

www.yskw.ac.cn

红石泉铀矿床黑云母与晶质铀矿 同步富集作用探讨

张 诚

金景福

(地矿部西安地矿所)

(成都地质学院)

主题词: 铀矿床; 黑云母; 晶质铀矿; 同步富集作用

提 要: 红石泉铀矿床是以岩浆气成热液成矿作用占主导地位的复成因型铀矿床。研究结果表明, 黑云母的结晶时间明显晚于伟晶状白岗岩中的长石、石英等主要造岩矿物, 这是由白岗质

岩浆本身的物质成分和物理化学条件所决定的。岩体边缘的黑云母与晶质铀矿同步富集作用是以元素地球化学和矿物热力学作用为主导的地质作用。黑云母与晶质铀矿结晶时间相近，具有一定的成因联系，并且，其组份具有明显的亲缘性是二者密切共生的原因。

红石泉铀矿床是我国近年来发现的一种新型铀矿床。在含矿主岩——伟晶状白岗岩中，黑云母与晶质铀矿密切共生。这种使矿物密切共生的地质作用，笔者称之为矿物的同步富集作用。本文着重探讨黑云母形成时的物理化学特征以及黑云母与晶质铀矿同步富集作用，这对于丰富成岩成矿理论、指导找矿工作具有一定意义。

一、矿床地质概述

红石泉铀矿床位于华北地台西部边缘、阿拉善台隆南缘北西西向龙首山拱断带的西段，产于侵入到下元古界龙首山群中的伟晶状白岗岩体中（图1）。

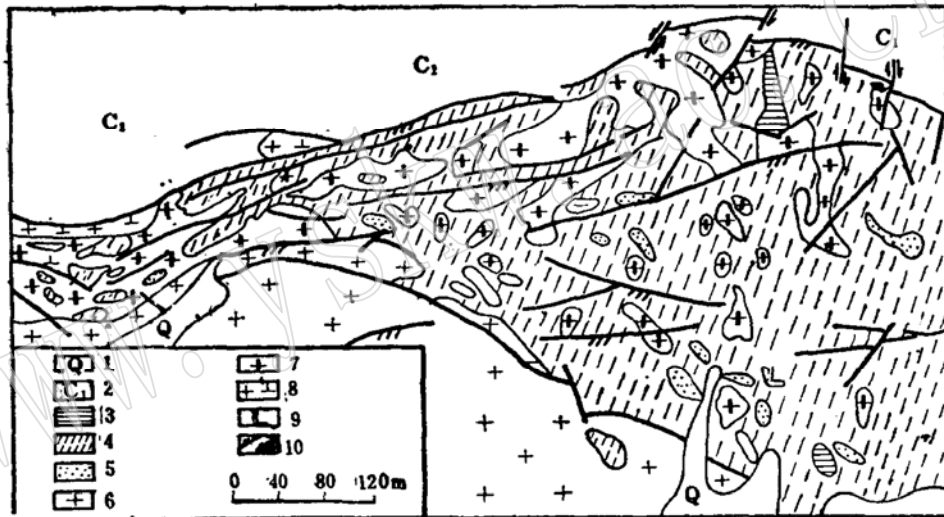


图1 红石泉铀矿床地质略图（据212队，1983）

Fig.1. Schematic geological map of the Hongshiquan uranium ore deposit

1—第四系；2—下石炭统；3—龙首山群大理岩；4—龙首山群斜长黑云片岩；5—龙首山群块状石英岩；6—中粒花岗岩；7—伟晶状白岗岩；8—斜长花岗岩、石英闪长岩；9—煌斑岩；10—压扭性和扭性断层

伟晶状白岗岩是该矿床的含矿主岩。它总体上呈岩枝状侵入于龙首山群地层中。伟晶状白岗岩Rb-Sr同位素年龄为1774Ma，表明该岩体属于吕梁期岩浆活动的产物。

在岩体边缘部分，出现富含晶质铀矿的黑云母富集带，形成工业矿体。矿体呈透镜状、似脉状产出，受构造控制明显。在矿石中，与晶质铀矿共生的矿物主要有黑云母、黄铁矿、辉钼矿和少量方解石，其中的黑云母沿长石、石英粒间或微裂隙呈脉状、网脉状充填，晶质铀矿则以粒状或串珠状产于黑云母脉体内部或脉壁，这表明黑云母和晶质铀矿的结晶时间明显晚于长石、石英等主要造岩矿物。

二、黑云母结晶作用的热力学探讨

红石泉铀矿床中，晶质铀矿与黑云母关系十分密切，因此，研究黑云母的形成特点对于阐明矿床成因以及铀矿化作用具有重要意义。

在红石泉铀矿床，含矿主岩——伟晶状白岗岩体边缘常常出现黑云母富集带，并与斜长黑云母片岩相接触，形成铀矿体。研究表明，伟晶状白岗岩体边缘的黑云母是白岗质岩浆自身结晶分异形成的含矿气成热液的产物^①。黑云母之所以分布于伟晶状白岗岩体边缘，主要是由于当含矿气成热液运移至岩体与变质片岩接触部位时，由于变质片岩透水性差，因而对含矿气成热液起到了屏蔽作用，造成含矿气成热液的滞流，使黑云母和晶质铀矿等矿物形成于裂隙较发育的岩体边缘，从而形成铀矿体。

但是，对于一般花岗岩而言，黑云母结晶时间要早于长石、石英。罗森布什（1898）根据矿物的自形程度及包裹关系等，曾确定了岩浆中矿物结晶顺序，称为罗森布什法则^[1]。该法则认为，最早从岩浆中结晶的是副矿物，接着为黑云母等暗色矿物，再依次结晶出浅色矿物。鲍文反应序列也说明了这一点。对于酸性岩，这一法则更为适用。那么，为什么红石泉铀矿床伟晶状白岗岩中的黑云母的结晶时间要晚于长石、石英等浅色矿物呢？这是由白岗质岩浆本身的物质成分和物理化学条件所决定的。笔者试图运用热力学原理和方法探讨该问题。

黑云母从多组份岩浆中结晶时的平衡条件，可用化学位来表示^[2]，应为：

$$(\mu_{B_i}^0)^l + RT \ln a_{B_i}^l = (\mu_{B_i}^0)^c + RT \ln a_{B_i}^c \dots\dots\dots (1)$$

式中，c表示黑云母晶出相，l表示其熔体相， $\mu_{B_i}^0$ 表示纯黑云母晶体（或熔体）的标准化学位， a_{B_i} 为黑云母的活度，R为气体常数，T为绝对温度。

上式经整理后，变为：

$$\ln(a_{B_i}^l/a_{B_i}^c) = -(\mu_{B_i}^0)^l/RT + (\mu_{B_i}^0)^c/RT \dots\dots\dots (2)$$

结合热力学关系式：

$$\mu_i^0/RT = H_i^0/RT - S_i^0/R$$

(μ_i^0 为i组份的标准化学位； H_i^0 为i组份的标准焓； S_i^0 为i组份的标准熵)

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{T_0}^0 + \Delta C_p(T - T_0)$$

(ΔH_T^0 为压力为 10^5 Pa、温度为T时的熔化热； ΔC_p 为恒压热容，常数)

经计算推导，则(2)式变为：

$$\ln(a_{B_i}^l/a_{B_i}^c) = \frac{1}{R} \left[(\Delta H_{T_0}^0 - \Delta C_p T_0) \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) + \Delta C_p \ln \frac{T}{T_0} \right] \dots\dots\dots (3)$$

式中， $\Delta H_{T_0}^0$ 为纯黑云母的熔融热， T_0 为其熔点，T为其从多组份熔体结晶时的温度。

(3)式就是黑云母从多组份熔体结晶时凝固点下降的公式。当视晶出的黑云母为纯固相时，则 $a_{B_i}^c = 1$ ，这时(3)式变为：

① 张诚，1986，红石泉矿床铀成矿作用的热力学及数学模拟研究。

$$\ln a_{Bi}^1 = \frac{1}{R} \left[(\Delta H_{T_0}^0 - \Delta C_p T_0) \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) + \Delta C_p \ln \frac{T}{T_0} \right] \dots\dots\dots (4)$$

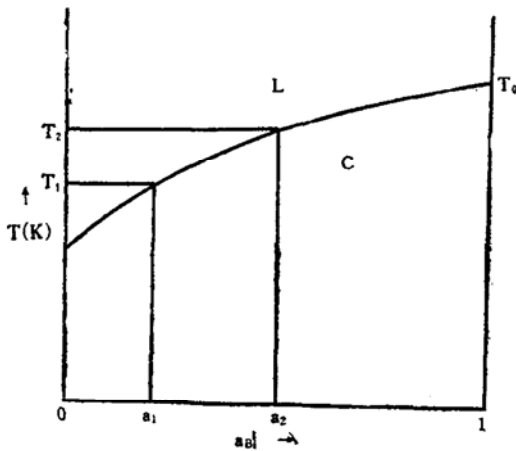


图 2 黑云母的 $T-a_{Bi}^1$ 示意图
L—熔体, C—晶体
Fig. 2. Sketch diagram Showing
 $T-a_{Bi}^1$ of biotite

由 (4) 式可知, 在熔体中黑云母的活度 a_{Bi}^1 与其结晶温度 T 成正比, 即当熔体中黑云母组成的活度减小时, 为了保持平衡而结晶温度下降。由于缺少黑云母熔融热和熔融温度等热力学数据, 因此, 仅能绘出黑云母的 $T-a_{Bi}^1$ 关系示意图 (图 2)。从图 2 可看出, 黑云母结晶的早晚受岩浆总组成的制约, 而这种制约作用又体现在黑云母熔体活度 a_{Bi}^1 上。 a_{Bi}^1 越小, 黑云母结晶温度就越低。例如, 当 a_{Bi}^1 为 a_1 时的结晶温度 T_1 要比 a_{Bi}^1 等于 a_2 时的结晶温度 T_2 低, 因此其形成时间就越晚。根据活度 a_{Bi}^1 与摩尔分数 x_{Bi}^1 和活度系数 γ_{Bi}^1 的关系, 则有:

$$a_{Bi}^1 = x_{Bi}^1 \cdot \gamma_{Bi}^1 \dots\dots\dots (5)$$

熔体中黑云母的摩尔分数 x_{Bi}^1 可表达为:

$$x_{Bi}^1 = \frac{N_{Bi}^1}{\sum_i^n N_i^1} \dots\dots\dots (6)$$

式中, N_i^1 为熔体中 i 组份的克分子数, N_{Bi}^1 为熔体中黑云母的克分子数。

对于白岗质岩浆而言, 其物质组份可以反映在伟晶状白岗岩的矿物成分和化学成分上, 因此, (6) 式可具体写为:

$$x_{Bi}^1 = \frac{N_{Bi}^1}{(N_{Or}^1 + N_Q^1 + N_{Pl}^1 + N_{Ms}^1 + N_{Bi}^1)} \dots\dots\dots (7)$$

由于白岗质岩浆中 SiO_2 、 K_2O 等含量较高, FeO 、 Fe_2O_3 、 MgO 含量较低 (表 1), 这样白岗质岩浆中 N_{Or}^1 、 N_Q^1 、 N_{Ms}^1 等较大, 而 N_{Bi}^1 较小, 这一点也可从伟晶状白岗岩主体部分基本上不含黑云母得到证实。因此, 由式 (7) 可知, 白岗质岩浆的 x_{Bi}^1 较小。根据 (5) 式, 当 γ_{Bi}^1 一定时, 或将白岗质岩浆视为理想熔体 (即 $\gamma_{Bi}^1 = 1$), 则 $a_{Bi}^1 = x_{Bi}^1$ 。由于 x_{Bi}^1 较

表 1 伟晶状白岗岩化学成分 (wt%)

Table 1. Chemical composition of pegmatitic alaskite (wt%)

编号	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	烧失量	总计
SC-1	76.03	0.069	12.57	0.209	0.81	0.01	0.33	0.37	2.51	6.19	0.062	4.03	99.04
SC-2	72.91	0.13	13.02	0.43	1.11	0.013	0.2	1.22	2.76	7.76	0.053	0.81	100.42
SC-3	79.44	0.034	10.4	0.136	0.84	0.014	0.33	0.38	1.03	6.04	0.076	1.08	99.8
A	71.27	0.25	14.25	1.24	1.62	0.08	0.80	1.62	3.79	4.03	0.16		99.11

注: (1) A 为中国花岗岩平均化学成分 (黎彤, 1962);
(2) 其余据北京三所资料

小,因而 a_{Bi}^1 亦较小,这样从图2可知,黑云母的形成温度就会降低,从而使黑云母形成时间较晚,直到岩浆气成热液阶段才晶出。关于黑云母形成温度的热力学探讨,在有热力学数据的条件下还有必要进一步深入研究,因为从以上论述可以看出,对于花岗质岩浆,在其结晶过程中,有可能存在一个 \bar{a}_{Bi}^1 值,该值可称为黑云母熔体活度的临界值,它是使黑云母与长石、石英等矿物同时结晶所要求的 a_{Bi}^1 值。当 $a_{Bi}^1 > \bar{a}_{Bi}^1$ 时,黑云母早于长英质矿物晶出;当 $a_{Bi}^1 = \bar{a}_{Bi}^1$ 时,两者同时晶出;当 $a_{Bi}^1 < \bar{a}_{Bi}^1$ 时,黑云母晶出晚于长英质矿物,该白岗质岩浆就属于这种情况。对于一般花岗质岩浆而言,尽管其 a_{Bi}^1 也不大,但未小于其临界值 \bar{a}_{Bi}^1 ,因此,黑云母的结晶时间仍早于长石、石英等浅色矿物。由此看出,运用热力学原理和方法探讨矿物形成顺序以及形成条件,将是非常有意义的工作。

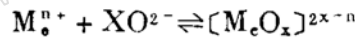
三、黑云母与晶质铀矿的同步富集作用

在红石泉铀矿床,黑云母与晶质铀矿关系密切,引起了地质工作者的注意,但是对于两者共生的原因还研究得不够深入。笔者认为,黑云母与晶质铀矿密切共生是两者同步富集作用的结果,并探讨了其同步富集作用的原因。

1. 熔体结构和结晶分异作用

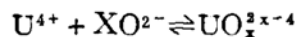
如上所述,伟晶状白岗岩体边缘的黑云母是岩浆气成热液的产物。同样,晶质铀矿也是岩浆结晶分异晚期产生的含矿气成热液的产物。这是由白岗质熔体的结构、物质成分、结晶分异作用以及物理化学条件所决定的。

根据“群聚态组”理论,天然花岗质熔体是多组份的硅酸盐熔体,其中除 Si^{4+} 和 Al^{3+} 与氧结合形成络离子配位多面体外,还有各种金属离子,它们同周围的氧也能形成各种配位多面体:



式中, M_n^{n+} 为金属离子。

铀离子也可以与氧离子结合形成铀氧络离子配位多面体^[3]:



络离子配位多面体的键结合强度既取决于阳离子的性质,又与熔体中O/Si的比值有关。强阳离子能够从硅氧四面体中夺走一部分氧离子,单独构成络离子基团,在熔体结晶时形成各种氧化物,形成金属多面体的阳离子多是半径小而电价较高的金属阳离子。在岩浆中,铀离子与氧离子结合形成铀氧络离子配位多面体,并处于动态平衡之中。由于凡是中心阳离子愈大的络离子,替代硅氧络阴离子的倾向就愈小,而铀的离子半径比较大,因此, UO_x^{2x-4} 不能代替由硅氧四面体聚合形成的硅氧络阴离子,所以, UO_x^{2x-4} 只能聚集在残余硅酸盐熔体中或岩浆晚期分异出来的流体中。当岩浆的氧或其它氧化剂浓度增加时, U^{4+} 可以氧化成 U^{6+} 并与氧结合成铀酰离子 UO_2^{2+} ,并且可以铀酰络离子形式在岩浆晚期分异产生的流体中迁移。在红石泉铀矿床,白岗质岩浆的氧逸度较高(LgfO₂为 $-17.5 \times 10^6 \sim -2.09 \times 10^6$ Pa),这为铀在岩浆结晶分异产生的气成热液中迁移富集提供了有利条件。研究结果表明,铀在岩浆气成热液中主要是以 $UO_2(CO_3)_2^{2-}$ 形式迁移的^[4]。

由此可见,黑云母和晶质铀矿都是白岗质岩浆结晶分异作用产生的含矿气成热液的产

物。这是黑云母与晶质铀矿密切共生的原因之一。

2. 化学元素的地球化学亲合作用

化学元素在地质作用中的行为不仅受其地球化学性质影响,也要受地质条件和物理化学条件的制约。为了研究伟晶状白岗岩中物质组份的相互关系,笔者根据含矿伟晶状白岗岩化学成分分析结果(表2),运用数理统计方法进行因子分析和聚类分析。分析结果见图3、4、5。从图3、4可看出, f_1 正轴方向主要为 SiO_2 、 K_2O 、 Al_2O_3 ; 负轴方向主要为 FeO 、 MgO 、 MnO 、 CaO 等, U 、 P_2O_5 、 Fe_2O_3 接近零点处。因此, f_1 轴代表了白岗质岩浆结晶分异的演化趋势,从右向左,即由正轴向负轴,反映出岩浆从结晶作用向晚期含矿气成热液演化的趋势。 f_2 正轴方向为 SiO_2 、 CaO 、 K_2O , 负轴方向主要为 FeO 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 P_2O_5 、 MnO 、 U 等, f_2 的大小反映出含矿伟晶状白岗岩中浅色矿物与暗色矿物的相对数量。由此可见, U 与 FeO 、 MgO 、 MnO 、 P_2O_5 等组份关系密切,有一定的亲缘性,反映在矿物成分上就是黑云母与晶质铀矿密切共生。

表 2 含矿伟晶状白岗岩化学成分(wt%)

Table 2. Chemical composition of ore-bearing pegmatitic alaskite

编号	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	烧失量	U%
1	68.51	0.15	15.93	0.35	1.72	0.04	0.56	1.15	4.35	6.62	0.09	0.69	0.042
2	71.32	0.20	13.44	0.18	2.16	0.04	0.65	1.22	2.42	7.98	0.09	0.67	0.067
3	74.14	0.10	12.68	0.41	1.51	0.03	0.54	1.37	3.00	6.60	0.09	0.38	0.026
4	71.08	0.20	14.02	0.61	1.33	0.04	0.46	0.64	3.75	6.45	0.11	0.83	0.047
5	79.94	0.10	9.45	0.06	1.22	0.02	0.42	0.95	1.72	5.75	0.08	0.48	0.05
6	67.54	0.20	14.92	0.62	1.65	0.04	0.60	1.41	2.83	8.80	0.13	1.10	0.106
7	66.87	0.40	14.39	0.73	2.94	0.08	1.13	1.00	2.57	7.48	0.12	1.22	0.14
8	65.69	0.50	15.79	0.68	2.64	0.05	1.19	0.69	3.45	7.40	0.13	1.20	0.187
9	63.60	0.50	16.62	0.70	2.68	0.05	1.07	0.77	2.73	9.55	0.13	1.07	0.149
10	62.39	0.65	16.43	1.51	2.73	0.07	1.67	0.53	2.78	9.12	0.15	1.42	0.217
11	71.48	0.75	11.55	0.88	2.63	0.08	1.61	1.03	2.62	3.50	0.16	1.80	0.234
12	69.39	0.65	12.91	0.65	3.97	0.08	1.25	1.12	3.05	4.22	0.14	1.54	0.212
13	71.32	0.75	11.74	0.96	3.80	0.08	1.73	1.55	3.22	2.35	0.09	1.80	0.061
14	72.29	0.40	12.46	0.49	2.87	0.05	1.04	0.84	3.40	3.98	0.06	1.33	0.058
15	71.08	0.50	12.38	0.62	3.92	0.08	1.33	1.03	3.28	3.35	0.06	1.70	0.016
16	66.08	0.75	14.44	0.82	3.59	0.07	1.57	1.17	2.73	6.70	0.12	1.65	0.209
17	68.99	0.40	14.35	0.81	2.89	0.07	1.21	1.51	4.18	3.60	0.06	1.85	0.104
18	69.87	0.40	13.98	0.56	2.32	0.05	0.77	1.39	4.10	4.62	0.05	1.49	0.068

注:以上分析数据均为北京三所资料

从图 5 可知,含矿伟晶状白岗岩中的化学成分可分为两大类,一类为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 K_2O 、 Na_2O , 另一类为 FeO 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 MnO 、 P_2O_5 、 TiO_2 、烧失量和 U 。这一方面反映出两类组份在岩浆分异演化过程中化学组份分异的差异性,即前一类主要与岩浆结晶作用关系密切,后一类则与岩浆晚期分异的气成热液作用有关;另一方面则反映出 U 与 FeO 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 MnO 等以及挥发份关系十分密切,这与黑云母和晶质铀矿密切共生是完全一致的。尽管这些化学组份在地球化学性质上有一定的差异,但是受白岗质岩浆的物质成分和物理化学条件的制约,使它们具有明显的亲合性。

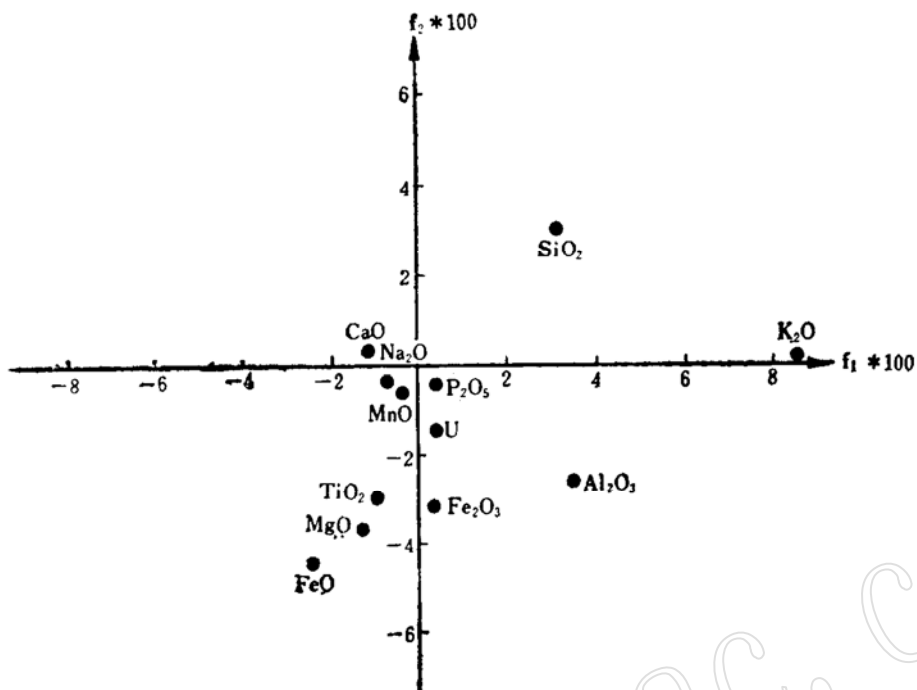


图3 因子 f_1 与 f_2 载荷平面点聚图

Fig. 3. f_1 and f_2 factor-loading cluster diagram

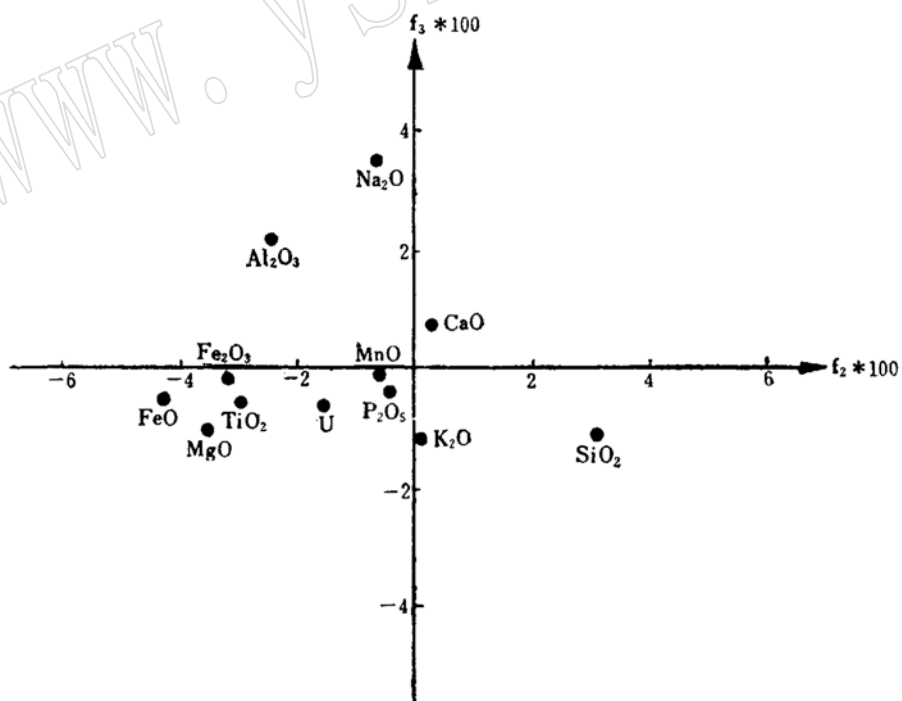


图4 因子 f_2 与 f_3 载荷平面点聚图

Fig. 4. f_2 and f_3 factor-loading cluster diagram

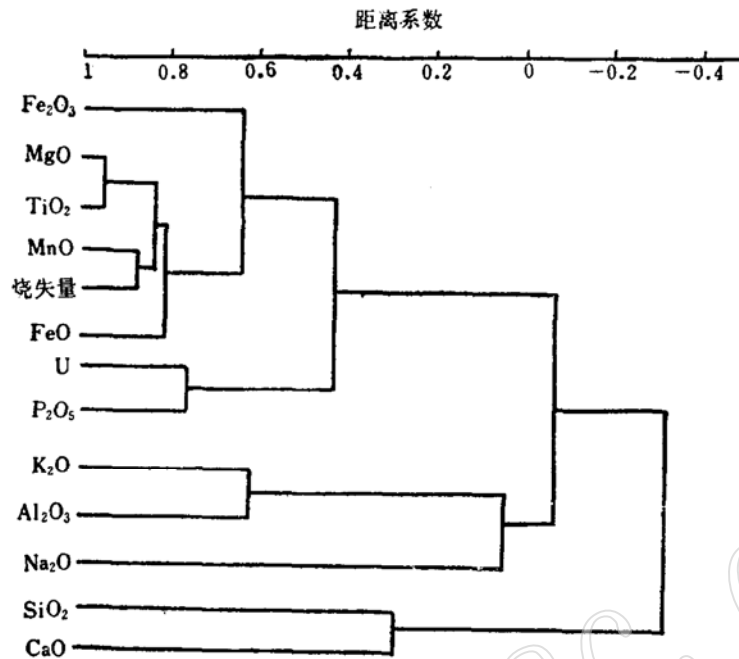


图 5 逐步聚类分析谱系图

Fig. 5. Dendrogram of progressive cluster analysis

由此可见，在白岗质岩浆结晶分异过程中，随着岩浆的分异演化，使晚期形成的气成热液富含铁、镁、铀等，表现出它们在白岗质岩浆结晶分异作用这一特定条件下的亲合关系，为黑云母与晶质铀矿等矿物密切共生提供了物质条件。

3. 黑云母的形成对铀矿化的作用

黑云母与晶质铀矿共生的原因之一是两者有一定的成因上的联系，主要表现在黑云母形成过程中，可改变含矿气成热液的物质成分和物理化学性质，对铀矿化起了促进作用。

黑云母是在挥发组份较多的条件下形成的。这种挥发份是有用的矿化剂。岩浆中的挥发份对岩浆分异作用、同化作用以及成矿元素的搬运和富集有着重要的影响。在岩浆结晶过程中，随着岩浆的分异作用，形成富含挥发份的含矿热液，这不仅有利于铀的迁移，而且由于挥发份对压力的变化特别敏感，富于流动性，因此可将成矿物质带到有利的构造部位富集成矿。红石泉矿床铀矿化的过程正是如此，由岩浆晚期分异产生的含矿气成热液运移到岩体边缘裂隙发育的地段，晶出黑云母、晶质铀矿等矿物，形成工业铀矿体。

在黑云母形成过程中，可改变含矿气成热液的酸碱度。在黑云母形成中，大量的 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Mo^{2+} 等离子聚集，由于这些元素具有弱碱性化学性质，因而它们在含矿热液中聚集会使热液向中性、弱碱性方向演化，改变其物理化学条件，影响铀以 $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}$ 形式迁移的稳定性^[4]，从而为铀矿化提供了有利条件。另一方面，含矿气成热液中富集大量的 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 HS^- 等离子，它们可以降低含矿热液的 Eh 值，为 UO_2^{2+} 的还原沉淀创造条件。由此可见，这些离子的大量富集对铀还原沉淀形成晶质铀矿起到了重要作用。

四、几点认识

1、伟晶状白岗岩体边缘的黑云母结晶时间明显晚于长石、石英等造岩矿物，它是白岗质岩浆结晶分异产生的气成热液的产物，这是由白岗质岩浆的物质成分和物理化学条件所决定的。

2、黑云母与晶质铀矿同步富集现象是客观存在的。黑云母与晶质铀矿同步富集作用是以熔体结晶分异、元素地球化学和矿物热力学作用为主导的地质作用。两者密切共生的原因是多方面的，但是主要影响因素是，两者结晶时间接近，有一定的成因联系，并且形成黑云母和晶质铀矿的组份具有明显的亲合性。

3、在白岗岩型铀矿床中，晶质铀矿与黑云母关系十分密切，因此，伟晶状白岗岩体边缘部分的黑云母富集带是有利的找矿标志之一，追索黑云母富集带可寻找原生富矿体。

参 考 文 献

- [1] 武汉地质学院岩石教研室，1980，岩浆岩岩石学（上册）。第一版，地质出版社。
 [2] B. J. 伍德等，1981，地质热力学基础。第一版，地质出版社。
 [3] 张祖还等，1984，铀地球化学。第一版，原子能出版社。
 [4] 张 诚、金景福，红石泉铀矿床铀的迁移形式及沉淀机制。中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊，第19号，65—74页。

A Tentative Discussion on the Synchronous Enrichment of Biotite and Uraninite in the Hongshiquan Uranium Deposit

Zhang Cheng

(Xian Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences)

Jin Jingfu

(Chengdu College of Geology)

Key words: uranium deposit; biotite; uraninite; synchronous enrichment

Abstract

The Hongshiquan uranium deposit is a new type uranium deposit recently discovered in China. The host rock—pegmatitic alaskite intruded into metamorphic rocks of the Lower Proterozoic Longshoushan Group. The deposit is a polygenetic one formed as a result of composite metallization of magmatic pneumato-hydrothermal solution and late ore-bearing hydrothermal solution with the former playing the leading role.

From the relationship between the activity of biotite in the magma and the crystallization temperature (T), i. e.,

$$\text{Ln}a_{B_i}^1 = \frac{1}{R} \left[(\Delta H_{T_0}^0 - \Delta C_p T_0) \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) + \Delta C_p \text{Ln} \frac{T}{T_0} \right]$$

it is considered that the phenomenon that the biotite along the margin of pegmatitic alaskite crystallized obviously later than such rock-forming minerals as feldspar and quartz is attributed to the comparatively small activity of biotite in the alaskitic magma which resulted in the decrease in its crystallization temperature until its crystallization in the magmatic pneumatolyto-hydrothermal stage.

The synchronous enrichment of biotite and uraninite is a geological activity with crystallization differentiation of magma, element geochemistry and thermodynamic effects being dominant. According to thermodynamic principles and statistics, the authors consider the reasons for the intimate relationship between biotite and uraninite to be as follows: (1) their close crystallization time, (2) the existence of certain genetic relationship and (3) the apparent affinity of biotite and uraninite in composition. The synchronous enrichment of biotite and uraninite depended on composition and physical-chemical conditions of the magma. It is therefore concluded that the biotite concentration zones along the margin of the pegmatitic alaskite are favorable ore-prospecting places.