

地质与矿产

招平断裂带蚀变岩非镜像对称特征及地质意义

黄先春¹, 李山², 鲍中义²

(1. 湖北省第六地质大队, 湖北 孝感 432100; 2. 山东省第六地质矿产勘查院, 山东 威海 264209)

摘要:招平断裂带是胶东西北部地区最重要的金成矿带之一,沿该构造-成矿带已陆续发现了以玲珑金矿田为代表的不同规模金矿床十余处,显示该区具有良好的成矿地质条件。招平断裂带构造形式多样,矿化蚀变分带复杂。断裂带以发育连续且稳定的主裂面为特征,以主裂面为中心,上下盘蚀变岩基本呈非镜像对称分布。研究招平断裂带蚀变岩非镜像对称分带特征具有重要的地质意义。

关键词:招平断裂带;主裂面;蚀变岩;非镜像对称;胶西北

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

引文格式:黄先春,李山,鲍中义.招平断裂带蚀变岩非镜像对称特征及地质意义[J].山东国土资源,2016,32(5):25-30.HUANG Xianchun, LI Shan, BAO Zhongyi. Geological Characteristics and Significance of Non-mirror Symmetry in the Altered Rocks of Zhaoyuan-Pingdu Fracture Zone[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(5): 25-30.

招平断裂南起平度城北,走向近EW向,至宋格庄逐渐转弯,向NE延伸,经招远城又转为NEE向,延至龙口市颜家沟一带尖灭。断裂长约120 km,带宽150~200 m。该带在招远以南沿胶东岩群、荆山群与玲珑岩体接触带展布,招远以北发育于玲珑岩体内部。断裂带南段走向近EW,中段走向近SN或NNE向,北段走向转为NEE向,倾向S或SE,倾角30°~70°,总体呈近“S”型展布。

1 区域地质特征

基底构造单元属中朝陆块(华北板块)(I)胶辽微陆块(II)胶东裂陷盆地(III)之胶北地块。上叠构造单元属滨太平洋构造岩浆活动带(鲁东被动大陆边缘)(II)之胶北隆起(III),其东与鲁东折返带威海隆起为邻,南与胶莱盆地相接,西与鲁西地块并置(图1)。

区内地层除第四系外,主要出露古元古代溥沱纪荆山群,总体呈NEE向的带状展布,变质程度达麻粒岩相—角闪岩相。主要岩性为石榴砂线黑云片岩、大理岩、透辉岩、石墨片麻岩、长石石英岩、黑云变粒岩、麻粒岩等,具孔兹岩系岩石组合特点。其原岩主要为一套正常浅海相的泥质岩、碎屑岩、碳酸盐

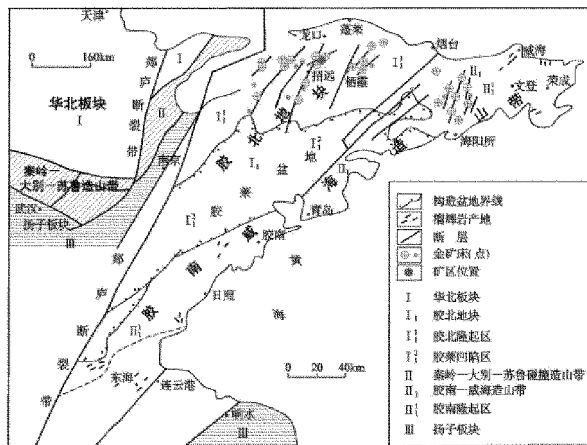


图1 招平断裂带大地构造位置图

(据山东矿床修编)

岩及钙镁硅酸盐岩。

胶西北地区经历了中太古代以来漫长的地质构造演化历史,不同构造阶段的构造变形相互叠加,构成了一幅中深层次近EW向韧性变形构造与浅表层次NNE—SN向脆性断裂构造交切的构造变形图像^[1]。

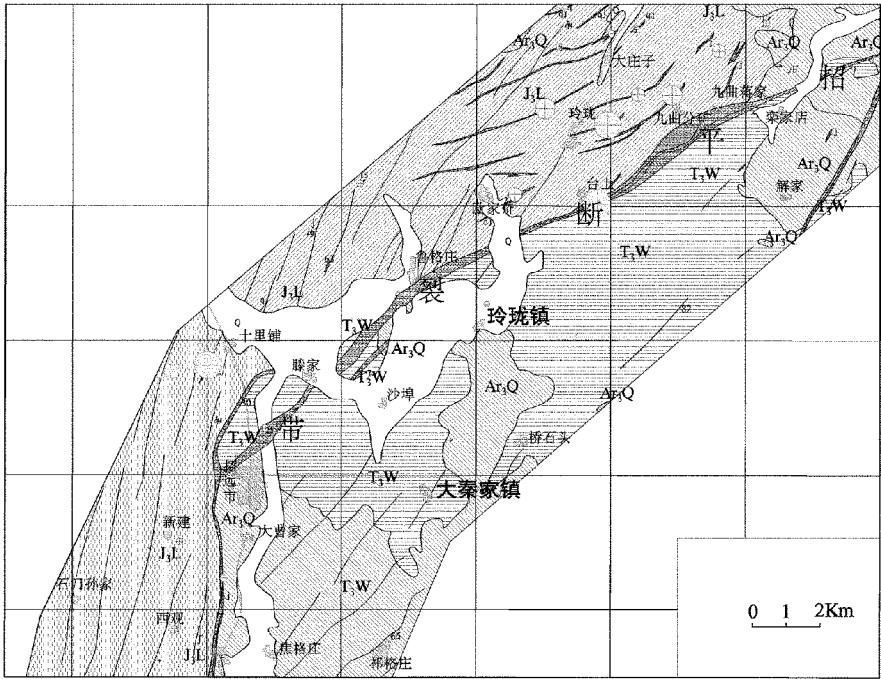
招平断裂是胶西北S型断裂中规模最大的一条,是在基底深大断裂的基础上发展起来的一条控矿断裂。断裂发育有连续稳定的主裂面,其两侧发

收稿日期:2015-06-25;修订日期:2015-08-13;编辑:陶卫卫

作者简介:黄先春(1968—),男,湖北仙桃人,工程师,主要从事区域地质调查与矿产地质勘查工作;E-mail: ktyxhxc@163.com

育有宽大的构造岩带。金矿体主要赋存于主裂面下盘的黄铁绢英岩化碎裂岩带和黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带及黄铁绢英岩化花岗岩带中,以破碎蚀变

岩型金矿床为主。招平断裂是长期多次活动的结果,其力学性质比较复杂,但从总体上看,属压扭性为主的左行断裂(图 2)。



Q—第四系;HJ—荆山群;石榴砂线黑云片岩夹少量石榴黑云变粒岩、透辉变粒岩;J₃L—玲珑花岗岩;
T₁W—文登花岗岩;A₃Q—栖霞片麻岩套
图 2 招平断裂带区域地质略图
(据山东省第六地质大队资料简化)

胶西北地区经历了古扬子板块与华北板块的挤压拼接,和太平洋板块向欧亚板块俯冲 2 种动力学背景,导致了岩浆活动的复杂历程,所形成的侵入岩遍布各处,占基岩面积的半数有余,总体呈近 EW 或 NE 向展布的岩基、岩株、岩瘤状产出,多集中构成复式岩体。岩石类型齐全,从超基性-酸性者均有,尤以中酸性、酸性者规模大、分布广。形成时代自中太古代至新生代均见及,其中以新元古代和中生代燕山晚期侵入岩最发育。成因上既有“I”型者,亦有“S”型者,及二者的过渡型;岩浆物质来源上,有幔源、壳源和壳幔岩浆混合源等。

新太古代侵入岩主要出露栖霞片麻岩套,为 TTG 花岗岩类,由英云闪长岩和奥长花岗岩组成,少量花岗闪长岩,英云闪长岩分布面积约占 TTG 总面积的 61%,奥长花岗岩约占 36%。宏观上常表现为古老片麻岩穹窿,遭受了角闪岩相变质和部分地段韧性剪切的叠加改造,形成了一套条带、条纹状、片麻理构造发育的灰色片麻岩系。岩石组合以 T1T2

型花岗岩类组合为主,岩石化学成分出现二长花岗岩及显示接近于钙碱性岩的演化趋势,指示该片麻岩套经历了由不成熟陆壳向成熟陆壳的演化过程,可能是由岛弧向大陆弧转化阶段的产物^[2]。

胶西北处于中国东部滨太平洋构造域,是太平洋板块与欧亚板块的结合带。中生代晚期(尤其是白垩纪)该区发生了强烈的构造体制转折,形成了复杂的地质构造格局,总体表现为陆内伸展和与地幔隆起相伴的大规模岩石圈减薄。造成古老的结晶基底变质岩系在一定深度内被迅速加热,部分熔融而形成花岗质岩浆,发生了大规模强烈的岩浆作用。岩浆作用产物是记录软流圈抬升、岩石圈减薄及地壳伸展的最有力证据^[1]。

玲珑花岗岩是胶西北地区中生代最发育的侵入岩之一,因其与金矿密切伴生相关而倍受关注。其规模大、分布广,构成玲珑复式岩基。玲珑花岗岩为二长花岗岩系列侵入岩,早期为弱片麻状含石榴二长花岗岩类,晚期为块状浅色二长花岗岩类,前者分

布面积约占玲珑花岗岩总面积的 38%。

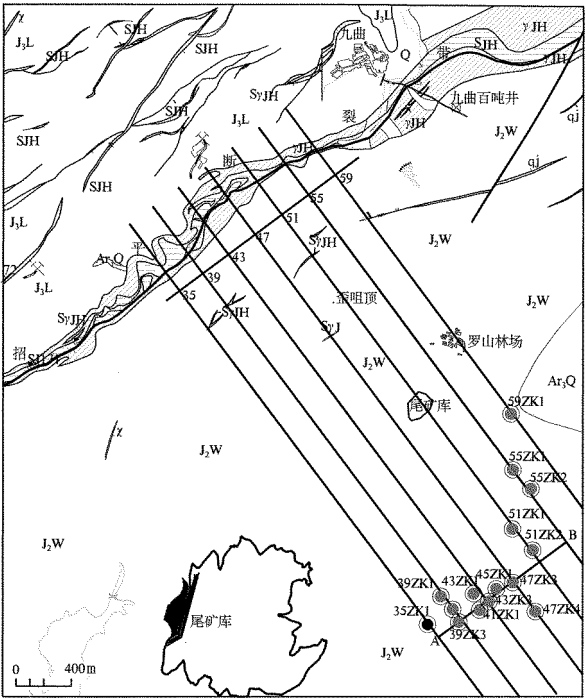
玲珑花岗岩属高钾钙碱性岩系列。微量元素中, Sr、Ba 含量高[多数样品 $Sr = (425 \sim 561) \times 10^{-6}$; $Ba = (860 \sim 2\,036) \times 10^{-6}$; Y、Yb 含量低 ($Y = (3.09 \sim 25.40) \times 10^{-6}$, $Yb = (0.42 \sim 4.22) \times 10^{-6}$]。地球化学成分在 LaN/YbN - YbN 和 Sr/Y - Y 图解中, 多投点于埃达克岩范畴。有研究者认为这种花岗岩大体相当于埃达克岩。然而, 玲珑花岗岩地球化学成分与埃达克岩不同的是, 常具较明显的负锶异常和 Al_2O_3 一般不超过 15%。地球化学特征指示玲珑花岗岩系陆壳重熔型花岗岩^[3]。

2 招平断裂带地质特征

招平断裂多沿前寒武纪变质岩系与玲珑花岗岩的接触带分布, 主干断裂下盘均为玲珑花岗岩, 上盘在平度市山旺—山后一带为荆山群禄格庄组, 山后至招远新村、大尹格庄至招远城上盘均为栖霞片麻岩套, 招远城以北, 上盘为文登花岗岩, 局部切割栖霞片麻岩套。断裂具稳定的主裂面, 在其两侧由糜棱岩、碎裂岩、碎裂状岩石组成, 构成破碎带。

主干蚀变带规模大, 蚀变岩类型齐全, 组合分带完整。断裂沿倾向和走向上均呈舒缓波状, 并且发育有较稳定的断层泥作为主裂面标志。以主裂面为界, 上下盘有明显的蚀变岩分带特征。根据蚀变岩的空间分布、蚀变岩特征和蚀变作用强度, 分出 4 个蚀变岩带: 自蚀变带中心向外依次为黄铁绢英岩化碎裂岩带、黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带、黄铁绢英岩化花岗岩带和糜棱岩化钾长石化花岗岩带。以稳定的主裂面为中心, 上、下两盘的构造岩呈带状分布, 并且破碎程度依次递减, 下盘的构造岩较上盘发育。热液蚀变和矿化作用主要表现在下盘, 上盘较弱, 下盘的热液蚀变自主裂面向外有依次减弱的趋势, 蚀变类型有黄铁绢英岩化、钾长石化、碳酸盐化、绿泥石化, 局部有金属硫化物和金银矿化。其中黄铁绢英岩化是主要的蚀变, 与金矿化关系密切。

招平断裂带是多次活动的产物, 在成矿前至成矿过程中, 其力学性质由右行压扭性斜冲, 转为上盘斜落的左行张扭性, 使早期的紧闭断裂发展成为张启性断裂, 从而为矿液的上移提供了通道, 为金矿的富集、沉淀提供了最佳场所。后期又有左行压扭性活动, 形成以压扭性为主的左行断裂破碎带(图 3)。



Q—第四系; Ar₃Q—新太古代栖霞序列细粒奥长花岗岩; J₃L—中生代晚侏罗世玲珑序列细粒二长花岗岩; J₂W—中生代中侏罗世文登序列粗中粒二长花岗岩; X—煌斑岩; δμ—闪长玢岩; rj(H)—(黄铁)绢英岩化花岗岩; SrJ(H)—(黄铁)绢英岩化花岗质碎裂岩; SJ(H)—(黄铁)绢英岩化碎裂岩; qj—黄铁矿化石英脉

图 3 招平断裂带(破头青段)地质图
(据山东省第六地质大队资料简化)

3 蚀变岩分带特征

据笔者对招平断裂带破头青段 2013—2015 年施工的 12 个钻孔的分析研究表明, 断裂带以上盘出现糜棱岩化带为标志, 向下依次出现绢英岩化花岗岩带—绢英岩化花岗质碎裂岩带—绢英岩化碎裂岩

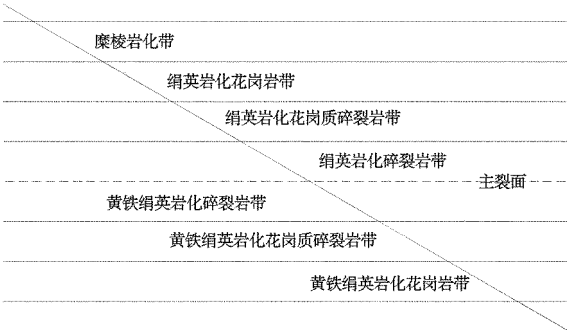


图 4 招平断裂带蚀变岩对称分带示意图
带, 直至主裂面(图 4)。表明脆性断裂活动之前经

历了韧性变形作用,脆性断裂叠加于早期韧性剪切变形之上,脆性断裂则经历了主成矿期的张扭性活动及后期的压扭性活动。招平断裂带成矿构造体制应为伸展成矿构造体制,体现为一条沿玲珑花岗岩与早前寒武纪地质体边界附近分布的大型伸展构造带。伸展构造带的上盘主体为中高级变质的早前寒武纪变质岩,下盘为未变质的玲珑花岗岩,主断面叠加在早期韧性剪切带之上,总体构造具有纯剪式伸展构造的特点,类似剥离断层^[4]。

绢英岩化碎裂岩呈灰绿色,斑杂状构造发育,碎斑为长英质碎粒,基质成分为长英质、绢云母、绿泥

石等,胶结物为硅质及少量泥质成分。主裂面表现为 0.10~0.40 cm 灰黑色断层泥。主裂面以下,则依次出现(黄铁)绢英岩化碎裂岩带—(黄铁)绢英岩化花岗质碎裂岩带—(黄铁)绢英岩化花岗岩带,上下盘显示明显的对称分带特征。

对 12 个钻孔揭露的蚀变岩分带及厚度统计见表 1。可以看出,招平断裂带蚀变岩总厚度在 222.20~497.60 m 之间变化,平均厚度 316.94 m,变化系数 24.24%。39 线至 41 线及 55 线,部分钻孔缺失上盘绢英岩化碎裂岩带或绢英岩化花岗质碎裂岩带,其中 55ZK1 还缺失下盘黄铁绢英岩化碎裂岩带。

表 1 12 个钻孔蚀变岩分带及厚度(m)

蚀变岩	35ZK1	39ZK1	39ZK3	41ZK1	45ZK1	47ZK3	47ZK4	51ZK1	51ZK2	55ZK1	55ZK2	59ZK1
rJ	14.10	165.90	164.22	78.88	106.38	81.63	81.52	168.30	136.58	393.00	129.10	329.40
SrJ	76.00	23.40	20.40		41.31	24.75	15.52	27.70	76.82	4.80		35.80
SJ	52.60			35.94	7.90	7.90	22.98	3.90	28.60		12.60	15.10
上盘蚀变岩厚度	142.70	189.30	184.62	114.82	155.59	114.28	120.02	199.90	242.00	397.80	141.70	380.30
断层泥	0.15	0.14	0.20	0.12	0.20	0.32	0.30	0.30	0.40	0.15	0.40	0.20
SJH	29.25	11.46	29.76	29.72	20.65	6.88	9.04	53.70	15.58		12.00	11.20
SrJH	22.30	20.50	38.19	19.24	39.65	112.50	91.52	49.90	57.23	5.15	111.00	25.10
rJH	27.80	76.40	93.40	156.34	19.86	48.00	7.10	39.00	9.40	16.70	21.00	80.80
下盘蚀变岩厚度	79.35	108.36	161.35	205.30	80.16	167.38	107.66	142.60	82.21	21.85	144.00	117.10
蚀变岩总厚度	222.20	297.80	346.17	320.24	235.95	281.98	227.98	342.80	324.61	419.80	286.10	497.60

注:rJ(H)—(黄铁)绢英岩化花岗岩;SrJ(H)—黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩;SJ(H)—(黄铁)绢英岩化碎裂岩。

对比上下盘蚀变岩厚度可以发现,大部分钻孔上盘蚀变岩厚度大于下盘,部分原因可能是早期韧性变形构造作用叠加所致。

对比钻孔见矿情况及下盘蚀变岩热液蚀变及矿化强度,笔者发现,上盘绢英岩化碎裂岩带的厚度及发育的完整性对钻孔见矿情况具有比较大的指示作用。数据显示,该带厚度大于 20 m 的钻孔,下盘热液蚀变及矿化强度相应较强,往往见及较为厚大的主矿体;厚度小于 20 m 的钻孔,下盘热液蚀变及矿化强度相应较弱或不见矿,矿体往往出现在主裂面上盘,为规模相对较小的副矿体。

从 I 号矿体(主矿体)资源储量估算水平投影与绢英岩化碎裂岩厚度等值线对比图(图 5)可以发现,39ZK1,45ZK1,47ZK3 绢英岩化碎裂岩带或缺失或厚度小于 10 m,主矿体未见矿,仅上盘出现零星小矿体,I 号矿体(主矿体)资源储量估算水平投影均处于绢英岩化碎裂岩厚度大于 20 m 区域。55 线 55ZK1、55ZK2 缺失绢英岩化碎裂岩带或绢英岩化花岗质碎裂岩带,下盘蚀变岩厚度急剧变窄(其中 55ZK1 下盘蚀变岩厚度仅余 21.85 m),矿体出现在

上盘蚀变带中,主矿体相应出现无矿间隔。

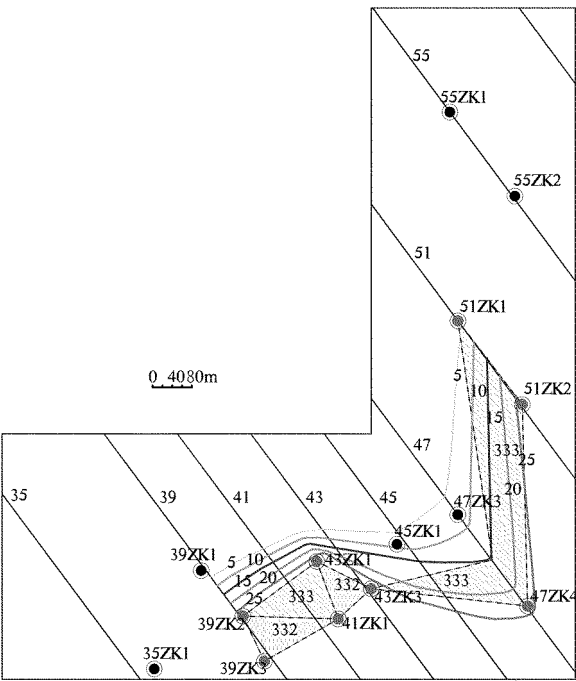
根据 35 线至 55 线揭露的绢英岩化蚀变带及主裂面位置、产状和见矿情况,选取工程布置较为集中的部位,绘制 A—B 纵剖面图(图 6)。

(1)招平断裂带主裂面及绢英岩化蚀变带在走向方向呈现明显的舒缓波状,35 线、41 线、45 线及 51 线出现波峰,39 线、43 线、47 线出现波谷,55 线蚀变带主体出现在主裂面上盘。

(2)39 线至 43 线,矿体集中出现在主裂面下盘的黄铁绢英岩化碎裂岩及黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩中,矿体走向延伸 390 m。45 线至 47 线出现无矿间隔(走向长 300 m),51 线主矿体出现在主裂面下盘的黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩中,但蚀变和矿化有向主裂面上盘运移的趋势,至 55 线矿体则全部出现在主裂面上盘的绢英岩化花岗岩中。

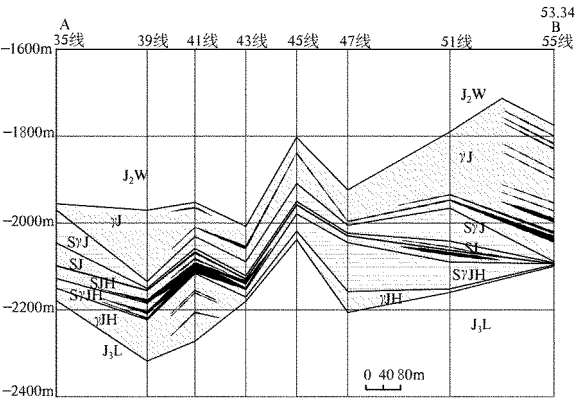
(3)从蚀变带整体厚度来看,见矿钻孔蚀变带总厚度普遍超过 300 m,不见矿钻孔则普遍低于 300 m。

(4)从蚀变分带规律来看,以主裂面为中心,上下盘明显呈现非镜像对称特征。主裂面上盘,由边



332/333—资源储量估算块段;5/10/15/20/25—绢英岩化碎裂岩厚度等值线;35—勘探线号;35ZK1—钻孔号

图 5 I 号矿体(主矿体)资源储量估算水平投影与绢英岩化碎裂岩厚度等值线对应关系图



J₂W—文登花岗岩;J₃L—玲珑花岗岩;rJ(H)—(黄铁)绢英岩化花岗岩;SrJ(H)—黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩;SJ(H)—(黄铁)绢英岩化碎裂岩

图 6 A—B 纵剖面图

缘至中心,依次出现绢英岩化花岗岩带、绢英岩化花岗质碎裂岩带和绢英岩化碎裂岩带,主裂面下盘由上到下依次出现(黄铁)绢英岩化碎裂岩带、(黄铁)绢英岩化花岗质碎裂岩带和(黄铁)绢英岩化花岗岩带,对称特征明显。但上下盘蚀变带及各岩性带的厚度和蚀变强度并不对称,尤以主裂面上盘绢英岩化碎裂岩带之表现更具指导意义。绢英岩化碎裂

岩呈现浅灰绿色,碎裂结构,斑杂状构造。从钻孔揭露情况来看,该带的厚度和完整性对主裂面下盘蚀变和矿化情况指导意义很大。见矿钻孔所揭露的该带厚度至少大于 20 m(其中 41ZK1 达 35.94 m),且出露完整,很少遭受破坏改造。39ZK1,47ZK3 及 45ZK1 所揭露的该带或缺失,或厚度不超过 10 m,且完整性差。

综合以上因素,绢英岩化碎裂岩带与招平断裂带主裂面相伴产出,处于断裂蚀变应力中心部位,该带与招平断裂带主裂面断层泥共同构成了热液蚀变和矿化的屏蔽层。该带的厚度和完整性与蚀变带下盘成矿热液的富集和成矿呈明显的正相关关系,其发育程度和完整性对下盘主矿体成矿具有重要的指导意义。凡该带厚度大于 20 m 且发育完整、较少遭受破坏改造者,其下盘往往出现厚大的主矿体;如该带缺失、或厚度小于 20 m、或发育完整性较差,对成矿热液的屏蔽作用则明显减弱,矿液向主裂面上盘运移逃逸,出现无矿间隔或矿体集中出现在主裂面上盘,呈现规模相对较小的副矿体。与之相对应的是,主裂面上下盘蚀变岩的厚度则出现相应变化,前者下盘蚀变岩厚度大于上盘,后者则正好相反。

招平断裂带以主裂面为中心,上下盘蚀变岩基本呈现对称分带,但其对称分带则明显表现出非镜像对称之特点,一方面是由于上盘脆性变形叠加于早期韧性剪切变形之上,另一方面,招平断裂带主断裂旁侧次级断裂发育,平面上构成多级“入”字形或树枝状组合形式,剖面上构成阶梯状组合形式。由招平断裂带主干断裂派生的低序次构造,构成玲珑帚状控矿构造系统,控制了玲珑金矿田的分布^[5]。次级断裂位于主干断裂北段破头青断裂的下盘,由 9 条走向 NNE—NE 向的主要弧形断裂构成,在平面上呈向 NE 收敛,向南西撒开的帚状。主要断裂长达千米至数千米,宽度 1~20 m 不等,走向由 80°渐转为 30°左右,倾向 NW,倾角 50°~90°,由内旋层到外旋层逐渐变陡,每条断裂的中间地段均明显向南东凸曲,断裂间隔由 NE 向 SW 逐渐增大^[6]。这些断裂对主干断裂蚀变岩尤其是绢英岩化碎裂岩的改造和破坏,导致了主干断裂蚀变岩呈现非镜像对称分布的特点,也直接控制了矿田的主要矿体的分布。

4 结论

招平断裂带是胶东西北部地区最重要的金成矿

带之一,断裂带南起平度城北,走向近 EW 向,经招远城又转为 NEE 向。断裂长约 120 km,带宽 150~200 m。断裂带以发育连续稳定的主裂面为特征,以主裂面为中心,上下盘蚀变岩呈现明显非镜像对称分布之特点。由内向外,依次出现(黄铁)绢英岩化碎裂岩带、(黄铁)绢英岩化花岗质碎裂岩带、(黄铁)绢英岩化花岗岩带。主断面脆性构造变形叠加于早期韧性剪切变形之上,脆性变形中心(黄铁)绢英岩化碎裂岩带与主裂面断层泥共同构成了成矿热液的屏蔽层,其厚度和发育完整性对下盘主矿体的富集成矿具有重要的指导意义。

参考文献:

Geological Characteristics and Significance of Non-mirror Symmetry in the Altered Rocks of Zhaoyuan-Pingdu Fracture Zone

HUANG Xianchun¹, LI Shan², BAO Zhongyi²

(1.No.6 Geological Brigade in Hubei Province, Hubei Xiaogan 432100, China; 2. No.6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weihai 264209, China)

Abstract: Zhaoyuan-Pingdu fracture zone is one of the most important gold mineralization belt in northwestern Jiaodong area. Along the structure-mineralization belt, more than ten deposits in different sizes have been found now, which is represented by Linglong gold deposit. It is showed that there is good metallogenic conditions in this area. There are many types of structures and complicated alteration zones in Zhaoyuan-Pingdu fracture zone. Continuous stable fracture surfaces are well developed. Regarding main fractural surface as the center, altered rocks in the upper and lower walls are non-mirror symmetric distribution. It is significant to study non-mirror symmetric characteristics of altered rocks in Zhaoyuan-Pingdu fault belt.

Key words: Zhaoyuan-Pingdu fracture zone; main fracture surface; altered rocks; non-mirror symmetry; northwestern Jiaodong area

- [1] 宋明春,崔书学,尹丕厚,等.山东省胶西北金矿集中区深部大型-超大型金矿找矿与成矿模式[M].北京:地质出版社,2010: 1-339.
- [2] 宋明春,崔书学,周明岭,等.山东省焦家矿区深部超大型金矿床及其对“焦家式”金矿的启示[J].地质学报,2010,84(9): 1349-1358..
- [3] 李厚民,毛景文,沈远超,等.胶东北季金矿钾长石和石英的 Ar-Ar 年龄及其意义[J].矿床地质,2003,22(1): 72-77.
- [4] 宋明春,王沛成.山东省区域地质[M].济南:山东省地图出版社,2003:554-555.
- [5] 沈远超,曾庆栋,刘铁兵,等.胶莱盆地北缘金矿床的成矿年代学研究[J].矿床地质,2001,21(Z):658-661
- [6] 李士先,刘长春,安郁宏,等.胶东金矿地质[M].北京:地质出版社,2007:102-186,220-271.