



第四章 后传动设备原理与选型设计

4.4 可调距螺旋桨装置





可调螺距螺旋桨装置

组成结构与原理

工作特性

设计要点





调距桨



可调距螺旋桨装置

概述

一般可调螺距螺旋桨（简称调距桨）是其桨叶螺旋面与桨毂可作相对转动的一种螺旋桨。桨叶每转动到一个位置，其螺距也改变了一次，它的性能也随之改变。因此，调距桨可视为一系列直径相同而螺距比不同的定距桨的组合。

定距桨



调距桨



调距桨



可调距螺旋桨装置

组成结构与原理



唐国元 华中科技大学

组成:

一般包括以下几个组成部分

- 1) 带转叶机构的螺旋桨 (含桨叶、轮毂) ; 2) 传动轴系; 3) 调距机构;
- 4) 液压系统; 5) 操纵系统



可调距螺旋桨装置

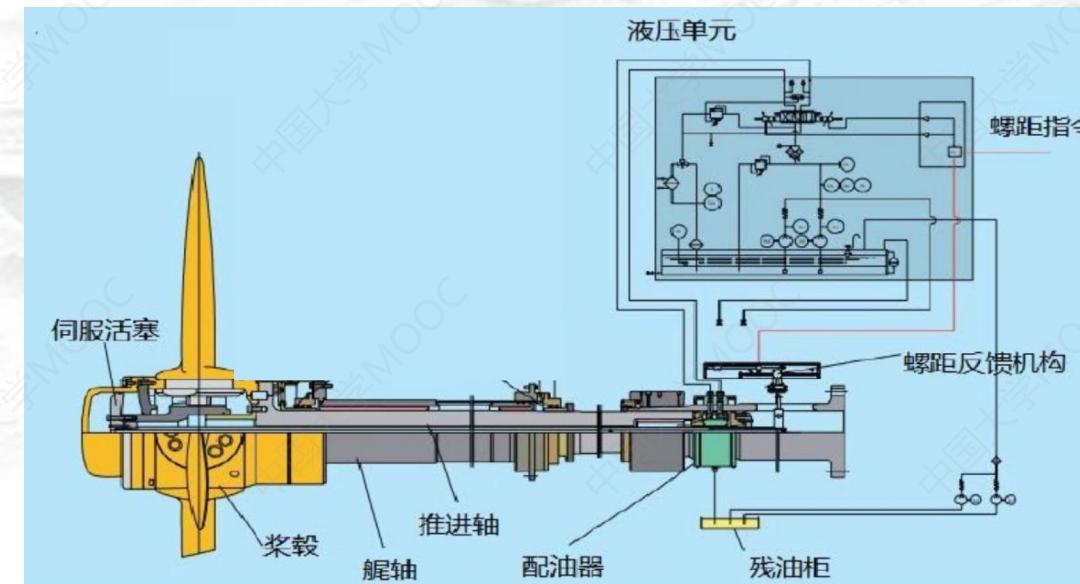
组成结构与原理

组成:

- 1) 带转叶机构的螺旋桨； 2) 传动轴系； 3) 调距机构；
- 4) 液压系统； 5) 操纵系统



唐国元 华中科技大学

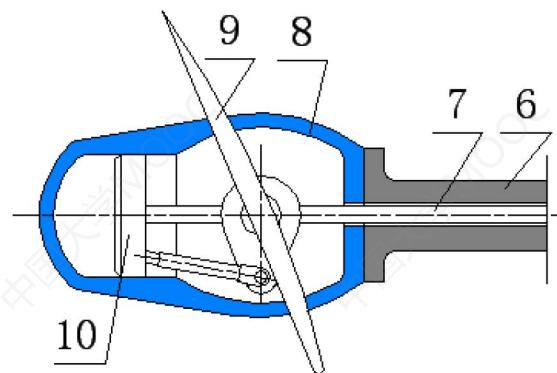


华中科技大学
Huazhong University of Science and Technology

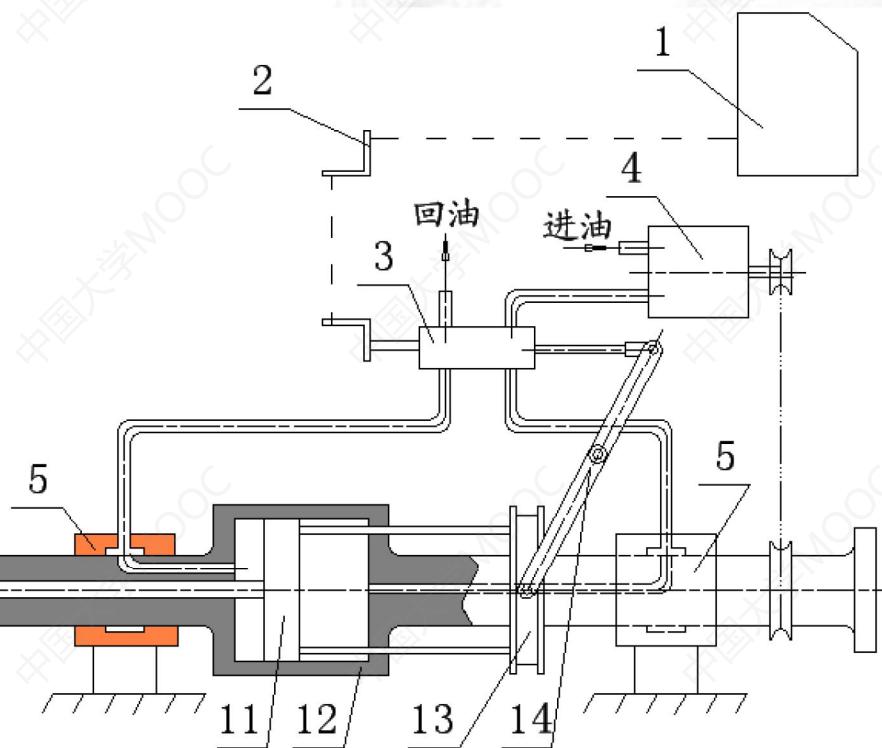
可调距螺旋桨装置

结构及原理

- 1-操纵台;
2-指令讯号传递装置;
3-换向滑阀;
4-油泵及驱动装置;
5-配油装置;
6-中空螺旋桨轴;
7-推拉杆;
8-桨毂;
9-桨叶;
10-滑道与滑块;
11-活塞;
12-油缸;
13-反馈环;
14-反馈杆。



调距桨的动作原理可用下图辅助进行描述。其作用过程可归纳为：指令—操纵与控制系统—液压驱动系统—执行机构。



可调距螺旋桨装置

调距桨的基本特性

(1) 工作性能曲线

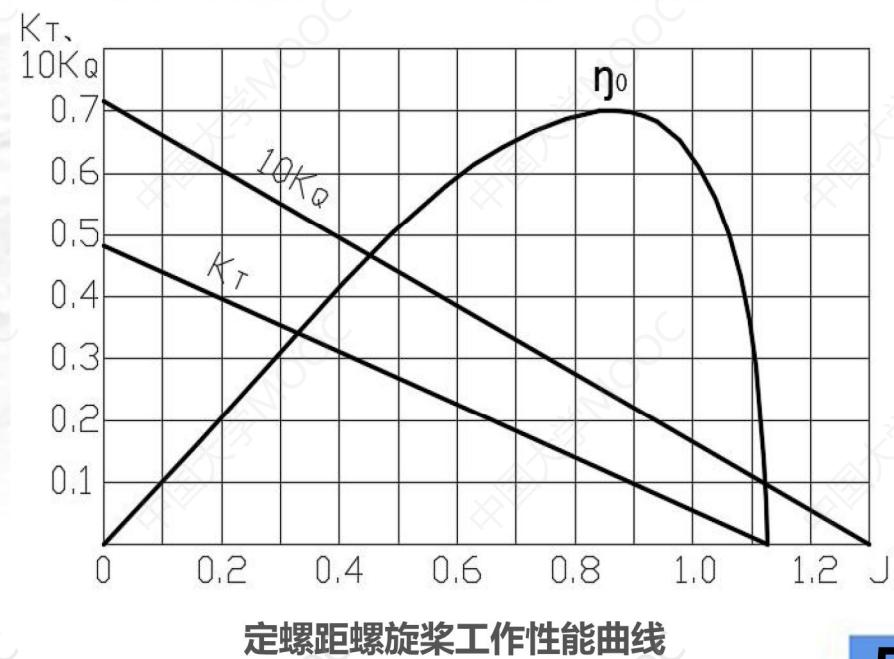
定距桨的性能曲线就是在已定的螺距比下的 K_T 、 K_Q 和 η_0 对J的关系曲线,如图所示,它仅有一组工作性能曲线。

$$Q = K_Q \cdot \rho \cdot D^5 \cdot n^2 \quad N \cdot m$$

$$T = K_T \cdot \rho \cdot D^4 \cdot n^2 \quad N$$

$$V_a = J \cdot n \cdot D \quad m / s$$

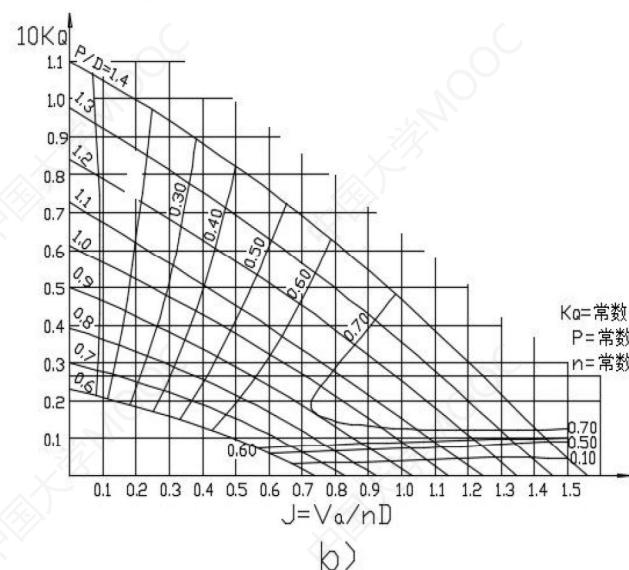
$$\eta_0 = T \cdot V_a / \omega \cdot Q = \frac{K_T}{K_Q} \cdot \frac{J}{2\pi}$$



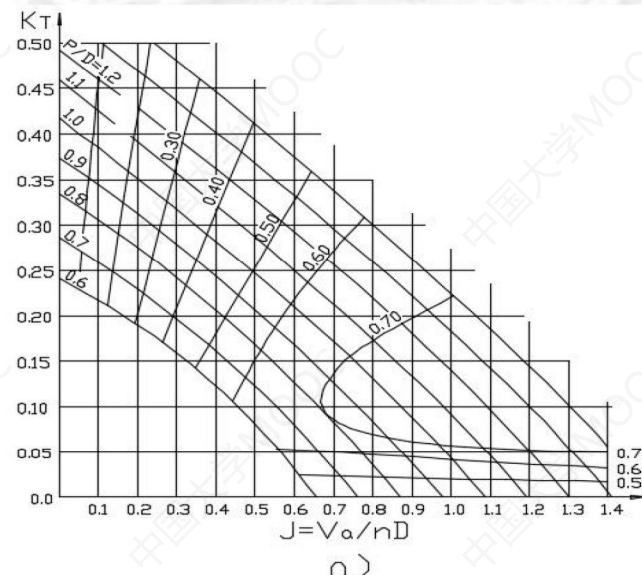
可调距螺旋桨装置

调距桨工作性能曲线

调距桨在原理上可视为一系列直径相同而螺距比不同的定距桨的组合。可以通过改变螺距来调整螺旋桨转速、转矩和推力之间的关系，以适应船舶工况变化的需要。



KQ - J 曲线图



KT - J 曲线图

可调距螺旋桨装置

基本工作特性



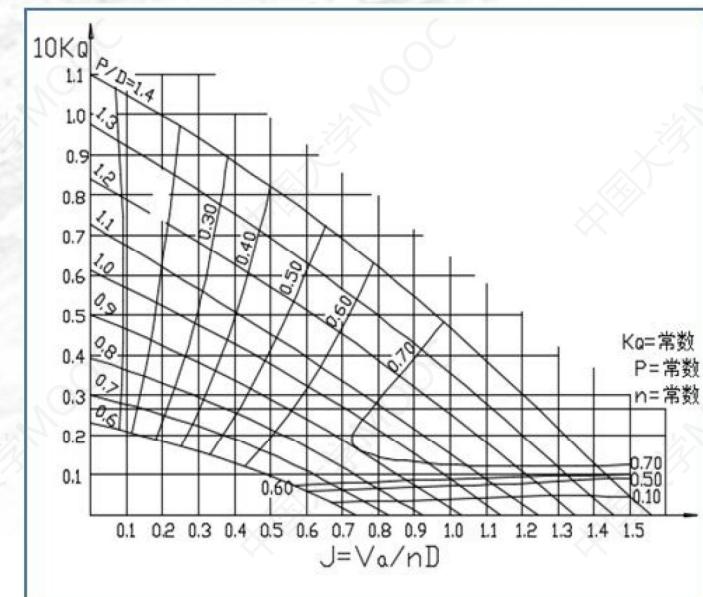
调距桨船舶在任何工况下主机均能发出全部功率。

意义:当航行工况变化,即桨的进速系数J变化时,在KQ=常数这一直线上总可找到一点与之对应,而该点对应的螺距比即为所需调整的螺距比。

$$K_Q = \frac{Q}{\rho \cdot n^2 \cdot D^5} = \frac{P}{\rho \cdot n^3 \cdot D^5}$$

主机额定扭矩 Q_{eH} 和额定转速 n_{eH} 代入上式中

$$K_Q = \text{常数}$$



华中科技大学
Huazhong University of Science and Technology

可调距螺旋桨装置

基本工作特性

 在给定转速 ($n = C$) 下，在此曲线上可得到任一航速。

意义：1) 恒速运转轴带负荷；2) 主机不反转或齿轮箱可不装换向装置，有利于延长主机的使用寿命和使设备结构简化。

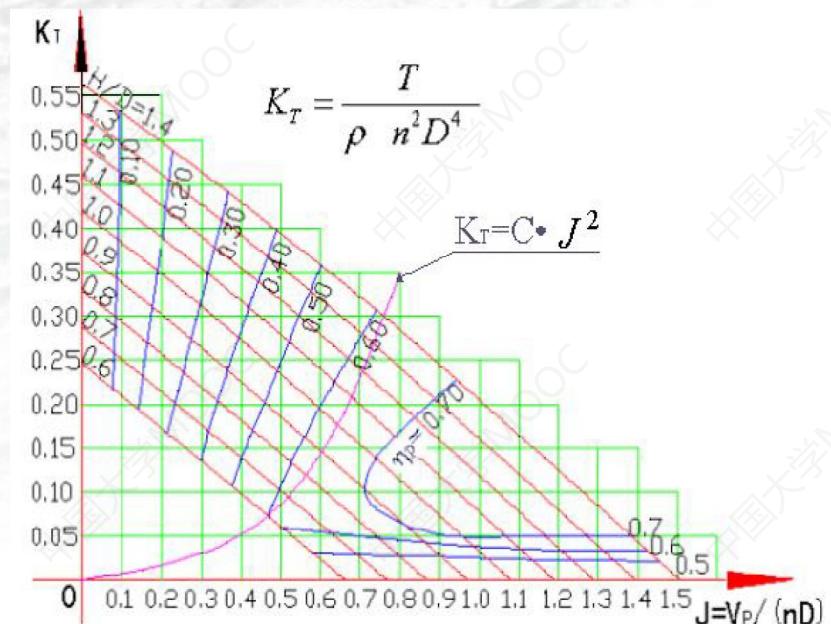
$$\text{设 } T = A V_s^2 = C^0 V_p^2, \quad \therefore V_p^2 = C' T.$$

$$\text{又 } \because J = \frac{V_p}{nD}, \quad \therefore J^2 = \frac{C' T}{n^2 D^2}.$$

将 $J^2 = \frac{C' T}{n^2 D^2}$ 代入 $K_T(n.H / D) = \frac{T}{\rho \cdot n^2 \cdot D^4}$ 中，

可得到：

$$K_T(n.H / D) = C \cdot J^2$$



可调距螺旋桨装置

基本工作特性

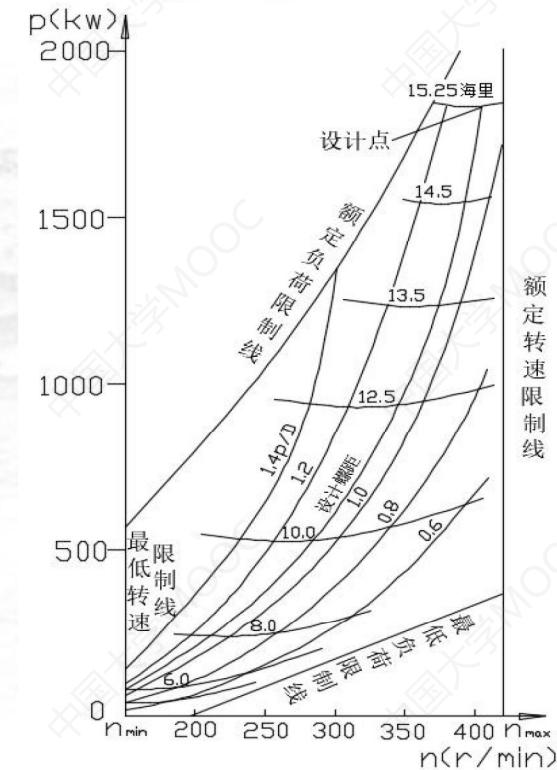


唐国元 华中科技大学



对给定航速 ($V_s=C$) , 可通过不同的转速来达到。

调距桨能在柴油机额定负荷限制线、额定转速限制线、最低负荷限制线和最低转速限制线所属的区域内任何一点工作。由图可见，在该区域内进行任意的n和H/D搭配，都能得到所需要的航行速度。



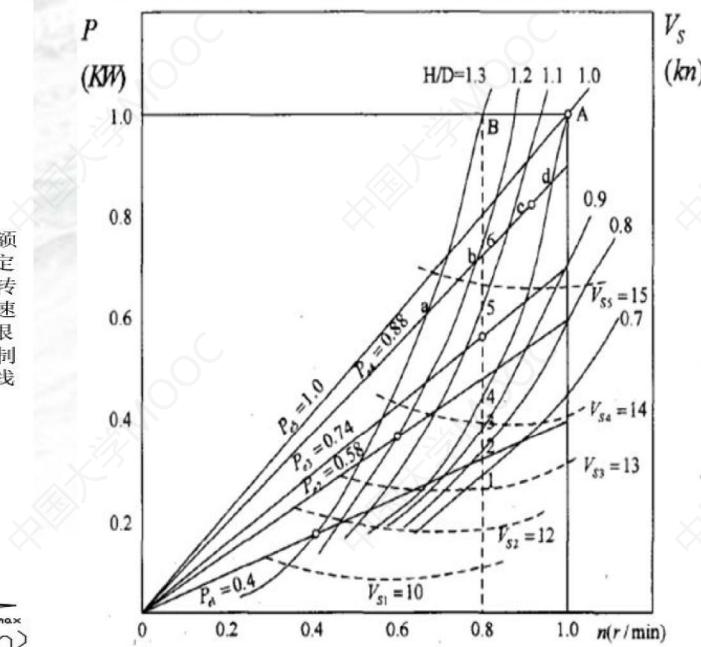
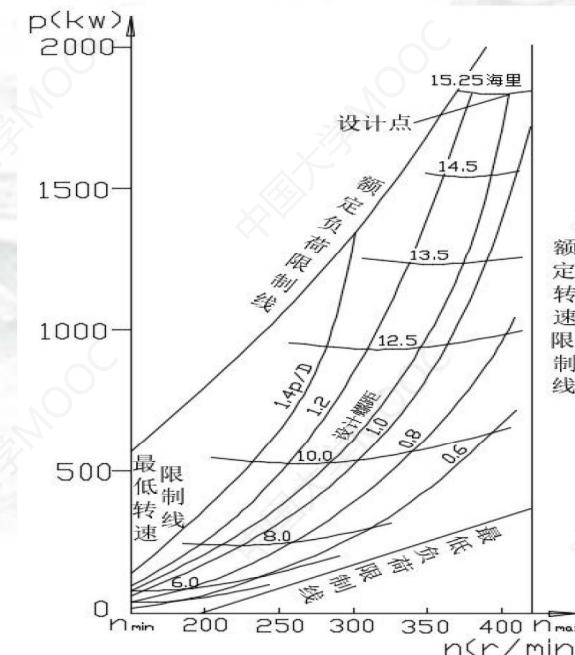
华中科技大学
Huazhong University of Science and Technology

可调距螺旋桨装置

基本工作特性



要达到不同的航速，可以通过：保持转速不变（ P_e 会改变），改变H/D；或保持 P_e 不变（转速n会变），改变H/D。

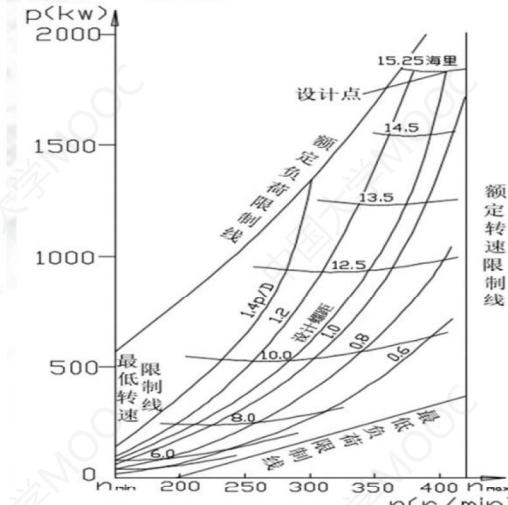
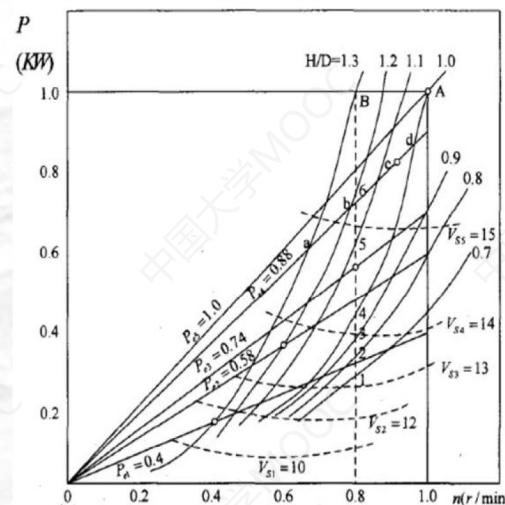


可调距螺旋桨装置

基本工作特性

此特性的使用意义在于：

- 可使推进装置获得最佳的经济效益。
- 有多种不同的 n 和 H/D 的选择，均可实现同一航速（ $V_s = C$ ）的要求，则可避开临界转速点，而不致发生共振。
- 船可实现微速航行或原地不动而主机仍可连续运转。



可调距螺旋桨装置

调距桨的设计要点

设计要点

远航程多工况的船舶

保证自航或拖曳时的最佳推进性能。

常变工况的港湾船舶

保证机动性、倒车性能。

远航、单工况的船舶

保证具有最高推进效率。

单桨船

桨的转向以左旋为宜。

双桨船

以内旋桨为佳。

毂体尺寸

盘面比 $0.50 \sim 0.60$ 时，毂径比 $0.25 \sim 0.30$ 。

桨叶根处的厚度

满足强度要求，尽量减小。

设计螺距

尽可能减小设计螺距，但应注意效率。



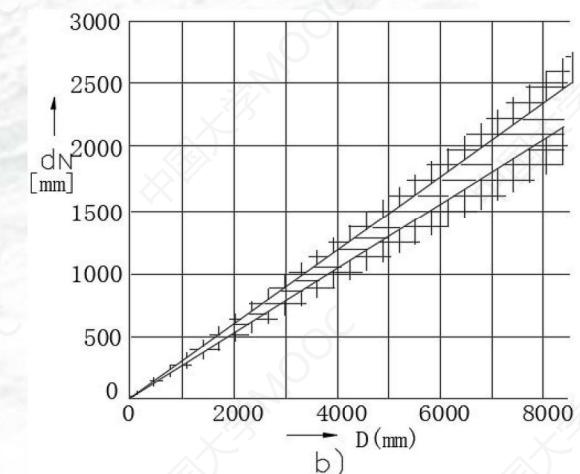
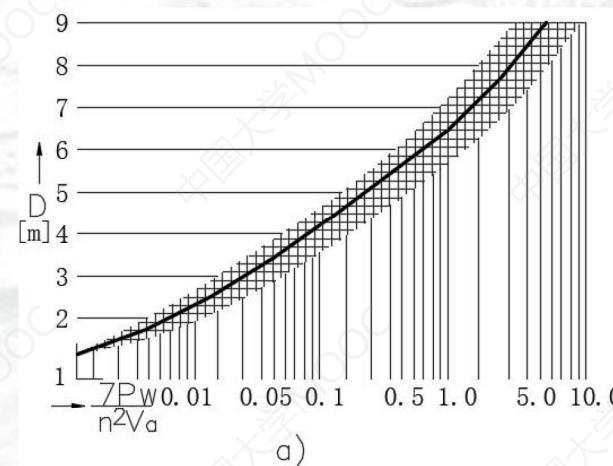
可调距螺旋桨装置

调距桨的桨径和毂径



由螺旋桨吸收功率 P_w , 螺旋桨转速 n , 以及根据公式 $V_a = V_s (1-w)$ 可以计算出 V_a 。

计算系数 $7P_w / (n^2 \cdot V_a)$ 查得桨径 D 。进而查得毂径 d_N



桨径和毂径近似估算曲线