DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2012.04.001

第 21 卷第 4 期 地 质 与 资 源 Vol. 21 No. 4
2012 年 8 月 GEOLOGY AND RESOURCES Aug. 2012

文章编号:1671-1947(2012)04-0395-05 中图分类号:P618.51 文献标识码:A

河南秦岭东部韧性剪切带对金矿成矿及分布的影响

苏永江,张道阔,豆 猛,李甜甜,马 丹,罗玉涛
(河南省地球物理工程勘察院,河南 郑州 450000)

摘 要:通过对研究区的地质背景、韧性剪切带的特征、金矿的产出特征等方面研究,发现本区绝大部分金矿体赋存于脆-韧性和脆性剪切带中. 剪切带不仅是金运移的通道和储存场所,而且与金的活化、迁移有着密切的联系. 剪切带控制着石英脉或蚀变带的分布,从而控制着该区金矿床(点)的分布.

关键词:秦岭东部;韧性剪切带;成矿特征;金矿分布;河南省

INFLUENCE OF THE DUCTILE SHEAR ZONE TO THE GOLD MINERALIZATION AND DISTRIBUTION IN EASTERN QINLING MOUNTAINS, HENAN PROVINCE

SU Yong-jiang, ZHANG Dao-kuo, DOU Meng, LI Tian-tian, MA Dan, LUO Yu-tao
(*Henan Institute of Geophysical and Engineering Exploration, Zhengzhou* 450000, *China*)

Abstract: Study on the geological background, ductile shear zone, occurrences of gold deposits shows that most of the gold ore bodies in the area occur in the brittle-ductile and brittle shear zones. The shear zones are not only the migration channels and storage spaces for gold, but also closely related to gold activation and migration. At the same time, the shear zones control the distribution of quartz veins and altered belts, thus the distribution of gold deposits (spots) in the area.

Key words: Eastern Qinling Mountains; ductile shear zone; metallogenesis; distribution of gold deposits; Henan Province

1 地质背景

研究区位于秦岭构造带东段的北秦岭构造亚带,区内构造复杂,变质强烈,岩浆岩发育,主要构造线方向 310°左右. 区内主要地层为二郎坪岩群及秦岭岩群 2 个构造-岩石-地层单位,它们均经历了多期变形及变质作用. 金矿床(点)集中分布于强变形的剪切带中,并与变质火山岩系关系密切[1](图 1).

2 研究区韧性剪切带特征

二郎坪岩群和秦岭岩群都具有复杂的变形及变质历史. 区域组构为广泛发育的页理和劈理,一个显著的特点是剪切变形非常发育,表现为各种相应的脆性、脆-韧性和韧性变形特征. 线状的强应变带长度可达几十千米至上百千米,它们通常与岩性界面或岩层平行或近于平行,由复杂而密集的剪切带组成. 各种构造迹象表明,这些强变形带是多期次的. 秦岭岩群属中深层次,塑性流变特征非常明显. 元古宙为强烈的韧性推覆变形,加里东期为韧性推覆和走滑剪切,印支—燕山期则表现为多层次的推覆、滑脱和走滑. 二郎坪岩群变形以紧闭倒转褶皱和各类脆-韧性剪切为特征,总体表现为中浅层次变形特征. 实际上二郎坪岩群地层并非单斜,其内部发育了不同规模的复杂的紧闭向斜褶皱.

2.1 早期韧性剪切带的特征

早期脆韧性控矿剪切带以近东西走向为主,野外露头上可见 S-C 面理[2](图 1). 在大湖峪灵湖峪口、金渠沟和黑峪子沟垴等地向北倾的控矿脆韧性剪切带中,S-C 面理显示其为逆冲右行剪切,宽度一般为 1~2 m,

收稿日期:2012-02-13;修回日期:2012-03-03. 编辑:李兰英.

作者简介:苏永江(1968—),男,工程师,主要从事地质勘查、管理工作,通信地址:郑州市南阳路 56 号 河南地矿大厦 1420 室,E-mail//suyongjianggood@126.com

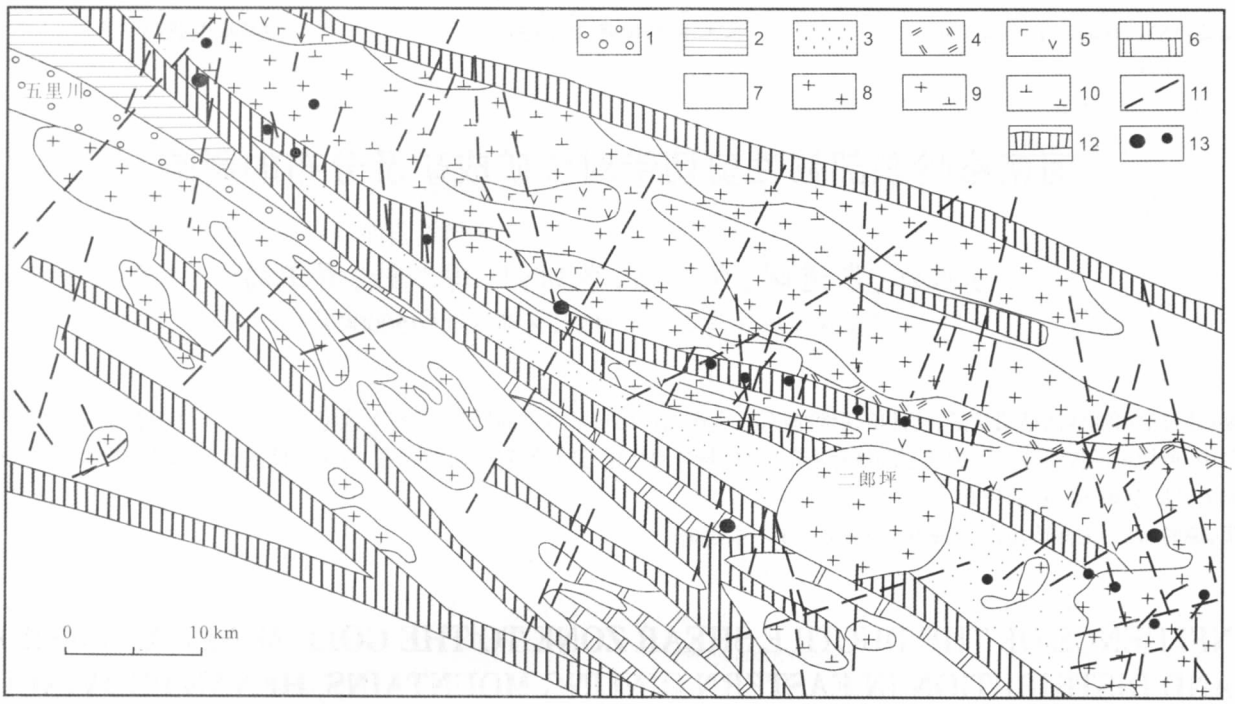

图 1 秦岭东部地质构造格局与金矿分布示意图

Fig. 1 Tectonic framework and distribution of gold deposits in Eastern Qinling

1—白垩系红层 (Cretaceous red bed)；2—上三叠统板岩 (Upper Triassic slate)；3—新元古-早古生代变质碎屑沉积岩 (Pt_3-Pz_1 metamorphic sedimentary rock)；4—新元古-早古生代变质火山碎屑岩及沉积岩 (Pt_3-Pz_1 metamorphic volcanic clastic rock and sedimentary rock)；5—新元古-早古生代变质中基性火山岩 (Pt_3-Pz_1 metamorphic intermediate volcanic rock)；6—古元古代大理岩 (Pt_1 marble)；7—古元古代片麻岩类 (Pt_1 gneiss)；8—花岗岩 (granite)；9—斜长花岗岩 (plagiogranite)；10—闪长岩 (diorite)；11—线性构造 (lineamen)；12—强变形带 (highly deformed zone)；13—金矿床/点 (gold deposit/occurrence)

倾角多在 40~60°，具多次活动，往往与晚期脆韧性控矿剪切带紧密相伴. 动力变质岩主要有长英质糜棱岩、长英质超糜棱岩、云母石英糜棱岩和云母石英片糜岩等.

2.2 晚期韧性剪切带的特征

控制雁行状排列含金石英脉的糜棱岩带被称为晚期脆韧性控矿剪切带[2-3]. 它们是本区最重要的控矿剪切带，既有近东西走向，又有近南北走向. 近东西走向者往往分布于早期脆韧性控矿剪切带旁侧，长度、产状等特征与早期脆韧性控矿剪切带相似. 宽度各异，最宽约 20 m，最窄约 0.15 m. 含金石英脉均分布于剪切带之中，呈雁行状排列. 垂直剪切带走向剖面上可分出强蚀变带和弱蚀变带. 从剪切带边缘到剪切带之中，S 面和 C 面的夹角逐渐变小，甚至相互平行. 根据动力变质岩中变质矿物共生组合，变质作用为绿片岩相. 剪切带经历了多次活动，既有左行，又有右行，常见二次糜棱碎斑.

3 研究区金矿特征

该区矿化带主要集中于大庙组云母石英片岩与火神庙组变中基性火山岩接触带附近.

据统计，二郎坪地堑中的金矿床 (点) 中约 54.3% 产于花岗岩体附近的二郎坪群和秦岭群中，约 28.6% 产于花岗岩体与二郎坪群的接触带及其附近，约 17.1% 产于花岗岩体中 (多在岩体边缘)[4]. 上述金矿床 (点) 多分布于朱夏断裂带和瓦乔断裂带两侧及其附近，很少在断裂带中或远离断裂带处产出.

金矿床 (点) 明显受剪切带控制，主要是脆-韧性和脆性剪切带. 剪切带控制着石英脉或蚀变带的分布，它们均呈北西、北西西向展布，倾向南西. 倾角可分为两类：一类大于 60°，总体上切割片理 (局部平行片理) 明显，其脆性特征较明显；另一类小于 30°，基本上平行于片理，多表现为脆-韧性特点. 蚀变类型主要有硅化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化. 主要金属矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿及少量方铅矿、闪锌矿. 金主要以自然金、银金矿及金的碲化物形式存在，脉石矿物主要为石英和碳酸盐.

金矿床 (点) 均经历了多期多阶段成矿过程[5]. 矿体形态、矿石组构及成分比较复杂，围岩蚀变发育. 矿石类型多为蚀变岩型，也有石英脉型，不少是石英网脉

和细脉,且常见多次破碎的含矿石英脉和蚀变岩碎块.

4　韧性剪切带对金矿成矿及分布的影响

秦岭造山带是一个夹持于扬子地块和华北地块之间的线状强应变带，其基本构造格式是由线状的强应变带和透镜状的弱应变域组合而成，强应变带和弱应变域内部又有相对较强和相对较弱的部分，从宏观到微观不同尺度均是如此[6] (图 2) .

4.1　成矿物质来源及成矿阶段

二郎坪群和秦岭群雁岭沟组是金成矿的矿源层，含金丰度较高,且属易活化金. 其为后期热液改造含矿地层，并最终形成改造型金矿床提供了丰富的成矿物质. 据区域化探扫面资料,二郎坪群各组中金的丰度均较高，其中大庙组为 $7.1\times10^{-9}\sim58.0\times10^{-9}$,平均 24.1×10^{-9};火神庙组为 $14.0\times10^{-9}\sim20.0\times10^{-9}$,平均 16.5×10^{-9} ;小寨组 $1.6\times10^{-9}\sim105\times10^{-9}$. 秦岭群雁岭沟组金的平均背景值为 2.1×10^{-9}[7]. 同时,产于二郎坪群和秦岭群雁岭沟组的金矿明显受地层层位控制，主要产出层位有二郎坪群的大庙组、火神庙组和小寨组,秦岭群的雁岭沟组. 矿化具多期 (或多阶段) 性,主要表现在以下 3 个方面:(1) 强应变带中见有浸染状黄铁矿;(2) 含少量硫化物的乳白色石英脉;(3) 石英脉被剪切改造,硫化物呈细脉状或团块状产于石英脉中.

在二郎坪金矿分别采取石英脉和其中的细脉状硫化物样品进行金分析，金含量分别为 0.03×10^{-6} 和 19.8×10^{-6},说明金矿主要形成于晚期矿化,早期只是初步富集. 同时也说明金主要赋存于硫化物中,有部分磁黄铁矿退变为胶状黄铁矿和白铁矿，黄铜矿交代黄铁矿、磁黄铁矿,晚期有赤铁矿和褐铁矿化,自然金和含金矿物主要赋存在黄铁矿的裂隙中，少量分布于粒间或以包体形式存在于黄铁矿中. 该矿化带从矿石类型来看以石英脉型为主,个别为蚀变岩型. 该带金异常元素组合类型在东西方向有一定变化，五里川以西主要为 Au-Ag-Sb-Mo 元素组合,有大量锑矿床产出;涧北沟-二郎坪一带以 Au-Ag-As-Sb 组合为主,多金属矿物不发育;梅子沟-湾潭一带以 Au-Pb-Zn 组合为主,表现为金矿体中方铅矿、闪锌矿非常发育,而向东到五垛山岩体附近,则以 Au-Ag-As-Cu 为主,金矿中铜矿化非常发育,并且在该区有许多铜矿点.

4.2　韧性剪切带在金矿成矿中的作用

本区韧性剪切带分布广泛,规模宏大,活动频繁,绝大部分金矿体赋存于这类构造带中[7]. 它不仅是金运移的通道和储存场所,而且与金的活化、迁移有着密切的联系. 此类构造的特征是呈带状分布,岩石和矿物从宏观到微观均发生了韧性剪切变形,岩石片理化、糜棱岩化表现明显,剪切带内常发育糜棱岩类岩石.

直至晋宁末期产生区域性的韧性剪切带，同时在区域性韧性剪切带之间或其旁侧还发育了规模较小的次级韧性剪切带,而后随着地壳的抬升作用,在中、浅层次上叠加了脆韧性或脆性改造形迹，部分成为扩容空间,充填了含金石英脉或形成其他类型的金矿. 区域性的和次一级的韧性剪切带由于在成矿期间所处的温度、压力和切割深度的不同,分别起着导矿和储矿作用,致使金矿床 (体) 绝大部分赋存在次级韧性剪切带中.

"成矿前和成矿期构造对于内生矿产来说,控制着矿液的运移通道和沉淀位置, 以及矿体的形态和产状" (陈国达,1997) . 韧性剪切带在成矿初期主要表现为韧性变形变质作用,形成糜棱岩带. 在糜棱岩带中充填形成含少量黄铁矿的石英脉,呈脉状、透镜状,在构造带中尖灭再现或侧现分布 (图 3) .

后期对成矿有影响的构造活动分为两个阶段[8]:

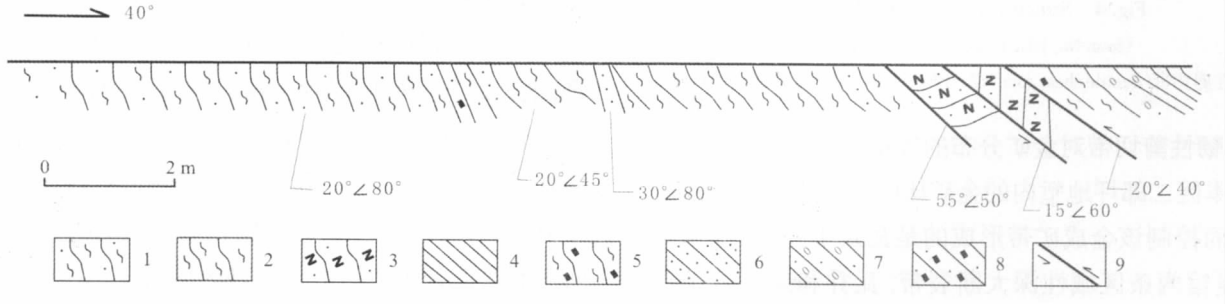

图 2　黑峪子沟垴 - 椿树沟 957 控矿韧性剪切带剖面简图

Fig. 2　The No. 957 Heiyuzigounao-Chunshugou section of the ore-controlling ductile shear zone

1—条痕状糜棱岩 (streaky mylonite);2—云母石英糜棱岩 (mica quartz mylonite);3—长英质糜棱岩 (felsic mylonite);4—片糜岩 (schistoid mylonite);5—构造蚀变岩 (tectonic altered rock);6—石英糜棱岩 (quartz mylonite);7—石英初糜棱岩 (quartz protomylonite);8—方解石英糜棱岩 (calcite quartz mylonite);9—剪切指向 (shearing direction)

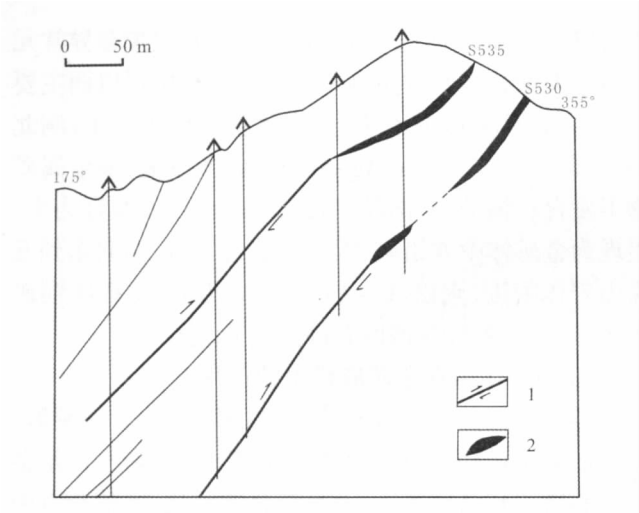

图 3 某金矿 530、535 矿脉赋存部位简图
(据河南地调一队)
Fig. 3 Occurrences of Nos. 530 and 535 gold ore veins
(from No. 1 Geological Team of Henan)
1—断层 (fault); 2—金矿脉 (gold vein)

第一阶段为压剪性，在石英脉与糜棱岩的界面上强烈研磨、片理化，产生一定厚度的断层泥；第二阶段为张剪性，形成叠瓦状张裂结构面，错断含金石英脉，断距一般不超过剪切带 (图 4).

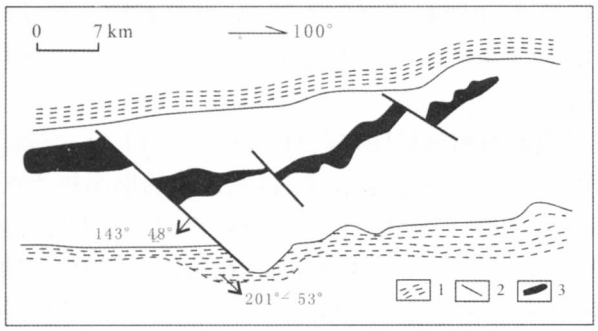

图 4 成矿后构造活动特征
(据河南地调一队)
Fig. 4 Structures after mineralization
(from No. 1 Geological Team of Henan)
1—韧性剪切带 (ductile shear zone); 2—断层 (fault); 3—金矿脉 (gold vein)

4.3 韧性剪切带对金矿分布的控制

本区二郎坪地堑内的金矿床 (点) 构成一条金成矿带，而控制该金成矿带形成的是瓦穴子-乔端和朱阳关-夏馆两条区域性深大断裂带. 瓦乔和朱夏两条深大断裂切割深、规模大、活动时间长，控制二郎坪群含金火山 (沉积) 岩建造的形成，是岩浆活动和热液运移的通道，并且控制赋矿次级断裂带产生，从根本上控制了本区金矿的形成和分布. 大部分金矿床即产在与深大断裂密切相关的次级断裂中，尤其是二者复合或交叉部位. 同时，金矿床 (体) 在构造带中受走向控制，即矿床产于剪切带的特定走向段中[9].

二郎坪群和秦岭群中规模不等的层间破碎带非常发育，热液改造型金矿的矿体或含矿石英脉、矿化蚀变岩绝大部分产于这些层间破碎带中. 层间破碎带可形成于韧-脆性剪切带中，也可在两个岩性组之间及同一组内不同岩层之间 (一般为火山岩、火山碎屑岩与多种片岩之间)，其发育规模基本决定了金矿体的规模.

二郎坪金矿是较典型的受剪切带控制的金矿床. 在矿区表现为密集的强片理化带，有人称之为挤压片理化带或层间破碎带，实际上为脆性特征较明显的韧-脆性剪切带. 矿区部分地段拉伸线理发育，其走向为 280°左右. 另一显著特点是岩石被剪切成片杆状，矿体的侧伏方向或者说延伸方向与拉伸线理方向一致. 通过研究发现该带早期曾经历了强烈的韧性变形，岩石中的残留碎斑表现了强烈的韧性变形特征，动力分异造成的条带状构造也非常发育. 随着时间的推移该带由地壳较深部向浅部发展，叠加了晚期的脆性特征明显的剪切改造，并且发生了重结晶作用，糜棱岩的微观组构已很少保留，表现为片岩，属于糜棱片岩. 由于恢复重结晶作用，基质已重结晶呈连续定向排列，使拔丝的石英、角闪石等呈透镜状、豆荚状，平行断续排列，且与页理平行产出.

5 结论

1) 该区构造复杂，变质强烈，岩浆岩发育，地层均经历了多期变形及变质作用，金矿床 (点) 集中分布于强变形的剪切带中.

2) 本区韧性剪切带分布广泛，规模宏大，活动频繁，绝大部分金矿体赋存于这类构造带中，不仅是金运移的通道和储存场所，而且与金的活化、迁移有着密切的联系. 构造活动使二郎坪群和秦岭群雁岭沟组成为金成矿的矿源层，且金的丰度较高，属易活化金，为后期热液改造含矿地层，并最终为形成改造型金矿床提供了丰富的成矿物质.

3) 该区金矿床 (点) 明显受剪切带控制，主要是脆-韧性和脆性剪切带. 剪切带控制着石英脉或蚀变带的分布.

参考文献：

[1] 罗铭玖,等. 河南金矿概论 [M]. 北京: 地震出版社,1992.

[2] 魏刚锋. 小秦岭东部控矿韧性剪切带特征 [J]. 河南地质,1997,15 (2): 108—115.

[3] 魏刚锋,于凤池. 小秦岭东部区域韧性剪切带研究 [J]. 西安地质学院学报,1997,19 (2): 21—26.

[4] 卿敏,刘连登. 小秦岭剪切带类型与金矿的时空关系 [J]. 河南地质,1994,12 (3): 171—175.

[5] 白万成,卿敏,等. 小秦岭金矿田韧性剪切带特征及与金矿成矿的关系 [J]. 黄金地质,1995,1 (1): 27—33.

[6] 刘连登,朱永正,等. 金矿与韧性剪切带及叠加构造 [A] // 张贻侠,刘连登,编. 中国前寒武纪矿床和构造. 北京: 地震出版社,1994: 39—77.

[7] 栾世伟,等. 小秦岭金矿糜棱岩成因机理及其与金矿化的关系 [J]. 成都地质学院学报,1988 (3): 30—36.

[8] 栾世伟,陈尚迪,曹殿春,等. 小秦岭地区深部金矿化特征及评价 [M]. 成都: 成都科技大学出版社,1991.

[9] 陈衍景,富士谷,陈泽铭,等. 河南省金矿的成矿构造模式 [J]. 河南地质情报,1990 (2): 34—38.