

锌浮渣干湿法处理工艺对比与干法处理工艺 关键设备选型及应用

陈向强, 宋言

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 在湿法炼锌的工业生产中, 电解阴极锌片在熔铸感应电炉内熔化除杂时产出副产品锌浮渣, 锌浮渣中含锌约80%, 其中70%以上锌以单质形态存在。本文对比了干法和湿法两种处理工艺的优缺点, 重点介绍了干法处理工艺中关键设备选择和能力计算, 并结合实际生产情况对投产后的工艺设备进行改进和完善。

[关键词] 锌浮渣; 干法; 湿法; 球磨; 分离; 锌粉

[中图分类号] TF813

[文献标志码] A

[文章编号] 1003-8884(2024)01-0086-08

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2024.01.014

0 概述

随着我国工业的快速发展, 近十年来国内锌产量迅速增长, 根据锌冶炼数据(安泰科)查询, 2022年锌产量达657万t。我国锌冶炼工艺以湿法为主, 目前湿法炼锌的产量已占全国总锌产量的80%以上。湿法炼锌工艺的标准流程为“锌精矿焙烧→浸出→净液→电积→电锌产品”, 为了产出合格的电锌产品(锌锭), 电解车间产出的阴极锌片通常采用低频感应电炉进行熔化、除杂、铸锭, 最终产出合格的锌锭销售。在熔化过程中会有部分锌氧化形成浮渣, 锌浮渣率2%~3.8%。为了便于浮渣与锌液分离, 熔铸时需加入固体氯化铵作为澄清剂和覆盖剂, 根据熔化和浮渣的富集情况将浮渣搅拌后扒出, 送锌浮渣处理车间分离回收利用。但是在实际生产过程中, 无论是机械扒渣还是人工扒渣, 都会有单质锌随浮渣带出, 使得目前熔铸车间锌锭直收率在97%~98%范围内波动。很多单质锌被带入下一道非成品生产工序再循环, 增加了生产成本, 也给熔铸车间和焙烧系统带来很多不稳定因素, 如何将熔铸浮渣进

行合理分离处理, 降低生产成本, 减少对后续工序的不利影响, 成为设计和生产共同关注的问题^[1-5]。

1 工艺及方案比较

1.1 熔铸锌浮渣处理机理及方法

熔铸锌浮渣主要在低频感应电炉对电解阴极锌片熔化, 除杂过程中产生, 其主要成分如表1所示, 其中单质锌占总锌量的70%~80%。锌浮渣处理的机理是根据浮渣中单质锌与氧化物堆密度的不同, 锌浮渣颗粒细小、脆而易碎, 可采用机械搅拌或球磨形式将浮渣中的单质锌进行有效分离, 处理过程中无化学变化。

表1 常见锌浮渣主要组成及成分 %

名称	Zn	Fe	Cl	其他
锌浮渣	76~83	0.1~0.15	1.0~1.2	15.9~22.5

为降低生产成本, 不少生产企业开始对锌浮渣进一步分离处理。为了有效回收浮渣中的单质锌, 国内有湿法和干法2种处理工艺。

1.2 湿法处理熔铸锌浮渣工艺流程

国内某工厂熔铸浮渣由起重机提运至加料平台, 采用半机械人工加料方式向滚筒搅拌机中加料, 同时通入循环水, 通过滚筒搅拌机后, 浮渣和水一起溢流至一个搅拌槽中, 待搅拌浆搅拌均匀后由渣浆泵打入压滤机中进行压滤, 滤液循环使用, 滤渣定期人工卸料, 破碎后由蒸汽干燥机蒸发干燥, 干燥后的

[收稿日期] 2023-10-16

[第一作者] 陈向强(1970—), 男, 内蒙古赤峰人, 高级工程师, 大学本科, 主要从事有色冶金设计咨询工作。

[引用格式] 陈向强, 宋言. 锌浮渣干湿法处理工艺对比与干法处理工艺关键设备选型及应用[J]. 有色设备, 2024, 38(1): 86-93.

氧化锌浮渣装运至电炉锌粉车间作为锌粉制作的原料,或滤渣不干燥直接返回锌精矿仓配料。滚筒搅拌机设有正反转,搅拌机积累的单质锌粒到一定程

度后开始反转卸料,由人工装料将除杂后的锌粒送回熔铸车间生产锌锭或吹制锌粉,其主要工艺流程如图 1 所示。

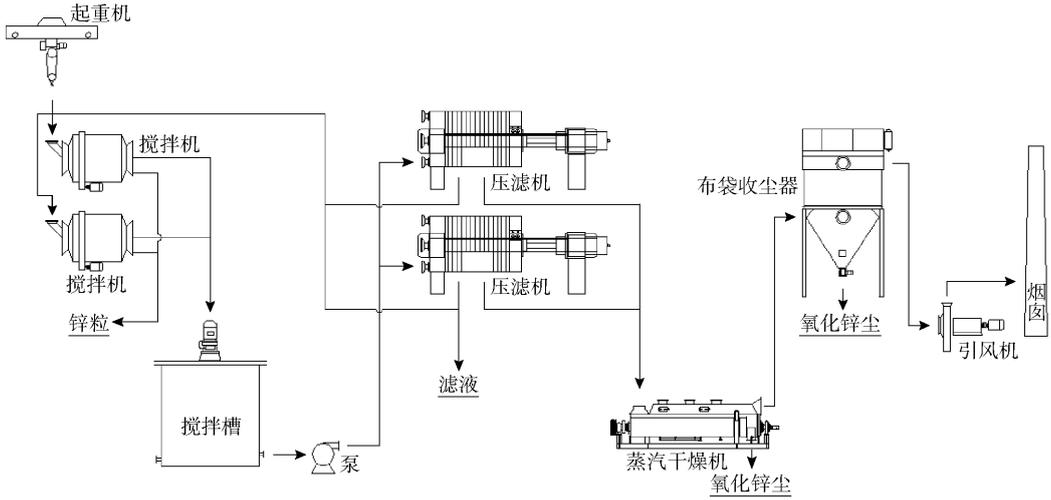


图 1 湿法处理熔铸锌浮渣主要工艺流程图

湿法处理工作流程多为人工操作,劳动强度较大,浮渣加料平台保证很好通风的情况下,现场操作环境较好。经过压滤机压滤后的氧化锌滤饼,由人工卸料,胶带输送机将滤饼送至蒸汽干燥机,经初步干燥处理后送精矿仓重新配料。如果用作生产电炉锌粉的原料,初步干燥后的滤饼均匀铺料在通有蒸汽加热盘管的钢平台上进行蒸发干燥,干燥后的氧化锌装运至电炉锌粉车间。该区域在生产过程中由人工翻料,干燥处理过程中产生大量的蒸汽和粉尘,操作环境较差,需要作为通风除尘的重点区域考虑。初步干燥后的氧化锌滤饼若进一步干燥需要大量的蒸汽,而且热利用率较低,通风除尘设备的要求和投入较高,故该湿法处理工艺在北方高寒地区采用不经济。

1.3 干法处理熔铸锌浮渣工艺流程

熔铸浮渣采用船型加料器装运,由吊车提运至振动筛上部料仓,经振动筛和电磁振动给料机加入干式格子型球磨机中,磨矿粒度 -80 目 $\geq 80\%$ 。在系统负压作用下,浮渣随气流进入旋风分离器中,其中 $80\% \sim 95\%$ 的单质锌被收集,根据实际生产需要利用三级旋振筛将收集下来的锌粉进行分级后送湿法净液车间的铜镉回收做置换剂或作为锌粉产品外售。未收集下来的单质锌、氯化锌和氧化锌浮渣一起进入布袋除尘器,最终得到氧化锌浮渣经多膛炉脱氟氯处理后,送至氧化锌浸出车间或返回锌精矿

仓配料,其主要工艺流程如图 2 所示^[6]。

干法处理工序的操作全部为机械操作,设备自动化程度较高,实际生产启停控制灵活,整个生产系统除磨机加料区和锌粉筛分包装区需严格通风除尘外,均为负压操作,粉尘外逸污染少,操作环境较好。

1.4 2 种熔铸锌浮渣处理工艺流程比较

1) 熔铸浮渣为固体粉末,且含水率低($< 0.3\%$),无论干法还是湿法处理流程在设计和操作上都要重视浮渣加料区的通风除尘,减少粉尘外逸和飞扬,干法锌粉筛分区域应考虑通风防燃、防爆;湿法氧化锌滤饼的干燥和破碎区域要具备足够的通风、除尘能力,保障操作人员良好的工作环境。在通风除尘设备运行正常的情况下,实际生产中比湿法处理方法的操作环境要好。

2) 干法处理工艺成本和投资均比湿法处理工艺低。采用湿法处理工艺的产品为单质锌粒和氧化锌滤渣,搅拌用水根据溶液含氯情况不定期送污水处理车间,其中单质锌粒不能作为最终产品,因其杂质铁含量较高,只能返回熔铸感应电炉重新熔化做喷吹锌粉使用。过滤后的滤渣含氯不稳定,无法直接送浸出车间使用,可以进一步干燥后送电炉锌粉生产使用或返回精矿仓重新配料。采用干法处理工艺的产品为锌粉和含氯氧化锌浮渣,锌粉产量为熔铸锌浮渣量的 $72\% \sim 78\%$,可以直接作为产品用于

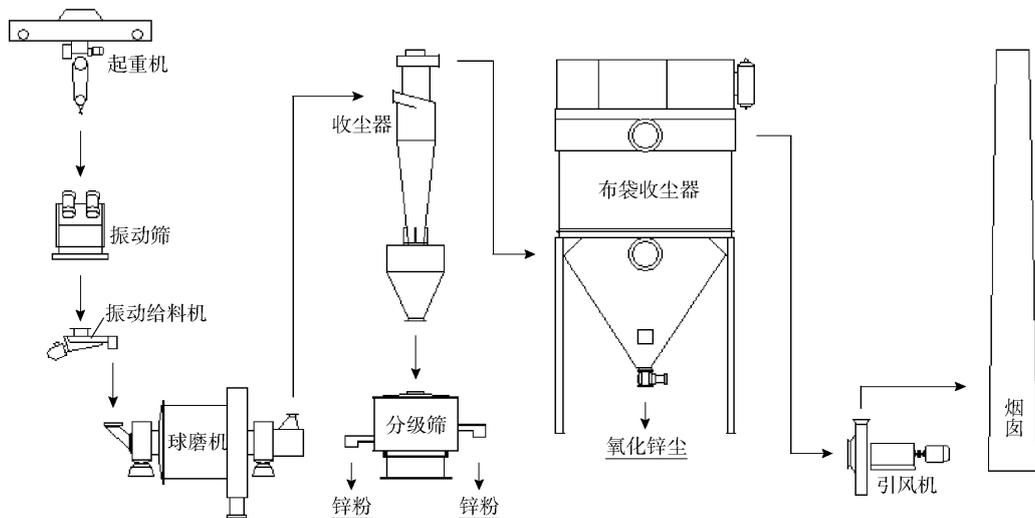


图 2 干法处理熔铸锌浮渣主要工艺流程图

净液工序生产,减少了直接外购锌粉量。含氯氧化锌浮渣经多膛炉脱氟氯处理后,其氧化锌产量为熔铸锌浮渣量的 15%~22%,送湿法浸出车间处理或氧化锌脱硫系统使用,外售高氟氯渣量为熔铸锌浮渣量的 5%~10%,有价金属被充分回收利用。火法处理工艺成本和投资均比湿法处理工艺低^[7-9]。

3) 采用湿法处理的循环水要定期开路脱氟氯处理,增加了污水处理的工作量和生产成本,产生的单质锌粒返回熔铸或作为喷吹锌粉的原料,而采用干法处理则无副产品需要处理,通过筛分产出不同粒级的锌粉和布袋氧化锌尘,锌粉送净化车间作为铜镉回收的置换剂使用,布袋氧化锌尘作为矿热炉锌粉的生产原料,收尘后尾气满足环保要求,直接排空。

4) 采用湿法处理工艺,压滤后的氧化锌滤饼在干燥过程中需要消耗大量的蒸汽,热利用率较低,人工操作环境较差,通风除尘设备要求较高。尤其在

高寒地区,厂房的供暖和蒸汽余热保障要求比干法处理高。

2 熔铸锌浮渣干法处理工艺主要设备选择

干法处理工艺主要设备包括:振动筛、球磨机、收尘器、分级筛和布袋收尘器等,其中球磨机和收尘器为工艺关键设备,其设备参数的选择和确定决定了整个工艺装备能否按照项目要求有序稳定运行。下文结合国内某厂的锌浮渣处理项目,详细介绍球磨机和收尘器的设备选型与计算。

2.1 球磨机设备选型和能力确定

国内某锌冶炼厂年产锌浮渣量 7 500 t、物料粒度 < 10 mm,其筛分数据如表 2 所示。项目要求所建浮渣处理车间与锌熔铸车间基本配套一致,年工作日 330 d,日工作 8~12 h,生产启停控制灵活,自动化程度高,能够实现集中控制。基于上述要求对球磨机进行设备参数选择计算。

表 2 国内某锌厂锌浮渣粒度组成

粒度/mm	> 11.1	11.1~3.35	3.35~1.13	1.13~0.535	0.535~0.173	< 0.173
对应目数/目	+2	2~6	6~16	16~30	30~80	-80
W%	0	16.27	34.46	27.17	9.62	12.48

针对锌浮渣松散,颗粒细小,脆而易碎,但中间因夹杂单质锌而硬度等级为软等物料特性,确定选用干式格子型球磨机。其生产能力由要求粉磨的物料量确定,一般按照新生成的小于 0.074 mm(-200 目)级别的粉矿量来计算,并在设计选型时留有一定的空

间。根据生产实践初步确定选用 $\phi 1\ 500 \times 1\ 500$ 型球磨机。

2.2 按比生产率计算选定型号球磨机的生产率

1) 已知 $\phi 2\ 100 \times 3\ 000$ 型球磨机作为比较标准的球磨机,给矿粒度为 20~0 mm,其中 -0.074 mm

级别占 6%，磨矿细度 62% 为 -0.074 mm 时，功率消耗为 150 kW，按照原矿计算的生产率为 15 t/h。并按照公式(1)：

$$Q_0 = q_0 V_0 / (\beta_{\text{排}0} - \beta_{\text{给}0}) \quad (1)$$

由式(1)导出：

$$q_0 = Q_0 (\beta_{\text{排}0} - \beta_{\text{给}0}) / V_0, \quad (2)$$

导入数据计算出标准球磨机的比生产率 $q_0 = 0.94$ 。 $\beta_{\text{给}}$ 、 $\beta_{\text{排}}$ 分别如表 3 和表 4 所示。

表 3 破碎产品粒度与 -0.074 mm 级别含量 $\beta_{\text{给}}$ 值

破碎矿石硬度	40 ~ 0	20 ~ 0	10 ~ 0	5 ~ 0	3 ~ 0
难碎性矿石	2	5	8	10	15
中等可碎性矿石	3	6	10	15	23
易碎矿石	5	8	15	20	25

表 4 不同产品粒度中 -0.074 mm 级别含量 $\beta_{\text{排}}$ 值

最终产品粒度/mm	0.4	0.3	0.2	0.15	0.1	0.074
$\beta_{\text{排}}/\%$	40	48	60	72	85	95

2) 选定球磨机按 -0.074 mm 级别计算的比生产率按如下公式进行。

$$q = q_0 K_1 K_2 K_3 K_4 \quad (3)$$

式中： q 为按新生成 -0.074 mm 级别计算的比生产率； K_1 为可磨性系数，查表 5 取软级硬度 $K_1 = 1.25$ ； K_2 为磨机类型校正系数，查表 6 取格子型球磨机 $K_2 = 1.0$ ； K_3 为球磨机直径校正系数，查表 7 取 $K_3 = 1$ ； K_4 为球磨机给料粒度与产品粒度系数， $K_4 = m_1/m_2$ ； m_1 、 m_2 为新设计的和参数已有的实验球磨机（给矿粒度和产品粒度按新生成 0.074 级别计算）的生产能力如表 8 所示^[10-12]。

表 5 矿石破碎难易系数 K_1

普氏系数	硬度等级	难易系数 K_1
<2	很软	1.4 ~ 2.0
2 ~ 4	软	1.25 ~ 1.5
4 ~ 8	中等硬度	1.0
8 ~ 10	硬	0.75 ~ 0.85
>10	很硬	0.5 ~ 0.7

表 6 磨机型式校正系数 K_2

球磨机型式	格子型球磨机	溢流型球磨机	棒型球磨机
K_2	1.0	0.9	0.85

在表 8 中新球磨机给料粒度为 $10 \sim 0\text{ mm}$ ，磨矿产品中 -0.074 mm 含量 $\beta = 85\%$ 时，比生产率 $m = 0.9$ ； $\beta = 72\%$ 时，比生产率 $m = 0.93$ ；对于标准球磨机给料粒度为 $20 \sim 0\text{ mm}$ ，磨矿产品中 -0.074 mm

表 7 球磨机直径校正系数 K_3

磨机直径 D/mm	磨机长度 L/mm						
	900	1 200	1 500	2 100	2 700	3 200	3 600
	K_3						
900	1.0	1.19	1.34	1.66	1.85	2.07	2.10
1 200	0.84	1.0	1.14	1.40	1.63	1.74	1.76
1 500	0.74	0.87	1.0	1.22	1.46	1.52	1.55
2 100	0.60	0.71	0.81	1.0	1.17	1.25	1.30
2 700	0.51	0.61	0.70	0.85	1.0	1.09	1.17
3 200	0.47	0.57	0.64	0.80	0.92	1.0	1.07
3 600	0.46	0.55	0.62	0.76	0.86	0.94	1.0

表 8 给矿粒度与产品粒度相对生产能力 m_1 或 m_2

给矿粒度/mm	产品粒度/mm					
	0.4	0.3	0.2	0.15	0.1	0.074
	-0.074 mm 含量/%					
	40	48	60	72	85	95
40 ~ 0	0.77	0.81	0.83	0.81	0.8	0.78
20 ~ 0	0.89	0.92	0.92	0.88	0.86	0.82
10 ~ 0	1.02	1.03	1	0.93	0.9	0.85
5 ~ 0	1.15	1.13	1.05	0.95	0.91	0.85
3 ~ 0	1.19	1.16	1.06	0.95	0.91	0.85

含量 $\beta = 72\%$ 时，比生产率 $m = 0.88$ ； $\beta = 85\%$ 时，比生产率 $m = 0.86$ 。求得：

$$m_2 = 0.93 - (0.93 - 0.9) \times (80 - 72) / (85 - 72) = 0.912$$

$$m_1 = 0.88 - (0.88 - 0.86) \times (80 - 72) / (85 - 72) = 0.868$$

则 $K_4 = m_1 / m_2 = 0.868 / 0.912 = 0.952$ 。

新设计选定 $\phi 1500 \times 1500$ 格子型球磨机按 -0.074 mm 级别计算比生产率 $q = 1.12$ 。

3) 选定球磨机的生产率(Q)计算,复核设备能力。球磨机生产率按:

$$Q = qV / (\beta_{\text{排}} - \beta_{\text{给}}) \quad (4)$$

式中: Q 为球磨机的生产率,t/h; V 为球磨机的有效容积, m^3 。

计算 $\phi 1500 \times 1500$ 干式格子型球磨机的生产率为: $Q = 3.13$ t/h。

取运行效率 80%,则实际球磨机生产率为 2.5 t/h。

年处理锌浮渣量 7500 t,计算日工作时间 $t = 7500 / 330 / 2.5 = 9.1$ h。

根据上述计算结果,确定选用 $\phi 1500 \times 1500$ 干式格子型球磨机能够满足国内某锌冶炼厂年产锌浮渣量 7500 t 的处理要求,设备选型合理。

2.3 按磨矿效率计算选定型号球磨机的生产率

1) 确定标准球磨机的磨矿效率 e_0 。

标准球磨机按 -0.074 mm 级别计算的磨矿效率按下式推得:

$$e_0 = q_0 V_0 / N_0 = Q_0 (\beta_{\text{排0}} - \beta_{\text{给0}}) / N_0 \quad (5)$$

式中: e_0 为标准球磨机按 -0.074 mm 级别计算的磨矿效率,t/(kW·h); N_0 为标准球磨机消耗功率,kW。

将相应数值导入公式(3),可求得 $e_0 = 0.056$ t/(kW·h)。

2) 计算选定球磨机磨矿效率 e 。

选定球磨机按 -0.074 mm 级别计算的磨矿效率按下式算得:

$$e = e_0 K_1 K_4 \quad (6)$$

式中: e 为选定球磨机按 -0.074 mm 级别计算的磨矿效率,t/(kW·h)。

由前述数据可知, $K_1 = 1.25$ 、 $K_4 = 0.952$,代入公式求得: $e = 0.067$ t/(kW·h)。

3) 计算选定球磨机的消耗功率 N 。

选定球磨机消耗功率 N 按下式算得:

$$N = Q (\beta_{\text{排}} - \beta_{\text{给}}) / e \quad (7)$$

将前述数据代入公式(7)求得:

$$N = 3.13 \times (0.85 - 0.08) / 0.067 = 36.0 \text{ kW}$$

计算消耗功率为安装功率的 85%,安装功率富

余系数 1.25,则计算球磨机实际安装功率为 $N_0 = N / 0.85 \times 1.25 = 52.9$ kW,选取 55 kW 标准电动机。

3 旋风收尘器的设备选择和能力确定

旋风收尘器是利用离心力的作用,使烟尘从烟气中分离进而加以捕集的装置,其具有结构简单、造价低、操作管理方便、维修工作量小等特点。对 $10 \mu\text{m}$ 以上的粗粒粉尘有较高的收尘效率。影响旋风收尘器性能的主要因素有进口流速、进口形式、排气管道、锥体和灰斗等。

针对锌浮渣物料性质和选择要求,即对大于 $70 \mu\text{m}$ 的浮渣进行有效分离,并根据实际生产操作,将 90% 以上的单质锌进行有效分离回收,其余氯化锌、氧化锌及少量单质锌随气体进入布袋收尘器进行有效收集后排空。

3.1 浮渣悬浮速度的计算

浮渣悬浮速度的计算按照下式求得:

$$u_t = C \times d_s \times [0.1744 \times (\gamma_s - \gamma_B)^2 / (\mu_B - \gamma_B)]^{1/3} \quad (8)$$

式中: u_t 为悬浮速度,m/s; d_s 为烟尘平均当量直径,m; μ_B 为空气流的绝对粘度系数,($\text{kg} \cdot \text{s}) / \text{m}^2$; C 为修正系数,取 C 为 0.6; γ_s 为烟尘密度, kg / m^3 ; γ_B 为空气流密度, kg / m^3 。

锌浮渣的实际堆密度 $3.2 \text{ t} / \text{m}^3$,取 $\gamma_s = 3.2 \times 10^3 \text{ kg} / \text{m}^3$, $\mu_B = 2.14 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{s} / \text{m}^2$,当地 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 环境下 $\gamma_B = 1.2 \text{ kg} / \text{m}^3$,球磨后产品 $d_s = 1 \times 10^{-4} \text{ m}$,代入公式(8)求得 $u_t = 0.53 \text{ m} / \text{s}$ 。

3.2 浮渣输送速度的计算

浮渣输送速度要大大高于悬浮速度,目前尚无可靠的理论计算公式,浮渣的输送速度一般为 $15 \sim 25 \text{ m} / \text{s}$ 。输送距离远的选大值、近的选小值;烟尘密度大的选大值、密度小的选小值。可以按下式进行计算:

$$u_B = a \times \gamma_s^{1/2} + \beta \times L \quad (9)$$

式中: u_B 为烟尘输送速度,m/s; a 为系数,见表 9; γ_s 为浮渣的密度, t / m^3 ; β 为系数,一般为 $(2 \sim 5) \times 10^{-5}$,干燥浮渣选小值,湿的摩擦性较大的易结块的烟尘选大值; L 为输送管道的折算长度,即水平、垂直、和倾斜管道总长度与弯头和阀门等的当量长度的总和,m。

注:输送管道长度不超过 100 m 时,公式(9)可

不考虑 L 对 u_B 的影响。

表9 浮渣的种类、粒度和 a 值关系

浮渣种类	浮渣粒径/mm	a
粉状浮渣	0.001 ~ 1	10 ~ 16
均匀的粒状浮渣	1 ~ 10	16 ~ 20
均匀的块状浮渣	10 ~ 20	17 ~ 22

锌浮渣的实际堆密度(3 ~ 3.2) t/m^3 , 球磨后为粉状浮渣, 计算得到磨细后浮渣在管道中的输送速度为(17 ~ 19) m/s 。

3.3 混合比的计算

混合比为单位时间内通过输送管截面的烟尘重量和气体重量之比。其计算按照下式进行:

$$m_s = G_s/G_B = G_s/(3\ 600 \times \gamma_B \times u_B \times F) \quad (10)$$

式中: m_s 为混合比, 烟尘/气体, kg/kg ; G_s 为烟尘量, kg/h ; G_B 为空气量, kg/h ; γ_B 为空气流密度, kg/m^3 ; u_B 为输送速度, m/s ; F 为输料管截面积, m^2 。

混合比也可根据有色冶金工厂常用物料性质选取, 取 $m_s = 0.8$, 另取 $\gamma_B = 1.2\ kg/m^3$, 前值算得 $G_s = 3.13\ t/h$, 取 $u_B = 18\ m/s$, 根据公式(10)计算消耗空气量 $G_B = 3\ 260\ m^3/h$, 计算输送管道截面积 $F = 0.05\ m^2$, 计算管径 $D = 0.252\ m$, 选用 $\phi 273 \times 7$ 无缝钢管。计算得管道摩擦压力损失 480 Pa。

3.4 旋风收尘器的确定

旋风收尘器的种类繁多, 按收尘效率可分高效和普通旋风收尘器。根据上述计算结果, 考虑生产过程中可能存在的波动, 选择切向流反转式旋风收尘器, 根据《重有色金属冶炼设计手册: 冶炼烟气收尘通用工程(常用数据卷)》有关内容, 确定选取 $\text{QH}-15-1 \times 700$ 型标准旋风收尘器, 处理气量 $3\ 464\ m^3/h$, 进口流速 $12.6\ m/s$, 筒体断面流速 $2.5\ m/s$, 设备流体阻力 600 Pa。

4 干法工艺装置设计投产运行实践及问题改进

4.1 工艺装置投产运行实践

根据上述设备选择计算, 确定国内某锌冶炼厂熔铸浮渣处理车间设备选择采用 $\phi 1\ 500 \times 1\ 500$ 型球磨机, 旋风收尘器采用 $\text{QH}-15-1 \times 700$ 标准型, 其它设备进行相应配套完善设计, 该车间于 2014 年建成并生产至今, 达到了生产要求和设计目标。整

套装置启停控制非常灵活, 机械自动化程度高, 除了给料和产品转出为人工机械操作外, 其余均可实现控制室集中控制。熔铸浮渣处理车间的设计及顺利投产后, 目前国内已有多家企业采纳该工艺方案来处理熔铸车间产出的锌浮渣。

目前该厂通过完善改进后, 球磨机正常生产稳定运行处理锌浮渣量 $2.9\ t/h$, 最大处理量可达 $3.2\ t/h$, 球磨机采用 2 种直径配比的锌球作为锌浮渣的研磨体, 锌球可直接从本厂熔铸车间浇铸获得。球磨后粉体有 3% ~ 5% 单质锌粒, 返回熔铸车间与锌片一起熔化铸锭。其余磨细后的粉体被负压吸送至旋风收尘器中进行分离, 通过控制引风机的风量和压力, 将经过收尘器的细浮渣颗粒有效分离, 其分离效率达到 60% ~ 70%, 单质锌进入收尘斗收集并进行筛分, 得到符合湿法净液工序要求的不同粒级锌粉。浮渣中其余的氧化锌、氯化锌和少量单质锌一起经布袋收尘器收集后送钢回收车间作为脱铜剂使用。

4.2 装置生产运行中存在的主要问题

锌浮渣处理车间装置投产运行初期存在一些问题, 主要有: ①初期球磨机内部采用钢球, 其磨损和碎裂会影响产品锌粉或熔铸车间铸锭的产品质量; ②旋风收尘器经常出现筛分锌粉“跑黄”现象, 锌粉产品检测氯化锌和氧化锌含量高达 10%, 不能送湿法净液系统使用, 只能当做原料重新进入浮渣处理系统。

4.3 主要问题改进措施

1) 针对球磨后产品含铁高的问题。锌浮渣处理车间初期设计采用 $\phi 80$ 和 $\phi 60$ 两种规格粒径的钢球, 为外部定期采购使用, 刚刚投产初期由于处理物料量偏少, 部分钢球铸造夹渣等质量缺陷, 球磨机出料口经常有细碎铁块出现, 且锌粉产品易检测出单质铁, 从而影响锌粉产品质量, 此部分锌粉产品与球磨机出料口未磨细的大颗粒锌一起送湿法浸出车间使用。针对铸造钢球在生产过程中带来的产品问题, 最终研究确定用同等规格的铸造锌球代替铸造钢球, 由于锌球的磨损, 生产后期只加入 $\phi 80$ 规格的锌球即可满足生产需要, 铸造锌球直接从熔铸车间感应电炉舀取锌液铸造而成, 降低了生产成本, 产品质量(含铁高)问题也得到根本解决。

2) 针对旋风收尘器产品“跑黄”问题。锌浮渣中单质锌与氧化锌和氯化锌的物理特性差别较大,

在球磨机磨细过程中,单质锌磨细颗粒较大,而氧化锌和氯化锌及未完全反应的氯化铵则磨细为极细微粒。旋风收尘器作为气固有效分离的装置,在分选负压抽送过程中,通过调整风量和压力,达到合理控制混合比和旋风入口风速且将单质锌与氧化锌、氯化锌等有效分离的目的。旋风收尘器作为一个有效的分离装置,其分离效率并非越高越好,而是要根据浮渣中单质锌的含量控制在一个有效范围内。通过生产过程中控制布袋收尘器出口引风机的风量和风压,保证旋风收尘器收集的锌粉单质锌含量在93%以上,基本稳定控制在含锌93%~95%,符合湿法净液车间使用要求。但初期生产稳定性较差,“跑黄”现象时有发生,针对这个问题并结合该厂的实际需求进行分析研讨。为保证旋风收尘器有效分离单质锌和杂质,确定两种改造方案,方案一是只对现有规格旋风收尘器进行局部改造,主要是截短收尘器内部的上升排气管长度,按照内部管段长度的1/4截取,降低旋风收尘器的收尘效率;方案二是重新制造一个更大规格的旋风收尘器,按照QH-15-1×800型标准重新制作一个来替换现有旋风收尘器。由于钢回收车间脱铜需要高氯浮渣量大,因此经过充分讨论后确定按照方案二进行设备改造,改造投产后旋风收尘器的分离效率稳定在60%以上,产品锌粉质量稳定,不再有“跑黄”现象出现。

3) 针对浮渣处理系统初期运行的不稳定,同时保证生产过程中处理量的较大波动,确保系统运行的稳定和节能,确定按照设计要求,重新将引风机电动机更换为变频电动机,同时将风机进口的手动调节蝶阀更换为电动调节,实现了处理系统的自动控制,降低了生产过程中电能消耗,改造后引风机电能消耗较比安装初期降低15%~18%,在保证稳定生产的情况下节能效果显著。

4) 针对浮渣给料和产品锌粉筛分后的转运点有粉尘散逸,操作环境较差的问题。在设计上加大排风量,将2个收尘点处的通风管径由 $\phi 220$ 调整为 $\phi 310$,通风量增加一倍,改造投产后操作环境改

善明显,烟尘散逸现象得到了很好控制。

5 结论

通过对比熔铸锌浮渣干湿法处理的优缺点,确定熔铸锌浮渣干法处理工艺有明显优势。熔铸锌浮渣干法处理工艺是目前国内锌冶炼厂生产实际选择确定的一种浮渣处理工艺,通过关键设备的选择计算确定设备规格,同时对系统衔接设备进行配套完善,整体设计完成后生产效果较好,自动化程度高并基本达到了设计目的。同时通过生产调试发现系统装备的不足并进行必要改进,取得了预期效果。

【参考文献】

- [1] 北京有色冶金设计研究总院. 重有色金属冶炼设计手册: 冶炼烟气收尘·通用工程(常用数据卷)[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996.
- [2] 郝二丽, 姜智. 基于多因素耦合作用下智能剥锌机剥离载荷变化规律研究[J]. 有色设备, 2023, 37(3): 15-20.
- [3] 彭容秋. 锌冶金[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2005.
- [4] 孙倬. 重有色金属冶炼设计手册: 铅锌铋卷[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1995.
- [5] 张志国, 姜智, 王勇, 等. 智能剥锌机锌片剥离过程建模及瞬态动力学分析[J]. 有色设备, 2022, 36(2): 28-32+40.
- [6] 宋敏. MQY6095 溢流型球磨机生产能力的计算[J]. 有色设备, 2016, (4): 33-36.
- [7] 有色冶金炉设计手册编委会. 有色冶金炉设计手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2000.
- [8] 王红吉. 烟气洗涤配套回转窑处理锌浮渣实践[J]. 有色冶金节能, 2022, 38(5): 55-59.
- [9] 刘玉芳, 张明哲, 刘玉弟. 锌锭生产线的发展现状与未来智能化展望[J]. 有色设备, 2022, 36(3): 12-15.
- [10] 赖德荣, 杨志锋, 曹海滨, 等. 锌冶炼熔铸锌浮渣处理工艺改进[J]. 有色冶金节能, 2021, 37(3): 26-28.
- [11] 周涛, 邵鑫, 高山, 等. 基于冶炼设备故障的炼钢-连铸重调度[J]. 冶金自动化, 2023, 47(6): 45-56.
- [12] 孙彩虹, 代梦博, 张文杰, 等. 转底炉工艺次氧化锌的硫酸浸出动力学[J]. 湿法冶金, 2022, 41(2): 117-121.

Comparison of dry and wet treatment process of zinc ash and selection of key equipment and application of dry treatment process

CHEN Xiangqiang, SONG Yan

Abstract: In the industrial production of zinc hydrometallurgy, zinc ash is the by-product of electrolytic cathode zinc sheet melting and impurity removal in zinc melting induction furnace. Zinc ash contains about 80% zinc, of which more than 70% zinc exists in elemental form. In this paper, the advantages and disadvantages of dry and wet treatment processes are compared, the key equipment selection and capacity calculation for the dry treatment process are mainly introduced, and combined with the actual production situation the process equipment is improved and perfected after production.

Key words: zinc ash; dry process; wet process; ball-milling; separate; zinc powder



(上接第 74 页)

Production practice of anode plate transfer and storage in copper smelting plant

HUANG Zhiliang, YANG Guonian, DENG Bing, CHENG Hongpeng,
CAO Zhijie, LIU Xushan

Abstract: Copper smelting plants transfer anode plates out of the furnace. A combination of forklift forklift and vehicle transportation is commonly used to transfer anode plates. The quality of anode plates is controlled by manual selection and testing, which is labor-intensive and has high operating costs. It is not conducive to enterprise production cost control. This article introduces an automatic transfer and storage production mode of anode plates. Through automatic extraction, cleaning, detection, sorting, storage and transfer operations of anode plates, automatic transfer of anode plates replaces the manual transfer operation mode, effectively reducing personnel labor intensity and reducing production. Operating costs.

Key words: anode plate; washing and testing line; RGV; copper smelting; 5G communication

