

云英岩的蚀变类型、蚀变带序和成岩格子

成都地质学院

富 公 勤

云英岩主要是由白云母、石英、黄玉、电气石、萤石以及锡石、黑钨矿等矿物组成的浅色蚀变岩石。本文只讨论主要由白云母、石英、黄玉、锂电气石和萤石所组成的云英岩的蚀变类型、蚀变带序、蚀变带和成岩格子。

矿物共生组合、蚀变带和蚀变带序

从相岩石学角度来看, 蚀变体系包括蚀变岩石和蚀变流体。云英岩为蚀变后的固态生成物。云英岩的主要造岩矿物的化学成分兹列于表1中。

这五种主要造岩矿物从物理化学的角度来看是五种共生相。它们的共生组合可以用成分-共生图解来表示。据表1可知云英岩体系为一个多组分体系。并且可以看出在确定矿物共生组合时, Al和Si是重要的组分。它们可以做为成分-共生三角形图解中的两个端元。活动组分 H_2O 和 F_2 也是云英岩矿物组合中的重要组分。为了表示蚀变体系中的

主要活动组分 H_2O 和 F_2 在矿物组合中的含量的递增顺序, 和由它所引起的共生矿物组合的变化规律, 因此采用反映主要流体成分的(OH, F)做为另一个端元组分。这样, 云英岩的共生矿物组合可以用(OH, F)-Si-Al等边三角形成分-共生图解来表示(图1至5)。

表 1
Table 1

矿物	代号	计算时采用的分子式	计算时采用的(OH):F比值*
白云母	Mu	$KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$	100:0**
锂电气石	Tlb	$Na(Li, Al)_3Al_6[Si_6O_{18}](BO_3)_3(OH, F)_4$	90:10
黄玉	Top	$Al_2[SiO_4](OH, F)_2$	20:80
石英	Q	SiO_2	
萤石	Flu	CaF_2	

注: * 根据Deer et al. (1963), «Rock Forming Minerals» 算的。

** 云英岩中的白云母的(OH):F \approx 99:1。

这种图解中所表示了的每个共生矿物组合, 就代表一个蚀变带。而每个共生矿物组

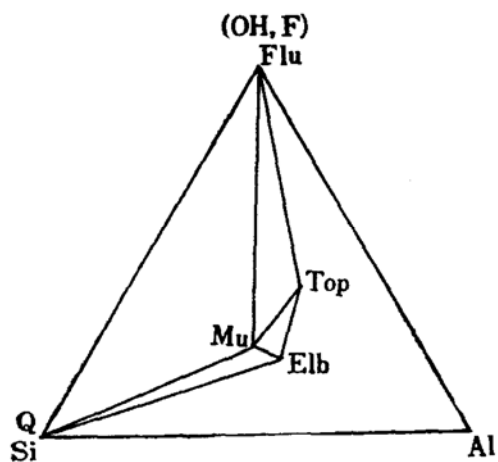


图 1 萤石型云英岩的成分—共生图解

Fig 1 Composition-paragenesis diagram for fluorite-type greisens

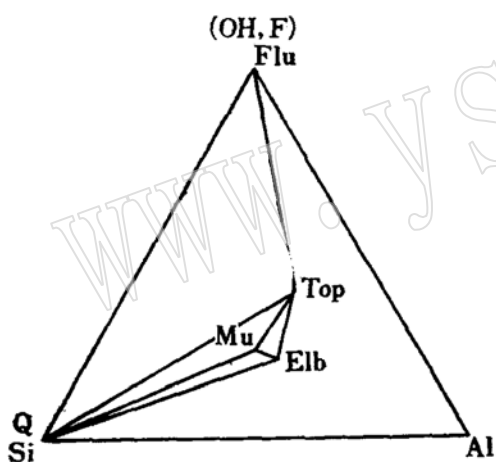


图 2 白云母型云英岩的成分—共生图解

Fig 2 Composition-paragenesis diagram for muscovite-type greisens

合也就是该蚀变带的识别标志 (图 1 至 5, 表 2)。

随着共生矿物组合中的 (OH, F) 含量的递增顺序, 共生矿物组合或蚀变带按一定的顺序依次出现。蚀变带的这种顺序, 称为蚀变带序 (图 1 至 5, 表 2)。

换言之, 蚀变带和蚀变带序是可以利用 (OH, F)-Si-Al 成分-共生图解来表示的。

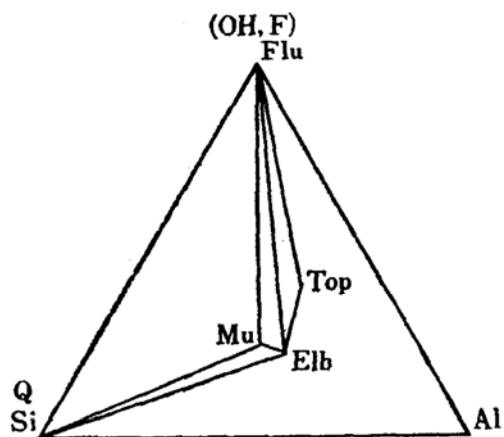


图 3 黄玉型云英岩的成分—共生图解

Fig 3 Composition-paragenesis diagram for topaz-type greisens

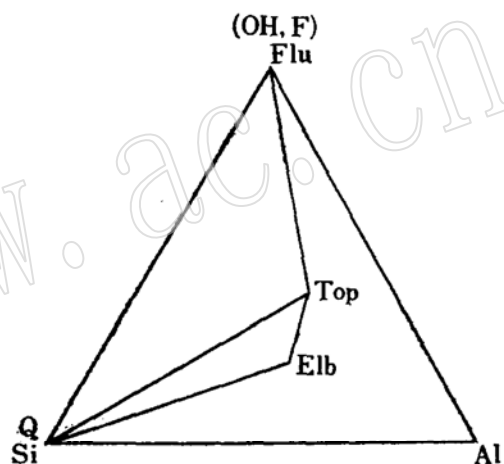


图 4 石英型云英岩的成分—共生图解

Fig 4 Composition-paragenesis diagram for quartz-type greisens

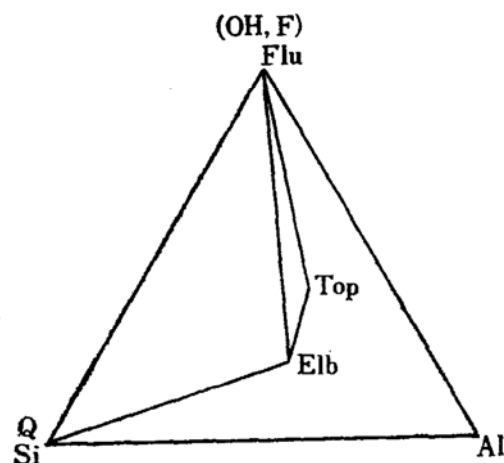


图 5 锂电气石型云英岩的成分—共生图解

Fig 5 Composition-paragenesis diagram for elbaite-type greisens

表 2
Table 2

蚀变类型	双变区号	特征共生组合 (特征蚀变带)	蚀变带序	蚀变带的共生矿物组合	实 例
萤石型	1	Flu + Mu + Elb	1.1	带1: Mu + Elb + Q 带2: Flu + Mu + Q	江西、大庾(W)
			1.2	带1: Mu + Elb + Q 带2: Flu + Mu + Elb	云南、箇旧(Sn)
			1.3	Flu + Top + Elb	
白云母型	2	Flu + Top + Mu	2.1	带1: Mu + Q + Elb 带2: Flu + Mu + Q	与蚀变带序1.1相同, 江西, 大庾(W)
			2.2	带1: Mu + Elb + Q 带2: Top + Mu + Elb 带3: Flu + Top + Mu	广西, 某锡矿(Sn)
黄玉型	3	Top + Q + Mu	3.1	带1: Mu + Q + Elb 带2: Top + Q + Mu 带3: Flu + Top + Q	广东阳春锡山(Sn)
			3.2	带1: Mu + Elb + Q 带2: Top + Mu + Elb 带3: Top + Q + Mu 带4: Flu + Top + Q	
石英型	4	Top + Q + Elb	4.1	带1: Top + Q + Elb 带2: Flu + Top + Q	
锂电气石型	5	Flu + Elb + Q	5.1	Flu + Elb + Q	
			5.2	Flu + Elb + Top	与蚀变序1.3相同

蚀变类型

在 (OH, F)-Si-Al 成分-共生图解 (图 1 至 5) 上, 云英岩的主要共生的造岩矿物有五种, 因此可以概略地把云英岩体系看作作为一个三组分五相体系。这样, 云英岩的五种共生相之间的组合关系有五种情况。因此, 云英岩可以分为五种蚀变类型。兹列于表 2 内。它们以各自特有的特征共生矿物组合和特有的蚀变带序作为识别的标志。

一个蚀变类型中可以有一到三种蚀变带序。如萤石型蚀变类型中有三种蚀变带序 (1.1, 1.2, 1.3 三种)。石英型蚀变类型中只有一种蚀变带序。其他三个蚀变类型中都

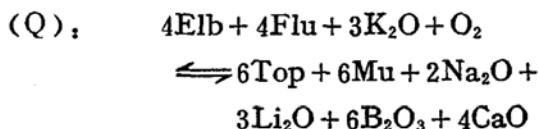
是各有两种蚀变带序 (表2)。总之, 除了相同的蚀变带序之外, 共有八种不同的蚀变带序。因此一般是可以根据云英岩的实际的蚀变带序来判别它的蚀变类型的。

同时还可以看出在一个蚀变带序之中, 可以有一到四个蚀变带。如黄玉型的 3.2 蚀变带序中具有四个蚀变带 (共生矿物组合带)。有的蚀变带序 (如 2.2 和 3.1 蚀变带序) 具有三个蚀变带。有的蚀变带序 (如 1.3 或 5.2, 和 5.1 蚀变带序) 只有一个蚀变带。其他的蚀变带序都各具有两个蚀变带。

相邻的两个蚀变类型之间, 是以共生相之间耦合线配接发生变化的边界反应为界的。

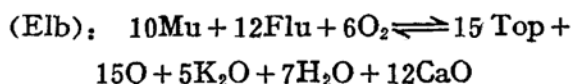
萤石型与白云母型之间的边界反应为

(Q)。



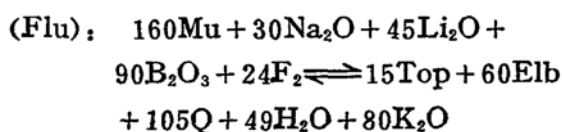
白云母型与黄玉型之间的边界反应为

(Elb)。



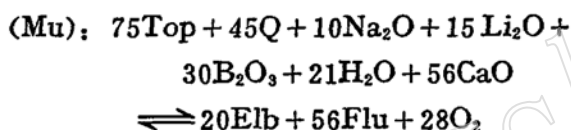
黄玉型与石英型之间的边界反应为

(Flu)。



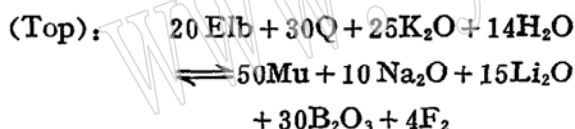
石英型与锂电气石型之间的边界反应为

(Mu)。



锂电气石型与萤石型之间的边界反应为

(Top)。



成岩格子

根据以相律为基础的 Schreinemakers 束法, 和根据上述的五个蚀变类型之间的边界反应式所计算得到的各边界反应—单变线的斜率, 可以作出 $\mu_{\text{K}_2\text{O}} - \mu_{\text{Na}_2\text{O}}$ 图解 (图6)、 $\mu_{\text{K}_2\text{O}} - \mu_{\text{H}_2\text{O}}$ 图解 (图7) 和 $\mu_{\text{Na}_2\text{O}} - \mu_{\text{H}_2\text{O}}$ 图解 (图8) 这样一些云英岩的成岩格子。也就是多相平衡的强度变量—共生图解。

在 (OH, F)—Si—Al 成分—共生图解上, 这五种矿物的投点构成一个具有一个内点的四边形。四个角顶分别为黄玉、锂电气石、石英和萤石。内点为白云母。根据线束定理, 本文所讨论的云英岩的成岩格子属于 [2, 2,

1, 1] 型射线束。

由上述成岩格子可以看出各蚀变类型与活动组分 K_2O 、 Na_2O 、 H_2O 的化学位之间的关系。

此外, 还可以根据 O_2 的化学位的降低的顺序, 建立两个蚀变类型系列。一个是: 黄玉型→白云母型→萤石型的蚀变类型系列。另一个是: 石英型→锂电气石型的蚀变类型系列。

上述所讨论的是一个含有过量的硼、锂、钙, 而贫磷的云英岩化蚀变体系。当蚀变体系的硼和锂不足时, 将不出现锂电气石。当钙不足时, 将不出现萤石—锂电气石, 和萤石—白云母的共生组合, 甚至不出现萤石。当蚀变体系含过量的磷和钙时, 将出现磷灰石+白云母+石英的云英岩。当含过量的磷但钙不足时, 将出现磷铝锂石。这些不是本文所要讨论的。

总之, 由白云母、石英、黄玉、锂电气石和萤石组成的云英岩的蚀变带和蚀变带出现的顺序 (蚀变带序), 是可以由 (OH, F)—Si—Al 成分—共生图解来表示的。根据云英岩这五种共生矿物 (共生相) 的组合关系的不同, 可以分为五种蚀变类型。它们可以根据各自特有的特征共生矿物组合和特有的蚀变带序来判别。相邻的两个蚀变类型之间, 是以共生相之间的耦合线配接发生变化的边界反应为界的。这五种蚀变类型组成了具有 [2, 2, 1] 射线束特点的成岩格子。每种蚀变类型相当于一个双变区。并且, 可以根据 O_2 的化学位的降低的顺序, 建立两个蚀变类型系列。

游振东教授、王仁民副教授、贺书严副教授审阅了全文, 在此一并表示衷心感谢。

参考文献

- [1] Н. И. 纳科弗尼克, 1954, 云英岩, 全苏地质研究所汇报, 《蚀变围岩及其找矿意义》, 67—101

图 6 云英岩的 $\mu_{K_2O}-\mu_{Na_2O}$ 成岩格子

Fig 6 $\mu_{K_2O}-\mu_{Na_2O}$ petrogenetic grid of greisens
代号见表1。μ为化学位。

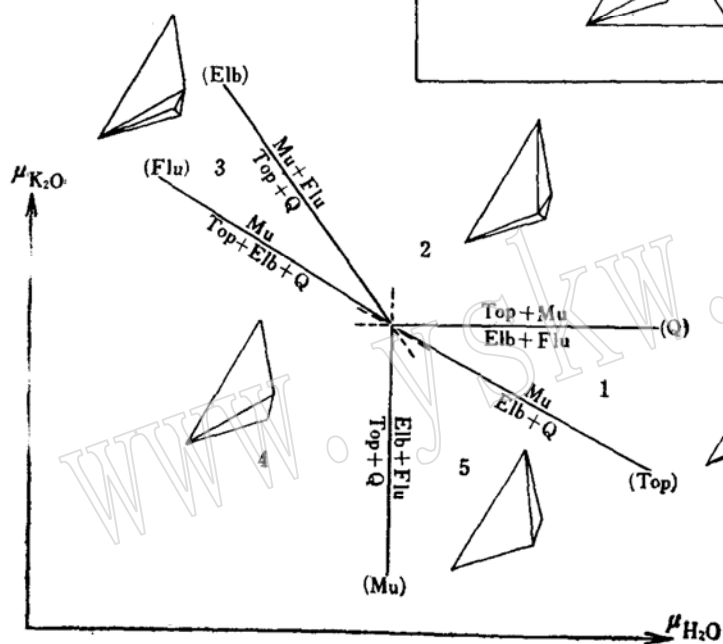
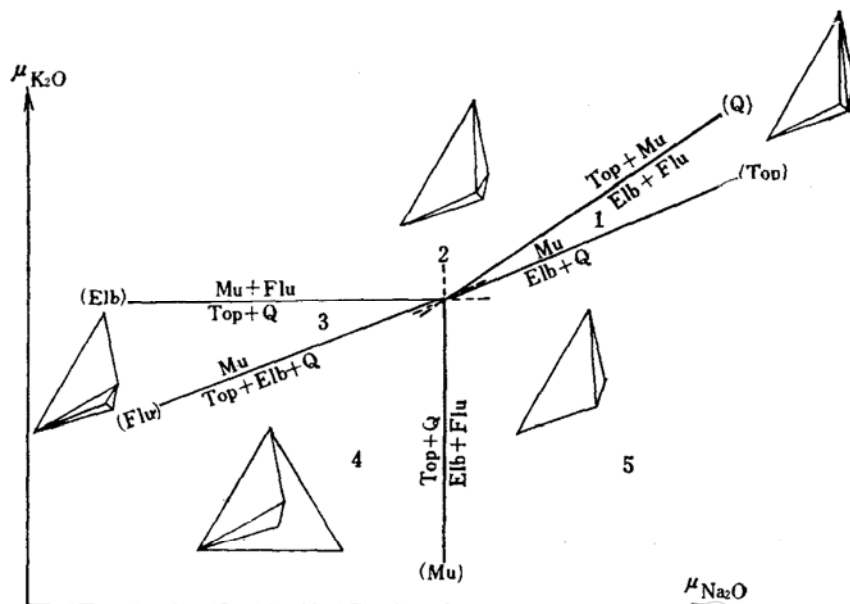
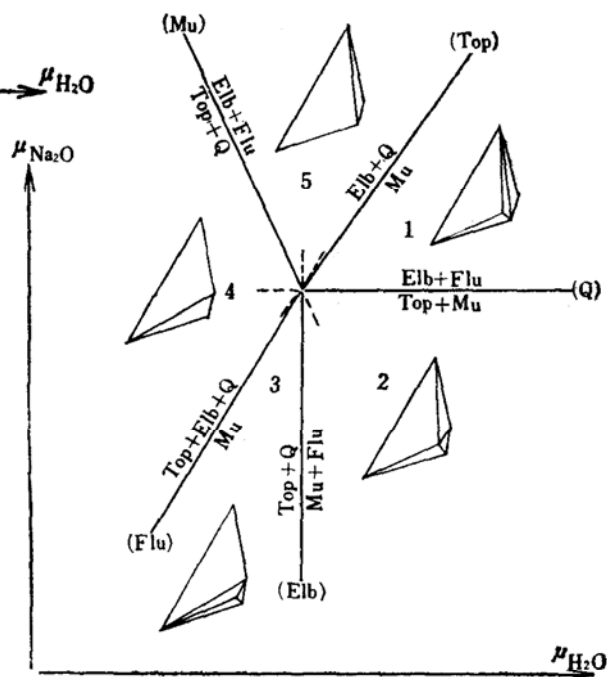


图 7 云英岩的 $\mu_{K_2O}-\mu_{H_2O}$ 成岩格子

Fig 7 $\mu_{K_2O}-\mu_{H_2O}$ petrogenetic grid of greisens
代号见表1。μ为化学位。

图 8 云英岩的 $\mu_{Na_2O}-\mu_{H_2O}$ 成岩格子

Fig 8 $\mu_{Na_2O}-\mu_{H_2O}$ petrogenetic grid of greisens
代号见表1。μ为化学位。



页 (中译本)

[2] Zen E-an, 1966, Construction of pressure temperature diagrams for multicomponent systems after the method of Schreinermakers—a geometric approach, U. S. Geol. Surv. Bull., 1225, 56pp.

[3] Ehlers, E. G., and Blatt, H., 1982, Petrology, p. 537.

[4] Рундквист, Д. В., Денисевич, Д.

К., Павлова, И. Ф., 1971, Грейзеновые Месторождения (онтогенез и филогенез). М., «Недра», 1971.

[5] Косалс, Я. А., 1976, Основные Черты Геохимии редких Элементов в Гранитоидных Расплавах и Растворах. Издательство «Наука». Сивирское Отделение.

Alteration Types, Sequences of Alteration Zone and Petrogenetic Grid of Greisen

Fu Gongqin

Abstract

The alteration zone and its sequence of greisen, composed of muscovite, quartz, topaz, elbaite and fluorite, can be expressed by the (OH, F)-Si-Al composition-paragenesis diagram. According to the difference of combination of these five paragenetic minerals (paragenetic phases) in greisen, five alteration types can be recognized, which can be differentiated each other by their own characteristic paragenetic mineral assemblage and sequence of alteration zone. The boundaries between the adjacent types are examined by the change of the arrangement of tie lines between coexisting phases (a kind of univariant reactions). These five alteration types constitute a petrogenetic grid, characterized by 2, 2, 1 pencil of rays. Each alteration type corresponds to a divariant field. Further more, two evolving series of alteration type can be set up, according to the reduced order of chemical potential of O_2 .