

·成果简介·

抚顺中尺度地震实验场建设与相关问题 研究成果介绍

李 铁

(抚顺市地震局, 辽宁抚顺 113006)

[关键词] 中尺度地震实验场, 采矿诱发地震, 项目成果

由抚顺市地震局承担的国家自然科学基金项目“抚顺老虎台矿中尺度地震实验场建设与相关问题研究”, 在多方支持下, 完成了 2002 年度计划, 已经构建起中尺度地震实验场的基本框架。

1 项目背景

天然地震研究中, 实验室岩石试验的样本太小, 不足以描述复杂的地壳应力场; 基于天然地震背景的大尺度野外实验场的地震重现周期长, 且震源无法接近; 矿山的高采诱发地震和震源可接近性是在公里尺度研究地球物理问题的理想地点, 计算机和数字观测技术提供了技术上的可能。

本项目的目的是建成中(公里)尺度地震实验场, 为天然地震研究提供实验基地, 检验地震预测的方法和理论, 探索地震预测的新途径; 而通过深入揭示采矿诱发地震本质, 为治理矿震灾害提供科学依据, 达到保障城市和矿山生产安全的目的, 为同类矿山提供借鉴。

2 项目运作及成效

由于本项目建设和研究的内容需要较大额度经费的支持, 项目运作方略和运作质量是确保项目水平的关键之一。课题组将此作为重要工作, 通过精心运筹, 得到了地方政府的高度重视和支持, 使得本年度国家自然科学基金投入的 5 万元研究经费起到了先导性作用, 吸引到 200 余万元的经费支持。

辽宁省政府和抚顺矿务局对本项目给予了进一步的重视和支持, 承诺解决部分后续研究经费, 进一步完善地震实验场功能, 并开展相应的研究。

3 项目阶段成果

3.1 实验场建设已基本完成

在 1 万 Km^2 范围建成由 6 个子台, 1 个中继站和 1 个中心处理系统组成的短周期数字遥测(微震)地震监测台网; 围绕煤矿采区, 在 80 Km^2 范围布设 5 个数字地震子台, 增加小孔径台网密度, 拟实现矿震的精确定位; 在距煤矿采区 5 Km 处的山洞, 布设数字水管倾斜仪、伸缩仪和小型竖直摆倾斜仪等潮汐形变前兆手段各一套。已产出高质数字前兆数据 1.6 万余组, 地矿震数据 2 万余个, 并重新收集和整理了模拟台网观测到的地矿震资料, 得到 6 万余个可靠的数据。

3.2 发现了矿震发生机制假设的证据

在研究波兰 Lubin 铜矿矿震时发现 (kijko, 1987), 最大震级的概率分布具有双峰分布的特征, 对此提出两种假设: 一是岩体结构不连续和非均匀性的结果; 二是分布中的低能量成分是开采引起的应力释放的结果, 而高能量成分是区域开采引起应力与构造应力残值相互作用的结果。

本课题组的研究从两方面证实了第二个假设, 并得到了定量的概念。

1975—2001 年矿震频度震级 ($\lg N-M$) 分布表现出双峰分布特征, 第一个峰值的位置始终保持在 $M_L = 1.5$ 附近, 而第二个峰值逐年向高值方向移动。

将 1975—2001 年的全部矿震投放到一天 24 小时和农历 30 天时间轴。统计结果表明, $M_L 1.4$ 级以下矿震与回采面附近的开采活动关系密切, 而 $M_L 1.5$ 级以上矿震与回采面附近的开采活动关系不

本文于 2002 年 1 月 20 日收到。

密切,尤其是M_L2.9级以上较强矿震,明显表现出与开采活动无直接相关的特征,这反映了是两种不同现象所产生的随机变化的混合。一个合理的解释,就是开采产生以低能量地震活动形式释放的附加应力,对给定区域里存在的残余构造应力产生了触发机制,抑或叠加了区域构造应力场活动引起的应变能释放。

3.3 震源机制有新的发现

地下爆破源周围测震台的P波初动方向全部表现为向上,构造地震P波初动方向具有四象限不同方向分布的特征,大部分矿震,特别是几个已知的远离回采面发生的较大级别矿震,与断裂构造关系密切,其震源机制解与构造地震类似。

但研究发现,有部分矿震的P波初动方向全部表现为向下,对此类矿震中的两个已知震源的调查表明,是由于煤柱受压失稳所致,相当于典型单轴压缩下岩石失稳的动力学模型。

3.4 用地震学方法提取到较强矿震事件的测震学前兆信息

(1) b值异常

不同时间窗和滑动步长的b值扫描结果,显示出分别具有不同时间段的预测意义。较强矿震事件绝大多数发生在相对低b值区或b值由高向低的转折阶段。扫描的关键是选择合适的时间窗和滑动步长,要根据矿震的活动水平,保证足够的矿震数目。

(2) 能量释放具有周期性

矿震季度能量释放显示,矿震能量具有积累-释放的间歇式特征,可以用来预测高能量释放的时段。

(3) 大震前小震密集-平静

较大级别矿震前,有小震密集-平静-大震发生的现象。两次3.6级矿震前小震相对平静21天,一次3.7级矿震前平静37天。

3.5 观测到强矿震事件前的潮汐形变异常

数字水管倾斜仪和伸缩仪震前异常表现为固体

潮形态畸变和高频成分增多,两次M_L3.6、3.7级矿震,震前10日左右出现异常,异常持续2—3天,恢复正常5—7天后发震。

3.6 实验场地应力实况

开展的原岩应力测量得到的实验场地应力实况;完成的实验场内岩样点荷载、岩石声波、抗压、变形参数、弹性模量、密度、刚性、三轴和饱水等项目的试验;采用三维有限差分动力学数值模拟算法,反演的不同开采时期主要控制构造附近和地表特征位置处的动力学响应等大量的现场岩石力学工作,为地球物理学与岩石力学相结合构建中尺度地震实验场,开辟了新路,得到了实验场地壳上部的结构和介质属性,为研究煤、岩体破裂与孕震机理奠定了基础。

3.7 本项目获奖情况

纳入本项目整体规划的本单位和北京科技大学等联合开展的“抚顺老虎台矿开采引发矿震的研究”项目已结题,获2002年度辽宁省科技进步奖二等奖。

抚顺防震减灾“三大工作体系”的建设在本项目的带动下取得了显著进步,由过去名不见经传的城市,一举获得全国地市防震减灾工作奖二等奖(列全国第七名)和监测预报单项奖。

4 前景展望

本项目拟通过2003年的建设和研究工作,完成课题计划。届时将把抚顺中尺度地震实验场建设成国内独有的开放性地球物理实验基地,通过互联网,向科学研究人员提供观测资料,并通过后续工作,建成基于互联网的虚拟监测台网,对授权用户提供亚实时监测资料。同时,将对矿震发生的机理得出进一步深刻的认识,为防治矿震灾害提供科学依据,全面提升城市防御地矿震灾害的能力,并为同类矿山提供有益的借鉴。

AN INTRODUCTION OF THE MESO-SCALE SEISMOLOGICAL EXPERIMENTAL SITE ESTABLISHMENT AND CORRELATIVE ISSUE STUDY IN FUSHUN

Li Tie

(Seismological Bureau of Fushun City, Liaoning Fushun 113006)

Key words meso-scale seismological experimental site, mining induced earthquake, project manipulation