

黄河水介质声衰减的实地测量

许能贵 樊发聪 周仁富

(中国科学院声学研究所)

1982年4月21日收到

黄河水介质含有大量悬浮细粉沙。1981年10月我们在郑州对这特定的浑水介质进行了实地的声学特性测量,取得如下结果:在流量为 $4000\text{ m}^3/\text{s}$,含沙量为 $20\text{ kg}/\text{m}^3$ 时,对 10 kHz 声波的衰减系数为 $0.6\text{ dB}/\text{m}$,桥墩附近的河底反射损失为 12.2 dB ,桥墩近处的环境噪声谱级为 -26.5 dB ,桥墩附近水深为 6.4 m 。

一、引言

有关单位反映,国内外的回声测深仪都不能满足黄河汛期的测深要求,主要原因是黄河含沙量大、水流急、有漩涡,为了试图结束黄河水深测量的人工插杆和掷锤的局面,我们对黄河水的声学特性进行了一次现场测量。尽管现场测量的条件不理想,测量方法和一些环境参数不很严格,但它是第一次对含有大量悬浮细粉沙的黄河水进行现场的声衰减、河底反射损失、水深及特定环境中的噪声测量,它为黄河声学工程提供了参考,对浑水介质的物理研究也是有价值的。实地测量工作于1981年10月14日至17日在郑州铁路局黄河南岸桥工段黄河铁路桥45号桥墩处进行。为了对黄河水介质的声学性质作进一步的探讨,我们拟于1982年的黄河汛期进行规模较大的第二次实地测量。

二、实验环境及测试设备概述

换能器的实物见附图所示,它是 $20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 的四元方阵,是因“水不等人”而临时做成的。它由固定在桥墩上的升降杆放入水下,测

量仪器放在上下行火车轨道中间的水泥平板面上。桥上每几分钟就有一列火车通过;桥下河水流量约为 $4000\text{ m}^3/\text{s}$,流速约为 $3\text{ m}/\text{s}$,45号桥

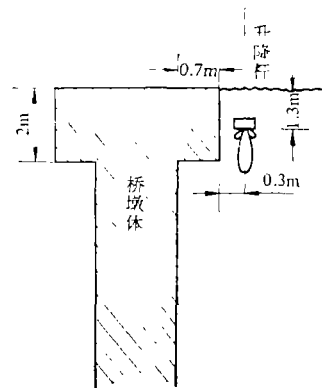


图1 换能器和桥墩体相互位置

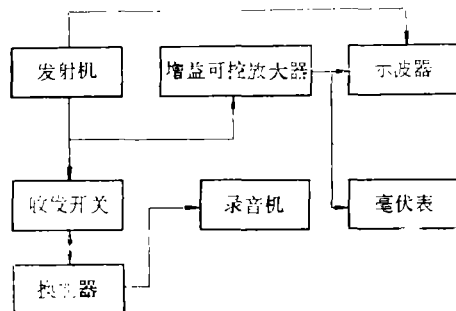


图2 测量仪器连接图

(下转第10页)

探头也很小巧，都受使用医师的欢迎。但也有一些仪器的探头太大，使用不便。如飞利浦 Sonodiagnost B-64、ADR 2130、Picker 80L、三荣 2H61 等线阵探头外形长而且大，十分笨重，使用极为不便。Aloka 线阵探头虽不是很大，但与日立、东芝产品相比，还是较大。选购仪器时，探头大小也应列入考虑的因素之一。

6. 国外仪器是适应国际市场而设计的，并不一定适用于我国。例如日立 EUB-24、EUB-24F 和 EUB-24F(C) 都具有一张相片可以拍摄 4 幅图象的功能，可以节约相纸。这当然是好的。但是这种节约拍照法，只能用于 Polaroid 照相机，而不能用于 135 照相机。我国 Polaroid

(上接 34 页)

墩处于主河道上而直接受流水冲击形成浪花；河面有旋涡，在桥墩附近的无规则旋涡更多；河水冲刷河底、桥墩底时而形成向上翻滚现象；水中顺流而来的杂草缠绕在换能器阵上。换能器和桥墩体的相互位置如图 1。

所用测量仪器的连接图如图 2。

三、测量内容及其结果与分析

1. 45 号桥墩处环境噪声的测量

换能器的谐振频率为 10kHz，带宽为 3kHz，它在测量中所处的位置如图 1 所示。换能器接收水下噪声后，经放大量为 110 倍，带宽为 2 kHz 的放大器放大后，在示波器上测得电压为 7.1mV，换能器接收灵敏度 -78.3 dB，算得噪声谱级 -26.5dB。这个数值显然较大，这是测量点的特殊的环境状态，再加上换能器阵没有导流罩而缠绕了许多杂草等等因素造成的。所以，所测噪声是特定的“环境噪声”。

2. 河底回波幅度及水深测量

换能器垂直向下发射声脉冲，发射电压为 128.5 V，发射灵敏度为 55.7 dB，用示波器直接观察河底反射回波，测得回波电压 115 mV；同时还测得发射脉冲和反射回波脉冲的间隔为 6.8 ms，按声速 1500m/s 算得换能器至河底的深度为 5.1m，加上换能器入水 1.3m，即 45 号

片不多，这种优点就不能很好发挥。这叫做“不合国情”。前面讲的组合式仪器，也是不适合我国的国情。

7. 超声成像仪的质量不一定与它的价格成正比。价格贵的仪器，其质量并非都好。Picker 线阵仪，价格每台在 2 万美元以上。但其分辨力差，功能少，还经常发生故障，这叫做不值。ATL 公司的机械扇扫，图象质量是很好的，但是价格十分昂贵。这也是不值。有些厂商把即将淘汰和已经淘汰的产品送到我国来推销。由于我们的情况不熟悉，就会吃亏上当。现在有些外商把超声成像仪送到我国中小城市推销，更要引起我们的注意，不要再吃亏上当了。

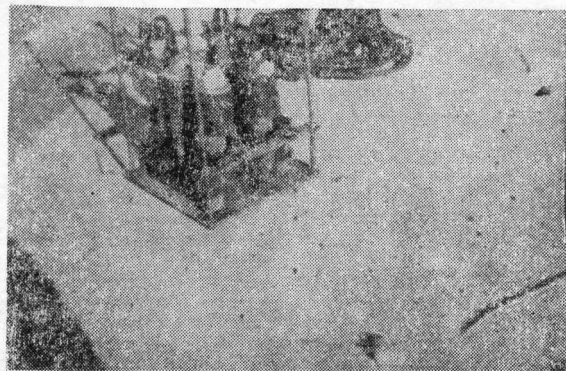
桥墩近处的水深为 6.4m，经大桥测量工用掷锤法测量，其结果完全一致。

3. 声衰减的测量

我们把换能器贴近 45 号桥墩入水 1m，使发射面正对 46 号桥墩，在发射声源级不变的情况下，测得反射回波电压 0.58mV，根据声波从介质 1 垂直入射到介质 2 时的反射系数可写做为 $\rho_2 c_2 - \rho_1 c_1 / \rho_2 c_2 + \rho_1 c_1$ ，估计水泥桥墩体(它的反射面尺寸远大于 10kHz 的声波波长)的反射系数为 0.7，而两桥墩间的距离 37 m 即认为发射换能器和反射体的距离。由上可算得，10 kHz 的声波在含沙量为 20kg/m³ 的黄河水中的声衰减系数为 0.6dB/m。

由上述结果，推算出 45 号桥墩附近的河底反射损失为 12.2dB。

我们这次现场测量得到所内外的许多同志的大力支持和帮助，借此机会表示谢意。



附图 换能器的实物照片