



指导性文件
JCG/Z010-96

中华人民共和国船舶检验局

船舶倾斜试验与静水横摇 试验实施指南

1996

中华人民共和国船舶检验局
船规字[1996]458号文批准

北 京

目 录

第 1 章 倾斜试验

1. 一般规定	(1)
1.1 适用范围	(1)
1.2 试验目的与要求	(1)
1.3 试验原理	(1)
2. 试验前的准备工作	(2)
2.1 试验环境与系泊条件	(2)
2.2 试验移动重量	(3)
2.3 挂锤、U 型管测量装置及其他测量	(6)
2.4 液舱及自由液面	(9)
2.5 试验时船舶状态	(9)
2.6 试验所需图纸	(10)
3. 倾斜试验步骤	(10)
3.1 全船检查	(11)
3.2 测量船舶吃水和舷外水的重量密度	(11)
3.3 倾斜试验	(11)
4. 倾斜试验报告	(18)
4.1 数据整理	(18)
4.2 倾斜试验报告	(18)

第 2 章 静水横摇试验

1. 一般规定	(19)
2. 试验环境条件与船舶状态	(19)

3. 静水横摇试验	(19)
4. 初稳性高度的确定	(20)

附录:

表 1 倾斜试验环境条件与系泊状态记录表	(22)
表 2 试验时船舶吃水记录表	(23)
表 3 试验移动重量及测试仪器布置表	(24)
表 4. a 移动重量为 6 组的倾侧力矩表	(25)
表 4. b 移动重量为 4 组的倾侧力矩表	(26)
表 5 试验时船上多余物件表	(27)
表 6 试验时船上不足物件表	(28)
表 7 需重新定位物件表	(29)
表 8 挂锤线偏移位置测量记录表	(30)
表 9 U 型管测量装置液位测量记录表	(31)
表 10 纵倾状态下排水体积、浮心坐标及水线面惯性矩的 计算(供笔算参考)	(32)
表 11 试验状态下船舶排水量、浮心坐标及横稳心坐标 的确定	(33)
表 12 液舱装载及自由液面表	(34)
表 13 测量数据平均值和初稳性高度计算表	(35)
表 14 试验误差检查图	(36)
表 15 试验状态船舶有关参数表	(37)
表 16 空船排水量及重心位置计算表	(38)

第 1 章 倾斜试验

1. 一般规定

1.1 适用范围

除中华人民共和国船舶检验局(以下简称本局)另有规定外,船舶倾斜试验与静水横摇试验实施指南(以下简称本指南)适用于悬挂中华人民共和国国旗的民用海船与内河船舶。这些船舶应按本指南的规定进行倾斜试验。

1.2 试验目的与要求

1.2.1 倾斜试验的目的在于确定空船的实际排水量及其重心的实际位置。

1.2.2 空船系指处于可正常航行的船舶,但没有装载船用消耗备品、物料、货物、船员和行李,且除机械和管系液体(如处于工作状态的润滑油和液体油)外,没有任何其他液体。

1.2.3 倾斜试验应按本指南规定的要求进行,并应将所有试验测量数据与最终得出的空船排水量及其重心位置按本指南规定的格式编制成倾斜试验报告,提交本局批准。

1.3 试验原理

1.3.1 倾斜试验是通过移动船上的某些已知重量,使船舶产生一个较小的横倾角,按照船舶静力学的基本原理,由测量数据算出空船的排水量及其重心位置。

1.3.2 试验状态下船舶的重心位置由下式决定:

$$GM = W \cdot Y / \Delta \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$X_G = X_B + (Z_G - Z_B) \operatorname{tg} \psi$$

$$Z_G = KM - GM \cos \psi$$

式中: GM —— 试验状态下船舶的初稳性高度, m ;

W —— 试验中移动的重量, t ;

Y —— 重量横向移动的距离(向右舷移动为正), m ;

Δ —— 试验状态下船舶的排水量, t ;

θ —— 试验测得的横倾角(右倾为正), $^\circ$;

X_G —— 试验状态下船舶的重心纵向坐标(船中前为正), m ;

X_B —— 试验状态下船舶的浮心纵向坐标(船中前为正), m ;

Z_G —— 试验状态下船舶的重心垂向坐标, m ;

Z_B —— 试验状态下船舶的浮心垂向坐标, m ;

ψ —— 试验状态下船舶的纵倾角(船尾倾为正), $^\circ$;

KM —— 试验状态下船舶的横稳心垂向坐标, m 。

2. 试验前的准备工作

2.1 试验环境与系泊条件

2.1.1 试验应在平静的、风力不大于蒲氏 2 级的天气条件下进行。如满足这些条件确有困难时,经验船师同意,也可在风力不大于蒲氏 3 级的天气条件下进行。

2.1.2 试验应尽量安排在船坞内进行,或安排在平静、不受外来干扰的围蔽水域(浪级不超过 2 级)内进行。如受客观条件限制,经验船师同意也可在有潮流的水域内进行倾斜试验;但应尽量安排在平潮时进行,且船首应正对流向。

2.1.3 船舶四周及船底应留有充分的水空间,保证船舶在试验过程中能不受潮汐及船舶纵倾的影响而处于自由浮动与自由横倾状态,不触及任何障碍物。

2.1.4 船舶系泊缆绳应有足够的长度,并应系于中纵剖面内,当船舶首尾系缆时,缆绳应尽量系于靠近水线面处。如仅在船首或船尾系缆,缆绳可系于甲板上的系缆桩或系索耳上,且应从船首、尾导

缆孔中穿出。试验过程中读数时,系缆绳必须松弛,以保证船舶能自由浮动与自由横倾。

2.1.5 所有通行跳板、电缆、软管等接岸物件应拆除,以保证船舶能自由浮动与自由横倾。

2.2 试验移动重量

2.2.1 试验所用移动重量应能使船舶在试验状态下每舷最大产生 $2\sim 4^\circ$ 的横倾角。如受船型或条件限制,要达到该要求有困难时,经验船师同意可适当放宽,但每舷最大横倾角一般应不小于 1° 。

2.2.2 试验移动重量一般应布置成移动力矩相近的 6 组(参见图 2.2.2(1))。如受条件限制,经验船师同意也可分为 4 组(参见图 2.2.2(2))。如船型较特殊,经验船师同意,移动重量分组可另行考虑。试验移动重量应尽量靠舷侧边放置,并避免造成甲板过载。试验移动重量的位置应在船上划定。

2.2.3 用于试验的移动重量块一般采用铸铁块、钢锭或水泥块等外形规则的重物,应在尽可能接近试验前进行称重、标定,并经验船师认可。称重仪器必须具有衡器法定检验部门的有效检验合格证书。

2.2.4 在无条件的采用固体重量块的情况下,经本局同意可以使用压载水作为试验移动重量。如采用压载水作为试验移动重量,应预先向本局提交详细的压载水转换(移动)实施计划及有关资料,如压载水舱结构详图、压载水管系与阀门的详图及控制、压载水舱液位、液舱容积表、防止试验过程中发生纵倾变化的措施、压载水转换程序及考虑重心高度和自由液面变化的修正计算表格等。

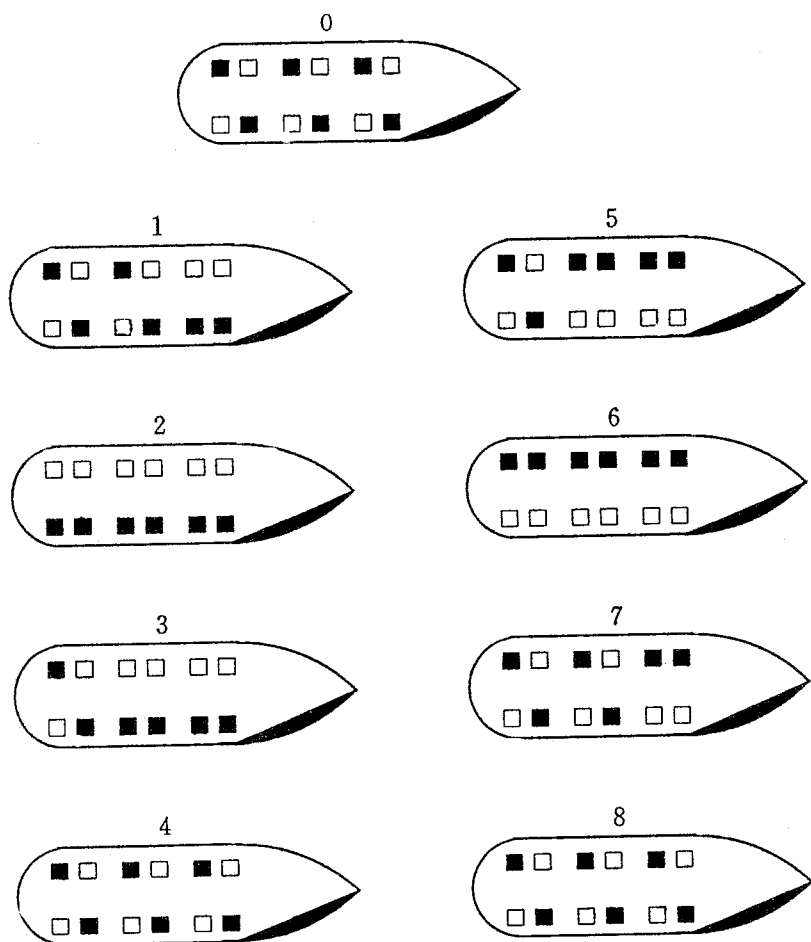


图 2.2.2(1) 试验移动重量 6 组分布及移动次序
 ■—表示试验移动重量；□—表示试验移动重量的空白位置

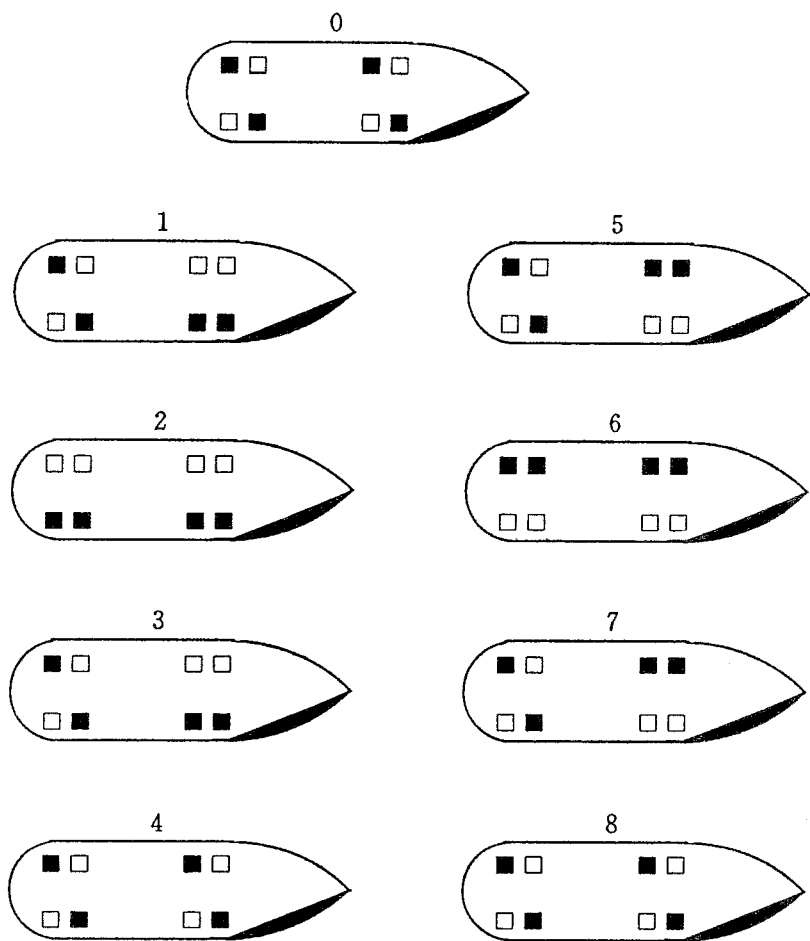


图 2.2.2(2) 试验移动重量 4 组分布及移动次序
 ■—表示试验移动重量; □—表示试验移动重量的空白位置

2.3 挂锤、U 型管测量装置及其他测量装置

2.3.1 试验时应尽量采用挂锤或 U 型管测量装置。挂锤或 U 型管测量装置的设置数量建议为 3 个,但至少为 2 个。如采用其他经本局认可的倾斜仪或其他测量装置时,至少同时采用 1 个挂锤。每个挂锤或 U 型管测量装置或倾斜仪或其他测量装置设置的位置应互相远离。

2.3.2 挂锤线应有足够的长度,一般不小于 3m,如受条件限制,经验船师同意可适当缩短,但不小于 2.2m,并应保证在最大试验横倾角时,挂锤线在测量标尺处向每侧偏移的距离不小于 15cm。挂锤位置应尽可能设置在船纵中剖面处。不同测量点处的挂锤线应采用不同的长度,以免数据混淆。

2.3.3 挂锤线应采用金属丝或其他单丝材质线。应确保顶端固定处能自由转动。挂锤线应紧靠标尺,但不相碰。锤体应浸在液体槽中,以使挂锤能较快地稳定下来(挂锤示意图见图 2.3.3),测量标尺与液体槽应可靠固定,在试验过程中不得有任何移动。

2.3.4 采用 U 形管测量装置(U 形管测量装置示意图参见图 2.3.4)时,应满足下列条件:

- .1 U 形管右舷端应连有足够长度的玻璃管,玻璃管旁边应设置有标尺,左舷端连接储水箱,水箱水平截面积应为玻璃管截面积的 1000 倍以上。
- .2 装置两端应设置在甲板上同一横剖面内,并尽量靠近每侧船舷,使船舶在最大试验横倾角时,玻璃管内与水箱内的液位差应不小于 15cm。
- .3 应全部采用透明管以便于测量和检查气泡。
- .4 水箱与玻璃管及标尺应可靠固定,在试验过程中不应有任何移动,且应防止 U 形管受到外力而影响其测量精度。

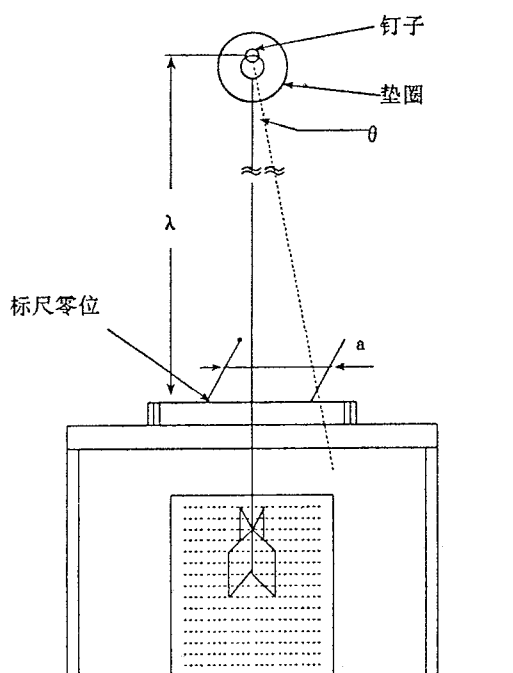


图 2.3.3 挂锤示意图

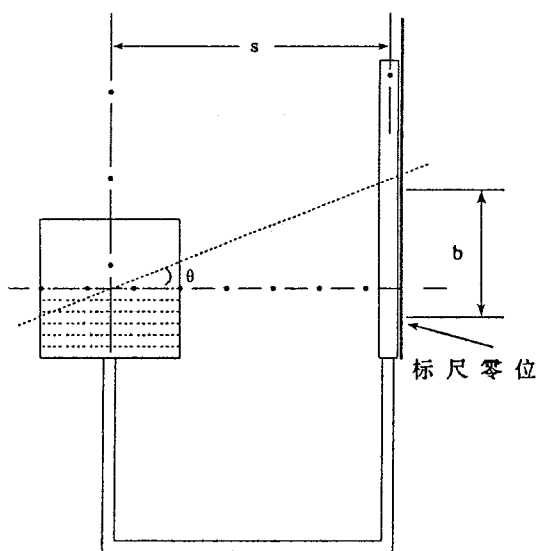


图 2.3.4 U 型管测量装置示意图

2.4 液舱及自由液面

2.4.1 所有舱柜应尽量减少自由液面的存在。除少量允许存在自由液面的非满载液体舱柜外,其余所有的液体舱柜应抽空或灌满。对允许存在自由液面的液体舱柜应进行自由液面修正。

2.4.2 满载液体舱的满实率应为100%,在最终测深前应通过横摇或多次灌水的方法消除气囊,测深管液位应高于舱顶最高部分,并保持足够的高度,以使在试验过程中的任何纵倾与横倾下都不存在空档与气囊。

2.4.3 空的液体舱柜应无残存积液。对无法清除或很难完全清除的V形液体舱柜或空舱允许残存少量液体。应对逐个液体舱测量液面高度。如测深管安装位置不在舱的最低端,则应打开人孔盖,实际检查及测量剩余液面高度。

2.4.4 非满载液体舱柜内不得装载粘性较大的液体。应尽量安排形状比较规则的中心舱或左右对称的边舱组作为非满载液体舱,以精确地计算其对初稳性高度的修正值。

2.4.5 液体舱之间所有可连通的阀门或横贯装置应关闭。

2.4.6 所有与推进有关的机械、锅炉、管路及系统内的液体,应使其处于工作状态,并关闭所有有关的阀门及通海阀等,以防液体的流动与流失。

2.5 试验时船舶的状态

2.5.1 船舶必须在建造或改装完成或接近完成时,处于或接近设计规定的空船状态下进行试验。凡属正常航行时应备有的各种设备、仪器及备件等,均应按图纸设计规定位置安放妥当;其他不应配备的一切物件及废料(除试验需用之外)都应清除。

2.5.2 如受条件限制,船舶难以达到空船状态,可允许有少量多余物件或不足物件,但多余或不足的重量均不应超过空船排水量的1%。多余物件中,试验所需的设备、人员及必要的压载不受这个数值的限制。不足物件中,能提供其准确的重量与重心位置的物件经

验船师同意也不受这个数值的限制。

2.5.3 所有多余或不足物件及需重新定位的物件应编制详细表格(见附录表 5、6、7),记明物件名称、重量及重心位置。

2.5.4 船上可能产生摇摆或移动的装置、设备及物件等,均应加以固定。

2.5.5 甲板上以及其他任何处所内积存的冰、雪、海水及其他液体均应清除。

2.5.6 船舶在试验时应尽可能减少初始纵倾(允许采用压载水调整)。在计算静水力参数时,应按实际纵倾状态进行计算。除非初始纵倾小于垂线间长的 1%,且船体首、尾型线随吃水变化较小时才可使用平浮时的静水力数据,但浮心纵向位置仍需进行修正。对于有原始设计纵倾的船舶,上述纵倾应以原始设计水线为计量基础。

2.5.7 船舶在试验时的初始横倾角不应超过 0.5° 。

2.5.8 在试验控制中心、测量位置及重量起重移动位置之间,应备有有效的通信联络工具。

2.6 试验所需图纸

试验主持人、验船师及有关计算人员应备有下列图纸:

- (1) 型线图;
- (2) 总布置图;
- (3) 静水力曲线图;
- (4) 邦戎曲线图;
- (5) 舱容图;
- (6) 液舱测深表;
- (7) 基本结构图;
- (8) 压载布置图;
- (9) 吃水标志图。

3. 倾斜试验步骤

3.1 全船检查

3.1.1 试验之前,应由试验主持人会同验船师及参加试验的各方代表共同对船舶作全面检查,并确认试验移动重量、试验仪器、液舱及船舶状态均已符合试验要求,并已准备就绪。

3.1.2 测量与记录风向、风速、流向、流速及周围水域情况,并确认已符合倾斜试验所要求的环境及系泊条件。

3.1.3 登船试验人员应位于规定的位置,并在多余物件表中记录他们的重量及重心位置。其他人员均应离船。

3.2 测量船舶吃水和舷外水的重量密度

3.2.1 除在船坞内进行试验外,应乘坐小艇,使用玻璃管测量装置准确测量与记录船舶首部、中部及尾部两舷的吃水。测量吃水时的船舶状态,应与试验初始状态完全相同。

3.2.2 应在适当深度的船舶吃水处,沿船长范围内多点采样或直接测量试验水域的水温及水的重量密度,并取平均值,经验船师同意,可减少测量点。

3.3 倾斜试验

3.3.1 按试验主持人的信号与口令统一进行松缆、移动重量及测量、记录。试验开始时,应先将1组移动重量在原位提起再放下,使船舶产生横摇后作初始位置测量。其余各次测量都应在相应的每次重量移动后进行。每次测量,除记录移动重量及移动力臂(初始位置测量时省略)外,尚应记录往复5次挂锤线偏移位置的测量读数。

3.3.2 倾斜试验移动重量的顺序如图2.2.2(1)(参见图3.3.2)与图2.2.2(2)所示。

3.3.3 初次提放移动重量后及其余每次移动重量后,在测量之前应由验船师检查并确认:

1 船舶摇摆趋于稳定,且船舶处于自由浮动与自由横倾状

- . 2 挂锤线应贴近标尺,但不与之相碰;
- . 3 船上试验人员位于规定的位置。

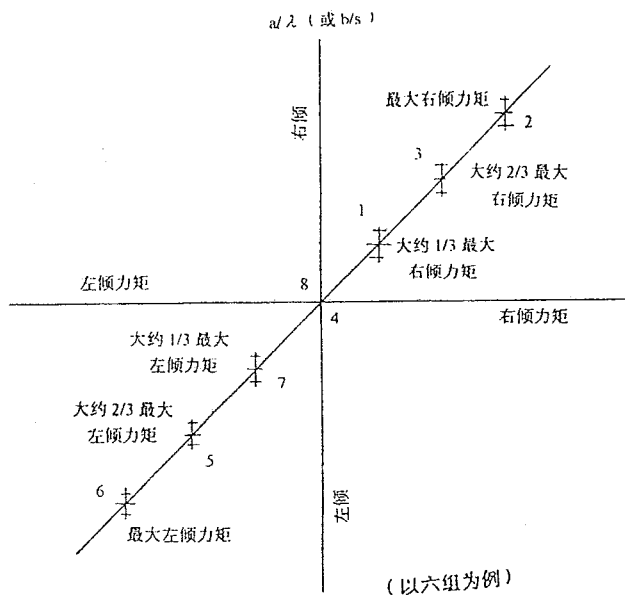


图 3.3.2 倾斜试验移动重量顺序图

3.3.4 应在试验过程中按附录表 8、表 9、表 13 求出测量数据 a/λ (或 b/s) 的平均值,绘于附录表 14 图中。以倾侧力矩为横坐标,测量数据 a/λ (或 b/s) 的平均值为纵坐标作 1 根直线。该直线不必通过原点或某个特定点(参见图 3.3.6(4))。

3.3.5 如果初次零位与其他 7 次重量移动之后的测量数据按 3.3.6 要求已在 1 条直线上,则第 8 次重量移动及其后面的测量可

省略。

3.3.6 为了保证试验结果的可靠性,应在试验过程中进行误差检查。如某些测量数据偏离 3.3.4 所述直线超过横倾力矩测量数据的 4% 时(参见图 3.3.6(1)),应分析原因,并判断是否需要部分或全部重作试验。图 3.3.6(2)至图 3.3.6(5)中给出了判断几种外力矩影响试验结果的例子,并推荐了几种解决问题的方法。

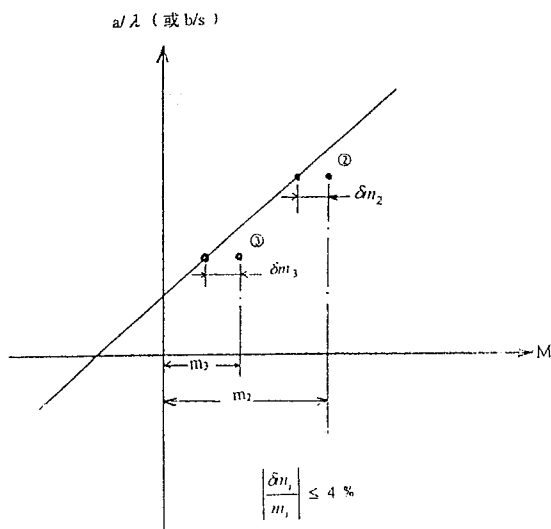


图 3.3.6(1)

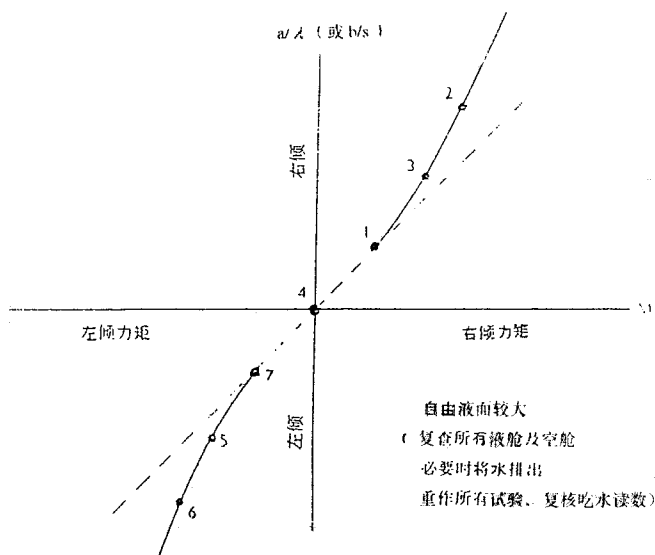


图 3.3.6(2)

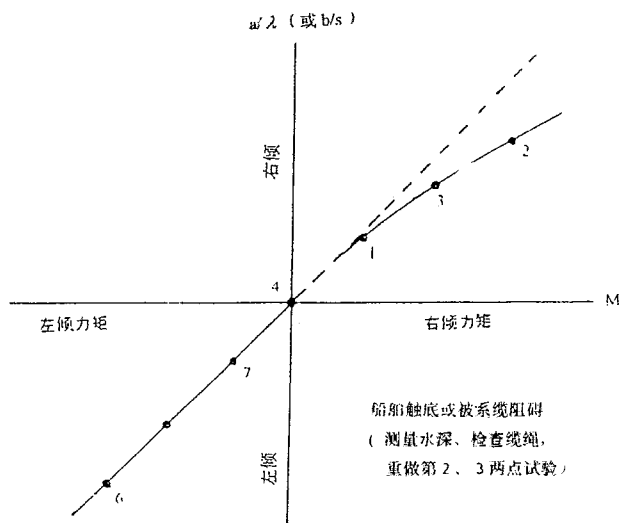


图 3.3.6(3)

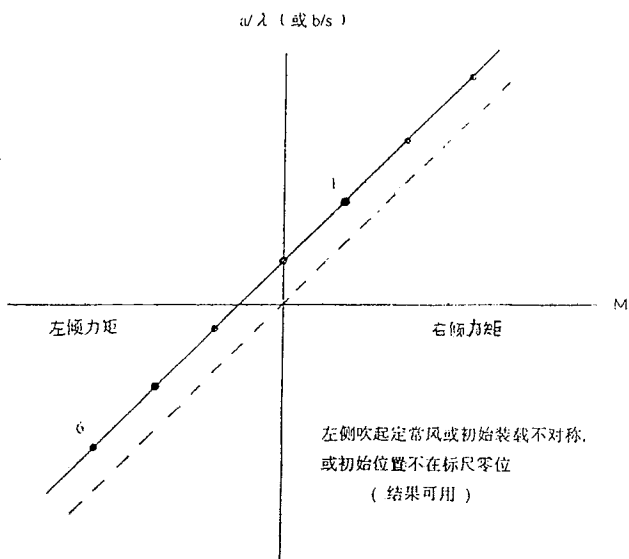


图 3.3.6(4)

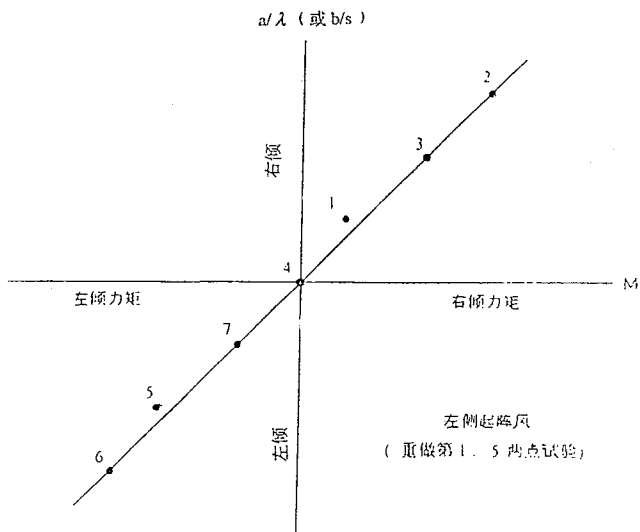


图 3.3.6(5)

4. 倾斜试验报告

4.1 数据整理

4.1.1 应按附录中的表格格式,完整、清晰地填写各项试验测量数据及原始数据。

4.1.2 倾斜试验结束人员离船前,应由试验主持人、验船师与船东代表及试验测量员在各相应的试验数据表格中签署姓名与日期,以示负责。

4.1.3 倾斜试验结束后,应按 4.1.2 所述的经签名认可的测量数据及原始数据参照附录中的表格,计算出船舶在空船状态下的排水量及重心位置。

4.1.4 如采用计算机进行计算时,应以适当的输出格式代替附录中相应的计算表格。

4.2 倾斜试验报告

倾斜试验结束后,应将试验测量数据及计算结果按附录表中规定的有关表格汇总编制成倾斜试验报告提交本局。

第 2 章 静水横摇试验

1. 一般规定

船长在 70m 及其以下的现有常规沿海船舶(不包括液货船),在无法提供已批准的装载情况或其他稳性资料时,如能用实践证明具有足够的稳性,经本局同意可用本章规定的静水横摇试验来近似确定船舶的初稳性高度以补充此类稳性资料。

2. 试验环境条件与船舶状态

2.1 横摇试验应在港内或受风、流水及潮汐影响较小的平静水域内进行。

2.2 船舶四周与船底应留有足够的水域,使船舶能自由浮动与自由横摇,不触及任何障碍物。

2.3 船上所有可能产生摇摆或移动的重物应紧固。

2.4 尽量使所有的液体舱柜装满或抽空。对未能装满的液体舱柜,应使其自由液面的影响降到最低程度。

2.5 船舶应处于正常营运状态,清除多余物件,补齐不足物件,船上人员按正常情况就位,不得随意走动。

3. 静水横摇试验

3.1 船舶可用下列任何一种方法产生横摇:

- . 1 在尽可能靠近船舷处有节奏地提起和放下重物。
- . 2 用绳拉桅杆。
- . 3 由一组人员同时横向从一舷奔向另一舷。
- . 4 其他经本局同意的办法。

3.2 试验前应松缆,并作预摇试验。防止船舶在试验过程中与其他物体接触。

3.3 当船舶强制横摇开始后,应停止产生强制横摇的行动。如横摇由岸边起重机提升放下重物方法产生,则重物应吊离船舶;如使用船上吊杆,则重物应放置于船纵中剖面处;如横摇由人员跑动产生,则这些人员应集中在船舶纵中剖面处。

3.4 在船舶进入自由和自然横摇状态后,用秒表测量并记录不少于 5 个完整横摇周期的时间及次数。至少重复作 2 次试验,并求出平均横摇周期。

4. 初稳性高度的确定

4.1 试验情况下船舶的初稳性高度可由下式求得:

$$GM_0 = (f \frac{B}{T})^2$$

式中: GM_0 —— 试验状态下船舶的初稳性高度, m;

B —— 船宽, m;

T —— 试验状态下测得的船舶平均横摇周期, s;

f —— 横摇系数, 见表 4.1。

表 4.1

横摇系数		f
空船或压载		0.88
船舶满载	舱柜中液体占总载重量的 20%	0.98
	舱柜中液体占总载重量的 10%	0.75
	舱柜中液体占总载重量的 5%	0.73
双吊杆捕虾渔船		0.95
深水渔船		0.8
具有养活鱼舱的渔船		0.6

4.2 应根据实际装载状态并考虑液体舱柜的自由液面影响而修正上述试验状态下的初稳性高度,以确定船舶的实际初稳性高度。

4.3 应参考附录,选择合适的格式,将上述试验数据、结果及有关资料编制成静水横摇试验报告提交本局。

附 录:

表 1 倾斜试验环境条件与系泊状态记录表

船 名 _____ 型 宽 $B =$ _____ m
 总 长 $L_{OA} =$ _____ m 型 深 $D =$ _____ m
 垂线间长 $L_{PP} =$ _____ m 满载吃水 $d =$ _____ m

测量员 _____

试验日期及时间		年 月 日 时 分起至 日 时 分完成									
试 验 地 点											
天 气 情 况				风 向				风 力			
潮汐、潮流情况				流 向				流 速			
试验主持人				验船师				船东代表			
试验参加者											
船舶系泊状况											
试验水域水的重量密度 γ (t/m ³)、水深 d (m)、水温 T (°)											
船首部			船中部			船尾部			平均		
d	T	γ	d	T	γ	d	T	γ	d	T	γ
总平均											

表 2 试验时船舶吃水记录表

测量员 _____

计算者 _____

外龙骨高度或平板龙骨厚度 = m 原始纵倾值 = m

试 验 时 的 型 吃 水 计 算						
位 置	在吃水标尺处, m			推算出首垂线、船中 及尾垂线处的吃水 m	减去外龙骨高度或平 板龙骨厚度的吃水 m	考虑原始纵倾修正 后的型吃水 m
	右 舷	左 舷	平 均			
首						$d_F =$
中						$d_M =$
尾						$d_A =$
计算平均型吃水 $d_P = \frac{1}{8}(d_F + 6d_M + d_A) =$						
纵倾角 $\phi = \text{tg}^{-1}\left(\frac{d_A - d_F}{L_{PP}}\right) =$						
按纵倾水线计算的船舶, 尚应按下表计算出首、尾计算型吃水						
首、尾型吃水, m				$\frac{d_F + d_A}{2} - d_P, \text{m}$		计算型吃水, m
①				②		③ = ① - ②
$d_F =$						
$d_A =$						

表 3 试验移动重量及测试仪器布置表

试验主持人_____

验 船 师_____

试验移动重量的布置	移动重量类型： 移动的总重量为：t		移动方法：	
	左舷		右舷	
	第二组	重量t	第一组	重量t
		重心纵向位置		重心纵向位置
		重心距基线m		重心距基线m
		重心距中纵剖面距离m		重心距中纵剖面距离m
	第四组	重量t	第三组	重量t
		重心纵向位置		重心纵向位置
		重心距基线m		重心距基线m
		重心距中纵剖面距离m		重心距中纵剖面距离m
	第六组	重量t	第五组	重量t
		重心纵向位置		重心纵向位置
		重心距基线m		重心距基线m
		重心距中纵剖面距离m		重心距中纵剖面距离m
	挂锤位置	1	挂锤长度	$\lambda_1 =$ mm
		2		$\lambda_2 =$ mm
3		$\lambda_3 =$ mm		
U型管位置	1	玻璃管中心至水箱中心的水平横向距离	$s_1 =$ mm	
	2		$s_2 =$ mm	
	3		$s_3 =$ mm	
测试仪器数量及其位置				

表 4. a 移动重量为 6 组的倾侧力矩表

测量员 _____
 计算者 _____

序	试验移动重量位置		移动重量 t	移动力臂 (向右舷为正) m	移动 倾侧力矩 $t \cdot m$	总倾侧力矩 $t \cdot m$
	左舷	右舷				
0	②	①	0			
	④	③	0			
	⑥	⑤	0			
1		②、①				
	④	③				
	⑥	⑤				
2		②、①				
		④、③				
		⑥、⑤				
3		②、①				
		④、③				
	⑥	⑤				
4	②	①				
	④	③				
	⑥	⑤				
5	②、①					
	④、③					
	⑥	⑤				
6	②、①					
	④、③					
	⑥、⑤					
7	②、①					
	④	③				
	⑥	⑤				
8	②	①				
	④	③				
	⑥	⑤				

注：表 4 中序数①、②、③、④、⑤、⑥系指从船首向船尾排列序数。

表 4. b 移动重量为 4 组的倾侧力矩表

测量员_____

计算者_____

序	试验移动重量位置		移动重量 t	移动力臂 (向右舷为正) m	移动 倾侧力矩 $t \cdot m$	总倾侧力矩 $t \cdot m$
	左舷	右舷				
0	②	①	0			
	④	③	0			
1		②、①				
	④	③				
2		②、①				
		④、③				
3		②、①				
		④、③				
4	②	①				
	④	③				
5	②、①					
	④、③					
6	②、①					
	④、③					
7	②、①					
	④	③				
8	②	①				
	④	③				

表 5 试验时船上多余物件表

计 算 者_____

试验主持人_____

验 船 师

[illegible]

表 6 试验时船上不足物件表

计 算 者_____

试验主持人_____

验 船 师

[illegible]

表 7 需重新定位物件表

计 算 者_____

试验主持人_____

验 船 师_____

序	物件名称	物件位置	重量 t	垂 向		纵 向			
				距 基 线		船中前为正		船中后为负	
				力 臂 m	力 矩 t • m	力 臂 m	力 矩 t • m	力 臂 m	力 矩 t • m
试验时物件所处状态									
小 计									
营运中物件应处状态									
小 计									
总计(营运中—试验时)			0						

表 8 挂锤线偏移位置测量记录表

读数计量单位: mm

挂 锤 编 号:		挂 锤 线 长 度 $\lambda =$ mm									
设 置 位 置:		测 量 员 姓 名:									
一	重量移动序号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
二	左 1										
三	右 1										
四	左 2										
五	右 2										
六	左 3										
七	右 3										
八	左 4										
九	右 4										
十	左 5										
十一	右 5										
十二	读数平均值 a										
十三	a/λ										

表 9 U 形管测量装置液位测量记录表

读数计量单位: mm

U 型管装置编号: 玻璃管中心至水箱中心的水平横向距离 $s =$ mm 设 置 位 置: 测 量 员 姓 名:											
一	重量移动序号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
二	上 1										
三	下 1										
四	上 2										
五	下 2										
六	上 3										
七	下 3										
八	上 4										
九	下 4										
十	上 5										
十一	下 5										
十二	读数平均值 b										
十三	b/s										

表 10 纵倾状态下排水体积、浮心坐标及水线面惯性矩的计算(供笔算参考)

计算者_____

$$d_F = \quad \text{m}; \quad d_A = \quad \text{m}; \quad tg\varphi = (d_A - d_F)/L_{pp} =$$

站号	辛氏系数	截面积 A m^2	$f(A)$ (2)×(3)	面积力矩 M_y m^3	$f(M_y)$ (2)×(5)	水线半宽 y m	y^3	$f(I_x)$ (2)×(8)	距中系数	$f(M_x)$ (4)×(10)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Σ			$\Sigma(4)$		$\Sigma(6)$		$\Sigma(8)$	$\Sigma(9)$		$\Sigma(11)$

注：表中第(3)、(5)、(7)项按纵倾水准线分别在邦戎曲线与型线图上求得。

表 11 试验状态下船舶排水量、浮心坐标及横稳心坐标的确定

计算者

下列各参数(纵倾状态)系根据表 10 计算				
序号	项目	公式	数值	单位
1	站距	$\Delta L = L_{PP}/20$		m
2	型排水体积	$V = C \cdot \Delta L \cdot \sum (4)$		m ³
3	浮心垂向坐标	$Z_B = \sum (6) / \sum (4)$		m
4	水线面惯性矩	$I_X = \frac{2}{3} \cdot C \cdot \Delta L \cdot \sum (9)$		m ⁴
5	横稳心半径	$BM = I_X / V$		m
6	横稳心垂向坐标	$KM = Z_B + BM$		m
7	浮心纵向坐标	$X_B = \Delta L \cdot \sum (11) / \sum (4)$		m
8	排水量	$\Delta = K_S \cdot V \cdot \gamma$		t

下列 1~5 项各参数(平浮状态)由静水力曲线图查得			
序号	项目	数值	单位
1	排水量 $\Delta_1 =$		t
2	横稳心垂向坐标 $KM =$		m
3	浮心垂向坐标 $Z_B =$		m
4	浮心纵向坐标 $X_{B1} =$		m
5	每厘米纵倾力矩 $M_{cm} =$		t · m/cm
6	修正后排水量 $\Delta = \Delta_1 \cdot 7/1.025$ 或 $\Delta = \Delta_1 \cdot \gamma$		t
7	修正后浮心纵向坐标 $X_B = X_{B1} + 100(d_F - d_A)M_{cm}/\Delta_1$		

注: C —— 辛氏分站系数;

K_S —— 船壳系数;

γ —— 试验水域水的重量密度。

表 12 液舱装载及自由液面表

计 算 者 _____
 试验主持人 _____
 验 船 师 _____

序号	舱名	位置	液体容积 m ³	装载量 t	横向惯性矩 I m ⁴	液体重量密度 γ t/m ³	自由液面惯性矩 $I \cdot \gamma$ t · m
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
⋮							
⋮							
⋮							
总计							

注：1. 满载舱应不计自由液面。

2. 自由液面修正量： $\delta GM = \sum I \cdot \gamma / \Delta$

式中：Δ——排水量(取自表 11)，t。

表 13 测量数据平均值和初稳性高度计算表

计 算 者 _____

试验主持人 _____

验 船 师 _____

重量移 动序号	第一测点 a/λ (或 b/s)	第二测点 a/λ (或 b/s)	第三测点 a/λ (或 b/s)	前三项的 算术平均	倾侧力矩 M $t \cdot m$	$(4)^2$	$(4) \times (5)$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0							
1							
2							
n							
\sum				$\sum(4)$	$\sum(5)$	$\sum(6)$	$\sum(7)$
$A = \sum(6) - \frac{(\sum(4))^2}{n+1} =$ $B = \sum(7) - \frac{\sum(4) \times \sum(5)}{n+1} =$ $\text{初稳性高度 } GMo = \frac{B}{A \times \Delta} =$ <p>其中: Δ —— 排水量, t; 取自表 11.</p>							

表 14 试验误差检查图

试验主持人_____

验 船 师_____

$M-a/\lambda$ (或 b/s) 图

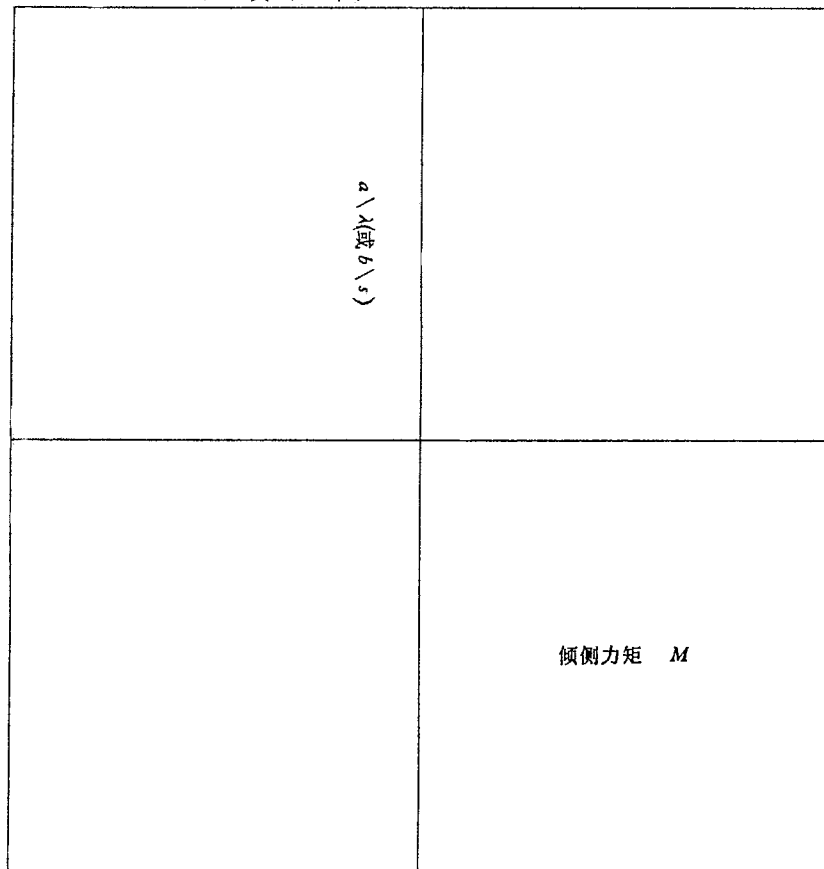


表 15 试验状态船舶有关参数表

计 算 者_____

序号	项目	单位	数值
1	船首吃水 d_F	m	
2	船尾吃水 d_A	m	
3	纵倾角的正切值 $\operatorname{tg}\psi = (d_A - d_F)/L_{FP}$		
4	排水量 Δ	t	
5	横稳性垂向坐标 KM	m	
6	浮心垂向坐标 Z_B	m	
7	浮心纵向坐标 X_B	m	
8	实测初稳性高度 GM_o	m	
9	经自由液面修正的初稳性高度 $GM = GM_o + \delta GM$	m	
10	重心垂向坐标 $Z_G = KM - GM\cos\psi$	m	
11	重心纵向坐标 $X_G = X_B + (Z_G - Z_B)\operatorname{tg}\psi$	m	

表 16 空船排水量及重心位置计算表

计 算 者_____

序号	项目	重量 t	垂 向		纵 向			
			距 基 线		船中前为正		船中后为负	
			力 臂	力 矩	力 臂	力 矩	力 臂	力 矩
			m	t·m	m	t·m	m	t·m
1	试验状态下船舶							
2	多余物件							
3	不足物件							
4	需重新定位物件							
5	空 船 (1)-(2)+(3)+(4)							

中华人民共和国船舶检验局
指导性文件
船舶倾斜试验与静水横摇试验实施指南
Chuanbo Qingxie Shiyan Yu Jingshui
Hengyao Shiyan Shishi Zhinan

1996

人民交通出版社出版

本社发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

江苏武进第三印刷厂印刷

开本: $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印张: 1.5 字数: 30 千

1996 年 10 月 第 1 版

1996 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—5000 册 定价: 9.00 元

ISBN7—114—02513—0

U. 01766