小秦岭金矿区成矿作用的构造制约*

Tectonic Constraints on Mineralization in Xiaoqinling Gold-rich Area

王义天[1] 毛景文[1] 张作衡[1] 叶安旺[2] 卢欣祥[3]

（1 中国地质科学院矿产资源研究所，北京 100037；2 河南省灵宝市地质矿产局，河南 灵宝 472500；
3 河南省地质科学研究所，河南 郑州 450053）

Wang Yitian[1], Mao Jingwen[1], Zhang Zuoheng[1], Ye Anwang[2], Lu Xinxiang[3]

(1 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2 Lingbao Bureau of Geology and Mineral Resources, Henan Province, Lingbao 472500, Henan, China; 3 Institute of Geological Sciences, Henan Province, Zhengzhou 450053, Henan, China)

摘 要 位于华北板块南缘的小秦岭在中生代期间经历了一个完整的由碰撞挤压、走滑伸展和伸展隆升等阶段构成的岩石圈构造演化过程，并最终在伸展体制下于晚燕山期形成小秦岭变质核杂岩。小秦岭金矿区主要产出 3 种类型金矿床，它们构成了一个成矿序列。本区金的成矿作用始于碰撞造山作用后期，主成矿期发生在造山作用期后以伸展体制为主导的晚燕山期。小秦岭金矿是中国东部地区大陆岩石圈构造演化过程的产物和重要组成部分。

关键词 成矿作用 成矿序列 构造制约 小秦岭金矿区

位于华北板块南缘的小秦岭金矿区是我国重要的黄金产地，长期以来许多学者在本区积累了丰富的研究资料和研究成果，不断深化和提高了对金的成矿作用特征和成因机制的认识。当前，将一个地区的成矿作用纳入到区域岩石圈构造演化动力学背景之中进行综合研究，已成为国际矿床学研究的主要方向和发展趋势（毛景文等，1999）。因此，本文通过对前人研究成果的综合分析，从区域构造特征和演化规律入手，考察构造活动在成矿过程中的作用，阐明二者之间的时空耦合关系，探讨区域成矿动力学背景。

1 小秦岭金矿区构造单元组成

小秦岭金矿区位于华北板块南缘，其北以太要－故县断裂为界与渭河盆地相邻，其南以铁炉子－栾川断裂为界与秦岭造山带相接。

作为板块边缘部分的小秦岭经历了长期的地质演化过程。在碰撞造山过程中的挤压体制下，小秦岭作为仰冲基底而形成太华推覆体（王清晨等，1989），由刚性基底和盖层两部分组成（王义天等，1999）。其中刚性基底由出露于太要－故县断裂和巡马道－小河断裂之间的太华群（Ar_3）及其上部的表壳岩系（$Pt_{1\text{-}1}$）组成；刚性基底的盖层则由出露于巡马道－小河断裂和铁炉子－栾川断裂之间的秋岔群（$Pt_{1\text{-}2}$）、熊耳群（$Pt_{2\text{-}1}$）、官道口群（$Pt_{2\text{-}2}$）、震旦系（Pt_3）、寒武系和下奥陶统及新生界构成。在碰撞造山作用期后的伸展体制下，小秦岭则形成典型的变质核杂岩（胡正国等，1994； 张进江等，1998）。其中核体主要由太华群古老片麻岩和燕山期花岗岩体组成，与碰撞作用阶段中的刚性基底相对应；拆离断层即为分布于其南北两侧的巡马道－小河断裂和太要－故县断裂，其上盘即由刚性基底的盖层组成。

2 金矿床空间分布规律的构造制约

小秦岭金矿区中的金矿床和金矿（化）点密集产出，根据金矿的产出特点、宏观标志、成矿物质组成

* 国家重点基础研究发展规划（G1999043211）项目资助
第一作者简介 王义天，男，1969 年生，博士后，从事区域构造和金属成矿作用研究。

等特征并结合工业利用，本区的金矿类型可以划分为 3 种：石英脉型，蚀变碎裂岩型和蚀变千糜岩型（胡正国等，1994）。

金矿的类型和空间分布等特征明显受到区域构造格局的控制，并表现出明显的成矿分带性：① 石英脉型金矿是本区的主要矿床类型，遍布于变质核杂岩内部（刚性基底岩区），具有热液脉型矿床的典型特征，矿体直接受控于由区域构造活动派生的次级张剪性脆韧性剪切带。代表性矿床有文峪、东闯、杨砦峪、金硐岔、桐峪、枪马等大中型金矿；② 蚀变碎裂岩型金矿则分布于刚性基底的周边地带，并主要产于南侧的巡马道－小河拆离断层带内，蚀变矿化发育在脆性剪切破碎带中，矿化作用以强烈的蚀变交代和充填为特征，成矿温度较低。主要矿床有葫芦沟、莲子沟等中小型金矿；③ 蚀变千糜岩型金矿零星出露于变质核杂岩的内部和边部的拆离断层中，矿化与千糜岩和（糜棱岩化）硅质细脉或透镜体密切相伴，并严格受脆韧性剪切带的剪切变形-变质条件控制，是脆韧性剪切带同构造活动的产物，它可以沿剪切带独立产出，也可被晚期石英脉型矿化叠加，表明其形成早于石英脉型金矿。主要矿床有武家山、f8701 等小型矿床（点）。

3　成矿流体活动的构造制约

成矿流体活动的最终产物是矿化蚀变和围岩蚀变，因此根据蚀变特征可以推断有关流体的活动特征和控制因素。石英脉型金矿的围岩蚀变在蚀变类型、蚀变矿物和元素等方面具有明显的分带特征（栾世伟等，1990；徐九华等，1990；胡正国等，1994），表现出蚀变强度高、蚀变范围大和活动时间长等大规模热液活动演化的特征，暗示了区域张性构造的存在为大量成矿流体的运移和就位提供了扩容空间。蚀变千糜岩型金矿的围岩蚀变具有同构造性的变质变形特征，是动力变质热液的产物，因此其流体活动与压扭性韧脆性剪切变形相关。蚀变碎裂岩型金矿的围岩蚀变的主要特征是蚀变岩为断裂破碎岩石，它们是张性脆性变形的产物，这也正是流体活动的构造背景。

从流体的来源和性质来看，大量的研究成果（栾世伟等，1990；徐九华等，1990；胡正国等，1994；黎世美等，1996；李绍儒等，1998；Jiang Neng, 2000；聂凤军等，2001）表明由早到晚，成矿流体具有自深部流体向大气降水方向演化的趋势。从流体包裹体的均一温度来看，成矿类型由蚀变千糜岩型－石英脉型－蚀变碎裂岩型，各类型金矿成矿阶段由早到晚都表现出由高到低的变化趋势。上述特征与本区构造体制由挤压向伸展转换、构造层次不断抬升的构造演化特征相吻合。

4　成矿作用演化与构造演化的耦合性

前述 3 种金矿类型事实上组成了本区的成矿序列。潼峪 f5 蚀变千糜岩型金矿中的蚀变绢云母的 K-Ar 年龄为 237.5 Ma（胡正国等，1994），表明这种同构造型金矿的形成与区域的碰撞作用事件一致。同时在碰撞后期，变质核杂岩内部发生同碰撞岩浆活动，出现许多与成矿有关的钾长花岗岩（207 Ma）（徐启东等，1997）和碳酸岩（216～224 Ma）（卢欣祥等，1999）。因此，本区的成矿作用始于碰撞造山作用的中晚期，主要形成规模不大的蚀变千糜岩型金矿。随后发生的大规模成矿作用形成本区主要金矿类型——石英脉型，从构造变形所反映出的先后关系来看，石英脉型金矿要晚于蚀变千糜岩型金矿。对东闯 Q507 脉蚀变绢云母所进行的 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年代学研究表明，石英脉型矿化作用主要发生在 132 Ma 以后（徐启东等，1998）。作者近期获得了 Q875 脉深部蚀变岩的 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄为 126～128 Ma❶。这一时期岩浆活动强烈，在变质核杂岩内部形成了大规模的花岗岩体。小秦岭变质核杂岩所发育的平行造山带方向的同造山（陆内造山）伸展拆离构造发生在 135～123 Ma 期间 （张进江等，1998）。在石英脉型金矿形成同期和之后，沿拆离断层带形成了少量的蚀变破碎岩型金矿床，如葫芦沟金矿的成矿时代为 128Ma（卢欣祥等，1999）。

许多学者（王清晨等，1989；李曙光等，1989；Ames et al., 1993；张国伟等，1996；Meng et al.,1999）

❶ 王义天, 毛景文, 卢欣祥, 等. 2002. 河南小秦岭金矿区 Q875 脉中深部矿化蚀变岩的 ^{40}Ar-^{39}Ar 年龄及其意义.科学通报，45（21）(待刊).

的研究成果表明，秦岭造山带是华北和扬子南北两大板块于印支期相互碰撞而形成的，秦岭广泛发育的碰撞型花岗岩（张国伟等，1996）、商丹缝合带内代表造山后产物的环斑花岗岩（张宗清等，1994；卢欣祥等，1996）等表明两大古陆最终碰撞闭合于印支期末，从此开始陆内演化或陆内造山阶段，区域构造体制发生转换（任纪舜，1991；赵越等，1994）。整个中国东部在燕山期经历了大规模的岩石圈拆沉作用，导致岩石圈减薄、软流圈物质上涌（卢欣祥，1998；邓晋福等，1999，2000），普遍发育的巨量同期火山岩和花岗岩指示了中国东部岩石圈的主拆沉期为 160～120 Ma（董树文等，2000）。 这一构造演化阶段也正是壳幔相互作用的鼎盛时期，大规模深部流体（包括岩浆流体和变质脱水流体）形成、运移和富集（毛景文等，2000）。位于华北板块南缘的小秦岭金矿区是秦岭碰撞造山带的边缘组成部分，造山带的构造演化过程和流体活动在本区同样得到响应并被记录下来。正是在这种成矿动力学背景下，小秦岭金矿区发育了大规模的成矿作用。

5 结 论

作为华北板块南缘的组成部分，小秦岭在中生代期间经历了一个完整的由碰撞挤压、走滑伸展和伸展隆升等阶段构成的岩石圈构造演化过程。小秦岭金矿区金的成矿作用在时间和空间上与区域强烈的构造活动变迁密切相关，并且后者在金的成矿过程中起到了重要的控制作用。小秦岭金的成矿作用是整个中国东部地区大陆岩石圈构造演化过程的产物和重要组成部分。

参 考 文 献

邓晋福, 莫宣学, 赵海玲, 等. 1999. 中国东部燕山期岩石圈－软流圈系统大灾变与成矿环境. 矿床地质，18(4)：309～315.

邓晋福, 赵国春, 赵海玲, 等. 2000. 中国东部燕山期火成岩构造组合与造山－深部过程. 地质论评，46(1)：41～47.

董树文, 吴锡浩, 吴珍汉, 等. 2000. 论东亚大陆的构造翘变－燕山运动的全球意义. 地质论评，46(1)：8～13.

胡正国, 钱壮志, 闫广民, 等. 1994. 小秦岭拆离－变质杂岩核构造与金矿. 西安: 陕西科学技术出版社. 102～182.

黎世美, 黄建军, 王小生, 等. 1996. 小秦岭金矿地质和成矿预测. 北京：地质出版社. 1～250.

李绍儒, 李强之, 李文良, 等. 1998. 小秦岭金矿田矿床成因新认识. 黄金地质, 4(1)：41～49.

李曙光, Hart S R, 郑双根, 等. 1989. 中国华北、华南陆块碰撞时代的钐-钕同位素年龄证据. 中国科学(D 辑), (3)：312～319.

卢欣祥, 董 有, 常秋岭, 等. 1996. 秦岭印支期沙河湾奥长环斑花岗岩及其动力学意义. 中国科学 (D 辑), 26 (3)：244～248.

卢欣祥, 尉向东, 董 有, 等. 1999. 小秦岭－熊耳山地区金矿时代. 黄金地质, 5(1)：11～15.

卢欣祥. 1998. 秦岭花岗岩揭示的秦岭构造演化过程. 地球科学进展, 13(2)：213～214.

栾世伟，陈尚迪. 1990. 小秦岭金矿主要控矿因素及成矿模式. 地质找矿论丛，5（4)：1～14.

毛景文, 华仁民, 李晓波. 1999. 浅议大规模成矿作用与大型金矿区. 矿床地质, 18(4)：291～299.

毛景文, 王志良. 2000. 中国东部大规模成矿时限及其动力学背景的初步探讨. 矿床地质，19(3)：289～296.

聂凤军, 江思宏, 赵月明. 2001. 小秦岭地区文峪和东闯石英脉型金矿床铅及硫同位素研究. 20(2)：163～173.

任纪舜. 1991. 论中国大陆岩石圈构造的基本特征. 中国区域地质，2：289～293.

王清晨, 孙 枢, 李继亮, 等. 1989. 秦岭的大地构造演化. 地质科学，(2)：129～142.

王义天, 胡正国. 1999.小秦岭金矿的大地构造相分析. 见：陈海泓, 侯泉林, 肖文交主编. 中国碰撞造山带研究. 北京: 海洋出版社. 224～232.

徐九华，倪 文，赵彦生. 1990. 豫西小秦岭东闯金矿床围岩蚀变研究. 地质找矿论丛，5（1)：18～32.

徐启东, 钟增球, 周汉文,等. 1997. 小秦岭东闯金矿区花岗岩浆活动性质. 黄金地质，3(3): 22～23.

徐启东, 钟增球, 周汉文,等. 1998. 豫西小秦岭金矿区的一组 Ar^{40}/Ar^{39} 定年数据. 地质论评，44(3): 323～327.

张国伟, 孟庆仁, 于在平, 等. 1996. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征. 中国科学(D 辑)，26(3):193～200.

张进江, 郑亚东, 刘树文. 1998.小秦岭变质核杂岩的构造特征、形成机制及构造演化. 北京: 海洋出版社. 17～63.

张宗清, 刘敦一, 付国民, 等. 1994. 北秦岭变质地层秦岭、宽坪、陶湾群同位素年代学研究. 北京：地质出版社. 1～191.

赵越, 杨振宇, 马醒华. 1994. 东亚大地构造发展的重要转折. 地质科学, 29(2): 105～119.

Ames L, Tilton G R, Zhou G. 1993. Timing of collision of the Sino-Korean and Yangtse cratons: U-Pb zircon dating of coesite-bearing eclogites. Geology, 21：339～342.

Meng Q R, Zhang G W. 1999. Timing of collision of the North and South China blocks: Controversy and reconciliation. Geology, (2)：123～126.