

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2017年工程建设标准规范制修订及相关工作计划〉的通知》(建标〔2016〕248号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:总则,术语,原料、辅助材料、燃料,物料储存及准备,冶炼工艺,冶金计算,主要设备选择,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工作,由中国恩菲工程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或建议,请寄送中国恩菲工程技术有限公司(地址:北京市复兴路12号,邮编:100038)。

本标准起草单位:中国恩菲工程技术有限公司
株洲冶炼集团股份有限公司
云锡文山锌铟冶炼有限公司
蒙自矿冶有限责任公司
鑫联环保科技股份有限公司

本标准主要起草人员:刘 诚 郑明臻 朱北平 刘卫平
陈春发 王健月 殷书岩 赵鹏飞
王鸿振 张海芝 成世雄 潘云鹏
李建福

本标准主要审查人员:舒毓璋 陆业大 刘庆东 陶政修
刘大春 杨大锦 孟庆雨 孟宪瑞
陈二云

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	原料、辅助材料、燃料	(3)
3.1	原料	(3)
3.2	辅助材料、燃料	(3)
4	物料储存及准备	(5)
4.1	物料储存	(5)
4.2	物料准备	(5)
5	冶炼工艺	(6)
5.1	一般规定	(6)
5.2	浸出及浸出液处理	(6)
5.3	铜萃取、铜反萃液置换	(7)
5.4	电解精炼	(7)
5.5	废液处理	(8)
6	冶金计算	(9)
7	主要设备选择	(11)
8	厂房配置	(12)
8.1	一般规定	(12)
8.2	物料的储存与准备	(12)
8.3	铜萃取	(13)
8.4	电解精炼	(13)
	本标准用词说明	(14)
	引用标准名录	(15)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Raw materials, auxiliary materials, fuels	(3)
3.1	Raw materials	(3)
3.2	Auxiliary materials, fuels	(3)
4	Storage and preparation of materials	(5)
4.1	Material storage	(5)
4.2	Material preparation	(5)
5	Metallurgical process	(6)
5.1	General requirements	(6)
5.2	Leaching, treatment of leaching solution	(6)
5.3	Indium extraction, replacement reaction of stripped indium solution	(7)
5.4	Electrorefining	(7)
5.5	Waste liquor treatment	(8)
6	Metallurgical calculation	(9)
7	Main equipment selection	(11)
8	Plant arrangement	(12)
8.1	General requirements	(12)
8.2	Storage and preparation of materials	(12)
8.3	Indium extraction	(13)
8.4	Electrorefining	(13)
	Explanation of wording in this standard	(14)
	List of quoted standards	(15)

1 总 则

1.0.1 为统一钢冶炼回收工艺设计标准,促进技术进步与创新,提高设计质量及生产效率,做到安全生产、保护环境,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建钢冶炼回收项目工艺设计。

1.0.3 钢冶炼回收工艺设计应符合下列规定:

- 1 采用经济、适用、可靠的先进工艺、先进设备和新材料;
- 2 提高机械化、自动化程度;
- 3 钢回收率指标达到先进水平;
- 4 满足安全和环保要求;
- 5 有价金属综合回收。

1.0.4 生产过程中的原料、辅助材料、副产品及能源等应设有计量设施。

1.0.5 钢冶炼回收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 钢再生资源** regenerated indium
钢制品生产过程和使用过程中产生的下脚料、废品、旧品等。
- 2.0.2 富钢氧化锌烟尘** zinc oxide dust with indium
火法冶炼过程中,采用挥发方式得到的含钢氧化锌烟尘。
- 2.0.3 富钢中间物料** intermediate material with indium
冶炼过程中产生的硬锌钢渣、中和沉钢渣和置换沉钢渣等。
- 2.0.4 硬锌钢渣** hard zinc indium slag
粗锌火法冶炼过程中产生的硬锌,通过蒸馏分离产出的富钢渣。
- 2.0.5 中和沉钢渣** neutralization indium residue
湿法冶炼过程中含钢溶液,采用碱性物料中和沉钢产出的富钢渣。
- 2.0.6 置换沉钢渣** displaced indium residue
湿法冶炼过程中含钢溶液,采用置换沉淀工艺产出的富钢渣。
- 2.0.7 钢萃取** indium extraction
从含钢溶液中采用有机溶剂萃取实现钢的分离和提纯的过程。
- 2.0.8 电解精炼** electrorefining
以粗钢为阳极,钢溶液为电解质,通过电化学作用,使阳极溶解,在阴极上析出金属钢的方法。

3 原料、辅助材料、燃料

3.1 原 料

3.1.1 富钢氧化锌烟尘宜包括冶炼过程中产出的含钢烟尘。

3.1.2 富钢中间物料宜符合下列规定：

- 1 硬锌钢渣，钢含量宜大于1%；
- 2 中和沉钢渣，钢含量宜大于0.1%；
- 3 置换沉钢渣，钢含量宜大于0.3%。

3.1.3 钢再生资源宜包括钢制品生产过程和使用过程中产生的下脚料、废品、旧品等。

3.2 辅助材料、燃料

3.2.1 化学品应符合下列规定：

1 盐酸应符合现行国家标准《工业用合成盐酸》GB/T 320的有关规定；

2 工业硫酸应符合现行国家标准《工业硫酸》GB/T 534的有关规定；

3 化学试剂硫酸应符合现行国家标准《化学试剂 硫酸》GB/T 625的有关规定；

4 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；

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/T 210.1的有关规定；

6 草酸应符合现行国家标准《工业用草酸》GB/T 1626的有关规定；

7 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；

8 甘油应符合现行国家标准《甘油》GB/T 13206 的有关规定；

9 碘化钾应符合现行国家标准《化学试剂 碘化钾》GB/T 1272 的有关规定；

10 氯化钠应符合现行国家标准《工作基准试剂 氯化钠》GB 1253 的有关规定；

11 试剂氯化铵应符合现行国家标准《化学试剂 氯化铵》GB/T 658 的有关规定；

12 试剂碘应符合现行国家标准《化学试剂 碘》GB/T 675 的有关规定；

13 试剂乙醇应符合现行国家标准《化学试剂 乙醇(无水乙醇)》GB/T 678 的有关规定；

14 工业骨胶应符合现行行业标准《骨胶》QB/T 1996 的有关规定；

15 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；

16 石灰应符合现行行业标准《工业氧化钙》HG/T 4205 的有关规定。

3.2.2 使用燃气作燃料时,燃气低发热值应符合下列规定：

1 发生炉净化冷煤气,不宜小于 $5.23\text{MJ}/\text{m}^3$ ；

2 天然气,不宜小于 $31.4\text{MJ}/\text{m}^3$ ；

3 液化石油气,不宜小于 $46.0\text{MJ}/\text{m}^3$ 。

3.2.3 使用液体燃料质量应符合下列标准：

1 重油应符合现行国家标准《炉用燃料油》GB 25989 的有关规定；

2 柴油应符合现行国家标准《车用柴油》GB 19147 的有关规定。

4 物料储存及准备

4.1 物料储存

- 4.1.1 物料储存时间应符合下列规定：
- 1 富钢氧化锌烟尘储存时间宜小于 30d；
 - 2 硬钢渣储存时间宜小于 30d；
 - 3 中和沉钢渣储存时间宜小于 10d；
 - 4 置换沉钢渣储存时间宜小于 10d；
 - 5 钢再生资源储存时间宜小于 30d。
- 4.1.2 富钢氧化锌烟尘、中和沉钢渣和置换沉钢渣宜储存于封闭场地内，中和沉钢渣和置换沉钢渣储存场所应满足危险废物储存要求，应分区储存。
- 4.1.3 寒冷地区的原料贮存厂房宜设置采暖、防冻、解冻设施。
- 4.1.4 原料贮存区域应配备装卸、倒运、通风除尘等设施。
- 4.1.5 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。

4.2 物料准备

- 4.2.1 富钢氧化锌烟尘宜直接浆化。
- 4.2.2 硬钢渣宜先蒸馏除去锌得到富钢渣，球磨后粒度宜为 $150\mu\text{m}$ 的筛下物大于 80%。
- 4.2.3 中和沉钢渣、置换沉钢渣宜直接浆化。
- 4.2.4 产生粉尘及酸雾的工序应采取除尘、通风和酸雾处理措施。
- 4.2.5 物料加入应设置计量装置。

5 冶炼工艺

5.1 一般规定

- 5.1.1 钢冶炼工艺应根据原料性质、化学成分等,经综合技术经济比较、论证后确定。
- 5.1.2 生产过程产出的危险废物宜采用无害化处理。未经无害化处理的,应设置专用堆场暂存,并应送相关资质企业进行无害化处理。
- 5.1.3 钢原料中具有回收价值的锃、镓、铋、锡等宜综合回收。

5.2 浸出及浸出液处理

- 5.2.1 富钢氧化锌烟尘、中和沉钢渣和置换沉钢渣宜采用锌电解废液和硫酸一段或两段以上工艺浸出。
- 5.2.2 硬锌钢渣蒸馏产出的富钢渣宜采用两段以上盐酸或硫酸工艺浸出。
- 5.2.3 钢再生资源浸出工艺应根据原料确定。
- 5.2.4 富钢氧化锌烟尘浸出液宜采用置换沉淀、中和沉淀工艺进行富集。
- 5.2.5 中和沉钢渣、置换沉钢渣、硬锌钢渣蒸馏产出的富钢渣浸出液宜采用还原工艺还原三价铁。
- 5.2.6 以下设备应强制通风,车间内应配备砷化氢防护、检测、报警及处置装置:
- 1 富钢氧化锌烟尘的浸出槽及过滤设备;
 - 2 硬锌钢渣蒸馏产出的富钢渣的浸出槽及过滤设备;
 - 3 置换沉钢渣的浸出槽及过滤设备;
 - 4 置换沉淀槽及过滤设备。

- 5.2.7 浸出设备宜设废气处理设施。
- 5.2.8 萃取前液宜设澄清、过滤设施。

5.3 钢萃取、钢反萃液置换

- 5.3.1 钢萃取级数应符合下列规定：
 - 1 萃取宜采用 2 级~4 级；
 - 2 洗涤宜采用 3 级~5 级；
 - 3 反萃宜采用 3 级~5 级；
 - 4 萃取剂再生宜采用 2 级~3 级。
- 5.3.2 钢萃取设备宜采用离心萃取机和混合澄清萃取箱。
- 5.3.3 钢反萃液宜采用金属锌或金属铝置换。
- 5.3.4 钢置换后液钢含量不宜大于 80mg/L。
- 5.3.5 钢反萃液置换槽、置换厂房应强制通风，置换厂房应配备砷化氢防护、检测、报警及处置装置。

5.4 电解精炼

- 5.4.1 熔铸阳极应符合下列规定：
 - 1 阳极板原料海绵钢宜经压团脱水制成钢团；
 - 2 钢团应采用熔碱保护，在电炉内熔化除杂；
 - 3 电炉宜配置自动加料装置和安全防护设施；
 - 4 阳极浇铸过程宜采用机械浇铸；
 - 5 阳极板尺寸及厚度宜与产量相结合；
 - 6 阳极熔铸成型后宜用滤纸、滤袋包装；
 - 7 阳极板钢含量宜大于 95%。
- 5.4.2 电解应符合下列规定：
 - 1 钢电解阴极宜采用钛板或阴极钢片；
 - 2 电解液宜采用硫酸体系或盐酸体系；
 - 3 电解液配制宜加明胶和氯化钠；
 - 4 残极宜经重熔后再次使用；

- 5 析出钢含量宜大于 99.99%。
- 5.4.3 精炼应符合下列规定：
- 1 析出钢应进行精炼；
 - 2 析出钢宜置于有搅拌的电炉中加温熔化；
 - 3 析出钢熔化后宜根据杂质含量加入甘油、碘、碘化钾、氯化铵、氯化锌试剂；
 - 4 钢锭化学成分应符合现行行业标准《钢锭》YS/T 257 的有关规定。

5.5 废液处理

- 5.5.1 废液回收处理工艺应根据溶液成分确定。
- 5.5.2 钢萃余液应除油，除油后液油含量宜小于 5mg/L。
- 5.5.3 置换后液应符合下列规定：
- 1 金属锌置换钢后液应回收锌，含氯溶液应送污水处理系统；
 - 2 金属铝置换钢后液应送污水处理系统。
- 5.5.4 有机相再生后液应处理后回用或送污水处理系统。
- 5.5.5 洗杂后液宜回用于含钢物料的浸出。

6 冶金计算

- 6.0.1** 冶金计算应根据原料化学成分及物相组成等确定。
- 6.0.2** 冶金计算应包括物料平衡、热平衡等。
- 6.0.3** 冶金计算数据应精确到小数点后两位。
- 6.0.4** 基本(初步)设计阶段应进行生产全过程的冶金计算。元素平衡计算时应对五种重点防控元素——铅、镉、铬、汞、砷(Pb、Cd、Cr⁶⁺、Hg、As)做出走向分布。
- 6.0.5** 物料平衡表中物料及一般元素质量宜以“t”计,稀贵金属质量宜以“kg”计。一般元素含量宜以“%”计,稀贵金属含量宜以“g/t”计。液体体积宜以“m³”计,成分宜以“kg/m³”或“g/L”计。气体体积宜以“Nm³”计,成分宜以“%”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。
- 6.0.6** 主要工艺参数应按表 6.0.6 选取。

表 6.0.6 主要工艺参数

序号	控制条件	单位	数值	
1	浸出	一段浸出液固比	m ³ /t	3 : 1~6 : 1
		一段浸出温度	℃	50~90
		反应时间	h	2~6
		二段浸出温度	℃	70~95
		反应时间	h	4~10
		钢浸出率	%	>80
2	浸出液处理	还原温度	℃	70~75
		还原终点 Fe ³⁺	mg/L	<100

续表 6.0.6

序号	控制条件		单位	数值
3	钢萃取	二(2-乙基己基)磷酸酯 (P204)浓度	%	5~30
		混合时间	min	1~3
		萃余液含铜	mg/L	<10
		萃取温度	°C	20~45
		萃取率	%	>95
4	熔铸阳极	温度	°C	350~450
5	电解	槽电压	V	0.25~0.3
		槽温	°C	25~30
		电流密度	A/m ²	50~150
		同极距	mm	60~80
		阳极周期	d	7~10
		电解液含铜	g/L	60~100
		残极率	%	30~50
6	精炼	温度	°C	200~250

7 主要设备选择

- 7.0.1 设备应符合安全、环保、节能、运行稳定、维护方便的要求。
- 7.0.2 设备宜采用机电一体化定型产品。
- 7.0.3 浸出设备应采用机械搅拌槽。
- 7.0.4 固液分离设备应符合下列规定：
 - 1 浓密设备宜采用高效浓密机；
 - 2 过滤设备宜采用厢式压滤机。
- 7.0.5 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。
- 7.0.6 萃取箱及其附属管道应采取静电导出措施。
- 7.0.7 萃取箱搅拌电机应选防爆型电机。
- 7.0.8 有机相泵电机应选防爆型电机。
- 7.0.9 阳极宜采用电炉熔铸，电炉应带搅拌装置和通风罩。
- 7.0.10 钢电解槽宜采用聚氯乙烯(PVC)材质。
- 7.0.11 钢精炼宜采用电炉，电炉应带搅拌装置和通风罩，材质宜为不锈钢。
- 7.0.12 钢铸锭宜采用不锈钢模具。
- 7.0.13 废液除油宜采用澄清、气浮或吸附设备。

8 厂房配置

8.1 一般规定

- 8.1.1 厂房配置应满足工艺流程需要,保证工艺过程的正常进行。
- 8.1.2 总平面布置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的有关规定。
- 8.1.3 车间配置宜确保物流顺畅,人、物分流。
- 8.1.4 道路与建(构)筑物的距离应满足厂区管网布置要求。
- 8.1.5 厂房应满足生产、设备安装与检修要求,并应符合其他专业的设计要求。
- 8.1.6 厂房采光应符合现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 的有关规定。
- 8.1.7 厂房的柱距和跨度宜满足构件统一化、标准化的要求。
- 8.1.8 厂房地面、楼面应设坡度,室内地面应设集液沟、池。
- 8.1.9 厂房的水、电、风、气、蒸汽、仪表等管线应有序布置,应遵守管线之间排列的安全距离规定。
- 8.1.10 厂房内主通道楼梯坡度不宜大于 45° 。
- 8.1.11 厂房抗震、防腐、抗高温热辐射和消防应符合国家现行有关标准的规定。

8.2 物料的储存与准备

- 8.2.1 原料仓库起重机最高起运点至吊钩的极限位置宜大于1m。
- 8.2.2 原料仓库起重机应配有检修楼梯和检修场地。

8.3 钢 萃 取

8.3.1 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。

8.3.2 萃取车间应设火灾自动报警系统,宜设置自动灭火系统。

8.3.3 萃取车间宜设置单独区域贮存萃取剂和溶剂油,溶剂油不得使用沟槽倒运。

8.4 电 解 精 炼

8.4.1 钢电解、精炼及成品库宜集中配置,宜设置安检、防盗系统。

8.4.2 钢电解工序应独立配置,宜设置通风换气系统。

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
《建筑采光设计标准》GB 50033
《工业企业总平面设计规范》GB 50187
《有色金属工程设计防火规范》GB 50630
《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/T 210.1
《工业用合成盐酸》GB/T 320
《工业硫酸》GB/T 534
《化学试剂 硫酸》GB/T 625
《化学试剂 氯化铵》GB/T 658
《化学试剂 碘》GB/T 675
《化学试剂 乙醇(无水乙醇)》GB/T 678
《工作基准试剂 氯化钠》GB 1253
《化学试剂 碘化钾》GB/T 1272
《工业用草酸》GB/T 1626
《油漆及清洗用溶剂油》GB 1922
《甘油》GB/T 13206
《常用化学危险品贮存通则》GB 15603
《车用柴油》GB 19147
《炉用燃料油》GB 25989
《工业氧化钙》HG/T 4205
《骨胶》QB/T 1996
《冶金用石灰石》YB/T 5279
《钢锭》YS/T 257