

## 镍冶炼路线之争：湿法 or 火法

投资咨询业务资格：  
证监许可【2012】669号

### 报告要点

新能源车市场的火爆，引起市场对镍原料的关注，而青山高冰镍事件，则挑起了镍冶炼的湿法和火法之争。本文针对镍矿市场的发展，火法高冰镍和湿法技术路线进行了介绍，并对比了两种路线的优缺点，以及企业之间的选择。



### 摘要：

#### 主要内容：

#### 第一部分 镍矿未来开发方向

硫化镍矿产能受限，红土镍矿成开发重点。硫化镍矿因为资源受限，产量比较稳定，红土镍矿资源占比超过 60%，由于勘探投入较少，储量仍有较大增长空间。由于伴生金属的关系，部分硫化镍矿较难转产硫酸镍，红土镍矿的湿法中间品和高冰镍将成为硫酸镍的主要原料。不管是镍消费的主要领域不锈钢，还是快速增长的新能源车市场，红土镍矿都将是镍原料的主要来源，是未来开发的重点。

#### 第二部分 火法高冰镍和湿法介绍

不锈钢为镍消费主要领域，高冰镍项目较少。硫酸镍原料中，只有湿法中间品和高冰镍才能形成规模，但两者成本都比较高，技术上有较大改进空间。不锈钢在镍下游消费中占比约 80%，火法冶炼生产镍铁即可，无需再转换成高冰镍，所以火法高冰镍项目较少，湿法项目由于可以回收钴，比较受企业青睐。

高冰镍生产工艺较长，镍回收率低。现存项目的镍回收率约 70%，实验室回收率也只有 85%，主要损失发生在硫化和再富集过程。目前火法高冰镍项目较少，时间也较久产量相对稳定，对于镍铁-高冰镍工艺，高冰镍产量会随着盘面与镍铁价差的扩大而增加。高冰镍通过加压酸浸生产硫酸镍，镍回收率较高，与湿法制硫酸镍成本相差不大。

高压酸浸目前是湿法冶炼的主流路线，但也面临诸多问题：1、投资大，现存项目投资强度 5-7 万美元/金属吨，考虑到投资透支情况，拟建项目的投资强度约 2 万

### 有色金属研究团队

研究员：  
郑琼香  
0755-83213347  
zhengqx@citicsf.com  
从业资格号：F0260068  
投资咨询号：Z0002147

覃静  
0755-83212747  
qinjing@citicsf.com  
从业资格号：F3050758  
投资咨询号：Z0013731

沈照明  
021-60812976  
Shenzhaoming@citicsf.com  
从业资格号：F3074367  
投资咨询号：Z0015479

重要提示：本报告中发布的观点和信息仅供中信期货的专业投资者参考。若您并非中信期货客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消订阅、接收或使用本报告的任何信息。本报告难以设置访问权限，若给您造成不便，敬请谅解。我司不会因为关注、收到或阅读本报告内容而视相关人员为客户；市场有风险，投资需谨慎。

美元/金属吨；2、**建设周期长，产能爬坡慢**，中冶瑞木项目建设到满产，周期约10年，目前湿法项目多位于工业园，基础设施相对齐全，周期大大缩短，但项目建设到满产周期也需要5-6年；3、**工艺要求高**，温度、反应时间、酸矿比等参数对经济效益影响大，企业需要不断调试才能得到最佳运行区间，工艺操作较难；4、**尾矿处理难**，镍矿品味低，尾矿量较大，深海填埋可复制性小，环保问题较大。

### 第三部分 火法高冰镍和湿法对比

**湿法项目投资大，但生产成本低。**湿法相对于火法高冰镍工艺，投资强度高出将近1倍，但湿法项目现金成本低，又可以得到钴产品，整体生产成本低于高冰镍。对于镍铁-高冰镍工艺，企业需要比较生产镍铁和高冰镍利润高低，来调节产量，据此可以测算高冰镍机会成本：**硫酸镍成本=镍铁价格/(镍铁至高冰镍工艺的镍回收率)+镍铁至高冰镍成本+高冰镍至硫酸镍成本**。根据机会成本计算，高冰镍成本会更高，根据当前镍铁价格，硫酸镍与镍铁价差在40000-50000元/金属吨时，企业生产高冰镍才更划算。

**湿法项目尾矿处理难，高冰镍项目能耗污染大。**环保方面，湿法面临尾矿处理难问题，湿法镍品味低，1吨金属镍产生120-160吨尾矿，尾矿处理与当地环保政策关系密切，深海填埋技术不具有可复制性。高冰镍项目能耗高，1金属吨镍铁碳排放40-48吨，并且会产生SO<sub>2</sub>污染气体，若新能源车企对原料环保比较关切的话，高冰镍成本可能会进一步增加。

**镍矿品味价差有所扩大，湿法、火法原料成本可能背离。**湿法项目镍矿原料品味远低于火法冶炼，矿储量更高，需求端来看，印尼火法项目大量投产，而湿法项目相对较少，项目规划中，火法项目产能也高于湿法，高品位镍矿相对比低品位来说，未来可能会更加紧张。

**火法、湿法各有千秋，企业两边押注。**湿法和火法高冰镍工艺尚不成熟，现存项目的公司因为建设和运营经验更丰富，优势大些，但目前参与建设湿法和火法高冰镍项目的很少，两种工艺的经济性可能并不突出。从公司选择来看，青山减少湿法项目股权，高冰镍股权保持，华友钴业湿法项目正在推进，又公告建设火法高冰镍，企业似乎对火法有所倾斜，但两种工艺技术上均有较大不确定性，企业更多是两边押注。

**风险因素：**镍矿储量变动超预期；湿法或火法技术变动超预期。

## 目录

摘要:	1
一、硫化镍矿产能受限，红土镍矿成开发重点	5
1.1 镍产品种类多，技术变革影响大	5
1.2 硫化镍矿伴生关系强，红土镍矿成分复杂	5
1.3 硫化镍矿开采有限，红土镍矿开发加快	6
二、红土镍矿湿法和火法冶炼工艺介绍	7
2.1 湿法中间品和高冰镍快速发展，未来将成为硫酸镍主要原料	8
2.2 火法高冰镍项目少，湿法比较受青睐	8
2.3 高冰镍火法工艺镍回收率低，现存项目少	9
2.3.1 高冰镍火法工艺流程长，镍回收率低	9
2.3.2 高冰镍火法冶炼项目少，产量稳定	10
2.3.3 高冰镍加压酸浸制硫酸镍	12
2.4 湿法项目投资大，工艺条件要求高	13
2.4.1 高压酸浸工艺成为湿法主流，工艺参数影响大	13
2.4.2 高压酸浸项目投资大，产能爬坡慢，现金成本低	15
三、火法、湿法各有千秋，企业两条腿走路	16
3.1 湿法冶炼资金投入高，生产优势未来可能扩大	17
3.1.1 湿法冶炼钴产品价值高，高冰镍副产品收入低	17
3.1.2 湿法项目投资高，生产成本低	17
3.1.3 湿法项目尾矿处理难，高冰镍项目能耗污染大	18
3.1.4 镍矿品味价差有所扩大，湿法、火法原料成本可能背离	19
3.2 高冰镍制硫酸镍投资高，工艺相对简单	20
3.3 行业公司的选择	20
免责声明	22

## 图表目录

图表 1：原生镍产业链	5
图表 2：硫化镍矿精矿化学成分	6
图表 3：红土镍矿成分以及提取工艺	6
图表 4：全球镍矿储量分布	7
图表 5：全球镍矿产量分布	7
图表 6：镍矿分类型产量	7
图表 7：镍产品分类型产量	7
图表 8：全球镍豆镍粒产量	8
图表 9：我国湿法中间品进口量	8
图表 10：中国铜矿表观消费量	8
图表 11：中国三元电池装车量及回收预测	8
图表 12：镍矿至硫酸镍产业链	9
图表 13：红土镍矿火法冶炼制高冰镍简介	10
图表 14：硫化镍矿低冰镍和高冰镍成分	10

图表 15: 淡水河谷的 PTVI 和埃赫曼的 SLN 项目概况 .....	11
图表 16: 淡水河谷 PTVI 项目高冰镍产量 .....	12
图表 17: 埃赫曼 SLN 项目镍铁和高冰镍产量 .....	12
图表 18: 电解镍对镍铁升水 .....	12
图表 19: 吉恩镍业高铜镍铈制硫酸镍工艺 .....	13
图表 20: 高冰镍至硫酸镍各段工艺参数成分 .....	13
图表 21: 红土镍矿主要湿法冶炼工艺比较 .....	14
图表 22: 红土镍矿高压酸浸生产工艺 .....	14
图表 23: 中冶瑞木项目镍和钴浸出率主要影响因素 .....	15
图表 24: 全球红土镍矿湿法主要在运项目概况 .....	16
图表 25: 高压酸浸工艺主要消耗实物量及成本 .....	16
图表 26: 硫化镍矿高冰镍与红土镍矿湿法中间品成分 .....	17
图表 27: 湿法和火法项目经济指标对比 .....	18
图表 28: 菲律宾红土镍矿实物价格 .....	19
图表 29: 菲律宾红土镍矿金属量价格 .....	19
图表 30: 印尼红土镍矿基准价 .....	20
图表 31: 印尼红土镍矿金属吨基准价 .....	20
图表 32: 红土镍矿火法和湿法项目情况 .....	21
图表 33: 青山集团镍中间品项目布局 .....	21

## 一、硫化镍矿产能受限，红土镍矿成开发重点

硫化镍矿因为资源受限，产量比较稳定，红土镍矿资源占比超过 60%，由于勘探投入较少，储量仍有较大增长空间。由于伴生金属的关系，部分硫化镍矿较难转产硫酸镍，红土镍矿的湿法中间品和高冰镍将成为硫酸镍的主要原料。不管是镍消费的主要领域不锈钢，还是快速增长的新能源车市场，红土镍矿都将是镍原料的主要来源，是未来开发的重点。

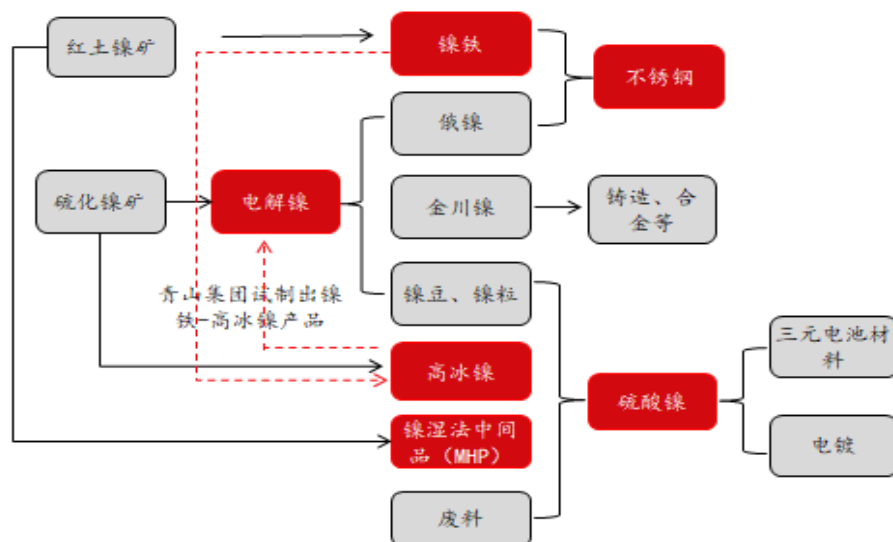
### 1.1 镍产品种类多，技术变革影响大

新能源车市场快速发展，引起人们对上游原材料的关注，镍也成为市场讨论的焦点。需求端来看，不锈钢是镍消费主要领域，占比约 80%，新能源车领域消费占比不足 5%，国内不锈钢消费保持在 5%-10%的增速，新能源车消费增速在 30%以上，在有色板块中，镍消费增速较高，具有一定的成长属性。

供应端来看，镍产品种类也比其他有色金属多，除纯镍等一级镍之外，镍产品还包括镍铁、湿法中间品和高冰镍等二级镍，并且二级镍在市场中占据主导地位，未来比重也将继续提升。纯镍不管是在不锈钢领域还是新能源车领域，都可能只是次选项，不锈钢领域原料主要依赖镍铁，新能源车领域未来可能主要依赖于湿法中间品和高冰镍。

镍冶炼工艺处于变革中，技术的进步主导着镍价的长期走势。近期的青山高冰镍事件将镍价从 19000 美元/吨打到 16000 美元/吨，远的来说，镍铁 RKEF 冶炼工艺的出现，导致镍价从 30000 美元/吨下行至 10000 美元/吨，目前镍价中技术的成本占比较高，未来仍有下降空间，技术变革对镍价影响较大。

图表 1：原生镍产业链



资料来源：中信期货研究部

### 1.2 硫化镍矿伴生关系强，红土镍矿成分复杂



镍矿包括红土镍矿和硫化镍矿两种类型，硫化镍矿主要分布在高纬度的俄罗斯、加拿大、澳大利亚等地区，通常与铜、金等有色金属伴生，俄罗斯的镍矿与钼金伴生，加拿大的硫化镍矿与铜伴生，由于伴生金属价值高，两家公司的镍生产成本很低。伴生金属通常采用电解法来分离，所以硫化镍矿冶炼企业较难通过高冰镍直接生产硫酸镍。镍的伴生关系中，铜镍伴生比较常见，铜冶炼的废料也常用来生产硫酸镍。

红土镍矿主要分布在低纬度的印尼、菲律宾、澳大利亚等地区，镍品位较低，矿物组成比硫化镍矿复杂，元素含量波动大。按照化学成分，红土镍矿可以分为褐铁矿型和硅镁镍矿型两大类，褐铁矿型红土镍矿位于矿床上部，特点是镍、硅、镁含量较低，铁、钴含量高，宜采用湿法冶炼工艺处理（镁含量低，且可以回收钴）。硅镁镍矿也称残积矿，位于矿床的下部，特点是镍、硅、镁含量高，铁、钴含量低，宜采用火法冶炼工艺，而处于中间过渡层的矿石目前以火法为主。

图表 2：硫化镍矿精矿化学成分

	Ni	Cu	Co	Fe	S	MgO	SiO <sub>2</sub>	CaO
成分	2.9%-10.6%	0.25%-3.8%	0.2%-0.4%	22%-48%	16%-33%	0.4%-7%	2%-26%	1%-3%

资料来源：《硫化镍矿中镍提取技术研究进展》 中信期货研究部

图表 3：红土镍矿成分以及提取工艺

红土镍矿类型	Ni	Co	Fe	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	矿石特点	提取工艺
褐铁矿	0.8%-1.5%	0.1%-0.2%	40%-50%	2%-5%	0.5%-5%	10%-30%	高铁低镁	湿法
中间过渡层	1.5%-2.0%	0.02%-0.1%	25%-40%	1%-2%	5%-15%	10%-30%		火法为主
硅镁镍矿型	2.0%-3.0%	0.02%-0.1%	10%-25%	1%-2%	15%-35%	30%-50%	低铁高镁	火法

资料来源：《红土镍矿选矿工艺与设备的现状及展望》 中信期货研究部

### 1.3 硫化镍矿开采有限，红土镍矿开发加快

根据 2020 年美国地质资源局统计，目前全球镍矿储量 9400 万金属吨，其中红土镍矿占比约 60%，硫化镍矿占比约 40%，由于红土镍矿勘探投入较少，未探明储量较多，未来储量仍有较大增长空间。储量来看，印尼和澳大利亚、巴西占比较高，而产量中印尼、菲律宾和新喀里多尼亚占比较高。

由于开发历史悠久，硫化镍矿资源受限，新增产能较少，产量相对稳定，基本在 70-80 万吨之间波动，在镍矿产量中占比不到 30%。本世纪初镍价大幅上升，硫化镍矿资源受限，红土镍矿逐步得到开发，特别是 RKEF 镍铁工艺的出现，NPI 产能快速扩张，红土镍矿的开采也加速推进。从矿端资源来看，硫化镍矿类似于铜矿、锌矿，需要较大的勘探投入，才会有新矿的发现，而红土镍矿类似铝矿，相对容易获取。

目前印尼镍铁产能继续扩张，红土镍矿生产的湿法中间品和高冰镍也将成为新能源车的主要镍来源，湿法或火法项目规划较多，红土镍矿未来仍是镍资源开发的重点。

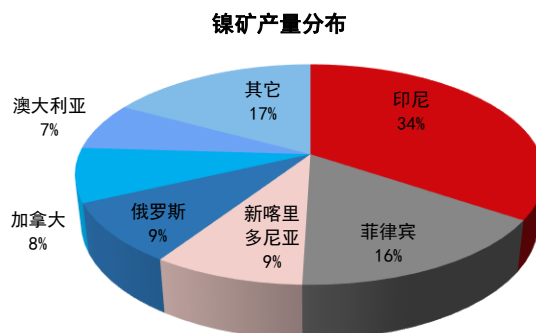
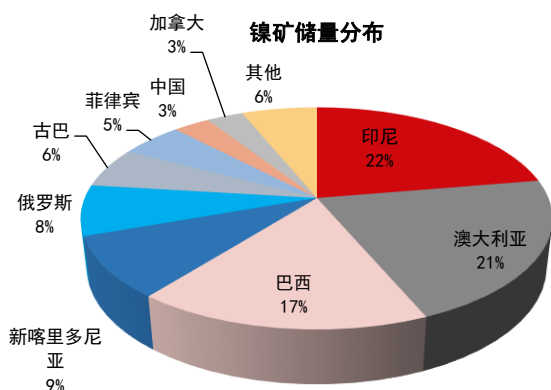
## 中信期货有色专题报告（镍）

图表 4：全球镍矿储量分布

单位：%

图表 5：全球镍矿产量分布

单位：%



资料来源：USGS 中信期货研究部

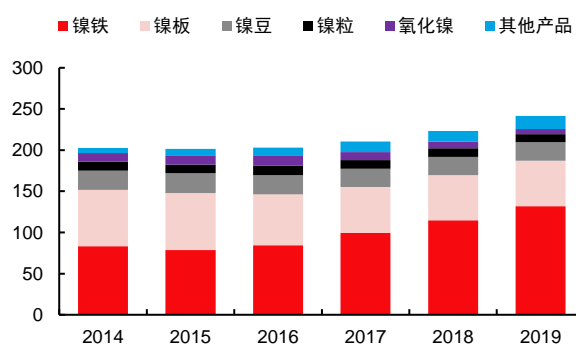
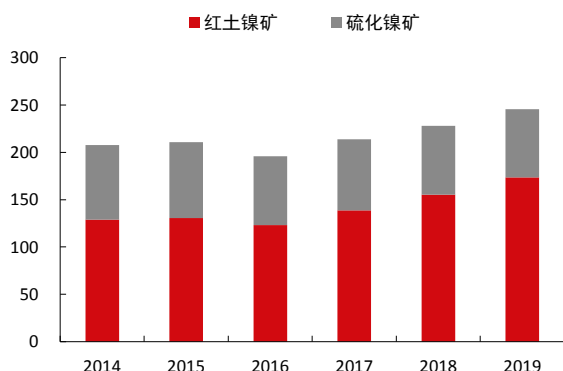
资料来源：SMM 中信期货研究部

图表 6：镍矿分类型产量

单位：万金属吨

图表 7：镍产品分类产量

单位：万金属吨



资料来源：SMM 中信期货研究部

资料来源：SMM 中信期货研究部

## 二、红土镍矿湿法和火法冶炼工艺介绍

不锈钢为镍消费主要领域，高冰镍项目较少。硫酸镍原料中，只有湿法中间品和高冰镍才能形成规模，但两者成本都比较高，技术上有较大改进空间。不锈钢在镍下游消费中占比约 80%，火法冶炼生产镍铁即可，无需再转换成高冰镍，所以火法高冰镍项目较少，湿法项目由于可以回收钴，比较受企业青睐。

**高冰镍生产工艺较长，镍回收率低。**现存项目的镍回收率约 70%，实验室回收率也只有 85%，主要损失发生在硫化和再富集过程。目前火法高冰镍项目较少，时间也较久产量相对稳定，**对于镍铁-高冰镍工艺，高冰镍产量会随着盘面与镍铁价差的扩大而增加。**高冰镍通过加压酸浸生产硫酸镍，镍回收率较高，与湿法制硫酸镍成本相差不大。

高压酸浸目前是湿法冶炼的主流路线，但也面临诸多问题：**1、投资大**，现存项目投资强度 5-7 万美元/金属吨，考虑到投资透支情况，拟建项目的投资强度约 2 万美元/金属吨；**2、建设周期长，产能爬坡慢**，中冶瑞木项目建设到满产，周期约 10 年，目前湿法项目多位于工业园，基础设施相对齐全，周期大大

## 中信期货有色专题报告（镍）

缩短，但项目建设到满产周期也需要 5-6 年；3、**工艺要求高**，温度、反应时间、酸矿比等参数对经济效益影响大，企业需要不断调试才能得到最佳运行区间，工艺操作较难；4、**尾矿处理难**，镍矿品味低，尾矿量较大，深海填埋可复制性小，环保问题较大。

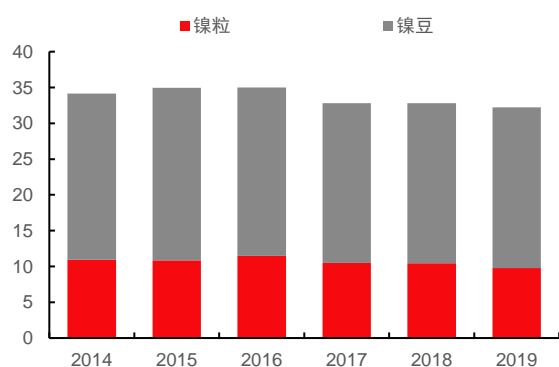
### 2.1 湿法中间品和高冰镍迎来快速发展，未来将成为硫酸镍主要原料

新能源车市场高速发展，带动硫酸镍需求快速增长，目前硫酸镍原料主要来自废料、湿法中间品和镍豆。目前镍豆产能受限，远期也并没有产能扩建规划，未来供应有限，铜冶炼废料也受限于铜消费的低增速，废电池回收估计也要 2022 年以后才会形成规模，并且增量也远远不能满足新能源车市场对镍的需求。

湿法工艺因为可以大规模利用红土镍矿，且可以直接运用到硫酸镍钴的生产，备受企业青睐，越来越多的企业开始加入湿法项目的赛道。目前青山已试制出高冰镍产品，随着工艺调试的进行，火法冶炼高冰镍的市场将逐步形成规模化。目前湿法冶炼和火法高冰镍工艺问题较多，成本也高，但随着资本的进入，技术将不断进步，成本有望下降，湿法中间品和高冰镍未来将成为硫酸镍的主要原料。

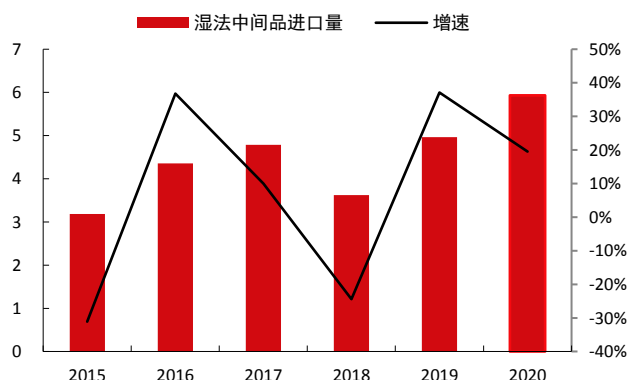
图表 8：全球镍豆镍粒产量

单位：万吨



图表 9：我国湿法中间品进口量

单位：万吨

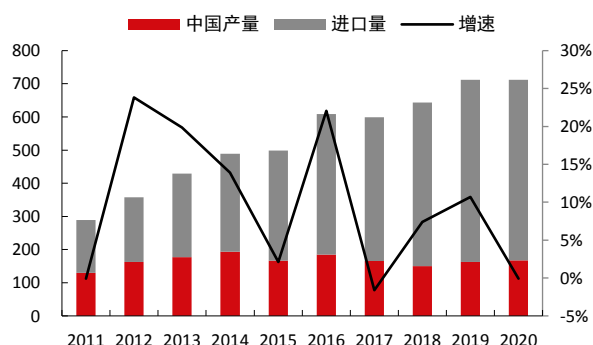


资料来源：SMM 中信期货研究部

资料来源：Wind 中信期货研究部

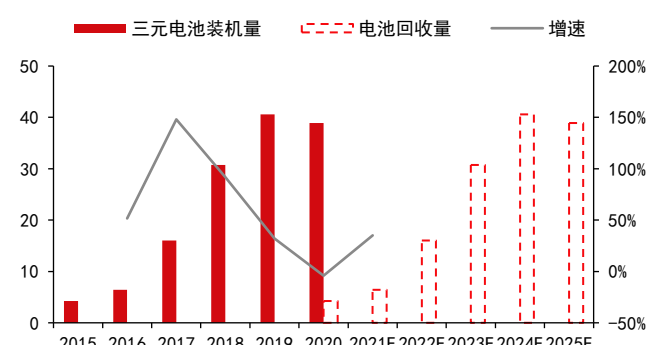
图表 10：中国铜矿表观消费量

单位：万金属吨



图表 11：中国三元电池装车量及回收预测

单位：Gwh



资料来源：SMM 中信期货研究部

资料来源：GGII 中信期货研究部

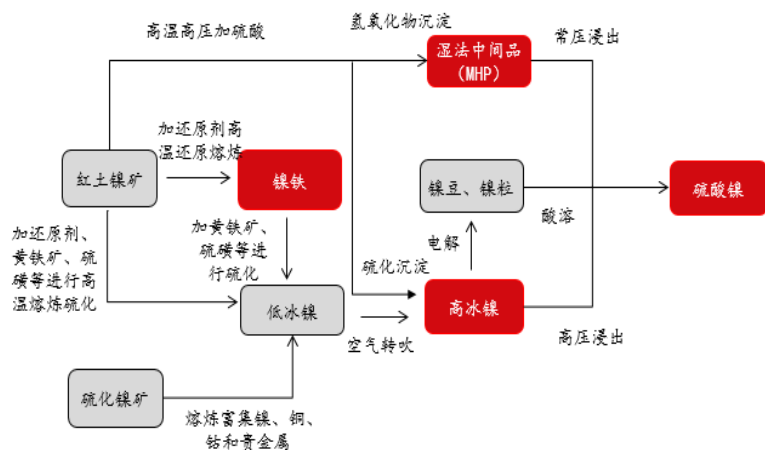
### 2.2 火法高冰镍项目少，湿法比较受青睐



红土镍矿冶炼包括火法和湿法两种工艺，火法冶炼主要用于生产镍铁，只有淡水河谷和埃赫曼的两个项目采用火法冶炼生产高冰镍，湿法冶炼的产品以高冰镍和氢氧化镍钴为主。高冰镍火法冶炼目前主要采取两种生产方式，一种是淡水河谷的 PTVI 项目采用的直接生产工艺，在冶炼时加入兰炭、硫磺、黄铁矿来进行还原硫化，生产低冰镍，之后再进行转吹生成高冰镍；另外一种方式是埃赫曼 SLN 项目采用的先生产出镍铁，之后再进行硫化，生产低冰镍的工艺，第一种生产成本较低，但产品单一，第二种工艺，企业可以灵活调节镍铁和高冰镍之间的产量。

红土镍矿湿法冶炼起始于上世纪 50 年代，目前已发展至第三代工艺，是红土镍矿过去几十年生产电解镍或硫酸镍的主要工艺。在镍价、钴价较高时，一些企业会尝试布局湿法项目，由于可以提取钴，且建设成本一直在降，湿法冶炼一直是企业比较青睐的工艺路线。

图表 12：镍矿至硫酸镍产业链



资料来源：中信期货研究部

## 2.3 高冰镍火法工艺镍回收率低，现存项目少

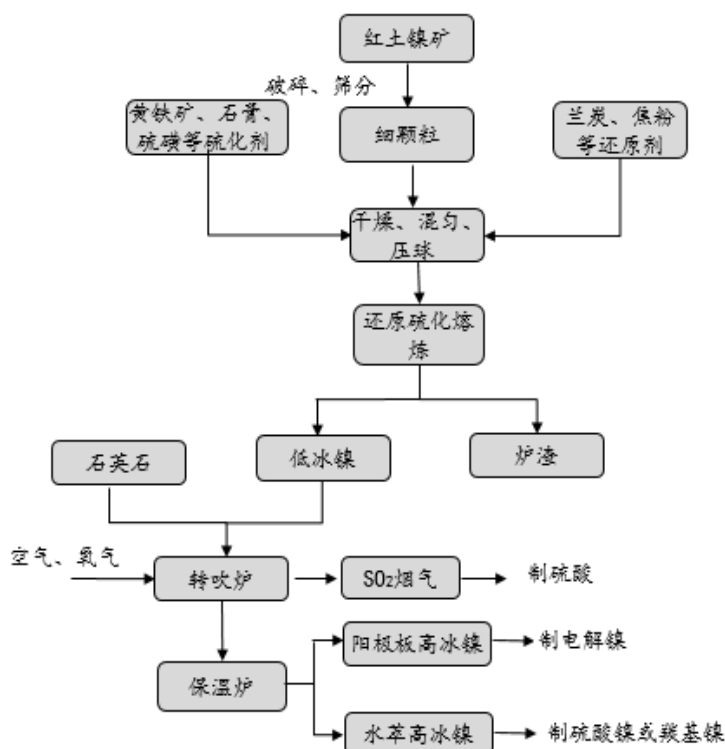
### 2.3.1 高冰镍火法工艺流程长，镍回收率低

红土镍矿还原硫化熔炼低冰镍的原理：炉料中的兰炭在炉内被热空气氧化，产生 CO 和 CO<sub>2</sub>，红土镍矿中的镍、铁等金属氧化物被 CO 还原为金属镍、铁，又被炉料中的黄铁矿、石膏等硫化剂，硫化反应生成硫化镍、硫化铁和硫化钴的混合物，也就是低镍锍。低镍锍通过转吹工艺生成高镍锍，也就是常说的高冰镍。

20 世纪七八年代投产的红土镍矿高冰镍火法项目，镍回收率约 70%，目前实验室高冰镍火法工艺，镍回收率约 85%，而火法冶炼镍铁工艺的镍回收率约 93%，由此可见，镍损失主要发生在镍铁硫化和再富集的过程。

高冰镍进一步生产有较大的灵活性，既可以铸成阳极板生产阴极纯镍，也可以采用羰基法生产纯镍，还可以采用高压浸出工艺生产硫酸镍。由于新能源车市场爆发时间较短，硫酸镍需求之前也较弱，目前采用火法高冰镍的两家工厂主要用来生产纯镍。

图表 13：红土镍矿火法冶炼高冰镍简介



资料来源：《红土镍矿火法冶炼工艺现状及进展》《吉恩镍业转炉吹炼生产高冰镍生产实践》 中信期货研究部

红土镍矿火法冶炼生产的高冰镍资料较少，我们主要通过硫化镍矿高冰镍成分进行分析。硫化镍矿中镍常与铜伴生，所以高冰镍中铜的含量较高，属于高铜镍硫；红土镍矿组成中铜含量很低，生产的高冰镍属于低铜镍硫。

低冰镍主要通过转吹工艺生产高冰镍，该工艺主要应用在硫化镍矿生产电解镍的过程中，工艺也比较成熟。转吹原理主要是利用炉内金属对硫和氧的结合力不同，对镍进行富集。高冰镍中 Ni 和 Cu 对氧的亲合力不及 Fe 大，Fe 会先被氧化，生成的氧化物再通过石英熔剂造渣除去，转吹工艺主要就是除去低冰镍中的铁，来富集有价金属。吉恩低冰镍转吹工艺，镍回收率高达 98.5%。

图表 14：硫化镍矿低冰镍和高冰镍成分

	Ni	Co	Cu	S	Fe	Mg
低冰镍	26%-28%	0.5%-0.8%	3.5%-5.5%	20%-24%	35%-40%	0.6%-1.5%
高冰镍	60%-65%	0.7%-1.0%	8%-13%	21%-24%	2%-4%	约 0.01%

资料来源：《吉恩镍业转炉吹炼生产高冰镍生产实践》 中信期货研究部

### 2.3.2 高冰镍火法冶炼项目少，产量稳定

红土镍矿高冰镍工艺应用较少，淡水河谷印尼的 PTVI 项目 1978 年商运，埃赫曼新喀的 SLN 项目也建设很早，最近几十年，尚没有企业尝试火法冶炼高冰镍项目，主要因为镍的下游集中在不锈钢领域，企业生产到镍铁即可满足需求，无

## 中信期货有色专题报告（镍）

需再进一步转化至高冰镍。近年来，新能源车市场快速发展，硫酸镍需求爆发，原料供应趋紧，青山不久前试制出高冰镍产品，高冰镍火法工艺也再次成为市场的焦点。

淡水河谷 PTVI 项目位于印尼苏拉威西，镍矿储量 1.04 亿吨，矿平均品味 1.7%。PTVI 项目高冰镍生产成本较低，现金成本约 7000-8000 美元/金属吨，除了矿自有，成本较低外，还因为 PTVI 在印尼拥有三家合计 365MW 的水电厂，电力成本低，参考意义有限。PTVI 生产的高冰镍 80%自用生产氧化镍，20%出售给住友进行加工。

埃赫曼 SLN 项目位于新喀里多尼亚，镍矿储量 1.8 亿吨，矿平均品味 2.0%，高品位矿主要用来生产镍铁，低品位矿用于外销。SLN 项目主要生产镍铁，高冰镍产量较低，由于该项目先生产镍铁，之后硫化生产高冰镍，所以企业可以灵活调节高冰镍和镍铁产量。SLN 项目电力主要为燃油发电，成本较高，2020 年现金成本高达 11800 美元/金属吨。

图表 15：淡水河谷的 PTVI 和埃赫曼的 SLN 项目概况

	矿储量（百万吨）	矿品味	电力	2020 年产量（万金属吨）	产品用途
淡水河谷 PTVI	104	1.7%	水电	高冰镍 7.16	80%自用生产氧化镍，20%出售给住友
埃赫曼 SLN	180	2.0%	燃油发电	镍铁 4.78，高冰镍 0.74	主要生产镍豆，其余为镍盐

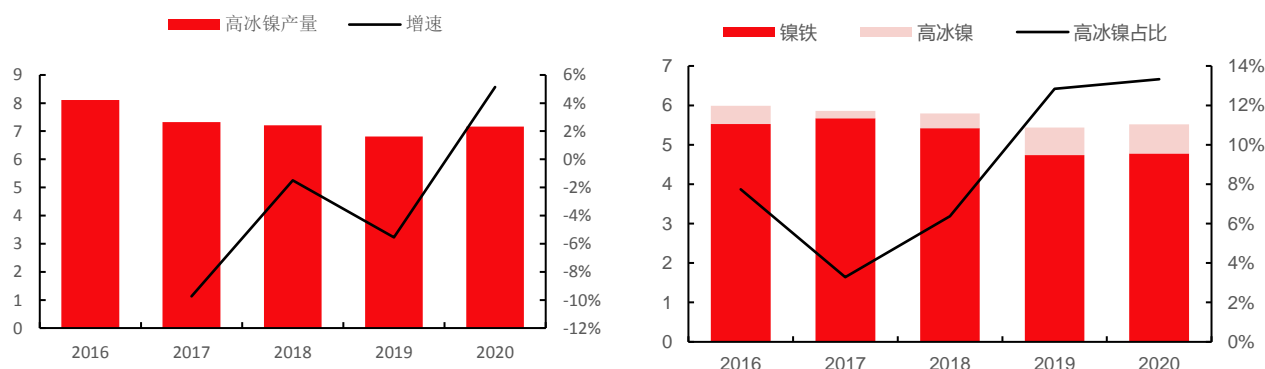
资料来源：公司公告 中信期货研究部

PTVI 项目直接生产高冰镍，近几年产量有所下降，整体相对稳定。SLN 项目由于先产镍铁，再生产高冰镍，产量会根据两者的价差波动，当高冰镍和镍铁价差大时（参考电解镍与镍铁价差），企业会增产高冰镍，进而生产镍豆和镍盐，减产镍铁。

从往年的产量数据可以看出，高冰镍产量和价差有一定的正相关，2017、2018 年电解镍与镍铁价差较小，高冰镍产量也较低，2019/2020 年价差较高，高冰镍产量也较高，比较符合正常推断。我们根据 SLN 项目的镍铁和高冰镍产量的变动与电解镍和镍铁价差的关系，可以知晓电解镍与镍铁价差是企业生产高冰镍的重要指标，也可以大致判断下高冰镍项目投产后镍铁和高冰镍产量的变化。

## 中信期货有色专题报告（镍）

图表 16: 淡水河谷 PTVI 项目高冰镍产量 单位: 万金属吨 图表 17: 埃赫曼 SLN 项目镍铁和高冰镍产量 单位: 万金属吨



资料来源: 公司公告 中信期货研究部

资料来源: 公司公告 中信期货研究部

图表 18: 电解镍对镍铁升水

单位: 元/金属吨



资料来源: Wind 中信期货研究部

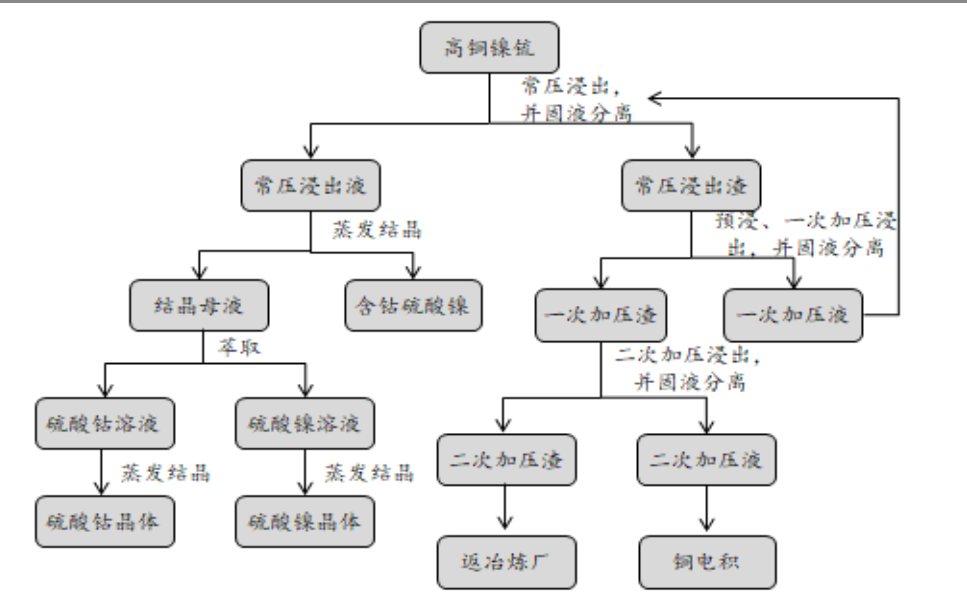
### 2.3.3 高冰镍加压酸浸制硫酸镍

由于之前硫酸镍需求较弱, 目前采用高冰镍生产硫酸镍的企业较少, 而且企业主要采用硫化镍矿的高铜镍矿来生产硫酸镍, 企业既浸取镍, 也回收铜和钴等金属, 比较有代表性的是吉恩镍业使用高铜镍矿生产硫酸镍的工艺。

吉恩镍业生产硫酸镍, 采用一段常压浸出和两段加压浸出的工艺, 高冰镍的基本物相组成是  $\text{Ni}_3\text{S}_2$ 、 $\text{NiS}$ 、 $\text{NiFeCu}$ 、 $\text{CuS}$ 、 $\text{Cu}_2\text{S}$ , 其中硫化物占 90% 以上。常压浸出时,  $\text{Ni}$  全部溶解,  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  部分溶解; 一段加压浸出时,  $\text{Ni}_3\text{S}_2$ 、 $\text{NiS}$  几乎全部溶解,  $\text{Cu}_2\text{S}$  部分溶解并转化成  $\text{CuS}$ ; 二段加压浸出时,  $\text{CuS}$ 、 $\text{Cu}_2\text{S}$  全部溶解, 高冰镍制硫酸镍, 镍回收率接近 100%, 铜回收率 90%, 钴回收率 98%。一次加压浸出液返回常压浸出, 二次加压浸出液用于生产铜产品。

红土镍矿生产的高冰镍, 铜含量比较低, 所以只需采用一次加压浸出工艺就可以生产硫酸镍, 目前住友利用菲律宾湿法项目冶炼的高冰镍, 来生产硫酸镍, 将原料中低含量的  $\text{Cu}$  保留在渣中, 对浸出液净化除杂后, 再进行镍钴分离, 分别生产硫酸镍和电解钴。硫酸镍、硫酸钴均是三元材料的原料, 则可以直接用于下游生产。

图表 19：吉恩镍业高铜镍钼制硫酸镍工艺



资料来源：《工业硫酸镍生产技术进展》 中信期货研究部

图表 20：高冰镍至硫酸镍各段工艺参数成分

		Ni	Cu	Fe	Co	S
第一段常压浸出	浸出液成分 (g/L)	90-95	<0.002	0.002	0.7-0.9	-
	浸出渣成分	40-45%	16-20%	4-5%	0.3-0.4%	19-20%
第二段加压浸出	浸出液成分 (g/L)	100	5-15	<1	-	-
	浸出渣成分	5-15%	35-55%	8-10%	0.15%	20-22%
第三段加压浸出	浸出液成分 (g/L)	<30	80-90	<0.5	-	-
累计浸出率		99.5%	>90%	<0	>98%	98%
硫酸镍晶体成分		22.07%	<0.0001 %	<0.0001 %	<0.18%	-

资料来源：《水淬高冰镍硫酸选择性浸出制取电池级高纯硫酸镍工艺》 中信期货研究部

## 2.4 湿法项目投资大，工艺条件要求高

### 2.4.1 高压酸浸工艺成为湿法主流，工艺参数影响大

红土镍矿湿法工艺应用历史较长，最早的是 1959 年的古巴 Moa 项目，湿法冶炼工艺不断发展，技术成熟度较高。目前湿法工艺主要包括高压酸浸工艺、常压酸浸工艺和还原焙烧-氨浸工艺，其中高压酸浸工艺已成为处理低品位红土镍矿的主流技术路线。

高压酸浸工艺在高温高压的条件下进行，反应比较充分，镍钴的回收率比较高，但也正因为反应条件活跃，设备管道容易腐蚀结垢，因此该工艺对设备和操



## 中信期货有色专题报告（镍）

作条件要求比较苛刻，投资成本巨大。随着高压釜制造技术和设备水平的进步，高压酸浸投资成本下降明显，优势也愈发显现。

图表 21：红土镍矿主要湿法冶炼工艺比较

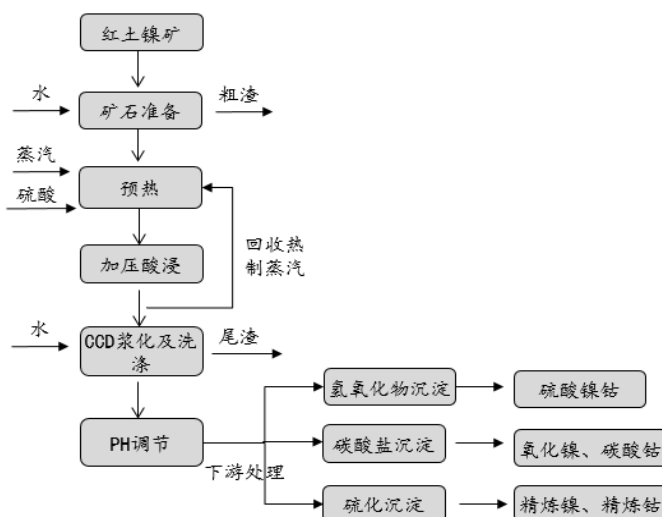
工艺类型	镍回收率	优点	缺点	处理镍矿类型
高压酸浸工艺	约 90%	镍钴回收率高，现金成本低	投资大，设备易腐蚀、结垢，工艺操作难	镁含量低，钴含量高，针铁矿为主的矿石
常压酸浸工艺	75%-80%	投资少，能耗低，工艺简单，易于操作	镍钴回收率较低，浸出渣量大、能耗高	同上
还原焙烧-氨浸工艺	75%-80%	除镁容易，腐蚀性小	能耗高，镍钴回收率较低	镁含量高，镍矿成分不复杂

资料来源：中信期货研究部

高压酸浸工艺过程中，矿石中的镍钴等氧化物在高温条件下（240-260℃），与硫酸反应形成可溶性的硫酸盐进入溶液，铁等杂质元素形成难溶的赤铁矿留在渣中，之后，经过闪蒸降温、洗涤、中和分离等工序，再进行沉淀处理。

高压酸浸沉淀工艺主要包括三种，一种是硫化沉淀，生成镍和钴的混合硫化物，也就是高镍硫，是之前湿法项目的主要沉淀处理方式，主要因为新能源车市场尚未形成规模，硫酸镍钴需求少，企业采用硫化沉淀形式生成高镍硫后，进一步生产精炼镍和精炼钴，经济性要好于生产硫酸镍钴；第二种是氢氧化物沉淀，生产氢氧化镍钴，进而生产硫酸镍钴，主要用于三元前驱体的生产；第三种是碳酸沉淀，该工艺采用更少。随着新能源车的高速发展，氢氧化物沉淀工艺将成为未来湿法冶炼的主要处理工艺。

图表 22：红土镍矿高压酸浸生产工艺



资料来源：中信期货研究部

红土镍矿成分复杂，高压酸浸工艺主要处理低镁高铁的褐铁镍矿，除了镍和钴等主要提取金属外，还包括铁、镁、铝、铬等杂质（见图表 3），其中镁是主要

## 中信期货有色专题报告（镍）

的耗酸元素（铝、锰、铬、锌等耗酸较少），这也是高压酸浸工艺适合镁含量低的镍矿的主要原因，铁和硅不消耗硫酸，但容易在高压釜和管道内壁上结垢，影响传热和浆液输送。

镍和钴的浸出率是高压酸浸工艺最核心的经济指标，生产过程中的温度、压力等工艺参数对浸出率影响较大，企业在生产实践中，需要不断探索、调试，掌握各个工艺参数的最佳范围，才能实现较高的经济效益，这也是高压酸浸工艺产量爬坡较慢的一方面原因。

图表 23：中冶瑞木项目镍和钴浸出率主要影响因素

影响因素	运行区间	过高	过低
温度	245~255℃	高温对应的压力也比较高（饱和温度和饱和压力），高温高压导致能耗增加	浸出反应慢，物料在高压釜内的停留时间较长，容易堵塞，并且酸耗高
压力	4.1~4.8MPa	压力需要高于水蒸气的饱和压力一定值（300~500kPa），压力过高，浸出率提高较少，能耗增加较多。	可能会低于饱和压力，出现闪蒸现象，造成管道震动，且气液两相混合流会严重腐蚀管道。
反应时间	45~60min	时间过长，浸出率提升较少，产量下降	时间过短，镍和钴浸出率下降
酸矿比	根据矿成分调整（主要是镁含量）	酸耗增加，并且杂质会被浸出，除杂时石灰等消耗增加。	镍和钴的浸出率下降

资料来源：《瑞木红土镍矿高压酸浸的生产实践》 中信期货研究部

### 2.4.2 高压酸浸项目投资大，产能爬坡慢，现金成本低

湿法冶炼不仅可以得到镍，还可以回收钴，经济价值高，所以一直是冶炼企业主要的探索方向。本世纪以来，由于镍价大幅上涨，湿法项目建设基本未停止过，但高压酸浸技术也面临资本开支庞大，建设周期长，产能爬坡慢，环保（酸泄露和尾矿处理）等问题。

高压酸浸工艺资本开支巨大，近几年投产项目投资额在 5-7 万美元/金属吨，投资大主要因为湿法项目位置较为偏远，基础设施建设投资高，且随着项目推进，超支现象严重。项目建设周期也长，产能爬坡较慢，瑞木项目爬坡期长达 4 年，加上 6 年的建设期，从建设到满产，周期高达 10 年。目前国内企业在印尼建设的项目，由于大多位于工业园区，基础设施配套较好，投资成本将下降，建设和产能爬坡周期也将大大缩短。

## 中信期货有色专题报告（镍）

图表 24：全球红土镍矿湿法主要在运项目概况

公司	项目地址	产品	产能（万金属吨/年）	投资额（亿美元）	投资强度（万美元/金属吨）	投产时间
Sherritt	古巴 Moa	硫化镍钴	镍 3.2, 钴 0.2	-	-	1959
Glencore	澳大利亚 Murrin Murrin	镍豆、钴豆	镍 4.5, 钴 0.3	10.3	2.3	1998
-	澳大利亚 Bulong	镍钴金属	镍 0.9, 钴 0.07	-	-	1998
-	澳大利亚 Cawse	硫化镍钴	镍 0.9, 钴 0.13	-	-	2000
住友	菲律宾 Coral Bay	硫化镍钴	镍 1.8, 钴 0.15	4.87	2.7	2005
第一量子	澳大利亚 Ravensthorpe	氢氧化镍钴	镍 5.0, 钴 0.14	20	4	2008
淡水河谷 (Vale)	新喀里多尼亚 Goro	氧化镍, 碳酸钴	镍 6.0, 钴 0.5	50	8.3	2009
中冶瑞木	巴布亚新几内亚 Ramu	氢氧化镍钴	镍 3.2, 钴 0.3	20.4	6.4	2012
住友	马达加斯加 Ambatovy	镍豆、钴豆	镍 6.0, 钴 0.5	55	9.2	2012
住友、Sherritt	菲律宾 Taganito	硫化镍钴	镍 3.0, 钴 0.26	15.9	5.3	2013

资料来源：中信期货研究部

高压酸浸工艺现金成本主要在于镍矿原料、人工、硫酸和蒸汽等方面。根据瑞木工艺条件，酸矿比约 250kg/吨干矿，燃料为重油，1 吨金属镍约消耗 0.9% 镍矿 180 湿吨，蒸汽 50-55 吨，硫酸 29-31 吨，根据目前原料价格测算，主要原料成本约 6200 美元/金属吨，加上人工以及石英等其他原料，湿法现金成本可能突破 8000 美元/金属吨。中冶项目镍矿为自有镍矿，硫酸自制，生产成本较低，现金成本约 7500 美元/金属吨，明显低于火法冶炼。

图表 25：高压酸浸工艺主要消耗实物量及成本

	0.9% 镍矿（吨）	耗硫酸量（吨）	重油量（吨）
实物量	180	30	1
成本（美元）	3400	2500	380

资料来源：中信期货研究部

### 三、火法、湿法各有千秋，企业两边押注

湿法项目投资大，但生产成本低。湿法相对于火法高冰镍工艺，投资强度高出将近 1 倍，但湿法项目现金成本低，又可以得到钴产品，整体生产成本低于高冰镍。对于镍铁-高冰镍工艺，企业需要比较生产镍铁和高冰镍利润高低，来调节产量，据此可以测算高冰镍机会成本：**硫酸镍成本=镍铁价格/（镍铁至高冰镍工艺的镍回收率）+镍铁至高冰镍成本+高冰镍至硫酸镍成本**。根据机会成本计算，高冰镍成本会更高，根据当前镍铁价格，硫酸镍与镍铁价差在 40000-

50000 元/金属吨时，企业生产高冰镍才更划算。

**湿法项目尾矿处理难，高冰镍项目能耗污染大。**环保方面，湿法面临尾矿处理难问题，湿法镍品味低，1 吨金属镍产生 120-160 吨尾矿，尾矿处理与当地环保政策关系密切，深海填埋技术不具有可复制性。高冰镍项目能耗高，1 金属吨镍铁碳排放 40-48 吨，并且会产生 SO<sub>2</sub> 污染气体，若新能源车企对原料环保比较关切的话，高冰镍成本可能会进一步增加。

**镍矿品味价差有所扩大，湿法、火法原料成本可能背离。**湿法项目镍矿原料品味远低于火法冶炼，矿储量更高，需求端来看，印尼火法项目大量投产，而湿法项目相对较少，项目规划中，火法项目产能也高于湿法，高品位镍矿相对低品位来说，未来可能会更加紧张。

**火法、湿法各有千秋，企业两边押注。**湿法和火法高冰镍工艺尚不成熟，现存项目的公司因为建设和运营经验更丰富，优势大些，但目前参与建设湿法和火法高冰镍项目的很少，两种工艺的经济性可能并不突出。从公司选择来看，青山减少湿法项目股权，高冰镍股权保持，华友钴业湿法项目正在推进，又公告建设火法高冰镍，企业似乎对火法有所倾斜，但两种工艺技术上均有较大不确定性，企业更多是两边押注。

### 3.1 湿法冶炼资金投入高，生产优势未来可能扩大

#### 3.1.1 湿法冶炼钴产品价值高，高冰镍副产品收入低

从镍湿法中间品和高冰镍成分比较，硫化镍矿高冰镍铜含量较高，镍含量相对较低，红土镍矿火法高冰镍的镍含量约 79%，青山公告的镍含量约 75%，与湿法中间品相当，由于红土镍矿铜含量低，高冰镍基本以提取镍为主，钴含量少，副产品收入较低。

湿法中间品（氢氧化镍钴）中钴含量较高，可以直接酸浸生产硫酸镍和硫酸钴，目前钴价约为镍价 3 倍，镍钴产量比约为 10:1，湿法冶炼提取钴可以带来约 30% 的额外收入，钴价变动也是企业湿法项目规划的重要考虑因素。

图表 26：硫化镍矿高冰镍与红土镍矿湿法中间品成分

	Ni	Co	Cu	S	Fe	Mn	Mg
高冰镍	60%-65%	0.7%-1.0%	8%-13%	21%-24%	2%-4%	-	约 0.01%
湿法中间品	75%-80%	4.5%-7.5%	0.2%	-	0.3%	10%-11%	4%-7%

资料来源：《吉恩镍业转炉吹炼生产高冰镍生产实践》 中信期货研究部

备注：湿法中间品为干矿测算

#### 3.1.2 湿法项目投资高，生产成本低

湿法项目投入高，中冶瑞木项目投资强度超过 6 万美元/金属吨，由于设备制造技术进步，加上印尼镍工业园基础设施建设较好，项目投资强度下降明显，根据规划项目投资以及可预期的项目透支情况来看，湿法项目投资强度约为火法高冰镍项目的 2 倍，加上湿法项目产能爬坡较慢，企业的投资回报周期较长，资金

压力很大。

从现金成本来看，湿法优势较大：1、镍矿成本低，湿法项目采用低品位镍矿，镍矿价格低，并且镍回收率高于火法高冰镍工艺约 10 个百分点；2、能耗成本低，火法冶炼每吨镍铁（品味变动较大，8%-16%）消耗电力约 3000KWh，焦粉约 0.7 吨，湿法冶炼主要以消耗蒸汽为主，能耗低；3、可回收钴元素，副产品价值高，增收约 30%。湿法需要制硫酸，成本会有所增加。

图表 27：湿法和火法项目经济指标对比

红土镍矿类型	项目投资（美元/镍吨）	常用矿品位	镍回收率	矿成本（美元/吨）	环保问题
湿法中间品工艺	约 2 万	0.8%-1.2%	90%以上	3400	尾矿处理
火法高冰镍工艺	约 1.2 万	1.5%及以上	70%-85%	4800	SO <sub>2</sub> 等污染，能耗高

资料来源：《红土镍矿选矿工艺与设备的现状及展望》 中信期货研究部

由于大宗商品价格上涨，根据印尼内贸镍矿基准价以及自备电厂情况下测算，印尼镍铁冶炼现金成本约 8500 美元/金属吨，目前镍铁制高冰镍项目较少，成本参考较少，根据镍回收率，以及硫磺等原料以及转吹成本估测，高冰镍现金成本可能在 10000-11000 美元/金属吨区间，中冶瑞木湿法冶炼现金成本约 7500 美元/金属吨，湿法项目现金成本优势较大。

企业是否生产高冰镍，不只是看高冰镍是否有利润，更重要是看镍铁和高冰镍利润哪个会高，也就是需要看生产高冰镍的机会成本，即硫酸镍与镍铁的价差，能否覆盖镍铁至硫酸镍工艺的成本，据此我们可以得出镍铁-高冰镍-硫酸镍工艺的机会成本公式：

**硫酸镍成本=镍铁价格/(镍铁至高冰镍工艺的镍回收率)+镍铁至高冰镍成本+高冰镍至硫酸镍成本**

根据机会成本公式，红土镍矿制高冰镍成本更高，只有当硫酸镍与镍铁价差在 40000-50000 元/金属吨时，企业从镍铁转向高冰镍生产，进而生产硫酸镍才会有利可图。

### 3.1.3 湿法项目尾矿处理难，高冰镍项目能耗污染大

湿法项目镍矿品味较低，矿中含量较大的铁也不能利用，因此生产过程中会产生大量的尾矿和废渣，从品味计算，1 吨金属镍的造渣量在 120-160 吨，并且高压酸浸工艺得到的尾矿呈酸性，尾矿处理也是湿法项目的主要问题之一。中冶瑞木采用深海填埋技术处理尾矿，先将尾渣中和到偏碱性，将有害金属离子沉淀到渣中，通过脱气、稀释、降温后排放到海水混合层以下，尾渣最终沉淀在深海沟中，对海洋生物、微生物影响较小，加上海水稀释，各种金属离子浓度达到环境排放要求，但该项目与当地环保政策密切相关，需得到当地政府许可。

湿法项目大多采用建设尾矿库来处理尾矿，尾矿库的选址、征地、建设成本较高，同时还要面临渗漏、决堤等风险。深海填埋技术成本较低，但能否得到当地政府的批准尚存疑问，具有较大的环保风险，后续项目可能以建设尾矿库为主。



火法高冰镍项目能耗污染大，该工艺先还原硫化，再转吹生成高冰镍，还原硫化过程会消耗大量的煤炭和电力，同时会产生  $\text{SO}_2$ ，转吹过程也会产生  $\text{SO}_2$ 。还原硫化过程，1 吨镍铁大约消费 0.7 吨兰炭、电力 3200-3600KWh，折算成煤炭大约 1.7 吨，由于镍铁品味一般随着矿品味的增加而提高，印尼镍铁品味在 13%-16%，折算成金属量，1 吨镍约排放 40-48 吨  $\text{CO}_2$ 。低冰镍转吹生产高冰镍，会产生大量的  $\text{SO}_2$  烟气，虽然大部分可以吸收制硫酸，但需要尾气处理设备，来满足  $\text{SO}_2$  排放标准。

印尼煤炭资源丰富，镍铁企业主要建设煤电厂，成本较低，但会产生大量的  $\text{CO}_2$  排放。新能源车企以减少碳排放为宣传口号，马斯克也多次表示，如果镍矿商能以环保的方式提供镍，他愿意提供一份大合同，高碳排放问题可能会导致，高冰镍在与湿法中间品竞争中处于劣势。印尼风力、水力等清洁资源并不丰富，若新能源车企对原料来源的环保问题趋于严厉的话，火法高冰镍企业或许不得不去寻找清洁能源来提供电力，而清洁资源分布与镍矿分布并不一致，不管是运输镍矿还是输电，都会给企业带来不小的成本。

### 3.1.4 镍矿品味价差有所扩大，湿法、火法原料成本可能背离

印尼和菲律宾是全球镍矿产量最高的两个国家，约占全球产量的一半。菲律宾镍矿虽然产量高，但储量并不丰富，储采比低，镍矿的大量开采导致资源下降较为明显。印尼红土镍矿资源丰富，储量、产量均居世界首位，是企业冶炼项目布局的主要地区。

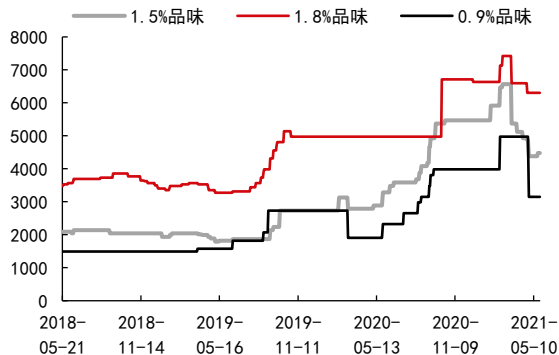
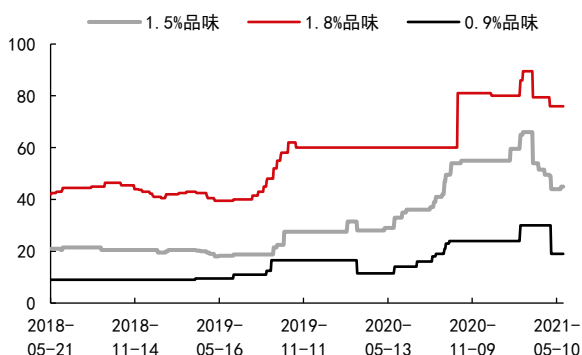
红土镍矿湿法项目镍矿原料品味基本在 0.8-1.2%，火法冶炼镍矿原料品味在 1.5% 左右，印尼的火法镍矿品味基本在 1.7% 以上。从价格走势看，不同品味镍矿价格走势比较一致，菲律宾参与贸易的低品位镍矿主要用来生产低镍铁，而不是生产湿法中间品，从镍矿单位金属量来看，高品位与低品位镍矿的价差有所扩大，1.5% 与 0.9 镍矿价差从 2019 年的 40 美元/金属吨，增加到目前的 600 美元/金属吨，主要因为菲律宾镍矿大量开采，导致镍矿品味下降。

图表 28：菲律宾红土镍矿实物价格

单位：美元/湿吨

图表 29：菲律宾红土镍矿金属量价格

单位：美元/金属吨



资料来源：SMM 中信期货研究部

资料来源：SMM 中信期货研究部

印尼红土镍矿资源丰富，镍矿产量高，由于 2020 年 1 月 1 日，印尼实施禁矿

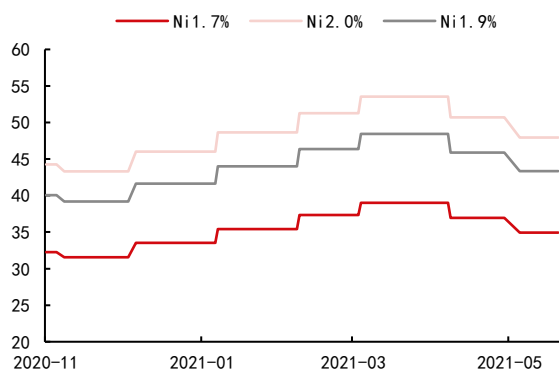
出口政策，导致国内镍矿价格低，约为菲律宾镍矿价格的一半。目前印尼布局的主要是镍铁火法冶炼产能，所以镍矿原料品位较高，当地交易的也是高品位镍矿，印尼内贸基准价以伦镍价格作为基准，然后根据镍矿品味设定价差来确定，但由于印尼镍矿整体供过于求，一些企业较难执行该基准价，根据供需确定价格。

**印尼镍矿内贸基准价=LME 镍均价\*校正系数\*（1-镍矿湿度）\*镍品味+2**

（CF 校正系数品味 1.9=20%，品味每上下浮动 0.1%，该系数上下浮动 1%）

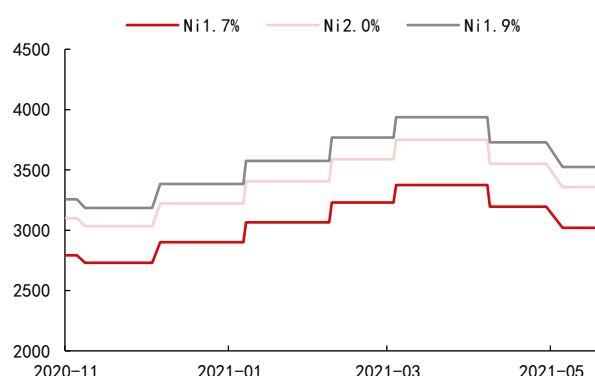
印尼目前湿法项目规划较多，但目前只有力勤项目刚投产，低品位矿交易量较少。从供应看，低品位矿储量远多于高品位矿，供应充足，从需求看，目前印尼镍铁产能扩张较快，并且镍铁利润较高，规划项目仍然较多，印尼目前湿法项目投产的只有力勤，虽然规划项目不少，但湿法项目建设周期长，产能爬坡慢，需求远远不及火法冶炼。目前印尼镍矿尚处于供过于求的阶段，较长一段时间内，镍矿品味价差可能比较稳定，但随着更多产能的投产，参照过去几年菲律宾镍矿价格走势，更长期来看，镍矿品味价差扩大也将不可避免。

图表 30：印尼红土镍矿基准价 单位：美元/湿吨



资料来源：Mysteel 中信期货研究部

图表 31：印尼红土镍矿金属吨基准价 单位：美元/金属吨



资料来源：Mysteel 中信期货研究部

### 3.2 高冰镍制硫酸镍投资高，工艺相对简单

湿法中间品和高冰镍制硫酸镍，各有优劣。高冰镍制硫酸镍采用加压浸出工艺，需要采购高压釜，设备投资较高，但生产过程中基本通过蒸发结晶，或进行一次萃取，可制取硫酸镍和硫酸钴晶。而湿法中间品常压与硫酸反应后，需要进行两次萃取，方可获得硫酸镍和硫酸钴晶体。

从成本看，高冰镍制硫酸镍项目近年来投产较少，成本尚不太清楚，可能约 15000 元/金属吨，湿法中间品制硫酸镍成本约 13000 元/金属吨。从高冰镍和湿法中间品价格来看，两者对伦镍盘面的折价系数相差不大，目前在 0.88 左右（折价系数随着伦镍价格上涨而下降），说明两种产品制硫酸镍的成本相差不大。

### 3.3 行业公司的选择

目前全球湿法项目较多，海外公司有嘉能可、第一量子、住友金属等矿业巨

## 中信期货有色专题报告（镍）

头，国内公司有中冶瑞木；火法项目主要是海外的淡水河谷和埃赫曼，国内也只有青山公告要商运。从湿法和火法项目规划来看，并没有在运项目的公司参与，参与的均是新加入者。对于湿法和火法这类不成熟的技术来讲，有项目建设和运营经验的公司，技术和人员储备也更充足，这些公司对新参与者的优势比较明显，但目前并没有在运项目的公司参与建设，湿法和火法项目知易行难。

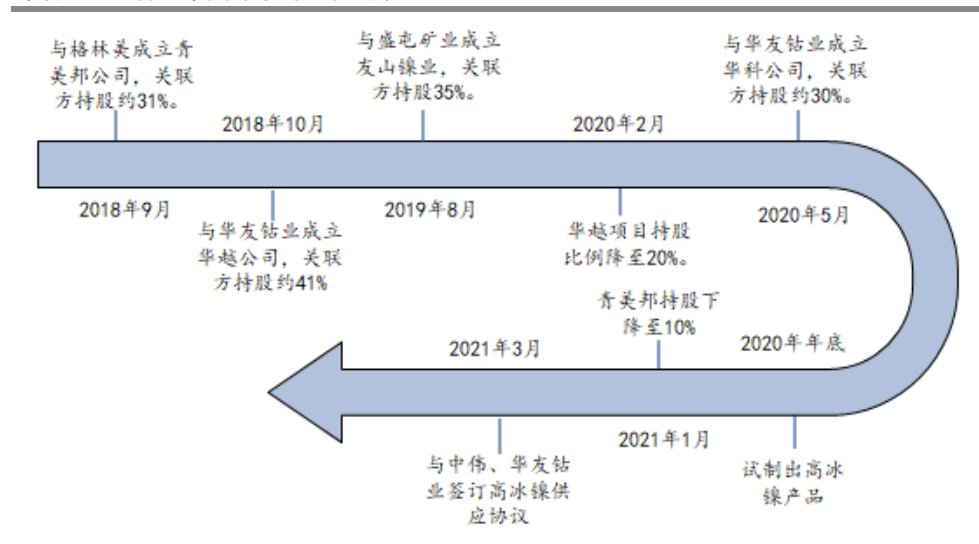
图表 32：红土镍矿火法和湿法项目情况

公司	项目地址	产品	产能（万镍吨/年）	投资额（亿美元）	投资强度（万美元/镍吨）
力勤矿业	Obi 岛	MHP	3.7	10.5	2.8
青美邦新能源	Morowali	MHP	5	7	1.4
华越镍钴（印尼）	Morowali	MHP	6	12.8	2.1
华科镍业（印尼）	Weda Bay	高冰镍	4.5	5.2	1.2
友山镍业	Weda Bay	高冰镍	3.4	4.1	1.2

资料来源：公司公告 中信期货研究部

镍产业龙头青山集团，2018 年开始积极布局电池产业链前端项目，在湿法和火法项目中均有布局，从公告中了解，青山集团主要为合资项目供应镍矿。青山公司 2018 年开始参股湿法和火法项目，从股权结果看，青山转让了华友钴业和格林美两个湿法项目的部分股权，保持力勤矿业和华友钴业火法高冰镍项目股权不变，湿法项目股权在下降，火法项目仍在参股。华友钴业 2018 年选择湿法项目，2020 年又开始募资建设火法项目，在火法和湿法两边押注，湿法和火法项目技术路线推进较难。

图表 33：青山集团镍中间品项目布局



资料来源：公司公告 中信期货研究部

## 免责声明

除非另有说明，中信期货有限公司拥有本报告的版权和/或其他相关知识产权。未经中信期货有限公司事先书面许可，任何单位或个人不得以任何方式复制、转载、引用、刊登、发表、发行、修改、翻译此报告的全部或部分材料、内容。除非另有说明，本报告中使用的所有商标、服务标记及标记均为中信期货有限公司所有或经合法授权被许可使用的商标、服务标记及标记。未经中信期货有限公司或商标所有权人的书面许可，任何单位或个人不得使用该商标、服务标记及标记。

如果在任何国家或地区管辖范围内，本报告内容或其适用与任何政府机构、监管机构、自律组织或者清算机构的法律、规则或规定内容相抵触，或者中信期货有限公司未被授权在当地提供这种信息或服务，那么本报告的内容并不意图提供给这些地区的个人或组织，任何个人或组织也不得在当地查看或使用本报告。本报告所载的内容并非适用于所有国家或地区或者适用于所有人。

此报告所载的全部内容仅作参考之用。此报告的内容不构成对任何人的投资建议，且中信期货有限公司不会因接收人收到此报告而视其为客户。

尽管本报告中所包含的信息是我们于发布之时从我们认为可靠的渠道获得，但中信期货有限公司对于本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性以及完整性不作任何明确或隐含的保证。因此任何人不得对本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性及完整性产生任何依赖，且中信期货有限公司不对因使用此报告及所载材料而造成的损失承担任何责任。本报告不应取代个人的独立判断。本报告仅反映编写人的不同设想、见解及分析方法。本报告所载的观点并不代表中信期货有限公司或任何其附属或联营公司的立场。

此报告中所指的投资及服务可能不适合阁下。我们建议阁下如有任何疑问应咨询独立投资顾问。此报告不构成任何投资、法律、会计或税务建议，且不担保任何投资及策略适合阁下。此报告并不构成中信期货有限公司给予阁下的任何私人咨询建议。

## 深圳总部

地址：深圳市福田区中心三路8号卓越时代广场（二期）北座13层1301-1305、14层

邮编：518048

电话：400-990-8826

传真：(0755) 83241191

网址：<http://www.citicsf.com>