

内蒙古自治区苏尼特右旗毕力赫金矿地质特征*

唐明国, 卿敏

(中国人民武装警察部队黄金地质研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要 通过两年勘查工作,老矿区外围的第四系覆盖区发现了II矿带1号矿体,提交详查资源量20.9 t。矿体赋存于花岗闪长斑岩体和火山沉积岩地层内。矿化类型以石英细网脉蚀变岩型为主。

关键词 地质学; 大型金矿床; 地质特征; 毕力赫; 内蒙古

1 区域地质特征

区域地层区划古生代属于天山-兴安地层区、兴安地层分区、大兴安岭南部小区; 中生代属滨太平洋地层区, 大兴安岭-燕山地层分区。本区区域上出露地层主要有上石炭统阿木山组(C_{3a})、下二叠统额里图组(P_{1e})、于家北沟组(P_{1y})、上侏罗统玛尼图组(J_{3mn})、白音高老组(J_{3b})、白垩系下统九佛堂组(K_{1j})、新生界第三系、第四系。

区域上岩浆活动极其强烈, 并且具有多期次、多旋回的活动特点。燕山早期侵入岩出露面积较大, 分布亦较广, 为本区重要的一期侵入岩。脉岩与成矿关系密切。

区域构造以断裂构造为主, 褶皱构造次之。褶皱主要为近东西向褶皱带及北东向复背斜、复向斜。区域上主要的大断裂包括武艺台-德言旗庙断裂带和川井-化德推测深断裂。武艺台-德言旗庙断裂带沿土呼都格至图林凯一带近东西向展布, 向西延至朱日和镇, 向东被都仁乌力吉断层所截断。规模大、发育时间长、深度大。川井-化德推测深断裂带位于内蒙地轴与内蒙华力西晚期褶皱带的过渡带上。大的断裂控制着次一级断裂的分布, 在次一级的断裂中, 有的被脉体充填, 有的呈挤压破碎带形式展布, 为金矿体的生成提供了通道和场所。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区地层主要为侏罗系下统火山岩系为主, 包括玛尼吐组(J_{3mn})、白音高老组(J_{3b}), 根据1:2 000矿区地质填图成果, 两组均可以划分为5个岩性段; 其次为第三系和第四系。

玛尼吐组是毕力赫矿区I矿带的主要赋矿地层, 底部不整合于额里图组砂岩(矿区未出露)之上, 顶部与白音高老组酸性火山岩整合接触, 岩性以中性火山岩为特征。自下而上可以划分为安山岩段、红色晶屑凝灰岩段、含砾长石石英粗砂岩段、灰白色晶屑岩屑凝灰岩段和薄层状沉凝灰岩段。

白音高老组是II矿带的主要围岩, 白音高老组以中酸-酸性火山岩及火山碎屑岩为主, 底部与玛尼吐组中性火山岩整合接触。该组在矿区内可以划分为5个岩性段, 自下而上分别为灰白色流纹岩、灰红色晶屑

*本文为国家危机矿山接替资源勘查项目“内蒙古自治区苏尼特右旗金藏金矿接替资源勘查”(编号: 200715011) 勘查成果

第一作者简介 唐明国, 男, 1977年生, 武警黄金地质研究所工程师, 主要从事金矿地质找矿与研究工作。

岩屑凝灰岩、灰白色熔结凝灰岩、青灰色流纹质凝灰岩和含砾凝灰质砂岩。

第三系主要为红色泥岩，地表仅在冲沟中偶尔可见。第四系广泛分布，主要为洪冲积物和残坡积层。

2.2 构造

矿区广泛发育火山岩，褶皱构造不发育。火山岩岩层总体为向北西倾斜的单斜构造。火山岩基底为二叠系下统额里图组，受断裂和岩浆岩侵入的影响，岩层产状复杂。矿区断裂构造发育，以北西向为主，次为北东向。此外在矿区中发育一环状构造。据高精度遥感图像解译，区域上还发育多组不同方向的隐伏断裂。不同方向构造主要特征是：

(1) 北西向断裂构造：为区域北东向构造的次级构造，走向 295~350°，倾向北东东，倾角 70~86°，是矿区的主要控矿构造，破碎带长度大于 2 000 m，带内岩石破碎，沿破碎带有花岗斑岩等脉岩侵入，本断裂与成矿关系密切。

本组断裂具有长期活动特点。在矿床形成后，构造活动继承发展，形成了 F₁ 断层。F₁ 断层位于矿床中部，走向北北西，长度大于 1 000 m，倾向东，倾角 80°左右，断层性质不明，似为正断层。断层角小，沿该断层有石英闪长细晶岩脉侵入。该断层多次活动，晚期活动切穿矿体，造成矿体的分离。

(2) 北东向构造：断层规模小，仅局部可见，多为强烈挤压的片理化带。根据对矿区 26 号脉露采部分的观察，北东向构造主要在成矿后活动，对矿带（体）具有不同程度的破坏作用。

(3)（近）东西向构造：大多具隐伏性质，地表少见露头。在 TM 遥感数字图像上具有明显的影像特征，并表现出近等距平行分布的规律，区内 I 矿带和 26 号脉即处于近东西向构造和北西向构造的交汇部。

(4) 环状构造和放射状构造：环状构造以毕力赫矿区中部 I 矿带中的 I、II 号矿体和 26 号脉地表富矿包附近最为典型。控制 I、II 号矿体的环状构造呈椭圆形，长轴方向 325°，长 34 m，短轴长 20 m，形态较规则。环形构造带地表宽 4 m 左右，厚度稳定。内部充填的次生石英岩（？）为富矿石，其两侧则为蚀变凝灰质砂岩型贫矿石，环带西侧、南侧、北侧为蚀变沉凝灰岩型贫矿石，东侧为安山玢岩岩墙。控制 26 号脉地表富矿包的环状构造规模略小，但放射状构造较发育，不同方向的构造中充填有矿化的石英细脉，部分金品位较高，但是矿化极不连续。

II 矿带控矿构造：在以 II 矿带为中心的 1:2 000 地质测量过程中，新圈定多数断裂构造，主要为北西向或北东向断层，以及伴生的劈理化或片理化带。其中，NW 向断层为矿区主要构造，控制了矿区的地层发育，并可能与成矿有关。

2.3 侵入岩

矿区出露侵入岩主要为加布切尔敖包单元钾长花岗斑岩（ $\gamma\pi$ ），以及沿断裂侵入的流纹斑岩脉（ $\lambda\pi$ ）（霏细岩脉）。通过钻孔揭露，在第四系和第三系覆盖物下分布有花岗闪长玢岩（ $\gamma\delta\mu$ ）和二长花岗斑岩（ $\gamma\eta\pi$ ）杂岩体，该杂岩体与矿化关系密切。

花岗闪长玢岩（ $\gamma\delta\mu$ ）主要呈隐伏状态分布于矿区中西部的北西向河谷下部，该河谷早期可能为一断裂构造带，岩体正是沿该构造带贯入形成。通过钻孔揭露，该杂岩体空间上呈北西向岩舌状分布，与其上覆侏罗系上统沉凝灰岩或凝灰质砂岩（局部有含砾长石石英砂岩）呈侵入接触关系。目前控制 15~40 线连续出现，长超过 1 000 m，宽度不等。3~0 线附近规模增大，形态复杂，出现多处分支，向北西（11~7 线）逐渐尖灭，侵位较高，向南东（4~24 线）向深部延深，但产状和形态渐趋稳定，从 12 线开始向南东部倾伏，倾伏角大约 50~60°。到南东深部，开始变平缓，目前钻孔未控制住其整体形态。

二长花岗斑岩（ $\gamma\eta\pi$ ）主要呈隐伏状分布在 11 线以及 3、0 线间，地表未出露。空间形态呈岩株状，推测为北东向，长 50~100 m，宽 50~200 m，在 0 线深部膨大，呈岩枝或小岩体侵入到花岗闪长玢岩杂岩体中，就位于花岗闪长玢岩底部或下盘。在 0 线附近的膨大现象，反映该处可能为构造交会部。

矿区二长花岗斑岩侵入到花岗闪长玢岩杂岩体中，镜下见局部侵入（？）交代花岗闪长玢岩，两者之间界限清楚。该浅成侵入岩体蚀变强烈，与金矿化空间关系密切，其出露部位的上部及侧部是金矿化有利部位，可能是富矿形成的因素之一。

钾长花岗斑岩 ($\gamma\pi$) 是地表出露面积相对较大的岩浆岩, 呈深(砖)红色, 标志明显, 十分醒目。红色花岗斑岩主要分布在矿区东北部和西南部, 外围分布面积更大。从出露的空间形态看, 多表现为大小不等的长条状、透镜状和椭圆状。受北西向构造控制, 地面露头呈NW向断续排列, 推测深部为连续的岩墙或脉。内蒙古自治区区域地质调查研究院 1:5 万区调报告将花岗斑岩划归早白垩世加布尔敖包单元 (K_1J, γ_5)。

3 矿床地质特征

通过系统的探矿工程控制, 并辅以相应 取样和化(试)验, 在详查范围内按下达的工业指标, 圈定金矿体 1 个, 编号为 1 号矿体, 矿化体 3 个, 编号分别为①、②、③号矿体(表 1)。

表 1 毕力赫金矿区 II 矿带 15-40 线详查区矿(化)体特征一览表

矿体编号	形态	长度/m	厚度/m 最小-最大 平均	品位/ 10^{-6} 最小-最大 平均	控制情况	工业评价
1	透镜状、板状、板柱状	400	2.32-132.68 47.02	0.5-54.76 2.72	45 个钻孔, 3 条探槽, 1 个小竖井	工业矿体
①	均为单工程见矿, 其北东部及其深		10.57	1.45	ZK243	矿化体
②	部没有有效控制, 其规模、形态		4.51	0.54	ZK077	矿化体
③	有待查明		12.05	0.58	ZK077	矿化体

3.1 1 号矿体特征

本次查明的唯一工业矿体 1 号矿体分布在 11 线至 40 号勘探线, 矿体出露最高标高 1 283 m (TC0), 底板最低标高 935 m (ZK241 孔), 40 m×40 m 的工程间距, 共有 5 条探槽, 一个小竖井, 和 45 个见矿钻孔控制。矿体主体呈隐伏状态, 地表仅在 ZK003 孔周边出露地表 30×30m² 的低品位矿体, TC0 探槽揭露出露地表矿体平均品位 0.77×10^{-6} 。

1 号矿体呈大透镜状、板柱状赋存于花岗闪长玢岩及上覆侏罗系火山岩、火山碎屑岩内外接触带, 尤其是内接触带中。赋矿岩石为花岗闪长玢岩和侏罗系火山碎屑岩。矿体总体走向北西-北北西向, 控制 NW 长 400 m, 控制斜深 348 m, NE 宽 70~310 m, 矿体厚度(真厚度)最大 132.68 m (ZK034 孔), 最小 2.32 m (ZK201 孔), 平均厚度 47.02 m, 厚度变化系数 87%, 属稳定型; 矿石品位变化在 0.5×10^{-6} ~ 54.76×10^{-6} , 矿体平均品位 2.73×10^{-6} , 品位变化系数 97%, 属较均匀型。

矿体平面上投影总体为不规则的火炬状, 呈 NW-NNW 方向展布, 北西端宽大, 向南东逐渐变窄, 似一火炬柄, 控制 NW-NNW 长约 400 m, NE 向最宽处约 300 m (0 线)。

勘探线剖面上矿体空间形态变化较大, 于 3 线、0 线、4 线最厚, 总体呈大透镜体状, 最大厚度 132.68 m (ZK034 孔), 最小厚度 2.32 m (ZK201 孔), 平均厚度 47.02 m。向北西和南东宽度和厚度逐渐减小, 并分别在 7 线北西、8 线南东矿体变窄或出现分支矿体, 矿体形态也渐变为不规则的厚板状、板柱状。

矿体纵剖面图上, 呈北西-南东向展布, 分 3 段来描述(表 2)。其中中段 3~4 线为矿体最主要部分, 赋存于火山碎屑岩和花岗闪长玢岩体中接触带, 尤其内接触带花岗闪长玢岩体内。矿体呈北西长约 120 m、北东向长约 300 m 的大透镜状, 近水平状产出, 共 17 个钻孔控制, 水平投影面积 2 700 m², 最大厚度(真厚度) 132.68 m, 最小厚度 10.52 m, 平均厚度 73.34 m, 赋矿标高 1 105~1 283 m。矿体品位呈有规律的变化, 中心高, 单样最高品位 54.76×10^{-6} , 上下及边部逐渐变贫, 在矿体中心部位圈出一个近东西向长 140 m, 南北宽约 100 m, 平均厚 22.60 m (最大厚 53.12 m, 最小 5.52 m), 平均品位 15.03×10^{-6} 的富矿包。

1 号矿体北西段 7 线以北出现分支, 矿体逐渐变薄至 15 线尖灭。7~11 线间, 分布着 1 号矿体北西方向的 2 个分支矿体, 分上部分枝矿体和下部分枝矿体。上部分枝矿体由 2 个平行矿体组成, 4 个钻孔控制, 呈近水平的板状体, 长约 70 m。该段矿体钻孔最大见矿厚度 19.08 m, 最小厚度 7.5 m, 平均厚度 12.28 m, 赋矿标高 1 225~1 265 m, 赋存于火山碎屑岩中。下部分枝矿体呈不规则板状体, 产状倾向 62°, 倾角 36°,

控制斜长 200 m。该段矿体钻孔最大见矿厚度为 33.11 m，最小厚度 4.51 m，平均厚度 16.94 m，赋矿标高 1 100~1 210，赋存于火山碎屑岩（上部）和花岗闪长玢岩体中（下部），为低品位矿体。下部分枝矿体与上部分枝矿体垂距 80~135 m。

表 2 毕力赫金矿区 II 矿带 15~40 线详查区 1 号矿体特征一览表

	北西段		中段	南东段
	上部分枝	下部分枝		
分布范围（勘探线）	7~11	7~11	3~4	8~24
矿体形态	近于平行产出的板状体	板状体	厚大透镜体	不规则板柱体
矿体规模				
钻孔见矿厚度/m	最大 19.08 最小 7.5 平均 12.28	33.11 4.51 16.94	132.68 10.52 73.34	99.98 3.01 30.27
NW-NNW 长度/m	70	200（斜长）	120	180（水平），250（斜长）
NE 长度/m	70	80	310	80~120
产状	近水平	62°∠36°	近水平	65~75°∠55°
赋矿标高/m	1 225~1 265	1 100~1 210	1 105~1 283	935~1 150
赋矿岩石	火山碎屑岩	上部火山碎屑岩，下部花岗闪长玢岩	上部火山碎屑岩，下部花岗闪长玢岩	花岗闪长玢岩
夹石情况	一层，厚 13~24 m	ZK073, ZK077 见 7.52~15.02 m 夹石	ZK033, ZK046, ZK043, ZK003, ZK007, ZK008 见夹石，厚 6.01~27.47 m，不连续	ZK162, ZK163 见夹石一层，厚 7.53~9.03 m
工程控制情况	4 个钻孔	10 个钻孔	21 个钻孔，1 条探槽，1 个小竖井	13 个钻孔

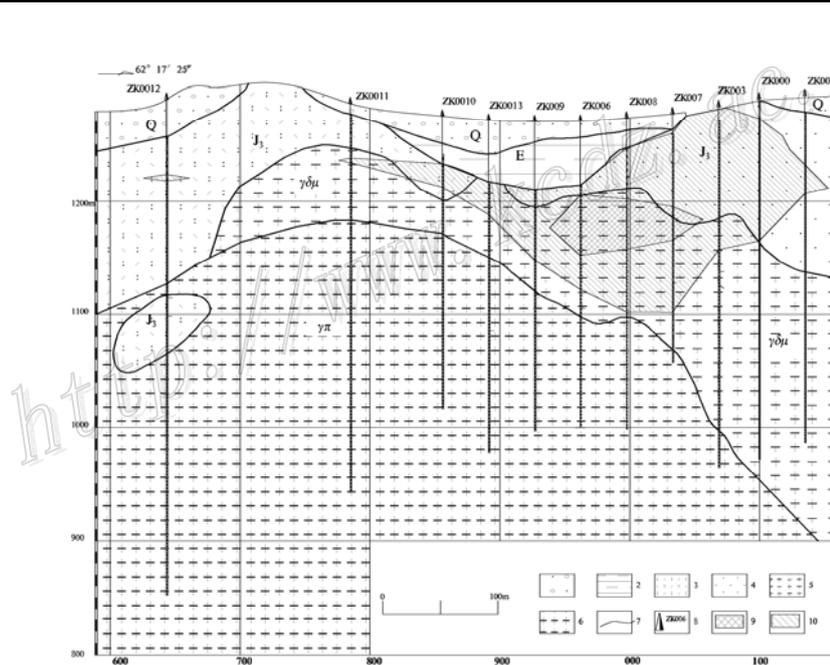


图 1 毕力赫金矿 II 矿带 0 号勘探线剖面图

1—第四系；2—第三系；3—安山质凝灰岩；4—流纹质凝灰岩、沉凝灰岩、凝灰质砂岩；5—花岗闪长玢岩；6—二长花岗斑岩；7—岩性地质界线；8—钻孔位置及编号；9—矿体（品位 $>10 \times 10^{-6}$ ）；10—矿体（品位 $>0.5 \times 10^{-6}$ ）

1 号矿体南东段 8~24 线，13 个见矿钻孔控制，矿体形态呈板柱状，赋存于花岗闪长玢岩体上部。总体呈北北西走向，水平长 180 m，斜长 250 m，向西南东深部倾伏，矿体倾向 65~75°，倾角 55°，该段矿体钻孔最大见矿厚度 99.98 m，最小厚度 3.01 m，平均厚度 30.27 m，赋矿标高 935~1 150 m。

3.2 矿化体地质特征

除1号工业矿体外,本次在7线、24线于1号矿体上、下盘单孔见圈定3个金矿化体,编号为①、②、③号矿化体。

①号矿化体位于1号矿体上部,见于24线ZK243孔,钻孔穿矿厚度10.57 m,金品位 1.45×10^{-6} 。该矿化体下距1号矿体顶板约200 m,其北东部及其深部没有控制。含矿岩石为侏罗系火山碎屑岩。

②号矿化体位于1号矿体下部,见于7线ZK073孔,钻孔穿矿厚度4.51 m,金品位 0.54×10^{-6} ,上距1号矿体底板约95 m,其北东部及其深部没有控制。含矿岩石为花岗闪长玢岩中的火山碎屑岩捕虏体。

③号矿化体位于②号矿化体下部,见于7线ZK073孔,钻孔穿矿厚度12.05 m,金品位 0.58×10^{-6} ,上距②号矿化体底板约15 m,可能与②号矿化体平行产出,其北东部及其深部没有控制。含矿岩石为花岗闪长玢岩中的火山碎屑岩捕虏体。

4 矿石质量

4.1 矿石物质组分

根据野外观察和室内查定,矿石物质成分简单,以非金属矿物为主,占矿石总量的99%以上。金属矿物比较单一,其中黄铁矿含量相对较高,其次为毒砂、黄铜矿、黝铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉钼矿、辉铋矿等。贵金属矿物主要为自然金,少量银金矿、自然银。另外矿石中还含少量次生氧化物褐铁矿、辉铜矿、蓝辉铜矿、铜蓝等(表3)

表3 毕力赫金矿区II矿带矿物成分及相对含量统计表

矿物名称	相对含量/%
金属矿物	
黄铁矿、磁黄铁矿	0.75
黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、兰辉铜矿、孔雀石、铜兰、自然铜	0.06
辉钼矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂	0.05
自然金、银金矿	微量
褐铁矿、褐铁矿、赤铁矿	0.14
非金属矿物	
斜长石、石英、钾长石,其次为绢云母、黑云母、白云母、角闪石、绿泥石、绿帘石、黝帘石、方解石、白云石、电气石、高岭土、粘土矿物	99

非金属矿物主要为斜长石、石英、钾长石,其次为绢云母、黑云母、白云母、绿泥石、绿帘石、黝帘石、碳酸盐矿物、电气石、高岭土、粘土矿物等。脉石矿物决定了矿石的碎、磨难易程度。矿区矿石不属于难碎、难磨矿石。

黄铁矿与褐铁矿的比例约为10:1,矿石的氧化程度较低,虽属微氧化矿石,但矿石中矿物组合简单,类型单一,影响金氰化的因素少,有较理想的浸出效果。

4.2 矿石结构构造

(1) 矿石结构主要有他形晶粒状、半自形粒状和斑状结构,次要为压碎、交代残余等结构,少见包含结构、次生溶蚀结构、次生残留体结构。

自形、半自形-他形粒状结构:金属硫化物呈自形、半自形、他形粒状分布于矿石中。

交代结构:黄铁矿被褐铁矿交代后任呈黄铁矿自形晶假象。

斑状结构:主要表现为矿石保留原岩的斑状结构。

压碎结构:原岩矿物石英、长石和早期黄铁矿等矿物被压碎,产生密集分布的裂隙及棱角状碎片,局部呈堆积状,构成压碎结构。

(2) 矿石构造主要有块状及浸染状构造,次为条带状、网脉状及角砾状等构造。

致密块状构造：矿石中石英、长石等非金属矿物与黄铁矿、褐铁矿及其它金属矿物紧密堆积，形成致密块状构造。

浸染状构造：矿石中金属矿物，主要是黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿等呈浸染状分布。

细脉状构造：含金石英细脉，黄铁矿细脉等沿矿石破碎裂隙充填、交代形成细脉状构造。

网脉-团块状构造：含金石英细脉、黄铁矿细脉、磁铁矿细脉或碳酸盐细脉等沿矿石两组或多组裂隙充填、交代形成的网脉-团块状构造。

角砾状构造：早期生成的矿石被晚期石英、碳酸盐等胶结形成，或火山角砾岩矿化形成的矿石。

4.3 围岩蚀变

面型热液蚀变主要有青盘岩化、黄铁矿化、次生石英岩化等。青盘岩化主要见于矿区西部的中基性火山岩中，次生石英岩化则广泛见于矿区中部的酸性火山岩系中，但发育不均匀。黄铁矿化主要见于矿体周围的围岩中，黄铁矿一般呈结晶完好的细-中粒浸染状出现，在流纹岩以及火山碎屑岩中特别普遍，局部富集达5%左右。

线型矿床围岩蚀变多沿构造破碎带发育，主要有硅化、方解石化、钾长石化、绢云母化、黄铁矿化、电气石化等，见于矿化破碎带或其两侧，与矿化关系密切。

5 矿床成因探讨及找矿标志

5.1 矿床成因

毕力赫金矿产于侏罗系钙碱性中酸性火山-次火山杂岩体中，矿体严格受次火山岩体-花岗闪长玢岩内外接触带构造、断裂构造控制。主要矿体在空间上呈上大下小、不规则的柱状体，自北西向南东倾伏。容矿岩石主要为花岗闪长玢岩及其接触带附近沉凝灰岩-凝灰质砂岩，少量火山熔岩安山岩。主矿体产于花岗闪长玢岩隆起上部及其东北部，浅成侵入岩体内外接触带。南东部深部矿体则产于岩体上部与围岩接触带内侧以及岩体中北西走向、北东倾的一组裂隙密集发育带中。可见，次火山岩体以及开放的断裂构造是本区成矿的关键因素。

主要矿化类型为含金蚀变岩型，围岩蚀变以硅化、绢云母化、钾化、碳酸盐化、绿泥石化、阳起石化为主。金属硫化物少而简单，以黄铁矿、黄铜矿为主，其总量小于2%，其他金属矿物有褐铁矿、磁铁矿、辉钼矿、方铅矿等，属极贫硫化物型。

7件流体包裹体样品研究表明，原生包裹体发育，主要为气-液包裹体，少量富气液相包裹体和纯气相包裹体。气-液包裹体不规则-规则状，是矿带主要包裹体类型，占90%以上，大小在(4×5)~(10×12) μm，该类包裹体气/液相比小于30%，多在10%以下。

富气液相包裹体和纯气相包裹体规则到不规则状，一般较大，在6×8 μm以上，较少发现，其特征是相比大于60%。

均一温度明显分为两个区间，一个是富气液相包裹体和纯气相包裹体均一温度大于550°，为早期含矿热液沸腾结果；绝大部分气-液包裹体，温度为中低温（图2），变化在108~375℃之间，以小于200℃居多，107组数据平均值为194℃。出现3个众值区间，即330~340℃、170~200℃和150~170℃，与3个成矿阶段相吻合。

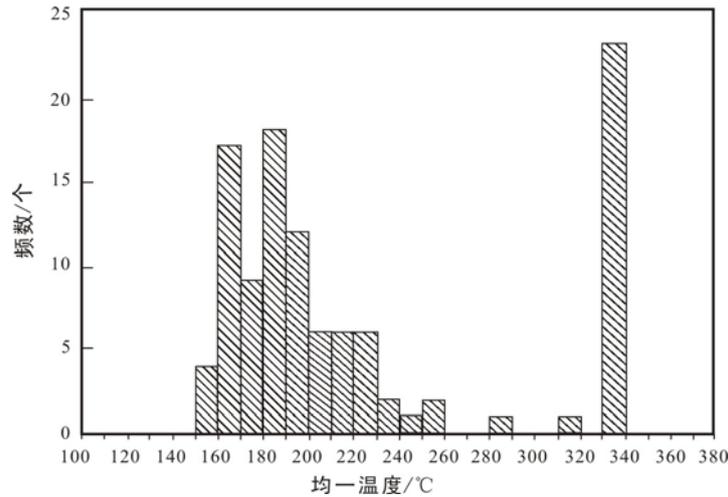


图2 毕力赫金矿包裹体均一温度直方图

含矿热液盐度值比较低, $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 变化在 0.88%~8.68%之间, 算术平均值 3.57%, 众值多集中在 1.5%~4.5% (图3)。

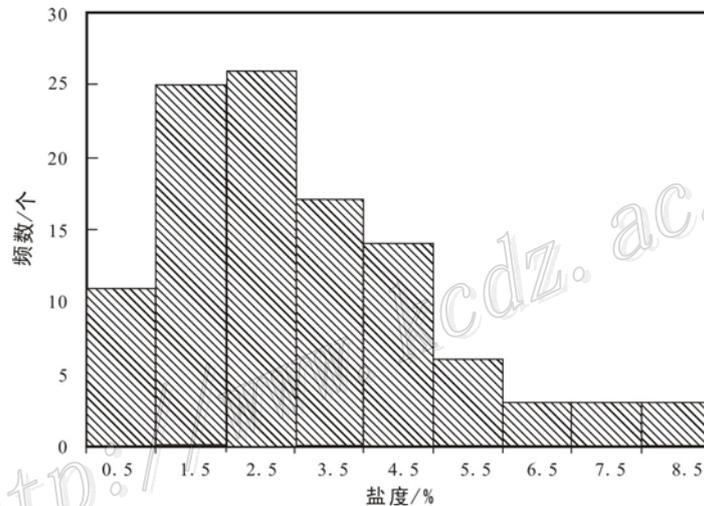


图3 毕力赫金矿包裹体盐度直方图

由上所述, 毕力赫金矿的成矿作用与燕山期岩浆活动有关, 成矿温度、盐度低, 矿体空间产出与浅成花岗闪长斑岩关系密切, 矿体规模大, 具有火山岩型和斑岩型矿床特征, 但矿石含银极低, 金矿物成色极高, 这是一般火山岩型金矿少见的。为此, 我们认为毕力赫金矿成因类型属产于火山岩中与浅成次火山岩体有关的浅成低温热液-斑岩型金矿。

5.2 找矿标志

(1) 构造标志。北西西向断裂破碎带, 岩体接触带构造以及两组断裂交会处形成构造薄弱带, 有利于次火山岩体侵入。

(2) 岩性标志。燕山期中酸性斑岩体, 钙碱性-中酸性次火山杂岩体。

(3) 热液蚀变标志。硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化、阳起石化、钾化, 尤其是热液蚀变叠加的石英细网脉。

(4) 地化标志, 有 Au 异常, 以及 As、Sb、Bi 等异常。

(5) 直接找矿标志, 油脂光泽的石英细网脉, 以及上述五类找矿标志的叠加地段, 更是找矿有利地段。