

河南夏馆—二郎坪一带叠加改造型金矿床地质特征及成矿模式

隗合明, 赵国斌, 焦建刚

(长安大学 地球科学与国土资源学院 陕西 西安 710054)

[摘要] 河南内乡夏馆—西峡二郎坪一带金矿床(点)广泛分布, 成矿类型多样, 产出条件复杂, 岩体与围岩接触带以及中元古代和早古生代地层中都有金矿形成。根据成矿物质、成矿流体来源和成矿机制, 将产于接触带和地层中的金矿体分为5种类型, 它们是在火山、火山沉积和正常沉积等不同背景下, 由岩浆热液、变质热液或地下水热液叠加改造(再造)形成的, 每类矿床都经历了多期多阶段成矿过程, 以后期热液交代、充填成矿为主。构造对金矿形成有明显控制作用, 区域性深大断裂控制金成矿带, 二级韧性剪切带控制金矿床分布, 三级层间破碎带、断裂裂隙带和接触带构造控制矿体就位。构造-热液的叠加改造或再造主导了成矿作用。

[关键词] 金矿床; 热液; 叠加改造; 二郎坪群; 叠套矿床; 矿床模式; 河南

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2005)01-0039-05

[作者简介] 隗合明(1947-), 男, 北京人, 教授, 从事矿床地质、矿产勘查和开发及矿山环境保护等教学与研究。

河南省伏牛山南坡是豫西南一个金矿化集中区, 区内金矿床、矿点和以金为主的综合地化异常广泛分布。自20世纪80年代一些地矿单位在该区开展地质调查和金矿勘查以来, 随着金矿床、矿点不断地被发现, 日益受到人们的关注和重视。

内乡夏馆—西峡二郎坪一带, 是金矿化集中区的一重要成矿带, 目前已发现金矿床(点)80余处, 产于花岗岩岩体、岩体与围岩接触带及早古生代和中古生代地层中。在以往的资料中, 对产于花岗岩中的金矿多认为属于岩浆热液型(如竹园沟)或斑岩型(如大石窑), 而对产于接触带和地层中的金矿床, 则统统定为石英脉型或蚀变岩型。笔者依据成矿物质和成矿流体来源、成矿背景、成矿机制对产于接触带和地层中的金矿成矿类型作了进一步划分, 确定它们是在火山、火山沉积或正常沉积不同背景下, 由岩浆热液、变质热液或地下水热液等不同的热液叠加改造形成的。这一认识以及由此总结出的控矿因素和找矿标志对于今后在该区勘查这类金矿具有较重要地指导作用^[1]。

1 区域成矿地质背景

研究区位于秦岭造山带东段中部, 隶属于华北板块南缘晚元古—加里东期增生带的二郎坪地堑。二郎坪地堑受区域上两条深大断裂控制, 北侧为瓦穴子—乔端鸭河口—明港断裂(简称瓦乔断裂), 长约300 km, 宽80~100 m, 呈北西西向展布; 南界为朱阳关—夏馆—大河断裂(简称朱夏断裂), 长约350 km, 宽数百米至上千米, 亦呈北西向延伸。

大量资料表明, 上述两条断裂为长期活动的区域性深大断裂, 对本区沉积地层的展布、火山活动和岩浆侵入、区域变质作用、构造-热液系统活动及其成矿作用发生和演化等起到了重要的控制作用, 为本区主要导矿构造。

出露地层主要为下古生界二郎坪群小寨组、火神庙组和大庙组。在中部和南部, 主要在朱阳关—夏馆断裂带两侧, 尚有中元古界秦岭群石槽沟组和雁岭沟组零星分布。由于北部构造推覆作用, 雁岭沟组可超覆于二郎坪群之上^[1]。

自下而上岩性变化规律如下:

石槽沟组主要岩性为黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩,夹有白云质大理岩、黑云石英片岩、钙质石墨片岩。

雁岭沟组主要为白云质大理岩、含石墨大理岩,夹石墨石英片岩和黑云斜长片麻岩。

小寨组主要为含碳绢云石英片岩、绢云片岩、黑云石英片岩、二云石英片岩、二云片岩、黑云变粒岩、斜长角闪片岩,夹有变质长石石英砂岩、变粉砂岩。该组沉积韵律明显,具类复理石建造特征。

火神庙组主要为变细碧岩、变细碧角斑岩,夹有变凝灰岩、大理岩和变质长石石英砂岩。

大庙组岩性为炭硅质板岩、含碳绢云石英片岩、大理岩,夹有变细碧岩、变凝灰岩、斜长角闪片岩等。

据上分析,二郎坪群包括 3 个大的沉积建造(旋回),下部为正常沉积碎屑岩建造,中部为海底火山-沉积岩系,上部为沉积岩为主夹有火山(沉积)岩建造。3 套沉积、火山-沉积建造中均有金矿产出。

区内侵入岩发育,占区域面积的 50% 以上,反映岩浆活动非常强烈。以海西期花岗岩为主,其次为加里东期和燕山期的花岗岩类,局部还有晋宁期、加里东期的基性岩、超基性岩和中性岩分布。花岗岩多属钙碱性-弱碱性系列,成因类型以重熔型(S 型)为主,极少属同熔型(I 型)。有的岩体为多期次侵入形成的复式岩体。大量资料表明,复式岩体不同岩相变化处,岩体与地层接触带,是金矿形成的有利部位^[2]。

2 构造-热液叠加改造(再造)成矿主要类型及特征

2.1 火山(沉积)-岩浆热液叠加再造型

2.1.1 地质特征

本区有许窑沟、杏树坪、油葫芦沟等金矿床,以许窑沟金矿床为代表。

许窑沟金矿床的矿体呈脉状或透镜状,主要产于牧虎顶花岗岩体与二郎坪群火神庙组变细碧岩、火山碎屑岩的接触带,有的产于岩体边缘及附近围岩中。矿石有石英脉型和蚀变岩型两类,以石英脉型矿石为主。含金石英脉一般长 70~270 m,宽 0.20~3.50 m, $w(\text{Au})$ 一般为 $(10\sim70)\times10^{-6}$; 矿化蚀变岩分布于含金石英脉两侧,宽 0.5~3 m 不等,达工业利用要求的一般仅 0.1~1.2 m, $w(\text{Au})$ 为 $(1.0\sim8)\times10^{-6}$,金矿床平均品位 14.46×10^{-6} 。

矿石矿物主要有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、菱铁矿、镜铁矿、黄铜矿、银金矿、自然金以及褐铁矿、孔雀石等氧化矿物;脉石矿物主要有石英、绢云母、绿泥石、绿帘石、白云母、方解石、高岭石等。矿石结构类型多种多样,有细脉、网脉状、角砾状、条带状、斑杂状、浸染状等构造,交代结构、碎裂结构常见。自然金、银金矿呈粒状、叶片状、乳滴状、微细网脉状以裂隙金、包体金、晶隙金等状态赋存在黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、石英等矿物中及晶间。

围岩蚀变强烈,有硅化、绢云母化、绿泥石化、钾化、黄铁矿化等。蚀变具有一定分带性,自石英脉向围岩呈现由硅化、黄铁矿化-绢云母化-绿泥石化、碳酸盐化的变化。

2.1.2 地球化学特征及成因分析

区域地球化学研究表明,二郎坪群火神庙组中金及其伴生指示元素含量高, $w(\text{Au})$ 平均丰度 16.5×10^{-9} ,且变异系数大(1.12),表明火神庙组是矿源层,为许窑沟等金矿的形成提供了部分成矿物质。

矿石铅的同位素组成($w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 为 18.171 1~19.117 4, $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 为 15.390 0~15.593 2, $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 为 36.810~39.074) 表明,本矿床铅是一种两阶段演化的产物,第一阶段的演化与大洋火山岩有关,而第二阶段发生的铅同位素短期异常演化,指示了有岩浆热液来源的及其岩浆热液从流经的地层中活化出来的铅,从而造成一定放射成因铅的混入^[3]。据上分析,许窑沟金矿床成矿物质是多源的,部分来自火神庙组含矿地层,部分来自岩浆热液和基底的地层岩石。

成矿阶段的黄铁矿、黄铜矿共 6 件样品的硫同位素分析结果 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $(-1.4\sim4.1)\times10^{-3}$,均值为 2.56×10^{-3} (表 1),接近陨石硫,反映了矿石硫主要来自岩浆水。

表 1 许窑沟金矿床硫同位素组成

Table 1 Sulfur isotope composition of Xuyagou gold deposit

序号	样品名称	$w(\delta^{34}\text{S})/10^{-3}$
01	方铅矿	2.7
02	黄铜矿	-0.2
03	黄铁矿	-1.4
04	黄铁矿	3.7
05	黄铁矿	4.1
06	方铅矿	0.5

5 件矿石中石英包体水样品的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 $(-9.1\sim14.73)\times10^{-3}$, $\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 $(-102\sim-54.6)$ 。

$\times 10^{-3}$ 。在 $\delta D - \delta^{18}O$ 图上(图 1), 样品点几乎落在一条直线上, 向左上方趋向于秦岭现代大气降水值的范围, 向右下方趋向于秦岭加里东—海西期岩浆流体值, 表明成矿流体以岩浆水为主, 并有少量大气降水加入。

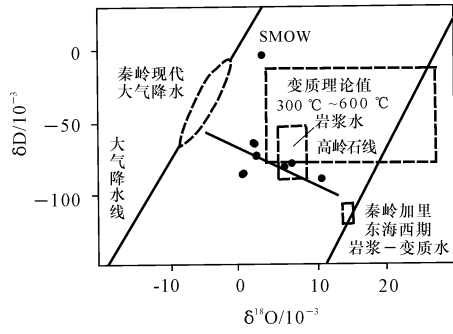


图 1 许窑沟金矿床成矿流体氢氧同位素组成模式

Fig. 1 Hydrogen and oxygen isotope composition model of mineralization fluid in Xuyagou gold deposit

据上述许窑沟金矿床地质和地球化学特征综合分析, 该矿床是在火山和火山沉积形成矿源层的基础上, 由后期岩浆热液(混有少量地下水热液)叠加再造(交代-充填)形成的。岩浆热液除活化含矿地层中的成矿物质外, 还带来主要的硫和部分金属物质参与成矿。

2.2 火山沉积-变质热液叠加改造型

2.2.1 地质特征

有西峡西蒿坪、梅子沟、大庙等金矿床(点), 以西蒿坪金矿床为代表。

西蒿坪金矿产于二郎坪群大庙组中上部, 含矿层岩性组合为一套变质细碎屑岩夹火山碎屑岩、大理岩, 主要有碳质绢云石英片岩、碳质绢云片岩、碳质黑云石英片岩、碳硅质板岩、黑云变粒岩、变质凝灰质粉砂岩等。分析表明, 原岩主要为凝灰质粉砂岩、角斑质凝灰岩和碳泥质(粉砂)岩。

矿体呈层状、似层状、透镜状赋存于碳质云母石英片岩、碳硅质板岩中, 层位稳定, 并明显受这些岩石的层间挤压破碎带控制。

矿石有蚀变岩型和硅化碳质云母石英片岩型两类, 以后者为主, 蚀变岩型矿石中有较多含石英英脉分布。石英脉规模很小, 长一般几米至十几米, 宽 0.1~0.5 m。这些金属硫化物石英脉不同于一般含金石英脉, 为热液蚀变的产物。

矿石中金属硫化物主要为黄铁矿、方铅矿和黄铜矿, 次为磁黄铁矿和闪锌矿。脉石矿物成分, 蚀变岩型矿石主要为石英(>90%), 有少量绢云母和

碳酸盐; 硅化碳质云母石英片岩型矿石主要有石英(20%~70%)、绢云母(10%~60%)、钠长石(5%~20%)、碳质(2%~10%), 还有少量黑云母、绿泥石、碳酸盐等。金主要为自然金, 含少量银金矿和金银矿。矿石构造有浸染状、细脉浸染状、细脉状、网脉状、角砾状、团块状和块状, 多期成矿特征明显。

围岩蚀变发育, 蚀变带宽 10~20 m, 主要有硅化、绢云母化和黄铁矿化, 其次有绿泥石化、碳酸盐化。

2.2.2 地球化学特征及成因分析

二郎坪地区大庙组 $w(Au)$ 平均为 24.1×10^{-9} , 以变质凝灰质粉砂岩最高, 其次为碳硅质板岩和碳质绢云母石英片岩。此外, 大庙组中 Pb, Ag, Cu, As, Sb, Bi 等也有较明显地富集, 尤其是 Pb, 富集系数为 10 以上。由此说明, 大庙组亦是本区金矿的矿源层。

矿石铅同位素组成 $w(^{206}Pb)/w(^{204}Pb)$ 为 18.124~18.285, $w(^{207}Pb)/w(^{204}Pb)$ 为 15.455~15.673, $w(^{208}Pb)/w(^{204}Pb)$ 为 37.946~38.600, 在铅同位素组成模式图上样品点落于造山带与地壳铅平均演化曲线之间^[4], 源区特征值 μ 为 9.203~9.615, 表明西蒿坪金矿的铅为含放射成因铅较低的混合铅, 主要来自下地壳, 也有地幔来源。

矿石中金属硫化物的硫同位素组成均一, $\delta^{34}S$ 为 $(-0.85 \sim 2.20) \times 10^{-3}$, 平均为 0.63×10^{-3} , 具有陨硫或深源硫的特点, 表明可能是深部岩浆热液提供了硫, 更可能与赋矿围岩中火山喷发物质部分来源于上地幔有关。

矿石中石英的 δD_{H_2O} 为 $(-70.5 \sim -69.1) \times 10^{-3}$, $\delta^{18}O_{H_2O}$ 为 $(5.5 \sim 7.8) \times 10^{-3}$, 样品点在 $\delta^{18}O - \delta D$ 图上主要落在变质水区域, 有的落在变质水和岩浆水的交叉区域内^[4], 表明西蒿坪金矿成矿流体主要来自围岩的变质水, 同时有部分来自岩浆水。

据上分析, 西蒿坪金矿是在二郎坪群大庙组矿源层的基础上, 主要在区域动热变质时期由变质热液叠加改造形成的。

2.3 火山沉积-地下热水叠加再造型

以西峡高庄金矿为代表, 高庄金矿产于二郎坪群大庙组顶部, 赋矿岩石为一套浅变质基性火山碎屑岩及火山岩, 少量沉积细碎屑岩, 主要岩石类型为斜长角闪片岩、角闪黑云斜长片岩、斜长黑云片岩和二云石英片岩等。

矿石类型为石英脉型, 石英脉两侧蚀变岩型矿

石约 15%。在矿区东西长约 2 km 内,有规模不等的数十条石英脉分布,集中分布者构成脉体群,规模较大的脉体群有 11 条,长 110~480 m。每个脉体群由规模不等、形态各异的石英脉组成。这些石英脉或呈平行的雁列状产出,或由不同期次的脉体叠加构成,或呈相互切穿的石英网脉,尤其是由不同金属硫化物石英脉叠加的复合石英脉非常典型。此外,石英脉的多次破碎、多次充填胶结现象也非常普遍,角砾状、网脉状矿石发育。以上特征充分表明高庄金矿经历了更多期次或更多阶段的成矿过程。

矿石成分复杂,金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、白铁矿、闪锌矿、自然金、银金矿、方黄铜矿、辉锑矿、磁铁矿和铁钛矿等,还含有微量的碲铋矿。脉石矿物主要为石英,其次有角闪石、黑云母、白云母、绢云母、斜长石、钠长石、绿泥石、高岭石、绿帘石等。

围岩蚀变发育,主要为绿泥石化、绢云母化、硅化、黄铁矿化、黑云母化和碳酸盐化。

矿石中硫化物的硫同位素组成亦反映为陨石硫,石英的包体水氢氧同位素组成反映成矿流体以大气降水为主,并有变质水参与。

据上分析,高庄金矿是在二郎坪群大庙组火山沉积矿源层基础上,主要由含矿地下热水(大气降水为主)叠加再造形成的。此外,动热变质时期变质水亦参与了一定的改造成矿作用。

2.4 沉积-岩浆热液叠加改造型

有内乡朱庄、银洞矿、万人洞沟等金矿床(点),矿床产于二郎坪群小寨组,赋矿岩石为一套变质的正常沉积碎屑岩,主要有黑云石英片岩和变质长石英砂岩等。矿体呈透镜状、脉状,主要产于上述岩石的层间挤压破碎带中,有的产于花岗岩岩体中(如朱庄金矿的五龙潭岩体、银洞沟金银矿的松棵岩体)。矿石类型有石英脉型和蚀变岩型两类,有的以石英脉型为主(如朱庄),有的以蚀变岩型为主(如银洞沟、万人洞沟)。矿石的金属矿物主要有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、菱铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、毒砂、自然金、银金矿、辉银矿等,脉石矿物主要为石英、绢云母、长石、绿泥石、方解石、黑云母、高岭石等。矿石构造有脉状、浸染状、条带状。

朱庄金矿床矿石中金属硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $(-1.7 \sim 5.6) \times 10^{-3}$, 平均 3.96×10^{-3} , 与许窑沟金矿的硫同位素组成近似,硫源主要为岩浆热液。石英包裹体水的氢氧同位素组成亦与许窑沟金矿

床相近,反映成矿流体主要为岩浆水,亦有少量大气降水参与。

据上分析,朱庄等金矿床是在二郎坪群小寨组沉积矿源层基础上,由岩浆热液叠加改造形成的。

2.5 沉积-地下热水叠加改造型

以祁子堂金矿床为代表,矿床产于秦岭群雁岭沟组,矿体主要赋存于中段白云石大理岩、含石墨大理岩的层间破碎带中,呈似层状、透镜状,形态较规则,层位稳定。

矿石类型有角砾状硅岩型和糜棱岩型两类。角砾状硅岩型矿石的角砾占 90%,成分单一,为白云石大理岩强烈蚀变形成的硅岩,角砾之间由细粒石英和赤铁矿充填胶结。矿物成分简单,金属矿物主要为黄铁矿,少量赤铁矿、自然金、自然铋,非金属矿物以石英为主(80%~90%),次为方解石、白云石、蛋白石、绢云母等。糜棱岩型矿石主要由强粉碎的白云石、方解石及少量的石英、长石、高岭石组成,矿石矿物为黄铁矿、赤铁矿。

在祁子堂金矿西北部的蚕头山金矿,出现少量铅锌多金属硫化物石英脉。石英脉规模小,一般长几至十几米,宽几至十几厘米。矿石中除含黄铁矿、方铅矿、闪锌矿外,还有磁黄铁矿、毒砂、辉锑矿、菱铁矿等。

矿石呈浸染状构造,黄铁矿等金属硫化物主要呈微细浸染状分布,极少呈细脉状、团块状。自然金以显微金、超显微金为主,极少细粒金。

围岩蚀变主要为硅化、高岭土化、碳酸盐化、赤铁矿化等低温蚀变组合,且蚀变范围小。

矿石的金属硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 变化较大,为 $(-3.2 \sim 12.2) \times 10^{-3}$,反映有沉积硫、生物硫参与。石英包裹体水的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $(6.25 \sim 8.07) \times 10^{-3}[5]$,反映成矿流体以大气降水为主,并有变质水参与。

据上分析,祁子堂金矿为沉积-地下热水改造成因,与美国卡林型金矿特征基本一致。

3 成矿机制与成矿模式

本区产于二郎坪群、秦岭群中以及部分上述地层与花岗岩接触带的金(银)矿,是在火山喷溢、火山沉积或正常沉积形成矿源层的基础上,经过多期多阶段的多种热液叠加改造(再造)形成的。笔者将不同背景下由不同热液进行叠加改造(再造)形成的矿床划分为 5 种类型,实际上各类矿床的宏观

地质特征基本相同, 虽然主要的叠加改造热液不同, 但又都有其他成因热液的参与, 因此, 建立本区一个统一的成矿(演化)模式(图 2)是可行的。

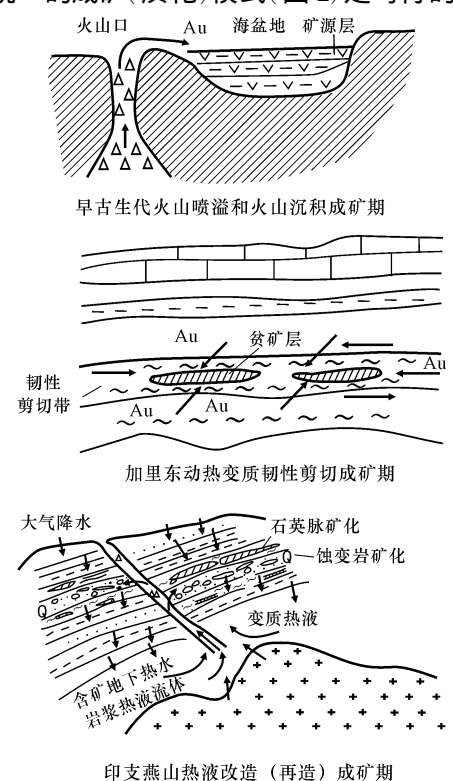


图 2 夏馆—二郎坪地区热液改造型金矿成矿模式

Fig. 2 Metallogenic model of hydrothermal sapevimposition gold deposits at Erlang ping distiut

中元古至早古生代时期, 本区位于华北板块与扬子板块之间的秦岭大洋(裂谷)或岛弧环境, 由于地壳拉张, 导致大量的基性岩浆从深部喷溢至洋底, 并带来大量金等成矿物质, 形成了含金火山(沉积)建造。而正常沉积的富含微生物泥质层也吸附了大量的金, 使得部分正常沉积层(泥碳硅质层)中金丰度也大大提高, 从而形成了秦岭群、二郎坪群中多套金的矿源层。

活动构造环境使本区自早古生代以来长期处于高热流、高压背景下。加里东期, 本区发生动热变质作用, 以含矿层韧性变形和深埋变质为特征。这一时期, 在韧性剪切作用较强烈地地段, 金等成矿物质在矿源层中可初步集中, 如含金硫化物沿岩层片理呈浸染状、细脉浸染状分布, 形成金的富集层甚至贫矿层, 如西蒿坪的碳质绢云石英片岩型矿石。

区域变质作用一直持续到印支期, 在其期末造山时达到颠峰。由于构造和岩浆活动强烈, 区域温压升高, 变质热液产生。这些变质热液从深部向浅部脆性变形区域运移时, 从途径地层中溶滤出部分

成矿物质, 随变质热液叠加在韧-脆性剪切带上, 使原韧性剪切时形成金的富集层进一步富集, 西蒿坪金矿蚀变岩型矿石即主要由变质热液叠加改造形成。

本区花岗岩浆侵入活动始于加里东期, 结束于燕山期, 其中以海西期和燕山期规模最大, 在秦岭群和二郎坪群中形成大量花岗岩体, 包括多期次叠加侵入形成不少复式岩体。各期岩浆活动期间和期后都伴随有岩浆热液产生, 但海西期以前的岩浆热液主要在深部基底地层中活动, 并从中萃取出金等成矿物质。至印支(秦岭造山)期—燕山期, 区域构造活动最强烈, 除朱阳关—夏馆等几条深大断裂继续活动外, 还在秦岭群、二郎坪群中形成许多规模不等的断裂(一些为韧性剪切带上升至浅部后发生脆性变形), 岩层强烈褶皱, 在含矿层(矿源层、贫矿层)中形成大量层间破碎带, 为含矿岩浆热液活动, 矿物沉淀提供了有利空间。由于岩浆热液在基底地层和矿源层中长期活动, 使其中的成矿物质愈加富集, 因而最后叠加在矿源层中的层间破碎带经充填交代形成了石英脉型和蚀变岩型矿体。许窑沟、朱庄、银洞沟等金矿床即主要由岩浆热液叠加改造形成的。

印支—燕山期及其以后, 伴随断裂—裂隙系统的形成, 下渗的大气降水迅速增加, 并与地层水混合形成大量地下水, 在地热增温效应和岩浆热的作用下变为地下水热液, 其与岩浆热液和变质流体一样可以从循环流经的地层中溶滤出大量成矿物质。这种含矿地下水在构造动力和岩浆热的驱动下沿断裂上升至矿源层, 继续从中萃取出成矿物质, 最后运移到韧-脆性剪切带、层间破碎带中形成矿体。高庄、祁子堂、蚕头山等金矿即主要是由地下水热液叠加改造(再造)矿源层形成的。

需要指出的是, 由于各矿床所处的地质背景、环境不同, 参与叠加改造成矿的主要热液来源有一定差异。但在一个较开放的成矿体系中, 不同来源的热液相互混合是必然的, 本区一些矿床的地球化学特征也证明了这一点, 如许窑沟金矿床的流体主要为岩浆热液, 但亦有变质水和大气降水; 形成西蒿坪金矿的流体主要是变质热液, 但有岩浆热液和大气降水的参与。因此, 多种成因的热液产生与混合, 是本区热液改造(再造)型金矿广泛分布的主要机制, 而根本点是高热流环境的持续存在。

综上所述, 提出本区构造-热液叠加改造型金矿的成矿模式。

(下转第 64 页)

[40] Deutsch W J. Groundwater geochemistry Fundamentals and applications to contamination[M] . CRC Press, 1997.

Status and development trend in the study of equilibrium chemical models for groundwater systems

QIAN Hui¹, WANG Xiao Juan¹, LI Bian Qin²

(1. School of Environmental Sciences and Engineering, Chang'an University Xi'an 710054, China;
2. School of Chemical Engineering, Xi'an Petroleum University, Xi'an 710065, China)

Abstract On the basis of introduction of the types and major functions of equilibrium chemical model for groundwater systems, the status for the study and application of equilibrium model in hydrogeochemistry are discussed. The limitations of equilibrium model is stated, and the problems in the study of hydrogeochemical modeling are analyzed. In the end, the author pointed out the development trend for hydrogeochemical modeling is discussed.

Key words: groundwater system; equilibrium chemical model; status quo of research; development trend

[英文审定: 苏生瑞]

(上接第 43 页)

[参 考 文 献]

[1] 河南区调队. 河南省地质志[M] . 北京: 地质出版社, 1989.

[2] 隗合明, 焦建刚, 杨发成. 河南内乡牧虎顶花岗岩特征及与金矿的关系[J] . 长安大学学报(地球科学版), 2003, (25) 1: 1 ~ 6

[3] 焦建刚, 隗合明. 河南内乡许窑沟金矿床地质特征及成因[J] . 西安工程学院学报, 2002, 24(2): 43 ~ 46

[4] 王学明, 艾霞, 周刚, 等. 蒿坪金矿成矿地质特征及成因浅析[J] . 地质找矿论丛, 1998, 13(3): 35 ~ 47.

[5] 陈衍景, 富士谷. 豫西金矿成矿规律[M] . 北京: 地震出版社, 1992

Geological features and metallogenic model of hydrothermal superimposion (regeneration) gold deposits from Xiaguan to Erlangping in Henan

WEI He ming, ZHAO Guo bin, JIAO Jian gang

(School of Earth Sciences and Resource Management, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract From Xiaguan to Erlangping in Henan gold deposits (mineralized pits) occur extensively; they vary in mineralization type and their conditions of occurrence are complex. Gold deposits formed in intrusive bodies and contact zone between intrusive bodies and wall rocks and in Mesoproterozoic and early Palaeozoic strata. The authors divide gold deposits in contact zones and strata into five types on the basis of ore source, metallogenic fluid origin and mineralization mechanism. The gold deposits are formed because of magma hydrothermalism, metamorphic hydrothermalism and hydrothermal superimposion on the background of volcanism, volcanic sedimentation and normal sedimentation. Each type of gold deposits is experienced multiphase and polystage mineralization, but mainly late hydrothermal replacement and packing mineralization. Tectonics controls the formation of gold deposits distinctly. The regional deep fault belt controls gold deposits belt. Second order ductile brittle shear belt controls the distribution of gold deposits, three order tectonics of interlayer fractured zones, fracture crack zones and contact zones control the ore forming. In all, the main mineralization was hydrothermal superimposion or regeneration.

Key words: gold mineral deposit; hydrothermal; superimposion; erlangping group; telescoped deposit; mineral deposit model; Henan

[英文审定: 杨家喜]