

潜艇对抗反潜巡逻机作战方法综述

A Summary on Methods of Submarine in Countering with Anti-submarine Patrol Aircraft

孙明太¹, 刘海光^{1,2}, 吴杰¹, 马善峰¹

(1. 海军航空工程学院青岛校区, 山东 青岛 266041; 2. 海军潜艇学院, 山东 青岛 266042)



孙明太

海军航空工程学院青岛校区教授, 博士生导师。主编出版《航空反潜概论》、《航空反潜战术》和《航空反潜装备》等专著, 获军队科技进步奖多项, 发表航空反潜学术论文 50 余篇。主要研究方向为水中兵器、航空反潜战术和航空反潜武器系统作战效能与评估等。

0 引言

反潜巡逻机是一种主要用于执行海上侦察、巡逻警戒、搜潜/攻潜等军事任务的海军特种飞机。反潜巡逻机留空时间长、探潜设备多、攻潜能力强, 可在大面积海域内搜索、识别、跟踪和攻击各种状态的潜艇, 有“潜艇杀手”的美誉。二战以来, 反潜巡逻机一直是世界各军事强国海军反潜力量的重要组成部分, 时至今日, 其在现代反潜作战体系中的主力地位仍不可动摇, 反潜巡逻机已经成为潜艇的主要威胁^[1]。目前, 与反潜巡逻机直接对抗的兵力大都是来自于海面或空中, 如防空型水面舰艇和航空兵力等, 作为水下主要作战平台的潜艇, 由于机动能力差及空中信息感知能力有限,

如何提升潜艇对抗反潜机的能力一直是潜艇部队面临的严峻课题。在全面分析反潜巡逻机反潜系统组成、反潜步骤以及潜艇信息获取方法的基础上, 概述了国内外潜艇探测反潜机的研究情况, 重点阐述了潜艇对抗反潜巡逻机的方式、方法及潜射防空武器的现状及发展趋势, 对潜艇部队训练及开展相关研究有一定指导意义。

关键词: 潜艇; 反潜巡逻机; 声纳浮标; 潜射防空导弹

中图分类号: E843

文章编号: 1671-637X(2015)06-0001-05

其在与反潜机的斗争中明显处于劣势。如何提升潜艇独立面对反潜机时的对抗能力一直是潜艇部队面临的严峻课题。研究潜艇对抗反潜机的方法和手段, 对于提高潜艇抵御反潜机威胁能力和潜艇生存能力意义重大。

1 反潜巡逻机反潜能力分析

1.1 反潜巡逻机反潜系统

反潜巡逻机的反潜系统是反潜巡逻机对潜作战的核心, 反潜巡逻机反潜系统组成如图 1 所示, 它包含通信系统、搜潜系统、指挥控制系统、武控系统^[2]。其中, 搜潜系统是关键, 其包括浮标声纳、雷达/目力、磁探仪、红外/电视仪等探潜设备, 雷达/目力、红外/电视仪为水面探潜设备, 磁探仪、声纳浮标为水下搜潜设备。通讯系统实现飞机通讯, 在应召反潜时接受其他兵力传递过来的潜艇目标信息。攻潜武器主要是航空反潜鱼雷和航空深水炸弹, 鱼雷比其他反潜武器具有更多的优越性, 已成为反潜巡逻机的主要反潜武器; 航空深弹, 由于其在水中爆炸威力大, 同时还能根据潜艇情况来选定爆炸深度, 新型航空深

弹还具有自导功能, 其作用范围有很大提高, 所以仍是攻击潜艇的重要武器。

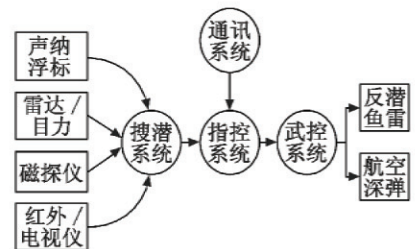


图 1 反潜巡逻机的反潜系统

Fig. 1 Anti-submarine system of anti-submarine patrol aircraft

1.2 反潜巡逻机的反潜步骤

目前, 世界上的反潜巡逻机有多种型号, 归纳起来其工作过程基本相同^[3], 图 2 所示为反潜巡逻机典型的反潜过程。反潜巡逻机通常进行应召反潜: 在接收到指挥部命令后, 反潜机飞行到任务海域, 运用雷达、目力或红外方式发现水上潜艇, 如不能发现, 再用声纳浮标搜索水下潜艇, 发现目标征候使用主动声纳浮标或磁探仪进行精确定位, 最后实施攻击或警告驱离。从这个过程中可以看到, 为提高搜索发现的概率, 反潜机通常会穷尽自身所有的反潜手段, 必要时还需要指挥中心和协同兵力配合。

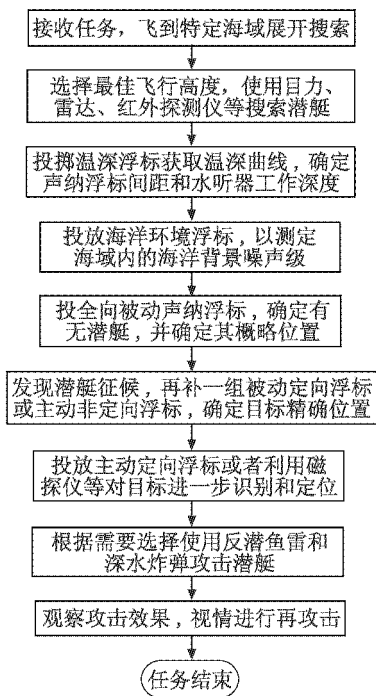


图2 反潜巡逻机的反潜过程

Fig. 2 Anti-submarine process of anti-submarine patrol aircraft

2 反潜机获取潜艇信息方式分析

进行信息条件下的反潜作战,反潜机的反潜效能依赖于可靠的信息保障,基于以上反潜机反潜系统和反潜过程的分析可以看到,反潜巡逻机获取潜艇目标信息的方式有多种,如图3所示。按信息来源划分,主要有以下几种。

1) 来自指挥中心。目标信息经通道1被其他反潜兵力(如侦察卫星、海底声纳基阵、反潜水面舰艇等)获取,经初级判断,这些兵力将信息经无线通道2上报指挥中心,指挥中心对信息进行综合判断处理,再经通道4传递给反潜飞机通讯系统。

2) 直接来自协同作战的其他反潜兵力或装备。潜艇目标信息经通道1被其他反潜兵力或装备获取,直接经通道3传递给飞机通讯系统。

3) 来自飞机上的传感器。水面潜艇被雷达/目力捕获经通道5、水面潜艇被红外仪捕获经通道6、水下潜艇被磁异探测仪捕获经通道7直

接传递给机内指挥系统。

4) 来自浮标声纳。水下潜艇信息经通道8被声纳浮标捕获,通过无线通讯通道9到达机内浮标信息接收机,经处理后传给机内指挥系统。

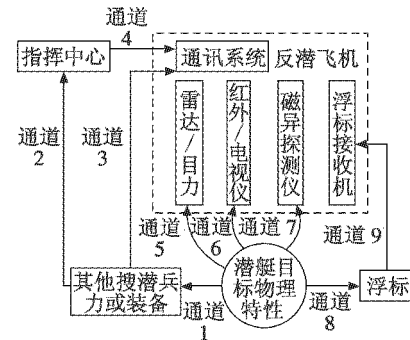


图3 反潜巡逻机获取潜艇信息方式

Fig. 3 Methods for anti-submarine patrol aircraft to gain submarine information

根据以上分析,潜艇与反潜巡逻机对抗时,潜艇只要切断或干扰反潜机获取潜艇信息的通道,使其丧失获取目标潜艇信息的能力,即使反潜机在一段时间内“致盲”,潜艇就可以趁机逃脱;或者直接使用硬杀伤性武器使反潜机失去反潜能力或坠毁,就可以起到对抗效果。

3 潜艇获取反潜机信息方式分析

潜艇对抗反潜机的关键在于及时获取反潜巡逻机目标信息,目前对空探测主要基于飞机的声、雷达、红外等物理特性,依据这些特性潜艇侦测反潜巡逻机的方式如图4所示,主要有以下几种。

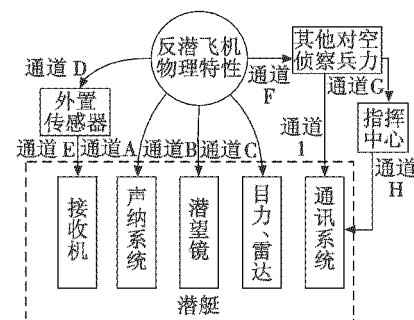


图4 潜艇获取反潜巡逻机信息方式

Fig. 4 Methods for submarine to gain anti-submarine patrol aircraft information

1) 潜艇声纳系统直接探测飞机声信息。潜艇利用声纳直接探测飞机声信号需经过空中、水面、水下3个环节,技术难度要求较高。国外自20世纪70年代以来就开展了水下探测空中目标信息的研究,文献[4]提出虚源的观点,验证了射线理论和波动理论,研究了P-3C反潜巡逻机的水下噪声;文献[5]对空海界面的声传播进行了简正波建模,并修改了标准声传播模型,计算了水下声场;文献[6]分析了机载运动声源在水下产生的声场;文献[7]进一步给出了运动速度相对较小情况下,在水平面内任意运动声源产生的声场简正波表示,国内也通过实验验证了射线理论及虚源理论;文献[8]建立了空中声源航行的多普勒效应和水下声传播模型,对增强潜艇预警空中声源的能力进行了探讨;文献[9]获得了水上声谐波族信号在水下激发声场的一般规律;文献[10]提出了空-水联合探测飞机的方法,解决了传感器阵列对声源距离不能精确定位的缺点。通过以上分析可以看到,潜艇在水下利用声特性对飞机探测已经取得了一定的成果,相关理论研究已经成熟。

2) 潜望状态下的潜艇通过潜望镜经通道B直接发现空中反潜飞机。

3) 水面状态下的潜艇通过目力、雷达经通道C直接发现空中反潜飞机。

4) 水下潜艇通过使用外置传感器探测潜艇。潜艇通过释放浮标、发射潜用UUV或小型无人机,利用这些装置携带的传感器经通道D探测飞机信号,并经通道E传递给潜艇,目前这方面的研究较多,国内外已经有型号产品出现。

5) 来自指挥中心。反潜机信息经通道F被其他对空侦察兵力(如水面舰船、飞机、地面雷达站、卫星等)获取,经无线通道G上报指挥中心,指挥中心处理后经通道H传递

给潜艇。

6) 直接来自其他对空侦察兵力。反潜巡逻机信息经通道 F 被其他对空侦察兵力获取后直接经通道 I 传递给潜艇。

目前,水下的潜艇侦测空中反潜机总体还是比较困难的,但基于以上分析可以看到:潜艇侦测反潜飞机的方式不是独立不相关的;在良好的信息保障下,基于目前的技术条件,只要潜艇发挥各种探测方式的优势,并将所得到的信息进行融合处理,就可以有效提升发现反潜机的概率。

4 潜艇对抗反潜机方法

通过以上反潜机与潜艇间获取信息方式的分析,在潜艇对抗反潜巡逻机时,依据潜艇主动采取措施实施对抗还是被动规避,将潜艇对抗反潜机分为被动规避防御和主动积极对抗两种方式。

4.1 被动规避防御方式

被动规避防御是指潜艇发现空中反潜巡逻机后通过自身机动能力,借助水文条件的掩护,切断反潜机直接获取潜艇物理特性的通道 5、通道 6、通道 7 和通道 8,从而摆脱反潜机对潜艇的威胁。潜艇规避反潜巡逻机搜索的方法应根据反潜机的类型、使用的观察器材及采用的搜索方法来确定^[11-13]。常规的规避方法如表 1 所示,在具体使用中可根据情况灵活使用。

表 1 中的规避方式虽然使用方法简单,但也具有诸如消极被动、在使用时机判断上容易出现错误而贻误战机等缺点,据统计,这种方法的防御成功率不足 30%。

4.2 主动积极对抗方式

随着反潜机性能的提升,其对潜艇的威胁不断增大,潜艇单纯采用规避方式对抗反潜机不能完全奏效,采用主动积极地对抗手段势在必行,主动积极对抗反潜机就是采取一定主动方式获取反潜机的目标

信息,并主动采取合理的对抗手段,消除反潜机对潜艇的威胁。主动对抗分为硬对抗和软对抗两种方式。

表 1 潜艇规避反潜机的主要方法
Table 1 Main methods for submarine to evade anti-submarine patrol aircraft

反潜机反潜方式	潜艇的规避方式
雷达/目力	潜入透明度以下大深度航行,保持无迹,改变航向 90°以上迅速脱离
声纳浮标	主动定向声纳浮标: 增速,保持大深度,将爆炸声源置于艇尾可听测舷角,迅速脱离
声纳浮标	主动非定向浮标: 若测到一弱两强信号,远离弱信号浮标,从两强信号浮标间冲出; 两弱一强信号,潜艇不接近弱信号浮标,迅速远离强信号浮标
反潜机反潜方式	潜艇的规避方式
磁探仪	出航前消磁,海上活动时在大深度,走东西航向
红外探测仪	降低航速,减少辅机工作,加大下潜深度,以减小温差及上浮时间
废气探测仪	不使用柴油机,或使用时时变向
遭鱼雷攻击	潜望状态: 速潜至大深度,同时增速转向 90°~120°,高速航行 1~2 min,然后减为小噪音航速脱离
遭鱼雷攻击	水下状态: 较远时,立即转向,将鱼雷置于艇尾可听测舷角,做远离鱼雷的机动;较近时,高速变深变向机动,使用水声对抗器材

4.2.1 硬对抗方式

硬对抗方式是指潜艇在获取反潜机目标信息后,主动发射防空武器直接摧毁反潜机。老式潜艇上装备过防空火炮、火箭弹等防空武器,新技术条件下潜空导弹是潜艇唯一可行的防空武器,潜艇加装潜空导弹后不仅可以提升潜艇生存率,而且可以使潜艇在有利的情况下积极攻击反潜飞机。有资料表明,潜艇加装防空导弹之后,可在较浅的水下状态单靠规避机动无法摆脱敌机时,突然浮到发射深度发射导弹,击毁反潜机的概率为 95%,而潜艇的生存概率为 75%;潜艇在通气管状态下,发射导弹击毁敌机的概率为 80%,此时潜艇的生存概率大于

85%;如果潜艇在深水发射对空导弹,击毁敌机的概率为 65%,此时潜艇生存概率几乎接近 100%^[14]。

可见,潜艇装备防空导弹是潜艇提高自身生存能力、增强战斗力的需要。各国海军加强了潜空导弹发射技术的研究,自 20 世纪 70 年代以来,美、英、法、德等国家相继进行了潜空导弹武器系统的研制,主要包括英国的“斯拉姆”潜空导弹,美国的“西埃姆”潜空导弹,法德意联合研制的“独眼巨人”潜空导弹,德国和挪威联合研制的 IDAS,法国的潜射“米卡”导弹,以及美国的潜射防空“海蛇”导弹。

随着航空反潜力量的迅速发展,潜空导弹系统也在不断发展,其主要发展趋势如下^[14-15]: 1) 向中程高速方向发展,为保证潜艇安全,潜空导弹最大射程应大于反潜飞机对潜实施攻击的有效或最大射程; 2) 为应对复杂多变的现代战争环境,必须提高潜空导弹的发射后不管能力和攻击多目标能力; 3) 向多用途方向发展,既能打击空中目标,又能兼顾水面和地面目标,这种一弹多用的设计是未来导弹武器系统设计趋势,同时也提高了潜艇的综合作战能力; 4) 采用水下垂直发射技术,能够扩大发射深度范围和提高应急反应发射能力,水下垂直发射还有可能对提高主动导引头的目标截获概率有帮助。

4.2.2 软对抗方式

软对抗方式是指潜艇主动使用干扰、诱骗等方法,使反潜机无法获取潜艇真实目标信息,使其丧失反潜能力,进而提升潜艇对抗反潜机的生存率。软对抗主要有以下几种方式。

1) 干扰浮标与载机间的通讯。

红外和磁探仪是反潜机搜索水下潜艇的辅助方法,利用浮标搜潜才是反潜巡逻机搜索水下目标的主要方法,通过一定设备干扰浮标与

载机之间的通讯,即干扰反潜机获取信息通道 9,使反潜机无法获取潜艇信息或获取错误信息,目前这方面的研究已经展开。文献[16]分析了对反潜巡逻机与其声纳浮标通信进行干扰的技术和战术要求,提出了通信干扰应遵循的作战原则和提高干扰效能应采取的措施;文献[17]分析了 P-3C 反潜探测信号频段分布特征,并针对其在使用声纳浮标探潜过程中存在的薄弱环节,通过潜艇布放信息浮标或 UUV 采用信息干扰的方式以及相应的战术行动,达到降低 P-3C 探潜效能的目的。

2) 通过诱饵干扰反潜机的判断。

水下诱饵是一种执行诱骗任务的无人水下潜航器,潜艇通过发射能够模拟自身物理特性的诱饵来迷惑反潜机,可以将反潜机导向假目标进而间接提升真实潜艇对抗反潜机的能力。按使用平台划分,诱饵分平台级和武器级两种类型,武器级诱饵是潜艇使用的短程干扰器材,其主要用来诱骗反潜平台发射的反潜武器,使潜艇免受其武器的攻击;平台级诱饵就是一种为配合潜艇海上作战,根据岸上指挥所赋予的作战任务,在战争的一个区域或方向,在一定时间内独立执行作战任务的无人信息化作战平台,其通过模拟潜艇物理特性直接与反潜巡逻机对抗,通过干扰、欺骗反潜机探测体系,调动消耗反潜飞机,掩护潜艇完成作战任务。

由于美日海军潜艇性能好,且主要竞争对手空中力量对其威胁较小,目前美日水下无人平台主要作战任务还集中在水下侦察、水下通信和反潜、反水雷作战、信息作战等领域,还没有专门对付反潜机的无人水下作战平台^[18-19]。

3) 其他对抗手段。

对于其他对抗反潜机的手段,如通过电子战干扰反潜机的通讯即截断信息通道 3 和通道 4,这方面还

主要是空中兵力研究的内容,水下方面研究的较少。此外,还有潜艇协同其他兵力对抗反潜机方面的内容,本文不再做过多的阐述。

5 结 论

反潜巡逻机具有敏锐的探测和强大的攻击潜艇的能力,反应速度快,已经成为潜艇的最大威胁。潜机对抗中形成了“空优潜劣”的格局,为了确保潜艇的优势与安全,近几年大批新技术和装备在潜艇上得到应用,“空优潜劣”格局正逐步发生改变,潜艇与反潜机的博弈呈现出不同的形式,但无论怎样发展,潜艇作为相对弱势的一方的地位还将持续。要在反潜机面前保持较高的生存率,潜艇必须调动一切有利因素,提高对空探测水平,提升对反潜机的早期预警能力;提高潜艇机动性和静音水平,不断细化优化规避措施;采取主动积极的信息对抗手段,甚至通过直接发射潜空导弹摧毁反潜机等手段来提升自己的生存率,只有这样潜艇才能不断弥补对抗反潜巡逻机的短板,提高潜艇抵御反潜巡逻机威胁的能力。

参 考 文 献

- [1] 陈黎,杨新军. 新一代海上巡逻机发展综述[J]. 航空科学技术, 2014, 25(2): 1-5. (CHEN L, YANG X J. Development review of new generation maritime patrol aircraft [J]. Aeronautical Science & Technology, 2014, 25(2): 1-5.)
- [2] 岳增坤,高晓光. 固定翼反潜巡逻机及其作战效能分析[J]. 火力与指挥控制, 2007, 32(5): 27-30. (YUE Z K, GAO X G. Operational effectiveness analysis of anti-submarine warfare patrol aircraft [J]. Fire Control and Command Control, 2007, 32(5): 27-30.)
- [3] 张圣云,张安,王连柱,等. 反潜飞机对潜搜索法研究[J]. 火力与指挥控制, 2006, 31(1): 70-72. (ZHANG

S Y, ZHANG A, WANG L Z, et al. A study on searching for submarine by anti-submarine airfly [J]. Fire Control and Command Control, 2006, 31(1): 70-72.)

- [4] URICK R J. Noise signature of an aircraft in level flight over the sea [J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1972, 52(3): 993-999.
- [5] CHAPMAN D M F. Normal-mode theory of air-to-water sound transmission in the ocean [J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1992, 91: 1904-1910.
- [6] KAZANDJIAN L, LEVIANDIER L. A normal mode theory of air-to-water sound transmission by a moving source [J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1994, 96(3): 1732-1740.
- [7] LIM P H, OZARD J M. On the underwater acoustic field of a moving point source, I. Range-independent environment [J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 1994, 95(1): 131-137.
- [8] 韩建辉,杨日杰,高学强,等. 空中声源的水下声预警研究[J]. 声学技术, 2008, 27(5): 671-673. (HAN J H, YANG R J, GAO X Q, et al. Research on acoustic early-warning against air acoustic source [J]. Technical Acoustics, 2008, 27(5): 671-673.)
- [9] 唐玉志,蔡宗义,刘瑜. 空中运动声源激发水下声场的计算及特性分析[J]. 现代应用物理, 2013, 4(4): 365-373. (TANG Y Z, CAI Z Y, LIU Y. Calculation and characteristic analysis on the underwater acoustic field excited by moving source in the air [J]. Modern Applied Physics, 2013, 4(4): 365-373.)
- [10] 戴金洲. 空-水联合探测直升机目标的方法研究[D]. 太原: 中北大学, 2007. (DAI J Z. Methods study on acoustic dual detection in air and under-water for aircraft tracking [D]. Taiyuan: North Uni-

- versity of China, 2007.)
- [11] 荣海洋. 潜艇战术学[M]. 北京: 军事科学出版社, 2002: 228-237. (RONG H Y. Submarine tactics [M]. Beijing: Military Science Publishing House, 2002: 228-237.)
- [12] 赵争鸣. 浅谈潜艇防御反潜巡逻机的方法[J]. 潜艇学术研究, 2003, 21(1): 19-20. (ZHAO Z M. Discussion on the method of submarine defenses anti-submarine patrol aircraft[J]. Submarine Academic Research, 2003, 21(1): 19-20.)
- [13] 朱成海, 蔡云祥. 潜艇规避被动非定向声呐浮标搜索方法研究[J]. 声学与电子工程, 2009(1): 31-33. (ZHU C H, CAI Y X. Research on the method of submarine evading passive non-oriented sonobuoy[J]. Acoustics and Electronics Engineering, 2009(1): 31-33.)
- [14] 罗霄, 常卫伟. 潜空导弹发射技术发展综述[J]. 舰船科学技术, 2010, 32(11): 146-150. (LUO X, CHANG W W. Development survey of launching technology of submarine-launched air defense missile [J]. Ship Science and Technology, 2010, 32(11): 146-150.)
- [15] 朱清浩, 吴锐, 朱君. 潜射防空导弹发展与应用现状综述[J]. 科技创新导报, 2010(3): 1, 3. (ZHU Q H, WU R, ZHU J. Development survey on the status of development and application of submarine-launched missile[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2010(3): 1, 3.)
- [16] 张宁, 王永生. 对反潜巡逻机浮标与载机通信干扰研究[J]. 潜艇学术研究, 2007(2): 24-27. (ZHANG N, WANG Y S. Study on the communication interference between anti-submarine patrol aircraft buoy and carrier aircraft[J]. Submarine Academic Research, 2007(2): 24-27.)
- [17] 赵伊娜. 潜艇基于信息干扰技术对抗 P-3C 的可行性研究[D]. 青岛: 海军潜艇学院, 2013. (ZHAO Y N. Feasibility study of submarine confronts P-3C based on information jamming technique[D]. Qingdao: Navy Submarine Academy, 2013.)
- [18] 陈强, 张林根. 美国军用 UUV 现状及发展趋势分析[J]. 舰船科学技术, 2010, 32(7): 129-134. (CHEN Q, ZHANG L G. Analysis of current situational development trend of military UUV [J]. Ship Science and Technology, 2010, 32(7): 129-134.)
- [19] 肖玉杰, 邱志明, 石章松. UUV 国内外研究现状及若干关键问题综述[J]. 电光与控制, 2014, 21(2): 46-50. (XIAO Y J, QIU Z M, SHI Z S. On current research status of UUV and its critical technologies[J]. Electronics Optics & Control, 2014, 21(2): 46-50.)

Abstract: How to upgrade the capability of submarine for countering with anti-submarine patrol aircrafts is always a serious issue for submarine forces. Based on the analysis made to composition of anti-submarine system, the anti-submarine steps of anti-submarine patrol aircraft and its method for collecting submarine information, the research status at home and abroad on underwater submarine detecting anti-submarine aircraft are summarized. The modes and methods of submarine confronting anti-submarine patrol aircraft, together with the actuality and development of submarine-launched antiaircraft missile, are expatiated. The study can be taken as a reference for military training and relative study.

Key words: submarine; anti-submarine patrol aircraft; sonobuoy; submarine-launched antiaircraft missile



请扫描二维码
关注我刊

