

文章编号: 0258-7106 (2001) 03-0229-05

陕西八卦庙金矿床构造特征 及其对成矿的控制

张 恩 周永章

郭 健

(中山大学地球科学系, 广州 510275) (西北有色地质研究所, 西安 710054)

提 要 文章对八卦庙金矿床的矿区构造特征、矿床地质和矿床成因作了系统的分析, 认为在断陷盆地中形成的一套具有浊流沉积特征和热水沉积特征的含金高背景的赋矿岩石为金矿的矿源层。在褶皱造山过程中, 金元素发生活化、再分配并在层间破碎带、构造片理化带及剪切带中预富集。在印支期—燕山期的构造及伴随的岩浆热液作用下, 金矿最终在构造有利部位富集成矿。该矿床构造控矿明显, 因此, 研究其构造特征对于搞清该矿床的成因, 进行成矿预测, 确定找矿标志有一定的指导意义。

关键词 金矿床 八卦庙 控矿构造 找矿标志

中图分类号: P618.51; P613

文献标识码: A

八卦庙金矿床位于秦岭造山带海西印支褶皱带中, 是我国发现的陆-陆碰撞造山带中的超大型金矿床(郑作平等, 1996)。矿床构造控矿非常明显, 主矿体受苏家沟—空棺沟复式向斜西端北翼的八卦庙次级向斜的控制, 成矿部位表现出强烈的脆—韧性剪切特征, 是秦岭海西印支褶皱带特定构造环境发展演化的产物。在同一条成矿带上还发现有许多类似矿床, 如双王金矿、庞家河金矿、古迹金矿、坪定金矿和李坝金矿等, 它们一起形成秦岭金矿密集区。

1 矿区构造特征

1.1 褶皱构造

矿区位于秦岭造山带海西印支褶皱带中(图1), 凤县—镇安褶皱带东缘。矿区北部为蚂蝗沟—磨门沟倒转背斜, 南部为长沟—大柴沟背斜, 矿区本身是一向西仰起的复式向斜。在该复式向斜中又发育多个次级褶皱。

1.2 断裂构造

区域断裂构造也很发育, 北有凤镇—山阳断裂, 南为酒奠梁—江口断裂, 它们均属同生断裂。在印支期北东—南西向挤压作用下, 本区形成了以北西—南东向为主体展布方向的一系列不同级次的复式

向斜构造和韧性、脆韧性剪切构造带及断裂构造。

同生断裂 凤太海盆同生断裂发育, 其展布具北东、东西和南北纵横交织特点, 沿同生断裂发育有同生断裂角砾岩、地震岩席和热水喷流沉积岩。

剪切构造带 有唐藏—靖口韧性剪切带、湘子河—老铁厂脆韧性剪切带、高坡子—狮子坝脆韧性剪切带和玉皇庙—江口脆韧性剪切带等断裂构造带, 其中湘子河—老铁厂脆韧性剪切带是凤镇—山阳断裂带的西延部分, 是凤太地区泥盆系的北界断裂。带内拉伸线理、S-C构造、旋转斑点等指向标志发育。岩石普遍糜棱岩化、千枚岩化, 东西向展布, 倾向不定。印支期—燕山期以来运动方向以左行剪切为主, 与矿化关系密切。

控矿构造 苏家沟—空棺沟复式向斜西端北翼的八卦庙次级向斜及一组走向断裂和脆韧性剪切带是本矿区的控矿和容矿构造。在剪切带中层间劈理、流褶皱、鞘状褶皱及平卧褶皱发育, 同时有糜棱岩(或超糜棱岩)、糜棱岩化绢英岩等, 断裂带中岩石破碎强烈, 石英脉或石英方解石脉沿破碎带充填, 并经多次破碎和蚀变, 形成含金构造蚀变带。

容矿构造 野外调查表明, 矿区NE走向的张剪性节理及其所充填的石英脉非常发育, 卫星影像解译发现, 八卦庙—铜铃沟有一条宽1.5~2 km, 长

* 本文得到 973 项目(GI999043200, 95-预-39-VZ)、国家自然科学基金(40073010, 49303041)和高等学校博士点基金资助。

第一作者简介 张 恩, 男, 1964 年出生, 从事矿物、矿物材料和矿床学的教学与研究。

收稿日期 2000-08-14; 改回日期 2001-01-15。李 岩编辑。



图1 秦岭区域地质构造略图(据郑作平等,1996 修编)

Fig. 1 Simplified geological map showing regional tectonics of Qinling

I—华北地块; II—扬子地块; III—秦岭褶皱系; III₁—北秦岭加里东褶皱带; III₂—礼县-柞水海西褶皱带; III₃—南秦岭印支褶皱带; III₄—北大巴山加里东褶皱带; IV—松藩-甘孜褶皱系; V—徽成拗陷; VI—南阳拗陷; ▲—八卦庙金矿床; 1—一级构造单元界线; 2—二级构造单元界线; 3—断裂带

约10 km的NE向线性纹带,为脆性剪切带。节理走向NE35~40°,其中充填的石英脉含金品位高,是金矿体的重要组成部分。

2 矿床地质特征

2.1 矿体的空间展布特征

八卦庙金矿床处于控矿逆冲断裂南侧。矿床内矿体较集中,一般成群或成带分布,分为北、中、南3个矿带(图2)。矿体总体走向近东西,倾向北东,呈透镜状,中部连续性好,上、下两端及东、西两侧出现分支。北矿带距控矿逆冲断裂面约50~100 m,蚀变最强,矿化最好;中矿带距逆冲断裂面约400 m,矿化次之;南矿带矿化最差,仅圈出两个小矿化体。

2.2 矿石种类及结构构造

金矿石有3种类型(于学元等,1996):一类是破碎带中的强烈蚀变的围岩,另一类是含金石英脉,第三类是含金铁白云石石英脉。矿石为自形一半自形粒状结构、显微粒状结构、显微鳞片变晶结构,其中大部分是千糜结构、糜棱结构(钟健华等,1997);矿石构造则以浸染状、斑点状、细脉状、网脉状、角砾状及条带状为主。

2.3 蚀变特征

矿区内广泛发育各种蚀变作用,如硅化、铁白云石化、绢云母化、绿泥石化、钠长石化和磁黄铁矿-黄铁矿化。矿体和近矿围岩中还出现一种矿物集合体蚀变——斑点蚀变,它是热液作用的产物,斑点常由石英、绢云母、铁白云石和磁黄铁矿-黄铁矿组成,宏

观上表现为褪色蚀变带,它反映了热液作用的范围。

2.4 含金石英脉及其特点

石英脉是八卦庙金矿体的重要组成部分,常充填于构造破碎带中,并多次发生破碎和蚀变,形成含金构造蚀变带。它形成于成矿作用的各个阶段,以晚期叠加的NNE向剪切构造及其所充填的石英脉与矿化最为密切,含矿品位较高。根据产状,矿区的石英脉大体可分为顺层脉和节理脉两种。顺层石英脉常沿NNW向剪切断裂带顺层分布,石英脉呈团块状、扁豆状、透镜状、无根脉状密集分布,脉带宽几十厘米到数米不等,脉体与地层同步褶曲,在构造虚脱部位加厚,可见应力生长特征。石英脉的矿物组成以石英和铁白云石为主(大于90%),少量磁黄铁矿、黄铁矿和绢云母,矿物颗粒粗大,且分布极不均匀。金矿化弱,据统计金品位在 $(0.04 \sim 5.64) \times 10^{-6}$ 之间,平均 1.28×10^{-6} ,难以单独构成工业矿体,反映了早期构造活动对成矿物质的初步富集作用。节理石英脉沿NE35~40°走向呈节理密集带分布,并切穿顺层石英脉,脉宽2~50 mm,长数米到20余米,脉壁平直,常具侧向尖灭再现现象,组成矿物主要有石英和铁白云石(大于80%),以及磁黄铁矿、黄铁矿、黑云母、钠长石、电气石和磷灰石等。矿物粒度小于2 mm,以0.1~0.5 mm居多。铁白云石多分布于石英脉边部。此类石英脉含金量高,据统计金品位约为 $(1.95 \sim 37.20) \times 10^{-6}$,平均 15.11×10^{-6} ,为最终矿体的主要部分。

2.5 成矿流体性质

八卦庙金矿床中矿物流体包裹体比较发育。在

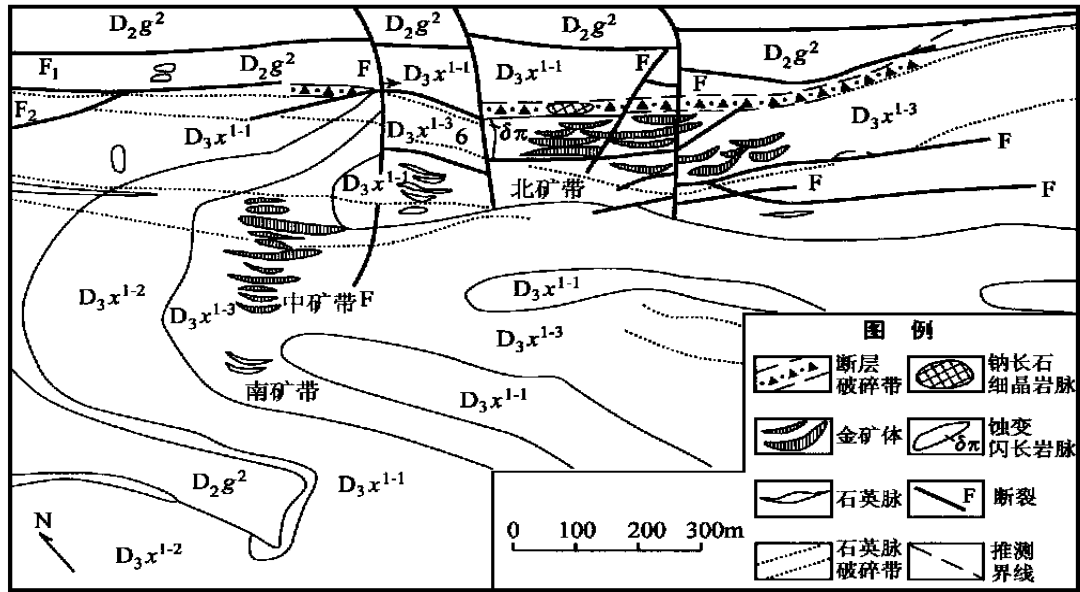


图2 八卦庙金矿地质略图(据于学元等,1996 修编)

Fig. 2 Simplified geological map of the Baguamiao gold deposit, shaanxi

D_2g^2 —中泥盆统古道岭组上部; D_3x^{1-1} —上泥盆统星红铺组下段第一层; D_3x^{1-2} —上泥盆统星红铺组下段第二层; D_3x^{1-3} —上泥盆统星红铺组下段第三层; D_3x^{1-4} —上泥盆统星红铺组下段第四层

铁白云石和石英中,发现了大量的两相包裹体和含NaCl子晶的多相包裹体。原生包裹体的均一温度多为250℃,最高可达410℃(属中高温环境);包裹体盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}}) = 19.6\% \sim 21.2\%$,结合矿石中大量的铁白云石和 CO_2 包裹体,不难看出八卦庙金矿的成矿热液为一种富含 CO_2 的高盐度、高温度的NaCl型成矿流体。这些特点与广东重要的河台金矿和庞西垌金矿床基本一致(周永章等,1995)。

2.6 同位素示踪

从已有的硫、氢、氧、碳、硅同位素测定结果(朱宏洲等,1998;邵世才,1996;郑作平等,1996),可以得出以下结论:

- (1) 成矿物质主要来自围岩。
- (2) 成矿热液是多源的,即有大气降水,也受岩浆水的影响。
- (3) 成矿物质主要来自深部。
- (4) 顺层石英脉的硅质主要来自地层中的热水沉积物,节理石英脉的则主要来自印支期—燕山期中酸性岩浆活动,而且早期的成矿物源单一,晚期的成矿物源趋于复杂。

3 构造演化及其控矿性

自元古宙以来,秦岭裂谷经历了多阶段、多旋回

的拉张与挤压、新生与消亡的演化历程,同时也形成和改造着本区的多金属成矿带。八卦庙金矿产于秦岭泥盆系地层中,它与整个古生代裂谷的扩张演化是分不开的,其演化与作用大体可分为以下3部分。

3.1 控制矿带、矿田和矿源层的构造

在早泥盆世,华北板块之南缘和扬子板块北部边缘发生拉张裂陷,形成了西起岷县,东达西峡,长达800 km以上的近东西向裂陷带(图1)。在陕西境内,主要沿王家楞—凤镇—山阳地背斜发生拉张,产生由地垒、地堑组成的裂陷带,由于地垒的东西向断续分布,控制了彼此分割又有沟通的凤太、板沙、柞山、镇安、旬阳等海盆的范围,它们彼此既有共性又有差异(刘平等,1999)。在沉积盆地中发育NE向、NW向、SN向和EW向的网状同生断裂系统,以凤镇—山阳近东西向深大同生断裂为主的低序次同生断裂(NE向、NW向及SN向),为深部流体(海底喷流)和火山凝灰质物源热水的大规模排出和上升进入次级沉积盆地提供了构造通道,而高序次同生断裂(EW向及SN向)则为控盆构造。在凤太一级拉分盆地中,西河近南北向同生断裂将其分割为东部太白二级盆地和西部凤县二级盆地,银母寺—八卦庙—八方山拉分式三级构造热水沉积盆地位于凤县二级沉积盆地的西北边缘上(方维萱等,1999),山阳

—凤镇深大同生断裂则从八卦庙金矿北缘通过。由于区域同生断裂的持续活动和含矿热水的间歇性喷流,在区内形成了一套具有浊流沉积特征和热水沉积特征的含金高背景的赋矿岩石。

3.2 成矿物质活化和预富集作用

在海西晚期—印支期,扬子板块与秦岭微板块及华北板块相碰撞,一方面导致地层褶皱变形、逆冲叠覆,另一方面与早期同生断裂构造复合叠加,形成本区以 NWW—SEE 向为主体展布方向的一系列不同级次的韧性、脆韧性剪切带和 NE 向横断层,该带中发育一系列小褶皱。地层中发育流劈理、流褶皱、鞘状褶皱和平卧褶皱。岩石具糜棱岩化、千糜岩化现象,矿石中千糜结构、糜棱结构和网脉状构造、角砾状构造明显,同时伴有强烈的热液作用,使成矿物质得到活化并初步富集,形成一些具金矿化的剪切揉皱带和顺层石英脉等。

3.3 热液再改造及成矿作用

在燕山期,华北板块向南发生陆内俯冲,秦岭造山带进一步收缩挤压,区域上形成一系列紧闭倒转褶皱和叠瓦式逆冲推覆构造带。由于扬子板块北缘的不规整性和佛坪古陆、陡岭地体、小磨岭地体等离散块体的砥柱作用,使秦岭泥盆系地层东西部发生不均衡的南北向挤压,以佛坪古陆为界的中部受力最强,构造复杂,褶皱紧闭,次级褶皱发育;而向两端褶皱逐渐开阔,东部向东南散开,形成马蹄形宽缓向斜,西部走向北西,西宽东窄,向西扬起,向东收敛,褶皱两翼不对称,北陡南缓。断层集中于北部,以逆断层为主,伴有正断层,南部断层不发育,表明区域压力由南往北逐渐增强。伴随着各种构造的一系列密集的北东向张性剪节理,为金矿的重要容矿构造。

与此同时,还伴随着强烈的岩浆活动。由于区域构造特点和区域上不均衡的挤压作用,岩浆自东而西向深部侵入,形成了近东西向展布的西坝等中酸性岩体和围岩中的岩脉群。岩体及所产生的热液不仅为金矿化提供了热动力,同时也带来了成矿物质。虽然矿区岩浆岩并不发育,仅北部有成群展布的钠长细晶岩脉和闪长玢岩脉,但西坝岩体 U-Pb 及 K-Ar 年龄为 148.1~213.5 Ma(张选固,1996),为印支期—燕山早期的产物,与矿区岩脉的形成时代及八卦庙金矿成矿时代一致。同时,矿区岩脉金含量高(0.24 g/t),为本区矿物质的再次活化、迁移、富集提供了热动力和成矿物质。另外,在剖面上深部矿化增强,预计矿区深部有隐伏岩体分布,其长轴方向

与区域构造线方向一致,可对成矿提供热液。

综上所述,八卦庙金矿床是秦岭地区长期构造作用及其演化的结果,构造控矿明显。矿区北缘有山阳—凤镇深大同生断裂通过,NE 走向的张性剪节理及其所充填的石英脉极其发育,其中充填的石英脉含金品位高,是金矿体的重要组成部分。从而也很好地解释了该区卫星影像中所发现的现象,即八卦庙—铜铃沟有一条宽 1.5~2 km,长约 10 km 的 NE 向线性纹带,应为一脆性剪切带。另外,矿床分带明显,矿化有由南向北、由浅入深逐渐增强的趋势,这与构造及其发育程度密切相关,即矿化受 NWW 向脆韧性剪切推覆构造带和 NE 向剪节理密集带的联合控制,而且在两者的交汇部位矿化最好,离剪切带越远矿化越差。

4 找矿勘查意义

八卦庙金矿构造控矿明显。追踪和发现低序次同生断裂是寻找新的超大型矿床的主要方向,同时要注意综合研究与构造有关的其他因素。在此笔者提出如下找矿标志。

(1) 中上泥盆统热水沉积岩相和浊积岩相发育的地区。本区有利含矿岩相具有东西分区、南北分带的空间展布特征,在找矿时应注意追索这种变化。

(2) 在含金建造中,靠近深大断裂且构造活动强烈地段,层间破碎带和层间片理岩化带发育地段,尤其是印支期—燕山期初—脆性剪切构造叠加部位是找矿的最有利地段。

(3) 与区域构造相关的中酸性岩体及其接触带 3~5 km 处或岩脉发育地段。

(4) 围岩蚀变强烈发育地段,蚀变种类以绢云母化、硅化、铁白云石化及黄铁矿化为主。

致 谢 本文应用了西北有色地质研究所的部分资料,西北有色地勘局何典仁、李作华高级工程师亦给予了支持和帮助。参加过该研究的还有苏瑞霞、陈丹玲等同志,在此表示衷心的感谢。

参考文献

- 方维萱,卢纪英,王东生.1999.初论秦岭造山带超大型金属矿集区研究与勘查技术[J].有色金属矿产与勘查,8(6):574~579.
- 刘平,李作华,黄长青.1999.陕西秦岭泥盆系地质成矿环境及找

- 矿[J]. 有色金属矿产与勘查, 8(6): 348~352.
- 邵世才. 1996. 秦岭地区沉积岩容矿金矿的类型、特征及找矿远景[J]. 有色金属矿产与勘查, 5(4): 193~198.
- 于学元, 郑作平, 牛贺才, 等. 1996. 八卦庙大型金矿床稀土元素地球化学研究[J]. 地球化学, (2): 140~149.
- 张选固. 1996. 八卦庙金矿石特征及技术加工性能[J]. 西北金属矿产地质, 1~2.
- 郑作平, 于学元, 陈繁荣. 1996. 八卦庙金矿成矿的某些地球化学制约因素[J]. 地质地球化学, (1): 61~66.
- 钟建华, 张国伟. 1997. 陕西凤县八卦庙特大型金矿的成因研究[J]. 地质学报, 71(2): 150~160.
- 周永章, 张海华, 卢焕章, 等. 1995. 粤西河台金矿床的流体包裹体及成矿流体[J]. 矿物学报, 15(4): 411~417.
- 朱宏洲, 郭健, 安峥嵘. 1998. 陕西八卦庙金矿床硅同位素组成及地质意义[J]. 有色金属矿产与勘查, 7(6): 326~329.

Structures in the Baguamiao Gold Deposit of Shaanxi Province and Their Ore-controlling Role

Zhang En, Zhou Yongzhang

(Department of Earth Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Guo Jian

(Institute of Geology, Northwest China Geosurvey Bureau, Xi'an 710054)

Key words: gold deposit, Baguamiao, ore-controlling structures, ore-hunting indicator

Abstract

It is considered that the Baguamiao gold deposit has intimate genetic connection with the process of the regional tectonic evolution in the Qinling orogenic belt. During Early Devonian, the southern edge of the North China plate was separated from the northern edge of the Yangtze plate along Fengzhen—Shanyang fault. The formation of a series of fault subsidence basins and netted syngenetic structures favored hydrothermal sedimentation. Continuous activation of the syngenetic fault and intermittent exhalation of ore-bearing hydrothermal water resulted in the formation of high-gold sedimentary rocks characterized by turbidite current deposition and hydrothermal sedimentation in the rifted oceanic basin, which served as ore sources. And Fengzhen—Shanyang syngenetic fault passed through the northern edge of the Baguamiao gold deposit. In Late Hercynian—Indosinian period, the strata were folded and changed in shape, forming overlap folds and a series of NW-SEE trending interlayer fracture zones, schistosity zones and shear zones. Gold was reactivated, redistributed, and concentrated in the fracture belt by hydrothermal activity. During Yanshanian period, the irregular northern passive edge of the Yangtze plate, the divided ancient lands and the southern active edge of the North China plate collided continuously with each other and underthrust, making the Devonian in the western and eastern Qinling area undergo uneven pressure. Strata in the east and in the west of the Fuping ancient land developed clockwise twist strain and anti-clockwise twist strain respectively. The structures experienced the changes from tension through compression to tension-twist. Magmatic hydrothermalism caused gold to reactivate, move and finally precipitate in favorable structures. These features are well developed. The orebodies are controlled by structures. There is a trend that the intensity of gold mineralization is getting stronger from south to north and from the shallow part to the depth. The ore-controlling features are clear. This conclusion can guide the study of ore genesis, the prospecting work and the determination of ore-hunting indicators.