

甘肃华亭地区矿震记录特征分析

陈继锋

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要:利用“十五”数字网络项目兰州宽频带地震台网资料,对甘肃华亭地区矿震记录波形采取多种数据处理技术,剔除噪声干扰、滤波后,分析解释了甘肃华亭矿震的典型记录特征。结果表明:华亭矿震的宽频带记录表现为近台记录大周期面波发育,持续时间较长;平凉台(PLT)场地放大作用明显,所计算的震级偏大。

关键词:华亭矿区;矿震;震相解释;场地响应

中图分类号: P315.63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2010)01-0092-03

Analysis on Phase Characteristics of Mining-induced Earthquakes in Huating Mine Area in Gansu Province

CHEN Ji-feng

(Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on the data of Lanzhou digital seismic broadband network, after getting rid of noise and wave filtering by using some data processing techniques, the typical record characteristics of mining-induced earthquakes in Huating mine area, eastern Gansu province, are analysed and interpreted. The result shows that in the records of mining-induced earthquakes, the large period surface wave from close stations is significant and the last time is longer. At Pingliang station, caused by site response amplifying the magnitudes are obviously bigger than other stations.

Key words: Huating mine area; Mining-induced earthquakes; Seismogram interpretation; Site response

0 引言

兰州台网经过“十五”中国地震观测网络项目升级改造,现已建成了一批高质量的宽频带观测技术系统,产出了海量的观测数据。由于宽频带地震记录中包含的地震信息比较全面,各种震相记录十分丰富,很好地记录了体波群中许多地表反射波、反射转换波、核面反射转换波等,而且各类震相的动力学和运动学特征更加明显。丰富的震相记录资料为地壳和上地幔结构、地震学和地球物理学等方面的基础理论研究提供了保障^[1]。

矿震是指矿井高应力区内煤体、岩体及断层在

受外界扰动瞬间失稳破坏时,释放出很大能量而引起的以猛烈震动和爆发式破坏为特征的矿山动力现象^[2]。矿震的成因主要是因为矿山塌陷或矿山开采诱发矿山内构造活动而发生的地震。由于矿震震源浅,而且又处于矿山这种特殊条件下,所以具有较大的破坏性。位于甘肃省平凉市的华亭煤矿近年来矿震频发,已造成一定程度的破坏。本文利用兰州台网宽频带地震资料采取多种数据处理技术、剔除噪声干扰,分析解释甘肃华亭矿震的典型地震记录特征,为日常的地震速报和震相解释服务。

1 资料选取

收稿日期:2009-01-05

基金项目:兰州地震研究所青年基金项目(2009265);中国地震局兰州地震研究所论著编号:LC2010019

作者简介:陈继锋(1978-),男(汉族),甘肃清水人,工程师,硕士,研究方向为地震学。

为减少地壳介质传播路径的影响,突出震源信息,选取了华亭矿区震中距小于 150 km 范围内的 9 个宽频带数字地震台资料,根据研究需要引入了周边陕西和宁夏台网 LIYO、SHWA、JYU、HYU、XJI 台的记录。仪器类型多为 BBVS-60,采样频率为 100 Hz,在 40 Hz~60 s 范围内速度输出有平坦响应。

事件震级在 M_L 3.0 左右,资料选取见表 1,震中和台站分布见图 1。

表 1 选取的地震参数

地震事件	经度 (E)/°	纬度 (N)/°	震源深度/km	震级 / M_L	地点
2008-08-03T23:44	106.766	35.250	10	2.8	甘肃华亭
2008-08-06T16:38	106.600	35.300	8	2.8	甘肃华亭
2008-09-12T18:36	106.666	35.283	7	2.9	甘肃华亭
2008-09-15T02:10	106.633	35.283	6	3.0	甘肃华亭
2008-09-19T11:45	106.633	35.266	5	2.9	甘肃华亭
2008-09-19T16:02	106.816	35.233	10	2.8	甘肃华亭
2008-12-19T22:36	106.750	35.116	7	2.8	甘肃华亭

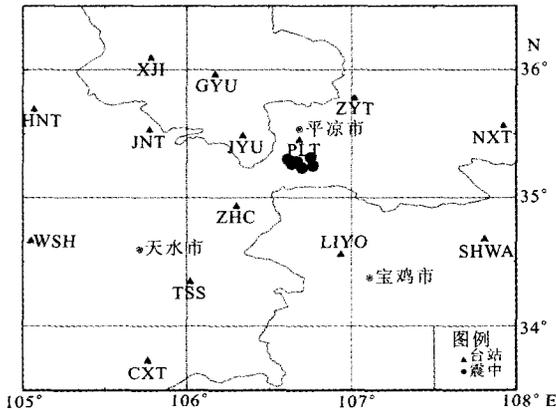


图 1 研究区台站和震中分布图

Fig. 1 Distribution of stations and epicenters in study area.

收集发生在华亭地区 M_L 2.5 以上的数字化波形记录,转换为德国区域地震台网处理软件 SHM 所能识别的 miniseed 格式。

2 计算方法和结果

2.1 华亭矿震记录图的分析解释

甘肃平凉华亭地区是甘肃省规模最大的煤矿开采区,近年来大规模的煤炭开采及小震丛集活动已经引发了破坏性矿震^[3],发震范围比较集中,其波形记录与天然地震有很大的差异,特别是宽频带地震记录出现了持续时间长,PG 波振幅小、周期较大,SG 波后大周期面波发育等新特点,这都十分符合煤矿诱发地震的震相特征^[4]。图 2 为平凉台记录

到的华亭煤矿诱发地震的波形图。

德国区域地震台网处理软件 SHM 具有多种数据处理功能,利用 SHM 设计合理的滤波器对华亭矿震记录进行预处理,提高了信噪比,震相识别的准确度进一步得到提高。

因为平凉台 SG 波后大周期面波发育等新特点,在计算 M 震级时易量取面波最大振幅而不是体波 SG 振幅,造成平凉台所计算的同一地震的震级值明显高于其他台站,最大可差 0.5 级。表 2 列出了直接使用平凉台原始波形记录计算的震级与周边台站计算的平均震级间的差值。

表 2 直接使用平凉台与周边台站平均震级计算的差值

地震事件名	平均震级 / M_L	平凉台 / M_L	平凉台与平均震级的差值
2008-08-03T23:44	2.8	3.2	+0.4
2008-08-06T16:38	2.8	3.1	+0.3
2008-09-12T18:36	2.9	3.0	+0.1
2008-09-15T02:10	3.0	3.3	+0.3
2008-09-19T11:45	2.9	3.4	+0.5
2008-09-19T16:02	2.8	3.0	+0.2

2.2 华亭矿震震级的重新计算

因为直接从平凉台宽频带地震记录图上量取 SG 波后大周期面波会造成震级的偏大,本文直接从近震震级的定义出发,用地动位移来计算 M_L 。利用德国区域地震台网处理软件 SHM 先将记录图仿真成伍德—安德森地震仪的位移记录,再进行震相分析定位,计算 M 震级。从表 3 看出,仿真后计算震级一致性很好,与平均震级之差都在 0.2 以内。

表 3 平凉台记录经过仿真后计算的震级与周边台站平均震级间的差值

地震事件名	平均震级 / M_L	平凉台 / M_L	平凉台与平均震级的差值
2008-08-03T23:44	2.6	2.7	+0.1
2008-08-06T16:38	2.7	2.7	0.0
2008-09-12T18:36	2.7	2.8	+0.1
2008-09-15T02:10	3.0	2.9	-0.1
2008-09-19T11:45	2.8	3.0	+0.2
2008-09-19T16:02	2.7	2.7	0.0

2.3 平凉台场地响应值的分析

根据 Akinson 和 Mereu(1992)提出的计算非弹性衰减系数的方法^[5],首先求出平凉台所处场地内的 Q 值,接着由几何衰减特征对地面运动位移谱进行传播路径效应校正,并扣除自由表面效应的影响,然后利用 moya 方法计算出平凉台相对于每个地震的场地效应^[6]。中国地震局行业专项地震新参数目录测定了甘肃台网各台站的场地响应值。图 3、4 为平凉和天水台的场地响应曲线图。

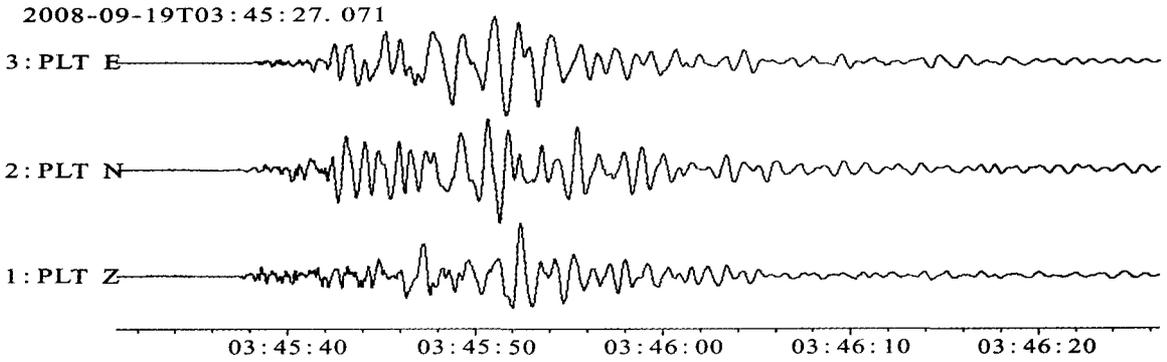


图 2 平凉台(PLT)记录到的华亭矿震图, $\Delta=28$ km

Fig. 2 Seismogram recorded at Pingliang station (PLT), $\Delta=28$ km.

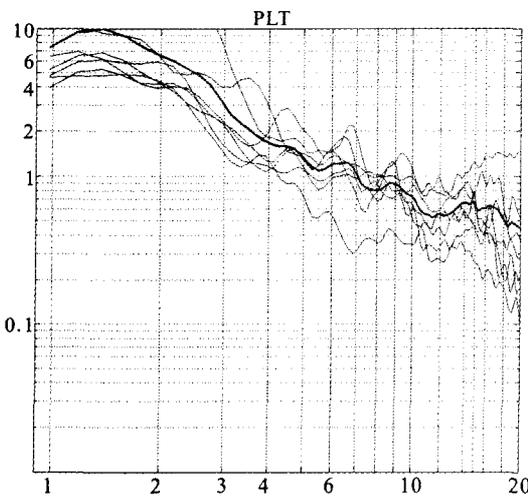


图 3 平凉台(PLT)场地响应曲线

Fig. 3 Site response of PLT station.

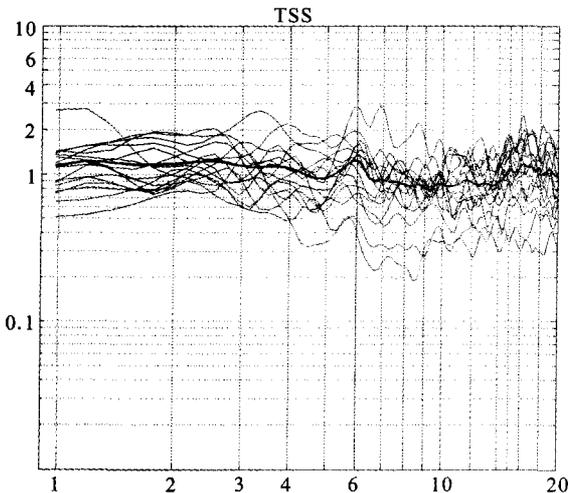


图 4 天水台(TSS)场地响应曲线

Fig. 4 Site response of TSS station.

从图 3 的计算结果来看平凉台(PLT)的场地响应值远大于 1, 台站场地响应随频率变化起伏较大, 场地放大效应明显, 这可能与其下方煤炭矿区开采

导致场地下方空虚有关。而处于基岩上的天水台(TSS)的场地响应值略高于 1, 这一点在日常的震级计算中得到了很好的验证。

3 讨论与结论

(1) 对甘肃华亭地区煤矿诱发地震记录资料采取多种数据处理技术进行分析解释, 华亭矿震的宽频带记录表现为近台记录大周期面波发育, 初至波较弱, 周期较大, 整个波列持续时间较长。

(2) 直接使用平凉台原始速度波形最大振幅计算震级会造成求得的震级值偏大 0.3 左右, 应将波形记录仿真成短周期地震仪后量取体波最大振幅、计算的震级值。

(3) 处于华亭矿区中的平凉台场地响应值的计算结果远大于 1, 台站场地响应随频率变化起伏较大, 而且场地放大效应明显, 这可能与其下方煤炭矿区开采导致场地下方空虚有关, 正因为如此, 平凉台场地放大作用明显, 所计算的同一地震的震级值明显高于其他台站。

[参考文献]

[1] 安张辉, 吕子岚, 杜学彬, 等. 甘肃省各数字测震台下方地壳速度结构研究[J]. 西北地震学报, 2008, 30(3):270-275.

[2] 邴绍丹, 潘一山. 矿山微震定位方法及应用研究[J]. 煤矿开采, 2007, 12(5):1-4.

[3] 张辉, 赵凌云, 刘小凤. 平凉华亭地区地震活动特征分析[J]. 高原地震, 2006, 18(4):9-16.

[4] 赵凌云, 张辉, 刘小凤. 甘肃平凉地区地震活动特征及其发震机理研究[J]. 西北地震学报, 2009, 31(2):86-90.

[5] Menke W, Witte D, Chen R. Laboratory test of apparent attenuation formulas[J]. Bull. Seis. Soc. Amer., 1985, 75:1383-1393.

[6] 刘杰, 郑斯华, 黄玉龙, 等. 利用遗传算法反演非弹性衰减系数、震源参数和场地响应[J]. 地震学报, 2003, 25(2):211-218.