	1.13	2.49	4.34	4.72	4.62	4.82	4.80	4.15	3.68		
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.27	0.27	0.17	0.18	0.22	0.22	0.17	0.17	0.18	0.20	0.20	0.33	0.10			0.10		0.21	0.22	0.21	0.21	0.15		
-F=O	100.13	99.98	99.95	100.52	100.70	100.46	100.46	101.14	100.37	101.43	101.78	100.57	101.02	102.67	101.92	100.80	99.74	99.69	99.39	99.56	99.72	100.00		
Σ	0.32	0.35	0.35	0.36	0.15	0.35	0.49	0.60	0.53	1.30	1.29	0.79	1.93	3.01	1.93	0.40	0.18	0.13	0.13	0.11	0.505	0.55		
	99.81	99.63	99.60	100.16	100.55	100.11	99.97	100.54	99.84	100.13	100.49	99.78	99.09	99.66	100.03	100.40	99.56	99.56	99.26	99.45	99.21	99.45		
α	1.645	1.647	1.633	1.646	1.645	1.635	1.638	1.639	1.641	1.649	1.632	1.653	1.585	1.553	1.596	1.593	1.598	1.596	1.598	1.599	1.593	1.594		
β													1.628	1.557	1.596	1.595	1.602	1.599	1.601	1.602	1.596	1.597		
γ	11.5°	12°	9.5°	10.8°	10.5°	12°	11°	10.5°	10.5°	9.5°	12°		13.2°	28.5°	10°	32°	37°	39°	38.8°	30.5°	43.5°			
2V																								
比重	3.04	3.02	3.04	3.03	3.02	3.06	3.04	3.05	3.06	3.10	3.15	3.19	3.23	2.92	2.89	2.80	2.82	2.81	2.81	2.82	2.81	2.88		
产 状	含菱青 石黑云 母花岗岩	片麻状 黑云母 花岗岩	片麻状 黑云母 花岗岩	片麻状 黑云母 花岗岩	片麻状 黑云母 花岗岩	黑云母 二长花 岗岩	中粒黑 云母花 岗岩	中粒黑 云母花 岗岩	中粒黑 云母花 岗岩	中粒黑 云母花 岗岩	中粒黑 云母花 岗岩	似斑状 黑云母 花岗岩	黑云母 花岗岩	蚀变花 岗岩	蚀变花 岗岩	中粒二 长花 岗岩	片麻状 黑云母 花岗岩	混合二 长花 岗岩	混合二 长花 岗岩	中粒二 长花 岗岩	细粒白 云母花 岗岩	白云岩		
时 代	雪峰	雪峰	加里东	加里东	加里东	燕山早	燕山早	燕山早	燕山早	燕山早	燕山早	燕山早	燕山	燕山	燕山	海西	加里东	加里东	加里东	燕山早	燕山晚	燕山		
产 地	江西九 岭	湖南长 沙	湖南张 家坊	湖南彭 公庙	福建中 村	湖南新 田岭	湖南新 田岭	湖南新 田岭	湖南新 田岭	湖南新 田岭	湖南新 田岭	湖南新 田岭	湖南新 田岭	湖南新 田岭	湖南新 田岭	江西甘 坊	福建宁 化	福建竹 州西	福建竹 州东	湖南望 城	湖南影 珠山	福建行 洛坑		

注: 1. 正常黑(白)云母 2. 过碱类型的云母 3. 与矿有关的云母

\*为C<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量\*为Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量

中国地质科学院岩矿测试技术研究所 陈德勋、李玉珍、梁汉文分析

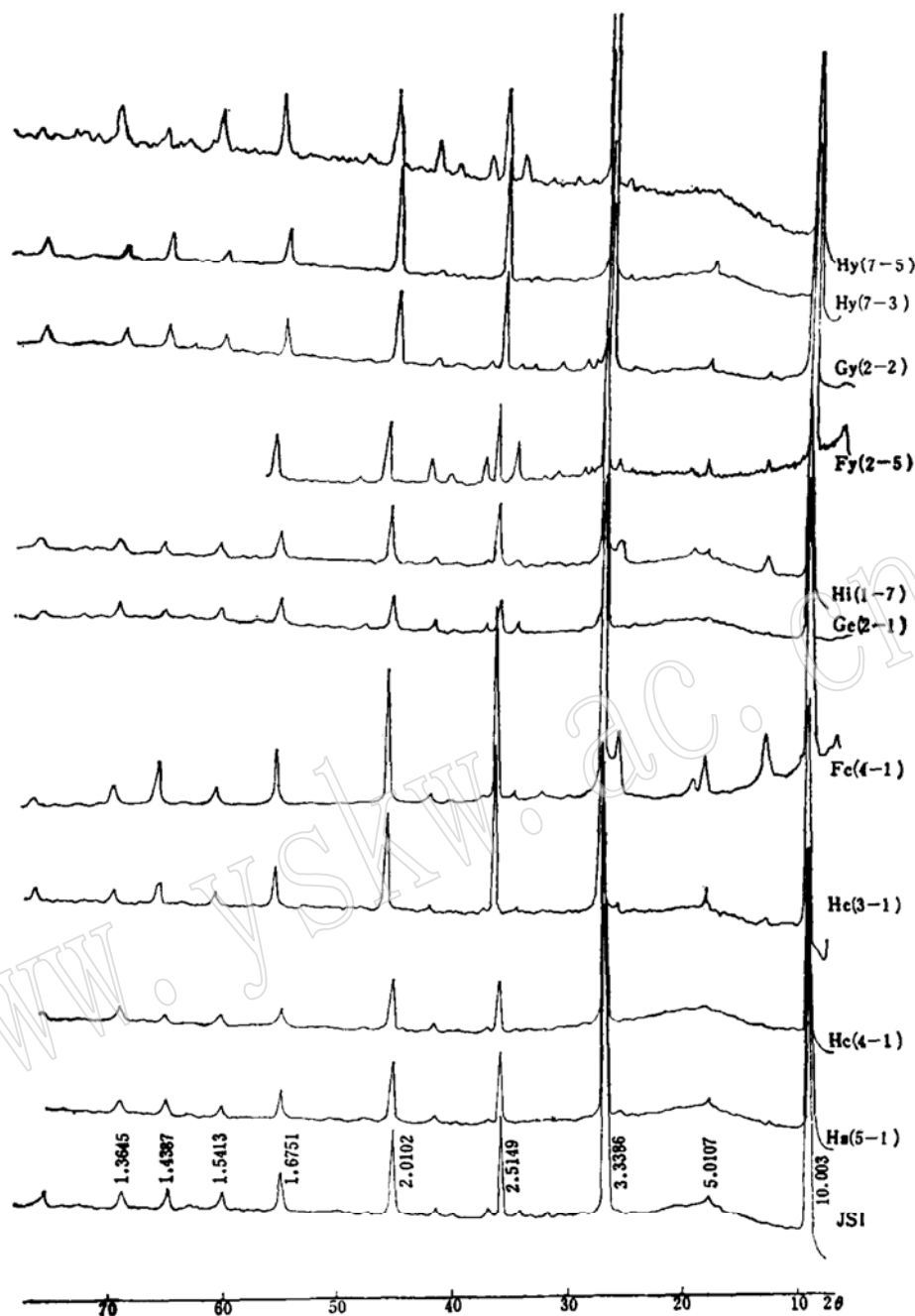


图2 黑云母的X射线衍射谱线

辽宁省地质矿产局中心实验室 王兆周分析

FY(2-5)中国地质科学院矿床所 林月英分析

折光率及比重略高,2V较小。对X光衍射资料作了指标化和 $d(\text{\AA})$ 的计算,见表21。劳埃图弥散线条特别发育,对称型不明显,可能为 $2M_1 + 3T$ 混合型(?),见图版I-4。其化学分析及对比资料列于表3中,化学分析中尚含 $\text{SnO}_2$  0.004,  $\text{SrO}$  0.006,  $\text{BaO}$  0.02, 光谱分析结果Be为0.01。以 $24(\text{O}, \text{OH})$ 为基准计算的结构式为:

$(\text{K}_{18.45}, \text{Rb}_{0.139}, \text{Na}_{0.059})_{2.04}(\text{Li}_{1.908}, \text{Al}_{1.835}, \text{Fe}^{2+}_{1.393}, \text{Fe}^{3+}_{0.261}, \dots)_{5.54}(\text{Si}_{6.271}, \text{Al}_{1.729})_8 \text{O}_{20}(\text{F}_{3.274}, \text{OH}_{0.546})_{3.82}$  或  $(\text{K}, \text{Rb}, \text{Na})_2(\text{Li}, \text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_{5.54}(\text{Si}, \text{Al})_8 \text{O}_{20}(\text{F}, \text{OH})_4$ , 成分中含 $\text{Rb}_2\text{O}$  1.54%, 新鲜者可作为铷锶法测定绝对年龄的理想标本, 采样量可以大大缩减。氧同位素值  $\delta \text{O}^{18}/\text{O}^{16}\text{‰}$  为5.8。

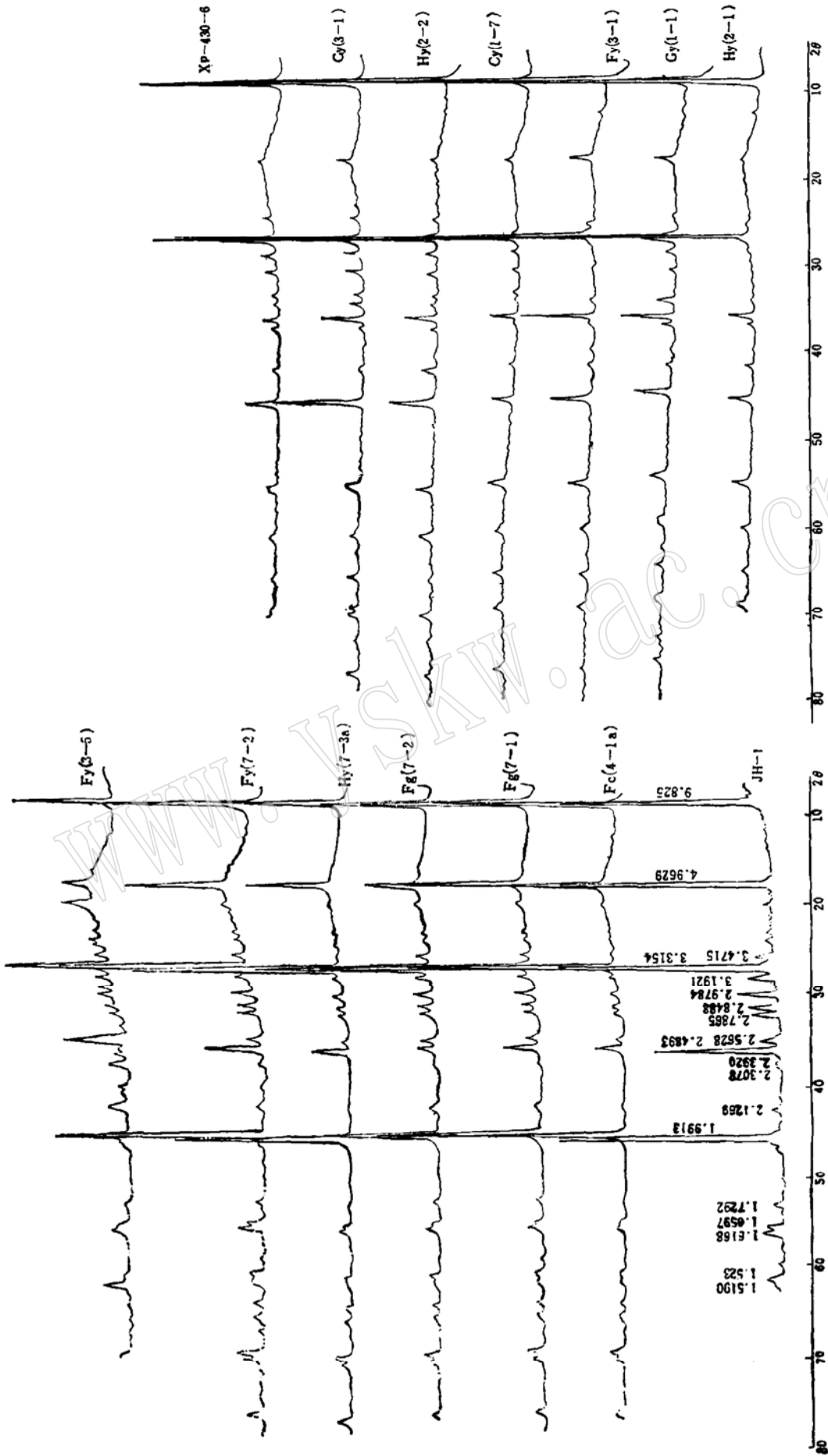


图 3 黑云母及铁锂云母的X射线衍射谱线  
辽宁省地质矿产局中心实验室 王兆周分析

图 4 白云母的X射线衍射谱线  
辽宁省地质矿产局中心实验室 王兆周分析 JH-1 中国地质科学院矿床所 林月英分析

铁锂云母Cy(3-1)的X光衍射数据

表 2

d(Å) 测定		I/I <sub>0</sub>		d(Å) 计算, 1M	hkl (1M)	hkil (3T)
(1)	(2)	(1)	(2)			
10.000	9.7176	10	10	9.950	001	0003
4.950	5.1257	1	3	4.975	002	0006
3.850		1		3.880	111	1014
3.630	3.6479	2	1	3.620	112	1015
3.290	3.3094	10	10	3.316	003	0009
3.080	3.0161	2	3	3.108	112	1017
2.890	2.9085	1	3	2.886	113	1018
2.670	2.6795	1	2	2.687	023	1120
2.590	2.5996	1	2	2.578, 2.599	200, 131	1121
2.470	2.4813	3	4	2.478	131	000.12
2.405	2.4144	1	1	2.414	132	1125
2.150	2.1609	1	1	2.155	133	1128
1.985	1.9877	7	5	1.970, 1.990	230, 005	000.15
1.660	1.6573	3	3	1.658	006	000.18
1.530		1		1.527	060	112.16
1.515	1.5162	1	2	1.503, 1.510	045, 061	3030
1.418	1.4192	1	2	1.429	303	
1.354	1.3542	2	2	1.375	154	
1.342	1.3437	2	2	1.337, 1.348	055 (?)	
	1.2411		2			

(1) 中国地质科学院矿床所 张汉卿分析

(2) 辽宁省地质矿产局中心实验室 王兆周分析

(2) 铀铁叶云母—Cy(1-7) 产于江苏苏州燕山期花岗岩中, 与铀铁矿、锆石及一种红色片状矿物(?)共生; 亮黑绿色, 镜下为鲜艳的兰绿色;  $\beta, \gamma = 1.628$ ,  $\alpha = 1.585$ ,  $2V = 13.2^\circ$ ,  $OAP \parallel (010)$ ,  $G = 3.23$ 。其成分与黑云母比较,  $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $Mn$ 、 $Li$ 、 $F$ 均高, 而  $Ti$ 、 $Mg$ 低, 尚含  $ZnO 0.46\%$ 。产状与美国阿拉斯加及科罗拉多的铁叶云母不同, 是这类云母中以往未见到的。

铀铁叶云母的化学结构式为:  $(K_{1.700}, Na_{0.462} Ca_{0.034})_{2.20} (Fe^{2+}_{3.157} Al_{0.886}, Li_{0.602}, Fe^{3+}_{0.535} Mn_{0.122} Mg_{0.102} Ti_{0.081} Zn_{0.054})_{5.54} (Si_{6.078} Al_{1.922})_8 O_{20} (F_{2.312} OH_{1.496})_{3.81}$  或  $(K, Na)_2 (Fe^{2+}, Al, Li, Fe^{3+})_{5.54} (Si, Al)_8 O_{20} (F, OH)_4$ 。

化学分析及X光衍射数据见表4及表5

(3) 铀珍珠云母 发现于湖南东坡W、

、 $Sn$ 、 $Mo$ 、 $Bi$ 、 $Be$ 矿床中。产于燕山期花岗岩外接触带的网目状大理岩脉中, 位于脉之中央部位的云母含  $BeO$  高达  $13.3\%$ , 云母两侧向外的共生矿物依次为电气石, 萤石。云母的细鳞片大小为  $0.00X-0.1mm$ , 集合体呈致密块状, 灰白色或淡米黄色, 珍珠光泽。  $\alpha = 1.625$ ,  $\beta = 1.632$ ,  $\gamma = 1.637$ ,  $2V = 33^\circ$ 。化学成分见表6(1), 结构式为:  $Ca_{1.07} (Li_{0.19} Al_{1.58}) [(Al_{1.8} Be_{0.2}) Si_{1.85} (O, OH)_{10}] (OH)_2$ 。

X光衍射数据为:  $d(\text{Å})(I, hkl) - 9.5 (3, 002)$ ,  $4.9 (1, 004)$ ,  $4.4 (4, 111)$ ,  $3.78 (2, 113)$ ,  $3.18 (10, 006)$ ,  $3.02 (2, ?)$ ,  $2.89 (2, 025)$ ,  $2.77 (2, 115)$ ,  $2.68 (2, ?)$ ,  $2.52 (7, 116, 202)$ ,  $2.41 (3, 133)$ ,  $2.16 (2, 135)$ ,

\* 陈文英 (1981) 铀珍珠云母的发现与研究 第一届全国矿物学学术会议资料

铁锂云母Gy(3-1), Hy(2-2)

化学分析及对比资料 表 3

样品编号 化学成分	Gy(3-1)	Hy(2-2)	S <sup>(6)</sup>	Z <sup>(6)</sup>	B <sup>(7)*</sup>
SiO <sub>2</sub>	43.37	41.47	45.82	45.23	43.70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.93	23.35	21.33	21.78	22.96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.40	3.73	0.53	0.47	0.59
FeO	11.52	11.69	10.27	11.25	11.67
TiO <sub>2</sub>	0.14	0.08			0.32
MnO	0.79	0.58	1.34	1.73	1.95
CaO		0.05	0.43		0.02
MgO	0.08	0.12	0.24	0.23	0.03
ZnO	0.096	0.036			
K <sub>2</sub> O	10.00	10.70	10.32	9.98	9.58
Na <sub>2</sub> O	0.21	0.17	0.78	0.78	0.74
Li <sub>2</sub> O	3.28	1.96	3.57	3.23	1.92
Rb <sub>2</sub> O	1.54	0.86			1.04
Cs <sub>2</sub> O	0.01	0.05			0.10
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.015	0.022			
F	7.16	4.60	8.32	7.98	5.52
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.13	2.49	1.10	0.97	1.35
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>					0.03
-F=O	102.67	101.96	104.07	103.63	101.49
	3.01	1.93	3.50	3.35	2.32
Σ	99.66	100.03	100.57	100.28	99.17

中国地质科学院测试所李玉珍分析

\*为古铜色铁锂云母,与黄玉、钠长石共生,产于伟晶岩中。

2.08 (4,206,043), 1.92(7, 00,10), 1.59 (3, 13,10), 1.47 (9,331, 060), 1.33 (1,337)

另一含铍珍珠云母(4-422-4)的物性、光性、产状、产地均与上述铍珍珠云母相同。与萤石、刚玉密切共生,刚玉常包裹于云母中,但化学成分中含铍量较低(表6),可能由于矿区内不同部位矿化不均匀所致。

同时,检查分析了其它共生矿物,长石中亦含有数百ppm的Be,反映了本矿区铍的矿化特征。

(4)白云母Fy(3-5) 产于福建行洛坑蚀变花岗岩中,呈黄绿色细鳞片聚集体,与金属硫化物、石英共生。镜下浅黄绿至浅灰白色,  $\beta=1.594$ ,  $\gamma=1.597$ ,  $G=2.88$ 。成分中含FeO 2.08, MgO 1.83, Li<sub>2</sub>O 0.26,

铍铁叶云母Cy(1-7)的化学成分 表 4

样品编号 化学成分	Cy(1-7)	A <sup>(8)</sup>	C <sup>(8)</sup>
SiO <sub>2</sub>	38.24	37.01	39.60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.99	15.89	22.80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.53	痕	0.79
FeO	23.75	30.16	20.98
TiO <sub>2</sub>	0.68	0.02	0.21
MnO	0.91	1.01	0.29
CaO	0.20	0.10	1.52
MgO	0.43	0.22	0.46
ZnO	0.46		
K <sub>2</sub> O	8.38	9.02	8.95
Na <sub>2</sub> O	1.50	0.58	痕
Li <sub>2</sub> O	0.94	1.01	
Rb <sub>2</sub> O		0.19	
Cs <sub>2</sub> O		0.12	
F	4.60	3.88	2.03
Cl		0.24	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.41	1.92	2.93
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.10		0.24
-F=O	101.02	101.37	100.56
	1.93	1.63	0.85
Σ	99.09	99.74	99.71

中国地质科学院测试所梁汉文分析

A—云英岩中的兰绿色铁叶云母,与黄玉共生产于阿拉斯加  
C—伟晶岩中的灰绿色铁叶云母。产于科罗拉多。

Rb<sub>2</sub>O 0.21, F 1.30, 主、付元素皆有别于正常白云母, Al<sup>[W]</sup>值为1.581红外图谱也有差别(见图6), X光衍射谱中除5 Å 强度中等外,还出现中等强度的4.47线, I<sub>001</sub>=I<sub>003</sub>(见图2)。

据探针分析(略), 其它一些与矿有关的白云母含铁量一般较高, 比重也略高, 为2.86—2.89, 并具浅灰、浅绿色色调。

综上所述, 云母的标准式为:



X=K, Na, Ba, Pb, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>.....

Y=Al, Mg, Ti, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mn, Zn, Li

Z=Si, Al, Fe<sup>3+</sup>, Be.....

将根据云母的化学分析计算的X, Y, Z, (OH, F)值列于表7。

表中凡标“—”者表示异常, 大部分出现于2, 3类云母中。



钾铁叶云母Cy(1-7)的X光衍射数据 表5

d(Å) 测定		I		d(Å) 计算		hkl	
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
9.8691	9.8400	10	10	10.0500	10.0500	001	001
	7.0080		1				
4.9995	4.9280	2	2	5.0250	5.0250	002	002
	4.2064		1		4.1848		021
	3.6449		1		3.6539		$\bar{1}12(?)$
	3.5450		1		3.3942		022(?)
3.4038		1		3.3942		022	
3.3313	3.3022	9	10	3.3501	3.3501	003	003
3.1339	3.1125	2	1	3.1419	3.1419	112	112
2.9252		2		2.9135		$\bar{1}13$	
	2.8945			2.9135		$\bar{1}13$	
2.6984	2.6787	1	1	2.7086	2.7086	023	023(?)
2.6293		1		2.6153		$\bar{1}31$	
	2.6194		1	2.6153		$\bar{1}31$	
2.4960		3		2.5000		202	
	2.4780		3	2.5047		131	
	2.4294		1	2.4303		$\bar{1}32$	
	2.2566		1	2.2640		221	
				2.2430		041	
2.1829		2		2.1708		133	
	2.1692		1	2.1677		202	
1.9959	1.9851	3	3	1.9904	1.9904	204	204
	1.9046		1	1.9052		203	
1.6645	1.6895	3	2	1.6750	1.6750	006	006
	1.6570		3	1.6713		204	
1.5316	1.5417	2	1	1.5342	1.5791	060	153(?)
	1.5256		1	1.5342		060	
1.4297	1.4224	2		1.4357	1.4186	007	017
1.4288				1.4186		017	
1.3542		2		1.3576		055(?)	

(1) 辽宁地质矿产局中心实验室王兆周分析

(2) 中国地质科学院矿床所林月英分析

Al<sup>[X]</sup>数值较低的为FY(3-5)。

Al<sup>[X]</sup>二八面体云母中的大于三八面体中的。在二八面体之2, 3类云母中有下降的趋势; 而在三八面体中, 有些则有增高或降低的异常现象。

Fe<sup>2+</sup> 在二八面体2, 3类云母中明显偏高。

Li, Rb, Zn 含量, 特别是Li, F 含量, 从1类至3类递增。三八面体云母Y值偏低

铍珍珠云母的化学成分

表6

样品编号 化学成分	(1)*	(2)**(4-422-4)
SiO <sub>2</sub>	28.94	34.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45.03	44.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.63	0.17
BeO	1.33	0.027
CaO	13.13	11.51
MgO	0.22	0.06
MnO	0.018	0.02
Na <sub>2</sub> O	1.21	0.90
K <sub>2</sub> O	0.20	2.71
Li <sub>2</sub> O	0.62	0.31
Rb <sub>2</sub> O		0.088
F	3.15	0.56
H <sub>2</sub> O*	7.45	4.36
—F=O	101.93	99.84
	1.32	0.23
Σ	100.61	99.61

\*\*中国地质科学院测试所刘兰芬分析

(为5)的有Hy(2-2)及Hs(5-1)。由云母的成分看出, 燕山期以前花岗岩中云母的成分稳定。燕山期花岗岩随着不同程度的矿化及复杂地质环境的影响, 云母中的主、副元素也表现出各自的特征。

各类云母X射线衍射谱(图2, 3, 4)的共同特点是dOOL(L=1, 2, 3, ……)均较显著。正常二八面体白云母的I<sub>5A</sub>大于三八面体黑云母的, 而一些过渡型黑云母的I<sub>5A</sub>则介于两者之间, 如FY(3-1), Gy(1-1)。一些含F较高的云母的dOOL相应降低, 如Hy(2-1)为9.6122, Cy(1-7)为9.891, Gy(3-1)为9.7176等。在2、3类云母中出现一些不常见的衍射线, 如Gy(1-1)中之8.5880, 7.9707, FY(3-5)中, 除5Å强度中等外, 还出现中等强度的4.47线。

多型: 白云母多为2M<sub>1</sub>型, 2V小者可能为2M<sub>1</sub>+3T型, 未发现3T型的。黑云母主要为1M型, 在劳埃图中有许多为3T型, 而

\* 陈文英(1981) 铍珍珠云母的发现与研究 第一届全国矿物学学术会议资料



表 7

云母标准式 $X_2Y_4Z_2O_{10}(OH)_2$ 中X、Y、Z及(OH, F)的变化关系

种属	样品号	Y										X					(OH,F)		
		Z(Si + Al) = 8										K	Na	Ca	Rb	Σ	OH	F	Σ
		Al(Ⅳ)	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Ti	Mn	Mg	Li	Zn	Σ									
二八面体白云母	JH-1	1.933	3.335	0.159	0.044	0.037	0.006	0.119	0.037	0.002	3.74	1.665	0.640	0.007		2.31	3.827	0.393	4.22
	FY(4-1a)	1.961	3.416	0.112	0.071	0.098	0.003	0.153	0.001	0.002	3.94	1.923	0.135	0.004	0.005	2.07	4.212	0.118	4.33
	FG(7-1)	1.950	3.535	0.093	0.091	0.051	0.003	0.142	0.011	0.001	3.93	1.725	0.185	0.035		1.95	4.140	0.127	4.27
	FG(7-2)	1.970	3.636	0.103	0.078	0.002	0.004	0.117	0.005	0.001	3.94	1.745	0.182	0.018		1.94	4.260	0.126	4.39
	HY(7-3a)	1.958	3.357	0.134	0.097	0.126	0.002	0.169	0.016	0.001	3.90	1.800	0.154	0.023		1.98	4.290	0.110	4.40
2	HY(7-2)	1.920	3.376	0.099	0.304	0.009	0.020	0.060	0.332	0.007	4.21	1.819	0.158	0.035		2.01	3.752	0.544	4.30
3	FY(3-5)	1.581	3.269	0.130	0.235	0.035	0.013	0.369	0.141		4.19	1.821	0.073	0.029	0.018	1.94	3.288	0.556	3.84
三八面体黑云母及铁锂云母	JSI	2.787	0.483	0.315	2.454	0.332	0.038	1.695	0.036	0.006	5.36	1.799	0.071	0.046		1.92	3.880	0.365	4.25
	HS(5-1)	2.830	0.371	0.292	2.337	0.408	0.035	1.598	0.031	0.006	5.09	1.776	0.071	0.039		1.89	3.889	0.392	4.28
	HC(4-1)	2.618	0.286	0.513	1.986	0.265	0.044	2.194	0.036	0.005	5.34	1.728	0.056	0.076		1.86	3.937	0.378	4.32
	HC(3-1)	2.473	0.667	0.381	2.766	0.317	0.040	1.555	0.044	0.006	5.78	1.844	0.065	0.097		2.01	4.171	0.427	4.60
	FC(4-1)	2.966	0.184	0.905	2.206	0.368	0.054	1.461	0.007	0.007	5.20	1.636		0.023	0.011	1.67	4.664	0.168	4.83
	FY(2-5)	2.296	0.484	0.350	2.674	0.413	0.076	1.873	0.050		5.90	1.721	0.034	0.290	0.010	2.06	3.526	0.423	3.95
2	HI(1-7)	2.570		0.508	1.985	0.426	0.080	2.469	0.097	0.008	5.59	1.569	0.060	0.077	0.004	1.71	4.289	0.551	4.84
	HY(7-3)	2.708	0.390	0.516	2.238	0.364	0.039	1.657	0.091	0.010	5.31	1.810	0.061	0.039		1.91	3.906	0.683	4.52
	HY(7-5)	2.787	0.325	0.485	2.190	0.390	0.043	1.656	0.097	0.010	5.20	1.801	0.062	0.039		1.90	3.767	0.596	4.36
	HY(2-1)	2.369	0.234	0.304	2.005	0.285	0.088	2.603	0.333		5.85	1.757	0.033	0.035	0.020	1.86	2.483	1.500	3.98
	GY(1-1)	2.285	1.012	0.602	2.880	0.202	0.076	0.996	0.378	0.017	5.26	1.837	0.057	0.004	0.035	1.93	2.609	1.494	4.10
	FY(3-1)	2.592	0.080	0.476	2.856	0.426	0.116	1.395	0.177	0.008	5.54	1.728	0.073	0.047		1.85	3.399	0.920	4.32
3	CY(1-7)	1.922	0.886	0.535	3.157	0.081	0.122	0.102	0.602	0.054	5.54	1.700	0.462	0.034		2.20	1.496	2.312	3.81
	HY(2-2)	1.985	1.982	0.405	1.409	0.008	0.071	0.026	1.139	0.003	5.04	1.967	0.047	0.008	0.080	2.10	2.395	2.096	4.49
	GY(3-1)	1.729	1.838	0.261	1.393	0.016	0.096	0.017	1.908	0.010	5.54	1.845	0.059		0.139	2.04	0.546	3.274	3.82

1M与3T型用衍射图难以区别。用劳埃照相初步判断对称型,结果证明,属3T型的黑云母有HI(1-7), Hc(3-1), Fy(3-1)〔图版I—1〕。黑云母JSI及白云母FG(7-1)仍属单斜〔图版I—2, 3〕。铷铁锂云母Gy(3-1)的图像〔图版I—4〕普遍弥散,可能为 $2M_1 + 3T(?)$ 。铁锂云母Hy(2-2)为3T型〔图版I—5〕。

根据数个云母的差热及热失重分析〔见图5〕,白云母有两个吸热反应,吸热谷为 $850-900^{\circ}\text{C}$ 及 $1100-1200^{\circ}\text{C}$ ,前者宽大、平滑,后者谷狭而尖,失重5%。一般黑云母有一个吸热反应,吸热谷形态平缓,吸热温度 $1100^{\circ}\text{C}$ 左右,有的达到 $1160^{\circ}\text{C}$ ,如Hs(1-5)。有些〔Cy(1-7)〕还在 $350^{\circ}\text{C}$ 处出现明显的放热反应,可能由于变价元素的氧化所致。黑云母的失重2.5%,曲线平缓,极不明显。铁锂云母的吸热反应偏低,在 $950^{\circ}\text{C}$ ,  $970^{\circ}\text{C}$ 处吸热谷尖锐。铁锂云母Hy(2-2)中,于 $1100^{\circ}\text{C}$ 及 $1200^{\circ}\text{C}$ 处还有较弱的吸热反应。

对20余个云母进行的红外光谱分析(见

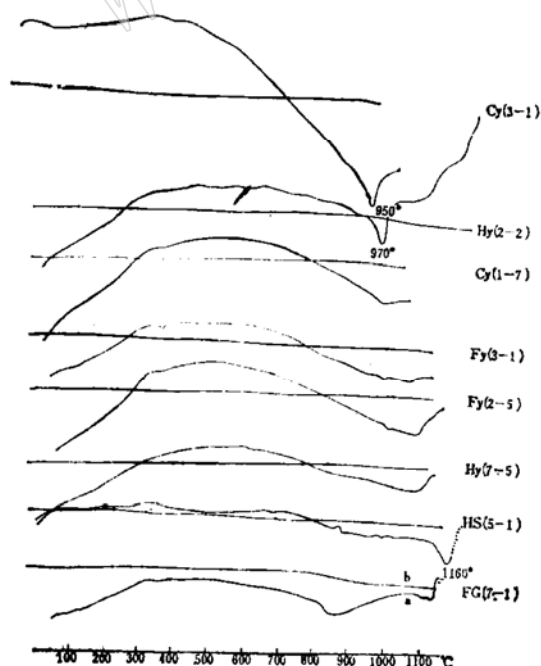


图5 各类云母的DTA(a)及TGA(b)曲线

分析者: 中国地质科学院矿床所 差热组

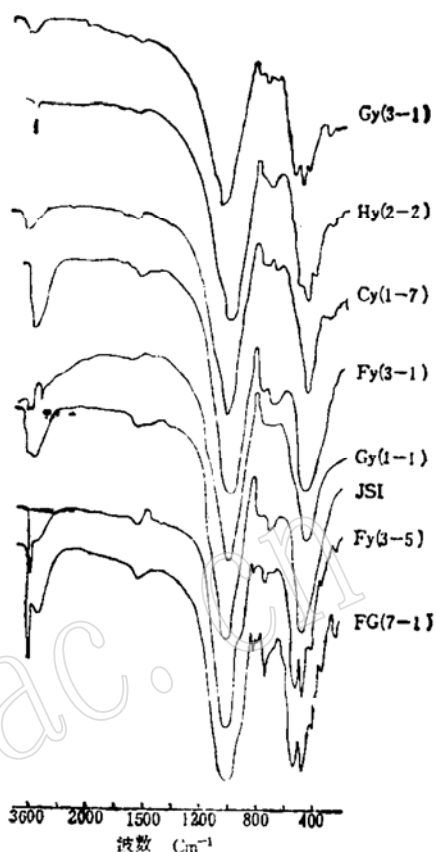


图6 各类云母的红外光谱

分析者 中国地质科学院矿床所 郭立麟

图6), 各正常黑云母及白云母的红化谱基本特征与标准图谱相似, 亦与化学成分吻合。但一些过渡类型或与矿有关的黑云母于 $660-760\text{cm}^{-1}$ 谱段频带的位置及强度有些变化。白云母Fy(3-5)的 $\text{Al}^{(\text{IV})}$ 较之正常白云母的为低, 表现在 $\text{Si}-\text{O}-\text{Al}^{(\text{IV})}$ 的频谱强度减弱。Hy(2-2)的红外谱形较为特殊, 与其成分中Y值小(5.04)、结构特殊亦有关。F之含量较高的云母, 如Cy(1-7)、Gy(3-1)、Gy(1-1)等, 其OH频谱强度变弱。

### 三、结束语

不同种云母的产出与矿物共生组合以及围岩性质密切相关。若花岗岩成分及矿物共生组合变化不大, 则云母的成分及其它性质变化亦小。

云母中F的百分含量的增长与各矿种的

富集有关,随花岗岩时代的变新而增高,伴随增高的还有Li, Fe。矿物组合中有电气石及多量萤石出现,有关花岗岩中的 $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ 含量亦增高。

2、3类云母的比重趋于增高, Fe, Nb, Ta, Be含量亦较高。利用云母微量元素含量的变化可以找矿, 如云母中含Sn为0.2%时, 即应注意找Sn矿。南岭几个铌钽矿床的云母中Be, Nb含量偏高。我国某铁矿床根据金云母折光率增高, 成分中铁百分含量的升高判断并寻找铁矿<sup>[12]</sup>。908队根据云母线找潜伏钨矿床\*, 亦已见效。

云母的多型: 根据资料, 同一标本上可能有几种多型共存, 证明多型的产生是一个复杂的问题, 不完全受生成环境的控制, 此问题和叠层、以及同层原子的有序、无序、缺席等有关, 尚待进一步研究。

### 参 考 文 献

[1] Shoji Higashi (1978) Dioctahedral mica minerals with ammonium ions. *Min. Journ.*, Vol. 9, No. 1, pp. 16-27.

[2] Toshio Kato (1979) The crystal structures of 1M-kinoshitalite, a new barium brittle mica and 1M-manganese trioctahedral micas. *Min. Journ.*, vol. 9, No. 7, pp. 392-408.

[3] Shinji Tomura, Masao Kitamura and Ichiro Sunagawa (1978) High resolution electron microscopy of dioctahedral mica. *Min. Journ.*, vol.

9, No. 3, pp. 129-136.

[4] Yoder, H. S. & Eugster, H. P. (1955) Synthetic and natural muscovites. *Geochimica et cosmochimica acta* vol. 8, pp. 225-280.

[5] Hayama, Y. (1959) Some considerations on the colors of biotites and its relation to metamorphism. *Journ. of geol. soc. of Japan* p. 21.

[6] Kunitz, W. (1924) Die beziehungen zwischen der chemischer zusammensetzung und den physikalisch-optischen eigenschaften innerhalb der glimmer gruppe. *Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Palaeont. L. Beilage-Band* pp. 365-413

[7] Jewell, J. Glass (1935) The pegmatite minerals from near Amelia, Virginia. *Am. Min.*, vol. 20, No. 11, pp. 741-768

[8] Coats, R. R. & Fahrey, J. J. (1944) Siderophyllite from Brooks mountain, Alaska. *Am. Min.*, vol. 29, pp. 373-377

[9] Nockolds, S. R. (1947) The relation between chemical composition and paragenesis in the biotite micas of igneous rocks. *Am. Journ. Sci.*, vol. 245, No. 7, pp. 401-420

[10] Deer, W. A., Howie, R. A. & Zussman, J. (1962) Rock-forming minerals (phyllosilicates) vol. 3. pp. 9-120

[11] Zussman, J. (1979) The crystal chemistry of micas. *Bull. Min. et Crist.* 102, No. 3, pp. 5-13

[12] 吴思本(1980)金云母折光率的找(铁)矿意义 数学地质专辑No. 1, p. 163

\* 江西省地质局908队(1965) 木梓园稳状花岗岩体预测

## On Some Micas from Nanling, S.E. China

Kuo Tsungshan, Chen Shurong, Tung Ling, Kuo Yuemin

### Abstract

There occurs, in S. E. China, a broad region of granite masses the acidity of which increases with ages from prelower Palaeozoic to late of Cretaceous. The associated mineral deposits are, W, Sn, Mo, Bi, Cu, Pb, Zn, Li, Be, B, Nb, Ta and rare

earths, forming the so-called the Chinese part of the Circum-Pacific polymetallic Zone. The ore bodies appear as vein, greisen or skarn, usually on the tops of cupolas. The granite and the ore-bodies were cut by fine grained porphyritic granite dykes, which were, in turn, cut by basic or ultrabasic dykes.

By investigating 200 samples of granites, greisens and skarns of different ages and localities, it appears that micas vary significantly with barren, slightly altered granite and greisen-skarn associated with orebodies. Micas play a role of absorber or reservoir of rare or oreforming elements which either enter, as building stones, into the micastructure or as independent minerals enclosed in or enriched around micas. The physical, including colors, and chemical properties of micas depend on the kinds of parent rocks and associated minerals.

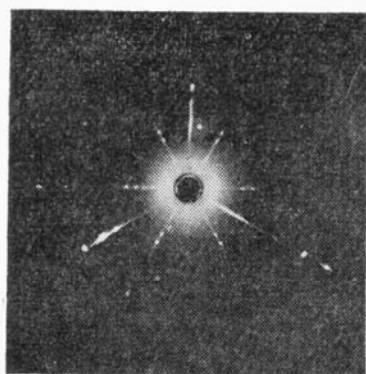
The micas are,

1. Normal biotite and muscovite in barren or unaltered granites,
2. Slightly altered micas and
3. Much altered micas associated with ore deposits

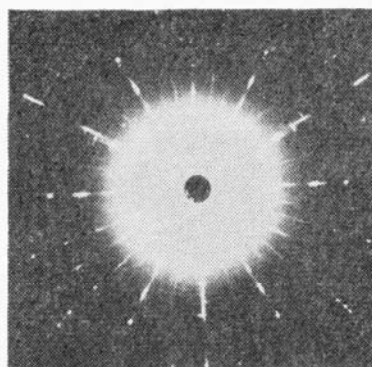
a) Rubidian zinnwaldite in altered granite and greisen with niobite, grey green, 2-3mm, with pinacoidal or prismatic faces, containing  $\text{Li}_2\text{O}$  3.28,  $\text{Rb}_2\text{O}$  1.54, F 7.16%, and with diffused streaks much developed in Laue photograph.

b) Zincian siderophyllite in niobite granite, containing  $\text{Li}_2\text{O}$  0.94,  $\text{MnO}$  0.91,  $\text{Na}_2\text{O}$  1.5,  $\text{ZnO}$  0.46 and F 4.6%.

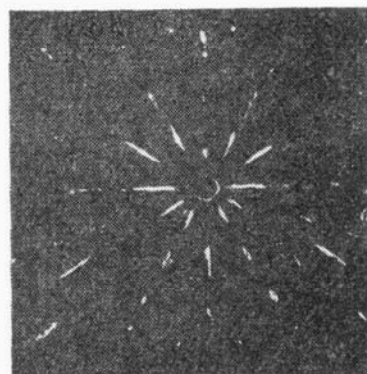
c) Be-margarite in the central parts of mica veinlets in stockwork marbles with maximum  $\text{BeO}$  1.33%.



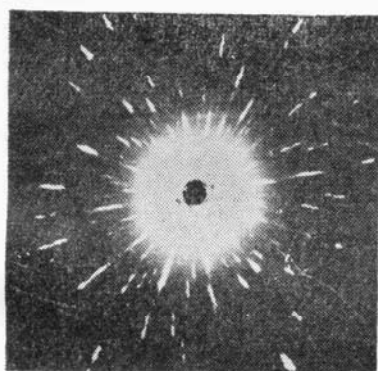
1. 3T型黑云母FY(3-1)



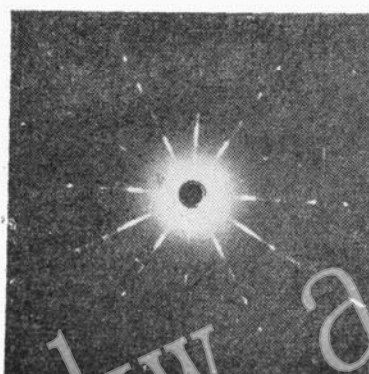
2. 1M型黑云母JSI



3. 2M<sub>1</sub>型白云母FG(7-1)



4. 铷铁锂云母的弥散线条GY(3-1)



5. 3T型铁锂云母HY(2-2)

(江苏省地矿局中心实验室  
宫元勋照相)