

钢铁厂固体废物处理与利用

何水清

钢铁厂在生产过程中会产生大量的固体废料,它不仅占地,污染环境,而且还浪费资源。对这些固体废物进行无害化处理与利用,是钢铁企业加强环保工

作的主要任务之一。

1 工艺产生的固体废物
其种类见表 1。

表 1 生产工艺产生的固体废物

生产工艺	固体废物
采矿、选矿	废石、尾矿除尘灰
烧结	除尘灰
炼铁	高炉渣、瓦斯灰、瓦斯泥、除尘灰
炼钢	钢渣、转炉尘泥、除尘灰
轧钢	氧化铁皮、炉渣、粉煤灰
动力	粉煤灰、锅炉渣、锅炉除尘灰
耐火	除尘灰、废砖
其它	工业垃圾

2 废物处理及利用

主要介绍几种有代表性的废物处理及利用。

2.1 钢渣

2.1.1 处理方法 用渣罐运至渣山热泼,洒水后冷却开采,经破碎磁选。废钢用于炼钢,小于 10mm 的钢渣送至烧结厂参于烧结配料,大于 10mm 的钢渣运出修路。

2.1.2 多种利用 由于钢渣中含有 CaO、MgO、MnO、SiO₂ 和 TFe 等成分,所以经加工处理后有着广泛的用途。

2.1.2.1 钢渣代替部分熟料做钢渣水泥。钢渣水泥与矿渣硅酸盐水泥相比较,有后期强度高、耐磨渗渗等优点,生产成本每吨可降低 5~10 元。

2.1.2.2 钢渣代替石灰作烧结熔剂。钢渣做烧结矿熔剂,主要是利用钢渣中的 CaO、MgO、MnO、TFe 等有益成分。使用钢渣不仅可以节约部分石灰,还可以回收一些铁资源,从而降低烧结矿成本,达到化害为利,变废为宝,资源综合利用的目的。

2.1.2.3 钢渣在路基中也得到广泛利用。钢渣抗压强度高,磨损率低,四种龄期的钢渣其抗压强度均大于 180MPa,磨损率均小于 25%。

钢渣用于路基垫层时,粒度应控制在 60mm 以下,自然存放 3 个月以上或稍加喷淋其稳定性符合道路基层粒料要求。

2.2 高炉瓦斯灰(泥)

高炉除尘灰分为重力除尘器除下来的瓦斯灰、文丘里洗涤器除下来的瓦斯泥和出铁场除尘器收集的除尘灰等几种。产生量最大的是瓦斯灰和瓦斯泥。

高炉瓦斯灰是炼铁高炉在炼铁过程中随高炉煤气(亦称瓦斯)带出的原燃料粉尘以及高温区激烈反应而产生的微粒,包括低沸点的有色金属蒸汽等,质轻、粒微、含有 CN⁻、S²⁻、As、及 Pb、Bi、Zn 等多种有害、有毒物质,是钢铁企业主要固体排放物之一。

高炉瓦斯灰尘随高炉煤气在炉顶引出,经下降管,用重力除尘器,依靠高速气流及灰尘自身的重量产生的离心力,除去较粗的颗粒后,由布袋除尘器对

高炉煤气进行净化处理。

2.2.1 瓦斯灰的特性 除了具有粒径小、易反应、强烈的腐蚀性外,还具有较大的化学毒性。采用火法富集——湿法分离进行综合处理。

2.2.2 处理方法 火法富集处理是将高炉瓦斯灰挤压成球,与焦炭、钢渣熔剂按一定比例混合,进鼓风机

高炉熔炼,各种低沸点有色金属形成金属蒸气随炉气带出,经燃烧冷却后用布袋收集。瓦斯灰中大部分杂物如 SiO_2 、 Fe 、 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 等熔剂反应成硅酸盐进入炉渣,而有用金属得到了 2~3 倍的富集,称为二次灰。

二次灰工艺流程如图 1。

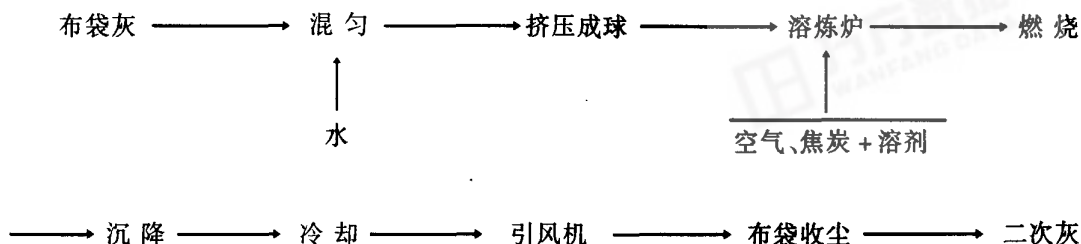


图 1 二次灰工艺流程

二次灰中有回收价值的有色金属达 60%~80%,这就为酸浸分离各种元素提供了非常优越的条件。

湿法分离原理是:经熔炼炉处理所得的二次灰,因为经过高温燃烧,所有的金属都已转化为金属氧化物。用水洗,即可除去大部分碱性氧化物,如 K_2O 、 Na_2O 和可溶性硅酸盐。对二次灰进行水洗,可以减少酸的消耗量,保证硫酸锌产品的质量,以及回收其中的碱金属钾。经水洗后的二次灰,用硫酸浸锌,通过温度和 pH 值的控制,经富钢、除铁、除重金属后得到纯净的硫酸锌溶液。

2.2.3 综合利用

2.2.3.1 进行蒸发、浓缩结晶生产 $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。

2.2.3.2 用碳铵置换成碱式碳酸锌沉淀,经水洗甩干后进行煅烧生产活性氧化锌产品。

2.2.3.3 用碳铵和氨水共同置换成碳酸锌沉淀,经水洗甩干后进行烘烤生产碳酸锌产品。

布袋灰经熔炼炉处理后,基本上消除了其本身的有害、有毒物质,削减了瓦斯尘对环境污染负荷的 99.9%,对二次灰的酸浸分离,可回收有色金属 Zn、Bi、In、Pb、K 等资源,其中 Zn 的回收率可达 72%,Bi 的回收率可达 65%,In 的回收率可达 50%,Pb 的回收率 85%。

2.3 混合铁尘泥

由于固定碳高,粒度细,烧结时形成大孔熔融结构,FeO 含量较高,不能满足高炉生产的要求。配入

50%~70% 的铁山弱磁精矿,可生产强度高、质量好的成品。

由于各种废物的湿度、粒度和化学成分差异较大,如不进行混合预处理,不仅会影响烧结机的透气性,烧结矿的产量和质量,而且还会污染烧结厂的环境。为使废物直接返回烧结的生产能正常、顺利进行,必须对这些固体废物进行混合预处理。

通过固体废物混合返回烧结的烧结杯试验表明,虽然混合料的 $\Sigma\text{Fe} < 50\%$,但掺入比例在 5%~5.7% 时,烧结杯的 ΣFe 波动在 52.82%~54.2%;扣除 CaO 的 ΣFe 波动在 59.23%~60.8%;扣除 CaO 、 MgO 的 ΣFe 波动在 61.05%~62.3%,符合烧结矿品位的要求。

混料的 FeO 波动在 34.49%~39.52%,较高,烧结杯矿的 FeO 波动在 7.90%~11.1%,偏高,仍符合铁烧结矿的技术要求。烧结杯的含 S 量也符合铁烧结矿技术要求,均小于 0.08%。

2.4 高炉含锌污泥

2.4.1 农用硫酸锌的市场潜力

锌肥是农作物生长所需的最重要的微量元素肥料之一。作物缺锌则影响产量,重则可致作物萎缩枯死。土壤中有效锌含量在 0.5~1.0ppm 的为潜在缺锌,低于 0.5ppm 的为严重缺锌。

在缺锌土地上施用锌肥,对农作物有较大的增产作用。据实践,稻田施高炉锌肥,水稻增产 12% 左右。现已证明,锌肥已和氮、磷、钾一样成为农作物必需的

肥料。因此,利用高炉含锌污泥生产农用硫酸锌具有良好的潜在效益。

2.4.2 含锌污泥的成分

表 2 高炉污泥的组成

(wt%)							
Zn	Fe	C	Pb	Mn	S	Mg	CaO
9~16	23.04	16.92	0.98	0.46	0.44	2.99	3.76

2.4.3 污泥的粒径

表 3 高炉污泥的粒径

粒度(目)	- 300	+ 300 ~ 200	+ 200 ~ 160	+ 160 ~ 120	+ 120
百分比	22	7	18	25	28

由于高炉含锌污泥的粒度细,小于 120 目的占 72%。从物相组成上看,易溶和可溶于酸的氧化锌和硅酸锌占大多数,而难溶的 $ZnFe_2O_4$ 仅占 1.3%。因此,污泥所含的锌在硫酸介质中的浸出率可在 90% 以

上,且由于污泥粒度细,搅拌浸出更容易。

2.4.4 工艺流程

采用湿法浸出含锌污泥,生产七水硫酸锌,其工艺流程见图 2。

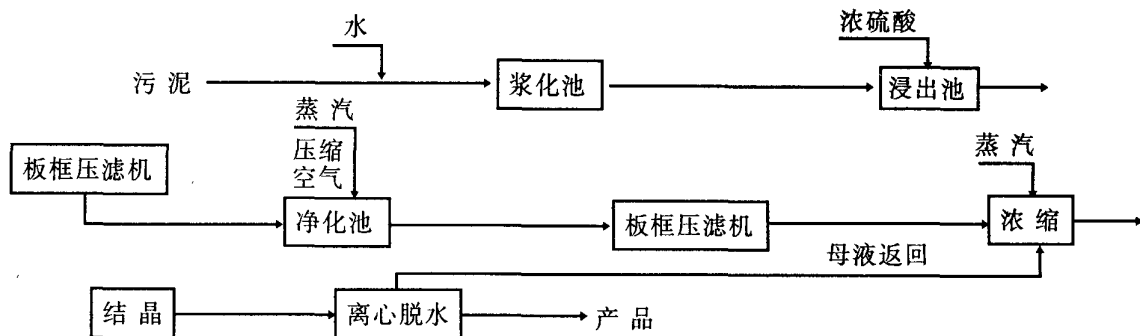


图 2 七水硫酸锌生产工艺流程

污泥被运至制浆池,制浆后泵入浸出槽,并加入硫酸,在常温下机械搅拌一定时间,用泥浆泵把浸出槽内的泥浆用泵打出板框压滤机,经过滤、漂洗后,洗液用泵打回浸出槽,返回二次浸出,浸出渣运往制砖厂。

在浸出池中,污泥中的锌与硫酸反应生成硫酸锌,同时污泥中的有些碱性氧化物也与硫酸反应,形成硫酸盐。有些硫酸盐不溶于水,如硫酸铅等,而有的硫酸盐是溶于水的,如硫酸亚铁。不溶于水的硫酸盐随污泥经板框压滤机过滤后进入泥渣除去,可溶的

硫酸盐则随硫酸锌一起进入滤液中,因此,为了提高产品质量还需进行净化处理。

净化槽内的滤液在一定温度下,用压缩空气作氧化剂并同时起到搅拌作用。净化后,用泥浆泵把净化槽内的浑浊液泵入板框压滤机,经过滤漂洗后,净化渣与浸出渣合并外运,净化液和少量漂洗液泵入浓缩锅进行浓缩。经浓缩后,用泵将浓缩液泵入结晶反应釜,用水作冷却剂,机械搅拌结晶,用离心机洗涤,抛干后包装入库,结晶母液返回浓缩。

(责任编辑/陈 军)