维普资讯 http://www.cqvip.com

第14卷 第2期
1999年6月

地质找矿论丛

1999年

焦家金矿床容矿裂隙特征及流体运移机制

郭 涛① 邓 军② 吕古贤①

(①地质科学院地质力学研究所,北京,100081;②中国地质大学,北京,100083)

摘 要 本文从构造分析入手,着重研究构造作用下成矿裂隙特征和流体的运移通道、方式及成因机制,认为焦家金矿床差异的矿化特征主要由不同的裂隙导致形成,微构造裂隙之间往往没有截然分开的界线,常呈渐变接触关系。矿化裂隙成生主要有流体驱动显微构造裂隙扩展和构造剪张形成脉状裂隙两种方式。流体运移以真空泵式为主,渗流方式为辅,不同的裂隙成生机制和流体运移方式导致形成差异的矿化特征。

关键词 成矿裂隙,流体驱动裂隙扩展,构造剪张裂隙扩展,真空泵式,渗流方式,焦家

焦家金矿是我国储量最大的金矿床之一,是"焦家式破碎带热液蚀变岩型"金矿的命名地。它以其规模巨大、矿体形态简单、矿化连续、品位稳定等特点明显有别于石英脉型金矿(图1)。本文从构造分析入手,着重对构造应力作用下成矿裂隙的发育特征、成生机制及流体运移方式进行研究,以期对成矿过程中物质的运移规律作一较为深入的探讨。

1 容矿裂隙

由于构造应力作用程度的差异,在不同构造岩相带中,由于构造裂隙形态、大小的不同而导致成矿物理化学条件有所差异。

焦家金矿床容矿裂隙按其形状产状可分为三类:微裂隙、细脉状裂隙及介于二者之间的复合型裂隙。

1.1 容矿裂隙发育特征

微构造裂隙主要发育于焦家主断裂附近。在垂直构造线方向上,断裂面附近岩石由于强烈挤压、破碎、碾磨作用而具有极小的裂隙和极大的孔隙度,但其连通性较差,且随着靠近主断面微构造裂隙有逐渐变小的趋势;随着远离主断裂面,矿化岩石中逐渐发育有细脉状矿化裂隙(图2,表1)。在平行构造线方向上,由于断裂构造形态影响及差异的应力作用,微构造裂隙多发育在96~112勘探线之间断裂产状变化处,尤其在112线附近发育有巨厚的微裂隙带;再从

收稿日期 1998-12-29 改回日期 1999-03-22

第一作者简介:郭 涛,男,1972年11月生。工程师,矿田构造专业。

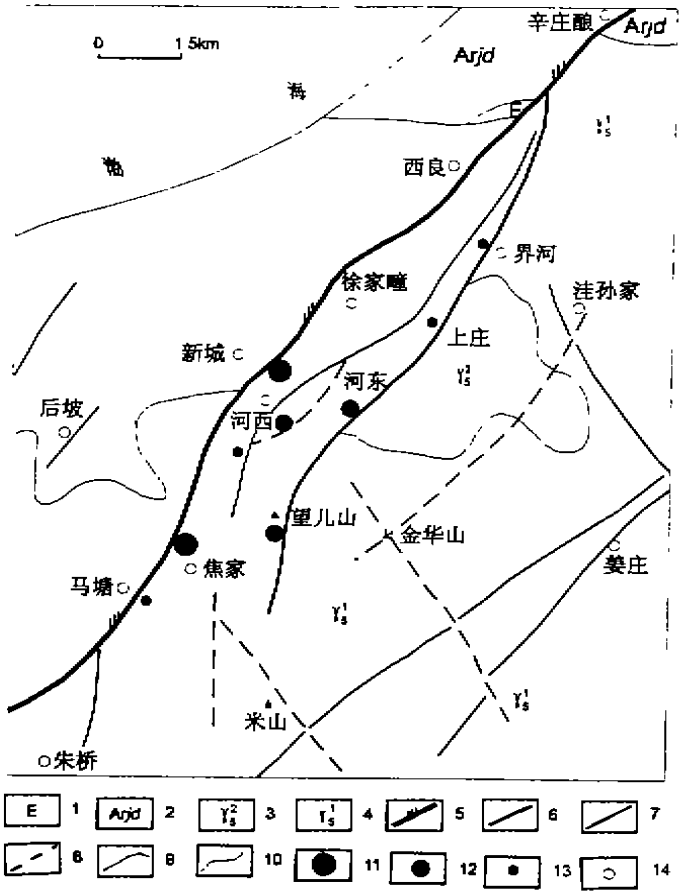


图 1　焦家金矿田构造地质图

Fig. 1　Structural map of Jiaojia Au ore field

1. 第三系　2. 太古宇　3. 郭家岭花岗岩　4. 玲珑型花岗岩　5. 焦家断裂(矿田一级断裂)
6. 矿田二级断裂　7. 矿田三级断裂　8. 推测断裂　9. 地质界线　10. 推测地质界线
11. 超大型矿床　12. 大型矿床　13. 中小型矿床　14. 村庄

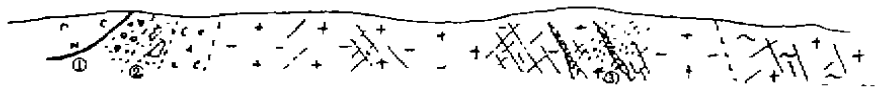
各勘探线剖面来看,由近地表浅构造层次的韧脆性变形到较深层次的韧性、韧脆性变形,微构造裂隙发育状况也出现相应变化,随着深度增加,地壳深部温度、压力逐渐升高,岩石物性也更接近于塑性,因此微裂隙带的发育也逐渐减小,有收敛于主断面的趋势(图 2)。

细脉状矿化裂隙主要发育于距离主断面 100～1 000 m 的范围内,以脉状、网脉状成群出现,控制Ⅲ号矿脉群的产出。从走向上看,多在 96～112 勘探线之间发育,其局限于应力稍强的一段,在两侧构造减弱处,细脉状矿化裂隙规模也迅速减弱;在剖面上,细脉状裂隙群多分布在 −70～−400 m 之间,并且裂隙发育中心从上到下有背向倾向方向迁移的趋势,随着地壳深部韧性作用加强,因此细脉状矿化裂隙的延伸可能不会太远。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 1 构造-蚀变-矿化分带特征

Table 1 Zonation of structure-alteration-mineralization

分带特征					
构造分带	构造剖面				
	距断面距离	主断面 近————————————远			
	构造岩带	强应变矿化富集带	弱应变无矿化带	弱应变弱矿化带	正常花岗岩带
	构造强度	强	弱	较强	较弱
	容矿裂隙	连通弥散空间————————————连续自由空间			
	蚀变构造	叶理、片麻理均不发育	叶理不发育片麻理局部出现	叶理较为发育	片麻理极为发育
蚀变分带	岩石类型	黄铁绢英岩，黄铁绢英质碎裂岩	黄铁绢英岩化碎裂花岗岩	绢英岩化红化花岗岩	黑云母花岗岩
	蚀变类型	绢英岩化、硅化、K 化、黄铁矿化、碳酸盐化	绢英岩化、硅化、K 化、红化	红化、黄铁矿化、绢英岩化、K 化	——
	蚀变强度	极强	较弱	弱	基本无蚀变
矿化分带	成矿方式	交代————————————充填			
	矿化类型	稠密浸染型、复合型	星点状矿化	脉状、网脉状矿化	——
	矿石类型	蚀变岩型、复合型	——	石英硫化物脉型	——
	矿石组构	压碎、交代结构、浸染状、斑杂状构造	花岗变晶结构块状构造	碎裂结构、花岗变晶结构、细脉状构造	片麻状结构块状构造

图中，①. Ⅰ号矿体 ②. Ⅱ号矿体 ③. Ⅲ号矿体

除了上述两种矿化裂隙外，还有一种就是复合型裂隙，它是后期成矿作用叠加在早期微构造裂隙的产物。因此与微构造裂隙之间往往没有截然分开的界线，常呈渐变接触关系，后期脉状矿化裂隙往往迁就利用了早期裂隙。复合型裂隙多发育于微构造裂隙外带，分布局限。

1.2 容矿裂隙产状特征

由于所处构造部位不同，容矿裂隙表现出差异的产状特征。微构造裂隙带，以矿物挤压破碎、塑性流变为主，虽然就单个裂隙来说有所差异，但其优势产状大多与主构造面相同。细脉状裂隙主要有两组，一组倾向 NW，倾角 30°～40°，一组倾向 SE，倾角 60°～80°，两者走向相同，以倾向 SE 的一组含矿细脉状裂隙群最为发育，在平面上呈右形斜列状排列，在空间上其密集中心有背向焦家断裂面倾向方向迁移的趋势。

1.3 容矿裂隙形态特征

微构造裂隙在宏观上不甚清晰，表现为分布于石英、长石、绢云母颗粒之间的微细弯曲细纹；在镜下，呈细条纹带散布于动态重结晶石英及碎裂长石颗粒之间，为暗色矿物所充填(图 3)。

细脉状裂隙多呈线状、脉状、网脉状出现，空间上延伸不是很远，单个细脉分岔不发育，但在某一局部仍可见复杂网脉出现。细脉状裂隙较为平滑，与围岩有明显分界线。

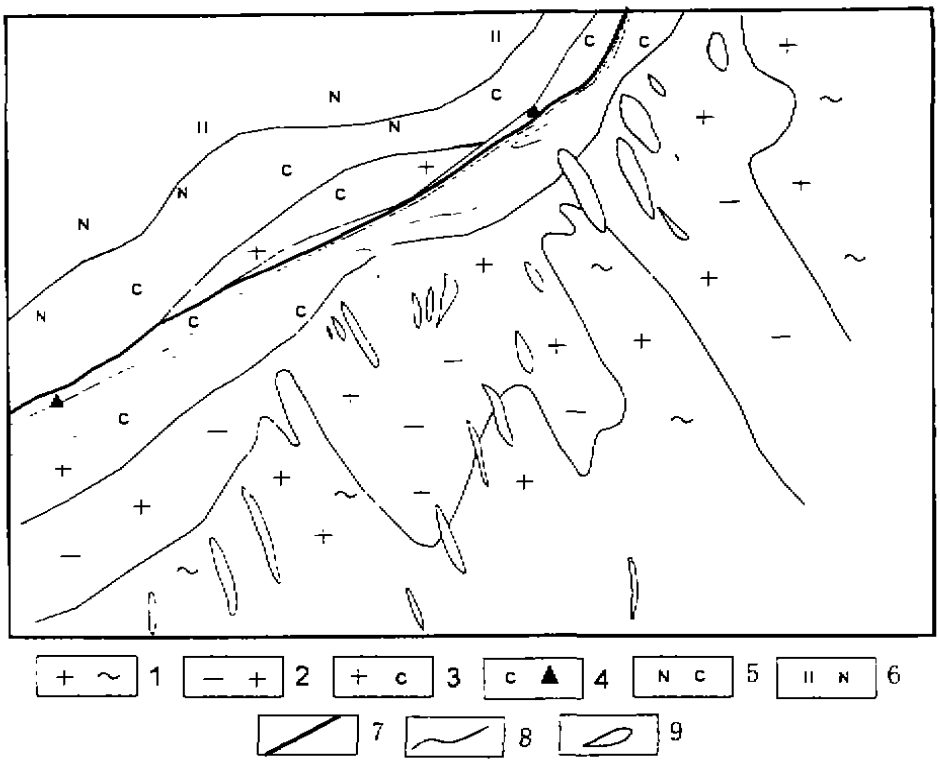


图 2　焦家金矿床 112 勘探线剖面图

Fig. 2　Profile of line 112 in Jiaojia Au mine

1. 黑云母花岗岩　2. 红化、硅化花岗岩　3. 绢英岩化花岗岩　4. 黄铁绢英岩
5. 绢英岩化斜长角闪岩　6. 斜长角闪岩　7. 焦家主断裂　8. 岩性分界线　9. 矿体

2　容矿裂隙成生机制

岩石力学研究认为:当岩石受到外力作用时,首先发生的是弹性应变,矿物颗粒通过位置调整来改变应力作用所带来的影响、当岩石所受外力超过岩石屈服极限时,岩石就发生破裂,从而在其内部形成一系列张性裂隙,这些显微裂隙的两端往往成为应力集中部位。因此当外力持续作用时,裂隙两端就可能成为新的生长点,不断向外扩展,尤其是在富含水条件下这种现象就更易发生。通过对焦家金矿容矿构造裂隙特征分析研究来看,认为矿化裂隙成生机制主要有两种:一是流体驱动显微构造裂隙的成生机制,另一种是构造挤压剪张作用形成脉状裂隙的成生机制。当然这里所说构造形成的脉状裂隙并不是排除了流体的影响作用,而更是强调了在脉状裂隙成生过程中构造起了决定性作用。

2.1　流体驱动裂隙扩展机制

在成矿作用早期,在强烈构造挤压剪切作用下,断裂中深构造层次往往表现出相对封闭的

维普资讯 http://www.cqvip.com

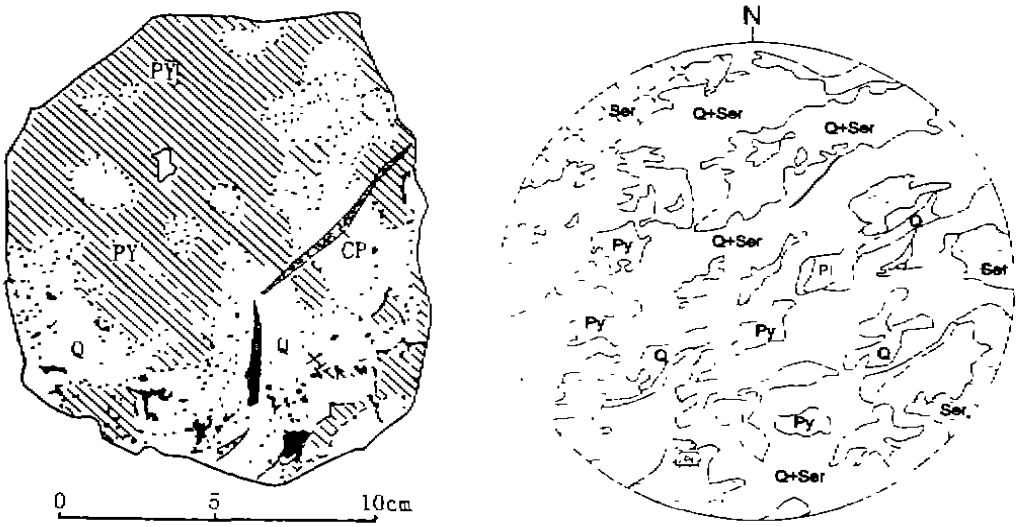


图 3 蚀变岩型矿石标本及显微构造图

Fig. 3 Altered rock sample and the micro-structure

Q. 石英 Py. 黄铁矿 Ser. 绢云母 Q+Ser. 石英、绢云母碎裂 ×25(-)

环境，由于温度和压力相对较高，因而大大降低了岩石的应变强度，极易发生岩石变形，特别是在流体相存在时，由于液压影响，岩石很容易丧失内聚力，在很小差异应力下就会发生变形，因而造成了在焦家主断裂面附近发育有较多的糜棱岩及糜棱化花岗岩。

这些岩石由于经历了强烈的构造挤压碾磨作用，因而在其内部存在着大量显微裂隙构造。当岩石受力作用时，存在于裂隙中的成矿溶液由于具有体积不可压缩性，因此往往在平行于主应力方向被压扁，而在垂直于应力方向被拉长，当其内压大于外压力时，裂隙就开始向外发生扩展；同时在压扁的过程中，使得成矿热液往往与围岩发生反应，从而加速了裂隙的扩张，扩张的结果改变了裂隙局部的物理化学条件，特别是压力状况，因此往往产生一定的蚀变与矿化。而蚀变与矿化又会改变岩石的物理性质，从而也促进了构造裂隙的扩展与流体运移。由于成矿作用早期构造物理化学环境较为封闭，热动力条件相对较为稳定，这也为流体驱动裂纹扩展提供了良好的条件。这样经过无数次重复的流体驱动裂隙扩展过程，最终形成了现在所见到的规模巨大，品位稳定的蚀变岩型矿化。

2.2 构造剪张作用形成裂隙

众所周知，构造运动有其一定的作用范围，不是空间上每一点的应力状态都是相同的。由于岩石力学性质的差异以及应力作用的时间演化性，因而在不同构造部位应变特征是有所差别的。在距离主断面远处，由于岩石所受构造应力较弱，因此多以脆性应变为主，岩石中以发育有大量的剪切破裂裂隙为特征。这些成矿作用早期形成的剪切裂隙在后期剪张作用下发生微裂开启而成为很好的容矿空间，当从主构造带上升的成矿热液流体向外发生扩散时，由于温度、压力的迅速降低而失去动力，因此它们与外界很少有物质交换，仅仅是以缓慢流动的方式充填到已存在裂隙中成为脉体，这也是为什么在焦家Ⅱ号脉体仅见红化、钾化而少见其它矿化蚀变的原因。

维普资讯 http://www.cqvip.com

3 成矿流体运移机制

3.1 真空泵式

由于断裂构造强烈的挤压剪切作用,使得岩石孔隙度大为提高。在成矿裂隙生成阶段,即封闭裂隙生成瞬间,由于压力差的存在而驱使成矿流体象真空泵汲水一样进入扩张空间,通过沉淀使裂隙发生阻塞而形成了许多矿液包。这些矿液包在构造应力作用下其内压力逐渐升高,与周围岩石孔隙构成压力差,从而会驱动流体促使显微裂隙发生扩展,矿液再次发生迁移。这样每形成一个连通的构造裂隙,矿液便乘虚而入,当充满饱和裂隙之后便停止运移;等到积累的应力达到一定程度时,又开始新的扩展过程;这样经过无数次的运移、沉淀,从而形成了广泛的蚀变与矿化。这种成矿流体的运移方式在焦家Ⅰ号脉表现的较为明显,多形成微细浸染状蚀变矿化及细脉浸染状矿化,矿石品位较为均匀,发育规模大且稳定。

3.2 渗流方式

多发生在焦家断裂远处及近地表浅部。由于温度、压力以及构造应力急骤降低,成矿流体活动性大为减弱,大多在微弱压力差作用下,以缓慢流动方式进入早已在张剪性作用下开启的剪切裂隙中。这就形成了在金矿床局部地段,裂隙充填范围超出了蚀变岩带范围,形成了没有蚀变的富金矿体,特别是花岗岩中的许多硫化物脉很细,在坑道中不易被察觉,因而常被当作无矿地段。如-70 m中段100勘探线中部,花岗岩基本无蚀变,但经连续分段取样化验发现,金平均品位达5.5×10^{-6},厚度超过24 m,由此可见虽然热动力条件的减弱已不足以引起大规模蚀变与矿化,但是在无蚀变部位依然有可能由于流体缓慢渗流而形成矿化体。

4 结 论

(1)由于差异的构造应力作用,焦家金矿床容矿裂隙可分为三类:微裂隙、细脉状裂隙及介于二者之间的复合型裂隙。

(2)微构造裂隙之间往往没有截然分开的界线,常呈渐变接触关系,后期脉状矿化裂隙往往迁就利用了早期裂隙。

(3)矿化裂隙成生机制主要有两种:一是流体驱动显微构造裂隙的成生机制,另一种是构造挤压剪张作用形成脉状裂隙的成生机制。

(4)成矿流体运移主要有两种方式。真空泵式多出现在成矿作用早期及近主构造部位,而渗流方式多出现在成矿中-晚期及远离主构造部位。

(5)不同的裂隙成生机制和流体运移方式导致形成差异的矿化特征。

维普资讯 http://www.cqvip.com

参考文献

1. 李四光. 地质力学概论. 科学出版社, 1979
2. 吕古贤, 孔庆存. 胶东玲珑-焦家式金矿地质. 北京: 科学出版社, 1993
3. 於崇文, 等. 热液成矿作用动力学. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993
4. 高合明, 於崇文, 鲍征宇. 江西德兴斑岩铜矿床裂隙-脉系统形成的动力学. 第三届构造物理化学学术讨论会论文选集, 1994
5. 翟裕生. 关于构造-流体-成矿作用研究的几个问题. 地学前缘, 1996, 3(4): 230～236
6. 池三川. 隐伏矿床(体)的寻找. 中国地质大学出版社, 1988
7. 万天丰. 古构造应力场. 地质出版社, 1988
8. 张福瑛. 胶东焦家式金矿地质特征及找矿模式. 国际金矿地质与勘探学术会议论文集. 东北工学院出版社, 1989
9. 邓军, 等. 胶东西北部构造体系及金成矿动力学. 地质出版社, 1996
10. 刘瑞洵. 显微构造地质学. 北京大学出版社, 1990
11. 杨国清. 构造地球化学. 广西师范大学出版社, 1990
12. 王洪纲. 热弹性力学概论. 清华大学出版社, 1989

CHARACTERISTICS OF THE HOST STRUCTURE AND MECHANISM OF FLUID FLOWING IN JIAOJIA GOLD DEPOSIT

*Guo Tao*① *Deng Jun*② *Lu Guxian*①

(① *Geomechanics Institute of Chinese Academy of Geology and Mineral Resources, Beijing*, 100081;
② *Chinese University of Geology, Beijing*, 100083)

Abstract

This paper deals with structure making emphasis on ore-bearing fissures, ore-fluid channels and their genetic mechanism. Jiaojia Au deposit is charactered by variation of ore body and mineralization. One fissure or micro-structure grades into another without sharp boundary. Genetically, the mineralized fissures were formed along microstructures by dilated and shear-tensile pressured fluid. Fluid transportation was mainly dominated by vaccum pumping and less by seepage. It is that the different mechanism of fissures and fluid transportation result in variation of ore body and mineralization.

Key words mineralized fissures, micro-fissures expansion driven by fluid, vein fissures expanded by shear and tensile pressure, vacuum pump, seepage, Jiaojia