

印尼寒锐镍业有限公司
年产2万吨镍金属量富氧连续
吹炼高冰镍项目

可行性研究报告

河南省冶金规划设计研究院有限责任公司
二〇二三年十二月

目录

第一章 总论	4
1 项目概况.....	4
2 投资及经济效果.....	5
3 综合评价.....	5
第二章 市场分析	6
1 镍资源情况.....	6
2 镍的生产和消费情况	8
第三章 建设方案	9
1 工艺方案选择原则	9
2 工艺方案比选.....	10
第四章 冶炼工艺	12
1 概述.....	12
2 生产规模及产品.....	12
3 工艺流程及工艺过程描述	12
第五章 余热利用	13
第六章 烟气收尘	13
1 干燥窑烟气收尘.....	13
2 预热焙烧窑烟气收尘	13
3 吹炼烟气收尘.....	13
第七章 烟气制酸及脱硫	14
第八章 总图运输	14
1 区域概述.....	14
2 总平面布置.....	15
第九章 公用辅助设施及土建工程	15
第十章 节能	16
第十一章 环境保护	16
1 工程主要污染源产生、治理及排放状况	16
2 环保投资.....	17
3 环境影响分析.....	17
第十二章 劳动安全卫生与消防	17
1 劳动安全卫生.....	17
2 消防.....	17
第十三章 项目实施计划	18
第十四章 企业组织及定员	18

1 组织机构.....	18
2 劳动定员.....	18
3 职工薪酬.....	19
4 职工培训.....	19
第十五章 投资估算及资金筹措	19
1 概述.....	19
2 投资分析.....	19
3 流动资金.....	19
4 项目总投资.....	19
5 项目融资方案.....	20
6 资金使用计划.....	20
第十六章 成本与费用	20
第十七章 财务分析.....	20
1 收入、税金及利润计算	20
2 综合评价.....	21

第一章 总论

1 项目概况

1.1 项目名称及主体情况

项目名称：年产2万吨镍金属量富氧连续吹炼高冰镍项目

建设单位名称：印尼寒锐镍业有限公司

印尼寒锐镍业有限公司为南京寒锐钴业股份有限公司子公司，南京寒锐钴业股份有限公司（Nanjing Hanrui Cobalt Co., Ltd. A 股代码 300618）创立于1997年，总部位于南京市江宁区。业务涵盖钴铜矿山勘探运作、矿石开采、选矿、冶炼、新能源、新材料，以及铜钴系列产品的生产和销售。

1.2 项目背景及意义

印度尼西亚共和国是世界上红土镍矿资源最丰富的国家之一，其国内开采的镍矿原先绝大部分用于出口。据不完全统计，印尼2013年的镍矿出口量达到6000万吨。为了提高出口产品附加值，印尼政府于2009年颁布了新的《矿产与煤炭开采法》（2009年第4号法律），并自2014年1月开始正式施行原矿出口禁令，同时配以有力的政策鼓励和推进在镍矿产区就地投资建设金属原矿冶炼加工设施，以促进本国冶炼工业发展。

1) 完善产业链，提高市场竞争力

经过一系列的科学论证和市场分析后，决定在印度尼西亚苏拉威西岛印尼中苏拉威西省 Morowali 县振石印尼华宝工业园投建高冰镍冶炼项目。公司关联方拥有印尼中苏拉威西省镍矿资源，该项目的建设有利于实现产业与资源的对接，通过镍产品冶炼加工促使镍矿资源达到最适宜的开采成本效率并集中资源，以提高冶炼产品的附加值。

2) 响应印尼政府号召、利用丰富的镍矿和煤炭资源、有力推进金属原矿冶炼加工，印尼政府于2009年1月立法，并于2014年1月正式实施禁止原矿出口政策，同时以有力的政策推进在印尼国内投资建设金属原矿冶炼加工厂。在印尼利用红土镍矿冶炼高冰镍项目，完全符合印尼政府推进在印尼国内投资建设金属原矿冶炼加工厂的法规政策。印尼是世界上红土镍矿、煤炭资源最丰富的国家之一，利用红土镍矿生产高冰镍，以煤炭作为主要能源，具有极大的竞争优势。

3) 是南京寒锐钴业股份有限公司可持续发展的需要。

2 投资及经济效果

2.1 投资

项目报批总投资为建设投资、建设期借款利息和铺底流动资金之和。项目建设投资为 21,931.63 万美元，建设期借款利息为 501.34 万美元，铺底流动资金为 1,887.72 万美元。项目报批总投资为 24,320.69 万美元。

项目总投资为建设投资、建设期借款利息和流动资金之和。流动资金 6,292.39 万美元。项目总投资为 28,725.36 万美元。

2.2 项目融资方案

1) 资本金

项目建设投资中的 6,579.49 万美元为企业资本金，占建设投资 30%，流动资金中 1,887.72 万美元为企业资本金，占流动资金的 30%，建设期利息 501.34 万美元为企业资本金。故本项目资本金为 8,968.55 万美元，占项目报批总投资的 36.88%。

2) 债务资金

建设投资拟向银行申请贷款 15,352.14 万美元，债务资金占建设投资的 70%。流动资金拟向银行申请贷款 4,404.67 万美元，债务资金占流动资金的 70%。本项目债务资金总额为 19,756.81 万美元。

2.3 经济效果

项目达产年平均利润总额为 7,386.18 万美元，上缴所得税为 1,477.24 万美元，净利润为 5,908.95 万美元，息税前利润为 7,598.04 万美元。

3 综合评价

本项目需建设投资为 21,931.63 万美元，流动资金 6,292.39 万美元，建设期利息 501.34 万美元，项目总投资为 28,725.36 万美元。

本项目建成后，可取得较好的经济效益。项目达产后，可实现营业收入 29,169.87 万美元/年，缴纳营业税金及附加 146.64 万美元/年，利润总额 7,386.18 万美元/年，所得税 1,477.27 万美元/年，净利润 5,908.95 万美元/年；项目投资财务内部收益率为 26.51%

(税后)，项目资本金财务内部收益率 45.11%，总投资收益率为 26.45%，项目资本金净利润率 65.89%，投资回收期为 5 年(税后)。

因此，本项目社会效益、环保效益和经济效益均好，项目是可行的，建议尽快实施。

第二章 市场分析

镍是一种银白色金属，具有机械强度高、延展性好、难熔、在空气中不易氧化等优良特性，用它制造的不锈钢和各种合金钢被广泛地用于飞机、坦克、舰艇、雷达、导弹、宇宙飞船和民用工业中的机器制造、陶瓷颜料、永磁材料、电子遥控等领域。在化学工业中，镍常被用作氢化催化剂。近年来，在家用电器、通讯器材等方面，镍的用途也在迅速增长。

1 镍资源情况

1.1 世界镍资源情况分析

世界镍资源储量十分丰富，在地壳中的含量不少，但比氧、硅、铝、铁、镁，要少很多。地核中含镍最高，是天然的镍铁合金。镍矿在地壳中的含量为 0.018%，地壳中铁镁质岩石含镍高于硅铝质岩石，例如橄榄岩含镍为花岗岩的 1000 倍，辉长岩含镍为花岗岩的 80 倍。世界上镍矿资源分布中，红土镍矿约占 55%，硫化物型镍矿占 28%，海底铁锰结核中的镍占 17%。海底铁锰结核由于开采技术及对海洋污染等因素，目前尚未实际开发。

2018 年全球探明镍基础储量约 7400 万吨，资源总量 14800 万吨，基础储量的约 60% 为红土镍矿，约 40% 为硫化镍矿。

(1) 硫化镍矿

中国甘肃省金川镍矿带、吉林省磐石镍矿带；加拿大安大略省萨德伯里 (Sudbury) 镍矿带；加拿大曼尼托巴省林莱克的汤普森 (Lynn Lake-Thompson) 镍矿带；苏联科拉 (Kojia) 半岛镍矿带；俄罗斯西伯利亚诺里尔斯克 (HophHjibck) 镍矿带；澳大利亚坎巴尔达 (KaMbalda) 镍矿带；博茨瓦纳塞莱比-皮奎 (SelebiPhikwe) 镍矿带；芬兰科塔拉蒂 (Kotalahti) 镍矿带。

(2) 红土镍矿

南太平洋新喀里多尼亚（New Caledonia）镍矿区；印度尼西亚的摩鹿加（Moluccas）和苏拉威西（Sulawesi）地区镍矿带；菲律宾巴拉望（Palawan）地区镍矿带；澳大利亚的昆士兰（Queensland）地区镍矿带；巴西米纳斯吉拉斯（Minas Gerais）和戈亚斯（Goiás）地区镍矿带；古巴的奥连特（Oriente）地区镍矿带；多米尼加的班南（Banan）地区镍矿带；希腊的拉耶马（Larymma）地区镍矿带；以及苏联和阿尔巴尼亚等国的一些镍矿带。

1.2 中国镍资源情况分析

中国镍资源储量 290 万吨，仅占全球镍资源 3.93%。中国的镍矿资源又以硫化镍矿为主，硫化镍矿资源丰富，红土镍矿资源贫乏。区域分布方面，中国镍矿资源主要分布在西北、西南和东北，其保有储量分别占全国总储量的 76.8%、12.1%和 4.9%。中国的主要镍矿包括：金川镍矿、夏日哈木镍钴矿、喀拉通克镍矿和黄山镍矿。

(1) 甘肃金川镍矿：金川铜镍硫化物矿床位于甘肃省金昌市，是全球第三大硫化铜镍矿床，是中国最大的镍钴铂族基地。金川镍矿镍资源量占全国资源量的 62%，钴占 33%，铂族占 57%。金川镍矿由金川集团所拥有，目前分为龙首矿、二矿区、三矿区 3 个矿山单位实施开发。3 个百万吨级别的大型坑采矿山，年出矿总量可达到 880 万吨以上，若按照 1%的矿石品位来测算，年产镍金属量可达到 8.8 万吨以上（估算值）。

(2) 青海省夏日哈木镍钴矿：夏日哈木镍钴矿位于青海省西部东昆仑山脉西段，镍资源量约 110 万吨，镍平均品位 0.68%，最高品位 6.69%，是中国第二大镍矿。目前，青海黄河矿业有限责任公司发布公告称，拟建设夏日哈木镍钴矿采选项目。一期开采规模 561 万 t/年，选矿厂年产镍精矿粉 39.64 万 t/年，露天开采服务年限 18 年。

(3) 喀拉通克镍矿和黄山镍矿：喀拉通克镍矿位于新疆富蕴县，黄山镍矿位于新疆哈密市。新疆新鑫矿业同时拥有喀拉通克镍矿，黄山东、黄山及香山四座镍铜矿 100% 的权益。喀拉通克镍矿镍资源储量约为 12.27 万吨，镍平均品位 0.62%；黄山镍矿加上黄山东和香山铜镍矿，镍资源储量约为 15 万吨，镍平均品位 0.49%。

2015 年我国镍精矿（镍含量）产量约 9.29 万吨，同比 2014 年的 10 万吨下降了 7.1%。2016 年我国镍精矿产量下降到 9 万吨，2017 年我国镍矿产量为 9.44 万吨，2018 年我国镍矿产量 9.9 万吨，同比增长 4.87%。未来几年国内镍矿产量将不会出现大的波

动，我国镍矿产量总体将稳定在 10 万吨左右（万吨金属量）。

中国镍资源贫乏，每年需要进口大量的镍矿砂及精矿来满足国内需求，原料对外依存度持续多年超过 80%，详见图 2-4。2014 年之前，中国镍矿进口主要来自于印尼和菲律宾。2013 年中国镍矿进口总量是 98.86 万吨金属量，印尼占比 66.48%，菲律宾占比 32.87%。但是自 2014 年开始，随着印尼原矿出口禁令的执行，中国从印尼进口镍矿数量高位滑落，2014 年为 17.08 万吨，2015-2016 年降至几乎为零的水平。连续三年时间中国镍矿进口几乎全部来自于菲律宾。2017 年 1 月，印尼放宽原矿出口禁令，随着当地企业出口配额的增加，镍矿出口数量亦不断提升。印尼的红土镍矿相对于菲律宾而言有品位高的优势，中国从印尼进口镍矿的平均品位在 1.6%，从菲律宾进口镍矿的平均品位在 1.1%。2017 年中国进口镍矿数量 41.08 万吨金属量，同比增长约 16%，其中来自菲律宾的进口量是 32.06 万吨，同比减少 4.65%，占比 78.05%；来自印尼的进口量是 6.31 万吨，同比大幅度增长，占比 15.37%；来自其他国家的进口量是 6.58%，占比 6.58%。2018 年前 3 个月份，中国从印尼进口的镍矿金属量都已经超过菲律宾。2018 年全年中国从印尼进口镍矿的金属量等于或者是小幅度高于从菲律宾进口的镍矿。未来我国对含镍原料进口的依存度还将维持较高的比例。

2 镍的生产和消费情况

镍主要用于制造不锈钢、高镍合金钢和合金结构钢等。在军工制造业中，广泛用于飞机、雷达、导弹、坦克、舰艇、宇宙飞船、原子反应堆等方面；在民用工业中，镍常制成结构钢、耐酸钢、耐热钢等材料应用于各种机械制造业、石油等行业；镍与铬、铜、铝、钴等元素可组成非铁基合金，镍基合金、镍铬基合金等，用于制造耐高温、抗氧化材料，并广泛用于制造喷气涡轮、电阻、电热元件、高温设备结构件等领域；此外，镍在陶瓷颜料和防腐镀层以及在化学工业中也有广泛的用途。

2009 年-2018 年全球镍供应量与需求量均逐年提升，但供需差却逐年增加；2018 年全球镍产量为 227.42 万吨，同比增长 9.86%，精炼镍消费量为 236.42 万吨，同比增长 12.05%，供需差为 9 万吨。全球 2019 年镍需求增至 243 万吨，全球 2019 年镍产量增至 241 万吨。预测全球 2020 年镍需求量增值 245 万吨，产量基本维持在 244 万吨，供需平衡进一步缩小。

中国镍的需求量再逐年增加，但供应量并没出现大的波动；镍的供需差逐年增加，

表现为供不应求。2018年中国镍产量为74.5万吨，消费量是111.1万吨，国内产量远低于需求量，而中国对镍产品很大程度上依赖进口，国内镍价格很大程度上取决于国际镍价。

镍下游消费依旧是不锈钢占主导地位，全球约七成镍用于不锈钢生产，我国这一比例在80%以上。电池领域占比较低，未来新能源汽车动力电池中高镍三元消费用镍有望成为镍消费的新增亮点。2018年全球镍消费量236.42万吨，同比增长7.9%，其中中国镍消费111.14万吨，占全球镍消费47%，为全球第一大镍消费国。随着国内对镍消费的旺盛，预计未来几年国内镍消费量还将继续增长，供不应求的局面还将进一步持续。

目前来看，2017年全球硫酸镍38万吨产量对金属镍的消耗不到5%，远不及不锈钢对镍消费的贡献。但从增速和消费增量来看却是镍下游其他领域不可比拟的。2017年全球镍消费量中，不锈钢占67.3%，电池占3.1%；预计到2020年全球不锈钢行业用镍占比将下降至64.2%，电池行业用镍将增加至7%。2025年全球电池行业用镍量有望达到30万吨，不锈钢占比为61%，电池行业为10%。据安泰科资讯在17、18年镍在电池领域增速存在明显拐点，因而镍市场对于硫酸镍的消费需求的反映还是比较敏感的。此外，目前菲律宾和印尼的镍矿供给还存有不不确定性，原生镍的供给弹性较大，以当前的电池级硫酸镍的需求来看，暂时还不存在原料短缺的风险。据国际镍业研究组织的预测，到2021年全球镍消费量将增加至252万吨。随着不锈钢产量以及电池行业的产量增长，镍的需求量将进一步增长，预计未来5年消费量增长速度在5%左右。

第三章 建设方案

含镍红土矿是由含镍橄榄岩在热带或亚热带地区经长期风化淋滤变质而成的。由于风化淋滤，矿床一般形成几层，顶部是一层崩积层（铁帽），含镍较低；中间层是褐铁矿层，含铁多、硅镁少，镍低、钴较高，一般采用湿法工艺回收金属；底层是混有脉石的腐殖土层（包括硅镁型镍矿），含硅镁高、低铁、镍较高、钴较低，一般采用火法工艺处理。中间的过渡层既可以采用火法冶炼，也可以采用湿法冶炼。

1 工艺方案选择原则

- 1) 原料适应性强，适应当地的基础设施条件和原料供应；

- 2) 环境好，烟气和烟尘能够得到有效的控制；
- 3) 生产控制容易；
- 4) 选择价格低廉、且容易获得的能源；
- 5) 开车时率高；
- 6) 生产成本低、效益好。

2 工艺方案比选

2.1 湿法工艺流程

较成熟的湿法工艺流程有：Caron流程和HPAL流程（High Pressure Acid Leach）。

Caron流程是由Caron M H教授发明的，因此又被称为Caron流程。Caron流程处理褐铁矿或褐铁矿和腐植土的混合矿，矿石先干燥，再还原，矿石中的镍在700℃时选择性还原成金属镍（钴和一部分铁被一起还原），还原的金属镍经过氨浸回收。干燥、焙烧、还原等火法工艺，能耗高；回收金属采用湿法工艺，消耗多种化学试剂；镍和钴的回收率比火法流程和HPAL流程低。

HPAL流程适合处理MgO含量较低的褐铁型红土镍矿。加压酸浸一般在衬钛的高压釜中进行，浸出温度170℃~245℃，浸出时，Fe大部分固定在渣中，通过液固分离、镍钴分离，生产电镍，有些工厂生产中间产品如硫化物或氢氧化物。HPAL流程处理含Fe高的褐铁矿型红土矿要求含Al低、含Mg低，通常含Mg<4%，含Mg越高，耗酸越高，）高压酸性环境对设备要求较高，同时生产中设备、管道等存在严重腐蚀情况，HPAL流程投资高。

与加压酸浸工艺相比，常压酸浸工艺操作易于控制，投资费用相对低些，工艺简单，但是元素的浸出率较低，浸出液分离困难，限制了该工艺的工业化应用。

湿法工艺产出的浸出渣属于危险废物，对环境有较大的危害，必须妥善处理。综合原料的适应性、环境影响、加工成本、投资等方面因素考虑，本项目不推荐湿法工艺。

2.2 火法工艺流程

红土矿中镍储量占世界镍总储量的70%，目前大部分红土镍矿是通过火法工艺处理，

产品以镍铁合金为主导。

红土镍矿火法冶炼工艺主要有以下几种：

2.2.1 高炉工艺

高炉工艺主要存在：原料适应性差，难以生产中镍和高镍产品，镍品位低、硫磷等杂质含量高；焦炭消耗量大、能耗高；国内随着环保产业政策的实施，小高炉逐步被淘汰。

2.2.2 鼓风炉还原硫化

鼓风炉处理红土镍矿，还原硫化熔炼产出低冰镍。

鼓风炉炉工艺主要存在：规模小，大多采用小鼓风炉进行还原硫化生产低冰镍；能耗高，采用昂贵的焦炭作为燃料和还原剂；现场环境差，烟气、粉尘污染严重；自动化程度低、操作难度大，容易结炉；属于落后淘汰工艺。

2.2.3 回转窑粒铁法

回转窑粒铁工艺处理红土矿生产镍铁，也称大江山。

该工艺的最大优点是：流程短、能耗低、以煤作为燃料和还原剂、生产成本低。

该工艺也存在工艺条缺点：操作条件苛刻，难于操作，生产过程中极易形成窑内结圈，耐火材料使用周期短。上述不足限制了该工艺的推广应用。

2.2.4 回转窑电炉工艺

RKEF 目前已是世界范围内冶炼生产镍铁的主流工艺。

主要优点是：工艺成熟，可实现大规模生产；镍铁产品质量优良，可用于中高档不锈钢生产；原料适应性强，各种类型红土镍矿均可处理；

缺点：RKEF 工艺投资大、能耗高，适合于电力丰富地区或是自备电厂。

2.2.5 熔炼技术

红土镍矿熔炼技术的显著特点在于向炉内熔体鼓入气体，熔体在气体作用下强烈搅动。向炉内加入的物料在强烈搅拌的熔体作用下快速分散，并实现了很好的传热和传质过程。物料在强烈搅拌的熔体作用下快速熔化并完成系列反应，在炉渣中生成冰镍。

熔炼技术，具有生产效率高；充分利用冶炼过程中的反应热、物理热和烟气余热，能耗低；自动化程度高，工人劳动强度低；配置紧凑、节约用地；设备密闭性好，环保好等特点。

综上所述，从原料的适应性、能源消耗、运行成本、年作业率、操作、劳动环境、能源综合利用、投资等因素综合考虑，并结合建设地（印尼）基础设施薄弱，尤其是电力缺乏的实际情况，拟推荐采用熔炼技术。

第四章 冶炼工艺

1 概述

虽然目前从硫化矿中提取的镍多于从氧化矿中提取的镍，但氧化矿中镍储量却远大于硫化矿中的镍储量。中国的镍储量约占世界镍储量 5.9%，是一个镍资源不足的国家，开发和利用国外镍资源是一项长期任务。本项目利用国外红土矿资源提取镍，符合国家政策。

本项目采用先进熔炼技术处理红土镍矿冶炼生产冰镍，具有流程短、原料适应性强、能耗低、投资省、环境保护好等特点。

2 生产规模及产品

2.1 生产规模

本项目的产品为高冰镍，生产规模为 27,615.16t/年（镍品位 73.89%，钴品位 1.53%），含镍 20,404.63t/年，含钴 421.96t/年。年处理红土矿 1,600,000t/年（干基、含镍 1.40%）。

2.2 产品方案

综合技术、经济和市场各种因素，选择高冰镍为本项目产品。

高冰镍产量 27,615.16t/年（Ni73.89%，Co1.53%）。

3 工艺流程及工艺过程描述

本工程由红土镍矿备料、回转窑干燥、配料、预热焙烧、熔炼、吹炼等工序组成。

第五章 余热利用

本项目余热利用为吹炼炉余热锅炉，余热锅炉所产饱和蒸汽经减温减压至低压蒸汽外售园区；余热锅炉软化水由本工程化学水站供给。

吹炼炉余热锅炉的对流室和辐射室均为全密封膜式水冷壁结构，其中辐射室为大空腔结构，烟气纵向冲刷。膜式壁由 $\phi 38 \times 4$ 的无缝钢管和 $\delta=10$ 扁钢拼焊而成，对流管束采用 $\phi 38 \times 5$ 的无缝钢管。锅炉整体采用全悬吊结构，密封性好，因热胀冷缩引起的变形方向稳定，温度应力小，烟气进出口便于对接。设多层操作台，下层为钢筋混凝土结构，上层为钢结构。锅炉两侧设有上、下楼梯。在对流段水冷壁外侧和辐射段水冷壁外侧设置高效弹性振打机，进行周期性振打清灰，灰尘落入灰斗，通过埋刮板输送机或者定期清理装车运出灰。

根据工艺专业配置要求及余热锅炉的设计特点，吹炼余热锅炉辅助设备设在吹炼厂房。锅炉房共两层；第一层布置一个软水箱、一个定期排污膨胀器、1台清水离心泵、2台锅炉给水泵、1台组合式加药装置；第二层布置热力除氧器、连续排污膨胀器、取样冷却器。锅炉的仪表控制室设置在一层，配电室设置在二层。

第六章 烟气收尘

1 干燥窑烟气收尘

收尘工艺采用布袋收尘，经布袋除尘器净化后的烟气通过风机送烟囱达标排放。为防止烟气结露，布袋除尘器采取外保温措施。具体收尘工艺流为：

干燥窑出口烟气→布袋收尘器→风机→烟囱

2 预热焙烧窑烟气收尘

收尘工艺采用烟气强制冷却器进行换热降温，布袋收尘器收尘流程，收尘净化后的烟气通过风机送入脱硫处理。为防止烟气结露，布袋收尘器采取外保温措施。具体收尘工艺流程：

预热焙烧窑出口烟气→烟气强制冷却器→布袋收尘器→风机→脱硫

3 吹炼烟气收尘

烟气采用电除尘器收尘，除尘净化后的烟气通过风机送制酸系统。具体收尘工艺流程：

吹炼炉余热锅炉出口烟气→电除尘器→风机→脱硫

第七章 烟气制酸及脱硫

本项目富氧强化熔池熔炼炉烟气引至预热焙烧窑预热物料，预热焙烧窑烟气含有一定量的 SO_2 ；低冰镍富氧吹炼产出烟气 SO_2 浓度较高。为使烟气达标排放，配套设计了 1 套烟气制酸装置和 1 套烟气脱硫系统，其中吹炼炉烟气进制酸装置，制酸尾气和预热焙烧窑烟气共同进脱硫系统，经脱硫处理后达到国家排放标准。

根据烟气条件选择低浓度常规制酸工艺，即：绝热蒸发稀酸洗涤净化、四段转化 3+1（Ⅲ、Ⅰ—Ⅳ、Ⅱ）流程，二次吸收工艺。年产酸量按 100% H_2SO_4 计 58608 吨，产品酸为 98% 或 93% 工业硫酸。新建一套能力为 60kt/a 的硫酸系统，预留二期扩能后新增制酸装置用地。

脱硫工艺采用一级石灰石-石膏脱硫，可将烟气中 SO_2 浓度降至 $100\text{mg}/\text{m}^3$ （标）以下，共同通过 60m 高烟囱达标排放。副产二水石膏 51200 t/a($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。

第八章 总图运输

1 区域概述

苏拉威西岛位于澳、亚两大洲的大陆棚之间。面积 17.9 万平方公里，是世界第十一大岛。项目厂址位于印度尼西亚苏拉威西岛印尼中苏拉威西省 Morowali 县振石印尼华宝工业园，华宝工业园是镍资源综合利用产业园，紧邻海岸线。园区总面积约 2 万公顷，规划建设多个 5-10 万吨级码头以及发电厂及全方位后勤保障系统，为入园企业提供一站式服务。

本工程拟建厂址，地势平坦，地面海拔高程 20~40m，所在区域属于基本稳定区。该厂区区域范围内地壳稳定性良好，未发现有明显活动的断裂构造，厂区内不良工程地质现象不存在，从现场踏勘判断，本场区地形、地质条件相对简单，适宜建厂。

拟建工程位于印度尼西亚苏拉威西岛东侧海岸。该区域属于热带季风气候，雨量

充沛；冬季盛行西北风，夏季盛行东南风。

2 总平面布置

2.1 总平面布置的原则、依据和特点

- 1) 在满足生产工艺流程的前提下，为生产的机械化、自动化、智能化创造条件；
- 2) 选择合理、有效的运输方式，布置直接、简便的运输线路，使人、货分流，尽量避免交叉，以保证生产的安全；
- 3) 建、构筑物的布置力求紧凑合理，选取合适的通道宽度和间距，做到既满足各项规范要求，又节约用地；
- 4) 各建筑物之间保持良好的通风、采光条件，同时预防废气、废水等有害因素的互相干扰。

2.2 遵循的规程规范

- 1) 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）；
- 2) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014（2018版））；
- 3) 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）；
- 4) 《氧气站设计规范》（GB50030-2013）等有关国家的现行规范。

2.3 总平面及竖向布置

该项目总平面主要由生产、公用，仓储、办公生活四大系统设施组成。本项目地块位于园区南侧，总平面按照工艺组织原则布置。

本项目约 24 公顷，共计约 360 亩,主要由生产、公用，仓储、办公生活四大系统设施组成。

第九章 公用辅助设施及土建工程

公用辅助设施包括给排水系统、电力与通信系统等。排水系统主要内容包括给水系统、循环水系统、排水系统和消防系统。电力与通信系统包括配电站、保安电源、电话系统、企业内联网、通信线路、工业电视、火灾自动报警系统。

本工程主要建（构）筑物的设计使用年限为 50 年，建筑物生产及储存火灾危险性

依据工艺生产分别确定，建筑耐火等级均为二级。主要的生产厂房承重结构为钢框排架结构、轻型门式刚架或者钢筋砼框排架结构，辅助生产部分以现浇钢筋砼框架结构。

第十章 节能

本工程严格遵守有关节能的法律、法规，严格执行产业政策和相关标准、规程、规范，按照有色金属工业节能设计的技术规定要求，采用满足清洁生产要求、推荐的先进节能冶炼工艺和技术装备，充分利用生产潜热，综合利用能源，提高余热利用和水循环利用水平，精心设计，为企业生产创造良好的节能条件。

主要节能措施包括 1) 采用先进冶炼工艺，规模化设计，节能降耗；2) 选用节能设备和技术；3) 提高水的循环利用率；4) 提高能源计量和管理水平；5) 建筑节能。

本项目设计选择了先进的强化熔炼工艺，该工艺具有技术成熟，设备可靠、高效、节能、环保等特点。设有 PLC 和 DCS 系统进行监测、调控，自动化程度较高，改善了环境和劳动条件，还使生产过程易于趋近和稳定在最佳技术条件下运行，达到稳产高产、降低原材料和能源消耗的目的。

本项目生产规模为年产高冰镍含镍金属 10kt，采用大型预热焙烧回转窑和熔炼炉的生产线，提高了劳动生产率；所用机电设备均属当今高效节能产品，以期达到节能降耗效果。

第十一章 环境保护

1 工程主要污染源产生、治理及排放状况

1.1 废气

焙烧回转窑烟气经强制冷却器降温、布袋除尘器处理，吹炼烟气经余热锅炉、电收尘器、制酸后的产出的尾气，进入烟囱排放。回转干燥窑烟气经布袋除尘器处理经排气筒排放，强化熔炼炉放低冰镍口及放渣口、吹炼放高冰镍、放渣口，经低压脉冲袋式除尘器处理，经排气筒排放。

1.2 废水

强化熔炼炉车间渣水淬水循环使用。冷却塔循环排污水用于强化熔炼炉车间渣水

淬浊循环水补充水使用，多余作为清下水排放。

1.3 固废

本工程固废主要是水碎渣,水碎渣运至渣场堆存。

1.4 噪声

本工程主要采取在风机的进出口装消声器，风机房设置隔声墙等消声降噪措施，鼓风机、粉煤球磨机、破碎机、发电机组、制氧机、空压机在房间内。另外在厂房车间周围建设绿化带，以降低噪声的影响。

2 环保投资

本工程环保投资为 2,646.7 万美元。环保投资包括收尘系统、通风除尘、脱硫系统、制酸系统、水循环利用系统、雨水收集系统、风机消声、隔声，破碎机隔振、临时渣场等。

3 环境影响分析

本工程废水只有清下水排放，正常运行时对环境影响较小。

本工程炉子烟气、通风除尘废气均采用相应的废气净化措施，正常生产时废气均能做到达标排放，有效减轻了废气对空气环境质量的影响。本工程固体废物主要是水淬渣，水碎渣运至渣场堆存，不会对环境造成影响。

第十二章 劳动安全卫生与消防

1 劳动安全卫生

危害因素包括压力容器爆炸危险、电气安全事故危险、高温和粉尘危害、噪音危害、电磁辐射危险、雷击等。

安全措施方案包括压力容器爆炸防治措施、电气系统保护措施、高温及粉尘防治措施、噪声防治措施、电磁辐射控制预防措施、防雷击措施等。

2 消防

消防隐患包括燃料有煤等，有引起火灾的可能。干燥窑、预热焙烧窑、熔炼炉为高温作业，正压时火焰可能外冒；放渣或低冰镍有高温熔体外溢可能。变、配电所有

发生电器火灾的危险。

本工程按照消防技术规范,采用 1) 消防给水; 2) 厂房间距满足建筑防火间距要求; 3) 根据国家有关规程规范配置电气消防系统; 4) 在重点防火部位, 设置醒目的防火标志等。

第十三章 项目实施计划

项目建设期为 1.25 年 (15 个月), 根据基本建设程序及业主整体计划安排的要求, 结合本项目特点及资金落实情况安排本项目建设进度。具体安排如下:

项目实施进度表 (单位按月)

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
可研及环评报告	■																										
初步设计				■																							
设备招投标							■																				
施工图设计							■																				
土建施工								■																			
设备安装												■															
设备调试																	■										
试车投产																		■									

第十四章 企业组织及定员

1 组织机构

项目建成投产后将新建一个新厂, 根据工艺要求设立车间, 隶属于厂部管理, 新厂将设立生产部、工程设备部、财务部、商务部、综合部、安环室等职能部门, 将根据需要配备各生产车间的管理人员和技术人员以及生产工人。

2 劳动定员

根据项目工艺流程设计、设备配置状况及工人在册系数, 本项目的劳动定员项目定员 426 人。

3 职工薪酬

根据当地企业现有工资水平，拟定本项目生产工人平均职工薪酬 28,000 美元/人/年，车间技术人员及管理人员平均职工薪酬 56,000 美元/人/年。全员职工薪酬总额为 1,349.60 万美元/年。

4 职工培训

管理人员、生产、维修人员，都需要根据本企业特点及需要，在投产前接受必要的培训，达到规定的技术水平和业务能力。经过培训的各岗位人员，应能熟练掌握本岗位专业知识及基本技能，并且可以处理岗位中的常见问题，以保证企业持续、稳定、按计划文明生产。

第十五章 投资估算及资金筹措

1 概述

本项目建设投资 21,931.63 万美元。其中工程费用 18,557.34 万美元，占建设投资 84.61%；工程建设其它费用 2,255.41 万美元，占建设投资 10.28%；预备费 1,118.88 万美元，占建设投资 5.10%。

2 投资分析

本项目投资包括建筑、设备、安装等。

3 流动资金

参照类似企业实际生产流动资金需求状况，结合本项目特点，按分类分项估算法，估算项目正常生产年需流动资金 6,292.39 万美元。

4 项目总投资

项目报批总投资为建设投资、建设期借款利息和铺底流动资金之和。项目建设投资为 21,931.63 万美元，建设期借款利息为 501.34 万美元，铺底流动资金为 1,887.72 万美元。项目报批总投资为 24,320.69 万美元。

项目总投资为建设投资、建设期借款利息及流动资金之和。流动资金 6,292.39 万美元。项目总投资为 28,725.36 万美元。

5 项目融资方案

5.1 项目资本金

项目建设投资中的 6,579.49 万美元为企业资本金，占建设投资 30%，流动资金中 1,887.72 万美元为企业资本金，占流动资金的 30%，建设期利息 501.34 万美元为企业资本金。故本项目资本金为 8,968.55 万美元，占项目报批总投资的 36.88%。

5.2 债务资金

建设投资拟向银行申请贷款 15,352.14 万美元，债务资金占建设投资的 70%。流动资金拟向银行申请贷款 4,404.67 万美元，债务资金占流动资金的 70%。本项目债务资金总额为 19,756.81 万美元。

6 资金使用计划

项目建设期为 1.25 年（15 个月）。根据项目实施进度进行资金安排，流动资金根据生产负荷逐年增加，计算期第 3 年和第 4 年分别投入流动资金。

第十六章 成本与费用

经估算，项目达产年平均总成本费用为 21,637.05 万美元/年。其中：达产年平均制造成本 19,586.12 万美元，管理费用为 1,255.68 万美元/年、营业费用为 583.40 万美元/年，财务费用为 211.86 万美元/年。

第十七章 财务分析

1 收入、税金及利润计算

根据项目特点及建设进度安排，项目计算期设定为 13.25 年，其中建设期 1.25 年、生产期 12 年。本项目主产品为高冰镍，副产品为硫酸、蒸汽和石膏。达产年营业收入为 29,169.87 美元/年。

项目应缴纳的营业税金及附加有城市维护建设税及教育费附加，达产年平均营业税金及附加为 146.64 万美元。

项目达产年平均利润总额为 7,386.18 万美元，上缴所得税为 1,477.24 万美元，净利

润为 5,908.95 万美元，息税前利润为 7,598.04 万美元。

2 综合评价

本项目需建设投资为 21,931.63 万美元，流动资金 6,292.39 万美元，建设期利息 501.34 万美元，项目总投资为 28,725.36 万美元。

本项目建成后，可取得较好的经济效益。项目达产后，可实现营业收入 29,169.87 万美元/年，缴纳营业税金及附加 146.64 万美元/年，利润总额 7,386.18 万美元/年，所得税 1,477.27 万美元/年，净利润 5,908.95 万美元/年；项目投资财务内部收益率为 26.51%（税后），项目资本金财务内部收益率 45.11%，总投资收益率为 26.45%，项目资本金净利润率 65.89%，投资回收期为 5 年(税后)。

因此，本项目社会效益、环保效益和经济效益均好，项目是可行的，建议尽快实施。