

第十三章 煤粉制备设备

编写单位 上海锅炉厂
编写人 张 敢
主 审 章德龙

常用符号表

<p>A——出力系数</p> <p>A_{ar}——原煤灰分(质量分数)(%)</p> <p>A_{ad}——空气干燥基灰分(质量分数)(%)</p> <p>A'——分离器进口煤粉量(t/h)</p> <p>A''——分离器出口煤粉量(t/h)</p> <p>A_w——分离器的回粉量(t/h)</p> <p>a——试验指数</p> <p>a——粗粉分离器出口宽度(mm)</p> <p>a_n——弹簧的特性系数</p> <p>B_b——磨煤机标准出力(t/h)</p> <p>B_{ex}——输粉机应有出力(t/h)</p> <p>B_f——给粉机应有出力(t/h)</p> <p>B_{fs}——给粉机实际出力(t/h)</p> <p>B_g——干燥出力(t/h)</p> <p>B_j——给煤量(t/h)</p> <p>B_m——磨煤机出力(t/h)</p> <p>B_{mf}——锅炉煤粉消耗量(t/h)</p> <p>B_T——试验磨煤机出力(t/h)</p> <p>B_{zs}——输粉机实际出力(t/h)</p> <p>B_{ws}——细粉分离器回收的煤粉量(t/h)</p> <p>B_z——实际燃煤量(t/h)</p> <p>B'——细粉分离器进口煤粉量(t/h)</p> <p>B'_m——直径为 d' 时的磨煤机出力(t/h)</p> <p>b——与通风速度有关的系数</p> <p>b_b——皮带宽度(mm)</p> <p>b_z——机槽宽度(mm)</p> <p>b_j——给煤槽宽度(mm)</p> <p>C_k——煤的可燃性指数</p> <p>C_i——皮带倾斜系数</p> <p>C_x——煤粉在螺旋输粉机内移动的阻力系数</p> <p>C_s——倾斜系数</p> <p>C_A——迎面阻力系数</p> <p>c——试验磨煤机常数</p> <p>D——球磨机筒体直径(cm)</p> <p>D_e——球磨机当量直径(m)</p> <p>D_f——分离器直径(mm)</p> <p>D_y——螺旋输粉机的直径(mm)</p> <p>D_M——磨盘直径(mm)</p>	<p>D_0——粗粉分离器中间调整筒的内径(mm)</p> <p>$D_2(D_1)$——风扇磨叶轮外(内)径(mm)</p> <p>d——钢球直径, (mm)</p> <p style="padding-left: 2em;">配锤击磨离心分离器出口管直径(mm)</p> <p>d_{pj}——煤块颗粒的平均直径(mm)</p> <p>d'——偏离设计值时的钢球直径(mm)</p> <p>E_t——风机单位电耗(kW·h/t)</p> <p>E_m——磨煤机单位电耗(kW·h/t)</p> <p>E_{mf}——制粉系统单位电耗(总电耗)(kW·h/t)</p> <p>F——系数</p> <p>F_D——竖井横截面(m²)</p> <p>f_{rm}——碾磨件磨损后对出力的影响系数</p> <p>G——钢球装载量(t/m)</p> <p>G_m——通流量(kg/h)</p> <p>G_{sj}——最佳钢球装载量(t)</p> <p>G'——入口风量质量流量(kg/h)</p> <p>g——石子煤量(kg/h)</p> <p style="padding-left: 2em;">重力加速度(m/s²)</p> <p>g_1——干燥剂量(kg/kg)</p> <p>H——有效热态提升压头(kPa)</p> <p style="padding-left: 2em;">粗粉分离器高度(mm)</p> <p>H_0——冷态提升压头(kPa)</p> <p>H_z——热态提升压头(kPa)</p> <p>H_d——动压(kPa)</p> <p>\bar{H}——压头系数</p> <p>ΔH_m——磨煤机压差(kPa)</p> <p>ΔH_f——分离器阻力(kPa)</p> <p>ΔH——通风阻力(kPa)</p> <p>ΔH_t——温度变化引起的压降(kPa)</p> <p>ΔH_0——煤粉引起的附加摩擦损失(kPa)</p> <p>h——冲击板宽度(mm)</p> <p style="padding-left: 2em;">锤子总高度(m)</p> <p>h_0——弹簧在自由状态下的高度(mm)</p> <p>h_c——落煤管下口到圆盘的距离(mm)</p> <p>h_n——弹簧在受压状态下的高度(mm)</p> <p>h_j——给煤槽料端高度(mm)</p> <p>h_z——机槽高度(mm)</p> <p>IT——煤的着火温度(°C)</p>
---	---

I_m ——磨煤机电流(A)	P_m ——每只球所承受的力(N/球)
K ——循环倍率	Q_{rw} ——低位发热量(kJ/kg)
K_b ——断面系数	Q_m ——磨煤通风量(m^3/h)
K_c ——给粉机出力贮备系数	Q_{g1} ——实际通风量(m^3/h)
K_e ——磨损指数	Q_{e1} ——最佳通风量(m^3/h)
K_1 ——叶轮尺寸影响修正系数	Q_{dt} ——分离器的通风量(m^3/h)
K_{it} ——制粉系统漏风系数	$Q_{net.v.ar}$ ——燃料低位发热量(kJ/kg)
K_{mc} ——磨煤机出力贮备系数	\bar{Q} ——流量系数
K_{ms} ——磨损对出力影响的修正系数	Q_{mf} ——风扇磨通风量(m^3/h)
K_h ——输粉机贮备系数	R ——轨道半径(mm)
K_{b1} ——护甲形状修正系数	$R_1 (R_2)$ ——叶轮内(外)半径(mm)
K_t ——介质温度修正系数	R_{75} ——孔径为 $75\mu m$ 筛网上煤粉剩余量的百分数(%)
K_{tf} ——筒体通风量对磨煤机出力的影响系数	$R'_{90} (R'_x)$ ——分离器进口(磨煤机出口)煤粉细度(%)
$K_{km}^{\text{ЧКТИ}}$ ——ЧКТИ法可磨性系数	$R''_{90} (R''_x)$ ——分离器出口煤粉细度(%)
$K_{km}^{\text{工作}}$ ——工作质燃料可磨性系数	R_{ws} ——回收的煤粉细度(%)
$K_{km}^{\text{ВТИ}}$ ——ВТИ法可磨性系数	R_0 ——粒度直径(μm)
K_r ——燃料性质的修正系数	S_1 ——水分对燃料可磨性系数的修正系数
L ——球磨机长度(cm)	S_c ——原煤水分修正系数
L_0 ——转子长度(mm)	S_c ——原煤粒度修正系数
L_{ex} ——螺旋输粉机的长度(mm)	S_{km} ——可磨性系数的修正系数
l ——冲击板宽度(mm)	S_{ps} ——煤块粒度修正系数
ΔM ——蒸发掉的水分(质量分数)(%)	S_R ——煤粉细度修正系数
M_{ad} ——煤的分析基水分(质量分数)(%)	S_y ——螺旋输粉机的节距(mm)
M_{ar} ——原煤应用基全水分(质量分数)(%)	S_z ——换算系数
M_{mf}^{O} ——煤粉水分(质量分数)(%)	s ——筒体和护甲的总壁厚(mm)
M_{ms} ——煤的外在水分(质量分数)(%)	t_c ——磨煤机内介质平均温度($^{\circ}C$)
M_{p1} ——磨煤机内煤的平均水分(质量分数)(%)	t_m ——磨煤机出口气粉混合温度($^{\circ}C$)
$M_{ar,max}$ ——煤的应用基最大水分(质量分数)(%)	$t_1 (t_2)$ ——叶轮进(出)口温度($^{\circ}C$)
M'_m ——进磨煤机前煤的水分(质量分数)(%)	u_B ——胶带速度(m/s)
N ——功率(kW)	u_1 ——平均移动速度(m/s)
\bar{N}_0 ——相对功率系数	u_z ——刮板移动速度(m/s)
N_{aw} ——磨煤机转子单位断面功率(kW/ m^2)	u ——叶轮圆周速度(m/s)
N_{dw} ——磨煤机的消耗功率(kW)	$u_2 (u_1)$ ——叶轮外(内)径圆周速度(m/s)
N_k ——叶轮消耗功率(kW)	V ——球磨机筒体容积(m^3)
N_{f1} ——电动机冷却和励磁附加消耗功率(kW)	V_{daf} ——干燥无灰基挥发分(质量分数)(%)
n ——转速(r/min)	V_e ——叶轮中的全部空格容积(m^3)
煤粉颗粒特性系数	\bar{V}_Q ——分离器容积强度($m^3/h/m^3$)
n_{f1} ——临界转速(r/min)	w ——干燥剂流速(m/s)
n_j ——最佳工作转速(r/min)	Y_0 ——弹簧数目(只)
P ——弹簧所承受的力(N)	Z ——沿转子圆周的锤子数

13-4 常用符号表

Z_1 ——锤子总数	ϕ ——充满系数
Z_2 ——沿转子长度锤子列数	ϕ_s ——机槽的充满系数
Z_0 ——球的数目(只)	ξ_k ——纯空气摩擦系数
Z_b ——磨煤机备用台数	ξ ——阻力系数
Z_f ——给粉机台数	ξ_μ ——含煤粉时的阻力系数
Z_m ——磨煤机台数	μ ——煤粉浓度(kg/m ³)
β ——叶轮内外径比	ε ——煤粉细度性能调节系数
ρ_0 ——密度(kg/m ³)	η ——输送效率(%)
ρ_m ——煤的堆积密度(kg/m ³)	η_{d1} ——电动机效率(%)
ρ_{mf} ——煤粉堆积密度(kg/m ³)	η_R ——粗粉分离器综合效率(%)
ρ_n ——与转速有关的系数	η_{st} ——细粉分离器的效率(%)
ρ_{st} ——钢球的堆积密度(t/m ³)	η_y ——传动装置效率(%)
ψ ——钢球充满系数	η_{ed} ——电动机向磨煤机筒体的传动效率(%)
ψ_{sj} ——最佳充球系数	η_{ef} ——粗粉分离器的效率(%)

第一节 概 论

自从本世纪 20 年代在锅炉上采用煤粉燃烧技术以来,煤粉制备设备也应运而生了。煤粉制备设备主要有磨煤机、给煤机、粗细分离器、给粉机、输粉机等。

煤粉制备设备是煤粉锅炉的重要辅助设备。在直吹式制粉系统的锅炉中,制粉设备连同制粉系统实际上已与锅炉形成一个整体。因此,随着锅炉技术的进展,煤粉制备也获得了应有的发展,其中尤其是磨煤机。

为了适应锅炉燃用各类煤种的需要,满足燃烧技术的要求,以提高锅炉机组运行的经济性和安全性,因而产生了各种类型的煤粉制备设备。特别是近 20 年来随着电站锅炉容量的不断增大,煤粉设备的单机容量也随着相应增大,与此同时,设备性能也逐步完善,运行可靠性不断提高,维修费用也日益降低。

一、煤粉制备设备应有的出力及台数

煤粉制备设备的出力和台数必须与机组容量相匹配,对给定的一台锅炉来说,煤粉制备设备应有的出力及台数主要取决于制粉系统及所配磨煤机的型式。只要磨煤机应有的出力和台数确定,其他辅助设备也就决定了。

磨煤机应有的出力为

$$B_m = K_{mc} B_z / Z_m \quad (\text{t/h}) \quad (4-13-1)$$

式中 B_z ——锅炉实际燃煤量(t/h);

Z_m ——一台锅炉所配置的磨煤机台数;

K_{mc} ——磨煤机出力贮备系数。

选用高、中速磨煤机时,容量为 130t/h 及以下的锅炉,每台锅炉装设的磨煤机不应少于 2 台,其中 1 台备用;容量为 220t/h 及以上的锅炉,每台锅炉装设的磨煤机不应少于 3 台,其中 1 台备用;当每台锅炉正常运行的磨煤机为 6 台或 6 台以上时,允许有 2 台磨煤机备用。磨煤机出力储备系数 K_{mc} 为

$$K_{mc} = Z_m / (Z_m - Z_b) \quad (4-13-2)$$

式中 Z_b ——磨煤机备用台数。

对于双炉膛的大型锅炉,为了避免煤粉管道相互交叉的复杂连接,采用直吹式系统时一般每个炉膛分别与一组磨煤机连接,这样每个炉膛需有一台备用磨煤机。

二、磨煤机的选择原则

(一) 一般规定

在选择磨煤机型式时,应根据煤的燃烧、磨损、

爆炸特性,磨煤机的制粉特性及对煤粉细度的要求,结合炉膛和燃烧器结构统一考虑,并考虑投资、电厂检修运行水平、备品备件供应等因素,以达到磨煤机制粉系统、燃烧装置和炉膛匹配合理,保证机组安全经济运行。

当干燥无灰基挥发分大于 19% 时,煤粉可形成易爆的气粉混合物,这对磨煤机及制粉系统的选择,磨煤机参数的选择都将产生较大的影响。

煤的磨损性能可以用煤的冲刷磨损指数进行判断和计算(见图 4-13-1~图 4-13-4),或通过试磨确

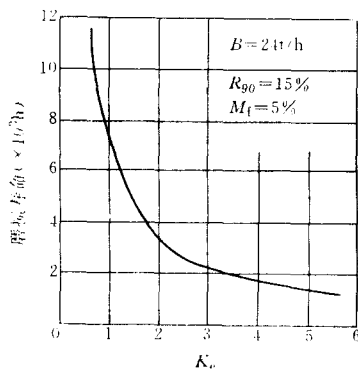


图 4-13-1 RP783 磨煤机辊套寿命和煤的磨损指数关系

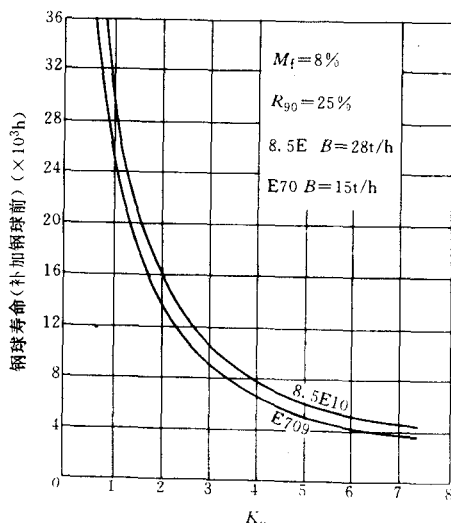


图 4-13-2 E 型磨煤机滚球寿命和煤的磨损指数关系

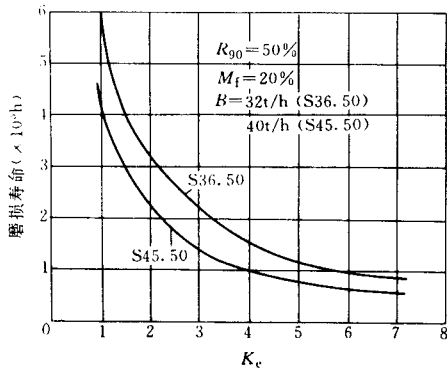


图 4-13-3 S36.50 和 S45.50 冲击板寿命和煤的磨损指数关系

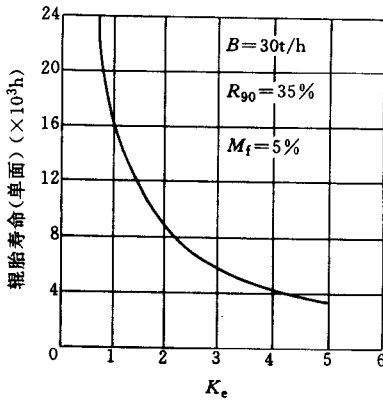


图 4-13-4 MPS-190 磨煤机辊胎寿命和煤的磨损指数的关系

定。磨损性能强弱可用磨损指数 K_c 来表示:

- $K_c < 2$ 不强
- $K_c = 2 \sim 3.5$ 较强
- $K_c = 3.5 \sim 5$ 很强
- $K_c > 5$ 极强

(二) 磨煤机型式的选择

(1) 磨制烟煤 ($V_{daf} = 19\% \sim 40\%$)。当磨制中高挥发分 ($V_{daf} = 27\% \sim 40\%$)，水分不高(外在水分 \leq

15%)、磨损性不大的烟煤时，宜选用中速磨煤机直吹式系统。

100MW 及以上燃烟煤锅炉使用四角切圆燃烧布置方式时，不宜采用风扇磨煤机。

50MW 及以下燃烟煤锅炉，根据电厂具体情况，可以考虑采用风扇磨煤机。

当煤的磨损性很强，且系中挥发分烟煤时 ($V_{daf} = 19\% \sim 27\%$)，应选用钢球磨煤机中贮式乏气送粉系统，如系中高挥发分 ($V_{daf} = 27\% \sim 40\%$) 烟煤，要考虑防爆，可选用双进双出钢球磨煤机直吹式系统。

(2) 磨制贫煤 ($V_{daf} = 9\% \sim 19\%$) 在磨制贫煤时，当煤的磨损指数不太强，煤的燃烧性能较好，宜采用中速磨煤机直吹式系统。

在磨制贫煤时，当煤的磨损性较强，应采用钢球磨煤机中储式热风送粉或乏气送粉系统。

(3) 磨制劣质烟煤。劣质烟煤是指多灰 ($A_{ad} > 40\%$)、低热值 ($Q_{Dw} < 16.7 \text{ MJ/kg}$) 的烟煤和 $A_{ad} > 32\%$ 的洗中煤。

大多数劣质烟煤燃烧性能接近于无烟煤或贫煤，极少数的燃烧性能较好，与普通烟煤相近。因此，应当根据煤的制粉和燃烧性能，选择合适的磨煤机及制粉系统。

煤的燃烧性能可以用着火温度 IT 和可燃性指数 C_k 进行初步判断(参见表 4-13-1)。对极少数燃烧性能较好而磨损性能不太强的煤，宜采用中速磨煤机直吹式系统，也可采用钢球磨煤机中储式热风送粉系统。

(4) 磨制褐煤 ($V_{daf} > 40\%$)。磨制褐煤时，当煤的磨损指数 $K_c \leq 3.5$ 时，应选用风扇磨煤机直吹式系统。

当褐煤的磨损指数 $K_c > 3.5$ 、水分 $M_{ma} \leq 15\%$ 时，可以考虑采用中速磨煤机直吹式系统。

当原煤应用基全水分 $M_{ar} > 30\%$ 时，可以考虑采用热烟和热风双介质干燥系统，或冷烟、热烟和热风三介质干燥系统。

表 4-13-1 煤的热分析结果

参数名称	单位	褐煤	烟煤	劣质烟煤	贫煤	无烟煤
干燥无灰基挥发分 V_{daf}	%	45~63	21~47	25~36	11~19	3~9
试样灰分 A_{ad}	%	17~47	12.5~40	40~63	16~35	17~44
着火温度 IT	℃	280~370	380~480	430~500	420~510	500~610
可燃性指数 C_k	—	3.9~1.4	2.3~1.3	1.5~0.6	2.1~1.3	1.5~0.4

当 $M_w \leq 15\%$ 时, 应采用热风干燥系统。

(5) 磨制无烟煤 ($V_{daf} < 9\%$)。磨制无烟煤时应采用钢球磨煤机中间储仓式热风送粉系统。

(三) 中速磨煤机的选择

我国目前制造的中速磨煤机主要有中速球式磨煤机(E型)、中速斜盘磨煤机(RP型)和中速辊轮式磨煤机(MPS型)。

中速磨煤机的选择主要应根据磨煤机碾磨件寿命来决定。球式和滚轮式磨煤机碾磨件寿命应大于8000h(对滚轮式磨煤机碾磨件寿命是指单面寿命, 对球式磨煤机, 是指补加钢球前寿命)斜盘磨煤机碾磨件寿命应大于6000h(指堆焊前)。

当煤的磨损性能不强, 磨煤机碾磨件寿命可大于8000h时, 应优先选用滚轮式磨煤机(MPS型)。

在煤的磨损性较强, 使用斜盘(RP型)或滚轮式(MPS型)磨煤机保证不了规定寿命时, 可选用球式磨煤机, 但碾磨件寿命要大于规定值。

中速磨煤机对原煤水分的适应能力取决于热风的干燥能力。在一般空气预热器后的热风温度(350℃)下, 中速磨煤机可以磨制 $W^d \leq 15\%$ 的原煤。

三、其他煤粉制备设备

与磨煤机相比, 其他煤粉制备设备发展较缓慢。给煤机种类较多, 从目前已运行的情况看, 给煤机中全封闭的皮带给煤机较好, 特性稳定, 并配有计量装置, 其计量误差可在 $\pm 0.5\%$ 以内, 可用于正压系统。其他的给煤机一般为叶轮式, 又称圆盘式, 但特性不太理想。

粗粉分离器除原有离心式、惯性式、重力式和回转式外, 80年代轴向式分离器有了发展, 该型分离器结构与离心式差不多, 但阻力小, 可适用于无烟煤、贫煤。

细粉分离器进展不大, 效率仍较低, 实际运行效率一般在85%以下。现已试制出效率在90%以上的细粉分离器。

第二节 磨煤机

把大颗粒煤碾磨成煤粉的设备称为磨煤机。

由于碾磨机理和结构不同, 因而有各种类型的磨煤机。一般可分为4大类: 低速磨煤机(转速16~25r/min)、中速磨煤机(转速45~300r/min)、高速磨煤机(转速300~1500r/min)和气力磨煤机。其分类见表4-13-2。

一、低速磨煤机(钢球磨煤机)

(一) 工作原理和特点

钢球磨煤机简称球磨机, 其工作原理是, 煤和钢球都在筒体内, 电动机通过变速箱驱动筒体旋转, 筒体转动时筒体内壁具有一定形状的护甲将钢球带到一定高度后, 并以抛物线轨迹落下, 将煤击碎(如图4-13-7b所示)。所以撞击作用在球磨机内是主要的。另外, 煤还受到钢球间的挤压和研磨及钢球与护甲间的碾压等作用。筒体内干燥与磨煤同时进行, 磨制过的煤粉由干燥气流从筒体内带走, 其流速一般为1~3m/s, 流速大小对煤粉的细度和磨煤出力有很大影响。

低速钢球磨煤机的特点是, 可以磨制其他磨煤机所不宜磨制的任何煤种, 并可以获得较细的煤粉, 对煤中的杂物不敏感, 容腔大, 磨内存粉多, 停止给煤后供粉延长; 其缺点是占地大, 设备多, 投资大,

单位电耗高, 噪声大和控制灵活性差。

表 4-13-2 磨煤机分类

磨煤机	低速磨煤机	单进单出钢球磨煤机 (钢球磨煤机)	双进双出钢球磨煤机	
	中速磨煤机	碗式	球式(E型)	
			滚轮式	MPS型
				MBF型
			斜盘式	RP型
HP型				
雷蒙式(BM型)				
平盘式(LM型)				
高速磨煤机	风扇式磨煤机	褐煤型		
	锤击式磨煤机	烟煤型		
		固定式锤击磨		
竖井式磨煤机	活动式锤击磨			
气力磨煤机	气力磨煤机	轴向进风		
		切向进风		

(二) 单进单出球磨机

这种磨煤机的原煤和干燥介质同时从筒体一端进入, 而被碾磨过的煤粉随着气流从另一端送出。它

具有单独的粗粉回路，将不合格的粗粉返回到磨煤机内重磨。

由于筒体出口部分的形状不同，可分为圆柱形和锥形2种，两者的特性基本相同。但由于锥形磨对出力影响较大，已不再生产。

1. 型号表示法

球磨机型号是用筒体直径 D (cm)和长度 L (cm)来表示，分子表示直径，分母表示筒身长度。直径以钢瓦波纹的中心线计，长度是指圆筒部分的内部尺寸。为区分圆柱形或锥形，分别用DTM(圆柱形)和DZM(锥形)表示。如DTM350/600，即表示圆柱形，筒体直径为350cm，圆柱部分长度为600cm。

2. 主要组成部件及其作用

球磨机主要由筒体(包括筒身、护甲、轴颈隔热石棉等)、轴承座、传动齿轮、变速箱、钢球等组成。护甲与钢球组成了磨煤部分。图4-13-5为单进单出筒式钢球磨煤机剖视图。

(1)筒体。其为圆柱形，直径一般为2~4m，长3~10m，由厚钢板卷制而成，筒身内装有护甲，用埋头螺钉固定，筒体钢板与护甲间有一层绝热石棉垫。筒身外壳包一层隔音毛毡，最外层为铁皮。筒体两端是架在大轴承座上的空心轴颈，一端是干燥剂与原煤进口接管，另一端为气粉混合物的出口接管。筒体内干燥剂的流速一般为1~3m/s。

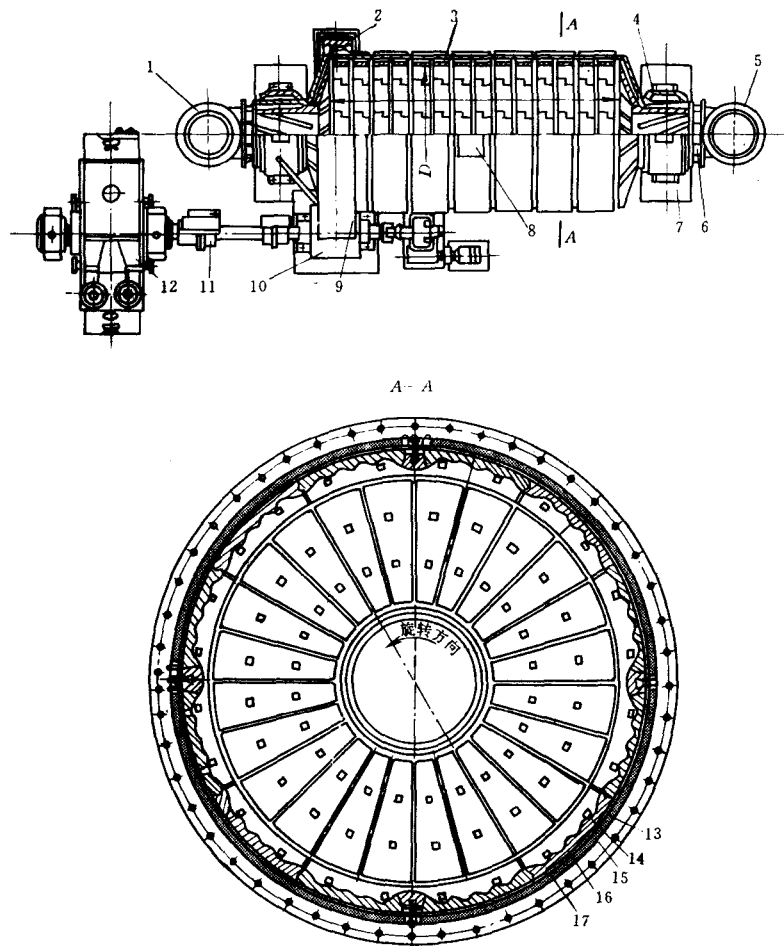


图4-13-5 筒式钢球磨煤机剖视图

- 1—进煤接管 2—齿轮轮缘 3—磨煤机筒体 4—轴承座 5—煤粉出口接管 6—连接管的密封装置
- 7—轴承座基础 8—筒体上的检查孔(为了拆卸钢甲用) 9—传动齿轮外罩 10—传动小齿轮 11—联轴器
- 12—电动机 13—筒身 14—护甲 15—石棉垫 16—隔音毛毡 17—外包铁皮

(2) 护甲。它通常由锰钢或橡胶(目前还不多)铸造而成的,其形状有波浪形和阶梯形 2 种。护甲是重要碾磨件之一,它的结构形状对磨煤工况有很大影响,其摩擦系数大,就可以在相对比较低的筒体转速下,造成钢球的最佳工作条件,也就是说可以在较少的能量消耗下,达到最佳工作条件。常用的护甲如图 4-13-6 所示。

为保证磨煤出力,减少磨煤电耗和延长检修周期,保证护甲的材质和结构形状是十分必要的。

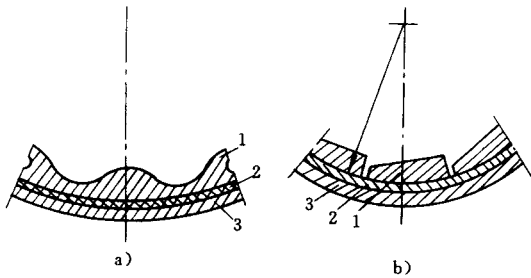


图 4-13-6 球磨机护甲

a)波浪形 b)阶梯形

1—护甲 2—石棉垫 3—筒体

(3) 轴承座。用来支持筒体,筒体两端的轴颈支架在轴承座的大瓦上,使其自由转动。

(4) 传动机构。主要由两大部分组成,即传动齿轮和变速箱。

传动齿轮通常安装在筒体进口侧顶端。由电动机通过齿轮变速箱的小齿轮带动大齿轮,从而使筒体转动,DTM380/550、DTM350/600 型球磨机均由两台电动机驱动,也有大型磨煤机由同步电动机直接驱动。

(5) 钢球。一般球径 25~60mm,装在筒体内,是主要碾磨件。根据不同煤质粒度采用不同的直径。钢球一般为浇钢,其质量好坏,既影响磨煤出力,又

影响经济性。

筒体内所装钢球量通常用钢球容积占筒体容积的百分比表示,称为钢球充满系数 ψ 。

$$\psi = \frac{G}{\rho_{\text{球}} V} \times 100\% \quad (4-13-3)$$

式中 G ——钢球装载量(t);

V ——筒体容积(m^3);

$\rho_{\text{球}}$ ——钢球的堆积密度(t/m^3),一般可取为 $4.9\text{t}/\text{m}^3$ 。

当通风量与煤粉细度不变时, ψ 一般为 10%~35%。

试验研究指出,当护甲结构和钢球尺寸不变时,每一种筒体转速下均有一个最佳的钢球充满系数 ψ_{zj} 。

3. 影响磨煤机工作的主要因素

(1) 筒体转速。当筒体转速超过一定数值以后,作用在钢球上的离心力很大,以致使钢球附着筒壁与筒体一起运动,如图 4-13-7c 所示。此时煤不再被击碎,而只有钢球间的相互研磨,在这种情况下磨煤作用是微小的。产生这种状态的最低转速称为临界转速(n_{li})。临界转速与筒体直径 D 的平方根成反比,其关系式为

$$n_{\text{li}} = \frac{42.3}{\sqrt{D}}$$

当转速很低时($n \ll n_{\text{li}}$),随着筒体转动,钢球带到一定高度时,在筒体内形成向下倾斜的状态。当筒体内钢球的倾角等于或大于自然倾角时,球就沿着斜面滑下,如图 4-13-7a 所示。这时的磨煤作用是微不足道的。

当筒体转速处在上述 2 种情况之间时,钢球被带到一定高度后,沿抛物线轨迹落下(如图 4-13-7b)所示,产生强烈的撞击磨煤作用。此时磨煤作用最大,这时的转速称为最佳转速 n_{j} 。

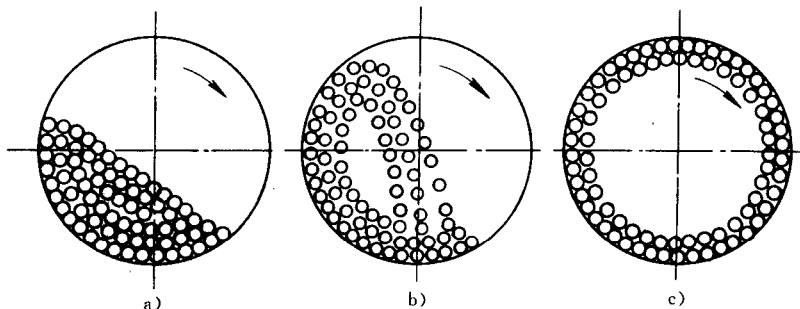


图 4-13-7 筒体转速对钢球运动状况的影响

a) $n \ll n_{\text{li}}$ b) $n < n_{\text{j}}$ c) $n \gg n_{\text{li}}$

最佳工作转速 n_j 与临界转速 n_{lj} 有一定的关系, 但到目前为止, 尚未有统一合理的方法来确定。我国和前苏联制造的装有波浪型护甲的球磨机 $n_j = (0.74 \sim 0.8)n_{lj}$, 且只限于大出力的磨煤机, 其他国家生产的球磨机 $n_j = (0.7 \sim 0.9)n_{lj}$ 。实际上临界转速与护甲的形状、钢球充满系数及燃料种类等有关。

(2) 护甲结构。决定钢球最佳工作条件的因素除简体转速外, 护甲的结构形状也十分重要。当更换新护甲后, 磨煤机出力显著增加, 电耗下降; 随着护甲磨损, 磨煤出力逐渐降低。这表明护甲的形状对磨煤机的工作影响很大。

护甲结构形状对磨煤机出力的影响是用形状修正系数 K_{hj} 来考虑的。

(3) 钢球充满系数。对装有波浪形护甲的球磨机, 最佳钢球充满系数 ψ_{sj} 一般为 10%~30%, ψ_{sj} 与 n/n_j 间有如下经验关系:

$$\psi_{sj} = \frac{12}{\left(\frac{n}{n_j}\right)^{1.75}} \quad (4-13-4)$$

(4) 磨煤机通风量。通风量直接影响燃料沿筒体长度方向的分布和磨煤出力。当通风量小时, 燃料大部分集中在筒体的进口端。由于钢球沿筒体长度是近似均匀分布的, 因而在筒体后部钢球的能量没有被充分利用, 它的很大部分能量被消耗在金属磨损上; 风速低, 带出煤粉少, 因而磨煤出力亦低。相反, 通风量增加, 改善了沿筒体长度方向燃料对钢球的充满情况, 并使磨煤出力增加, 磨煤电耗降低, 但通风电耗增加。同时, 筒体通风过大时, 被带走的粗粉增多, 粗粉分离器的回粉量增加, 使系统内造成无益的循环, 输粉消耗的能量也提高。为此, 必须寻找一个最佳通风量, 在此通风量下, 可以达到磨煤和通风总电耗最小。

球磨机的最佳通风量 Q_{gj} 可按下面经验公式计算:

$$Q_{gj} = \frac{38V}{n\sqrt{D}} \left(1000 \sqrt[3]{K_{lm}} + 36R''_{90} \sqrt{K_{lm}} \cdot \sqrt[3]{\psi} \right) \quad (4-13-5)$$

(m³/h)

式中 n ——筒体转速(r/min);

D ——筒体直径(m), 当筒体为锥形磨时应采用当量直径 $D_e = \frac{V}{\sqrt{0.785L}}$;

L ——筒体长度(m);

V ——筒体容积(m³);

K_{lm} ——煤的可磨性系数(ВТИ法);

R''_{90} ——粗粉分离器出口的煤粉细度(%);

ψ ——钢球充满系数。

最佳通风量 Q_{gj} 是球磨机制粉系统的最佳工况, 球磨机应在最佳通风下运行, 干燥风量也应该由它来决定。

从上可知, 筒体通风量直接影响磨煤出力, 当筒体的实际通风量 Q_{gj} 不等于 Q_{gj} 时, 可按图 4-13-8 查取 K_{jt} , 来修正磨煤出力。

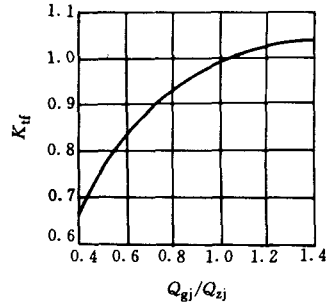


图 4-13-8 筒体通风量对磨煤出力的影响系数 K_{jt}

4. 磨煤出力和电耗计算

由于燃料在磨煤机内被磨成煤粉的同时又进行干燥, 所以磨煤机的出力有两方面, 即磨煤出力 B_m 和干燥出力 B_g 。

磨煤出力是指在单位时间内, 在保证一定煤粉细度的条件下, 根据磨煤机所消耗的能量条件, 磨煤机所磨制的原煤量。

干燥出力是指磨煤系统在单位时间内, 将煤由最初的水分 W^p , 干燥到最终水分 W^m (煤粉水分) 的原煤量, 它由磨煤系统的干燥条件决定。

磨煤机的运行出力同时受磨煤条件和干燥条件的限制。

筒体直径 $D < 4m$ 的球磨机, 其磨煤出力可按下式计算

$$B_m = \frac{0.11D^{2.4}Ln^{0.8}K_{hj}K_m\psi^{0.6}K_{jt}S_2K_{lm}}{\sqrt{\ln \frac{100}{R''_{90}}}} \quad (t/h) \quad (4-13-6)$$

式中 D ——磨煤机筒体直径(m); 当为锥形筒体时应采用当量直径 D_e ;

L ——磨煤机的筒体长度(m);

n ——筒体的工作转速(r/min);

K_{hj} ——护甲形状修正系数, 对未磨损的波浪形和阶梯形护甲取 $K_{hj} = 1.0$;

K_{ms} ——考虑运行条件下，由于护甲和钢球的磨损对出力影响的系数，通常取 $K_{ms}=0.9$ ；

ψ ——钢球充满系数；

K_{cf} ——筒体通风量对磨煤机出力的影响系数，按图 4-13-8 查取；

R''_{90} ——粗粉分离器出口的煤粉细度(%)；

S_2 ——原煤质量换算系数，即将水分为 W^{pi} 时的磨煤出力换算到水分为 W' 的原煤质量的换算系数；

K_{km}^k ——工作质燃料可磨性系数。

S_2 值可按下式计算：

$$S_2 = \frac{100 - M_{pi}}{100 - M_{ar}}$$

式中 M_{ar} ——煤应用基水分(%)；

M_{pi} ——磨煤机内煤的平均水分(%)。

$$M_{pi} = \frac{M'_m + (K-1)M_{mf}}{K}$$

式中 M_{mf} ——煤粉水分(%)；

K ——循环倍率，褐煤和页岩 $K=4$ ，烟煤

$K=7$ ；

M'_m ——进磨煤机前煤的水分(%)。

$$W'_m = \frac{M_{ar}(100 - M_{mf}) - 100(M_{ar} - M_{mf})(a + b - ab)}{(100 - M_{mf}) - (M_{ar} - M_{mf})(a + b - ab)}$$

对我国所采用的制粉系统的干燥方式，可取 $a=0.4$ ， $b=0.1$ 。

K_{km}^k 值可按下式计算：

$$K_{km}^k = K_{km} \frac{S_1}{S_{ps}}$$

式中 K_{km} ——煤的可磨性系数(ВТИ法)；

S_{ps} ——煤块粒度修正系数，可按图 4-13-9 查取；

S_1 ——水分对燃料可磨性的修正系数。

$$S_1 = \sqrt{\frac{(M_{ar,max})^2 - (M_{pi})^2}{(M_{ar,max})^2 - (M_{ad})^2}}$$

式中 $M_{ar,max}$ ——煤的应用基最大水分(%)，通常取 $M_{ar,max} = 1.06M_{ad} + 4$ ；

M_{ad} ——煤的分析基水分(%)。

图 4-13-10 示出了各水分在制粉系统中的部位。

磨煤机消耗的功率，可按下式计算：

$$N_{dw} = \frac{1}{\eta_{ad}\eta_{dj}} (0.122D^3Ln\rho_{eq}\psi^{0.9}K_hK_r + 1.86DLns) + N_{fj} \quad (4-13-7)$$

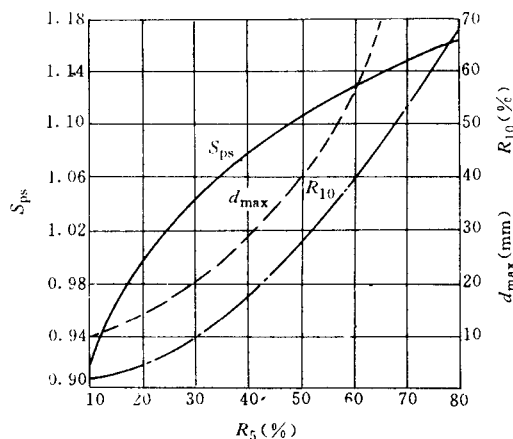


图 4-13-9 原煤破碎粒度修正系数

R_5 ——原煤在筛孔尺寸为 5×5 mm 筛子上的筛余量

R_{10} ——原煤在筛孔尺寸为 10×10 mm 筛子上的筛余量

d_{max} ——原煤中最大煤块尺寸(mm)

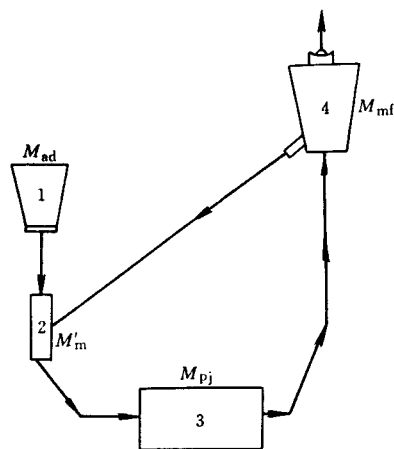


图 4-13-10 各水分在制粉系统中的部位

1—给煤机 2—落煤管 3—磨煤机 4—粗粉分离器

式中 η_{ad} ——电动机向磨煤机筒体的传动效率(%)；

η_{dj} ——电动机的效率(%)；

ρ_{eq} ——钢球的堆积密度(t/m^3)，一般取 $4.9t/m^3$ ；

K_r ——燃料性质的修正系数，与燃料种类和钢球充满系数有关，可按图 4-13-11 查取；

s ——筒体和护甲总的壁厚(mm)，波浪形护甲按波的中心线计算，一般为 $70 \sim 100$ mm；

N_{ij} ——电动机冷却和励磁附加消耗功率(kW), 仅在大容量磨煤机上才考虑, 低速同步电机时, $N_{ij}=50\text{kW}$;

K_{aj} , D , ψ , n , L 同式(4-13-6)。

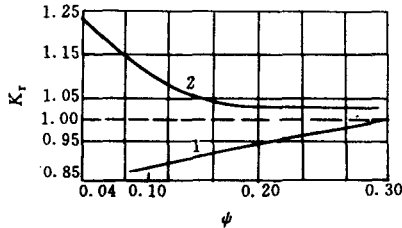


图 4-13-11 燃料性质的修正系数 K_r

1—无烟煤 2—褐煤烟煤和贫煤

根据磨煤机消耗的电功率, 可计算磨煤的单位电耗 E_m 。

$$E_m = \frac{N_{dsw}}{B_m} \text{ (kW/kg)} \quad (4-13-8)$$

磨制无烟煤时, 由于筒体内钢球的相对滑动增加($K_r < 1$), 磨煤功率消耗有所下降; 磨制其他煤种时, 在正常钢球充满系数范围内, 磨煤功率的消耗比不磨煤时, 仅仅增加约 5%, 这是由于球磨机的运动部分(带波浪形护甲的筒体和钢球)的质量比其磨筒内的燃料量大许多倍, 绝大部分能量都消耗在传动筒体和钢球上。因此球磨机的空载损耗大, 单位电耗高。所以, 球磨机应尽量满负荷运行, 以降低单位电耗功率。图 4-13-12 所示为球磨机空载和有煤时消耗功率比较。

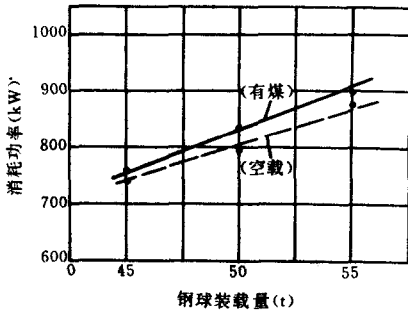


图 4-13-12 球磨机空载和有煤时消耗功率比较

5. 最佳钢球装载量的确定

根据计算出力的最佳充球系数 ψ_{sj} , 可计算最佳的钢球装载量 G_{sj} 。

$$G_{sj} = 4.9V\psi_{sj} \quad (t) \quad (4-13-9)$$

式中符号意义同上。

准确的最佳钢球装载量应通过试验确定。

6. 钢球直径的确定及球径的配比方式

钢球的直径应根据煤质与煤块大小来确定, 我国目前按下式确定钢球的直径。

$$d = \sqrt{250d_{pj}} \text{ (mm)} \quad (4-13-10)$$

式中 d_{pj} ——煤块颗粒的平均直径(mm)。

钢球直径可分为三种规格: d 、 $d+10$ 、 $d-10$ 。当第一次加入钢球时, 应有不同的钢球配比, 可参考表 4-13-3 所列的配比加入, 另外也可根据计算来求得。当钢球磨损到 20~25mm 时, 应过筛废弃。

当钢球直径在 20~60mm 范围时, 钢球的单位电耗量与钢球直径成反比, 即球径越大, 电耗量越小。对于同一台磨煤机, 当只有钢球直径变化时, 其出力与钢球直径的平方根成反比, 即

$$B'_m = \sqrt{\frac{d}{d'}} \times B_m \text{ (t/h)} \quad (4-13-11)$$

式中 B'_m ——钢球直径为 d' 时的磨煤出力(t/h);

B_m ——钢球直径为 d 时的磨煤出力(t/h)。

当实际使用的钢球直径与设计相差较大时, 应按式(4-13-11)修正。

表 4-13-3 钢球磨煤机的钢球规格配比表

煤种	制粉系统型式	筒径 $D < 3m$		筒径 $D > 3m$	
		钢球直径 (mm)	占有比例 (%)	钢球直径 (mm)	占有比例 (%)
无烟煤	直吹式或中间贮粉仓式	30	100	30/ 25 ^①	100/ 100
烟煤	直吹式或中间贮粉仓式 带下降干燥管系统	30	33	30	35
		40	33	40	65
		60	34	—	—
$S_{p,ar} > 3\%$ 褐煤	不带硫化铁分离器的 下降干燥管系统	40	35	40	100
		60	65	—	—

注: $S_{p,ar}$ ——接收基硫分。

①采用 25mm 钢球的合理性应通过试验证实。

7. 钢球的补充

随着运行时间的增加, 钢球被逐步磨损, 从而而影响磨煤出力。为此, 需定期补充新球, 以保持磨煤出力的稳定。电厂中定期添加钢球, 以保持磨煤机电流在其规定值内, 该值通常根据试验或运行经验取得。严格来讲, 应进行钢球磨损的测定来补充钢球。同时

通过钢球磨耗的测定还可以确定每台磨煤机磨制每吨煤消耗的金属消耗量。

8. 主要运行性能

(1) 磨煤机出力与煤粉细度、电耗的关系。随着磨煤机出力的提高，煤粉变粗、制粉电耗下降。应配合燃烧调整得出经济的煤粉细度。图 4-13-13 为磨煤机出力与煤粉细度、电耗的关系曲线。

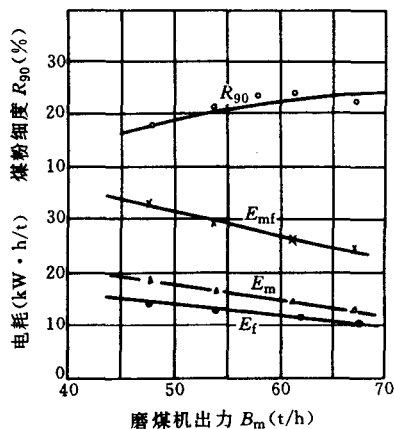


图 4-13-13 磨煤出力与煤粉细度、电耗的关系曲线

(2) 通风量与磨煤机出力，煤粉细度、电耗的关系。随着通风量的增加，磨煤出力提高，但煤粉变粗，粗粉回粉量增大，通风电耗也增加。图 4-13-14 为磨煤机通风量与磨煤出力、煤粉细度、电耗的关系曲线。

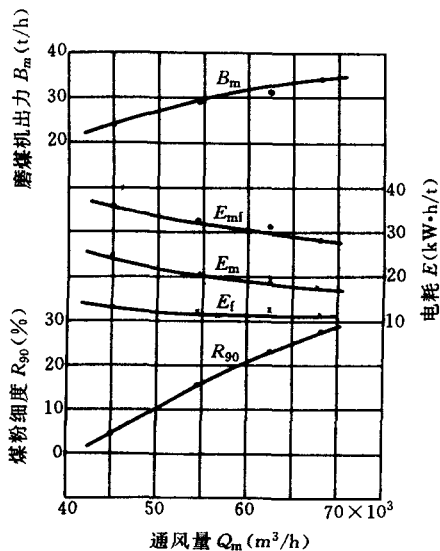


图 4-13-14 通风量与磨煤出力、煤粉细度、电耗的关系

通常应通过试验求得最佳通风量。

(3) 钢球装载量与磨煤出力的关系。每台磨煤机均有一个最佳的钢球装载量，其值需通过试验求得，此状态下的制粉单位电耗最低。图 4-13-15 为钢球装载量与磨煤出力的关系曲线。

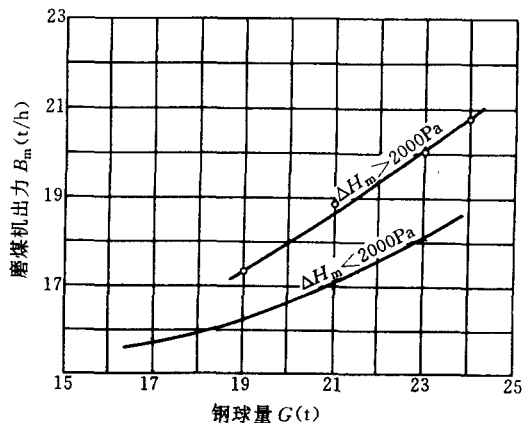


图 4-13-15 钢球装载量与磨煤出力的关系曲线

(4) 分离器调节特性。煤粉细度的调节主要通过粗粉分离器的挡板开度来实现。图 4-13-16 为分离器挡板开度与煤粉细度、电耗的关系曲线。随着开度增大，煤粉变粗，电耗下降。

9. 噪声

钢球磨煤机的噪声是所有磨煤机中最大的，若不采取隔音措施，就要超过 100dB。为降低噪声，用隔音罩将磨煤机连同传动机构全部罩在里面，使噪

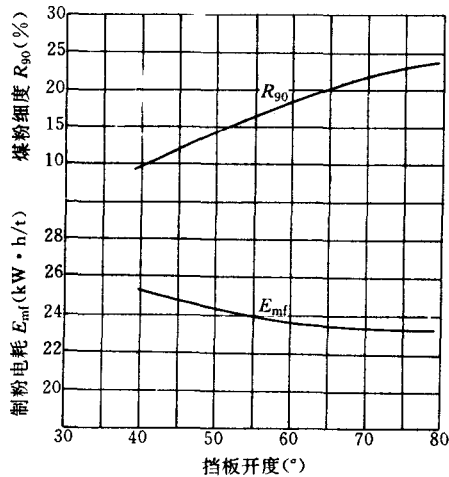


图 4-13-16 分离器挡板开度与煤粉细度、电耗的关系曲线

声在允许范围内(<85dB)。

我国生产单进单出钢球磨煤机的厂家较多,但

10. 主要产品系列

主要产品型号如表 4-13-4 所示。

表 4-13-4 低速钢球磨煤机系列规格表

序号	规格	出力 (t/h)	工作转速 (r/min)	最大装球量 (t)	安 装 电 机	
					型 号	功率(kW)
1	170/250	3	24.5	7.5		95
2	210/260	4	22.82	10	JS128-8	155
					JS136-6	145
3	210/330	6	22.82	13	JS136-8	180
					JS137-8	170
4	250/320	8	20.63/20.77	18	JSQ147-8	260
					JSQ1410-8	280
5	250/390	10	20.63/20.77	22	JSQ148-8	310
					JSQ157-8	320
6	290/350	12	19.21	26	Y450-8	400
7	290/410	14	19.21	30	Y500-8	500
8	290/470	16	19.21	35	Y500-8	560
9	320/470	20	18.52	40	Y450-6	630
10	320/580	25	18.52	50	Y500-6	800
11	350/600	30	17.57	59	Y630-1-6	1000
12	350/700	35	17.57	60	Y630-2-6	11200
13	380/650	40	17.0	75	Y800-1-10	1250
14	380/720	45	17.0	85	Y800-2-10	1400
15	380/790	50	17.0	95	Y800-3-10	1600
16	380/860	55	17.0	105	Y800-4-10	1800

注:表中出力,系指可磨系数 $K_{1m}=1.0$ (BTI法),给料粒度 $0\sim 25\text{mm}$,水分 $M_{ar}=7\%$,其磨制细度 $R_{90}=8\%$ 时的产量。

(三) 双进双出球磨机

双进双出钢球磨煤机是在单进单出钢球磨煤机基础上发展起来的,其研磨原理、设备性能与单进单出相当,但由于具有两个进口和两个出口,故就象两台独立的钢球磨。与单进单出相比,在相同的尺寸与功率下具有更高的出力。目前这种磨煤机在我国火电厂中使用较少。

该型磨煤机与单进单出主要不同的方面如下:

1. 特点

- (1) 同时可以从两端进风、进煤和两边出煤粉,故可靠性高,连续运行时间长;
- (2) 磨煤出力与煤粉细度稳定;
- (3) 维护次数少;

- (4) 储存能力大,筒体内可储存 10min 的燃料;
- (5) 风煤比低;
- (6) 低负荷时,煤粉变细;
- (7) 磨制煤种范围广;
- (8) 灵活性大;
- (9) 在宽负荷范围内,调节响应迅速。

由于双进双出钢球磨具有低风煤比和低负荷时煤粉细度变细这两个特点,所以在锅炉低负荷下也能满足对煤粉的要求。对燃用无烟煤的锅炉来说特别有利。另外,该型磨煤机出力主要不是靠调整给煤机来控制,磨煤机的调节速度快,特别适用于机组的变负荷运行。

2. 型号表示法

其型号表示与单进单出磨相似，用筒体直径(D)和筒体长度(L)来表示，并以BBD表示该类磨煤机。例如BBD3448型，34表示筒体钢瓦波纹中心线计的内径为34dm(钢瓦波纹内侧直径为33.5dm)；48表示筒体内部净长度(总长度为49.4dm)。

3. 主要组件及作用

此种磨煤机主要由筒体(包括筒身、护甲、轴颈、隔声石棉等)、轴承座、传动齿轮、变速箱、钢球、输煤绞龙、中心管、落煤管、粗粉分离器等组成。图4-13-17为双进双出钢球磨煤机结构示意图。

筒体、轴承座、传动齿轮、变速箱、钢球参见单进单出磨煤机部分。

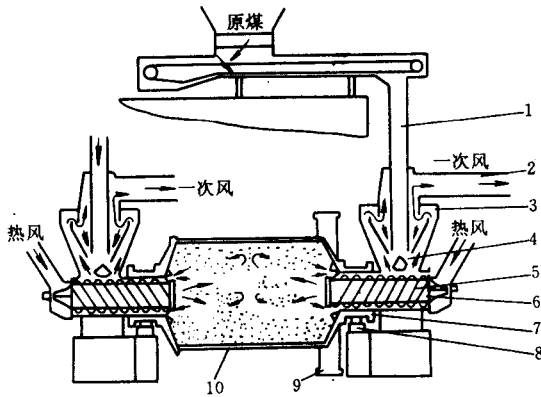


图 4-13-17 双进双出钢球磨煤机

- 1—落煤管 2—出粉管 3—分离器 4—回粉口
- 5—绞龙 6—中心管 7—轴颈 8—支撑
- 9—大齿轮 10—筒体

(1) 输煤绞龙。输煤绞龙装在轴颈内，与筒体同步旋转，从落煤管落下的原煤及粗粉分离器分离下来的回粉，通过绞龙输入筒体内，而被碾磨的煤粉及气流逆绞龙内的给煤方向进入粗粉分离器。

(2) 中心管。在绞龙中心设置中心管，干燥介质从中心管进入筒体。

(3) 落煤管。落煤管设在粗粉分离器中心，原煤由落煤管进入绞龙。

(4) 粗粉分离器。在绞龙进口端上方，两端各设一只粗粉分离器，磨制的煤粉与干燥介质沿绞龙逆给煤方向进入分离器，不合格的粗粉(回粉)落入绞龙，与原煤一起又被送入筒体。

4. 主要产品系列

表 4-13-5 所列为我国生产的双进双出磨煤机

技术参数。

表 4-13-5 双进双出球磨机的型号、规格及技术参数

型 号	BBD			
	3448	4080	4760	4772
内径(衬板内) (mm)	3350	3960	4650	4650
长度 (mm)	4940	6140	6140	7340
磨煤机出力 ^① (t/h)	35	60	90	105
双锥型分离器直径 (mm)	2100	2900	3200	3500
链式给煤机每台出力 (t/h)	21	36	54	63
给煤机宽 (mm)	490	790	990	990
磨煤机密封风量 (kg/h)	3400	4000	4800	4800
主电动机功率 (kW)	830	1410	2140	2550
磨煤机转速 (r/min)	18	16.6	15.3	15.3
最大装球量 (t)	48	76	106	127
磨煤机质量 ^② (t)	103	160	199	211
每套磨煤机总质量 ^③ (t)	227.3	357.8	454.1	501.4

① 磨煤机出力条件：可磨性系数 $K_{km}=50$ ；水分 8%；煤粉细度 $R_{75}=25\%$

② 包括本体、传动、衬板和润滑系统。

③ 包括磨煤机、钢球、给煤机、分离器、电器、管道和阀门。

(四) 两种钢球磨煤机的比较

表 4-13-6 列出了 2 种钢球磨煤机的主要不同点。

表 4-13-6 单进、单出与双进、双出钢球磨煤机比较表

比较项目	单进单出钢球磨煤机	双进双出钢球磨煤机
主电动机功率	大	小
占地面积	大	结构紧凑，占地面积小
设备维修工作量	设备少，维修工作量较小	设备多，维修工作量大
对杂物敏感性	不敏感	敏感
适用系统	中间贮仓式系统直吹式系统，但经济性差	中间贮仓式系统正压直吹式系统半直吹式系统比其他磨煤机更合适
可靠性	供粉较可靠，贮粉量大，但当给煤机故障后不能继续供粉	供粉可靠，储粉量大，当一侧给煤机故障时，仍可继续供粉
投资	小	大

二、中速磨煤机

(一) 工作原理和特点

中速磨煤机的碾磨部件由辊(球)与磨环(碗或盘)两部分组成,虽然各型号中速磨的磨煤部件型式不同,但其磨制煤粉的基本原理相同,都是经过磨煤部件的相对运动,将煤挤压碾磨成煤粉。因磨碗(盘或磨环)的旋转,煤粉被甩至边缘风环处,从风环下面吹上来的干燥介质将它们携带至碾磨区上部的分离器,经分离后合格的煤粉送至燃烧器(或经细粉分离器后送入粉仓)。被分离后的粗粉则返回磨内重磨。混杂在煤中的黄铁矿、矸石、铁件和其他难以磨碎的杂物,因其颗粒直径和密度较大,风环的风力不足以托起而落下,至下磨碗(磨盘环)底部风室,并由随磨碗(或盘、环)一道旋转的刮板扫至石子煤排放口,从磨煤机排出。因驱动磨碗(或盘、环)的主轴是垂直的,故中速磨有“立轴式磨煤机”之称。

中速磨煤机的特点有:

- (1) 磨煤机与分离器组成一体,使结构紧凑,占地少,投资低;
- (2) 金属消耗量低;
- (3) 运行电耗低,约为球磨机的50%~75%;
- (4) 运行调节较灵活,易实现自动控制;
- (5) 适宜配置直吹式制粉系统;
- (6) 设备结构比较复杂,维修要求高;
- (7) 煤种的适应范围较球磨机小,适用于烟煤和部分贫煤;
- (8) 排放出的石子煤中难免带有煤粒,特别当磨损过大或运行操作不当时,含有煤粒更多,这些都需要另行处理;
- (9) 碾磨件磨损较严重,碾磨件更换工作量大。

(二) 球与环式(E型)中速磨煤机

1. 型号表示法

我国产品的型号是以磨环节圆直径(cm)加拼音字母组成,如ZQM158,ZQM表示中速球与环式磨煤机,158表示节圆直径(cm)。

国外产品统称“E”型磨煤机,并有

两种型号表示方法:节圆直径小于70in[⊖],在节圆直径(in)前冠以E或EM表示,并用短横线与数字相连,如E-44,即表示节圆直径为44in的E型磨;节圆直径大于或等于70in,则在字母E前冠以节圆直径除以10来表示,如10E,表示节圆直径为100in的E型中速磨。

2. 主要特点

(1) 碾磨组件不需要润滑,使E型磨运行可靠性提高。在正压运行时密封问题容易解决,并使该型磨可以在比较高的温度下运行。

(2) 在碾磨件的整个使用期内,出力稳定。球磨损后直径减少,将使出力下降,但由于球是在离心力作用下碾磨的,环磨损后使球工作的节圆直径增大,补偿了球直径减小的影响,使出力保持稳定。

(3) 钢球的金属利用率高,钢球在碾磨过程中是均匀磨损,碾磨件的维护工作量少。

3. 主要组件及作用

E型磨煤机主要由传动装置、碾磨件、加载装置、粗粉分离器和壳体等组成。其结构如图4-13-18和图4-13-19所示。

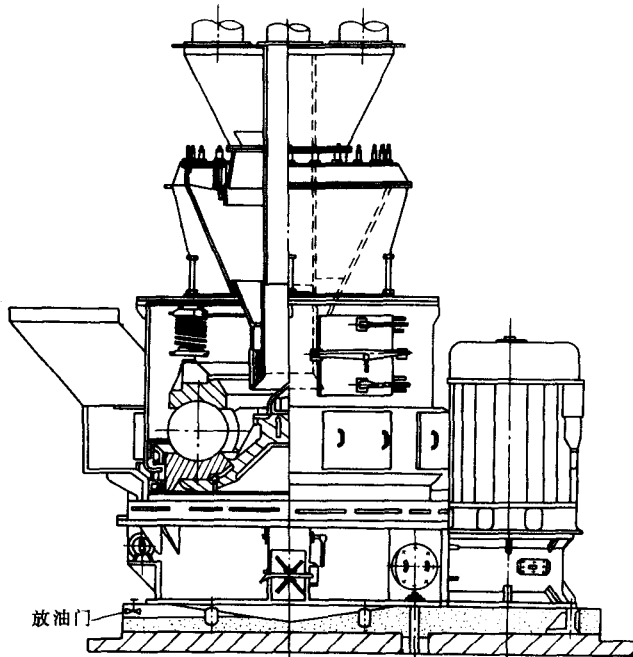


图 4-13-18 ZQM158 型中速磨煤机

⊖ in(英寸)是非法定计量单位, 1in=0.0254m。

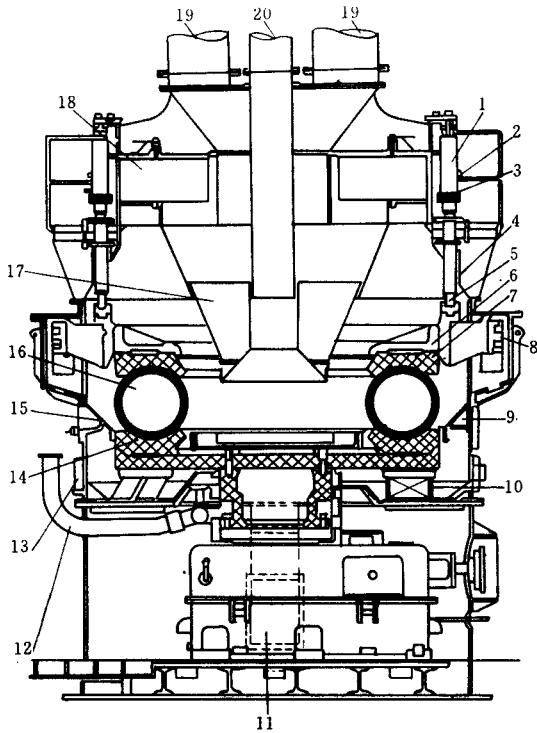


图 4-13-19 10E 型磨煤机及其加载装置

- 1—气动缸 2—氮气入口 3—油入口 4—挠性波形橡胶套 5—推动杆 6—压紧环 7—上磨环 8—导块 9—喉板 10—刮扫刷子 11—石子煤箱 12—密封空气管 13—检查门 14—下磨环 15—活门 16—空心钢球 17—粗粉回粉斗 18—折向门 19—煤粉出口 20—煤进口

(1) 传动装置(齿轮箱)。齿轮箱为双级减速箱,具有水平的输入轴和垂直的输出轴。输入轴齿轮为螺旋伞齿轮,输出轴为斜齿轮,输出轴上的推力由装在齿轮箱壳体顶部的重型推力轴承承受。齿轮箱的底座有一块下侧经过加工的与输出轴同心的圆形定位板;齿轮的底板上,亦有一块相应的定位板,这样就很容易把齿轮箱装到磨煤机上。齿轮箱的外壳与千斤顶及支撑托架固定在一起,为便于检查和维修,设有专用小车和托架。需要时就可伸进小车或托架,拆卸螺丝,即可将齿轮箱拖出磨煤机基座。

齿轮箱采取强迫润滑。润滑系统包括吸入侧滤网电动油泵、出口侧滤网、泄压阀、油冷却器、带触点的压力表与温度表、油位指示器及油冷却水管道等。齿轮箱各部件的寿命为:轴承最短为 24000h,止推轴承为 100000h,齿轮最少为 52000h,图 4-13-20

为 10E 型磨煤机齿轮箱剖面图。

(2) 碾磨部件。E 型磨煤机的碾磨部件由上、下磨环和钢球组成,上、下磨环形状相同。这种磨煤机运转时钢球不断改变其轴线,在上、下磨环之间的滚道上自由地滚转,钢球和磨环是在一定压紧力的作用下彼此接触着。由于碾磨件直接接触,因此 E 型磨空载电耗较高,而且不可长时间地空转,因为在不给煤的情况下空转,往往会引起设备振动,造成球、环金属磨损,并在碾磨区产生过多热量。当该磨煤机转入磨煤工况时,其初期会导致磨后温度过高。

E 型磨煤机的下磨环随齿轮减速箱的输出轴一道回转,上磨环由十字形压紧环两侧的导向块挡住不转,但可上下垂直地移动。原煤由中央(或侧面)落煤管引入,受下磨环回转时离心力作用及球环相对运动的影响,煤粒被挤入球、环之间压碎,并碾磨成煤粉。

上、下磨环的材料一般为镍合金(Ni-hard),其镍含量(质量分数)4.5%。我国试制成的高铬铸铁的使用寿命已超过前者,而且还具有良好的铸造特性,但承受冲击能力较差。钢球由合金钢浇铸,并硬化到使其耐磨性与冲击韧性之间保持最佳的性能。小型 E 型磨煤机(如 E-44)采用实心球,而大型 E 型磨煤机(7E 以上)均为空心球。随着球径的增大,允许最大进煤粒度也增加。图 4-13-21 所示为最大进煤尺寸与钢球直径的关系。

在结构设计上为便利快速更换,磨损件钢球可在不移动磨环的情况下,在 8h 内予以更换。更换时,将上磨环吊起,通过边门更换钢球。当磨环被磨损时,如果用快速起吊滑车,则可在 24h 内更换好钢球。

(3) 加载装置。加载装置有两种型式,中小型磨煤机(7E 以下)均采用预紧弹簧的加载装置(如图 4-13-18 所示)。这种装置结构简单,但随着钢球和磨环的磨损,弹簧松弛,磨煤压力减少,煤粉变粗,磨煤出力降低,因此必须定期停磨紧固弹簧。随着磨煤机容量的增大,其压紧力相应增加,如 E-44 型磨煤机,每个钢球上平均载荷为 4116N,而 10E 磨煤机上就达到 53410N。在高的载荷下要频繁地紧固弹簧,维护工作量很大,而且在一个紧固周期内,后期的磨煤压力事实上已减少,运行性能已起变化。为此,在 7E 型以上的大型 E 型磨上采用另一种自动调节气压式加载装置,如图 4-13-19 所示。

图 4-13-22 示出了手工和自动加载装置在碾磨