

## 四 辊距调整装置

根据炼胶作业的工艺要求，辊距需要进行调整。其调整量的大小视开炼机的规格和用途而异。各种规格的开炼机调距范围一般在0.1~15mm之间。



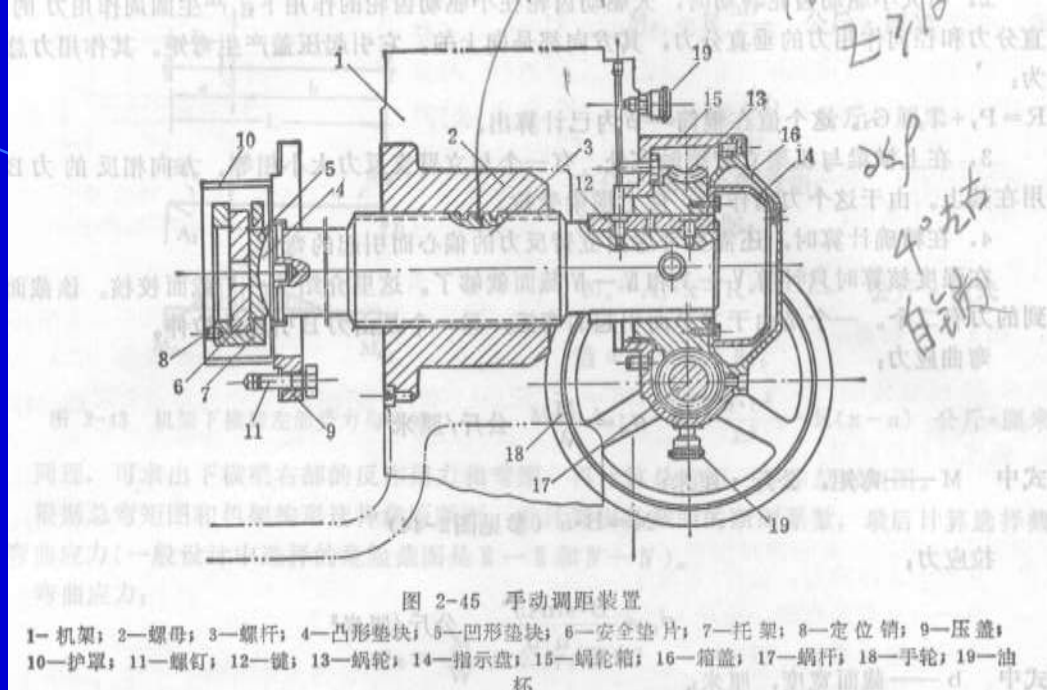
## **(一) 类型与结构**

常用的调距装置按动力形式不同，可分为：  
**手动式、电动式、手—电动式、液压式。**

手动或电动的调距装置操作方便，结构紧凑，工作可靠。但手动式的劳动强度大，且不能在负荷下调节，而电动式的准确程度较差；手动—电动式的克服了各自的缺点，保留了原有的优点；液压式的结构简单，但操作可靠性差。电动式和液压式都可实现负荷下调节。



1. 手动调距装置 手动调距装置的结构形式很多，如右图所示。在机架1的空腔内装有调距螺母2，调距螺杆3的前端固定有凸型垫块4，凹形垫块5与安全垫块6接触，托架7上的定位销8与辊筒轴承体定位。调距螺杆的前端，通过螺钉11用压盖9固定在轴承体上，而安全垫片部分被外防护罩10包围。这就保证了螺杆往复移动时带动轴承体移位。调距螺杆的另一端通过键12与涡轮13相连接。在涡轮上固定有辊距指示盘14。涡轮箱15和箱盖16组成外壳，将全部传动部分罩在其中。涡轮是通过蜗杆17和手轮18转动的。油杯19用以向传动部分加油。

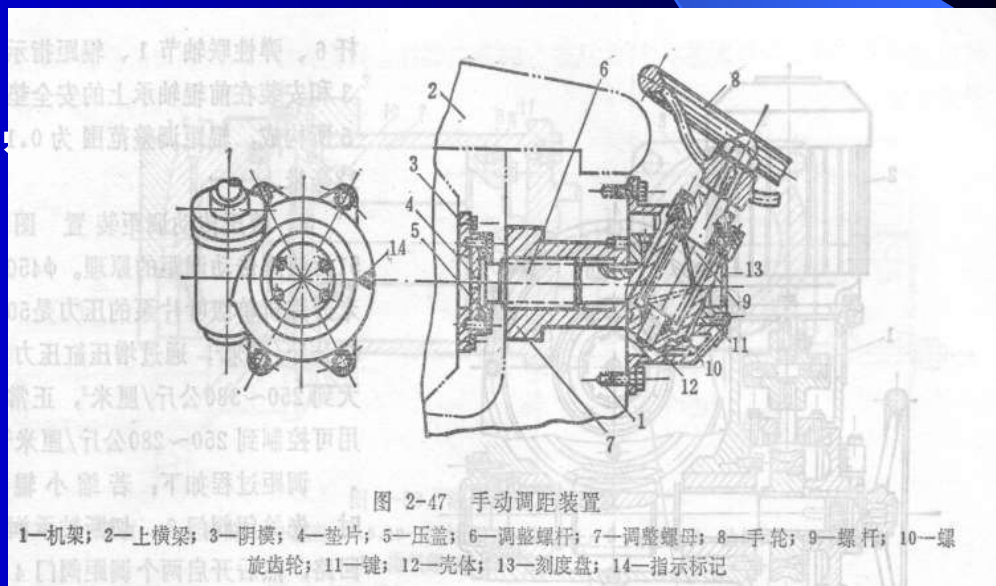
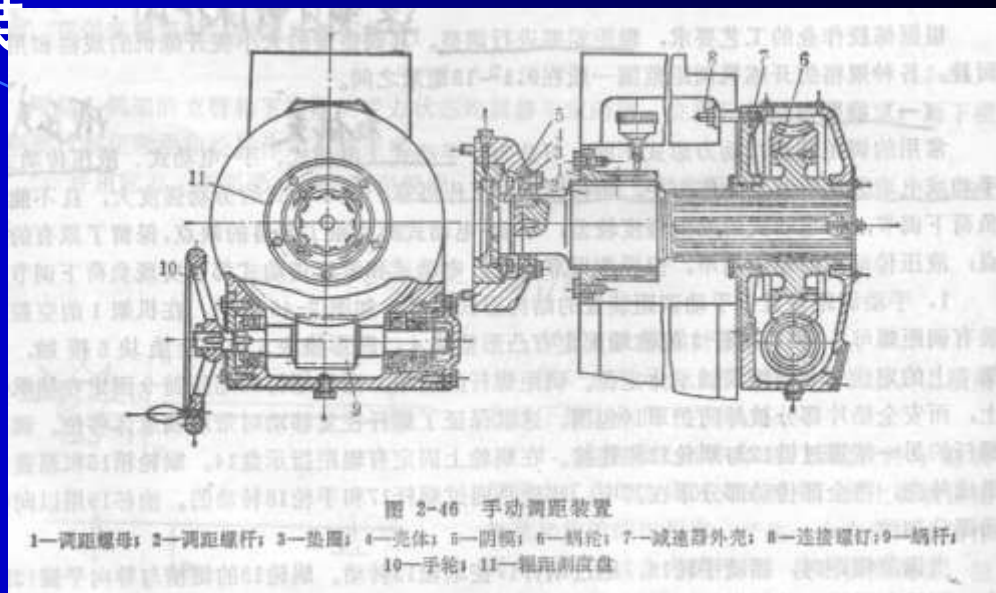


与辊筒轴承体定位。调距螺杆的前端，通过螺钉11用压盖9固定在轴承体上，而安全垫片部分被外防护罩10包围。这就保证了螺杆往复移动时带动轴承体移位。调距螺杆的另一端通过键12与涡轮13相连接。在涡轮上固定有辊距指示盘14。涡轮箱15和箱盖16组成外壳，将全部传动部分罩在其中。涡轮是通过蜗杆17和手轮18转动的。油杯19用以向传动部分加油。

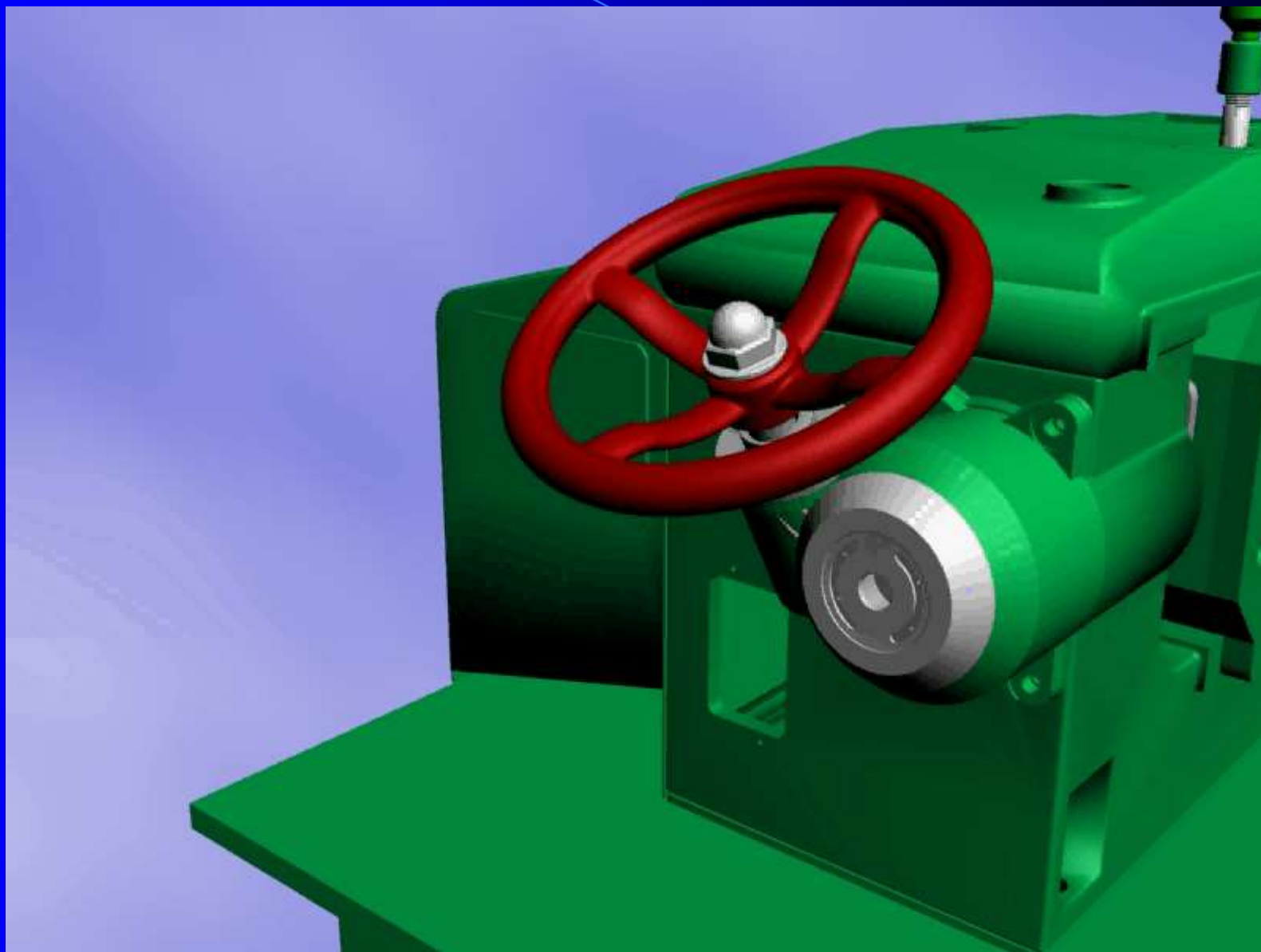
当调节辊距时，摇动手轮18，通过蜗杆17使涡轮13转动。涡轮13的尖槽与导向平键12配合，而导向平键12是用螺钉固定在调整螺杆3上的，因此当涡轮13转动时，通过键槽拨动导向平键12，又由于与螺杆3啮合的螺母2是固定在机架1上的，故螺杆3在涡轮13转动后便可产生水平方向的移动，达到辊距调节的目的。

右图上为手动式调距装置的另一结构。它在调整螺杆的头端以花键形式与涡轮连接。当手轮10转动时，调距螺杆2便转动，靠螺母1使螺杆2移动，从而带动辊筒轴承移动，完成辊距的调节。

在中小型开炼机上，便于操作，常采用如右图下所示的结构。由于手轮位置的变化，用螺旋齿轮传动取代蜗杆蜗轮传动。



下面是一个手动调距的三维动画





## 2. 电动调距装置

电动调距装置的结构，右上图所示。不同点就是用**电动机代替手轮**。

电动机的出轴通过摆线针轮减速器直接连接螺杆，电动机可做双向转动。完成辊距的变化，此种结构多用于大中型炼胶机上。

电动调距也可采用一个电动机同时驱动两个调距螺杆。其方法是采用一个**通轴**。用链轮传动螺杆。如右下图所示。它可以同时调节两个轴承，保证辊筒两边辊距相同。

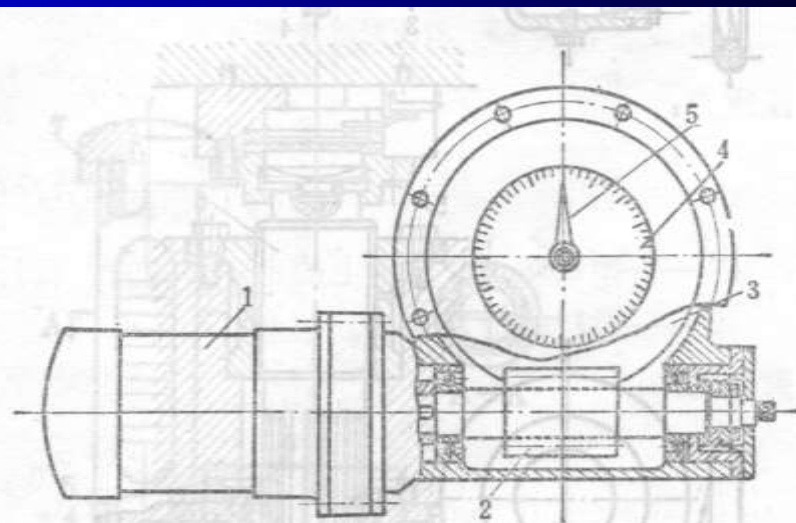


图 2-48 电动调距装置

1—电动机；2—蜗杆；3—蜗轮；4—刻度盘；5—指示针

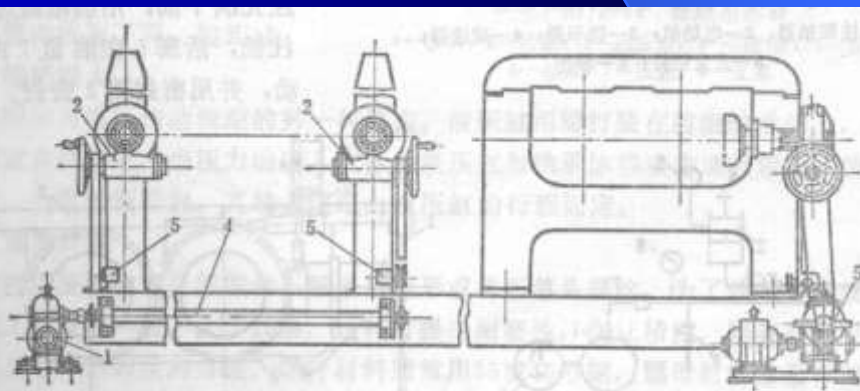


图 2-49 电动调距装置

1—电动机；2—蜗杆蜗轮减速器；4—传动轴；5—链轮

### 3. 手动—电动式调距装置

为防止电动机的损坏及能在较小范围的精确调整辊距，手动—电动调距装置，如右图所示。调距装置是由两级蜗轮蜗杆减速器4、电动机2、螺杆6、弹性联轴节1、辊距指示器3和安装在前辊轴承上的安全垫片5所构成，辊距调整范围为0.1~12mm。

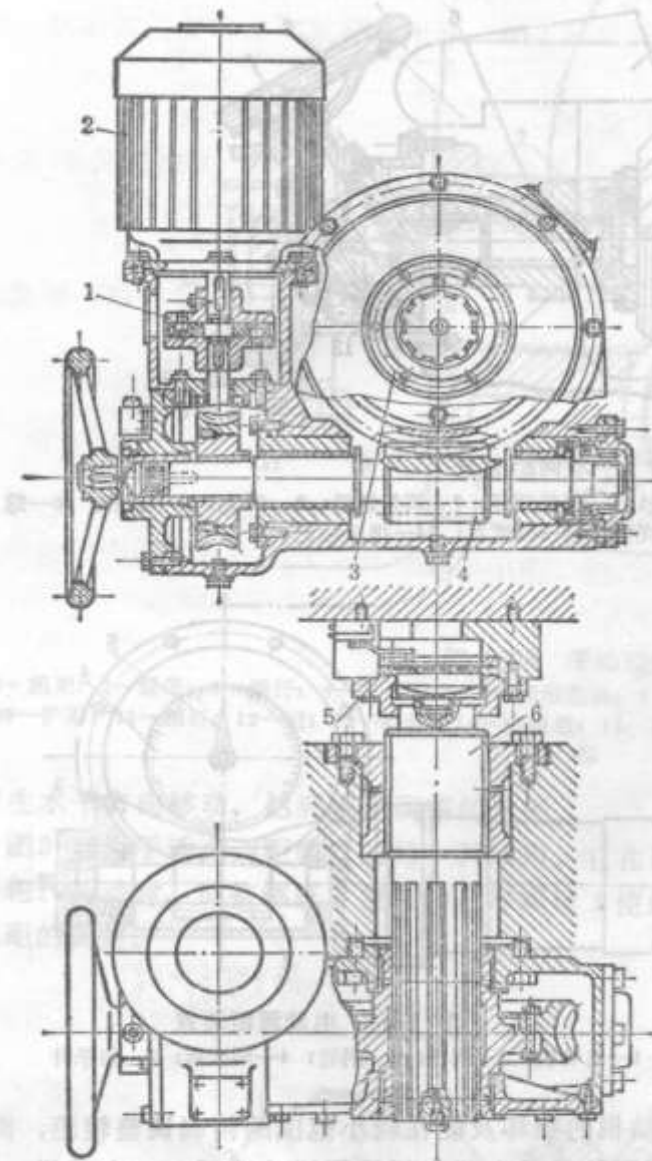


图 2-50 手动—电动式调距装置

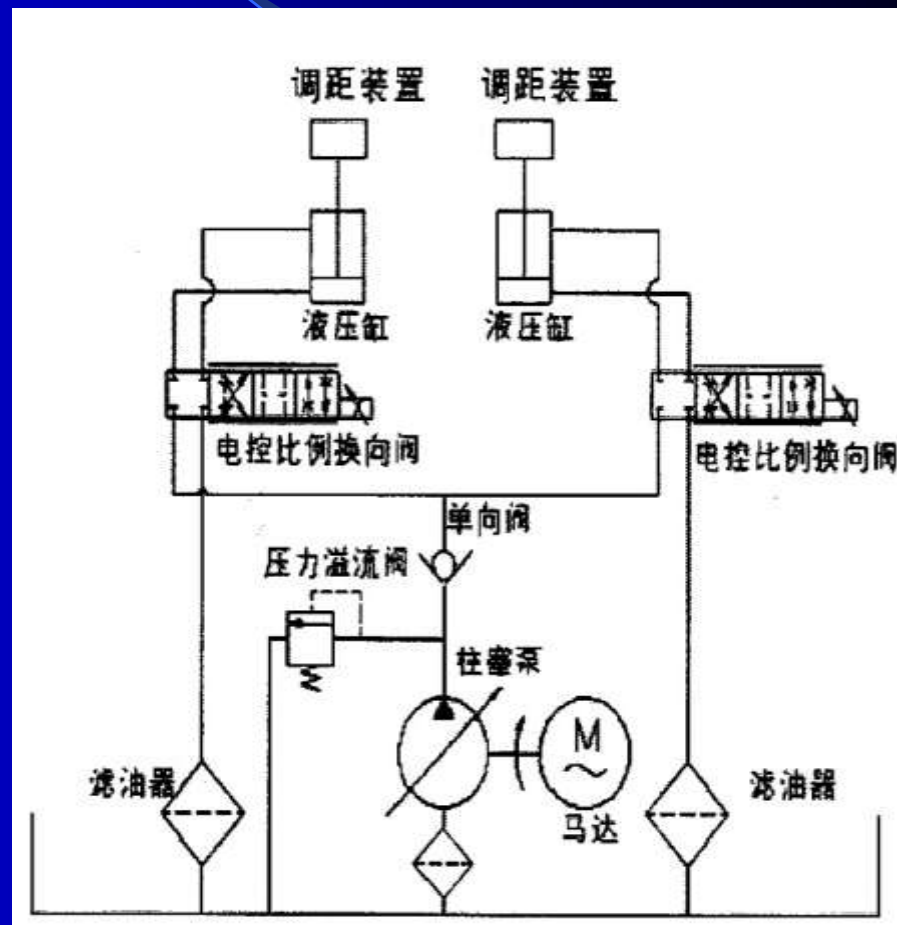
1—弹性联轴节；2—电动机；3—指示器；4—减速器；  
5—安全垫片；6—螺杆



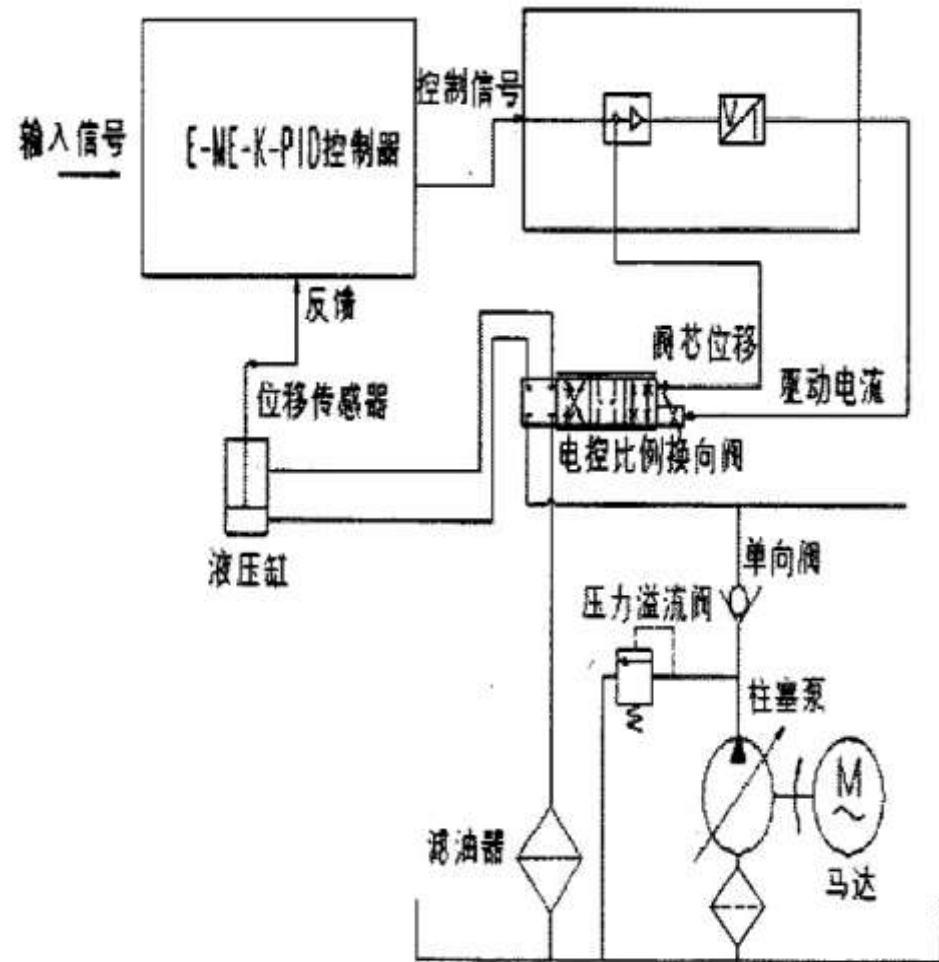
## 4. 液压传动调距装置

### 液压调距原理 方案一：

用液压比例控制方式，通过对电控比例换向阀的控制，系统可以实现如下动作：液压缸活塞杆快进、快退、慢进、慢退、保压静止。两个液压缸的同步动作通过比例阀的流量控制来实现，活塞杆的快、慢移动速度是可根据需要进行设定的，由比例换向阀调节并控制液压油的流量，实现辊筒移动速度的调节。

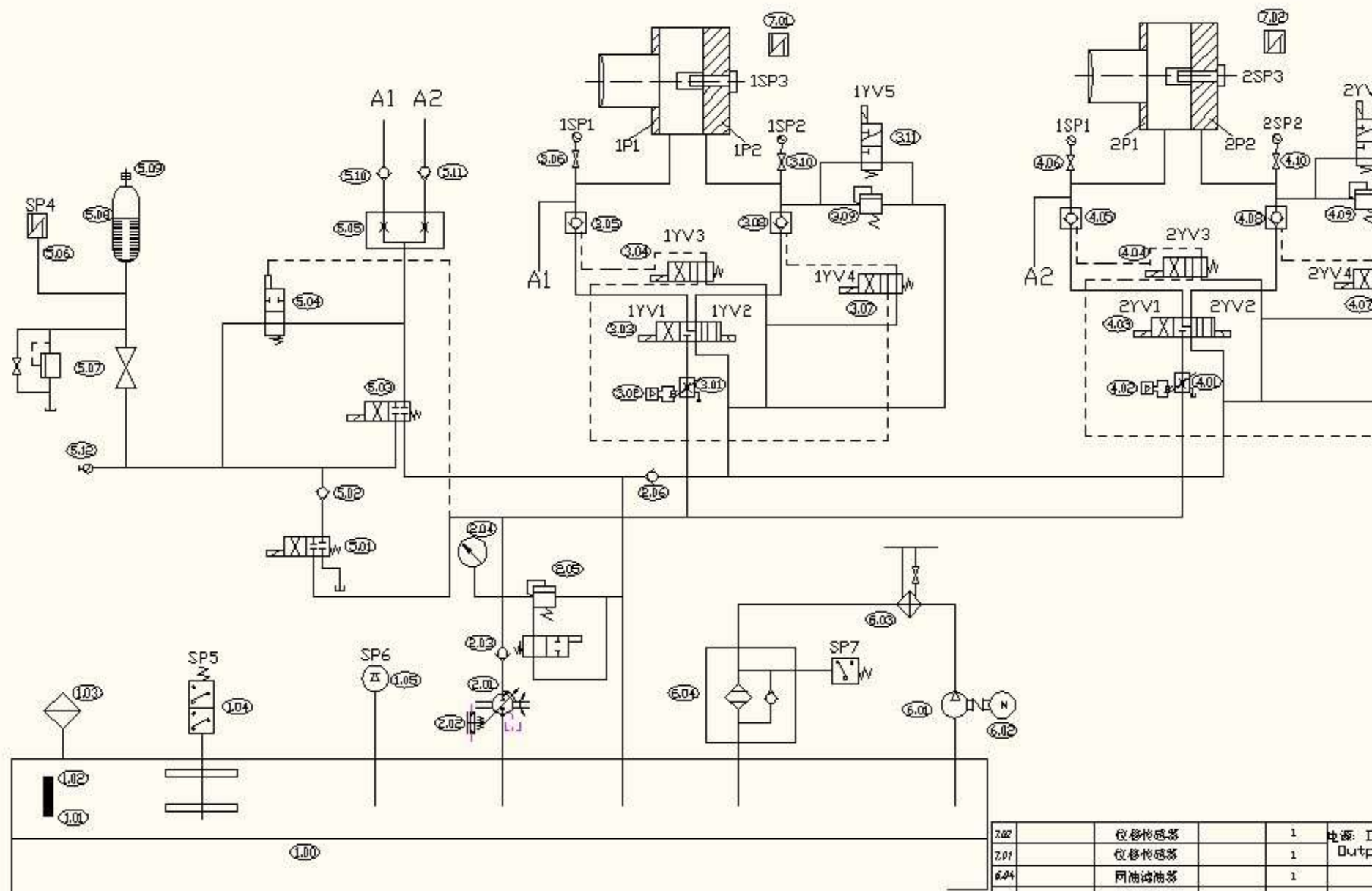


**液压调距控制原理方案一：**调距的同步移动是根据位移传感器的反馈信号由PID控制器来控制，由控制原理图可知安装在液压缸上的位移传感器将检测到的位移参数传输PID控制器，由PID控制器对两侧的位移参数进行比较，若其同步性偏差或定位位置偏差超过设计规定的范围时，就会对电控比例调节阀发出指令，调整比例阀的流量或电磁铁的位置，使两个液压缸的同步和定位精度达到设计要求。



针对方案一在实验过程中出现的一系列问题，我们进行了认真的总结分析，找出了存在方案一中的问题，确定了改进的方案，并且重新设计了液压原理。液压调距方案如图所示：

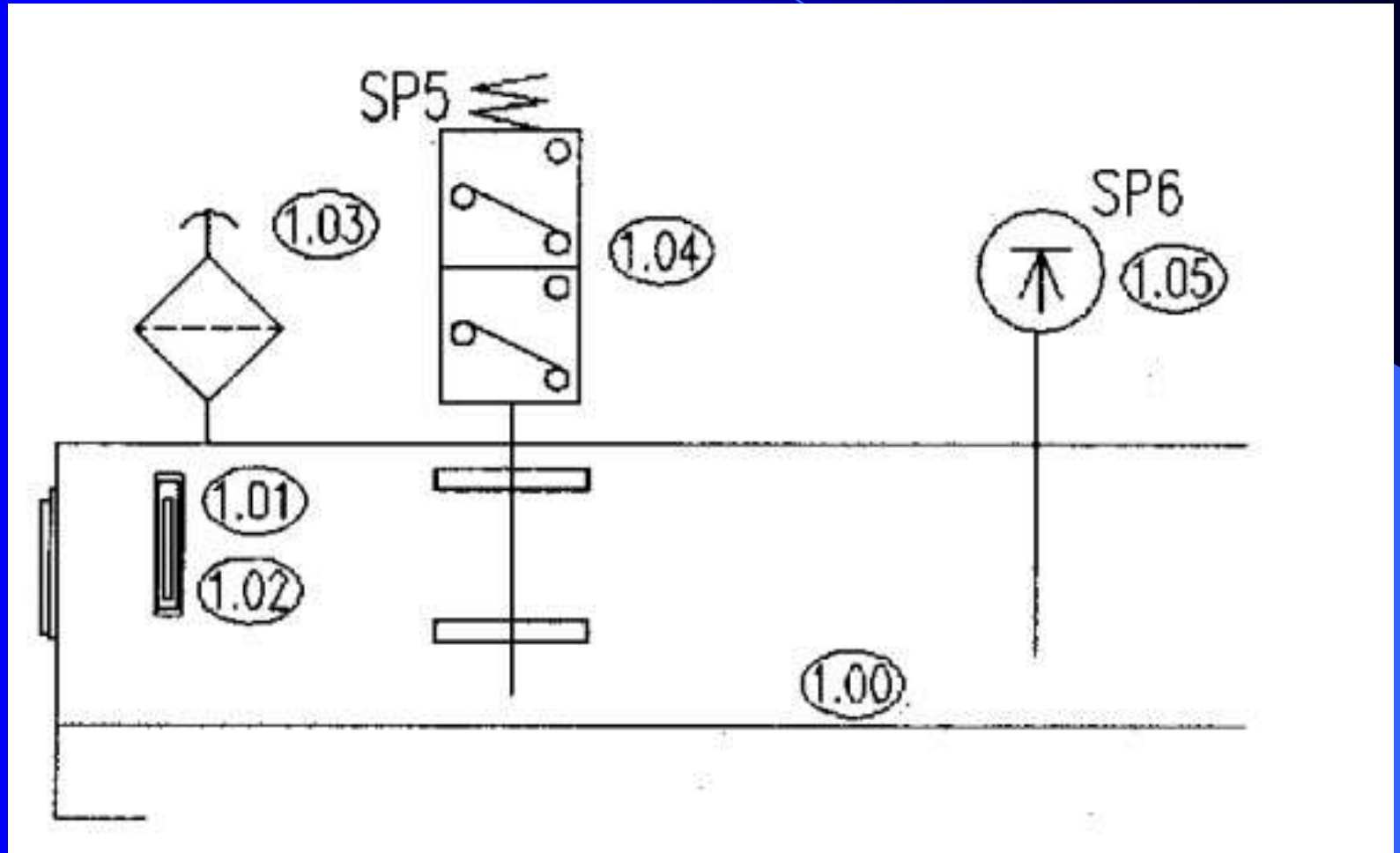




7.02	位移传感器	1	电源: D
7.01	位移传感器	1	Output
6.04	同向阀	1	
6.03	水冷冷却机	1	
6.02	电机	1	Low M
6.01	叶片泵	1	
5.22	高压接头	1	
5.17	单向阀	1	
5.10	单向阀	1	
5.09	充气工具	1	

整个液压系统分为油箱液位控制部分，系统驱动部分，动作及精度控制部分，蓄能器部分，系统冷却部分，共计五个子系统。每一个子系统都有其各自的功能，下面对每个子系统进行具体的分析：

# 油箱液位控制原理





图中1.01是液位计，操作者可通过肉眼直接观察，在给油箱加油的过程中，就是通过液位计的显示的液面位置，来控制油箱的加油量，以避免加油过多，造成液压油从油箱中溢出。1.03为空气滤清器，用以使油箱内部与外部大气相通，保证油箱内的空气压力与外部大气压相同，防止油箱内因液位的变化而产生空气压力，影响系统的正常供油，同时，还起到过滤空气的作用，避免外部空气中的灰尘或颗粒杂质进入到油箱当中，给液压元件造成磨损，降低元件的使用寿命。图中1.04即为液位控制器，当油箱中的液面高度 $h$ 在设定值之间，即 $h_1 > h > h_2$ 时，系统正常工作，当由于液面的降低，出现 $h \leq h_2$ 的情况时，液位控制器上的发讯器SP5就会向电控系统发出低液位报警讯号，电控系统接收到此讯号后，将通过蜂鸣器或警示灯等报警装置进行报警，提示操作者，必须停机给油箱加油，以保证调距系统的正常工作。

# 液压站驱动部分原理

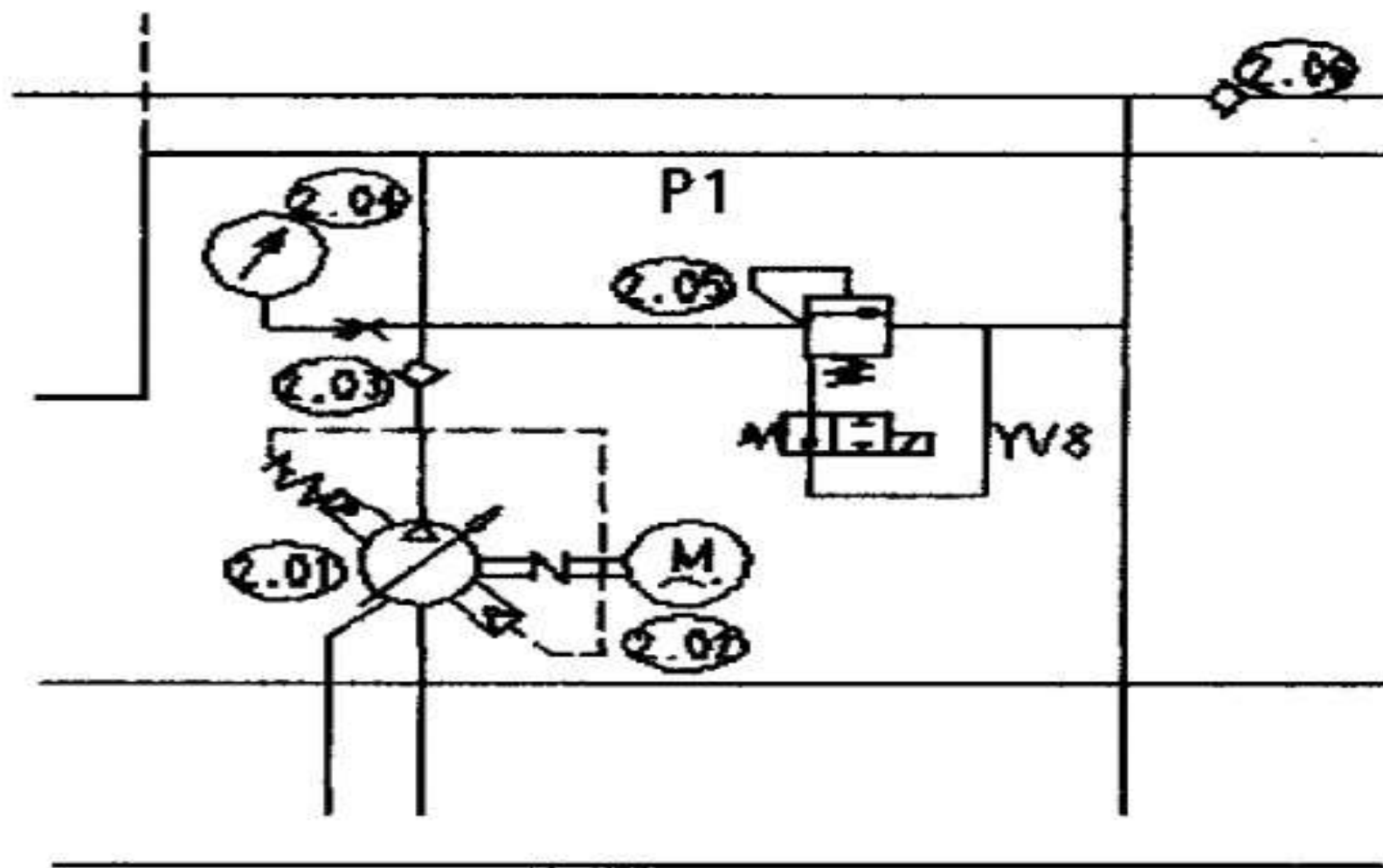


图 4—3 液压站驱动部分原理

变量柱塞泵2.01是液压调距系统的动力源，通过泵的工作，输出高压液压油，推动液压缸的前后移动，实现调距的动作1201。在柱塞泵的出口处安装有单向阀2.03，其作用是使液压泵输出的液压油能够顺利地进入到系统管路中，并能够阻止液压油的逆向流动，以避免对柱塞泵形成反向压力，造成泵的损坏。在液压泵的出口处还安装有耐震压力表，即图中的2.04，它是用来显示液压泵的输出压力，整个系统的主压力也是根据其显示值来进行调整。液压系统的实际系统压力的大小是由2.05电磁溢流阀来进行控制，在系统中即起到限制压力的作用，又起到安全防护的作用。调整系统压力时，在液压泵开启的状态下，根据压力表2.04的显示值，对溢流阀的旋钮进行调整，使压力表指示的压力值与预期的设定值相同，这样，液压系统所能达到的最高压力即被限定，而当辊距被调整到设定值时，液压缸的前后腔的液压油被截止，液压泵开始进行小流量工作状态，多余的液压油通过溢流阀溢流。在一般情况下，液压泵的启动方式采用的是低压启动，即启动是电磁溢流阀的电磁铁Yv8不得电，使溢流阀处于完全打开的状态，电磁铁在PLC的控制下，延时10s得电，使液压泵轻载启动，这样可以避免液压泵在启动时受到较大的冲击，延长泵的使用寿命，起到安全防护的作用。

图中2.06单向阀的作用是：用来阻止溢流的压力对系统的工作产生干扰，使调距系统的工作更加稳定。



# 精度控制部分原理

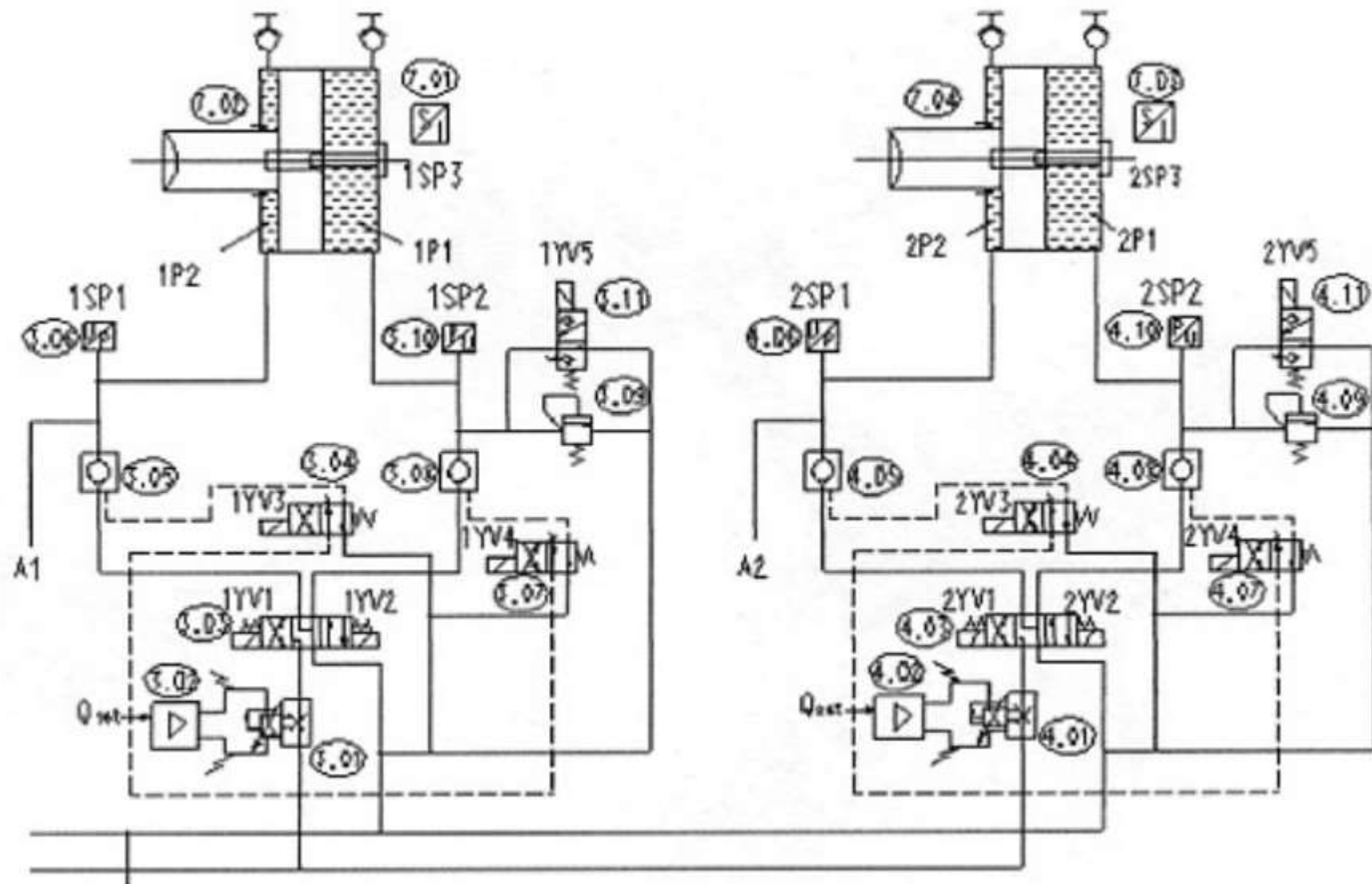


图 4-4 精度控制部分原理

3. 02(4. 02)是为比例流量控制阀安装的信号放大器，它可以从电控系统中接收微弱的电压信号，并将其放大，根据放大后的信号量来调整实际输出的流量，改变液压缸的移动速度。3. 03(4. 03)是一个三位四通电磁换向阀，通过其两端电磁铁的通、断电来决定系统向液压缸的哪一个油腔供油，从而实现液压缸活塞是向前移动或是向后移动。3. 05(4. 05)和3. 08(4. 08)是两个液控单向阀，分别与3. 04(4. 04)和3. 07(4. 07)配合使用，用来根据调距的动作情况决定液压缸的两个油腔通油和截流。例如，要实现左侧液压缸的向前推进，先让3. 03的控制电磁铁1W1得电，1W2失电，给液压缸的无杆腔通压力油，同时，让3. 04的电磁铁1Yv3得电，使液控单向阀的控制液压油变为通路，将3. 05液控单向阀打开，液压缸的有杆腔也变为通路，并且与油箱连通，这样，液压缸的活塞就可以平稳的向前移动。反之，先让3. 03的控制电磁铁1W2得电，1W1失电，给液压缸的有杆腔通压力油，而让3. 07的电磁铁1W4得电，将3. 08液控单向阀打开，液压缸的无杆腔与油箱连通，在系统压力的作用下，液压缸的活塞就可以平稳的向后移动。

# 蓄能器工作原理

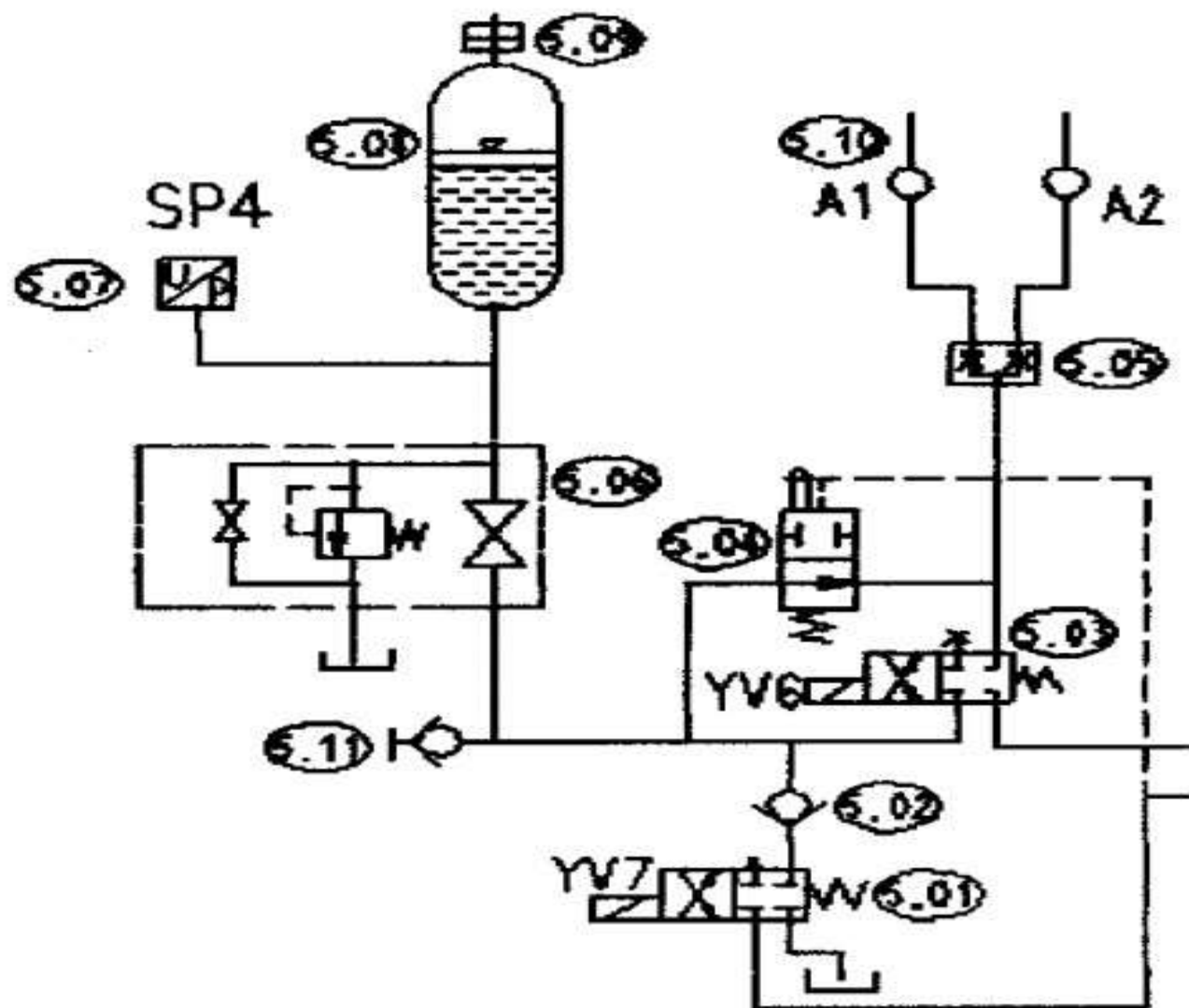


图 4—7 蓄能器工作原理



蓄能器部分的工作过程是：当调距系统将辊距调整到设定的辊距并保持稳定后，电控系统给5.01电磁换向阀的电磁铁w7带电，打开蓄能器的充压通道，蓄能器在系统压力的作用下开始充压，并通过5.07数字压力控制器检测蓄

能器的压力，直至蓄能器内的压力达到规定的要求时，将压力信号反馈给电控系统，关闭电磁换向阀，并且通过单向阀5.02进行保压，使蓄能器始终具有一定的压力。数字压力控制器随时对蓄能器的压力信号进行反馈，一旦它的压力低于规定值，电控系统马上恢复上述程序，重新给蓄能器充压，以保证安全保护过程中的需要。

## 油冷却系统工作原理：

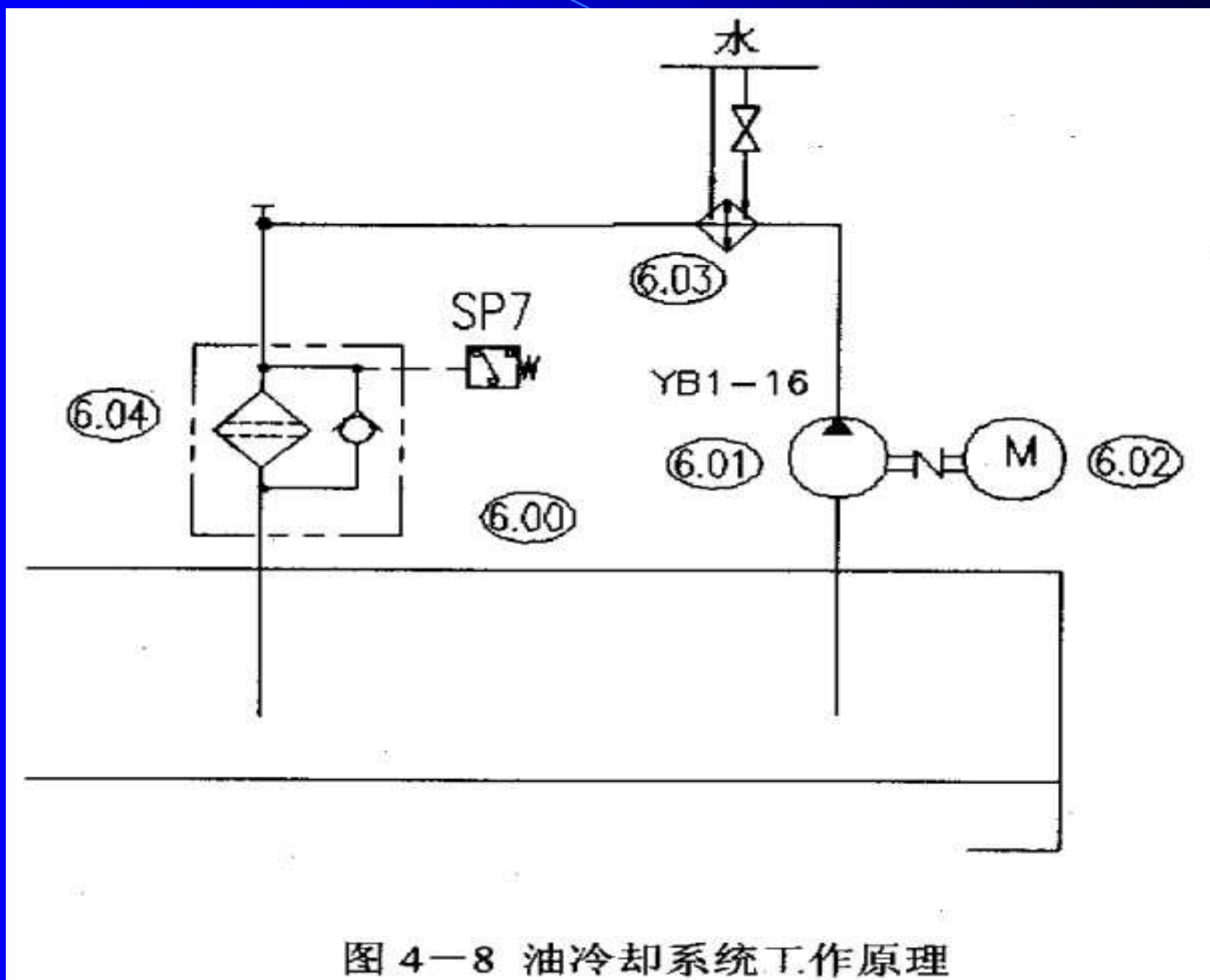
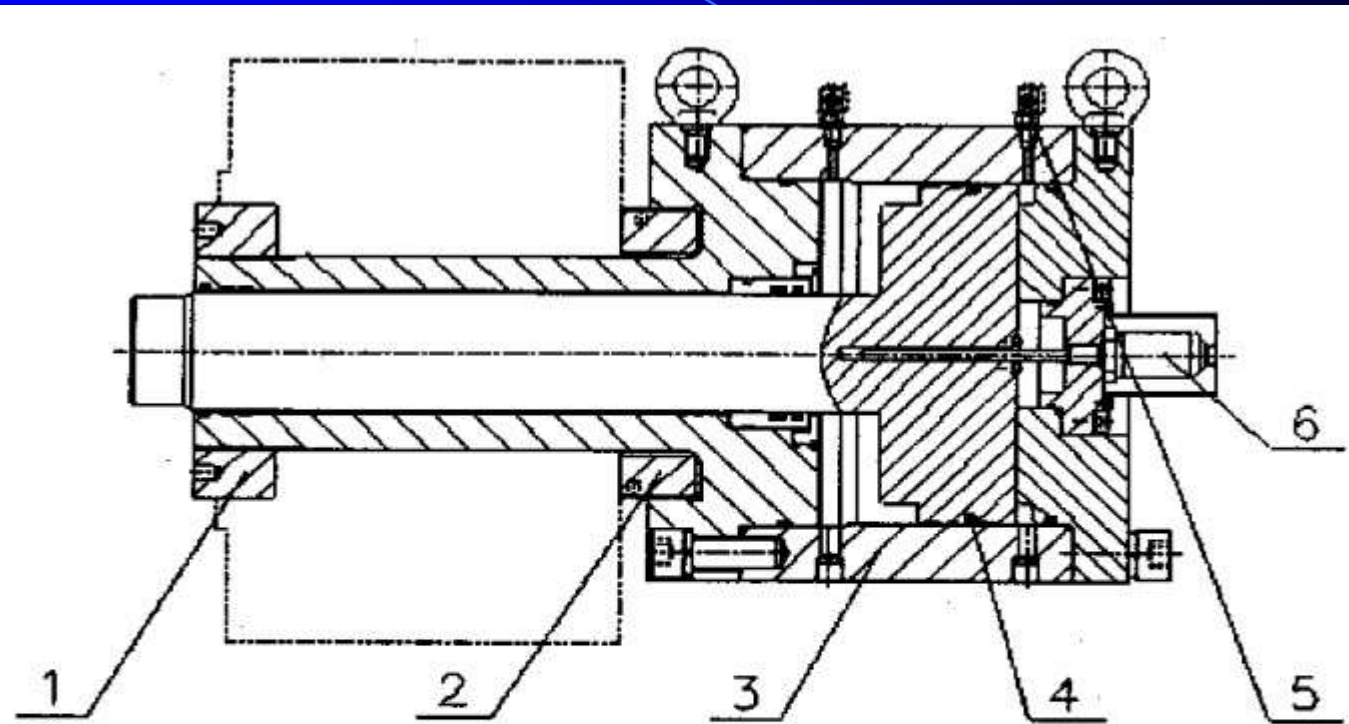


图 4—8 油冷却系统工作原理

一套独立的液压油冷却系统，可以将油箱中的液压油进行循环冷却，在冷却系统中还安装了回油滤油器6. 04，可以使液压油在循环冷却的过程中被过滤，防止液压油中的杂质对液压元件造成磨损，发讯器SP7是用来检测滤油器的堵塞情况，当滤油器发生堵塞时，sP7将立即向电控系统发出报警信号，提示操作者应该停机检查滤油器的滤芯，并予以更换。确保系统液压油的洁净度，延长液压元件的使用寿命。

# 液压缸结构图：



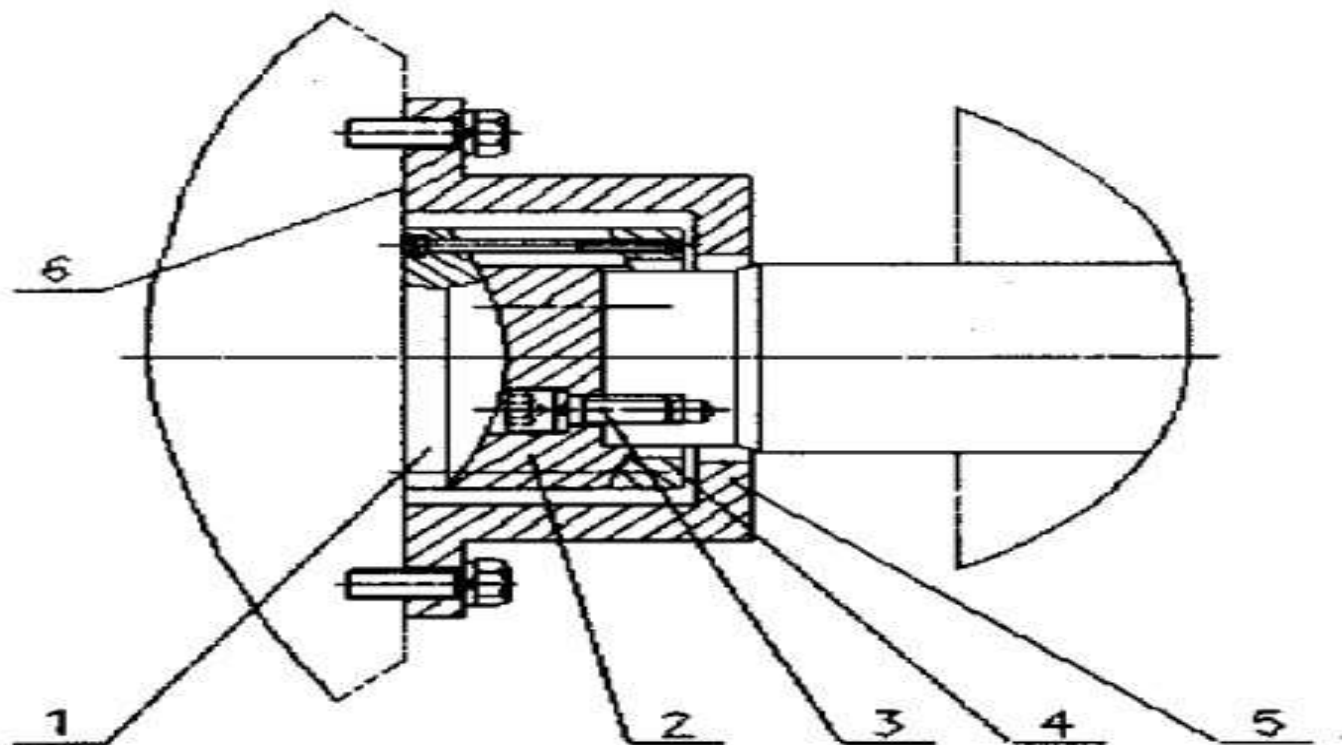
- 1 - 螺母    2 - 螺母    3 - 缸体  
4 - 密封件    5 - 排气阀    6 - 位移传感器

图 4—9 液压缸结构图



图中件1、件2是两个锁紧螺母，用来安装和固定液压缸，调距液压缸是安装在开炼机的机架上，安装时用锁紧螺母将缸体从机架的两侧锁紧固定，这样就可以消除螺纹间隙，使缸体不会产生前后移动而影响调距的精度。件3是缸体，设计时要充分考虑系统的最高压力，使之在最高压力状态下工作时安全，缸体的缸径也是根据系统压力来确定。件4是密封元件，用来防止液压缸出现内漏和泄漏现象。件5为排气阀，其作用是用来排放残存在液压缸两油腔内的空气，避免因空气的存在而影响液压缸的位置精度，液压系统在工作过程中，液压油经常会因为压力过大或局部温升过高而析出空气，如果这些空气进入到液压缸之中就会影响辊距的精度，所以必须定期的排气。件6是位移传感器，它安装在液压缸体的尾部，是辊距精度的测量元件，其检测精度的高低直接影响到整套液压调距系统的控制精度，因此，在设计时必须选用高精度、高稳定性的产品。

# 平衡装置结构图：



- 1 - 压板    2 - 平衡器    3 - 螺栓  
4 - 挡环    5 - 联接套    6 - 调整垫

图 4—10 平衡装置结构图

件1、件2和件4组成了平衡受力部分，其中，件1压板的结构为一端平面一端外球面，平面部分与轴承体的侧面接触，外球面部分与件2平衡器的内球面进行配合，件4为挡环，与件1的结构类似，一端为平面另一端为内球面，内球面与件2的外球面配合。球面配合可以使轴承体在移动时具有很高的自由度，使各受力点的接合面始终保持为面接触，避免出现点、线接触等现象发生，造成应力集中而使零件损坏。件3是用于固定平衡器与液压缸的螺栓，在对辊距进行拉开动作时，此螺栓将用来克服辊筒的摩擦力。为保证平衡装置工作中的灵活性，在安装件5联接套时，必须要在内侧留有0.1mm的间隙，间隙的调整可以使用件6调整垫来实现。这样，平衡装置在工作中就不会出现阻滞现象。

液压调距的使用，使开炼机的整体性能得到了极大的提高，这主要得益于开炼机调距装置在以下几个方面的创新：

(1) 液压调距改变了辊距精度调整和控制的方式，使开炼机产品的自动化程度大大提高，精度得到了有效的控制，同时避免了繁重的更换安全片的重复劳动，大大降低了操作者的劳动强度。

(2) 实现了开炼机载荷的自动监控和辊距的自动复位，有效地降低了生产中断情况的发生，使开炼机的工作效率和炼胶质量都有了较大程度的改善，提高了开炼机的经济性。

(3) 调距系统可根据开炼机载荷的具体情况自动判断和执行下一步动作，具备一定的智能特性，并且通过智能控制使开炼机的安全性能有了较大的提高，完全能够满足开炼机安全标准的要求。

(4) 用自动压力控制代替了机械安全片，避免了安全片在破裂时所爆发出的巨大噪声，使开炼机的环保性能得到改善，降低了开炼机操作者所受到的噪声伤害和心理压力。



## （二）强度计算

机械式调距装置的螺杆和螺母一般采用矩形或梯形单头螺纹，为了使啮合螺纹各圈受力均匀，螺纹工作圈数一般不大于10圈，这样可提高耐磨性，保证精度。螺旋升角应小于摩擦角，以保证工作可靠和反向自锁。螺杆材料通常用35或45，螺母材料常用青铜或铸铁。

螺母和螺杆的强度要大于安全垫片的强度。为此，要校验螺杆的内径和螺母台肩的厚度。在用电动调距时，还应计算调距电动机功率；在用液压调距时则应计算增压系统。

# 1. 调距螺杆的计算

调距螺杆主要承受横压力的水平分力，其次是扭矩作用（在手动式中，因扭矩极小，可忽略不计）。从下图可知螺杆在轴向力  $p'$  和扭矩  $M$  的作用下，同时受到压缩和剪切。

压应力：

$$\sigma_{\text{压}} = \frac{p'}{\pi \bullet d_1^2 / 4}$$

kg / cm<sup>2</sup>

式中  $p'$  一作用在一个轴承上的水平作用力，kg；

$d_1$  一螺杆的最小直径，cm。

剪切应力：

$$\tau = \frac{M}{W_p} = \frac{97400 \bullet \frac{N}{n} \bullet \eta}{0.2d_3^3}$$

kg / cm<sup>2</sup>

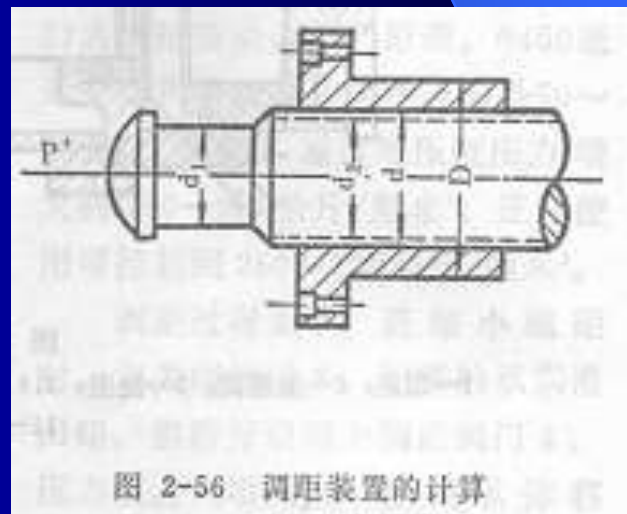
式中  $M$  一扭矩，kg. cm；

$N$  一电动机额定功率，kw；

$\eta$   $n$  一螺杆转数，rad / min；

一传动效率，0.8

$W_p$  一螺杆抗扭断面系数，cm<sup>3</sup>。



按第四强度理论，其强度条件：

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\text{压}}^2 + 3\tau^2} \cong \frac{4p'}{\pi \cdot d_2^2} \cdot \xi \leq [\sigma_{\text{压}}]$$

式中  $\xi$  一螺杆材料的剪切系数（对梯形或矩形螺纹  $\xi$  1.2~1.3）；

$[\sigma_{\text{压}}]$  一螺杆材料的许用压应力，kg / cm<sup>2</sup>。

许用压应力：

$$[\sigma_{\text{压}}] = \frac{\sigma_{01}}{n}$$

式中  $\sigma_{01}$  一脉动拉压强度极限，kg / cm<sup>2</sup>。

由此可见，螺杆的内直径：

$$d_1 = \sqrt{\frac{4P'}{\pi[\sigma_{\text{压}}]}} \cdot \xi$$

## 2. 调距螺母的计算

调距螺母如图所示。在计算时，主要对螺母台肩的弯曲应力进行验算，其强度条件：

$$\sigma_{\text{弯}} = \frac{p' t / 2}{\pi D b^2 / 6} = \frac{p' \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{D_1 - D}{2}}{\pi D b^2 / 6} = \frac{3 p' (D_1 - D)}{2 \pi D b^2} \leq [\sigma_0]$$

许用应力

$$[\sigma_0]$$

$$[\sigma_0] = \frac{\sigma_0}{n}$$

式中

$$\sigma_0$$

—脉动弯曲疲劳极限。

$$[\sigma_0] = 0.61 \sigma_b$$

若按剪切强度计算，其强度条件：

$$\tau = \frac{p'}{\pi D b} \leq [\tau]$$

式中  $b$ —螺母台肩的厚度，cm；

$$[\tau]$$

—螺母材料许用剪切应力，kg / cm<sup>2</sup>。

$$[\tau] = \frac{\tau}{n}$$

其中

$$\tau$$

—材料的剪切强度限，kg / cm<sup>2</sup>；

$n$ —安全系数，（ $n=2$ ）。

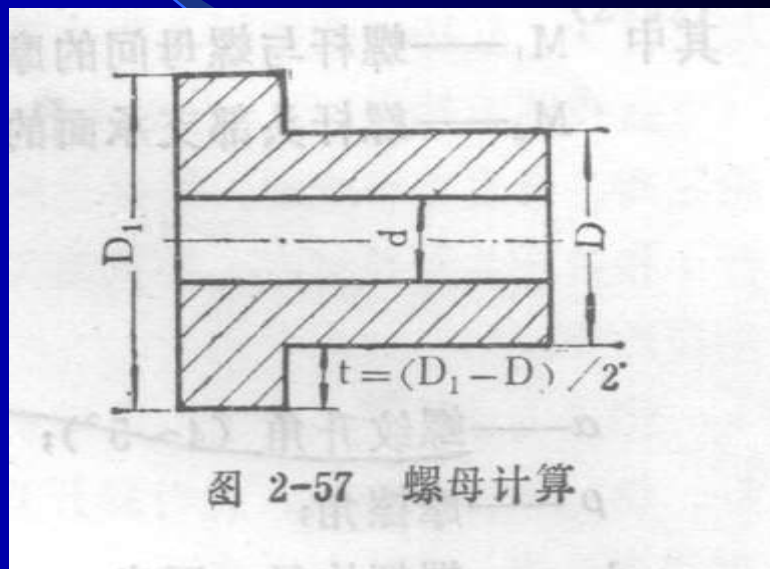


图 2-57 螺母计算



螺母台肩厚度，在按弯曲强度计算时：

$$b = \sqrt{\frac{3 \bullet p'(D_1 - D)}{2\pi D[\sigma_w]}}$$

cm

许用应力

$$[\sigma_w]$$

$$[\sigma_w] = \frac{\sigma_w}{n}$$

式中

$$\sigma_w$$

—材料抗弯强度，kg / cm<sup>2</sup>。

螺母台肩厚度，在抗剪切强度计算时：

$$b = \frac{P'}{\pi D[\tau]}$$

cm

式中 n—安全系数，（n=2）；

$$[\tau]$$

—材料的许用剪切应力，kg / cm<sup>2</sup>。

### 3. 调距电动机功率的计算

$$N = \frac{M \cdot n}{97400 \cdot i \cdot \eta}$$

式中  $n$ —电动机转速, rad / min;  
 $\eta$ —传动效率;

$M$ —螺杆扭矩, kg / cm<sup>2</sup>。

$$M = M_1 + M_2$$

其中  $M_1$ —螺杆与螺母间的摩擦扭矩;  $M_2$ —螺杆头部支撑面的摩擦扭矩;

$$M_1 = \frac{p' \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \cdot d_{cp}}{2}$$

$$M_2 = 0.33 p \mu d_n$$

—螺纹升角 (4~5°);  $d_{cp}$ —螺杆均径, cm;

$\alpha$ —摩擦角;  $\mu$ —摩擦系数, (0.12~0.18)

$\rho$ —计算直径, cm;

$$d_n = \sqrt{8 \cdot r \cdot h}$$

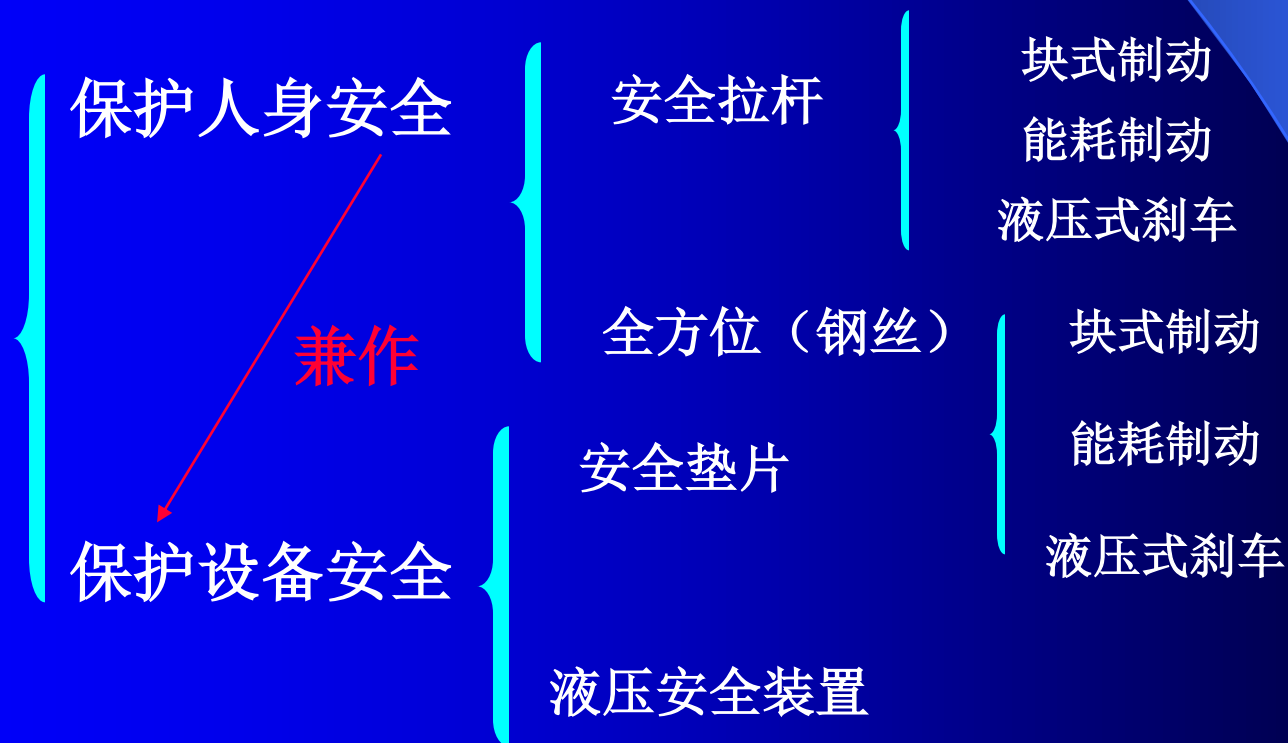
$r$ —球面半径, cm;  $h$ —球面结出深度, cm。

## 五、安全与制动装置

开炼机的结构虽然不算复杂，但在使用时不安全因素较多，生产中发生的人身和机器事故屡见不鲜。安全与制动装置的设计在于防止人身和机器事故的发生或减少事故的严重程度。

**（一）作用：**为防止在炼胶过程中胶料的横压力超载或由于操作不当或由金属物落入辊距中可能产生巨大的作用力，危及机器和人身的安全，在开炼机上装有安全装置。

**（二）分类：**按其作用不同分为：



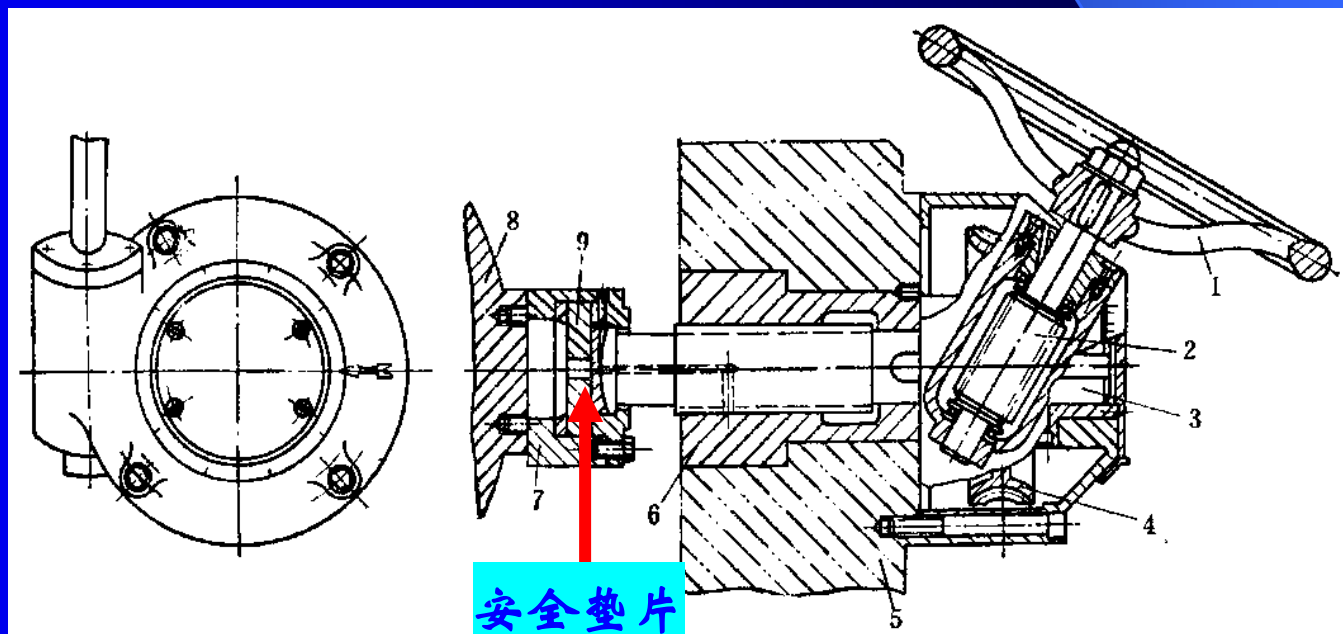


### (三) 结构:

#### A、保护设备安全:

1、**安全垫片**: 安全垫片的结构简单, 能及时的卸荷, 但垫片制造和更换麻烦。

安全垫片的作用是: 当开炼机超负荷时, 一旦负荷超过垫片材料的剪切强度, 垫片便被切断, 此时辊距便增大, 横压力急剧下降, 这就保护了辊筒、机架等部件。



安全垫片的材料多为铸铁，也有用碳素钢制造的，用铸铁制造的垫片，其破坏灵敏性高，但制造质量不易保证。用碳素钢制造垫片，质地均匀，但破坏灵敏性差。在瞬时强力过大时，会影响机器的安全。因而技术条件规定：垫片用HT150铸铁制造后要经机械加工，要求厚度均匀，加工光滑，厚度误差不大于0.05mm，还要求每批垫片都要做实际试验后最终确定其厚度。试验是在油压机上进行的，它只受静载荷作用，而实际垫片受力是动载荷，因此试验压力应取一个轴承上水平横压力的1.5倍左右。

安全垫片在断裂时承受的最大作用力 $P_{\max}$ 为：

$$P_{\max} = \pi \cdot D \cdot b \cdot \tau_{cP} \quad \text{kg}$$

式中  $D$ —垫片计算直径，cm；

$b$ —垫片厚度，cm；

$\tau_{cP}$  —垫片切断时的计算应力，kg / cm<sup>2</sup>。

垫片切断时的计算应力，一般按实验确定，在没有实验时，可近似的认为：

$$= (0.6 \sim 0.7)$$

式中  $\tau_{cP}$  —材料强度极限 $\sigma_b$ ，kg / cm<sup>2</sup>。

安全垫片厚度 $b$ 为：

$$b = \frac{P_{\max}}{\pi \cdot D \cdot \tau} \quad \text{cm}$$

式中  $P_{\max}$  —垫片破坏时一个轴承上的最大作用力，kg；

$$P_{\max} = 1.5 \cdot$$

$p'$  —一个轴承上的水平横压力，kg；

$D$ —垫片计算直径，厘米；

$\tau$  —垫片材料的剪切强度限，kg / cm<sup>2</sup>。

对HT15-33， $\tau = 1600 \sim 1800 \text{ kg / cm}^2$ 。

$\tau$

下表为国产开炼机安全垫片尺寸与破坏负荷

指标 规格	安全垫片内径D, mm	安全垫片厚度b, mm	破坏时负荷Pmax, 吨
XK-400	Φ85	~15.5	75 ± 2
XK-560	Φ95	~23	110 ± 3
XK-650	Φ108	~17	100 ± 2
XK-560	Φ95	~19	90 ± 2
XK-480	Φ95	~19	90 ± 2

2、**液压安全装置：**由于垫片破裂后要停机更换，既麻烦又影响生产，因此在新型开炼机上开始采用液压安全装置，它装设在前辊筒调距螺杆与辊筒轴承之间，如图所示。腔内充满压力油，安全油压是根据炼胶需要给定的，在输油管路上有一个卸油阀，当横压力超过给定压力时，卸油阀将油卸出，腔内压力下降，辊距放大；当炼胶横压力降低于给定油压后，油压可自动的推动前辊筒，恢复到原来的辊距。

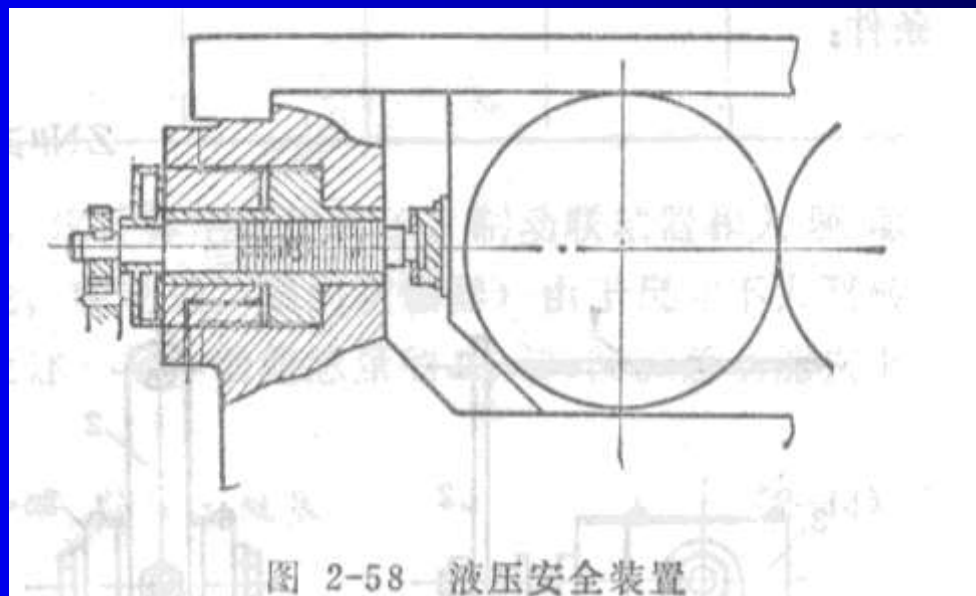
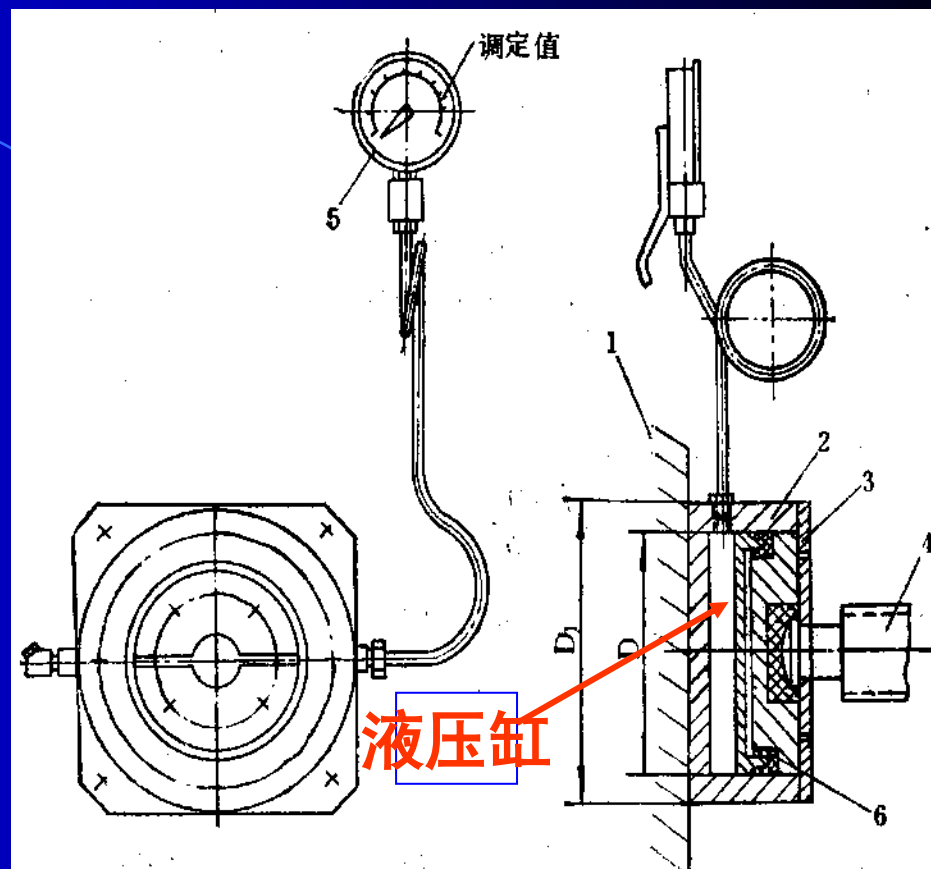


图 2-58 液压安全装置



液压缸安全装置安装在前辊筒轴承座与调距螺杆间。当横压力过大时，液压缸中的油压上升，电触点压力表指针与调定最大横压力值的触点相接触时，机器立刻停止，并放大辊距，使辊筒受到的横压力下降。该装置不用更换零件，而且操作者可随时观察到横压力的变化，便于控制。缺点是不易维护，当漏油时即失灵。如图所示。



## B、保护人身安全系统：

### 1、刹车系统：

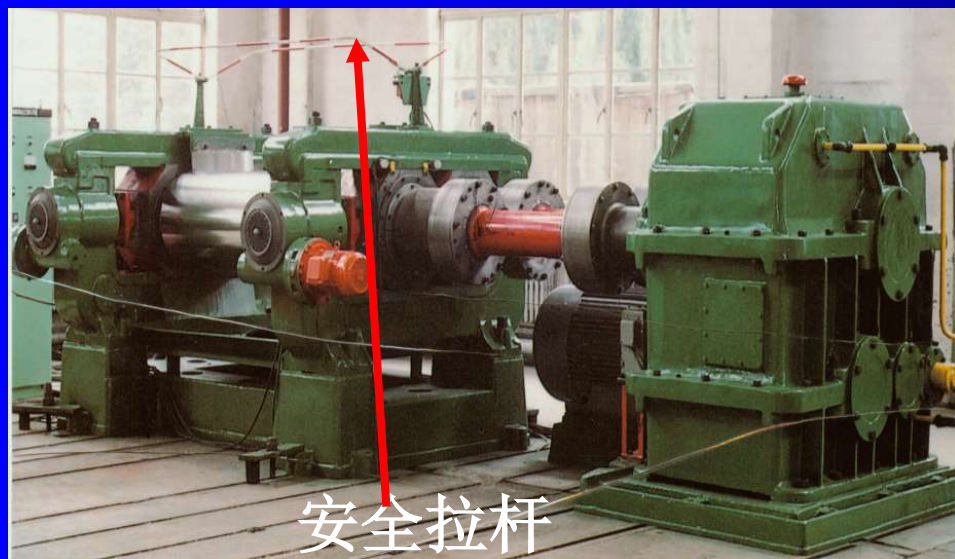
#### (1) 安全拉杆：

作用：a、切断主电机的电源；  
b、接通制动器电源

块式制动，接通电源

能耗制动，通反向电流

液压制动，切断电源



安全拉杆

## 2、制动装置

对制动装置的要求是：控制位置要适合操作人员的使用方便，要保证经常处于正常状态。空运转制动后，前辊筒继续回转不得超过辊筒圆周的 $1/4$ 。

制动装置一般装在电动机和减速器的联轴节上，而其操纵装置则装在工人操作位置的附近。操纵装置的形式有常桩在机器上部的拉杆、亦有装在机器下面的脚踏板、也有两者兼用的。



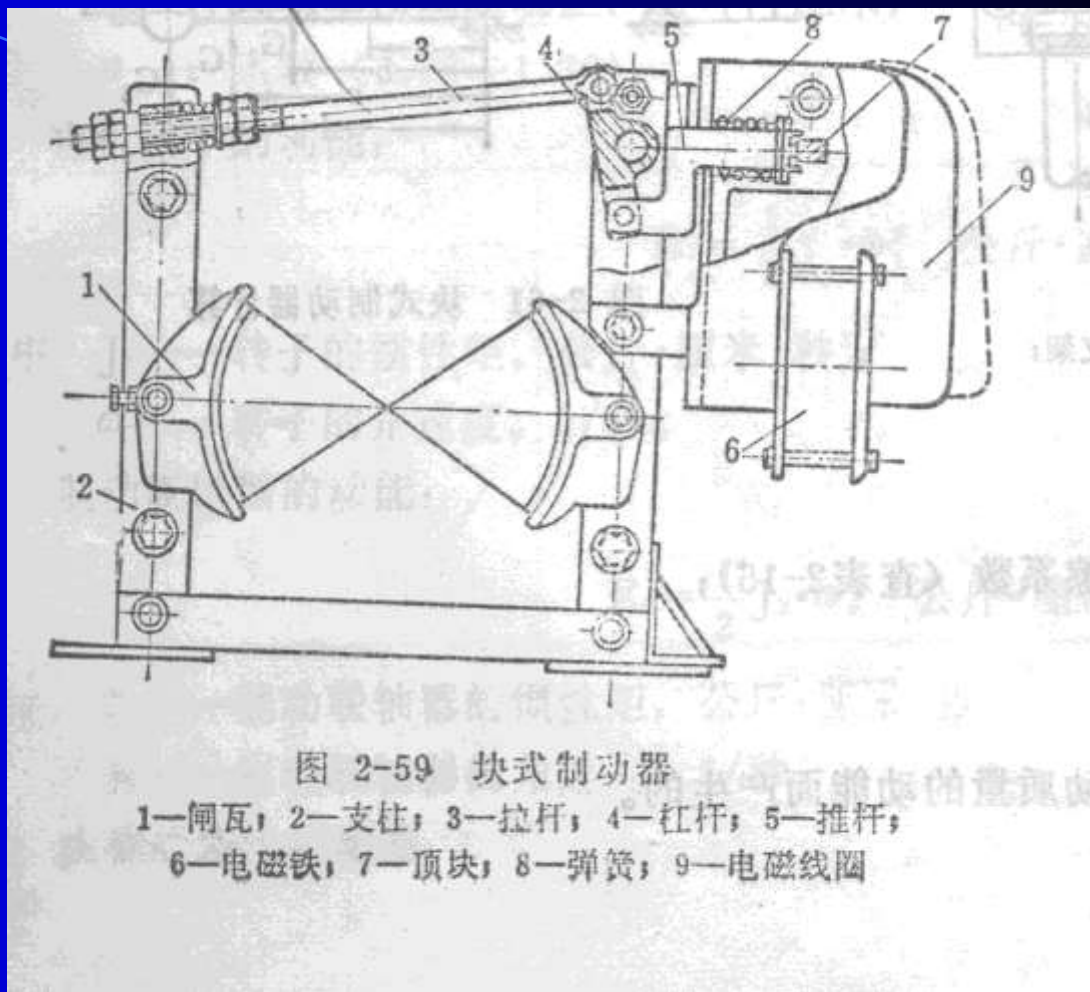








常用的制动装置由**电磁抱闸块式和带式制动装置**两种。图示为短行程的块式制动器的构造。两块闸瓦1分别以活节方式与支柱2相连接。两个支柱2与连杆3、杠杆4和推杆5相连接，推杆5的尾部压紧电磁铁6的顶块7，在正常状态下（电磁线圈不接电源）、电磁铁靠弹簧8的推力，保持在虚线位置。此时，两块闸瓦与制动轮脱离。当发生事故时，接通电磁线圈电源，电磁铁被吸住（即图中实线位置），推杆与杠杆4和拉杆3同时运动，使两闸瓦抱紧制动轮，与此同时切断段电动机电源，主电动机停止转动而停车。

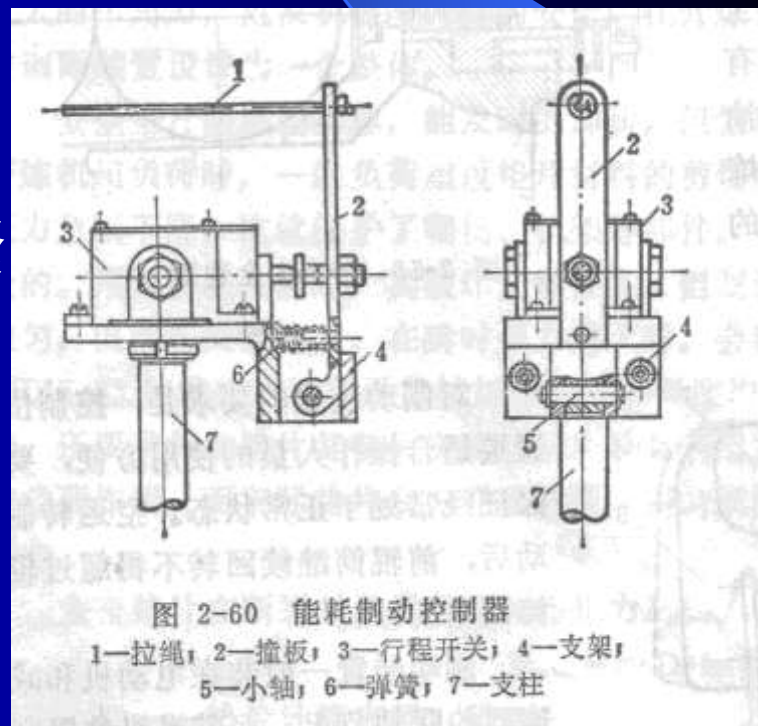


接通电磁线圈和切断主电动机电流是通过抱闸控制器控制系统完成的。当发生事故时，触动拉杆，使行程开关动作，此行程开关完成两个动作，一个是切断主电动机电源，一个是接通电磁线圈电源，完成制动作用。

由于电磁抱闸式制动简单可靠，故国内外大部分炼胶机均采用它。

能耗制动的原理是在需要停机是切断主电机电源，与此同时通直流电源入电机定子的绕组，便产生与电动机装向相反的转矩，从而达到制动。

图为控制部分的结构。当发生紧急事故时，拉动按全绳1，通过撞板2启动行程开关3。撞板装在支架4的小轴5上，形成活节，弹簧6是保证撞板2复位，其整个部分被立柱7支撑。



**块式制动装置的工作原理：**要停止制动轮，制动式的摩擦功应等于开炼机转动部部分的惯性动能。如图2—61所示。若把加在瓦块中心的压力看成是集中力N，制动应满足如下条件：

$$ZN\mu \geq \frac{M}{R}$$

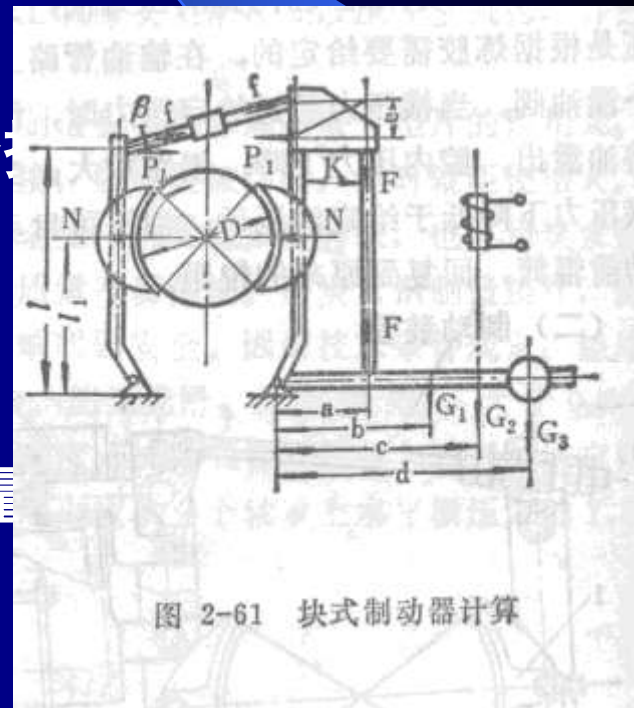
式中 N—瓦块的正压力，kg；

$\mu$  —瓦块与制动轮的滑动摩擦系数；

M—制动力矩，kg. cm。

R—制动轮半径，cm。

制动力矩是由于克服转动部件运动质量的动能而产生的。



# 在不同单位压力下的摩擦系数

摩擦材料	接触零件材料	不同单位压力kg/cm <sup>2</sup> 下的μ值		
		0~5	6~15	16~25
塑料瓦块	铸铁	0.25	0.25	0.25
	钢	0.30	0.22	0.18
辊压带	铸铁	0.40	0.40	0.35
	钢	0.50	0.45	0.40
石棉编织带	铸铁	0.45	0.35	0.30
	钢	0.54	.045	0.40

## 1. 制动块的摩擦功

$$A = F_{\mu} \bullet S$$

式中  $F_{\mu}$  一制动时的摩擦力, kg;

$$F_{\mu} = 2N\mu$$

其中  $N$ —瓦块的正压力, kg;

$\mu$  一摩擦系数;

$S$ —制动后制动轮转过的弧长, m;

$$S = Vt$$

其中  $V$ —制动轮的线速度, m / s;

$t$ —制动后限定的停车时间, s。

由此摩擦功为:

$$A = 2N\mu vt$$

kg. m



2. 转动部件动能 在计算转动部件动能时，仅计算电动机转子、制动联轴器和大驱动齿轮的；其余部分（辊筒，制动轮，减速器齿轮，转动轴，轴的联轴器）由于尺寸不大及转数很低，不必作具体的计算，根据验算可以取上述三部分动能总量的20~30%。总动能按下式计算：

$$E = (E_1 + E_2 + E_3) \quad \alpha \text{ kg. cm}$$

式中  $E_1$  —电动机转子动能， kg. cm 。

$E_2$  —制动联轴器动能， kg. cm 。

$E_3$  —大驱动齿轮的动能， kg. cm 。

$\alpha$  —系数（1.20~1.30）。

电机转子的动能:

$$E_1 = J_1 \omega_1^2 \text{ kg.cm}$$

式中  $J_1$ —转子的惯性矩,  $\text{kg.cm.s}^2$ 。  
速度,  $1/\text{s}$ 。

—制动联轴器的角  
 $\omega_1$

制动联轴器的动能:

$$E_2 = J_2 \omega_2^2 \text{ kg.cm}$$

式中  $J_2$ —联轴器的惯性矩,  $\text{kg.cm.s}^2$ 。  
速度,  $1/\text{s}$ 。

—制动联轴器的角  
 $\omega_2$

大驱动齿轮的动能:

$$E_3 = J_3 \omega_3^2 \text{ kg.cm}$$

式中  $J_3$ —转子的惯性矩,  $\text{kg.cm.s}^2$ 。  
速度,  $1/\text{s}$ 。

—制动联轴器的角  
 $\omega_3$

制动装置必须具备动能A的能量, 才能产生制动作用。

3. **制动负荷** 若使机器在限定的时间内停车，所需制动器瓦块制动的压力为：

$$N = \frac{E}{2\mu s} \cdot \frac{E}{2\mu Vt} \quad \text{kg}$$

应当加在制动臂端的作用力P 为：

$$P_1 = N \cdot \frac{I_1}{I} = \frac{2M}{2D\mu} \cdot \frac{I_1}{I} \cdot \frac{M \cdot I}{D \cdot \mu \cdot I} \quad \text{kg}$$

沿倾斜拉杆方向的作用力f为：

$$f = \frac{P_1}{\cos \beta} \quad \text{kg}$$

在垂直拉杆上的作用力F，可按三角形板动转动轴心力矩计算：

$$F = \frac{P_1 \cdot e}{K} = \frac{M}{D\mu} \cdot \frac{I_1}{I} \cdot \frac{e}{K} \quad \text{kg}$$

制动荷重为：

$$\frac{F \cdot a \cdot 1/\eta - (G_1 \cdot b + G_2 \cdot c)}{d}$$

kg  $\eta$   $\eta$   
 式中  $\eta$  —效率，  $\eta = 0.9$ ；

a、b、c—图2—61所示尺寸。

4. **制动瓦块** 制动瓦块的尺寸，要根据以下两个条件验算：第一，验算瓦块与制动轮的单位压力；第二，验算单位压力P与摩擦速度V的乘积。

$$P = \frac{N}{\pi \cdot D \cdot B \frac{a}{360}} = \frac{M}{D^2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot B \frac{a}{360}} \leq [P]$$

kg / cm

式中 B—制动块的宽度，cm；

a—制动块对制动轮的包角（60~90°）

[p] —  $Pv \leq [p \cdot v]$  力，kg / cm<sup>2</sup>。

≤

≤

在验算时，必须同时满足P ≤ [P]，和pv ≤ [pv]，  
[P] 和 [pv] 按下页表选择。

材料		[P] kg / cm <sup>2</sup>		[Pv] kg.m / cm <sup>2</sup> .s	
瓦块或垫片	制动轮	停止控制 器	调速制 动器	停止制 动器	调速制 动器
铸铁	钢或铸铁	20	15	50	25
木材	钢或铸铁	8	6	50	25
石棉编织带	钢或铸铁	6	3	50	25
辊压带	钢或铸铁	6	4	50	25



## 5. 电磁开闸器

电磁开闸器的选择：

双瓦制动器的开闸功为：

$$A_a = \frac{2N \cdot \varepsilon}{\eta}$$

kg. cm

式中  $N$  一闸瓦的作用力，kg；

$\varepsilon$  一闸瓦松开的间隙，cm；

$\eta$  一效率（0.9）。

若以  
为：

$$N = M / D \cdot \mu$$

$\eta = 0.9$  代之，

时，开闸功

$$A_a = 2.2 \frac{M}{D \cdot \mu} \cdot \varepsilon$$

kg. cm （2—49）

$\varepsilon$

瓦块松开间隙 的大小，以保证制动瓦块能可靠的离开

制动轮为准。可查制动器标准

对于长行程电磁开闸器：

$$A_a = ph = 2.2 \frac{M}{D \bullet \mu} \bullet \varepsilon$$

kg. cm

式中 P—电磁开闸器的拉力，kg；

h—电磁开闸器衔铁的行程，cm。

对于短行程电磁开闸器：

$$A_a = M_x \varphi = \frac{M}{D \bullet \mu} \bullet \varepsilon$$

kg. cm

式中 M—电磁开闸器的转矩，kg. cm；

—电磁开闸器衔铁转角，弧度。

根据所计算的开闸功，在产品样本中选择电磁开闸器。

## 六、辊温调节装置

开炼机不论塑炼与混炼作业，都需要在一定的温度下进行。对于天然橡胶在塑炼时，为了保证良好的机械作用，一般要求温度在60℃左右，当超过70℃后，塑炼效果将大大下降。在混炼时一般也不超过75~90℃，以防止胶料的早期硫化。可见，开炼机要保证在一定的温度下操作。

在炼胶过程中，由于开炼机辊筒速比的作用，且胶料又往复的通过具有较大速度梯度辊隙，这就使橡胶分子相互摩擦，而引起胶料内部的温度上升，为保证在工艺要求的温度下炼胶，对开炼机的辊筒需进行冷却，通过辊筒来降低胶料的温度。但对某些特种合成橡胶或辊筒操作前的预热时也需要用蒸汽对辊筒加热，以保证所需要的温度。可见，从炼胶工艺角度上要求辊筒进行调温。

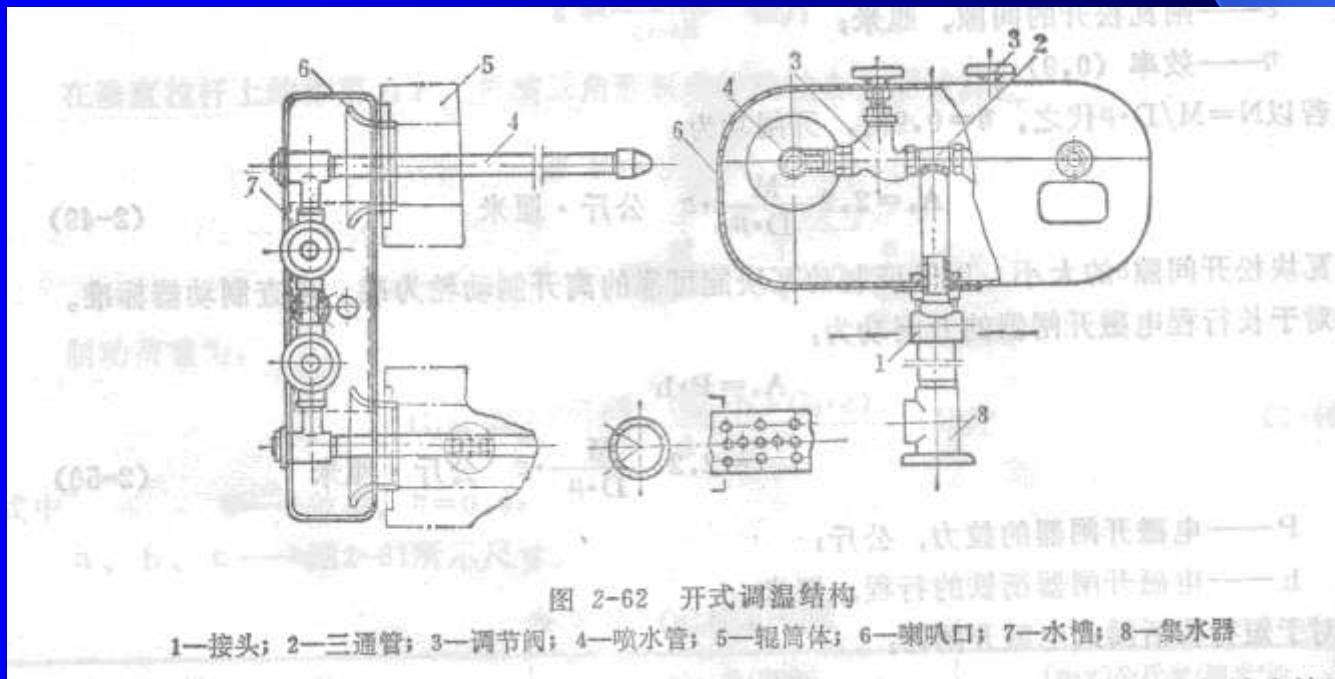
## (一) 类型与结构

辊筒的调温装置有两种，一种是开式调温装置，一种是闭式的调温装置。前一种多用于炼胶机上，后一种多用于塑炼机上。

开式调温机构的优点是：构造简单，冷却效果好，水温可随时用手探知，水管堵塞时也便于发现，其缺点是耗水量大。

闭式调温装置耗水量小但冷却效果差。

下图所示是开式调温装置。冷却水在压力作用下通过三通接头1，三通管2经调节阀3进入喷水管4，喷水管上钻有直径2~5毫米的小孔，孔位错开排列，其间距为100~125毫米。喷水管上钻孔的角度，须保证喷出的水对着积胶区，保证胶料发出的热量能及时导出。冷却水从孔口喷出后，积于辊筒体5的腔内，积水不断从喇叭口6内流出进入水槽7中，水槽内的水通过集水器8的出口排入下水道。





图示是闭式调温结构，它的特点是蒸汽的冷凝水或冷却水排出采用密闭式结构并防止蒸汽溢出。

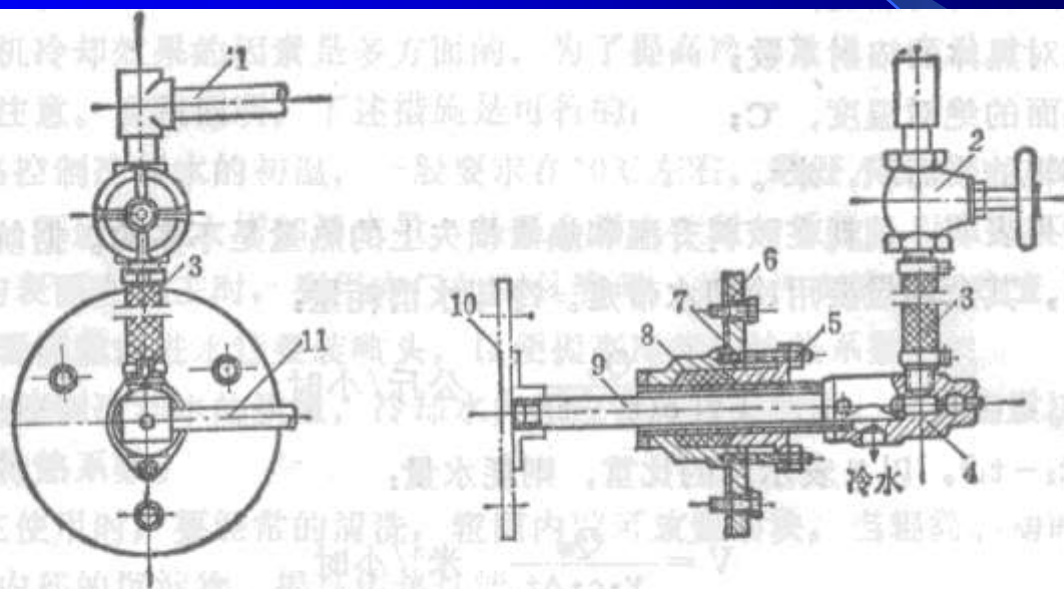


图 2-63 闭式调温结构

1—连接管；2—阀门；3—导管；4—分配器；5—压盘；6—辊筒压盖；7—垫片；8—密封圈；9—导管；10—托盘；11—接管

## (二) 辊筒热平衡与冷却水消耗量

在开炼机炼胶过程中，产生着复杂的热过程，根据加工对象的不同工艺要求的不同，对开炼机采取加热或冷却。加热或冷却时有热量平衡来确定的，其热量平衡方程式：

$$G \cdot c' \cdot t_1' + Q_{\text{机}} + W \cdot c \cdot t_1 = G \cdot c' \cdot t_2' + W \cdot c \cdot t_2 + Q_{\text{损}}$$

式中G — 炼胶容量，公斤 / 小时；

$c'$  — 胶料比热，千卡 / 公斤 $^{\circ}\text{C}$ ；

$c' = 0.4$  千卡 / 公斤 $^{\circ}\text{C}$

$t_1'$ 、 $t_2'$  — 胶料初始与最终温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

W — 冷却水量，公斤 / 小时；

C — 冷却水比热，千卡 / 公斤 $^{\circ}\text{C}$

$t_1$ 、 $t_2$  — 冷却水初始与最终温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$Q_{\text{机}}$  — 由机械能转化的热量，公斤 / 小时；

$Q_{\text{损}}$  — 散失在周围介质中的热量，公斤 / 小时；

根据上式，由冷却水导出的热量 $Q_{\text{冷}}$ 为：

$$Q_{\text{冷}} = W \cdot c (t_2 - t_1) \\ = Q_{\text{机}} - Q_{\text{损}} - G \cdot c (t'_2 - t'_1) \text{ 千卡/小时}$$

由电动机经机械能转化的热量 $Q_{\text{机}}$ 为：

$$Q_{\text{机}} = 860 N \eta_1 \eta_2 \text{ 千卡/小时}$$

式中  $N$ —电动机额定功率，千瓦；

$\eta_1$  —电动机输出平均功率系数（0.7~0.75）；

$\eta_2$  —机械传动效率。

散失在周围介质中的热量 $Q_{\text{损}}$ ，由对流和辐射热损失组成：

$$Q_{\text{损}} = Q_{\text{对}} + Q_{\text{辐}} \text{ 千卡/小时}$$

对流给热 $Q_{\text{对}}$

$$\alpha_{\text{对}} \cdot F \cdot (t_{\text{辊}} - t_{\text{空}})$$

式中  $\alpha_{\text{对}}$  —对流给热系数，千卡 / 米<sup>2</sup>时

$$\alpha_{\text{对}} = \sqrt[4]{\frac{t_{\text{辊}} - t_{\text{空}}}{D}}$$

$F$ —两辊的表面积，米<sup>2</sup>； $t_{\text{辊}}$ —辊面温度，℃； $t_{\text{空}}$ —周围空气温度，℃；

$D$ —辊径，米。

辐射给热 $Q_{\text{辐}}$ ：

$$Q_{\text{辐}} = \varepsilon \cdot c_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4 \cdot F$$

式中  $\varepsilon$  —辊筒表面的黑度； $c_0$ —绝对黑体的辐射系数；

$T$ —辊面的绝对温度，℃； $F$ —两辊的表面积，米<sup>2</sup>。

实际计算结果表明：消耗在胶料升温 and 热量损失上的热量是不多的。据统计它仅为总发热量的10~25%，其余热量要用冷却水带走。冷却水消耗量：

$$\frac{Q_{\text{冷}}}{c(t_2 - t_1)} W = \quad \text{kg/h}$$

若以  $\gamma$  表示水的比重，则耗水量：

$$\frac{Q_{\text{冷}}}{\gamma \cdot c \cdot \Delta t} V = \quad \text{m}^3/\text{h}$$

冷却水带走的热量按热传导原理可建立如下方程：

$$Q_{\text{冷}} = \Delta t_{cp} k \cdot L \cdot \quad \text{千卡/小时}$$

式中  $k$ —圆筒壁的传热系数；

$$k = \frac{1}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda} \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha \cdot \pi \cdot d}}$$

其中  $\lambda$ —辊筒材料的传热系数，千卡/米<sup>2</sup>·时·°C

$D$ —辊筒外直径，米；

$d$ —辊筒内直径，米；

$\alpha$ —辊筒内表面对水的给热系数，千卡/米<sup>2</sup>·时·°C

$L$ —辊筒的工作部分长度，米；

$\Delta t_{cp}$ —平均温差

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_2 - t_1}{2} = t_0 - \quad \text{°C}$$

其中  $t_0$ —辊筒壁的温度（采用加工胶料的温度）。

在进行热量计算时，可取冷却水的温度差 $t_2 - t_1 = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右，计算出热损失 $Q_{\text{损}}$ 与冷却水耗量 $W$ 。再根据 $W$ 与辊内腔尺寸求出水流速，以便计算给热系数 $\alpha$ 和传热系数 $k$ 。在已知 $Q_{\text{冷}}$ ， $k$ 和 $L$ 后，可求出 $\Delta t_{cp}$ ，再验证 $t_2$ 与 $t_1$ ，看辊筒工作部分长度 $L$ 是否合适导出 $Q_{\text{冷}}$ 的热量，如果 $L$ 不够，就必须提高热交换条件，如增加冷却水流速等。

# 国产开炼机冷却水消耗量

炼胶机规格 毫 米	水 耗 量		炼胶机规格 毫 米	水 耗 量	
	水温 °C	米³/时		水温 °C	米³/时
Φ160X320	12~14	0.5	Φ560X1500	12~14	6.0
Φ360X900	12~14	3.0	Φ650X2100	12~14	11.0
Φ400X1000	12~14	3.0	Φ560X800	20~25	5.0
Φ450X1200	12~14	4.0			



### **(三) 强化辊筒冷却效果的措施**

影响开炼机冷却效果的因素是多方面的，为了提高冷却效果，在设计、制造和使用时均应与特别的注意。实践证明，下述措施是可行的：

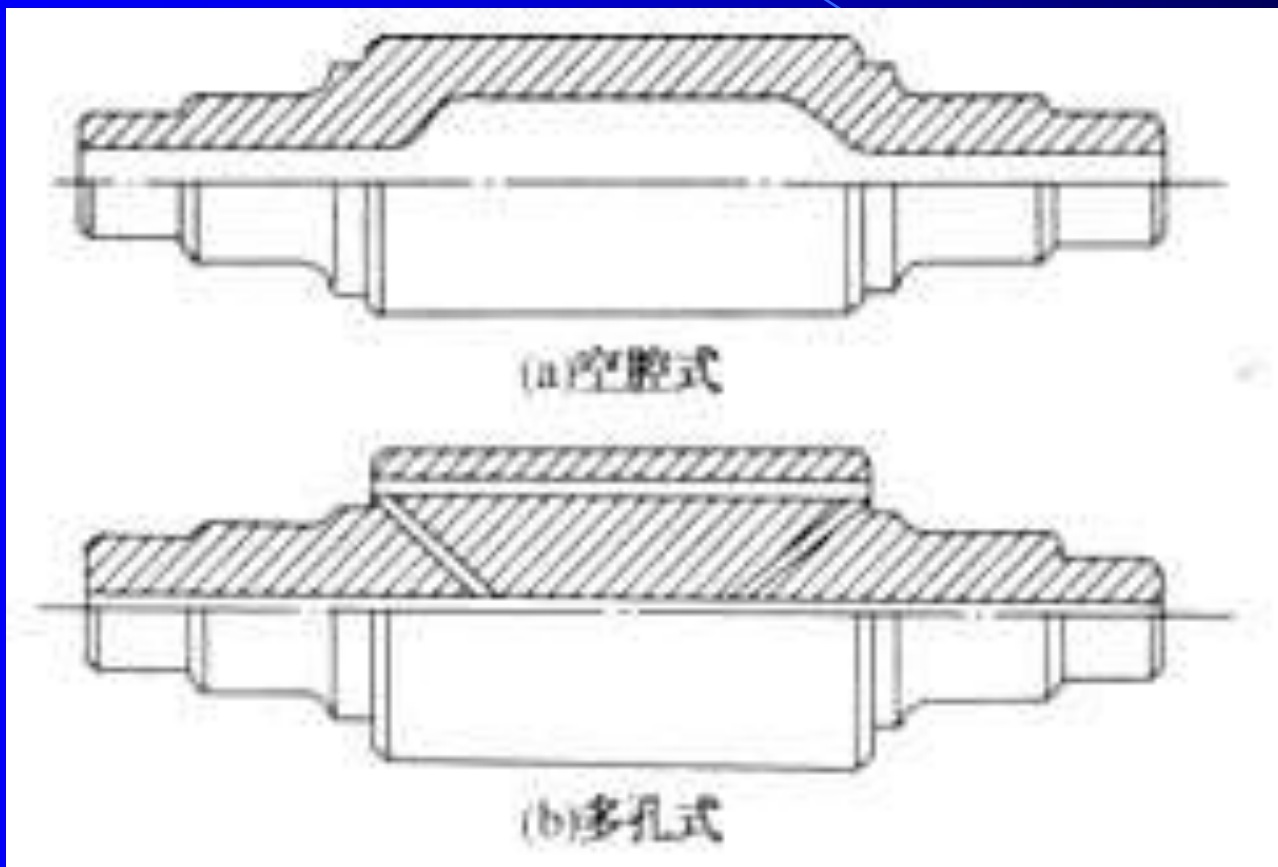
1. 采用恒温水冷却的方式，水温 $30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
2. 辊筒内表面在加工时，要用专门的刮具清理，不允许有铸造的残渣，否则将增加其热阻，同时，辊筒腔内进水管要装喷头，以便提高冷却的给热系数。
3. 要严格控制冷却水的质量，冷却水内不应含有盐类物质，此类物质沉淀后，就会增大热阻，降低传热系数。

4. 辊筒在使用时，要经常的清洗，辊筒内腔可放置钢块，当辊筒转动时，钢块冲击腔壁，以便清除内部的沉淀物，提高传热性能。

5. 在设计时减少辊筒的厚度，这样可以降低辊筒的热阻，增大辊筒的散热面积，有利于提高散热性能，但这必须在保证辊筒强度的条件下才许可。

6. 采用钻孔辊筒时，它不但可以提高传热面积，同时也可以采取高速流动的冷却水提高给热系数，达到提高传热性能的要求。

# 空腔式和钻孔式辊筒



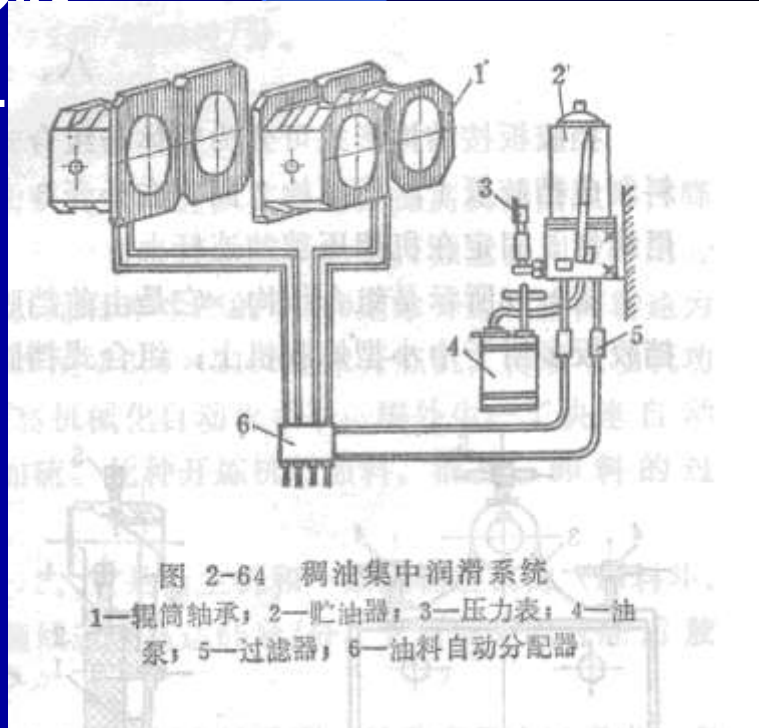
# 钻孔辊筒



## 七、 润滑系统

开炼机的润滑主要是辊筒轴承的润滑。常用的润滑系统油单独润滑，集中润滑两种，少数情况下二者同时采用。按油质分干油和稀油油润滑二种，这里简要介绍集中润滑系统。

图示为用稠润滑油在油泵4的作用下，过滤器送入分配器6中，再由供料器送到辊筒轴承1中。油泵的给油能力：在手动增压时每周期送油量为 $8\text{cm}^3$ ，工作压力可达 $100\text{kg} / \text{cm}^2$ 。





## 供应润滑部位所必需的润滑油量：

$$\frac{Q_1 - Q_2}{c \bullet P \bullet \Delta t \bullet \varphi}$$

cm<sup>3</sup> / min

式中  $Q_1$ —润滑部分由摩擦所产生的热量，千卡 / 分；

$Q_2$ —润滑部分对周围介质的热损失，

$c$ —油的比热，

$p$ —油的密度，

$t$ —润滑油的温差，

$\phi$ —润滑油利用系数（ $\phi = 0.8$ ）。

## 在轴承中润滑部位产生的热量按下式计算：

$$Q_1 = 14.3N \quad \text{千卡 / 分}$$

式中 N—滑动与滚动轴承的功率损耗；

$$N = \frac{P \cdot f \cdot v}{3300} \quad \text{千瓦}$$

其中 P—辊筒作用在轴承上的作用力，公斤；

v—辊径的圆周速度，米 / 分；

f—摩擦系数。

对于半液体摩擦的滑动轴承：f=0.08~0.10；

对于滚珠轴承：f=0.0010~0.0040；

对于滚柱轴承：f=0.0025~0.010；

对于滚针轴承：f=0.005~0.020；

再开炼机常用的青铜轴衬与铸铁辊颈则：f=0.01。

$$Q_2 = kF (t_{\text{表}} - t_{\text{空}}) \quad \text{千卡 / 小时}$$

式中 k—传热系数（平均k=10），千卡 / 米<sup>2</sup>时<sup>0</sup>C；

F—冷却表面积，米<sup>2</sup>；

t<sub>表</sub>—散热表面温度， t<sub>空</sub>—周围空气的温度，

## 润滑油管路直径按下式计算：

$$d = 4.6 \sqrt{\frac{G}{v}} \quad \text{mm}$$

式中  $d$ —导管直径，mm；

$G$ —导管中流油量，l / min；

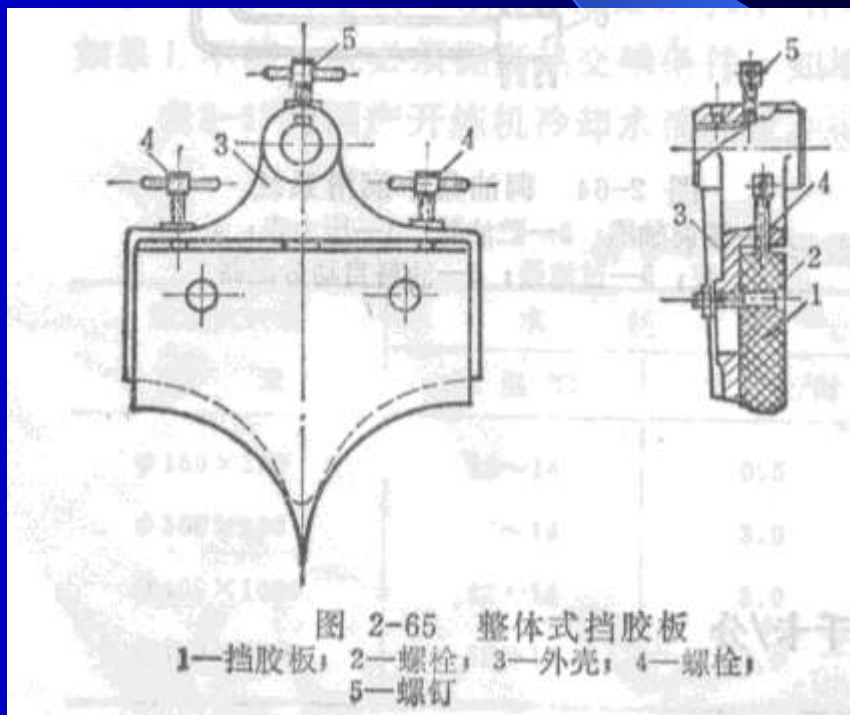
$v$ —导管中油流速，m / s。

润滑油的粘度不同流速不同，对于进油管  $v = 2 \sim 5 \text{ m / s}$ ，对于排油管  $v = 0.2 \sim 0.5 \text{ m / s}$ 。

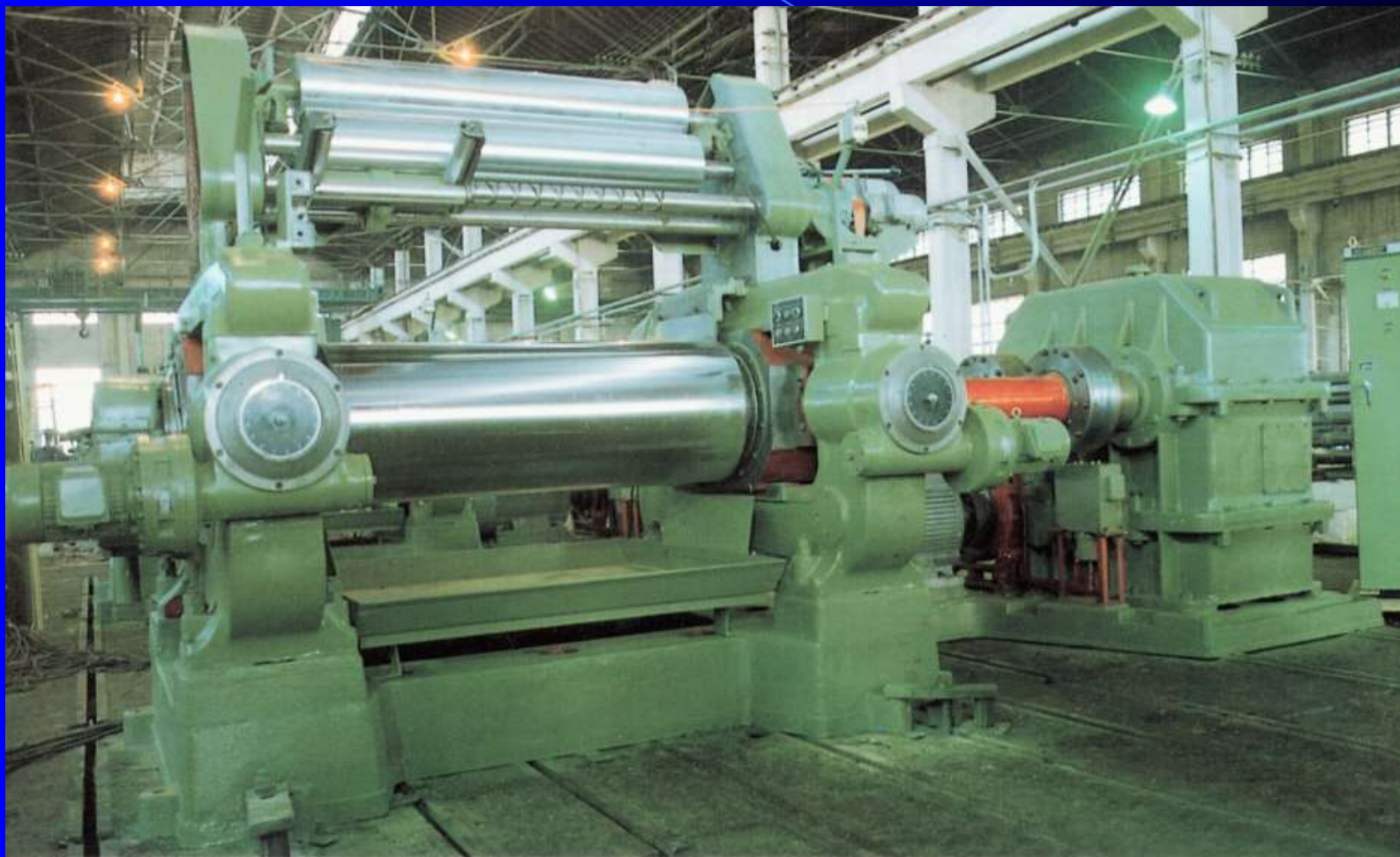
## 八、 挡胶板及翻胶装置

### (一) 挡胶板(Guide Plate)

挡胶板按结构形式可分为整体与组合式两种。图示为整体式结构。由布质酚醛塑料制成挡胶板1，与螺栓2固定在外壳3上，其所在位置可以用螺栓4控制，外壳通过轴孔用螺钉5固定在机架压盖的连杆上。

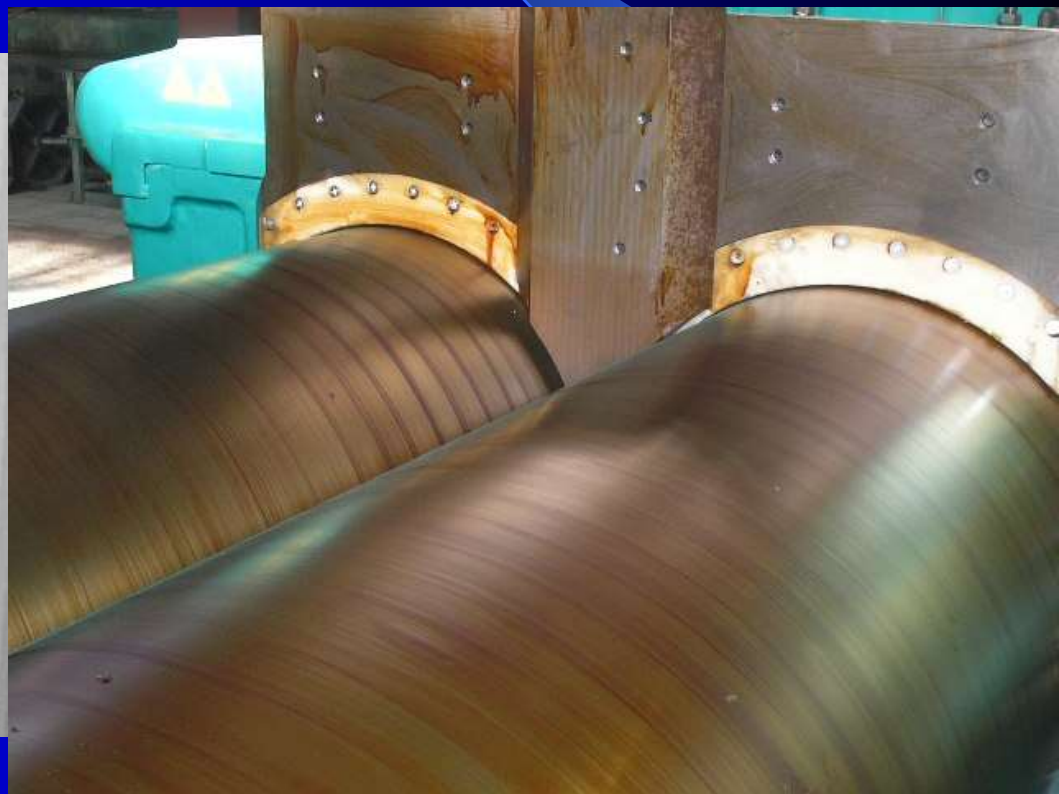
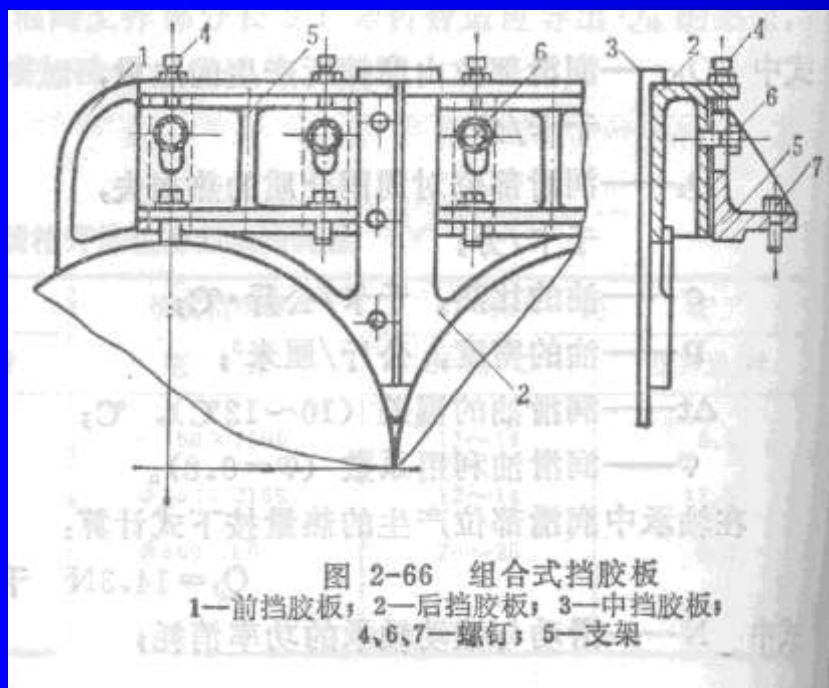


# 挡胶板及翻胶装置





图示为组合式结构。它是由前挡板1、后挡胶板2和中挡胶板3组成的。整体式挡胶板多用于中小型炼胶机上；组合式挡胶板多用于大中型连胶机上。



## (二) 翻胶与切割装置(Turn glue and Cutting device)

**1、作用：**翻胶与切割装置主要用于机械捣胶和切割。它提高了炼胶作业的机械化程度和减轻工人的劳动强度。

### 2、分类：

电动翻胶装置

气动翻胶装置



# 翻胶装置实际生产情况



## (1) 电动翻胶装置:

翻胶装置主要由压辊1、2，双向丝杠3和翻胶摆动辊4组成。见下图，翻胶装置支架5和6分别固定在炼胶机机架的上横梁上，支架上用二对轴承装有压辊1和2，压辊1的轴承可通过弹簧7和压杆8调节其压力。翻胶摆动辊4装在双向丝杠3上，丝杠3和压辊2是通过传动链9、减速器10、11和电动机12传动的。

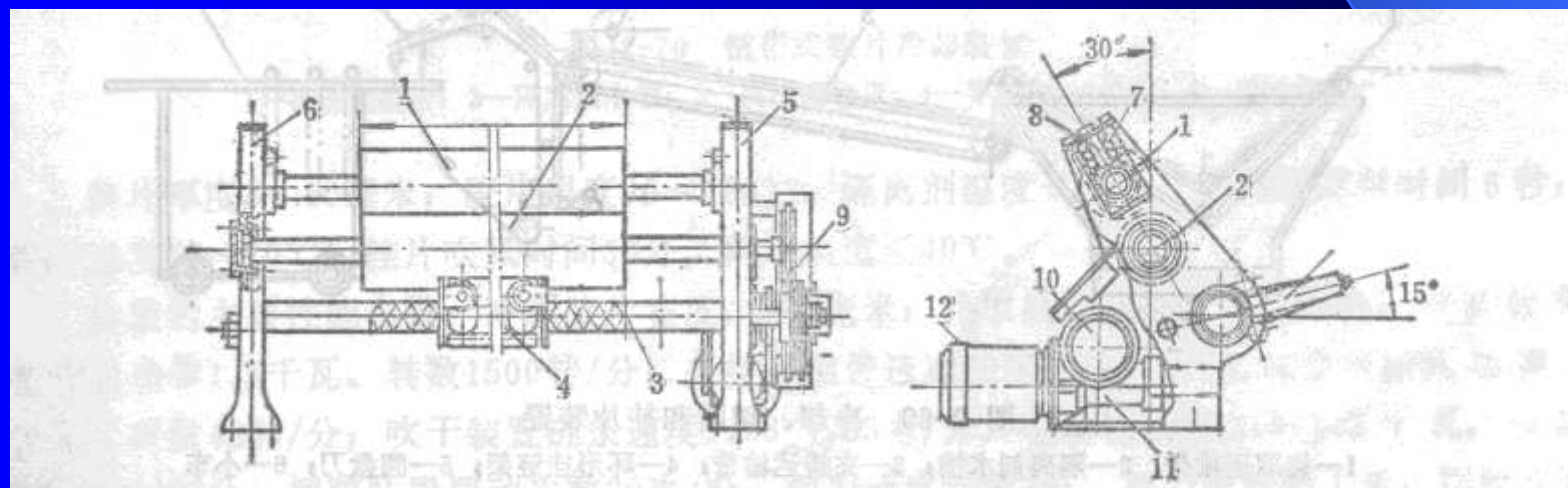


图 2-67 电动翻胶装置

1、2—压辊；3—双向丝杠；4—摆动辊；5、6—支架；7—弹簧；8—压杆；9—传动链；10、11—减速器；  
12—电动机



## (2) 气动翻胶装置

下图为用气缸控制压辊的翻胶装置。压辊2由电动机、摆线减速机和一对变速齿轮传动，压辊2的转动方向与压片机前辊转向相同，速度按工艺要求可调，一般采用与前辊相同。胶料靠两压辊的摩擦力带动，未送料时用气缸把压辊2顶开。

近年来，国外在大规模开炼机上，采用了自动翻胶装置。此外，还有固定式或移动式切胶刀。还有的切胶刀装在托盘下面，使用时由压缩空气驱动，将刀从盘下升起，方便作业。

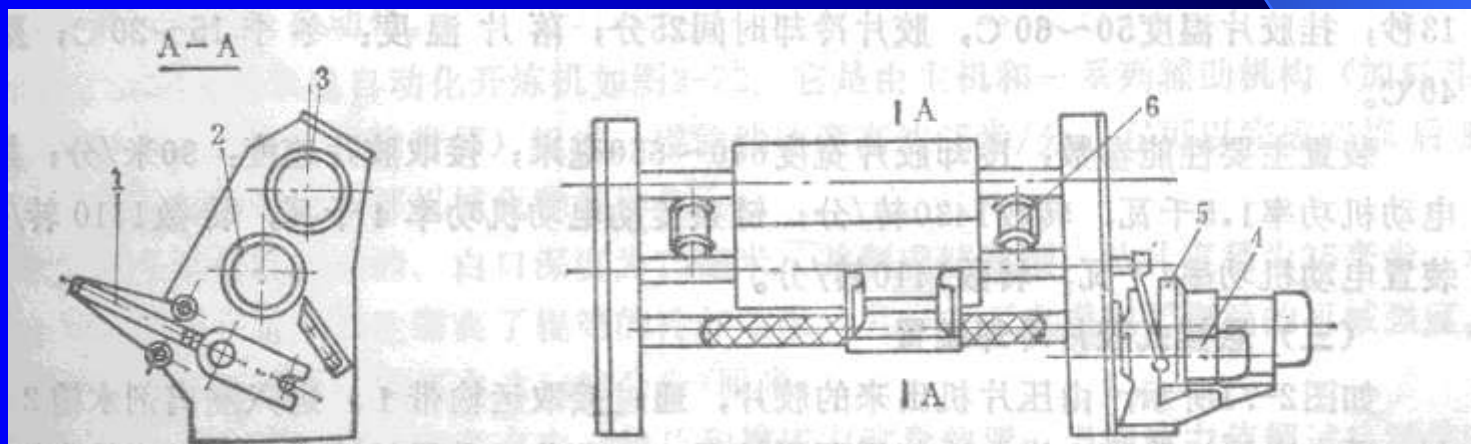


图 2-68 气动翻胶装置

1—摆动辊；2、3—压辊；4—摆动辊传动装置；5—压辊传动装置；6—气缸

## 复习题

1. 了解当代炼胶车间的特点。
2. 掌握开炼机主要用途及分类方法。
3. 掌握塑炼、混炼、压片、供胶及热炼等工艺的概念及他们之间的区别，分别采用什么方法可以达到目的。
4. 了解开炼机基本结构，掌握几种典型的开炼机的主要区别。
5. 掌握开炼机的工作原理。
6. 掌握开炼机强化炼胶效果应具备的条件。
7. 了解开炼机规格表示方法和主要技术特征。
8. 掌握横压力的概念及其影响因素。
9. 了解横压力计算的几种方法及其区别。



10. 掌握开炼机功率消耗的特点。
11. 了解开炼机传动功率几种计算方法及其区别。
12. 了解开炼机产量计算方法及其影响因素。
13. 掌握开炼机辊筒的作用、要求、所用的材料、结构和分类方法以及辊筒受力分析计算方法。
14. 掌握开炼机辊筒轴承的作用、位置、类型及润滑方法。
15. 掌握开炼机辊筒调距装置的作用、位置、调整范围、分类及其具体结构。
16. 了解开炼机的传动型式以及电机选择要求。
17. 了解开炼机的组装过程。



# 密炼机

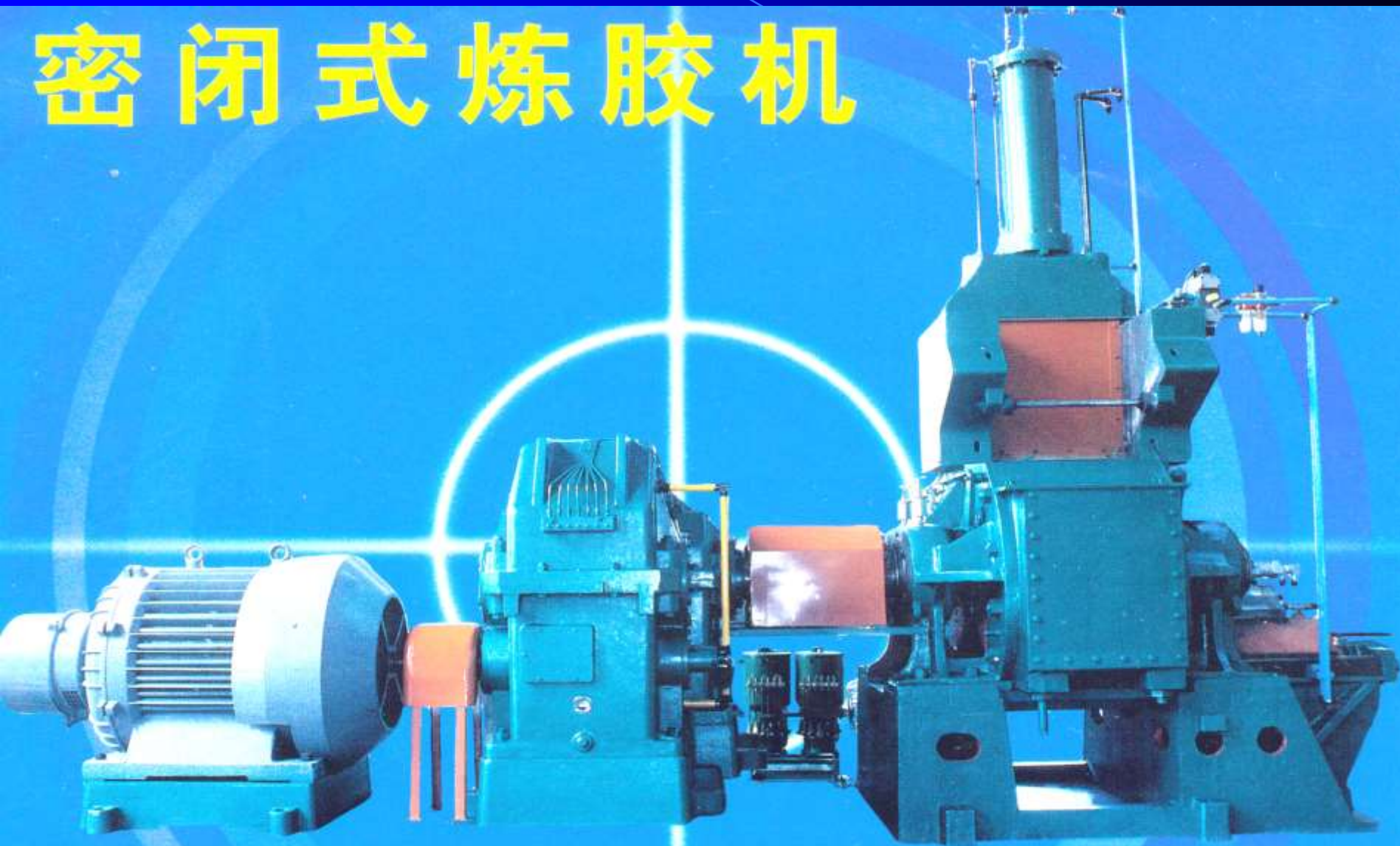
## **RUBBER INTERNAL MIXER**

# 第一节 概述

- § 1—1 密炼机的发展方向
- § 1—2 密炼机的用途及分类
- § 1—3 生产厂家
- § 1—4 规格与技术特征
- § 1—5 基本结构

## § 1—1 密炼机的发展方向

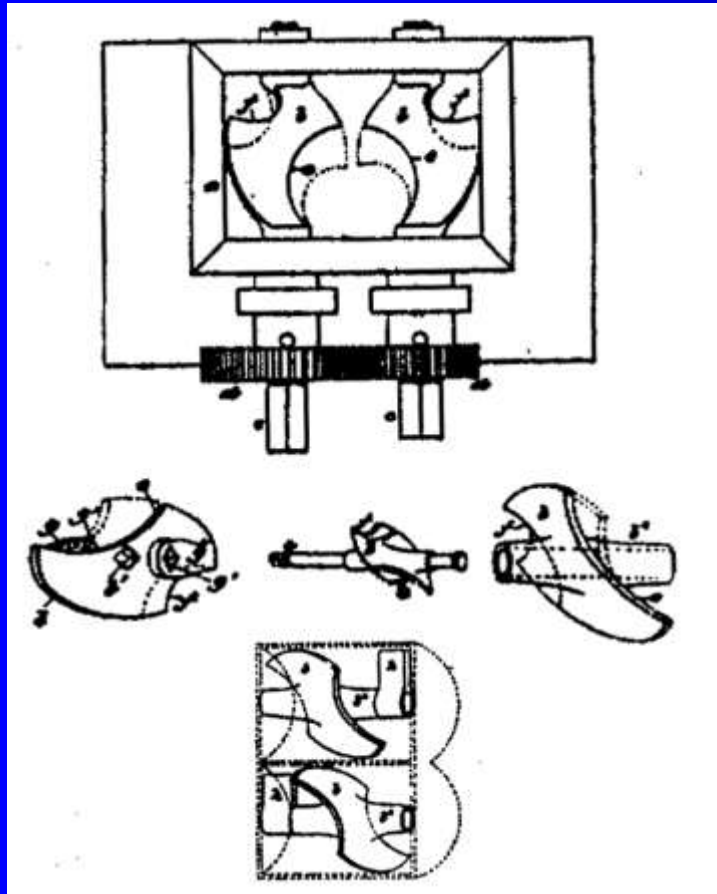
# 密闭式炼胶机



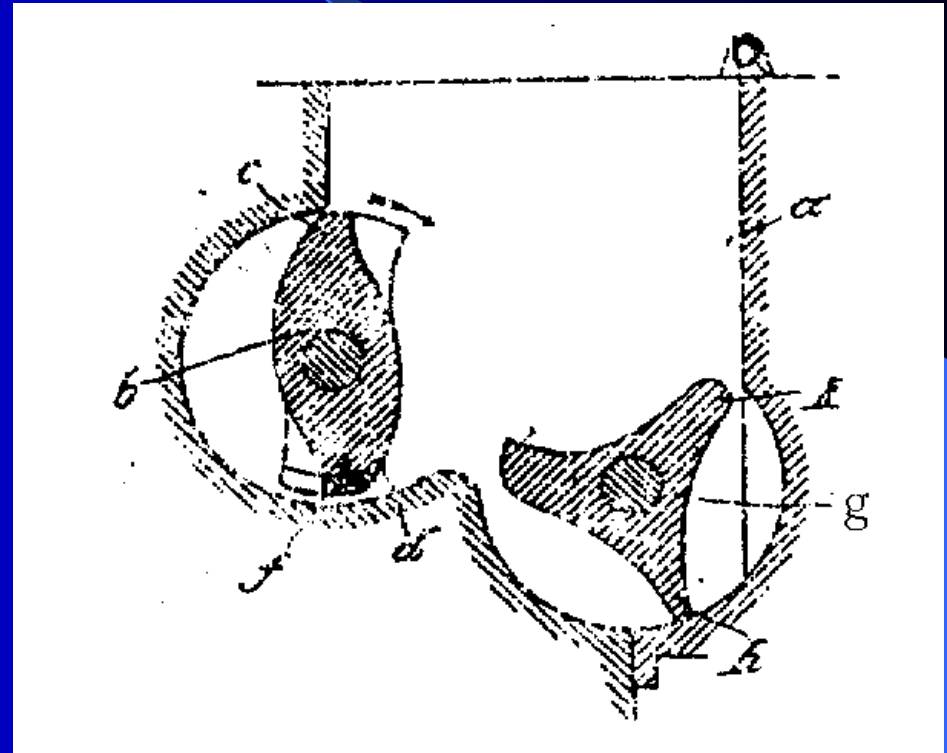


实际最早是由德国W&P公司的一名商业工程师（美国人）根据该公司的原型机台设计的，由于其发展较快，产量也大应用较广，故人们一直认为Banbury密炼机是最早问世的。

1879年Pfleiderer  
发明的混合捏炼机



1914年Kempster's  
发明的橡胶密炼机





## 密炼机

优点



混炼时间短

生产效率高

操作容易，较好地克服粉尘飞扬

减少配合剂的损失

改善劳动条件，减轻劳动强度等

由于它在很大程度上是凭经验发展起来的，因而在发展早期曾出现过认为塑炼效率低，不能用它来塑炼的说法，但已经为生产实践所否定。因此，密炼机的出现是炼胶机械的一项重要成果，至今仍然成为塑炼和混炼中的典型设备，并处于不断发展完善中。据国外资料统计，在橡胶工业中有88%的胶料是由密炼机制造的，塑料、树脂行业亦广泛应用密炼机。

现代密炼机发展的标志之一是高速、高压和高效能机台。通常将转子转速为20rpm的称为低速密炼机，30~40rpm的称为中速密炼机，60rpm以上的称为高速密炼机。

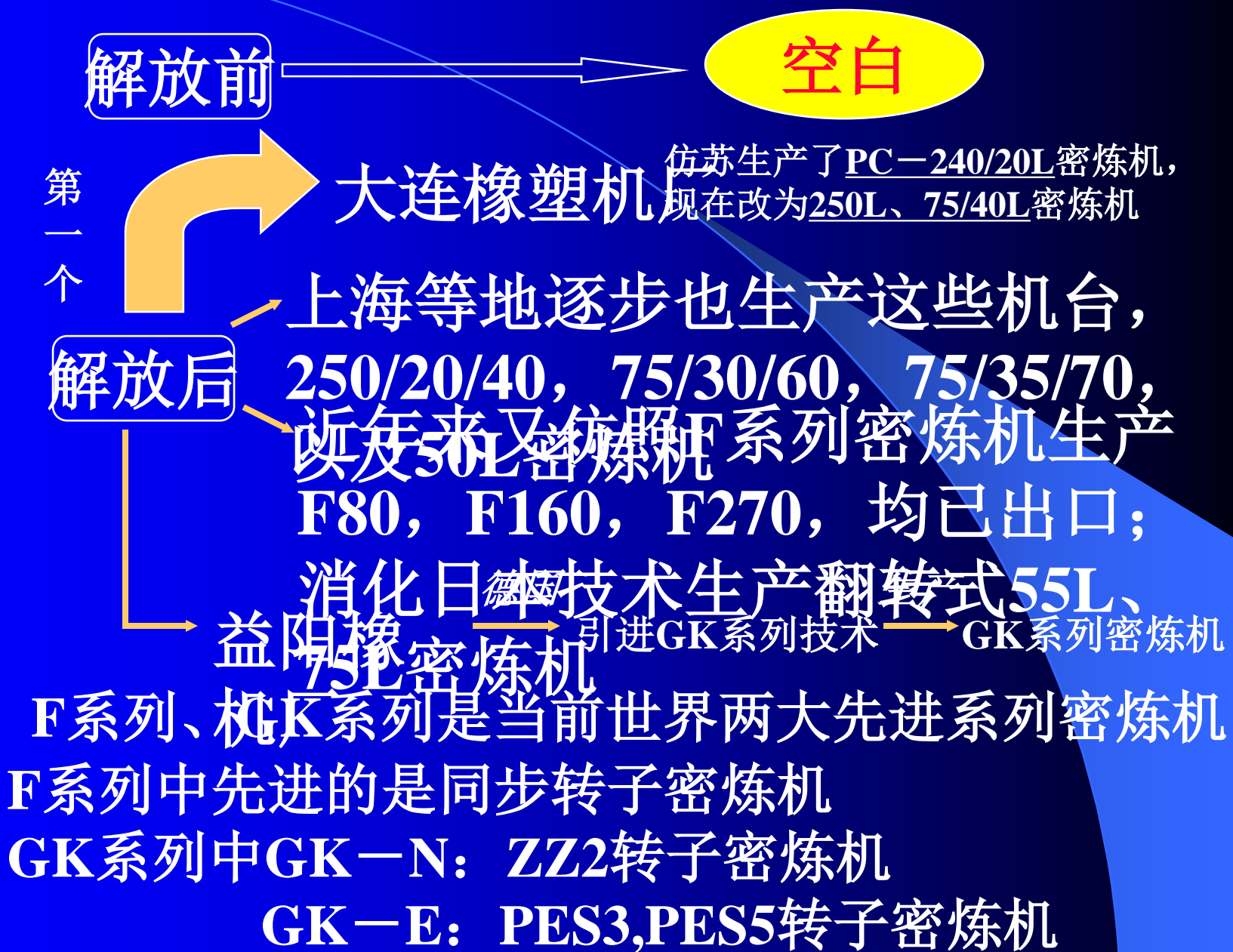
近年来，出现了转速达80rpm甚至更高的密炼机，亦有对工艺和效能有广泛适应性和处理手段的双速、三速、变速密炼机，也有转子速比可调节的密炼机。其操作时间大大缩短，从过去慢速机台的8~15min缩短至1.5~3.5min，甚至有的达1~1.5min（包括采用密炼法与补充混炼法配合的工艺过程等）。

密炼机的结构也在不断发展。密炼机工作过程及整个机组的机械化、自动化水平也在不断提高，采用了程序控制，现在大型引进机台均采用计算机控制。

总之，此种发展是在大大强化混炼过程，提高机台效能，减轻体力劳动和改善工作环境等。

在这种剧烈的混炼过程中，当然会带来许多新问题，因此，对机械研究设计来说，从机台的捏炼系统、冷却系统、密封系统、加料及压料系统、卸料系统、传动系统、控制系统、主要零部件、材料到各种参数的技术决定以及理论，都需要相应的发展，以使机台性能优良，为生产过程提供可能的适应性和调节性。

# 我国密炼机发展状况是：



# 同步转子密炼机



# ZZ2转子密炼机





**调距转子(Pitch Rotor)密炼机：**

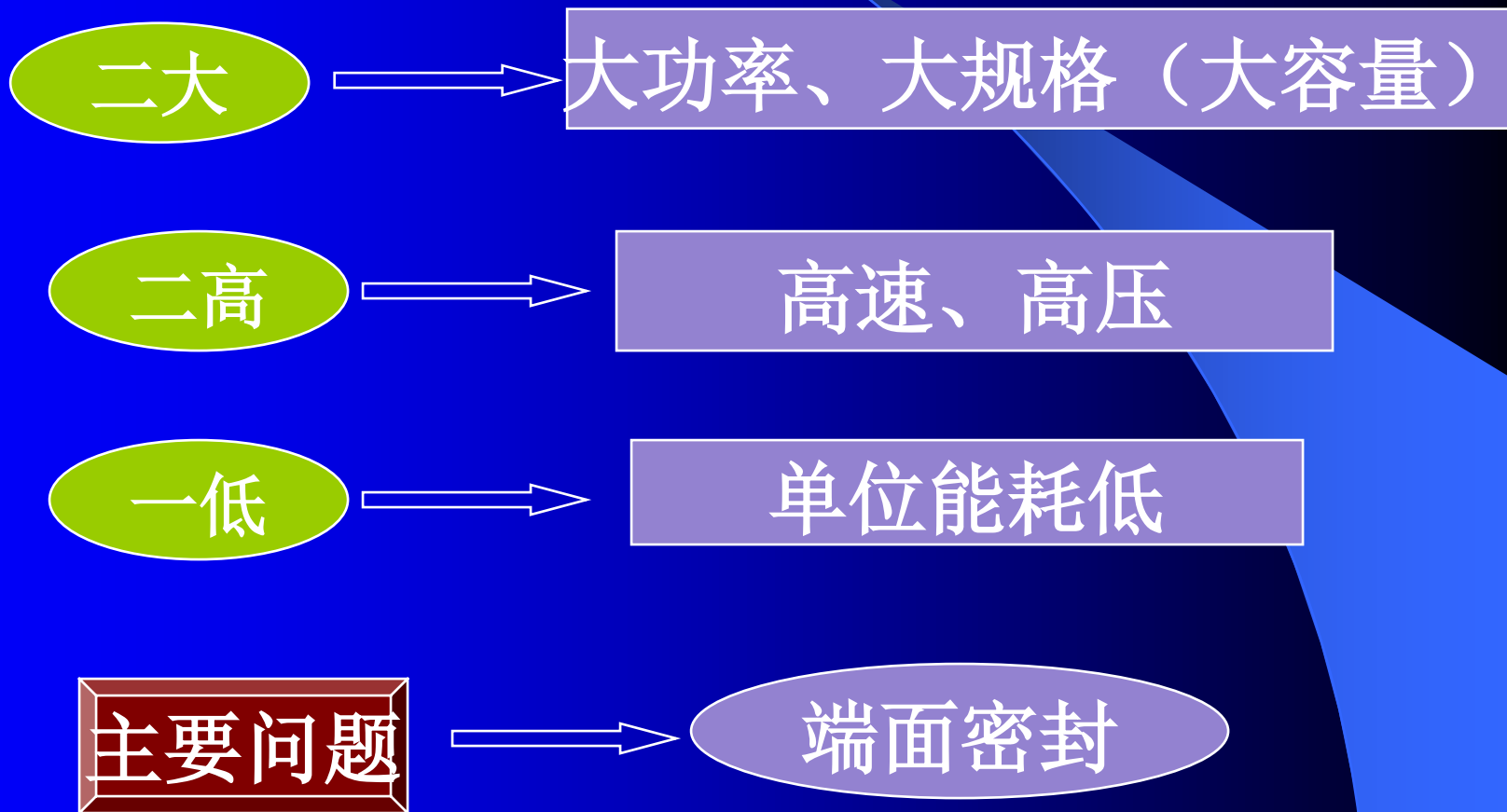
剪切型调距转子密炼机（青岛科技大学）

啮合型调距转子密炼机（意大利）

**高剪切**（混合型）转子密炼机（其中一半是剪切型，一半是啮合型）意大利

我院一直在研究密炼机，销钉转子（化工部科技进步三等奖）、销钉密炼室密炼机（化工部科技进步三等奖）、同步转子密炼机（国家科技进步二等奖）、调距型密炼机（山东省实验教学效果二等奖）等

# 密炼机发展方向：



## § 1—2 密炼机的用途及分类

### 1、用途

主要用于橡胶的塑炼 (*milling*) 和混炼 (*mixing*)，同时也用于塑料、沥青料、油毡料、合成树脂料的混合。它是橡胶工厂主要炼胶设备之一。七十年代以来，国外在炼胶工艺和设备方面虽然发展较快，例如用螺杆挤出机代替密炼机和开炼机进行塑炼和混炼，但还是代替不了密炼机。新的现代工厂中的炼胶设备仍以密炼机为主，混炼方法也仍采用两段混炼法 (*two stage mixing method*)。

## 2、分类

### (1) 按转子**端面形状不同** (Rotor Section Form)

