

碳中和背景下电池镍行业发展趋势及应对措施

吴琦¹, 马文军²

(1. 中国有色工程有限公司, 北京 100038; 2. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 为应对全球气候变化,推动碳中和成为全球共识,发展新能源汽车产业成为重要的技术路径和战略选择。我国作为全球动力电池生产大国,产业链相关企业纷纷布局电池材料以保障动力电池原料供应,其中,金属镍作为动力电池的主要原料,从资源开发到冶炼加工、材料生产的技术发展方向及行业发展趋势都备受关注。本文结合我国实现“碳中和”目标过程中的动力电池发展政策环境,对采用不同工艺处理红土镍矿生产电池镍产品进行了碳排放强度计算和分析,并进一步分析了未来电池镍行业的发展趋势,为行业发展,尤其是企业进行前沿布局提出应对措施,以期为企业及其他企业决策层更好地了解产业链的发展趋势提供借鉴和参考。

[关键词] 碳中和; 电池镍; 红土镍矿; 硫酸镍; 碳排放强度; 湿法冶炼; 火法冶炼; 发展趋势

[中图分类号] F416.32 [文献标志码] A [文章编号] 1672-6103(2021)05-0007-05

DOI:10.19612/j.cnki.cn11-5066/tf.2021.05.002

工业革命以来,人类行为排放了大量温室气体,据英国石油公司的数据显示,2013年以来,全球碳排放量保持持续增长,2019年,全球碳排放量达343.6亿t,创历史新高,2020年,全球碳排放量下降至322.8亿t^[1]。温室气体排放对全球气候造成重大影响,全球气候变化成为国际社会普遍关注的重大问题。

自1992年《联合国气体变化框架公约》签署后,全球应对气候变化取得了实质性的进展,1997年签订的《京都议定书》确定了碳减排约束指标,2015年签署的《巴黎协定》确定了将全球气温升幅控制在工业化前水平2℃之内的目标。2020年9月,我国提出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。据统计,1990—2030年期间全球共有38个经济体已实现碳

达峰或承诺实现碳达峰^[2],电动汽车作为应对全球气候变化的重要举措,在全球取得了良好的发展,2020年全球在册电动汽车超过1000万辆^[3],欧盟第一次取代中国成为全球最大的电动汽车市场。未来随着电动汽车市场的进一步发展,对电池镍产品的需求将持续增加,但在碳中和约束下,未来电池镍产品生产行业发展也必将随着碳中和政策的发展而演变。

1 电池材料未来面临的政策环境

电动汽车产业链的碳减排一直是各方关注的焦点,尤其是电池材料的碳排放水平及其碳减排趋势已成为包括监管机构在内的各方关注的重点。欧盟作为世界第一大电动汽车市场,已在其2020年提出的《电池法案》(草案)中对电池价值链引入碳排放量、原材料供应、可再利用原材料使用比率等具体环保规定,计划建立新的电池监管框架。该草案旨在解决以下问题:①缺乏鼓励投资与可持续电池生产能力的框架;②回收市场的持续运营和循环利用未形成闭环;③欧盟环境法未能涵盖社会和环境风险。草案的第一个变化是提高了管控层级,将管控形式从原来的“指令”改为“法案”,第二是强化了碳中和要求。

根据草案,从2024年7月起,工业及电动汽车

[收稿日期] 2021-06-23

[作者简介] 吴琦(1975—),女,汉族,湖南浏阳人,硕士,高级政工师、高级经济师,从事行业经济分析、审计、巡视巡察、党建、纪检等方面的工作。

[通讯作者] 马文军(1974—),河南安阳人,本科,教授级高级工程师,从事矿业经济研究工作。

[引用格式] 吴琦,马文军. 碳中和背景下电池镍行业发展趋势及应对措施[J]. 中国有色冶金, 2021, 50(5): 7-11.

电池制造商和供应商须提供碳足迹声明,包括以下内容:①电池生产者的信息;②声明适用的电池信息;③电池生产设施的地理位置信息;④电池的总碳足迹;⑤电池在不同生命周期阶段的碳足迹;⑥独立的第三方验证声明;⑦可以访问支持碳足迹申报结果的网络连接地址。

从欧盟出台的这一政策来看,碳排放指标将成为电池能否进入欧盟市场的重要影响因素;此外,从全球发展趋势来看,电池材料碳排放未来将成为各国监管的重点,推动电池材料实现全生命周期内的低碳排放甚至碳中和将成为未来各国政策监管的主要方向。这无疑将对今后电池材料的生产流程及生产工艺技术路线产生重要影响,电池用镍原料的全生命周期将必须考虑碳排放强度是否符合下游市场需求。

2 红土镍矿生产电池镍原料主要工艺及其碳排放

2.1 红土镍矿生产电池镍原料主要工艺

根据美国地质调查局的数据,全球陆地上镍资源量超过3亿t(金属量),红土镍矿资源量约占全球镍资源60%左右,随着硫化镍矿资源的消耗和红土镍矿冶炼技术的成熟,红土镍矿产镍已成为全球镍供应的主要来源,在未来电动汽车原料供应链中,红土镍矿仍然将是电池镍原料供应当仁不让的主导力量。

红土镍矿生产电池材料主要工艺路线有两种:一种是火法生产工艺,一种是湿法生产工艺。红土镍矿的火法工艺是在高温条件下使红土镍矿经受一系列的物理化学变化过程,实现镍与其他杂质分离的冶金工艺技术;红土镍矿的湿法工艺利用浸出剂将红土镍矿中的镍钴有价元素溶解在溶液中,实现镍钴与其他杂质分离的冶炼工艺技术。

2.1.1 火法工艺

火法工艺中间产品生产工艺环节主要包括:原矿干燥、焙烧预还原、电炉熔炼、粒化配料、镍铁硫化和镍钨吹炼等工序。

1)原矿干燥。红土矿在回转窑中以焙烧烟气和煤气作为热源对红土镍矿进行干燥,将红土镍矿从含水约30%~40%干燥到含水20%~22%左右。干燥后矿石供焙烧使用。

2)焙烧预还原。干燥后的红土矿通过焙烧窑

进一步干燥并脱除其结晶水,在兰炭作为还原剂的氛围下,还原红土镍矿中部分铁、镍和钴氧化物;生成的高温焙砂从回转窑连续排出进入焙砂中间料仓。

3)电炉熔炼。将部分还原的焙砂采用高电压熔炼模式进行熔炼,在电炉内熔化后分成渣和金属两相,焙砂中残留的碳将镍和部分铁还原成金属,形成镍铁。炉渣通过电炉的排渣孔排出,通过流槽流入渣水碎系统。熔融金属通过电炉的镍铁放出口定期放出进行水碎。

4)粒化配料。热态镍铁经水碎后形成粒状物料,并与各种物料进行配料后,经过计量输送到下个工序。

5)镍铁硫化。配好的原料加入硫化转炉熔池中,与液态硫磺和空气在炉体内发生硫化反应,大部分的镍、钴以及小部分铁与硫磺发生硫化反应,生成金属化中镍钨;约70%~80%的铁与鼓入的空气发生氧化反应,并与石英石造渣生成硫化转炉渣。

6)镍钨吹炼。硫化产出的中镍钨通过由镍钨包加入到吹炼转炉中,与配入的各种冷料、熔剂等转炉中进行反应,中镍钨中超过90%的铁与鼓入的空气发生氧化反应,并与石英石造渣生成炉渣;大部分的镍和钴保留在钨相中生成高镍钨。高镍钨水碎后得到高镍钨粒化产品;炉渣由冶金桥式起重机倾倒入渣场,冷却破碎后返回硫化或吹炼。

2.1.2 湿法工艺

湿法工艺中间产品生产工艺环节主要包括:矿浆制备、矿浆浓密、高压酸浸、逆流洗涤、除铁铝、镍钴沉淀和尾渣中和等工序。

1)矿浆处理。矿石经筛分、洗矿工序实现矿石不同粒度的分级,将岩石及粗粒级物料分离,细物料与水浆化形成矿浆。

2)高压酸浸。矿浆经预热后泵入高压釜,并向高压釜内加入适量的浓硫酸、高压蒸汽等进行酸性浸出。浸出后,矿浆经过闪蒸槽对高压釜排料矿浆进行降温降压,最终从低压闪蒸槽排出。

3)逆流洗涤。包含富液和浸出渣的高压酸浸矿浆溶液,通过逆流洗涤工序实现固液分离并分离出浸出渣中的有价金属。

4)除铁铝。中和逆流洗涤溢流液中的游离酸,通过控制pH,可去除溶液中大部分的铁、铝杂质。

5)镍钴沉淀。采用氢氧化钠与溶液中的镍钴

反应,生成氢氧化镍钴混合物,沉淀后经过滤及包装生成镍钴中间产品。

6)尾渣中和。逆流洗涤的浓密机底流、铁铝渣、高压酸浸尾气洗涤洗水、二段氢氧化镍钴沉淀浓密溢流液以及冶炼厂其他废水等进入尾渣中和槽,经碱性药剂中和后,中和矿浆送尾渣库或进行深海填埋。

由于两种工艺技术处理红土镍矿在原料处理和生产过程等方面存在诸多差异,为了使两者的碳排放对比具有更好的可比性,比较范围界定为从红土镍矿生产出镍中间产品并经后续加工产出硫酸镍产品。据此将比较范围划分为两个大的阶段:一是红土镍矿采用火法或湿法工艺生产出镍中间产品,二是镍中间产品加工生产出硫酸镍产品。

两种工艺镍中间产品生产的简化流程图分别见图1和图2^[4]。两种工艺主要特点对比见表1。

表1 红土镍矿工艺对比表

对比项	火法工艺	湿法工艺
原料	高品位残积镍矿	低品位褐铁镍矿
镍品位	通常1.8%以上	通常1%以上
原料要求	高镁低铁	低镁
能耗水平	能耗水平高	能耗水平低
金属回收率	镍回收率高,钴回收率低	镍钴回收率均较高
产品结构	镍铁为主、镍硫为辅	镍钴中间产品为主,镍钴金属产品为辅
碳排放水平	很高	较低

对应两种不同工艺的中间产品,后续硫酸镍生产工艺以湿法工艺为主,主要工艺流程包括中间产品处理后,采用湿法浸出工艺,使中间产品中镍元素形成硫酸镍溶液,溶液经净化萃取,实现硫酸镍产品与其他元素的分离,形成高纯硫酸镍溶液,蒸发结晶后,生产出硫酸镍产品。硫酸镍生产过程的主要排碳介质涉及电、蒸汽等能源和中和用石灰石。

2.2 两种工艺生产电池镍碳排放强度分析

从未来电池用镍原料发展趋势来看,印度尼西亚作为全球少数具有镍和煤炭资源优势的国家,将成为全球电池用镍原料的重要基地,因此本文以印度尼西亚电池镍产业为对象,即以红土镍矿为原料,计算火法工艺和湿法工艺两种不同工艺生产电池镍产品的碳排放强度(吨镍产品产生的二氧化碳量)。

2.2.1 碳排放强度计算基本原则

为了使不同工艺生产电池镍原料的碳排放强度具有可比性,碳排放强度计算过程按以下原则进行。

- 1) 计算范围包括从接收红土镍矿到生产出硫酸镍产品为止。
- 2) 生产所需电力按企业自建燃煤电厂考虑。
- 3) 其他排碳介质如煤、兰炭、石灰石等按外购考虑。
- 3) 计算只考虑二氧化碳排放,暂不考虑除二氧化碳外的其他温室气体。
- 4) 计算界线为厂区内,不包括外部运输产生的二氧化碳。

2.2.2 碳排放计算的基础数据

两种工艺进行碳排放计算的基础数据详见表2^[3]。

2.3 碳排放强度分析

根据上述对两种电池材料生产工艺碳排放强度

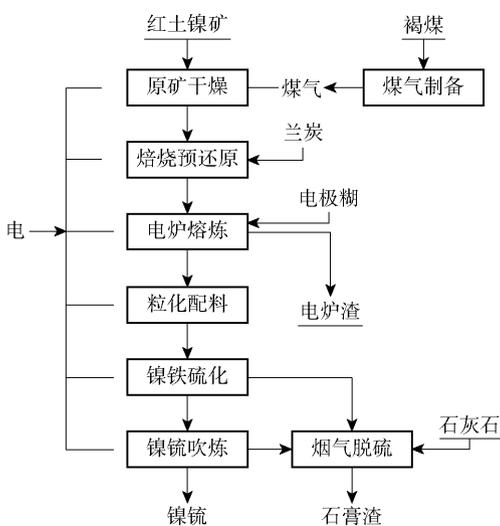


图1 火法工艺流程简图

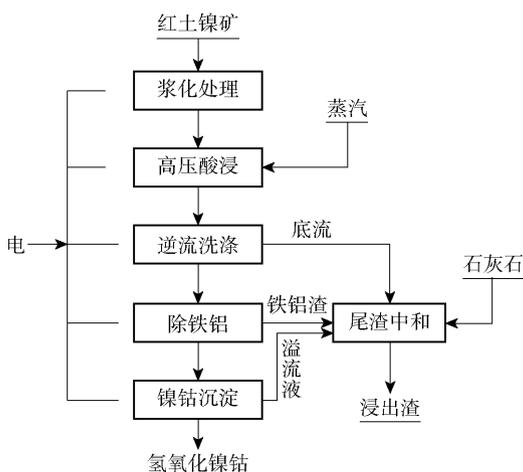


图2 湿法工艺流程简图

表2 两种工艺排碳介质情况对比

生产工序	吨镍计 碳项目	单位	火法 工艺	湿法 工艺	备注
镍中间产品 生产工序	燃料煤	kg	10 400	—	
	兰炭	kg	4 900	—	
	电极糊	kg	96	—	
	石灰石	t	0.3	15.8	
硫酸镍生产 工序	电	kW·h	34 200	7 800	按自发电考虑
	石灰石	t	2	2	
	电	kW·h	800	1 500	按自发电考虑
	蒸汽	t	7.5	7.9	

注:湿法工艺蒸汽来源于自建硫磺制酸系统

的计算范围和基础数据,计算两种不同工艺的碳排放强度,结果见表3^[5]。

表3 两种工艺吨镍碳(CO₂)排放量对比

生产工序	tCO ₂		
	火法工艺	湿法工艺	火法-湿法
中间产品生产工序	69.9	14.8	55.1
硫酸镍生产工序	4.7	5.7	-0.9
生产合计	74.6	20.5	54.2

火法工艺生产电池镍产品吨镍碳排放量为74.6 t CO₂,而湿法工艺吨镍碳排放量仅为20.5 t CO₂,为前者的27.4%。从生产环节来看,中间产品火法工艺吨镍碳排放量达到69.9 t CO₂,占其总量的93.7%,湿法工艺则为14.8,占其总量的72.3%。

总体来看,湿法工艺生产电池镍产品,具有较低的能耗水平,碳排放强度也大大低于火法工艺,是具有竞争力的低碳电池镍生产工艺技术;而火法工艺受限于能耗水平和碳中和压力,仍需进一步完善。

3 电池镍生产行业发展趋势及应对措施

电池镍作为新能源汽车发展的重要基础材料,电池材料生产过程的低碳绿色化将受到更多关注,无论是重要电池镍供应地区还是电池生产企业都将面临更大的碳减排压力,降低产业链各环节的碳排放强度,推动碳中和将是行业未来发展必须面对的挑战。电池材料行业对于碳中和带来的挑战,需要采取措施积极应对。

1) 推动节能低碳技术的推广应用。单纯从技术来看,红土镍矿的火法处理工艺和湿法处理工艺

都是生产电池镍产品的成熟工艺技术,影响电池镍产业工艺技术发展的因素除能源外,实现生产过程和全产业链的低碳或无碳排放将是未来较长时期内技术进步的目标与重点。推广节能低碳技术,降低工艺过程能源消耗,降低工艺过程碳排放将是产业发展应对碳中和的重要手段。

2) 优化电池原料供应结构降低产品碳排放。火法工艺碳排放强度约为湿法工艺碳排放强度的3倍,要保证企业电池镍原料碳排放达到行业平均水平,就必须优化企业电池镍供应结构,可通过提高湿法工艺电池镍原料占比,来降低整体电池原料碳排放强度。

3) 优化企业能源结构降低碳排放。无论是火法工艺还是湿法工艺,能源消耗是企业生产必不可少的基础。在碳中和约束下,电池镍生产企业依托生产工艺拓展产业链,优化印尼以煤炭为主导的能源消费结构,推动光伏发电、水电和氢能等清洁能源大规模使用,建立更为低碳的能源消费结构,也是产业健康发展需要考虑的重要方向。

4) 加强低碳和无碳技术研发。优化现有工艺技术,实现碳排放介质的降低或替代,研究开发颠覆性的低碳和无碳电池镍生产工艺技术,实现电池镍产品全生命周期的低碳化将是未来产业发展的关键举措。

5) 充分运用市场手段解决碳中和。除采取技术措施外,企业也要跟踪碳交易市场,选择合适市场时机购买碳减排额以抵消自身排放量,资助相关的碳减排或植树项目,实现企业电池镍生产的低碳化和碳中和,将是行业龙头企业引领产业发展的重要举措。

4 结语

随着全球应对气候变化进程的推进,动力电池材料产业作为新能源汽车发展的重要支撑产业,面向低碳化和碳中和将成为不可逆转的趋势。生产企业需要进一步推动生产过程节能降耗和能源结构调整,推动电池镍生产过程的低碳化和无碳化,为推动全球实现碳中和目标贡献力量。

[参考文献]

- [1] BP plc. Statistical Review of World Energy 2021[R]. 2021.
- [2] World Resources Institute. Turning points: trends in countries' reaching peak greenhouse gas emissions over time[R]. 2017.

[3] International Energy Agency. Global EV Outlook 2021 [R]. 2021.

[5] 国家发展和改革委员会. 其他有色金属冶炼和压延加工工业企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)[Z]. 2015.

[4] 中国恩菲工程技术有限公司. 电池材料产业碳排放研究[R].

Development trend and countermeasures of battery nickel industry in the background of carbon neutrality

WU Qi, MA Wen-jun

Abstract: In order to tackle the global climate change and promote the carbon neutrality to be a global consensus, the development of new energy vehicle (NEV) industry has become an important technical path and strategy choice. As a major power battery producer in the world, enterprises related to the industrial chain in China have restructured their layouts in the raw materials field to ensure the supply of raw materials for power battery. In which, nickel, as the main raw materials of power battery, has attracted so much attention in the technical and industry development trend diverting from the resource development to smelting and processing, as well as raw material production. Combined with the development policy of power battery in the process of realizing the goal of “carbon neutrality”, this paper calculates and analyzes the carbon emission intensity of battery nickel products produced by treating laterite nickel ore with different processes, further analyzes the development trend of battery nickel industry in the future, and puts forward countermeasures for the industry development, especially the cutting-edge layout of enterprises, so as to provide reference for relevant enterprises and decision-makers to better understand the development trend of the industrial chain from the overall situation.

Key words: carbon neutrality; battery nickel; nickel laterite; nickel sulfate; carbon emission intensity; hydrometallurgy; pyrometallurgy; development trend

国家发展改革委:推动电解铝等重点行业绿色低碳转型

10月21日,国家发展改革委等部门发布《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》(以下简称《意见》),以推动重点工业领域节能降碳和绿色转型,坚决遏制“两高”项目盲目发展,确保如期实现碳达峰目标。

根据该《意见》,同时制定了冶金、建材重点行业《严格能效约束推动节能降碳行动方案(2021—2025年)》(以下简称《方案》),有力推动钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃等重点行业绿色低碳转型,确保如期实现碳达峰目标。

《方案》行动目标是,到2025年,通过实施节能降碳行动,钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃行业能效达到标杆水平的产能比例超过30%,行业整体能效水平明显提升,碳排放强度明显下降,绿色低碳发展能力显著增强。

《方案》提出,建立技术改造企业清单、制定技术改造实施方案、稳妥组织企业实施改造、引导低效产能有序退出、修订完善产业政策标准、加大财政金融支持力度、加大配套监督管理力度等十项重点任务。

其中,在创新发展绿色低碳技术、推进产业结构优化调整、强化产业政策标准协同等相关工作中提出:一是深入研究钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃等行业节能低碳技术发展路线,加强节能低碳关键共性技术、前沿引领技术、颠覆性技术研发;二是做好产业布局、结构调整、节能审查与能耗双控政策的衔接;三是认真落实电解铝行业阶梯电价政策,完善钢铁、水泥、平板玻璃行业绿色电价政策,有效强化电价信号引导作用。

《方案》还强调,要加大财政金融支持和配套监督管理力度。一是落实节能专用装备、技术改造、资源综合利用等方面税收优惠政策;二是加强源头把控,建立钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃等行业企业能耗和碳排放监测与评价体系,稳步推进企业能耗和碳排放核算、报告、核查和评价工作。

(资料来源:中国有色金属报)