

莱芜市铁铜沟金铜铁矿地质特征及其成因探讨

肖丙建

(山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006)

摘要:莱芜市铁铜沟含金铜铁矿床产于中生代燕山期靳家桥角闪闪长玢岩与奥陶纪马家沟群五阳山段石灰岩的接触带,矿体形态严格受接触带控制。通过对矿区内地层、控矿构造、侵入岩、矿体特征和矿石质量的分析论述,认为该矿床为接触交代高温热液型含金铜磁铁矿矿床。

关键词:铁铜沟金铜铁矿;地质特征;成因探讨;莱芜市

中图分类号:P618.4

文献标识码:A

引文格式:肖丙建. 莱芜市铁铜沟金铜铁矿地质特征及其成因探讨[J]. 山东国土资源, 2015, 31(1): 1-7. XIAO Bingjian. Study on Geological Characteristics and Origin of Tietonggou n Gold Bearing Copper - Iron Deposit in Laiwu City [J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(1): 1-7.

莱芜矽卡岩型铁矿是山东著名的铁矿类型,已发现的矿山矿田、金牛山矿田、崮峪矿田、铁铜沟矿田等4个矿田已探明的资源量大于4.9亿t^[1],前人对这些矿床的研究较多,但主要针对控矿构造和控矿类型^[2,3]、矿体的形态^[4]、矿床的伴生组分和化学特征^[5,6]等的研究,而对矿山深部特征的研究较少。近年来,由于经济发展迅速,矿体的浅部已采空,矿山的开采深度越来越深,有的矿山接近枯竭,急需查明矿山深部特征,寻找深部资源,扩大矿山资源量,延长矿山寿命。该文通过对铁铜沟含金铜铁矿床深部特征的论述,分析其成矿特征及成因,与同行探讨。

1 区域地质概况

矿区大地构造位置位于华北地台(I)、鲁西台背斜(II)、鲁中隆断区(III)、新蒙断块东(IV)之泰莱断陷(V)的东南部,新甫山单断凸起(V)的西北部,2个V级构造单元的结合部。区域上地层十分发育,主要有寒武纪朱砂洞组丁家庄段灰白色中薄层白云岩夹厚层灰岩、燧石条带白云岩;馒头组紫红色云泥岩、泥云岩、暗紫红色页岩、砂岩、细砂岩夹薄层灰岩、鲕粒灰岩、生物碎屑灰岩,长石石英砂岩;张

夏组深灰色厚层鲕粒灰岩、薄板状灰岩、藻灰岩、泥晶灰岩夹黄绿色页岩;崮山组黄绿色页岩夹薄层疙瘩状灰岩;炒米店组灰色中厚层泥质条带灰岩、竹叶状灰岩夹生物碎屑灰岩、云斑灰岩;寒武—奥陶纪三山子组a段、b段褐灰色中厚层含燧石结核白云岩、中薄层白云岩夹砾屑白云岩;奥陶纪马家沟群灰色、灰白色厚层灰岩、中厚层云斑灰岩夹灰黄色中层泥质白云岩、角砾状白云岩、白云质灰岩、角砾状白云岩;石炭—二叠纪太原组紫红色铁质泥岩夹铝土岩,深灰色砂质泥岩、中细砂岩、粉砂岩、页岩夹多层灰岩和煤层(或煤线);二叠纪石盒子群灰黄色中薄层长石石英砂岩、粉砂岩、杂色砂岩、粉砂泥岩夹细砂岩、粉砂岩、砾岩、铝土岩;第四纪地层含砾砂质粘土、砾质粘土、中粗砂、砾等。

区域上构造以断裂为主,按其展布方向可以分为NNW向、NE向及近EW向3组。NNW向断裂是区域上的主要断裂,规模较大的为铜冶店—孙祖断裂。该断裂对成矿具有非常重要的作用。区域上岩浆岩十分发育,以侵入岩为主,主要有新太古代侵入岩和古元古代侵入岩,少量中生代侵入岩。其中中生代侵入岩是形成铁矿的主要岩体。

收稿日期:2014-02-11;修订日期:2014-04-03;编辑:陶卫卫

作者简介:肖丙建(1970—),男,山东郯城人,高级工程师,主要从事地质矿产勘查和技术管理工作;E-mail:qiyanxj@126.com

2 矿区地质

矿区内地层、构造、岩浆岩均较发育,地层主要

为中奥陶系和石炭—二叠系,构造以断裂为主,岩浆岩以侵入岩为主,为中生代燕山期侵入岩,见矿区地质图(图1)。

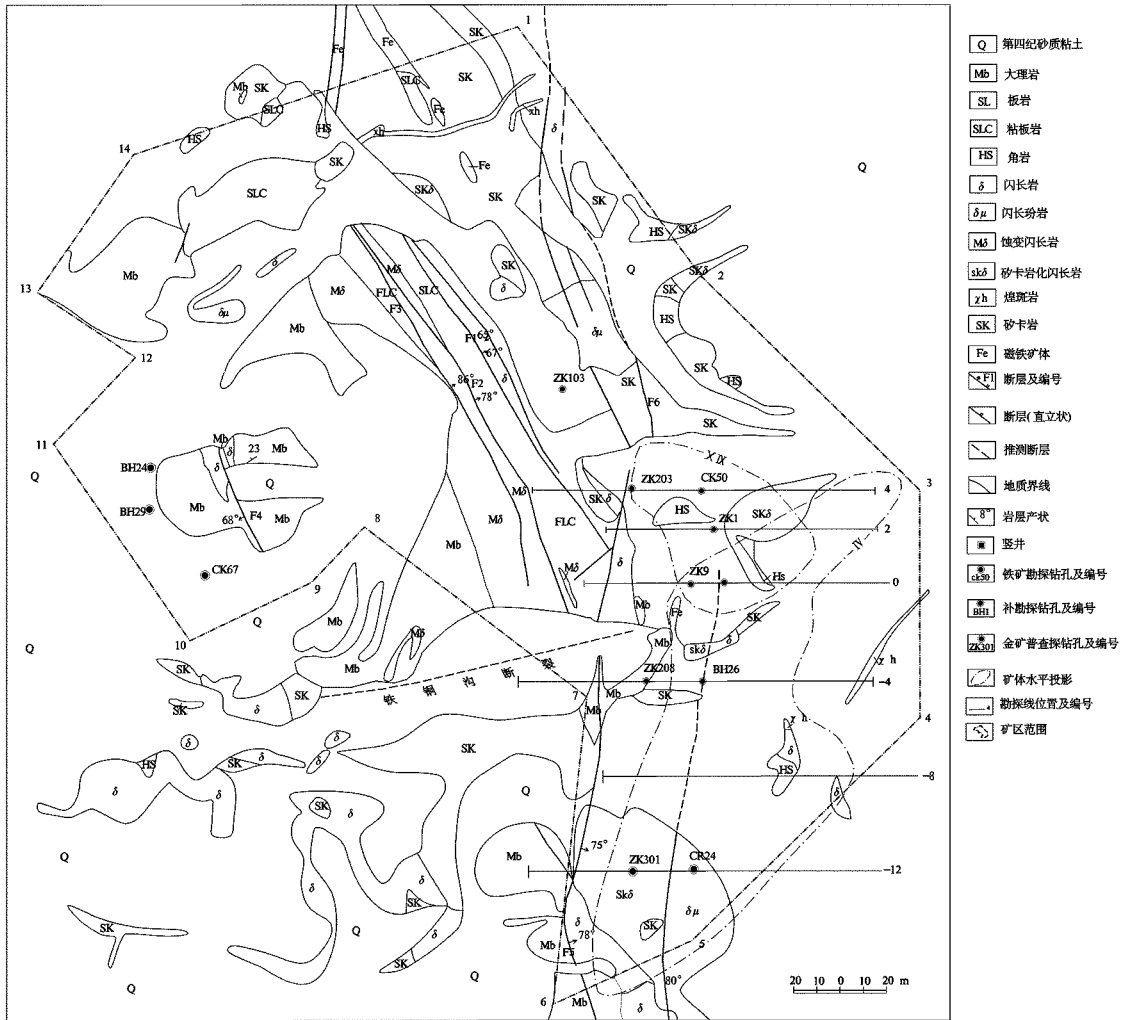


图1 莱芜市铁铜沟含金铜铁矿床矿区地质图

2.1 地层

矿区出露地层较零星,主要为奥陶纪马家沟群五阳山组和石炭—二叠纪太原组。马家沟群五阳山组岩性为青灰色厚层泥晶灰岩、泥灰岩、云斑灰岩、白云质灰岩和燧石条带灰岩,厚度十几米至几十米。岩层因靠近岩体,产状紊乱,总体倾向 NEE,倾角 15°~35°。受热变质作用,靠近岩体的灰岩均已变质为大理岩,是铁矿床的重要围岩。石炭—二叠纪太原组主要岩性为砂岩、粉砂岩、页岩、粘土岩等,厚度十几米至几十米。由于受岩体热变质作用的影响,岩石已变质为角岩、板岩、粘板岩、硬化粘土岩、变质砂岩等。该类围岩对铁、金矿床的生成起着—

定的控制作用。

2.2 构造

矿区内构造以断裂为主,按其展布方向分为 NNW 向、EW 向、SN 向和 NNE 向 4 组。NNW 向断裂是矿区主干断裂,主要有铜冶店—蔡庄断裂、莱芜弧形断裂,是主要的控矿和导矿构造。EW 向断裂规模较小,主要有清泥沟断裂、铁铜沟断裂,对地层、岩浆活动和矿产分布有一定的控制作用。SN 向断裂较发育,但规模较小,主要分布在岩体西侧接触带,断裂编号为 F4, F5, F6。断裂走向近 SN,倾向多数向 W,少数向 E,倾角 60°~80°。该组断裂是热液活动的重要通道。F5 断裂控制 IV 号铁矿体的形成。

NNE向断裂为隐伏断裂,是采矿过程中发现的断裂,主要有F7,F8断裂。F7断裂出现在+195 m中段,向下延伸到+160 m中段。断裂长250~300 m,断裂走向 $5^{\circ}\sim 30^{\circ}$,倾向SE,倾角 $75^{\circ}\sim 87^{\circ}$,断面明显,沿走向呈波状弯曲。断裂破碎带宽2~5 m,带内充填碎裂岩、构造角砾岩。断裂NW盘为大理岩和矽卡岩,XI X号矿体产于该断盘;南盘岩性为矽卡岩和闪长岩,IV号矿体产于该断盘。断裂NW盘上升,SE盘下降,属逆断层。断裂造成XI X号矿体南端被截断,IV号矿体向下变小,对矿体造成破坏,属破矿构造。F8断裂出现在+160 m中段,断裂长100~150 m,断裂走向 30° ,倾向NW,倾角 68° ,断面明显,断裂破碎带宽2~4 m,带内充填碎裂岩、构造角砾岩。NW盘岩性为矽卡岩和大理岩,IV号矿体产于该断盘;SE盘岩性为闪长岩。NW盘下降,SE盘上升,属正断层。该断裂控制了IV号矿体,对XI X号矿体影响较小,属控制构造。

2.3 岩浆岩

矿区内及其周围岩浆岩活动较强烈,以侵入岩为主,属中生代燕山期侵入岩。主要为铁铜沟杂岩体,以中性岩为主,伴有少量基性岩和酸性岩。岩体主要分布于矿区东北部,明显受清泥沟断裂和莱芜弧形断裂控制,以铁铜沟、茶峪为中心,南北长5.5 km,东西宽4.5 km,面积约 7.5 km^2 ,在平面上呈十字形展布,其产状为岩株。岩体的北、南两端与石炭—二叠系接触,东侧与元古宙二长花岗岩接触,唯西侧与奥陶纪马家沟群灰岩接触,并沿层理侵入,形成接触交代式铁矿。该岩体是多期次侵入形成的,主要岩石类型有辉石闪长岩、苏长辉长岩、黑云母闪长岩、角闪闪长岩、闪长玢岩和花岗闪长岩,其中靳家桥角闪闪长玢岩是形成矽卡岩型铁矿床的主要岩石类型^[7]。

3 矿床地质特征

根据以往的地质资料,莱芜市铁铜沟矿区含金铁矿床是由铁铜沟杂岩体侵入与奥陶纪马家沟群五阳山组灰岩接触形成的热液接触交代型铁矿。已探明的工业矿体主要位于岩体西接触带附近的围岩捕虏体带中。西接触带明显受近SN向断裂控制,而捕虏体带也呈近似SN向展布,显然受近SN向断裂控制。矿体沿西接触带分布,自北向南排列次序为:I, II, III, X X, X IX, IV。矿体形态受捕虏体形态

控制,多呈似层状扁豆体或马鞍形以及不规则的囊状体。其中I, II, III, X X矿体已采空;仅X IX, IV矿体正在开采,其特征简述如下:

3.1 IV号矿体特征

IV号矿体位于矿区的最南端第0勘探线和第4勘探线之间,F7与F8断裂之间,与X IX号矿体相邻。矿体产于碎屑岩捕虏体之断层内。矿体在空间上呈不规则的台柱体,矿体在平面上呈长椭圆形(图2),向下变宽变大,呈近似椭圆形,其轴向由NE 30° 至近SN向,倾向NEE,倾角 50° 左右。矿体在+180 m中段分为2个小矿体,其中间夹石为矽卡岩,向下矿体合并为1个矿体。矿体在+195 m中段长32.5 m,厚度6 m;在+160 m中段长42 m,厚度10~17 m。矿体TFe品位一般在30.1%~58.87%,平均品位44.78%,品位变化系数32.98%,属品位变化均匀的矿体;伴生Au品位一般在0.23~1.27 g/t,平均品位为0.79 g/t;伴生Cu品位一般在0.15%~0.22%,平均品位为0.18%。矿体水平厚度一般4~17 m,平均水平厚度9.67 m,厚度变化系数58.63%,属厚度变化较稳定的矿体。矿体沿走向呈尖灭趋势,品位变化不大,沿倾向矿体由上而下厚度变大,品位变高。矿体围岩为不含矿的矽卡岩。

3.2 XIX号矿体特征

XIX号矿体位于第0勘探线和第4勘探线之间,F7断裂的NW盘,处于奥陶纪马家沟群五阳山组捕虏体的顶部,在空间上呈蘑菇状,矿体中部向上凸起,向四周呈急倾斜延深(图3)。平面上矿体呈不规则的肾形,向下逐渐变大,其长轴走向 320° ,向NNW倾斜,倾角大于 60° 。矿体顶板岩性为矽卡岩,底板岩性为大理岩,长度和厚度变化较大。矿体在+195 m中段长65 m,厚度6~19 m;在+160 m中段矿体长120 m,厚度10~21 m。矿体TFe品位在23.43%~62.10%,平均品位52.68%,品位变化系数36.77%,属品位变化均匀的矿体;伴生Au品位(0.21~2.95) $\times 10^{-6}$,平均品位为 1.21×10^{-6} ,伴生Cu品位0.18%~0.41%,平均品位为0.26%;矿体水平厚度一般6.30 m,平均水平厚度15.77 m,厚度变化系数61.95%,属厚度变化较稳定的矿体。矿体沿走向由南东向北西宽度变大,品位变高,矿体连续性较好;沿倾向矿体自上而下厚度变大,品位变高。

4 矿石质量

4.1 矿石矿物成分

矿石的矿物成分比较复杂,主要矿石矿物有磁

铁矿、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、黄铜矿、白铁矿、铜蓝、自然铜、自然金、硫铜钴矿等;脉石矿物主要为石榴子石、透辉石、绿帘石,其次为方柱石、透闪石、阳起石、钠长石、金云母、绿泥石,少量方解石。

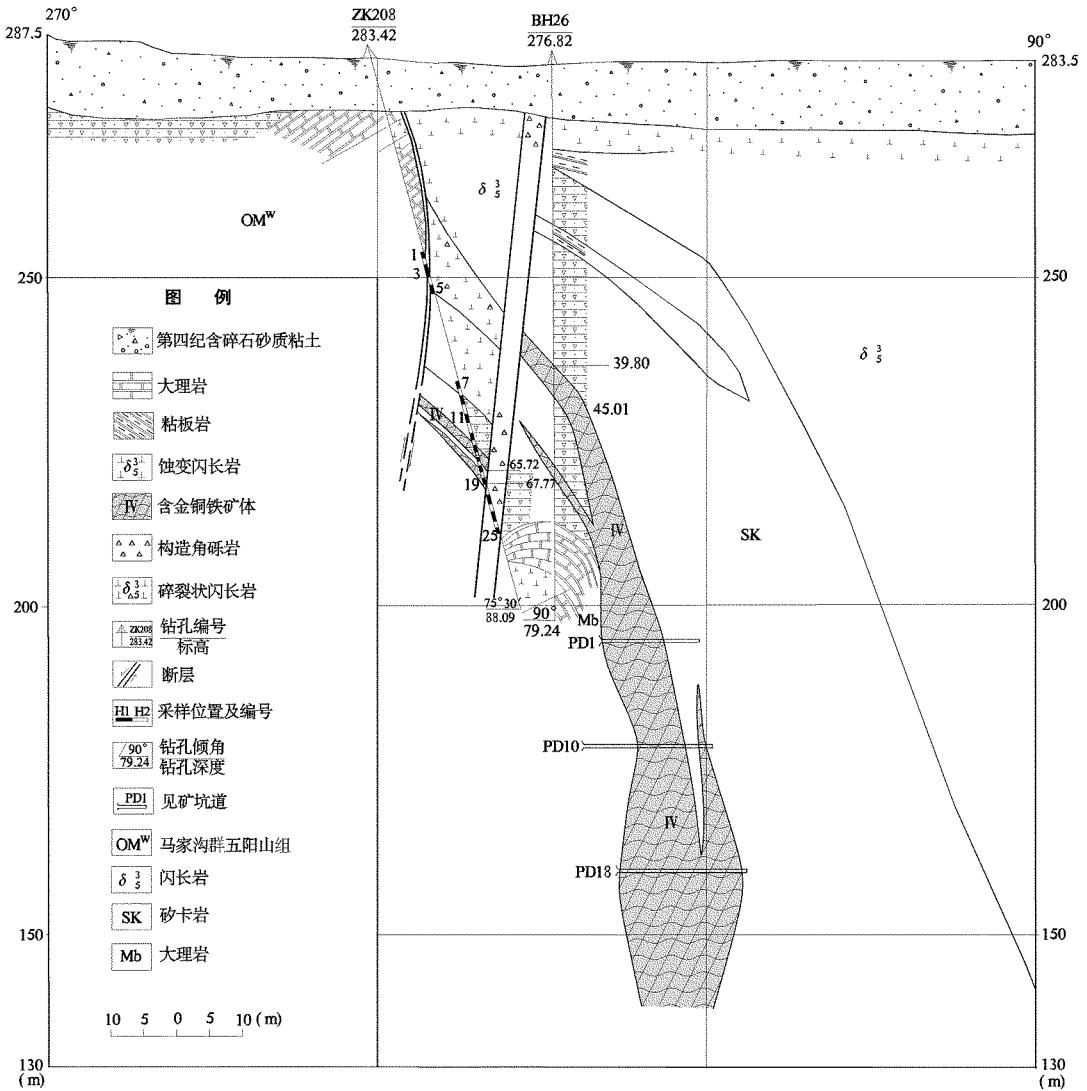


图2 莱芜市铁铜沟含金铜铁矿床第4勘探线剖面图

4.2 矿石的化学成分

矿石中主要有有益组分为 TFe,伴生有益组分为 Au,Cu,Co;有害组分 S,P。X IX号矿体中有益组分 TFe 品位一般在 23.43% ~ 62.10%,平均品位 52.68%,伴生 Au 品位一般在 (0.21 ~ 2.95) × 10⁻⁶,平均品位 1.21 × 10⁻⁶;伴生 Cu 的品位一般在 0.15% ~ 0.41%,平均品位 0.26%;Co 的品位在 0.011% ~ 0.074%,平均品位 0.012%;有害组分 S 的品位在 0.54% ~ 3.39%,平均品位 1.98%;P 的

品位在 0.04% ~ 0.28%,平均品位 0.15%,属高硫低磷矿石。

IV号矿体有益组分 TFe 品位一般在 30.1% ~ 58.7%,平均品位 44.78%,伴生 Au 品位一般在 (0.23 ~ 1.27) × 10⁻⁶,平均品位 0.79 × 10⁻⁶; Cu 的品位 0.15% ~ 0.22%,平均品位 0.18%; Co 的品位为 0.07% ~ 0.026%,平均品位 0.013%;有害组分 S 的品位为 0.87% ~ 3.24%,平均品位 1.86%; P 的品位为 0.06% ~ 0.31%,平均品位 0.16%,属高硫

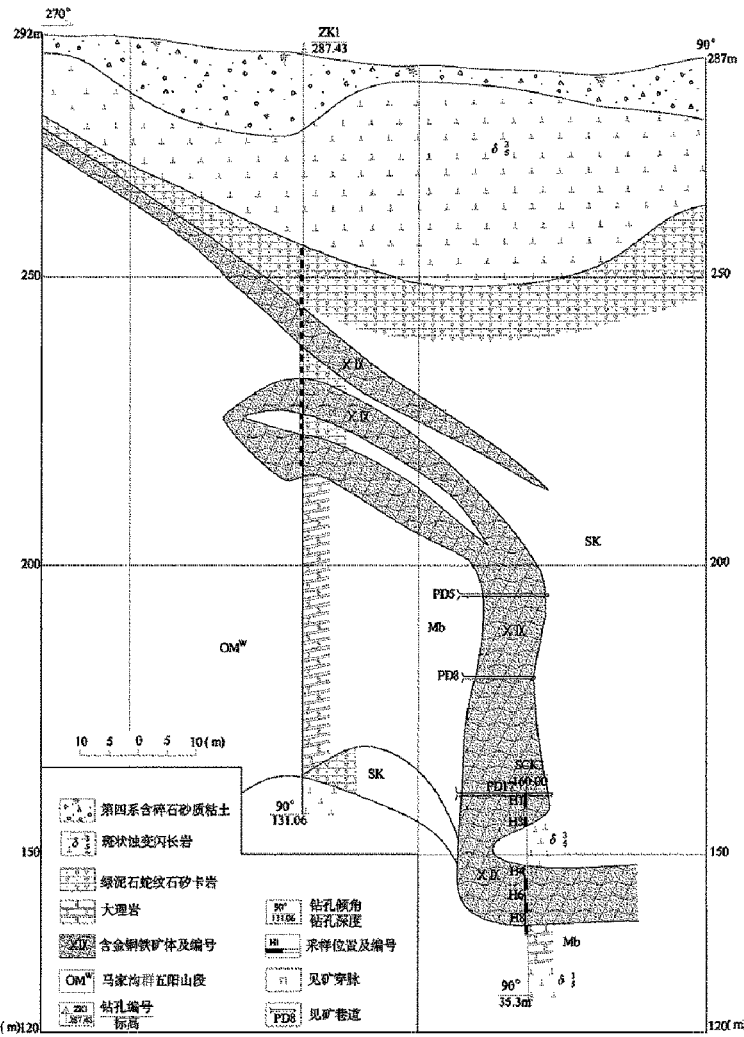


图3 莱芜市铁铜沟含金铜铁矿床第2勘探线剖面图

低磷矿石。该矿体中 TFe 含量较高,沿走向、倾向及厚度方向品位变化不大。

4.3 矿石中金的赋存状态及成色

根据化学分析结果,金的含量与铁的含量呈正相关关系。根据以前光片鉴定结果资料,自然金主要分布于黄铜矿或黄铁矿的晶隙间或其解理中,少数为包体金。分布于黄铜矿或黄铁矿晶隙间或解理中的金,呈金黄色,多呈片状、树枝状、结核状、粒块状,粒径 0.05 ~ 0.2 mm 之间。强金属光泽,延展性好,有时表面具铁质薄膜,具鲕状蚀象,在双目镜下观察具较高成色。根据两粒金的电子探针分析结果,证明金的成色较高,一粒 6 个点的平均值为 Au 90.33%,另一粒 6 个点的平均值为 Au 95.68% (表 1)。

表 1 电子探针金的成色分析结果

样品编号	点号	Au (%)	Au 平均值 (%)
040379	1	89.15	90.33
	2	91.93	
	3	89.04	
	4	89.63	
	5	92.31	
	6	89.91	
040789	1	95.59	95.68
	2	95.91	
	3	95.71	
	4	95.43	
	5	95.64	
	6	95.80	

测试单位:山东省分析测试中心,钢城金矿提供。

4.4 矿石中铜金特征及相互关系

矿石中主要含铜矿物有黄铜矿、铜蓝、自然铜、硫铜钴矿,铜的品位一般在 0.15% ~ 0.41%,最高品位可达 0.83%。金主要赋存于黄铜矿或黄铁矿的晶隙间或其解理中。根据分析结果,Cu 与 Au 呈明显的正相关关系(图 4),即 Au 的含量随 Cu 的含量升高而升高。

4.5 矿石结构构造

矿石的结构主要有半自形—他形粒状结构、交代残余结构、压碎结构、似文象结构、包含结构、填隙结构等。矿石的构造主要有致密块状构造、条带状构造、角砾状构造、浸染状构造、粉状构造、蜂窝状构造。

4.6 矿石类型

矿石的自然类型划分为 4 种,磁铁矿

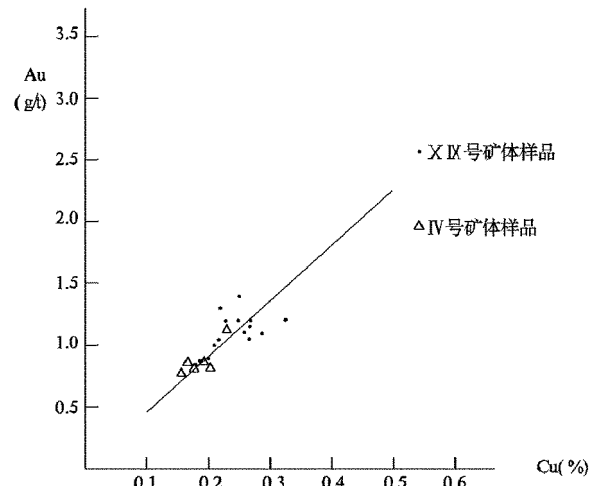


图4 Au, Cu 含量相关关系图

矿石、赤铁矿磁铁矿矿石、黄铜矿磁铁矿矿石和黄铁

磁铁矿矿石。矿石的工业类型为需选磁性铁铁矿石。

4.7 围岩和夹石

IV号矿体顶底板岩石多为矽卡岩,与矿体呈渐变过渡关系,+180 m中段至+160 m中段矿体底板为大理岩,与矿体的界线清楚;夹石为含铁矽卡岩和矽卡岩化闪长岩。

IX号矿体顶板为矽卡岩,与矿体呈渐变过渡关系;底板为大理岩,与矿体的界线清楚明显。

4.8 围岩蚀变

矿体的围岩蚀变主要是石灰岩与闪长岩接触交代作用形成的矽卡岩,按矿物组合分为:石榴石透辉石矽卡岩,石榴石,绿帘石矽卡岩,石榴石矽卡岩,次透辉石矽卡岩;其次为大理岩和角岩,大理岩是由马家沟群五阳山组石灰岩与闪长岩岩体接触蚀变形成,规模较大,是矿区主要围岩蚀变。角岩是由石炭—二叠纪太原组砂页岩蚀变而成,多以捕虏体形式存在于接触带附近围岩中。含金铁矿体的形成主要与矽卡岩化有关。

5 矿床成因及控矿因素

5.1 矿床成因

莱芜市铁铜沟矿区含金铁矿床位于莱芜断陷盆地的东南边缘,铜冶店—蔡庄断裂与清泥沟断裂的交会处。区内燕山期岩浆岩十分发育,主要岩石类型有辉石闪长岩、苏长辉长岩、黑云母闪长岩、角闪闪长岩、闪长玢岩和花岗闪长岩,是矿床形成的内部条件;区内奥陶纪马家沟群石灰岩白云岩分布广泛,构成岩体的围岩,是矿床形成的外部条件。燕山早期,受燕山运动的影响,该区铜冶店—蔡庄断裂活动加剧,导致早期较基性的辉石闪长岩、苏长辉长岩沿断裂侵入,使该区温度升高,利于矿物质的富集;随着岩浆的脉动侵入,尤其是燕山中晚期,闪长岩和闪长玢岩的大规模侵入^[7,8],与奥陶纪马家沟群五阳山组石灰岩接触形成矽卡岩。在矽卡岩形成阶段,成矿物质主要来自岩浆的深部分异,随着构造活动,伴随着岩浆侵入,使含铁的高温汽水溶液沿断裂上升,在一定构造形式中产生接触交代作用。由于围岩中Ca、Mg等成分的进一步加入,使含矿热液的介质条件显著改变,随着温度、压力条件的下降,促使磁铁矿在构造有利部位沉淀、富集而形成磁铁矿和部分

透辉石和大量的含水硅酸盐矿物等。岩浆后期,由于岩体的温度和压力进一步下降,残余的含矿溶液在中低温作用下,进一步对围岩和早期矽卡岩、磁铁矿发生交代作用,生成大量的热液蚀变矿物蛇纹石、绿泥石、方解石、石英以及黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿等金属硫化物,同时伴随生成部分磁铁矿。根据区内矿石矿物的特点、矿物成分、结构构造、围岩蚀变、成矿特点等特征分析,该矿床属接触交代高温热液型含金铜磁铁矿矿床。

5.2 控矿因素

(1) 岩浆岩对矿体的控制作用。铁铜沟杂岩体是控制铁矿床形成的主要岩体,岩体的产状、规模及接触带的形态、岩浆侵入期次都对矿体起控制作用^[9]。铁铜沟岩体的岩石类型主要有苏长辉长岩、辉石闪长岩、闪长玢岩、石英闪长岩、花岗闪长岩^[10],岩体多呈岩株产出,局部呈岩脉,并多期次侵入。尤其是闪长岩与闪长玢岩与围岩马家沟群五阳山组灰岩接触,形成铁矿体。岩体与围岩的接触带较宽,矿体多呈椭圆形、肾状、扁豆状,规模较大。

(2) 围岩对矿体的控制作用。铁铜沟含金铜铁矿床的围岩为奥陶纪马家沟群五阳山组石灰岩,岩石层厚质纯,CaO含量较高,一般为45.77%~54.48%,平均52.23%;SiO₂含量低,一般0.94%~2.38%,平均1.12%,易于交代成矿。

(3) 构造对矿体的控制作用。该矿床明显受断裂控制。铁铜沟铁矿体受铜冶店—蔡庄断裂和清泥沟断裂的控制,矿体主要产于两者的交会处。这2条断裂控制矿体的分布,是导矿、控矿构造。

6 结语

莱芜市铁铜沟含金铜铁矿床中生代燕山期靳家桥角闪闪长玢岩侵入到奥陶纪马家沟群五阳山组石灰岩接触交代形成的接触交代高温热液型含金铜磁铁矿矿床^[11]。其主要找矿标志如下:

(1) 中生代燕山期中基性岩与奥陶纪马家沟群石灰岩接触形成的矽卡岩是找矿的主要标志。

(2) 构造条件,尤其是断裂,区域性的大断裂控制岩体的分布和矿体的产出,是矿体形成的构造条件,也是找矿的标志之一。

(3) 围岩蚀变标志,与成矿有关的蚀变主要有矽卡岩化、大理岩化、角岩化。

参考文献:

- [1] 杨昌彬,宗信德,卢铁元,等. 浅析莱芜接触交代-热液铁矿的双交代渗滤作用[J]. 地质找矿论丛,2006,21(增刊):86-89.
- [2] 宗信德,刘蕾,卢铁元,等. 背斜控大矿机制分析——以山东莱芜接触交代-热液型铁矿为例[J]. 矿床地质,2010,29(增刊):63-64.
- [3] 宗信德,徐建,卢铁元,等. 山东莱芜矿山矿田铁矿产出构造类型、矿体型式及大-大中型矿床赋存规律[J]. 地质找矿论丛,2010,25(3):234-240.
- [4] 宗信德,贾东亮,刘超,等. 山东莱芜接触交代-热液铁矿矿体形态研究[J]. 山东国土资源,2010,26(11):13-18.
- [5] 宗信德,李卫,王健,等. 山东莱芜张家洼铁矿平炉富矿和伴生的铜、钴组分研究[J]. 地质找矿论丛,2012,27(1):60-65.
- [6] 程家龙,赵永鑫,柳丰华,等. 矽卡岩型矿床的成矿作用和地球化学研究综述[J]. 地质找矿论丛,2009,24(4):329-334.
- [7] 李洪奎,杨永波,张作礼. 山东大地构造主要阶段划分与成矿作用[J]. 山东国土资源,2009,25(7):21-28.
- [8] 徐贵忠,周瑞,王艺芬,等. 胶东和鲁西地区中生代成矿作用重大差异性的内在因素[J]. 现代地质,2002,16(1):9-18.
- [9] 宗信德,李卫,赵宏生,等. 山东莱芜接触交代-热液铁矿多因素成矿及特征[J]. 地质与资源,2011,20(5):370-375.
- [11] 翟裕生,姚书振. 矿床学(第三版)[M]. 北京:地质出版社:2011:96-112.

Study on Geological Characteristics and Origin of Tietonggou n Gold Bearing Copper – Iron Deposit in Laiwu City

XIAO Bingjian

(No. 7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Linyi 276006, China)

Abstract: Tietonggou gold – bearing iron copper deposit in Laiwu city occurred in the contact part of Jinjiaqiao diorite porphyrite in Mesozoic Yanshan period and limestone of Wuyangshan section in Ordovician Majiagou group. The shape of ore bodies is strictly controlled by contact zone. Through analysis on strata, ore controlling structures, intrusive rocks, characteristics of ore bodies and ore quality in mining area, it is regarded that this deposit belongs to contact metasomatic high temperature hydrothermal type gold bearing copper magnetite deposit.

Key words: Tietonggou gold bearing copper iron deposit; geological characteristics; origin; Laiwu city