

# 地声研究工作进展\*

胡鑫康 李子殷<sup>1)</sup>

(中国科学院声学研究所)<sup>2)</sup>

## 一、引言

有关地震的声学现象, 尽管古今中外有许多记载, 但真正科学资料的发表, 恐怕还是本世纪三十年代后期的事<sup>[1]</sup>。五十年代中期有人提出用地声法预报地震的设想<sup>[2]</sup>, 随后就开展了这方面的研究。首先肯定了天然地震前震序列的振幅-频度关系与实验室声发射的结果相似;

还有人提出地球内部可能有声道, 致使声发射能传播到相当远的距离; 而且有人报道过曾检测到 200—1000 赫兹的震前声发射<sup>[3-7]</sup>。我们就是在这样的基础上, 开展了进一步的地声研究工作。

所谓地声, 目前主要是指与地震有关系的弹性波(实际上也包括非弹性波)的波动现象。至少, 本文所涉及的内容是这样。

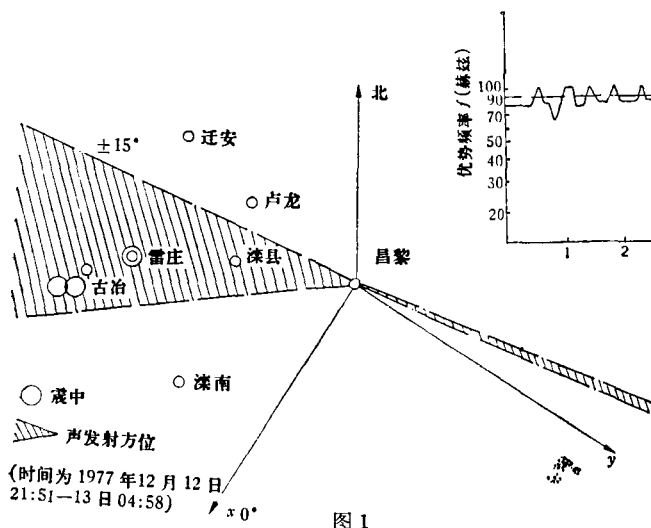


图 1

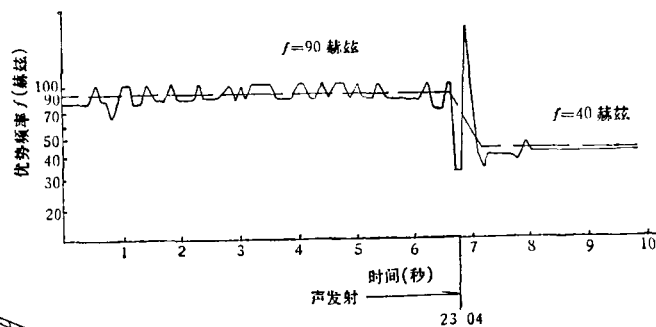


图 2

图 1 震前声发射与未来震源空间相关特征  
(时间: 1977年12月12日21时51分—  
13日4时58分)

图 2 1977年12月13日23时04分  
古冶地震与震前声发射优势频率的变化

## 二、震前的声发射

经过反复试验, 我们认为将具有一定频响和灵敏度的水听器, 置于底部接近基岩的水井内, 是测量震前声发射的好方法之一。记录方法一种是笔记录, 另一种是磁记录。

在唐山余震区, 我们曾记录到高频声发射信号, 尤其是在震前几十分钟内, 记录到频率

高达 40 千赫, 最大声压值达到 9.4 帕的高频信号<sup>[8]</sup>。这是否就是地震前的高频声发射尚未肯定。高频声发射的特点(如衰减快)、传播不远等, 对于确定震中也许是有意义的。

\* 1978年12月4日收到。

- 1) 参加本工作的有田时秀、孔凡永、章汝威、张柏令、李金锡、石金瑞、高景来、任建国等同志。
- 2) 其中部分工作是在中国科学院物理研究所做的。

另一类声发射优势频率大都在几十赫至1000赫之间。实际上就是微震或超微震,不过是能量小、频率高罢了。当然,其本身仍然具有一些特色。

根据水听器布阵接收到的信号,用计算机处理,得到了未来震源与震前声发射空间相关性的一些初步结果。图1所示为一典型的结果。图中阴影区表示四点水听器阵收到的声发射信号在计算机上用相关方法得到的水平方位分布,大圆圈为实际的震中位置。声发射水平方位的90%置信区分布在未来震中附近 $\pm 15^\circ$ 的区域之内。尤其值得注意的是,在震前约2分钟出现的声发射与震中水平方位角之差仅 $3^\circ 30'$ ,而且临震时信号的优势频率从90赫兹降到40赫兹左右。图2是用计算机对声发射进行频谱分析得到的优势频率随时间的典型变化图。

另外,震前声发射的频度、能量、 $b$ 值等的变化与地震的关系,有类似测震学的结果。

值得注意的是,地球内部的声发射,从声学的角度来说,由于接收设备、分析方法以及信号的特点似属声学的研究范畴,但是从机制来说,声发射与微震,甚至与大震并无什么原则区别。如果这种声发射在空间、时间的相关性以及其特征方面与地震关系密切是一个普遍规律的话,那么声发射的研究与测震学研究结合起来,将是十分必要的。这将会综合地震科学与声学的成就,在地震预报方面取得积极成果。

### 三、大气中压力波与地震

用微气压计(或称次声传声器)布阵观测,

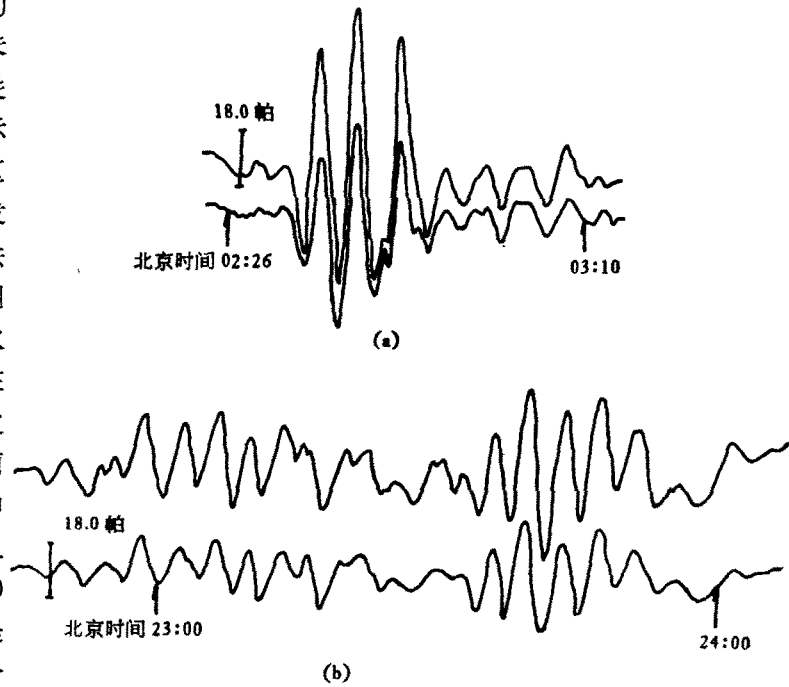


图3 大气中一种低频压力波的波形  
(a) 1977年12月8日; (b) 1977年12月28日

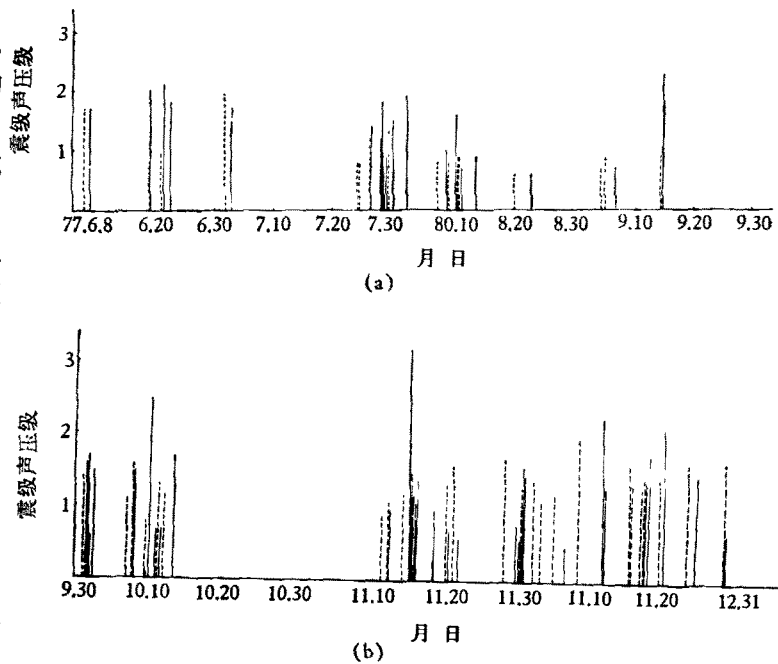


图4 大气中低频压力波与地震对应图(1977年6月至12月,虚线为压力波的声压级,实线为地震震级)

发现大气中存在一种低频气压波动。其周期在数十秒至 500 秒之间。主周期变化很小,衰减较快,呈一组一组的形势出现,每组三五个波,波形光滑,容易识别。这种波动的水平传播速度为每秒 10 米的量级,是一种横波型的波动。图 3 是这种低频压力波的典型波形图。横坐标时间为北京时间,纵坐标压力强度的单位是帕,

1 帕 = 1 牛顿/米<sup>2</sup> = 0.01 毫巴。

值得注意的是,这种波动看起来似与地震有一定的关系。图 4 是这种关系的对应图。虚线为测得的低频压力波的声压级,而实线为测点周围约 100 公里半径范围内发生地震的震级。测点的经纬度为 E116°28', N39°55'。由图可见,这种波发生的时间与地震发生的时间是密切相关的。根据对这一结果的分析,区域地震前 30 小时内出现这种波动的概率是 70%,与对应地震的方位角差为 5°左右,最大为 7°48'。

## 四、结束语

我们对地声方面的研究工作实际上刚刚开始,从一些初步结果看,地声是值得研究的课题。如果这些初步结果具有普遍性的话,那么对于地震预报是有意义的。

## 参 考 文 献

- [1] C. Davison, *D.S.S.A.*, 28(1938), 147—161.
- [2] M. C. 安崔费洛夫,地震问题译文集,科学出版社,1954,56—65.
- [3] K. Mogo, *B. E. R. A.*, 40(1962), 125.
- [4] C. H. Scholz, *B.S.S.A.*, 58(1968), 399—415.
- [5] H. Armstrong, *B.S.S.A.*, 59(1969), 2.
- [6] C. F. Bacon, *Calif. Geo.*, 28(1975), 147—154.
- [7] M. S. Antsyferov, A. T. A. U. S. S. R., Part 3, 1969, 202—220.
- [8] 中国科学院物理研究所地声组,物理,7-3(1978),168.

(上接 478 页)

末,密执安大学工程研究院的 Makhov, Lambe 和 Terhune 等用红宝石在微波 9060 兆赫兹获得了量子放大。1958 年在以上实验的基础上,汤斯,肖洛 (Schawlow) 与 Basov, Brokharov 等分别提出把量子放大技术用于毫米波、亚毫米波、红外以及可见光波段的可能性。

自从 1954 年制成微波激射器以后,人们想从微波激射器进一步发展到光激射器时,还存在两个大困难:第一是那时没有找到光学波段的谐振腔;第二是那时没有找到合适的在光学波段内得到粒子数反转的具体系统和方法。用空腔谐振器(无线电波段内振荡器)来产生比亚毫米波更短的相干波,由于工艺问题,已经是不可能的事情了。因此,必须寻找新途径,这就成了波谱学研究工作者的主要课题。此时,研究光学的物理学者也参加了这项研究。1958 年,当两位连襟(一位研究“脉泽”,一位研究光学)的科学家汤斯等坐在一起讨论时,提出了利用法布里-珀罗干涉仪<sup>1)</sup>作为光学谐

振腔,来解决反射镜对光波选模问题。他们认为,用这种结构简单的光学谐振腔可能制成激光器。仅隔两年,即 1960 年,加利福尼亚州休斯 (Hughes) 研究所的 Maiman, 使用直径 6 毫米、长 45 毫米的人造红宝石,成功地振荡了波长为 0.6943 微米的红色脉冲激光。7 月 8 日纽约时报以《太阳中心来的明亮的无线电光》为题,发表了红宝石激光器这一项重大成果。至此,激光终于诞生了。

总之,激光是现代自然科学基础理论与现代技术相结合的产物,人类对激光的认识是人类不断地认识光的本性的继续和发展。目前,激光作为一门新学科,正在越来越广泛和深入地向前发展。

本文经华中工学院李少白同志修改,在此致谢。

- 1) 法布里-珀罗干涉仪是 1902 年由物理学家法布里和珀罗共同研究制造、由两块平行的反射镜所构成的光学仪器,开始是用来观测太阳光谱的。