

井下地震观测试验的一些结果

李凤杰、沈善杰、宋辅弼、林云松

(国家地震局地球物理研究所)

一、前言

我国是一个多地震的国家，地震活动区比较分散。

近年，在东部沿海平原地区，地震发生比较频繁。如1966年华北平原的邢台地震；1975年2月4日辽南(营口)地震等。由于平原地区人口比较稠密。随着我国社会主义建设事业的迅速发展，工农业等生产活动和交通运输，带来的振动和干扰也越来越大，加之该区域地表为第四系沉积物所复盖，地层松软，大大限制了地震仪器的测量灵敏度。设立在这一地区的地面地震台站，短周期仪器测量灵敏度只能用数千倍，使它们不能记录到微弱的地方性地震，给地震研究带来困难。为了观测微弱地震的活动规律，一个有效的途径是把测震仪放到井下去。

1975年，我们使用沈善杰同志设计制成的一种小型的垂直向拾震器。用DF-1放大器配自制的笔绘记录器，在野外井下进行观测试验。这里介绍的是在河北宁晋县一口井内的试验结果。

二、仪器的技术特性

我们用的井下地震仪是一种为记录近震用的短周期垂直向地震仪，其拾震器的原理图如图一所示。固有频率为0.5秒，用电容延长为1秒，阻尼为0.5。

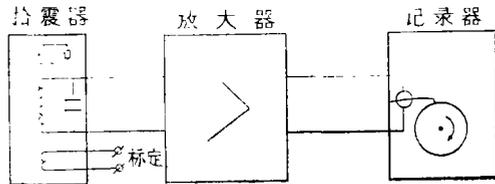


图2 井下用地震仪框图

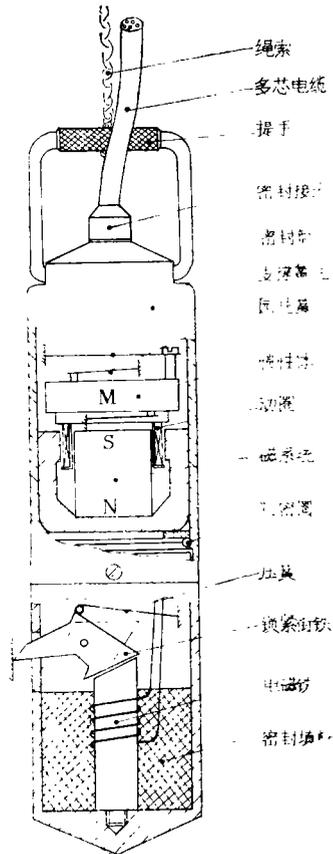


图1 井下用拾震器示意图

整套仪器是由拾震器、放大器、记录器三部分组成。如图二：
其频率特性如图三。

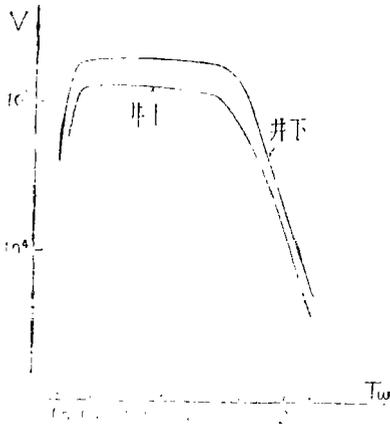


图3 实验用地震仪频率特性曲线

采用积分放大器，频带为1.0~10赫，记录笔是线性的，整个仪器的总放大倍数为10~20万倍。

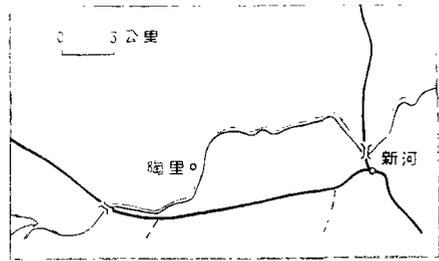


图4 试验相对井位置图

三、一些初步结果

一般认为，地面干扰振动是随深度衰减的，但井下记录的地震讯号也比地面为小。只有在干扰随深度的衰减比地震讯号随深度衰减快的情况下，井下地震观测才有意义。为了弄清在复盖层很厚的华北平原地区井下地震仪到底有多大好处，我们来到了邢台地区，因为该地区当时仍有小震活动，便于得到讯噪比。下面介绍一下试验井的情况，图四为试验井的相对位置图。

我们的试验地点是在66年邢台地震震中区宁晋县境内一口农田灌溉用的水井，井深270米，井径200毫米，井的地质剖面见图五。

该井是在离村庄350米，距公路约3公里，井旁为农村交通大道，白天有人、大车、小拖拉机经过。我们在井底放了一架地震仪，它的总放大倍数20万倍（位移）。在井口放了一架地震仪，它的放大倍数13000倍，都是垂直分向，仪器的性能是经过震动台标定，在测量过程中又进行了专门监视。

1. 干扰衰减情况

这里距公路较远，环境安静，只有农民劳动和自用汽车及农用拖拉机在附近经过产生的干扰。在地面和井下的记录如图六。

从这两张图上可以看出，一般的人为短周期干扰在井下看不到，小汽车在20米开动，地面产生的高频干扰可达1.5微米，而在井口附近开动，地面干扰达2微米以上。井下20万倍的仪器没有一点反映，如图六上部所示处。



图5 试验用井地质剖面图

图七为载重约5吨的拖拉机在250米距离的土路上通过，地面干扰振幅可达0.24微米，卓越周期0.2秒左右，而井下却只有0.0043微米，卓越周期约0.5秒，振幅衰减了将近60倍，高频衰减也较快。

$$\frac{A_{u上}}{A_{u下}} = \frac{0.24}{0.0043} = 56$$

2. 地震讯号衰减情况

对于地震，我们总共观测了五天，记录到近震16个，远震6个。图八为井下与地面同时记录到的两次近震。

经过分析研究，得出不同频率地震的讯号。地面与井下振幅衰减比曲线如图九，从曲线看出地面较井下大2~5倍。

经过这段观测我们认为：

(1) 在沉积层很厚的华北平原地区，开展井下地震观测是减小干扰、提高测量灵敏度的较好途径。

(2) 在周围环境较为安静的情况下，深井为：200~300米就能有效地减小地面干扰。

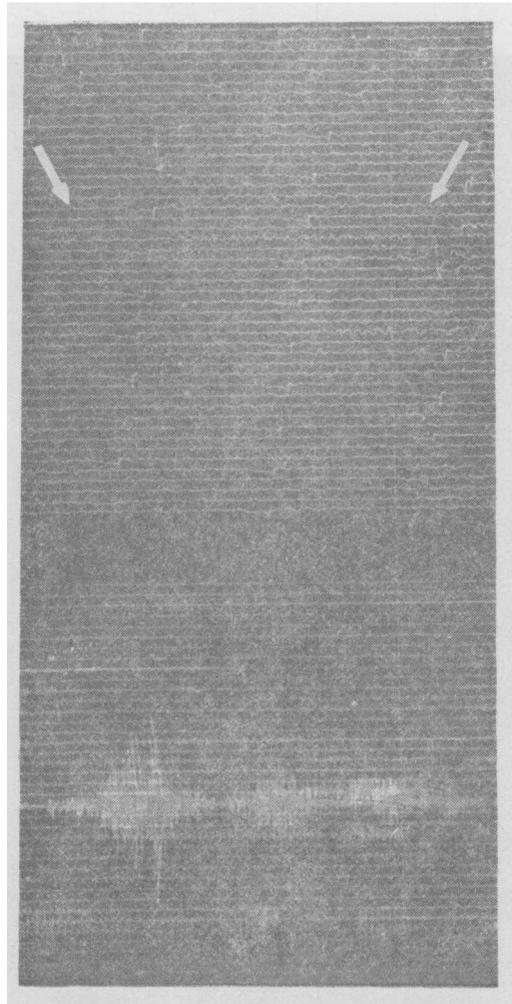


图6 小汽车在井口附近开动时
地面与井下记录图

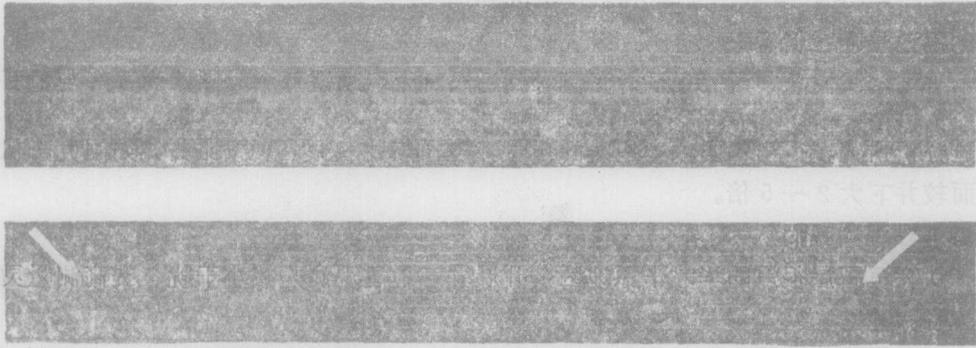
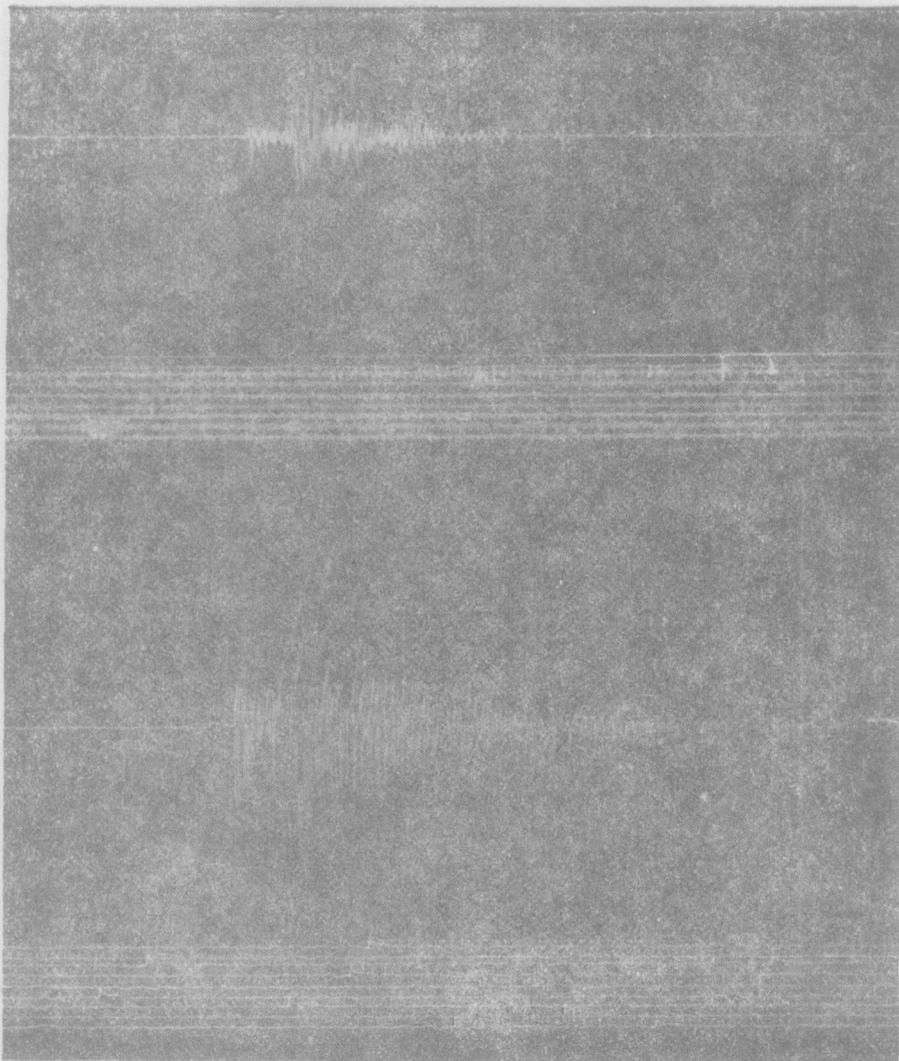


图7 拖拉机在250米外经过地面与井下记录图



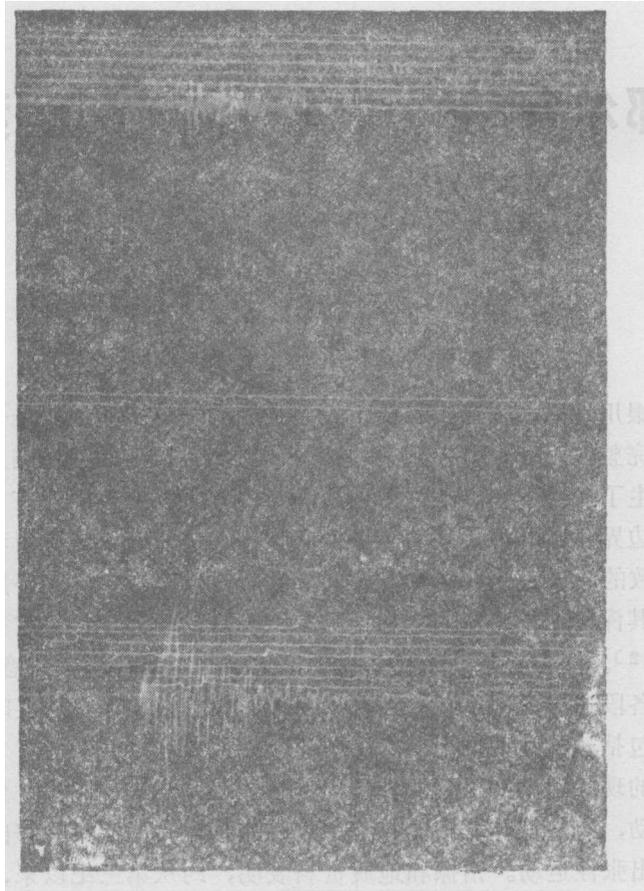


图8 地面与井下近震记录图

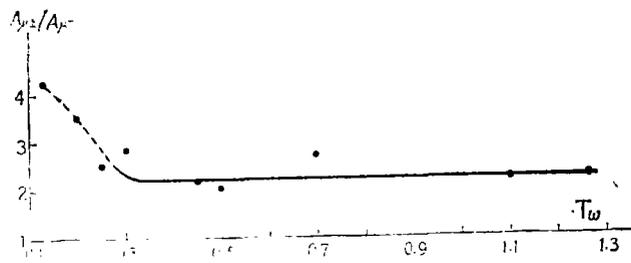


图9 不同周期地震讯号地面与
井下记录振幅衰减比曲线

(1980年2月15日收到)