

§2-4 柱塞泵

柱塞泵是通过柱塞在柱塞孔内往复运动时密封工作容积的变化来实现吸油和排油的。柱塞泵的特点是泄漏小、容积效率高，可以在高压下工作。

柱塞泵可分为轴向柱塞泵和径向柱塞泵两大类。

轴向柱塞泵有斜盘式和斜轴式两种。

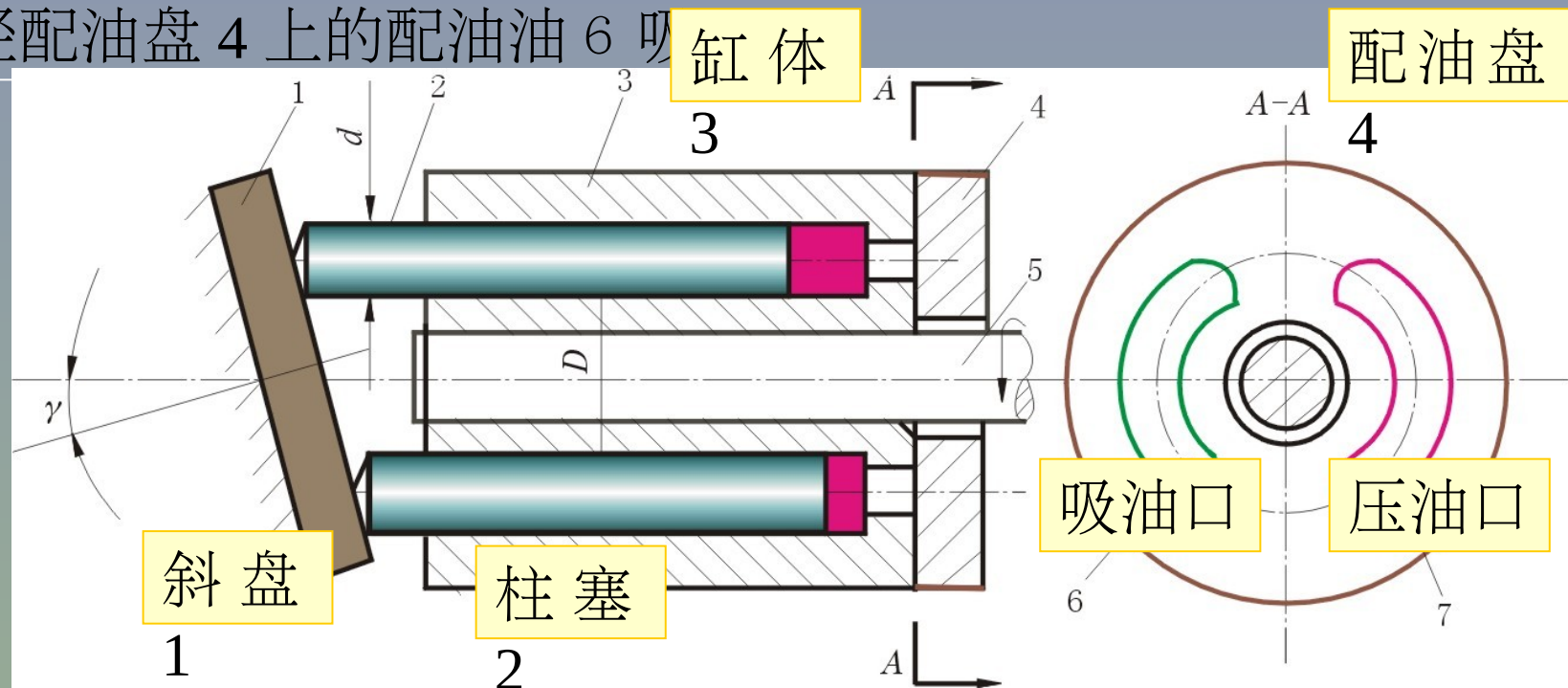


一、斜盘式轴向柱塞泵

1、工作原理

➤ 斜盘 1 和配油盘 4 不动，传动轴 5 带动缸体 3、柱塞 2 一起转动。

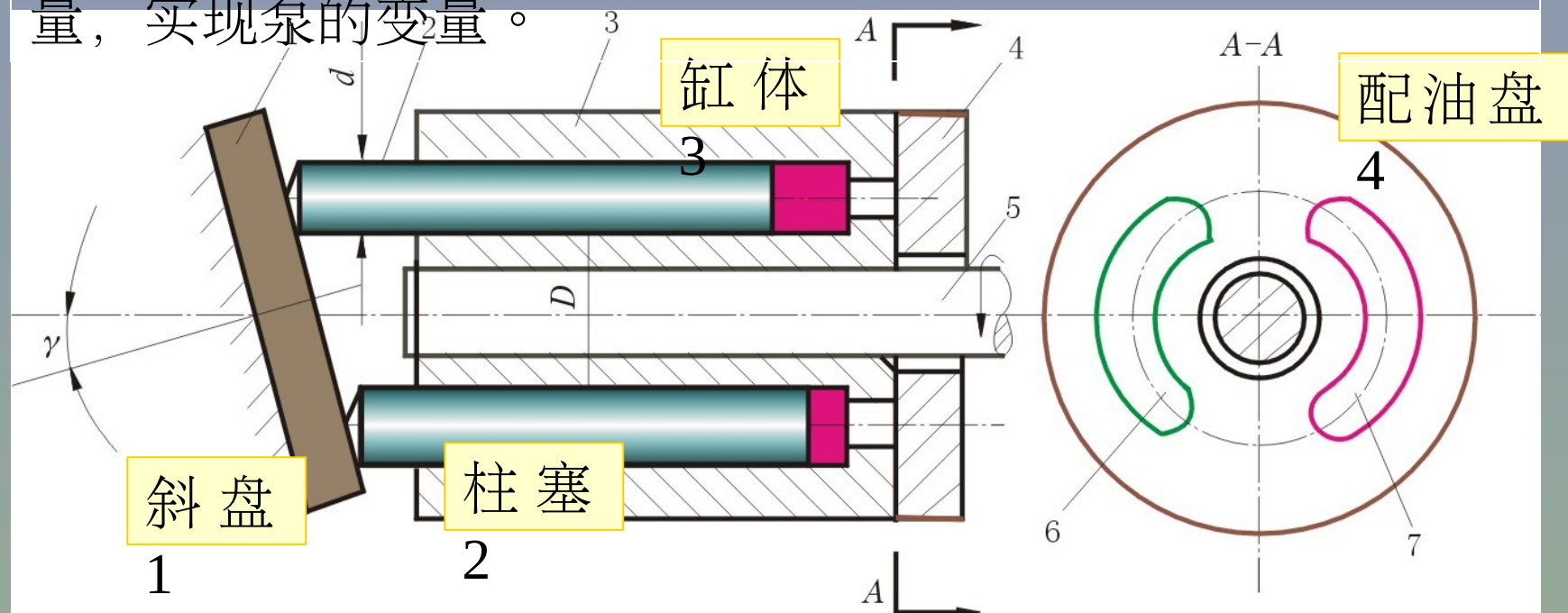
➤ 传动轴旋转时，柱塞 2 在其沿斜盘自下而上回转的半周内逐渐向缸体外伸出，使缸体孔内密封工作腔容积不断增加，油液经配油盘 4 上的配油口 6 吸



➤ 柱塞在其自上而下回转的半周内又逐渐向里推入，使密封工作腔容积不断减小，将油液从配油盘窗口 7 向外排出。

➤ 缸体每转一转，每个柱塞往复运动一次，完成一次吸油动作。

➤ 改变斜盘的倾角 γ ，就可以改变密封工作容积的有效变化量，实现泵的变量。



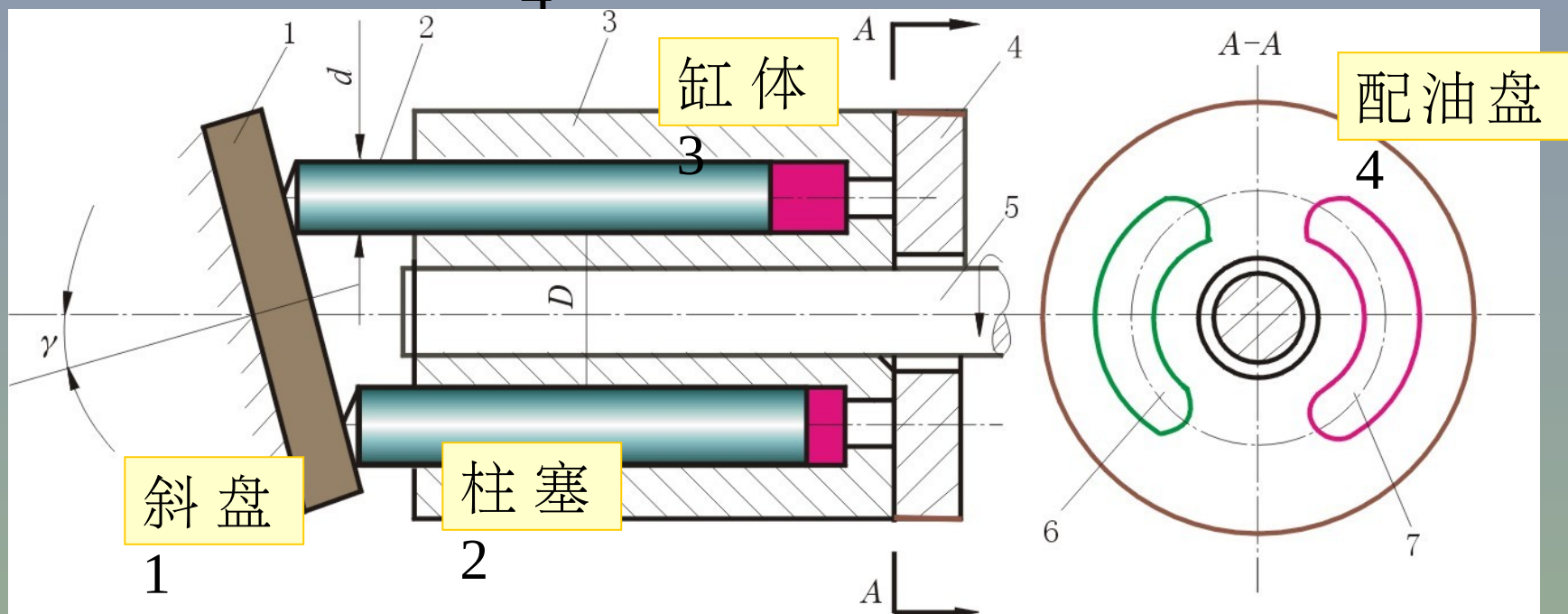
2、斜盘式轴向柱塞泵的排量和流量

如图 2.18，若柱塞数目为 z ，柱塞直径为 d ，柱塞孔分布圆直径为 D ，斜盘倾角为 γ ，则泵的排量为：

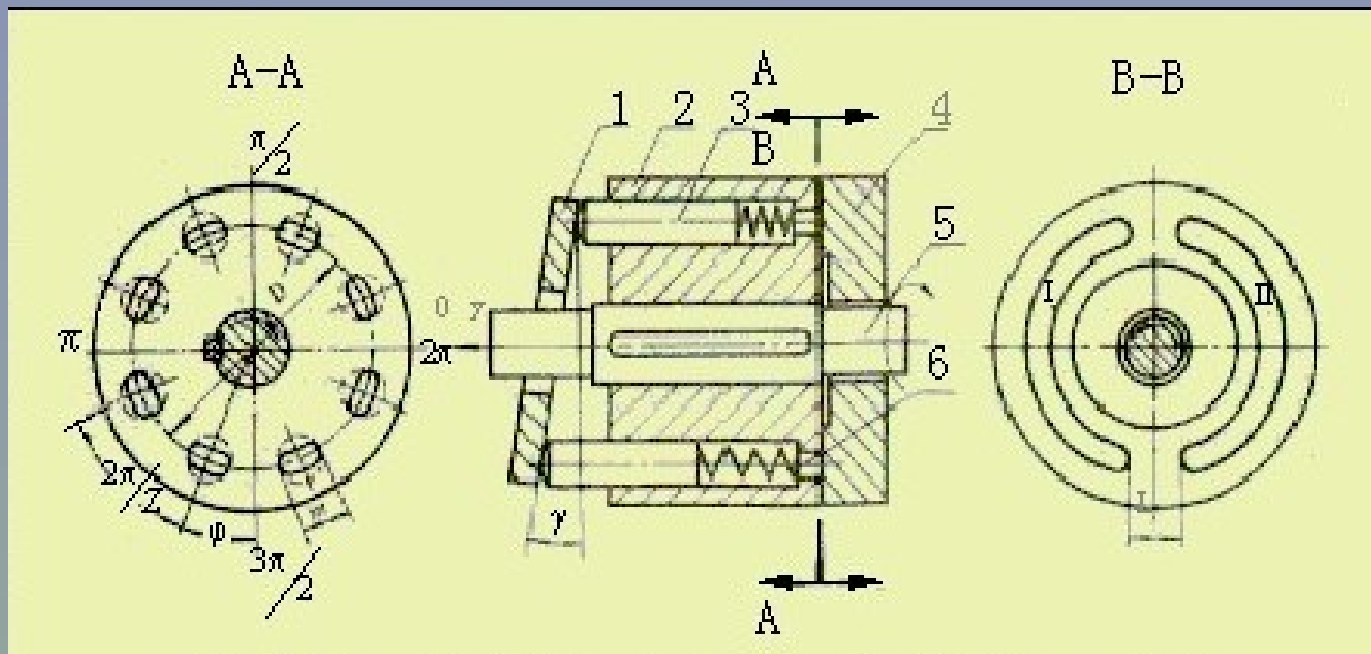
$$V = \frac{\pi}{4} d^2 z D t g \gamma$$

泵的输出流量为：

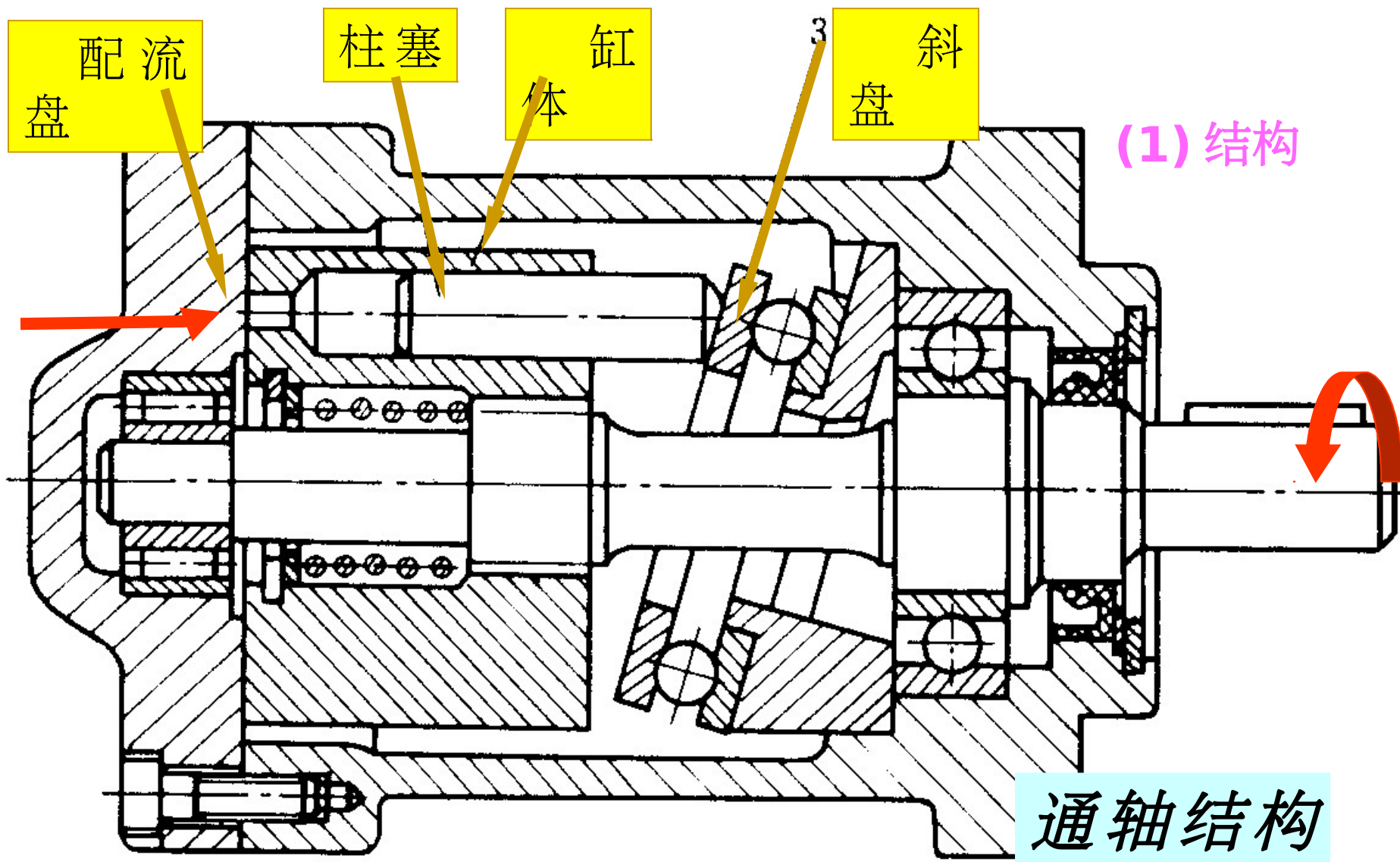
$$q = \frac{\pi}{4} d^2 z D n \eta_v t g \gamma$$



实际上，柱塞泵的排量是转角的函数，其输出流量是脉动的。就柱塞数而言，柱塞数为奇数时的脉动率比偶数柱塞小，且柱塞数越多，脉动越小，故柱塞泵的柱塞数一般都为奇数。

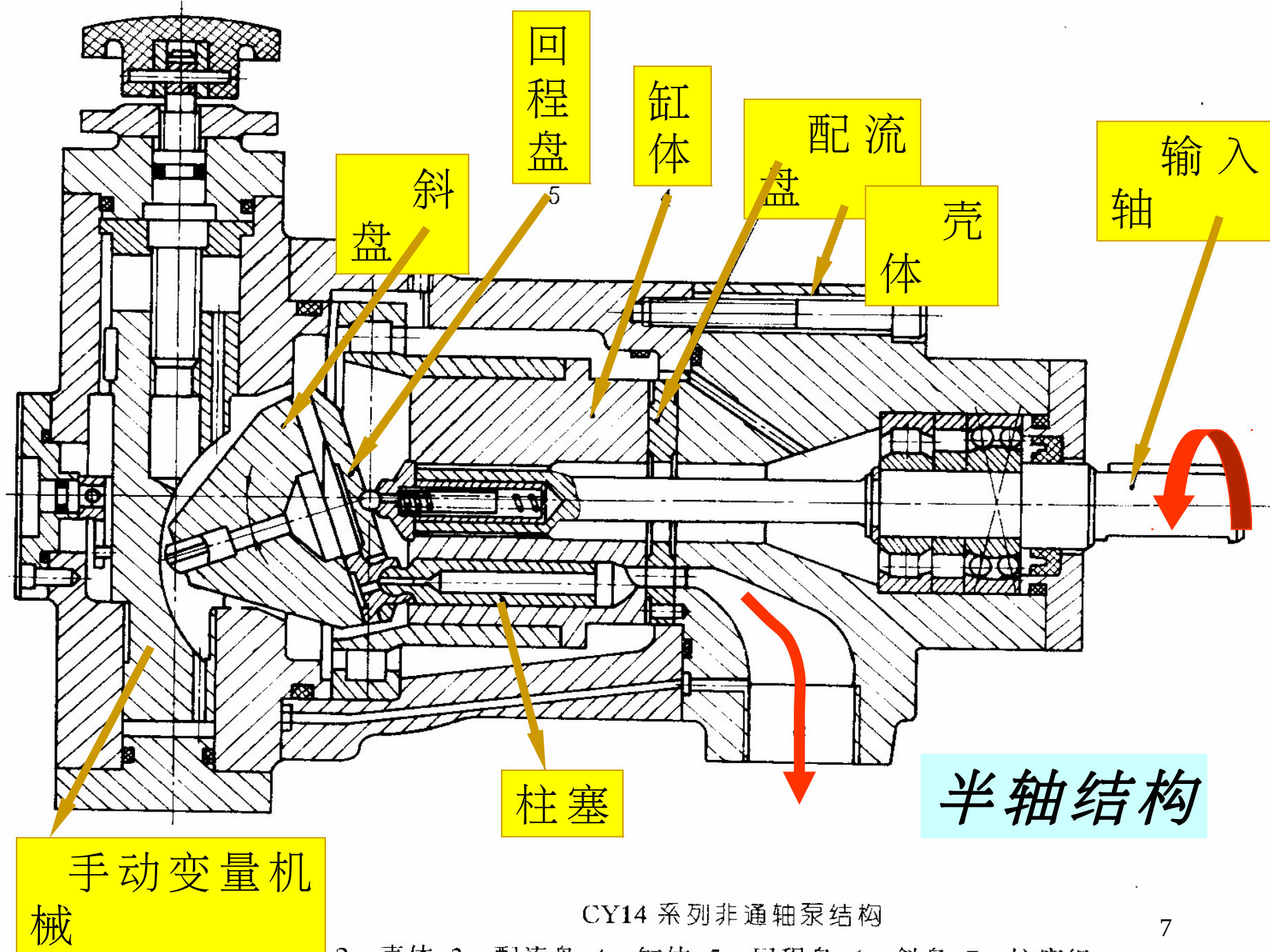


从结构工艺性和脉动率综合考虑，常取 $Z=7$ 或 $Z=9$ 。



3、斜盘式轴向柱塞的结构特点

1—柱塞； 2—缸体； 3—斜盘



CY14 系列非通轴泵结构

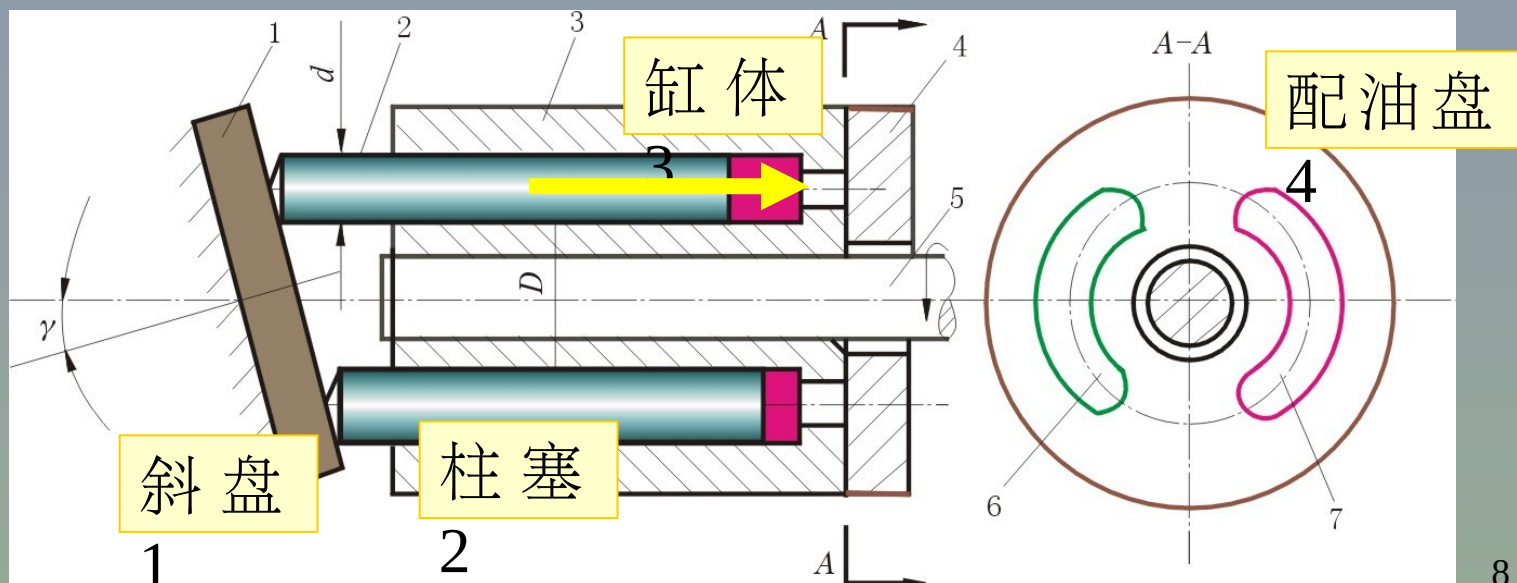
1—输入轴；2—壳体；3—配流盘；4—缸体；5—回程盘；6—斜盘；7—柱塞组

3、斜盘式轴向柱塞的结构特点

(2) 特点

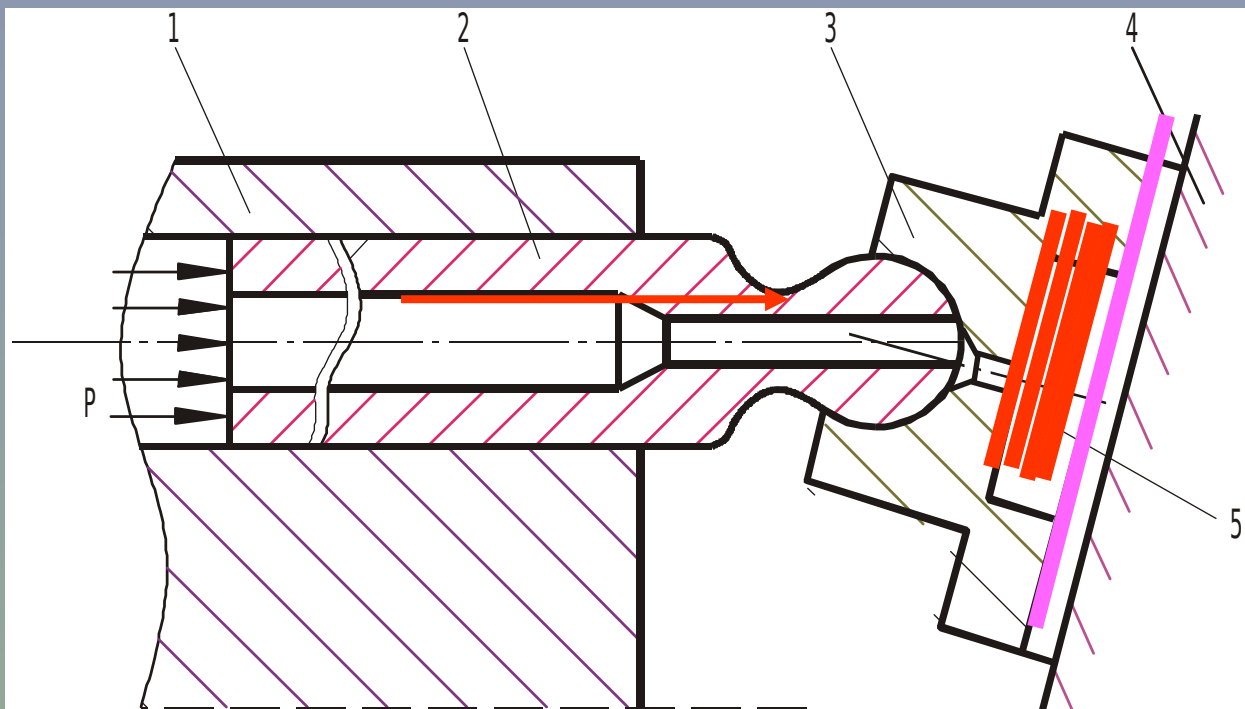
- 端面间隙的自动补偿

由图可见，使缸体紧压配流盘端面的作用力，除机械装置或弹簧作为预密封的推力外，还有柱塞孔底部台阶面上所受的液压力，此液压力比弹簧力大得多，而且随泵的工作压力增大而增大。由于缸体始终受液压力紧贴着配流盘，就使端面间隙得到了自动补偿。



• 滑靴的静压支撑结构

- 为防止磨损，一般轴向柱塞泵都在柱塞头部装一滑靴。
- 滑靴是按静压轴承原理设计的，缸体中的压力油经过柱塞球头中间小孔流入滑靴油室，使滑靴和斜盘间形成液体润滑，改善了柱塞头部和斜盘的接触情况。
- 有利于提高轴向柱塞泵的压力。

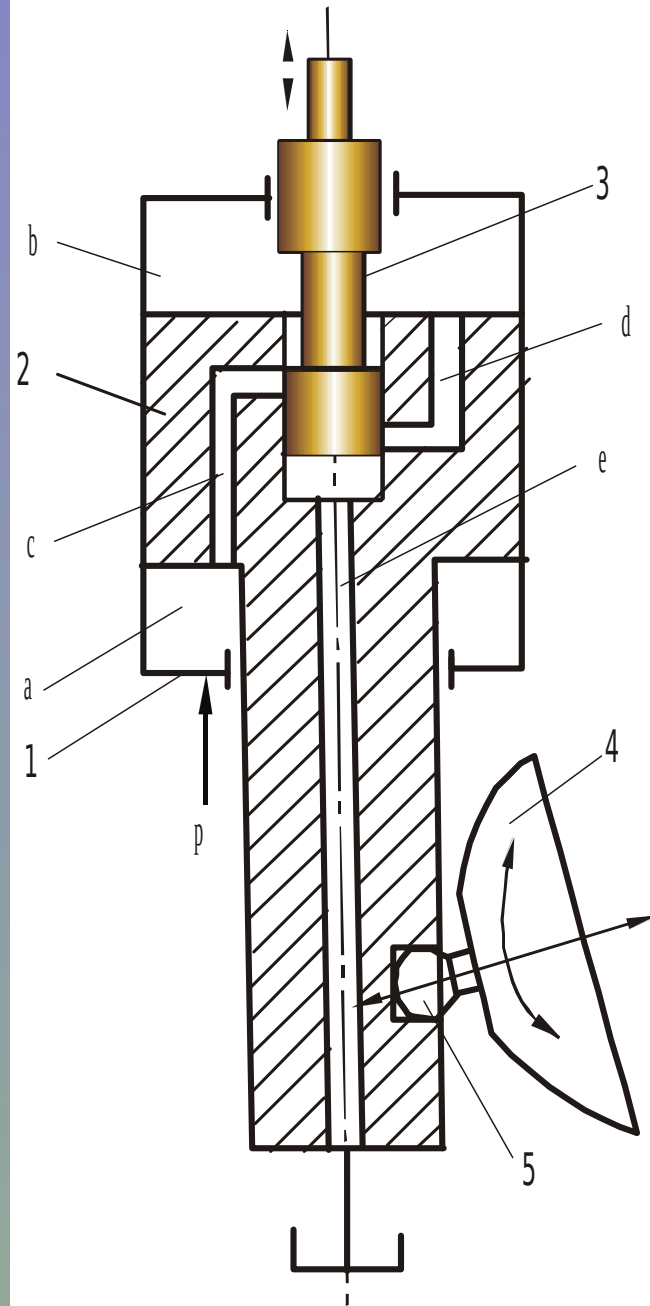


滑靴的静压支承原理

- 变量机构

手动伺服变量机构

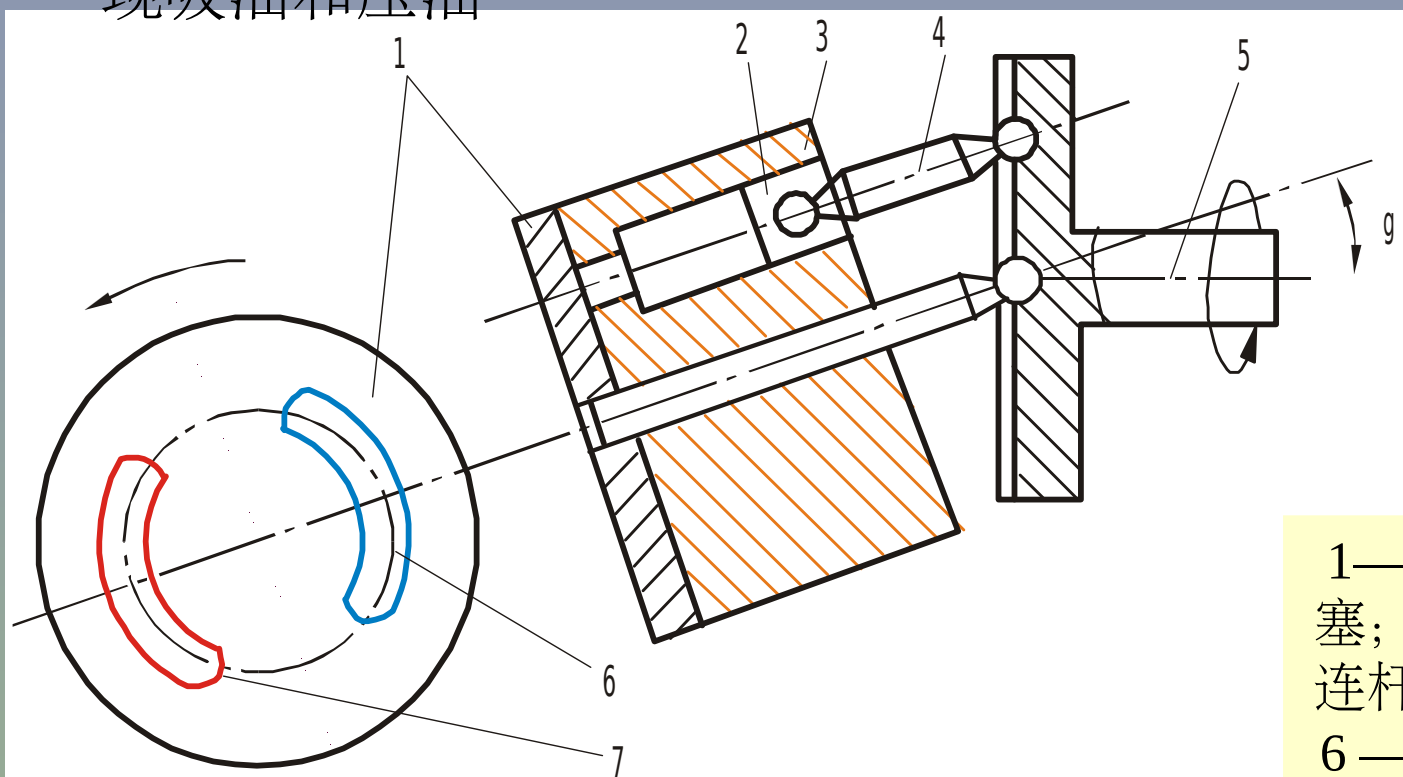
- 变量机构由缸筒 1，活塞 2 和伺服阀 3 组成。
- 斜盘 4 通过拨叉机构与活塞 2 下端铰接，利用活塞 2 的上下移动来改变斜盘倾角 γ 。
- 当用手柄使伺服阀芯 3 向下移动时，上面的进油阀口打开，活塞也向下移动，活塞 2 移动时又使伺服阀上的阀口关闭，最终使活塞 2 自身停止运动。
- 同理，当手柄使伺服阀芯 3 向上移动时，变量活塞向上移动。



手动伺服变量机构图

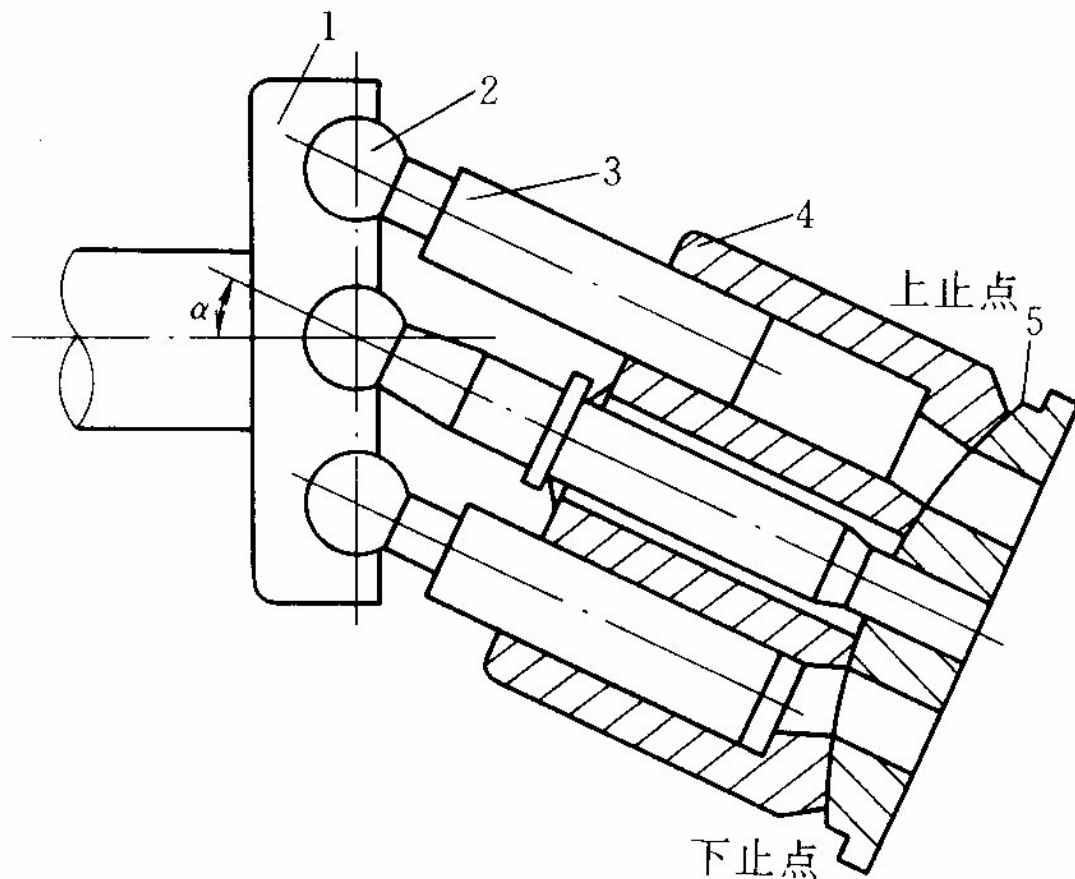
二、斜轴式轴向柱塞泵

传动轴 5 的轴线相对于缸体 3 有倾角 α ，柱塞 2 与传动轴圆盘之间用相互铰接的连杆 4 相连。轴 5 旋转时，连杆 4 就带动柱塞 2 连同缸体 3 一起绕缸体轴线旋转，柱塞 2 同时也在缸体的柱塞孔内做往复运动，使密封腔容积不断发生增大和缩小的变化，通过配流盘 1 上的窗口 6 和 7 实现吸油和压油。

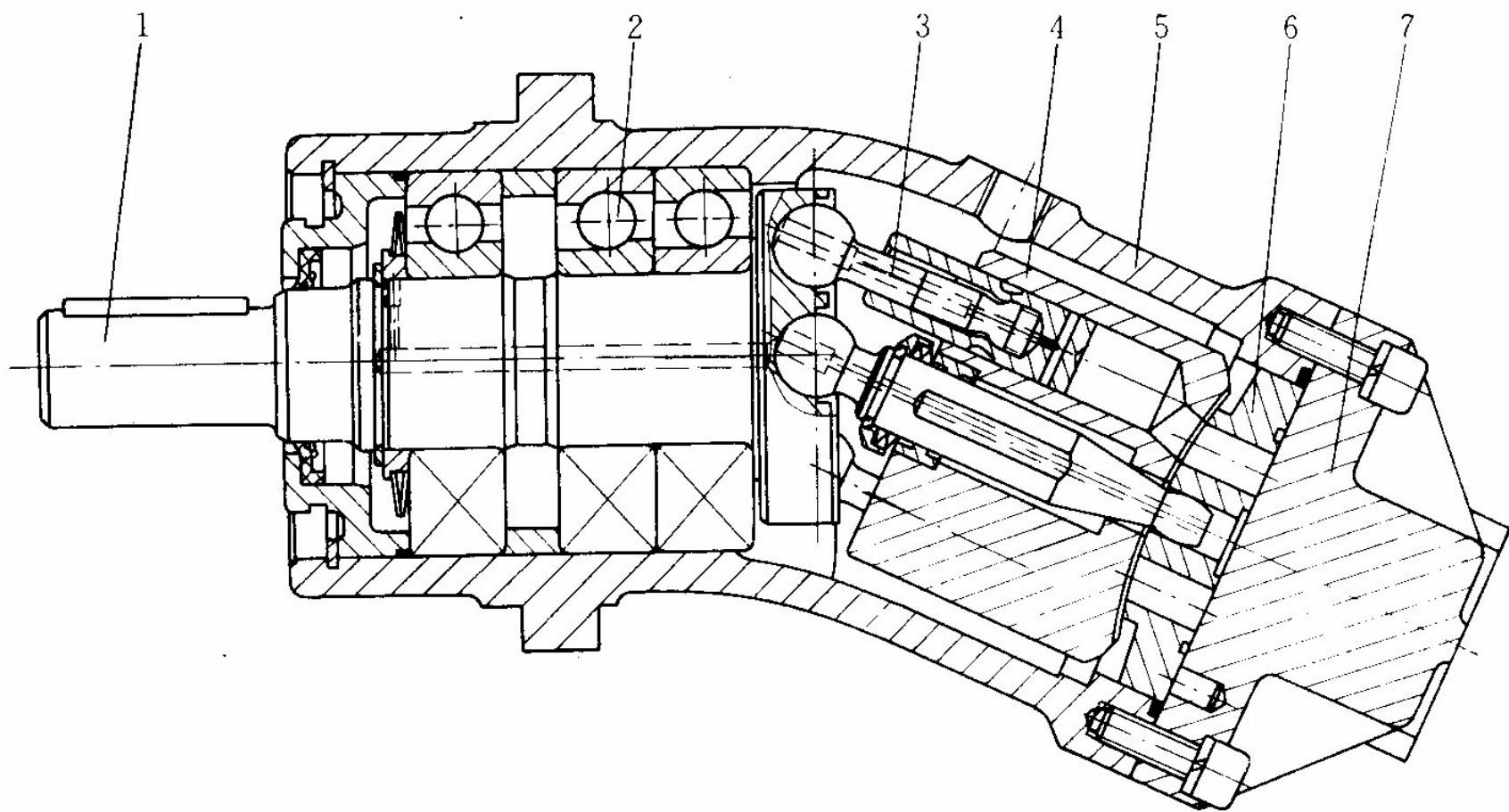


1—配流盘；2—柱塞；3—缸体；4—连杆；5—传动轴；6—吸油窗口；7—压油窗口

与斜盘式泵相比较，斜轴式泵由于缸体所受的不平衡径向力较小，故结构强度较高可以有较高的设计参数，其缸体轴线与驱动轴的夹角 α 较大，变量范围较大；但外形尺寸较大，结构也较复杂。目前，斜轴式轴向柱塞泵的使用相当广泛。



1—主轴；2—连杆；3—柱塞；4—缸体；5—配流盘

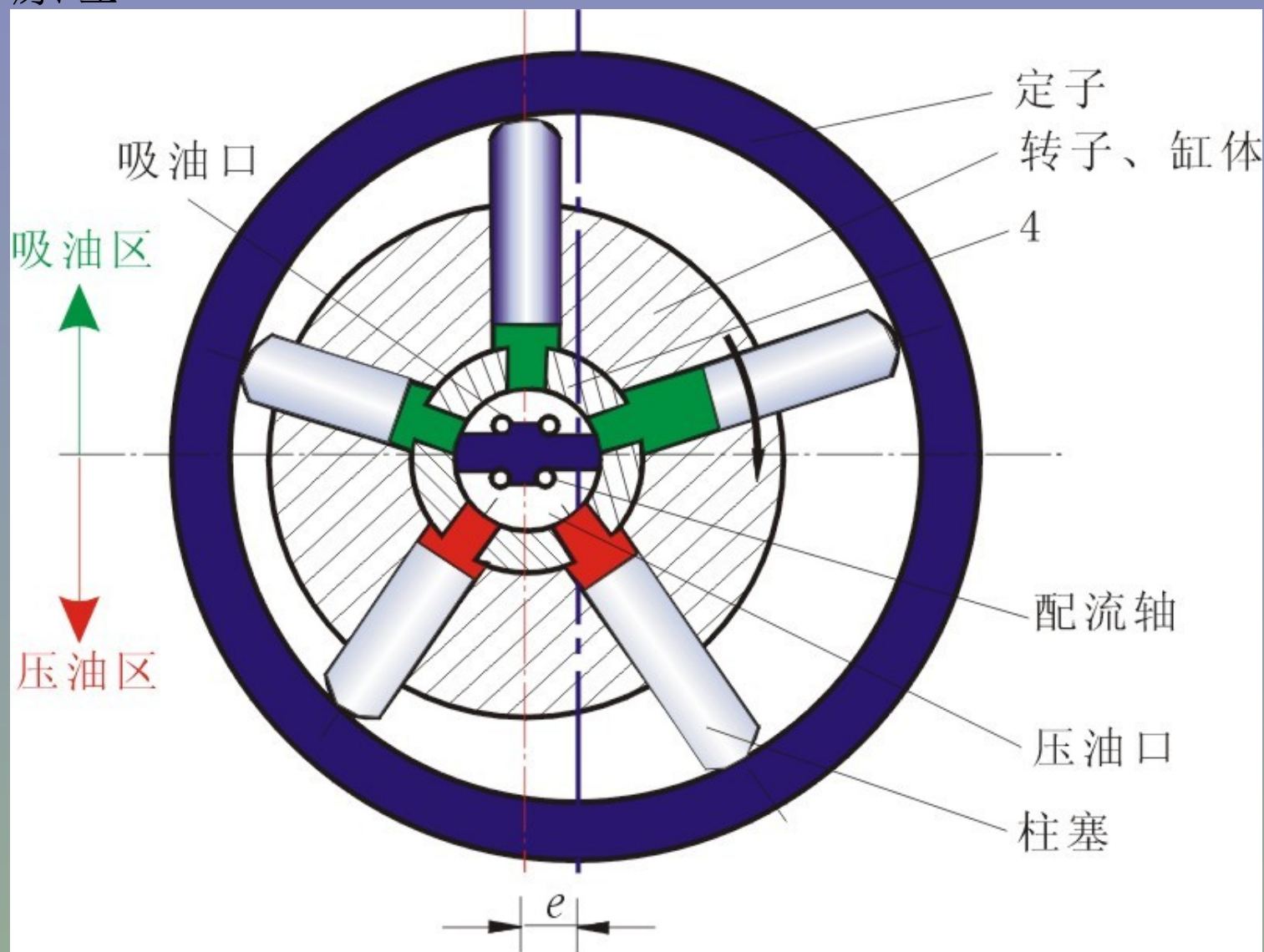


A2F 型斜轴式泵/马达

1—主轴;2—轴承组;3—连杆柱塞副;4—缸体;5—壳体;6—配流盘;7—后盖

三、径向柱塞泵

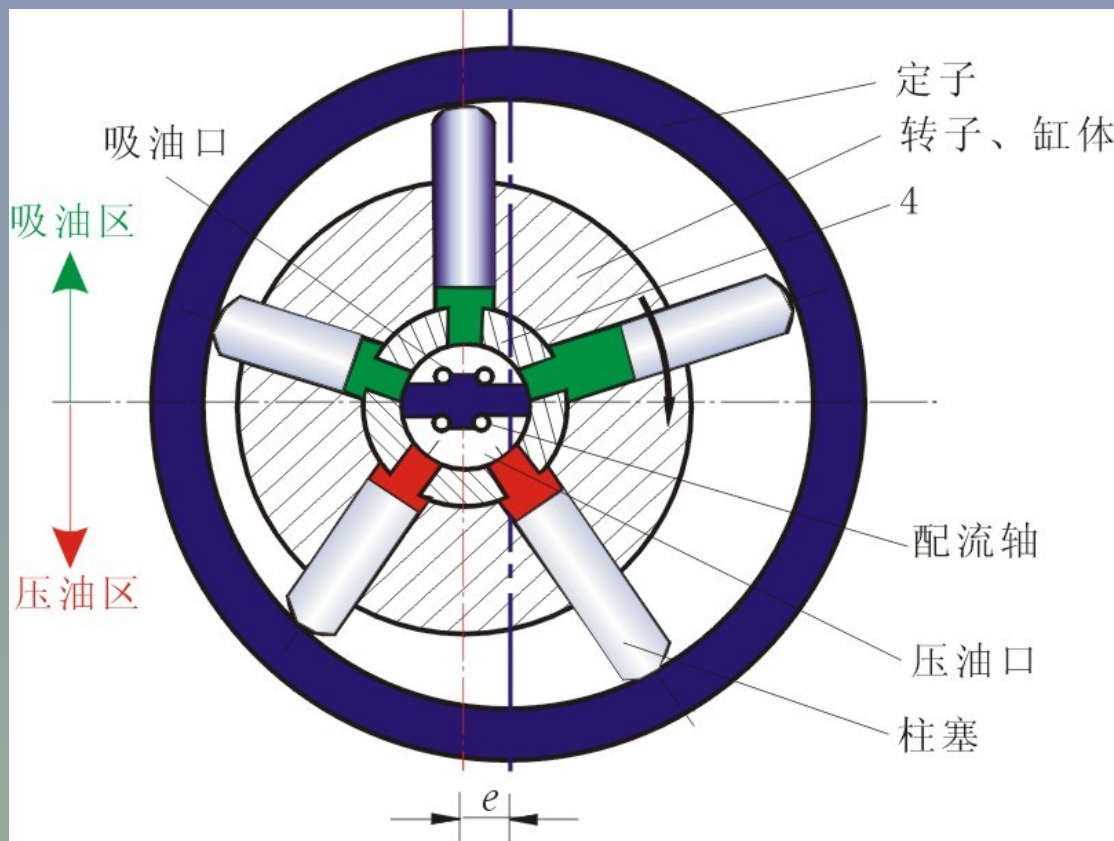
1、工作原理



三、径向柱塞泵

转子 2 的中心与定子 1 的中心之间有一个偏心量 e 。在固定不动的配流轴 3 上，相对于柱塞孔的部位有相互隔开的上下两个配流窗口，该配流窗口又分别通过所在部位的二个轴向孔与泵的吸、排油口连通。

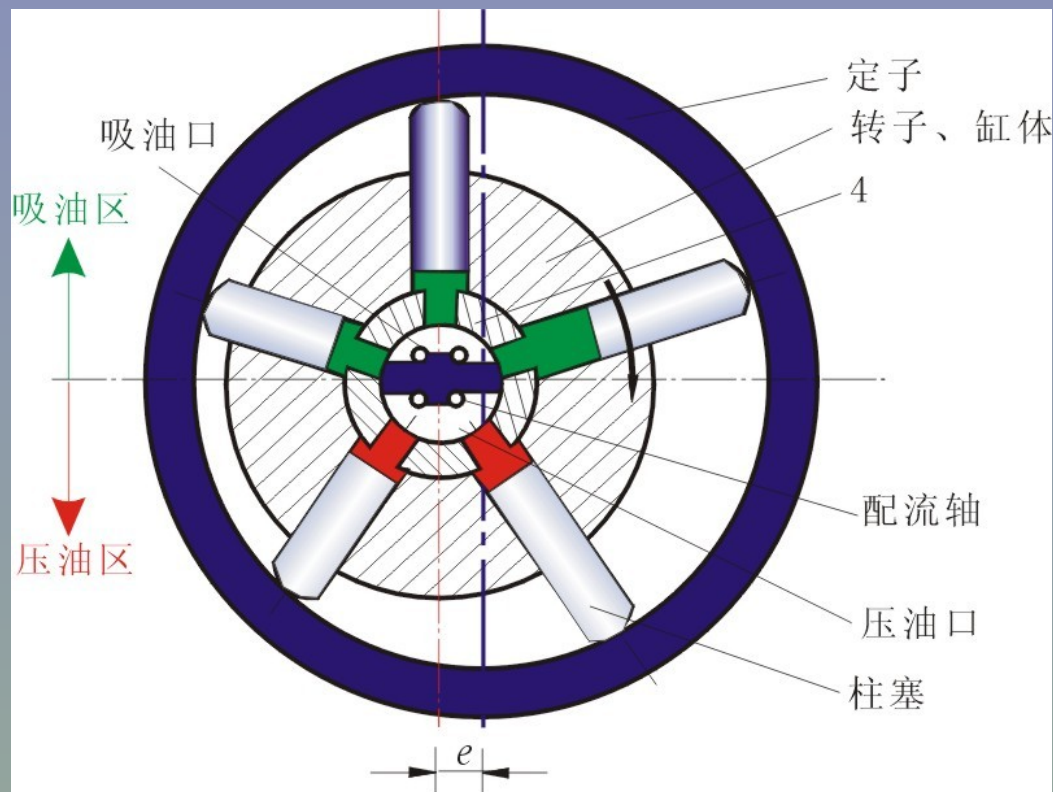
当转子 2 按图示箭头方向旋转时，上半周的柱塞皆往外滑动，通过轴向孔吸油；下半周的柱塞皆往里滑动，通过配流盘向外排油。



当移动定子，改变偏心量 e 的大小时，泵的排量就发生改变；因此，径向柱塞泵可以是单向或双向变量泵。

为了流量脉动率尽可能小，通常采用奇数柱塞数。

径向柱塞泵结构较复杂，自吸能力差，并且配流轴受到径向不平衡液压压力的作用，易于磨损。



径向柱塞泵的工作原理图

1—定子；2—转子；3—配流轴；4—出衬套；5—柱塞；a—吸油腔；b—压油腔

2、径向柱塞泵的排量、流量

径向柱塞泵的排量为：

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot 2e \cdot z = \frac{\pi}{2} \cdot d^2 \cdot e \cdot z$$

式中： d —— 柱塞直径；

e —— 转子与定子的偏心距；

z —— 柱塞数。

2、径向柱塞泵的排量、流量

径向柱塞泵的流量为：

$$q = \frac{\pi}{2} \cdot d^2 \cdot e \cdot z \cdot n \cdot \eta_v$$

如移动定子该变偏心距 e 的大小，
此泵变成变量径向柱塞泵；

如改变轴的旋转方向，则可改变吸、
压油的方向。

径向柱塞泵可以做成双向变量泵。