

刁泉银铜矿微量元素地球化学特征 及其地质意义

谢燕霄, 吴堃虹, 易洪波

(中南大学 有色金属成矿预测教育部重点实验室, 湖南 长沙 410083;

中南大学 地球科学与信息物理学院, 湖南 长沙 410083)

摘要:刁泉银铜矿为矽卡岩型矿床, 矿体赋存在矿区中酸性岩体(花岗斑岩、石英斑岩、黑云母石英二长岩)周边的环形矽卡岩带中。为明确中酸性岩体与矿的关系, 对矿床开展了微量元素地球化学综合研究: 中酸性岩体、矽卡岩及大理岩都具有稀土总量均值较低(分别为 162.77, 119.9, 24.84 mg/kg), 轻稀土富集(LREE/HREE 为 5.95~27.9)和负铕异常($\delta\text{Eu} = 0.16 \sim 0.93$)的特征; 同时中酸性岩体富集 W, Ag, Cu, Mo, 矽卡岩、大理岩矿化元素地球化学特征与中酸性岩体相似; 中酸性岩体富集大离子亲石元素 Rb, 亏损大离子亲石元素 Sr, 矽卡岩微量元素地球化学特征与岩体相似。综合分析表明矿化受中酸性岩体岩浆作用的影响, 岩体为成矿物质携带者, 该矽卡岩型矿床与中酸性岩体关系密切。

关键词:银铜矿床; 地球化学; 矽卡岩型矿床; 刁泉

中图分类号: P618.2

文献标志码: A

文章编号: 1672-9102(2014)02-0053-06

Geochemical characteristics of trace elements and its geological significance in Diaquan silver – copper deposit

XIE Yanxiao, WU Qianhong, YI Hongbo

(Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals, Ministry of Education, Central South University, Changsha 410083, China;

School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The Diaquan silver – copper deposit is a skarn deposit. The ore body occurrence in the annular skarn zone that is around the neutral – acid rock mass (granite porphyry, quartz porphyry and biotite quartz monzonite). In this paper, the systematic study of trace element geochemical is carried out on this deposit, in order to determine the relationship between neutral – acid rock mass and ore. Neutral – acid rock mass, skarn and marble are resembled in the REE geochemical features, which is presented by low ΣREE , and they are enriched in LREE, and δEu is negative anomalies. Neutral – acid rock mass enrich W, Ag, Cu and Mo. The geochemical characteristics of mineralization elements in skarn and marble are similar to neutral – acid rock mass. Neutral – acid rock mass enriches lithophile element Rb, depleted in lithophile element Sr, which show that the rock mass has been contaminated by crust. The geochemical characteristics of trace elements in skarn and rock mass are similar. The comprehensive analysis suggests that the mineralization has been influenced by magmatism of neutral – acid rock mass, and rock mass is the metallogenic material carriers, and this skarn deposit is closely associated with Neutral – Acid rock mass.

Key words: silver – copper deposit; geochemistry; skarn deposit; Diaquan

收稿日期: 2013-03-03

基金项目: 山西省灵丘县刁泉银铜矿成矿规律及预测研究资助项目(2010021B007)

通信作者: 吴堃虹(1957-), 女, 湖南长沙人, 教授, 研究方向: 地球化学, GIS 在地学中的应用. E-mail: qhwu19@163.com

刁泉银铜矿床位于华北地台燕山沉降带和山西台背斜的接壤部位^[1],受内蒙地轴、燕山台褶带和山西断隆3个Ⅱ级构造单元的复合控制作用^[2].

纵观已有研究资料^[2-4],前人对研究区的研究主要有:同位素(硫、碳、锶)测定,包裹体及H-O同位素,同位素年龄(花岗斑岩和石英斑岩全岩Rb-Sr同位素年龄及黑云母石英二长岩的黑云母K-Ar同位素年龄),岩石化学成分,岩、矿体微量元素地球化学特征等方面的研究.这些研究表明刁泉银铜矿为中低温矽卡岩型银铜矿床.

但该矿床全面研究微量元素存在空白,本文通过对研究区开展较系统全面的微量元素地球化学研究,从而明确矿区中酸性岩体与矿的关系,同时进一步完善刁泉银铜矿床控制因素,为同类型矿床的勘探开发研究提供参考.

1 矿区地质特征

矿区内从元古界、古生界、中生界到新生界地层均有出露^[5].其中寒武系灰岩与成矿关系最密切,为主要成矿围岩,是矿区内分布面积最广的地层^[6].

研究区内主要构造为北西向和东北向两组断裂,其次为接触带构造,褶皱构造不发育.断裂多形成于成矿前,是重要的控岩、控矿构造,它们既是主要的导矿构造,同时又是重要的容矿构造.

矿区内强烈的岩浆岩活动,形成了与刁泉银铜矿成因有密切关系的中酸性岩体,该岩体主要岩性为花岗斑岩、石英斑岩、黑云母石英二长岩,岩体位于刁泉村西侧,在平面上呈近圆形,面积约0.7 km²,其形态及分布受东北向、北西向两组断裂的控制,整体上呈筒状,垂向上往深部有稍膨胀变大趋势.由于岩枝侵入情况不同,岩枝大小、形态差异明显,剖面上岩体形态复杂.

刁泉矿分布在中酸性岩体周边的环形矽卡岩带中,且矿体形态、分布受接触带、断裂破碎带和层间剥离构造等控制,岩体凹部及分枝、围岩层理、破碎带、捕虏体内是矿体主要赋存部位.矿体走向沿接触带呈弧形展布,呈现出明显的分枝复合、膨胀、收缩现象,呈似层状、透镜状、镰刀状、不规则状及分杈状等(图1),矿体具有变化较大的倾向、倾角^[1,2].

该矿床围岩蚀变类型主要有接触交代型蚀变及热液蚀变2类,以矽卡岩化为代表的接触交代型蚀变是矿区内主要蚀变,伴随一定规模的大理岩化出现,硅化、钾化、绿泥石化、高岭土化和碳酸盐化

等热液蚀变局部出现.

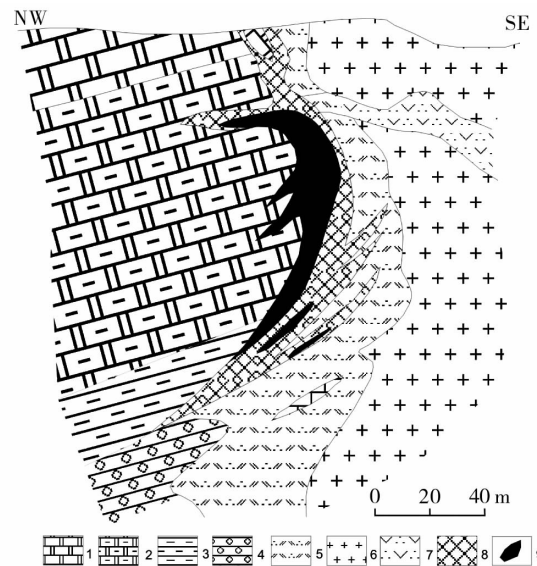


图1 刁泉银铜矿25号矿体45线剖面图^[1]

2 矿床地球化学特征

为了进一步了解矿区中酸性岩体与矿化的关系,对矿区的中酸性岩体、矽卡岩及大理岩进行包括稀土元素、矿化元素、微量元素方面的地球化学特征研究.

对中酸性岩体、矽卡岩及大理岩分别采选新鲜样品,将样品在碎样机中适当破碎,然后放入粉碎机中进一步磨碎,并挑选出适量的磨碎样品,用玛瑙钵将其磨至74 μm,对研磨好的样品分步骤分别利用HNO₃, HClO₄和HF的混合酸进行样品消解^[7,8],最后进行内标元素的加入及元素测定.其中除石英斑岩的分析测定在核工业230研究所进行外,其余测试分析均在中国科学院广州地球化学研究所完成,分析设备均为ICP-MS.

2.1 稀土元素特征

各类岩石稀土元素分析结果(表1)及球粒陨石标准化分布模式图(图2和图3)显示了所有分析样品稀土总量(ΣREE)均低于世界花岗质岩石的稀土平均含量(290 mg/kg, Taylor, 1986).其中,中酸性岩体的稀土总量平均值最高,为162.77 mg/kg,大理岩的平均ΣREE为24.84 mg/kg,低于其它岩石,矽卡岩稀土总量均值(119.9 mg/kg)在中酸性岩体、大理岩之间.

中酸性岩体的轻重稀土比(LREE/HREE)为

5.95 ~ 27.9, 呈现出轻稀土相对富集的特点; 而 $(La/Sm)_N$ 比值变化范围为 1.86 ~ 9.68, 平均值为 5.85, $(Gd/Lu)_N$ 比值在 1.38 ~ 2.93 之间, 均值为 1.96, 说明中酸性岩体轻稀土有明显的分异现象, 重稀土分异弱。

矽卡岩的 LREE/HREE 为 5.97 ~ 12.5, 呈现出轻稀土相对富集的特点, 而矽卡岩的 $(La/Sm)_N$ 比值在 3.03 ~ 6.71 之间, 平均值为 4.69, $(Gd/Lu)_N$ 比值为 1.42 ~ 1.76, 均值为 1.61, 说明矽卡岩呈现出轻稀土分异明显, 而重稀土分异较弱的特

点。大理岩的轻重稀土比为 8.74 ~ 9.18, 呈现出轻稀土相对富集的特点, 大理岩 $(La/Sm)_N$ 比值变化范围为 3.68 ~ 4.57, 平均值为 4.09, $(Gd/Lu)_N$ 比值在 1.61 ~ 2.00 之间, 均值为 1.74, 说明大理岩轻稀土分异明显, 而重稀土分异弱。

矿区中酸性岩体呈负铕异常, 而岩体不同岩性之间的 δEu 值差异的存在可能是由于岩浆演化过程中斜长石等矿物结晶分离情况不同带来的。矽卡岩、大理岩 δEu 值在 0.55 ~ 0.76 之间, 同样呈较明显负铕异常, 且两者的负铕异常程度相当。

表1 刁泉银铜矿岩石稀土元素分析结果(mg/kg)

样品编	样品名	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm
0622-5S1	花岗岩	59.35	110.80	11.13	33.88	5.07	0.26	4.01	0.54	2.87	0.53	1.55	0.25
0708-3S1	花岗岩	12.79	24.25	2.60	7.98	1.28	0.07	1.00	0.15	0.79	0.15	0.44	0.07
0702-2S1	花岗岩	59.74	99.36	11.75	36.25	5.48	0.35	4.21	0.63	3.39	0.65	1.84	0.30
0620-11S1	黑云母石英二长岩	49.09	96.55	11.39	42.00	7.07	1.98	5.60	0.79	4.01	0.71	1.87	0.27
0618-7S1	黑云母石英二长岩	46.79	88.34	11.43	41.95	7.02	1.90	5.46	0.75	3.85	0.69	1.76	0.25
0723-2S1	石英斑岩*	42.72	74.64	7.07	25.28	2.85	0.59	1.97	0.30	1.24	0.28	0.72	0.14
0724-4S1	石英斑岩*	10.89	30.53	4.22	18.25	3.78	0.18	3.12	0.60	2.78	0.60	1.73	0.37
0627-4s1	石英斑岩*	27.48	53.09	5.44	19.61	3.25	0.21	2.61	0.48	2.30	0.48	1.44	0.31
0706-3S3	矽卡岩	36.47	70.31	7.55	26.14	5.05	0.95	4.63	0.77	4.30	0.86	2.30	0.36
0707-7S1	矽卡岩	15.59	28.95	2.92	12.42	2.71	0.48	2.56	0.40	2.23	0.44	1.15	0.17
0706-3S1	矽卡岩	18.05	39.33	4.51	17.75	3.85	0.76	3.83	0.64	3.62	0.73	1.92	0.31
0708-3S2	矽卡岩	26.90	53.99	4.85	15.70	2.81	0.73	3.03	0.47	2.69	0.55	1.48	0.23
0708-3S3	矽卡岩	19.29	34.26	3.43	12.74	3.23	0.70	3.45	0.59	3.39	0.69	1.83	0.28
0706-2S2	矽卡岩	48.88	83.43	8.46	26.70	4.70	1.02	4.23	0.65	3.69	0.74	1.97	0.31
0706-3S2	大理岩	6.61	14.54	1.57	5.63	1.16	0.22	1.13	0.17	0.92	0.18	0.46	0.07
0708-1S1	大理岩	3.40	5.08	0.75	2.57	0.48	0.11	0.39	0.07	0.38	0.07	0.20	0.03
0708-1S4	大理岩	5.80	12.07	1.27	4.63	0.93	0.20	0.92	0.13	0.71	0.14	0.37	0.05
样品编	样品名	Yb	Lu	Y	ΣREE	LREE	HREE	LREE/HREE	LaN/YbN	δEu	δCe	(La/Sm) _N	(Gd/Lu) _N
0622-5S1	花岗岩	1.63	0.27	17.07	232.14	220.49	11.65	18.93	26.12	0.17	0.99	7.56	1.84
0708-3S1	花岗岩	0.50	0.08	4.25	52.15	48.97	3.18	15.40	18.35	0.18	0.97	6.45	1.54
0702-2S1	花岗岩	1.97	0.31	18.88	226.23	212.93	13.30	16.01	21.75	0.21	0.86	7.04	1.68
0620-11S1	黑云母石英二长岩	1.77	0.26	20.27	223.36	208.08	15.28	13.62	19.89	0.93	0.96	4.48	2.66
0618-7S1	黑云母石英二长岩	1.53	0.23	18.93	211.95	197.43	14.52	13.60	21.94	0.90	0.91	4.30	2.93
0723-2S1	石英斑岩	0.73	0.11	7.07	158.64	153.15	5.49	27.90	41.98	0.72	0.96	9.68	2.21
0724-4S1	石英斑岩	1.92	0.28	15.90	79.25	67.85	11.40	5.95	4.07	0.16	1.10	1.86	1.38
0627-4s1	石英斑岩	1.52	0.22	12.86	118.44	109.08	9.36	11.65	12.97	0.21	1.00	5.46	1.47
0706-3S3	矽卡岩	2.29	0.36	23.90	162.34	146.47	15.87	9.23	11.42	0.59	0.98	4.66	1.59
0707-7S1	矽卡岩	1.14	0.18	14.10	71.34	63.07	8.27	7.63	9.81	0.55	0.98	3.71	1.76
0706-3S1	矽卡岩	1.97	0.29	22.15	97.56	84.25	13.31	6.33	6.57	0.60	1.04	3.03	1.63
0708-3S2	矽卡岩	1.45	0.24	18.41	115.12	104.98	10.14	10.35	13.31	0.76	1.07	6.18	1.56
0708-3S3	矽卡岩	1.80	0.30	24.79	85.98	73.65	12.33	5.97	7.69	0.64	0.95	3.86	1.42
0706-2S2	矽卡岩	1.96	0.31	25.05	187.05	173.19	13.86	12.50	17.89	0.69	0.92	6.71	1.69
0706-3S2	大理岩	0.40	0.07	6.69	33.13	29.73	3.40	8.74	11.85	0.58	1.07	3.68	1.99
0708-1S1	大理岩	0.18	0.03	2.95	13.74	12.39	1.35	9.18	13.55	0.75	0.75	4.57	1.61
0708-1S4	大理岩	0.35	0.07	5.60	27.64	24.90	2.74	9.09	11.89	0.65	1.04	4.02	1.62

注: a. ΣREE, HREE 均不包含 Y.

b. * 样品由核工业 230 研究所分析完成, 其余样品由中国科学院广州地球化学研究所岩石化学分析实验室分析完成.

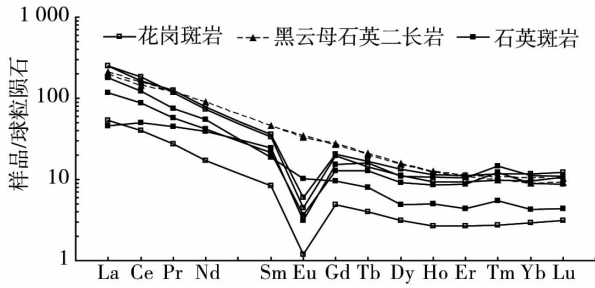


图2 刁泉银铜矿中酸性岩体稀土元素分布模式图

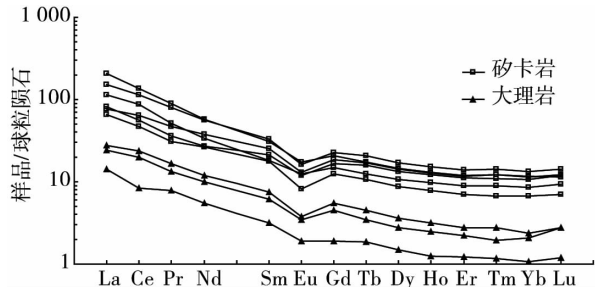


图3 泉银铜矿矽卡岩、大理岩稀土元素分布模式图
(球粒陨石值据 Sun and McDonough, 1989)

标准岩石的丰度值对各类岩石的矿化元素含量进行标准化,其中中酸性岩体采用的标准岩石为中国花岗岩,矽卡岩和大理岩的矿化元素标准化则采用华北地台碳酸盐岩^[9].矿化元素分析结果见表2,岩石标准丰度值标准化图见图4(标准化值=平均值/相应标准岩石矿化元素含量值.标准岩石矿化元素含量值见表3).

表2及图4显示了刁泉不同岩体的矿化元素含量存在差异,但它们的矿化元素分布型式在一定程度上呈现出相似性,进一步比较分析不同岩石间矿化元素特征可得出:

矿区中酸性岩体矿化元素 W, Ag, Cu, Mo 均明显高于中国花岗岩,其中 W 元素富集程度最高,为标准岩石的 52.54 倍以上;矽卡岩所有矿化元素的富集程度均明显高于大理岩的,为其 1.68 ~ 19.14 倍;矽卡岩矿化元素含量除 Pb(为标准岩石的1.08 倍)外均为华北地台碳酸盐岩 4.65 倍以上;大理岩除 Pb, Bi 仅为标准岩石的 0.56, 0.73 倍,其余矿化元素均较标准岩石相对富集.

2.2 矿化元素富集分布特征

对矿区中酸性岩体、矽卡岩及大理岩进行了矿化元素 Cu, Pb, Ag, Zn, Nb, Sn, W, Mo, Bi 分析,并用

表2 刁泉各类岩石矿化元素平均含量(mg/kg)

岩石名称	样品个数	Cu	Zn	Ag	Pb	Nb	Sn	W	Mo	Bi
花岗斑岩	3	36.44	39.03	5.09	8.41	13.82	0.80	55.03	3.39	0.07
黑云母石英二长岩	2	14.82	16.11	4.23	40.80	19.31	0.83	52.54	10.90	0.09
石英斑岩*	3	57.37	51.18	0.51	49.27	20.77	5.90	478.88	1.65	0.27
矽卡岩	6	450.26	79.35	40.59	8.98	16.33	4.45	53.17	2.61	1.12
大理岩	3	98.63	47.29	3.68	4.65	3.25	1.59	6.26	0.99	0.06

* 样品由核工业 230 研究所分析完成,其余样品由中国科学院广州地球化学研究所岩石化学分析实验室分析完成

表3 标准岩石矿化元素含量值(mg/kg)^[9]

标准岩石	Cu	Zn	Ag	Pb	Nb	Sn	W	Mo	Bi
中国花岗岩	5.50	40.00	0.06	26.00	16.00	2.20	1.00	0.70	0.24
华北地台碳酸盐岩	5.40	17.00	0.05	8.30	2.50	0.80	0.32	0.51	0.08

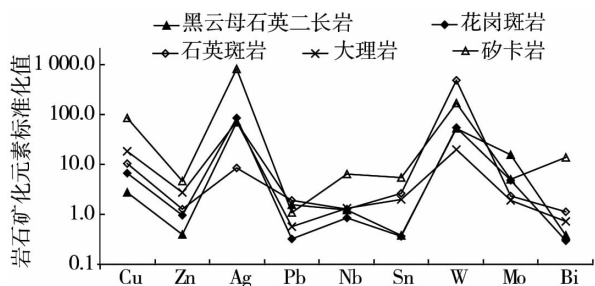


图4 刁泉铜银矿不同岩石矿化元素富集程度分布图

4,对测试结果与原始地幔(Sun and McDonough, 1989)进行标准化配分,作微量元素分布蛛网图(图5和图6),从表4及图5和图6可以得出:

矿区中酸性岩体的微量元素原始地幔标准化配分模式基本一致,总体呈较倾斜的右倾型.岩体的微量元素含量除部分样品中的 Ti 元素低于原始地幔外,其余微量元素含量均比原始地幔高.中酸性岩体均相对富集大离子亲石元素 Rb,而亏损大离子亲石元素 Sr;其中花岗斑岩、石英斑岩均相对富集高场强元素 Th, Hf 和大离子亲石元素

2.3 微量元素特征

本次样品的微量元素含量测试分析结果见表

Rb, 而亏损高场强元素 Ti 及大离子亲石元素 Ba, Sr, 黑云母石英二长岩相对富集 Rb, Ba 等大离子亲石元素, 亏损高场强元素 Zr 和大离子亲石元素 Sr. 岩体的 Ba/Nb 比值在 4.51 ~ 123.37 之间, 具有较大变化范围, 表明岩体受到地壳的混染作用^[10].

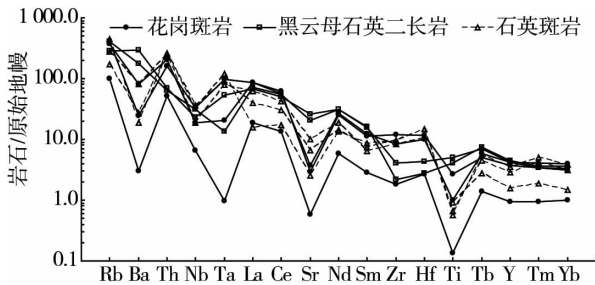


图5 刁泉银铜矿中酸性岩体微量元素原始地幔标准化蛛网图

(地幔标准值据 Sun and McDonough, 1989)

矽卡岩样品的微量元素含量均较原始地幔高, 且相对富集高场强元素 Th, Zr, 大离子亲石元素 Sr 表现出亏损特征; 大理岩样品原始地幔标准曲线较为集中, 配分模式相似, 相对富集大离子亲石元素 Sr 和高场强元素富集 Th, Ta, Zr, 亏损高场强元素 Nb 和大离子亲石元素 Rb, Ba.

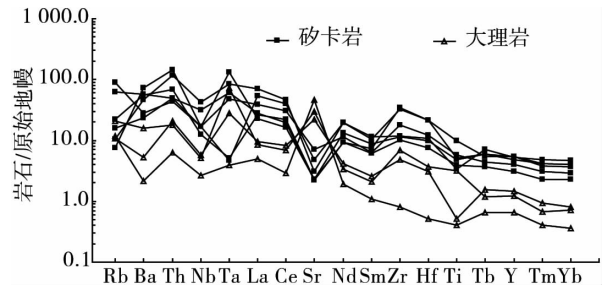


图6 刁泉银铜矿矽卡岩、大理岩微量元素原始地幔标准化蛛网图

(地幔标准值据 Sun and McDonough, 1989)

表4 刁泉银铜矿岩石微量元素成分(mg/kg)

样号	野外定名	Rb	Ba	Th	Nb	Ta	La	Ce	Sr	Nd	Sm	Zr	Hf	Ti	Tb	Y	Tm	Yb
0622-5S1	花岗岩	257.50	173.70	13.61	23.53	3.96	59.35	110.80	62.49	33.88	5.07	132.50	3.64	3510.40	0.54	17.07	0.25	1.63
0708-3S1	花岗岩	64.37	21.43	4.44	4.75	0.04	12.79	24.25	12.41	7.98	1.28	20.11	0.84	175.20	0.15	4.25	0.07	0.50
0702-2S1	花岗岩	237.90	568.30	17.35	13.19	0.83	59.74	99.36	78.59	36.25	5.48	94.66	3.06	1310.40	0.63	18.88	0.30	1.97
0620-11S1	黑云母石英二长岩	262.40	1234.60	5.44	22.18	0.56	49.09	96.55	430.70	42.00	7.07	24.19	0.85	5314.60	0.79	20.27	0.27	1.77
0618-7S1	黑云母石英二长岩	179.70	2026.90	5.87	16.43	2.21	46.79	88.34	555.00	41.95	7.02	46.11	1.34	6608.70	0.75	18.93	0.25	1.53
0723-2S1	石英斑岩	178.00	565.00	20.80	13.51	3.20	42.72	74.64	209.48	25.28	2.85	94.52	3.30	1194.40	0.30	7.07	0.14	0.73
0724-4S1	石英斑岩	279.45	130.00	21.63	23.08	4.93	10.89	30.53	53.19	18.25	3.78	106.91	4.60	732.87	0.60	15.90	0.37	1.92
0627-4s1	石英斑岩	108.25	185.00	22.04	25.70	3.68	27.48	53.09	139.38	19.61	3.25	107.55	4.60	853.15	0.48	12.86	0.31	1.52
0706-3S3	矽卡岩	4.84	505.00	12.33	12.19	0.19	36.47	70.31	101.80	26.14	5.05	132.40	3.30	4380.40	0.77	23.90	0.36	2.29
0707-7S1	矽卡岩	39.30	401.10	4.21	12.02	5.36	15.59	28.95	48.81	12.42	2.71	112.10	2.34	5087.30	0.40	14.10	0.17	1.14
0706-3S1	矽卡岩	13.87	385.80	5.82	8.96	0.21	18.05	39.33	48.12	17.75	3.85	127.80	3.06	6212.90	0.64	22.15	0.31	1.97
0708-3S2	矽卡岩	56.93	197.90	3.68	12.07	1.96	26.90	53.99	147.90	15.70	2.81	202.80	3.70	7498.30	0.47	18.41	0.23	1.45
0708-3S3	矽卡岩	10.22	162.90	4.21	22.78	2.46	19.29	34.26	46.34	12.74	3.23	382.20	6.55	12778.10	0.59	24.79	0.28	1.80
0706-2S2	矽卡岩	6.65	323.70	10.01	29.96	3.49	48.88	83.43	64.34	26.70	4.70	365.40	6.64	6553.30	0.65	25.05	0.31	1.96
0706-3S2	大理岩	6.86	36.45	1.76	4.16	1.15	6.61	14.54	471.30	5.63	1.16	54.28	0.94	668.50	0.17	6.69	0.07	0.40
0708-1S1	大理岩	7.49	14.97	0.53	1.92	0.16	3.40	5.08	981.40	2.57	0.48	9.02	0.16	528.50	0.07	2.95	0.03	0.18
0708-1S4	大理岩	13.16	110.50	1.50	3.68	3.01	5.80	12.07	617.70	4.63	0.93	76.50	1.13	4127.10	0.13	5.60	0.05	0.35

3 讨论

中酸性岩体的 Rb/Sr 值存在差异, 花岗斑岩、石英斑岩、黑云母石英二长岩的平均 Rb/Sr 值分别为 4.11, 2.29, 0.47, 表明花岗斑岩分异程度最高, 对成矿更为有利, 石英斑岩次之, 黑云母石英二长

岩分异程度最低.

中酸性岩体与大理岩、矽卡岩的稀土配分模式均为向右倾斜的轻稀土富集型, 且样品均呈负铕异常, 轻稀土分异明显, 重稀土分异弱的特征, 与前人^[3]研究成果相应, 其中黑云母石英二长岩的稀土分布曲线相对集中, 而花岗斑岩、石英斑岩的稀

土分布曲线相对分散(图2),反映花岗斑岩、石英斑岩受其它物质的影响较黑云母石英二长岩明显;中酸性岩体富集W,Cu,Ag,Mo等成矿元素,同时矽卡岩、大理岩矿化元素分布型式与中酸性岩体分布型式(图4)具一定相似性,且矿化元素的富集程度均呈从大理岩向矽卡岩递增的特征,这与前人^[4]对矿区微量元素在各地质体中的分布特征研究结论是相符合的,结合图5和图6发现矽卡岩微量元素原始地幔配分曲线与中酸性岩体相似。

矿区中酸性岩体的微量元素、稀土元素特征表明岩体很可能为同源岩浆,但彼此间存在明显演化继承的差异,而且岩体多受地壳物质混染作用。综合已有研究成果^[1,3]:该矿床矿石的硫同位素组成塔式效应明显,偏离陨石值较小,不同矿化阶段的硫化物矿石的同位素组成特征基本一致,表明矿床为岩浆热液成因,且矿石为同一硫源;脉石矿物方解石的碳同位素特征同样显示矿床的内生热液成因。以上均说明矿化及矽卡岩、大理岩的形成均与中酸性岩体岩浆有密切关系,且刁泉矿物源为中酸性岩体,成矿物质为地壳和地幔混合来源^[4]。

4 结论

刁泉矿区中酸性岩体是矿床成矿物质的携带者,同时亦是赋矿岩体,刁泉矿的矿化明显受中酸性岩体岩浆的影响。刁泉银铜矿为与矿区中酸性岩体密切相关的矽卡岩型银铜矿床。

参考文献:

- [1] 李兆龙,张连营. 山西省刁泉银铜矿床地质特征及成因机制[J]. 矿床地质,1999,1(18):11-21.
- [2] 徐志勇. 灵丘县刁泉铜银金多金属矿床特征初探[J]. 科技创新与生产力,2012(6):93-97.
- [3] 周利霞,唐耀林. 山西刁泉银铜矿地质特征及矿床成因[J]. 华北地质矿产. 1997,2(12):122-136.
- [4] 任旭春. 山西省刁泉银铜矿微量元素地球化学特征研究[J]. 地质找矿论丛,1998,1(13):89-93.
- [5] 赵树洁,张俊峰工,王涛. 山西省刁泉银铜矿床地质特征[J]. 华北国土资源,2007(3):9-10.
- [6] 李建军. 刁泉铜金矿区成矿特征[J]. 华北国土资源,2008(3):6-14.
- [7] 刘勤志. 广西平果原生铝土矿地质与地球化学特征及成矿环境探讨[D]. 长沙:中南大学,2008.
- [8] 易洪波. 山西省灵丘县刁泉银铜矿地球化学特征及其对矿床成因的约束[D]. 长沙:中南大学,2012.
- [9] 迟清华,鄢明才. 应用地球化学元素丰度数据手册[M]. 北京:地质出版社,1997.
- [10] 孙林华,彭头平,王岳军. 新疆特克斯攻难大哈拉军山组玄武安山岩地球化学特征:岩石成因和构造背景探讨[J]. 大地构造与成矿学,2007,31(3):372-379.
- [11] Sun S S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes [J]. Geological Society of London,1989,42:313-345.