

[4] 李子舜等, 川北陕南二叠—三叠纪生物地层及事件地层学研究, 地质出版社, 1989.

[5] 郭其梯等, 近年来国外稀有元素地球化学研究动向, 全国稀有元素地质会议论文集, 第一集, 1975
344~354.

寻找隐伏铀矿床的一种可能的地球化学模式

倪师军 胡瑞忠

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550002)

金景福

(成都地质学院, 成都 610059)

关键词: 热液混合、热液沸腾、隐伏铀矿床、垂直分带

华南某隐伏铀矿床以其矿化垂幅大于1000多米和原生垂直分带保存完整而在华南铀成矿区具有典型意义。我们对该矿床的垂直分带现象、原因作了详细的研究工作, 提出了一个热液的混合和沸腾垂直分带模式。这一地球化学模式对于指导寻找隐伏铀矿床大有裨益。

1、矿床垂直分带 所研究的隐伏铀矿床属花岗岩型铀矿床。引起该矿床垂直分带的主要因素首推热液活动。因此, 作者从热液的成分和性质、热液活动的产物(热液脉体和矿石)、热液活动对环境施加的影响(围岩蚀变)等方面入手, 研究了该矿床的原生垂直分带。

(1) 热液的成分和性质: 研究指出, 热液成分在矿床垂向上有较大的变化⁽¹⁾。其主要变化趋势是: ①矿床上部热液中的挥发性组分、氧化性组分和酸性组分的含量相对高于矿床下部; ②矿床下部热液中的碱性、基性和相对较还原的组分的含量相对高于矿床上部。

热力学计算表明, 矿床上部热液的pH值相对低于矿床下部, Eh值则相对高于矿床下部^(1,2)。例如, 在铀成矿阶段的热液中, 矿床上部的pH值比矿床下部相对低1.7, 而Eh值则比床下部相对高0.1014V。

(2) 热液脉体: 在垂向上, 热液脉体出现明显的变化规律⁽²⁾。在矿床上部相对较多地出现一些偏酸性的热液脉体, 如含钨石英脉、高温块状石英脉、含铀隐晶和微晶石英脉、含铀紫黑色萤石脉和条带状粘土-萤石-石英脉; 而矿床下部则相对较多地出现偏碱性的热液脉体, 如绿泥石和绿帘石细脉、碳酸盐细脉等。实际上, 这是一种硅碱分离或酸碱分离现象。在华南铀成矿区, 许多铀矿床中都存在这种现象。

(3) 矿石: 该铀矿床除地表及浅部出现少量次生矿石外, 均以原生矿石为主。矿床垂直分带明显, 上部为红色矿石带, 下部为灰绿色矿石带, 其间出现杂色矿石带。红色矿石带主要为隐晶、微晶石英-萤石-水云母-赤铁矿-沥青铀矿组合。灰绿色矿石带主要为隐晶、微晶石英-绢(水)云母-绿泥石-黄铁矿-沥青铀矿组合。杂色矿石带的矿物组合具过渡性质。

铀矿石的化学成分、微量元素以及沥青铀矿的杂质组分均呈上酸下碱、上氧化下还原的垂直分带⁽¹⁾。例如, 矿床上部矿石的酸性组分(SiO_2 、 P_2O_5 、F、S、Sn、Nb等)和氧化性组分

(Fe_2O_3)的含量相对较高,而下部矿石的碱性和基性组分(Na_2O 、 K_2O 、 MgO 等)的含量相对要高。

(4)围岩蚀变:围岩蚀变类型组合从下到上呈规律性变化。其主要变化为钠(钾)长石化+碳酸盐化+绿泥石化+绿(黝)帘石化+硅化 \rightarrow 钾(钠)长石化+绢(水)云母化+硅化+蒙脱石化+绿泥石化 \rightarrow 硅化+水云母化+高岭石化+蒙脱石化+钾长石化。总体来看,下部相对发育碱性蚀变,而上部相对发育酸性蚀变。蚀变矿物和蚀变围岩的化学成分以及稀土元素组成等都反映出“上酸下碱”的垂直分带特点^(1,3)。

从上述垂直分带现象来看,上部形成一种弱酸性较氧化的“酸帽”,而下部则形成一种弱碱性较还原的“碱性基底”。总体上呈现出“上酸下碱,上氧化下还原”的垂直分带。

2、垂直分带的主要控制因素 研究表明,控制矿床垂直分带的主要因素是热液的混合和沸腾⁽¹⁾。其主要证据已另有文章讨论^(4,5),此处不再赘述。

大规模的热液混合作用发生于矿前阶段。当时华南铀成矿区处于地壳拉张活动时期⁽³⁾。地壳浅部发生了红色盆地和断陷带的下降,并有幔源暗色岩脉(煌斑岩和辉绿岩脉等)和幔源流体的上侵和上升。在这种地质背景下发生了热液的混合作用。混合热液的来源有三:(1)下降的、冷的、较酸性和较氧化的大气降水(主要提供水);(2)上升的、热的、较碱性和较还原的幔源流体(主要提供碱质和 CO_2 、 SO_2 等挥发分)和(3)残留于花岗岩中的弱酸性热液(提供部分水和其它成分)。

热液混合的结果决定了热液组分在矿床垂向上“上酸下碱、上氧化下还原”的变化特点。矿床上部接受了较多的弱酸性、弱氧化的大气降水,热液成分自然更会呈现弱酸性和弱氧化的性质。矿床下部接受了较多的弱碱性较还原的幔源流体,热液成分自然更会呈现弱碱性和还原性质。矿前阶段热液混合造就了矿床垂直分带雏形。

热液沸腾作用发生于成矿阶段。其主要原因可能是由于矿前阶段上升的幔源流体对热液的“加热”、“加气”以及后来在成矿阶段的构造开启或膨胀减压“去气”等作用引起的。在热液沸腾过程中,由于酸性挥发份易于转入蒸汽相⁽⁶⁾,大量的 F_2 、 SO_2 、 CO_2 、 O_2 等气体从下部热液中向上部转移。这无疑进一步加强了热液成份“上酸下碱,上氧化下还原”的垂直分带。

3、矿床垂直分带模式 根据上述矿床垂直分带现象和分带的主要控制因素研究,并考虑华南其他花岗岩型铀矿床的类似特点,作者提出一个热液的混合和沸腾垂直分带模式(图1)。

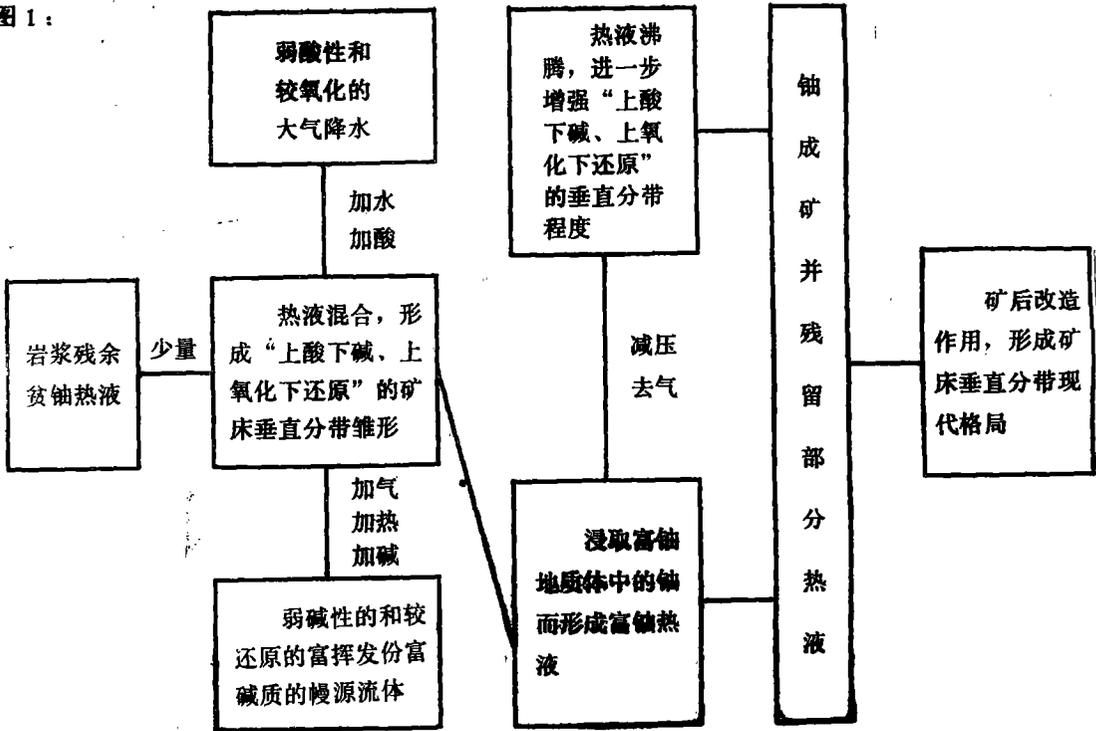
热液混合作用决定了矿床垂直分带的规模和性质。因为花岗岩中残留的热液呈弱酸性,大气降水的加入使热液酸度更强,所以必须有数量较多的上升碱性热液混入才有利于矿床垂向空间上的酸碱分离分带。因此,上升的幔源热流体(富碱质和还原物质)混入热液的数量多少影响到矿床垂直分带的规模和范围。如果有大量的幔源流体上升混入热液,则“碱性基底”较大,“酸帽”相对就小。反之亦然。矿床“上酸下碱、上氧化下还原”的垂直分带在此阶段形成雏形。

成矿阶段发生的热液沸腾有利于热液中的酸性气体往矿床上部转移⁽⁶⁾,从而有利于进一步发展前一阶段形成的垂直分带格局。当热液沸腾作用不甚明显时(模式图上用虚线表示),垂直分带程度可能要差一些。

在矿后已没有大规模的地壳拉张运动。但是,在红色盆地回返、断陷带上升的过程中,亦有一些大气降水补充到热液中。结果在矿床上部形成酸性粘土蚀变带并有向下扩展的趋势。当“酸化”作用向下部扩展不太强烈时,垂直分带保存得比较完整一些;当扩展很强烈时,原先形成的

1)倪师军,三〇二铀矿床垂直分带模式,成都地质学院博士学位论文,1990年。

图 1:



垂直分带往往被改造得模糊不清。

热液的混合和沸腾界面与矿床垂直分带界面基本上是一致的，都与一些大的岩性、构造或其它地质界面有关。在界面之上，发育着“酸帽”，在界面之下则为“碱性基底”。该界面的高低，影响到矿床垂直分带的发育程度和保存程度。界面如果太高，在矿床形成后的隆起剥蚀过程中易把“酸帽”剥蚀掉，使“碱性基底”暴露于地表。华南许多碱交代型矿床实质上就是“碱性基底”的出露，其上的“酸帽”可能被剥蚀掉了。反之，如果这一界面位置较低，“酸帽”则比较发育且可能保存下来。此种情况下往深部追索，有可能找到隐伏于深处的“碱性基底”。华南许多萤石型或微晶石英型铀矿床属于此类型。热液的混合和沸腾界面一般可作为追索深部隐伏铀矿体的一个标识。

华南许多花岗岩型铀矿床都有不同程度的热液沸腾和热液混合现象^(4,7)。许多矿床也出现“上酸下碱，上氧化下还原”的矿床垂直分带。如果按本文提出的垂直分带地球化学模式对华南现有铀矿床和矿点作一番研究，可能对该区隐伏铀矿床的找矿工作有所裨益。

参考文献

[1] Ni Shijun et al., A model of vertical zoning of a typical blind uranium deposit In southeastern China, In "Developments in Geochemistry", (Ed. by Tu Guanzhi), Seismological press, 1992, 79~85.
 [2] 金景福等, 302铀矿床热液脉体的垂直分带, 矿床地质, 1992, 11, 3: 252~258.

- [3] 倪师军, 某隐伏铀矿床围岩蚀变的分带, 中国科学院矿床地球化学开放研究实验室 年报, 1991, 351~358.
- [4] 倪师军、金景福, 302铀矿床热液的混合和沸腾作用及其地质意义, 成都地质学院学报, 1992, 19, 4: 9~15.
- [5] 胡瑞忠, 花岗岩型铀矿床的一种可能的成矿模式, 科学通报, 1990, 7: 526~528.
- [6] Drummond S. E. and ohmoto H., Chemical evolution and mineral deposition in boiling hydrothermal systems, Econ. Geol., 1985, 80, 1: 126~147.
- [7] 陈安福、赵洪波, 夏庄铀矿床包裹体研究, 地球化学, 1986, 2: 174~182.

滇西北地区中、晚三叠世碰撞型火山岩*

赵大升

刘祥品

(中国科学院地质研究所, 北京 100029) (云南省地矿局第三地质大队, 下关671000)

关键词 滇西北、碰撞型火山岩、深熔作用、亏损地幔

出露于滇西北德钦—维西—兰坪—洱源境内的中、晚三叠世火山岩是滇西古特提斯带中活动最强烈且广为分布的火山岩带, 也是该带内自显生宙以来最重要和最活跃的火山活动期的产物。它们沿近南北向的维西—兰坪中生代红色盆地的东西两侧分布, 构成两个近于平行的亚带: 西亚带沿澜沧江断裂展布, 东亚带出露于秋多—鲁甸断裂与叶枝—雪龙山断裂之间。依据该火山岩系夹层中所含化石及其与上下地层的接触关系, 拟将其层序作如下划分。

上覆地层	T_3^2s	石钟山组	
		不整合
	{	T_3^1c	崔依比组
		T_3^2p	攀天阁组
		
下伏地层	Ts_1^1	上兰组	

崔依比组据其伏于晚三叠世诺利克期石钟山组底砾岩之下, 假整合于攀天阁组之上, 并在其间的沉积岩夹层中采获能确定时代的动植物化石, 时代应属晚三叠世卡尼克期。该组火山岩系的岩石组合为一套以基性—中基性和酸性—中酸性火山岩、火山碎屑岩及沉积岩组成的火山—沉积建造。在维西县马场—拖底及崔依比一带, 该系出露厚度达4700多米, 其中熔岩累计厚度占58%, 火山碎屑岩累计厚度占15%。熔岩以玄武岩及流纹岩为主, 而具有“双峰式”火山岩组合的特征。

攀天阁组据其假整合或整合于含化石的中三叠世安尼西克期上兰组之上, 而伏于崔依比组或石钟山组下段之下, 另据1/20万德钦幅资料, 与该组相当的大丫陇鼓组上段的流纹岩年龄为238.9 Ma (Rb-Sr法测定), 应属中三叠世安尼西克晚期。该组火山岩的出露厚度各地虽有很大的差别, 但岩石组合很相似且单一, 以流纹岩和流纹斑岩为主, 局部发育英安岩和英安斑岩, 火

*本文为国家基金委资助项目研究成果的一部分。