

# 《流体力学》课程教学大纲

## 一、课程信息

课程名称：流体力学

Hydro Mechanics

课程代码：09311282

课程类别：专业基础平台课程/必修课

适用专业：土木工程专业

课程学时：36 学时

课程学分：1.5 学分

修读学期：第3学期

先修课程：高等数学、理论力学、材料力学

课内实验：16学时

## 二、课程目标

### （一）具体目标

流体力学是土木工程类本科生的重要基础课，是一门认识流动特征、掌握流体动力分析和计算的主干课程，也是土木工程类本科阶段唯一一门与流动相关的课程。主要教学内容涵盖流体特征、流体运动学、流体动力学。分别介绍理想流体和粘性流体运动的分析方法。培养学生运用流体力学基本知识分析工程应用领域流动问题的能力。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

课程目标1：掌握流体力学基本知识及应用。【支撑毕业要求1.2】

课程目标2：掌握将实际流动问题抽象为力学模型的方法，初步具有应用流体力学理论和试验手段分析解决问题的能力，掌握基础流动特征和复杂流动问题建模的基础理论。【支撑毕业要求2.1】

课程目标3：使学生具有一定的理论分析能力和实验技能。【支撑毕业要求4.1】

### （二）课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	1.工程知识:能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决复杂工程问题。	1.2 掌握理论力学、材料力学、结构力学、土力学、土木工程材料、混凝土结构基本原理、钢结构基本原理、基础工程等解决复杂土木工程问题所需的基础知识和应用能力。
课程目标 2	2.问题分析:能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题,以获得有效结论。	2.1 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别与归纳复杂土木工程问题。
课程目标 3	4.研究:能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	4.1 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂土木工程问题进行分析并设计实验方案。

### 三、课程内容

#### (一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
绪论	讲授法	课程目标 1	2
第一章 流体静力学	讲授法	课程目标 1、2	4
第二章 流体运动学	讲授法	课程目标 1、2	6
第三章 流体动力学基础	讲授法	课程目标 2、3	6
第四章 量纲分析和相似原理	讲授法、专题研讨	课程目标 2、3	2
第五章 流动阻力和水头损失	讲授法	课程目标 2、3	6
第六章 孔口、管嘴和有压管流	讲授法	课程目标 2、3	4
第七章 明渠流动	讲授法、专题研讨	课程目标 2、3	2
第八章 堰流	讲授法、专题研讨	课程目标 2、3	2
第九章 渗流	讲授法、专题研讨	课程目标 2、3	2
实验一 静压强实验	小组实验	课程目标 3	2
实验二 流态实验及雷诺数测定实验	小组实验	课程目标 3	2
实验三 能量转换实验	小组实验	课程目标 3	2
实验四 阻力系数测定实验	小组实验	课程目标 3	2
合计			36 学时

## (二) 具体内容

### 绪论

#### 【学习目标】

- 1.了解流体力学的发展简史，了解本课程在专业及工程中的应用
- 2.掌握流体主要物理性质，特别是黏性和牛顿内摩擦定律，理解作用在流体上的力
- 3.掌握连续性介质假设、不可压缩流体及理想流体的概念，了解研究流体运动规律的一般方法

#### 【学习内容】

- 1.流体力学的发展及其任务
- 2.作用在流体上的力
- 3.流体的主要物理性质

#### 【学习重点】

- 1.流动连续介质假设
- 2.表面力和质量力
- 3.流体的黏性、可压缩性和热膨胀性，牛顿内摩擦定律

#### 【学习难点】

- 1.连续介质假设
- 2.牛顿内摩擦定律

## 第二章 流体静力学

#### 【学习目标】

- 1.理解流体静压强的概念，掌握静压强分布规律及特性，压强的表示方法及计量单位
- 2.掌握流体平衡微分方程及其物理意义
- 3.熟悉工程中常用液柱式测压仪工作原理
- 4.掌握平衡流体静压强的分布规律及点压强的计算方法
- 5.掌握静止液体作用在平面和曲面上的总压力计算方法

#### 【学习内容】

1. 静止流体中的应力特性

2. 流体平衡微分方程
3. 重力场中流体静压强的分布规律
4. 液体作用在平面上的总压力
5. 液体作用在曲面上的总压力

#### 【学习重点】

1. 静压强及其特性
2. 流体平衡微分方程的建立与应用
3. 静压强分布规律，点压强的计算，静压强分布图，压力体图
4. 液体作用在平面和曲面上的总压力计算方法

#### 【学习难点】

1. 流体平衡微分方程
2. 液体作用在曲面上的总压力计算

## 第二章 流体运动学

#### 【学习目标】

1. 熟悉流体运动规律及描述流体运动的两种方法
2. 掌握流体质点速度、加速度的变化规律
3. 掌握欧拉法的基本概念和连续性方程的推导

#### 【学习内容】

1. 描述流体运动的两种方法
2. 欧拉法的基本概念
3. 恒定流连续性方程
4. 流体微团运动分析

#### 【学习重点】

1. 欧拉法的基本概念
2. 连续性方程

#### 【学习难点】

1. 流体微团运动分析

## 第三章 流体动力学基础

#### 【学习目标】

1. 掌握理想流体力学基本微分方程和伯努利方程
2. 掌握恒定总流的伯努利方程和动量方程，并能熟练应用连续性方程、总流能量方程和动量方程计算总流问题
3. 了解黏性流体运动微分方程
4. 掌握速度势函数和流函数求解平面流动的方法，了解流网原理及其工程应用

#### 【学习内容】

1. 无黏性流体的运动微分方程
2. 元流的伯努利方程
3. 恒定总流的伯努利方程
4. 恒定总流的动量方程
5. 黏性流体运动微分方程
6. 平面无旋流动

#### 【学习重点】

1. 无黏性流体的运动微分方程及伯努利方程
2. 恒定总流的伯努利方程及动量方程
3. 流网法解平面势流

#### 【学习难点】

1. 理解连续性方程、动量方程和能量方程的推导过程
2. 伯努利方程及其工程应用

### 第四章 量纲分析和相似原理

#### 【学习目标】

1. 掌握量纲和谐原理及初步运用
2. 掌握两种量纲分析方法-瑞利法和 $\pi$ 定理
3. 了解相似理论基础及模型实验

#### 【学习内容】

1. 量纲分析的意义和量纲和谐原理
2. 量纲分析方法
3. 相似理论基础
4. 模型实验

### 【学习重点】

1. 量纲和谐原理
2. 量纲分析方法-瑞利法和 $\pi$ 定理

### 【学习难点】

1. 相似理论
2. 量纲分析的两种方法

## 第五章 流动阻力和水头损失

### 【学习目标】

1. 了解流动阻力和水头损失的分类，雷诺试验过程及层流、紊流的流态特点，掌握流态判别标准
2. 掌握沿程水头损失与切应力的关系，圆管过流断面上的流速分布、水头损失与平均流速的关系，沿程阻力系数与雷诺数的关系
3. 了解紊流脉动与时均化，紊流附加切应力，混合长理论
4. 掌握阻力系数的确定方法，掌握管路沿程损失和局部损失的计算
5. 了解边界层概念，边界层的分离和扰流阻力

### 【学习内容】

1. 流动阻力和水头损失的分类
2. 黏性流体的两种流态
3. 沿程水头损失与切应力的关系
4. 圆管中的层流运动
5. 紊流运动
6. 紊流的沿程水头损失
7. 局部水头损失
8. 边界层概念与扰流阻力

### 【学习重点】

1. 雷诺数及流态判别
2. 圆管层流运动规律
3. 沿程阻力系数的确定
4. 沿程水头损失和局部水头损失计算

### 【学习难点】

1. 阻力系数的确定
2. 沿程水头损失和局部水头损失计算

## 第六章 有压管流与孔口、管嘴出流

### 【学习目标】

1. 掌握短管（虹吸管、水泵吸水管、有压涵管等）的水力计算、简单长管、串联并联长管、沿程泄流、枝状管网的水力计算
2. 理解环状管网的水力计算的原理与方法，了解有压管路中水击产生的原因及危害预防
3. 掌握孔口、管嘴出流的基本公式及其应用

### 【学习内容】

1. 孔口出流
2. 管嘴出流
3. 短管水力计算
4. 长管的水力计算
5. 有压管道中的水击

### 【学习重点】

1. 孔口、管嘴出流的计算方法
2. 短管的水力计算
3. 简单长管、串联并联长管、沿程泄流、枝状管网的水力计算

### 【学习难点】

1. 有压涵管的水力计算
2. 串联并联长管水力计算

## 第七章 明渠流动

### 【学习目标】

1. 了解明渠流动的特点，掌握水力最优断面和允许流速的概念
2. 掌握明渠均匀流各类的水力计算方法及无压圆管的水力计算
3. 了解明渠流动状态，了解水跃和跌水

### 【学习内容】

1. 恒定明渠均匀流
2. 明渠流的流动状态和基本概念
3. 明渠流流态转换时的局部水力现象—水跃和跌水
4. 无压圆管均匀流
5. 非均匀渐变流水面曲线的分析

#### 【学习重点】

1. 明渠的分类
2. 明渠均匀流水力计算方法
3. 均匀流特征，水力最优断面

#### 【学习难点】

1. 明渠非均匀渐变流的水水面曲线的计算

### 第八章 堰流

#### 【学习目标】

1. 了解堰流分类及特点
2. 掌握宽顶堰、薄壁堰和实用堰溢流的流量计算

#### 【学习内容】

1. 堰流及其特征
2. 宽顶堰溢流
3. 薄壁堰和实用堰溢流

#### 【学习重点】

1. 堰流的分类
2. 宽顶堰、薄壁堰和实用堰溢流的流量计算

#### 【学习难点】

1. 宽顶堰、薄壁堰和实用堰溢流的流量计算

### 第九章 渗流

#### 【学习目标】

1. 了解渗流现象、渗流模型，理解渗流达西定律
2. 理解均匀渐变渗流断面流速均匀分布，理解渐变渗流基本微分方程及浸润面的概念



- 3.掌握地下水渐变渗流的裘皮依公式
- 4.掌握井的渗流计算
- 5.了解渗流对建筑物安全稳定的影响

#### 【学习内容】

1. 渗流达西定律
2. 地下水的渐变渗流
3. 井和井群
4. 渗流对建筑物安全稳定的影响

#### 【学习重点】

1. 达西定律及适用范围
2. 恒定渐变渗流的裘皮依公式
3. 渗透系数及其确定方法

#### 【学习难点】

1. 恒定渐变渗流的裘皮依公式

### 四、教学方法

在教学方法上，采用课堂讲授和专题研讨。

### 五、课程考核

考试：平时考核+期末考试。

本课程为考试课，考试由平时考核及期末考试两部分构成，平时考核由课堂考勤（ $a_1$ ）、平时作业（ $a_2$ ）、课堂讨论（ $a_3$ ）三部分构成，所占的权重分别为  $a_1=10\%$ 、 $a_2=10\%$ 、 $a_3=10\%$ 。期末考试为闭卷考试，卷面总分 100 分，占课程考核的权重  $a_4=70\%$ 。

课程总成绩（100%）=课堂考勤（ $a_1$ ）+ 平时作业（ $a_2$ ）+课堂讨论（ $a_3$ ）+期末成绩（ $a_4$ ）。

表 4 各考核环节建议值及考核细则

课程成绩构成及比例	考核方式	目标值	考核细则	对应课程目标
课堂考勤 $a_1$	随堂点名	100	本学期上课期间老师不定期随堂点名，一般每学期至少点名三次以上。根据学生出勤情况作为课堂考勤成绩。	课程目标 1、2
平时作业 $a_2$	课程作业	100	平时作业以课后习题为主，重点考核学生对每个章节知识点的复习、熟悉和掌	课程目标 1、2

			握程度,通过作业习题训练提高学生的力学分析、计算能力;每次作业单独评分,最后取平均分作为平时作业成绩。	
课堂讨论 $a_3$	课堂讨论	100	以分组的形式就课程中的基础理论或主要疑难问题,在独立钻研的基础上,共同进行讨论、辩论,每次讨论单独评分,最后取平均分作为课堂讨论成绩。	课程目标 2、3
期末考试 $a_4$	期末考试	100	卷面成绩 100 分。题型以选择题、判断题、作图题、计算题等为主。主要考核力系平衡、点、刚体的平面运动、动力学等相关内容。	课程目标 1、2、3

## 六、课程评价

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价,具体计算方法如下:

$$\text{课程分目标达成度} = \frac{\text{相关评价方式加权平均得分}}{\text{相关评价方式目标加权总分}}$$

课程总目标达成度=课程所有分目标达成度加权值之和

课程目标评价内容及符号意义说明:  $A_i$  为平时成绩对应课程目标  $i$  的得分,  $B_i$  为期末考试成绩对应课程目标  $i$  的得分;  $OA_i$  为平时成绩对应课程目标  $i$  的目标分值,  $OB_i$  为期末考试成绩对应课程目标  $i$  的目标分值;  $\gamma_i$  为课程目标  $i$  在总目标达成度中的权重值;  $S$  为课程总目标的达成度,  $S_i$  为课程目标  $i$  的达成度。

表 4 课程考核成绩对课程目标达成情况评价

课程目标	课程目标权重	评价方式	目标分值	实际平均分	目标达成评价价值
课程目标 1	0.3	课堂考勤	$OA_{1-1}=30$	$A_{1-1}$	$S_1 = \frac{a_1 A_{1-1} + a_2 A_{1-2} + a_3 A_{1-3} + a_4 B_1}{a_1 OA_{1-1} + a_2 OA_{1-2} + a_3 OA_{1-3} + a_4 OB_1}$
		平时作业	$OA_{1-2}=30$	$A_{1-2}$	
		课堂讨论	$OA_{1-3}=30$	$A_{1-3}$	
		期末成绩	$OB_1=30$	$B_1$	
课程目标 2	0.3	课堂考勤	$OA_{2-1}=30$	$A_{2-1}$	$S_2 = \frac{a_1 A_{2-1} + a_2 A_{2-2} + a_3 A_{2-3} + a_4 B_2}{a_1 OA_{2-1} + a_2 OA_{2-2} + a_3 OA_{2-3} + a_4 OB_2}$
		平时作业	$OA_{2-2}=30$	$A_{2-2}$	
		课堂讨论	$OA_{2-3}=30$	$A_{2-3}$	
		期末成绩	$OB_2=30$	$B_2$	

课程目标 3	0.4	课堂考勤	$OA_{3-1}=40$	$A_{3-1}$	$S_3 = \frac{a_1 A_{3-1} + a_2 A_{3-2} + a_3 A_{3-3} + a_4 B_3}{a_1 OA_{3-1} + a_2 OA_{3-2} + a_3 OA_{3-3} + a_4 OB_3}$
		平时作业	$OA_{3-2}=40$	$A_{3-2}$	
		课堂讨论	$OA_{3-3}=40$	$A_{3-3}$	
		期末成绩	$OB_3=40$	$B_3$	
课程目标 $i$ 权重和	$\sum_{i=1}^3 \gamma_i = 1.0$	课程总成绩	100	课程总目标 达成度	$S = \sum_{i=1}^3 \gamma_i S_i$

注：1.目标分值为课程目标对应评价方式的满分，同一评价方式目标分值之和为 100。

2.实际平均分为参与评价的学生在该评价方式的平均分。

## 七、课程资源

### (一) 建议选用教材

刘鹤年. 流体力学（第三版）. 北京：中国建筑工业出版社, 2016.

### (二) 主要参考书目

[1] 吴望一. 流体力学. 北京：北京大学出版社, 1982.

[2] 叶镇国. 水力学与桥涵水文（第 3 版）. 北京：人民交通大学出版社, 2019.

[3] 吴持恭. 工程流体力学. 北京：高等教育出版社, 2008.

### (三) 其它课程资源

1. 上海交通大学《流体力学》课程教学网站

<http://www.xxw001.com/video/?b0fdea5b1b0c7c9b991774.shtml>

2. 中国力学学会流体力学专业委员会

<http://ltx.cstam.org.cn/templates/flx/index.aspx?nodeid=168>

3. 流体力学相关文献下载网站

<http://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=18537&tip=sid>

执笔人：林秋爽

课程负责人：林秋爽

审核人（系/教研室主任）：高春华

审定人（主管教学副院长/副主任）：袁晓辉

2023 年 6 月