**项目名称：基于采煤机激励的综采面近场煤岩动态层析成像方法研究**

**完成人（限11人）：赵栓峰，郭卫，张传伟，陶唐飞，张武刚，王渊，路正雄**

**完成单位：西安科技大学 西安交通大学**

**项目简介：**

研究表明，在综采面发生的冒顶、冲击地压、煤与瓦斯突出、突水等事故发生前综采面前方的煤岩的物理参数将产生一定的变化。如果开采过程中能够实时感知事故发生前综采面近场煤岩物理参数的变化，那么就有可能对这些特大事故做出提前预警。其中常用的综采面煤岩超前探测方法有直流电法探测、瞬变电磁法探测、声波层析成像。上述探测方法为静态探测方法，即必须在综采面在停产/准停产条件下进行专门的探测施工。如何在保证不影响综采面正常工作的前提下，有效地开展综采面煤岩超前动态可视化研究是研究综采面近场煤岩参数演变的重要手段，是解决综采面地质灾害动态预警技术的迫切需求。因此，项目提出以综采面两侧回采巷锚杆为传感阵列，综采面采煤机截割煤岩引起的煤岩破碎微震信号做为激励源的综采面近场煤岩层析成像超前动态可视化方法。具体的研究内容、过程和结论有：

1. 针对锚杆裸露端传感器所采集的信号具有非线性非平稳的特征，用经验模态分解中瞬时频率分析方法提取频域信息，研究锚杆锚固系统反射波及其系统环境干扰杂波的去除方法。最终构建基于锚杆锚固应力波畸变模型、基于EMD的信号分析方法相耦合的协同优化的综采面近场煤岩切割破碎微震应力波提取方法。

(2) 根据含裂隙煤岩层双相介质特性推导出相应的弹性波波动方程，建立综采面近场煤岩双相各向异性介质的波传播仿真数学模型。针对综采面近场煤岩的微观结构和非连续性特点，结合DLSM模型对非连续介质分析的优势，利用高阶离散弹簧模型（DLSM）模拟含裂隙综采面近场煤岩中弹性波传播和反射特征规律，并利用地震属性技术对综采面近场煤岩不同条件下得到的纵波和反射横波进行对比分析总结其传播特性与规律。

(3) 针对传统的线性和Geige微震震源定位方法未考虑煤岩不同介质波速场的差异而引起定位误差较大的缺点，本项目将在综采面近场采动应力波传播正演数值模拟的基础上，依据综采面近场煤岩参数分布对应力波传播特性的影响规律，建立锚杆阵列传感的综采面近场煤岩应力波层析反演和微震定位联合解算方法，提高微震源的定位精度和综采面近场煤岩反演图像的解析度和精度。

在采煤机滚筒切割煤岩破碎机理的基础上，研究了采煤机截割位置已知条件下煤岩破碎微震源位置估算方法，以该微震源的估算值作为煤岩应力波层析反演和微震定位联合算法的初始值，解决该方法对初始值的依赖问题，提高微震源的定位精度。最后初步形成基于开采背景噪声的微震层析成像的基础理论和方法，为综采面近场地质灾害的定量评价和进一步深入研究提供基础。

本基础研究项目的相关研究成果已经发表在国内外的高水平学术刊物上,包括 SCI论文 4篇,EI论文 15篇。其中的两篇论文被国内外同行引用多次。论文<Real-coded chaotic quantum inspired genetic algorithm for training of fuzzy neural networks>进入学科排名前6%。

**主要知识产权目录：**

1. **文章（限15篇）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 文章题目 | 期刊名称 | 作者（所有人） | 发表时间 |
| Real-coded chaotic quantum inspired genetic algorithm for training of fuzzy neural networks | Computers and Mathematics with Applications | [Shuanfeng Zhao](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089812210800518X" \l "!),  [Guanghua Xu,](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089812210800518X#!)[Tangfei Tao,](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089812210800518X" \l "!)  [Lin Liang](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089812210800518X#!) | 2009.6 |
| 多小波包频带能量的煤岩界面识别方法 | 西安科技大学学报 | 赵栓峰 | 2009.9 |
| 基于PDA的采煤机齿轮箱便携式监测诊断仪的研制 | 煤炭工程 | 赵栓峰 | 2011.12 |
| 以钻杆为介质的矿用坑道钻机钻探参数传输方法研究 | 矿山机械 | 赵栓峰 | 2012.8 |
| Implementation of a high order lattice spring model for elasticity | International Journal of Solids and Structures | Shuanfeng Zhao,  Gaofeng Zhao | 2012.9 |
| Quantitative diagnosis of a spall-like fault of a rolling element bearing by empirical mode decomposition and the approximate entropy method | Mechanical Systems and Signal Processing | Shuanfeng Zhao,  Lin Liang,Guanghua Xu,  Jing Wang,Wenming Zhang | 2013.10 |
| 基于Elman神经网络的采煤机自动调高控制策略研究 | 煤矿机械 | 郭卫, 薛红梅, 王渊 | 2014.1 |
| [Upper Control System Design of CPP Based on MCGS](http://xueshu.baidu.com/s?wd=paperuri%3A%2843d50a7a332a2ba9aeef19a8b004e8c5%29&filter=sc_long_sign&tn=SE_xueshusource_2kduw22v&sc_vurl=http%3A%2F%2Fwww.scientific.net%2FAMM.528.334&ie=utf-8&sc_us=3224173030682989662) | Applied Mechanics and Materials | Zhang Chuanwei, Zhou Xuegang, Zhang Peng ， Zhang Liping | 2014.2 |
| 不同工况下采煤机滚筒截割阻力矩的仿真 | 煤矿机械 | 郭卫, 张武刚, 赵栓峰 | 2014.4 |
| 基于捷联惯导的采煤机姿态解算算法研究 | 矿山机械 | 郭卫, 张露, 赵栓峰 | 2014.6 |
| 基于虚拟仪器的采煤机在线监测与诊断系统研究 | 煤矿机械 | 郭卫, 冯伟康, 赵栓峰 | 2015.1 |
| 防爆无轨胶轮车尾气氮氧化物排放监测系统设计 | 煤矿机械 | 王渊, 郭卫, 闫艳辉 | 2015.3 |
| 二维码技术在选煤厂PLC集控系统中的应用 | 工况自动化 | 张传伟，张鹏，徐超 | 2015.7 |
| 综采三机联动控制系统研究 | 煤矿机械 | 郭卫, 余建林 | 2015.8 |
| 基于Pro/E的圆弧弯曲钢丝绳建模理论及几何实现 | 中国机械工程 | 郭卫，路正雄，张武 | 2015.9 |

1. **专利&软著**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 专利（软著）名称 | 完成人 | 权人 | 专利（软著）号 |
| 煤机采动激励下综采面近场煤岩动态层析成像系统及方法 | 赵栓峰 | 西安科技大学 | 201510489390.8 |
| 基于白噪声统计特征的锚杆振动信号矫正方法 | 赵栓峰 | 西安科技大学 | 201510492956.2 |
| 一种基于电能储能参数成像的数据采集装置 | 赵栓峰，王文波，从博文，刘敏 | 西安科技大学 | 201620203844.0 |
| 用于锚杆锚固质量检测的应力波数据采集及其发射装置 | 赵栓峰 | 西安科技大学 | 201521052772.6 |
| 机械式刮板输送机软启动传动装置 | 郭卫，呼延辉，  王海文，许晓彬，陈亚 | 西安科技大学 | 201520859021.9 |
| 锚杆阵列锚固质量数据同步采集装置 | 赵栓峰，郭卫 | 西安科技大学 | 201520594763.3 |
| 一种基于钢丝绳牵引的采煤机电缆自动拖拽装置 | 王渊，郭卫，  李建华，郝园园 | 西安科技大学 | 201520430490.9 |
| 一种矿用液压支架护帮板安全控制系统 | 郭卫，徐勇智 | 西安科技大学 | 201520502840.8 |
| 一种基于链条驱动的采煤机电缆自动拖拽装置 | 郭卫，贺海涛，  郝园园，张武，  李建华 | 西安科技大学 | 201520430243.9 |
| 煤矿用轻型液压钻机 | 郭卫，路正雄，  张武，呼延辉，  王振亚，王晔 | 西安科技大学 | 201520257176.5 |
| 一种带式输送机皮带清扫装置 | 张传伟，张鹏 | 西安科技大学 | 201520243229.8 |
| 一种掘进机耐磨截割头 | 张传伟，李晨曦 | 西安科技大学 | 201520162488.8 |
| 一种选煤厂手持式无线巡检仪 | 张传伟，张鹏 | 西安科技大学 | 201520174129.4 |
| PLC模块组集中控制下的洗煤设备系统 | 张传伟，高亮，  周学刚，张庆，  张立平 | 西安科技大学 | 201320853389.5 |
| 一种模拟锚杆锚固系统导波规律的装置 | 赵栓峰，李涛，  张洋森 | 西安科技大学 | 201420496024.6 |
| 一种用于研究煤岩介质中应力波传播规律的装置 | 赵栓峰，张洋森，李涛 | 西安科技大学 | 201420478334.5 |
| 一种刮板输送机断链检测装置 | 王渊，郭卫，  梁鑫，张建龙 | 西安科技大学 | 201420430400.1 |