



# 液压传动及控制I

## — 辅助装置

浙江大学  
流体动力与机电系统国家重点实验室  
2022.12





# 液压辅助装置

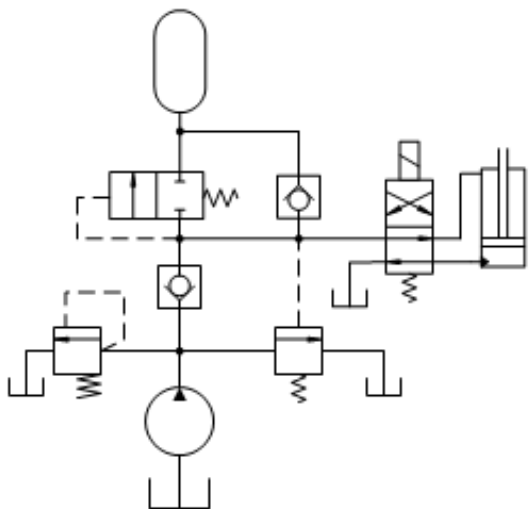
- ◆ 蓄能器：功能、分类、容积计算
- ◆ 过滤器：功能和主要性能指标
- ◆ 油箱：功能、结构和容量
- ◆ 热交换器（冷却器和加热器）
- ◆ 液压管件



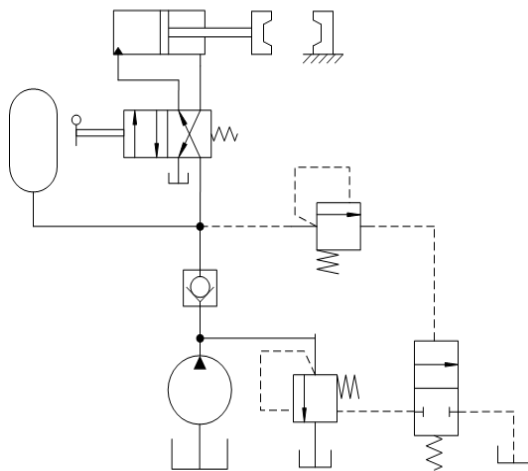
## □概述

### • 功用

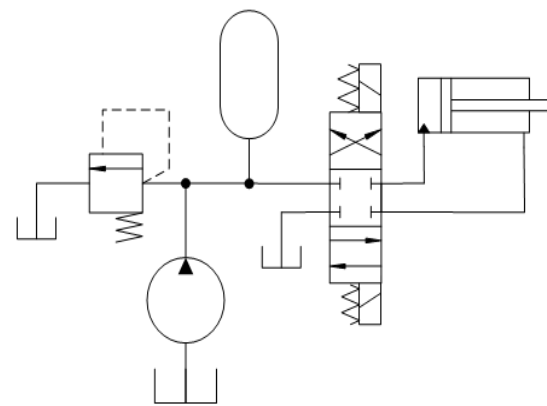
- ① 短时间大量供油，储存多余油液，辅助动力源
- ② 维持系统压力，保压补漏
- ③ 减小液压冲击或压力脉动



蓄能器作紧急动力源



补偿泄漏和保持恒压



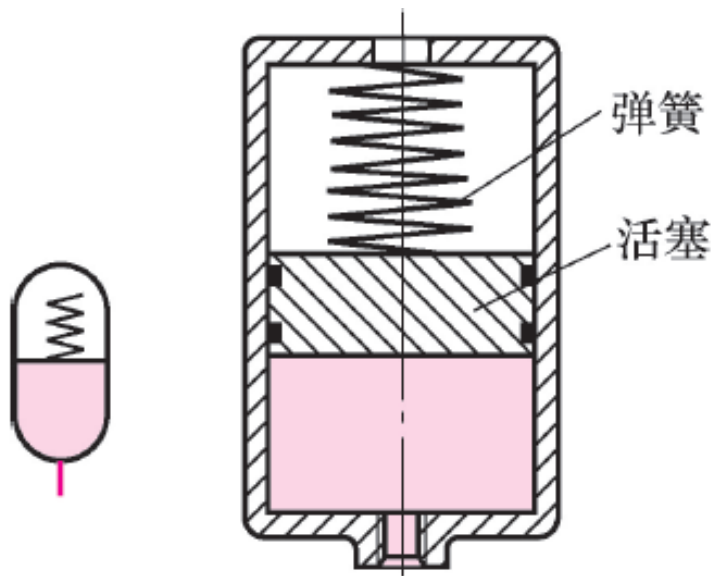
吸收压力冲击

## □ 分类

弹簧式蓄能器、充气式蓄能器

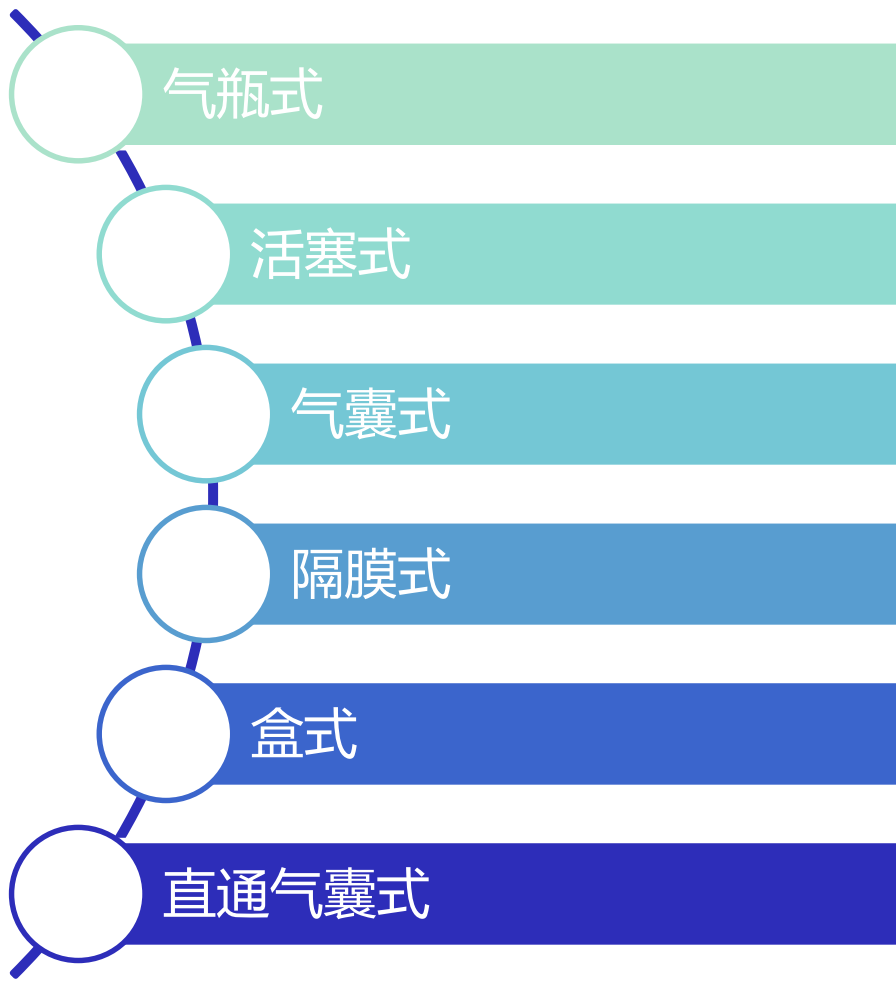
## □ 弹簧式蓄能器

- 弹簧形变，弹性势能
- 活塞分隔油液和弹簧
- 结构简单、反应灵敏
- 容量小
- 不适合高压、高频场合



弹簧式蓄能器

## □ 充气式蓄能器

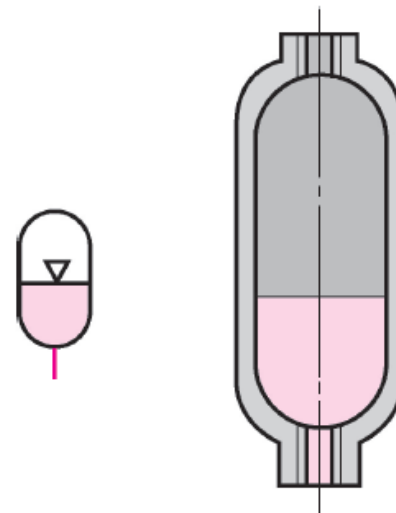


- 气体压缩、膨胀
- 根据气体和油液隔离方式可分为六类
- 皮囊式、活塞式、隔膜式最为常见

# 蓄能器

## □ 气瓶式蓄能器

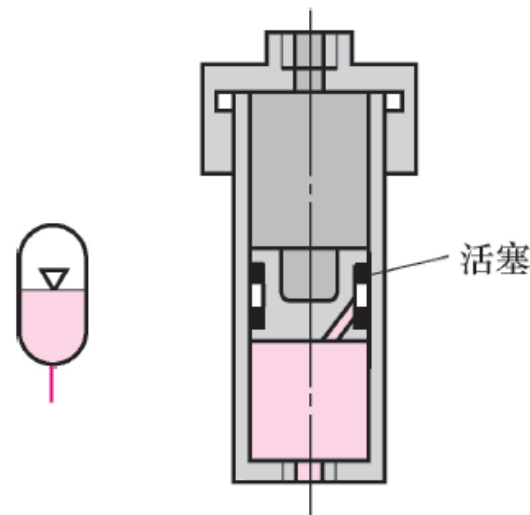
- 气体和油液直接接触
- 惯性小、反应灵敏，容量大
- 气体容易混入油液，系统稳定性差
- 只适用于大流量的中、低压回路



气瓶式蓄能器

## □ 活塞式蓄能器

- 活塞分隔
- 结构简单，工作可靠
- 活塞惯量大，有摩擦，反应不灵敏
- 中、高压系统吸收脉动

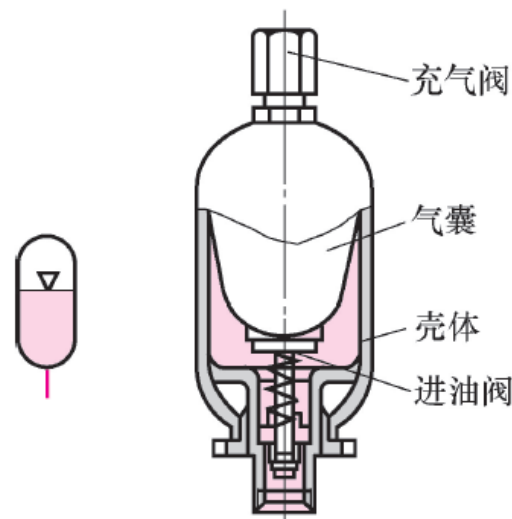


活塞式蓄能器

# 蓄能器

## □ 气囊式蓄能器

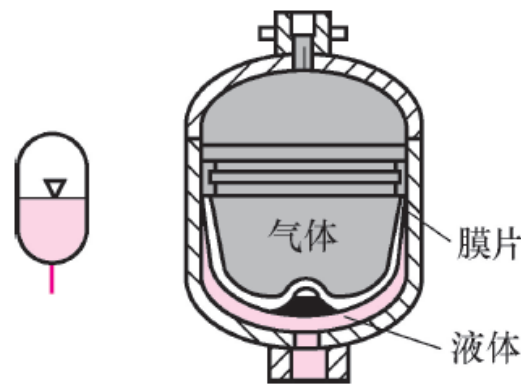
- 气囊分隔
- 尺寸小，气囊惯性小、**反应灵敏**
- 气囊和壳体制造较难



气囊式蓄能器

## □ 隔膜式蓄能器

- 膜片分隔，**密封性能好**，无泄漏
- 隔膜动作灵敏，容积小
- **不适用于高压**
- 补偿泄漏，吸收脉动



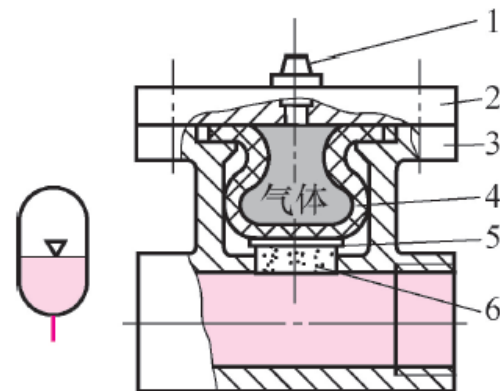
隔膜式蓄能器



# 蓄能器

## □ 盒式蓄能器

- 颈柱和橡胶袋分隔，隔离可靠
- 中、低压回路
- 用作吸振器

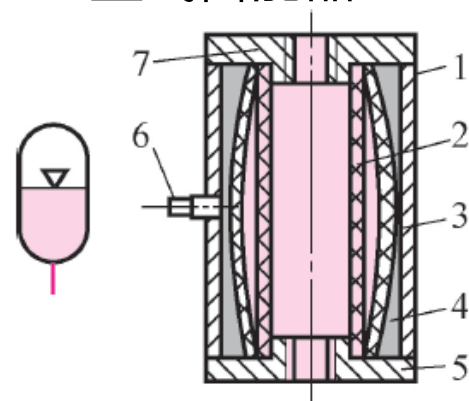


1—充气阀 2—盖 3—本体  
4—橡胶袋 5—挡块 6—颈柱

## □ 直通气囊式蓄能器

- 橡胶管分隔
- 可直接安装在管道上，节省空间
- 中、低压回路
- 吸收脉动、降低噪声

### 盒式蓄能器



1—外管 2—多孔内管 3—橡胶管  
4—气腔 5、7—端盖 6—充气阀

### 直通气囊式蓄能器

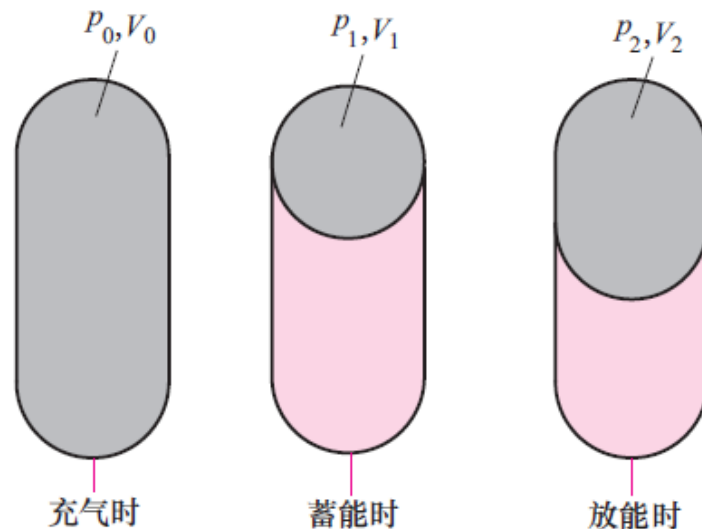


# 蓄能器

## □ 容积计算

- 气体状态方程：

$$p_0 V_0^n = p_1 V_1^n = p_2 V_2^n = \text{常数}$$



气囊式蓄能器  
储存和释放能量过程

$p_0$ 、 $V_0$  — 蓄能器预充压力、容积

$p_1$ 、 $V_1$  — 最高压力及对应气体体积

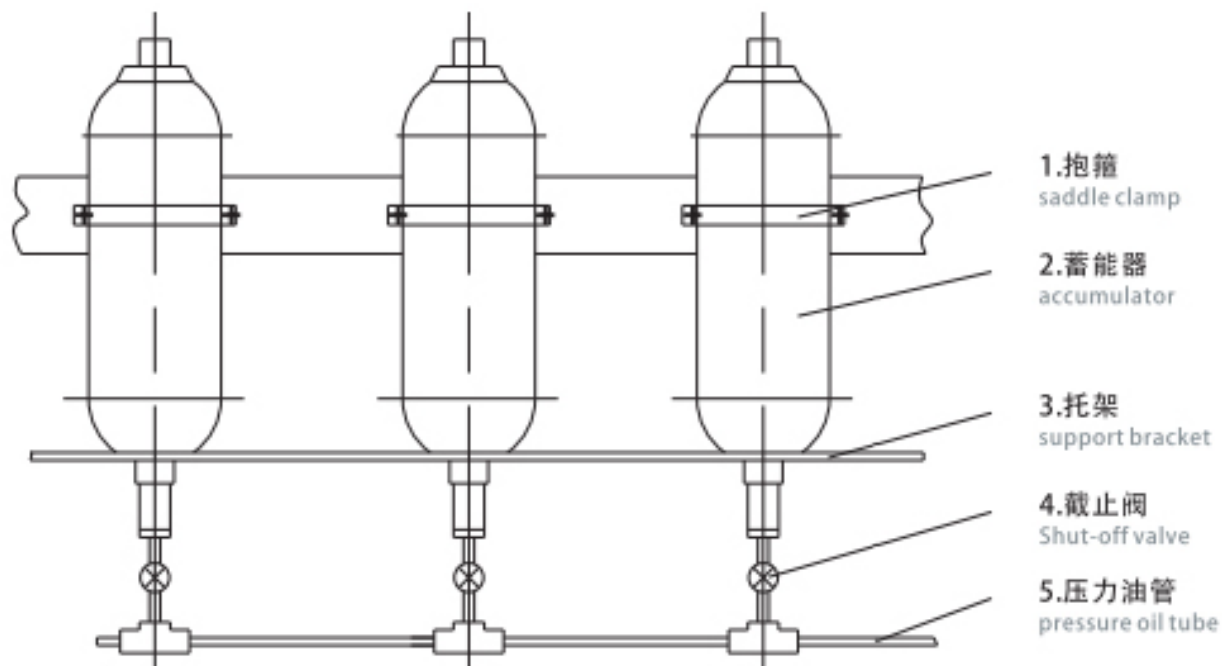
$p_2$ 、 $V_2$  — 最低压力及对应气体体积

$n$  — 多变指数。等温条件下,  $n = 1$ ; 绝热条件下,  $n = 1.4$ 。

# 蓄能器

## □ 使用

- 惰性气体 (氮气)
- 垂直安装 (油口向下)
- 支架固定
- 安装截止阀



# 过滤器

## □功用

滤除液压油液杂质，保持油液清洁

## □类型

按滤芯材料的过滤机制分类：

- 表面型过滤器：网式过滤器、线隙式过滤

滤芯上布有均匀的标定小孔，可滤除比小孔尺寸大的杂质

- 深度型过滤器：纸芯式过滤器、烧结式过滤器

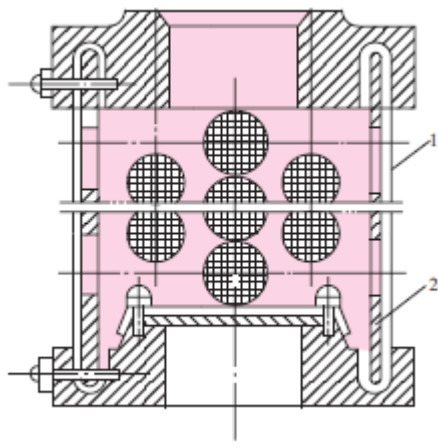
滤芯为多孔可透性材料，通过外表面和内部迂回通道滤除杂质

- 吸附型过滤器：磁性过滤器

滤芯可将有关杂质吸附在其表面上

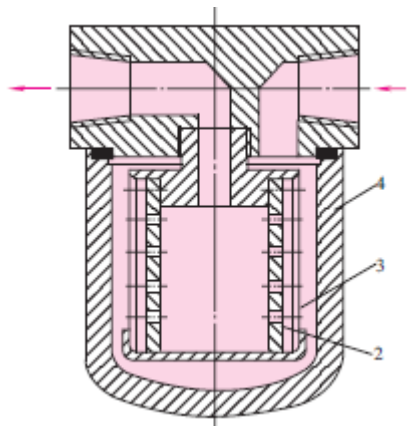


## □ 过滤器类型



### 表面型-网式过滤器:

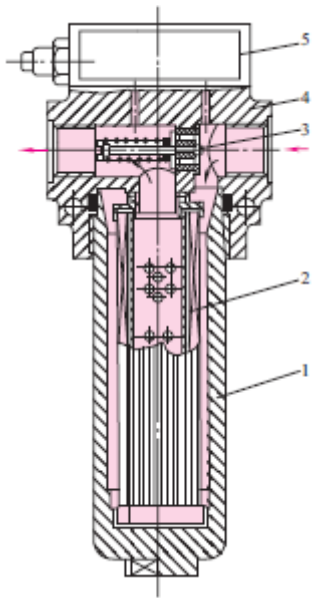
- 过滤精度与铜丝网层数及网孔大小有关
- 压力损失不超过0.004MPa
- 结构简单，通流能力大，清洗方便，精度低



### 表面型-线隙式过滤器:

- 依靠金属线间微小间隙来过滤杂质
- 压力损失约为0.03 ~ 0.06MPa
- 结构简单，通流能力大，过滤精度高，但滤心材料强度低，不易清洗，用于低压管道中

## □ 过滤器类型

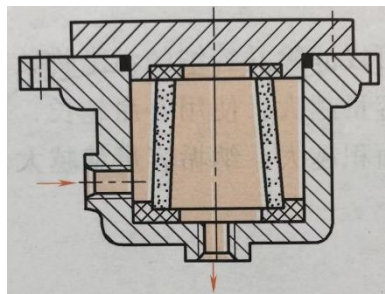


### 深度型-纸芯式过滤器:

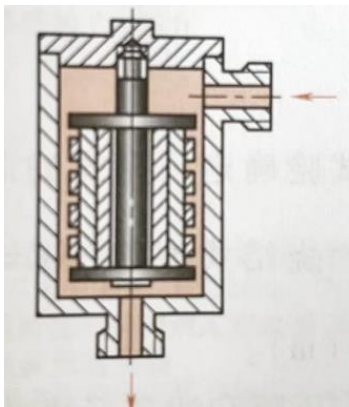
- 滤心为酚醛树脂或木浆微孔滤纸制成的纸心
- 压力损失约为 $0.01 \sim 0.04\text{MPa}$
- 过滤精度高, 但堵塞后无法清洗, 必须更换纸心, 通常用于精过滤

### 深度型-烧结式过滤器:

- 滤心由金属粉末烧结而成
- 压力损失约为 $0.03 \sim 0.2\text{MPa}$
- 过滤精度高, 滤心能承受高压, 但金属颗粒易脱落, 堵塞后不易清洗, 适用于精过滤



## □ 过滤器类型



### 吸附型-磁性过滤器:

- 滤芯为永久磁铁，能吸附磁性杂质
- 适用于加工钢铁件的机床液压系统

## □ 过滤器主要性能指标

- **过滤精度**：通过滤芯的最大硬球状颗粒尺寸
- **压降特性**：油液流过滤芯时的压降（压力损失）  
与过滤精度、油液黏度、过滤面积等有关
- **纳垢容量**：压降达到规定值之前，可以滤除并容纳的污染物数量  
纳垢容量越大，过滤器使用寿命越长



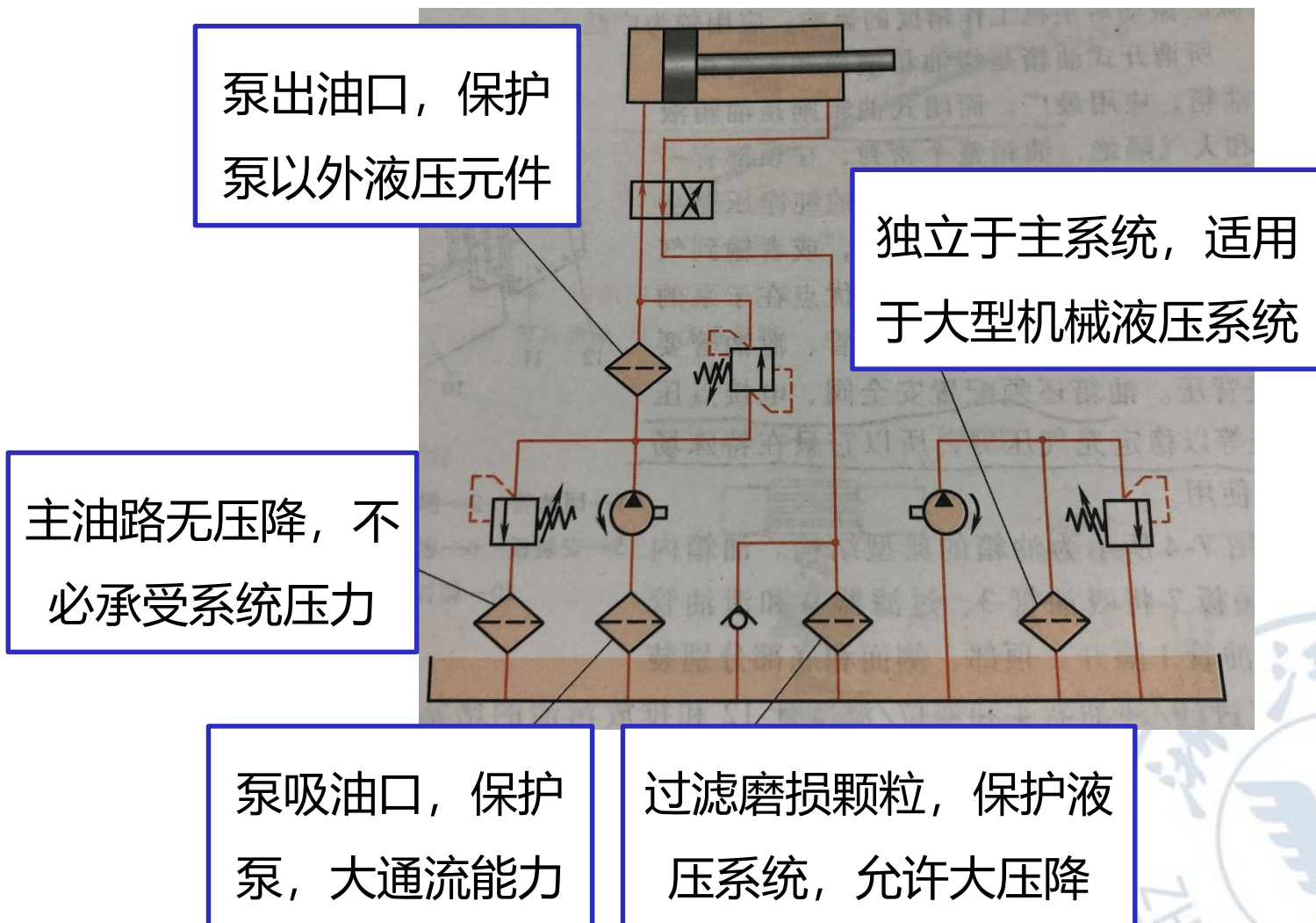
## □ 过滤器的选用

- 过滤精度满足要求
- 较长时间内保持足够的通流能力
- 滤芯强度、耐腐蚀性好、规定压力、温度下持久工作
- 易于清洗和更换，便于拆装和维修

## □ 液压系统建议采用的过滤精度

使用场所	提高换向阀操作可靠度	保持微小流量控制	一般液压机器操作可靠度	保持伺服阀可靠度
建议过滤精度	10 $\mu$ m	10 $\mu$ m	25 $\mu$ m	5—10 $\mu$ m

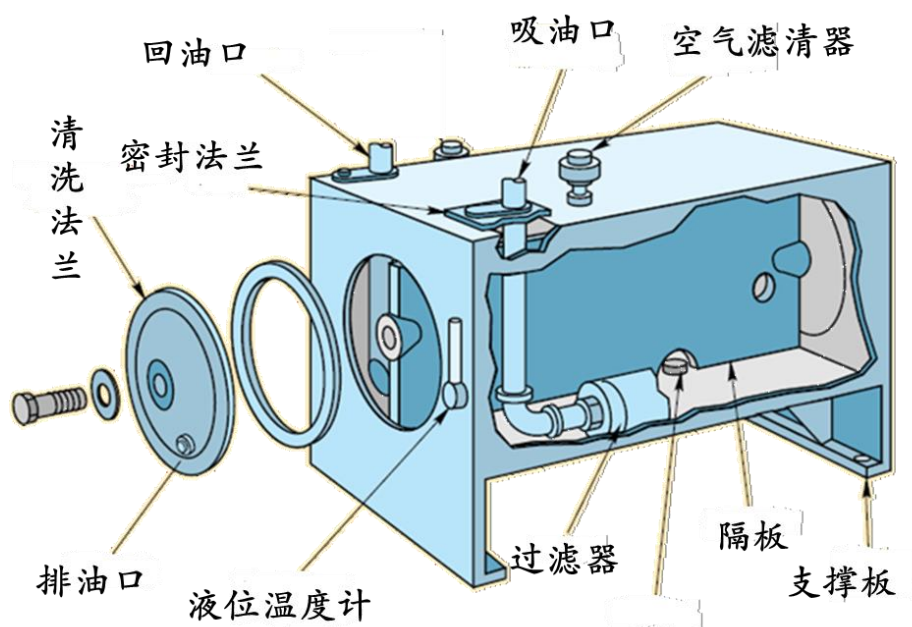
## □ 过滤器的选用和安装



# 油箱

## □ 油箱在液压系统主要功用

- 贮存系统循环所需油液
- 释出混在油液中的气体、沉淀油液污染物
- 为系统中元件安装提供位置
- 散热



典型油箱结构

# 油箱

## 油箱结构形式

整体式油箱

分离式油箱

开式油箱

闭式油箱

- 结构紧凑，易于回收漏油，但维修不便，散热性不好
- 与主机分开，减少油箱发热和液压振动对主机影响
- 油箱液面和大气相通
- 油箱液面与大气隔绝，泵吸油条件好，但配件要求高



新型液压机组



## □ 容量

### 油箱的有效容积

- 油面高度为油箱高度80%时的容积
- 油箱容积根据液压系统发热、散热平衡的原则来计算：

$$V = \xi q_p$$

$q_p$  — 液压泵的额定流量

$\xi$  — 与压力有关的经验数据：

低压系统  $\xi = 2 \sim 4$

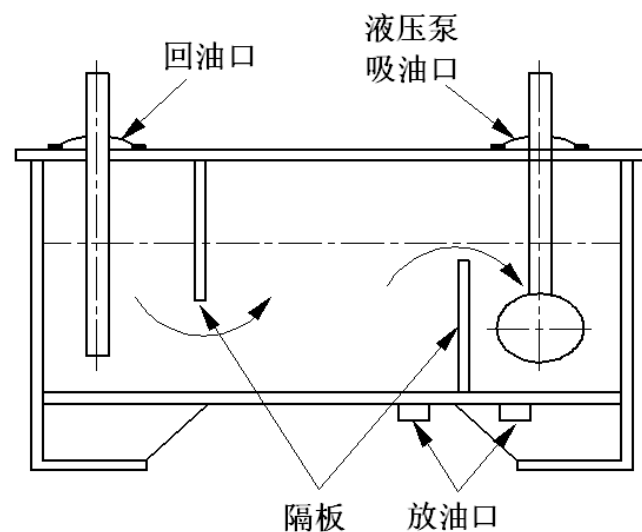
中压系统  $\xi = 5 \sim 7$

高压系统  $\xi = 10 \sim 12$



## □设计原则

- 吸油管和回油管尽量远离，中间用隔板隔开
- 吸油管入口处要装粗过滤器
- 回油管和泄油管管端应斜切45°并面壁，回油管在油面最低时应没在油中，泄油管不可没入油中
- 各盖板、管口处妥善密封
- 箱底离地至少150mm，适当倾斜
- .....





# 热交换器

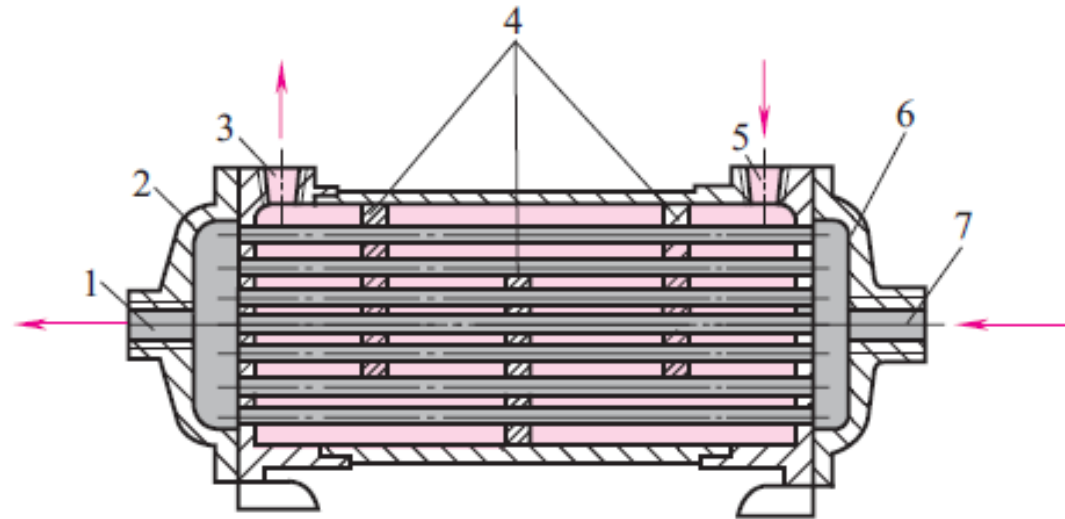
□ 液压系统工作温度一般在 $30-50^{\circ}\text{C}$ 范围之内，最高不超过 $65^{\circ}\text{C}$ ，最低不低于 $15^{\circ}\text{C}$

## □ 冷却器

- 水冷式
- 风冷式
- 冷媒式

## □ 加热器

- 热水或蒸汽
- 电加热



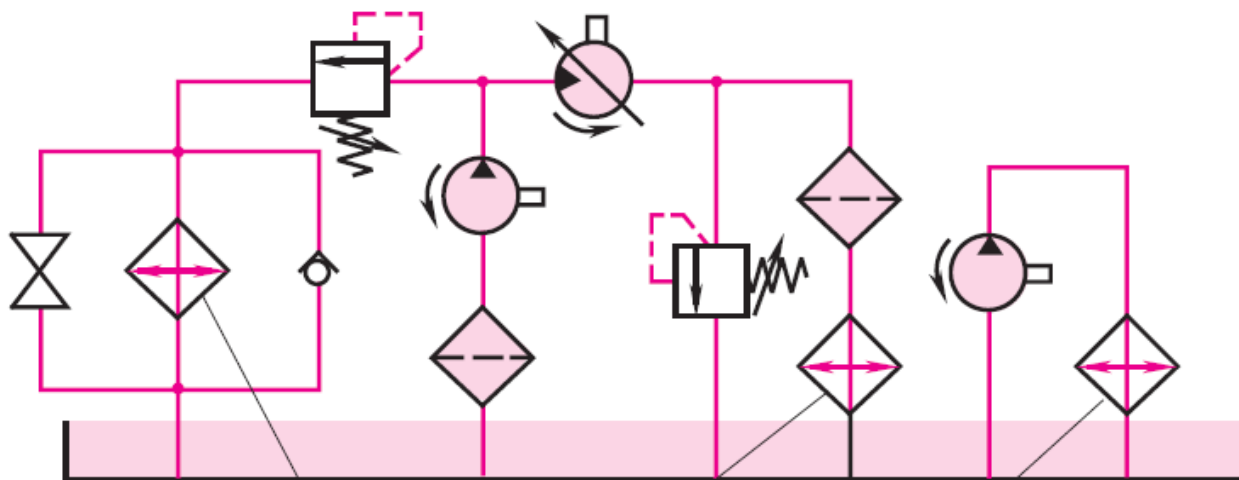
多管式冷却器

1-出水口, 2、6-端盖, 3-出油口, 4-隔板, 5-进油口, 7-进水口



# 热交换器

## □ 冷却器安装位置



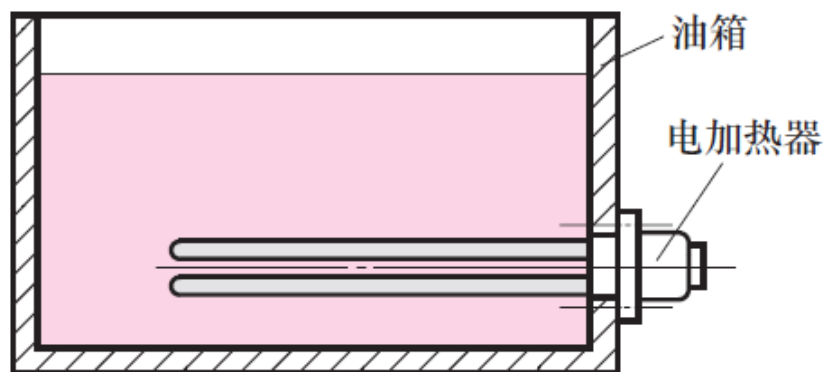
主溢流阀溢流口，  
冷却溢流阀热油，  
不受系统压力冲击

主回油路，冷却  
速度快，受系统  
压力冲击

独立冷却，不受  
系统压力冲击

## □ 加热器安装

- 法兰安装在油箱壁上，发热部分全部浸在油液内
- 安装在油液流动处
- 单个加热器功率不宜过大
- 电路上设置联锁保护装置



电加热器的安装位置

## □管件包括管道和管接头

**功用：**连接液压元件和输送油液

**要求：**强度高、密封性好、压力损失小和装拆方便

## □管道

硬管

软管

种类	特点和适用场合
钢管	<ul style="list-style-type: none"><li>• 耐高压，抗腐蚀，刚性好；装配时不能任意弯曲；</li><li>• 装拆方便处用作压力管道</li></ul>
纯铜管	<ul style="list-style-type: none"><li>• 易弯曲，不耐高压；抗振能力较弱，易使油液氧化；</li><li>• 用于液压装置内配接不便之处</li></ul>
尼龙管	<ul style="list-style-type: none"><li>• 加热后可以随意弯曲成形或扩口，冷却后定形不变；</li><li>• 承压能力与材质有关</li></ul>
塑料管	<ul style="list-style-type: none"><li>• 质轻耐油，价格低，承压能力低，长期使用会变质老化；</li><li>• 适宜压力低于0.5MPa的回油管、泄油管</li></ul>
橡胶管	<ul style="list-style-type: none"><li>• 价格高，可用作中、高压系统中的压力管道，也可用作回油管道</li></ul>

## □ 管道

- 规格尺寸为管道内径 $d$ 、壁厚 $\delta$

$$d = 2\sqrt{\frac{q}{\pi v}}$$

$d$ —管道内径  
 $q$ —管内流量  
 $v$ —管中油液流速

$$\delta = \frac{pdn}{2R_m}$$

$\delta$ --管道壁厚  
 $q$ —管内工作压力  
 $n$ —安全系数  
 $R_m$ --管道材料抗拉强度

### 流速 $v$ 选取

- 吸油管取0.5~1m/s
- 压力油管取2.5~5m/s
- 回油管取1.5~2.5m/s
- 短管及局部收缩处取5~7m/s

### 安全系数 $n$ 选取

- 钢管:
  - $p < 7\text{MPa}$ , 取 $n = 8$
  - $7\text{MPa} < p < 17.5\text{MPa}$ , 取 $n = 6$
  - $p > 17.5\text{MPa}$ , 取 $n = 4$
- 铜管:  $\frac{R_m}{n} \leq 25\text{MPa}$

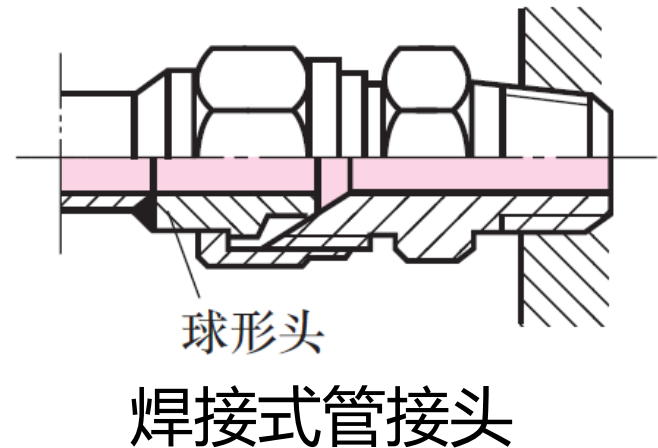
## □管接头

- 管道之间、管道与元件之间的可拆式连接件
- 要求：装拆方便，**连接牢固**，**密封性好**，外形尺寸小，压力损失小以及工艺性好
- 连接螺纹：国标米制锥螺纹（ZM）、普通细牙螺纹（M）



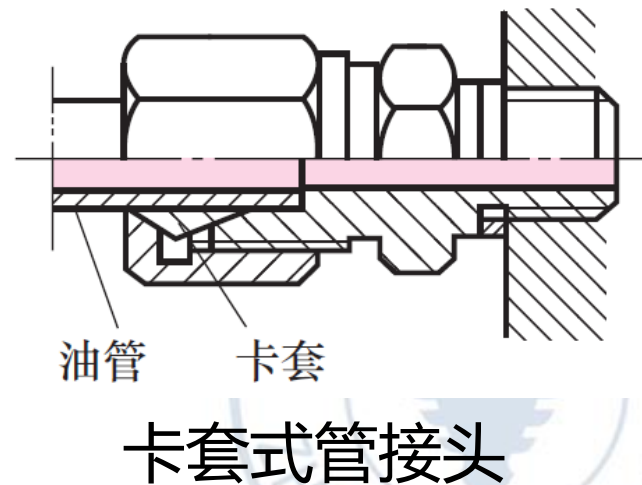
## □ 焊接式管接头

- 连接牢固，球面密封，简单可靠
- 焊接要求高，厚壁钢管，装拆不便
- 工作压力32MPa以上



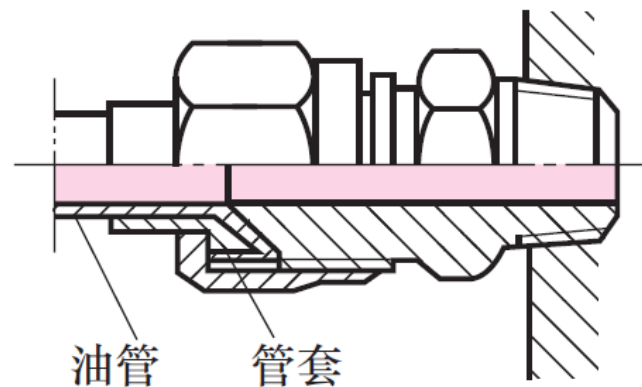
## □ 卡套式管接头

- 卡套密封，装拆简便
- 径向尺寸精度要求高，需冷拔无缝钢管
- 工作压力32MPa以上



## □ 扩口式管接头

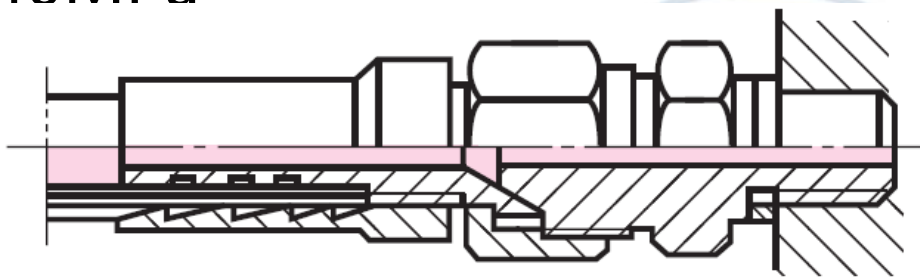
- 扩口密封，结构简单
- 适用于中低压管道的连接



扩口式管接头

## □ 扣压式管接头

- 随管径不同，工作压力为6~40MPa
- 适用于连接高压软管

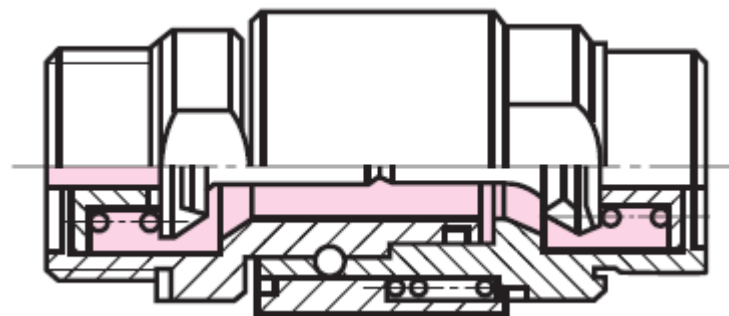


扣压式管接头



## □快换式管接头

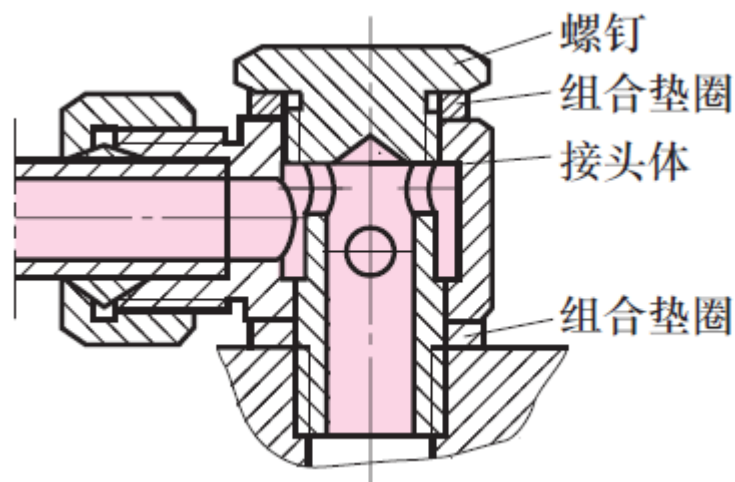
- 两端开闭式，自行密封
- 结构复杂，局部阻力损失较大
- 工作压力低于32MPa
- 适用于需经常拆卸的回路



快换式管接头

## □固定铰接管接头

- 直角接头
- 可随意调节布管方向，安装方便
- 组合垫圈密封



扣压式管接头

□课后作业：7-1；7-2；7-4

