

赤泥压滤滤饼水分偏高的影响因素与工艺优化研究

厉磊

中铝山东有限公司矿业公司

DOI:10.32629/gmsm.v9i3.2488

[摘要] 针对赤泥压滤过程中滤饼水分持续偏高的问题,结合车间13台不同型号板框压滤机的实际生产工况,系统分析了影响滤饼含水率的多维因素,包括来料液量平衡、设备压力参数、滤布工况等内部因素,以及矿石掺配比例、赤泥粒度组成、细泥含量、来料液固比等外部物性因素。通过开展进料时长、保压压力、滤布选型、上料泵频率等多组生产试验,评估了现有调控措施的降水和控水效能。结果表明,来料负荷、难滤矿石配比及滤布老化是核心制约因素,单纯优化操作参数的控水边际效益有限。据此提出了参数微调、滤布迭代、物料检测、矿源配比优化及压榨工艺技改等多项工程化建议,为赤泥压滤系统的降本提质提供技术参考。

[关键词] 赤泥; 板框压滤机; 滤饼水分; 物料物性; 工艺参数

中图分类号: TG356.23 **文献标识码:** A

Research on the Influencing Factors and Process Optimization of High Moisture Content in Red Mud Press Filter Cake

Lei Li

Chinalco Shandong Co., Ltd. Mining Company

[Abstract] To address the persistent issue of high moisture content in filter cakes during red mud filtration, this study systematically analyzed multidimensional factors influencing filter cake moisture levels based on operational data from 13 plate-and-frame filter presses of different models. The analysis covered both internal parameters (including feed liquid balance, equipment pressure settings, and filter cloth performance) and external physical properties (such as ore blending ratios, red mud particle size distribution, fine mud content, and feed liquid-solid ratio). Through a series of production experiments investigating feeding duration, holding pressure, filter cloth selection, and feed pump frequency, the effectiveness of existing control measures in reducing moisture content was evaluated. Results demonstrated that feed load rate, composition of difficult-to-filter ores, and filter cloth aging are the primary limiting factors, while optimizing operational parameters alone yields limited marginal benefits. Accordingly, several engineering recommendations were proposed—including parameter fine-tuning, filter cloth optimization, material quality monitoring, ore blend optimization, and process improvements—to enhance cost efficiency and operational performance of red mud filtration systems.

[Key words] Red mud; Plate-and-frame filter press; Filter cake moisture; material properties; Process parameters

1 引言

板框压滤机是赤泥脱水处理的核心设备,其滤饼水分指标直接关系到后续堆存、运输及资源化利用的经济性与安全性。以山东某氧化铝企业赤泥压滤机为例,该企业赤泥压滤工序现有压滤机13台,包括高效500m²快开式板框压滤机8台、250m²板框压滤机1台、西班牙引进的208m²APN型压滤机4台,月处理赤泥能力约40万吨(折合干量26.9万吨)。受赤泥来料量大、工况性质波动等因素影响,滤饼水分持续偏高,虽经多次专题攻关,仍未达到预期控制目标。本文基于现场试验与工况分析,系统探讨压

滤机操作参数与赤泥物性对滤饼水分的耦合影响机制,并提出切实可行的工艺改进路径。

2 压滤系统现状与水分控制难点

2.1 设备配置与产能负荷现状

压滤工序每天赤泥来料液量在20000m³左右,折合赤泥干量平均9150吨/天(折湿量1.35万吨/天)。在设备满负荷100%运转率的前提下,要满足液量平衡,则要求全部压滤机处理量达到:9150/24=381吨/小时。分别要求高效和西班牙压滤机台时产能达到38吨/小时和15吨/小时(38*8.5+15*4=383)。

目前, 高效压滤机单车产量约9.5吨, 西班牙压滤机单车产量约5吨。根据上述计算, 要满足产量需要, 高效压滤机每小时需循环4次, 西班牙压滤机每小时需循环3次。

当前生产条件下, 高效压滤机进料压滤时间约300秒, 单循环用时15—20分钟; 西班牙压滤机进料压滤时间500秒, 单循环用时20分钟。在不考虑设备正常清检和换布工作的情况下, 基本能够保证液量通过。在降低水分工作开展初期, 压滤车间曾尝试将进料时间提升至500—600秒, 滤饼水分在32%左右, 但长时间运行, 压滤产量受到影响, 液量很难实现平衡。

由于目前赤泥来料量大, 首先要保证赤泥能够全部压滤, 在液量平衡的基础上, 兼顾赤泥滤饼水分指标的控制。

2.2 赤泥工况与水分控制的矛盾分析

从目前情况看, 赤泥性质对滤饼水分影响较大, 主要有以下几个方面。

第一, 矿石掺配的因素。不同比例、不同种类的矿石掺配方案, 对滤布的过滤性能影响较大。澳矿和印度矿的压滤效果较好, 滤饼相对干; 而不洗马来矿由于含泥量大, 属最难压滤的赤泥, 且赤泥产出率高; 巴西矿赤泥很细, 较难压滤, 若少量掺配使用, 影响效果稍差。

第二, 粒度组成的因素。赤泥的粒度成分不同, 过滤效果也不相同。若来料含粗颗粒较多, 则赤泥水分相对较低, 滤布使用寿命也能够延长; 若来料细颗粒多, 则容易在滤布表面附着并堵塞滤网, 赤泥很难压干, 并且滤布寿命也有明显缩短。

2015年曾针对巴西矿和马来矿的掺配赤泥进行过粒度分析试验, -500目含量占80%以上, 物料极难压干, 滤饼水分在33%以上; 但在进行纯澳矿压滤试验期间, 赤泥滤饼的水分则控制较好。

第三, 细泥含量影响。泥质物料属亲水矿物, 一方面它充填于物料间隙, 使毛细管作用增强; 另一方面它附着在矿粒表面, 使物料水分增高, 这两种情况的水均不易脱离。

第四, 添加物影响。在氧化铝生产过程中, 由于加入絮凝剂和碱, 以及赤泥中本身含有的有机物, 都会使物料的黏性增加。物料发黏就容易粘布, 并且将细泥物质凝聚, 物料更加难以压滤。

物料发黏的具体表现是, 现阶段压滤出的滤饼, 表面看上去很干, 但是掰开滤饼内部, 含水量依然很大, 将内部的赤泥碾碎以后, 全部是细泥成分和水, 几乎没有粗颗粒。2017年, 曾对留存的难压滤赤泥样品进行了化验, 虽然已经存放一个多月, 但赤泥内部水分仍然高于30%。

2.3 现场操作对滤饼水分的影响因素分析

2.3.1 压力影响

压力主要指压滤机的保压压力和赤泥在滤室内的入料压力。保压压力是压滤机通过油缸对滤板进行挤压, 形成密闭滤室的压力; 入料压力是通过上料泵频率调节实现的, 当滤室被赤泥浆填满以后, 在上料的过程中会形成挤压力。结合压滤机工作原理分析, 入料压力是主要影响滤饼水分因素, 直接决定物料受压

强弱, 保压压力是次要因素, 是为了保证滤室呈密闭状态, 防止物料喷溅形成的。

2.3.2 滤布影响

滤布过滤性能好坏, 将影响赤泥的过滤效果, 从而影响水分的脱除效果。一方面, 目前滤布的使用寿命为40天左右, 滤布在寿命后期的过滤效果差, 水分指标就会升高。另一方面, 滤布种类繁多, 不同材质的滤布, 针对不同种类的赤泥, 过滤效果也不相同。

2.3.3 料浆液固比影响

分别针对不同种类矿石和不同液固比指标下的赤泥进行压滤, 取水分指标化验, 分析赤泥来料液固比指标和滤饼水分的关系。

通过实验分析, 来料液固比对滤饼水分的影响较小, 但对于压滤机台产效率的影响巨大。液固比偏低, 物料压滤效果好, 但滤液产出少, 并且槽位降低缓慢, 生产容易形成被动; 液固比偏高, 则压干需要更长时间, 导致上料压滤时间增加, 压滤机台时产能效率降低明显。根据实际生产经验判断, 来料液固比指标控制在1.5—2.5时, 是压滤生产的最佳指标条件。

3 工艺优化试验与效果评估

3.1 线性延长保压进料时间试验

利用高效5#压滤机进行试验, 赤泥为烧结拜耳混合赤泥, 矿石主要以澳矿、马来矿、巴西矿的掺配。滤布已使用时间为15天左右, 处于滤布寿命中期。将压滤机保压进料时间进行线性延长, 由200秒逐渐提升至600秒, 分别取单车滤饼进行水分化验。

得出的结论为: 上料保压时间延长, 可从一定程度上降低滤饼水分, 但降低效果不明显。上料时间在200秒—300秒时, 滤饼水分为33.5%左右, 上料时间调整至300秒—400秒时, 滤饼水分为32.5%—33%, 上料时间提升至400秒以后, 滤饼水分基本不再变化。

表1 压滤机进料压滤时间试验结果

进料时间	200—300 秒	300—400 秒	400 秒以上
滤饼水分	33.5%	32.5%—33%	32%—32.5%

结论: 虽然延长上料压滤时间对滤饼水分降低的作用不明显, 但却是目前可以灵活采取的措施。以进料时间400秒作为参考依据, 在生产液量条件允许的情况下, 尽可能地增加上料压滤时间, 从而尽最大努力降低滤饼水分。

3.2 对标滤布情况, 缩短换布周期

对标同行业压滤机滤布及水分情况。某企业压滤机采用的是单复丝丙纶滤布, 过滤网眼大, 使用前期滤液浮游物指标偏高, 容易损坏滤板, 中后期能够得到缓解, 产出的滤饼厚实, 使用寿命30天左右。我单位压滤机采用的是无纺丙纶滤布, 滤布表面光滑, 过滤网眼小, 浮游物指标情况较好, 使用寿命为40—45天。

同行业压滤机进料时间为10分钟左右, 单车循环时间30分钟, 产出赤泥水分平均为33.02%; 我单位压滤机进料时间为5分

钟左右,单车循环时间为15分钟至20分钟,产出赤泥水分平均为32.36%。同期平均水分相差不大,但需要说明的是,单丝丙纶布的价格是无纺布的三倍。

结论:通过分析对标情况,两种材质的滤布过滤效果相差不大,考虑成本因素,仍考虑使用无纺滤布。但可以在现有基础上,缩短滤布更换周期,以保证滤布的过滤性能良好,从而改善水分指标。

3.3增加保压压力试验

通过与设备厂家进行增压试验,分别选取不同工序的不同物料压滤机进行增压试验,试验情况如下:

(1) 高效工序9#压滤机进行试验,保压压力最高提升至16MPa进行压滤。但由于压力过大,导致3块滤板严重变形,压滤机大梁轻微受损,后固定板螺丝断裂。综合考虑设备安全运行,目前压滤机保压值最高控制在14MPa。

(2) 高效工序2#压滤机进行试验,保压压力由11.5MPa提升至12.5MPa,进料时间由300秒提升至400秒,取水分指标进行对比,化验结果为:参数调整前水分35.19%,参数调整后水分35.14%。

(3) 西班牙工序8#压滤机进行试验,保压压力由13MPa提升至14MPa,进料时间由300秒提升至400秒,化验结果为:参数调整前水分34.81%,参数调整后水分33.45%。

表2 压滤机增压试验结果

压滤机名称	高效2#	高效2#	西班牙8#	西班牙8#
保压压力	11.5MPa	12.5MPa	13MPa	14MPa
进料时间	300秒	400秒	300秒	400秒
滤饼水分	35.19%	35.14%	34.81%	33.45%

结论:依据试验情况,适当提升保压压力,配合增加压滤机进料压滤时间,水分降低效果不明显,但提升压力对于滤板寿命的影响,需要通过长周期试验进行判断。

3.4调节压滤机上料泵频率

目前压滤车间采用的是上料泵直接进料的方式,入料压力直接来自于泵在输送过程中的冲力。对上料泵频率进行过提升试验,分别将6#、8#、9#压滤机的泵频提升了1—2Hz,带来的结果是机封水不足以抵挡物料的冲力,导致跑料而损坏机封件,同时因为压力的增加,导致上料管道频繁打垫子。故此,上料泵频

率参照试验依据应当维持在35—38Hz之间。

4 综合优化措施与技术建议

4.1进行压滤机参数调整,多措并举降低水分

结合所开展的试验情况,继续探索调整压滤机进料等相关参数。针对不同种类赤泥,及时改变进料压滤时间,并配合调整保压压力数值。同时加强岗位操作,强化人工投料,及时关注滤布使用情况,多措并举降低水分。

4.2继续进行不同种类的滤布试验

加强与压滤机厂家的沟通,要求厂家给予配合指导,学习其他赤泥生产单位的经验成果,再进行其他种类的滤布试验,研究滤布对滤饼水分的影响情况,确定过滤效果好的滤布。

5 结语

本次研究完成赤泥压滤水分超标全维度诱因梳理与现场对照试验,厘清生产负荷、设备参数、滤布属性、赤泥理化特性及来料工况对滤饼含水率的层级影响关系,证实单纯优化压滤运行参数控水边际效益极低,矿石原料配比、微细颗粒与亲水杂质含量是制约脱水指标的核心痛点。本次研究立足车间产能平衡与设备安全底线,匹配生产实际制定低成本落地整改措施,规避设备过载、构件损毁、生产停滞次生风险。后续可依托物理想化专项检测细化工艺适配方案,结合成本效益核算研判隔膜压榨工艺落地价值,统筹原料调配、设备运维、工艺升级三维路径,构建长效控水管控体系,同步兼顾产能达标与产品指标提质。

【参考文献】

[1]付善春,王冬冬,沈红艳.赤泥矿粉沥青混合料的抗水损坏研究[J].矿产综合利用,2022(05):57-58.

[2]刘鹏飞,尹松,王玉隆,等.赤泥的路用性能研究现状及其环境影响控制技术[J].轻金属,2021(12):100-101.

[3]冉浩学,谢名淇,朱燕,等.赤泥在水、土、气环境治理中的应用研究进展[J].矿产综合利用,2022(02):20-21.

[4]宋永明,李驰,高瑜,等.矿井水对赤泥基充填体侵蚀性能的影响[J].矿业研究与开发,2025,45(01):103-111.

[5]王胜安.赤泥堆场回水处理方案的试验研究[J].轻金属,2021(01):14-15.

作者简介:

厉磊(1989—),男,汉族,浙江义乌人,本科学士,中铝山东有限公司矿业公司,助理工程师,研究方向:赤泥处理及赤泥综合利用。