

# 流体力学课程教学大纲

课程代码：74120060

课程中文名称：流体力学

课程英文名称：Fluid Mechanics

学分：3.0                      周学时：2.5-1.0

面向对象：

预修要求：高等数学、普通物理、理论力学、材料力学（基础部分）

## 一、课程介绍

### （一）中文简介

流体力学是研究流体的运动规律及其应用的学科，是港口航道与海岸工程专业的一门必修的专业基础课程，也可作为海洋工程与技术、船舶与海洋工程、海洋科学等专业课程，在教学中将为海洋工程环境、海岸动力学、水力学、工程地质、水文学、环境水力学、计算流体力学、物理海洋学等多门专业基础课程和专业课程阐释所涉及的流体力学原理，帮助学生进一步认识水利、港航、海洋工程与大气和水环境的关系。

### （二）英文简介

Fluid mechanics is a course to study the basic principles of fluids in motion and its application in engineering. It is a compulsory and specialized core course for undergraduate students majoring in Port, Waterway, and Coastal Engineering. The course focuses on the basic principle of Fluid Mechanics concerning with the specialized core courses and special courses of Ocean Environment, Coastal Dynamics, Hydraulics, Earth Mechanics, Hydrology, Environmental Fluid Dynamics, Computational Fluid Dynamics, Physical Oceanography, and helps students to understand the relation between coastal engineering and atmosphere and water environment.

## 二、教学目标

### （一）学习目标

本课程的目的是：通过各教学环节的学习，使学生掌握流体基本特性和流体运动的基本概念、基本理论、基本计算方法与实验技能，培养学生利用流体力学分析问题和解决问题的能力，为学习专业课程，并为将来在港航工程各个领域从事专业技术工作打下基础。

基本要求：引论、流体的主要物理性质、流体静力学、流体动力学基础、恒定总流基本方程、

量纲分析与相似原理、流动阻力和水头损失、湍流和边界层的基本理论等。

## （二）可测量结果

通过课程学习，学生掌握流体静力学和流体动力学的基本计算公式、分析方法等，并熟练运用以解决工程中与流体力学相关的工程计算问题，达到该课程教学目标及教学要求。

## 三、课程要求

### （一）授课方式与要求

授课方式：1) .多媒体教学，中文、中英双语（讲授核心内容、总结、下次课内容、答疑等）；  
2) . 课堂分组讨论；3) .课后阅读和团队作业；4) .实验和野外认知；3) . 期末闭卷考试。

课程要求：熟悉基本知识、培养思维和表达能力及合作精神、提高文献阅读能力，引起对流体力学的兴趣。课堂教学不少于 48 学时；实验不少于 12 学时

实验包括演示实验和定量量测实验和计算机虚拟实验三类，必做实验：流动演示实验；静水力学实验；动量方程实验；能量方程实验；沿程阻力实验；雷诺实验；局部阻力实验。选做实验：文丘里流量计实验；孔口、管嘴实验；水面曲线实验；堰流实验；激光与毕托管测速实验；虹吸管原理实验等。

### （二）考试评分与建议

期末闭卷考试占 70%，小组课堂讨论占 10%，课程作业及报告占 10%，课堂表现和问答占 5%，随堂测试占 5%。

## 四、教学安排

本课程为本科生秋冬两个学期课，一共 16 次课，每次课 3 学时，共 48 学时，实验课 12 学时。

主要教学内容和课时安排如下：

### （一）绪论及流体力学基本概念（6 学时）

教学内容关键词：流体、粘性、牛顿内摩擦定律

教学具体安排：

对流体力学及其课程做概述，通过一些日常生活、自然现象中实例，引入流体力学的概念，引起课程兴趣。明确为什么学习流体力学这门课，了解什么是流体，如何学习流体力学。然后介绍流体及其模型化概念、流体的物理性质及其作用在流体上的力。主要概念：流体的质点、理想流体、流体连续介质模型、粘滞性与粘度、牛顿流体、质量力、牛顿内摩擦定理及

其应用等。

## （二）流体静力学（6 学时）

教学内容关键词：流体静力学基本方程组

教学具体安排：

解释流体在静止状态下的平衡规律及其在实际中的应用。主要阐述流体静压强的特性，静压强的分布规律，欧拉平衡方程，作用在平面上或曲面上静水总压力的计算方法，潜体与浮体的稳定性等。

要求掌握绝对压强、相对压强、真空度、等压面、测压管水头、测压管水头、压力体、压心、定倾半径、偏心距等基本概念。掌握静止流体中压力的特性与静止液体压强的分布规律；掌握等压面判别方法、压强分布图及压力体图的绘制方法；掌握流体静力学基本方程，并理解其物理意义。

## （三）流体动力学基础（12 学时）

教学内容关键词：流体运动、N-S 方程、伯努利方程

教学具体安排：

介绍流体运动的基本概念、基本理论、及描述流体运动的方程，建立描述流场中流体的普遍关系式，以及平面势流流场的典型解。

基于质量守恒定律、动量守恒定律、牛顿运动定律及其机械能守恒定律，推导流体运动方程，以三维流场运动为对象建立起不可压缩流体运动方程，即 N-S 方程。

知识点：恒定流与非恒定流、均匀流与非均匀流、迹线、流线、流管、流量、流网、势流，描述流体运动的欧拉法和拉格朗日法，有旋流与无旋流。

掌握理想流体运动微分方程及伯努利方程，速度势函数、流函数的物理意义与求解方法，以及流网的物理意义，了解势流叠加原理。

## （四）恒定总流基本方程（8 学时）

教学内容关键词：连续方程、伯努利方程、动量方程

教学具体安排：

以工程实践中的常见流动问题，如管流、河道与河口流动等为例，介绍总流与元流概念，讲解总流分析法。

推导连续性方程、伯努利方程、总流动量方程，并讲解计算实例，要求学生掌握三个基本方程的物理概念、并会使用三个基本方程进行实际工程的计算分析。

## （五）量纲分析与相似原理（3 学时）

教学内容关键词：量纲、PI 定律、相似原理

教学具体安排：

结合工程实例，讲解量纲、量纲和谐原理等基本概念。

基于流动现象，结合实例，讲解量纲分析法中的瑞利法和布金汉定律的解题步骤。

讨论流体运动相似理论基础，讲解几何相似、运动相似、动力相似，推导相似准数，要求学生掌握相似准数的物理意义及其适用条件。

(六) 流动阻力和水头损失 (8 学时)

教学内容关键词：流动阻力、湍流、水头损失

教学具体安排：

讲解水头损失的两种形式：沿程水头损失和局部水头损失，两种流动形态：层流和湍流，两种流态在两种流动环境：有压管流和明渠流中水头损失的计算公式。

要求掌握雷诺数概念、两种流态特性及判别方法、掌握沿程水头损失及局部水头损失的计算方法。

(七) 孔口和管嘴出流 (3 学时)

教学内容关键词：孔口、有压管流

教学具体安排：

讲解工程中常见的孔口与管嘴出流的水力计算原理与方法。

将连续方程、能量方程及动量方程应用与孔口出流和有压管流，结合实例讲解长管和短管的水力计算。

附：教学时间安排表

周次	授课主题	备注
1	绪论及流体力学基本概念 (讲授)	3 课时
2	绪论及流体力学基本概念 (讲授+讨论)	3 课时
3	流体静力学 (讲授+讨论)	3 课时
4	流体静力学 (讲授+实例分析+讨论)	3 课时
5	流体动力学基础	3 课时
6	流体动力学基础 (讲授+讨论)	3 课时
7	流体动力学基础 (讲授+实例分析+讨论)	3 课时

8	流体动力学基础（讲授+实例分析+讨论）	3 课时
9	恒定总流基本方程（讲授+讨论）	3 课时
10	恒定总流基本方程（讲授+实例分析+讨论）	3 课时
11	恒定总流基本方程、量纲概念（讲授+讨论）	3 课时
12	量纲分析与相似原理（讲授+实例分析+讨论）	3 课时
13	流动阻力和水头损失（讲授+讨论）	3 课时
14	流动阻力和水头损失（讲授+实例分析+讨论）	3 课时
15	流动阻力和水头损失、孔口、管嘴出流（讲授+讨论）	3 课时
16	课程总结和复习	3 课时

## 五、参考教材及相关资料

### 主要参考书：

- [1] 《应用流体力学》，毛根海主编/邵卫云，张燕编，2006年11月，高等教育出版社出版，（“十一五”国家级规划教材）
- [2] Mechanics of Fluids (9th edition), B. S. Massey, revised by J. Ward-Smith, Spon Spress, 2012.

### 其他参考书：

- [1] 禹华谦主编，工程流体力学，第一版，北京：高等教育出版社 2004
- [2] 刘鹤年主编，流体力学，第1版，北京：中国建筑工业出版社 2002
- [3] 李玉柱、苑明顺编，流体力学，第1版，北京：高等教育出版社 1998
- [4] 吴持恭主编，水力学，第3版，北京：高等教育出版社 2003
- [5] Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, Keith W. Bedford, Fluid Mechanics (Ninth Edition), 北京：清华大学出版社 2003
- [6] E. John Finnemore, Joseph B. Franzini, Fluid Mechanics with Engineering Applications (Tenth Edition), 北京：清华大学出版社 2003

## 六、课程教学网站：

- 1、<<http://www.fluid.net>>
- 2、将通过校内网络提供必要的课件和文字材料