地质 矿床

内蒙古东北部四五牧场浅成低温热液型金矿地质特征及成因讨论

关继东 , 柴晓红
(内蒙古地勘局第六地质矿产勘查开发 ,扎兰屯 162657)

[摘 要]大兴安岭火山岩区金矿的找矿突破是 90 年代后期实现的 ,目前发现的类型有 HS 型、LS 型及硅化石英脉型 3 种浅成低温热液矿床。四五牧场金矿是产于海拉尔 —根河中生代火山岩盆地边缘的 HS 型浅成低温热液金矿床 ,其形成与隐爆角砾岩体关系密切 ,隐爆角砾岩体的产出明显受构造控制并具成群分布的特点。岩石蚀变为典型的酸性硫酸盐型石英 —高岭石(迪开石) —明矾石蚀变矿物组合。

[关键词]四五牧场金矿 隐爆角砾岩体 HS 型浅成低温热液金矿床
[中图分类号]P618.51 ;P611 [文献标识码]A [文章编号]0495 - 5331(2004)02 - 0036 - 05

1 构造背景

四五牧场金矿是近几年首次在大兴安岭火山岩带西亚带中发现的新类型金矿床。

早中生代时期 ,太平洋板块 NNW 斜向俯冲 ,东亚大陆(西伯利亚地台)受东侧地区的构造挤压。西亚带(以海拉尔 —根河火山岩盆地为代表)的形成是在晚三叠 —中晚侏罗世鄂霍茨克海剪刀式闭合过程中伴随兴凯地块的逆时针转动而产生拉张作用 ,发生裂谷型构造 —岩浆成矿作用 ,形成的大兴安岭火山岩带西亚带发育双峰式火山岩。该构造期除形成 Cu - Mo、Cu - Pb - Zn - Ag 和 Ag 矿床外 ,还形成萤石、铀矿床、金矿。这就是大兴安岭火山岩带构造 —岩浆 —成矿的主要地球动力学背景[1]。

2 矿床产出地质背景

2.1 构造地质概况

矿床产于海拉尔 —根河中生代火山岩盆地中的老虎山背斜构造上。该火山岩盆地南邻海拉尔含煤盆地 ,东以帕英湖 —八一牧场断裂为界与哈达图晚古生代变质地体相邻。

1) 海拉尔 —根河中生代火山岩盆地 :北西界为得尔布干超壳断裂 ,南东界为帕英湖 —八一牧场大断裂。以广泛分布中 —晚侏罗世中基性、酸性火山岩为特征。分布在其中的老虎山背斜呈北东走向 ,核部为中侏罗世塔木兰沟组玄武安山岩、安山岩及火山碎屑岩 ,两翼地层为晚侏罗世白音高老组酸性火山岩[2]。

2) 哈达图晚古生代变质地体①:以出露晚石炭世浅变质海相流纹质火山凝灰岩、泥岩、泥质板岩为特征。该套地层褶皱构造、轴向断层构造发育。该变质地体构成海拉尔 —根河中生代火山岩盆地的构造基底②。

3) 海拉尔含煤盆地 :以大面积分布含煤早白垩世陆相碎屑沉积岩为特征。其周边局部是以断裂构造为界 ,盆地基底为晚元古代 —晚古生代变质基底。

作为海拉尔 —根河火山岩盆地与哈达图变质地体的构造分界的帕英湖 —八一牧场大断裂是一长期活动的规模较大的断裂 ,其不但被晚古生代侵入岩充填 ,亦被中生代侵入岩充填 ,构成本区最主要的岩浆热液活动通道。

2.2 地层

与金矿化有关的火山岩地层主要是中侏罗统塔木兰沟组中基性火山岩 ,尤其是粗安岩及粗安质火

[收稿日期]2003 - 01 - 22 ;[修订日期]2003 - 04 - 02 ;[责任编辑]余大良。
[基金项目]中国地质大调查项目 1999 - 2001(编号 :K1.1.1.3.1)资助。
①阎鸿铨. 大兴安岭满洲里和乌奴尔地区银、铅、锌和铜矿床预测研究. 2001.
②长春地质学院. 绥汾河 —满洲里地学断面图. 1990.
[第一作者简介]关继东(1967 年 -) ,男 ,1990 年毕业于西安地质学院 ,获学士学位 ,在读研究生 ,高级工程师 ,现主要从事地质矿产勘查工作。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

山碎屑岩。

2.3　岩浆岩

四五牧场金矿区内侵入岩不发育,仅在北矿化蚀变带见一小型的英安玢岩岩珠,以具有粗粒的长石、石英聚斑斑晶为特征,与围岩呈构造接触,显示被动侵位的特征。在矿区东部塔木兰沟组安山岩中有一正长斑岩岩株。值得注意的是在矿区的南侧沿莫勒格尔河谷分布的线性高磁异常,其恰位于帕英湖—八一牧场断裂带上,异常特征与已知的石炭纪、侏罗纪侵入岩特征相似,可能是侵入岩脉的反映,亦有可能与四五牧场金矿的成因有联系。

2.4　控矿构造

控制矿化蚀变带产出的构造基本是 NE 走向的,与帕英湖—八一牧场大断裂有一定的交角。地质特征上表现为岩石强烈蚀变或构造破碎,局部充填隐爆角砾岩。地球物理特征表现为线性负磁异常。

3　矿床地质特征

3.1　岩石蚀变及其分带性

岩石蚀变类型具典型的酸性硫酸盐(HS 型)蚀变特征[3]。蚀变类型及其组合在水平方向、垂直方向均具有分带性。

岩石蚀变水平分带:以石英、迪开石(高岭石)化带向两侧依次为硅化、迪开石(高岭石)、明矾石化带及弱硅化、碳酸盐化、绿泥石化、绢云母化带。

岩石蚀变垂直分带:由浅至深依次为石英、迪开石(高岭石)化带,硅化、迪开石(高岭石)、明矾石化带,明矾石、高岭石、硅化蚀变带,深部后期叠加石膏蚀变。

蚀变带的另一个蚀变分带特征是沿蚀变带的展布方向由南西向北东各蚀变分带出露的空间位置不同:南西段出现石英 + 迪开石化带、明矾石 + 迪开石 + 硅化带及青磐岩化带,地表见大量明矾石,石英 + 迪开石化带(硅化核)规模及延深小。中段出现石英 + 迪开石化带(硅化核)、硅化 + 迪开石化带及青磐岩化带,地表明矾石少见,石英 + 迪开石化带规模及延深大。东段仅出现硅化 + 迪开石化带及青磐岩化带。最东端出现明矾石 + 迪开石 + 硅化带及青磐岩化带。

3.2　矿体特征

1)矿体形态特征:除少量小型矿体呈脉状产出外,四五牧场金矿床主矿体形态与硅化核(隐爆角砾岩体)的形态是一致的,呈倒置的“喇叭”型或萝卜状。南东陡倾,倾角 80°。延长小于 100 m,延深 150 m 左右。

2)矿石结构特征:明显具角砾状、孔洞状构造、块状构造特征。金属矿物呈浸染状、细脉状分布。岩石具明显的交代结构,形成石英交代岩、石英—迪开石交代岩、石英—明矾石交代岩。

3)有用元素矿化特征:具上金下铜的较明显矿化分带,伴生少量银。金矿体主要分布在地表至地下 40～50 m。铜矿体分布在深部但矿化范围小于金矿化。

4)金品位特征:金矿石品位偏低,一般在 1×10^{-6}～5×10^{-6},局部出现高品位亦不过 10×10^{-6}～20×10^{-6}。矿床金平均品位 3×10^{-6}左右。

5)矿石选冶性能:矿石自然类型有金矿石(氧化矿),属易选型,极适合氰化堆浸,浸出率在 70 %左右。另一种为金铜矿石(原生矿)。

3.3　矿石矿物成分特征

1)金属矿物成分:根据矿石光片和电子探针分析,四五牧场金属矿物种类有:自然金、自然铜、自然银、硫砷铜矿、兰辉铜矿、黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、辉银矿、碘银矿、方铅矿,除自然铜外其它铜矿物均见于原生矿石中。

2)金属矿物化学成分:详见表 1。

迪开石(高岭石):广泛分布,呈细粒交代长石、交代粗安质岩石基质,凝灰质,亦见有作为胶结物出现的团块状、网脉状分布,且水热成因的迪开石与金

表 1　主要金属矿物化学成分一览表

金属矿物	主要元素含量 ω_B/ %								微量元素
	S	I	Cu	As	Sb	Fe	Au	Ag	
硫砷铜矿	29.72		45.90	9.07	14.02				Fe、Ni
蓝辉铜矿	21.95		77.07						Fe、Co、Ni
黄铜矿	34.44		35.13			29.42			Co、Ni
黄铁矿	53.30					45.26			Cu、Ni、Co、Zn、As
辉银矿	12.70							85.97	Fe、Cu
碘银矿		52.49						44.28	Fe、Co、Cu
自然金							97.13		Ag、Cu、Ni、Co、Fe

分析测试单位:中国地质科学院地质研究所。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

矿化关系密切,而蚀变成因的迪开石(高岭石)与金矿化关系一般。

硅化石英:以交代岩形式出现,形成硅化核。呈颗粒状分布,硅化程度越强含金性越好。而南矿化蚀变带中单一的石英脉或破碎角砾状石英脉含金性一般或不含金,只有含大量粘土矿物(高岭土、高岭石、褐铁矿)的石英脉破碎带含金性好。可见硅化作用与金矿化关系密切。

石膏:仅出现在北矿化蚀变带的深部,呈细脉状及充填孔洞状产出,是后期叠加蚀变的产物。

绢云母:出现在青磐岩化带及南矿化蚀变带之硅化 + 绢云母化带中,主要呈鳞片状交代长石矿物及凝灰质成分。

碳酸盐:仅出现在青磐岩化带中,呈细脉状、颗粒状分布,局部蚀变强烈地段使岩石糟化。

4　矿物包裹体特征

4.1　流体包裹体特征

样品取自南矿带之硅化石英脉,包裹体类型基本是气液包裹体(Ⅰ型),气液比绝大多数在 10 %～20 %左右,个别的小于 10 %或达 50 %～60 %。

温度:共测得均一温度点 68 个,从均一温度直方图上可分出 3 个温度区:205 ℃～255 ℃峰值区:主要分布在含矿破碎石英脉中,是主成矿期热液的反映。显示中低温成矿热液特征。280 ℃～300 ℃及 320 ℃～340 ℃值区:极少量样品反映。主要分布在致密块状石英中,应是早期高温热液的反映。120 ℃～160 ℃值区:是一种浅灰色胶状石英,应是晚期低温残余热液的反映。

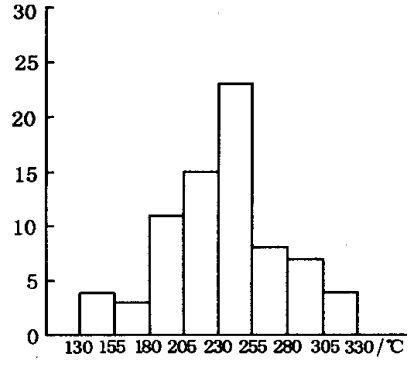


图 2　石英包裹体均一温度直方图

盐度:测定的所有样品盐度值很低且变化不大,变化范围 2.6～5.8wt %NaCl 之间,塔式直方图盐度值则集中在 3～4wt %NaCl 之间,这种低盐度流体特征可能与大气水混入有关。

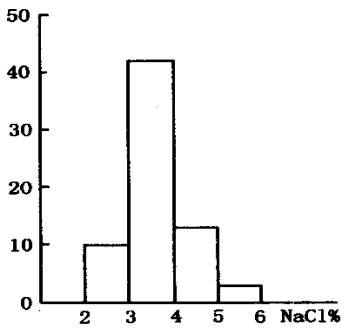


图 3　石英包裹体盐度直方图

4.2　热液流体的成分特征

虽然未进行特殊的成分测定工作,但从岩石蚀变矿物类型可以推测出含矿热液是富含 SiO_2、SO_4^{-}、Al_2O_3、K^+、Na^+等离子成分的。

4.3　热液流体的运移及其产生的影响:

高含量硅热液流体沿构造裂隙贯入形成石英脉。随热液的进一步活动温度、压力的突然下降(亦可能是大气水的加入)引起热液沸腾作用,从而产生强烈的隐爆作用,HS 型热液与围岩产生广泛的物质交换形成隐爆角砾岩及硅化、高岭石化、明矾石化等高级泥化现象并形成 Au、Cu、Ag 矿化。残余热液吸收了上述蚀变过程中围岩析出的 Ca^{+2}、Mg^{+2}等离子成分并与大气水混合共同向构造两侧运移形成较广泛的青磐岩化带。

5　矿床成因讨论

5.1　物质来源

硫同位素:测定硫同位素矿物种类有黄铁矿、硫砷铜矿两种金属矿物及石膏。黄铁矿硫同位素 $\delta^{34}S_{VCDT}$在 - 6.4‰～ - 12.2‰之间,平均 - 9.12‰,硫砷铜矿硫同位素 $\delta^{34}S_{VCDT}$在 - 8.8‰～ - 10.8‰之间,平均 - 9.72‰,两种矿物的硫同位素组成基本一致。$\delta^{34}S_{VCDT}$总平均值为 - 9.36‰,离差 1.67‰,数值变化小。这种硫同位素组成与以前德尔布干成矿带所发现的多个矿床有极大的区别①(表 2)。

乌努克吐山等矿床硫同位素组成极为相似且变化离差小,总硫组成趋近于零,为小的正值,显示硫来源于深部幔壳源层的特征。而四五牧场金矿硫同位素总硫组成远低于零说明硫的来源不同。根据四五牧场金矿金属矿物硫同位素组成特征,显示物质

① 中国有色金属工业总公司地质勘查总局. 满洲里—新右旗铜银多金属矿带大型矿床地质特征,1996。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

硫来源是浅源的,且具沉积硫组成特征,说明硫来源于火山盆地基底古生代海相地层,或有地层硫的混入。但所测定的石膏硫同位素组成与金属硫化物组成的不一致说明是不同期、不同源的产物。

表 2　得尔布干成矿带主要矿床硫同位素组成

矿　床	类　型	矿　种	$\delta^{34}S_{V\text{-}CDT}$/ ‰					
			黄铁矿	闪锌矿	黄铜矿	方铅矿	硫砷铜矿	全　部
乌努克吐山	斑岩型	Cu、Mo	1.4～3.5 2.59	2.4～4.2 3.03	-0.2～2.4 1.8	1.1～3.2 1.80		-0.2～4.2 2.38
八大关	斑岩型	Cu、Mo	0.5～4.8 2.85		1.1			0.5～4.8 2.64
甲乌拉	热液型	Ag-Pb-Zn-Cu	0.8～4.0 2.83		2.9～3.7 3.25	-2.9～2.9 1.37		-2.9～4.0 2.60
查干布拉根	热液型	Ag-Pb-Zn	3.0～5.1 3.91	-4.0～4.3 2.26		-1.4～2.8 1.38		-4.0～5.1 2.57
额仁陶勒盖	热液型	Ag	1.7～3.5 3.19	1.3～4.1 2.99		-4.0～1.9 0.41		-4.0～4.1 2.37
四五牧场金矿	热液型	Au-Cu	-6.4～-12 -9.12				-8.8～-10 -9.72	-6.4～-12 -9.36

分析单位:中国地质科学院地质研究所,1998。

5.2　成矿介质(热液)来源

氧同位素组成特征

所测定样品有岩石和石英及方解石,根据测定结果:蚀变矿物石英的氧同位素 $\delta^{18}O_{SMOW}$ 与岩石中的氧同位素具有一致性,说明成矿热液主要来自于壳层岩浆。而方解石矿物氧同位素测定中可以看到:方解石中氧同位素组成与岩石及石英矿物极不相同,显示大气水的特征,从而推测含金热液演化期后的残余热水与大气水混合造成范围较广的青磐岩化蚀变。

5.3　成矿时代

铅同位素测定结果及各种特征比值和根据地霍姆斯-豪特曼法计算的 ϕ 值和年龄值如表 5 所示,计算年龄值说明成矿期在侏罗-白垩纪,与区域成矿地质背景一致。$^{207}Pb/^{204}Pb$ 与 $^{206}/^{204}Pb$ 图解表明成矿地质背景处于造山带环境。

表 3　四五牧场金矿硫同位素测定表

样品号	原样号	样品名称	$\delta^{34}S_{V\text{-}CDT}$/ ‰	备注
KQ991058	ZK7-23	硫砷铜矿	-10.3	
KQ991059	ZK7-23	黄铁矿	-7.1	
KQ99106	ZK7-25	硫砷铜矿	-9.3	
KQ991061	ZK8-20	硫砷铜矿	-8.8	
KQ991062	ZK8-20	黄铁矿	-6.4	
KQ991063	ZK25-21	黄铁矿	-8.3	
KQ991064	ZK25-24	硫砷铜矿	-10.5	
KQ991065	ZK25-24	黄铁矿	-10.8	
KQ991066	ZK25-33	黄铁矿	-9.9	
KQ991067	ZK25-48	黄铁矿	-12.2	
KQ991068	ZK25-46	石膏	16.2	

分析测试单位:中国地质科学院地质研究所。

表 4　四五牧场金矿氧同位素测定表

样品号	原样号	样品名称	$\delta^{18}O_{SMOW}$/ ‰	备注
KQ991069	ZK25-13	玄武粗安岩	1.7	塔木兰沟组
KQ991070	ZK7-35	玄武粗安岩	1.0	
KQ991071	ZK18-4	流纹岩	-3.7	白音高老组
KQ991072	ZK18-6	流纹岩	-2.7	
KQ991073	ZK25-39	石英	1.2	北矿带
KQ991074	Ⅰ5PD1-D	石英	-3.5	南矿带
KQ991075	Ⅰ5PD1-11	石英	-2.6	
KQ991076	Ⅰ8TC1-5	石英	-2.7	
KQ991077	Ⅳ-C	石英	1.3	Ⅳ号带
样品名称	原样号	$\delta^{13}C_{PDB}$/ ‰	$\delta^{18}O_{PDB}$/ ‰	$\delta^{18}O_{SMOW}$/ ‰
方解石	ZK25-16	-6.9	-32.9	-3.1
方解石	ZK10-3	-6.9	-11.5	-19.0

根据区域地质构造背景,结合所取得的资料分析可初步得出以下结论:帕英湖—八一牧场断裂在成矿作用过程中起至关重要的作用,由于构造活动,晚中生代(J-K)岩浆热液(含 Au、Cu 及 Al_2O_3、K、Na、Ca、SO_3、NaCl 等物质),沿次级构造上浸并混入有部分大气降水,在塔木兰沟组粗安质火山岩地层这一有效地球化学障作用下,沉积成矿。

5.4　成矿深度

根据 Hass,1977 年提供的 NaCl 溶液的沸腾曲线(沸腾温度与沸腾深度的关系图解),四五牧场金矿石英气液包裹体 NaCl 含量为 3%～4%,最高温度为 330 ℃。

由此知四五牧场金矿大致形成深度在 1500 m 左右。

5.5　矿床成因

该地区在晚古生代石炭世晚期就处于造山带构造环境,表现在晚石炭世地层的强烈褶皱和二叠纪花岗岩的侵入形成沿帕英湖—八一牧场大断裂分布的岩浆岩带。伴随早侏罗-早白垩纪的拉伸裂谷

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 5 四五牧场金矿铅同位素测定表

样 号	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	$^{206}Pb/^{208}Pb$	$^{207}Pb/^{208}Pb$	Φ	年龄值 Ma
ZK18 - 4	18.531216	15.623668	38.663547	0.479294	0.404093	0.5825	96
ZK7 - 35	18.439298	15.649635	38.663501	0.476917	0.404765	0.5917	198
ZK10 - 11	18.525723	15.627003	38.662795	0.479162	0.404187	0.5836	103
ZK25 - 33	18.079259	15.385341	37.599364	0.480840	0.409192	0.5857	128
ZK8 - 20	18.255837	15.539789	38.048743	0.479801	0.408418	0.5916	196
ZK7 - 35 *	18.423671	15.610818	38.587126	0.477456	0.404560	0.5884	159

*测试单位:中国地质科学院地质研究所。

及断陷作用而形成中基—中酸性火山岩盆地,伴随此次构造运动而产生的构造—岩浆—热事件对本地区的成矿起决定性作用。

四五牧场金矿的形成是在帕英湖—八一牧场大断裂构造活动的影响下形成的,早侏罗—早白垩纪花岗岩沿该构造带上侵,其所携带的热液(可能含部分成矿物质)首先经过晚石炭世变质岩地层并萃取了大量的 Au、Cu、Al_2O_3、K、Na、S(该地层中赋存有大型海相沉积型硫铁矿)等物质,从而形成 HS 型含矿热液,此含矿热液在沿次级构造上浸的过程中与大气水相遇,在压力、温度突然下降的环境下发生沸腾作用并产生隐爆作用,在中基性火山岩地层中形成强烈的酸性硫酸岩型蚀变并沉积成矿。形成与隐爆角砾岩有关的 HS 型浅成低温热液矿床。

5.6 矿床模式应用

5.6.1 控矿因素

1)构造因素:四五牧场金矿位于沉降带中的相对隆起部位,帕英湖—八一牧场大断裂北西侧,区内断裂构造发育,北东向断裂与金矿化关系密切,成为控矿构造,北西向断裂对矿化蚀变带有破坏作用。

2)地层因素:四五牧场金矿赋存在塔木兰沟组中基性火山岩地层内,该套地层中的粗安岩、粗安质火山碎屑岩具斑状结构,角砾状构造,相对疏松,便于矿液的运移、储存,隐爆角砾岩的存在加强了这一点。从某种意义上说,该套岩性控制了矿液的沉淀。而下伏古生代地层对含矿热液起了改造作用。

3)岩浆岩因素:四五牧场矿区内岩浆岩不发育,仅见两处小型岩株,矿区南侧隐伏岩体(高磁异常)的存在,提供了热源,也提供了成矿流体的最初来源。

5.6.2 找矿标志

1)构造标志:沉降带中的相对隆起部位,北东向大断裂旁侧发育的次级北东向断裂或破碎带,是寻找四五牧场金矿床的重要构造标志。

2)岩性标志:塔木兰沟组中基性火山岩是含矿围岩。该类岩石中的粗安类岩石,特别是具有隐爆特征的角砾岩,其特殊的结构构造有利于矿化和蚀变的进一步发生。

3)地球物理标志:正磁异常区的低—负磁带状异常是矿化蚀变带的反映。

4)地球化学特征:四五牧场金矿化探异常是 Au、Ag、Cu、As、Sb、Hg、W、Mo、Sn、Bi 等元素组合异常,具有各元素异常套合性好,浓度分带好,浓集中心明显的特点。

5.6.3 地质经济意义

主要有用元素为金、铜,伴生银,单一矿体规模较小。矿石尤其是氧化矿石属易选型,适合大吨位低品位氰化浸出,对地勘单位的经济发展是有意义的。不可忽视的是火山岩盆地基底晚古生代变质岩构造层中金、铜矿的寻找及其所预示的巨大经济意义。

[参考文献]

[1] 赵一鸣,张德全. 大兴安岭及其邻区铜多金属矿床成矿规律与远景评价[M]. 北京:地质出版社.

[2] 黑龙江地质局第一区调队. 120 万头站旅店幅区域地质调查报告[R]. 1964.

[3] 张德全. 紫金山铜金矿床蚀变和矿化分带[M]. 北京:地质出版社,1992.

[4] 张 江. 紫金山铜金矿床地质地球化学特征[J]. 地质与勘探,2001,37(2):17～22.

[5] 岳来群,黄春鹏,张克尧. 福建省金矿床成矿时代特点[J]. 地质与勘探,2002,38(4):17～21.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF THE SIWUMUCHANG EPITHERMAL GOLD DEPOSIT, EASTERN INNER MONGOLIA

GUAN Ji - dong, CHAI Xiao - hong

(No. 6 Team of Geology and Mineral Resources Investigation, Inner Mongolia Bureau of Geology and Exploration, Zhalantun 162657)

Abstract: In recent years, some gold deposits have been discovered in the Daxing'anling volcanic rock regions. Gold deposits can be divided into high sulfidation, low sulfidation and silicification quartz vein types. Siwumuchang gold deposit is a high sulfidation type epithermal gold deposit, which occur on the margin of the Haila'er - Genhe Cretaceous volcanic basin. The metallogenesis is relate to the breccia that controlled by fault. Wallrock alteration association is quartz - dickite - alunite.

Key words: Haila'er - Genhe Cretaceous volcanic basin, breccia, high sulfidation type, epithermal gold deposit, Siwumuchang

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net