

西南航空

气翼艇译文集

(1)

01.0791

告

舰艇资料编辑室

一九八〇年八月

15
01

前 言

在各型腾空艇中，我们把具有动压气垫的地面效应翼艇简称为气翼艇。

六十年代中，地面效应翼艇的研制在国外得到了很大的发展，其中包括大量的理论研究、风洞试验、水池试验和利用这些新资料的设计研究，以及大量试验艇的试验。但是，由于这些设计方案和试验艇的绝大多数均采用水动力（滑行面或水翼）为主的起飞系统，这样势必造成艇在水上高速起飞和降落时要承受很大的波浪冲击载荷，并且要求翼载低，其结果造成设计艇的结构重量增大和巡航速度降低；同时，这种起飞系统，使艇只能在水面起飞和降落，这就大大降低了该型艇的实用性，再加上该型艇在巡航飞行中存在的运动稳定性问题等原因，导致这种新艇型未能在军事上或民用上得到广泛应用。

在美国，于一九七五年九月成立了海军新颖运载工具概念鉴定规划局，拨出大量经费，研究和发展了一种新颖的起飞系统，称为动力冲压增升系统，即在翼前装置涡轮风扇发动机，喷气射流进入翼、端板和水面（或地面）所组成的空腔，形成冲压气垫，其垫升力可达发动机推力的六倍左右，且有推力回收供艇加速起飞。自1976年以来，大卫·泰勒海军舰船研究发展中心对动力冲压增升地效翼作了大量研究工作，本译文集中收集的第六至第十二篇文献，分别阐述了动力冲压增升地效翼的理论、风洞模型试验和水池模型试验，本译文集最后一篇：“动力冲压增升翼技术的目前水平”是在最近一段时间内对这方面研究工作的小结。

具有动力冲压增升起飞系统的地效翼艇——气翼艇，使艇的起飞速度趋近于零并能在任何支撑面上起飞和降落。因此，这种新颖艇型具有强大的生命力，为各国所重视。当我们刚完成本译文集准备付印的时候，我们又收集到三篇有关动力冲压增升地效翼艇的文献，希望这些文献明年能在《气翼艇译文集》（第二集）中再与读者们见面。

目 录

1. 美国海军先进运载工具概念鉴定办公室对21世纪
舰队的“兰天”概念的研究..... (1)
2. “库杜—Ⅱ”号冲翼滑行艇的设计和性能..... (11)
3. “KAG—3”地面效应翼艇及其试航..... (25)
4. 大型翼化表面效应船..... (28)
5. 小展弦比地效翼的单翼和串翼风洞试验研究..... (44)
6. 对地面效应作用下小展弦比翼的静态动力冲压增
升的研究..... (104)
7. 二维动力增升地面效应翼的静态和动态模型试验..... (121)
8. 对自由升沉和俯仰并在水上运行的动力冲压增升
翼的评价..... (139)
9. 对装在动力冲压增升翼模型上的减载装置在不规则
波上运行时的评价..... (162)
10. 冲翼艇的泄涡现象..... (186)
11. 在槽流进口处自由射流的突然减速..... (203)
12. 前进速度为零时的动力冲压增升理论..... (210)
13. 动力冲压增升翼技术的目前水平..... (215)

美国海军先进运载工具概念鉴定办公室 对21世纪舰队的“兰天”概念的研究

约翰·雷亚

海军—工业研究小组刚结束为期两年的舰船和飞机新技术的调查，这一调查可能导致二十一世纪的美军成为一支今天难以预料的力量。

调查工作涉及到最近几年中工业部门提出的“兰天”概念的所有领域，并在海军先进运载工具概念鉴定办公室的协作下，试图评定未来海军使命、工程费用和技术风险的潜在价值。

所研究的概念包括一些集中精力给予突破的概念，如：比一次能在海上连续巡逻两周而不着陆的空军C—5大型货物喷气机更大的核动力飞机、比当前“飞马座”号水翼巡逻艇大十倍的水翼驱逐舰、利用表面效应艇原理的航空母舰（海军目前正根据这一原理对许多小艇进行鉴定）、能两栖作战的气垫船、类似于今天速度不受限制的滑行艇的巨型滑行船、不同类型的双体船、小型飞船（海军正式称为比空气轻的飞船）的新的作战使命等等。

关键问题设计要求

还没有把握可以预言究竟那些研究之中的概念将来能真正成为现实。事实上，研究这些想象出来的概念这种思想已在海军中引起了很大的争论。不过调查的程序之一是工业承包商必须准备好全面的“关键问题设计”——确定好估算费用——就象承包商真的要建造这些运载工具。（关键问题设计是从代表着许多设计可能性的曲线或矩阵上的一个特定点发展而来的一种设计方法，尽管这样解释有些过于简单。于是，一艘航空母舰可以从代表长1,000英尺、排水量90,000吨的船的一点上进行设计，而不是从要求船长为1,100英尺、排水量为100,000吨的相同曲线的第二点上作出设计。）

海军先进运载工具概念鉴定办公室规划经理托马斯L·米克斯上校称之为“分析的实质”的关键问题设计系用于鉴定概念的有效性，也可作为总的费用研究的依据。经过激烈的投标竞争而选择的关键问题设计在严格的规则下代表了要进行调查和研制的概念，以便保证研究结果的有效。根据同样的理由，海军在选择各种设计合同前先要进行某些参数分析。

总的来说，新型运载工具的设计研究可能是美国军事机构为评定未来技术对其战斗力影响所进行的最广泛的研究。尚未研究的运载工具只有宇宙飞船（由于宇宙飞船的研究是在空军的权限之下）和潜艇（潜艇基本上已成为海曼·立克欧弗海军上将个人的研究领域，人们称他为现代核动力潜艇之父）。

“一帆风顺”和故意的冷淡

即使各种新型运载工具将来都不投入生产，米克斯仍相信在海军先进运载工具概念鉴定

办公室领导下所作的系统评定是有重大价值的。这不仅反映在二年研究使我所了解到一些可能应用的技术，而且开始对基本标准制订了程序，这些基本标准是海军对各种运载工具必须应用的，例如，人的因数（特别是考虑舰艇人员的舒适性），估计到要不可避免付出超额费用时的较大速度的“真正价值”，统一应用于技术竞争的不变的性能标准，在新型运载工具建成前就应研制好战斗武器组（舰船综合武器系统）的要求，而不是在建成后将现有的战斗武器组移植上去。

米克斯说：“整个研究的一个十分重要的教训是：不存在什么一帆风顺的事，要想取得某种能力总得遇到一些困难。”米克斯1952年从海军学院毕业，曾担承过驱逐舰的指挥官。面对着海军高级阶层成员所表现出来的故意的冷淡，米克斯从一开始起就领导着规划工作。

在五角大楼防卫研究与工程理事会削减表面效应艇计划后，米克斯在1975年上半年接受了新的任务。计划涉及到两个承包商：贝尔空间公司和罗厄海运公司。每个承包商均负责试验大型高速表面效应巡邏艇的100吨母型艇，在这种艇上安装多种导弹和其它武器设施，並能携带新式的轻型机载多用途系统MKⅢ型反潜战直升飞机。

防卫研究与工程理事会坚决反对表面效应艇计划，理由是该计划的费用太贵，而且需承担许多技术上的风险方能达到艇的设计能力。该理事会並指令海军放慢步伐，以利其全面对各比较方案进行分析研究。（罗厄海运公司赢得了竞争，如今罗厄海运公司吸取了实际上由空气喷气通用公司——表面效应艇早期的竞争者——研制、由塔哥马造船公司建造的100吨表面效应母型艇的经验教训，将其应用于3,000吨实验艇上，但在比同时海军先进运载工具概念鉴定办公室的研究工作也在继续进行）。

在防卫研究与工程理事会的指导下，海军先进运载工具概念鉴定办公室要求对一组同属运载工具概念进行研究，海军则集中注意力于其中九种：双体船设计，也称为小水线面双体船；滑行艇；水翼艇；表面效应艇的其它应用；气垫艇；一种全新概念的艇，也称为地面效应翼艇（这种艇装有大功率主机和机翼似的地面翼，能贴水面飞行）；比空气轻的艇；空中巡邏和海上巡邏飞机——包括前面提到的大型核动力飞机。研究的目的是为新型运载工具的关键问题设计作些准备工作，这些运载工具可能在1980~2000年间进行研制，並在这段时期的末期编入舰队服役。整个阶段的重点在于对前景的预测，而並非对现有技术的研究。



图1 作为装备反潜战直升飞机与对舰导弹的制海舰的小水线面双体船概念

传统界限的混淆

获得加利福尼亚州蒙特雷海军研究生学院作战研究硕士学位的米克斯于1976年1月设立了一工作室，有三名工作人员：两名少校（均是海军学院毕业生）和一名海军运载工具专家（他曾是贝尔公司不景气的表面效应艇的规划经理）。戴弗·格雷少校也是研究生学院的作战研究硕士，他仍在海军先进运载工具概念鉴定办公室工作。克拉克·格雷厄姆少校是一名仅负责工程职责的官员，获麻省理工学院造船学哲学博士学位，后来到扑茨茅斯海军船厂工作，监督船厂的各种技术活动。另一名专家是英国诞生的彼得·曼特尔，他于1965年加入美国籍，是空气喷气通用公司前工程主任。在作为独立的承包商加入海军先进运载工具概念鉴定办公室前，彼得·曼特尔曾任通用动力电气公司造船分部先进工程经理和波音公司先进船用系统经理。

整个新的技术规划共需花费一千万美元，其中七百多万美元花费在技术调研上，包括海军自己拥有的拖曳水池和风洞的有限实验工作。资金通过海军海上系统指挥部获得，但工作的全面开展还涉及到海军研究办公室、海军研究实验室、海军空中系统指挥部、卡德罗克的海军船舶研究与发展中心、诺福克的海军船舶工程中心以及海军岸上企业的其它办公室和机构等。

数据仍在进行分析，但从研究中出现的一个普遍的结论是在高性能舰船与常规飞机之间产生了传统界限的混淆，如果要从有限的预算中取得最多的海军装备的话，海军必须要澄清这一界限。

举例来说，表面效应艇之所以有人购买主要是被其较高的速度所吸引，但当前还想象不出有任何舰船——即使是海军先进运载工具概念鉴定办公室研究的舰船——能超过航速最慢的常规飞机的速度。飞机要想增加速度，就得牺牲一些续航力和有效载荷，后者指的是所携带的武备。因此，在推测新型空中和海上运载工具的可用性时，海军先进运载工具概念鉴定办公室的研究工作应协助海军，对每种运载工具指配最为适当的任务。

速度谱

根据速度增加的次序可有效地了解九种运载工具概念，以小水线面双体船为开端，跟着是滑行艇、水翼艇、表面效应艇和气垫艇，然后是地面效应翼艇（船和飞机的过渡物），最后是三种空中运载工具概念：比空气轻的飞船（与船舶的速度范围一致）、空中巡逻机和海上巡逻机。

下面是每种运载工具的简要总结：

小水线面双体船——小水线面双体船概念并非全新的概念。海军水下噪音中心在交威夷群岛操纵了一艘190吨的小水线面双体工作船作为直升飞机稳定平台。这种运载工具能在汹涛中平稳航行，并能比常规的单体船为飞机提供更多的甲板空间。目前的技术发展水平使之完全可以达到35~40节的速度，但在操纵性上会出现问题——增加舵的尺度可能会解决所遇到的迴转问题。诺福克的海军船舶工程中心完成了一篇3,000吨小水线面双体船的研究报告，这艘小水线面双体船既有直升飞机甲板，也有计划装在3,000吨表面效应艇上的同种战斗武器。

滑行艇——这种艇的优越性就在于其费用较低，而且由于贴水面航行，故在中等海况下能获得较高的速度，但是在乘员舒适性和尺度上限方面还存在着问题。从传统上来看，海军将滑行艇（例如为南朝鲜政府研制的72吨海岸巡逻截阻艇）限于海岸和内河使用。作为海军先进运载工具概念鉴定办公室鉴定工作一部分，海军造船工程中心对1,100吨的滑行艇进行了书面研究，该艇的速度能达45~50节，并使用尖型艏，能很快劈开水面，减少滑行艇经常遇到的波浪冲击作用。书面研究指出，波浪冲击作用可比宽型艏水翼艇减少四分之一。然而，尖型艏设计在增加动力要求上却带来了困难。（作为海军先进运载工具概念鉴定办公室研究工作的一部分，英国海军实验工厂也对水动力性质更为有效的滑行艇艇体作了一些试验，这种艇体通常指的是“超临界”艇体）。

水翼艇——海军目前最大的作战水翼艇是235吨的导弹巡逻水翼艇“飞马座”号。该艇由波音公司建造，是国会坚持的计划的一部分，这一计划曾遭五角大楼的反对。将建造六艘导弹巡逻水翼艇，现在估算的成本约为四亿美元。象滑行艇一样，水翼艇未获解决的一个主要问题是究竟可造得多大。艇贴水面航行所需的大型水翼所引起的阻力对某些设计者提出了一个相对低的理论极限。海军先进运载工具概念鉴定办公室的研究工作包括了两种关键问题设计，一种是格鲁曼宇航公司设计的2,400吨水翼艇，使用由卡德罗克海军实验室研制的可变几何形状水翼，巡航速度为50节，最大航速可达70节；另一种是由波音公司设计的带固定水翼的980吨高速水翼艇。固定水翼与可变几何形状水翼间的区别相似于常规飞机与新型旋转翼飞机间的区别，旋转翼飞机可改变机翼的形状，这样在给定的速度下，可获得更有效的空气动力形状。如果格鲁曼公司的大型水翼艇能建成的话，艇将能装备轻型机载多用途系统MKⅢ型反潜战直升飞机。虽然还要进行必要的实验，但研究结果似乎已推翻了过去结论：由于水翼阻力问题，水翼艇的大小只能限制在1,200~1,400吨之间。

表面效应艇——在海军海上系统指挥部管辖下，目前的计划要求罗厄海运公司建造3,000吨的表面效应艇，速度能达75节，可携带各种武器，包括垂直发射的导弹。海军先进运载工具概念鉴定办公室试图超出上述计划，并设法确定：

1. 是否能建造更大的表面效应艇；2. 是否能在恶劣海况下保持高速。为解决这些问题，海军先进运载工具概念鉴定办公室与罗厄海运公司签订了合同，要求设计更现代化的3,600吨艇；此外还与洛克希德导弹和空间公司签订了合同，着手研究更大型的表面效应航空母舰。根据这些研究，可以认为罗厄公司的长宽比约为2:1的表面效应艇是取得80~90节高速的最合适的艇型；而长宽比为4:1~8:1的艇型则是取得40~60节速度的最佳艇型。洛克希德公司选择后一种艇型建造设想中的航空母舰。这种航空母舰应能装载垂直和短距离起降飞机和新型反潜战直升飞机，直升飞机储藏在甲板下的特制机库内，使用时可用升降机送往甲板，并从两个平行的飞行甲板上起飞。常规动力装置和轻型核动力装置都曾作考虑，但后者费用过于昂贵。

气垫船——气垫船在水陆两栖作战中被认为是最佳的舰船，因为在中等海况下气垫船仍能达到高速。但是由于用来限制船下气垫的周围“围裙”存在一些技术问题，因此尺度上限问题仍未解决。空气喷气公司和贝尔公司都参加了研究，目的在于确定一种切实可行的1,100吨的气垫船。

地面效应翼艇——由于几年前苏联曾对自己建造的一艘地面效应翼艇大肆炫耀，故这种艇的潜在作用一直在热烈地争论着。苏联的地面效应翼艇在里海进行了试验，取得了一些满意的效果，因此得了个浑名“里海怪物”。可是，这样的艇能否在公海上航行还是个问题。

基本的地面效应翼艇设计使用了装在艇首的喷气发动机，在特殊形状的机翼下喷出气体形成气泡，使艇能在波浪之上航行。气垫增加了升力，根据某些估算，这种升力是常规飞机翼产生的升力的5~7倍，这种额外增加的升力就等于增加了航程或有效载荷(或两者都增加)。可是，如果艇飞得离水面太近，就有遭受波浪冲击的危险；如果艇飞得离水面太远，艇就失去其气垫的伏越性，而成了不灵的飞机。对功率增大的冲翼(如苏联地面效应翼艇使用的冲翼)曾作了一些试验，以取得低速时的稳性。在卡德罗克海军实验室使用了柔韧的气垫船围裙作了模型试验，而麦克唐纳·道格拉斯和乔治亚州的洛克希德公司完成了关键问题设计，地面效应翼艇重量达一百万磅，能执行后勤补给和作战任务。一个有待解决的主要问题是使地面效应翼艇迴转。它不能象飞机那样横倾，否则就有折断翼的危险。(海军先进运载工具概念鉴定办公室称，地面效应翼艇的设计需要应用全部新技术研究工作中的大部分研究成果)。

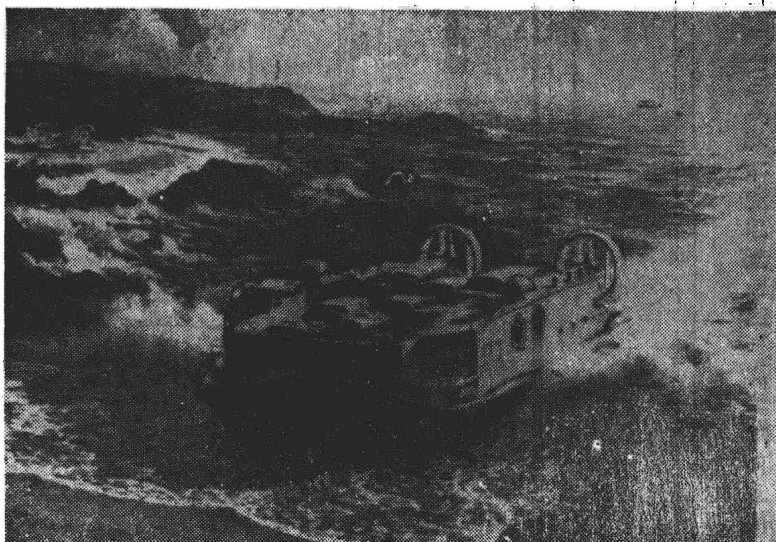


图2 贝尔公司为两楼登陆艇所设想的气垫艇概念

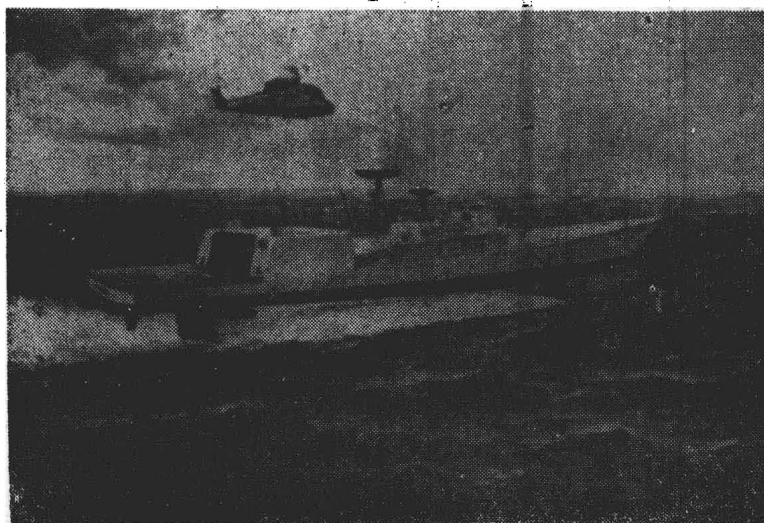


图3 格鲁曼公司的2,400吨水翼船概念，使用可变几何形状水翼，最高速度达70节，可装备轻型机载多用途系统Mk-III型反潜战直升飞机

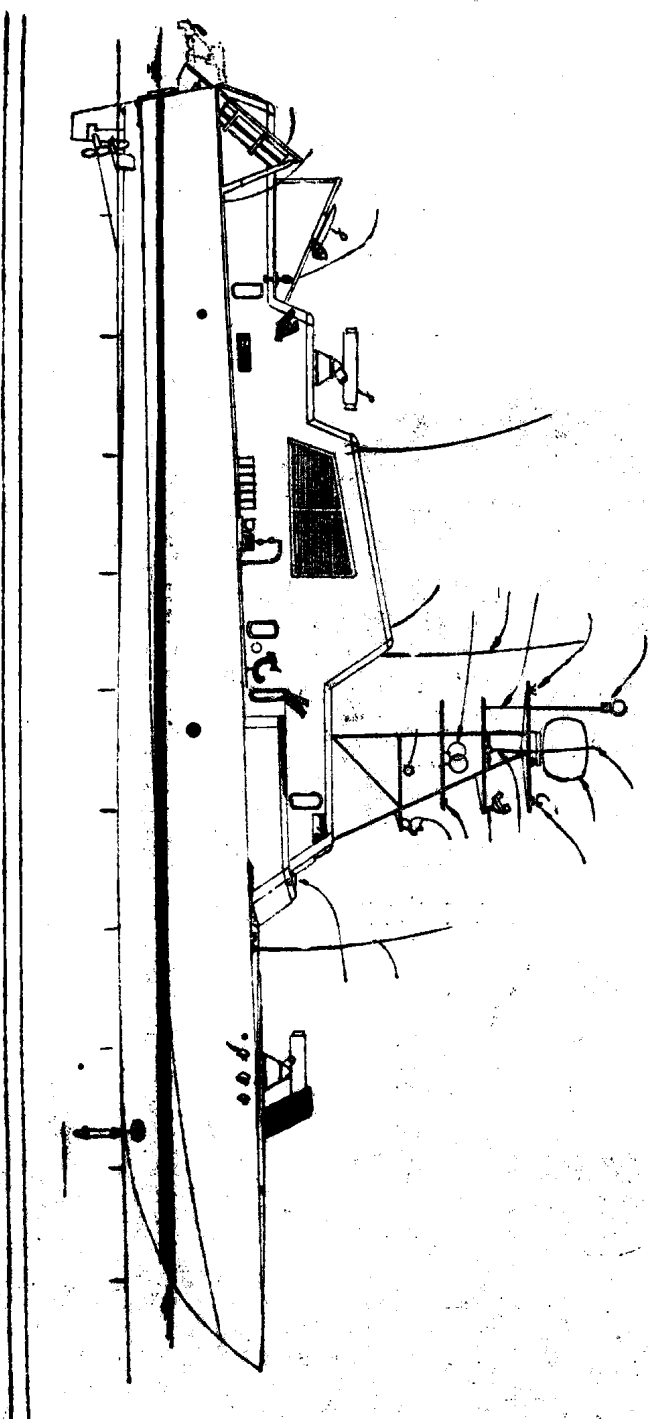


图4 1,100吨滑行艇的剖面图, 这种艇在高速时可减小波浪冲击影响

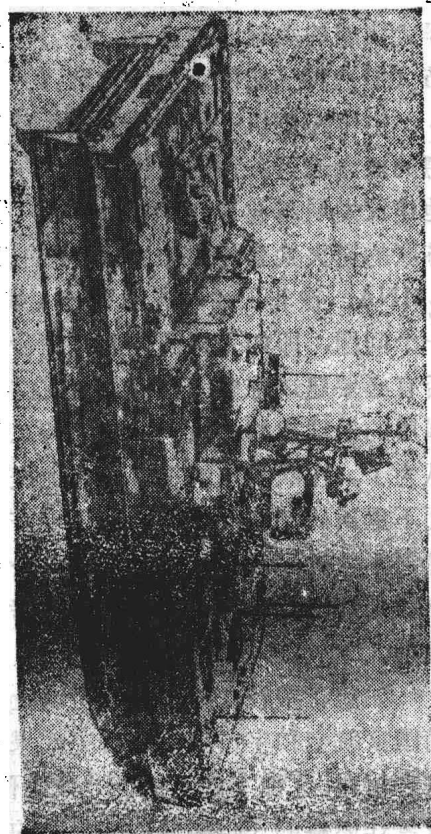


图5 罗厄海造公司的3,600吨表面效应反潜驱逐舰设想方案

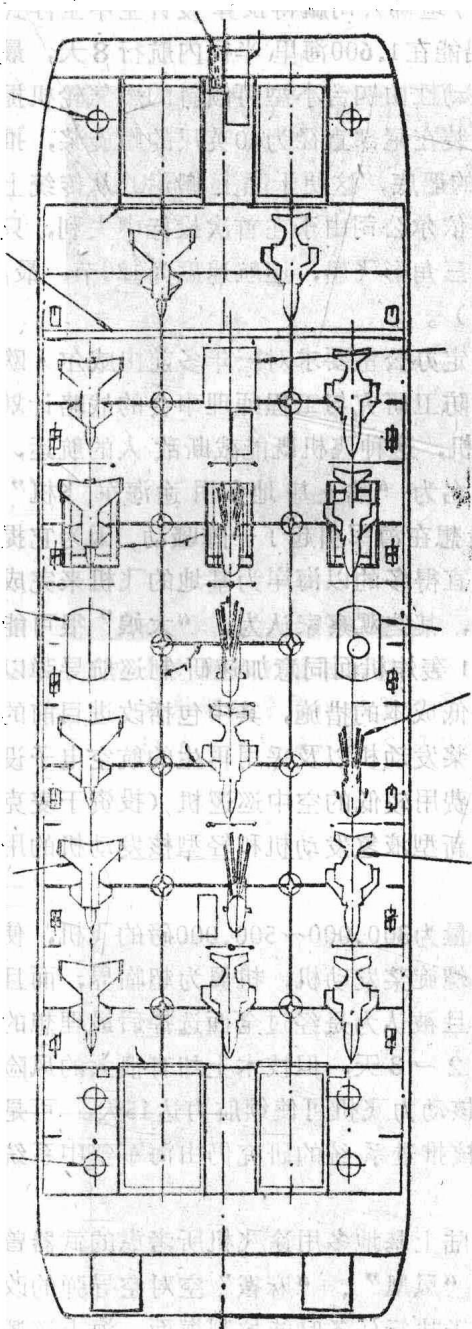


图6 洛克希德导弹和空间公司的表面效应航空母舰的甲板平面图

* 图中箭头所标之处均有文字或数字说明，由于原文模糊不清故未标出一编者。

比空气轻的飞船——比空气轻的飞船的很大优点就是一次能在空中停留好几天，而所需的动力要比续航力较短的飞机少得多。但这种飞船的不利之处是速度很慢，从而容易遭受敌人炮火的攻击。小型飞船还需要花费昂贵和复杂的地面操纵程序，但不及常规飞机和海军的超级航空母舰弹射系统的地面操纵程序昂贵和复杂。各种比空气轻的飞船都能使用新泽西州莱克赫斯特和加利福尼亚州摩费特阵地现有的飞船库，在这一有利条件下，海军先进运载工具概念鉴定办公室开始对飞船进行了研究。马丁/坦佛公司赢得投算设计空中全浮式比空气轻的飞船（85%强的升力由氦气所产生），飞船能在1,600海里半径内航行8天，最高速度80节、巡航速度50节、一般速度30节。飞船的机动性由四台小型可倾斜的燃气轮机提供，两台装在船首，两台装在船尾，双柴油机组驱动安装在尾部直径为40英尺的螺旋桨，推动飞船前进。长783英尺、可载35名乘员的飞船有平直的船底，这便于陆上搬运。从传统上看，在比空气轻的飞船的技术方面处于领先地位的古德依尔公司由于在首次投标中失利，只能进行半浮式飞船的关键问题设计。该公司提出了一种三角形飞船，巡航速度为120节，最高速度150节（但这种飞船的续航力比全浮式飞船低得多）。

空中巡逻机——海军先进运载工具概念鉴定办公室要求对一年多前由威尔·欧耐尔所设想的概念进行关键问题设计。威尔·欧耐尔是防卫研究与工程师理事会的战略计划制订者，他建议发展与波音707喷气客机大小相仿的飞机，这种飞机既能截断敌人的航运，又能反击苏联的逆火式轰炸机。欧耐尔的设想正式命名为“陆上基地多用途海军飞机”，缩写为LMNA，在非正式场合称为“大娘”。这一设想在海军引起了一阵骚动，因为它提出了这样一个问题，即如果相同的战斗使命可由成本便宜得多的以海岸为基地的飞机来完成的话，是否有必要建造许多大型核动力航空母舰。另外，某些观察家认为，“大娘”很可能是巡航导弹用的最理想的母机，这在卡特总统取消B-1轰炸机而同意加速研制巡航导弹以前就这样认为了。在欧耐尔的报告里，他提出了一些降低成本的措施，其中包括改进目前的飞机构架而不重新研制新的构架，利用现有的涡轮螺旋桨发动机以及采用再生的航空电子设备等。虽然海军先进运载工具概念鉴定办公室注意研究费用较低的空中巡逻机（投资于麦克唐纳·道格拉斯和洛克希德公司），可也考虑到了采用新型液氢发动机和轻型核发动机的用途更广的机型。

如想花费较少的成本，可以设计出一种重量为300,000~500,000磅的飞机，使用根据当前国家航空和宇宙航行局研究成果制造的涡轮螺旋桨发动机，机翼为超临界，而且广泛应用复合材料。这种飞机能执行一天的作战任务，而且被认为是经过全面选择后最理想的飞机。用液氢作燃料的飞机能使作战使命的续航力达到2~3天，但技术上却有很大的风险。最后，一架重量为120万磅、使用气冷涡轮通风机的核动力飞机可使续航力达15天，可是成本和技术上的风险是极多的。（然而对飞机的轻型核推进系统的研究仍由海军空中系统指挥部投资）。

空中巡逻机的研究重点不是武备。过去对陆上基地多用途飞机所考虑的武器曾有高能激光器、巡航导弹、攻击和侦察遥控运载器以及“凤凰”、“麻雀”空对空导弹的改进型等。

海上巡逻机——海上巡逻机的基本目的在于执行任务时能控制海面。海上巡逻机的概念已考虑好多年了，海军也考虑了一系列办法使飞机能在恶劣海况下保持稳定。正在研究中的措施有：（1）将巡逻机做得足够大，使其能在涌上顺利航行；（2）增加舷外浮体，使其能在波浪上航行；（3）在翼面下延伸一大型垂直吊架起，舵的作用。

两个公司参加了海军先进运载工具概念鉴定办公室的海上巡逻机的研究。乔治亚州的洛

克希德公司建议采用便于海面上航行的大型双体船结构(750,000磅)。加利福尼亚州的洛克希德公司设计了一种小型固定旋翼的飞机,它能从DD-963(“斯普鲁恩斯”级)驱逐舰上起飞,利用伸展的垂直吊架保持稳定,能在海上航行6小时之久。所取得的试验性的结论是:海上巡逻机重量增加的不利后果似乎已超出它所带来的任何好处。



图7 麦克唐纳·道格拉斯公司续航力较大的空中巡逻机正在发射巡航导弹,该型机用涡轮螺旋桨发动机推进,但以核动力涡轮通风机为动力的机型也在研究之中

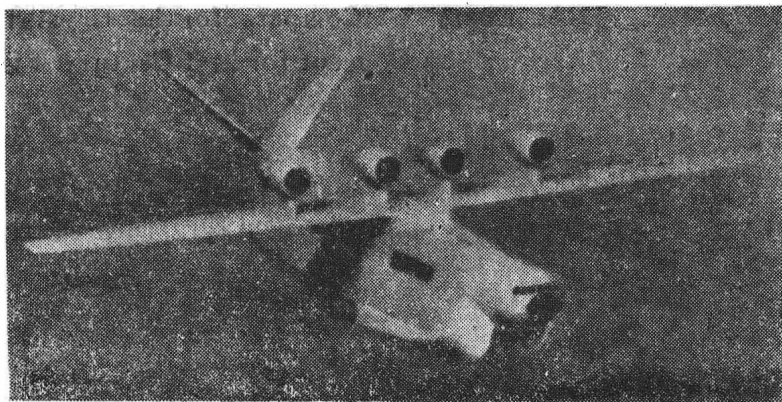


图8 洛克希德公司的大型海上巡逻机,采用双体船结构,重量为750,000磅

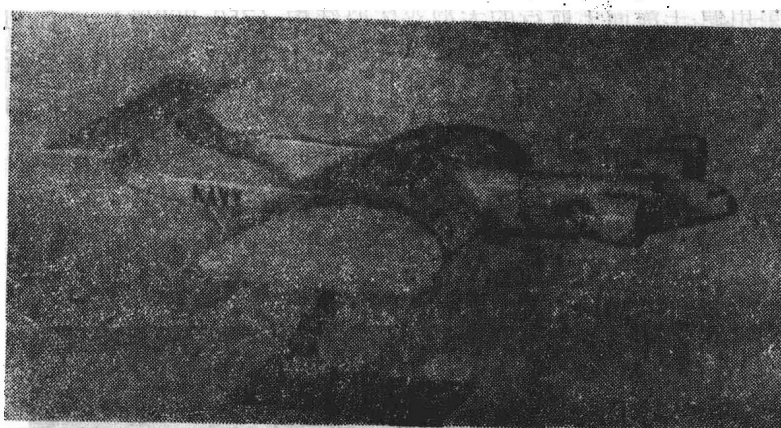


图9 洛克希德公司的地面效应翼艇概念；重量为一百万磅

为先进性播下的种子

海军先进运载工具概念鉴定办公室在巨大的研究计划中已完成了权衡各种技术得失的评定，预计了九类新型运载工具概念可能的费用，而且期待在一月初（如不提前的话）集中精力研究每种概念在军事上的应用。在向海军最高管理机构汇报其研究结果后，海军先进运载工具概念鉴定办公室将结束其工作。

要将任何新技术的设想反映在一月底送交国会的1979年财政年度的预算中已为时太迟了。可是海军先进运载工具概念鉴定办公室的研究结果期待可在明年夏天举行的“POM80”演习的海军作战中有所反应，由五角大楼和白宫管理和预算办公室提出的一系列客观的备忘录将规划出1980年财政年度的国防预算。

没有人（至少在海军先进运载工具概念鉴定办公室里）会期望任何新概念明天就会实施，可是在所有播下的种子里至少会有一些在下一世纪的海军中开花结果。

沈国雄 译自〔英〕《Hovering Craft & Hydrofoil》1978, Vol 17, No 8—9, P. 44—51; John Rhea: “A Compass for the Crystal Ball, Navy's ANVCE Office Studies Blue Sky Concept for 21st Century Fleet”; 陈风起校)

“库杜—II”号冲翼滑行艇的设计和性能

T·M·华德 H·F·哥尔寿 P·M·科克

摘 要

“库杜 I”号为一艘全长36英尺、宽13英尺冲翼滑行艇。该艇由两个滑行艇体组成，中间为一个翼形体所分隔。每一滑行艇体装备一台发动机，驱动一只割划水面螺旋桨。每一艇体容纳两名乘员。该艇两台发动机的总功率为1,300制动马力，能推进重量为11,900磅的艇，航速可达85节（98海里/小时）“库杜 I”号在公海上巡航时的速度超过69节即80哩/小时。

I 序 言

机翼表面应用到水面船舶以后，出现了若干种配置方案，均对艇的性能有重大的改进和提高。有一种方案为冲翼滑行艇，该艇的一个翼形体位于两个滑行艇体中间，以地效方式进行工作。

1973年库杜水上飞机公司即着手制定一个旨在设计、建造、试验和驾驶一艘适于在公海上高速航行的冲翼滑行艇。这艘艇就是在1974年7月下水的“库杜 I”号。图1中所示为该艇以80节（92哩/小时）航速作高速滑行时的航态。艇上安装了有关测试仪表，并记录了静水性能数据。该艇曾参加在海上的摩托艇比赛，并由此获得了有关航行经验。

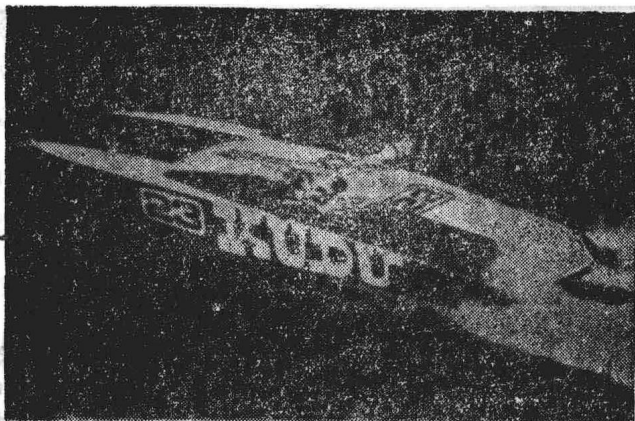


图1 “库杜 II”号冲翼滑行艇

“库杜 I”号以平均航速68.8节（79.2哩/小时）驶完了156海里航程，从而在1974年9月举行的旧金山海上摩托艇比赛中膺获第一名。该艇在若干航区内达到81节（93哩/小时）并能携带四名乘员以85节（98哩/小时）速度航行。兹将有关该艇的设计、性能，以及航行特性提供如下。

II 配置情况

如图2所示，“库杜 I”号艇基本上由二个较小的滑行艇体或“舷台”组成，中间为一翼形体所隔离。艇体全长（不包括尾部驱动装置）为34英尺，最大艇宽14英尺，静吃水2.8英尺。艇的重量和重心情况示于表1。

滑行艇体

每一艇体均作成对称的，其在尾板范围内的舷内横升角为 90° ，舷外横升角为 13° 。舷内侧采用了平滑的垂向侧壁，以减少溅沫产生和减小表面摩擦阻力。对滑行阻力和入水冲击负两者权衡得失后选用了 13° 的舷外横升角。

机翼

所选用的翼剖面示于图3。该剖面不是取自于现有的任何机翼剖面，而是进行了风洞试验后而选取的，风洞试验的目的是要获得相对于重心的纵摇力矩较小的机翼形状。机翼的下表面相对于龙骨所成的角度定为 5° 。

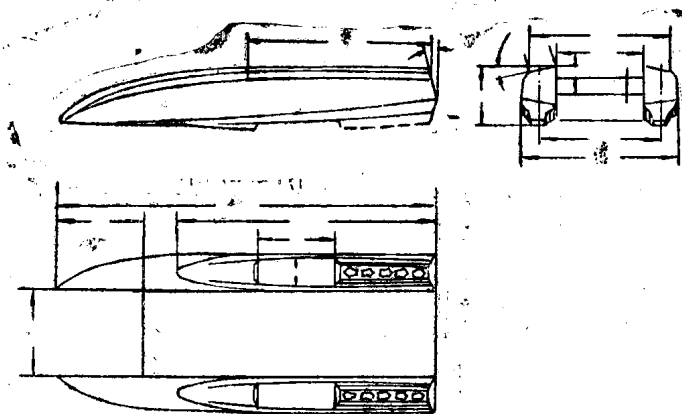


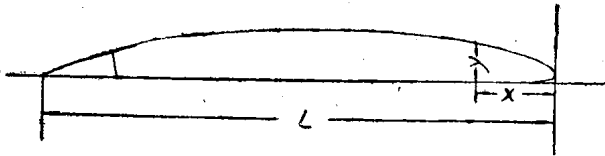
图2• 总配置图
重量和重心位置

表 1

I 总重		
项目	重量 (磅)	占总重%
艇体结构	5,630	44
设备	1,400	11
发动机	2,080	16
尾机驱动装置	720	6
燃油	2,000	16
乘员 (4人)	870	7
总重	12,700	100
II 重心位置		
水平方向: 自尾板向首 7.5 英尺或艇总长的22%处。		
垂直方向: 自龙骨向上2英尺或最大高度的51%处。		

尺寸:

弦长: 25.5英尺
翼展: 7.44英尺
面积: 189.7英尺²
展弦比: 0.29



机翼厚度	Y/L	Y ² /L
10	0.05	0.0025
20	0.10	0.0100
30	0.15	0.0225
40	0.20	0.0400
50	0.25	0.0625
60	0.30	0.0900
70	0.35	0.1225
80	0.40	0.1600
90	0.45	0.2025
100	0.50	0.2500

注:
1, Y测自 X—轴至上表面前缘半径 0.9% 长度
2, 下表面平直向尾 10% 点
3, 最大厚度位于 50% 长度处
4, 于 85% 长度处截顶

图3 机翼数据

* 图中箭头所标，由于原文不清未标出—编者。

III 结构

对结构负荷进行估算，而后设计一种能承受这些负荷的艇体结构。这已被确认为设计和研制该艇的关键性因素。

概念

“库杜 I”号具有一个半单壳艇体 (semi-monocoque hull)。艇的纵向弯曲载荷由组成滑行艇体侧壁的外壳板和大型纵向构件来承受。横向载荷主要由尾材和四个主肋骨支承。九根附加肋骨和一些不同间距的纵材组成了艇的结构。

最初的建造

最初，所有的肋骨，翼下表面和滑行艇体内壁均采用 bb01—T6 铝质蜂窝板建造。板厚 $3/4$ 英寸，具有 0.250 英寸和 0.125 英寸的窝心，面板厚为 0.040 英寸。滑行艇底、舷外侧、甲板以及机翼顶表面均采用船用胶合板制成。

由于载荷超过原设计值，以及面板与窝心间受海水污染出现脱层现象，故在艇尾 $1/4$ 处产生严重的结构损坏。1975 年 4 月又着手重新设计和制订了补充规划。

目前的结构

尽管在公开的文献中对载荷标准进行了大量而广泛的探讨，但仍无切实可行的资料可以沾用。作为容易受到水冲击的区域上的分布压力，本艇设计选用了保守的但还比较适宜的数值 100 磅/英寸²。对结构的损坏进行了分析，同时对载荷分布作了仔细的考虑，最后设计出的结构如图 4 所示。艇的尾板，发动机前的第一根整体肋骨，以及三根中间肋骨组成一个箱体，用以安置发动机，并支承了结构的平衡。尾板采用 1 英寸厚的 $0 \sim 90^\circ$ 的 14 层枫木胶合板制造，粘上 bb01—T6 铝质面板，厚度为 0.375 英寸。其后的四根肋骨（见图 4）为 0.5 英寸厚、倾斜 $\pm 45^\circ$ 、7 层枫木胶合桁材，并安上相同结构的 18 层顶材 (caps)。艇结构的其他部分均保持与原来相同。

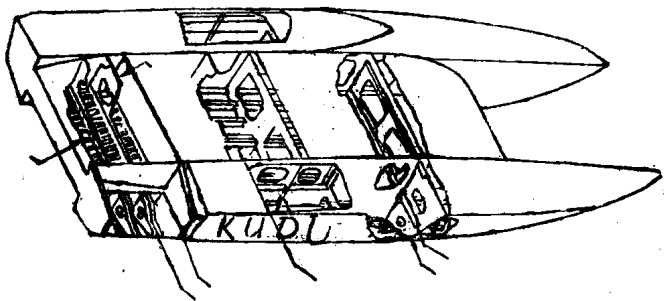


图 4* 艇的结构

直到现在为止，该艇主要结构均未经改动。偶而由于汹涌海浪的冲击，中间肋骨曾发生过局部损坏。

IV 推进装置

该艇由两台位于滑行艇体内的往复式内燃机推进。每台主机通过尾部驱动装置与割划水面的螺旋桨相连接。

主机

主机系根据 427 型雪佛莱牌 V—8 卡车发动机改装而成。改装后发动机的特性列于表 2。发动机的测力计曲线如图 5 所示。有关性能数据则列于表 3。

* 图中箭头所标，由于原文不清未标出—编者。

表2 发动机特性

气缸配置	V—8
缸径	4.31英寸
冲程	4.25英寸
气缸工作容积	496英寸 ³
压缩比	11.2:1
燃油	航空汽油
	100/130辛烷
吸气	自然吸气
点火	燃油喷射 火花点火
循环	四冲程
重量	1040磅

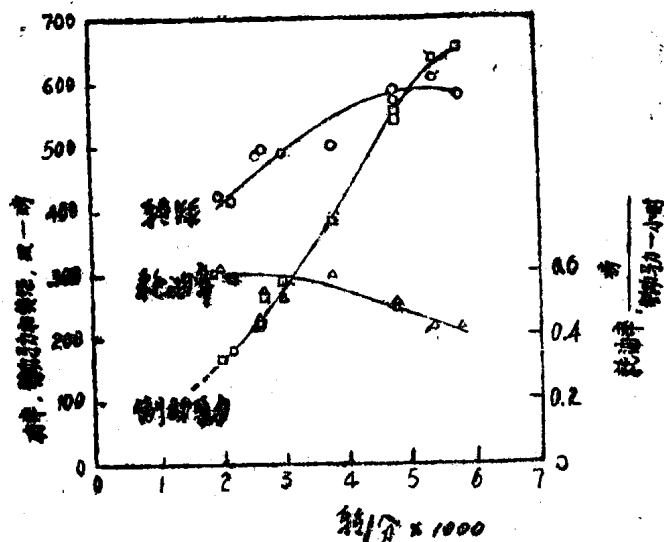


图5 全节流工况下的主机测力计曲线下垂点为双点

表3

主机性能数据 (取自测定值)

功率	635制动马力
轴转速	5,500转/分
转矩	606英尺-磅
制动平均有效压力	184磅/英寸 ²
制动马力/工作容积	1.28制动马力/英寸 ³
耗油率	0.43磅/制动马力-小时
单位重量	1.64磅/制动马力

主机传动装置

传动装置示于图6。每台主机与装有逆转装置的变速器相连接。变速器通过一个花键联轴节 (splined coupling) 与尾机驱动

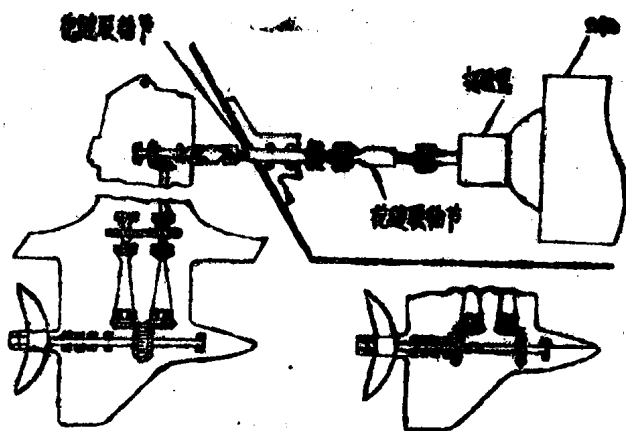


图6 传动装置 (不按比例)

装置相连接。花键联轴节的两端安有万向接头。该联轴节可使主机与尾机驱动装置之间产生相对运动。两台 Mercury 船用设备公司的“Mercruiser II Super Speedmaster”尾机驱动装置安于艇的尾板处。这种尾机驱动装置有可能在艇航行时使推力角进行改变。该装置的纵摇弧度为7°朝上直至14°向下 (相对于龙骨)。轴转速的减速比为1.33:1。变速器内不会产生轴速的变化。两台主机具有相同的转向。但是螺旋桨向舷外旋转。尾机驱动装置中的这种转动变化如图6所示。测力试验表明, 通过传动装置的功率损失不超过10%。