

图9 GPY 长江口水下沙洲探测记录

穿透达 100 米)。

3. 剖面图假地层记录少, 清晰度高。

4. 抗干扰能力强, 即使有船近旁驶过, 图上也无反应。

5. 一机多用。可兼作数字测深仪 (分辨率 0.1 米) 和用电表指示海底软硬程度。

6. 半自动化, 便于操作。

7. 重量轻 (仪器总重 120 公斤)、耗电少 (可配 2 千伏安小电机工作)。

GPY 研制成功后, 累计测线已达七千公里, 完全证实前述技术措施的有效性。在抚仙湖 93 米水深处, 得到了约 90 米的地层穿透记录, 层次清楚。在平均水深 1.89 米、底质又是硬

质黄土的太湖探测成功, 平均穿透深度为 30—40 米 (图 8), 是国外仪器所不能做到的, 对地学研究有重大参考价值。在上海港水系三整治工作的探测中 (图 9), 通过现场对比, 证明胜过美制某型号商品, 已选为地矿部和上海经济区水下测量的常年观察项目。

参 考 文 献

- [1] 华乐荪、胡嘉忠、冯裕章, 声学技术, 1-1(1982), 21—30.
- [2] 华乐荪, 第三届全国声学会议论文, 1982.
- [3] 华乐荪、关平, 应用声学, 2-4(1983), 8—13 英译文载 *Chinese Journal of Acoustics*, 3(1983), 209—218.
- [4] 田常德, 声学技术, 3-4(1984), 62—64.

引信动作(水下爆炸声源)距离测定仪

许被鏞 吴冠君 徐钦善 郭洪信 王智慧 张梅泽 郑宝温 刘彩芬

(中国科学院声学研究所)

1986 年 3 月 31 日收到

本文介绍了一种高精度微机化水下爆炸声源被动测距设备。本设备用于试验场监测运动声源或其它爆炸声源离目标靶的径向距离, 以及击水和引爆的时差等数据。本设备基于水下被动测距原理, 采用长直线水听器基阵、单板微型计算机及专用软、硬件, 实现整个测量过程的自动化。

一、引 言

本设备是为试验场研制的一个水下专门测量装置, 用来测量运动体炸点离目标的径向距离和击水到引爆的时差等数据。要求对上述参

数进行实时测量和记录。常规的光学、雷达测距设备对此是无能为力的, 唯一有效的方法是采用水下被动测距声纳系统。众所周知, 水下被动测距是一个高难度的课题。虽然三点几何测距其原理是简明的, 但由于水下声源本身的特点, 水下信道特性以及采用的技术手段的不同,

最终的测量效果也殊异。水下被动测距的关键是测量时延的高精度，此外为提高测距精度还需要长基线水听器基阵。在本应用的情况下，声源是运动体，且为近距离测量（几十米到几百米），此处突出的问题是时延和时差测量的高精度，基阵线度的限制，水听器指向性的一致性，沿阵方向的盲区处理，抗干扰能力以及整个测量过程的实时处理和自动化。

为此，我们选定在水下被动测距原理的基础上，采用三点无方向性水听器长线阵、信号预处理和时差生成逻辑硬件接口，用 TP-801 单板微型计算机实现自动检测、数据采集和处理、打印输出数据信息。海上实验结果表明，设备达到了预定的设计目的和指标要求。

二、设计原理

将三个无方向性水听器按一定间距垂直布放在水下适当深度，测出声信号到达三个水听器的时差，根据三点几何定位原理，可按下面的公式算出声源离目标（靶）的距离（图 1）。

$$r_0 = \frac{1}{c\Delta\tau} \left[d^2 - \frac{c^2}{2} (\tau_1^2 + \tau_2^2) \right],$$

其中 $\tau_1 = t_2 - t_1$, $\tau_2 = t_3 - t_2$, $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$, c 为声速，

$$\cos\theta = \frac{-(\tau_1 + \tau_2)c}{2d} \left[\frac{c\Delta\tau}{2r_0} + 1 \right],$$

$$S = [L^2 + r_0^2 - 2Lr_0\cos\theta]^{1/2}.$$

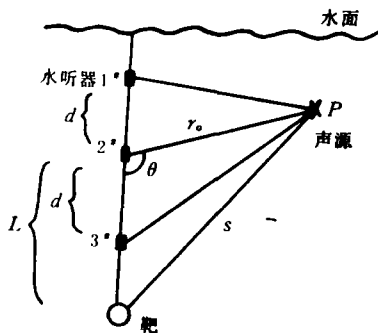


图 1 测距原理

整个测量系统包括水听器基阵、信号检测（预处理）单元、时差生成逻辑单元及接口、

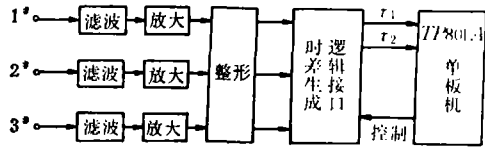


图 2 仪器结构框图

TP-801 单板微机、MP-16 打印机等部分（结构框图见图 2），其工作原理简述如下。

三路水听器输出模拟信号分别经滤波、放大进行预处理，消除低频干扰和波形归一，然后经整形电路进入时差生成逻辑单元，在 TP-801 软件支持下获得时差 τ_1 、 τ_2 的数字量，并按上述公式进行运算，最后打印输出结果。

三、系统设计特点

1. 水听器性能要求和布设标准

水听器的性能和基阵布设直接影响测量精度。为此必须严格挑选水听器，保证在工作频带内为无指向性，且三个水听器有好的一致性。水听器间距 d 的布设误差应小于测距精度的要求，且三个水听器应严格地布放在一垂直线上，并对水听器的连接结构良好减振。

2. 硬件设计特点

为保证三路水听器输出波形的一致性和足够的信号动态范围，对信号进行了预处理（滤波、放大），根据对信号谱、传播信道特性和背景干扰特性的综合考虑，设计了良好的滤波特性。为保证时差测量精度和实现整个测量过程的全自动化，设计了专用硬件接口，包括整形、时差生成逻辑、信号判别、计数控制逻辑及接口，在 TP-801 软件支持下实施开工、信号检测、时差生成、计时、信号判别、运算、打印输出等全自动化。计数计时采用 CTC、PIO 接口和专用内存单元联合计数体制，以保证足够的精度和计时范围。

3. 软件设计特点

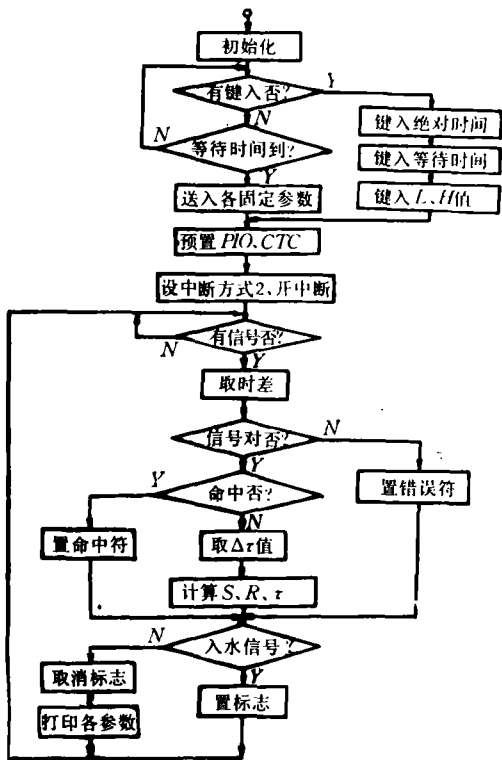


图3 主程序流程图

程序流程图见图3、图4。(1)根据海上工作的特点,设有两种工作方式:方式1为上电开工(5秒)后立即自动进入测量状态(系统参数预定),此方式可用于遥控测量;方式2为上电后等待键入参数(包括开工时间、等待时间、阵中心到水面的距离、阵中心到靶的距离等),然后进入等待状态,等待时间一到即刻进入测量状态。若上电5秒钟后无键入动作,则自动转向工作方式1。方式2有两个好处,一可改变系统参数以适应不同的测量条件,二可避免测量准备工作时各种干扰声信号被仪器接收而产生错误的打印输出。

(2)可连续自动测量,每投射运动体一个接收两次信号(击水和引爆),随即打印输出各种数据,并自动返回待测状态,等待下次投射。

(3)设有信号判别程序,可自动判别三路接收信号是否正常,任一路信号不正常即打印出错字符。

(4)盲区处理:由于几何测距方法本身的物理条件所限,当运动体投至水听器阵顶端附近引

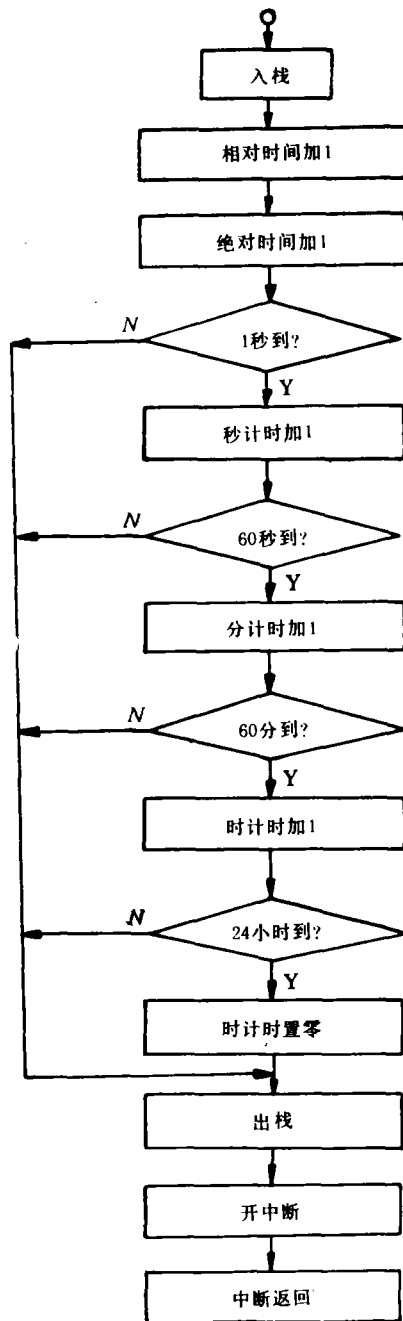


图4 时间中断服务子程序流程图

爆时,计算误差较大,因此软件中设有盲区处理程序,将顶端附近半径约2米的范围定为命中区,对投入该区内的信号不再运算,而打印“命中”字符。

(5)设有时差校验子程序,必要时可用声或电信号校验系统的时差测量精度。

为时延误差,应予以综合考虑.

四、测量精度和误差分析

本设备按三、1的要求布设水听器基阵,测距精度小于 $\pm 1\%$,影响测距精度的主要因素是时延精度及水听器间距布设精度.测距方差与时延估计方差由下式联系:

$$\sigma^2(\hat{R} - R) = c^2 \sigma^2(\Delta\tau - \Delta\tau)(R/L_e)^4,$$

其中 c 为声速, $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$ 为时延差, L_e 为有效基阵长度 $L_e = d \sin \theta$.

显然,测距精度取决于时延的测量精度和有效基阵长度.水听器间距的布设误差可归结

五、结 语

本设备用于近场水下爆炸声源被动测距,采用先进的微机接口技术和专用软件,充分利用微机的灵活高速的信号处理能力,配以有效的信号检测逻辑硬件,实现了高精度测距和测量过程的全自动化.解决了试验场水下测量中的一个难题.

本设备已通过了海上验收实验和技术鉴定.

用声表面波技术实现扩展频谱 通信有效的 MSK 信号

冯所椿* 李丽岩 金国华

(中国科学院声学研究所)

1985年10月9日收到

本文描述了扩展频谱通信有效的 MSK 信号的特点和性质,及用声表面波(SAW)技术调制/产生这种信号的工作原理、方法和结构,是一种较理想的技术.给出了用 SAW 技术实现 MSK 信号的各种方法和结构的实验结果,结果是优良的.

文中我们提出了 MSK-SAW 发生器的一种新结构.

一、引 言

利用数字传输信息是现代通信的一种重要形式.数字信号的形式很多,发展也很快.目前最常用的一种是二进制移相键控(PSK)信号,这是因为它具有调制解调简单,易于实现,误码率性能好等优点.但随着通信的日益迅速发展,信道的频带越来越拥挤,引起严重的相邻信道间的相干干扰,PSK型(包括BPSK、QPSK和OQPSK等)信号已不能满足要求.于是,如何提高频道的利用率,最小传输带宽,成为严重的问题,引起人们的深切关注.六十年代发现

的七十年代日趋完善的 MSK (Minimum shift Keying, 最小移频键控)信号,提供了解决这个问题的基础. MSK 波形比 PSK 波形具有较集中的频率能量谱分布,功率谱旁瓣滚降快,幅度恒定,误码率与 PSK 型波形相同等性质.它还具有连续(一级微商也是连续的)相位的特点,使得带限和硬限幅不受影响. MSK 波形用电路方法产生比 PSK 波形困难;而用 SAW 技术实现则较简单,是一种较理想的技术.

由于 MSK 波形具有优良的特性,用 SAW 技术实现又简单可靠,是无源的,体积小重量

* 该作者已调到中国科学院广州电子技术研究所.