

# 团 体 标 准

T/CANSI 23—2021

## 小艇 称重法测重量重心

Small craft — Weighting method of determining weight and center of gravity

2021 - 11 - 08 发布

2021 - 11 - 08 实施

中国船舶工业行业协会 发布

中国船舶工业行业协会

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国船舶工业综合技术经济研究院归口。

本文件起草单位：中国船舶工业综合技术经济研究院、大连恒达船舶工程有限公司、中国船舶工业集团公司第七〇八研究所、青岛海检集团有限公司。

本文件主要起草人：老轶佳、朱佳帅、王琮、胡杰鑫、孙景民、孙耀刚、蒲实、殷俊俊、祝莹莹、刘鹏飞。

中国船舶工业行业协会

中国船舶工业行业协会

# 小艇 称重法测重量重心

## 1 范围

本文件规定了称重法确定小艇重量和重心位置的试验目的及要求、原理和计算方法、测试前准备、测试方法、数据处理等。

本文件适用于采用称重法测量按ISO 8666规定的艇体长度不大于24m的小艇的重量和重心位置。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO 8666 小艇 主要数据  
中国船级社 《沿海小船建造规范》 2005年

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**称重法** weighting method

基于力矩平衡和三角形相似原理，采用悬挂方式测取小艇的重量和重心的方法。

### 3.2

**空艇状态** light ship condition

小艇装备齐全但无装载重量时的状态，符合ISO 8666中空艇重量的要求。

## 4 试验目的及要求

4.1 试验目的是确定空艇重量级中心的实际位置。

4.2 试验应给出空艇状态下的重量级重心位置，并将实验结果整理成试验报告。

## 5 原理和计算方法

### 5.1 力矩平衡原理

若物体处于平衡状态，则物体所受力的合力矩代数和应为零，即小艇由向上起吊力产生的力矩与艇体重量产生的力矩相平衡，见图1和公式（1）。

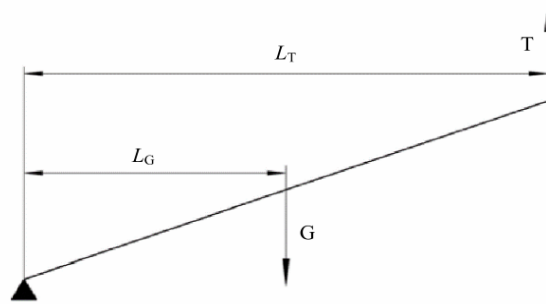


图1 力矩平衡原理示意图

$$T \times L_T = G \times L_G \dots\dots\dots (1)$$

式中:

T —— 向上起吊力, 单位为千克 (kg);

G —— 艇体重量, 单位为千克 (kg);

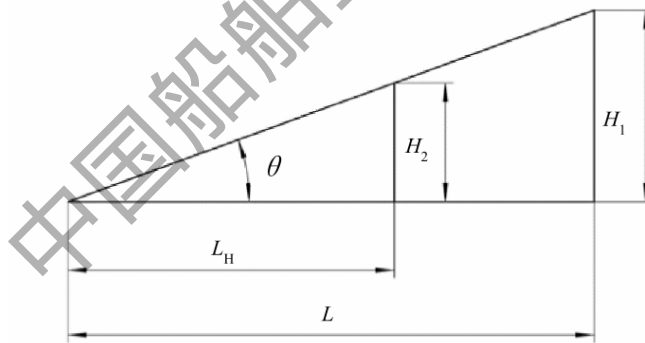
$L_1$  —— 向上起吊点至支点的水平距离, 即起吊点的力臂长度, 单位为米 (m);

$L_2$  —— 重心至支点的水平距离, 即重心的力臂长度, 单位为米 (m)。

### 5.2 三角形相似原理

相似三角形对应角相等、对应边等比例, 满足公式 (2) 要求, 见图2。

$$\frac{L}{L_H} = \frac{H_1}{H_2} \dots\dots\dots (2)$$



说明:

$L_1$ 、 $L_2$  ——相似三角形的对应直角边;

$H_1$ 、 $H_2$  ——相似三角形的另一对应直角边, 即对应高。

图2 相似三角形原理示意图

## 6 测试前准备

### 6.1 测试环境和条件

6.1.1 具备起吊小艇条件的车间或水平地面、风级等周围环境条件应满足称重要求。

- 6.1.2 艇体应处于正浮状态并固定在艇架上，艇架应与船体状态相吻合，纵向坐标系与艇体基线平行。
- 6.1.3 采用可校核水平仪器确立基准水平面，并尽量选取靠近地面位置。
- 6.1.4 根据小艇建造厂的实际条件和设备起吊能力，在艇架上合理设置吊点并确定起吊及计算方法。

## 6.2 设备和工具

应至少具有以下设备和工具，设备和工具应经国家计量部门检验合格并处于检验证书有效期内：

- 吊车、吊秤、艇架、吊杆、吊带、吊环；
- 摆锤；
- 可校核水平仪器、卷尺、量角器。

## 7 测试方法

### 7.1 两个吊秤测试方法

- 7.1.1 用水平尺测量并记录船艏吊点距离  $L$ ，将吊车之间的距离相应调整为  $L$ 。
- 7.1.2 将吊秤挂在两个吊车的吊钩上，用吊带连接吊秤与艇架，分别从船艏起吊艇体，直至艇架底面与基准水平面平行，并保持吊带与铅直方向平行并通过铅锤校核方向，见图 3。
- 7.1.3 测量吊点连线距艇体基线距离，按公式 (3)～公式 (5) 计算艇体重量及重心纵向位置 ( $L_1$  和  $L_2$ )。

$$G = T_1 + T_2 \dots\dots\dots (3)$$

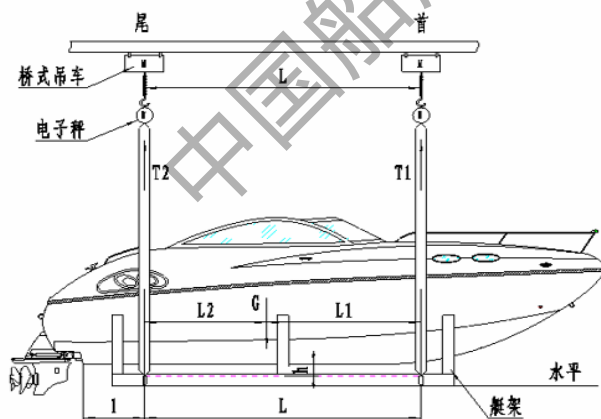
$$L = L_1 + L_2 \dots\dots\dots (4)$$

$$G \times L_1 = T_2 \times L \dots\dots\dots (5)$$

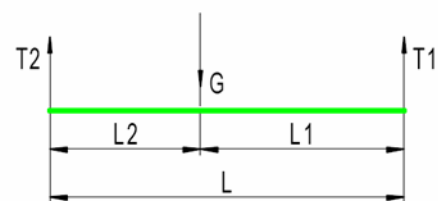
式中：

$T_1$  —— 船吊秤的读数，单位为千克 (kg)；

$T_2$  —— 艇吊秤的读数，单位为千克 (kg)。



a) 两个吊秤测试实船示意图



b) 两个吊秤测试位点示意图

说明：

$h$  —— 吊点连接线距艇体基线的距离；

$L$  —— 船艏吊点水平距离。

图3 两个吊秤测试重心纵向位置示意图

- 7.1.4 测量并记录艇吊点距基准水平面高度，保持艏部吊车不动。
- 7.1.5 起吊艇吊点至倾斜角度约 5°。
- 7.1.6 调整使吊带与铅直方向平行。
- 7.1.7 测量并记录艇吊点高度，得到起吊前后的高度差 H，见图 4。
- 7.1.8 按公式 (6) ~ (11) 计算艇体重量及重心垂向位置 (Z)。

$$G = T_3 + T_4 \dots\dots\dots (6)$$

$$G \times L_3 = T_4 \times (L_3 + L_4) \dots\dots\dots (7)$$

$$L_1 = \frac{L_2^2 + L_3^2 + L_4^2}{L_3 + L_4} \dots\dots\dots (8)$$

$$L_3 = \frac{L_2^2 + L_3^2 + L_4^2}{L_3 + L_4} \dots\dots\dots (9)$$

$$L_3 = \frac{L_2^2 + L_3^2 + L_4^2}{L_3 + L_4} \dots\dots\dots (10)$$

$$Z = \frac{L_3}{\tan \theta} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- T<sub>3</sub> ——艇体倾斜后艏吊秤的读数，单位为千克 (kg)；
- T<sub>4</sub> ——艇体倾斜后艉吊秤的读数，单位为千克 (kg)；
- L ——艇体倾斜后艏艉吊点直线距离。

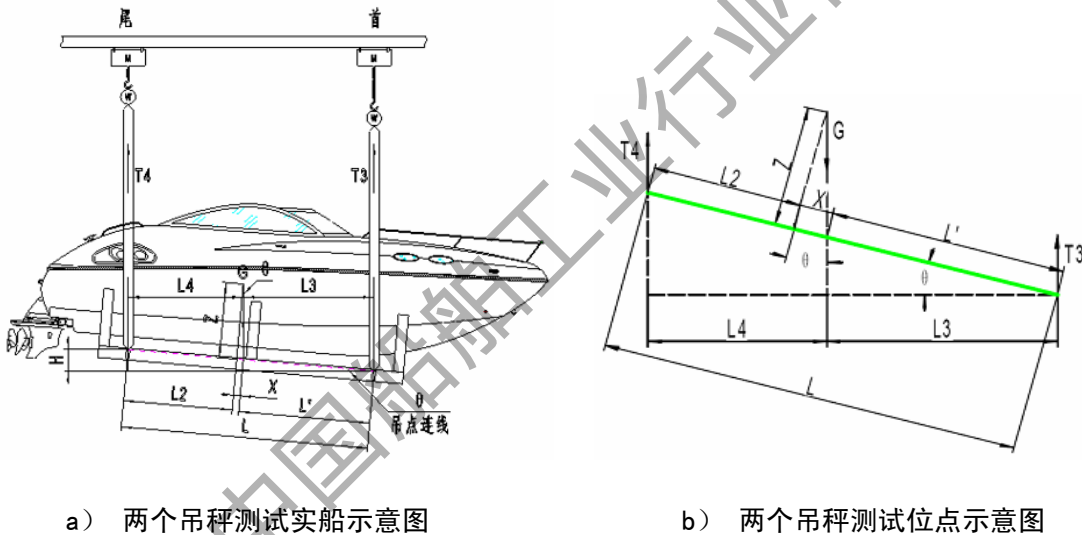


图4 两个吊秤测试重心垂向位置示意图

7.2 单个吊秤测试方法

根据三点定面，将吊杆调成水平，吊杆两端分别设置两个吊点，示意图见图5。实际测量中，在记录吊点位置处吊秤显示的重量后，应减去吊杆及吊带等重量，得到空艇重量，并按公式 (3) 计算重心位置：

$$Z_g = H - b \cdot \tan \alpha \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- b ——吊点至小艇纵中剖面的距离，单位为米 (m)；
- Z<sub>g</sub> ——吊点与重心所在平面，与小艇纵中剖面的交线至艇体基线的距离，即重心垂向坐标，单位为米 (m)；
- H ——吊点至艇体基线的距离，单位为米 (m)。



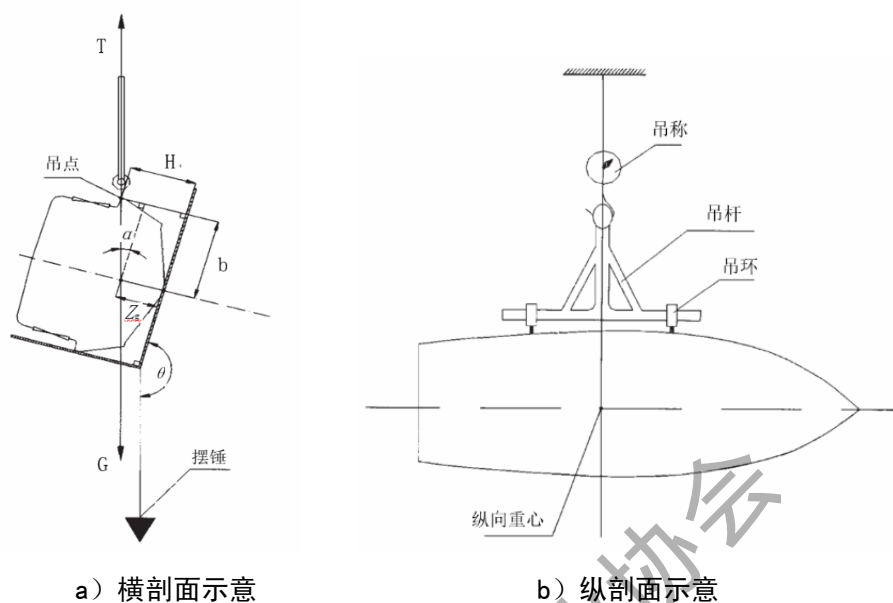


图5 单个吊秤测试示意图

## 8 数据处理

8.1 采用两个吊秤测试方法时，测试并记录如下数据：

- a) 艇的主尺度：总长  $Loa$ 、型宽  $B$ 、型深  $D$ 、吃水  $T$ ；
- b) 吊点至艇体基线的距离  $H$ 、艏艉吊点水平距离  $L$ 、吊点连接线距艇体基线的距离  $h$ 、尾封板顶点距尾吊点水平距离  $l$ 。

8.2 测量和计算吊带重量、艇架重量、重心位置、纵向力矩和垂向力矩。记录相关数据，见附表 A.1。

8.3 吊带始终沿铅直方向，空艇和艇架的系统重量即为吊秤数值减去吊带重量，见附表 A.2。

8.4 根据表 2 中修正后的重量数值，再减去艇架的重量，得到空艇的重量。

8.5 按 7.1 的方法，测量并计算小艇（含空艇和艇架）的重心位置、纵向力矩和垂向力矩。

8.6 根据 8.5 计算得到的小艇（含空艇和艇架）力矩，再减去艇架产生的力矩，得到空艇的力矩。

8.7 根据 8.6 计算得到的空艇力矩，除以由 8.4 计算得到的空艇重量，得到空艇的重心位置。

8.8 记录相关数据，见附表 A.3。

附 录 A  
(规范性)  
数据处理记录表

### A.1 吊带和艇架相关数据表

吊带重量，艇架重量、重心位置、纵向力矩和垂向力矩的数据记录表格见表A.1。

表 A.1 吊带和艇架相关数据表

首吊带重量 (kg)	尾吊带重量 (kg)	艇架重量 (kg)	艇架重心位置 (mm)		艇架产生的力矩 (kg×mm)	
			纵向位置 $X$	垂向位置 $Z$	纵向力矩	垂向力矩

### A.2 含艇架的小艇吊秤称重数值修正表

含艇架的小艇吊秤称重数值修正见表A.2。

表 A.2 含艇架的小艇吊秤称重数值修正表

系统重量	$T_1$ (kg)	$T_2$ (kg)	$T_3$ (kg)	$T_4$ (kg)
修正前 (吊秤数值)				
修正数值 (吊带重量)				
修正后 (空艇和艇架的系统重量)				
注: $T_1$ 和 $T_3$ 所在列的修正数值均为首吊带重量值; $T_2$ 和 $T_4$ 所在列的修正数值均为尾吊带重量值。				

### A.3 空艇的重量和重心测算表

空艇的重量和重心测算数据记录见表A.3。

表 A.3 空艇的重量和重心测算表

项目	重量 (kg)	纵向位置 $X$ (mm)	垂向位置 $Z$ (mm)	纵向力矩 (kg×mm)	垂向力矩 (kg×mm)
空艇和艇架	见表 2	见 8.5	见 8.5	见 8.5	见 8.5
艇架	见表 1	见表 1	见表 1	见表 1	见表 1
空艇	见 8.4	见 8.7	见 8.7	见 8.6	见 8.6