

〔美〕 G. 莫斯特勒 主编



魚雷推進器

國防工業出版社

鱼 雷 推 进 器

译自美国海军军械系统指挥部水弹道学咨询委员会

技术报告 ORDHAC TR 74-1

1974年2月

〔美〕G.莫斯特勒 主编

骆传骊 徐宜志 裘展国 译

国防工业出版社

内 容 简 介

本书系根据美国海军军械系统指挥部水弹道学谘询委员会的一篇技术报告译成的,取材新颖,内容广泛,比较全面地介绍了鱼雷推进器(重点是对转螺旋桨和泵喷射推进器)的设计、生产、试验和验收等各个方面的知识。可供从事鱼雷研究设计、生产、检验和教学工作的人员参考。

TECHNICAL REPORT
NAVAL ORDNANCE SYSTEMS COMMAND HYDROBALLISTICS
ADVISORY COMMITTEE
TORPEDO PROPULSORS
A REVIEW OF DESIGN PROCEDURES, MANUFACTURE,
INSPECTION, AND TESTING
ORDHAC TR 74-1 FEBRUARY 1974

*

鱼 雷 推 进 器

译自美国海军军械系统指挥部水弹道学谘询委员会

技术报告 ORDHAC TR 74-1

1974年2月

[美]G. 莫斯特勒 主编

骆传疆 徐宜志 裘展国 译

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张2⁵/₈ 63千字

1982年6月第一版 1982年6月第一次印刷 印数: 001—600册

统一书号: 15034·2327 定价: 0.36元

译 序

自从一百年前鱼雷问世以来，便以对转螺旋桨为其主要推进装置。目前世界各国除继续使用此类推进器外，有的国家在高速反潜鱼雷上已成功地采用了泵喷射推进器等新型推进装置，从而大大提高了鱼雷的性能。

随着水面舰船和潜艇的发展，对现代鱼雷也提出了更高的要求，为此，大多数鱼雷国曾做过大量的研究工作，并针对各种各样的具体问题发表了许多技术文献，但比较系统与全面的论述鱼雷推进器的文献，除本书外，尚不多见。

《鱼雷推进器》一书系根据美国海军军械系统指挥部水弹道学谘询委员会一九七四年审定的一份官方报告译出的，内容广泛，取材新颖，所举例证大都来自 MK46 等新型鱼雷。书中对鱼雷推进器的研究设计、生产、试验和验收等均有较详尽地论述，可供部队和从事鱼雷研究设计、生产和验收等方面工作的同志参考。对从事鱼雷教学工作的人员也不失为一本比较理想的参考书。

由于译者水平有限，本书难免存在错误和不当之处，请读者批评指正。

译 者

目 录

第一章 引言	1
一、历史	1
二、本报告的目的	2
第二章 鱼雷推进器术语	4
第三章 鱼雷推进器设计	19
一、推进器从设计到生产的主要步骤	19
二、推进器设计概述	20
三、推进器设计所需的基本资料	22
四、推进器分类	23
五、泵喷射推进器设计	24
六、螺旋桨设计	26
七、推进器设计理论的现状	34
第四章 公差	36
一、公差设定	36
二、公差误差的几个实例	37
三、公差设定的原则	38
四、影响性能的因素	39
五、影响空泡的因素	41
六、建议用的公差	44
第五章 技术文件	49
一、图纸是正式的技术文件	49
二、其它技术文件和政府提供的资料	49
三、制图标准	50
四、关于泵喷射推进器叶片技术文件编制的一些考虑	56
第六章 生产方法	58
一、根据样板放样	58
二、根据靠模放样	58
三、立体仿形铣床	59
四、铸造	59
五、锻造	59

VI

六、压力成型	59
七、数控铣	60
第七章 检验规程	61
一、质量保证	61
二、设计-生产-检验之间的关系	62
三、设计验证的检验	63
四、量具	65
第八章 推进器试验	70
一、风洞	70
二、水洞	70
三、拖曳水池	71
四、旋臂水池	71
五、水下索道靶场	71
六、装有测试仪表的自由靶场	71
参考文献	72

第一章 引言

一、历史

一九六〇年十二月，美国海军的新港（位于罗德艾兰州）鱼雷总局出版了一篇题为《鱼雷推进器设计验证、生产与质量检验》的技术文件，文号为“海武”字 OD18374 号。这份技术报告是由新港鱼雷总局 N·J·麦克纳为首的工作组搜集与编辑而成的。参加这项工作的其它成员是：

L·J·兰菲尔德	}	新港鱼雷总局(CTO)
T·W·麦格劳		
R·J·惠特克		
G·卡拉雷		
A·莱曼	}	军械研究所(ORL)
N·古德曼		美海军军械厂(NOP)
A·罗斯		
H·埃格斯		美海军军械局(Bu Weps Ruaw)
Lt·R·阿斯莱逊		美海军军械局(Bu Weps FQQA)

OD18374 号技术报告特别适用于现代鱼雷的设计者，技术资料的编写者和检验人员。当时虽然出版了这篇技术报告，但是由于技术上的进展，该报告的若干部分应当修改，以适应新技术的发展。实践证明，在使用这份技术报告时会发生含混不清与误解。因此，海军军械系统指挥部水弹道学谘询委员会(ORDHAC)下属的推进器研究委员会，于一九六八年十一月提出，OD18374 号文已到期，应予修订。结果，由海军军械系统指挥部（编号 035 B T·E·皮尔斯）负责本修订报告的准备和出版。参加这项

工作的人员有:

R·戴维斯		宾夕凡尼亚州大学应用研究实验室 (ARL), 地址是宾夕凡尼亚州大学公 园 16801
Wm·摩根	}	海军舰船研究与发展中心, 地址是首都 华盛顿 20007
R·赫克		
A·莱曼		
		海洋公司, 地址是纽约长岛波兰恩维 11803
M·拉森	}	海军水下中心(NUC), 地址是加利福 尼亚州的圣迭戈92132
G·莫斯特勒		
(主 编)		
D·纳尔逊		
L·彼得森		
J·格林		

二、本报告的目的

修订过的 OD18374 号技术文件的目的是:

1. 为鱼雷推进器的研究, 包括生产与检验提供指导。
2. 通过说明与图解各种正确的生产与质量保证方法来确保生产性文件精确地反映已验证的推进器样机。
3. 通过解释在准备时的各种途径, 帮助生产及检验人员了解、领会并使用推进器文件。
4. 制定并说明文件编制与质量保证方法。
5. 统一海军武器局(现改名海军军械系统指挥部)文件中使用的鱼雷推进器术语。

在本次修订中除了上述目的外, 本报告还将提供一些必要的补充, 主要是:

1. 更好地解释和提供推进器形状的资料, 比如导边及当前所述的沿叶片翼展的剖面等。

2. 阐述一种不同于 OD18374 号文中所规定的叶片坐标规范。这一点是由海军水下中心和应用研究实验室根据新近研究所取得的经验而作的改变。

3. 根据已知的水动力学原理, 使制定公差的设计者注意成本, 以及对计划者、制造者和检验者的要求与选择, 重新制定公差准则。

4. 审查与讨论已批准设计的技术文件的编写法。这里推荐两种推进器技术文件的编写方法: 一种是为螺旋推进器的, 另一种是为泵喷射推进器的, 以便于促进推进器同行业之间的密切联系。

5. 以大纲与有注释参考文献的形式, 使非设计人员熟悉推进器设计程序。

6. 在实验与理论的基础上, 讨论各种偶然因素对推进器性能的影响。从而使设计者、制造者、尤其是检验者领会合理公差的必要性。

7. 讨论螺旋桨试验及其使用设施。

8. 强调严格检验与质量保证的重要性。

9. 研究与讨论新推进器的设计制造方法及其对未来推进器的可能影响。

10. 为发展设计者、销售者、检验者与定货者之间良好关系, 提出要求与确定方针。

第二章 鱼雷推进器术语

下述定义和符号只属于鱼雷推进器的范围，并且尽可能采用美国、英国与加拿大海军的标准。

进程比(J)——前进速度与旋转速度之比，

$$J = V/nd$$

(式中 V 及 d 应有足标)

$$(\lambda) \quad J/\pi = V/\pi nd$$

攻角(α)——相对速度的方向与某些基准面或基准线之间的夹角。如果指的是与零升力线的夹角($\beta_0 - \beta_i$)，则称为水动力学攻角(见图1)。

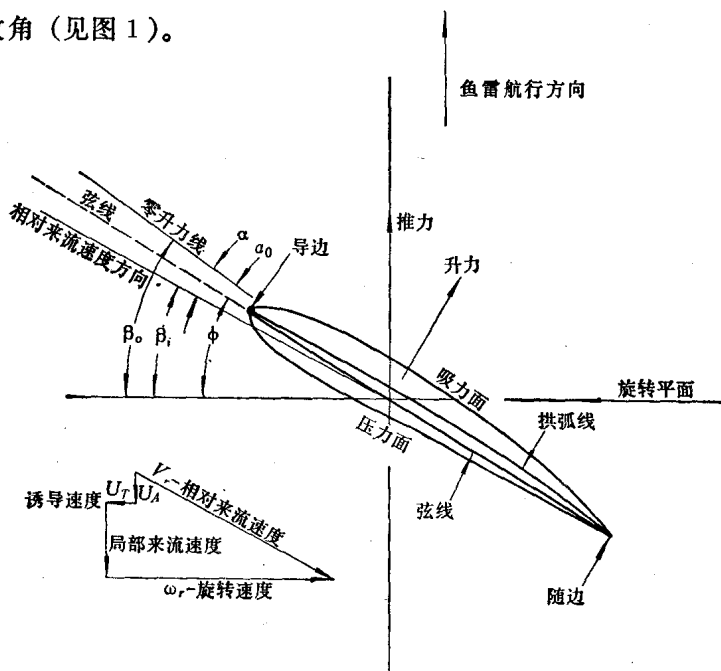


图1 叶片剖面示意图

零升力角(α_0)——弦线与二维流的零升力线之间的夹角($\beta_0 - \phi$)。对于对称式剖面, 这个角度为零(见图1)。

剖面角(ϕ)——旋转面与叶片剖面弦线之间的夹角(见图1)。

叶片剖面角(β_0)——旋转面与零升力线之间的夹角(见图1)。

水动力螺距角(β_i)——旋转面与升力线处相对速度矢量之间的夹角(见图1)。

$$\beta_i = \tan^{-1} \frac{v + U_A}{\omega_r + U_y}$$

面积(A)——参考(基准)面积。

面积(A_p)——螺旋桨的盘面积 πR_p^2 , 其中 R_p 为螺旋桨的叶梢半径。

面积(A_T)——鱼雷的横截面积 πR_T^2 , 其中 R_T 为鱼雷雷体半径。

叶片根部通气的螺旋桨——把带有空腔的随边截去的螺旋桨。随边的空腔可强行通入气体, 使空腔压力增大, 根部的阻力减小(见图2)。

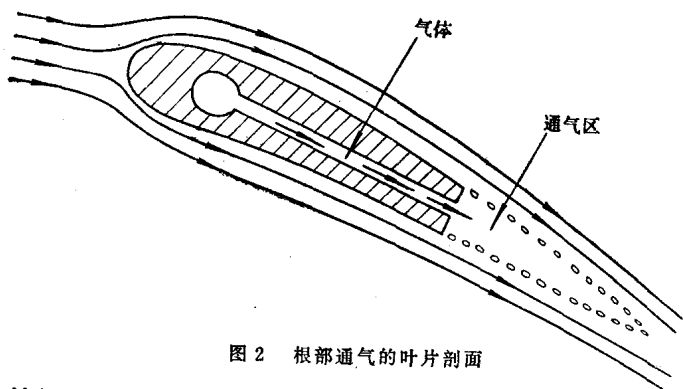


图2 根部通气的叶片剖面

柏努利定律——沿流线(不可压缩流体)方向的 $p + (\rho/2)u^2 = \text{常数}$ 。

叶片——叶片就是由叠加起来的和做成流线型的有限翼展剖面构成的实心构件。它与桨毂成整体或装在桨毂上。叶片是推进器产生升力的部分。

叶片剖面——叶片与平面、圆柱面或与锥体相交而形成的那块面积(见图3)。

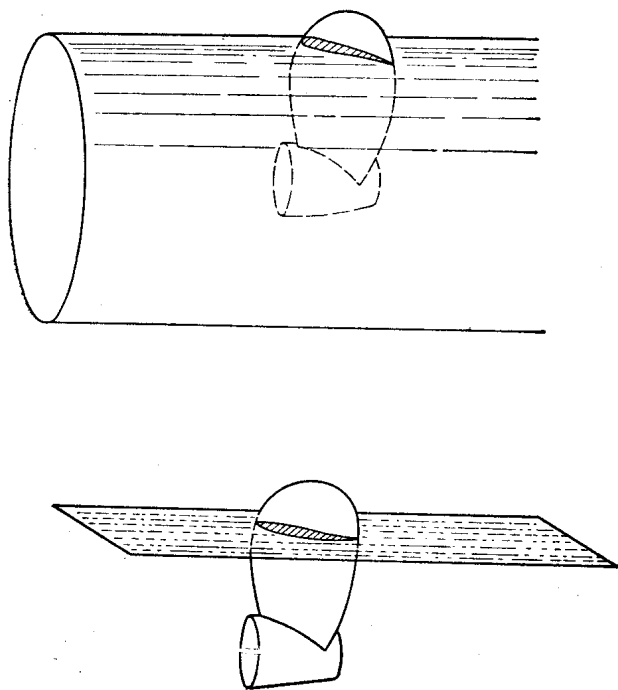


图3 贯穿圆柱体和平板形成的叶片剖面

边界层——紧贴航行体的移动流体区域。在该区域内，横向流动速度梯度要比纵向流动速度梯度大，而且剪切应力很大。边界层可分为层流、湍流和过渡层(见图4)。

边界层厚度(δ)——离壁和固体边界的法向距离，由于有边界的缘故，所以在该距离内的流速要受剪切应力的影响。通常把边界层的厚度定义为离边界的法向距离，在该距离下，速度为局部自由流速度的99%。同时也可以定义为指到静压力头加动压力头等于局部自由流的那一点的法向距离(两者均扣除了重力头)。(见图4)。

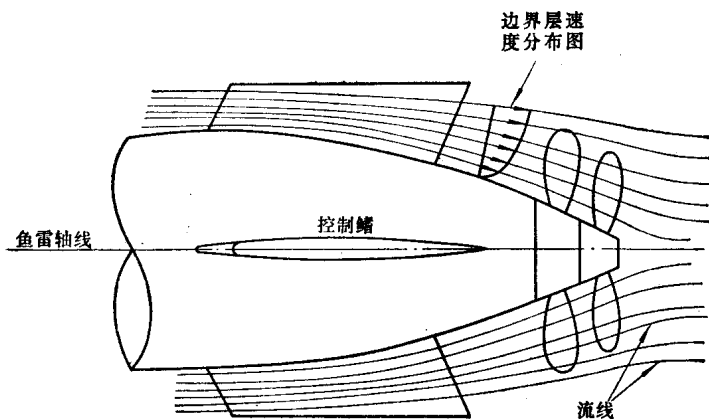


图4 边界层示意图

附体涡流强度——是指决定附近环流的、紧贴在升力面上的涡流强度。

拱弧线——拱弧线是叶片剖面的吸力面与压力面上的各相应中点之间的轨迹。两个面（吸力面和压力面）上的各相应中点，都在垂直于拱弧线的那条直线上，通常是在螺旋桨设计过程中确定拱弧线，并根据拱弧线测量叶片表面。拱度用以提供升力。

拱度补偿(f_M)——基准直线与拱弧线之间的补偿。

空泡现象——水中的空泡现象就是由含有水蒸汽与从溶液中析出的剩余气体的各种气泡所形成。当压力降低到等于或低于水的饱和蒸汽压时，便出现空泡现象。

$$\text{空泡数}(\sigma) = \frac{P - P_v}{(\rho/2)V^2}。$$

叶片剖面弦长(c)——剖面导边至随边的距离。

弦线——通过拱弧线与导边和随边交点的直线(见图1)。

环流(Γ)——由升力面在周围流体中引起的流动的数学表示法。它是沿封入升力面某一曲线速度矢量的线积分。其数学表达式为：

$$\Gamma = \oint V dl$$

无量纲环流(G)—— $G = \frac{\Gamma}{\pi D_p V}$ (每一叶片)。

控制面——能操纵雷体的各升力面(见图4)。

对转螺旋桨——(见螺旋桨)。

十字形——呈十字架形状或交叉成直角的形状。

曲线选配——是指用一组点构成一根曲线的方法。

基准点——叶片剖面的基准点就是由设计单位确定的作为初始参考的那一点。

叶片基准剖面——供其它剖面作参考的那个剖面。

密度(ρ)——流体的质量密度。

直径(D)——参考直径。

(D_p)——螺旋桨直径。

(D_r)——鱼雷直径。

阻力(D 或 R_T)——阻碍鱼雷前进运动的流体作用力。

阻力系数(C_D)——阻力以无量纲数值表示, 定义为阻力除以动压与某一基准面积的乘积。即:

$$C_D = \frac{D}{(\rho/2)V^2 \cdot A}$$

导管螺旋桨或罩管螺旋桨——紧凑安装在壳体或导流管中运转的一种旋转叶片系统。可以利用导管加速或降低来流速度。凡在旋转叶片处加速来流的系统, 一般通称为科特管(Kort nozzle); 而使叶片处来流速度降低的导管系统, 一般称为泵喷射推进器(pumpjet)(见图5、图6)。泵喷射推进器有一个封闭在长导管内的螺旋桨, 这样, 围绕导管只产生很小的环流, 或不产生环流。

效率(η_0)——衡量螺旋桨性能的一个值。

$$\eta_0 = \frac{TV}{Q\omega} = \frac{C_{Th}}{C_P} = \frac{K_T}{K_Q}$$

伸张面积(A_E)——伸张叶片的面积。

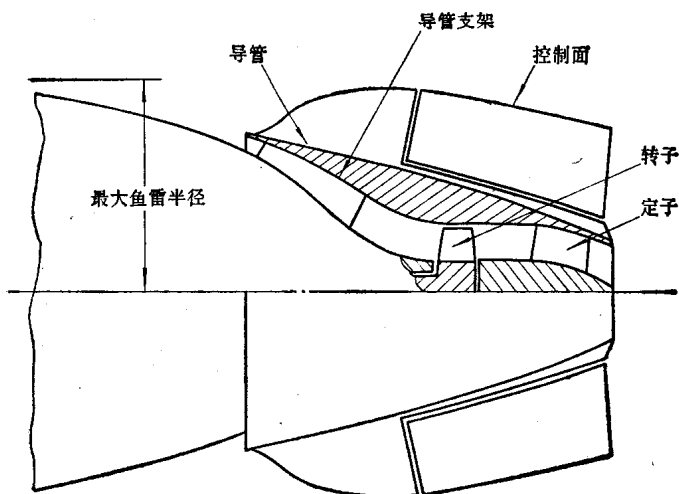


图5 典型的泵喷射推进器装置

$$A_E = Z \int_{R_h}^{R_p} C d\gamma$$

伸张叶片——通过伸张了的各叶片剖面导边的一条线加以圆滑而得到的一种叶片轮廓，即把圆柱剖面或贯穿圆柱剖面滚出到与其相切的平面而获得的轮廓。

修合——为了降低各接合处的阻力或应力，应使构件有光滑的轮廓。借助于凹面圆柱形倒角，一般可以把叶片圆滑地连接到桨毂上。

倒角——是指某一接合处（如叶片与桨毂连接处）的一些填充物（参见修合）。

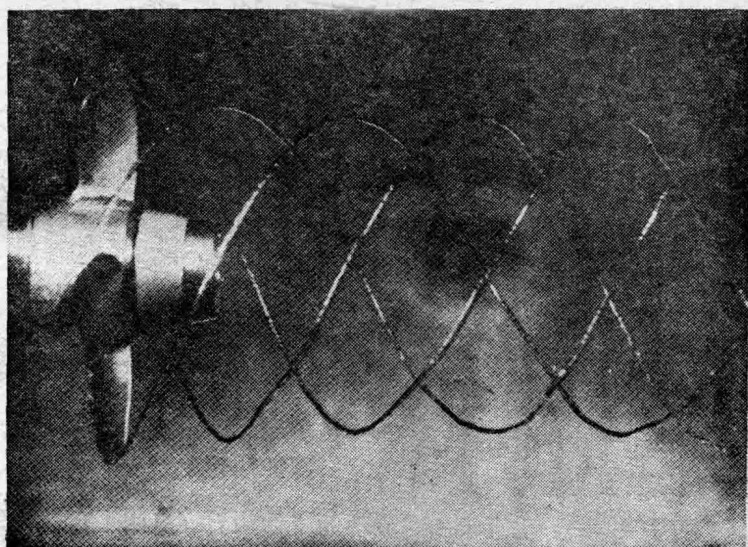
层流——层流是粘性流体的一种分层或层状流动。仅由于分子之间的相互作用，所以产生各层流之间的动量转换与剪切。

势流——势流是指流速等于标称速度势 ϕ 的梯度的一种流动。这暗示，粘性应力为零。

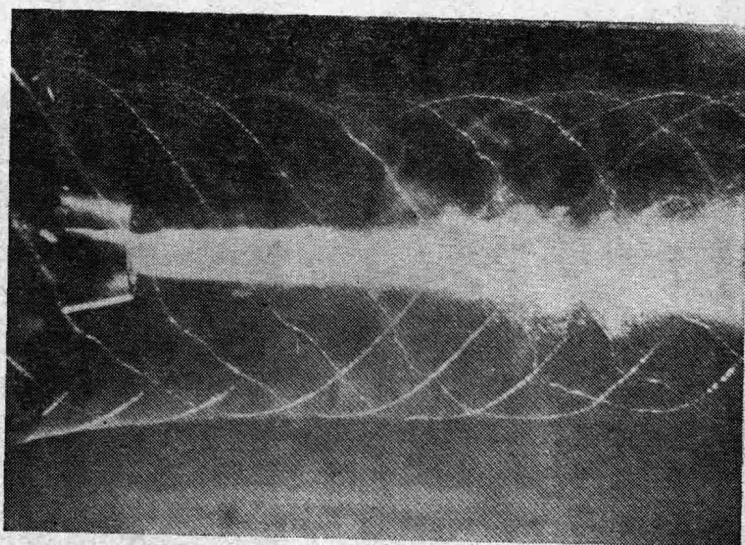
湍流——湍流是指速度的量和方向均有急剧而无规则波动的一种流动。



图 6 泵喷射推进器模型剖面图



(a)



(b)

图7 螺旋桨的涡流空泡

(a) 良好发展的梢涡；(b) 鞍涡（伴有梢涡）。