



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4301—92

---

## 船用电磁计程仪通用技术条件

General specification for marine electromagnetic logs

1992-03-30 发布

1993-01-01 实施

---

国家技术监督局 发布

# 船用电磁计程仪通用技术条件

代替 GB 4301—84

General specification for marine electromagnetic logs

本标准参照采用国际标准 IEC 1023—1990《船用测速测距设备》。

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用电磁计程仪(以下简称计程仪)的技术要求、试验方法和检验规则等。  
本标准适用于传感器为杆式或平面式,显示器为模拟式或数字式的计程仪。

## 2 引用标准

GB 12267 船用导航设备通用要求和试验方法  
CB 1038 船用导航仪器运输包装技术条件

## 3 术语

### 3.1 电磁计程仪 electromagnetic log

应用电磁感应原理来测量船舶相对于水的瞬时运动速度,并累计航程的仪器。

### 3.2 传感器 sensor

将船舶相对于水的运动速度转换为感应电势的敏感元件。

### 3.3 模拟速度信号装置 analog speed signal unit

能提供标称速度信号,以检验计程仪工作状态的装置。

### 3.4 速度显示精度 accuracy of velocity display

计程仪速度显示值与输入的标称速度信号显示值之差的允许值。

### 3.5 真速度 actual velocity

船舶在不受浅水、风、流和潮汐等影响时,单位时间内航行的距离。

### 3.6 海上测量精度 accuracy of measurement at sea

船舶在不受浅水、风、流和潮汐影响的情况下航行时,计程仪速度与船舶真速度之差的允许值。

### 3.7 计程仪速度( $v_i$ ) log velocity

计程仪的累计航程值与累计该航程值所用的时间比:

$$v_i = s_i / t_i \quad (\text{kn}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: $s_i$ ——计程仪累计航程值,n mile;

$t_i$ ——累计航程值  $s_i$  所用的时间,h。

### 3.8 航程解算精度 accuracy of distance calculation

计程仪的累计航程值与理论航程值之差的允许值。其相对误差为:

$$\delta = (s_i - s_1) / s_1 \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: $s_i$ ——计程仪的累计航程值,n mile;

$s_1$ ——理论航程值,n mile。

## 3.9 正常工作 normative working condition

指计程仪在规定条件下达到精度要求的工作状态。

## 4 技术要求

## 4.1 一般要求

## 4.1.1 环境条件

计程仪在下列环境条件下应能正常工作：

- a. 环境温度： $-15\sim+55^{\circ}\text{C}$ ；
- b. 相对湿度：温度在  $40\pm 3^{\circ}\text{C}$  时，相对湿度为  $93\%\pm 2\%$ ；
- c. 倾斜：横倾  $22.5^{\circ}$ ，纵倾  $10^{\circ}$ ；
- d. 摇摆：横摇  $\pm 22.5^{\circ}$ ，周期 10s；  
纵摇  $\pm 10^{\circ}$ ，周期 8s；
- e. 盐雾、长霉及船舶航行时所产生的振动。

## 4.1.2 电源

- a. 计程仪电源应采用交流电压为 110 V 或 220 V，频率为 50 Hz 或 60 Hz；
- b. 电压变化为额定电压的  $\pm 10\%$ ；
- c. 频率变化为额定频率的  $\pm 6\%$ 。

## 4.1.3 电磁干扰

应采取各种合理可行的措施，消除和抑制计程仪与船上其他设备之间的电磁干扰。

## 4.1.4 噪声

计程仪正常工作时所产生的噪声功率峰值不应超过 65 dB(A)。

## 4.1.5 结构

- a. 计程仪所配备的航速复示器和航程(或航速航程)复示器内的照明亮度应可调节。
- b. 计程仪的传感器应能保证船舶以任何速度航行时能够伸收和正常工作。其伸出和收起的位置应能清晰地标示在显示位置上。
- c. 计程仪浸水部分的零件材料及镀层、涂覆应能保证其在海水中使用。
- d. 计程仪内部应无松动，外表应整洁、无锈蚀和脱漆等现象。

## 4.1.6 安装

计程仪的安装要求见附录 A(参考件)。

## 4.2 性能要求

## 4.2.1 模拟测量精度

- a. 速度显示精度： $\pm 0.15\text{kn}$ (负速度除外)；
- b. 航程解算精度： $\pm 1\%$ ；
- c. 航速复示器与主显示器间的航速读数之差不超过  $\pm 0.5\text{kn}$ ；
- d. 航程复示器与主显示器间的航程读数之差不超过  $\pm 0.1\text{ n mile}$ 。

## 4.2.2 海上测量精度

- 4.2.2.1 计程仪显示的速度误差不超过船舶真速度的 2% 或 0.3kn(取其中较大的一个)。
- 4.2.2.2 计程仪航程的误差应不超过在 1h 内累计航程的 2% 或 0.3n mile(取其中较大的一个)。
- 4.2.2.3 若计程仪显示速度和航程的精度受某些条件(如海况，龙骨下的水深，船的纵、横倾斜、摇摆等)的影响时，有关因素的细节应记录在计程仪手册中。

## 4.2.3 航速、航程信息显示方式、范围及递增量

- 4.2.3.1 速度信息可采用模拟或数字形式显示。采用数字显示时，其递增量不得超过 0.1kn；采用模拟显示时，至少每 0.5kn 有一刻度，每 5kn 应标有数字。若计程仪能显示船舶前进和倒退两个方向的速度

度,运动方向应清楚显示出来。

4.2.3.2 航程信息以数字形式显示,显示范围从0~9 999.9n mile,其递增量不得超过0.1n mile。

#### 4.2.4 航程信息输出

应有向船内其他设备提供航程信息手段,该信息以每0.005n mile触点闭合一次或其他等效的形式输出。触点闭合的时间或等效脉冲宽度应不少于50ms。

#### 4.2.5 绝缘电阻

计程仪的供电系统(不包括滤波电容及印制线路板等电器)的冷态绝缘电阻不小于10M $\Omega$ ,各组成部分的绝缘电阻不小于100M $\Omega$ 。热态绝缘电阻不小于1M $\Omega$ 。

#### 4.2.6 介电强度

计程仪应经受住2 000V(对杆式传感器用1 000V)的介电强度试验,试验结果应无击穿或闪络现象。

#### 4.2.7 传感器

传感器的灵敏度等要求按产品标准规定。

#### 4.2.8 耐水压

传感器、船底阀能承受0.6MPa的水压。

#### 4.2.9 可靠性

计程仪应有可靠性要求;平均无故障工作时间(MTBF)和平均维修时间(MTTR)由产品标准规定。

### 5 试验方法

在正常大气条件下(温度15~35℃,相对湿度45%~75%,气压86~106kPa)进行计程仪的各项性能测试。

#### 5.1 外观检验

用目测法和按产品工艺规定进行检验。其结果应符合4.1.5和4.2.3的规定。

#### 5.2 低温试验

##### 5.2.1 低温性能试验

计程仪传感器置于备有人造海水的容器中,并将容器置入试验箱(室)内,降温至 $-3\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,保温4h。计程仪其他部分按GB 12267第14.3条的规定进行。其结果应符合4.2.1 a. 和4.2.1 b. 的规定。

##### 5.2.2 低温贮存试验

将计程仪置于试验箱(室)内,降温至 $-25\pm 3^{\circ}\text{C}$ ,保温2h,然后回升到室温,通电后计程仪应能正常工作。

#### 5.3 高温试验

计程仪传感器置于备有人造海水的容器中,并将容器置入试验箱(室)内,升温至 $35\pm 3^{\circ}\text{C}$ ,保温4h。计程仪其他部分按GB 12267第14.1条的规定进行。其结果应符合4.2.1 a. 和4.2.1 b. 的规定。

#### 5.4 湿热试验

按GB 12267第14.2条的规定进行,然后分别检验计程仪速度显示精度和航程解算精度,其结果应符合4.2.1 a. 和4.2.1 b. 的规定。

#### 5.5 倾斜、摇摆试验

将计程仪(传感器除外)固定在摇摆台上通电工作。前后倾斜 $10^{\circ}$ ,左、右倾斜 $22.5^{\circ}$ ,试验时间各15min;试验过程中计程仪在所设定的工作点上应能正常工作,结束后再检验计程仪的速度显示精度和航程解算精度,其结果应符合4.2.1 a. 和4.2.1 b. 的规定。

横倾 $\pm 22.5^{\circ}$ 、周期10s,纵倾 $\pm 10^{\circ}$ 、周期8s,各做10min,试验过程中计程仪在所设定的工作点上能正常工作,结束后,再检验计程仪的速度显示精度和航程解算精度,其结果应符合4.2.1 a. 和4.2.1 b. 的规定。

## 5.6 振动试验

按 GB 12267 第 14.4 条规定进行,然后分别检验计程仪速度显示精度和航程解算精度,其结果应符合 4.2.1 a. 和 4.2.1 b. 的规定。

## 5.7 盐雾试验

按 GB 12267 第 14.8 条的规定进行。其结果应符合 4.1.1 e. 的规定。

如制造厂具备金属零部件材料的盐雾试验合格报告,在有效期内可免做本试验。

## 5.8 长霉试验

按 GB 12267 第 14.7 条的规定进行。其结果应符合 4.1.1 e. 的规定。

如制造厂具备绝缘材料或涂料的防霉试验合格报告,在有效期内可免做本试验。

## 5.9 电压、频率变化试验

计程仪选用交流 110 V 或 220 V、频率 50Hz 或 60Hz 电源,并按表 1 所列的三种条件下各运行 15min 后,分别检验计程仪速度显示精度和航程解算精度,其结果应符合 4.2.1 a. 和 4.2.1 b. 的规定。

表 1

顺 序 \ 项 目	电压变化, %	频率变化, %
1	+10	+6
2	+10	-6
3	-10	-6

## 5.10 电磁干扰试验

按 GB 12267 第 15.1~15.4 条的规定进行。其结果应符合 4.1.3 的规定。

## 5.11 噪声试验

按 GB 12267 第 15.5 条的规定进行。其结果应符合 4.1.4 的规定。

## 5.12 模拟测量精度试验

## 5.12.1 速度显示精度

用模拟速度信号装置设定标称速度,检验计程仪的显示速度值或通过其他等效量所换算的速度值,其结果应符合 4.2.1 a. 的规定。

## 5.12.2 航程解算精度

用秒表测取计程仪的航程值与理论航程值之差,航程相对误差按公式(2)计算。计算结果应符合 4.2.1 b. 的规定。

## 5.12.3 航速航程复示精度

置速度显示器为零,分别记录主显示器、复示器的航程计数器的初始值,然后分别任意设定三种速度,各工作 15min,检验各复示器的速度显示与主显示器速度显示之差,其结果应符合 4.2.1 c. 的规定。然后使速度显示器为零,分别记录主显示器和复示器航程计数终了值。检验主显示器和复示器航程计数器终了值与初始值之差,应符合 4.2.1 d. 的规定。

## 5.13 传感器、船底阀试验

## 5.13.1 传感器水压试验

传感器安装在测试设备上处于工作状态,加水压 0.6MPa,时间不少于 30min,其结果应符合 4.2.5 和 4.2.8 的规定。

## 5.13.2 传感器性能试验

在水筒提供选定的标准速度下,检验传感器的灵敏度,其结果应符合 4.2.7 的规定。

## 5.13.3 船底阀水压试验

船底阀安装在测试设备上,加水压 0.6MPa,持续 30min 后应符合 4.2.8 的规定。

### 5.14 动态模拟试验

用水筒等提供选定的标准速度测得计程仪速度,求出其与选定的标准速度间的差值,经调整后,再按原选定的标准速度复测计程仪速度,其结果应符合 4.2.2.1 的规定。

### 5.15 系泊试验

按产品标准规定进行。

### 5.16 海上试验

计程仪海上测速测量精度的试验应满足下列要求:

#### 5.16.1 测速线长度 0.5~3n mile。

#### 5.16.2 测速区的水深应保证不影响海上测量精度。

#### 5.16.3 测速时所在水域的风力等级应不大于 3 级,浪不大于 2 级。

#### 5.16.4 船舶在测速线上应保持固定的航向,航向误差为 $\pm 1^\circ$ 。

#### 5.16.5 船舶以相同的速度于各测趟上航行时,主机转速应保持不变,船舶转向后应待航速和航向稳定后再进入选标区。

为消除海流的影响,在保持主机转速不变的情况下,应依次连续三次(顺流—逆流—顺流,或逆流—顺流—逆流)分别测得船舶真速度和计程仪速度,并按下列公式分别计算船舶平均真速度和计程仪平均速度:

$$v_{\text{sp}} = (v_{s1} + 2v_{s2} + v_{s3})/4 \quad (3)$$

$$v_{\text{jp}} = (v_{j1} + 2v_{j2} + v_{j3})/4 \quad (4)$$

式中:  $v_{\text{sp}}$ ——船舶平均真速度;

$v_{\text{jp}}$ ——计程仪平均速度;

$v_{s1}$ 、 $v_{s2}$ 、 $v_{s3}$ ——相应为第一、第二、第三测趟时所测得的船舶真速度;

$v_{j1}$ 、 $v_{j2}$ 、 $v_{j3}$ ——相应为第一、第二、第三测趟时所测得的计程仪速度。

由  $v_{\text{sp}}$ 、 $v_{\text{jp}}$  求得计程仪的误差,经调整后用上述同样方法再分别复测各种速度下的海上测量精度,其结果应符合 4.2.2.1 的规定。

测速时,主机转速一般选用船舶常用的低速、中速、高速三种速度进行,亦可少选或只选用经济航速。

### 5.17 航程信息输出试验

计程仪通电工作,施加模拟信号的同时,准确记录每组输出触点的闭合,在此期间应记录不少于 10 次连续的触点闭合,其结果应符合 4.2.4 的规定。

### 5.18 绝缘电阻试验

用 500V 兆欧表检验计程仪供电系统及其他部件对地的绝缘电阻(滤波电容及印制线路板等电器应与线路脱开),其结果应符合 4.2.5 的规定。

### 5.19 介电强度试验

计程仪电源输入端和传感器在高压侧功率不小于 0.5kW、50Hz 的试验装置上进行试验,试验电压从 250V 开始,并在 10s 内平稳地升到 2000V(对杆式传感器用 1000V),保持时间 1 min,然后逐步降到 250V 再断电。其结果应符合 4.2.6 的规定。

### 5.20 可靠性试验

可靠性试验方法按产品标准进行。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

- a. 出厂检验;
- b. 型式检验;

## c. 鉴定、定型检验。

## 6.2 出厂检验

## 6.2.1 出厂检验项目见表 2。

## 6.2.2 出厂检验由制造厂质量检验部门进行。

## 6.2.3 每台计程仪均应进行出厂检验,将调试好的计程仪按表 2 所规定的顺序进行检验,待检验合格后方可出厂。

## 6.3 型式检验

## 6.3.1 计程仪在下列情况之一时,应进行型式检验:

- a. 新产品试制完提交鉴定、定型时;
- b. 产品的结构、材料、制造工艺等有重大更改,影响其主要性能时;
- c. 产品转厂时;
- d. 产品转入正常批量生产后,每隔五年进行一次。

## 6.3.2 型式检验项目见表 2。

表 2

序号	检 验 项 目	出厂检验	型式检验	鉴定、定型检验	技术要求	试验方法
1	外观检验	✓	✓	✓	4.1.5 4.2.3	5.1
2	速度显示精度	✓	✓	✓	4.2.1 a.	5.12.1
3	航程解算精度	✓	✓	✓	4.2.1 b.	5.12.2
4	主显示器与复示器匹配精度	✓	✓	✓	4.2.1 c. 4.2.1 d.	5.12.3
5	航程信息输出	✓	✓	✓	4.2.4	5.17
6	绝缘电阻	✓	✓	✓	4.2.5	5.18
7	传感器水压试验	✓	✓	✓	4.2.8	5.13.1
8	传感器性能试验	✓	✓	✓	4.2.7	5.13.2
9	船底水压试验	✓	✓	✓	4.2.8	5.13.3
10	电源		✓	✓	4.1.2	5.9
11	介电强度试验		✓	✓	4.2.6	5.19
12	电磁干扰试验		✓	✓	4.1.3	5.10
13	噪声试验		✓	✓	4.1.4	5.11
14	低温试验		✓	✓	4.1.1 a	5.2
15	高温试验		✓	✓	4.1.1 a	5.3
16	湿热试验		✓	✓	4.1.1 b	5.4
17	振动试验		✓	✓	4.1.1 e	5.6
18	倾斜、摇摆试验		✓	✓	4.1.1 c 4.1.1 d	5.5
19	盐雾试验		✓	✓	4.1.1 e	5.7
20	长霉试验		✓	✓	4.1.1 e	5.8
21	动态模拟试验			✓	4.2.2.1	5.14
22	系泊试验			✓		5.15
23	海上试验			✓	4.2.2.1	5.16
24	可靠性试验			✓	4.2.9	5.20

### 6.3.3 型式检验试品取样和检验结果评定。

6.3.3.1 在出厂检验合格的计程仪中任意抽取一台,按表 2 规定的顺序进行型式检验。

6.3.3.2 在试验中,若某一项目不合格,应查明原因,故障排除后,重新进行试验及与该项有关的试验。试验合格后,再继续进行其余项目的试验。如果故障不能排除,则抽取加倍数量的计程仪重新进行该项试验和与该项试验有关的试验。合格后,对加倍抽取的一台计程仪补做其他项目的试验,若仍有不合格,则终止该批型式检验。

### 6.4 鉴定、定型检验

6.4.1 鉴定、定型检验项目见表 2。

6.4.2 鉴定、定型检验试品取样和试验结果评定应符合 6.3.3 的规定。

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

7.1.1 计程仪主要组成部分应在明显位置固定标志以下内容的耐久、耐燃的铭牌。

- a. 制造厂名称或商标;
- b. 产品名称;
- c. 产品型号;
- d. 重量;
- e. 出厂编号;
- f. 船检标记;
- g. 制造日期。

### 7.2 包装、运输和贮存

按 CB 1038 中所规定的要求进行。



附录 A  
计程仪安装要求  
(参考件)

- A1 当采用不同的方法把计程仪各部分固定到船上,以及任何伸出船体外的部件发生损坏时,均不应导致船内进水。
- A2 传感器应安装在船底受水流影响的较小处,并保证船舶在最小吃水和最大摇摆时,不露出水面。
- A3 船底阀标志线与船舶艏艉线的交角在 $\pm 1^\circ$ 之内。
- A4 传感器附近不应有强电磁场,其前方 5 m 区域内不应有影响水流线平顺的突出物以及吸入和排出
- 

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会航海仪器分技术委员会归口。

本标准由上海导航仪器厂负责起草,中国船舶工业总公司第七研究院标准化室和中国船舶工业总公司 707 所九江分部参加。

本标准主要起草人金光耀、唐金彬、王美娥、程中考、徐红。