

构造地球化学的研究现状及发展趋向评述

刘洪波 关广岳 金成洙

(东北工学院地质系)

综述了国内外构造地球化学的研究现状,并讨论了该学科的属性。在此基础上,指出了这门学科今后的发展趋势。

构造地球化学是一门新兴的边缘学科,于本世纪60年代初开始在我国出现,70年代末和80年代初才引起人们的注意。目前,国内已有一些该学科方面的论文发表,但还没有专著;国外暂时还没有在这方面进行专门的研究,但在矿床学、矿物学、岩石学及地球化学的论文中有些已涉及到成岩成矿元素由构造应力引起的地球化学行为及其动力学研究。

对一门新的学科而言,科学实验和理论研究的最终成果是以范畴的形式表现出来。看一门学科是否成熟,就是看它的范畴是否完整、深刻,即它是否具有高度概括性的基本概念,是否有确定的类型,研究范围(包括研究对象)、研究方法和实验手段。否则,就不能算是一门成熟的学科。

一

基本概念是科学研究范畴的最高形式,它规定了研究的范围、研究对象以及寻求适合的研究途径和手段、方法。目前,构造地球化学还没有形成一个完整的、统一的概念,人们对其还存在不同的理解。主要的认识有:

陈国达、黄瑞华等人认为,所谓构造地球化学是研究各种构造地质作用与地壳中化学元素的分配和迁移、分散和富集等关系的一门边缘学科,介于构造地质学和地球化学之间。它的主要任务是研究地质构造作用与地球化学过程之间,也就是运动和物质之间,在时间、空间和成因上的关系,把形成与形变、建造与改造统一起来加以研究。地质构造指大地构造运动、地壳运动类型、构造单元、构造区、构造系、壳体、褶皱、

断裂、裂隙(节理、劈理、片理等)、微构造(显微构造,如显微裂隙等)以及火成岩体构造等;地球化学是指地球深部和浅部的物质反应(化学反应、核过程等),以及元素的形成、分配和迁移、分散和富集等。根据研究内容和对象,他们将构造地球化学研究概括了12个方面的互相渗透、互相关联的内容:①微构造地球化学;②裂隙构造地球化学;③褶皱构造地球化学;④断裂构造地球化学;⑤火成岩构造地球化学;⑥成矿构造地球化学;⑦深部构造地球化学;⑧地震构造地球化学;⑨大地构造地球化学;⑩宇宙构造地球化学;⑪实验构造地球化学;⑫应用构造地球化学。

他们认为:构造地球化学的特点在于研究物质组份在构造作用过程中的行为和结果;它是紧密结合构造研究而进行的地球化学研究,构造因素具有头等的意义;它一方面研究构造作用中的地球化学过程,另一方面研究地球化学过程所引起的和反映出的构造作用。除了一般的野外和室内构造地质学、地球化学、矿物学、岩石学、矿床学工作和研究方法外,还辅以高温高压成岩成矿模拟实验。

显然,他们注意到了构造地质作用和物质组份地球化学行为之间的联系,观察描述和实验研究,但没有充分注意到物质组份地球化学行为的动力学研究。

丁暄、吴学益等也认为构造地球化学是研究构造作用过程中地壳物质的有方向性的地球化学改造和变化规律的科学,基本工作包括两方面的内容:一方面是确定组成地球的化学元素在空间上的分布和时间上的演化;另一方面是探索它们

与构造变形发展的成因关系,以及确立地球的基本结构模型,是介于构造地质学和地球化学之间的边缘学科。

刘泉清认为,构造地球化学就是从研究构造地球化学行迹出发,揭示元素及其同位素在地壳构造运动中的地球化学变化,阐明元素在构造中的分布分配、共生组合、迁移富集的规律及其整个演化历史,最后揭示构造地球化学异常的形成以及地壳构造运动的发展历史。所谓构造地球化学行迹系指与构造地质作用有关的地球化学异常。显然,他注意到了地球化学异常与构造的关系,但没有注意到构造动力对地球化学异常形成的驱动作用,即没有注意到构造地球化学动力学问题。

王德孚认为,构造地球化学是大地构造学和地球化学之间的渗透学科。它的基本规律是遵循增加压力就提高物质的溶解度和熔点,降低压力就降低物质的溶解度和熔点的原理。因此,对构造地球化学而言,需要分析三个基本因素:力、热和水。他从宏观上注意到了大地构造及其动力(包括水、热对构造的影响和作用)对化学元素活动的影响及构造阶段与成矿的关系,但忽略了从中等尺度和微观上对构造作用与化学元素地球化学行为之间的关系,以及化学元素本身的地球化学性质所决定的在构造作用过程中的行为研究,而这方面又恰恰具有很重要的理论和实践意义。

按照杨开庆的理解,构造地球化学应研究地壳物质在构造动力调整作用中地球化学作用的一些表现;地球化学作用与构造运动几乎是同时产生的:①岩浆在结晶时,按不同应力作用强度形成不同的岩石、矿物组合的建造或岩相;②固态岩石在形变时,使原有岩石、矿物成分重新组合成新的岩石、矿物组合的建造或岩相。实际上,这是一个由于构造动力作用引起的岩石、矿物物质调整或重新调整并产生新的矿物或岩相的动力成岩成矿过程。物质调整在应力梯度一定时,主要取决于元素的物理性质和化学性质,应力梯度与物质的质和量的递变性的对应关系。构造作用不仅控制物质的分布,而且对物质的形成亦有一

定的控制作用。他注意到了构造动力作用与地球化学作用的同步性,抓住了构造地球化学的本质问题,但却忽略了由地球化学作用的表现去反映构造地质作用。

王功格则不完全赞同构造地球化学这一提法,认为它容易使人产生“构造+地球化学”的错觉^①,地球化学(特别是成矿作用地球化学)当前急待解决的问题是动力作用机制与过程问题;如果将构造地质学扩大成“地球动力学”,那么它与地球化学这门学科之间交叉渗透形成的另一门新兴边缘学科应该是“地球化学动力学”,而不是构造地球化学。

显然,他把构造地球化学纳入到了地球化学中去解决地球化学至今所没有解决的问题,一方面模糊了构造地球化学与地球化学之间的分野,另一方面没有注意到构造地球化学对构造地质作用的反映和帮助普查找矿勘探的现实作用。诚然,构造地球化学也存在动力学问题,但这个问题并非很简单。根据构造地球化学的特性,我们以为,在它的动力学问题上应该明白三个方面:第一,化学元素及其化合物在地质作用过程中,因相态的转变、平衡的破坏或其他物理化学条件的破坏,由自身系统蕴藏的反应能成为动力,这是地球化学要探讨的动力学问题,构造地球化学也要探讨。第二,化学元素在构造应力作用下,被动地被驱赶到适当的空间重就位,其中没有或没有明显的自身反应能成分,构造应力或应力梯度是动力。第三,在构造应力或应力梯度与自身化学能的共同作用下(实际上,在构造地球化学作用过程中,二者是同步的),化学元素发生迁移、重就位、富集,这两种动力的同步联合作用才是构造地球化学作用的真正动力,是构造地球化学研究在动力学问题上要探索的最终境界。显然,它不同于地球化学动力学问题,前者高于后者,具有更高度的概括性。

金丕兴等^②认为,与各种地质作用有关的地壳运动和构造活动中相伴随的地球化学作用,

^①这种错觉在目前来说还相当普遍。

^②《吉林地质》,1985,第1期。

是构造地球化学要探索和研究的的主要方面；研究的目的和任务可以概括为：①探索化学元素时间空间分布规律与地壳构造发展之间的因果关系，为基础地质服务。②研究构造运动过程中，成矿元素和重要指示元素集中、分散的趋势、迁移规律，进而寻找能富集的时间和空间，为研究成矿规律、寻找深部盲矿体和矿产预测服务。③根据构造地球化学模式和标志，对构造空间展布、构造类型的区分，进而发现隐伏构造，以及探寻地壳发展规律等，摸索新的途径。由此看来，他们注意了构造对物质在时空方面的控制作用，探寻时空分布规律，并反过来研究构造，但仍没有注意到物质在构造作用的影响和控制下，地球化学行为的动力学过程和机制的研究。

章崇真认为：构造地球化学是构造地质学和地球化学之间的边缘学科，是以构造地质学为基础，运用地球化学原理和方法来研究具有不同地质构造发展历史和地质结构的构造单元，以及在不同力学性质的构造力作用下，或具有不同运动型式的构造形迹在发生变形的过程中的地球化学特征、地球化学作用过程和机制，研究地壳运动和原子、离子运动之间的关系及其规律。根据研究的对象和范围将其分为：天体构造地球化学、大地构造地球化学、矿田构造地球化学和小构造（褶皱和断裂）地球化学。单纯与火山活动、岩浆侵入、岩浆或矿液的演化以及变质作用、沉积作用等有关的地球化学作用，均不属于构造地球化学的研究范畴。可以说，他注意了改造过程中构造地球化学的研究，但忽视了建造过程中构造地球化学的研究。

综上所述，已有的认识大多只注意了一方面的研究，忽略了另一方面的研究。还有一些生产单位的同志则干脆停留在构造行迹与化探异常的对应关系上。这都说明，构造地球化学还处在萌芽阶段，还没有形成确定的范畴，因而也不可能有确定的和系统的研究方法。目前，许多同仁使用的是“构造地质学+地球化学”的方法，甚至有些同仁使用纯地球化学的手段，然后利用构造地质学的资料往上套。实际上，构造地球化学决不会完全是构造地质学与地球化学机械结合的产

物，应有一套独特的研究方法。

二

研究方法必然要在基本概念产生以后才能诞生。我们以为，先要对构造地球化学这门学科的性质归属有了正确的认识后，才能提出构造地球化学的基本概念。

从认识论的角度出发，根据学科本身的特点，一般将学科分属于理论性学科（如数学、物理学、化学等），技术实验性学科（如机械、工程、采矿等）和观察描述性学科（如经典地质学、地理学、植物学等）。地球科学发展到今天，其属性是否改变或部分改变呢？我们以为，回答应该是肯定的。在19世纪经典地质学阶段，限于对野外地质现象进行直观的观察描述，经过整理做出一些简单的逻辑推断，到了近代地质学阶段，有的分支学科已开始使用物理、化学、力学等学科的实验方法来辅助研究，特别是现阶段，各种先进的实验方法相继使用到地质学研究中来，大大改观了地质学的研究方法，使地质学从纯粹的观察描述性学科发展到了具有三重性，既具有观察描述的属性，又具有理论性和技术实验性的属性。当然，有的分支学科仍然只能有二重性，即理论性和观察描述性，如古生物学、地层学、地史学。

无疑，构造地球化学是具有三重属性的。因此，构造地球化学不但要研究物质组份在构造环境中的建造、改造特征及其规律，而且还要探讨建造和改造特征及规律的行为过程和动力学问题。前者是知其然，是形式，后者是知其所以然，是内容。这样，不妨可以把构造地球化学定义为研究各种构造环境中地壳化学元素的分配和迁移、分散和富集的特征、规律及其过程和动力学机制的一门边缘学科，介于构造地质学和地球化学之间；它的主要任务是研究构造环境下，建造中的成岩成矿物质组份和改造过程中成岩成矿物质组份，由构造动力调整分异所形成的时空特征、规律及其动力学问题。它的研究方法包括野外和室内两部分。野外工作应在深入的构造地质学研究基础上进行地球化学研究；室内工作除了岩石学、矿物学、矿相学等工作外，最好辅以高温高压成岩成矿模拟实验。宏观上的研究依靠大

区域的地球化学资料和构造地质学资料的研究,微观上则可以使用电子显微镜观察构造地球化学现象。实际上,构造地球化学所要求的基本理论已经形成,分散在岩石学、矿物学、结晶学和构造地质学、地球化学中,只要根据构造地球化学的研究对象、目的和特有的研究方法,把已有的理论系统化就可以形成基本原理。我们以为,研究不同离子半径、电价、电负性、亲和能、内聚能、电离能、比重、体积及形成化合物、进入矿物晶格类型等习性的元素在不同构造环境下的地球化学行为,是最基本的,然后,特征和规律就能顺理成章地综合出来。否则,只停留在特征和规律的探讨上,仅仅是讨论了形式或结果,并没有深化到内容或原因等本质的方面,总结出来的特征和规律无异于无源之水、无本之木。

构造地球化学还是一门非常年轻的处在发展中的学科,归纳起来,今后应在以下几方面做工作:

(1) 深部物质系统是成岩成矿物质的主要来源,结合深部构造地质学和物质演化的研究,加强深部构造地球化学的研究。

(2) 注意吸收现代物理学、化学,特别是物理化学的理论,丰富构造地球化学的理论,开拓新的思路和视野。

(3) 注意应用系统论和信息论,结合成岩成矿过程进行研究,对成岩成矿作用过程中的矿物、岩石、构造、元素变异等方面的各种信息反映建立统一的、综合的、多元素的信息系统,并注意建立成岩成矿的构造地球化学晕模式。

(4) 加强实验构造地球化学方面的研究,为野外工作资料的正确解释提供实验资料。

(5) 加强应用方面的研究。归根到底,构造地球化学研究的目的之一是指导找矿勘探和矿床评价。

(6) 加强构造地球化学编图方法的研究。这对系统地开展构造地球化学研究和在理论上、实际上都有重要的意义,也是构造地球化学研究有效的方法之一。

参 考 文 献

- [1] 长沙大地构造研究所: 构造地球化学论文摘要, 1983年
- [2] 涂光炽: 大地构造与成矿学, 1984, 第8卷, 第1期
- [3] 陈国达、黄瑞华: 大地构造与成矿学, 1984, 第8卷, 第1期
- [4] 杨开庆: 大地构造与成矿等, 1984, 第8卷, 第4期
- [5] 刘泉清: 地质与勘探, 1981, 第4期

The Present Status and Trend of Tectono—geochemistry: A Review

Liu Hongbo Guan Guangyue Jin Chengzhu

(Department of Geology, Northeast University of Technology)

Abstract

In this paper the present status of the tectono-geochemical study at home and abroad are summarized and the attributes of this branch of learning are discussed. On the basis of the review and analysis, the authors point out the trend of development of this discipline in future.