

升,随着温度和压力的降低,其酸度逐渐升高,Eh值逐渐加大,成矿溶液的pH变化及Eh变化决定了热液中元素的沉淀顺序。通过热力学计算,以 $[\text{H}_2\text{S}]^{2-}$ 形式在溶液中迁移Cu、Pb、Zn等成矿元素,随着pH值由8.5—9.1—8.8—8.2顺序沉淀出Cu、Zn、Pb的硫化物,这与银山矿床早期Cu、Au矿化到晚期的Pb、Zn、Ag矿化是一致的。含矿溶液中硫的浓度与金属元素的比值大小对金属元素的沉淀也起着一定的作用,S与金属元素比值大的硫化物一般先从热液中沉淀,而硫与金属元素比值小的则较晚从溶液中沉淀,因此而造成了矿化的分带,银山矿床的矿化中心和矿体下部沉淀出富硫的黄铁矿及黄铜矿,在远离矿化中心及矿体上部则主要沉淀贫硫的闪锌矿、方铅矿,这种分带反映了该比值的变化特点。

元古代会理—东川坳拉槽与川滇铜铁成矿带

刘肇昌

(中国有色金属工业总公司成都地质干部学院,成都 610059)

从四川会理到云南东川的川滇边境地区,是我国重要的元古代铜、铁成矿带。成矿作用受会理—东川坳拉槽构造及其演化的控制。

1 会理—东川坳拉槽的主要特征

会理—东川坳拉槽是中元古代扬子原地台西部川滇被动陆缘坳拉槽系中最重要的成矿构造。原地台的西界SN向安宁河—绿汁江断裂带,曾有中、新元古代安宁洋存在。会理—东川盆地则是在被动陆缘背景上,自安宁洋向东沿着与原地台边界直交的EW向延伸的坳拉槽。

(1) 坳拉槽位于走向东西的天宝山—巧家断裂北部与定台厂—九龙断裂南部,它们均处于幔隆向幔凹过渡的陡梯带上,地表为断续的向槽内倾斜的逆冲断裂带和线性影象密集带。整个坳拉槽南北宽80 km,东西长约250 km。

(2) 沿坳拉槽展布有NEE—EW向的重、磁低正异常带以及走向东西、向东倾没的鼻状地幔隆起带。轴部的莫霍面和康氏面的埋深均较两侧浅约2 km。

(3) 坳拉槽始于中元古代初,封闭于新元古早期的晋宁运动,历时10亿年(19~8.5亿年)。经历了四个发展阶段,每一阶段早期下降,晚期上升。中元古代早期形成由陆屑—碳酸盐建造、细碧角斑岩建造及碳硅质建造和浊积细屑建造组成的河口群优地槽型沉积;中元古代中期形成由因民组红层和细碧角斑岩建造、落雪组白云质碳酸盐建造、黑山组碳硅质及浊积细屑建造和青龙山组碳酸盐建造组成的东川群沉积;中元古代晚期形成由淌塘组(大营盘组)陆屑建造及局部的红层建造、细碧角斑岩建造,力马河组(小河口组)浊积碎屑建造、凤山营组(麻地组)碳酸盐、浊积碳酸盐建造及局部发育的双峰火山岩建造等组成的会理群沉积。沉积范围越过坳拉槽边界断裂,使盆地具坳拉槽特有的下窄(地堑)上宽(坳陷)的二元结构;新元古代早期形成天宝山组同碰撞双峰火山—类复理石建造。晚晋宁褶皱运动使坳拉槽褶皱封闭,随后于边缘形成澄江期磨拉石盆地。

(4) 沿坳拉槽走向沉积和岩浆活动有规律地变化。中元古代期间,坳拉槽盆地西深东浅,碎屑物质自东向西、自SN向盆内搬运;晚元古代早期回返阶段,西浅东深,碎屑自西向东搬运。显示了安宁洋的扩张和封闭对坳拉槽发展的巨大影响。相应,岩浆活动西强东

弱,西段除河口群优地槽型沉积外,基性侵入活动广泛,沿菜子园断裂带有大量具蛇绿岩特征的镁质橄榄岩;东段的东川地区,尽管基性喷发和侵入活动频繁,但主体为准地台型沉积。利用火山岩化学成分估算古地壳厚度:西段(黎溪)14.6~17.8 km;中段(通安)22.7~24.3 km,东段(东川、小街)23.2~34.9 km。说明会理—东川盆地具有坳拉槽特有的自海洋向陆地沿走向盆地由深而浅,沉积由优地槽型→冒地槽型→准地台型,基底由准洋壳向准陆壳和陆壳的变化特征。

(5) 裂谷型岩浆活动。从早期到晚期,岩浆活动由基性到酸性,由喷发为主到侵入为主的演化趋势。已知的河口群、因民组、黑山组、淌塘组、力马河组、凤山营组及天宝山组火山岩,均属形成于裂谷环境的碱性系列和偏碱的大陆拉斑系列。河口群、凤山营组、天宝山组火山岩,还具裂谷特有的双峰火山组合。

(6) 坳拉槽内 SN 向和 NEE—EW 向生长断层发育。它们将坳拉槽切割为若干次级盆地。中元古代早、中期沉积集中在菜子园—淌塘断裂以南,被 SN 向断裂切割成自西而东的拉拉—黎溪、通安、东川盆地。中元古代晚期和新元古代早期沉积主要在菜子园—淌塘断裂以北地区,被 SN 向断裂切割成洪川桥和会东两个盆地。沿生长断层,“角砾岩”、热水沉积、突发性“事件”沉积发育。

(7) 坳拉槽岩层经历了多期构造变形。早期以正断层、剥离断层、堑—垒构造等伸展构造为主;晚期则转变为逆冲断层、线性褶皱等收缩构造。在多期褶皱变形中,东川运动、满银沟运动的褶皱均以 EW 向或 NEE 向为主,晚晋宁褶皱以 SN 向为主,最终形成主体作 EW 向延伸的复式大向斜构造,显示出晚期变形对早期坳拉槽向形沉积盆地在构造上的继承性。

2 会理—东川坳拉槽构造对铜、铁成矿作用的控制

会理—东川坳拉槽赋存有一批超大型及大型、中型铜矿床,铜储量分别占川、滇两省的60%以上,还有大量铁矿床,铜铁成矿均受坳拉槽构造的控制。

(1) 坳拉槽不同的发展阶段形成不同的矿床。火山地堑阶段,形成海相火山岩型落岫、小青山、燕子崖铜矿床及石龙、李家坟铁矿床。过渡阶段,除继续有与海相火岩有关的稀矿山铜铁矿床、腰棚子喷溢铁矿床及黑山组底部的桃源铜矿床、毛姑坝铁矿床外,主要形成分布广泛、储量巨大的碳酸盐岩型喷流沉积成因的东川式铜矿床以及与基性火山—侵入杂岩有关的角砾岩型、隐爆角砾岩型铜矿床。坳陷阶段,形成以铁为主的大陆风化—沉积成因矿床,如满银沟、包子铺赤铁矿床、凤山营组菱铁矿床以及与火山活动有关的淌塘组新铺子铁矿床、凤山营组小街含金菱铁矿铜矿床。回返阶段,形成喷流沉积的小石房铅锌矿床及高 TiO_2 (4%~6%) 凝灰质岩变质成因的金红石矿床。晋宁运动坳拉槽褶皱封闭,先存的各类金属沉积遭受变形、变质及花岗岩侵入的改造富集。封闭后于震旦系磨拉石建造中,形成大陆风化—沉积成因的铁、锰及淤泥坪式铜矿床。总观伴随坳拉槽的演化,成矿作用由火山喷流沉积、沉积岩中喷流沉积向大陆风化—沉积成因演化,金属组合亦由 $\text{CuFe} \rightarrow \text{Cu}(\text{Fe}) \rightarrow \text{Fe}(\text{Cu}) \rightarrow \text{PbZn} \rightarrow \text{FeMnCu}$ 演化。显示出铜铁成矿的多层位、多阶段和时间上相对集中的成矿特征。

(2) 矿床的空间分布特点为:①次级地堑盆地控制矿田的形成,拉拉—黎溪、通安、东川盆地集中了全区绝大多数铜矿床,洪川桥、会东盆地则以铁为主;②生长断层控矿,落因矿带、白锡腊矿带、拉拉矿带和通安矿带均沿同生断层展布;③SN 向和 EW 向生长断裂交

汇处形成落鹵、因民、落雪、白锡腊等铜矿床;④矿体展布受EW向和SN向褶皱构造控制。

(3) 坳拉槽火山-次火山岩浆活运控矿。尽管坳拉槽层系中火山岩所占比例不足总厚度的10%，但铜、铅锌及部分铁矿床成矿与火山-次火山岩浆活动有关。火山岩型落鹵式铜矿床与富钠贫钾富钙的碱性-碱钙性岩有关。沉积岩型喷气沉积改造铜矿床，形成于基性岩浆活动频繁的地堑盆地中，含矿层内均有火山岩或火山沉积岩，喷流沉积岩发育，矿石稳定同位素指示其矿质主要是深源的。角砾岩型铜矿床更直接与火山-次火山基性岩浆活动有关。

(4) 大型、超大型铜矿床是浅部的坳拉槽构造和深部的热地幔活动联合作用的产物。大型的落鹵铜矿床恰位于坳拉槽与安宁洋连接的三联点上，处于以准洋壳为基底的次级盆地中。特大型的东川矿田，尽管处于准陆壳基底的次级盆地中，但是小溜口期、因民期、落雪期、黑山期、大营盘期、麻地期及晚晋宁期的同位多期的幔源基性火山-侵入活动预示古热点的存在。这种分布特征与非洲新元古代的达马拉-加丹加坳拉槽相似。

北武夷山及其外围地区银金多金属矿产 构造控制及找矿方向

刘 迅

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

本文在研究了北武夷山及其外围地区区域成矿地质背景的基础上, 着重对银金多金属矿产的构造控制进行了系统的探讨, 取得的主要认识和进展:

(1) 划分了主要构造体系和构造型式, 如EW向构造带, 华夏系构造和早、晚期新华夏系构造, 它们对含矿沉积建造和成矿岩浆建造具有重要的控制作用。前震旦纪晋宁期和震旦纪早加里东期构造运动形成以银金铜铅锌为主的含矿沉积建造和成矿岩浆建造, 主要受EW向构造带的控制。晚古生代华力西期构造运动形成的以铜铅锌为主的含矿沉积建造和成矿岩浆建造, 主要受华夏系NE向构造带的控制。后期受到强烈改造, 特别是新华夏系早期发展阶段构造成分的改造复合。中生代燕山期构造运动形成的含矿沉积建造和成矿岩浆建造, 主要是受早期新华夏系构造为主导的多体系复合控制。燕山运动是本区最重要的成矿岩浆活动和银金多金属成矿期。这一时期的成矿作用, 是在复杂的成矿地质条件和地球物理、地球化学背景下, 由早期新华夏系构造改造利用了前期EW向构造带, 特别是华夏系构造发展演化而形成的。新华夏系构造应力场不仅影响了地壳表层物质的运动, 而且还影响到壳幔深部物质的运动。因此, 新华夏系是燕山成矿期主导的控岩控矿构造。

(2) 本区深层构造格式是中生代特别是燕山运动以来, 表层物质及壳幔深部物质运动的结果; 也是新华夏系构造、华夏系构造和EW向构造等在深部的反映。不同方向的深层构造变异带, 主要受新华夏系、华夏系和EW向构造带的深切断裂带的复合控制。在深层构造变异带的断裂中, 形成以燕山期中酸性岩浆活动及其岩浆建造为主的有关铜铅锌银矿床。如大型、超大型银金多金属矿床大都分布在变异带上。德兴-东乡深断裂带和广丰-东乡深断裂带为本区主要控岩控矿深断裂带。它们都与深层隆、拗变异带的分布一致。