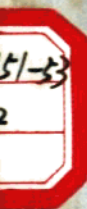


小水线面双体半潜船译文集

第 二 集



第六机械
工 业 部 第七研究院第七〇八研究所

一九七九年七月

按 语

1976年我们曾经编译了“半潜双体船译文集”,出版后引起了造船界的兴趣与重视。为了帮助有关同志进一步了解国外小水线面双体船的研究成果,我们又编译了最近美国公开发表的AD报告,定名为“小水线面双体半潜船译文集”(第二集),以资区别于其它的双体船。本文集的内容以小水线面双体船的流体动力,结构和自动控制等方面的论文为主,并介绍世界首制实船“凯马立诺”号的验证性试航结果,供广大科技人员参考之用。

参加本译文集译校工作的是第708研究所和第702研究所的有关同志,最后由第708研究所负责编辑出版。由于我们专业知识及外语水平有限,无论在选材与译述上都难免有不妥与错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

一九七八年九月

目 录

稳定半潜平台 SSP 凯马立诺号实船试航	(1)
小水线面船串列支柱阻力之研究	(25)
小水线面双体船各部件阻力的测定	(37)
SWATH-6A 在静水中和迎浪中的功率特性	(49)
2900 吨小水线面双体船的适航性	(59)
小水线面双体船模流体动力系数的试验和研究	(69)
小水线面双体船稳性和浮力标准	(96)
双体船桥体碰击的试验研究	(102)
半潜船纵向运动的自动控制系统	(126)

稳定半潜平台 SSP 凯马立诺号实船试航*

美国海军舰船研究和发展中心 R. J. 斯坦逊, J. A. 卡里奥**

引 言

稳定半潜平台 SSP 凯马立诺(Kaimalino)号是为美海军水下中心(NUC)设计和建造的,供它的夏威夷实验室使用。1970年3月 SSP 的设计在水下中心开始,并于1972年6月在马里兰州、柯蒂斯湾美海岸警备队船厂开工建造。

1972年在舰船研究和发展中心(DTNSRDC)设立的小水线面双体船设计办公室提出进行实船试航。SSP 是在海军水下中心行政管辖之下,由民职人员操作和驾驶的,到试航完成以后,移交给水下中心夏威夷实验室管理和使用。

凯马立诺号于1973年3月7日下水,1973年10月建成。1973年10月24—25日,1973年11月19日和1974年1月23日三次出厂做初步检验性试航。1974年2月12日凯马立诺号开到马里兰州、安那波利斯舰船研究发展中心实验室,那里是它静水试航的母港。在这里 SSP 于1974年2月19—20日进行了标定性试航(mapping trials)。1974年2月21日进行了单机速度——马立试航。1974年2月25日进行了瞬时响应试航。1974年2月27日,正企图进行附加项目时,右舷链条驱动系统发生了故障,继而机器出事。3月1日返回船厂修理。为确定可能引起链条驱动故障的原因,用左机进行了一系列振动航行。从1974年3月5日到8月对链条驱动系统进行了广泛改进和修理,并调换了右机。

修理以后,定于1974年9月9日进行检验性试航,然而由于主机出事,引起左舷失火,这次试验被取消。再次修船,更换左机。于1975年1月28日,SSP 被用船运至夏威夷瓦胡岛。自1975年2月中至1975年3月中 SSP 在夏威夷檀香山迪灵阿母船厂装配柴油辅助推进系统,并进行试航准备。1975年3月28日 SSP 由檀香山开往卡内奥赫湾——水下中心夏威夷实验室所在地。

1975年7月14日开始了在卡内奥赫湾水域的试航,继续到1975年7月23日,包括有回转试航、采用电子航迹仪的速度——马力试航、结构适航性试航、振动试航以及瞬时响应试航等。1975年7月28日 SSP 离开珍珠港海军船厂返回檀香山,以利用瓦胡岛巴勒斯点的测速场。途中与1640长吨(1660吨)远洋拖轮 USS TAWAKONI 同行,在莫洛凯海峡进行了适航性试验。

1975年7月30日在测速场进行了航速——马力试航,7月31日进行了适航性试航,8月1日进行了外加的瞬时响应试航,至此,实船试航全部完成。1975年8月4日凯马立诺号在迪灵阿母船厂进坞维护保养并拆除试航仪表。表1是 SSP 所试各航次摘要。

* 本文由“稳定半潜平台 SSP 凯马立诺号实船马力试航”及“稳定半潜平台(SSP 凯马立诺号)适航性试航”两篇报告合译而成。略有删节。

** 第一位是第一篇作者,第二位是第二篇作者。

表 1 试 验 航 次 摘 要

日 期	航 次 类 型	地 点	航 行 次 数
74.01.22	摄影	柯蒂斯湾	9
74.02.19	水下中心标定性试航	安那波利斯	6
74.02.20	"	"	24
74.02.21	单机速度——马力	"	10
74.02.25	瞬时响应	"	17
74.03.04*	振动	"	22
		1974 年小计	88
75.07.16	结构	卡内奥赫 (洋面)	5
75.07.16	速度马力	" "	3
75.07.16	回转圈	" "	2
75.07.16	光学跟踪	" "	2
75.07.18	速度——马力	" "	12
75.07.18	回转圈	" "	4
75.07.22	振动	" "	2
75.07.22	速度——马力	" "	2
75.07.22	适航性	" "	3
75.07.23	瞬时响应(包括从岸边拍摄电影)	" (海湾)	43
75.07.28	振动	由卡内奥赫到珍珠港途中	3
75.07.28	直升飞机摄影	由卡内奥赫到珍珠港途中	4
75.07.28	适航性	"	3
75.07.30	速度——马力	巴勃斯点	17
75.07.31	适航性	科科头	10
75.07.31	结构	科科头	1
75.08.01	瞬时响应	巴勃斯点	34
		1975 年小计	150
		合计	238

* 原文中误为 74.04.04——译者。

试 验 船 说 明

SSP 是每个片体有两个支柱的小水线面双体船。船和螺旋桨的主要数据列于表 2。图 1 示出 SSP 的详细尺寸。该船由两个平行的鱼雷状潜体组成, 潜体靠四个垂直的穿透水面的支柱支持水面上的桥体。两个可控鸭鳍位于下体艏部, 具有两个可控襟翼的全跨度稳定鳍位于下体艉部, 它们示于图 2*。该船装配了两个正反向可调螺距螺旋桨、两个舵, 在图 2 中露出了一个螺旋桨和一个舵。

* 图 2 照片不清, 略去——译注。

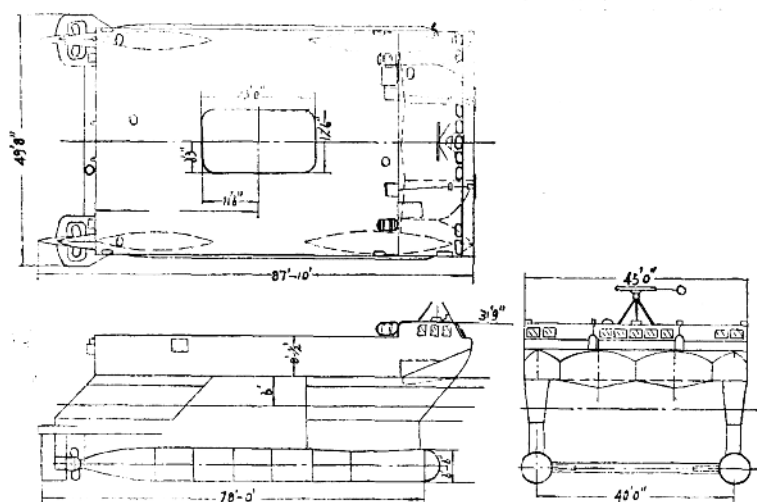


图 1 SSP 凯马立诺号尺度

表 2 船和螺旋桨主要特性
船的主尺度

全长	88.33 英尺	26.92 米
水下长度(由艏至舵的后缘)	81.25 英尺	24.76 米
最大宽度	49.66 英尺	15.14 米
排水量、咸水	190 长吨	193 吨
设计吃水	15.25 英尺	4.65 米
全高	51.75 英尺	9.68 米
甲板宽	45.00 英尺	13.72 米
下体直径	6.50 英尺	1.98 米
高——设计水线至甲板	14.50 英尺	4.42 米
甲板阱	23.0 英尺×12.5 英尺	7.01 米×3.81 米
下体中心距	40.00 英尺	12.19 米

螺旋桨特性		
威尔肯逊可调螺距螺旋桨		2 只
直径	78 英寸	1.981 米
螺距比		可变
每只螺旋桨叶数		4
旋转方向		右旋

这六个控制面是由驾驶室液压操纵的。两个舵一起联动，而鸭鳍及襟翼则可单个地动作。正反向可调螺距螺旋桨亦由驾驶室操纵，但螺距变化不是靠液压，而是靠机械方式来实现。

两台通用电气公司的 GE-T64 型燃气轮机推进，它们装在上体内通过四级的链条驱动系统拖动正反向可调螺距螺旋桨。每台主机的额定轴功率为 2100 马力(1566 千瓦)。另外，柴油机辅助推进系统亦可通过链条驱动系统拖动螺旋桨。辅助推进系统用于启航和机动，并能够在航行中

与燃气轮机并车。关于 SSP 的特性及设计情况的详细说明可参阅文献 1*。

试 航 准 备

船上仪表

试航测试仪表分四个方面：结构、适航性、振动和马力（包括电子航迹仪）。图 3* 示出了 SSP 舱室布置和这些测试仪表记录操作台各自的位置。各测试岗位与驾驶室控制之间建立有通信联络，以便协调和数据的聚集。图 4* 是三种不同测试仪表记录操作台组成情况。本报告着重介绍马力和航迹测试仪表及适航性仪表的情况。

马力和航迹仪示于图 5*，并在图 6 中以方块图作了说明。参照图 6，螺旋桨轴转速 RPM 是用与装在螺旋桨轴上的磁性齿轮靠近的电磁传感器测量的，该磁性信号变换为直流信号，通过检测装置由数字打印机记录。

扭矩仪安装在专配的螺旋桨短轴上，扭矩仪的卡环上装有线性可变差动变压器，用以测量螺旋桨轴的扭矩。载波放大系统为可变差动变压器励磁，并将可变差动变压器的输出信号解调为直流信号。该直流信号通过检测装置由数字打印机记录。舵角、襟翼角、鸭鳍角和螺旋桨螺距等参数取自船舶系统，由船舶系统得到的这些信号经过放大器、检测装置由数字记录器记录。航速用电磁计程仪测定，该计程仪安装在右舷前支柱外侧中央，下体之上约一英尺处。电磁计程仪以及船的罗经均发出 60 周同步信号按给定比例变换为直流信号、直流信号经检测装置供给数字记录器。

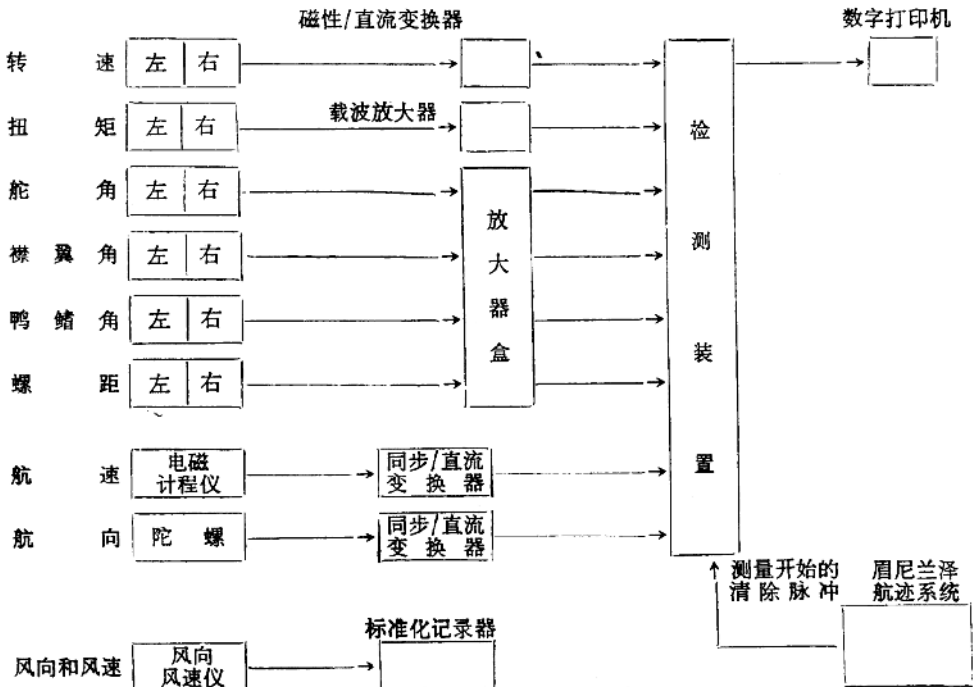


图 6 马力测试仪表方块图

* 1. Lang, T. G., J. D. Hightower and A. T. Strickland, Design and Development of the 190 Ton Stable Semisubmerged Platform (SSP).

Journal of Engineering for Industry, Trans. ASME November 1974.

** 图 3,4,5 不清晰，均略去——译注。

风速和风向由装在艏部驾驶室上方的风向风速仪测定，信号供给标准化记录器。SSP 的电子航迹测量用摩托罗拉·眉尼兰泽航迹系统执行。它由装在船上驾驶室后面的发射——接收机、设置在岸上的相隔一海里的两个应答台以及设在驾驶室内部的航迹系统仪表台组成。航迹系统的清除脉冲通到检测装置，它使检测装置及数字打印机同步启动。构成航迹的信息有：船到每个岸台的距离、船的航向及时间，这些由航迹系统的重要部分——数字打印机记录。

为了在切萨皮克湾试航，这套测试仪器组件曾在海岸警备队船厂装好。为了安全，SSP 运往夏威夷之前，将它们拆除了。在夏威夷试航之前重新在卡内奥赫湾装过。

适航性方面测量了波浪中的运动、加速度以及抨击压力等。表 3 列出了测试项目和传感器位置。纵、横摇角，前后移加速度、横漂加速度及垂向加速度均用位于中心面，前 24 号肋骨处的稳定平台测定。还在驾驶室（5 号肋骨）和中心阱左侧（35 号肋骨）测了垂向加速度。纵摇、横摇和艏摇的角速度是用位于稳定平台正左方的角速度陀螺测的。艏部相对运动用船前 3 英尺处超声位移传感器测定。桥体上的波浪抨击压力用应变膜片式压力传感器测量，其额定压力为 100 磅/英寸²，平直响应频率达 1000 赫兹，自然频率至少为 10,000 赫兹，足以测量抨击现象。波浪数据用自由浮标遥测供船上记录。

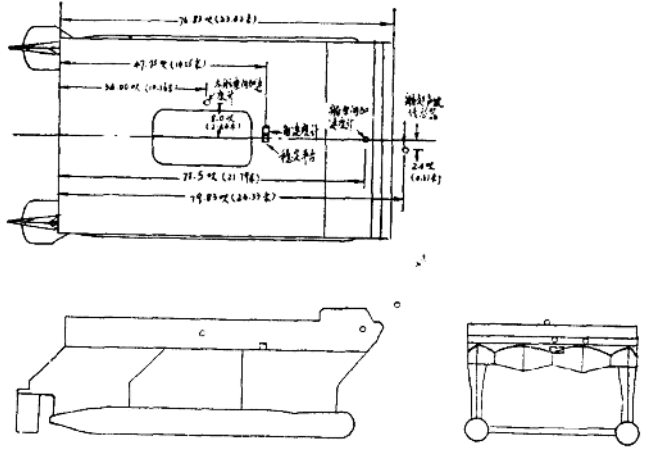


图 7 SSP 凯马立诺传感器

试验时，传感器信号被放大，按模拟方式记录在纸上（包括波浪抨击现象记录）和模拟磁带上，记录抨击的系统的平直响应频率达 1500 赫兹，对记录这种现象绰绰有余。

图 7 是运动和加速度传感器布置情况。图 8 是压力传感器分布情况。

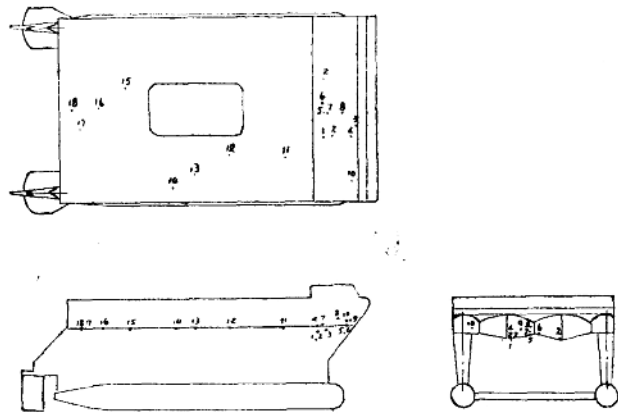


图 8 SSP 凯马立诺压力计位置

船 的 准 备

SPP的试航准备工作是在切萨皮克湾海岸警备队船厂进行的。准备工作包括有进坞清理并油漆船体的水下部分、测量螺距以及倾斜试验等。螺距测量是1973年8月9日进行的,当时标出螺旋桨毂全速前进位置螺距为100英寸(254厘米),另位,以及全倒位螺距为50英寸(127厘米)。还造了铝样板,潜水员用它能够在水中确定螺旋桨螺距。

1975年2月4日,海军舰船工程中心的代表在舰船研究发展中心的人员和船员的帮助下进行斜倾试验,排水量为184.5长吨(187.5吨)时测得船的稳心高(GM)为6.95英尺(2.12米)。

夏威夷试航时,根据初步马力试航测知污底严重,左鸭鳍端部失落,而且左舷螺旋桨导流防护板失落。请商业潜水公司用钢丝刷清理船体水下部分,更换螺旋桨导流防护板,拆除了几块妨碍螺旋桨的防护锌块。左鸭鳍没有修,但也没有察觉出这种不正常对SSP有显著的附加阻力。另外,对这部分试航,右桨锁定在前进位置上,潜水员用前述的样板测定的螺距为90英寸(229厘米),而左螺旋桨用全螺距时,潜水员记录的读数也是90英寸。整个夏威夷试航都是用90英寸名义螺距,不知其它螺距会否有更高的效率。

1975年8月1日在珍珠港进行了第二次倾斜试验。排水量193.75长吨(196.83吨)时,测定的初稳心高为5.52英尺(1.68米)。试验时,试航仪表都已就位,船上共有人员13名,这些与SSP的试验条件相符。这次试验结果包括在附录A中。

切萨皮克湾的试航程序和做法

说明一下,SSP是设计在控制面自控下航行的。而本试航报告仅涉及在一个航次中间为保持给定水平或纵倾航态而使控制面固定在某位置上不动的情况。

摄影试航

SSP的第一次试航是1974年1月22日在切萨皮克湾进行的一系列摄影航行。共计9个航次,用海岸警备队的41英尺(12.50米)艇作为摄影平台。五次是直线前进,名义航速为9、11、16、21和25节。它们是用船上未经校准的翼轮式计程仪测定的。一般每个航次为5分钟,届时,由海岸警备队艇上拍摄电影,包括支柱附近水流的特写镜头。其余四个航次仅用右机,名义航速为11节。包括的项目有用满舵左转弯;航行中鸭鳍周期性地全幅上、下偏转,靠船行进使船撞击水面;左右襟翼周期性偏转使艇左右摇摆以及用左右鸭鳍周期性偏转产生同样的横摇。这些试验航行全部从伴随艇上拍成电影归档,这就是水下中心影片SSP(DA-LHA-74~10)。

标定性试航

第二组是标定性试验,是1974年2月19—20日SSP离开玛利兰州安那波利斯舰船研究中心时在切萨皮克湾做的。由30个航次组成。表3是试航条件摘要,这次试航的目的是标定出船的运行参数:转数、螺距、鳍角、襟翼角和航速。为进行后续的试航确定最佳状态。

进行这些航行的程序是按名义航速、螺距和给定的纵倾调好鸭鳍和襟翼使船稳定航行在预先确定的航线上,而后采集数据两分钟。这些航次的航速、螺距情况如下:开双机,名义航速为10、15、20和25节,名义螺距为70英寸(178厘米)、80英寸(203厘米)和90英寸(229厘米);开右单机,名义航速为9节,螺距为50英寸(127厘米)、60英寸(152厘米)、70英寸(178厘米)及90英寸(229厘米);开左单机,螺距定为90英寸(229厘米),名义航速为6、7、8、9和10节。

航行中间采集的数据未收录在本文中。

表 3 试 航 条 件 摘 要

日 期	地 点	水 温		水 重 度	实际平 均风向 (度)	实际平 均风速 (节)	海 况	排 水 量		平均吃水	
		(度F)	(度C)					长吨, 咸水	吨	英尺	米
74.01.22	柯蒂斯湾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
74.02.19	安娜波利斯	—	—	—	—	18	1—2	186.4	189.4	15.15	4.62
74.02.20	"	—	—	—	—	—	2	193.4	196.5	15.50	4.71
74.02.21	"	42.0	5.6	1.0083	182	5	0	187.4	196.4	15.30	4.65
74.02.25	"	—	—	—	—	15	1	196.2	199.6	16.58	5.06
74.04.14	柯蒂斯湾	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
75.07.16	卡内奥赫(洋面)	77.0	25.0	1.0253	064	15	1	193.5	196.6	15.69	4.78
75.07.18	"	76.5	24.7	1.0253	082	15	1	193.0	196.1	15.62	4.76
75.07.22	"	77.5	25.3	1.0263	083	19	1—2	191.4	194.5	15.36	4.69
75.07.23	"	81.0	27.2	1.0248	084	10	0—1	191.7	194.8	15.42	4.70
75.07.28	莫洛凯海峡	77.0	25.0	1.0248	070	18	2	193.1	196.4	15.67	4.78
75.07.30	巴勃斯点	78.0	25.6	1.0243	078	14	1	193.1	196.2	15.64	4.77
75.07.31	科科头	77.5	25.3	1.0253	058	24	3	185.0	196.1	15.92	4.85
75.01.08	巴勃斯点	77.5	25.3	1.0253	—	—	1—2	193.7	196.8	15.73	4.79

单机速度-马力试航

单机速度-马力试航条件列于表 3。这次是 1974 年 2 月 21 日在切萨皮克湾肯特岛测速场进行的。总共跑了 10 次，一次用左机，其余 9 次用右机推进。为了排除浅水效应，船在足够 75—100 英尺(22.9—30.5 米)深的水中与测量标杆平行地航行。按预定的螺旋桨螺距、转速、保证水平航态的鳍角、襟翼角使船稳定地进入航线，当对准第一组标杆时开始测量，到对准第二组标杆测量结束。而后调转船头，用同样的螺距、转速、鳍角、襟翼角反向航行。每个航向开三次算完成一个序列、或三个合格点。

航行中记录螺旋桨螺距、转数、扭矩、鳍角、襟翼角、舵角、船的航向、通过两测量标杆用的时间、相对风速和风向等。后来知道，生产厂配备的螺旋桨轴扭矩仪——推进链条传动系统的主要部件——这次航行中失灵。最后用舰船研究中心制造的短轴状部件所代替，在它上面安装舰船研究中心的扭矩仪。单机试航未得到有效的扭矩或马力数据。

瞬时响应试航

切萨皮克湾瞬时响应试航是 1974 年 2 月 25 日在肯特岛附近进行的，共包括 17 个航次。名义航速为 14 节。两桨螺距均为 90 英寸(229 厘米)。第一个航次是验证对给定的航速、螺距，为实现水平航行所需要的控制角。得出当鳍角 +7°(后缘向下)、襟翼角 -12°(后缘向上)时可以满足，瞬时响应的残余为零态。其余 16 个航次包括有使船稳定在零态或其附近，在零态上、下变动控制面，并记录船对这些变化的响应。这些试航的详情将单独出报告。

振动试航

1974 年 4 月 4 日在上切萨皮克湾做了一系列振动试航。主要目的是通过推进系统各点上振动值的测定，确定前述链传动故障的原因。共做了 22 个航次，用左机航行，螺距为 47 英寸(119 厘米)和 80 英寸(203 厘米)两种。其中 20 个航次是不同转速下的直线前进，一般 5 分钟改变一

表 3a SSP 凯马立诺传感器位置

测 量 参 数	传 感 器	肋 骨 号	距中心面的距离 (英尺)
纵 摇	N 号 稳 定 平 台	24	在中心线上
横 摇			
升沉加速度			
前后移加速度			
横漂加速度	角速度陀螺	24	2(0.6)左舷
纵摇角速度			
横摇角速度			
艏摇角速度	超声波传感器	5	2(0.6)右舷
艏相对运动			
艏垂向加速度	加 速 度 计	35	在中心线上
左舷加速度			
P-1	压 力 计	11—12	8(2.4)左舷
P-2		11—12	7(2.1)右舷
P-3		9—10	7(2.1)左舷
P-4		5—6	7(2.1)右舷
P-5		11—12	7(2.1)右舷
P-6		11—12	1.3(0.4)右舷
P-7		10—11	1.3(0.4)左舷
P-8		7—8	1.2(0.4)右舷
P-9		4—5	1.2(0.4)右舷
P-10		5—6	4(1.2)右舷
P-11		18—19	17.8(5.4)右舷
P-12		29—30	12(3.7)右舷
P-13		36—37	11(3.4)右舷
P-14		40—41	16(4.0)右舷
P-15		49—50	19(5.8)右舷
P-16		54—55	4(1.2)左舷
P-17		58—59	在中心线上
P-18		59—60	5(1.5)右舷
			在中心线上

下转速,余下的两个航次是用 30° 舵角左、右回转。在各航次中记录振动值,并且用电视摄影机监视链传动系统。试航结果未包括在本文中,而由舰船研究中心振动室分开出报告。

夏威夷瓦胡岛试航程序和做法

振动试航

在推进系统经过改进以后水下中心请求舰船研究中心进行附加的振动试航。试航的目的是通过测量左推进轴上两个位置的扭应力的均值和变化,确定扭转振动量的容许程度。这组试航包括 1975 年 7 月 22 日离开卡内奥赫湾时做的两个航次以及 1975 年 7 月 28 日在莫洛凯海峡附近的三个航次。这两天的试航条件列于表 3。

其中四个航次是加速航行,即将左机转速从大约每分钟 200 转起,每次提高 10 转/分,一直增加到各种螺距下的最大值,螺距为 50 英寸(127 厘米)、60 英寸(152 厘米)、70 英寸(178 厘米)及 90 英寸(229 厘米)。航行中保持右轴螺距为 90 英寸(229 厘米)、转速约 240 转/分。最后一个航次包括用 10°、20° 和 30° 左舵和右舵,左、右回转 360°,双桨全螺距,转数约为 250 转/分。这些航次中记录的振动数据将另出报告。

结构试航

结构试航包括 6 个航次。1975 年 7 月 16 日离开卡内奥赫湾时做了 5 个,另一个是 1975 年 7 月 31 日在科科头火山口外面的洋面上做的。试航条件列于表 3。前 5 个航次用柴油机推进。大致状态是用舵能保持航向的最低航速,鳍与襟翼均处在使船水平航行的位置上。主浪在左舷。一般每个航次 15 分钟,包括横浪、艏斜浪、迎浪、艉斜浪、又重复横浪。这些航行中,结构数据从头记到尾,而功率数据仅记录当中的 5 分钟。用适航性小组提供的波浪浮标记录海浪,该浮标投掷在试航水域附近。在 7 月 31 日用相同的程序进行。用燃气轮机推进,左舷横浪航行。左机用最低空转速度而右机脱离推进轴线。结构试航的详细情况将另出报告。

适航性试航

SSP 的适航性试航包括有 10 个状态:迎浪、艏斜浪、横浪、艉斜浪和顺浪,航速约 9.5 节和 17.5 节,四级海况(有义波高约 6 英尺或 2 米)。每个航次采集实时数据约 30 分钟。另外,12 节迎浪、艏浪和横浪摄影航行时采集数据约 5 分钟。

与 SSP 其它类试航程序一致,每天试航之前将停泊的船压载到没有纵、横倾状态,然后记录吃水、水温和比重以确定船的排水量。表 3a 中示出了适航性试验那两天的船的状态。

每天试航之前,由伴随船将波高浮标布放在试航水域中心的预定位置。在整个采集数据的时间、浮标与船的相对位置都在甲板观测人员的监视之下。全部试航在至少为 600 英尺(183 米)深的水域进行。

在每个航次的准备阶段,船按要求的航速稳定在航线上,船的航线与主浪向形成固定的航向角,由甲板上观测确定,船上的风向风速仪指风向。一旦调好航向和航速,进入航行测试段,记录约 30 分钟数据。每个航次中间,均不变动控制面和推进参数,但有二次例外,当时螺旋桨开始出水,气轮机限速器使其转数自动下降。

适航性试航主要进行了两次,一次是 1975 年 7 月 28 日返回珍珠港时在莫洛凯海峡,另一次是 1975 年 7 月 31 日在科科头火山口外面进行的。此外,1975 年 7 月 28 日与 1640 长吨(1660 吨)远洋拖轮 USS TAWAKONI 同航时,从直升飞机上拍摄了这两艘船运动的电影,以获得两艘船运动比较的直观记录。

瞬时响应试航

瞬时响应试航包括 1975 年 7 月 23 日在夏威夷卡内奥赫湾做的 43 个航次和 1975 年 8 月 1 日在夏威夷巴勃斯点附近洋面上做的 34 个航次。卡内奥赫湾的名义速度为 14 节,而在巴勃斯点有 14 节和 18 节两种航速。试航程序是先使船稳定在近水平航态,而后开航并按预定的时间偏转控制面,使船明显地摇动。记录船对预定偏转的响应。在卡内奥赫湾试航时,从岸上拍摄了船的电影。试航详情将另出报告。

速度和马力试航

速度-马力试航是 1975 年 7 月 18—22 日离开卡内奥赫湾时和 1975 年 7 月 30 日在巴勃斯点做的。7 月 18 日的试航包括 12 个航次,是用电子航迹仪做的。7 月 22 日的试航包括开阔的洋

面上进行的两个航次，7月30日试航包括巴勃斯点测速场做的17个航次。这些航次的试航条件列于表3。

用电子航迹仪试航的程序是使船稳定在与岸上设置的电子应答机平行的航线上，一经达到所述状态，发出准备信号，30秒钟后下达执行指令，2分钟后一个航次结束。在2分钟的航行中每隔10秒钟记录一次螺旋桨轴转速，螺旋桨轴扭矩，螺距、鳍角、襟翼角、舵角、船的航向和计程仪航速。另外，还用电子航迹仪测航速和航向，用风向风速仪测相对风速和风向。要开三个合格点，平均数据采用“平均的平均”以避免潮流影响。

7月22日在开阔的洋面上做的二个航次是重复用电子航迹仪做的航行状态。做了两个反方向航行。在二分钟内，每10秒钟采集一次数据。这次试航的目的是确定清洁船体对改善船的性能的作用。如前所述，结果再次清底和修理，并且在巴勃斯点做了进一步的速度-马力试航。

巴勃斯点的试航程序与用电子航迹仪试航时相同，仅实际航行时间随名义速度而变化。当船通过航线两端测速标杆时开始和终止测量。同前所述，每10秒钟采集一次数据。另外，航行中校准了船上的电磁计程仪。

回转试航

回转试航包括1975年7月16日做的二个航次和1975年7月18日离开卡内奥赫湾时做的4个航次，试航条件列于表3。这次试航用电子航迹仪测量。其程序是按预定的进入速度将船稳定在与电子应答机平行的航线上，控制面置在保持水平航行的位置上。用电子仪器跟踪船，在进程上开90秒钟，到时发出操舵指令，按预定舵角转舵，并保持舵角不变，电子仪器跟踪船转540度，一个航次结束。航行中间，用电子航迹仪测定进入速度、回转速度、航向和位置，从头至尾每隔10秒钟采集一次舵角、螺距、鳍角、襟翼角及螺旋桨转速等数据。除此之外，1975年7月16日在卡内奥赫湾用水下中心的光学跟踪法试了两个航次。目的是必要时证明一下跟踪船舶的可行方法。本文没有介绍这些数据。

结果介绍和讨论

速度-马力试航

速度-马力试航结果列于表4、5*和6*，并用图表示在图9和图10中。表4中介绍了切萨皮克湾单机航行的航速转速数据。如前所述，没有有效的扭矩数据。航速为8.55节和6.69节的两组是三个合格点平均（平均的平均），而5节的是两点平均。还给出了两个单航次合格点9.48节及8.36节。可以看出，在这种运行下，甚至随动轴螺距为零，其转速仍高达104转/分。航速超过6.34节后，随动轴转速与航速无关。左、右单机航行结果相似，左单机航行达到的最大速度为9.48节、转速268转/分、螺距89英寸（226厘米）。

表5和图9给出巴勃斯点测速场之速度-马力数据。图9绘出螺旋桨轴转速和发出马力及速度(节)的关系。这些是三次的平均值。7节者例外，是二次的平均值。如表5中可以看到，达到的最高速度为19.08节，平均转速为307.8转/分，总轴马力为2936马力（2189千瓦）。这个工况相当于额定马力的70%，螺旋桨轴扭矩略大于额定值的75%。这是由于受为测轴扭矩而装的短轴部件的实际尺寸的限制。将图9的马力曲线外延到额定功率4200SHP（3132千瓦），得到

* 表5、6不清晰，略去——译注。

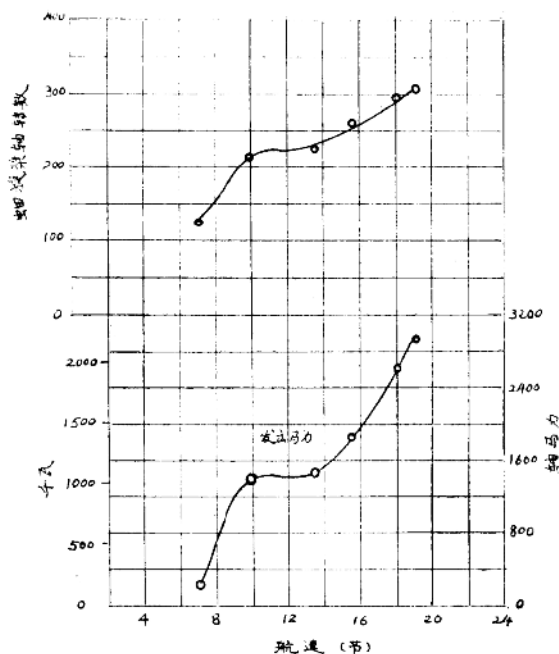


图 9 双机速度-马力试航结果

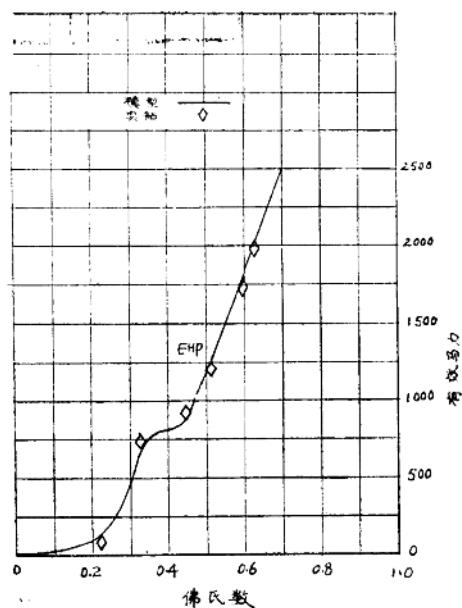


图 10 实船与模型结果比较

船的近似速度为 23 节。在图 9 中还可以看到在 10 节左右出现波阻峰。在这个区域功率仅增加 50 马力 (37 千瓦) 航速就可增加三节半, 达到 13.46 节。

图 10 中按佛氏数绘出了 1972 年舰船研究中心试的 11 英尺 SSP 模型的有效马力。佛氏数定义为

$$Fn = V / \sqrt{gL}$$

表 4 单机速度和转速数据

航次编号	转/分	左		右		推进器螺距 英寸 厘米	转/分	右		左		推进器螺距 英寸 厘米	航速 节
		鳍角* 度	襟翼角 度	鳍角* 度	襟翼角* 度			鳍角* 度	襟翼角 度				
1160 N	268	+ 2.9	+ 0.4	89	226	91	+ 5.5	+4.0	0	0	9.48		
1161 S	97	+10.2	- 7.6	0	0	226	+12.7	- 0.8	86	218	8.34		
1170 N	85	+10.3	- 8.3	0	0	226	+12.6	0	86	218	8.72		
1180 S	96	+10.3	- 8.3	0	0	<u>227</u> 226	+12.7	0	88	224	<u>8.43</u> 8.55		
1190 N	90	+10.2	- 9.9	0	0	154	+12.5	- 1.3	86	218	7.00		
1200 S	96	+10.3	- 9.9	0	0	153	+12.8	- 1.3	87	221	6.34		
1210 N	104	+10.2	-10.0	0	0	<u>153</u> 153	+12.8	- 1.3	87	221	<u>7.08</u> 6.69		
1162 S	94	+ 7.0	-10.4	0	0	237	+10.0	- 0.8	86	218	8.36		
1220 N	88	+10.2	-10.4	0	0	100	+14.5	- 0.8	87	221	5.60		
1230 S	60	+10.4	-10.4	0	0	<u>99</u> 100	+14.6	- 0.8	87	221	<u>4.40</u> 5.00		

* +后缘向下 -后缘向上。

其中: V = 航速(英尺/秒), g = 重力加速度(英尺/秒²), L = 船长(英尺)。

这个曲线是根据设计排水量为 190 长吨(咸水)(193 吨)的模型数据绘制的。这里给出的模型数据是对 SSP 各不同形状的部件采用了不同的换算方法而得到的。因为模型与实船的线性缩尺较小, 所以相关补贴 $\Delta C_p = 0$ 。

在这个曲线上加上了图 9 中的实船数据, 速度按 80 英尺(24.38 米)船长化为无因次的佛氏数。根据模型试验得到的设计排水量时推进效率与佛氏数的关系, 轴马力数据与有效马力很符合。在图 10 中可看出, 实船数据与模型预报非常吻合。

表 6 给出离开卡内奥赫湾时用电子航迹仪测得的航速马力数据。如前所述, 船体污底严重, 而且在试航中螺旋桨导流板失落了。结果为了达到给定的速度需要的马力比预计大大增加。船员自己清除污底, 并重做了表 6 中的 1250W 和 1260E 两个航次, 与 1070 至 1090 各航次相比, 表明略有改善。因此请工厂清底, 并更换导流板, 除掉几块螺旋桨防护锌。没有用图记录污底情况, 因为认为它对船的性能没有什么代表意义。

回转试航

表 7 给出回转圈的数据。图 11 示出用于说明回转操纵的测度。给出的数据是用电子航迹仪测定的船按图 11 航行和回转过程中的位置。该数据对风和流引起的漂移作了修正。表 7 所列数据表明, 该船用左舵回转比右舵回转直径小, 性能略好。还可看出, 回转直径随航速增加而增大, 或者说, 随航速增加舵角可减小。这是可以预料的。回转直径的量级为 10~12 倍船长。当回转前的速度为 5.6 节时回转时航速降低约一节, 而进入回转前的速度为 14.5 节时降速达 5.5 节。

浊涛中马力数据

表 8 中给出三级浪中试航取得的马力数据。该数据是在顺浪、迎浪和横浪航行时当中的五分钟采集的。从表中可以看出, 顺浪航速损失达 6.6 节, 迎浪下跌 1 节, 横浪约 2.1 节。

每个航次的平均速度由每隔 10 秒钟采集的平均值确定。这里用了巴勃斯点计程仪校验所确定的修正量。对修正后的速度从图 9 读取静水马力。由航行中测得的平均马力与图 9 比较确定马力增加百分比(波浪高于静水)。算出迎浪和顺浪二点的平均值, 并将实测马力与这个速度的静水马力作了比较。表明功率增加 6.76%。全部三个航次的平均值与静水比较表明马力增加为 5.3%。

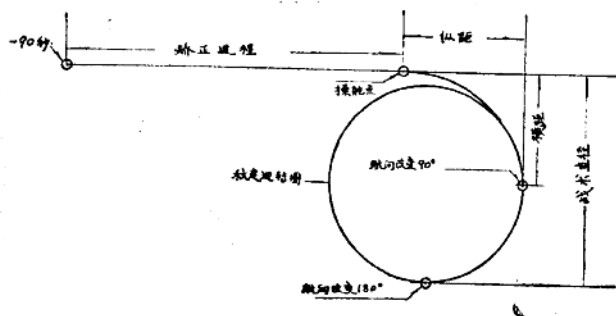


图 11 回转圈测量示意图

表 7 回 转 数 据

试次 编号	进 度	舵 角	平均 螺 距		平均鳍 角*	平均襟翼 角*	纵 距		横 距		战术直径		回转速 度	平均名 义转数
	(节)	(度)	(英寸)	(厘米)	(度)	(度)	(英寸)	(米)	(英寸)	(米)	(英寸)	(米)	(节)	
2060	5.59	30L	90	229	+10	-5	150	137	160	146	287	262	4.73	94.8
2060	5.61	30R	90	229	+10	-5	163	149	175	160	312	265	4.83	95.3
2011	14.34	30L	90	229	+6	-7	178	163	162	148	310	283	10.02	244.4
2030	14.50	30R	90	229	+7	-6	175	160	169	155	323	295	9.01	246.6
2030	13.82	20R	90	229	+7	-9	223	204	212	194	358	327	11.49	241.7

* 后缘向下 - 后缘向上

表 8 波 浪 马 力 数 据

航次 编号 和类 型	扭矩(英尺磅)		扭矩(牛顿米)		(转速)			(轴马力)			(千瓦)			航行 最高 速度	航行 最低 速度	航行 平均 速度	修正 后速 度*
	左	右	左	右	左	右	平均	左	右	总	左	右	总				
4091 顺浪	22,230	20,480	30,150	27,770	279.8	283.3	281.6	1184	1105	2289	883	824	1707	20.20	13.61	15.77	16.40
4100 迎浪	23,200	21,520	31,460	29,170	289.2	286.6	287.9	1277	1174	2451	952	876	1828	16.93	15.89	16.41	17.10
4130 横浪	23,660	22,280	32,090	30,220	297.0	294.5	295.8	1338	1250	2588	998	932	1930	18	16.02	16.94	17.75

标准马力数据

(4091)
顺浪 36.40 节 SHP=21204100
迎浪 17.10 节 SHP=23204130
横浪 17.75 节 SHP=2520

顺浪二点平均

$$\text{Avg V}_k = \frac{16.4 + 17.1}{2} = 16.75$$

$$\text{Avg SHP} = \frac{2289 + 2451}{2} = 2370$$

V 16.75 节 标准=2220

迎浪、顺浪和横浪三点平均

$$\text{Avg V}_k = \frac{16.4 + 17.1 + 17.75}{3} = 17.08$$

$$\text{Avg SHP} = \frac{2289 + 2451 + 2588}{3} = 2443$$

V 17.08 标准 SHP=2320

迎浪中马力增加百分比

$$\text{增加}\% = \frac{2289 - 2120}{2120} = 7.97\%$$

$$\text{增加}\% = \frac{2451 - 2320}{2320} = 5.65\%$$

$$\text{增加}\% = \frac{2588 - 2520}{2520} = 2.70\%$$

$$\text{二点平均增加}\% = \frac{2370 - 2220}{2220} = 6.76\%$$

$$\text{三点平均增加}\% = \frac{2443 - 2320}{2320} = 5.30\%$$

* 速度修正取自静水测量海里计程仪校验

表 9 SSP 凯马立诺适航性试航表

试航日期	试航水域	平均航向	航速 节	有义波高 英尺(米)	航次编号	平均纵倾角 度, 艏向上 为+	平均横倾角 度, 左舷向 上为+	平均鸭偏角 度, 后缘向 下为+	平均襟翼角
1975.7.28	莫洛凯	迎浪	12.86	5.82(1.77)	照片 1	+0.10	+0.78	+7.40	-3.90
		船斜浪	12.10	6.08(1.85)	照片 2	+0.28	+0.70	+7.40	-5.50
		横浪	12.75	6.28(1.91)	照片 3	+1.25	+0.40	+7.30	-5.40
		迎浪	9.39	5.89(1.80)	4040	+0.16	-0.01	+7.30	-4.00
		舰斜浪	9.82	5.56(1.69)	4050	+0.16	+0.54	+7.20	+3.80
		横浪	9.60	5.23(1.59)	4060	+0.08	-0.61	+7.10	+3.80
1975.7.31	科科头	顺浪	10.10	5.62(1.71)	4070	-0.27	-0.10	+5.60	+5.90
		船斜浪	9.69	5.82(1.77)	4080	-0.08	-1.08	+5.60	+5.60
		舰斜浪	17.41	5.55(1.69)	4090	-0.40	-0.35	+5.60	+5.60
		舰斜浪	16.34	5.58(1.70)	4091	+1.37	+0.54	+5.60	+0.05
		迎浪	16.41	5.33(1.62)	4100	+0.43	+1.15	+5.60	+3.60
		舰斜浪	17.41	5.81(1.77)	4110	+0.78	+0.83	+5.60	+3.70
		舰斜浪	16.30	5.41(1.67)	4111	-0.57	+0.20	+5.60	-3.70
		船斜浪	16.63		4120	+0.53	+2.27	+5.60	+3.70
		横浪	16.96		4130	+0.54	+1.84	+5.60	+3.70
		横浪	16.94		4140	+0.82	-0.19	+5.60	+3.80

适航性试航

对试航中获得的运动数据进行了频率域和时域分析。得出平均值、功率谱、直方图、傅立叶

莫洛凯海峡定主海浪谱

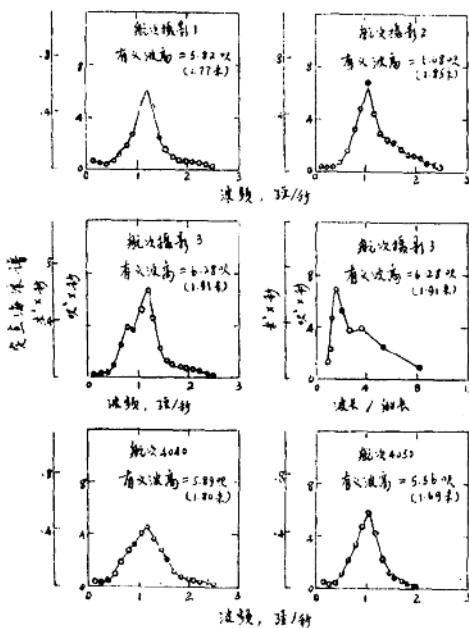


图 12 莫洛凯海峡测定的定点海浪谱

变换以及时间过程的统计信息。本报告中介绍的数据有船舶运动和加速度如艏部相对运动和纵、横摇等的有义双振幅(峰至峰1/3最大值的平均)。在船舶、稳定平台上以及中心阱的左边测量了有义垂向加速度。这些位置上的垂向绝对运动是用加速度响应谱的两次积分计算的。它们是船舶位移、升沉位移和左舷位移。横漂和前后移有义加速度以及纵、横摇角、艏摇角位移是在平台上测量的。抨击压力数据用手工方法从记录纸上读出,以抨击频率和抨击压力直方图形式给出。表9列出各航次平均航向、速度、纵、横摇角以及控制面角度。

图12和13给出适航性试验第一天和第二天的定点海浪谱。这些资料表明,有义波高略大于5英尺(1.5米),测量浪高的水域比试航水域更靠近岸边。根据目测,试航水域有义波高接近6~7英尺(2米),而且海浪单向性极好,在莫洛凯海峡比科科头外面更好。编号为摄影3航次中采集的海浪数据还按波长/船长比 λ/L 给出(图12)。