

美国海军 UUV 的任务与能力需求

钱 东, 孟庆国, 薛 蒙, 张少悟

(海军装备研究院, 北京 100073)

摘 要: 美国海军近来发布了新版本的 UUV 主计划, 这引起了各国海军的广泛关注。这里介绍了这一计划的要点, 主要涉及美国海军战略需求, UUV 的级别、任务及其优先级以及 UUV 的能力需求, 介绍了 UUV 的 9 项主要任务, 并从“21 世纪海上力量”的新战略需求出发, 对 UUV 的需求背景进行了分析。

关键词: 无人水下航行器; 美国海军; 计划; 需求背景

中图分类号: U674

文献标识码: A

文章编号: 1673-1948(2005)04-0007-06

Requirements for Task and Capability of the US Navy Unmanned Underwater Vehicles

QIAN Dong, MENG Qing-guo, XUE Meng, ZHANG Shao-wu

(Naval Academy of Armament, Beijing 100073)

Abstract: The US Navy released a new version of Unmanned Underwater Vehicles (UUV) Master Plan recently. It captured the navies' extensive attention in the world. This paper describes the key points of the plan, including the strategic requirements of the US Navy, the UUV's class, task and priority grade, as well as its capability requirements and nine key tasks. The requirement background of UUV are analyzed based on the new strategic requirements of "the sea power in the 21st century".

Key words: UUV; US Navy; plan; requirement background

0 引言

现代科学技术的发展,新的作战概念的出现以及近年来的战争实践表明,以无人飞机(UAV)、UUV、无人水面舰艇(USV)和无人地面车辆(UGV)为代表的各种无人作战平台将在未来现代化战争中扮演越来越重要的角色,成为兵力的倍增器。这一趋势大大促进了人们对 UUV 技术和应用的研究。上世纪 90 年代以来,美海军 UUV 技术不断取得进展,新型 UUV 原型不断涌现,部分装备已在实战(如伊拉克战争)中试用,应用领域也在不断扩大。

美国防部继 2000 年首次发布了 UUV 主计划后,根据需求变化和技术发展,不断对其进行深入的研究和修改,于 2004 年 11 月发布了最新版的 UUV 主计划。该主计划较全面地描述了未来 UUV 的发展图像、主要任务、基本能力、主要技术

和工程问题等。本文将介绍该主计划的要点,并对其需求背景进行简要分析。这里所提及的 UUV 是指全自主工作、或接受最低程度的无缆遥控的水下自航潜器,不涉及有缆 UUVs、半潜式 UUVs、或海底爬行的机器人(蟹)。

1 战略需求——“21 世纪海上力量”

美海军被誉为富有创造性思维的军种,继它率先提出网络中心战理论后,2002 年它又提出了“21 世纪海上力量”的新战略,作为海军转型的总体构想。这一构想将海军传统的核心能力和新的作战观念结合了起来,提出了 3 种新的核心作战能力:(1)海上打击,这一作战概念代表进攻能力,旨在保证进攻兵力的投送。依靠持久的情报、监视与侦察能力掌握敌方动态,使用精确武器迅速发起打击。(2)海上盾牌,这一作战概念代表防御能力,旨在借助于制海权,保证防御兵力的投

收稿日期: 2005-06-07; 修回日期: 2005-11-14.

作者简介: 钱 东(1958-),男,高级工程师,硕士,长期从事鱼雷武器系统总体技术研究.

送。依靠多个信息源提供的信息,识别并压制来自海上、岸上和沿海水域的威胁,保护美军和其盟友以及美国本土的安全。(3)海上基地,这一作战概念代表的是海军在战役级作战中为美军提供全球兵力投送的能力,旨在使用海上庇护所和某些可作为基地的海上地区,为联合部队提供一个安全、自主、机动的集结区域,从而使美国及其盟国能够最有效地利用国际海域,为岸上和海上联合部队提供指挥控制、火力以及后勤等多方面的支援。

“力量网”是实施“海上打击”、“海上盾牌”和“海上基地”作战概念的基础。“力量网”是由传感器、武器、平台和指挥控制系统集成的遍布陆、海、空、天的巨大网络,它能提高部队的态势感知能力,并把信息迅速变成战斗力,保证海军和联合部队进行以网络为中心的作战,使分散在各处的盟军、友军和联合作战人员及决策者协调运用各种军事能力,实现对整个任务区的控制。“力量网”被认为是“信息时代海战的作战理念和结构框架”,它也被描述为“把传感器和指挥中心同战斗部队连接起来的信息桥”,它是网络中心战的基石。

“21 世纪海上力量”战略反映了对发展海军装备的顶层需求,美海军主要装备都围绕这一需求展开研发,UUV 也不例外。

2 UUV 的级别、任务及其优先级

2.1 UUV 的级别

UUV 有不同分类方法。美海军从使用角度出发,根据重量和口径将 UUV 分为 4 个级别:(1)便携式 UUV,11~45 kg,航行 10~20 h。虽然便携式 UUV 没有规定具体口径,但实际研制时大多选择与美海军现役小口径发射装置相同的口径:76 mm、127 mm、152 mm 和 229 mm 等,一般为英寸的整数倍口径,这样可充分利用声纳浮标和对抗器材等的发射装置和装填装置。(2)轻型 UUV,324 mm,约 230 kg,载荷为便携式的 6~12 倍。(3)重型 UUV,533 mm,约 1 400 kg,潜艇发射。(4)大型 UUV,一般由水面舰艇布放或由潜艇(或核潜艇)外挂投放,也可从战略导弹发射筒发射。大型 UUV 重约 10 t,约相当于 7 枚重型鱼雷重量,如果设计为鱼雷形状,则口径一般应大于 914 mm。显然是考虑到与鱼雷发射装置的兼容性,对轻型和重型 UUV 分别选择了与标准系列的

轻型鱼雷和重型鱼雷相同的口径,其好处是便于实现模块化和通用化,降低全寿命周期费用。

2.2 UUV 的任务及其优先级

美海军为 UUV 定义了 9 项主要任务,根据其优先程度依次是:

(1) 情报、监视、侦察(ISR)。前期战术情报收集;核生化和爆炸物;近岸和港口监视;布设监视传感器或传感器阵列;特殊成像和目标探测及定位。(2) 反水雷战(MCM)。其基本需求是迅速建立大范围作战区域和安全航渡航线、水道。完成侦察、清除、扫雷和保护等作战任务。(3) 反潜战(ASW)。控制风险,监视驶离港口和经咽喉要道的所有潜艇;海上区域保护,清扫大型航母打击群或远征打击群作战海区,保证无潜艇威胁;通道保护,清扫和保持远征打击群从一个作战海域向另一作战海域转移的通道安全,清除潜艇威胁。(4) 检查/识别。在国土防卫和反恐/部队保护需求中,一种需求是有效地检查船壳下和码头下的外来物体。(5) 海洋调查。海底测量,包括声速梯度、声学成像、光学成像、海底结构、水体特性;洋流剖面(包括潮汐)测量,涉及温度剖面、盐度剖面、海水清晰度、生物发光物、核生化探测和跟踪。(6) 通信/导航网络节点(CN3)。UUV 可作为水下平台与传感器基阵间的信息通道,也可将天线秘密浮出水面,进行间断性的无线电通信。作为导航辅助手段,UUV 可用作为待机浮标,在预定地点进行自我定位,适时浮出水面,为军事机动或其他作战行动提供信标或其他参考基准。(7) 负载投送。潜在的投送负载:为特种战部队或 EOD 任务向预定地点输送装备;跟随特种战人员输送潜器后输送所需的物资;支援 ISR, ASW, 水雷战(MIW),海洋调查,CN3,TCS 等任务,投送传感器或载体;MCM 灭雷装备;潜伏式武器。(8) 信息作战(IO)。UUV 在 IO 中可扮演 2 个角色:对敌方通信和计算机节点进行阻塞(压制)或插入错误数据;作为潜艇诱饵。(9) 时敏打击(TCS)。因其具有安静性、投送距离远和作战时间长等特点,使 UUV 成为实施 TCS 任务的有效的武器平台和预设潜伏式武器节点的运载器。

任务优先级反映了美海军当前的实际需求,它是随军事威胁而变化的。显然各海军的需求不同,对 UUV 任务优先级的观点和分析结论也不同。情报、监视、侦察主要指的是在浅海的侦察行

动,美海军将其列为 UUV 的第 1 级任务,充分体现出美海军“从海到陆……”战略的导向作用,同时也反映出美海军将建立“全球信息栅格”置于重要地位。伊拉克战争教训使美国认识到,实施“从海到陆……”战略的最大障碍是水雷威胁。因此,上世纪 90 年代后美海军将水雷视为首要威胁,并开始大力发展新型反水雷装备,特别是基于 UUV 的反水雷装备受到高度重视。由于第三世界国家纷纷发展和引进常规动力潜艇,使美国感到了日益严重的威胁。原先反潜战任务优先级相对较低,排在第 5 位,后来随着形势的变化逐渐上升到第 3 位。自从上世纪 90 年代初发生在中东的自杀艇袭击美舰事件后,虽然目前还没有出现过直接针对美国的海上恐怖活动,但受 911 事件的影响,恐怖组织对港口、油轮、化学品船只等要害目标进行水下袭击的可能性一直是公开讨论的话题。为 UUV 赋予检查/识别的任务,正是反映了美国在新的国际形势下对水下反恐行动的高度重视。另一方面,这也是防备敌方特种战行动的措施之一,越南战争期间美国重型巡洋舰被越南蛙人炸沉的教训至今仍令人记忆犹新。“时敏打击”的概念源于 1991 年的海湾战争,当时伊拉克用机动式“飞毛腿”导弹进行攻击,发射后就转移,美国飞机往往来不及进行攻击。于是在以后的作战任务中强调了对这类“时间敏感的目标”的打击,实现“发现即摧毁”。现在,美海军将这一任务领域延伸到水下,可进一步提高反应时间,实现突然性。任务优先级的确定不仅取决于军事需求,也取决于任务对 UUV 的适宜性等许多因素。排在前 5 项的任务最适合 UUV 来完成,后几项任务对 UUV 的适宜性依次降低,第 6 项任务对 UUV 的适宜性取决于 UUV 的尺度和性能水平,第 7、8 项任务为 UUV 和其他平台均可有效执行的任务,第 9 项任务最适合其他平台执行任务。显然,适宜性是确定任务优先级的基本判据,在此基础上才考虑任务的迫切性和重要性。即使任务特别重要,如果不适合 UUV 完成,也不应排在高优先级位置,这也是作战资源优化配置的问题。

3 UUV 的能力需求

3.1 情报、监视、侦察

3.1.1 目标和背景。在不被敌方探知情况下收集海面情报数据(电磁、光学、空气采样、气象)和水下信息(声学信号、水体采样、海地数据、目标

位置)。特殊能力包括持续的浅海 ISR、港口监视、核生化探测和定位、监视传感器布放、战斗损伤评估、主动目标指示、发射 UAVs 并与之协同行动。远程 UUV 可以深入危险海区,将发射平台的控制范围延伸到 150 n mile 以上,这可极大地减小有人平台的风险。可使有人平台从一些侦察任务中解脱出来,去执行优先级更高的任务,所以 UUV 被视为是兵力的倍增器。

3.1.2 作战概念。UUV 从母平台发射,一般是潜艇,也可由水面舰艇、USV、或岸上设施发射。UUV 一旦到达作战区域,就执行预定时间的侦察任务,必要时自主进行重新定位。收集海区信息和目标信息的任务时间可达数周。收集到的信息可发射给中继站,可以在战场信息发生变化时才发射。在对隐蔽性要求很高的场合,实时或半实时发射信号是不合适的,UUV 可以直接将记录的数据带回母平台,或带往可以暴露发射的区域。

3.1.3 系统概念。有 2 种基本配置方案:对应于大型远程 UUV 的“持久能力”和对应于 533 mm UUV 的“战术能力”。“战术能力”需求:作战半径 50~75 n mile,海上逗留时间 100 h,速度 3~7 kn,重约 1.4 t;“持久能力”需求:作战半径 75~150 n mile 以上,海上逗留时间 300 h 以上,速度 3~7 kn,重约 10 t。ISR UUV 能力需求:航程远,停留时间长,隐蔽性,低特征信号,低故障,载体平稳性,自主作战能力。此外,对宽带通信有强烈需求,同时要避免被侦收。为降低可探测性,其截面积要尽量小。

3.2 反水雷战(MCM)

3.2.1 作战概念。标准的 4 步猎雷步骤是探测、分类、识别、灭雷。这些步骤可有不同组合使用方式,分别代表不同的猎雷模式。若要在一个航次中完成 4 个步骤,往往需要 UUV 不时离开预定航线(“离轨机动”)去确认可疑目标,这就降低了总体面积覆盖率(ACR——Area Coverage Rate)。也可由数枚 UUVs 进行任务分工,依次进入,如第 1 个 UUV 发现疑似目标后,由第 2 个 UUV 进行识别并分类,实施灭雷。也可由 1 枚 UUV 反复进入。在一个航次中完成所有 4 个步骤是最快的方法。因此美海军对这种方式进行了仔细研究,以确定“离轨机动”对 ACR 的影响。重点评估了 UUV 速度、传感器作用距离、目标接触密度(3 个因素的影响)。美海军的仿真表明,由远程传感

器的高密度接触引起的较多机动,反而降低了作战效果。由于这个原因,对于探测沉底雷,特别是在恶劣环境中探测沉底雷而言,在一个航次中同时完成探测和分类2个任务是不合适的。

3.2.2 系统概念。美海军研究人员分别研究了3种猎雷模式:C-IN, CI-N, CIN。作为比较的基础,按最坏的情况建模,在7天内扫清900平方海里的海区。分析时假设:速度5 kn;识别传感器作用距离9 m,虚警接触密度2次/平方海里;分类传感器作用距离45 m,虚警接触密度为8次/平方海里;面积覆盖率100%,无重叠。分类传感器体积较大,且需要更高的平台稳定性,所以便携式UUV不适合执行这类任务。研究的灭雷方式有2种:一是UUV投放炸弹,然后通过水声遥控引爆;二是用便携式UUV作为自主式灭雷具,即微型反水雷鱼雷,这种UUV具有重新捕获目标能力。对CI-N模式,灭雷行动在一个单独航次中完成,它有3个优点:可选择多种灭雷手段;搜索UUV可较小;可提供人在回路的机会,在灭雷前可对被识别目标的图像进行仔细观察,可用具有重新捕获能力的自主式灭雷具进行灭雷。这种灭雷具可由UUV、USV、UAV投送到作战海区。用USV投送具有很好的前景,如30 kn的USV可携带135枚自主式灭雷具,可在4 h内投送完毕。这适用于快速大面积灭雷。最终的目标是,全自动化系统在一个航次中执行所有任务,即CIN。可用声学遥控和定时方式触发投弹器,这种投弹器的成本比复杂的自主式灭雷具便宜得多。

USV可运送搜索型UUV(CI或CIN)到作战海区(每个USV可装载约8枚轻型UUV(LWVs),或1~2枚重型UUV(HWVs)。用1艘USV可投送8枚LWVs,完成对200 n mile海上航道搜索,再用另一艘USV装载128枚自主式灭雷具,因此,2艘USV就可完成全部任务,母平台则保持在90 n mile之外。

3.3 反潜战

3.3.1 目标和背景。其基本目标是:巡逻、探测和跟踪潜艇、并将其移交给反潜兵力。进一步的目标是在冲突前未采取军事行动情况下,按一定交战规则执行上述任务。UUV是对现有ASW能力的补充,其特点是:适合于探测小型潜艇;适合于在浅海执行任务;适合于在无制空权的海区执行任务;适合在ASW中,特别是在潜-潜对抗中,

先敌攻击,这一点至关重要。

3.3.2 作战概念。美海军研究人员认为,开发具有完全独立、全自主、大面积搜索和长时间跟踪能力的UUV在短期内难以现实。即使目前有些能力不理想,UUV的一些能力仍能明显补充现有的ASW兵力,如重点监视敌潜艇的特定海区是较简单的。这一简化的作战概念使人们可使用相对简单的UUV在危险环境中监控敌人,把握风险。

假设UUV和使用者已经获得了关于敌人潜艇即将出动的情报,但一般不知道具体起航日期和时间,从港口到12 n mile领海线的航线和下潜地点也是不确定的。由于敌人的空中优势等因素,施放UUV的平台虽然尽量靠近敌方港口,但距敌潜艇下潜点仍有相当长的距离。因此,使用UUV监视是有必要的。UUV发射后航渡到拦截区域,典型的是港口的进出航道或咽喉要道,到达拦截区域后与己方其他信息源联系(其他UUV、预先布放的传感器场、其他信息源),并监视这些信息源。典型地,UUV以一种低能耗方式在水下待机(慢速巡游或水中悬浮),与提供信息的传感器保持一定的相对位置。当获得目标提示信息后,UUV开始机动占位,确认目标并进行初步分类。如果成功,UUV就向决策者报告。这时,UUV可能采取3种行动:回到“待机”模式;对敌使用致命武器;对敌使用非致命武器。

UUV的其他使用方式有:UUV布设自己的自主或半自主的传感器场;UUV在得不到传感器信息情况下建立巡逻屏障。由于受能源限制,后一种方式仅适合于非常狭窄的咽喉要道。

需要针对以上要求开发对应的交战规则和作战概念,特别是:(1)允许在追踪早期施放非致命武器,以消除长时间跟踪的需求,并将其转交给其他反潜兵力;(2)允许从UUV发射自主或半自主(人在回路)的致命武器。除了要关注作战概念和交战规则外,还要在技术和使用中确保不误伤友方兵力。

3.3.3 系统概念。ASW UUV的指标设想:作战半径10~100 n mile,续航力100~400 h,咽喉要道宽度5~50 n mile,速度3~12 kn,重约10 t。对ASW UUV而言,速度和航程是主要指标。为了能够实现遥控,UUV可释放一次性通信浮标或可收放式浮标,可采用“浮线”式卫星通信系统。全自主交战在短期内难以实现。

3.4 检查/识别

3.4.1 目标。基本目标是支持国土防卫/反恐-部队保护。在重要区域内迅速执行搜索任务,在船底、码头支柱、港内水下调查和定位水下物体。目前美国海岸警卫队的目标是:船壳搜索,在 900 m 长、90 m 宽、46 m 深水域内连续搜索 8 h;码头/港口区域搜索,在 1 400 m 长、46 m 宽、90 m 深的水域内连续搜索 24 h。覆盖面积率比目前的潜水员检查和 ROV 检查方式约提高 2 倍,可解放潜水员,使其可干更复杂且需要人工实时干预的工作。

3.4.2 系统概念。检查/识别系统倾向于使用便携式 UUV 系统,能简单地布放,布放时无需任何特殊操作,能够在水下盘旋、成像。

对核心系统的需求:(1) 传感器,能对相对小的物体($50 \times 200 \times 230$ mm)形成高质量图像,最好使用摄像机,但它在低能见度海港的使用受到限制。可采用高频侧扫声纳或声学透镜前视声纳;(2) 导航,对目标的定位精度: ± 0.5 m,在船底或码头下,传统的声、磁导航方法难以发挥作用,应采用惯导、声学等联合导航方式;(3) 通信,需进行实时或近实时通信,传递传感器数据,使之能够有效地执行检查/识别任务。

检查/识别 UUV 的能力指标设想:深度 3 ~ 30 m,漂流速度 3 kn,覆盖面积 450×60 m²,重 90 kg,水下逗留时间 12 h。

3.5 海洋调查

3.5.1 目标和背景。重点是调查浅海,就深海主要是调查敷设海底电缆的海底情况。浅海区调查有助于辅助导航和保证主动传感器性能。这类任务最好由小型 UUV 完成或用滑翔式 UUV 完成。UUV 能力支持独立的海洋物理数据收集和侧扫声纳海底成像 2 种任务。

3.5.2 作战概念。中型 UUV 可支持从浅海到中深度海(大陆架)的侦察,小型 UUV 用于水文调查。一般的海洋调查局限于特定区域内,当要收集大范围的海洋数据时,可采用其他一些特殊的小型 UUV,可以是随海流漂行式的,也可能是利用电池能量航行或从海洋中吸收能力进行滑翔的 UUV,这就扩展了浮标的应用范围。今后也可使用大型 UUV 进行远程海洋调查。

滑翔式 UUV 的外形类似飞机,一般有 2 个伸展出的翼,用以产生升力。UUV 可通过排载或其他方式上升到浅水,然后利用滑翔机原理在水

下无动力滑翔,到达航行下限后再上升,如此反复。这种航行方式的优点是航行距离长几乎无噪声。这种 UUV 显然只适合于在深海使用。国外已有人正在研究滑翔式潜艇。

海洋调查要能够直接支持多领域作战,如收集海底物体信息以支持水雷战,收集声学信息以支持反潜战。

3.5.3 系统概念。海洋调查 UUV 应具备 2 种基本能力:浅水小型 UUV 比同样数量的人的调查范围扩大了 2 ~ 3 倍,可完全覆盖海底,符合国际水文组织对导航质量的要求。能力指标设想:深度 0 ~ 30 m,海上逗留时间 10 ~ 12 h,重量小于 50 kg,由小艇布放。中深度到大深度调查/战斗空间准备 UUV——具有多种平台发射和回收能力。可采用多波束、侧扫声纳、前视/故障避碰声纳等传感器,即海洋数据收集装置。能力指标设想:深度大于 15 m,海上逗留时间 30 ~ 50 h,重量约 1.4 t,由浅海作战舰艇布放。战术上需要可靠且超过 10 ~ 100 n mile 的宽带通信能力。远程 UUV 需要高精度的水下导航,今后可利用固定或活动的声传感器网络,将通过声成像获得的海底特征与已知模型进行比较。水下滑翔式 UUV,特别是空布型,将可进行长时间的连续海上调查。目前一般利用漂流浮标调查海洋环流,远程 UUV 的出现将大大加强海洋调查能力。

3.6 通信/导航网络节点(CN3)

3.6.1 目标和背景。CN3 UUV 的目标是:为各类平台、特种战部队提供暴露特征低的通信和导航中继功能它将是网络中心战传感器栅格中的水下节点,形成与全球信息栅格的接口,可提供跨多平台的网络连接性,并具有辅助导航能力,是海上力量网的组成部分。作为通信中继,主要关注点是为力量网与水下系统之间提供连通性。可与水下站点、各类平台和卫星通信连接在一起,其优点是可远程投送,具有极大的可达性。战前预先布放且定位的 CN3 UUV 可为其他 UUVs、潜艇、特种战部队及水面舰艇提供参考基准信标(视觉、雷达、声学)。关键时刻,CN3 UUVs 提供水上或水下的导航能力,其精度与 GPS 相同,无需进行连续的直接卫星通信。CN3 UUVs 将辅助能力较弱的 UUV,为它们提供一个活动的地理参考系统。

3.6.2 作战概念和系统概念。作为一次性导航信标的 CN3 UUV 的能力指标设想:作战半径 10

~20 n mile,海上逗留时间 72 h,续航力 5 h,速度 2~5 kn,重量小于 30 kg。作为机动式通信中继站的 CN3 UUV 的能力指标设想:作战半径 250 n mile,海上逗留时间 72 h,续航力 72 h,速度 2~5 kn,重 150 kg。一旦触发,载体将布放导航信标,可以是弹出式浮标、声基阵或其他类型的信标。一旦完成任务,UUV 既可抛弃信标,也可收回,返回基地。当用于通信中继时,UUV 可分别安装不同的通信设备、光纤线团和连接器、声调制和解调器、激光通信设备、无线电通信设备或卫星通信设备。CN3 UUVs 也可以是小型 UUV 和潜在的非传统 UUV,如滑翔式 UUV 和太阳能 UUV 等。太阳能 UUV 背负着可伸展的太阳能电池板,可适时上浮到海面进行充电。

3.7 负载投送

3.7.1 目标和背景。秘密投送作战装备,支持 MIM、MCM、CN3、ASW、海洋调查、SOF 支持、TCS 任务。投送的负载种类主要有:ASW 传感器、灭雷炸弹、攻势水雷、CN3 节点设备、TCS 武器、SOF 武器及补给品、更小的 UUVs、UAVs、UGVs。投送速度一般小于 10 kn。

3.7.2 作战概念。MCM:大型 UUV 可将小型装置投放到前方,可布放探测水雷的传感器以及一群执行探测和灭雷任务的小型 UUVs;海洋调查:大型 UUV 可投送用于长期收集海洋信息的传感器,也可布放一群小型用于浅海调查的 UUVs;ASW:布放探测过往潜艇的水下传感器基阵,也可布放致命或非致命武器;CN3:大型 UUV 可布放通信节点,或水声一无线电通信收发机,也可布放为有人和无人平台提供精确导航的应答机;SOF 支援:向 SOF 人员提供武器、食物、电池、燃料和其它补给品,也可输送交通工具(如摩托车或山地车),增加 SOF 的机动性和作战范围;TCS:UUV 能投送潜伏式水下武器,或上浮式导弹发射舱,它可以在预定区域待机,等候指令,或 UUV 本身带着武器待机。

3.7.3 系统概念。负载投送 UUV 设想能力指标:作战半径 >100 n mile,逗留时间“最小投送时间+海上待机 90 天”,速度 2~5 kn,重约 10 t。

3.8 信息作战

3.8.1 目标。信息作战的目标是欺骗和阻吓敌人,并引起混乱。UUVs 的 2 个 IO 角色是通信或计算机节点阻塞器和潜艇诱饵。

3.8.2 作战概念。作战时可将发射机或天线投送到敏感的通信节点附近,进行压制或注入错误数据。注入错误数据是一项非常困难的任务,这需要保证可靠的通信连接和具有复杂的自主性,应能自主识别并判断注入错误数据的时机。潜艇诱饵可用于几个不同的场合,一个简单的诱饵能向敌人反潜兵力或传感器所在的区域航渡,它按专门设计的预定航路航行,吸引敌人的注意力。一个复杂的诱饵可以对当时的战术态势做出反应,能规避或逐渐降低声信号强度,使反潜兵力丢失目标,休眠一段时间后,又重新开始诱骗行动。这些潜艇诱饵可间歇性地对敌反潜兵力进行诱骗,消耗其兵力,以达到保护己方潜艇的目的。

根据二战的统计,1 艘潜艇平均可吸引 25 艘水面舰艇,1 名潜艇艇员平均可吸引 100 名反潜作战人员。由此可见,长航时潜艇诱饵在未来海战中的作用。诱饵可大量消耗敌方反潜资源,疲惫敌方反潜兵力,诱使敌人改变原有计划,掩护己方潜艇突破。

3.9 时敏打击

3.9.1 目标。TCS UUV 的目标是在极短的时间内向多种目标投送动能效应武器。从传感器到射手的包络以秒记,而不是以分或小时记。UUV 可长时间在危险浅海区隐蔽待机,近距对时间敏感目标突然发动攻击。UUV 最适合担负以下 2 个角色:预先布放潜伏式武器和直接遥控发射武器。

从 UUV 上发射武器,或由 UUV 投送水下埋伏的武器,可使发射点靠近目标,响应迅速,它使发射点远离高价值平台,使它们不会被暴露。

3.9.2 作战概念。UUVs 的 TCS 能力有几种不同的作战概念。由水面舰艇或潜艇适时发射 UUV,驶向预定发射点。UUV 锚泊在水下,或在某一海域漫游待机,等待发射命令。当收到命令后,UUV 可能采取 3 种行动:像潜艇那样,在水下发射导弹;浮到水面发射导弹;释放正浮力导弹舱,浮出海面后发射导弹。当所有导弹发射完毕后,UUV 返回回收点,以重新装填武器和补充燃料。其发射方式有以下 3 种。

(1) 水下发射导致载体系统较为复杂,所以不推荐采用这种方式。注水发射管、调平衡及压载系统、可靠的水下通信系统以及适合水下发射的导弹等,对 UUV 的作战使用增加了许多负担。

(下转第 25 页)

表 3 3 目标 3 参数联合估计水池实验结果

方位间隔 (束宽)	相对时延 (脉宽)	目标真实参数			目标估计参数		
		方位 (°)	频率 kHz	时延 ms	方位 (°)	频率 kHz	时延 ms
2/3 1/2	0	2.0 -3.6 -7.6	29.9 30.0 30.1	0.0	5.0	29.9	0.0
	1/4			5.0	-1.8	30.0	5.5
	1/8			2.5	-8.6	30.1	3.0
	0			0.0	4.8	29.9	0.0
	1/4			5.0	-1.6	30.0	3.0
	1/3			6.7	-8.5	30.1	4.5

成。计算机仿真结果表明,7.5 dB 以上的峰值信噪比即可得到较高的多目标 3D 参数分辨概率、配对概率,方位均方根误差小于 1.2°,频率均方根误差小于 2 Hz,时延均方根误差小于 6 ms。本文还对所提方法进行了消声水池验证实验,成功地分辨出方位间隔小至 1/2 波束宽度、时延间隔小至 1/12 脉冲宽度的 3 个目标,进一步证实了该方法在联合参数估计中的高分辨性能,具有良好的工程应用前景。

参考文献:

[1] ROY R, PAULRAJ A and KAILATH T. ESPRIT-A Subspace Rotation Approach to Estimation of Parameters of Cisoids in Noise[J]. IEEE Trans, 1986, ASSP-34(10):1340-1342.
[2] 廖桂生, 保铮. 未知阵列流形条件下波达方向-多普勒频率盲估计技术[J]. 电子科学学刊, 1997, 19(2):152-157.

[3] 王曙, 周希朗. 阵列信号波达方向-频率的同时估计方法[J]. 上海交通大学学报, 1999, 33(1):40-42.
[4] 魏红, 何佩琨, 毛二可. 利用 ESPRIT 方法实现信号频率/相位的联合估计[J]. 北京理工大学学报, 1999, 19(3):348-351.
[5] WAX M, KAILATH T. Detection of Signals by Information Theoretic Criteria [J]. IEEE Trans, 1985, ASSP-33(2):387-392.
[6] 张群飞, 黄建国, 保铮. 用子空间旋转不变法同时估计水下多目标的距离和方位[J]. 声学学报, 1999, 24(4):400-406.
[7] Friedlander B. A Sensitivity Analysis of the MUSIC Algorithm [J]. IEEE Trans. ASSP, 1990, 38(10):1740-1751.
[8] 王琨, 黄建国. 白噪声中正弦信号数目的估计[J]. 西北工业大学学报, 1996, 14(2):304-308.

(责任编辑 程力军)

(上接第 12 页)

(2) 水面发射避免了水下发射和通信的复杂性。UUV 可锚泊在水下或某一区域巡游待机, 天线伸出水面等待发射指令。当收到敌情警报后, UUV 升起宽带天线, 接受所有新目标指示信息。收到命令后, 载体上升到海面, 在遥控指令控制下发射导弹。

(3) UUV 将导弹作为一可布放载荷。作战空间外的平台适时发射 UUV, UUV 航渡到预定海域, 布放潜伏式武器。潜伏式武器沉在海底或浮在水面, 直到接到指令发射导弹。发射后 UUV 返回母船再装填。该方式下 UUV 仅仅是投送载体。

3.9.3 系统概念。TCS 能力只能用航程远和载重量大的大型载体来完成。其设想的能力: 作战半径 100 n mile 以上, 海上逗留时间远大于 100 h, 速度 2~5 kn, 重约 10 t。

3 结语

综上所述, 美国未来的 UUV 将按 4 个系列发展, 可分为 3 大类: 微小型系列、533 mm 系列和 10 t 级系列。微小型系列主要用于反水雷和通信导航节点, 适合于各种平台大量使用; 533 mm 系列可随艇部署, 快速灵活, 具有“建制作战能力”的特点, 一般用于潜艇延伸控制范围; 10 t 级系列功能完备, 作战半径大, 具有“专业作战能力”的特点, 今后可作为水下无人自主作战的主体。预计 2015 年前后, UUV 就可形成比较全面的作战能力。但高对抗强度下的全自主作战需要更长的时间才能实现。

参考文献:

[1] DoD, The Navy UUV Master Plan[R], November 9, 2004.
[2] DoD, The Navy UUV Master Plan[R], April 20, 2000
[3] <http://www.nwdc.navy.mil/SeaPower21.asp>[EB]. 2003.

(责任编辑 杨芸)