

HS 系列海底数字地震仪

徐礼国 冉崇荣 郝维城

(中科院地球所, 北京 100101)

引言

在地壳上地幔的研究中,人工地震测深技术被广泛地应用。随着海洋资源开发和大陆架及大洋构造研究的需要,各种折射、反射地震波方法的探测仪器开发研制出来,海底地震仪就是其中之一。中国科学院 1979 年组织地球所、声学所、南海海洋所协作研制 HS1 浅海数字地震仪,于 1984 年通过鉴定。继之,1985 年由地球所与天津海洋技术研究所协作研制 HS2 深海数字地震仪,于 1990 年完成。1996 年国家海洋八六三项目启动,海底宽频带数字地震仪作为首批课题之一进入到该项目,目前正在研制之中。1998 年 5 月将进行海上作业。

海底地震仪除了具备完成陆上地震记录的全部功能外,还要解决海上作业所特有的一些困难,比如:海底定向、姿态控制、仪器的耐压密封、安全投放、可靠的回收等等。

一、HS 系列海底数字地震仪介绍

(一)系统概述

这是用于人工地震测深的数据采集系统。由数据采集、回收、海底技术的三部分组成。

(二)数据采集部分

原理图参见图 1。主要部件为:地震计、电路部分、数字磁带机。电路部分包括:前放、滤波、多道开关瞬间浮点放大、A/D 转换、时间服务、定时程度控制、码格式编排等。

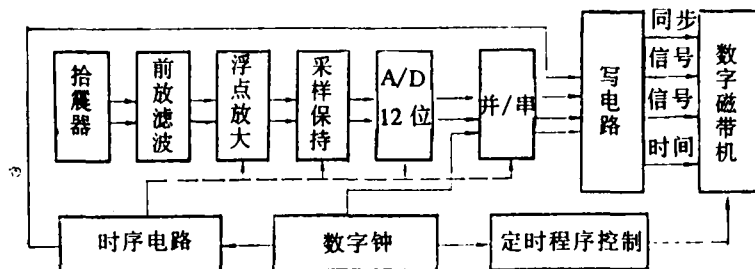


图 1 数字测震系统原理图

(三)数据回放部分

原理图参见图 2。主要部件有:数字磁带机、回放电路、微机及绘图打印设备。回放电路包含磁带机读电路、放大整形、同步校正、时间信号恢复电路、控制及标定、模拟信号恢复

(去浮、滤波)数字信号及微机接口电路等。

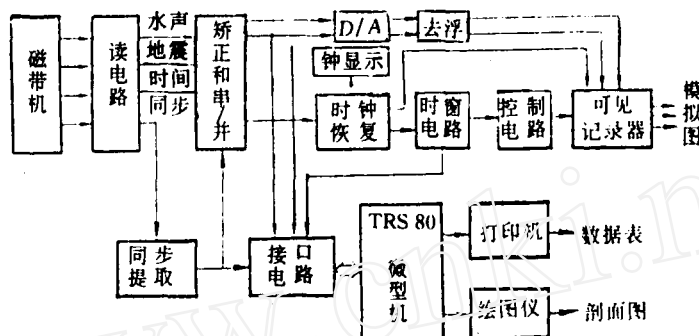


图2 数据回放原理图

(四)海底技术部分

海底地震仪的工作环境与陆上有很大的差别。为了使仪器正常工作,必须要有一定的技术保证。主要有以下几方面:

1. 沉放技术 海底地震仪投放时,设备由回收舱、沉放架、联接及脱钩机构组成。对沉放架的要求是整机入水后有合适的下沉速度;地震仪处于良好的工作状态;与海底有较好的耦合刚度。脱钩机构是双保险的,由两套脱钩、释放组成,只要其中之一动作即可安全释放。

2. 耐压密封技术 众所周知,海下 1000 m 深的压力达到 100×10^5 Pa。在如此大的压力下既要保证仪器的安全,又要保证海水不渗漏是有很大的难度的。HS1 采用钢筒结构,HS2 采用国际上通用的玻璃材料做成的两个半球状耐压密封容器。密封的成败取决于两个半球接触面(赤道面)的平滑程度,而耐压能力的大小由容器内径 d 、壁厚 s 、材料抗压强度 σ 、安全系数 k 决定。我们采用的壁厚 $s = 1.5$ cm、内径 $d = 40$ cm 的玻璃球,可抗 6700 m 水深的压力。其自重为 18 kg,净浮力为 24 kg。

3. 释放、回收技术 释放机构是根据电化学原理进行的,即通电后的不锈钢丝在海水里被蚀掉。而不锈钢丝是联接回收舱与沉放架的一环。释放指令来源有两种:

(1)定时系统;(2)水声通讯释放系统。水声释放系统使用方便,但成本昂贵。

回收部分由闪光灯(夜间专用)和无线电信标机组成。压力开关在仪器入水几米后自动关闭闪光灯和信标机的电源,而一旦仪器释放浮出水面立即打开电源开始工作。无线电信标机的有效距离 10 km 左右。

4. 姿态控制 姿态控制有两方面含义:地震仪的传感器沉入海底后,不管底面状况如何,始终保持正常工作状态;水声释放传感器信号回收舱的信标机天线在着底及浮出水面时应处于正常工作位置。

(五)海上实验情况

HS 系列海底地震仪进行过多次湖上及海上实验,以检验系统功能。此外还进行了五次海上人工地震测深的剖面作业,均取得了良好效果。图 3 为 1989 年 5 月在江苏东海实测的地震剖面图。1991 年 11 月在浙江洞头岛附近海域作业时,连续三个台风使海陆联合作业未取得预期效果。说明海上作业的成败受天气影响很大。

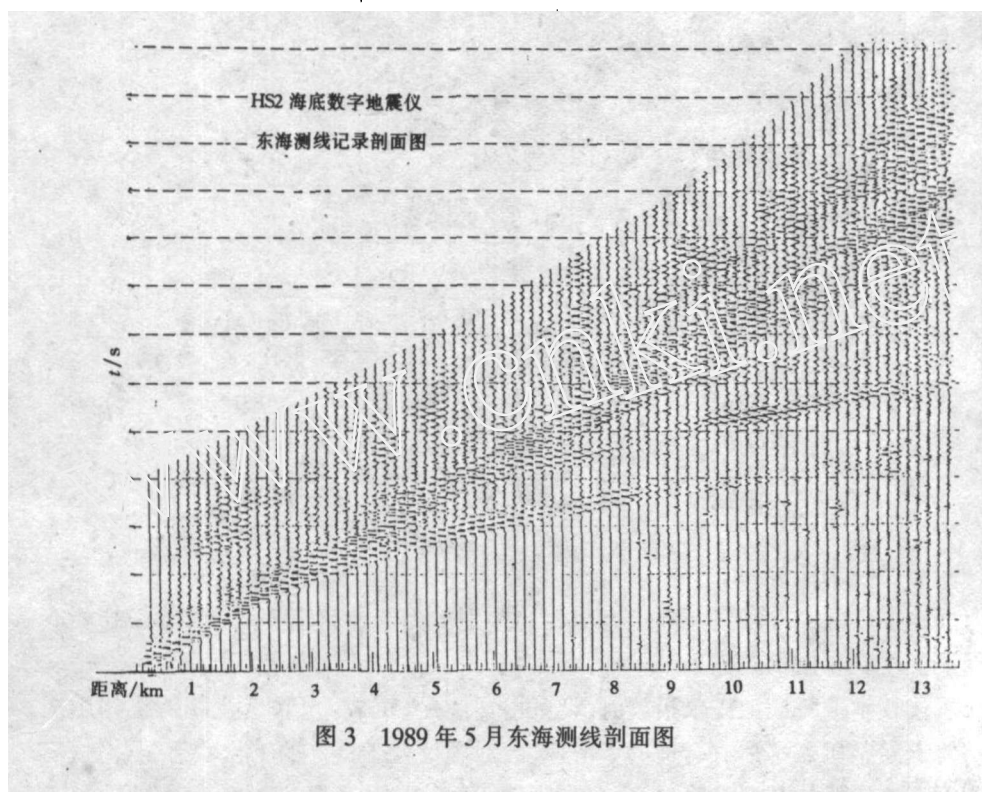


图3 1989年5月东海测线剖面图

二、HS 系列海底数字地震仪的主要技术指标

1. 综合指标 投放重量 65 kg,回收重量 35 kg;外形尺寸 65 cm×65 cm;上浮力 7 kg,下沉力 19 kg。
 2. 地震计,水听器 70×10^{-5} V/Pa;地震计 3.8 V/(cm·s⁻¹)。
 3. 采集器,4 信号道,其频带为 0.5~25 Hz;输入噪声为(0.1~0.2) μ V/rms;动态 120 dB;采样频率单道 400 次/s。
 4. 数字钟,母钟为 1×10^{-9} ,记录钟为 3×10^{-7} ,编码精度 0.01 s。
 5. 耐压密封容器,玻璃半球 43 cm,内径 40 cm;在重 18 kg,净浮力 24 kg。
 6. QFSS-1 水声释放器,作用距离 3 700 m。
 7. Q2C1-2 无线电信标机,作用距离 9 000 m。
 8. SK1 深海压力开关,工作水深 4 000 m,触点负载能力 1 A。
- 参加本项工作的还有张玉云、赵风文、邵安民、陈岳忠。

第一作者简介 徐礼国,男,1939年2月生 1964年中国科技大学毕业,现任中科院地球物理所研究员,从事测震技术及计算机应用技术研究等。