



中华人民共和国国家标准

GB/T 8016—1995

船用回声测深设备通用技术条件

General specification for echo-sounding
equipment in ships

1995-11-20 发布

1996-08-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

船用回声测深设备通用技术条件

GB/T 8016—1995

General specification for echo-sounding
equipment in ships

代替 GB 8016—87

本标准参照采用了 ISO 9875—1991《造船——船用回声测深设备》和 ISO 4366《测量水深的回声测深仪》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了船用回声测深设备的产品分类、技术要求、试验方法和检验规则。
本标准适用于航海、内河航行、航道测量及其他特殊用途的船用回声测深设备。

2 引用标准

GB 3047.1 面板、架和柜的基本尺寸系列
GB 3477 船用风雨密单扇钢质门
GB 3947 声学名词术语
GB 4793 电子测量仪器安全要求
GB 6388 运输包装收发货标志
GB 7965 声学 水声换能器测量
GB 11463 电子测量仪器可靠性试验
GB/T 12267 船用导航设备通用要求和试验方法
CB 673 出入舱口盖
CB 1146.7 船舶设备环境试验方法 试验 Eb:碰撞
CB 1146.8 船舶设备环境试验方法 试验 Ee:倾斜和摇摆
CB 1146.10 船舶设备环境试验方法 试验 Ha:低温贮存
SJ 3212 电子产品运输包装技术条件

3 术语

3.1 虚警概率 P_{fa} false alarm probability

接收机输入端仅有噪声时,在接收机输出端错误判决为“有信号”的概率。

3.2 检测概率 P_d detection probability

接收机输入端有信号,输出端正确判决为“有信号”的概率。

3.3 除上述术语外,本标准所用的声学术语按 GB 3947 的规定。

4 产品分类

4.1 回声测深设备按用途分有航海用、内河航行用、航道测量用、水深精密测量用及特殊用途等。

4.2 回声测深设备按安装方式分有固定式和便携式。

国家技术监督局 1995-11-20 批准

1996-08-01 实施

4.3 回声测深设备按指示方式分有图形模拟记录式、数码指示和屏幕显示等。

4.4 产品的深度范围

测深范围优先选择以下九档：

- a. 10~12 000 m；
- b. 10~5 000 m；
- c. 2~2 000 m；
- d. 2~1 000 m；
- e. 2~400 m；
- f. 1~200 m；
- g. 0.5~100 m；
- h. 0.3~40 m；
- i. 0.3~25 m。

4.5 产品的精度等级

产品的精度等级(相对于所测深度)分为五级：

- a. $\pm 5\%$ ；
- b. $\pm 2\%$ ；
- c. $\pm 1\%$ ；
- d. $\pm 0.5\%$ ；
- e. $\pm 0.2\%$ 。

5 技术要求

5.1 使用要求

5.1.1 设备应进行可靠性设计,力求做到体积小、重量轻、功耗低、寿命长。

5.1.2 设备应操作简便,易发现故障和维修。

5.1.3 设备的显示部分应便于观察,刻度的字迹在观察位置上应清晰易读,所有控制旋钮的大小和位置应适当,便于调整和识别。

5.1.4 航海用和内河航行用的设备应有充足的机上照明,能够看清控制旋钮和读数,照明亮度可以调节,直至熄灭。用于报警的指示除外。

5.1.5 设备应能直接提供深度数据。

5.1.6 接口要求

具有数字指示方式的测深设备与外部进行数据交换或输入输出联系应有通用接口。

对于仅有模拟信号输出的设备必要时应有信号输出口。

5.1.7 出厂文件要求

5.1.7.1 制造厂对出厂的每台设备都应提供使用说明书,并提供必要的备附件和备附件清单。

对于在船上进行设备故障检查维修可达元件级时,应提供详细电路图、元件布置图和元件清单,以及维修和故障检查的说明与图表。

当其故障检查和维修实际上达不到元件级时,应有详细说明以便能够对有缺陷的模件进行检查、定位和鉴别。

5.1.7.2 使用说明书中应详细说明的数据：

- a. 频率或设备工作频率；
- b. 换能器的波束宽；
- c. 可读的或记录的最小时间间隔；
- d. 回声测深设备的最小可测深度；

- e. 为了准确地探测深度,应有详细的规程说明、操作步骤、维修程序;
- f. 离开磁罗经的安全距离。

5.2 安全要求

- 5.2.1 设备的设计应确保工作人员人身安全和避免设备意外损坏。并应满足 GB 4793 的有关规定。
- 5.2.2 凡是有安全要求的地方都应设置安全标志,安全标志按 GB 4793 规定执行。当设备在工作时,如触摸记录笔会受到电震的危险时,应在记录器上加保护装置或警告标志。
- 5.2.3 当电路中直流和交流(射频电压除外)组合的瞬时值超过 50 V 时,对人体容易触及到的地方,应采取保护措施。
- 5.2.4 设备内部存在瞬时电流大于 25 mA、电压 1.5 kV 以上的高压时,应设置保护装置,使在打开机柜或高压保护罩时能自动切断电源,使高压电容随即自动接入放电电路,并在 10 s 时间内使高压电容器放电到安全电平。
- 5.2.5 在设备内部未经保护的高压附近,严禁设置调整机构。
- 5.2.6 泄放电路中的放电电阻应该用两个阻值相同的电阻并联使用。
- 5.2.7 设备所有外露金属零件包括控制装置的金属旋钮和手柄都应接地,但不能因此而造成交流电源的任一端接地。机壳上应设置一个专用接地柱并加以标志。
- 5.2.8 设备在接通电源时应有所指示。
- 5.2.9 设备中若有几个电源开关时,必须设一个总开关,并应有足够的切断能力,但不能切断安全接地。
- 5.2.10 设备结构上独立各分机泄漏电流不应超过 3.5 mA。
- 5.2.11 安装在驾驶室、海图室及其他噪声敏感区的设备,其机械噪声应不超过 65 dB(A)。
- 5.2.12 设备外露机械传动部分,凡危及人身安全处应加防护罩,超过 10 kg 的插箱应设有限位机构。

5.3 结构要求

- 5.3.1 设备各分机应能通过 GB 3477 中表 2 所规定的 1 200 mm×600 mm 的门(减去半径为 150 mm 的拐角)。换能器应能通过 CB 673 中所规定的直径为 600 mm 的舱口,特殊尺寸由供需双方商定。
- 5.3.2 机柜、面板的尺寸应符合 GB 3047.1 的规定。
- 5.3.3 设置通风孔、百页窗的设备,应装置防护网。
- 5.3.4 如果有深度调零装置,应设计成校准调节装置,而不能用它作为操作控制旋钮。

5.4 电气要求

5.4.1 电源

- 5.4.1.1 电源在下述变化情况下,设备应能正常工作:

- a. 交流:偏离额定电压 $\pm 10\%$,偏离额定频率 $\pm 6\%$;
- b. 直流:船电供电时,电压对额定值变动 $+10\%$, -20% ;
蓄电池供电时,电压对额定值变动 $+30\%$, -10% 。

- 5.4.1.2 设备应有防止过电流、过电压、电源瞬变和偶然极性或相序错误的保护装置。

5.4.2 绝缘电阻和耐电压

- 5.4.2.1 设备电源初级电路和换能器的绝缘电阻按表 1 要求。

表 1

M Ω

受试部位	状 态			
	冷态	热态	潮湿试验中	水压试验中
电源初级电路与机壳间电源电压不大于 60 V	>100	>5	>1	—
电源初级电路与机壳间电源电压大于 60 V	>100	>10	>1	—

续表 1

MΩ

受试部位	状 态			
	冷态	热态	潮湿试验中	水压试验中
换能器芯线与机壳间	>100	>10	—	>5
换能器芯线间(当有绝缘要求时)	>100	>10	—	>5

5.4.2.2 设备电源初级电路绝缘强度试验按表 2 要求。

表 2

V

额定工作电压	试 验 电 压
<60	500
>60	2 000

注：没有采用电源变压器的设备，不按表 2 要求。

5.4.2.3 换能器耐压试验按表 3 要求。

表 3

V

工作电压 U	试 验 电 压
≤ 60	540
$>60 \sim 120$	900
$>120 \sim 240$	1 200
$>240 \sim 480$	1 500
>480	$2U + 1\,000$

5.4.3 干扰

设备的传导干扰、辐射干扰、抗电磁干扰等要求应符合 GB/T 12267 的第 7 章有关规定。

5.4.4 设备离开磁罗经的安全距离

设备离开磁罗经的安全距离按 GB/T 12267 中第 15.6 条规定。

5.5 主要性能指标

5.5.1 深度范围

产品技术条件应规定最小和最大可测深度。在声波正常传播时，设备要能够测出深度范围内的任何深度。供航海用的设备至少应具有 2~400 m 测深范围。

5.5.2 技术参数

产品技术条件一般应规定下述技术参数值及其误差范围。

5.5.2.1 设备消耗直流电源功率 P , W 或设备消耗交流电源视在功率 P , VA。5.5.2.2 发射信号频率 f_{∞} , kHz。5.5.2.3 发射脉冲宽度 t_e , ms。5.5.2.4 发射电功率 P_e , W。5.5.2.5 接收机通带中心频率 f_{or} , kHz。5.5.2.6 接收机带宽 B_r , dB(基准值 1 Hz)。5.5.2.7 接收机灵敏度 M_r , dB(基准值 1 μ V)。5.5.2.8 检测阈 D_i , dB; 同时应注明设备检测概率 P_d 和虚警概率 P_{fa} 的设计值。5.5.2.9 发射声源级 L_{ps} , dB(基准值 1 μ Pa · m)。5.5.2.10 发射指向性指数 D_{ie} , dB 或发射波束宽度 $2\theta_{-3dB}$ 。5.5.2.11 接收指向性指数 D_{ir} , dB 或接收波束宽度 $2\theta_{-3dB}$ 。

5.5.2.12 发射换能器等效电阻抗 Z_{te} , Ω 。

5.5.2.13 接收换能器等效电阻抗 Z_{tr} , Ω 。

5.5.2.14 接收换能器灵敏度 M_s , dB(基准值 1 V/ μ Pa)。

5.5.2.15 接收换能器带宽 R_s , dB(基准值 1 Hz)。

5.5.2.16 平均无故障工作时间 $MTBF$, h; 平均故障修复时间 $MTTR$, h。

5.5.3 量程刻度

5.5.3.1 用于航海的设备,其记录器至少应当有深水 and 浅水两种基本量程刻度。深水量程覆盖深度范围不小于 400 m,而浅水量程应是深水量程的十分之一。

5.5.3.2 当设备有量程移相时,相连两个移相量程一般应交叠十分之一以上。当使用不从零开始的移相量程时,应当有所指示。

5.5.3.3 用于航海设备的记录器,浅水量程刻度分度每米水深应不小于 2.5 mm,深水量程的刻度分度每米水深应不小于 0.25 mm。

5.5.3.4 用于内河航行的设备,应能满足船舶航行航道最浅和最深处的测量要求,通常应设有两个量程。深水量程不小于 100 m,浅水量程应是深水量程的十分之一。对于只航行浅水航道船舶及便携式测深设备,可只有一个量程。

5.5.3.5 用于航道测量和特殊用途设备的记录器量程刻度由产品技术条件规定。

5.5.4 显示

5.5.4.1 用于航海和航道测量的设备,应具备线性图表永久记录,能够在标尺上立即读出深度。当设备量程分档和移相时在记录纸上应记录有量程标记和移相标记。深水量程的时间推移幅面,至少应能保持 15 min 间隔的测深数据。副显示器,包括其他方式的显示器可以附加或选购,但它们应不影响主机的性能。

5.5.4.2 无论是在记录纸上做标志或用其他方法,当记录纸只剩下不足整卷长度的十分之一时,应有清楚的提醒指示。

5.5.4.3 用于助航的设备,应设置浅水声光报警。

5.5.4.4 用于内河航行设备的显示器,可为数字显示或图形记录形式。

5.5.4.5 深度测量一般以船底换能器面起算。如果设有将所测深度改为水面起算深度装置的话,应对这种工作方式在使用时给出指示。

5.5.5 脉冲重复率

5.5.5.1 2~400 m 测深范围的航海设备,深水量程发射脉冲重复率应不低于 12 次/min,浅水量程要相应提高。

5.5.5.2 其他测深范围的设备,发射脉冲重复率由产品技术条件规定。

5.5.6 精度

5.5.6.1 为了便于数据的测试和修正,海水介质的声传播速度以 1 500 m/s 为准,淡水介质的声传播速度以 1 460 m/s 为准。

5.5.6.2 产品技术条件应规定测深精度等级,当测深精度相对误差值低于该设备的最小固定误差时,则以最小固定误差为准。最小固定误差值在产品技术条件中规定,航海用设备最小固定误差最大不超过 1 m,内河用设备最小固定误差最大不超过 0.2 m。

5.5.6.3 测深精度为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 和 $\pm 0.2\%$ 的设备,一般应在机内设置声速修正装置。

5.5.6.4 数字式测深设备,应采取抗干扰措施,以便能抑制水中反射体(鱼、有机物、残渣)所引起错误读数。

5.5.6.5 2~400 m 测深范围的航海设备,深度指示的许可误差应在下列范围:浅水量程 ± 1 m 或所测深度的 $\pm 5\%$,深水量程 ± 5 m 或所测深度的 $\pm 5\%$,取大者为准,此误差不包括船舶纵横摇的影响。

5.5.6.6 0.3~100 m 测深范围的内河助航设备,深度指示的许可误差应在下列范围:浅水量程

±0.2 m或所测深度的±2%，深水量程±5 m或所测深度的±2%，取大者为准，此误差不包括船舶纵横摇的影响。

5.5.7 摇摆或倾斜时测深的稳定性

设备的波束设计一般应满足下述要求，有特殊要求时由产品技术条件规定。

5.5.7.1 航海用设备，当船舶横摇或倾斜±10°或纵摇±5°时，设备应能稳定地进行测深。

5.5.7.2 内河航行、航道测量等设备，当船舶横摇±5°或纵摇±2°时，设备应能稳定地进行测深。

5.5.7.3 当设备的波束不够宽时，允许采用其他措施来满足要求。

5.6 环境条件要求

5.6.1 一般规定

航海设备的环境试验应符合 5.6.2~5.6.12 条要求，内河航行、航道测量等设备的环境试验可根据使用环境状况由产品技术条件规定。设备可以安装各种温控装置，以满足温度实验要求。

5.6.2 设备分类

按 GB/T 12267 中第 6.1.1 条规定，换能器定为 S 类，其余舱室内仪器定为 B 类。

5.6.3 高温试验要求

B 类设备进行 55±3℃、4 h 的高温试验。

5.6.4 低温试验要求

B 类设备进行 -15±3℃、10 h 的低温试验。

5.6.5 低温贮存试验要求

B 类和 S 类设备均按 CB 1146.10 中第 5 章要求进行温度 -40±3℃，持续时间 10 h 的低温贮存试验。

5.6.6 湿热试验要求

B 类设备进行相对湿度(93±2)%、温度 40±3℃、10 h 的恒定湿热试验。

5.6.7 碰撞试验要求

B 类和 S 类设备均按 CB 1146.7 中第 4 章表 1 要求进行试验。

5.6.8 倾斜和摇摆试验要求

B 类设备按 CB 1146.8 中第 4 章表 1、表 2 进行前、后、左、右四个方向各倾斜±22.5°、持续时间 15 min 的倾斜试验和纵摇±22.5°、横摇±22.5°、周期 7 s、持续时间 30 min 的复合摇摆试验。

5.6.9 振动试验要求

B 类设备和 S 类设备振动试验要求按 GB/T 12267 中 14.4 条规定。

5.6.10 浸水试验

S 类设备进行 600 kPa 的水压并保持 12 h 的浸水试验。

5.6.11 长霉试验

设备中首次使用且无标准可循的非金属材料应进行长霉试验。

若符合 GB/T 12267 中 3.1a 条，则可免做该项试验。

5.6.12 盐雾试验

设备中首次使用镀、涂种应进行盐雾试验。

若符合 GB/T 12267 的 3.1a 条，则可免做该项试验。

6 试验方法

6.1 正常的试验大气条件

正常的大气条件：

温度：15~35℃；

相对湿度：25%~75%；

气压:86~106 kPa。

如果被检测参数依赖于温度、湿度和压力并且这种依赖关系是未知的,则可在下列仲裁大气条件下进行:

温度:25±1℃;

相对湿度:48%~52%;

气压:86~106 kPa。

6.2 安全检测

6.2.1 泄漏电流

泄漏电流试验按 GB 4793 中 9.8 条进行,应满足 5.2.10 条要求。

6.2.2 设备机械噪声

设备按正常安装方式运转,将声级计垂直对准设备产生噪音部位表面,距离为 1 m,以 A 计权方式测定设备的最大噪声级。应满足 5.2.11 条要求。设备起动过程中的噪声不进行测试。

6.3 电气试验

6.3.1 电压和频率

设备应在表 4 的三种供电条件下进行试验,每种条件下至少工作 15 min。直流供电的设备只进行电压试验。蓄电池供电时,电池容量应为试验时耗电量的 10 倍以上。应满足 5.4.1 条要求。

表 4

条件	电 压		频 率	
	下限	上限	下限	上限
1	*		*	
2		*	*	
3		*		*

6.3.2 绝缘测试

绝缘电阻和耐电压按 GB 4793 中 9.7.3 和 9.7.4 条进行,应满足 5.4.2 条要求。

6.3.3 干扰的测试按 GB/T 12267 中 15 章的有关规定进行,应满足 5.4.3 条要求。

6.3.4 离开磁罗经安全距离的测试按 GB/T 12267 中 15.6 条进行,应满足 5.4.4 条要求。

6.4 主要性能指标的测试方法

6.4.1 测深性能

6.4.1.1 最小可测深度

将换能器以正常方式安放在小水池中(如换能器带有海水阀、透声窗或船壳内侧安装的,则也应包括在内),使它的声轴垂直地朝向产生回波的界面,这个界面可以是测试水池的底或侧壁,具有中等的反射系数。

换能器和反射界面之间的真实距离应该可以调节并测定。试验的时候,不能有其他物体或调节的不连续性,以致明显影响测试的结果。

回声测深设备以浅水量程工作,并使用与该量程配合的最长脉宽,调节换能器和反射面之间的距离,从小逐渐增大,直到反射的回波能分清楚并清晰地显示出来,然后测出这个真实距离,即为最小可测深度,它应不大于产品技术条件规定的要求。

上述的测试一般只在出厂检验时进行。在生产过程中的测试可使用固定距离,以观察最小回波是否清晰显示即可。对于 10~5 000 m 和 10~12 000 m 测深范围的设备,如在工厂中测试不方便,亦可在装船后考核。

6.4.1.2 最大可测深度

设备最大可测深度一般在定型时通过优值的计算确定。优值 L_{com} 可用参数测量值按附录 A(补充

件)计算得出。对 2~400 m 航海用设备,其优值应满足表 5 的要求。

表 5

f_{oe} kHz	L_{fom} dB	f_{oe} kHz	L_{fom} dB
10	162.93	130	185.57
20	160.19	140	188.71
30	159.92	150	191.73
40	160.82	160	194.70
50	162.48	170	197.63
60	164.52	180	200.41
70	166.85	190	203.14
80	169.40	200	205.73
90	172.23	210	208.18
100	175.55	220	210.56
110	178.94	230	212.88
120	182.31	240	215.13

当设备的参数值及其误差足以保证优值得到满足的话,在生产及型式检验中可不重复计算。

6.4.2 技术参数测量

6.4.2.1 消耗功率的测量

在电源线路中采用并联电压表和串联电流表的方法测量出电压和电流值,然后计算出功率,应满足 5.5.2.1 条的规定。

6.4.2.2 发射信号中心频率的测量

用数字频率计测量发射信号源的载波频率。

信号源不能提供连续的载波时,在示波器上用李沙育图形法测量。精度要求高时,可用多周期同步数字测频法测出脉冲宽度及宽度内载波数目,信号的中心频率按公式(1)计算:

$$f_{oe} = N/t_e \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: f_{oe} —— 信号中心频率, kHz;

N —— 脉冲宽度内载波数目;

t_e —— 脉冲宽度, ms。

测量和计算出的结果应满足 5.5.2.2 的规定。

6.4.2.3 发射脉冲宽度的测量

用时间间隔测量仪或具有时间测量功能的频率计对门波进行测量或用示波器对输出波形用时标法进行测量,满足 5.5.2.3 的规定。

若脉冲包络不为矩形,产品技术条件应规定确定脉宽的电平。

6.4.2.4 发射电功率的测量

测量时,发射机输出端接等效负载。

当发射机与换能器之间采用并联调谐时(如图 1),测量发射机输出的电压有效值,输出功率按公式(2)计算,测量结果应满足 5.5.2.4 条的规定。

$$P_e = U^2/R_p \quad \dots\dots\dots (2)$$

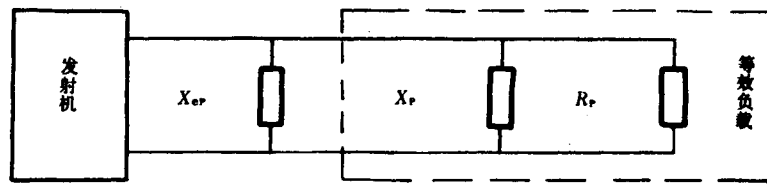


图 1

公式和图中：

P_e —— 输出功率, W;

U —— 发射机输出电压有效值, V;

R_p —— 换能器并联等效电阻, Ω ;

X_p —— 换能器并联等效电抗, Ω ;

X_{ep} —— 并联调谐电抗, Ω 。

当发射机与换能器之间采用串联调谐时(如图 2), 测量出发射输出电流有效值, 输出功率按公式 (3) 计算。测量结果应满足 5.5.2.4 条的规定。

$$P_e = I^2 R_e \quad \dots\dots\dots (3)$$

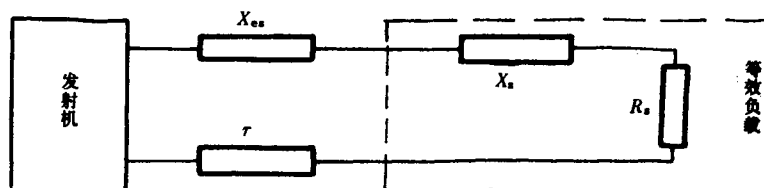


图 2

公式和图中：

P_e —— 输出功率, W;

I —— 发射输出电流, A;

R_e —— 换能器串联等效电阻, Ω ;

X_e —— 换能器串联等效电抗, Ω ;

X_{es} —— 串联调谐电抗, Ω ;

r —— 测量电流 I 用的标准取样电阻, r 应小于 $0.015 R_e$, Ω 。

脉冲发射机输出的电压或电流用同步示波器测量, 电压过高时, 可经过衰减接入。测量电流时, 如串入取样电阻会引起较大的测量误差时, 可采用经过系数校正的电流耦合环测量。

当脉冲顶部存在下降、起伏及上下半波不对称时, 以脉冲中点处的电压(或电流)的平均值计算。

6.4.2.5 接收机频率特性的测量

设备仅工作在接收状态, 使自动增益控制和时间增益控制电路不起作用, 经接收换能器等效网络加入适当频率和电平的振荡器信号。保持信号电平不变, 用改变频率的方法测量接收机的输出电压, 以最大输出电压为参考, 定出电平下跌 3 dB 的下边频 f_1 和上边频 f_2 , 从而确定出接收机频带中心频率 f_0 和带宽 B_r 。应满足 5.5.2.5 和 5.5.2.6 条的规定。

6.4.2.6 接收机灵敏度的测量

设备工作在接收状态, 将规定频率和脉冲宽度的模拟回波信号, 经等效网络加入接收机。模拟回波信号由发射触发产生, 其时间延迟相当于最大深度的回波延迟。调节信号电平, 在相应深度上得到最小可显示信号, 此信号电平即为接收机灵敏度。

将此信号电平换算成声压级, 其值应比回声级 ($L_{pa}-r_1-r_2-2L_t-p-X$) 低 10 dB。应满足 5.5.2.7 条的

规定。

6.4.2.7 检测阈的测量

对简单信号处理的设备,检测阈 D_t 按公式(A2)作为导出参数来计算。

对复杂信号处理的设备,可按下述方法测量检测阈 D_t 。测量时发射机末级不工作,但要引出发射触发信号,在接收机输入端加入平稳高斯白噪声。

将接收机的灵敏度放在最大,自动增益控制不起作用,调节噪声电压,使虚警概率(观察的虚警次数不少于10次)满足产品技术条件要求。在接收机的输入端测量噪声电压的均方值 U_{ni} 。

保持 U_{ni} 不变,再加入模拟回波信号 n 次(n 可取 50~100)。若有 m 次在测深设备上有正确的显示,则检测概率为 m/n ,调节输入信号的大小,使 m/n 满足规定的检测概率 P_d 。去掉输入噪声,在测量 U_{ni} 的同一位置测量信号的均方根值 U_{si} ,此时检测阈 D_t 按公式(4)计算,应满足 5.5.2.8 条之规定值。

$$D_t = 20\lg(U_{si}/U_{ni}) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: D_t ——检测阈, dB;

U_{si} ——被测量信号的电压均方值, V;

U_{ni} ——接收机输入端噪声电压均方值, V。

6.4.2.8 发射声源级的测量

使回声测深设备工作,按 GB 7965 第 13 章进行测量。则声源级 L_{pa} 按公式(5)计算,应满足 5.5.2.9 条规定。

$$L_{pa} = 20\lg P + 20\lg S_i + 120 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: L_{pa} ——发射声源级, dB;

P ——声压, Pa;

S_i ——水听器到换能器发射面声轴方向上的距离, m。

6.4.2.9 换能器指向性响应的测量

按 GB 7965 第 10 章进行。

由指向性图可查出一 3 dB 波束宽度和旁瓣级,以及发射波束的纵横摇损失 r_1 和接收波束的纵横摇损失 r_2 ,按 GB 7965 第 11 章计算指向性指数,如果旁瓣比主瓣低 8 dB 以下,指向性指数可按公式(6)或公式(7)计算。应满足 5.5.2.10 和 5.5.2.11 的规定。

对于圆形换能器

$$D_i = 45.5 - 20\lg 2\theta_{-3\text{dB}} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中: D_i ——指向性指数, dB;

$2\theta_{-3\text{dB}}$ ——一 3 dB 波束宽度, (°)。

对于矩形或椭圆形换能器

$$D_i = 45.5 - 10\lg 2\theta_{1-3\text{dB}} - 10\lg 2\theta_{2-3\text{dB}} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中: D_i ——指向性指数, dB;

$2\theta_{1-3\text{dB}}$ ——长轴方向一 3 dB 波束宽度, (°);

$2\theta_{2-3\text{dB}}$ ——短轴方向一 3 dB 波束宽度, (°)。

6.4.2.10 换能器等效电阻抗的测量

测量按 GB 7965 第 9 章进行。如果换能器是收发分开的,则发射和接收等效电阻抗需分别测量。应满足 5.5.2.12 和 5.5.2.13 条的规定。

6.4.2.11 接收换能器灵敏度和频率特性按 GB 7965 第 5 章测量工作频段上的灵敏度。应满足 5.5.2.14 和 5.5.2.15 条的规定。

6.4.2.12 平均无故障工作时间 MTBF 的试验

试验按 GB 11463 的 4.2.1 条规定进行。应满足 5.5.2.16 条的规定。

6.4.3 量程刻度要求按 5.5.3 条作验收检查,对所使用的记录纸有效宽度进行测量,以确定刻度分度

是否满足要求。

6.4.4 显示的检查

显示的要求按 5.5.4 条作验收检查。图像保留时间的检查用数时标的方法或用秒表检查人工标记线的移动速度来确定。

6.4.5 脉冲重复率的测量

重复率的测量可使用数字频率计先测得平均周期(深水量程应取不小于 20 个脉冲,浅水量程应取不小于 100 个脉冲),然后换算为脉冲重复率,应满足 5.5.5 条要求。

6.4.6 测深精度的测量

应先检查设备发射零位线的前沿是否与深度刻度尺的零位相重合,用设备中的零位脉冲触发专用的脉冲信号延迟器产生模拟回波信号脉冲,其延迟精度控制到优于 $\pm 10\ \mu\text{s}$,然后送入接收机。脉冲信号延迟的时间递增量调节到相当于回波间隔不超过量程的十分之一,各档量程分别进行测量,对移相量程回波间隔按基本量程调节,并注意移相的衔接是否适当。从刻度尺上读出每个脉冲前沿的出现深度读数应满足 5.5.6 条。

6.5 环境试验

6.5.1 高温试验

试验按 GB/T 12267 中 14.1 条中 B 类设备进行。试验时,换能器放在水中仅作为负载。

6.5.2 湿热试验

试验按 GB/T 12267 的 14.2 条 B 类设备进行。试验时,换能器放在水中仅作为负载。

设备通电前,应增加按 5.4.2.1 条要求和 6.3.2 条方法的绝缘电阻测量。

6.5.3 低温试验

试验按 GB/T 12267 中的 14.3 条 B 类设备进行。试验时,换能器放在水中仅作为负载。

6.5.4 低温贮存试验

B 类和 S 类设备在不工作情况下,按 CB 1146.10 进行,不进行中间检测。

6.5.5 碰撞试验

B 类设备在通电工作情况下,按 CB 1146.7 进行实际安装状态垂直方向的试验,观察工作是否正常;不进行中间检测。试验时,换能器放在水中仅作为负载。

S 类设备在不工作情况下,按 CB 1146.7 进行实际安装状态垂直方向的试验,不进行中间检测。

6.5.6 倾斜和摇摆试验

B 类设备在通电工作情况下,按 CB 1146.8 进行,观察工作是否正常,不进行中间检测。试验时,换能器放在水中仅作为负载。

6.5.7 振动试验

B 类设备在通电工作情况下,按 GB/T 12267 中的 14.4 条进行,观察工作是否正常。

S 类设备在不通电情况下,按 GB/T 12267 的 14.4 条进行。

6.5.8 浸水试验(仅对 S 类设备)

S 类设备在不工作情况下,按 GB/T 12267 的 14.6 条进行。

6.5.9 长霉试验

设备的长霉试验,按 GB/T 12267 的 14.7 条进行。

当制造厂持有设备所用的元件、材料和涂料的长霉试验的合格报告,经与检验、使用单位协商可免做该项试验。

6.5.10 盐雾试验

设备的盐雾试验按 GB/T 12267 的 14.8 条进行。

当制造厂持有设备所用的元件、材料和涂料的盐雾试验的合格报告,经与检验、使用单位协商可免做该项试验。

7 检验规则

7.1 检验分类

设备检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台设备都应进行出厂检验。除另有规定外,设备的出厂检验一般在制造厂进行。

7.2.2 设备的出厂检验一般由工厂质量检验部门进行检验,合格后提交船检部门或订货方作出厂检验,同时应附有产品检验记录和提交通知单。

7.2.3 出厂检验项目

7.2.3.1 按照设备配套清单检查设备的齐套性。

7.2.3.2 设备外观的检查内容

- a. 外形尺寸、安装尺寸和装配质量应符合技术要求;
- b. 表面不允许有明显的伤痕、毛刺、裂纹、锈斑、涂覆层脱落和磨损现象;
- c. 设备的标志、刻度应清晰,刻度尺上不应有脏物及影响判断的缺陷和疵病。

7.2.3.3 按产品技术条件(或产品标准)规定进行主要电气安全和主要性能指标的检验。

7.2.3.4 备附件和运用文件的清点。

7.2.3.5 换能器可单独进行性能指标测量。

7.3 型式检验

7.3.1 型式检验一般在下述情况下进行:

- a. 产品设计定型或老产品转厂生产的试制定型;
- b. 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c. 正常生产时,定期或积累一定产量后,应周期性进行一次检验;
- d. 产品长期停产后,恢复生产时;
- e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.3.2 检验抽样

从出厂检验合格设备中任抽一台,当批量超过 100 台时,任抽两台。

7.3.3 在型式检验中,若出现不影响设备性能的一般性问题,在现场修复后(在产品技术条件规定和许可时间内)可继续进行该项检验。修复所用的时间不包括在检验时间中。

7.3.4 在型式检验中,若出现不影响设备性能非共性故障,修复后应重新进行该项试验。

7.3.5 在型式检验中,若出现不影响设备性能共性故障,应停止试验进行返工。

7.3.6 对故障是否属于共性有异议时,可另行抽样对该项进行一次重复试验。

7.3.7 型式检验的项目及一般顺序:

- a. 低温试验;
- b. 低温贮存试验;
- c. 高温试验;
- d. 湿热试验;
- e. 碰撞试验;
- f. 倾斜和摇摆试验;
- g. 振动试验;
- h. 浸水试验。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 设备各独立分机一般应具有下列内容的标志：

- a. 制造厂名称；
- b. 产品名称和型号；
- c. 制造日期和序号；
- d. 电源种类和电压；
- e. 离开磁罗经的安全距离；
- f. 船检标记；
- g. 环境条件识别标记(应符合 GB/T 12267 中 6.1.2 条)。

8.1.2 包装标志

运输包装箱上应有收发货标志,标志应符合 GB 6388 的规定。

8.2 包装和运输

8.2.1 设备的包装和运输应符合 SJ 3212 的规定。

8.2.2 设备的包装试验方法采用 SJ 3212 中的 5.1.3 条跌落试验和 5.1.8 条汽车运输试验。也可由产品技术条件作出规定。

8.2.3 设备的包装检验规则按 SJ 3212 中第 6 章的规定进行。

8.3 贮存

设备贮存的库房应保持通风、干燥。

附 录 A
船用回声测深设备优值的计算
 (补充件)

A1 回声测深设备优值的计算公式

$$L_{\text{fom}} = L_{\text{pa}} + D_{\text{ir}} + D_{\text{t}} - r_1 - r_2 \quad \dots\dots\dots (\text{A1})$$

式中: L_{fom} —— 设备的优值, dB;

L_{pa} —— 声源级, 按公式(5)确定, dB;

D_{ir} —— 接收指向性指数, 见 6.4.2.9, dB;

D_{t} —— 检测阈, 见 6.4.2.7, dB;

r_1 —— 发射波束的纵横摇损失, dB;

r_2 —— 接收波束的纵横摇损失, dB。

A2 检测阈计算公式

$$D_{\text{t}} = \frac{1}{2}B + 5\lg \frac{10^3}{t_e} + 5\lg d + \left| 5\lg \frac{\tau}{t_e} \right| \quad \dots\dots\dots (\text{A2})$$

式中: D_{t} —— 检测阈, dB;

B —— 接收带宽, dB(基准值 1 Hz);

根据测量得到的接收机频率响应及接收换能器的频率响应可确定 3 dB 接收带宽 B , 此带宽亦可通过水加入声信号一次测得系统的接收带宽。

t_e —— 发射脉冲宽度, ms;

τ —— 后置检波器的时间常数, ms;

d —— 检测指数, 按检测概率 P_d 和虚警概率 P_{fa} 从图 A1 接收机工作特性曲线上确定。

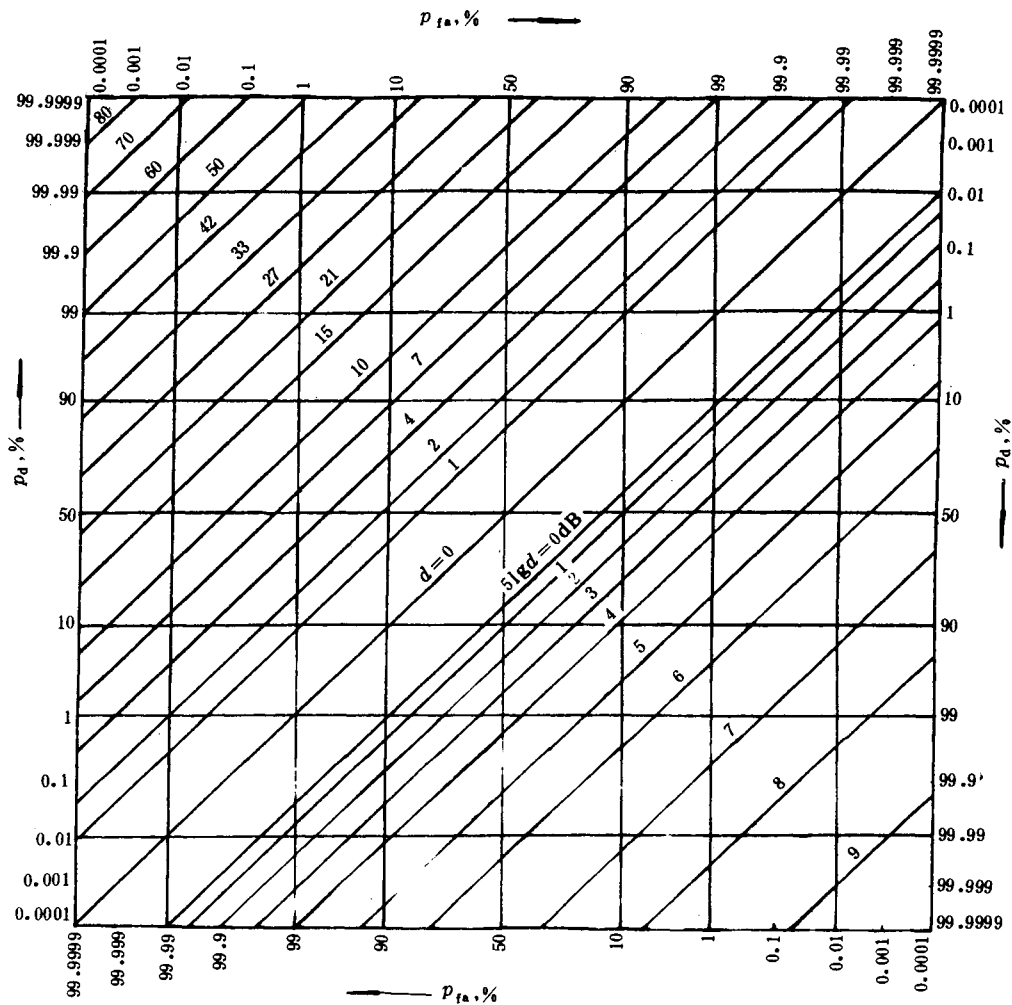


图 A1

A3 回声测深设备使用时遇到的信号损失的计算公式

$$L_o = 2L_t + p + L_{no} + x + y + z \quad \dots\dots\dots (A3)$$

式中: L_o —— 信号损失, dB;

$2L_t$ —— 往返传播损失, 按式(A4)确定, dB;

p —— 垂直入射时的底反射损失, 对 2~400 m 航海用设备取 25, dB;

L_{no} —— 背景噪声级, 对航海设备按式(A5)确定, dB;

x —— 换能器安装引起的声能透过损失, 船壳内侧安装时, 一般取 $x=3$; 直接安装时, $x=0$, dB;

y —— 为了使设备适应各种实际干扰情况而增加的信号余量, 一般取 $y=10$, dB;

z —— 制造厂公差余量, 取 $z=3$, dB。

A4 往返传播损失的计算公式

$$2L_t = 20\lg 2s + 60 + 2\alpha s \quad \dots\dots\dots (A4)$$

式中: s —— 设备的最大可测深度, km;

α —— 水的吸收损失系数, 按公式(A6)或(A16)确定, dB/km。

A5 航海设备背景噪声级的计算公式

$$L_{no} = 82.5 - \frac{50}{3} \lg f_{oe} \quad \dots\dots\dots (A5)$$

式中: f_{oe} ——设备的工作频率, kHz。

A6 海水声吸收损失系数的计算公式

$$\alpha_1 = \frac{E_1 P_1 f_1 f_{oe}^2}{f_{oe}^2 + f_1^2} + \frac{E_2 P_2 f_2 f_{oe}^2}{f_{oe}^2 + f_2^2} + E_3 P_3 f_{oe}^2 \quad \dots\dots\dots (A6)$$

式中: α_1 ——海水声吸收损失系数, dB/km。

α_1 的三个组成项分别代表了硼酸、硫酸镁和纯水对声吸收的影响, E_1 、 E_2 、 E_3 、 P_1 、 P_2 、 P_3 、 f_1 、 f_2 是与水温、含盐、pH 值和深度有关的函数, 可按式(A7)~(A15)计算:

$$E_1 = \frac{8.86}{C} \times 10^{(0.78\text{pH}-5)} \quad \dots\dots\dots (A7)$$

$$E_2 = 21.44 \frac{S}{C} (1 + 0.025T) \quad \dots\dots\dots (A8)$$

对 $T < 20^\circ\text{C}$

$$E_3 = 4.937 \times 10^{-4} - 2.59 \times 10^{-5}T + 9.11 \times 10^{-7}T^2 - 1.50 \times 10^{-8}T^3 \quad \dots\dots (A9)$$

对 $T > 20^\circ\text{C}$

$$E_3 = 3.964 \times 10^{-4} - 1.146 \times 10^{-5}T + 1.45 \times 10^{-7}T^2 - 6.50 \times 10^{-10}T^3 \quad \dots (A10)$$

$$P_1 = 1 \quad \dots\dots\dots (A11)$$

$$P_2 = 1 - 1.37 \times 10^{-4}D + 6.2 \times 10^{-9}D^2 \quad \dots\dots\dots (A12)$$

$$P_3 = 1 - 3.83 \times 10^{-5}D + 4.9 \times 10^{-10}D^2 \quad \dots\dots\dots (A13)$$

$$f_1 = 2.8 \left(\frac{S}{35} \right)^{0.5} \times 10^{[4-1.245/(T+273)]} \quad \dots\dots\dots (A14)$$

$$f_2 = \frac{8.17 \times 10^{[8-1.990/(T+273)]}}{1 + 0.0018(S-35)} \quad \dots\dots\dots (A15)$$

(A7)~(A15)式中: E_1 、 E_2 ——是与水温、含盐、pH 值有关的函数, dB/km · kHz;

E_3 ——是与水温有关的函数, dB/km · kHz;

P_1 、 P_2 、 P_3 ——是与深度有关的系数;

f_1 、 f_2 ——是与水温、含盐度有关的函数, kHz;

C ——声速, m/s;

$$C = 1412 + 3.21T + 1.19S + 0.0167D$$

T ——温度, $^\circ\text{C}$;

S ——含盐度, ‰(每毫升);

D ——深度, m。

对 2~400 m 航海用设备, 已按世界各海区的典型参数计算出 α_1 值制成表 A1, 可按工作频率 f_{oe} 选取。

表 A1

f_{oe} kHz	α dB/km	f_{oe} kHz	α dB/km
10	1.30	130	52.8
20	4.14	140	57.4
30	7.48	150	61.8
40	11.2	160	66.1
50	15.3	170	70.3
60	19.5	180	74.3
70	23.8	190	78.2
80	28.2	200	81.9
90	32.7	210	85.4
100	37.9	220	85.8
110	43.0	230	92.1
120	48.0	240	95.3

对低频大测深能力的设备,则应根据使用海区计算或实测。

A7 淡水声吸收损失系数的计算公式

$$\alpha_2 = E_3 P_3 f_{oe} \dots\dots\dots (A16)$$

式中: α_2 ——淡水声吸收损失系数, dB/km;

E_3 、 P_3 ——系数,分别按式(A9)、(A10)、(A13)确定。

附加说明:

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院 715 所归口。

本标准由中国船舶工业总公司六一二厂负责起草,七二一厂、七二六所参加起草。

本标准主要起草人田盛祥、黄永鹏、冯洪清、崔连钧。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
船用回声测深设备通用技术条件
GB/T 8016—1995

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电 话:8522112
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 33千字
1996年6月第一版 1996年6月第一次印刷
印数 1—1 000

*

书号: 155066·1-12365 定价 13.00 元

*

标 目 287—47



GB/T 8016—1995