

# 印度尼西亚红土镍矿的生成及找矿勘探

徐 强, 薛卫冲, 徐素云, 朱元超

(江苏省有色金属华东地质勘查局八 五队, 江苏 南京 210002)

**摘 要:** 通过对印度尼西亚东南部红土镍矿的找矿工作以及前人对红土镍矿找矿工作的总结, 指出红土镍矿的生成条件及找矿勘探方法。红土镍矿是超基性岩在热带及亚热带常年高温、雨、旱交替且年降雨量较大的地区经风化、淋滤、沉积富集而成。找矿勘探工作要针对找矿区域的超基性岩进行化探次生晕扫面工作并确定矿化区。

**关键词:** 红土型镍矿; 超基性岩; 找矿勘探; 印度尼西亚

**中图分类号:** P618.63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2009)01-0073-03

目前全世界的镍矿有两种类型: 一是经岩浆分异作用富集而成的硫化镍矿; 另一种则是超基性母岩经风化、淋滤作用富集而成的红土镍矿。经岩浆分异作用富集而成的硫化镍矿一般都是大陆板块内沿较大的构造断裂上侵到地表或近地表的超基性岩。而另一类经风化、淋滤作用富集而成的红土镍矿其超基性母岩一则是由大陆相互碰撞、沿大陆边缘或岛弧分布的超基性岩。印度尼西亚红土镍矿属于后一种。

红土镍矿一般分布在赤道线两侧南纬15°及北纬15°以内即以赤道为中心纬度在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, 主要有美洲的古巴、巴西; 东南亚的印度尼西亚、菲律宾; 大洋洲的澳大利亚、新喀里多尼亚、巴布亚新几内亚等。

印度尼西亚镍资源主要为基性、超基性岩体风化壳中的红土镍矿, 分布在群岛的东部。矿带可以从中苏拉威西追踪到哈尔马赫拉、奥比、瓦伊格奥群岛, 以及伊利安查亚的鸟头半岛的塔纳梅拉地区。在这些地区超基性岩风化壳广泛分布。矿床类型主要为含水硅酸盐质镍矿床。

笔者在对印尼东南苏拉威西省、中苏拉威西省进行红土镍矿的预查找矿工作中, 发现气候条件对红土镍矿产生的影响及红土镍矿的垂直分带特征, 总结了红土镍矿的生成条件, 对在该地区进行找矿勘探工作

具有较大的指导意义。

## 1 红土型镍矿的垂直分带

根据在工作区某矿区浅井施工中所揭露的红土特征, 以及加拿大NCO公司在此地区浅钻所取的土样分析结果(见表1), 自地表往下到超基性岩体, 红土镍矿从下往上大致有如下变化规律。

以井底第23个基岩样作原岩成分的原生丰度值为分析参考背景值, 可以看出Ni、Fe、SiO<sub>2</sub>、MgO从基岩、中等风化、到强风化、最后变成红土时, 样品中各元素的含量变化规律。

(1) 表中从下向上w(Ni)由0.25%增到0.54%(即从第23个样品至第18个样品), 这一段6个样品计6m, 基本上属基岩, 与基岩背景值大体相当。而w(Ni)从1.72%, 增至最高3.22%, 最后又降至1.28%(即从第17个样品至第3个样品)总共15个样计15m长, 其品位均大于1%, 属于矿层或矿化层。而近地表2个样总共长2m, 其品位在0.75%左右, 接近矿体边界品位。由上述分析可见, 红土镍矿中近地表的红土中的Ni因淋滤并向下沉积作用, 使得其Ni含量明显较其下层红土要低, 且往往并不能成为矿。而在其超基性母岩中, 由于风化程度低, 其它成分未能流

表1 某浅钻孔样品全分析一览

Table 1 Complete analysis of samples from  
some shallow drilling hole  $w_B \cdot 10^{-2}$

取样深度(m)	Ni	Fe	Co	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Ba
0 ~ 1	0.7	38.5	0.02	8.82	0.01	0.66	0.08
1 ~ 2	0.76	40	0.02	7.65	0.01	0.62	0.08
2 ~ 3	1.28	49.7	0.07	3.54	0.01	0.83	0.24
3 ~ 4	1.45	51.5	0.04	3.05	0.01	0.88	0.29
4 ~ 5	1.45	45.6	0.13	2.48	0.01	1.17	0.48
5 ~ 6	1.63	50.8	0.1	4.62	0.01	0.77	0.17
6 ~ 7	1.72	50.3	0.17	3.6	0.01	1.2	0.34
7 ~ 8	1.62	47.1	0.2	3.29	0.02	1.23	0.38
8 ~ 9	1.85	45.7	0.17	3.93	0.01	1.3	0.33
9 ~ 10	3.11	25.5	0.08	24.1	0.11	16.7	0.7
10 ~ 11	3.22	13.7	0.03	34.6	0.08	25.9	0.75
11 ~ 12	3.08	10.5	0.02	37.8	0.44	27.6	0.74
12 ~ 13	2.94	11.4	0.03	36.5	0.26	27.8	0.77
13 ~ 14	1.34	7	0.01	39.8	0.59	34.1	0.87
14 ~ 15	3.33	8.4	0.02	38.9	0.28	29.1	0.76
15 ~ 16	3.12	8.3	0.02	38.8	0.09	29.5	0.76
16 ~ 17	1.72	7.4	0.02	39.3	0.13	32.8	0.84
17 ~ 18	0.54	5.9	0.01	40.2	0.64	36	0.91
18 ~ 19	0.59	6.5	0.01	40.4	0.45	34.9	0.88
19 ~ 20	0.36	5.9	0.01	38.5	0.17	37.2	0.97
20 ~ 21	0.27	5.2	0.01	34.1	0.09	39.8	1.17
21 ~ 22	0.26	5.1	0.01	35.9	0.05	40.1	1.12
22 ~ 23	0.25	5.3	0.01	35.9	0.26	40.6	1.14

资料来源: 加拿大 NCO 公司

失而使Ni相对富集也往往不能成之为矿。而只有在地表和基岩中间,特别是在红土与强风化岩分界面及其下侧,则是镍最为富集的地段。

(2) 从最底部第23个样品中可见,铁元素的含量为5.3%,在所有23个样品中其基本上属于最低值,也是超基性母岩铁的背景值。由此向上看,各个样品中铁的含量不断增大,最大值达51.5%。而且直达地表,其铁的含量基本上近50%。由此可见,在红土镍矿中随着超基性母岩的风化、淋滤、沉积作用,其铁的成分不但没有流失,反而随着其它成分的流失而显得更加富集。

(3) SiO<sub>2</sub>含量在第23个样品中为35.9%,后增至40%,最后降至2.48%。虽然其含量有起伏,但总的趋势从下往上逐步减少,且越近地表值越低。

(4) MgO含量从第23个样品中的40.6%,向上逐渐降低,最后其含量只有1%左右。最具有指示标志的是当其含量介于16%~30%(w(Mg)介于9%~

18%)之间时,其样品中的Ni含量近3%。综上所述,对于超基性母岩,随着由表及里的风化作用,其中的SiO<sub>2</sub>、MgO不断地流失,地表土中的Ni则由地表向下沉积,而Fe质相对含量则不断增加,最后在近地表形成红土型铁矿、而稍向下则形成红土型镍矿。

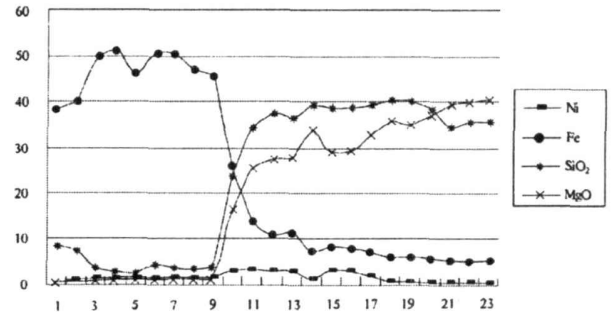


图1 Fe、SiO<sub>2</sub>、MgO、Ni随井深增加的品位变化规律

Fig. 1 Changing rules of the grades of Fe,  
SiO<sub>2</sub>, MgO, Ni with depth of the well increasing

## 2 形成红土型镍矿应具备的条件

形成红土型镍矿必须具备以下几个条件:

### (1) 超基性母岩体

超基性岩亦被人称为超镁铁岩是形成红土型镍矿必备的条件之一。超基性岩来源于地壳下深部的软流圈或上地幔,以铁镁质为主。由于铁和镍为同一族元素,二者化学性质相似,原子半径大小相近,相互之间极易形成类质同象。在众多超基性岩中,以方辉橄榄岩及纯橄榄岩中的镍含量最高。因此,寻找富含铁、镍的超基性岩体是寻找镍矿的必要条件。

### (2) 气候条件

东南亚一带一年四季气温在30℃以上,雨旱季明显,而且年降雨量较大,有利于超基岩的风化、淋滤、沉积而富集成矿。同时,这种热带到亚热带半干旱-干旱的气候变化条件,有利于红土型矿床的保存。

### (3) 地形地貌条件

从已知矿床可看出最好地形是邻近海边,地势平坦的地貌条件,这样的地貌特征使排水系统不发育,地下水流动相对较缓慢,便于镍的富集和沉淀。

### (4) 构造条件

强烈的断裂和剪切构造作用,可以使得岩石破碎,极大的提高超基性母岩体的渗透程度,加速基岩的风化、剥蚀和分解作用,更有利于形成红土型矿床。

### 3 红土型镍矿的找矿勘探步骤、方法

根据红土镍矿的生成条件,首先是通过化学次生晕扫面确定矿区范围内的远景区,然后在远景区内圈出矿化富集地区段,在矿化最好的区段布置工程进行勘探。具体步骤如下:

(1) 一般在1:100万地质图(或更大比例尺地质图)上选取超基性岩较为发育、特别是方辉橄榄岩或纯橄榄岩较为发育的地段作为首选工作区。

(2) 利用当地1:5万地形图研究工作区地形条件和地表植被情况,寻找地表有超基性岩出露、地形起伏不大、地势较为平坦的丘陵地区,特别是平坦的边缘和突出部分或平缓的斜坡、树林不发育的地区。因为红土型镍矿较为富集的地区,其地表土壤相对较为贫瘠,不适宜植物生长发育。

(3) 进行化探次生晕扫面工作,垂直于超基性岩体出露延长线方向,按线距500m,点间距200~400m,进行穿越地质调查工作,沿途用GPS定点、取次生晕样,同时进行地质点简单填图。在营地利用现有检测仪器对采集回的样品进行简单的加工、细磨、烘干、检测,正样送化验室检测。初步圈出地表红土镍

矿化较好的靶区。

(4) 在选定的红土镍矿化较好的靶区进行地质勘探。沿矿化带长轴方向,利用浅井或风动浅钻,按400~800m间距布置浅井,在矿化体垂直方向上掘土进行原位采样,将采集到的样品送到化验室进行分析、化验。主要分析其中的Ni、Fe、Co、Mg、Cr、水等成分。

(5) 最后计算矿体储量。首先计算各浅井中矿体的平均品位及厚度,然后再计算整个矿体的平均品位、厚度及储量。矿体边界品位一般为0.5%,最低工业品位为1%,最小可采厚度及最大夹石剔除厚度均为1m,或按照指标计算矿体储量。

(6) 提交相应的预查地质报告,并根据以上地质资料决定该工作区是否有必要进行下一步的普查地质找矿工作。

#### 参考文献:

- [1] 何灿,肖述刚,谭木昌.印度尼西亚红土镍矿[J].云南地质,2008,27(1):20-26
- [2] 王瑞江,聂凤军,严铁雄,等.红土镍矿找矿勘察与开发利用新进展[J].地质论评,2008,54(2):215-224.
- [3] 冶金部情况研究所.世界镍矿资源概况[M].北京:冶金工业出版社,1979.

## Generation of lateritic-nickel resources and their prospecting and exploration in Indonesia

XU Qiang, XUE Weichong, XU Suyun, ZHU Yuanchao

(No.805 Team of Eastern China Geological & Mining Organization for Non-ferrous Metals in Jiangsu Province, Nanjing 210002, China)

**Abstract:** According to the prospecting for lateritic-nickel resources in southeastern Indonesia, with the summarization about how to prospect for lateritic-nickel resources concluded by former researchers, the study has pointed out the generation conditions and prospecting with exploration methods about lateritic-nickel resources. Lateritic-nickel resources are formed in the way that ultrabasic rocks in tropical and subtropical areas where high temperature dominates the domains for very long time each year, while rain and drought alternates with heavy annual rainfall, are weathered, leached, precipitated and enriched. The prospecting and exploration in the studying area mainly focused on geochemical secondary halo prospecting and confirming where is the mineralized area.

**Key Words:** lateritic nickel resources, ultrabasic rocks, prospecting and exploration, Indonesia