陕西省双王金矿床流体包裹体研究

刘必政[1],王建平[1],汪欢[1],谢海鹰[1],曹瑞荣[2],程建军[2],贺志春[2]

(1. 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室,北京 100083;
2. 陕西太白黄金矿业有限责任公司,陕西 太白 716000)

双王金矿床位于陕西省太白县西南部,为一个大型、易采易选的低品位角砾岩型金矿床,因其呈北西西-南东东向带状分布于太白县王家楞-王家庄一带而得名。通过对其不同矿体中的流体包裹体的显微测温和成分分析,旨在了解双王金矿床的流体性质、来源和演化规律,从而探讨金的沉淀富集机制。

1 区域地质概况

双王金矿床位于东-西秦岭衔接部位靠近西秦岭的一侧,大地构造位置处于秦岭造山带中秦岭海西-印支褶皱带凤县-镇安褶皱束的西段北缘,区域性的深大断裂商丹断裂和礼县-山阳断裂分别从矿区的北侧和南侧通过,双王金矿床所处的大地构造单元为中秦岭弧前盆地系。

矿区范围内出露地层为泥盆系地层,主要为一套浅海相的粉砂质泥岩及碳酸盐岩沉积。矿区内地层上、中、下泥盆统均可见,地层由老到新依次为下泥盆统王家楞组(D_1w)、中泥盆统古道岭组(D_2g)、上泥盆统星红铺组(D_3x)和九里坪组(D_3j)。含金角砾岩的赋矿层位为星红铺组(D_3x),岩性主要为中-薄层变质粉砂岩、粉砂质绢云板岩、薄-微薄层状粉砂岩和夹层状钠质岩系。

岩浆活动以印支期的酸性岩浆侵入为主,在双王金矿床的西南部(约 1～3 km),形成了西坝复式岩体,为多期岩浆活动的产物,由早期中性的石英二长闪长岩和晚期酸性的二长花岗岩组成。此外,区域内还发育一些燕山期的小规模花岗斑岩脉和煌斑岩脉。

双王金矿床的分布与产状都受到钠长角砾岩体的控制。角砾岩带呈 NW-SE 向(290°～310°),断续长约 11.5 km,宽约 7～50 m。地表出露有大小不一的 5 个角砾岩体,长约 550～3600 m,宽约 4～500 m。以太白河和红崖河之间的分水岭为界,可将矿带分为东西两段,东段长约 5 km,西段长约 6.5 km。

双王金矿床含金角砾岩中角砾与胶结物界限清晰,角砾主要为浅灰色-浅棕黄色钠长石化板岩或粉砂岩,形态多为不规则棱角状、三角状、板条状,粒径大小不一,具有一定的可拼性;胶结物主要为多阶段热液活动所形成的含铁白云石、黄铁矿、方解石、石英;金主要赋存于胶结物中。

2 流体包裹体研究

2.1 包裹体的热力学

双王金矿床的热液矿物中(含铁白云石、石英)发育大量流体包裹体,但个体偏小,长轴从 2～20 μm 均有出现,主要集中在 3～7 μm 之间。包裹体的形态以椭圆状和不规则状居多。双王金矿床流体包裹体有 4 种类型:Ⅰ. 水溶液包裹体;Ⅱ. CO_2-H_2O-NaCl 包裹体;Ⅲ. 纯 CO_2 包裹体;Ⅳ. 含子矿物的多相包裹体。双王金矿床流体包裹体的多样性及演化和角砾岩型矿化特征显示成矿流体具有不混溶性特征,因此所测的捕获温度和捕获压力即成矿温度和成矿压力。

水溶液包裹体均一温度为 180～440 ℃,主要范围为 220～340 ℃;CO_2-H_2O-NaCl 包裹体的均一温度为 219～412 ℃,主要范围为 260～340 ℃。根据测温估算得出的成矿压力范围较宽(与形成角砾岩的构造机制有关),主要范围为 100～170 MPa。

基金项目:国家自然科学基金项目(41030423);中国黄金集团公司科技项目

作者简介:刘必政,男,1985 年生,硕士研究生,矿物学、岩石学、矿床学专业. E-mail: bizheng1985@sina.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2 流体的物理化学参数

根据测温结果计算得出，成矿流体的盐度约为 2%～22% $NaCl_{eq}$，多种类型包裹体共存于同一主矿物中导致了获得的盐度范围比较大；成矿流体密度约为 0.98 g/cm³；主成矿期流体 pH 值约为 7.2，从成矿早期到成矿晚期，pH 值有升高的趋势；根据 CH_4-CO_2-H_2O 体系的参数计算得出主成矿阶段含铁白云石的氧逸度约为 $\lg f(O_2) = -33$；晚期方解石的氧逸度约为 $\lg f(O_2) = -35$，因此，从主成矿阶段到晚阶段，氧逸度有降低的趋势，说明金的沉淀富集过程是氧逸度降低的过程。

2.3 成矿流体的成分

流体成分中，气相组分主要为 CO_2、H_2O、N_2，其次为 O_2，并含有少量的 CH_4 和 CO 以及微量的碳氢化合物，且普遍存在于富气相的包裹体中。主成矿期含铁白云石中 CO_2 和 H_2O 的含量较高，明显高于晚期石英和方解石中的含量，尤其以 CO_2 最为明显，CH_4 等还原性有机气体在主成矿期含铁白云石中含量较多；液相组分以 H_2O 为主，含铁白云石中阳离子含量从大到小依次为 $Mg^{2+}>Na^{+}>K^{+}$，阴离子以 Cl^{-} 为主，其次为 F^{-}；晚期石英中阳离子含量从大到小依次为 $Na^{+}>K^{+}>Mg^{2+}$，并含有 Ca^{2+}，阴离子成矿流体以阴离子以 Cl^{-} 为主，并含有 SO_4^{2-}；从主成矿期到晚期 Cl^{-} 含量逐渐减少，主成矿期含铁白云石中 K^{+} 和 Mg^{2+} 含量要高于方解石和石英中的 K^{+} 和 Mg^{2+} 含量，因此推断 K^{+} 和 Mg^{2+} 对成矿有控制的作用。

总体上从主成矿期到晚期 F^{-}/Cl^{-} 呈逐渐升高的趋势，表明热液来源从以壳源为主向以幔源为主演化。主成矿期流体中阴离子以 Cl^{-} 为主，金主要以氯基络合物的形式发生迁移搬运，在物理化学等条件发生改变的情况下，氯基络合物中的金离子便分解出来，并沉淀成矿，这一过程消耗了大量的 Cl^{-}，也导致了后期 F^{-}/Cl^{-} 升高，因此推测为热卤水成因。

3 成矿流体的来源

根据本文数据，并结合前人的研究结果，将氢氧同位素组成数据点投影到氢氧同位素关系图中，显示成矿流体早阶段位于变质水下方，岩浆水的右侧，成矿主阶段以变质水与岩浆水的混合，晚阶段则位于岩浆水与大气降水之间，并逐渐向大气降水过渡。这与成分特征分析成矿流体具有热卤水性质，以及晚期成矿深度变浅或者成矿体系逐渐转变为开放体系，有大气降水的混入相对应。

4 讨 论

双王金矿床流体包裹体类型中有含多种子矿物的高温高盐度包裹体和富 CO_2 的包裹体，这些是浆控高温热液型矿床包裹体的标志；双王金矿床流体盐度低，并且富含 CO_2，这是变质热液型矿床的重要标志，因此双王金矿床成矿热液具有浆控热液型和变质热液型的混合特征，成矿热液以岩浆水和变质水为主。

在双王金矿床早期石英和后期石英中均未发现不混溶包裹体群，而硬石膏中发育气液比较小的水溶液包裹体和纯液相包裹体，说明成矿早期和晚期未见不混溶包裹体群的出现。标高较高的矿体，即接近地表的矿体中发育大量的后期矿物，而且矿化程度较低，因此，流体的不混溶是双王金矿床金沉淀的重要原因。

5 结 论

上述结果表明，双王金矿床流体包裹体具有多样性的特征；成矿流体具有中高温、低盐度、富含 CO_2 的特征，接近地表的矿体中流体的盐度较低，可能成矿体系开放，与大气降水的混入有关，阳离子以 Na^{+} 为主，阴离子以 Cl^{-} 为主；从成矿早期到成矿晚期，成矿流体的 pH 值有所升高，暗示成矿流体早期为酸性，后期为偏碱性；成矿流体有多来源的混合特征，早期以混合热液为主，后期有大气降水的混入。流体包裹体为不混溶的包裹体群，因此所测得的均一温度和成矿压力即为成矿时的温度和压力，成矿温度主要为 220～340 ℃，从早期到晚期成矿温度逐渐降低；成矿压力主要为 100～170 MPa。从矿区东部向西部，成矿压力有降低的趋势，尤其以西部矿体成矿压力降低的较为明显。从早期到晚期，成矿体系由封闭体系逐渐转变为开放体系。不混溶作用是导致双王金矿床金沉淀的重要作用之一。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net