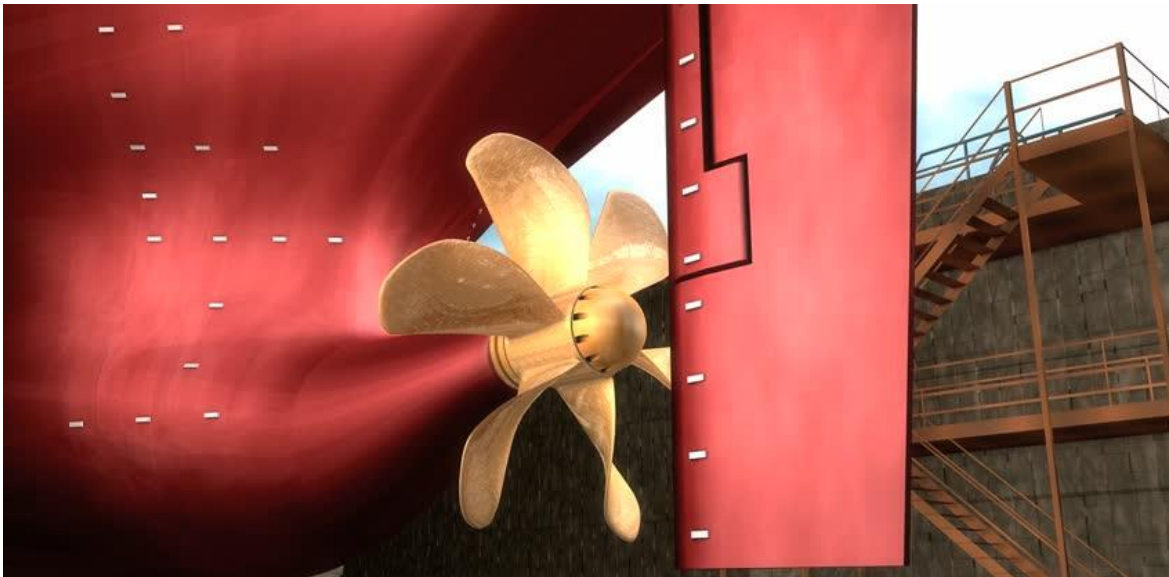




# 课程名称：船舶推进 (NA345)

# Ship Propulsion



参考书：《船舶原理（下册）- 第3篇 船舶推进》  
盛振邦，刘应中，上海交通大学出版社



上海交通大学

Shanghai Jiao Tong University

---

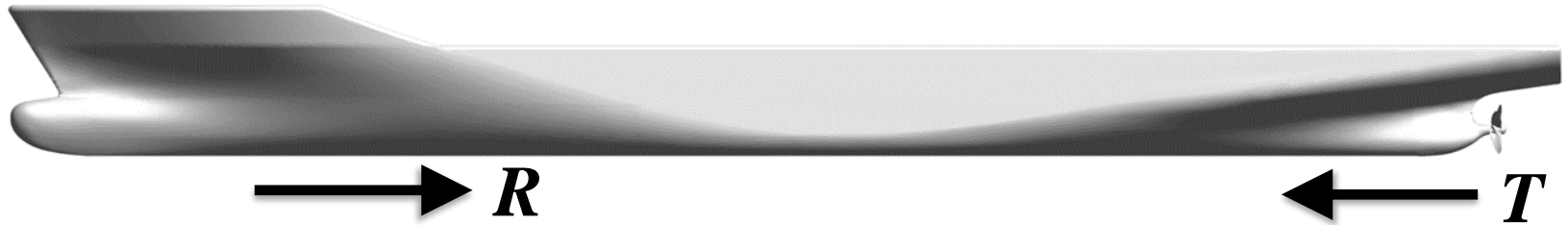
# 第一章：概述

---



## 船舶推进的重要性

- 水面船舶在海上航行时必然受到水的作用产生阻力
- 为了克服船舶阻力，保证船舶航行，必然需要能够提供动力的装置，称为推进器
- 船舶推进是保障船舶能够航行的必然要素



**推进器的作用：将船上能源（发动机）发出的功率转换为推船前进的功率。**



船舶快速性是船舶重要的性能之一，快速性即指船舶在给定主机功率情况下，在一定装载时水中航行的快慢问题。船舶设计中快速性要重点考虑以下几点：

- 阻力要小，即线型要好；
- 选择推力足够，且效率高的推进器；
- 选取合适的主机；
- 推进器与船体和主机之间要协调一致。

**课程目的：研究推进器在水中产生推力的原理及其性能优劣（效率高低），如何根据实际需求设计性能优良的推进器**



# 船舶推进器种类

常见的推进器种类：桨、篙、橹、帆、明轮、螺旋桨等



桨



篙

浅水中



橹



## 帆（15世纪到18世纪中叶）



利用风能（清洁能源），推力依赖风向和风力，航速和操纵性受限，最高可达15-20kn





## 明轮 (19世纪上半叶)



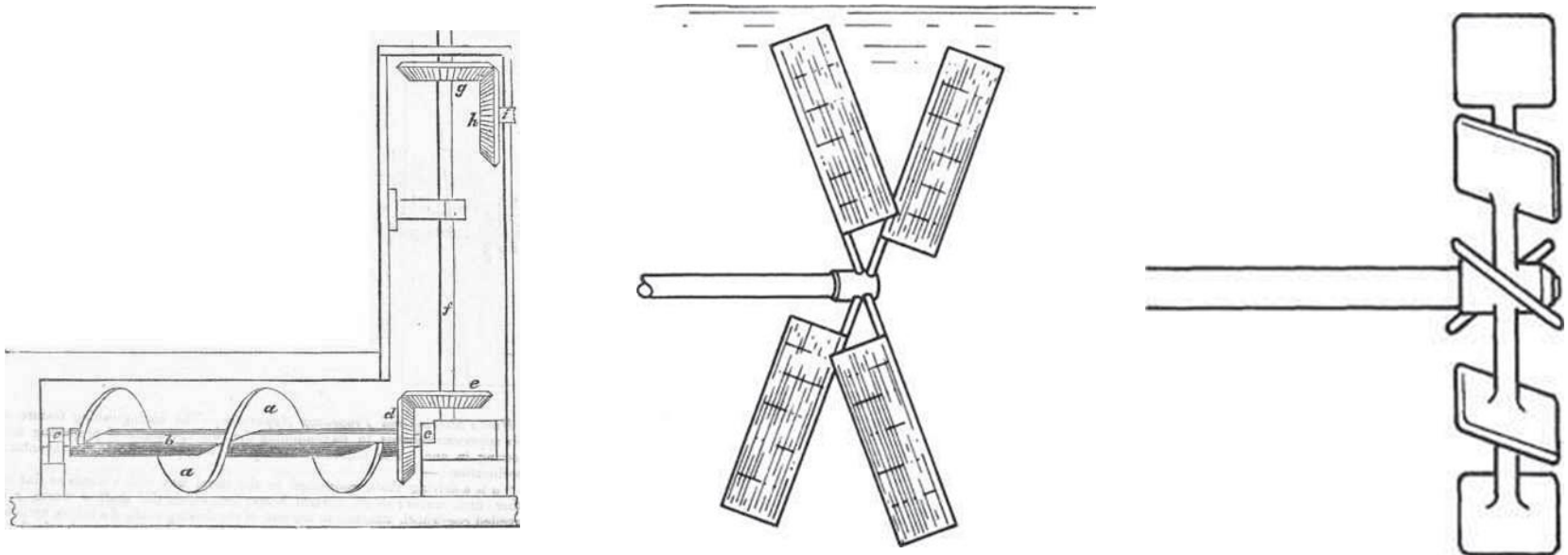
蒸汽能源 (1830-1840间盛行)，我国清代鸦片战争中也有使用

缺点：转速低，风浪中易露出水面，不易保持稳定的航速和航向，容易风浪拍击受损



## 螺旋桨（19世纪中叶至今）

- 1830年之前虽然有很多关于螺旋桨概念的提出，但是一直没有应用或者试验
- 1835年英国的Ericsson和Smith开始了对螺旋桨的试验和应用，并利用螺旋桨实现了跨大西洋的航行



早期螺旋桨形式





## 螺旋桨形式

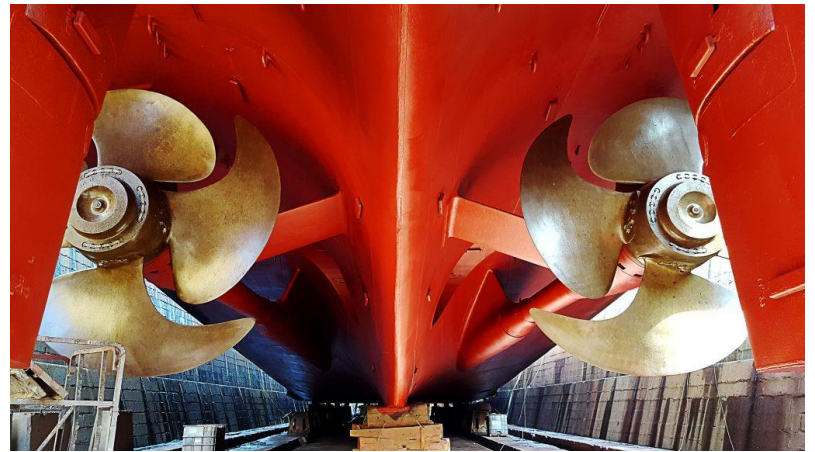
- 目前螺旋桨已经成为了最主要的推进器，根据叶片数量可以分为2叶、3叶、4叶、5叶桨。。。





## 螺旋桨形式

- 根据数量可以分为单桨推进、双桨推进等





## 螺旋桨形式

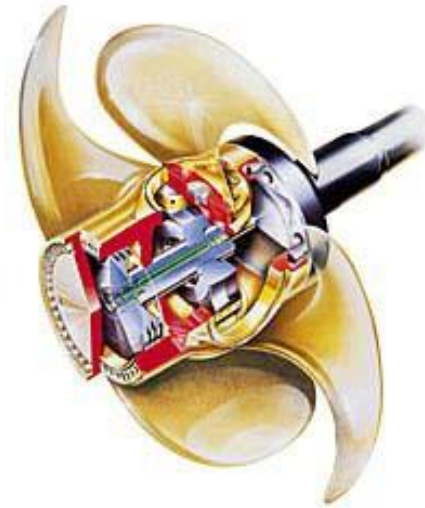
- **导管桨：负荷较重工况下效率高，主要用于拖船或者渔船等多工况船舶**





## 螺旋桨形式

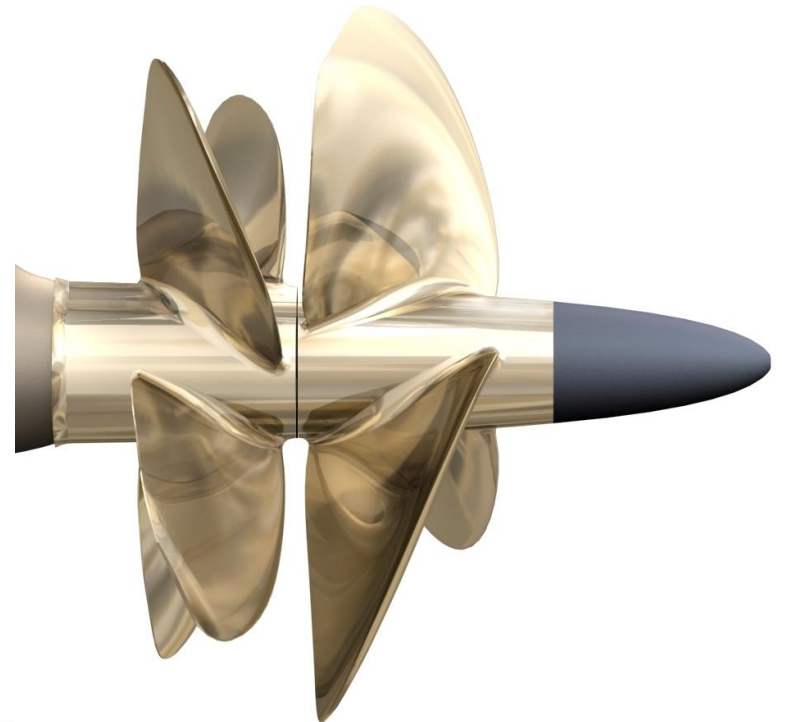
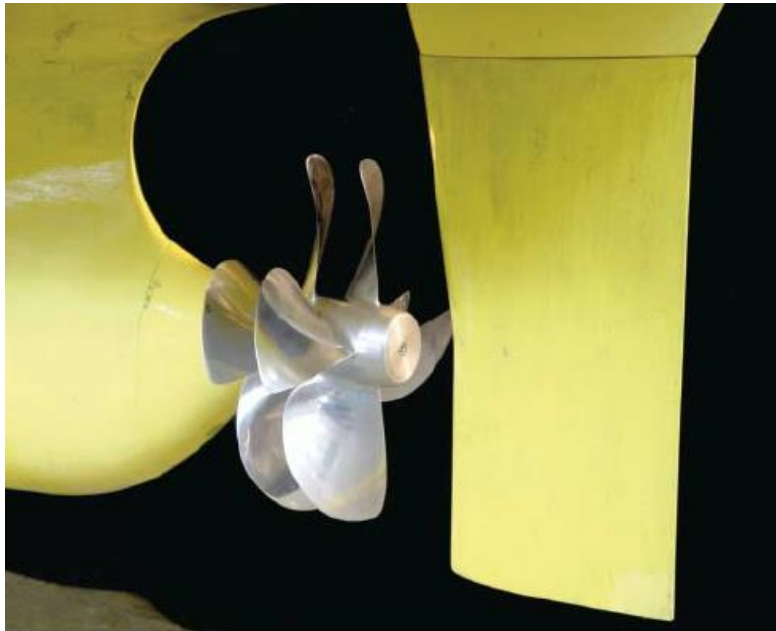
- **可调螺距螺旋桨**：利用设置于桨毂中的操纵机构调整桨叶绕轴线转动改变螺距，可适用于不同航向状态，但是机构复杂，造价和维修费用高





## 螺旋桨形式

- 对转螺旋桨（CPP）：两个桨在一个同心轴上面，以等速或者不等速反向转动，效率相对较高，多用于鱼雷和潜艇





## 螺旋桨形式

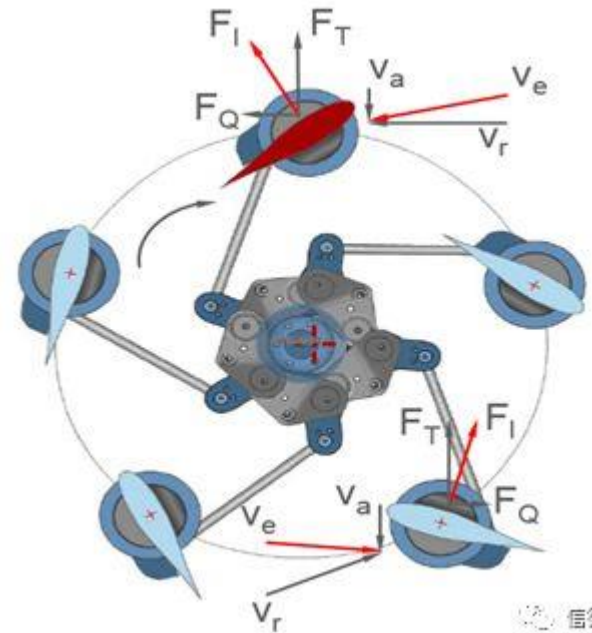
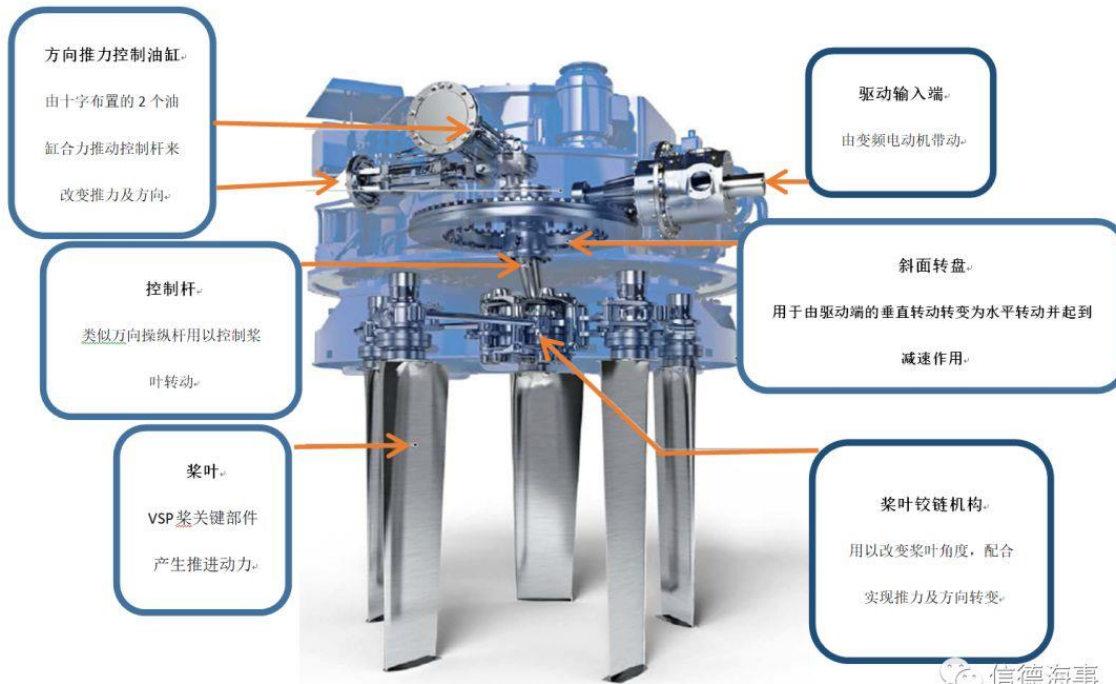
- 吊舱螺旋桨：新型推进器，全回转，操纵性能优良，多应用于大型邮轮





## 直叶推进器

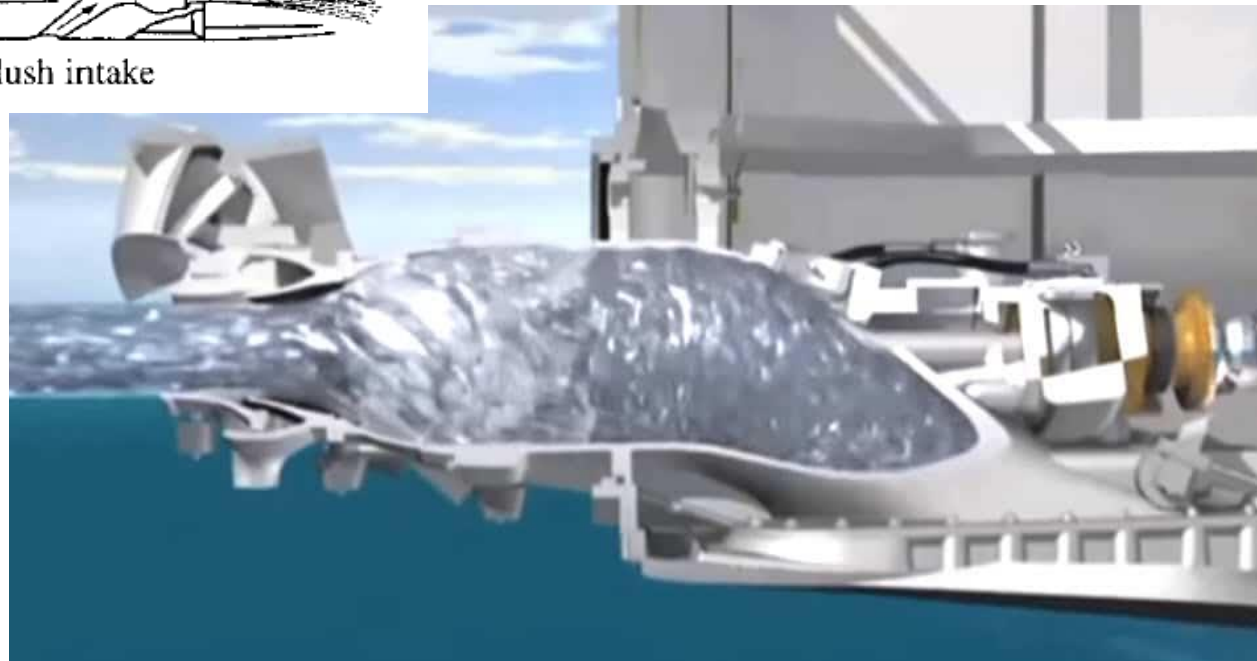
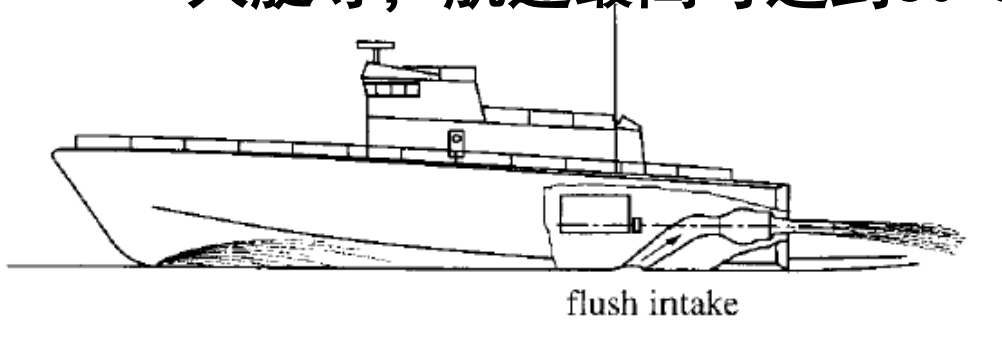
- 也称竖轴推进器或平旋轮推进器，若干垂直叶片组成，可产生任意方向推力，效率较高，但造价高，易受损





## 喷水推进器 (water-jet)

- 由水流的反作用力提供推力，多用于高速滑行艇，无人艇等，航速最高可达到60-80节







## 不同推进器的对比

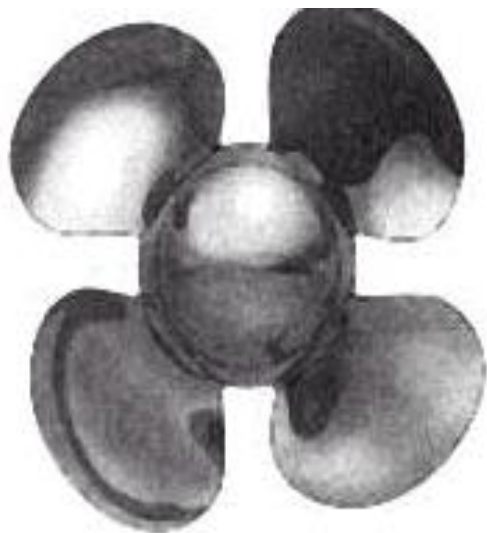
表 1-1 几种推进器的效率和重量

推进器类型	推进器效率	轴系传送效率	推进系数	推进器重量/(kg/hp)
螺旋桨	0.60~0.75	0.95~0.98	0.50~0.70	0.5~2.0
明轮	0.40~0.60	0.70~0.85	0.30~0.50	15~30
直叶推进器	0.55~0.70	0.85~0.95	0.45~0.60	4~8
喷水推进器	0.55~0.60	0.90~0.95	0.50~0.55	—

目前虽然推进器种类繁多，但是近代绝大多数船舶采用螺旋桨作为推进器，因此本课程中无说明情况下以螺旋桨为主。

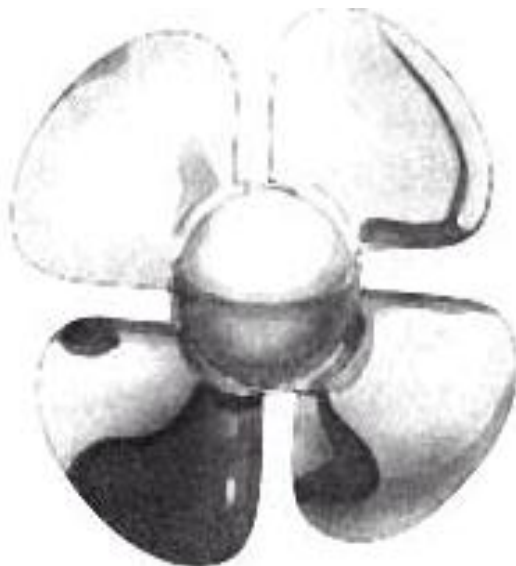


# 常见的船用螺旋桨



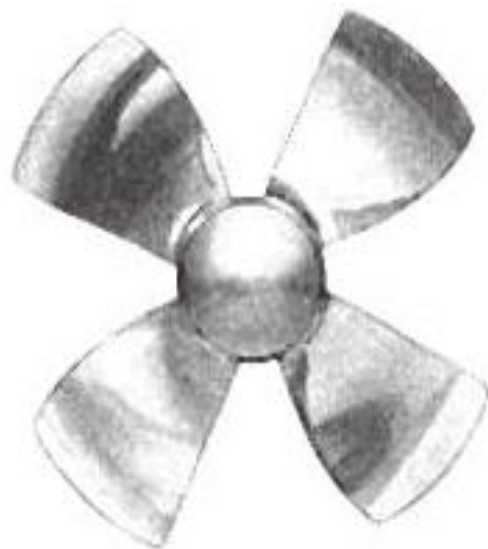
用于航行于北极水域多用途货船的螺旋桨

(直径5.6米, 主机功率21000马力, 船速17节)



用于高速车客渡船的螺旋桨

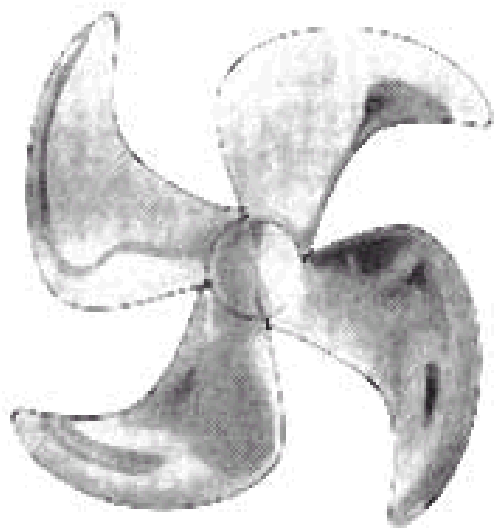
(直径5米, 主机功率36000马力, 船速31节)



用于拖网渔船、拖船的大载荷螺旋桨



# 常见的船用螺旋桨



用于化学品船的大侧斜螺旋桨  
(直径6.2米, 主机功率14100马力,  
船速16.7节)



用于车客渡船的大侧斜螺旋桨  
(直径5.1米, 主机功率21250马力,  
船速23.2节)



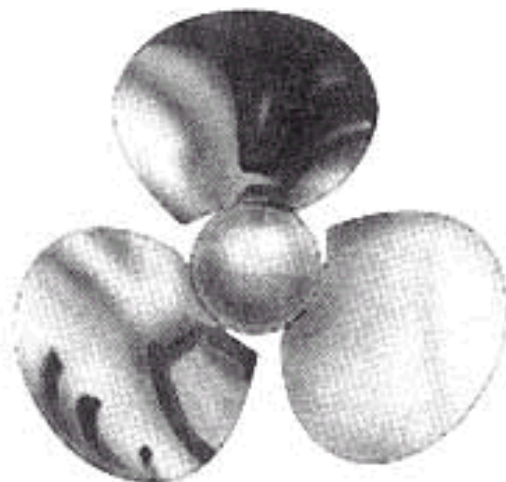
用于护卫舰的大侧斜低噪音螺旋  
桨(直径4.2米, 主机功率26000马力,  
舰速31.6节)



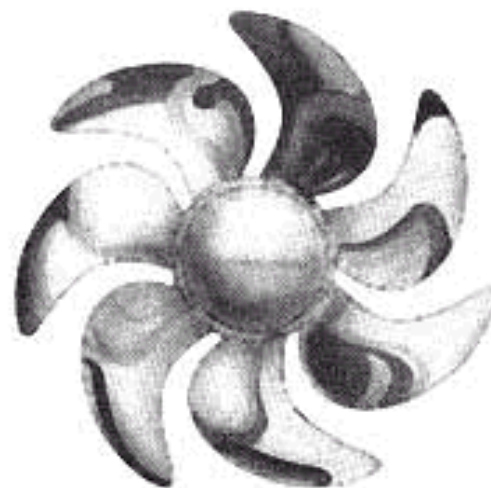
# 常见的船用螺旋桨



用于巡逻艇的低噪音低振动大侧斜螺旋桨  
(直径1.6米, 主机功率2760马力, 艇速24.5节)



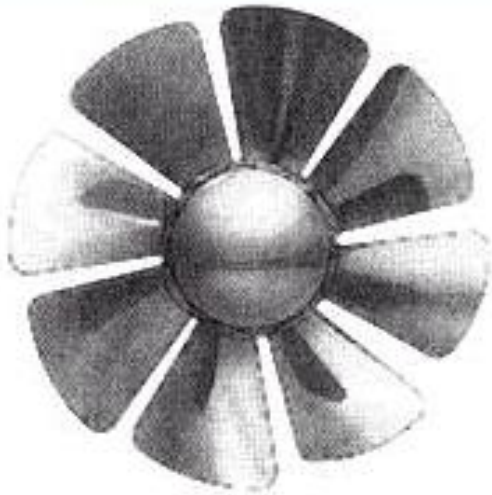
用于炮艇的超空泡螺旋桨  
(直径2.35米, 主机功率18000马力, 艇速31.2节)



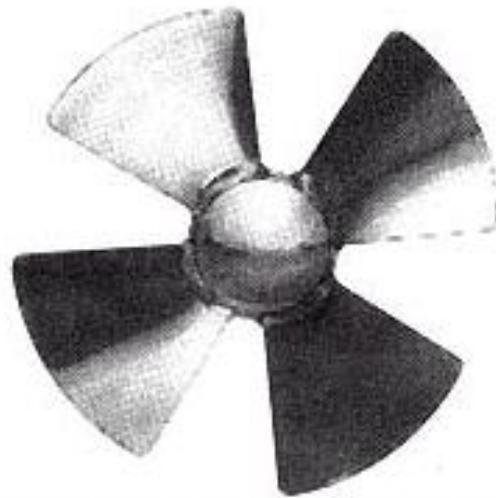
用于护卫舰的低噪音大侧斜螺旋桨  
(直径6.3米, 主机功率48000马力, 艇速32.8节)



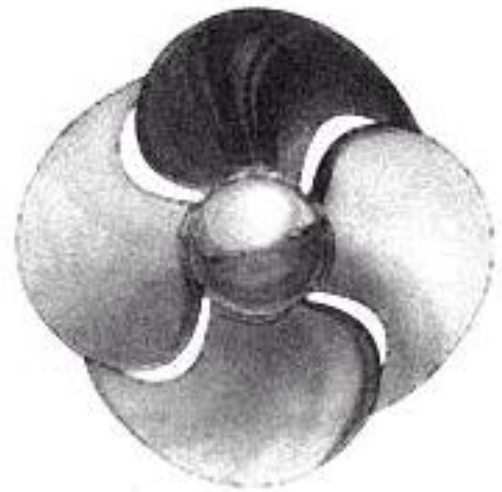
# 常见的船用螺旋桨



八桨叶低噪音侧推螺旋桨



“卡拉”叶型侧推螺旋桨



低噪音大侧斜侧推螺旋桨



## 1.2 功率传递及推进效率

### 有效功率 $P_E$

- 船舶等速 $v$ 航行收到阻力为 $R$ ，为保持此航速，必须提供同等的有效推力 $T_E$ ，两者大小相等，方向相反 $R=T_E$
- 自航情况下，单位时间内阻力消耗的功为 $Rv$ ，有效推力所做的功为 $T_E v$ ，称为实际有效功率
- 功率单位马力（Horsepower）有公制单位（HP）和英制单位（UKHP）
  - 1 HP = 75 kgf-m/sec=0.735kW
  - 1 UKHP = 76 kgf-m/sec=1.014HP=0.746kW

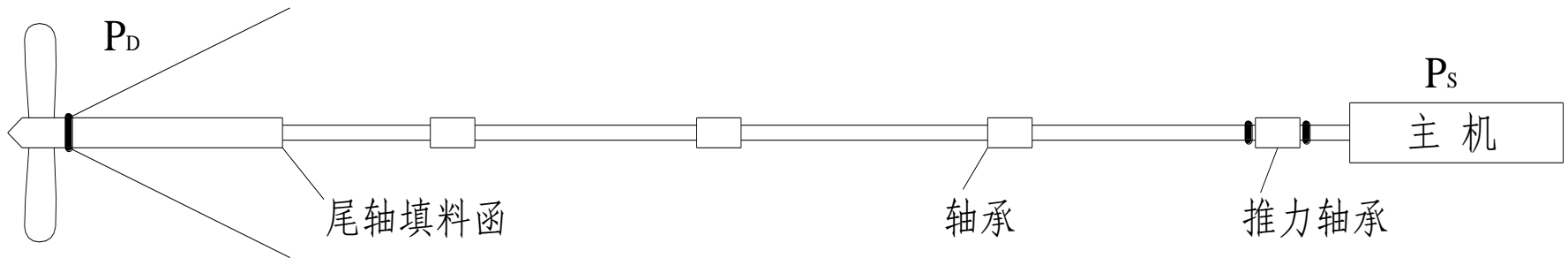
$$P_E = \frac{T_E v}{75} = \frac{Rv}{75} (HP)$$

$$P_E = \frac{T_E v}{76} = \frac{Rv}{76} (UKHP)$$



## 1.2 功率传递及推进效率

### 主机功率和传送效率



- 船舶主机发出的功率为机器功率 $P_S$
- 主轴尾端与推进器连接处量得的功率为收到功率 $P_D$
- 收到功率与机器功率之比为传送效率（或轴系效率）

$\eta_S$

$$\eta_S = P_D / P_S$$

且

$$P_D < P_S$$



## 推进效率和推进系数

- 为克服船体阻力的功率为有效功率 $P_E$
- 有效功率 $P_E$ 与收到功率 $P_D$ 之比为推进效率 $\eta_D$ （或称为QPC - quasi-propulsive coefficient）
- 有效功率 $P_E$ 与机器功率 $P_S$ 之比为推进系数以P.C.（Propulsive Coefficient）表示

$$\eta_D = P_E / P_D$$

且

$$P_E < P_D$$

$$P.C. = \frac{P_E}{P_D} = \frac{P_E}{P_D} \times \frac{P_D}{P_S} = \eta_D \times \eta_S$$





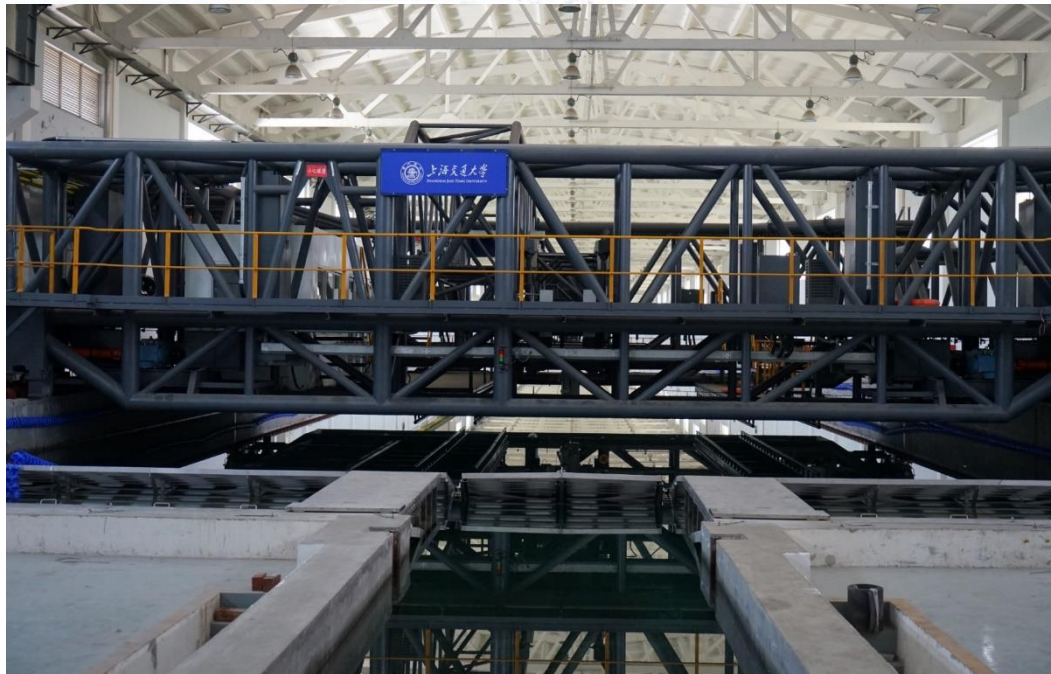
# 课程安排

- 螺旋桨几何特征
- 螺旋桨基础理论
- 螺旋桨敞水试验
- 螺旋桨与船体相互作用
- 螺旋桨空泡
- 螺旋桨强度校核
- 螺旋桨图谱设计
- 实船推进性能



上海交通大學

Shanghai Jiao Tong University





上海交通大學

Shanghai Jiao Tong University





上海交通大學

Shanghai Jiao Tong University

