

①大型横推剪切,使大范围矿源层中的金可以呈喇叭状,由大范围活化透过顺层剪切带而进入脆性裂隙叠加带,有如十分壮观的钱塘江口、海宁观潮,由变质作用形成的大量富 Na^+ 、 K^+ 离子的 H_4SiO_4 ,成为活化金的载体与富含 CO_2 - H_2O 流体,并使糜棱岩带发生叠加的硅质重结晶与硅化交代的复合作用。这样,大量矿源层中的金便相对富集于固态流变后的顺层剪切带中。

②野外观察及实验表明,在固态流变体制下,韧性变形主要取决于岩石的粘度,而粘度又与温度紧密相关,顺层剪切带温度 T 由两部分组成:周围环境提供的热,以及摩擦形成的热,前者随深度的加大而增高,后者是塑性流变作用的结果,在顺层韧性剪切带内,随深度增加,岩石的粘度降低,结果形变作用不断扩张,影响宽度逐渐加大,韧性剪切带、韧性部分的宽度随深度而增大。

③热能聚合是变质成矿作用的第三特点,在所有机械能都转化为热能情况下,剪切作用生成的热是剪切应力 τ 和层间位移速度 V 的乘积,这种热能大小与岩石的固态流变程度成正比。根据实验,糜棱岩石固态流变时,在滑动带中心附近的温度,可比其周围环境温度提高200多度。由于变质作用时间持续较长, V 和 τ 的活动时间相应也持续很长,所以更利于提高温度而使变质成矿热液作长大距离范围的运移,而温度又随剪切带的距离而逐渐下降,剪切热能同时还对变质流体的渗透压力 P_p 的大小形成了直接的控制作用。

(3)燕山期构造岩浆活动,对金矿的局部叠加富集定位产生了重要影响。

燕山期岩浆活动对金山矿带的成矿作用起着主要影响。①燕山期大规模火山岩浆活动源于江南地体边部深断裂所引发的幔壳混熔作用,提供了有利于Au进一步活化的巨大温度场;②燕山期构造岩浆活动由于地幔聚热再度活动而形成的构造动力场,在矿田中突出表现为NNE向剪切滑动、近EW向逆掩断裂和一系列叠加脆性断裂;③岩浆期后热液连同大气降水使金山矿带的成矿物质进一步发生了叠加作用,从而使矿床叠加有岩浆热液的矿物组合与围岩蚀变的明显迹象。

总之,该矿成矿作用经历了含金建造→初始矿源层→区域变质→动力变质→韧性剪切带→含Au糜棱岩→岩浆热液改造叠加的全过程。成矿物质主要来源于双桥山群浅变质海相火山浊流沉积含Au建造;成矿热液是多源的浅成低温热液;在适宜的构造环境——金山剪切带内,经缓冲-转换体系多次作用成矿。与中外绿岩型金矿床相比,该矿形成演化时间较长,成矿时代较新,变质程度低,不属于典型的绿岩型金矿床,故谓之“金山式”金矿床。

云南喜山期构造运动与沉积岩铜矿成矿构造*

肖荣阁 帅开业 陈卉泉 杨忠芳

(中国地质大学,北京 100083)

云南中生代盆地分为滇西兰坪思茅裂谷盆地与滇中楚雄盆地,盆地中沉积了巨厚的红色碎屑岩建造。兰坪思茅盆地中央发育一条中生代浅变质岩隆起带,盆地演化晚期沿中央隆起带两侧形成了一系列南北向盐盆地,其中沉积了泥砾混杂岩盐岩夹纯质石盐岩。在楚雄盆

* 国家自然科学基金资助项目

地中部是一条更古老的变质岩隆起带,即元谋古隆起,其两侧晚期也演化为成盐盆地。

根据滇西兰坪思茅盆地中生代沉积岩建造及古新世成盐建造的研究,笔者认为喜山期构造运动初始于始新世后的渐新世,表现为始新世红色碎屑岩、古新世成盐建造与中生代红色碎屑岩建造的连续性,成盐期后盐系的复杂褶皱变形及盐系上部的磨拉石砾岩堆积。

滇西兰坪思茅盆地古新统成盐期后构造表现为推覆构造、基底翘起构造、盐背斜构造及盘缘穿刺构造四种构造型式。由于盐系的低密度可塑性及其所处的大地构造位置不同,其构造表现型式也不同,从兰坪思茅盆地北段向南,构造型式由水平挤压构造转为重力构造型式,反映了喜山期构造运动的影响由北向南逐渐减弱,并转变为重力构造。滇中楚雄盆地喜山期构造变形较弱,主要表现为盐盆地内的穿刺构造及平缓褶皱构造。

非常有意义的是云南中生代盆地内的矿化作用主要发生在喜山期,成矿构造也与喜山期的构造形迹有重要联系,并且主要是围绕盆地中央隆起带发生成矿作用。据研究,该区的一些沉积岩铜矿床、铅锌矿床、天青石矿床成矿作用都与该期构造有关,并且表现为热水或热液成矿作用,有一些地热区正在发生现代热水成矿作用。

推覆构造在兰坪县河西乡至金顶一带发育,古新统含盐系作为润滑层,中生代地层沿南北走向断裂带逆掩推覆其上,古新统岩性为棕红色粉砂岩、含砾砂岩、沥青质灰岩角砾岩、含石膏硬石膏角砾岩,上部为粉砂岩及石英砂岩,推覆构造上盘依次为中侏罗统紫红色砂岩、粉砂岩,上二叠统碳质泥岩、灰岩、白云岩、紫红色粉砂岩组成倒转层序。沿推覆构造带,发育了一系列温泉钙华沉积物,在热水塘附近,钙华分布宽 500 m 左右,厚 50~100 m,现在温泉水温在 40~50 ℃。在金顶沿推覆带形成的超大型铅锌、天青石矿,河西伴生铅锌的天青石矿等一系列金属矿均属中低温热泉型矿化。

沉积岩铜矿的成矿以巨厚的红色碎屑岩作为其成矿母体产于中生代裂谷盆地中。铜矿床一般分布于古陆边缘或古隆边缘,如四川、滇中沉积岩铜矿主要位于元谋古陆周边部位,兰坪盆地西部一系列铜矿床和矿化点沿着三叠系基底隆起两侧分布。对于这样一种成矿构造,前人从沉积成因的认识出发多认为是受古地理环境控制成矿。这样一种环境确实是三角州相、萨布哈相发育的地区,作为一种沉积环境的氧化还原变换带,其是有利的沉积成矿区。但是有两点事实无法以沉积成因解释:①矿体多产于后期背斜构造中,四川大铜厂铜矿产于一侏罗系为核的南北向背斜两翼,分成东西两个矿带;滇中的一些铜矿床也主要与后期褶皱构造有关;另有一些铜矿床是产于潜伏的古隆起带边缘,并与后期褶皱有关,如滇西兰坪金满铜矿床系产于三叠系基底隆起带上叠加的喜山期复杂褶皱构造与走向断裂带中;在兰坪思茅盆地的南段喜山期构造变形较弱,成矿构造也相对简单,但仍与局部的基底隆起相联系,有一些是产于喀斯特溶洞中,如普洱白龙厂铜矿;②沉积岩铜矿的岩相研究表明,储矿层为中粗碎屑岩,其上下均为巨厚的红色细碎屑岩系,尤其是其中具有多层泥灰岩夹层,顶部盖层中有碳质泥岩、蒸发岩等,储矿层上部盖层厚度一般为 2000~3000 m,这种储矿建造与上下沉积岩层的区别直接表现在碎屑成分的含量上,主要反映的是岩石的孔隙度或渗透率。纯净的砂岩原始孔隙度 0.2~0.4,含砾砂岩的孔隙度还要明显大于这一值,而泥质岩的孔隙度则小于 0.2。因此,中粗粒碎屑岩的渗透率要明显高于泥质岩的渗透率。

有一些矿床是产于古河道冲积砂砾岩相中,除非铜矿物是一种碎屑堆积物,否则就无法以沉积成矿作用解释这种现象,而事实是铜矿物主要以不规则状分布于钙质胶结物中,明显与含铁碳酸盐矿物伴生。

这样我们就不得不从另外一个角度来认识这种构造环境的控矿作用。根据我们的研究,沉积岩铜矿有一系列热液活动现象,系统的地球化学研究表明,成矿热液主要来自沉积埋藏后的盆地卤水。滇中地区成矿流体温度为 $100\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$,滇西地区稍高为 $150\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$,均属于中低温热液流体。

根据 J S Hanor (1979) 的研究,泥质沉积物在压实过程中每立方米泥岩可以释放出 $3.5\times 10^3\text{L}$ 水。这样一种潜在的巨大的地下卤水源如果演化为成矿热液,则将类似于石油天然气一样,沿着高渗透率的砂砾岩层渗透到一定的构造部位,形成顺层或穿层的热液矿床。而上面我们注意到的古陆边缘、潜伏隆起带或后期的背斜褶皱构造则正是这种热液集中的部位,因此也是有利的成矿构造部位。

沉积埋藏 3000 m 厚阶段是盆地卤水演化形成的热液最活跃的阶段,在这个阶段粘土矿物的相变,尤其是蒙脱石到伊利石的转变将释放出大量的结晶水成为热液,其热液温度在 $100\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这个阶段也是有机质分解的重要阶段,大部分干络根或有机酸类分解为芳香烃或烷烃类,有部分成为干沥青或低分子化合物,有机质加入到热液中更增加了对金属元素或金属矿物的淋滤溶解能力,成为含矿热液,在盖层重力作用下含矿热液将集中到有利构造部位,如果为开放条件则将渗透沉淀成矿,如滇中沉积岩铜矿。如果为封闭条件,则将形成类似油气藏的卤水池,在构造活动期爆炸充填成矿或形成热泉型矿床,如滇西兰坪铜矿、铅锌矿等。因此,沉积岩铜矿实质上是一种沉积期后盆地卤水演化形成的浅源低温热液矿床。沉积岩铜矿的有利成矿构造是盆地基底的古隆起或古陆边缘,及基底隆起叠加的褶皱破碎带,高渗透率砂砾岩形成的基底突起或喀斯特溶洞等构造。沉积岩铜矿从含矿热液形成到热液集中与成矿过程及储矿建造与成矿构造都与油气藏的形成具有类似之处。因此,采用油气运移理论、储油构造理论寻找沉积岩铜矿或类似的金属矿床将成为我们今后的一个研究重点。

华南铀矿控矿构造中的两种重要伸展构造类型

陈跃辉

(核工业北京地质研究院, 北京 100029)

李建红

(华东地质学院, 抚州 344000)

1 华南区域铀矿化的一般时空特征

华南地区是我国铀矿资源的主要产区,集中分布了花岗岩型、火山岩型、碳硅泥岩型和砂岩型等四大类型的铀矿床。成矿时代的相对集中性和空间上铀矿床与中新生代断陷盆地及盆缘断裂的密切相关性,是华南不同类型铀矿床中普遍存在的两大特征。华南铀矿化时代集中在白垩—老第三纪这一相当短的地质时期内,与中新生代断陷红盆的发育、发展时期相一致。此时华南区域构造运动处于强烈构造运动后的相对宁静期,构造运动的性质已由挤压体制转换为伸展体制,由燕山早期的强烈挤压、地壳增厚转化为区域拉张、局部断陷。岩浆活动趋于减弱,并由早期大规模的中酸性岩浆侵入和喷发转化为中基性岩浆活动。

铀矿化形成的这种区域构造环境表明,华南多数铀矿化的产生主要与地幔上隆,热液上升,地壳拉张、减薄和伸展环境下产生的各种岩浆活动有关,是一种非造山环境下的成矿作用,属于伸展体制矿化系列中的一员。根据伸展构造作用方式、断裂产状、岩石变形特点以