

**中国造船工程学会  
船舶力学学术委员会年会**

**会 议 录**

(1982)

《中国造船》编辑部

船舶力学作为力学的一个分支，因受宇航、航空、电子、计算机以及控制理论等学科发展的影响，特别是近几年来随着上述学科向船舶力学各领域的不断渗透，致使船舶力学获得了迅猛的发展。国外各学术组织在一定的时间和适当的会议上也经常回顾和讨论本学科的发展动向，这是很有意义的一项工作。

船舶力学委员会根据委员们的要求和倡议，深感有必要举行一次相类似的综合性回顾与讨论我国船舶力学在近几年来发展动态的讨论会。以便与国外对比，找出差距。同时结合我国国民经济和国防建设的需要提出适合我国国情的船舶力学的发展方向，以期促进本学科的发展，解决产品上急需解决的技术关键，为四化建设服务。

因此我委员会决定在1982年的船舶力学委员会年会上以分析近年来国内学科动向为主，也适当地介绍一些国外有关的情况，由各学组作有关专业的研究动态的报告，并对今后的学科发展提出建议。现请《中国造船》编辑部将各学组的报告集编成册，以供有关部门在制订船舶力学发展规划以及广大船舶力学工作者进行科研工作时作参考。

为便于有关方面对学会工作进行检查和监督，亦将我委员会两年来的工作总结一并刊出，拟请年会讨论和审议。

借此机会，向多年来热情支持和指导我们工作的中国船舶工业总公司、中国造船工程学会、702研究所和其它有关部门，以及广大船舶力学工作者深表谢意。

中国造船工程学会

船舶力学学术委员会

一九八二年八月十日

船舶力学学术委员会委员名单 ( 23 名 )

|     |             |
|-----|-------------|
| 方文均 | 702 所       |
| 张孝镛 | 上海船舶运输科学研究所 |
| 顾懋祥 | 702 所       |
| 郭日修 | 海军工程学院      |
| 李维扬 | 哈尔滨船舶工程学院   |
| 徐秉汉 | 702 所       |
| 盛振邦 | 上海交通大学      |
| 万廷铨 | 702 所       |
| 王 淮 | 708 所       |
| 杨代盛 | 上海交通大学      |
| 吴善勤 | 上海交通大学      |
| 陈阜生 | 上海船舶运输科学研究所 |
| 姜际升 | 大连工学院       |
| 陈铁云 | 上海交通大学      |
| 郭可评 | 708 所       |
| 严似松 | 上海交通大学      |
| 吴秀恒 | 武汉水运工程学院    |
| 黄骏德 | 海军工程学院      |
| 杨家盛 | 702 所       |
| 陈达伟 | 上海船舶设计院     |
| 吴延明 | 702 所       |
| 梁淑芬 | 华中工学院       |
| 张祥孝 | 华南工学院       |

主任委员：方文均

付主任委员：吴善勤、顾懋祥、张孝镛

常务委员：方文均、吴善勤、顾懋祥、张孝镛、郭日修、徐秉汉、李维扬

秘 书：季克勤、陈继生 (702 所)

### 阻力性能学组

组长: 陈卓生  
付组长: 姜次平 上海交通大学  
          龚伟民 中山大学  
          程天柱 华中工学院  
组员: 黄宏波 708所  
          庄玉芳 708所  
          刘志容 702所  
          张家骅 702所  
          蒋慰昌 上海船舶设计院  
          林宗熊 上海船舶运输科学研究所  
          李世模 武汉水运工程学院  
          朱典明 哈尔滨船舶工程学院  
秘书: 茅正福 上海船舶运输科学研究所

### 推进器与空泡学组

组长: 盛振邦 上海交通大学  
付组长: 杨家盛 702所  
          柴扬业 上海船舶运输科学研究所  
组员: 何友声 上海交通大学  
          董世汤 702所  
          瞿守恒 海军工程学院  
          朱建行 708所  
          张佐厚 华南工学院  
          劳国升 大连工学院  
          金泰来 北京水利电力科学研究院  
          蔡绳武 哈尔滨船舶工程学院  
          魏以迈 702所  
秘书: 沈长根 上海交通大学

#### 船舶耐波性学组

组 长: 顾懋祥 702 所  
付组长: 季锡琪 708 所  
王太舒 哈尔滨船舶工程学院  
组 员: 黄祥鹿 上海交通大学  
颜家骥 上海船舶运输科学研究所  
徐德嘉 海军工程学院  
孙明光 中山大学  
蒋小雄 哈尔滨船舶工程学院  
秘 书: 舒家骥 702 所  
陈奕麟 702 所

#### 船舶操纵性学组

组 长: 万廷铨 702 所  
付组长: 盛子寅 708 所  
范尚雍 海军工程学院  
组 员: 汪士宝 长航科研所  
刘耀明 武汉水运工程学院  
陆惠生 上海交通大学  
梁淑芬 华中工学院  
秘 书: 甘品章 702 所

#### 结构应力分析学组

组 长: 徐秉汉 702 所  
付组长: 陈伯真 上海交通大学  
汪柏永 上海船舶运输科学研究所  
曾广武 华中工学院  
组 员: 罗培林 哈尔滨船舶工程学院  
金在律 大连工学院  
杨鸿新 海军工程学院  
杨永谦 武汉水运工程学院  
朱剑如 长江航运科学研究所  
郑荣彩 华南工学院  
陆尔康 708 所

秘 书：时宝琪      702 所

船舶振动学组

组 长：张孝镛      上海船舶运输科学研究所

付组长：张景波      702 所

王裕伟      海军工程学院

组 员：戴宗信      上海交通大学

颜新扬      708 所

赵德有      大连工学院

翁长俭      武汉水运工程学院

马广宗      上海船舶设计院

吴福光      中山大学

吴久义      华南工学院

秘 书：恽伟君      上海船舶运输科学研究所

波浪载荷及其动力响应学组

组 长：杨代盛      上海交通大学

付组长：李维扬      哈尔滨船舶工程学院

刘德辅      天津大学

沈进威      702 所

组 员：桑国光      上海交通大学

戴仰山      哈尔滨船舶工程学院

陈达伟      上海船舶设计院

叶希圣      上海船舶运输科学研究所

郑君镛      708 所

郑际加      华中工学院

冯文山      海军工程学院

王杰德      武汉水运工程学院

秘 书：王兴飞      上海交通大学

### 疲劳与断裂学组

组 长：黄骏德 海军工程学院  
付组长：刘家驹 725 所  
汪广海 702 所  
组 员：李康先 上海交通大学  
王德荣 上海船舶运输科学研究所  
张祖枢 华中工学院  
陈浩然 大连工学院  
刘应群 武汉水运工程学院  
曹明法 708 所  
秘 书：叶序安 海军工程学院

### 测试技术学组

组 长：吴廷明 702 所  
付组长：潘志德 上海船舶运输科学研究所  
顾海粟 上海交通大学  
程尔升 华中工学院  
组 员：张汉林 708 所  
陈 辉 上海船舶设计院  
田永安 哈尔滨船舶工程学院  
徐从彬 大连工学院  
陈庆生 水产总局渔业工程研究所  
祁济棠 南京林产学院  
郝亚平 海军工程学院  
沈国聪 武汉水运工程学院  
李 凡 武汉长航科研所  
彭启章 荆门 605 所  
侯泽茂 中山大学  
秘 书：奚鸿祥 702 所



# 中国造船工程学会

## 船舶力学学术委员会工作总结

船舶力学学术委员会的工作，概括而言，有以下五个方面：

一、船舶力学学术委员会及其所属学组的组建工作。

二、组织国内外学术交流。

三、举办各种类型的学习班，帮助在职技术干部掌握最新科学技术，以适应科研、教学和生产的需要。

四、主动当好政府部门科技发展工作的参谋和顾问，做好技术咨询工作。

五、今后工作的打标。

### 一、船舶力学学术委员会及其所属各学组的组建工作

早在船舶力学学术委员会成立之前，它所属九个学组中的八个学组已经先后成立。它们是在船舶标准化技术委员会、船模试验及军船理论专业组各相应分组的基础上组建起来的，并且结合船舶标准化的活动，已经多次组织过各专业全国性的学术、技术交流活动，在广大技术人员中有较深厚的根基。学组成员是有关各方协商确定的，他们是历次学术、技术活动中公认的积极分子，在学术上有相当的代表性，有些人还是学术、技术上久负盛名的老专家。

在八个专业学组成立的基础上，1980年5月，根据总会指示，召开了有各学组成员及有关方面代表参加的船舶力学学术委员会成立大会。会议通过广泛的民主协商，选举产生了船舶力学学术委员。

根据专业发展及学术活动的需要，经1980年12月学术委员会全体会议讨论和总会的批准，1981年5月又成立了船舶力学测试技术学组，这是学术委员会的第九个学组。

现在船舶力学学术委员会共有船舶阻力性能、船舶推进器与空泡、船舶操纵性、船舶耐波性、船舶结构应力分析、船舶振动、波浪载荷及动力响应、船舶结构疲劳与断裂和船舶力学测试技术等九个学组。在专业范围上与国际船模拖曳水池会议（即ITTC）及国际船舶结构会议（即ISSC）相互对应，承担组织全国性的有关船舶力学学术交流的任务。

### 二、组织国内外学术交流

组织全国性的学术交流，促进学术繁荣，是学会的主要任务。学术委员会成立之后，根据委员们的倡议，对提高学术活动质量和学术活动结合国民经济建设实际，给予充分的注意。为此制订了“船舶力学学术委员会关于学术会议组织筹

备工作的若干规定”，从学术会议的方向，论文的征集、审查、会议的组织进行都作了明确的规定。三年来的实践证明，它有助于学术活动质量提高，促进学术活动紧密为国民经济发展服务。各学组根据这些规定，组织学术会议，取得了较好的效果。

1980年除了召开学术委员会成立大会之外，还召开了五次专题学术讨论会。

船舶耐波性学组，利用国际船模拖曳水池会议耐波性委员会工作会议在我国无锡举行的同时，召开了耐波性学术讨论会，邀请参加工作会议的外国专家参加讨论和宣读论文，对于举行有外国专家参加的学术会议，做了一次很有意义的尝试。在这次会议上国内外专家共发表了15篇论文。

阻力性能学组召开了拖曳水池测试技术专题讨论会。会议交流了21篇论文，着重讨论进一步提高测试精度和范围的经验和措施，为促进船模拖曳试验水平的提高，起到了积极的作用。

船舶推进器与空泡学组举行了“空化与空蚀”专题讨论会。会议特约了12篇专题报告，系统介绍了“空化与空蚀”方面的国内外研究动向，并就如何在我国进一步开展有关专题的研究工作，提出了建议：组织全国的有关力量，广泛协作，相互交流，把这门薄弱而重要的学科搞上去。

船舶推进器与空泡学组和波浪载荷及其动力响应学组还分别和情报交流网站的有关专业组联合召开了特种推进器与外载荷计标方法技术交流会。这两次会议共交流了近60篇报告，对于推广我国在这两方面的最新技术成果，促进生产设计水平的提高起到了一定的作用。

1981年学术委员会所属九个专业学组均举行了专题学术讨论会。

船舶力学测试技术学组和船舶标准化技术委员会船模试验与军船理论专业组仪表分组联合召开了学术交流会。会议除了交流28篇论文外，还审议推广了十二项水池试验仪表。大家认为这次会议，对于交流经验，立足于国内研制仪表、设备，提高我国船模试验的技术水平，起了良好的作用。

船舶结构应力分析、船舶振动和波浪载荷及其动力响应三个学组联合召开了学术讨论会。会议讨论和交流了87篇论文，论文所涉范围十分广泛，尤其是应用计标力学手段解决船舶结构设计计标的论文占有较为突出的地位，并且应用计标力学进行系统优化设计也有相当比重，这是一个良好的开端。

船舶耐波性学组和船舶标准化技术委员会船模试验与军船理论专业组耐波性分组联合召开的学术讨论会，讨论和审查了34篇学术论文和标准文件。会议把我国船舶耐波性研究的最新成果推广应用到舰船设计，并形成设计指导性文件。

船舶操纵性学组和船舶标准化技术委员会船模试验与军船理论专业组操纵性分组联合召开的学术会议，讨论和审查了42篇学术论文和标准化文件。这些文件除了对船舶操纵性的理论做了广泛探讨之外，还重点研究了现代控制理论在船舶操纵性研究中的应用，引起与会代表和有关方面的重视。

阻力性能学组和船舶标准化技术委员会船模试验与军船理论专业组阻力性能

分组联合召开了学术讨论会。会议讨论和审查了70篇学术论文和标准文件。重点研究了船型优化选样及实船予报的相关分析问题。

船舶推进器与空泡学组的学术讨论会，宣读交流了64篇学术论文。会议在讨论和交流有关各种螺旋桨的设计计标方法之后，重点探讨了降低螺旋桨激振力、防止螺旋桨剥蚀，降低螺旋桨水动力噪音的措施及空泡机理等问题。

船舶结构疲劳与断裂学组召开的学术讨论会，宣读交流了20篇论文。这些论文集中讨论产品的断裂问题，从多方面探讨了控制断裂的实际方法，这些讨论对生产实际是有益的。

1982年，力学学术委员会计划召开三次较大型的学术讨论会和六次小型的专题讨论会。六月初，在武汉华中工学院召开了第二次船舶力学测试技术讨论会，宣读讨论了34篇论文，审议推广了七项水池及实船的测试仪表。会议除了继续对船模及实船试验，提高测试精度，扩大测试范围进行讨论外，还讨论了水池试验技术及数据处理自动化的问题。会议决定下次会议以流场测试技术为讨论的重点，包括流态显示、脉动压力、瞬息速度值、激光技术及全息照相、纹影照相等的应用，加强微观测试技术的探索。

从学术委员会成立至今近两年来，共组织了十三次全国性的专题学术讨论会。一千多名中高级技术人员参加会议，发表了508篇论文。这些论文大都是结合科研生产实际的，对科研生产的发展起到了一定的促进作用。有的理论水平较高，达到了国际先进水平，曾向国际性学术会议推荐并为其接收。有许多科研成果为船舶设计部门所应用，有的成为编制规范的参考资料，对国民经济建设起到了良好的作用。如：有加强圆形切口壳体的应力分析及其简化计标方法，任意形状水翼局部空泡问题的解，渤海二号平台事故模拟试验，滑行艇在波浪上外载荷的计标，滑行艇艇体强度分析，滑行艇断裂估标方法，调距桨、串列桨、导管桨及空泡桨系列试验，螺旋桨激振力的计标方法分析，高速排水艀船性能试验研究，动态子结构法在流固耦合系统的振动分析中的应用等。由于学术活动结合生产实际，大力协同，注意重点，狠抓薄弱学科，因而得到有关方面的重视和支持，不仅造船航运部门积极要求参加我们的活动，水利、水工、机械等行业和部门的技术人员也积极要求参加我们的学术活动。有的要求自费列席旁听会议，会议资料成了大家“抢购”的“热门货”，可见我们学术活动的作用和效果正在不断的提高。

在国际学术交流方面，除了组织文章参加国际学术会议，向ITTC，ISSC提供论文外，我们做的工作不多。如前所述，1980年结合ITTC耐波性委员会的召开，组织了一次有外国专家参加的学术讨论会。明年我们结合学会成立四十周年学术讨论会及上海国际海事会议的组织筹备，更多的学习组织筹备国际性学术会议的经验，为今后组织专业性国际学术讨论会做准备，以进一步扩大国际学术交流。

### 三 举办各种类型的学习班

帮助在职技术干部掌握最新科学技术，以适应科研教育和生产发展的需要，是我们学会应尽的义务。

为了改善科技队伍青黄不接，防止技术知识老化，根据有关方面的要求，两年来我们举办了各种专题学习班，系统讲授最新科学技术知识。

1980年8月船舶推进器与空泡学组，举办了“螺旋桨理论及激振力”学习班，邀请上海交通大学何友声付教授及702所董世汤高级工程师分别讲授“螺旋桨激振力”和“螺旋桨升力线升力面理论”，全国各有关单位六十多名技术人员参加了学习。

1980年11月船舶耐波性学组举办了“船舶耐波性理论计标”学习班，邀请哈尔滨船舶工程学院王太舒、戴遵山二位教授讲课，五十多位技术干部参加了学习。

1980年11月船舶结构疲劳与断裂学组举办了“断裂力学”学习班，邀请西南交通大学孙训方教授系统讲授了断裂力学基础理论，学员达七十多人。

1981年7月波浪载荷及其动力响应学组举办了“概率强度”学习班，邀请上海交通大学杨代盛、桑国光二位付教授授课，系统介绍当前世界上的有关最新成果，五十多人参加了学习。

1981年8月船舶阻力性能学组举办了“兴波阻力理论”学习班，邀请华中工学院程天柱教授讲授兴波阻力理论计标方法等课程，六十多位技术干部参加了学习。

1981年11月船舶操纵性学组举办了“数据处理及系统识别”学习班，上海交通大学吴善勤付教授等系统讲授了船模操纵性试验分析方法及系统识别在船舶操纵性研究中的应用等专题，学员五十多人。

1982年2月船舶振动学组举办了“振动测试及数据处理”学习班，上海交通大学谭炳麟付教授讲授振动测试技术，并由学员进行实际操作，学员七十多人。

1982年7月测试技术学组委托上海交通大学一系讲授微处理机应用，有三十人听讲。

此外我们还邀请了一些国外专家来华讲学。

1980年4月我会和702所联合邀请英国卡德威尔来华讲授船舶结构优化设计理论和实践，有七十多人听课。

1980年9月我会与哈尔滨船舶工程学院联合邀请日本专家野本来华讲授船舶操纵性理论，有六十多人参加听课。

1982年4月我们邀请日本专家矢岛浩来华讲授船舶结构防断设计，八十多位技术人员参加了学习。

1982年5月我们与702所联合邀请了美国汉密特教授讲授空泡剥蚀，听课八十多人。

为了接待外国专家和听课效率，船舶操纵性学组和船舶结构疲劳断裂学组还分别举办了英语、日语口语训练班，学员有近四十人。

两年来我们共举办了专题学习班12期，听课学员达八百多人。大家反映这些学习班花钱少，收效大，对促进科研生产及教育水平的提高很有积极作用，得到有关方面的热烈欢迎。例如过去我国对船舶螺旋桨的设计基本上都依靠图谱，通过举办螺旋桨理论及激振力学习班，推广了螺旋桨理论设计计标方法及考虑减小激振力的船体螺旋桨权衡设计方法，提高了我国船舶设计研究的水平，出现了不少低激振力，高推进效率的优秀设计。再如，通过日本专家矢岛浩介绍如何在造船的中低强度钢材结构上应用断裂力学的实践经验，打破了断裂力学只适用于高强度钢的禁锢，认识到断裂力学在船舶结构上的应用有广阔的前途。通过学习班的学习，也帮助许多大学的老师不断地开出了新的课程，如空泡动力学，系统识别在船舶操纵性研究中的应用，结构疲劳寿命估计等。

今年拟再举办一次劳氏规范讨论班，以配合出口船舶的设计生产的需要。

#### 四 主动当好政府部门科技发展的参谋和顾问，努力做好技术咨询工作

我会根据科协及总会的要求，十分重视发挥学会作为政府机构科技发展的参谋作用，经常组织专家们献计献策。

1980年5月结合学术委员会成立大会的召开，我们认真组织大家讨论了船舶力学国内外发展动向，提出了关于我国船舶力学今后研究方向的建议，得到原六机部及海军领导的重视和好评，并在制订有关规划时，基本上采纳了我们的建议。

为了配合国家六五规划的制订，今年我会年会也将重点讨论船舶力学各分支学科的研究动态，研究提出关于船舶力学发展的“六五”、“七五”规划项目建议，供有关方面参考。

我会各学组也经常和船舶标准化技术委员会、船模试验及军船理论专业组各专业分组结合在一起，通过学术交流，推荐船舶力学科研成果作为编制有关技术标准的基础，协助进行技术标准的编制及审查工作，为提高我国船舶设计水平做出了贡献。两年来，我们还与标准化的有关机构配合，审议推广了十九项船模和实船的测试仪表，贯彻自力更生精神，对完备我国船舶力学测试技术装备起到了积极的作用。

我会的学组还应设计部门的要求，进行技术咨询工作。今年安排的六次专题讨论会都是应有关方面的要求，为特定的目的而召开的。

我会还接受六机部和总会的委托，评议和推荐选送给国际学术会议论文若干篇。

#### 五 关于今后工作的几点打靶

两年来在总会的正确领导，挂靠单位702所党委及其他有关方面的大力支持下，我们做了一些工作，也取得了一些成绩，但是由于我们经验不足，思想政策水平不高，工作中也有不少缺点和问题。我们将在今后工作中努力改进。对于今

后的工作，拟从以下几个方面去做。

1. 继续提高学术活动的质量和水平。除了继续认真贯彻制定的“关于学术会议组织筹备工作的若干规定”，以提高学术会议的质量外，更进一步要求抓好学术、技术活动密切结合生产实际，努力为实现发展国民经济服务的方针。在理论研究上，我们鼓励广大技术人员结合国民经济建设及国防建设的需要选题，欢迎敢于创立自己的物理及数学模型和处理方法，在理论上具有独创性的见解。另一方面，我们更加欢迎和鼓励广大科研人员，紧密结合发展国民经济的实际需要，把国内外的先进科学技术的理论成果具体运用于科研生产实践做出成绩，写出大量为生产、设计与使用部门欢迎的可应用于实际的论文来。我们还要组织各种形式的专题讨论会，并与国内其他学会联合举办学术讨论会，有计划、有目的地解决科研生产上实际存在的重大问题，努力为实现发展国民经济做出具体贡献。

2. 继续高质量地举办好各种学习班，及时和系统地介绍最新科学技术，以有助于提高我国船舶力学的研究水平。我们要有计划地邀请一些专业对口的、薄弱学科的、确有才学的国内外专家讲学，以适应科研生产发展的需要。近两年内计划举办空泡、噪音、优化设计、疲劳、结构规范、现代控制理论在船舶运动研究上的应用等讨论班和学习班。认真做好学习班的组织筹备工作，努力提高学习班的实效和质量。

3. 组织好学术讨论会论文的出版工作。由于经费上的原因，铅印出版每次学术讨论会的论文是不可能的。但是采取油墨复印或胶印的方法，将学术论文统一印装成册还是可能的。我们准备从明年起采取上述办法，将会议讨论宣读的论文编印出版。

4. 继续配合船舶标准化技术委员会做好标准的推荐审查工作，以提高船舶标准化的技术水平。

5. 做好船舶力学领域内国际学术会议论文组织、选送、评议和推荐工作，以及与 ITTC, ISSC 活动有关的技术动态报导工作。有计划、逐步地扩大国际学术交流。

## 近年来船舶阻力性能研究动态

阻力性能学组于1979年9月在船舶力学委员会方文均主任委员的关怀与指导下成立。1980年11月和1981年10月分别在金山和厦门举行了全国性学术交流会。三次会议出席总人数达200人；交流的学术论文和报告共计102篇。此外，1982年学组委托702所和708所分别组织以波形分析和兴波阻力为主题的专题讨论会。参加人数共90人，交流了技术报告30篇，进行了较深入的学术切磋。1981年8月学组聘请华中工学院程天柱教授在上海708所举行了船舶兴波阻力专题讲座，为期二周，参加者约40余人。普遍反映专题讨论和专题讲座大有裨益。三年来，学组的活动都是在船舶力学委员会的鼓励和支持下开展的。这些活动一定程度上反映了国内本专业领域内的研究概况与水平，而且对贯彻科学为生产服务的方针和促进造船科学研究事业的发展起了推动作用。兹将三年来本专业国内进展情况结合国外动态概述如下。

### (一) 兴波阻力理论研究

船舶兴波理论研究在六十年代有着飞跃发展。其中一项重要成就是：提出了多种波型分析方法。到七十年代，其测试技术和分析方法已日臻成熟；普遍承认是一种有效的研究工具。它有助于研究兴波机理，评价新的兴波理论和计标方法有实用价值。据1978年第15届ITTC报告：有二十四家船池至少进行一次以上的波型分析，其中十四家采用纵切法；三家横切法；六家两法兼备；有四家进行过波型立体照相。其中一家达到从测算到计标全部过程自动化，能在现场及时得出波型阻力。我国于1976年才开始起步，但进展较快。至1981年，已有702所、708所、上海船研所、华中工学院、交大及哈船工等六家针对一种以上船型进行过波型分析。均采用纵切法，前四家提出了关于系列60  $C_B=0$  船型的波型分析报告；后两家对追踪流线作了探讨<sup>(12-14)</sup>，求出S-201船型，并进行了波型分析。702所与708所合作进行了系列60、 $C_B=0$  60船型四条几何相似船模的波型分析试验研究<sup>(9)</sup>，给出了大船模的 $C_{WP}$ 值比小船模为大的结果。708所对测算点位置影响及截断修正影响进行了研究<sup>(15,16)</sup>，并利用波型分析方法就船模附件阻力的影响进行了研究<sup>(17)</sup>。702所应用薄船理论和波型分析法估标船舶兴波阻力<sup>(11,19)</sup>。华中工学院编写了二种波型分析计标程序<sup>(20)</sup>，并对Newman法计标中的核函数 $K(z)$ 作了深入讨论<sup>(21)</sup>。702所、708所、交大作为ITTC成员参加了其阻力委员会组织的协作试验计划<sup>(3)</sup>。（试验取系列60船型为对象）

六十年代另一项重要成就是：利用线性理论设计最小兴波阻力船型。据Inui (1976)报告：日本在60年代中期建造的班轮和集装箱船阻力水平比初期降低约18%，理论的发展起了重要作用。七十年代以来，提出了不少利用波型分析改进船型的方法，主要有下列三种类型。<sup>(1)(5)</sup>

#### (1) 直接法

其特点是直接应用由波型测算求出的波幅谱,代替母型船进行运算,用附加薄船对母型船加以优化,以求降低阻力。这种方法首先由马场(Baba)提出,最近松井(Matsui)(1980)提出利用两艘以上的参考船型的波型分析以决定附加薄船的波幅谱,从而避免了经验修正。

### (2)间接法

利用实测波幅谱求出船型的等价奇点分布,通过对奇点分布的优化来设计船型。这种方法对同时研究船体运动流场有重要意义。最近有 Mori(1976)的著作。

### (3)小型系列法<sup>(1)</sup>

由 Tsutsumi 和 Ogiwara(1975)所提出。选定一种数学船型作为基准船,按船型主要参量  $L/B$ 、 $B/T$  和  $C_p$  变化组成小系列,通过波型分析求出理论和实际波幅谱在幅值及相位上的修正系数。这些系数以船型主要参量的函数形式表达,可用以预估船型阻力,设计优化船型及决定主要参量。

国内在采用兴波理论改进船型方面提出报告的有 702 所<sup>(23)</sup>和华南工学院<sup>(23)</sup>。他们都是在 Tsutsumi 方法的基础上加以修正,计标出船型的最佳横剖面面积分布曲线,但尚未进行试验验证。其他单位也在大力进行此项工作,例如交大正侧各可挠曲性船模,积累波型分析数据,用以改进船型。在兴波领域内进行的其他工作,还有交大关于线性化理论的讨论和船舶在狭道中的运动问题,<sup>(24)</sup>天津大学的船体势流计标<sup>(26)</sup>及武汉水运工程学院的船体表面奇点和速度分布的数值计标<sup>(27)</sup>等报告。

国外最近五、六年以及今后工作的重点,是对线性薄船理论的改进。可分下列七个方面说明其主要趋向。<sup>(2)(4)</sup>

### 1. Newman-Kelvin (N-K) 问题解法

所谓线性薄船理论是假定相对单一微参量,即船体的宽长比,将自由面和船体边界条件同时加以线性化。"一致的"二阶理论要求在自由面和船体边界条件中都包括有相对微参量的二阶项,近年来这方面的文章极少。仅 Aldogen(1979)对潜体的兴波阻力计标推导出"一致的"二阶势,他对一数字双重模,于不同沉没深度的计标表明。比一阶理论的计标结果与试验结果吻合得更好。对"不一致"理论即只满足船体边界条件的高阶项,而自由面条件保持线性化。也即是基于 Newman-Kelvin 问题的近似解法中。对于浮于水面的一般排水量船型,沿船体表面与静止水线面的交线呈现源或偶极子或二者同时分布,即所谓线积分项。对这一项的作用,争论极多。一种意见认为它属于高阶项,可以忽略。另一种意见认为,在"不一致"理论中,它对兴波阻力的计标起较大作用。1979 年在美国召开的兴波阻力计标讨论会中,有五位学者采用 N-K 法,对五种规定的标准船型。即 Wigley, Inuid, S-201 系列 60  $C_B=0.60$ 、HSVA 油轮以及 Athena 进行计标对比。计标结果很为分散。但是 Chang(1979)和 Bai(1979)对其三种船型的计标,与试验结果还是比较吻合的。这种方法从直观看来对薄船理论有较大改进。但事实上不能过高估计其作用。由于它完全未考虑绕船体的流场

对兴波的干扰作用。其自由面条件的线性化是建立在均匀来流势上的。

## 2. 低速理论

假定对船体几何尺度比例不作限制，而降低前进航速，使 $F_n$ 数为微参量。从而建立所谓低速理论，其对自由面的线性化是建立在绕船体的双重模势流上的，由于推导所遵循的途径不同，所取边界条件上的差异，和对自由面处理方法的不同建立了多种类型的低速理论，近年来提出的有 Baba (1976), Newman (1976), Maruo (1976), Dawson (1977) 和 Gadd (1979) 等人，其中 Gadd 采用 Rankine 源，试图满足严密的自由面和船体边界条件。在  $N-K$  法中较多采用 Havelock 源，而在低速理论中则常常采用 Rankine 源。按上列诸人的方法，从对五种标准船模的试验对比来看，Dawson 法对其中四种船模，在各个速度条件下计标的结果较好。它对升沉和纵倾的估计也是好的。仅对 Inuid 船模的峰值估计偏高，其他低速理论方法计标结果较差。说明 Dawson 法值得进一步研究。

## 3. 映射法

线性边界条件只能在扰动速度很小的假定下成立。在船的首尾端这种假定不能成立。而且在其附近区域的流动对兴波阻力有重要影响，Guilloton 提出了一种有效方法，导入某个适当的坐标变换函数，将实际流动的物理空间映射到一个简单的由垂直和水平平面所构成的参考空间内。Noblesse 和 Dagan (1975) 对 Guilloton 法加以合理化，应用更为一般的流动空间映射与坐标变形的关系式，构成二阶解，满足船体表面和自由面条件到二阶，但有些不一致性。仅满足流场方程式到一阶。1979 年公布 Guevel 等四人采用 Guilloton 法对五种船模的计标结果，相互之间数值离散度很大。说明如何提高数值计标方法的精确性是有待进一步研究的问题。看来这种方法适用于  $F_n$  数 0.2~0.3 之间。于较高  $F_n$  数则估计偏低。

## 4. 直接数值计标法

前述各种方法都是应用格林函数求解，而直接法是由给定条件直接由数值计标求出满足关于速度势的拉普拉斯方程的解。直接法又分为二种类型：一为差分法，由 Chan 和 Chan (1979) 所采用；一为有限单元法，由 Bai (1979) 和 Oomen (1979) 所采用。其中 Chan 和 Chan, Oomen 都试图满足严密的船体和自由面边界条件，这类方法有必要进一步加以发展。

## 5. 其他非线性或高阶方法

另外二种有发展前途的方法是：

### (1) 辐射线法

Inui 和 Kajitani (1977) 采用 Ursell 关于波浪在轻微非均匀流中的传播理论，应用到船体所产生的基元波系在由双重模势所产生的局部扰动流动中的传播。由此得出的波型与实测波型在相位上较为吻合。Doctor 和 Dagan (1980) 分别采用这种方法和三阶扰动理论以及其他方法，计标自由面上的