

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD28-2016



中国船级社

船舶水下辐射噪声检测指南

2016

2017年3月1日生效

北京

编写说明

国际海事组织（IMO）第 66 届环保委员会（MEPC66）通过了非强制性的 MEPC.1Circ.833 号通函，自 2014 年 4 月 7 日起生效。该通函的目的为减小由商船产生的水下辐射噪声可能对海洋生物产生短期和长期的负面影响，特别是对海洋哺乳动物。

考虑到 MEPC.1Circ.833 号通函对船舶建造与检验的影响，中国船级社通过分析 MEPC.1Circ.833 号通函，并综合考虑了国际规范、标准等适用部分以及工业界的实践经验的基础上编写了本指南，为船舶建造及营运过程中执行水下辐射噪声测量检验提供指导。

本指南是 CCS 规范的组成部分，规定了申请由 CCS 检验的国际航行海船在水下辐射噪声测量检验方面应遵循的程序和技术要求。指南中各篇章引用了噪声测量的相关标准，引用部分及其随后的任何修改将构成本指南的强制要求。

目 录

第 1 章总则.....	1
1.1 目的.....	1
1.2 适用范围.....	1
1.3 指南制定主要依据.....	1
1.4 术语和定义.....	2
1.5 应用.....	4
1.6 测量检验人员及机构.....	4
第 2 章船舶水下辐射噪声测量设备.....	5
2.1 一般要求.....	5
2.2 声学测量系统及校准.....	5
2.3 距离测量系统.....	5
2.4 航速测量系统.....	5
2.5 声速剖面测量设备（如使用）及校准.....	6
2.6 数据处理系统.....	6
第 3 章船舶水下辐射噪声测量环境条件.....	7
3.1 一般要求.....	7
3.2 测量区域水深.....	7
3.3 测量区域海底底质.....	7
3.4 测量区域背景噪声.....	7
3.5 测量区域环境条件.....	7
3.6 测量过程中船舶的操纵性及安全性.....	8
第 4 章船舶水下辐射噪声测量时的被测船舶状态.....	9
4.1 一般要求.....	9
4.2 船舶主机运行状态.....	9
4.3 船舶辅机及其他机械设备运行状态.....	9
4.4 船舶负载.....	9
第 5 章船舶水下辐射噪声测量.....	10
5.1 一般要求.....	10
5.2 声学测量系统布放.....	10
5.3 距离测量要求.....	12
5.4 声速剖面测量要求.....	12
5.5 被测船舶机动方式.....	12
5.6 最小会遇距离（ d_{cpa} ）的选取.....	13
5.7 船舶水下辐射噪声测量步骤.....	13
第 6 章船舶水下辐射噪声测量数据分析.....	14
6.1 一般要求.....	14
6.2 背景噪声修正.....	14
6.3 传播损失修正.....	15
6.4 水听器的声能平均.....	15
6.5 所有航次的算术平均.....	15
6.6 低频修正.....	16

6.7	经低频修正的声压谱源级.....	16
第7章	检测机构认可要求.....	17
7.1	目的.....	17
7.2	术语和定义.....	17
7.3	认可依据.....	17
7.4	批准和认证程序.....	17
7.5	发证.....	19
7.6	核准的服务操作系统的变更.....	19
7.7	取消认可.....	19
附录一	船舶水下辐射噪声测量报告格式.....	20
附录二	指南引用规范、标准.....	25

第 1 章 总则

1.1 目的

1.1.1 为减少由国际航行海船产生的水下辐射噪声对海洋生物（特别是海洋哺乳动物）产生短期和长期的负面影响，防止因国际航行海船产生的水下辐射噪声导致海洋环境污染，特编制《船舶水下辐射噪声检测指南》（试行）（以下简称“本指南”）。

1.1.2 本指南的目的在于对国际航行海船水下辐射噪声测量检验提供指导。

1.1.3 本指南为船东自愿申请实施中国船级社有关国际航行海船水下辐射噪声相关技术要求提供操作指导。

1.2 适用范围

1.2.1 本指南适用于国际航行海船的水下辐射噪声测量检验工作。

1.2.2 本指南是中国船级社规范的组成部分，规定了上述船舶纵向通过特性水下辐射噪声测量和检验方法。

注：在测量条件和被测船舶状态固定的情况下，船舶水下辐射噪声声压级、谱特性等参数是被测船舶相对于测量水听器位置（与测量水听器之间的距离）的函数，称为纵向通过特性。

1.2.3 本指南也可供科考船、军用船舶、海上移动设施的水下辐射噪声测量检验参考使用。

1.3 指南制定主要依据

1.3.1 制定本指南的主要依据为：

（1）国际海事组织（IMO）MEPC.1Circ.833《减少商船水下辐射噪声及其对海洋生物不利影响指南》；

（2）综合考虑了国际规范、标准等适用部分以及工业界的实践经验。

注：相关国际规范、标准详见附录二。

1.3.2 本指南中各篇章引用的相关标准，引用部分及其随后的任何修改将构成本指南的强制要求。

1.4 术语和定义

在本指南范围内:

1.4.1 船舶水下辐射噪声: 由船舶上机械运转和船舶运动产生并辐射到水中的噪声。

1.4.2 声压: 有声波时, 媒质中的压力与静压的差值。单位为帕[斯卡], P_a 。

1.4.3 瞬时声压: 声场中不同位置、不同时刻的声压是不同的, 其是空间坐标和时间的函数, 是随时间变化的。

1.4.4 有效声压: 在一段时间内瞬时声压的方均根值, 即:

$$p = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p_t^2 dt}$$

式中:

T—进行平均的时间间隔, 其应为周期的整数倍, 或长到不影响计算结果的程度;

p_t —瞬时声压。

1.4.5 单极子声源: 球形声源半径比波长小很多, 辐射声场只与其体积振动速度有关, 这种声源称为单极子源(点声源)。在本指南中, 假定认为被测船舶从一个单独的点辐射声音。

1.4.6 水听器: 用于接收水声信号的电声换能器。

1.4.7 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。常作为建立水中声压基准用的标准器, 并借此传递声压量值。

1.4.8 各态历经的平稳随机过程: 对于统计特性不随时间变化的平稳随机信号, 当整个平稳随机过程的统计特性与每个样本的统计特性相同时, 这种随机过程就是各态历经的, 对各态历经的平稳随机过程, “时间平均”等于“系综平均”, 就能反应整个随机过程的特性。

1.4.9 声压级: 声压与基本声压之比的以 10 为底的对数乘以 2, 单位为贝[尔], B。但通常用分贝为单位, 用分贝表示的声压级为:

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

式中:

p_0 —水中声压基准值, 取 $1 \mu P_a$ 。

1.4.10 传播损失 (L_T): 声波在海水介质中的传播损失, 因声压随着离声源的距离的增加而减少, 则传播损失随着离声源的距离的增加而增加, 假定位置 1 比位置 2 离声源近, 则传播损失为:

$$L_T = 20 \log \frac{p_1}{p_2}$$

它表示第 2 点声压 p_2 比第 1 点声压 p_1 减少的分贝数, 与使用的基准值无关, 通常 p_1 点为距声源 1 米处位置, p_2 点为水听器所在位置。当声波在位置 1 与位置 2 之间传播距离为 r 米时,

传播损失 (L_T) 也可表示为:

$$L_T = X \log \frac{r}{r_1}$$

式中:

r_1 —距声源参考距离 1 米处, 取 1 米;

X 应根据实际真实声场得出, 当声波以球面波传播时, X 取 20; 当声波以柱面波传播时, X 取 10。

1.4.11 $\frac{1}{3}$ 倍频程: 声学中, 用频程来表示两个声音的频率之间的间隔或频带宽度, 它以上限频率 f_h 和下限频率 f_l 之比的对数来表示, 此对数通常以 2 为底, 单位为倍频程, 数学表达式为:

$$n = \log_2 \frac{f_h}{f_l}$$

式中:

$n = \frac{1}{3}$ 时, 对应 $\frac{1}{3}$ 倍频程。

1.4.12 频带声压级 (L_p): 指有限频带内的声压级, 在本指南中其频带宽度为 $\frac{1}{3}$ 倍频程。

1.4.13 频带声源级 (L_{po}): 指定频带宽度 Δf_i 内的声源级, 和同一频带声压级的关系为:

$$L_{po}(f_i) = L_p(f_i) + L_T$$

式中:

$L_p(f_i)$ —距声源某距离处, 频带 Δf_i 内的频带声压级。在本指南中 Δf_i 取 $\frac{1}{3}$ 倍频程。

1.4.14 声压谱源级 (L_{ps0}): 信号在某一频率的谱密度与基准谱密度之比的以 10 为底的对数 (仅对所选频率范围内为连续谱的噪声信号适用), 单位为贝[尔], B。但通常用分贝为单位, 用分贝表示的声压谱源级为:

$$L_{ps0}(f_i) = 10 \log[(p^2/\Delta f_i)/(p_0^2/\Delta f_0)] = L_{po}(f_i) - 10 \log \Delta f_i$$

式中:

$L_{po}(f_i)$ —距声源某距离处, 频带 Δf_i 内的频带声源级。在本指南中 Δf_i 取 $\frac{1}{3}$ 倍频程;

Δf_0 —基准带宽, 取 1Hz。

1.4.15 背景噪声: 水听器接收到的无被测船舶噪声影响的水中环境噪声。

1.4.16 最小会遇点 (CPA): 在一次船舶水下辐射噪声测量航行中, 从水听器向船舶首尾线 (航迹) 作垂线, 该垂线的垂足即为最小会遇点 (CPA)。

1.4.17 最小会遇距离 (d_{cpa}): 最小会遇点 (CPA) 到水听器的水平距离。

1.4.18 数据窗: 在对信号进行分析处理时, 用一定计权方式截取一段时间信号。

1.4.19 声速剖面：声速随水深变化的曲线。

1.5 应用

1.5.1 根据船东申请，按照本指南有关要求测得的船舶水下辐射噪声数据，经本社组织专家根据该船舶的航行区域进行评审，满足不对航行区域内的海洋哺乳生物栖息、洄游地造成不利影响的条件，可对该船舶签发相关格式的低水下辐射噪声符合性证明。

注：当按照本指南有关要求测得的船舶水下辐射噪声数据满足已公开发布的其他标准、规范的船舶水下辐射噪声限值线要求，则本社亦可对该船舶签发相关格式的低水下辐射噪声符合性证明。

1.5.2 具有低水下辐射噪声符合性证明的船舶，在船舶营运期间进行特别检验时，应核查螺旋桨状况，螺旋桨状况应保持在不低于取得低水下辐射噪声符合性证明时的状况。若螺旋桨进行过修理，则应有相关记录表明修理是按相关技术文件的规定进行。

1.5.3 当检查发现螺旋桨状况未达到取得低水下辐射噪声符合性证明时的状况，螺旋桨应予以及时修复，否则取消由本社签发的低水下辐射噪声符合性证明。

1.6 测量检验人员及机构

1.6.1 由本社验船师或在本社验船师的见证下由具有相关资质并被本社所认可的专业机构在船舶海试或营运期间对船舶水下辐射噪声进行检测，基于此申请由本社签发的相关格式的低水下辐射噪声符合性证明。

第 2 章船舶水下辐射噪声测量设备

2.1 一般要求

2.1.1 船舶水下辐射噪声测量系统由声学测量系统、距离测量系统、航速测量系统、数据处理系统组成（如有可能可包含声速剖面测量设备），声学测量系统、距离测量系统和航速测量系统应进行同步（同时基）。

2.2 声学测量系统及校准

2.2.1 声学测量系统至少由 3 个无指向性水听器及数据采集设备（必要时可加装测量放大器）构成。

注：船载布放的声学测量系统至少由 1 个无指向性水听器构成，实施船载布放的船舶应具有自航、施放及回收声学测量系统的能力，并在测量过程中停止一切非必须的机械设备运转、停止影响噪声测量的一切活动，且保证低噪声供电。

2.2.2 水听器应内装前置放大器，在 10Hz 到 50kHz 范围内，水听器灵敏度的最大不确定度应在 3dB 之内。

2.2.3 数据采集设备的采样频率至少为最大频率的 2.56 倍。

2.2.4 在所有使用的 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带范围内，水听器应每两年在具备水听器校准资质的机构进行一次校准；标准水听器应每年在国家水声计量一级站校准一次；数据采集设备应每两年在省级以上计量科学研究院检测一次。

2.3 距离测量系统

2.3.1 需要进行距离测量，以便确定被测船舶上的选定点和水听器之间的距离。

注：被测船舶上的选定点由本社及测量机构共同确定，例如：主机中心到螺旋桨的距离的中点位置。

2.3.2 测量的距离精度应在±10 米之内。只要能达到规定的距离测量精度，任何测量设备（例如：差分 GPS 设备、声应答器等）均可被使用。

2.4 航速测量系统

2.4.1 在每一测量航次，船舶的航速应被记录。一般情况下，安装在船上的航速测量设备是适用的。

2.5 声速剖面测量设备（如使用）及校准

2.5.1 为了更精确进行传播损失计算，可使用 CTD（电导率、温度、深度）设备或声速剖面仪。

2.5.2 如使用声速剖面测量设备，应对其每两年进行一次校准。

2.6 数据处理系统

2.6.1 可从声学测量系统、距离测量系统、航速测量系统、声速剖面测量设备（如使用）中采集、记录并处理数据。

2.6.2 可对 10Hz 到 50kHz 内的 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带进行分析。

2.6.3 应具有满足 IEC 61260 标准的 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带滤波器，以便对数据进行合适的后处理。

第 3 章船舶水下辐射噪声测量环境条件

3.1 一般要求

3.1.1 船舶水下辐射噪声测量区域应由船厂、船东、测量机构及本社共同确定，并考虑以下要素：

- (1) 水深；
- (2) 海底底质；
- (3) 背景噪声；
- (4) 测量区域气象条件；
- (5) 测量过程中船舶的操纵性及安全性；
- (6) 距海港的距离（远离海港，以保证近岸工业噪声不至影响船舶水下辐射噪声测量）。

3.2 测量区域水深

3.2.1 测量地点最小水深一般应不小于 60 米或 $0.3V^2$ （取较大者；V 为测量时被测船舶的航速，单位为米/秒）。

3.3 测量区域海底底质

3.3.1 测量区域的海底应尽可能的平坦，不应选择具有倾斜海底的区域进行测量，海底底质应松软（泥质最好，泥—沙质次之）。

3.4 测量区域背景噪声

3.4.1 测量区域应远离航道，周围 5 海里内无机动船干扰，海流流速小于 1.5 节。

3.5 测量区域环境条件

3.5.1 在雨天、雾天时，不应进行船舶水下辐射噪声测量。进行船舶水下辐射噪声测量时风力不超过蒲福 4 级，海况不大于 3 级。如果测量区域的环境条件确实无法满足要求时，本社可根据实际测量效果决定是否接受该测量结果，如不接受，则必须进行重新测量。

3.6 测量过程中船舶的操纵性及安全性

3.6.1 测量区域应海域开阔，以保证被测船舶有充足的机动范围。

第 4 章船舶水下辐射噪声测量时的被测船舶状态

4.1 一般要求

4.1.1 在船舶水下辐射噪声测量过程中，下列工况应持续保持不变：

- 船舶主机运行状态；
- 螺旋桨或推进器的转速、螺距和负载；
- 船舶负载条件；
- 艏吃水和艉吃水；
- 在测量过程中，处于工作状态的机械装置。

4.2 船舶主机运行状态

4.2.1 船舶水下辐射噪声测量时主机持续推进功率应参照船舶建造规格书由船厂、船东及本社共同决定，也可为最大持续额定功率（MCR）的 85%。当船舶采用可调螺距和垂直翼螺旋桨时，桨叶应处于正常的航行位置。

4.3 船舶辅机及其他机械设备运行状态

4.3.1 如有可能，对于在船舶营运过程中有超过 $\frac{1}{3}$ 的时间都在使用的设备，应在测量过程中被开启并保持营运工况。

4.3.2 测量前对机械设备状态进行检查，确保状态正常，无异常振动噪声。

4.3.3 对于测量过程中，开启的机械设备运行状态应做记录。

4.4 船舶负载

4.4.1 测量时船舶的负载状态应满足压载或满载状态。测量时船舶应匀速直线航行，船舶水下辐射噪声可视为各态历经的平稳随机过程。

第 5 章 船舶水下辐射噪声测量

5.1 一般要求

5.1.1 在进行船舶水下辐射噪声测量前，测量机构应向本社提交相关文件并得到本社的批准，具体需提交如下文件：

- 船舶水下辐射噪声测量总体安排；
- 船舶水下辐射噪声测量大纲
 - 船舶负载条件
 - 推进系统运行条件
 - 在测量过程中，其他需要运行的设备
 - 测量海域参数（水深、海底底质、预计的海流）。

5.1.2 船舶水下辐射噪声测量前应确认环境条件及船舶工况是否符合本指南第 3 章、第 4 章中的相关要求。

5.1.3 在船舶水下辐射噪声测量开始前，应使用标准水听器对整个声学测量系统进行校准。

5.1.4 在船舶水下辐射噪声测量开始前及测量结束后，应对背景噪声进行测量。背景噪声测量时，被测船舶应在远离水听器的区域（至少 1.74 海里）停机漂泊。背景噪声应至少测量 2 分钟，在测量期间，应检查实时信号的稳定性，以确保测量的可靠性。

5.1.5 鉴于可追溯性的重要性，船舶水下辐射噪声时域测量结果应被保存，必要时可对其进行窄带分析。

5.2 声学测量系统布放

5.2.1 声学测量系统使用浮筒进行坐底式布放（见图 5.2.1.a）或采用船载布放（见图 5.2.1.b）进行测量时：

- 在 10Hz~100Hz 频带范围内，每个 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带将引入 $\pm 7\text{dB}$ 的不确定度；
- 在 125Hz~50kHz 频带范围内，每个 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带将引入 $\pm 4\text{dB}$ 的不确定度。
当测量地点水深大于 150 米或 1.5 倍船长（取较大者）时：
 - 在 10Hz~100Hz 频带范围内，每个 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带将引入 $\pm 5\text{dB}$ 的不确定度；
 - 在 125Hz~16kHz 频带范围内，每个 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带将引入 $\pm 3\text{dB}$ 的不确定度；
 - 在 20kHz~50kHz 频带范围内，每个 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带将引入 $\pm 4\text{dB}$ 的不确定度。

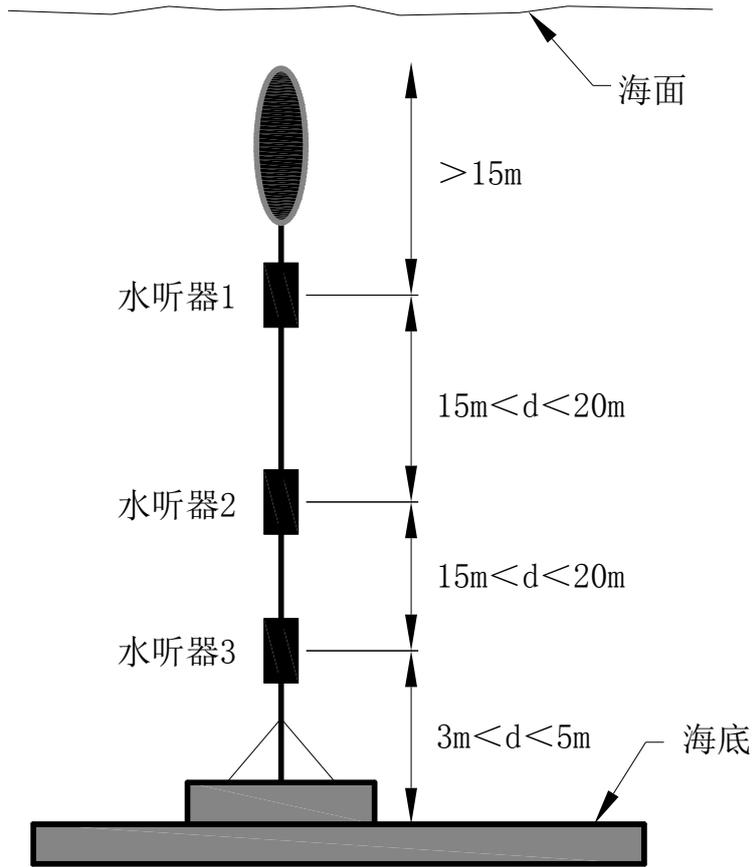


图 5.2.1.a 坐底式布放的声学测量系统

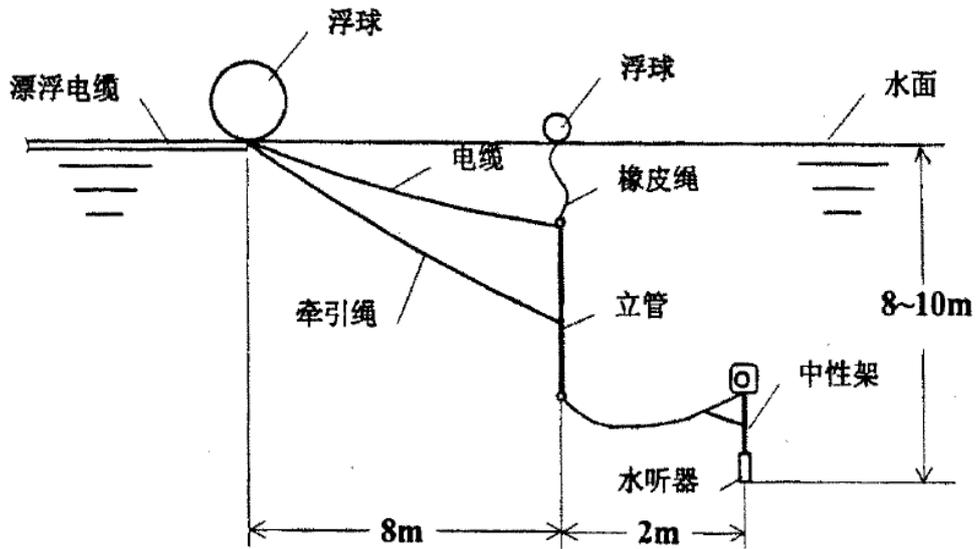


图 5.2.1.b 船载布放的声学测量系统（在测量船尾投放声学测量系统，使声学测量系统顺流离开测量船尾约 100 米）

5.6 最小会遇距离 (d_{cpa}) 的选取

5.6.1 定义被测船舶与水听器之间的最小会遇距离 d_{cpa} , 以便将被测船舶假定为单极子声源, 并且可规避背景噪声的影响。因此, d_{cpa} 的最小值应为: 200 米或 1 倍船长, 取两者之中的大值。

5.6.2 在船舶水下辐射噪声测量中, 当在远距离处信噪比不足 3dB 时, 或被测船舶进行过减振降噪设计时, d_{cpa} 应被降低到 100 米或 1 倍船长, 取两者之中的大值。这个值应在本社现场验船师的控制下由执行本次船舶水下辐射噪声测量的测量机构现场负责人决定。

5.6.3 由于受涌和流的影响, d_{cpa} 可能会发生变化, 如果理想的最小会遇距离与实际航行中的最小会遇距离的误差在 ± 10 米范围内, 则这是可以被接受的。

5.7 船舶水下辐射噪声测量步骤

5.7.1 表 5.7.1 是船舶水下辐射噪声测量的基本步骤。

船舶水下辐射噪声测量的基本步骤

表 5.7.1

步骤	注释
环境条件检查	海况不大于 3 级, 风力不大于蒲福 4 级
声学测量系统校准	使用标准水听器
声速剖面测量	当适用时
声学测量系统的布放	
背景噪声测量	至少记录两分钟数据 进行背景噪声测量时, 被测船舶应在远离水听器的区域 (至少 1.74 海里) 停机漂泊
背景噪声级的检验	
船舶水下辐射噪声测量	6 个航次: <ul style="list-style-type: none">● 在开始记录数据位置和结束记录数据位置之间进行船舶水下辐射噪声测量● 在开始记录数据位置和结束记录数据位置之间进行距离测量● 航速测量
背景噪声测量	至少记录两分钟数据 进行背景噪声测量时, 被测船舶应在远离水听器的区域 (至少 1.74 海里) 停机漂泊
声速剖面测量	当适用时
气象条件检查	海况

第 6 章船舶水下辐射噪声测量数据分析

6.1 一般要求

6.1.1 本指南所述方法评估了归一化至声源 1 米处的 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带声压谱源级。测量得到的量值可看作为单极子声源所辐射的水下声压级,修正这个声压级得到距离声源 1 米处的声源级,最终的结果以声压谱源级表示(单位为 dB,参考声压为 $1 \mu\text{Pa}$,参考距离为 1m,频带宽度为 1Hz)。

6.1.2 对每个航次测得的船舶水下辐射噪声数据进行分析,选取的数据窗以水听器测得的噪声输出最大值时刻为中心,等于被测船舶航行两倍船长所需的时间。

6.1.3 在每个航次中,对每个水听器得到的数据在 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带内进行线性平均得到水听器 i 在航次 k 中测得的水下噪声频带声压级,并被记录为 $L_{p+n}(r_k, h_i)$ 。

6.1.4 在 10Hz 到 50kHz 范围内的每一个 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带都应执行 6.2 到 6.7 中所规定的后处理过程。

6.2 背景噪声修正

6.2.1 对 6.1.4 中定义的每一个 $\frac{1}{3}$ 倍频程频带声压级按照下列步骤进行背景噪声修正:

a) 背景噪声的算术平均值 $L_n(h_i)$ 按照下列公式计算:

$$L_n(h_i) = \frac{L_{nstart}(h_i) + L_{nend}(h_i)}{2} \quad 6.2.1$$

式中:

$L_{nstart}(h_i)$ —水听器 i 在测量开始前测得的背景噪声声压级;

$L_{nend}(h_i)$ —水听器 i 在测量结束后测得的背景噪声声压级。

b) 测量开始前及测量结束后测得的背景噪声的变化值 $\Delta L_n(h_i)$ 等于:

$$\Delta L_n(h_i) = |L_{nstart}(h_i) - L_{nend}(h_i)| \quad 6.2.2$$

c) 测得的原始水下声压级(含背景噪声)与背景噪声的比值按照下列公式计算:

$$\Delta = L_{p+n}(r_k, h_i) - L_n(h_i) \quad 6.2.3$$

● 如果 Δ 大于 10dB,则不需要进行背景噪声修正,且下式成立:

$$L_p(r_k, h_i) = L_{p+n}(r_k, h_i) \quad 6.2.4$$

式中:

$L_p(r_k, h_i)$ —水听器 i 在航次 k 中经过背景噪声修正的频带声压级。

● 如果 Δ 大于等于 3dB 而小于等于 10dB 且足够平稳,那么应按照下式进行背景噪声修正:

$$L_p(r_k, h_i) = 10 \log \left[10^{\frac{L_{p+n}(r_k, h_i)}{10}} - 10^{\frac{L_n(h_i)}{10}} \right] \quad 6.2.5$$

由背景噪声修正引起的误差按照下列公式计算：

$$\text{Error} = 10 \log \left(\frac{1 - 10^{\frac{-\Delta}{10}}}{1 - 10^{\frac{-\Delta + \Delta L_n(h_i)}{10}}} \right) < 2 \text{dB} \quad 6.2.6$$

如果稳态背景条件没有被验证，那么测量结果将不能保证达到 5.2.1 中所规定的测量不确定度，在这种情况下，应在报告中明确的提及。

- 如果 Δ 小于 3dB，测量结果是无效的，本社应与测量机构对背景噪声进行个案调查。

6.3 传播损失修正

6.3.1 应考虑由于声音在水中传播所导致的传播损失，以便得到距声源参考距离为 1 米处的水下声源级。

6.3.2 按照如下公式对水下声压级进行距离传播损失修正：

$$L_{po}(r_k, h_i) = L_p(r_k, h_i) + L_T \quad 6.3.1$$

$$L_T = 19 \log [\sqrt{D_H(r_k, h_i)^2 + D_V(r_k, h_i)^2}] \quad 6.3.2$$

6.3.1、6.3.2 式中：

$L_{po}(r_k, h_i)$ —水听器 i 在航次 k 中经过背景噪声修正的频带声源级；

$D_H(r_k, h_i)$ —水听器 i 在航次 k 中的真实最小会遇距离（米）；

$D_V(r_k, h_i)$ —水听器 i 在航次 k 中与测量过程中船舶艏吃水的 $\frac{2}{3}$ 处在重垂轴方向上的垂直距离（米）。

注：当测量地点水深大于 100 米时， $L_T = 20 \log [\sqrt{D_H(r_k, h_i)^2 + D_V(r_k, h_i)^2}]$ 。

6.3.3 其他的传播损失修正建模方法也可被接受，但需将其详细资料提交本社审批。

6.4 水听器的声能平均

6.4.1 按照下列公式对 3 个水听器的数据进行能量平均得到在航次 k 中的频带声源级：

$$L_{po}(r_k) = 10 \log \left(\frac{1}{3} \sum_{h_i=1}^3 10^{\frac{L_{po}(r_k, h_i)}{10}} \right) \quad 6.4.1$$

6.5 所有航次的算术平均

6.5.1 按照下列公式对所有航次进行算术平均得到被测船舶的频带声源级：

$$L_{po} = \frac{\sum_{k=1}^n L_{po}(r_k)}{n} \quad 6.5.1$$

6.6 低频修正

6.6.1 低频修正项 $LF_{cor}(f)$ 对于满足单极子声源假说是必要的，且其取值依靠被测船舶的实际情况：

$$LF_{cor}(f) = \max \left[0; 10 \log \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{\left(\frac{4\pi f}{c} d \sin \theta \right)^2} \right) \right] \quad 6.6.1$$

式中：

f — $\frac{1}{3}$ 倍频程频带的中心频率 (Hz)；

θ —海面与声源 - 水听器连线的平均夹角 ($^{\circ}$)，本指南中 $\theta = 10^{\circ}$ ；

d —声源深度，例如在测量过程中船舶艏吃水的 $\frac{2}{3}$ (m)。

注：当测量地点水深大于 200 米时， $\theta = 15^{\circ}$ 。

6.7 经低频修正的声压谱源级

6.7.1 按照下列公式得到经低频修正的被测船舶的声压谱源级：

$$L_{pso} = L_{po} - 10 \log(\Delta f) - LF_{cor}(f) \quad 6.7.1$$

第 7 章 检测机构认可要求

7.1 目的

7.1.1 本章规定了本社执行船舶水下辐射噪声检测机构认可的具体要求和做法，并保证认可工作质量。

7.1.2 本章适用于自愿取得本社船舶水下辐射噪声检测机构（以下简称“检测机构”）认可资格的机构认可。

7.2 术语和定义

7.2.1 本节采用 ANSI S1.1 及本指南中所确立的术语和定义。

7.2.2 申请方：申请本社进行船舶水下辐射噪声检测机构认可的检测机构；

7.2.3 人员：指检测机构中进行实际现场检测、数据处理、报告签发及审核的人员；

7.3 认可依据

7.3.1 本指南相关章节要求。

7.3.2 本指南测量机构认可参照 IACS UR Z17 服务供应商的程序要求执行。

7.4 批准和认证程序

7.4.1 提交文件

应提交下列文件给船级社以供审核。关于检测机构的一般要求参见 7.4.2。

- 公司简介，如组织和管理结构，包括批准/认证中的子公司
- 指定的代理商清单
- 公司在船舶水下辐射噪声检测服务领域的从业经验
- 名单，包括操作员/技术员/检验员在相关服务领域内的培训和经验，以及根据有关国家、国际或行业认可标准的资质
- 特定服务中所使用设备的名称
- 此类设备的操作指南
- 操作员/技术员/检验员的培训程序
- 记录提供服务结果的清单和记录格式
- 包括 7.4.5 中要求的质量手册和/或文件化程序
- 其他机构的批准/认可证明（如有时）
- 有可能造成利害冲突的其他活动的情况
- 客户投诉和认证机构要求的纠正措施的记录
- 设备制造商授予的相关执照证明列表

7.4.2 一般要求

- 1) 批准范围：检测机构应根据 2) 至 9) 的要求证明其具备完成所批准服务的资质能力。
- 2) 人员培训：检测机构应负责人员的资质和培训达到认可的国家、国际或行业标准(如可行)。如果没有此类标准，检测机构应根据授权行使的功能来确定人员的培训和资质标准。相关人员必须具备充足经验，并熟悉所有必要设备的操作。操作员/技术员/检验员应至少接受 1 年以上的工作培训。如果无法进行内部培训，也可考虑执行外部培训计划。
- 3) 监督：检测机构应对所有提供的服务予以监督。负责监督员应至少针对检测机构提供的服务具备两年以上的操作员/技术员/检验员的经验。对于仅有一名人员的检测机构，该检测机构也应满足监督员的要求。
- 4) 人员记录：检测机构应保留批准的操作员/技术员/检验员的记录。该记录应包含人员的年龄、教育程度以及针对批准服务的培训和经验。
- 5) 设备和设施：检测机构针对所提供的服务应具备必要的设备和设施。应保留所使用设备的记录。记录应包含有关维护和校准的信息。
- 6) 程序：检测机构应具备覆盖所有提供服务的文件化的工作程序。
- 7) 分包商：如果所提供的服务有任何分包部分，检测机构应提供协议和安排的信息。应特别注重检测机构在实施分包过程中的质量管理。分包商所提供的除分包外的人员或设备也应满足 7.4.2 和 7.4.5 的要求。
- 8) 审核：检测机构应审核所提供符合批准程序。
- 9) 报告：报告应采用船级社认可的格式。报告应包括批准证书的复印件。

7.4.3 审核供应商：经文件评审满意后，对检测机构进行审核以确定其的组织和管理符合文件规定，并确认其具有提供所批准/认证的服务的能力。

7.4.4 批准的决定将根据申请认可的检测机构完成服务的实际表现以及报告情况作出。

7.4.5 质量体系

- 1) 检测机构应具备文件化的体系，并至少涵盖以下事项：
 - 开展有关活动的序号
 - 设备的维护和校准
 - 操作员/技术员/检验员的培训计划
 - 监督与审核，确保符合操作程序
 - 资料记录和报告
 - 子公司和代理商的质量管理
 - 工作准备
 - 定期复查工作流程、客户投诉、纠正措施以及文件的签发、维护和控制在
- 2) 符合 ISO9000 系列最新版本并包括上述项目的文件化的质量体系可予以接受。

7.4.6 检测机构与设备制造商之间的关系

- a) 作为设备制造商（且作为该领域内的检测机构）的服务站的公司应得到制造商的评估并指定为代理商。制造商应确保提供代理商适当的指导手册、材料等以及对代理商的技术人员予以妥善培训。该检测机构应按 b) 或根据具体情况予以认可。

- b) 如果设备制造商（和服务供应商）向船级社申请指定代理商或分公司的认可，则必须执行根据 ISO9000 系列最新版本认证的质量体系，以便于有效控制其代理和/或分公司，且代理/分公司拥有符合 ISO9000 系列最新版本的等效管理体系。该认可应基于对至少实行 ISO9000 系列最新版本的母公司质量体系的评估。船级社将通过对代理商或子公司实施 ISO9000 系列最新版本的审核，可要求实行跟踪以确认是否符合该质量体系。

7.5 发证

7.5.1 在完成对检测机构审核和演示测试合格后，船级社签发认可证书，以证明检测机构服务操作系统已查明合格，以及根据该操作系统实施服务的结果可被接受并可用于影响船级社验船师作出相关船级或法定证书的决定。该证书应清楚标明服务类型和范围以及任何限制条件。检测机构将登录于船级社认可的服务供应商名录中。

7.5.2 通过审核验证保持认可的条件，证书的换证或签署的间隔期不应超过 5 年。船级社可要求证书的换证或签署的间隔期少于 5 年，并可要求进行中间审核。

7.5.3 除 7.4.6 b) 有规定外，如果公司拥有一个或多个分支维修服务站，则各服务站应予以评估和批准。

7.6 核准的服务操作系统的变更

7.6.1 如果对已核准的服务操作系统做出变更，应立即通知船级社。如船级社认为有必要，应对其重新审核。

7.7 取消认可

7.7.1 下列情况可取消认可：

- 1) 服务未能妥善开展或结果报告不当。
- 2) 验船师发现检测机构已批准的服务操作系统中存在缺陷且没有采取妥善的纠正措施。
- 3) 检测机构未能向船级社通知上述 7.6 中的变更。
- 4) 7.5.2 中要求的中间审核未能进行。
- 5) 经确认存在故意作为或不为。

7.7.2 船级社保留取消认可的权利。

7.7.3 认可被取消后，只要检测机构纠正了不符合项目且经船级社确认纠正措施已有效实施，才可申请重新认可。

附录一 船舶水下辐射噪声测量报告格式

船舶水下辐射噪声测量报告

测试机构盖章

测量人员签名

1 基本信息			
测量地点:		日期:	
测量机构的名称:			
测量负责人:		电话:	e-mail:
船舶名称:		船舶登记号: IMO 编号:	
船型:	船厂:	船厂编号:	建造日期: 建造地点:
2 船舶主尺度			
两柱间长 (米):			
型宽 (米):			
最大吃水 (米)			
3 推进机械			
型号:		缸数:	
量数:		最大额定功率 (千瓦):	
最大额定转速 (转/分钟):		安装形式:	
4 辅助柴油机			
型号:		缸数:	
数量:		额定功率 (千瓦):	
额定转速 (转/分钟):		安装形式:	
5 推进器			
类型:		每桨叶片数量:	
推进器数量:		标称螺距:	
设计转速 (转/分钟):		直径:	
其他:			
最后一次清洁船体及螺旋桨的日期:			
回声测深仪关闭 (是/否):			
6 船舶水下辐射噪声测量设备			
水听器型号:			
水听器灵敏度:			
水听器布放深度:			
数据采集设备 (含采样率):			
测量放大器 (如使用):			
距离测量系统:			
航速测量系统:			
声速剖面测量系统:			
数据处理系统:			
7 测量时的气象条件			
日期及开始测量的时间			
地点 (GPS 天线坐标)			
海况			

风速/风向												
水深												
8 船舶工况												
航次	时间 开始/结束	航向	CPA 距离	GPS 航 速(节)	计程仪 航速 (节)	推进 系统 主机 转速		轴系 转速		螺旋 桨螺 距		注释
						左 舷	右 舷	左 舷	右 舷	左 舷	右 舷	
艏吃水:				舦吃水:				艉吃水:				
9 辅机状况												
设备		位置			状态 1=开启 0=关闭			注释				
10 其它可能影响船舶水下辐射噪声测量的声源工况												
声源类型			位置			更多信息 (转速等)						
11 其他已知的可能影响船舶水下辐射噪声测量的问题及关注点												
12 船舶水下辐射噪声声压谱源级												
$\frac{1}{3}$ 倍频程频带的中心频率 (Hz)					$\frac{1}{3}$ 倍频程频带的船舶水下辐射噪声声压谱源级							
					航次 1(经 低频 修 正)	航次 2(经 低频 修 正)	航次 3(经 低频 修 正)	航次 4(经 低频 修 正)	航次 5(经 低频 修 正)	航次 6(经 低频 修 正)	L_{pso} (经 低频 修正)	

10							
12.5							
16							
20							
25							
31.5							
40							
50							
63							
80							
100							
125							
160							
200							
250							
315							
400							
500							
630							
800							
1000							
1250							
1600							
2000							
2500							
3150							
4000							
5000							
6300							
8000							
10000							
12500							
16000							
20000							
25000							
31500							
40000							
50000							
13 说明：测量机构需向中国船级社提供完整有效的原始时域记录数据							
14 备注：							

附录一：测量设备校准证书

附录二：传播损失详细计算资料（如适用）

附录三： $\frac{1}{3}$ 倍频程频带的船舶水下辐射噪声声压谱源级图

附录四：主要辐射噪声控制措施

附录五：螺旋桨状况

附录二 指南引用规范、标准

1. IEC 60565, Underwater acoustics - Hydrophones - Calibration in the frequency range 0,01 Hz to 1 MHz
2. IEC 61260, Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters
3. ANSI S1.1, American National Standard Acoustical Terminology
4. ISO 18431, Mechanical vibration and shock – Signal processing - Part 2: Time domain windows for Fourier Transform analysis
5. ANSI/ASA S12.64-2009, Quantities and Procedures for Description and Measurement of Underwater Sound from Ships - Part 1: General Requirements
6. GJB 4057 – 2000, 舰船噪声测量方法。