

舰船辐射噪声模拟产生技术方法综合研究

李正刚

(昆明船舶设备研究试验中心, 昆明 650051)

摘要: 本文总结了各种舰船辐射噪声特性及其模拟产生原理技术方法, 重点分析研究了常用的水声换能器模拟方法的各种模拟技术原理、技术实现及其应用特点, 对相关设备的研究有一定的参考价值。

关键词: 辐射噪声; 模拟方法; 模拟技术

中图分类号: TB533 **文献标识码:** A

Research of simulation technology method of ship radiated noise

LI Zheng-Gang

(Kunming Shipborne Equipment Research and Test Center, Kunming 650051, China)

Abstract: This paper summaries radiated noise characteristics from different vessels and presents simulating method of generating these characteristics. Focus on analysis of simulation of technical principles of conventional acoustical transducers, associated realization and application. This study is advantage for research of relative systems.

Key words: radiated noise; simulation method; simulation technology

1 前言

舰船在水中航行时, 其螺旋桨、机械动力等振动与运转装置的工作以及船体与水的相互作用会形成水噪声、结构噪声和空气噪声, 这些噪声在船结构中传播的同时又向水中辐射, 形成水下辐射噪声。舰船水下辐射噪声是水下目标被动探测的信息源, 是声纳和水下攻击武器进行被动目标探测定位和攻击的基础, 长久以来得到了广泛的应用。

在 20 世纪 80 年代以前, 人们通过单点噪声测量以及相干分析等方法认为: 舰船水下辐射噪声是由不同类型的噪声源通过不同的传播途径传到输出处叠加而形成的, 一般情况下将其视为点声源来处理。对探测声呐而言, 当目标距离远大于目标尺度时, 这些辐射噪声也可视为发自一个点。因此, 很长时间以来, 人们通常将目标辐射噪声视为点声源, 通过点源换能器或基阵等方法产生目标舰船的点源模拟辐射噪声, 为水下声呐的性能考核作出了应有的贡献。

20 世纪 90 年代以来, 随着舰船噪声控制和降噪技术的不断提高, 在噪声源识别技术方面, 新技术

如谱分析技术、偏相干分析以及声强分析技术等得到较为迅速的发展, 人们认识到舰船噪声源具有分部声源的多源特性, 特别在近场, 当目标距离与目标尺度可比拟时, 各辐射噪声点具有不同的目标距离和方位, 从而明显形成多点辐射噪声或称多源辐射噪声。因此, 近年来, 人们在舰船噪声模拟技术方面, 除了继续深入研究远场点源噪声模拟技术外, 已开始研究近场多源辐射噪声模拟产生技术方法, 取得了可喜的进展。

2 模拟方法综述

噪声模拟产生方法按其原理大致可分以下几类:

(a) 水下爆炸声, 这是早期的噪声模拟产生方法, 是利用深水炸弹等爆炸物在水中引爆从而模拟产生水下噪声。爆炸噪声具有短时、宽频带、大功率等特点, 可以模拟大型舰船的瞬时辐射噪声或启动噪声, 其局限性在于难以控制模拟噪声时间和频谱, 仅在特殊场合下使用。

(b) 化学反应发声, 这也是早期的噪声模拟产生方法之一, 是利用化学物质与水进行化学反应从而模拟产生水下噪声, 如气泡噪声等。化学反应形成的噪声具有易形成、时间可控、低频等特点, 可以模拟小型舰船的低速辐射噪声或者水下环境噪声, 其局限性在于功率小、频带窄, 多在小范围内使用。

(c) 电路-声学换能器模拟噪声, 这是利用电子

收稿日期: 2000-04-28; 修回日期: 2000-08-28

庆祝上海市声学学会成立 20 周年征文

作者简介: 李正刚(1962), 男, 高级工程师, 从事水声设备的研究工作。

电路和声学换能器模拟产生噪声的方法,通过相应的电路模拟产生小功率的电噪声,将其加载到声学发射换能器从而形成模拟舰船辐射噪声。电路声学换能器模拟产生的噪声可以通过改变电路的形式或参数以及配备不同的发射换能器(或发射换能器基阵),从而形成各种不同类型的参数(频谱、功率)可变的模拟噪声,如常用的点源白噪声、点源限带噪声、点源限带+线谱噪声、多源限带噪声等等,能模拟各种不同类型舰船在不同航行条件下的辐射噪声,在声纳目标模拟、鱼雷声靶、水声对抗等领域得到了广泛应用。

(d) 其它噪声模拟方法,诸如水下机械碰撞发声、水下吹汽噪声等均是早期使用的简单的噪声模拟方法,现几乎很少使用。

3 电路-声学换能器模拟噪声技术方法分析研究

电路-声学换能器模拟噪声产生方法是现有模拟方法中最先进实用的方法,其最大优点是模拟噪声参数的可控制性,可以方便地调节模拟噪声的频谱和强度,从而满足不同的应用要求。

电路-声学换能器模拟噪声产生方法的关键在于电噪声的产生与控制,换能器仅起电-声能量转换的作用。从电路形式上划分,电噪声的产生方式主要分为模拟电路产生方式与数字电路产生方式类,在早期,由于未出现大规模数字集成电路、单片计算机及其控制电路,因而主要采用模拟电路产生噪声,对噪声参数的控制也较低级,通常只控制噪声产生强度;随着大规模数字集成电路、单片计算机及其控制电路技术的发展,近十年来数字电路产生噪声方式得到了较快发展,数字噪声产生方式不仅能控制噪声强度,还能控制噪声频谱,是今后噪声模拟技术的主要发展方向。

3.1 模拟电路产生噪声方式的分析

该方式主要通过元器件产生微弱白噪声,再将其放大、滤波和强度控制后经发射换能器发射形成舰船模拟噪声(如图1所示)。元器件产生微弱白噪声的原理是通过元器件的电子热运动或晶体管载流子的不规则运动而形成的,如电阻热噪声、晶体管PN结的电流散弹噪声、齐纳二极管雪崩击穿噪声等。元器件产生的白噪声幅度很小,需经一定的宽频带线性放大得到较强的幅频白噪声,再经带通滤波后得到所需频带的限带噪声,限带噪声经强度调节和功率放大后加载到发射换能器发射,从而形成水下辐射噪声。

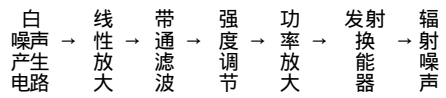


图1 模拟电路产生噪声原理示意图

模拟电路产生噪声的方式是较简单易行的,它可以较好地模拟点源状态的白噪声或宽带均匀频谱噪声,但对多源状态和特殊频谱噪声(如白噪声+线谱信号)的模拟较难实现,原因主要是多路噪声信号的控制用模拟电路较难实现,模拟滤波器也较难实现特殊频谱信号的选取。

3.2 数字电路产生噪声方式的分析

数字电路产生噪声的方式主要有伪随机数字噪声产生方式和实噪声存储重现产生方式两种。伪随机数字噪声产生方式是通过数字式可编程逻辑器件产生伪随机宽带数字噪声,再将其进行D/A转换、滤波和强度控制后经发射换能器发射形成舰船模拟噪声(如图2所示);实噪声存储重现产生方式则是将真实舰船的辐射噪声(或经过一定处理后的舰船辐射噪声)记录存储到数字存储器或磁带、磁盘、光碟等存储体上,需要从存储体内读出噪声,再将其进行D/A转换、滤波和强度控制后经发射换能器发射形成模拟舰船水下辐射噪声(如图3所示)。

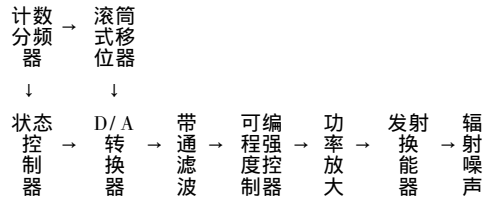


图2 伪随机数字噪声产生方式原理示意图

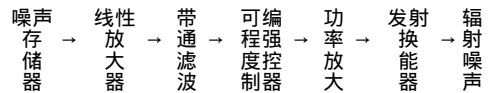


图3 存储重现噪声产生方式原理示意图

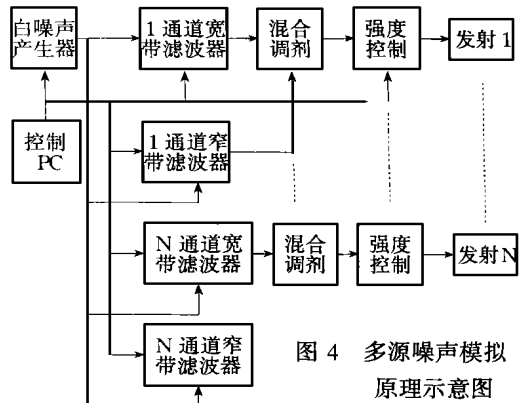


图4 多源噪声模拟原理示意图

数字电路模拟产生噪声的方式是近年来广泛应用的技术先进的噪声模拟方式,它可以较好地模拟点源状态的各种噪声或实船噪声,由于采用了数字编程控制技术,使得对模拟噪声频谱及强度的控制以及多路噪声产生电路的时序与参数控制更易实现,因此可以实现多源状态和特殊频谱噪声(如白噪声+线谱信号)的模拟。图4为作者曾设计过的多

源状态噪声模拟产生原理示意图,它能实现特殊频谱噪声(白噪声+线谱信号)的多源模拟。

参考文献:

- [1] 黄其柏等. 分布噪声源诊断的偏相干理论与方法[J]. 声学技术, 1995, 14(3): 97-101.
- [2] 吴国清等. 船辐射噪声高阶谱分析和标记图[J]. 声学学报, 1996, 21(1): 29-39.

生理声学专家梁之安先生逝世

中国科学院上海生理研究所研究员、博士生导师、中国声学学会理事、《声学学报》及《Chin J. Acoust》编委、全国语言听觉和音乐声学分科学会副主委、中国耳聋康复协会副主任《听力学及语言疾病》杂志顾问梁之安先生,因患癌症医治无效于2000年8月30日逝世,终年72岁。

梁之安先生是我国听觉生理的开拓者,他在基础理论和应用理论研究方面,有很高的造诣。他1952年毕业于湘雅医学院从事教育工作,1955年至1960年在莫斯科第二医学院获得博士后学位,按国家需要转入列宁格勒巴甫洛夫生理研究所从事听觉研究。1960年回国到上海生理研究所工作,从事听觉、生理声学、神经生物学等研究40余年,发表学术论文有100多篇,《听觉感受和辨别的神经机制》专著1本。曾获得过中国人民解放军总后勤部科研一等奖;中科院自然科学二等奖;国防科工委二等奖及二项专利。1986年荣获上海市劳动模范和优秀共产党员称号。

梁之安先生具有高度的科学献身精神,对工作一丝不苟,他严谨的科学作风,严格的科学态度,满腔热忱培养了9名研究生,他的学生中有许多成为国内外听觉生理专家。

梁先生对科学中的虚假和浮躁,深恶痛绝,他的一生是清明一生,显示了中国知识分子优秀的精神风范。他的精神和事业成就,将永远留在我们心间。2000年9月25日,我们怀着沉痛心情送别了一代英才。

上海市声学学会

更 正

因印刷厂打印错误,本刊2000年19卷第3期作如下更正:

页码	行数	误	正
106	左栏倒数第1行	钱祖文(1993)	钱祖文(1932)
109	右栏倒4行	[J]2000	[J]. ACTA Acustica 2000
145	倒数13行	参国	参加
145	倒数10行	..83年...	38年
145	倒数8行	...大会堂第...	...大会堂等...
145	倒数5行	控制控制	控制
145	倒数5行	,《声学技术》编委是...	、《声学技术》编委、...
145	倒数2行	20余荐	20余项

本刊编辑部