

陕西榆林地区北部塌陷地震初步分析*

狄秀玲, 王 平, 金昭娣, 王建昌

(陕西省地震局, 陕西 西安 710068)

摘 要: 介绍了陕西榆林地区北部所发生的几次典型塌陷地震的宏观情况, 并利用陕西数字地震台网所记录的 50 次塌陷地震的地震波资料, 从波形及时间、空间分布上初步分析了陕西榆林地区塌陷地震发生的基本特征。

关键词: 塌陷地震; 波形; 时间; 空间; 基本特征; 陕西榆林

中图分类号: P315.63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2009)04-0081-03

0 引言

榆林市位于陕西省的最北部, 东临山西, 北临内蒙, 矿产资源十分丰富, 已发现 8 大类 48 种矿产。其中煤炭预测储量 2 714 亿 t, 探明储量 1 460 亿 t^[1]。

陕西数字地震台网于 2004 年 10 月 14 日记录到陕西神木发生 $M_L4.2$ 级地震, 经过分析认为是由于煤矿采空区坍塌引起的塌陷地震, 随后于 11 月 21 日、11 月 29 日又分别发生了 $M_L3.3$ 级塌陷地震。陕西省地震局派出技术人员对这 3 次塌陷地震进行了现场考察落实, 认为都是典型的煤炭采空区塌陷引起的矿震^[2]。

1 震例

塌陷地震也叫矿震, 是采矿诱发的矿井地震, 是矿井的一大自然灾害^[3-4], 单就中国的采矿诱发地震而言, 1933 年最早发生于抚顺胜利煤矿^[5]。陕西省最早记录的矿震就是 2004 年 10 月 14 日发生在陕西神木的 $M_L4.2$ 级塌陷地震, 也是到目前为止陕西榆林地区发生的煤炭采空区塌陷引起的最大矿震。

以下简要介绍一下近几年来陕西榆林地区发生的几次典型矿震的宏观情况。

1.1 神木 $M_L4.2$ 级塌陷地震

2004 年 10 月 14 日 $M_L4.2$ 级塌陷地震是陕西

省目前记录到的煤炭采空区塌陷引起的最大矿震, 该矿震塌陷区面积约 2 万 m^2 , 塌陷造成地面破裂带宽约 500 m, 裂缝垂直落差 20 cm 左右, 并诱发了部分黄土陡崖坍塌, 数户居民的房屋遭到严重破坏^[2]。图 1 给出了陕西数字地震台网记录的该塌陷地震的波形图。

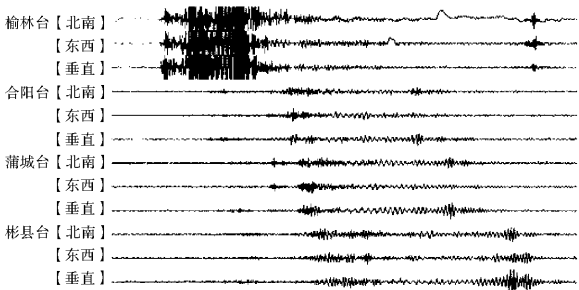


图 1 2004 年 10 月 14 日神木 $M_L4.2$ 级塌陷地震记录

1.2 府谷 $M_L4.1$ 级塌陷地震

2005 年 11 月 16 日府谷县新民镇府榆煤矿井下采空区发生冒顶事故, 地震台网中心记录到的震级为 $M_L4.1$ 级, 有 7 人幸免于难, 2 人被困井下。17 日 21 时, 井下再次发生了大面积的冒顶事故, 地震台网中心记录到的震级为 $M_L3.7$ 级。经过当地矿管理部门在对冒顶区域地表进行测算, 地表塌陷面积达 26 万 m^2 ^[6]。

1.3 神木 $M_L3.4$ 级塌陷地震

2008 年 7 月 31 日神木县赵家梁煤矿采空区发生冒顶事故, 9 名矿工被困井下。矿震发生时, 当地村民突然听到“咚”的一声闷响, 感觉到地面有些晃动, 窑顶上的泥皮不停地往下掉。煤矿冒顶

* 收稿日期: 2009-06-26

基金项目: 地震科学联合基金项目(A07110)

作者简介: 狄秀玲(1963-), 女, 陕西蒲城人, 高级工程师, 主要从事地震监测及相关工作. E-mail: dixiuling@sina.com

面积大约 12 万 m²，矿区山顶随处可见宽窄不等的裂缝，最宽处大约有 5~6 cm^[7-8]。

1.4 神木多次塌陷地震(最大震级 $M_L3.8$)

2008 年 10 月地处神木县孙家岔镇的一处废弃煤矿，于 26-27 日陆续发生 3 次采空区塌陷，本次地震(塌陷)主要是由于宋家沟煤矿采空区塌陷引起的，该煤矿已经采空废弃。初步统计，共造成约 4 万 m² 的山体塌陷^[9]。

2 矿震序列特征分析

2.1 矿震序列时间特征

陕西“十五”数字化地震台网建设项目于 2007 年通过验收，新建地震监测台站的投入使用使陕西北部地区的地震监测能力有了大幅度提高，所记录的塌陷地震的震级有所降低，为了保持研究资料的一致性，选择了 $M_L3.0$ 级以上的资料进行分析研究。

截止到 2008 年 12 月底，陕西数字地震台网记录，并经过编目人员反复校核的 $M_L3.0$ 级以上榆林塌陷地震共 50 次，图 2 给出了榆林塌陷地震的 $M-T$ 图，图 3 给出了榆林塌陷地震的月频次图。从图 2 可以看出，发生在 2006 年的仅 1 次，矿震次数明显低于其他年份，可见矿震在时间分布上也是不均匀的。另外从图 3 还发现，近两年来塌陷地震发生的次数明显增加。

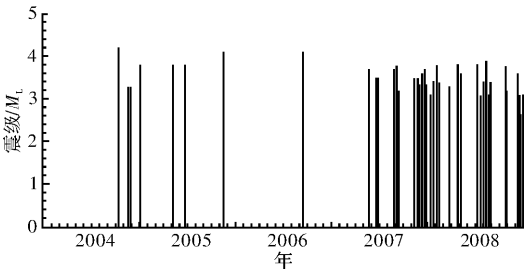


图 2 榆林塌陷地震 $M-T$ 图

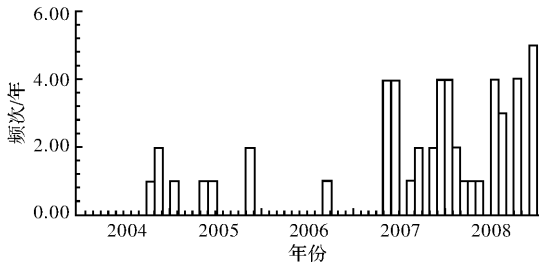


图 3 榆林塌陷地震月频次图

2.2 矿震序列空间特征

图 4 给出了塌陷地震的空间分布图，从图 4 中可以看出，塌陷地震主要分布在神木县和府谷县的北部地区，这应该是与煤层的分布及煤矿的开采有关。

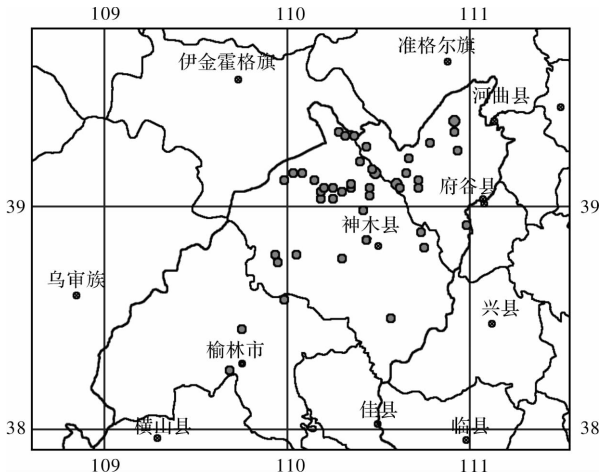


图 4 榆林地区北部塌陷地震空间分布示意图

近年来，陕西数字地震台网除了记录到一些省内的塌陷地震，还记录到了一些与陕西交界地区附近内蒙的塌陷地震，这也可以进一步说明塌陷地震的发生与煤层的分布及煤矿的开采有关。

2.3 矿震序列波形特征

图 5 给出了陕西数字地震台网榆林数字地震台记录到的 2008 年 8 月 10 日发生在陕西神木的 $M_L3.9$ 级塌陷地震波形，从图 5 中可以看出，塌陷地震波形具有以下几个特点：

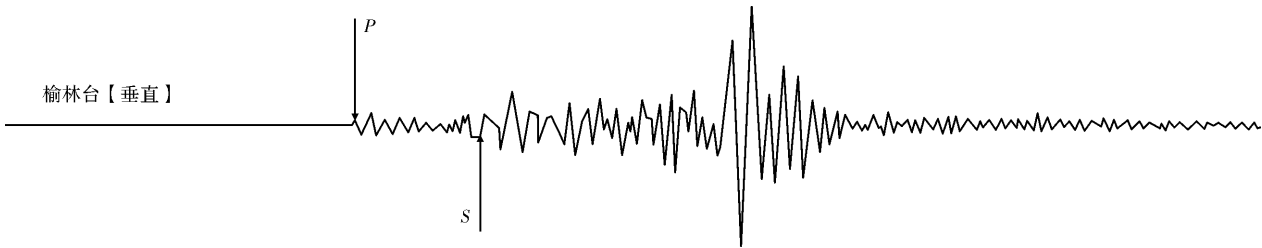


图 5 2008 年 08 月 10 日 $M_L3.9$ 级塌陷地震(榆林台记录)

- (1) 高频成份稍低，波形看起来比较光滑；
- (2) 无论震中距大小都有面波出现，且比较发育，周期也较大；
- (3) S 波比较明显，周期较大，且同面波周期

没有明显区别。

3 结语

近年来,随着陕北能源的不断开发,一些地方的企业在追求经济效益的同时,忽视了环境的安全与保护,无序或盲目开发带来的影响也日益显现。因煤矿开采而引发的塌陷屡有发生,给当地一些群众的生产、生活带来了很大影响。据统计,截至去年底,榆林全市范围内因煤炭开采形成的采空区面积达 339 km²,其中塌陷区面积约 64 km²,已造成受灾人口近万人,损毁房屋 4 500 多间,耕地 1 600 hm²,境内湖泊数量已由开发前的 869 个锐减到现在的 79 个^[9]。

随着煤炭采空区的不断增加,塌陷地震的发生愈加频繁,同时也引起了陕西省政府及榆林市政府的高度关注,陕西省地震局会同榆林市政府拟在榆林市建设 1 个区域测震台网部、8 个数字测震台站,对榆林地区的塌陷地震进行全面监测。

利用陕西数字地震台网及榆林市区域测震台网所纪录的地震观测资料,深入研究该地区塌陷地震发生的规律,不但可以减轻塌陷地震所引起的各种灾害及损失,为陕西省防震减灾工作提供决策依据,同时还可以探索和建立一

种适合陕北地区能源开发、治理和保护的一盘棋思想,建立健全矿山生态环境保护长效监管机制,保证陕北地区经济社会健康发展,人与自然和谐相处^[10]。

参考文献:

[1] 陕西省民政厅,陕西省测绘局. 陕西省行政区划图集[K]. 西安:西安地图出版社,2007.

[2] 董星宏,韩恒悦,邵辉成,等. 对陕西榆林地区三次矿震灾害的认识[J]. 灾害学,2005,20(2):96-98.

[3] 蒙美芳,马六东. 矿业城市环境灾害演变规律浅析[J]. 灾害学,2006,21(1):48-51.

[4] 王雁林. 陕西省地质灾害实例分析及其致灾模式探讨[J]. 灾害学,2008,23(3):57-61.

[5] 潘一山,赵扬锋,马瑾. 中国矿震受区域应力场影响的探讨[J]. 岩石力学与工程学报,24(16):2847-2853.

[6] 杨永存. 榆林一煤矿连续冒顶[N]. 华商报,2005-11-19(A6).

[7] 郭魂强. 神木一煤矿冒顶连夜搜救 9 矿工[N]. 华商报,2008-08-01(A1).

[8] 郭魂强. 被困 9 名矿工井下位置确定[N]. 华商报,2008-08-02(A4).

[9] 孙建奎. 地震?原是采空区塌陷[N]. 华商报,2008-10-29(A12).

[10] 邵辉成,罗词建. 陕北煤矿塌陷及灾害简介[J]. 华北地震科学,2009,27(2):1-4.

Preliminary Analysis on Collapse Earthquakes in Northern Yulin, Shaanxi Province

Di Xiuling, Wang Ping, Jin Zhaodi and Wang Jianchang
(Earthquake Administration of Shaanxi Province, Xi'an 710068, China)

Abstract: Macroscopic conditions of some typical collapse earthquakes in Yulin of Shaanxi Province are briefly introduced. According to the data of 50 collapse earthquakes recorded by Digital Seismic Network of Shaanxi, basic characteristics of collapse earthquakes in Yulin are preliminarily analyzed in waveform, temporal distribution and spatial distribution.

Key words: collapse earthquake; waveform; time; space; basic characteristics