

文章编号: 1001-1986(2006) 04-0068-03

煤矿井下微震监测系统及应用

李凤琴, 张兴民, 姜福兴

(山东科技大学资源与环境工程学院, 山东 青岛 266510)

摘要: 介绍了微地震监测系统原理、方法, 分析了微地震监测仪器结构、性能及施工措施, 并结合微地震监测技术在煤矿井下监测中所遇到的问题, 提出了一些具体的技术措施。

关键词: 矿井; 岩层破裂; 微地震; 监测; 煤矿安全

中图分类号: P315.2 **文献标识码:** A

Microseismic monitoring system and application in underground coal mine

LI Feng-qin, ZHANG Xing-min, JIANG Fu-xing

(College of Resource and Environmental Engineering, Shandong University of Science & Technology, Qingdao 266510, China)

Abstract It is introduced that the mine microseismic monitoring is a new physical geography detecting technology, which has advanced technology and good reliability and which possesses high practicability. It plays an important role in coal mine safety monitoring. The structure, performance and fixing method for microseismic monitoring instrument are concretely analysed. Some specific technology means are put forward based on the concrete problems of microseismic monitoring technology in coal mine.

Key words: mine; strata fracture; microseismic; monitoring; coal mine safety

1 引言

煤矿生产中的不安全因素主要是由覆岩破裂造成的顶板跨落、矿井突水、煤与瓦斯突出和冲击地压

等。而覆岩破裂与开采后应力重新分布有关。近几年, 国际上研发了一项能够在三维空间实时定位的微地震监测系统。它可以长期、连续、动态监测岩层破裂与移动情况, 为煤矿安全监测提供了一种新型

收稿日期: 2005-08-23

基金项目: 国家自然科学基金重大国际合作项目(50320120001)

作者简介: 李凤琴(1978—), 女, 河南商丘人, 硕士研究生, 安全技术及工程专业。

6 结论

a. 以构造软煤与硬煤的物性差异为基础, 建立起了构造软煤分层在测井曲线上的反映信息。根据煤层段测井曲线的形态特征, 将揭露区钻孔测井曲线初步判识的结果同钻孔邻近巷道煤壁观测的结果进行反复地对比、验证, 当判识结果同煤壁观测结果基本一致时, 确定测井曲线判识构造软煤定性、定厚的一般准则, 保障了利用测井曲线判识构造软煤结果的可信度, 为判识结果在宏观上把握研究区构造软煤的赋存状况奠定了基础。

b. 以视电阻率曲线为主, 伽马—伽马曲线为辅的配合使用, 对潘三矿 C_{13-1} 煤层段的测井曲线进行了构造软煤判识。根据测井曲线判识构造软煤的结果, 以构造软煤厚度 H 和综合指标 D 值为突出预测指标, 对潘三矿 C_{13-1} 煤层的突出危险性区域进行了预测

参考文献

- [1] 杨陆武, 彭立世. 以煤体结构为基础的煤与瓦斯突出简化力学模型[J]. 焦作工学院学报, 1997, 16(2): 57—62.
- [2] 焦作矿业学院瓦斯地质研究室. 瓦斯地质概论[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1990.
- [3] 汤友谊, 张国成, 孙四清. 不同煤体结构煤的 f 值分布特征[J]. 焦作工学院学报, 2004, 23(2): 81—84.
- [4] 汤友谊, 孙四清, 郭纯. 等. 不同煤体结构类型煤分层视电阻率值的测试[J]. 煤炭科学技术, 2004, 33(3): 70—72.
- [5] 汤友谊, 田高岭, 孙四清. 等. 煤体结构成因分类的改进和完善[J]. 焦作工学院学报, 2004, 23(3): 161—164.
- [6] 焦作矿业学院瓦斯地质研究所. 煤体结构力学特征及煤体结构类型的定量划分分项研究报告[R]. 焦作: 焦作矿业学院瓦斯地质研究所, 1993.
- [7] 吕少林, 何继善. 瓦斯突出煤体的导电性质研究[J]. 中南工业大学学报, 1998, 29(6): 511—513.
- [8] 傅雪海, 陆国桢. 测井曲线在预测煤与瓦斯突出中的作用[J]. 中国煤田地质, 1998, 10(增刊): 82—83.
- [9] 曹嘉猷, 刘士安, 高敏. 测井资料综合解释[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.

的实用技术。山东科技大学依托国家自然科学基金资助项目(50074021)和中国—澳大利亚政府间科技合作特别资金资助项目(20000276), 在国内率先进行了井下微震监测仪的研制与开发, 目前已经进入工业性试验阶段。该仪器可以直接布置在煤矿井下进行微震监测, 提高了监测的可靠性和精度, 并通过井下实际监测证明, 仪器工作稳定、性能可靠、操作方便, 同时获得了良好的技术效果。

2 微地震监测技术特点

微地震监测技术是通过观测、分析生产活动中产生的微小地震事件, 来监测其对生产活动的影响、效果及地下状态的地球物理技术。其基础是声发射学和地震学, 当地下岩石由于人为因素或自然因素发生破裂、移动时, 产生一种微弱的地震波向周围传播, 在空间上不同方位设置的微震传感器, 可以记录这些微震波的到达时间、传播方向等信息, 然后利用各种计算方法确定岩石的破裂点, 即震源的空间位置。

微地震监测技术, 理论比较充分、技术手段先进, 有比较好的实用性, 方法可靠。主要表现在投资少、周期短, 可实现三维空间连续、动态监测, 观测成果精度高, 可靠性强。

在煤矿生产中, 该方法可用于监测采场围岩破裂形态, 及由此推演的覆岩空间破裂形态与采动应力场的关系, 预测和控制可能发生的煤矿灾害, 如冲击地压、矿井突水、瓦斯突出、顶板冒落等; 也可以动态监测、预报由于开采活动引起的煤层顶板冒落带和断裂带高度, 对于进一步确定煤层开采上限、研究导水裂隙带、最大限度地开发利用煤炭资源, 同时对提高煤矿生产安全性有重要的指导作用。

3 微地震监测仪器结构

以往对地下微震事件的监测通常在地面进行, 监测仪器只能安装在地面, 这样会降低监测的精度、灵敏度和可靠性。如果将用于地面监测的仪器直接放到井下, 又不符合煤矿安全生产的要求。现有的国外地面微震监测仪, 通常采用台式计算机, 且前置放大器、数据采集卡有时设计成独立箱体, 这种结构一般体积较大, 功耗较高。如果将其放到煤矿井下并使整个系统达到防爆要求, 实现起来将是非常困难的事情, 不仅造价高, 而且系统庞大、笨重, 安装、使用起来非常不便。

为了减小仪器体积, 选择 AMB—618HT 工业控制计算机作为主机。它是一种体积较小, 功耗低, 性能先进的机型。计算机箱体配有液晶显示器、触摸式键盘、光驱等设备, 并且箱体内部留有足够空间可以安装其他配件。这种机型将台式计算机的功能有效地集成于一体, 设计有多通道前置放大器电路板, 为便于仪器安装, 在保证性能的前提下大大缩小了前置放大器的尺寸; 选择了性能先进的通用数据采集卡。仪器系统包括主机、显示器、前放板、采集卡等。整个仪器安装在一个防爆箱体内。

在防爆箱体内部, 采用螺旋弹簧将工业控制计算机固定起来, 以保证仪器具有良好的减震、抗震性能。由于防爆箱体的密封特性, 在具有防爆功能的同时, 还具有良好的防水、防潮、防尘性能。防爆箱体前面设计有观察窗口, 由钢化玻璃制造。通过该窗口可以直接观察内部计算机屏幕, 了解计算机运行情况。另外, 防爆箱体设有电缆接口, 通过他们可以将信号电缆与计算机连接在一起。在给计算机配备专用通讯软件后, 即可实现井下微震监测仪与地面计算机的数据通讯。井下微地震监测仪结构如图 1 所示。

4 微地震监测的施工措施

井下微震监测施工难点之一是钻孔传感器的安装。技术上要求传感器必须与井壁紧密耦合。传统安装方法有弹性支撑装置、油压枕支撑装置、水泥注浆装置等。这些方法都存在较大难度, 给施工带来许多不便并增加了施工成本。而“定形水泥袋安装法”效果良好, 施工简便, 成本低, 效率高。

“定形水泥袋安装法”由姜福兴提出, 水泥袋分内外两层, 都是软袋, 由涤纶布制作。内层直径略大

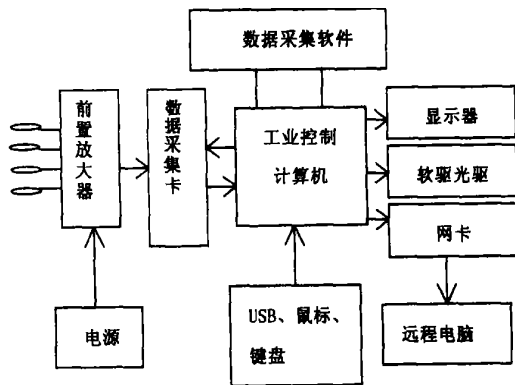


图 1 井下微震监测仪结构示意图

Fig. 1 Configuration sketch map of microseismic monitoring apparatus for underground mine

于钻孔直径;外层直径小于钻孔直径,用粘接带封闭。安装时将水泥浆先灌注到内袋内,直至灌满,传感器置于内袋下方。内、外袋两端都固定在传感器电缆上(包括承重绳),并且扎紧,防止水泥浆漏出。因受外袋限制,内袋不能充分膨胀,所以,水泥袋外形小于钻孔直径,便于送入钻孔。当利用事先安装好的牵引绳将传感器拉到预定位置后,利用操作绳将外袋粘接带撕开,这时,内袋中的水泥浆就会向下流,并把内袋涨开,直至与钻孔内壁紧密接触。当水泥浆固结后,内袋中的传感器与钻孔壁就紧密耦合在一起了。根据实际接收效果,“定形水泥袋安装法”耦合效果良好。定形水泥袋结构示意图见图 2。

另一难点是“锚爪”的设计与制造。为把传感器送入钻孔,事先应利用钻杆将锚爪顶到钻孔上端。钻孔传感器安装时应注意:锚爪要有足够的支撑力,防止承重时下滑;二是锚爪结构必须合理,便于安装。

在监测过程中,干扰信号主要来自电干扰,由井下电气设备开关干扰引起,表现为“尖脉冲”波形;机械干扰,来自井下机器运行产生的机械干扰;人工干扰,包括人的走动,工作活动等产生的信号。干扰信号太多会造成仪器硬盘溢出,同时也给解释和处理工作带来麻烦,主要原因是控制参数设定不合理。

5 微地震监测技术存在的问题及解决思路

5.1 实时定位困难

a. 井下数据不能高速地实时传到地面。微地

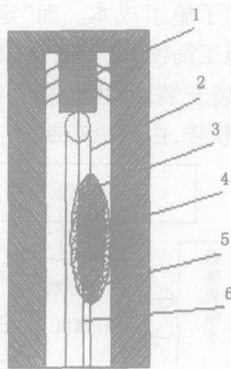


图 2 定形水泥袋安装法示意图

Fig. 2 sketch map of figuration cement sack fixing

1——锚爪与滑轮; 2——电缆与安装绳; 3——内水泥袋;

4——检波器; 5——外水泥袋; 6——操作绳

震监测中记录的信号不仅有大量的有效信号,而且还记录了大量的干扰信号,如果我们想在地面上查看一下这些记录,每个记录大约需要 2~3 min 后才能传到地面,所以,把有效信号从所有干扰信号里挑选出来,看起来是非常简单的问题,实现起来困难很大。如果采用光缆传输很快就能解决这一问题,这是下一步要解决的问题。

b. 微地震事件定位需要进行大量的处理和解释工作,进行现场解释工作量很大,所以亟需要研究计算机自动处理和定位方法。目前国内开展微震监测时间很短,很多情况下需要人工解释,专业人员少,不能满足现场要求,同时,目前还没有成熟的商用软件和通用软件,也给解释和应用带来了困难。

5.2 仪器与监测系统标准化

微地震监测技术是一项新技术,许多方面还不成熟。在仪器方面,经过试验发现需要改进的有散热、轻便、可靠性、操作性能、通讯性能等,都不能满足现场要求。另外,仪器与监测系统设计都需要实现标准化,以利于技术推广与应用。

6 结束语

微震监测技术是 20 世纪 90 年代国际上发展起来的一种新的物探技术,在煤矿及相关领域中可以得到广泛应用,解决许多技术难题。特别是在煤矿安全监测中,将微地震监测仪安装到井下,可以节省费用、降低成本,并且可以提高监测的可靠性和精度,是微地震监测技术应用的一个重要方向。本文提出的煤矿井下微地震监测系统已经在井下得到应用,并获得了良好效果,其研究结果对煤矿设计与安全生产都具有重要参考价值。当然,将微地震监测技术应用到井下会出现许多新问题,需要不断探索、研究,使该技术更加完善和成熟。

参考文献

- [1] 张兴民. 微地震监测技术在两带监测中的研究与应用[J]. 煤炭学报, 2000, 25(6): 566—570.
- [2] 逢焕东, 姜福兴, 张兴民. 微地震监测技术在矿井灾害防治中的应用[J]. 金属矿山, 2004(12): 58—61.
- [3] 姜福兴, 杨淑华, XUN Luo. 微地震监测揭示的采场围岩空间破裂形态[J]. 煤炭学报, 2003, 28(4): 357—360.
- [4] 逢焕东, 张兴民, 姜福兴. 微地震监测中传感器的埋置误差校正[J]. 有色金属, 2004, 56(3): 22—27.