

29-33

胶北金矿的碱交代特征与碱交代成矿模式

徐兵 胡受奚 卢冰 赵懿英
(南京大学地球科学系 210008)

p57+618.5(0.1)

摘要 讨论了胶东半岛热液金矿床的交代蚀变作用特征。指出该金矿床从下向上,从围岩向矿体、从早到晚均存在一定的规律性演化;对碱交代作用的地质地球化学特征着重进行了探讨,结合其与金矿化时空及成因的联系,建立了碱交代和酸—碱交代成矿模式。

关键词 胶北金矿 碱交代 成矿模式

1 概述

胶北地区是我国最重要的金矿密集区,大多数金矿在时空及成因上与花岗岩有一定的联系,其主要的金矿类型有:焦家式——脆韧性断裂带中的交代蚀变岩型金矿床(如焦家、新城、三山岛、仓上、大尹格庄、夏甸、姜家窑、南墅、河东、台上等);玲珑式——裂隙充填石英脉型金矿床(如玲珑、旧店、金青顶、盘子洞、马家窑等);灵山沟式——石英脉型加交代蚀变岩型金矿床(如灵山沟、金翅岭、河东、望儿山等)。各类型均存在强烈的蚀变作用。蚀变作用类型有钾长石化、钠长石化、绢云母化、绢英岩化、黄铁绢英岩化、硅化、粘土化、绿泥石化、碳酸盐化等。它们在空间上具有一定的分带性。横向上从矿体向围岩呈(黄铁)绢英岩化、粘土化→硅化→钠化、钾化→新鲜花岗岩,碳酸盐化迭加在其它蚀变之上。粘土化受构造因素影响较大,主要发育于主裂面及节理密集带上。纵向上也有一定的分带,下部蚀变作用发育,规模大,种类多。横向分带明显,上部渐变为较单调的硅化或石英脉充填形式。在时间上蚀变作用呈钾化→钠化→绢英岩化、黄铁绢英岩化→碳酸盐化的演化序列。这种蚀变作用的演化性与分带性特点与华南大多数的钨、锡、铋、钼、铀矿及斑岩铜矿、斑岩钼矿、玢岩铁矿等的蚀变作用特点很相似,可以列入碱交代成矿模式的范畴。根据对尹格庄金矿、焦家金矿、玲珑金矿、旧店金矿、北泊金矿等的研究,进一步探讨碱交代作用与金成矿。

2 碱交代作用的特征

胶北金矿碱交代现象是非常明显的,其交代的围岩可以是各类岩石,但以花岗岩为主。碱交代作用主要以钾长石为主,岩石大多呈肉红色,中粗粒结构。岩石中可见大量交代特征,主要是钾长石、微斜长石交代斜长石、黑母云等,常见蠕虫状石英,交代结构有港湾状、骸晶状、脉状、细脉状、浸染状,钾长石含量变化较大。形成的钾化带常作为矿体的外带,逐渐向正常花岗岩过渡。以蚀变岩型矿床来说,其钾化带宽有时可大于200m,垂向上有逐渐变宽的趋

势。除了这种范围较宽广的面型交代以外,还有正长伟晶岩脉的穿插充填现象,局部呈团块状。在脉侧可见明显的渗滤交代现象,这在以斜长角闪岩为围岩的岩石中特别明显。其次碱交代作用还包括一定的钠化,岩石呈灰白色。主要是钠长石交代花岗岩中早期的钾长石,呈交代条纹长石,直至反条纹长石;其次是呈糖粒状的钠长石集合体沿解理交代斜长石、黑云母等,常有净边结构,钠长石化一般在钾化之后发生,发育规模不等,主要在钾化较弱的蚀变岩型金矿床中发育(如北泊金矿)。

钾化与钠化在大量的岩石化学分析中均有显示。表 1 列出了新鲜花岗岩(主要是玲珑岩体)与各类蚀变岩(主要来自夏甸、玲珑、北泊、焦家、尹格庄、曹家洼等金矿)的岩石化学及微

表 1 花岗岩及各蚀变围岩的岩石化学及微量元素分析结果

岩石名称	样品数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Ag	As	Sb	Bi	Hg
新鲜花岗岩	10	71.96	0.18	14.56	2.73	0.04	0.31	1.74	4.04	3.65	0.04	0.49	1.36	1064	1516	397	7	7	10	42	0.06	5.0	0.40	1	>552	
钾长石化岩石	19	71.69	0.08	14.19	2.29	0.05	0.33	1.10	3.46	6.04	0.02	0.98	1.00	397	1015	397	7	6	15	39	0.09	5.3	0.42	7	>419	
钠长石化岩石	8	73.12	0.07	14.31	2.01	0.03	0.15	0.91	5.37	3.18	0.02	0.76	441	942	254	9	7	11	71	0.97	5.3	0.40	4	>485		
绢英石化岩石	28	71.28	0.15	13.74	4.08	0.09	0.52	1.24	1.48	4.47	0.02	0.90	1.90	762	1523	810	11	10	153	394	4.3	12.8	0.93	4	>638	
石英脉及硅化岩	11	84.81	0.06	4.08	4.79	0.10	0.28	1.46	0.38	1.17	0.02	0.72	0.85	366	1434	865	19	10	76	103	1.37	15.3	0.66	1	>631	
碳酸盐化岩石	16	66.63	0.45	11.45	5.65	0.13	1.32	3.40	1.60	3.21	0.20	0.72	4.92	1874	4811	1102	24	21	63	50	4.4	36.0	30.60	7	>620	

*由南京大学现代分析中心荧光定量分析

量元素资料。从中可见在钾长石化过程中有大量的钾质带入, K₂O 含量从新鲜花岗岩的 3.65% 上升至 6.04%, 最高可达 10.65% (曹家洼金矿)。钠长石化过程中 Na₂O 从 4.04% 上升至 5.37%, 最高为 5.94% (北泊金矿), CaO、FeO、TiO₂ 在碱交代中也有明显带出。随黑色矿物消失, 铁族元素大多被转移, 如岩石中 Ti、V、Fe 含量减少。在钠长石化过程中被带出的有 Ti、V、Mn、Fe。综合其它蚀变岩类的特征看, 这些元素转移后在碳酸盐化岩石中得到最大富集。而另外一些元素如 Ni、Co、Cr 及 Cu、Zn、As、Sb、Bi 等在各蚀变岩中均有升高。这显示出与金矿有关的部分成矿溶液和成矿物质可能来源于下地壳或上地幔有关的岩石, 但必须指出, 在其 R 型、Q 型聚类分析中, 各元素组合与金没有稳定的相关性, 因此从侧面反映了其矿质的多源性。

在蚀变作用过程中稀土元素也显示了很好的分配规律(见表 2)。其稀土元素的总量变

表 2 新鲜花岗岩与各蚀变岩石的稀土元素特征表

	n	La	Ce	Pr	Nd	Sm	En	Gd	Tb	Dy	HO	Er	Tm	Tb	Lu	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	L/H	δEu	δCe
新鲜花岗岩	7	19.54	37.78	3.77	12.85	2.29	0.57	1.50	0.32	0.90	0.20	0.52	0.11	0.56	0.10	81.07	76.88	4.19	18.4	0.92	0.99
钾长花岗岩	11	6.99	12.10	1.63	5.33	1.13	0.31	1.00	0.20	0.98	0.22	0.68	0.10	0.75	0.13	31.55	27.49	4.06	6.77	0.87	0.83
钠长石化岩石	3	3.83	6.43	0.92	3.62	0.68	0.22	0.51	0.12	0.49	0.11	0.34	0.05	0.35	0.07	17.74	15.70	2.04	7.70	1.91	0.80
绢英石化岩石	13	13.25	22.02	2.89	9.51	1.86	0.51	1.26	0.26	0.91	0.21	0.61	0.12	0.67	0.11	54.21	60.04	4.17	12.00	0.95	0.82
石英脉及硅化岩	7	2.95	4.92	0.76	2.31	0.49	0.13	0.51	0.09	0.43	0.09	0.18	0.04	0.17	0.04	13.11	11.56	1.55	7.46	0.78	0.77
碳酸盐化岩石	5	44.68	83.66	10.40	38.40	7.13	2.79	6.40	1.05	3.51	0.82	2.94	0.43	2.62	0.38	207.30	187.06	20.25	9.24	123	0.90

由南京大学现代分析中心分析

化规律为,碳酸盐化岩石(207.30ppm) > 新鲜花岗岩(81.07ppm) > 绢英岩化岩石(54.21ppm) > 钾长石化岩石(31.55ppm) > 钠长石化岩石(17.74ppm) > 石英脉及硅化岩(13.11ppm)。除碳酸盐化岩石之外,其它蚀变岩稀土总量均小于正常花岗岩的稀土总量,说明早阶段热液中存在有大量的活化剂,从演化过程看,REE 在碱交代过程中大量迁移,在绢英岩化过程中活化作用减弱。稀土元素在碳酸盐化阶段得到最终富集,这可能与稀土的碳酸络合物的搬运形式有关,同时还可以看到轻稀土比重稀土更易活化,这在碱交代过程中最明显。

3 碱交代作用与金的成矿

胡受奚等(1977,1978,1982,1990)已系统论述了碱交代作用对成矿元素的迁移及富集的重要性,近年来(1986,1990,1992)又建立了以大地构造背景为基础的地体构造成矿模式,完善了成岩及成矿物质的侧分泌、下分泌理论。碱交代作用在很多矿床的形成过程中起着非常积极的作用,对金矿也是如此。胶东、小秦岭、辽东等金矿密集区均可见强烈的碱交代作用,这是区域性演化的必然结果。

在胶北地区,普遍存在上有玲珑、下有焦家的矿床类型分带。这种分带性与前述的围岩蚀变分带性是吻合的。从碱交代比较发育的蚀变岩型金矿化来看,矿床大多产在较大型的韧性剪切带中,一般钾长石化发育,矿体大多产在主裂面下盘,受到断层泥的屏蔽作用。对焦家金矿的研究表明,焦家金矿的一号、二号产在主裂面附近,且基本平行;另有三号矿体则产在下盘较远侧的钾化带中。黄铁矿呈线脉型产出,矿体倾向与主裂面相反,体现了矿液从下盘深部向主裂面迁移的特点。据王鹤年等对构造蚀变岩石英矿物包裹体均一法测温表明,伟晶状钾化花岗岩的温度为 330℃ (n=8),黄铁绢英岩化花岗岩为 305℃ (n=8),黄铁绢英岩化碎裂岩为 299℃ (n=8)。说明了热液活动从外围钾化带向碎裂岩带演化的特征。

招平断裂带上各矿床中蚀变岩的石英包裹体气液成分测定表明,液相成分中含有丰富的 K^+ 、 Na^+ , 并且 $K^+/Na^+ = 1.76$ (n=13, 仅 3 个样 < 1)。说明含矿热液是一种富 K、Na 的热液。卢冰等(1992)做了岩石在钾质溶液中金的淋滤实验:在 75℃ 时,用 ZN KCl+饱和 CO_2 的介质对条带状混合花岗岩、玲珑花岗岩、黑云母片岩、煌斑岩、斜长角闪岩分别进行淋滤,所得浸取率分别为 40.67%、52.82%、40.88%、40.03%、44.81%,可见钾化过程本身对金的迁移有较大影响。

4 金的碱交代成矿模式

综上所述,在金矿床中,热液活动在较深层次上是从围岩向构造带迁移,较浅层次则从下向上,至上部可有局部的从构造带向围岩中扩散;较深层次蚀变作用强烈而复杂,并有横向分带,较浅层次蚀变作用则简单而弱,共同组成垂向上的分带特征。矿床类型存在上有玲珑、下有焦家的垂向分带;较深层状存在焦家三号式矿体→一、二号式矿体的横向演化。碱交代作用是发育最早、分布最广的蚀变作用。它不但指示了深部来源的富 K、Na 及成矿物质的热液的存在,而且在交代过程中对金的转移有重要意义。它是 K 交代→Na 交代→H 交代,蚀变演化序列中最基本的一环。

据此,我们分别建立了焦家式金矿成矿模式图(图 1)和玲珑式金矿酸—碱交代成矿模

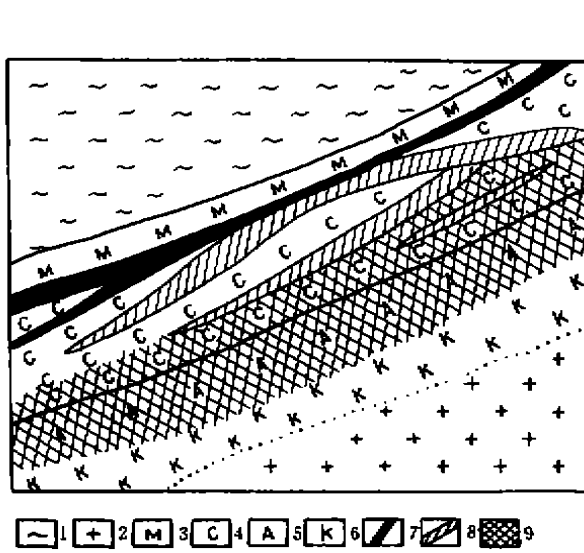


图 1 胶北焦家式金矿成矿模式图

(据卢冰、胡受奚等 1992)

1. 胶北群; 2. 花岗岩; 3. 糜棱岩式断层泥; 4. 绢英岩化和碎粒岩;
5. 钾长石化和钠长石化花岗岩及其碎粒岩;
6. 钾长石化花岗岩; 7. 发育在断层泥和糜棱岩下面的交代蚀变岩型矿体(称 1 号矿体);
8. 发育在绢英岩化、黄铁绢英岩化碎粒岩和糜棱岩中的交代蚀变型矿体(称 2 号矿体);
9. 发育在蚀变的构造岩和花岗岩中的线脉型矿体(称 3 号矿体)。

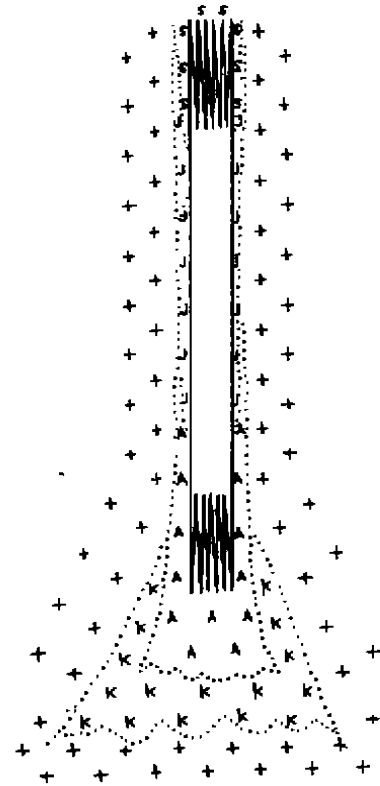


图 2 玲珑式金矿酸—碱交代成矿模式图

S: 硅化岩; J: 绢英岩和黄铁绢英岩; 其余均与图 1 同; (图的水平比例尺与垂直比例尺相比为 1:5)

式图(图 2)。图 1 表示:在宽阔的脆—韧性剪切带中,在断层泥和糜棱岩下的绢英岩化和黄铁绢英岩化带中发育细脉浸染状的交代蚀变岩型金矿体(1 号矿体);在绢英岩化和黄铁绢英岩化的糜棱岩及碎粒岩带中的交代蚀变岩型矿体 2 号矿体;在脆—韧性剪切带的下部及其下的钾、钠花岗岩中发育线脉型矿化,形成 3 号矿体。这充分显示了矿化与蚀变破碎作用的关系,并表明脆—韧性剪切带中的交代蚀变岩型矿体的根部可深入碱交代带中。图 2 所示,含金石英脉在根部分叉成细脉和线脉,消失在钾长石化和钠长石化带中,而根部以下还有较广厚的钾化带。金矿化主要发育在绢英岩及黄铁绢英岩带中,矿脉的上部和顶部,石英脉也有分叉现象,硅化带渐趋发育,顶部可变宽为 10m 以上的石英脉+硅化岩带。从构造特征上看,玲珑式金矿主要发育在断裂或脆—韧性剪切带的上盘;焦家式 1、2 号主矿体产在脆—韧性剪切带中;而 3 号矿体产在下盘花岗岩中;灵山沟式石英脉+交代蚀变岩型金矿床则是上述两者的结合。

主要参考文献

- (1) 卢冰、胡受奚等. 胶北金矿的围岩蚀变及碱交代成矿模式. 南京大学学报(地球科学版), 1992(3)
- (2) 胡受奚、周顺之等. 矿床学(上册). 地质出版社, 1992
- (3) 王鹤年、汪耀. 山东焦家金矿床的成因探讨. 地质论评, 1991(3)
- (4) 王燕、卢作祥. 山东招掖金矿带. 焦家式金矿的矿床分带. 地球化学, 1988(2)
- (5) 陈光远等. 胶东金矿成因矿物学与找矿. 重庆出版社, 1989
- (6) 姚凤良、刘连登等. 胶东西北部脉状金矿. 吉林科学技术出版社, 1992

2020年前的重大科技革新

日本科技厅完成了一项研究报告,对从现在起到2020年实现的1149项技术革新作了预测,并列出了一张日程表。

科技厅对一些重大革新的时间预测如下:

1999年:借助于遗传工程手段获得新的农作物。

2000年:实现对各机场风向风力的预测。

2001年:研制出不用佩戴特制眼镜即可观看的三维电视。

2002年:研制出可储1000兆位的芯片;研制出可生物降解的材料,它可以储存水分以灌溉沙漠地区。

2003年:利用岩浆作为能源。

2004年:光纤信息传输有可能达到100吉兆/秒;用合成材料制造人造器官;在建筑部门用机器人代替工人施工;采用一些技术系统使瘫痪、麻痹病人可以行走;研制出人工呼吸器。

2005年:可以预测地震;研制人造血液;通过基因或声音对人进行鉴别。

2006年:艾滋病可以治愈;研制出无形消音器。

2007年:有了预防癌转移的手段;研制出可存储10万兆位的芯片;被酸雨损害的森林可以再生;动脉硬化症可以治愈。

2008年:用活细胞来设计电子计算机;实现人体器官培植;通过发射粒子来填补臭氧洞。

2009年:实现与染色体无关的基因的整合;在盐碱地和沙地上种植植物;在海上建立飘浮城市。

2010年:借助计算机自行起草文件;阿茨海默病可以治愈。

2012年:有生命的东西与电子计算机接合。

2013年:可以治愈各种类型的癌症;研制出有手脚的人形机器人;脑细胞的死亡停止。

2015年:建立载人月球空间站;将微型核电站用于工业。

2016年:可将各种疼痛转变为各种舒服的感觉;进行太空旅游。

2017年:实现常温超导;开发出有上万个细胞的人造大脑。

2018年:实现人在火星上的行走;阻止人的老化进程。

2019年:制造出人造眼睛。

2020年:可以治愈精神分裂症。

据《中国科学报》