

73.82  
171

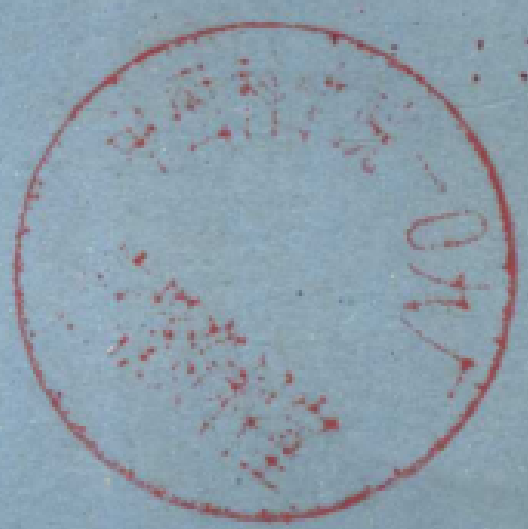
内部资料  
注意保存

# 自动机自动线液压技术

北京工业学院

上册

003752



北京市劳动人民技术学校  
科技图书室

北京市技术交流站

00001238



## §3~3 柱塞泵和柱塞马达

## 一、工作原理：

## 1、柱塞泵的工作原理：

图3~25是柱塞泵的工作原理图：柱塞3装在油缸体4中，沿缸筒均匀分布。油缸体由传动轴1带动旋转。由低压油泵供给的油经配油盘5上的吸油窗口a进入油缸，使柱塞的一端抵紧在斜盘2上。配油盘和斜盘都固定不动。当传动轴1带动油缸回转时，在低压油及斜盘的作用下，柱塞就在油缸中作往复运动。当柱塞从油缸中伸出时，就是经配油盘吸油的过程，当柱塞被斜盘压进油缸时就经配油盘5上的压油窗口b输出高压油。在油缸体每转一周，每个柱塞往复运动一次，完成一次吸油和压油过程。传动轴不断地旋转，就可不断地输出高压油。

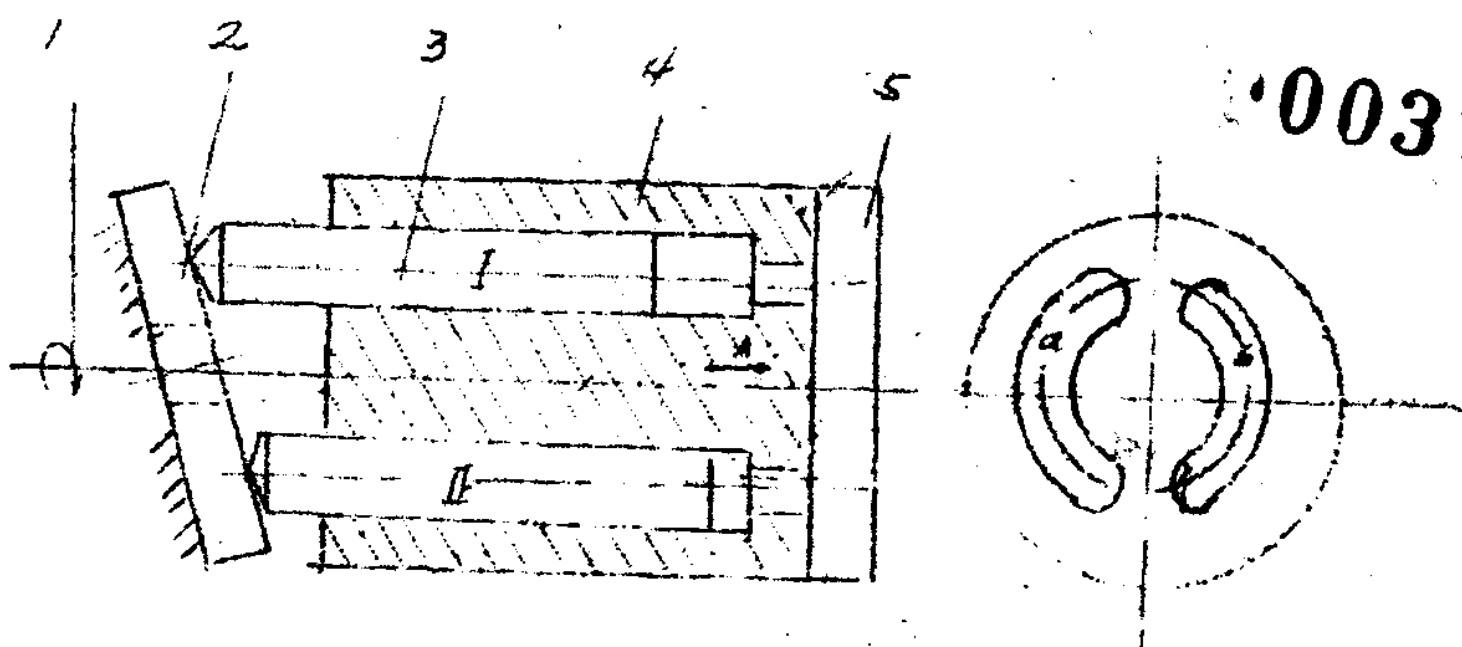


图3~25 轴向柱塞泵的工作原理图

1、传动轴， 2、斜盘， 3、柱塞， 4、缸体，  
5、配油盘。

轴向柱塞泵的优良是结构紧凑，径向尺寸小，因而转动惯量小，能在高压和高速下工作，并具有高容积效率（可达0.98）

2029/02

因此在高压系统中应用较多。但它的轴向尺寸大，轴向作用力也大，结构复杂。

2. 柱塞马达的工作原理：

这里也只介绍轴向柱塞马达的工作原理。图3~26是轴向柱塞马达的工作原理图。

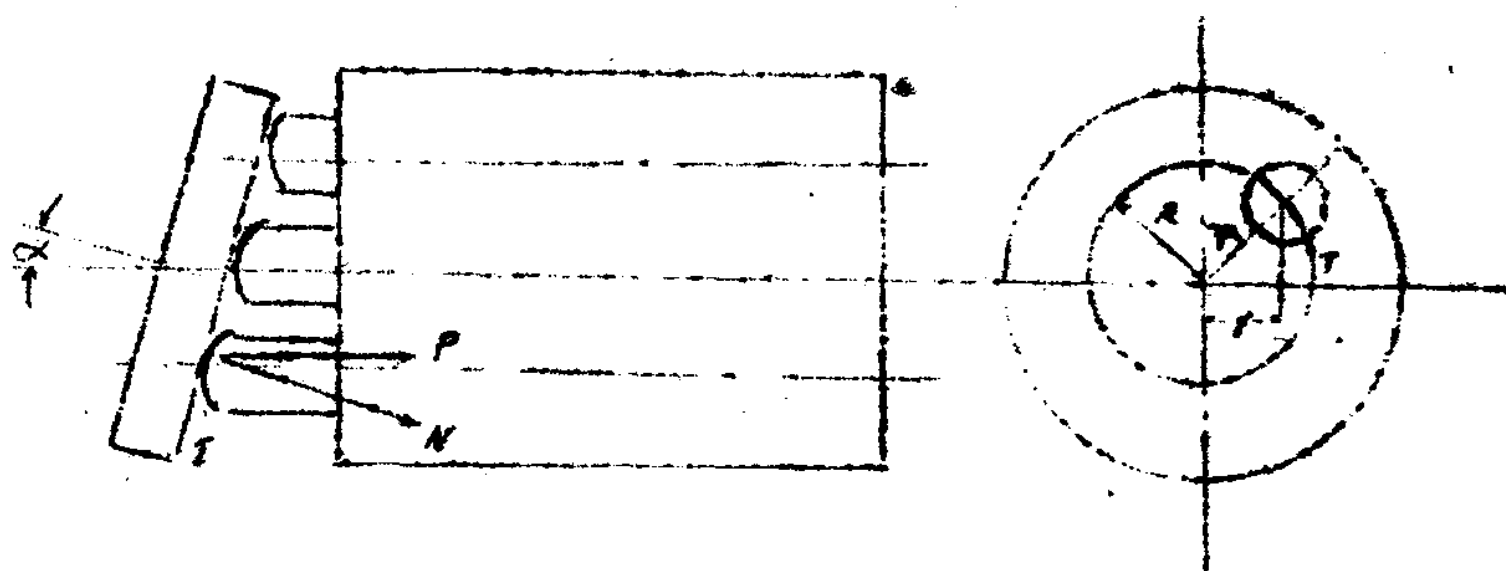


图3~26 轴向柱塞马达工作原理图

轴向柱塞泵具有可逆性，输入高压油时就可以作为马达用。高压油使处在进油区的柱塞顶出，压在斜盘端面上。设斜盘给柱塞的反作用力为 $N$ ，则 $N$ 力可分解成一个轴向力 $P$ 和一个径向分力 $T$ 。 $P$ 力和高压油在柱塞上的正压力平衡 $T$ 力和柱塞轴线垂直，与缸体中心的距离为 $r$ ， $T$ 力可使缸体产生转矩， $T$ 力的大小为：

$$T = P \cdot \tan \alpha \quad (\text{公斤力}) \quad (3 \sim 50)$$

式中： $\alpha$ 是斜盘与缸体轴线的倾斜角度。

$T$ 力使缸体产生转矩的大小由柱塞处在进油区的位置而定，设柱塞与缸体的垂直中心线有夹角 $\varphi$ ，则该柱塞使缸体产生的转矩 $M$ 为：

$$M = T \cdot r = T \cdot R \cdot \sin \varphi = P \cdot R \cdot \tan \alpha \cdot \sin \varphi \quad (\text{公斤力} \cdot \text{厘米}) \quad (3 \sim 51)$$

式中:  $R$  是柱塞的分布圆半径。

随  $\gamma$  的变化, 转矩也变化。整个马达的总转矩是所有处于进油腔柱塞产生转矩的总和。总转矩是脉动的, 柱塞数越多, 并且为单数时的脉动较小。

## 二、ZB型轴向柱塞泵:

该系列泵是北京起重机械厂生产的, 是可变的轴向柱塞泵 (即可作为马达用)。这种泵具有结构紧凑, 体积小, 重量轻, 工作压力高, 转速高, 效率高等优点。与其它元件组成液压系统, 可用于工程机械, 起重机械, 建筑机械, 轻工行业, 机床, 船舶, 矿山机械, 冶金, 锻压等机械中。

### 1. 结构及工作原理:

本系列泵的结构是采用缸体转动配油盘配油的轴向柱塞式, 分定量与变量二种。变量的有手动的与液动的。泵由主体和变量机构——调节斜盘角度的控制机构组成。同样排量的定量泵与变量泵的主体结构和工作形式都基本相同。不同排量的变量泵, 若变量形式一样, 其变量机构的工作形式也就一样。

图3~27是ZBD-40型定量柱塞泵的结构图。泵的斜盘倾角是固定不变的, 故每转排量是固定, 不可调节的。

轴套3由轴承4、6支承在泵体7上。传动轴5通过花键一端与轴套连接另一端与柱塞缸连接。柱塞缸在弹簧2作用下与配油盘8保持一定的油膜接触。柱塞缸另一端用轴承13支承在泵体上。柱塞缸内有7个柱塞10, 柱塞10球形端部有静液推力轴承 (简称滑靴17) 通常在工作时滑靴受油液压力作用与斜盘18并保持一定油膜接触, 但当自吸及启动或转速突然升高时, 滑靴17可能浮起, 为了防止这种现象, 在传动轴端部受弹簧11作用的球铰15顶住压盘16将滑靴17压向斜盘表面。

当轴套旋转并通时, 传动轴依缸体一起转动, 柱塞随缸体一

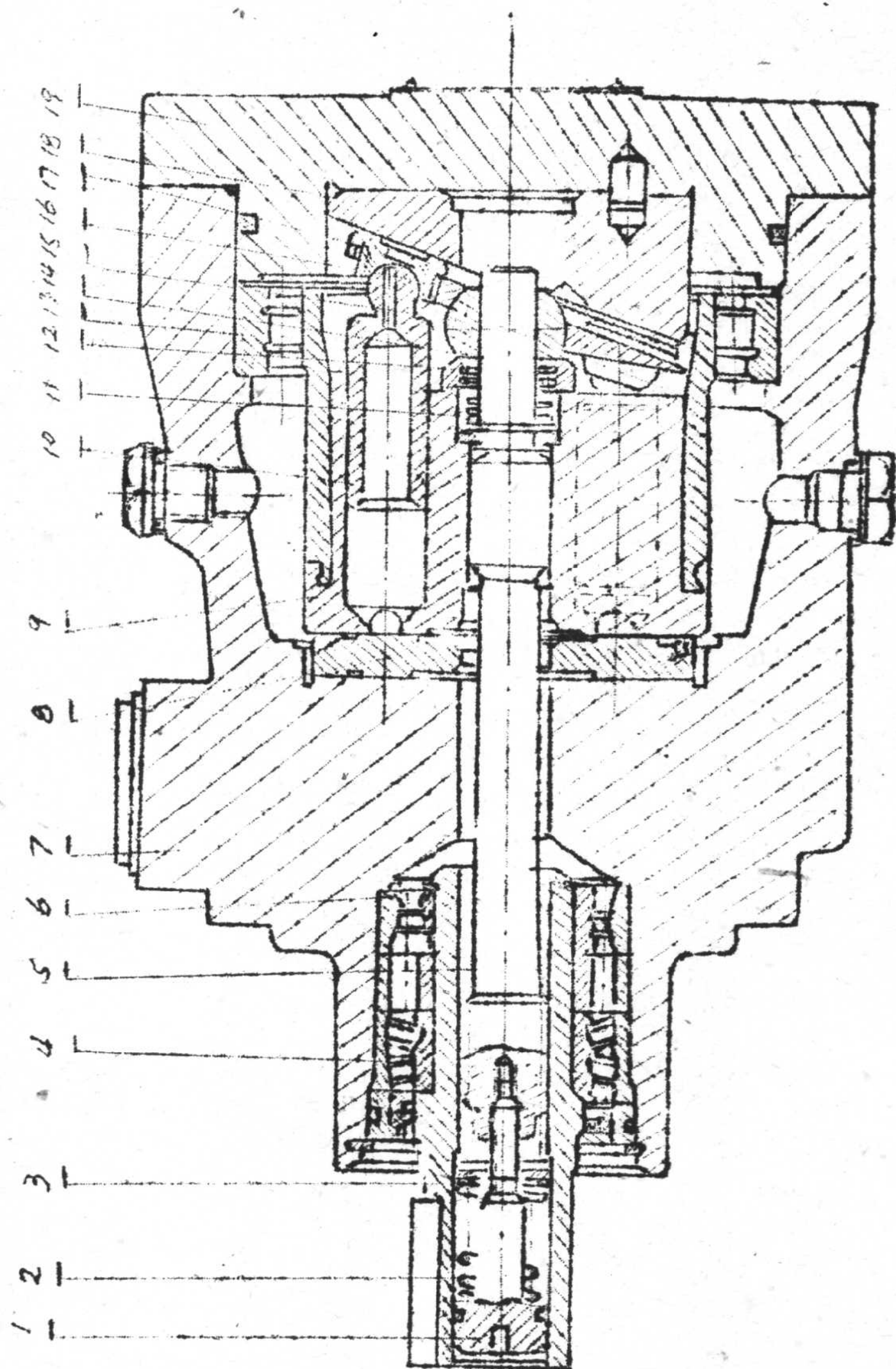


图3~27 ZBD40型柱塞泵

起转动，滑靴沿斜盘表面滑动，形成复合运动，即：绕传动轴 + 线运动和 平行于传动轴 + 线运动。

配油盘上两月牙形油槽分别与泵体进出油口相通。当柱塞相对缸体 + 轴向往复运动时，配油盘分配柱塞吸油和排油。7个柱塞依次完成油泵吸油和排油。

泵内各密封间隙的外泄漏油，可从泵体的漏油口排出。

当作为马达用时，高压油经泵体进油口，配油盘进油口向柱塞泵体处于进油的缸体内配油，柱塞在高压油的作用下，对斜盘产生径向分力，使缸体产生转矩（图斜盘是固定的），经传动轴、轴套输出。图配油盘油腔是对称的，因此，改变进、出油方向就能改变马达转向。

图3~28是ZBSV-40型手动伺服变量柱塞泵，它由主体和变量机构组成，主体结构定量泵相同，手动伺服变量机构工作原理如下：

如图3~28所示，柱塞22中油孔与伐套24“Ⅰ”油槽相通，柱塞盖“A”油腔与伐套“Ⅱ”油槽相通。来自油泵排油口的低压油顶开单向伐27进入柱塞盖19、B、油腔。后泵盖上二个单向伐27保证当柱塞进油口变换时，高压油始终能进入“Ⅰ”油腔。

当操纵杆20静止时油槽“Ⅰ”和“Ⅱ”全被关闭，柱塞不动，油泵排量为零。图3~29表示的是操纵杆左移时的情况，“Ⅰ”油槽关闭，“Ⅱ”油槽打开，A腔的油通过活塞内伐套流入泵体内部压，此时在“B”油腔高压油作用下使活塞左移，直至伐套使油槽“Ⅱ”关闭为止。活塞移动时，改变了斜盘的倾角，使油泵排量改变。

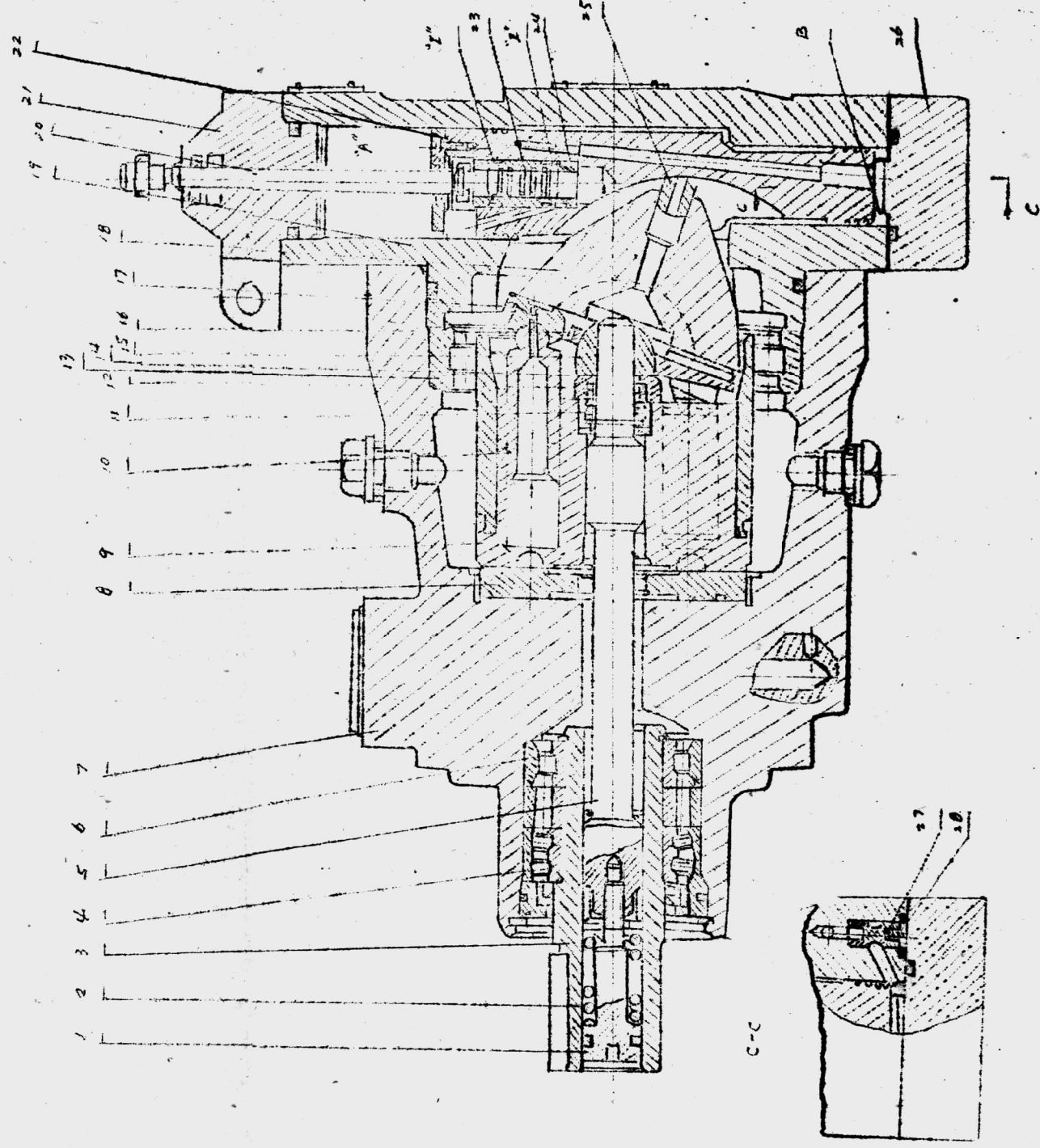


图3~28 ZBSV40型变量柱塞泵（手动伺服）

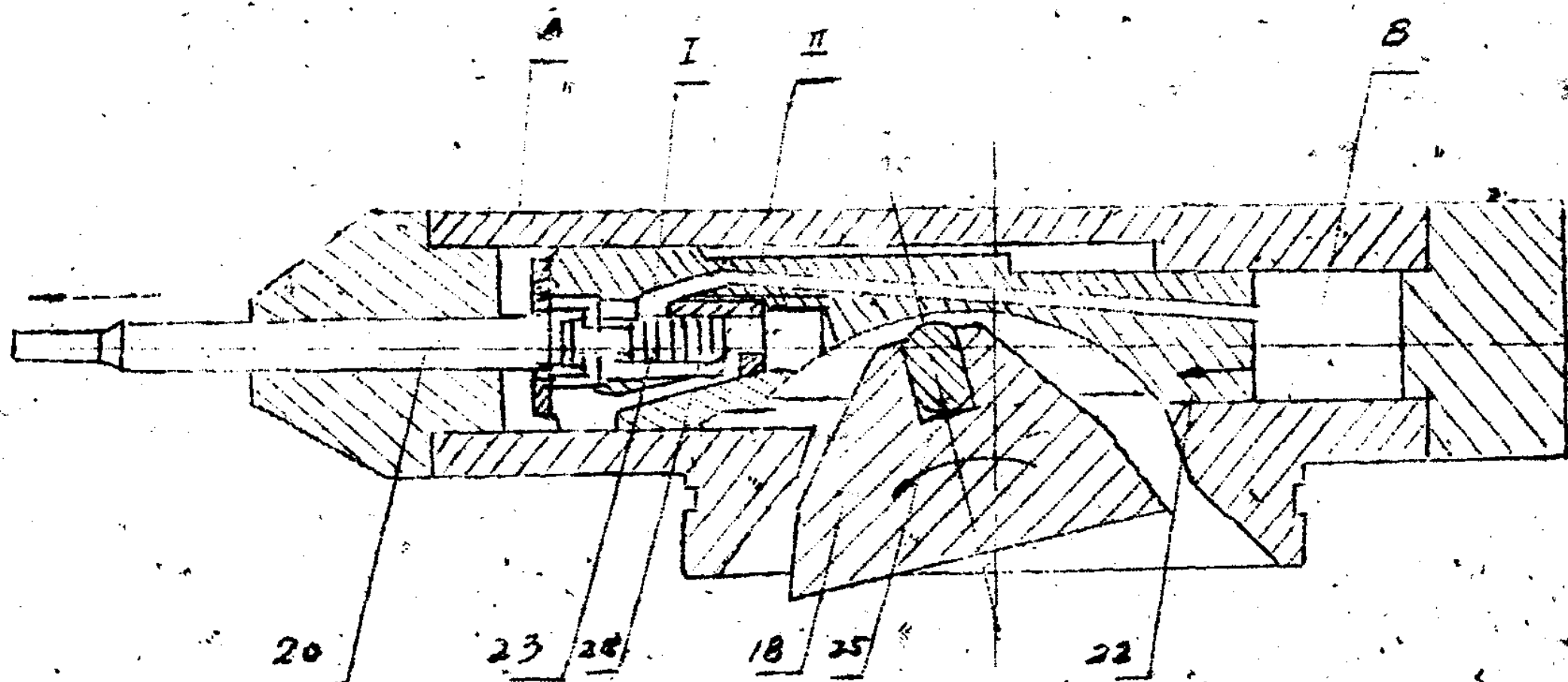


图 3~29 操纵杆往左移动时

图 3~30 是操纵杆右移：伐芯右移的情况，油槽“Ⅰ”打开，油槽“Ⅱ”关闭，使活塞两腔相通。但由于活塞两端面积约为 1:2，因此活塞两端受力不等，使活塞右移，并改变斜盘倾角，使油泵排量改变，直至油槽“Ⅱ”关闭为止。

由此可见活塞是随伐芯同向，同行程移动的。如活塞移动

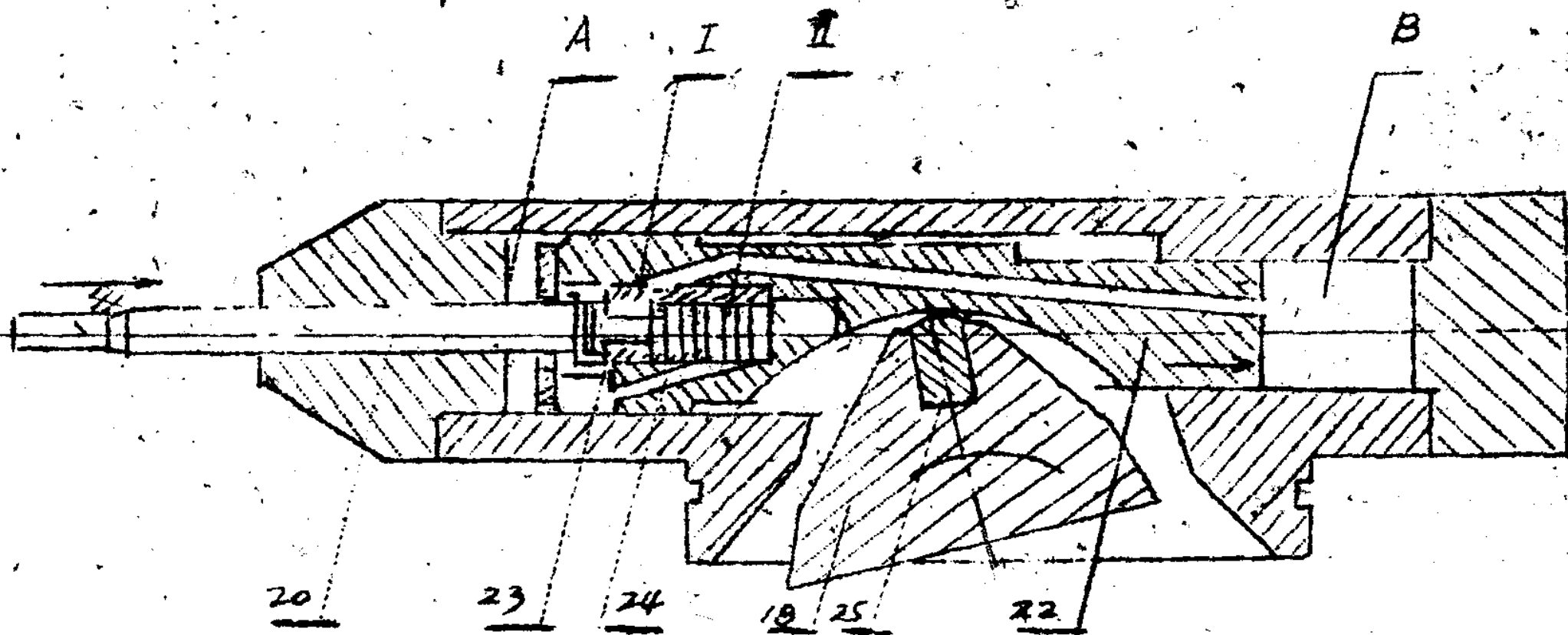


图 3~30 操纵杆往右移动时

使斜盘在中间位置时，则泵不排油。如斜盘过了中间位置，则在传动轴转向不变的情况下油泵的进、出油方向改变。不论油泵的工作压力大小和排量如何而操纵杆的力最大为7公斤力。

图3~31是ZBY-40型流动变量柱塞泵，它是主体和液控变量机构组成。主体结构为定量泵相同，液控变量机构工作原理如下：

来自外供控制压力油经后泵盖19内油孔分别进入活塞21的两端作用面积相等的“A”或“B”油腔，推动活塞左、右移动。斜盘18靠销22与活塞相连接。斜盘倾角与活塞移动量成正比地改变，倾角改变即可调节油泵的排量。油泵排油方向和增减

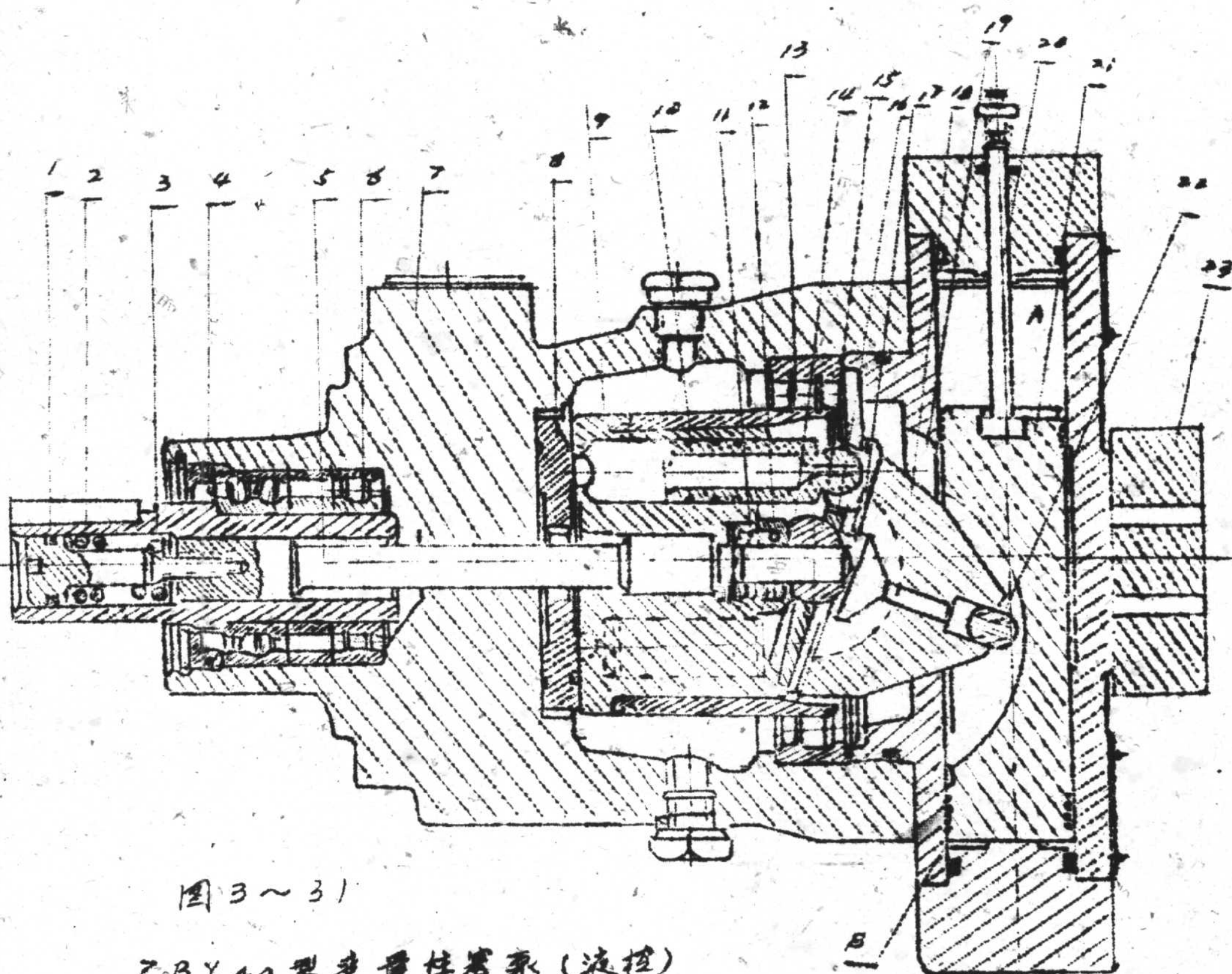


图3~31

ZBY40型变量柱塞泵(液控)

速度由外供控制高压油的流向和流量来确定。图3~32就是其工作原理图。

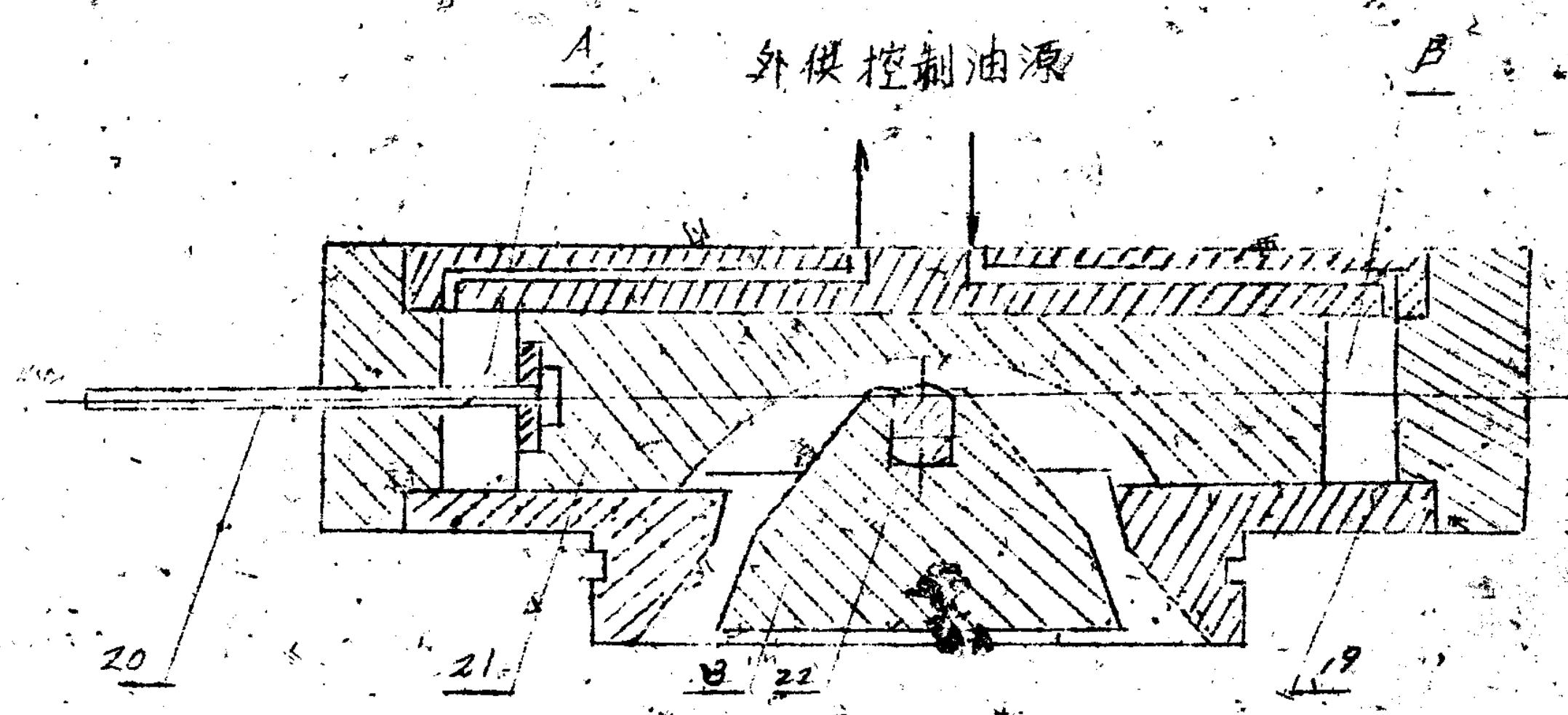


图3~32 泵控式的变量机构

### 三、泵和马达的主要参数的确定

#### 1. 排量 $q$ 和流量 $Q$ :

$$q = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot Z \cdot D \cdot \tan \alpha \cdot \eta_v = 1.57 d^2 \cdot R \cdot Z \cdot \tan \alpha \cdot \eta_v \cdot \frac{1}{10^3}$$

(毫升/转) (3 ~ 52)

$$Q = n \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot Z \cdot D \cdot \tan \alpha \cdot \eta_v = 1.57 d^2 \cdot R \cdot Z \cdot \tan \alpha \cdot \eta_v \cdot \frac{1}{10^6}$$

(升/分) (3 ~ 53)

式中:  $d$ : 柱塞直径(毫米),  $R$ : 柱塞分布圆半径(毫米),  
 $Z$ : 柱塞数,  $\alpha$ : 斜盘倾斜角度,  $\eta_v$ : 容积效率,  
 $D = 2R$  (毫米)

#### 2. 泵的驱动功率 $N$ :

$$N = \frac{\Delta p \cdot Q}{612 \eta} \quad (\text{瓩}) \quad (3-54)$$

式中：  $\Delta p$ ：进、出油口的压力差值， $\eta$ ：泵的效率，  
3. 马达的转速  $n$ ：

$$n = \frac{Q}{q} \eta_M \quad (\text{转/分}) \quad (3-55)$$

4. 马达的输出转矩  $M$ ：

$$M = \frac{\Delta p \cdot q}{2\pi \times 100} \eta \quad (\text{公斤-米}) \quad (3-56)$$

式中：  $\Delta p$  (公斤力/厘米<sup>2</sup>)

$q$ ：排量 毫升/转

四. ZB型泵和马达的主要技术参数.

表 3-3

| 性能参数 |     | 型号                 | ZBD40 | ZBSV40 | ZBY40 | ZBD75 | ZBSV75 | ZBY75 |
|------|-----|--------------------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| 理论排量 |     | 毫升/转               | 40    | 0~40   |       | 75.7  | 0~75.7 |       |
| 最高转速 |     | 转/分                | 2500  |        |       | 2000  |        |       |
| 工作压力 | 额定  | 公斤/厘米 <sup>2</sup> | 210   |        |       | 210   |        |       |
|      | 尖峰  | "                  | 280   |        |       | 280   |        |       |
| 输入功率 | 70  | 公斤/厘米 <sup>2</sup> | 12.7  |        |       | 19.2  |        |       |
|      | 140 | "                  | 25.5  |        |       | 38.4  |        |       |
|      | 210 | "                  | 38    |        |       | 59    |        |       |
|      | "   | "                  |       |        |       |       |        |       |
| 输出扭矩 | 70  | 公斤-米               | 4.2   |        |       | 7.7   |        |       |
|      | 140 | "                  | 8.3   |        |       | 15.4  |        |       |
|      | 210 | "                  | 12.5  |        |       | 23    |        |       |
|      | "   | "                  |       |        |       |       |        |       |
| 容积效率 |     | %                  | >93   |        |       | >93   |        |       |
| 总效率  |     | %                  | >88   |        |       | >88   |        |       |
| 补油压力 |     | 公斤/厘米 <sup>2</sup> | 5~7   |        |       | 5~7   |        |       |
| 变量形式 |     | —                  | 定量    | 手动伺服   | 液控    | 定量    | 手动伺服   | 液控    |
| 变量时间 |     | 秒                  | —     | —      | <0.6  | —     | —      | <0.6  |
| 重量   |     | 公斤                 | 29    | 35     | 35    | 63    | 70     | 70    |

说明: 1. 尖峰工作压力值是指系统中短管的工作压力。  
2. 输入功率: 作泵用时是指工作压力分别为 70, 140, 210 公斤力/厘米<sup>2</sup> 及最大流量时所需功率 (已考虑效率)。

3、输出转矩：作马达用时是指工作压力分别为 70, 140, 210 公斤力/厘米<sup>2</sup> 及最大排量时输出的转矩值（已考虑效率）。

4、变量时间：控制油压力在 30 公斤力/厘米<sup>2</sup> 以上，泵或马达在额定工作压力时，完成从正最大排量到负最大排量所需要的时间（正负是指正、反方向）。

#### 五、使用注意事项：

1、作油泵用时，原则上要求压力供油，供油压力为 5~7 公斤力/厘米<sup>2</sup>。但本系列油泵具有自吸能力，在转速 ≤ 1500 转/分时允许从油箱直接吸油。

2、最高工作转速应按主要技术参考规定。

3、正常工作温度范围为 15~65℃（油箱中油温）。

4、工作油粘度为 2~6°E50，在环境温度在 15℃ 以上用：20 号机床液压油，30 号机床液压油，上稠 40~2 稠化液压油。

在 15℃ 以下用：YH-10 航空液压油（-30℃ 以上），如没有，可用 → 上稠 20~1 稠化液压油（-5℃ 以上）。

5、不得随意拆开泵或马达。

6、长期不用，应将工作油放净，灌满含磷值较少的液压防锈油，并将各油口堵住。

#### 六、故障及排除方法：

1、泵不排油：其原因可能有：补油泵未工作，油箱内油面过低，在自吸时进油管过滤器堵塞，油的粘度过高，传动轴断了。排除方法有：使补油泵先工作，加足油箱的油使油管浸在油中，清洗进油管过滤器，使用推荐粘度的工作油，更换新的传动轴。

2、压力不够：其原因有：在自吸情况下进油口漏进空气，配油盘或柱塞缸磨损，原动机功率不够，系统泄漏大，溢流阀的调整压力低。排除方法有：检查漏气处并拧紧，重新选配磨损严重的零件，更换原动机，对系统进行检查并防止泄漏，调节溢流阀。

3、流量不足：其原因一般有：变量机构单向阀密封接合不好，斜盘倾角小，转速过低，油泵内磨损严重。排除方法有：修整或更换单向阀与阀座，增加斜盘倾角或更换斜盘，提高转速，重新选配磨损严重的零件。

4、漏油孔漏油过多：其原因有：油的粘度太低，泵内主要零件严重磨损或损坏，配油盘与泵体没贴紧，变量机构活塞严重磨损。排除方法有：用推荐粘度的油，检查更换零件，重新装配，油过，更换活塞并保证与后泵盖间隙 $0.01 \sim 0.02$ 毫米。

5、泵温度过高：其原因有：油粘度太大，有不正常的磨损，工作压力过高，过载工作时间太长，转速过高，冷却不好，无冷却口时油箱容积太小，周围环境温度过高。排除方法有：更换推荐油，检查泵的各间隙，检查管道阻力和负荷情况，降低转速，增大散热面积，加大油箱容积，吹风或其他降温措施。

6、噪音大：原因有：进油管口径太小，进油管进了空气，进油管路有堵塞现象，油的粘度太大，泵的转速过高或供油不足，泵和原动机的轴不同心，温度过低，油箱内油面过低。排除方法有：换装大口径的油管，拧紧各连接处，清洗和排除污物，使用推荐油，使用合理的工作转速，重新调整泵与原动机轴的同心度，提高油温，加足油液。

7、手动变量泵的操纵杆失灵：其原因有：柱塞对柱塞油

槽的遮盖量不够，滤芯被卡死，变量机构的活塞严重磨损，滤芯端部拉断。排除方法有：检查滤芯位置，清洗或更换滤芯，更换活塞并保证与活塞盖间隙，更换滤芯并保证与滤芯配合间隙 $0.005 \sim 0.015$ 毫米。

8. 液控变量泵变量速度不够：其原因有：控制压力太低，控制流量太小。排除方法有提高控制压力到 $30 \sim 50$ 公斤/厘米<sup>2</sup>，增大控制油泵流量。

排除故障主要在于分析故障的原因，原因找到了，问题就好解决了。

### §3~4 其他种类的油泵和油马达

目前在轻工行业中使用的泵和马达大部分是齿轮式和叶片式的，而柱塞式的功率大，为功率要求大的技术革新项目创造了条件。其他种类的泵和马达应用很少，这里作简单介绍。

#### 一、曲杆式泵和马达：

该种泵种和马达具有流量均匀，脉动极小，工作平稳可靠，并可以输送各种液体的突出优点。经常应用在工作要求可靠和精度要求高的液压系统中。

#### 二、高压内啮合齿轮泵：

高压内啮合齿轮泵具有一般外啮合齿轮泵的优点，但又解决了外啮合齿轮泵的缺点。具有压力高，效率高，噪音低，结构紧凑，成本低，便于各行各业广泛采用。

#### 三、转子泵：

摆线转子泵简称转子泵，它具有结构紧凑，体积小，排量<sub>大</sub>，转速范围大和零件少等优点。目前仅使用在工程车辆上，其他行业应用较少。

#### 四、径向柱塞泵和马达：

径向柱塞泵和马达具有加工工艺性好，密封性好，容积效率高，结构紧凑，寿命长，噪声小，单位功率大等优点。低速大扭矩马达一般都是径向柱塞式的。它常用在矿山机械和工程车辆中。

在油泵这一章中，我们主要是以轻工行业中使用较多的齿轮泵及马达和叶片泵及马达介绍为主。大家应掌握这两种泵和马达的工作原理和结构，这样才能在实际工作中正确使用油泵和马达，并能及时排除出现的故障。对于柱塞泵和马达只要求了解，以便广泛应用。

油泵是液压系统中的心脏，大家在使用中要注意维护保养，正确使用，这样才能使它很好的工作，为社会主义建设做出更大的贡献。

## 第四章 油 缸

### §4~1 油 缸 的 分 类

油缸是一种执行机构。根据油缸的运动状态，油缸可分为移动式和摆动式。

移动式油缸是作直线运动，而摆动油缸是作回转运动的，回转角度小于 $360^\circ$ 。

移动式油缸有双作用活塞式，单作用柱塞式，多级伸缩式。

摆动油缸有单叶式和多叶式。

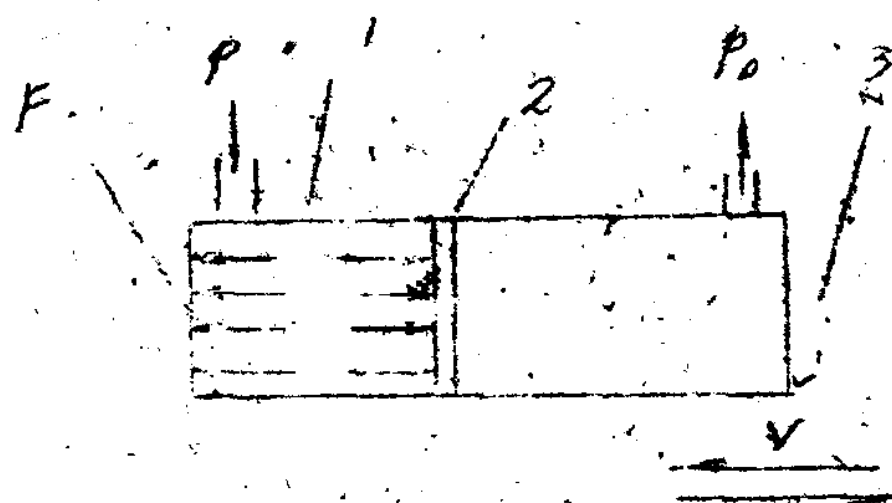
单作用就是油缸在往复运动中，靠压力油力仅作用油缸一端向一个方向运动，返回时是靠其它油缸或外力来实现。

双作用油缸的往复运动都是由压力油作用来实现的。虽然各种油缸的运动形式不同，但各种油缸的作用原理都是一样的。

### §4~2 油 缸 的 作 用 原 理

油缸作各种运动都是由压力油作用后，油缸的活动件相对固定件产生移动，并带动负载。

作用原理如图4~1。若固定缸体1，则活塞2与活塞杆3是活动件，若固定活塞杆则缸体是活动件，如图4~1所示，压力为 $P$ 的油进入缸体内左腔，对面积为 $F$ 的活塞作用，并产生推力 $P$ 使活塞右移或油缸体左移。移动速度 $V$ 是由单位时间内油缸的进油量多少确定，缸体内右腔通油箱，油的压力为 $P_0$ 。



- 1、缸体
- 2、活塞
- 3、活塞杆

图 4 ~ 1

### § 4 ~ 3 油缸的特 点

单作用柱塞式油缸在轻工业系统和机床系统中应用较少，它具有以下特点：

- 1、柱塞油缸的动力传递是靠柱塞本身实现的。
- 2、缸体内壁与柱塞不接触，因此加工精度要求不高，有时可以不加工（用钢管时），这样就简化了加工工艺。
- 3、工作中靠压力油推动只能单方向运动，回程由外力实现。
- 4、由于动力是靠柱塞本身传递，因此柱塞一般较粗，刚度好。
- 5、由于加工精度要求不高，对于长行程的油缸加工是很方便的，为长行程油缸提供了方便。

#### 二、多级伸缩油缸：

图 4 ~ 2 是一种三级伸缩油缸，伸缩式油缸一般都是柱塞式的。如图 4 ~ 2 所示，当压力油从进出油口进入时，首先推动柱塞 1，然后同时推动柱塞 1、2，直到柱塞 1、2 全部伸出。油缸缩回是由外力作用实现的，油从进出油口排出。

伸缩油缸具有以下特点：

- 1、工作行程长，不工作时体积小。