

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB50XXX—201X

镍冶炼厂工艺设计标准

Standard for process design of nickel plants

(征求意见稿)

201X—XX—XX 发布

201X—XX—XX 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

镍冶炼厂工艺设计标准

Standard for process design of nickel plants

GB50XXX—201X

主编部门：中国有色金属工业协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：201X年X月X日

中国计划出版社

201X 北京

目 录

1	总则.....	4
2	术语.....	5
3	原料、辅助材料、燃料及熔剂.....	8
3.1	原料.....	8
3.2	辅助材料.....	8
3.3	燃料.....	9
3.4	熔剂.....	9
4	物料的贮存与准备.....	11
4.1	物料的贮存.....	11
4.2	物料准备.....	13
5	硫化铜镍精矿的冶炼工艺.....	17
5.1	造钼熔炼.....	17
5.2	镍钼吹炼.....	18
5.3	高镍钼磨浮.....	20
5.4	镍电解精炼.....	20
5.5	高镍钼湿法精炼.....	22
6	氧化镍矿的冶炼工艺.....	25
6.1	氧化镍矿的火法冶炼.....	25
6.2	氧化镍矿的湿法冶炼.....	27
7	其他有价金属回收.....	31
7.1	一般规定.....	31
7.2	铜回收.....	31
7.3	钴回收.....	31
7.4	贵金属回收.....	31
8	镍冶炼的三废处理.....	32
8.1	一般规定.....	32
8.2	废渣.....	32
8.3	废水.....	32
8.4	废气.....	33
9	冶金计算.....	34
10	总平面和车间配置.....	35
10.1	一般规定.....	35
10.2	物料贮存与准备.....	35
10.3	硫化铜镍精矿火法冶炼.....	36
10.4	氧化镍矿火法冶炼.....	37
10.5	镍湿法冶炼.....	37
11	辅助生产设施.....	41
	本标准用词说明.....	42
	引用标准名录.....	43

1 总则

- 1.0.1 为推动镍冶炼技术进步，提高设计效率和质量，使工厂生产安全可靠、节能环保、经济合理，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的镍冶炼厂的工艺设计。
- 1.0.3 镍冶炼厂工艺设计应符合国家和建厂所在地有关环保、消防、安全及卫生方面的法律规定，环保、消防、安全及卫生等设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。
- 1.0.4 设计前应获得项目主要原材料、供电、供水、供汽等基础资料。
- 1.0.5 镍冶炼厂设计应根据项目地理位置、资源、上下游市场情况以及外部能源介质条件，合理确定产品方案。
- 1.0.6 镍冶炼厂设计应采用成熟可靠、技术经济指标先进的冶炼工艺。
- 1.0.7 镍冶炼厂设计选用国内尚无工业化应用的新工艺，应完成连续扩大试验或工业试验；从国外引进的新工艺，应有成熟的工厂生产业绩和完整的工艺包。
- 1.0.8 镍冶炼厂设计应采用先进的技术装备，提高自动化、智能化控制水平。
- 1.0.9 镍冶炼厂设计应对原料中的有价元素进行综合回收，提高资源的综合利用率，并兼顾经济性。
- 1.0.10 镍冶炼厂工艺流程选择、设备选型、自动化控制、厂房建筑等应节能。
- 1.0.11 镍冶炼厂厂址应符合国家及当地政府相关产业规划和环保政策，宜选择电力和燃料价格便宜、交通运输方便的地区。
- 1.0.12 镍冶炼厂的工艺设计除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 硫化铜镍精矿 nickel & copper sulfide concentrate

硫化铜镍矿石经选矿富集得到的精矿。

2.0.2 氧化镍矿 nickel oxide ore

含镍橄榄岩在热带或亚热带经大规模长期风化淋滤变质而成的矿物，通常称为红土镍矿，主要类型包括褐铁矿型红土镍矿、残积矿型红土镍矿以及过渡型红土镍矿。

2.0.3 低镍锍 low nickel matte

火法冶炼过程中产出的镍、铜、铁的硫化物的混合物，镍+铜含量通常小于50%。

2.0.4 高镍锍 low-Fe nickel matte（待确认）

火法冶炼过程中产出的镍、铜、铁的硫化物的混合物，镍+铜含量大于75%铁含量小于4.5%。

2.0.5 造锍熔炼 matte smelting

将原料中的有价金属熔炼成锍的方法。

2.0.6 熔池熔炼 bath smelting

将含镍精矿、熔剂等物料加入炉内，通过喷枪鼓入富氧空气在熔池内完成造锍的冶炼过程。

2.0.7 闪速熔炼 flash smelting

将干细硫化铜镍精矿、熔剂等炉料与富氧空气通过精矿喷嘴喷入反应塔，迅速完成造锍熔炼，镍锍和炉渣在沉淀池内进行分离的冶炼过程。

2.0.8 炉渣贫化 slag cleaning

加入还原剂、硫化剂和熔剂等物料处理炉渣，回收炉渣中有价金属的冶炼方法。

2.0.9 低镍锍吹炼 converting

将低镍锍与鼓入的空气或富氧空气反应，氧化除去低镍锍中的部分铁、硫及其他杂质元素，获得高镍锍的冶炼过程。

2.0.10 高镍锍缓冷、磨浮分离 high nickel matte slow cooling, milling and floatation.

熔融高镍锍经缓冷、磨矿、浮选，将高镍锍中的镍、铜初步分离的过程。

2.0.11 高镍锍粒化 high nickel matte granulation

通过物理方法快速冷却熔融状态的高镍锍，使其成为一定规格颗粒物的过程。

2.0.12 镍电解精炼 nickel electro-refining

以硫化镍或粗镍金属为阳极，金属盐水溶液为电解液，在电化学作用下，阳极金属溶解，阴极析出金属镍的过程。

2.0.13 镍电积 nickel electro-winning

采用不溶阳极，在电化学作用下使电解液中的镍离子沉积在阴极上获得金属镍的过程。

2.0.13 阳极泥热滤 anode slag filtering

将镍电解过程产出的富含元素硫的阳极泥通过加热熔化和过滤，将部分元素硫分离，使贵金属富集并副产硫磺的过程。

2.0.14 加压浸出 pressure leaching

在压力高于大气压力、温度高于水的沸点下进行的浸出过程。需要时可通入氧气，通称为加压氧浸。

2.0.15 高镍钼硫酸选择性浸出 high nickel matte sulfuric acid selection leaching

采用常压和加压浸出相结合的方法进行分段浸出，镍、钴、铜分别被选择性浸出进入溶液，铁和贵金属等进入浸出渣的过程。

2.0.16 氧化镍矿焙烧预还原 nickel oxide ore pre-reduction

在还原气氛下加热氧化镍矿，使矿石中的自由水彻底蒸发、结晶水除至 1% 以下，并还原氧化镍矿中部分铁和镍的氧化物转变为低价金属氧化物或金属产出焙砂的过程。

2.0.17 氧化镍矿还原熔炼 nickel oxide ore reduction smelting

氧化镍矿焙砂（原矿）在高温、还原气氛条件下，镍的氧化物和部分铁的氧化物被还原转变为金属，并熔化分为粗镍铁（含镍生铁）和渣两相熔体的熔炼方法。

2.0.18 镍铁精炼 ferro-nickel refining

控制适当的条件，通过加入试剂，脱除粗镍铁中部分 S、P、Si、C 等杂质元素的过程。

2.0.19 镍铁粒化 ferro-nickel granulation

熔融的镍铁通过物理的方法冲击分散后形成固体颗粒的过程。

2.0.20 中和除铁铝 Iron and aluminum removal by neutralization

以化学沉淀法将溶液中的铁铝生成沉淀物，从溶液中除去的方法。中和剂一般为石灰石、石灰、碳酸钠或氢氧化钠等。

2.0.21 氢氧化镍钴沉淀 nickel and Cobalt hydroxide precipitation

以化学沉淀法将溶液中的镍钴生成氢氧化镍钴沉淀物，从溶液中回收的方法。中和剂一般为氢氧化钠或氧化镁。

2.0.22 硫化镍钴沉淀 nickel and Cobalt sulfide precipitation

以化学沉淀法将溶液中的镍钴生成硫化镍钴沉淀物，从溶液中回收的方法。硫化剂一般为硫化氢气体。

2.0.23 溶剂萃取 solvent extraction

利用水溶液中某些组分在有机溶剂中分配比的不同，选择性地分离或富集的方法。

2.0.24 电解镍 electrolytic nickel

镍电解或镍电积过程中产出的符合现行国家标准《电解镍》GB/T6516 或与下游用户协定要求的产品。

2.0.25 镍铁 ferro-nickel

氧化镍矿火法冶炼产出的符合现行国家标准《镍铁》GB/T25049 或与下游用户协定要求的产品。

2.0.26 混合氢氧化镍钴 mixed nickel and cobalt hydroxide

氧化镍矿湿法冶炼过程中产出的富含镍钴氢氧化物的产品。

2.0.27 混合硫化镍钴 mixed nickel and cobalt sulfide

氧化镍矿湿法冶炼过程中产出的富含镍钴硫化物的产品。

3 原料、辅助材料、燃料及熔剂

3.1 原料

3.1.1 硫化铜镍精矿应符合下列规定：

- 1 精矿质量应符合现行国家标准《重金属精矿产品中有害元素的限量规范》GB20424 和《有色金属矿产品的天然放射性限值》GB20664 的有关规定；
- 2 精矿中镍+铜品位不宜低于 5.5%；
- 3 精矿水含量不宜高于 14%。

3.1.2 氧化镍矿应符合下列规定：

- 1 采用加压酸浸工艺，镍品位宜大于 1.0%，镁含量宜小于 5%；
- 2 采用常压酸浸工艺，镍品位宜大于 1.3%；
- 3 采用回转窑-电炉工艺，镍品位宜大于 1.50%，硅镁比（ SiO_2/MgO ）宜为 1.4~2.8。

3.1.3 镍冶炼的原料可为镍钼、氢氧化镍钴、硫化镍钴等含镍中间物料。

3.2 辅助材料

3.2.1 采用回转窑-电炉工艺冶炼氧化镍矿，电炉宜采用自焙电极，电极糊的理化指标应符合现行行业标准《电极糊》YB/T5215 的有关规定。

3.2.2 粗镍铁精炼采用的精炼试剂，化学成分宜符合表 3.2.2-1、表 3.2.2-2 的规定。

表 3.2.2-1 石灰粉化学成分

项目	化学成分 (%)				活性度	粒度 (目)	生烧 (%)	过烧 (%)
	CaO	SiO ₂	S	P				
数值	≥88	≤2	≤0.03	≤0.04	>300	~100	12	1.48

表 3.2.2-2 萤石粉化学成分

项目	化学成分 (%)				粒度 (mm)
	CaF ₂	SiO ₂	S	P	
数值	≥90	≤5	≤0.05	≤0.05	0.149

3.2.3 硫酸应符合现行国家标准《工业硫酸》GB/T534 的有关规定；

3.2.4 盐酸应符合现行行业标准《高纯盐酸》HG/T2778 的有关规定；

3.2.5 氢氧化钠（烧碱）应符合现行国家标准《工业用氢氧化钠》GB209 及《高纯氢氧化钠》GB/T11199 的有关规定；

3.2.6 碳酸钠（纯碱）应符合现行国家标准《工业碳酸钠及其试验方法第 1 部分：工业碳酸钠》GB210.1 的有关规定；

3.2.7 亚硫酸钠应符合现行行业标准《工业无水亚硫酸钠》HG/T2967 的有关规定。

3.2.8 焦亚硫酸钠应符合现行行业标准《工业焦亚硫酸钠》HG/T2826 的有关规定。

3.2.9 液氯应符合现行国家标准《工业用液氯》GB5138 的有关规定。

3.2.10 萃取用稀释剂 260 号溶剂油应符合现行国家标准《油漆及清洗用溶剂油》GB1922 的有关规定。

3.3 燃料

3.3.1 原煤作燃料时，原煤灰分宜小于 16%，低发热值宜大于 21MJ/kg。

3.3.2 粉煤作燃料时，粉煤的质量指标宜符合表 3.3.2 的规定。用作燃料的粉煤粒度宜满足 0.074mm 筛下物大于等于 85%，水分小于 1%。

表 3.3.2 粉煤的主要技术指标

发热值 (MJ/kg)	挥发分 (%)	灰分 (%)	含硫量 (%)
≥23	<30	<15	<1

3.3.3 用作还原的煤，质量要求宜符合表 3.3.3 的要求。

表 3.3.3 还原煤的主要技术指标

固定碳 (%)	挥发分 (%)	灰分 (%)	含硫量 (%)	粒度 (mm)
≥60	<20	<20	<1	5~25

3.3.4 焦炭的理化指标宜符合表 3.3.4-1、表 3.3.4-2 的要求。

表 3.3.4-1 焦炭理化指标

低发热值 (MJ/kg)	反应性 (CRI%)	抗碎强度 (M_{25} %)	粒度 (mm)
>25	≤35	≥83.0	40~120

表 3.3.4-2 焦炭成分

成分 (%)	挥发分 (%)	灰分 (%)	水分 (%)
	<1.80	<15.00	<6.00

3.3.5 柴油作燃料时，低发热值不宜低于 40MJ/kg。

3.3.6 重油作燃料时，宜采用 100 号或 200 号重油，低发热值不宜低于 39MJ/kg。

3.3.7 燃气作为燃料时，燃气的低发热值宜符合下列规定：

- 1 天然气不宜小于 31.4MJ/m³；
- 2 液化石油气不宜小于 46.0MJ/kg；
- 3 发生炉冷煤气不宜小于 5.23MJ/m³。

3.4 熔剂

3.4.1 镍火法冶炼主要熔剂的化学成分宜符合表 3.4.1 的规定。

表 3.4.1 熔剂化学成分 (%)

名称	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SiO ₂ + Al ₂ O ₃	F
石灰石	>50.00	—	—	—	<3.50	<3.00	—
生石灰	>85.00	—	—	—	<5.00	—	—

石英石	<3.00	>85.00	<5.00	<3.00	—	—	<0.10
-----	-------	--------	-------	-------	---	---	-------

3.4.2 镍火法冶炼主要熔剂的粒度宜符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 熔剂的粒度 (mm)

工序	石英石	石灰石
闪速熔炼	<1	-
顶吹熔炼	5~15	5~15
侧吹熔炼	5~15	5~15
转炉吹炼	15~50	-
电炉贫化	15~50	-
回转窑-电炉熔炼	15~50	5~30

3.4.3 硫化铜镍精矿火法冶炼的石英石熔剂可采用含有价金属，且二氧化硅含量高的其他矿物。

3.4.4 粗镍铁精炼主要采用的试剂宜包括生石灰粉、萤石粉、碳化钙粉或它们的混合物。精炼试剂的质量要求宜符合表 3.4.4-1 和表 3.4.4-2 的规定。

表 3.4.4-1 石灰粉质量要求

项目	化学成分 (%)				活性度	粒度 (mm)	生烧 (%)	过烧 (%)
	CaO	SiO ₂	S	P				
数值	≥88	≤2	≤0.03	≤0.04	>300	0.149	12	1.48

表 3.4.4-2 萤石粉质量要求

项目	化学成分 (%)				粒度 (mm)
	CaF ₂	SiO ₂	S	P	
数值	≥90	≤5	≤0.05	≤0.05	0.149

4 物料的贮存与准备

4.1 物料的贮存

4.1.1 物料贮存应符合下列规定：

- 1 原矿堆场应采取防水、排水措施；
- 2 矿石堆场或贮存矿仓应配备承担装卸料、倒堆、混料、取样等作业的设施；
- 3 位于寒冷地区的镍冶炼厂，精矿贮存矿仓应设置采暖设施，宜设置解冻设施。

4.1.2 硫化铜镍精矿的贮存应符合下列规定：

- 1 应设置精矿仓，宜贮存 7d~30d 的用量；
- 2 采用火车运输入厂的精矿贮存宜采用半地下式精矿仓，来源不同或成分差别大的精矿应分格贮存；仓库应设置防火设施。精矿仓地下部分深宜小于 6m。其他运输方式入厂的精矿宜采用半地下式或地面式的精矿仓；

- 3 精矿仓内应设置贮存和转运返料的仓格或场地；
- 4 采用桥式抓斗起重机时，起重机的工作级别不宜低于 A6。

4.1.3 氧化镍矿原料储存宜符合下列要求：

- 1 原矿应设专用料场及配料设施。火法冶炼工艺原矿储存时间宜大于 15d；
- 2 原矿贮运设施应设有防粘和防堵设施；
- 3 原矿浆储存时间宜大于 12h。

4.1.4 含镍中间物料的贮存应符合下列规定：

- 1 氢氧化镍钴中间物料，贮存时间宜大于 10d。氢氧化镍钴中间物料宜贮存于地面有顶棚的仓库内；
- 2 镍铈物料宜设料仓贮存，贮存时间宜大于 7d；
- 3 散堆物料时，袋装物料及缓冷的高镍铈块堆高不宜超过 2m。有挡墙的库房，挡墙高度不宜低于 3m，袋装物料不宜高于 5m；
- 4 装卸料、倒运设备宜选用抓斗吊、铲运车等。

4.1.5 辅助材料的贮存应符合下列规定：

- 1 生石灰、萤石、碳化钙、碳酸钠、固体氢氧化钠等袋装粉料应贮存于有顶棚的仓库内，贮存时间根据辅助原料的来源设计，宜大于 10d；
- 2 碳化钙贮存、运输与使用，应采取防火、防爆等安全措施，并应符合现行国家标准《危险货物电石包装检验安全规范》GB19453 和《常用危险化学品贮存通则》GB15603 的有关规定；
- 3 石英石、石灰石等熔剂应贮存于带顶棚的仓库内，贮存时间宜大于 7d；
- 4 耐火材料的贮存，应符合下列规定：
 - 1) 耐火材料贮存仓库，应配备型砖加工及粉料加工设备；
 - 2) 耐火材料贮存仓库容量，宜贮存 3 个月~6 个月的中、小修计划用量；

- 3) 耐火材料仓库内耐火砖堆放的高度宜为 2m，堆与堆之间应留出宽度不小于 0.8m 的通道。地面应能承受堆积荷载 $50\text{kN/m}^2 \sim 60\text{kN/m}^2$ ；
- 4) 仓库应采取防雨、防潮、排尘、通风措施；
- 5) 仓库内应设置起重运输设备。
- 5 硫酸的贮存应符合下列规定：
 - 1) 应建立硫酸贮存库，应根据硫酸的供应周期确定酸库的贮存能力，宜为 10d~30d；
 - 2) 93%浓度的硫酸贮存库可设置在室外，在寒冷地区，98%浓度的硫酸贮存库应设置在室内，并应采取防冻措施；
 - 3) 硫酸贮槽及输送泵应设置在防酸腐蚀围堰内，并应在围堰内设置污水坑、污水泵。
- 6 盐酸的贮存应符合下列规定：
 - 1) 应建立盐酸贮存库，应根据盐酸的供应周期确定酸库的贮存能力，宜为 10d~20d；
 - 2) 盐酸酸库应设置环保通风及处理设施；
 - 3) 盐酸贮槽及盐酸输送泵应设置在防酸腐蚀围堰内，并应在围堰内设置污水坑、污水泵。
- 7 液碱的贮存应符合下列规定：
 - 1) 应建立液碱贮存库，应根据液碱的供应周期确定碱库的贮存能力，宜为 10d~20d；
 - 2) 液碱库应设置环保通风及收集设施；
 - 3) 液碱贮槽及液碱输送泵应设置在防腐蚀围堰内，并应在围堰内设置污水坑、污水泵。
- 8 液氨的贮存应符合现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB15603 中的有关规定；应根据用量及运输距离确定贮存时间，贮存区域应设置氨浓度检测仪。

4.1.6 燃料的贮存应符合下列规定：

- 1 原煤贮存仓库内煤堆允许高度和堆存期限应符合表 4.1.6 的规定；

表 4.1.6 煤堆堆存时间和允许高度 (m)

煤种	堆存时间≤60 天	堆存时间>60 天
褐煤	2.0~2.5	1.5~2.0
烟煤 (V _燃 >20%)	2.5~3.5	2.0~2.5
烟煤 (V _燃 ≤20%)	3.5	2.5
无烟煤	无限制	无限制

- 2 焦炭宜贮存于有屋盖的仓库中，贮存时间宜大于 20d；
- 3 重油库的贮存能力宜大于 30d 的用量，贮罐的数量不应少于 2 个。

4.2 物料准备

I 硫化铜镍精矿造钼

4.2.1 硫化铜镍精矿造钼工艺配料应符合下列规定：

1 宜采用调控方便或能自动调控的仓式配料方法。配料偏差宜为 $\pm 2\%$ ，配料前，精矿含水分宜为 $7\% \sim 12\%$ 。也可采用堆式配料，并应设置自动堆料机和取料机。堆场应设置永久性硬地面，并应设置在室内；

2 配料仓宜采用钢板制作，仓内壁应设防粘结衬里，外壁应装设振打装置，锥体部仓壁倾斜度宜不小于 65° ；

3 配料仓出口应装设适用的给料和计量装置；

4 配料仓进、出料处应设置通风、收尘装置。

4.2.2 硫化铜镍精矿造钼工艺圆筒干燥应符合下列规定：

1 硫化铜镍精矿含水超过 11% 时，应进行预干燥，可采用圆筒干燥机；

2 应采用顺流干燥工艺，宜利用本厂热烟气或热风作热源，也可采用煤粉、天然气、重油等燃料；

3 干燥强度宜为 $35\text{kg(水)}/(\text{m}^3 \cdot \text{h}) \sim 50\text{kg(水)}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ，采用燃料作为热源时，能耗应小于 $7\text{MJ}/\text{kg} \cdot \text{水}$ ；

4 圆筒干燥机日作业时间不宜小于 18h ；

5 给料应保持均匀，并应防止硫化铜镍精矿漏入燃烧室。圆筒干燥机加料管宜选用不锈钢管，下料管与水平面夹角应大于 80° ，并应缩短加料管长度；

6 圆筒干燥机应加强密封措施，应设置各种形式的抄料装置，厂房应设置检修设施；

7 圆筒干燥机宜采用调速电动机驱动。鼓风机的风量、燃料用量应自动调节。圆筒干燥机出口烟气温度、烟气量及燃烧室出口气体温度和压力等，均应设置检测仪表。整个生产过程宜集中控制。

4.2.3 硫化铜镍精矿造钼工艺的气流干燥应符合下列规定：

1 精矿需干燥到含水分 1% 以下时，可采用气流干燥。进入气流干燥系统的精矿含水分低于 7% 时，可省去短圆筒干燥机，精矿与热风可直接进入鼠笼打散机；

2 气流干燥用的短圆筒干燥机入口气流温度，应由整个干燥系统的热平衡计算确定，并不宜大于 400°C ，圆筒内气流平均速度宜为 $12\text{m/s} \sim 15\text{m/s}$ ；

3 气流干燥宜利用本厂的废热气为热源；

4 短圆筒干燥机应为顺流式，宜采用调速电动机驱动；

5 鼠笼打散机处应设置检修设施；

6 气流干燥管内的流速宜为 $16\text{m/s} \sim 18\text{m/s}$ 。气流管出口处的温度应采用自动调节和控制设施；

7 气流干燥管末端应设置将干精矿收集到干精矿仓的多级收尘系统，干精矿仓应设置料位检测仪表；

8 整个气流干燥系统应采取保温隔热措施。

4.2.4 硫化铜镍精矿造钼工艺的蒸汽干燥应符合下列规定：

1 含水高于 11%精矿的预干燥和含水低于 11%精矿的深度干燥，可采用蒸汽管热传导型圆筒干燥装置；

2 应选择顺流干燥工艺；

3 蒸汽干燥装置的结构形式宜采用设备筒体与蒸汽管一同转动的方式，并应调速；

4 热源宜采用余热锅炉产生的饱和蒸汽；

5 饱和蒸汽入口压力宜为 0.5MPa~2.1MPa；

6 精矿含水要求小于 0.3%时，蒸汽干燥工艺参数应符合下列规定：

1) 精矿出口温度宜为 100℃~130℃；

2) 载气出口温度宜为 110℃~130℃；

3) 蒸汽消耗量宜为 180kg/t-精矿~190kg/t-精矿。

7 蒸汽干燥装置有效工作时间不宜小于 22h/d；

8 蒸汽干燥系统应集中控制；

9 蒸汽干燥系统应采取保温隔热措施。

4.2.5 硫化铜镍精矿的制粒应符合下列规定：

1 制粒后 60%以上的物料粒度应达到 8mm~10mm，宜采用圆盘制粒机；

2 制粒后的物料含水宜为 10%。

II 氧化镍矿火法冶炼

4.2.6 氧化镍矿火法冶炼工艺的破碎及干燥应符合下列规定：

1 当矿石入厂粒度有大于 150mm 矿石，应预先破碎；

2 矿石干燥宜采用回转干燥窑，干燥后水分宜为 18%~22%。日作业时间宜取 18h；

3 应采用顺流干燥工艺，宜利用本厂热烟气或热风作热源，也可采用煤粉、天然气、重油等燃料；

4 干燥强度宜为 25kg(水)/(h m³)~35kg(水)/(h m³)。采用燃料作为热源时，能耗应小于 7MJ/kg 水；

5 干燥窑的驱动宜采用变频电动机，干燥窑应采取密封措施，干燥窑内应装设抄料装置；

6 干燥窑生产的干矿宜筛分、破碎，出料粒度宜小于 50mm；

7 干燥烟气应采用高效除尘器净化达标后排放。

4.2.7 氧化镍矿火法冶炼工艺的配料应符合下列规定：

1 宜设置干矿储存堆场，储存时间宜为 3d~5d；

- 2 所有配料应采用自动计量设施，配料秤精度的允许偏差宜为 $\pm 0.5\%$ ；
- 3 配料仓贮存物料量宜为 4h~8h，料位检测宜采用称重传感器；锥体部仓壁倾斜度宜大于 65°；
- 4 主要原料的配料仓数不宜少于 3 个，其他物料宜统一设置备用；
- 5 配料仓设置应符合本标准第 4.2.1 条第 1 款第 2、3、4 项的规定。

4.2.8 氧化镍矿火法冶炼工艺的烟尘制粒应符合下列规定：

- 1 冶炼系统产生的烟尘宜单独设烟尘处理装置；
- 2 采用烟尘制粒时宜选用圆盘制粒机，应设置专用的检修起重机；
- 3 宜采用干燥后的原矿作为粘结剂。

III 高镍铈精炼

4.2.9 高镍铈种类多、成分差别大时，宜进行配料。

4.2.10 高镍铈磨矿的料仓应符合下列要求：

- 1 高镍铈球磨给矿前宜设给矿料仓，料仓贮料量宜为 8h~16h 用量，料仓锥体部仓壁倾斜度宜取 50°~75°；
- 2 给矿料仓宜采用钢板制作，仓壁锥段外壁应设置振打装置；
- 3 给矿料仓下方应设置计量給料设备，计量误差应小于 $\pm 1\%$ 。输送设备宜选用胶带输送机；
- 4 給料量宜采用自动控制。

4.2.11 高镍铈磨矿应符合下列要求：

- 1 块状高镍铈应进行破碎，破碎宜选用重锤、颚式破碎机等设备，需要进行选矿的，应符合本标准第 5.3 节的规定；
- 2 高镍铈宜细磨至 0.074mm 筛下物占 95% 以上，宜采用磨矿-分级的闭路磨矿工艺；
- 3 球磨机给水量、排料浓度宜采用自动控制。

IV 氧化镍矿湿法冶炼

4.2.12 氧化镍矿湿法冶炼物料准备应符合下列规定：

- 1 原料成分特别是耗酸杂质成分波动大的应配矿，应保证矿浆成分相对稳定；
- 2 矿浆浓度宜为 30%~45%，铬含量不宜大于 1%；
- 3 矿浆浓缩设备宜选用深锥浓密机；
- 4 原矿浆宜设置 12h~24h 的贮存能力。

V 氢氧化镍钴精炼

4.2.13 氢氧化镍钴精炼宜采用机械搅拌槽进行浆化，可连续浆化或间断浆化，浆化槽上方应设置机械通风设施。

4.2.14 采用吨袋包装的氢氧化镍钴原料宜采用机械破袋设备，应设置废袋的清

洗装置。

4.2.15 物料的加入应设计量装置。

5 硫化铜镍精矿的冶炼工艺

5.1 造钼熔炼

5.1.1 造钼熔炼冶炼工艺应符合下列规定：

- 1 造钼熔炼工艺流程的选择应根据生产规模、原料、燃料等具体条件，经过方案比较和论证后确定；
- 2 以硫化铜镍精矿为原料的镍冶炼厂，可采用闪速熔炼、富氧顶吹浸没熔池熔炼、侧吹熔炼等，也可采用国外已经工业化生产的其他熔炼镍的先进工艺；
- 3 以硫化铜镍精矿为原料的镍冶炼厂，应回收利用造钼熔炼和镍钼吹炼过程中产生高温烟气中的余热，烟气中硫的回收率应达到 96% 以上；
- 4 熔炼产生的炉渣宜综合利用。

5.1.2 闪速熔炼冶炼工艺应符合下列规定：

- 1 日处理精矿量应大于 1200t；
- 2 年作业时间应大于 7800h；
- 3 精矿含氧化镁不宜高于 5%，大于 5% 时宜采用带贫化区的闪速炉，大于 7.5% 时不宜采用闪速熔炼工艺；
- 4 由原料至高镍钼的镍回收率应高于 95.5%；
- 5 闪速炉处理的中间返料含有部分块状物料时，应细磨至 0.074mm 筛下物占 80% 以上；
- 6 入炉物料含水应不大于 0.3%；
- 7 闪速炉应设置炉顶干料贮仓。贮仓应设置保温设施和破拱的振打装置，贮存时间宜大于 4h；
- 8 炉料各组分的配料偏差宜为 $\pm 0.5\%$ 。干精矿配料宜采用仓式配料法，应采用无级调节的计量装置，应自动控制；
- 9 宜采用中央喷嘴；
- 10 反应塔规格尺寸的确定应符合下列规定：
 - 1) 入炉物料在反应塔中的下落时间宜为 2.5s~4.0s；
 - 2) 烟气气流速度宜为 2.0m/s~3.2m/s；
 - 3) 容积热强度不宜大于 3000MJ/(m³ h)；
 - 4) 反应塔高度宜为 6.5m~8m。
- 11 炉体应采用弹性结构及水冷却结构。反应塔宜采用耐高温、耐冲刷性能强、热稳定性好的耐火材料砌筑；
- 12 冷却水必须连续供水，应设置稳定供水压力的高位水箱，应设计事故供水。冷却水应使用软化水；
- 13 沉淀池应采取消除冻结层的措施，沉淀池应设置烧嘴孔、观察孔和负压

检测孔等；

- 14 上升烟道应设置燃料烧嘴及清理孔；
- 15 炉体应设置温度检测装置；
- 16 产镍铈品位宜为镍+铜 35%~50%，镍含量不宜大于 28%；
- 17 熔炼渣铁硅比（Fe/SiO₂）宜为 1.0~1.3，弃渣含镍不宜大于 0.25%；
- 18 工艺风应为富氧空气，含氧浓度宜大于 50%，富氧空气宜加热。

5.1.3 富氧顶吹浸没熔池熔炼、侧吹熔池熔炼冶炼工艺应符合下列规定：

- 1 顶吹炉日处理精矿量宜大于 600t；侧吹炉日处理精矿量宜大于 300t；
- 2 年作业时间宜大于 7500h；
- 3 由原料到高冰镍的镍回收率应大于 94%；
- 4 顶吹炉入炉物料应制粒；
- 5 物料各组分的配料偏差宜为±2%；
- 6 低镍铈的品位宜为镍加铜 35%~45%，含镍不宜大于 28%；
- 7 炉渣铁硅比（Fe/SiO₂）宜为 0.8~1.3，渣含氧化钙宜为 3%~5%；
- 8 烟尘率应小于 3%；
- 9 工艺风富氧浓度宜大于 50%；
- 10 炉渣应回收有价金属；
- 11 冶炼工艺应采取下列安全措施：
 - 1) 顶吹炉喷枪应设有紧急提升装置，应设有双电源供电；
 - 2) 侧吹炉工艺风应设计应急风源，虹吸池应设置泡沫渣溢流口；
 - 3) 炉顶应设置应急煤仓；
 - 4) 冷却水必须连续供水，应设置稳定供水压力的高位水箱，应设计事故供水。冷却水应使用软化水。

5.1.4 沉降电炉冶炼工艺应符合下列规定：

- 1 用于处理富氧顶吹浸没熔池熔炼、侧吹熔池熔炼产出的熔体，熔体应以热态形式流入沉降电炉中；
- 2 沉降电炉冶炼工艺设计的主要工艺参数宜符合下列规定：
 - 1) 炉床单位面积功率宜为 50kW/m²~100kW/m²；
 - 2) 电能消耗宜为 100kWh/t-渣~160kWh/t-渣；
 - 3) 操作电压宜为 80V~140V；
 - 4) 沉降电炉作业宜交替沉降和贫化，贫化时间不宜小于 3h；
 - 5) 电炉渣含镍不宜大于 0.3%。
- 3 烟气宜进行制酸处理；
- 4 电炉渣宜经过粒化后综合利用。

5.2 镍铈吹炼

5.2.1 卧式转炉吹炼的工艺设计应符合下列规定：

- 1 加入的冷料和熔剂的水含量应小于 3%；
- 2 供风系统应符合下列规定：
 - 1) 鼓风压力宜为 50kPa~130kPa；
 - 2) 鼓风强度宜为 $0.5\text{m}^3/(\text{cm}^2\cdot\text{min})\sim 0.65\text{m}^3/(\text{cm}^2\cdot\text{min})$ ；
 - 3) 送风时率宜为 60%~75%；
 - 4) 工艺风氧浓度不宜高于 25%；
 - 5) 风量应可以调节，送风管路设联锁的快速切断和放空装置。
- 3 卧式转炉吹炼的产品应符合下列规定：
 - 1) 高镍铈铁和硫的含量宜根据下游精炼工艺要求调整；
 - 2) 渣铁硅比 (Fe/SiO_2) 宜为 1.8~2.5，应进行贫化处理回收有价金属。
- 4 应在不停吹条件下能够加入熔剂和冷料，熔剂和冷料应采用计量设备；
- 5 应设置捅风眼机，多台转炉的捅风眼机应互为备用。应设置专用的炉口清理机。；
- 6 应设置密封烟罩和环保烟罩；
- 7 卧式转炉吹炼工艺设置的安全措施应符合下列规定：
 - 1) 应设置事故停电时的安全倾转装置，并应设有双电源或直流电源供电系统；
 - 2) 鼓风压力小于 50kPa 时，转炉应自动倾转至安全位置。

5.2.2 保温炉的工艺设计应符合下列规定：

- 1 低镍铈、高镍铈和阳极板浇铸宜设置保温炉；
- 2 驱动装置应具有快、慢两种转速及事故停电时炉体能转动到安全位置的功能，并应设置双电源或直流电源供电系统；
- 3 燃料可采用重油、煤气、柴油、天然气等，宜采用纯氧燃烧；
- 4 应设置烟气处理系统。

5.2.3 低镍铈、高镍铈粒化的工艺设计应符合下列规定：

- 1 可采用冲水粒化或无水粒化等工艺；
- 2 冲水粒化水铈比应大于 20，水压应大于 0.25MPa；
- 3 无水粒化应采用氮气粒化、雾化水换热；氮气压力应大于 0.8MPa；
- 4 粒化尾气应脱硫处理。

5.2.4 硫化镍阳极板浇铸的工艺设计应符合下列规定：

- 1 磨浮分离的二次硫化镍精矿应设置精矿仓，贮存时间宜为 4d~7d；
- 2 阳极板保温时间不应少于 48h；
- 3 浇铸废板和残极可与二次硫化镍精矿共同处理；
- 4 阳极板浇铸温度应为 $900^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，熔体浇铸成板后，应在模具中冷却至 540°C 起模；

- 5 炉渣及流槽粘结物等冷料宜返转炉吹炼工序处理。
- 5.2.5 转炉渣处理的工艺设计应符合下列规定：
 - 1 应以热态进入下道工序，可单独贫化，亦可返沉降电炉处理；
 - 2 采用电炉贫化时，应加入还原剂、硫化剂和熔剂等。还原剂可采用焦炭、无烟煤；硫化剂可采用黄铁矿、含镍硫较高的原矿、干硫化铜镍精矿、低镍铈等；
 - 3 贫化电炉的主要工艺参数应符合本标准第 5.1.4 条第 2 款的规定。

5.3 高镍铈磨浮

- 5.3.1 高镍铈磨矿分级的工艺设计宜符合下列规定
 - 1 磨矿分级作业宜采用两段一闭路流程，磨矿给料粒度应小于 20mm，控制分级溢流粒度应为 0.053mm 筛下物大于 90%；
 - 2 磨矿作业的分级设备，可选用螺旋分级机或水力旋流器组；。
 - 3 合金宜在二段分级返砂中提取；
 - 4 高镍铈电耗宜为 25kWh/t~35kWh/t。
- 5.3.2 高镍铈浮选的工艺设计宜符合下列规定：
 - 1 浮选作业宜采用抑镍浮铜的多段浮选流程；
 - 2 浮选设备宜选用充气机械搅拌式浮选机，亦可采用浮选柱与浮选机联合选别方式；
 - 3 浮选作业精矿应为二次铜精矿，铜含量宜为 65%~67%；尾矿应为二次镍精矿，镍含量宜为 66%~68%。二次铜精矿镍含量宜小于 5.0%，二次镍精矿铜含量宜小于 3.2%。二次镍精矿和二次铜精矿水含量不宜大于 10%；
 - 4 高镍铈电耗宜为 10kWh/t~15kWh/t。

5.4 镍电解精炼

- 5.4.1 镍电解精炼工艺设计应符合下列规定：
 - 1 可溶阳极电解宜采用硫化镍阳极电解工艺；
 - 2 电解槽宜采用乙烯基树脂混凝土材质，宜内置通风管；
 - 3 硫化镍阳极电解厂房应设置通风措施，封闭厂房应采取强制通风方式，温暖地区可设置半开放式外墙；
 - 4 应采取降低镍电解车间酸雾的措施，酸雾应进行收集处理、达标排放；
 - 5 5000t/a 及以上镍电解项目宜采用成套始极片加工成套机组，包括含始极片作业机组、吊耳切割机组、导电棒转运机组等，导电棒抛光、始极片剥离机组宜根据项目情况确定；
 - 6 硫化镍阳极电解工艺所产阳极泥应回收贵金属和硫磺。
- 5.4.2 硫化镍阳极电解工艺应符合下列规定：

- 1 宜采用硫酸盐-氯化物混酸体系的可溶阳极隔膜电解工艺；
- 2 生产槽阴极宜为镍始极片，种板槽阴极宜为钛材；
- 3 硫化镍阳极电解工艺参数及指标应符合下列规定：
 - 1) 年作业时间不宜小于 330d；
 - 2) 阴极液应符合表 5.4.2 的规定：

表 5.4.2 镍电解阴极液成分指标

杂质	Ni	Cu	Fe	Co	Pb	Na	Cl	pH 值
阴极液	80~85g/L	<3mg/L	<1mg/l	<0.02g/l	<2mg/l	10~40g/l	35~40g/l	4.5~5.0

- 3) 阳极液镍浓度宜为 60g/l~70g/l，阴阳极液镍浓度差 15g/l~25g/l；
 - 3) 同极距宜为 180mm~200mm，电流密度宜为 180A/m²~200A/m²；
 - 4) 电解槽内镍电解液温度宜为 60℃~70℃；
 - 5) 残极率宜为 20%~25%；
 - 6) 电流效率不宜低于 90%，直流电耗不宜高于 3500kWh/t-镍；
 - 4 镍电解宜设置阴极液贮槽、阳极液贮槽及高位槽，阴极液、阳极液贮存时间宜为 8h~12h，高位槽贮存时间宜为 10min~20min。
- 5.4.3 镍阳极液净化工艺应符合下列规定：
- 1 镍阳极液除铁可采用黄钠铁矾工艺或针铁矿工艺，并应符合下列规定：
 - 1) 黄钠铁矾工艺温度宜为 85℃~95℃，停留时间宜为 3~5h；针铁矿工艺温度宜为 75℃~85℃，停留时间宜为 3h~4h；
 - 2) 氧化剂可采用空气或富氧；
 - 3) 黄钠铁矾工艺的酸碱度(pH 值)宜为 2.5~3.0, 针铁矿工艺的酸碱度(pH 值)宜为 3.0~4.0；
 - 4) 除铁后液含铁不宜大于 1mg/l。
 - 2 采用化学沉淀法除铜，应符合下列规定：
 - 1) 温度宜为 50℃~60℃；停留时间宜为 0.5h；
 - 2) 除铜剂可采用硫化氢、硫化镍或硫磺；
 - 3) 酸碱度(pH 值)宜为 3.0~3.5；
 - 4) 除铜后液含铜不宜大于 2mg/l。
 - 3 采用氧化水解工艺除钴，应符合下列规定：
 - 1) 温度宜为 50℃~60℃；停留时间宜为 2~3h；
 - 2) 氧化剂宜采用氯气；
 - 3) 氧化终点的酸碱度(pH 值)宜为 3.5~4.0；
 - 4) 水解终点的酸碱度(pH 值)宜为 4.5~5.0；
 - 5) 除钴后液含钴不宜大于 1mg/l。
 - 4 采用萃取工艺净化镍阳极液，应符合下列规定：
 - 1) 宜采用 Lix984 萃取回收铜、化学沉淀除铁、P507 萃取回收钴、P204

深度萃取除铜、离子交换除铅的工艺；

- 2) 处理后溶液杂质成分宜符合表 5.4.3 的规定。

表 5.4.3 萃取净化后镍阳极液主要杂质含量

杂质	Cu	Fe	Co	Pb
数值	<2mg/l	<1mg/l	<2mg/l	<1mg/l

5.4.4 造液工艺应符合下列规定：

1 电解造液宜符合下列规定：

- 1) 电解液含镍宜为 50g/l~60g/l；
- 2) 起始溶液含酸宜为 4g/l~40g/l；
- 3) 最终溶液含酸宜为 50g/l~180g/l，含镍大于 80g/l；
- 4) 阳极电流密度宜为 120A/m²~160A/m²；
- 5) 阴极电流密度宜为 150A/m²~300A/m²；
- 6) 电解液温度宜为 60℃~65℃。

2 浸出造液宜符合下列规定：

- 1) 浸出液固比宜为 4:1；
- 2) 氧化还原电势宜为 450~500mV；
- 3) 浸出温度宜为 100℃~120℃；
- 4) 浸出渣含镍不宜大于 2%。

5.5 高镍铈湿法精炼

5.5.1 高镍铈湿法精炼的工艺设计应符合下列规定：

- 1 宜以高镍铈粒料为原料，宜选用硫酸选择性浸出工艺；
- 2 镍总回收率应大于 97%；
- 3 应根据溶液中镍钴铜以及其他杂质元素的含量选择浸出液的净化工艺；
- 4 镍电积工艺设计应采取降低酸雾外溢措施，应采取通风及处理措施。

5.5.2 高镍铈的浸出工艺应符合下列规定：

1 常压浸出应符合下列规定：

- 1) 宜设置两段常压浸出。每段常压浸出时间宜取 5h~8h，浸出温度宜取 70℃~90℃。一段常压浸出终点的酸碱度(pH 值)宜为 5.6~6.2，二段常压浸出终点的酸碱度(pH 值)宜为 1~2；
- 2) 浸出槽中应通入压缩空气或富氧；
- 3) 镍浸出率宜为 30%~40%；
- 4) 浸出成品液中镍离子浓度宜为 80g/l~105g/l，铁离子浓度宜小于 2mg/l，铜离子浓度宜小于 2mg/l。

2 加压氧浸工艺应符合下列规定：

- 1) 宜设一段或两段加压氧浸；

- 2) 各段加压氧浸时间宜取 4h~5h, 浸出温度宜取 140℃~160℃, 浸出压力宜为 700kPa~900kPa, 氧气分压宜为 200kPa~400kPa;
- 3) 氧气宜为工业氧, 氧气纯度宜大于 90%;
- 4) 应设置控制加压釜内浸出温度的冷却装置;
- 5) 采用两段浸出的第一段加压浸出终点酸浓度宜为 30g/l~50g/l; 第二段加压浸出终点酸度宜为 10g/l;
- 6) 闪蒸尾气宜设置处理设施。

5.5.3 浸出成品液的净化工艺应符合下列规定:

- 1 黑镍除钴除钻时间宜取 1.5h~2h, 黑镍加入量宜取镍钴摩尔比为 1~1.2, 除钴温度宜取 70℃~80℃, 净化后液钴含量宜小于 0.01g/l;
- 2 萃取法除钴宜采用皂化萃取工艺, 钴萃取后溶液含钴应小于 1mg/l。

5.5.4 镍电积工艺应符合下列规定:

- 1 年作业时间不宜小于 330d;
- 2 宜采用不溶阳极隔膜电积工艺;
- 3 阳极宜选用铅-银合金或铅-银-钙合金阳极, 也可采用钛基带涂层阳极; 生产槽阴极宜为镍始极片, 种板槽阴极宜为钛阴极;
- 4 电积厂房应采取通风措施, 封闭厂房应采取强制通风方式, 温暖地区可设置半开放式外墙;
- 5 镍电解液指标宜符合表 5.5.4 的规定;

表 5.5.4 镍电解液杂质含量要求

杂质	Ni	Cu	Fe	Co	Pb	Na
阴极液	80~85g/L	<2mg/L	<1mg/l	<0.01g/l	<1mg/l	25~45g/l

- 6 电积工艺参数及指标, 槽内电解液温度宜为 60℃~65℃, 电流密度 180A/m²~220A/m², 电流效率不宜低于 89%, 同极距 120mm~140mm, 阴阳极液镍浓度差 15g/l~25g/l, 直流电耗不宜高于 3700kWh/t-镍。

5.5.5 镍盐制备工艺应符合下列规定:

- 1 硫酸镍盐产品主要有精制硫酸镍质量要求应符合现行国家标准《精制硫酸镍》GB/T26524 的有关规定; 工业硫酸镍质量要求应符合现行行业标准《工业硫酸镍》HG/T2824 的有关规定;
- 2 氯化镍盐产品应符合现行国家标准《氯化镍》GB/T15355 的有关规定;
- 3 硫酸镍宜采用下列生产工艺进行生产:
 - 1) 以铜电解生产过程中产生的粗硫酸镍或镍电解体积平衡过程中的碳酸镍等为原料, 经硫酸溶解、净化除杂、结晶过程, 生产硫酸镍;
 - 2) 以高镍硫为原料, 采用硫酸常压—加压氧浸选择性浸出, 经净化除杂、结晶生产硫酸镍;

3) 以氢氧化镍钴为原料，采用硫酸溶解-除杂-萃取-结晶工艺，生产硫酸镍。

4 硫酸镍生产指标宜符合下列规定：

1) 对于精制硫酸镍，净化除杂后硫酸镍液的杂质要求宜符合表 5.5.5-1 的规定；

表 5.5.5-1 精制硫酸镍净化除杂后硫酸镍液的杂质要求

杂质	pH 值	Ni	Cu	Fe	Ca	Mg	水不溶物
数值	$6.0 \leq \text{pH} \leq 6.4$	85~100g/l	<3mg/l	<3mg/l	<0.02g/l	<0.02g/l	<3mg/l

2) 对于工业硫酸镍，净化除杂后的硫酸镍液杂质要求宜符合表 5.5.5-2 的规定；

表 5.5.5-2 工业硫酸镍净化除杂后硫酸镍液的杂质要求

杂质	Co	Cu	Fe	Ca
数值	$\leq 1\text{mg/l}$	$\leq 1\text{mg/l}$	$\leq 1\text{mg/l}$	$\leq 0.02\text{g/l}$
杂质	Mg	Na	含油量	不溶物
数值	$\leq 0.15\text{g/L}$	$\leq 0.04\text{g/L}$	$\leq 1\text{PPM}$	$\leq 0.05\text{g/l}$

3) 蒸汽消耗不宜大于 3.95t/t-硫酸镍；

4) 电力消耗不宜大于 372kWh/t-硫酸镍。

5 氯化镍宜采用下列生产工艺进行生产：

1) 以高镍硫为原料，采用硫酸常压—加压氧浸选择性浸出，经净化除杂、萃取、盐酸反萃、结晶生产氯化镍；

2) 以氢氧化镍钴为原料，采用硫酸溶解-除杂-萃取-盐酸反萃-结晶工艺，生产氯化镍。

6 氯化镍生产指标宜符合下列规定：

1) 蒸汽消耗不宜大于 5.99t/t-氯化镍；

2) 电力消耗不宜大于 362kWh/t-氯化镍。

6 氧化镍矿的冶炼工艺

6.1 氧化镍矿的火法冶炼

6.1.1 氧化镍矿焙烧预还原工艺设计应符合下列规定：

- 1 应采用合理的焙烧预还原制度。应进行物料平衡和热平衡的计算，并根据计算确定物料需要的焙烧温度、还原剂配比及在窑内的停留时间等系统设计的各项参数；
- 2 回转窑宜以煤为主要燃料，应精确计量燃料用量。回转窑的有效容积利用系数宜大于 $1.1\text{t}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ；
- 3 回转窑内一价镍还原为金属镍的比例宜高于 15%，三价铁还原为二价铁的比例宜高于 40%；
- 4 焙砂的结晶水（烧损）宜小于 1.0%；
- 5 回转窑排料温度宜大于 700°C ；
- 6 回转窑长径比宜为 20~27，倾斜度宜为 3%~5%，填充率宜为 7%~15%，尾气含氧量宜大于 3%；
- 7 应根据回转窑的温度分布选择各段窑衬的耐火材料材质、厚度和砌筑方式；
- 8 正常生产时回转窑壳体温度应低于 300°C 。高温段窑衬寿命不宜低于 2 年；
- 9 窑头罩内应设置格筛、排料门和观察孔；
- 10 煤粉中间储仓的储存量应 4h~5h。喷煤宜采用罗茨风机，煤粉应计量；煤粉的储存和输送应符合本标准第 11.0.1 条的规定；
- 11 窑头烧嘴应可移动，移动距离不应小于 500mm；
- 12 回转窑排出的烟气温度应高于烟气酸露点温度；
- 13 烟气应采用高效除尘器净化达标后排放；烟尘输送宜采用气力输送方式。

6.1.2 电炉熔炼工艺应符合下列规定：

- 1 热料输送工艺设计应符合下列规定：
 - 1) 与热焙砂直接接触的料仓、料罐和卸料阀门等设备的选型应能在 1000°C 以上的温度条件下稳定运行；
 - 2) 热焙砂输送过程中的温降不宜超过 100°C ，料罐应设置密封装置；
 - 3) 料罐和料罐车应设置备用；
 - 4) 回转窑卸料点、炉顶料罐卸料点等物料倒运点应设置通风收尘设施；
 - 5) 热焙砂起重机工作级别应为 A8，机构工作级别应为 M8，每台焙砂起重机应设置两套驱动系统，起重机工作时驱动系统应为一用一备；
 - 6) 热焙砂起重机应设置用于热料罐吊运的专用吊具；
 - 7) 系统物料运输能力应留有适当的富裕系数；

- 8) 热焙砂起重机行走定位点的定位精度应为 $\pm 5.0\text{mm}$ ，起重机专用吊具升降定位点的定位精度应为 $\pm 12.0\text{mm}$ ，料罐车停位误差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 2 电炉熔炼工艺设计应符合下列规定：
- 1) 电炉日处理焙砂量宜大于 1000t；
 - 2) 电炉熔炼年生产时间应大于 7800h；
 - 3) 由入炉焙砂到粗镍铁的镍回收率应高于 96%；
 - 4) 入炉物料粒度宜小于 50mm，含水应低于 1.0%；
 - 5) 电炉炉顶应设置应急加料仓；
 - 6) 烟尘率应低于 3%；
 - 7) 焙砂电耗不宜高于 600kWh/t；
 - 8) 电极与各个操作平台之间应绝缘。炉盖与电极、料管之间应采取密封措施；
 - 9) 电炉冷却水系统供水水压应在 0.3MPa~0.4MPa，进水总管应设有温度、压力测量装置。回水各支管可设置温度流量检测。冷却水应采用软化水；
 - 10) 烟气余热应回收利用。尾气排放应符合现行国家标准《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB25467 的有关规定。

6.1.3 粗镍铁精炼工艺设计应符合下列规定：

- 1 粗镍铁精炼工艺应符合下列规定：
 - 1) 粗镍铁需要精炼时，宜采用喷吹法；若仅需要脱硫，宜采用机械搅拌法；
 - 2) 粗镍铁精炼应设置镍铁熔体升温设施；
 - 3) 精炼试剂贮存仓存储能力不应小于 24h。生石灰粉、碳化钙等试剂的贮存仓应采用干燥的氮气保护；
 - 4) 试剂称量系统误差应小于 0.3%，称量系统应自动检测及控制；
 - 5) 精炼试剂输送罐的容积应大于 1 炉的用量；
 - 6) 精炼系统宜配置自动测温取样器；
 - 7) 喷粉枪和氧枪应设置备用枪，并能灵活更换；
 - 8) 铁水罐的转运应采用铸造桥式起重机。
- 2 镍铁粒化及包装工艺应符合下列规定：
 - 1) 单次的镍铁粒化时间不宜超过 30min；
 - 2) 镍铁合格粒级宜为 3mm~50mm，合格粒级应在 96.0% 以上；
 - 3) 镍铁粒化可采用底部卸料或倾倒地卸料，采用底部卸料时应设置应急溜槽和应急铁水包，应急溜槽和应急铁水包应方便起用和转运；
 - 4) 镍铁粒化头（盘）的高度应可调；
 - 5) 镍铁粒的干燥宜采用柴油、天然气或煤气等对产品污染较小或无污

染的燃料；

- 6) 镍铁粒宜采用在线、自动的包装形式。
- 3 镍铁铸锭工艺应符合下列规定：
 - 1) 室内设置的铸锭机应设置排气设施，室外配置的应设置防雨棚；
 - 2) 铸铁机链带下部应只允许设置喷涂装置、清模设备以及与铸铁机运转有关的设备，并应采取防护措施。

6.2 氧化镍矿的湿法冶炼

6.2.1 氧化镍矿的湿法冶炼工艺设计应符合下列规定：

- 1 氧化镍矿的湿法冶炼工艺宜包括常压浸出工艺、高压酸浸工艺、堆浸工艺，应根据矿物类型、主要成分、浸出性能等进行选择；。
- 2 选址应根据尾渣处置、石灰石矿资源、运输条件确定，宜首选具备尾矿库堆存或允许深海排放、具备石灰石供应、附近已有港口或适宜建设港口的场地；
- 3 产品方案宜为中间产品或最终金属产品。中间产品宜选择混合氢氧化镍钴产品；
- 4 工艺设计前应进行地质探矿、选矿及冶炼试验，应减小项目投资及技术风险；
- 5 常压浸出工艺镍的综合回收率不宜低于 75%，高压酸浸工艺镍的综合回收率不宜低于 89%。

6.2.2 氧化镍矿的浸出工艺设计应符合下列规定：

- 1 常压浸出工艺设计应符合下列规定：
 - 1) 原料宜为过渡型氧化镍矿；
 - 2) 宜采用连续浸出的机械搅拌槽进行浸出，浸出液固比宜为 3~4:1，浸出时间宜为 3h~6h，浸出温度宜大于 90℃；
 - 3) 镍浸出率宜大于 85%；
 - 4) 硫酸耗量不宜大于 800kg/t-矿。
- 2 高压酸浸工艺设计应符合下列规定：
 - 1) 高压酸浸系统宜包括矿浆预热、高压酸浸、闪蒸、废气洗涤工序；
 - 2) 年有效作业时间宜为 7500h；
 - 3) 高压釜进料矿浆浓度宜为 33%~45%，应按照红土矿浆的流变学特性进行选择；
 - 4) 高压酸浸工序之前宜设置原矿浆缓冲，矿浆贮存缓冲时间宜为 8h~12h；
 - 5) 高压酸浸入口矿浆预热器宜为三级预热，预热器应采用直接换热；
 - 6) 高压釜的矿浆给料泵宜选用带冷却段的矿浆隔膜泵，浓硫酸给料泵

宜选用带计量功能的隔膜泵；

- 7) 高压釜反应温度宜为 245℃~265℃，操作压力宜为 4.1MPa ~5.6MPa；
- 8) 高压釜反应时间不宜大于 1h；
- 9) 高压酸浸酸矿比宜为 220kg/t-干矿~450kg/t-干矿，闪蒸后浸出矿浆残酸浓度宜为 40g/l~50g/l；
- 10) 高压酸浸镍钴浸出率不宜小于 95%；
- 11) 高压釜及其内部构件的设计应根据生产过程中高压釜内部的结垢影响因素进行设计；
- 12) 闪蒸槽宜设置三级闪蒸，级数、压差分配、温度应按照安全性、可操作性、经济性原则，与预热器统一设计；
- 13) 应设置尾气洗涤设施；
- 14) 应选用有成功应用经验的设备及材料。

6.2.3 浸出矿浆中和及液固分离工艺设计应符合下列规定

- 1 矿浆中和的中和剂宜采用含固体浓度不小于 30%的石灰石浆，固体粒度宜为 95%以上小于等于 0.074mm；
- 2 矿浆中和宜采用连续的机械搅拌槽，槽之间宜通过溜槽连接；
- 3 矿浆中和时间宜为 2h~2.5h，中和温度宜为 90℃~100℃，矿浆中和终点酸碱度(pH 值)宜为 1.5~2.0；
- 4 矿浆宜采用浓密机逆流洗涤，宜选用高效浓密机。逆流洗涤浓密机的级数宜为 6~7 级，洗涤比宜为 2.5:1~3:1，洗涤效率不宜小于 99%；
- 5 浓密机底流浓度宜为 45%~55%，成品溢流含固量宜小于 200ppm；
- 6 逆流洗涤末级浓密机底流应送尾渣中和处理。

6.2.4 浸出液除铁铝工艺设计应符合下列规定：

- 1 中和除铁铝宜采用两段中和除铁铝工艺；
- 2 除铁铝所采用的中和剂宜为固含浓度不小于 30%的石灰石浆，固体粒度宜为 95%以上小于等于 0.074mm；
- 3 中和除铁铝压缩空气的氧气利用率不宜低于 15%；
- 4 中和除铁铝宜采用连续的机械搅拌槽，槽之间宜通过溜槽连接；
- 5 一段中和除铁铝时间宜为 5h~6h，中和温度宜为 75℃~85℃，中和终点酸碱度(pH 值)宜为 3.6~4.0；二段中和除铁铝时间宜为 3h~4h，温度宜为 70℃~80℃，中和终点酸碱度(pH 值)宜为 4.8~5.2；
- 6 中和除铁铝矿浆液固分离宜采用浓密机加压滤机的配置形式，宜选用高效浓密机及立式压滤机；
- 7 除铁铝后液应控制杂质含量，铁、铝等杂质均不宜大于 0.01g/l。

6.2.5 镍中间产品的制备工艺应符合下列规定：

- 1 产品制备工序之前宜设置溶液贮存缓冲设施，时间宜为 8h~12h；

- 2 宜采用两段沉镍钴工艺。一段镍钴沉淀剂宜为 5%~10%浓度氢氧化钠溶液，二段宜为 20%浓度石灰乳；
- 3 沉镍钴宜采用连续的机械搅拌槽，槽之间宜通过溜槽连接；
- 4 一段沉镍时间宜为 4h~5h，温度宜为 70℃~80℃，中和终点酸碱度(pH 值)宜为 7.4~7.8；二段沉镍时间宜为 2h~3h，温度宜为 65℃~75℃，中和终点酸碱度(pH 值)宜为 8.1~8.5；
- 5 矿浆液固分离宜采用浓密机加压滤机的配置形式，宜选用高效浓密机及立式压滤机；
- 6 一段沉镍钴沉镍率不宜小于 88%；
- 7 氢氧化镍钴产品含水不宜高于 65%，镍含量不宜低于 35%，钙镁含量不宜高于 2.0%，锰含量不宜高于 7.5%；
- 8 沉镍后废液应排入尾渣中和工序处理；
- 9 尾渣中和工序宜采用中和沉淀工艺，中和时间宜为 4h~5h，中和终点酸碱度(pH 值)宜为 8.1~8.5。

6.2.6 镍中间产品的湿法精炼工艺设计应符合下列规定：

- 1 浸出工艺应符合下列规定：
 - 1) 氢氧化镍钴原料宜采用硫酸浸出工艺；
 - 2) 浸出时间宜为 2h~4h，浸出工序宜根据物料特性添加还原剂以促进钴、锰的浸出。镍浸出率应大于 99%，钴浸出率应大于 98.5%；
 - 3) 产品方案为电镍的，浸出液镍浓度宜为 75g/l~85g/l；
 - 4) 浸出设备宜采用连续浸出的机械搅拌槽，槽之间宜通过溜槽连接；
 - 5) 矿浆液固分离宜采用高效浓密机或直接压滤，浓密底流过滤宜采用压滤机，滤饼宜进行洗涤。
- 2 溶液净化工艺应符合下列规定：
 - 1) 应根据浸出液中的杂质元素含量确定溶液净化工艺；
 - 2) 应根据原料中的硅含量确定浸出液脱硅工艺；
 - 3) 除铁铝宜选择水解沉淀工艺；
 - 4) 铜锌锰等杂质的去除宜采用萃取工艺；
 - 5) 镍钴分离宜选择萃取工艺；
 - 6) 制备电池级的镍、钴产品应进行满足产品纯度要求的深度净化。
- 3 镍钴萃取工艺设计应符合下列规定：
 - 1) 萃取宜选用皂化-转皂工艺，皂化工艺宜选用钠皂。萃取设备宜选用混合澄清器式萃取箱；
 - 2) 铜锌锰铁等杂质的净化萃取级数宜根据杂质浓度确定，萃取宜为 26 级~35 级；
 - 3) 镍钴萃取分离的萃取级数宜根据镍钴浓度确定，萃取宜为 31 级~40

- 级，宜设置三相处理设施；
- 4) 萃取除杂宜选用 P204 萃取剂，镍钴分离萃取宜选用 P507 萃取剂，稀释剂宜选用 260#煤油；
 - 5) 萃取厂房应设置及采用防火防爆设施。
- 4 产品制备工艺应符合下列规定：
- 1) 镍的最终产品宜为电解镍、工业硫酸镍、精制硫酸镍、氯化镍、碳酸镍；
 - 2) 电解镍产品的生产宜采用硫酸盐体系电积工艺；
 - 3) 对流程中的钴、铜、锰、锌等有价值金属宜综合回收；
 - 4) 蒸发宜选择机械式蒸汽再压缩蒸发（MVR）或多效蒸发工艺。
- 5 镍回收率宜大于 97%，钴回收率宜大于 96%。

7 其他有价金属回收

7.1 一般规定

- 7.1.1 硫化铜镍精矿中的钴具有回收价值的，宜对钴进行回收。
- 7.1.2 硫化镍阳极电解及高镍铈湿法精炼工艺中，应对铜、钴进行回收。
- 7.1.3 硫化镍阳极电解工艺中，应回收阳极泥中的贵金属及元素硫。
- 7.1.4 高镍铈湿法精炼工艺中，应回收加压浸出渣中的贵金属。

7.2 铜回收

- 7.2.1 高镍铈磨浮分离产出的二次铜精矿宜采用火法工艺处理。
- 7.2.2 高镍铈硫酸选择性浸出工艺中，宜根据高镍铈所含的铜镍比及产品方案确定高镍铈中铜的回收工艺。
- 7.2.3 湿法精炼过程中，可采用化学沉淀或萃取工艺回收溶液中的铜。

7.3 钴回收

- 7.3.1 钴冰铜宜采用粒化-湿法工艺回收钴及镍铜。
- 7.3.2 镍精炼工艺过程中产出的除钴渣宜采用酸溶-净化-电积工艺制备电钴，或酸溶-净化-沉淀工艺制备钴盐。
- 7.3.3 镍溶液中钴离子浓度大于 0.1g/l 时应回收。

7.4 贵金属回收

- 7.4.1 高镍铈磨浮分离产出的粗粒合金宜采用湿法工艺回收贵金属。
- 7.4.2 高镍铈磨浮产出的细粒合金、阳极泥热滤渣宜熔炼后采用湿法工艺回收贵金属。
- 7.4.3 高镍铈湿法精炼工艺产出浸出渣中含有金银及铂族金属且有回收价值的，应综合回收。

8 镍冶炼的三废处理

8.1 一般规定

8.1.1 镍冶炼废渣宜包括造钼熔炼渣、镍铁电炉渣、氧化镍矿浸出渣、除铁铝渣、黄钠铁矾渣、硫化砷渣、中和渣、石膏渣等。

8.1.2 镍冶炼废水宜包括污酸废水、酸性废水、含钠废水、生活废水镍冶炼废水的处理应符合下列规定：

1 处理后的废水宜返回工艺系统使用，需要外排的，应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB8978 及《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB25467 的有关规定，厂址所在地对排放废水含钠或总盐量有限制的，应采取脱盐措施，应满足排放标准；

2 单位镍产品外排水量应符合现行国家标准《铜镍钴工业污染物排放标准》GB 25467 的有关规定。

8.1.3 镍冶炼废气宜包括制酸尾气、环集烟气、镍钼粒化尾气、镍铁回转窑烟气、镍铁冶炼烟气、工业锅炉烟气、浸出排气，镍冶炼废气的处理应符合下列规定：

1 含尘的尾气、烟气应除尘后处理；

2 烟气污染物排放浓度限值，应符合现行国家标准《铜镍钴工业污染物排放标准》GB25467 的有关规定。

8.2 废渣

8.2.1 熔炼弃渣、镍铁电炉渣宜综合利用或外售。

8.2.2 属于危废渣的除铁铝渣、黄钠铁矾渣等废渣的处理，应符合现行国家标准《危险废物处置工程技术导则》HJ2042 的有关规定。

8.2.3 对高镍钼湿法精炼工艺产出的经综合回收处理后的弃渣，应按现行国家标准《危险废物处置工程技术导则》HJ2042 的有关规定进行处理。

8.2.4 氧化镍矿浸出渣应进行资源化利用或无害化处理。

8.3 废水

8.3.1 污酸废水的处置应符合下列规定：

1 宜采用硫化沉淀法去除砷、铜、铅、镍等离子；

2 硫化沉淀后液宜采用二段碱中和处理；

3 碱中和后液宜采用氧化钙和铝盐除去氟化物。

8.3.2 酸性废水宜采用下列方式处理后回用：

1 酸性废水宜采用羟基铁盐法或电化学法深度处理；

2 深度处理后中水可用于选矿尾砂冲洗、炉渣粒化和其他工艺回用。

8.3.3 含钠废水的处理应符合下列规定：

1 宜采用离子交换法去除重金属；

- 2 含油废液蒸发处理前应脱除油；
 - 3 低浓度含钠溶液蒸发前宜先进行预浓缩处理；
 - 4 宜采用机械式蒸汽再压缩蒸发（MVR）或多效蒸发工艺生产钠盐。
- 8.3.4 生活污水应经处理达标后回用或外排。

8.4 废气

- 8.4.1 制酸尾气、环集烟气、镍铈粒化尾气、镍铁干燥窑及回转窑烟气应脱硫处理。
- 8.4.2 工业锅炉烟气应脱硫、脱硝处理。
- 8.4.3 镍铁冶炼电炉烟气、镍铁精炼烟气可除尘后排放。
- 8.4.4 浸出排气应洗涤后排放。

9 冶金计算

9.0.1 镍冶炼厂工艺设计应根据工厂或工艺装置的全年有效工作时间、原料、辅料的成分数据、工艺设计参数进行冶金计算。

9.0.2 冶金计算结果宜包括物料平衡表、金属平衡表、热平衡表、空气量、工业氧气量、烟气量及成分、烟尘量及成分，冶金计算内容应符合表 9.0.2 的规定。

9.0.2- 冶金计算内容

内容 工序	物料平衡	金属平衡	热平衡	空气量	工业氧 气量	烟气量及 成分	烟尘量及 成分
干燥	√	√	√	√		√	√
焙烧预还原	√	√	√	√		√	√
熔炼	√	√	√	√	√	√	√
火法精炼	√	√	√	—	√	√	√
湿法冶炼	√	√	√	√	√	—	—

9.0.3 冶金计算应采用专业的工艺模拟计算软件进行全流程工艺计算。

9.0.4 平衡表中物料及一般元素的数量宜以“t”计、稀贵元素宜以“kg”计。一般元素含量宜以“%”计，稀贵元素宜以“g/t”计。液体数量宜以“m³”计、成分宜以“g/L”计。气体数量宜以“m³”计、成分宜以“%”、含尘量宜以“g/m³”计。温度单位宜为℃、热量宜以 MJ 计。时间宜以 h、d、a 为单位。

9.0.5 冶炼工艺设计应根据冶金计算结果，计算出辅助材料、燃料年消耗量以及吨矿或吨镍的单位消耗量。

9.0.6 设计过程中相关设计基础数据或工艺设计参数发生变化时，应对冶金计算进行更新，并应据此评估对工程设计的影响并对相应设计进行更新。

10 总平面和车间配置

10.1 一般规定

10.0.1 总平面应根据厂址所在地区的主导风向、厂址地形标高、地质条件、外部交通道路条件、三废排放、厂房之间的物流流向、安全消防要求进行布置。

10.0.2 车间配置应满足工艺流程、安全生产的要求。各建筑物、构筑物、道路布置应符合国家现行有关消防、排水、物流和人流方向等法律法规的规定。

10.0.3 各车间厂房应根据工艺需要并结合当地建筑原材料条件，确定采用钢筋混凝土结构或钢结构厂房，并应符合国家现行有关抗震、消防等法规、标准的有关规定。

10.0.4 混凝土厂房轴距和跨度宜便于选用标准化的结构构件。

10.0.5 车间配置应满足正常生产操作、设备安装检修、物料堆放以及人员通行的要求。

10.0.6 车间管道及厂区管网的设计应根据工艺要求及介质的特性确定。

10.0.7 炉底附近严禁敷设地下电缆，并严禁设置水管阀门井；铜毓口、渣口及熔体流槽下方严禁敷设电线电缆、燃料管道、水管。安全坑必须采取防渗透、防积水措施。

10.0.8 镍铈粒化装置应设置防爆、泄爆措施。

10.0.9 中央控制室可设置在办公区。现场控制室应配置在清洁、安全、便于观察生产且便于疏散的区域。

10.0.10 湿法冶炼厂宜统筹设置事故池。

10.0.11 湿法厂房地面及贮槽周围地面应设置 1% 坡度，并应设置污水沟、污水坑和污水泵。

10.0.12 湿法厂房或区域内应设置紧急冲淋洗眼器。

10.0.13 项目分期建设时，总平面及车间配置应结合后期发展需要统筹设计。

10.2 物料贮存与准备

10.2.1 物料贮存应符合下列规定：

1 原辅物料贮存仓库应根据厂内外的物流运输路线、工艺使用点等因素进行配置；

2 硫化铜镍精矿仓库的配置应符合下列规定：

- 1) 精矿仓应设置外围结构及围护，不宜设置天窗；
- 2) 精矿仓内应留有起重运输机检修场地。

3 火法冶炼用红土镍矿的物料贮存应符合下列规定：

- 1) 湿矿上料系统与干燥系统宜采用一对一的配置方式，对大、中型冶炼厂，配料系统和焙烧系统宜采用一对一的配置方式；
- 2) 湿矿的运输倒运系统应设有旁路。

4 湿法冶炼用红土镍矿原矿堆宜紧邻选矿制浆工序配置，可采用铲车或带式输送机运输物料；

5 硫化镍阳极电解工艺中，应在电解车间外留出一定场地以堆放制备好的硫化镍阳极。

10.2.2 配料工序应符合下列规定：

1 可在硫化铜镍精矿仓内设置配料区域，或单独设置配料厂房。

2 镍铁厂宜单独设置配料厂房，烟尘制粒宜设置在配料厂房内。

10.2.3 干燥工序应符合下列规定：

1 硫化铜镍精矿干燥单台圆筒干燥机的厂房跨度宜为 6m~9m，红土镍矿回转窑宜露天设置，驱动装置处应设置防雨棚，干燥区域应设有检修场地；

2 多台干燥窑集中配置时，筒体中心距离宜为窑直径的 4 倍~6 倍；

3 气流干燥管的倾角宜大于 75°，干燥管也可配置在厂房外；

4 蒸汽干燥机出料口下应设置干料仓及输送系统，尾气收尘布袋应置于干燥机上部，收集的物料应直接加入干料仓；

5 蒸汽干燥机的配置应留有蒸汽列管的检修空间。

10.3 硫化铜镍精矿火法冶炼

10.3.1 造锬熔炼车间的配置应符合下列规定：

1 熔炼与吹炼炉宜同侧配置，厂房屋面应采取防腐蚀措施，闪速炉车间的配置应符合下列规定：

1) 闪速炉标高应满足熔体自流进入下道工序的要求；

2) 应设置沉淀池作业、反应塔顶部作业、加料作业、炉顶料仓作业和气流干燥收尘作业等楼层；

3) 厂房内应设置检修设施；

4) 厂房内应配置电梯。

2 熔池熔炼车间的配置应符合下列规定：

1) 料仓应紧邻熔炼炉配置；

2) 炉体，标高应满足熔体自流进入下道工序；

3) 楼层设置应满足作业要求；

4) 应设置检修设施；。

5) 顶吹浸没熔炼炉厂房应设置电梯。

10.3.2 低镍锬吹炼车间的配置应符合下列规定：

1 转炉炉口对面不应配置其他设施、物流人流通道，炉口对面的厂房围护结构应采取防爆措施，厂房屋面应采取防腐蚀措施；

2 转炉厂房跨度、炉间中心距及转炉筒体中心标高，宜符合表 10.3.2 的规定；

表 10.3.2 转炉厂房跨度、起重机轨顶标高（m）

转炉规格	$\Phi 3.6 \times 8.5$	$\Phi 4 \times 10.7$	$\geq \Phi 4.5 \times 12$
厂房跨度	≥ 18	≥ 20	≥ 20
起重机轨顶标高	≥ 16.0	≥ 18.5	≥ 19.5

- 3 转炉炉后操作场地宽度不宜小于 7.5m。

10.4 氧化镍矿火法冶炼

10.4.1 焙烧预还原车间的配置应符合下列规定：

- 1 回转窑宜设置三次风机，并应安装在回转窑窑体上；
- 2 回转窑宜露天设置，并应设有检修场地；驱动装置处应设置防雨棚；
- 3 回转窑与收尘设备的排烟管应短捷；
- 4 回转窑出料应设置大块焙砂临时堆存场地。

10.4.2 电炉熔炼车间的配置应符合下列规定：

- 1 焙砂料罐提升井应设置导向装置，并应采取安全防护措施；
- 2 炉体周围立柱应设置耐热或绝热防护；
- 3 炉体周围严禁敷设地下电缆、燃料管道，并严禁设置水管阀门井。镍铁口、渣口及熔体流槽下方严禁敷设电线电缆、燃料管道。炉底必须设置安全坑，安全坑的容积必须容纳整炉熔体，并必须保持干燥；
- 4 厂房内应设置检修设施；
- 5 操作平台应设置一氧化碳检测仪及报警装置，人员应配便携式一氧化碳检测仪及报警装置。

10.4.3 镍铁精炼车间的配置应符合下列规定：

- 1 精炼、粒化和铸锭工序的工艺配置，应保证铁水罐运输顺畅和便捷；
- 2 铁水罐运输通道两侧，应设置人行通道；
- 3 操作室应能观察到铁水罐倾倒工位、铁水流槽等工况。操作室应采取隔热措施，窗户应采用隔热钢化玻璃。室内应配置空调及通讯、报警装置；。
- 4 铸锭机运行时，严禁人员在下部通行。

10.5 镍湿法冶炼

10.5.1 硫化镍阳极电解车间的配置应符合下列规定：

- 1 镍电解槽应成对配置，应按两列布置在厂房主跨；
- 2 剪板机、压纹机、订耳机宜设置在主跨端头或厂房中部，并应留出 18m~24m 种板剥片及处理场地；
- 3 配电及硅整流室的配置，宜遵循母排最短的原则；
- 4 电解槽操作面标高的确定应满足阳极泥溜槽的合理坡度和槽下操作要求，

电解槽操作面标高宜为 3.8m~4.5m。电解槽面宜高出楼面 400mm~500mm；

5 起重机配置应符合下列要求：

- 1) 带驾驶室的起重机，驾驶室应靠近无副跨一侧；
- 2) 应满足工人在电解槽面安全操作高度要求，起重机工作时，吊物最低点距离槽面的高度宜大于 2m；
- 3) 多功能专用起重机的驾驶室根据吊装需要可随小车移动，驾驶室底标高距槽面高度大于 2.2m。

10.5.2 硫化镍电解阳极电解液净化车间的配置应符合下列规定：

1 硫化镍阳极电解工艺的镍阳极液除铁、除铜、除钴及除铅锌宜设置在同一车间；

2 除铁槽、除铜槽、除钴槽等反应设备宜设置于厂房主跨，管式过滤器、压滤机等过滤设备宜设置在厂房两侧的副跨。

10.5.3 高镍铈球磨及分级宜与高镍铈矿仓设置于同一车间内。

10.5.4 常压浸出及沉淀车间的配置应符合下列规定：

1 常压浸出槽、中和槽、沉淀槽宜采用机械搅拌槽，宜呈阶梯式串联配置，槽之间宜通过溜槽连接，溜槽坡度宜为 2%~3%；

2 有多组浸出槽或中和沉淀槽时，宜双列配置，并宜共用一个溜槽平台；

3 下道工序为浓密机时，溜槽标高宜按矿浆可自流入浓密机进行设计；

4 采用中和沉淀、硫化沉淀等化学沉淀法进行溶液净化的，净化槽宜与浸出槽设置于同一个车间内。

10.5.5 高镍铈加压氧浸车间的配置应符合下列规定：

1 有多台高压釜时，宜集中设置于同一个加压车间内；

2 高压釜给料泵、闪蒸槽宜紧邻高压釜进行配置；

3 闪蒸槽排料口标高宜按料浆自流入浓密机进行设计；

4 高压釜上方宜设置检修吊车，吊车轨底标高应满足高压釜搅拌器的检修净空要求。

10.5.6 红土镍矿高压酸浸车间的配置应符合下列规定：

1 高压酸浸系统宜按系列成套配置；

2 预热器、高压釜给料泵、闪蒸槽、尾气洗涤等宜露天配置，高压釜宜设置在开放式带顶棚厂房内，建筑结构形式宜为钢结构；

3 预热器、闪蒸槽与尾气洗涤系统宜配置在同一个整体钢结构平台上，并宜位于高压釜一侧，预热器给料泵宜布置于相应预热器下方的地面上；

4 高中低压闪蒸槽与高中低温预热器宜对应配置；

5 高压釜给料泵宜就近布置于预热器出口、高压釜进料侧；

6 硫酸贮槽、硫酸给料泵宜就近布置于高压釜另一侧，并宜设置硫酸高位槽向硫酸给料泵供料；

- 7 高压釜厂房宜设置检修吊车，高压釜给料泵宜设置检修用旋转吊壁；
- 8 高压酸浸系统周边应设有检修道路，道路宽度不宜小于 9m；
- 9 高压酸浸系统下方地面应设置围堰，附近宜设置事故池，事故池体积宜大于高压釜有效容积；
- 10 高压酸浸系统配电室宜就近设置。

10.5.7 浓密分离及洗涤车间的配置应符合下列规定：

- 1 浓密机宜露天集中配置，各级浓密机的位置应根据浓密机数量、直径尺寸及物料走向确定；
- 2 逆流洗涤浓密机之间宜通过钢结构桥架连接，宜至少在地面设置 2 部通行钢梯；
- 3 对于逆流洗涤浓密机，地形高差允许时，宜采用溢流自流的形式阶梯布置；
- 4 浓密机传动装置宜设置挡雨棚；

10.5.8 压滤车间的配置应符合下列规定：

- 1 压滤机宜配置在带屋盖的厂房内；
- 2 对于有外运渣需求的压滤机，配置应便于滤渣的转运；
- 3 压滤机厂房应设置检修吊车。

10.5.9 镍萃取车间的配置应符合下列规定：

- 1 萃取车间配置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《有色金属工程设计防火规范》GB50630 的有关规定；
- 2 萃取箱宜设置于有屋盖的厂房内，并宜设置半开放式外墙，萃取箱澄清室宜设置盖板；
- 3 萃取箱澄清室的标高宜按满足有机相、萃余液、反萃后液自流入相应贮槽设计；
- 4 一条萃取生产线的萃取级、洗涤级、反萃级萃取箱宜在同侧成列配置。有多条萃取生产线的，宜双列配置；
- 5 多列萃取箱配置在同一建筑防火分区内时，应符合下列规定：
 - 1) 每列萃取箱应分别设置围堰，并应设置导液措施；
 - 2) 相邻两列萃取箱之间应设置逃生主通道。逃生主通道最小净宽度不应小于 1.5m。
- 6 萃取箱澄清室宜配置于钢结构整体平台上，平台与混合室搅拌器钢构不宜采用刚性连接；
- 7 萃取箱级间管道宜配置于澄清室底部空间。

10.5.10 镍电积车间的配置应符合下列规定：

- 1 镍电积厂房应设置机械通风设施；
- 2 镍阳极液需蒸发时，阳极液蒸发设备宜设置在电积主厂房端头或副跨。

10.5.11 蒸发及产品包装车间的配置应符合下列规定：

- 1 蒸发器、结晶槽、离心机、干燥及包装设备的布置应根据物料走向确定；
- 2 干燥及包装设备宜配置在一层地面。

11 辅助生产设施

11.0.1 粉煤制备车间的设计应符合现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660、《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB50229 和《火力发电厂煤和制粉系统防爆设计技术规程》DL/T5203 的有关规定。

11.0.2 制氧站的设计应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB50030 的有关规定。

11.0.3 工艺用压缩空气及仪表压缩空气设备宜集中配置。

11.0.4 酸、碱、盐的溶解、配制、贮存等宜集中配置。

11.0.5 镍冶炼厂的萃取工艺设计应设置独立的有机溶剂及萃取剂贮存场地。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《工业用氢氧化钠》 GB209
- 《工业碳酸钠及其试验方法第 1 部分：工业碳酸钠》 GB210.1
- 《工业硫酸》 GB/T534
- 《液体无水氨》 GB536
- 《油漆及清洗用溶剂油》 GB1922
- 《工业用液氯》 GB5138
- 《电解镍》 GB/T6516
- 《高纯氢氧化钠》 GB/T11199
- 《常用化学危险品贮存通则》 GB15603
- 《镍铁》 GB/T25049
- 《铜镍钴工业污染物排放标准》 GB25467
- 《镍钴锰三元素复合氢氧化物》 GB/T26300
- 《精制硫酸镍》 GB/T26524
- 《电镀用氯化镍》 HG/T2771
- 《高纯盐酸》 HG/T2778
- 《工业焦亚硫酸钠》 HG/T2868
- 《工业无水亚硫酸钠》 HG/T2967
- 《工业碳酸镍》 HG/T26521
- 《危险废物处置工程技术导则》 HJ2042