花岗岩型铀矿床一种可能的成矿模式

胡 瑞 忠

（中国科学院地球化学研究所，贵阳 550002）

关键词 成矿模式、加气（$\sum CO_2$）作用、去气（$\sum CO_2$）作用

一、现 象

对于花岗岩型热液铀矿床，以下现象的存在几乎得到了国内外铀矿地质学界的公认。

1. 在同一铀成矿带上，铀成矿时代具有同时性和多期性。我国东南部大多数产铀岩体中花岗岩型铀矿床的成矿年龄资料[1]表明，其铀成矿时代主要集中在晚白垩世至第三纪。如将矿化时代相近地区的 U-Pb 同位素数据一起处理（206Pb/204Pb — 238U/204Pb 等时线法），可获得三个主要成矿期年龄值，它们分别是距今 87Ma、67Ma 和 48Ma。

2. 花岗岩型铀矿床的成矿与产铀花岗岩的成岩之间，存在较大的矿岩时差。根据大量同位素定年资料[1]，时差大者可达 700Ma 以上，小者也有 40—50Ma。

3. 花岗岩型铀矿床的成矿带，与区域性断陷盆地带，在空间上相吻合[1]。

二、成 矿 模 式

为揭示花岗岩型铀矿床的成矿与上述现象间的内在联系，笔者以我国东南部的花岗岩型铀矿床为例，对铀的成矿过程和铀成矿的微观机理进行了系统研究。在此基础上，总结出花岗

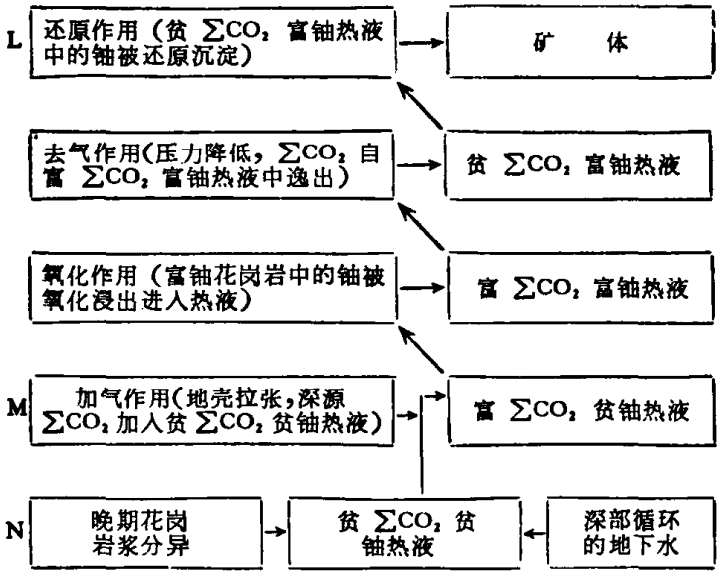


图 1 花岗岩型铀矿床的加气去气成矿模式图

图中的 L、M、N 分别代表成矿、地壳拉张和晚期花岗岩成岩的时代。箭头指示演化方向

本文 1989 年 5 月 8 日收到。

岩型铀矿床的"加气去气成矿模式"(图 1). 其主要内容包括:

1. 该模式是一混合成因模式. 研究表明,构成成矿热液主体的水、铀和 $\sum CO_2$ 分别来自不同的源. 值得进一步指出的是,就这三种组分而言,对铀成矿起决定作用的并不是水(在水圈中,水是不短缺的),而是铀和 $\sum CO_2$. 富 $\sum CO_2$ 的岩浆水和富 $\sum CO_2$ 的其它成因地下水,铀成矿的微观机制是一致的,且作用是等效的. 因此,在花岗岩型铀矿的成因研究中,不必过多地拘泥于水来自何处(已有的资料[1,2]1)表明,对时差小的铀矿床, 其成矿热液中的水既有岩浆水也有大气成因的地下水,如希望铀矿床和302铀矿床等;而对时差大的矿床, 如M岩体中的铀矿床, 其成矿热液中的水则基本是大气降水). 事实上, 确定铀和矿化剂 ($\sum CO_2$) 的来源,更具有理论和实际意义.

2. 通过对花岗岩浆分异作用和铀成矿机理的研究表明, 产铀花岗岩在其形成过程中分异出的热液不可能富含 $\sum CO_2$ 和铀[1]. 成矿热液中的铀, 是在原已存在的贫 $\sum CO_2$ 贫铀热液(由于加气的结果)转变成富 $\sum CO_2$ 的热液后,由其从已固结的富铀花岗岩中浸取而来[1)2)]. 众所周知,产铀花岗岩形成于挤压的大地构造环境下,其形成后到铀成矿前, 区域上产生过大规模的拉张,主要表现为基性脉岩(富 $\sum CO_2$ 煌斑岩和辉绿岩)和火山岩(局部地区)以及定向断陷盆地带的形成. 作者对产铀花岗岩体中的基性脉岩从不同角度作过研究, 结果表明它们为幔源成因[3]. 此外,花岗岩型铀矿产区普遍发育有矿前区域性大断裂或深大断裂, 其中有的是切入上地幔的[1]. 这都意味着花岗岩型铀矿产区在铀成矿前曾与地幔发生过沟通. 正是由于这种沟通,导致了幔源 $\sum CO_2$ 有可能进入地壳. 实际上,对 $\sum CO_2$ 来源的专门研究[1]也指出, 成矿热液中的 $\sum CO_2$ 确实具有幔源特点.

3. "加气去气成矿模式"属于上升说的范畴. 花岗岩中的四价铀 (晶质铀矿) 是在深部相对还原的环境下被氧化迁移, 而进入热液中的六价铀是在浅部相对氧化的条件下被还原沉淀的. 热力学和电化学方面的研究证实,这一过程可以实现, 但与由 $\sum CO_2$ 的动态和物理化学条件等因素所决定的热液中六价铀的存在形式有密切关系[3]2). 在其它因素的配合下, 是热液的加气($\sum CO_2$)作用促使了固定于花岗岩中的四价铀,在深部相对还原性的条件下被氧化转入热液形成稳定络离子 [$UO_2(CO_3)_3^{4-}$ 和 $UO_2(CO_3)_3^{5-}$] 而迁移;相反,是热液的去气 ($\sum CO_2$) 作用, 导致了其中稳定迁移的络离子解体——转变成相对不稳定的络离子 (如 UO_2^{2+} 和 $UO_2F_3^{-}$ 等),从而使热液中的六价铀能够在浅部相对氧化性的条件下被还原沉淀.

基于这一模式,笔者认为在其它成矿条件有利的前提下,花岗岩型铀矿床的形成是铀源和 $\sum CO_2$ 源有机配合的结果. 在能够提供铀源的富铀花岗岩形成之后, 地壳的受力状态由原来的挤压转为拉张,并因此使得幔源 $\sum CO_2$ 有可能进入富铀花岗岩的地区, 将是花岗岩型铀矿床有利的成矿地区.

三、对现象的解释

1. 多期性和同时性 铀成矿的多期性决定于富铀花岗岩形成后地壳拉张并与地幔沟通的多期性(因而 $\sum CO_2$ 提供的多期性). 野外可见,在花岗岩型铀矿产区反映地壳拉张的基性脉岩是多期的.虽从未见到早期基性岩脉切割铀矿体,但早期铀矿体被晚期基性岩脉切割的现

1) 胡瑞忠、金景福,矿床地质(待发表).
2) 胡瑞忠、金景福,地质论评(待发表).
3) 胡瑞忠、金景福,矿物岩石(待发表).

象则是可见的(如 211 矿田). 我们推测,对应于每一期主要的铀矿化,在区域(指大区域)上应有一期反映地壳拉张、比相应铀矿化稍超前形成的基性岩脉存在,尽管其规模有大小之别. 基于我国东南部花岗岩型铀矿床主要集中形成于 87Ma、67Ma 和 48Ma 三个时期,因此,可以预料该区在当时(白垩纪—第三纪)至少应发生过三次规模较大的地壳拉张作用,这有待于进一步研究.

在某一特定区域的某一特定时期,由于控制加气($\sum CO_2$)作用的地壳拉张作用基本同时,所以在该区域的不同产铀花岗岩体中,铀矿化的同时性是不难理解的.

2. 矿岩时差 花岗岩浆分异出的热液是一种贫 $\sum CO_2$ 贫铀热液,从而导致花岗岩成岩之后不可能马上形成铀矿床. 正如前述,富铀热液的形成有赖于因地壳拉张而引起的加气作用. 因此,铀矿床的形成只能在加气作用之后而不会在其之前. 这就自然决定了花岗岩型铀矿床的成矿与晚期花岗岩的成岩之间,将有较长的时差,并且产铀岩体的时代越老,其中铀矿床的矿岩时差越大,反之则越小. 这与实际情况相一致.

3. 铀矿床-断陷盆地的空间吻合 地壳拉张给热液的加气作用提供了条件,这也是区域断陷盆地赖以生存的基本前提. 如此看来,加气作用和断陷盆地的形成只不过是地壳拉张所派生的两个平行的方面. 因此,断陷盆地在大区域上与铀矿床伴生,最主要的是空间上的联系,而不是成因联系. 真正对铀成矿起直接控制作用的是,由于地壳拉张,使得深源的 $\sum CO_2$ 有可能进入近地表,从而为原已存在的贫 $\sum CO_2$ 热液提供大量的 $\sum CO_2$, 使之转变为富 $\sum CO_2$ 的热液,这才是问题的实质.

参 考 文 献

[1] 杜乐天等,花岗岩型铀矿文集,原子能出版社,北京, 1982.

[2] 金景福、胡瑞忠,成都地质学院学报,12(1985),4: 1—11.

[3] Jin Jingfu and Hu Ruizhong, *Chinese Journal of Geochemistry*, 7(1987), 3:221—231.