

# 筛余曲线指导管磨机优化的实践

何志棋 刘仁强

(广东塔牌集团股份有限公司蕉岭分公司 广东梅州 514100)

摘要：用筛余曲线判断水泥磨研磨体级配是否合理，可以有效地提高粉磨效率。

关键词：筛余曲线；研磨体级配；粉磨效率

## 0 引言

在水泥生产中，除了根据磨机产量、产品细度变化以及粉磨过程中磨机仓内料面高低来判断水泥磨内研磨体级配是否合理外，还可以采用制作筛余曲线的方法判断，根据其下降幅度及波动状况来判定磨内研磨体级配等工艺参数是否合理，为优化磨机研磨体级配和填充率提供科学依据，达到提高水泥磨台时产量及节能的目的。本文结合生产实践，介绍筛余曲线在管磨机优化中的指导作用。

## 1 管磨机基本情况

### 1.1 主机设备规格：

(1)开路磨 4.2×13m (2)辊压机 RP1700×1100mm +V

仓号	有效仓长 (mm)	有效内径 (mm)	填充率 (%)	平均球径 (mm)	装载量 (t)	总装载量 (t)
I	4.05	4.03	30.5	26.25	62.1	216.3 (设计：240t 占 90%)
II	8.65	4.03	31.8	9.52	154.2	
物料配比 (%)	品种	熟料	石灰石	转炉渣	膏模	
	PO42.5R	82.63	4.9	6.55	5.92	
入磨物料细度	品种	0.045mm (%)	0.08mm (%)	0.2mm (%)	比表面积 (m <sup>2</sup> /kg)	
	PO42.5R	37.2	17.6	2.2	210	
技术指标	品种	平均台时 (t/h)	粉磨电耗 (kw.h/t)	磨机运行功率 (kw)		
调整前	PO42.5R	168.00	34.43	2900 ~ 3050		

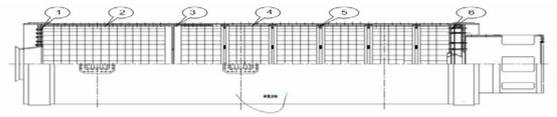
表 1 磨内运行参数

### 1.3 系统存在问题分析

从主机设备配置及实际生产能力发挥来看，该系统产量偏低，粉磨电耗偏高，按正常情况应 < 32 kWh/t。分析认为，

## 型选粉机

塔牌分公司 XD 磨机结构示意图及磨内结构图 (图 1)



1-端盖衬板 2-双曲面衬板 3-单层隔仓板 4-波纹衬板  
5-活化衬板 6-卸料仓

图 1 结构示意图

1.2 运行参数： 2016 年 1 月前磨内参数 (见表 1)

该系统管磨机一仓和二仓研磨体级配不合理。

## 2 制作筛余曲线分析研磨体级配

2020 年 1 月 28 日磨内筛余曲线图 (见图 1)

取样点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.08mm	15.6	15.4	17.9	16.5	15.6	15	14.6	13.6	12.2	12	11.4
0.045mm	35.6	35.8	36.8	35.8	34.2	33	31.2	31	31	30.2	29.4
0.2mm	2.8	2.8	3	2.8	2.6	2.2	2	1.8	1.6	1.4	1.2
取样点	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0.08mm	10.2	9.6	9	7.8	7.2	6.8	6	5.6	4.8	3.6	3
0.045mm	27.6	27.6	24	22	21.2	18.9	17.2	16.4	15.6	14.8	14.2
0.2mm	1.2	1	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0	0	0

I 仓：1-8；II 仓：9-22

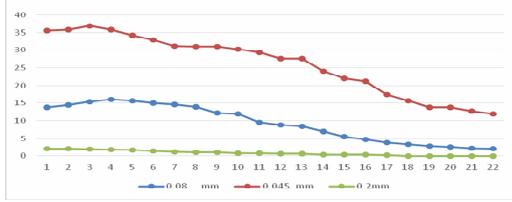


图 1

2.1 筛余曲线分析结果:

I 仓: 0.045mm 筛余在入料端 1.5m 内没有明显下降, 0.08mm 的筛余一直到 3.5m 后才有比较明显的下降趋势, 0.2mm 筛余在入料端下降幅度不明显; 说明 I 仓破碎+研磨能力不足; 物料流速偏快。

II 仓: 细度偏粗, 说明 II 仓研磨效率不足。

2.2 研磨体级配设计原则

筛余曲线反映了物料在磨内不同位置被粉磨的粗、细和快、慢情况, 为调节磨内研磨体级配提供科学依据, 因此, 研磨体级配设计的好坏对磨机产质量影响大。

如何合理进行研磨体填充及级配, 以达到最佳粉磨效率, 设计原则必须充分考虑:

粉磨工艺流程及其配套的半终粉(选粉机、辊压机等)性能; 入磨物料的特性(品种及其配比、粒度大小、综合水分、流动性、易磨性等); 平均球径、填充率、研磨体装载量; 隔板箅缝大小、各仓长度; 粉磨生产操作和系统设备调控因素。

一般按以下步骤进行:

入磨物料粒径→平均球径→填充率→装载量→钢球级配。

3 研磨体级配和填充率的优化

3.1 优化的具体措施

筛余曲线分析及级配要从实际出发, 实际生产中同一规格型号的磨机或同一台磨机相同的级配, 会因原材料的易磨性、不同易磨性材料搭配、入磨物料水分、入磨物料粒度以及系统工况等情况不同和操作变化, 导致筛余量的变化, 最终的产质量都会有所变化。

3.2 调整措施

3.2.1 通过图 1 筛余曲线分析, 结合其他影响因素: (1) 混合材品种结构不合理; (2) 辊面磨损、凹坑、剥落, 入磨物料粗; (3) I 仓填充率偏大。

3.2.2 确定调整方向:

(1)降低转炉渣掺量, 提高石灰石掺量; (2)利用停机, 对辊面焊补, 并制订后续辊面维护计划;

(3)级配调整: ①平均球径: 考虑物料易磨性改善和入磨物料细粉率提高, 平均球径不作改变。②填充率: I 仓 30.5%→17.0%; II 仓 31.8%→20.5%。③装载量: 由 216.3t →下降到 158t;

3.2.3 钢球、锻重新配置(见表 2)

仓号	有效仓长(mm)	有效内径(mm)	填充率(%)	平均球径(mm)	装载量(t)	总装载量(t)
I	4.05	4.03	17.0	26.25	40	158 (设计 240t, 占 65.8%)
II	8.65	4.03	20.5	9.52	118	
I 仓	Φ40	Φ30	Φ25	Φ20		
钢球	6	8	10	16	40	
比例	15%	20%	25%	40%		
II 仓	φ 14 × 12	φ 12 × 10	φ 10 × 8	φ 8 × 8		
钢锻	8	8	50	52	118	
比例	15%	20%	25%	40%		

表 2 I、II 仓钢球、段级配

取样点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.08mm	15.9	16	16.6	15.2	14.6	14.2	13.2	12.6	11.8	10.5	9.6	8.3	8.4	7.8
0.045mm	31.8	32.4	33.2	32.5	31.2	30.3	28.9	27.5	27.3	26.4	25.5	24.8	24.2	22.3
0.2mm	1.6	1.6	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1
取样点	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
0.08mm	7.1	6.9	5.6	5.0	4.2	4.1	3	2.6	2.4	2.1	1.9	1.6	1.6	
0.045mm	21.6	20.6	19.8	17.9	17	15.4	14.6	13.8	13.9	14.5	12.3	12.0	12.0	
0.2mm	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

3.2.4 2020 年 4 月 13 日磨内筛余曲线图(见图 2)

I 仓: 1-8; II 仓: 9-27

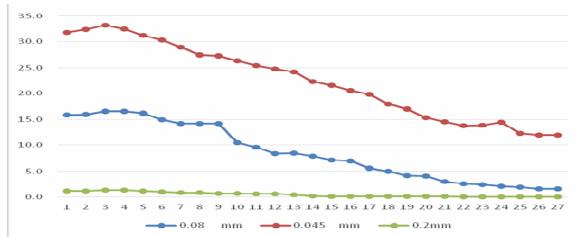


图 2 研磨体重新级配后做筛余曲线

从图 2 筛余曲线反映研磨体级配合理，操作良好的磨

机，其筛余曲线的变化在距一仓入料端有倾斜度较大的下降（大约 1/2 左右），其他全线平滑下降，接近磨尾筛板处有一小段（约 0.5~0.8m）趋于水平；两仓隔仓板前后的筛余数据无大的波动（一般不超 3.0%）

4 效果验证:

水泥品种: PO42.5R

物料配比 (%)	熟料	石灰石	转炉渣	粉煤灰	膏模
调整前	82.63	4.90	6.55	---	5.92
调整后	82.10	6.50	4.50	1.50	5.40
入磨物料细度	0.045mm (%)	0.08mm (%)	0.2mm (%)	比表面积 (m <sup>2</sup> /kg)	
调整前	37.2	17.6	2.2	210	
调整后	33.5	16.8	1.4	235	
技术指标	平均台时 (t/h)	粉磨电耗 (kw.h/t)	磨机运行功率 (kw)		
调整前	168.00	34.43	2900 ~ 3050		
调整后	172.12	31.50	2500 ~ 2650		

4.1 优化改造技术经济效果分析

调整后，该系统开机运行状态稳定，在入磨物料比表面积由原来 210 m<sup>2</sup>/kg 提高到 235m<sup>2</sup>/kg 的条件下，系统粉磨效率显著提高，磨尾提升机运行负荷显著降低。磨制 P·O42.5R 级水泥产量由 168t/h(成品比表面积≥360 m<sup>2</sup>/kg, R45 ≤12.0%)提高至 172.12 t/h, 增产幅度 2.45%。系统粉磨电耗由 34.43 kwh/t 降至 31.5 kwh/t, 节电幅度达 8.51%。

5 结束语

在粉磨工艺设备及其运行参数发生明显改变时, 应进行

筛余曲线分布、通过调整生产控制工艺参数，磨机研磨体级配等，才能有合理的水泥颗粒粒径分布；混合材品种结构、掺量以及熟料质量的变化，均会影响水泥的颗粒级配和粉磨效率，应进行不断摸索和总结，才能找到适合的、最优的工艺控制参数。

参考文献:

[1]高增军. 水泥磨研磨体级配调整探讨[J]. 天津冶金, 2008(06):53-54+57.  
 [2]柯家春. 粉磨多种水泥时研磨体级配的调整[J]. 新世纪水泥导报, 2001(03):9-10.