



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXX—XXXX

侧扫声呐校准规范

Calibration Specification for Side Scan Sonar

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

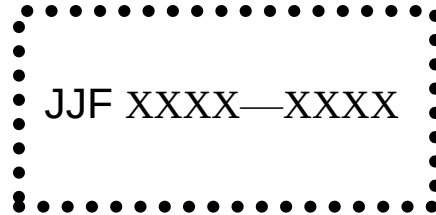
XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

侧扫声呐校准规范

Calibration Specification for

Side Scan Sonar



归口单位：全国水运专用计量器具计量技术委员会

主要起草单位：交通运输部天津水运工程科学研究所

山东科技大学

中国计量科学研究院

本规范由全国水运专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

杨 鲲（交通运输部天津水运工程科学研究所）

阳凡林（山东科技大学）

曹玉芬（交通运输部天津水运工程科学研究所）

柳义成（交通运输部天津水运工程科学研究所）

杨 平（中国计量科学研究院）

王 敏（中国计量科学研究院）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(3)
6 校准条件	(3)
7 校准项目和校准方法	(4)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(8)

引 言

本规范依据JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

侧扫声呐校准规范

1 范围

本规范适用于侧扫声呐的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 7965 声学 水声换能器测量

JJF 1034 声学计量名词术语及定义

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

GB/T 7965和JJF1034界定的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1 侧扫声呐 side scan sonar

应用与航向正交的固定声束对海底扫描，记录与探测海底地貌和水下物体的一种主动声呐。

3.2 声呐图像 sonar image

侧扫声呐对海底进行扫描探测所获得的二维影像。

3.3 声图判读 interpretation of echograms

根据声呐扫海获得的二维影像，对声呐图像进行判读的工作。

3.4 距离分辨力 range resolution

引起侧扫声呐图像上距离产生可量测到的实地距离的最小变化值。

3.5 鉴别阈 discrimination threshold

引起侧扫声呐图像上可量测到变化的被测立方特征物的最小尺寸。

4 概述

侧扫声呐分为拖曳式和载体固定安装式。拖曳式侧扫声呐组成一般包括甲板系统和拖鱼系统。其中甲板系统由显控电脑、声呐处理器等部分组成；拖鱼系统由尾翼、电子水密舱、收发换能器线阵、拖钩、拖曳电缆等部分组成。载体固定安装式是指侧扫声呐装载到

自主式水下潜器和遥控无人潜水器等载体上,组成主要包括信号采集处理系统和声学测量系统。

侧扫声呐依靠测量船沿航迹线向前移动即完成对船两侧带形海底的扫描,通过显示器或硬拷贝可得到这条带宽度内二维海底的伪彩色或黑白声图,可以显示出海水中和海底的物体轮廓和海底的地貌,其工作原理示意图见图1。侧扫声呐的换能器线阵向拖鱼两侧发出扇形声波波束,可以使声波照射拖鱼两侧各一条狭窄的海底,这一条海底各点的回波依距离换能器远近的不同先后返回到换能器,经换能器进行声电转换形成一个强弱不同的脉冲串,这个脉冲串各处的幅度高低包含了对应海底的起伏和底质的信息,其回波数据成像原理示意图见图2。侧扫声呐在水下救捞、港口建设及航道疏浚等水运工程领域以及海底目标探测(如沉船、失事飞机等)、海洋测绘、海洋资源开发等方面有广泛应用。

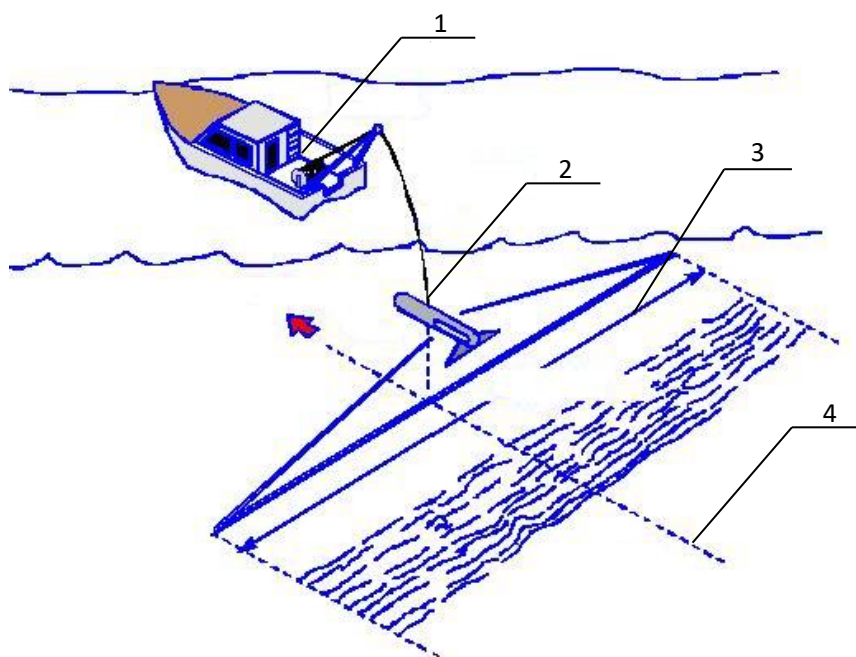


图1 侧扫声呐系统构成与工作示意图

1——甲板系统; 2——拖鱼系统; 3——条带宽度; 4——航迹线。

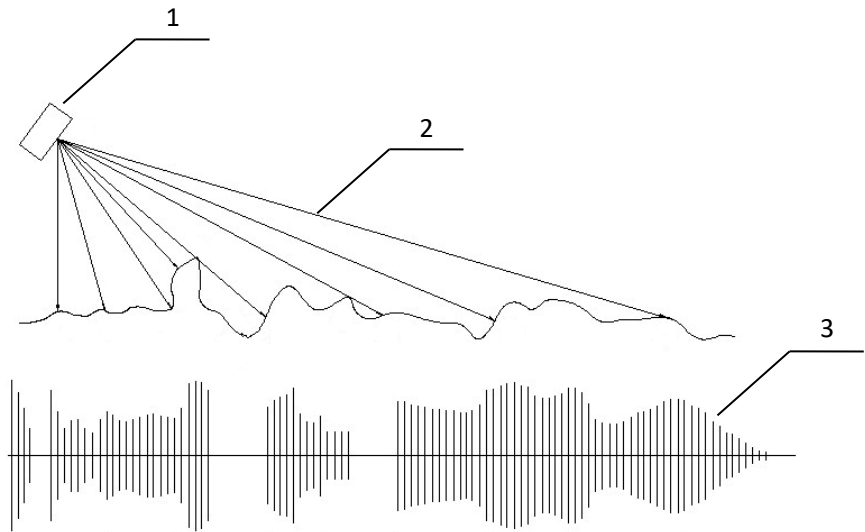


图 2 侧扫声呐回波信号成像原理示意图
1——换能器；2——声波波束；3——回波脉冲。

5 计量特性

5.1 示值误差

侧扫声呐示值最大允许误差见表1。

表1 侧扫声呐示值误差

测量参数		示值最大允许误差
工作频率		$\pm 3\% \times f$
波束宽度	平行航迹线方向	$\pm 0.1^\circ$
	垂直航迹线方向	$\pm 2^\circ$
距离分辨力	平行航迹线方向	$\pm 5\% \times D$
	垂直航迹线方向	

注： f 表示频率测量值（kHz）， D 表示斜距测量值（m）。

5.2 鉴别阈

侧扫声呐鉴别阈见表2。

表2 侧扫声呐鉴别阈

等级	拖鱼高度	水平距离	鉴别阈
一级	5 m	5 m	10 cm×10 cm×10 cm
二级			30 cm×30 cm×30 cm
三级			50 cm×50 cm×50 cm

注：以上指标不用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：20 ℃±15 ℃；

湿度：不大于90%。

6.2 测量标准及配套设备

6.2.1 测量标准

- a) 声速剖面仪：最大允许误差 ± 0.2 m/s；
- b) 标准水听器：含前置放大器，频率范围0.1 MHz~2.5 MHz，扩展不确定度 $U=0.9$ dB ($k=2$)；
- c) 信号采集器：最高采样频率为10 MHz，电压测量扩展不确定度 $U=2$ mV ($k=2$)；
- d) 标准目标块套组：边长5 cm、10 cm、15 cm、20 cm、25 cm、30 cm、50 cm正方形目标块，最大允许误差 ± 0.2 cm。

6.2.2 配套设备

- a) 试验水池：试验水池有效尺寸长度不小于30 m，宽度不小于10 m，深度不小于8 m，水池边壁敷设消声材料；
- b) 试验行车：试验行车位于试验水池之上，应配有回转/升降装置，角度控制最大允许误差 $\pm 0.1^\circ$ ，位移控制最大允许误差 ± 0.5 cm，速度控制最大允许误差 ± 0.01 m/s。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

侧扫声呐校准项目见表3。实验室应根据送校的侧扫声呐类型和客户需求选择校准其中的适用项目。

表3 校准项目

序号	项目名称	计量特性对应的条款号	校准方法对应的条款号
1	示值误差	5.1	7.2.1
2	鉴别阈	5.2	7.2.2

7.2 校准方法

7.2.1 示值误差

7.2.1.1 工作频率

- a) 安装侧扫声呐拖鱼至试验行车的回转支架底端，调整拖鱼发射扇面垂直于水面，试验示意图见图3；

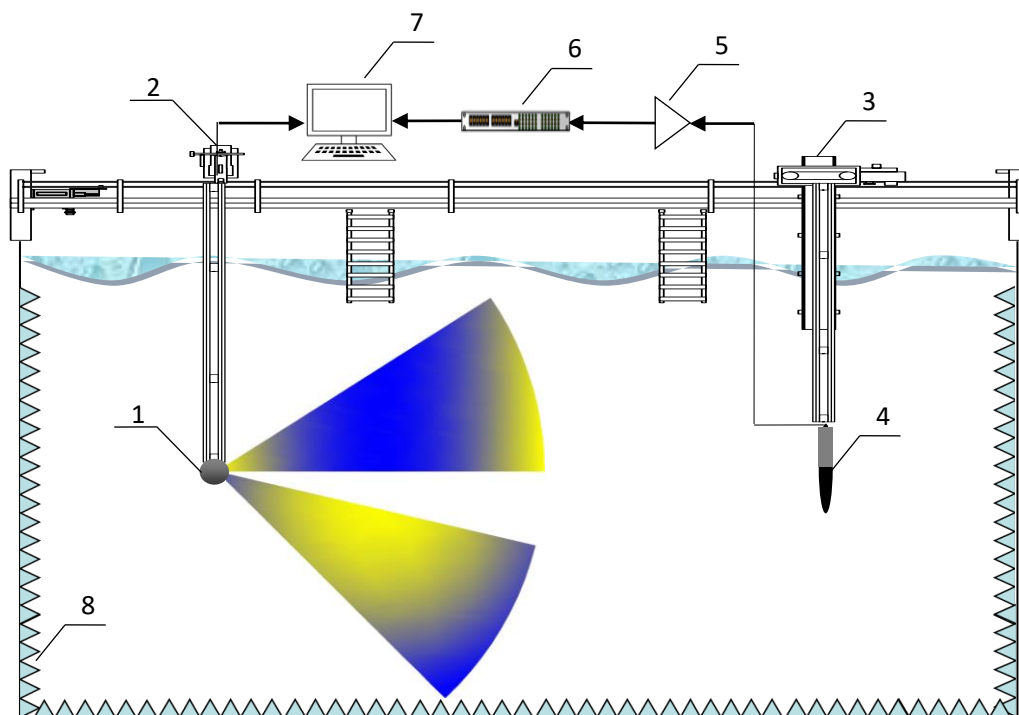


图3 工作频率检定试验示意图

1——拖鱼；2——回转支架；3——升降支架；4——标准水听器；5——前置放大器；6——信号采集器；
7——显控电脑；8——消声材料。

- b) 安装标准水听器至升降支架底端，调整水听器至拖鱼发射扇面，测试距离满足自由场、远场条件；
- c) 连接标准水听器与信号采集器，调节侧扫声呐发射模式参数（频率、脉宽），水听器端采集直达脉冲信号并由显控电脑记录保存；
- d) 对脉冲信号进行频谱分析，计算其频率值作为标准值，与侧扫声呐设定的工作频率进行比对，计算示值误差。

7.2.1.2 波束宽度

- a) 调整侧扫声呐发射扇面至水平，标准水听器处于侧扫声呐发射扇面内，正常启动设备；
- b) 以0.5 cm的步进间隔升降调节标准水听器，采集平行航迹线方向各个角度位置处的开路电压，换算成发送电压响应级；
- c) 绘制直角坐标图表示侧扫声呐平行航迹线方向的指向性图，横坐标表示方向角，纵坐标表示响应值。响应值用分贝值表示，响应级的最大值取为0 dB。从主轴的最大响应下降3 dB时的左右两个方向间的角度，作为平行航迹线方向的波束宽度，与侧扫声呐标称波束宽度作差，计算示值误差；
- d) 保持标准水听器在声轴线上静止，以0.1°的步进间隔水平调节拖鱼换能器扇面旋转，采集垂直航迹线方向各个角度位置处的开路电压，换算成发送电压响应级；

- e) 绘制极坐标图表示侧扫声呐垂直航迹线方向的指向性图，截取最大响应下降3 dB时的波束宽度，与侧扫声呐标称波束宽度（即扫宽扇区开角）作差，计算示值误差。

7.2.1.3 距离分辨力

- a) 安装侧扫声呐拖鱼至试验行车支架，在水池底部平行航迹线方向铺设若干侧扫声呐可检测到的相同尺寸的标准目标块，相邻目标块间距从5 cm~50 cm依次增大，通过升降装置调节侧扫声呐拖鱼至入水深度3 m，拖鱼距目标块垂直距离5 m、水平距离5 m，试验示意图见图4；
- b) 调节声速剖面仪至侧扫声呐同一水深位置处，获取声速值并输入到侧扫声呐显控电脑，正常启动侧扫声呐，调节侧扫声呐发射模式参数（频率，脉宽，量程等）；
- c) 控制试验行车以0.2 m/s的速度移动，拖鱼发射扇面匀速扫过目标块，直至可判读分辨出声图上的两个目标块，量取目标块之间的距离3次，取最大值作为侧扫声呐平行于航迹线方向的距离分辨力，与目标块之间标准距离值作差，计算示值误差；
- d) 目标块垂直于航迹线方向铺设，改变目标块之间距离，直至声图上可判读分辨出两个目标块，量取目标块之间的距离3次，取最大值作为侧扫声呐垂直于航迹线方向的距离分辨力，与目标块之间标准距离值作差，计算示值误差。

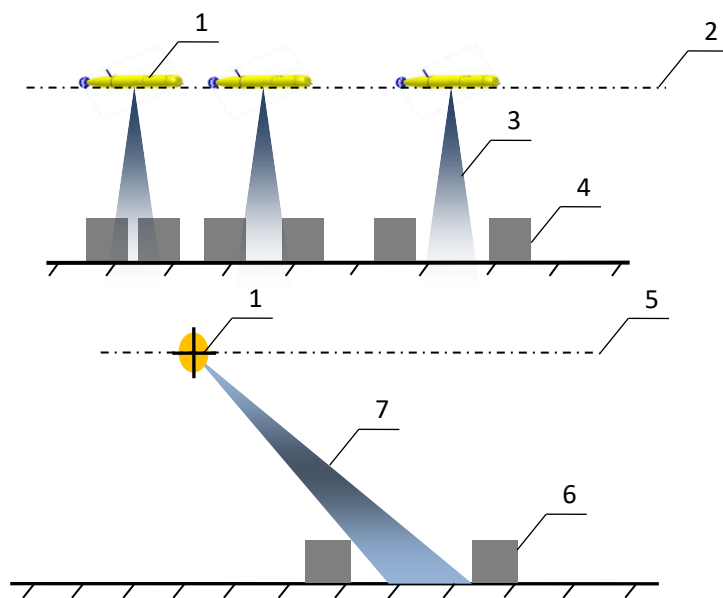


图4 距离分辨力检定试验示意图

1——侧扫声呐拖鱼；2——航迹线；3——窄波束纵剖面；4——标准目标块（平行航迹方向）；5——垂直航迹线方向；6——标准目标块（垂直航迹方向）；7——波束开角纵剖面（部分）。

7.2.2 鉴别阈

- a) 安装侧扫声呐拖鱼至试验行车支架，在水池底部平行航迹线方向依次铺设边长5 cm、10 cm、15 cm、20 cm、25 cm、30 cm、50 cm的标准目标块，通过升降装置

调节侧扫声呐拖鱼至入水深度3 m，距目标块垂直距离5 m、水平距离5 m，试验示意图见图5；

- b) 控制试验行车以0.2 m/s的速度移动，拖鱼发射扇面匀速扫过目标块，判读声呐图像，鉴别图中可量测的最小目标块。

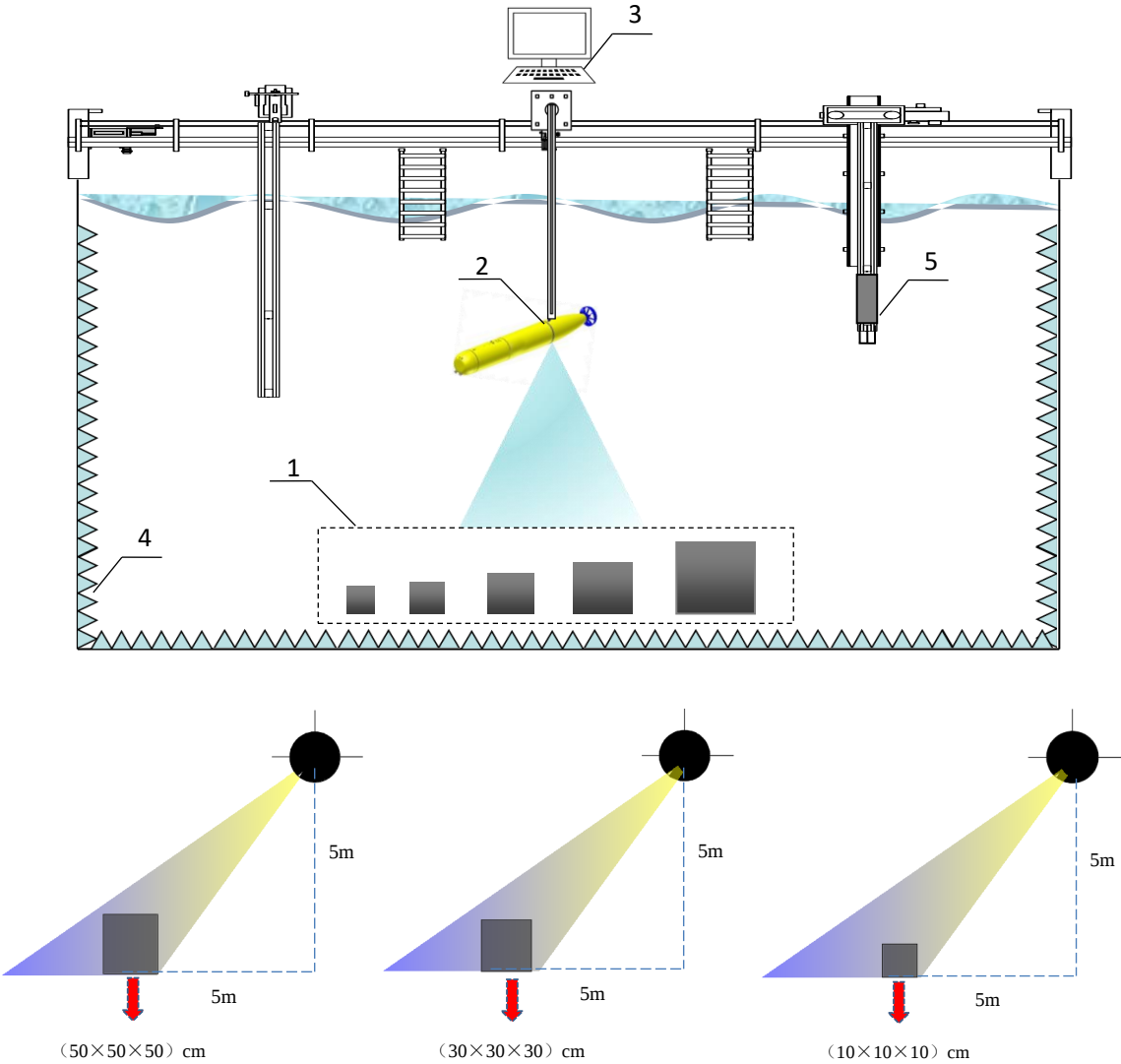


图 5 鉴别阈检定试验示意图

1——标准目标块；2——侧扫声呐拖鱼；3——显控电脑；4——消声材料；5——声速剖面仪。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书或标准报告上反映。校准证书或校准报告至少应包括以下信息：

- a) 标题，“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 证书或报告的编号，每页及总页数的标识；
- d) 校准单位校准专用章；

- e) 送校单位的名称和地址;
- f) 被校侧扫声呐的名称、制造商、规格型号、出厂编号;
- g) 进行校准的日期;
- h) 对校准所依据的技术规范标识, 包括名称及代号;
- i) 本次校准所用的测量标准的名称、出厂编号、不确定度/准确度等级/最大允许误差、证书编号、溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境条件的描述, 包括: 温度、湿度等;
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务, 以及签发日期;
- m) 校准试验的操作人及核验人的签名;
- n) 校准结果仅对被校多波束声呐有效的声明;
- o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的说明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定, 推荐为1年。
