

国家计量技术规范
船载水声探测系统噪声原位校准规范
（征求意见稿）
编写说明

规范起草组

2025 年 6 月

目 录

一、任务来源	2
二、制定背景	3
三、编写过程	8
四、编写依据和编写说明	8
五、主要技术内容	9
六、不确定度评定	15
七、其他说明	15

一、任务来源

根据国家市场监督管理总局《市场监管总局办公厅关于印发 2024 年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知》（市监计量发〔2024〕40 号），由中国船舶集团有限公司第七一一研究所组织成立了《船载水声探测系统噪声原位校准规范》国家校准规范起草小组，承担校准规范的编写工作。《船载水声探测系统噪声原位校准规范》归口于全国水运专用计量器具计量技术委员会。

本规范主要起草人及其分工见表 1。

表 1 规范主要起草人及其主要工作

序号	姓名	单位	职称	主要工作内容
1	叶林昌	中国船舶集团有限公司第七一一研究所	研究员	负责规范编写过程中的人员、部门组织、协调，对规范质量、技术要求总把关，是规范编写的总负责人。
2	张 良	交通运输部东海航海保障中心	高工	提出并论证规范中重要性能指标要求，确定校准方式。
3	童宗鹏	中国船舶集团有限公司第七一一研究所	研究员	确定船载水声探测系统噪声原位校准规范的技术参数，论证方法的可行性。
4	苟诤慷	自然资源部第二海洋研究所	高工	负责规范内容和编制说明的编制工作。
5	沈建平	中国船舶集团有限公司第七一一研究所	研究员	负责校准方法和校准条件的论证与审核。
6	高术仙	交通运输部天津水运工程科学研究所	副研究员	负责规范的形式、内容审核。
7	刘晓东	中国科学院声学研究所	研究员	负责自噪声监测系统的论证。

二、制定背景

（一）目的意义

浩瀚的海洋蕴藏着丰富的资源。随着科技的进步和时代的发展，迎来了开发海洋的新时代。为引领和推动海洋资源勘探开发、获得战略性资源优势地位，美、日、英、俄等发达国家实施了一系列国际海洋联合调查计划。2015 年，国家发展改革委、国家海洋局等 7 部门联合印发了《关于加强海洋调查工作的指导意见》，明确指出国家和地方海洋行政主管部门要组织编制海洋调查规划。海洋科学考察船是海洋能力建设的关键组成部分，也是我国海洋强国战略及“一带一路”顺利实施的重要保障，更是一个国家综合国力的重要体现。我国自 1990 年开始海洋科考船建造数量明显增加，建造速度显著加快。1990—1999 年、2000—2009 年、2010—2021 我国建造海洋科考船的数量分别为 7 艘、11 艘和 37 艘。目前，我国新建科考船研发设计正在引领世界发展，建造的代表性海洋科考船有大洋号、雪龙号、实验 6 号、中山大学号、东方红 3 号、深海一号、向阳红 22、海巡 08 船等，强有力的支撑了我国的科考事业。

水声探测系统是科考船的关键设备，对科考能力起着至关重要的作用。东方红 3 船搭载了 Kongsberg 公司全海深多波束探测系统，以及大气探测系统等，可进行大范围、多学科、多种海洋要素的综合观测和“大气—水体（全海深）—海底”的立体探测。“海巡 08”船装备了完全自主设计的最高测量精度与最高作业效率相兼顾的全海深声学测量与定位系统，其中配备的 Kongsberg 公司 EM 系列多波束水声探测系统可在浅水水域满足 IHO 最新发布的超等测量精度要求，在中水水域满足 IHO 特等测量精度要求，同时兼顾深远海测量的全海深测量需求；水下定位系统配置了后向旋转 30 度的万米 USBL 与 200° 超大覆盖角 5000 米量程的 USBL 双冗余定位系统，实现了从浅水至万米的超高精度全海深水下测深与定位能力。“海巡 08”船的成功交付将进一步提高我国海道测量实力及应急扫测搜寻能力，推动中国海事测绘实现由近海迈向深远海的升级，对于有效保障重要航运通道通航安全、维护国家海洋权益和环境保护、加快交通强国建设具有重要意义。

为了达到高效的探测业务，除了需要高性能的水声探测系统，还需要船舶本身的自噪声水平足够低，因为船舶安装水声探测系统位置的自噪声直接影响以声音为测量手段设备的精度和效率。当前国内主流科考船（如东方红 3 船、海巡 08 船等）的水声探测系统几乎为国外产品，其自带的监测系统是经过滤波的，仅能显示自身设备关心的频率段噪声值，其他频率段自噪声数据无法获得，且噪声频率间隔较大不能进行调整，缺乏关心频率

段细化的噪声值；另一方面，在水声探测系统运行过程中，可能出现自身系统的自噪声示值显示误差较大，或者该位置自噪声水平异常导致探测的数据误差较大的情况出现，而水声探测系统装船后便不能随时拆装，尤其在航行工况下，无法实现水声探测系统的自我校准。而噪声原位校准系统可随时拆装和溯源，经过溯源后的噪声原位校准系统可实现对水声探测系统噪声原位的实时校准，且安装时采取了隔振等多种减振降噪手段，能够分离机械噪声、流噪声以及螺旋桨等噪声源。综上所述，对船载水声探测系统进行噪声原位校准的需求迫在眉睫，精确校准后的水声探测系统可显著提升船舶的科考能力。提高多波束探测系统的测量能力是《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的重要内容之一，本规范的起草有助于推动交通强国建设，同时符合《计量发展规划（2021-2035 年）》的需求。

（二）国内外现状

1. 国内外多波束水声探测发展现状

多波束测深系统主要有换能器、罗经、GPS 定位器、SIM 接线盒、表面声速仪、声速剖面仪等部件组成。多波束测深系统的工作原理是利用发射换能器阵列向海底发射宽扇区覆盖的声波，利用接受换能器阵列对声波进行窄波束接收，通过发射、接受扇区指向的正交性形成对海底地形的照射脚印，对这些脚印进行恰当的处理，一次探测就能给出与航向垂直的垂面内上百个甚至更多的海底被测点的水深值，从而能够精确、快速地测出沿航线一定宽度内水下目标的大小、形状和高低变化，比较可靠地描绘海底地形的三维特征。

对多波束测深技术的研究始于 20 世纪 60 年代美国的军事科研项目，世界上首台多波束测深声呐诞生于 20 世纪 70 年代，是在回声探测仪的基础上发展起来的。多波束测深声呐每次发射声波都能获得上百个海底被测点的水深数据，可快速和准确地绘制海底地形地貌图。多波束测深技术将以前的点、线探测扩展到面探测，并进一步扩展到三维立体探测，大大促进了海底地形探测的效率和质量。

经过近半个世纪的发展，多波束测深技术取得极大进展，其研发和应用都已达到很高的水准。目前世界较先进的多波束测深声呐产品主要包括挪威 Kongsberg 公司的 EM 系列、德国 L3ELAC 公司的 SeaBeam 系列、丹麦 Reson 公司的 Seabat 系列、美国 R2Sonic 公司的 SONIC 系列以及德国 ATLAS 公司的 Fansweep 系列和 Hydrosweep 系列等。

按照探测深度的不同，多波束测深声呐可分为浅水型、中水型和深水型 3 种类型。浅水型多波束测深声呐的物理尺寸一般较小，即使船只较小也能便于安装；目前国际先进的

浅水型多波束测深声呐产品主要有 Seabat7125、EM2040 和 SONIC2024 等；国家海洋局北海海洋技术保障中心购置有 2 套 Seabat7125，此外 EM2040 已配装“向阳红 03”号科考船，SONIC2024 已配装“科学”号科考船。中水型多波束测深声呐的主流产品主要有 EM710 和 EM712、SeaBeam3030 和 SeaBeam3050 以及 Seabat7160 等；我国 EM710 已配装“嘉庚”号科考船，EM712 已配装“东方红 3”号科考船。深水型多波束测深声呐的物理尺寸较大，主要有嵌入式安装、贴装(加装导流罩)和 Gondola 安装 3 种安装方式；目前深水型多波束测深声呐可选择的产品不多，主流产品主要有 EM122、Sea Beam3012、HydrosweepDS 和 Seabat7150 等；我国 EM122 已配装“向阳红 06”号、“向阳红 19”号、“嘉庚”号和“东方红 3”号等科考船，SeaBeam3012 已配装“向阳红 01”号、“向阳红 03”号和“科学”号等科考船。



图 1 挪威 Kongsberg 公司的 EM2040



图 2 丹麦 Reson 公司的 Seabat7150

我国多波束测深声呐研究始于 20 世纪 80 年代中期，首台实验样机由中国科学院声学研究所和天津海洋测绘研究所于 20 世纪 80 年代末联合研制成功，首台声呐产品由哈尔滨工程大学 and 天津海洋测绘研究所于 1998 年联合研制成功。21 世纪以来，在国家“863”计划等项目的支持下，哈尔滨工程大学、中国科学院声学研究所、中国船舶重工集团公司第 715 研究所和浙江大学等单位研究设计多款样机和产品。目前我国浅水型多波束测深声

呐已完成多款产品的研制，同时中科院声学所不断完成技术突破，联合国内几家单位共同研制了国内第一套深水多波束测深系统，该系统已完成了试验验证及相应的调查工作。

2. 国内外水声探测系统校准设备的发展现状

水声探测系统的校准设备主要为自噪声监测系统，国内的自噪声监测系统经过多年的技术沉淀，已完成了设备开发和实船应用。中科院声学所开发的自噪声监测系统应用于深海一号潜水支持母船，该系统通过分布式水听器对声学信号进行采集，分布式加速度传感器对振动信号进行采集，实现船舶自噪声和声学仪器声信号的监测以及船舶的自身振动情况的监测，但该系统只能实现振动噪声测点位置处的监测，未布置测点的位置无法得到其振动噪声数据。中船 711 所在此基础上开发了升级版的自噪声监测系统并成功应用于海巡 08 船，突破了基于有限监测点的声学反演技术，实现了全船声学的反演和可视化，可实时显示任何一点的自噪声水平，该系统还关联了船舶运行工况和海况等信息，具备报警功能和一定的故障诊断功能。国外的自噪声监测系统主要为军用，相关信息封锁严实，无法得到具体技术水平，公开的报道中，仅有某船采用 200 多个传感器实现了全船的振动噪声监测，711 所的自噪声监测系统采用约 60 个传感器就实现了全船振动噪声的反演及有效监测，技术水平赶超国际同类技术。

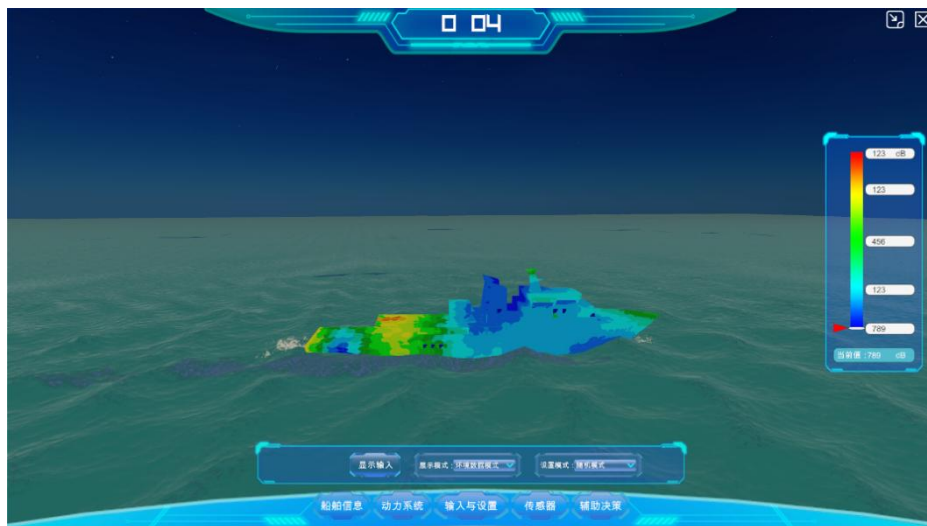


图 3 中船 711 所的自噪声监测系统

3. 国内外水声探测系统校准技术发展现状

国内外目前并无船载水声探测系统校准相关参照的标准，国际上仅有针对水听器校准的规范 IEC 60565（自由场校准+低频声压场校准），国内的相关校准规范也仅针对 1kHz~200kHz 水声换能器（JJF1861-2020）和 20Hz~100kHz 水下噪声源（JJF1651-2017）。

一方面，以上校准规范都是单个设备的校准，而船载水声探测系统是个较为复杂的系统，其噪声原位与海况和船舶运行状况等息息相关；另一方面，以上校准基本在实验室环境下或者船舶静态环境下实现，随着探测技术的发展，在多波束工作的动态环境下采用一定的方法开展噪声原位校准工作，对原始声学探测数据进行一系列分析处理和修正，得到精确的测量结果，对科技发展具有重要的意义。

三、编写过程

在全国水运专用计量器具计量技术委员会的指导下，规范承担单位于 2023 年 12 月填报《船载水声探测系统噪声原位校准规范》的国家计量技术法规项目计划任务书及规范草案。于 2024 年 9 月开展《船载水声探测系统噪声原位校准规范试验大纲》咨询会，会后对专家所提意见逐一修改闭环。于 2024 年 11 月开展了相关试验，根据试验结果编制征求意见稿，于 2025 年 6 月形成征求意见稿。

四、编写依据和编写原则

（一）编写依据

本规范根据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，并在编写中参考了以下有关文件：

GJB 274—1987 船舶水下自噪声测量方法
JJG 340—2017 1Hz~2kHz标准水听器（密闭腔比较法）检定规程
JJG 1017—2007 1kHz~1MHz标准水听器检定规程
JJF 1034 声学计量术语及定义
JJF 1651—2017 20Hz~100kHz水下噪声源校准规范
JJF 1861—2020 1kHz~200kHz水声换能器校准规范
GB/T 3102.7 声学的量和单位
GB/T 3223—1994 声学 水声换能器自由场校准方法
GB/T 3947 声学名词术语
GB/T 4128—1995 声学 标准水听器
GB/T 4130—2017 声学 水听器低频校准方法
GB/T 5265—2009 声学 水下辐射噪声测量
GB/T 7965—2002 声学 水声换能器测量

（二）编写原则

项目对国内外市场上的水声探测系统和校准设备进行了梳理，形成船载水声探测系统噪声原位校准国家计量技术规范。

校准规范应做到：

- 符合国家有关法律、法规的规定；
- 适用范围应明确，在其界定的范围内，按需要力求完整；
- 充分考虑技术和经济的合理性，并为采用最新技术留有空间。

在校准规范的编写过程中，都必须执行国家的各种法律、法规，国家颁布的《国务院关于在我国统一实行法定计量单位的命令》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1094《测量仪器特性评定》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》等。针对的对象应该界定清晰，不应该与其他检定规程或校准规范相互矛盾。

国家计量校准规范适用于各种校准实验室的需要。很显然，由于各种校准实验室的服务目标不同，实验室之间的差异是很大的，如校准测量能力、测量范围、环境条件、设备条件、人员能力等各不相同。因此，国家计量校准规范规定的内容既要提纲挈领，又要适用范围明确，在其界定的范围内，力求完整。国家计量技术规范通过对核心要素的规定，保证不同实验室对同种计量器具开展校准的校准结果具有相同的含义。

五、主要技术内容

按照 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》要求，本规范包括 8 个章节和三个附录：（一）范围、（二）引用文件、（三）术语、（四）概述、（五）计量特性、（六）校准条件、（七）校准项目和校准方法、（八）校准结果表达、（九）复校时间间隔，以及附录 A 校准原始记录推荐格式，附录 B 校准证书的内容，附录 C 自噪声示值误差的不确定度评定示例。

（一）范围

本规范适用于频率范围在 300 Hz~40 kHz 范围内的船载单波束、多波束和浅地层剖面仪等水声探测系统噪声原位校准，其他水声探测系统的噪声原位校准参照本规范执行。

规范起草过程中，起草组基于 JJG 340—2017《1Hz~2kHz 标准水听器（密闭腔比较法）检定规程》和 JJG 1017—2007《1kHz~1MHz 标准水听器检定规程》标准完成标准水听器的实验室校准。对于自噪声示值误差的校准，完成了深远海新型多功能科考船中深水水深范围内船载水声系统噪声原位校准并进行了不确定度评定，最终确定了本规范的适用范围。本规范基于船载水声探测系统在中深水的试验结论所起草，规范提出的方法具有普遍性，当校准机构其他船载水声探测系统需要噪声原位校准时亦可参照本校准规范进行噪声原位校准。

（二）引用文件

本规范根据JJF1071—2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，并在编写中参考了以下有关文件：

GJB 274—1987 船舶水下自噪声测量方法
JJG 340—2017 1Hz~2kHz标准水听器（密闭腔比较法）检定规程
JJG 1017—2007 1kHz~1MHz标准水听器检定规程
JJF 1034 声学计量术语及定义
JJF 1651—2017 20Hz~100kHz水下噪声源校准规范
JJF 1861—2020 1kHz~200kHz水声换能器校准规范
GB/T 3102.7 声学的量和单位
GB/T 3223—1994 声学 水声换能器自由场校准方法
GB/T 3947 声学名词术语
GB/T 4128—1995 声学 标准水听器
GB/T 4130—2017 声学 水听器低频校准方法
GB/T 5265—2009 声学 水下辐射噪声测量
GB/T 7965—2002 声学 水声换能器测量

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。

（三）术语和计量单位

本规范给出的术语和定义，如：

（1）水声探测系统：船载声学仪器自带的声学探测系统，能够利用声波在水中的传播和反射特性，通过电声转换和信息处理完成水声探测和通讯。

（2）自噪声监测系统：自噪声监测系统是一套由标准水听器、数据采集单元、数据传输单元、数据显示系统等组成的软硬一体智能化监测系统，并配有减振模块和独立电源，能对船舶自噪声进行全天候在线监测。

（3）原位校准：在试验船舶以船载水声探测系统正常工作对应的状态下航行，利用标校后的标准水听器连接成自噪声监测系统，对船载水声探测系统进行标定和校准。

（4）船舶水下自噪声：安装在船舶壳体上的水听器，接收到的由于船舶自身动力装置、设备和船体运动所引起的水噪声。

（5）标准水听器：用作水声计量的、性能稳定并经过绝对校准的换能器。

注：常作为建立水中声压基准或标准用的标准器，并借此传递声压量值。

(6) 自噪声频带声压级：一定频带内的自噪声声压级。

(7) 1/3 oct（倍频程）自噪声频带声压级：第 i 号中心频率 $f(i)$ 的 1/3oct 滤波器输出的自噪声频带声压级。

(8) 自噪声声压谱（密度）级：单位带宽内自噪声声压级。

(9) 背景噪声级：安装在船舶壳体上水听器所接收到的除船舶的自噪声以外的一切干扰噪声级。

（四）概述

本章节主要对船载水声探测系统的原理、组成和用途进行简要概述。

船载水声探测系统的工作原理为：利用声波在水中传播的特性实现目标探测、导航和通信。

船载水声探测系统由换能器基阵、信号处理单元以及辅助系统组成。

船载水声探测系统广泛应用于军事领域、民用领域（水运工程建设、海洋工程测量及海洋资源调查等）以及水下导航通信。

（五）计量特性

自噪声监测系统计量性能的提出主要依据多种国内外现有产品的技术参数、参考标准、征求意见、专家咨询、试验结果，并结合了目前水运工程应用需求和实际测量水平以及国内自主研发产品的技术水平。

自噪声示值误差：

测量示值与标准值之差，自噪声示值最大允许误差为 $\pm 4\text{dB}$ ，指标的确定参考了 GJB 274—1987《船舶水下自噪声测量方法》，产品的技术参数及专家咨询、试验结果。

（六）校准条件

1. 环境条件

校准环境条件的规定主要考虑环境温度、相对湿度和水温，依据 JJG 340-2017《1Hz~3kHz 标准水听器（密闭腔比较法）》的测量要求。

校准水域条件的规定主要考虑深度、海况、背景噪声级应能保证自噪声监测系统噪声原位校准的正常进行，依据 GJB 274-1987《船舶水下自噪声测量方法》部分测量条件要求，其中“海域浪高不大于 1.25m，风速不大于 5.5m/s”为常规海试中要求海况不超过 3 级的量化指标。

2. 测量标准及其他设备

自噪声监测系统由标准水听器、前置放大器、滤波器、动态信号分析仪、数据传输单元和自噪声显示单元构成。

自噪声监测频响范围为300 Hz~40 kHz；灵敏度：不低于-205 dB（基准1 v/μPa）；频率响应：当300 Hz~40 kHz时，± 1.0 dB；配备独立电源，电磁噪声干扰误差小于± 0.1 dB；在频率300 Hz~40 kHz范围内，自噪声示值测量扩展不确定度 U 不大于1.7 dB， $k=2$ 。

a) 标准水听器：标准水听器可拆装，且安装减振不低于18 dB；标准水听器数量不少于1个，安装于水声探测系统附近，如果是多波束测深系统，需安装在接收阵附近；在频率300 Hz~800 Hz范围内，标准水听器灵敏度级测量扩展不确定度 U 不大于1.3 dB， $k=2$ ；在频率1 kHz~40 kHz范围内，标准水听器灵敏度级测量扩展不确定度 U 不大于0.9 dB， $k=2$ ；

b) 前置放大器：在校准频率范围内，前置放大器的输入阻抗比水听器的输出阻抗至少高100倍，动态范围不应小于60dB，增益误差不超过±0.3dB；

c) 滤波器：满足JJG 449-2014对I级滤波器的要求；

d) 动态信号分析仪：最高分析频率应高于最高校准频率，分析谱线不少于800，幅值示值误差不超过±1%。

校准选用的计量标准器应满足上述性能要求，也可以使用更高准确度的标准器。

（七）校准项目和校准方法

1. 校准项目

船载水声探测系统的校准项目为自噪声示值误差。

2. 校准方法

（1）校准原理

标准水听器接收水声探测系统安装位置处的声信号后，经前置放大器放大，再经滤波器滤波，由动态信号分析仪测量水听器的开路电压，通过自噪声监测系统的信号处理，由自噪声显示单元展示测量得到的噪声声压谱密度声源级，即自噪声示值。计算公式如式（1）所示：

$$L_{PS0} = 20 \lg \frac{P_f}{P_0} = 20 \lg (U_{oc} \cdot d) - M - 10 \lg \Delta f \quad (1)$$

式中，

L_{PS0} ——自噪声监测系统的自噪声示值，dB（基准值：1μPa/√Hz）；

P_f ——用一定带宽的滤波器测得的等效1m处的噪声声压, Pa;

P_0 ——基准声压, $P_0 = 1\mu\text{Pa}$;

U_{0C} ——水听器输出的开路电压, V;

D ——水听器测试距离, m;

M ——水听器的自由场开路电压灵敏度级, dB (基准值: $1\text{V}/\mu\text{Pa}$);

Δf ——噪声声压谱线的分析带宽, Hz。

当试验船以船载水声探测系统正常工作对应的状态下自由航行时, 将自噪声监测系统安装于试验船上, 对船载水声探测系统进行原位校准, 在不同航行状态下, 自噪声监测系统分别测量出噪声原位数据, 船载水声探测系统的自噪声示值与自噪声监测系统的差值即为船载水声探测系统的自噪声示值误差。

按公式 (2) 计算船载水声探测系统的自噪声示值误差 ΔL_{PS} :

$$\Delta L_{PS} = L_{PS} - L_{PS0} \quad (2)$$

式中,

L_{PS0} ——自噪声监测系统声压谱级示值, dB (基准值: $1\mu\text{Pa}/\sqrt{\text{Hz}}$);

L_{PS} ——水声探测系统声压谱级示值, dB (基准值: $1\mu\text{Pa}/\sqrt{\text{Hz}}$)。

(2) 校准步骤

校准步骤见下:

- a) 将标准水听器安装至需进行水声探测系统校准的被试船舶, 标准水听器和水声探测系统的安装位置距离不超过0.5 m, 标准水听器需可拆装, 每年完成一次拆装和校准;
- b) 连接自噪声监测系统的其他设备, 安装至被试船舶, 调试自噪声监测系统和水声探测系统, 确保两个系统正常工作;
- c) 海试船舶航行至符合6.1.2节所述海试环境下的海域, 被校水声探测系统的换能器与自噪声监测系统的标准水听器在校准水域浸泡30 min, 温度和压力达到平衡后, 记录环境条件参数并开始测量;
- d) 船舶锚定状态下, 利用自噪声监测系统测试并记录该海域下船舶的背景水声, 背景水声需低于指定航速下的水声10 dB以上;

- e) 将船舶航行至指定航速，水声探测系统的发射模块向海底发射声波，待接收模块开始接收海底信号时，自噪声监测系统和水声探测系统同时采集并记录测点位置的自噪声；
- f) 关闭自噪声监测系统和水声探测系统，结束试验；
- g) 根据公式（2）计算水声探测系统的自噪声示值误差；
- h) 一般按照1/3倍频程或客户要求选择频率点，同一航速下重复测量5-10次，计算该航速下的水声探测系统示值误差，若示值误差均在 $\pm 4\text{dB}$ 内，记录所有测量值；在首次出现示值误差大于 $\pm 4\text{dB}$ 时，应检查水声探测系统的相关设置（如水听器增益、换算距离、指向性、滤波频率范围等参数设置），以及检查水声探测系统是否存在电磁干扰、接头连接不畅等异常情况，确定水声探测系统的设置无误且系统无明显异常情况下，将测量次数清零，重新开始测量，当出现示值误差大于 $\pm 4\text{dB}$ 的次数大于等于3次时，不再对水声探测系统的设置进行检查，记录相应的测量数据，直至该航速下5-10次测量结束；
- i) 改变船舶航速，使其仍在水声探测系统的工作航速内，重复步骤f) ~ i)，获得不同航速下水声探测系统示值误差。

（八）校准结果表达

经校准的水声探测系统应出具校准证书。校准证书至少应包括以下信息：

- a) 校准证书；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 证书的编号，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) 含沙量测量仪的名称、制造商、规格型号、出厂编号；
- g) 进行校准的日期和地点；
- h) 对校准所依据的技术规范的标识,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) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

（九）复校时间间隔

依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》要求对复校时间间隔进行了规定：“建议船载水声探测系统噪声原位校准的复校时间间隔为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，因此，仪器使用者可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。” 仪器经修理或对测量结果产生怀疑时，应重新进行校准。

六、不确定度评定

为了验证校准方法的科学性，对船载水声探测系统噪声原位的校准结果进行了不确定度评定，不确定评定过程具体见不确定度评定报告。

七、其他说明

（一）与国际计量规范、国内标准等技术文件的兼容情况

本规范起草过程中查阅了国内外关于船载水声探测系统噪声原位校准的规范及标准，没有检索到相关文件，不存在兼容情况。

（二）对重大分歧意见的处理结果和依据等

无。