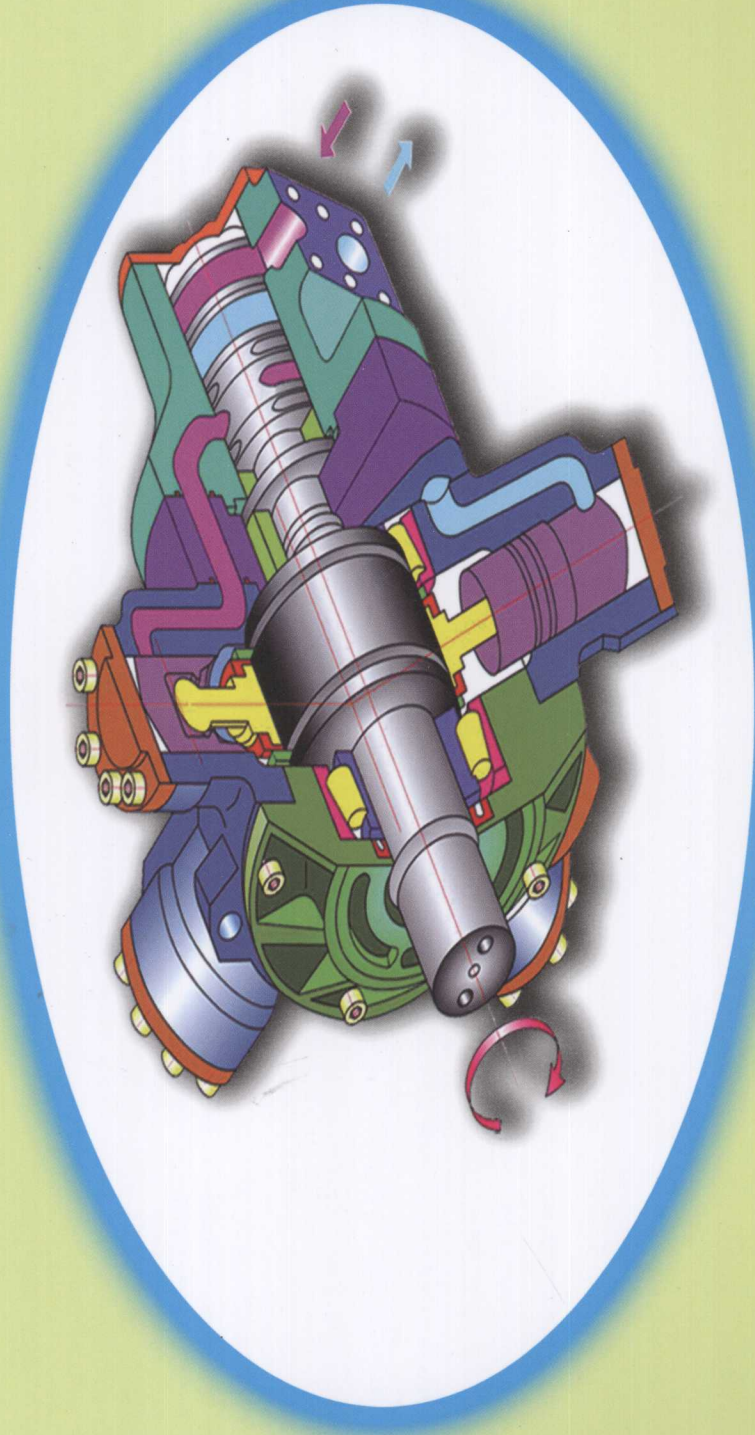


# 工程机械 液压与液力传动图册

Gongcheng Jixie Yeya Yu Yeli Chuandong Tuce

王兴元 编著

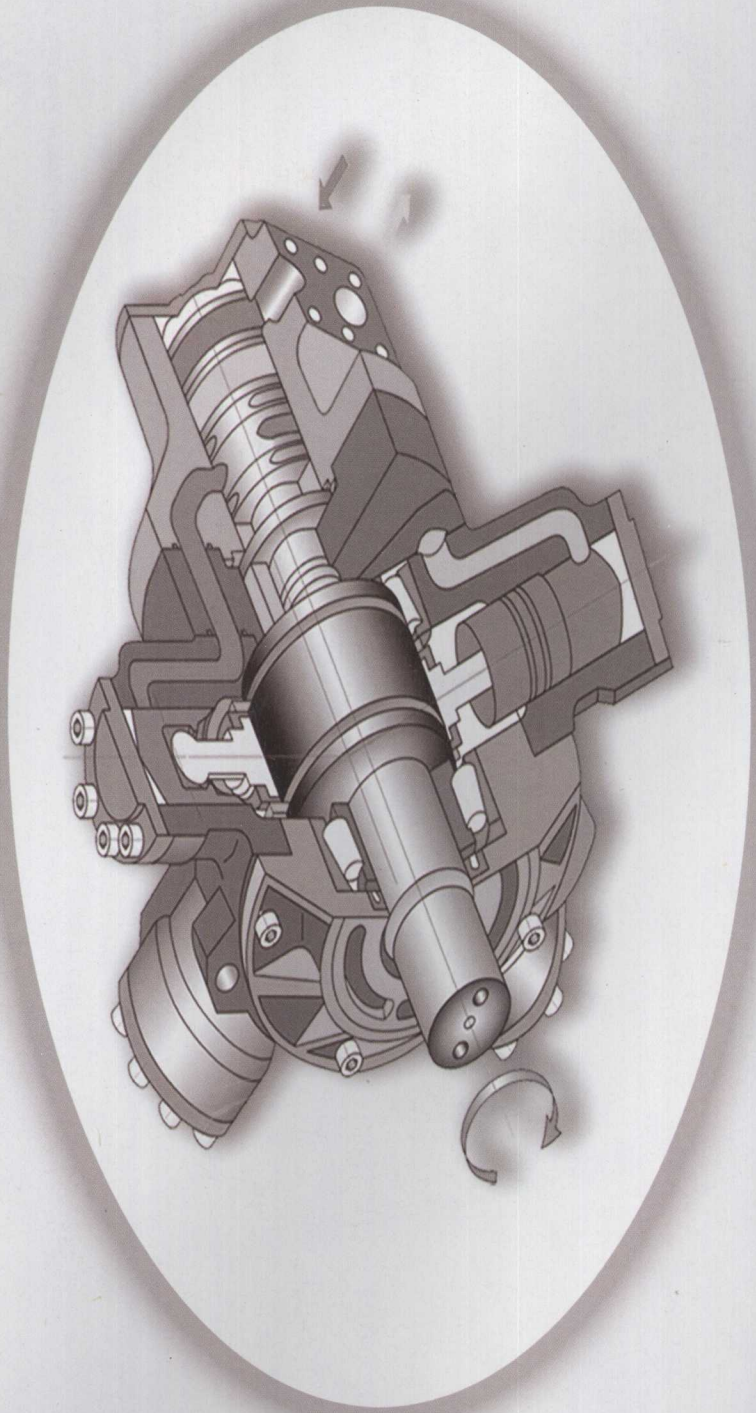


人民交通出版社  
China Communications Press

# 工程机械 液压与液力传动图册

Gongcheng Jixie Yeya Yu Yeli Chuandong Tuce

王兴元 编著



人民交通出版社

## 内 容 提 要

本图册通过彩色立体图、剖面图及相应的文字说明,系统地介绍了工程机械液压与液力传动基础理论、工程机械常用液压元件的结构原理和工程机械液压传动系统基本形式,并对典型工程机械液压系统进行详细地分析。

本图册形象直观,通俗易懂,适用于工程机械技术人员和大专院校工程机械及相关专业师生使用。

书 名: 工程机械液压与液力传动图册

著 者: 王兴元

责任编辑: 白 峰

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外馆斜街3号

网 址: <http://www.cccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 889 × 1194 1/16

印 张: 6.75

字 数: 200 千

版 次: 2008 年 4 月第 1 版

印 次: 2008 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06976-5

定 价: 26.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

图书在版编目 (C I P) 数据

工程机械液压与液力传动图册/王兴元编著. —北京: 人民交通出版社, 2008.3

ISBN 978-7-114-06976-5

I. 王… II. 王… III. ①工程机械-液压传动-图集②工程机械-液力传动-图集 IV. TU6-64 TH137.33-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 009484 号

# 前 言

随着经济建设的快速持续发展,工程机械的数量、质量、机械化程度呈现空前的好发展势头。先进的工程机械都是典型的机电液一体化的高科技产品,尤其是液压技术的应用在工程机械的发展中的地位和作用更是不可替代的,“无液不成机”已成人们共识。

工程机械的性能和质量直接影响到工程施工的质量和速度,而液压系统的故障往往是引起工程机械故障的主要原因。只有在充分熟悉工程机械液压传动系统工作原理的基础上,才能掌握液压传动系统的故障分析和诊断排除方法。这就要求有关人员具备一定的工程机械液压传动知识,因此,提升工程机械使用、管理、维修人员的技术水平显得十分必要和迫切。

本人从事工程机械维修、教学、研究多年,收集和整理了大量的工程机械液压技术方面的资料。结合多年的教学和维修经验,整理、编写这本《工程机械液压与液力传动图册》。本书以彩图形式系统地介绍了工程机械液压与液力传动的结构与原理,形象直观、通俗易懂,希望能对提高工程机械使用、管理、维修人员的技术水平、促进我国工程机械的发展起到一定的作用。

由于编者水平所限,疏忽和缺点在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 著 者

## 目 录

液压传动的基本概念、组成和特点	1	液压锁的结构及应用	28
液压传动的基本理论	2	液控止回阀的应用	29
液压系统的常见异常现象	3	方向控制阀的分类	30
液力传动的简介	4	典型手动换向阀的结构及工作原理	31
液力变矩器的工作原理	5	典型液动换向阀的结构及工作原理	32
典型液力变矩器的工作特点	6	典型电磁换向阀的结构及工作原理	33
动力元件的分类	7	典型电液换向阀的结构及工作原理	34
液压泵的工作原理	8	滑阀的中位机能及应用(一)	35
齿轮泵的结构与工作原理	9	滑阀的中位机能及应用(二)	36
齿轮泵的工作特点	10	滑阀的中位机能及应用(三)	37
内啮合齿轮泵和螺杆泵	11	多路换向阀	38
叶片泵的结构与工作原理(一)	12	多路换向阀的连接方式及特点(一)	39
叶片泵的结构与工作原理(二)	13	多路换向阀的连接方式及特点(二)	40
轴向柱塞泵的工作原理及特点	14	多路换向阀的连接方式及特点(三)	41
轴向柱塞泵的变量调节机构(一)	15	典型多路换向阀的结构	42
轴向柱塞泵的变量调节机构(二)	16	压力控制阀的分类	43
轴向柱塞泵的变量调节机构(三)	17	直动型溢流阀的结构及工作原理	44
典型轴向柱塞泵的结构	18	先导式溢流阀的结构及工作原理	45
径向柱塞泵的工作原理	19	溢流阀在工程机械中的应用(一)	46
液压缸的分类	20	溢流阀在工程机械中的应用(二)	47
液压缸的结构及特点	21	溢流阀在工程机械中的应用(三)	48
液压缸的工作原理	22	减压阀	49
几种液压缸的特点	23	直动型定值减压阀的结构及工作原理	50
液压马达的工作原理及分类	24	先导定值减压阀的结构及工作原理	51
液压马达的典型结构	25	定差减压阀的结构及工作原理	52
控制元件的分类	26	减压阀在工程机械中的应用	53
止回阀的结构及特点	27	顺序阀的结构及工作原理(一)	54

顺序阀的结构及工作原理 (二) .....	55	压力控制回路——减压回路.....	82
顺序阀在工程机械中的应用 (一) .....	56	压力控制回路——卸荷回路 (一) .....	83
顺序阀在工程机械中的应用 (二) .....	57	压力控制回路——卸荷回路 (二) .....	84
压力继电器结构及工作原理.....	58	压力控制回路——保压回路.....	85
压力继电器在工程机械中的应用.....	59	压力控制回路——增压回路.....	86
流量控制阀的分类.....	60	压力控制回路——平衡回路.....	87
节流阀的工作原理.....	61	速度控制回路——节流调速回路.....	88
典型节流阀的结构及工作原理.....	62	速度控制回路——容积调速回路 (一) .....	89
节流阀的应用.....	63	速度控制回路——容积调速回路 (二) .....	90
压力补偿调速阀的结构及工作原理.....	64	速度控制回路——联合调速回路.....	91
溢流补偿调速阀的结构及工作原理.....	65	速度控制回路——快速运动回路 (一) .....	92
同步阀的结构及工作原理 (一) .....	66	速度控制回路——快速运动回路 (二) .....	93
同步阀的结构及工作原理 (二) .....	67	速度控制回路——速度换接回路.....	94
单泵单路稳流阀的结构及工作原理.....	68	速度控制回路——同步回路 (一) .....	95
单路恒流阀的结构及工作原理.....	69	速度控制回路——同步回路 (二) .....	96
双泵单路稳流阀的工作原理.....	70	速度控制回路——顺序动作回路.....	97
伺服控制的原理及分类.....	71	典型工程机械液压传动系统 (一) .....	98
机液伺服阀的结构及工作原理.....	72	典型工程机械液压传动系统 (二) .....	99
电液伺服阀的结构及工作原理.....	73	典型工程机械液压传动系统 (三) .....	100
电液比例控制阀的分类.....	74	典型工程机械液压传动系统 (四) .....	101
比例溢流阀的结构及工作原理.....	75	典型工程机械液压传动系统 (五) .....	102
比例调速阀的结构及工作原理.....	76		
逻辑阀的组成及分类.....	77		
逻辑阀的工作原理 (一) .....	78		
逻辑阀的工作原理 (二) .....	79		
蓄能器的应用.....	80		
压力控制回路——调压回路.....	81		

液体传动中有3种液体能：**压力能、动能、位能**

**液压传动**

以液体为工作介质进行能量传递与控制的装置称液体传动装置，简称液体传动。

主要依靠工作液体的压力能进行能量传递或控制的装置称液体传动装置，简称液体传动。

**液力传动**

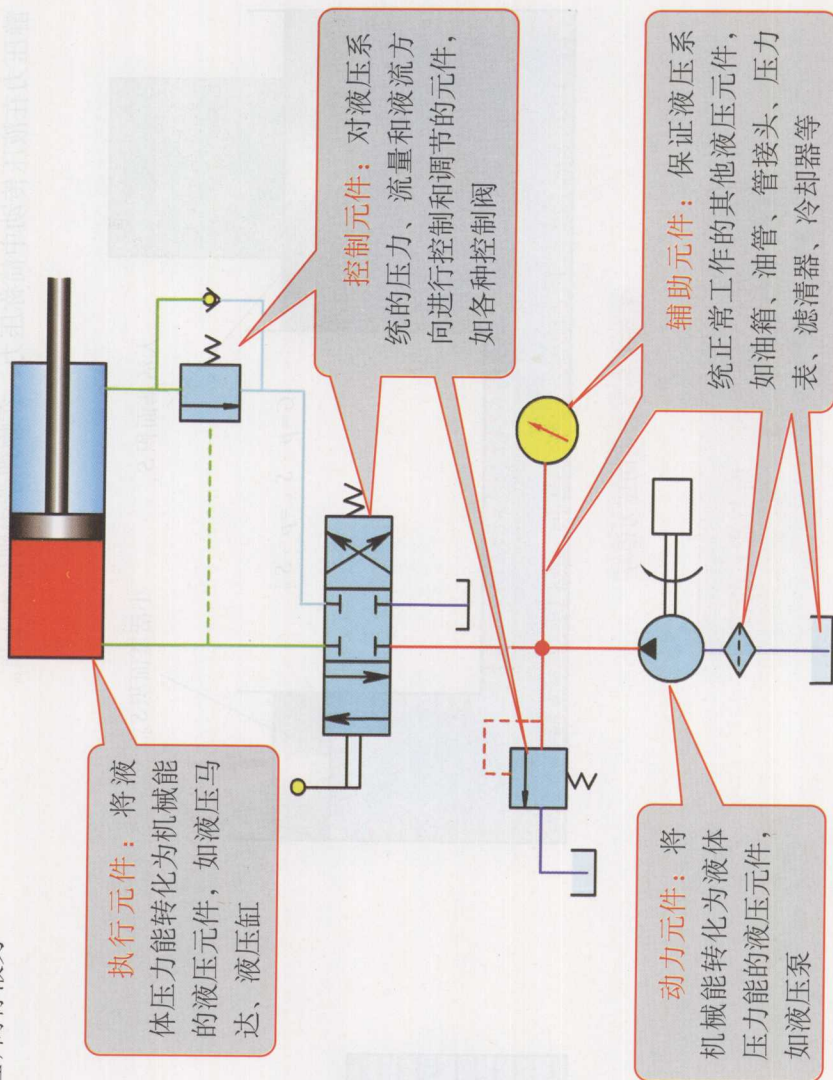
主要依靠工作液体的动能进行能量传递或控制的装置称液力传动装置，简称液力传动。

**液体传动的缺点**

- (1) 传动效率低。
- (2) 能量损失大(摩擦损失、泄漏损失)。
- (3) 油液清洁度要求高，要定期更换。
- (4) 对温度变化比较敏感，工作性能易受温度影响。
- (5) 液压元件制造精度高，价格高。
- (6) 维护、维修、故障诊断较困难。

**液体传动的优点**

- (1) 体积小(等体积下，比机械、电气装置产生的动力更大，等功率下，液压传动装置体积小、质量轻、结构紧凑)。
- (2) 在很大范围内实现无级调速，且工作准确平稳。
- (3) 结构简单、成本低。
- (4) 易于实现自动化，可完成各种复杂动作，且操作简便。
- (5) 易于实现过载保护。
- (6) 液压元件能自行润滑，磨损少、寿命长。
- (7) 液压元件已实现了标准化、系列化、通用化，液压系统的设计、制造、使用都非常方便，且排列、布置有较大的柔性。



**执行元件：**将液体压力能转化为机械能的液压元件，如液压马达、液压缸

**动力元件：**将机械能转化为液体压力能的液压元件，如液压泵

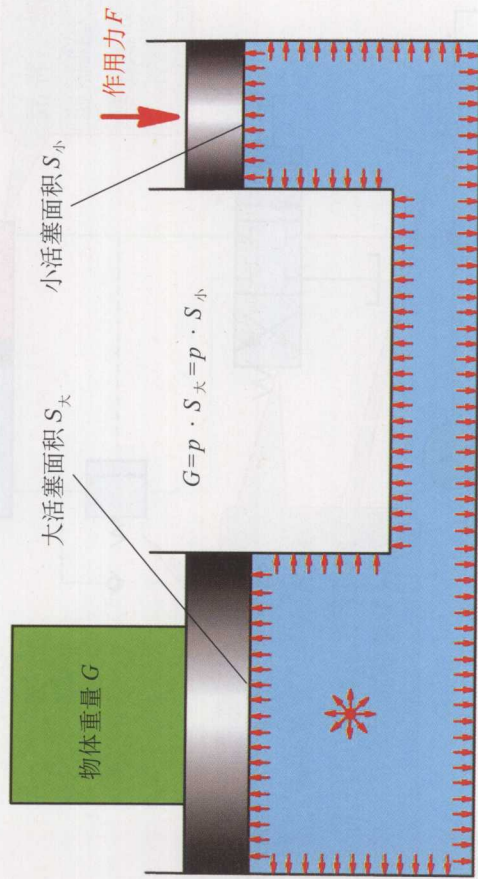
**控制元件：**对液压系统的压力、流量和液流方向进行控制和调节的元件，如各种控制阀

**辅助元件：**保证液压系统正常工作的其他液压元件，如油箱、油管、管接头、压力表、滤清器、冷却器等

**帕斯卡定律**

液体受外界压力作用时，自重所形成的那部分压力相对甚小，在液压系统中忽略不计，产生的压力等值传递到整个液体内部各点，即系统内各点压力相同。

静止液体在单位面积上所受的法向力称为静压力  $p$ 。  
静压力在液压传动中简称压力，在物理学中则称为压强。



系统内各点各方向压力相等

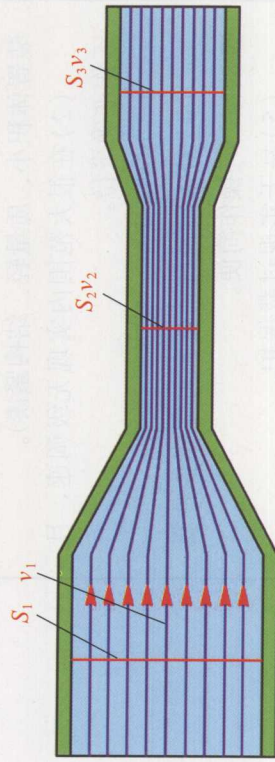
压力取决于负载，而与流入的流体多少(流量)无关。

液体在流动时，通过任一通流横截面的速度、压力和密度不随时间改变的流动称为稳流。反之，速度和密度其中一项随时间而变，就称为非稳流。

对稳流而言，液体以稳流流动通过管内任一截面的液体质量必然相等。

液压系统中通过任一截面的流量是常量——即连续定理，此式还得出另一个重要的基本概念：

流动速度取决于流量，而与流体的压力无关。



$$v \propto Q$$

$$Q = v_1 S_1 = v_2 S_2 = v_3 S_3$$

式中： $Q$ ——流量；  
 $v_1, v_2, v_3$ ——流动速度；  
 $S_1, S_2, S_3$ ——截面积。



## 压力损失

由于液体具有黏性，在管路中流动时又不可避免地存在着摩擦力，所以液体在流动过程中必然要损耗一部分能量。这部分能量损耗主要表现为压力损失。

压力损失有沿程损失和局部损失两种。沿程损失是当液体在直径不变的直管中流过一段距离时，因摩擦而产生的压力损失。局部损失是由于管路截面形状突然变化、液流方向改变或其他形式的液流阻力而引起的压力损失。总的压力损失等于沿程损失和局部损失之和。由于压力损失的必然存在，所以泵的额定压力要略大于系统工作时所需的最大工作压力，一般可将系统工作所需的最大工作压力乘以一个1.3~1.5的系数来估算。

## 流量损失

在液压系统中，各被压元件都有相对运动的表面，如液压缸内表面和活塞外表面，因为要有相对运动，所以它们之间都有一定的间隙。如果间隙的一边为高压油，另一边为低压油，则高压油就会经间隙流向低压区而造成泄漏。同时，由于液元元件密封不完善，一部分油液也会向外部泄漏。这种泄漏造成实际流量有所减少，这就是我们所说的流量损失。

流量损失影响运动速度，而泄漏又难以绝对避免，所以在液压系统中泵的额定流量要略大于系统工作时所需的最大流量。通常也可以用系统工作所需的最大流量乘以一个1.1~1.3的系数来估算。

## 液 压 冲 击

原因：执行元件换向及阀门关闭使流动的液体因惯性和某些液元元件反应动作不够灵敏而产生瞬时压力峰值，称液压冲击。其峰值可超过工作压力压力的几倍。

危害：引起振动，产生噪声；使继电器、顺序阀等压力元元件产生错误动作，甚至造成某些元件、密封装置和管路损坏。

措施：找出冲击原因避免液流速度的急剧变化。延缓速度变化的时间，估算出压力峰值，采用相应措施。如将流动换向阀和电磁换向阀联用，可有效地防止液压冲击。

## 空 穴 现 象

现象：如果液压系统中渗入空气，液体中的气泡随着液流运动到压力较高的区域时，气泡在较高压力作用下将迅速破裂，从而引起局部液冲击，造成噪声和振动。另外，由于气泡破坏了液流的连续性，降低了油管的通油能力，造成流量和压力的波动，使液压元件承受冲击载荷，影响其使用寿命。

原因：液压油中总含有一定量的水分，通常可溶解于油中，也可以气泡的形式混合于油中。当压力低于空气分离压力时，溶解于油中的空气分离出来，形成气泡；当压力降至油液的饱和蒸气压力以下时，油液会沸腾而产生大量气泡。这些气泡混杂于油液中形成不连续状态，这种现象称为气穴现象。

部位：吸油口及吸油管中低于大气压处，易产生气穴；油液流经节流口等狭小缝隙处时，由于速度的增加，使压力下降，也会产生气穴。

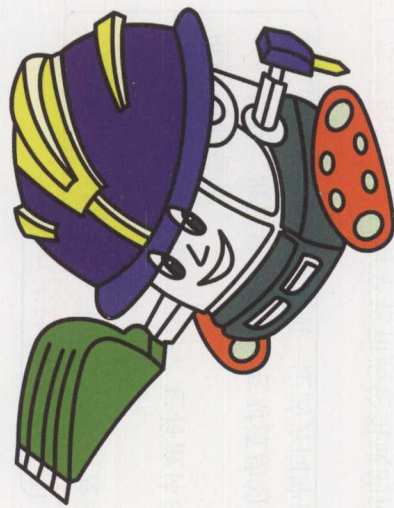
危害：气泡随油液运动到高压区，在高压作用下迅速破裂，造成体积突然减小，周围高压油高速流过来补充，引起局部瞬间冲击，压力和温度急剧升高并产生强烈的噪声和振动。

措施：要正确设计液压泵的结构参数和泵的吸油管路，尽量避免油道狭窄和急弯，防止产生低压区；合理选用机件材料，增加机械强度、提高表面质量、提高抗腐蚀能力。

## 气 蚀 现 象

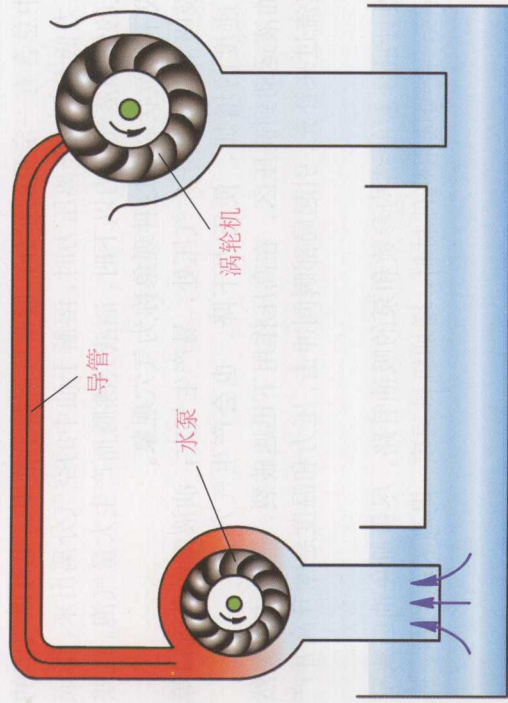
原因：空穴伴随着气蚀发生，空穴中产生的气泡中的氧也会腐蚀金属元件的表面，我们把这种因发生空穴现象而造成的腐蚀叫气蚀。

部位：气蚀现象可能发生在油泵、管路以及其他具有节流装置的地方，特别是油泵装置，这种现象最为常见。气蚀现象是液压系统产生各种故障的原因之一，特别在高速、高压的液压设备中更应注意。危害和措施与空穴现象的相同。



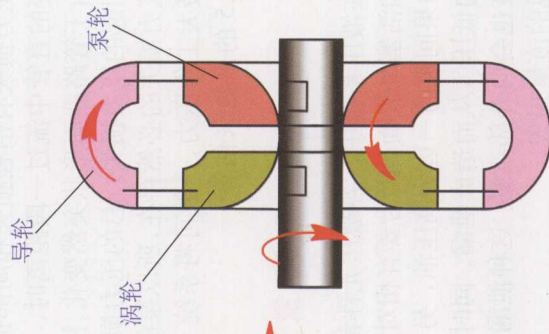
### 液力传动

是以液体为工作介质以液体的动能来实现能量传递的装置，即将液体的动能转变为机械能的装置。

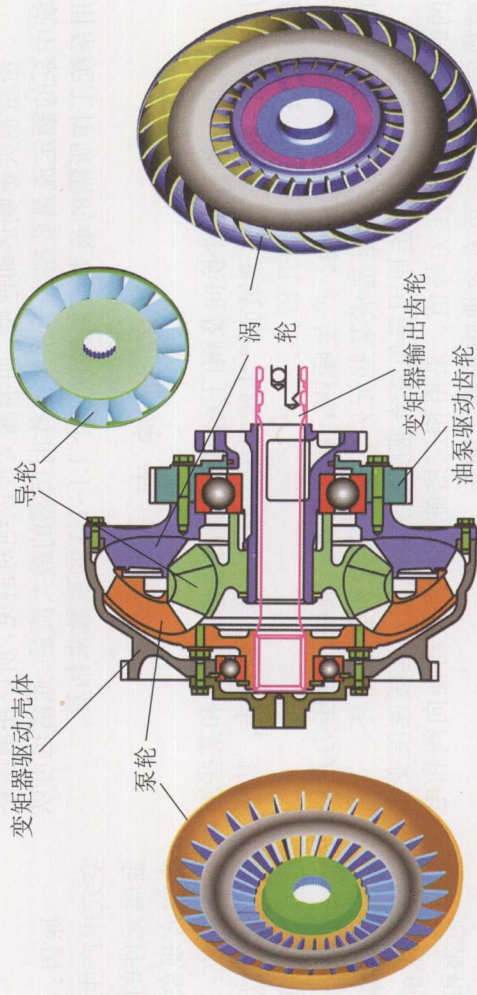


### 液力传动的基本工作原理

- (1) 原动机带动离心泵旋转，通过进水管吸入液体，在离心泵内被加速获得动能。
- (2) 离心泵打出的具有一定动能的高速液体，通过导管进入涡轮机，冲击其叶片使涡轮机旋转，通过涡轮轴输出旋转运动。
- (3) 涡轮机排出的液体速度降低、动能减少。



离心泵、涡轮机效率低，管路能量损失大，结构庞大  
 取消中间连接，简化结构，提高效率，形成液力变矩器



### 液力传动的基本组成

**泵轮：**能量输入部件，它接受发动机传来的机械能并将其转换为液体的动能。

**涡轮：**能量输出部分，它将液体的动能转换为机械能而输出。

**导轮：**液体导流部件，它对流动的液体导向，使其根据一定的要求，按照一定的方向冲击泵轮的叶片。

**液力耦合器：**只有泵轮和涡轮组成的液力元件

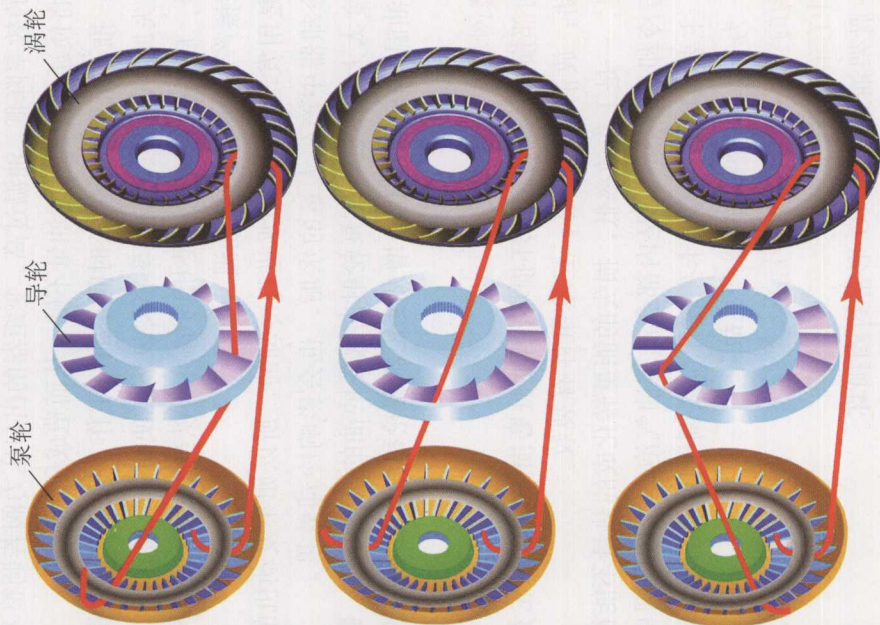
**液力变矩器：**由泵轮、涡轮和导轮组成的液力元件

**液力机械变矩器：**液力变矩器和机械元件组成的液力元件

(1) **机械能** → **动能过程**: 泵轮由发动机驱动旋转, 推动液体随泵轮一起绕其轴线旋转, 使其获得一定的速度(动能)和压力。其速度决定于泵轮的半径和转速。

(2) **动能** → **机械能过程**: 液体靠动能冲向涡轮, 作用于叶片一个推力, 推动涡轮一起旋转, 涡轮获得一定转矩(机械能)。少部分液体动能在高速流动中与流道摩擦生热被消耗。

(3) **动量矩变化过程**: 导轮固定, 液流流经时无机械能转化, 由于导轮叶片形态变化(进出口叶片面积不等), 液流速度和方向发生变化, 其动量矩改变。动量矩变化取决于叶片面积的变化。涡轮转速随外界负荷的不同而变化, 液流冲击叶片的方向和速度亦随之变化。



**增扭**: 涡轮速度低时, 涡流速度大, 环流速度小, 合成液流的方向冲击导轮正面, 经导向顺着泵轮叶片槽冲击涡轮, 涡轮的输出转矩增大。

$$M_w = M_B + M_D$$

式中:  $M_w$  —— 涡轮转矩;  
 $M_B$  —— 泵轮转矩;  
 $M_D$  —— 导轮转矩。

**耦合**: 随着涡轮转速的增加, 当泵轮与涡轮转速接近时, 涡流速度最小, 环流速度最大, 合成液流的方向正好与导轮叶片相切,  $M_D = 0$ , 此时相当于耦合器, 对应的转速称为耦合工作点。

$$M_w = M_B$$

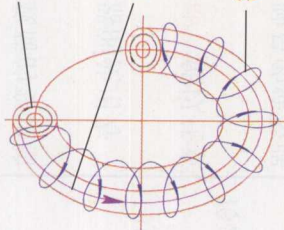
**降速**: 涡轮速度增大, 其转速高于泵轮转速涡流速度小, 环流速度大, 合成液流的方向冲击导轮背面, 导轮的转矩反向, 涡轮的输出转矩减小。

$$M_w = M_B - M_D$$

**涡流**: 由泵轮到涡轮再到导轮, 然后回到泵轮的液流称为涡流

**环流**: 沿液力变矩器旋转方向的液流称为环流

**液流**: 实际的液流方向是涡流与环流的合成呈螺旋状



**失速**: 涡轮负载过大而停转(如怠速时)泵轮仍旋转但转速低, 变矩器只输入, 不输出, 涡轮得到的转矩不足以克服阻力矩。涡流速度最小, 环流速度最大, 合成液流的方向垂直冲击导轮背面, 导轮的转矩反向且基本等于泵轮的转矩, 涡轮的输出转矩最小, 仅用于克服摩擦力, 如怠速。

$$M_w = 0$$

总之, 外负荷  $F_{阻}$  → 车速  $V$  → 涡轮转速  $n$  → 输出转矩  $M_T$  及  $F_{阻}$  →  $V$  → 涡轮转速  $n$  →  $M$ 。这种不需控制而随外界负荷变化而改变输出转矩和转速的性能称为变矩器的自动适应性。

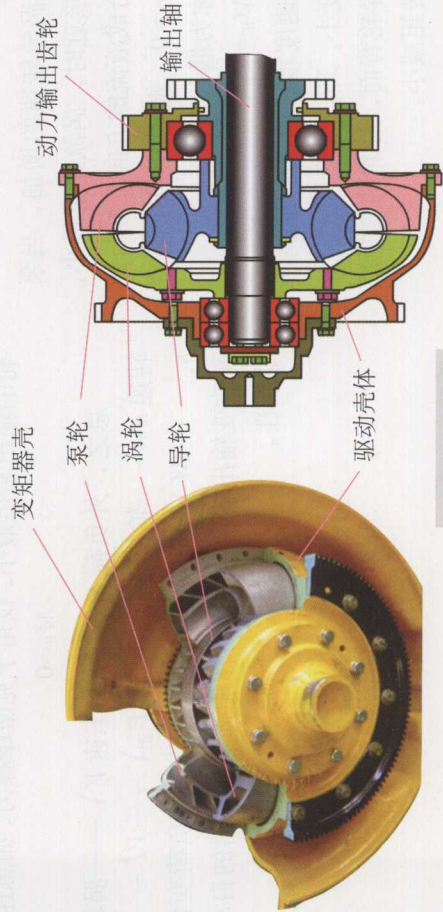
### 液力变速器的作用

- (1) 自动变矩，根据外载荷的变化输出的转矩随之改变；
- (2) 吸收振动，延长机器的使用寿命；
- (3) 具有良好的通过性能，能以任意小的速度通过；
- (4) 简化操作，减轻驾驶员的疲劳强度；
- (5) 提高舒适性，车辆可以平稳起步并在较大范围内无级变速，吸收或消除冲击与振动；
- (6) 简化维修工作。

TY160型变速器结构简单，采用三元件单级单向离心式。

### 液力变速器的常见故障

- (1) 动力输出不足：工作油中存在气体；液力变速器进、出口压力过低。
- (2) 工作油温过高：正常情况下，推土机变速器的出口油温应为115~120℃，短时间内允许达到130~135℃，若油温长时间过高，可能是下列原因：
  - ① 油量不够：功率损失将转变成热能，使工作油温升高，因此必须有足够的油量吸收这些热量进行冷却，如果油量不够，就造成油温过高。
  - ② 进出口压力调整不当：变速器的进口压力调整不当(标准值为0.87MPa)或工作油太脏，使阀杆卡在溢流位置，供给变速器的油压过低，致使变速器的效率降低，油温过高。变速器的出口压力阀若调整不当(标准值为0.45MPa)或油道堵塞，回油压力过高，将使通往冷却器的油量不够，从而造成压力过高。
  - ③ 操作不当，液力变速器在低效率区工作太久：推土机千万不能长时间小油门工作，因为这样会造成变速器长时间在低效率区工作，使变速器的功率损失加大，而损失的功率将变成热能使油温升高。
  - ④ 离合器分离不彻底：由于变速器、后桥箱的工作油是相同的，所以当变速器或转向离合器经常打滑或转向制动器分离不彻底时，造成摩擦产生热量，致使油温升高。
  - ⑤ 冷却器的冷却效果不好：变速器的冷却水是用发动机的冷却水进行冷却的，所以如果发动机的水温高，也会影响冷却效果；如果水质不良，使冷却器中产生大量的水垢，也会影响冷却效果。
  - ⑥ 所用液力传动油的型号不对：如果油的黏度太大，不仅会使泵轮射向涡轮的油的速度降低，影响传动效率，造成油温升高，而且也会增大变速器泵轮和涡轮的摩擦损失，使油温升高。



TY160型变速器

- ⑦ 回油泵滤网堵塞或泵自身损坏。
- ⑧ 变速器内部损坏：旋转密封环损坏(因油脏磨损失效)；泵轮和罩轮连接螺栓松动；放油螺堵脱落；三轮组件有裂纹。
- ⑨ 供油不足，一是工作效率低，损失的能量转化成的热量不能被油液循环带出进行冷却而发热，二是内部会产生油气泡，在循环圆中摩擦、破裂发热，主要原因是溢流阀卡在开位或调压阀芯行程不到位、供油不足，为TY160型变速器常见故障。
- ⑩ 内部机构的损坏(轴承齿轮等)。
- ⑪ 工作油中存在有气体。

(3) 渗油：骨架油封损坏、O形密封圈损坏。

**动力元件**

是指液泵。是靠发动机或电动机驱动，从液压油箱中吸入油液，形成压力油排出，送到执行元件的一种元件。

按工作原理分为——容积式：工作过程中通过工作容积的变化完成吸油和压油作用。

非容积式：工作过程中没有容积的变化。

按流量变化分为——定量式：工作时泵的排量是不变的。

变量式：工作时泵的排量是变化的，可以通过人工调节或根据压力自动调节。

按液流方向分为——单向式：工作中吸油和压油不变。

双向式：工作中吸油和压油可以交换。

按压力分为——

高压泵

中压泵

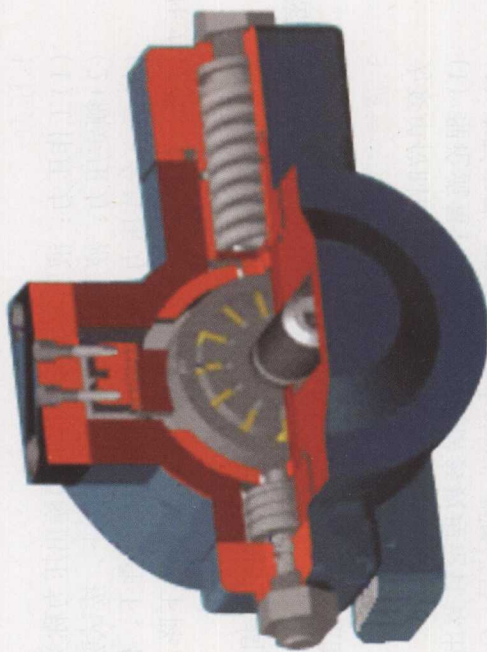
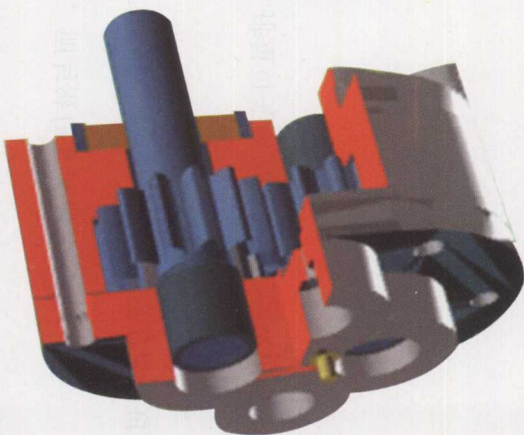
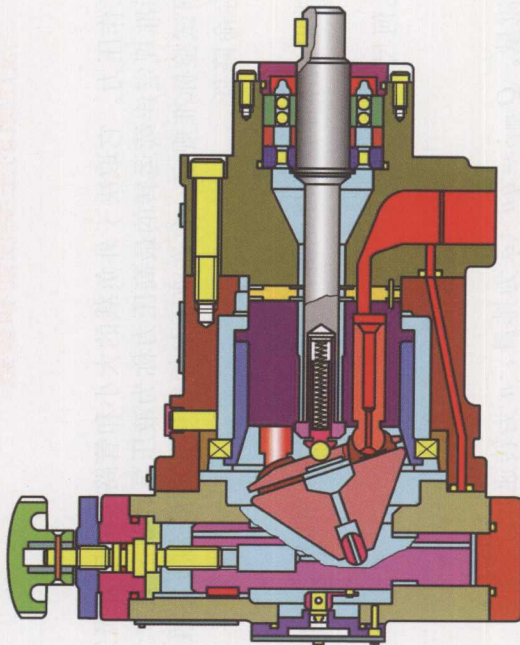
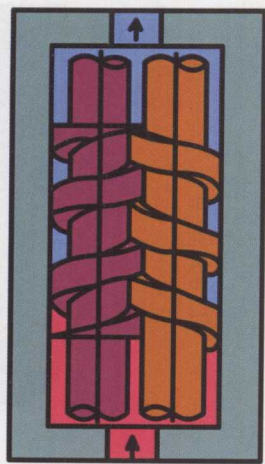
低压泵

按结构分为

螺杆泵

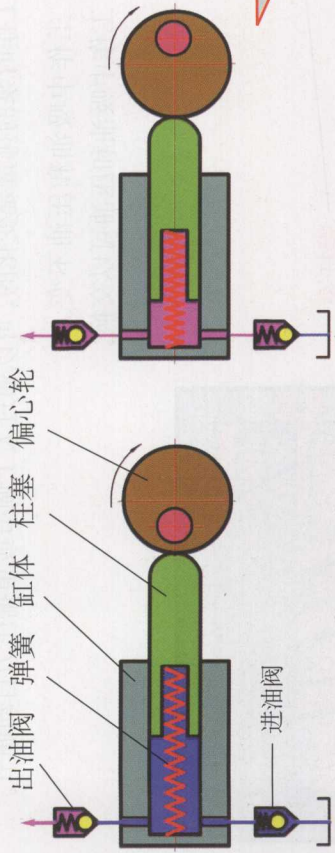
柱塞泵

齿轮泵



### 容积式泵

依靠泵的密封工作腔的容积变化来实现吸油和压油的。



吸油过程工作容积增大，真空度增大，吸开进油阀进油。 压油过程工作容积减小，压力增大，压开出油阀排油。

### 液压泵正常工作的3个必备条件

- (1) 必须具有一个由运动件和非运动件所构成的密闭容积；
- (2) 密闭容积的大小随运动件的运动作周期性的变化，容积由小变大——吸油，由大变小——压油；
- (3) 密闭容积增大到极限时，先要与吸油腔隔开，然后才转为排油；密闭容积减小到极限时，先要与排油腔隔开，然后才转为吸油。

容积式泵的流量大小取决于密封工作腔容积变化的大小和次数。若不计泄漏，流量与压力无关。即泵的输油能力，由密封工作腔的数目、容积变化的大小及容积变化的快慢决定的。

### 液压泵的主要性能和参数

#### 1. 压力

- (1) 工作压力：液压泵实际工作时的输出压力称为工作压力。它取决于外负载的大小和管路上的压力损失，而与液压泵的流量无关。
- (2) 额定压力：液压泵在正常工作条件下，按试验标准规定连续运转的最高压力称为液压泵的额定压力。
- (3) 最高允许压力：在超过额定压力的条件下，根据试验标准规定，允许液压泵短暂运行的最高压力值，称为液压泵的最高允许压力，超过此压力过载，泵的泄漏会迅速增加，工作效率就下降，寿命降低。

#### 2. 排量

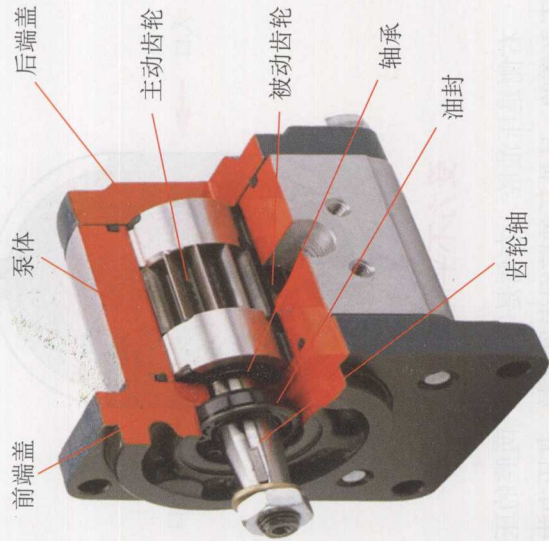
排量是在不考虑泄漏的情况下，泵主轴每转一周所排出液体体积的理论值，如泵排量固定，则为定量泵；排量可变则为变量泵。一般定量泵因密封性较好，泄漏小，在高压时效率较高。

排量与转速、压力无关，只取决于密封工作腔的几何尺寸。

#### 3. 流量

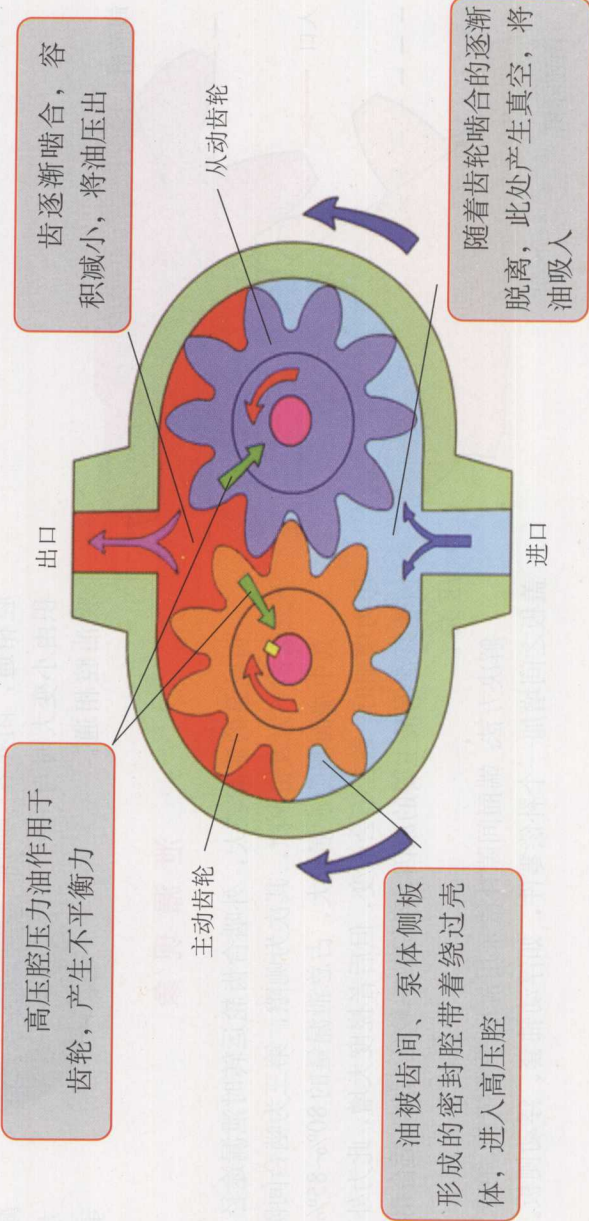
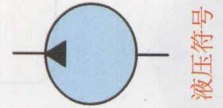
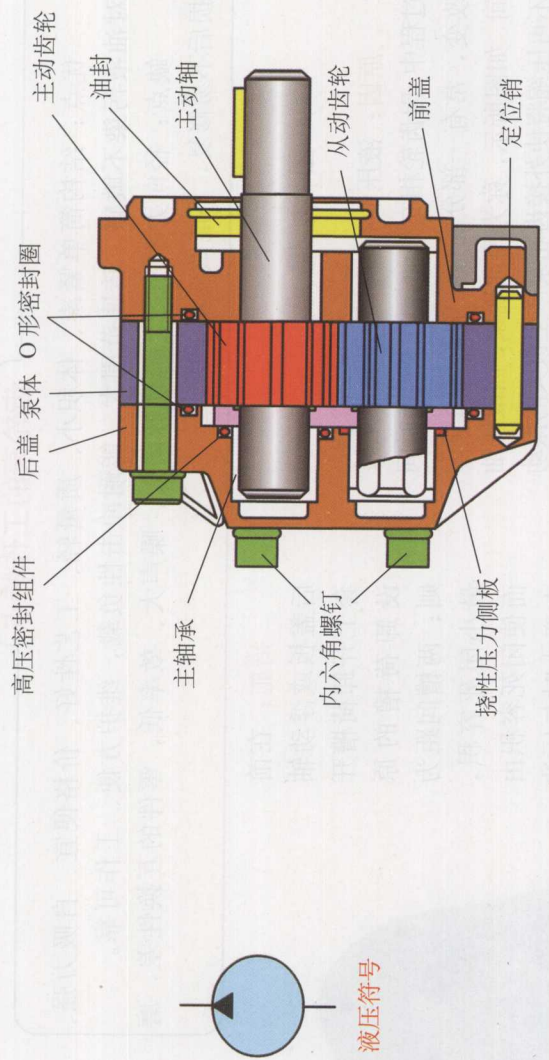
为泵单位时间内排出的液体体积(L/min)。

- (1) 理论流量：不计效率，根据参数理论计算出的流量。 $Q_{\text{理论}} = qn$  ( $q$  为排量， $n$  为转速)
- (2) 实际流量：减去流量损失的实际测量流量。 $Q_{\text{实际}} = Q_{\text{理论}} - \Delta Q$
- (3) 额定流量：在额定转速和额定压力下，液压泵输出(人)的流量。



**齿轮泵的结构特点**

- (1) 结构简单，价格便宜；
- (2) 工作要求低，应用广泛；
- (3) 端盖和齿轮的各个齿间槽组成了许多固定的密封工作腔，只能用作定量泵；

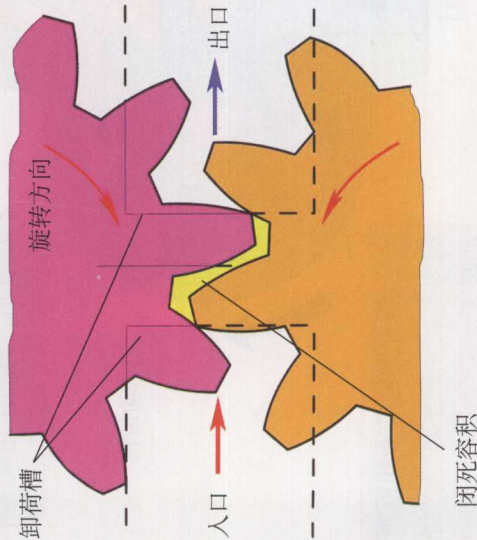


**齿轮泵的工作特点**

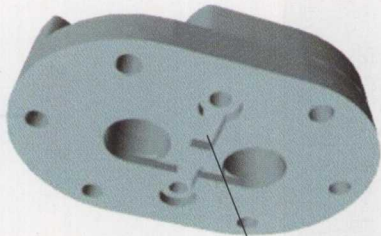
**优点：**结构简单紧凑、体积小、质量轻、工艺性好、价格便宜、自吸力强、对油液污染不敏感、转速范围大、能耐冲击性负载，维护方便、工作可靠。  
**缺点：**径向力不平衡、流动脉动大、噪声大、效率低，零件的互换性差，磨损后不易修复，不能做变量泵用。

**困油现象**

**原因：**液压油在渐开线齿轮泵运转过程中，因齿轮相交处的封闭体积随时间改变，常有一部分的液压力被封闭在齿间，如图所示，称为困油现象，因液压力不可压缩将使外接齿轮泵产生极大的振动和噪声，影响系统正常工作。



**措施：**在前盖板上开卸荷槽，套上卸荷槽开卸荷槽的原则：两槽间距为最小闭死容积，而使闭死容积由大变小时与压油腔相通，闭死容积由小变大时与吸油腔相通。

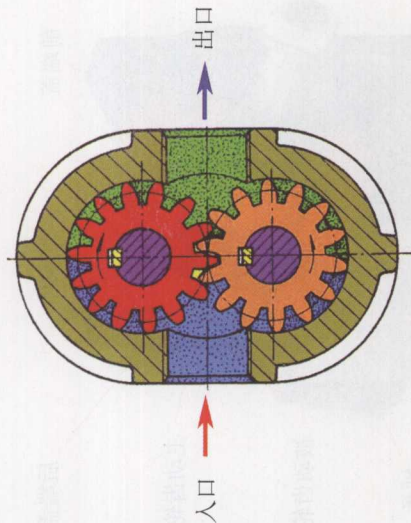


**泄漏现象**

齿轮泵的泄漏较大，外啮合齿轮运转时泄漏途径有以下三点：一为齿轮顶隙，其次为侧隙，第三为啮合间隙。其中端面侧隙泄漏较大，占总泄漏量的80%~85%，当压力增加时，前者不会改变，但后者挠度大增，此为外啮合齿轮泵泄漏最主要的原因，容积效率较低，故不适合用作高压泵。

**解决方法：**端面间隙补偿采用静压平衡措施，在齿轮和盖板之间增加一个补偿零件，如浮动轴套、浮动侧板。

浮动侧板



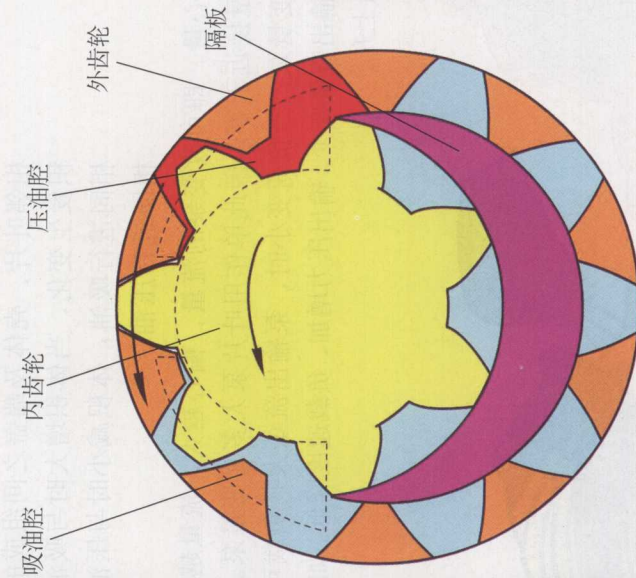
**受力不平衡现象**

右侧是压油腔，左侧是吸油腔，两腔的压力是不平衡的；另外压油腔因齿顶泄漏，其压力为递减。两不平衡压力作用于齿轮和轴一径向不平衡力，油压越高，该力越大，加速轴承磨损，降低轴承寿命，使轴弯曲，加大齿顶与轴孔磨损。

**防止措施：**采用压力平衡槽或缩小压油腔。

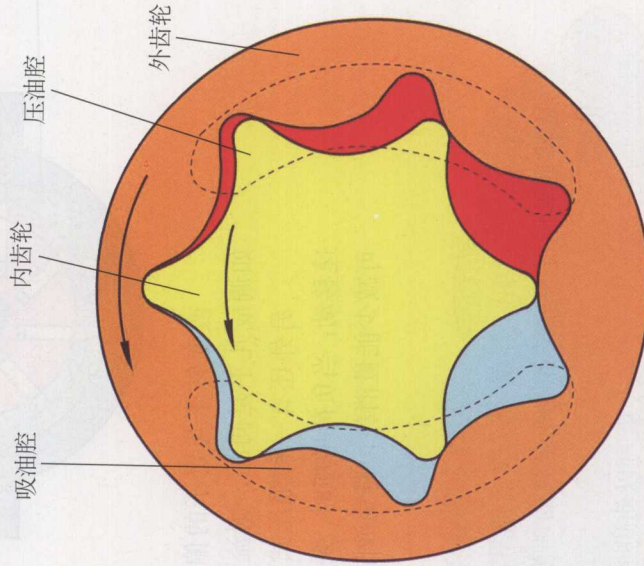


**内啮合齿轮泵**有渐开线齿轮泵和摆线齿轮泵(又称转子泵)两种。其工作原理与外啮合齿轮泵完全相同,也是利用齿间密封容积的变化实现吸油和压油。它们共同的特点是由于内外齿轮转向相同,齿面间相对速度小,运转时噪声小,又因齿数相异,绝对数不会发生困油现象,但因外齿轮的齿端必须始终与内齿轮的齿面紧贴,以防内漏,故不适用于较高的压力,泵的额定压力可达到30MPa。



渐开线内啮合齿轮泵

渐开线内啮合齿轮泵中内齿轮是主动轮,内外齿轮之间装一隔板,以便把吸油腔和压油腔隔开。

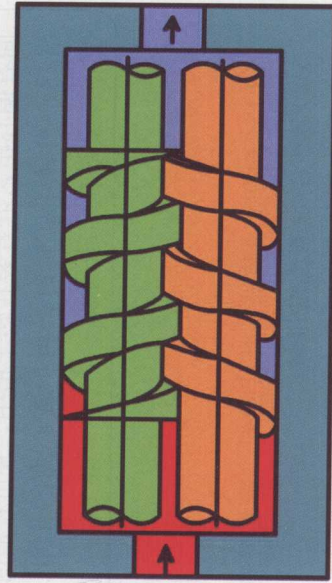


摆线内啮合齿轮泵

摆线内啮合齿轮泵中主动的内齿轮和外齿轮相差一个齿,随着齿轮的转动各密封腔的容积相应变化,完成吸油和压油。

**螺杆泵**属于转子型容积泵,依靠旋转运动的螺杆把液体挤压出去。

液压油沿螺旋方向前进,转轴径向负载各处均相等,脉动少,故运动时噪声低,可高速运转,适合作大排量泵。但压缩量小,不适合高压,一般用于燃油、润滑油泵而不用作液泵。



螺杆泵