



秦岭勉略宁地区金成矿规律及找矿方向*

马建秦 李朝阳

张复新 汪军谊

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳)

(西北大学地质系, 西安)

提 要: 秦岭勉略宁地区的金矿床属改造型金矿床, 可以划归两个亚类。它们都是在秦岭造山带陆内造山和造山期后构造-热液作用下改造富集成矿的。本文从大地构造背景及含金建造形成、金改造成矿的动力学背景, 以及金矿床的地质地球化学特征、分布和成矿作用演化, 探讨了研究区金成矿规律和找矿方向。

关键词: 成矿规律 找矿方向 勉略宁地区 秦岭

勉略宁地区是指由秦岭勉略缝合带(张国伟等, 1995)、勉县-阳平关断裂带和甘-陕省界所围限的三角形地带。其中已发现有煎茶岭大型金矿床、东沟坝和铔厂沟中型金矿床、李家沟小型金矿床和金矿点十几处(如金洞子、干河坝、吴家河、旧房梁等)。在汉江和嘉陵江及其支流有数处小型砂金矿床, 该地区是这两条河流中砂金的重要源区(侯进仓, 1993)。在该地区的主要地层单元中均有金矿床或金矿点发现, 显示了良好的金矿勘查前景。

1 研究区大地构造背景及含金建造的形成

研究区的大地构造背景在地史时期有几次大的变革, 演化较复杂。在晚太古代、中-新元古代和泥盆-三叠纪分别发育了含金建造。

在太古代陆核形成阶段, 研究区发育了属于花岗-绿岩地体的鱼洞子群。根据扬子地块发育崆岭群、康定群(张本仁等, 1994; 袁海华等, 1987)和后河群(何大伦等, 1995)等晚太古代结晶基底岩系, 鱼洞子群很可能是扬子地块的结晶基底岩系。在鱼洞子群的表壳岩系中发育阿尔戈马型和苏必利尔湖型两种含铁建造。其中赋存阿尔戈马型铁矿的变火山-沉积岩系构成该地区的第一个含金建造。

对应于秦岭造山带元古代过渡性基底(张国伟等, 1995)形成阶段, 研究区发育了碧口群。目前, 碧口群产出的地质背景、性质、层序划分及其时代尚存争议(如张国伟等, 1995; 王根宝, 1995、1996; 卢一伦, 1997)。但是根据扬子地块北部在中-新元古代广泛发育与碧口群类似的基底岩系, 如武当群、陇西群、耀岭河群、刘家坪群(组)、三石花群、西乡群、火地垭群(张宗清等, 1997; 张宏飞等, 1997)、神农架群等。在研究区, 不整合于这套过渡性基底之上的震旦纪盖层可与扬子克拉通广泛发育的震旦系对比; 最近一些有关松潘-甘孜地区基底岩系的研究(何大伦等, 1995; 徐士进等, 1996)表明, 在元古代它们是扬子地块北缘的一部分。可以推断, 研究区在元古代是位于扬子地台北缘。在碧口群中-上部的长英质火山-沉积建造中发育海底火山-喷气(流)成因块状硫化物矿床和喷流岩。这一层序是三角地区内部最重要的含金建造。

* 国家“九五”攻关项目资助(编号: 96-914-02-04-05)

马建秦, 男, 1969年生, 博士, 矿床地球化学专业。邮政编码: 550002

在秦岭造山带转入板块构造体制, 扬子地块北缘演化为被动大陆边缘(张国伟等, 1995、1996), 研究区发生了在区域拉张背景下的块体式隆升, 缺失寒武系一下泥盆统。

在中泥盆世, 勉略缝合带打开形成有限洋盆, 秦岭微板块从扬子板块北部独立出来(张国伟等, 1993、1995; 李曙光等, 1995)。在三角地区内部发育了中-上泥盆统踏坡群和石炭系略阳灰岩。而在勉略主缝合带中发育泥盆系一中三叠统, 其中火山(凝灰)-沉积岩系(三河口群)是重要的含金建造。

2 研究区金改造-富集成矿的动力学背景

由上述大地构造背景可知, 从震旦纪至中三叠世, 研究区不可能发生区域性变形作用, 并且至少在晚古生代处于区域性拉张-裂隙环境。因此, 研究区金改造富集成矿作用应发生在印支或燕山期。

秦岭沿勉略缝合带的俯冲-碰撞作用发生在晚印支期($215 \times 10^6 \sim 200 \times 10^6$ a)(李曙光等, 1995; 张国伟等, 1995、1996)。在该过程中, 勉略缝合带发生强烈变形, 形成了勉略蛇绿混杂带, 发育近直立的透入性 S_1 面理。在三角地区内部, 盖层发育圆柱状褶皱, 过渡性基底(碧口群)发育透入性 S_2 面理(主要是滑劈理)。研究区已有金矿床的控矿构造切割了该期面理, 可以认为这一期变形不是该地区主要的金成矿构造。

在秦岭造山带陆内造山过程中, 早燕山期, 在南秦岭发育了巨大的由北向南的逆掩推覆构造, 形成了勉略缝合带和三角地带现今构造-岩片系统的主体格架(王根宝等, 1996、1997; 陈家义等, 1997; 张国伟等, 1997; 何建坤等, 1997)。该期变形也是三角地带三个超基性岩带(包括煎茶岭、黑木林和峡口驿超基性岩体)最终构造成位的动力。该期变形大致在 184×10^6 a, 此时, 扬子地块北缘的汉南结晶基底岩块呈凸出部位已有显示(王根宝等, 1996、1997)。

在晚燕山期, 总体上南秦岭发育高角度的由北向南的逆冲推覆构造。期间汉南杂岩呈凸出部位基本定型, 扬子地块北缘不同性质的块体向北运动的差异性更加明显。勉略宁地区不同块体或岩片的运动学特征有较大差异。在陈家坝-茶店一线发育走滑变形带, 发育倾竖褶皱带(王永和等, 1996); 其北, 在不同岩片(块体)间发育高角度的NW、NWW向左行斜冲变形带; 其南, 变形带呈NE向展布, 变形强度不及北部。这期变形是研究区金改造富集成矿的直接动力。

在上述过程中, 三角地区内部和缝合带中发育了中酸性岩体和岩脉、基性岩脉。研究区的金成矿主期变形及蚀变(或同期构造)切割或改造了它们。对金成矿作用来讲, 这些岩体和岩脉的发育反映了一种有利于金成矿的区域动-热背景。

由上可知, 金改造成矿主要受控于秦岭造山带燕山期的构造-热事件。早燕山期的推覆变形作用形成的岩块-构造岩片镶嵌分布格局基本上决定了金矿床的宏观分布规律; 晚燕山期的高角度斜冲构造变形、走滑变形及其有关蚀变、矿化直接控制金矿体或矿化富集部位。

3 金矿床主要地质地球化学特征及其成因类型

研究区已发现的金矿床都具有改造富集成矿的地质地球化学特征(表1), 均属改造型金矿床, 晚燕山期的构造-热液作用直接控制矿化富集部位。但是它们的成因却有较大差异。结合前人资料, 将其划归两个亚类: ①煎茶岭和李家沟金矿床划归一个亚类, 在空间上与超基性岩体或基性岩脉有关, 类似于构造蚀变岩型金矿床; ②东沟坝和铍厂沟金矿床划归另一个亚类, 具有火山喷气(热液)沉积-改造型金矿床成因特征。

4 研究区金矿床(点)分布特征

总体上, 研究区现有金矿床(点)具有下列分布特征:

(1) 金矿床(点)分布可分为四种: ①勉略缝合带(如铍厂沟金矿床、干河坝金矿点、吴家河金矿

表 1 勉略宁地区金矿床主要地质地球化学特征

矿床 对比内容	煎茶岭	李家沟	东沟坝	铤厂沟
主要容矿地层	震旦系灯影组白云岩	震旦系灯影组白云岩	中-上元古宇碧口群变石英角斑岩、凝灰岩、沉积岩	泥盆系一中三叠统(?)三河口群细碧岩、凝灰岩、变沉积岩改造
改造富集期的主要控矿构造	NW—NWW 向高角度左行斜冲断裂带(F ₁ ⁴⁵)	NE—NNE 向左行斜冲断裂带(F ₂)	与推覆-走滑变形有关的近 EW 向韧-脆性复合剪切带	
金主要改造富集时间	燕山晚期	燕山晚期	燕山晚期	燕山晚期
与岩浆(岩)作用的关系	金矿床主体产在超基性岩体与白云岩接触带中。金成矿主期晚于岩体的侵位和主要蚀变,也晚于矿区基性岩脉、中酸性岩体(脉)的侵位	金矿床(体)在空间上与基性岩脉伴生。金成矿主期晚于岩脉的侵位,在蚀变基性岩脉的局部也有金矿化	在容矿地层形成时期,发育海底火山喷气(流)沉积作用,形成含金、银的铅-锌-重晶石贫矿体	在容矿地层形成时期,发育海底火山热液作用,形成含金建造或矿源层
金改造富集成矿作用的典型矿化-蚀变组合	微细脉-浸染状黄铁矿(毒砂)化-硅化	细脉-浸染状黄铁矿化-硅化	细脉-网脉状硫化物化-硅化	细脉-网脉状黄铁矿化-硅化
代表 Au 改造富集成矿的元素组合	Au、As	Au、As	Au、Ag、Pb、Zn、Ba	Au、As、(Cu、Zn)
硫化物硫同位素特征	离散性较大,和镍矿床中硫化物(47 件平均 +9.4‰)相比,金矿床中硫化物富集重硫,变化于: +6.3‰ ~ +23‰ (22 件平均 +14.2‰)。金矿化带中硫化物构造带中与蛇纹岩化和石英菱镁岩化等蚀变有关的硫化物、与钠长斑岩(或钠长石化)有关的硫化物的硫同位素值相似	离散性较大,和弱蚀变基性岩脉中硫化物相比,金矿化主期硫化物富集重硫,但是与强蚀变基性岩脉中硫化物的硫同位素值(8 件平均均为 +11.7‰)相近。其中金矿化主期硫化物硫同位素变化于 +9.8‰ ~ +15.1‰,28 件平均均为 +13.1‰	离散性较大,变化于: -1.24‰ ~ +12.4‰ 主要集中于 +1‰ ~ +7‰	离散性较小,变化于: -2.7‰ ~ +4.6‰ (12 件平均均为 +1.24‰)
铅同位素特征	变化较大,金矿石与矿区其他岩石、镍矿石的铅同位素组成差异较大。其中金矿石的铅同位素组成为 ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 17.17 ~ 19.66; ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 15.2 ~ 15.76; ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 36.67 ~ 38.95	无资料	具普通铅特征,矿石、岩石及矿物的铅同位素组成基本一致 ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 16.71 ~ 17.15; ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 15.43 ~ 15.73; ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 36.95 ~ 37.89	具普通铅特征: ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 18.07 ~ 18.12; ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 15.45 ~ 15.54; ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb: 38.11 ~ 38.69
金改造富集期流体包裹体均一温度	190 ~ 230 ℃	185 ~ 235 ℃ (8 件平均 208 ℃)	200 ℃ 左右	210 ~ 240 ℃ (5 件平均 220 ℃)

注:引自陈民扬和庞春勇(1994)、甘先平等(1995)、罗才让等(1987、1991)、吴闻人等(1995)、邱国柱等(1993)、白忠(1995)、何大伦(1995)的资料

点、山岔子金矿点等); ② NW—NWW 向展布的岩块内部(如金洞子金矿点)或岩体-构造岩片的接触带中(如煎茶岭金矿床); ③ 近 EW 向的变形带中(如东沟坝金矿床、铜厂金矿点); ④ NE—NNE 向展布的变形带中(李家沟金矿床及其外围金矿点、旧房梁金矿点)。

(2) 金矿床的控矿变形带都具有韧-脆性剪切变形特征, 大致可以分为两种: ① 变形带是多期叠加或继承性演化的产物, 不同期次构造以小角度相交, 变形带呈近 EW—NWW 展布。如东沟坝剪切带, 铍厂沟剪切带和勉略缝合带中控制金矿点的剪切变形带; ② 直接控制金矿床(点)的变形带是高角度的斜冲构造, 一般和早期构造的交角较大, 呈 NWW—NW 或 NW—NNE 向展布。如控制煎茶岭金矿床主体的 F_1^{45} 断裂带、控制李家沟金矿床主体的 F_2 断裂带和控制金洞子金矿点富集部位的构造等。

5 金矿床改造富集成矿和蚀变序列特征

虽然研究区金矿床的成因和控矿构造存在差异, 但是从金改造富集成矿作用在变形和蚀变序列中发育的时间来看, 它们有很大的相似性。这在下列两方面有较好的反映。

(1) 控制金矿化富集部位或富矿体的构造是区域上高角度斜冲或走滑变形期产物; 而对应于区域性推覆变形的构造一般不控矿(如煎茶岭和李家沟金矿床、金洞子和干河坝金矿点等), 或只是控制贫矿体或矿化体的分布(如铍厂沟和东沟坝金矿床)。

(2) 相应地, 早期蚀变复杂、分布广; 与金矿化富集直接相关的蚀变较简单、分布局限, 多呈线状分布、规模较小。同样, 从早期到晚期, 与矿化蚀变有关的元素组合异常也有类似的特征。

6 找矿方向

研究区金矿床的上述特征是选择进一步勘探区段的地质基础。另外, 研究区具有基底岩块-岩体-盖层岩片镶嵌分布的地质格局。在布格重力异常图和航磁异常图(李百祥, 1997; 刘光鼎, 1998)中分别有高、低和正、负相间的格局。这与秦岭造山带在陆内造山期间深部物质与中浅层次物质交换的地质地球化学背景(张本仁等, 1994; 张宏飞等, 1997)一致。相应地, 在矿化带中或构造-热液蚀变带中, 地球化学异常往往显示多种(期)热液作用的叠加, 多种地质体的特征元素组合叠置。只有从中解析出金改造成矿主期的元素组合, 才能有效地评价矿化带。例如, 在煎茶岭金矿床中, 金矿化带中发育 Au、As、Ni、Co、Cr 元素组合异常, 在有钠长斑岩脉发育的部位还可能有 Cu 和 Zn 异常。而只有 Au 和 As 组合异常才代表金改造成矿矿化热液的叠加, 并且以微细粒含金富砷黄铁矿-含金富砷黄铁矿增生环带(-毒砂)矿物相为标志。

7 结论

(1) 研究区含金建造的形成及其分布、金成矿作用受控于秦岭造山带的形成与演化, 燕山期的构造-热事件控制金矿床的分布和最终富集成矿。

(2) 金矿床具有改造富集成矿特征, 它们改造成矿的区域动力学背景是一致的。

(3) 金矿床均属于改造型金矿床, 可以归入两个亚类: ①以煎茶岭金矿床为代表, 产于不同性质构造岩片的接触带中, 具有构造蚀变岩型金矿床的特征; ②以东沟坝金矿床为代表, 产于火山(凝灰质)-沉积建造中, 具有火山喷气(流)沉积-改造成因特征。

(4) 金成矿靶区优选应考虑下列三个方面: ①含金建造中的印支-燕山期韧-脆性递进演化序列叠加复合部位; ②勉略缝合带和三角地带内部不同性质的构造岩片的接触带中的构造-热液蚀变带; ③从矿化带综合地球化学异常中解析出金改造成矿主期元素组合异常。

(5) 勉略缝合带的西部、三角地区内的茶店—东沟坝近 EW 向剪切带及其以北地区有较好的找矿前景。

(参考文献略)