

船体曲面设计的 计算机法



国防工业出版社

船体曲面设计的 计算机法



周家骥 李士强 编

船体曲面设计的计算机法

郭成吉 著

谢礼浩 译

国防工业出版社

内 容 简 介

这是一本介绍数学船型设计的入门书,共分十章。书中首先论述用数学方法确定船体曲面的重要意义和船体曲面方程的各种应用,扼要介绍数字计算机的性能和程序设计问题,其次对传统的线型设计方法作了深入的考察并指出其固有缺点,在此基础上提出了船体曲面的设计准则和计算机方法的基本要求。然后介绍定义船体曲面的基本方法和基本方程,详细讨论了曲线配合法和数值积分法以及推导船体曲面方程的方法,并介绍了各种现有的设计程序。最后论述船体曲面设计技术的发展趋势,介绍计算机技术的有关进展和新的设计技术。

本书可供从事船舶设计和制造的工人、工程技术人员和有关专业院校的师生参考。

Computer methods for ship surface design

Chengi Kuo

Longman Group Limited 1971

船体曲面设计的计算机法

谢礼浩 译

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可出字第074号

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刷

850×1168 1/32 印张8 1/16 212千字

1977年7月第一版 1977年7月第一次印刷 印数: 0,001— 3,200册

统一书号: 15034·1483 定价 1.00元

目 录

第一章 绪论	7
1.1 用数学方法确定船体曲面的意义	7
1.2 曲面方程的应用	8
1.3 数字计算机的基本特性	10
1.4 用计算机求解问题的表达方法	11
1.5 计算机语言和程序设计	13
第二章 简单立体的几何学和方程式	16
2.1 引言	16
2.2 主坐标轴	16
2.3 垂直 x 轴的不变剖面	18
2.4 垂直 z 轴的不变剖面	22
2.5 垂直 y 轴的不变剖面	30
2.6 习题	38
第三章 拟船型方程	39
3.1 引言	39
3.2 可用一个函数表示的曲面	39
3.3 简单多项式曲面	44
3.4 具有一个组合函数的曲面	49
3.5 具有两个组合函数的曲面	50
3.6 具有可变横坐标曲线边界的曲面	56
3.7 习题	60
第四章 船体曲面的设计准则	62
4.1 引言	62
4.2 光顺的涵义	62
4.3 线型设计的传统方法	63
4.4 传统设计方法的缺点	67
4.5 用差分技术估计误差	68

4.6	光顺的船体曲线的基本准则	70
4.7	对计算机方法的要求	71
第五章	船体曲面的基本方程	76
5.1	定义船体曲面的基本方法	76
5.2	船体曲面的特定区域	76
5.3	艏部筒形区域	79
5.4	前部区域	85
5.5	后部区域	90
5.6	艉部区域	92
5.7	下部区域	95
5.8	甲板	97
5.9	球鼻船艏	105
第六章	曲线配合法	108
6.1	曲线配合的意义	108
6.2	直线方程	109
6.3	基本最小二乘法	113
6.4	高次方程	117
6.5	“病态”问题	119
6.6	正交多项式	121
6.7	配合阶次的选择	125
6.8	具有特定条件的普通多项式	126
6.9	具有特定条件的正交多项式	142
6.10	连接曲线的方法	145
6.11	数据的曲面配合法	146
6.12	习题	149
第七章	数值积分法	151
7.1	引言	151
7.2	一般积分公式的推导	152
7.3	牛顿-柯特斯公式	155
7.4	契比雪夫公式	166
7.5	高斯公式	168
7.6	不等间距的一般三坐标公式	172

7.7	各种公式的应用问题	176
7.8	习题	178
第八章	船体主要弯曲区域的定义	181
8.1	引言	181
8.2	两步法	182
8.3	一步法	190
8.4	两种方法的比较	200
8.5	曲面方程阶次的选择	201
8.6	改进的两步法	202
8.7	特殊曲面	203
8.8	习题	204
第九章	定义船体曲面的程序	207
9.1	引言	207
9.2	定义船体曲面的基本步骤	207
9.3	定义船体曲面的某些计算机程序	209
9.4	曲面定义程序的一般说明	219
第十章	设计技术展望	221
10.1	研究工作的发展方向	221
10.2	低兴波阻力的船体曲面	221
10.3	按最佳设计参数产生船体曲面	225
10.4	利用目测显示控制台的屏幕产生船体曲面	228
附录	一些有用的计算机程序	231
	参考文献	254
	习题答案	257

船体曲面设计的计算机法

郭成吉 著

谢礼浩 译

国防工业出版社

内 容 简 介

这是一本介绍数学船型设计的入门书,共分十章。书中首先论述用数学方法确定船体曲面的重要意义和船体曲面方程的各种应用,扼要介绍数字计算机的性能和程序设计问题,其次对传统的线型设计方法作了深入的考察并指出其固有缺点,在此基础上提出了船体曲面的设计准则和计算机方法的基本要求。然后介绍定义船体曲面的基本方法和基本方程,详细讨论了曲线配合法和数值积分法以及推导船体曲面方程的方法,并介绍了各种现有的设计程序。最后论述船体曲面设计技术的发展趋势,介绍计算机技术的有关进展和新的设计技术。

本书可供从事船舶设计和制造的工人、工程技术人员和有关专业院校的师生参考。

021118
Computer methods for ship surface design

Chengi Kuo

Longman Group Limited 1971

船体曲面设计的计算机法

谢礼浩 译

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可出字第074号

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刷

850×1168 1/32 印张 8 1/16 212千字

1977年7月第一版 1977年7月第一次印刷 印数: 0,001— 3,200册

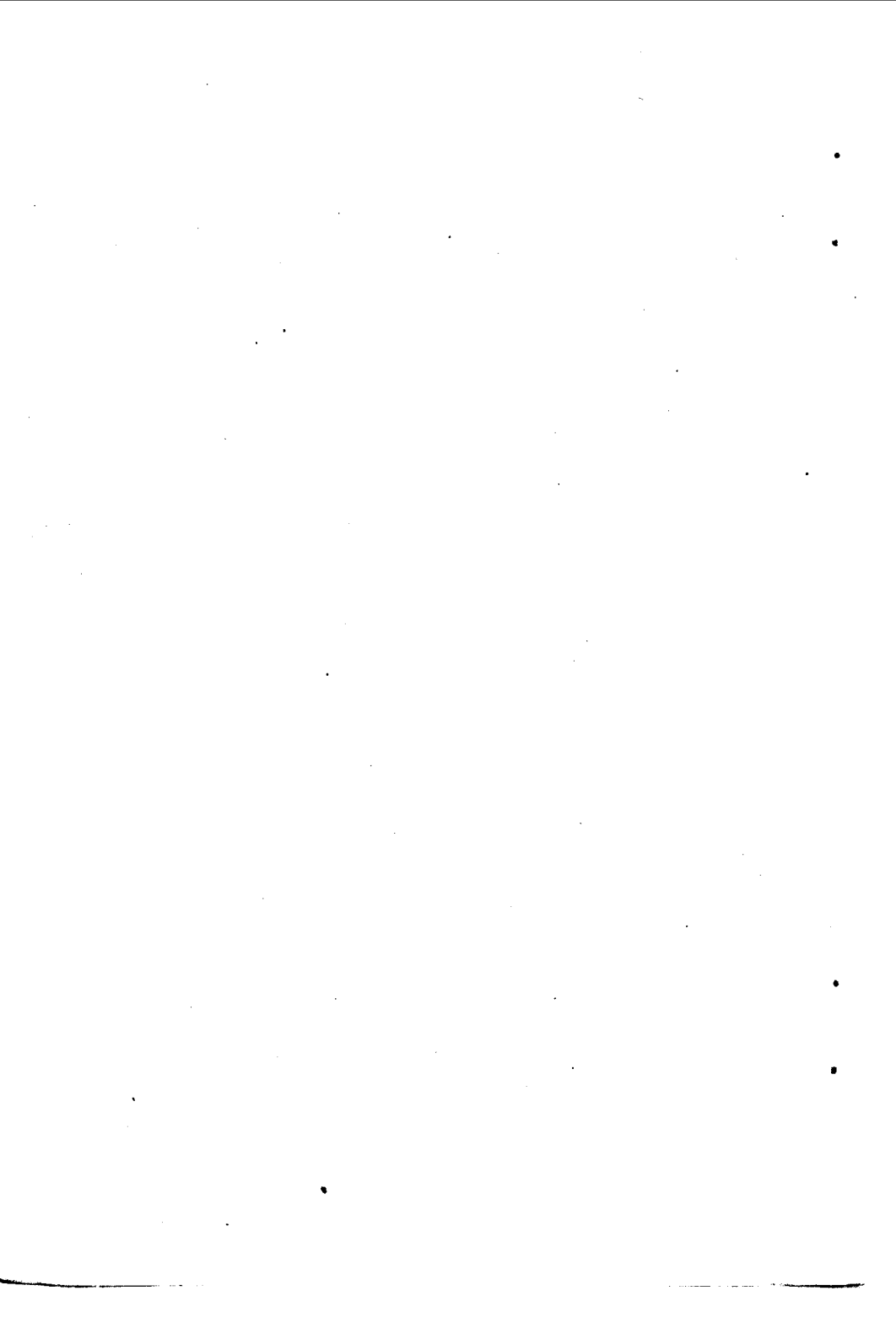
统一书号: 15034·1483 定价 1.00元

目 录

第一章 绪论	7
1.1 用数学方法确定船体曲面的意义	7
1.2 曲面方程的应用	8
1.3 数字计算机的基本特性	10
1.4 用计算机求解问题的表达方法	11
1.5 计算机语言和程序设计	13
第二章 简单立体的几何学和方程式	16
2.1 引言	16
2.2 主坐标轴	16
2.3 垂直 x 轴的不变剖面	18
2.4 垂直 z 轴的不变剖面	22
2.5 垂直 y 轴的不变剖面	30
2.6 习题	38
第三章 拟船型方程	39
3.1 引言	39
3.2 可用一个函数表示的曲面	39
3.3 简单多项式曲面	44
3.4 具有一个组合函数的曲面	49
3.5 具有两个组合函数的曲面	50
3.6 具有可变横坐标曲线边界的曲面	56
3.7 习题	60
第四章 船体曲面的设计准则	62
4.1 引言	62
4.2 光顺的涵义	62
4.3 线型设计的传统方法	63
4.4 传统设计方法的缺点	67
4.5 用差分技术估计误差	68

4.6	光顺的船体曲线的基本准则	70
4.7	对计算机方法的要求	71
第五章	船体曲面的基本方程	76
5.1	定义船体曲面的基本方法	76
5.2	船体曲面的特定区域	76
5.3	艏部筒形区域	79
5.4	前部区域	85
5.5	后部区域	90
5.6	艉部区域	92
5.7	下部区域	95
5.8	甲板	97
5.9	球鼻船艏	105
第六章	曲线配合法	108
6.1	曲线配合的意义	108
6.2	直线方程	109
6.3	基本最小二乘法	113
6.4	高次方程	117
6.5	“病态”问题	119
6.6	正交多项式	121
6.7	配合阶次的选择	125
6.8	具有特定条件的普通多项式	126
6.9	具有特定条件的正交多项式	142
6.10	连接曲线的方法	145
6.11	数据的曲面配合法	146
6.12	习题	149
第七章	数值积分法	151
7.1	引言	151
7.2	一般积分公式的推导	152
7.3	牛顿-柯特斯公式	155
7.4	契比雪夫公式	166
7.5	高斯公式	168
7.6	不等间距的一般三坐标公式	172

7.7	各种公式的应用问题	176
7.8	习题	178
第八章	船体主要弯曲区域的定义	181
8.1	引言	181
8.2	两步法	182
8.3	一步法	190
8.4	两种方法的比较	200
8.5	曲面方程阶次的选择	201
8.6	改进的两步法	202
8.7	特殊曲面	203
8.8	习题	204
第九章	定义船体曲面的程序	207
9.1	引言	207
9.2	定义船体曲面的基本步骤	207
9.3	定义船体曲面的某些计算机程序	209
9.4	曲面定义程序的一般说明	219
第十章	设计技术展望	221
10.1	研究工作的发展方向	221
10.2	低兴波阻力的船体曲面	221
10.3	按最佳设计参数产生船体曲面	225
10.4	利用目测显示控制台的屏幕产生船体曲面	228
附录	一些有用的计算机程序	231
参考文献		254
习题答案		257



第一章 绪 论

1.1 用数学方法确定船体曲面的意义

以数学方程表示船体曲面的问题,从十九世纪后期就已经引起了造船家的极大兴趣。这主要是因为通过应用数学表达式可能找到一种有效的方法,使之在满足设计要求的前提下求出实用的、光滑而又优美的船体曲面,而且还能根据极少数有关主尺度和某些相应设计参数的输入信息,提供进行船体理论计算和建造施工所需的数据。在数字计算机出现以前,注意这方面问题的人,主要局限于船舶波浪阻力和船舶运动的研究人员,而造船厂还没有向这个方向发展的要求,以使船舶设计和建造的数据更加精确。这主要是因为科学研究和生产实践的要求有所不同,另一方面则由于计算工作量过于庞大的缘故。

一般说来,按流体动力学研究中所用的数学表达式推导出来的船型用来表示实际船型是过于简单了,极难达到船舶建造中所要求的精确度。虽然如此,其中有些曲面还是与实际设计相类似的。有关这方面的资料可参看桑德斯(Saunders, 1957)●的书。简化的船型数学表达式的主要好处在于可对这些拟船型进行复杂的计算,使我们对所研究的问题有深入的了解,从而反过来改进我们的船体设计技术。

从另一角度来看,当主要采用铆接方法造船时,对于改进光顺初步设计船型的方法确实没有迫切的要求;只有在采用焊接方法造船后,在造船生产中才日益要求提高确定船体曲面方法的精确性。现代船舶建造过程中,船体是分为几个大分段在室内制造的,然后才搬到船台上或干坞内进行装配。在分段合拢时,经常会出

● 书末附有参考文献按作者姓氏排列,括号内年份指文献发表的年份。——译

现装配不光顺的麻烦。因此,往往不得不在船台上进行切割或强力校正分段,或者溶焊额外的金属以填充空隙。在各个建造阶段中进行这种修改过程,不仅使造价增加,而且还会使船体内部产生残余应力。船体各个分段不能光顺地装配的原因是多方面的,其中最重要的是船体形状的确定很粗略和应用传统放样方法转移型值时产生的误差、机床加工(如切割和弯曲)误差、焊接变形、搬运过程产生的弯形和船台弹性基础引起的变形。由于误差的多样性,因此难以逐一区分各个因素的影响。但是,首要的是应该精确地确定光顺的船体形状,从而能够消除由于变形引起的误差,而要做到这一点,则只有应用数学方法确定船体曲面才行。因而也就促使人们更加努力学习用数学方法确定船体曲面,并且由于数值控制机床的发展,又加速推动了这项工作的进一步提高。

随着计算机的出现以及它的巨大潜力可广泛应用于造船工业,因此不但有可能用数学方法确定船体线型以满足流体动力学研究和建造方面所需的数据,而且更重要的是促使人们努力去发展更好更有效的方法,使造船工业充分利用现代技术进步的丰硕成果。由于许多新技术广泛地使用计算机,因此用数学方法确定的船体曲面是联结设计和生产工序的一个关键,它将使造船生产的自动化成为现实。

1.2 曲面方程的应用

当船体曲面用数学方法确定之后,借助于计算机便可解决大量实际应用问题。下面我们讨论曲面方程的一些直接应用以及这些技术在造船实践中已经运用到何种程度。

性能计算

在进行静水力特性、抗沉性和舱室容积等基本性能计算时,通常的方法是在图纸的预定位置量取原始数据。这种办法不但费时,而且在转移数据的过程中以及由于图纸的变形都会产生误差。如果把曲面方程置于计算机中,我们便可毫不费力地得到性能计算

所需的数据。更重要的是：运用曲面方程可使我们采用效率更高的计算方法。例如在稳性计算中，应用曲面方程可以得到水线面与横剖面的准确交线，使计算结果更加精确；另一方面，如果采用极坐标计算更加合适的话，我们可将直角座标改为极座标，而应用曲面方程进行这种座标变换较之用其它方法迅速而又简单。

船舶制造

造船厂中使用的切割板材、弯曲板和肋骨的数值控制机床，其关键是要有用数学方法确定的船体曲面以提供具有必要精确度的数据进行控制，这些数据应全部由计算机输出而不必再附加人工操作。曲面方程还可提供数据用于精密号料使切屑减至最低限度，并用于展开壳板以及排列板材和肋骨。

结构设计

应用曲面方程可改进结构设计过程。因为船舶是按船级社的规范建造的，所以设计者不得不花费大量精力去翻阅规范，寻求合适的设计数据，而船级社在审查设计时又得照样重复一遍。近年来已把某些规范置于计算机内储存起来，并编制了计算程序以选择满足一组给定的初始条件的有利设计，而这些初始条件取决于有关重量和结构要求的一些准则。这种方法的优点在于避免了重复核算并缩短了从提交设计至批准设计这个阶段的时间。其实，只有当这种方法成为整个设计和生产过程的一个组成部分并将曲面方程储存于计算机中，才能真正显示出它的优越性。因为这样一来便可以把性能参数与结构设计和工艺参数有机地联结在一起。此外，船舶的结构特性，如剖面惯矩和有效剪切面积等亦可从数学船型直接算出。

科学研究

数学方法确定的船体曲面的应用范围，并不只限于流体动力学和船舶运动方面。在船体结构研究中，我们花了大量精力去寻

求编制用于结构分析的大型计算机程序所需的数据，并且已经看出应用曲面方程可使构件理想化的工作大大简化。

目前的应用情况

廿世纪六十年代初期，已经出现了按数学方法确定的船体曲面建造的船舶。可是当时只有少数几家船厂采用这种方法，而且它们的主要目的只是为了证实用计算机方法代替传统的放样方法光顺船体曲面的可能性。到了六十年代中期，在欧洲建立了几家计算机中心，它们不仅承担用计算机作一般的性能计算，而且还能在极短的时间内完成光顺船体线型的任务。这些计算机中心的建立，大大促使计算机方法的广泛应用。目前，用计算机光顺的线型数据已用于造船生产中，例如绘制 1/10 比例的图纸用于光学控制炬割机床和制作数字控制机床的纸带和磁带。最近世界上已有几家造船厂采用计算机方法作为标准的设计——生产过程。看来这种方法在最近几年内会得到迅速推广。

为了使我们能够最有效地利用计算设备，所以有必要先了解一下计算机的基本特性。下面三节将扼要地讨论有关计算机的问题。

1.3 数字计算机的基本特性

通常“计算机(Computer)”这个词用于泛指能作计算的任何一种装置。因此，在这个意义上可将计算机按两个极端来分类。一类是作为个人计算的辅助用具，如算盘和计算尺之类的东西；另一类是能作惊人而复杂的计算的电子数字计算机这样的设备。介于这两类之间的有：手摇台式计算机、电动及电子台式计算机，还有数据分析计算机，它可对传入某种媒介——例如穿孔卡上的数据进行算术运算。由于计算机一词的这个用法，而产生了两种相互对立的观点，它干扰我们正确地认识大家所要使用的计算机。一种观点认为计算机只不过是一种高速度的计算器具，另一种观点则认为计算机是一种能解决任何问题的万能设备。持有前一种观点便