

电磁液体分离法常用介质对单矿物的污染和溶解作用

骆凤举

(冶金部物化探研究所)

电磁液体分离法的常用介质氯化锰、硝酸锰溶液,对矿物有一定的污染和溶解作用。通过对黄铁矿、方铅矿的分离实验、微量元素的定量分析和计算,获得了矿物中微量元素被介质污染、溶解的程度,以及矿物的最佳清洗次数、分选粒度的定量概念。这对岩矿和地化工作具有实际意义。

电磁液体分离法,对于分选无磁性、弱磁性及比重大的矿物很有效,应用普遍。但常用的分离介质对矿物有一定的污染和溶解作用,特别是硝酸锰溶液,对某些矿物的污染和溶解作用更强。目前,尚有许多单位用硝酸锰分选出的硫化物矿物测得的数据,不加鉴别地随意应用,从而影响了基础资料的真实性及结果的可信性。笔者通过实验和计算,定性和定量地获得了介质对矿物的污染和溶解程度。

样品准备

选用黄铁矿、方铅矿作为实验样品。黄铁矿采自山东招掖金矿区玲珑混合花岗岩36号黄铁矿石英脉。黄铁矿呈粗大的自形晶,无蚀变及氧化现象。方铅矿采自湖南黄沙坪铅锌矿床3号矿体309中段的闪锌矿方铅矿矿石。矿物呈粗粒结构,无蚀变及氧化。

单矿物是原样经过破碎、筛分、重选及电磁选获得,未接触有机和无机试剂。单矿物分-60~+100、-100~+140、-200~+360目3级,平均粒径分别为0.225、0.128、0.057mm。

实验方法

(一) 分离介质

1. 氯化锰溶液:将氯化锰(分析纯)溶于蒸馏水中,过饱和溶液呈浅玫瑰色, pH=4。

2. 硝酸锰溶液(分析纯):浅玫瑰红色, pH=1。

(二) 污染和溶解实验

1. 步骤:每一粒级矿物称7份,每份6克,置于100毫升烧杯中,1份为原样,3份用氯化锰溶液,3份用硝酸锰溶液浸泡8小时,测pH值未变,弃介质;用溶液浸泡过的矿物分别用蒸馏水清洗4、7、10次,在95℃以下烘干,送分析。

2. 实验所见现象:用氯化锰溶液浸泡的黄铁矿、方铅矿不起泡、无味,矿物由粗到细各杯中的浸液略变黄;矿物的颜色、光泽无变化。硝酸锰溶液浸泡的方铅矿,有少量气泡产生,颗粒由粗到细,气泡略有增加,介质略见变黄;矿物颜色变深,光泽变暗。硝酸锰浸泡的黄铁矿,自始至终都有大量气泡产生,有气味,介质变成桔黄色;矿物由浅黄铜色变成黄铜色,表面褐色、灰色的情况增多。以上现象表明,硝酸锰溶液远比氯化锰溶液溶解力强。

(三) 溶解失重实验

用万分之一天平称-60~+100目的黄铁矿、方铅矿各2份,置于100毫升的烧杯中,分别用两种溶液浸泡。样品用蒸馏水清洗过滤,其他步骤及现象同污染溶解实验。矿物溶解失重程度用失重率 γ 表示:

$$\gamma = (W - W_p) / W \times 100\% \quad (1)$$

W —样品浸泡前的重量; W_p —浸泡后的重量。

硝酸锰溶液浸泡的两种矿物的失重率为氯化锰溶液的4~5倍;方铅矿是黄铁矿的2~2.5倍(表1)。

矿物溶解失重结果表

表 1

矿物	氯化锰溶液			硝酸锰溶液		
	W	W _p	γ	W	W _p	γ
黄铁矿(Py)	10.0005	9.9896	1.09	10.0005	9.9548	4.57
方铅矿(Gl)	10.0083	9.9837	2.46	10.0018	9.8900	11.18

微量元素的污染和溶解

样品定量分析了Cd、Zn、Be、Cu、Ti、Mn、Co、Ni、Cr、Pb、V、Hg、Ag元素，获得546个数据，含量高于分析灵敏度者参加计算。

元素的污染和溶解程度，用污染和溶解率δ表示：

$$\delta = (\bar{C}_p - \bar{C}) / \bar{C} \times 100\% \quad (2)$$

\bar{C} —原样某元素含量均值； \bar{C}_p —浸泡后某元素含量均值。

δ为正值表明该元素有污染；δ为负表明被溶解。又可按元素含量的高低①，分为相对允许值β和绝对允许值(β)。当元素含量大于分析灵敏度3倍时，以相对允许值： $\beta = (\bar{C}_p - \bar{C}) / \bar{C} \times 100\%$ 计算；元素含量小于分析灵敏度3倍时，以绝对允许值： $(\beta) = \bar{C}_p - C$ 计算。由于 \bar{C} 、 \bar{C}_p 为多个数据的算术平均值，分析的偶然误差基本消除。当某元素的 $|\delta| > \beta$ 、 (β) 时，则说明在分选过程中造成了严重的污染和溶解 该数据不能使用(表2)。

由表2可见，方铅矿中的Mn，在两种介质中均有严重污染，差量 $>(\beta)$ ，不能使用；Ag在氯化锰溶液中有极微量污染，可以使用。黄铁矿中的Mn，在两种介质中均严重溶解($\delta > \beta$)；方铅矿中的Zn，在硝酸锰溶液中严重溶解；Mn、Zn不能使用。方铅矿中的Cu、Cd、Zn在氯化锰溶液中；Zn、Cd、Cu、Ag在硝酸锰溶液中；黄铁矿中的Cd、Ni在硝酸锰溶液中均被中等溶解($\beta > \delta > 15$)，仍可使用，但要慎重。

纵观各元素，介质对矿物的作用，主要为对元素的溶解。两矿物中的各元素，在硝酸锰中的

各元素的δ值(ppm)

表 2

元素	矿物	原样	氯化锰溶液			硝酸锰溶液		
		\bar{C}	\bar{C}_p	δ	β, (β)	\bar{C}_p	δ	β, (β)
Mn	Py	66	44	-33	30	27	-59	30
	Gl	14	97	593	(30)	21	50	(30)
Zn	Py	434	438	1	25	413	-5	25
	Gl	293	246	-16	25	214	-27	25
Cd	Py	3.6	3.1	-14	(5)	2.8	-22	(5)
	Gl	40	32	-20	40	29	-28	40
Cu	Py	791	745	-6	20	743	-6	20
	Gl	11	6	-46	(15)	9	-18	(15)
Ag	Py	16.8	16.5	-2	20	14.9	-11	20
	Gl	3.2	3.4	6	30	2.5	-22	30
Co	Py	81	77	-5	30	82	1	30
Ni	Py	32	28	-13	30	26	-19	30
Pb	Py	1100	1100	0	20	994	-10	20
Be	Py	5.5	5.4	-2	(5)	5.3	-4	(5)

$|\delta|$ 约为氯化锰的2倍；在同种介质中，方铅矿的 $|\delta|$ 是黄铁矿的3~5倍。

最佳洗次和粒度的选择

(一) 最佳洗次的选择：

分选后的单矿物要进行多次清洗，以消除介质中的元素及外来元素的污染。表3列出了不同洗次和粒度对δ的影响。从表中可以看出：方铅矿中的Mn，在两种介质中均被严重污染，氯化锰浸泡的经多次清洗污染未变；而硝酸锰浸泡的清洗7次以上，污染根本消除。方铅矿中的Ag，在氯化锰中有微弱的外来污染，清洗7次后污染消除。

对于被溶解的大多数元素，不同洗次-δ改变不大，只有个别元素，如黄铁矿中的Mn、Cd和方铅矿中的Cu在氯化锰中，清洗7、10次后，溶解性增大，反而不利。

矿物分选后，最佳洗次也可用不同洗次后的各元素金属量总和(Mn除外)的总污染——溶解率δx来衡量：

$$\delta x = \left(\sum_1^n C_p - \sum_1^n C \right) \div \sum_1^n C \times 100\% \quad (3)$$

C_p —浸泡后某元素的含量； C —原样某

①冶金部物探公司：冶金地质成矿区(带)地球化学普查技术规定，1982年。

洗次、粒度 (mm) 对 δ 的影响

表 3

元素	矿物	\bar{C}	介质	洗次与 δ						粒度与 δ					
				4	δ	7	δ	10	δ	0.225	δ	0.128	δ	0.057	δ
Mn	Py	66	氯化锰	51	-23	48	-27	33	-50*	33	-50*	34	-48*	64	-3
			硝酸锰	29	-56*	29	-56*	23	-65*	18	-73*	24	-64*	40	-39*
	Gl	14	氯化锰	98	600*	96	586*	93	564*	69	393*	91	550*	129	821*
			硝酸锰	21	50*	14	0	17	21	24	71	21	50	10	-29
Zn	Py	434	氯化锰	416	-4	422	-3	474	-9	380	-12	434	0	498	15
			硝酸盐	414	-4	423	-2	402	-7	392	-9	399	-8	449	4
	Gl	293	氯化锰	231	-21	258	-12	247	-16	346	18	193	-34*	197	-33
			硝酸锰	203	-31*	220	-25*	218	-26*	305	4	200	-32*	135	-54
Cd	Py	3.6	氯化锰	3.5	-3	3.3	-8	2.5	-31	3.5	-3	3.5	-3	2.5	-31
			硝酸锰	2.5	-31	2.5	-31	3.4	-6	2.5	-31	2.5	-31	3.4	-6
	Gl	40	氯化锰	35	-13	30	-25	32	-20	37	-8	30	25	30	-25
			硝酸锰	26	-35	27	-33	33	-18	34	-15	27	-33	25	-38
Cu	Py	791	氯化锰	746	-6	721	-9	768	-3	791	0	800	1	643	-19
			硝酸锰	730	-8	750	-5	749	-5	818	3	791	0	620	-22*
	Gl	11	氯化锰	9	-18	5	-55	5	-55	5	-55	8	-27	5	-55
			硝酸锰	8	-27	7	-36	10	-9	13	18	7	-36	5	-55
Ag	Py	16.8	氯化锰	15.5	-8	17.0	1	16.5	-2	16.7	-1	15.1	-10	16.9	1
			硝酸锰	16.2	-4	17.1	2	12.1	-28*	15.3	-9	14.6	-13	15	-11
	Gl	3.2	氯化锰	4.2	31*	3.4	6	2.6	-19	3.8	19	2.6	-19	3.8	19
			硝酸锰	2.9	-9	2.0	-38*	2.5	-22	2.4	-25	2.1	-34*	2.9	-9
Co	Py	81	氯化锰	79	-2	76	-6	76	-6	76	-6	78	-4	78	-4
			硝酸锰	80	-1	83	2	84	4	79	-2	83	2	84	4
Ni	Py	32	氯化锰	31	-3	25	-22	26	-19	28	-13	29	-9	26	-19
			硝酸锰	26	-19	25	-22	25	-22	25	-22	26	-19	26	-19
Pb	Py	1100	氯化锰	1100	0	1100	0	1100	0	1100	0	1100	0	1100	0
			硝酸盐	1016	-8	955	-13	1012	-8	917	-17	966	-12	1100	0
Be	Py	5.5	氯化锰	5.4	-2	5.5	0	5.4	-2	5.5	0	5.4	-2	5.4	-2
			硝酸锰	5.3	-4	5.2	-5	5.3	-4	5.2	-5	5.3	-4	5.3	-4

注: \bar{C} —3个样的平均值; *表示 $\delta > \beta$, (β)。

元素的含量。

同种矿物,在同种介质中,不同洗次之间各元素的总污染——溶解率改变很小,即洗次对 δ_x 影响很小,所以样品分离后清洗4次即可。

(二) 最佳粒度的选择

两种矿物中的Mn,各粒级的 δ 值均极大,故不能使用。方铅矿中的Zn,在0.128及0.057mm

粒级, $\delta > \beta$,而0.225mm粒级可以使用。黄铁矿中的Cu,0.057mm粒级 $\delta > \beta$ 。方铅矿中的Ag,在硝酸锰溶液中,0.128mm粒级 $\delta > \beta$ 。总之,除Mn外,大多数元素的溶解率随粒度减小,有增加的趋势(表3)。

选择最佳分选粒级,可用公式(3)来衡量,在两种介质中浸泡的黄铁矿,粒度对总污染——

溶解率影响很小,即各粒级均可使用;方铅矿在0.128mm、0.057mm两粒级对总污染——溶解率影响很大,分离时不能使用。

结论

1. 硝酸锰溶液的溶解力远强于氯化锰溶液,分选黄铁矿、方铅矿时,不能使用硝酸锰溶液作分离介质。

2. 两种矿物在二介质中均有一定的溶解作用,方铅矿的溶解率高于黄铁矿,用此法分选的

矿物用于物相分析、同位素测定、组份分析及某些物性测定时,数据应进行检验和判别。

3. 分选后,介质的pH未变,仍为酸性,说明介质对矿物有溶解作用,故分选时间越短越好。

4. 两种介质分选的黄铁矿、方铅矿,当Mn含量较低时不能使用。

5. 矿物分选后,清洗4次以上均可,分选黄铁矿各粒级均可使用;方铅矿的粒度在0.128mm以下的不宜使用。

Contamination and Dissolution of Minerals Separated by Mediums Commonly-used in Electromagnetic Liquid Separation

Luo Fengju

(Research Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Ministry of Metallurgical Industry)

Abstract

Solution of manganese chloride or manganese nitrate, as a commonly used medium in electromagnetic liquid separation, often contaminates and dissolves the minerals separated to some extent. This problem has been investigated experimentally. Pyrite and galena samples were separated respectively by using electromagnetic liquid separation method and analysed quantitatively for their trace element contents. After a simple calculation the extent of contamination and solubility of trace elements in the minerals were noted. In addition, number of times optimal for washing the separated minerals and grain size for optimal separation may be obtained. They are of practical significance to petrographical, mineralogical and geochemical studies.