

镁质红土镍矿焙烧—磁选的因素影响规律*

文堪, 雷舒雅, 王宇斌, 彭祥玉

(西安建筑科技大学 材料与矿资学院, 陕西 西安 710055)

摘要:还原焙烧—磁选是处理镁质红土镍矿的常用工艺,为考察还原焙烧—磁选过程中各因素对镍分选效果的影响规律,研究以青海某低品位镁质红土镍矿为原料,采用正交试验方法进行试验,并对正交试验结果进行了极差和方差分析。结果表明,料层厚度和磁场强度是影响还原焙烧—磁选镍粗精矿产率及回收率的显著因素,而焙烧温度、焙烧时间以及还原剂用量是影响还原焙烧—磁选镍粗精矿产率及回收率的不显著因素。还原焙烧—磁选分选镍的粗选作业最优条件为:还原剂用量为5%、还原温度为800℃、料层厚度为10mm、还原时间为30min、磁场强度为200kA/m,在此条件下,可获得产率22.88%、回收率38.99%的镍粗精矿。研究对镁质红土镍矿现场生产具有重要的参考意义。

关键词:红土镍矿;还原焙烧;磁选;正交试验;影响因素

中图分类号:TD954 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0076(2017)04-0053-06

DOI:10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2017.04.012

Effect Laws of Factors on Roasting and Magnetic Separation Process of Magnesian Laterite Nickel Ore

WEN Kan, LEI Shuya, WANG Yubin, PENG Xiangyu

(College of Materials and Mineral Resources, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: Reduction roasting and magnetic separation are common technologies for treating magnesian laterite nickel ore. In order to investigate the influence of various factors in the process of reduction roasting and magnetic separation on the separation behavior of nickel, a low grade magnesian laterite nickel ore in Qinghai was used as raw material. The orthogonal experiment method was applied, and extreme difference and variance analysis of the results were carried out. The results showed that the material layer thickness and the intensity of magnetic field were significant factors affecting the yield and recovery rate of nickel concentrate in reduction roasting and magnetic separation. While the roasting temperature, roasting time and dosage of reducing agent were insignificant. It also indicated that the optimal conditions for roughing operation of reduction roasting and magnetic separation were determined as follows: the dosage of reducing agent was 5%; the reduction temperature was 800℃, the material layer thickness was 10mm; the reduction time was 30min; and the magnetic field intensity was 200kA/m. Under these conditions, a nickel concentrate with yield of 22.88% and recovery of 38.99% could be obtained. The research had important reference values for the production of magnesian laterite nickel ore.

Key words: nickel laterite ore; reduction roasting; magnetic separation; orthogonal test; influence factor

* 收稿日期:2017-05-18

基金项目:陕西省科技厅项目(2014SJ-04)

作者简介:文堪(1993-),男,陕西商洛人,硕士研究生,主要从事矿物材料研究。E-mail:m18710482285@163.com。

通讯作者:王宇斌(1972-),男,河南偃师人,博士,副教授,主要从事矿物综合利用。E-mail:wangyubin1972@sohu.com。

引言

近年来随着社会的发展和镍资源的不断消耗,硫化镍矿已近枯竭,红土镍矿的开发和利用受到了冶金行业的重视^[1]。目前,红土镍矿资源开采冶炼的比例已占世界镍产量的40%以上,并且呈不断上升趋势^[2]。湿法冶金和火法冶金是目前处理红土镍矿的两种主要工艺,还原焙烧—磁选属于火法工艺的一种^[3],由于该工艺在生产中影响因素较多,工艺参数难于控制且管理困难,导致生产指标不稳定。作者曾对高镁铁贫红土镍矿进行了酸浸富集镍试验研究,研究结果揭示了不同因素对镍浸出率的影响规律^[4]。贺峰等人研究了还原剂对低品位红土镍矿直接还原焙烧—磁选的影响规律^[5],张华等人研究了红土镍矿还原焙烧—磁选过程中不同影响因素对镍品位及铁金属化率的影响规律^[6]。目前关于红土镍矿还原焙烧—磁选的研究多采用单因素试验方法^[7-9],由于该方法不能揭示不同工艺因素对选别指标影响的程度及规律,而正交试验方法则可以全面了解各因素对分选指标的影响程度及规律。鉴于此,研究以青海某低品位镁质红土镍矿为原料,采用还原焙烧—磁选工艺,利用正交试验方法进行试验,并对试验结果进行系统分析,以揭示不同因素对还原焙烧—磁选指标的影响规律,进而为现

场生产管理提供参考。

1 试验

1.1 试验原料

为确定该镁质红土镍矿中的主要有价元素种类、含量,研究对原矿样进行了化学多元素分析,结果见表1。

表1 原矿样多元素分析结果

| 元素 | Ni | TFe | MgO | MnO | SiO ₂ |
|------|--------------------------------|-------|-------|------------------|------------------|
| 含量/% | 0.62 | 14.95 | 28.58 | 0.40 | 10.90 |
| 元素 | Al ₂ O ₃ | CaO | Co | K ₂ O | 烧失量 |
| 含量/% | 0.46 | 2.05 | 0.03 | 0.017 | 34.54 |

由表1可知,原矿样中主要化学成分有Ni、MgO、Fe、CaO、SiO₂等,其中镍含量较低,仅为0.61%,铁含量为14.95%,氧化镁含量高达28.58%。由于矿石中SiO₂的含量为10.90%,而烧失量高达34.54%,由光学显微镜镜下观察可知,原矿的矿物种类主要有镍蛇纹石、铬铁矿、镁橄榄石等,有用矿物嵌布粒度较细,且镍主要赋存于镍蛇纹石中,镁主要赋存于菱镁矿和蛇纹石中。脉石矿物主要有镁橄榄石、顽火辉石、铁白云石、透闪石等。因原矿的烧失量高达34.54%,为了解原矿的热稳定性,研究对试样进行了差热—热重分析,结果见图1。

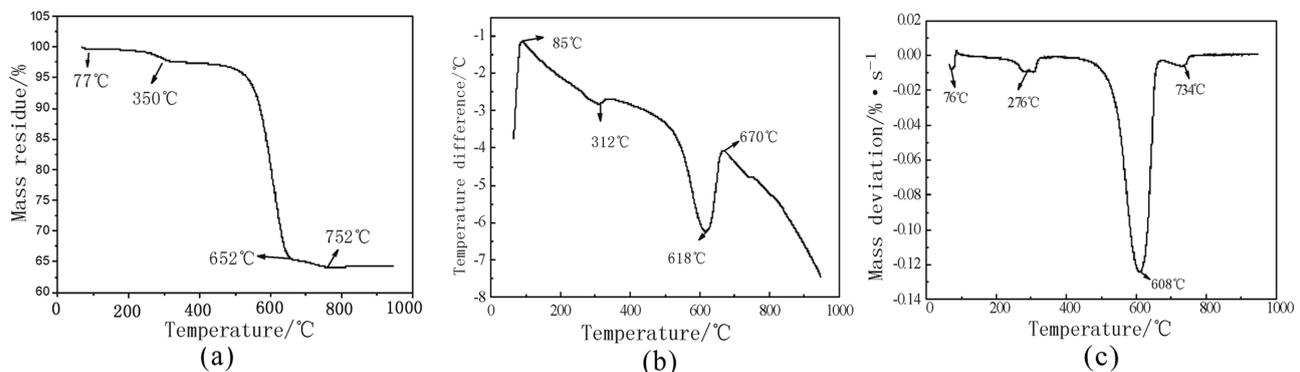


图1 原矿样的DSC-TG曲线

从图1(a)得知,试样的TG曲线出现了4个质量损失台阶,其中第一个质量损失台阶的温度为77℃,并且图1(c)DTG曲线的峰顶温度为76℃,结合图1(b)DTA曲线可知,试样在85℃时,有明显的吸热发生,因此原矿中的残留游离水会在80℃左右时脱除。第二个质量损失台阶的温度为350℃,同时

在312℃时伴随有吸热的发生,而该吸热峰对应于高结晶针铁矿的脱羟基反应以及菱镁矿的分解反应^[10,11]。第三个质量损失台阶的温度为652℃,该温度对应于高岭石及蛇纹石的脱羟基反应^[12]。第四个质量损失台阶的温度为752℃,在此温度下,蛇纹石类矿物会发生第二段脱羟基反应^[13-14]。从图

1(c) DTG 曲线还可知,试样在 608 ℃时,失重率最大,在 276 ℃和 734 ℃时,失重率较小。由此可见,原矿烧失量较大的原因在于其含有较多的碳酸盐和含水的硅酸盐等脉石矿物。这些脉石矿物在焙烧过程中所产生的水蒸气以及 CO₂ 气体,会改变炉内的还原气氛,并且还会消耗部分还原剂,会对焙烧过程产生不利影响,进而可能会影响镍的分选指标。为确定该镁质红土镍矿中镍元素的赋存状态,对原矿样进行了镍的物相分析,结果见表 2。

表 2 原矿样中镍的物相分析结果

| 相别 | 硫化镍中含镍 | 硫酸镍中含镍 | 硅酸镍中含镍 | 总镍 |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 含量/% | 0.110 | 0.033 | 0.470 | 0.610 |
| 分布率/% | 18.03 | 5.41 | 76.56 | 100.00 |

从表 2 得知,镍元素的物相包括硫化镍、硅酸镍和硫酸镍,而镍主要以硅酸镍的形式存在,分布率达 76.56%,硫化镍的分布率较低,仅为 18.03%,且原矿泥化程度较大,浮选指标不理想。

1.2 试验方法

试验流程如图 2 所示。

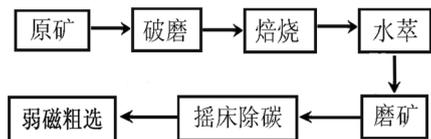


图 2 还原焙烧—磁选试验流程

将试样经棒磨机磨至 -0.074 mm 后与适量添加剂(硫酸钠 + 三氧化二硼)混匀后放入坩埚,并对不同物料层厚度对应的质量称量并记录。焙烧时先设定马弗炉温度并升温,当炉内温度接近目标温度时,再将坩埚放入马弗炉,达到目标温度后开始计时。焙烧结束后,将物料水萃,过滤,烘干,然后将物料磨至 -0.074 mm,再对其进行除碳及磁选试验并得到镍粗精矿,最后对镍粗精矿进行制样,化验镍品位并计算镍的回收率。

1.3 试验设计

研究选取还原剂用量、还原温度、料层厚度、还原时间和磁场强度等 5 个主要因素进行正交试验。设计试验时采用五因素四水平的正交方法,并将 5 个因素的水平选定在适当的范围内,正交因素及对

应水平如表 3 所示。

表 3 正交试验各个因素水平用量表

| 水平 | A 还原剂用量/% | B 还原温度/℃ | C 料层厚度/mm | D 还原时间/min | E 磁场强度/(kA·m ⁻¹) |
|----|-----------|----------|-----------|------------|------------------------------|
| 1 | 5 | 800 | 10 | 30 | 80 |
| 2 | 10 | 900 | 20 | 45 | 120 |
| 3 | 15 | 1000 | 30 | 60 | 160 |
| 4 | 20 | 1100 | 40 | 75 | 200 |

2 结果与讨论

2.1 正交试验结果

正交试验的试验结果如表 4 所示。由表 4 可知,试验 11 所获得镍粗精矿的回收率最高,可达 35.86%,试验 1 所得镍粗精矿的回收率最低,仅为 3.48%。试验所得镍粗精矿的回收率大多在 5% ~ 17% 之间,个别试验如 5、6 所得镍粗精矿的回收率均在 20% ~ 30% 之间。试验 11 所得镍粗精矿的产率最高,可达 27.44%,试验 1 所得镍粗精矿的产率最低,仅为 1.78%,试验所得镍粗精矿的产率大多在 1% ~ 10% 之间,个别试验 2、4、5、6 以及 12 所得镍粗精矿的产率较高,均在 10% ~ 20% 之间。

2.2 极差分析

研究采用五因素四水平 L₁₆(4⁵) 的正交方法安排试验,由于每个因素的每个水平都参与 4 次试验,因此试验取镍粗精矿的产率和回收率各自水平的 4 次之和为各自对应的 E 值,各水平 E 平均值的最大值与最小值之差为极差值(r)。试验结果的极差分析如表 5 所示。

由表 5 得知,对镍粗精矿的产率来说,因素 A、B、C、D、E 的极差值分别为 4.32%、4.64%、9.48%、6.12%、11.62%。五个因素对镍粗精矿产率的影响程度大小依次为 E(磁场强度) > C(料层厚度) > D(还原时间) > B(还原温度) > A(还原剂用量),其中因素 E 的极差值最大,说明因素 E 对镍粗精矿的产率影响最大;而因素 C 和因素 D 的极差值次之,说明它们对镍粗精矿产率有一定影响;因素 A 和因素 B 的极差值较小,可见这两个因素对镍粗精矿的产率影响较小。

从表 5 对镍粗精矿回收率的分析可知,因素 A、B、C、D、E 的极差值分别为 4.86%、5.33%、11.94%、7.99%、

表4 正交试验安排及结果

| 试验 编号 | A 水平 | B 水平 | C 水平 | D 水平 | E 水平 | 试验结果 | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|-----------|
| | | | | | | 镍粗精矿产率/% | 镍粗精矿品位/% | 镍尾矿品位/% | 镍粗精矿回收率/% |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.78 | 1.49 | 0.75 | 3.48 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10.85 | 1.33 | 0.84 | 16.16 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 7.32 | 1.31 | 0.84 | 10.97 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 11.18 | 1.01 | 0.77 | 14.17 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 14.72 | 1.35 | 0.73 | 24.20 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 20.25 | 1.19 | 0.75 | 28.72 |
| 7 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3.39 | 1.02 | 0.83 | 4.13 |
| 8 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5.44 | 1.05 | 0.78 | 7.19 |
| 9 | 3 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4.20 | 1.29 | 0.79 | 6.68 |
| 10 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2.40 | 1.40 | 0.84 | 3.94 |
| 11 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 27.44 | 1.02 | 0.69 | 35.86 |
| 12 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 10.26 | 0.85 | 0.66 | 12.83 |
| 13 | 4 | 1 | 4 | 2 | 3 | 4.17 | 1.53 | 0.65 | 9.29 |
| 14 | 4 | 2 | 3 | 1 | 4 | 8.00 | 1.46 | 0.66 | 16.13 |
| 15 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 5.26 | 1.09 | 0.68 | 8.17 |
| 16 | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 9.60 | 0.82 | 0.69 | 11.21 |

表5 各因素对镍粗精矿产率和回收率影响的极差分析结果

| 指标 | A 指标值/% | | B 指标值/% | | C 指标值/% | | D 指标值/% | | E 指标值/% | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 镍粗精矿产率 | 镍粗精矿回收率 |
| E_I | 31.13 | 44.78 | 24.87 | 43.65 | 59.07 | 79.27 | 23.43 | 36.57 | 14.88 | 22.78 |
| E_{II} | 43.80 | 64.24 | 41.50 | 64.95 | 41.09 | 61.36 | 47.90 | 68.50 | 28.04 | 38.18 |
| E_{III} | 44.30 | 59.31 | 43.41 | 59.13 | 24.96 | 40.97 | 34.04 | 50.32 | 42.00 | 61.81 |
| E_{IV} | 27.03 | 44.80 | 36.48 | 45.40 | 21.14 | 31.53 | 40.89 | 57.74 | 61.34 | 90.36 |
| E_I 均值 | 7.73 | 11.20 | 6.22 | 10.91 | 14.77 | 19.82 | 5.86 | 9.14 | 3.72 | 5.70 |
| E_{II} 均值 | 70.95 | 16.06 | 10.38 | 16.24 | 10.23 | 14.34 | 11.98 | 17.13 | 7.01 | 9.55 |
| E_{III} 均值 | 11.08 | 14.83 | 10.85 | 14.78 | 6.24 | 10.24 | 8.51 | 12.58 | 10.50 | 15.45 |
| E_{IV} 均值 | 6.76 | 11.20 | 9.12 | 11.35 | 5.29 | 7.88 | 10.22 | 14.44 | 15.34 | 22.59 |
| 极差值 r | 4.32 | 4.86 | 4.64 | 5.33 | 9.48 | 11.94 | 6.12 | 7.99 | 11.62 | 16.89 |

16.89%。五个因素对镍粗精矿回收率的影响程度大小依次为 E (磁场强度) > C (料层厚度) > D (还原时间) > B (还原温度) > A (还原剂用量)。磁场强度的极差值最大,表明其对镍粗精矿的回收率有较大影响;料层厚度和还原时间的极差值次之,说明它们对镍粗精矿回收率有一定影响;还原温度和还原剂用量的极差值较低,可见这两个因素对镍粗精矿的回收率影响较小。

2.3 方差分析

在极差分析的基础上,研究还对还原焙烧—磁选镍粗精矿产率和回收率数据进行了方差分析。计

算时为了提高分析精度,在分析镍粗精矿产率时,将 A 还原剂用量和误差的均方合并,作为误差项,方差分析结果如表6所示。在分析镍的回收率时,将 A 还原剂用量和误差的均方合并,作为误差项,方差分析结果如表7所示。

由表6可知,对镍粗精矿产率影响的因素显著性依次为 E (磁场强度) > C (料层厚度) > D (还原时间) > B (还原温度) > A (还原剂用量),其中磁场强度和料层厚度对镍粗精矿产率影响显著,而还原时间、还原温度以及还原剂用量对镍粗精矿产率影响均不显著。

表6 各因素对镍粗精矿产率影响的方差分析结果

| 方差来源 | 离差 | 自由度 | 均方离差 | F 值 | 显著性 | 最优水平 |
|---------------|--------|-----|-------|------------------------|-----------------------|------|
| B 还原温度 | 52.00 | 3 | 17.33 | 0.89 | — | 1 |
| C 料层厚度 | 224.89 | 3 | 74.96 | 3.88 | * | 1 |
| D 还原时间 | 81.52 | 3 | 27.17 | 1.41 | — | 1 |
| E 磁场强度 | 296.56 | 3 | 98.85 | 5.10 | * | 4 |
| A 还原剂用量 误差 | 58.16 | 3 | 19.39 | — | — | — |
| 总和 | 713.13 | 15 | | $F_{0.25}(3,3) = 2.36$ | $F_{0.1}(3,3) = 5.39$ | |

表7 各因素对镍回收率影响的方差分析结果

| 方差来源 | 离差 | 自由度 | 均方离差 | F 值 | 显著性 | 最优水平 |
|---------------|---------|-----|--------|------------------------|-----------------------|------|
| B 还原温度 | 81.31 | 3 | 27.10 | 1.08 | — | 1 |
| C 料层厚度 | 341.34 | 3 | 113.78 | 4.54 | * | 1 |
| D 还原时间 | 134.88 | 3 | 44.96 | 1.80 | — | 1 |
| E 磁场强度 | 651.49 | 3 | 217.16 | 8.67 | ** | 4 |
| A 还原剂用量 误差 | 75.16 | 3 | 25.05 | — | — | — |
| 总和 | 1284.18 | 15 | | $F_{0.25}(3,3) = 2.36$ | $F_{0.1}(3,3) = 5.39$ | |

从表7得知,对镍粗精矿的回收率影响的因素显著性依次为 E (磁场强度) $> C$ (料层厚度) $> D$ (还原时间) $> B$ (还原温度) $> A$ (还原剂用量)。磁场强度是影响镍粗精矿回收率的最显著影响因素,而料层厚度为次显著影响因素,其他因素对镍粗精矿的回收率影响均不显著。

结合表6和表7可知,磁场强度和料层厚度是影响镍粗精矿产率及回收率的显著影响因素,并且对镍粗精矿产率及回收率而言,磁场强度和料层厚度的最优水平都分别为 E_4 和 C_1 ,即磁场强度最佳选为 200 kA/m,料层厚度最佳选为 10 mm。而还原时间、还原温度和还原剂用量对镍粗精矿产率及回收率均影响较小,故考虑生产成本和经济成本,可选用最低水平,即还原剂用量、还原温度和还原时间的最优水平为 A_1 、 B_1 和 D_1 。因此,还原焙烧—磁选分选镍的粗选作业最优条件为: $A_1 B_1 C_1 D_1 E_4$,即还原剂用量为 5%、还原温度为 800 ℃、料层厚度为 10 mm、还原时间为 30 min、磁场强度为 200 kA/m,并且在此条件下,可获得产率为 22.88%、回收率为 38.99%的镍粗精矿。根据原矿矿石性质可知,在最优条件下获得的镍粗精矿指标偏低,主要原因在于原矿中的镍主要赋存于镍蛇纹石中,其还原难度较大,并且在焙烧过程中脉石矿物的分解会对焙烧过程产生不利影响,进而会导致镍的指标偏低。

3 结论

(1) 该镁质红土镍矿中的镍主要赋存于镍蛇纹石中,其还原难度较大,且矿石中含有较多的碳酸盐和含水的硅酸盐等脉石矿物,而这些脉石矿物在焙烧过程中所产生的水蒸气以及 CO_2 气体,会改变炉内的还原气氛,并且还会消耗部分还原剂,会对焙烧过程产生不利影响,进而会导致镍的选别指标偏低。

(2) 正交试验结果表明,料层厚度和磁场强度是影响还原焙烧—磁选镍粗精矿产率及回收率的显著因素,而焙烧温度、焙烧时间以及还原剂用量是影响焙烧—磁选镍粗精矿产率及回收率的不显著因素。

(3) 此镁质红土镍矿还原焙烧—磁选分选镍的粗选作业最优条件为:还原剂用量为 5%、还原温度为 800 ℃、料层厚度为 10 mm、还原时间为 30 min、磁场强度为 200 kA/m,在此条件下,可获得产率为 22.88%、回收率为 38.99%的镍粗精矿。研究结果对类似镁质红土镍矿现场生产有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 杨双平,贺峰,杜刚. 低品位红土镍矿直接还原焙烧—磁选试验研究[J]. 热加工工艺,2012,41(17):16-18,21.
- [2] 李艳军,于海臣,王德全,等. 红土镍矿资源现状及加工工艺综述[J]. 金属矿山,2010,413(11):5-9,15.

- [3] 梁威,王晖,符剑刚,等. 从低品位红土镍矿中高效回收镍铁[J]. 中南大学学报(自然科学版),2011,42(8):2173-2177.
- [4] 王宇斌,彭祥玉,张小波,等. 从某高镁铁贫红土镍矿中酸浸富集镍试验[J]. 矿产保护与利用,2015(4):43-47.
- [5] 贺峰,杨双平,王苗,等. 还原剂对低品位红土镍矿直接还原焙烧—磁选的影响[J]. 矿冶工程,2016,36(6):94-96.
- [6] 张华,王传琳,张建良,等. 红土镍矿还原焙烧—磁选试验研究[J]. 铁合金,2010,210(1):22-25.
- [7] 李光辉,饶明军,姜涛,等. 红土镍矿还原焙烧—磁选制取镍铁合金原料的新工艺[J]. 中国有色金属学报,2011,21(12):3137-3142.
- [8] 阮书锋,江培海,王成彦,等. 低品位红土镍矿选择性还原焙烧试验研究[J]. 矿冶,2007,16(2):31-34,67.
- [9] 裴晓东,钱有军. 印度尼西亚某红土镍矿还原焙烧—磁选试验[J]. 金属矿山,2013,450(12):57-60.
- [10] Carlson L, Schwertmann U. Natural ferrihydrites in surface deposits from Finland and their association with silica[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1981, 45(3):421-425.
- [11] 王兴,李志坚,贾洪祥,等. 成型菱镁矿粉矿分解动力学[J]. 辽宁科技大学学报,2016,39(4):254-257.
- [12] 张建良,毛瑞,黄冬华,等. 红土镍矿脱水机理及还原过程动力学[J]. 中国有色金属学报,2013,23(3):843-851.
- [13] Valix M, Cheung W. Study of phase transformation of laterite ores at high temperature[J]. Minerals Engineering, 2002, 15(8):607-612.
- [14] Brindley G W, Wan H M. Compositions, structures, and thermal behavior of nickel - containing minerals in the lizardite - nepouite series[J]. The American Mineralogist, 1975, 60:863-871.

引用格式:文堪,雷舒雅,王宇斌,等. 镁质红土镍矿焙烧—磁选的因素影响规律[J]. 矿产保护与利用,2017(4):53-58.

WEN K, LEI S Y, WANG Y B, et al. Effect laws of factors on roasting and magnetic separation process of magnesian laterite nickel ore[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2017(4):53-58.

2016年我国矿产资源储量概况

2016年我国主要能源矿产煤炭、石油和天然气查明资源储量普遍增长,其中煤炭查明资源储量增长2.0%,石油剩余技术可采储量增长0.1%,天然气增长4.7%;黑色金属矿产查明资源储量中,锰矿增长12.6%;有色金属矿产除了钴矿、钨矿和汞矿下降外其它均有增长,其中锌矿查明资源储量增长18.8%、铅矿增长10.0%、镁矿增长24.5%、钨矿增长6.0%;贵金属矿产查明资源储量中金矿增长5.2%,银矿增长8.4%;稀有、稀土和稀散元素金属矿产查明资源储量总体变化不大;主要非金属矿产查明资源储量,硫铁矿和磷矿均有增长,磷矿继续保持较高增速,钾盐有所下降,钠硝石、含钾岩石、建筑用灰岩、宝石、玉石和珍珠岩大幅增长,水气矿产二氧化碳气剩余技术可采储量则略有下降。

2016年,我国煤炭查明资源储量1.60万亿t,新增查明资源储量超过40亿t的矿区3个,分别位于新疆维吾尔自治区(2个)、内蒙古自治区(1个);石油剩余技术可采储量35.01亿t,其中新增探明地质储量超过亿t的油田2个,分别为中国石油长庆南梁和中国石油长庆环江;天然气剩余技术可采储量5.44万亿m³,分别为中国石油长庆苏里格和中国石油西南安岳;页岩气剩余技术可采储量为1224.13亿m³,铜矿、钨矿、金矿查明资源储量分别为1.01亿t、1.016万t、1.22万t;晶质石墨查明资源储量3.0亿t。

2016年我国矿业固定资产投资1万亿元,同比下降20.4%,已是连续3年下降,我国矿产资源地质勘查投入774.79亿元,同比下降16.6%,已经连续第4年下降,显示我国矿业发展仍处于低迷状态,社会投资下降幅度较大。

(数据来源于国土资源部)