

河北东坪金矿床围岩蚀变与成矿预测

杨再红

(河北省东坪金矿, 崇礼 076350)

[摘要]对东坪金矿围岩蚀变特征及蚀变与金矿化的关系进行了研究, 预测了矿区可以找到新矿体的区段, 并认为接触带应是矿化中心地带。含金的围岩蚀变主要是钾长石化、硅化和黄铁矿化, 是寻找金矿体的蚀变岩标志, 也是金矿体存在的重要特征。

[关键词]东坪金矿床 围岩蚀变 成矿预测

[中图分类号]P612; P614 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)02-0034-06

1 矿床地质概况

东坪金矿床位于华北地台燕辽沉降带与内蒙地轴交界部位, 在水泉沟偏碱性杂岩体南侧与太古宙

大白杨组角闪斜长透辉片麻岩的接触带上(图1), 属中温热液金矿床。北部有一级区域控制性断裂崇礼—赤城深大断裂。

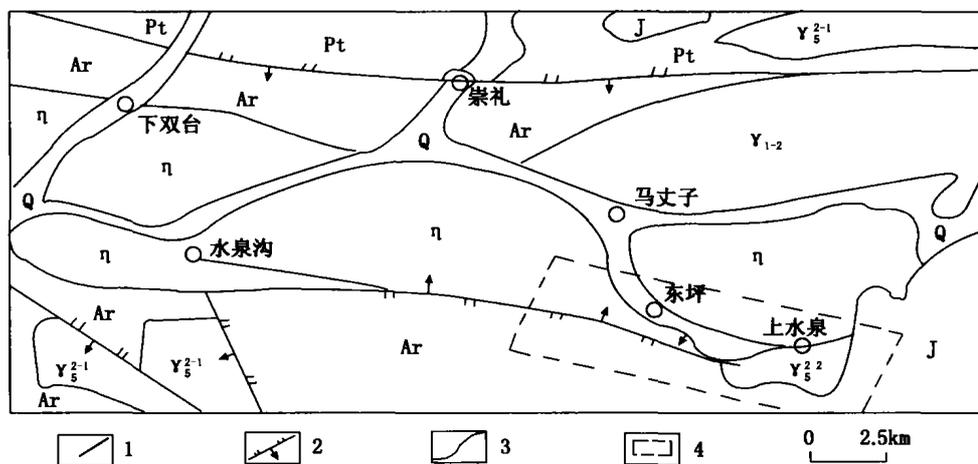


图1 东坪金矿区域地质略图

Q—第四系; J—侏罗系; Pt—元古宙; Ar—太古宙; γ_5^{-2} —花岗岩、花岗斑岩; γ_5^{-1} —钾长花岗岩;

η_{1-2} —黑云母花岗岩; η —碱性杂岩体; 1—矿脉; 2—逆断层; 3—地质界线; 4—预测区

地层有分布在矿区西南部的太古宙大白杨组角闪斜长透辉片麻岩, 主要岩性是灰色、灰黑色的角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、黑云片岩和灰白色的浅粒岩; 第四系分布于沟谷和缓坡地带。

矿区分布有印支—燕山期水泉沟偏碱性岩体和燕山期钾长花岗岩及中酸性脉岩。

全区脉体较多, 主要为石英脉(80余条脉体或脉群)、含金石英脉及蚀变(硅、钾化)带69条(群), 还有少量斑岩脉、伟晶岩脉等其它脉体, 主要产在断

裂中。赋矿构造主要有NNE向断裂、NW向断裂或密集节理构造、NE向断裂3组, 这3组构造体、带呈单脉或复合产出构成矿体, 成矿期是燕山期^[1]。

2 矿石与围岩特征

2.1 矿石特征

矿区矿石按自然组合类型可分为石英脉型、石英脉+蚀变岩型和蚀变岩型3种, 为贫硫化矿石。

石英脉型矿石主要是乳白色、灰白色的含金石

[收稿日期]2002-03-01; [修订日期]2002-06-24; [责任编辑]余大良。

[作者简介]杨再红(1967年-), 男, 1989年毕业于沈阳黄金学院地质系, 工程师, 主要从事矿山地质工作。

英脉,由致密的块状石英构成,分布有少量的金属矿物,主要是黄铁矿。黄铁矿一般呈它形、细粒状,亦

见晶形较好、颗粒较粗的立方体黄铁矿,呈星点状或团块状分布。

表1 东坪金矿床矿石矿物组成表

金属矿物				脉石矿物	
金银矿物	主要矿物	次要矿物	微量矿物	主要矿物	次要矿物
银金矿	黄铁矿	黄铜矿	斑铜矿、辉铜矿、毒砂、假象赤	石英	绢云母、高岭土、绿帘石、绿泥石、
自然金	褐铁矿	方铅矿	铁矿、铜兰、白铅矿、孔雀石、	钾长石	重晶石、磷灰石、方解石、石膏、白
碲金矿		闪锌矿	铜矾、碲铅矿、铋铅金矿、氟碳	钠长石	云石、黝帘石、褐帘石、独居石
		磁铁矿	铈矿		
		镜铁矿			

石英脉+蚀变岩型矿石是乳白、灰白色含金石英脉和脉旁含金蚀变岩的矿石,蚀变岩主要是肉红色钾长石化、灰白色硅化岩、硅化细脉、黄铁矿化及青灰色青磐岩化岩石。黄铁矿呈细粒、它形,条带状、粉末状集合体、零星颗粒状分布。

蚀变岩型矿石主要由肉红色钾长石化、硅化、黄铁矿化、青磐岩化岩石和灰绿色黄铁矿化煌斑岩(脉状,较少)组成。黄铁矿呈细粒、它形晶粒,呈条带状、粉末状集合体,浸染状或稀疏浸染状分布。

2.2 围岩特征

矿区内主要近矿围岩是正长岩,其它还有少量的条带状混合岩、角闪斜长片麻岩、煌斑岩等,其简单特征列入表2。

表2 东坪金矿床近矿围岩特征表

岩石类型	主要特征
正长岩	暗灰色、灰白色、肉红色,中粗粒结构,块状构造,主要造岩矿物是钾长石、钠长石,另外还有透辉石、霓辉石、角闪石、石榴石、石英,以岩基产出
角闪斜长片麻岩	浅灰—深灰色,片麻状或条带状构造,纤维状粒状变晶结构,由斜长石(45%~50%),石英(25%~29%),角闪石(20%~25%)及少量绿帘石、绿帘石、黑云母、磁铁矿、石榴石、磷灰石等组成。岩石受不同程度的绿泥石化、绿帘石化,成为绿泥石化或绿帘石化角闪斜长片麻岩
条带状混合岩	肉红色或灰白色花岗质的岩脉与暗色角闪斜长片麻岩残留体(>50%),呈条带状。沿接触带分布,一般宽度在100m左右。主要矿物有石英、钾长石、斜长石、云母、辉石、角闪石等
煌斑岩	黑绿、灰绿色脉岩,具有煌斑结构,富含H ₂ O、CO ₂ 、S ²⁻ 、F ⁻ 、Cl ⁻ 等挥发组分,主要矿物有角闪石、斜长石、黑云母、黄铁矿

3 围岩蚀变

3.1 围岩蚀变类型及特征

围岩蚀变类型主要有钾长石化、硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、青磐岩化等,其次还有较弱

的钠化、高岭土化及与区域蚀变有关的绿帘石化、绿泥石化。

钾长石化:钾长石化有两期^{[2]①},早期钾长石化是在碱性杂岩体形成之后,成矿作用之前,富碱性的热水溶液沿着构造破碎的围岩两侧,对斜长石(钠长石)交代,形成条纹长石。这次钾长石化规模较大,多数还是受构造破碎带控制,有些构成面型分布,呈砖红色,中粗粒状结构,块状构造,金属矿物极少,有时见粗粒立方体的黄铁矿。第二期钾长石化发生在主成矿期,叠加在早期钾长石化之上,形成肉红色微斜长石,中粒结构,有许多中细粒黄铁矿、金矿化和其它金属硫化物。沿石英脉两侧、断裂构造和节理带发育,宽窄不一,从几米、几十米到上百米,与金矿化关系密切。

硅化:是富硅质热液沿断裂和裂隙充填交代生成微细脉、细网脉、细脉或是中细粒状石英呈浸染状(个别呈团块状)分布。有时在石英脉旁侧形成硅质岩,与肉红色钾长石紧密伴生,呈灰白色,油脂光泽,与金矿化富集密切相关。

黄铁矿化:黄铁矿化无论在成矿早期、中期、晚期都有,黄铁矿是贯通矿物,主要呈立方体晶形,一般呈浸染状,个别呈团块状、网脉状、细脉状分布。黄铁矿是最重要的载金矿物之一,早期黄铁矿一般呈自形、粗粒稀疏颗粒状分布于早期石英脉及早期钾长石化蚀变岩中。中期的黄铁矿呈中等浸染状、稠密浸染状、团块状分布于成矿期石英脉及蚀变岩中,呈半自形、它形晶体,中细粒结构,粉末状的含金性最好。黄铁矿在地表或接近地表一般氧化成褐铁矿,是重要的找矿标志。晚期的黄铁矿,呈细粒浸染状、烟灰状分布于晚期石英脉中,含金性较差。

绢云母化:一般是沿钠长石边缘和裂隙受热液作

① 武警部队基金第八支队.河北省崇礼县马文子乡东坪金矿区划、2.22号脉勘探地质报告,1992.

用蚀变而成,与成矿作用有一定的关系,与硅化、高岭土化伴生,有时呈团块状出现,呈绢丝光泽,一般构造发育处,最易形成绢云母化。本区绢云母化较弱。

碳酸盐化:碳酸盐化在成矿过程中最晚期,主要蚀变矿物是方解石、白云石,呈透镜体状、细脉状产于含金石英脉旁侧裂隙和晚期断裂中,但与青磐岩化有关的碳酸盐形成较早。

青磐岩化:岩石呈灰绿色、黑绿色,中细粒变晶结构,斑杂状构造,钠长石、绿帘石及黄铁矿是青磐岩化的特征矿物。1390 m 标高以上很少见,主要分布在 1390 m 标高以下,5 号勘探线以南,从 1344 m 标高以下逐渐加强,广泛发育。一般认为是先期蚀变,其它蚀变均叠加在其上,其分布范围比其它蚀变要大些。青磐岩化的岩石常伴有一定的金矿化,一般小于 2×10^{-6} ,但有其它蚀变叠加时,Au 品位要高得多。

绿帘石化、绿泥石化:角闪斜长片麻岩发生了不同程度的绿帘石化及绿泥石化,与区域变质有关,与金矿化关系不大。

3.2 围岩蚀变分带

围岩蚀变一般是互相叠加的复合蚀变,按发育的强弱可大致分出与矿石类型相关的蚀变带(图2)。各种蚀变沿裂隙较强,向两侧减弱,并且越靠近石英脉及硅化带越强。黄铁矿化与其它各种蚀变相叠加,发育最普遍。

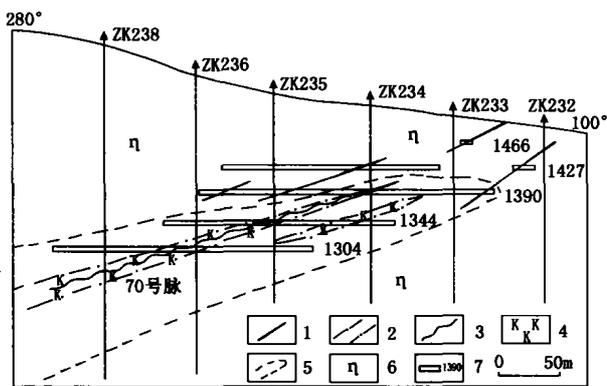


图2 东坪金矿床南部23线地质剖面图

- 1—石英脉型及石英脉+蚀变岩型矿体;2—蚀变岩型矿体;
3—硅化带;4—钾长石化带;5—青磐岩化带;6—正长岩;
7—巷道及标高

石英脉型矿石,主要分布于1号脉上部、2号脉、22号脉及26号脉,发育有黄铁矿化。石英脉+蚀变岩型矿石,主要分布于1号脉下部及70号脉,发育较完全的蚀变带以石英脉为中心向两侧为硅化带→肉红色钾长石化带→青磐岩化带→正长岩,其

它蚀变只是叠加在它们之上,不能划出独立的蚀变带,而硅化带、钾长石化带又有一定的青磐岩化,只是硅化、钾长石化较强罢了。蚀变岩型矿石,主要分布于70号脉,可由里往外分为硅化带→肉红色钾长石化带→青磐岩化带→正长岩。青磐岩化一般在以矿体为中心的两侧150~300 m 范围内均有发育,但越靠近矿体越强,渐渐见发育有肉红色钾长石化。钾长石化带一般宽在几米到几十米的范围,矿化较强,而硅化带一般较窄,以石英细脉为主,从几厘米到几米不等,有时缺失,为石英脉所代替,但钾化带亦发育有硅化石英颗粒与钾长石伴生。

青磐岩化分布范围较大,在钾长石化较强地带也偶见青磐岩化岩石以斑点或不规则斑块状出现,并且在镜下观察这一区带的光片,几乎全部钠长石(包括可能由青磐岩化形成的一小部分钠长石^[3])被交代形成了微斜长石,钾化叠加在青磐岩化之上,再据资料^[3,4]和矿物组合特征,认为青磐岩化发生较早^[3,4]。在镜下观察钾长石化与绢云母化相伴,均交代钠长石,绢云母一般较少,它们可能同时发生^①。在镜下,长石晶体的周边或晶体内的显微裂隙中分布有交代作用产生的新生石英,其特征是晶体颗粒小,表面干净呈锯齿状接触关系,交代残留结构明显。碳酸盐化,根据其分布特点,一般认为晚期形成^{[2]、②}。因此,与成矿热液有关的蚀变在时间上先后顺序大致是:青磐岩化—钾长石化及绢云母化(少)—硅化—碳酸盐化,而黄铁矿化公布广泛,在各个阶段都伴随产生。

3.3 围岩蚀变成因

上述围岩蚀变的形成原因可分为两方面:一是区域性面型蚀变;二是含矿热液蚀变成因的线型蚀变。

3.3.1 区域性面型蚀变

据本区地质构造发育,特别是燕山期受强烈构造作用影响,产生区域性变质作用。温度、压力的变化,化学活动性流体的参与,使角闪斜长片麻岩等老变质岩中暗色矿物角闪石、黑云母被交代,出现广泛的绿泥石化、绿帘石化的面型蚀变。

早期钾长石也呈区域性面型分布。富碱性热流体对斜长石交代,产生微斜长石,特别是在构造破碎带中发育较强,形成中粗粒、砖红色的钾长石化。此

① 武警部队基金第八支队. 河北省崇礼县马丈子乡东坪金矿区划、2、22号脉勘探地质报告,1992.

② 蒋心明,胡达骥. 张宣地区太古宙火山岩建造类型及金矿赋存规律,找矿远景研究报告,1994.

表4 东坪金矿蚀变岩微量元素分析结果

岩石类型	Au	Ag	Pb	W	Cu	Zn	Ni	Cr	Sr	Ba	V	As	Sb	Bi	Te	Rb	Hg	Co	Se
正长岩	0.08	0.04	19	1.3	10	29	3	21	0.15	0.4	38	1.3	1.34	0.01	0.2	54	0.01	3	0.6
钾化正长岩	0.13	0.09	69	2.0	8	18	3	16	0.15	0.09	20	3.9	0.27	0.05	6	60	0.01	3	0.3
钾长岩	3.19	1.03	148	3.9	19	117	6	18	319	1052	12	4.1	1.2	0.75	8.6	68	0.01	3	0.3

 $\omega_B/10^{-6}$

注:引用天津地质研究院资料(1999),武警黄金研究所测试。

表5 围岩、蚀变岩、矿石微量元素含量

岩石及矿石类型	Au	Ag	Zn	Cu	Pb	As	Bi	Sr	Ba	V	样品数
围岩(正长岩)	0.005			10.7	11.4	0.71	0.07	1405	1842	47	157
弱蚀变岩(青磐岩化)	1.095			15.9	26.2	0.62	0.024	531	838	20	42
强蚀变岩(硅钾化蚀变岩型矿石)	31.34	2.0	45	22	546.6	0.77	1.04	137	914	7	53
石英脉型矿石	75.72	3.8	68	39	183	0.55	0.49	17	187	14	53

 $\omega_B/10^{-6}$

注:引用天津地质研究院资料(1999),武警黄金研究所测试。

4 围岩蚀变与金矿化的关系

4.1 金的迁移形式

大量地质地球化学研究表明,金常以某种络合物形式迁移,在温度(350℃~400℃以上)、 f_{O_2} 较高酸性流体中,金氯络合物占主导地位,而在中—低温(350℃~150℃),低 f_{O_2} 的碱性环境中,金主要以硫络合物形式迁移(Seward, 1973; Webster, 1987; Benedett 和 Bouleque, 1991)。金在热液中最主要的硫或氯的络合物有 $Au(HS)_2^-$ 、 AuS^- 、 $Au_2(HS)_2S^-$ 、 $AuCl_2^-$ 、 $AuCl_4^-$ 等。

东坪金矿床石英包裹体均一温度为 120℃~345℃,均一温度的频率峰值在 240℃~280℃之间^[2],说明主成矿期温度应在 240℃~280℃之间,而温度高值在一定程度上反映 Au 在流体中迁移时的温度。不同样品石英包裹体中 K^+ 除最高含量值 124.7×10^{-6} 外,平均为 1.88×10^{-6} ; Na^+ 除最高含量值 34.7×10^{-6} 外,平均为 3.96×10^{-6} ^[7],反映了成矿溶液中 K^+ 、 Na^+ 含量较高,这与碱性杂岩体在成因上有一定的联系。Au 在迁移过程中 f_{O_2} 相对较低,因此,东坪金矿床的 Au 主要表现为以硫络合物 $Au(HS)_2^-$ 、 AuS^- 等形式迁移。

4.2 围岩蚀变与金的沉淀

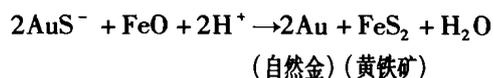
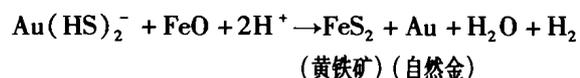
区域上面型蚀变与金矿化没有直接关系,但对金的活化、迁移、形成富金热流体有一定的促进作用。

青磐岩化是成矿前的热液蚀变,与成矿热液有着直接的联系,是成矿热流体往上运移早期低温产物,金矿化有微弱的表现,一般在 0.3×10^{-6} ~ 2×10^{-6} 间。

含矿流体大量运移至构造减压扩容带时,其各

项物理化学参数必将发生变化,促使金络合物分解,并发生沉淀聚集形成金矿化。

第二期钾长石化、硅化、中期黄铁矿化是主成矿期的矿化蚀变,随着它们的产生,成矿热流体温度、压力及还原硫活度的降低, f_{O_2} ($10^{-31.47}$ ~ $10^{-33.98}$ × 105Pa) 的升高,pH 值 (7 ± 1.5) 在中性点附近的变化(酸化或碱化),均能使 $Au(HS)_2^-$ 与 AuS^- 分解而造成金的沉淀富集。其反应过程如下:



这样,有大批 Au 沉淀随蚀变而产生,复合蚀变,一般品位大于 3×10^{-6} ,直接形成金矿体,而且蚀变强烈地段 Au 的品位为 10×10^{-6} 左右。

后期的碳酸盐化、黄铁矿化是主成矿期后的产物,大量的 Au、钾、硅质沉淀结晶后,随着温度的降低,产生方解石、白云石及晚期黄铁矿,它们中含有微量的金,一般在 1×10^{-6} 左右。

5 成矿预测

1) 青磐岩化分布在矿体外围,越靠近矿体越强,可以指示矿体,缩小靶区。再者,它是早期气液上移蚀变的产物,可根据剖面上的相对强弱指示矿液运移方向及深部的矿化中心。而强硅化、第二期钾长石化、中期黄铁矿化是金矿化的主要时期,直接指示金矿体的存在。

在 1390 m 标高有青磐岩化,在 1344 m 标高以下变强,范围扩大,而且 5 号勘探线南较发育,且矿头元素 As 含量增高,因此,指示在 5 线南深部应有矿化中心的存在。

2)构造发育处蚀变较强,蚀变受构造控制,构造为矿液的运移及赋矿提供了通道及空间,因此,蚀变较强的构造,尤其断裂构造及附近,可形成工业矿体,并在各期构造的交汇处及附近可能形成规模较大的矿体。

3)在碱性杂岩体与老变质岩接触带上及附近,热液活动频繁,蚀变较发育,各级构造均较发育,有利于矿液的运移与沉淀、富集成矿。1号、70号脉就产出在接触带上,它们占探明储量的90%以上,含矿蚀变又表现为叠加的复合蚀变的特点,因此,根据边缘成矿理论^[5]及同位成矿理论^[6],接触带及附近应是矿化中心带,可在接触带上及附近蚀变较强处,产状变化较大处,次级构造发育处,找到平行矿脉,

再结合地球化学等其它手段,可具体找到矿体。根据这些特征划出了图1示预测区。

[参考文献]

- [1] 李红阳,侯增谦.试论华北地台中生代超变质作用与地幔热柱作用[J].地球学报,1996(4):336~391.
- [2] 孙丽娜,王建国.东坪金矿床的围岩蚀变和流体特征[J].贵金属地质,1995(4):255~261.
- [3] 贺同兴,卢良兆.变质岩岩石学[M].北京:地质出版社,1980,226~228.
- [4] 张成喜.金矿床地质学(上册)[M].沈阳:沈阳出版社,1982,77~86.
- [5] 孙启祯.论我国金矿边缘成矿[J].地质与勘探,1990(9):1~5.
- [6] 梅友松,汪东波.再论同位成矿与找矿[J].地质与勘探,2000(5):5~10.

CHARACTERISTICS OF WALLROCK ALTERATION AND METALLOGENIC PROGNOSIS OF DONGPING GOLD DEPOSIT, HEBEI

YANG Zai-hong

(Dongping Gold Mine, Hebei Province, Chongli 076350)

Abstract: The wallrock alteration characteristics and the relationship between wallrock alteration and gold metallization are studied. The regions where new ore bodies are possibly explored were prognosticated for further prospecting. The contact zone is thought to be the center zone of gold metallization. Types of Au-bearing wallrock alteration are principally potassium feldsparization, silicification and pyritization. Those are also prospecting criteria for alteration rock signal, and also the important characteristics of the existence of gold orebodies.

Key words: Dongping gold deposit, wallrock alteration, metallogenic prognosis.

两口井在地下两千米精确对接

创难度最大最深国内纪录

我国地质勘探技术人员成功实施的一项超深对接井工程,使相离0.5 km的两口深井在地下2787 m的盐层精确对接,创下国内同类对接井工程中最深、难度最大两项纪录。这一定向对接工程由中国地质科学院勘探技术研究所组织实施,今年1月3日在湖北省沙市某盐矿成功对接。

勘探所特钻中心主任向军文介绍说,两口井中一口为定向直井,井深2607 m,另一口为定向水平连通井,定向水平连通井在井深达2787 m处与定向直井一次对接连通,两井地面井距达到494.34 m,整个定向及水平钻进时间为23天,这对接井工程是目前国内同类对接井工程中最深、难度最大的一项工程。

相关资料显示,在井深达2100 m以内的深井,采用相同的采矿工艺,以往施工的成功率只有30%,井深达2500

m以上,施工技术难度就更大。随着井深的增加,在测斜、定向控制、数据处理、定向钻具组合工艺、井内排粉、井壁稳定、水平施工等方面,出现许多新的课题。勘探技术研究所特钻中心在施工中,突破了传统的定向钻进技术规范,创造性地提出了大直径、超深定向钻井新的施工工艺,大幅度提高了钻速,缩短钻时5~10倍,工艺技术继续处于国内领先水平。

中国地质科学院勘探技术研究所1991年完成第一对接井工程后,立刻引起我国可溶性矿山企业的重视,10多年间陆续完成各类定向对接连通井20余对。沙市超深对接井贯通后,企业每年将节省外购工业用盐开支3000多万元,产量大幅度提高,一对对接井控矿及采矿量是4口直井的规模,效益明显。