

附件3:

深部软岩巷道钢管混凝土组合拱架支护关键技术及应用

项目公示内容



项目名称	深部软岩巷道钢管混凝土组合拱架支护关键技术及应用
奖项类型	科学技术进步奖
推荐单位	华北科技学院
提名单位	廊坊市科学技术局
项目简介	<p>随着浅部煤炭资源枯竭，深部开采是必然趋势，受深部围岩易扰动和支护结构承载力不足影响，深部软岩巷道支护普遍存在大变形和频繁返修问题，已严重影响矿井安全生产并导致开采成本大幅上涨，针对上述问题，本项目主要研究成果如下：</p> <p>1、发明了岩石流变扰动试验系统，基于岩石流变扰动试验仪系统分析了扰动强度-轴压-围压协调作用下的岩石流变扰动机理及扰动破坏条件，建立了扰动本构方程，提出了承压环支护力学模型，形成了可靠的深部软岩巷道支护设计方法。</p> <p>2、研发了高强钢管混凝土拱架，解决了拱架快速连接、注浆口强化与核心混凝土灌注等一系列技术难题，研发了深部交岔口用钢管混凝土组合拱架，解决了两巷或硐室群交岔口断面大和围岩应力复杂导致的难支护问题，提出了基于钢管混凝土墩柱的巷旁支护系统和基于胀锁式锚索的预留煤柱双向加固技术，解决了巷旁支护薄弱问题。</p> <p>3、研发了自移式支架安装机，针对巷道空间小、制备混凝土困难，研发了混凝土搅拌上料及灌注系统，形成了钢管混凝土拱架成熟施工工艺。</p>
主要完成单位及创新推广贡献	1.华北科技学院（课题总体研究方案的设计与规划）、2.山东建筑大学（钢管混凝土组合拱架现场施工工艺研究）、3.山东科技大学（深部巷道长期非对称大变形机制及钢管混凝土组合拱架结构力学特性研究）、4.冀中能源股份有限公司邢东矿（现场支护方案的整体设计与布局）、5.山东深博巷道支护技术有限公司（钢管混凝土组合拱架整体结构设计）
应用情况及效益情况	在全国 30 余家矿企 76 条巷道中推广应用，巷道支护长度超过 25000m，为煤炭企业节省成本和创收利润约 4 亿元。

主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权 (标准) 类别	知识产权(标准) 具体名称	国家 (地区)	授权号(标准 编号)	授权(标准 发布)日期	证书编 号 (标准 批准发 布部门)	权利人(标准 起草单位)	发明人(标准 起草人)	发明专利 (标准) 有效 状态	是否 包含 河北 省完 成单 位/完 成人
1	发明专利	岩石流变扰动 效应仪冲击扰 动系统	中国	2018107682 88.5	2020.8.7	3929244	华北科技学院	王波; 刘重 阳; 谷长宛; 闫刚; 杨建 林; 康庆涛	有效	是
2	发明专利	岩石流变扰动 效应及逐级加 载试验装置	中国	2018110115 83.2	2021.4.23	4376320	华北科技学院	王波; 刘重 阳; 谷长宛; 闫刚; 杨建林	有效	是
3	发明专利	钢筋混凝土对 穿锚索及其施 工方法	中国	2018113861 34.6	2020.4.2	3826407	华北科技学院	王波; 谷长 宛; 闫刚; 杨 建林	有效	是
4	发明专利	一种巷道交叉 点用钢管混凝 土组合支架	中国	2017100355 33.7	2018.7.17	3002497	山东建筑大学	王军; 王正泽; 陈冰慧; 何晓 升; 左建平	有效	否
5	发明专利	一种钢管混凝 土支架安装机 及安装方法	中国	2016106840 87.8	2018.7.10	2992847	山东建筑大学	王军; 王正泽; 陈冰慧	有效	否
6	发明专利	一种用于深部 巷道的“钢混- 液压”巷旁支护 装置及支护方 法	中国	2016108606 09.5	2018.10.16	3110855	山东科技大学	黄万朋, 李 超, 王诗海, 袁奇, 王军	有效	否
7	专著	钢管混凝土支 架结构力学性 能实验与工程 应用	中国	978-7-5646- 4319-5	2018.12	中国矿 业大学 出版社	山东科技大学; 华北科技学院	牛学良, 王波	有效	是
8	论文	RRTS-IV型岩 石流变扰动效 应试验系统(三 类高质量论文)	中国	11-2190/TD	2019.12	煤炭学 报	华北科技学院	王波, 刘重阳, 陈学习, 陆长 亮, 黄子康	有效	是
9	论文	对穿锚索加固 作用下沿空掘 巷留设煤柱承 压性能试验研 究(三类高质量 论文)	中国	32-1152/TD	2020.4	中国矿 业大学 学报	华北科技学院; 山东建筑大学	王波, 谷长宛, 王军, 闫刚	有效	是
10	论文	断层破碎带巷 道底臃作用机 理与控制技术 (三类高质量 论文)	中国	11-2190/TD	2019.2	煤炭学 报	山东建筑大学; 华北科技学院; 济矿鲁能煤电 股份有限公司 阳城煤矿、山东 深博巷道支护 技术有限公司	王军, 胡存川, 左建平, 王波, 毛庆福, 丁厚 刚, 赵南南	有效	是

主要完成人情况

排名	姓名	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献	曾获科学技术奖励情况
1	王波	教授	华北科技学院	华北科技学院	课题负责人，总体研究方案的设计与规划	2016 年度中国煤炭工业科技进步一等奖；2018 年度河北省科技进步三等奖
2	王军	副教授	山东建筑大学	山东建筑大学	钢管混凝土组合拱架现场施工工艺	2016 年度中国煤炭工业科技进步一等奖；2018 年度河北省科技进步三等奖
3	黄万朋	副教授	山东科技大学	山东科技大学	深部巷道长期非对称大变形机制研究	2018 年度河北省科技进步三等奖
4	牛学良	副教授	山东科技大学	山东科技大学	钢管混凝土组合拱架结构力学特性研究	
5	丁厚刚	工程师	山东深博巷道支护技术有限公司	山东深博巷道支护技术有限公司	钢管混凝土组合拱架整体结构设计	
6	毛庆福	高级工程师	济矿鲁能煤电股份有限公司	济矿鲁能煤电股份有限公司	现场支护方案的整体设计与布局	

完成人合作关系说明

本项目主要完成人王波、王军、黄万朋、牛学良均师从于中国矿业大学（北京）高延法教授攻读博士学位，“深井软岩巷道钢管混凝土支架支护技术”是由高延法教授带领本项目主要完成人王波、王军、黄万朋、牛学良等弟子开创的一个研究方向，高教授为本项目打下了良好的研究基础，2015 年导师去世后，王波、王军、黄万朋、牛学良等人作为一个科研团队继续在该方向深入开展技术及相关理论研究，并进一步加大推广应用范围，使本项目得到新的发展。王波与王军合作国家自然科学基金 1 项，合作发表 4 篇论文，合作出版专著 1 部，王波与黄万朋合作发表论文 2 篇，王波与牛学良合作出版专著 1 部，王波与丁厚刚合作发表论文 1 篇，王波与毛庆福合作发表论文 1 篇；王军与黄万朋合作发明专利 1 项，王军与陈锋共同立项科研项目 1 项，王军与丁厚刚合作发表论文 2 篇，王军与毛庆福合作发表论文 2 篇。

完成人毛庆福为本项目合作单位济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿总工程师，为本项目的实施提供了试验场所和支撑条件，并提供了可靠的人员、资金和时间保障。完成人丁厚刚为山东深博巷道支护技术有限公司技术负责人，为全国 20 多家矿企提供钢管混凝土支架等支护产品，与华北科技学院、山东建筑大学、山东科技大学等长期合作，是本项目产学研结合的重要组成部分。

发表的学术论文、出版的著作或相关专利的署名由项目人员合作，或交叉署名，知识产权关系清楚、明确，无异议。项目成果的完成人关系清楚、明确，内容真实，不存在任何异议，特此说明。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	备注
1	论文合著	王波/1, 王军/3	2020.4	对穿锚索加固作用下沿空掘巷留设煤柱承压性能试验研究/中国矿业大学学报	
2	论文合著	王波/1, 王军/2	2016.11	深井软岩巷道承压环力学模型与理论研究/中国煤炭	
3	论文合著	王波/1, 王军/2	2017.10	极软地层巷道围岩变形机理与控制技术研究/煤炭科学技术	
4	共同立项	王军/1, 王波/3	2018.1-2020.12	采掘扰动作用下深部巷道钢管混凝土支架支护作用机理研究/国家自然科学基金	
5	论文合著	王军/1, 王波/4, 毛庆福/5, 丁厚刚/6	2019.2	断层破碎带巷道底臆作用机理与控制技术/煤炭学报	
6	专著合著	王军/2, 王波/3	2017.1	深井软岩巷道钢管混凝土支架支护技术/科学出版社	
7	论文合著	王军 1/, 丁厚刚/3	2018.2	断层破碎带巷道基于钢管混凝土支架的复合支护技术研究及应用/隧道建设(中英文)	
8	论文合著	黄万朋/1, 王波/3	2017.4	覆岩组合结构下导水裂隙带演化规律与发育高度分析/采矿与安全工程学报	
9	论文合著	黄万朋/2, 王波/4	2017.7	Perturbation effect of rock rheology under uniaxial compression/Journal of Central South University	
10	专利合作	黄万朋/1, 王军/4	2018.10	一种用于深部巷道的“钢混-液压”巷旁支护装置及支护方法/发明专利	
11	专著合著	牛学良/1, 王波/2	2018.12	钢管混凝土支架结构力学性能实验与工程应用/中国矿业大学出版社	
12	立项合作	王军/1, 陈锋/2	2014.12.15-2017.6.30	邢东矿基于钢管混凝土支架的复合支护技术研究/企业委托课题	
13	论文合著	毛庆福/1, 王军/2	2019.5	基于钢管混凝土支架的复合支护技术在断层破碎带巷道中的应用研究/中国煤炭	