



江苏地区天然地震与人工爆破识别研究^①

霍祝青, 王 俊, 张金川, 杨 云

(江苏省地震局, 江苏 南京 210014)

摘要:选取江苏数字地震台网记录的部分天然地震与人工爆破波形数据,通过波形对比分析、震幅比以及频谱等方面的对比发现两者之间不同之处。把这些不同的方法应用到数字地震台网实际工作中,能够快速有效地分辨出天然地震和人工爆破,为今后震相的识别提供可靠依据。

关键词:天然地震;人工爆破;震幅比;频谱

中图分类号: P315.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2015)01-0228-04

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2015.01.0228

Recognition Study on Earthquakes and Explosions in Jiangsu Area

HUO Zhu-qing, WANG Jun, ZHANG Jin-chuan, YANG Yun

(*Earthquake Administration of Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210014, China*)

Abstract: The crux of rapid reports of earthquakes is to establish three factors of the event as soon as possible. Seismic phase analysis is the basic work of earthquake monitoring, yet all types of seismic phase demand correct interpretation to determine the earthquake epicenter within the network. Summarizing rapid treatment methods can improve seismic phase analysis and the speed of issuing the rapid report. The present situation of rapid reports of earthquakes in Jiangsu province is analyzed from the viewpoint of both science and society, with recognition of its development. On this basis and using waveform data recorded by the Jiangsu digital seismic network, we studied the difference between natural earthquakes and explosions by contrasted comparative analysis of the waveform, amplitude, frequency spectrum, and other aspects, and found a difference between earthquakes and explosions, both in Jiangsu and adjacent areas. These methods, applied to digital seismograph network practice, can quickly and effectively differentiate natural events from artificial explosions. As a quick distinguishing method, it represents a swift and proficient application during major earthquakes, which provides a reliable basis for the identification of future phases.

Key words: natural earthquake; explosion; amplitude ratio; frequency spectrum

0 引言

江苏地处我国经济比较发达的长三角地区,近年来,随着江苏省数字地震台网建设的步伐不断增大及“十五”数字化改造的全面完成,江苏省测震台站已经达到 40 多个,在“十五”数字化改造过程中又接收了山东、上海、浙江、安徽等省市 30 多个台站信号,使得江苏省数字地震台网的地震监测能力得到了相当大的提高。

1 波形记录特征

1.1 数字记录地震波形的特征

数字地震台网记录的波形具有动态范围大、频带宽、动态大、分辨率高等特点。从数字记录波形与模拟记录波形的对比可以看出,数字记录波形初动清晰,波形高频成分丰富,周期明显,波形通过放大处理,震相特征更为突出,使震相到

^① 收稿日期: 2015-01-01

基金项目: 中国地震局三结合资助课题项目(151005)

作者简介: 霍祝青(1979—),男(汉族),工程师,现从事地震监测工作。E-mail: hzqbook@126.com

时读取更为准确,当发生较大地震时,分析人员能够快速处理地震参数;并且数字化短周期波形更为丰富,震相特征更为明确。而模拟记录动态范围小,记录波形初动不清晰,周期不明显,并容易产生记录波形限幅,当发生较大地震时,部分台因记录限幅难以判定震级,从而影响台网的大震速报。

1.2 天然地震与人工爆破波形识别方法

天然地震与人工爆破产生的振动,都是以地震波的形式传播,两者之间的波形十分相似,如何正确地二者进行辨别是一项十分重要的工作。

天然地震主要是指构造地震,是构造应力集中超过介质弹性限度时,岩石破裂、岩层瞬时错动的结果,一般振动时间

为几秒至几十秒,震源深度一般几千米到几百千米^[1]。天然地震由于错动介质一方受到挤压,形成压缩波,另一方受到拉伸,形成膨胀波,天然地震 PG 波呈四象限分布,即震源发生的振动,使一定方位的介质受压,形成压缩波,PG 波向上;另一方位介质受拉伸,形成膨胀波,PG 波向下^[2]。

天然地震地震波传播路程较长,其变化也较为复杂(图 1),所以每个地震的记录特征都有所差别,不同地区记录到的震相清晰度也不同。以江苏地区为例,在东部沿海地区以及苏中、苏南地区由于覆盖层比较厚,导致这些地区大多台站记录发生天然地震时震相初动不太清晰,而苏北地区覆盖层较薄,记录到的初动震相则相对清晰。

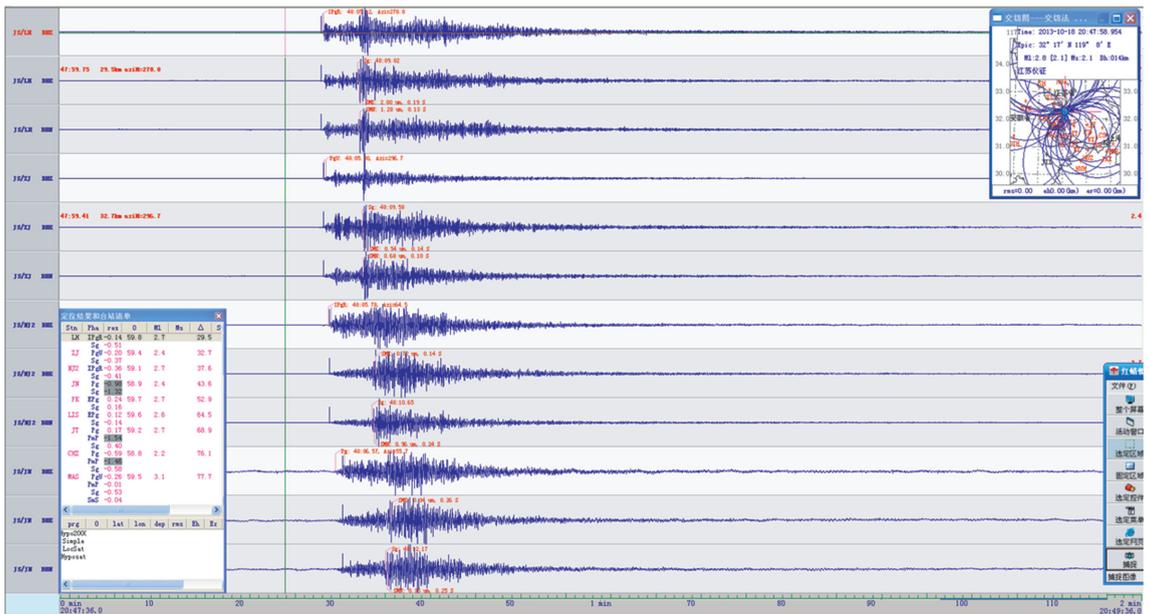


图 1 江苏地区地震典型图例
Fig.1 Typical seismogram in Jiangsu area

随着工业的发展,人工爆破作业越来越频繁,人工爆破与天然地震的识别贯穿于测震台网的日常监测工作中。有的爆破波形比较容易识别,也有的波形比较复杂,主要原因是随着经济的发展,爆破作业的频率越来越高,爆破的手法也越来越多。有的是当量大小不同,有的炸药放置的深浅度不一,还有的是一次爆破或者两次甚至多次连续爆破,这导致很多波形都不具备常见波形特征,有的和天然波形很相似,这就需要测震台网的每一位工作人员都要有很好的分析经验。

人工爆破是瞬间发生的,作用时间短,震源体积小,振动时间短,其优势周期比天然地震小;爆炸源使周围介质开始时受到压缩作用,因此垂直方向上 PG 波均向上。人工爆破一般都是能量相对较小的爆破(图 2),如开矿、人工地震源等。

江苏台网记录到的爆破主要是连云港港口爆破,记录到的波形特征也符合人工爆破近源小吨位爆破特征,波形主要

表现出:①频谱相对单调且衰减较快,而天然地震频谱比较复杂且衰减较慢;②波列比天然地震衰减快;③地震波周期较天然地震波周期小;④记录的波形垂直方向上的初动都是向上的;⑤面波比较发育,炸药当量越大面波越发育,而离震中距较近的天然地震往往没有面波;⑥大多数爆破的发生时间往往比较有规律性,如深夜、整点、下班时间等;⑦波形特征多显示为 P 波头较大,距离爆破点越近 S 波越不清晰。

天然地震具有初动方向既有向上也有向下、地震发生随机性强,波形复杂、衰减慢、震源较深、波及面较大等特点;人工爆破具有初动方向全部向上、发生时间相对固定、波形简单、衰减快、震源较浅、波及面较小等特点(图 1)。

除了一般当量相对较小的人工爆破外,还有当量相当大的核爆破,所激发的波动与地震波尤其是与深震更为相近。2013 年 2 月 12 日朝鲜核爆破江苏台网记录到的波形如图 3。

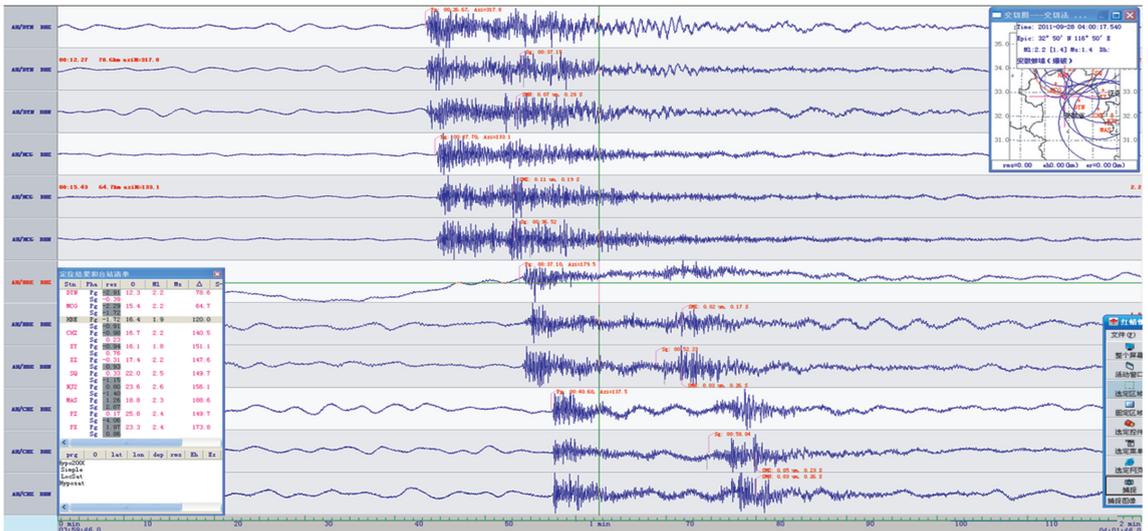


图2 江苏地区爆破典型图例

Fig.2 Typical picture of blasting in Jiangsu area

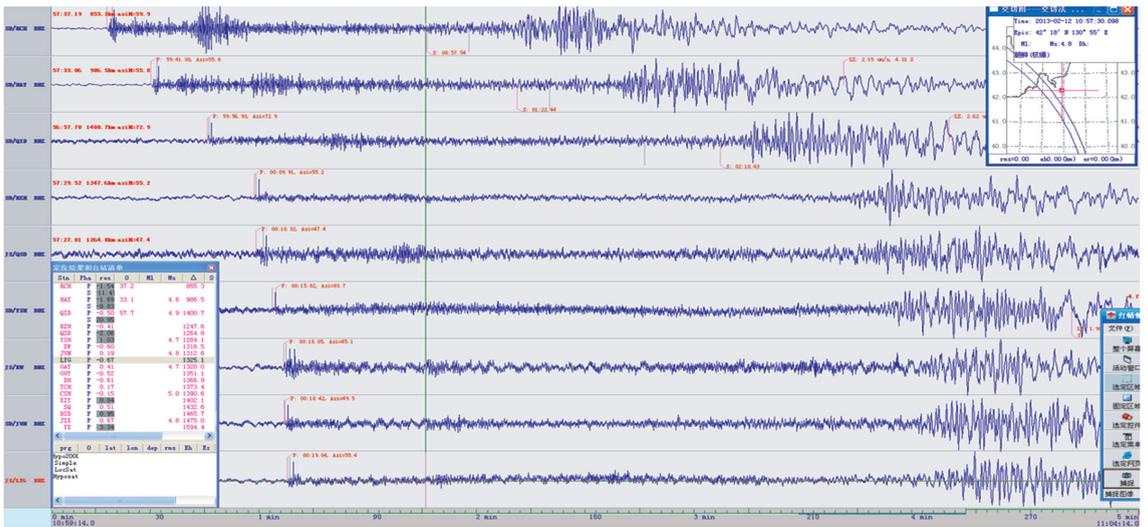


图3 核爆破典型图例

Fig.3 Typical picture of nuclear blasting

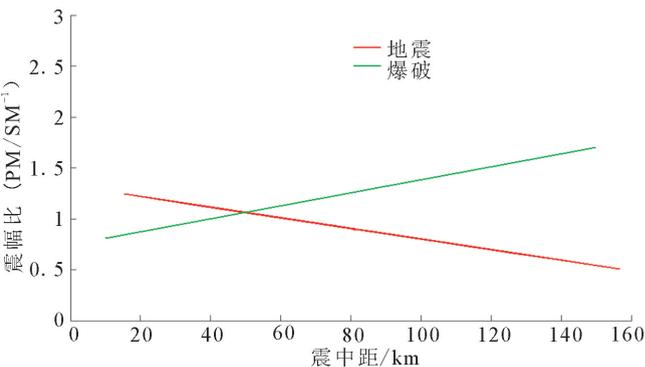


图4 地震及爆破震幅比拟合直线图

Fig.4 Fitting chart of the amplitude ratios of the earthquake and blasting

2 波形震幅比及频谱差异分析

图4为天然地震与人工爆破震幅比拟合直线对比图,通过对多个地震、爆破事件计算出平均震幅比分别为0.89、1.25,从图中看地震平均震幅比随着震中距增大逐渐减小,爆破震幅比值随着震中距增大逐渐增大。当震中距在0~50 km时地震平均震幅比大于爆破;50 km以后爆破平均震幅比大于地震。

图5为震级相当的天然地震与人工爆破频谱分析对比图,可以看出,天然地震高频部分主要集中在2~20 Hz,能量衰减较慢而且频率比较丰富;人工爆破能量在大于10 Hz以后频谱与地震相似,在1 Hz左右存在一个明显的卓越峰值,但衰减较天然地震快而且频率比较单调,两者之间有明显的差别,这与其他研究者的结论基本一致^[3]。

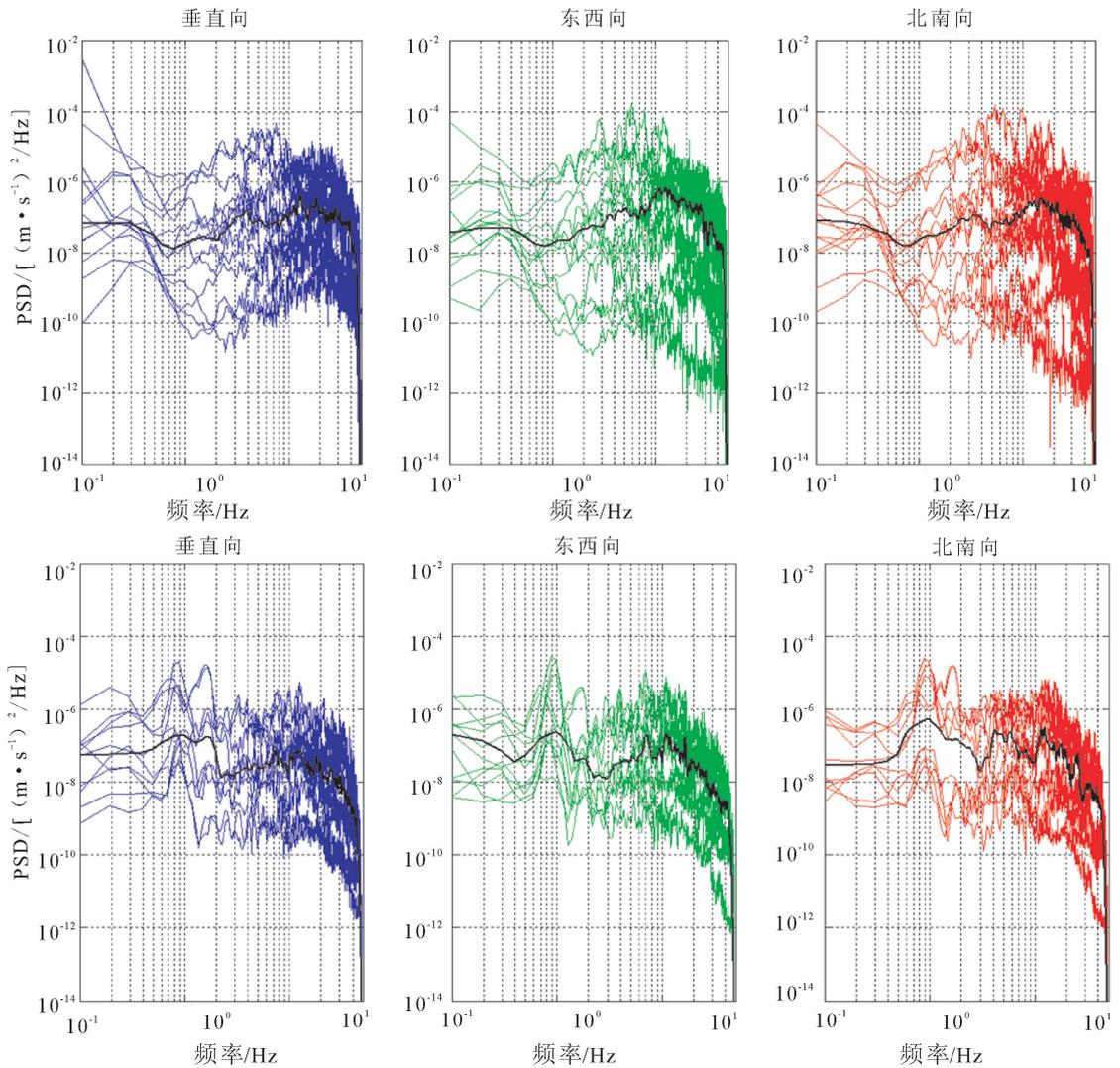


图 5 地震、爆破频谱对比图

Fig.5 Comparison of the spectrums of earthquake and blasting

3 总结

由于地震波的传播路径长,期间变化也较为复杂,每个地震记录特征也都有所差别。但天然地震和人工爆破同样存在不同,如波列衰减速度的快慢、波列周期大小、垂直向初动方向、面波是否发育、事件发生时间是否规律等,所有这些差别都是鉴定发生的事件是天然地震或是人工爆破的参照工具。

通过对江苏台网记录到的各种不同类型事件波形差异对比分析,辨别两者之间不同之处能够快速有效地分辨出天然地震和人工爆破,从而对江苏数字地震台网地震监测质量起到积极作用,也能够对江苏及邻省地区的地震研究起到更大的帮助。

参考文献(References)

- [1] 张少泉.地震分析[M].北京:地震出版社,1977.
ZHANG Shao-quan. Earthquake Analysis[M]. Beijing: Seismological Press, 1977. (in Chinese)
- [2] 陈培善.测震分析常用方法(讲座)[J].地震地磁观测与研究, 1991, 12(6): 25-27.
CHEN Pei-shan. Common Methods for seismic Analysis[J]. Seismological and Geomagnetic observation and Research, 1991, 12(6): 25-27. (in Chinese)
- [3] 刘莎,杨建思,田宝峰,等.首都圈地区、矿震与天然地震的识别研究[J].地震学报, 2012, 34(2): 202-214.
LIU Sha, YANG Jian-si, TIAN Bao-feng, et al. Discrimination between Explosions, Mine Collapses and Earthquakes in Capital Region of China[J]. Acta Seismologica Sinica, 2012, 34(2): 202-214. (in Chinese)