

低噪声地听器

陈毅锋 曲存让

(中国科学院声学研究所)

1990年10月24日收到

本文给出的地听器较通用的单端中心压缩型加速度计的结构有改进;特别是主体设计加一真空罩能够有效地隔离外界杂散干扰。实测表明性能良好,宽带抗空气声干扰能力 20db。

一、引言

振动是大自然和人类活动中的普遍现象。实地直接测试是观察、分析、研究振动的重要手段。现代科学经常需要对微振信号实时检测。

地听器是采集地声信号的触角。研究地声传播规律、研究地声异常有可能对地震预测预报这一当代世界难题做一些有价值的贡献。地声信号含有从低频到高频丰富信息。在地震研究中常用的摆式接收器是窄带共振工作,所以,拾取的信息有限。在检测中,人们宁肯多拾取一些暂时看来用途还不大而将来可能会有用的基础信息。通常选用的地听器混入较大的环境干扰噪声,影响正常信号的接收和传输。仅仅靠提高接收灵敏度是不够的,因为噪声也增大了。降噪是难度较大的问题^[1],也最引人注目。抗干扰是传感技术的重要课题之一。设计与制作低噪声传感器以提高一次仪表的信噪比至关重要。

本文给出一种设计新颖的地声检测器件。其主体设计采用“动中取静”的原则:真空环境为声绝缘体,因此,加真空罩后能够有效地隔离外界干扰,可以更为正确地拾取原始地声信号,俾使分析、研究工作更加可靠。

二、结构设计

本地听器的结构如图1示,其中:(1)保护外壳、(2)惯性质量、(3)玻璃罩、(4)支撑结

构、(5)敏感元件、(6)应力槽、(7)地线、(8)(9)信号引出线、(10)中心螺杆、(11)工作面、(12)地脚支架、(13)紧固盖板螺栓、(14)输出电缆。罩(3)内的结构基本为单端中心压缩型加速度计的结构^[2-3]。加开一个应力槽(6)有隔离作用^[4],能够提高抗基座应变能力。由中心螺杆(10)加预应力、外壳(1)同质量弹簧系统分开可

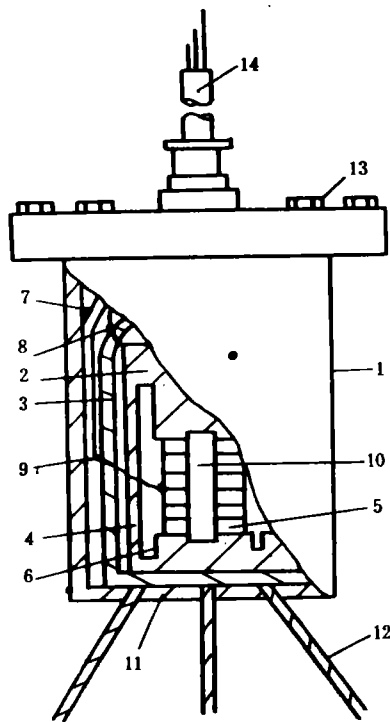


图1 地听器结构剖面简图

以消除壳体振动的一些影响,隔离一部分外界干扰。选用的外壳材料其机械强度较高并有一定耐蚀性。敏感元件(5)为稳定度高的压电陶瓷 PZT-5 迭堆,利用 d_{33} 工作方式。地脚支

架(12)可因使用的目的不同方便地装拆。

本工作的主要特色是将主体结构置于真空罩(3)中。在(3)抽完真空后便切断了干扰空气声的传播途径,缓冲了外界干扰。制作工艺中抽真空度达到0.1托,属中真空,已使玻璃罩(3)中的表压呈远低于该器件处地大气压的稀薄气态空间。

一般地听器或加速度计有一根信号线接地即接基座。本地听器采用双端对称输出,“浮地”,可以减少静电耦合干扰,保证测试系统不受共模干扰影响。

三、性能测试

本地听器在同一环境条件下,抽真空前与

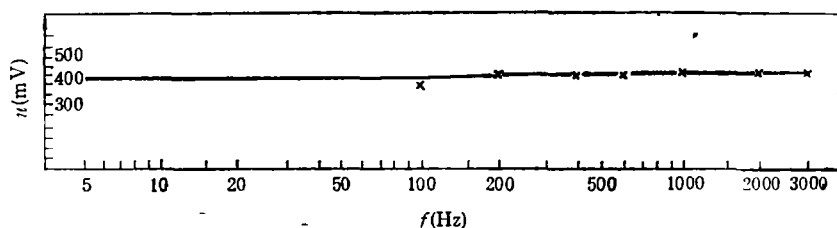


图2 地听器的接收频响特性曲线

四、讨论

1. 实测表明:本地听器能够有效地隔离环境噪声。真空罩体获取的宽带减噪效果令人满意,扩大了有用信息的采集。

2. 其加速度灵敏度频响特性曲线平直,工作频率范围较宽,灵敏度较高。在选作水听器用时灵敏度亦高。

3. 本地听器的信号引出线为双端对称输出,有利于隔离、抑制电干扰。

4. 其整体属轻结构,制作工艺难度不大,但

抽真空后的环境噪声输出电压之比为10,即抗空气声干扰能力达20dB,且对工作频率范围内不同频率和幅值的噪声提供了宽带的隔离。因此,本地听器抑制了对环境杂散噪声的拾取,有效地改善了信噪比。在用其作测量振动加速度时,实测得的灵敏度频响特性如图2示。由图2可见,从低频上至3KHZ线性较好。加大前置放大器的输入阻抗可以改善低频响应。加速度接收电压灵敏度 $S_v = 400\text{mV/g}$ (式中 $g = 9.81\text{m/S}^2$),低频电容 $C_0 = 2230\text{pf}$,两芯线及地线间电绝缘阻值 $R_0 > 500\text{M}\Omega$ 。

本地听器密封性好,也可以用作水听器。作水听器用时其开路接收电压灵敏度

$$M = 40\mu\text{v}/\mu\text{b}.$$

效能高。

5. 由于在壳体内置真空罩,致使这种技术结构的传感器线度不能太小,且不宜在强冲击场合使用。

参考文献

- [1] 吕玉恒等编,噪声与振动控制设备选用手册,机械工业出版社,1988年,241—243.
- [2] 南京航空学院、北京航空学院,传感器原理,国防工业出版社,1980年,202—208.
- [3] 袁希光主编,传感器技术手册,国防工业出版社,1986年,563—566.
- [4] 陈毅锋,中国发明专利,专利号85103020,1988年10月.