

山东招远谢家沟金矿矿床地质特征及成因浅析

张群喜¹, 孙忠实², 王建国³

(1 东华理工学院 地球科学系, 江西 抚州 344000; 2 吉林大学 地球科学学院, 长春 130026;

3 中国地质大学“地质过程与矿产资源”国家重点实验室, 北京 100083)

摘要: 谢家沟金矿是近年来在胶东半岛新发现的一个大型韧性剪切带型金矿。在讨论成矿地质背景的基础上对矿床地质特征进行了研究, 对矿床成因作了简要探讨, 认为焦家断裂带与招平断裂带的构造运动为成矿提供了动力背景, 成矿物质来自地壳和地幔。

关键词: 谢家沟金矿; 地质特征; 矿床成因; 山东省

中图分类号: P611; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2007)02-0104-03

1 成矿地质背景

山东省招远市谢家沟矿区位于招平断裂带和焦家—新城断裂带之间, 区内基底为太古宙—元古宙花岗岩绿岩带, 主要岩石为片麻状玲珑黑云母花岗岩、滦家河型二长花岗岩^[1]。郭家岭型花岗闪长岩侵入玲珑花岗岩之中。

区域上, 主要金矿床均受招平断裂和焦家—新城断裂等一系列 NNE 向断裂控制^[2]。这些断裂控制着胶东地区的地质演化和金的矿化作用。本矿区的 NNE 向的构造十分发育, 基本控制了矿区的构造格局。NNW 向构造规模较小, 一般稍晚于 NNE 向断裂。EW 向断裂往往切割错断其他方向构造, 属于晚期构造, 规模比较大。NNE 向和 NNW 向断裂与成矿关系密切。

2 矿区地质概况

矿区地层简单, 主要出露第四系, 为松散残积物及坡积物。

矿区岩浆岩较为发育, 出露岩石为片麻状玲珑黑云母花岗岩及中—基性脉岩。其中玲珑花岗岩包括两类, 一类是中粗粒结构的片麻状黑云母花岗岩,

另一类是细粒结构的黑云母花岗岩, 前者出露最广, 后者仅在矿区西部、3 号 S 井东侧及 8 号井 122 线附近产出, 它们之间为渐变过渡, 推测细粒结构的黑云母花岗岩是玲珑花岗岩的边缘相(图 1)。

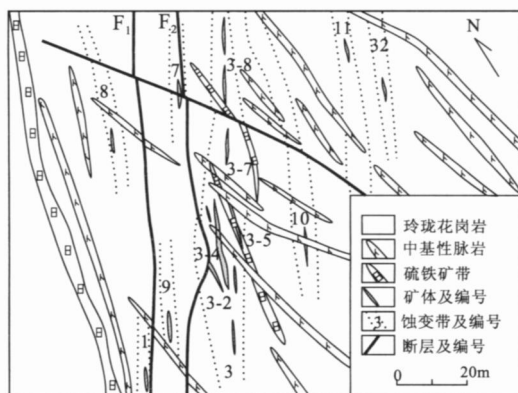


图 1 山东谢家沟金矿区地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Xiejiagou gold deposit in Shandong province

矿区构造十分发育。根据野外观察, 本区可划分为 5 套构造系统(图 2), 即: ①成矿期的 NNE 向(20°)韧性剪切带系统, 发育于玲珑花岗岩内; ②近 EW 向的平移断层构造系统, 该断裂系统近直立, 但主断裂面往往不发育; 而在垂直于该系统的剖面上, 表现为一系列密集的劈理化带; 平行该断裂系统, 局部发育节(脉)状含大量黝铜矿的含金硫化物石英脉; ③NNW 向拉张应力背景下的张剪性断裂构造

收稿日期: 2006-03-06

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 40272051)和山东招金集团有限公司地质找矿项目(编号 03-03-15)联合资助。

作者简介: 张群喜(1974), 男, 湖南攸县人, 讲师, 硕士, 现主要从事矿床方面的教学研究工作。

系统, 表现为 NNW 向的一系列中基性脉岩群, 为主成矿期后构造, 但脉岩的侵入对成矿有富集改造作用, 使脉岩两侧的矿体中发育走向 NW 的含金硫化物石英脉; ④NNE 向的压扭性构造系统, 表现为矿区 NNE 向断裂带内发育产状 $290^{\circ} \angle 70^{\circ}$, 宽 2~8 m 的硫铁矿带, 它切割了金矿体和所有脉岩, 该期构造不形成金矿体; ⑤近 SN 向压扭性断裂构造系统的压扭性正断层, 它是一套具继承性活动的断裂构造, 倾向 NW, 倾角 $68^{\circ} \sim 80^{\circ}$, 该期断裂构造发育明显的主断裂面, 宽 1~5 m, 最宽可达 10 m 以上, 该期断层破碎带内见到透镜状矿石角砾和脉岩角砾。

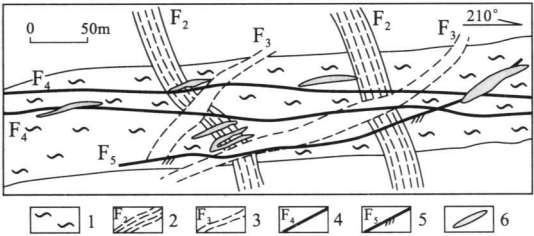


图 2 谢家沟金矿区构造纲要图

Fig. 2 Structure outline map of Xiejiagou gold deposit
1. NNE 向韧性剪切带 2. 近 EW 向韧性剪切带 3. NNW 向张性断裂
4. NNE 向压扭性断裂 5. 近 SN 向压扭性断裂 6. 矿体

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

由 1: 2 000 地质填图和井下工程揭露, 根据岩石变形及蚀变、矿化特征, 谢家沟矿区内可圈出 8 条矿化蚀变带(图 1), 从西往东依次为 8 号、1 号、9 号、7 号、3 号、10 号、12 号带, 它们近平行产出, 间距 20~200 m, 走向 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$, 倾向 SE, 倾角 $82^{\circ} \sim 87^{\circ}$, 矿化蚀变带规模不一, 宽 50~200 m, 但走向上稳定, 延长最大可达 1 500 m。本区矿体中具工业意义的为蚀变岩型金矿体, 但也偶见小规模石英脉型金矿体。一种是与韧-脆性剪切构造带有关的矿体, 另一种是与脉岩有关的矿体。前者矿体呈 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 产出, 矿体形态以透镜状、扁豆状为主, 规模较大, 矿石以浸染状、斑状黄铜矿、黄铁矿化绢英岩为主, 品位多数不是很高; 而后者矿体多沿脉岩两侧呈 $335^{\circ} \sim 345^{\circ}$ 展布, 该类矿体规模相对较小, 但品位往往较高, 矿石为黄铜矿、黄铁矿化绢英岩, 但黄

铜矿含量明显偏高, 有时可见绢英岩透镜体内发育宽达 2 cm 以上的黄铜矿团块(3 号井 180 水平东穿, 脉岩下盘附近), 具有后期叠加成矿的特点。石英脉型矿体可能是较晚成矿的, 它主要赋存于钾化、绢英岩化花岗岩的节理裂隙内, 以机械充填成矿作用为主, 交代蚀变作用不显著。矿石以黄铜矿石英脉为主, 品位虽然有时较高, 但规模往往较小, 厚度往往仅有几厘米, 并且矿化不连续(4 号井 99 线), 因此, 矿体的工业意义不大。

3.2 矿石特征

根据观察和分析, 把矿石划分为氧化矿石和原生矿石。氧化矿石主要分布在近地表和晚期切割矿体的断裂带中, 并以孔雀石化和褐铁矿化为典型特征; 根据金属矿物组合及其产出状态, 原生矿石可进一步划分为含黄铁绢英岩型、黄铁矿-石英脉型、黄铜矿-黄铁矿-石英脉型、黄铜矿-方铅矿-石英脉型、黄铁矿细脉-钾化花岗岩型。

矿石矿物有斑铜矿、银金矿、赤铁矿、褐铁矿、孔雀石、黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、方铅矿、闪锌矿以及自然金等, 脉石矿物有方解石、石英、白云母、绢云母和绿泥石等。赤铁矿、褐铁矿、孔雀石等次生氧化矿物只在矿脉的近地表发育, 而其他原生矿物在不同矿脉或同一矿脉不同标高的分布存在一定差异。

矿石结构主要有交代溶蚀结构、交代残余结构、碎裂结构等, 矿石构造主要有浸染状构造、细脉状构造、网脉状构造、块状构造等。

3.3 成矿阶段及矿物生成顺序

根据本区的矿物组合特征, 把成矿作用分为热液期与表生期(图 3), 其中热液期划分为 4 个阶段。

第一阶段(石英-金-黄铁矿阶段): 矿物组合

矿 物	同韧性剪切带成矿期		脉岩群形成叠加期	硫铁矿形成期	表 生 期
	石英-金-黄铁矿阶段	石英-金-黄铜矿阶段	金-多金属硫化物阶段	黄铁矿-石英阶段	氧化作用阶段
自然金					
石 英					
黄铁矿					
黄铜矿					
闪锌矿					
方铅矿					
钾长石					
绢云母					
绿泥石					
方解石					
斑铜矿					
黝铜矿					
孔雀石					
铜 蓝					
褐铁矿					
赤铁矿					

图 3 谢家沟金矿成矿期、成矿阶段划分

Fig. 3 Ore-forming phases and stages of the Xiejiagou gold deposit

为石英、自然金、黄铁矿。石英呈乳白色,黄铁矿为细粒自形晶为主,呈浸染状分布。该阶段矿化较弱,但范围广,构成前期矿化的重要基础。

第二阶段(石英-金-黄铜矿阶段):矿物组合为石英、黄铁矿、绢云母、黄铜矿、金银矿、自然金。该阶段石英为乳白色,黄铁矿为细粒自形晶,主要呈星点状、浸染状、团块状、细脉状产出。该阶段矿化范围小,主要集中在 NNE 向早期韧性剪切带内,构成黄铁绢英岩矿化带,是重要的金富集成矿阶段。

第三阶段(金-多金属硫化物阶段):该阶段以黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、自然金、石英和绿泥石组成。石英乳白色,黄铜矿增多呈团块状,黄铁矿以细脉为主,呈浸染状、团块状。该阶段在一、二阶段的基础上叠加。处于矿体中心部位,是成矿的主要阶段,大部分富矿产于此阶段,有的 $w(\text{Au}) > 400 \times 10^{-6}$,是富矿的指示标志。

第四阶段(黄铁矿-石英阶段):主要为黄铁矿、石英。石英烟灰色,黄铁矿为中粗粒,四方晶系,两者构成硫铁矿带。矿石表面见蜂窝状石英晶洞。该期硫化物主要沿后期断裂面产出,范围小,品位低, $w(\text{Au}) < 1 \times 10^{-6}$,很难独立成为可采矿体。

3.4 围岩蚀变

谢家沟金矿区围岩蚀变非常普遍,蚀变类型多样,而且具有多期叠加的特点。主要蚀变类型为硅化、绢英岩化、钾化、黄铁矿化,次要的蚀变类型为绿泥石化、碳酸盐化及高岭土化等。与金矿关系密切的蚀变矿物主要有绢云母、石英、黄铁矿、绿泥石、赤铁矿、褐铁矿、黄铜矿等。据观察,钾化是成矿前的蚀变产物,硅化和绢英岩化等成矿期蚀变叠加在钾化之上。宏观上围岩蚀变具有分带性(图4):矿体中部为强硅化和绢英岩化,远离矿体中心则硅化和绢

英岩化减弱,渐变过渡为矿体的围岩(钾化花岗岩)。其中硅化、强绢英岩化带(即矿体)宽1~10 m不等,最大不超过15 m,矿体外围的弱绢英岩化、钾化带厚度变化较大,一般几米至几十米,最大处可超过100 m。

4 矿床成因浅析

4.1 成矿动力背景

胶东西北部地区中生代受板块运动的影响,发生强烈的构造岩浆活化作用,幔源 G-H-O 流体上涌,下地壳升温,选择性重熔地壳物质形成了多期次花岗杂岩体,为本区金成矿提供了物源、热源和重要的赋矿岩石。招平断裂带与焦家断裂带之间存在剪切应力场,结合区域构造应力场背景,推测谢家沟矿区是剪切应力最强烈的地区,后期广泛发育的中基性脉岩的走向(NW向)与矿区外围及整个胶东地区同期脉岩走向(NE向)的不同也反映了本区是应力场特殊的地区。因此,在该剪切应力场条件下,深部的含矿流体可通过水压破裂、增值裂隙^[3,6]等方式向浅部迁移,并发生强烈的水-岩相互作用,从而导致大量成矿物质的沉淀。

4.2 成矿物质来源

谢家沟金矿床目前已圈出的8条矿化蚀变岩带都与煌斑岩有密切的联系。煌斑岩在矿化蚀变带中断续产出,它多发育于主矿体内部,局部也可产出主矿体的两侧,它的产状与蚀变带基本一致,为NE走向,但规模不稳定,通常厚度不超过1 m,甚至仅为几厘米或者尖灭,但延深相对稳定,122勘探线的ZK1和ZK0孔在III号蚀变带的-15 m和-293 m水平处都见到了厚度不足0.5 m的煌斑岩脉。煌斑岩是成矿前脉岩,在III号矿化蚀变带178 m水平98线产出的煌斑岩金品位 $w(\text{Au})$ 高达 42×10^{-6} ,122线ZK1的-15 m水平处煌斑岩 $w(\text{Au}) = 0.78 \times 10^{-6}$,主矿体内的煌斑岩 $w(\text{Au})$ 一般 $2 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$ 。对于胶东地区煌斑岩的成因,目前普遍认为是幔源 G-H-O 流体系统经过深部分异后在地壳浅部定位的产物,幔源流体携带了部分成矿物质。因此,推测谢家沟金矿床的成矿物质除来自结晶基底外,有部分可能来自深源,属于壳幔混合来源。

综上所述,在地幔 G-H-O 流体参与的重熔作用过程中,原岩中的金不断地残留和转移到晚阶段的

(下转第143页)

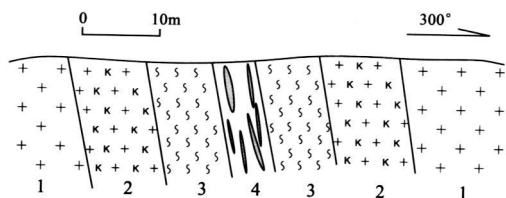


图4 谢家沟金矿4号脉242 m中段
99线围岩蚀变分带素描图

Fig.4 Sketch of alteration zoning at 242m

level along line 99 at No. 4 ore vein

1. 玲珑花岗岩 2. 钾化花岗岩

3. 绢英岩 4. 含金黄铁矿石英脉

THE MACROEXTTURE AND MICROTTEXTURE OF
MASSIVE SULFIDE DEPOSITS

LI Zhi-guo^{1,2}, XIAO Zhen³

(1. State Key laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. School of Earth Science and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3. China National Gold Group Corporation, Beijing 100011, China)

Abstract: According to the difference of host-rock and genesis, the massive sulfide deposits can be subdivided into two types: the VMS (i. e. Volcanogenic Massive Sulfide) type and the SEDEX (i. e. Sedimentary-exhalation) type. The macrotexture and microtexture of these two deposit types are summarized in this paper. It can be helpful for prospect and even can be instructive to determine the genetic type of a deposit.

Key Words: massive sulfide; VMS type; SEDEX type; macroscopic texture; microscopic texture; zonation; black smoker

(上接第 106 页)

山期太平洋板块向欧亚大陆俯冲引起应力场不均衡而引发的剪切应力场背景下, 含矿流体沿着剪切应力最强烈部位上升并发生强烈的水- 岩相互作用而沉淀成矿的, 成矿物质来自浅部的结晶基底和深部地幔, 其中的郭家岭花岗岩可能为成矿作用提供大量的含矿流体和热源, 因此, 谢家沟金矿床属于同韧性剪切带蚀变岩型金矿床。

参考文献:

[1] 邓军, 方云, 杨立强, 等. 剪切蚀变与物质迁移及金的富集——

以胶东矿集区为例[J]. 地球科学, 2000, 25(4): 428-432.

[2] 邓军, 王庆飞, 杨立强, 等. 胶西北金矿集中区成矿作用发生的地质背景[J]. 地学前缘, 2004, 11(4): 527-533.

[3] 孙丰月, 石准立, 冯本智. 胶东金矿地质及幔源 G-H-O 流体分异成岩成矿[M]. 长春: 吉林人民出版社, 1995. 1-115.

[4] 韦延光, 王建国, 邓军, 等. 山东谢家沟金矿流体包裹体研究及其地质意义[J]. 现代地质, 2005, 19(2) 224-230.

[5] 姚凤良, 刘连登, 孔庆存. 胶东西北部脉状金矿[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1990. 1-234.

[6] 张群喜, 苏燕平. 山东谢家沟金矿控矿因素分析[J]. 黄金科学技术, 2005, 13(4): 17-22.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE XIEJIAGOU GOLD
DEPOSIT, ZHAOYUAN AREA, SHANDONG PROVINCE AND
PRIMARY ANALYSIS OF THE GENESIS

ZHANG Quan-xi¹, SUN Zhong-shi², WANG Jian-guo³

(1. Department of Geoscience, East China Institute of technology, FuZhou 344000, China;
2. College of Earth Science, Jilin University, Changchun 130026, China;
3. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: The Xiejiagou ore deposit is a large Au deposit in ductile shear zone newly discovered in eastern Shandong province in China. Its geological features and genesis is studied based on the geologic background. It is a ductile shear zone type gold deposit, the tectonic movement of the Zhaoping fault belt and Jiaojia fault belt offers the shearing stress field for the formation of gold deposit, and the ore-forming material comes from crust and mantle.

Key Words: Xiejiagou gold deposit; geological feature; genesis of deposit; Shandong province