

第四章 煤粉制备系统

第一节 煤粉的性质

第二节 煤的可磨性系数

第三节 磨煤设备及其特性

第四节 煤粉制备系统

第五节 煤粉制备系统的辅助设备

第六节 煤粉制备系统的选型

第一节 煤粉的性质

一、煤粉的一般性质

- 煤粉由各种形状不规则、尺寸小于 $500\mu\text{m}$ 的微小颗粒组成。其中以 $20\sim 60\mu\text{m}$ 的颗粒占大多数。
- 煤粉具有较好的流动性。
- 煤粉的自燃和爆炸。
- 煤粉的水分

二、煤粉细度

煤粉细度用 R_x 表示。

将一定数量的煤粉试样放在筛子上筛分，若标准筛孔边长为 x (μm)，试验煤粉经筛分后，通过筛子的煤粉质量为 b ，留在筛子上的煤粉质量（称为筛余量）为 a ，则该煤粉的细度 R_x 定义为：

$$R_x = \frac{a}{a + b} \times 100 \%$$

电厂中常用 R_{90} 和 R_{200} 来表示煤粉细度和均匀度



alibaba



标准检验分析筛



音波振动式半自动筛分析仪

三、煤粉的均匀性

定义：指煤粉颗粒大小的均匀程度。

用全筛分得到的曲线 $R_x=f(x)$ 称为煤粉颗粒组成曲线，也称**粒度分布特性**。

$$R_x = 100 \exp(-bx^n) \quad (4-2)$$

式中 R_x —孔径为 x 的筛子上的全筛余量百分数， %；

b —细度系数；

n —均匀性指数。

若已知 R_{90} 和 R_{200} ，导出 n , b 的计算式：

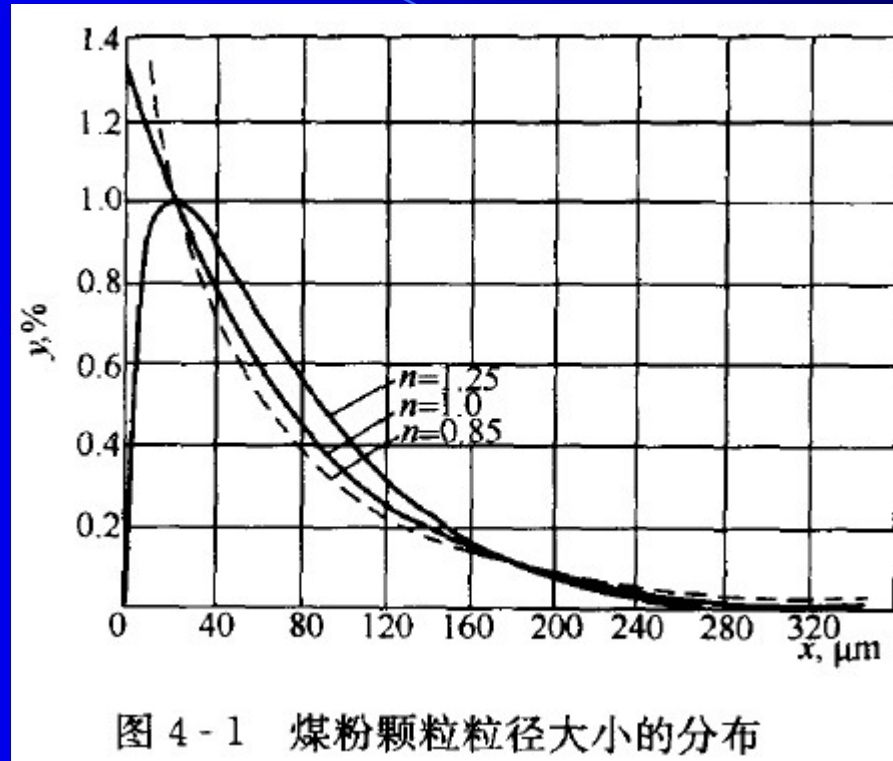
$$n = \frac{\lg \ln \frac{100}{R_{200}} - \lg \ln \frac{100}{R_{90}}}{\lg \frac{200}{90}} \quad (4-3)$$

$$b = \frac{1}{90^n} \ln \frac{100}{R_{90}} \quad (4-4)$$

讨论：

(1) 对 b ，当均匀性指数 n 相同时， b 值越大，则 R_{90} 越小，表明煤粉越细；反之则表示煤粉越粗。因此， b 是表示煤粉粗细的系数。

(2) 对n:



①对 $n>1$: 煤粉均匀

②对 $n=1$: 细粉多, 不均匀

③对 $n<1$: 粗粉、细粉多, 煤粉分布不均

四、煤粉经济细度

把 q_2 、 q_4 、 q_m 、 q_n 之和（ $q_2 + q_4 + q_m + q_n$ ）为最小值时所对应的煤粉细度称为煤粉经济细度。

影响因素

煤的干燥无灰基挥发份 V_{daf}

磨煤机的性能

粗粉分离器的性能

燃烧设备的型式

锅炉运行工况

经验公式计算： $R_{90}^{jj} = 4 + 0.8nV_{daf} (\%)$

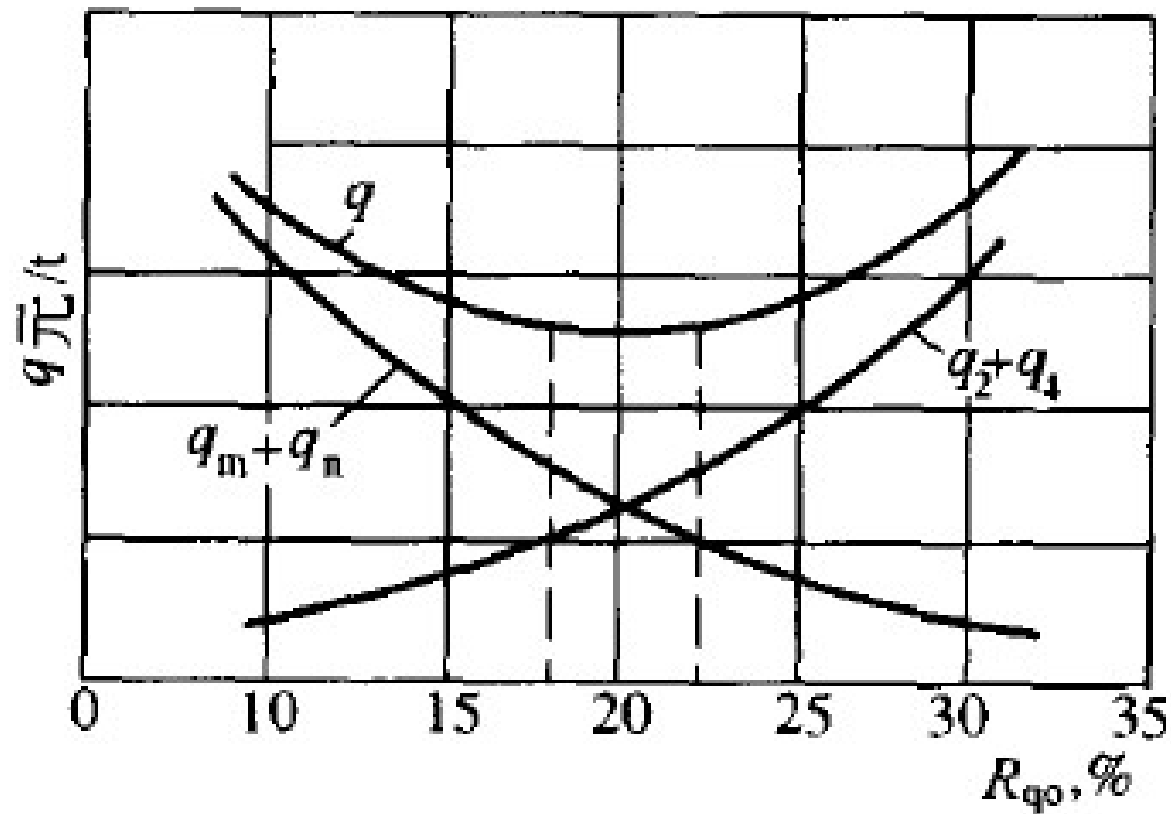


图 4-2 煤粉经济细度的确定

$q_2 + q_4$ —排烟热损失和机械不完全燃烧热损失之和； $q_m + q_n$ —磨煤电耗与制粉设备金属磨耗之和； $q = q_2 + q_4 + q_m + q_n$

第二节 煤的可磨性系数

一、磨制煤粉消耗的能量

$$E = E_A (A_2 - A_1)$$

$$E = E_A A_2 = E_A K_x \frac{450 \times 10^3}{\rho_r} \frac{1}{P} \left(\ln \frac{100}{R_{90}} \right)^{\frac{1}{P}}$$

二、煤的可磨性系数

煤的可磨性系数是指在风干状态下，将同一质量的标准煤和试验煤由相同的初始粒度磨碎到相同的煤粉细度时所消耗的能量之比，用符号 K_{km} 表示，即

$$K_{km} = \frac{E_b}{E_s} \quad K_{km}^{BTN}$$

式中 E_b —磨制标准煤所消耗的能量，kW·h；

E_s —磨制试验煤所消耗的能量，kW·h。

- 全苏热工研究所 (BTH) K_{km}^{BTN}

在风干状态下将质量相等的标准煤和试验煤由相同的粒度磨制成相同的细度时, 消耗的能量之比 (式3-7)

$$K_{km}^{BTN} < 1.2 \text{ 为难磨煤}$$

$$K_{km}^{BTN} > 1.5 \text{ 为易磨煤}$$

- 哈氏可磨性指数 HGI

HGI < 62 为难磨煤; HGI > 86 为易磨煤

$$\text{HGI} = 13 + 6.93 G \quad (4-12)$$

- K_{km}^{BTN} 与 HGI 之间关系

$$K_{km} = 0.0034(\text{HGI})^{1.25} + 0.61 \quad (4-13)$$

三、煤的磨损指数

煤的冲刷磨损指数 $K_e = \frac{E}{A\tau}$

按煤的冲刷磨损指数大小划分为：

- $K_e < 1.0$ 轻微磨损
- $K_e = 1 \sim 1.9$ 不强磨损
- $K_e = 2 \sim 3.5$ 较强磨损
- $K_e = 3.5 \sim 5$ 很强磨损
- $K_e > 5$ 五级，极强磨损五级。

第三节 磨煤设备及其特性

磨煤机是煤粉制备系统的主要设备，其作用是将具有一定尺寸的煤块干燥、破碎并磨制成煤粉。根据磨煤机的转速大致可分为如下三种：

(1) 低速磨煤机：它通常指筒式钢球磨煤机，其转速 $n=16\sim 20\text{r/min}$ 。

(2) 中速磨煤机：它包括中速平盘式磨煤机、中速环球式磨煤机、碗式磨煤机、MPS磨煤机，其转速 $n=50\sim 300\text{r/min}$ 。

(3) 高速磨煤机：包括风扇磨煤机和锤击式磨煤机，其转速 $n=500\sim 1500\text{r/min}$ 。

一、筒式钢球磨煤机

(一) 单进单出钢球磨煤机的结构及工作原理

结构：磨煤机主体是一个直径为2~4m，长为3~10m的圆筒，筒内装有大量直径为25~60mm的钢球。大圆筒自内至外共分五层：

第一层为锰钢制成的波浪型护甲，其作用是增强抗磨性和把钢球带到一定高度；

第二层为石棉层，起绝热作用；

第三层为筒体本身，它是由18~25mm厚的钢板制成；

第四层为毛毡层，其作用为吸收和隔离磨煤噪音；

第五层为薄钢板制成的外壳，起保护和固定毛毡的作用。

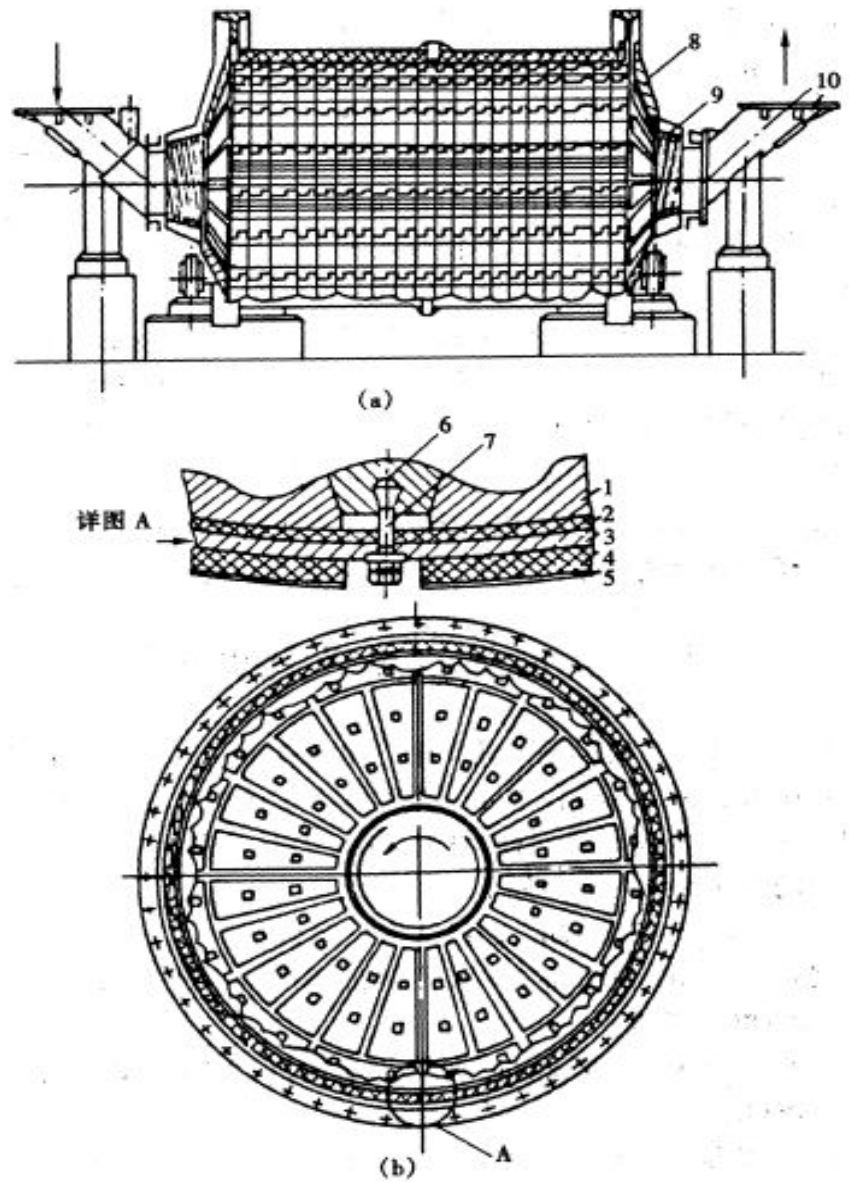
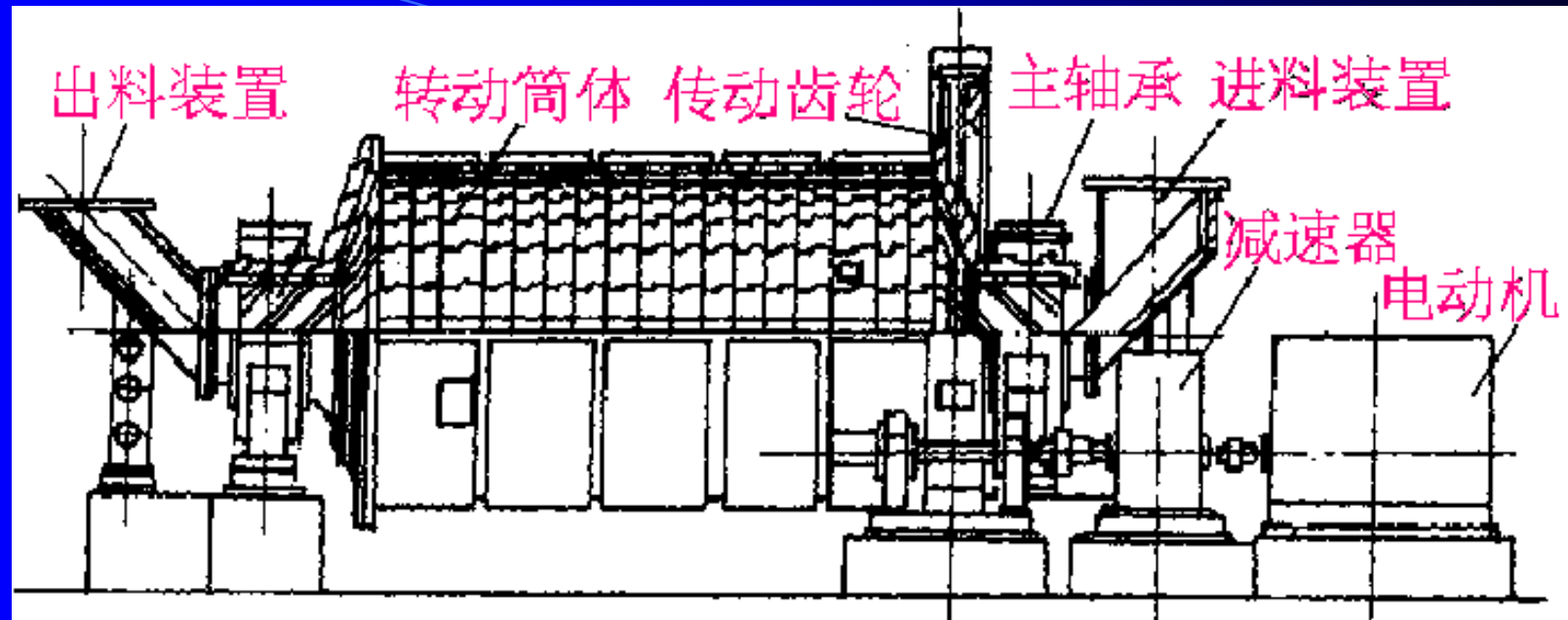


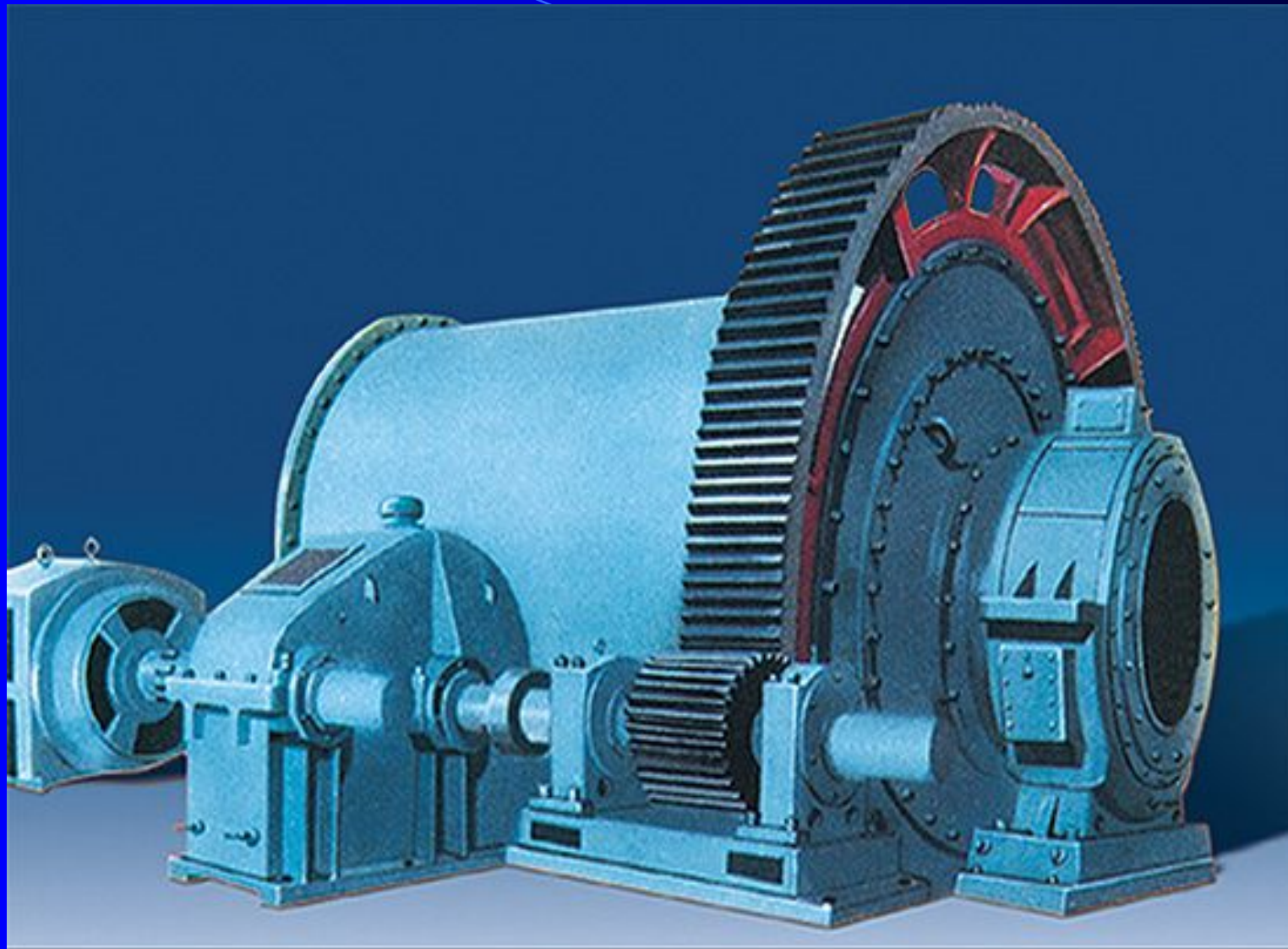
图4-5 筒式钢球磨煤机的结构图

(a) 纵剖图； (b) 横剖图





Sumaimai.com



钢球磨煤机
Steel ball coal pulverizer

工作原理是：筒身经电动机、减速装置传动以低速旋转，在离心力和摩擦力的作用下，护甲将钢球及煤提升至一定高度，然后借重力自由下落。在撞击、挤压、研磨力的作用下将煤磨成细粉。原煤与热空气从一端进入磨煤机，磨好的煤粉被气流从另一端带出。

1. 影响钢球磨煤机工作的主要因素

(1) 临界转速 n_{lj} 和工作转速 n

当转速过高时，在离心力作用下，钢球贴在筒壁上随筒体一起旋转而不再脱离，则球的撞击作用完全消失。此时转速称为**临界转速** n_{lj} ，单位是r/min。

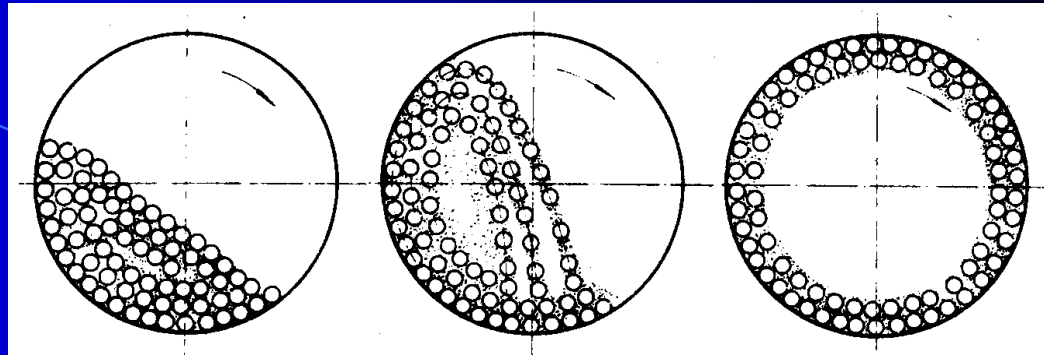
$$n_{lj} = \frac{30}{\sqrt{R}} = \frac{42.3}{\sqrt{D}} \quad (4-15)$$

式中 D —筒体的内径，m。

最佳转速的计算公式为：

$$n_{zj} = \frac{32}{\sqrt{D}} \quad (4-16)$$

n 影响磨煤出力和电耗



■ **n 过小**，筒内钢球与煤靠与筒壁的摩擦力带上去，形成一个斜面，然后沿斜面滑落

■ **n 过大**，离心力很大，球与煤随筒壁一同旋转，产生这种状态的最低转速称为临界转速 n_{1j}

没有撞击作用，磨煤效果差。

■ **n 处于上述两者之间**，钢球被带到一定高度，沿抛物线落下，钢球对筒底的煤发生强烈撞击作用，辅以研磨

磨煤作用最大时的转速称为最佳工作转速 n_{zj} 经验表明：

$$n_{zj} = (0.75-0.78) n_{1j}$$

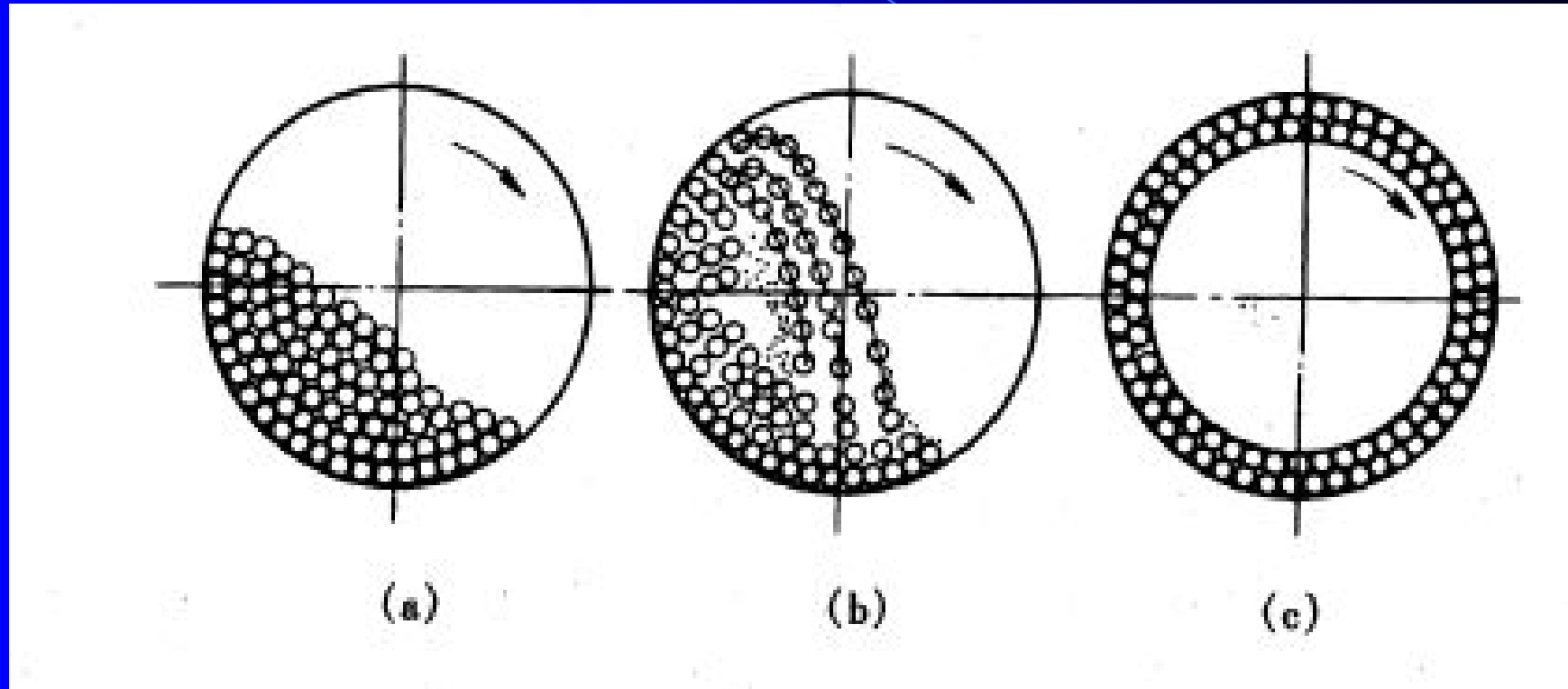


图4-6 圆筒转速对筒体内钢球和煤运动状况的影响

(a) $n \ll n_{lj}$; (b) $n < n_{lj}$; (c) $n \geq n_{lj}$

(2) 钢球充满系数

钢球磨煤机内所装的钢球量通常用钢球容积占筒体容积的百分比来表示，称为**钢球充满系数**，用符号 ψ 表示，即：

$$\psi = \frac{G}{\rho_{gq} V} \times 100\%$$

(4-18)

式中 G —钢球装载量，t；

V —球磨机筒体容积， m^3 ；

ρ_{gq} —钢球的堆积密度，一般取为 $4.9t/m^3$ 。

由磨煤出力和消耗电功率两者得：

$$\left. \begin{aligned} B_m &= C_1 \psi^{0.6} \\ P_m &= C_2 \psi^{0.9} \end{aligned} \right\} \longrightarrow E_m = C_3 \psi^{0.3}$$

E_m ：磨煤机每磨1t煤所消耗的电能

而制粉单位电耗 ΔE

$$\Delta E = E_m + E_{tf}$$

通风单位电耗

$$\psi_{zj} = \frac{0.12}{\left(\frac{n}{n_{zj}}\right)^{1.75}}$$

(3) 钢球直径

应根据煤种及磨煤机工作条件，将直径40, 50, 60mm的钢球按比例搭配使用，则会有较好的磨煤效果。

(4) 护甲

运行中很明显的现象是，当更换新的护甲后，磨煤出力显著增加，电耗下降。常用的两种护甲如图4-7所示。

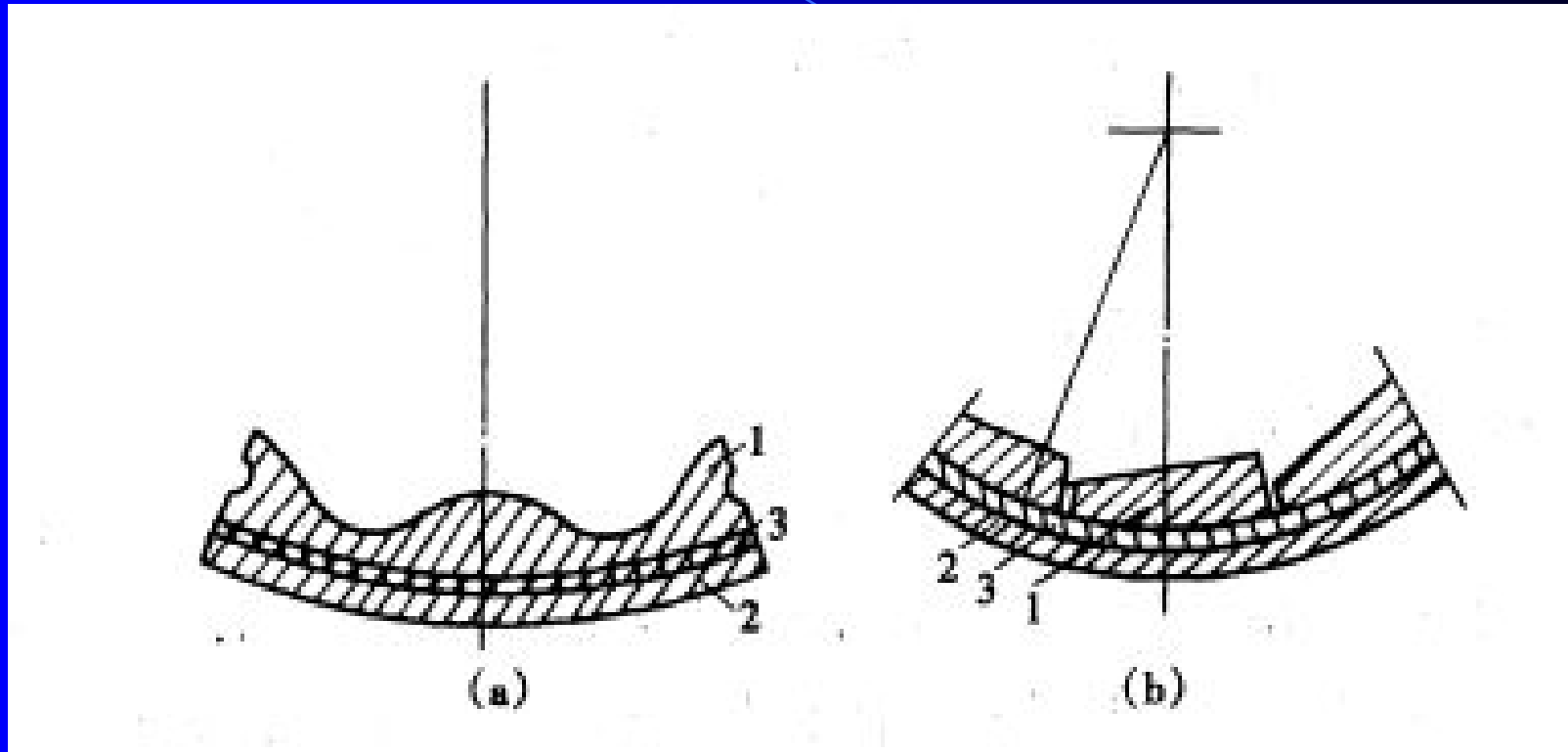


图4-7 球磨机护甲形状

(a) 波浪型； (b) 阶梯型

1—护甲； 2—筒体； 3—石棉垫

(5)通风量

在钢球装载量一定时，制粉单位电耗最小值所对应的磨煤机通风量，称为**最佳磨煤通风量**，可按下面的经验公式计算：

$$V_{\text{tf}}^{\text{zj}} = \frac{38V}{\sqrt[n]{D}} (1000 \sqrt[3]{K_{\text{km}}} + 36 R_{90}'' \sqrt{K_{\text{km}}} \cdot \sqrt[3]{\psi}) \quad (4-23)$$

式中 V —球磨机筒体容积， m^3 ；

D —球磨机筒体内壁直径， m ；

R_{90}'' —粗粉分离器后煤粉细度，%；

ψ —钢球充满系数；

K_{km} —煤的可磨性系数。

(6) 筒内载煤量

当存煤量较少时，钢球下落的动能只有一部分用于磨煤，另一部分消耗于钢球的空撞磨损；

随着载煤量的增加，钢球用于磨煤的能量增大，磨煤出力增大。

如果载煤量过大，由于钢球下落高度减少，钢球间煤层加厚，使部分能量消耗于煤层变形，钢球磨煤能量减小，磨煤出力反而降低，严重时将造成圆筒入口堵塞，磨煤机无法工作。

通过试验来确定

2. 磨煤出力和消耗的电功率计算

(1) 磨煤出力 B_m

要求：磨煤出力 B_m = 干燥出力

$$B_m = \frac{0.11D^{2.4} Ln^{0.8} K_{hj} K_{ms} \psi^{0.6} K_{km}^g K_{tf} S_2}{\sqrt{\ln \frac{100}{R_{90}''}}}$$

(2) 磨煤机消耗的电网功率和单位电耗

1) 磨煤机消耗的电网功率

$$P_{dw} = \frac{1}{\eta_{cd}\eta_{dj}} (0.122D^3 Ln\rho_{gq}\psi^{0.9} K_{hj}K_r + 1.86DLnS) + P_{fj}$$

2) 磨煤机消耗的电网功率

$$E_m = \frac{P_{dw}}{B_m}$$

3. 钢球磨煤机的主要特点

钢球磨煤机的**优点**为：

- (1) 煤种适应性广。
- (2) 能在运行中补充钢球，延长检修周期。

其主要**缺点**是：

设备庞大笨重、金属耗量大，初投资及运行电耗、金属磨损都较高，运行噪音大，磨制的煤粉也不够均匀，在低负荷下运行不经济。

(二) 双进双出钢球磨煤机

工作原理：

煤从给煤机出口落入混料箱，经旁路热风预干燥后落入中空轴，由旋转的螺旋输送装置将煤送入磨煤机，由钢球进行磨制。

热一次风通过中空轴的中心管进入筒体，进入筒体的热空气既是煤粉干燥剂，又是煤粉输送剂。在热一次风完成对煤的干燥后，按与原煤进入磨煤机的相反方向，通过中心管与中空轴之间的环行通道，将煤粉带出磨煤机。

煤粉空气混合物与混料箱来的旁路风混合，一起进入上部的煤粉分离器，分离出来的粗煤粉经返粉管回落到中空轴入口，与原煤混合，重新进入磨煤机研磨。从分离器出来的气粉混合物作一次风送到燃烧器或进入细粉分离器进行气粉分离。

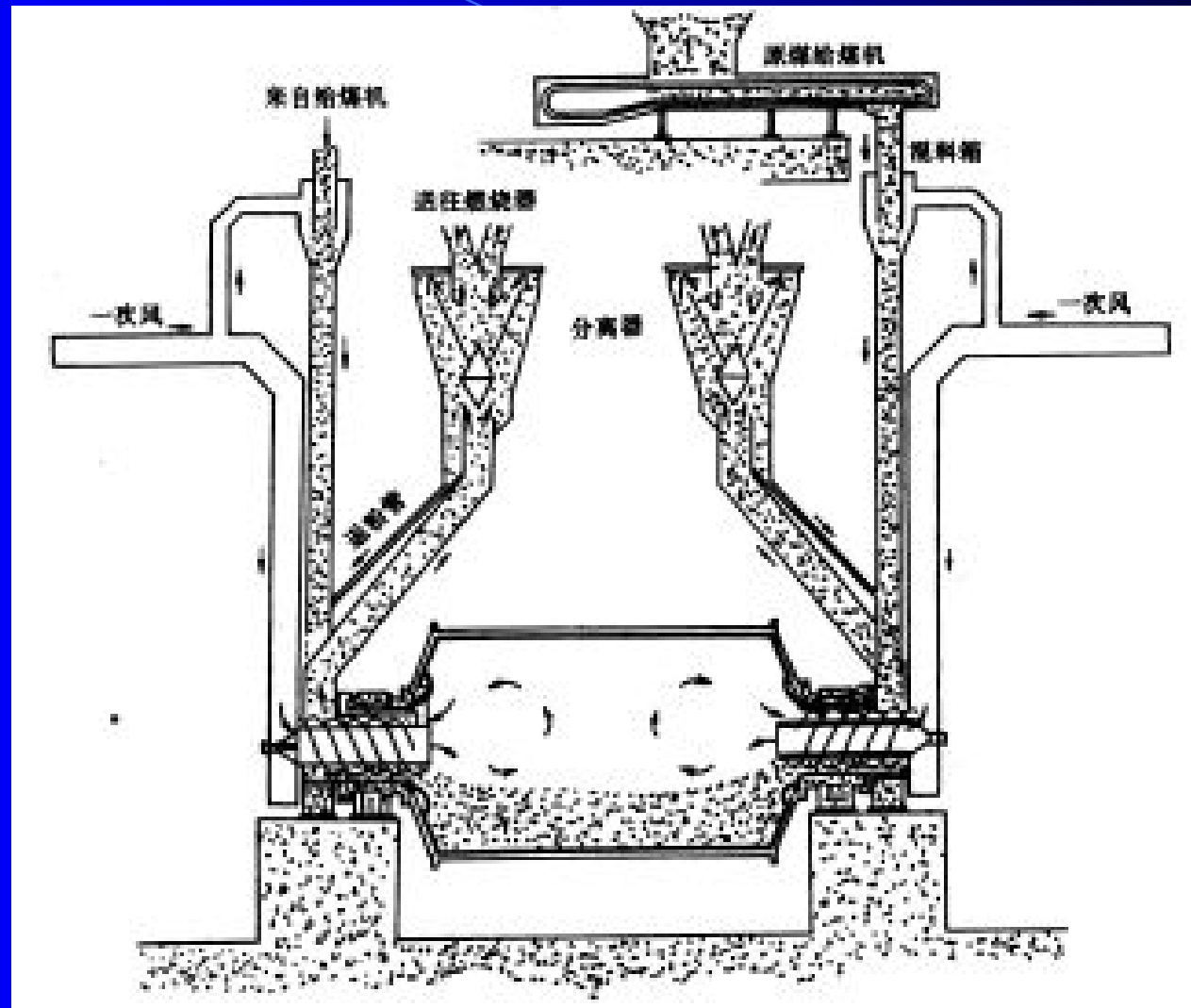
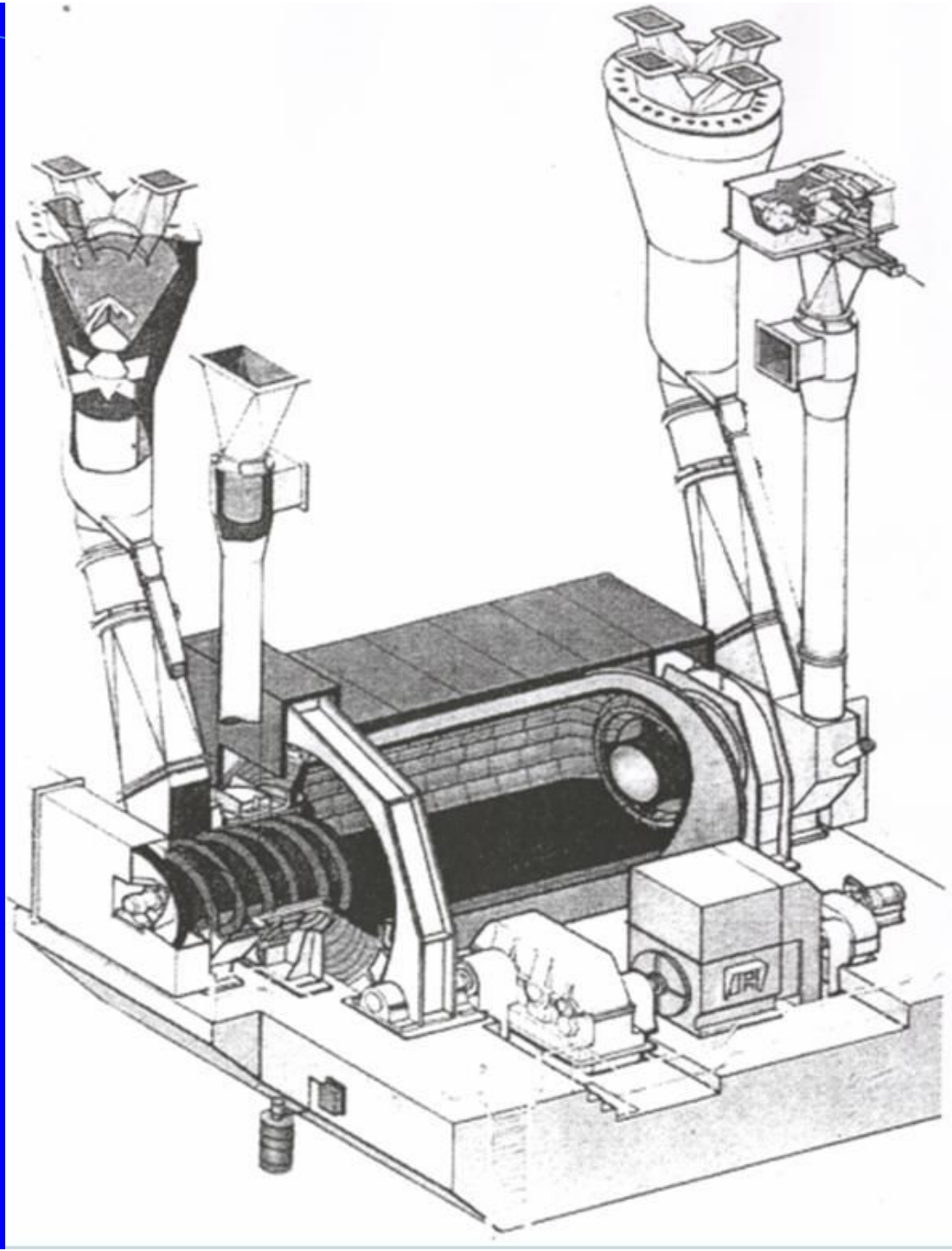
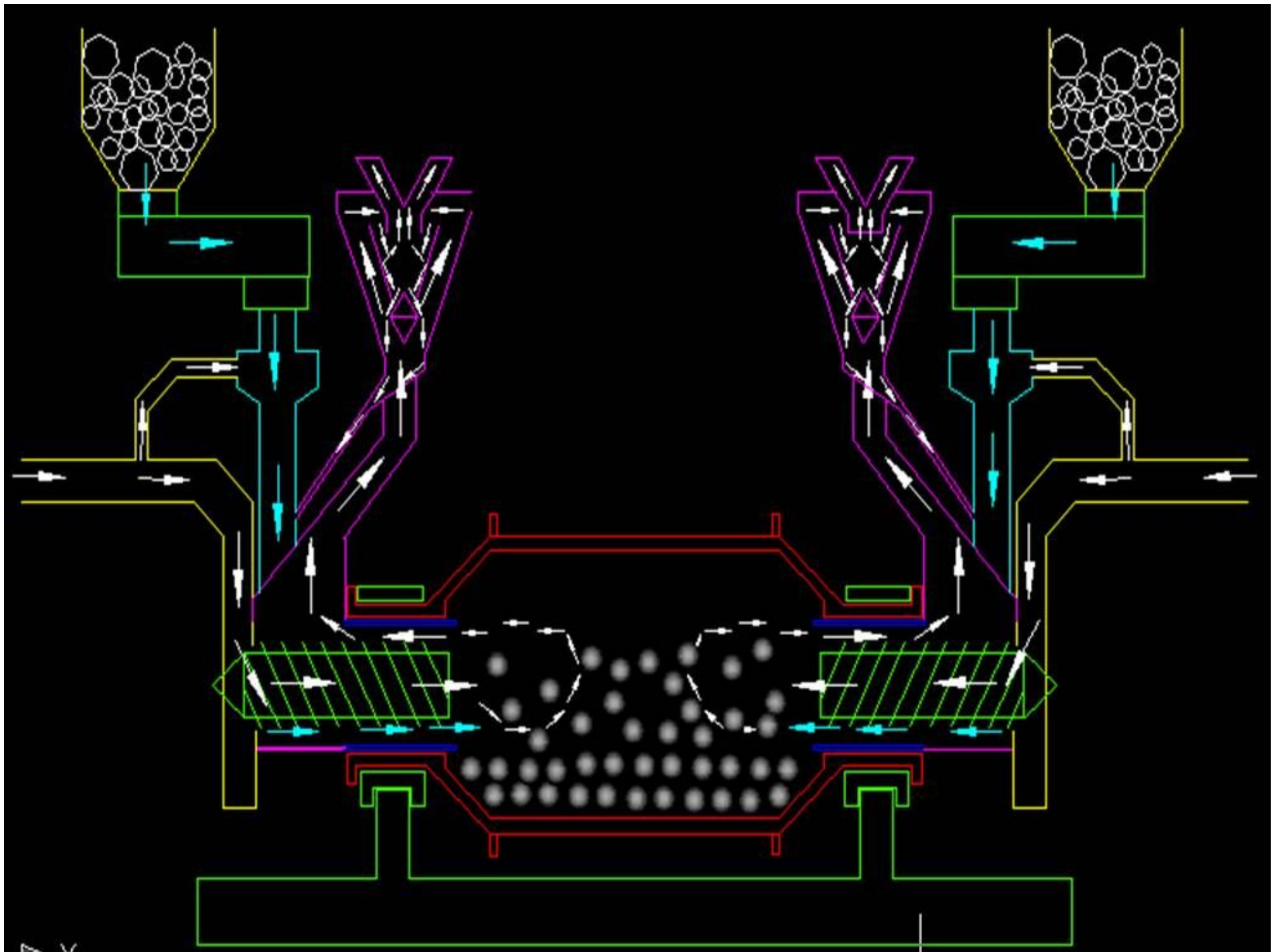


图4-9 双进双出钢球磨煤机







二、中速磨煤机

1. 中速磨煤机的结构特点及其工作原理

中速磨煤机的研磨部件各异，但都具有相同的工作原理及基本类似的结构。四种磨煤机沿高度方向自下而上可分为四部分：驱动装置、研磨部件、干燥分离空间以及煤粉分离和分配装置。

工作过程为：

主轴带动磨盘或磨环转动。

原煤经落煤管进入两组相对运动的研磨件的表面，在压紧力的作用下受到挤压和研磨，被粉碎成煤粉。

磨成的煤粉随碾磨部件一起旋转，在离心力和不断被碾磨的煤和煤粉推挤作用下被甩至风环上方。

热风（干燥剂）经装有均流导向叶片的风环整流后，以一定的风速进入环形干燥空间，对煤粉进行干燥，并将煤粉带入磨煤机上部的煤粉分离器。

煤粉分离器：不合格的粗煤粉在分离器中被分离下来，经锥形分离器底部返回碾磨区重磨。合格的煤粉经煤粉分配器由干燥剂带出磨外，进入一次风管，直接通过燃烧器进入炉膛，参加燃烧。煤中夹带的难以磨碎的煤矸石、石块等在磨煤过程中也被甩至风环上方，因风速不足以将它们夹带而下降，通过风环落至杂物箱内被定期排出。从杂物箱中排出的称石子煤。

(1) 平盘磨煤机

磨盘为圆形平盘，一般每台平盘磨煤机上装有2~3个**磨辊**。辊子与平盘之间有一定间隙，约为1.25mm，以避免空转时磨损。磨盘由电动机带动旋转，磨辊绕固定轴在磨盘上滚动。磨辊研压煤的压力一部分靠辊子本身的重量，但主要靠加压弹簧的压力，也有采用液力—气动加载装置的。平盘磨煤机的磨辊是锥形的，其转动轴线与平盘成 15° 夹角。为了防止原煤在旋转平盘上未经碾磨就被甩到风环室，在平盘外缘设有挡圈。挡圈还能使平盘上保持适当的煤层厚度，提高碾磨效果。

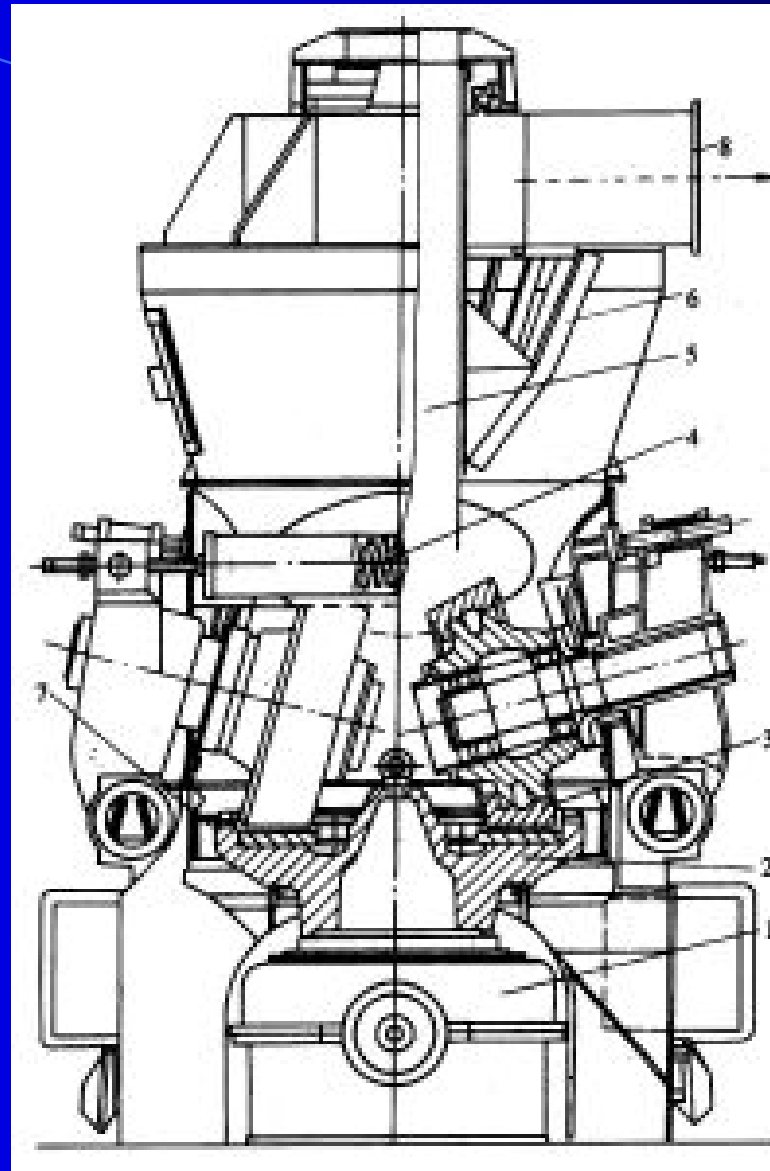


图4-10 中速平盘磨煤机

(2) 碗式磨煤机 (RP磨)

磨盘目前多采用浅沿形或斜盘形钢碗，**磨辊**一般也是锥型的，其转动轴线与水平面成一定角度，以使磨辊表面与磨盘碗面相吻合。一般碗式磨煤机装有3个磨辊。相隔120°安装于磨盘上方，磨辊与磨盘之间不直接接触，间隙可调。

在上世纪80年代中期，CE公司在RP磨煤机的基础上又发展了HP型磨煤机，HP磨煤机是RP磨煤机的改进型，两者在逻辑控制、选型计算和规格系列上完全一致，二者的区别仅在于HP磨煤机比RP磨煤机维修更方便，研磨件使用寿命更长，可靠性更高。

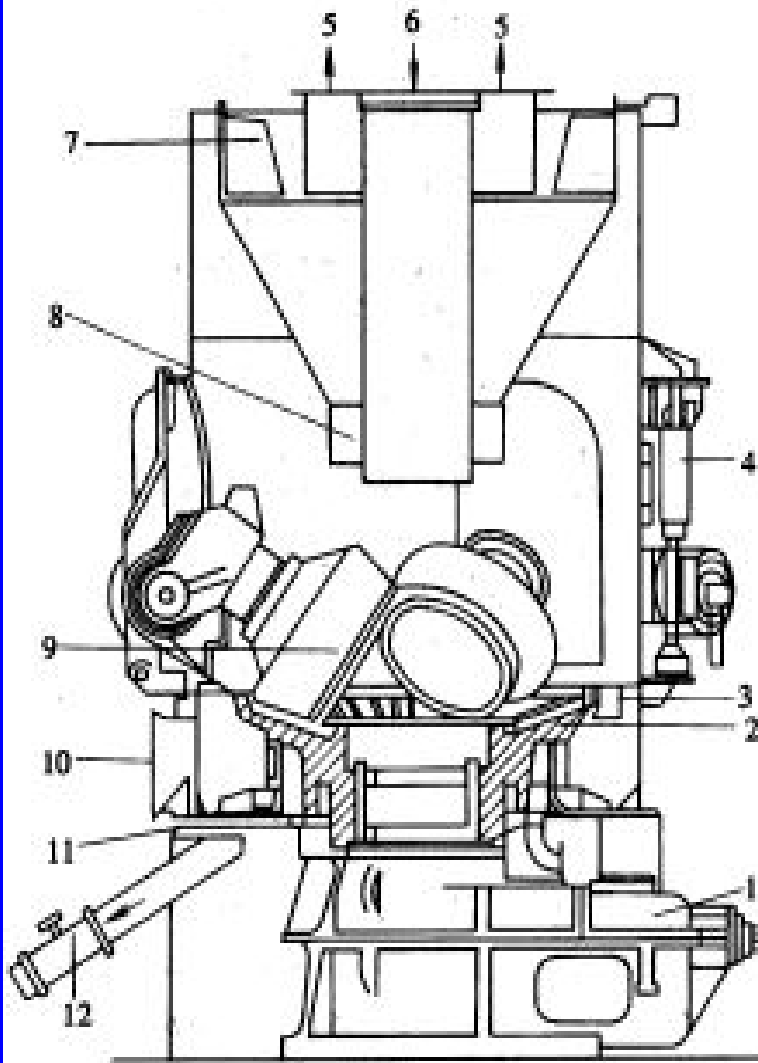


图4-11 碗式中速磨

(3) 中速球磨煤机（E型磨）

碾磨部件为上下磨环和夹在中间的大钢球。在上、下磨环之间放有10个左右的钢球，一般钢球直径为200~500mm，钢球和钢球之间几乎靠着，放入全部钢球后仅留有15~20mm的间隙。上、下磨环和钢球相互配合的剖面图形状和字母“E”相似，E型磨由此得名。

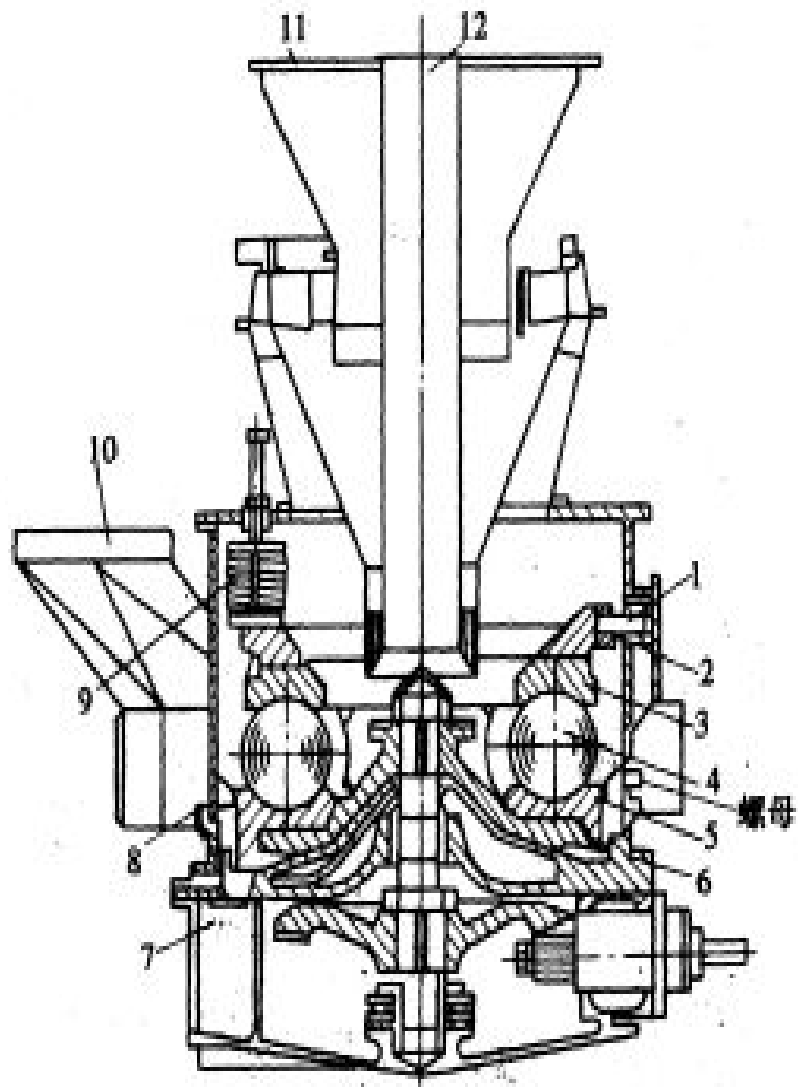
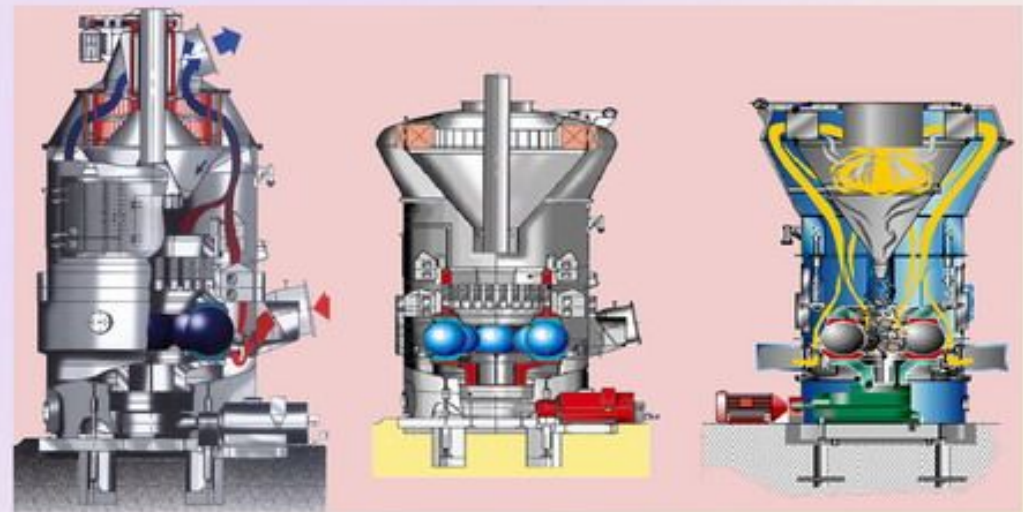


图4-13 中速球磨机

与德国CP公司合作的EM型磨煤机
EM COAL COOPERATED WITH CP IN GERMANY



(4) MPS型磨煤机

采用具有圆弧形凹槽滚道的磨盘，磨辊边缘也呈圆弧形。三个磨辊相对布置在相距 120° 的位置上。磨辊尺寸大，在水平方向具有一定的自由度，可以摆动，能自动调整碾磨位置。在碾磨过程中磨辊由磨盘摩擦力带动旋转。磨煤的碾磨力来自磨辊、弹簧架及压力架的自重和弹簧的预压缩力。弹簧的预压缩力依靠作用在弹簧压盘上的液压缸加压系统来实现。

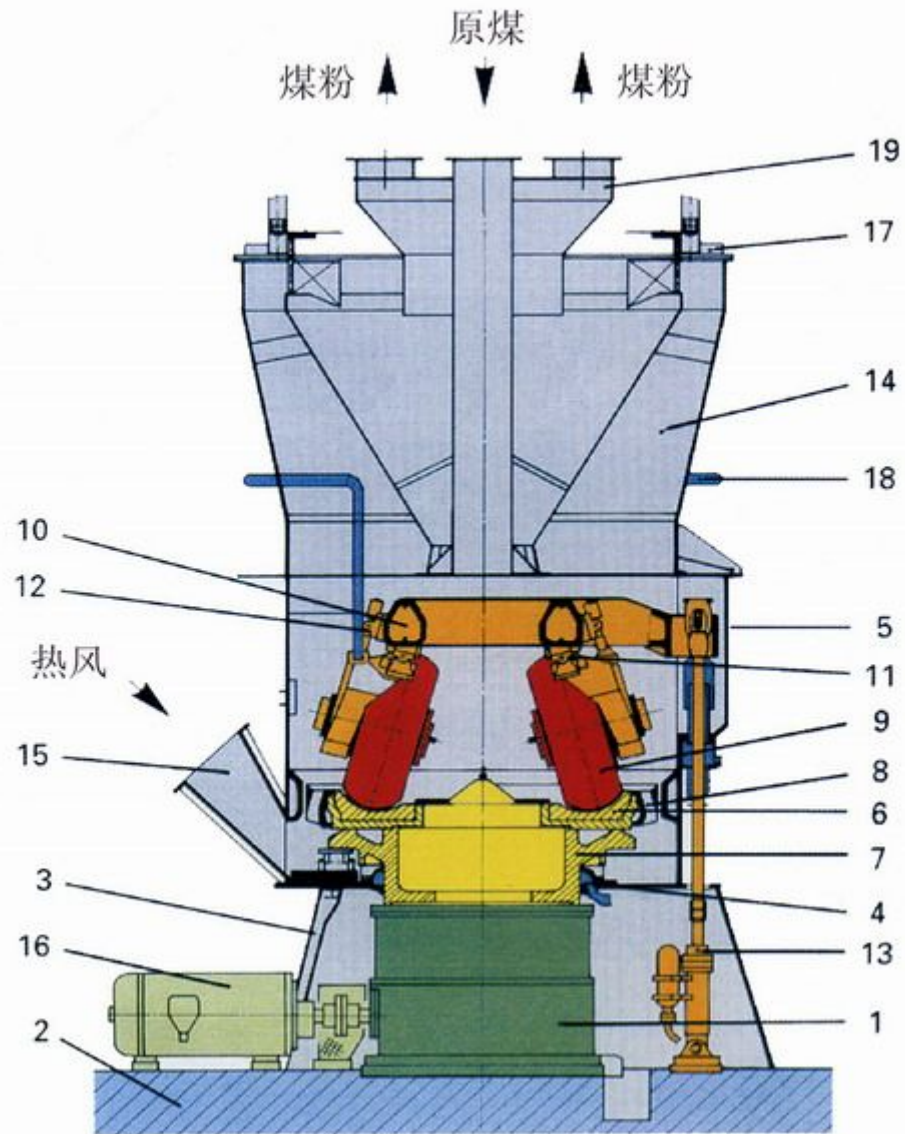
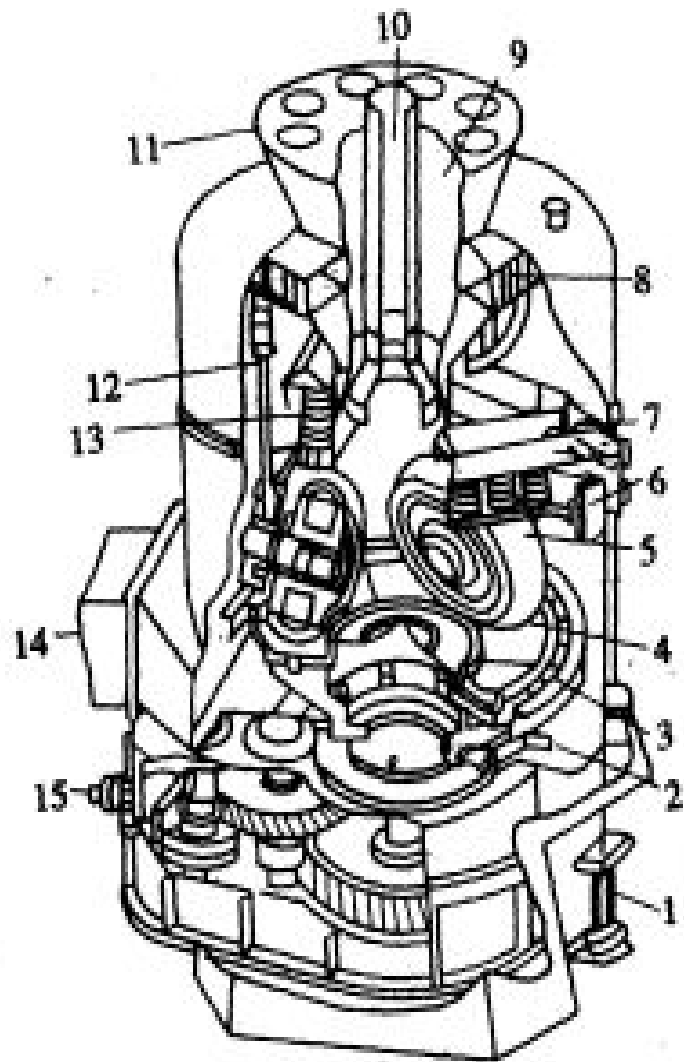


图4-12 MPS磨煤机结构



2. 影响中速磨煤机工作的因素

- (1) 转速
- (2) 通风量
- (3) 风环气流速度
- (4) 碾磨压力
- (5) 燃料性质

3. 中速磨煤机的出力及功率计算

	平盘	碗式 (RP)	MPS	E型
出力	$B_m = \frac{cD^3 K_{ms} K_{km}^g}{\sqrt{\ln \frac{100}{R_{90}}}}$	$B_m = K_{gl} \cdot B_{jb}$	$B_m = K_G K_F K_M B_A$	$B_m = \frac{1.15 \times 10^{-3} K_{ms} K_{km}^g}{\sqrt{\ln \frac{100}{R_{90}}}} \cdot \rho_m \cdot z \cdot d_{gq}^2 u$
功率	$P_m = 0.6aD^3$	$P_m = K_{gl} \cdot P_{jb}$	$P_m = B_m P_i + P_0$	$P_m = 6 \times 10^5 \frac{(1.25F + 9.8m) zu}{\eta_{cd} \eta_{dj}}$

4. 中速磨煤机的特点

优点：中速磨煤机具有结构紧凑、占地面积小、重量轻、投资省、运行噪声小、电耗及金属磨耗较低、磨制出的煤粉均匀性指数较高、特别适宜变负荷运行等优点。因此，在煤种适宜的条件下应优先采用中速磨煤机。

缺点是结构复杂，需严格地定期检修、维护。此外，在排放的石子煤中难免夹带少量合格煤粉，需另外处理。

三、风扇磨

工作原理：原煤随热风一起进入磨煤机，即被高速转动的冲击板击碎后抛掷到蜗壳护甲上，煤粒与护甲的撞击以及煤粒的相互撞击，致使煤再次破碎而成为煤粉。煤粉被热空气干燥后带入分离器进行粗粉分离，分离出来的不合格煤粉经回粉管落回磨煤机中重磨，合格煤粉继续由气流携带送入炉内燃烧。蜗壳下方设有活门，以便排放石子煤及金属杂物。

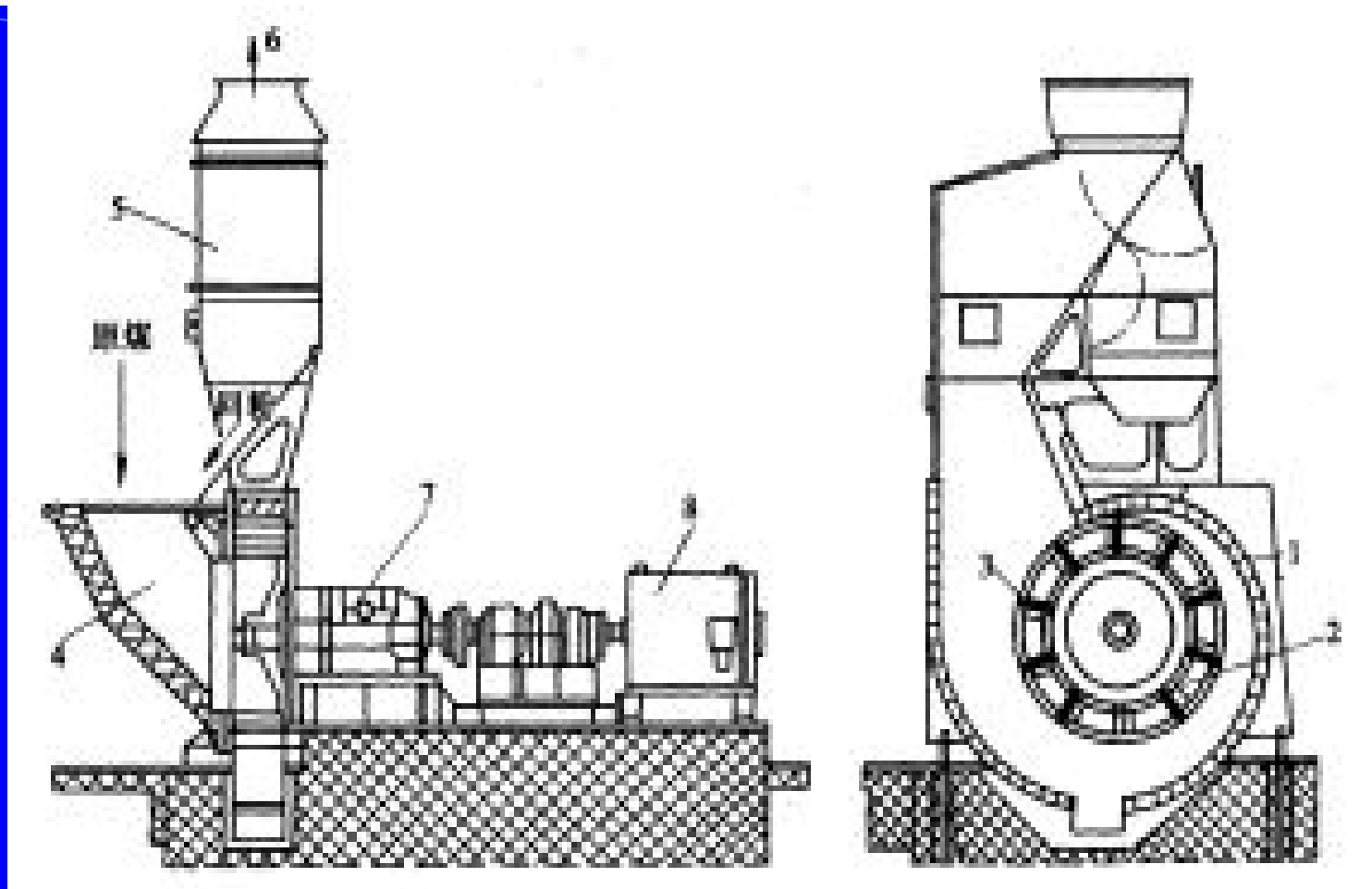


图4-14 风扇磨煤机结构

1—蜗壳状护甲； 2—叶轮； 3—冲击板； 4—原煤进口； 5—分离器； 6—煤粉气流出口； 7—轴承箱； 8—电动机

缺点是：叶轮、叶片磨损快，机件磨损后磨煤出力明显下降，煤粉品质恶化，因此维修工作频繁。另外，磨出的煤粉较粗且不够均匀。



S型

第四节 煤粉制备系统

定义：煤粉制备系统是指将原煤磨制成粉，然后送入锅炉炉膛进行悬浮燃烧所需设备和相关连接管道的组合。

分类：

- 直吹式：**煤粉经磨煤机磨成煤粉后直接吹入炉膛燃烧
- 中间储仓式：**将磨好的煤粉先储存在煤粉仓中，然后再根据锅炉运行负荷的需要，从煤粉仓经给粉机送入炉膛燃烧

一、直吹式制粉系统

1. 中速磨直吹式制粉系统

(1) 分类（按其工作流程）

正压：排粉风机在磨煤机之前，整个系统处于正压下工作

负压：排粉风机在磨煤机之后，整个系统处于负压下工作

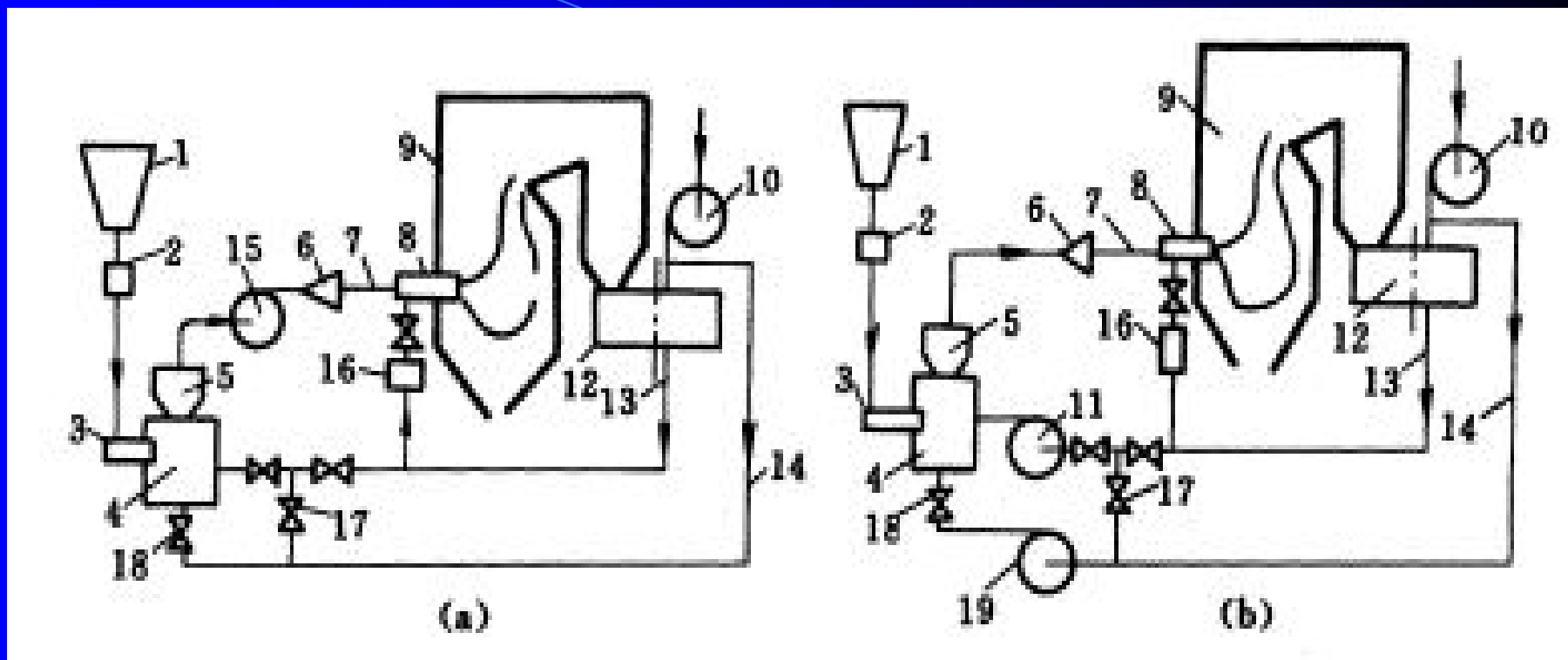


图4-15 中速磨煤机的直吹式制粉系统

(a) 负压系统； (b) 正压系统（带热一次风机）

- 1—原煤仓； 2—自动磅秤； 3—给煤机； 4—磨煤机； 5—煤粉分离器； 6—一次风风箱； 7—煤粉管道； 8—燃烧器； 9—锅炉； 10—送风机； 11—热一次风机； 12—空气预热器； 13—热风管道； 14—冷风管道； 15—排粉风机； 16—二次风风箱； 17—冷风门； 18—密封风门； 19—密封风机

(2) 注意:

国产大容量电站锅炉多采用正压冷一次风直吹式系统。

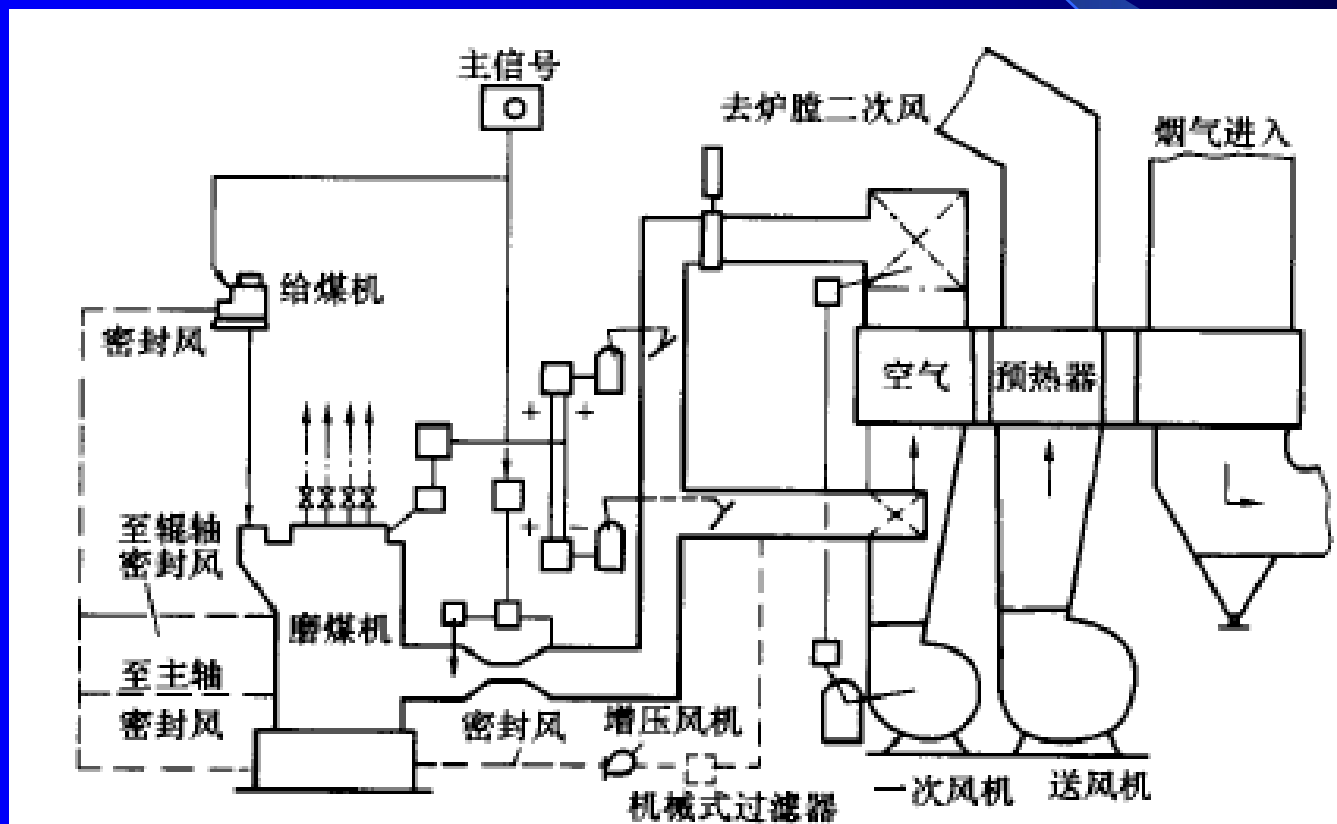


图 4-16 中速磨煤机正压冷一次风机直吹式制粉系统

(3) 中速磨直吹式制粉系统也存在若干问题：

- (1) 因为直吹式制粉系统直接影响锅炉运行。
- (2) 中速磨煤机一次风管的煤粉流量均匀性较差，而且在运行中没有调节煤粉流量的手段。
- (3) 通过调节给煤机的给煤量来适应锅炉负荷的变化
- (4) 中速磨煤机对煤种的适应性较差。
- (5) 低负荷运行时风煤比增加，影响煤粉的着火燃烧。

2. 高速磨直吹式制粉系统

单介质干燥直吹式制粉系统

二介质干燥直吹式制粉系统

三介质干燥直吹式制粉系统。

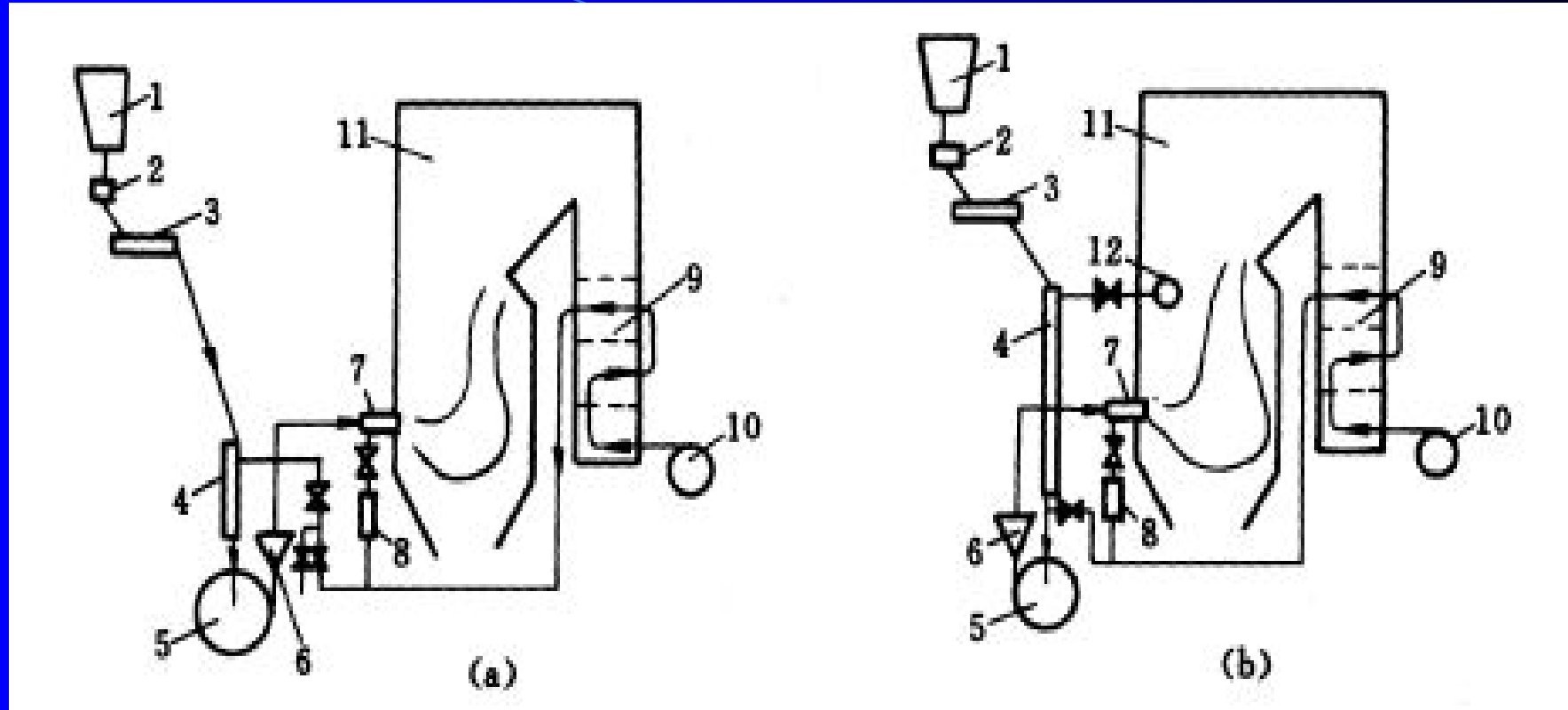


图4-17 风扇磨煤机直吹式制粉系统

(a) 单介质干燥； (b) 二介质干燥

1—原煤仓； 2—自动磅秤； 3—给煤机； 4—下行干燥管；
 5—磨煤机； 6—煤粉分离器； 7—燃烧器； 8—二次风箱；
 9—空气预热器； 10—送风机； 11—锅炉； 12—抽烟口

三介质干燥直吹式制粉系统：
采用热风、高温炉烟和低温炉烟混合物作干燥剂的

当燃用烟煤和水分不高的褐煤时采用热风作为干燥剂的单介质干燥直吹式系统。二介质干燥直吹式系统和三介质干燥直吹式系统适宜磨制高水分褐煤。

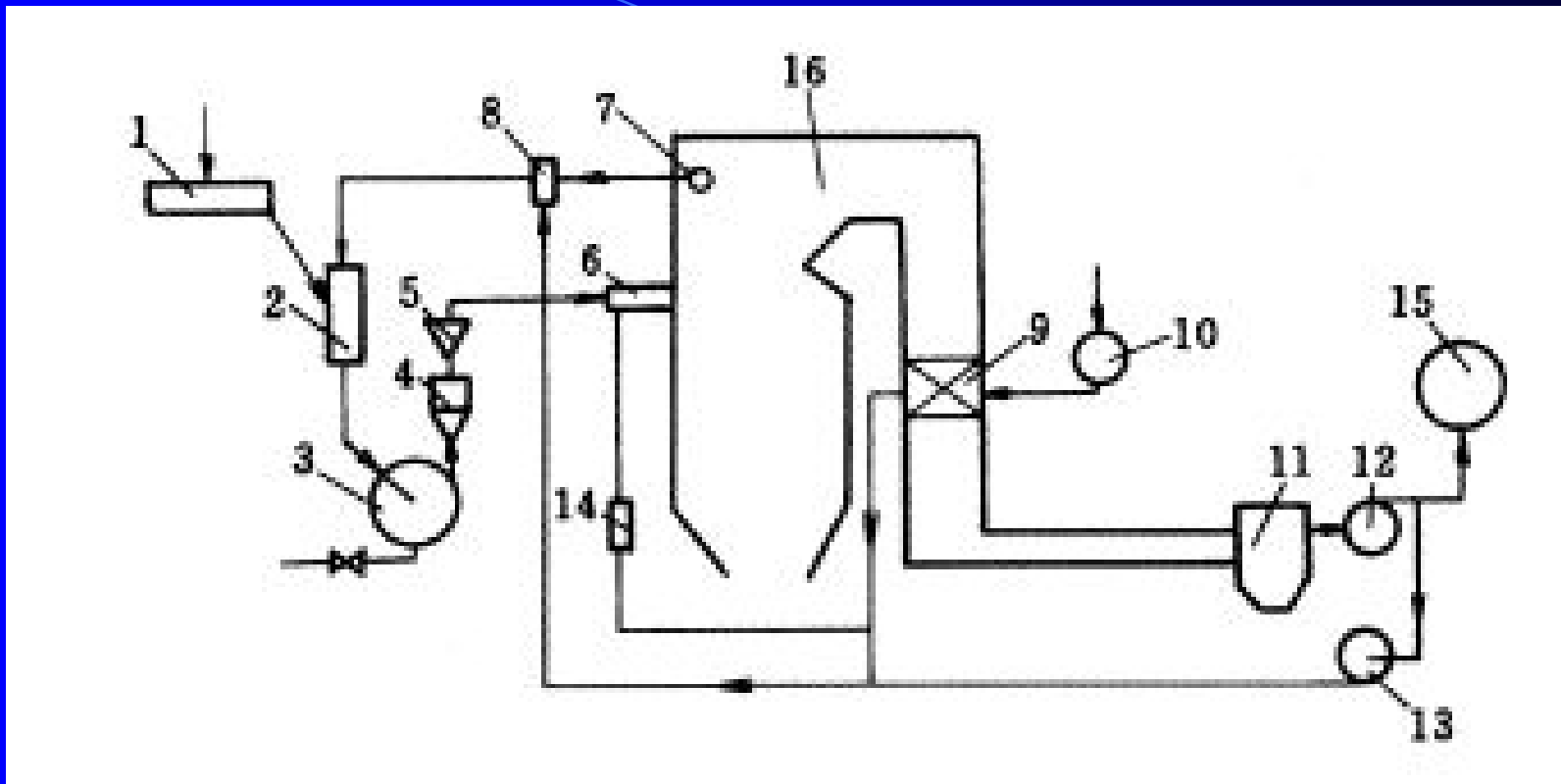


图4-18 风扇磨三介质干燥直吹式制粉系统

- 1—给煤机； 2—下降干燥管； 3—风扇磨煤机； 4—粗粉分离器；
 5—煤粉分配器； 6—燃烧器； 7—高温炉烟抽烟口； 8—混合室；
 9—空气预热器； 10—送风机； 11—除尘器； 12—引风机；
 13—冷烟风机； 14—二次风箱； 15—烟囱； 16—锅炉

3. 双进双出磨直吹式制粉系统

工作过程：煤从原煤仓经刮板式给煤机落入混料箱，与进入混料箱的高温旁路风混合，在落煤管中进行预干燥。

然后进入中空轴，由螺旋输送装置送入磨煤机筒内，进行粉碎。

空气由一次风机输送入空气预热器，加热后进入热风管道，一部分作为旁路风，一部分作为干燥剂，经由中空轴内的中心管进入磨煤机筒体，与对面进入的热空气流在筒体中部相对冲后，向回折返，携带煤粉从空心轴的环形通道流出筒体。

煤粉空气混合物与落煤管出口煤预热旁路空气混合，进入粗粉分离器，分离出来的粗粉经返料管与原煤混合，返回磨煤机重新磨制。

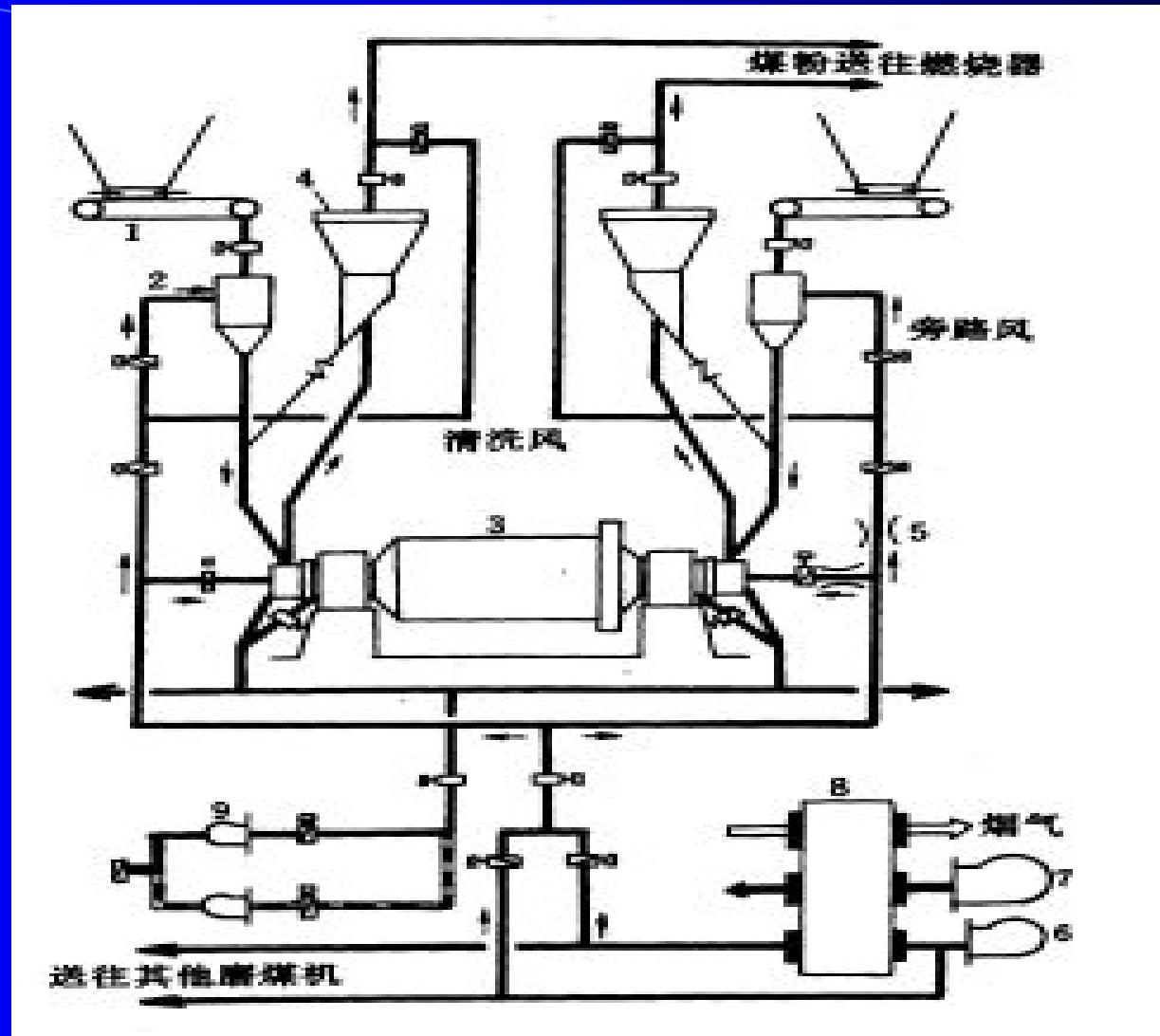


图4-19 双进双出钢球磨煤机正压直吹式制粉系统

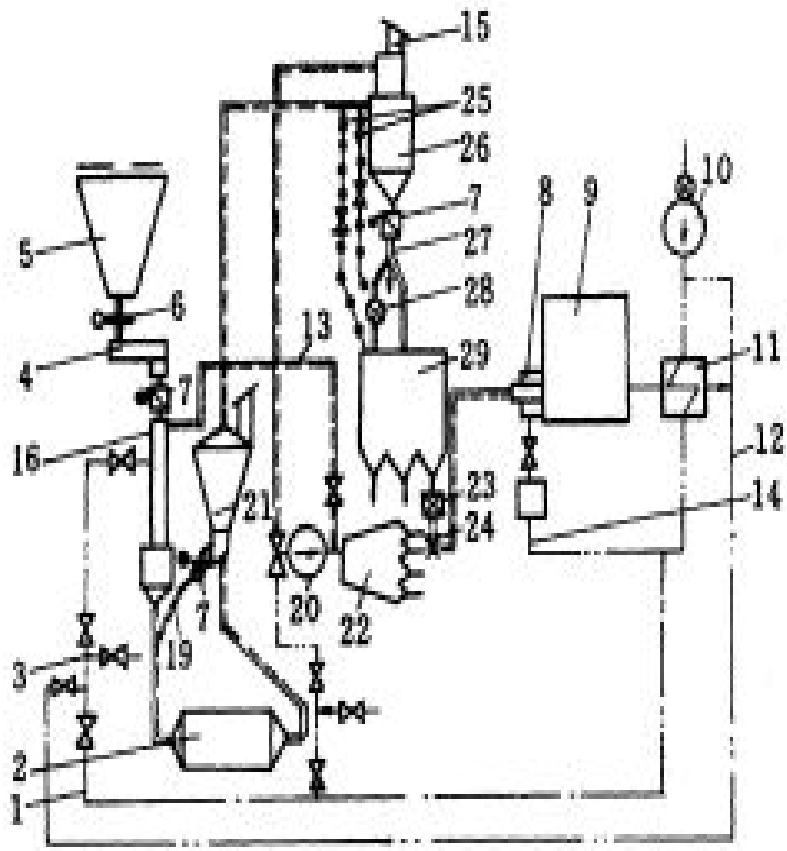
1—给煤机； 2—混料箱； 3—双进双出钢球磨煤机； 4—粗粉分离器； 5—风量测定装置； 6—一次风机； 7—二次风机； 8—空气预热器； 9—密封风机

它与中速磨直吹式制粉系统比较，具有以下优点：

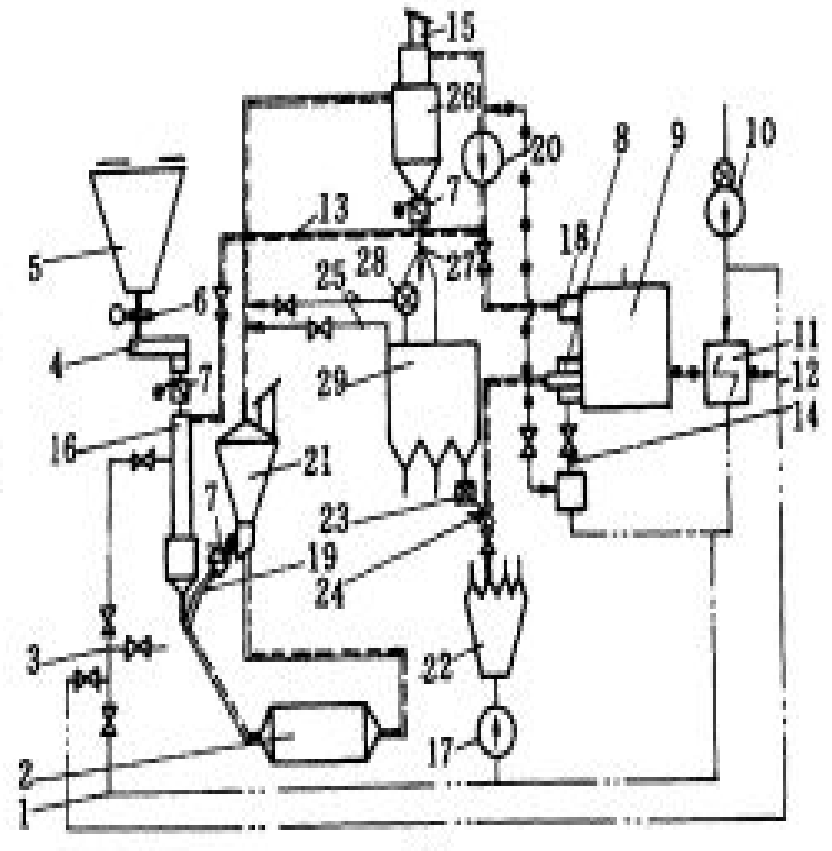
- (1) 煤种适应性广。
- (2) 备用容量小。
- (3) 响应锅炉负荷变化性能好。
- (4) 负荷调节范围大。
- (5) 钢球磨煤机的煤粉细度稳定。
- (6) 具有较低的风煤比有利于低挥发份煤的燃烧。

二、中间储仓式制粉系统

单进单出钢球磨煤机中间储仓式制粉系统有两种典型的方式：乏气送粉系统图4-20（a）和热风送粉系统图4-20（b）。



(a)



(b)

图4-20 单进单出钢球磨煤机中间储仓式制粉系统
 (a) 乏气送粉; (b) 热风送粉

三、直吹式与中间储仓式制粉系统的比较

● **直吹式系统** 系统简单、设备部件少，管路短、阻力小，初投资和系统的建筑尺寸小，输粉电耗较小；但磨煤机的工作直接影响锅炉的运行，锅炉机组的可靠性相对低些

● **储仓式系统** 设有煤粉仓，磨煤机可一直维持在经济工况下运行，磨煤机的工作对锅炉影响较小，系统的可靠性高；但系统复杂、设备部件多，初投资及运行费用高

● 锅炉负荷变动时

- 储仓式系统 调节给粉机转数改变煤粉量，既方便又灵敏；
- 直吹式系统 从改变给煤量开始，经过整个系统才能改变煤粉量，惰性较大

第五节

煤粉制备系统的主要辅助设备

一、给煤机

给煤机的作用是根据磨煤机或锅炉负荷的需要调节给煤量，并把原煤均匀连续地送入磨煤机中。国内应用较多的给煤机有圆盘式、振动式、刮板式、皮带式等型式。

1、 圆盘式给煤机

原煤经进口管落到旋转圆盘的中部，以其自然倾角向四周散开，电动机驱动圆盘旋转，圆盘上的煤也随之转动，煤被刮板从圆盘上刮下，落入通往磨煤机的下煤管中。

这种给煤机可用三种方法调节给煤量。

- (1) 改变调节套筒的位置来调节给煤量。
- (2) 用调节刮板的位置来调节给煤量。
- (3) 改变圆盘的转速来调节给煤量。

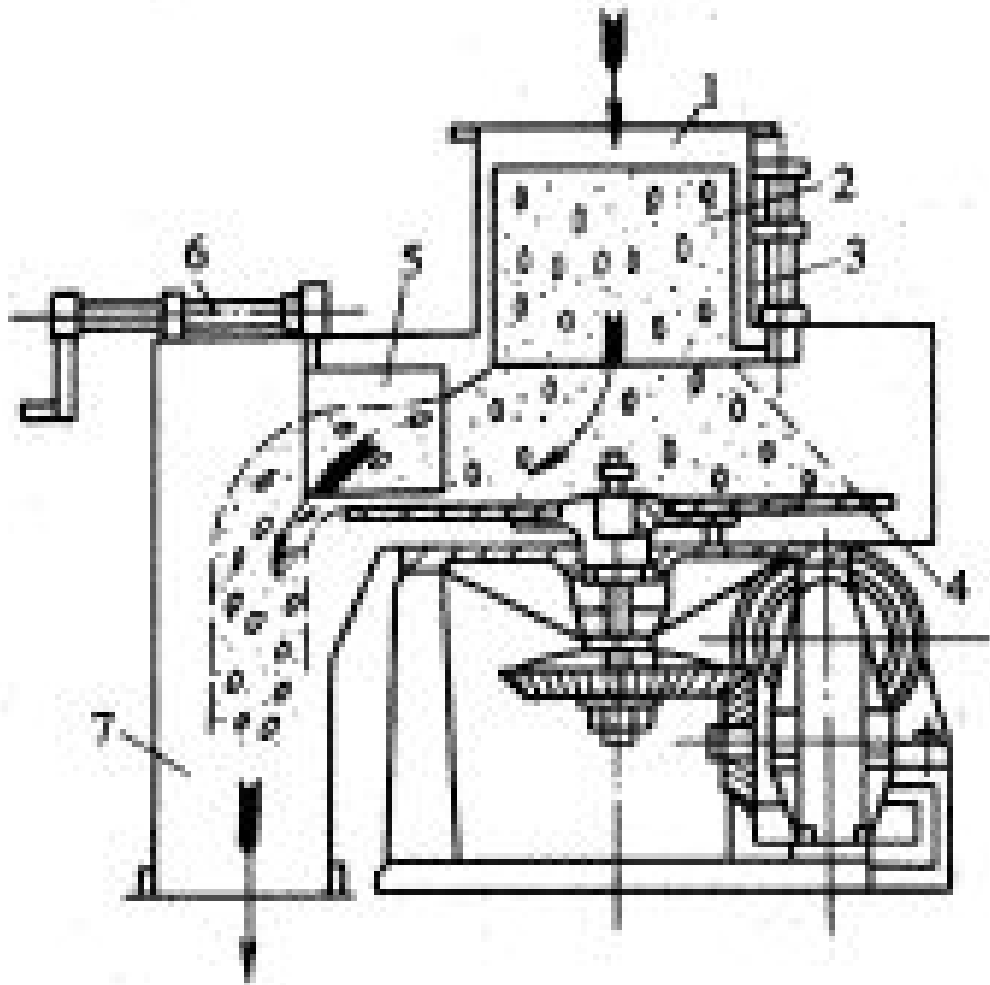


图4-21 圆盘式给煤机

1—去磨煤机的下煤管； 2—调节刮板； 3—原煤进口管；
4—调节套筒； 5—圆盘； 6—电动机

2. 电磁振动式给煤机

工作原理是：煤由煤斗落入给煤槽，在震动器的作用下，给煤槽以每秒50次频率振动，由于振动器与给煤槽平面之间有一夹角 α ，所以给煤槽上的煤就以 α 角的方向抛起，并沿抛物线轨迹向前跳动，因为振动频率高，看起来煤就象流水一样，均匀地落入落煤管中。

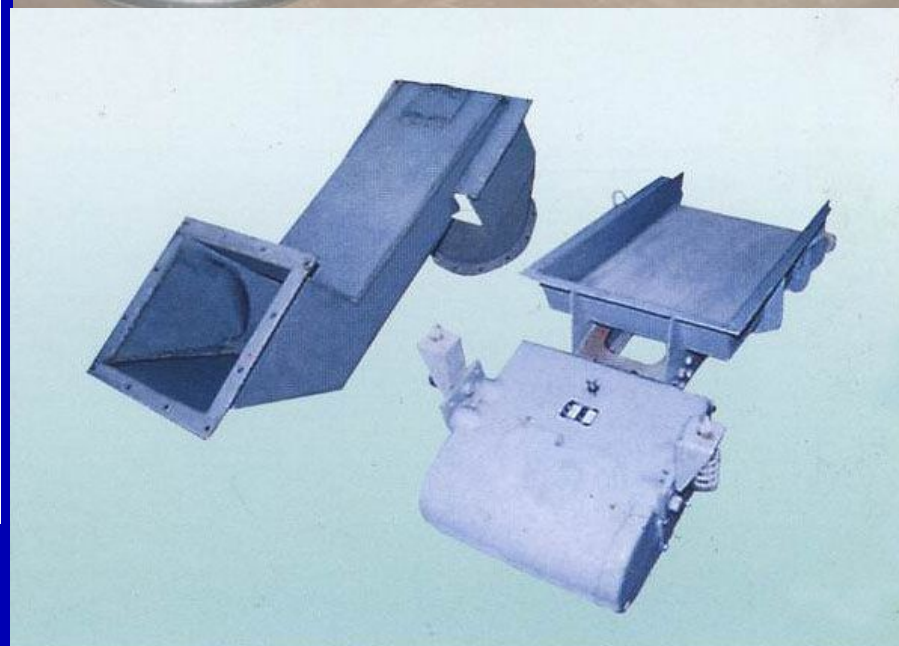
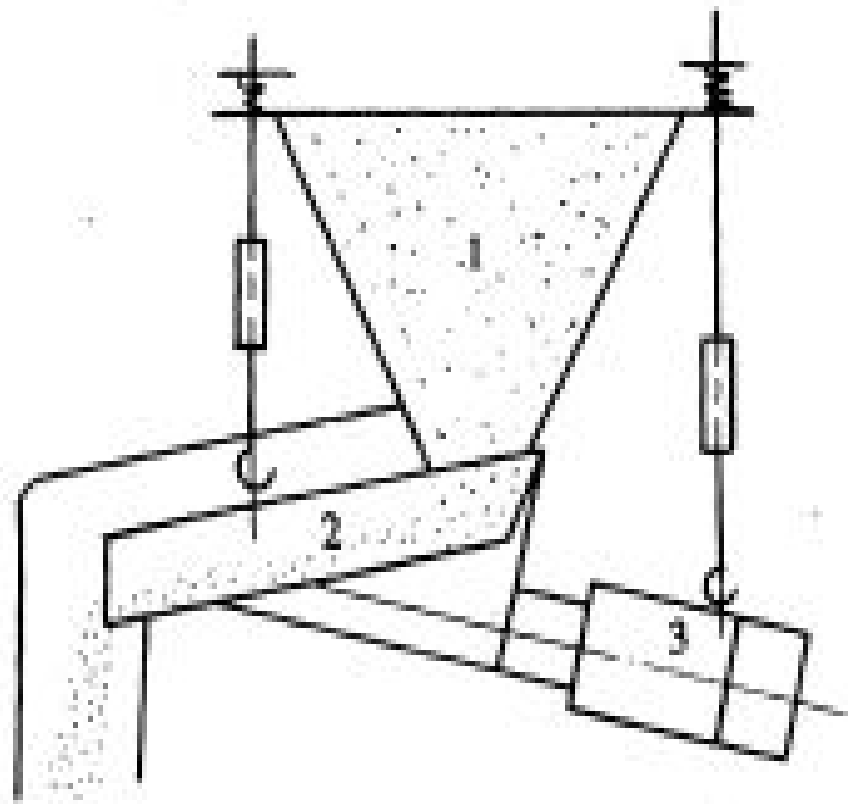


图4-22 电磁振动式给煤机

1—煤斗； 2—给煤槽； 3—电磁振动器

3. 刮板式给煤机

工作原理是：煤从进煤管先落在上台板上，由于刮板的移动，将煤带到左边，经过落煤通道落在下台板上，刮板又将下台板上的煤带到右边，经出煤管送往磨煤机。

给煤机利用煤在自身内摩擦力和刮板链条拖动力的作用下，在箱体内部沿着刮板链条的运动方向形成连续的煤层流，不断地从进煤口流到出煤口，实现连续均匀定量的输送任务。

刮板式给煤机可以通过煤层厚度调节板调节给煤量，也可用改变链轮转速的方法进行调节。

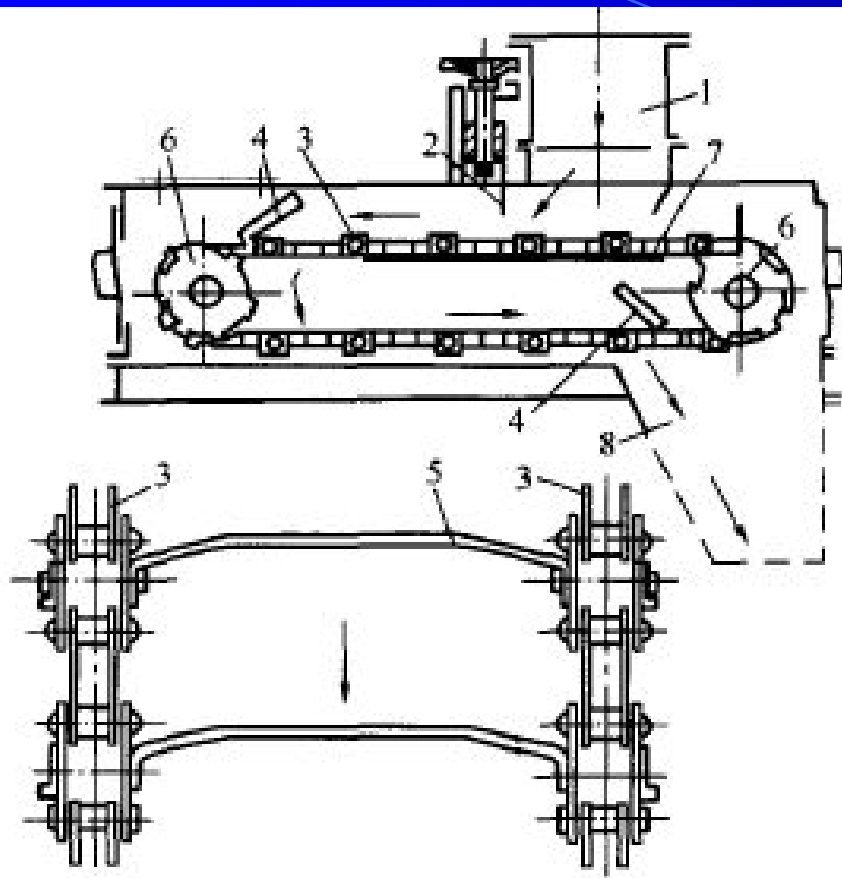
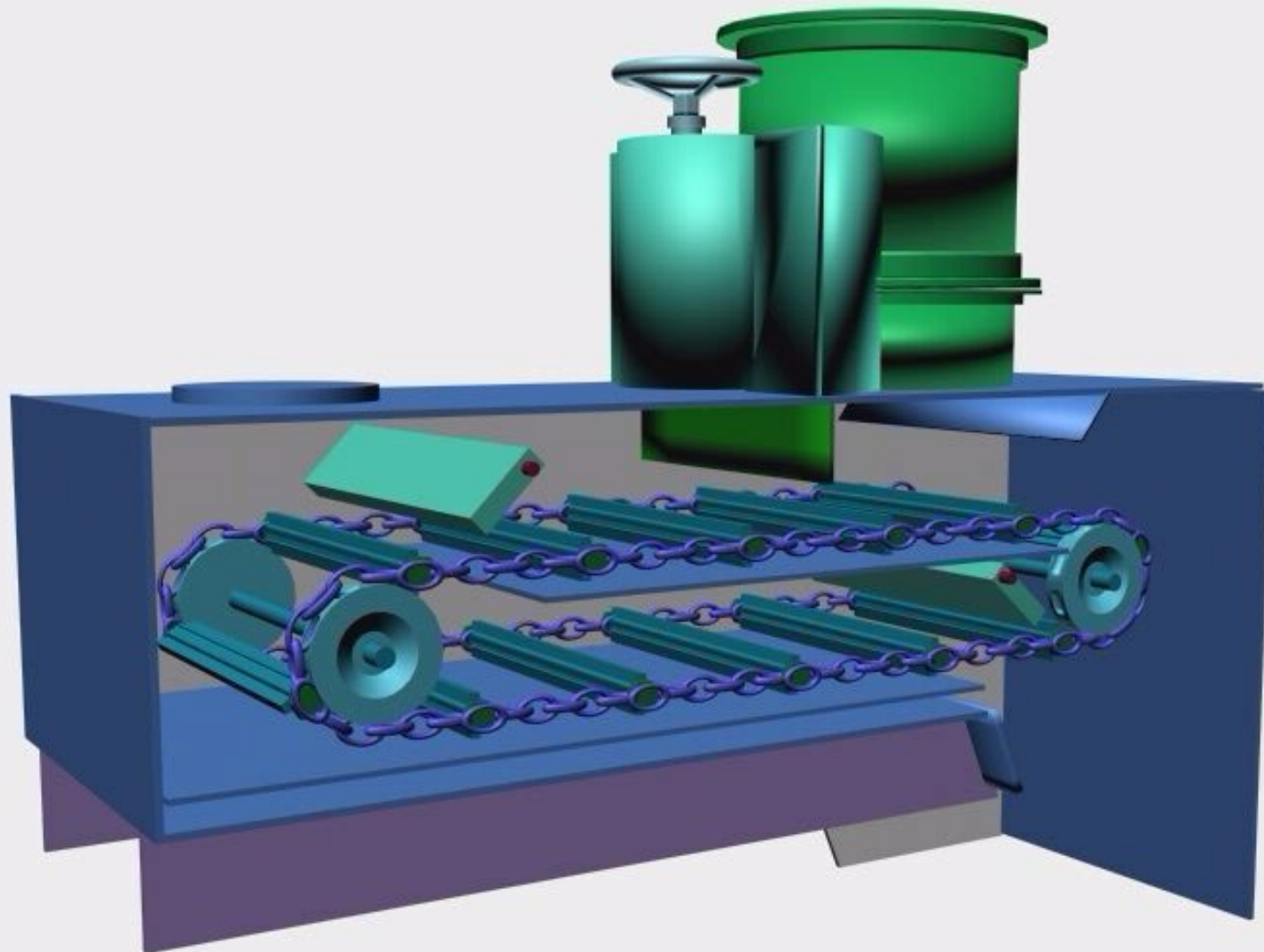


图 4-23 刮板式给煤机

1—进煤管；2—煤层厚度调节板；3—链条；4—导向板；
5—刮板；6—链轮；7—上台板；8—出煤管





4. 电子重力式皮带给煤机

组成：机体、给煤皮带机构、称重机构、链式清理刮板、断煤及堵煤信号装置、清扫输送装置、电子控制柜及电源动力柜。

工作原理：原煤经给煤皮带机构送入磨煤机。

称重机构位于给煤机的进煤与出煤口之间，由三个称重托辊和一对负荷传感器以及电子装置所组成。

在称重机构的下部装有链式清理刮板机构，将煤刮至出口排出，以清除称重机构下部的积煤。

在给煤皮带的上方装有断煤信号，当皮带上无煤时，便启动原煤仓的振动器。

另有堵煤信号装在给煤机的出口，若煤流堵塞，则停止给煤机的运行。

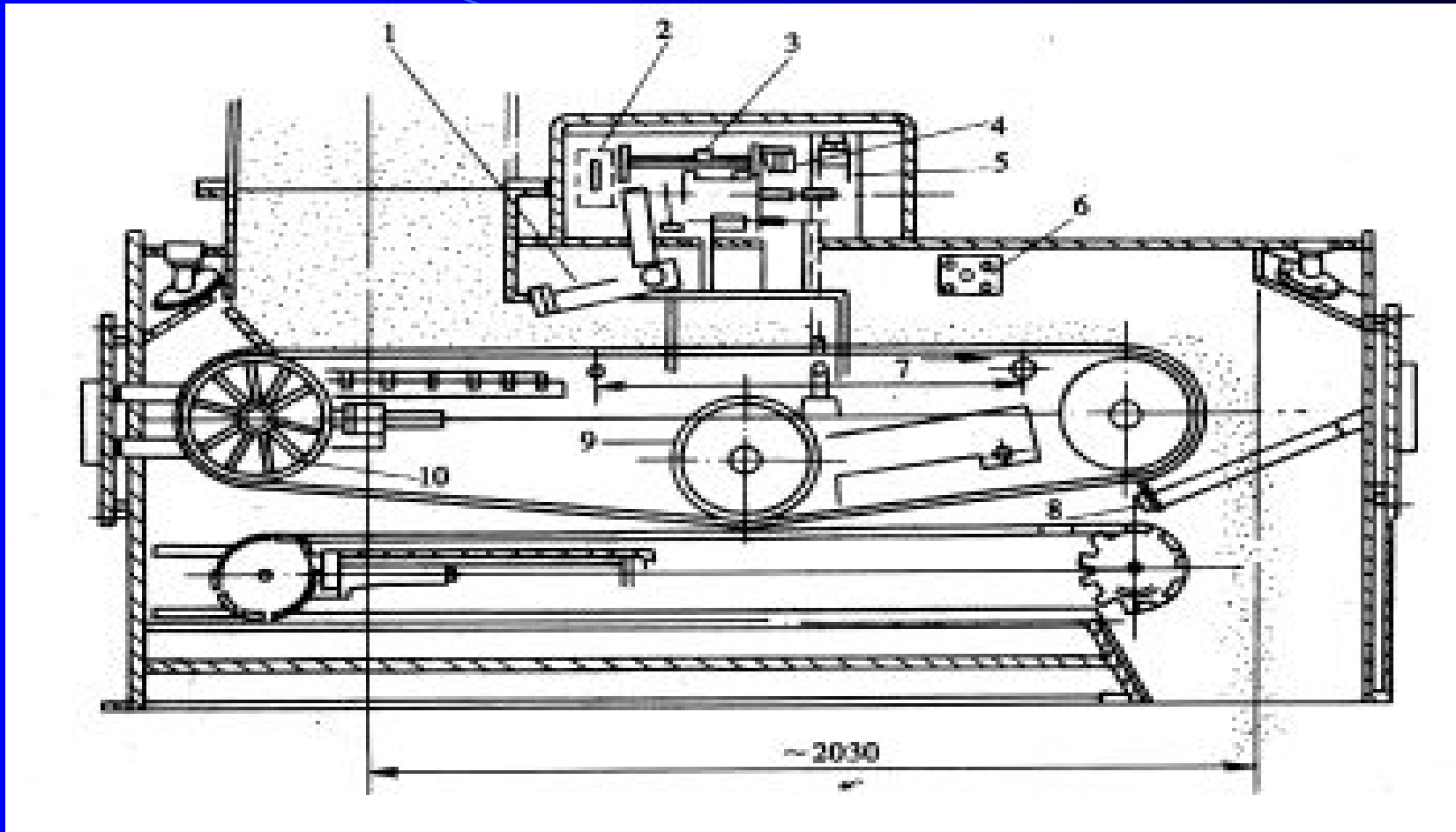
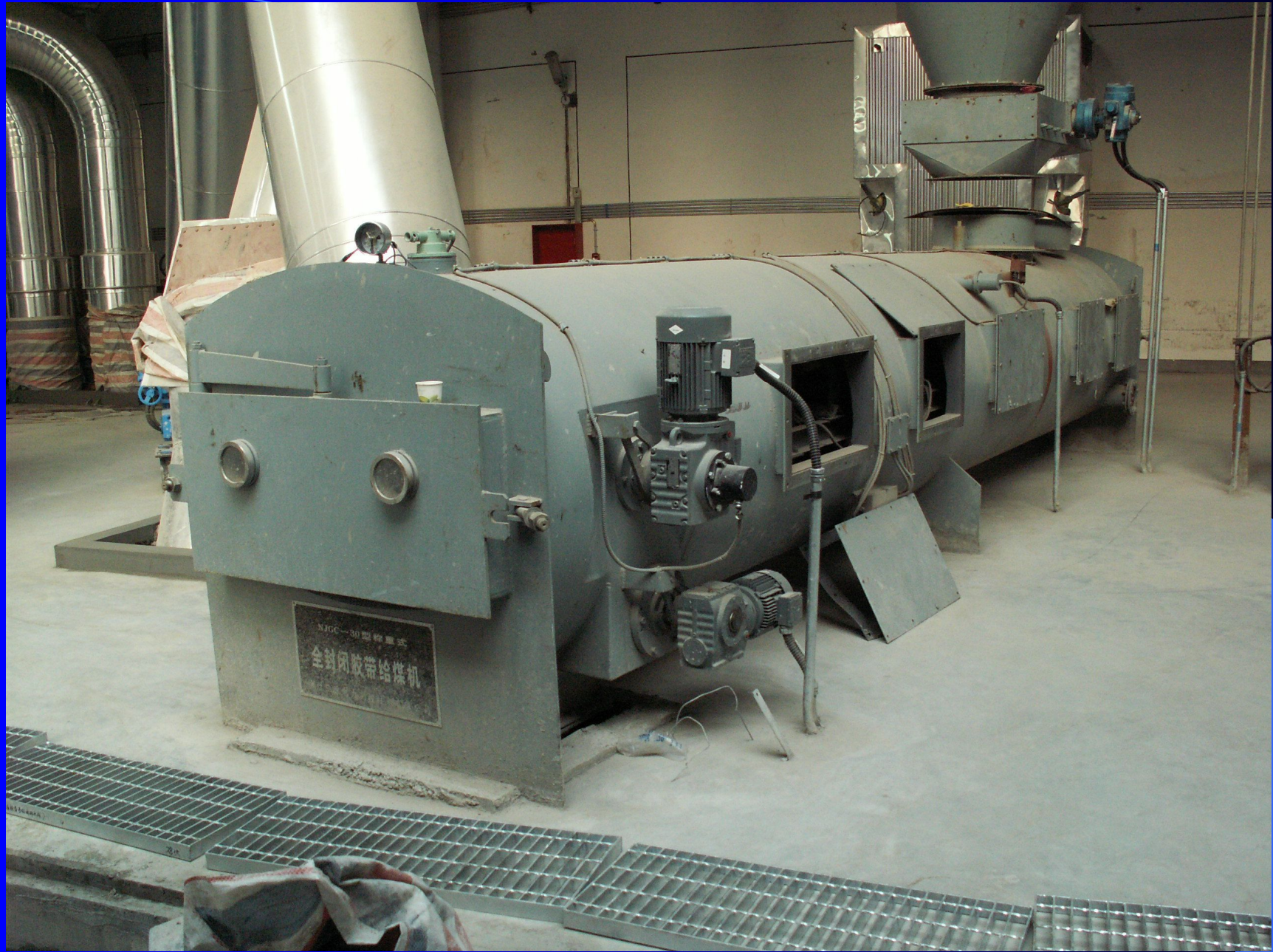


图4-24 电子重力式皮带给煤机

1—可调节的平煤门； 2—电磁开关； 3—游码； 4—游码动作电动机； 5—重量修正电动机； 6—事故按钮；
7—称量段； 8—刮煤板； 9—张紧轮； 10—主动轮



二、粗粉分离器

粗粉分离器是利用离心力、惯性力和重力的原理把不合格的粗煤粉分离出来的。

离心式

回转式

1.离心式

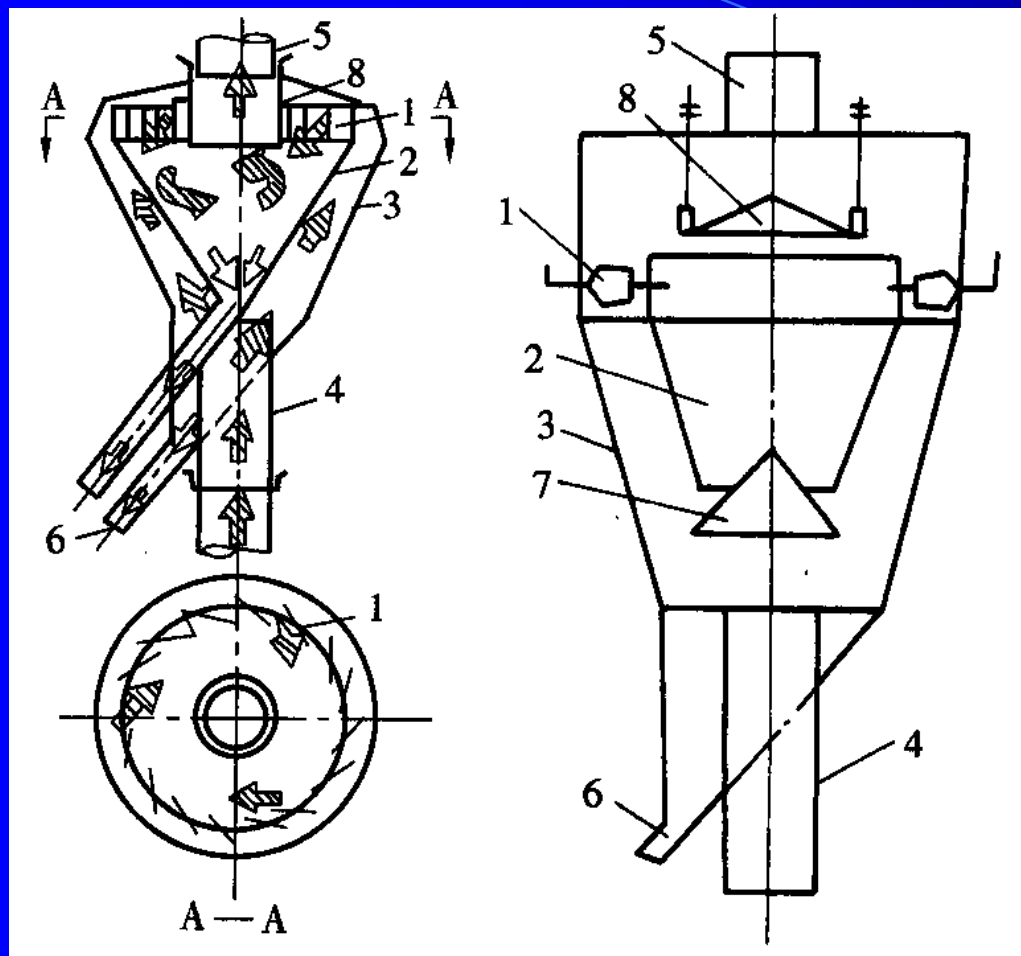


图4-25 离心式粗粉分离器结构

(a) 普通径向型; (b) 轴向改进型

1—折向挡板; 2—内锥体; 3—外锥体; 4—进口管; 5—出口管; 6—回粉管; 7—锁气器; 8—活动环; 9—圆锥帽

2.回转式

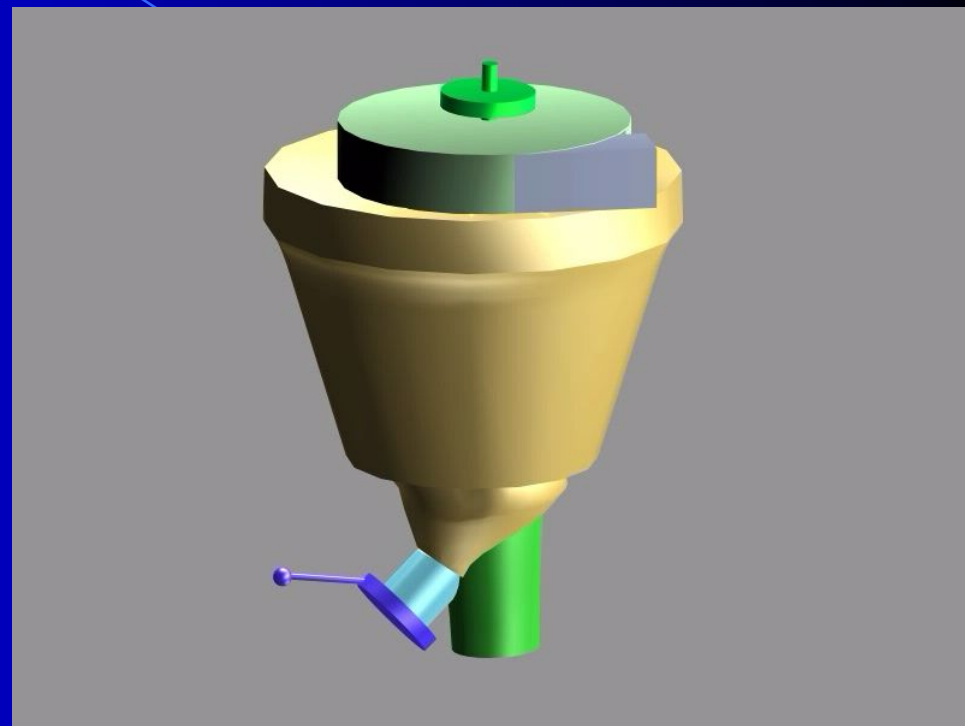
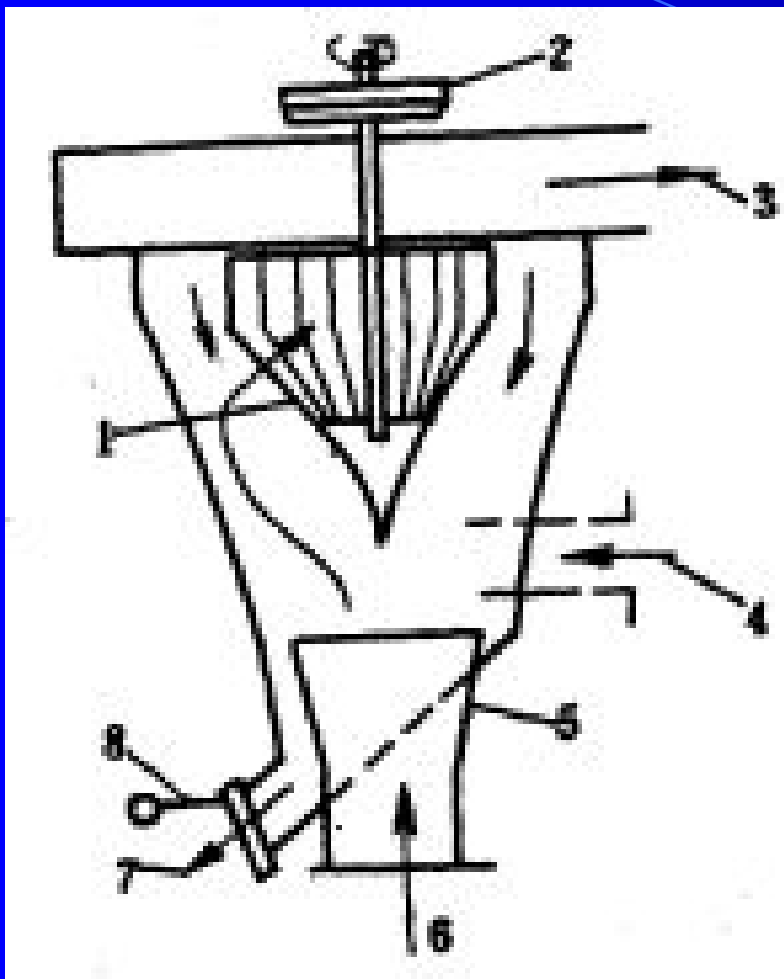


图4-26 回转式粗粉分离器

1—转子； 2—皮带轮； 3—细粉空气混合物切线引出口；
4—二次风切向引入口； 5—进粉管； 6—煤粉空气混合物进口；
7—粗粉出口； 8—锁气器

三、细粉分离器

细粉分离器也叫旋风分离器。它的作用是将风粉混合物中的煤粉分离出来，储存在煤粉仓中，其结构如图4-27所示。

工作原理是利用气流旋转所产生的离心力，使气粉混合物中的煤粉与空气分离开来。自粗粉分离器来的气粉混合物切向进入分离器圆筒的上部，在外圆筒与中心管之间作自上而下高速螺旋运动，煤粉由于离心力的作用被抛向四周，沿筒壁下落至筒底的煤粉出口。当气流转折向上进入中心管时，由于惯性作用，煤粉再次被分离。

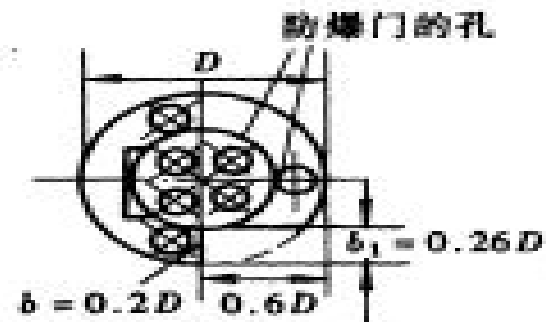
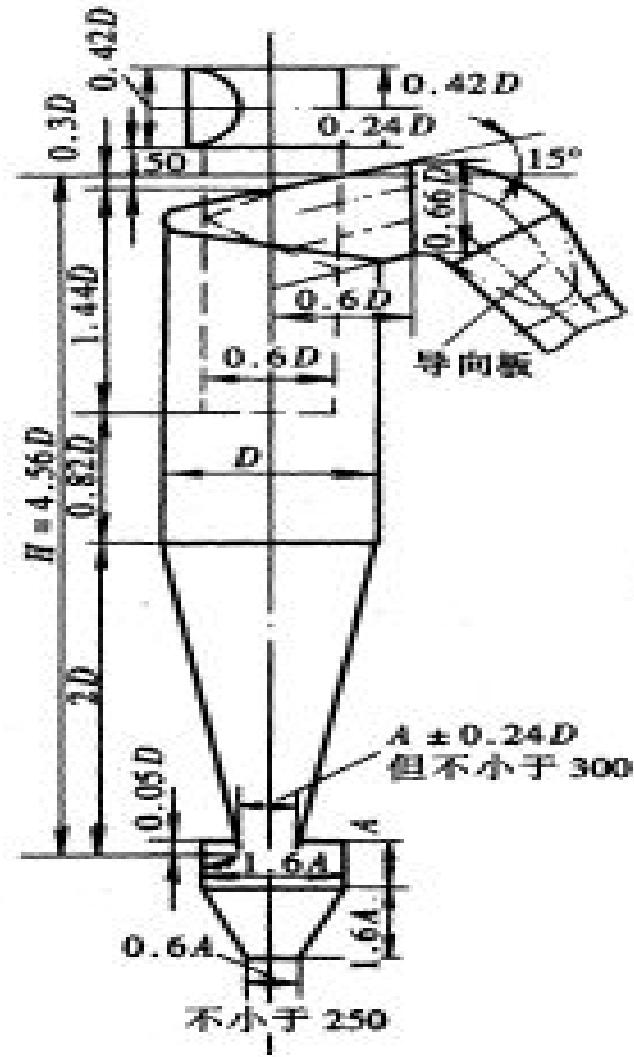
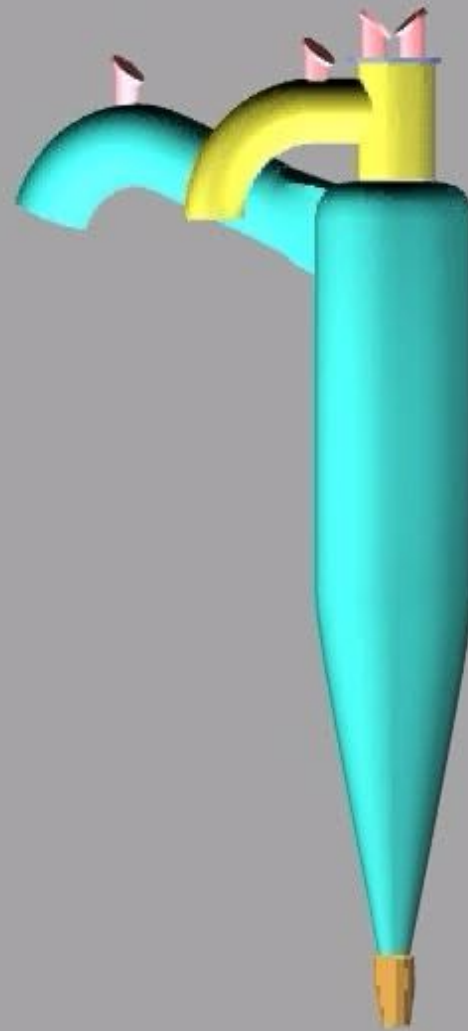


图 4-27 小直径旋风分离器



四、给粉机

给粉机的作用是将煤粉仓中的煤粉按锅炉负荷的需要均匀地送入一次风管中。

目前电厂应用较为普遍的给粉机是叶轮式给粉机，它是由上下叶轮、外壳和搅拌器等部件组成，其结构如图4-28所示。



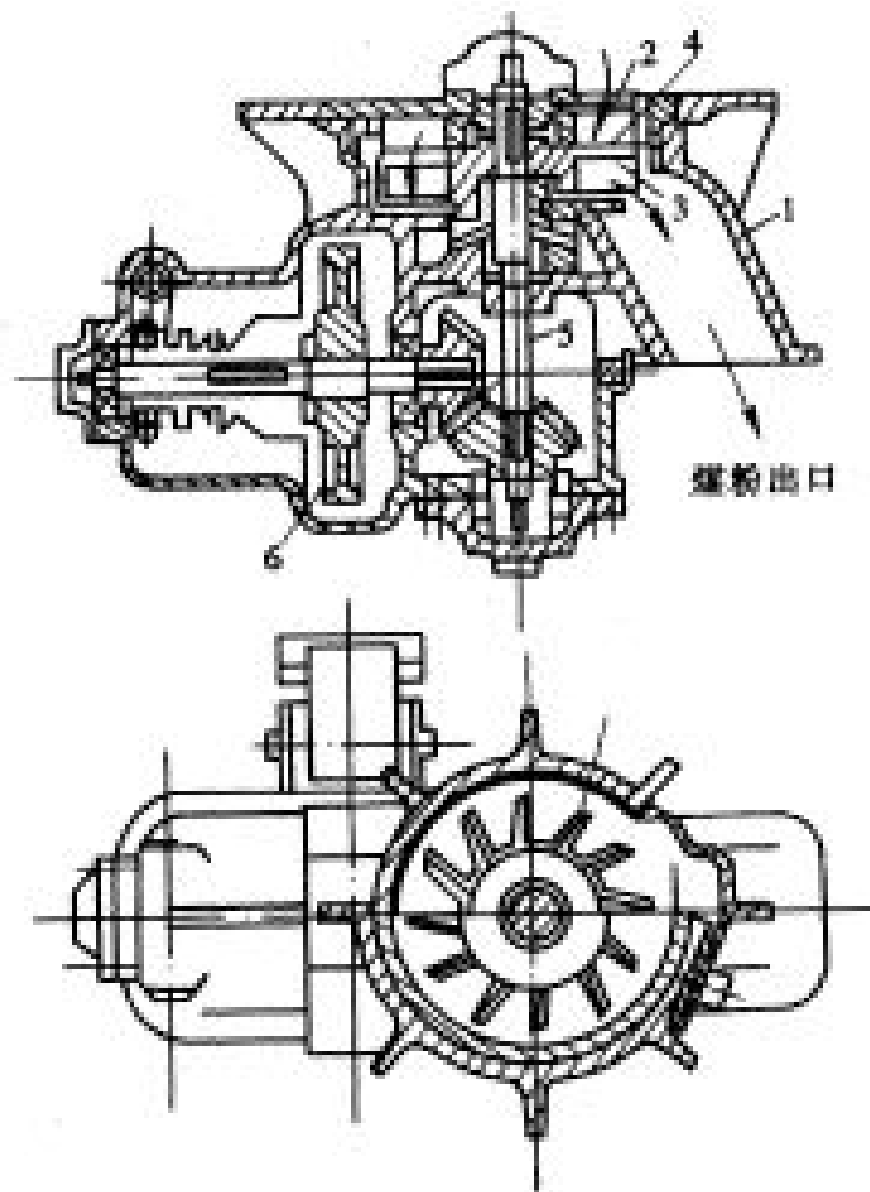
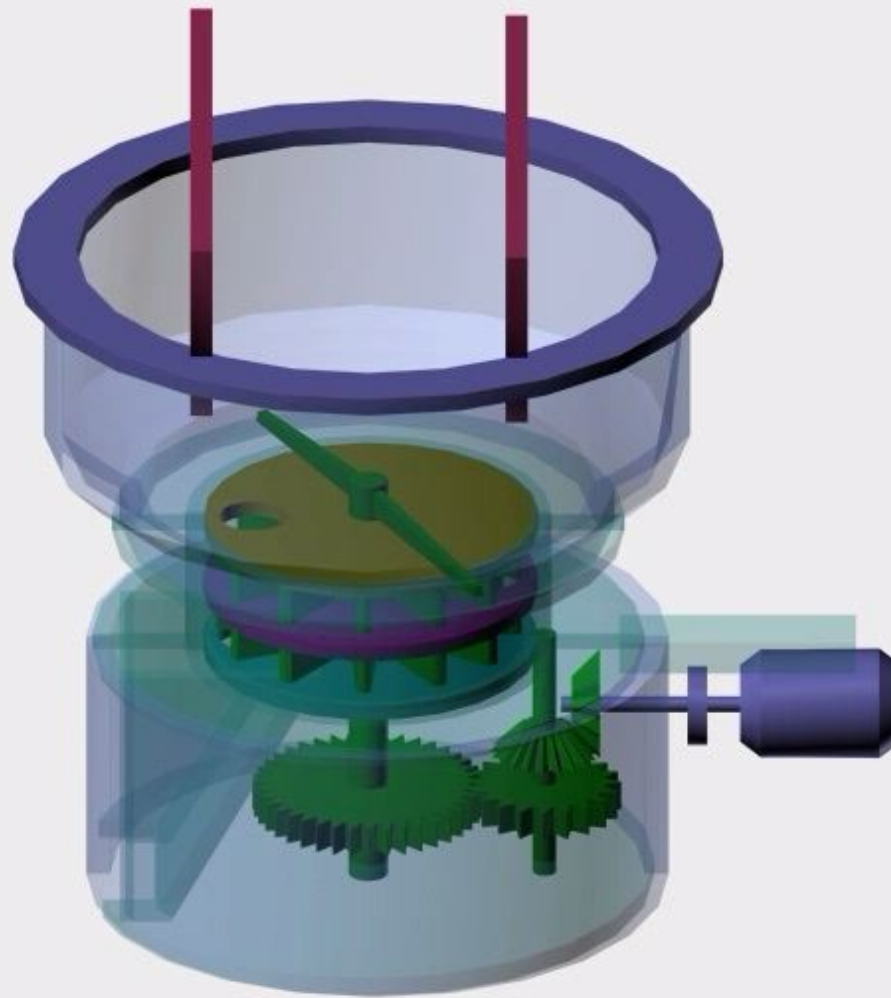


图4-28 叶轮式给粉机

1—外壳； 2—上叶轮； 3—下叶轮； 4—固定盘； 5—轴； 6—减速器



工作原理是：当电动机经减速器带动给粉机主轴转动时，固定在轴上的上下叶轮也同时转动，煤粉仓下落的煤粉首先通过左侧的上孔板落入上叶轮的槽道内，然后由上叶轮拨送到右侧的下孔板，落入下叶轮的槽道内，最后由下叶轮拨送至左侧的出口，落入一次风管路。

五、锁气器

在制粉系统的某些管道上装有只允许煤粉通过，而不允许气流通过的设备，称为锁气器。锁气器有翻板式和草帽式两种，其结构如图4-29所示。

当翻板或活门上的煤粉超过一定数量时，翻板或活门自动打开，煤粉落下。当煤粉减少到一定程度时，翻板或活门又因平衡重锤的作用而关闭。

翻板式结构简单，不易卡住，工作可靠。草帽式动作灵活，下粉均匀，而且严密性较好。

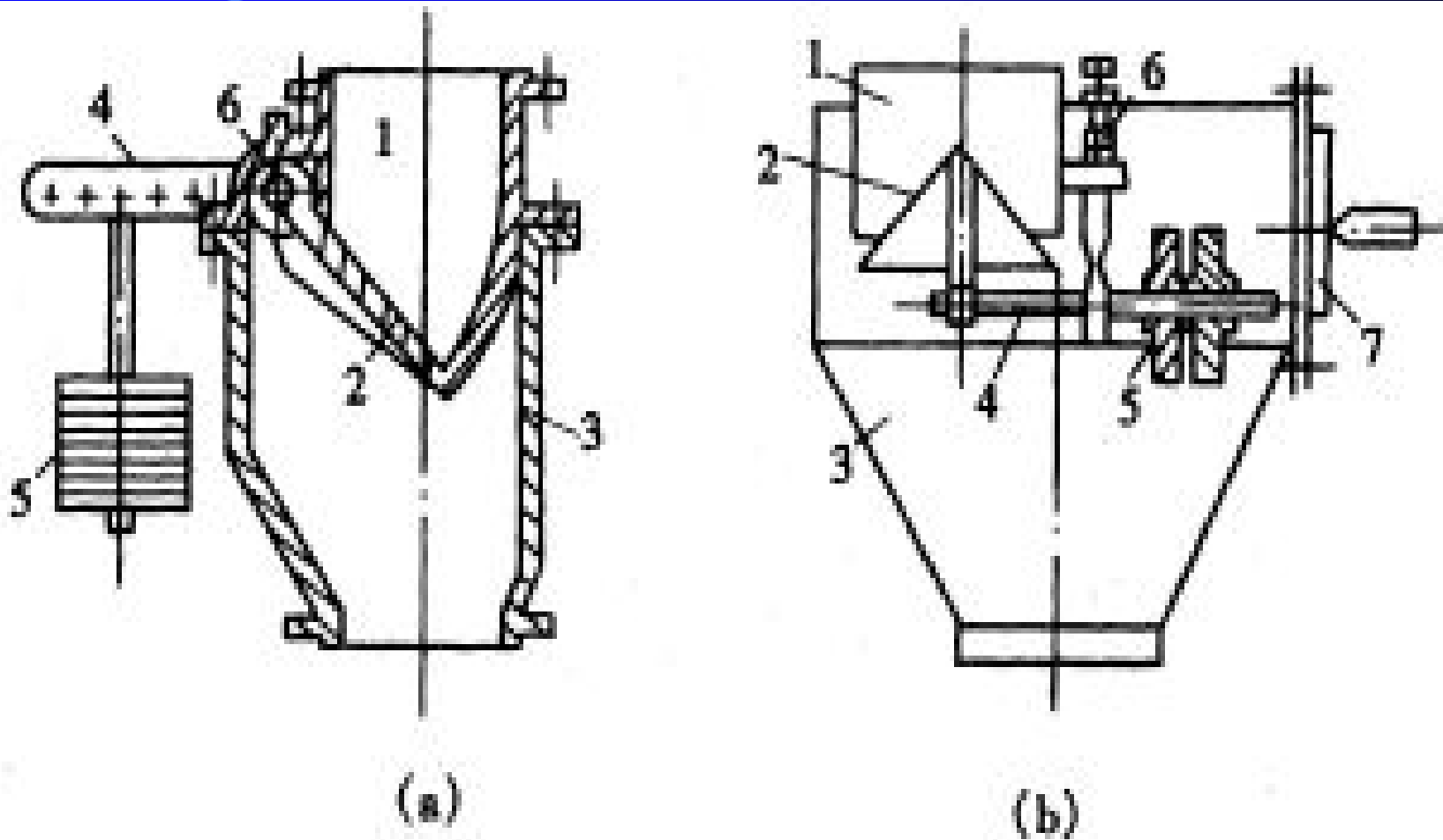
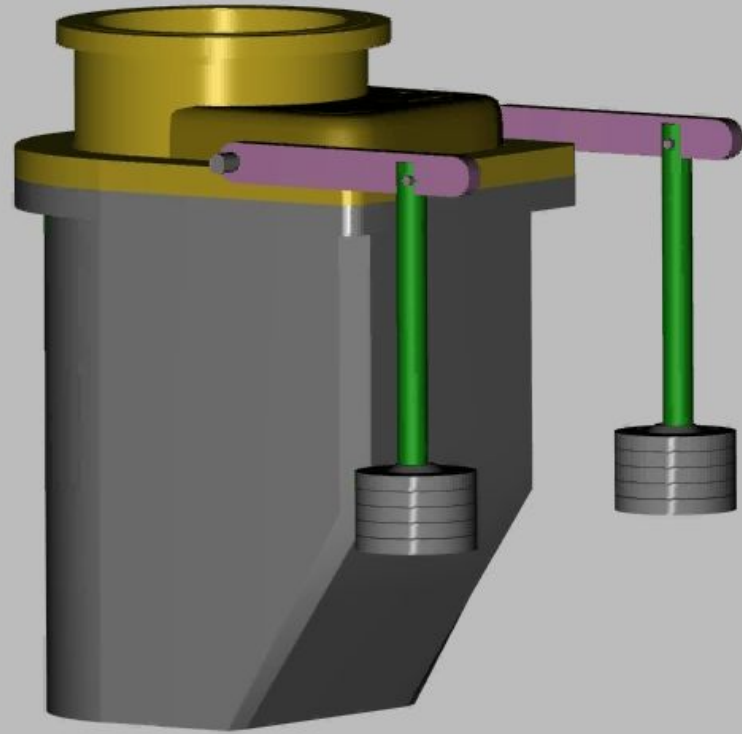
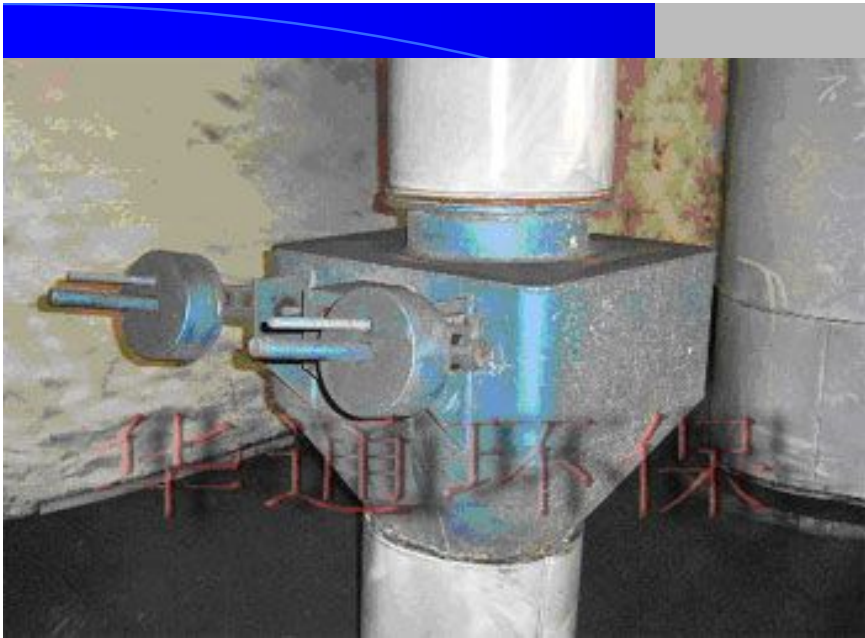


图4-29 锁气器

(a) 翻板式； (b) 草帽式

1—煤粉管； 2—翻板或活门； 3—外壳； 4—杠杆；
5—平衡重锤； 6—支点； 7—手孔



第六节 煤粉制备系统的选型

- 自学内容
- 自学提示:

磨煤机和制粉系统的选择

磨煤机台数、出力、及型号的选择

制粉系统热平衡计算

制粉系统风量协调与干燥剂 g_1 的计算