

湿法提钒工艺中钒产品成本的控制

王毅

(陕西华源矿业有限责任公司, 陕西 商洛, 726308)

一、引言

湿法提钒工艺中钒产品成本控制的五个重要节点为: 生产工艺的影响、产能的影响、矿石品位的影响、综合回收率的影响以及备品备件材质的影响。

二、金属钒的用途

当前, 钒随着储能产业的发展迎来了“黄金时代”, 其需求量会逐步得到释放。在国家层面, 2020年第一季度发布了7项与储能相关的政策。国家发改委在《关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》中指出, 为实现“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值, 努力争取2060年前实现碳中和”的目标, 需着力构建清洁低碳、安全高效的能源体系, 提升能源清洁利用水平和电力系统运行效率, 贯彻新发展理念, 更好地发挥源网荷储一体化和多能互补在保障能源安全中的作用。钒电池作为储能行业的新宠, 也将迎来新的政策窗口期, 而石煤型提钒企业因为产品质量优, 成为了钒电池电解液优质原料供应的首选。

三、提钒方式、工艺的分类

目前, 钒的提炼方式主要有两种: 钒渣提钒和石煤提钒。第一类是钒渣提钒, 其是将钒钛磁铁矿为原料进行炼钢的副产品钒渣(V₂O₅含量10%~20%)进一步加工得到钒系产品, 特点是成本低, 但含杂质较多。国内主要钒企中攀钢钒钛、川威集团等都是用此方法, 占总产量的80%~90%。第二类是石煤提钒, 由于V₂O₅品位低(1%左右), 所以提炼成本高, 占总产量的比重较低。石煤提钒按工艺可分为两种: 火法提钒和湿法提钒。火法提钒的焙烧炉对环境有污染, 成本低。湿法提钒环保无污染, 钒产品含杂质少, 非常适合储能领域对钒产品的要求, 但成本高于火法提钒。当下, 华源矿业、五洲矿业是采用此方法。

四、华源矿业湿法提钒工艺简述

华源矿业的湿法提钒工艺, 又叫湿法酸浸离子交换提钒。其主要是原矿经破碎磨细后, 矿浆在高

温、高酸、强氧化环境下, 将矿石中的钒浸出溶解至酸液中, 再经过固液分离、离子交换、铵盐沉钒流程将钒提取出来, 即简单流程为: 原矿—破碎—球磨—高温酸浸—浓密洗涤—离子交换—铵盐沉钒。该工艺的能耗相对较低且绿色环保, 与国家低碳环保生产理念相契合, 其流程可控, 易于实现规模化生产。

五、成本控制的重要意义

湿法提钒虽然具有污染低、含杂质少等优点, 但其成本高的缺点却限制了其更广泛的应用。

现代企业管理从实质上来说就是对成本的控制, 成本控制是企业经营管理的核心部分, 它直接影响着企业成本的高低, 也决定着企业经济效益的多少, 甚至关系着企业的生存和发展。成本是补偿生产的一杆秤, 控制成本是增加利润的最有效途径, 也是企业生存发展的保障, 有助于提高企业市场竞争力。

六、湿法提钒工艺中钒产品成本控制的五个重要节点

(一) 生产工艺的影响

石煤提钒工艺复杂, 种类多, 且具有“一矿一工艺”的特点。企业选择适合自己企业矿石特性的工艺, 可以显著提升设备运转率, 增加矿石处理量, 提高综合回收率, 降低辅助材料的使用量。可以说, 生产工艺决定产品成本。

(二) 产能的影响

产能的释放, 可以使钒产品单位生产成本中固定成本下降, 也就是使人工成本、制造费用中折旧费下降。

(三) 矿石品位的影响

相同的矿石量处理, 矿石品位下降, 会使单位钒产品中辅助材料、备品备件、人工成本、燃料与动力、制造成本全面上升, 这也是在采矿过程中要严格控制贫化率的主要原因。

(四) 综合回收率的影响

企业要提高各环节的回收率, 包括浸出率、洗涤率、离子交换率以及沉钒率, 如此, 方能在处理

相同矿石量的情况下,获得更多的钒产品,从而降低成本。

(五) 备品备件材质的影响

湿法提钒是在强酸强碱的环境中进行的,备品备件消耗非常大,所以备品备件在钒产品生产成本的占比也较大。对此,选择耐酸碱、价格低的优质材质,可以更好地提高设备运转率,降低产品成本。

七、华源矿业控制成本的两个实例

(一) 抛尾富集提钒工艺优化对成本的影响

为降低钒产品成本,华源矿业自2020年1月开始进行抛尾富集提钒工业化研究。

根据公司矿石成矿机理分析及开采的技术条件,公司原矿入选品位约0.8%,原矿经过抛尾富集,品位提高到1.5%。随着精矿品位的提高,选冶效率大幅提升,产能得到释放,生产成本得到有效降低。

华源矿业的原矿适合抛尾富集的原理。长期对原矿理化性质进行分析后发现,原矿中泥岩矿占比40%左右,其含钒占比70%左右,由此判断华源矿业原矿具有可富集性。2020年初,经过大量抛尾富集小试探索研究,对比不同粒径抛尾率与金属损失率,选择使用孔径1mm筛网进行湿筛抛尾富集,同时取精矿模拟现有湿法提钒工艺进行强酸浸出小试,完成了浸出指标的优化,初步实现了抛尾富集与现有湿法提钒工艺的对接,最终确定了抛尾富集提钒工艺及最佳工艺参数为:抛尾筛网孔径1mm、精矿产率45%、钒回收率约75%、精矿品位大于1.5%。强酸浸出条件为(以矿重计):硫酸35%、氯酸钠1%、萤石粉3.5%,浸出时间12h,浸出浓度40%,浸出温度85℃,浸出率能稳定在85%以上(与浸出生产指标相当),选冶金属回收率75%,总回收率56.25%。

公司经过抛尾富集工业化研究证明,把含钒极低的石质粗颗粒抛尾,用于尾矿库堆坝,品位达1.5%以上的泥质精矿进入选冶系统,原矿处理量将由1200吨/天提升至2000吨/天,钒产品由7.2吨增加到9吨,吨金属变动成本下降1.26万元。具体分析如下:

抛尾富集工艺将粗颗粒矿石抛尾后,泥质精矿能减少对设备的磨损,同时降低设备、备品备件的消耗,提高设备运转率,降低成本。

抛尾富集提高了矿石品位、产能和钒产品金属量,同时也大幅降低了吨产品辅助材料、人工成本、燃料与动力的消耗以及吨产品的固定成本。

湿法提钒工艺的直接生产成本中,矿石占比20%,选冶占比80%,抛尾富集降低选冶成本,而

矿石成本会有明显的提高。

表1 抛尾富集与2019年生产变动成本对比表

项目	2019年实际数		抛尾富集提钒工艺成本估算		
	吨原矿成本(元)	吨产品成本(元)	吨原矿成本(元)	吨产品成本(元)	
采矿费用	54.41	8840.00	54.41	12079.02	
采准掘进	43.58	7080.40	43.58	9674.76	
制造费用	工资及办公	4.40	714.87	4.40	976.80
	生产辅助费	7.80	1267.27	7.80	1731.60
	其他	29.51	4794.49	15.75	3496.50
	合计	139.70	22697.06	125.94	27958.68
选冶成本	辅助材料	350.85	57003.17	474.78	42255.25
	备品备件	41.92	6810.02	68.87	6129.02
	人工工资	53.96	8766.20	78.80	7012.96
	社保费	7.38	1198.96	10.78	959.17
	燃料	11.16	1813.72	15.63	1390.98
	动力	30.11	4892.52	54.97	4892.52
	制造费用	10.74	1744.58	19.60	1744.58
	小计	506.12	82229.17	723.42	64384.47
总计		104926.23		92343.15	

由表1可以看出,相对于钒产品单位变动成本,抛尾富集工艺虽然使用的矿石量增多,原矿成本增加,但由于精矿品位的上升,选冶成本大幅下降,因此钒产品单位变动成本也下降了1.26万元。

(二) 选择不同材质的备品备件对成本的控制

在浸出环节,原矿要在高温强酸的条件下进行搅拌,因而对轮毂及浆叶的要求极高,既要耐酸,又要耐磨。以前使用的是2507不锈钢材质,虽然价格较低,但不耐酸不耐磨,使用期较短,12~15天就要更换,设备运转率低,生产不连续。

对此,公司从2020年3月份开始,在254smo、moncl400、HD-1、904L、625、C276、2507、新2507、904、新型碳钢中选择耐酸耐磨,价格适合的不锈钢材质。

经过大量试验后,最终选择使用C276材质来制作轮毂及浆叶。该材质虽然价格较高,但耐酸耐磨,使用期能增加至少30天,由此,设备运转率大幅提高,生产成本显著降低。

八、结论

从以上分析可以看出,影响湿法提钒工艺的因素主要有生产工艺的优化、产能的增加、矿石品位的提高、综合回收率的提高以及备品备件材质的选择,它们相互影响、相互作用,都是成本控制的重点。

【作者简介】王毅,陕西华源矿业有限责任公司。