

攀登固体地球科学研究的前沿 ——《成矿流体》简介

罗 献 林

(桂林工学院学报编辑部 541004)

卢焕章教授以其 20 多年专门从事地球流体研究的经验写成《成矿流体》一书,已由北京科学技术出版社出版并与广大读者见面了。我作为第一位读者——该书的特约编辑,感到十分荣幸与欣慰。因为这是我国第一部比较完整的,综合当今国内外关于地壳中成矿流体最新研究成果的论著,其是当今固体地球科学的研究与发展的前沿。该书的出版,无疑对我国矿产资源勘查与地壳中流体研究具有重要的参考价值。

成矿流体的研究是目前地球科学研究中的热点,国际上对于地壳中流体的研究正处于高潮之中。1990 年,美国国家科学委员会组织了国内从事流体研究的科学家,就美国流体工作研究的现状,今后研究的方向作了讨论,出版了 120 页的《地壳过程中流体的作用》报告。报告阐述了地壳中流体的动力学,岩浆演化、变质流体、流体的来源,流体的温度、压力和成分,热液体系的形成,成矿流体以及在成矿过程中的作用。

如在金矿床成矿理论研究方面,过去研究较多的是矿物、岩石和矿床本身,即研究固体地质体和矿床,从中揭示金的成矿机理和成矿规模。然而,目前发现的所有金矿床均是在成矿流体中形成的。因此,在重视固体矿床研究的同时,加强对金矿成矿流体的研究,特别是针对金矿成矿流体的来源、性质、演化、迁移和金沉淀的地质环境与物理化学条件进行系统地质学和地球化学研究,是目前金矿成矿理论基础研究中的关键课题。在金的成矿流体研究方面,应回答有如下问题:

(1) 金矿的成矿流体如何形成,是由原地产生的还是流体穿过矿源层时形成; (2) 成矿流体层通过什么通道迁移; (3) 金矿成矿流体的成分和主要性质; (4) 金和其他元素在成矿流体中的存在形式及迁移形式; (5) 金矿成矿流体形成时代和金成矿的形成时代; (6) 金沉淀的机理和金沉淀的物理化学条件与制约这些条件的地质环境

这些问题受到世界各国金矿地质地球化学工作者的高度重视。

许多矿床和岩石是由流体经迁移、沉淀而形成的。例如岩浆热液充填到裂隙中而形成脉状矿体,层控矿床是由地下热卤水运行到一定位置形成的,在古老的岩系中的许多金矿床则是由变质流体形成的。总之,大多数矿床均是在流体中形成的。在这里把形成矿床的流体叫做成矿流体。那么这些流体是从哪里来的,尤其是其中所包含的成矿物质是从哪里来的。流体又在何时时变成成矿流体;这种流体如何流动,其通道又在哪儿,流体的这种流动体系能持续多久,在矿床沉淀的地方有多少量的流体通过;是什么样的物理化学条件使其形成矿床。即存在成矿流体的来源、迁移和沉淀三个方面的问题。卢焕章先生的新著——《成矿流体》,对此作了深入的探讨。

流体不仅能带来热量,还能带来形成矿床的物质,因此引起地质学家、地球化学家广泛的重视。地壳,甚至整个地球中存在着许许多多的流体,它们分布在各处,或者说在各种地质环境中。该书作者将流体定义为:一个物体在应力作用下发生流动,并且与周围介质处于相对平衡条件下的物体叫做流体。从这个定义出发,地壳中的水、岩浆、热液、空气,甚至受形变中的岩石均可作为流体来看待。但从地质角度,特别是成矿流体的角度来看,这些流体包括岩浆、岩浆热液、海水、地层水、大气降水、变质流体、地热水……等,以及存在于包裹体的古流体。

不是所有地球上的流体均可以形成矿床。仅当它们成为成矿流体时才有可能。那么成矿流体是怎么形成的,流体和岩石矿物的相互作用是怎么回事。在这里流体与岩石、矿物的相互作用是问题的中心。这种相互作用使流体和岩石的成分(元素和同位素)发生很大的变化。其中元素尤其是成矿元素在流体中的溶解度是要考虑的重要方面。除了成矿元素之外,要考虑脉石矿物如石英、方解石、硅酸盐矿物组分在其中的含量,因为这些矿物在矿床中也十分重要。此外,对于硫化矿物来说,硫在成矿流体中的含量也是值得探讨的问题。

在流体形成之后,也可能在原地成矿。但大多数情况下需要迁移,一个物体要迁移时需要给它一个力,“水向低处流”,是因为两者之间存在一个水位差。流体在迁移过程中不仅涉及流体的能量,而且涉及到能量、质量和动量守恒平衡,还要考虑不同流体的混合。亦即不仅自始至终贯穿着流体与岩石矿物的交换,而且要考虑能量的传递和交换,动量的守恒。构造作用常是导致迁移的一个重要因素,迁移的通道常常与构造作用及岩石的性质和环境有关。

要使成矿流体形成矿床,除了来源和迁移这两大因素外,合适的成矿条件和环境是第三个大问题。影响矿床沉淀的物理化学条件(如温度、压力、pH等)、空间和时间的因素和构造因素。成矿作用中成矿时间的概念是很重要的。由于人们生活年龄的局限性,常使人把一个地质事件考虑过于简单化,认为热液冲上来一下子进入构造裂隙即可形成一条矿脉(如含金石英脉)。例如一条宽1m长100m的石英脉,也许需要几万年乃至几十万年的时间。另一点是成矿流体的量有多大,现有的资料表明元素在流体中的溶解度是有限的,因而如果要沉淀出上述1m宽的石英脉则要比该脉体积多几万到几千万倍的流体量,这些流体从哪里来又排到何处去,在周围又留下什么痕迹。

该书讨论的内容还涉及矿床的多成因性、多阶段性对其成矿流体性质的影响。如矿床形成之后的地质事件对它的改造,这可用上面所涉及的过程来阐明。当然任何理论均需要实用而有效的方法,这对于研究成矿流体也不例外。在对成矿流体研究过程中,要应用热力学、物理力学和流体力学的基本原理,应用流体包裹体、成矿成岩实验、构造作用、微量元素地球化学和稳定同位素地球化学以及矿床学的研究方法,并且要把用这些方法所得出的资料用计算机模拟去建立成矿流体的模式。该书扼要地介绍这些方法,并着重于怎样用这些方法去进行成矿流体的研究。

卢焕章教授是中国科学院地球化学研究所的研究员,1980~1982年在美国宾夕法尼亚大学获博士学位后回国,1986年始受聘于加拿大魁北克大学兼职教授、教授、博士生导师至今。多年来承担国内外成矿流体方面的研究课题与教学任务,积累了丰富经验,掌握了国内外的研究动态,所以由他撰写此书自然是顺理成章的。

该书分别由中国科学院院士涂光炽先生、刘东生先生作序。

