

山东莱西山后—北泊金矿区岩石变形特征及其与金矿化关系

张志臣,刁守军,宋耕海,张云山

武警黄金第七支队,山东 烟台 264004

摘要:山后—北泊矿区位于招平断裂带中南部,该区岩石受多期次的构造应力作用,变形特征明显、显微构造发育,断裂带中韧性、脆性显微构造比较发育,通过与地壳不同构造层次上显微构造特征进行对比,可以确定该区所处构造层次为中上部,岩石变形经历了韧性—脆性—脆性过程,与金矿化形成关系密切。

关键词:岩石变形特征;构造层次;金矿化;山后—北泊金矿区;山东省

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

文章编号:1005-2518(2010)01-0060-05

1 区域地质概况

山后—北泊矿区位于栖霞复背斜南翼、招平断裂带中南段,南与旧店矿田相接,北邻夏甸等金矿,是重要的金成矿区带。区内出露地层有晚太古界胶东岩群和早元古界荆山群,二者呈断层接触;构造以NE向的招平断裂带和近EW向的黑虎山断裂为主,控制了区内的主要构造格局,并发育较多的次级构造,为成矿提供了赋矿空间,区内的金矿体就赋存于

NE向的招平断裂主带及其上下盘的次级断裂中;岩浆岩主要分布于招平断裂带下盘,岩性主要为玲珑弱片麻状黑云二长花岗岩;脉岩发育,主要有闪长玢岩、煌斑岩等(图1)。

2 岩石变形特征

2.1 岩石类型

山后—北泊矿区岩石类型为变质岩及岩浆岩,

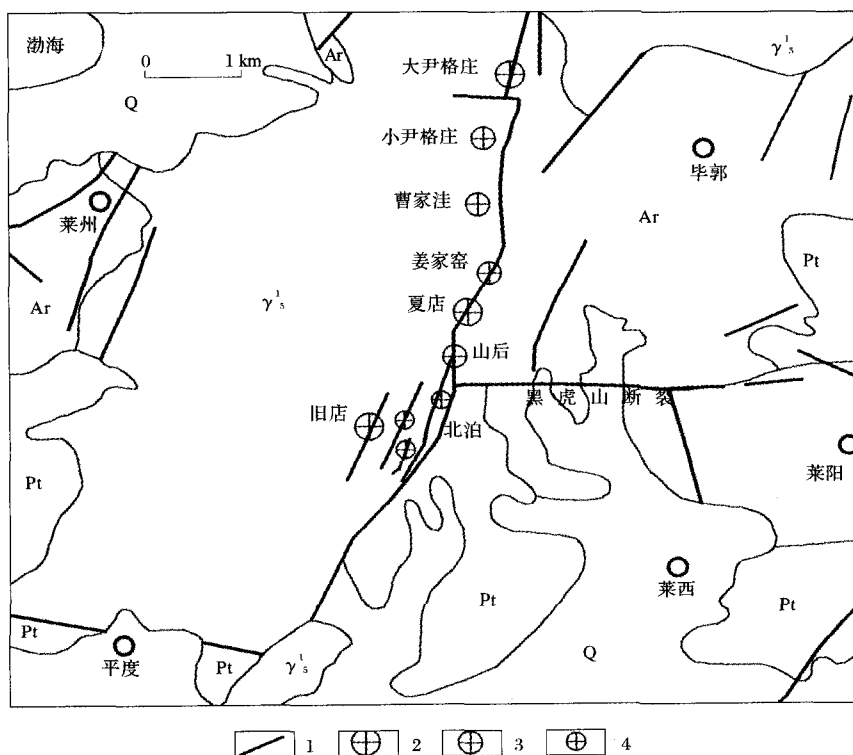


图1 山后—北泊矿区区域地质图

Q—第四系;Pt—荆山群;Ar—胶东群; γ_s —花岗岩;1.断裂;2.特大型金矿床;3.中型金矿床;4.小型金矿床

收稿日期:2009-03-16;修订日期:2009-12-14.

作者简介:张志臣(1967-),男,山东莒县人,高级工程师,主要从事岩矿鉴定及金矿勘查工作.E-mail:zzc1886@163.com

变质岩为胶东岩群和荆山岩群地层,胶东群岩性主要为黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩夹磁铁二辉麻粒岩、角闪二辉麻粒岩、磁铁紫苏麻粒岩等;荆山群岩性为黑云斜长片麻岩、变粒岩、浅粒岩、大理岩、透辉透闪岩、斜长角闪岩等,这些岩石是早期变质变形作用的产物,也是该区成矿物质来源之一。

区内岩浆岩分布广泛,主要为玲珑型花岗岩,岩性为弱片麻状黑云二长花岗岩,受大规模的韧性变形作用影响,岩石普遍具弱片麻状构造。脉岩主要为闪长玢岩、煌斑岩等,有的与金矿体伴生,受构造活动影响,早期形成的脉岩发生了变形、矿化蚀变作用。

2.2 构造带岩石变形特征

山后—北泊矿区构造带中的岩石历经多次韧性及脆性作用,其原岩从结构、构造方面已发生了较大改变,并伴随矿化蚀变,生成了一些新生矿物。这些变形变质作用主要形成了糜棱岩系列和碎裂岩系列。不同类型的构造岩反映了他们形成的不同构造环境,糜棱岩是在高级应变相条件下生成的,其流变机制主要是塑性流动,而碎裂岩是在低级应变相条件下生成的,其流变机制主要是碎裂流动。因此,同一断裂带不同应变相产物的同时出现,说明断裂带经历了多次不同应变的叠加。

(1)糜棱岩系列主要沿招平主断裂两侧发育在交代重熔的玲珑花岗岩中。糜棱岩化作用产生具有各种流动构造的长英质糜棱岩,种类主要有糜棱岩化花岗岩、初糜棱岩、糜棱岩、超糜棱岩、千糜岩等。由于受晚期脆性断裂的影响,其延续性较差,厚度变化较大。

糜棱岩中的矿物组合主要有石英、绢云母、斜长石、钾长石、绿泥石和少量绿帘石、碳酸盐等。石英表现为明显的塑性变形,压扁拉长等变形十分发育,构成糜棱片理和拔丝构造。长石则作为相对脆性破裂的碎斑出现,在反复碎裂和位移的过程中,逐渐形成了眼球状及条带状碎斑集合体,成为糜棱岩中流动构造的组分之一。

(2)碎裂岩系列构造岩属断裂带晚期活动的产物,是岩石在机械力的作用下,发生脆性破碎、粒间滑动、旋转碾磨和粒化作用所致。按距离主断裂面远近依次为断层泥、碎粉岩、碎粒岩、碎斑岩、碎裂岩,原岩主要为花岗岩及少量变质岩。

断层泥发育在主断裂面,颜色多为灰黑色,少数为灰白色,灰黑色断层泥为成矿早期形成的产物,灰白色断层泥为成矿后形成的产物。

碎粒岩经强烈的粒化作用,具碎粒结构,颗粒稍圆化,粒度均一,主要成分为石英、绢云母和少量长石。

碎斑岩受到碎斑化作用,具碎斑结构,长石碎斑具脆性破裂,裂纹发育,多为尖棱角状,岩石主要由石英、长石、绢云母等矿物组成。

碎裂岩具有明显的脆性变形、碎裂变余结构,原岩被切割成不规则碎块,并保留残余的原岩结构,碎块间充填有更细一级的碎屑以及后期次生矿物,如碳酸盐。区内碎裂岩最为发育,主要由绢英岩化碎裂岩、绢英岩化花岗质碎裂岩及花岗质碎裂岩、碎裂花岗岩组成。

2.3 岩石显微构造特征

山后—北泊矿区岩石受到多次的韧性及脆性作用,在微观上形成了一些明显的显微构造,这些显微构造既有变质变形作用形成、又有应力作用形成。主要的显微构造有波状消光、亚晶粒、应力条纹、扭折、剪切阶步、核幔、糜棱、揉皱、碎斑、碎裂、压碎等结构。

应力条纹结构:钾长石受应力作用,钠质出溶或析出形成应力条纹结构。

膝折(扭折)结构:斜长石的双晶纹受应力作用发生弯曲,形成矿物晶体内部方位不同的条带,这是由于相邻滑移面上相反方向位错的大量积累,由此导致滑移面的强烈弯曲而形成。白云母受应力作用形成弯曲(图2、图3)。

波状消光:是该区比较普遍发育的显微结构,主要发育在石英中,矿物消光呈连续过渡关系,消光位无明显界限,多呈扇形或放射状消光。

亚晶粒:在应力作用下,引起矿物晶体内大量的晶格错位,形成了在大颗粒矿物晶体内出现多个次级矿物颗粒,在正交偏光下,可见在1个大的矿物晶体内,有多个消光位稍有差异的区域,但在单片光下,却为1个完整的颗粒,在该区发生于石英中,是韧性变形的典型特征。

糜棱结构:已重结晶的石英围绕钾长石残斑分布,具明显的流动构造(图4)。

核幔结构:在较大的石英晶体边部,具有细小的重结晶的石英晶粒,构成幔部,中间的主晶构成核部,是韧性变形的特征结构(图5)。

揉皱结构:方铅矿中黑三角孔,受韧性变形作用,发生弯曲,形成揉皱。

剪切阶步:斜长石晶体受应力的剪切作用,沿破裂面发生滑动,形成了类似阶步的形态。

碎斑结构:岩石中矿物颗粒由于应力的作用,明

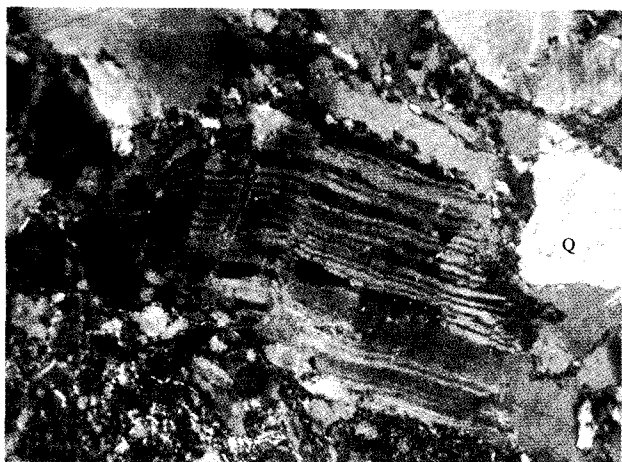


图2 斜长石膝折结构
(+)10×10 Pl-斜长石

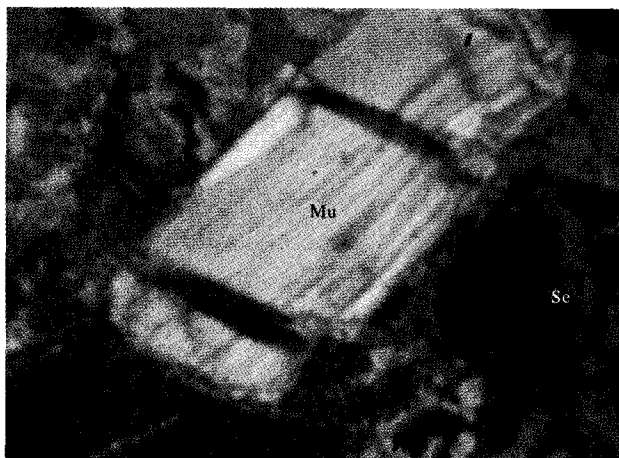


图3 白云母膝折结构
(+)10×10 Mu-白云母

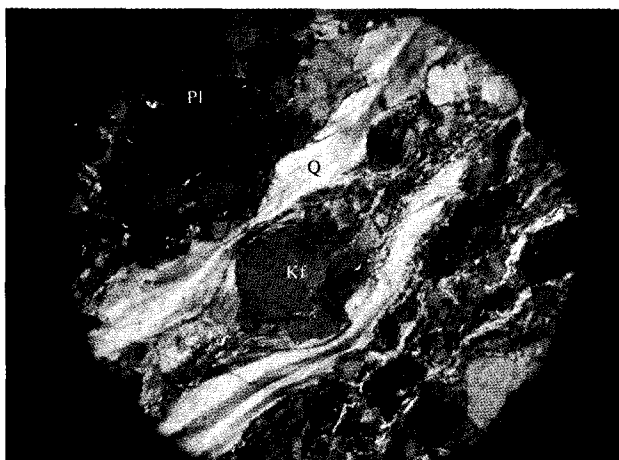


图4 糜棱结构
(+)10×10 Kf-钾长石;Q-石英

显分成2类,大颗粒分散在小颗粒矿物中,大的矿物颗粒称为碎斑,小的称为碎基,碎基经重结晶后形成基质。碎斑多呈透镜状、眼球状等形态,碎斑多具裂纹,主要由脆性变形作用形成。

碎裂结构:斜长石、钾长石等矿物颗粒受应力作用发生破碎,裂纹发育。

压碎结构:黄铁矿由于应力作用,发生破碎,裂纹发育,有的裂隙中赋存有自然金。



图5 核幔结构
(+)10×10 Q-石英

3 构造层次分析

构造层次是指岩石圈内显示一种主导变形机制的不同阶段。在不同等构造层次中,构造样式和岩石都表现出不同的特点,具有不同的变形机制。在同一构造层次中,岩石有相似的变形特点,受同一个主导变形机制所制约。

一般认为,上部地壳较浅层以脆性破裂及摩擦活动为主,主导的变形机制是破裂作用,形成脆性断层及无定向组构的碎裂岩;中下部地壳较深层次以塑性变形为主,主导的变形机制是位错滑动、位错蠕变、颗粒边界滑动及扩散蠕变等形成韧性断层和具流动构造的糜棱岩^[1](表1)。

Sibson等^[2]提出断层构造岩随深部变化的双层模式。其由脆性向韧性转变的界线在10~15 km深处,中间存在1个过渡带。

表1 不同构造层次的岩石变形机制及显微构造

层次	主导变形机制	特征性显微构造
浅	微裂作用	碎裂结构
上	压溶作用 位错滑移	缝合线、须状增生、压力影、间隔劈理、通构造分泌脉 波状消光、变形纹、扭折、机械双晶
中	位错蠕变	丝带、核幔构造、糜棱、亚颗粒与动态重结晶的镶嵌结构
深	超塑性流动 局部熔融	细粒镶嵌、变余糜棱、混合岩化、粒状变晶结构

根据在山后—北泊矿区岩石中存在的显微组构等特征判断,招平断裂带在此段,既有脆性显微构造,又有韧性显微构造,说明发生了多次的韧—脆性之间的转换和叠加。认为在该区招平断裂带处于

中上部构造层次,处于脆—韧性过渡带中。而在招平断裂带北段(如大磨曲家等矿区),构造岩以碎裂岩、碎斑岩为主,岩石中也以脆性变形的显微构造为主,其所处的构造层次应为上部层次。说明招平断裂带南北两端的变形特征表现出明显的差异,这可能是由于两端的剥蚀程度不同引起,从南到北剥蚀深度逐渐减小^[3](表2)。

表2 矿区断裂带岩性及显微构造对比

矿区	岩性	显微构造	构造层次
山后—北泊	构造角砾岩、花岗质碎裂岩、黄铁矿英岩化碎裂岩、初糜棱岩、糜棱岩、糜棱化岩石等	应力条纹、波状消光、亚颗粒、核幔、糜棱、揉皱、碎裂、碎斑等结构	中上部
大磨曲家	花岗质碎裂岩、绢英岩化碎裂岩、黄铁矿英岩、角砾岩等	碎裂、碎斑、压碎、波状消光等结构	上部

4 岩石变形与金矿化的关系

通过上述对区内岩石变形特征的分析表明,该区金矿的形成与该区所处的构造层次和岩石变形有着密切的关系,导致矿化发生的最主要原因是剪切挤压—拉张构造作用引起的成矿元素活化、运移与富集作用,其形成经历韧性剪切→区域变质→岩浆重熔等构造热动力作用逐步富集的多期次、多来源的复杂过程^[4]。在上部脆性剪切带中,处于一个开放系统,水岩作用明显,物质交换强烈,往往形成中低温热液蚀变;断裂带下盘岩石在韧性剪切体制下发生构造变形分解^[5-6],形成具还原性质的热液萃取糜棱岩中的金,同时形成变质流体,特别是动力变质流体起着应变软化作用,往往形成中高温热液蚀变。流体作用的结果,形成交代蚀变带、矿化带等。在较深构造层次下,作为区内强应变带内的玲珑片麻状黑云二长花岗岩,在较高温度和较高压力环境中,扩散蠕变和颗粒边界滑动可能是其主要变形机制,大规模剪切作用和重结晶使强应变带内岩石细粒化,降低了岩石的能干性,使岩石软化,造成了矿物的定向排列,在温度梯度和压力梯度的驱动下,含矿热液向周围的强应变带内迁移,一方面对应变带内的岩石进行交代,形成各种交代结构,另一方面金在强应变带内得到初步富集,韧性剪切带控制后期脆性构造的发育,脆性构造才真正控制矿体的定位,即叠加在韧性剪切带之上的脆性构造具明显的控矿作用,就是

含矿热液沿着脆性变形作用形成的岩石裂隙通道进行运移、结晶沉淀。含矿热液在有利的构造、岩性环境中沉淀成矿的同时,残余热液继续沿岩石裂隙流渗、扩散,在围岩中形成矿体(床)四周的原生晕。这种渗滤晕受裂隙控制,晕中元素向上流渗扩散的距离可达数百米。金成矿在时间演化上主要经历3个阶段。

早期阶段:韧性剪切变形阶段,韧性变形作用改造的岩石,岩石产生糜棱岩化,属角闪岩相的变质作用条件。成矿元素活化调整,硅化、绢云母化极为发育,热液蚀变的同时,在片理面上伴有含金黄铁矿的结晶作用。由韧性演变到韧—脆性变形作用的过渡阶段,也就是从角闪岩相转变到绿片岩相的条件下,热液蚀变相对较强时,局部地区使含金剪切带的早期阶段发育成熟。此时硅化作用十分发育,并形成了含矿构造的核心。

中期阶段:脆—韧性变形阶段。形成剪切带内部或其边部的脉状构造。发育在富含二氧化硅的花岗岩、片麻岩的岩层内。二氧化硅的形成是由于剪切带内流动的热液使得容矿围岩发生了侧分泌,同时成矿元素重新调整,富集程度最大,为金的预富集阶段。

晚期阶段:脆性变形阶段。在拉伸构造和走滑机制下,含金剪切带内发育了一系列张性构造,如张裂隙、网脉状裂隙等,叠加在早期形成的韧性构造之上,成为热液的上升和运移通道,并为矿质沉淀提供有利的成矿空间,在合适的物化条件下结晶成矿。

参考文献

- [1] 胡玲.显微构造地质学概论[M].北京:地质出版社,1998:111-112.
- [2] Sibson R H. Fault rocks and fault mechanisms[J].J.Geol.Soc.London,1977,133(3):191.
- [3] 孙丰月,石淮立.胶东金矿地质及幔源C-H-O流体分异成岩成矿[M].长春:吉林人民出版社,1995:147-148.
- [4] 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(中国地质大学学报),2000,25(4):429-431.
- [5] 杨金中,沈远超,刘铁兵.胶东东部鹊山变质核杂岩与金矿成矿[J].地质地球化学,2000,28(1):15-18.
- [6] 柳志进,张维昕.莱西山后金矿成矿地质条件及资源潜力分析[J].黄金科学技术,2008,16(2):19-21.

Rock Deformation Characteristics and the Relationship with Gold Mineralization of Shanhou-Beipo Gold Mining Area in Laixi, Shandong Province

ZHANG Zhichen, DIAO Shoujun, SONG Genghai, ZHANG Yunshan

No.7 Gold Geological Party of CAPF, Yantai 264004, Shandong, China

Abstract: Shanhou-Beipo mining area is located in the middle and south Zhaoyuan-Pingdu Fault Zone. Because of the multi-stages tectonic stress action, the deformation characteristics of the rock in the area is obvious and micro-structure well develops. The ductile and brittle micro-structure are comparatively developed in the fracture zone. With comparing the micro-structural characteristics with the other in different tectonic levels of earth's crust, we can make sure that the tectonic level of this mining area is in the upper part of the rock, the rock deformation have undergone a process of ductile deformation-ductile-brittle deformation-brittle deformation, it is close to the formation of gold mineralization.

Key words: Rock deformation characteristics; Tectonic level; Gold mineralization; Shanhou-Beipo gold mining area; Shandong Province

从酸化焙烧渣中回收金、银、铁和铅的方法

一种磁化氯化法从酸化焙烧渣中回收金、银、铁和铅的方法,其特征由步骤一和步骤二组成。步骤一:(1)由18%~50%浓度的NaCl与1~3 mm的煤粉、烧渣混合均匀;(2)按重量比,烧渣:氯化钠:煤粉=1:(0.05~0.5):(0.02~0.2),搅拌混合后造粒,其混合时间为1~3小时,使其形成粒度在20~30 mm的球团;(3)经过烘干、固结、焙烧,其焙烧温度为900~1 250℃,焙烧时间为1~3小时;(4)收集焙烧烟气,将焙烧过程中1 000~1 050℃温度烟气用冷水喷水降温至20~50℃出气温度,使银、铜、铅的氯化物结晶析出,过滤回收产出的金、氯化铅、氯化银固体,其中金则以单质形式产出,过滤后的大部分液体返回系统降温后作为造粒用液;(5)少部分液体中的铜、锌经过多次循环,若铜锌的含量较高,可采用中和法沉淀回收,所述中和法沉淀回收方法是用 Na_2CO_3 将其中和至 $\text{pH}=10$,过滤所得沉淀物为铜锌精矿,其滤液返回循环系统再用。步骤二:通过焙烧,球团中的 Fe_2O_3 与煤粉发生还原反应,生成 Fe_3O_4 ,同时因为煤粉的燃烧、氧化,使球团强度大大降低,所以,将球团冷却后直接进入磨矿,磨矿及磁选细度为-200目的粒径应占80%,然后进行磁选,磁选后的产物经过滤后,使其中的 Fe_3O_4 以铁精矿形式产出,磁选后的尾渣送往尾矿坝。

本发明公开了磁化氯化法从酸化焙烧渣中回收金、银、铁和铅的方法。本发明包含2个部分,一是通过高温氯化焙烧使尾渣中的金、银、铅、铜等以

氯化物气体形式挥发,再通过冷凝气体来回收金、银、铜、铅;二是通过造粒时添加煤粉,在氯化焙烧的同时实现磁化还原焙烧,将 Fe_2O_3 还原为 Fe_3O_4 ,然后通过磨矿、磁选来回收其中的铁。具有工艺简单、效率高、冶炼成本低、可实现矿产资源综合利用、消除环境污染、增加企业经济效益的特点,金银回收率达95%以上,铁的回收率可达85%以上,铅可达90%以上。采用本方案生产成本约为300元/吨,每吨利润大于700元/吨,则每年可增收几十亿元的利润,且减少了有限资源的浪费。

(发明人:张伟晓)

一种微波选择性还原焙烧—稀酸浸出氧化镍矿的方法

本发明涉及一种微波选择性还原焙烧—稀酸浸出氧化镍矿的方法。将氧化镍矿(如褐铁矿型含镍红土矿)与含碳还原剂(如纳米碳粉、活性炭、木炭、烟煤或无烟煤等)混合,在2 450 MHz或916 MHz的微波辐照下加热,由于含碳物料具有良好的微波吸收性能,通过微波对物料的快速加热,实现反应物的快速升温,加速矿物中镍和钴有价元素的还原,并控制铁的还原程度,实现矿物的选择性还原焙烧。焙烧之后的还原产物在稀酸溶液中进行镍钴的选择性浸出,实现镍钴的有效提取。该方法焙烧时间短、还原剂消耗量少、能耗低,且浸出过程中试剂消耗量小,并且浸出渣适宜用作炼铁的原料,对环境无危害性。

(发明人:翟秀静,符岩,李斌川,等)