

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

富集。因此,前寒武纪地质体中的金等矿质被充分利用,以致新形成金矿产中有模式年龄很古老的铅,新形成金矿床(点)可以利用前岩浆作用期已处于较浅部的前寒武纪地质体内的各种变形构造并赋存于其中。由于以这种方式成矿并不要求成矿期岩浆一定提供成矿物质,也就无须其含有很高丰度的金等元素。由于中生代岩浆作用以多期、次不断地改造或形成同一杂岩体,则使同一岩体具有多阶段的同位素年龄。由于中生代岩浆作用是区域性的和多期、次的,其热力场、动力场、地球化学场的影响在大小不同的范围内发生多期、次叠加,因而在前岩浆作用期地质体中新形成金矿的可能性并不受是否与某岩体直接接触的条件限制。至于现在于某具体岩浆体附近是否能找到金矿体,这既要看法岩浆作用时该岩体所处的具体地质条件(该岩浆体及其作用影响范围内围岩地质体的含金丰度,岩体上覆地质体的岩性、破裂程度和封闭性),也要看深部是否有新的岩浆作用和岩浆作用后上覆地质体的剥蚀程度等。

例如,在河北省宽城县峪耳崖金矿,综合前人(魏军,1988;曲义之,1987;周乃武等,1992)资料表明,含金丰度很低的较晚期钾长花岗岩质岩浆对较早期含金丰度高得多的花岗闪长岩-石英闪长岩发生作用,形成同位素年龄为  $140 \times 10^6 \sim 160 \times 10^6$  a 和  $234 \times 10^6$  a 等的小岩株状杂岩体,并在较早期岩体接触带附近交代形成大面积的钾长石化带(岩性上形成二长花岗岩),在较早期岩体内造成构造裂隙和从较晚期岩体边缘向其中贯入花岗斑岩脉,使较早期岩体内的震旦系碳酸盐岩捕虏体发生矽卡岩化和大理岩化,使较早期岩体内的长石、石英等形成环状构造、核幔构造、交代残留和交代蠕英结构等,在钾长石化带形成黄铁-绢英岩化和细脉浸染状为主的金矿体,往外渐变为发育线状钾长-绢英岩化和黄铁-绢英岩化及含金石英脉为主的金矿体。同时,侵入杂岩体接触带附近的震旦系围岩中也被形成矽卡岩化、大理岩化、NE向和EW向断裂、层间滑移构造、小褶曲、热液坍塌角砾岩等,使部分金矿脉伸展到其中,如1号矿体在其中延伸几十米。再远处的浅部则有成矿构造而无矿化。显然,在这个赋有数十吨金储量的矿床中,中生代岩浆作用不仅为其造就了成矿构造,而且也携带和驱动着地壳较深部太古代地质体中的金等成矿物质参与成矿,模式年龄15~16亿年的矿石铅即是佐证之一。

在宽城、迁西、青龙、平泉、凌源直至敖汉、阜新、北票一带,类似峪耳崖金矿一样,由中生代岩浆作用形成的金矿床(点)还有很多。中生代岩浆作用在如此广阔的范围内以“区域一体化巨系统”作用,必然能在受其影响的所有地质体、包括前寒武纪地质体中形成金矿床(点)。

再以赋存在水泉沟-后沟杂岩体内的河北省崇礼县东坪金矿床为例,综合前人资料表明,该岩体是一个出露数百平方公里的大岩基,其形成时代跨度大,同位素年龄数据从近  $330 \times 10^6$  a 经约  $260 \times 10^6$  a 到小于  $130 \times 10^6$  a 等,杂岩体的一部分还被划归前寒武纪岩体。王郁等(1992)按其形成时期由老到新依次划分为辉石闪长岩系列、角闪正长岩系列、正长岩系列、碱长正长岩系列、石英正长岩系列五期。70余条含金石英脉矿体赋存在较晚期被强烈交代形成的二长-正长岩中。在其中,切割均一温度为  $329 \sim 337$  °C 的较早期石英脉的成矿期花岗细晶岩脉,又被均一温度为  $244 \sim 285$  °C 的较晚期石英脉切割。石英脉两侧分别有矿化差的较早期钾长石化和矿化好的较晚期钾长石化。随含金石英脉离燕山期上水泉岩体的距离增大,其中包裹体的均一化温度逐渐降低,矿物组合由相对高温的磁铁矿-黄铁矿组合渐变为相对低温的方铅矿-黄铁矿组合(卢德林等,1992)。上述资料表明,这儿也

像峪耳崖金矿一样,较晚期的贫金富碱岩浆作用于早期的富金偏基性岩浆岩,形成成矿裂隙,并将本身携带的和从围岩中活化出来的金矿质,以含金石英脉的形式,充填到这些裂隙中,形成储量达数十吨的金矿床。

东坪金矿所在的区域,中生代岩浆作用表现出更充实的物质基础。从早侏罗世至早白垩世,火山作用和岩浆侵入作用多期多次和成带发生,岩性上从玄武安山质、安山质向碱性和酸性增大的方向发展,尤其在晚侏罗世达到本区岩浆作用的高峰(王金锁,1993)。这与东坪金矿的主成矿期相对应。除东坪金矿外,水泉沟—后沟杂岩体内还有后沟金矿(赋存在断裂破碎带内蚀变钾长岩中的细脉交代型)、金家庄金矿(赋存在华力西期超基性岩体内断裂破碎带中的蚀变岩型)和中山沟、下两间房、杨木洼等充填石英脉型金矿床(点)。在杂岩体外围,有水晶屯、小营盘、张全庄等处充填于前寒武纪变质岩中的石英脉型金矿。它们都可能受到中生代区域岩浆作用的构造成矿影响。

## 造山带喷溢成矿动力学规律

王思源 魏俊浩 潘中华

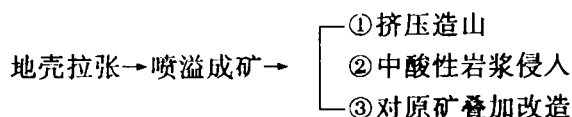
(中国地质大学,武汉 430074)

俯冲造山带、裂谷造山带、碰撞造山带是一些巨大而狭长的曲线型褶断带,赋存有一系列大型的层状黑色金属、有色金属、贵金属矿床。见于阴山带、秦岭带、南岭带,还有中条山、祁连山、康滇等各大造山带。世界上著名的矿床,如(澳)Mt Isa、(加)沙利文等也是如此。笔者对其中某些典型矿床的近10年研究,参考前人资料,结论为该类型矿床奠基于造山期前的海底拉张喷溢,褶皱造山及所伴岩浆侵入仅给了叠加改造作用。总结规律如下:

(1)海底喷溢矿床分布律:海底喷溢矿床沿造山带分布于火山岩较发育、沉积厚度大、褶皱强烈的地段。其中常有古老的基底断片(块)分隔为若干平行矿带,各矿带中又有串珠状的矿床分布。反映了空间分布的断续性,此断续性受控于非匀性的地壳扭裂并拉张而形成的串珠状的断陷盆地。此为空间分布律。

海底喷溢成矿可上溯至新太古代,经古元古代、中—新元古代、古生代、新古生代,甚至新生代(黑矿)。表1显示,在地质历史发展过程中,成矿具有明显的周期性,一个构造期就是一个成矿周期,各周期皆以Fe或Fe-Mn矿开始,经Cu-Zn,止于PbZn-FeS<sub>2</sub>,而Au的富集常是跨时代的。此为成矿周期律。

(2)海底喷溢成矿构造轮回律:海底喷溢成矿经历了地壳扭裂并拉张,裂开了的地体相背运动,形成了含有若干断片(块)的裂陷谷;伴随海侵,在裂陷深、拉开幅度大的部位,深源物质喷溢,与海水“交配”成矿(或成矿源层);嗣后,地体相向运动,其间产生对压应力场,含矿建造褶皱并破碎(造山运动),伴随中酸性岩浆侵入,喷溢矿体或矿源层遭受变质水及岩浆水的叠加改造。此为成矿的运动律或称三段式。简示如下:



设扩张的距离为 $s$ (即裂谷宽),扩张时间为 $t$ 。则扩张总距离 $s$ 可通过模拟的纵变横剖