

金矿床, 控制特征, 成矿模式, 构造岩浆岩

小秦岭

94, 12(3)

161-170

p618-510.2

小秦岭—桐柏山区地层构造岩浆岩对 金矿控制特征及成矿模式

彭万夫^①

(河南省地质科学研究所)

摘 要 河南金矿主要分布在小秦岭地区,其次是桐柏山、崆山—熊耳山地区。含矿地层为前寒武纪的片麻岩-混合岩、片岩-变粒岩和轻微变质的绿片岩,原岩皆属中基性火山岩夹火山沉积岩;控矿构造以近东西向和北东向为主,与成矿关系密切的岩浆岩主要是燕山期花岗岩及有关脉岩。本文拟从地层、构造、岩浆岩控矿特点入手,通过金矿的成矿机制试图揭示小秦岭—桐柏山地区金矿成矿模式。

关键词 矿源层,含矿岩石成熟度,构造减压扩容,岩浆热功能,矿质多来源,控矿多因素,小秦岭—桐柏山区

河南省金矿资源丰富,储量可观,是我国重要产金基地之一。对金矿投入大量地质勘探和科学研究始于60年代中叶,经近30年坚韧不拔的艰苦奋斗,成果斐然。特别是近10年会战,使金矿储量、矿产地、矿床类型、成矿理论都有较大进展。尽管如此,目前对金矿成因、控矿因素、物质来源等认识,仍是众说纷纭,莫衷一是。据此,作者通过几年来接触的大量资料和部分矿区的实际工作,拟通过地层、构造、岩浆岩对金控矿特点,试图建立成矿模式。

1 金的地层控矿和矿源层(体)

1.1 含金地层的时空展布和岩性特征

1.1.1 金矿床的空间展布和地层时代关系

河南金矿床在空间上主要分布在小秦岭—桐柏山地区,呈北西—南东向展布350 km,而矿带、矿床和矿体则多呈北西西向产出,这种不一致性可能与淮阳、祁吕贺兰山字型反射弧和纬向构造带的联合影响有关。小秦岭—桐柏山地区集中了大、中、小型金矿床百余个,赋矿地层都由前寒武纪形成的变质岩、微变质中基性火山岩及变质火山碎屑岩组成。

小秦岭现有含金石英脉1100余条,大都分布在太古代太华群变质绿岩中。据研究:早太古

^① 作者简介:彭万夫,男,56岁,1963年毕业于华东地质学院,高级工程师,长期从事矿产地质研究和矿床专栏编辑工作。邮编 450053,郑州市黄河路41号

收稿日期:1993-08-27

代间家峪组含金石英脉占总数的 77.6%, 占千米以上大脉的 86.7%。

目前崤山区已发现金矿点 7 处, 以半宽、申家窑为例, 矿床赋存于太华群不整合面上部中元古代早期的含金变质砾岩中; 熊耳山区有金矿床(点) 34 处, 其中较好的有康山、上官、祁雨沟、前河等, 围岩以中元古代熊耳群火山岩为主, 少量在太华群绿岩系中。

桐柏山地区除围山城金多金属矿带外, 尚有老湾、吉狮(湖北)金矿床。含矿围岩时代为中元古代的信阳群龟山组(Pt_2g)、大狼山群柳林组(Pt_2l)和晚元古代的歪头山组(Pt_3w)、过路湾组(Z_{1g}), 其主要含矿围岩为变质火山碎屑岩。

总体看, 从小秦岭到桐柏山赋矿围岩时代有由老变新的趋势, 即由太华群下部焕池峪组演化到晚元古的歪头山组。成矿地层时代由早到晚的推移, 可能和地台边缘的增生先后有关。

1.1.2 主要含矿地层的岩性特征

1.1.2.1 小秦岭地区为一套太古界太华群深变质绿岩系, 经受了强烈地变质和混合岩化作用, 由多种变质岩和混合岩组成。根据成岩环境、原岩建造、岩石类型等特征, 将太华群自下而上划分为焕池峪组(Arh)、间家峪组(Arj)和枪马峪组(Arg)。

(1) 焕池峪组: 组成五里村背斜核部, 为一套黑云斜长片麻岩、石墨黑云斜长片麻岩、透辉大理岩和混合片麻岩等, 原岩为沉积岩。

(2) 间家峪组: 组成老鸦岔背斜核部和五里村背斜两翼。主要由均质混合岩、黑云条带状混合岩、混合片麻岩、夹斜长角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩等组成。该组的特点是混合岩化程度高, 是含金石英脉的主要赋存层位。

(3) 枪马峪组: 组成老鸦岔背斜南翼和西阴向斜核部。下部石英岩、长石(磁铁)石英岩与斜长角闪片麻岩互层; 上部为斜长角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩及条带(痕)状混合岩等。

1.1.2.2 崤山—熊耳山地区主要由太古界太华群和中元古界熊耳群火山岩组成。

(1) 太华群为一套普遍混合岩化的变质绿岩系。上部以各种片岩、片麻岩为主, 主要由混合岩化片麻岩夹斜长角闪片岩残体、绿泥片岩等组成; 下部主要由云母石英片岩、黑云斜长片麻岩、均质混合岩、混合花岗岩等组成, 夹少许斜长角闪片岩残体, 混合岩化强烈。

(2) 中元古熊耳群为一套微变质的中基性火山岩; 安山玢岩、安山玄武岩、杏仁(大斑)安山玢岩、流纹斑岩及火山碎屑岩等。另在北部边缘元古界底部, 有一薄层含金变质砂砾岩、中粗粒石英砂岩, 夹绢云片岩或千枚岩, 在变质砾岩中含矿, 见有石英脉穿插。

据统计, 中基性火山岩占 47%, 中酸性火山岩占 38%, 其他占 15%。岩石化学成分表现富铁、高钾、低钙、 $K_2O > Na_2O$ 的特点, 里特曼指数 2.85, 属钙碱系列偏碱性岩石。

1.1.2.3 桐柏山地区含矿地层为中元古界的大狼山群柳林组、信阳群龟山组和上元古界的歪头山组、过路湾组。龟山组为一套变质火山碎屑岩, 主要由各种片岩及变粒岩组成; 歪头山组为围山城金多金属矿带的含矿围岩。主要由变粒岩、碳质绢云石英片岩、斜长角闪片岩及大理岩组成。分上下两个含矿层, 上含矿层 $Au = 8.21 \times 10^{-9}$, $Ag = 7.63 \times 10^{-6}$; 下含矿层 $Au = 26.85 \times 10^{-9}$, $Ag = 4.89 \times 10^{-6}$ (河南地调三队, 1984)。其特点是含有机碳质物普遍和黄铁矿具生物组构; 老湾矿田龟山组含金丰度 1.64×10^{-9} , 高于南湾组; 吉狮矿田围岩主要由白云钠长片岩等组成, 金丰度为 3.07×10^{-9} , 高于其他地层 $Au < 1 \times 10^{-9}$ 的丰度值(湖北八队, 1989)。

1.2 成矿物质来源及层控作用

1.2.1 成矿物质来源

金矿的物质来源,归纳起来无非两种观点:一种认为矿质来自含矿围岩本身;另一种认为金来自后期岩浆侵入带来的含矿物质。作者的基本观点是多源、多因素长期作用的结果。

纵观全局,西自小秦岭变质绿岩带,中经崤山—熊耳山微变质火山岩,东到桐柏山变质火山碎屑岩同是火山岩变质产物,说明金矿物质来自深部火山源——地幔,这是金成矿物质的原源;侵入岩和脉岩带来的成矿物质或受其影响引起成矿物质的叠加则是次要的。另外,长期暴露地表的古风化壳以及来自上覆地层由于水渗滤带来的成矿物质亦不容忽视。

1.2.2 矿源层及其控矿作用

早在1953年由克奈特首先提出“矿源层”概念:认为大多数金属硫化物原来是在某一沉积盆地的某一层位中沉积形成的,而后在地热升高和热液的影响下,这些硫化物作不同程度的转移,并在有利的构造部位和岩层中聚集成矿。据此,小秦岭—桐柏山地区由前寒武纪地层控制的金矿床,就是在一定的矿源层里生成的。为什么在其他地区相似层位没有生成金矿床呢?这是因为没有地热异常和热液的影响,不具备有利的地球化学环境和构造部位。

小秦岭变质绿岩带是公认的金矿源层,但它却是金的负异常地层,为什么会形成那么多大型金矿呢?这是多年来未达共识的难题。作者认为:物质多来源、成矿多因素的概念是,地壳经过漫长地演化,含矿岩层经受长期多种地质作用,使成矿元素在深部岩石半塑性状态下,进行地球物理、地球化学的再分配,达到物质高度分异的岩石成熟度,即“物以类聚”的程度。

小秦岭绿岩带是一套变形变质很深的各种片麻岩和混合岩类岩石,原岩为中基性火山岩。说明金在原火山岩中是均匀分布的,经过20多亿年的漫长演化——变形变质、挤压破碎、强烈混合岩化、内外热流体的溶离、搬运、沉淀以及生物化学的聚金作用等。这一系列的地质作用,使金在有利的物理-化学环境中得以高度的聚集。一般来说,一个地层(体)的成熟度越高,物质分异的越彻底,矿(金)的聚集程度越高,相应的背景值(丰度值)则越低。

崤山—熊耳山、桐柏山地区的矿源层,不论其地层(体)发育成熟度、地质作用类型、次数和强度,都远逊于小秦岭,经历的时间也短5~10亿年。因此,前者金矿床不论规模、储量、数量都不及小秦岭,但这些地区矿源层的背景值却高出克拉克值数倍到数十倍。

康山、上官、祁雨沟、围山城等形成大中型金矿是和各自特殊成矿条件有关。上官、康山金矿成矿的关键是断裂破碎蚀变的最佳发育;祁雨沟金矿是爆破角砾岩和浅成碱性岩;围山城金矿带成矿的关键是有机碳吸附和黄铁矿的生物组构,这些特征在小秦岭尚不具备。

2 构造-岩浆热事件对金成矿的控制作用

深变质绿岩带、微变质中基性火山岩及变质火山碎屑岩是前寒武纪地层控矿的矿源层,是金成矿的物质基础。而构造-岩浆热事件是金成矿的“促成剂”,三位一体相辅相成的制约关系,缺一而不能成大矿。像鸡蛋在适当温度下才能孵出小鸡同出一理。小秦岭—桐柏山地区,各类型的内生金矿都和矿源层、有利构造以及提供热源、物源的岩浆岩(脉岩)关系密切。

2.1 小秦岭地区构造-岩浆热事件的控矿作用

2.1.1 有利的区域构造环境

小秦岭位于秦岭东西复杂构造带北侧,西北靠祁吕贺兰山字型东翼,北抵太行山新华夏系南端;南北分别为小河、太要大断裂围限,中间为老鸦岔复背斜占据。在这优越区域构造环境中

生成 1100 多条含金石英脉,占全省金储量的 80% 以上。

2.1.2 不同级别、不同性质构造的控矿作用

2.1.2.1 褶皱构造的控矿作用:老鸦岔复背斜呈 280~285° 方向延伸 80 km,南北宽 10~20 km,南陡北缓,中间呈弧形向南突出,东端仰起向西倾伏,轴部和仰起端含金石英脉集中。复背斜北翼发育了次一级的西阴向斜、五里村背斜,南翼有杨砦峪向斜、八套脑背斜。

因构造应力的差异,导致褶皱西部、南翼紧闭陡峻,东部、北翼开阔平缓。由于构造-岩浆热事件的多次作用,致使深部半塑性岩层发生多次揉皱变形,使岩层产生破裂空间,为良好的贮矿场所;据研究,对称、不对称褶皱比例转有利于成矿,轴部比翼部和拐部更有利。

2.1.2.2 断裂构造的控矿作用:小河、太要断裂围限着南北边界,南侧小河大断裂切割高山河组石英砂岩,晋宁期花岗岩(γ_2)沿断裂侵入,倾向南,倾角 50°,北侧的太要大断裂东西长 80 km,波及幅度 100 余米,主断面北倾,倾角 60°,具长期活动特点。次一级为控矿冲断层、平冲断层及与其相伴生的北东、北西向扭、压扭性断裂和南北向的张性断裂。近东西向的陡倾冲断裂在区内最发育,常产生糜棱岩,系成矿前断裂。而和成矿关系最密切的是近东西向平冲断裂,倾角 20~45°,在近背斜轴部的两翼,呈叠瓦状排列,分别倾向南南西和北北东。

总体上看,断裂构造控矿表现在产状、性质及部位三方面。以断面垂直于热液流动方向的断裂利于成矿。另外,含金石英脉发育在含金糜棱岩中,两者沿走向相间出现,都可成矿体。断裂在走向转弯、追踪断裂引张、倾角变缓以及分支复合部位,常是良好的容矿构造。

2.1.3 岩浆热事件的控矿作用

2.1.3.1 岩浆活动特征:小秦岭岩浆活动在时间上,空间上以及岩石类型上都具特点,除缺海西期产物外,几乎各大岩浆旋回都有表现,其中以燕山期最盛。嵩阳期有桂家峪片麻状黑云角闪花岗岩体(γ_1)侵入,属交代成因钙碱性岩石;王屋山期约有 120 多个 1~10 km² 花岗正长伟晶岩(1553~1380Ma)顺层侵入太华群;晋宁期小河岩体(γ_2)属钙碱性花岗岩(999Ma)侵入高山河组,含金丰度 0.74×10^{-9} ,小河和桂家峪岩体组成南岩带;加里东期和印支期仅有零星浅成相的辉长辉绿岩脉(418Ma)和正长斑岩脉(213~202Ma)侵入;燕山早期,区域性辉绿岩脉(182~148Ma)多呈近东西向平行矿脉广泛侵入,晚期,由华山(130Ma)、文峪(103Ma)、娘娘山(100Ma)三个大花岗岩基组成北岩带。燕山晚期为二长花岗岩属钙碱性,显示高铝、富钠、多钙的特点。氧化系数(0.51)比前期都高,标志成岩深度变浅,属中深成相地壳重熔岩浆成因产物。再晚为区域含金石英脉(66.53~66.7Ma)大规模产出,构成小秦岭金矿的基本面貌。

2.1.3.2 岩浆热事件的控矿作用:燕山期前各类型的岩浆活动对金成矿作用影响有限。花岗正长伟晶岩含金丰度 0.76×10^{-9} ,比其他期岩石(0.55×10^{-9})略高,但变化系数 101,高出其他岩石一倍多,是导致王屋山期金活化的因素之一。燕山早期辉绿岩脉含金丰度 0.37×10^{-9} 和加里东期基性岩脉(0.36×10^{-9})同是矿田中最低者,这可能与金的转移流失有关。燕山晚期大量重熔花岗岩浆沿太要断裂南侧侵入,产生大量含矿热流体,围绕华山、文峪、娘娘山岩体形成热液源、热液径流带、热液容矿带,在高压、高温的驱动下,经对裂隙、片理、断层等围岩的溶解、交代作用,热液携带丰富含矿物质(S、Au、Ag、Cu、Fe)和挥发分(H₂O、CO₂),在距岩体 3~9 km 范围内,在中温(221~270℃)、低压、低化学电位的物化环境沉淀成矿。

2.2 崤山—熊耳山区构造-岩浆热事件的控矿作用

2.2.1 优越的区域构造环境

该区位于秦岭东西复杂构造带与太行山新华夏系的复合部位,属地台南缘华熊台隆的一部分,以洛河为界分崤山和熊耳山两个台隆。总体构造线 $270\sim 280^\circ$ 方向,由一系列褶皱、断裂和岩浆岩带组成。因受新华夏系影响,显示向南突出、向北偏转的弧形。这个特有的构造环境中赋存着构造-蚀变岩、蚀变岩-石英脉、含金石英脉、爆破角砾岩和含金变质砾岩型金矿。

2.2.2 构造特征及对金矿的控制作用

构造以断裂为主,褶皱不发育。主要断裂有北东、北西、近东西和北北东、北北西向。崤山区见有北东向的马鞍桥—申家窑、野桥河里坡根—大窑断裂带。主要由挤压带组成,局部见轻微矿化和蚀变现象;熊耳山区北东向断裂十分发育,控制盆地—隆起的基本轮廓。规模较大的北东向断裂有七里坪—星星印、焦园—狮子庙断裂等。

上述不同性质、不同规模、不同方向断裂对各种类型金矿的控制作用表现在以下方面。

2.2.2.1 从崤山—熊耳山地区金矿床(点)空间分布特征看:大断裂和不整合面控制着矿源层(体)和矿带(群)的展布。自北而南大致可分三个构造-岩浆-矿化带:北带为不整合面和大断裂控制的半宽—申家窑含金变质砾岩金矿带;中带为太华群和熊耳群不整合面和北东向构造联合控制的构造-蚀变岩型、爆破角砾岩型金矿床(点)。如上宫、虎沟、罗岔沟、宽坪、瑶沟、祁雨沟等;南带的矿床(点)分布在不整合面南东侧,与马超营大断裂的关系密切。带上自西而东分布着康山、星星印、红庄、元岭、潭头、前河、店房等金矿床(点)。

2.2.2.2 北东向断裂与马超营大断裂或不整合面的交汇部位,控制着金矿田、金矿床(点)的分布。如中带上宫、虎沟金矿产于七里坪—星星印北东向断裂与不整合面交汇处等。

2.2.2.3 北东向断裂的等距性控制着金矿床、矿脉群的产出:金矿床等距分布特征在南带表现十分显著。自西而东,康山、元岭、潭头、店房金矿床(点)依次相距20 km左右。前河金矿距东西两相邻矿床均在10 km左右,近前发现的南沟金矿点东距康山金矿约10 km。

2.2.2.4 控制金矿床(点)断裂的定向性:据对南带7个矿床(点)的研究,容矿断裂主要为北东向和北西西向,少数为北西向。赋存在北东向断裂中的矿体一般厚度较小,但沿走向稳定,边界清楚,除构造-蚀变岩外,常有含金石英脉穿插。如康山—星星印金矿床;北西西向断裂中的金矿床,规模较大,和围岩渐变过渡,沿走向不连续。但在与北东向断裂交汇部位,常形成富大矿体,矿石类型为构造-蚀变岩型。如前河、红庄、祁雨沟4号岩体。

2.2.2.5 断裂分支复合或断面产状变化处控制矿体产出:断裂分支复合控矿是较常见的现象,在康山、元岭、红庄、瑶沟等金矿区均见这种现象。断面产状对矿化富集的控制,主要表现在成矿阶段,断裂活动在某些部位形成扩容空间。如矿脉沿走向转弯处或倾角变化处。

2.2.2.6 在成矿期内,构造应力场的变化,使原断裂性质发生改变,反映到成矿作用上,就是不同成矿阶段形成不同矿石类型的矿体。如康山矿区,第一成矿阶段在北北东、北东、北东东方向的断裂中普遍形成含金黄铁绢英岩;第二、三阶段,在西部北北东向陡倾断裂中,形成不连续的含金黄铁石英脉,而第一阶段的黄铁绢英岩常呈角砾状被石英脉胶结,显示张剪的活动特征。一般说来,陡倾断裂组中矿石为构造-蚀变岩型,在与同向缓倾断裂交汇处形成楔状黄铁石英脉富大矿体,显示陡倾组断裂在该阶段发生逆冲,而缓倾断裂则被动地形成“入”字形虚脱空间,断裂活动的差异,导致成矿特征的不同。

2.2.3 岩浆热事件对金成矿的控制作用

2.2.3.1 岩浆活动特征:加里东期(变辉绿岩脉)至燕山期均有活动,尤以燕山期最强烈,见于

早、中晚两个旋回。早期主要为钙碱性岩脉,中晚期为钙碱质中酸性、酸性岩。岩石类型主要有黑云母花岗岩、花岗斑岩、花岗正长斑岩、石英斑岩等。脉岩主要有磁铁伟晶岩脉、花岗斑岩脉、正长斑岩脉、基性岩脉、长英岩脉等。在空间上显示南强北弱、东强西弱的特点。依据空间分布及与构造、矿化关系,自北而南划分三个岩浆岩带:北带有燕山晚期的后河似斑状花岗岩、卧龙沟、九路沟花岗斑岩以及张家沟花岗岩等小岩株侵入;中带较大的有花山巨斑黑云母花岗岩(125Ma)、好坪黑云角闪花岗岩(110Ma)。中带以规模大、岩体多、和矿化关系密切为特点;南带有合峪花岗岩(?)及老庙斑状角闪花岗岩正长岩(128Ma)侵入。

2.2.3.2 岩浆热事件的控矿作用表现在:①空间上花山花岗岩体为不同类型的金矿床(点)包围。如祁雨沟爆破角砾岩型金矿群,上官、康山构造-蚀变岩型金矿等;南带的前河、店房和北带的申家窑、半宽金矿也和花岗岩有关;②热能、物质的交换作用:大规模燕山期花岗岩侵入后,富含高压、高温挥发分和部分含矿物质的热流体,在各种构造空间聚集,当内外力平衡遭到破坏,使在岩体外围一定范围内产生许多爆破角砾岩体。由于释能、降温、减压,热流体和岩屑发生物质交换,加上岩浆和构造活动的脉动性,使过程反复多次,终使角砾岩体在最有利部位成矿;③多数爆破角砾岩体应视为深部花岗岩的同源异相体。在雷门沟、祁雨沟等角砾岩体中常发现花岗质胶结物;又据角砾岩、构造-蚀变岩及石英脉型金矿同位素组成、石英包体成分、成矿溶液 pH、Eh 值、石英热发光性及微量元素组合特征的相似性等证明,三种类型金矿为同源异相物,都和花岗岩有成因联系。

2.3 桐柏山区构造-岩浆热事件的控矿作用

2.3.1 独特的区域构造环境

桐柏山位于秦岭东西复杂构造带东段南支,介于南阳与吴城盆地间的桐柏隆起带上。隆起经长期复杂的构造演化,形成了桐柏山金多金属成矿带(区)。地层为一套分布广泛的中晚元古代变质火山碎屑岩系,断裂发育、变形强烈,基性、酸性岩浆多次侵入,为金成矿良好环境。

2.3.2 构造特征及其对金矿的控制作用

区域构造线方向 300°左右,褶皱、断裂相随形成,相伴发育,共同控制金矿床的演化。

2.3.2.1 褶皱构造特征及其控矿作用:次一级褶皱自南而北有庙对门向斜、彭家寨背斜、大枣沟—碾盘沟向斜、河前庄背斜。背、向斜间多为平行断裂分割,造成地层上不连续。老湾金矿南北为庙对门向斜与彭家寨背斜所夹。河前庄背斜由歪头山组及上覆大栗树组组成背斜核部及两翼,矿带受其控制呈东宽西窄带状沿北西西向 25°倾角向北西倾伏。次级拖拉褶曲发育,常成贮矿有利空间。背斜转折端下部平缓圆滑,上部尖棱紧闭,中部鞍状虚脱恰为矿体所据。上述背斜产态显示对矿床形成和矿体产状的双重控制作用。背斜枢纽倾伏由缓变陡交替部位,为有利赋矿空间或矿化地段。因此,背斜枢纽向北西倾伏角起伏变化与两翼挤压幅度及层间挤压破碎带发育程度,对矿体形态、产状与矿石类型、金品位变化等都有明显控制作用。

2.3.2.2 断裂构造特征及其控矿作用:在围山城、老湾、吉狮矿田断裂构造的主要形式是挤压破碎带,以北西西向一组规模最大,连续性强。河前庄背斜北东翼的破碎带,常与碳质绢云石英片岩(能干性弱)、变粒岩(能干性强)互层相随,在构造应力场中,前者表现以塑性形变产生拖拉褶曲;后者则多产生挤压透镜体或断层角砾,晚期脆性断裂发育。老湾矿田由老湾和松扒断裂所夹的构造破碎带组成,矿化主要沿平行边界断裂的云母石英片岩分布,以浸染蚀变岩型和细网状石英脉型产出。吉狮矿田的构造挤压破碎带中,韧性流动现象发育,矿化与构造同期形

成沿走向不连续,以交代或充填形成浸染状蚀变岩型和石英脉型矿石。

2.3.3 岩浆热事件对金成矿的控制作用

岩浆岩种类繁多,并有多旋回多期次侵入的特点。自北而南围山城北侧为海西早期桃园黑云母花岗岩体(γ_1')侵入,K-Ar 年龄为 370Ma;矿带西端为燕山晚期梁湾似斑状花岗闪长岩体($\gamma_2^{\text{斑}}$)所截,K-Ar 年龄 117Ma;老湾金矿南侧有带状老湾黑云母花岗岩(γ_2),同位素年龄 295Ma,老湾岩体中见有 100Ma 的花岗岩株插入。吉狮矿田西北缘为七尖峰花岗岩(γ_3),同位素年龄 175Ma。另外,伴随大岩体侵入的脉岩有基性岩脉、花岗斑岩脉、正长岩脉、石英钠长斑岩脉、石英脉等。岩脉呈脉状、透镜状及岩墙状产出,除带来少量含矿物质外,还为地层中分散矿质的活化、迁移、聚集提供了热能和化学能。

岩体与矿床(带)距离多在 1~5 km 范围内,据栾世伟等研究认为花岗岩体边缘 3~5 km,是金成矿的最佳距离。凡岩体的 $\text{SiO}_2 < 75\%$ 、 $\text{TiO}_2 > 0.2\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 > 13\%$ 、暗色元素氧化物总量高于 4.5%者,有利于金矿化。据统计,桐柏大部花岗岩满足上述条件。桃园花岗岩中含金在 0.1~0.5g/t,最高达 1.5g/t,老湾岩体中金丰度达 0.026×10^{-6} ,由老湾岩体派生的花岗斑岩脉含金丰度达 0.36×10^{-6} ,局部见金矿化。七尖峰岩体化探显示 Au、Mo、W、Cu、Pb、Zn 异常。

综上所述说明岩浆的热源作用在增温同时,也增强了成矿元素的活化迁移能力,并将热液注入围岩,增加了流体的含矿量和活化力,使成矿热液在岩浆热源一定范围内,沿低能位的构造有利部位沉淀,使矿化叠加富集成矿。

3 地层构造岩浆岩控矿机制及成矿模式

地层原岩金丰度是成矿的物质基础,而构造、岩浆作用加速了分散金的聚集就位过程。总的遵循以下成矿演化过程:原始矿源层(体)中的晶格金 $\xrightarrow{\text{经过}}$ 变形变质作用矿物重结晶 $\xrightarrow{\text{生成}}$ 衍生矿源层中的粒间金 $\xrightarrow{\text{经过}}$ 氧化溶离作用 $\xrightarrow{\text{生成}}$ 粒间溶液中的离子金 $\xrightarrow{\text{经过}}$ 地球化学络合作用 $\xrightarrow{\text{生成}}$ 成矿溶液中含金络合物 $\xrightarrow{\text{经过}}$ 物理化学梯度迁移作用 $\xrightarrow{\text{生成}}$ 沉淀富集叠加金矿床。

3.1 地层构造岩浆岩控矿机制

以地层为基础,以时间为轴线,在小秦岭—桐柏山金成矿区范围内,借助于构造-岩浆热事件对成金矿床的诱导就位作用,分五个演化进程分述如下。

3.1.1 太古代中基性火山岩建造及金的基本矿源层

早在嵩阳运动(2500~2000Ma)之前,华北地台南缘的小秦岭、崤山—熊耳山及桐柏山地区,已发育了一套中基性火山岩夹陆源碎屑建造,经后期的变形变质作用生成太华群绿岩系。绿岩系含金丰度(表1)皆低于地壳克拉克值(3.5×10^{-9})。

为什么金低丰度绿岩系会成大型金矿呢?太华群绿岩含金丰度低不能代表原岩含金丰度也低,因为绿岩是原岩经过长期强烈变质的产物,原岩中的金已经变质活化迁出而贫化。

古火山岩建造形成以后,在嵩阳运动的强烈影响下,区内构造应力场的方向多次改变,致使地层至少发生了三次强烈的塑性变形(在小秦岭尤其如此),初步奠定了太华群褶皱的基础,自西而东形成了近东西向的小秦岭、崤山—熊耳山、桐柏山隆起。构成东秦岭东西复杂构造带南北分野,以桂家峪岩体的侵入结束了太古代地质活动历史。

表1 太华群不同岩性含金丰度($\times 10^{-9}$)

Table 1 The gold-bearing abundances the different lithology in Taihua Group

岩性	小秦岭	崤山	熊耳山	祁雨沟	鲁山瓦屋
斜长角闪岩	2.1(3)		1.4(5)	4.087(15)	3.2(5)
角闪斜长片麻岩	1.9(1)		1.6(37)	2.388(24)	1.5(5)
黑云斜长片麻岩及变粒岩	2.5(24)	2.2(12)	1.8(19)	2.313(19)	2.9(8)
混合岩类	2.2(17)		1.5(8)	2.441(29)	1.5(1)

注:括号内为样品数,表中资料据邵克忠等,1992

3.1.2 中元古王屋山期中基性火山岩建造及其成矿意义

早元古代太华群基本上处于长期风化剥蚀状态。直到中元古代王屋山期(1900~1400Ma),崤山—熊耳山及豫西广大地区发生了强烈的火山喷发,使基底覆上数千米厚的中基性火山岩,同时导致小秦岭区广泛花岗正长伟晶岩的侵入,区域变质作用进一步加强,混合岩化、甚至花岗岩化也在一定深度内发生;南北两侧的断裂也开始活动。中元古代在桐柏隆起南北两侧除大狼山群、信阳群变质火山碎屑岩建造外,也有相应的断裂沿走向切割地层。到晋宁早期(1400Ma),在南部熊耳群火山岩之上沉积了蓟县系高山河组的陆源碎屑建造,晋宁晚期(1000~600Ma)有小河花岗岩侵入蓟县系。王屋山期各种地质作用将为金的第二矿源层的形成、金的活化迁移、初步富集准备了良好的物质来源和成矿条件。

3.1.3 中晚元古代金的矿源层向桐柏山地区转移

中晚元古代只在桐柏山地区桐柏山群(Artn)的两侧堆积了一套中基—中酸性火山岩、火山碎屑岩、夹少许沉积岩夹层,构成了区内第三矿源层。这套矿源层特点十分明显,尤其歪头山组的碱质绢云石英片岩、变粒岩等金的丰度特高($Au=26.85 \times 10^{-9}$)。这些矿源层遭受变形变质和热力作用后,内部金元素活化、迁移出来,为矿床的形成提供了丰富的物源。

3.1.4 加里东—印支运动对金成矿的影响

古生代以来,构造运动除影响区域变质和韧性剪切变形外,也有少量海西期花岗岩的侵入和加里东基性岩脉的穿插。总的趋势是强烈的构造运动逐渐向南向东转移。西部华熊台隆除长期处于剥蚀状态外,变质作用也十分微弱(熊耳群火山岩仅为轻微变质低绿片岩相),但东部的桐柏山地区不仅有广泛的变质作用,而且韧性变形作用也十分强烈,同时伴有海西期桃园、老湾花岗岩体的侵入。

在构造动力、变质和岩浆热力的驱动下,使岩层中的 H_2O 、 SiO_2 、 CO_2 等具有流动性的含矿热液,携带Au、Ag的络合物沿低压带迁移,形成低品位的蚀变岩型矿石,最高达5g/t。

3.1.5 中生代燕山运动促成金矿成熟期

燕山期岩浆活动特点是广泛而强烈的偏碱性花岗岩的侵入和各种脉岩活动。对金成矿提供了热源、热液和矿质,一般围绕大花岗岩体3~9km内形成6km宽的成矿蚀变晕圈。

由于受新华夏系的影响,构造以北东和北北东向为主,褶皱多表现为短小的北东向横跨小褶皱;断裂表现了对东西向断裂的复合或追踪,或产生新的北东、北北东含矿构造。

总之,燕山运动对成矿的影响是巨大的,这是由于大规模的岩浆活动、褶皱和断裂的叠加和复合,各种岩脉的穿插(尤其辉绿岩脉),增加了矿质的来源和含矿流体的活动能力,使原来已达初步富集的矿坯(胎)一跃而成矿体。

3.1.6 新生代表生氧化富集期

新生代成矿后的各种构造活动,一般对矿是起破坏或贫化作用的。但也不尽然,在原生金矿或多金属伴生金矿床上部,往往由于矿后裂隙发育,加上富含 CO₂ 地下水的溶滤氧化作用,形成氧化富集带。例如小秦岭大湖峪金矿。

3.2 成矿模式试探

河南小秦岭—桐柏山地区金成矿模式(图 1)的基本特点表现在以下几个方面。

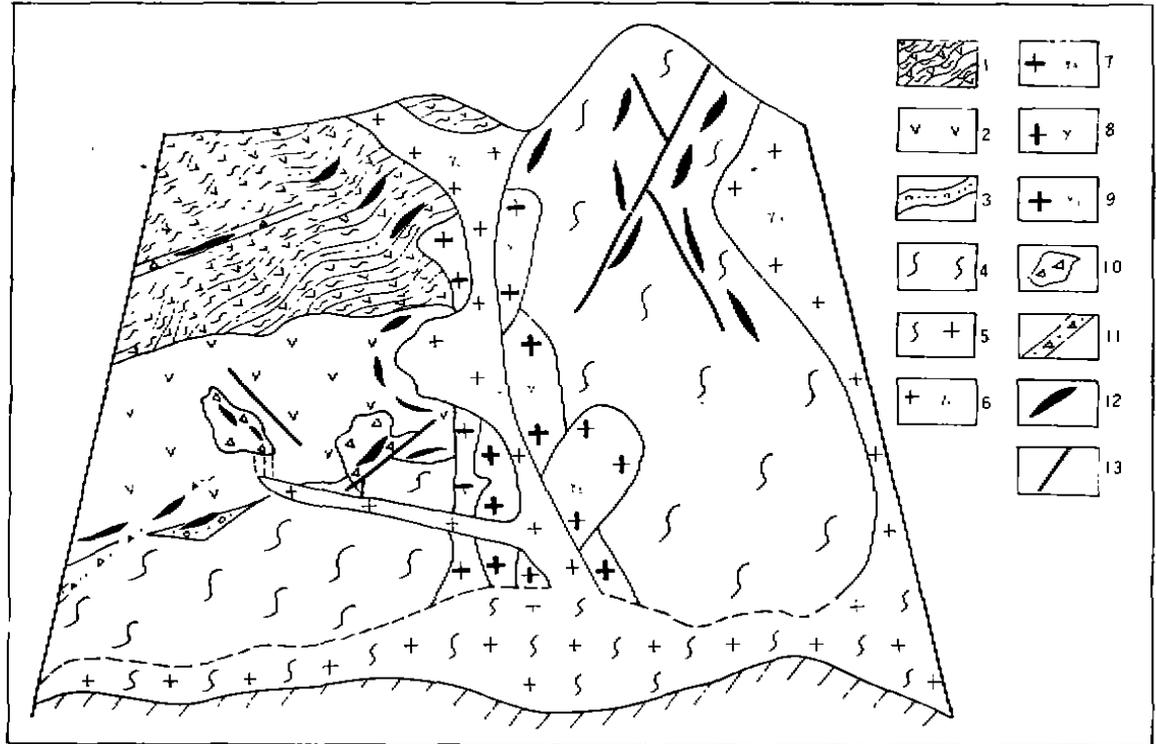


图 1 小秦岭—桐柏山地区金矿成矿模式图

Fig. 1 The ore-forming model of gold deposits in Xiaolinling - Tongbasishan areas

1—上元古界变质火山碎屑岩;2—中元古界微变质熊耳群火山岩;3—含金变质底砾岩;4—太古界变质绿岩系;5—陆壳重熔花岗岩岩浆源;6—燕山期花岗岩;7—海西期花岗岩;8—晋宁期花岗岩;9—嵩阳期花岗岩;10—裸露角砾岩体;11—破碎蚀变带;12—金矿体;13—断裂带

(1)成矿区(带)位于地台或褶皱系边缘,并受邻区构造体系的作用和影响;

(2)成矿地层时代仅限于前寒武纪的太古代和中,晚元古代。以太古代最好,中,晚元古代次之,且表现由西北向东南、从早到晚推移的规律;

(3)成矿岩性以变质中基性火山绿岩系为最佳,一般变形变质程度越高矿化越好,以不超过花岗岩化为标准。因一旦达到花岗岩化(超变质)以后,金在岩浆中又重新均一分散;

(4)含金岩系(矿源层)的丰度值对地壳克拉克值来说,可以是高丰度值,也可以是负异常,负异常者矿化反而更好,这是由于与金被活化带出有关。如小秦岭地区表现最为典型;而高丰度的金矿化是“就地取材”的结果,在桐柏山围山城矿带特点十分突出;

(5)成矿以复背斜和背斜轴部或缓倾翼最为有利。如老鸦岔复背斜轴部及其北翼,河前庄背斜轴部。多次变形小褶曲的末次变形对成矿较为有利;

(6)区域控矿断裂以长期活动的近东西向和燕山期发育的北东向两组最为有利,前者控制矿带、矿田;后者控制矿床、矿体;

(7)韧性变形和糜棱岩化,为捕(赋)矿创造条件,后期脆性断裂和糜棱岩的角砾化作用,形成开放-半开放低压容矿空间,对含金流体在降温、减压物化环境中沉淀富集十分有利;

(8)燕山期偏碱性花岗岩更有利,这与新近世界大型金矿和碱性岩有关的成矿理论相佐;

(9)王屋山期花岗正长伟晶岩脉和燕山早期辉绿岩脉(部分煌斑岩脉)和金成矿有空间和成因上的联系。一是脉岩偏碱性来自幔源;二是含大量挥发分;三是带来含矿物质和热能;

(10)太华群与熊耳群的不整合面也是金成矿的因素之一,它除了具有断层的某些特点外,还独具形成风化壳含金变质砾岩金矿功能;

(11)爆发角砾岩加上偏碱性浅成花岗岩、正长岩脉,并借助于北西、北东向构造条件,是爆发角砾岩型金矿控矿的最佳因素。

(参考文献略)

THE CONTROLLING CHARACTERISTICS OF THE STRATA, STRUCTURE AND MAGMATIC ROCK TO THE GOLD DEPOSITS AND METALLOGENETIC MODEL IN XIAOQINLING -TONGBAISHAN AREAS

Pen Wanfu

(Institute of Geological Sciences of Henan Province)

Abstract

The gold deposits in Henan Province distributed chiefly at Xiaoqinling area, secondary at Tongbaishan, Xiaoshan, Xiong'ershan areas. The ore-bearing strata are gneiss-migmatite, schist-leptynite and light metamorphic green-schist of Precambrian. The protolithes all belonged to intermediate-basic volcanic rocks and volcano-sedimentary rocks within them. The structures controlling ore are mainly approximate EW trending and NE trending. The magmatic rocks that have close relation with the ore-forming process mainly consisted of granite of Yanshanian and related dike rocks. Proceeding from the ore-controlling characteristics of the strata, structure and magmatic rock, the author discovered the metallogenic model of the gold deposits in the Xiaoqinling-Tongbaishan areas passed through the analysis on the mechanism of gold deposits.

key words source bed, maturity of ore-bearing rock, structure-depressurization-flash, function of magmatic heat, multiple sources of metallogenic matter, multiple factors of ore-control, Xiaoqinling-Tongbaishan areas