

# 水泥辊压机联合粉磨系统提产降耗优化与应用

方明明

安徽怀宁海螺水泥有限公司 安徽安庆 246100

**摘要:** 现阶段, 为进一步提高水泥辊压机联合粉磨系统的粉磨功效, 针对辊压机、选粉机、球磨机等关键设备进行优化设计, 可以提高辊压机挤压效果、球磨机研磨效率、选粉机选粉效率, 进而提高水泥辊压机联合粉磨系统的产量、降低水泥粉磨电耗, 使得水泥联合粉磨系统的电耗达到新低水平, 两个工程案例也证实了优化措施的实施效果, 为水泥粉磨领域的节能降耗提供了技术支撑。

**关键词:** 水泥辊压机; 粉磨系统; 节能降耗

## Optimization and application of cement roller mill combined with grinding system to increase yield and reduce consumption

Mingming Fang

Anhui Huaining Conch Cement Co., LTD. Anqing, Anhui 246100

**Abstract:** At the present stage, in order to further improve the grinding efficiency of the cement roller press combined grinding system, the optimization design of key equipment such as the roller press, powder separator and ball mill can improve the extrusion effect of the roller press, the grinding efficiency of the ball mill and the powder selection efficiency of the powder separator, thus improving the output of the cement roller press combined grinding system and reducing the power consumption of the cement grinding system. The power consumption of the cement combined grinding system reached a new low level. The two engineering cases also proved the implementation effect of the optimization measures, and provided technical support for the energy saving and consumption reduction in the field of cement grinding.

**Keywords:** Cement roller press; Grinding system; Energy conservation and consumption reduction

### 引言

有研究表明, 配置的水泥辊压机联合粉磨系统工序电耗可降至 27~30kWh/t; 另外, 辊压机半终粉磨系统是在辊压机联合粉磨系统的基础上发展起来的一种粉磨系统, 将辊压机挤压产生的符合水泥成品细度的粉料提前选出, 再与球磨机磨制的水泥成品混合, 形成最终的水泥产品。这部分提前选出的成品不通过球磨机研磨, 可以降低球磨机负担与过粉磨物料的比例, 进而提高系统粉磨效率, 从而提高了系统产量, 降低了系统粉磨电耗, 可以将水泥粉磨系统工序电耗降低至 25~28kWh/t, 尤其是大辊压机、小球磨机配置的半终粉磨系统提产降耗的效果更突出。但辊压机挤压直接选出的水泥成品由于粒度分布、颗粒形貌与球磨机制备的水泥成品存在一定差异, 往往导致水泥成品的需水量大, 一般在 27%~30%, 给混凝土配制带来不利, 市场的接受度不是很高。目前主流的水泥辊压机联合粉磨系统多为双闭路系统, 主要由两部分组成: 辊压机预粉磨系统和球磨机粉磨系统, 辊压机预粉磨系统一般由稳流仓、插板阀、辊压机、提升机、V 型选粉机、精细选粉机、旋风筒或收尘器、风机等组成; 球磨机粉磨系统由球磨机、提升机、精细选粉机、收尘器、

排风机等组成。为降低系统粉磨电耗, 在设计球磨机时采用了薄衬板与轻质扬料板, 降低了球磨机本身的负荷; 在设计研磨体级配与装研磨体, 以及加长磨机长度的同时, 适当降低了研磨体填充率, 采用低循环负荷的设计理念, 提高球磨机研磨效果的同时, 有效降低了球磨机运行功率。为进一步挖掘辊压机联合粉磨系统的提产降耗潜力, 通过采取主机配置优化、选粉机优化、球磨机磨内结构优化等措施, 提高辊压机挤压效率、选粉机选粉效率、球磨机研磨效率, 降低系统用风等, 实现系统的提产降耗目标。本文就此进行了如下探究。

### 一、水泥辊压机联合粉磨系统存在的不足

#### 1. 辊压机跳停

在水泥粉磨系统调试初期, 辊压机会频繁跳停, 跳停前辊压机有时会出现振动。辊压机的振动问题, 一般多数情况是由于辊压机回料系统中细粉含量过多造成的, 由于细粉的密度低, 其间夹杂着气体, 在其经过高压力区的挤压后, 密度增高, 夹杂气体聚集成气泡, 而气泡在高压力作用下破裂, 从而会导致辊压机的振动; 另外, 细粉之间易于滑动, 当其被拉入高压力区进行挤压时, 易产生滑动, 也会导致辊

压机的振动。一般当辊缝差大于 4mm 时, 辊缝较大的一侧自动加压, 如果不能纠偏, 当辊缝差大于 8mm 时称重仓气动阀关闭, 停止下料纠偏; 辊缝差大于 10mm 辊压机跳停。造成左右辊缝差大的原因有如下几种, 我们分别进行了检查和整改。1) 有铁块或其它金属进入, 卡在动定辊之间, 导致辊压机产生振动, 甚至跳停。由于在熟料配料车间的进料皮带和辊压机系统回料皮带上, 我们均设置了电磁除铁器和金属探测仪, 这种情况发生的可能性不大, 但依然再次清扫了水泥粉磨系统各操作平台上的紧固件和焊接碎料等金属部件。2) 物料粒度不均, 内有较大颗粒物料, 细料下卸过快, 导致了振动现象<sup>[1]</sup>。经过一段时间的观察, 熟料配料至水泥粉磨系统的皮带机上各种原料(熟料, 石膏, 矿渣)粒度均在 30mm 以下, 无大块物料。3) 液压缸左右压力不一致, 压力小侧被物料撑开导致了左右辊缝差大。我们检查了液压元件, 重新调整了液压系统, 保证最低工作压力 7Mpa 左右, 低于 7Mpa 自动加压, 但加压增加 1~1.5Mpa 停止, 以保证满足工作压力同时左右压力尽量均衡。4) 侧挡板漏料, 导致了左右辊缝差大。检查中, 我们发现, 一侧的侧挡板紧固螺栓出现了松动, 侧挡板位置出现了一定偏移, 这可能是导致问题发生的原因之一<sup>[2]</sup>。5) 插板阀开度不一致造成料偏, 从而引起了左右辊缝差大的发生。经检查, 左右辊缝差较大一侧的插板阀开度较大, 这是导致问题发生的另一主要原因, 重新调节了插板调节阀, 保证两侧一致, 并按上述方式调整了液压缸的初始压力, 使物料不至于轻易撑开辊缝, 防止下料过快形成足够料压导致料偏问题。

### 2. 系统风量平衡

根据现场实际情况和业主要求, 本系统采用双斗提双风机单收尘器操作, 对中控人员的操作要求较高, 特别是对磨内风速的控制, 阀门的开度, 系统风量的平衡等操作难度较大<sup>[3]</sup>。由于现场中控操作人员对本系统工艺流程和风量平衡的理解不够深, 在系统阀门操作上比较生疏, 通过充分的交流和反复的调整, 最终在 O-SEPA 选粉机一次风量 70%, 二次风量 20%, 三次风量 10% 左右和循环风机至 O-SEPA 选粉机风量 60%, 至 V 型选粉机循环风量 40% 左右找到了平衡点, 使系统操作风量趋于平衡, 生产日趋正常。

### 3. 系统产量偏低

投产调试初期, 水泥粉磨系统产量一直徘徊在 85t/h 左右, 远没达到系统设计产量, 具体表现为出磨风温高, 过粉磨现象严重, 粉磨效率较低, 电耗过高。良好的磨内通风, 有利于物料蒸发的水气能及时排出, 降低磨内温度; 减少过粉磨和防止粘磨、粘球及堵塞篦孔等现象发生。于是, 我们

停磨并进行了如下检查。(1) 检查研磨体是否有破损情况;(2) 检查隔仓板和研磨体是否有窜仓情况;(3) 检查出料篦缝;(4) 检查是否有包球和糊磨等现象;(5) 检查阀门开度是否与中控一致。经检查, 发现隔仓板和出料篦缝有堵塞现象, 一仓粉磨效果不佳, 更重要的是磨机出口主风管上的电动调节阀的开度比中控显示要小很多<sup>[4]</sup>。由于电动调节阀的开度与中控不一致, 当中控操作已经全部打开该阀门时, 现场的阀门大约只开了 40% 左右, 于是便产生了磨内通风不足的问题, 磨内水蒸气排放困难, 导致潮湿细粉部分堵塞了隔仓板和出料篦缝, 而这又进一步加剧了通风不良。对水泥磨系统做了以下调整和改进。(1) 重新校正了水泥磨出风管上的电动调节阀, 使其与中控的显示一致, 并在后面的中控操作上, 加大了该阀门的开度, 增加磨内风速;(2) 清理了隔仓板和出料篦缝的堵塞现象;(3) 重新核算了磨机当前的钢球级配, 发现平均球径和最大球径均太高, 很像是带不带辊压机的  $\Phi 3.8 \times 13\text{m}$  水泥磨圈流系统的钢球级配, 经过与相关负责人沟通后得到进一步的证实<sup>[5]</sup>。级配合理时, 钢球对物料即有适当的冲击力, 又有较多的冲击次数和较强的研磨作用, 且钢球间有合理的孔隙率, 保证物料经适当的流速穿过磨机, 保证了产品的细度, 也提高了粉磨效率, 得到低单位电耗、球耗的明显效果。

## 二、水泥辊压机联合粉磨系统提产降耗优化与应用

### 1. 球磨机系统选择与优化

由于入球磨机的物料越来越细, 球磨机内料流速度也随之加快, 尤其是系统产量越高, 对球磨机通过量与研磨效率要求越高, 一定程度上给球磨机带来提产难题, 降低球磨机循环负荷是较为可行的解决思路<sup>[6]</sup>。提高球磨机的研磨效率与选粉机选粉效率, 是降低循环负荷的重点, 主要通过以下优化措施实现:(1) 适当加长球磨机的长度, 增加物料在球磨机的研磨时间。(2) 建议采用两仓磨(即使入磨物料比表面积在 250~300m<sup>2</sup>/kg), 合理分配两仓长度, 合理分工破碎与研磨功效, 入磨物料越细, 前端的破碎仓长度越短。(3) 采用防堵型、中心风料分离及物料流速可调可控的新型隔仓板技术, 实现对物料流速的控制与调节, 优化磨内工况。(4) 采用减薄型的磨内衬板和活化装置, 减轻衬板和活化装置重量, 降低磨机基础功耗, 增加球磨机的有效容积<sup>[7]</sup>。(5) 研磨体级配设计要统筹考虑研磨与冲击效果, 尤其是冲击效果可以产生一定的过粉磨细粉, 对于拓宽水泥的粒度分布、提高水泥的比表面积均有益处, 且可进一步降低水泥的需水量。

(6) 选用或设计低循环负荷的高浓度精细选粉机, 与低循环负荷的球磨机相匹配(循环负荷率控制在 80%~120%), 与传统的 O-Sepa 选粉机设计理念存在区别, 传统的选粉机设计进料浓度  $2.5\text{kg}/\text{m}^3$ 、出料浓度  $0.8\text{kg}/\text{m}^3$ , 而低循环负荷球磨机需要的是低进料浓度、高出料浓度选粉机。

### 2. 辊压机系统选择与优化

细粉中产生的微裂纹程度也是影响系统产量的一个重要元素, 入球磨机物料中微裂纹越多, 球磨机越易研磨, 系统产量往往更高。为进一步提高入球磨机物料细度、产生更多的微裂纹, 可采用高压大型辊压机作为预粉磨装备, 提高操作投影压力, 并设计合适装机功率, 提高电机效率, 实现辊压机系统高压挤压与低循环负荷运行, 来提高辊压机挤压效果<sup>[8]</sup>。球磨机的破碎功能较弱, 而细研能力较强, 降低入球磨机的物料粒度是提高系统产量的常规手段。为进一步降低入球磨机的物料粒度, 往往采用大辊压机、小球磨机的组合方式, 将入球磨机的新鲜粉料(预粉磨系统挤压后选出的细粉, 不含球磨机选粉机的回磨粗粉, 下同)的比表面积提高至  $200\text{m}^2/\text{kg}$  以上, 球磨机的研磨功能可发挥得更好<sup>[9]</sup>。为提高辊压机的挤压效果, 形成较为密实的入料料柱, 需要配置与辊压机通过量相匹配的稳流仓储量, 小仓下料溜子采用上下垂直布置并设计有一定高度(3~5m), 再通过辊压机入料插板阀的调节控制, 形成具有一定入料速度的密实料流, 以控制形成合适的辊缝(30~40mm), 进而使得辊压机电机运行电流达到额定电流的 80%以上, 在这种运行状态下辊压机可达到较好的挤压效果, 为系统提产降耗提供了基础<sup>[10]</sup>。采用或设计分散效果较好的 V 型选粉机, 尤其是针对通过量较大的辊压机, V 型选粉机喂料量较大, 入料口有必要分格设计, 且保证每个格的物料量均布, 使得物料在 V 型选粉机内均匀分散, 料幕布满整个 V 型选粉机空间且厚度合适, 从而使得 V 型选粉机具有较高的选粉效率、较低的选粉风量和较低的气流阻力。随着辊压机规格的逐步加大, 辊压机挤压后产生的细粉量也随之增多, 选出的细粉要么量增多(与小辊压机相比, 细度不变), 要么粒度更细(与小辊压机相比, 选出细粉量不变), 为此, 有必要在 V 型选粉机后串联一个精细选粉机, 或将 V 型选粉机与精细选粉机集成设计为一个选粉装置, 通过加设精细选粉机, 可将入球磨机的新鲜粉料的比表面积提高至  $220\text{m}^2/\text{kg}$  以上, 甚至可实

现  $300\text{m}^2/\text{kg}$  左右的比表面积, 为系统大幅提产提供了可能。

### 三、结束语

综上所述, 水泥粉磨电耗是水泥制备电耗中一项重要组成部分, 降低水泥粉磨电耗一直是水泥粉磨领域研究的重点。由于球磨机磨制的水泥需水量小、粒度分布宽, 制备的水泥性能较为优越, 目前仍是主流的水泥成品加工装备。为降低水泥的需水量, 只能降低提前选出的这部分成品比例, 或采用联合粉磨系统的操作模式生产水泥, 从而导致系统产量有所降低, 电耗相应增加。而通过对辊压机、选粉机、球磨机等关键设备优化设计, 可提高辊压机挤压效果、球磨机研磨效率、选粉机选粉效率, 进而提高水泥辊压机联合粉磨系统的产量, 降低水泥粉磨工序电耗。

### 参考文献:

- [1] 顾金土, 鲍福军, 胡沿东, 赵钢, 黄建国. 大型钢渣辊压机联合粉磨装备及工艺开发研究[J]. 新型建筑材料, 2022, 49(10): 73-77.
- [2] 杨天雷. 水泥辊压机联合粉磨系统提产技改实例[J]. 中国水泥, 2022, (10): 87-88.
- [3] 徐志超. 水泥辊压机联合粉磨系统工艺优化实践[J]. 水泥, 2022, (08): 35-37.
- [4] 李洪生, 沙印秋, 王娜, 于君, 何毛. 水泥辊压机联合粉磨系统的升级改造[J]. 水泥技术, 2022, (04): 39-46.
- [5] 陈小云. 水泥联合粉磨系统节电改造案例分析[J]. 新世纪水泥导报, 2022, 28(04): 73-77.
- [6] 戴建盛, 楼美善, 邢愚, 王广杰, 王德锦. 辊压机开路水泥联合粉磨系统的节能改造[J]. 新世纪水泥导报, 2022, 28(03): 65-68.
- [7] 邹伟斌, 李彩霞. 辊压机双闭路水泥联合粉磨系统提质降耗技术措施[J]. 新世纪水泥导报, 2022, 28(02): 30-38.
- [8] 章嗣福, 周长华. 大辊压机配小球磨机建设水泥联合粉磨系统的实践[J]. 新世纪水泥导报, 2021, 27(03): 59-62.
- [9] 钟小红, 肖永明. 水泥联合粉磨辊压机系统的升级改造[J]. 新世纪水泥导报, 2020, 26(06): 58-60.
- [10] 刘建超, 万华, 汪伦, 赵勇康. 水泥辊压机终粉磨工艺的实践[J]. 水泥, 2020, (05): 37-39.