高等学校科学研究优秀成果奖

（科学技术进步奖）提名项目公示

**1.项目名称**

综采工作面数值开采方法及应用

**2.项目简介**

应用领域：煤炭安全高效开采，主要涉及采场围岩与支架相互作用关系、智能开采等内容。

主要技术内容：支架-围岩关系是采场矿压显现和顶板控制的关键。利用CDEM（基于连续介质力学的离散元方法）数值计算软件，建立了液压支架动态模型，研发了与“工作面推进-顶板岩层运动”实际物理过程相符的综采液压支架数值计算方法，首次实现了综采工作面液压支架与围岩耦合的动态数值模拟。以鄂尔多斯矿区等综采工作面覆岩条件及液压支架工作特性为基础，利用理论分析、数值模拟和现场实测的综合研究手段，分析了不同采高、围岩条件下的上覆岩层运动、矿压显现规律及支架工作状况，实现了对拟开采工作面的“数值开采”。具体成果如下：

（1）对试验矿区的岩层结构及各煤岩层的力学指标进行了详细测试分析，认为鄂尔多斯矿区岩层的密度相对较小，孔隙率较高，宏观结构松散，抗拉强度、抗压强度、弹性模量、粘聚力均较小，多数岩层属于弱胶结砂岩。为数值计算以及其他研究提供了基础资料。

（2）引入CDEM计算方法进行覆岩运动及支架工作特性数值模拟计算，实现了对覆岩变形、运动、垮落以及在此过程中的支架工作阻力变化动态的数值模拟。为深入研究采场支架-围岩关系、覆岩运动规律、支架合理性分析提供了新的研究手段。

（3）针对试验矿区（鄂尔多斯矿区）的三个典型综采面，进行了全过程的矿压监测，得到了工作面的矿压显现规律和支架工作特征，包括来压步距、初采阶段矿压显现情况、支架动载系数、进出上层煤遗留煤柱时的矿压特征等，并对支架适应性、工作阻力变化进行了详细分析。

（4）利用CDEM的支架-围岩组合模型，模拟计算了不同条件下覆岩运动与支架工作阻力的关系，得到了不同采高情况下支架工作阻力的变化趋势，并与实测矿压数据进行了对比验证，数值计算的支架工作阻力与现场观测曲线基本吻合，来压步距基本一致。开发了三维液压支架数值模型，模拟计算了三维支架-围岩作用关系，得到了三维条件下支架在围岩运动过程中的详细受力情况。

（5）使用数值计算方法对拟开采工作面提前进行了开采过程中的矿压显现规律模拟分析，经验证数值计算结果与现场实测结果基本一致，表明数值计算方法可以实现提前对工作面的“数值开采”，用于辅助综采面的支架选型和矿压分析预测。

推广应用情况：项目成果主要在鄂尔多斯矿区布尔台煤矿、上湾煤矿以及洛阳龙门煤矿等展开了应用。授权发明专利8项，实用新型专利和软件著作各1项，河南省行业标准1项，发表论文10篇（全部为SC、EI收录），著作2部。

经济社会效益：试验矿井在应用项目的研究成果后，工作面检修时间缩短了近20%，工作面产量提高了10%，项目应用3年，共产生效益2.26亿元，经济效益显著。试验矿井应用项目研究成果后，极大地改善了工作面顶板控制情况，液压支架工作情况更为合理，偏架、顶板漏煤、漏矸现象减少，支架工作阻力得到了有效保证，安全阀开启次数减少，提高了工作面安全生产情况，社会效益显著。

**3.提名单位**

河南省教育厅

**4.主要完成人情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序  号 | **姓名** | 技术  职称 | 工作单位 | 对成果创造性贡献 |
| 1 | 袁瑞甫 | 教授 | 河南理工大学 | 项目负责人，负责项目整体规划，制定方案，协调各项工作；承担了采场矿压理论分析，液压支架数值模型构建及案例分析方面的研究工作，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 1、2、3 三项科技创新，支持贡献成立的证明材料见附件 3、32、33、34、35、36。 |
| 2 | 刘闯 | 讲师 | 河南工程学院 | 负责数值模拟，主要研发项目中的数值模拟算法，实现了与“工作面推进—顶板岩层运动”实际物理过程相符的综采液压支架数值计算方法，首次实现综采工作面液压支架与围岩耦合的动态数值模拟，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 1、2 两项科技创新，支持贡献成立的证明材料见附件 1、2、38。 |
| 3 | 李化敏 | 教授 | 河南理工大学 | 研究方案制定，理论分析，采场矿压分析，支架选型及工作状态分析，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 1、3 两项科技创新，支持贡献成立的证明材料见附件 1、2、38。 |
| 4 | 宋桂军 | 讲师 | 河南理工大学 | 现场协调，主要负责现场监测方案制定，研发了“四位一体”矿压观测法，实现井上井下数据关联分析，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 3 项科技创新。 |
| 5 | 王伸 | 博士后 | 河南理工大学 | 理论分析，采场矿压数值模拟，支架理论模型分析，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 1 项科技创新。 |
| 6 | 宋常胜 | 副教授 | 河南理工大学 | 现场监测，采矿覆岩运动观测与分析，实验室相似模拟，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 3 项科技创新。 |
| 7 | 李小军 | 副教授 | 河南理工大学 | 室内试验，数据分析，数值模拟案例计算与分析，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 3 项科技创新。 |
| 8 | 蒋东杰 | 讲师 | 河南工程学院 | 现场监测及分析，液压支架受力模型理论分析，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 2、3 两项科技创新，支持贡献成立的证明材料见附件 1、38。 |
| 9 | 李怀珍 | 讲师 | 河南理工大学 | 数值模拟，实验室试验及数据分析，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 3 项科技创新。 |
| 10 | 李回贵 | 副教授 | 河南理工大学 | 岩石力学参数及相关数据分析，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 2 项科技创新，支持贡献成立的证明材料见附件 1、38。 |
| 11 | 姚远航 | 硕士生 | 河南理工大学 | 现场监测，矿压数值整理，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 3 项科技创新，数值模拟案例分析。 |
| 12 | 张志刚 | 硕士生 | 河南理工大学 | 现场监测，矿压数值整理，完成人对本项目做出的实质性贡献为主要科技创新所列第 3 项科技创新，数值模拟案例分析。 |

**5.主要完成单位**

河南理工大学、河南工程学院

**6.主要知识产权和规范目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权**  **具体名称** | **国家** | **授权号** | **授权**  **日期** | **证书**  **编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| 其他 | Numerical simulation study on the relationship between mining heights and shield resistance in longwall panel | 中国 |  | 2017-02-21 |  | 河南理工大学 | 刘闯；李化敏；蒋东杰 |  |
| 发明专利 | 一种液压支架与围岩耦合及自动监测控制相似模拟实验架子及方法 | 中国 | ZL201610020467.1 | 2018-02-13 | 2815876 | 河南理工大学 | 刘闯；李化敏；蒋东杰；张群磊；李回贵；冯军发 | 有效 |
| 其他 | Numerical modelling of the contact condition of a Brazilian disk test and its influence on the tensile strength of rock | 中国 |  | 2017-02-21 |  | 河南理工大学 | 袁瑞甫；沈保堂 |  |
| 发明专利 | 一种煤矿深基点固定装置及使用方法 | 中国 | ZL201610096481.X | 2018-04-10 | 2878210 | 河南理工大学 | 刘闯；李化敏；肖同强；张群磊；王文；顾合龙 | 有效 |
| 发明专利 | 层状岩石介质声发射传播特性测试装置及方法 | 中国 | ZL201610335850.6 | 2018-11-16 | 3152059 | 河南理工大学 | 袁瑞甫；侯志强；乔卿付；刘银先；魏晓 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 基于地质钻孔数据的煤层厚度和倾角自动求解系统 V1.0 | 中国 | 2020SR0025950 | 2019-09-20 | 05185432 | 河南理工大学 | 河南理工大学（袁瑞甫 张群磊 王伸） | 有效 |
| 其他 | 河南省煤矿智能化建设标准 | 中国 |  | 2019-12-27 | 豫工信煤发[2019]235号 | 河南省工业和信息化厅办公室 | 李化敏、袁瑞甫、高有进 | 有效 |
| 其他 | 综放采场重复采动覆岩运移原位监测与分析 | 中国 |  | 2018-07-01 |  | 河南理工大学 | 袁瑞甫；杜锋；宋常胜；宋桂军；乔卿付 |  |
| 其他 | 大采高液压支架初撑力与额定工作阻力合理比值研究 | 中国 |  | 2018-07-0 |  | 河南理工大学 | 刘闯；李化敏；张群磊 |  |
| 其他 | 神东和准格尔矿区岩层控制研究 | 中国 |  | 2015.09 |  | 河南理工大学 | Syd S.Peng；李化敏；周英；陈江峰；袁瑞甫；宋常胜；郭保华；杜锋；蒋东杰；冯军发；王开林；周海峰 |  |