

伸展构造是以水平拉伸为主导,引起地壳水平开裂,垂向断陷。三是岩浆作用方式不同。热隆伸展构造以岩浆侵入作用为主,而拉裂伸展构造则以大规模的火山活动为特色。

### 3 伸展构造对铀矿化的控制

由于两类伸展构造的特征差异,决定了它们在铀成矿作用中所扮演的角色也有所不同。不同之处主要表现为两类伸展构造分别控制了两类不同类型的铀矿床。在华南地区,花岗岩型铀矿床与热隆伸展构造,主要与浅层次热隆伸展构造有关,火山岩型铀矿床则主要与拉裂伸展构造有关。然而,在成矿物质、热液来源和矿床的空间定位等方面,两类伸展构造对铀矿化的控制又有许多相同之处,表现为:①剥离断层或主滑脱面是导岩、导矿的有利构造。②为成矿提供了有利空间。由于伸展体制下的各种断裂构造带内岩石破碎,孔隙度大,易于热液的渗透、运移,当成矿热液的物理化学条件发生改变时,构造的扩容空间及产状变异部位往往成为铀矿化的空间定位场所。③伸展构造的浅部脆性断裂体系为地下水的深循环提供了通道,使深部成矿热液与浅部的地下水相互连通、混合,形成一个具有氧化环境的循环系统。具不同组分特征的浅部冷溶液与深部热溶液的相互混合,又进一步加剧了物化条件的改变,并在热液的不断循环过程中,使成矿物质的沉淀富集累积。④伸展滑脱构造在深部发育韧性、脆-韧性变形,浅部则主要为脆性变形,成矿热液从深部进入浅部,从相对封闭体系进入开放体系,引起成矿物理化学条件的一系列变化,导致同一矿化集中区发育特征基本一致,成矿机制统一的铀矿化。

## 应用构造地球化学进行成矿与找矿分析

陈先兵 池三川

(中国地质大学,北京 100083)

### 1 构造、地球化学及矿床之间的关系

地壳中记录的构造变形(宏、微观构造)和地球化学场(元素迁移聚集)特征正是地壳运动行为的基本表现形式。构造变形的时空演化遵循着变形强度和性质(挤压、拉张)的交替变化、相辅相成、互为补充的一般规律。构造变形的同时引起地壳物质迁移,从演化的任一时刻和总体看,物质的集散是互为补偿的(在不考虑深部物质加入的情况下)。应力场和物质场不断变化,从一种平衡走向另一种平衡,由此推动着地壳的演化与发展。矿床作为构造物质运动在一定演化阶段的产物,必然处于特定的构造环境和地球化学场之中。

从大地(区域)构造单元看,目前越来越多的地质资料显示,构造线的总体展布、地球化学异常群延伸趋势和矿床的分布(成矿带)三者协调一致。同一区域的不同地带构造变形差异很大。一般强变形区(构造多次叠加复合),地球化学异常增强,成矿机率增大,反映三者之间的同步关系。从矿田(床)构造单元看,一定的构造、地球化学场及矿床对应出现,构成有机的统一体。

总之,上述三者之间存在着一定的必然联系。其关系可概括为:构造的制约性、应变和物质的补偿性、矿床产出的特殊性及其空间分布的一致性。

### 2 动力作用下物质迁移聚集机制与成矿

构造动力作用引发地壳物质的结构和组成的调整(杨开庆,1986)。调整过程中部分有

用物质聚集成矿。物质(元素)迁移聚集通过动力机械运移和动力物质化学分异两种机制实现。

**动力机械运移:**指各种地质体在构造动力作用下作整体或部分的位移。如底辟作用、冷侵位等造成深部物质运移至浅部。有时,可将深部矿石集合体带至近地表,如新疆某络铁矿矿体的固态位移即为一例。

**动力物质化学分异:**构造动力作用于地壳物质实体时,部分动力的机械能向物体的内能转化,使其内分子和原子的活性增强。一方面,导致分子间的反应速(效)率大大提高,原岩/矿物分解,有些组分分离出来;另一方面,物体内部组分(如类质同象物质、晶体内杂质等)处于激活状态,克服物体内部聚力及晶键的束缚,挣脱出来。这些分泌的组分,在构造动力的机械力,配合热力、化学力及浓度势的作用(合力)下,作定向运移,由于各组分性质的差异和介质环境的变化(物理、化学、应力等构造地球化学障),在应力场中重新分配,达到一种新的有序状态,完成构造动力物质化学的分异。从组分的析出到沉淀过程中,经历氧化、去硅、粘土化、化学亲合、脱水、压溶、水裂与应力蚀裂等多种构造地球化学作用。

动力物质化学分异的结果,表现为地球化学场的改变。地球化学场中元素的分布形式、分带和异常展布具有一定的规律性。研究表明,应力不仅对元素迁移集散具有明显的制约作用,而且影响到元素的结构和性质(元素的应力效应)。挤压区和拉张区亲合的元素不同,各种元素在应力作用下迁移特点亦不相同,因此呈现出一定的元素分布、分带和集散等特征。由此还可用来解释褶皱(挤压区与拉张区)和断裂(张、压、剪性)中的元素分布规律及分带的原因。

构造围压和应变能的大小对元素活化聚集起着重要的作用。高能压区,有益组分被活化迁出,迁向低能压区。由于低能压区温压下降,气相( $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 等)组分逸出,介质环境由酸性氧化向碱性还原过渡。同时由于应力的卸载,致使有用组分大量堆集成矿。我们对江苏安基山铜矿研究表明,应力场、能量场总体控制着地球化学场的展布,梯度带附近的低能压区引起局部的地球化学异常。由于斑岩体东侧高能压区的阻挡作用,导致有用物质在岩体内及东西接触带的中、低能压区停积,从而较合理地解释了矽卡岩型和脉型矿体主要产于东接触带,而斑岩型矿化主要赋存在西接触带及岩体浅部的主要原因。在铜厂铜矿床研究中发现,岩体内部和下部,具有较高的构造应力和应变能,矿液不易停积,而被驱动沿着岩体接触带和岩体边缘低能压区停积,形成Cu、Mo、(Au)矿体。较好地解释了该矿床与一般的斑岩铜矿不同,其矿石储量主体产于外接触带中的原因。

### 3 构造地球化学特征及找矿意义

(1) **褶皱** 其构造地球化学特征一般为:褶皱总体控制了地球化学异常群的展布。异常形态呈椭圆状、带状及环带状等,规模从几十至上千平方公里。异常组合、组分稳定,但在褶皱的轴部、转折端等特殊部位,异常组合复杂。成矿元素在背斜部位常形成强场,在向斜为弱场。在两组背斜交叉(交叉褶皱)结点的穹隆部位,形成异常显著、组分复杂的近圆形异常。异常表现为沿一定层位稳定延伸者,往往是层控矿田(床)构造的反映。

可见,形态特殊、强度大,成分复杂的异常常与有利的成矿构造部位(褶皱轴部和转折端、背斜、穹隆及层控构造等)和某些矿种相对应。分析其对应关系,有助于预测找矿。

(2) **断裂** 断裂构造地球化学异常受断裂带及其复合部位控制显著呈现线性分布的特

点。但复合交叉断裂系统控制的异常形态可呈带状、格子状及放射状等。晚期异常切穿早期异常,使早期异常不连续。一般异常的峰值出现在断裂的尖灭端、产状突变处及各组断裂的交汇部位。

断裂构造中元素的分布特点,除受元素的应力效应及应力制约(见前)影响外,还与热液(流体)的加入有关。从格罗考特(J. Grocott, 1977)提出的断层双层模式看,同一断层其下部表现为韧性,物质成分变化以应力分异作用为主;上部以脆性变形为主,常有物质的带人(地下水、岩浆流体等)和带出(易溶组分)。

利用断裂构造地球化学找矿具有重要意义。①根据断裂带中元素的分布和组合特点,帮助判别构造的含矿性或有利的成矿构造部位;②分析异常组分预测可能存在的矿种。如规模巨大的线性异常,成群成带,常见Cr、Ti、V、Co、Ni及贵金属组合,一般显示深大断裂、基底构造,应注意发现基性、超基性岩体和蛇绿岩套组合及有关的Cr、Ni、V、Ti-Fe、Pt、石棉等矿床(刘泉清, 1982)。

(3) 火山及侵入构造 其引起的异常一般围绕火山口或岩体呈环状分布,组分分带清晰,显示由岩体内向外由高温到低温的组合变化。接触带、断裂构造的叠加可形成异常浓集中心。根据异常分布特点(对称性)和组分特点,可以推测岩体产状和剥蚀程度,从而间接指导找矿。

(4) 显微构造 包括压溶、扭折、构造重结晶、固溶体分解、压力影、微裂隙及砂钟构造等。许多宏观构造地球化学特征和过程,都可从显微构造地球化学过程中找到相应的模式。对显微构造形成的力学机制和元素迁移集散规律的研究是显微构造地球化学研究的重要方向之一。利用显微构造地球化学研究,有可能从动力角度提出某些矿床成因的新思路。如黄方方(1993)对高温高压试验产生的压力影元素分布特征和矿区应力场特征综合分析后,认为德兴铜厂铜矿形成的机制类似于“压力影”机制。

## 陕西铜厂矿田古火山机构与成矿关系研究

吴俞斌 姜福芝 王玉往

(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所, 北京 100012)

铜厂矿田位于著名的勉略宁三角地区,大地构造位置属于扬子板块、秦岭褶皱系与松潘-甘孜褶皱系三个一级构造单元的分野地体。该区分布着一套中、晚元古宙“碧口群”火山、沉积杂岩系,以浅变质的细碧-角斑岩建造为特征,局部发育玄武质岩石。岩石类型有细碧岩、细碧质或玄武质集块角砾岩、角斑岩、石英角斑岩、流纹岩等。

铜厂矿田火山岩处在该区的基底斜坡地带,古火山机构非常明显,以黄家沟为中心出现有规律的岩相带。喷溢熔岩相以基性火山熔岩(细碧岩)为主,缺中酸性熔岩;喷出相以中基性凝灰岩为主,为细碧质凝灰岩夹细碧岩;次火山岩相为钠长玢岩和透辉钠长岩;火山沉积过渡相为凝灰质千枚岩、板岩、碳质板岩与碳酸盐岩组合。矿产主要以铁、铜、金为主。

火山侵入岩相有超基性-中基性-中酸性岩体(岩株、岩脉):超基性岩主要出露在火山穹隆南部的后沟-红木沟一带,岩性为叶蛇纹岩、石英菱镁岩、滑镁(片)岩等;中基性岩出露于火山穹隆四周,分布较广,岩性有辉绿岩、辉长辉绿岩、石英辉绿岩、辉长闪长岩