秦岭金矿的预测与勘查实践*

Predication and Exploration Practice of Gold Deposit in Qinling Orogenic Belt

郭 健 张 蓉 张云峰 高章鉴

（西北有色地质研究院，陕西 西安 710054）

Guo Jian, Zhang Rong, Zhang Yunfeng and Gao Zhangjian

(Nothwest Non-ferrous Geology Institute, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

摘 要 秦岭金矿类型可划分为造山带型金矿和卡林型金矿。通过研究秦岭金矿的区域成矿背景，造山带型金矿的成矿条件；总结归纳出 6 条区域找矿标志，5 条造山带型金矿找矿标志，预测 8 条区域构造成矿带；勘查实践发现了八卦庙特大型金矿床，以及铜铃沟、国安寺、王家坪等 11 处金矿点，其中一些具有大中型矿床的找矿规模。

关键词 区域成矿背景 成矿条件 找矿标志 勘查实践 秦岭金矿

秦岭金矿成矿预测研究和勘查找矿获得巨大成果，金矿类型可划分为造山带型金矿和卡林型金矿。近十年来，勘查发现超大型矿床 5 处、大型矿床 21 处、中小型矿床 45 处，形成 14 个大—中型矿集区，构成我国著名的秦岭金矿成矿带。

1 区域成矿背景

秦岭为典型的复合型大陆造山带，具有长期的演化历史，复杂的组成与结构，金矿的成矿过程是秦岭造山带长期构造演化的综合产物。秦岭金矿受两条不同的构造带的控制，形成造山带型和卡林型两种不同的金矿类型。造山带型金矿分布于小秦岭、板沙、凤太、西成、礼珉地区，成矿作用与中生代俯冲碰撞型花岗岩浆带有关。卡林型金矿分布于镇板、石泉、勉略、徽文、三曲地区，成矿作用与古生代基性—超基性岩脉有关。

1.1 基底构造特征

前寒武纪地层研究认为华北板块南缘出露的太华群、秦岭群、登封群与扬子板块北缘的后河组和鱼洞子群同位素年龄大致可对比。最新区调填图和杨志华研究认为秦岭前寒武系变质地层主要呈近SN向产出。秦岭造山带丹凤群、碧口群基底变质火山岩Au分别为 0.91×10^{-9}～2.8×10^{-9}、1.96×10^{-9}～20.8×10^{-9}，其中，蛇绿岩的Au平均值为 5.89×10^{-9}，是金矿的主要矿源岩。秦岭金矿特大型矿床、大型矿床主要分布于前寒武纪基底边缘。

1.2 盖层构造特征

新元古代以来，秦岭造山带不断地遭受SN向的挤压和伸展，佛坪穹隆持续地由北向南、由下向上的隆升，控制了造山带盖层EW—近EW走向，并伴有大型NW、NE向沉积建造、岩浆建造、地质构造的成矿环境。盖层中的碳硅质岩、钠质铁白云岩、硅质岩Au分别为 4.2×10^{-9}~44×10^{-9}、3.3×10^{-9}~43×10^{-9}、12.5×10^{-9}，表明主造山期热水沉积作用形成了秦岭造山带金矿的衍生矿源层，同时也形成了金矿的主要赋矿

* "九五"国家重点科技攻关计划 96-914-01-04 专题资助

第一作者简介 郭健，男，44 岁，教授级高工，长期从事矿床学和金属矿产勘查找矿研究工作。

http://www.kcdz.ac.cn/

层。

1.3　地球物理特征

秦岭横跨于中国太行—武陵山、环青藏两个近 SN 向的重力梯度带之间，卫星重力场显示近 SN 的正负异常相间分布，总体显示秦岭造山带的基底东高西低，东部的莫氏面由 32 km 向西逐渐加深到 55 km；两条重力梯度带显示了 SN 走向的深部基底构造活动的特征。勘查研究表明，大型、特大型金矿床主要分布于两条 SN 向重力梯度带及其边沿。

由于秦岭造山带基底、地壳的不均匀，可圈出 SN 两条负的剩余重力异常带，北带由天水—宝鸡—西安—奕川—平顶山；南带分布于桐柏—大别山地区。与地表出露的花岗岩对比，负的剩余重力异常带与中生代两条俯冲花岗岩带分布范围基本一致。勘查研究表明，秦岭造山带型金矿分布于两条 EW 向的剩余重力异常带及其边沿。受中生代俯冲花岗岩带的控制。

2　秦岭金矿区域成矿作用及找矿标志

秦岭造山带金矿经历了一个长期复杂的富集—成矿演变过程，主造山期强烈的地质构造活动，使基底物质组分重新分配调整，形成的成矿热液并沿超壳深大断裂带上涌成矿。金矿的主要成矿作用可以概括为盆地成矿、热隆成矿、岩浆成矿。

2.1　盆地成矿

秦岭古生代—中生代的盆地，早期是在裂谷扩张构造环境下形成的凹陷盆地，晚期是在碰撞挤压构造环境下断裂带内形成的伸展盆地、拉分盆地。盆地边缘的深大断裂沟通了深源物质成分的喷流沉积，形成热水盆地和金矿的衍生矿源层、容矿建造。

2.2　热隆成矿

基底构造分裂出来大小不等的各类洋壳残片与喷出、侵入火成岩及各类碰撞杂岩，沿多期活动的超壳深大断裂带星散分布。长期的热动力作用，矿源层中的成矿物质活化、分离、聚集，形成的含金热液沿超壳深大断裂带及旁侧的次级断裂上涌沉淀成矿。

2.3　岩浆成矿

中生代大规模叠瓦式逆冲推覆和壳源重熔岩浆活动为主体的造山活动，使晚三叠世以来抬升并克拉通化的造山带发生了全面的构造活化，造山带中的成矿元素活化、迁移，并在岩浆水、变质水和大气降水的热水溶滤和渗流中形成了新的含矿热液，在容矿构造带沉淀成矿。

2.4　区域找矿标志

秦岭金矿区域找矿标志为：①造山过程中形成的大型、特大型韧性剪切带的两侧脆韧性构造域范围内，遥感异常表现为浅色调异常带(斑)或清晰线性构造变为隐约段；②古隆起的周边地区，以及变质核杂岩周边的剥离断层；③区域构造活动形成的地质不连续面及岩性相变梯度带，遥感异常为不同影像界面；④热水沉积形成的（钙屑）浊积岩相、碳质岩相、硅质岩相、爆破角粒岩相等含矿建造，大型断裂构造形成的蚀变岩含矿建造，以及热蚀变形成的角岩化斑点状含矿建造；⑤两组深大断裂构造带的交汇部位。物探异常表现为两条 SN 走向重力梯度带与秦岭造山带浅层构造交汇区；⑥中生代以来壳源重熔性花岗岩周边断裂构造发育部位的物探异常、遥感异常表现为负的剩余重力异常带边部与线性影像交汇区。

3　造山带型金矿的成矿条件及找矿标志

3.1　造山带型金矿的成矿条件

造山带型金矿常常围绕印支-燕山期花岗岩岩体的边缘分布，受EW向和SN向两组构造的控制。印支-燕山期主体造山作用，早期形成EW走向的脆性—韧性剪切带为金矿的初始矿化条件，形成贫矿体；晚期形成SN、NE、NW走向的断裂、剪节理带等构造为金矿的最终富集条件。如：八卦庙金矿，早期成矿形成

http://www.kcla.ac.cn/

层间石英脉，Au 0.04×10^{-6}～5.64×10^{-6}，平均 1.29×10^{-6}；晚期构造岩浆形成NE向节理石英脉，Au1.95×10^{-6}～37.2×10^{-6}，平均 14.77×10^{-6}。小秦岭金矿，并不是含金的EW向石英脉处处都是矿，而是在叠加后期的SN向断裂构造才形成富矿囊。

3.2 造山带型金矿的成矿模式

以八卦庙金矿研究为例，矿床碳同位素组成比较稳定，以富轻碳^{12}C为特征，其δ^{13}C值分布于－4.87～－1.85‰之间，平均－2.43‰，低于海洋碳酸盐岩（0.56±1.56）‰，与地幔碳酸盐（－5.1±1.4）‰和金伯利岩（－4.7±1.2）‰较接近，表明矿区的CO_2物质具有深源成因。

矿床早期矿化的δ^{30}Si为－0.4‰～－0.3‰，平均－0.33‰，与钠长岩的硅同位素（δ^{30}Si为－0.4‰～－0.2‰，平均－0.32‰）特征一致；晚期矿化的δ^{30}Si为－0.2‰～0.1‰，平均－0.06‰；界于印支期（δ^{30}Si为－0.3‰～－0.1‰，平均－0.16‰）、燕山期花岗岩（δ^{30}Si为－0.1‰～0.3‰，平均 0.13‰）的硅同位素特征之间。

矿石δ^{34}S 9.5‰～15.4‰,平均 12.3‰，强烈富集重硫，具深源硫及壳源硫的来源特点。围岩δ^{34}S 4.1‰～15.0‰，平均 11.4‰。中等富集重硫，具沉积硫的来源特点。

八卦庙金矿^{40}Ar-^{39}Ar成矿测年表明，主成矿期矿化富集阶段的等时线年龄为（129.45±0.35）Ma，坪年龄为（131.91±0.89） Ma，略晚于西坝岩体的侵入年龄。

由此可见，造山带型金矿的成矿模式为沉积-岩浆再造矿床。沉积形成衍生矿源层和含矿层，区域造山作用形成的剪切作用产生了导矿构造、容矿构造及贫矿体，碰撞造山运动产生的岩浆作用，使成矿元素活化、迁移、富集、充填沉淀成矿。

3.3 造山带型金矿的找矿标志

（1）SN 向（SN、NE、NW）与 EW 向两组线形构造交汇部位——找矿区地质异常。

（2）环内发育ＮＥ向线性密集带——遥感异常；

（3）Au 5×10^{-9}～50×10^{-9}～100×10^{-9}圈定的次生晕——化探异常。

（4）黄铁绢英岩化造成的围岩褪色蚀变特征——直接找矿标志。

（5）充填于两组线形构造交汇部位的黄铁矿化或多金属矿化的石英脉体——金矿体。

4 秦岭金矿成矿预测与勘查实践

4.1 成矿预测

依据秦岭金矿区域找矿标志，下列地质构造带是秦岭金矿预测的主要找矿地区。

（1）小秦岭—熊耳山构造带：勘查已发现超大型金矿床 2 处、大型矿床 6 处、中小型矿床 48 处。民采发现地表不含矿的大型石英脉，深部矿化趋势更好。加强深部矿产勘查，有望发现另一个小秦岭金矿矿集区。

（2）白龙江—白水江背斜：金矿化主要分布于背斜两翼断裂构造带内，勘查发现大型矿床 3 处、中小型矿床 8 处。其中，甘肃大水—拉尔玛一带具有超大型矿床的成矿条件，迷坝岩体南北两侧具有大型矿床的成矿条件。

（3）文县—勉县断裂构造带：近期勘查发现超大型矿床 1 处、大型矿床 2 处、中小型矿床 6 处。其中，陕西甘河坝—煎茶岭一带具有超大型矿床的成矿条件。

（4）勉县—青川断裂构造带：已发现大型矿床 1 处、中小型矿床 5 处。

（5）朱阳关—夏馆断裂构造带：已发现大型矿床 2 处、中小型矿床 3 处。近期 1/20 万水系沉积物测量，沿朱—夏断裂带圈出 12 个以银为主的组合异常，异常浓集中心显著，面积一般大于 70～80 km^2，具有良好的找矿前景。

（6）桐柏—商城断裂构造带：勘查发现大型矿床 2 处、中小型矿床 3 处。近期 1/20 万水系沉积物测

http://www.kcdz.ac.cn/

量，发现 5 处 Ag、Cu、Au、Pb、Zn 组合异常，具有良好的找矿前景。

（7）山阳—凤镇—吴家山地背斜南北两侧：勘查发现超大型矿床 1 处、大型矿床 5 处、中小型矿床 18 处。从东到西，迷魂阵杂岩体南双庙金矿、八卦庙金矿周边，以及吴家山背斜周边，具有寻找大型、超大型金矿的地质条件。

（8）宕昌—唐藏断裂构造带：勘查发现超大型矿床 1 处、大型矿床 2 处、中小型矿床 21 处。其中，中川岩体的周边、罗汉寺变质核杂岩的周边具有寻找大型矿床的地质成矿条件。

4.2　勘查找矿实践

依据造山带型金矿的找矿标志，勘查研究者在凤太地区开展勘查找矿实践，进行 1/5 万金矿成矿预测填图和 1/5 万金矿遥感成矿信息提取，圈定了十余处地质异常。而后，在八卦庙—双王金矿带，开展 1/万沟系次生晕加密，发现了 49 处金异常。其中 7 处化探异常与地质异常吻合良好。勘查找矿发现了八卦庙特大型金矿床，以及铜铃沟、丝毛岭、大柴沟、小梨园、国安寺、硬沟等一批重要的金矿点。

依据近 EW 向的走向构造与 NW 向断裂交汇部位的金矿找矿标志，勘查研究者在山阳—凤镇地背斜南北两侧开展勘查找矿实践，调查发现了三官庙、博鱼沟、王家坪、油家沟、水草坪金矿点。

上述发现的金矿点其中一些具有大中型矿床的找矿规模。

参　考　文　献

郭健，张德义. 2002. 秦岭造山带金矿成矿预测. 黄金科学技术，10（1）：6～10.

杨志华，朱志军，王北颖，等. 2002. 南秦岭山杵旬—安康地区的两次逆冲推覆和Ⅱ型造山带基本特征. 西北地质，35（1）：1～14.

张国伟，郭安林，刘福田，等. 1996. 秦岭造山带三维结构及其动力学分析. 中国科学，D 辑，26（增刊）：1～6.

Guo J，Liu P，Zhang W et al. 2000. Ore-forming and Exploration Model of Baguamiao Gold Deposit，Shaanxi Province. Acta Geologica Sinica，74(3)：577～581.

http://www.kcdz.ac.cn/