

进口红土镍矿主要成分研究

孙成才, 吕有成, 刘美晨, 王琳, 李福华

(山东省第八地质矿产勘查院, 山东日照 276826)

摘要:红土镍矿进口量巨大、成分十分复杂且差异性大。为了比较全面了解进口红土镍矿的主要成分,以日照港为主,连云港、天津港为辅,从2013年1月至12月,按进港量多少,每月抽取11~25个样本,共228个。通过常量元素的全面分析,检出率大于35%的元素19个,分别是:镍、铁、氧、硅、镁、铝、铬、锰、钴、锌、钙、氯、钠、钾、钛、硫、钒、铜、磷等;其中,前10种全部检出;而含量全部大于1%的元素只有氧和铁。

关键词:进口红土镍矿;主要成分;检出率

中图分类号:TF815 **文献标识码:**A

引文格式:孙成才,吕有成,刘美晨,等.进口红土镍矿主要成分研究[J].山东国土资源,2015,31(1):23-26. SUN Chengcai, LV Youcheng, LIU Meichen, etc. Study on Main Components of Imported Laterite Nickel Deposit[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(1): 23-26.

0 引言

红土镍矿资源为硫化镍矿岩体风化-淋滤-沉积形成的地表风化壳性矿床,世界上红土镍矿分布在赤道线南北30°以内的热带国家,集中分布在环太平洋的热带-亚热带地区。是目前可供人类开发利用的2种镍矿资源之一,其储量约占70%。

一直以来,由于受选冶技术限制和生产成本偏高的制约,没有得到很好的开发利用。随着技术发展,我国不锈钢企业2006年第四季度在红土镍矿生产工艺上取得重大突破^[1-3],生产成本大大降低,红土型镍矿现已可以得到很好的开发和利用,已成为我国乃至全球工业生产用镍的重要来源。

经过多年开采,我国硫化镍矿急剧减少^[4],氧化镍矿储量少且品位低、难提取,与氧化镍矿储量大、品位高的一些国家相比,缺乏竞争力,为此中国各有色金属企业积极在全球范围内开发红土镍矿资源。

自2006年6月第一船红土镍矿从菲律宾运往中国以来,进口量迅速增长,2012年,提供33%的市场供给,生产了60%的不锈钢。我国镍资源自给率

逐渐下降,供需缺口持续扩大。因此,对我国镍矿资源开展更深入的矿石特性研究势在必行^[5-6]。

红土镍矿进口量巨大、成分十分复杂且差异性大。为了比较全面了解进口红土镍矿的主要成分,以日照港为主,连云港、天津港为辅,从2013年1月至12月,按进港量多少,每月抽取11~25个样本,共228个。通过常量元素的全面分析,概括进口红土镍矿中主要元素变化规律,为相关从业者提供较全面的认识。

1 测试方法

1.1 仪器

等离子发射光谱仪: Icap6300 美国 Thermo; X射线荧光光谱仪: Axios, 荷兰 PANalytical; 压样机: ZHY401A, 北京众合。

1.2 试剂

浓硝酸: 分析纯; 氢氟酸: 分析纯; 高氯酸: 分析纯; 浓盐酸: 分析纯; SnCl₂: 分析纯; HgCl₂: 分析纯; 浓硫酸: 分析纯; 浓磷酸: 分析纯; 重铬酸钾: 分析纯。

1.3 测试过程

收稿日期: 2014-02-18; 修订日期: 2014-05-05; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 孙成才(1981—), 男, 山东无棣人, 工程师, 主要从事地质实验测试及管理工作, E-mail: sunchengcai002@163.com

1.3.1 镍的测试

称取0.2000 g 样品,放入聚四氟乙烯坩埚,加少量蒸馏水润湿;加10 mL 浓盐酸、5 mL 浓硝酸、5 mL 氢氟酸,电热板上蒸干;再加3 mL 高氯酸,蒸干;加10 mL 浓盐酸、适量蒸馏水,加热至澄清;冷却,定容于250 mL 容量瓶,用等离子发射光谱仪测试。

1.3.2 铁的测试

称取0.2000 g 样品,放入聚四氟乙烯烧杯,加少量蒸馏水润湿;加10 mL 浓盐酸、5 mL 氢氟酸,电热板上蒸干;再加3 mL 高氯酸,蒸干;加10 mL 浓盐酸、适量蒸馏水,加热,用SnCl₂ 还原至无色,再过量两滴;冷却,加入10 mL 饱和HgCl₂,10 mL 硫磷混合酸,用重铬酸钾滴定。

1.3.3 其他元素的测试

称取3.0 g 样品,用硼酸压制成片,用X 荧光光谱仪测试。

1.4 数据处理

将检出率大于35% 的元素,按含量由低到高排序,并制作曲线图,观察样品的分布规律。为了图示清晰、减少图线重叠,制图时将部分曲线向上平移,并在图例中标明平移量。

曲线斜率反映了样品密集程度。根据斜率的变化趋势划分区间,观察样品在各范围的规律。斜率大,表明样品间含量差距(间差)大,样品稀疏;斜率小,表明样品间差小,样品密集。区间的样品越多,这种样品所占比例越大。

2 结果与讨论

2.1 元素整体规律

通过数据分析,发现红土镍矿的组成十分复杂。检出率大于35% 的元素19 个,分别是:镍、铁、氧、硅、镁、铝、铬、锰、钴、锌、钙、氯、钠、钾、钛、硫、钒、铜、磷等。其中,前10 种全部检出;而含量全部大于1% 的元素只有氧和铁。将19 种元素的分布规律列于图1 至图6,直观表现各元素变化规律,并将各元素检出个数、检出率、最大值、最小值和平均值等参数列于表1。

2.2 元素区间分布规律

通过曲线图发现,元素出现在不同含量区间的概率是不同的,具体表现为曲线斜率变化、样品密集程度变化。根据曲线斜率变化规律,划分为几个区

间,分析各区间的密集程度、样品个数和平均间差,列于表2,以表现各元素在不同含量区间的分布密集程度和概率。

表1 元素整体规律

元素	图示	检出个数	检出率/%	最大值/%	最小值/%	平均值/%
Ni	图1	228	100.00	2.940	0.150	1.643
Mn	图1	228	100.00	1.067	0.119	0.459
Cl	图1	180	78.95	2.431	0.007	0.035
Fe	图2	228	100.00	51.34	7.57	23.32
O	图2	228	100.00	51.66	33.13	46.06
Si	图2	228	100.00	29.16	0.87	14.09
Mg	图2	228	100.00	18.86	0.132	7.935
Al	图3	228	100.00	5.991	0.226	1.799
Ca	图3	225	98.68	8.335	0.010	0.365
Cr	图3	228	100.00	3.014	0.282	1.003
Na	图4	120	52.63	0.673	0.025	0.056
K	图4	180	78.95	1.083	0.007	0.052
Ti	图4	224	98.25	0.605	0.008	0.052
S	图5	226	99.12	0.308	0.004	0.051
Co	图5	228	100.00	0.233	0.027	0.097
V	图5	169	74.12	0.046	0.007	0.180
Cu	图6	82	35.96	0.139	0.007	0.022
P	图6	104	45.61	0.068	0.002	0.008
Zn	图6	228	100.00	0.103	0.006	0.029

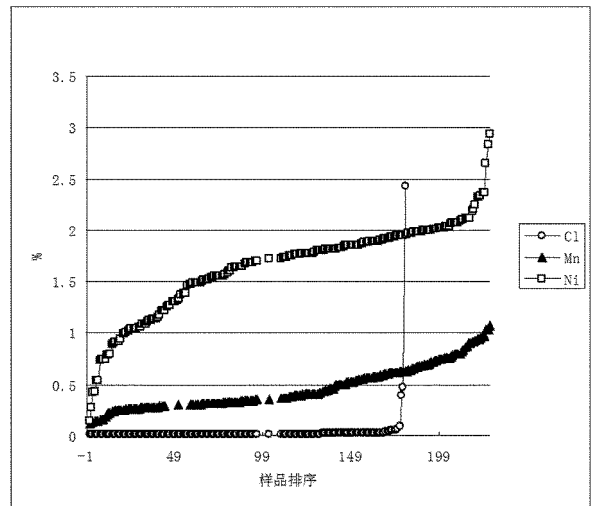


图1 Ni, Mn, Cl 元素含量分布图

综上所述,根据元素变化规律,19 种元素分3 类:第一类包括镍、铁、氧、硅、镁和铬,元素全部检出,且含量高,密集于多个区间;镍和铁是红土镍矿的主要技术指标,根据市场需要,售货商往往通过不同原矿混合,制成符合要求的商品,使镍、铁含量处于特定区间,氧、硅、镁和铬是主体元素,与镍、铁关联性强,造成了类似现象。第二类包括铝、锰、钴和

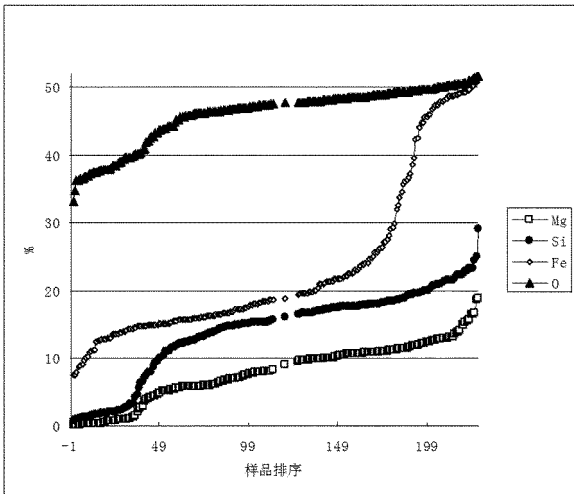


图2 Mg, Si, Fe, O元素含量分布图

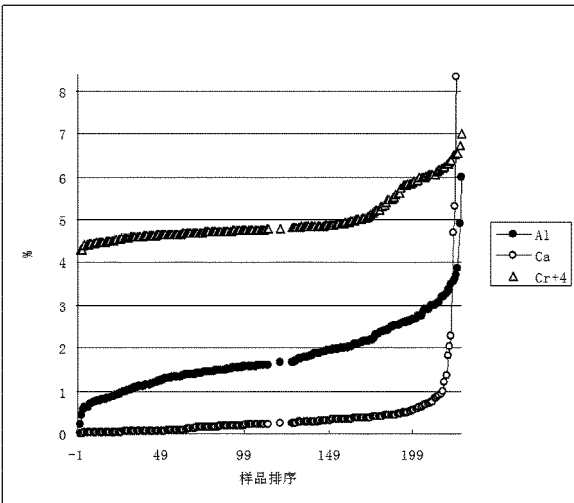


图3 Ca, Al, Cr元素含量分布图

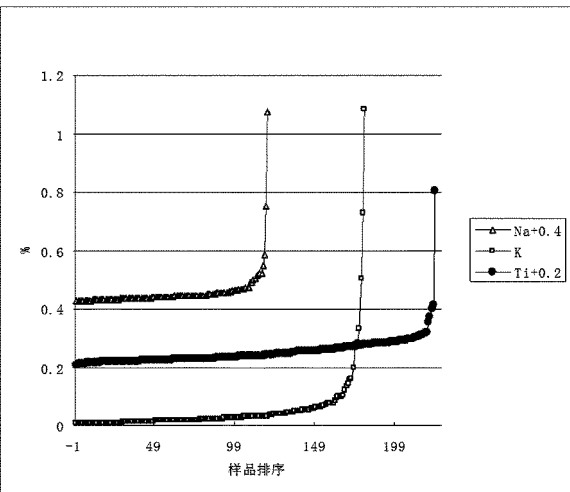


图4 K, Na, Ti元素含量分布图

锌,元素全部检出,但含量较低,密集于中间含量区;这些元素含量低,与镍、铁等元素没有明显关联性,

因此呈现出中间密集、两端稀疏的自然规律。

表2 元素区间分布规律

元素	图示	区间/%	样品个数	平均区间差/%	相对密集程度
Ni	图1	0.15 ~ 0.54	6	0.078	稀疏
		0.73 ~ 1.38	49	0.014	较密集
		1.46 ~ 2.12	161	0.004	密集
		2.18 ~ 2.37	8	0.027	较稀疏
Mn	图1	2.65 ~ 2.94	3	0.145	稀疏
		0.119 ~ 1.067	228	0.004	基本一致
		0.007 ~ 0.088	177	0.0005	密集
		0.393 ~ 2.43	3	1.019	稀疏
Fe	图2	7.57 ~ 11.24	13	0.31	较稀疏
		12.42 ~ 26.42	161	0.09	密集
		27.12 ~ 42.43	20	0.81	稀疏
		44.14 ~ 51.34	34	0.22	较密集
O	图2	33.13 ~ 34.74	2	1.62	稀疏
		36.26 ~ 40.98	39	0.12	较密集
		41.86 ~ 44.33	16	0.16	较稀疏
		45.13 ~ 51.66	171	0.04	密集
		0.87 ~ 3.36	35	0.073	密集
Si	图2	4.17 ~ 8.67	11	0.45	较稀疏
		9.27 ~ 23.24	179	0.078	密集
		24.39 ~ 29.16	3	2.38	稀疏
		0.132 ~ 1.589	36	0.042	密集
Mg	图2	2.08 ~ 2.83	4	0.25	较稀疏
		3.64 ~ 14.16	178	0.059	密集
		15.00 ~ 18.86	10	0.43	稀疏
		0.23 ~ 0.43	2	0.200	较稀疏
Al	图3	0.55 ~ 3.72	223	0.014	密集
		3.87 ~ 5.99	3	1.06	稀疏
Ca	图3	0.01 ~ 0.97	217	0.0044	密集
		1.22 ~ 8.34	8	1.017	稀疏
Cr	图3	0.28 ~ 1.23	179	0.005	密集
		1.30 ~ 1.63	12	0.030	较稀疏
		1.76 ~ 2.39	31	0.021	较密集
		2.52 ~ 3.02	6	0.100	稀疏
Na	图4	0.025 ~ 0.071	108	0.0004	密集
		0.089 ~ 0.122	8	0.0047	较稀疏
		0.150 ~ 0.673	4	0.174	稀疏
K	图4	0.007 ~ 0.093	163	0.0005	密集
		0.098 ~ 0.164	9	0.0082	较稀疏
		0.199 ~ 1.083	8	0.126	稀疏
Ti	图4	0.008 ~ 0.121	219	0.005	密集
		0.154 ~ 0.605	5	0.113	稀疏
S	图5	0.004 ~ 0.045	149	0.0003	密集
		0.051 ~ 0.151	62	0.0016	较稀疏
		0.155 ~ 0.308	15	0.0109	稀疏
Co	图5	0.027 ~ 0.037	10	0.0011	较密集
		0.043 ~ 0.206	215	0.0008	密集
		0.214 ~ 0.233	3	0.0095	稀疏
V	图5	0.007 ~ 0.035	164	0.0002	密集
		0.037 ~ 0.046	5	0.0022	稀疏
Cu	图6	0.007 ~ 0.021	60	0.0002	密集
		0.023 ~ 0.034	16	0.0010	较密集
		0.037 ~ 0.139	6	0.0204	稀疏
P	图6	0.002 ~ 0.008	91	0.00007	密集
		0.010 ~ 0.068	13	0.00483	稀疏
Zn	图6	0.006 ~ 0.010	4	0.0013	较密集
		0.012 ~ 0.053	218	0.0002	密集
		0.056 ~ 0.103	6	0.0094	稀疏

第三类包括钙、氯、钠、钾、钛、硫、钒、铜和磷,元素部分检出,且含量较低,密集于低含量区;这些元素大多数容易受水环境侵蚀,热带高温多雨条件下,

它们很容易流失,造成含量低,直至未检出,只有少数特殊条件下的样品,含量相对较高。

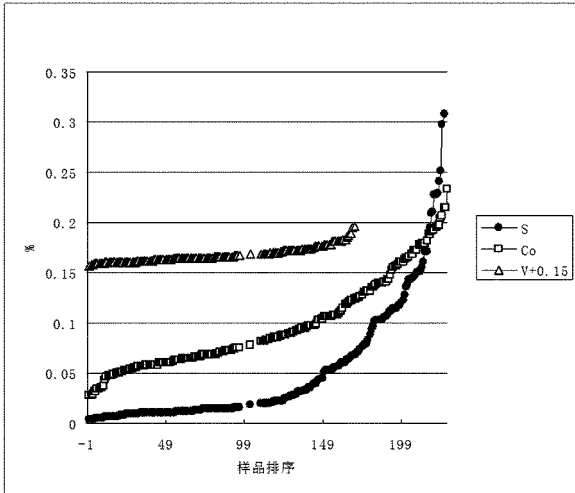


图5 S, Co, V 元素含量分布图

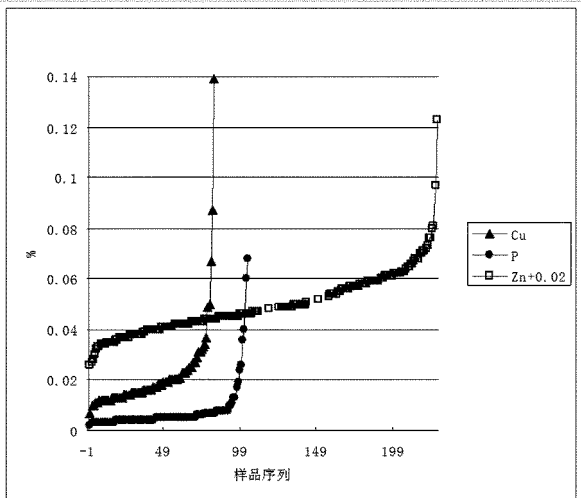


图6 Cu, P, Zn 元素含量分布图

3 结语

红土镍矿的组成十分复杂,检出率大于35%的元素19个,分别是:镍、铁、氧、硅、镁、铝、铬、锰、钴、锌、钙、氯、钠、钾、钛、硫、钒、铜、磷等;其中,前10种全部检出;而含量全部大于1%的元素只有氧和铁。

根据变化规律,19种元素分3类:第一类包括镍、铁、氧、硅、镁和铬,元素全部检出,且含量高,密集于多个区间;第二类包括铝、锰、钴和锌,元素全部检出,但含量较低,密集于中间含量区;第三类包括钙、氯、钠、钾、钛、硫、钒、铜和磷,元素部分检出,且含量较低,密集于低含量区,不同元素之间的关联性还需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 昆明贵金属研究所. 不同类型红土镍矿的还原-磨选处理方法 [P]. 中国专利:101073790A, 2007-11-21.
- [2] 昆明贵金属研究所. 一种转底炉-电炉联合法处理红土镍矿生产镍铁方法 [P]. 中国专利:101020958A, 2007-08-22.
- [3] 昆明贵金属研究所. 一种转底炉快速还原含碳红土镍矿球团富集镍的方法 [P]. 中国专利:101020957A, 2007-08-22.
- [4] 刘明宝, 印万忠. 中国硫化镍矿和红土镍矿资源现状及利用技术研究 [J]. 有色金属工程, 2011, (3): 25-28.
- [5] 李建华, 程威, 肖志海. 红土镍矿处理工艺综述 [J]. 湿法冶金, 2001, (4): 191-194.
- [6] 刘大星. 从镍红土矿中回收镍、钴技术的进展 [J]. 有色金属 (冶炼部分), 2002, (3): 6-10.

Study on Main Components of Imported Laterite Nickel Deposit

SUN Chengcai, LV Youcheng, LIU Meichen, WANG Lin, LI Fuhua

(No. 8 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Rizhao 276826, China)

Abstract: Import amount of laterite nickel deposit is huge, and components are very complex with large differences. In order to know main components of imported laterite nickel deposit comprehensively, taking imported amounts of Rizhao port as the main factors, and amounts of Lianyungang port and Tianjin port as supplemented factors, from January to December in 2013, according to the amount of monthly arrival, 11 ~ 25 samples will be selected every month. Thus, 228 samples have been selected in total. Through comprehensive analysis of major elements, detection rate of 19 kinds of elements are more than 35%, they are nickel, iron, oxygen, silicon, magnesium, aluminum, chromium, manganese, cobalt, zinc, calcium, chloride, sodium, potassium, sulfur, vanadium, titanium, copper, phosphorus, etc. Among them, the former 10 kinds of elements have been detected totally, and the elements which content are higher than 1% are only oxygen and iron.

Key words: Imported laterite nickel deposit; main components; detection rate