

# 船舶流体力学课程教学大纲

课程代码: 74120270

课程中文名称: 船舶流体力学

课程英文名称: Ship fluid mechanics

学分: 1.5                      周学时: 1.5-0.0

面向对象:

预修要求: 高等数学、普通物理、理论力学、流体力学

## 一、课程介绍

### (一) 中文简介

船舶流体力学是研究波浪理论以及波浪与船舶海洋结构相互作用的科学, 是船舶与海洋工程专业的一门必修的专业基础课程。本课程主要包括: 空间势流理论、波浪基本概念及其种类、无限和有限水深下微幅波理论、波群和波能、船行波和不规则波、波的绕射和辐射问题、机翼理论等。该课程的学习可以为后续船舶专业课程如船舶阻力和推进以及船舶耐波等打下基础。

### (二) 英文简介

Ship fluid mechanics is a course to study wave theory and interactions between waves and ships or ocean structures. It is a compulsory and specialized core course for undergraduate students majoring in Naval Architecture and Ocean Engineering. This course mainly includes: potential theory in three-dimensions, wave concept and its types, theories of small amplitude in both infinite and finite depths, wave group and wave energy, irregular waves and ship waves, wave diffraction & radiation problems and wing theory. It will lay the foundation for the further study of ship courses such as ship resistance, propulsion and seakeeping.

## 二、教学目标

### (一) 学习目标

船舶流体力学是船舶与海洋工程学科的重要专业基础课程之一。本课程主要是关于波浪理论基本概念、无限水深和有限水深情况下微幅波数学描述及流场速度和压力分布、波群和波能、微幅波和船舶海洋结构物相互作用以及机翼理论等知识。该课程的主要目标是:(1)

让学生了解和掌握波浪理论基本知识、波浪和船舶结构物相互作用机理以及机翼理论知识，并学会用来分析工程实际问题；（2）为后续船舶原理专业课打下基础；（3）引导学生接受船舶与海洋工程水动力学知识熏陶，提高船舶科学基本素养。

## （二）可测量结果

通过课程学习，学生掌握波浪理论、波浪和结构物相互作用和机翼理论的基本知识、计算公式以及数学模型，并熟练运用这些知识来分析船舶与海洋工程领域中的与水动力学相关的工程问题，达到该课程教学目标及教学要求。

- ✧ 熟悉空间势的数学描述及其工程背景；
- ✧ 掌握各种类型波浪、波浪要素及波浪产生的原因；
- ✧ 掌握无限水深情况下微幅波的数学描述、流体质点运动、速度及压力分布；
- ✧ 掌握有限水深情况下微幅波波浪的数学描述、流体质点运动、速度及压力分布；
- ✧ 掌握波群、群速度以及波能的概念及其计算公式；
- ✧ 熟悉船波和不规则波；
- ✧ 了解高阶波概念、数学描述及其工程背景；
- ✧ 熟悉波浪和船舶海洋结构物作用的辐射和绕射问题及其数学模型；
- ✧ 掌握机翼几何参数及有限翼展机翼的升力和阻力计算；
- ✧ 掌握升力线理论并了解升力面理论。

## 三、课程要求

### （一）授课方式与要求

授课方式：（1）课堂讲解，包括利用多媒体、影像资料等；（2）结合工程实际，进行专题介绍和课堂讨论；（3）课后阅读和作业；（4）期末闭卷考试。

课程要求：掌握波浪理论和机翼理论的基本知识，熟悉其在船舶或海洋结构物水动力学领域的应用及数学模型描述和求解；培养学生分析、解决问题的能力以及提高文献阅读能力。课堂教学不少于 24 学时。

### （二）考试评分与建议

期末闭卷考试占 70%，课堂表现（出勤率、讨论、课堂练习）占 15%，课后作业占 15%。

## 四、教学安排

本课程为本科生冬学期课，一共 8 次课，每次课 3 学时，共 24 学时。主要教学内容和课时安排如下：

### （一）空间势流理论（3 学时）

教学内容关键词：空间势流理论

教学具体安排：

- （1）介绍空间势流的基本概念和基本理论；
- （2）圆球的定常和非定常绕流；
- （3）势流动能；
- （4）非定常运动的速度势；
- （5）速度势的分解和广义附加质量；
- （6）基本解在工程计算中的应用。

知识点：空间流动、空间点源和偶极子、均匀流和点源、偶极子的叠加、附加惯性力和附加质量。

熟悉空间点源和偶极子、均匀流和点源、偶极子叠加，了解相对运动和绝对运动、熟悉附加惯性力和附加质量。

### （二）波浪理论（12 学时）

教学内容关键词：微幅波、波能、波群、船行波、不规则波

教学具体安排：

- （1）介绍各种不同类型的波浪及波浪要素，解释波浪的物理成因；
- （2）推导小振幅波的基本方程和边界条件；
- （3）流体质点的运动和压力分布；
- （4）解释深水波和浅水波的不同特性；
- （5）推导波能传递及利用；
- （6）波群与群速度；
- （7）介绍船波与兴波阻力；
- （8）不规则波与随机波；
- （9）介绍高阶非线性波。

知识点：波浪要素（波速、波长、周期、波数、频率）、微幅波、无限水深和有限水深、波能、波群、群速度、船波、不规则波。

掌握波浪要素，理解波浪的成因，掌握无限水深小振幅波的基本方程和边界条件的推导以及流体质点的运动和压力分布规律，熟悉深水波和浅水波的不同特点，熟悉波能传递以及波群定义与群速度的计算，了解船波与兴波阻力、不规则波以及高阶非线性波。

（三）波浪与船舶海洋结构物相互作用（3 学时）

教学内容关键词：相互作用、绕射、辐射

教学具体安排：

- （1）介绍波浪与船舶海洋结构物相互作用的机理、绕射和辐射的基本概念。建立波的绕射和辐射问题的数学模型；
- （2）简要介绍船舶在波浪上的受力和运动模型及其求解；
- （3）介绍波-流-体相互作用的数学模型。

（四）机翼理论（6 学时）

教学内容关键词：有限翼展开翼、升力线理论

教学具体安排：

- （1）以船舶、航空工程中常见的螺旋桨、舵、水翼船以及飞机机翼为例，介绍机翼的形状及其几何参数；
- （2）机翼所受阻力和升力；
- （3）介绍有限翼展的升力线理论；
- （4）展弦比换算；
- （5）简要介绍升力面理论。

知识点：翼型及其几何参数、有限翼展开翼、下洗和诱导阻力、升力系数、附着涡和自由涡。

掌握机翼几何参数和产生下洗的原因，掌握升力线理论和展弦比换算。

附：教学时间安排表

| 周次 | 授课主题                       | 备注   |
|----|----------------------------|------|
| 1  | 空间势流理论（讲授）                 | 3 课时 |
| 2  | 波浪概念、微幅波、无限水深行进波（讲授）       | 3 课时 |
| 3  | 有限水深行进波、波能（讲授+实例分析+讨论）     | 3 课时 |
| 4  | 波群、船波（讲授+实例分析+讨论）          | 3 课时 |
| 5  | 波浪与船舶海洋结构物相互作用（讲授+实例分析+讨论） | 3 课时 |
| 6  | 机翼理论（讲授）                   | 3 课时 |
| 7  | 机翼理论（讲授+实例分析+讨论）           | 3 课时 |
| 8  | 机翼理论以及课程总结和复习              | 3 课时 |

## 五、参考教材及相关资料

### 主要参考书：

- [1] 流体力学，侯国祥主编，机械工业出版社出版（普通高等教育“十二五”规划教材），2015 年 12 月。
- [2] 水动力学基础，刘岳元、冯铁城、刘应中编，1995 年 7 月，上海交通大学出版社。
- [3] Hydrodynamics, H., Lamb, Cambridge University Press, 6th edition, 1997.

### 其他参考书：

- [1] 流体力学（下），吴望一，北京大学出版社，1998。
- [2] 海洋工程波浪力学，王树青、梁丙臣，中国海洋大学出版社，2013。
- [3] 波浪理论及波浪载荷，李远林，华南理工大学出版社，1994。
- [4] 水波动力学基础，吴云岗、陶明德，复旦大学出版社，2011。
- [5] Theoretical Hydrodynamics, L.M., Milne-Thomson, Dover Publications Inc, 1996.
- [6] 机翼理论，王献孚，韩久瑞，人民交通出版社，1987。

## 六、课程教学网站

将通过校内网络提供必要的课件和文字材料链接。