线阵声诱饵对抗具有尺度识别能力鱼雷的分析与仿真

赵智勇[1]，才振华[2]
(1. 海军驻宜昌地区军事代表室，湖北宜昌 443000；2. 中国船舶重工集团海声科技有限公司，湖北宜昌 443000)

摘要：为了研究线阵声诱饵对抗具有尺度识别能力鱼雷的性能，以分裂波束和方位走向法为例，分析了鱼雷对尺度目标回波的识别方法，以此为基础探讨了线阵声诱饵在对抗具有尺度识别能力鱼雷时的若干技术问题，通过仿真验证了线阵声诱饵对抗尺度识别能力鱼雷的有效性。本文证明了线阵式的声诱饵可以有效模拟舰船目标的尺度特征，在对抗有尺度识别能力的鱼雷时是很有意义的发展方向。本文所给出的仿真方法，除了建立线阵诱饵在诱骗有尺度识别功能鱼雷的仿真模型外，还可以作为物理模型应用在诱饵工作程序中，提供各阵元的延迟时间等声学参数。

关键词：线阵声诱饵；方位走向；尺度识别；鱼雷
中图分类号：TN911 **文献标识码**：A **文章编号**：1000-3630(2011)-06-0493-03
DOI 编码：10.3969/j.issn1000-3630.2011.06.006

Simulation and analysis of acoustic linear array decoy for counterworking the torpedo with target scale recognition capability

ZHAO Zhi-yong[1], CAI Zhen-hua[2]
(1. *The Military Representatives office of PLA Navy in Yichang, Yichang* 443000, *Hubei, China*;
2. *CSIC HaiSheng technology Co.,Ltd, Yichang* 443000, *Hubei, China*)

Abstract: For studying the capability that the linear array acoustic decoy counterworks the torpedo with target scale recognition, this paper takes split beam and azimuth trending as an example to analyze the recognition method for torpedo to scale target. Base on the analysis, some technical problems about using the linear array acoustic decoy to counterwork the torpedo with target scale recognition are discussed, and the effectiveness is verified by means of simulation. This paper has proved that the linear array acoustic decoy can simulate the scale of ship, and so it is a significant direction for counterworking the torpedo with target scale recognition. This method can also be used in decoy working program for providing acoustic parameters besides modeling of decoying the torpedo with target recognition capability.
Key words: linear array acoustic decoy; azimuth trend; target scale recognition; torpedo

0 概 述

随着鱼雷技术的发展，其抗干扰能力不断提高。为了区别真假目标，现代鱼雷一般都具备了目标尺度识别能力。多数目标尺度识别是利用收到的回波信号进行分析和计算，通过目标的方位特征，实现区分点状目标和尺度目标的。根据文献[1,2]，方位走向法是鱼雷常用的一种识别目标尺度的手段，这种识别方法对目标回波进行时域分段处理，估计目标回波在空间域的扩展，找出目标的方位走向，从而估计出目标张角，进行目标尺度识别。

根据文献[1]的论述，鱼雷寻的系统会自动判别目标的拟合方位走向并结合目标在不同方位上的回波时长和方位延展程度对目标真假进行判断。由于其利用了目标的空间尺度特征，单点式的声诱饵无法对其进行诱骗，必须采用尺度式的声诱饵才能够完成对有尺度识别功能鱼雷的水声对抗诱骗任务，采用一定长度的线阵作为声诱饵的形式是一种可行的方案。本文对线阵声诱饵在对抗采用方位走向法作为尺度识别手段的鱼雷的效果和作用进行了仿真和分析。

1 方位走向法原理

方位走向法是基于尺度目标的距离-方位延展特性和分裂波束测向技术提出的一种目标尺度识别方法。真实的舰艇目标是一个具有空间分布的延

收稿日期：2010-11-30；修回日期：2011-01-05
作者简介：赵智勇(1970－)，男，湖南人，工程师，研究方向为水声对抗。
通讯作者：赵智勇，E-mail: zyz612@yahoo.com.cn

展体，目标回波在时间上比发射脉冲宽度大，且回波存在方位的变化[2]。其原理为：将目标的回波分为 n 段子周期，对这些子周期分别进行方位检测。如图 1 所示，A 点为鱼雷位置，B 为尺度目标，B1~Bn 为目标在鱼雷检测子周期内的分段。显然在理想情况下鱼雷对目标在检测的一段时间内所观察到的信号方位为：

$$\alpha(t)=\alpha_0+t\Delta\alpha \tag{1}$$

式中：$\alpha(t)$ 为 t 时刻内观察到的目标方位；α_0 为目标初始方位；$\Delta\alpha$ 为每个检测周期内目标的方位变化量。这个变化量与目标距离和检测子周期长度有关。在一个周期上，目标方位基本是呈线性变化关系的，因此被称为方位“走向”。

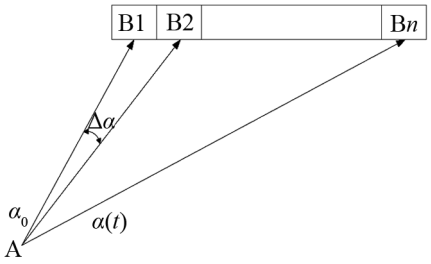


图 1 方位走向法示意
Fig.1 Sketch of azimuth trending

当测得方位走向后，便可求得方位的变化量，通过变化量的大小来判断目标是否为有尺度的体目标，还是假目标。

2 线阵声诱饵对抗方位走向法效果仿真

线阵声诱饵采用多个水声换能器形成线列阵，模拟目标的声反射特性和尺度特性，用来对抗具有目标尺度识别功能的鱼雷。仿真中，需要分别建立鱼雷主动声自导仿真模型和线列阵的仿真模型。

线阵模型如图 2 所示，采用 4 元线阵，4 个阵元 A、B、C、D 等间距布放，阵总长度为 L，考虑在工程实际应用中的可实现性，线阵的长度往往会小于目标的长度[2]，因此需要对各阵元发射的回波进行延迟叠加和时间延展，形成一个虚拟的阵元位置 A*、B*、C*、D*，以增加线阵的虚拟长度，用以模拟一个长度为 L^*的尺度目标。将鱼雷相对于本阵正横的偏角 θ 定义为目标方位角。

鱼雷主动声自导的模型攻击水面目标态势见图 3，鱼雷主动自导采用分裂波束的方法，由于鱼雷对水面目标采用方位走向法进行尺度识别的时候，不需要对目标的垂直仰俯角进行测量，因此在

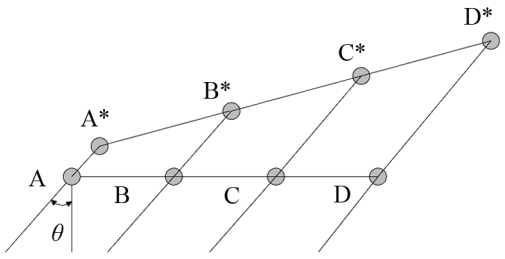


图 2 线阵模型图
Fig.2 Linear array model

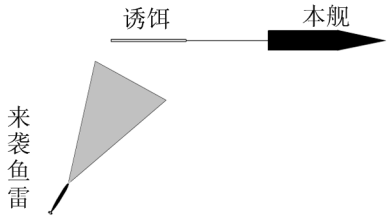


图 3 鱼雷攻击态势
Fig.3 Torpedo attacks situation

仿真中简化了鱼雷主动声自导的模型，采用一个线阵作为鱼雷主动声自导头的仿真模型。这里需要注意的是在鱼雷的引导过程中可能会出现既能探测到诱饵信号也能探测到本舰反射信号的情况，因此诱骗是否成功还取决于诱饵信号与本舰信号的强度比，一般来说诱饵的信号需要大于本舰反射信号才能够使鱼雷跟踪诱饵而舍弃本舰目标，本文对此不做更多的讨论。

4 元阵尺度模拟仿真结果如图 4~6 所示，图 4~6 分别为目标方位角为 30º、60º、90º 情况下的目标方位走向图。需要注意的是这里的目标方位角是指图 2 中鱼雷相对于线阵的正横方向的夹角 θ，而不是式(1)中的鱼雷观察到的目标方位角。90º 方位时鱼雷位于线阵的尾部方向上。各方位处理时子帧长度相同，由于目标回波时间持续长度不同，因此，子帧数有所不同。

从图中可以看出，随着目标方位角逐渐接近阵

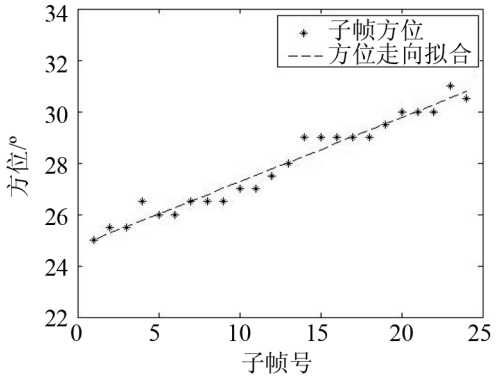


图 4 目标方位角为 30º 的方位走向图
Fig.4 Trace of azimuth trending for target azimuth 30º

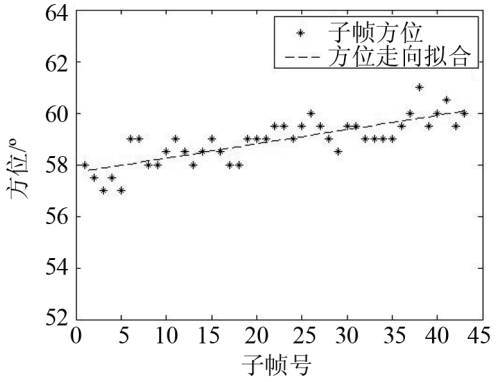


图 5　目标方位角为 60º 的方位走向图

Fig.5　Trace of azimuth trending for target azimuth 60º

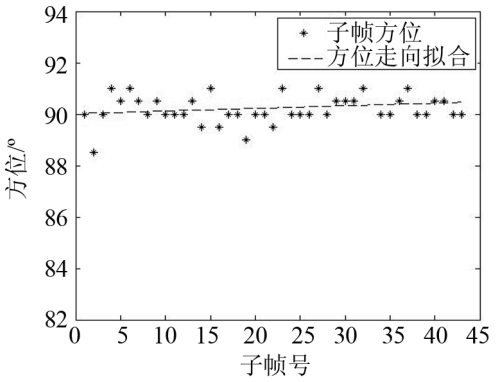


图 6　目标方位角为 90º 的方位走向图

Fig.6　Trace of azimuth trending for target azimuth 90º

的首尾方向，方位散布变小而目标回波长度增加，在各个方位上回波时间持续符合虚拟目标长度 L^* 的设定，与文献[1]给出的结论和实际情况是符合的。这说明线阵声诱饵可以较好地模拟尺度目标的回波时间长度和方位走向特性，可以有效诱骗具有尺度识别功能的鱼雷。

3　结束语

随着鱼雷尺度目标识别技术的发展，对水声对抗设备提出了更高的需求，必须不断发展水声对抗技术，才能够对新型鱼雷实现有效诱骗。采用线阵式的声诱饵可以有效模拟舰船目标的尺度特征，在对抗有尺度识别能力的鱼雷时是很有意义的发展方向。

本文所给出的仿真方法，除了建立线阵诱饵在诱骗有尺度识别功能鱼雷的仿真模型外，还可以作为物理模型应用在诱饵工作程序中，提供各阵元的延迟时间等声学参数。

参　考　文　献

[1] 周德善. 鱼雷自导技术[M]. 北京: 国防工业出版社. 2009.
ZHOU Deshan. 《Torpedo Homing Technology》[M]. Beijing: National Defense Industry Press. 2009.

[2] 石勇. 基于方位走向识别目标尺度的仿真与特性分析[J]. 鱼雷技术, 2003, **11**(1): 33-36.
SHI Yong. Simulation and Characteistics Analysis of Taget Scale Recogniton Based on Azimuth Trend[J]. Torpedo Technology, 2003, **11**(1): 33-36.

[3] R. J. 尤里克. 水声原理[M]. 哈尔滨: 哈尔滨船舶工程学院出版社, 1990.
Urick R J. Principles of Underwater Sound[M]. 3rd ed. Harbin: Harbin Ship Engineering College Press, 1990.