

# 课堂教学设计

## 一、单元教学设计

课题名称	工程机械液压技术		
项目名称	液压泵和液压缸的选用	授课时数	4 学时
任务名称	液压缸的选用	授课时间	
授课地点		授课班级	工机 2001、工机 2002
授课内容	液压缸的工作原理、性能参数，各种结构形式的液压缸的构造组成、工作原理和使用		
教学重点	液压缸的种类 活塞缸和柱塞缸的构造原理、性能参数和使用		
教学难点	活塞缸和柱塞缸的构造原理、性能参数的计算		
授课教材	《液压与液力传动》郑兰霞主编 化学工业出版社 2015 年		
参考资料	专业教学标准	工程机械运用技术专业《工程机械液压技术》课程标准	
	职业技能标准	中高级工程机械修理工、汽车修理工、安装起重工国家职业技能标准	
	参考教材	《液压与气动技术》第四版 朱梅编写 西安电子科技大学出版 2017 年	
其他资源	媒体资源	工程机械运用技术专业教学资源库 《工程机械液压技术》智慧课堂	
	环境资源	1. 黄河水院智慧校园 2. 黄河水利职业技术学院《工程机械液压技术》课程教学资源	
教学目标	知识目标	掌握液压缸的构造原理、种类； 掌握液压缸技术参数的设计与计算； 熟悉液压缸的选择与使用	
	技能目标	能够区分各种液压缸及其特点； 会进行液压缸主要技术参数的设计与计算； 会正确选择与使用各液压缸。	
	素质目标	培养学生善于学习、热爱思考、认真细致、吃苦耐劳的学习和工作态度，诚实守信、团队精神的职业道德，精益求精的工匠精神，具有爱国情操、三观正确、良好职业道德的思想政治素养	
学情分析	知识与技能	1.具备机械基础、工程力学、机械制图和计算机辅助设计的基础知识。 2.能进行金属材料选取、机械零部件绘制识读、一般力学基本原理分析和简单构件计算。	
	认知与实践	1.认识工程机械基本组成构造和在生产实践中的使用。 2.对工程机械液压技术有所闻有所见，了解一些液压技术在机器上的运用，有一些基本的常识。	

	学习特点	1. 学习动力不足，可通过课堂思政和教师教学能力激发学习兴趣。 2. 学习能力和主动性有差距，课前进行合理分组，发挥学生帮带作。 3. 喜欢从手机和网络获取知识，充分利用信息化平台进行教学设计。				
课程思政	通过课程思政案例——[思政案例6——《大国重器》第三季通达天下]的引入，观看视频剪辑，感受工程机械创新发展的理想信念，精益求精的职业道德，增强民族自豪感和爱国热情。					
教学总体设计	<p>课程教学依托学校智慧课堂和工程机械运用技术教学资源库信息化教学平台，运用线上线下、虚实结合的混合式教学理念与模式。课程教学分为课前、课中和课后三个教学环节，其中课中教学环节有分出教学导入、知识学习、技能演练和总结评价四个环节，并对每个教学环节的时间分配、教学内容、教师活动、学生活动进行设计，其中包括课程思政的融入。基于“教学练做创”教学模式，采用讲授法，启发法、综合归纳、类比法、讨论法，参观法，自学辅导法，练习法，案例法和信息技术辅助教学法等多种教学方法与手段。</p> <p>课前准备，旨在让学生提前了解学习内容与要求，激发学习兴趣，提高学习效率，培养学习能力；课堂教学，发挥教师的引导作用和学生主观能动性，教学相长，利于学生认识、理解、记忆和运用新知；课后拓展，注重培养学生探索交流能力，运用创新，提升综合素养。</p>					
课外拓展	为了巩固学习成果，提升综合素养，安排现场实物认识、开设实训选修课等课后拓展和作业练习等活动，达到进一步提升工程机械液压技术专业技能和综合素养。					
教学设计						
教学环节与时间安排		教学内容	教师活动	学生活动	技术资源	方法手段
课前	发布教学任务 [前 2-3 天]	思政案例 1 课程教学任务 课程相关资源 PPT 课件	1. 上传课程思政视频 2. 发布课堂教学信息	1. 预习 2. 了解课程思政内容	智慧课堂 专业资源库	自学法 信息技术辅助教学法
课中 (课堂)	(一) 教学导入 [12 分钟]	复习上次课内容 通过课程思政导引 课程内容	讲解引入课程新知识 提问上次课内容 播放课程思政案例视频	复习 思考 回答	智慧课堂 专业资源库	讲授法，启发法，讨论法
	(二) 知识学习 [148 分钟]	1. 液压缸的类型及性能特点 2. 液压缸的结构 3. 液压缸的设计与计算	知识教授	知识学习 内容练习	智慧课堂 专业资源库	讲授法，启发法、合归纳、类比法、讨论法，信息技术辅助教学法

	(三) 技能演练 [12 分钟]	项目一 各种结构形式液压缸分别适合用在何种机器上 项目二 选择液压缸的主要技术参数的要点	技能演示 边讲边练	技能学习, 边学边练, 创新训练	智慧课堂 专业资源库	案例法和信息技术辅助教学法
	(四) 总结评价 [8 分钟]	课程内容 教学效果 布置作业	汇总小组结果, 总结评价, 布置课后作业	小组提交 自评结果	智慧课堂 专业资源库	综合归纳法 类比法 讨论法
课后	练习作业 思考题	有关液压缸的技术参数的计算题 2 题 现场实物认识 开设实训选修课	智慧课堂或信息方式互动 备齐实物认识的现场 帮助学生选择实训选修课和开展学习辅导	智慧课堂 现场认识实物 选择实训选修课, 课后参加实训室的实训选修课	智慧课堂 工业机器人技术实训中心 工程机械技术实训中心	练习法 自学辅导法 信息技术辅助教学法
教学随记						
诊断改进						

注：课堂教学过程由教师根据实际确定，表中所列为示例，表述应简明扼要。

## 二、教学实施流程

### 【课前】

教师——通过智慧课堂发布

课程教学任务

课程相关资源

PPT 课件

课程思政视频剪辑

学生——预习

通过自学法、信息技术辅助教学法，预习了解课程内容及其教学要求。

### 【课中】

#### （一）教学导入【12 分钟】

##### 1. 复习【7 分钟】

液压马达的工作原理及其性能参数

液压马达的选用主要考虑因素

液压缸的性能参数

##### 2. 导入新知【5 分钟】

思政案例 6——《大国重器》第三季通达天下（泵车中的液压缸）



【思政案例 6——《大国重器》第三季通达天下】的引入，从中也导引出课程教学内容。观看《大国重器》第三季通达天下的视频剪辑，让学生再一次观看工程施工中的混凝土泵车，其动力通过动力分动箱将发动机的动力传送给液压泵组，液压泵推动活塞带动混凝土泵工作，然后利用泵车上的布料杆和输送管，将混凝土输送到一定的高度和距离。泵车上的液压缸支撑并推动长长的泵车臂架。液压缸利用液压油产生推动力，像人体的肌肉一样，带动臂架运动，伸展或折叠，实现泵车远距离输送混凝土的目的。同时，也让我们

认识到专业和技术的重要性，接下来我们就将学习液压执行元件——液压缸。

课程思政：通过观看视频剪辑，让学生感受工程机械创新发展的理想信念，精益求精的职业道德，增强民族自豪感和爱国热情。

## （二）知识学习【148 分钟】

### 2-3 液压缸的选用

#### 1. 液压缸的类型及性能特点

液压执行元件的作用：

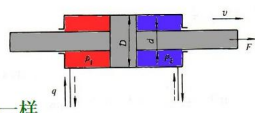
能将液压能转换为机械能，在液压油的作用下，输出力和速度（或力矩和转速），用以驱动工作部件。

液压执行元件包括：液压马达和液压缸。



#### 二、活塞式液压缸

##### 1. 双杆活塞式液压缸

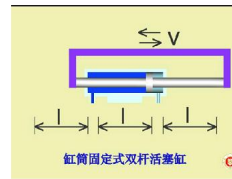


结构特点：两侧有效工作面积一样

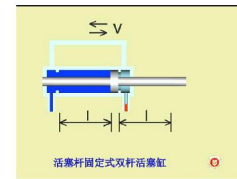
$$\text{基本参数: } F_1 = F_2 = (p_1 A - p_2 A) = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) (p_1 - p_2)$$

$$v_1 = v_2 = \frac{q_v}{A} = \frac{4q_v}{\pi(D^2 - d^2)}$$

两个方向的作用力和运动速度一样



缸筒固定式双杆活塞缸



活塞杆固定式双杆活塞缸

进、出口布置在缸筒两端，整个工作台的运动范围为活塞有效行程的三倍，所以机床占地面积大，一般适用于中小型机床

缸体与工作台相连，活塞杆通过支架固定在机床上，动力由缸体传出。工作台的移动范围只等于液压缸有效行程的两倍，相对占地面积小

## 2. 单杆活塞式液压缸

### (2) 基本参数

#### 1) 推力

$$F_1 = p_1 A_1 - p_2 A_2$$

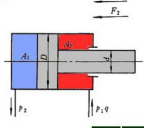
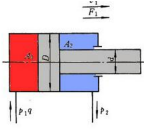
$$= p_1 \frac{\pi D^2}{4} - p_2 \left( \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) = \frac{\pi D^2}{4} (p_1 - p_2) + \frac{\pi d^2}{4} p_2$$

式中:  $p_1$ ——进油压力  $p_2$ ——回油压力

$$F_2 = p_1 A_2 - p_2 A_1 = p_1 \left( \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) - p_2 \frac{\pi D^2}{4}$$

$$= \frac{\pi D^2}{4} (p_1 - p_2) - \frac{\pi d^2}{4} p_1$$

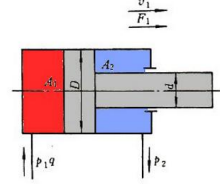
双向的推力大小不同



#### 2) 速度

$$v_1 = \frac{q_v}{A_1} = \frac{4q_v}{\pi D^2}$$

$$v_2 = \frac{q_v}{A_2} = \frac{4q_v}{\pi(D^2 - d^2)}$$



特点: 同样流量,  $v_1 < v_2$   
压力一样,  $F_1 > F_2$

应用: 往返运动速度及推力不同的场合

## 3. 差动连接液压缸

$$q_1 = q_v + q_2$$

设活塞此时的速度为  $v_3$ ,

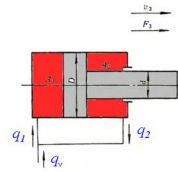
$$q_1 = A_1 v_3 \quad q_2 = A_2 v_3$$

代入上式:  $A_1 v_3 = q_v + A_2 v_3$

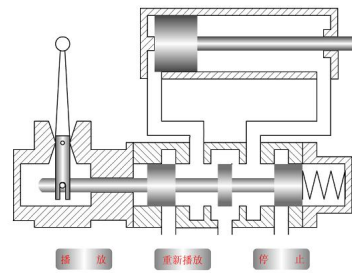
$$\text{速度: } v_3 = \frac{q_v}{A_1 - A_2} = \frac{q_v}{A_{\text{杆}}} = \frac{4q_v}{\pi d^2}$$

$$\text{推力: } F_3 = p_1 A_1 - p_2 A_2 \approx p_1 (A_1 - A_2) = p_1 A_{\text{杆}} = p_1 \frac{\pi d^2}{4}$$

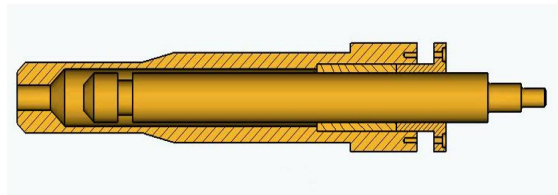
特点:  $v_3 > v_1$ ;  $F_3 < F_1$   
即速度大, 推力小



### 液压缸 差动连接液压缸的工作情况

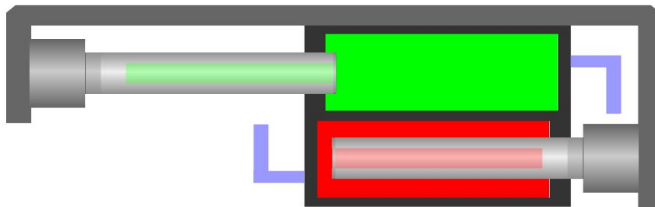


慢速  
快速  
快速



#### ● 单向液压驱动, 回程靠外力

$$\text{推力: } F = pA = p \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{速度: } v = \frac{q}{A} = \frac{4q}{\pi d^2}$$



开始 返回

柱塞缸小结:

(1) 它是一种单作用式液压缸(靠液压力只能实现一个方向的运动, 柱塞回程要靠其它外力或柱塞的自重)

(2) 柱塞靠缸套支承而不与缸体接触, 这样缸套易加工, 故适于做长行程液压缸

(3) 工作时柱塞总受压, 必须有足够的刚度

(4) 柱塞重量往往较大, 水平放置时容易因自重而下垂, 造成密封件和导向单边磨损, 故其垂直使用更有利

## 2. 液压缸的结构

液压缸的基本结构组成为:

1) 缸体组件: 缸体组件包括缸筒和端盖等

缸体组件的连接形式: 主要有 5 种形式

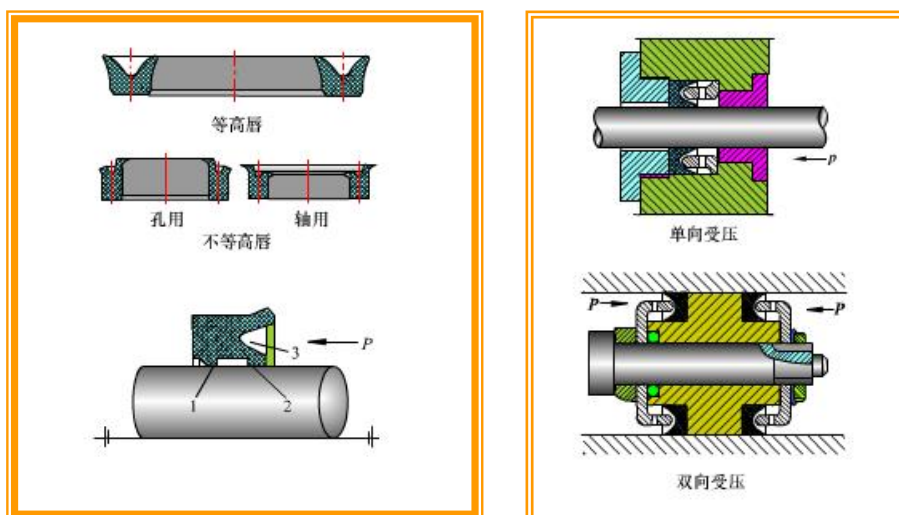
2) 活塞组件: 活塞一般用耐磨铸铁制成。活塞杆则不论是实心的还是空心的, 大多用钢料制成。

3) 密封装置:

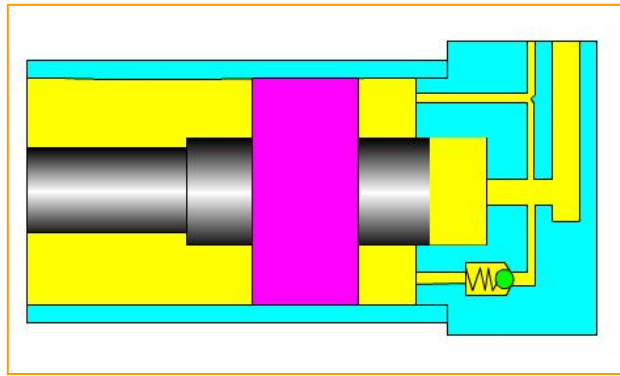
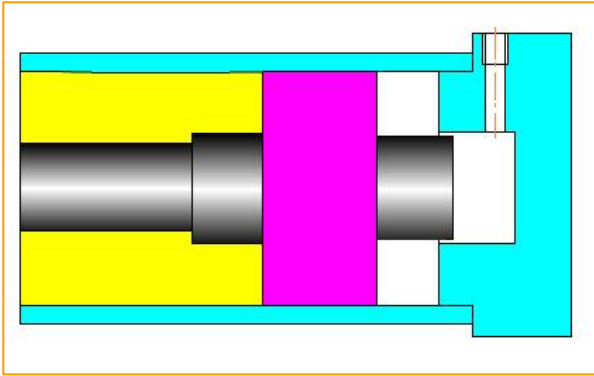
A 间隙密封: 它依靠运动件间的微小间隙来防止泄漏。它的结构简单, 摩擦阻力小, 可耐高温, 但泄漏大, 加工要求高, 只有在尺寸较小、压力较低、相对运动速度较高的缸筒和活塞间使用。

B 活塞环密封: 磨损后有自动补偿能力, 但加工要求高, 装拆较不便, 适用于高温、高压、高速的场合

C 密封圈密封



4) 缓冲装置



### 5) 排气装置

液压缸在安装过程中或长时间停放重新工作时，液压缸里和管道系统中会渗入空气，为了防止执行元件出现爬行，噪声和发热等不正常现象，需把缸中和系统中的空气排出。

## 3. 液压缸的设计与计算

设计液压缸需要根据具体使用要求选择结构类型，按负载情况、运动要求、最大行程等确定其主要工作尺寸，进行强度、稳定性和缓冲验算，最后再进行结构设计。

### 一、液压缸主要尺寸的计算

#### (一) 缸筒内径 D

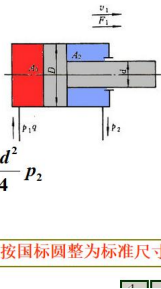
有两种计算方法

##### 1. 根据最大负载和工作压力

• 单杆缸无杆腔进油

$$F_1 = p_1 A_1 - p_2 A_2 = \frac{\pi D^2}{4} (p_1 - p_2) + \frac{\pi d^2}{4} p_2$$

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi(p_1 - p_2)} - \frac{d^2 p_2}{p_1 - p_2}} \approx \sqrt{\frac{4F_1}{\pi p_1}} \quad \text{※按国标圆整为标准尺寸}$$



#### (二) 活塞杆直径 d

有两种计算方法

##### 1. 依据单杆缸往复运动的速度比

$$\lambda_v = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\frac{4q_2}{\pi(D^2 - d^2)}}{\frac{4q_1}{\pi D^2}} = \frac{D^2}{D^2 - d^2} \rightarrow \text{活塞杆直径 } d = D \sqrt{\frac{\lambda_v - 1}{\lambda_v}}$$

##### 2. 按工作压力确定

液压缸工作压力与活塞杆直径对照表

工作压力 (MPa)	≤5	5~7	>7
活塞杆直径 d	(0.5~0.55)D	(0.6~0.7) D	0.7D

### (三) 技能演练 (12 分钟)

项目一 各种结构形式的液压缸分别适合用在何种机器上

项目二 选择液压缸的主要技术参数的要点

学生分组展开项目演练，老师观察指导帮助同学完成项目任务

由组长汇总小组情况并做好记录

### (四) 总结评价 (8 分钟)

课程内容小结

教学效果评价

布置作业：

1. 已知某单杆液压缸，其缸筒内径  $D=100\text{mm}$ ，活塞杆直径  $d=60\text{mm}$ ，工作压力  $p=5\text{MPa}$ ，流量  $q_v=30\text{ L/min}$ ，不计回油压力。试求活塞往返运动时的推力  $F$  和运动速度  $V$ 。



2. 一柱塞液压缸的柱塞固定，缸筒运动，压力油从空心柱中通入，压力为  $P$ ，流量为  $q$ ，缸筒内径为  $D$ ，活塞外直径  $d$ ，试求缸所产生的推力  $F$  和运动速度  $V$ 。

### 【课后】

到实训中心现场认识工程机械上和实训室储物架上的各种结构形式的液压马达。

学生完成以下作业：

1. 已知某单杆液压缸，其缸筒内径  $D=100\text{mm}$ ，活塞杆直径  $d=60\text{mm}$ ，工作压力  $p=5\text{MPa}$ ，流量  $q_v=30\text{ L / min}$ ，不计回油压力。试求活塞往返运动时的推力  $F$  和运动速度  $V$ 。

2. 一柱塞液压缸的柱塞固定，缸筒运动，压力油从空心柱中通入，压力为  $P$ ，流量为  $q$ ，缸筒内径为  $D$ ，活塞外直径  $d$ 。试求缸所产生的推力  $F$  和运动速度  $V$ 。