



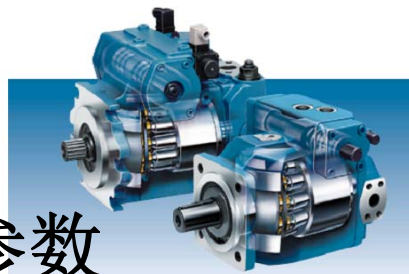
液压泵与液压马达的性能参数

齿轮泵与齿轮马达

叶片泵与叶片马达

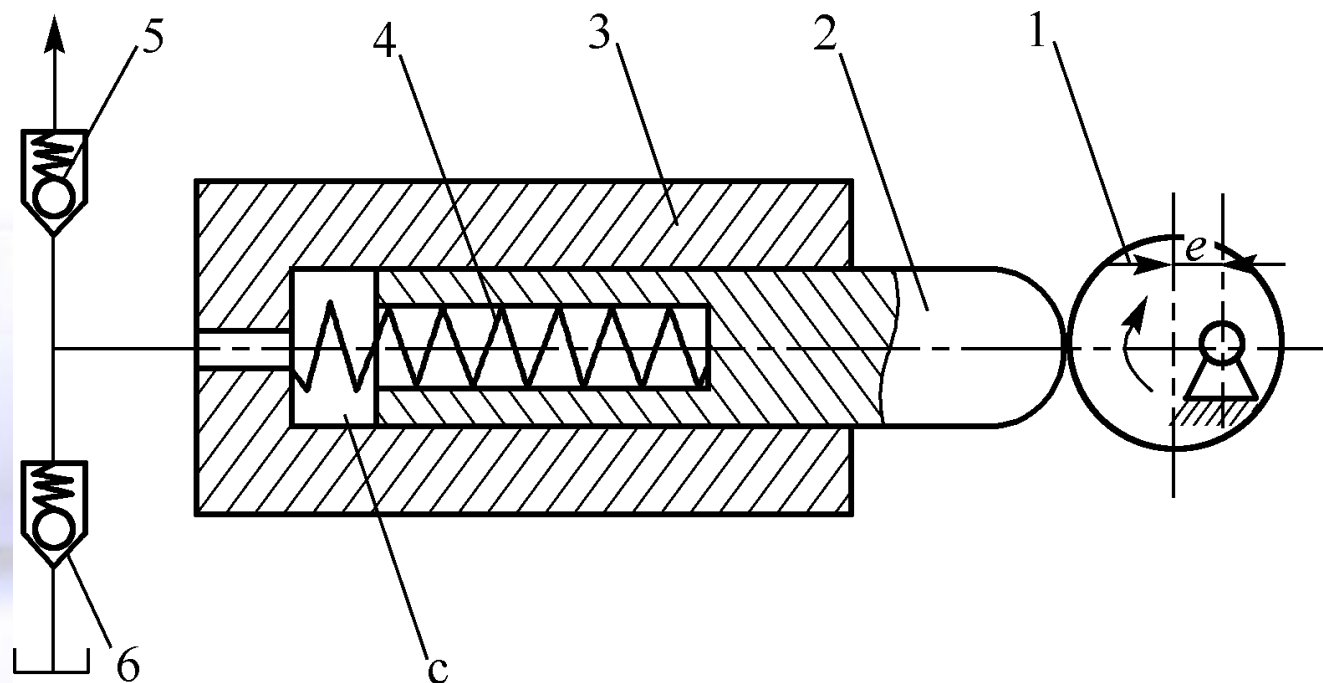
柱塞泵与柱塞马达

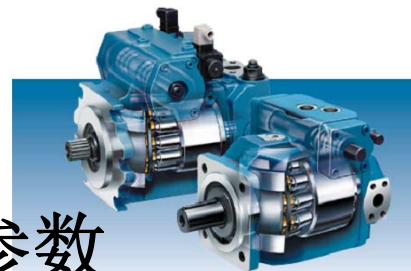
液压泵与液压马达的选用



3.1.1 液压泵与液压马达的基本工作原理

1. 液压泵的基本工作原理

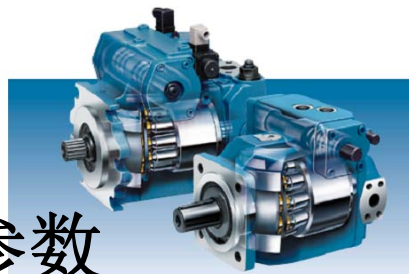




3.1.1 液压泵与液压马达的基本工作原理

2. 构成液压泵的基本条件

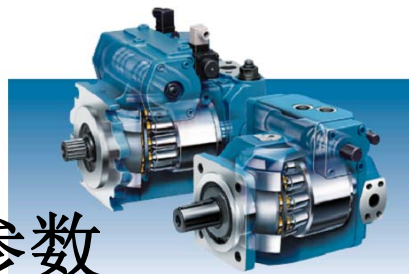
- (1) 必须有一个或若干个周期性变化的密封容积。
- (2) 必须有与容积的周期性变化相配合的配流装置



3.1.1 液压泵与液压马达的基本工作原理

3. 液压马达的基本工作原理

液压马达是以旋转运动的方式，将输入的液压能转换成机械能的液压动力元件，其输入是具有一定压力和流量的液体，输出为所需的转矩和转速。



3.1.1 液压泵与液压马达的基本工作原理

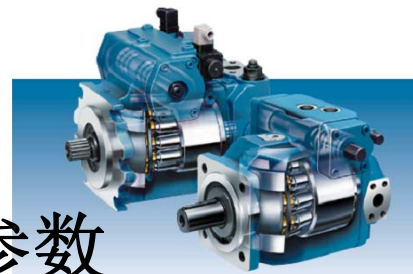
4. 液压泵与液压马达的分类和图形符号

☆按结构分：柱塞式、叶片式和齿轮式

☆按排量是否可变分：定量和变量

☆按变量调节方式分：手动式和自动式，自动式又分限压式、恒功率式、恒压式和恒流式等。

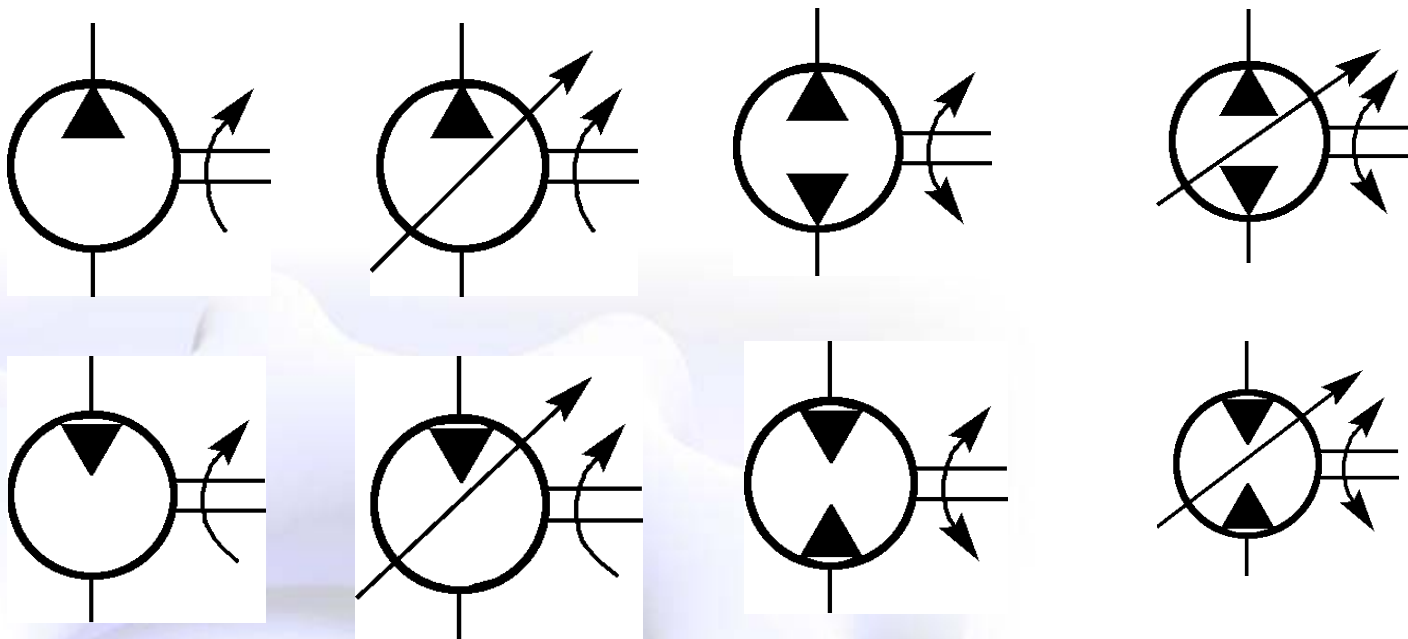
☆按自吸能力分：自吸式合非自吸式

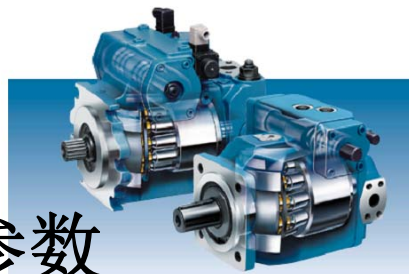


3.1 液压泵与液压马达的性能参数

3.1.1 液压泵与液压马达的基本工作原理

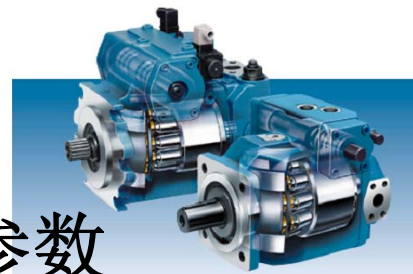
4. 液压泵与液压马达的分类和图形符号





3.1.2 液压泵的主要性能参数

- 流量：排量、理论流量、实际流量
- 压力：工作压力、额定压力、最高压力
- 效率：机械效率、容积效率、总效率
- 功率：输入功率（机械）、输出功率（液压）



3.1.2 液压泵的主要性能参数

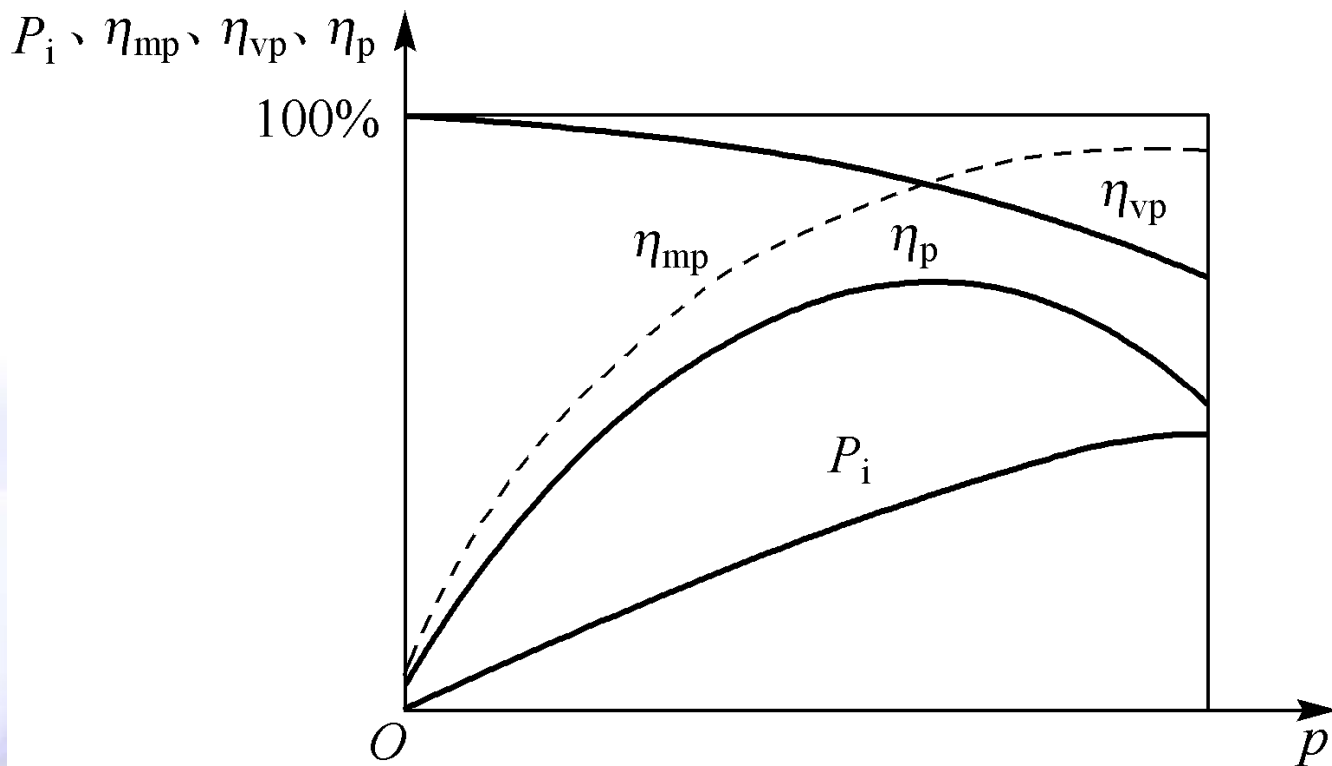
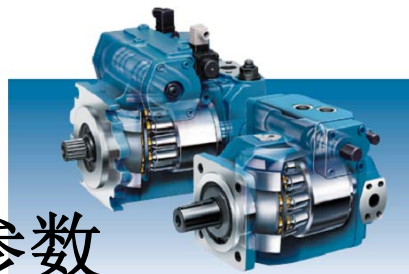


图3-2 液压泵的性能曲线



3.1.3 液压马达的主要性能参数

- 流量：排量、理论流量、实际流量
- 压力：工作压力、额定压力、最高压力
- 转速：理论转速、实际转速
- 扭矩：理论扭矩、实际扭矩；输出扭矩、启动扭矩
- 效率：机械效率、容积效率、总效率
- 功率：输入功率（液压）、输出功率（机械）
- 滑转速度

液压与气压传动

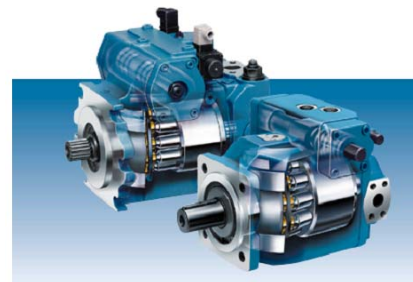
第3章 液压泵与液压马达

3.2 齿轮泵与齿轮马达



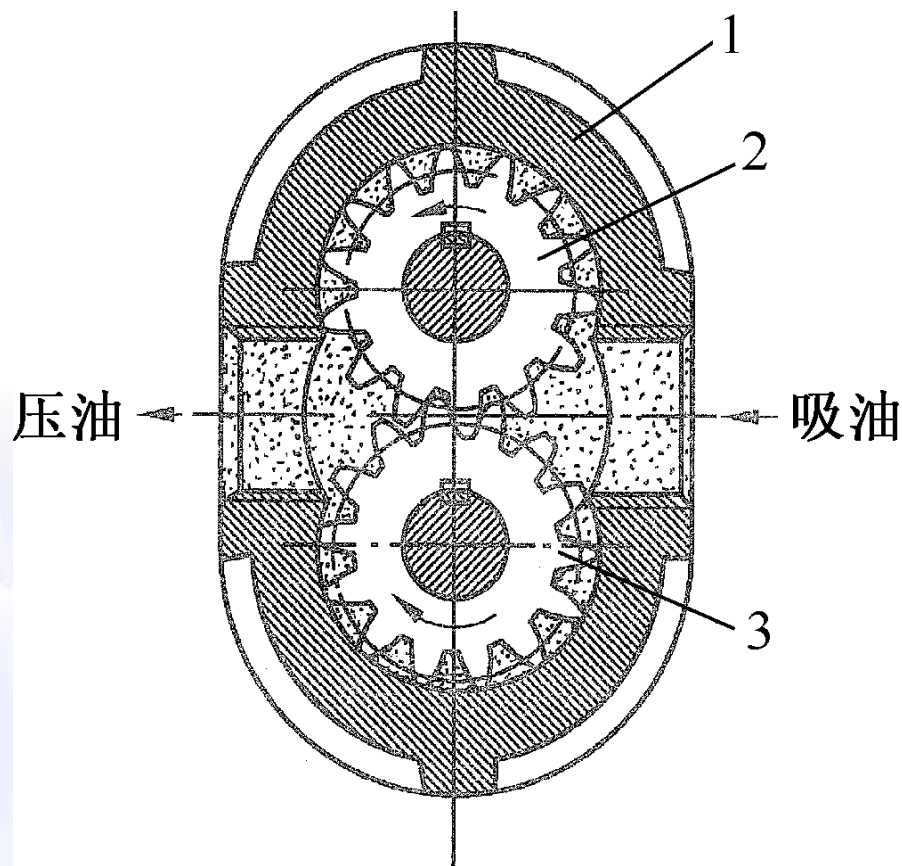
齿轮泵结构简单，制造方便，外形尺寸小，重量轻，造价低，自吸性能好，对油液的污染不敏感，工作可靠。由于齿轮泵中的啮合齿轮是轴对称的旋转体，因此允许转速较高。齿轮泵的缺点是流量和压力脉动大，噪声高，排量不能调节。





3.2.1 外啮合齿轮泵

1. 工作原理



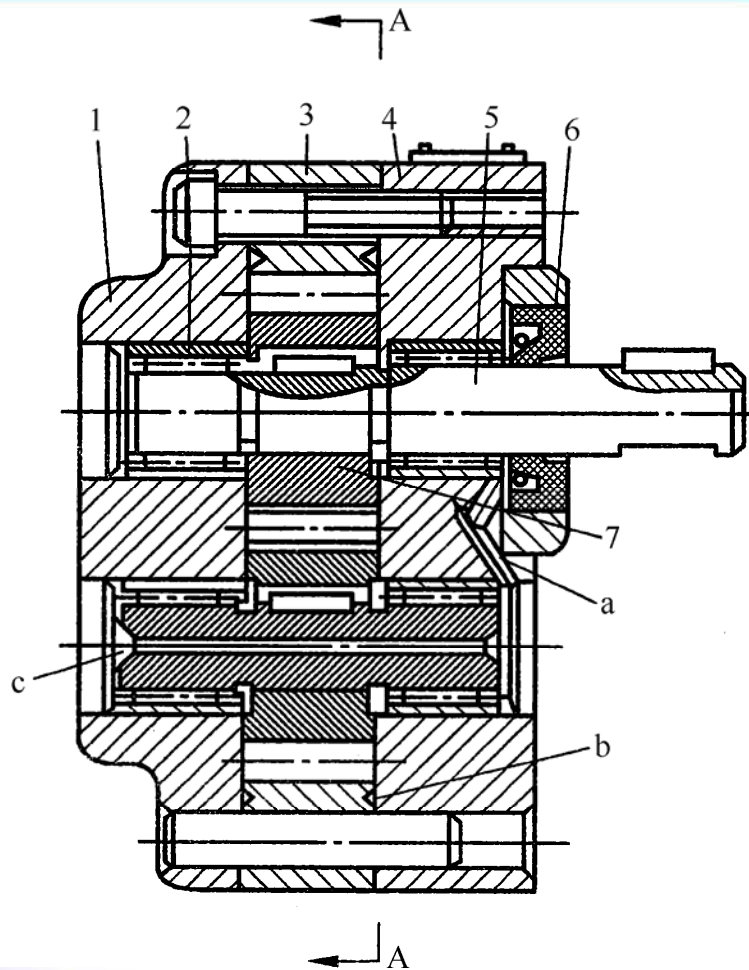
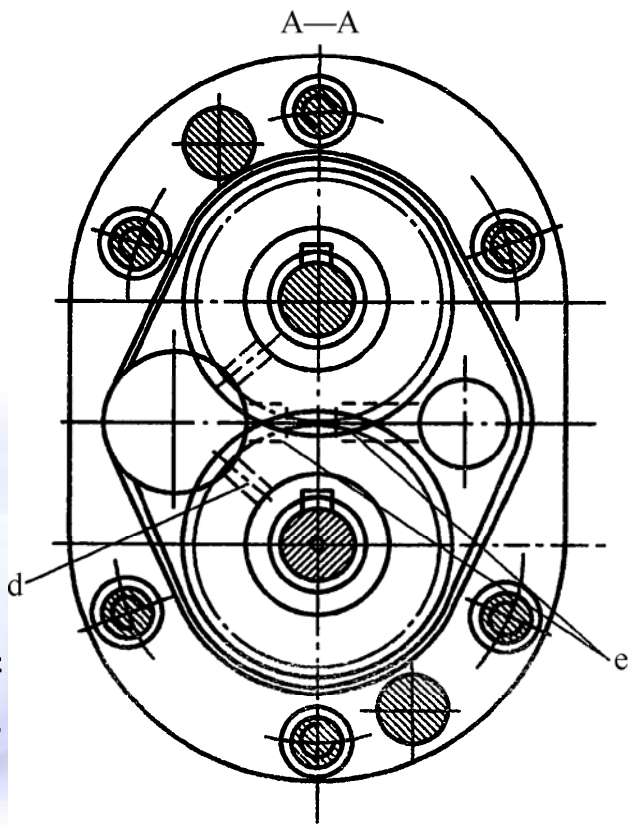


3.2.1 外啮合齿轮泵

图3-4 CB-B型
齿轮泵的结构

图

- 1—后端盖；
- 2—滚针轴承；
- 3—泵体；
- 4—前端盖；
- 5—传动轴；
- 6—防尘圈；
- 7—齿轮；
- a, c, d—卸荷孔道；
- b—油封卸荷槽；
- e—困油卸荷槽





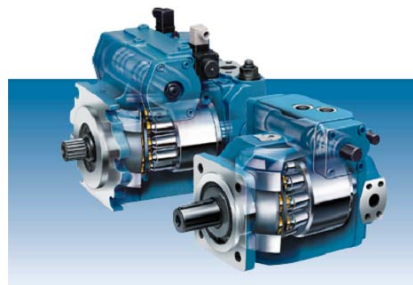
3.2.1 外啮合齿轮泵

2. 排量与流量

排量: $V_p = \pi D h B = 2\pi z m^2 B$

理论流量: $q_t = 6.66 z m^2 B n$

实际流量: $q = 6.66 z m^2 B n \eta_v$



3. 2. 1 外啮合齿轮泵

3. 泄漏

泄漏的途径：

齿轮端面与端盖端面之间的轴向间隙（约占总泄漏量的70%~80%）；

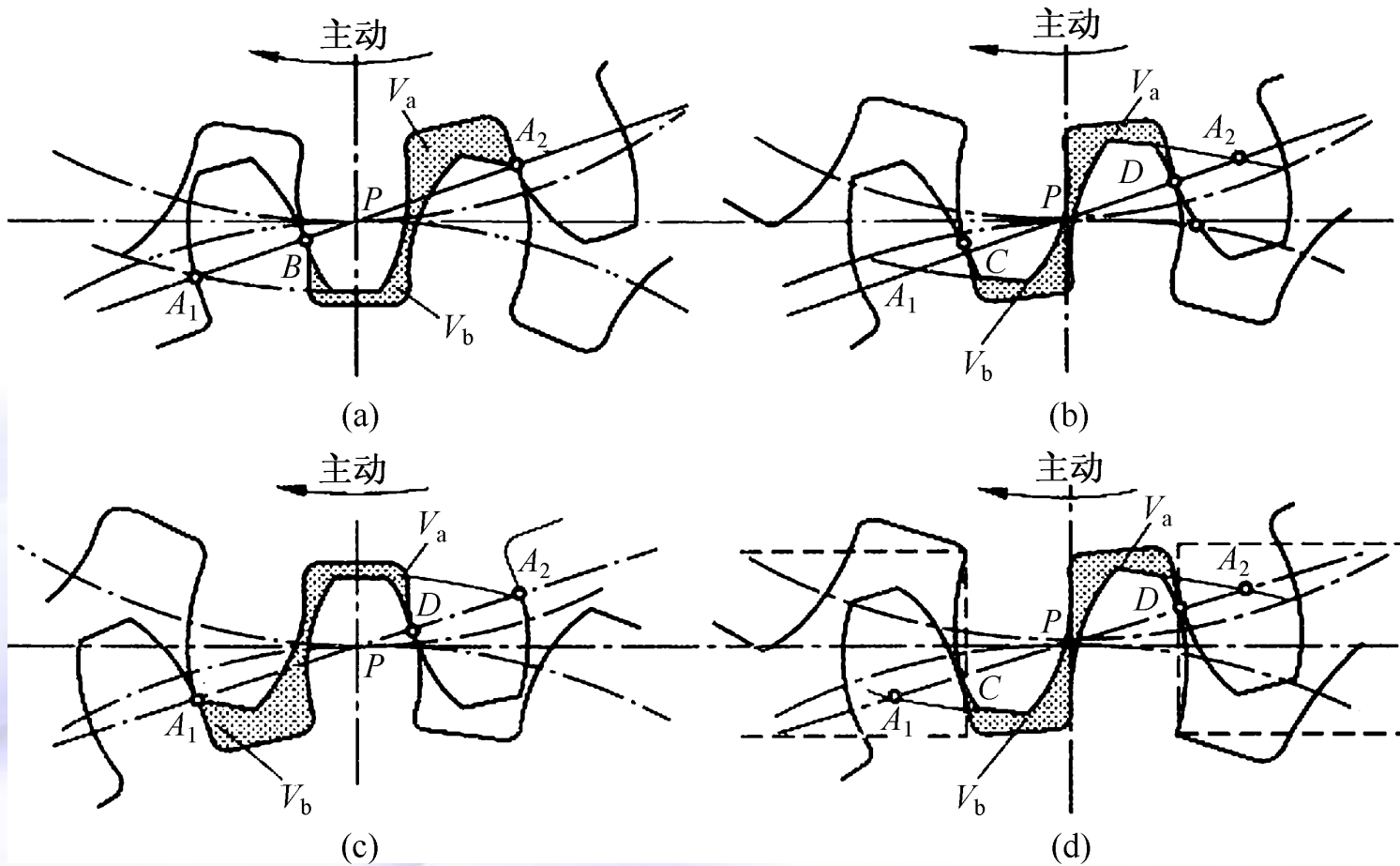
齿轮外圆与泵体内表面之间的径向间隙（约占总泄漏量的12%）；

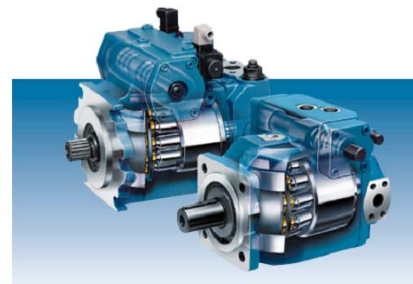
齿轮啮合处的间隙。



3.2.1 外啮合齿轮泵

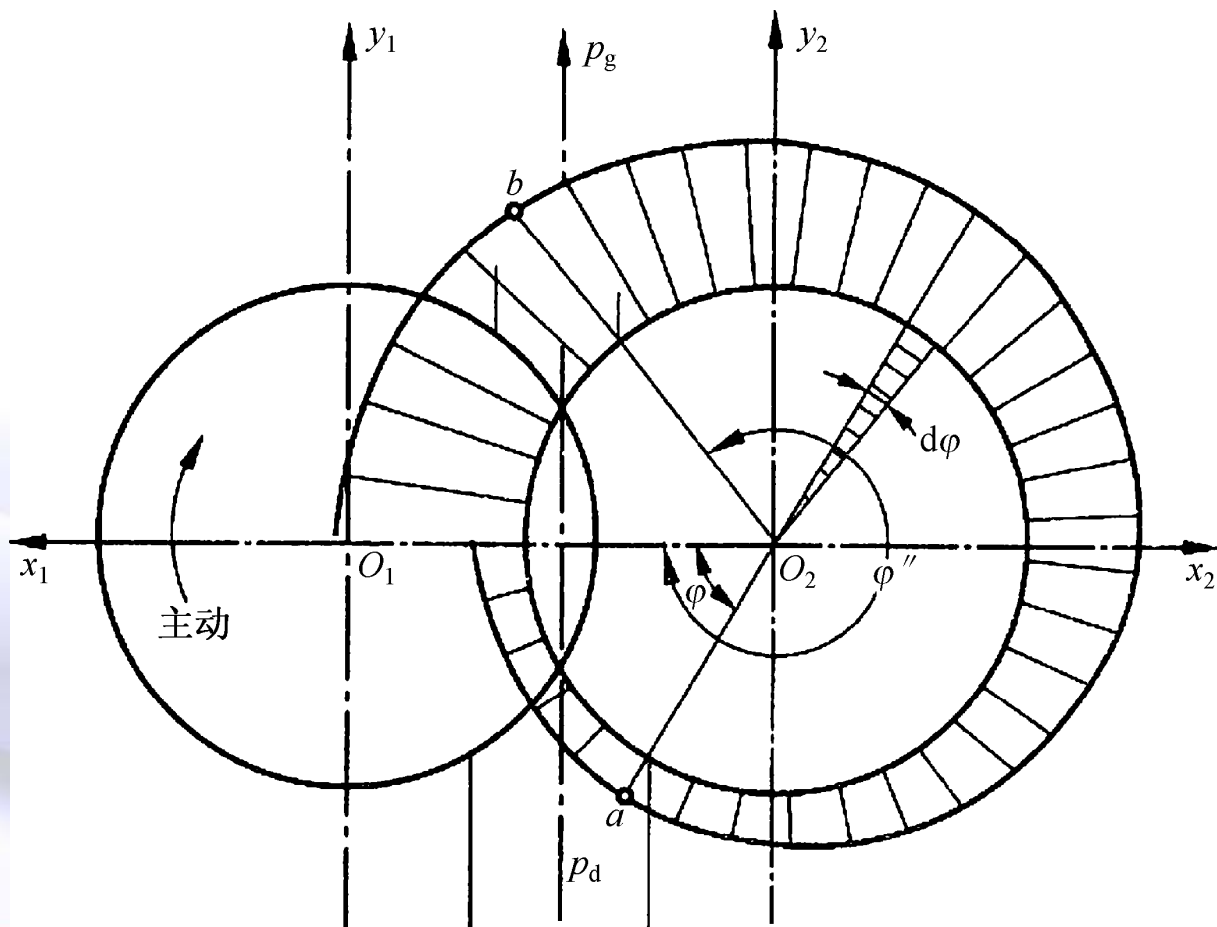
4. 困油现象

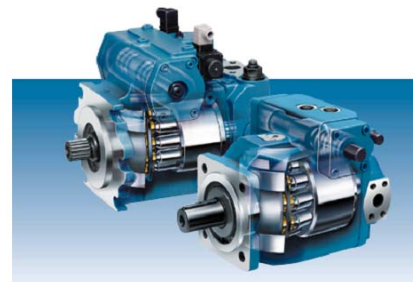




3.2.1 外啮合齿轮泵

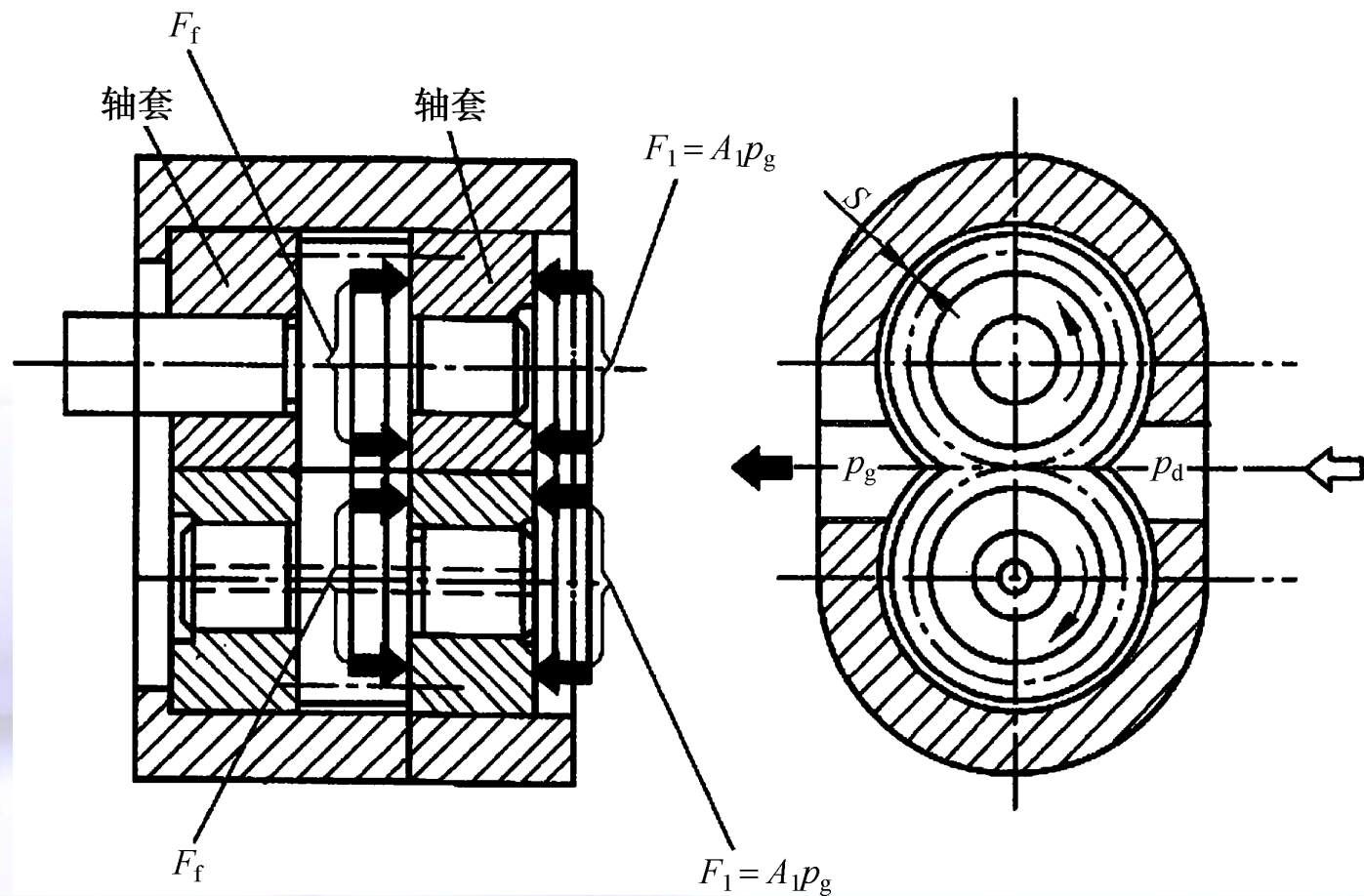
5. 径向不平衡力

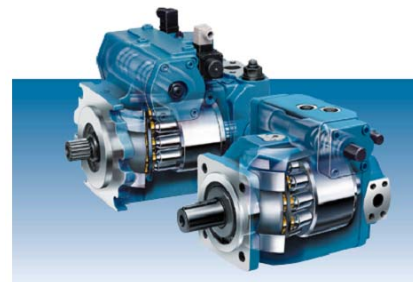




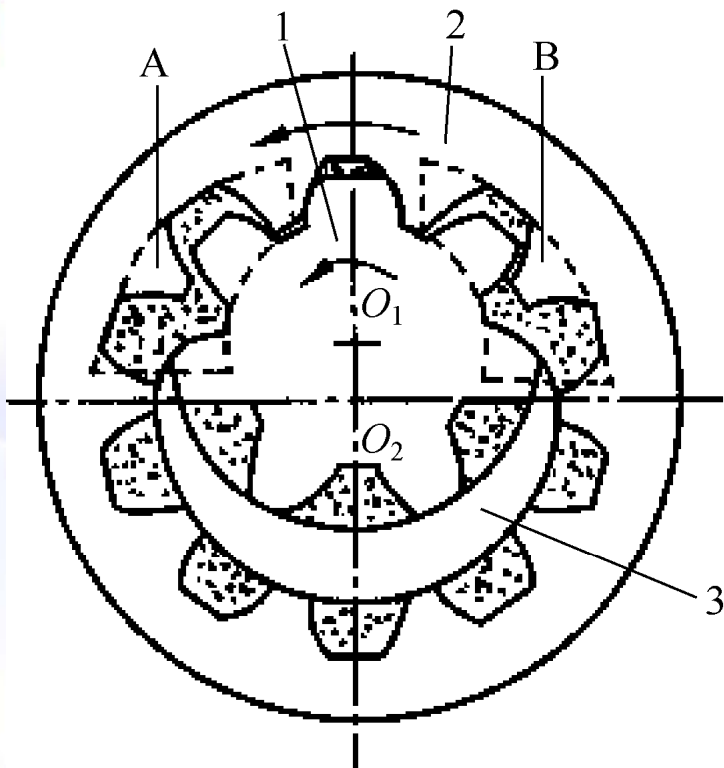
3.2.1 外啮合齿轮泵

6. 齿轮
泵提高
压力等
级的途
径

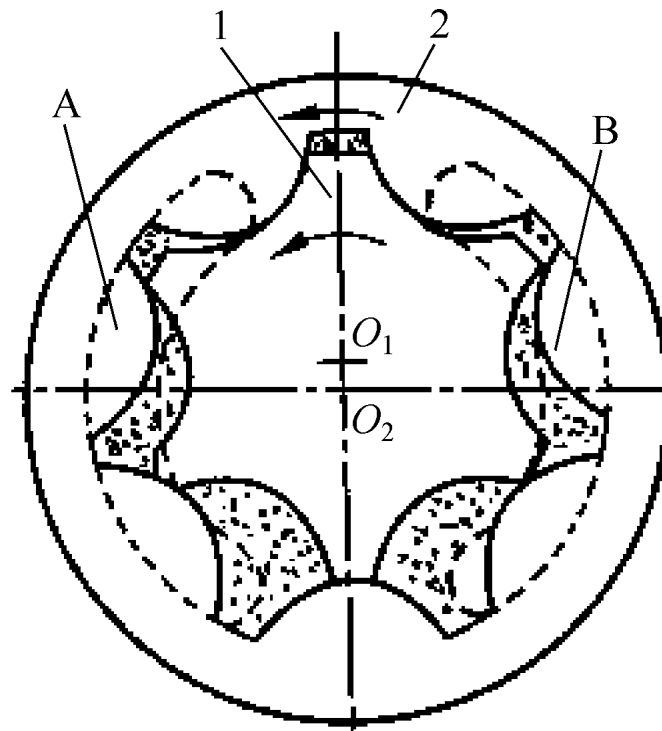




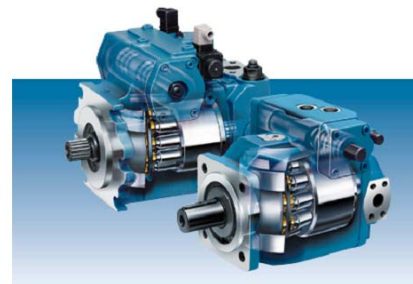
3.2.2 内啮合齿轮泵



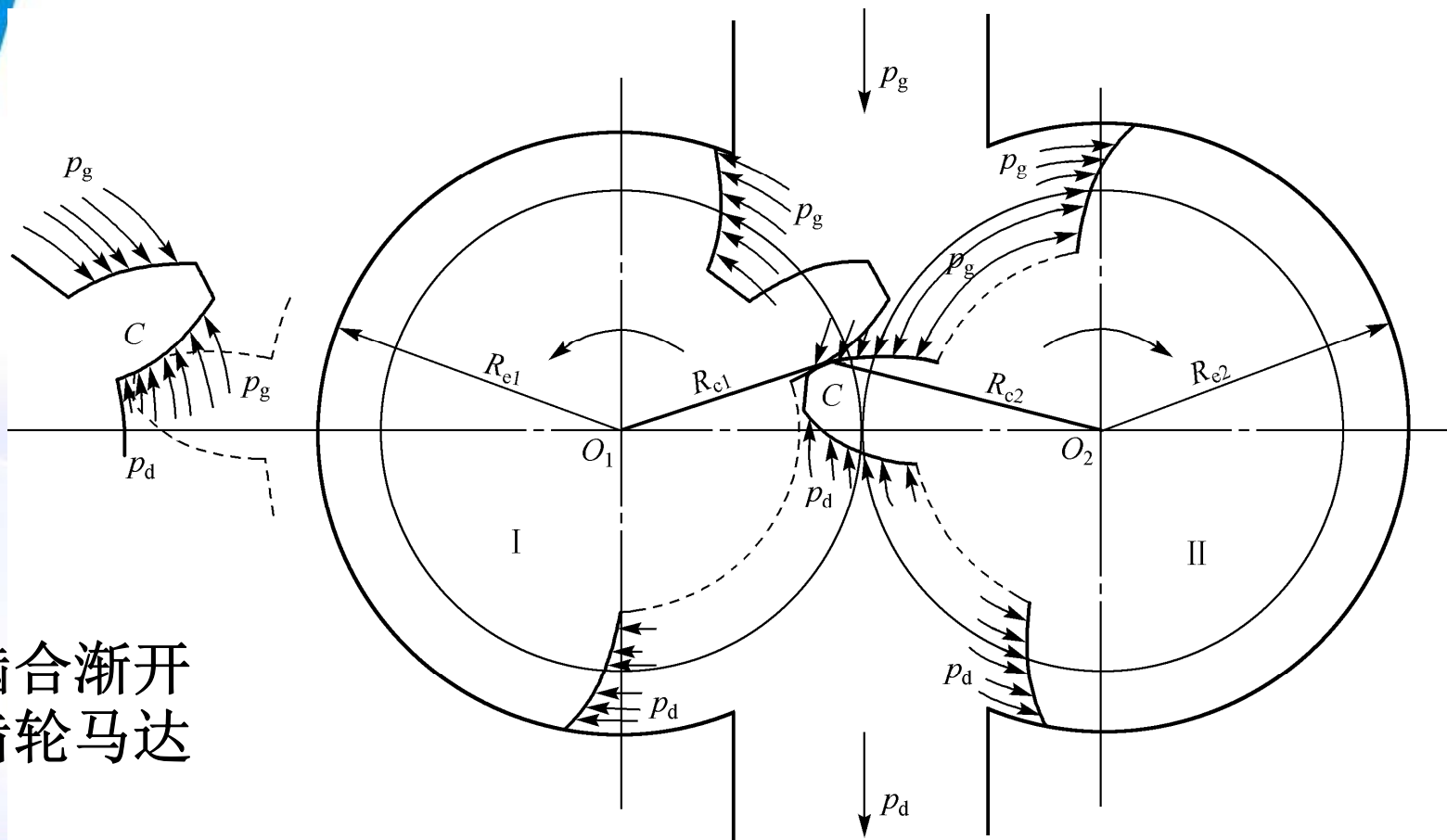
(a) 渐开线齿轮泵



(b) 摆线转子泵



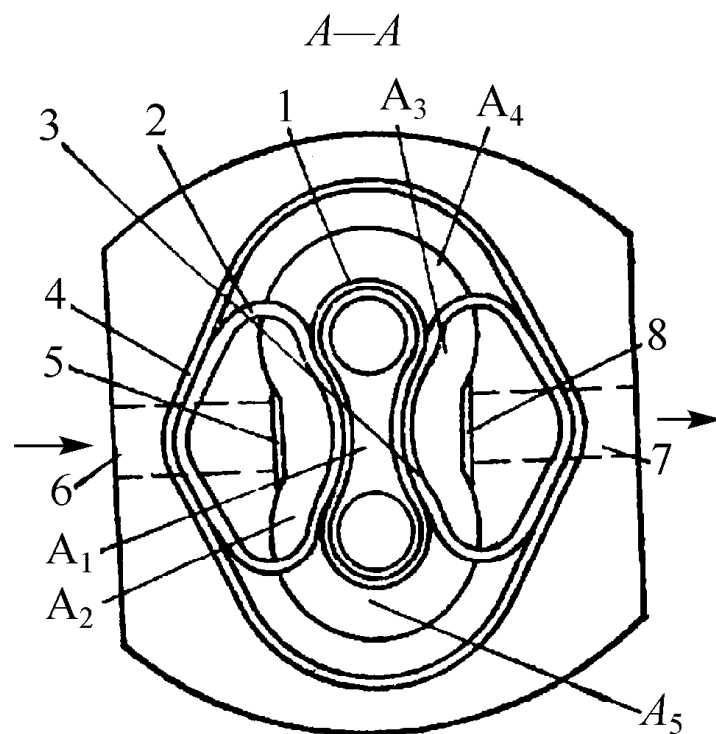
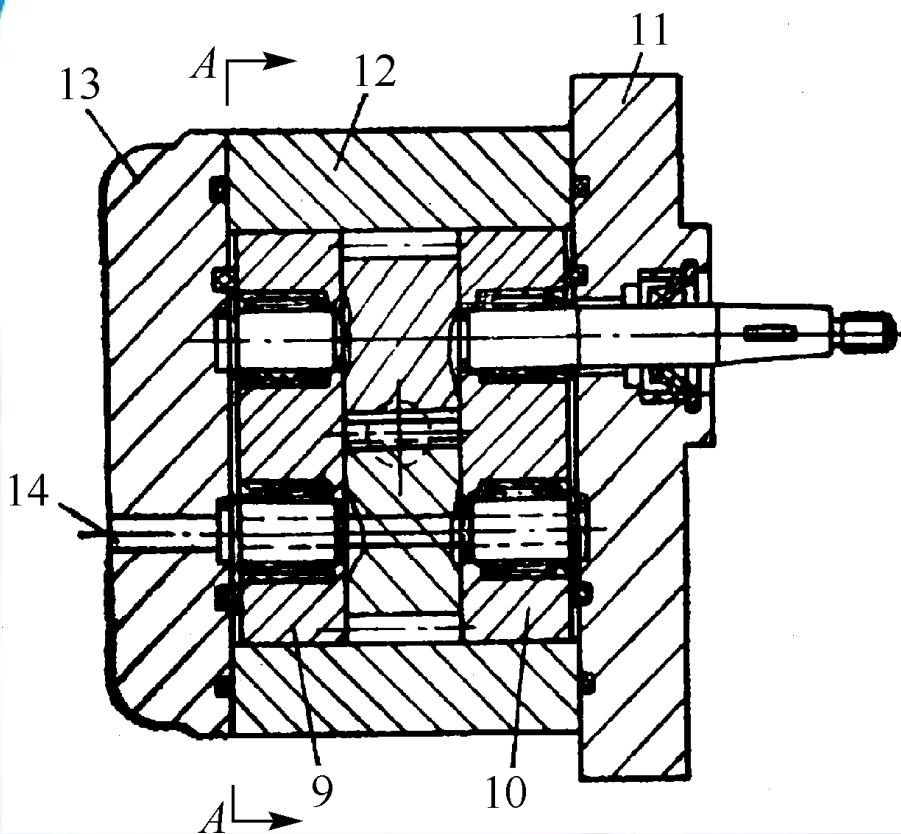
3.2.3 齿轮马达



外啮合渐开线
齿轮马达



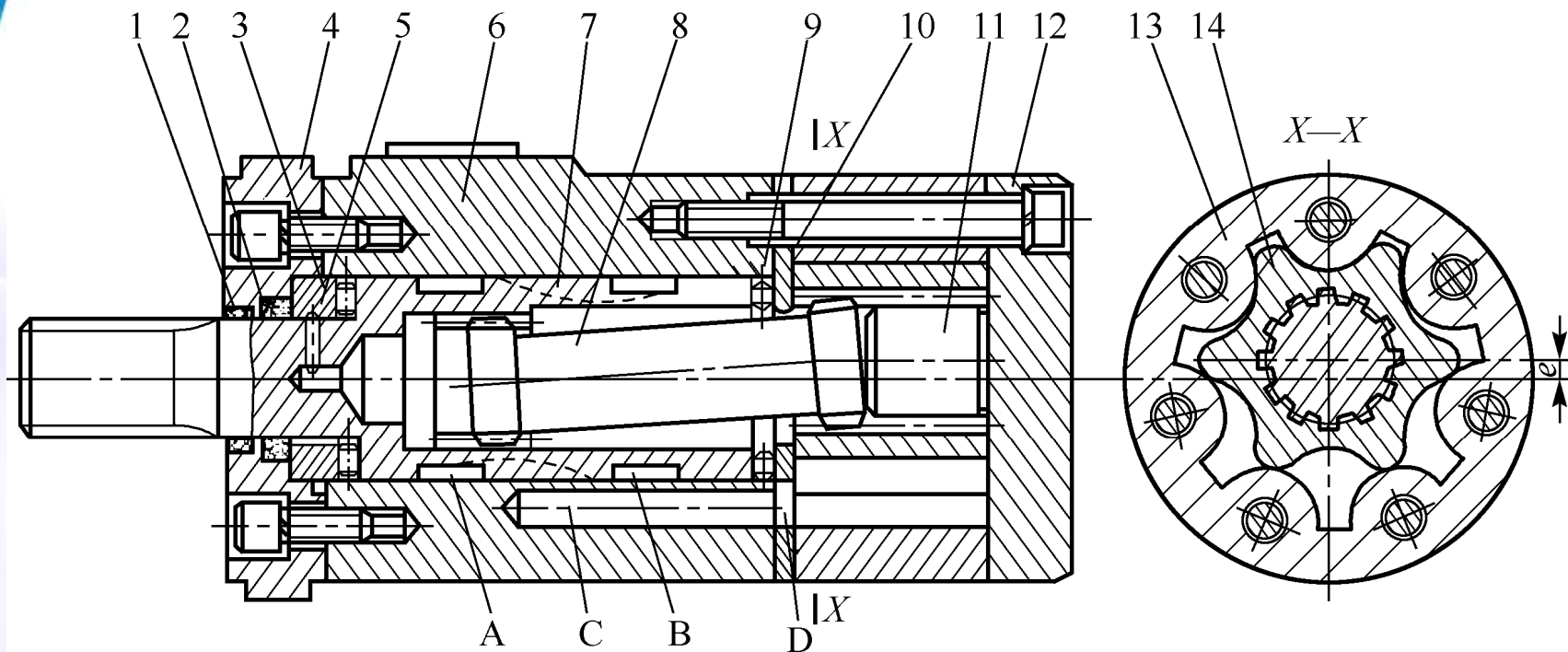
3.2.3 齿轮马达

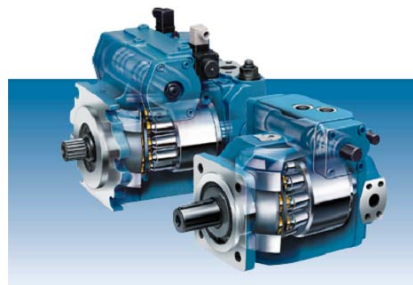




3.2.3 齿轮马达

内啮合摆线齿轮马达





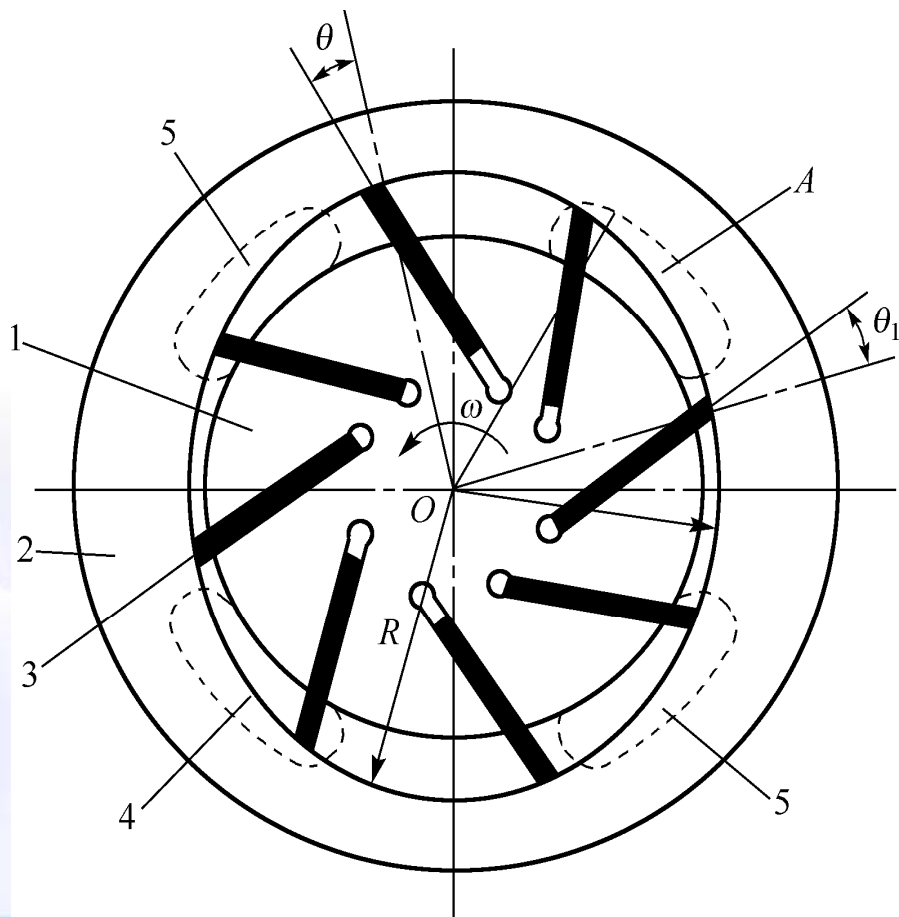
叶片泵具有流量均匀，运转平稳，噪声低，体积小，重量轻，易实现变量等优点；缺点是对油液的污染比齿轮泵敏感





3.3.1 双作用叶片泵

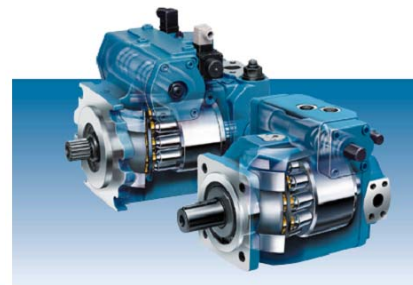
1. 工作原理



液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.3 叶片泵与叶片马达



3.3.1 双作用叶片泵

2. 排量与流量

排量:

$$V_p = 2\pi(R^2 - r^2)B - 2\frac{R-r}{\cos\theta}bzB = 2B\left[\pi(R^2 - r^2) - \frac{R-r}{\cos\theta}bz\right]$$

实际流量:

$$q_p = q_t\eta_{vp} = 2B\left[\pi(R^2 - r^2) - \frac{R-r}{\cos\theta}bz\right]n_p\eta_{vp}$$

液压与气压传动

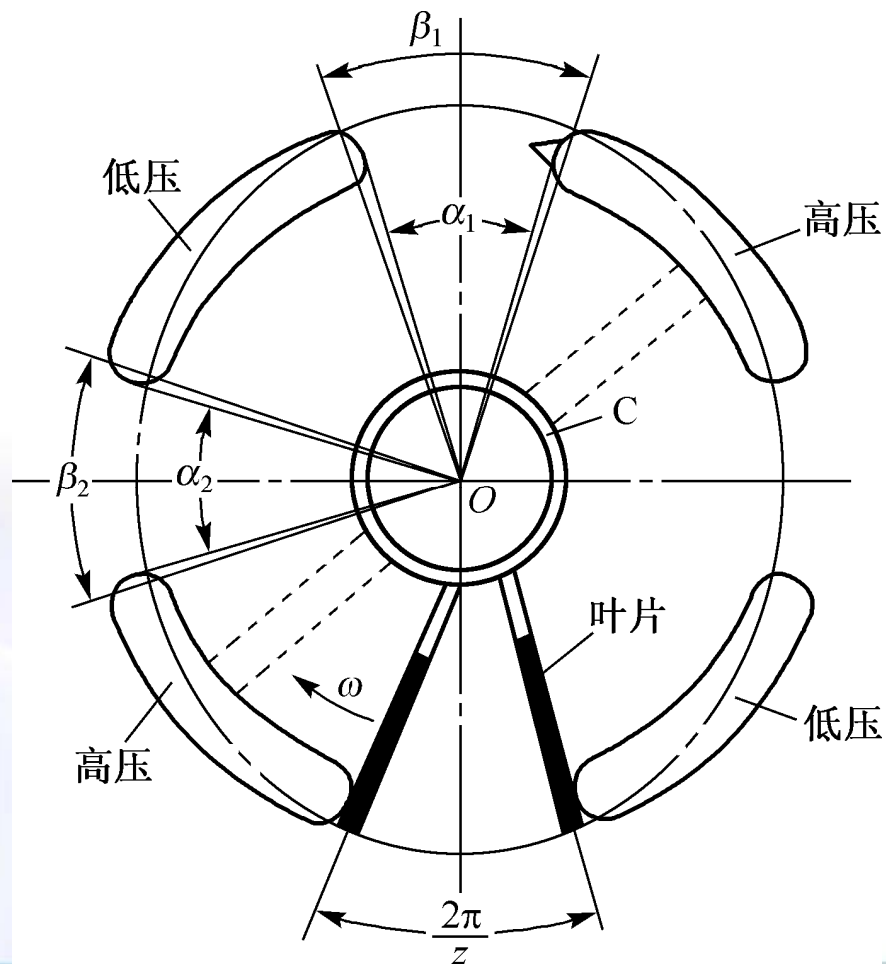
第3章 液压泵与液压马达

3.3 叶片泵与叶片马达



3.3.1 双作用叶片泵

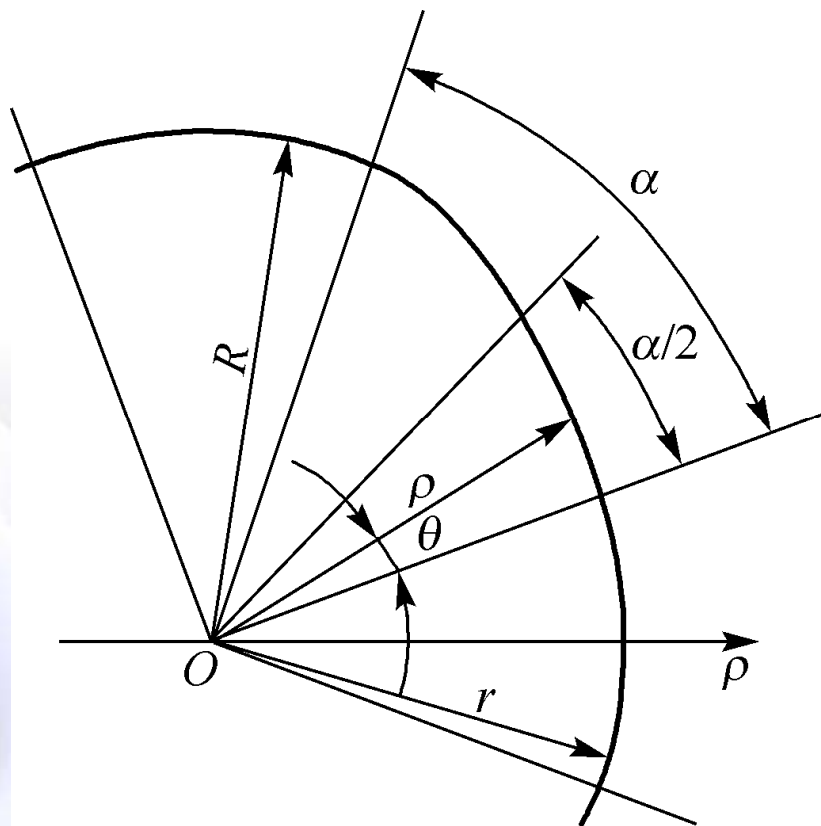
3. 配流盘





3.3.1 双作用叶片泵

4. 定子曲线



液压与气压传动

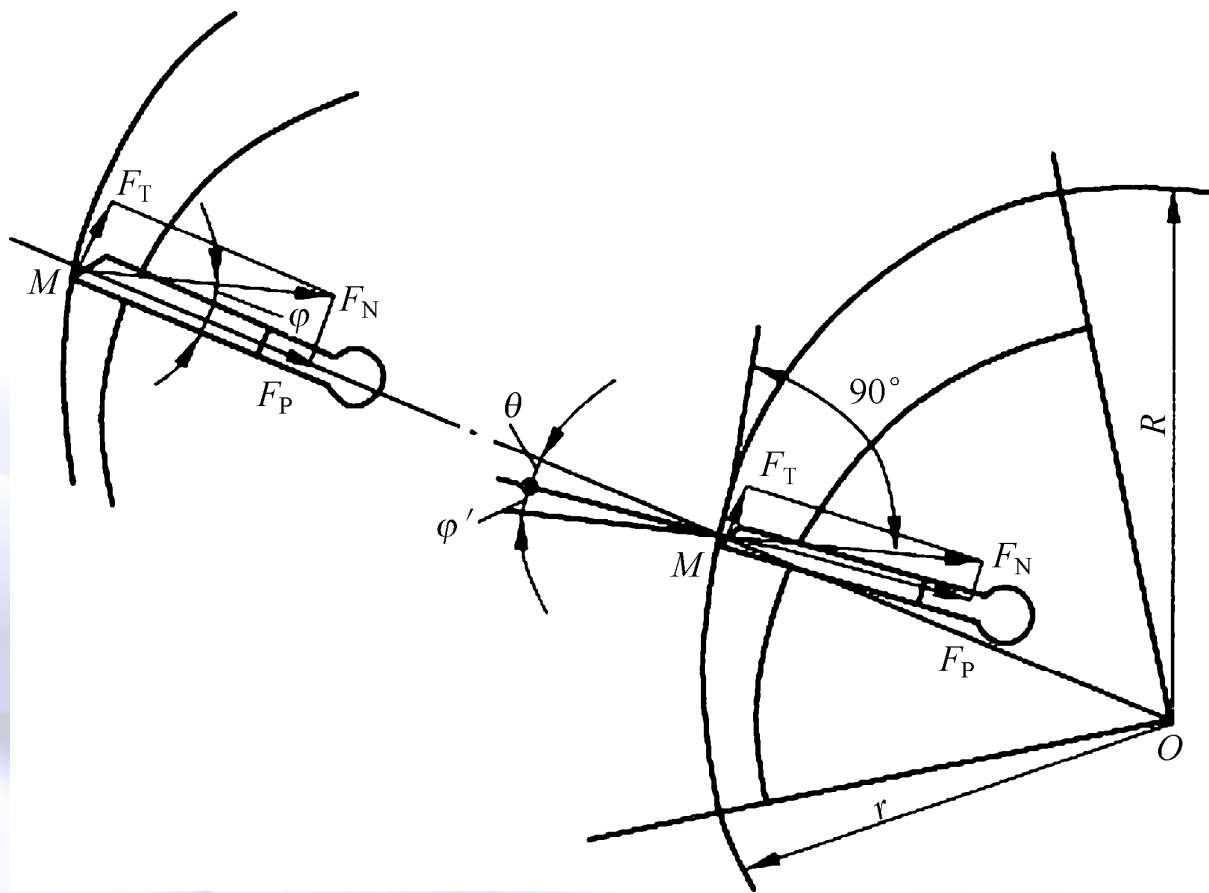
第3章 液压泵与液压马达

3.3 叶片泵与叶片马达



3.3.1 双作用叶片泵

5. 叶片的倾角



液压与气压传动

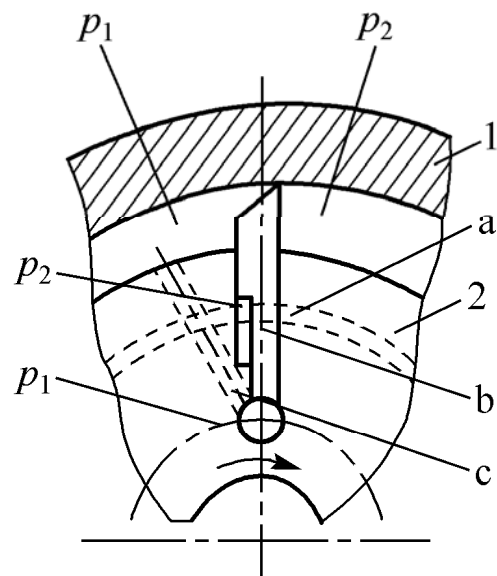
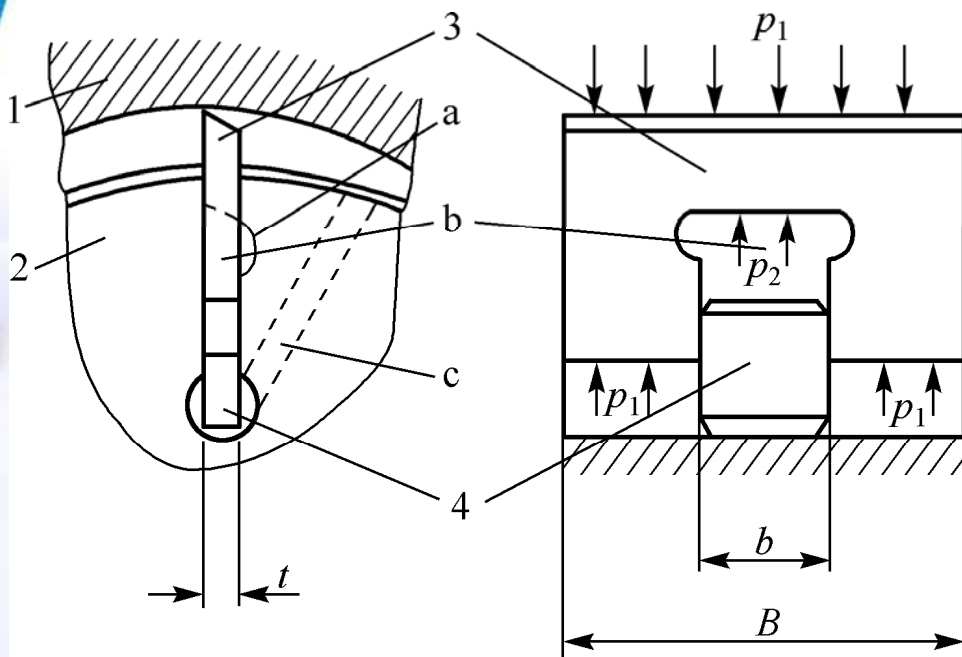
第3章 液压泵与液压马达

3.3 叶片泵与叶片马达



3.3.1 双作用叶片泵

6. 中高压双作用叶片泵



液压与气压传动

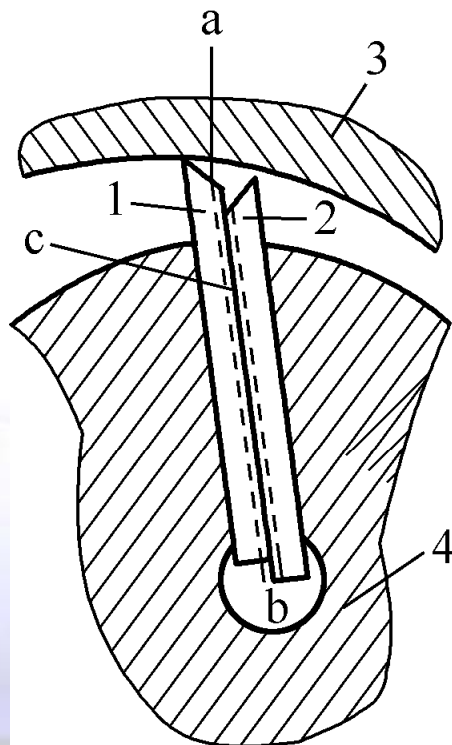
第3章 液压泵与液压马达

3.3 叶片泵与叶片马达

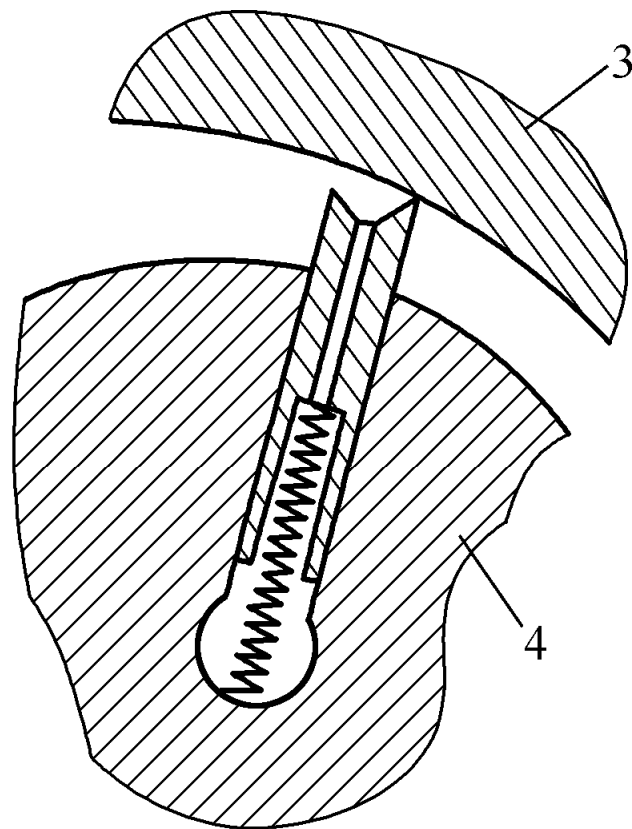


3.3.1 双作用叶片泵

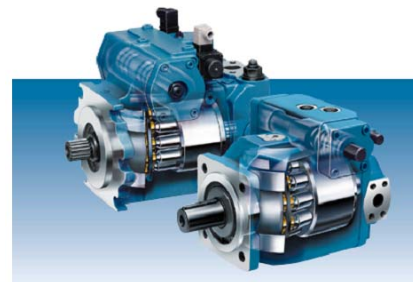
6. 中高压
双作用叶
片泵



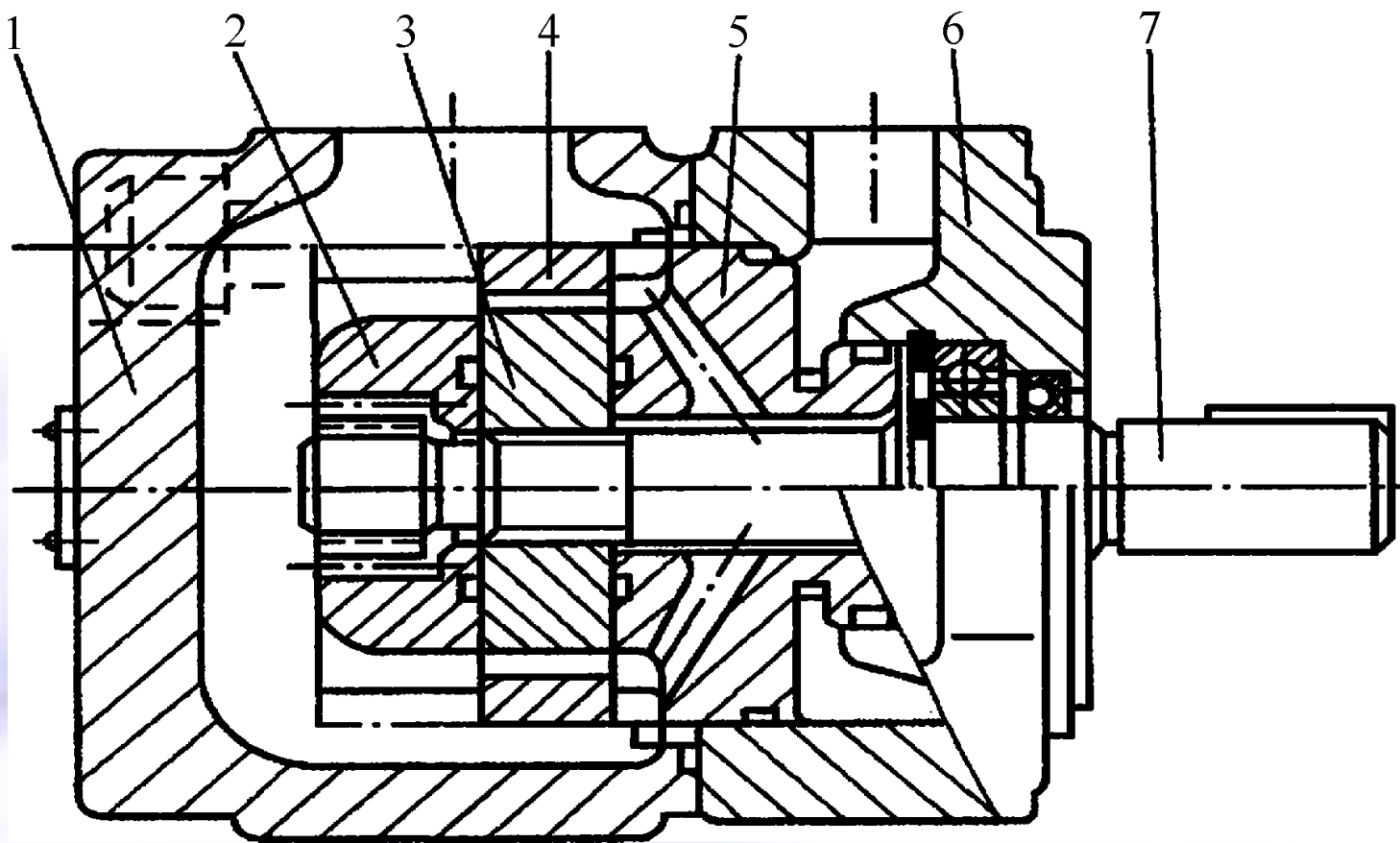
(a) 双叶片结构



(b) 弹簧压紧结构



3.3.1 双作用叶片泵

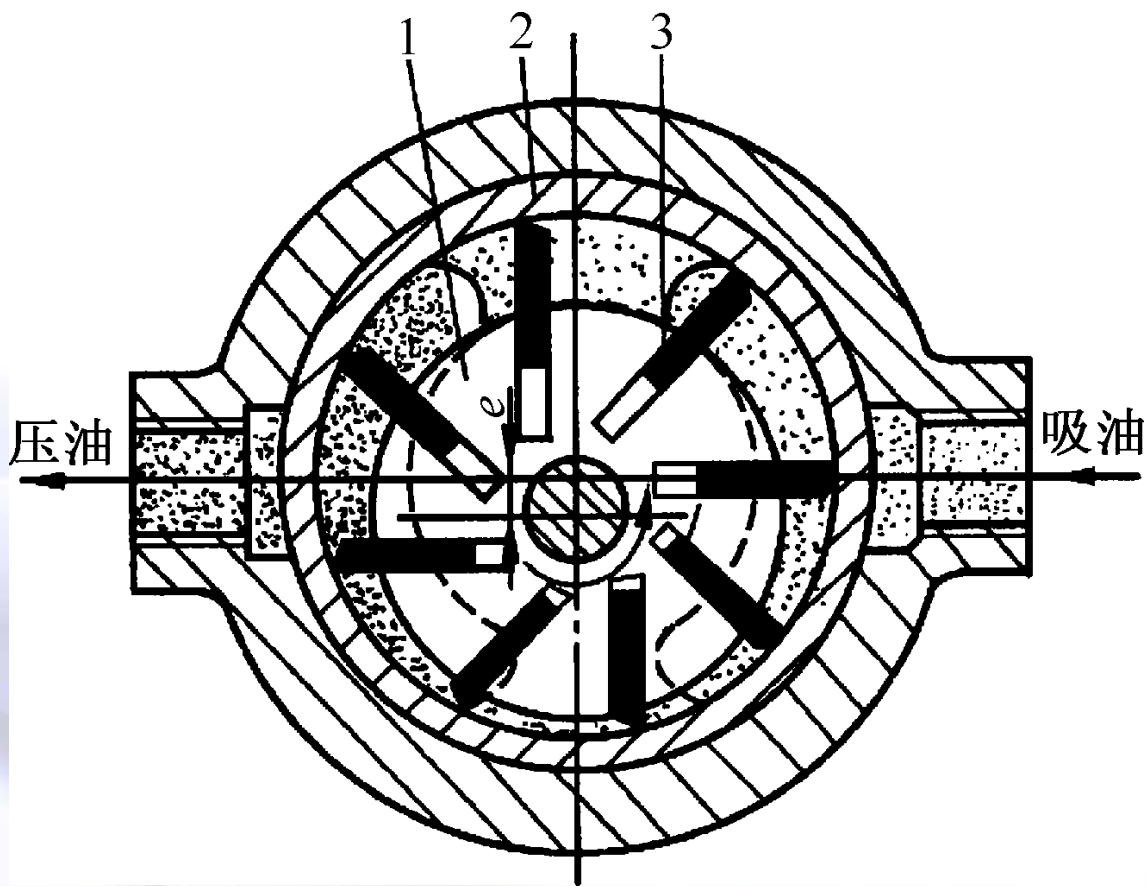


6. 中高压双
作用叶片泵



3.3.2 单作用叶片泵

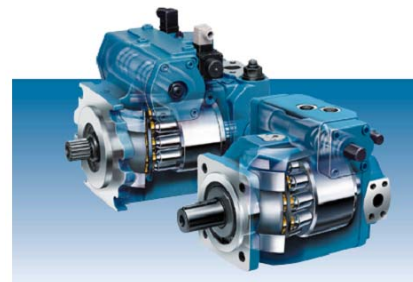
1. 工作原理



液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.3 叶片泵与叶片马达



3.3.2 单作用叶片泵

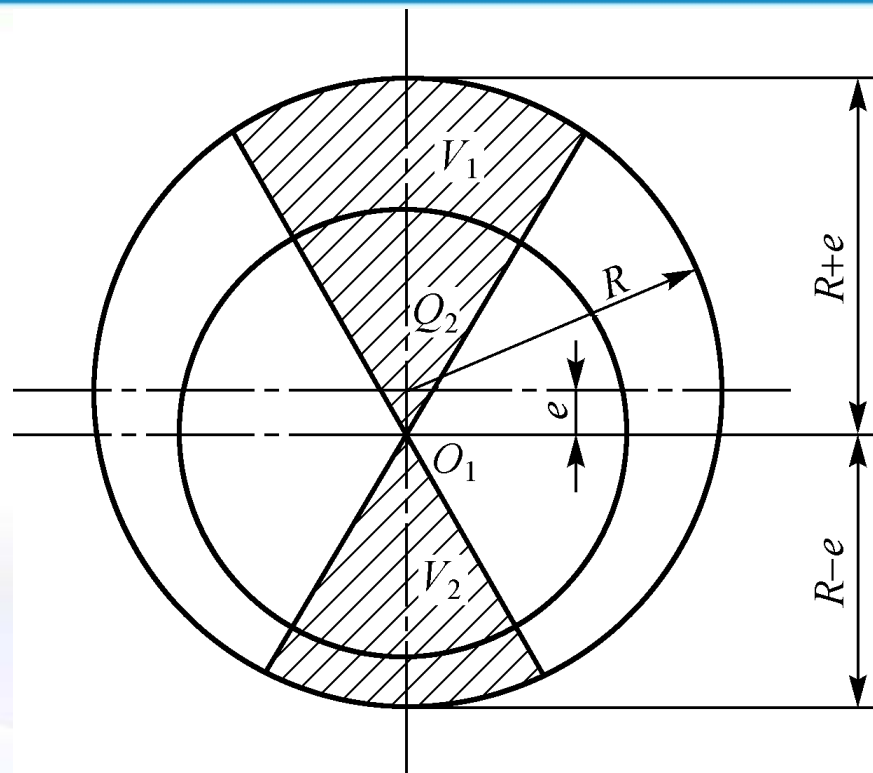
2. 排量与流量

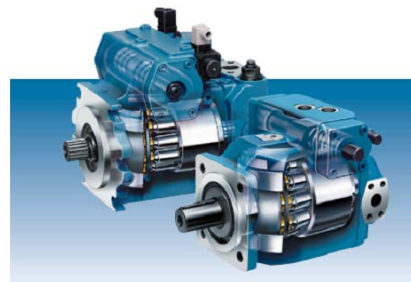
排量:

$$V_p = zV_0 = 4\pi ReB$$

实际流量:

$$q_p = q_{tp} \eta_{vp} = 4\pi ReB n_p \eta_{vp}$$





3.3.2 单作用叶片泵

3. 变量叶片泵

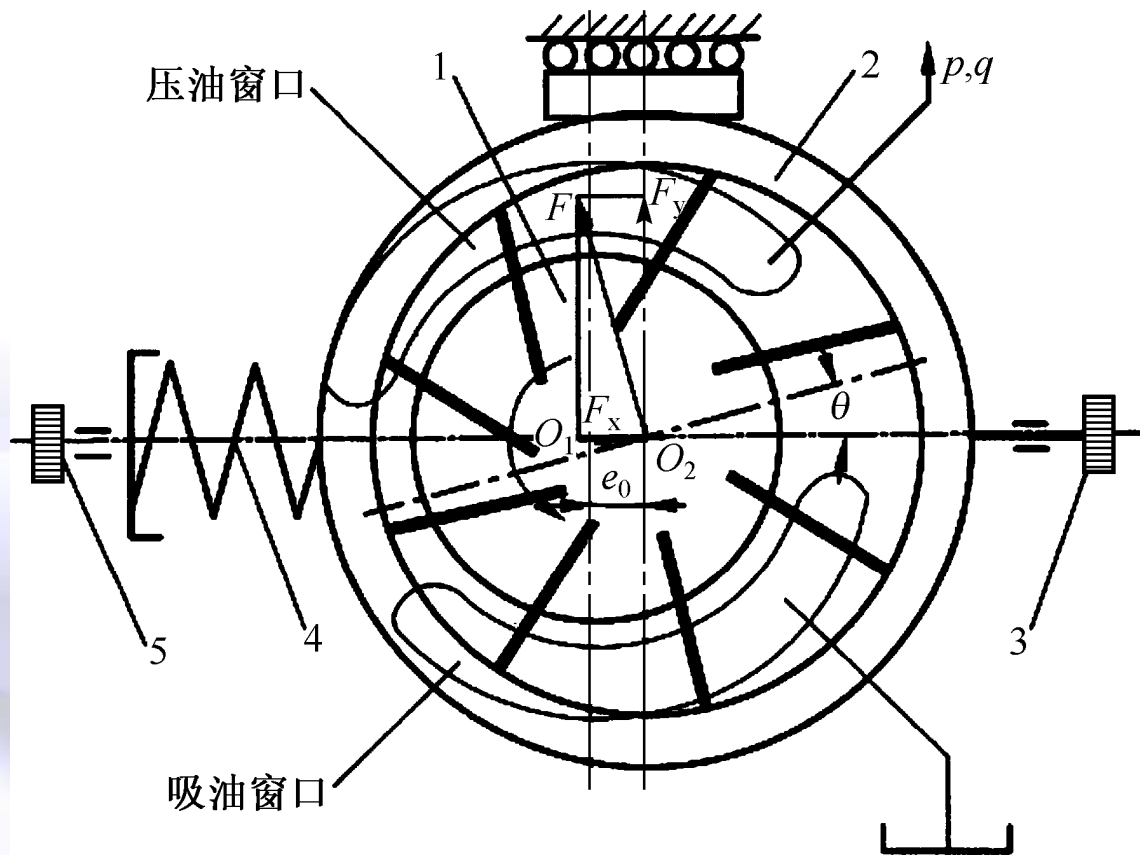


图3-22 内反馈式变量叶片泵的原理

- 1—转子；
- 2—定子；
- 3—极限流量调节螺钉；
- 4—弹簧；
- 5—调压螺钉

液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.3 叶片泵与叶片马达



3.3.2 单作用叶片泵

3. 变量叶片泵

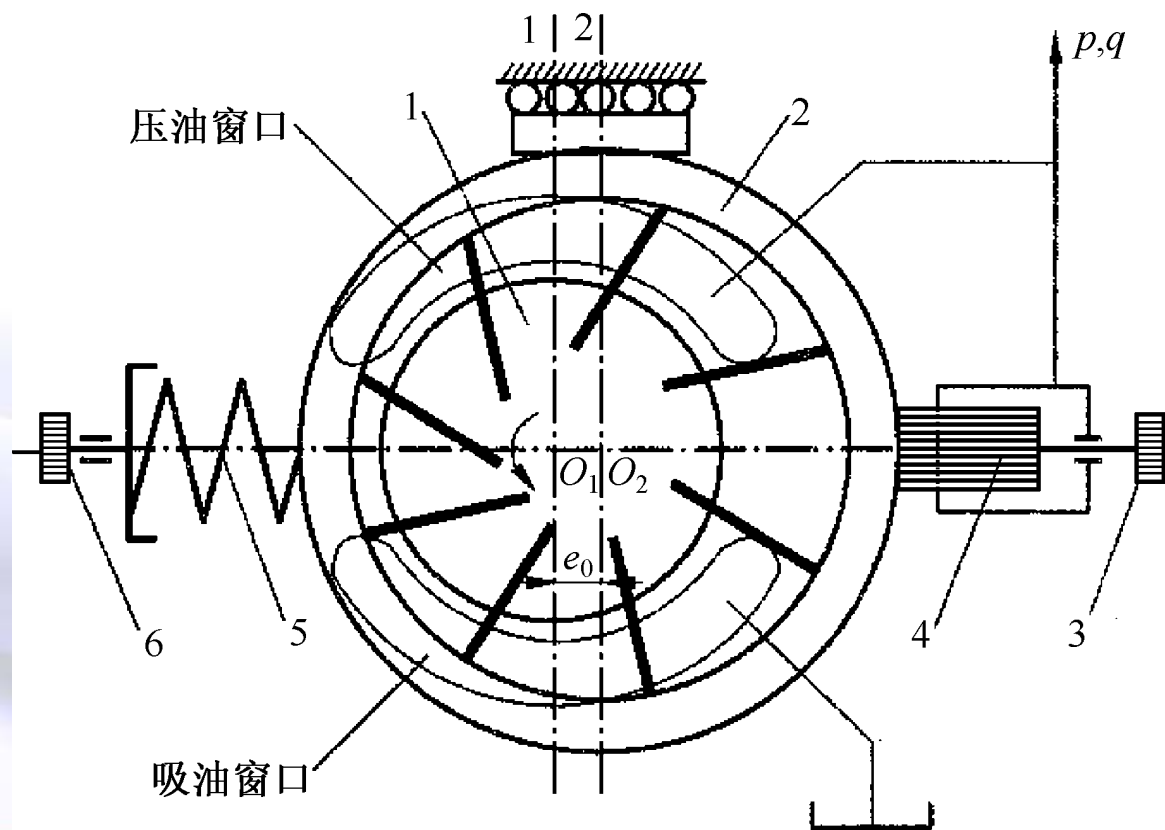


图3-23 外反馈式变量叶片泵的原理
1—转子；2—定子；
3—极限流量调节螺钉；4—变量活塞；
5—弹簧；6—调压螺钉

液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.3 叶片泵与叶片马达



3.3.2 单作用叶片泵

限压式变量叶片泵的应用场合

限压式变量叶片泵适合低压快速行程和高压慢速行程的应用场合。当执行元件快速运动时，就需要大流量，工作压力低，正好使用特性曲线的AB段；当执行元件慢速时，负载压力升高，需要流量减小，正好使用图3-24中特性曲线的BC段，因而合理调整转折点的压力 P_B 至关重要。

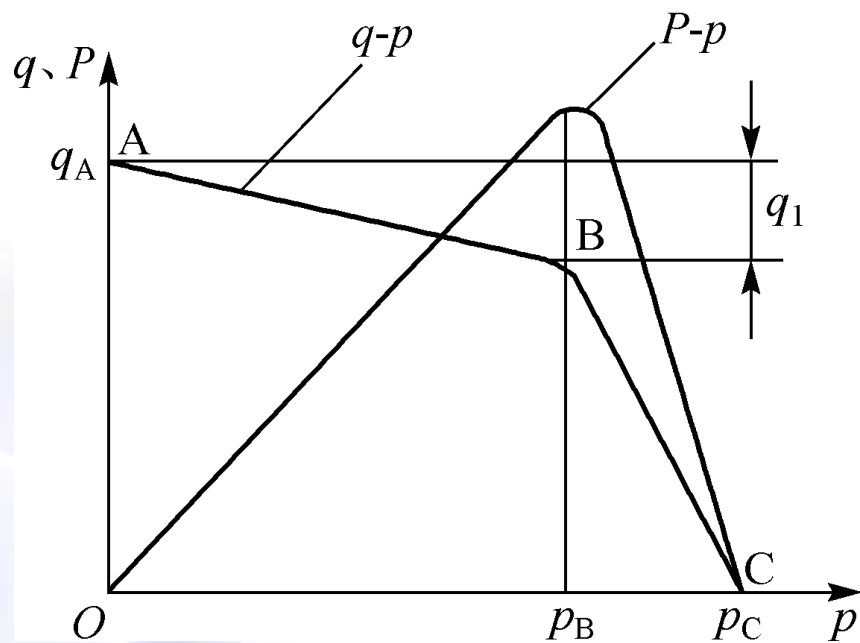


图3-24 限压式变量叶片泵的特性曲线



3.3.3 叶片马达

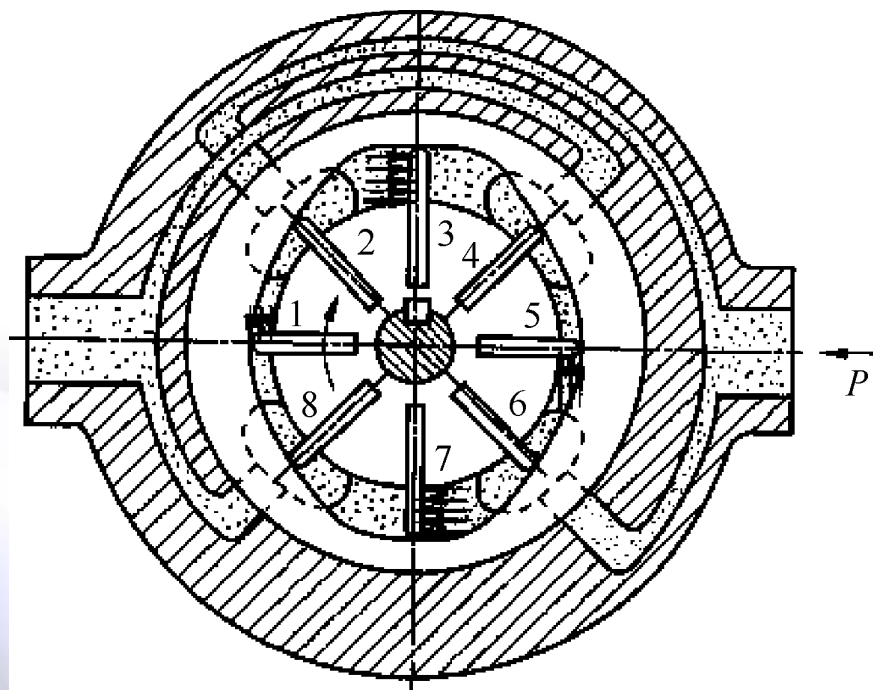


图3-25 双作用叶片马达的工作原理



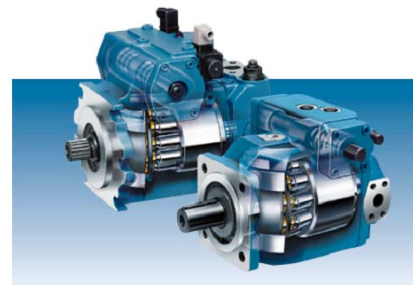
叶片马达与叶片泵的主要区别

- 叶片底部有弹簧，保证在初始条件下叶片贴近内表面，形成密封容积；
- 泵壳内含有两个单向阀。进、回油腔的压力经单向阀选择后再进叶片底部。
- 叶片槽是径向的。这是因为液压马达需要双向旋转之故。

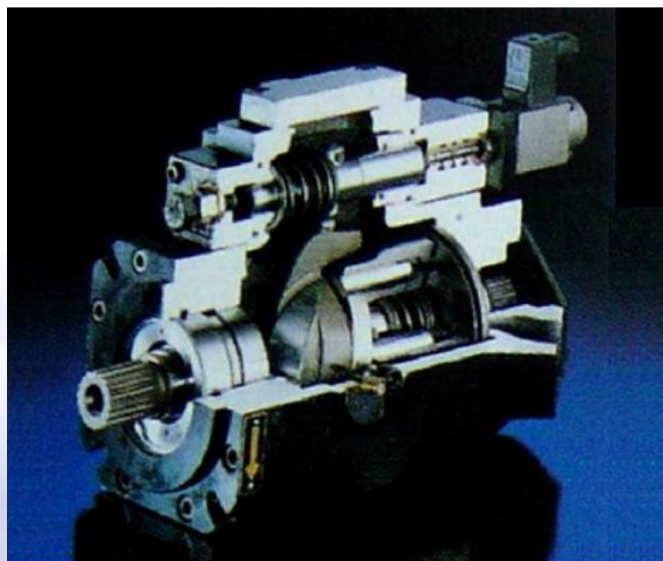
液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.4 柱塞泵与柱塞马达



柱塞泵可分为轴向柱塞泵和径向柱塞泵两大类。轴向柱塞泵因其柱塞的轴线与缸体轴线平行（或基本平行）而得名。径向柱塞泵柱塞的轴线与缸体的轴线垂直，其轴向尺寸短，径向尺寸大。



■ 轴向式

■ 径向式



液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

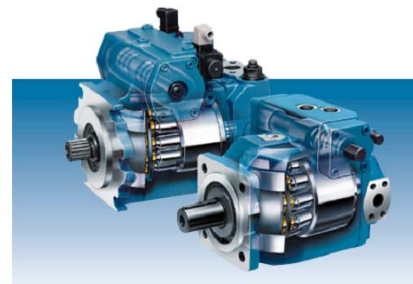
3.4 柱塞泵与柱塞马达



3.4.1 轴向柱塞泵

轴向柱塞泵具有结构紧凑，工作压力高，高压下仍能保持较高的效率，容易实现变量等优点，广泛应用于高压、大流量、大功率的液压系统中。轴向柱塞泵的缺点是对油液的污染比较敏感，对材质和加工精度要求也比较高，使用和维护比较严格，价格贵。

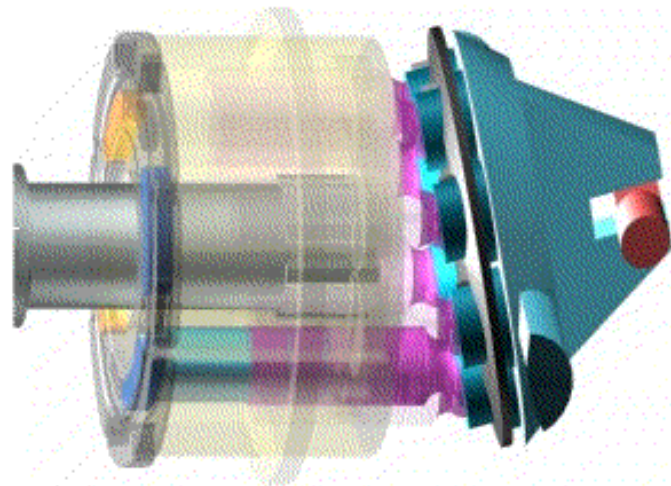




3.4.1 轴向柱塞泵

1. 斜盘式轴向柱塞泵

工作
原理



液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.4 柱塞泵与柱塞马达

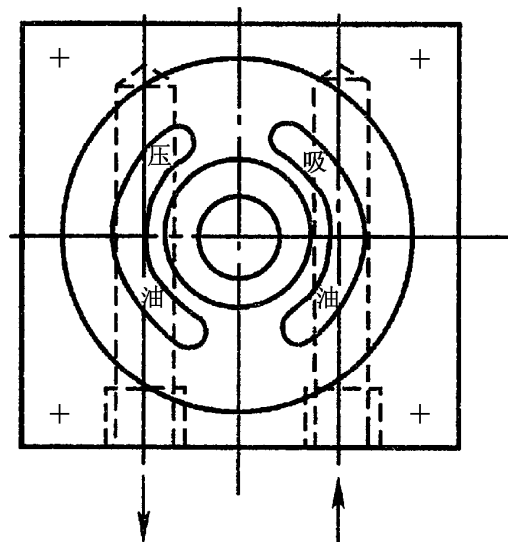


3.4.1 轴向柱塞泵

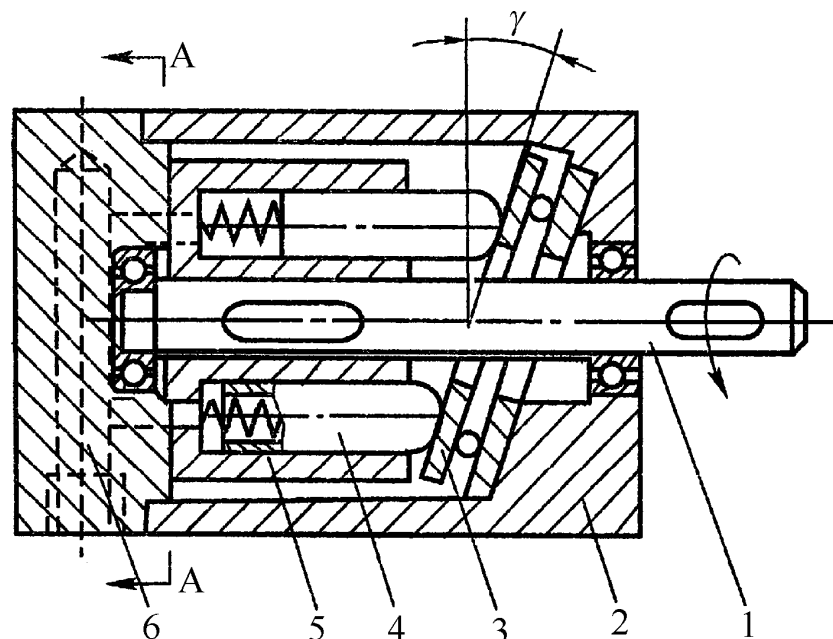
1. 斜盘式轴向柱塞泵

工作原理

A-A (拆去壳体传动轴和轴承)



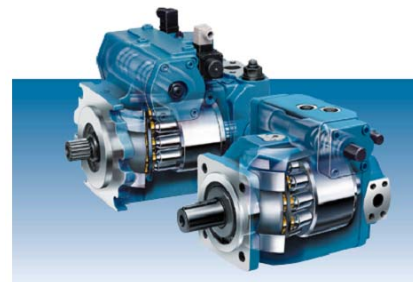
(a)



(b)

图3-26 斜盘式轴向柱塞泵的工作原理图

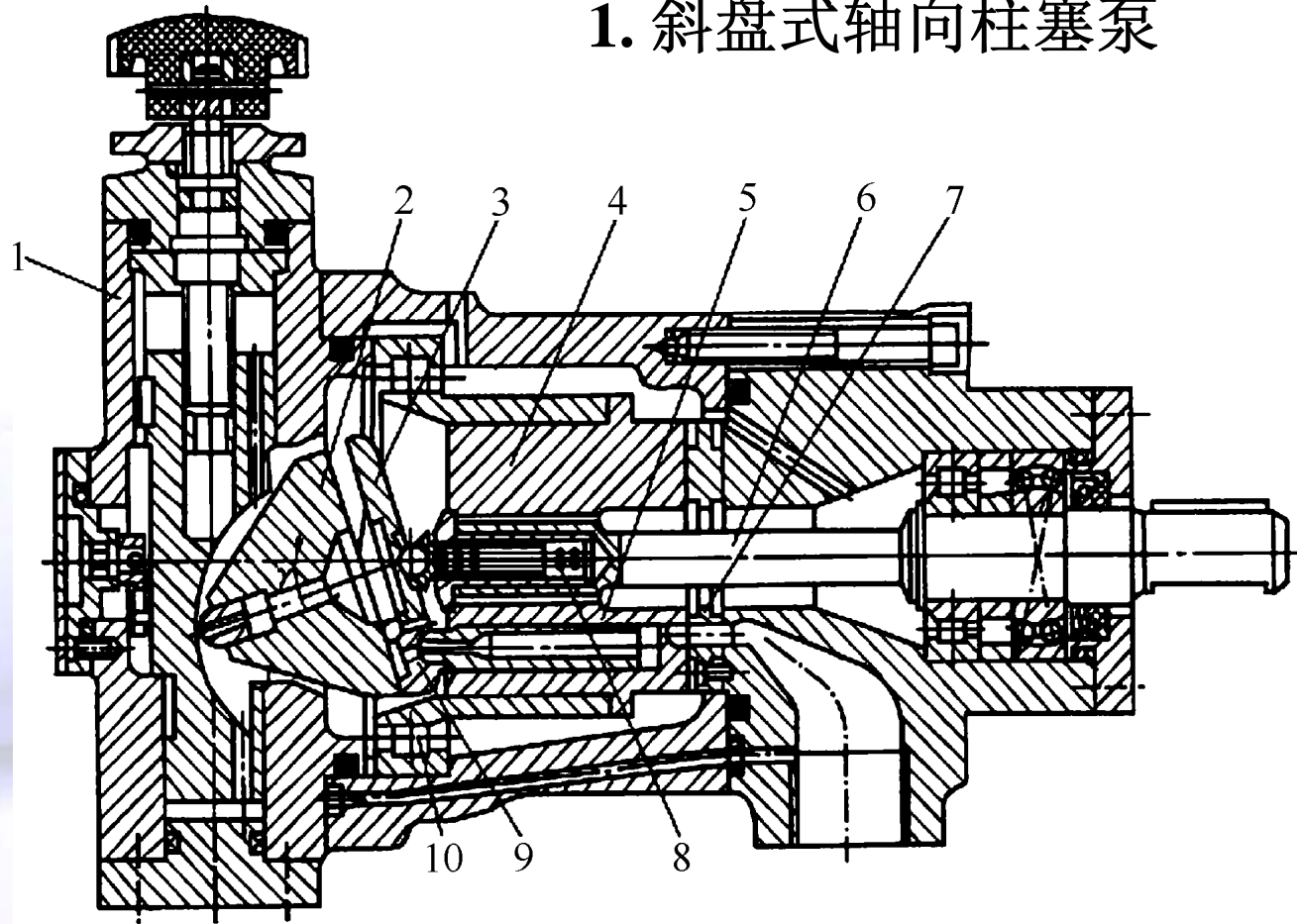
1—传动轴；2—泵体；3—斜盘；4—柱塞；5—缸体；6—配流盘

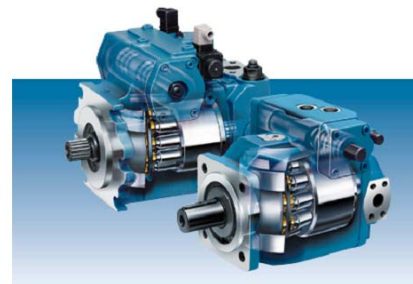


3.4.1 轴向柱塞泵

1. 斜盘式轴向柱塞泵

结构
特点





3.4.1 轴向柱塞泵

1. 斜盘式轴向柱塞泵

结构
特点

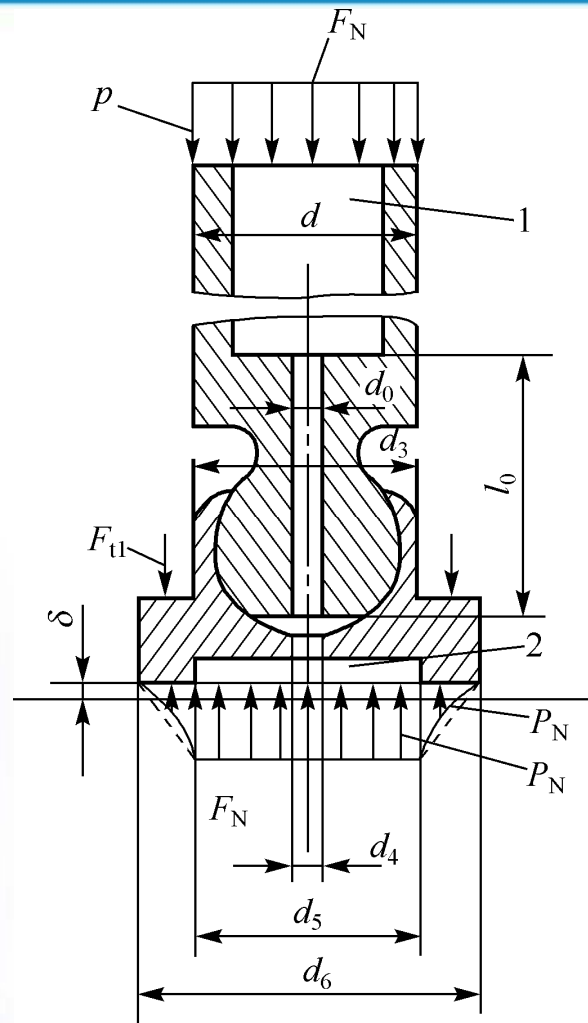


图3-28 泵中滑靴的受力情况

1—油腔；2—油室



3.4.1 轴向柱塞泵

1. 斜盘式轴向柱塞泵

接变量机构

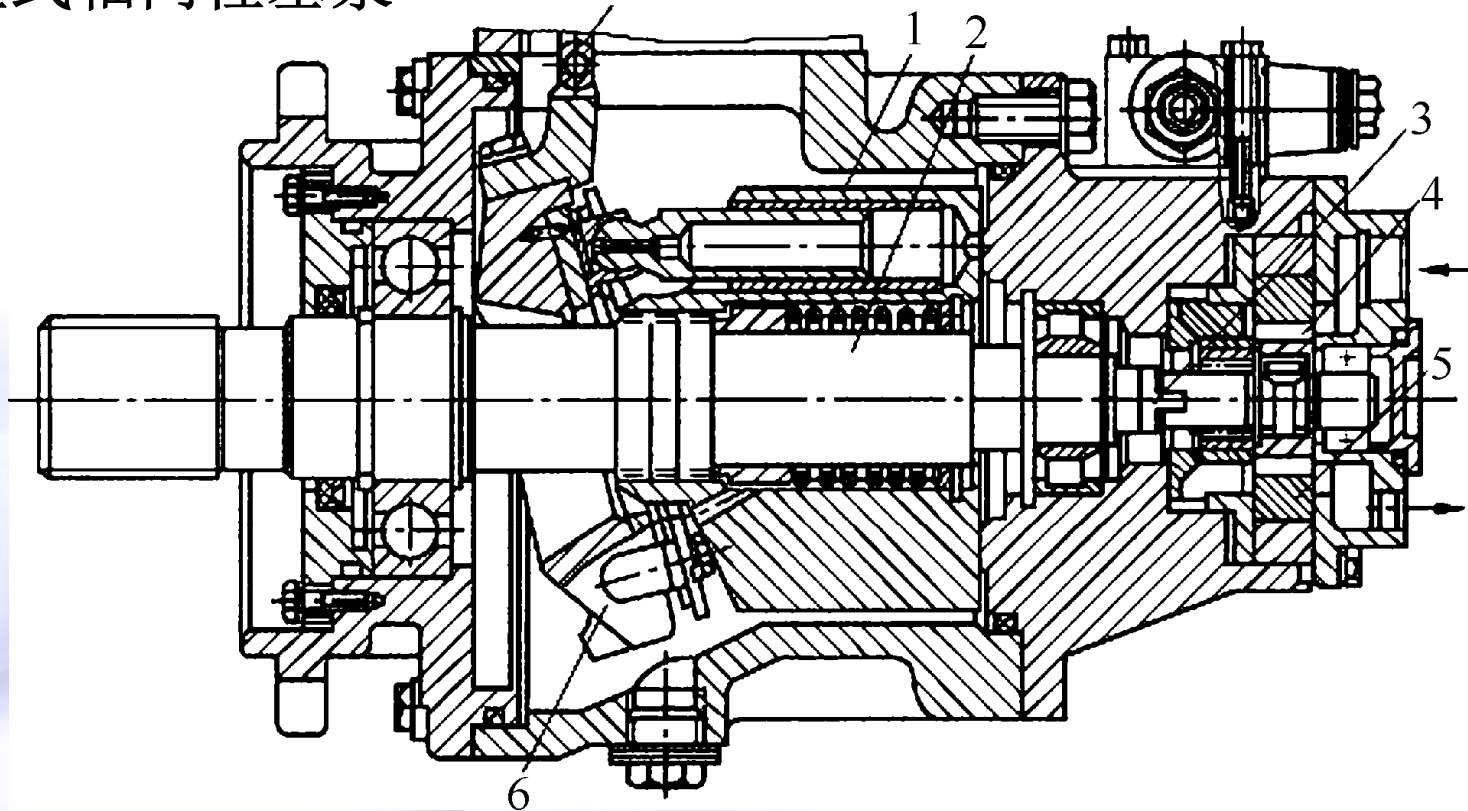


图3-29 通轴
型轴向柱塞泵
的结构

- 1—缸体；2—
- 传动轴；3—
- 联轴器；4—
- 辅助泵内转子；
- 5—辅助泵外
- 转子；6—斜
- 盘

液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.4 柱塞泵与柱塞马达



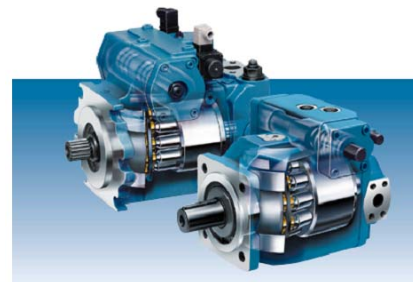
3.4.1 轴向柱塞泵

1. 斜盘式轴向柱塞泵

排量与流量

排量:
$$V_p = \frac{\pi}{4} d^2 z D \tan \gamma$$

实际流量:
$$q_p = \frac{\pi}{4} d^2 z D \tan \gamma \cdot n_p \eta_{vp}$$

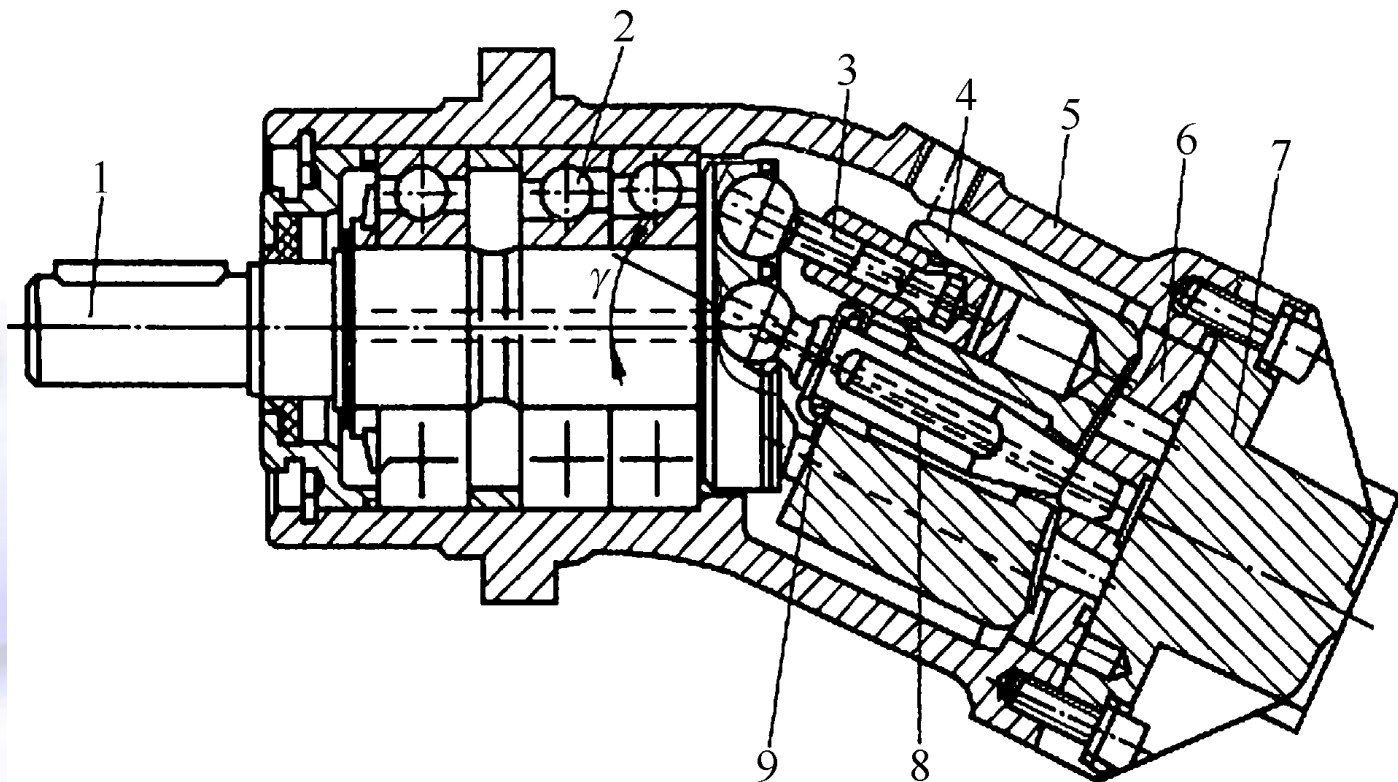


3.4.1 轴向柱塞泵

2. 斜轴式轴向柱塞泵

图3-30 斜轴式轴向柱塞泵结构

- 1—传动轴；
- 2—轴承组；3—
- 连杆柱塞；4—
- 缸体；5—泵体；
- 6—配流盘；7—
- 后盖；8—中心
- 轴；9—碟形弹
- 簧



液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.4 柱塞泵与柱塞马达



3.4.1 轴向柱塞泵

3. 轴向柱塞泵的变量机构

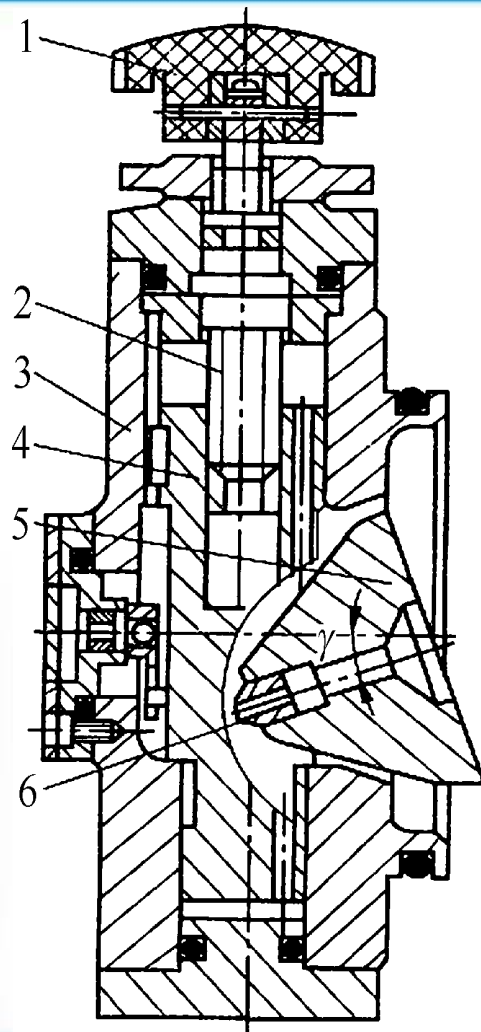
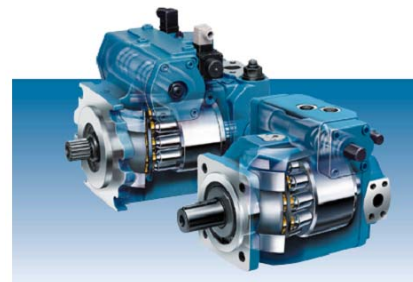


图3-31 轴向柱塞泵的手动变量装置
1—调节手轮；2—螺杆；3—变量头体；
4—变量活塞；5—变量斜盘；6—轴销

液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

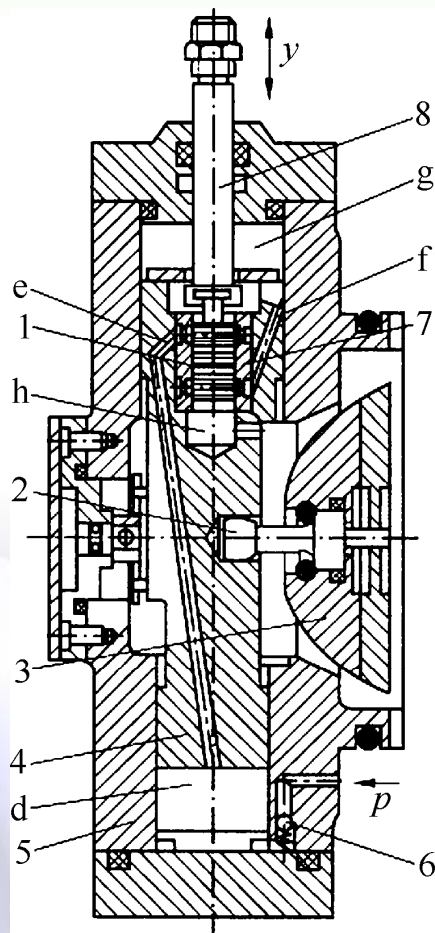
3.4 柱塞泵与柱塞马达



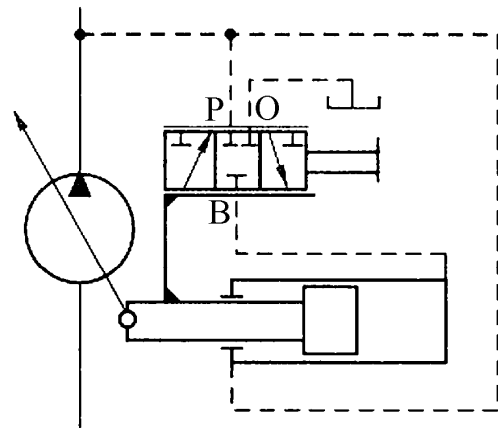
3.4.1 轴向柱塞泵

3. 轴向柱塞泵的变量机构

图3-32 柱塞泵用伺服变量装置及其原理
 1—伺服阀芯；2—球铰；
 3—斜盘；4—变量活塞；
 5—泵体；6—单向阀；7—
 阀套；8—拉杆



(a) 结构图



(b) 原理图及图形符号



3.4.1 轴向柱塞泵

4. 用于水压传动的轴向柱塞泵

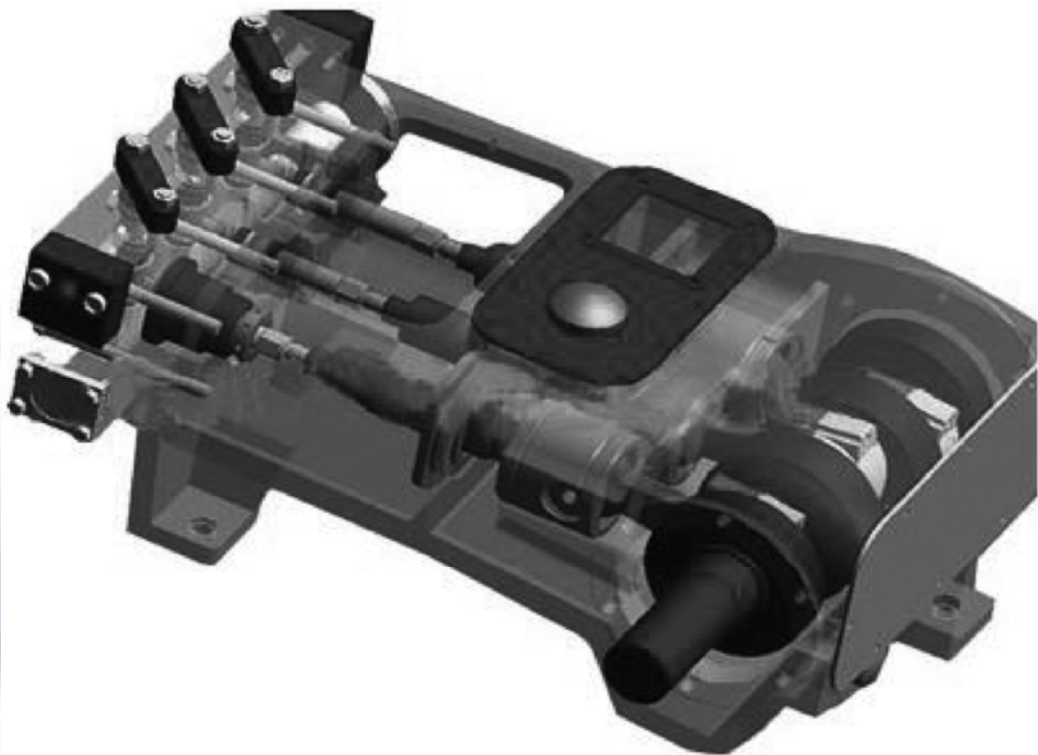
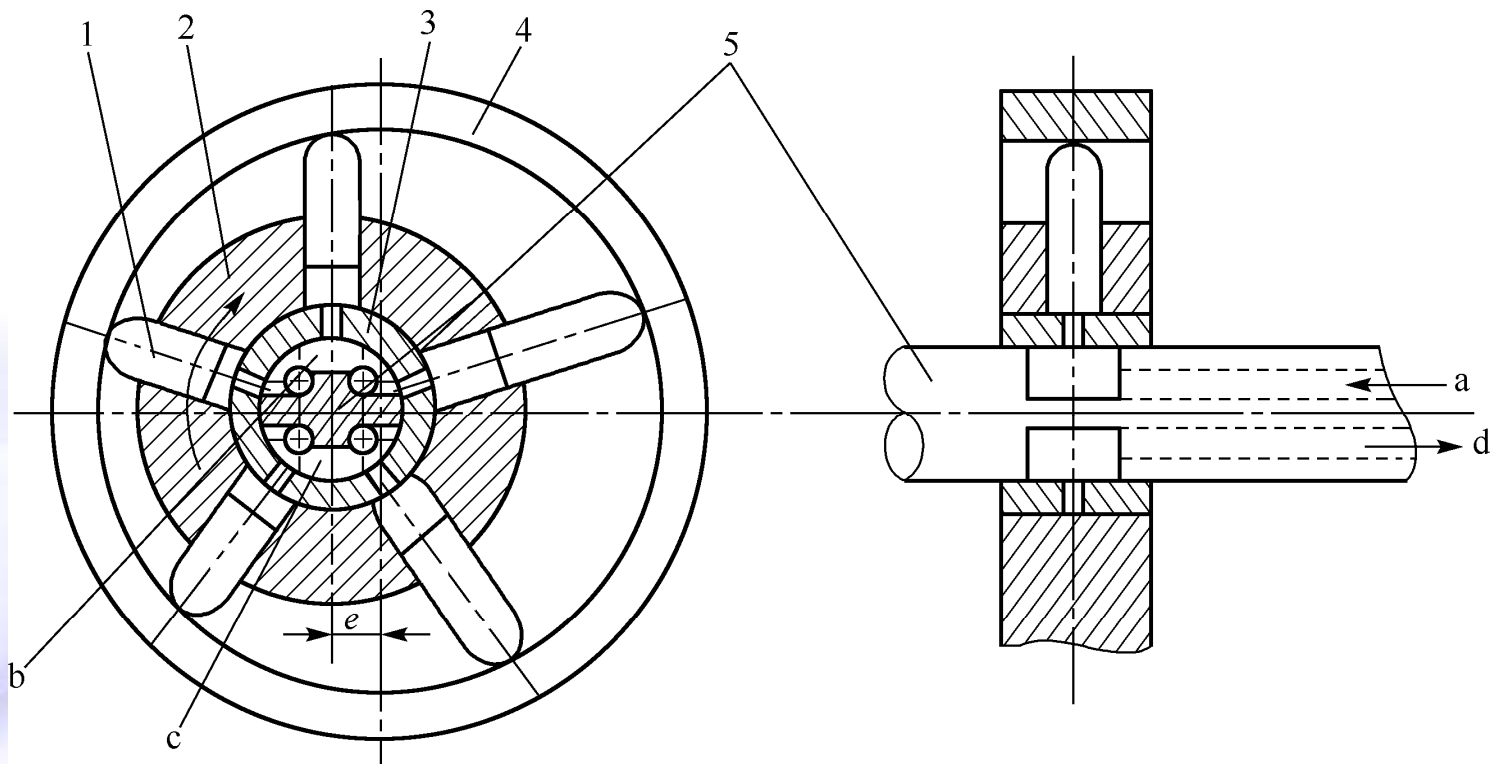


图3-33 用于水压传动的常规三柱塞泵的立体图



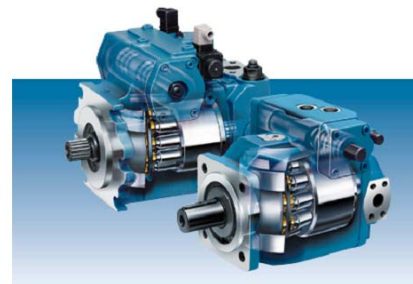
3.4.2 径向柱塞泵

1. 工作原理



(a) 端面局部剖视图

(b) 轴向联接情况



3.4.2 径向柱塞泵

2. 排量与流量

排量:

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 (2ez)$$

实际流量:

$$q = \frac{\pi}{4} d^2 (2ez) n \eta_v = \frac{\pi}{2} d^2 ez n \eta_v$$

液压与气压传动

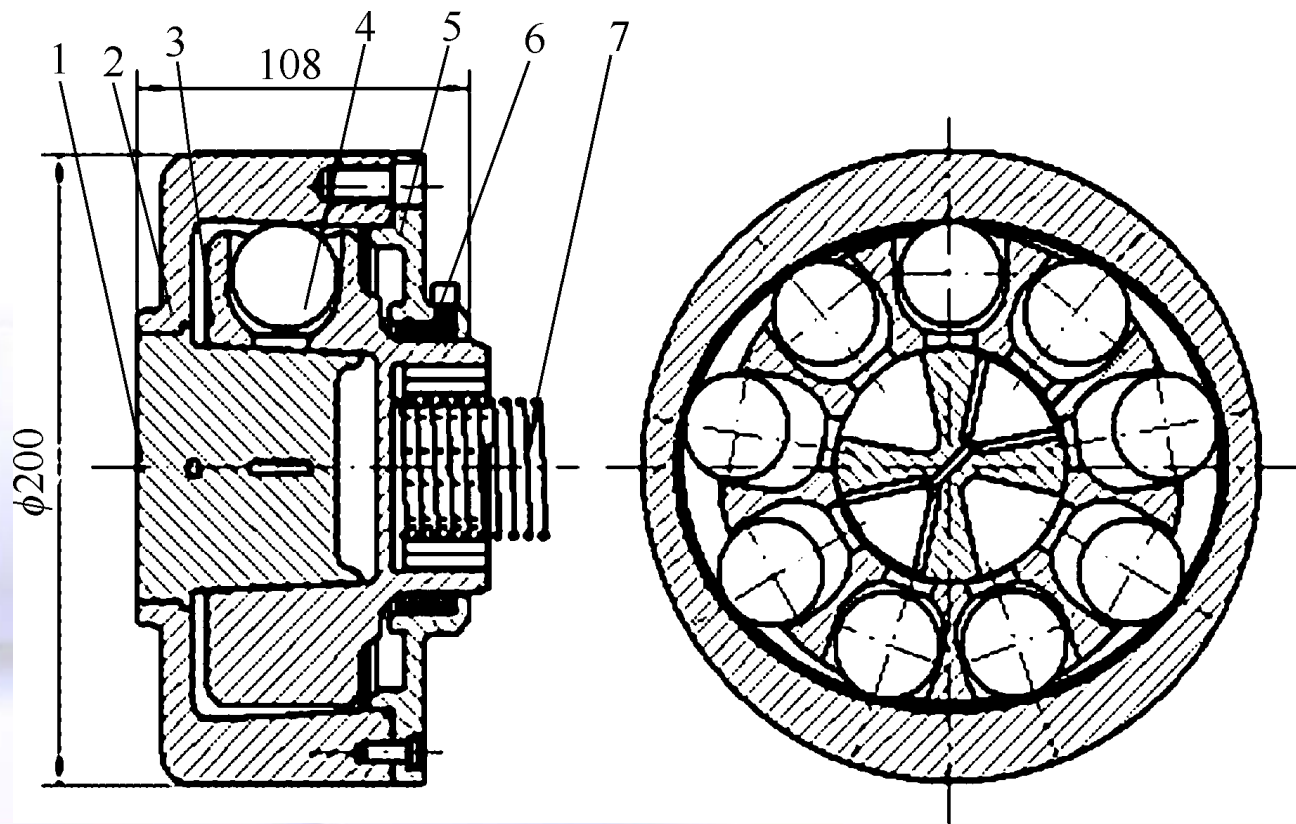
第3章 液压泵与液压马达

3.4 柱塞泵与柱塞马达



3.4.2 径向柱塞泵

3. 高精度球型径向柱塞泵



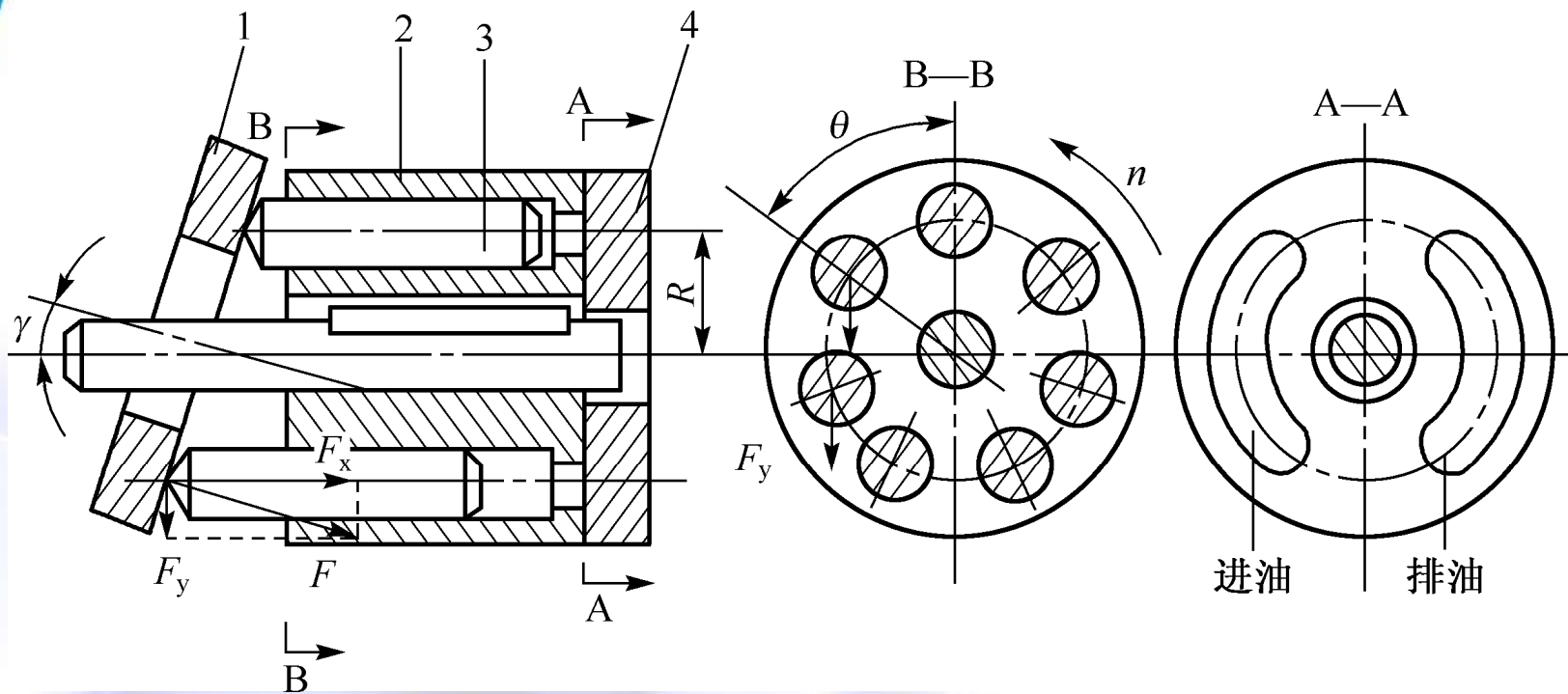
液压与气压传动

第3章 液压泵与液压马达

3.4 柱塞泵与柱塞马达



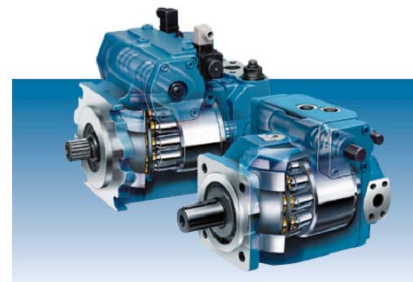
3.4.3 轴向柱塞马达



液压与气压传动

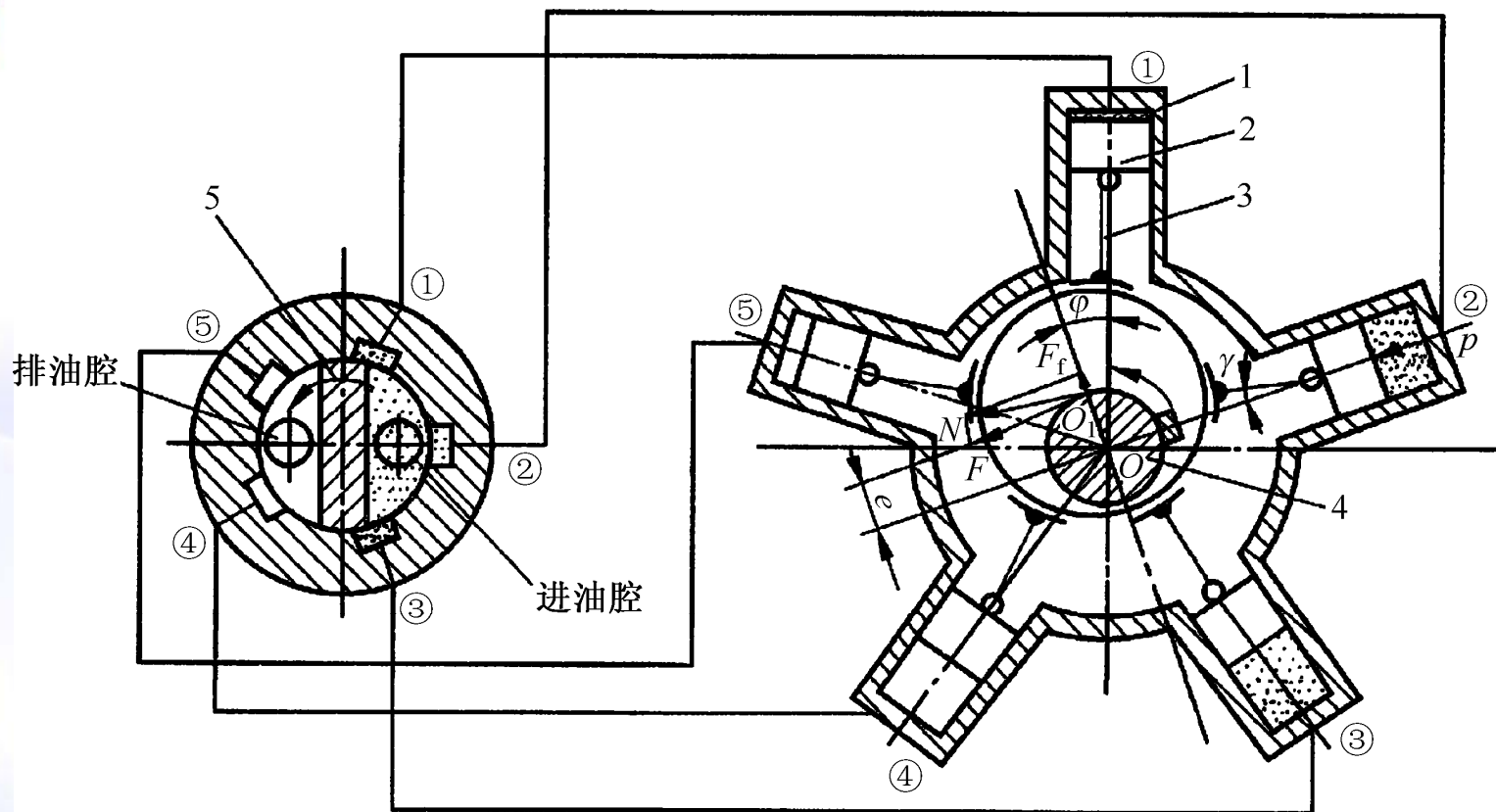
第3章 液压泵与液压马达

3.4 柱塞泵与柱塞马达



3.4.4 径向柱塞马达

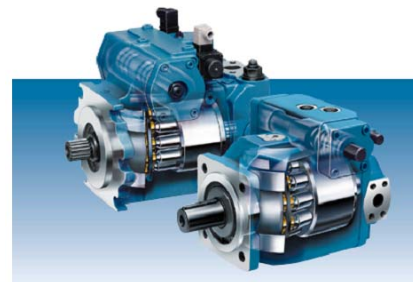
1. 单作用连杆型



液压与气压传动

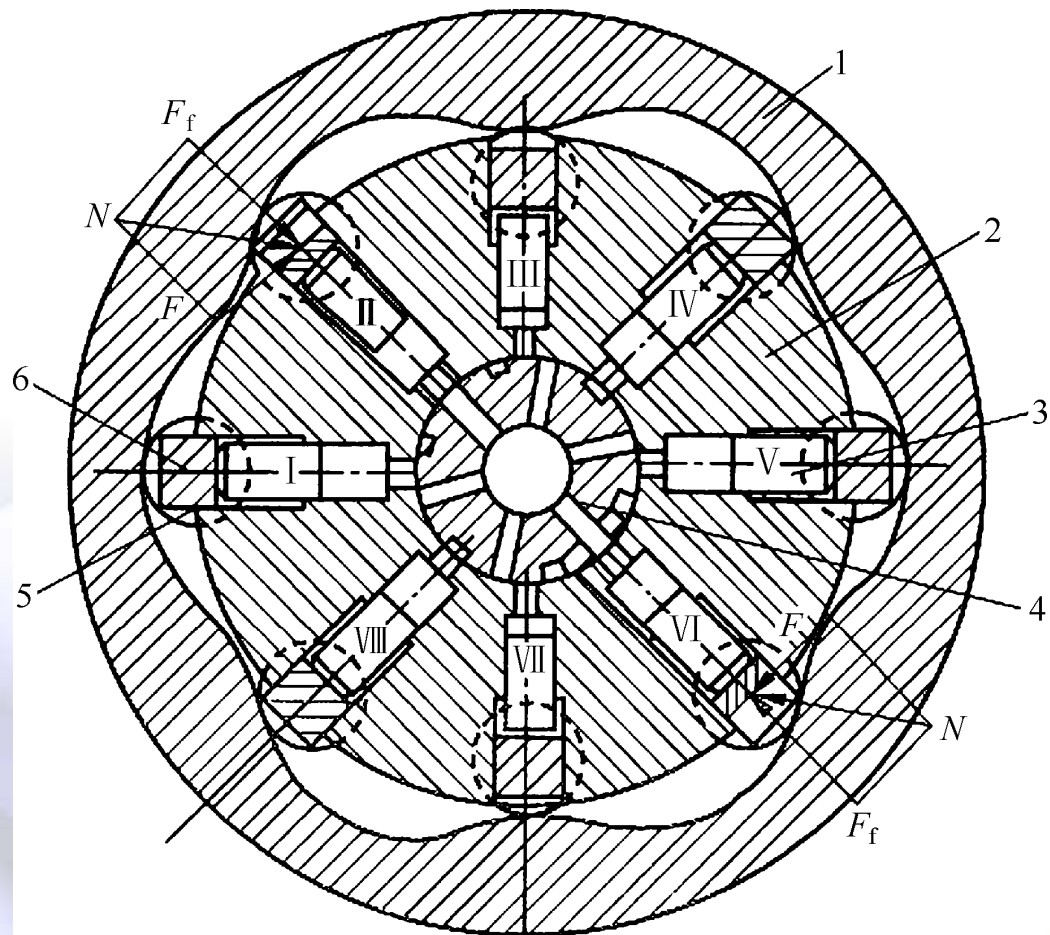
第3章 液压泵与液压马达

3.4 柱塞泵与柱塞马达



3.4.4 径向柱塞马达

2. 多作用内曲线式



液压与气压传动

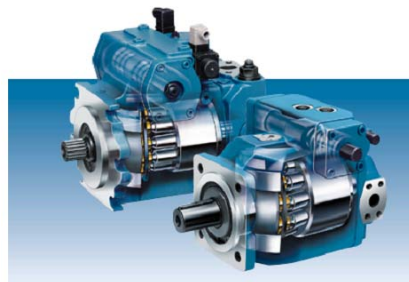
第3章 液压泵与液压马达

3.5 液压泵与液压马达的选用



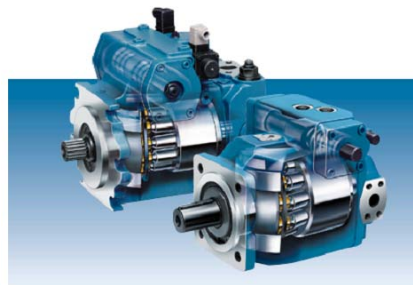
3.5.1 液压泵的选用

泵类型 特性 及应用场合	齿轮泵			叶片泵		柱塞泵		
	内啮合		外啮合	双作用	单作用	轴向		径向
	渐开线	摆线				斜轴式	斜盘式	
压力范围	低压	低压	低压	中压	中压	高压	高压	高压
排量调节	不能	不能	不能	不能	能	能	能	能
输出流量脉动	小	小	很大	很小	一般	一般	一般	一般
自吸特性	好	好	好	较差	较差	差	差	差
对油的污染敏感性	不敏感	不敏感	不敏感	较敏感	较敏感	很敏感	很敏感	很敏感
噪声	小	小	大	小	较大	大	大	大
价格	较低	低	最低	较低	一般	高	高	高
功率质量比	一般	一般	一般	一般	小	一般	小	小
效率	较高	较高	低	较高	较高	高	高	高
应用场合	机床、农业机械、工程机械、飞机、船舶、一般润滑的机械			机床、工程机械、液压机、起重机、飞机		工程机械、运输机械、锻压机械、农业机械、飞机		



3.5.2 液压马达的选用

种类 性能参数	高速马达			低速马达
	齿轮式	叶片	柱塞式	径向柱塞式
额定压力/MPa	21	17.5	35	35
排量/ (mL/r)	4~300	25~300	10~1000	125~38 000
转速/ (r/min)	300~5000	400~3000	10~5000	1~500
总效率/ (%)	75~90	75~90	85~95	80~92
堵转效率/ (%)	50~85	70~80	80~90	75~85
堵转泄漏	大	大	小	小
污染敏感度	大	小	小	小
变量能力	不能	困难	可以	可以



【本章小结】

1. 掌握容积式液压泵与液压马达的基本工作原理。
2. 掌握液压泵与液压马达主要技术参数的定义及计算的异同点。
3. 对各种液压泵与液压马达的结构差异进行对比，并正确选用液压泵和液压马达。