

文章编号: 1008-2786-(2009)5-637-04

5•12四川汶川地震次声波

章书成¹, 余南阳²

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 西南交通大学机械学院, 四川 成都 610031)

摘要: DFW-I III型泥石流次声警报器完整地记录了5•12汶川8.0级地震及以后多次>3.0级余震的地震次声波资料。分析表明, 此地震次声波为一确定性信号, 卓越频率为2~3 Hz, 其声压随地震震级而变, 5•12地震时的声压>40 Pa。记录的5•12强震时间较之公布的地震发生时间提前约1 min。希望地震次声波能引起相关研究者的兴趣和重视, 并进一步探索相关的机理。

关键词: 5•12地震; 地震次声波; 频谱

中图分类号: P315.3

文献标识码: A

次声波是频率<20 Hz的声波。自然界的次声波多来自于地震、火山喷发、磁暴、台风、海啸、泥石流、滑坡和雪崩等。

1 “5•12”汶川地震次声波的接收

DFW-I III型泥石流次声警报器是国家自然科学基金资助研究和监测泥石流的新一代仪器, 由驻极体电容式传声和CPU控制具有存储和处理次声信号功能的主机组成。该仪器可以放置于远离泥石流源地的室内, 自上1990年代以来, 经历20多次国内外泥石流原型测试, 已成功用于泥石流警报领域^[1]。2008-05-12汶川地震时, 在四川省成都市区中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所的一楼办公室内(104°04.086'E, 30°37.967'N), 共有4台仪器。其中一台(04#机)于2007-07起作为疲劳试验一直放在此处。另外3台则于2007年冬季从各野外使用地点撤回作为检校后备用。当时, 4台仪器均处于工作状态。

2008-05-15我们至办公室, 室内无任何地震损坏痕迹, 也无任何物品或挂件倒下, 仪器工作正

常。当下载资料时, 我们惊奇地发现, 4台仪器均完整记录了“5•12”强震和以后余震的地震次声资料。而后, 除继续留有仪器在室内使用外, 另外于2008年7月放置3台仪器至四川省地震局的郫县(距成都20 km), 都江堰(距成都60 km)和江油(距成都150 km)地震台, 都成功地采集到“5•12”以百余震的地震次声波资料, 为我们今后进一步研究奠定了基础。

2 “5•12”地震次声波特征

资料分析表明, 地震次声波为一简谐正弦波, 其卓越频率约为2~3 Hz, 卓越频率与震级无关, 其声压值大小则与地震震级有关。

“5•12”汶川8.0级强震, 其声压值超出了仪器的量测范围, 远>40 Pa。其他3.0级以上余震, 声压值从1 Pa左右至10余Pa不等。图1、2为我们在成都办公室内收到的地震波资料, 其中图1为“5•12”强震之波形和频谱图, 图2为青川2008-07-24余震的波形与频谱图。我们从资料中发现, 地震次声波是一个确定性信号, 这部声波有着特定的

收稿日期(Received date): 2009-06-05。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金(编号: 40672203)。[Supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 40771027).]

作者简介(Biography): 章书成(1939-), 男, 安徽人, 研究员, 主要从事泥石流流体力学研究。[S. Zhang (1939-), male, Anhui Research field is physics of debris flow.] E-mail: xsc@china.com

©1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

窄带卓越频率,与其他自然现象和人类活动造成的次声波有明显区别。

3 “5• 12”8.0级强震次声波信号提前量

有趣的是,在 2008- 05- 15下载这 4台仪器资

料的同时,我们也用北京时间对 4台仪器“CPU”时间逐一进行校正,它们记录地震的时间与公布的“5• 12”强震发生时间即 2008- 05- 12T14 28相比较,3台仪器提前量约 1 m in左右,18号机为 40 s。其中 18号机与另三台差别较大,可能是仪器本身的问题,结果见表 1。

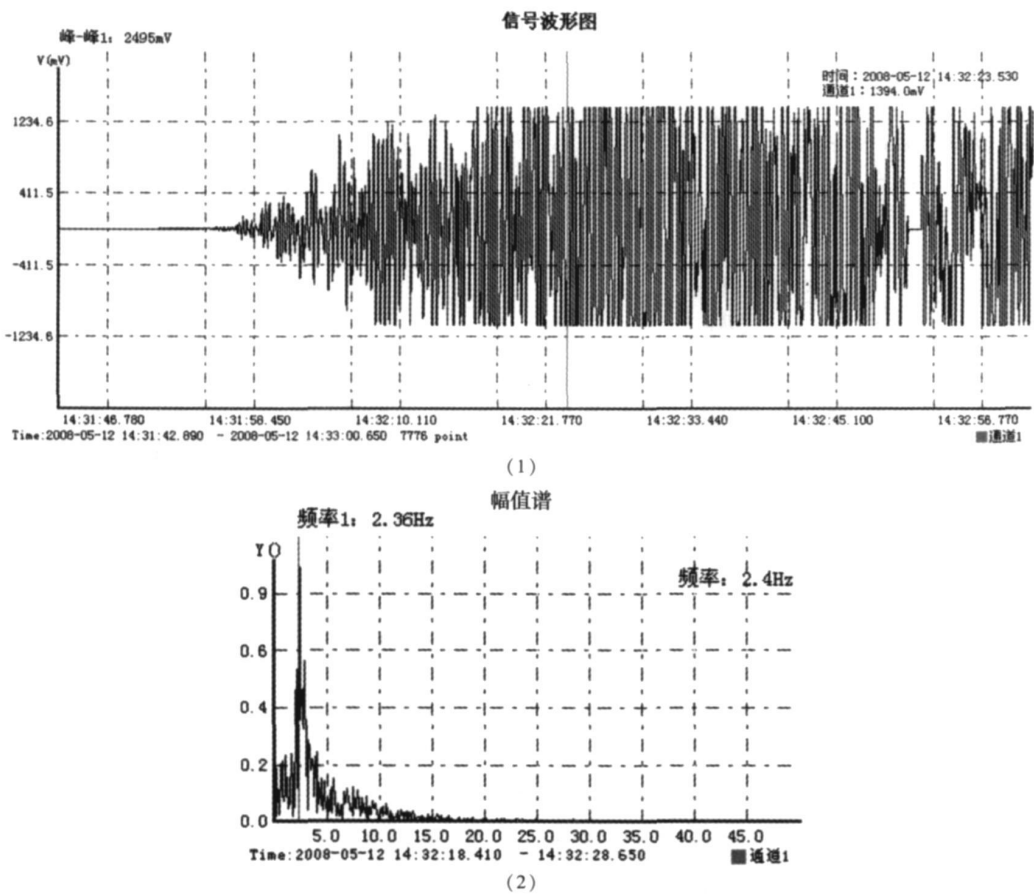


图 1 四川汶川“5 • 12”Ms 8.0 级地震波形和频谱图
(1)信号波形图;(2)幅值谱
Fig. 1 Wave and Spectrum Graphs of Earthquake,8.0 Degree,“5 • 12”, Wenchuan,Sichuan
(1) wave graph from signal;(2)amplitude spectrum graph

表 1 “5• 12”强震次声波提前量的观测值
Table 1 Time in advance measured for infrasound wave of“5 • 12” earthquake

仪器编号 Instrument and serial number	校时后的次声波出现时间 Occurring time of infrasound wave after CPU of DFW- I III calibrated	与公布地震发生时间 (14 28)相比的提前时间 Time in advance when compared with announced time of “5 • 12” earthquake (14 28)
2#	2008- 05- 12T 14: 26. 53	1 m in 7 s
3#	2008- 05- 12T 14: 26. 51	1 m in 9 s
0#	2008- 05- 12T 14: 26. 52	1 m in 8 s
18#	2008- 05- 12T 14: 27. 20	40 s

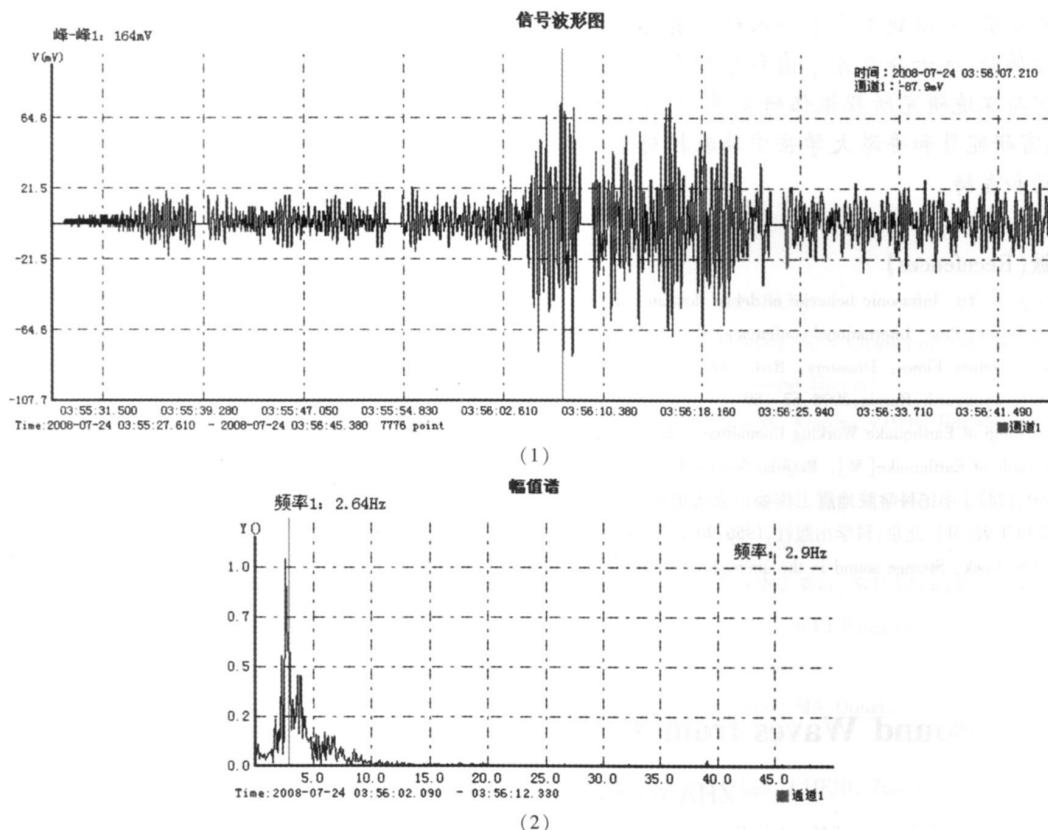


图2 四川青川 2008-07-24 Ms 6.0 级余震的波形与频谱图

信号波形图;(2)幅值谱

Fig. 2 Wave and Spectrum Graphs of the aftershock, 0 degree, Qingchuan, Sichuan, 24 July, 2008

(1) wave graph from signal; (2) amplitude spectrum graph

4 问题

4.1 地震次声波产生的机理

有史以来,可闻声作为地震物理效应早已有文献记载,其中也包括不少声音在先的地震事件^[2]。至于次声的出现多记录为动物(也包括极少数的人)受其影响而产生的躁动不安和痛苦。随着近代科学的发展,人们已用仪器记录到长周期(0.1~0.001 Hz)次声资料^[3~5]。他们认为,地震次声波的产生是由于孕震末期地壳物质结构的动力行为而引起地表变形和空气耦合运动。长周期地震波可在震前几天甚至一、二周前获得,可以作为地震预报的方法之一^[6]。而本仪器为首次记录到2~3 Hz的地震次声波,其产生机理与前者还可能不尽相同,其形成机理尚待进一步研究。

4.2 地震次声波传播规律

此次案例的2~3 Hz的地震次声波除了大气通

道外,是否还有以地壳为介质的通道?

目前我们在成都收到的最远距离的地震波为:东北方向的陕西宁强(直线距离320 km)和西南方向的冕宁(直线距离约300 km)。300 km左右是不是此类地震次声波在空气中传播的最远距离?此外,有关此类地震次声波由于波长短(100~200 m)易受地形影响和存在的阴影(即在有些范围内信号较弱)而造成波形畸变,信号衰减等问题也有待进一步研究。

4.3 地震预报的提前量问题

地震预报最感兴趣的是提前量的问题。显然,提前量与震级、震源深度等有关。目前已实测8.0级强震有1 min左右的提前量,可否作为地震早期警报系统的组成部分之一?

鸣谢:作者由衷感谢四川大学苟兴华教授,北京工业大学李均之教授、夏雅琴副教授,国家地震局预报中心的首席预报员孙士铎研究员,四川省地震局

吕志勇研究员,新疆地震局朱令人研究员对本项工作的热忱帮助,也十分感谢中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所程根伟研究员、刘淑珍研究员、罗德富研究员和香港大学岳中琦教授对本项工作的推动和支持。

参考文献 (References)

- [1] S Zhang N Yu Infrasonic behavior of debris flow and infrasonic warning device, Proc. International conference[A]. In S S Chernomoretz Debris Flows Disasters Risk Forecast Protection, 2008[C]. Pyatigorsk, Russia, 2008: 67~ 80
- [2] History Group of Earthquake Working Committee Chinese Chronological Table of Earthquake[M]. Beijing Science Press, 1956: 90, 212, 960, 1287 [中国科学院地震工作委员会历史组编辑. 中国地震资料年表[M]. 北京: 科学出版社, 1956: 90, 212, 960, 1287]
- [3] Richard K. Cock, Strange sound in the atmosphere Part 1 and 2,

Physical Acoustical Edited by R. Bruce Lindsay, Dowden Hutchinson and Ross Inc. 1974: 67~ 80

- [4] Xie Jinkai, Xie Zhaohua Infrasound waves caused by earthquake on 12 July 1993 in Japan[J]. *Acta Acustica*, 1996, 21(1): 55~ 61 [谢金来, 谢昭华. 1993年7月12日日本北海道地震次声波[J]. 声学学报, 1996, 21(1): 55~ 61]
- [5] Li Junzhi, Chen Weisheng, Xia Yaqin Forecasting of strong earthquakes by synthesizing observation methods based on multi disciplines[J]. *Journal of Beijing University of Technology*, 2007, 33(7): 778~ 784 [李均之, 陈维升, 夏雅琴. 综合多学科观测方法预测强地震[J]. 北京工业大学学报, 2007, 33(7): 778~ 784]
- [6] Qin Fei, Zheng Fei, Li Junzhi et al A mechanism model for infrasound emission during earthquake incubation[J]. *Journal of Beijing University of Technology*, 2006 32(6): 568~ 572 [秦飞, 郑菲, 李均之, 等. 孕震过程中次声波产生的机理[J]. 北京工业大学学报, 2006 32(6): 568~ 572]

Infrasound Waves from Wenchuan Earthquake "5• 12", 2008

ZHANG Shucheng¹, YU Nanyang²

(1 Institute of Mountain Hazards and Environment Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

2 Machine College, Southwest Jiao Tong University, Chengdu 610031, China)

Abstract The debris flow warning device, DFW - I III Model is used for research and monitor to debris flow originally. It has recorded the data of infrasound waves from Wenchuan Earthquake "5• 12", 2008 of 8.0 degree and all aftershock, which are more than 3.0 degree. The data shows that the infrasound waves are a definite signal. It is a simple sine wave. Its predominant frequency is 2~ 3 Hz. And sound pressure is changed with earthquake degree. For 8.0 degree of "5• 12", Wenchuan the sound pressure of infrasound waves is more than 40 Pa (shown by Fig 1 & 2). The time which recorded for "5• 12" earthquake is about 1 min in advance compared with the time announced by National Earthquake Bureau (See table 1). Hereby authors hope this paper will attract researchers' attention and interesting. And to explore relative mechanism of infrasound wave from earthquake.

Key words "5• 12" earthquake; infrasound waves from earthquake; spectrum