

# 郭家岭花岗闪长岩中黑云母 的成因矿物学研究

崔天顺

(桂林工学院资源工程系, 桂林 541004)

主题词 黑云母 郭家岭花岗闪长岩 成因矿物学

提要 通过对郭家岭花岗闪长岩中黑云母的形态、成分及穆斯堡尔谱等分析,表明其具深棕褐色到淡黄色多色性、云母律双晶、波状消光、集合体呈六方锥状,在不稳定、氧化条件下形成,并且富Fe、Fe<sup>3+</sup>、F<sup>-</sup>,贫OH<sup>-</sup>。其蚀变产物常为绿泥石和黄铁矿。以上特征表明其对形成金矿有利。

## 1 郭家岭花岗闪长岩的一般特征

郭家岭花岗闪长岩与玲珑花岗岩呈断层接触或侵入接触关系,含有玲珑花岗岩及胶东群斜长角闪岩的捕虏体,呈岩株或岩枝状产出,为似斑状结构,块状构造。造岩矿物有微斜长石斑晶和微斜长石、更长石、钠长石、中长石、黑云母、角闪石、石英等基质;副矿物有榍石、褐帘石、绿帘石、磷灰石、磁铁矿、萤石、金红石、锆石、黄铁矿等。微斜长石斑晶含量一般为35%,最高可达50%,一般粒度为2—10cm,最大可达25cm,自形程度好。在基质中,微斜长石含量25%±、更长石35%±、石英17%±、黑云母10%±、角闪石8%±,它们的粒度分别为0.01—1mm、0.05—0.7mm、0.02—0.5mm、0.02—1mm、0.02—0.7mm。

镜下及野外观察发现,该岩石的塑性和脆性变形明显,具眼球状长石,石英呈波状消光,双晶呈扭曲折断,矿物破碎现象常见。另外,无论是造岩矿物还是副矿物环带均发育。

## 2 黑云母的特点

镜下观察发现,郭家岭花岗闪长岩中黑云母的(001)面具完全解理,且具有多色性,由深棕褐色到淡黄色,长板状,具云母律双晶,双晶面// (110),有的云母具波状消光。另外,黑云母常沿解理发生绿泥石化,强烈者可产生黄铁矿。

由表1可见,随着黑云母的不断生长,每片黑云母呈六方锥状堆积,反映其在生长过程中成分、温度和压力的变化:每片黑云母由大变小,反映其浓度降低、且温度也降低,表明其在形成过程中成分及温度、压力变化较大,形成于不稳定环境。

从上述分析可以看出,其黑云母形成于不稳定环境,且经历了构造应力及蚀变作用。

表 1 郭家岭花岗闪长岩中黑云母的粒径(mm)

Table 1 Grain size(mm) of biotite from Guojialing granodiorite

高 (c 轴方向)	底 面	顶 面	锥 顶 角
2.0	2.0×2.0	1.4×1.4	17.06°
2.5	2.0×2.0	1.4×1.4	13.69°
2.0	1.5×1.5	1.0×1.0	14.25°
2.0	2.1×2.1	1.5×1.5	17.06°
2.0	1.8×1.8	0.8×0.8	28.07°
1.2	1.2×1.2	0.7×0.7	23.54°
均值 2.0	1.8×1.8	1.1×1.1	18.95°

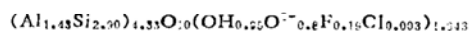
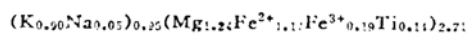
据杨立信, 1989

从表 2 可见,其黑云母富含 $F^-$ 、 $Fe_2O_3$ 及 $FeO$ ,与弓长岭铁矿中黑云母的全 $Fe$  (13.78%—30.70%, 均值21.78%)、 $Fe_2O_3$  (0.90—4.94%, 均值 3.11%) 相近<sup>(1)</sup>, 说明其富含 $Fe$ 及 $Fe_2O_3$ , 形成于相对氧化的条件, 并且据 A. N. Winchell (1951) 的黑云母分类可知, 其为富铁黑云母 ( $f$  为66)。

表 2 郭家岭花岗闪长岩中黑云母的化学成分(wt%)及晶体化学式

Table 2 Chemical composition (wt%) and crystallochemical formula of biotite from Guojialing granodiorite

$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$FeO$	$MgO$	$CaO$	$Na_2O$	$K_2O$	$H_2O^-$	$H_2O^+$	$TiO_2$
36.68	15.32	2.95	17.54	10.42	0.20	0.30	9.00	0.045	3.66	2.51
$P_2O_5$	$MnO$	$F$	$Cl$	$Cr_2O_3$	$BaO$	$Li_2O$	$Rb_2O$	$Cs_2O$	$Au$	总量
0.025	0.31	0.79	0.026	0.008	0.11	0.032	0.084	0.00	0.00	100.01



测试单位: 中国地质大学(北京)化学分析室

由图 1 可见, 在 Heinrich (1946) 图中, 郭家岭花岗闪长岩中黑云母的投点落在闪长岩区, 但偏上, 说明其相对富 $MgO$ ; 在 Foster (1960) 图中, 其投点落在花岗岩区, 但靠近花岗闪长岩区, 较偏左, 表明其相对富 $Mg$ 及 $Fe^{3+}+Ti$ ; 在 Neilson 和 Haynes (1973) 图中, 其投点落在花岗闪长岩和二长花岗岩区附近。

由图 2 可见, 投点落在 II 区, 为黑云母不与其它铁镁矿物共生区, 但与 III 区非常接近, 并且与黑云母+角闪石的投点相接。这表明黑云母可能有两种来源: 其一为原生黑云母, 是郭家岭花岗闪长岩的产物; 其二为胶东群黑云变粒岩的残余物, 说明郭家岭花岗闪长岩可能在形成时混入了大量胶东群的物质, 或者为胶东群局部重熔的产物。

与斑岩矿床中的黑云母相比, 郭家岭花岗闪长岩中的黑云母较 Santa Rita 富 $F^-$ 和 $Cl^-$ , 而贫 $OH^-$  (图 3a); 较 Santa Rita 富 $F^-$ , 较 Henderson 贫 $F^-$  (图 3b)。总的来说为富 $F^-$ , 贫

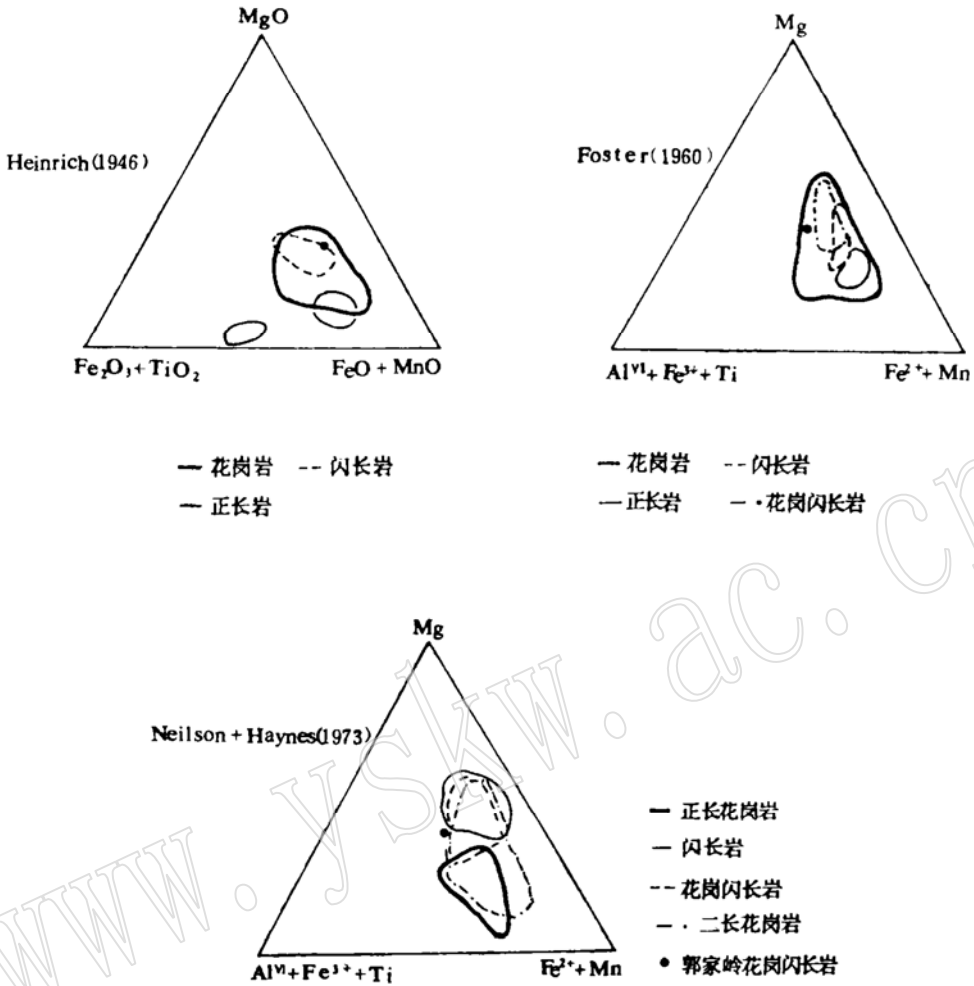


图 1 黑云母与岩石类型图解

Fig. 1 Relationship between the composition of biotite and the type of the host rock

OH<sup>-</sup>。

由图 4 可见，郭家岭花岗闪长岩中黑云母的穆斯堡尔谱出现三对峰，即Fe<sup>2+</sup>的 M<sub>1</sub> 和 M<sub>2</sub> 及 Fe<sup>3+</sup> 峰。M<sub>1</sub>和M<sub>2</sub>分别代表大、小八面体位置。M<sub>2</sub>峰强，说明 Fe<sup>2+</sup> 首先占据大八面体位置，这与Fe<sup>2+</sup>半径大有关；Fe<sup>3+</sup>占据四极分裂最小的位置。与其它黑云母的穆斯堡尔谱相比，它具有Fe<sup>3+</sup>峰强的特点，表明其富Fe<sup>3+</sup>〔2〕。

### 3 黑云母成因矿物学研究的意义

郭家岭花岗闪长岩一直被人们认为与形成金矿无关，因此无论打钻还是采矿遇到它就停工。通过研究发现，其黑云母富Fe及 Fe<sup>3+</sup>，形成于不稳定及氧化条件下，并富含 F<sup>-</sup>，在形成后经历了构造作用及蚀变，还可能在形成时混入了大量的胶东群黑云变粒岩。在胶东群

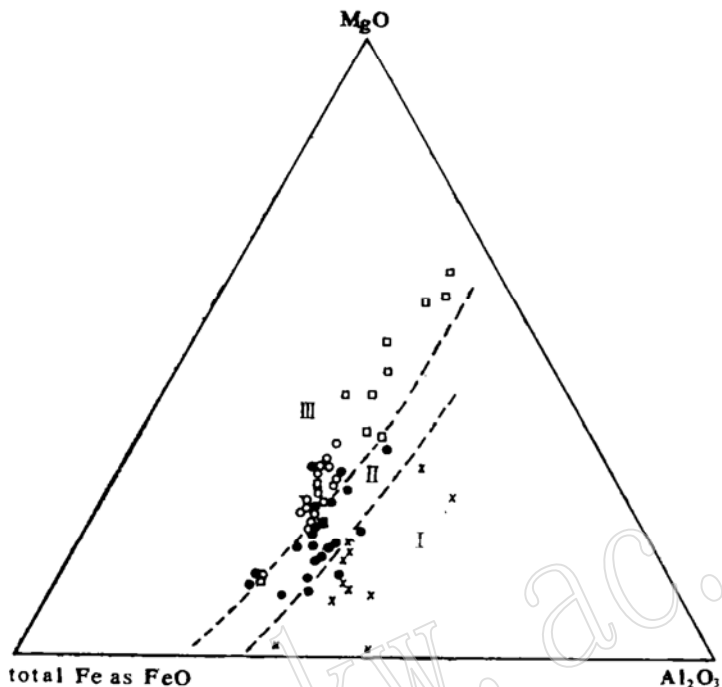


图 2 火山岩中黑云母的MgO-FeO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>三角图解

Fig. 2 MgO-FeO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of biotites of volcanic rock

I—黑云母与白云母或黄玉共生；II—黑云母不与镁铁矿物共生；III—黑云母与角闪石、辉石、橄榄石共生；  
 ×—黑云母+白云母或黄玉；●—黑云母；○—黑云母+角闪石；□—黑云母+辉石+橄榄石；■—郭家岭花岗  
 闪长岩  
 (Bailey, 1984, 转引自Nockolds, 1947)

表 3 郭家岭花岗闪长岩中黑云母的穆斯堡尔谱参数

Table 3 Mossbauer parameters of biotite from Cuojialing granodiorite

FeO(wt%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (wt%)	吸收峰类型	IS(mm/s)	QS(mm/s)	I'(mm/s)	A(%)	χ <sup>2</sup>
17.54	2.95	Fe <sup>2+</sup> 外峰	1.13	2.59	0.35	55	1.28
		Fe <sup>2+</sup> 内峰	1.09	2.03	0.47	23	
		Fe <sup>3+</sup> 峰	0.38	0.80	0.48	22	

测试条件：γ射线源为<sup>57</sup>Fe，扫描速度范围±10mm/s，512道分析器，室温。

测试者：中国科学院地质所 李哲

中，黑云变粒岩的金含量最高(28.23 × 10<sup>-9</sup>)<sup>①</sup>，这一切都说明，郭家岭花岗闪长岩不仅对形成金矿有利，而且可以形成富矿，郭家岭花岗闪长岩中界河金矿的发现就是最好的证明。

① 张毓璞等，山东焦家式金矿地质。山东地质六队，1983。

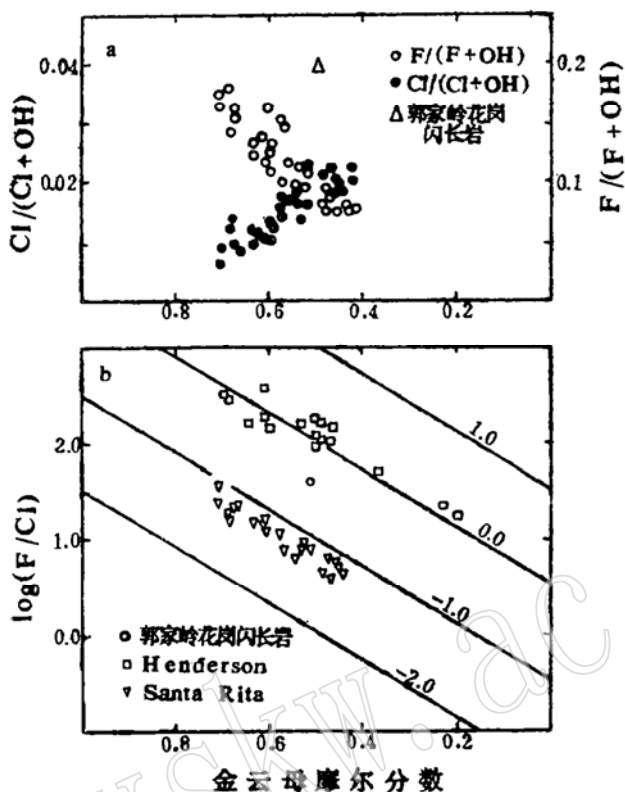


图 3 (a) 新墨西哥州Santa Rita斑岩矿床中黑云母的 $Cl/(Cl+OH)$ ,  $F/(F+OH)$  含量变化与八面体位置Mg (金云母) 的摩尔分数关系图 (据Jacobs, 1976, Muroz and Swenson, 1981)  
 (b) Santa Rita和Henderson斑岩矿床中黑云母的 $\lg(F/Cl)$ 与八面体位置 Mg (金云母) 的摩尔分数关系图

平衡流体的  $\lg(HF)/f(HCl)$  含量曲线 (据Muroz and Swenson, 1981)

Fig. 3 (a) Variation of  $Cl/(Cl+OH)$ ,  $F/(F+OH)$  composition versus mole fraction of Mg in the octahedral sites (phlogopite) for the biotites of the Santa Rita, New Mexico porphyry deposits (after Jacobs, 1976, in Muroz and Swenson, 1981)

(b)  $\lg(F/Cl)$  plotted against mole fraction Mg in the octahedral sites for biotite of the Santa Rita and Henderson porphyry deposits

Contours of  $\lg(HF)/f(HCl)$  composition of the equilibrating fluid (after Muroz and Swenson, 1981)

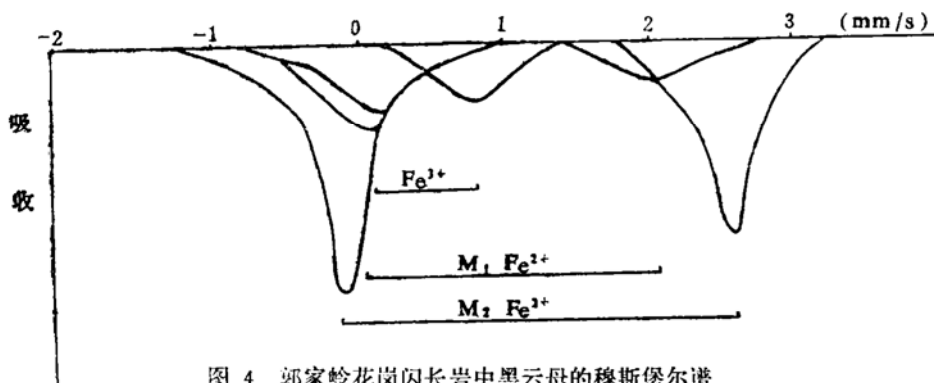


图 4 郭家岭花岗闪长岩中黑云母的穆斯堡尔谱

Fig. 4 Mössbauer spectrum of biotite from Guojialing granodiorite

## 4 结论

(1) 郭家岭花岗闪长岩中的黑云母形成于氧化、不稳定、富铁及  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{F}^-$  的环境。

(2) 郭家岭花岗闪长岩对形成金矿有利。

本文是作者博士论文的一部分，得到导师陈光远教授与孙岱生教授的热心指导，在此表示感谢！

### 参 考 文 献

- 1 陈光远等，弓长岭铁矿成因矿物学专辑，矿物岩石，1984，4(2)：110—130。
- 2 Bancroft G M, Maddock A G and Burns R G. Application of the Mössbauer effect to silicate mineralogy, I. Iron silicate of known crystal structure. *Geochimica et cosmochimica Acta*, 31, 2219—2246.

## Genetic Mineralogy of Biotite from Guojialing Granodiorite

Cui Tianshun

(Department of Resource and Engineering, Guilin College of Technology, Guilin 541004)

**Key words:** biotite; Guojialing granodiorite; genetic mineralogy

### Abstract

According to an analysis of biotite from Guojialing granodiorite in such aspects as its common characteristics, shape, composition, genetic diagram and Mössbauer spectra, it is shown that this mineral, rich in Fe,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{F}^-$  and Mg and deficient in  $\text{OH}^-$ , was formed under an unstable and oxidized condition. The projections of its chemical composition fall into the diorite region, granite region as well as near the granodiorite and adamellite region, suggesting that a part of this mineral is primary biotite in granodiorite, and the other part is local remelting relic biotite in biotite leptynite of Archean Jiaodong Group whose gold content is the highest ( $28.23 \times 10^{-9}$ ). After its formation, biotite underwent tectonic activity and alteration, forming chlorite and pyrite. All this shows that the formation condition and compositional characteristics of biotite are favorable for gold metallogenesis, i. e., Guojialing granodiorite is favorable for the formation of gold deposits. Before 1986, people had all thought that the Guojialing granodiorite was unfavorable for gold metallization, and hence drilling and mining were always stopped whenever the work reached the Guojialing granodiorite. Nevertheless, our research has shown that this granodiorite body could form ore deposits, even rich ones, as is substantiated by the discovery of the Jiehe gold deposit in this body.