

进料浓度对红土镍矿加压酸浸效果的影响

苗壮¹ 刘涛涛¹ 任甲林¹ 孙宁磊² 李少龙¹

(1. 北京友鸿永盛科技有限公司, 北京 100041; 2. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 进料浓度是红土镍矿加压酸浸工艺的重要指标之一。本文系统研究分析了某镍钴项目中进料浓度对矿浆流动性、用水消耗、蒸汽消耗、镍钴产量、加压釜单向阀寿命等的影响。研究表明: 进料浓度的提高既可以节约用水消耗, 又可以减少蒸汽消耗量, 还能提高产能, 延长加压釜给料泵单向阀的使用寿命, 提高设备运转率, 降低单位生产成本, 但是浓度的提高会加速提高屈服应力, 降低矿浆流动性。因此, 在矿浆流动性及设备性能允许的条件下, 应尽可能地提高矿浆底流浓度。

[关键词] 红土镍矿; 矿浆浓度; 加压酸浸; 矿浆流动性; 用水消耗; 镍钴产量; 湿法工艺

[中图分类号] TF815 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1008-5122(2021)06-0015-04

DOI: 10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.06.004

Influence of Feed Concentration on the Effect of Pressure Acid Leaching of Nickel Laterite

MIAO Zhuang, LIU Tao-tao, REN Jia-lin, SUN Ning-lei, LI Shao-long

Abstract: Feed concentration is one of the critical indicators for the nickel laterite pressure acid leaching process. This paper systematically studied and analyzed the influence of feed concentration in one Nickel-cobalt Project on slurry fluidity, water consumption, steam consumption, nickel and cobalt output, and the life of the check valve of the autoclave. The studies show that the increase in feed concentration can not only save water consumption, but also reduce steam consumption, raise output, extend the service life of the check valve of the feed pump of the autoclave, increase the operational availability of the equipment, and reduce the unit production cost, while it will accelerate the yield stress increase and reduce the slurry fluidity. Therefore, the slurry underflow concentration should be increased as much as possible under the conditions allowed by the slurry fluidity and the equipment performance.

Key words: nickel laterite; feed concentration; pressure acid leaching; slurry fluidity; water consumption; nickel and cobalt output; wet process

0 前言

金属镍具有良好的使用性能, 已成为航空工业、国防工业等不可缺少的金属之一。镍的最大用途是

生产不锈钢。随着不锈钢需求的迅猛增长, 镍的需求量将进一步提高^[1-2]。目前可供开发利用的镍资源为硫化镍矿和红土镍矿, 但可供利用开发的硫化镍矿资源日渐匮乏, 且勘探和建设周期较长, 开发和利用难度较大^[3]; 而红土镍矿资源丰富, 占整个镍资源量的70%, 是未来镍增长的主要来源, 因此红土镍矿开发将会成为未来镍生产的热点, 受到了整个镍行业的重点关注。红土镍矿采矿成本低, 选冶工艺成熟, 可生产镍铁、氢氧化镍钴、硫化镍钴等多种中间产品, 适应性强, 同时红土镍矿矿源大多临海, 便于运输。因此开发和利用红土矿具有重要的

[收稿日期] 2021-05-25

[作者简介] 苗壮(1983—), 男, 甘肃人, 硕士, 工程师, 主要从事红土镍矿湿法冶炼工作。

[引文格式] 苗壮, 刘涛涛, 任甲林, 等. 进料浓度对红土镍矿加压酸浸效果的影响[J]. 有色冶金节能, 2021, 37(6): 15-18.

现实意义^[4-5]。

红土镍矿处理工艺主要有火法和湿法。火法工艺主要有镍铁工艺和镍钨工艺,更适合处理镁、硅含量高,铁含量较低的矿石(过渡层或残积层的矿石),但只有在处理镍品位较高的矿石时才有经济性^[6-7]。由于许多国家规划未来逐步以新能源汽车取代燃油车,三元高镍动力电池迎来了蓬勃发展,红土镍矿湿法浸出工艺逐渐成为研究热点。目前行业主流的镍湿法冶炼工艺为加压酸浸工艺。该工艺具有镍、钴浸出率高,可有效分离铁、铝、硅与镍钴的优点,且具有成本优势,受到世界镍行业的青睐和持续关注^[8]。目前在印度尼西亚建设的两个红土镍矿湿法冶炼项目——力勤 OBI 镍钴及华越镍钴项目,引进了世界上最先进的第三代红土镍矿加压酸浸湿法冶炼工艺。其中力勤项目于 2021 年 5 月一次性投产成功,产出产品氢氧化镍钴,目前产能也在不断提高。华越镍钴项目预计在 2021 年下半年投产。这两个湿法项目的成功,必将对未来镍行业的发展格局产生巨大影响,从而使其发生显著变化。

在整个红土镍矿加压酸浸的工艺技术指标中,如浸出率、pH 值控制等,进料浓度是非常重要的指标之一。进料浓度指经过洗矿、选矿作业以及高效浓密机浓缩后进入加压酸浸系统的矿浆浓度。某项目的进料浓度设计值为 32%,经过后期不断调整优化,目前可以达到 38%。进料浓度的提高对矿浆流动性、用水消耗、镍钴产量、蒸汽消耗量、加压釜单向阀使用寿命等方面都有较大的影响。

1 进料浓度对矿浆流动性的影响

红土镍矿的矿浆属于非牛顿流体,性质比较复杂。当矿浆浓度略微提高时,其屈服应力迅速变大,从而影响矿浆的流动性。

通过对某项目镍红土矿浆流动性实验研究,总结的矿浆浓度与屈服应力之间的关系如公式(1)所示。从公式(1)中可以看出,矿浆浓度与屈服应力成指数关系。

$$\Gamma_y = 1.755 \times 10^{-2} e^{23.60x} \quad (1)$$

式中, Γ_y 表示屈服应力,Pa; x 表示矿浆质量浓度,% ,取 22.2% < x < 41.4%。

矿浆浓度与屈服应力关系曲线如图 1 所示。从图 1 可以看出,当矿浆浓度超过 35% 后,屈服应力迅速增加;当矿浆浓度升高到 38% 时,屈服应力达到 140 Pa,而屈服应力偏高,会降低矿浆的流动性。

因此,为保障湿法冶炼工艺操作的连续性,矿浆浓度不宜太高,否则会影响浓密机底流泵的运行以及后续矿浆输送,产生矿浆堵塞现象,在生产过程中,某项目将进料浓度逐步由 32% 提高至 38%,虽未出现较明显的堵管和矿浆输送困难现象,但屈服应力增加了 4.12 倍,受屈服应力的影响,矿浆输送泵的频率达到 90% 左右。因此,受矿浆流动性影响,生产过程中浓度达到了上限,目前生产浓度基本控制在 38% 以内。

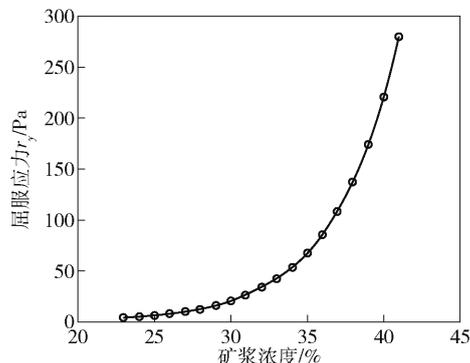


图 1 矿浆浓度与屈服应力关系曲线

2 进料浓度对选矿新水消耗的影响

红土镍矿经洗矿及选矿后,产出浓度约 10% 的矿浆输送至冶炼原矿浆浓密机系统进行浓密,而原矿在洗选的过程中需要消耗大量的水。这些水的来源主要有两部分:一为矿浆浓密后的溢流水,二为补充的新水,这两部分水的总量基本保持不变。因此,随着浓密后进料浓度的提高,溢流量增多,可减少新水的消耗量。

以百吨干矿量为基础计算矿浆浓密底流浓度 30% ~ 45% 的溢流量,得到矿浆浓度与溢流量关系,如图 2 所示。从图 2 中看出,以百吨干矿量计算,进料浓度达到 38% 时,相比浓度 30%,溢流量增加了 70 t/h,从而减少洗选过程中的新水消耗量约 70 t/h,按照年运行 7 920 h,小时处理干矿量 400 t 进行计算,年节约用水量可达 221.76 万 t,节水效果明显。

3 进料浓度对蒸汽消耗的影响

浓密后的矿浆进入加压酸浸系统进行连续选择性浸出反应,在反应的过程中需要利用大量的饱和蒸汽对矿浆进行加热加压,且蒸汽是高压釜加热的唯一热源。加压釜反应温度控制在 255 ℃ 左右,压力为 5 MPa。在进入系统干矿量一定的情况下,提

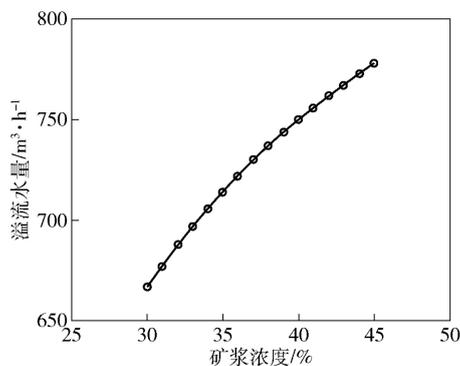


图2 矿浆浓度与溢流水量关系曲线

高浓密后的矿浆浓度,相应矿浆的含水率必然会有所降低,无需对这部分水加热,从而降低了加压酸浸过程的蒸汽消耗。

以百吨干矿量为基础计算矿浆浓度为30%~45%时加压酸浸热平衡所需的饱和蒸汽量,结果如图3所示。从图3中可看出,以百吨干矿量计算,进料浓度达到38%时,相比浓度30%,蒸汽消耗量减少了 7.98 m^3 ,蒸汽节约可达22%。按照年运行7920 h,小时处理干矿量400 t计算,年节约蒸汽量可达 25.3 万 m^3 ,蒸汽节约效果明显。节约的蒸汽可以用于发电,从而减少外购电量,降低了生产运行成本。

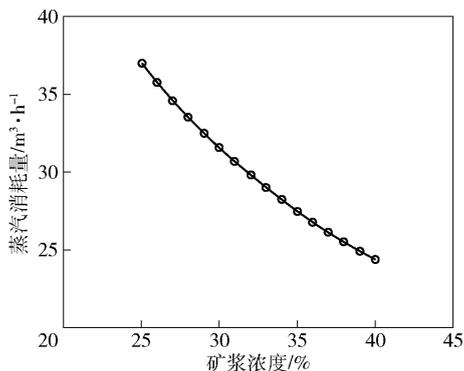


图3 矿浆浓度与蒸汽消耗量关系曲线

4 进料浓度对产能的影响

进料浓度的变化,对产能也会产生较大的影响。随着进料浓度提高,矿浆密度也逐渐提高。在同等进料流量情况下,进料浓度提高,进料干固量会增加,因为有价金属量投入量增多。在实际的生产过程中,进料浓度的提高不会影响加压酸浸的浸出率,也不会影响后续的除杂沉淀等工序,但会直接提高产能,增加经济效益。

按照百吨干矿量为基础计算矿浆浓度30%~

45%进料干固量,如图4所示。从图4中可以看出,当矿浆浓度从30%提高到38%时,进料干固量明显提高。这表明在后续工序设备能力都满足的前提下,提高进料浓度是提产的重要手段之一。巴新某项目自2017年以来,金属镍产量都超过设计产能10%以上,主要原因之一是提高了原矿浆浓缩后的底流浓度。该项目的矿浆浓密浓度设计值为32%,目前稳定运行在38%左右,在同等流量条件下,增产了25.5%,提产效果显著。

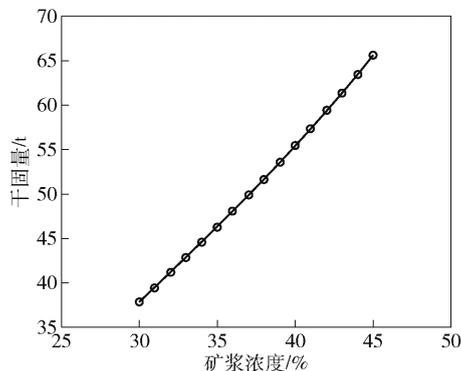


图4 矿浆浓度与干固量关系曲线

5 矿浆浓度对单向阀使用寿命的影响

在巴新某项目的实际生产过程中,加压釜给料泵单向阀的使用寿命较短,对初期生产影响较大。当进料浓度达到35%时,加压釜给料泵单向阀的使用寿命基本在500 h左右,设备运转率偏低,因为每更换一次加压釜给料泵的单向阀,加压酸浸系统都会出现明显的波动,需要操作人员进行不断调整,影响了生产效率。

然而随着进料浓度的提高,加压釜给料泵单向阀的使用寿命明显延长。当浓度提高至38%时,单向阀的使用寿命基本在700~800 h。进料浓度的提高,降低了汽蚀对单向阀的影响,提升了单向阀的使用寿命,大大提高了加压釜给料泵的设备运转率,减少了系统波动的频次,也节约了维检费用。

6 结束语

红土镍矿加压酸浸工艺受到全世界镍行业的重点关注。原矿浆浓缩底流浓度是加压酸浸工艺非常重要的一个指标。底流浓度的提高既可以节约新水消耗,又可以减少蒸汽消耗量,还能提高生产产能,延长加压釜给料泵单向阀的使用寿命,提高设备运转率,降低单位生产成本。但是浓度的提高可加速

提高屈服应力,降低矿浆流动性。因此,在矿浆流动性及设备性能允许的条件下,应尽可能地提高矿浆底流浓度。

[参考文献]

- [1] 李启厚,王娟,刘志宏. 世界红土镍矿资源开发及其湿法冶金技术的进展[J]. 矿产资源与保护,2009(6): 42-46.
- [2] 赵昌明,翟玉春. 从红土镍矿中回收镍的工艺研究进展[J]. 材料导报,2009,23(11):73-76.
- [3] 王成彦,尹飞,陈永强,等. 国内外红土镍矿处理技术

及进展[C]//2008年全国湿法冶金学术会议论文集. 中国有色金属学会冶金物理化学学术委员会:中国有色金属学会,2008:8.

- [4] 杨玮娇,马保中. 红土镍矿加压酸浸工艺进展[J]. 矿冶,2011,20(3):61-67,75.
- [5] 马保中,杨玮娇,王成彦,等. 红土镍矿湿法浸出工艺的进展[J]. 有色金属(冶炼部分),2013(7):1-8.
- [6] 翟秀静,符岩,衣淑立. 镍红土矿的开发与研究进展[J]. 世界有色金属,2008(8):36-38.
- [7] 蒋继波,王吉坤. 红土镍矿湿法冶金工艺研究进展[J]. 湿法冶金,2009,28(1):3-11.

(上接第14页)

对于环保要求较为严格的地区,可设置下排风系统。该方案的优点:尾气处理效果较冷却塔排风方案好,尾气容易达标;充分利用酸雾的物理性质,使大部分尾气排至电解槽以下,操作区工作环境好,在保证工人职业健康的情况下还可以提高工作效率。该方案的缺点:初投资较大,运行费用较高,建议风机设变频控制,在非起槽工段可以降低风机频率,节约用电。

对于一般地区,推荐采用屋顶排风+涡旋通风方案。该方案的优点是:通过涡旋通风,使酸雾顺利排至屋顶,进入冷却塔洗涤,室内环境较好;设备初投资、运行费用低。缺点是:随着环保的要求日益严格,冷却塔尾气达标成为新的问题。对于已有屋顶冷却塔排风系统的改造项目,特别适合采用涡旋通风,因为该方案投资少,见效快,施工周期短。但是对于不同的项目,需要做好数值模拟,选择不同的涡

旋风机。

[参考文献]

- [1] 《重有色冶金企业采暖通风设计参考资料》编写组编. 重有色冶金企业采暖通风设计参考资料[M]. 北京:冶金工业出版社,1980.
- [2] 罗英. 国外湿法冶炼车间通风方式探讨[J]. 中国有色冶金,2011,40(3):31-35.
- [3] 曹智翔. 涡旋通风气流组织特性及设计理论基础研究[D]. 西安建筑科技大学,2018.
- [4] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册(第二版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [5] 全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处. 全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试复习教材. 北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [6] 黄岩,喻果焱. 铅电解及湿法炼锌过程中酸雾治理工艺的探讨[J]. 能源研究与管理,2014(3):56-58.