

矿田构造地球化学

刘 迅

(中国地质科学院地质力学研究所)

研究矿田构造地球化学的步骤是：①鉴定构造地球化学形迹；②划分构造地球化学类型；③确定构造地球化学体系；④探讨构造控矿的地球化学机制。通过系统研究和分析，把地质力学和地球化学结合起来，促进构造地球化学发展，也有利于地质力学水平提高。

关键词：矿田构造地球化学；构造地球化学形迹；地质力学

构造地球化学主要是研究地壳的宏观岩块、地块的运动与组成它们的基本单位——原子的微观物质运动之间的内在联系和规律的科学。研究成矿元素在地应力场和地球化学场中伴随构造变形而发生的迁移、富集规律，乃是矿田构造和地球化学共同开拓的研究领域。

矿田构造地球化学主要是研究两个方面的问题：①构造规律或构造体系的规律；②构造地球化学演化规律。前者属于形变范畴，是探讨构造形迹的生成联系及构造体系的规律性控矿作用；后者属于形成范畴，根据构造运动中成矿物质（元素）的集中、分散、活化转移和沉淀等演化关系，建立构造地球化学过程的成生联系，探讨构造控矿的地球化学机制。两者紧密联系，并受统一的、一定方式和方向的地壳运动的制约。

1. 构造地球化学体系的演化过程

矿物、岩石在地壳运动中，既有结构的变化——形变，也有组成的变化——相变和物质成分的改变（所谓质变）。在不同范畴、不同的层次里，它们在结构和组成方面的变化具有不同的特征。前者一般表现为宏观和微观的构造变形，主要反映构造应力场；后者是化学元素的集散和转化，主要反映了地球化学场，二者具有密切的联系。有关构造

地球化学的研究成果表明，构造变形和物质成分的变化是同步发生的。即岩石发生形变，就可能产生矿物的相变和导致其物质组份的集散和运移；在构造活动中引起一系列构造地球化学作用和地球化学异常现象。因此，开展矿田构造地球化学研究的指导思想应当是把结构和组成、形变和形成、构造变形和物质成分的变化结合起来，探讨在构造应力场和地球化学场中化学元素的运动规律。

总起来看，地壳运动的实质就是地壳物质（可能牵涉到地幔的上层）在结构和组成两方面不断改造和调整变化的过程，其中也包含着成岩成矿作用的全过程。可以认为，这种改造和调整作用集中体现了构造地球化学体系的演化过程。同时在矿物岩石的地球化学特性上得到明显地反映，并且造成成矿元素在地壳构造中的规则分布。显然，这也正是构造体系控矿规律研究的实质问题。因此，构造体系、地球化学、成矿作用是研究矿田构造地球化学的基础。

2. 构造形迹与地球化学现象的关系

不同力学性质的构造形迹或同一构造形迹的不同构造部位，常有不同的地球化学表象或现象，同时构造形迹力学性质不同也可以有不同的元素集散和转化特征或构造地球化学特征，也即反映了构造形迹与元素地球

化学行为之间的密切关系。

观察表明,断裂中有各种形式的形变和相变现象,从物质微观运动的角度来看,它们反映的就是伴随构造作用产生的各种构造地球化学现象。例如,压性断裂带中或断裂面两旁,常有鳞形或定向排列的片状、条状、针状矿物;在断裂带中黑云母变成绿泥石,白云母变成多硅白云母等也是常见的现象。在应力作用下矿物成分的改变乃至新相矿物的生成,应看作是构造地球化学形迹或构造地球化学现象的一种表征。所谓构造地球化学形迹,既是结构的变化,也是组成的变化;既有构造变形,也有化学元素或物质成分的改变;它们共同表征了结构面的构造地球化学特征。许多实例表明,韧性断裂带内岩石和矿物发生的具有密切联系的递进变形和变质作用,也是一种独具特点的构造地球化学形迹。

值得特别指出的是,一般所称的贝尼奥夫带,从某种角度来看也是一种由强烈扭动(剪切)带所显示的特殊的构造地球化学形迹。它不仅具备作为板块俯冲带所特有的构造现象,而且从岩石圈形变和相变造成的种种现象看,也充分反映了作为构造地球化学形迹的特点。

3. 构造地球化学的控矿机制

不同力学性质的构造形迹或同一构造形迹的不同构造部位(平面或剖面上)具有不同的成矿地球化学环境,所形成的矿床和矿化类型也不同。换言之,成矿元素本身的地球化学特性决定了在不同地质构造条件下,表现出不同的集散、迁移和转化规律。如在背斜轴部(中和面以上)和山字型构造前弧引张区常有花岗岩体和某些有关矿产产出(偏酸性岩石和离子半径较大或较活泼元素富集),反映了构造控矿的地球化学机制。

一般说来,压性、压扭性断裂或深位断裂处于高温高压和还原条件,张性、张扭性断裂或浅位断裂处于低温低压和氧化条件,

成矿溶液通常由前者向后者运移,在成矿物理化学环境有利的条件下成矿元素沉淀成矿。在构造体系中,挤压带或挤压区与张裂带或引张区是处于统一的构造应力场中,构造变形与成矿活动也是具有密切联系的。

复合构造往往有两个重要特点:第一是构造变形强烈,由于多次构造作用叠加,地球化学异常现象表现突出;第二是构造深切增大,由于反复强烈的构造变动,使地壳深部或上地幔物质得以运移到地壳浅层,甚至到达地表。复合构造控矿的地球化学特点是,由于成矿带、矿田和矿床经历过两种或多种不同方式抑或同一方式的多次活动的应力作用,形成叠加或改造成矿作用,以致某一种成矿元素进一步浓集或者两种或多种成矿元素叠加而造成矿化和地球化学异常特别发育。此外,也有可能改造或破坏了原来单一类型的矿化和地球化学形态特征。应当重视叠生成矿构造地球化学的研究。

4. 构造应力场与元素集散特征

诚然,地壳中元素的活动牵涉到的因素很多,这些因素使元素的迁移和聚集呈现出复杂现象。在构造应力场的控制下,成矿物质的活动受着地球化学机制的支配。构造应力作用不仅对成矿的物理化学环境和成矿物质的运移、停积等活动具有重要影响,而且在岩浆动力分异和岩内流体运动以及成矿元素的共生组合和分布等方面,都具有重要的控制意义。这是矿田构造地球化学的一个重要方面,应当积极地开展深入研究工作。对磁海矿区岩浆旋卷动力分异现象进行的探讨,获得了该区主要造岩元素从应力场强到弱的分布顺序是Fe、Mg、Ca、Al、Na、K、Si的认识。在沙溪矿区开展的应力梯度下元素迁移和富集规律的探索,其结果表明:元素在应力梯度下发生了有规律的调整和组合。在成岩过程中,在应力强区富集重元素,在应力弱区富集轻元素;在成矿过程中,从应力强区到弱区,金属元素依次为

Au→Cu、Mo→Pb、Zn。宏发厂汞矿通过构造变形强度与矿化关系的研究,发现汞品位的高值均与构造变形强度等值线的高值区相一致,显示出构造变形强度与汞的矿化强度的一致性。据此可以预测成矿的有利地段。在母山矿区对成矿构造体系应力场中应力分布规律的模拟结果表明,该区金属矿化富集部位是成矿构造应力场在特定的边界条件下活动而引起的应力集中区。这些尝试对于构造控岩控矿的地球化学机制的研究是有益的。

5. 矿田构造地球化学的研究内容

总括起来,矿田构造地球化学的研究内容大体包括以下几方面:

第一,断裂带和构造形迹的地球化学表象。探讨构造应力作用下岩石矿物发生不同程度的形变和相变,以及形成的新相矿物和动力变质等所显示的地球化学现象;建立构造地球化学形迹和构造地球化学体系。

第二,断裂带不同构造部位或断裂结构分带与元素分布或分带的关系;探讨构造带地球化学特征。

第三,构造形迹与元素地球化学行为之间的密切联系;探讨在构造应力作用下元素的共生组合、分布和分配的变化规律。

第四,不同力学性质构造形迹具有不同的成矿物理化学条件与成岩成矿作用的关系;建立构造地球化学控矿模式。

第五,不同的地质构造条件具有不同的成矿地球化学环境与形成的矿床和矿化类型的关系;探讨构造控矿的地球化学机制。

李四光在阐述地质力学发展中存在的问题时曾强调指出:应开展构造体系对各级矿

化带和矿田控制作用的研究。长期以来,运用构造控矿规律在指导矿产普查勘探和隐伏矿床预测中曾发挥了重要作用。关于构造体系控矿规律的研究在地质力学与相关学科的结合和渗透中,也必然会开拓前进和有所发展。笔者强调的是把结构面性质与地球化学现象结合起来,根据不同力学性质构造形迹所具有不同的地球化学特征,鉴定和区分不同的构造地球化学形迹,在此基础上划分构造地球化学类型或型式,并进一步确定构造地球化学体系和探讨构造体系控矿的地球化学机制。

地质力学与地球化学的结合,不仅会促进构造地球化学的发展,同时也必然会丰富和提高地质力学的理论水平。运用构造地球化学方法,开展巨型纬向构造带和有区域意义的构造体系或构造带地球化学特征,以及某些山字型和其他扭动构造型式与特征元素集散关系的研究,对阐明构造体系或构造带的成生演化及其控岩控矿作用等问题,具有重要的理论意义和实际意义。同时也应该重视在矿田构造研究中加强与地球化学的紧密结合,开辟矿田构造地球化学新领域。

参 考 文 献

- [1] 刘泉清:地质与勘探,1981,第4期。
- [2] 章崇真:地质与勘探,1979,第3期。
- [3] 张治洪:地质力学文集,1982,第6集,地质出版社。
- [4] 董树文:地质学报,1984,第4期。
- [5] 赵宣震:地质力学文集,1982,第6集,地质出版社。
- [6] 李四光:《地质力学概论》,1973,科学出版社。
- [7] 李东旭:地质学报,1987,第1期。
- [8] 刘迅:地质科技通报,1983,第8期。
- [9] 王功格:第二届全国构造地质学术会议论文选集,第二卷,1981,地质出版社。

Orefield Tectono-geochemistry

Liu Xun

Procedures in studying the orefield tectono-geochemistry are: (1) to identify structural geochemical features; (2) to classify structural geochemical types; (3) to determine structural geochemical systems; (4) to investigate the geochemical mechanism of structural control for ores. A systematic studying of geomechanics in combination with geochemistry will promote the development of tectono-geochemistry.