

河西金矿构造控矿特征及成因机制初探

何胜飞¹, 孙涛²

(1. 天津地质矿产研究所, 天津 300170;

2. 桂林工学院资源与环境工程系, 广西 桂林 541004)

摘要: 河西金矿床成矿构造位置独特, 矿体复杂。文章从控矿构造成因入手, 研究了河西金矿床控矿构造的形成、发展和演化, 指出了河西金矿床控矿构造系统是在不同于主应力场的局部应力场作用下形成的, 不同方向的矿体也是在同一时期、同一应力场作用下, 在不同性质的构造裂隙的引张部位形成的。

关键词: 断裂构造; 控矿规律; 河西金矿; 成因机制; 山东省

doi: 10.3969/j.issn.1001-1412.2009.03.003

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2009)03-0194-04

0 引言

河西金矿位于鲁东地盾西北部的招掖金矿集中区西部, 焦家金矿田的中央部位, 其周围有焦家、新城、金城、河东、望儿山、上庄、界河等著名金矿床及大量的中小矿床。焦家金矿田的断裂构造非常发育, 主要有 NE 向和 NW 向两组断裂, 其中 NE 向断裂为本区的主要控矿构造。自西向东发育着新城—焦家断裂、侯家断裂、河西断裂、望儿山断裂, 金矿床均产于断裂构造破碎带中。河西金矿赋存于河西断裂的上盘, 是矿田内唯一产于断裂上盘的大型矿床, 并且有 NW 向构造控制的矿体。因此研究河西金矿的构造控矿规律及成因机制有着特殊的意义。

1 河西金矿矿体地质特征

1.1 矿床主要地质特征

河西金矿床夹持在新城—焦家断裂和望儿山断裂之间, 定位于河西反“S”型断裂的上盘(图 1)。河西金矿床分为河西矿段和侯西矿段。

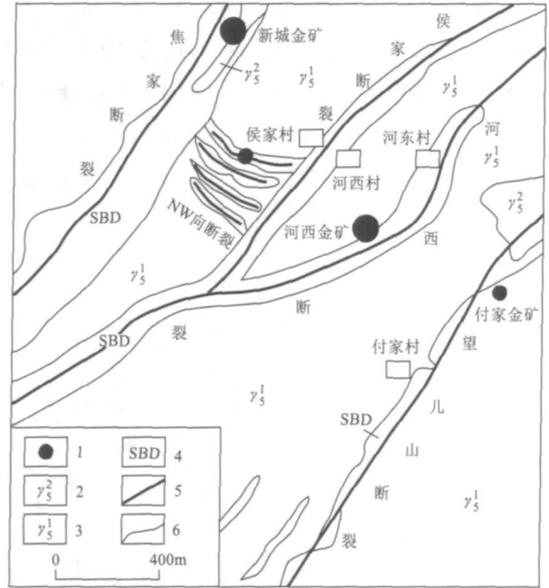


图 1 河西金矿及外围构造地质略图^[1]

Fig. 1 Skatch showing structure and geology in surrounding of Hexi gold deposit

- 1. 金矿 2. 郭家岭花岗岩 3. 玲珑花岗岩
- 4. 构造蚀变带 5. 断裂构造 6. 岩体界线

河西矿段的 6 个主要矿体赋存于河西断裂 NE-NNE 走向段的过渡部位, 矿体产于河西断裂上盘的破碎蚀变花岗岩中。矿体的延伸方向和倾向同断裂破碎蚀变岩带的总体产状一致。1 号和 3 号矿体分

收稿日期: 2008-04-25

作者简介: 何胜飞(1977-), 男, 江西南城人, 硕士, 研究方向为动力地质与成矿。通信地址: 天津市河东区大直沽八号路, 天津地质矿产研究所; 邮政编码: 300170; E-mail: hesan496112@163.com

布于距主断面 5~40 m 的范围内; 4 号、5 号和 6 号矿体则分布于距主断面 50~100 m 的范围内。其中 1 号矿体是河西矿段内最主要的矿体, 在主断面附近, 主矿体上部连续, 下部分叉, 矿体走向长约 370 m, 厚达 26 m, 已控制深度近 300 m。其他的矿体形态多为透镜状, 出现沿走向分支复合及沿倾向尖灭再现的现象。矿体中的矿化多为浸染状、网脉状和细脉状。矿脉有 5 种类型: ①含金石英-黄铁矿脉; ②含金石英-多金属硫化物脉; ③含黄铁矿石脉; ④贫金黄铁矿-石英脉; ⑤含金的黄铁矿-石英-方解石脉^[1]。其中含金石英-黄铁矿脉在本矿段分布最为广泛。

河西矿段赋存的 4 个矿体分布于侯西断裂西侧的 4 个呈近 NW 走向的次级破碎蚀变岩带中。从穿切它们的剖面可以看出, 金矿体的产状与次级蚀变破碎带的产状大体一致, 倾向 NE, 倾角约 45°, 矿体呈透镜状产出。矿体沿走向也具明显的分支复合现象, 矿化仍以浸染状为主。

1.2 围岩蚀变及分带特征

河西金矿床为典型的蚀变岩型金矿床, 蚀变种类较多, 有(黄铁)绢英岩化、绢云母化、钾长石化、钠长石化、硅化、碳酸盐化、绿泥石化及高岭土化等。其中钾长石化最为发育, 有大量的细脉状金矿体分布于钾长石化花岗岩带中。

河西金矿床的围岩蚀变分带控制了矿化的分带。从河西主断裂开始蚀变分带依次是黄铁绢英岩化带→绢英岩化花岗碎裂岩带→绢英岩化钾化碎裂状花岗岩带→碎裂花岗岩。而矿化类型依次是浸染状矿化→细脉浸染状矿化和细脉状矿化。在黄铁绢英岩化带中心部位可见强硅化蚀变带。与其他蚀变岩型金矿不同的是, 河西金矿的绢英岩化钾化碎裂状花岗岩带十分发育, 尤其是钾化蚀变的范围大、程度深, 钾化蚀变带内的矿体多, 都是河西金矿所独有的。如河西金矿的 4 号、5 号、6 号、7 号和 8 号矿体均产于钾化蚀变带内。

1.3 矿石结构构造和矿物组成

矿石多呈网脉状、浸染状、细脉浸染状构造, 很少见块状硫化物; 硫化物在矿石中呈粒状、细脉充填状等。主要金属矿物为黄铁矿、自然金、辉碲铋矿, 其次有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等; 脉石矿物主要有石英、长石、绢云母。金矿物主要为自然金和银金矿, 赋存于黄铁矿和石英中, 常呈裂隙金, 晶隙金次之, 较少包裹金。金矿物也与黄铜矿、辉碲铋矿、方铅矿共生。金矿物形态各异, 受晶隙和裂隙形态制

约。黄铁矿约占硫化物总量的 90% 以上, 是金的主要载体矿物, 黄铁矿贯穿整个矿化过程, 共分 4 个阶段, 各阶段的晶型也不相同。第一阶段多为八面体和五角十二面体; 第二阶段以立方体为主; 第三阶段多为致密块状或烟灰状、碎裂状, 晶体较大者为立方体; 第四阶段为分布于方解石细脉中的立方体^[2,3]。

2 断裂构造对矿体的控制

2.1 断裂构造特征

2.1.1 河西断裂

河西断裂是河西金矿床的控矿主干断裂。断裂总体上呈 NE-NNE 走向的反“S”形, 中段的走向为 60°~75°, 东段(124 线以东)走向为 30°~40°, 西段(72 线以西)的走向为 30°~40°, 局部呈 NW 走向, 总体倾向 NW, 倾角上陡下缓, 中部陡两端缓, 上部的倾角约为 65°, 下部则不到 30°, 东西两端的倾角比中部要缓 10°左右。断层厚 0.5~1 m, 有灰黑色断层泥, 断裂带中除了角砾岩外, 还具有零星分布的糜棱岩、初糜棱岩, 说明河西断裂在形成时经历了从韧性变形到脆性变形的过程。

2.1.2 NW 向断裂

NW 向断裂在河西矿段的南西部及侯西矿段分布广泛。断裂倾向为 NE, 倾角 30°~40°, 侯西矿段的断裂在两端分别向 NW 向和 NE 向偏转。断裂带中也有糜棱岩化, 说明 NW 向的断裂也经历过韧性变形的过程。在河西矿段, 另有一组陡倾斜的 NW 向断裂, 多被成矿后脉岩充填, 对成矿意义不大。

2.1.3 侯家断裂

侯家断裂位于焦家断裂和河西断裂之间, 断裂南西端归并于河西断裂, 走向 35°~40°, 侯家断裂走向变化不大, 倾向和倾角变化较大, 在-40 m 中段, 倾向 NW, 倾角 55°左右; 在-70 m 中段, 倾向为 SE 或 NW, 倾角 65°~86°; 在-100 m 中段, 倾向为 NW 或 SE, 倾角 62°~73°。断裂面上发育阶步、擦痕、断层泥等, 主断面切割矿体, 表明侯家断裂主要是成矿后活动^[2]。

2.2 断裂构造对矿体的控制作用

2.2.1 断裂形态对矿体形态的控制

在河西金矿, 蚀变带受断裂控制, 在蚀变带内的矿体形态、矿化强度、矿石结构构造都严格受构造蚀变带的制约。在河西矿段东部, 控矿断裂以 NNE

向为主,矿体和蚀变带的走向与构造方向基本一致,也是以 NEE 向为主;在河西矿段的西部和侯西矿段,控矿断裂以 NWW 向为主,矿体的走向以 NWW 向为主。在二者过渡地段,由于 NWW 和 NEE 走向断裂叠加,矿体走向总体为近 EW 向,矿体形态变得极不规则,分支复合现象明显,但矿体的边缘部分分别呈 NEE 向、NWW 向和近 EW 向(图 2)。

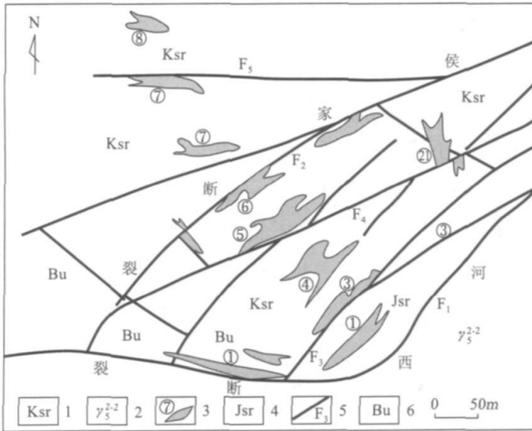


图 2 河西金矿-130 m 中段地质平面示意图
(据文献[5],有修改)

Fig. 2 Geological plan sketch at 130 m level
in Hexi gold mine

1. 钾长石化碎裂岩 2. 黑云母花岗岩 3. 矿体及编号
4. 绢云母化花岗岩碎岩 5. 构造及编号 6. 辉绿玢岩

在河西金矿床诸多矿体中,受断裂形态控制最明显的是 1 号矿体,1 号矿体是所有矿体中规模最大的,它产出于河西主断裂的上盘,-70 m 以上为一条矿体,-70 m 以下分成两支,一条矿体在河西断裂的中段,矿体沿断裂由 NEE 向变为 NWW 向,另一条矿体在河西断裂东部转折部位,其走向随着河西断裂转为 NNE 向。而对其他矿体而言,控矿裂隙的分支复合也同时控制了矿体的分支复合。

2.2.2 断裂对矿体侧伏的控制

在构造转折处的矿体,由于矿体在断裂上盘,受断裂形态的控制,而河西主断裂近 EW 向段的倾角陡,NE 向段倾角缓,因而两段的交线向 SW 侧伏,即断裂的转折处是向 SW 侧伏的,所以矿体的侧伏方向也为 SW 向。这与李俊英(2001)用 NE 向构造和 NEE 向构造的交线来解释焦家断裂带、三山岛断裂带上的矿体侧伏问题具有相同的道理^[6]。

2.3 断裂对矿脉群分布的控制

从图 2 可以看出,断裂不仅控制着河西金矿单个矿体的产出形态,也控制不同矿体的产出。在河西主断裂的上盘,由于受主断裂转折的影响,各个金

矿体在空间展布上,沿着转折处的角分线呈串珠状近等距排列,如 1 号、3 号、4 号、5 号、6 号、7 号、8 号矿体的排列。

3 河西断裂的成因分析

在焦家金矿田,矿体受断裂控制,控矿断裂的性质决定了矿体的赋存规律,河西金矿床的地质特征复杂,是由于复杂的局部应力场所造成的。由于河西断裂夹持于焦家断裂和望儿山断裂之间,断裂又呈反“S”型,使得焦家断裂和河西断裂之间地块的构造应力场较为复杂。但是作为一条次级断裂,它的形成又受当时的主应力场的制约,因而形成了较为独特的构造型式。

3.1 焦家断裂带的形成与演化

焦家构造带属于郯庐断裂的次级构造,其构造应力场应与郯庐断裂基本一致,表现为左行剪切特点。焦家断裂在燕山运动时期至少经历了 3 次构造运动:第一次是伴随郯庐断裂带的大规模左行平移,发生左行压扭性活动;第二次是伴随郯庐断裂带的拉张活动(裂谷作用),发生右行张扭性活动,相继产生大规模岩浆作用和金成矿作用;第三次是成矿作用之后发生的左行压扭性活动^[1]。

3.2 河西断裂形成时的应力状态

河西断裂在焦家断裂和望儿山断裂之间,除了区域应力场外,河西断裂的形成与演化主要受焦家金矿田的局部应力场控制。在成矿前区域压扭应力的作用下,焦家断裂和望儿山断裂左行剪切时,焦家断裂和望儿山断裂之间的地块产生右行旋转,由于焦家断裂和望儿山断裂的运动差异,在焦家断裂和望儿山断裂之间形成不同于区域应力场的局部应力场,在这个局部应力场作用下,焦家断裂和望儿山断裂之间的地块内部形成了一对共轭剪切破裂和一组近 EW 向的张裂面。河西断裂就是在这两组裂隙的基础上迁就 NE 向剪切破裂和近 EW 向张裂面发展而来的(图 3A)。在河西主断裂形成之后,河西断裂到焦家断裂之间的地块继续受到这种不平衡的应力场作用,但因河西断裂的剪切滑动比断裂形成前要小得多,应力场的方向也有所变化,主压应力的方向由 NEE 向转变为 NE 向,次级裂隙进一步发育,形成河西断裂上盘的密集节理带(图 3B)。

3.3 河西断裂在成矿期的应力状态

成矿期的区域应力场由挤压变为拉伸,焦家断裂

由左行剪切变为右行剪切。河西断裂的运动性质也由左行压扭剪切运动转变为右行张扭剪切运动, 河西断裂上盘的地块构造应力场也随之发生变化, 最大主应力方向由 NE 向转变为 NW 向, 使地块沿 NW 方向

拉张张开, 而 NE 方向受压密闭(图 4)。从而在河西断裂东部转折端的角分线方向上, 为最大主压应力的方向, 因而形成了一连串的矿体。与此同时, 早期 NW 向断裂的拉张成矿, 形成 NW 向的矿体。

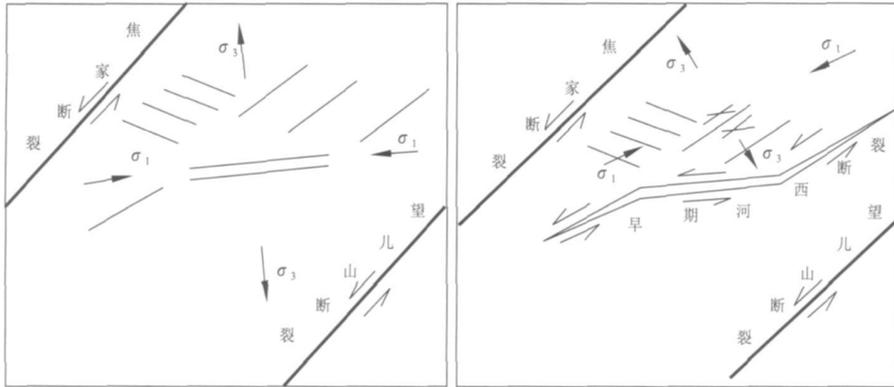


图 3 河西断裂应力状态示意图

Fig. 3 Fractural stress diagram of Hexi fault

A. 断裂形成期 B. 断裂形成后

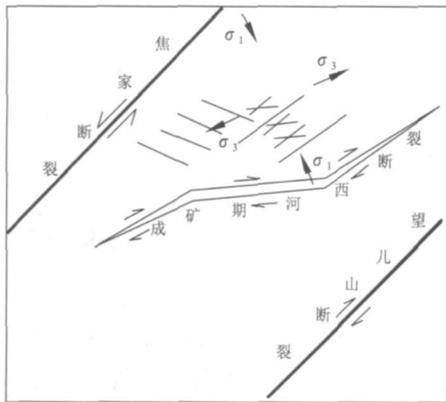


图 4 河西断裂在成矿期的应力状态示意图

Fig. 4 The syn-metallogenic stress diagram of Hexi fault

4 构造控矿机理的讨论

河西金矿床具有与焦家金矿田内其他矿床所不同的特点, 因而其控矿机理也是不同的。过去曾有人提出过为韧性剪切带控矿^[7], 也有人提出为锥型断裂控矿^[8], 均难以全面解释河西金矿床的构造控矿特点。从前面的分析可以看出, 河西金矿复杂的矿体赋存形态主要是其所处的特殊构造位置造成的, 在焦家断裂和望儿山支断裂所夹地块的复杂局部应力场作用下, 形成了 NE 向、NW 向和近 EW 向的多组裂隙, 并在此基础上形成了河西反“S”型断

裂。在成矿期, 在局部引张应力场的作用下, 成矿热液就位于早期形成的裂隙中沉淀成矿。因而河西金矿段的矿体及侯西 NW 向的控矿断裂是在同一构造应力场下形成, 并在同一应力场下同时成矿, 仅仅是控矿断裂的规模及产状不同而已。

5 结论

河西金矿床构造控矿系统是在焦家金矿田大的构造应力场作用下局部应力场的作用结果, 矿床中不同方向的控矿断裂也是同一应力场作用下形成的, 在成矿期, 矿体就位于不同性质的断裂构造引张部位, 并互相叠加, 从而形成了复杂的矿体赋存规律。

参考文献:

- [1] 徐贵忠, 应汉龙, 周瑞, 等. 论胶西北河西金矿床成因及其动力学条件[J]. 矿床地质, 2002, 21(3): 246-255.
- [2] 王来军, 王秀娟. 河西金矿构造控矿规律及预测研究[J]. 黄金, 2003, 24(2): 18-22.
- [3] 王来军. 河西金矿综合找矿信息研究[J]. 地质与勘探, 2001, 37(2): 47-50.

(下转第 204 页)

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MAGMATIC ROCKS OF HUANGSHAPING LEAD-ZINC DEPOSIT IN HUNAN, CHINA

LIU Xu, LIU Wu-hui, XI Chao-zhuang, DAI Ta-gen, WANG Ming-yan

(School of geosciences and environmental engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Magmatic rock in Huangshaping Pb-Zn poly-metallic ore deposit is located in the northwest of Qitianling, Hunan province mainly consisting of dasitic porphyry, granoporphyry, quartz porphyry and granitic porphyry. The intrusive rocks are determined at age of 141.1-164.00 Ma with $w(\text{SiO}_2) = 69.98\% - 77.00\%$ and $w(\text{Al}_2\text{O}_3) > w(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ belonging to the Al-saturated rock. $w(\Sigma\text{REE})$ is in range of $118 \times 10^{-6} - 311 \times 10^{-6}$. The chondrite-normalized REE pattern shows gentle curve line oblique to right and negative Eu anomaly ($\delta(\text{Eu}) = 0.25 - 0.48$). Micro-elements of the intrusive rocks are characterized by higher chalcophile element content that is the evidence of their supplying ore materials to Huangshaping Pb-Zn poly-metallic ore deposit. Based on the geochemical feature and regional correlation magmatic rocks in the deposit is of transitional genesis and characterized by both deep source and shallow source and crystalline differentiation and strong metasomatism.

Key Words: magmatic rock; geochemistry; Huangshaping lead-zinc deposit; Hunan province

(上接第 197 页)

[4] 李金祥, 郭涛, 吕古贤. 试论胶东西北部金矿化类型及其与构造关系[J]. 贵金属地质, 1999, 8(2): 58-61.

[5] 李金祥, 吴文根, 张忠义. 胶东西北部金矿床的侧幕式分布及其在探矿中的应用[J]. 有色金属(矿山部分), 2004, 56(4), 15-17.

[6] 李俊英. 焦家构造带控矿作用探讨——以莱州新城金矿床为例

[J]. 山东地质, 2001, 17(2): 37-43.

[7] 山东省地质六队. 河西金矿床地质勘查报告[R]. 济南: 山东省地质矿产勘查局, 1987.

[8] 汪劲草. 山东焦家断裂带下盘发现雏形断裂控制的工业矿体[J]. 地质论评, 2002, (3): 27-28.

DISCUSSION ON CHARACTERISTICS OF THE ORE-CONTROL STRUCTURE IN HEXI GOLD MINE AND GENESIS OF THE STRUCTURE

HE Sheng-fei¹, SUN Tao²

(1. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170, China;

2. Department of Resources and Environmental Engineer Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China)

Abstract: Hexi gold deposit is located in unique tectonic position with complex ore bodies. This paper deals with genesis, formation, development and evolution of the ore-control structure. The conclusion is drawn that the ore-control structure is formed under partial stress field different from principal stress field. Ore bodies oriented in various directions are formed at tension part of different mechanical fractures at same time under the same stress field

Key Words: fracture; ore-control pattern; Hexi gold deposit; genetic mechanism; Shandong province