

气垫船原理与设计

恽 良 编著



国防工业出版社

气垫船原理与设计

恽 良 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书阐述了气垫船的原理和设计。共三部分十四章。第一部分，即第一章概述，介绍了气垫船的分类、国内外的发展及其在军民方面的应用等。第二部分，从第二章到第九章，系统地阐述了气垫船的原理，即垫升性、水上航行姿态、阻力、稳定性、操纵性、围裙的形式和受力分析、耐波性和气垫船的流体动力相似问题等。第三部分，从第十章到第十四章，介绍了气垫船的设计，即在设计中所必须考虑的船舶各项性能以及衡量此项性能的判据与标准、垫升系统设计、围裙设计、船体设计与气垫船在设计时主要尺度的确定方法等。同时，书中引用了大量国内外实用的资料和技术文献，可供参考。

本书可供从事气垫船研究、设计、建造、营运使用部门的科技人员和大专院校的教师、研究生以及高年级学生使用，也可供热爱气垫事业的广大科技人员参考。

气垫船原理与设计

恽 良 编著

*

国防工业出版社 出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码100014)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张22 510千字

1990年6月第一版，1990年6月第一次印刷 印数：0,001—1,500册

ISBN 7-118-00745-5/U·62 定价：12.00元

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分，又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技事业的发展，加强社会主义物质文明和精神文明建设，培养优秀科技人才，确保国防科技优秀图书的出版，国防科工委于1988年初决定每年拨出专款，设立国防科技图书出版基金，成立评审委员会，扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是

1. 学术水平高，内容有创见，在学科上居领先地位的基础科学理论图书，在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。

2. 学术思想新颖，内容明确、具体、有突出创见，对国防科技发展具有较大推动作用的专著；密切结合科学技术现代化和国防现代化需要的高科技内容的专著。

3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值，密切结合科学技术现代化和国防现代化需要的新技术、新工艺内容的科技图书。

4. 填补目前我国科学技术领域空白的薄弱学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在国防科工委的领导下开展评审工作，职责是：负责掌握出版基金的使用方向，评审受理的图书选题，决定资助的图书选题和资助金额，以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书，由国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就、积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下，国防科工委率先设立出版基金，扶持出版科技图书，这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版，随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物，是对出版工作的一项改革。因而，评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进，这样，才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技工业战线广大科技工作者、专家、教授，以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来，为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗！

国防科技图书出版基金

评审委员会

**国防科技图书出版基金
第一届评审委员会组成人员**

主任委员：邓佑生

副主任委员：金朱德 太史瑞

委 员：尤子平 朵英贤 刘琯德
(按姓氏笔画排列)

何庆芝 何国伟 张汝果

范学虹 金 兰 柯有安

侯 迁 高景德 莫梧生

曾 铎

秘 书 长：刘琯德

前 言

我国自第一艘气垫船在水上试验成功以来,已有 30 年了。和国外一样,由于气垫船是一项新颖的运载工具,且其上所用的机器、设备、材料及其营运环境等既有别于船舶,也不同于航空,因此它的发展经历了一个坎坷不平的道路。但尽管如此,目前全世界具有商业运输、游乐、工作与军事使用价值的载人气垫船已有 2000 艘以上,而国产气垫船也从试验阶段逐渐过渡到实用阶段。目前已有众多单位从事于气垫船的研究、设计、建造和使用。事实上我国自行设计建造和进口气垫船也已有数十艘了。因此编著者深感有必要及时总结国内外在这方面的经验,可能有助于推进气垫事业的发展。

由于气垫技术的发展相对来说,是比较快的。因此为气垫船设计和使用服务的各种理论与方法尚不很完整,而且变化多端。例如国外曾创造出为数众多的垫升性理论,但是随着柔性围裙的出现和发展,作用其上的水动力和空气动力的根本变化,事实上大部分的垫升性理论是不太能解释实践和为实践服务的。因此垫升性理论,在 20 多年来一直在变化、发展。这样,目前就出现这样一个局面,即一方面是国外出现了大量技术文献和部分技术总结及手册(如文献[3][21][86]等),用来解释这些物理现象,而另一方面由于各家的研究对象、方法、手段不同,因此归纳的理论又存在相当大的差异,有时使读者难于理解,甚至无所适从。目前尚没有完整的设计建造和船检规范可供参考。甚至对气垫船性能有着十分重要影响的稳性、耐波性、围裙静态变形等计算方法,也没有一个完整的大家公认的指导性文件。

为此,编著本书的目的就是企图总结国内外的技术经验,系统地阐述气垫船的原理与设计,并力求把理论与国内外实践结合起来,以解决实际的设计等问题。

本书共分三部分,第一部分(第一章)为气垫船概述,简要地介绍了气垫船的分类、国内外的的发展过程,及其在军民方面的应用。第二部分,第二章到第九章,介绍气垫船的船舶原理,即系统地阐述气垫船的各项性能,如垫升性、水上航行姿态、阻力、稳性、操纵性、围裙的成形与受力、耐波性、流体动力相似问题等。即介绍了气垫船这一特种船舶的基本原理及其计算方法。第三部分,第十章到第十四章,介绍了气垫船的设计特点与方法。该部分着重介绍了气垫船总体设计中必须考虑的各项性能指标、标准及衡量此项性能的判据,垫升系统设计,围裙设计,船体设计,以及气垫船在总体设计时各主要尺度的确定方法等。

由于篇幅有限,因此编写的原则是,主要阐明气垫技术的特性,而其和船舶具有共性的问题,在此就不再赘述。如仅谈及气垫船的垫态稳性计算而不涉及排水稳性;仅谈到垫升系统的设计而不涉及推进系统的问题;仅讨论气垫船在规则波中响应而未计及不规则波的影响等。至于对气垫船设计有着十分重要的动力装置和推进的设计,如水与空气螺旋桨设计,与常规船舶和飞机存在一定差异的气垫船动力装置设计,侧壁气垫船上经常使用的喷水推进装置设计等在此无法包括这一内容十分丰富的专业技术,建议在专著中解决这一问题。

本书的对象是从事气垫船研究、设计、建造、营运的工程技术人员，以及大专院校的教师、研究生、高年级的有志于气垫事业的学生。

在编写此书之际，得到七〇八研究所领导的支持和帮助，借鉴了八七室同志们多年来的科研成果和一些同志的论文（如参考文献所列出的论文及其作者），编著者愿借此机会表示深切的谢意。同时感谢中国人民解放军海军工程学院的董祖舜教授，他在繁忙的工作中，抽时间对本书初稿校阅，提了一些宝贵意见和建议，得到及时的改进。

由于编著者的学识水平有限，编写时间比较仓促，而且气垫技术是一门新型学科，尚处于发展阶段，对很多问题尚理解不深，因此谬误之处实难避免，恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 气垫船概述	1	§ 4-13 气垫船的水上越峰问题	105
§ 1-1 气垫船的分类及其在国内外 的发展过程	1	§ 4-14 各种因素对阻力的影响	108
§ 1-2 气垫船在军民方面的应用	33	第五章 气垫船的稳定性	113
第二章 垫升性	36	§ 5-1 研究气垫船稳性的重要 意义	113
§ 2-1 概述	36	§ 5-2 侧壁式气垫船垫态静横稳 性计算	113
§ 2-2 早期的垫升性理论	37	§ 5-3 侧壁式气垫船在有航速情 况下的横稳性计算	123
§ 2-3 实用的垫升性表达式	41	§ 5-4 全垫升气垫船的横稳性计算	129
§ 2-4 气垫船在水面上的静垫升 特性	49	§ 5-5 各种因素对全垫升气垫船 横稳性的影响	133
§ 2-5 流量系数法	53	§ 5-6 气垫船的航行稳定性、理 首与翻船	136
§ 2-6 波浪泵气概念及其对船静垫 升性的要求	53	第六章 气垫船的操纵性	144
§ 2-7 全垫升气垫船升沉稳性导 数和升沉阻尼的确定	56	§ 6-1 研究气垫船操纵性意义及 其范围	144
第三章 气垫船在水上的航行姿态	62	§ 6-2 各种全垫升气垫船的操纵 面介绍	145
§ 3-1 概述	62	§ 6-3 操纵性运动微分方程	152
§ 3-2 全垫升气垫船在水上航行 时气垫内外水面变形	63	§ 6-4 航向稳定性	158
§ 3-3 侧壁式气垫船在水上航行 气垫内外水面变形	68	§ 6-5 全垫升气垫船的回转性	161
§ 3-4 气垫船在静水面上垫态航 行时的航行姿态	70	第七章 气垫船围裙的结构形式 和受力分析	164
第四章 气垫船在航行时的阻力	75	§ 7-1 概述	164
§ 4-1 阻力分类	75	§ 7-2 围裙形式的发展和现状	165
§ 4-2 气垫兴波阻力	76	§ 7-3 囊指式围裙的静态成形和 受力分析	174
§ 4-3 空气型阻力	82	§ 7-4 双囊(或三囊)型围裙的 成形与受力分析	181
§ 4-4 空气动量阻力	83	§ 7-5 围裙缩进(Tuck under) 的受力分析	182
§ 4-5 首尾空气逸流动量差阻力	83	§ 7-6 围裙的颤振运动	186
§ 4-6 围裙阻力	85	第八章 气垫船在波浪中的运动	189
§ 4-7 侧壁摩擦阻力	89	§ 8-1 概述	189
§ 4-8 侧壁兴波阻力	94	§ 8-2 侧壁式气垫船在横浪中的 横摇与升沉耦合运动	191
§ 4-9 主机冷却水动量阻力	97		
§ 4-10 附体水阻力	98		
§ 4-11 气垫船水面航行时的总阻 力计算	99		
§ 4-12 地面阻力	103		

§ 8-3 侧壁式气垫船在波浪上的纵向运动	206	第十一章 气垫船的垫升系统设计 ...	267
§ 8-4 全垫升气垫船在波浪中的纵向运动	215	§ 11-1 气垫船垫升系统设计的特点 ...	267
§ 8-5 气垫船在短波浪上的运动	227	§ 11-2 气垫船垫升系统的流量、压头与功率的确定	268
§ 8-6 侧壁式气垫船的顺浪低头	228	§ 11-3 风扇的进出口系统设计	274
§ 8-7 各种因素对气垫船耐波性的影响	231	§ 11-4 风扇设计	277
第九章 气垫船在模型试验和实船研究设计中的流体动力相似	241	第十二章 气垫船的围裙设计	286
§ 9-1 概述	241	§ 12-1 气垫船围裙的破损形式和载荷	286
§ 9-2 船或船模在固体壁面上作静垫升或航行试验时必须考虑到的相似准则	24	§ 12-2 围裙材料, 联接形式的选择与在施工工艺中值得考虑的一些问题	291
§ 9-3 船在水面上作各种试验时所必须考虑到的相似准则	245	§ 12-3 气垫船围裙的外形设计	298
§ 9-4 气垫船在试验和研究设计中应遵循的相似准则和相似条件	247	第十三章 气垫船的船体设计	302
第十章 气垫船的设计特点和设计时对气垫船各项性能的要求与标准	250	§ 13-1 气垫船船体设计的特点	302
§ 10-1 气垫船的设计特点	250	§ 13-2 气垫船在营运与维修时所受的外力及其强度校核简介	303
§ 10-2 气垫船的稳性要求及规范	251	§ 13-3 安全系数	314
§ 10-3 抗沉性要求	257	§ 13-4 船体结构设计中的板厚考虑	315
§ 10-4 耐波性要求	258	§ 13-5 气垫船的振动	316
§ 10-5 适居性要求	259	第十四章 气垫船主要尺度的确定	324
§ 10-6 操纵性要求	264	§ 14-1 气垫船的重量计算	324
§ 10-7 越障能力	265	§ 14-2 在气垫船总体设计时目标函数和约束条件的确定	334
		§ 14-3 气垫船主要尺度的确定	335
		参考文献	340

第一章 气垫船概述

§ 1-1 气垫船的分类及其在国内外的的发展过程

利用气垫作为运输工具的设想已有百年之久，因为人们在实践过程中深刻体会到常规船舶当航速较大时将引起巨大的兴波，从而使兴波阻力增大，这样就限制了船速的增长。当然，设计者可以巧妙地设计船型，使其在高速时能滑行于水面之上，从而减少船体之兴波阻力。但是，波浪对船体的拍击仍然威胁着船只和船上的乘客，使其在波浪上遭受到对人员和船上机器设备均十分有害的加速度和抨击。半个世纪以来，各种交通工具的运行速度有了大幅度的提高。飞机提高 20 倍，汽车提高 2 倍多，而船舶的速度仅提高 1 倍多，航速总是在 30~40kn 间徘徊。因此，人们就设想能否使船舶在水上航行时，或脱离水面或转入水下。船舶彻底离开水面飞入空中就成为飞机，转入水下则成为潜艇。这两种设想目前均已成为现实。但是，这两种设想也有一些不足之处。对飞机来说，它是依靠空气对机体的动升力来支持飞机的重量，而空气的密度比水小 800 倍，因此要飞机升入空中的先决条件是增大机翼，或者加大航速（增大功率），或者减轻机重。而且，这三者是互相矛盾的。这样就决定飞机有较差的经济性（航速较低时）。对于潜艇来说，当然有其一系列的优点，如减小了水面对它的干扰，耐波性好，兴波阻力接近为零等等。但是巨大的湿表面积使其增高航速产生了困难，而且深的吃水也使其在运行方面发生了困难。因此，人们自然想到能否使船既脱离水面，又在其地面效应的影响范围内运行，这样既减小了水面的干扰、高航速时的阻力与兴波，又能获得地面效应。而后者往往使升力面效率提高数倍。这样，地面效应机就应运而生了，设想是在一百多年前产生的。刚开始时，人们仅是想用船舶表面形成的一层薄薄的空气层来减小船体的表面水摩擦阻力（傅汝德的设想），这一想象一直延续至今。在大量试验的过程中，人们发现在较高的航速下，要使气层完全附着在船体上，在实践上有很大的困难，如果弄巧成拙则空气附面层将会使其产生一层附加的粗糙层，从而使摩擦阻力更加加大（笔者在 1968 年也曾经在 708 研究所的拖曳水池中作过此番尝试，结果也失败了）。于是人们感到还是在水面和船体中产生一层空气垫才能真正实现船舶离开水面的理想。

当然，利用水翼也可以做到上述的设想。关于水翼艇的原理与实践，本文将不涉及。

气垫船的设想虽然由来已久，但它只有在研制出轻型船体材料和发动机后才有可能实现。

这样，就其运行特性来说，气垫船可分为：

全垫升气垫船

船体完全脱离水面，船体四周用一套柔性围裙来对气垫进行封闭，因此船的吃水极小或为负值，船具有良好的两栖性。船可以是被动式（即被拖带的），也可以是主动式的，即用空气螺旋桨或喷气推进。该型船如图 1-1、图 1-5 等所示。

侧壁式气垫船

为了节省飞升功率起见，船的两舷采用刚性侧壁封闭气垫，首尾部可用柔性气封装置，由于两舷气垫不漏气，因此其飞升功率将大大节省，而采用水螺旋桨或喷水推进装置则有可能使其推进器尺寸较空气螺旋桨小得多，这样，船舶大型化具有现实可能性。(图 1-2、图 1-6 等)。

冲(气)翼艇

此型艇与前二者不同之处在于：此艇主要是采用动升力来支持艇的重量，而无论是全垫升式或侧壁式气垫船都是靠气垫内的高压气体而产生的气垫静升力来维持船重。冲



图1-1 我国自行设计与制造的中型全垫升式气垫船722Ⅰ型



图1-2 我国自行设计与建造的目前亚太地区最大的侧壁式气垫客船719Ⅱ型

翼艇与飞机在起飞时有其相似之处。当机翼在贴近地面航行时,其压力面的升力将由于地面效应的存在而大大提高,因而大大提高了艇的流体动力品质与两栖能力。而气翼艇(图1-4)与前者不同之处在于升力风扇装于首部气垫之外,当启动风扇时进流将产生很大的引射作用,从而吸收了大量空气进入气垫而产生了静升力。而冲翼艇(图1-3)则一般没有静升力作用。这样,前者就能在静态起飞。

由于冲(气)翼艇无论在结构上、流体动力性能等方面,与全垫升或侧壁式气垫船均有较大不同,而更接近于飞机,因此不在本书阐述范围之内。

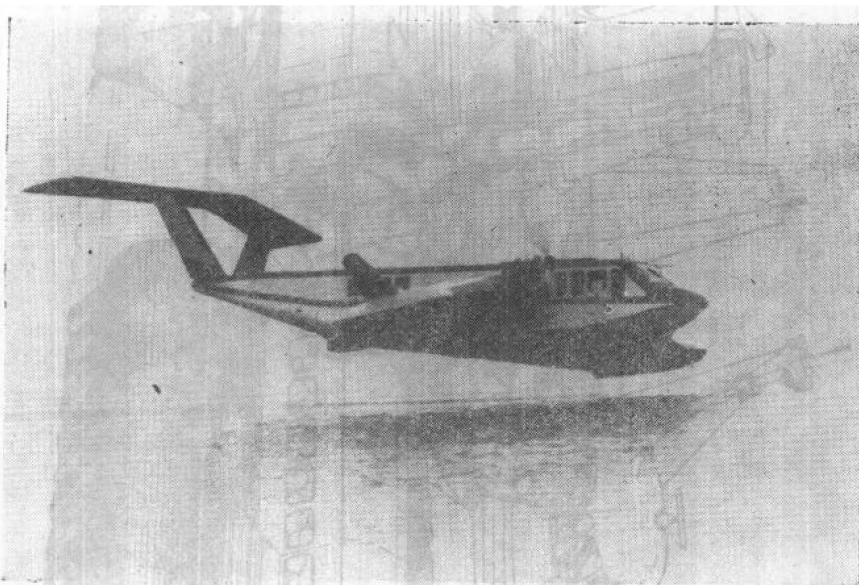


图1-3 我国研制的冲翼艇902型

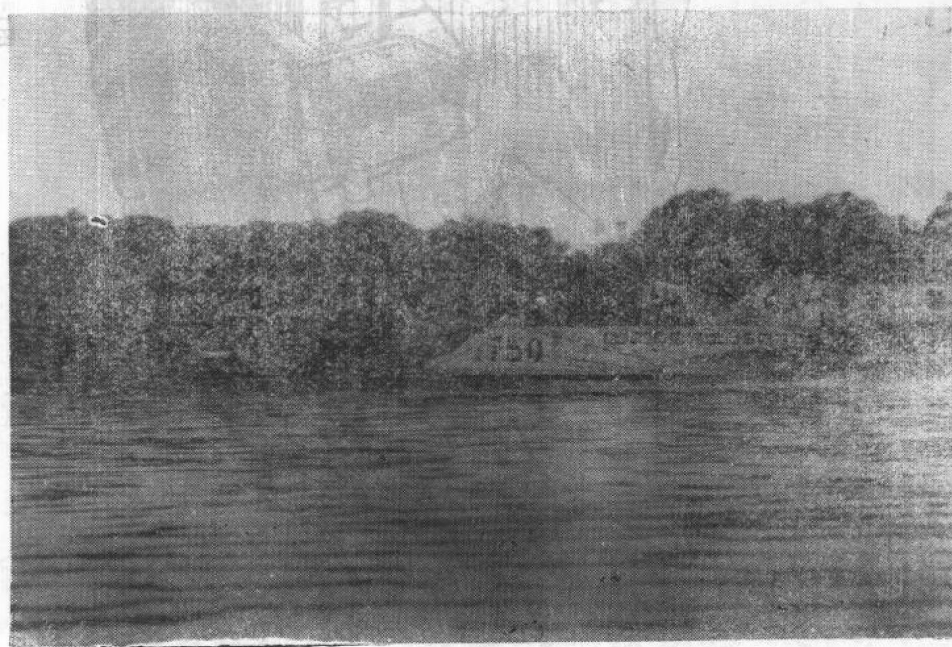


图1-4 我国首制气翼艇750型

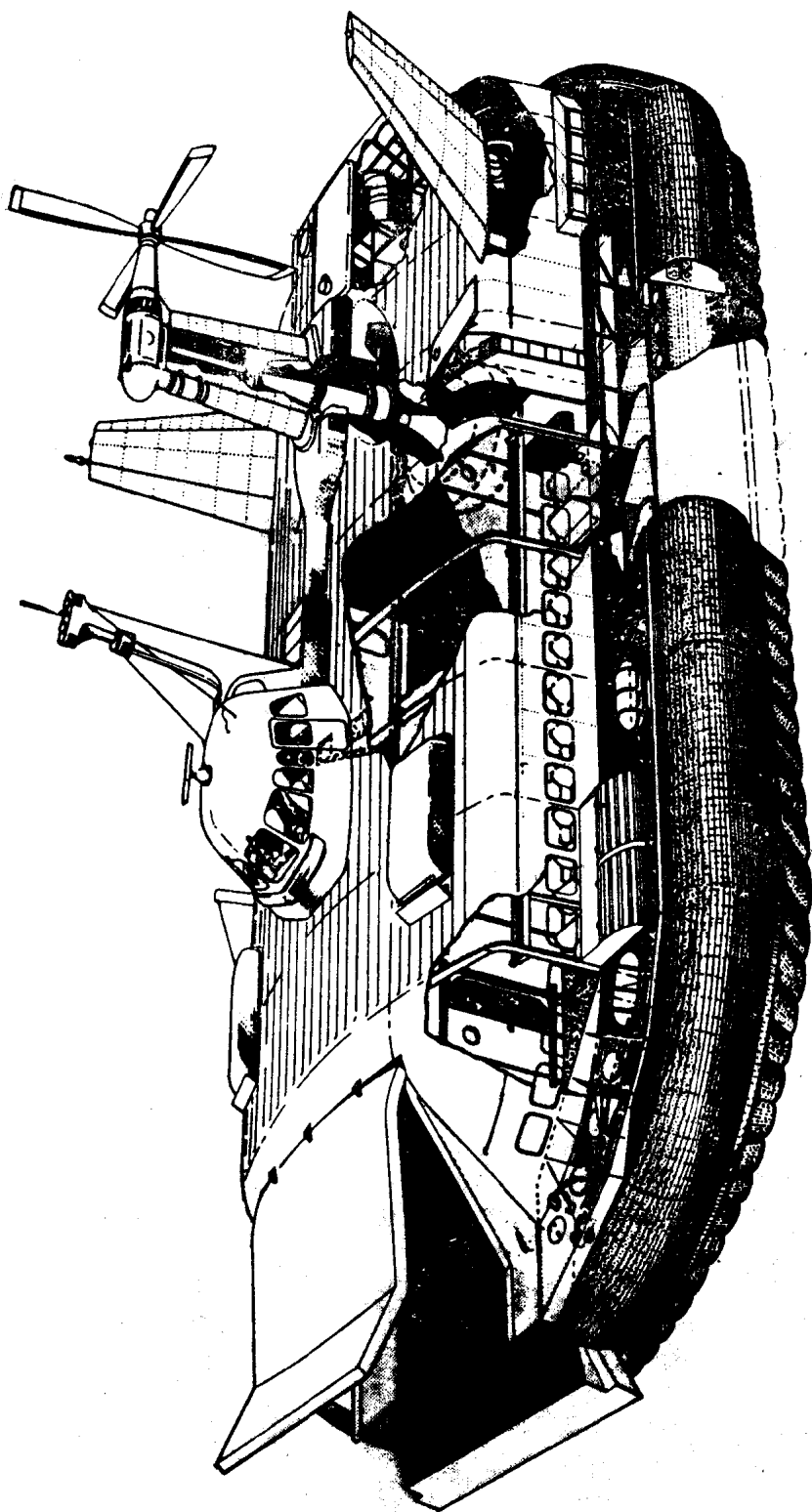


图1-5 英国军用全垫升气垫船BH 7 型的透视图

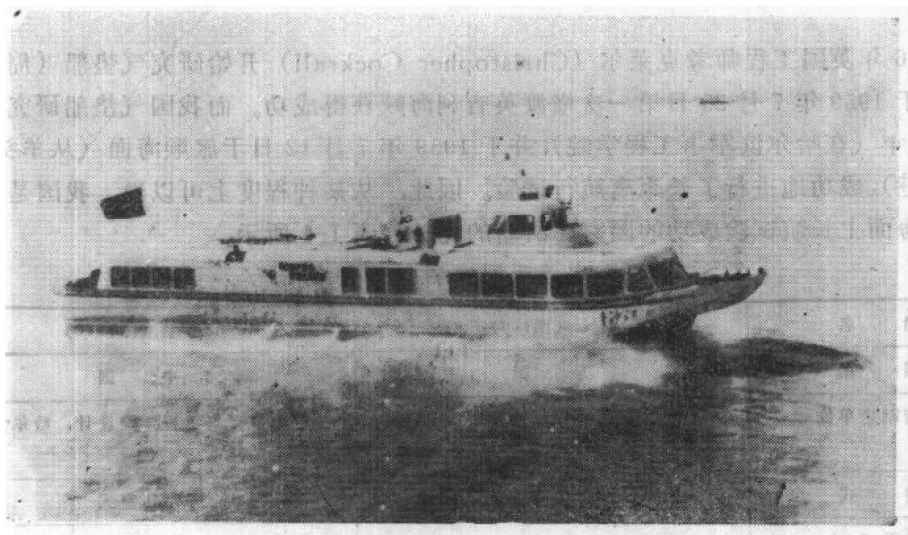


图1-6 我国第一艘气垫客船，侧壁式气垫船“金沙江”号

各种气垫船同属于高性能船舶范畴 (High Performance Vehicles), 从航行特征上看可如图 1-7 所示。

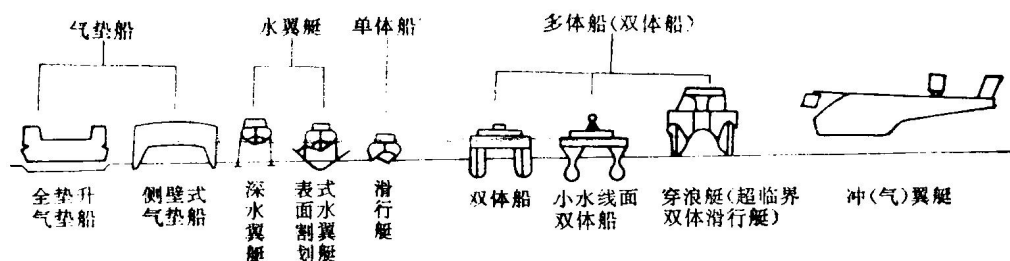


图1-7 各种高性能船舶的航行姿态

根据其航行特征、用途、气封装置形式、推进方式等气垫船又可分类如图 1-8 所示。

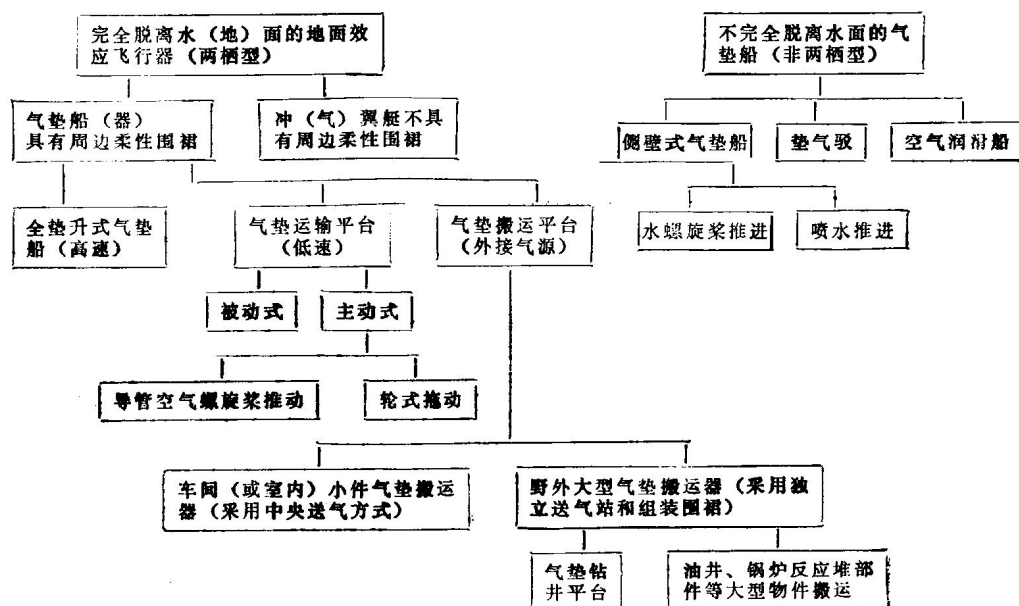


图1-8 气垫船的分类

1956年英国工程师考克莱尔(Christopher Cockrall)开始研究气垫船(周边射流式),并于1959年7月25日第一次横渡英吉利海峡获得成功。而我国气垫船研究亦开始于1957年(在哈尔滨军事工程学院),并于1959年7月12日于旅顺海面(从羊头洼到旅顺西港)成功地进行了长距离航行试验。因此,从某种程度上可以说,我国是气垫船首次在海面上长航试验成功的国家。两船的比较如表1-1所示。

表1-1 中英两国首制气垫船的情况

船名	SRNI (图1-9)	33号船 (图1-10)
国籍	英国	中国
研究与制造单位	桑德斯·罗伊公司	哈尔滨军事工程学院设计, 哈尔滨 122 飞机制造厂建造
型式	周边射流式	增压室式
船重(t)	3.4	4
主机	航空活塞式发动机, 共 319.7kW (435HP), 其中70%用于垫升, 30%用于推进	航空活塞式发动机, 飞升功率为176.4kW (240HP), 推进功率为117.6kW (160HP)
船体材料	铝质	铝质
第一次渡海地点与距离	英吉利海峡, 航程为约25n mile	旅顺海面羊头洼到旅顺西港, 航程约16n mile
平均航速(km/h)	~24	~50

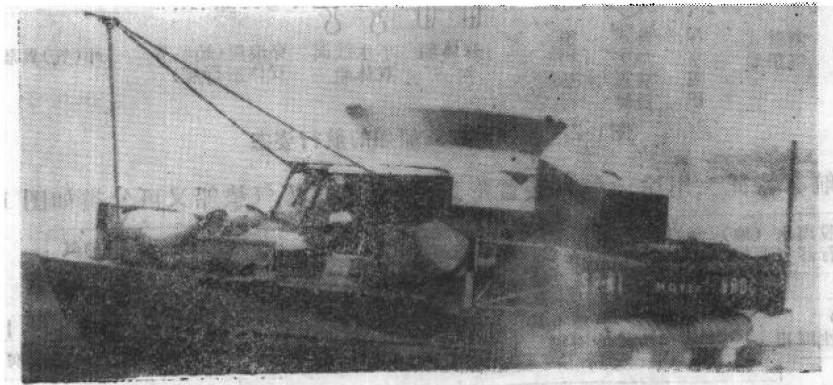


图1-9 英国第一艘气垫船横渡英吉利海峡获得成功

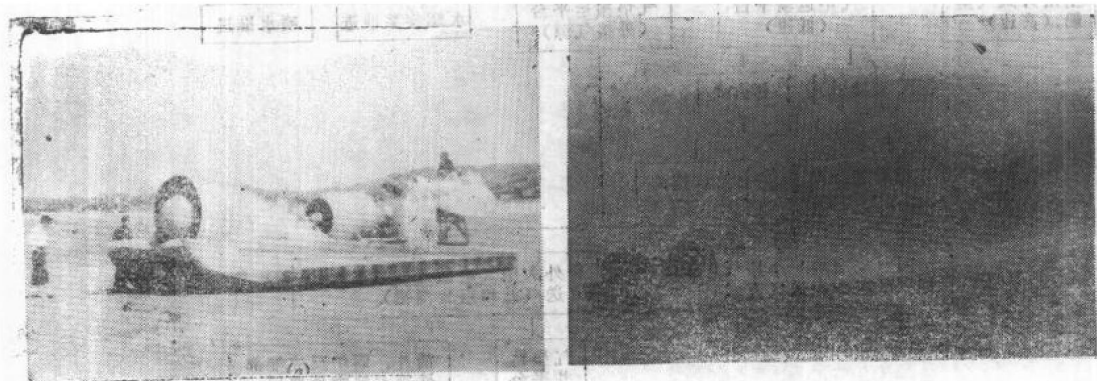


图1-10 我国第一艘气垫船(增压室式)(33号船)在旅顺海面长航成功

(a) 船静置于沙滩上; (b) 在海面上高速航行。

自1959年试验成功至今已有30多年了,目前具有商业运输与军事使用价值的载人气垫船已有2000艘以上(其中苏联在北极地区和油田使用的气垫船就达1000艘以上)。由于借鉴了近代材料、动力、电子设备、计算机等工业的高速发展,因此气垫船从研究到实用的时间间隔还是比较短的,其情况如表1-2所示。并且在短短的20年内获得了人类在造船史上多年来未能达到的高速度,即使百吨级的SES-100B(美国)达到90.3kn的航速。

和所有运载工具的研究一样,气垫船的发展也经历了一条艰难坎坷的道路。

各国气垫船的发展道路虽然各有不同,但是大致都经历了以下若干阶段:研究阶段,发展阶段,稳定运行阶段,为增长竞争能力而再次发展的阶段。现在我们以国外英美等国为例介绍其发展情况。英国以民用发展为其典型,而美国则着眼于军用发展,苏联则着重于军用全垫升船、民用内河侧壁客船和石油气垫运输平台的发展。现着重介绍前两国的情况,也简略地介绍我国的发展情况。

表1-2 各种运输工具从其发明到第一次用于军用的时间

运输工具的形式	从其发明到第一次用于军用的时间(年)
蒸汽船	41
潜艇	25
飞机	8
喷气机	12
水翼艇	35
气垫船	13

一、英国气垫船的发展概况

1. 研究阶段(1963年前)

在1956年前,气垫技术在英国是作为一项保密研究项目,由柯克莱尔提出并得到国家的资助。但是此时仅停留在小模型的自由飞行研究。1958年国家将此科研项目列为非密,于是柯克莱尔将其思想公布于国家研究与发展公司(National Research and Development Corporation NRDC)。1958年,在桑特斯·罗伊飞机制造公司成立了一个设计小组,并开始建造试验船SRN1,1959年气垫船发展公司(Hovercraft Development Limited)作为NRDC公司的分公司成立,目的是帮助气垫船的开发,六个月后,SRN1于1959年7月25日首次横渡英吉利海峡成功。

气垫船虽然获得首航成功,但是无论在操纵性、耐波性、或推进性能等方面均是十分欠缺的。船靠很大的飞升功率(约 36.75 kW/t (50 HP/t))仅能使船离地100mm左右(飞高),船用喷气推进,效率很低,操纵性极差,无法稳定回转。因此仅仅在风平浪静的条件下勉强地渡过了英吉利海峡。此时的全垫升气垫船都是在航空工厂中建造的。采用航空发动机、航空结构、装置、设备与工艺。因此船的造价很高,实用价值也低。

围裙的发明可以说是气垫船从试验研究阶段跳向工程实用的一个很重要的突破。桑德斯·洛伊公司由于首先将此项技术用于气垫船,使船的飞高增加数十倍,使船有可能在水面与未修整的地面上运动,再加上采用围裙提升装置、空气螺旋桨变距装置、喷气舵、侧风门装置等一系列措施,顺利地解决了船的越障、航向稳定性、操纵性等问题,从而使船进入实用阶段。桑德斯·罗伊公司也因此发展成为英国气垫船公司(British Hovercraft Corporation)。

2. 发展阶段(60年代初到70年代初)

由于上述基本问题的解决,尤其是围裙的应用,使气垫船有可能过渡到实用,于是

新的船型与航线纷纷出现,如 SRN2、SRN3、SRN5、SRN6 等等。但是,也正因为如此,使气垫船的研究者、制造者与使用人员产生了一系列的困难,真可以说是经历了坎坷不平的道路。且不说围裙的寿命从几小时逐渐增长到数十小时或甚至数百小时该花费多少心血与劳动,而且各种实用化问题也接踵而来:气垫船固有的水花问题带来了主机(燃气轮机)的积盐问题;空气螺旋桨、风扇的防腐蚀与盐沙的磨损问题;气垫船的内外噪音问题等等。而且更有甚者,在此阶段,人们对气垫船在高航速航行稳定性、横稳性等航行特性尚不太清楚,驾驶技术方面也缺乏经验,因此事故、事件时有发生,文献[4]统计了这些事故与事件的经历,1963~1978 年来西方国家的气垫船事故次数如表1-3 所示。其中有 82% 的事故是发生在 1967~1974 年间的,也即是气垫船大发展阶段,这些统计

表1-3 1963~1978年间西方国家气垫船发生事故的次数^[4]

	损 坏	沉 没	合 计
翻 船	41	2	43
风暴损坏与搁浅	31	3	34
碰 撞	19	1	20
火灾与爆炸	5	8	13
由于技术原因而损坏	18	—	18
冰 损	21	1	22
其他损伤	5	—	5
总 计	140	15	155

表1-4 气垫船损伤和翻船原因一览表^[4]

序号	船型(国家)	日 期	受 损 性 质	资 料 来 源
1	XR-1 (美)	1964. 12	在波浪中横翻	美国宇航学会论文集1974№313
2	SRN 5-004 (英)	1965. 4	静水航行由于低头侧漂而倾翻(在挪威)	ACV①1965. V. 6 №34
3	SRN5-007 (英)	1965. 5	静水航行由于低头侧漂而倾翻(在旧金山)	ACV. 1965 V 6 №35
4	SRN 5-005 (英)	1965. 7	风平浪静,低头侧漂横翻(在英国)	ACV1965 V 8 №49
5	SRN 6-012 (英)	1972. 3	在风浪中运行,猛烈灌水,横翻,死5人(在英国航线上)	气垫船与水翼船杂志(英) 1972 №1
6	SRN 4-001 (英)	1968. 9	在波浪作用下围裙损坏,刚性船体亦遭损伤,进厂修理	LL②1968 47951
7	SRN 4-003 (英)	1971. 7	在波浪中把围裙完全撕掉,部分船体损坏,船须大修	气垫船与水翼船杂志(英) 1971年第7期
8	SK 5-015 (美)	1971. 11	在波浪作用下,主船体完全被损坏,结果船被淹没	ACV. 1971. V. 17
9	N500 (法)	1977. 5	在工厂中船着火,几乎完全烧毁	气垫船与水翼船杂志(英) 16卷7期

① 指英国气垫船杂志“Air Cushion Vehicle”。

② 指英国劳氏船级社资料。