

船用螺旋槳的 計 算

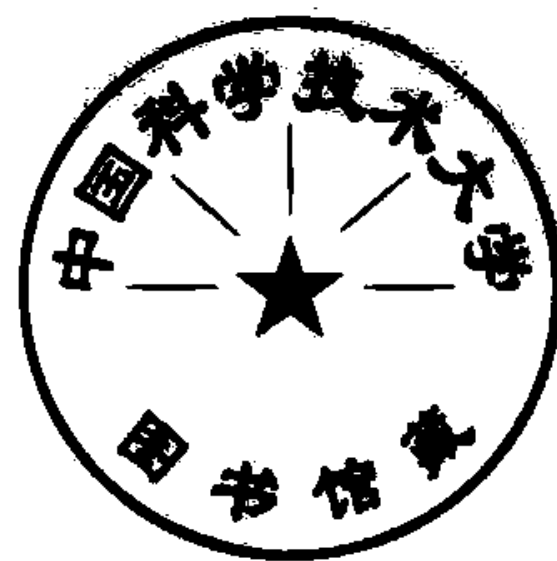
茹謙柯、伊万諾夫著

机械工業出版社

船用螺旋槳的計算

茹謙柯、伊万諾夫著

嚴似松、張孝鏞譯



机械工业出版社

1956

出版者的話

本書首先对船舶运动时的水阻力和螺旋槳的理論作了簡要的敘述，然后比較詳尽地敘述目前螺旋槳計算中的兩種最普遍应用的方法——巴甫米尔法和拉符倫捷也夫法。此外，还論述了快速艇、拖輪、破冰船和導管内螺旋槳的計算与螺旋槳的部分工作狀況和換向以及水制动仪的計算。

本書可供造船、修船及水运企業的設計人員和工程人員与造船学院、水运学院及中等專業学校的学生作为學習和参考之用。

* * *

NO. 1030

1956年8月第一版 1956年8月第一版第一次印刷

850×1168¹/₃₂ 字数 204 千字 印張 9⁹/₁₆ 插頁 3 0,001— 3,500 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 号

統一書号
15033·108

定价(10)2.10元

目 次

原序	5
關於船舶快速性方面知識發展的簡要史述	9
第一章 船舶运动时的水阻力理論概述	16
1 船舶阻力的組成成分	16
2 模型試驗結果對於实船的折算	29
3 确定船舶拖曳功率或有效功率的近似方法	35
4 根据伏洛琴曲綫确定非滑翔快艇的有效功率	44
第二章 螺旋槳理論概述	48
1 理想推進器理論概論	48
2 螺旋槳的几何学	51
3 螺旋槳的运动学特性和水动力学特性	65
4 螺旋槳和船体間的交互作用	70
5 螺旋槳的空泡現象	78
6 螺旋槳工作情况的实验探討	83
7 螺旋槳設計	85
8 模型試驗和实船試驗的分析	90
9 常用符号及若干系数和数值的变动范围	96
第三章 貨船螺旋槳的計算——巴甫米尔法	102
1 設計螺旋槳的技術任务書	102
2 用第一次近似計算确定螺旋槳的基素和船舶的快速性	104
3 螺旋槳对空泡現象的校核	114
4 叶瓣外形及其强度截面型的計算	119
5 自由水中螺旋槳工作曲綫的計算	122
6 船体后螺旋槳工作曲綫的計算	125
7 螺旋槳重量的确定及其叶瓣强度的計算	129
8 螺旋槳投影圖的繪制	135
9 受限制时螺旋槳基素的确定	136
10 螺旋槳計算的結論	141
第四章 螺旋槳的計算——拉符倫捷也夫法	143

第五章	快速艇螺旋槳計算的特点	154
第六章	拖輪螺旋槳計算的特点	162
第七章	破冰船螺旋槳計算的特点	180
第八章	導管內螺旋槳計算的特点	188
第九章	螺旋槳部分工作狀況時船舶速率的計算	203
第十章	水制動儀的計算	213
第十一章	關於螺旋槳的換向	224
第十二章	關於螺旋槳的補充資料	231
1	可調節螺距的螺旋槳	231
2	螺旋槳在斜流中工作的特点	240
3	整流螺旋槳的作用	242
4	螺旋槳製造和驗收時的基本要求	244
5	螺旋槳的靜力和動力的不平衡	246
6	螺旋槳相對於船體的位置	247
7	螺旋槳的結構	251
参考文献		254
中俄名詞對照表		255
附錄	船用螺旋槳的計算圖表 (I~XVI)	

船用螺旋槳的計算

茹謙柯、伊万諾夫著

嚴似松、張孝鏞譯



机械工業出版社

1956

15033.108

出版者的話

本書首先对船舶运动时的水阻力和螺旋槳的理論作了簡要的敘述，然后比較詳尽地敘述目前螺旋槳計算中的兩種最普遍应用的方法——巴甫米尔法和拉符倫捷也夫法。此外，还論述了快速艇、拖輪、破冰船和導管内螺旋槳的計算与螺旋槳的部分工作狀況和換向以及水制动仪的計算。

本書可供造船、修船及水运企業的設計人員和工程人員与造船学院、水运学院及中等專業学校的学生作为學習和参考之用。

* * *

NO. 1030

1956年8月第一版 1956年8月第一版第一次印刷

850×1168¹/₃₂ 字数 204 千字 印張 9⁹/₁₆ 插頁 3 0,001— 3,500 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 号

統一書号
15033·108

定价(10)2.10元

目 次

原序	5
關於船舶快速性方面知識發展的簡要史述	9
第一章 船舶运动时的水阻力理論概述	16
1 船舶阻力的組成成分	16
2 模型試驗結果對於实船的折算	29
3 确定船舶拖曳功率或有效功率的近似方法	35
4 根据伏洛琴曲綫确定非滑翔快艇的有效功率	44
第二章 螺旋槳理論概述	48
1 理想推進器理論概論	48
2 螺旋槳的几何学	51
3 螺旋槳的运动学特性和水动力学特性	65
4 螺旋槳和船体間的交互作用	70
5 螺旋槳的空泡現象	78
6 螺旋槳工作情况的实验探討	83
7 螺旋槳設計	85
8 模型試驗和实船試驗的分析	90
9 常用符号及若干系数和数值的变动范围	96
第三章 貨船螺旋槳的計算——巴甫米尔法	102
1 設計螺旋槳的技術任务書	102
2 用第一次近似計算确定螺旋槳的基素和船舶的快速性	104
3 螺旋槳对空泡現象的校核	114
4 叶瓣外形及其强度截面型的計算	119
5 自由水中螺旋槳工作曲綫的計算	122
6 船体后螺旋槳工作曲綫的計算	125
7 螺旋槳重量的确定及其叶瓣强度的計算	129
8 螺旋槳投影圖的繪制	135
9 受限制时螺旋槳基素的确定	136
10 螺旋槳計算的結論	141
第四章 螺旋槳的計算——拉符倫捷也夫法	143

第五章	快速艇螺旋槳計算的特点	154
第六章	拖輪螺旋槳計算的特点	162
第七章	破冰船螺旋槳計算的特点	180
第八章	導管內螺旋槳計算的特点	188
第九章	螺旋槳部分工作狀況時船舶速率的計算	203
第十章	水制動儀的計算	213
第十一章	關於螺旋槳的換向	224
第十二章	關於螺旋槳的補充資料	231
1	可調節螺距的螺旋槳	231
2	螺旋槳在斜流中工作的特点	240
3	整流螺旋槳的作用	242
4	螺旋槳製造和驗收時的基本要求	244
5	螺旋槳的靜力和動力的不平衡	246
6	螺旋槳相對於船體的位置	247
7	螺旋槳的結構	251
参考文献		254
中俄名詞對照表		255
附錄	船用螺旋槳的計算圖表 (I~XVI)	

原 序

苏联共产党第十九次代表大会关于第五个五年计划的指示是从社会主义逐步过渡到共产主义道路上的新的一大步。

第十九次代表大会的有历史意义的决议，完全遵照社会主义经济的法则，决定了我國国民经济的进一步的發展。

第五个五年计划展开了我們祖國發展和繁荣与劳动者物质和文化水平不断上升的宏伟前景。第五个五年计划确定了苏联所有各种经济部門的新的强有力的增漲。

在第十九次代表大会关于發展船舶制造問題的决议中写道：「海运船队的貨船和油船的產額在1955年将比1950年提高至約2.9倍，內河客船——2.6倍，漁業船队的船舶——3.8倍」[●]。

船舶数量和噸位的增加使船舶的運轉量提高，第五个五年计划預定船舶運轉量的提高程度如下：在海运方面——55~60%；在河运方面——75~80%。

为了尽快的完成代表大会的决议，必須致力於教育培养和在技術上訓練能够建造具有高度航行性能的船舶的熟練造船人才。

本書有助於船舶制造工作者知識的提高。它包括了关于螺旋槳之計算和保証船舶高度快速性方面的問題。

所謂船舶的快速性，通常都解釋为船舶在最低功率消耗时以一定的速率独立地在水中行动的能力。

船舶的速率是最重要的基素之一，因为它决定貨物和旅客运送的时间，即船舶的經濟性。

設計船舶时必须首先要估計它的快速性，因为运动的速率决定主机的功率。主机的重量、燃料数量和潤滑材料都是船上的載荷

● 苏共第十九次代表大会关于1951~1955年苏联發展第五个五年计划的指示。

並在查定船舶排水量和主要尺度时起部分的作用。

因此快速性的实用計算是船舶設計的主要問題之一。这种計算通常都分为有互相关联的兩部分,其一是确定船舶的阻力,其二是确定船舶推進器的基素和行駛速率。

船舶运动时水阻力的研究無論在理論观点上和实用观点上在最近期間內都已达到了完善的地步。關於船用推進器的工作的研究以及關於推進器計算的实际方法的拟制也是一样。

最为普遍应用的推進器是螺旋槳,它的作用在於創造推力,借以克服船舶运动时的水阻力。關於正确選擇螺旋槳这一船舶要素的型式和尺度的問題是解答有关确定船舶快速性和選擇动力裝置課題时的迫切問題之一。

在船舶的初步設計和技術設計过程中,必須估計船舶的阻力,决定螺旋槳的基素和可能达到的船舶速率,即查定其快速性;缺乏快速性計算方面的簡明和有系統的实用指南將使設計部門中設計師和技術員以及造船学院学生的工作發生困难。在个別的場合下,这些工作更應該独立地迅速做好,不求助於專門於快速性問題的研究机构或試驗池。

祖國作者們制定的螺旋槳計算是相当詳細的,但是还没有綜合成成为統一的方案。因此,在設計螺旋槳时,繪制螺旋槳圖样时,决定螺旋槳相對於船体的位置时等等,設計師不得不採用确定螺旋槳基素和查定船舶快速性所必需的含有这些或那些个别資料的各种不同根据,在这上面將化去很多的时间 and 劳力。

著者認為將这一範圍內的零星材料綜合起來可以使从事於确定船舶快速性問題的設計師、技術員和学生們以及非水动力学專家的工程師們不必化費很大的劳力而估計出快速性和選擇出船用螺旋槳。

在本書內引述關於阻力和螺旋槳理論問題的簡要概論;此外,並根据船舶制造的实际經驗列举若干富有表征性的例子,即:

a) 用各种不同的方法計算船舶的阻力;

6) 已知船体的基素及其动力装置, 确定螺旋桨的基素和船舶的快速性;

в) 在已知船舶运动的速率时, 选择某种动力装置;

г) 在已知船舶行驶速率和某些关于转数、螺旋桨直径、减速器传递比等限制条件时, 确定螺旋桨的基素。

在本书内叙述破冰船、拖轮、快速艇和其他类型船舶的螺旋桨计算的特点, 同时也叙述确定螺旋桨水动力学特征的方法, 校核螺旋桨空泡现象的方法, 确定叶瓣外形和截面型、毂外形和尺度的方法, 校核叶瓣强度的方法等等。书中对螺旋桨相对于船体的位置作了一些介绍, 同时也对绘制螺旋桨理论图的方法及与之相关的计算作了一些介绍。

本书以巴甫米尔(Э. Э. Папмелъ)的方法作为螺旋桨计算的基础; 这一方法是经历多年实际设计和设计好的螺旋桨的实物试验的考验的。

在第四章中叙述了螺旋桨计算的拉符伦捷也夫(В. М. Лаврентьев)方法。

在计算螺旋桨之前, 引述了设计时的技术任务书和必要资料的一览表或说明, 没有这些东西是不可能或很难查定船舶的快速性和决定其螺旋桨的基素的。

關於船舶快速性方面知識發展的 簡要史述

關於船舶快速性方面的知識和与它联系的实际問題通常都分为船舶阻力的理論及計算和船舶推進器的理論及計算兩部分。

当船舶作等速前進运动时，水的阻力与推進器所產生的曳力相平衡，因此裝置在船舶上的主机的功率与水阻力的数值成直綫比例关系。

研究介質阻力的第一次实验还是在很早的古代。运动物体的空气阻力早就被伽利略(1564~1642)所探悉，他求得擺錘在空气中运动时，空气阻力与速度成一次正比例。

第一个介質阻力理論大概要算牛頓(1642~1727)在它的 [自然哲学初步] 中所提出的理論。牛頓認為介質阻力的形成是由於介質的質点在运动物体的表面上撞击所致。他也發現，液体對於在液体中运动的物体的阻力与速度的平方和垂直於运动方向的最大橫截面成正比例，並与物質前端部分的形狀有关。牛頓對於阻力的觀念並不符合於現象的实际性征，因为他的慣性理論中並沒有包含摩擦阻力的性質在內；牛頓在他的研究中把它忽略了。

在 1738 年，彼得堡科学院院士达尼拉·伯努利(Даниила Бернулли 1700~1783)的著作 [水动力学] 問世，提出了著名的，以伯努利为名的方程式。伯努利方程式把液流中的压力与液体的速率联系起來；直到現在仍旧是有关液体运动的工程計算的基礎。

在 1749 年，在彼得堡出版了俄罗斯科学院院士理翁奈德·欧拉(Леонард Эйлер 1707~1783) 的著作 [船舶科学]，初次把船舶原理認為是一門科学，在这部著作中欧拉除了闡述浮性、穩性和操縱性的問題以外，更進一步闡述了牛頓關於水阻力方面的知識。欧拉認為牛頓的理論距离真实情况很远，因为液体在靠近物体的表

面时变更其方向,且除了压力之外,速率並不加予物体以任何力。

欧拉研究船舶艏端的阻力並獲得公式,該公式在表示撞击作用的部分外加上了表示摩擦力的部分,根据欧拉的意見,从理論上來确定艏端的阻力是非常复雜的,因此他並沒有致力於这一問題的研究。

因此,在介質阻力的範圍內,欧拉的工作較牛頓前進了一步,但是在制定合理的阻力理論这点上欧拉並沒有完成。

在帆船时代內,水阻力的問題並沒有解答的意义。在十九世紀四十年代随着蒸汽船队的出現,就有必要确定蒸汽机的功率,以保証一定的船舶行駛速率,因此就需要准确地求知船舶运动时的水阻力。

在这些年代中,著名的俄罗斯造船师布拉却克(С. О. Бурачек)做了許多工作,他在1848年提出分別确定摩擦阻力和压差阻力的主意。

但是,由於用純理論方法确定船舶运动时水阻力的困难性,在七十年代时开始用模型來研究这一复雜的現象。为此建造了試驗池或实验池,在池內拖曳船舶的模型;用这种方法求得模型的阻力,然后再折算为实船的阻力。这种方法的基本困难是在於尋求可靠的方法將模型試驗的結果折算到实船上去。

在1871年佛罗特(В. Фруд)提出折算的方法,其基礎是把阻力分为兩部分:其一——由粘力作用而形成的阻力,另一——由重力作用而形成的阻力。

佛罗特根据在試驗池中拖曳各种長度和糙度的木板的結果所得的平板摩擦阻力系数在很長的时期內被用为确定模型和船舶摩擦阻力的基本媒介。但是,从研究摩擦阻力本質的眼光來看,佛罗特的試驗是局限的,几乎並沒有能对以前已經知道的有所增益。

1880年在彼得堡出版了俄國著名学者緬吉列夫(Д. И. Менделеев)的著作,名为[關於液体的阻力和航空]。在这部著作中,緬吉列夫对起自伽利略直至佛罗特应用試驗方法關於介質阻力所作的

工作作了評論，並提出許多新的原則性的理論。特別是，他第一个指出必須專門研究表面糙度对摩擦的影响；且几乎早於普侖特耳（Прандтль）三十年，提出了關於界層的基本觀念，他指出摩擦是「粘着於物体表面的液層与液体的其他質点相互作用」的結果。

我們偉大的同胞茹可夫斯基（Н. Е. Жуковский）对緬吉列夫的著作「關於液体的阻力和航空」作了評價，他寫道：「俄羅斯的文壇應該歸功於他關於液体阻力的基本專論，即使是現在它还可以作為船舶制造、航空或彈道學方面從業者的基本的指南」。

1892 年在彼得堡建造了第一个俄羅斯的試驗船模的實驗池，对俄國造船業的發展起了非常的作用。建造這一个試驗池的倡議人和它的第一个領導人就是緬吉列夫。這一試驗池以后的領導人都是卓越的俄羅斯學者，如克雷洛夫（А. Н. Крылов）院士和布勃諾夫（И. Г. Бубнов）教授。

在十九世紀末叶机械工程師阿佛奈西也夫（В. И. Афонасьев）致力於分析船舶的實際試驗，对船舶快速性這一門學問作了巨大的貢獻。他的計算船用蒸汽機指示功率的簡單而準確的公式在很長一个時期內被祖國的和外國的造船界所普遍應用。

茹可夫斯基和米丘爾（Мичелл）不約而同地在十九世紀之末和二十世紀之初打下了在蘇維埃學者的工作下得到更充分發展的船舶波浪阻力理論的基礎。

偉大的十月社會主義革命在人類歷史上開創了新紀元，為科學的發展开辟了無限的可能性。在我們的國家內，科學在歷史上第一次為國家服務，並為國家的利益而運用。

蘇維埃學者們在過去 15~20 年間在層流和亂流界層理論範疇內的卓越研究使外國在這些問題上的研究落在後面很远。

蘇維埃學者費佳也夫斯基（К. К. Федяевский）、米利尼柯夫（А. П. Мельников）、洛伊爵斯基（Л. Г. Лойцянский）等創立了計算層流和亂流界層的独特方法，這些方法被廣泛應用以確定船舶和模型的摩擦阻力。

为茹可夫斯基打下基礎的船舶波浪阻力理論，在苏維埃学者的工作下獲得了充分的發展。苏联科学院通訊院士斯烈簡斯基(Л. Н. Сретенский)完成了一系列的在深水及局限航道情况下的波浪阻力的重要理論研究。同时他第一次解答了关于計入液体粘性的船舶波浪阻力的問題。

在1937年柯慶(Н. Е. Кочин)院士的主要著作[关于沉浸在液体中的物体的波浪阻力和升力]問世。根据柯慶的通用公式，作为它的一个个别情形，可以得到米丘尔的船舶波浪阻力公式。

在对計算船舶阻力的工作有貢獻的祖國学者之中，必須提到柏甫連柯(Г. Е. Павленко)教授、克利夫赭夫(Ю. В. Кривцов)、金(Н. К. Кен)、奇尔斯(И. В. Гирс)和其他几位。

苏維埃科学在水动力学范疇之內的成就已經把外國的研究抛落在后面，它保證了在我們國家內勝利的解答船舶快速性方面的各种基本問題。

在研究水阻力問題的同时，推進器，特別是螺旋槳的設計和理論也得到了發展，並且日臻完善之境。

自航的船舶为了要產生运动起見，必須在它的內部儲有能量的來源，並利用推進器把發動机的能量轉变为克服船舶阻力的推力。

最初的(反作用的)推進器是槳和明輪，在过去使用得很久。

这些推進器的大缺点——橈船的速率小(小於5 浬)，由於具有相当大的偏航性和容易損壞，明輪船舶在洶濤海面上航行有困难——迫使發明家們另找新的、更完善的推進器型式。这种新推進器的圖案就是彼得堡科学院院士伯努利在1752年所首次提出的螺旋槳圖案；他的螺旋槳就是双重的螺絲。

螺旋槳的实际应用是在上一世紀的中叶。在1848年海軍工程师阿莫索夫(И. А. Амосов)上校建造了第一艘俄罗斯的螺旋槳蒸汽机船[阿基米得]号，裝有300馬力的蒸汽机。从此时起，螺旋槳得到了廣泛的应用，成为基本的船用推進器。