

基于弹载声纳浮标的目标信息保障系统设想

余跃，黄四牛，任华，杨桂梅

(北京控制与电子技术研究所信息系统工程重点实验室，北京 100038)

摘要：依据被动矢量声纳技术，结合对海作战目标信息保障的特点，分析了传统舰船目标探测的局限性，提出了基于弹载声纳浮标的目标信息保障系统设想方案，并对其工作过程、特点进行了研究和总结，对实现的关键技术，包括声纳探测、浮标结构、投放、动态组网、指挥控制等进行了深入的分析 and 阐述。

关键词：声纳浮标；目标信息保障系统；动态自组织网络；指挥控制

0 引言

联合作战的重要形式是分布式网络化作战，信息是争夺的核心资源，是决定战争胜负的关键因素^[1]。战场信息优势主要表现在信息感知、处理和共享等方面。常规的作战模式，作战平台的目标信息感知主要依靠平台自身的传感器。为了提高感知能力，总是注重自身传感器探测能力的提高。但受到传感器自身条件或研制的限制，往往困难很大。同时，就更大范围战场而言，即使单平台传感器探测能力很强，覆盖的范围仍有限，若不能实现信息共享，很难保障整体作战效果^[2]。

在现代对海作战中，敌方舰艇目标实时监视和跟踪成为对敌有效杀伤的有力保障和制胜的关键。声纳是探测水面目标的有效手段之一。声纳分为主动和被动两类。主动声纳可向目标水域发射声波，然后由水听器接受来自目标的回波，根据声纳的位置和声波从目标反射回来的时间经确定目标的距离和方位。被动声纳有定向（矢量）和非定向（标量）两种。标量声纳仅能发现目标噪音，矢量声纳利用空间两点处声压有限差分来近似得到声压梯度，不仅能发现目标也能测出其方位。由于声纳可以在水下持续的探测和跟踪舰船目标，并且隐蔽性好，不容易被敌方发现，因此，随着声纳自身技术的发展，在未来信息化联合作战中将会得到越来越多的应用。

1 传统舰船目标探测手段的局限性

在现代战争中，敌方舰艇为了躲避岸基炮火和导弹的攻击，通常游弋在距海岸线几百甚至上千公里处，针对对海作战，传统的目标信息保障手段具有很多局限性。

1、传统目标信息保障能力较弱

传统对远海船只的监视只能依赖侦察卫星或侦察机。卫星侦察的问题是：重访周期长达数小时甚至数天，而一次侦察目标的时间较短。飞机侦察的问题是：飞行高度较低，受地球曲率影响，探测距离较短。因此，对于二波次后续打击缺少快速的目标信息指示，无法形成高效、实时的多波次攻击能力。

2、传统目标信息保障手段易受到敌方干扰和打击

敌方可能对卫星侦察、侦察机等实施干扰、致盲和摧毁，并且通过编队电磁静默管制，防止对海上目标进行探测定位。因此战时恶劣保障条件下，对目标情报保障提出了更高的要求。

3、弹载传感器探测时间短

导弹弹载传感器主要包括光学相机、雷达等，其探测精度和时效性好，对目标探测、威胁评估和打击效果探测具有重要意义。但是，弹载传感器的生存周期与导弹一样，作用时间较短，仅几分钟，不能进行连续的目标跟踪，无法满足对移动目标的持续探测。

4、固定声纳探测距离有限

目前，固定声纳对于水面目标的有效探测距离不超过两百公里，但是，敌方舰艇的距离一般大于几百公里，舰艇所在海域属于敌方严密监视的水域，声纳无法正常布放，为了保证能够长时间工作和探测的隐蔽性，其只能布撒在海岸线附近，因此，传统固定声纳使用方式只能起到近海防御的作用，而不能完成对

处于远海的敌方舰艇的有效探测。

2 基于弹载声纳浮标的目标信息保障系统内涵

基于弹载声纳浮标的目标信息保障系统结合水下信息系统探测隐蔽性和工作时长等特点, 利用反舰导弹自身搭载多个小型声纳浮标, 在导弹飞行过程中的特定区域投放。声纳浮标入水后动态自组网, 对敌方舰艇目标进行被动定位, 并将探测信息通过无线链路择机回传, 同时对于进入网络内的后波次攻击导弹, 依靠导弹数据链, 实现目标打击的辅助引导。

系统工作过程如下:

- 1、采用侦察卫星、侦察机或其它探测手段确定舰船的大致位置, 作为动态布放声纳浮标的前提条件;
- 2、反舰导弹攻击目标并将多个 (至少三个) 声纳浮标布放到目标附近区域;
- 3、多个浮标利用无线信道动态自组网, 联合测定敌方舰船目标位置, 并持续实时跟踪;
- 4、浮标将目标探测结果通过卫星、高空浮空器或飞机中继传回地面指挥系统;
- 5、地面指挥系统形成新一轮多波次打击作战任务规划、完成导弹诸元解算、装订和导弹发射;
- 6、后续波次导弹飞临目标海域, 进入无线自组织网络作用范围后, 通过导弹数据链自动加入无线自组网络;
- 7、无线自组织网络将新的定位信息通过导弹数据链传送至导弹, 结合导弹末制导信息, 辅助引导导弹武器精确打击目标;
- 8、浮标可实现在附近海域对敌方目标 1~2 天的持续探测和信息回传。

系统工作原理如图 1 所示。

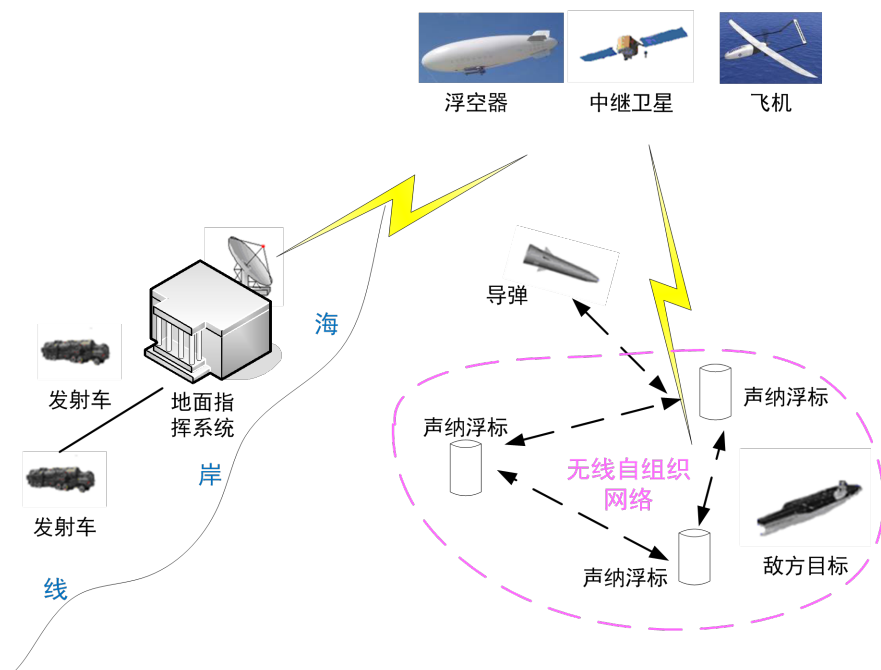


图 1 基于弹载声纳浮标的目标信息保障系统原理示意图

基于弹载声纳浮标的目标信息保障系统具有以下特点:

1、灵活机动

系统可以在敌方目标出现后, 依靠导弹平台, 实现快速布放和探测, 保证导弹多波次攻击的时效性, 使导弹兼备打击和探测功能。

2、探测范围广

系统可以在一两百公里范围内完成对运动中的航母、驱逐舰等大型作战舰艇的探测，敌方舰只速度越快，探测精度越高。

3、持续探测时间长

声纳浮标可以漂浮在海面数天，完成区域内目标的持续探测与跟踪，并不容易被敌方发现，成为深入敌方区域的“侦察兵”。

4、快速信息共享

系统动态构建无线组织网，实现系统内各浮标、进入网内导弹的高速信息交互，以及和地面指挥系统的信息分发与共享。

3 系统实现的关键技术

3.1 声纳探测技术

被动声纳探测目标与海情和目标的航速、排水量有关，如果目标静止或低速航行，则探测距离很小。考虑到战场探测的隐蔽性和探测精度，目标保障系统选择被动矢量声纳探测技术。

被动矢量声纳探测需要研究以下三个问题：

- (1) 信号处理技术：包括波形设计技术、声音信号处理、多态联合探测技术、信息融合算法等；
- (2) 探测器技术：包括新型换能材料、大功率换能器等；
- (3) 小型化技术：包括结构小型化和重量轻质化，适应弹载结构和重量的要求。

3.2 弹载声纳浮标结构设计技术

声纳浮标的结构设计需要综合考虑多种因素：

- (1) 浮标为达到预定的探测精度指标，需要满足其内部的传感器及天线的布局安装要求；
- (2) 浮标利用导弹投放，因此重量受到导弹运载能力约束、体积受限于导弹弹体结构安装舱内的空间约束；
- (3) 浮标投放后经历减速过程直至坠落水面，在触及水面的瞬间会产生巨大的冲击，该冲击作用会破坏浮标的主体结构 and 内部敏感元件，所以必须要使浮标减速，同时落水后还应能正常浮起。在减速方案上应采用尾裙减速、降落伞减速等多种技术途径相结合的方式；
- (4) 浮标需要承受飞行时的热环境条件、防水密封条件等。

声纳浮标包括矢量水听器、深度稳定器、定位/通信机等基本部分组成，每枚导弹搭载 3-4 枚。为克服飞行时的力热环境，外部包覆耐热外壳，入水时抛耐热外壳。浮标结构如下图所示：

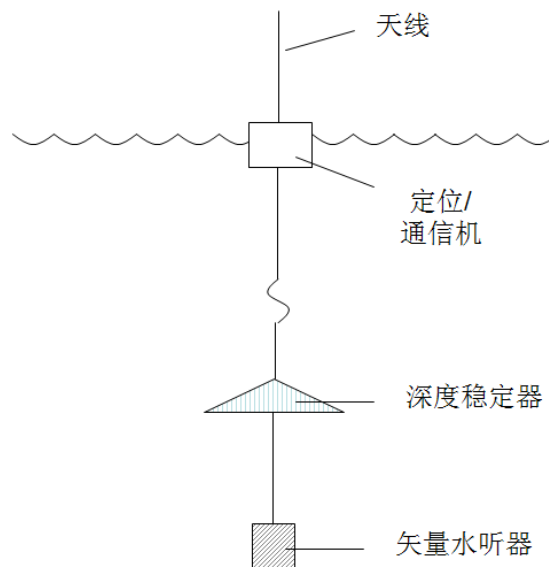


图 2 弹载声纳浮标结构示意图

3.3 浮标投放技术

浮标投放时机关系到浮标的落点区域和浮标间的距离,需要满足两方面要求:

- (1) 浮标落水点在声纳可探测范围内,距离目标越近,探测精度越高;
- (2) 多个浮标之间距离不能超过极限值,使浮标能在水中组成探测阵列。

由于浮标与母弹分离后无动力,仅在气动力、重力作用下运动,为一自由飞行弹道,因此需要结合母弹的弹道数据合理选择投放时机和相对速度,并根据浮标气动外形和减速方式确定落点位置,以满足上述要求。同时还需要考虑投放方式,使得母弹的打击精度不受投放影响。

3.4 动态组网及数据链技术

主要研究三个方面:

(1) 动态无线组网技术

网络的组建无需依赖于任何预先架设的网络设施。节点开机后就可以快速、自动地形成一个独立的网络。网络采用无中心结构,所有节点完全对等,没有中心控制站,节点可以随时加入和离开网络。任何节点的故障不会影响整个网络的运行。

(2) 中继回传技术

利用导航卫星、中继卫星、通信卫星、飞机、浮空器等多平台,完成浮标的信息回传。各种通信体制均能适应和自动调整,同时系统可采用扩频通信技术、跳频跳时技术以及专用的密钥设备等技术措施,具备保密和抗干扰能力。

(3) 专用数据链信息格式及应用技术

通过格式化信息的实时传输,减少数据处理、分析等环节,加快信息流速度,使格式转换的时延和精度损失减至最小。同时要兼顾战术指挥以及武器协同控制,兼顾战术数据链与武器协同数据链的功能,信息格式定义要涵盖两方面的应用需求。

3.5 新型反航母作战指挥控制技术

采用声纳浮标后,信息的快速反应也必然带来反航母作战指挥控制方法的变化。主要研究以下三个方面:

- (1) 指挥控制系统的快速响应:包括快速信息接入和共享和快速的导弹发射指挥控制;
- (2) 快速的任务规划:包括在导弹发射前和导弹飞行过程中基于新型目标保障系统的快速火力规划、制导规划、突防规划等功能,支撑快速波次打击;
- (3) 快速的诸元计算及弹道计算。

4 结束语

基于弹载声纳浮标的目标信息保障系统为对海作战中敌方舰船的有效探测与跟踪提出了一种新的思路。由于作战双方资源的不对称性,谋求单一技术手段实现对敌方舰船的绝对有效对抗是不现实的,因此对海作战装备必须向多元化、体系化、信息化配置发展。

参考文献:

- [1]. 王振杰,季旭生,崔文雄,邢利华,一体化联合作战指挥信息系统自适应性研究,兵工自动化,2009,28(3).
- [2]. 王君,支持水下网络中心战的信息系统探讨,指挥信息系统与技术,2010,5(1).