

复杂海洋环境舰船水下噪声特性研究

杨 华¹, 瞿 洋², 胡广龙¹

(1. 中国人民解放军 92932 部队, 广东 湛江 524000;

2. 中国人民解放军 92682 部队, 广东 湛江 524000)

摘要 随着现代社会的发展, 海洋资源的开发与利用日益增加, 海洋环境面临着越来越多的人为干扰和影响。其中, 舰船的水下噪声是海洋环境中的一个重要问题。舰船的水下噪声主要来自船体的运动、船舶机械设备的运转以及水流和螺旋桨的干扰等, 这些噪声源对海洋生物和生态系统造成了潜在的影响。本文针对复杂海洋环境舰船水下噪声特性展开详细探讨, 以为相关人员提供参考。

关键词 复杂海洋环境; 舰船; 水下噪声

中图分类号: P73

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0055-03

舰船水下噪声特性指的是舰船在水下运动和运转过程中所产生的声音特性。舰船水下噪声是指舰船在水中所发出的声音信号, 主要包括频率特性、强度特性、时域特性以及空间特性等。复杂海洋环境下舰船水下噪声特性的研究具有重要的科学和实际意义, 它不仅关乎海洋生态环境的保护与可持续发展, 还涉及海洋工程建设的效率和安全。通过深入研究舰船水下噪声特性, 可以更好地理解和控制水下噪声的产生和传播机理, 为保护海洋环境推进海洋工程建设提供科学支撑。

1 舰船在复杂海洋环境航行的概述

舰船在复杂海洋环境中的航行是一项具有挑战性的任务。复杂海洋环境包括海浪、潮汐、洋流、海冰、浅滩等多种因素, 这些因素会对舰船的稳定性、航行性能和安全性产生影响。在面对这些复杂的海洋条件时, 舰船需要采取一系列应对措施, 以确保航行的稳定和安全^[1]。

首先, 舰船需要根据复杂海洋环境的实际情况进行路线规划和航速调整。在面对大浪、强潮汐或者冰区时, 舰船可以选择避开风浪较大的区域, 或者调整航速以减缓对船体的冲击和压力。同时, 舰船船员需要密切关注海洋环境的变化, 及时更新导航信息, 以确保航线的安全和有效^[2]。其次, 舰船需要配备先进的航行设备和技术, 以提高航行的适应性和可靠性。舰船应该配备稳定性控制系统、动力推进系统、导航定位系统等先进设备, 以应对不同的海洋条件和航行要求。同时, 舰船船员需要接受专业的训练, 掌握航行技巧和应急处理能力, 以应对复杂海洋环境中可能

出现的突发情况。

总之, 舰船在复杂海洋环境中的航行需要充分考虑海洋条件的多样性和不确定性。通过合理规划航线、调整航速, 配备先进的航行设备和培训专业的船员, 舰船可以在复杂海洋环境中保持稳定航行, 确保船员的安全和船体的完整, 同时保障航行任务的顺利完成^[3]。

2 复杂海洋环境舰船水下噪声特性分析

2.1 噪声干扰分析

海洋环境的多样性和不确定性使得舰船在航行和运转过程中产生的水下噪声增加, 并对海洋生物和生态系统产生潜在的影响^[4]。噪声干扰的分析需要综合考虑海洋环境因素和舰船运动特性, 以揭示复杂海洋环境中噪声产生机理及其对生态环境的影响。

首先, 复杂海洋环境中的海浪和强风是主要的噪声源之一。大浪和强风会引起舰船在水中的振动和颤动, 从而产生较大的流体动力学噪声。海浪的波浪冲击和水流涡旋等也会增加舰船外壳和机械设备的振动, 进而产生更高水平的水下噪声。此外, 海冰的碰撞和摩擦也可能导致舰船的噪声增加。噪声干扰对海洋生物的生存和导航具有重要影响。例如, 海洋哺乳动物如鲸类和海豚依赖声音进行通信和觅食, 噪声干扰可能干扰它们的生态行为, 影响其迁徙和繁殖。其次, 复杂海洋环境中的潮汐和洋流也会增加舰船水下噪声的干扰。潮汐和洋流的流速变化会导致船体与海水之间的摩擦和涡旋, 产生较大的流体动力学噪声。此外, 洋流的作用可能使船体产生振动, 进而增加结构噪声。比如表 1 中海域环境的噪声数据。

表1 洋流引起窗体震动的结构噪声数据

洋流速度 (节)	船体振动频率 (Hz)	结构噪声水平 (dB)
0	10	80
1	12	82
2	15	85
3	18	88
4	20	90

根据表1, 洋流速度的增加明显影响船体振动频率和结构噪声水平。随洋流速度增大, 船体振动频率由10Hz增至20Hz, 可能因涡流和湍流等影响导致。同时, 结构噪声水平从80dB升至90dB, 显示洋流或增加了结构振动产生的噪声。观察到洋流速度与船体振动频率、噪声水平呈正相关, 暗示洋流可能加大船体振动频率, 从而提高结构噪声水平。这噪声增加或对船员和海洋生物不利, 尤其在生态保护和敏感区域需重视噪声对海洋生态系统的潜在影响。

总之, 复杂海洋环境下舰船水下噪声的干扰是一个复杂而多样的问题。海洋环境的多样性使得舰船水下噪声特性具有一定的不确定性。为了有效解决这一问题, 需要综合考虑海洋环境因素、舰船特性以及噪声产生机理, 深入分析噪声干扰对海洋生态的影响, 为保护海洋生态环境规划海洋工程建设提供科学依据。

2.2 噪声频谱变化分析

噪声频谱变化特性分析是对舰船水下噪声在复杂海洋环境中频率分布变化进行研究的过程。在复杂海洋环境中, 海浪、潮汐、洋流等因素会对舰船水下噪声产生影响, 导致噪声频谱发生变化^[5]。噪声频谱变化特性分析对于了解噪声产生机理、评估噪声对海洋生态和军事应用的影响具有重要意义。

首先, 噪声频谱变化特性分析需要对舰船水下噪声的频谱进行采样和监测。通过使用水下声学传感器, 可以实时获取舰船水下噪声的频谱信息。然而, 在复杂海洋环境中, 噪声频谱会因为海洋条件的变化而产生动态变化。(如表2所示)

由表2可知, 舰船水下噪声随频率增加逐渐降低。低频(10Hz到100Hz)下噪声较高, 约80~90dB; 高频(1000Hz到5000Hz)下噪声约65dB。舰船水下噪声在不同频率呈现频谱特性, 随频率增加, 噪声逐渐减小。特别是高频范围, 噪声变化幅度大(68~75dB), 或受舰船结构振动和水下活动等影响因素影响更敏感。

表2 复杂海洋环境下舰船水下噪声的频谱水平

频率 (Hz)	噪声水平 (dB)
10	90
20	88
30	85
50	82
100	80
200	78
500	75
1000	70
2000	68
5000	65

因此, 需要对不同时间段、不同海区和不同航行状态下的噪声频谱进行采集和对比分析, 以获取全面准确的噪声频谱数据。其次, 噪声频谱变化特性分析需要关注噪声频谱的主要变化趋势和特点。复杂海洋环境中, 海浪和洋流等因素可能导致噪声频谱出现峰值或谷值, 频率范围可能会扩展或收缩。这些变化可能对噪声的传播和聚集产生影响, 进而影响噪声的传播范围和强度。

2.3 噪声传播影响分析

噪声传播影响是指舰船水下噪声在复杂海洋环境中传播过程中所产生的影响。在海洋环境中, 噪声的传播受到海洋条件的影响, 包括海水的声速、密度、温度和盐度等因素, 以及海洋底质和水层的反射和吸收。这些因素共同作用, 导致噪声在海洋中传播时发生衰减、散射、反射和干扰等现象, 进而影响到海洋生态系统和舰船的声纳性能。

首先, 噪声传播影响对海洋生态系统具有重要影响。海洋生物如鲸类、海豚、海龟等对声音敏感, 它们利用声音进行通信、觅食和导航。然而, 舰船水下噪声的传播会干扰海洋生物的正常生态行为。强大的噪声源可能使海洋生物的声信号被掩盖, 导致它们之间的通信受阻。噪声传播还可能对海洋生物的觅食行为产生影响, 使其难以定位和捕捉猎物。对迁徙性海洋生物而言, 噪声干扰可能导致其迷失或偏离迁徙路线, 对整个种群的生态稳定性产生影响。因此, 保护海洋生态系统, 降低舰船水下噪声传播对海洋生物的干扰, 是维护海洋生态平衡和生物多样性的重要措施。其次, 噪声传播影响对舰船声纳性能具有重要意义。舰船在海洋中使用声纳进行目标探测、通信和导航。

然而,复杂海洋环境中的噪声传播会影响舰船声纳信号的传播和接收。噪声在传播过程中可能受到反射和散射,导致声纳信号的衰减和干扰。这使得舰船的目标探测能力受到限制,降低了其水下目标的检测距离和准确性。此外,噪声传播的影响可能增加舰船的被探测性,降低了其在复杂海域中的隐蔽性和安全性。因此,对噪声传播的深入研究,有助于优化舰船声纳系统设计和声纳作战策略,提高舰船适应能力。

总之,噪声传播影响在复杂海洋环境中具有广泛的影响。对海洋生态系统和舰船声纳性能产生影响,有必要采取措施减少噪声传播的不利影响。保护海洋生态环境,降低舰船水下噪声源,以及优化舰船声纳系统,都是维护海洋生态平衡的关键举措。

2.4 噪声遮蔽和遮挡效应分析

噪声遮蔽和遮挡效应分析是研究复杂海洋环境中噪声传播过程中的两种现象。噪声遮蔽是指噪声源之间的相互干扰,导致某些区域的噪声水平降低;而噪声遮挡是指噪声传播过程中遇到障碍物,使得一侧的噪声水平相对较低。这两种现象对于海洋环境和舰船航行都具有重要影响。例如,当多个舰船或其他噪声源同时存在于某一区域时,它们之间的相互干扰可能导致该区域的噪声水平下降。噪声遮蔽效应对海洋生态系统具有影响,可能干扰海洋生物之间的通信和觅食行为,影响它们的生态行为。

另外,噪声遮挡效应指的是噪声传播过程中遇到障碍物对噪声的影响。在复杂海洋环境中,海水的声速、密度、温度和盐度等因素,以及海底地形等都会对噪声传播产生影响。当噪声传播过程中遇到障碍物时,可能会导致一侧的噪声水平相对较低,形成噪声遮挡效应。噪声遮挡效应可能影响到噪声传播范围和方向性,对海洋生态系统和海洋生物的声信号传递和觅食行为产生影响。例如,在某大海域,噪声遮蔽和遮挡效应数据如表 3 所示。

表 3 噪声遮蔽和遮挡效应数据分析

地点	时间段	噪声水平 (dB)	噪声遮蔽效应	噪声遮挡效应
海域 A	2023-08-01	100	30%	无效应
海域 A	2023-08-02	110	20%	无效应
海域 A	2023-08-03	90	50%	10%
海域 B	2023-08-01	120	10%	无效应
海域 B	2023-08-02	105	40%	5%
海域 B	2023-08-03	95	60%	15%

表 3 记录了不同地点和时间段下的噪声水平,并对噪声遮蔽效应和遮挡效应进行了定量分析。噪声遮蔽效应表示噪声源之间的相互干扰程度,可以用百分比表示;噪声遮挡效应表示噪声在传播过程中遇到障碍物的影响程度,也可以用百分比表示。数据表显示,不同海域和时间段下的噪声水平存在差异。例如,海域 A 和海域 B 的噪声在同一时间段内变化范围大,约 100~120dB,可能源或强度不同。噪声遮蔽效应也有变化,海域 A 在不同时间段遮蔽效应不同,可能受干扰影响。海域 B 在不同时间段遮挡效应也有差异,可能受障碍物影响。

总体而言,噪声遮蔽和遮挡效应的分析显示出复杂海洋环境中噪声传播的多样性和不确定性。不同时间段和海域的噪声水平、噪声遮蔽效应和遮挡效应都呈现出不同的特点,这可能与海洋环境和噪声源的差异有关。深入研究噪声遮蔽和遮挡效应,对于了解噪声传播机理、评估噪声对海洋生态和生物的影响,以及优化噪声控制策略和声纳作战策略具有重要意义。

3 结语

综上所述,本研究对复杂海洋环境下舰船水下噪声特性进行了深入研究,通过数据收集和分析,揭示了舰船水下噪声的频谱特性、噪声干扰分析以及噪声传播影响等关键信息。研究发现,随着洋流速度的增加,舰船水下噪声频谱表现出逐渐降低的趋势,同时噪声遮蔽和遮挡效应可能对噪声传播产生重要影响。这些研究成果对于深入了解舰船水下噪声的产生机理、评估噪声对海洋生态和生物的影响,以及制定有效的噪声控制策略具有重要意义。

参考文献:

- [1] 苏常伟,梁冉,王雪仁,等.水下航行器线谱振动噪声研究进展[J].舰船科学技术,2023,45(09):1-8.
- [2] 丁元明,柳力嘉,刘苏睿,等.基于VMD与IMWPE的舰船辐射噪声特征提取研究[J].舰船科学技术,2023,45(04):121-127.
- [3] 岳莉.基于贝叶斯的舰船辐射噪声特征识别方法[J].舰船科学技术,2023,45(07):70-73.
- [4] 刘晓健,崔乃刚,刘雪峰,等.基于海洋环境噪声水下探测研究进展[J].数字海洋与水下攻防,2022,05(06):518-523.
- [5] 张勇,张福民,刘庆亮,等.“深海一号”载人潜水器支持母船水下辐射噪声控制关键技术[J].舰船科学技术,2022,44(10):49-54.