

# 无人水下航行器装备配置分析

秦东兴<sup>1</sup>, 周 胜<sup>2</sup>

(1. 海军装备部装备采购中心, 北京 100071; 2. 海军陆战学院, 广州 510430)

**摘要:**无人水下航行器是海军水下作战的一个重要发展方向。根据无人水下航行器担负的军事任务和具备的相应功能, 结合现役装备, 给出了无人水下航行器的装备配置方案, 同时根据目前装备性能, 分析了完成作战使命的可行性, 为无人水下航行器发展提供参考依据。

**关键词:**无人水下航行器; 装备配置; 反潜

**本文引用格式:**秦东兴, 周胜. 无人水下航行器装备配置分析[J]. 四川兵工学报, 2015(1): 38-40.

**Citation format:** QIN Dong-xing, ZHOU Sheng. Analysis on Unmanned Underwater Vehicle Equipment Configuration[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2015(1): 38-40.

中图分类号: U674.941

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2015)01-0038-03

## Analysis on Unmanned Underwater Vehicle Equipment Configuration

QIN Dong-xing<sup>1</sup>, ZHOU Sheng<sup>2</sup>

(1. Equipment Procurement Center of the Navy Equipment Department, Beijing 100071, China;

2. Navy Command Academy of PLA, Guangzhou 510430, China)

**Abstract:** Unmanned underwater vehicle is one of the important development directions in the Naval Undersea warfare. According to the military tasks and the corresponding function of the unmanned underwater vehicle, we proposed the reasonable configuration combined with the existing equipment. At the same time, according to the current equipment performance, we discussed the feasibility of the combat mission to provide reference to the development of unmanned underwater vehicle.

**Key words:** unmanned underwater vehicle; equipment configuration; antisubmarine

无人水下航行器(UUV)是在水下承担情报收集、导航、侦察、水下武器对抗、通信、反潜、应急救生与打捞、海洋勘探、危险条件下作业等多种任务的自主式航行器, 包括无需操作员监视和操控的海上自主航行器(AUV)和需要操作员通过光纤电缆或声学通信进行遥控的水下航行器(ROV), 具有很强的实用性和灵活性。因而无人水下航行器已经成为当前世界各国海军装备的一个重要的研究方向<sup>[1]</sup>。

在美国海军于2005年1月公布的修订版《海军UUV主计划》中, 提出了在UUV未来可以担负九项军事任务, 即: 情报侦察、反水雷、反潜艇、水下运载、反恐、通信和导航、通信对抗、信息战和声诱饵、远程火力攻击等<sup>[2]</sup>。综合国内外文献<sup>[1-5]</sup>, UUV所担负的军事任务按水下防御、水下主动自主

式攻击和战斗支援3种样式, 可以分为情报收集、目标监视和侦察任务; 反水雷、反潜和反鱼雷; 作为通信和导航网络节点。

根据以上的任务分析, 结合现有的海军武器装备, 可以认为UUV兼具了以下几种装备的特征和功能: 水雷、鱼雷、潜艇、水声通信设备、猎雷和扫雷装备、声诱饵等。本文的装备配置分析以此为参考依据并结合目前国外研制和使用的部分UUV装备配置现状。

### 1 反水雷功能

反水雷任务可以分解为探测、分类、识别和灭雷几种, 采用猎、扫、破、炸等手段。目前常用的水雷有锚雷、沉底雷和

掩埋雷等。

针对反水雷的现状,采用自主式的 UUV(AUV)担负反水雷任务,更适用于水雷探测和识别,不适合扫雷灭雷任务。水雷配备的磁感应强度引信,在 2nt 的强度范围就能引起触雷发动作,而扫雷具在 3m 处的磁感应强度下可达 20 nt。因此,要避免与水雷近距离接触。实际应用中扫雷具不引起的水雷任何引信发生动作的可靠距离为 18 m。针对锚雷所采取的用割刀割断锚索的扫雷方式,需要非常精确的定位和控制,目前的 AUV 还难以达到要求,采用遥控的 ROV 更为合适。通过获得的高分辨率图像,由扫雷舰人员对 ROV 进行遥控操作。另外,采用 UUV 扫雷还存在被敌方水雷攻击的问题,即扫雷的成本问题。水雷的成本低则 1 500 美元到数万美元,较先进的水雷一般不超过 50 万美元,而 ROV 扫雷具造价为 100 ~ 600 万美元,能担负扫雷任务的大型和巨型 AUV 造价更高。配置的 UUV 数目有限,一旦受到损伤,将会延误整个作战任务的完成。有的文献考虑采用数艘扫雷具协同扫雷,有的负责探测,有的负责灭雷。但美方所做的海上试验证明这种多艘 UUV 协同扫雷方式效果不佳。认为更为适宜的扫雷方式为采用便携式和轻型 UUV,用 AUV 完成探测任务。具体扫雷由 ROV 进行炸药清除,或者使用 ROV 精确探测定位后,由传统的扫雷工具完成扫雷工作。

UUV 扫雷的基本配置为:用于避障和搜索的前视声纳,如声学透镜前视声纳(图像质量高)或多波束前视声纳(搜索范围大);用于水雷探测和分类的侧扫声纳,可以选用高频侧扫声纳,得到高质量的图像;为了广泛的搜索范围,则可采用多波束侧扫声纳;用于水雷探测和识别的 360° 旋转双频扫描声纳。高频声纳分辨率高,覆盖范围小。低频声纳分辨率低,覆盖范围大。双频声纳兼具两者的优点;用于对水雷精确探测的合成孔径声纳,分辨率高,如宽带合成孔径声纳;用于探测沉底雷和掩埋雷的低频宽带声纳和甚低频声色分类声纳,低频和甚低频具有较强的穿透性,可用于探测沉底雷和掩埋雷;用于水雷成像的激光线性扫描成像装置,如彩色/黑白摄像机、微光电视或蓝绿激光。用于实现水雷磁探测的磁传感器,如磁探仪。用于灭雷装置的割刀或高能效战斗部(鱼雷、深弹和炸药包)。其他必要设备还包括用于 AUV 水下回收的寻的和对接声纳,用于导航的惯性导航设备或多普勒声纳。

## 2 反潜战和反鱼雷

反潜战的任务可以分为监视和攻击任务。前者所需的设备类似于被动声纳或被动声引信。水声、磁场、水压场、电场几种常用的探测设备都是可以配置给 UUV。攻击任务的装备配置与灭雷和鱼雷类似。

UUV 反潜有战略反潜和战术反潜 2 种方式。UUV 更适合战略反潜,美军称为风险下的控制,即在不升级冲突水平

的情况下,通过设置 UUV 监控点,监视离开港口或通过关键点的敌方潜艇。战略反潜任务与战场目标、环境探测及信息搜集任务类似,只不过针对潜艇这个具体对象。

UUV 战术反潜,执行海上盾牌或通道保护任务,对航母打击群区域内和航行通道内的敌潜艇进行硬杀伤。硬杀伤可以采用鱼雷、火箭深水炸弹或直接撞击等。硬杀伤对机动性、自主性和智能性要求很高,UUV 实现该项任务难度非常大。也可以采取软杀伤方式,配置声诱饵、干扰器或气幕弹等,模拟本舰辐射噪声和应答鱼雷主动寻的舰艇回波信号。拖曳式声诱饵系统同样对 UUV 的航速提出了要求。连续爆炸式大功率干扰器,通过连续发射炸药包的爆炸声所产生的宽频带、高功率和长持续时间等特性持续压制来袭鱼雷自导系统的正常工作。瞄准式强功率干扰器,通过方位瞄准或频率对准方法强化的来袭鱼雷的干扰。

## 3 通信、导航网络节点

在提供通信节点服务时,UUV 与水下固定设施、舰机平台、声纳浮标和卫星等实现通信链接,采集卫星导航、地面无线电导航和惯性导航校正等数据,进行多向数据交换,为其他平台提供导航校准和修正信息。目前常见的用于通信和导航的 UUV,采用天线进行无线电通信和 GPS 导航,有的 AUV 配备了 1 m 或 1.5 m 长的天线、卫星通信的甚高频系统和 GPS 导航系统。这种通信和导航方式较为可靠,缺点是隐蔽性较差。UUV 也可使用水声和无线组合浮标,每个组合浮标上部在水面以上,为无线浮标,发射无线信号,下部在水中,发射水声信号。这种通信方式隐蔽性好,但受到浮标数目的限制。UUV 性能的提升和未来发展,依赖水下高速通信能力。水下高速通信须满足带宽、传输距离和探测能力各项要求。光纤通信优点是数据率高,抗干扰能力强,但存在光缆的流体力学和长度等问题,影响了 UUV 的作用半径和操纵性。水声通信灵活性强,更适合 AUV,但数据率低于光缆,存在实时性差、数据量有限的问题。

较为可行的水声通信方式是采用声学水下-水声信息链。挪威和澳大利亚已有相应的设备,如挪威的专用高速声学链,声纳信号可以连续传送,传输率为 100 kbit/s。澳大利亚的类似设备可以使水下的潜艇直接与 30 km 外的指挥舰通信

导航问题是 UUV 的难点,惯性导航的累积误差较大,用 GPS 进行误差修正,需要天线或上浮完成定位,隐蔽性差。采用声波定位和水下环境地形辅助的声学导航,存在相当大的难度。目前,美国考虑采用精确水下地形显示导航系统,但只能针对特定区域。

由于水下导航和通信存在诸多问题,UUV 要实现全自主和协同作战,难度很大,需要相关技术和实际装备有明显的突破。

## 4 战场目标、环境探测及信息搜集能力

UUV 执行战场环境侦察任务,搜集水文、气象、水中声源、目标运动要素等情报信息,可以采用回传数据,也可存储数据,待返回后下载。由于 UUV 受到体积和航速的限制,其探测能力受到明显的制约,探测距离和精度都是相当有限的。

配置拖曳式声纳能提高探测能力,但由于 UUV 航速较低,难以拖起拖曳式声纳(需要 7 节以上的航速)。可以在 UUV 的四周设有纵向凹槽,水听器扩展阵就通过支臂布置在凹槽内。支臂展开时,扩展阵工作。高速航行或远程搜索目标时不打开扩展阵。一旦对目标定位之后,立即展开扩展阵。矢量水听器线列阵作为试验样机,有 30 m 长,可实现远程探测、通信以及导航的一体化实现(但同样涉及对 UUV 航速的要求)。目前这些 UUV 探测方式大都还停留在理论和样机阶段,未得到实际海洋环境的验证。

美军 UUV 主计划中将信息作战列为 UUV 的一项作战使命。信息作战时,将 UUV 投送到敏感的通信节点附近,进行压制或注入错误数据。这需要保证可靠的通信连接和具有复杂先进的智能性,能自主识别并决定病毒数据的时机。考虑用 UUV 实现水声病毒的信息作战,目前是难以实现的。

## 5 结论

目前对 UUV 的研究较多,但大多还停留在理论和样机阶段。查阅国外相关文献,有的 UUV 配置还是预研结论,并非真实使用情况<sup>[6,7]</sup>。实际应用 UUV 还存在相当多的问题,如采用 UUV 用于长时期、大范围的水下环境秘密探测,要考

虑到由于 UUV 航速较低,易被渔船当作鱼类进行跟踪和捕捞。UUV 布雷过程中还会受到渔网缠绕等现实可能。

这里考虑到实际情况,提出现阶段 UUV 几种较可行的应用方式,选用便携式或轻型 UUV,由人工或鱼雷发射管投放,ROV 工作方式,可以用于扫雷和战场环境监测。AUV 可以携带战斗部,低速在重要水道和海港港口游弋,探测装置为简单可靠的被动引信或声纳,一旦发现敌方目标,全速撞击或近距离爆炸。若在电池能耗时间内仍未发现目标,或上浮以便回收,或沉底作为水雷继续工作。

## 参考文献:

- [1] 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.
- [2] DOD. The Navy UUV Master Plan[R]. 2004.
- [3] Fletcher B. UUV Master Plan: a Vision for Navy UUV Development[J]. Oceans 2000 MTS/IEEE. Conference and Exhibition,2000(1):65-71.
- [4] 王蓬. 军用 UUV 的发展与应用前景展望[J]. 鱼雷技术,2009,17(1):5-9.
- [5] 王建斌,王志敏. UUV 发展、应用及关键技术[J]. 信息与电子工程,2007,5(6):476-480.
- [6] G. N. Roberts, R. Sutton. 无人水下航行器进展[M]. 北京:电子工业出版社,2009.
- [7] 孙碧娇. 美海军无人潜航器关键技术综述[J]. 鱼雷技术,2006,14(4):7-10.
- [8] 孙善春. 水下航行器舱门开启过程仿真[J]. 兵工自动化,2014(4):65-67.

(责任编辑 周江川)