

船舶结构力学课程教学大纲

课程代码: 69120180

课程中文名称: 船舶结构力学

课程英文名称: Ship Structure Mechanics

学分: 3.0 周学时: 3.0-0.0

面向对象:

预修要求: 理论力学、材料力学、线性代数

一、课程介绍

(一) 中文简介

船舶结构力学, 是海洋工程与技术专业船舶结构方向的专业必修课、考试课, 是一门承前启后的专业基础课, 它在《材料力学》的基础上, 讲述船舶结构力学的基本理论, 船体结构强度与稳定性的基本概念及船体结构(杆、杆系、平板等)的计算方法, 主要包括船体结构力学分析方法, 如力法、位移法、能量法、有限元法等, 船舶构件强度及稳定性分析, 如单跨梁、连续梁、刚架、板架、板等。它将船舶这种结构庞大而又复杂的空间结构体, 采用纵向、横向分别隔离的简化分析方法, 利用经典的力法、位移法和能量法来求解简化后的船舶结构应力和变形问题。利用弹性力学的平面应力方法来求解船舶板系结构的应力和变形问题。最后结合船舶设计规范, 介绍船舶结构设计的基本原理和方法。

(二) 英文简介

Ship Structural Mechanics describes the components and subsystems deformation and instability, like bending theory of single span beam, torsion theory of shaft parts, torsion theory for rectangle plate and Stability of shaft or board, and so on. Several methods are also presents for stress and deformation analysis. It contains not only the force method, displacement method and energy method in the classical structure mechanics, but also the finite element method and its application in ship structures. Finally the basic principles and methods for structure design of ships will be introduced together with the design standards of ships.

二、教学目标

(一) 学习目标

本课程是一门应用性较强的专业课，船舶结构力学课程是海洋工程与技术专业大类主干课程之一，通过对本课程的学习，使学生熟悉船舶结构力学的基本概念，初步掌握结构的设计计算方法，了解并掌握船舶及海洋工程结构强度设计、分析和研究的基本原理，能够初步掌握船舶及海洋工程结构优化的基本原则和方法。

（二）可测量结果

通过该课程的学习，要求学生具备船体结构（杆件、板）强度与稳定性问题的分析能力和计算能力，能够对新船型、新结构进行合理有效的结构强度分析和研究，并能够借助于有限元计算分析软件，完成船舶及海洋工程结构件的强度精细分析，为船舶及海洋工程结构物的直接设计法的应用打下基础。

三、课程要求

（一）授课方式与要求

1. 全部采用课堂教学。

Teaching in class will be adopted for the whole course.

2. 每次讲课后布置作业，作业量 1.5 小时。

1.5 hour-homework will be given after each class.

（二）考试评分与建议

闭卷考试（期中 30%，期末 50%），作业（20%）。

四、教学安排

第一章 绪论（3 学时）

Introduction (3 class hours)

教学目的

1. 通过本章内容的学习，使同学们能了解船舶结构力学的内容、任务与研究方法；船舶结构力学的发展及现代船舶设计方法。
2. 掌握船体结构力学模型的建立；
3. 理解带板的概念、基本掌握带板的计算。

教学内容

§ 1-1 船舶结构力学的发展及现代船舶设计方法

船舶结构力学的内容与任务、研究方法

§ 1-2 船体结构计算图形

第二章 单跨梁的弯曲理论（6 学时）

Bending theory of single span beam (6 class hours)

教学目的

1. 通过本章内容的学习，使同学们能掌握梁的弯曲微分方程及其解；

2. 熟练掌握梁的支座及边界条件、初参数法、迭加法画弯矩图、梁的弯曲要素计算;
3. 掌握复杂弯曲梁及弹性基础梁的解题思路;
4. 了解梁的内力的计算、剪力对梁的弯曲变形的影响;

教学内容

- § 2-2 梁的支座及边界条件
- § 2-3 计算梁的弯曲要素解析法
- § 2-4 迭加法计算梁的弯曲要素
- § 2-5 剪切对梁弯曲的影响
- § 2-6 梁的复杂弯曲
- § 2-7 弹性基础梁

第三章 杆件的扭转理论 (3 学时)

Torsion theory of shaft parts (6 class hours)

教学目的

通过本章学习,使同学们掌握圆断面杆的自由扭转,开口薄壁杆与闭口薄壁杆的自由扭转以及开口薄壁杆的约束扭转的区别。

教学内容

- § 3-1 直杆的扭转
- § 3-2 薄壁杆件的自由扭转
- § 3-3 开口薄壁杆件的约束扭转

第四章 力法 (6 学时)

Mechanical method (6 class hours)

教学目的

1. 通过本章内容的学习,使同学们能掌握力法原理及三弯矩方程;
2. 基本掌握弹性固定端和弹性支座的实际概念;
3. 掌握弹性支座上连续梁的计算、一根交叉构件板架计算;
4. 了解多根交叉构件板架计算。

教学内容

- § 4-1 力法原理及三弯矩方程
- § 4-2 力法的应用
- § 4-3 弹性固定端与弹性支座的实际概念
- § 4-4 弹性支座上的连续梁计算
- § 4-5 一根交叉构件板架计算
- § 4-6 多根交叉构件板架计算

第五章 位移法 (6学时)

Displacement method (6 class hours)

教学目的

1. 掌握位移法原理;
2. 掌握位移法在杆系结构中的应用;
3. 了解弯矩分配法。

教学内容

§ 5-1 位移法原理

§ 5-2 位移法的应用

第六章 能量法 (6学时)

Energy method (6 class hours)

教学目的

1. 理解应变能、余能, 虚力原理、虚位移原理;
2. 掌握位能驻值原理(李兹法)、应力能(卡氏定理)原理、最小功原理;
3. 基本掌握应变能原理、单位位移法、余位能驻值原理、单位载荷法

教学内容

§ 6-1 应变能与余能

§ 6-2 杆件应变能的计算

§ 6-3 虚功原理

§ 6-4 虚位移原理的应用

§ 6-5 位能驻值原理的近似解——李兹法

§ 6-6 虚力原理的应用

第七章 平面应力问题的有限元法 (6)

Finite element method for plane stress analysis

教学目的

1. 了解有限元方法的基本概念;
2. 掌握有限元建模的基本思路;
3. 能用有限元方法处理简单的空间杆系结构;

教学内容

§ 7-1 基本概念

§ 7-2 杆元的基本类型

§ 7-3 杆元的刚度矩阵

§ 7-4 结构刚度矩阵

§ 7-5 约束处理

§ 7-6 坐标变换

§ 7-7 空间杆系结构分析

第八章 矩形板的弯曲理论 (6学时)

Torsion theory for rectangle plate (6 class hours)

教学目的

1. 理解矩形板的筒形弯曲，板条梁的概念；
2. 了解单三角基数、双三角基数求解刚性板的弯曲问题；查表法求解板的弯曲问题；
3. 掌握板的分类及刚性板、柔性板的计算（外加中面力柔性板、大挠度柔性板）；
4. 基本掌握板的能量解法。

教学内容

§ 8-1板的筒形弯曲

§ 8-2 刚性板的弯曲微分方程式

§ 8-3 刚性板弯曲的解

§ 8-4 正交异性板的弯曲

§ 8-5 刚性板的能量解法

第九章 杆及板的稳定性 (6学时)

Stability of shaft or board (6 class hours)

教学目的

通过本章的学习，使同学们掌握单跨压杆的稳定性；多跨压杆的稳定性；甲板板架的稳定性；板的中性平衡微分方程及其解；板的稳定性能量解法；了解板的后屈曲性能。

教学内容

§ 9-1单跨压杆的稳定性

§ 9-2 多跨压杆的稳定性

§ 9-3 甲板板架的稳定性

§ 9-4 板的中性平衡微分方程式

§ 9-5 板稳定性的能量解法

附：时间表

周次	授课主题	备注
1	船舶结构力学的内容、任务与研究方法；船体结构的计算图形；船舶结构力学最新发展现状。梁的弯曲微分方程及其解(初参数法)；（讲授）	6 课时
2	梁的支座及边界条件；梁的弯曲要素计算；剪切对梁弯曲变形的影响；梁的复杂弯曲。	6 课时
3	圆断面杆、非圆断面杆的自由扭转；薄壁杆件的自由扭转。	6 课时
4	力法原理及三弯矩方程；力法的应用、弹性固定端和弹性支座	6 课时

	的实际概念；五弯矩方程；一根交叉构件板架计算。	
5	位移法原理；位移法在杆系结构中的应用。应变能与余能；杆件的应变能计算；虚功原理；虚位移原理的应用；位能驻值原理的近似解法。	6 课时
6	矩阵位移法的基本思想；杆元的基本类型；杆件刚度矩阵；结构刚度矩阵	6 课时
7	有限单元法的概述；有限元的基本知识；有限元的基本方程；有限元方程的建立和求解；有限单元法与变分法的区别	6 课时
8	矩形板的筒形弯曲；刚性板的弯曲微分方程式；刚性板弯曲的解刚性板的能量解法。单跨压杆的稳定性；多跨压杆的稳定性；甲板板架的稳定性；板的中性平衡微分方程式及其解；板稳定性的能量法。	6 课时

五、参考教材及相关资料

教材：Textbook

船舶结构力学，上海交通大学出版社，陈铁云、陈伯真主编，1990 年 10 月出版。

参考书：Reference books

- 1、《船舶结构力学》，陈铁云、陈伯真主编，国防工业出版社 1984 年出版
- 2、《船体强度与结构设计》，王杰德、杨永谦等编辑 国防工业出版社 1984 年出版
- 3、《杆及杆系的弯曲和稳定性》，陈铁云，陈伯真，北京科学教育编辑室，1961
- 4、《船舶结构的理论与计算》，林砚田，国防工业出版社，1989
- 5、《船舶结构力学手册》，徐秉汉译，国防工业出版社，2002
- 6、《弹性力学》，徐芝纶，人民教育出版社，1979
- 7、《Structural Mechanics》，V. Kiselev., 1982
- 8、《薄壁结构力学》，陈伯真，上海交通大学出版社，1998
- 9、《材料力学》，S. 铁摩辛柯，丁·盖尔，科学出版社，1978

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