

湖北竹山银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床 围岩蚀变的地球化学研究

汪东波

(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所,北京,100012)

提 要 银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床围岩蚀变强烈,分布广泛,同矿化关系密切。蚀变以硅化为主,次为黄铁矿化和铁白云石化,局部有绢(白)云母化和绿泥石化,蚀变具分带性。围岩蚀变除引起常量元素(Si、Al、K、Na、Ca……)的地球化学迁移外,还造成成矿元素(Au、Ag、Pb、Zn)的强烈富集。围岩蚀变过程中,稀土元素表现出明显的活动性;伴随蚀变的发生,稀土总量降低,LREE/HREE 变小,这说明围岩蚀变引起稀土元素的移出,且 LREE 的迁出量远大于 HREE 的迁出量。

关键词 银洞沟 金银矿 围岩蚀变 地球化学 元素迁移 稀土元素。

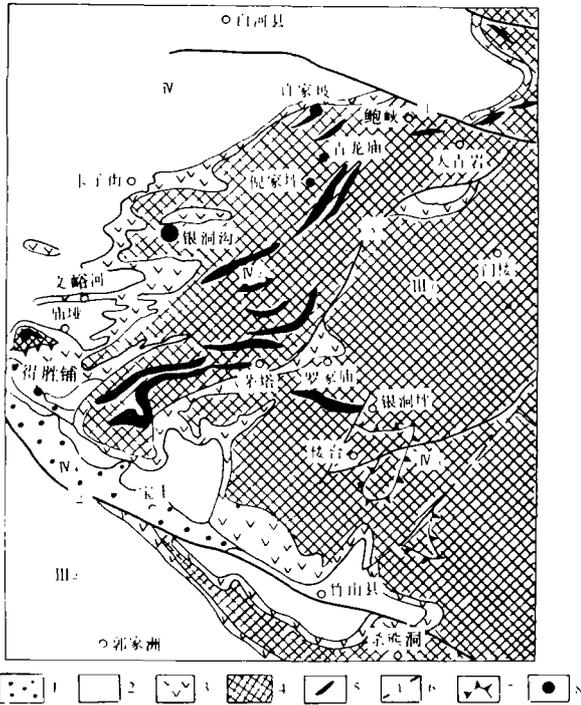
1 区域地质简介

湖北省竹山银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床位于南秦岭印支褶皱带武当隆起西测,西邻南秦岭冒地槽褶皱带,南西为北大巴加里东褶皱带,南接扬子地台。矿床产在武当隆起西侧之鲍峡—得胜断褶带中,同区内许家坡 Au—Ag—Te 矿床及青龙庙等金银多金属矿化点一起构成了银洞沟—许家坡金银多金属矿化带(图 1)。

区内除中生界三叠系及侏罗系缺失外,从中元古宇到新生界均有出露,尤以中新元古宇武当山群及新元古宇耀岭河群分布最广。区内最主要的金银矿床均产于武当山群中。武当山群从下到上可分为:楼台组(>1450Ma)、挡鱼河组(1200~1450Ma)、杨坪组(850~1200Ma)^{[1]①}。楼台组主要由变石英角斑质凝灰岩—变凝灰质砂岩及泥质粉砂岩组成;挡鱼河组上亚组为变石英角斑质火山熔岩—碎屑岩—凝灰岩组成,下亚组为变条带状基性火山岩;杨坪组系富含硫、磷、碳的变凝灰质砂岩、变泥质粉砂岩和粉砂质泥岩等。

研究区内构造复杂,具有多期叠加和置换的特征。主要断裂有 NNE 向的茅塔断裂,NWW 向的公路(十堰—白河)断裂和房县—竹山断裂。次级背向斜构造在区内较发育,多呈紧闭倒转

① 湖北省第五地质队. 武当山地区武当山群贵多金属成矿地质特征研究,(送审稿),1986
(收稿:1992.4.24)



说明:

1. 中生界
2. 古生界
3. 震旦系(含耀岭河群)
4. 武当山群
5. 基性-超基性侵入体
6. 断层及编号
7. 穹隆
8. 金银矿床(点)

- Ⅰ. 武当隆起 Ⅱ. 郭家洲复向斜 N1. 白河复向斜 N2. 鲍峡-得胜断褶带 N3. 楼台隆起 N4. 宝丰断陷盆地
- ①十堰-白河断裂 ②房县-竹山断裂 ③茅塔断裂

图 1 区域地质简图

Fig. 1 The regional schematic geological map

等斜褶曲,轴面 NW 向倾。

岩浆活动在中新元古宇较强裂,火山的喷溢-喷发作用形成了区内广泛分布的武当山群和耀岭河群火山岩系列。侵入岩相对不发育,主要为加里东期基性和超基性侵入岩。岩体整体上呈 NE 向展布,其形成严格受断裂构造的制约。

区内变质程度可达绿片岩相,常见的变质矿物组合为钠长石、石英、云母(原岩为酸性火山岩+沉积岩类)和钠长石、绿泥石、绿帘石及阳起石(原岩为基性火山岩类)。

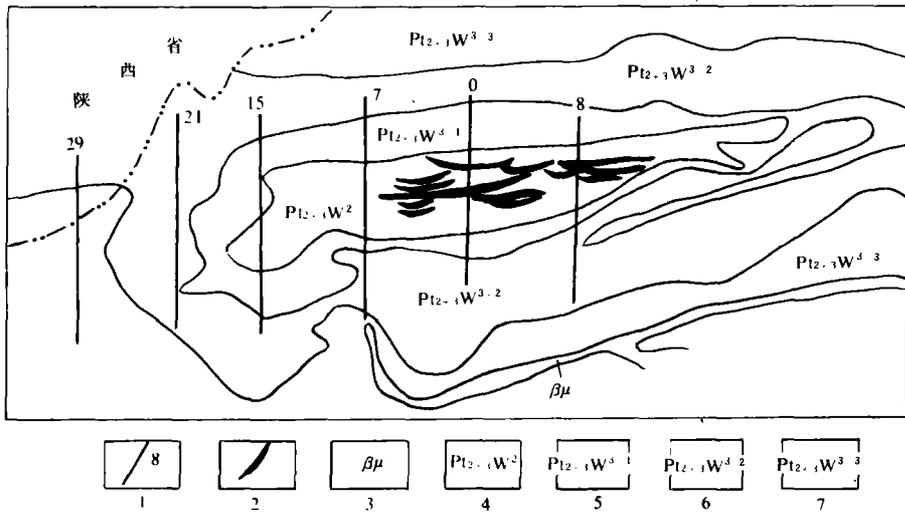
从图 1 可以看出:茅塔断裂的走向,加里东期基性-超基性侵入体的展布方向及银洞沟-许家坡金银多金属矿化带的展布方向具有一致性,说明该矿化带是一岩浆构造长期活动带,系矿化的有利地段。

2 矿床地质特征

矿区位于武当隆起的银洞岩-石门沟背斜东端,矿床产在背斜轴部,呈近东西向展伸,与区内构造线方向一致。矿区裸露地层主要为中新元古宇武当山群挡鱼河组及杨坪组,矿体即产

于挡鱼河组上亚组变石英角斑质凝灰岩中。

矿体的形态通常为脉状,少量呈透镜状;平均厚度 2m 左右。矿体沿走向有收缩、膨胀、尖灭、再现及局部分枝复合现象。矿体通常由 1~2 条含矿石英脉(0.4~1.0m)及旁侧的支脉及蚀变围岩组成,形成了所谓的单脉型或复脉型矿体。宏观上,石英脉同蚀变围岩的界限清晰,但对于工业矿本而言,它既包括石英脉体,也包括蚀变围岩,矿体同围岩的界限需经分析测出其中 Au、Ag 含量而圈定。矿体受银洞岩背斜轴面的制约,形态稳定,走向 250°~275°,倾向 160°~185°(图 2),倾角陡(60°~80°),一般矿体上缓下陡,背斜翼部较缓,轴部陡。矿体向西倾伏,倾伏角 0°~30°。矿化分带明显,上部为金银矿化,下部为铅锌矿化。有关矿床的其他特征概括于表 1 中。



1. 勘探线及编号 2. 矿体 3. 辉绿岩 4. 变石英角斑质凝灰岩 5. 白云岩夹黄铁矿凝灰岩、凝灰质粉砂岩 6. 泥质粉砂岩 7. 变石英角斑质含晶屑凝灰岩

图 2 银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床地质图(据湖北地质五队,1986)

Fig2 The Geological Map of Yindonggou Au—Ag—Pb—Zn Deposit

3 围岩蚀变的类型及同金银矿化的关系

银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床围岩蚀变强烈,分布广泛。蚀变以硅化为主,次为黄铁矿化和铁白云石化,局部有绿泥石、绢白云母化。围岩蚀变的类型和强度明显地控制着金银矿化的发育。

3.1 硅化

硅化是指成矿流体作用于围岩,因成矿流体中的 H⁺同围岩中的 Na⁺、K⁺发生交代作用而

见也是最重要的蚀变,它呈面型发育于矿床的围岩中,其主要表现形式有:(1)石英细脉及网脉沿岩石节理、裂隙分布,此种硅化产物同石英大脉及蚀变围岩一起构成 Au、Ag 矿体。笔者以为大而规则的石英脉系热液充填形成,而石英细脉及网脉同蚀变围岩一样属于交代作用的产物。(2)石英呈细粒交代原岩中的钠、钾长石,形成骸晶交代结构、边缘熔蚀结构,此类硅化较弱。(3)石英沿围岩片理呈富集的条带状分布,形成所谓的脉化围岩,这种硅化同矿化的关系较密切。(4)原岩在热液的影响下,发生交代及重结晶作用,形成含大量糖粒状石英和少量绢(白)云母的片状石英岩,此种硅化同金银矿化密切。

由于受成矿流体中二氧化硅的活度、PH、温度梯度、压力梯度及反应速率的影响,硅化所形成的产物显示出不同的形态及结构、构造特征。大致可将银洞沟矿床的硅化矿物(石英)划分为三类:(1)糖粒状石英:石英呈显微等粒状,粒径多在 0.02~0.10mm 间,少量在 0.10~0.50mm 间,均匀紧密嵌生,系成矿流体快速同围岩交代反应的产物,同 Au、Ag 矿化关系较密切。(2)过渡状石英:又称粗砂糖状石英,呈不等粒结构,粒度较粗(0.10~0.90mm),部分常同铁白石共生,同 Au、Ag 矿化关系较密切。(3)块状石英:颗粒粗大,一般粒径 0.2~1.2mm,呈不等粒结构,相互紧密嵌生,同 Au、Ag 矿化关系不密切。

3.2 黄铁矿化

矿区各类岩石中均可见到黄铁矿,但远离矿体围岩中的黄铁矿属变生成因,多呈黄白色、立方体晶形,晶面条纹清晰,颗粒粗大(0.2~0.6mm),金银含量低(Au 2.29×10^{-6} , Ag 2.6×10^{-4})。热液成因的黄铁矿多呈铜黄色,浅黄色的菱形十二面体、八面体聚形及五角十二面体,粒度较细(0.1~0.4mm)。该黄铁矿以星散状产于石英脉及近矿围岩中,含量 1%左右,蚀变强烈处可达 3~4%,也可呈脉状穿插于近矿围岩中,脉体宽 0.12~1.00mm,此种黄铁矿中金银的含量较高(Au 1.6×10^{-4} , Ag 1.38×10^{-3})。热液成因黄铁矿中银的含量随距离矿体由远及近和硅化由弱到强而呈现出从低到高的系统变化,这说明当黄铁矿化较强且同强硅化伴生时,Au、Ag 矿化较发育(吴贤奎等,1988)。

3.3 铁白云石化

常伴随硅化普遍分布于矿体及围岩中。从反应(2)、(3)可以看出,在硅化、绿泥石化及绢云母化过程中有 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 离子生成,如遭受蚀变的是斜长石,则亦应有 Ca^{2+} 生成,当他们同成矿溶液中的 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 相遇时,就会发生反应而形成铁白云石。铁白云石化可呈团块状产于石英脉及围岩中,也可呈他形粒状充填在石英颗粒之间,还有一种矿化期后的产物,呈脉状并明显切穿含矿石英脉。早期同硅化、黄铁矿化伴生的铁白云石化同矿化关系密切,后期团块状铁白云石化则含矿性较差。

除硅化、黄铁矿化和铁白云石化外,尚发育有绢云母化、绿泥石化。同硅化(糖粒状石英)伴而形成的绢云母化及黄铁矿化一起构成了黄铁绢英岩型蚀变,同 Au、Ag 矿化关系密切。

野外观察结合岩芯资料分析表明,围岩蚀变具有明显的分带性,从矿体中心向两侧围岩蚀变由强变弱,矿体中心主要为硅化和弱绢云母化,向两侧渐变到绢云母化、铁白云石化及硅化,再外侧为绿泥石和铁白云石化。黄铁矿化虽在各蚀变带皆有分布,但以强硅化处黄铁矿化最发育。在空间上,银洞沟矿体产于银洞岩背斜的轴部,从围岩蚀变类型看,背斜核部转折部位及倾伏端主要发育硅化,而核部向下部位除以硅化为主外,还发育绢(白)云母化和铁白云石化,背

斜翼部则主要发育铁白云石化、绿泥石化,其次为绢云母化和硅化,黄铁矿化在各蚀变带分布相对较均匀,局部蚀变较强。

综上所述,矿床围岩蚀变大致可划分为(近矿—远矿)强硅化带—绢云母、铁白云石硅化带—绿泥石、铁白云石弱硅化带。

表 2 银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床蚀变围岩化学组成 (%)

Table2 The chemical compositions of alteration wall rocks of Yingdonggou Au—Ag—Pb—Zn Deposit (%)

样号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O
* R198	84.27	6.76	1.05	0.57	0.18	0.13	2.59	0.23	1.32	0.06	0.05	1.28	1.00
R199	86.06	6.59	1.20	0.25	0.14	0.66	3.29	0.28	0.55	0.01	0.04	0.27	0.73
R200	83.72	7.25	1.24	0.55	0.17	0.37	2.89	0.23	1.16	0.06	0.05	0.69	0.88
R201	83.66	6.79	0.69	0.99	0.15	0.18	3.97	0.18	1.08	0.06	0.04	1.15	0.63
R202	69.11	13.67	1.24	3.07	0.44	0.43	2.16	0.16	4.60	0.04	0.12	0.51	3.55
R203	70.44	8.59	1.11	1.32	0.19	0.18	3.91	2.39	4.55	0.12	0.04	5.23	1.25
R204	80.12	9.39	0.58	1.11	0.19	0.17	2.09	0.14	3.26	0.04	0.04	0.53	2.12
Ave	69.66	13.81	2.25	1.26	0.41	3.43	3.33	1.52	1.19	0.07	0.07	0.13	2.31

* R198、R199、R200 强硅化石英角斑质凝灰岩, R201 绢云母化强硅化石英角斑质凝灰岩, R202 弱铁白云石化石英角斑质凝灰岩, R203 绢云母化铁白云石化石英角斑质凝灰岩, R204 铁白云石化硅化石英角斑质凝灰岩, Ave 区域武当山群挡鱼河组上亚组变石英角斑质凝灰岩(样品数 N=3)。

表 3 银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床围岩蚀变过程中元素的带入及迁出

(巴尔特法计算)

Table3 The enrichment and migration of elements of wall rocks of Yingdonggou Au—Ag—Pb—Zn Deposit in the process of alteration

样号	标准体积内元素的带入和迁出值												
	Si	Al	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Ti	Na	K	Ca	Mg	Mn	P	CO ₂	H ₂ O
R198*	242.9	-138.2	-15.0	-9.5	-2.9	-106.6	-15.6	-23.1	3.3	-0.2	-0.2	26.1	-70.6
R199	272.7	-141.4	-13.2	-14	-3.4	-89.4	-0.6	-22.2	-15.9	-0.9	-0.4	3.1	-84.8
R200	233.8	-128.6	-12.6	-9.8	-3.0	-99.0	-9.2	-23.1	-0.9	-0.2	-0.2	12.6	-76.9
R201	232.8	-137.6	-19.4	-3.8	-3.3	-105.0	13.8	-24.0	-3.2	-0.2	-0.2	23.1	-90.0
R202	-9.4	-2.6	-12.6	25.3	0.4	-96.8	-24.8	-19.0	84.6	-0.4	0.6	8.6	63.6
R203	12.8	-102.2	-14.2	0.9	-2.8	-105.0	12.4	15.4	83.4	0.7	-0.4	115.8	-57.4
R204	173.8	-86.6	-21.0	-2.1	-2.8	-105.1	-26.2	-24.7	51.4	-0.4	-0.4	9.1	-11.6

* 岩性同表 2

4 围岩蚀变过程中元素的地球化学行为

围岩蚀变过程实质上是旧的平衡体系被新的平衡体系所替代的过程,在这一过程中,既有能量的交换,也有物质的交换(元素的带入和迁出)。为查明银洞沟金银矿床围岩蚀变过程中常量元素的地球化学行为,测定了蚀变围岩的化学组成(表2)。以各类岩石(区域上没遭受矿化及蚀变影响的同类岩石)的平均化学组成为参照标准,利用巴尔特法,计算了围岩蚀变过程中元素的带入和迁出值(表3)。从表2及表3可以看出:当蚀变以强硅化居主导地位时,元素Si(SiO₂)为带入元素,而Al、Fe³⁺、Ti、Mn、Ca、Mg、Na、K、Fe²⁺、P皆为迁出元素。当蚀变以硅化为主,且伴随有绢云母化时,Si、K为带入元素,而其他元素均系迁出元素。当蚀变以硅化、铁白云石化为主时,除Si为带入元素外,Mg、Ca、Fe²⁺也属带入元素;当铁白云石化为主时,CO₂、Mg、Ca、Fe为带入元素,而Si则具有迁出元素的特征。需要强调说明的是,由于没有消除体积改变而产生的影响,因而上述变化规律是相对的。

表4 银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床蚀变围岩稀土元素丰度(10⁻⁶)及参数

Table4 The abundances and parameters of REE of alteration wall rocks of Yindonggou Au—Ag—Pb—Zn Deposit (10⁻⁶)

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	LREE	HREE	REE	LREE/HREE
R198*	14.5	27.5	3.7	12.4	2.9	0.5	2.6	0.5	2.8	0.6	1.9	0.3	2.0	0.3	17.6	61.5	28.6	90.1	2.15
R199	13.4	26.2	3.4	11.6	2.7	0.5	2.8	0.6	3.2	0.7	2.1	0.4	2.2	0.4	21.4	57.7	34.4	92.0	1.68
R200	15.7	30.8	3.9	12.8	2.6	0.4	2.7	0.5	3.2	0.7	2.0	0.4	2.2	0.4	18.6	66.3	30.6	96.9	2.17
R201	12.8	26.2	3.5	12.9	3.0	0.5	2.9	0.6	3.3	0.7	2.1	0.4	2.3	0.4	19.6	58.9	32.2	91.1	1.83
R202	30.8	62.4	8.2	30.8	7.1	1.7	7.5	1.4	8.2	1.8	5.2	0.9	5.5	0.9	47.9	140.9	79.3	220.2	1.78
R203	15.5	27.9	3.7	12.8	3.0	0.5	3.6	0.7	4.4	0.9	2.8	0.5	3.1	0.5	26.7	63.4	43.1	106.5	1.47
R204	18.3	37.0	4.9	17.1	3.9	0.7	3.9	0.8	4.7	1.0	3.1	0.5	3.4	0.5	27.8	81.7	45.7	127.4	1.79
Ave**	26.2	55.8	7.2	27.3	6.1	1.3	5.4	1.0	6.6	1.3	4.3	0.7	4.9	0.7	39.6	123.9	64.5	188.4	1.92

* R198—R204 岩性同表2, ** Ave 区域挡鱼河组上亚组变石英角斑质凝灰岩平均值(样品数 N=7)

表5 银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床蚀变围岩稀土元素分馏系数(ρ)(%)

Table5 The fraction coefficient(ρ) of REE of alteration wall rocks of Yindonggou Au—Ag—Pb—Zn Deposit(%)

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	LREE	HREE	REE
R198*	45	51	49	55	52	62	52	50	58	54	56	57	59	57	56	50	56	52
R199	49	53	53	58	56	62	48	40	52	46	51	43	55	43	46	53	47	51
R200	40	45	46	53	57	69	50	50	52	46	53	43	55	43	53	46	53	49
R201	51	53	51	53	51	62	46	40	50	46	51	43	53	43	51	52	50	52
R202	-18	-12	-14	-13	-16	-31	-39	-40	-24	-38	-21	-29	-12	-29	-21	-14	-23	-17
R203	41	50	49	53	51	62	33	30	33	31	35	29	37	29	33	49	33	43
R204	30	34	32	37	36	46	28	20	29	23	28	29	31	29	30	34	29	32

* 岩性同表2.

为深入调查围岩蚀变过程中元素的地球化学迁移,笔者还研究了蚀变围岩中稀土元素的丰度(表 1)。并在研究中引入稀土元素分馏系数(ρ)的概念(杨敏之,1990)。

$$\rho = \frac{\text{未蚀变岩石中稀土元素含量} - \text{蚀变岩中稀土元素的含量}}{\text{未蚀变岩石中稀土元素的含量}} \dots\dots\dots (4)$$

ρ 是热液蚀变作用过程中元素带入迁出平衡和活性、稳定性的指示。 ρ 值为负指稀土元素带入, ρ 值为正指稀土元素迁出, ρ 值越大,指示稀土元素的活性越大。为便于书写,将计算出的 ρ 值以百分比比列入表 5 中。从表 5 可以看出:(1)相对于区域未蚀变石英角斑质凝灰岩中稀土元素的平均丰度除 R202 外,所有蚀变围岩中的稀土元素均呈迁出之趋势。(2)轻稀土(LREE)的迁移能力大于重稀土(HREE)的迁移能力。这主要是因为 LREE 多富集在长石中,尤其是 Eu 主要富集在斜长石中,当发生蚀变时,长石解体,引起 LREE 的迁出,所以 LREE 的迁移能力大于 HREE。(3)围岩蚀变过程中稀土元素的活动序列为 $\text{Eu} > \text{Nd} > \text{Sm} > \text{Yb} > \text{Ce} > \text{Pr} > \text{Er} > \text{Dy} > \text{Y} > \text{La} > \text{Gd} > (\text{Tm}, \text{Lu}) > \text{Ho} > \text{Tb}$;其中居前 7 位的元素中有 5 个为轻稀土,也进一步说明了 LREE 的活性大于 HREE。(4)R202 样中 REE 的较高含量可能是岩石中 REE 分布的不均一性及 R202 样的铁白云石化引起。由于 REE 的离子半径同 Ca^{2+} 、 K^{+} 、 Mg^{2+} 相近,故当发生铁白云石化及绢云母化时, Ca^{2+} 、 K^{+} 、 Mg^{2+} 同 REE 发生类质同像置换。从表 5 可以看出有绢云母化,铁白云石化的 R202、R203、R204 样品中稀土元素的活动性较之以硅化为主的 R198、R199、R200 样品中稀土元素的活动性要小得多。这说明围岩蚀变的类型不仅控制常量元素的地球化学变化,还影响稀土元素的迁移。

围岩蚀变过程中不仅引起常量组份及稀土元素的成份变化,也可引起微量组份的改变(图 3)。从图 3 可以发现围岩蚀变作用促使成矿元素及关系密切的元素 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 的强烈富集,且蚀变越强(矿体及近矿体处),元素的富集程度越高,富集系数增大,蚀变减弱时,富集程度降低,富集系数变小。富集系数=蚀变围岩中元素的含量/区域上同类岩石背景值。其中区域同类岩石背景值是从计算区域武当山群挡鱼河组上亚组变石英角斑质凝灰岩中的元素丰度而求得的^[1]。一般来说,Au、Ag 的富集系数可高达 $10^4 \sim 10^5$,Pb、Zn 的富集系数变化在 $10^2 \sim 10^3$ 之间,而 Cu 的富集系数较小,甚至出现富集系数 < 1 的情况。

综上所述可以看出围岩蚀变过程中既有元素的带入亦有迁出,元素的转移趋势明显受控于成矿流体和围岩的化学组成及蚀变交代反应的类型。从化学反应式(1)~(3)可以看出,当成矿流体作用于赋矿围岩中的长石及黑云母、绿泥石而引起硅化时,伴随石英的生成, K^{+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ca^{2+} 进入成矿溶液;此时 Si 相对而言为带入元素(成矿流体中也可能有一些溶解状态的偏硅酸盐沉淀而生成石英),而 K^{+} 、 Na^{+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 则为带出元素。对于 P、Mn、Ti 而言,由于他们多以副矿物或以类质同像的形式赋存于暗色矿物中,当它们同热液反应而解体时,以类质同像方式存在的 Ti、P、Mn 极可能进入成矿溶液而迁出。如果成矿流体中含有较多的 HCO_3^- 及 CO_3^{2-} ,则从反应(1)~(3)中释放出来的 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 离子同其结合,形成碳酸盐化(铁白云石化),此时 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 则呈现出富集的特征。

对于稀土元素而言,它们通常以类质同像的方式赋存在长石及黑云母中,当成矿流体作用

于成矿围岩中的上述矿物时,引起晶格的解体,稀土元素析出进入成矿溶液,故稀土元素整体上呈迁出的趋势。

对于成矿元素而言,当含有 Au、Ag、Pb、Zn 等的成矿流体同围岩发生作用时,因水解反应(绢云母及硅化作用)的进行,引起 PH 的增高,及围岩中的 Fe^{2+} 同流体中的 HS^- (金银的主要配体)的作用,引起成矿流体中 Au、Ag、Pb、Zn 等的络合物解体,导致 Au、Ag、Pb、Zn 的沉淀。故成矿元素在蚀变过程中明显呈富集趋势。

5 结论

(1) 银洞沟 Au—Ag—Pb—Zn 矿床发育

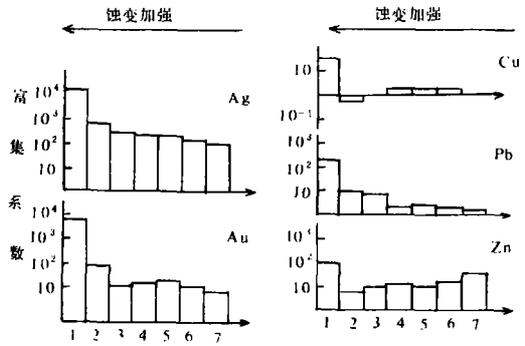
有广泛强烈的围岩蚀变,主要蚀变类型有硅化、铁白云石化、绢(白)云母化及黄铁矿化,其中以硅化同 Au、Ag 矿化关系最为密切。

(2) 围岩蚀变具有明显的分带性,从近矿到远矿蚀变带分为强硅化带→绢(白)云母、铁白云石化硅化带→绿泥石、铁白云石弱硅化带。

(3) 围岩蚀变的类型及强度制约着元素的带入及迁出,通常情况下 Si、Mg、K、 CO_2 为带入组份,而 Fe^{3+} 、Al、Ti、Mn、P 等为迁出组份。

(4) 围岩蚀变还引起稀土元素的迁移,在迁移过程中轻稀土(LREE)的迁移能力大于重稀土(HREE)的迁移能力。

(5) 伴随围岩蚀变,成矿元素 Au、Ag、Pb、Zn 皆发生强烈的富集,通常 Au、Ag 的富集系数为 $10^4 \sim 10^5$, Pb、Zn 的富集系数为 $10^2 \sim 10^3$, 而 Cu 的富集能力较 Au、Ag、Pb、Zn 差。



1~7 为矿体(1)—强蚀变岩—蚀变岩 1~7 号为采样位置。

图3 银洞沟矿床围岩蚀变元素的富集系数关系图。

Fig3 The diagrams showing the relation of enrichment coefficients of elements to altered wall Rocks of Yindonggou Deposit

参考文献

- 1 汪东波. 南秦岭金银成矿带地球化学. 长沙:中南工业大学出版社,1991
- 2 杨敏之. 金矿床热液蚀变交代作用地球化学的稀土元素地球化学及其研究方法. 见:矿床地质与矿床地球化学研究新进展. 兰州:兰州大学出版社,1990
- 3 刘英俊等. 元素地球化学. 北京:科学出版社,1984
- 4 Rose A W and Burt D M. Hydrothermal alteration. in: Geochemistry of hydrothermal ore deposits. 2nd edition, edited by Barnes H L., New York: John Wiley & Sons, 1979. 173~235

THE GEOCHEMICAL STUDY ON ALTERATION OF
WALL ROCKS OF YINDONGGOU Au—Ag—Pb—Zn DEPOSIT,
ZHUSHAN COUNTY, HUBEI PROVINCE

Wang Dongbo

(Beijing Research Institute of Mineral Resources And Geology, C.N.N.S., Beijing, 100012)

Abstract

There are widespread and intense alterations of wall rocks of Yindonggou Au—Ag—Pb—Zn deposit, and the alterations have close relation to the mineralization of gold and silver. The predominant alteration is silification, then are pyritization and ankeritization, local are chloritization and sericitization. There are obviously zonation of alteration in the deposit.

The alterations can not only cause the geochemical migration of major elements (Si, Al, Na, K, Ca, Mg...), but also can result in the intense enrichment of elements (Au, Ag, Pb, Zn). In the process of alteration, the Rare Earth Elements (REE) are very active, and total REE and LREE/HREE become lower, which demonstrates that the alterations can cause REE transportation, and, the transport ability of LREE is greater than that of HREE.

书 讯

《矿床成因理论的历史演化》出版

由关广岳教授与刘洪波博士合著,请王鸿祯教授大笔作序的《矿床成因理论的历史演化》一书已由东北工学院出版社出版。这是国内外第一部全面阐述了从古希腊时期至现代的矿床成因理论的历史演化、并从科学认识论角度总结了各个历史时期矿床成因理论研究思想方法及方法论特点的学科史和思想史专著,适合于地质学、地质学史、科学史及自然辩证法工作者阅读,特别适合于作为矿床专业大学生和研究生的教学参考书。

全书 23 万余字,32 开,压膜折口平装,定价 6.90 元。有意邮购者请与沈阳市东北工学院 265 信箱刘洪波联系,邮编 110006。