



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110764055 A
(43)申请公布日 2020.02.07

(21)申请号 201911020836.7

(22)申请日 2019.10.25

(71)申请人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72)发明人 时胜国 高塬 杨德森 时洁
胡博 张昊阳 李松 张揽月
莫世奇 方尔正 朱中锐

(51) Int. Cl.

G01S 5/22(2006.01)

G01H 17/00(2006.01)

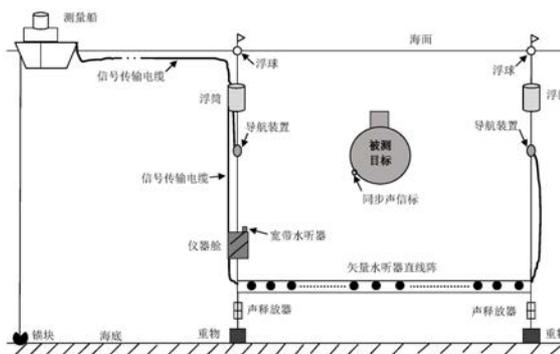
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量系统及测量方法

(57)摘要

本发明涉及一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量系统及测量方法,属于水下低噪声目标的辐射噪声测量领域;该矢量测量系统由矢量水听器水平直线阵、仪器舱、同步测距装置、时统装置、导航装置、浮球-重物系留系统、信号传输电缆和数据处理装置等组成;该矢量测量方法中采用导航装置引导被测目标进入测量区域;使用同步测距装置获得被测目标与基阵之间的距离、被测目标的运动轨迹,并根据合成孔径技术可形成虚拟平面阵;在获取被测目标的辐射噪声数据后,利用数据处理装置对声压信号和质点振速信号进行声压振速联合处理,实现测量。本发明以矢量水听器为基础,可靠性和可维修性高,实施便利,在水下低辐射噪声测量方面有很大的发展前景。



CN 110764055 A

1. 一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量系统,包括矢量水听器水平直线阵、仪器舱、同步测距装置、时统装置、导航装置、浮球-重物系留系统、信号传输电缆和数据处理装置;其特征在于:所述矢量水听器由声压水听器和振速水听器组成,仪器舱内部装有信号调理装置和数据采集存储装置;同步测距装置包括同步声信标和宽带水听器;浮球-重物系留系统包括浮球、浮筒、声释放器和重物;矢量测量系统的核心部分是矢量水听器直线阵,该矢量水听器直线阵通过浮球-重物系留系统水平悬浮于水中,且靠近海底的位置。

2. 一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量方法,其特征在于,具体包括以下步骤:

步骤1、测量前使用导航装置引导被测目标进入测量区域;

步骤2、测量过程中使用同步测距装置获得被测目标与基阵之间的距离、被测目标的航速、航向信息;

步骤3、根据合成孔径技术在被测目标运动方向上形成虚拟平面阵;

步骤4、在获取被测目标的辐射噪声数据后,利用数据处理装置对声压信号和质点振速信号进行声压振速联合处理,获得单边指向性,同时结合噪声源定位识别算法,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

3. 根据权利要求2所述一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量方法,其特征在于:所述步骤1具体包括测量前,被测目标下潜到设定的深度,测量船在远离测量区几百米的位置通过信号传输电缆控制导航装置,引导被测目标进入测量区域;当被测目标进入测量区后,导航装置停止发射信号,被测目标继续按照预定航向低速行驶,从矢量水听器直线阵正上方水平匀速通过,进行辐射噪声测量。

4. 根据权利要求2或3所述一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量方法,其特征在于:所述步骤2具体包括在被测目标斜下方安装有同步声信标,测量前利用时统装置使声信标与测量系统同步,同步后在每次零时刻声信标发射一次高频声脉冲;在整个测量过程中,根据宽带水听器接收脉冲到达的时间可计算出被测目标与测量基阵之间的距离;通过对信标发射的高频声信号进行定位,可获得被测目标的运动轨迹、航速、航向信息。

5. 根据权利要求4所述一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量方法,其特征在于,所述步骤4具体包括以下步骤:

步骤4.1、通过矢量水听器直线阵接收被测目标的辐射噪声,经过传输电缆将辐射噪声信号传输至仪器舱内的信号调理装置;

步骤4.2、信号调理装置对接收的信号进行调理、滤波、放大预处理,再将处理过的信号发送给数据采集存储装置;

步骤4.3、数据采集存储装置对预处理后的信号进行量化和采集,得到声压数据 $p(t)$ 和三维质点振速数据 $v_x(t)$ 、 $v_y(t)$ 、 $v_z(t)$,再将得到的数据通过电缆传输至测量船上的数据处理装置;

步骤4.4、利用数据处理软件对存储的数据进行声压振速联合处理:

$$v_c(t) = v_x(t) \cos \Psi \cos \varphi + v_y(t) \sin \Psi \cos \varphi + v_z(t) \sin \varphi$$

$$R_{(p+v)v} = E \left[[p(t) + v_c(t)] v_c^H(t) \right]$$

式中, $v_c(t)$ 为组合振速数据, Ψ 为引导方位角, φ 为引导俯仰角; $R_{(p+v)v}$ 为互协方差矩

阵, $E[\]$ 表示取数学期望, H 表示共轭转置;

步骤4.5、通过 $(p+v_c) v_c$ 形式的声压振速联合处理获得单边指向性,当改变 Ψ 和 φ 时可在三维空间旋转波束,以此来改变指向性极大值和零点的位置;

步骤4.6、由于测量基阵布放在靠近海底的位置,海底反射声是影响噪声源定位识别算法性能的重要因素,将指向性的零点对准海底,可抑制海底声反射,提高噪声源定位识别算法的性能;

步骤4.7、联合处理得到的互协方差矩阵 $R_{(p+v) v}$ 可与多种噪声源定位识别算法相结合,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量系统及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量系统及测量方法,属于水下低噪声目标的辐射噪声测量领域。

背景技术

[0002] 近年来,由于减振降噪技术的迅速发展,各国的潜艇辐射噪声水平不断降低(胡家雄.21世纪常规潜艇声隐身技术发展动态.舰船科学技术.2001,04期:2-5页)。我国新型安静型潜艇的减振降噪技术也获得了快速的发展,其辐射噪声强度也在不断下降。随着潜艇辐射噪声水平的降低,对辐射噪声测量技术也提出了新的要求。

[0003] 水下低噪声目标的辐射噪声测量是世界各国都极为重视的研究领域。对目标噪声的正确测量不仅是正确掌握和评价水下目标的战术指标的必需条件,同时对于不断提高和发展安静型目标的探测能力也具有重要意义。目前,国外在水下低噪声目标测量方面常见的是采用固定式水下辐射噪声测量系统。2008年,美国在其大西洋水下测试评估中心建成了新型半永久式水声测量系统(STAFAC);法国和意大利也建设了基于近场声全息技术的大型垂直线阵测量系统;德国、荷兰、丹麦、挪威等国家,在位于挪威卑尔根附近的赫德尔峡湾建成了海格纳斯潜艇水声试验场(王大海,刘兴章.美国大西洋水下测试评估中心测量设施分析.舰船科学技术.2011,第33卷第10期)。采用固定式水下辐射噪声测量系统,能够提高测量精度和效率,但建设时水声试验场的选址条件严苛,建设维护费用昂贵,又缺乏机动性。同时,为满足对低频辐射噪声的测试需要,国外的水下辐射噪声测量系统多是采用大孔径垂直阵,对海域的水深有较高要求。而我国周围浅海居多,不适合大孔径垂直阵的布放。近年来翟春平等采用水平声压线阵实现了对航行船舶主要噪声源辐射部位定位识别(翟春平,张明伟,刘雨东,张宇.航行船舶噪声源辐射部位定位实验研究.声学学报,2013,38(2):160-166)。通常,水平阵布放在离海底较近的位置,采用声压阵无法抑制海底声反射,将严重影响噪声源定位识别算法的性能。时洁等人采用水平矢量水听器线阵在露天水池条件下实现了对大型运动舱段模型的噪声源定位识别,利用了辐射噪声的声压信号和振速信号,在一定程度上提升了噪声源定位识别精度(时洁,杨德森,时胜国.基于矢量阵的运动声源柱面聚焦定位方法试验研究.物理学报,2012,61(12):124302);但其对声压信号和振速信号进行单独处理,没有形成单边指向性,无法从根本上解决海底声反射影响的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的是为了解决水下运动目标辐射噪声源测量问题而提供一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量系统及测量方法。

[0005] 本发明的目的是这样实现的:一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量系统,包括矢量水听器水平直线阵、仪器舱、同步测距装置、时统装置、导航装置、浮球-重物系留系统、信号传输电缆和数据处理装置;矢量水听器由声压水听器和振速水听器组成,仪器舱内部装有信号调理装置和数据采集存储装置;同步测距装置包括同步声信标和宽带水听

器;浮球-重物系留系统包括浮球、浮筒、声释放器和重物;矢量测量系统的核心部分是矢量水听器直线阵,该矢量水听器直线阵通过浮球-重物系留系统水平悬浮于水中,且靠近海底的位置。

[0006] 本发明的目的是这样实现的,一种虚拟平面阵水下运动目标辐射噪声矢量测量方法,具体包括以下步骤:

[0007] 步骤1、测量前使用导航装置引导被测目标进入测量区域;

[0008] 步骤2、测量过程中使用同步测距装置获得被测目标与基阵之间的距离、被测目标的航速、航向信息;

[0009] 步骤3、根据合成孔径技术在被测目标运动方向上形成虚拟平面阵;

[0010] 步骤4、在获取被测目标的辐射噪声数据后,利用数据处理装置对声压信号和质点振速信号进行声压振速联合处理,获得单边指向性,同时结合噪声源定位识别算法,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

[0011] 本发明还包括这样一些特征:

[0012] 1、步骤1具体包括测量前,被测目标下潜到设定的深度,测量船在远离测量区几百米的位置通过信号传输电缆控制导航装置,引导被测目标进入测量区域;当被测目标进入测量区后,导航装置停止发射信号,被测目标继续按照预定航向低速行驶,从矢量水听器直线阵正上方水平匀速通过,进行辐射噪声测量。

[0013] 2、步骤2具体包括在被测目标斜下方安装有同步声信标,测量前利用时统装置使声信标与测量系统同步,同步后在每次零时刻声信标发射一次高频声脉冲;在整个测量过程中,根据宽带水听器接收脉冲到达的时间可计算出被测目标与测量基阵之间的距离;通过对信标发射的高频声信号进行定位,可获得被测目标的运动轨迹、航速、航向信息。

[0014] 3、步骤4具体包括以下步骤:

[0015] 步骤4.1、通过矢量水听器直线阵接收被测目标的辐射噪声,经过传输电缆将辐射噪声信号传输至仪器舱内的信号调理装置;

[0016] 步骤4.2、信号调理装置对接收的信号进行调理、滤波、放大预处理,再将处理过的信号发送给数据采集存储装置;

[0017] 步骤4.3、数据采集存储装置对预处理后的信号进行量化和采集,得到声压数据 $p(t)$ 和三维质点振速数据 $v_x(t)$ 、 $v_y(t)$ 、 $v_z(t)$,再将得到的数据通过电缆传输至测量船上的数据处理装置;

[0018] 步骤4.4、利用数据处理软件对存储的数据进行声压振速联合处理:

$$[0019] \quad v_c(t) = v_x(t) \cos \Psi \cos \varphi + v_y(t) \sin \Psi \cos \varphi + v_z(t) \sin \varphi$$

$$[0020] \quad R_{(p+v)v} = E \left[[p(t) + v_c(t)] v_c^H(t) \right]$$

[0021] 式中, $v_c(t)$ 为组合振速数据, Ψ 为引导方位角, φ 为引导俯仰角; $R_{(p+v)v}$ 为互协方差矩阵, $E[\]$ 表示取数学期望, H 表示共轭转置;

[0022] 步骤4.5、通过 $(p+v_c) v_c$ 形式的声压振速联合处理获得单边指向性,当改变 Ψ 和 φ 时可在三维空间旋转波束,以此来改变指向性极大值和零点的位置;

[0023] 步骤4.6、由于测量基阵布放在靠近海底的位置,海底反射声是影响噪声源定位识别算法性能的重要因素,将指向性的零点对准海底,可抑制海底声反射,提高噪声源定位识

别算法的性能；

[0024] 步骤4.7、联合处理得到的互协方差矩阵 $R_{(p+v)v}$ 可与多种噪声源定位识别算法相结合,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

[0025] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:针对水下运动目标辐射噪声测量问题,本发明结合我国海域水深较浅的情况,考虑了在我国海域进行水下噪声源测试时所遇到的实际问题。本发明采用靠近海底布放的矢量水听器水平直线阵来接收目标辐射噪声,解决了在浅海布放大孔径阵列的问题;利用导航装置引导被测目标航行并进入测量区域;在被测目标斜下方安装同步声信标,解决被测目标测距问题;利用合成孔径技术在被测目标运动方向上形成虚拟平面阵,以提高在该方向上的分辨率;同时,采用声压振速联合处理技术,形成单边指向性,可有效抑制海底声反射,提升噪声源定位识别算法性能。相比于固定式水下辐射噪声测量系统,本发明可靠性和可维修性高,实施便利,在水下低辐射噪声测量方面有很大的发展前景。

附图说明

[0026] 图1是水下运动目标辐射噪声矢量测量系统布放示意图；

[0027] 图2是水下运动目标辐射噪声矢量测量系统工作示意图；

[0028] 图3是振速矢量在坐标轴上的投影图；

[0029] 图4是矢量水听器 v_c 的指向性图；

[0030] 图5是 $(p+v_c)v_c$ 形式联合处理矢量水听器指向性图；

[0031] 图6是非联合处理的MVDR算法定位识别结果；

[0032] 图7是采用联合处理的MVDR算法定位识别结果；

[0033] 图8是采用联合处理和非联合处理的MVDR算法定位识别结果剖面图。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述。

[0035] 本发明公开了一种水下运动目标辐射噪声矢量测量系统和测量方法,具体的矢量测量系统布放示意图如图1所示。矢量测量系统由矢量水听器水平直线阵、仪器舱、同步测距装置、时统装置、导航装置、浮球-重物系留系统、信号传输电缆和数据处理装置等组成。仪器舱内部装有信号调理装置和数据采集存储装置;同步测距装置包括同步声信标和宽带水听器;浮球-重物系留系统包括浮球、浮筒、声释放器和重物等。其中,由矢量水听器组成的直线阵是核心部分,该矢量水听器直线阵通过浮球-重物系留系统水平悬浮于水中,且靠近海底的位置(一般距离海底几米以内,甚至可以直接布放在平坦的海床上)。本发明考虑在浅海进行水下噪声源测量的情况,将矢量水听器直线阵水平布放在靠近海底的位置,直线阵的首尾各有浮球-重物系留系统用以固定其水下姿态,被测目标从直线阵上方匀速通过以进行测量。测量开始后,矢量水听器直线阵接收的目标辐射噪声通过电缆传输至仪器舱内的信号调理装置;信号调理装置对接收的信号进行调理、滤波、放大预处理,再将处理过的信号发送给数据采集存储装置;数据采集存储装置对预处理后的信号进行量化和采集,得到声压数据和三维质点振速数据,再将得到的数据通过电缆传输至测量船上的数据处理装置;而后利用数据处理软件对存储的数据进行声压振速联合处理,形成单边指向性

来抑制海底声反射,并结合噪声源定位识别算法,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

[0036] 本发明还公开了一种水下运动目标辐射噪声测量方法,包括:在测量前使用导航装置引导被测目标进入测量区域;在测量过程中使用同步测距装置获得被测目标与基阵之间的距离、被测目标的航速、航向等重要信息;根据合成孔径技术在被测目标运动方向上形成虚拟平面阵;在获取被测目标的辐射噪声数据后,利用数据处理装置对声压信号和质点振速信号进行声压振速联合处理,获得单边指向性,同时结合噪声源定位识别算法,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

[0037] 对于一种水下运动目标辐射噪声测量方法,在测量系统开始工作后,通过矢量水听器直线阵接收被测目标的辐射噪声,经过传输电缆将辐射噪声信号传输至仪器舱内的信号调理装置;信号调理装置对接收的信号进行调理、滤波、放大预处理,再将处理过的信号发送给数据采集存储装置;数据采集存储装置对预处理后的信号进行量化和采集,得到声压数据 $p(t)$ 和三维质点振速数据 $v_x(t)$ 、 $v_y(t)$ 、 $v_z(t)$,再将得到的数据通过电缆传输至测量船上的数据处理装置;然后利用数据处理软件对存储的数据进行声压振速联合处理:

$$[0038] \quad v_c(t) = v_x(t) \cos \Psi \cos \varphi + v_y(t) \sin \Psi \cos \varphi + v_z(t) \sin \varphi$$

$$[0039] \quad R_{(p+v)v} = E \left[[p(t) + v_c(t)] v_c^H(t) \right]$$

[0040] 式中, $v_c(t)$ 为组合振速数据, Ψ 为引导方位角, φ 为引导俯仰角; $R_{(p+v)v}$ 为互协方差矩阵, $E[\]$ 表示取数学期望, H 表示共轭转置。通过 $(p+v_c)v_c$ 形式的声压振速联合处理可获得单边指向性,当改变 Ψ 和 φ 时可在三维空间旋转波束,以此来改变指向性极大值和零点的位置;由于测量基阵布放在靠近海底的位置,海底反射声是影响噪声源定位识别算法性能的重要因素,将指向性的零点对准海底,可抑制海底声反射,提高噪声源定位识别算法的性能。联合处理得到的互协方差矩阵 $R_{(p+v)v}$ 可与多种噪声源定位识别算法相结合,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

[0041] 水下运动目标辐射噪声的测量是一项复杂的系统工程,还需要相应的配套设施和辅助方法。在测量前,被测目标下潜到设定的深度,测量船在远离测量区至少几百米的位置通过信号传输电缆控制导航装置发射信号,引导被测目标进入测量区域。本发明中,在被测目标斜下方安装有同步声信标。声信标在测量前通过时统装置与测量系统进行同步,同步后在每次零时刻发射一次高频声脉冲信号。发射的高频声信号被宽带水听器接收,通过电缆传输至数据处理装置。根据宽带水听器接收脉冲到达的时间可计算被测目标与测量基阵间的距离,通过对高频声信号进行定位,可获得被测目标的运动轨迹。同时,为了提高在被测目标运动方向上的分辨率,利用合成孔径技术在沿被测目标运动方向上形成虚拟平面阵。合成孔径的原理是根据运动的相对性,将被测目标视为静止,矢量水听器直线阵以相同的速度反向运动,可将其虚拟运动距离看作是虚拟扩展的阵列孔径。由于水下测量目标运动速度较低,一般情况下可忽略多普勒效应的影响,以相对小的代价,将直线阵扩展成平面阵,提高在被测目标运动方向上的分辨率。本发明提出的水下运动目标辐射噪声矢量测量系统的具体工作示意图如图2所示。

[0042] 矢量水听器由声压水听器和振速水听器组成,分别测量声场中的声压 p 和相互正交的三个振速分量 v_x 、 v_y 和 v_z 。根据声场中声压与振速相关性理论可将四个测量量表示为:

$$[0043] \quad \begin{cases} p(t) = x(t) \\ v_x(t) = x(t) \cos \theta \cos \alpha \\ v_y(t) = x(t) \sin \theta \cos \alpha \\ v_z(t) = x(t) \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

[0044] 式中, $x(t)$ 为声压波形, θ 为声波传播的方位角, α 为俯仰角。质点振速在 x 、 y 、 z 轴上的投影关系如图3所示。

[0045] 为简便起见, 不失一般性, 本专利将只讨论2维矢量水听器, 即不考虑振速的 z 分量, 不难看出, 基于2维矢量水听器的处理方法完全适用于3维矢量水听器。令 $\alpha = 0^\circ$, 则式(1)简化为:

$$[0046] \quad \begin{cases} p(t) = x(t) \\ v_x(t) = x(t) \cos \theta \\ v_y(t) = x(t) \sin \theta \end{cases} \quad (2)$$

[0047] 本发明公开的矢量测量方法中引入了声压振速联合处理, 联合处理技术通过构造组合振速数据, 可与声压输出数据 $p(t)$ 组合形成单边指向性, 以抑制海底声反射, 具体如下所述。

$$[0048] \quad v_c(t) = v_x(t) \cos \Psi + v_y(t) \sin \Psi \quad (3)$$

[0049] 式中, $v_c(t)$ 为组合振速数据, Ψ 为引导角。将式(2)代入式(3)可得:

$$[0050] \quad v_c(t) = x(t) \cos(\theta - \Psi) \quad (4)$$

[0051] 进一步, 可得到 v_c 的归一化指向性 $e_v(\theta)$:

$$[0052] \quad e_v(\theta) = \left| \frac{v_c(t)}{|v_c(t)|_{\max}} \right| = |\cos(\theta - \Psi)| \quad (5)$$

[0053] 当 $\theta = \Psi$ 时为指向性极大值的位置, 只需改变引导角 Ψ 就可旋转波束。假设被测目标在引导角 $\Psi = \pi/2$ 位置处, 对指向性 $e_v(\theta)$ 进行仿真, 结果如图4所示。

[0054] 对于本发明公开的水下运动目标辐射噪声矢量测量系统, 由于测量基阵布放在靠近海底的位置, 海底反射声是影响噪声源定位识别算法性能的重要因素, 需要对海底声反射进行抑制。而 v_c 的指向性为偶极子形状, 当旋转波束使一个极大值位置对准被测目标时, 另一个极大值位置也对准了海底, 矢量水听器在接收目标辐射噪声的同时也无抑制地接收海底反射声。

[0055] 为了抑制海底声反射, 本发明公开的矢量测量方法将声压和振速数据进行 $(p+v_c)$ v_c 形式的组合:

$$[0056] \quad [p(t) + v_c(t)] v_c(t) = x^2(t) \cos(\theta - \Psi) [1 + \cos(\theta - \Psi)]$$

$$[0057] \quad (6)$$

[0058] 同理, 可得到 $(p+v_c) v_c$ 组合形式的归一化指向性:

$$[0059] \quad e_{(p+v)v}(\theta) = |\cos(\theta - \Psi) [1 + \cos(\theta - \Psi)]| \quad (7)$$

同样取引导角 $\Psi = \pi/2$, 对指向性 $e_{(p+v)v}(\theta)$ 进行仿真, 结果如图5所示。由 $(p+v_c) v_c$ 组合形成了“单边”指向性, 当旋转波束使指向性极大值位置对准被测目标时, 对准海底方向的

是指向性零点的位置,能够极大地抑制海底声反射,提高噪声源定位识别算法性能。

[0060] 基于声压振速联合处理的信号互协方差矩阵可表示为:

$$[0061] \quad R_{(p+v)v} = E \left[\left[p(t) + v_c(t) \right] v_c^H(t) \right] \quad (8)$$

[0062] 式中, $E[\]$ 表示取数学期望, H 表示共轭转置。该互协方差矩阵可与多种噪声源定位识别算法相结合,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

[0063] 仿真实例:

[0064] 对被测目标龙骨正下方的两处非相干声源进行定位,声源位置分别为-1.5米和1.5米(图中y坐标),声源频率 $f=1000\text{Hz}$;接收辐射噪声的矢量水听器直线阵到目标的垂直距离为9米,距离海底0.5米;分别采用基于声压振速联合处理的MVDR算法和非联合处理的MVDR算法来进行定位识别,非联合处理的定位结果如图6所示,采用联合处理的定位结果如图7所示,图8是两种算法定位结果在沿龙骨方向的剖面图。可以看出,基于声压振速联合处理的MVDR算法拥有更窄的主瓣和更大的动态范围;利用声压振速联合处理技术可抑制海底声反射,进一步提高算法的分辨率、空间增益和抗干扰能力,实现对水下目标辐射噪声源的精准定位识别。

[0065] 综上,本发明公开了一种水下运动目标辐射噪声矢量测量系统及测量方法,该矢量测量系统由矢量水听器水平直线阵、仪器舱、同步测距装置、时统装置、导航装置、浮球-重物系留系统、信号传输电缆和数据处理装置等组成。其中仪器舱内部装有信号调理装置和数据采集存储装置;同步测距装置包括同步声信标和宽带水听器;浮球-重物系留系统包括浮球、浮筒、声释放器和重物等。本发明公开的测量方法中采用导航装置引导被测目标进入测量区域;在测量过程中使用同步测距装置获得被测目标与基阵之间的距离、被测目标的运动轨迹,并根据合成孔径技术可形成虚拟平面阵;在获取被测目标的辐射噪声数据后,利用数据处理装置对声压信号和质点振速信号进行声压振速联合处理,能够形成单边指向性,抑制海底声反射,提升噪声源定位识别算法性能。本噪声测量系统以矢量水听器为基础,可靠性和可维修性高,实施便利,在水下低辐射噪声测量方面有很大的发展前景。

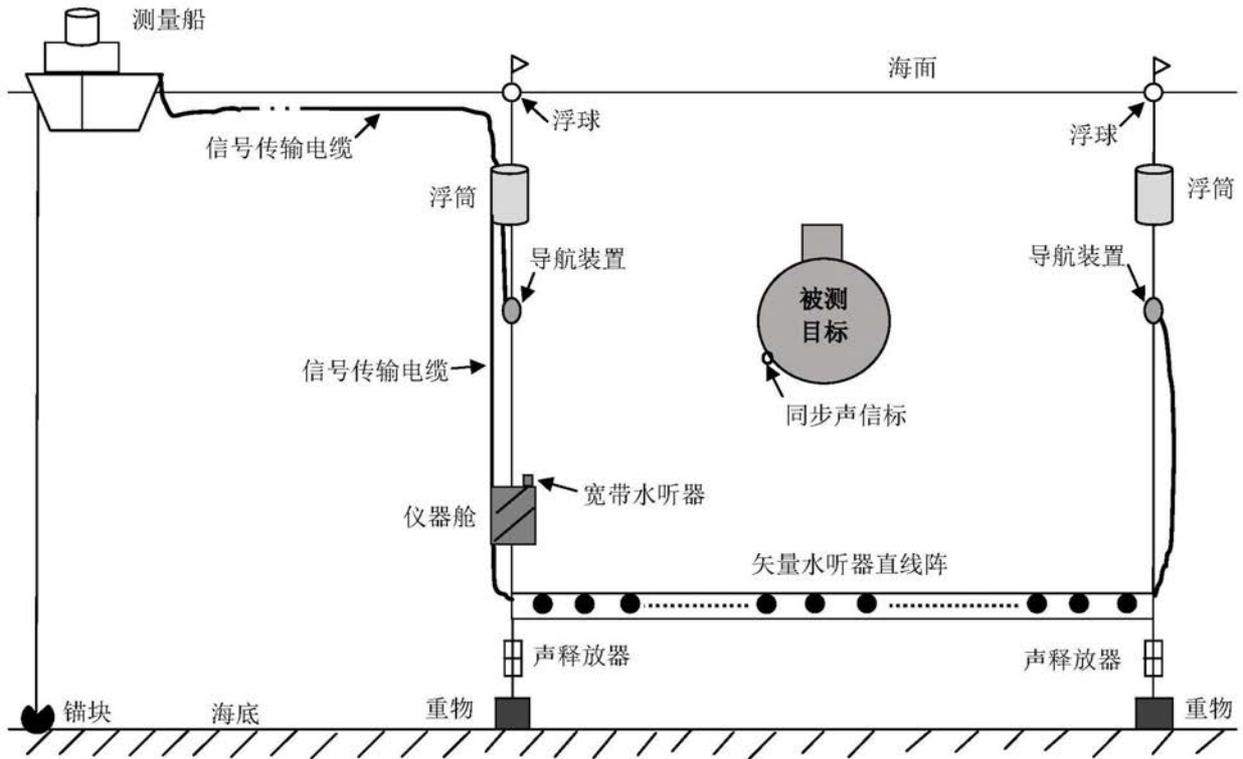


图1

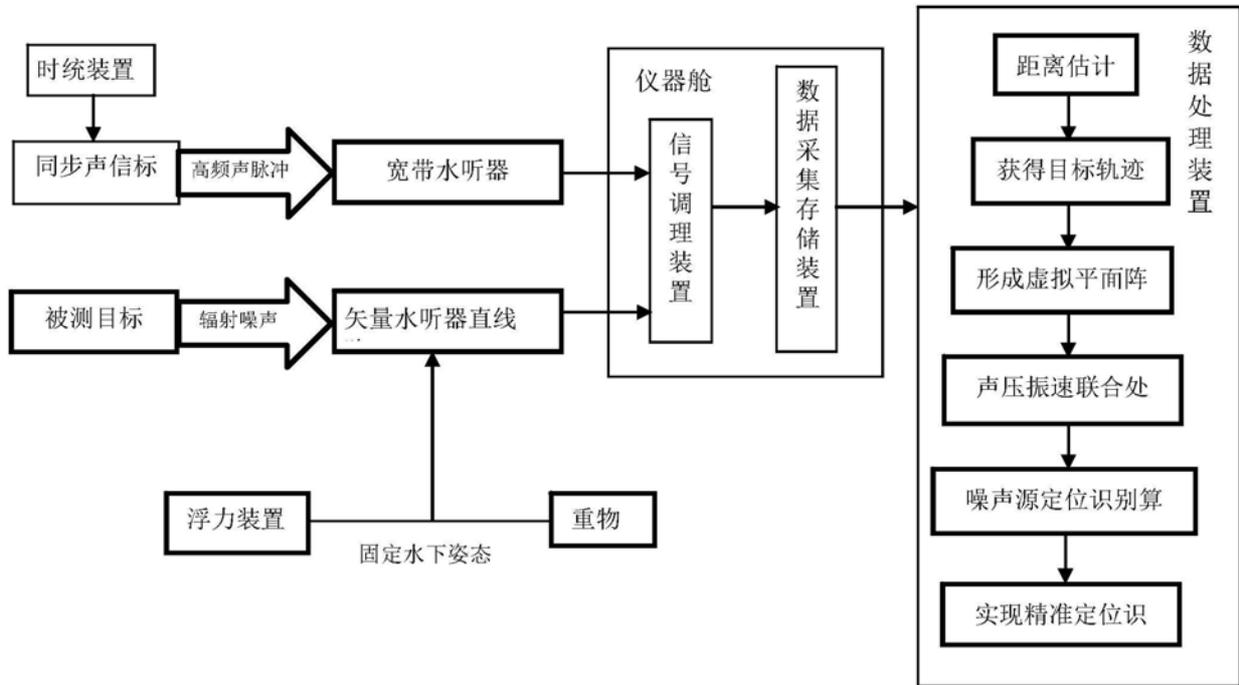


图2

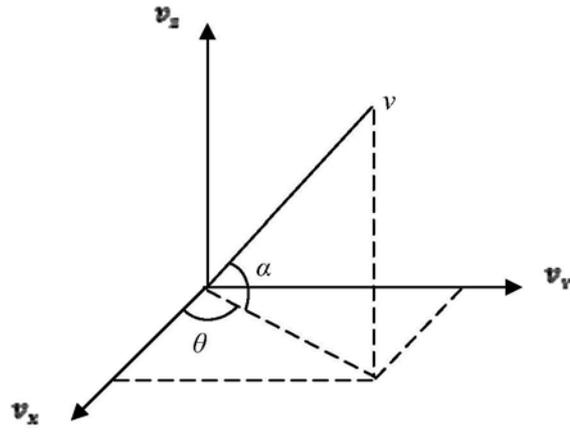


图3

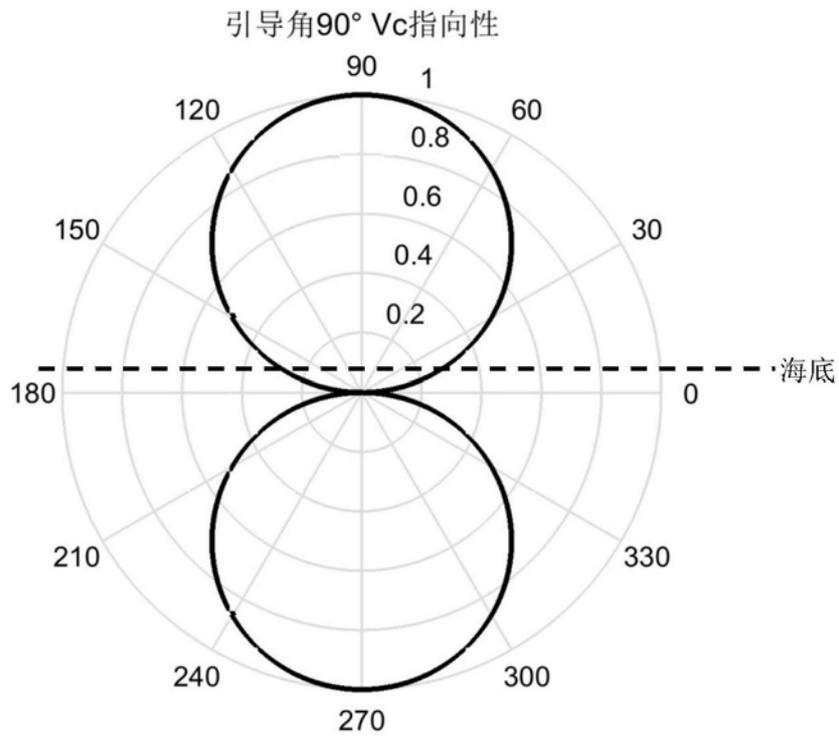


图4

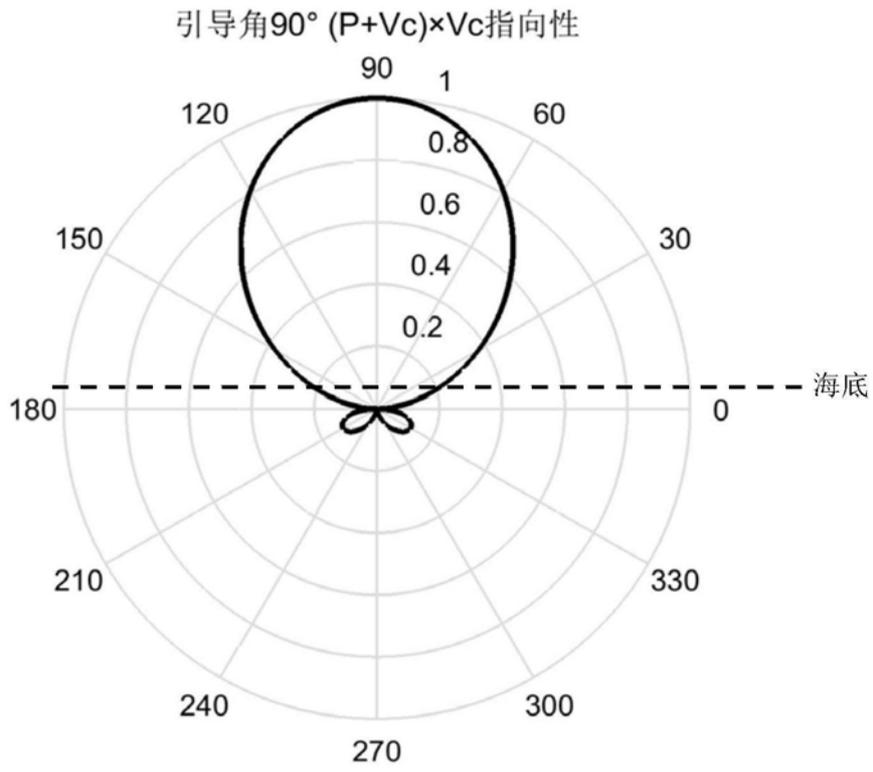


图5

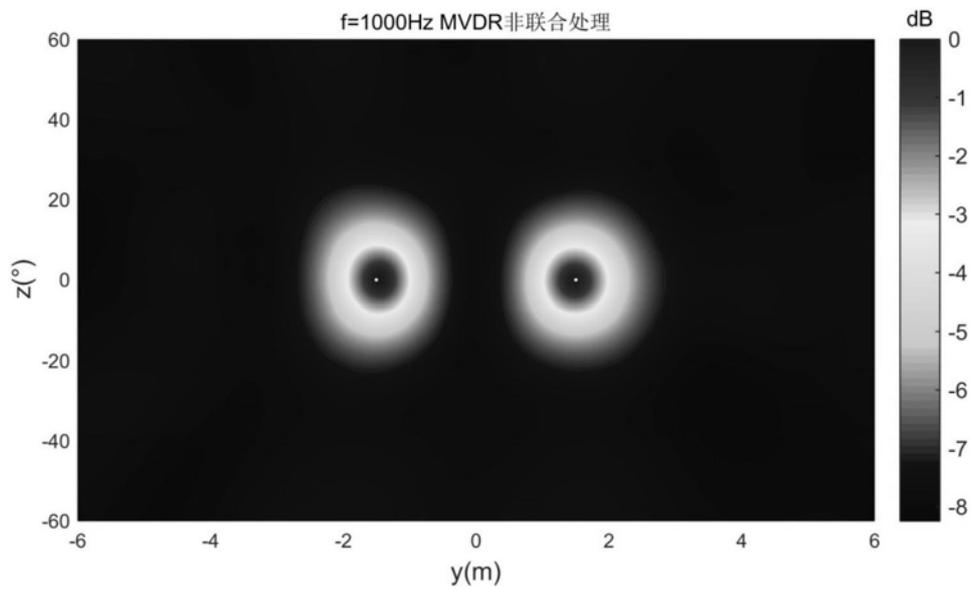


图6

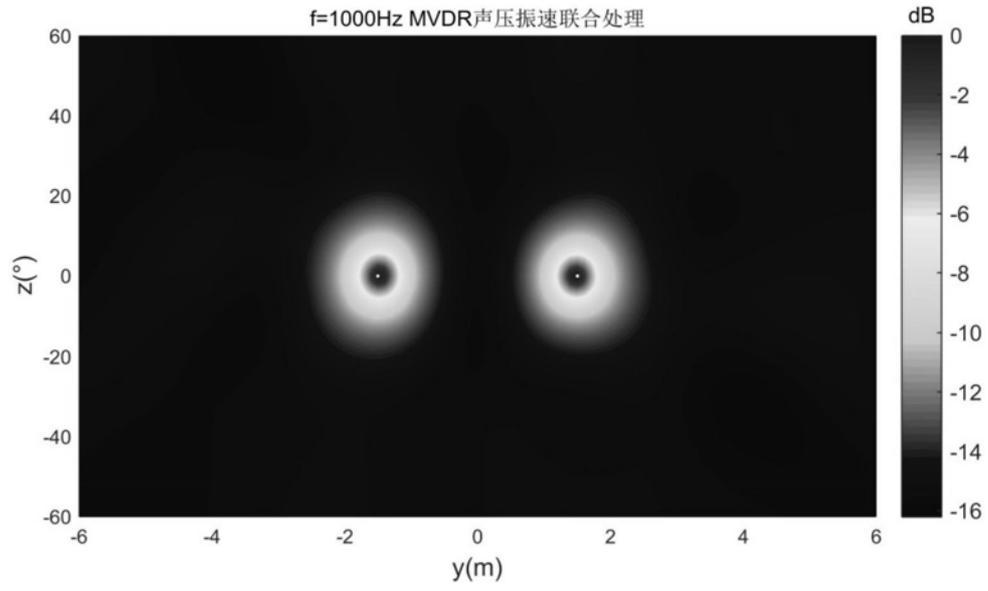


图7

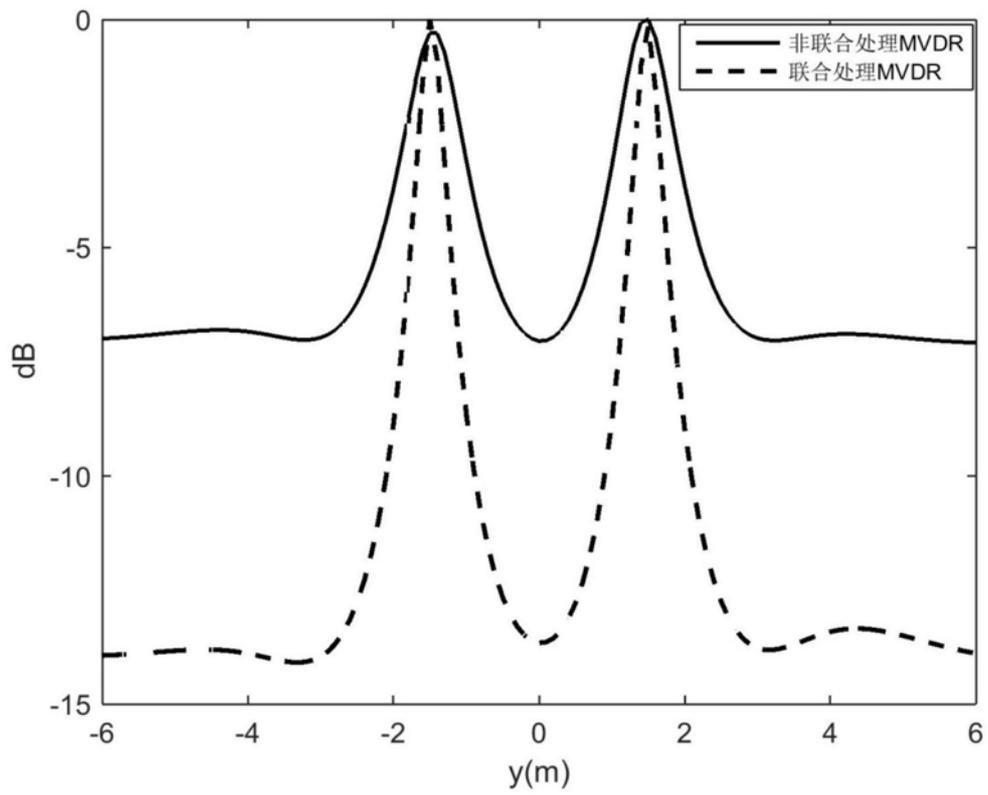


图8