

φ2.4×7m 球磨机在三种粉磨系统中使用情况浅析

张进韶

(盐城工学院建筑材料工程系, 盐城, 224003)

摘 要 对三家水泥厂使用 φ2.4×7m 球磨机粉磨高标号水泥和水泥生料出现的一些问题进行初步分析, 并提出相应措施加以解决。

关键词 球磨机 沟槽衬板 粉磨 粒度 效益

分类号 TQ172

SJ 水泥厂、HX 水泥总厂、ZL 水泥分厂(以下简称 SJ、HX、ZL 厂)分别采用了 JZ 矿机厂、XZ 机械厂(以下简称 JZ、XZ 厂)的 φ2.4×7m 球磨机来粉磨 425# 普硅水泥、普通水泥生料、特种水泥生料。但在实际生产过程中, 磨机通常达不到设计生产能力、单位产品电耗偏高、磨机适应性差。笔者认为, 尽管这两个厂家生产的磨机属于系列产品之一, 但由于磨机的长径比较小, 在没有采取特殊技术措施的情况下, 设计选型时应慎重考虑。φ2.4×7m 球磨机机械性能及技术参数见表 1、表 2。

表 1 φ2.4×7m 球磨机机械性能及技术参数(I)

制造 厂家	使用 厂家	磨机 型号	转速 r/min	传动 方式	减速器		主电动机			
					型 号	速 比	型 号	功率 KW	转速 r/min	电压 V
JZ 厂	SJ 厂 ZL 厂	φ2.4×7m	20.4	边缘	MCD—70	5.0	JRQ158—8	475	735	6000
XZ 厂	HZ 厂	MB2470			MCD—70 或 ZD—70— 9—1 代		JRQ1510—8			

1 三厂家磨机使用概况及初步分析

1.1 SJ 厂

水泥磨入磨物料配合比为: 熟料(机立窑: 干法回转窑=2:1): 矿渣: 硬石膏=(75~80):(15~20): 4(%). 两台机立窑熟料合用一台 PEX250×1000mm 细颚式破碎机破碎, 因生产能力不够, 将排料口放宽, 熟料粒度变大, 又由于在圆筒库内贮存时间较短, 故温度较高。

• 收稿日期: 1998-01-16

表2 $\phi 2.4 \times 7\text{m}$ 球磨机机械性能及技术参数(II)

仓数	隔仓板型式	衬板型式	有效直径 m	有效容积 m^3	筒体有效长度 m				研磨体装载量 t	闭路设计标定产量
					I 仓	II 仓	卸料仓	合计		
2	提升式 双层	I、II 仓砌环 向沟槽式	9.3	27.1	2.74	3.79	0.25	6.53	40	当入磨物料粒度要求 $\leq 20\text{mm}$; 产品细度: 普通水泥: 5%~6%; 矿渣水泥 3%~4% 时为 16~18t/h
		I、II 仓砌纵 向沟槽式								
	同心圆 单层	I 仓阶梯式, II 仓平衬板 或小波纹		28.17	2.76	3.96	0.17	6.86	37~39	当入磨物料粒度要求 $\leq 20\text{mm}$ 时, 生料磨 28t/h (细度 8%~10%); 水泥磨 16~17t/h (细度 6%~8%)

入磨物料的粒度分析结果如表3所示。

表3 SJ 厂入磨物料粒度分析

筛孔尺寸 mm	筛余质量 kg	筛余%	筛余累计%
>30	0.99	6.28	6.28
>20	0.72	4.57	10.85
>15	0.705	4.47	15.32
>7	3.12	19.80	35.12
>5	1.42	9.01	44.13
<5	8.8	55.86	99.99
合 计	15.755	99.99	

平均粒径计算: $(2.5 \times 8.8 + 6.0 \times 1.42 + 11 \times 3.12 + 17.5 \times 0.705 + 25 \times 0.72 + 40 \times 0.99) / 15.755 = 8.55\text{mm}$

球磨机内钢球级配如表4所示。

表4 SJ 厂球磨机内钢球级配表

	球径 mm								合计 t	平均球径 mm	填充系数 %
	$\phi 100$	$\phi 90$	$\phi 80$	$\phi 70$	$\phi 60$	$\phi 50$	$\phi 40$	$\phi 30$			
I 仓数量 t	1.3	2.0	4.0	5.0	3.0	1.5			16.8	73.5	32.8
II 仓数量 t						4.2	10.0	9.0	23.2	38.0	32.8
总计 t									40.0		

刚投产时为开路粉磨系统和自然通风,未设选粉机和除尘系统,此时生产 425# 普硅水泥和矿渣水泥,水泥细度 0.08mm 方孔筛筛余 7%~8%,比表面积大于 $300\text{m}^2/\text{kg}$,产量 7~8t/h,产品质量合格,用于南京禄口新机场施工。

后来在磨机系统中安装 $\phi 2.0\text{m}$ 高效旋风式选粉机组成闭路粉磨系统和安装 SC-4 型旋伞式高压静电除尘器,采用强制通风。经过调试,选粉机小风叶由 24 片减为 15 片,支风管打开 1/2,磨机产量达到 12.5~13t/h,比开路时磨机产量提高 50% 以上。产品细度 0.08mm 方孔筛筛余 5%~6%,比表面积 $270 \sim 280\text{m}^2/\text{kg}$,循环负荷 130%~285%,选粉效率 42%~67% (最高可达 81%~89%)。水泥早强偏低,达不到 425# 普硅水泥要求,而 28d 压强满足要求。我们将循环风机的转速适当降低至 1170r/min 左右,进风管的调节阀门打开 2/3,支风管的调节阀门打开 1/3~1/2,由于风机转速适当降低,选粉机的循环负荷有所下降,选粉效率有所提高,产品变细。这时将产品细度控制在 5% 以下,比表面积大于 $300\text{m}^2/\text{kg}$ 以上,磨机产量降低至 11~12t/h,水泥 3d 早强和 28d 压强满足 425# 普硅水泥的要求。存在的主要问题是磨机产量

低、单位电耗高。

我们又将磨机的隔仓板中心部位 8 个孔洞堵住 4 个,使其 I 仓料位不致过低,流速不致过快;此外隔仓板和出料篦板篦缝间隙减小至 6~8mm 左右,出磨粗大颗粒减少,提升机和选粉机内粗颗粒的撞击声有所减弱。

磨机进料端中空轴内螺旋叶片加焊一条钢筋,使叶片高度达到 120mm,从而进料通畅。

磨尾采用 TH400 型斗式提升机将出磨水泥提升至选粉机喂料口处。选粉机的粗粉经链式输送机返回磨头,细粉用 L48×66WD—1 型罗茨鼓风机作气源,采用立式泵经输送管道打入水泥库中。

SJ 厂两种类型水泥磨产品粒度对比分析结果如表 5 所示。

表 5 产品粒度对比分析表

	φ2.2×7.5m 康比丹高细磨开流水泥磨			φ2.4×7m 闭路水泥磨		
	粒径范围 μm	%	累计%	粒径范围 μm	%	累计%
第一次测定	0~5	11.60	11.60	0~5	9.45	9.4
	5~12	23.00	34.60	5~12	16.00	25.4
	12~15	6.85	41.50	12~15	14.61	40.0
	15~20	9.94	51.40	15~20	7.81	47.8
	20~30	15.89	67.30	20~30	23.37	71.2
	30~40	13.02	80.30	30~40	13.28	84.5
	40~50	9.20	89.50	40~50	13.01	97.5
	50	10.44	100.00	50	2.47	100.0
第二次测定	0~16	42.16	42	0~16	39.19	39.0
	16~20	8.75	50	16~20	8.81	48.0
	20~30	10.06	66	20~30	16.15	64.0
	30~40	10.52	77	30~40	8.52	72.0
	40~50	16.74	94	40~50	13.39	86.0
	50~60	2.46	96	50~60	6.07	92.0
	60~70	0.42	97	60~70	4.31	96.0
	70~80	0.00	97	70~80	0.20	96.0
	80	2.90	100	80	3.37	100.0
	比表面积 m ² /kg	326.4		比表面积 m ² /kg	315.9	

水泥水化首先从颗粒表面开始,比表面积大者,早强自然要好。从表 5 可知,SJ 厂 425# 普硅水泥采用 φ2.4×7m 闭路流程时,细度需控制在 5% 以下,比表面积必须大于 300m²/kg 以上,方可满足 3d 早强和 28d 压强的质量要求。

1.2 HX 厂

生料磨入磨原料配合比为:石灰石:粘土:铁粉:煤:熟料=78.0:5.4:3.4:12.0:3.0 (%)。

采用 XZ 厂的 MB2470 型球磨机和 φ2.0m 高效旋风式选粉机组成闭路生料粉磨系统。磨尾 SC—4 型旋伞式高压静电除尘器采用强制通风。

采用国产低铬钢球为研磨介质,I 仓配 φ90~φ50mm 钢球 16t,填充系数为 31.0%,II 仓配 φ50~φ30mm 钢球 21t,填充系数为 28.4%,两者总计装钢球 37t。

选粉机小风叶由 24 片减至 12 片。

磨头进料采用一台链式输送机轮流向两个磨头仓(另一台生料磨规格为 φ1.8×7m)内进料,磨头仓的仓容较大,加之物料粒度变化较大,故物料分级现象严重,有时还会出现空仓现象。仓底采用容积法喂料设备——φ1.3m 敞开式圆盘喂料机,喂料量很不稳定,漏风现象相当

严重。链式输送机的链条质量低劣,断链事故时有发生;造成磨机无料空转。磨尾提升机名义规格为 TH400 型,生产能力 $110\text{m}^3/\text{h}$,但实际斗宽不够,致使提升量不能满足要求,提升机底部出现喷灰,这时必须停止磨机喂料,空腹运转。由于磨头、磨尾密封性能极差,造成磨机、选粉机内空气流速和压力分布不正常,整个系统无法正常工作。

磨机操作参数不够正常,出磨细度 $20\% \sim 26\%$,回料细度 $29.5\% \sim 53\%$,产品细度 $8.0\% \sim 10.5\%$ (生产控制值 $\leq 10\%$),磨机产量 $21 \sim 22\text{t}/\text{h}$,选粉机循环负荷 $18\% \sim 230\%$,选粉效率 $36\% \sim 91\%$ 。

生产中存在问题:入磨物料水分大,粒度亦大,机械故障多,密封性能不佳,磨机长径比小,要求采用“多碎少磨”技术和加强整个系统密封等措施加以解决。

1.3 ZL 厂

石灰石采用两级破碎,第一级为颚破,第二级为圆锥式破碎机,最大入磨粒度 $\leq 40\text{mm}$ 。

两台 $\phi 2.4 \times 7\text{m}$ 球磨机各配一台 $\phi 4.2\text{m}$ 离心式选粉机组成特种水泥生料闭路粉磨系统。该磨机为 JZ 厂产品,二个仓皆设置纵向沟槽衬板,隔仓板篅缝宽度由 20mm 缩小至 10mm ,进一步缩小至 8mm 。磨内钢球级配如表 6 所示。

表 6 ZL 厂球磨机内钢球级配情况表

	球径 mm							合计	平均球径 mm	填充系数 %
	$\phi 100$	$\phi 90$	$\phi 80$	$\phi 70$	$\phi 60$	$\phi 50$	$\phi 40$			
I 仓数量	t 3.0	3.9	5.4	3.9				16.2	83.7	31.6
	% 18.5	24.1	33.3	24.1						
II 仓数量	t			4.2	6.3	8.4	3.8	22.7	54.8	31.6
	%			18.5	27.8	37	16.7			

两个仓总装球量 38.9t ,比磨机说明书少装 1.1t 。磨机出料困难,故将圆筒筛割掉。

生料细度要求 $< 10\%$,比表面积 $280\text{m}^2/\text{kg}$ 左右,磨机最高产量可达 $26 \sim 27\text{t}/\text{h}$,当物料粒度和水分较大时只能达到 $16 \sim 17\text{t}/\text{h}$ 。

该厂较理想时出磨生料细度 0.08mm 方孔筛筛余为 52% 。回料细度为 62% ,成品细度 4.8% ,选粉机选粉效率 73% ,循环负荷 92% 左右,但实际生产中波动较大,往往循环负荷较高,选粉效率较低,产量较低,根本达不到设计要求。

因两台 $\phi 2.4 \times 7\text{m}$ 闭路生料磨供应一台小回转窑煨烧所需生料,矛盾得到缓解,同时生料易磨性好,磨机产量降低幅度不大。

这种规格的球磨机长径比较小,对物料的硬度、易磨性、喂料粒度、含水率、粉磨生料细度特别敏感,这是磨机本身固有的弱点,尽管采取措施加以改进,但收效不够明显。

2 改进措施

上述的三个厂都采用 $\phi 2.4 \times 7\text{m}$ 或 MB2470 型闭路磨,根据存在的问题,可采取以下措施加以解决。

(1) 降低入磨物料粒度

可以将 PEX250 $\times$ 1000mm 细颚式破碎机卸料口缩小和 LFCP 型熟料细碎机及回转筛组

成多级破碎筛分系统,使其入磨物料粒度在 20mm 以下甚至更低(最好低于 10mm)。其中 SJ 厂由于采用了回转窑熟料,相对易磨性系数较小(约 0.9),硬石膏硬度大,此种熟料和硬石膏难磨,在磨前细碎,提前消化,减轻磨机负担,采取此项措施尤为必要。

石灰石可采用多级破碎,最后一级破碎机可选用 PCLX 型系列冲击式超细碎破碎机和 XS 型回转筛组成破碎筛分循环系统,使入磨石灰石粒度 $<10\text{mm}$ 。

利用“多碎少磨”技术,降低入磨物料粒度,增加破碎比,可提高磨机产量,降低单位产品电耗,保证产品质量,是解决长径比较小(约 2.9)的短磨机技术经济指标不够理想的有效途径。

(2)矿渣烘干后水分应控制在 3%~4% 左右,使入磨物料综合水分控制在 1.5% 左右。

(3)完善磨机进料和喂料系统,达到均匀喂料。

(4)适当进行技术改造。将磨机进料中空轴内螺旋叶片上加焊一条钢筋,使叶片高度达到 120mm;磨尾出料圆筒筛割掉一部分筛网,使出磨物料流畅;提升式双层隔仓板可改为同心圆式单层隔仓板;适当调整两个仓的长度比例;隔仓板和出料篦板的篦缝可缩小至 6~8mm 左右,防止跑粗,控制磨内物料流速;加强磨头、磨尾、选粉机系统的密封,等等。

(5)提高水泥 3d 早强的措施

采用高标号的熟料。降低磨内平均球径。适当降低磨内 I、II 仓内物料流速,提高磨内研磨体的填充系数,并使 I 仓钢球填充系数低于 II 仓内钢球填充系数,减缓磨内物料流速,从而使水泥比表面积增加。把磨机 II 仓径向沟槽衬板改为小波纹衬板,产量可在原有基础上提高 1~1.5t/h,水泥 3d 早强可提高到 16~17MPa。如再将 I 仓径向沟槽式衬板改为阶梯式衬板,产量又可在原有基础上提高 0.5t/h 左右,水泥 3d 早强可进一步提高到 17~18MPa,基本满足 425# 普硅水泥 3d 早强的要求。

参 考 文 献

- 1 沈威,黄文熙,闵盘荣. 水泥工艺学. 北京:中国建筑工业出版社. 1986
- 2 左荣宝. 水泥厂设备手册(续集). 长沙:湖南科学技术出版社. 1994
- 3 张少明,翟旭东,刘亚云. 粉体工程. 北京:中国建材工业出版社. 1994

The Superficial Analysis of the Used Conditions of $\phi 2.4 \times 7\text{m}$ Ball Mills in Three Ground Systems

Zhang Jinshao

(Department of Building Material Engineering of Yancheng
institute of technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract The article tentatively analyses some questions of that $\phi 2.4 \times 7\text{m}$ ball mills are used to grind high grade cement and cement raw material and puts forward the relevant solutions.

Keywords ball mills; liner with ditch and trough; grind; size; benefit