

5-9

秦岭造山带沉积岩容矿金矿床地质特征和矿床成因

刘国平

(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所·北京·100012)

p618.510.2
p618.510.1

讨论了秦岭造山带沉积岩容矿金矿床的地质背景、地质特征和矿床成因。认为俯冲碰撞过程中形成的浊积岩系是金矿的主要矿源层,在金矿源层原始沉积时,热水沉积起了重要作用。在褶皱造山过程中,金元素发生了活化、再分配,在层间破碎带、构造片理化带、剪切带等处发生了富集。在印支—燕山期岩浆侵入作用的热驱动下,金矿最终在有利构造部位定位、富集成矿。

关键词 秦岭造山带, 沉积岩容矿, 金矿床, 泥盆系

矿床成因

秦岭造山带古生界及中生界沉积岩容矿金矿床的勘查和研究工作始于70年代。首先在陕西太白县找到了双王金矿,之后开展了镇安二台子铜矿点的金矿找矿评价,此两处金矿床的赋矿主岩均为钠长石化角砾岩,这是一种较为独特的金矿类型,当时研究的焦点主要集中在含金钠长石化角砾岩。并认为该矿床成因与碳酸盐岩浆热液有关^[1]。80年代中期在甘肃礼县发现了李坝金矿,该矿位于中川花岗岩岩基北侧约2km处,对其成因的解释主要是岩浆热液观点^[2]。80年代中后期随着微量金分析技术的突破和微细粒浸染型(卡林型)金矿概念引入本区,该区逐渐成为国内金矿找矿的热点地区之一。所发现金矿床、矿点的赋矿主岩具较宽的时代范围,从寒武纪至三叠纪,但北矿带金矿主要赋存于中上泥盆统地层中,并且其空间分布与铅锌矿床有一定的关系。

1 地质特征

1.1 大地构造特征

晋宁期秦岭经历了拉张和裂解,使华北板块与扬子板块分离。在泥盆纪至石炭纪,古特提斯的进一步扩张,使得在现今的勉略—大巴断裂带附近形成了裂谷带,该裂谷带

是古特斯北缘的一个新的分支,它使秦岭板块与扬子板块分离,并逐渐变为另一个具有俯冲和碰撞特征的南缝合带。因此,泥盆纪时,秦岭成为一个独立的岩石圈板块。由于晚泥盆世—石炭纪华北板块与秦岭板块之间的碰撞,秦岭造山带北侧的秦岭初生洋逐渐缩小,变为残留海盆,在中三叠世时最终关闭。随后秦岭造山带南侧的勉略初生洋因扬子板块与秦岭板块碰撞而关闭^[3]。秦岭造山带目前区内发现的金矿床、矿点主要沿秦岭造山带南、北两侧缝合带分布(图1)。

1.2 泥盆纪沉积建造及形成环境

泥盆纪时,秦岭处于拉张的构造环境,形成了晚古生代地垒、地堑相间组合的格局,产生了彼此分割又沟通的众多泥盆纪盆地,如凤太、柞山、镇安、旬阳、西成、礼岷等盆地,晚泥盆世由于秦岭板块与华北板块的碰撞,在其缝合线附近形成了分布广泛的浊积岩。呈近东西向展布的礼县—白云—凤镇—山阳断裂带和岷县—宕昌—两当—镇安—板岩镇断裂带控制了泥盆纪地层的分布。

1.3 广泛发育热水沉积

秦岭造山带泥盆系的一个显著特征是中带广泛分布有海底热水沉积岩,这类岩石主

本文1997年5月收到,张启芳编辑。

要产于中泥盆统地层中,呈薄层夹层或条带状出现,有的呈层状,透镜状产出,构成区内

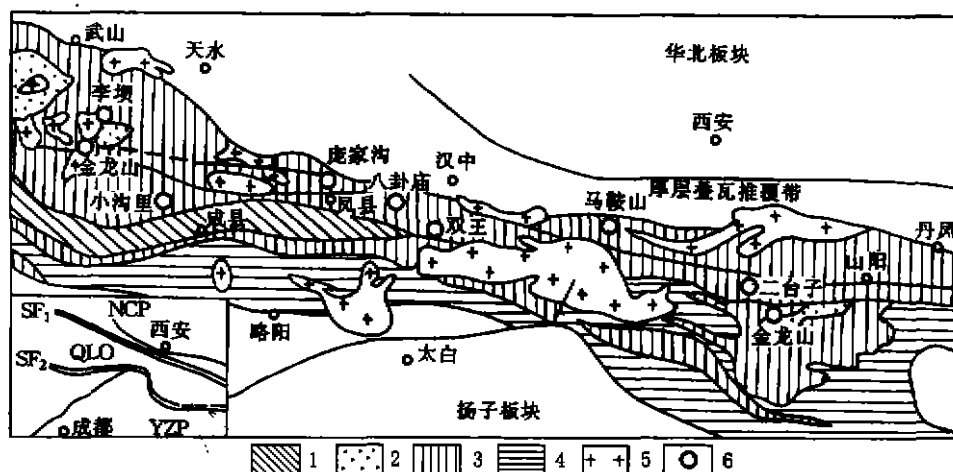


图1 秦岭造山带地质构造、金矿床及泥盆系分布简图

NCP—华北板块; YZP—扬子板块; QLO—秦岭造山带; SF₁—商丹缝合带; SF₂—勉略缝合带; 1—三叠系;

2—石炭系、二叠系; 3—泥盆系; 4—志留系、奥陶系、寒武系; 5—印支—燕山期花岗岩; 6—金矿床

沉积喷流型铅锌矿体的下盘成直接容矿岩层。在后期地质作用轻微的地段常保持着原始沉积构造特征,层纹和微细结构最常见,在改造和变质强烈的地段则经过显著的重结晶发育多期脉体。对现代海底热流沉积物的研究^[4]表明海相热水沉积岩可以形成金的显著的预富集。区内主要热水沉积岩包括钠长角砾岩、似碧玉层纹钠长岩、铁白云石硅质岩、重晶石岩、钠长板岩等等。

2 金矿床基本特征

秦岭造山带沉积岩容矿金矿床之间,其特征虽有一定差异,但具有明显的相似性,表明彼此在形成过程和形成机理方面有密切的关系。如下特征具有主要的成因意义。

2.1 层位控制

秦岭造山带内有多个金矿赋矿层位,但以泥盆系为主。与同一成矿带的沉积喷流型铅锌矿相比,铅锌比较严格地产于一定的层位中,与相邻矿区含矿层位可对比性强,含矿层稳定延伸。该区金矿体的产出与地层的关

系,可以分成顺层和切层两种,顺层矿体局部也有切层现象,但主要金矿床总体上产于中泥盆统顶部和上泥盆统下部。如八卦庙金矿、双王金矿产于星红铺下岩段,李坝金矿产于中泥盆统舒家坝组,二台子金矿产于中泥盆统古道岭组,马鞍桥金矿产于上泥盆统桐峪寺组,庞家河金矿产于上泥盆统下东沟组中。同一矿区金矿赋矿层位与铅锌矿相比,铅锌矿主要产于以碳酸盐岩为主的岩性段的顶部,而金矿主要产于碳酸盐岩性段上部的细碎屑岩岩性段的下部层位,即金矿主要产于主热水喷流期之后沉积的细碎屑岩中。

2.2 构造带控制了金矿的定位

褶皱造山期广泛形成了近东西向褶皱断裂带、逆冲推覆剪切构造带。晚三叠印支运动使本区褶皱隆起,由于华北地块向南大规模逆冲推覆,形成了一系列走向近东西或北西西向叠瓦状推覆构造,伴有广泛的脆—韧性剪切带形成。以上的研究发现已知矿区普遍存在层间流劈理、变流褶皱、小型平卧褶曲、面理置换等,还见层间褶皱,石英脉及地层膝折等。马鞍桥金矿直接产于千糜岩,明显受控脆—韧性剪切带。由于金矿层及其附近的岩石具薄层水平层理,由变质粉砂岩、绢云母千枚岩、铁白云石粉砂千枚岩、结晶灰岩

等交替而成的韵律层,这些韵律层在区域挤压推覆作用下,形成了顺层滑动,层内剪切作用,为矿体提供容矿空间。矿体主要呈似层状、板状、脉状、透镜状等。

2.3 泥盆系出露区的岩浆活动

该区经历了海西期、印支期和燕山期三期岩浆活动,以印支期岩浆活动的规模和程度最大,形成了多处大型的花岗岩岩基、岩株及各类型的岩脉。燕山期岩浆主要形成了一些小岩株及各种类型的岩脉。对花岗岩类岩石的研究表明其成因类型的陆壳改造^[1,2]。岩浆活动的性质表明泥盆纪之后,该区没有发生大规模的壳幔交换作用,构造运动主要造成了地壳物质的重新活动和再分配。

2.4 矿石组成

金矿石以砂板岩型和钠长石化角砾岩型为主。矿石与容矿岩石化学成分一般相差不大。矿石与主岩的界线一般为渐变过渡,矿石组成较简单,硫化物含量不高,常见硫化物为黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿等,方铅矿、闪锌矿、辰砂、辉锑矿等出现的频率不高。脉石矿物主要有石英、绢云母、钠长石、碳酸盐等。有机碳含量不高为0.03%~0.39%。该类矿床中金品位一般为 3×10^{-6} ~ 5×10^{-6} ,少数可达 30×10^{-6} 以上。金矿物一般细小,但不同矿床变化大,如李坝金矿床 $\leq 10 \mu\text{m}$ 占73%,双王金矿床金矿颗粒 $4 \mu\text{m}$ ~ $520 \mu\text{m}$,其中+200目及-200目各占50%。金的产出形式有粒间金、裂隙金、和包体金。载金矿物以黄铁矿、毒砂和磁黄铁矿为主,另有石英、绢云母、铁白云石等。

2.5 围岩蚀变

矿床蚀变分带不明显,总体表现为一种退色蚀变。主要有硅化、绢云母化、碳酸盐化、钠长石化等。硅化呈石英细脉、网脉及浸染状的微细粒石英,偶见石英大脉。八卦庙金矿石英细脉(0.5cm~2cm)旁发现有10cm~15cm的退色蚀变,镜下观察退色蚀变为绿泥石化、绢云母化和碳酸盐化等,钠长石化

主要在钠长角砾岩型金矿中发育^[5]。

2.6 铅同位素特征

Pb是放射元素U/Th衰变系列最终的稳定产物,它的同位素组成不仅是时间的函数,而且也随母子体组合方式的不同而变化。因而研究铅同位素组成既能解决时代问题,又可为探讨成矿物质的来源与演化提供重要的依据^[6]。

研究数据包括矿石铅(金矿石中方铅矿、黄铁矿)、地层铅(含矿沉积岩)、岩体铅(印支期岩浆岩岩石、长石单矿物)。在 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图(图2)上,样品呈一条接近水平的直线分布,大体处于 $\mu=9.50$ 的增长演化线上。印支期侵入岩的铅同位素组成分布较集中,含较多的古老成因铅,这可能与岩浆岩来源于基底地层的重熔改造有关。地

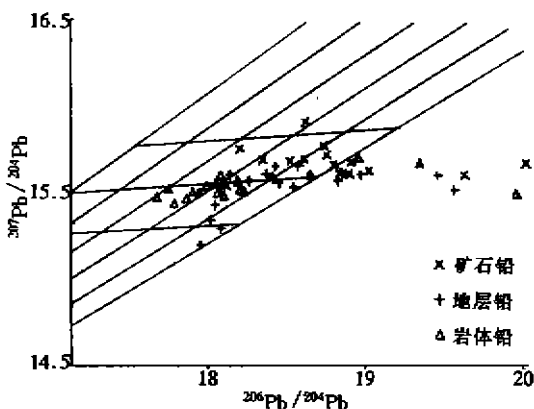


图2 秦岭造山带金矿床、泥盆纪地层、岩体的铅同位素组成分布图

层铅和金矿石铅同位素组成较分散,尤其金矿石铅同位素组成最分散。地层铅在该成矿带沉积喷流型铅锌矿的铅同位素组成密切区附近较为集中,这与沉积喷流型铅锌矿主要为同生沉积是一致的。据祁思敬等^[7]研究表明,该带众多铅锌矿床的同位素组成主要集中于 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为17.9~18.2, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为15.00~15.65的范围,表明铅锌矿形成时本区矿石铅达到了高度的均一化。地层铅较离散的原因一方面是岩石成分较复杂,

另一方面是后期的改造作用。金矿石铅同位素组成离散表明了金矿石形成的多种来源。

2.7 氢氧同位素

该区金矿床成矿热液的氢氧同位素组成变化范围大(表 1),表明了成矿热液来源的复杂性。同时,变化范围如此之大可能反映金矿床的形成是不同来源的金矿热液多次作用的结果。单一的成矿作用难以解释矿床氢氧同位素组成如此的不均一。

表 1 主要金矿床氢、氧同位素组成

矿床	氧同位素组成 $\delta^{18}\text{O}_\text{H}_2\text{O}$		氢同位素组成 $\delta\text{D}_\text{H}_2\text{O}$	
	变化范围	平均值	变化范围	平均值
李坝金矿	5.20~7.34	6.21	-63.03~-91.81	-78.91
八卦庙金矿	-3.01~+13.3	5.64	-63.4~-117.9	-79.4
双王金矿	+8.3~+15.20		-62.2~-124.3	

3 矿床成因讨论和成矿模式

对秦岭造山带中某些金矿床曾经有比较详细的研究,对这些矿床的成因提出了幔源碳酸岩浆热液、岩浆热液成因、渗流热卤水成因等观点。这些观点难以令人信服地解释区内分布广泛的沉积岩容矿的众多金矿床。矿床不是孤立的地质体,矿石仅是一种特殊的岩石,矿床是地壳演化过程中某一特定时期的产物,同一地质构造单元中地质、地球化学相似的金矿床,其形成有着必然的联系。作者主要结合秦岭造山带的演化来讨论该区沉积岩容矿金矿床的成因。

3.1 金矿床的成矿时代为印支—燕山期。该带沉积岩容矿金矿床主岩的时代有泥盆纪、石炭纪、二叠纪和三叠纪。甘肃金山—马泉金矿,金矿化跨越了泥盆系与石炭系之间的界线,泥盆系与石炭系地层中的金矿体、矿化体彼此相似,显然是同一成矿体系的产物。陕西金龙山金矿化也跨越了泥盆系与石炭系(二叠系)之间界线。陕西江口的金矿化跨越了志留系、泥盆系、与三叠系地层的界线。显然,区内金矿成矿作用是三叠纪以后。三叠纪以后区内经历了印支期和燕山期的岩浆活动,由于区内缺失侏罗、白垩系地层,对印支

期或燕山期的判别主要依据同位素年龄数据,作者认为目前获得的区内岩体的同位素年龄资料难以确定将印支期和燕山期区别开,因此,暂且笼统地称作印支—燕山期。

3.2 金矿床的成矿物质主要来源于中上泥盆统地层。秦岭造山带沉积岩容矿金矿床北矿带主要赋存于中上泥盆统地层中,并且在空间上主要分布于缝合带附近。缝合带附近,尤其是秦岭板块一侧的上泥盆统地层由于华北板块与秦岭板块的俯冲和碰撞形成了分布较广的浊积岩。浊积岩及其伴生的沉积物是金矿成矿良好矿源岩。在该带沉积喷流型铅锌矿床中见到有少量的自然金,因此,热水沉积岩及其伴生沉积物也可能提供部分金。不同作者对该带内不同地区泥盆系地层含金性研究结果有高于地壳克拉克值和低于地壳克拉克值两种不同的结论,这两种不同的结果可能正是泥盆系中金活化,再分配所造成。前述金矿床铅同位素研究结果也证实了成矿物质主要来自泥盆系地层。

3.3 印支—燕山期岩浆活动为成矿作用提供了热源。侵入岩是地壳高热的标志之一,某些大断裂也是当时强热流分布地带。不均匀的热流分布状态,驱动了地层中的对流循环系统,使地层中金活化迁移,在合适的容矿空间沉淀形成矿床。

3.4 成矿模式:中晚泥盆纪形成的热水沉积岩和浊积岩以及伴生的沉积物具有较好的金含量。在造山作用过程中,这些岩系受到褶皱,其褶皱方式非常复杂,甚至形成同斜褶皱在不同岩性互层带、变化带形成层间剪切、脆—韧性断裂带等,在此过程中,二氧化硅、金和其它组份有的已发生活动,向扩容带迁移,在八卦庙金矿及外围见到早期形成顺层石英脉具有金矿化,继续褶皱,石英脉被揉成皱纹状,形成石英香肠体和透镜体。深部的花岗岩化,继之出现高位花岗岩基(株)以及各种类型的岩脉,整个沉积岩系的地温升高。侵入体和某些大断裂构成了地温的高热中

心。热流分布的不均一性使造山带内形成了对流循环系统。对流循环系统范围之内的一些大断裂可以成为热液迁移的主要通道,矿化主要在次一级断裂和一些层间构造带内沉淀形成矿床,而在高热中心的侵入体内和接触带以及大断裂之中一般不易形成有意义的金矿床。

4 勘查找矿意义

根据前述对金矿床地质特征和成矿模式的讨论,提出如下主要找矿标志。

4.1 地层标志

中晚泥盆统热水沉积岩相和浊积岩相发育地区,同时,因为矿床主要在后期改造中定位,因此,其附近地层中的找矿也不容忽视。

4.2 构造标志

靠近深大断裂且构造活动强烈地段,特别是层间破碎带和层间片理化带发育的地段。

4.3 岩浆岩标志

在距花岗岩类岩基接触带 3km ~ 5km 处或岩脉发育处。

4.4 蚀变标志

主要为绢云母化、硅化及黄铁矿化,少数

情况可出现白云母化。以中低温蚀变为主,因为蚀变形成的矿物颗粒细小,容易被忽视。

4.5 铅锌矿化标志

沉积喷流型铅锌化是喷流沉积活动的良好指示,且在喷流沉积时往往形成从中心铅锌,边部为金银的元素分带。铅锌矿床、矿点的外围是金矿良好预富集地区,是金矿找矿的有利地区。

参考文献

- 1 石准立等. 陕西双王金矿床地质特征及其成因. 西安: 陕西科学技术出版社, 1989
- 2 柳森. 李坝金矿床地质特征. 中国卡林型(微细浸染型)金矿. 南京: 南京大学出版社, 1994
- 3 Guowei Chang et al. The Qinling orogen and intracontinental orogen mechanism. Episodes, 1995, 18(1&2)
- 4 Hannington MD, Peter JM, Scott SD. Gold in sea - floor polymetallic sulfide deposits. Econ. Geol., 1986, 81(8)
- 5 樊硕诚等. 陕西双王金矿床. 中国卡林型(微细浸染型)金矿. 南京: 南京大学出版社, 1994
- 6 Doe BR et al. The application of lead isotopes to the problems of ore genesis and ore prospect evaluation: A review. Econ. Geol., 1974, 69
- 7 祁思敬等. 秦岭泥盆系铅锌成矿带. 北京: 地质出版社, 1993

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND METALLOGENY OF SEDIMENT - HOSTED GOLD DEPOSITS IN QINLING OROGEN

Liu Guoping

Geological setting and characteristics and metallogeny of sediment - hosted gold deposits were discussed. It is suggested that turbidite formation formed during the subduction and collision is source of ore, and that hydrothermal sedimentation played an important role in initial deposition of gold source bed. Gold was reactivated and redistributed in the processes of folding and orogen. Gold richment may take place in the interlayer fracture zones, schistosity zones and shear zones. Gold deposits finally located in favorable structure space, driven by magma intrusion in Sino - Yanshan period.

Key words Qinling orogen, sediment - hosted, gold deposit, Devonian system



第一作者简介:

刘国平 男, 1964 年生。1983 年、1986 年毕业于北京大学地质系, 分别获学士、硕士学位。现任中国有色总公司北京矿产地质研究所高级工程师, 主要从事矿床和勘查找矿研究工作, 目前在北京大学地质系在职攻读博士学位。

通讯地址: 北京市安外北苑 北京矿产地质研究所 邮政编码: 100012