

船舶原理课程教学大纲

课程代码：69121080

课程中文名称：船舶原理

课程英文名称：Ship Principles

学分：6.0 周学时：6.0-0.0

面向对象：

预修要求：计算方法、流体力学、船舶静力学、船舶结构与计算机绘图

一、课程介绍

（一）中文简介

船舶原理课程内容的主要目的为讲授针对船舶设计与建造需要所涉及的基本专业知识，共包含三个部分：船舶静力学、船舶阻力与推进及船舶操纵与耐波性，其中船舶静力学主要在讲授船舶的浮性与稳性两个基本性能的相关问题以及两者计算的各种数值积分方法。船舶阻力与推进的部分则在处理船舶在水中航行遭遇到的阻力与推进系统设计的相关问题以及船体与螺旋桨两者间的相互作用。船舶操纵与耐波性的部分则包括船舶操纵运动方程、船舶航向稳定性、船舶对操舵的响应、船舶回转性、实船和船模操纵性试验等相关内容。

（二）英文简介

The purpose of this lecture ‘Principles of Naval Architecture’ is to teach the fundamental knowledge to meet the requirements for conducting professional work of ship design and construction. It contains three parts: ship hydrostatics, ship resistance and propulsion and maneuvering and seakeeping of ships. The first part ‘ship hydrostatics’ deals with relating problems of buoyancy and stability of ships. The second part ‘ship resistance and propulsion’ will talk about problems concerning resistance of a ship exerted by surrounding water with viscosity and also the propulsion system which generates thrust to propel a ship forward to reach a specified speed and also the interaction between the ship hull and the propeller. The third part ‘maneuvering and seakeeping of ships, mainly contains maneuvering motion

equations, course stability, ship response to maneuvering rudder, ship maneuverability, maneuvering tests etc..

二、教学目标

(一) 学习目标

认识船体几何形状系为一具自由造型特性的浮体,学习表示船体几何性能相关的专业术语及绘制表示船形的型线图,也学会以数值积分之方法进行船体计算,包括与浮性相关的静水力曲线以及与基本安全性有关之静稳性曲线,并对各种装载状况及安全法规相应的标准加以校核,另学会抗沉性计算的理论与计算的方法,以符合未来执行船舶设计或营运等实务工作的需要。

船舶是由船體与螺旋桨组合而成的系统,船體阻力性能與螺旋桨水動力性能皆会影响整体系统的效能,因此除著眼於兩者個別性能與影響其性能之關鍵參數的探討外,亦注重螺旋桨与船体相互作用所產生較為複雜进阶问题的深入講解,使学生对于船舶阻力与推进系统有一全盘性的了解,进而体会整体系统推進效率优化的关键与必要性,培養未來船舶設計的基本能力。

在船舶运动方面,通过各个教学环节,使学生掌握船舶操纵性与耐波性的基本概念、基本理论、相关的计算方法和实船及船模试验方法,着重培养学生应用流体力学知识分析和解决船舶操纵性与耐波性相关问题并实际应用于船舶设计中的能力。

(二) 可测量结果

1. 了解与船体几何形状有关的名词定义及如何绘制型线图。
2. 了解船舶漂浮姿态达到静力平衡及静水力曲线与稳性曲线计算的相关原理,并实际练习相关的之计算。
3. 了解船舶稳性与船舶设计之关连性。
4. 了解船舶阻力成因的物理机制与分类。
5. 了解船舶附加阻力的来源。
6. 了解船模阻力试验之目的与流程以及由船模试验结果推估实船阻力之理论。
7. 认识船型对阻力的影响,进而激发如何优化的思考,以追求省能源船舶的目标,满足未来能源效率设计指标(EEDI)的要求标准。
8. 学得螺旋桨几何特征与基础理论。

9. 学得关于螺旋桨单独性能的敞水试验及其与船体相互作用的影响。
10. 学得螺旋桨的设计方法。
11. 学得实船推进性能预估之方法。
12. 掌握船舶运动稳定性、船舶对操舵的响应、船舶回转性的概念及分析方法
13. 掌握计算舵的水动力性能及设计舵的方法
14. 掌握船舶在静水和规则波中摇荡运动的分析方法
15. 掌握不规则波中船舶运动的谱分析方法
16. 掌握耐波性试验方法
17. 掌握减摇装置原理及减摇方法

三、课程要求

(一) 授课方式与要求

1. 以课堂教学为主，利用 PowerPoint 软件制作教材，其中充分使用图片与动画或录象作为辅助教材，以达到良好的教学效果。
2. 相应于每週上课内容，设计合适的作业题目，要求学生完成动手搜寻相关资料并完成各项船舶阻力性能计算及螺旋桨性能计算与设计的作业。
3. 设计合适船舶操纵性和耐波性的综合分析船舶运动性能的作业。

(二) 考试评分与建议

平时成绩*10%+作业成绩*40% +期中考试成绩*25%+期末考试成绩*25%。

四、教学安排

第 1 周/4 学时：船体形状及近似计算

讲授船体主尺度与船型系数及尺度比、船体型线图、数值积分方法。

第 2 周/4 学时：浮性

讲解船舶漂浮在静水中的平衡条件、各种漂浮状态，以及船舶在各种漂浮状态下的排水体积与浮心位置的计算方法。

第 3 周/4 学时：初稳性

讲授初稳性之含意及其事用之角度范围、初稳性公式及稳性高之计算以及船舶静水力曲线之计算与制图，另讲解重量移动与装卸载荷对船舶漂浮姿态与初稳性之影响。讲授自由液面与悬挂重量对船舶初稳性之影响、船舶进坞及搁浅时之稳性、各种不同装载状况下之漂浮姿态

与初稳性之计算以及倾斜试验之理论与案例。

第4周/4学时：大角度稳性

讲授船舶静稳性曲线于变排水量与等排水量条件下之算法、自由液面对静稳性曲线之影响以及静稳性曲线之特征。

第5周/4学时：抗沉性

讲授进水舱的分类与渗透率、舱是进水后船舶漂浮姿态及稳性之计算、可浸长度的计算以及分舱因素与许用舱长。

第6周/4学时：阻力总论/黏性阻力

讲授船舶阻力的研究方法、船舶阻力的成因与分类以及研究船舶阻力两个重要的相似律：雷诺定律与傅汝德定律，另外讲解黏性阻力的组成及各成分的相关成因与特性。讲解船体表面弯曲度与粗糙度对摩擦阻力之影响，另外针对船舶实际设计的需要，教授黏性阻力的量测与理论计算方法。

第7周/4学时：兴波阻力

讲授船体波系形成之机制、兴波阻力之特性、首部与尾部波系干扰的现象、船形与兴波阻力之关连性。讲授决定/计算兴波阻力之方法及引起附加阻力的来源。

第8周/4学时：船模阻力试验

讲授船模阻力试验之目的与试验设备以及由船模阻力试验结果推估实船阻力之步骤与方法。

第9周/4学时：船型对阻力的影响

讲解船型各种几何参数：包括主尺度、船型系数以及横剖面面积曲线等，对阻力的影响。

第10周/4学时：阻力的近似估算方法/船在限制航道中的阻力

教授利用船模系列试验资料或经验公式或母型船数据估算船舶阻力之方法。讲授浅水对阻力影响之理论及狭水道对阻力影响并教授浅水状况下阻力之计算方法。

第11周/4学时：概述/螺旋桨几何特征

讲授船舶推进器之发展及船舶推进功率传递与推进效率之定义，另外讲解螺旋桨的几何外形、名称、几何特征及升力线与升力面之数学定义。

第12周/4学时：螺旋桨基础理论

讲授螺旋桨基础理论的推导及相关之水动力性能。

第13周/4学时：螺旋桨模型的敞水试验

讲授螺旋桨模型敞水试验的目的与流程、由敞水试验量得数据之分析表达以及模型系列试验及性能曲线之由来。

第 14 周/4 学时：螺旋桨与船体相互作用/螺旋桨空泡现象

讲授螺旋桨与船体相互作用，其中解说船体所形成之流场与螺旋桨所形成之流场两者间相互影响所产生的问题，另讲解提高推进性能的措施与节能装置，并教授螺旋桨与船体相互影响系数之公式。讲授螺旋桨空泡的成因及其对性能的影响，另外讲授螺旋桨模型的空泡试验与空泡的校核。

第 15 周/4 学时：螺旋桨图谱设计

讲授螺旋桨的设计问题与设计方法及如何使用螺旋桨图谱进行设计，并教授螺旋桨几何图形的绘制。

第 16 周/4 学时：实船推进性能

讲授船模自航试验、实船性能预估以及实船速度测试等课题。

第 17 周/4 学时：船舶操纵性运动方程理论基础

讲授固定坐标系、运动坐标系、坐标转换、船舶在水平面的运动模型、操纵控制模型

第 18 周/4 学时：船舶操纵性运动微分方程

讲授六自由度运动方程的推导及作用于船体的水动力（矩）、线性操纵运动微分方程。

第 19 周/4 学时：船舶水动力导数计算

讲授估算速度导数的方法、附体的速度导数以及切片法、短翼和细长体理论。

第 20 周/4 学时：船舶运动稳定性基础理论

讲授船舶运动稳定性、船舶直线运动稳定性、船舶控制稳定性。

船舶回转性、船舶加减速和螺旋桨正逆转制动情况下的操纵运动。

第 21 周/4 学时：船舶操纵性试验

讲授船舶回转试验、螺线试验与逆螺线试验、方向稳定性试验、回舵试验、Z 形操舵试验、操纵性衡准及自航模试验的尺度作用。

第 22 周/4 学时：舵设计

讲授舵的类型及布置、舵的要素和水动力特性、舵参数选择及设计目标和方法。介绍减摇装置原理及减摇方法。

第 23 周/4 学时：耐波性概论

讲授船舶摇荡特征要素、船舶运动及受力分析、海浪、海浪谱、风/浪级以及海况。船舶在不规则波中运动参数的统计值、增阻、上浪、螺旋桨出水、抨击等现极端现象。

第 24 周/4 学时船舶耐波性试验

讲授船舶在静水中、在规则波中的摇荡以及船舶在不规则波中的摇荡、升沉、纵摇以及横摇

运动及不规则波中船舶运动的谱分析方法。讲授船模试验的相似条件、静水中自由和强迫横摇试验。船舶在规则波中的摇荡试验、RAO 因子的实验估算及应用案例。

附：时间表

周	授课主题	备注
1	船体形状及近似计算	4 学时
2	浮性	4 学时
3	初稳性	4 学时
4	大角度稳性	4 学时
5	抗沉性	4 学时
6	阻力总论/黏性阻力	4 学时
7	兴波阻力/附加阻力	4 学时
8	船模阻力试验	4 学时
9	船型对阻力的影响	4 学时
10	阻力的近似估算方法/船在限制航道中的阻力	4 学时
11	概述/螺旋桨几何特征	4 学时
12	螺旋桨基础理论	4 学时
13	螺旋桨模型的敞水试验	4 学时
14	螺旋桨与船体相互作用/螺旋桨空泡现象	4 学时
15	螺旋桨图谱设计	4 学时
16	实船推进性能	4 学时
17	船舶操纵性运动方程理论基础	4 学时
18	船舶操纵性运动微分方程	4 学时
19	船舶水动力导数计算	4 学时
20	船舶运动稳定性理论基础	4 学时
21	船舶操纵性试验	4 学时
22	舵设计	4 学时
23	耐波性概论	4 学时
24	船舶耐波性试验	4 学时

五、参考教材及相关资料

I. 参考教材:

1. “船舶原理(上&下)”, 盛振邦、刘应中主编, 上海交通大学出版社
2. 自编 PowerPoint 讲义.

II. 相关资料

1. “Principles of Naval Architecture, Volume II Resistance and Propulsion”, Edward V. Lewis(Editor), SNAME, 1988.
2. “Ship Resistance & Flow”, Larsson, Lars and Raven, Hoyte C., The Principles of Naval Architecture Series, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2010.
3. “Propulsion”, Kerwin, Justin E., Hadler Jacques B., The Principles of Naval Architecture Series, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 2010.
4. “Principles of Naval Architecture, Volume III Resistance and Propulsion”, Edward V. Lewis(Editor), SNAME, 1988.

六、课程教学网站: