

前 言

本标准是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2015年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2014〕189号)的要求,由中国有色工程有限公司、中国恩菲信息技术有限公司会同有关参编单位共同编制完成的。

本标准在编制过程中,编制组认真总结了我国钴冶炼企业建设的经验和教训,借鉴了国际和国外相关先进标准的规定,在广泛征求意见的基础上,经反复修改与完善,最后经审查定稿。

本标准共分9章,主要技术内容包括:总则,术语,基本规定,原料、辅助材料及燃料,物料贮存与准备,钴冶炼工艺,冶金计算,主要设备选择,总平面布置和厂房配置。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由中国恩菲信息技术有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送中国恩菲信息技术有限公司(地址:北京市复兴路12号,邮政编码:100038),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国有色工程有限公司

中国恩菲信息技术有限公司

参 编 单 位:金川集团股份有限公司

浙江华友钴业股份有限公司

长沙有色冶金设计研究院有限公司

杭州天易成化工设备有限公司

主要起草人:董爱国 刘 诚 杨 杰 张金勇 郑子恩

张 阳 邓永贵 孙柯华 梁帅表 邓孟刚

刘人生 李少龙 徐庆新 崔宏志 向 波
张 磊

主要审查人:陆业大 刘永东 王多冬 冯玉洁 王海北
钟 晖 李国民 秦汝勇 孙留根 冯德茂
谢福标

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
4	原料、辅助材料及燃料	(5)
4.1	原料	(5)
4.2	辅助材料	(5)
4.3	燃料	(7)
5	物料贮存与准备	(8)
5.1	物料贮存	(8)
5.2	物料准备	(8)
6	钴冶炼工艺	(10)
6.1	一般规定	(10)
6.2	电炉熔炼和硫酸化焙烧	(10)
6.3	浸出及除铁	(10)
6.4	溶液净化	(11)
6.5	钴产品制备	(12)
6.6	废液处理	(13)
6.7	有价金属回收	(14)
7	冶金计算	(15)
8	主要设备选择	(22)
8.1	一般规定	(22)
8.2	磨矿及合金水粒化设备	(22)
8.3	火法设备	(22)
8.4	浸出及除铁设备	(22)

8.5	萃取设备	(23)
8.6	钴产品制备设备	(23)
8.7	废液处理设备	(24)
9	总平面布置和厂房配置	(25)
9.1	一般规定	(25)
9.2	物料的贮存与准备	(26)
9.3	电炉熔炼和硫酸化焙烧	(26)
9.4	浸出及除铁	(26)
9.5	萃取	(27)
9.6	钴产品制备	(27)
9.7	废液处理	(27)
9.8	辅助生产设施	(28)
	本标准用词说明	(29)
	引用标准名录	(30)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
4	Raw materials, auxiliary materials, fuels	(5)
4.1	Raw materials	(5)
4.2	Auxiliary materials	(5)
4.3	Fuels	(7)
5	Storage and preparation of materials	(8)
5.1	Material storage	(8)
5.2	Material preparation	(8)
6	Cobalt metallurgical process	(10)
6.1	General requirements	(10)
6.2	Electric furnace smelting and sulphate roasting	(10)
6.3	Leaching and removing ferric	(10)
6.4	Solution purification	(11)
6.5	Cobalt product preparation	(12)
6.6	Waste-liquid disposal	(13)
6.7	Precious metals recovery	(14)
7	Metallurgical calculation	(15)
8	Main equipment selection	(22)
8.1	General requirements	(22)
8.2	Mill and alloy pelletization with water equipment	(22)
8.3	Pyrometallurgy equipment	(22)
8.4	Leaching and removing ferric equipment	(22)

8.5	Solvent extraction equipment	(23)
8.6	Cobalt product preparation equipment	(23)
8.7	Waste-liquid treatment equipment	(24)
9	General layout and plant arrangement	(25)
9.1	General requirements	(25)
9.2	Storage and preparation of materials	(26)
9.3	Electric furnace smelting and sulphate roasting	(26)
9.4	Leaching and removing ferric	(26)
9.5	Solvent extraction	(27)
9.6	Cobalt product preparation	(27)
9.7	Waste-liquid disposal	(27)
9.8	Auxiliary Facilities	(28)
	Explanation of wording in this standard	(29)
	List of quoted standards	(30)

1 总 则

1.0.1 为规范钴冶炼厂工艺设计,做到节能环保、安全生产,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的钴冶炼厂工艺设计。

1.0.3 安全、环保、消防、职业卫生设施应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 钴冶炼厂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。

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

2 术 语

2.0.1 含钴氧化物 cobalt oxide

钴以氧化物、氢氧化物或碳酸盐形态存在的含钴原料或中间产品,包括氧化钴矿、氢氧化钴、碳酸钴等。

2.0.2 含钴硫化物 cobalt sulphide

钴以硫化物形态存在的含钴原料或中间产品,包括钴硫精矿、硫化铜钴矿、硫化物中间产品、铜钴钨、镍钴钨等。

2.0.3 含钴合金 cobalt alloy

钴主要以金属形态存在的含钴中间产品,包括红(赤)合金、白合金等。

2.0.4 再生钴物料 recycling cobalt

可二次回收利用的含钴物料,包括含钴电池材料、钴催化剂、钴渣、含钴废合金、含钴磁性材料等。

2.0.5 电炉熔炼 electric furnace smelting

以颗粒或粉状物料为原料,利用电热熔炼的过程。

2.0.6 电炉贫化 electric furnace impoverishment

将含钴炉渣加入电炉,利用电热还原和硫化的过程。

2.0.7 硫酸化焙烧 sulphate roasting

将硫化物中的某些金属硫化物转变成水溶性硫酸盐的焙烧过程。

2.0.8 合金水粒化 alloy quenching with water

通过高压水喷嘴将熔融合金粒化,产出合金粉末的过程。

2.0.9 电渗析 electro dialysis process

在直流电场的作用下,使电解质中阴、阳离子选择性地透过离子交换膜而实现分离或富集的过程。

2.0.10 机械式蒸汽再压缩(MVR) mechanical vapor recom-
pression

利用蒸发系统自身产生的二次蒸汽,经蒸汽压缩机压缩做功,提升二次蒸汽的焓值,作为热源重新对系统加热的过程。

2.0.11 磁性异物(MI) magnetic impurity

用于电池材料的钴产品中具有磁性的金属异物杂质(MI),包括 Fe、Ni、Zn、Cr 四种金属。

2.0.12 硫化物中间产品 intermediate sulfide production

硫化物沉淀钴溶液中的钴、镍、铜等金属离子,过滤后产出的物料。

2.0.13 铜钴镍 Cu-Co matte

铜、钴、镍、铁等为主要成分的金属硫化物的共熔体。

2.0.14 矿浆闪蒸 slurry flashing

高压高温矿浆进入较低压力容器后,压力的突然降低使矿浆迅速沸腾汽化,变成较低压力下矿浆和饱和蒸汽的过程。

3 基本规定

- 3.0.1** 钴冶炼厂工艺设计应取得下列协议及资料：
- 1 供电、供水资料及供应协议；
 - 2 使用场地的工程地质勘察报告；
 - 3 土地使用批准文件。
- 3.0.2** 钴冶炼厂工艺设计应具备下列条件：
- 1 项目核准或备案；
 - 2 环境影响评价报告及批复；
 - 3 安全预评价报告及备案。
- 3.0.3** 钴冶炼厂工艺设计应符合下列规定：
- 1 分期建设时应做好厂区规划设计，工艺设计应满足前期生产需要和分期建设要求；
 - 2 采用的新工艺、新装备宜取得科技成果评价报告。
- 3.0.4** 钴冶炼厂工艺设计宜回收利用生产过程中的余热。单位产品综合能耗应符合现行国家标准《有色金属冶炼厂节能设计规范》GB 50919 的有关规定。
- 3.0.5** 钴冶炼厂工艺设计所涉及的各种原料、辅助材料、中间产品、产品、能源及三废宜设有计量设施。

4 原料、辅助材料及燃料

4.1 原 料

- 4.1.1 碳酸钴含钴宜大于 15%。
- 4.1.2 氢氧化钴含钴宜大于 20%。
- 4.1.3 氧化钴矿含钴宜大于 5%。
- 4.1.4 钴硫精矿的质量宜符合现行行业标准《钴精矿》YS/T 301 的有关规定。其中,铅、砷、镉、汞四类有害金属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》GB 20424 的有关规定。天然放射性核素活度浓度应符合现行国家标准《有色金属矿产品的天然放射性限值》GB 20664 的有关规定。
- 4.1.5 硫化物中间产品含钴宜大于 5%。
- 4.1.6 钴硫精矿含钴不宜小于 0.3%。
- 4.1.7 含钴合金含钴宜为 4%~35%,硅含量宜小于 5%,粒度宜小于 5mm。
- 4.1.8 再生钴物料含钴宜大于 1%。

4.2 辅 助 材 料

- 4.2.1 化学试剂应符合下列规定:
- 1 硫酸应符合现行国家标准《工业硫酸》GB/T 534 的有关规定;
 - 2 盐酸应符合现行国家标准《工业用合成盐酸》GB 320 的有关规定;
 - 3 氯酸钠应符合现行国家标准《工业氯酸钠》GB/T 1618 的有关规定;
 - 4 次氯酸钠应符合现行国家标准《次氯酸钠》GB 19106 的有

关规定；

5 碳酸钠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》GB 210.1的有关规定；

6 氢氧化钠应符合现行国家标准《工业用氢氧化钠》GB/T 209的有关规定；

7 草酸应符合现行国家标准《工业用草酸》GB/T 1626的有关规定；

8 液氨应符合现行国家标准《液体无水氨》GB/T 536的有关规定；

9 硫化钠应符合现行国家标准《工业硫化钠》GB 10500的有关规定；

10 液体二氧化硫宜符合现行国家标准《液体二氧化硫》GB/T 3637的有关规定；

11 碳酸氢铵应符合现行国家标准《食品安全国家标准 食品添加剂 碳酸氢铵》GB 1888的有关规定；

12 过氧化氢应符合现行国家标准《工业过氧化氢》GB/T 1616的有关规定；

13 亚硫酸钠应符合现行行业标准《工业无水亚硫酸钠》HG/T 2967的有关规定；

14 焦亚硫酸钠应符合现行行业标准《工业焦亚硫酸钠》HG/T 2826的有关规定；

15 亚硫酸铵应符合现行行业标准《工业用亚硫酸铵》HG/T 2784的有关规定；

16 P204 萃取剂纯度不宜小于 95%；

17 P507 萃取剂纯度不宜小于 95%；

18 C272 萃取剂纯度不宜小于 90%；

19 铜萃取剂宜选用酮肟、醛肟类萃取剂；

20 稀释剂应符合现行国家标准《油漆及清洗用溶剂油》GB 1922 中对 260 号溶剂油的有关规定。

4.2.2 熔剂应符合下列规定：

1 石灰石应符合现行行业标准《冶金用石灰石》YB/T 5279 的有关规定；

2 硅石(石英石)应符合现行行业标准《硅石》YB/T 5268 的有关规定；

3 焦炭(粉)应符合现行国家标准《冶金焦炭》GB/T 1996 的有关规定,焦炭的反应性指标(NR 值)宜小于 1.2。

4.3 燃 料

4.3.1 原煤灰分宜小于 20%，低发热值宜大于 21MJ/kg。

4.3.2 天然气应符合现行国家标准《天然气》GB 17820 的有关规定。

4.3.3 液体燃料质量宜符合下列规定：

1 推荐使用粘度小于 $180\text{mm}^2/\text{s}$ ，闪点不低于 60°C 的重油；

2 推荐使用硫含量不大于 $10\text{mg}/\text{kg}$ ，运动粘度小于 $8\text{mm}^2/\text{s}$ 的柴油。

5 物料贮存与准备

5.1 物料贮存

- 5.1.1 原料贮存应设置堆场或矿仓,自供原料贮存时间宜为 7d;外购原料贮存时间宜为 20d~30d。交通运输条件较差或寒冷地区的冶炼厂应增加贮存时间。
- 5.1.2 原料宜贮存于厂房内。
- 5.1.3 袋装物料堆高不宜超过 5m。
- 5.1.4 寒冷地区的原料贮存厂房宜设置采暖、防冻、解冻设施。
- 5.1.5 贮存区域应配备装卸、倒运等设施。
- 5.1.6 不同类型、不同批次的再生钴物料宜分区存放。
- 5.1.7 化学品贮存应符合现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 的有关规定。
- 5.1.8 粉料、石灰及细粒熔剂宜贮存于室内,块状熔剂可露天堆存。

5.2 物料准备

- 5.2.1 氧化钴矿、钴硫精矿宜分别进行配料。
- 5.2.2 采用湿法浸出工艺时,氧化钴矿、钴硫精矿、硫化铜钴矿、铜钴铈、镍钴铈等宜采用磨矿工艺。氧化钴矿磨矿后粒度宜为-100目大于 80%;钴硫精矿、硫化铜钴矿、铜钴铈、镍钴铈等磨矿后粒度宜为-200目大于 90%;采用焙烧工艺时,焙砂磨矿后粒度宜为-100目大于 80%。
- 5.2.3 含钴合金湿法浸出前宜制粉,制粉后粒度宜为-80目大于 95%,氧压浸出前粒度宜为-100目大于 90%。
- 5.2.4 碳酸钴、氢氧化钴、硫化物中间产品和预处理后的再生钴

物料可直接浆化。

5.2.5 产生粉尘处应采取通风及除尘措施。

5.2.6 采用电炉熔炼工艺前,宜对物料进行干燥,干燥后的物料含水宜小于 3%。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

6 钴冶炼工艺

6.1 一般规定

- 6.1.1 钴冶炼工艺应根据原料性质、化学成分及环保要求,经综合技术经济比较确定。
- 6.1.2 生产过程产出的危险废物宜进行无害化处理,未经无害化处理的应设置专用渣堆场,并应进行无害化处理。
- 6.1.3 专用渣堆场的设计应符合现行国家标准《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597 的有关规定。

6.2 电炉熔炼和硫酸化焙烧

- 6.2.1 采用电炉熔炼工艺生产含钴合金或铜钴硫时,应符合下列规定:
- 1 氧化钴矿、含钴硫化物干燥后含水应为 1%~3%;
 - 2 干燥后的物料宜采用埋刮板或气力输送上料;
 - 3 干燥后的物料和返回的烟尘应计量配料,并应密封输送;
 - 4 电炉应采用微负压操作,产生的炉渣可冷却破碎或水碎。
- 6.2.2 采用硫酸化焙烧工艺处理钴硫精矿或硫化铜钴矿时,应符合下列规定:
- 1 宜采用上部扩大型焙烧炉;
 - 2 精矿宜采用干式或浆式进料。

6.3 浸出及除铁

- 6.3.1 常压浸出工艺应符合下列规定:
- 1 含钴氧化物、含钴电池材料宜采用硫酸还原浸出工艺;
 - 2 含钴合金、含钴废合金、含钴磁性材料宜采用硫酸氧化浸

出工艺；

3 硫酸化焙烧的焙砂、含钴氢氧化物中间物料、含钴碳酸盐中间物料可采用硫酸直接浸出；

4 浸出应设废气处理设施。

6.3.2 氧压浸出工艺应符合下列规定：

1 含钴硫化物宜采用硫酸氧压浸出工艺；

2 矿浆闪蒸系统产生的热量宜回收利用；

3 矿浆闪蒸尾气应设洗涤装置，排放尾气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；

4 应设置系统安全预警及联锁保护措施。

6.3.3 除铁宜采用黄钠铁矾法、针铁矿法、赤铁矿法或氧化中和法。

6.4 溶液净化

6.4.1 萃取前液宜设置溶液冷却和过滤工序。

6.4.2 含钴溶液中铜离子浓度大于 2g/L 时宜采用萃取工艺回收铜，萃余液含铜宜小于 0.1g/L，萃取回收铜工艺应符合现行国家标准《铜冶炼厂工艺设计规范》GB 50616 的有关规定。

6.4.3 萃取法除杂或富集分离钴工艺应包含皂化段、萃取段、洗涤段、反萃段。

6.4.4 采用萃取法除锰、铜、锌、铝、铁等时应符合下列规定：

1 萃取原液 pH 值宜大于 3.5，悬浮固含量宜小于 50mg/L；

2 萃取后液中锰、铜、锌、铝、铁含量宜小于 2mg/L；

3 生产硫酸钴、氯化钴、草酸钴、碳酸钴、氢氧化钴时，萃取后液含钙宜小于 2mg/L。

6.4.5 采用萃取法萃钴时应符合下列规定：

1 萃取原液 pH 值宜大于 4.0，悬浮固含量宜小于 50mg/L；

2 反萃钴液中镍含量宜小于 2mg/L，镁含量宜小于 5mg/L。

6.4.6 富钴溶液的深度净化宜采用萃取或离子交换法。

6.4.7 反萃钴液宜进行除油,除油后钴液含油宜小于 5mg/L。

6.4.8 萃取过程产生的第三相应处理回收。

6.5 钴产品制备

6.5.1 四氧化三钴产品可分为电池级、陶瓷级及催化剂类。四氧化三钴产品的物理和化学指标应符合现行行业标准《四氧化三钴》YS/T 633 的有关规定。

6.5.2 四氧化三钴产品宜符合下列规定：

1 小粒径产品宜采用喷雾热解工艺、羟基钴或碳酸钴沉淀-热分解工艺；

2 中粒径及大粒径产品宜采用碳酸盐沉淀-热分解工艺。

6.5.3 碳酸钴制备宜采用碳酸氢铵沉淀工艺。

6.5.4 草酸钴产品应符合现行国家标准《草酸钴》GB/T 26005 的有关规定,草酸钴制备宜采用氯化钴加草酸铵沉淀工艺。

6.5.5 氢氧化钴产品应符合现行行业标准《工业氢氧化钴》HG/T 4506 的有关规定,氢氧化钴制备宜采用中和沉淀工艺。

6.5.6 硫酸钴制备宜采用硫酸钴溶液蒸发-结晶工艺,产品应符合下列规定：

1 精制硫酸钴应符合现行国家标准《精制硫酸钴》GB/T 26523 的有关规定；

2 工业硫酸钴应符合现行行业标准《工业硫酸钴》HG/T 4822 的有关规定。

6.5.7 氯化钴制备宜采用氯化钴溶液蒸发-结晶工艺,产品应符合下列规定：

1 精制氯化钴应符合现行国家标准《精制氯化钴》GB/T 26525 的有关规定；

2 工业氯化钴应符合现行行业标准《工业氯化钴》HG/T 4821 的有关规定；

3 饲料级氯化钴应符合表 6.5.7 的指标要求。

表 6.5.7 饲料级氯化钴指标要求

项 目	指 标
氯化钴($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)的质量分数 \geq	96.8%
钴的质量分数 \geq	24.0%
水不溶物 \leq	0.03%
砷(As)的质量分数 \leq	0.0005%
铅(Pb)的质量分数 \leq	0.001%
细度(通过 800 μm 试验筛) \geq	95%

6.5.8 电钴制备宜采用氯化钴液或硫酸钴液电积工艺,产品应符合现行行业标准《钴》YS/T 255 的有关规定。

6.5.9 钴粉制备宜采用还原煅烧工艺,产品应符合下列规定:

1 钴粉应符合现行行业标准《还原钴粉》YS/T 673 的有关规定;

2 超细钴粉应符合现行国家标准《超细钴粉》GB/T 26285 的有关规定。

6.6 废液处理

6.6.1 钴冶炼厂废液应根据可溶盐种类及浓度分别进行处理,处理前应脱除油脂。

6.6.2 含钠废液处理宜采用多效蒸发或 MVR 蒸发工艺生产钠盐,并应符合下列规定:

- 1 蒸发前宜采用离子交换法或电化学法去除重金属;
- 2 蒸发前宜控制溶液中钙离子浓度小于 20mg/L;
- 3 低浓度含钠溶液蒸发前宜先进行预浓缩处理。

6.6.3 氯化铵废液处理宜采用多效蒸发或 MVR 蒸发工艺生产铵盐,并应符合下列规定:

- 1 低浓度含铵废液蒸发前宜先进行预浓缩处理;
- 2 蒸发前宜采用离子交换法、电化学法或硫化沉淀法去除重金属,硫化沉淀区域应设硫化氢检测及报警装置。

6.6.4 硫酸铵废液处理应符合下列规定：

- 1 蒸发前宜采用离子交换法或电化学法去除重金属；
- 2 低浓度含铵废液蒸发前宜先进行预浓缩处理；
- 3 硫酸铵废液宜采用多效蒸发或 MVR 蒸发工艺生产铵盐。

6.6.5 氨氮废液宜符合下列规定：

1 氨氮废液宜采用汽提、精馏脱氨工艺处理，脱氨后液氨氮浓度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；

2 回用氨水浓度宜大于 15%。

6.6.6 低浓度废液宜进行膜处理、化学沉淀法、离子交换法、电化学法进行处理，处理后应优先回用。外排水应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 及《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB 25467 的有关规定。

6.7 有价金属回收

6.7.1 对钴原料中所含其他有价金属，宜回收利用。

6.7.2 有价金属镍可采用沉淀、离子交换或萃取工艺加以回收。

6.7.3 有价金属锌可采用沉淀工艺制备锌中间产品。

6.7.4 有价金属锰可采用蒸发结晶工艺制备硫酸锰或采用沉淀工艺制备锰中间产品。

6.7.5 有价金属锂可采用沉淀工艺制备碳酸锂中间产品。

7 冶金计算

- 7.0.1** 冶金计算宜以各原料的化学成分及物相分析等为依据。
- 7.0.2** 冶金计算应主要包括物料平衡、元素平衡、溶液平衡、热平衡。
- 7.0.3** 冶金计算数据应精确到小数点后两位。
- 7.0.4** 初步(基本)设计阶段应进行生产全过程的冶金计算。元素平衡计算时应应对 Pb、Cd、Hg、As 等重金属元素做出走向分布。
- 7.0.5** 物料平衡表中固体物料及一般元素数量宜以“t”计,贵金属宜以“kg”计。一般元素含量宜以质量百分比“%”计,贵金属含量宜以“g/t”计。液体数量宜以“m³”计,成分宜以“kg/m³”“g/L”或“mg/L”计。气体数量宜以“Nm³”计,成分宜以体积百分比“%”计,含尘量宜以“g/m³”或“mg/m³”计。热量宜以“MJ”计。时间宜以“h”“d”“a”计。
- 7.0.6** 主要工艺参数宜按表 7.0.6 选取。

表 7.0.6 主要工艺参数

序号	控制条件	单位	数值	备注
1 含钴氧化物的准备				
1.1	氧化钴矿磨矿浓度	%(w/w)	55~65	
1.2	浓缩后氧化钴矿浆浓度	%(w/w)	40~50	
1.3	碳酸钴、氢氧化钴浆化浓度	%(w/w)	10~25	
2 铜钴矿的回转窑干燥				
2.1	干燥热能消耗	MJ/kg(水)	5~6	
2.2	进窑干燥烟气温度	℃	750~850	
2.3	出窑干燥气体温度	℃	~120	
3 电炉熔炼氧化钴				
3.1	电极糊率	%	1~2	

续表 7.0.6

序号	控制条件	单位	数值	备注
3.2	焦率	%	3~6	
3.3	烟尘率	%	3~4	
3.4	电能消耗	KW·h/t.矿	600~1000	
3.5	熔炼温度	℃	1300~1400	
3.6	烟气温度	℃	~800	
3.7	渣含钴	%	≤0.3	
4 硫酸化焙烧				
4.1	物料粒度		200目大于90%	
4.2	焙烧温度	℃	550~700	
4.3	氧过剩系数	—	1.25~2.0	
4.4	硫酸盐转化率	%	>70	
5 含钴氧化物浸出				
5.1	氧化钴矿一段浸出液固比	—	2:1~5:1	
5.2	氧化钴矿一段浸出温度	℃	40~70	
5.3	氧化钴矿一段浸出时间	h	2~4	
5.4	氧化钴矿一段浸出终点 pH 值	—	1.5~2.5	
5.5	氧化钴矿二段浸出液固比	—	1.5:1~3:1	
5.6	氧化钴矿二段浸出温度	℃	55~75	
5.7	氧化钴矿二段浸出时间	h	2~4	
5.8	氧化钴矿二段浸出终点 pH 值	—	0.5~1.5	
5.9	氧化钴矿二段浸出还原电位	mV	350~400	
5.10	氧化钴矿二段浸出渣含钴	%	<0.2	
5.11	碳酸钴、氢氧化钴浸出液固比	—	3:1~5:1	
5.12	碳酸钴、氢氧化钴浸出液钴浓度	g/L	50~80	
5.13	碳酸钴、氢氧化钴浸出温度	℃	40~70	
5.14	碳酸钴、氢氧化钴浸出时间	h	1~3	
5.15	碳酸钴、氢氧化钴浸出终点 pH 值	—	1.5~2.0	
5.16	碳酸钴、氢氧化钴浸出率	%	>99	
6 含钴硫化物氧压浸出				
6.1	氧压浸出液固比	—	3:1~6:1	
6.2	氧压浸出时间	h	1~1.5	

续表 7.0.6

序号	控制条件	单位	数值	备注
6.3	氧压浸出温度	℃	180~210	
6.4	氧分压	MPa	0.2~0.5	
6.5	氧压浸出压力	MPa	1.5~2.4	
6.6	钴浸出率	%	≥98.5	
7 含钴合金的浸出				
7.1	硫酸常压浸出液固比	—	8:1~12:1	
7.2	硫酸常压浸出温度	℃	70~90	
7.3	硫酸常压总浸出时间	h	12~20	
7.4	硫酸常压钴浸出率	%	>96	
7.5	硫酸常压浸出终点 pH 值	—	0.5~1.5	
8 含钴废电池材料的浸出				
8.1	一段还原浸出液固比	—	2:1~4:1	
8.2	一段还原浸出温度	℃	50~80	
8.3	一段还原浸出时间	h	2~4	
8.4	一段还原浸出终点 pH 值	—	1.0~1.5	
8.5	二段浸出液固比	—	4:1~8:1	
8.6	二段浸出温度	℃	70~90	
8.7	二段浸出时间	h	2~4	
8.8	二段浸出终点酸浓度	g/L	40~60	
8.9	钴总浸出率	%	≥98	
9 黄钠铁矾除铁				
9.1	氧化温度	℃	>85	
9.2	氧化时间	h	3.0~5.0	
9.3	除铁温度	℃	>90	
9.4	除铁时间	h	2.0~3.0	
9.5	除铁终点 pH 值	—	3.0~3.5	
9.6	除铁终点铁浓度	g/L	≤0.1	
9.7	铁渣含钴	%	<0.3	
10 针铁矿除铁				
10.1	除铁时间	h	4.0~6.0	

续表 7.0.6

序号	控制条件	单位	数值	备注
10.2	除铁温度	℃	75~85	
10.3	除铁终点 pH 值	—	3.0~3.5	
10.4	除铁终点铁浓度	g/L	≤0.1	
10.5	铁渣含钴	%	<0.3	
11 赤铁矿除铁				
11.1	除铁时间	h	3.0	
11.2	除铁温度	℃	160~200	
11.3	除铁压力	MPa	1.0~2.1	
11.4	除铁终点酸度	g/L	20~50	
11.5	除铁终点铁浓度	g/L	≤4.0	
11.6	铁渣含铁	%	>55	
11.7	铁渣含钴	%	<0.1	
12 氧化中和除铁				
12.1	氧化中和时间	h	2~3	
12.2	氧化中和温度	℃	70~80	
12.3	氧化中和 pH 值		4~4.5	
13 铜萃取				
13.1	萃取级数	—	1~2	
13.2	萃取剂浓度	%	10~30	
13.3	洗涤级数	—	1~2	
13.4	反萃级数	—	1~2	
13.5	反萃液含铜	g/L	40~50	
13.6	反萃液含硫酸	g/L	170~190	
13.7	萃取温度	℃	<40	
13.8	混合时间	min	1.5~2.0	
13.9	澄清速率	m ³ /(m ² ·h)	3.5~4.5	
14 P204 萃取除杂				
14.1	萃取段级数	—	8~12	
14.2	萃取剂浓度	%	10~30	
14.3	皂化率	%	55~70	

续表 7.0.6

序号	控制条件	单位	数值	备注
14.4	洗涤级数	—	4~6	
14.5	洗涤酸 H ⁺ 浓度	mol/L	0.4~1.2	
14.6	反萃铜锰段级数	—	3~5	
14.7	反萃铜锰酸 H ⁺ 浓度	mol/L	2~4	
14.8	反萃锌铝段级数	—	3~5	
14.9	反萃锌铝酸 H ⁺ 浓度	mol/L	2~4	
14.10	反萃铁段级数	—	2~4	
14.11	反萃铁盐酸浓度	mol/L	5~6	
14.12	萃取温度	℃	<40	
14.13	混合时间	min	3~5	
14.14	澄清速率	m ³ /(m ² ·h)	3.0~4.5	
15 P507 镍钴分离				
15.1	萃取段级数	—	6~10	
15.2	萃取剂浓度	%	10~30	
15.3	皂化率	%	55~70	
15.4	洗涤级数	—	8~12	
15.5	洗涤酸 H ⁺ 浓度	mol/L	1~1.2	
15.6	反萃钴级数	—	5~7	
15.7	反萃硫酸 H ⁺ 浓度	mol/L	3~4	
15.8	反萃盐酸浓度	mol/L	2.5~5.5	
15.9	萃取温度	℃	<40	
15.10	混合时间	min	3~5	
15.11	澄清速率	m ³ /(m ² ·h)	3.0~4.5	
16 草酸钴的制备				
16.1	草酸溶解温度	℃	60~70	
16.2	草酸溶液浓度	g/L	~100	
16.3	草酸铵制备温度	℃	60~70	
16.4	草酸铵制备 pH 值	—	~4.5	
16.5	钴溶液含钴	g/L	60~70	
16.6	一次沉钴温度	℃	35~45	

续表 7.0.6

序号	控制条件	单位	数值	备注
16.7	一次沉钴终点 pH 值	—	1.0~2.0	
16.8	一次沉钴反应时间	min	40~50	
16.9	二次沉钴温度	℃	40~45	
16.10	二次沉钴终点 pH 值	—	2.3~2.5	
16.11	二次沉钴反应时间	min	~40	
16.12	钴回收率	%	≥98.5	
17 氢氧化钴的制备				
17.1	溶液钴浓度	g/L	65~80	
17.2	沉淀温度	℃	50~60	
17.3	沉淀 pH 值	—	10~12	
17.4	沉淀时间	h	1~2	
17.5	钴回收率	%	≥98.5	
18 碳酸钴的制备				
18.1	溶液钴浓度	g/L	65~80	
18.2	沉淀温度	℃	50~60	
18.3	沉淀 pH 值	—	7.0~9.0	
18.4	沉淀时间	h	1~6	
18.5	钴回收率	%	≥98.5	
19 氯化钴蒸发结晶				
19.1	氯化钴液蒸发前 pH 值	—	2.0~2.5	
19.2	浓缩后氯化钴液密度	g/cm ³	1.5~1.55	
19.3	结晶率	%	55~60	
19.4	出料温度	℃	30~40	
20 硫酸钴蒸发结晶				
20.1	硫酸钴液蒸发前 pH 值	—	2.0~2.5	
20.2	浓缩后硫酸钴液密度	g/cm ³	1.5~1.55	
20.3	结晶率	%	50~55	
20.4	出料温度	℃	30~40	
21 氯化钴电积				
21.1	阴极液钴浓度	g/L	50~65	

续表 7.0.6

序号	控制条件	单位	数值	备注
21.2	阴极液 pH 值	—	0.6~1.2	
21.3	电流密度	A/m ²	220~250	
21.4	电流效率	%	85~90	
21.5	电积温度	℃	55~65	
21.6	单槽电压	V	3.5~4.0	
22 硫酸钴电积				
22.1	阴极液钴浓度	g/L	60~70	
22.2	阴极液 pH 值	—	0.6~1.2	
22.3	电流密度	A/m ²	120~180	
22.4	电流效率	%	65~75	
22.5	电积温度	℃	65~70	
22.6	单槽电压	V	3.5~3.8	
23 金属钴粉				
23.1	还原温度	℃	450~500	
23.2	钴回收率	%	≥99.5	
24 四氧化三钴				
I 碳酸钴热分解工艺				
24.1	碳酸钴预分解温度	℃	200~400	
24.2	碳酸钴高温煅烧温度	℃	600~800	
24.3	碳酸钴热分解时间	h	2~3	
24.4	钴回收率	%	≥98.5	
II 喷雾热解工艺				
24.5	氯化钴溶液钴离子浓度	g/L	150~200	
24.6	喷雾热解反应温度	℃	600~700	
24.7	喷嘴压力	MPa	0.35~0.50	
24.8	钴回收率	%	≥99.5	

注：表中参数为国内生产企业实际生产数据，工况不同，参数略有差异。

8 主要设备选择

8.1 一般规定

- 8.1.1 设备应满足节能、高效、安全的要求,并应有相应的合格证书。
- 8.1.2 设备宜采用机电一体化定型产品。

8.2 磨矿及合金水粒化设备

- 8.2.1 磨矿设备宜采用球磨机或棒磨机,功磨指数宜为 $15 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t} \sim 20 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ 。
- 8.2.2 合金水粒化可采用中频感应电炉和高压喷嘴。

8.3 火法设备

- 8.3.1 物料干燥宜选用回转窑,脱水强度宜为 $30 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h}) \sim 50 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 。
- 8.3.2 焙烧宜选用流态化焙烧炉,床能率宜为 $4.5 \text{ t}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 8 \text{ t}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。
- 8.3.3 流态化焙烧炉干法加料宜采用圆盘、胶带机、抛料机给料,浆式加料宜采用软管泵。
- 8.3.4 还原熔炼宜选用矿热电炉,电炉功率利用系数宜为 $0.92 \sim 0.98$,工时利用系数宜为 $0.92 \sim 0.98$,功率因数宜为 $0.96 \sim 0.98$ 。

8.4 浸出及除铁设备

- 8.4.1 常压浸出及除铁设备应符合下列规定:
 - 1 宜采用机械搅拌槽,容积系数宜为 $0.60 \sim 0.85$;
 - 2 含钴合金、含钴废合金浸出槽搅拌电机应采用防爆电机;

- 3 浸出矿浆宜采用高效浓密机浓缩；
 - 4 过滤设备宜采用厢式压滤机,过滤速率宜为 $0.15 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 0.4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,过滤能力宜为 $8 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 15 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。
- 8.4.2 氧压浸出及赤铁矿除铁设备应符合下列规定：**
- 1 宜采用机械搅拌卧式多隔室加压釜,容积系数宜为 $0.65 \sim 0.80$ ；
 - 2 矿浆闪蒸宜采用立式容器,并应设置减压装置；
 - 3 矿浆闪蒸应设置尾气洗涤装置。

8.5 萃取设备

- 8.5.1** 萃取设备宜选用混合-澄清式萃取箱,混合室和澄清室宜设盖板密封。
- 8.5.2** 萃取箱的设计参数应符合表 8.5.2 的规定。

表 8.5.2 萃取箱设计参数

项 目	混合时间(min)	澄清速率 $[\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$
铜萃取箱	1.5~2.0	3.5~5.5
P204、P507 萃取箱	3.0~5.0	3.0~4.5

- 8.5.3** 有机相管道应采取静电导出措施。
- 8.5.4** 萃取箱搅拌电机应采用防爆型电机。
- 8.5.5** 有机相泵电机应采用防爆型电机。

8.6 钴产品制备设备

- 8.6.1** 四氧化三钴制备设备应符合下列规定：
- 1 沉淀-热分解工艺宜采用推板窑或回转窑,并应符合下列规定：
 - 1) 推板窑额定温度宜为 $800^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ ；
 - 2) 回转窑额定温度宜为 800°C ,窑体倾角宜为 $0.5^\circ \sim 4.5^\circ$ 。
 - 2 喷雾热解工艺宜采用喷雾热解炉,并应符合下列规定：
 - 1) 液体雾化可采用压缩空气；

- 2) 热源宜采用燃烧天然气方式提供；
- 3) 单台炉设计规模宜为每年钴金属量 2000t~3500t。
- 8.6.2 碳酸钴、氢氧化钴、草酸钴制备设备宜符合下列规定：**
- 1 沉淀设备宜选用带加热功能的钛釜、搪瓷釜或塑料槽，容积系数宜大于 0.8。
- 2 过滤设备宜选用离心机、水平带式过滤机、圆盘过滤机、压滤机。
- 3 干燥设备宜选用闪蒸干燥机、盘式干燥机，并应符合下列规定：
- 1) 闪蒸干燥机，进风温度宜为 150℃~300℃；
- 2) 盘式干燥机，加热方式宜采用饱和水蒸气。
- 8.6.3 硫酸钴、氯化钴制备设备宜符合下列规定：**
- 1 蒸发浓缩宜选用多效或 MVR 蒸发器；
- 2 结晶器宜选用间断或连续结晶器；
- 3 过滤宜选用离心机。
- 8.6.4 钴电积设备宜符合下列规定：**
- 1 电积槽宜选用乙烯基树脂整体浇筑电积槽；
- 2 氯化钴电积阳极宜选用钛-钎合金板；
- 3 硫酸钴电积阳极宜选用钛-铱合金板。
- 8.6.5 还原制备金属钴粉宜选择管式氢还原炉。**

8.7 废液处理设备

- 8.7.1 脱除油脂宜采用气浮、活性炭等除油设备。**
- 8.7.2 过滤宜采用压滤机、微孔过滤器、袋式过滤器。**
- 8.7.3 去除重金属宜采用离子交换床、电化学絮凝设备、硫化沉淀槽。硫化沉淀槽应设机械通风，搅拌及通风应选用防爆型电机。**
- 8.7.4 预浓缩宜采用纳滤、反渗透或电渗析装置。**

9 总平面布置和厂房配置

9.1 一般规定

- 9.1.1 总平面布置应满足工艺流程的需要,并确保物流顺畅、路径简短,同时保证工艺过程的正常运行。
- 9.1.2 总平面应根据地形、环境、风向、生产工艺,以及厂房之间物料走向进行布置,生产过程产生粉尘、污染气体的设施布置应在下风向,对环境大气质量要求高的设施应布置在上风向。
- 9.1.3 总平面布置应满足国家现行有关消防、安全等的技术要求。
- 9.1.4 厂区道路之间及道路与建(构)筑物之间的距离应满足厂区管网布置的要求。
- 9.1.5 各厂房应满足生产、设备安装与检修的要求。
- 9.1.6 厂房内的配置宜确保物流顺畅,人、物分流。
- 9.1.7 厂房柱距和跨度宜满足构件统一化、标准化的要求。
- 9.1.8 湿法冶炼厂房楼面宜有 0.5%~1% 的坡度,室内地面宜有 1%~2% 的坡度,并宜设集液沟、池。室外贮槽区应设围堰,酸、碱围堰内应设置事故池。
- 9.1.9 各厂房内的水、电、风、气、蒸汽、仪表等管线应有序布置,应满足各种管线之间排列的安全距离,并应符合现行国家标准《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231 的有关规定。
- 9.1.10 分期建设时,总平面布置及厂房配置应满足后期建设要求。
- 9.1.11 厂房内主通道楼梯坡度不宜大于 45°。
- 9.1.12 厂房应满足国家现行有关抗震、防腐、抗高温热辐射和消

防的技术要求。

9.2 物料的贮存与准备

9.2.1 贮矿仓库应符合下列规定：

- 1 贮矿仓库宜采用封闭式厂房；
- 2 贮矿仓库厂房跨度宜大于 15m；
- 3 贮矿仓库宜设挡墙分隔物料。

9.2.2 贮矿仓库起重机最高起运点至吊钩的极限位置宜大于 1m。

9.2.3 贮矿仓库桥式抓斗起重机应配有检修楼梯和检修场地。

9.2.4 配料仓下应设定量给料设备，转运点应设通风罩。

9.3 电炉熔炼和硫酸化焙烧

9.3.1 电炉厂房跨距宜根据电炉尺寸确定，电炉基础标高宜为 1.0m~1.5m。

9.3.2 电炉加料宜采用埋刮板，加料口宜设置在电极两侧，下料溜管应密封。

9.3.3 电极顶部应设电极更换吊车或电动葫芦。

9.3.4 电炉周围应设事故坑，炉体周围柱子隔热应采用耐火材料。

9.3.5 配料、调浆、精矿干燥和破碎筛分宜配置在一个厂房内。焙烧车间宜与余热锅炉、收尘和制酸部分相配合，采取直线配置。

9.4 浸出及除铁

9.4.1 浸出和除铁宜采用连续作业，阶梯配置。

9.4.2 氧压浸出釜宜开放式配置，室内配置时应设置泄爆面。控制室、值班室等不应与氧压浸出釜贴邻配置。

9.4.3 溶液贮槽区域及浓密机底部地面周边宜设围堰。

9.5 萃 取

9.5.1 萃取车间配置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 的有关规定。

9.5.2 萃取车间宜采用钢筋混凝土结构形式。

9.5.3 气候条件适宜工艺操作温度地区宜采用开放式配置。

9.5.4 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,并应具备导液措施;

2 相邻两列萃取箱之间应设逃生主通道,逃生主通道最小净宽度不应小于 1.5m。

9.5.5 萃取车间宜设置单独的厂房贮存萃取剂和溶剂油。溶剂油不得使用沟槽倒运。

9.6 钴产品制备

9.6.1 碳酸钴、氢氧化钴、草酸钴、硫酸钴、氯化钴制备厂房湿法区域与产品干燥、包装区域宜设隔离墙。

9.6.2 四氧化三钴厂房包装间应隔离粉尘和潮湿环境,并保持干燥。天然气阀站及喷嘴处应设置监测装置。

9.6.3 钴电积厂房宜采用钢筋混凝土结构,屋顶宜设天窗,并应设置机械通风。氯化钴电积厂房应设氯气监测装置。

9.6.4 钴粉制备厂房宜采用隔离门,厂房内宜为微负压。

9.7 废液处理

9.7.1 氯化铵、硫酸铵、含钠废液处理宜符合下列规定:

1 离子交换装置和沉淀槽可露天配置,电絮凝设备宜室内布置;

2 废液预浓缩处理厂房屋面应设自然通风天窗,气候适宜的

地区厂房可不设外墙；

3 废液蒸发和结晶装置可露天配置，产品包装宜室内配置。

9.7.2 脱氨装置宜开放式配置。

9.8 辅助生产设施

9.8.1 钴冶炼厂宜设制样室、化验室、实验室。

9.8.2 钴冶炼厂宜设软水站或纯净水来源。

9.8.3 钴冶炼厂宜设工业锅炉房。

9.8.4 钴冶炼厂宜设机修车间和辅助材料仓库。

9.8.5 钴冶炼厂宜设空压机房。

9.8.6 钴冶炼厂宜设柴油发电机为保安电源。

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

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《铜冶炼厂工艺设计规范》GB 50616
- 《有色金属工程设计防火规范》GB 50630
- 《有色金属冶炼厂节能设计规范》GB 50919
- 《工业用氢氧化钠》GB/T 209
- 《工业碳酸钠及其试验方法 第1部分:工业碳酸钠》GB 210.1
- 《工业用合成盐酸》GB 320
- 《工业硫酸》GB/T 534
- 《液体无水氨》GB/T 536
- 《工业过氧化氢》GB/T 1616
- 《工业氯酸钠》GB/T 1618
- 《工业用草酸》GB/T 1626
- 《食品安全国家标准 食品添加剂 碳酸氢铵》GB 1888
- 《油漆及清洗用溶剂油》GB 1922
- 《冶金焦炭》GB/T 1996
- 《液体二氧化硫》GB/T 3637
- 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231
- 《污水综合排放标准》GB 8978
- 《工业硫化钠》GB 10500
- 《常用化学危险品贮存通则》GB 15603
- 《天然气》GB 17820
- 《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597
- 《次氯酸钠》GB 19106
- 《重金属精矿产品中有害元素的限量规范》GB 20424

《有色金属矿产品的天然放射性限值》GB 20664
《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB 25467
《草酸钴》GB /T 26005
《超细钴粉》GB/T 26285
《精制硫酸钴》GB/T 26523
《精制氯化钴》GB/T 26525
《工业用亚硫酸铵》HG/T 2784
《工业焦亚硫酸钠》HG/T 2826
《工业无水亚硫酸钠》HG/T 2967
《工业氢氧化钴》HG/T 4506
《工业氯化钴》HG/T 4821
《工业硫酸钴》HG/T 4822
《硅石》YB/T 5268
《冶金用石灰石》YB/T 5279
《钴》YS/T 255
《钴精矿》YS/T 301
《四氧化三钴》YS/T 633
《还原钴粉》YS/T 673