

[CAD/网络技术]

导管螺旋桨软件设计方法^{*}

孙明 林焰 纪卓尚 (大连理工大学 船舶CAD 工程中心)

[关键词] 导管; 螺旋桨; 螺旋桨设计方法

[摘 要] 本文简要分析了导管螺旋桨的优缺点及一般设计方法, 结合所开发的通用导管桨设计软件, 阐述了导管桨的软件设计方法, 最后给出了一个基于该软件的设计实例。

[中图分类号] U 664 33; U 662 9 [文献标识码] A [文章编号] 1001-9855 (2000) 06-0054-004

A programming method of ducted propeller

Sun Ming Lin Yan Ji Zhuo shang

Keywords: Ducted propeller; Propeller design method

Abstract: The advantage and disadvantage of ducted propeller and common design method of it were discussed in this paper. Then the paper expatiated programming method of ducted propeller which has already put in use. At last, a practical sample was presented to analyze the programming method.

1 导管螺旋桨的优缺点及设计方法

1.1 导管螺旋桨简介^{[1][2]}

导管螺旋桨是特种推进器的一种, 早在 30 年代就已经出现了, 主要是为了提高功率系数 B_p 较高的高负荷螺旋桨的效率。它是在普通螺旋桨的外围装上一个套筒, 套筒的纵剖面为机翼型或折角线型。这个套筒就称为导管。它有许多种形式, 从导管中流场来分有两种, 一种是加速型导管, 一种是减速型导管。导管中的螺旋桨在工作时, 与导管形成了一个整体, 这时的流场与没有导管时的不同。对于加速型导管来说, 首先, 可以使螺旋桨盘面处的水流加速, 使螺旋桨工作在较大的速度场, 从而可以提高螺旋桨的效率。其次, 由于导管出口处的面积逐渐扩大, 尾流的收缩极小, 使轴向诱导速度减小, 也有助于提高螺旋桨的效率。最后, 由于叶梢和导管的间隙很小, 由叶面和叶背的压力差引起的绕流大大减小, 其能量损失也就减小。正是由于这些原因, 加速导管螺旋

桨具有效率高、推力大、在风浪中的性能较好等特点。对于功率系数 B_p 较高的高负荷螺旋桨, 采用它所能达到的效率, 将远远超过常规螺旋桨。特别是在系泊情况下, 可将系泊推力提高 30% 以上。所以加速导管螺旋桨在推轮、拖船、渔船上得到广泛应用。对于减速导管, 与加速导管相反, 它产生负推力, 增加了船舶阻力。但是导管中的流体流经盘面处时流线扩张, 流速比普通螺旋桨低, 压力则较高, 对推迟或避免螺旋桨的空泡有好处, 所以减速导管螺旋桨常用于易发生空泡的情况。

1.2 螺旋桨常用设计方法

1.2.1 图谱设计方法

图谱设计方法就是根据螺旋桨模型敞水系列试验绘制成专用的各类图谱来进行设计。其特点是计算方便, 易于为人们所掌握, 而且如果选用图谱适宜, 设计结果比较能令人满意, 目前, 绝大多数的螺旋桨设计都采用这种方法。随着各国发表的螺旋桨设计图谱越来越多, 这种螺旋桨设计方法会越来越具有可选择性和精确性。

* [收稿日期] 2000- 09- 11

[作者简介] 孙 明 (1972-), 男, 汉族, 黑龙江人, 硕士, 从事船舶 CAD 技术工作。

林 焰 (1963-), 男, 汉族, 福建人, 教授, 从事智能船舶 CAD/CAM 与集成软件系统开发工作。

纪卓尚 (1963-), 男, 汉族, 山东人, 教授, 从事智能船舶 CAD/CAM 与集成软件系统开发工作。

1.2.2 环流理论设计方法

环流理论设计方法是根据环流理论及各种桨叶切面的试验或理论数据进行螺旋桨设计。用此方法可以分别选择各半径处最适宜的螺距和切面形状,并能照顾到船后伴流不均匀的影响,因而对于螺旋桨的空泡和振动问题可以进行比较正确的考虑。但是这种方法计算起来非常繁复,加工工艺也较为复杂,因此目前采用的较少。

2 螺旋桨软件设计方法

2.1 两个重要假设

根据螺旋桨设计的一般情况,导管螺旋桨设计中采用图谱设计方法。在实际设计中,绝大多数的设计问题都是在主机功率和转速确定后,求所能达到的航速及螺旋桨的尺度。也就是说,已知主机功率 P 、转速 n 和阻力曲线,确定所能达到的最大航速 V 、螺旋桨的直径 D 、螺距比 P/D 及效率 η 。由于实船设计中会遇到各种各样的问题,软件中不可能也不必要把所有的可能性都考虑到,因此在进行螺旋桨的软件设计之前先要确定两个重要假设:

1. 已知主机功率 P 、转速 n
2. 已知阻力曲线 $f(V)-V$

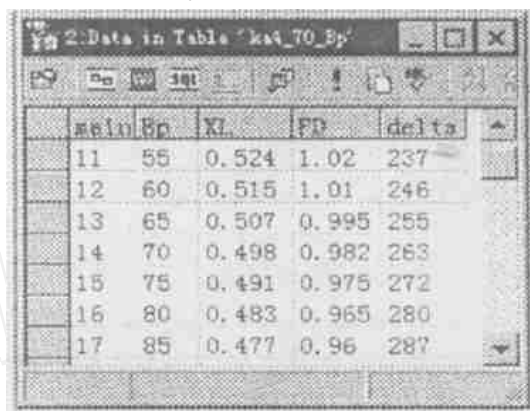
一般主机功率和转速可以由母型船初步确定,阻力曲线可以通过船模阻力试验获得或者由经验公式进行估算。

2.2 选择设计图谱及图谱的离散

选择好设计图谱是设计出满意的螺旋桨的先决条件。在已发表的导管螺旋桨的系列试验资料中,以荷兰船模试验池的 No. 19A + Ka 螺旋桨系列最为著名,随后,为改善后退性能又提供了 No. 33 + Kd 螺旋桨系列。这种模型的叶梢较宽,螺距分布均匀,叶片截面为平面形。试验结果表明,其效率和空泡性能同根据涡流理论计算所得结果几乎相同,而且具有合理的停车性能。模型试验的结果都已绘制成 B_p - δ 型图谱可供使用。另外,该图谱还运用回归分析方法,对在 19A 型导管中工作的 Ka3-65、Ka4-70、Ka5-75、Ka4-55 诸系列螺旋桨的敞水试验进行了整理。用螺距比及进速系数为自变量的多项式来近似表示 K_T (总推力系数)、 K_{Tn} (导管推力系数)、 K_Q (扭矩系数)。这样敞水性征曲线就可以用函数进行表达,方便了用计算机设计螺旋桨。由于这几方面的因素,所以在程序设计中采用 No. 19A + Ka 螺旋

桨系列进行设计。

系列桨的 B_p - δ 型图谱都是绘制成曲线形式,无法用一系列较简单的函数来近似它,因此在程序设计中也就不能直接拿来使用。可行的办法是将图谱进行离散,具体来说,就是以 B_p 为横坐标,量出最佳效率线上的 P/D (螺距比)、 η (效率)、 δ (直径系数),然后存储在数据库中(见图 1,这是 Ka4-70 的 B_p - δ 图谱的一部分,其中 XL 、 PD 及 δ 分别代表 P/D 、 η 、 δ)。螺旋桨设计时,先求出 B_p ,按所求得的 B_p 进行插值得到 P/D 、 η 、 δ 。实践证明,用这种方法求得的值与直接从曲线上量出的相差极小,完全能够满足实际需要。



delta	Bp	XL	PD	delta
11	55	0.524	1.02	237
12	60	0.515	1.01	246
13	65	0.507	0.995	255
14	70	0.498	0.982	263
15	75	0.491	0.975	272
16	80	0.483	0.965	280
17	85	0.477	0.96	287

图 1 图谱离散后的存储结构

2.3 程序实现

2.3.1 建立设计库

Ka 系列桨的敞水性征曲线是由高达 6 阶的多项式表示的,其系数太多,不可能直接写入函数中,而且 B_p - δ 曲线是由图谱分离出的许多表格组成。这样,就需要建立一个设计库来存储敞水性征曲线的系数以及 B_p - δ 曲线数据。在程序需要时可以随时从设计库中取出数据。同时也方便了用户的管理。即使是由于某些特殊因素需要增加或修改图谱时,可以直接修改设计库中的数据,不必对程序进行修改。

2.3.2 程序结构

为了与实践紧密结合,应用程序的结构应在一般螺旋桨图谱设计方法的基础上,抽象出一系列步骤,然后一步一步设计出螺旋桨。这些步骤可分为以下 9 步:

(1) 输入阻力曲线、船型参数、主机功率、转速及设计原型等。

(2) 计算伴流分数、推力减额分数和收到功率。计算时应注意与用户进行交互,因为随着设计船

的船型和运行环境等的不同, 计算伴流分数、推力减额分数的估算公式会有很大不同, 设计程序时不可能将所有可能性都考虑到, 应当留有与用户交互的余地。

(3) 给定设计航速, 求出设计桨的相应 B_p 值, 插值得出设计桨的 P/D 、 η 、 δ , 然后验证直径和效率是否满足要求。

(4) 空泡校核。按一般经验公式进行计算, 如果不满足要求则要回到步骤 1, 重新选择设计原型或调整其它参数。

(5) 强度校核。在材料库中选择一种材料, 未曾录入则需要用户手动输入。然后按照规范进行校核。如果不满足要求需要进行桨叶厚度的调整和螺距比的调整。调整时要慎重选择调整方案, 建议最好能够与用户进行交互, 由用户来选择调整方案。

(6) 计算系泊推力、推力曲线、转速曲线和最大航速。在程序中将推力曲线、转速曲线、阻力曲线和有效推进功率曲线绘制到 AutoCAD 中, 或者以 DXF 格式进行输出。这样可以大大减少用户的图形绘制工作。

(7) 计算螺旋桨的重量及惯性矩。保存螺旋桨的设计文件。

(8) 计算导管型值和桨叶型值并绘制到 AutoCAD 中, 或输出 DXF 文件。

(9) 进行螺旋桨的设计总结, 输出设计计算书。在程序中书写设计计算书可以有多种方法。一种较好的办法是采用 OLE Automation 技术, 将导管螺旋桨的设计结果直接写到 Word 文档中。可以方便用户的二次编辑工作。

3 应用实例

下面是根据所开发的通用导管螺旋桨设计软件设计的某海洋拖轮的结果。该船的主要参数如下:

两柱间长	44 m
型 宽	10.2 m
设计吃水	3.9 m
方形系数	0.49
主机数目	2
额定功率	661 kW
转 速	350 r/min
螺旋桨数	2
功率储备	10%

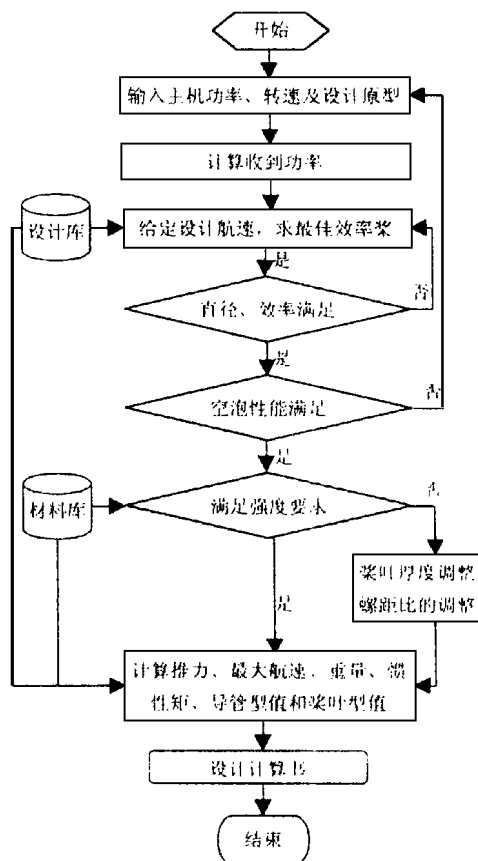


图 2 程序流程

设计航速

6.5 kn

略去中间的设计步骤, 只将最后的设计结果显示在图 3 中。图 4 是设计出的螺旋桨绘制到 AutoCAD 中的结果。

设计总结:			
设计航速(kn):	6.50	旋 向:	右旋
型 式:	Ks4.55	后 倾 角:	0
直 径(m):	1.7809	螺 距 比:	0.1224
螺 距 比:	0.829	总 重 量:	447
盘 面 比:	0.55	材 料:	锰铁青铜
效 率:	0.4215	自 由 航 速:	12.44

Buttons: 导管型值, 桨叶型值, 保存, 取消

图 3 设计总结

4 结 论

目前, 计算机的应用日益普及, 如何在造船生产

中广泛应用计算机技术是一个亟待解决的大问题。本文中所探讨的问题是应船舶生产实际的要求实际的要求而产生的。目的是为了提高劳动生产率, 缩短船舶设计周期。为解决这个问题而开发的软件现已在某船厂得到了应用, 并创造了可观的经济效益。

[参考文献]

- [1] 广东工学院造船系编写组: 船用螺旋桨设计. 人民交通出版社: 1976
- [2] 王国强, 盛振邦: 船舶推进: 国防工业出版社, 1985
- [3] 张佐厚, 胡志安: 船舶推进: 国防工业出版社, 1980

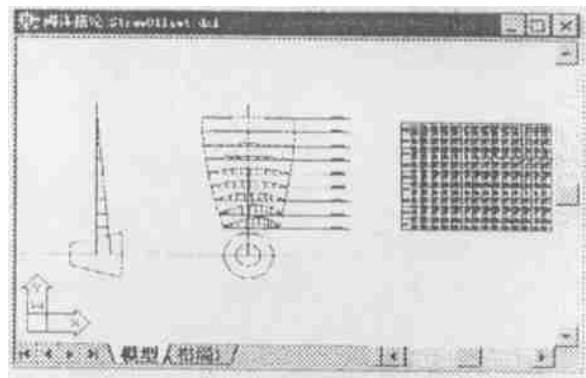


图4 导管螺旋桨桨叶型值

韩国南洋NOV ITECH 减振降噪、吸音、隔声材料(二)

中国总代理: 北京通得立科贸有限公司

邮编: 100086

地址: 北京市海淀区白塔庵金谷园5号6402

电话: 010-62545760, 66114810

江苏省总代理: 南京华雷电子工程研究所

电话: 025-3463504

二、PS 系列产品

1. 什么是 PS 产品

PS 系列产品是一种用于甲板(钢板、塑料板、复合板等)上用来减震及降低噪音的自粘贴板。PS 是一种以聚氯乙烯为基质的树脂混合物, 它很柔软, 填充了大量高性能填料。背面分为带胶和不带胶两种。胶粘剂粘贴力强、粘贴牢靠。

2. 结构

PS 系列产品为多层结构, 由树脂基阻尼层、粘合剂和贴纸组成。

3. 性能

PS 系列产品具有高减振、高缓冲和消音性能。损耗因子对温度的依赖性低。其有优良的物理机械性能, 柔性高。耐水、低吸水性、优良的耐老化性、耐碳性和抗臭氧性、防火试验为难燃2级。背面带有粘合层能够很容易地贴合到泡沫和其它吸音、隔音和装饰材料表面。

4. 技术规格

PS 系列产品	颜色	厚度	面密度	硬度
单位		mm	kg/m ²	
性能	灰黑色	1, 2, 3, 4 (+0.3)	2.0	约 85
PS 系列产品	防火等级	粘合剥离强度	产品尺寸	储存
单位		N/2.5 cm	m × m	片
性能	难燃 2 级	> 15	1 × 1	平放

5. PS 系列产品型号

型号	厚度 (mm)	耐热温度 (°C)	粘合剂类型
普通型	1, 2, 3, 4	低于 80	橡胶基粘合剂
耐热型	1, 2, 3, 4	低于 120	丙烯酸类粘合剂

注: 1. 厚度可根据需要定做;

2. 阻尼材料和粘合剂均可承受上表温度。

6. 损耗因子 η 随厚度的变化而变化

PS-1A 为 1 mm 厚板 $\eta = 0.06$

PS-2A 为 2 mm 厚板 $\eta = 0.1$

PS-4A 为 4 mm 厚板 $\eta = 0.2$

7. PS-2A 的隔声量

频率 (Hz)	200	250	315	400	500	630	800	1k
隔声量 (dB)	27.9	21.3	18.3	16.3	21.1	24.2	27.7	29.8
频率 (Hz)	1.25k	1.6k	2k	2.5k	3.15k	4k	5k	
隔声量 (dB)	28.9	29.0	32.5	30.5	31.0	35.3	39.6	

8. 产品质量

PS 系列产品通过 ISO 9002 认证, 100PPM 质量保证认证。防火等级为难燃2级。

9. 产品加工和使用方法

可以用刀片和剪刀或者冲裁加工成需要的形状。使用时, 先擦净被粘贴处, 使之无水、无油、无尘。揭去背面不干胶贴纸, 粘在需要处压牢, 可以使用滚子压牢, 使粘贴处不留气泡。

10. 用途

广泛用于建筑物内地板、天棚、墙壁、隔声门、机械室、广播室、音乐厅大厅、空调机室、KTV 包厢、钢琴室等; 用于交通工具类: 轿车、卡车、火车、地铁、高速巴士等; 用于电器和办公设备: 电冰箱、电脑、音响、空调、打印机、复印机、超声波清洗器等。