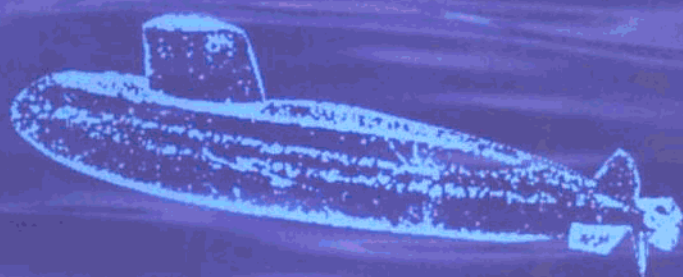


现代声纳技术

阎福旺 刘载芳 荣新光
张海粟 凌 青 刘清宇 编著



 海军出版社

71 5754
880
31

DG61/18

现代声纳技术

阎福旺 刘载芳 荣新光 编著
张海粟 凌 青 刘清宇



海洋出版社

1998年·北京

04741

内 容 提 要

本书以足够的深度介绍了声纳与水下环境、现代声纳的发展、声纳系统设计和声纳信号处理等 11 个方面的技术内容,使声纳装备的使用人员可以较全面地了解现代声纳技术,也可以使水声专业的高年级学生、研究生及水声科研工作者从中获取较系统的现代声纳技术的知识。

全书共分 11 章,首先介绍了水声在海军作战中的应用、潜艇声纳系统的发展及海洋声学环境对声纳装备使用的影响,以便加深对声纳的重要性及使用特点的了解。从第五章至第十一章,对现代声纳技术中的重点分别加以阐述。

本书主要适于声纳装备的使用人员阅读,也适合水声专业的高年级学生及研究生,以及从事系统研究人员及水声科研人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代声纳技术/阎福旺等编著. - 北京:海洋出版社,
1998.4

ISBN 7-5027-4498-3

I. 现… II. 阎… III. 声纳 IV. 0666.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 06164 号

责任编辑 陈泽卿

责任校对 张丽萍

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京海洋出版社印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1998 年 4 月第 1 版 1998 年 4 月北京第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 11

字数: 280 千字 印数: 0—800 册

定价: 30.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

序

《现代声纳技术》一书较全面地论述了现代声纳技术所涉及的各个方面,以必要的深度介绍了声纳与水下环境、现代声纳的发展、声纳系统设计和声纳信号处理等 11 个方面的技术内容。内容丰富,使声纳装备的使用人员及声纳技术研究人员都可以从中获取较系统的现代声纳技术的知识。该书定将成为一本水声学方面的重要论著,有力地促进声纳技术的发展。

长期从事水声学研究的阎福旺、刘载芳及他们的同事,用辛勤的劳动为广大的声纳装备使用人员及声纳技术研究人员提供了《现代声纳技术》一书,这是对水声技术发展的重要贡献,也是对水声科技事业忠心耿耿的表现。我对他们取得的成果表示祝贺,对他们的敬业精神表示钦佩。

《现代声纳技术》一书对现代声纳的有关技术作了详细的论述,这些技术是 60 年代末以后逐步发展起来而至今仍在起着重要作用,并对今后声纳技术的研究与发展有重要的指导作用。声纳技术的发展与海军的水下作战需求密切相关,该书对于海军水下作战需求的研究有重要的参考价值。

该书是迄今为止国内外较系统且全面地讲述现代声纳技术的论著,相信此书定会受到广大读者的厚爱。

祝愿作者们在今后的水声事业发展中不断作出新贡献。

中国工程院院士 杨士莪

1996 年 12 月



前 言

现代声纳技术是现代声纳发展的基础,也是促进声纳作战使用发展的基础。近 20 年来,潜艇声纳系统、声纳换能器、信号处理等方面的技术均有新的飞跃。现代声纳技术的发展,都与科学家们的成就及作战使用的发展密切相联。认真学习和掌握现代声纳技术,是发展声纳和使用声纳的关键。

本书的目的是以足够的深度介绍现代声纳技术,以便使读者能够掌握现代声纳技术的关键内容。本书主要适用于声纳装备人员,同时介绍的内容一般也适合水声专业的高年级学生或研究生学习之用,也可供从事系统研究人员及水声科研人员参考。

全书共分 11 章,各章分别介绍了水声在海军作战中的应用,潜艇声纳系统的发展,海洋声学环境对声纳装备使用的影响,声纳与水下环境,现代声纳的发展,声纳系统设计技术,声纳换能器,声纳信号处理,声纳测向与测距,声纳装备作用距离预估的原则及数字计算机在声纳中的应用等 11 个方面的内容,企图通过这些内容的描述使读者真正达到了了解和熟悉现代声纳技术的目的。

本书编著中,刘载芳执笔第一章,荣新光和张海粟分别执笔第二章和第三章,第八章由凌青执笔,第十一章由刘清宇执笔,其余各章由阎福旺执笔。阎福旺和刘载芳完成了全书的内容拟定,阎福旺完成了全部书稿的统审工作。

国内外著名水声专家、中国工程院院士杨士莪教授为本书作序,是对作者们的鼓励、支持与期望,在此深表感谢。

由于水平有限,书中错误和不足之处在所难免,热忱希望读者批评指正。

编著者

1998 年 12 月

目 录

第一章 水声学在海军作战中的应用	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 水声学在海军作战中的应用现状	(1)
1.3 水声学的发展对反潜战模式的影响	(1)
1.4 海军使用水声学的基本情况	(2)
1.5 水声面临的挑战	(4)
第二章 潜艇声纳系统的发展	(6)
2.1 引言	(6)
2.2 潜艇声纳系统配置的发展过程	(6)
2.3 现代潜艇声纳系统	(8)
2.4 使用现状	(9)
第三章 海洋声学环境对声纳装备使用的影响	(11)
3.1 海洋的声学环境	(11)
3.2 对声纳装备使用的影响	(12)
第四章 声纳与水下环境	(14)
4.1 海水中的声学特性	(14)
4.2 声纳的一般特性	(16)
4.3 声纳类型	(18)
4.4 声纳在海军特混编队中的使用	(20)
4.5 水下海洋监视	(24)
第五章 现代声纳的发展	(25)
5.1 追求远程探测能力是声纳装备发展的长期目标	(27)
5.2 用主动拖曳线列阵声纳探测安静型潜艇实例	(33)
5.3 发展反水雷声纳在未来水雷战中起着关键作用	(37)
5.4 机载声纳的发展是世界海军国家不惜巨资进行开发的领域	(39)
5.5 多基地声纳的发展逐步走向实用	(43)
5.6 现役声纳装备的升级改造	(44)
第六章 声纳系统设计技术	(46)
6.1 系统模型	(46)
6.2 信号波形	(47)
6.3 发射和接收模型	(50)
6.4 声信道	(53)
6.5 普通波束形成	(59)
6.6 自适应波束形成	(66)
6.7 动态范围压缩与归一化	(72)

6.8 信号处理	(84)
第七章 声纳换能器	(92)
7.1 引言	(92)
7.2 简单棒的纵向振动	(93)
7.3 水听器工作原理	(96)
7.4 发射器工作原理	(107)
7.5 压电高分子材料 PVDF	(112)
第八章 声纳信号处理	(116)
8.1 声纳使用和设计中的问题	(116)
8.2 信号处理的一般运算表达式	(116)
8.3 信号处理方法	(120)
8.4 实时信号处理方法	(129)
第九章 声纳测向与测距	(138)
9.1 线阵与圆弧阵的分裂波束定向	(138)
9.2 互谱法精确定向	(144)
9.3 目标测距与测速	(148)
9.4 被动测距	(151)
第十章 声纳装备作用距离预估的原则	(155)
10.1 主动声纳方程	(155)
10.2 被动声纳方程	(155)
10.3 主要参数的选取原则	(155)
10.4 优质因数估算及作用距离估算	(156)
第十一章 数字计算机在声纳中的应用	(158)
11.1 概述	(158)
11.2 声纳信号处理设备的输入数据率和吞吐量	(158)
11.3 计算机用于声纳后置数据处理	(160)
11.4 可编程通用信号处理机	(162)
11.5 单片信号处理器和组合式通用信号处理机	(164)
11.6 阵列处理机	(166)

第一章 水声学在海军作战中的应用

1.1 引言

水声学是研究声音在水下发射、传播、接收、定位等规律的科学,早在第一次世界大战以前就开始了该学科的研究,如测量水下声速、研究水下定位方法、研究海水介质的“午后效应”、研究电声转换材料等等。到了第二次世界大战,大量的水声设备诞生了,当时的水声设备主要用于探测、通信、导航等。在第二次世界大战期间,水声学的重要发展方面是水声物理的完善与发展,对声音在水下的传播规律进行了大量的实测,对水下目标特性、海水介质的吸收、海洋环境噪声等也进行了大量的测量和深化研究。到了 60 年代末,水声学的发展已形成了四个分支,即水声物理、水声工程、水声战斗使用及水声标准化。迄今为止,水声在各个濒海国家受到了重视,在海军作战中得到了广泛应用。

1.2 水声学在海军作战中的应用现状

(1) 研制了多种声纳^①装备,为水下探测和通信提供了技术保障。目前,舰用声纳(舰壳声纳及拖曳声纳)、潜用声纳(综合声纳、侦察声纳、被动测距声纳)、直升机用声纳(吊放声纳与浮标)、岸用声纳(主动、被动)等的发展,使声纳装备形成了工作方式多样、功能上基本上满足作战要求的局面。

(2) 发展了被动工作方式的岸用声纳。考虑到岸用声纳使用的隐蔽性要求,去掉了岸用声纳的主动工作方式,使水下隐蔽预警的作用距离大大提高。

(3) 发展了潜用声纳系统和航空探潜系统。系统的实现与发展,使探测功能齐全,缩短了作战反应时间。

(4) 初步形成了潜艇水声对抗系统,使潜艇的自身生存能力大大提高。

(5) 发展了猎雷声纳和水雷识别声纳,使反水雷战有了技术保障。

(6) 鱼雷声制导头的智能化,使鱼雷的发展跨入了新阶段,大大加强了水下攻击能力。

1.3 水声学的发展对反潜战模式的影响

水声学的发展在数字化声纳、声场数值预报、水声装备论证、水声标准化等方面取得了成效。数字化声纳有潜用声纳、舰用声纳、岸用声纳和航空反潜系统,这些声纳的配备

^① 国标中的术语“声纳”来源于英语 Sonar 一词,但在军标中一直延用“声纳”,为使该术语与军内有关文献、资料统一,便于军队人员阅读使用,本书仍按军标用“声纳”,特此说明。——编者

使反潜模式形成了联合多维的趋势,改变了过去那种水面舰反潜或潜艇反潜的单一模式。声场数值预报工作的发展,为水下海战场的准备提供了条件,使反潜的区域扩大。水声装备的有计划发展及装备质量的提高,使反潜战名副其实了。

尽管声纳的主动工作方式具有暴露性,但由于它不受潜艇停车的影响,长期以来没有丢掉这种传统的主动工作方式,因此始终存在反潜手段易被潜舰发现的缺点。被动检测技术的发展,主要是水声排阵技术、水声信号处理技术的发展,使被动声纳发挥了远距离、隐蔽等优势,为隐蔽反潜提供了技术基础。水下固定式声纳使用主动工作方式时,不仅作用距离近,而且易暴露,易遭破坏。将水下基阵改成卧底线阵,以被动方式工作,可使声纳作用距离增加,大大提高了反潜能力。

由于战略导弹潜艇在海上的部署只占总数的少量,大部分驻泊在基地或处于航渡过程。这时的反潜区域可逼至驻泊基地外或必经的狭窄水域。对这种情况的办法就是在驻泊基地外和狭窄水域布放水雷,实施水雷封锁。这种办法虽是老办法,但由于水雷技术的新发展,使老办法产生了大威力。利用水声制导的水雷是这个时期发展起来的,通称为捕手水雷。这种水雷布在海底,抗扫能力强,利用水声导引可使水雷直接突然浮起实施主动攻击,给潜艇带来极大的威胁。这种进攻性的反潜是在敌方的前沿展开,把敌人的力量牵制在敌国海域,从而可以缓和对方海上运输的压力。水声技术在这方面的发展与应用,推动了前沿进攻性反潜模式的发展。

进入 80 年代后,水声技术的发展除了继续在拖线阵方面下功夫外,也在寻求远程隐蔽测距的新原理、新方法,现已投入使用的近程隐蔽测距装置,2km 范围内效果很好,基本满足潜艇实施远程反潜攻击的需要。如果能在 4km 的距离上保证潜艇隐蔽攻击,则远程攻击就有了实现的可能,从而提高潜艇反潜和进攻性反潜模式的使用价值。关于远程隐蔽测距的技术问题,尚处于发展研究阶段,未达到实用程度。

1.4 海军使用水声学的基本情况

1.4.1 对潜实施水下预警

核潜艇的问世,使潜艇成为名副其实的潜艇;当核潜艇使用战略导弹成功之后,潜艇成为真正的水下攻击力量。因此,潜艇构成水下威胁已成为人所共知的事实。在这种情况下,潜艇成了海军的主要兵力,而反潜战也成了海军的主要作战形式之一。由于核潜艇在水下可长时间地游弋,控制着整个海洋,反潜预警的范围也必然扩到全球海洋。只有在全球海洋范围内形成对潜的全方位、全天候监视,才有可能使潜艇的优势得以抑制和打击,才可使全局性的反潜得以保障。借助于水声的优势,也只有利用水声原理,才可完成全球海洋的对潜监视。从这个意义上讲,水声的作用就是战略性的,因为它完成了海军反潜作战中的一个全局问题。

1.4.2 利用水声进行技术侦察和战术侦察

利用水声进行技术侦察和战术侦察是秘密进行的,主要是为了收集敌目标的水声情报及敌水下海战场的水声情报。主要的水声参数可有敌主动声纳的工作频率、信号体制、功率能量,敌目标的辐射噪声特性、水下海战场中的海洋声学环境参数、海岸水声预警情

况等等。技术、战术侦察主要通过三种途径实现:一是在潜艇上装用侦察声纳,在正常的搜索中可完成技术侦察,在隐蔽待机时可实现战术侦察。二是使用电子侦察船,这是一种公开的、暴露的侦察方式,在侦察船上配置相应的侦察声纳和被动收听声纳,完成相应的侦察任务。三是在海军陆战旅的蛙人侦察队中,配置相应的水声设备,完成预定的水声侦察任务。无论用哪种侦察途径,都是利用水声系统,靠的是水声设备。

1.4.3 水雷战的主力

水雷战是海军作战中的一种主要作战形式,各国海军都在着力发展,并把水雷战与潜艇战、反潜战等放在同等重要的位置上。近代科学技术的发展,使水雷战由原来具有的防御能力发展成为具有进攻能力的作战活动。水雷战包括水雷的性能和探雷的能力两个方面,在水雷的性能方面,用水声原理作引信是深受重视的,因为水声引信比起磁和水压引信来,其作用距离要远得多。正因为如此,水雷可在远处接收目标的声信号,从而可对目标进行追赶式的攻击,这就是捕手水雷进攻能力的主要支柱。在探雷方面,无论是浮雷还是沉底雷,都是用水声原理或制成探雷器或制成灭雷具来实施的,从而完成对水雷的发现、识别、定位以至销毁。尤其是在大面积猎扫水雷中,用水声的办法就显得更加有效。

1.4.4 保障鱼雷隐蔽攻击

过去使用声制导鱼雷或直航电雷进行暴露式攻击时,可使用主动声纳对鱼雷的攻击提供射击诸元,在声纳不能保障时,也可用潜艇上的雷达。对鱼雷的隐蔽攻击来说,上述方法是完全不能使用的。在现代的远距离实施线导鱼雷攻击时,隐蔽攻击的保障是必不可少的,而只有用水声的办法才可保障。就线导雷攻击的一般情况而言,当攻击艇离目标在1200m左右的距离上,就只需被动测距声纳实时提供射击诸元而直接利用打现在点的射击方法实施线导雷攻击便可。但是,当攻击艇离目标超过2km时,若进行线导雷攻击,除了用被动测距声纳和其他的远程估距办法提供粗略的射击诸元外,还需要在线导雷发出在航行的过程进行三点导引,即始终使目标、线导雷和本艇这三者之间保持一定的满足线导雷攻击的关系。无疑也要用水声的办法来保证,这就是利用大家所知道的本艇的被动声纳及声场的数值预报仪来保障线导雷的三点导引。由于线导鱼雷的攻击离不开水声作保障,所以水声的作用就更加扩展而越发显得重要了。

1.4.5 鱼雷武器现代化的关键

鱼雷武器现代化的重要标志就是鱼雷声制导的智能化,从而使鱼雷的攻击将达到更如人意的程度。声制导的智能化不仅使鱼雷具有较强的识别能力,而且使攻击的舷角、攻击的部位都可选择最佳的状态,攻击目标的准确性达到惊人的程度。声制导的智能化实际上是利用水声的先进信号处理技术来实现的,它需要大量的水下目标声特性资料,以形成一个较丰富的“水声专家系统库”,这就是声制导智能化实现的关键技术。完全可以说,水声技术的发展给鱼雷的现代化提供了条件,没有水声技术的发展鱼雷声制导的智能化是不可能的。

1.4.6 深入开展声学战的基础

声学战是海军从水声对抗的角度发展起来的一种作战活动,是水声对抗正规化、系统化的表现,国外用AW缩写表示它的名字。在水声对抗发展的初期,除了潜艇本身充分利用所处的水声环境外,靠自己的简单机动和使用简单的对抗器材,如气幕弹等来实施水

声对抗;水面舰靠简单的拖曳诱饵,只单一地对鱼雷进行防御。随着水声对抗设备和使用方式的需求增多,对抗鱼雷和声纳的综合需要,使声学战的概念加深了,实施的措施也周密多了,收到的效果也提高了。声学战由报警系统、多种对抗设备、发射系统等组成,它不涉及水声装置本身的水声对抗措施的采取,如主动声纳中采用多频制和多种信号体制,被动声纳中采用抑制强干扰和提高多目标识别能力等。声学战的三大组成成员中,除了发射系统之外,都大量使用了水声技术。

1.4.7 实施水下声学导航

实施水下声学导航是近10年来发展起来的,首先是在水下沉物的探测中,依靠水下声信标作指示,其中包括潜艇的救生。在海军试验场中,可用水声导航对被测的潜艇进行方位和航迹描述。在海军潜艇的自噪声和辐射噪声的水下工况检验验收时,也要用水下声学导航的办法。在海军舰艇进出港时,可以利用水下声学导航代替水鼓的作用。总之,水下声学导航在海军的使用中越来越得到重视,越来越广泛。

1.4.8 实施水声通信

水声通信是海军长期以来的传统项目,过去的水声通信主要解决潜艇与水面舰、潜艇与潜艇之间的通信联络。但是随着多维反潜的发展,水声通信的使用范围扩展了,技术体制也发生了部分变化。在多维反潜中,为了使空中的飞机与水下的潜艇保持一定的、隐蔽的通信能力,可发展水声通信浮标,飞机和潜艇都通过水声浮标来加强联系。这样就可以使潜艇一直在水下潜航,而用不着起用易于暴露自己的非水声通信设备。当然,水声通信的使用是有限制的,不得随便使用,因为是主动工作方式,发射出声信号,从这一角度来讲,是容易暴露潜艇位置的。

1.4.9 实施水下的海战场准备

进行水下的海战场准备就是众所周知的海洋水声调查,它完全是用水声的办法,调查了解海军作战海域的海洋环境噪声、声速分布、声传播特性、海洋声学特性等声学参数。进行水下的海战场准备又是更好地为水声战提供基本的战场声学环境。利用海洋声学环境调查所得的大量数据资料,形成了“海洋声图”,可为海军指挥官直接使用,大大增强了对作战海域的透明度。

1.5 水声面临的挑战

反潜战是一项极为重要而涉及面广的海军作战任务,它既影响也受制于海军其他各个领域的活动。就潜艇反潜模式而言,随着潜艇隐蔽性的不断改善和进攻能力的提高,与其他海军装备相比,潜艇的地位也更加重要和突出,但反潜的难度也越来越大。长期以来,虽然水声的发展在反潜发展的各个阶段上起着重大的作用,产生过重大的影响,但想在反战略核潜艇的反潜方面实现有战略意义的重大突破,期待水声探测技术有实质性的进展,从根本上提高远程被动检测的性能,看来在近期要达到这一目标是不大可能的。大多数科学家都认为,那些非声学探测系统很难在性能上赶上水声探测,更谈不上超过了。因此,水声的任务就显得任重而道远了。在水声探测与反探测过程中,探测能力的提高必然会有随之而来的隐蔽性的改善所抵。潜艇向安静型发展,其活动范围设法避开声音容

易传播的水域而转向声音传播困难的海区,这就给水声探测带来极大的困难,这就是水声发展面临的新挑战。

第二章 潜艇声纳系统的发展

1.1 引言

现代潜艇具有高度发展的水下诸元,使潜艇既能在远离己方基地实行隐蔽航行,或长时间潜于水下而不需上浮到水面,又能在进行鱼雷攻击及在摆脱敌方防潜力量时快速进行机动。由于潜艇的作战能力大大提高,使潜艇成为海军兵力中的重要力量。在海上作战中,潜艇被广泛地应用于攻击岸上目标、破坏海上交通线、布雷侦察、运送作战物资等。但是,潜艇作战能力的提高、作战任务的执行等均离不开水声设备,这是早已被人们所认识到的。即使是将来,水声设备的优势也不会改变。

长期以来,为了保障潜艇使命任务的完成,配备了多种声纳,有的多达十几部。在这种配置下,潜艇的作战活动得以保障。但是也相应地带来一些问题,主要的问题有两个,一是因配置多种声纳,在潜艇空间有限的情况下,给操纵使用带来困难;二是因各种声纳各自独立,使目标判决迟缓。这两个问题的存在,在某种程度上会影响潜艇的作战能力的发挥,尤其是在远航作战中显得更明显。由于潜艇长时间在水下活动的特点,水声设备的可靠性和可维性已成为人们密切关注的问题。繁多的水声设备分散使用会降低可靠性,既给空间有限和维修带来极大的不便,又会影响潜艇战机的捕捉。

基于上述原因,使潜艇的水声探测设备配置形成系统是势在必行的。如能在系统配置下,实现综合系统互补使用,则是潜艇作战所追求的。

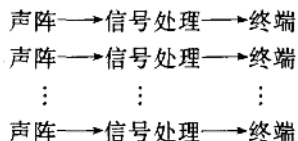
2.2 潜艇声纳系统配置的发展过程

2.2.1 声纳系统配置的第一代是强调功能上配系

由于潜艇使命任务的发展,需要有相应的声纳设备给以保障。当潜艇隐蔽待机时,需要隐蔽地观测,这就需要配置被动收听声纳;潜艇在用鱼雷攻击时,需要在占领攻击阵位后为鱼雷提供射击诸元,故需配置主动声纳;当潜艇用于进行战术侦察和技术侦察时,就需配置侦察声纳;当潜艇在水下航行需要保持潜艇编队间及潜艇与水面舰编队间的联系时,就需要配置通信声纳;当潜艇在航行过程中需要规避水雷的危险时,就需要配置水雷规避声纳;当要保障潜艇利用水下环境时,就需要配置声线轨迹仪和声场数值预报仪;当需要保障潜艇隐蔽攻击时,就应配置被动测距声纳;当需要潜艇担任战术警戒时,就需要配置远程或超远程预警声纳,如此等等。这么多的需要、这么多的声纳,虽然在保障潜艇执行各种作战任务时有积极的作用,但也必然带来我们前面已经叙述过的弊端。这种强调在功能上配系是因当时的技术发展和使用思想的局限而造成的。无论是美国海军水声装备发展,还是前苏联海军水声装备的发展都经历过这样的过程。这可以从有关的国外

声纳装备手册上明显地反映出来。

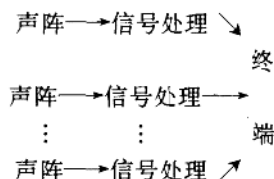
功能配系的基本结构是声阵、信号处理、终端均各自独立,即每种功能的声纳是一个独立的封闭系统,其示意图如下:



2.2.2 声纳系统配置的第二代是强调多站集中控制

60年代中期,计算机技术得到了发展,这种技术的发展首先给我们带来的直接好处是可以进行计算机管理和控制。从另一方面来说,按功能配置的水声系统在使用上带来的弊病越来越明显,随着功能的不断齐备,给潜艇载运平台带来的空间压力愈来愈大,集中在作战使用上的矛盾越来越尖锐。在功能愈多、管理愈趋分散的情况下,传给指挥控制系统的二次数据就愈加冗长,直接导致作战反应速度降低,给潜艇作战带来极大的不利。为了改变这种状况,在计算机技术发展的基础上,首先解决了各站集中控制的问题。这样做使操纵台的数量大大减少,为使用带来直接的方便,也使水声信息传送减少了层次。这种配置思想是60年代中期形成的,至今在某种程度上还保留着这种技术体制。

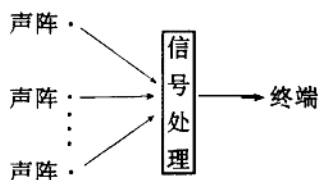
各站集中控制在结构上是各种功能的声纳在声阵和信号处理两个部分均各自独立,而所有的声纳终端共用。其示意图如下:



2.2.3 声纳系统配置的第三代是功能和结构均集中控制与管理

功能和结构均集中控制和管理为作战使用带来很多好处,不仅避开了功能配置的弊端,而且因为在结构上也构成系统,这就为减少水声装备的总占有空间、提高信息传递等提供了保障条件。同时,削减各种功能的冗余配置得以实现,技术得以充分利用,并为水声装备的数字化和自动化实施提供了条件。这种配系的技术实现主要利用快速发展的计算机技术、大规模或超大观集成器件技术、先进的水声信号处理技术及数据处理技术。上述技术的发展,给声纳系统的中央控制机选型、信号处理器件的采购、数据处理精度的提高、可靠性及可维性的改善、攻击目标的选择、全景监视、故障自检的实现等方面均带来很大的方便。这种系统以硬件为主,靠软件来支持,因而实际形成的系统是结构和功能都成为模块化的系统,对功能的扩展极为有利,使用和控制极为方便,提高了适用能力和使用价值。这种系统的电子部分的可靠性中的 MTBF 可达上千小时,可维性中的 MTTR 少于半小时。由于这种系统有功能扩展能力,允许及时使用先进的、成熟的技术,为尽快提高作战能力提供了方便。

功能和结构均集中控制与管理在技术上是这样实现的,使各种功能的声阵(或传感器)的工作各自独立,而各种功能的信号处理部分和终端共用。其示意图如下:



2.3 现代潜艇声纳系统

2.3.1 可完成多种使命任务

水声设备功能和结构的高度集中控制与管理,使潜艇可同时完成几个使命任务。在全景观察的同时,可自动跟踪多目标,以便有选择地实施鱼雷攻击;可实现隐蔽攻击、对主动信号实施技术侦察、对来袭鱼雷报警;可对远程目标预警,并参与协同作战。多种使命任务的完成,提高了潜艇的使用价值,增强了潜艇的攻击威力。过去的单机单控式的功能配系不能满足这一点,多机集中控制也因允许增多的功能有限而无法完成多种使命任务。潜艇在远航执行任务过程中,遇到的情况是复杂的,有些情况是可以预测的,可以完成多功能使命任务的水声系统将给潜艇以充分的保障。

2.3.2 可以促使潜艇突破传统的作战方式

全景观察及跟踪多目标的实现,使潜艇对周围的敌情可实时了解,并从中确定出威胁的方向和类型。尤其在进攻时,可从跟踪的多目标中选择出所要攻击的目标,并可保证攻击要害目标,争得作战的主动权。对防御也起着积极作用,可以观察到周围全方位面临的威胁情况。过去因扇面搜索,不仅不能提供敌情的全面,而且由于跟踪单目标而使作战目标没有选择的余地。

由于被动测距能力的提高,使鱼雷攻击实现远距离隐蔽攻击。过去的鱼雷攻击要在近距离,而且使用主动声纳最后标定距离,提供鱼雷的攻击要素,所以,在鱼雷攻击的同时潜艇本身也暴露了,尽管努力减少鱼雷发射时所产生的气泡,但终因主动工作方式使潜艇暴露在对方侦察声纳的搜索下,而使潜艇实施攻击后的展开受到了很大影响。

由于潜艇可直接了解目标的运动轨迹,潜艇的机动变得更主动,避免了那种不明目标态势而按照“常规保险”的机动方法,使潜艇的搜索、攻击、机动实时调节到有利的态势。

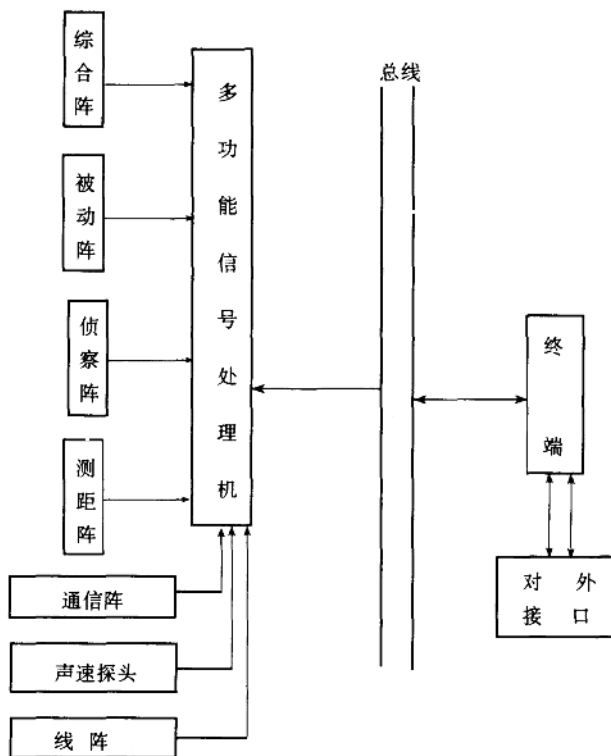
2.3.3 功能齐全

大规模集成器件与软件相结合,使声纳系统的功能扩展得比较丰富,通常可具有以下功能:

- 被动收听;
- 被动测距;
- 高频侦察;
- 低频侦察;
- 水下通讯;
- 主动测距;
- 水雷规避;

鱼雷报警；
 全景显示；
 多目标自动跟踪；
 单目标自动跟踪；
 目标态势；
 远程预警；
 线导雷导引；
 水下环境选择。

一般系统的功能框图如下：



2.4 使用现状

(1) 这种功能和结构高度集中控制和管理的声纳系统,是70年代末以来代表新潮流的设计思想,法国的 UX-37 作战系统、意大利的 A184 鱼雷作战系统、法国 F17-P 鱼雷作战系统、德国的 CSU-3 水声系统、意大利的 IPD-70 S 系统等等,均在不同程度上吸收这样的新潮设计思想,实现了一定规模的集中控制和管理的声纳系统。这些国家的声纳系统大都具有被动测向、测距、主动测距、鱼雷报警、高、低频侦察、声线描绘、目标态势分析等

功能,采用的器件均为大规模集成器件。

(2) 各国海军的大部分声纳系统配置均使用单机单控的体系,虽然已不少是数字化声纳,但仍没有进入高度集中控制和管理的阶段。形成这种局面是由三个方面决定:一是技术储备不足;二是采购能力限制;三是使用的限制。就技术储备而言,牵涉到的因素比较多,需要数字信号处理、大规模及超大规格器件、软件编制能力、信息的传递技术、数据处理技术等多方面的技术保障。而这些技术在各国成熟的程度不一样,加上技术的难点较多,故真正使用于这种高度控制与管理的配系还是需要考虑的。各国海军的采购能力均是有限的,大型的新系统采购不会很多,大量换装自然不可能,所以保留着大量的单机单控系统是可以理解的。使用的限制可分为两个方面:一是操纵人员的使用素质满足不了这种技术密集型的大系统的操作需要,致使投入服役的量变少;二是使用思想上的单独见解,对这样的大系统缺乏使用要求。

(3) 多站集中管理的水声系统是一种过渡型的,但在现代化改装中容易被采用。因为目前在改装中大都是以单机单控的设备为基础,所以采用共用终端的形式是改装易行的,对于发展模拟式声纳和数字化声纳均不会有很大的障碍。