

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极相对应。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

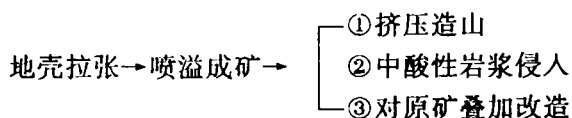
(中国地质大学,武汉 430074)

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—FeS₂,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

表 1 造山带海底喷溢成矿演化周期简表

地质时代及代号	时限 (10 ⁶ a)	重要矿种组合及 周期界线	构造环境	典型矿床实例
新生代 Kz	65	Cu-PbZn-FeS ₂ Mn	太平洋岛弧 高加索裂谷	日本内之岱 格鲁吉亚奇阿图拉
中生代 Mz		Au	黔桂滇三叠海	广西百色
新生代 Pz ₂	250	Au PbZn-FeS ₂ Cu-Pb-Ag Fe-Mn	黔桂断陷海盆 粤北断陷海盆 秦南断陷海盆 高加索	贵州板其 广东凡口 陕西银洞子 中高加索阿塔苏
	409	Cu-FeS ₂ Mn Fe	祁连裂谷 祁连裂谷 祁连裂谷	甘肃白银厂 甘肃栏门石 甘肃镜铁山
古古生代 Pz ₁	570	PbZn-FeS ₂ Fe-Cu-PbZn Fe-Mn-Ag	狼山裂谷 狼山裂谷 秦岭裂谷	内蒙古东升庙 内蒙古霍各乞 河南卢氏
中一新元古代 Pl ₂₋₃	1800	Au-Ag Cu-Zn Mn Fe	古元古代 变质岩区造山带	浙江遂昌 山西横岭关 圭亚那马修斯山 辽宁辽河
古元古代 Pl ₁	2500	Au Cu-Zn Mn Fe	太古宙变 质岩区古 老造山带	吉林夹皮沟 辽宁红透山 印度中央省 辽宁鞍山
新太古代 Ar ₂				

注：金常是跨时代成矿，本表只列喷溢富集期

面的曲线方程求得： $y=f(x)$

$$s=\int_A^B\frac{\sqrt{1+f''(x)}}{\varepsilon+1}dx$$

式中： ε 称线应变率，为曲线上的微分段 dc 与相应的未变形前的直线距 ds 的差比：

$$\varepsilon=(dc-ds)/ds=dc/ds-1$$

扩张总时间，可通过沉积旋回（沉积时间）求得，若开始沉积为 t_1 ，终结沉积为 t_2 ，则：
 $t=t_2-t_1$ 。

(3) 海底喷溢成矿动力系统律：由于地球圈层间的相对运动而发生剖面剪切，因表壳岩石受限 (T 、 P) 最小，故剪切破裂最甚。剖面 X 型断裂于平面上呈平行分布，将表壳岩石切成断片，诸断片因地球圈层间的不均衡运动，被拉成裂谷（系），伴随海侵。其下地幔因表壳破裂减压而失去平衡，导致幔源物质重熔上拱，构成垂直应力场，下壳破裂，岩浆与海底喷溢。此时，喷射的极限压力等于下壳破裂力加水柱压力： $P_{\text{喷射}}=\rho gz_{\text{岩壳}}+P_{\text{水}}$ 。式中： ρ 为岩壳密度； g 为重力加速度， z 为岩壳厚度。

其二，岩浆喷溢以至随后侵入，构成以侵入岩浆活动为中心的半球状“扇状剖面”温度

场, 温度梯度导致海水对流。设 n 为温度场法线 (辐射状) 上两点的间距, ΔT 为该间距上的温度差, 则温度梯度为:

$$\text{grad}T = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \frac{\Delta T}{\Delta n} = \frac{\partial T}{\partial n}$$

在三维热力场中, 若 n 与 x 、 y 、 z 轴间夹角分别为 α 、 β 、 γ , 其分梯度则为:

$$\partial T / \partial n = (\partial T / \partial x) \cos \alpha + (\partial T / \partial y) \cos \beta + (\partial T / \partial z) \cos \gamma$$

热力场的形成遵循傅立叶导热定律, 设 A 为截面积, Q 为通过该截面的热流量, q 为热流密度 ($\text{Cal} / \text{cm}^2 \cdot \text{s}$), x 为单向导热, λ 为导热系数 ($\text{w} / \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$), 则:

$$q = Q / A \quad q \propto dT / dx$$

$$q = -\lambda (dT / dx) \quad Q = \lambda A (dT / dx) \quad (\text{傅立叶导热定律})$$

式中负号代表温度降低方向。水的导热率为 $0.556 \text{ w} / \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$ 。

(4) 海底喷溢成矿物质分配律: 自喷溢中心向外围存在着温度差, 则导出压力差及密度差, 引起含矿海水对流, 能量随之传递。热流温度因冷流冷却而逐渐降低, 热流能量释放, 矿质沉淀。按热力学第二定律, 在高温向低温的传递方向上, 熵 (S) 逐渐增大, 混乱度 (D) 也随之渐大, 质点间碰撞机会则多, 导致矿质沉淀。其冷却遵守牛顿冷却定律, 若 A 为热流与冷流的接触面积 (换热面), Q 为通过该面的热流量, 热流温度 T_D , 冷流温度 T_w , α 为换热系数 ($\text{cal} / \text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$), 则:

$$Q \propto A \Delta T \quad Q = \alpha A (T_w - T_D)$$

自然对流水的换热系数为 $200 \sim 500 \text{ kcal} / \text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ 。熵与混乱度的关系为: $S = k \lg D$

其二, 海盆地这个体系, 所以能不断释放能量而引起矿质沉淀 (卸载作用), 是由于喷溢能量的不断补充, 一旦喷溢结束, 成矿也随后结束。设喷溢补充能量为 ΔU , Q 为海水体系吸收热, W 为体系作出的功, 则: $\Delta U = Q - W \quad dU = \delta Q - \delta W$

由于喷溢 (浆、液、气) 是阵发性的, 也就出现了多层矿化。

其三, 喷溢前, 海盆地中有稳定的 T 、 P 、 pH 、 E_h 值的平衡分布, 即平衡物理化学场。在正常情况下, 该场是海水深度的函数。当海底喷溢, 海水局部被喷出硫酸化; 生物随死亡分解, 海水局部 E_h 值降低。于是, 物理化学场将会出现“破旧立新”, 这种作用主要是通过海水对流而实现的。在海水对流过程中, 各种物质按自身的物理化学要求在新的物理化学场中沉淀。一般说, 自深水到浅水, 自喷溢中心至外围, 出现硫化物 $\rightarrow$ 碳酸盐 $\rightarrow$ 氧化物的水平分带。

川字型海底喷溢成矿构造体系

王思源

(中国地质大学, 武汉 430074)

1 概述

“川字型海底喷溢成矿构造体系”意指克拉通上的扭裂带, 强拉张成裂谷系, 导致深源物质喷溢, 经热力场作用而成矿。其特点是控矿的诸裂谷大致平行成川字型, 各条裂谷中的矿田则受次级断裂控制, 沿裂谷呈串珠状。本文以作者近年研究的狼山造山带为例。