



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116625180 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 22

(21) 申请号 202310527878.X

(22) 申请日 2023.05.10

(71) 申请人 中国舰船研究设计中心

地址 430064 湖北省武汉市武昌区张之洞路268号

(72) 发明人 吴定刚 秦瀚钦 朱大伟 吴雨微 王超

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

专利代理师 黄帅

(51) Int. Cl.

F42B 35/02 (2006.01)

B63G 13/00 (2006.01)

G01B 11/14 (2006.01)

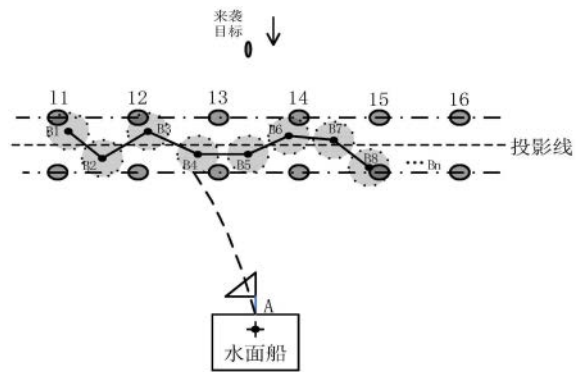
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法

(57) 摘要

本发明公开一种测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法,该方法包括:参照物区域选择与布放;以深弹弹阵布放中心点位置为中心,纵向前后对称布放两行浮标;落点位置参数测量;获取每枚深弹入水时刻的图像;相邻落点间隔距离测算;在图像中建立X-Y坐标系,以来袭鱼雷前行航路的垂直方向为X轴,以来袭鱼雷前行航路的相反方向为Y轴,获取深弹落点位置在X轴和Y轴的投影长度;计算弹阵各相邻落点间隔距离;阵型参数测算与评估;计算各相邻落点间隔距离在X轴方向上的投影距离,求出在X轴方向上深弹弹阵形成的拦截范围长度值,即深弹弹阵在来袭鱼雷前行航路上形成的拦截区域长度。本发明支持在海上环境条件下对深弹弹阵相邻落点间隔距离的测量。



1. 一种测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 参照物区域选择与布放

在海上试验条件下,选用一定排水量的水面船舶作为发射平台,发射设备安装于发射平台;确定深弹弹阵布放中心点位置,以深弹弹阵布放中心点为中心,纵向前后对称布放两行浮标,作为参照物;浮标参照物区域应覆盖深弹布放于中心点位置时深弹的落点散布误差范围;

(2) 落点位置参数测量

航拍无人机升空,飞行至弹阵布放中心点位置上空,悬停一定高度,覆盖并对准浮标参照物区域采用俯视角度进行拍摄;

确定深弹弹阵布放中心点位置与发射平台位置的距离D,发射设备根据距离D进行发射参数解算,发射深弹,进行深弹布阵;航拍无人机获取每枚深弹入水时刻的图像;

(3) 相邻落点间隔距离测算

在图像中建立X-Y坐标系,以来袭鱼雷前行航路的垂直方向为X轴,以来袭鱼雷前行航路的相反方向为Y轴;由每枚深弹入水时刻的图像获取每枚深弹的落点位置;

由深弹落点位置向坐标系X轴和Y轴作垂线,依次获取图像中深弹落点位置在X轴和Y轴的投影长度,分别对应记为 $l_{1x}$ 、 $l_{2x}$ ... $l_{nx}$ , $l_{1y}$ 、 $l_{2y}$ ... $l_{ny}$ ;其中, $l_{1x} < l_{2x} < \dots < l_{nx}$ ,n表示深弹总数;

计算弹阵中相邻两落点在坐标系中的间隔长度 $l_1$ 、 $l_2$ ... $l_{(n-1)}$ 为:

$$l_1 = ((l_{2x} - l_{1x})^2 + (l_{2y} - l_{1y})^2)^{1/2}$$

.....

$$l_{(n-1)} = ((l_{nx} - l_{(n-1)x})^2 + (l_{ny} - l_{(n-1)y})^2)^{1/2} \quad (式1)$$

获取图像中两浮标的间隔距离,记为1;

计算相邻两落点间实际间隔距离为:

$$L_1 = L \times l_1 / 1,$$

.....

$$L_{(n-1)} = L \times l_{(n-1)} / 1. \quad (式2)$$

式中,L表示两浮标的实际间隔距离; $L_1$ 、 $L_2$ ... $L_{(n-1)}$ 依次为相邻两落点间实际间隔距离;

(4) 阵型参数测算与评估

计算各相邻落点间隔距离在X轴方向上的投影距离 $L_{x1}$ 、 $L_{x2}$ ... $L_{x(n-1)}$ 为:

$$L_{x1} = L \times (l_{2x} - l_{1x}) / 1$$

.....

$$L_{x(n-1)} = L \times (l_{nx} - l_{(n-1)x}) / 1 \quad (式3)$$

计算在X轴方向上深弹弹阵形成的拦截范围长度值 $L_{x-all}$ ;先判断每个相邻落点间隔距离在X轴方向上的投影长度值是否达到2倍深弹毁伤半径,如果不小于深弹的毁伤半径的2倍,则X轴方向上的投影长度取值为2倍毁伤半径;若是小于深弹的毁伤半径的2倍,则直接取值为X轴方向上的投影长度;对各值进行求和,求出在X轴方向上深弹弹阵形成的拦截范围长度值 $L_{x-all}$ :

若 $L_{x(n-1)} \geq 2r$ ,则 $L_{x(n-1)} = 2r$ ,

$$L_{(x-all)} = L_{x1} + L_{x2} + \dots + L_{x(n-1)};$$

若 $L_{x(n-1)} < 2r$ ,

则 $L_{(x-a11)} = L_{x1} + L_{x2} + \dots + L_{x(n-1)}$  (式4) 式中,  $r$ 表示深弹毁伤半径;

根据求解的 $L_{(x-a11)}$ 得到深弹弹阵在来袭鱼雷前行航路上形成的拦截区域长度。

2. 根据权利要求1所述的测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法, 其特征在于, 发射设备选用实装或与实装状态一致的样机, 按照实装发射流程完成深弹发射。

3. 根据权利要求1所述的测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法, 其特征在于, 两行浮标间隔距离取值为3~5倍的深弹纵向散布误差, 浮标横向间隔距离与纵向间隔距离保持一致; 或根据需要结合深弹横向散布误差设置浮标横向间隔距离。

4. 根据权利要求1所述的测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法, 其特征在于, 浮标参照物区域两端各自延伸弹阵布放宽度的20%作为横向覆盖范围余量。

5. 根据权利要求1所述的测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法, 其特征在于, 每个浮标下面增加配重。

## 一种测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于水面船舶水下防御作战技术领域,具体涉及一种测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法。

### 背景技术

[0002] 悬浮式深弹防御鱼雷的主要作用原理是在来袭目标前行航路上布放一定数量的深弹,形成弹阵对目标进行拦截,其拦截效果受到目标探测、数据解算、武器发射控制、深弹布阵效果等诸多因素的影响。其中,深弹布阵阵形作为深弹布放的结果,其形态直接影响着来袭鱼雷是否过阵,决定了深弹弹阵的布阵效果,最终影响深弹对来袭鱼雷的拦截效果。因此,测量深弹弹阵相邻落点间隔距离,成为影响弹阵布阵效果评估和深弹作战效果评估的重要内容。

[0003] 目前,悬浮式深弹弹阵布放效果测量尚处空白,而对弹阵相邻落点间隔距离的测量方法尚未有详细报道。海上试验条件下,测量方法、手段有限,试验环境条件远非实验室和陆上试验条件可比,测量困难。主要表现在:

[0004] (1)落点位置测量难以实施。

[0005] 常用的定位及距离测量工具如GPS、激光测距仪等设备在海上试验条件中难以使用。深弹自身的功能、性能、结构设计及体积、重量的要求决定了其难以有足够的条件搭载GPS模块,海上试验定位困难。在试验过程中,弹药发射入水后,每枚弹药入水的落点还会受水流流速等因素的影响发生漂移,导致落点位置更加难以测量。

[0006] (2)海上环境复杂,状态难以保持。

[0007] 海上试验需要面对复杂的海上环境,如风向、风速、水流流速等均会对弹阵中每枚深弹的落点位置产生偏差影响;同时会给落点位置的状态及弹阵阵形状态的保持带来较大困难,导致落点位置测量难度大幅提升。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的在于,提供一种测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法,解决在海上环境条件下深弹落点位置和弹阵相邻落点间的间隔距离测量问题,从而支撑悬浮式深弹布阵效果的评估,为悬浮式深弹的作战使用及作战效能评估奠定基础。

[0009] 本发明所采用的技术方案如下:

[0010] 一种测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法,包括以下步骤:

[0011] (1)参照物区域选择与布放

[0012] 在海上试验条件下,选用一定排水量的水面船舶作为发射平台,发射设备安装于发射平台;确定深弹弹阵布放中心点位置,以深弹弹阵布放中心点为中心,纵向前后对称布放两行浮标,作为参照物;浮标参照物区域应覆盖深弹布放于中心点位置时深弹的落点散布误差范围;

[0013] (2)落点位置参数测量

[0014] 航拍无人机升空,飞行至弹阵布放中心点位置上空,悬停一定高度,覆盖并对准浮标参照物区域采用俯视角度进行拍摄;

[0015] 确定深弹弹阵布放中心点位置与发射平台位置的距离D,发射设备根据距离D进行发射参数解算,发射深弹,进行深弹布阵;航拍无人机获取每枚深弹入水时刻的图像;

[0016] (3) 相邻落点间隔距离测算

[0017] 在图像中建立X-Y坐标系,以来袭鱼雷前行航路的垂直方向为X轴,以来袭鱼雷前行航路的相反方向为Y轴;由每枚深弹入水时刻的图像获取每枚深弹的落点位置;

[0018] 由深弹落点位置向坐标系X轴和Y轴作垂线,依次获取图像中深弹落点位置在X轴和Y轴的投影长度,分别对应记为 $l_{1x}$ 、 $l_{2x}$ ... $l_{nx}$ , $l_{1y}$ 、 $l_{2y}$ ... $l_{ny}$ ;其中, $l_{1x} < l_{2x} < \dots < l_{nx}$ ,n表示深弹总数;

[0019] 计算弹阵中相邻两落点在坐标系中的间隔长度 $l_1$ 、 $l_2$ ... $l_{(n-1)}$ 为:

$$[0020] \quad l_1 = ((l_{2x} - l_{1x})^2 + (l_{2y} - l_{1y})^2)^{1/2}$$

[0021] .....

$$[0022] \quad l_{(n-1)} = ((l_{nx} - l_{(n-1)x})^2 + (l_{ny} - l_{(n-1)y})^2)^{1/2} \quad (\text{式1})$$

[0023] 获取图像中两浮标的间隔距离,记为l;

[0024] 计算相邻两落点间实际间隔距离为:

$$[0025] \quad L_1 = L \times l_1 / l,$$

[0026] .....

$$[0027] \quad L_{(n-1)} = L \times l_{(n-1)} / l. \quad (\text{式2})$$

[0028] 式中,L表示所述两浮标的实际间隔距离; $L_1$ 、 $L_2$ ... $L_{(n-1)}$ 依次为相邻两落点间实际间隔距离;

[0029] (4) 阵型参数测算与评估

[0030] 计算各相邻落点间隔距离在X轴方向上的投影距离 $L_{x1}$ 、 $L_{x2}$ ... $L_{x(n-1)}$ 为:

$$[0031] \quad L_{x1} = L \times (l_{2x} - l_{1x}) / l$$

[0032] .....

$$[0033] \quad L_{x(n-1)} = L \times (l_{nx} - l_{(n-1)x}) / l \quad (\text{式3})$$

[0034] 计算在X轴方向上深弹弹阵形成的拦截范围长度值 $L_{x-a11}$ ;先判断每个相邻落点间隔距离在X轴方向上的投影长度值是否达到2倍深弹毁伤半径,如果不小于深弹的毁伤半径的2倍,则X轴方向上的投影长度取值为2倍毁伤半径;若是小于深弹的毁伤半径的2倍,则直接取值为X轴方向上的投影长度;对各值进行求和,求出在X轴方向上深弹弹阵形成的拦截范围长度值 $L_{x-a11}$ :

$$[0035] \quad \text{若 } L_{x(n-1)} \geq 2r, \text{ 则 } L_{x(n-1)} = 2r,$$

$$[0036] \quad L_{(x-a11)} = L_{x1} + L_{x2} + \dots + L_{x(n-1)};$$

$$[0037] \quad \text{若 } L_{x(n-1)} < 2r,$$

$$[0038] \quad \text{则 } L_{(x-a11)} = L_{x1} + L_{x2} + \dots + L_{x(n-1)} \quad (\text{式4})$$

[0039] 式中,r表示深弹毁伤半径;

[0040] 根据求解的 $L_{(x-a11)}$ 得到深弹弹阵在来袭鱼雷前行航路上形成的拦截区域长度。

[0041] 进一步的,发射设备选用实装或与实装状态一致的样机,按照实装发射流程完成深弹发射。

[0042] 进一步的,两行浮标间隔距离取值为3~5倍的深弹纵向散布误差,浮标横向间隔距离与纵向间隔距离保持一致,亦可根据需要结合深弹横向散布误差对浮标横向间隔距离进行调整。

[0043] 进一步的,浮标参照物区域两端各自延伸弹阵布放宽度的20%作为横向覆盖范围余量。

[0044] 进一步的,每个浮标下面增加配重。

[0045] 本发明与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0046] 本发明支持在海上环境条件下对深弹弹阵相邻落点间隔距离的测量,支撑深弹布阵效果的评估,悬浮式深弹作战使用和作战效能分析研究,为水面船舶反鱼雷作战武器系统能力评估奠定基础。

## 附图说明

[0047] 图1是本发明实施例提供的悬浮式深弹弹阵布放散布示意图;

[0048] 图2是本发明实施例提供的悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离示意图;

[0049] 图3是本发明实施例提供的深弹弹阵落点分布及阵形示意图。

## 具体实施方式

[0050] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0051] 本发明提出了一种在海上环境条件下测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法,适用于悬浮式深弹弹阵布阵效果评估和悬浮式深弹的作战使用研究。

[0052] 在海上试验条件下,海况不高于三级,选用一定排水量的水面船舶作为发射平台,安装好发射设备。于某海域利用发射平台向指定水域发射悬浮式深弹布放弹阵,测量弹阵相邻两枚深弹的间隔距离。弹药发射设备可选用实装或与实装状态一致的样机,按照实装发射流程完成深弹发射。具体步骤如下:

[0053] (1) 参照物区域选择与布放

[0054] 确定深弹弹阵布放中心点位置与发射平台位置的距离 $D$ ,以深弹弹阵布放中心点为中心,纵向前后对称布放两行浮标,两行浮标的间隔距离为 $L$ ,根据误差正态分布规律可知,实际落点位置一般不超理论落点位置的3倍的误差范围,考虑浮标外侧延伸一倍的纵向散布误差计算,两行浮标间隔距离取值约3~5倍的深弹纵向散布误差。每行浮标数量为 $m$ ,浮标横向间隔距离与纵向间隔距离保持一致; $m$ 个浮标累计覆盖横向距离宽度为 $L \times (m-1)$ ,需覆盖深弹弹阵布放宽度,并两端各自延伸弹阵布放宽度的20%作为横向覆盖范围余量。如图1所示。各浮标下面可增加配重,减小因海流因素带来的漂移。

[0055] (2) 落点位置参数测量

[0056] 发射设备根据深弹弹阵布放距离 $D$ 等参数进行发射参数解算,等待弹药发射。

[0057] 航拍无人机升空,飞行至弹阵布放中心点位置上空,悬停一定高度,覆盖并对准浮标参照物区域采用俯视角度进行拍摄。

[0058] 发射设备根据解算后的发射参数实施深弹发射。待一组深弹发射布阵完毕后,回收航拍无人机,对摄录内容进行回放,按顺序对每枚深弹入水时刻的摄录镜头进行截图、编号保存。

[0059] (3) 相邻落点间隔距离测算

[0060] 分别对已编号的截图进行处理,如图2所示。在各图中对浮标的位置点进行连线,形成覆盖范围网格。选择最下行最左列浮标为原点,以该行浮标为X轴建立X-Y坐标系,即X轴为来袭鱼雷前行航路的垂直方向,且与该行浮标重合,Y轴为来袭鱼雷前行航路的相反方向。由落点位置B向坐标系X轴、Y轴作垂线,与Y轴的交点标记为 $B_{1y}$ 、 $B_{2y}$ ... $B_{ny}$ ,与X轴的交点标记为 $B_{1x}$ 、 $B_{2x}$ ... $B_{nx}$ 。在图中分别测量每个落点位置点和其与Y轴、X轴交点间的长度。即落点位置在X轴、Y轴的投影长度,分别为 $B_1B_{1y}$ 、 $B_2B_{2y}$ ... $B_nB_{ny}$ , $B_1B_{1x}$ 、 $B_2B_{2x}$ ... $B_nB_{nx}$ ,按照直角坐标系计数规则分别对应记为 $l_{1x}$ 、 $l_{2x}$ ... $l_{nx}$ , $l_{1y}$ 、 $l_{2y}$ ... $l_{ny}$ 。

[0061] 每张图中可测量一个落点位置在坐标轴上的投影长度,由于不同落点截图中建立的坐标系是相同的,照片中不同落点间的间隔长度可直接利用坐标参数进行计算。由图2所示,可求出图中弹阵相邻两落点在坐标系中的间隔长度 $l_1$ 、 $l_2$ ... $l_{(n-1)}$ 为:

$$[0062] \quad l_1 = ((l_{2x} - l_{1x})^2 + (l_{2y} - l_{1y})^2)^{1/2}$$

[0063] .....

$$[0064] \quad l_{(n-1)} = ((l_{nx} - l_{(n-1)x})^2 + (l_{ny} - l_{(n-1)y})^2)^{1/2} \quad (\text{式1})$$

[0065] 同时,在图上测量两浮标间隔距离长度数据三组,求取平均值,记为1。

[0066] 由于深弹落点和参照物浮标均由航拍无人机摄录截图测量所得,根据同一参照系内位置关系间的比例关系可知,截图中落点间隔距离长度( $l_1, l_2 \dots l_{(n-1)}$ )与参照物间隔距离长度(1)的比例关系和实际落点间隔测量距离( $L_1, L_2 \dots L_{(n-1)}$ )与实际参照物间隔距离(L)的比例关系一致。由此可得:

$$[0067] \quad l_1/1 = L_1/L,$$

[0068] .....

$$[0069] \quad l_{(n-1)}/1 = L_{(n-1)}/L。$$

[0070] 求得相邻两落点间间隔距离为:

$$[0071] \quad L_1 = L \times l_1/1,$$

[0072] .....

$$[0073] \quad L_{(n-1)} = L \times l_{(n-1)}/1。 \quad (\text{式2})$$

[0074] (4) 阵型参数测算与评估

[0075] 由深弹防御原理可知,弹阵作用的发挥主要取决于弹阵在鱼雷前行航路上形成的投影面积。该投影面积主要通过水平投影长度和垂直投影长度表示。水平投影长度决定了鱼雷相对于本平台的方位覆盖范围,垂直投影长度决定了对鱼雷航行深度的覆盖范围,垂直投影长度一般取值为深弹毁伤半径的2倍,即 $2r$ 。由图1和图2可知,弹阵中相邻落点间距离的水平投影即为相邻落点间距离在水平方向上,即X轴上的投影。

[0076] 结合图2所示,根据步骤(3)中测量的落点位置、其与坐标轴交点间的长度 $l_{1y}$ 、 $l_{2y}$ ... $l_{ny}$ 和 $l_{1x}$ 、 $l_{2x}$ ... $l_{nx}$ ,相邻两个落点间隔距离在来袭目标水平方向上的投影距离 $L_{x1}$ 、 $L_{x2}$ ... $L_{xn}$ 的关系式为:

$$[0077] \quad (l_{2x} - l_{1x})/1 = L_{x1}/L$$

[0078] ……

$$[0079] \quad (1_{nx} - 1_{(n-1)x}) / 1 = L_{x(n-1)} / L$$

[0080] 求出各相邻落点间隔距离在水平方向上的投影距离 $L_{x1}$ 、 $L_{x2}$ … $L_{x(n-1)}$ 。

$$[0081] \quad L_{x1} = L \times (1_{2x} - 1_{1x}) / 1$$

[0082] ……

$$[0083] \quad L_{x(n-1)} = L \times (1_{nx} - 1_{(n-1)x}) / 1 \quad (\text{式3})$$

[0084] 求解弹阵中各落点在水平方向上投影的长度之和。

[0085] 先判断每个相邻落点间隔距离在水平方向上的投影长度值是否达到2倍深弹毁伤半径。如果不小于深弹的毁伤半径的2倍,那么水平方向上的投影长度取值为2倍毁伤半径;若是小于深弹的毁伤半径的2倍,那么直接取值投影长度。对各值进行求和,求出在水平方向上深弹弹阵形成的拦截范围长度值 $L_{x-a11}$ 。

[0086] 若 $L_{x(n-1)} \geq 2r$ ,则 $L_{x(n-1)} = 2r$ ,

$$[0087] \quad L_{(x-a11)} = L_{x1} + L_{x2} + \dots + L_{x(n-1)};$$

[0088] 若 $L_{x(n-1)} < 2r$ ,

$$[0089] \quad \text{则} L_{(x-a11)} = L_{x1} + L_{x2} + \dots + L_{x(n-1)} \quad (\text{式4})$$

[0090] 根据求解的 $L_{(x-a11)}$ 可以判出深弹弹阵在来袭鱼雷前行航路上形成的拦截区域长度。

[0091] 本发明提出了一种在海上条件下测量悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离的方法,该方法在海上条件下布置浮标参照物,利用航拍深弹落点位置与浮标位置间的位置比例关系,建立直角坐标系,测量弹阵中相邻两枚深弹的间隔距离。为深弹布阵效果评估提供支撑,为深弹的作战使用及作战效能评估奠定基础。

[0092] 下面以小口径悬浮式深弹弹阵相邻落点间隔距离测量为例:

[0093] (1)参照物区域选择与布放

[0094] 选取北部某海域为试验地点,海况不大于三级,选用试验船作为发射平台,安装发射设备,设发射基准为A点。为了简化处理流程,调整试验船航向为正北,深弹弹阵布放中心点与A点间距离D为1200m。在垂直于来袭鱼雷航路方向,深弹布阵中心点前后对称位置,布放2行浮标。深弹静态纵向散布误差在1200米处约为11米,选定每一行浮标间隔距离 $L = 50\text{m}$ ,同一行内每两个浮标间隔距离同为 $L = 50\text{m}$ 。深弹弹阵布放宽度需求在1200m处约为280m,由此可得多个浮标累加覆盖横向距离宽度需约380m,按照50m间隔布放,每行布放浮标8个。即共计布放浮标16个,分两行分布,每行8个,行间距和行内间距均为50m。

[0095] (2)落点位置参数测量

[0096] 发射设备根据深弹弹阵布放距离D等参数进行发射参数解算,等待弹药发射。

[0097] 航拍无人机升空,飞行至弹阵布放距离点上空,悬停约800m高度,对准浮标参照物区域进行俯视角度的摄录。

[0098] 发射设备根据解算后的发射参数实施深弹发射。发射完一组深弹后,收回航拍无人机,对摄录内容进行回放,按顺序对每枚深弹入水时刻的摄录镜头进行截图、编号保存。

[0099] (3)相邻落点间隔距离测算

[0100] 分别对已编号的截图进行处理。在图中对浮标的位置点进行连线,形成覆盖范围网格,选择左下角浮标位置为原点建立X-Y坐标系。由每个落点位置 $B_n$ 向坐标系的X轴、Y轴



作垂线,并在图中测量 $B_1B_{1y}$ 、 $B_2B_{2y}$ ... $B_nB_{ny}$ 的长度值记为 $l_{1x}$ 、 $l_{2x}$ ... $l_{nx}$ ,数据填入表1数据行“X轴投影长度”中;测量 $B_1B_{1x}$ 、 $B_2B_{2x}$ ... $B_nB_{nx}$ 的长度值记为 $l_{1y}$ 、 $l_{2y}$ ... $l_{ny}$ ;数据填入表1数据行“Y轴投影长度”中。

[0101] 根据(式1),可求得相邻落点间隔长度值 $l_1, l_2 \dots l_{(n-1)}$ ,填入表1数据行“相邻落点间隔长度”中。

[0102] 在图上测量两浮标间隔长度数据三组,求取平均值,记为 $l = 1.82\text{cm}$ 。

[0103] 根据(式2),可求得相邻落点实际间隔距离 $L_1, L_2 \dots L_{(n-1)}$ ,填入表1数据行“相邻落点间隔距离”中。

[0104] 表1一组弹院落点数据测量记录表

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X轴投影长度(cm)	0.60	1.51	2.59	3.43	4.41	5.32	6.22	7.28	8.49	9.42
Y轴投影长度(cm)	1.21	1.31	1.19	1.12	0.93	1.26	1.22	1.01	0.91	1.13
相邻落点间隔长度(cm)	0.92	1.08	0.85	1.00	0.97	0.91	1.08	1.21	0.96	/
相邻落点间隔距离(m)	25.14	29.65	23.23	27.46	26.58	24.86	29.62	33.34	26.24	/
X轴投影间隔距离(m)	24.99	29.65	23.06	26.91	24.99	24.71	29.12	33.22	25.54	/

#### (4) 阵型参数测算与评估

[0105] 结合(式3)和前序步骤测量的数据 $l_{1x}, l_{2x} \dots l_{nx}$ 和 $l_{1y}, l_{2y} \dots l_{ny}$ ;计算各相邻落点间隔距离在水平方向上的投影距离 $L_{x1}, L_{x2} \dots L_{x(n-1)}$ ,数据记入表1数据行“X轴投影间隔距离”中。

[0106] 根据表1中“X轴投影长度”、“Y轴投影长度”两行数据在直角坐标系中描出各个落点,形成布阵示意图如图3所示。

[0107] 小口径悬浮式深弹的毁伤半径 $r = 14\text{m}$ ,根据上述计算数据可判定部分相邻落点间隔距离在水平方向上的投影距离大于 $2r$ ,将此部分数据用 $2r$ 值替代。根据(式4),求得弹弹的拦截范围长度值 $L_{(x-all)} = 234\text{m}$ 。

[0108] 由于弹阵两顶端的深弹各自有半个圆形的覆盖范围未纳入投影长度计算,因此整个弹阵的有效作用范围需向外延伸一个毁伤半径,为 $L_{(x-all)} + 2r = 234\text{m} + 28\text{m} = 262\text{m}$ 。

[0109] 综上所述,本发明考虑在海上试验条件下,提出一种用于测量深弹入水时刻的位置和相邻落点间隔距离的方法,利用设定的浮标参照物,随海洋环境动态变化,与落点的位置变化规律保持一致,采用无人机航拍方式测量入水时刻弹药落点位置及相邻落点的间隔距离,从而评估深弹布阵阵形,支撑悬浮式深弹的效能评估和作战使用研究。

[0110] 以上所述,仅是本发明的典型理论实施示例,并非对本发明作任何形式及应用条件上的限制,本领域技术人员利用上述技术内容做出坐标位置平移、布院落点数量、间隔距离投影值的取值变化等些许简单修改,等同变化或修饰,均落在本发明的保护范围内。

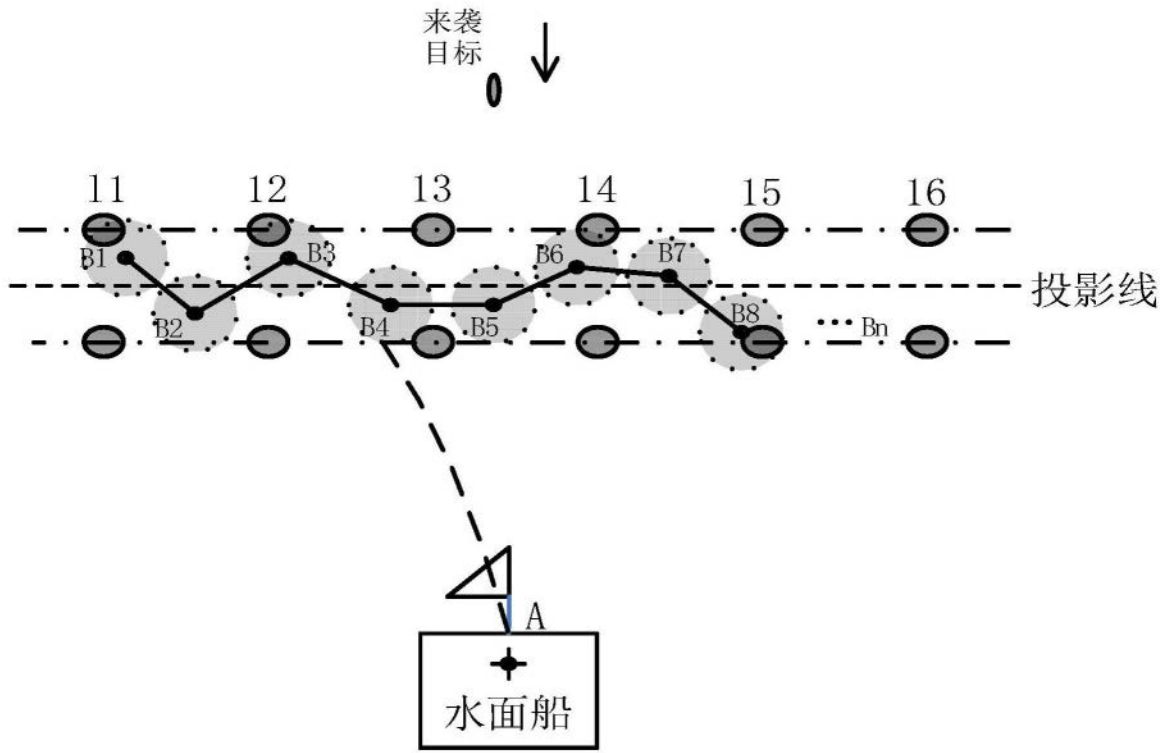


图1

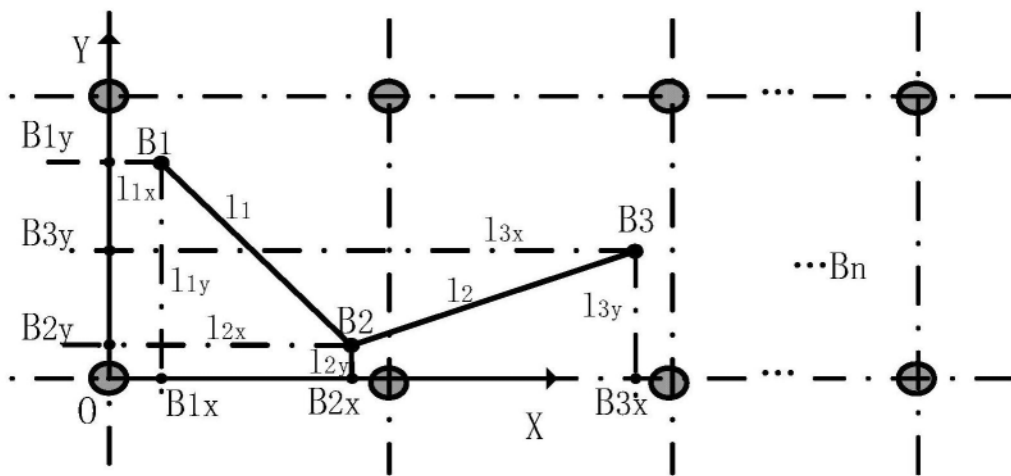


图2

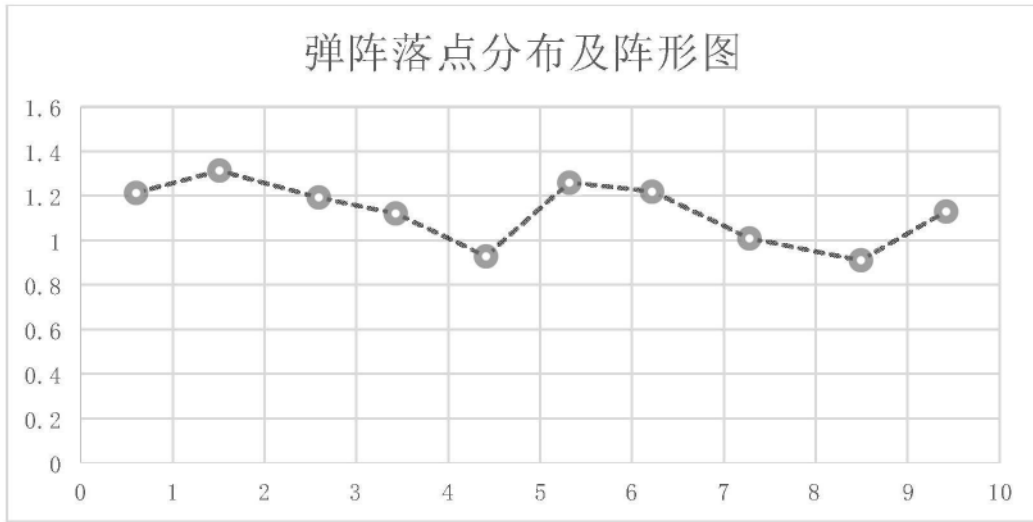


图3