

一种简易的潜标辅助寻标定位系统

兰志刚¹, 龚德俊², 刘育丰¹, 李思忍², 于新生³, 朱素兰²

(1. 中海实业公司信息技术开发分公司, 北京 100016; 2. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071;
3. 中国海洋大学, 山东 青岛 266003)

摘要: 介绍一种自主研发的、结合 GPS 定位和水声测距于一体的潜标自动搜寻定位系统。系统由安装于搜索船只上的全球定位系统 GPS 接收机、水声释放器甲板单元、综合信号接收处理单元(由计算机组成), 以及集成于潜标系统水声释放器上的水声应答系统组成。利用 GPS 定位原理, 将 GPS 测得的定位信息, 与水声测距技术相结合, 实现潜标系统的空间定位, 为潜标系统的可靠回收提供技术保障。

关键词: 水声定位; 潜标; GPS

中图分类号: P736.21

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2006)12-0001-04

布放于观测水域的潜标, 作为一种自含式、长期、连续、无人值守的观测系统, 长期以来一直备受广大海洋科技工作者的青睐。由于系统布放于水下, 而且往往集成了多台珍贵的测量仪器, 因此能否可靠地回收便成为潜标系统布放时所需考虑的首要问题。潜标定位是保障潜标系统顺利回收的基本前提。很久以来, 各国研究人员在水下目标的定位方面, 作了大量的研究工作, 并相继研究和开发了基于水声定位技术的长基线定位系统、短基线定位系统以及超基线定位系统等水下定位技术。尽管这些定位方法在海洋工作中发挥了重要作用, 但系统至少需要布设 3 个或 3 个以上的水声换能器作为定位基线站, 所需设备极其复杂、布设困难、耗资巨大, 难以运用于资金投入有限的海洋调查中去。因此现阶段的潜标回收, 基本上是靠回收时的 GPS 定位, 来确定潜标的具体方位。如果不受外界干扰, 潜标系统作为水下固定目标, 是不需要在回收时二次定位的。然而, 由于渔船拖网作业、海洋风暴等因素的影响, 潜标的位置有可能发生很大的变化, 给潜标的搜寻工作带来很大的困难, 甚至直接导致回收失败、系统丢失, 造成巨大的经济损失。如果回收时, 能够在现有的仪器设备的基础上, 增加一定的定位功能, 为潜标系统重新定位, 便可以保证潜标系统的可靠回收, 以最小的投入, 带来巨大的经济效益, 为海洋调查的实施提供有效的技术保障。作者利用 GPS 定位原理, 将 GPS 测得

的定位信息, 与声学释放器给出的测距信息相结合, 开发了一套可以集成上述两项设备功能的简易潜标辅助寻标定位系统, 以实现潜标系统的空间定位, 为潜标系统的可靠回收提供技术保障。

1 测量原理和数据处理方法

系统的定位原理采用与 GPS 定位相类似的空间定位技术, 即对于空间上位于非同一直线内的 3 个已知坐标点, 当空间上任意一未知点到上述 3 点的距离已知时, 则可以确定该未知点的空间坐标。

假设空间 3 个已知点分别为 A, B, C, 其坐标分别为 (X_A, Y_A, Z_A) , (X_B, Y_B, Z_B) , (X_C, Y_C, Z_C) , 未知点到上述 3 点的距离分别为 R_A, R_B, R_C , 则未知点应位于球心为 A, B, C, 半径分别为 R_A, R_B, R_C 的 3 个圆球的交点处。寻标时, 3 个已知点即为甲板单元声学换能器的布放点, 由于均贴近海面, 可以设

收稿日期: 2006 02 21; 修回日期: 2006 05 18

基金项目: 中国科学院重大科技合作项目(H42032602); 中国海洋石油总公司综合科研项目“深水区油气田开发水文气象监测及研究”

作者简介: 兰志刚(1963), 男, 山东青岛人, 高级工程师, 主要从事海洋环境工程与监测研究, 电话: 010-84525120, E-mail: lanzhg@cnooc.com.cn

$Z_A = Z_B = Z_C = 0$ 。设潜标坐标为 (X, Y, Z) ，则通过求解方程组：

$$(X - X_A)^2 + (Y - Y_A)^2 + Z^2 = R_A^2$$

$$(X - X_B)^2 + (Y - Y_B)^2 + Z^2 = R_B^2$$

$$(X - X_C)^2 + (Y - Y_C)^2 + Z^2 = R_C^2$$

可得两组解，因为潜标布放于水下，去掉 $Z > 0$ 的解，即可求得潜标坐标 (X, Y, Z) 。

当回收潜标时，搜寻船只首先根据原有的布放位置纪录，到达潜标布放地点，实施测量时，搜索船只只在搜索区域沿三角形(或圆形)轨迹行进，并以三角形轨迹的3个边(或圆形轨迹的3段弧线)为3个航段A, B, C, 根据系统设定的每航段采样数 n ，分别同时记录从GPS采集到的位置信息 $[(X_A(1), Y_A(1)), (X_A(2), Y_A(2)), \dots, (X_A(n), Y_A(n))], [(X_B(1), Y_B(1)), (X_B(2), Y_B(2)), \dots, (X_B(n), Y_B(n))], [(X_C(1), Y_C(1)), (X_C(2), Y_C(2)), \dots, (X_C(n), Y_C(n))]$ ，以及由水声释放器甲板单元采集到的潜标距离信息 $[R_A(1), R_A(2), \dots, R_A(n)], [R_B(1), R_B(2), \dots, R_B(n)], [R_C(1), R_C(2), \dots, R_C(n)]$ 。然后根据方程组(1)及 $Z > 0$ 的条件，求得潜标的坐标集合 $(X(1), Y(1), Z(1)), (X(2), Y(2), Z(2)), \dots, (X(n), Y(n), Z(n))$ 。求出该坐标集合的平均值 (X_m, Y_m, Z_m) 以及标准方差 $\delta_x, \delta_y, \delta_z$ ，把坐标集合中与平均值相差超过3倍标准方差的坐标点当作奇异点，从坐标集合中剔除，对剩余的测量点进行平均处理后得出潜标坐标 (X, Y, Z) 。

2 系统组成及其工作流程

本系统由安装于搜索船只上的全球定位系统GPS接收机、水声释放器甲板单元、综合信号接收处理单元(由计算机组成)，以及集成于潜标系统水声释放器上的水声应答系统组成。GPS和水声释放器甲板单元通过串口与计算机实现通讯连接，通过计算机内运行的综合信号接收处理程序(主程序)对外部设备进行控制和采样；系统安装于搜寻船只上，甲板单元上的换能器随搜寻船只沿三角形(或圆形)轨迹移动，并不断地指示潜标系统发送应答信号，从而在空间上形成了一个虚拟三角形(或圆形)换能器阵列。系统通过舰载GPS获得换能器的空间移动轨迹，并利用换能器接收到的潜标应答信号对潜标进行测距，利用GPS采集到的定位数据以及水声释放器甲板单元采集到的潜标距离信息，经空间坐标变换和计算得出潜标系统的位置信息，并予以显示。系统构成见图1。

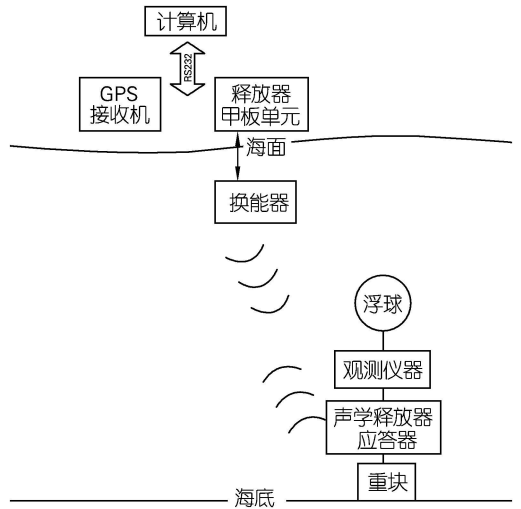


图1 系统构成

Fig. 1 System configuration

系统运行时，其采样程序的具体流程如下：

- (1) 读入缺省系统通信设置；
- (2) 根据需要更改串口通信设置；
- (3) 设定每航段的GPS以及水声释放器甲板单元的采样数；
- (4) 判断是否启动第一航段采样？如否，则等待；如是，则继续下一步骤；
- (5) 采样计数器数清零；
- (6) 读入GPS和潜标距离信息，存入位置信息数组1，采样计数器加1；
- (7) 判断采样次数是否够？如否，则返回步骤6)继续采样。如是，则继续下一步骤；
- (8) 判断是否启动第二航段采样？如否，则等待；如是，则继续下一步骤；
- (9) 采样计数器数清零；
- (10) 读入GPS和潜标距离信息，存入位置信息数组2，采样计数器加1；
- (11) 判断采样次数是否够？如为否，则返回步骤10)继续采样。如为是，则继续下一步骤；
- (12) 判断是否启动第三航段采样？如否，则等待；如是，则继续下一步骤；
- (13) 采样计数器数清零；
- (14) 读入GPS和潜标距离信息，存入位置信息数组3，采样计数器加1；

(15) 判断采样次数是否够? 如否, 则返回步骤 如下:

14) 继续采样。如是, 则进入潜标定位计算程序。

定位计算程序的流程图见图 2。

图中所示位置信息数组 P_1, P_2, P_3 的储存格式

(1) 第一列为纬度;

(2) 第二列为经度;

(3) 第三列为船载水听器与潜标之间的距离 R 。

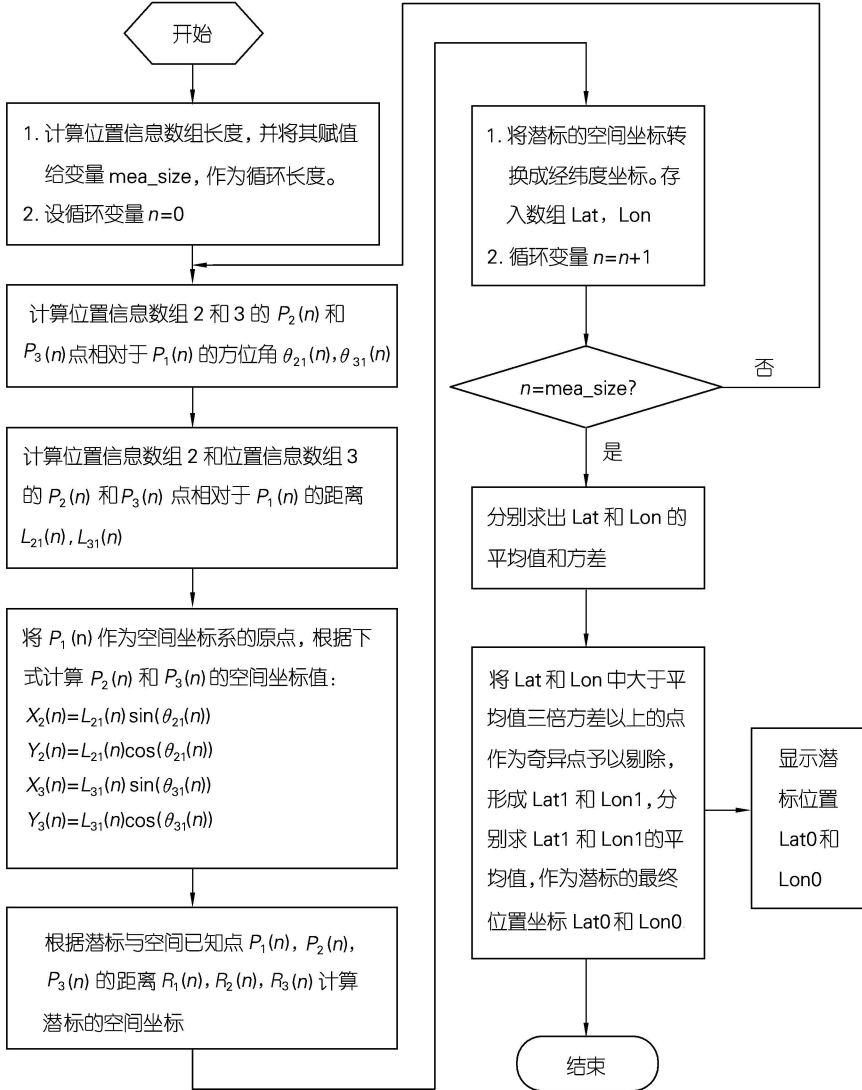


图 2 计算程序流程

Fig. 2 Flow chart of computing

3 总结

本潜标搜寻定位系统的运行主界面如图 3 所示。

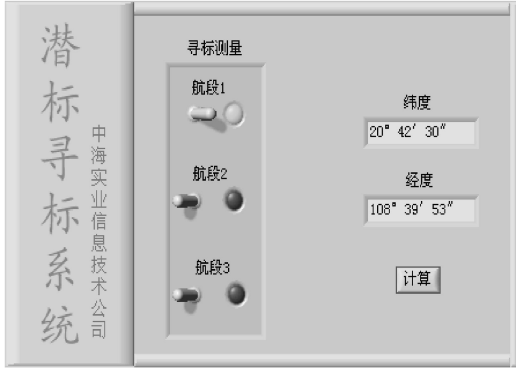


图 3 主程序界面

Fig. 3 GUI of main program

系统具有如下优点: (1) 利用 GPS 定位原理, 将 GPS 测得的定位信息, 与水声测距技术相结合, 实现潜标系统的空间定位。(2) 仅使用一台水声换能器作为定位基站, 简化了系统的复杂性。换能器随搜寻船只沿三角形(或圆形)轨迹移动, 并不断地指示潜标

系统发送应答信号, 从而在空间上形成了一个虚拟三角形(或圆形)换能器阵列。系统通过舰载 GPS 获得换能器的空间移动轨迹, 并利用换能器接收到的潜标应答信号对潜标进行测距, 由此计算潜标的空间位置。从而利用一个水声换能器实现了多个定位基站的功能。(3) 利用计算机技术将通常的潜标回收设备 GPS、水声应答器、释放器甲板单元集成在一起, 实现潜标系统的精确定位, 系统操作简便、可靠、经济适用。(4) 由于虚拟三角形(或圆形)换能器阵列组成了定位基站阵列, 潜标定位的精度将大大提高。

参考文献:

- [1] 徐绍铨. GPS 测量原理及应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003. F192.
- [2] Hofmanr Wellenhof B, Lichtenegger H, Collins J. 1992: GPS Theory and Practice [M]. New York: Springer Verlag, 1994. 326.
- [3] Key K W, Born G H. A new GPS data processing algorithm for the positioning of oceanographic experiments[J]. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 1999, 16(8), 1127-1137.

A simply equipped and convenient subsurface buoy positioning system

LAN Zhirgang¹, GONG Derjun², LIU Yurfeng¹, LI Sirren², YU Xirsheng³, ZHU Sirlan²
(1. Information Technology Development Corporation, CNOOC Enterprise Corporation, Beijing 100016, China; 2. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 3. Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Received: Feb. , 21, 2006

Key words: acoustic positioning; subsurface buoy; GPS

Abstract: An automatic subsurface buoy positioning system, using GPS positioning and acoustic ranging technology, was developed. The system is composed of an onboard GPS, the deck unit of acoustic release, an onboard PC-based signal receiving and processing unit, and acoustic transponder integrated into the acoustic release. It makes use of GPS positioning principle, and combines position information from GPS with acoustic ranging technology to achieve spatial positioning and ensure reliable retrieval of subsurface mooring systems.

(本文编辑: 刘珊珊)