

从铀矿田实例看构造与成矿的关系

王化锐

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

近 20 年来, 构造与成矿关系的研究有了长足的进展, 积累了大量资料。地质学家在开展矿产成因的研究时, 给予了构造应力以应有的地位。并采用了一系列现代研究方法和实验手段。

本文以笔者多年来工作过的铀矿田(床)为实例, 叙述构造控矿地质事实, 分析构造带发展演化、变形、变质、差应力量级与矿化富集同步变化的关系, 讨论由显微层次揭示的构造运动与成矿作用的内在联系, 指出构造在矿产形成过程中几个方面的作用。

1 构造控矿事实与矿化富集规律

控矿理论中的构造体系控矿、构造分级控矿、构造复合控矿、结构面控矿等等已为人们所熟知, 铀矿产的调查可找到上述构造控矿的各种实例。这里强调指出的是, 我国的碳硅泥岩型铀矿床、碳酸盐岩型铀矿床, 在沉积成岩过程中, 铀虽得以初始浓集, 但要成为可供利用的矿体, 大都需经过构造作用或热液叠加富集作用。而花岗岩型铀矿, 岩体铀背景值虽高, 不经过构造聚矿作用亦不能成为工业矿体。可见, 上述铀矿, 其成矿的首要条件是构造扰动。若进一步剖析含矿构造, 可见以下事实。

(1) 构造作用使原岩物质组分再分配: 在一些沉积改造型矿床中, 矿体并不产出在铀丰度最高的层位内。例如 512 铀矿床, 含矿岩系为志留系浅变质碎屑岩系, 其中夹有硅质岩、碳酸盐岩层。铀丰度变化循板岩→硅质岩→灰岩的顺序递减, 而硅质岩、灰岩的含矿性远比板岩要好。找矿实践证明, 硅质岩、灰岩夹层越多, 矿化点越多, 硅质岩、灰岩夹层规模越大, 矿体规模亦越大。硅质灰岩、钙质硅岩等过渡岩类有构造破碎带通过时, 常形成矿化的重要部位。实际上, 找矿勘探主要以硅质岩、灰岩夹层为对象。与此相类似, 3105 地区 3 号矿床, 含矿岩系为上泥盆统榴江组。控矿构造发育于榴江组第三岩性段底部, 主要赋矿岩石并不是丰度最高的第三岩性段含碳含黄铁矿的粉砂岩和白云质泥页岩, 而是第二岩性段的细粒白云岩。

(2) 铀矿化与岩石变形紧密相关: 众多的资料表明, 变形岩石的规模、构造岩带的组合规律及岩石变形程度, 对矿体(化)的规模、形态和品位有明显的制约作用。例如, 花岗岩体内的铀矿床, 矿体若产出在断裂带内, 则多呈脉状或透镜状, 其产状和断裂产状一致。断裂破碎带规模大而稳定时, 矿体规模亦比较大, 反之亦然。如若产出于断裂上、下盘次级裂隙中, 形态和产状就比较复杂了。至于沉积改造型铀矿床, 矿化和构造带更是形影相伴。512 矿床所见, 碎裂岩带以断裂面和围岩截然分开时, 矿化和围岩亦呈截然分界。破碎带和围岩逐渐过渡, 矿化和围岩亦呈渐变关系。这时矿体的圈定便是依据品位要求的人为因素了。随着岩石破碎程度的增减变化, 铀含量呈同步变化趋势。

(3) 动力变质程度与矿化富集呈正相关关系: 研究成果表明, 凡达工业品位的矿石, 其变质程度总较围岩要深, 可算是沉积改造型矿床的特征之一。而且, 相对深变质的岩石, 在分布上与断裂破碎带相吻合。这暗示着, 铀矿化与发生在断裂带内的变质作用有关。经剖

面研究发现, 铀含量与变质程度之间有良好的正相关关系。

(4) 构造发育与成矿作用有一定对应关系: 构造成生发展各个阶段为成矿创造各种有利条件的地质事实广泛存在。这里把这种关系称为构造发育和成矿作用的对应关系。在构造发育的每一阶段上, 为成矿创造了怎样的条件, 要视具体情况具体分析。就这种对应关系而言, 却是一条较为普遍的规律。

(5) 压扭性断裂对矿产形成有重要控制作用: 就铀矿体的就位而言, 往往选择张性、张扭性断裂裂隙。压扭性断裂的张启段落, 断裂上、下盘张性裂隙, 断裂附近地层层间裂隙都是其就位的良好场所。但不可忽视的事实是, 矿体的总体分布受压扭性断裂控制, 各矿体有规律地分布于压扭性断裂的近旁(如碳酸盐岩型114矿床)。说明压扭性断裂对矿床形成有重要控制作用。

(6) 铀矿化富集受构造应力场制约: 不同应力状态下铀矿化富集规律的研究, 结果是令人振奋的。沿控矿断裂走向上, 差异应力变化不大(114矿床资料), 横穿断裂的剖面研究发现, 铀量变化和差异应力($\sigma_1 - \sigma_3$)值变化间有良好的对应关系, 铀随差异应力值的增大而增加(512矿床资料)。

2 构造与成矿关系讨论

构造是矿床形成的重要控制因素之一, 上述构造控矿现象不是偶然的, 是构造和成矿之间的内在联系决定的。笔者通过铀矿床成因的研究, 归纳自己的认识如下。

(1) 构造提供成矿能源: 现以沉积改造型铀矿床(512矿床)显微层次获得的资料为例, 来看一下构造提供成矿能源的方式之一。多种方法研究证实, 512矿床内绝大部分的铀呈分散状态, 被碳质吸附, 囚禁于矿物体内, 镜下时常见到含碳很高的硅质团粒。岩矿物质经构造运动变形、碎裂, 其机械能的一部分便转变为晶体的畸变能和表面能。积累着大量能量的变形晶体和物质碎粉, 化学性质十分活跃, 自发地趋向于重结晶或(和)其他物质反应生成新相矿物, 以满足释放能量的要求。这时, 晶体畸变能、表面能又转变成为化学能。矿物重结晶的自纯作用将有机碳排出晶体之外。与此同时, 使得铀也获得释放。这就为以后迁移、富集、形成矿体奠定了基础。微观资料揭示了动力变质程度与矿化富集呈正相关的实质, 也就不难理解为什么矿体仅仅赋存于断裂破碎带中, 而且矿化优劣与岩石破碎体戚相关。至于压扭性断裂的控矿主导地位, 也是因为它能形成宽大的破碎带并造成极细的物质。

(2) 构造提供矿液运移通道和矿质沉淀场所: 构造运动形成的空隙、裂隙、渗透带成为矿液运移的通道。构造的特定部位及上、下盘次级裂隙成为矿质沉淀的空间场所。成矿期活动的或成矿期新生成的断裂尤其重要。

(3) 构造提供了成矿力学环境: 不同力学性质的结构面, 其聚矿性有明显差异。U元素成矿, 对结构面的选择虽不十分严格, 但明显地喜欢张性环境。大型矿田、矿山大而富的矿体都产出于张性、张扭性断裂裂隙中。铀矿体产出层位和岩石铀丰度不相吻合, 可能就是由于岩石机械性质不同、变形类型差异所造成的岩石空隙度不同。512矿床和3105地区, 矿体都产出在岩性较脆、孔隙、空隙较多的层位中。构造提供成矿力学环境的另一方面, 则是矿化受到应力场的制约, 要求一定的差应力量级。

(4) 构造提供了成矿的物理化学条件: 许多花岗岩型铀矿产出于矿前形成的大型构造蚀变带中(称黑绿色蚀变)。这种蚀变带本身并不含矿, 只有当后期含矿断裂叠加于其上才分布矿体(如361矿床)。蚀变岩中蚀变矿物主要是绿泥石、白云母、绢云母等, 岩石中富

含黄铁矿。这就形成了铀矿化的还原环境。当 U^{6+} 运移至此, 铁氧化, 铀还原, 不断沉淀形成矿体。蚀变岩是铀矿化的有利围岩。

(5) 构造提供成矿其他条件: 构造在发展演化过程中, 还能提供其他众多的有利成矿的条件。例如, 构造的多期活动造成成矿物质的多次积累, 致使发生质的飞跃形成矿体。又如, 成矿前构造活动可使成矿元素活化, 为其后迁移富集创造条件等等。

综上所述, 构造的成生发展与成矿是同步进行的。

燕辽地带中生代岩浆作用对内生金矿的构造成矿作用

王伏泉

(中国科学院长沙大地构造研究所, 长沙 410013)

构造成矿作用中的“构造”一词, 指的是构造作用、形成构造形迹的过程。所谓内生成矿作用, 是指一种或多种成矿元素, 被一种或多种内生成矿过程“安置”到一定地质空间内成为有用矿产。岩浆作用是一种重要的内生作用, 它可以通过其特有的和衍生的热力场、动力场和化学力场, 活化老的和产生新的成矿构造, 在直接由岩浆携带部分成矿物质的同时, 将其影响范围内围岩地质体中较分散的成矿物质活化、驱动到有利的成矿构造中富集。岩浆作用的这种成矿作用, 前人已有许多论述, 笔者也在有关论著中以部分锡、金、铅、锌、铜等内生矿产为例作过一般性和具体性的论述 (1989, 1990, 1991, 1992, 1993)。

大量研究资料表明, 对燕辽地区丰富的内生金矿产, 在成矿时代、物质来源等方面看法不一致。成矿时代主要是前寒武纪还是中生代? 成矿物质主要是壳源还是壳下源? 不同的研究者依各自的证据得出不同结论。前寒武纪成矿论者主要依据是, 绝大多数金矿床 (点) 和近半数储量赋存于前寒武纪地质体中, 区域地质体的含金丰度从前寒武纪地质体往中生代地质体递减, 矿石铅的模式年龄很古老, 矿体产状与前寒武纪变形构造具一致性等。中生代成矿论者的主要证据有, 多数大、中型金矿床和半数以上储量赋存在中生代侵入体或有中生代岩浆侵入的杂岩体内或其附近, 部分与矿化有关蚀变岩具中生代的同位素年龄, 部分矿床、矿物的地球化学与中生代岩浆岩具亲缘性, 部分矿床 (点) 赋存到中生代地层中, 矿床 (点) 的空间分布与中生代构造-岩浆带在范围、延伸方向具对应关系等。矿质壳下源论者和壳源论者均主要依其各自掌握的同位素资料的不同性质, 以及有关岩浆岩和围岩的含金丰度等判别。

可能是有感于上述矛盾, 王正坤等 (1992) 提出“区域一体化高中温巨系统成矿模式”。

笔者以为, 探讨该区域中生代岩浆作用的构造成矿作用, 能较满意地解决上述矛盾。

研究区是中国境内中生代岩浆作用最为剧烈的区域之一。火山岩的分布和侵入岩的出露相当广泛, 岩浆作用期、次多达 8~10 次以上, 岩性上超基性、基性、中性、酸性、碱性等各类型均有。撇开形成岩浆并驱动它们上升的原始热、动力从哪里得到, 也不顾及它们的物源, 只考虑这些岩浆作用本身对该区域所提供的热力、动力会是多么巨大, 地球化学作用是多么丰富多彩。如是, 不难理解, 它们会强烈活化前中生代、包括前寒武纪的各种老构造, 并产生众多的新构造, 会将前岩浆作用地质体、包括前寒武纪地质体中的金等成矿物质一次又一次地活化, 一次又一次地向降低温度、压力和矿质浓度的地表浅部驱动, 并在有利部位