

文章编号: 1002-4182(1999)02-0081-06

胶东大庄子金矿地质特征与成因探讨

朱大岗, 吕古贤

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

邓军, 鲁安怀

(中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 大庄子金矿是我国首次发现赋存于胶东变质岩中大规模韧-脆性剪切带内的蚀变岩型及石英脉型金矿床。金矿化与绢英岩化、黄铁矿化、硅化和碎裂岩化有关。矿体受韧-脆性剪切带、黄铁绢英岩化、晚元古代晚期角闪岩相变质岩的共同控制。矿石矿物组合以自然金-金属硫化物-架状硅酸盐为主的组合类型。矿床属于在韧-脆性剪切作用下,与含金量较高的下元古界荆山群变质岩的形成、演化有成因联系的蚀变、重熔、交代中温动力热液改造型金矿床。

关键词: 韧-脆性剪切带; 蚀变岩; 石英脉; 大庄子金矿; 胶东

文献标识码: A

中图分类号: P618.51 P611

1 成矿地质背景

胶东大庄子金矿位于山东省平度市和莱州市交界处的灰埠地区,区域构造上处于华北地块东缘的鲁东地块胶西北隆起区沂沐断裂带东侧,三山岛断裂带跨莱州湾南岸的南延地带,NE-NNE向主干断裂与区域性近E-W向大型压扭带和复背斜的交切部位^[1]。

矿区出露的地层为下元古界荆山群(Pt_{1j}),主要岩性为黑云变粒岩、石墨透闪变粒岩、斜长角闪岩、黑云斜长片麻岩夹大理岩透镜体,属晚元古代晚期高角闪岩相为主的中压、中高温变质相系,叠加了中生代构造-岩浆岩脉带,热动力变质和混合岩化发育,原岩为一套多旋回的高铝泥沙质岩及钙、镁质碳酸盐岩夹少量中基性-酸性火山岩的Au-As-Ni-Mo组合型含金浅海相类复理石碎屑岩建造^[2]。

矿区西部出露有“舌状”花岗岩枝,岩性为中粗-中细粒片麻状黑云母花岗岩,属重熔型,为燕山早期玲珑型片麻状花岗岩体的南缘部分^[3]。

2 控矿构造特征

2.1 主要控矿构造带的基本特征

大庄子金矿区燕山期构造活动强烈,宏观可见低角度NNE向展布的大规模韧-脆性剪切带(F₁)、高

角度NNE向展布的张扭性断裂带(F₂)、NE向展布的张扭性断裂带(F₃)和区域性NNE向展布的压扭性断裂带(F₄) (图1表1)。变形变质环境早期(燕山早期)为韧性,带内发育有糜棱岩系列的岩石和构造片岩、构造片麻岩;晚期(燕山中晚期)为脆性,带内发育有碎裂岩系列的岩石和强烈的矿化蚀变。赋矿围岩为下元古界荆山群的陡崖组和野头组,成矿时期为燕山中晚期^[4]。

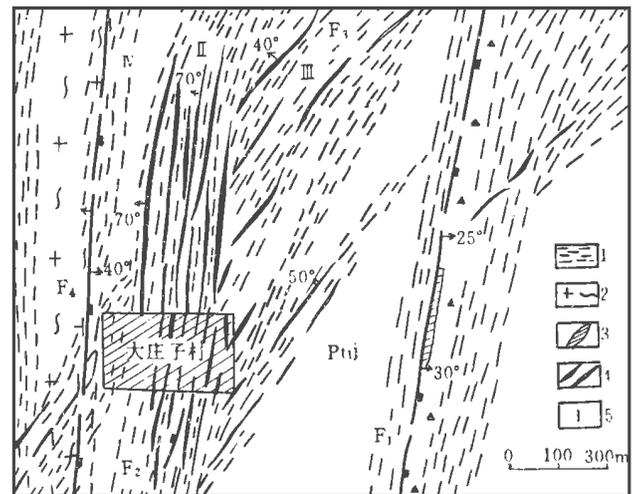


图1 大庄子金矿床矿化带分布图

Fig. 1 Distribution map of mineralizing zones in Dazhuangzi gold deposit

1- 韧性剪切带构造片理 (ductile shear zone tectonic schistosity); 2- 花岗岩构造片理 (granite tectonic schistosity); 3- 蚀变岩型金矿体 (altered rock type gold orebody); 4- 含金石英脉型金矿体 (gold-bearing quartz vein type orebody); 5- 矿化带编号 (number of mineralizing zone); Pt_{1j}- 荆山群 (Jingshan group)

收稿日期: 1998-10-14; 修回日期: 1999-02-05. 李兰英、邵晓东编辑。

基金项目: 国家计委科技找矿项目 (JG947110); 国土资源部地质学开放研究实验室基金项目 (dlkf-9808)。参加野外工作的还有舒斌、郭涛、徐刚、殷秀兰、景万等。

表1 大庄子金矿区主要构造带基本特征

Table 1 Essential feature of the main tectonic zones in Dazhuangzi gold ore field

主要构造带	产状	宽度 /m	长度 /m	构造岩类型	主要蚀变	力学性质
大规模低角度韧-脆性剪切带 (F ₁)	N10°E/SE∠25-30°	40-60	>1000	构造片岩、糜棱岩、角砾岩、碎裂岩	黄铁矿化、硅化、粘土化	压扭性
高角度 NNE向断裂带 (F ₂)	N10-15°E/NW∠70-80°	150	>700	碎裂岩	硅化、黄铁矿化、褐铁矿化	压扭-张扭性
NE向断裂带 (F ₃)	N35-40°E/NW∠40-50°	300	>1000	碎裂岩	硅化、黄铁矿化	张扭性
区域性 NNE向断裂带 (F ₄)	N10-15°E/SE∠40-50°	50-100	>3000	糜棱岩、角砾岩、碎裂岩	绢英岩化、钾长石化、硅化	压扭性

2.2 控矿构造及其组合特征

大庄子金矿矿化带无论在宏观上还是在微观领域内,都具有韧-脆性剪切带的基本特征^[5]。主要含金岩脉分布在大规模韧-脆性剪切带及其低级序断裂带内,在缓倾斜(倾角小于40°)压扭性主控断裂(F₁)中,赋存破碎带蚀变岩型金矿体;而在缓倾斜主控断裂下盘的陡倾斜(倾角大于70°)张扭性断裂带(F₂)中,则赋存有硫化物石英脉型金矿体,且这两类赋矿构造的倾向多数相反,组成剖面上的“入”字型组合特征。前者矿体规模大,厚度变化小,延伸稳定;后者规模小,厚度变化大,但含金品位较高,且多条矿体平行分布,组成一个矿脉带。这种不同类型金矿体的空间分布规律和莱州市焦家金矿田内焦家金矿床和新城金矿床中矿体的赋存规律完全相似^[6]。

3 矿床地质特征

3.1 矿床类型和金矿脉空间展布

大庄子金矿的矿床类型有硅化破碎带蚀变岩型和含金硫化物石英脉型两种。前者赋存于NNE向韧-脆性剪切带(F₁)内的I号矿化带中,矿体由黄铁绢英岩化碎裂岩和角砾岩组成,平面或剖面上呈四周薄中间厚的透镜状形态。已控制的矿体走向长240m,平均厚度3.58m,最大水平厚度达41.5m。矿石含金品位最高达50×10⁻⁶,一般为2~4(10⁻⁶),平均品位9.37×10⁻⁶;后者分布在大庄子村北II号矿化带内,赋存在一组平行分布的NNE向张扭性断裂带(F₂)中,已发现了I~II号矿体,一般间隔15m出现一条金矿脉,组成一个长700m,宽150m的矿脉带群,矿体由含金多金属硫化物石英脉组成,平面和剖面上均呈扁豆状形态。已控制的矿体长250m,水平厚度为0.3~0.5m,最大水平厚度可达1.5m,含金品位较高,多在4.54~52.88(10⁻⁶)之间。

另外,在I和II号矿化带之间,尚发现有III号矿化带,由数条NE向的石英脉组成,其含金品位较高,也具有工业价值;位于大庄子村西的IV号蚀变带,是一

条沿“舌状”花岗岩体与荆山群变质岩接触带发育的区域性断裂破碎带,在矿区内断续出露长达350m,两端被第四纪覆盖,破碎带宽50~100m,蚀变强,发育有绢英岩化、硅化、钾长石化蚀变,分带明显,地表已见金矿化。

3.2 矿石矿物组成及金矿物特征

大庄子金矿区内的破碎带蚀变岩型和含金石英脉型金矿,在主要矿石矿物成分上大体相同,但各自形成特征略有差异,主要的不同点表现在结构构造方面(表2)。前者以韧-脆性变形为主,交代作用发育;后者以张扭性充填为主,反映多次脉动和多阶段矿化特点。

金矿物以自然金为主,银金矿次之,少量金银矿。自然金多含有不等量的银,最高成色达803.3^①。金矿物的形态主要有麦粒状、浑圆粒状、针状等。金矿物粒度主要集中在0.037~0.01mm和小于0.01mm的两个粒级段内。

3.3 成矿阶段划分和围岩蚀变

依据野外产状、矿脉相互交截关系、矿石矿物共生组合和生成顺序,可将大庄子金矿床的成矿作用划分为2个成矿期、6个成矿阶段^[7]。

(1) 热液成矿期: ①金-灰白色石英-细粒黄铁矿阶段: 发生在糜棱岩和碎裂岩带中,在压扭性构造环境中产生浸染状黄铁矿化、硅化、绢云母化蚀变带,形成低品位金矿体或矿化蚀变岩; ②金-乳白色石英-中细粒黄铁矿阶段: 控矿断裂带转为张扭性活动,使矿化糜棱岩和碎裂岩再次破碎,在含矿热液作用下形成角砾状构造的蚀变岩型矿体和乳白色含金黄铁矿石英脉; ③金-灰白色石英-粗粒多金属硫化物阶段: 在较强张扭性脉动环境中,矿化带和矿脉中形成局部引张空间,使富含多金属硫化物和金的矿液聚集、结晶、沉淀出中粗粒黄铁矿、方铅矿、闪锌矿及少量黄铜矿,形成致密块状富矿石; ④金-烟灰色石英-细粒多金

① 汪山,等. 山东省平度市大庄子金矿床普查评价地质报告, 1993.

表 2 大庄子金矿区两种类型金矿床矿石矿物及构造特征对比
Table 2 Correlation of ore minerals and structural features between two types
of gold deposit in Dazhuangzi area

矿床 类型	矿 石 矿 物 成 分		矿 石 结 构	矿 石 构 造	备 注	
	名 称	粒 度 /mm				形 态
破碎带蚀变岩型	黄铁矿	早期: 中—细粒	五角十二面体	自形—半 自形晶粒 结构、压 碎结构、 交代结构	角砾状构 造、浸染 状构造、 条带状构 造、网脉 状构造	不含金
		中期: 中—粗粒	立方体			含自然金、自然银
		晚期: 细粒 (0.01~ 0.002)	立方体			不含金
	方铅矿	细粒—微粒	自形、立方体			与自然金、自然银伴生
	黄铁矿	微粒集合体	他形			与中细粒黄铁矿伴生
	石 英	早期: 中—粗粒 (乳白色)	脉状、梳状			与细—微粒黄铁矿及少量方铅矿共生
		晚期: 细—微粒 (灰白色)	集合体呈细脉状			沿裂隙或碎屑间分布
	绢云母	细鳞片状	集合体呈细脉状、团块状			构成胶结物
方解石	不等粒状	他形粒状				
含金石英脉型	黄铁矿	早期: 中—细粒	半自形、立方体	自形—半 自形晶粒 结构、包 含结构、 离溶结构	块 状 构 造、斑块 状 构 造、 条带状构 造、网脉 状构造	同中—粗粒黄铜矿共生 含金
		中期: 中—粗粒	半自形、立方体			含金高
		晚期: 细粒	他形粒状			构成富矿体
	方铅矿	早期: 中—粗粒	自形、立方体			与自然金伴生
		晚期: 细粒	他形、鱼籽状			与细粒他形黄铁矿共生组成致密块状富矿体
	闪锌矿	细粒	他形粒状			
	黄铜矿	细粒	他形粒状			
		早期: 中—粗粒 (乳白色)	梳状、脉状			含金
	石 英	中期: 细粒 (灰白色)	他形、镶嵌状			与细粒多金属硫化物共生
		晚期: 细粒 (烟灰色)	他形、等粒状			
绢云母	细鳞片状	集合体呈团块状、细脉状	沿裂隙或碎屑间分布			
方解石	不等粒状	他形充填状	沿晚期裂隙充填			

属硫化物阶段: 在控矿断裂再次压扭性活动中, 产生细粒鱼籽状多金属硫化物 (黄铁矿、方铅矿、闪锌矿) 和烟灰色石英共生的脉状构造矿石, 多叠加在前一阶段形成的矿脉之上, 构成富矿体; ⑤ 晚期石英—碳酸盐阶段: 持续的脆性剪切作用, 导致岩石继续破裂, 沿张裂隙充填有微细粒状石英、方解石, 黄铁矿呈浸染状分布其中, 并有少量金银矿生成。

(2) 表生期: ⑥ 褐铁矿化阶段: 近地表浅部矿体经长期风化淋滤后, 金属硫化物氧化为褐铁矿、纤铁矿、针铁矿等, 可见自然金微粒。

金矿化主要发生在③和④阶段。大庄子金矿区的围岩蚀变主要为绢英岩化, 次为黄铁矿化、硅化和碳酸盐化。

4 构造地球化学特征

大庄子金矿区 I、II 号矿化带采集的构造原生晕样品化学分析结果表明:

(1) 矿化异常元素组合比较齐全, 有 Au As Sb

Bi Hg Pb Zn Cu Mo Ti Mn Co Ni Cr V B 等。其轴向变化规律表明, Hg Sb As (Ag)、(Pb) 为前缘晕, Au Ag Pb Zn Cu 为近矿晕 (矿体晕), Bi Mo Co Ni 为尾部晕的指示元素。通过与邻区焦家金矿田已知矿床规律对比, 可见大庄子金矿区已知矿体和矿化蚀变带上方浅部, 其原生晕地球化学异常均属前缘晕和头部晕, 矿体向下应有很大延深, 根据这一规律对矿化蚀变带中深部所作的成矿预测, 已被验证钻孔所证实。

(2) 金元素及其相关的微量元素 (亲硫元素 Mn Cu Pb Ag Zn Co, 亲氧元素 Ti V Cr Ba 等) 的异常分布, 多显示与大规模韧—脆性剪切断裂蚀变带的展布相一致, 但从主构造带往外, 总体上有降低的趋势, 在矿体及矿化裂隙发育部位出现峰值, Ag 与矿脉、矿体展布较一致 (图 2) Cu Pb Zn 总体上与主矿带吻合, 但浓集中心稍偏离矿体, 与矿床的多期矿液活动以及元素沉淀能力的差异有关。

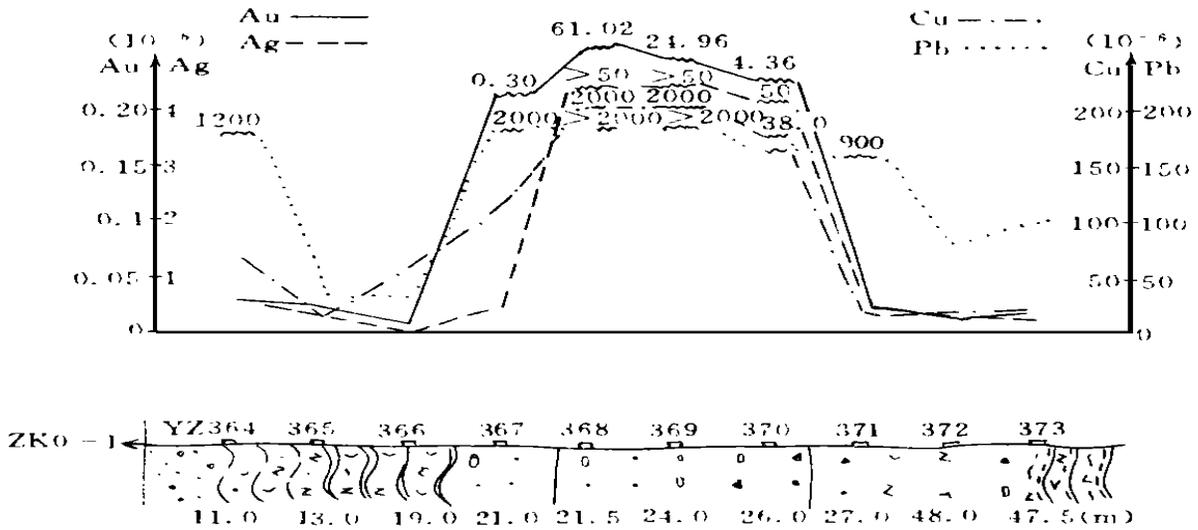


图2 大庄子金矿床I号矿体 ZK0-1 孔元素含量变化曲线
(据汪山等, 1994)

Fig.2 Curve of element content in ZK0-1 drill hole, Dazhuangzi gold deposit

(3) Au Ag和微量元素等值线的分布与主要构造带关系密切, 并常在断裂带交汇复合部位出现异常高峰区, 且与次级或低级序断裂的展布有一定的关系^[8].

(4) Au Ag及相关微量元素异常, 具有水平变化和元素组合变化的特点. 前者表现为沿矿体走向异常形态的变化; 后者表现为不同类型的矿床有其特定的元素组合(蚀变岩型以 Fe Au- Ag Cu Pb Zn As Sb Bi Hg Mo Co Ni等元素组合为主; 石英脉型则以 Fe Au- Ag Cu Pb Zr W As Bi Sb

等元素组合为主), 且这两者往往呈综合异常组合在一起, 并与已知矿床相吻合(图3).

5 矿床成因探讨

5.1 成矿时代

根据I号矿脉矿层中和底板处3条穿插状的煌斑岩脉 K-Ar法同位素测定, 其表面年龄为 12± 1.2~106± 1.0 Ma (国家地震局地质研究所, 1993), 说明其成岩时代是燕山中晚期, 据其与矿脉穿插关系推测大庄子蚀变岩型金矿的成矿时代为燕山中晚期.

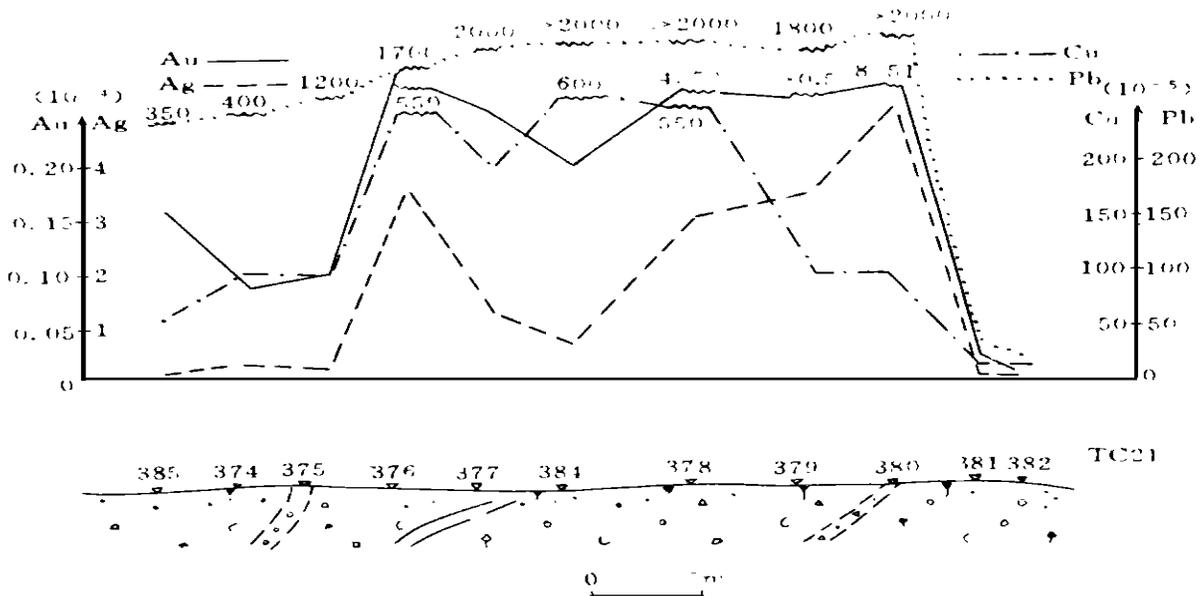


图3 大庄子金矿床I号矿体 TC24探槽元素含量变化曲线
(据汪山等, 1994)

Fig.3 Curve of element content in TC24 prospecting trench, Dazhuangzi gold deposit

5.2 成矿温度

包裹体温度测定结果表明,均一温度有从细粒-中细粒黄铁矿阶段(250~280℃)→粗粒多金属硫化物阶段(190~230℃)→细粒多金属硫化物阶段(130~180℃),呈阶梯状下降的趋势;爆裂法测定也表明主要的成矿温度为190℃(石英)~210℃(黄铁矿),说明韧-脆性剪切带型金矿的形成温度较低,矿床形成的温度属中温偏低型^[9]。

5.3 成矿流体来源

矿石的铅同位素分析结果表明, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 16.388~17.5217, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 15.1769~15.6231, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 36.979~38.3116,计算的H值为0.730~1.25 Ga, 投影点主要落在下地壳-地幔过渡区,指示成矿流体部分来自荆山群地层(原始绿岩物质晚元古区域变质深熔作用、中生代时地下水活化淋滤作用),部分来自下地壳或壳下物质(中生代岩浆热事件驱动热液作用)^[10]。

氢氧同位素研究表明,成矿流体可能是几种来源水的混合热液。矿石中绢云母、石英的氢氧同位素均一温度换算成成矿流体的 $W^8\text{O}$ 和 $W\text{D}$ 值,表明成矿早期的流体 $W^8\text{O}$ 和 $W\text{D}$ 分别为+16.7和-71.4;成矿中期流体则分别为+2.67~+5.30和-46.9~-66.4,平衡温度为230~270℃,在 $W\text{D}-W^8\text{O}$ 图解上(图4),样点落在岩浆水和变质水以及它们和活化地下水的过渡区域,并极靠近岩浆水^[11]。因此,可以推断本区成矿热液主要为重熔、交代产生的一种动力变质-混合

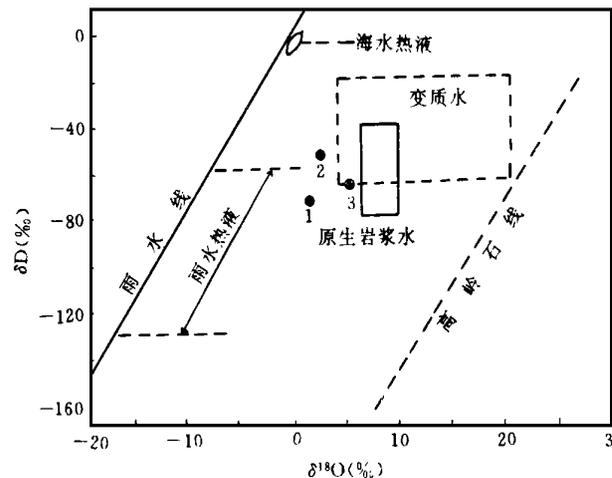


图4 大庄子金矿床成矿流体与岩浆水、大气降水的氢氧同位素对比

Fig. 4 Correlation of magmatic water and meteoric water between hydrogen and oxygen isotopic compositions of ore fluids in Dazhuangzi gold deposit

1- 蚀变绢云母 (altered sericite); 2- 黄铁石英脉中的石英 (quartz in pyritized quartz vein); 3- 多金属硫化物石英脉中的石英 (quartz in polymetallic sulphide quartz vein)

岩化岩浆热液水。

5.4 成矿作用机制

含金韧-脆性剪切带,剪切作用不仅是控矿因素,而且也是一种重要的成矿机制。大庄子金矿的形成是长期韧-脆性剪切作用使金和其他成矿元素不断活化、迁移、集中、叠加成矿的漫长过程。

燕山早期的韧-脆性剪切带为金矿化提供了动能和空间,携带成矿元素的含矿溶液对剪切带中的黑云变粒岩质、斜长角闪岩质糜棱岩进行交代,形成绢英岩质蚀变岩脉带,其中长石石英岩和大理岩可为蚀变矿化提供硅质、碱质和碳酸盐物质,石墨、碳酸盐和硅质大理岩有利于交代作用的进行,尤其是石墨有利于金的还原沉积^[12],混合岩化作用可提供热液源,为来自于矿源层——胶东群、荆山群中金的初步活化迁移,提供了有利的物化条件;随着剪切作用的增强,区域变质岩中的金被激发、活化、富集到成矿热液中,形成弥漫型成矿流体,在构造动力驱动下沿共轭剪切带运移,形成较为集中的黄铁绢英岩蚀变及矿质的初步富集。

燕山中晚期的区域性挤压-拉伸活动,导致韧性剪切带向脆性断裂破碎带转化,其温度、压力、酸碱度、氧化还原电位、氧逸度等均发生改变,含矿热液溶解度降低,含金化合物发生分解,生成自然金和其它金属矿物,经过多次成矿作用叠加在剪切蚀变矿化带中,完成成矿过程^[13]。在韧-脆性构造变形带的力学性质为压性、压扭性的部位,则形成破碎带蚀变岩型金矿体;而在引张或张扭性的构造空间,矿液充填交代形成硫化物石英脉型金矿体^[14]。

综上所述,大庄子金矿是含金量较高的下元古界荆山群,遭受晚元古代晚期角闪岩相区域变质作用,燕山早期大规模韧性剪切至燕山中晚期脆性剪切,并叠加热动力变质作用和混合岩化作用,使围岩中的金和地壳深部的金反复多次活动、迁移和富集而成的中温动力热液改造型金矿床。

6 参考文献

- 1 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1991.
- 2 林润生, 于志臣. 山东胶北隆起区荆山群. 山东地质, 1988, 4 (1): 21~30.
- 3 桑隆康. 玲珑花岗岩的成因和演化. 地球科学, 1984, (1): 101~114.
- 4 吕古贤, 王志刚, 邓军, 等. 胶东金矿新的矿床类型. 地质论评, 1996, 43 (1): 44.
- 5 郑亚东, 常志忠. 岩石有限应变测量及韧性剪切带. 北京: 北京大学出版社, 1985.
- 6 吕古贤, 孔庆存. 胶东玲珑-胶家式金矿地质. 北京: 科学出版社, 1993.
- 7 邓军, 徐守礼, 等. 胶东西北部构造体系及金成矿动力学. 北京: 地质出版社, 1996.

- 8 邓军, 方云, 周显强, 等. 胶东半岛西北部金矿带成矿构造应力场与成矿微量元素分布特征研究. 地球学报, 1995 (1): 10~ 21.
- 9 Nesbitt B E. et al. Dual origins of lode gold deposits in the Canadian Cordillera. *Geology*, 1986, 14 (6): 506~ 509.
- 10 Newton P E. Fluid and shear zones in the deep crust. *Tectonophysics*, 1990, 182 (1-2): 39~ 46.
- 11 杨敏之, 吕古贤. 胶东绿岩带金矿地质地球化学. 北京: 地质出版社, 1996.
- 12 鲁安怀, 陈光远. 铬铝云母成因矿物学——兼论胶家式金矿床成因与找矿. 北京: 地质出版社, 1995.
- 13 林文蔚, 赵一鸣, 赵国红, 等. 胶东西北部金矿的控制因素. 矿床地质, 1997, 16 (2): 107~ 119.
- 14 朱大岗, 吕古贤, 郭初笋, 等. 胶东变质岩型金矿构造—岩相特征及其控矿作用. 地质力学学报, 1998, 4 (2): 67~ 74.

DISCUSSION ON THE GEOLOGY AND GENESIS OF DAZHUANGZI GOLD DEPOSIT IN EASTERN SHANDONG PROVINCE

ZHU Da-gang, LU Gu-xian

(*Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China*)

DENG Jun, LU An-huai

(*China University of Geosciences, Beijing 100083, China*)

Abstract The Dazhuangzi gold ore, which deposited gold in the ductile-brittle shear zone, is altered rock type and quartz vein type discovered in China for the first time. The mining area is located in Lower Proterozoic Jingshan group on the eastern Yishu fault zone of the northwest upwelling area of the Eastern Shandong land mass, where developed a lot of faulted structures, magmatic activities and metamorphic processes.

The types of ore deposits are as follows: 1) altered rock type in the fracture zones, occurred in the major fault (F₁) of gently dipping with the compressive-torsion stress; and 2) sulphide quartz vein type, occurred in the steep-dipping fault (F₂ and F₃) of major fault of the foot-wall with tenso-shear stress. The dips of the two host structures are mostly opposite, forming λ-type structure in plane and section.

The gold mineralization is related to sericitization, pyritization, silication and cataclasis. The orebodies with higher gold grade which is pod-like in plane and section is jointly controlled by ductile-brittle shear zone, beresitization and metamorphic rock of later Late Proterozoic amphibolite facies. The ore association of mineral is as native gold-metal sulfide-tectosilicate association.

The ore-forming process is divided as follows: I Hydrothermal mineralization period including 1) gold-greyish white quartz-fine grained pyrite stage; 2) gold-milky white quartz-middle fine pyrite stage; 3) gold-greyish white quartz-megagrained polymetallic sulphides stage; 4) gold-grey quartz-fine grained polymetallic sulphides stage; and 5) later quartz carbonate stage. II Supergenesis period, including limonite stage.

The features of the structural geochemistry are as follows: 1) the element association of the mineralized anomaly is quite complete; 2) the anomalous distribution of gold and correlative elements is similar to the spreading of ductile-brittle shear zone; 3) the contour line distribution of gold and correlative elements is related to the ore-control structures; and 4) the anomaly of gold and correlative elements vary in the direction of plane and the element assemblages.

The metallogenetic epoch of the deposits is the middle-later stage of the Yanshan movement. The ore-forming temperature belongs to the lower mesothermal type. The mineralizing fluid comes from the strata, the lower crust and the subcrustal material by lead isotope age. The ore-forming solution is remelting and replaced magmatic hydrothermal water. The ore deposit belongs to middle temperature dynamohydrothermal reforming type of gold deposit, which kept the genesis in touch with the formation and evolution of Lower Proterozoic Jingshan group metamorphic rock with higher gold content under the ductile-brittle shear action.

Key words ductile-brittle shear zone; altered rock; quartz vein; Dazhuangzi gold deposit; Eastern Shandong Province

作者简介: 朱大岗 (1951-), 男, 副研究员, 1978年毕业于南京大学地质系矿物岩石学专业, 主要从事显微构造、矿田构造、构造地球化学等研究. 通讯地址: 北京市海淀区民族学院南路11号, 地质力学研究所; 邮政编码 100081.