

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	工程机械液压系统的认知	授课时数	4 学时
任务名称	液压传动力学基础的认知	授课时间	
授课地点		授课班级	工机 2001、工机 2002
授课内容	压力的概念、表示及液体对固体壁面的作用力，流态、连续性方程、伯努利方程和动量方程，压力损失，小孔和缝隙的流量，液压冲击和空穴现象，流体静力学和流体力学在液压技术上的运用		
教学重点	压力的概念及液体对固体壁面的作用力，连续性方程、伯努利方程和动量方程的物理意义，压力损失，小孔和缝隙的流量		
教学难点	压力的概念及液体对固体壁面的作用力，连续性方程、伯努利方程和动量方程的物理意义及实际运用，压力损失，小孔和缝隙的流量		
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	掌握压力的概念、表示及液体对固体壁面的作用力 熟悉流态、连续性方程、伯努利方程和动量方程的物理意义 了解压力损失、小孔和缝隙的流量 了解液压冲击和空穴现象	
	技能目标	能利用流体静力学和流体力学的基本知识解释实际生活中的有关流体的一些现象，如压力损失、流量损失、孔和缝的流量、液压冲击和气穴现象	
	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，具有爱国情操和理想信念、三观正确、专业课程学习兴趣和良好的职业道德修养	
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3——高铁站台安全教育故事的引入,使学生认识邓理解严禁站到高铁站台安全线内,培养专业课程学习兴趣和良好的职业道德修养					
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,采用如讲授法,启发法、综合归纳法、练习法、讨论法,思考法,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3——高铁站台安全教育故事 课程教学任务 课程相关资源 PPT 课件	1. 上传课程思政文稿 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 [10 分钟]	复习上次课内容 导引课程内容	讲解引入课程新知识 提问上次课内容	复习 思考 回答	智慧课堂 专业资源库	讲授法, 启发法, 讨论法

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

课程思政案例文稿

课程教学任务

课程相关资源

PPT 课件

学生——预习

了解课程内容及其教学要求

【课中】

(一) 教学导入【10 分钟】

1. 复习【6 分钟】

液压油的性质、标号和选用

压力及其表示、压力对固体壁面的作用力

液体静力学知识

液体动力学的基本概念

2. 导入新知【4 分钟】

学习液体静力学知识的兴趣点。

为什么需要学习液体动力学知识。

利用液体力学知识的解释日常生活中的一些现象，诸如楼上比楼下的水压低、压扁的水管水流的速度高、缝隙为啥漏油等等。

(二) 知识学习【150 分钟】

1-3 液压传动力学基础的认知

3.1 液体静力学【20 分钟】

表压力指的是相对压力
表压力越大，压力越大
真空度越大，压力越小

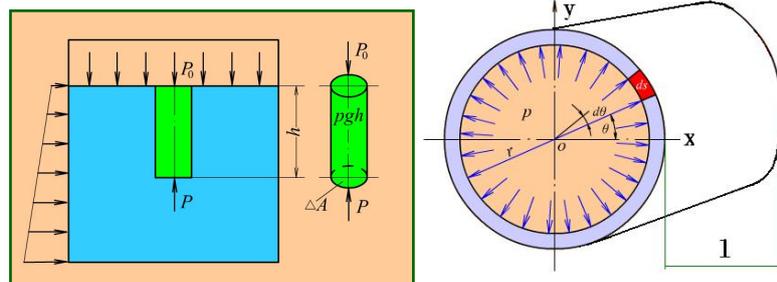
我国采用法定计量单位Pa（帕，N/m²）

1 Pa=1 N/m²

液压技术中习惯用MPa（N/mm²）

企业中习惯使用bar（kgf/cm²）

各单位关系：1MPa=10⁶ Pa=10 bar



液体对固体壁面的作用力：作用在曲面上的液压力在某一方向上的分力等于静压力与

曲面在该方向投影面积的乘积。

这一结论对任意曲面都适用。

【例题 1】液体对固体壁面的作用力。

3.2 液体动力学【45 分钟】

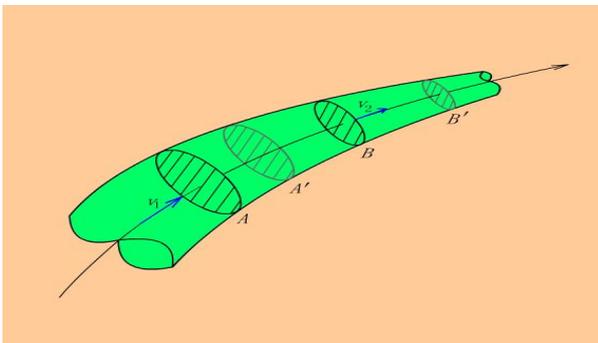
1. 流体力学几个基本概念：

理想液体、稳定流动

流态、层流和紊流

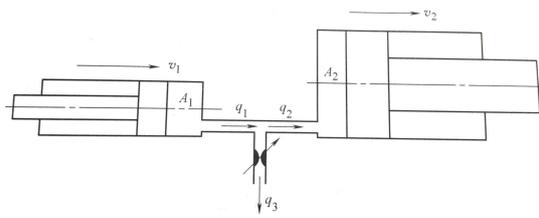
平均流速、流量、过流断面、雷诺数

2. 连续性方程

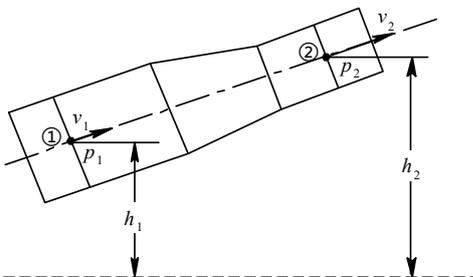


液体在流动中，流过各截面的液体的流量是相等的。

液流的流速和管道通流截面的大小成反比。



3. 伯努利方程



$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_2 + \sum H_v$$

$$\frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + h = \text{常数}$$

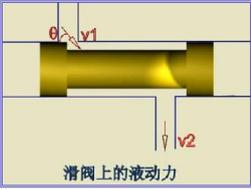
物理意义：压力能、动能和势能的和不变，其之间可以转换的。

4. 动量方程

X方向动量方程

$$\Sigma F_x = \rho q_v (\beta_2 v_{2x} - \beta_1 v_{1x})$$

X方向稳态液动力（是指液体对固体壁面的作用力）

$$\Sigma F_x' = -\Sigma F_x = \rho q_v (\beta_1 v_{1x} - \beta_2 v_{2x})$$


滑阀上的液动力

$$\Sigma F_x' = \rho q_v (\beta_1 v_1 \cos \theta - \beta_2 v_2 \cos 90^\circ) = \rho q_v \beta_1 v_1 \cos \theta$$

结论：作用在滑阀阀芯上的稳态液动力，总是力图使阀口关闭

思政案例 3——高铁站台安全教育故事【3分钟】



课程思政：理解严禁站到高铁站台安全线内，培养专业课程学习兴趣和良好的职业道德修养。

3.3 压力损失【30分钟】

由于实际液体具有粘性

所以流动中必有阻力，为克服阻力，须消耗能量，造成能量损失(即压力损失)

压力损失的分类

1. 沿程压力损失
2. 局部压力损失

沿程压力损失 $v = \frac{d^2}{32\mu l} \Delta p \Rightarrow \Delta p_\lambda = \Delta p = \frac{32\mu l v}{d^2}$

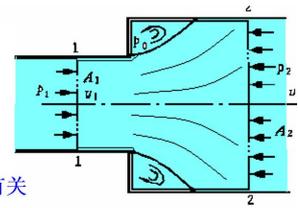
局部压力损失

$$\Delta p_\lambda = \frac{64 \nu l \rho v^2}{d \nu d} = \frac{64 l \rho v^2}{Re d}$$

$$= \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2} \quad (\lambda: \text{沿程阻力系数})$$

$$\Delta p = \zeta \frac{\rho v^2}{2}$$

ζ 为局部阻力系数，与管道等局部变化有关
 v 为液体的平均流速



突然扩大处的局部损失

层流压力损失的影响因素：

管长L 流速V 管径d
 密度 沿程阻力系数（粘度）

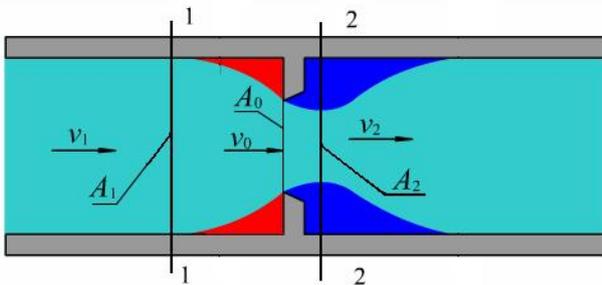
阀类的局部损失

$$\Delta p_v = \Delta p_n \left(\frac{q_v}{q_{vn}} \right)^2$$

- a 流动越快损失越大——限制流速的意义
- b 管道越长、管径越细（或缝隙小）沿程损失越大
- c 沿程损失与流态有关
- d 总的压力损失为各项压力损失之和
- e 由于压力损失的必然存在性，因此，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

3.4 小孔和缝隙流量【45 分钟】

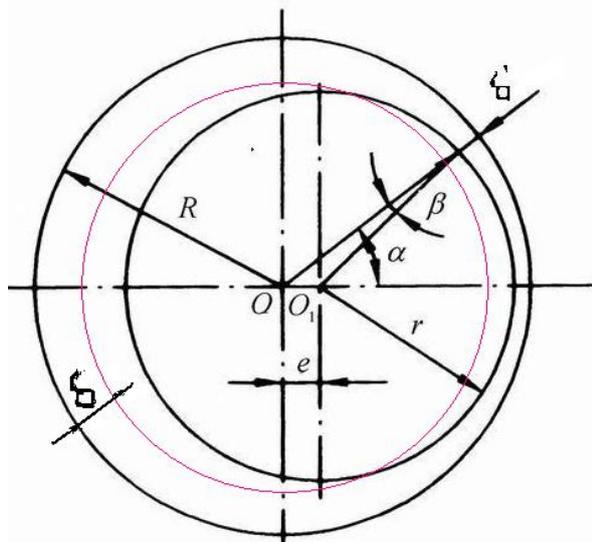
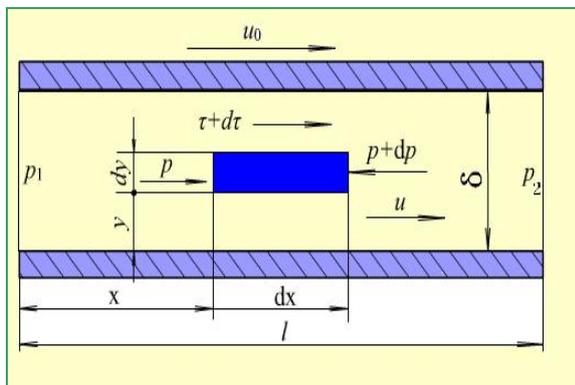
小孔的流量：



$$q_v = C A_T \Delta p^\varphi$$

- a 流量与压差：有流量就有压差（或压差使得液体流动）
- b 压差的变化，对细长孔的流量影响大，对薄壁孔的影响小
- c 细长孔与粘度有关、受温度影响大；薄壁孔与粘度无关、受温度影响小。因此，薄壁孔是理想的节流孔
- d 细长孔一般用作阻尼孔

缝隙的流量：



$$q_v = \frac{b\delta^3}{12\mu l} \Delta p \pm \frac{u_0}{2} b\delta$$

$$q = \frac{\pi d \delta^3}{12 \mu l} \Delta p (1 + 1.5 \varepsilon^2) \pm \frac{\pi d \delta u_0}{2}$$

a 与缝隙的大小或高度三次方成正比，必须严格控制缝隙—精度高

b 偏心圆环的泄露比同心圆环要大，最大是 2.5 倍—尽量控制偏心

c 流量损失影响运动速度，而泄漏又难以避免，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

3.5 液压冲击及气穴现象【10 分钟】

液压冲击：

液压系统中，由于某种原因（如速度急剧变化），引起压力突然急剧上升，形成很高压力峰值的现象。

液压冲击产生的原因：

- (1) 迅速使油液换向或突然关闭油路，使液体受阻，动能转换为压力能，使压力升高
- (2) 运动部件突然制动或换向，使压力升高

液压冲击的危害：

引起机械振动，产生噪声，使管接头松动

有时会造成某些液压元件的误动作，降低系统的工作性能

严重时，会造成油管、密封装置及液压元件的损坏

减少液压冲击的措施：

- (1) 缓慢关闭阀门，削减冲击波的强度
- (2) 在阀门前设置蓄能器，以减小冲击波传播的距离
- (3) 应将管中流速限制在适当范围内，或采用橡胶软管，也可减小冲击
- (4) 在系统中装置安全阀，可起卸载作用

空穴现象：

空穴（气穴）现象

1.空穴现象

液压系统中，由于某种原因，使压力降低而使气泡形成的现象

2.产生原因

(1) 压力油流过节流口、阀口或管道狭缝时，速度升高，**压力降低**

(2) 液压泵吸油管道较小，吸油高度过大，阻力增大，**压力降低**

(3) 液压泵转速过高，吸油不充分等，**压力降低**

3.空穴现象的危害

(1) 系统发生强烈的振动和噪声

(2) 发生气蚀

(3) 液流不连续，流量、压力脉动

4.减小空穴的措施

(1) 减小小孔和缝隙前后的压力比值，希望 $p_1/p_2 < 3.5$

(2) 增大直径、降低高度、限制流速

(3) 管路要有良好密封性防止空气进入

(4) 提高零件抗腐蚀能力

(三) 技能演练 (6 分钟)

1. 从流体力学的角度简述为什么在液压系统中不能随意更换成更细的液压管件。
2. 从流体力学的角度简述液压元件加工精密要求的依据。

(四) 总结评价 (4 分钟)

课程内容小结

教学效果评价

布置作业：

1. 分析说明，液体流过水平放置的直管，管子细的地方压力高了还是低了？
2. 对压力损失影响最大因素是什么？为什么？

【课后】

学生完成以下作业：

1. 分析说明，液体流过水平放置的直管，管子细的地方压力高了还是低了？
2. 对压力损失影响最大因素是什么？为什么？