

10^6 a, 成矿温度为 $300\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

喜山期, 本区处于强烈的拉伸裂陷构造环境, 伴随有区域广泛的幔源玄武岩浆活动, 古气候以潮湿炎热为特征。在该时期, 控制矿床的 F_{45} 和 F_3 断裂构造一方面表现为继承性张性复活, 在它们的上盘广泛形成裂隙密集带, 另一方面沟通深部玄武岩浆室。其深源热流体沿 F_{45} 上升与地下水混合, 形成了富含矿化剂和 U-Mo 等有用元素的成矿热水溶液, 沿着岩体上下盘的裂隙构造带运移和沉淀, 形成 U-Mo 脉状矿化。组成脉状矿化的沥青铀矿化的年龄为 $(23.7\pm 2)\times 10^6$ a, 其成矿温度为 $150\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。脉状矿化与早期浸染状 U-Mo 叠加部位是富矿的产出部位。

(3) 保矿条件: 喜山期末, 本区地质构造处于相对稳定时期, 新构造运动以幅度不大的断块升降为特征, 矿床处于区域上断块整体抬升而局部相对下降的负向构造盆地内。在地貌上处于丘陵地区的山前缓流带。因而本矿区只是遭受轻度的剥蚀。矿床上部先形成的铀-钼矿化随着新构造活动的抬升逐渐进入氧化带。在地表水和含氧地下水的作用下, 在矿床顶部形成淋积叠加型富品位铀-钼矿化。矿床顶部发育完好的硅盖也是重要的保矿条件。

冀西北地区构造演化与金成矿模式

侯光久 吴淦国 魏俊浩 夏庆林

(中国地质大学, 武汉 430074)

位于天山—阴山东西向构造带的冀西北地区, 广泛出露太古界岩系——原称为桑干群的崇礼杂岩, 为一套角闪岩相—麻粒岩相深度区域变质的高级片麻岩。经历了多次构造变动, 形成了一系列规模不等的褶皱、剪切带和断裂带。岩浆活动频繁, 中酸性—碱性—基性超基性岩体广泛分布, 总体构成走向东西的构造—花岗绿岩带。其上零星覆盖有元古界、古生界和中新生界的沉积岩或火山岩。在此区域, 已发现了 5 个大中型金矿床和 100 多个小型金矿床或金矿化点, 构成独具特色的华北地台北部东西向金矿省的重要部分。研究表明, 金矿的产出严格受构造控制, 断裂构造的结构特点和应力状态决定了金矿富集规律和成矿模式。

1 构造变形特征及其演化

该区变形极为强烈, 现在所见的貌似未变形的似层状片麻岩, 实际上是表壳岩系及岩浆岩(包括脉岩)等在高温高压下经历了调整相位的变形而形成的高级片麻岩(C W Paschier 等, 1990)。此高级片麻岩形成后又经历了多期次的构造变形, 以致展现在人们面前的是一幅复合的应变图象。从早期地壳静水(岩)压力状态下形成的无根片内褶皱及柔流型褶皱——同斜倒转褶皱到地壳浅部由于侧向压力作用而形成的宽缓褶皱, 从位于地壳较深部位的韧性剪切—脆韧性逆冲到地壳浅层的脆性破裂变形以及脉体的充填与变形, 均能见及。最明显的区域构造特征是网结状样式, 即弱应变的菱形或透镜状块体被具强应变岩石的大型韧性剪切带或断裂带分开, 这些剪切带和断裂带通常都经历了多期变形历史。如经过本区的尚义—赤城—平泉断裂带, 经历了韧性剪切—脆韧性逆冲推覆—脆性破裂等变形阶段。呈舒缓波状延长数百公里, 宽数公里, 为区域一级断裂带。在该带的南侧发育有一系列二、三级断裂带, 如头堡子—赵家沟断裂带, 于家沟—后沟—杨木洼断裂带、东坪—中山沟断裂带、行人马沟—水晶屯断裂带、小营盘—青边口断裂带等, 延长都在数公里至数十公

里,呈彼此平行,并且大致间隔6 km等间距产出,走向为 $270^{\circ}\sim 290^{\circ}$ 。事实上,还有规模更小、间距也更小的断裂存在。这就是断裂构造的多级性和等间距性特点。每一条断裂带又可细分为若干亚带,而且普遍具有活动多期性。

本区经历过迁西运动、阜平运动、吕梁运动、印支运动、燕山运动及喜山运动,各个时期均发育有不同类型、不同等级的构造形迹。太古宙阶段普遍以塑性变形为主要特征,其变形构造组合表现为面理置换和无根片内褶皱、流褶皱、构造鱼等。在差异应力作用下,首先形成区域性、透入性变形——片麻理,进而以片麻理为变形面形成紧闭同斜褶皱,构成独具特色的麻粒岩地体。24~26亿年的阜平运动以形成具明显方向性的紧闭线性褶皱,巨型的东西向构造带、花岗-片麻岩穹隆和卵形构造、多期干扰的叠加褶皱以及韧性剪切带为主要特征。五台运动(?)和吕梁运动,在活动带中形成各种不同的褶皱样式,导致巨型剪切带系统和同斜紧闭褶皱(改造原来的东西向呈北西走向)的形成,使地壳增厚。大型剪切带控制早元古代活动带的发育并伴随着绿片岩相的动力退变质作用和断裂构造岩,形成宽窄不一的糜棱岩或变晶糜棱岩带,反映了高的剪切应变和挤压流动体制。

克拉通化后,便进入韧性再造以及脆性改造阶段。南北向的挤压应力再次作用,其变形由原来的区域性透入性变形变为应变局部化,剪切系统及构造推覆作用不断发生,形成明显的强应变带和弱应变域的分布格局。其间,亦有北东向和北西向的剪切作用发生,并伴有碱性、中酸性岩浆活动。再往后即进入地壳浅层次的脆性变形阶段,形成一系列中、小规模的裂隙系统,并有脉岩充填,其中包括含金热液的充填,交代,形成工业矿体(表1略)。

2 构造对金矿的控制作用

在诸多控矿因素中,构造至为重要。尤其是热液型金矿,构造不只是单纯地提供有利的成矿空间,更重要的是构造活动控制着成矿作用的发生和发展。

断裂控矿作用首先表现在不同级别的断裂对成矿的多级控制。冀西北地区,近年来相继找到了一系列大、中、小型金矿床,分布在南北宽50 km,东西走向的狭长带状地域内,并多集中分布于尚义-赤城断裂带的南盘。研究表明,金矿床(点)和地球化学异常的产出位置与尚义-赤城断裂带的距离呈正态分布型式,以距该断裂6~20 km范围内成矿最为有利。前述区域二、三级断裂带控制着矿田或矿床,分别是赵家沟、后沟、东坪,水晶屯及小营盘等金矿。就某一矿床而言,主导控矿构造都是东西(或近东西)向断裂(导矿),而容矿构造多是规模更小的配套构造,即北西、北东和南北向断裂或其中的部分组合。这是由于断裂带一般是低能位的扩容带,断裂带的某些部位也就成了物质迁移过程中重新定位的场所。

断裂结构的不同导致矿体形态、产状的差异,这是由断裂形成和演变过程中的应力状态所决定的。成矿往往具有多期多阶段性,而且都可找到与之对应的构造活动,实际上是构造活动的多期次断承性(脉动性)控制了成矿作用的多阶段性。如水晶屯金矿的 F_2 断裂带,根据带内次级断裂的切割关系、构造岩特征、脉体穿插及矿物蚀变交代等可将其控矿活动划分为三大期五小期九个阶段(表2略)。

3 构造成矿模式

由于构造部位的不同,具体控制金矿体的断裂可能是北东向或北西向,也可能是东西向或南北向;因为所处地壳深度和主应力轴状态的差异,矿体空间就位情况也不一样。在地壳较深部位,最小主应力轴常呈直立或陡倾状,所控制的矿体便为陡倾斜型,张全庄

金矿、赵家沟金矿等就是例子。在地壳的较浅部位,最小主应力轴呈水平状态,所控制的矿体便为水平或缓倾斜型,例如小营盘、黑土沟等金矿。在上述两种情况的过渡区,最小应力轴处于临界状态,所控制的矿体便出现陡、缓交叉型,这一类型最为普遍,如水晶屯、东坪、后沟等金矿就属此类。

通过系统研究,提出一个类似于断层-阀门模式(Sibson, 1988)的金矿化成因模型。在该模型里,在流体压力旋回性变化体制影响下的热水流体源在深部形成并沿着大的断裂带向地壳浅部的次级破裂中输导,同时不断萃取上地壳岩石中的金元素。当流体注入到地壳最上部的网状破裂系统时,压力已下降,温度已降低,并且由于围岩中成分的带入和带出而不断改变含矿溶液的性质(pH值等),便在那里构造扩容带中沉淀成矿。冀西北地区的主成矿时期为印支-燕山期。从而构成东西向构造起主导控制作用的“异位三层楼”金矿成矿模式。

铜陵地区伸展构造及控岩控矿作用

周竞平

(中国地质大学, 武汉 430074)

吴淦国

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

安徽铜陵地区为长江中下游成矿带的重要聚矿区,有冬瓜山、新桥、铜官山等著名的大型铁铜硫多金属矿床。矿体为似层状,规模巨大,受层间滑脱面控制,形成多层楼式矿化。多年来人们都认为该区是挤压所形成的褶皱和断裂控岩控矿,没有人提及地壳伸缩变形引起的伸展构造及控岩控矿作用。笔者认为该区印支-燕山期存在三次较大规模的伸展构造,它们与压缩构造交替活动,形成多层次伸展滑脱并控制多层楼式矿床及岩体产出。

1 印支期伸展构造

该期伸展构造为形成于北东向主褶皱前的拆离构造,具多层次滑脱特点且规模巨大,其对后期构造变形和成岩成矿有重要影响,主要表现为:①上三叠统黄马青群下段砾岩成分复杂,为间断陡岸崩塌堆积物沉积,与下覆地层沉积构造环境显然不同。为伸展体制下浅层次半地堑沉积物(罗庆坤, 1991)。②铜陵地区S-T₂地层明显具有东南薄,北西厚特点,反映由南东向北西的拆离伸展所造成地层柱减薄。③本期伸展拆离形成不同深度的三个滑脱系,上部滑脱系由黄马青群和月山组的半地堑沉积物及下部滑脱构造带组成。中部滑脱系发育S-T₂l地层系中,顺层断裂发育(尤其是C_{1g}和C₂₊₃之间, P₂l和P₂d之间等),层间褶皱,香肠构造发育,是脆-韧性变形特点。尽管此期形成的小褶皱被卷入到后期北东-北北东主体褶皱的不同部位,但恢复其运动方向均指向北西。④该期伸展构造运动的构造背景与江南隆起西北缘向下扬子地区伸展滑覆有关。

2 燕山早期伸展构造

该期伸展构造形成于北东向褶皱后,伸展方向由北西向南东,控制繁昌J₃北东向火山盆地形成和燕山早期岩体侵位,主要表现为:①上侏罗统火山岩系呈缓倾斜褶皱,与基底J₁₊₂地层为角度不整合,具伸展断陷机制的掀转构造, J₃火山岩在盆地中分布具西边面积大,东部面积小,西厚东薄特点,控盆断裂向南东倾,反映出火山盆地自北西向南东伸展特