



# 中国船舶工业总公司部标准

CB 1304—98

---

## 鱼雷摆式加速度计规范

Specification for pendulum accelerometer of torpedo

1998—03—20 发布

1998—08—01 实施

---

中国船舶工业总公司 发布

## 鱼雷摆式加速度计规范

Specification for pendulum accelerometer of torpedo

### 1 范围

#### 1.1 主题内容

本规范规定了鱼雷用摆式加速度计基本技术要求、质量保证规定和交货准备等。

#### 1.2 适用范围

本规范适用于鱼雷用弹性约束液浮摆式加速度计的设计、生产、试验、验收。

### 2 引用文件

- GB 6388—86 运输包装收发货标志
- GJB 145A—93 防护包装规范
- GJB 658—88 鱼雷产品标志
- GJB 669—89 速率陀螺仪试验方法
- CB 1235—93 鱼雷环境要求态及试验方法

### 3 要求

#### 3.1 合格鉴定

按本规范提交的摆式加速度计应是经鉴定合格或定型批准的产品。

#### 3.2 可靠性

产品在规定条件下规定时间内平均故障前时间(MTTF)应符合技术规格书的要求。

#### 3.3 材料

摆式加速度计使用的各种原材料应符合技术规格书要求。经进厂复验合格后,方可投料加工零件。

#### 3.4 设计

摆式加速度计用来测量鱼雷航行时滚动和俯仰运动姿态角。输出相应的信号电压。

#### 3.5 结构

##### 3.5.1 密封性

摆式加速度计在设计规定的温度和气压下,在技术规格书规定的寿命期内,其漏率应满足技术规格书要求。

##### 3.5.2 互换性

摆式加速度计应完全互换。

##### 3.5.3 轴系确定

除非另有规定,摆式加速度计各轴的正方向应符合如下的轴系要求:

输入轴×摆轴=输出轴

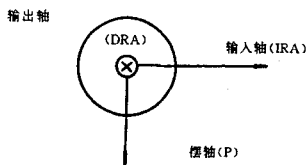


图1 摆式加速度计轴系图

### 3.6 标准件

摆式加速度计应最大限度地采用标准零(部)件。优先从国家标准、国家军用标准选用标准零(部)件。

### 3.7 性能特性

#### 3.7.1 电气要求

##### 3.7.1.1 电源

除非另有规定,摆式加速度计所用的各种电源电压和频率的额定值,以及电压和频率的允许偏差应符合技术规格书要求。

##### 3.7.1.2 绝缘电阻

互不相干的电路之间以及各电路与壳体之间的绝缘电阻(产品处于非工作状态),应符合表1的要求。

表1

试验条件	绝缘电阻	备注
正常试验大气条件	$\geq 50M\Omega$	—
恒定湿热试验	$\geq 1M\Omega$	取出箱外在3min内测完

##### 3.7.1.3 绝缘介电强度

摆式加速度计各电路与壳体之间按表2规定的条件进行绝缘介电强度试验,应无击穿、闪烁或电晕现象。

表2

额定工作电压	试验电压	备注
<15V	100V,50Hz	—
15~36V	300V,50Hz	—
>36V	500V,50Hz	—

##### 3.7.1.4 接点电阻

摆式加速度计插件各接点之间的电阻值,应符合技术规格书的要求。

### 3.7.2 零位电压

摆式加速度计的零位电压应符合技术规格书要求。

### 3.7.3 阈值

摆式加速度计的阈值应不大于  $0.003g$  ( $g$  为重力加速度)。

### 3.7.4 相位移

摆式加速度计输出信号电压波形与激磁电压波形相位移,应不大于  $5^\circ$ 。

### 3.7.5 极性

当沿着摆式加速度计正输入基准轴方向施加正输入加速度时,输出信号电压的极性为同相。

### 3.7.6 标度因数

摆式加速度计的标度因数应符合技术规格书要求。

### 3.7.7 非线性

摆式加速度计输出信号电压的非线性,应符合技术规格书要求。

### 3.7.8 分辨率

摆式加速度计的分辨率,应不大于  $0.002g$  ( $g$  为重力加速度)。

### 3.7.9 滞环误差

摆式加速度计的滞环误差,应不大于  $0.003g$  ( $g$  为重力加速度)。

### 3.7.10 输入极限加速度

摆式加速度计的输入极限加速度应符合技术规格书要求。

### 3.7.11 失真度

摆式加速度计输出信号电压的波形失真度,应不大于  $5\%$ 。

### 3.7.12 工作寿命

摆式加速度计在规定年限内累计工作时间,应不小于  $500\text{ h}$ 。

### 3.7.13 固有频率

摆式加速度计的固有频率,应符合技术规格书的要求。

### 3.7.14 阻尼比

摆式加速度计在常温下的阻尼比,以及在高低温下的阻尼比,应符合技术规格书的要求。

## 3.8 环境要求

### 3.8.1 高温

应符合 CB 1235 方法 102 第 2 章的要求。

### 3.8.2 低温

应符合 CB 1235 方法 101 第 2 章的要求。

### 3.8.3 温度变化

应符合 CB 1235 方法 103 第 2 章的要求。

### 3.8.4 交变湿热

应符合 CB 1235 方法 104 第 2 章的要求。

### 3.8.5 振动

应符合 CB 1235 方法 202 第 2 章的要求。

### 3.8.6 冲击

应符合 CB 1235 方法 201 第 2 章的要求。

### 3.8.7 恒加速度

应符合 CB 1235 方法 203 第 2 章的要求。

### 3.9 尺寸

摆式加速度计的尺寸应符合技术规格书的要求。

### 3.10 重量

摆式加速度计的总重量,应符合技术规格书的要求。

## 3.11 外观质量

摆式加速度计的外观质量,应符合技术规格书的要求。

## 3.12 标志

摆式加速度计的标志,应符合 GJB 658 第 4 章的要求。

## 4 质量保证规定

## 4.1 检验责任

## 4.1.1 检验责任

除合同或订单中另有规定外,承制方应负责完成本规范规定的所有检验。必要时,订购方或上级鉴定机构有权对规范所述的任一检验项目进行检查。

## 4.1.2 合格责任

所有产品必须符合本规范第 3 章和第 5 章的所有要求。本规范中规定的检验应成为承制方整个检验体系或质量大纲的一个组成部分。若合同中包括本规范未规定的检验,承制方还应保证所提交验收的产品符合合同要求。质量一致性抽样,不允许提交明知有缺陷的产品,也不能要求订购方接收有缺陷的产品。

## 4.2 检验分类

本规范规定的检验分为:

- a. 鉴定检验;
- b. 质量一致性检验。

## 4.3 检验条件

按 GJB 669 中第 4 章规定执行。

## 4.4 鉴定检验

## 4.4.1 鉴定检验应按表 3 规定的项目和顺序进行检验或试验。

表 3 鉴定检验表

检验顺序	检验项目	要求章条号	检验方法章条号	受检产品编号及检验项目		
				1	2	3
1	性能检验	3.7.1~3.7.14	4.7.3~4.7.13	√	√	√
2	振 动	3.8.5	4.7.14.1	√	—	√
3	恒加速度	3.8.7	4.7.14.3	√	√	—
4	冲 击	3.8.6	4.7.14.2	√	√	—
5	温度变化	3.8.3	4.7.14.4	√	—	√
6	高 温	3.8.1	4.7.14.5	√	√	—
7	低 温	3.8.2	4.7.14.6	√	√	—
8	交变湿热	3.8.4	4.7.14.7	√	√	—
9	工作寿命	3.7.12	4.7.10	√	—	—
10	性能试验	3.7.1~3.7.14	4.7.3~4.7.13	√	√	√

注:“√”为需做的检验或试验。

## 4.4.2 受检摆式加速度计数量

受检摆式加速度计为 3 台,并编号为 1、2、3 号。

## 4.4.3 合格判据

三台摆式加速度计均通过表 3 规定的各项检验或试验为鉴定检验合格,否则为不合格。

## 4.5 质量一致性检验

## 4.5.1 检验项目

质量一致性检验的项目按表 4 的规定分成 4 组进行。

表 4 质量一致性检验表

检 验 或 试 验	要求的章条号	检验或试验章条号
A 组		
性 能	3.7.1~3.7.14	4.7.3~4.7.11
重 量	3.10	4.7.12
外观、尺寸、及标志	3.11、3.9、3.12	4.7.13
B 组		
低温工作	3.8.2	4.7.14.6
高温工作	3.8.1	4.7.14.5
温度变化	3.8.3	4.7.14.4
C 组		
交变湿热	3.8.4	4.7.14.7
振 动	3.8.5	4.7.14.1
冲 击	3.8.6	4.7.14.2
恒加速度	3.8.7	4.7.14.3
D 组		
工作寿命	3.7.12	4.7.10

## 4.5.2 组批原则

提交的一个检验批产品,应按同一图样、技术文件和相同工艺流程制造,且投产日期相近。

## 4.5.3 抽样方案

## 4.5.3.1 A 组检验抽样

检验批全数逐个检验。

## 4.5.3.2 B 组检验抽样

按表 5 规定抽样。

表 5

台

检验批产品数量	样本数
$\geq 48$	4 或按台同规定
$< 48$	3

## 4.5.3.3 C 组检验抽样

按表 6 规定的数量,从通过 B 组检验的产品中抽取。

表 6

台

检验批产品数量	样本数
$\geq 48$	3 或按合同规定
$< 48$	2

## 4.5.3.4 D组检验抽样

按表 7 规定的数量,从通过 C 组检验的产品中抽取。

表 7

台

检验批产品数量	样本数 0
$\geq 48$	2 或按合同规定
$< 48$	1

## 4.5.4 不合格

如果样品未通过 A 组、B 组、C 组或 D 组检验,则应停止产品的验收和交付。承制方应将不合格情况通知合格鉴定单位。在采取纠正措施之后,应根据合格鉴定单位的意见,重新进行全部试验或检验或只对不合格的项目进行试验或检验。若试验仍不合格,则应将不合格情况通知合格鉴定单位。

## 4.6 包装检验

包装检验按 GJB 145A 中 4.4.1.1、4.4.3.3 条规定执行。

## 4.7 检验方法

## 4.7.1 测试设备和仪器

## 4.7.1.1 精度选择原则

测试加速度计所用的设备和仪器的测试精度,必须高于被测加速度计的精度。若用两者的系统误差进行比较,前者的精度应比后者高一个数量级以上。若用两者的随机误差进行比较,则前者误差应小于后者误差的三分之一。

## 4.7.1.2 主要测试设备和仪器

- a. 精密数字显示分度头。
- b. 水准仪或准直线。
- c. 精密离心机。
- d. 精密振动台。
- e. 精密冲击台。
- f. 数字式电压表。
- g. 频率计。
- h. 专用工装夹具。
- i. 传感器电源。
- j. 相位计和失真度测试仪。

## 4.7.1.3 对测试设备和仪器要求

所有测试设备和仪器均应有检定合格证,并在有效期内使用。

## 4.7.2 测试条件

#### 4.7.2.1 正常试验大气条件

- a. 环境温度:15~35 ℃。
- b. 相对湿度:45%~75%。
- c. 大气压:87~107 kPa。

#### 4.7.2.2 仲裁试验的标准大气条件

- a. 环境温度:20±1 ℃。
- b. 相对湿度:63%~67%。
- c. 大气压:87~107 kPa。

#### 4.7.2.3 基准的标准大气条件

- a. 温度:20 ℃。
- b. 相对湿度:65%。
- c. 大气压:97 kPa。

#### 4.7.2.4 测试场地要求

- a. 测试台的基础应稳定(隔振基座)。
- b. 试验室应有良好的接地装置和磁环境,具体要求应按技术规格书。

#### 4.7.3 电气性能检验

##### 4.7.3.1 绝缘电阻

用250 V兆欧表检查互不相干的绕组之间以及绕组与壳体之间的绝缘电阻应符合3.7.1.2条要求。

##### 4.7.3.2 绝缘介电强度

用频率为50 Hz,功率不小于0.5 kW的绝缘介电试验器进行试验,按技术规格书规定的测试点和电压值,将试验电压从零均匀地上升到规定电压(一般不少于3 s),保持1 min,应无击穿、闪烁或电晕现象发生,然后将电压降至零(亦不小于3 s),断开电路。试验不宜重复,必须重复时,试验电压应降为前次试验电压的80%。测试结果应符合3.7.1.3条要求。

##### 4.7.3.3 接点电阻

使用数字式欧姆表检查各接点间的电阻值,应符合3.7.1.4条要求。

#### 4.7.4 零位电压检验

##### 4.7.4.1 使用仪器

- a. 精密数字显示分度头。
- b. 数字式电压表。
- c. 传感器电源。
- d. 频率计。
- e. 专用工装夹具。

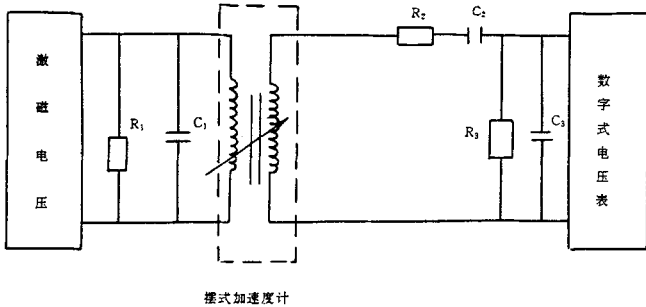
##### 4.7.4.2 样品安装

摆式加速度计通过安装夹具安装在分度头的回转轴上。使摆式加速度计的输出基准轴与分度头的回转轴平行并在回转过程中应处于水平±2'以内。

##### 4.7.4.3 电气联接

摆式加速度计通过安装夹具安装在分度头回转轴上以后,按图2进行电路连线,加速度计的输出信号电压值由数字式电压表读出。





图中:  $R_1$ 、 $C_1$ ——提高功率因数的电阻、电容;  
 $R_2$ 、 $C_2$ ——输出端移相电阻、电容;  
 $R_3$ 、 $C_3$ ——输出端等效负载电阻、电容。

图2 电路接线图

#### 4.7.4.4 测试步骤

- a. 转动分度头回转轴,使加速度计的摆轴处于地垂线位置(摆状态安装),细调分度头的回转轴使加速度计的传感器处于最小的电输出,此时作为加速度计零位。
- b. 待加速度计输出稳定后,记录输出信号电压值。重复上述操作。

#### 4.7.4.5 测试结果评价

测试加速度计的零位电压值应符合 3.7.2 条要求。

#### 4.7.5 阈值和分辨率检验

##### 4.7.5.1 使用仪器

使用仪器同 4.7.4.1 条,电气联接同 4.7.4.3 条。

##### 4.7.5.2 产品的安装和电气联接

样品安装同 4.7.4.2 条,电气联接同 4.7.4.3 条。

##### 4.7.5.3 测试步骤

###### 4.7.5.3.1 阈值的测试

- a. 将分度头调到  $0^\circ$  位置(零  $g$ )。
- b. 计算与阈值相对应的角度增量  $\Delta\theta$ 。
- c. 将分度头转角增至  $+\Delta\theta$ ,记录加速度计输出值,然后回至  $0^\circ$  位置。
- d. 从  $0^\circ$  位置转至  $-\Delta\theta$ ,记录加速度计输出值,然后回至  $0^\circ$  位置。
- e. 重复步骤 c、d 三次。

###### 4.7.5.3.2 分辨率的测试

- a. 转动分度头,使加速度计处于非零  $g$  输入状态(通常  $\theta=5^\circ, 30^\circ, 86^\circ$ )。
- b. 计算在非零  $g$  状态  $5^\circ, 30^\circ, 86^\circ$  时,如加速度计分辨率为  $0.002g$  ( $g$  为重力加速度)时的角度增量  $\Delta\theta$ 。
- c. 在  $\theta=5^\circ$  输入状态下,测试加速度计的输出值,然后按其相应的角度增量  $\pm\Delta\theta$  转动分度头,测试加速度计的输出(在  $\theta=30^\circ, 86^\circ$  情况下,重复本步骤测试)。读取各次输出值。

## 4.7.5.4 测试结果

a. 阈值的测试值为最小输入量的最大绝对值,由该输入量所产生的输出量至少应等于按标度因数所期望输出的 50%应符合 3.7.3 条要求。

b. 分辨率的测试值为输入量  $\theta \pm \Delta\theta$  时,引起输出量变化等于采用标度因数所求出的期望输出变化的某一规定百分比(至少 50%)的输入量的最小变化的最大值应符合 3.7.8 条要求。

## 4.7.6 滞环误差、非线性和标度因数检验

## 4.7.6.1 使用仪器

使用仪器同 4.7.4.1 条。

## 4.7.6.2 样品安装和电气联接

样品的安装同 4.7.4.2 条。电气联接同 4.7.4.3 条。

## 4.7.6.3 测试步骤

a. 分度头按预先选定的角度逐点输入,角度值的选取按 R<sub>s</sub> 系列公比,进行适当的圆整后,一般不少于 11 点。

b. 使分度头从 0°按预先选定的角度依次增大到正输入极限位置,然后按选定的点依次返回到 0°。

c. 使分度头从 0°按预先选定的角义依次增大到负输入极限位置,然后再按选定的点依次返回到 0°。完成一个完整的循环。

d. 在每个测试点上待输出稳定后,间隔 1 s 连续读数(采样)不少于 10 次,取其算术平均值作为该点的输出信号电压值。

## 4.7.6.4 测试结果

a. 输入—输出的关系偏离最小二乘方直线的系统偏差,取其输出值偏离最小二乘方拟合直线的最大值作为非线性误差应符合 3.7.7 条要求。

b. 动态过程消失后,由于滞环效应在测得的变量(全量程循环中)的增加方向段和减小方向段之间的最大距离应符合 3.7.9 条要求。

c. 标度因数即用最小二乘方拟合的理想直线的斜率应符合 3.7.6 条要求。

## 4.7.7 相位移和极性检验

## 4.7.7.1 使用仪器

a. 相位计。

b. 其他同 4.7.4.1。

## 4.7.7.2 样品安装和电气联接

样品安装同 4.7.4.2 条。电气联接同 4.7.4.3 条。

## 4.7.7.3 测试步骤

a. 分度头输入角度在规定的范围内变化,测试其输出信号电压波形与激磁电压波形的相位移值。

b. 记录在各输入角度下的相位移值。

## 4.7.7.4 测试结果

a. 相位移的最大值应符合 3.7.4 条要求。

b. 输入转角的转向与相位移的关系,用同相位为  $0 \pm \Delta\alpha^\circ$  (或反相位为  $180 \pm \Delta\alpha^\circ$ ) 表示极性应符合 3.7.5 条要求。

## 4.7.8 失真度检验

## 4.7.8.1 使用仪器

a. 失真度测试仪。

b. 其他同 4.7.4.1 条。

## 4.7.8.2 样品安装和电气联接

样品安装同 4.7.4.2 条。电联接同 4.7.4.3 条,但输出端接失真度测量仪。

#### 4.7.8.3 测试步骤

将分度头在规定的输入角度范围内转动,记录加速度计输出信号电压的最大失真度值。

#### 4.7.8.4 结果评定

取最大失真度值应符合 3.7.11 条要求。

#### 4.7.9 输入极限加速度检验

##### 4.7.9.1 使用仪器

使用仪器同 4.7.4.1 条。

##### 4.7.9.2 样品安装和电气联接

样品安装同 4.7.4.2 条。电气联接同 4.7.4.3 条。

##### 4.7.9.3 测试步骤

将加速度计安装在离心机上,离心机平稳地增速,加速度计输出信号电压也相应地增加,当离心机增速至机械限位位置时,加速度计的输出信号电压不增加,记录其输出信号电压,在相反方向上重复上述试验。

##### 4.7.9.4 结果评定

加速度计的输入极限加速度应符合 3.7.10 条要求。

#### 4.7.10 工作寿命检验

##### 4.7.10.1 使用仪器

使用仪器同 4.7.4.1 条。

##### 4.7.10.2 样品安装和电气联接

样品安装同 4.7.4.2 条。电气联接同 4.7.4.3 条。

##### 4.7.10.3 测试步骤

样品通电工作 3 h 停 1 h,再通电工作 3 h 停 1 h。周而复始,记录加速度计累计工作时间。

##### 4.7.10.4 结果评定

加速度计累计工作时间应符合 3.7.12 条要求。

#### 4.7.11 固有频率和阻尼比检验

##### 4.7.11.1 使用仪器

- a. 线加速度模拟转台。
- b. 正弦振动台。
- c. 光线示波器。
- d. 直流稳压电源,2 台。
- e. 正弦信号发生器。
- f. 变换放大器。
- g. 温度控制器。

##### 4.7.11.2 测试步骤

###### 4.7.11.2.1 阶跃响应法求阻尼比

a. 将被测摆式加速度计通过夹具固定在线加速度模拟转台的位置上,使摆式加速度计处于水平正摆状态。初始位置时,摆式加速度计的轴与离心机的离心半径 OX 平行,如图 3 所示。

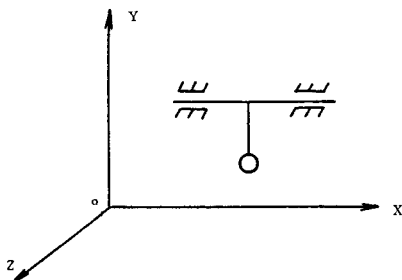


图3 摆式加速度计阶跃测试安装图

b. 调节零位:

接通仪表电源,起动线加速度模拟转台,调节位置台的位置给定信号,直至使摆式加速度计的输出值为零。

c. 测试输出阶跃加速度:

调节位置台的位置给定信号,使摆式加速度计输出值相当于  $1g$  ( $g$  为重力加速度)。断开位置给定信号,起动记录仪,突然接通位置给定信号,记录摆式加速度计输出过渡过程曲线,如图4所示。

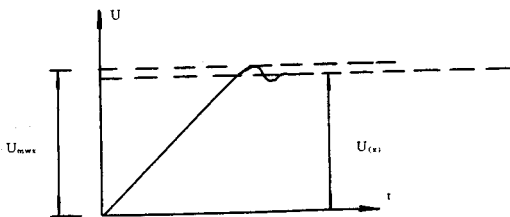


图4 阶跃过渡过程曲线

d. 计算阻尼比:

按公式(1)求出阶跃响应的超调量  $\sigma$  值:

$$\sigma = \{ [U_{max} - U_{(ss)}] / U_{(ss)} \} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $U_{max}$  —— 过渡过程曲线峰值电压, V;

$U_{(ss)}$  —— 过渡过程曲线稳态电压, V。

根据超调量  $\sigma$  按公式(2)可求出阻尼比  $\zeta$  值:

$$\zeta = \sqrt{(\ln\sigma)^2 / \pi^2 + (\ln\sigma)^2} \dots\dots\dots(2)$$

4.7.11.2.2 正弦振动法求固有频率  $f_0$ 。

a. 测试框图如图5所示。

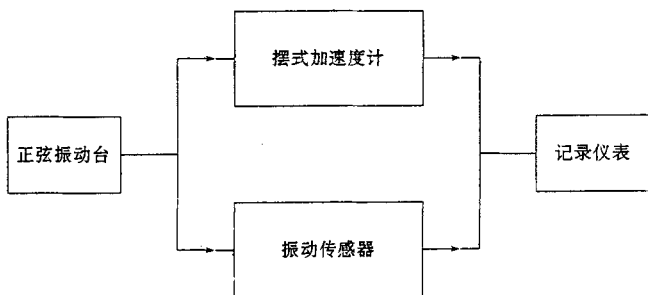


图5 测试框图

## b. 样品和仪表安装:

将被测加速度计固定在振动台面上,使其输入轴与振动方向平行。振动传感器也固定在振动台面上,其敏感轴与被测加速度计输入轴平行。

## c. 振动试验:

起动振动台,保持振动加速度值为 $0.5g$ ( $g$ 为重力加速度),改变振动频率,记录各点频率的输出波形。

d. 固有频率 $f_0$ 的确定

根据定义,输出量滞后于输入量 $90^\circ$ 时的频率为固有频率。从测得的输入输出波形中求出他们相位差(相差 $90^\circ$ 时的频率)。

## 4.7.11.3 测试结果评定

a. 阻尼比的测试结果应符合3.7.14条要求。

b. 固有频率的测试结果应符合3.7.13条要求。

## 4.7.12 重量的检验

用精度不低于 $1g$ 的衡器称重。

检验结果应符合3.10条要求。

## 4.7.13 外观质量、标志及尺寸检验

4.7.13.1 用目视法检查摆式加速度计的外观质量及标志,应符合3.11、3.12条要求。

4.7.13.2 用误差不大于 $0.1\text{ mm}$ 的量具测量摆式加速度计尺寸,应符合3.9条要求。

## 4.7.14 环境试验方法

## 4.7.14.1 振动试验

按CB 1235中方法202第2~3章规定执行。

## 4.7.14.2 冲击

按CB 1235中方法201第2~3章规定执行。

## 4.7.14.3 恒加速度

按CB 1235中方法203第2~3章规定执行。

## 4.7.14.4 温度变化

按CB 1235中方法103第2~3章规定执行。

## 4.7.14.5 高温

按CB 1235中方法102第2~3章规定执行。

## 4.7.14.6 低温

按CB 1235中方法101第2~3章规定执行。

#### 4.7.14.7 振动试验

按 CB 1235 中方法 104 第 2~3 章规定执行。

### 5 交货准备

#### 5.1 摆式加速度计通常随雷一起包装、运输和贮存。

根据合同或订货单的规定,摆式加速度计也可单独包装、运输和贮存。

#### 5.2 封存包装

##### 5.2.1 封存包装

- a. 清洗:按 GJB 145A 中的 3.2.2 条规定执行。
- b. 干燥:按 GJB 145A 中的 3.3.1 条规定执行。
- c. 防潮包装:按 GJB 145A 中的 3.5.5.4 条执行。

##### 5.2.2 装箱

5.2.2.1 单件包装成盒,盒内应放入合格证(含测试结果表)。

5.2.2.2 4~10 件摆式加速度计为一个单元装入包装箱,包装箱应防潮、防震。包装箱上的收发标志应按 GB 6388 的规定。

#### 5.3 运输

已装箱的摆式加速度计,在不受雨雪和烈日等直接影响的条件,可用公路、铁路、水路、航空等单一或任一组合运输方式进行运输。

#### 5.4 贮存

封存包装好的摆式加速度计应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的库房内(或按技术规格书规定的条件进行贮存)。

---

#### 附加说明:

本规范由船舶总公司六〇一院提出。

本规范由船舶总公司六〇一院归口。

本规范由船舶总公司七院第七〇五研究所负责起草。

本规范主要起草人:高洪勋、崔奎山、蔡士清、熊杰。