

# 川、陕、甘三角区构造与金矿成矿

## Tectonic and Gold Mineralization in Triangle Regional of Chuan-Shan-Gan

周遗军<sup>1</sup> 何国琦<sup>1</sup> 张秀琴<sup>2</sup> 李己华<sup>2</sup>

(1 北京大学, 北京 100871; 2 武警黄金技术学校, 湖北 襄樊 441002)

Zhou Yijun<sup>1</sup>, He Guoqi<sup>1</sup>, Zhang Xiuqin<sup>2</sup>, Li Jihua<sup>2</sup>

(1 Beijing University, Beijing 100871, China; 2 Technical College of the Chinese People's Armed Police Force, Xiangfan 441002, Hubei, China)

**摘要** 从构造控矿作用和动力成矿作用两方面阐述了川、陕、甘三角区的构造与金矿成矿作用的关系, 在综述该区金矿床类型、成因、地质地球化学特征的基础上, 提出川、陕、甘三角区的 3 个金矿成矿系统: (1) 西秦岭南亚热带金矿成矿系统; (2) 摩天岭褶皱带金矿成矿系统; (3) 东北寨金矿成矿系统。并对摩天岭褶皱带金矿成矿系统的成矿系列作了进一步研究。

**关键词** 川、陕、甘三角区 秦岭 金矿床 成矿系列 成矿系统

### 1 川、陕、甘三角区区域构造及其控矿作用

川、陕、甘三角区在地理位置上大致是勉县—略阳—康县—武都(北部)与勉县—阳平关—青川—平武(东南部)围成的三角区。大地构造位置处于扬子地台、秦岭及松潘—甘孜褶皱带的结合部。其北以勉县—略阳—康县—武都深大断裂为界与秦岭造山带相接, 其南以阳平关—勉县深大断裂为界与扬子地台相连, 构成一三角状楔形地块。

川、陕、甘三角区根据其构造特征可形象地按“三角形”划分为“三条边、一个中心”共 4 个区。晋宁运动、加里东运动、海西运动、印支运动直至燕山运动, 使该区构造极其复杂又颇具特色, 尤其是加里东运动、海西运动及印支运动, 其中挤压—推覆—剪切作用是该区重要的构造作用。

北边(I区): 属西秦岭的南亚热带。主要是沉积盖层( $\epsilon$ -O-S-D-C-P-T-J-K)的褶皱造山(碰撞造山), 推覆—剪切相伴随, 并有一定的岩浆活动。早古生代扬子板块北缘的裂陷沿宁陕—白河以南至紫阳—红椿坝断裂之间, 经过白龙江到达川西北地区, 发育一套以硅质岩和泥岩为特征的黑色岩系沉积; 晚古生代以泥盆纪沉积为主体, 沉积盆地为断—拗陷盆地, 沉积的是一套以碎屑岩和碳酸盐岩为主体, 局部地区发育复理石建造; 印支期造山作用叠加改造了古生界的沉积相带展布和古地理格局, 其碰撞边界附近明显发育一系列紧闭线性褶皱, 自北向南出现一系列剪切、推覆构造; 中生代碰撞应力回返发生强烈的岩浆活动和滑脱剥离。印支期的碰撞造山和中生代应力回返、志留纪至泥盆纪热水喷流或热水活动, 是含金流体形成、迁移、富集直至成矿的主要原因。

东南边(II区): 摩天岭褶皱带与扬子地台所夹的狭窄构造带(志留纪沉积盆地)。志留纪地层形成后, 岩浆活动、变质作用都不是很强烈, 但由于两地体的挤压—推覆, 平行阳平关—勉县深大断裂产生了一系列脆-韧性剪切带。变形-变质是金成矿的主要原因。

西边(III区): 属松潘—甘孜褶皱带。

“三角形”的中心(IV区): 为摩天岭褶皱带。简单地说是一个增生地块, 由北部鱼洞子地体(太古代—元古宙统一克拉通裂解形成的古地块碎片, 同位素年龄 2600 Ma, 王新等, 2000)和南部碧口地体(中

新元古代增生地体, 同位素年龄 700~1500 Ma, 王新等, 2000) 拼结而成。中新元古代, 古华北—扬子统一克拉通开始裂解, 本区出现裂谷, 并伴有基性火山喷发, 形成碧口群下部; 新元古代秦岭裂谷南侧裂解碎片—鱼洞子地体向南漂移, 与碧口增生地体发生碰撞, 进入造山阶段, 在拼结带上基性-超基性岩侵入, 形成了地体周边的基性—超基性岩体 (晋宁期); 加里东运动主要为抬升和褶皱作用, 有继承性的岩浆活动; 海西期、印支期构造作用强烈, 并发育中酸性岩浆活动 (花岗斑岩、闪长斑岩侵入); 燕山期主要构造作用为挤压—推覆—剪切走滑等。

## 2 川、陕、甘三角区金矿床

据不完全统计, 区内已发现岩金矿床 50 余处, 累计探明储量近 400 t, 加上其盛产砂金, 被称为“金三角”。近年甘肃大水、阳山, 陕西金龙山、丁家林等新类型大型—超大型金矿床的陆续发现, 显示了该区巨大的金矿找矿潜力。

根据金矿床的产出围岩环境, 川、陕、甘三角区金矿床主要为 4 种类型 (周遗军, 1997) (表 1): ①产于侵入岩中的金矿床; ②产于火山-次火山岩中的金矿床; ③产于沉积岩中的金矿床; ④产于构造岩中的金矿床。

表 1 清楚表明: 大型-超大型金矿床大多属于产于沉积岩中的金矿床; 分布于 I 区 (西秦岭的南亚带)。主要为两种成因, 一种是动力成因, 另一种是岩浆热液成因, 具明显的层控性, 且与褶皱构造关系密切; 而产于侵入岩中和产于火山—次火山岩中的金矿床基本分布于 IV 区, 沿 IV 区周边产出, 成矿作用北缘强于南缘, 其成矿与基底及基底边缘的岩浆活动关系密切, 主要为岩浆热液 (改造) 成因; 矿床规模总体上不如分布于 I 区产于沉积岩中的金矿床。产于构造岩中的金矿床仅丁家林金矿床, 分布于 II 区, 其成矿与挤压—推覆—剪切作用密切相关, 为典型的动力成矿。

## 3 动力成矿作用

动力成矿作用系指在地球运动过程中, 由于构造运动 (作用), 使已经存在的岩石 (地球物质) 发生变形、变质, 并产生物质成分的重组或迁移而形成矿床的作用。它包括 3 个方面的重要内容: ①成矿的能量: 构造 (运动) 作用提供成矿的能量——主要是动能, 动能转化为热能。构造运动产生碰撞、剪切、挤压等作用, 使运动中的岩石 (地球物质) 升温、变形、变质, 整个体系存在于一动态的热体系之中, 成矿物质被活化。能量的转化总体为动能转化为热能; ②成矿的物源: 被作用的岩石本身提供成矿的物源, 整个体系为半封闭体系 (等化学体系)——整个体系的总成分基本无带入和 (或) 带出 (可以有大气降水参与), 只是物质成分发生重组或迁移导致局部富集——成矿; ③成矿的场所: 构造作用形成的大、小构造。构造成矿作用根据构造作用的性质可分为不同的类型, 目前发现的主要为褶皱 (褶曲) 作用成矿和剪切作用成矿。剪切作用成矿又分脆性剪切作用成矿、韧性剪切作用成矿及二者的过度类型。动力成矿作用的最大特点是整体活化, 局部富集。

褶皱 (褶曲) 作用成矿系指构造运动 (作用) 使岩石发生褶皱 (褶曲), 在岩石褶皱 (褶曲) 过程中, 构造活化的物质 (可称之为构造热流体) 由于“势差” (主要是压差) 的作用, 由高势 (高压) 区往低势 (低压) 区运移直至富集, 发生矿化或成矿。由于褶皱 (褶曲) 的低压区主要是褶皱 (褶曲) 核部的虚脱部位、褶皱 (褶曲) 的层间滑脱部位和褶翼 (它们都是自由空间), 因此成矿往往就在这些部位发生。

剪切作用成矿系指构造运动 (作用) 使岩石发生剪切变形作用, 在剪切变形的过程中, 伴随岩石的细粒化, 构造活化的物质 (可称之为构造热流体) 由于“势差” (主要是压差) 的作用, 由高势 (高压) 区往低势 (低压) 区运移直至富集, 发生矿化或成矿。脆性剪切的低势 (低压) 区主要是剪切裂隙等自由空间, 而韧性剪切的低势 (低压) 区主要是强应变带的弱应变域 (为非自由空间)。不变形的岩石不形成上述自由或非自由空间, 因此剪切作用的低势 (低压) 区只存在于强变形带, 进而与之相关的成矿也就只发生在这些部位。

本区金龙山金矿为典型的褶皱 (褶曲) 作用成矿, 矿 (脉) 体一种为沿背斜核部的褶翼分布的含金石

英一方解石脉及其两侧的劈理化围岩，羽状不连续；另一种为沿背斜北翼层间滑脱面（沿 $D_3n$ 与 $C_{1Y}$ 地层界面分布）形成的矿化围岩。青木川、玉泉坝、八海等金矿床为典型的脆韧性剪切作用成矿，丁家林金矿为典型的韧脆性剪切作用成矿。

#### 4 川、陕、甘三角区金矿成矿系统

川、陕、甘三角区的内生金矿床要么产在“三角形”中心的周边地带，要么产在条“边”上，但不同

表 1 川、陕、甘三角区金矿床特征

| 矿床  | 简要矿床地质特征                                                                                           |     |                             |                         |               | 控矿构造         | 能源          | 物源          | 成矿作用   | 矿床类型                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------|-------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|--------|---------------------------|
|     | 含矿围岩                                                                                               | 矿化  | 矿石类型                        | 成矿时代                    | 特征矿物          |              |             |             |        |                           |
| 金龙山 | $D_3n-C_{1Y}$ : 板岩、灰岩、粉砂岩、页岩; 沉积环境: 局限台盆、同时异相, 热水作用                                                | 锑、金 | 含金石英-方解石脉; 含金蚀变围岩。          | 印支及燕山-喜马拉雅期? (232.7 Ma) | 毒砂、辰砂、(雄黄、雌黄) | 金岭复式向斜北翼之小背斜 | 褶皱(曲)构造作用   | 围岩          | 褶皱(褶曲) | 产于沉积岩中的金矿床                |
| 拉尔玛 | $E_1t$ : 碳质硅质岩、碳质板岩; 沉积环境: 硅质岩建造。                                                                  | 金、砷 | 含金蚀变围岩                      |                         | 同上            |              | 构造作用        | 围岩          |        | 产于沉积岩中的金矿床                |
| 阳山  | D: 板岩、灰岩、粉砂岩、页岩; 沉积环境: 浅海台地相。燕山期中酸性岩脉。                                                             | 金、砷 | 含金蚀变围岩(含金蚀变地层和含金蚀变脉岩)       | 燕山期                     | 同上            | 脆性断裂         | 脆性断裂作用与岩浆作用 | 围岩(含脉岩和地层)  | 岩浆热液   | 产于沉积岩中的金矿床; 产于侵入岩中的金矿床。   |
| 大水  | P-T-J, P-T: 生物碎屑灰岩; J: 河湖相砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩; K: 砾岩夹砂泥岩; 沉积环境: P-T: 浅海台地相; J: 河湖相; K: 磨拉石建造。燕山期中酸性岩脉、岩株。 | 金   | 含金石英; 含金蚀变围岩(含金蚀变地层和含金蚀变脉岩) | 燕山晚期 (174.3~204.1Ma)    |               | 格尔括合—忠曲背斜    | 褶皱作用与岩浆作用?  | 岩脉、岩株       | 岩浆热液   | ①产于沉积岩中的金矿床; ②产于侵入岩中的金矿床。 |
| 铍厂沟 | 元古宇中酸性、中基性岩脉、火山岩                                                                                   | 金、银 | 以含金石英脉为主                    | 燕山期-海西期 (200~300 Ma)    |               | 摩天岭复背斜       | 构造作用        | 岩脉、火山岩      | 动能成矿?  | 产于火山-次火山岩中的金矿床            |
| 东沟坝 | 燕山期中酸性、中基性岩脉、火山岩                                                                                   | 金、银 | 以含金石英脉为主                    | 燕山期                     |               | 铜厂复背斜        | 岩浆作用        | 岩脉、火山岩      | 岩浆热液   | 产于火山-次火山岩中的金矿床            |
| 煎茶岭 | 加里东-燕山期基性-超基性岩株、岩墙                                                                                 | 镍、金 | 以含金石英脉为主                    | 加里东-燕山期 (200~400Ma)     |               | 何家岩背斜        | 岩浆作用        | 基性-超基性岩株、岩墙 | 岩浆热液   | 产于侵入岩中的金矿床                |
| 李家沟 | 加里东期基性-超基性岩株、岩墙                                                                                    | 镍、金 | 以含金石英脉为主                    | 加里东期 (328Ma)            |               | 鸡公石向斜        | 岩浆作用        | 基性-超基性岩株、岩墙 | 岩浆热液   | 产于侵入岩中的金矿床                |
| 丁家林 | S: 含铁质菱铁矿斑状千枚岩、板岩、片岩。                                                                              | 金   | 以含金石英脉为主                    | 燕山期?                    |               | 韧-脆性剪切带      | 韧-脆性剪切作用    | 围岩          | 韧-脆性剪切 | 产于构造岩中的金矿床                |
| 八海  | 元古宇中酸性、中基性火山岩                                                                                      | 金   | 含金石英; 含金糜棱岩                 | 燕山期?                    |               | 韧性剪切带        | 韧性剪切作用      | 围岩          | 韧性剪切   | 产于构造岩中的金矿床                |
| 玉泉坝 | 元古宇中酸性、中基性火山岩                                                                                      | 金   | 含金石英; 含金糜棱岩                 | 燕山期?                    |               | 韧性剪切带        | 韧性剪切作用      | 围岩          | 韧性剪切   | 产于构造岩中的金矿床                |

注：同位素年龄资料来源于中国人民武装警察部队黄金指挥部，1997；闫升好等，2000；白忠，1996；任文清等，1999；高航校，1999。

的构造分区其矿床类型、规模、成因等都有显著差别，即特殊的构造位置、特定的构造分区，确定了独特

的构造作用和成矿作用-成矿系统。从构造-成岩-成矿的观点出发(翟裕生, 1999), 根据川、陕、甘三角区金矿成矿的构造动力学体制, 该区可划分 3 个金矿成矿系统: ①西秦岭南亚带金矿成矿系统; ②摩天岭褶皱带金矿成矿系统; ③东北寨金矿成矿系统。

**西秦岭南亚带金矿成矿系统** 含金龙山、阳山、大水、拉尔玛等大型-超大型金矿床及双王、八瓜庙等大型金矿床, 相当于西秦岭南亚带金矿成矿带。其共同特点是金矿成矿作用具有一定的层控性, 成矿动力来源于秦岭造山及其相关的挤压-推覆-剪切构造作用和与之相关的岩浆作用, 加里东—海西—印支—燕山—喜马拉雅期都有成矿作用发生。金龙山、拉尔玛金矿床成矿物质主要来自于围岩, 而阳山、大水金矿床成矿物质来自于围岩和岩浆岩。各矿床之间存在差别的原因是构造作用的位置、方式、性质、强度、时代, 沉积岩的成分、沉积相、沉积盆地、沉积时代, 岩浆岩的成分、岩浆作用方式、强度、时代、期次等不同。

**摩天岭褶皱带金矿成矿系统** 相当于鱼洞子地体与碧口地体拼结地体的周边, 含铍厂沟、东沟坝、煎茶岭、李家沟等金矿床(以大型为主, 产于北带)及八海、玉泉坝、青木川等金矿床(基本为小型, 产于南带)。并分为 2 个成矿系列: ①勉略缝合带金矿成矿系列: 受勉略缝合带控制, 成矿物质来源于火山-次火山岩(铍厂沟、东沟坝)和基性-超基性岩(煎茶岭、李家沟); ②阳平关断裂带金矿成矿系列: 是典型的动力成岩-成矿系列; 成矿动力主要来源于鱼洞子与碧口拼结体向南的推覆(或扬子地台向北的漂移)。含 2 个成矿带、2 种类型金矿床。①青木川—玉泉坝—八海金矿带: 含青木川、玉泉坝、八海等金矿床, 为典型的脆韧性剪切作用成矿, 以构造岩型金矿床为主, 成矿物质主要来源于碧口群中-基性火山岩, 矿体、矿化连续, 金成色高; ②丁家林—太阳坪金矿带: 含丁家林、太阳坪等金矿床, 为典型的脆韧性剪切作用成矿, 以石英脉型金矿床为主, 成矿物质主要来源于志留系黄平组地层(暗色细碎屑岩), 矿体、矿化不连续, 金成色低。**东北寨金矿成矿系统** 该金矿成矿系统位于“三角形”的西边, 受松潘—甘孜褶皱带的控制, 在构造上与前 3 个金矿成矿系统有显著差别, 有东北寨、桥桥上等大型金矿床产出。

## 5 结 论

(1) 川、陕、甘三角区可形象地按“三角形”划分为“3 条边、1 个中心”共 4 个构造分区。控(容)矿构造为各构造分区的边界断裂带和与之相关的剪切带、褶皱构造。大部分近况床受褶皱构造控制;

(2) 无论是西秦岭南亚带, 还是摩天岭褶皱带, 与碰撞造山相关的动力成矿占有重要地位。其中金龙山金矿为褶皱构造作用成矿, 丁家林金矿为韧-脆性剪切作用成矿, 八海、玉泉坝金矿为韧性剪切作用成矿, 它们都是动能成矿。

(3) 将川、陕、甘三角区划分为 3 个金矿成矿系统, 其中摩天岭褶皱带金矿成矿系统明显存在 2 个成矿系列: ①勉略缝合带金矿成矿系列, 是受勉略缝合带控制, 与基底断裂及火成活动相关金矿成矿; ②阳平关断裂带金矿成矿系列, 是与剪切作用相伴的动力成矿。

(4) 在等化学体系的内动力地质作用中, 构造作用(运动)能为成矿提供营力、制造空间(场所); 能独立完成成矿作用。

## 参 考 文 献

- 王 新, 王瑞廷, 赫 英. 2000. 煎茶岭与金川超大型镍矿中的伴生金及其比较分析. 西北地质科学, 21(1): 38~44.
- 周遗军. 1997. 论金矿床的分类. 黄金地质.
- 中国人民武装警察部队黄金指挥部. 1997. 陕西金龙山微细浸染金矿地质. 北京: 地震出版社. 149~151.
- 闫升好, 王安建, 高 兰, 等. 2000. 大水式金矿床地质特征及成因探讨. 矿床地质, 19(2).
- 白 忠. 1996. 陕西铍厂沟金矿床成因探讨. 矿产与地质, 10(52): 108~113.
- 任文清, 周鼎武. 1999. 煎茶岭金、镍、铁矿床形成的构造岩浆作用. 西北地质, 32(2): 19~24.
- 高航校. 1999. 李家沟金矿床成矿物质来源研究. 有色金属矿产与勘查, 8(2): 86~91.
- 翟裕生. 1999. 论成矿系统. 地学前缘, 6(1): 13~26.