

2026 年度拟提名陕西省科技进步奖项目公示内容

一、项目名称

矿山灾害地面大直径钻孔救援关键技术与装备

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省科技厅

提名意见：矿山井工开采是我国能源与资源供应的重要支柱，但随着开采深度增加、地质条件复杂化，事故风险显著上升，对救援技术装备提出更高要求。地面钻孔构建救援通道是一种有效手段，在多个事故中成功挽救生命。现有技术装备仍存在一定局限性：美国魁溪煤矿透水事故救援深度 73m，采用空气正循环工艺适用于浅部矿井；智利圣何塞铜矿坍塌事故救援深度虽达 688m，但需较大空间与人员良好配合；中国山东平邑石膏矿坍塌事故救援深度 220m，复杂地层遭遇埋钻，未能一次透巷。

鉴于此，依托国家重点研发计划项目，首创联合密封式反循环大直径钻进工艺，实现深孔快速成孔；开发轨迹精准控制与安全透巷技术，解决贯通及顶板垮塌等问题；研制国内转矩最大车载钻机，显著提升救援能力；创新二次逃生柔性舱体，实现被困人员安全提升。成果为 12 支救援队配套，近三年销售收入 1.56 亿元；在两淮、山西、陕西等地进行工程应用，创收 2.61 亿元，共创造直接经济效益 417 亿元。参加了耒阳、清水营等事故救援，配合国家矿山应急救援队展开多次应急演练，提升了我国矿山应急救援能力。

项目获授权国家发明专利 20 件、外观专利 1 件，出版专著 1 部，发布行业标准 1 项，发表论文 34 篇(EI 检索 17 篇)。经中国矿山安全学会组织鉴定，项目成果达到国际领先水平。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。

三、项目简介

矿山井工开采是我国能源与资源供应的重要支柱，但随着**开采深度加大、地质条件更加复杂**，事故风险显著上升，对救援技术装备提出了更高要求。井工矿在我国矿山开采中占比较高，煤炭井工矿占比约为 75%~85%，金属井工矿占比约 60%~70%。中国矿山安全监察数据显示，大多数伤亡是在事故发生后由于缺氧、有毒有害气体、逃生路线阻断等原因无法及时撤离到安全区域导致，**通过地面钻孔构建救援逃生通道是一种有效手段**，国内外已有多起成功案例，典型的有美国魁溪煤矿透水事故、智利圣何塞铜矿坍塌事故、山东平邑石膏矿坍塌的事故救援，成功挽救了被困矿工的生命，挽回了重大的经济损失。

作为一种行之有效的救援手段，在复杂地层条件下，现有钻孔救援技术装备仍存在一定局限性。其中，魁溪煤矿透水事故救援采用空气潜孔锤正循环钻进工艺，救援深度 73m，但是这种方案仅适用于浅部救援；圣何塞铜矿塌方事故救援

采用下排渣扩孔钻进工艺，钻穿完整且不含水的玄武岩地层，救援深度达 688m，采用这种方案需被困区域有较大的工作空间，且被困人员状态良好，能够配合运渣；平邑石膏矿塌方事故救援是国内第一次地面钻孔成功提升救援的经典案例，采用潜孔锤反循环钻进工艺，救援深度 220m，钻遇复杂水敏地层后发生过埋钻事故，救援孔未能一次透巷。

鉴于此，在国家重点研发计划项目“矿山灾害生命保障救援通道快速安全构建关键技术与装备”（编号：2018YFC0808200）支持下，面向救援孔快速、安全、精准构建需求，攻克大直径救援孔施工排渣难、钻效慢，与目标巷道对接困难、透巷易溃水垮塌等难题，形成了“**矿山灾害地面 600m 大直径钻孔救援关键技术与装备**”，主要用于矿山透水、冒顶、片帮等事故地面钻孔救援。主要创新成果如下：

1.首创了基于联合密封式反循环的大直径救援孔钻进工艺，解决了救援深孔的快速成孔难题。

提出了孔口节流控压、孔底间隙密封的联合式压力控制方法，双壁钻具分流排渣、排水、排气，在深孔含水层中有效控制背压，确保排渣连续稳定，提高破岩效率与钻深能力，**解决了孔底密封易卡埋钻、钻遇水憋压的问题，实现了 600m 深孔空气反循环高效排渣**；研制了弹簧预压式 PDC 切削钻头与单体潜孔锤组合的集束式反循环潜孔锤钻具，形成冲击体积碎岩与切削碎岩于一体的混合破岩模式，实现了高效钻进，**Φ830mm 孔径硬岩段钻速可达 4m/h。**

2.开发了大直径救援孔轨迹精准控制及安全透巷技术，解决了救援孔与目标巷道精准贯通、透巷时顶板垮塌及溃水等安全难题。

提出了基于超声波测距原理的定位方法，在有磁环境下测量一开孔段轨迹，解决了二次开孔基准坐标确定难题；开发了基于多重减震的高精度 MWD 仪器，井斜角由±0.1 提高至±0.05，方位由±1°提高至±0.5°，抗震性提高 3 倍，实现了钻孔轨迹的精准测量。提出了基于围岩松动圈特性的安全透巷距离确定方法、气举排浆+提吊轻压法反循环透巷工艺，防止顶板垮塌及泥浆溃入。

3.创新研制了国内转矩最大的高可靠性救援车载钻机，为地面钻孔救援提供了装备保障。

研制了基于大直径高压动态旋转密封和多钻进工艺的大转矩动力头，**最大转矩 50000Nm**；研制的快速换杆装置将传统的换杆时间由 3.5min 缩短到 **3min 内**；开发了救援钻机抗冲击自平衡式柔性给进系统和高响应电液精准控制系统，提升了钻机对救援孔的工艺适应性。

4.开发了具备二次逃生功能、柔性舱体的救援提升装备，可实现被困人员由巷道安全提升至地面。

首创了基于球铰式的柔性救生舱，**两段舱体弯曲角度可达 2.2°**，解决了复杂井壁的通过性难题；开发了多传感器融合的**救援孔信息重构与智能决策系统**，监控被困人员生理、心理状态，指导救援流程制定、控制参数决策；断绳保护、快速脱开、缓降等机构组成**二次逃生系统**，舱体卡滞后人员可安全下放至巷道。

成果首创了联合控压密封反循环方法和柔性救生舱；救援孔反循环钻进深度纪录由 178m 提高至 654.1m；在**集束式潜孔钻具、车载钻机抗冲击性与换杆效率、救援孔壁信息重构**等 4 方面处于国际领先水平。

项目获授权国家发明专利 20 件、外观专利 1 件，发布行业标准 1 项，发表论文 34 篇（EI 检索 17 篇）。经中国矿山安全学会组织鉴定，项目成果达到国际领先水平。

成果适用于矿山透水、冒顶、偏帮等事故应急救援，还可拓展应用于矿山地面瓦斯管道孔、瓦斯抽采孔、排水孔、电缆孔、降温管道孔、投料孔等的施工，推广应用范围广，适用于国内不同的地域及地质条件。成果为 12 支救援队提供了配套，近三年销售收入 1.56 亿元；在两淮、山西、陕西等地进行工程应用，创收 2.61 亿元，共创造**直接经济效益 4.17 亿元**。参加了湖南耒阳、宁夏清水营等**事故救援**，配合国家矿山应急救援队展开多次应急演练，提升了我国矿山应急救援能力，对于减少生命财产损失、促进行业技术进步发挥了重要支撑作用。

四、客观评价

1.成果鉴定，国际领先。2025年1月10日，中国矿山安全学会在北京组织召开了“矿山灾害地面救援通道快速构建技术与装备”科技成果鉴定会议。以中国工程院院士孙友宏为组长的鉴定委员会经评审，形成“项目成果达到国际领先水平”的鉴定意见。主要成果和创新点如下：

（1）首创了基于联合密封式反循环的大直径救援孔快速钻进工艺。提出了孔口节流控压、孔底间隙密封的联合式压力控制方法，研制了集束式反循环潜孔锤扩孔钻具，实现了600m救援深孔的高效成孔。

（2）开发了大直径救援孔轨迹精准控制及安全透巷技术。提出了基于超声波测距原理的孔底二次开孔基准定位方法，开发了基于多重减震的高精度MWD测量仪器，实现了救援孔与目标巷道精准贯通，有效防止了巷道垮塌及泥浆馈入造成的二次伤害。

（3）创新研制了大能力高可靠性车载钻机。研制了基于大直径高压动态旋转密封和多钻进工艺切换的大转矩动力头及快速换杆装置，开发了救援钻机抗冲击自平衡式柔性给进系统和高响应电液精准控制系统，提升了救援孔的工艺适应性。

（4）开发了具备二次逃生功能、柔性舱体的救援提升装备。首创了基于大球面大直径中空的柔性救生舱，弯曲角度可达2.2°，开发了多传感器信息融合的通讯监测控制系统，设计了断绳保护机构、快速脱开机构、缓降机，实现了舱体卡滞后被困人员的二次逃生及复杂井身的快速安全提升。

2.成功通过项目验收。2022年2月19日，中国21世纪议程管理中心组织专家在北京对“十三五”国家重点研发计划“矿山灾害生命保障救援通道快速安全构建技术与装备”进行项目综合绩效评价。专家组形成意见如下：

（1）研制了适应多钻进工艺的地面应急救援车载钻机，最大提升力1205kN，最大回转转矩51350Nm，最大开口直径920mm。

(2) 开发了井底井口联合密封的反循环钻进工艺，研制了大直径集束式潜孔锤，提出了安全透巷距离控制方法，形成了复杂地层地面大直径救援井精准、安全、快速钻进及透巷技术。

(3) 研制了可视化地面应急救援提升装备。开发了车载地面救援提升系统，柔性救援提升舱上下舱可摆动 2.2° ，通讯监控系统可将提升舱内的信号通过钢丝绳内嵌电缆实时传输至地面。为救援提供了技术与装备保障。

3.科技查新，国内外未见文献报道。

(1) 2024年12月31日，项目成果委托一级查新机构“科学技术部西南信息中心查新中心”检索查新，得出结论为：项目所述，“1) 基于双壁钻具孔口控压、孔底间隙密封的气举反循环钻进方法，具备钻时保压、节流排气的孔口装置，双壁钻具中心流道排渣排水排气、双壁钻具-孔壁大环空节流排气，气动潜孔锤反循环钻进深度654.1 m；2) 基于超声波测距的抗磁干扰大口径井轨迹测量方法，在套管段不同深度利用孔底超声测距仪获取不低于4组（仪器测量方位，仪器距井壁距离），反演计算套管段实钻轨迹和套管底轴线坐标；3) 基于多柔性机构的抗冲击自平衡式给进系统，具备动力头浮动接头、回转器与托板总成浮动机构、柔性给进系统，抽屉式调平机构对动力头进行自动调平；4) 具备救援孔信息重构功能的柔性救援提升舱，具备大球面大直径中空柔性转动装置，上下舱体的弯曲角度 2.2° ，对救援孔进行信息重构，指导救援”，在所检文献以及时限范围内，国内外未见文献报道。

(2) 2025年1月16日，项目成果委托一级查新机构“科学技术部西南信息中心查新中心”检索查新，得出结论为：项目所述，“1) 研发了最大扭矩50000Nm、制动扭矩26000Nm的地面应急救援车载钻机，2) 设计了井斜角精度 $\pm 0.05^{\circ}$ 、方位角精度 $\pm 0.6^{\circ}$ 、工具面角精度 $\pm 0.5^{\circ}$ 的轨迹测量仪；3) 提出了安全透巷距离确定方法，将安全透巷距离分为三部分：上部为冲击钻进中井底塑性区，下部为巷道掘进过程中形成的松动圈，中部为安全岩柱，利用数值模拟和理论分析，进行三部分高度的计算，确定安全透巷距离”，在所检文献以及时限范围内，国内外未见文献报道。

4.成果亮相于国家“十三五”科技创新成就展。2021年10月21日-27日，项目研制的“ZMK5550TZJF50/120地面救援车载钻机”作为应急救援板块的代表性成果亮相国家“十三五”科技创新成就展“平安中国展区”，获社会各界好评，科技部向西安研究院发送感谢信。

5.矿山事故救援应用评价。

(1) 湖南省矿山地质应急救援中心为项目成果参与**耒阳透水事故救援**发来感谢信，“贵公司车载钻机稳定、可靠的性能得到了检验，贵公司在险情面前召之即来、来之能战、战之能胜的态度与能力得到了广泛的认可与好评”。

(2) 国能宁夏煤业能源工程有限公司环境安全工程分公司为项目成果参与**清水营顶板事故救援**发来感谢信，“贵公司能够坚持‘以人为本’的原则，高效组织设备、人员开展救援通道构建工作，应用了空气钻进、套管快速封堵、先导

孔精准定向钻进等技术，在确保安全的前提下高效、快速钻进，为井下成功救援提供了有益支撑”。

6.主流媒体报道。中国煤炭学会（<https://www.chinacs.org.cn/a3223.html>）发文报道，“淮北矿业集团联合中煤科工集团西安研究院有限公司共同研发，朱仙庄煤矿成功试验地面管道并干孔透巷施工新技术。管道井施工从地面直接精准贯穿目标硐室，大幅提升了钻孔施工效率，节省了井下巷道掘进等辅助工程量”，并获新浪网等主流媒体报道（<https://finance.sina.com.cn/enterprise/central/2021-07-22/doc-ikqcfnc8413544.shtml>）。

五、应用情况和效益

1. 应用情况

本成果适用于矿山透水、冒顶、偏帮等事故应急救援，还可拓展应用于矿山地面瓦斯管道孔、瓦斯抽采孔、排水孔、电缆孔、降温管道孔、投料孔等的施工，推广应用范围广，适用于国内不同的地域及地质条件。

1) 成果在宁夏宁煤梅花井煤矿完成地面钻孔救援技术装备集成应用示范，施工完成直径 830mm，井深 624.1m 的大直径救援井。克服了地层富水、易塌等困难，施工平均机械钻速 3.1m/h；透巷井深 654.1m，井底位移 0.19m，透巷时溃入介质 7.5m³，并进行了提升救援技术与装备试验，验证了 ZMK5550TZJF50/120 救援车载钻机及配套机具、地面大直径救援井精准安全快速构建技术的能力、先进性和可靠性。

2) 成果在湖南省耒阳市源江山煤矿重大透水事故救援中进行了应用，项目组采用车载钻机及配套定向钻进钻具参与救援，26h 纯钻进时间施工完成了深度 403m 的救援孔。救援期间，钻机性能稳定、机动性强，钻进效率高，获得了救援人员好评并致函感谢。

3) 成果在宁夏宁煤清水营煤矿冒顶事故地面救援钻孔施工中得到应用，项目组高效组织设备、人员开展救援通道构建工作，应用了空气钻进、套管快速封堵、先导孔精准定向钻进等技术，在确保安全的前提下高效、快速钻进，为井下成功救援提供了有益补充，获得了应用单位高度肯定并专致感谢信。

4) 项目开发的地面车载钻机、配套钻具及救援孔施工工艺，支撑了国家矿山应急救援郴州队、沈阳队的应急演练工作，施工了多口大直径钻孔，演练过程中车载钻机表现出了满足多种工艺与多规格钻具的特点，在气动冲击钻进过程中钻机稳定性良好，表明车载钻机工作性能稳定、施工能力强。

5) 成果由中煤科工西安研究院（集团）有限公司在河南古汉山煤矿排水井工程、安徽任楼煤矿注氮孔工程、平煤十矿采动井工程等多个大直径钻孔工程项目施工中进行了实际应用。在古汉山煤矿建成 3 口排水井，钻进效率提升 33%，总进尺 1139.27m，均一次命中巷道；任楼矿建成 1 口管道井，透巷 746m，平均钻速 2.56m/h；朱仙庄矿供水井空气透巷实现近“零”溃入；平煤十矿建成 4 口瓦斯采动井，总进尺约 4100m，顺利完井。

6) 成果经河南杰士石油技术服务有限公司、安徽丰安能源科技有限公司、

陕西华晨石油科技有限公司等进行推广应用，在淮北矿区、永城矿区、平顶山矿区、晋城矿区、离柳矿区、单县矿区、济宁矿区施工各类大直径钻孔 41 口，累计进尺 35060m，施工采用气举反循环钻进工艺，大直径钻孔施工效率得到了显著提高，推动了行业技术水平的提高。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	成果一：集束潜孔锤反循环钻进，PDC 钻头反循环钻进工艺 成果二：大直径钻孔轨迹精准控制及安全透巷 成果三：适应多钻进工艺的大能力地面应急救援车载钻机 成果四：地面应急救援安全提升装备	车载钻机及配套救援提升装备向神东煤炭、新疆煤炭、雁宝能源等企业推广销售 5 台套；开发的大直径井钻井技术在两淮、山东、山西、陕西等矿区进行了推广引用，完成各类大直径孔 23 口，进尺 11322m。	2023 年 01 月至 2025 年 07 月	敬婷婷/ 18992888626
2	河南杰士石油技术服务有限公司	成果一：集束潜孔锤反循环钻进，PDC 钻头反循环钻进工艺 成果二：大直径钻孔轨迹精准控制及安全透巷	在安徽淮北、安徽亳州、河南永城、河南平顶山等地开展煤矿区采动井、煤矿区瓦斯管道井等钻井施工 14 口，累计进尺 15355 米。	2023 年 01 月至 2025 年 07 月	陈龙雨/ 18949763958
3	淮北矿业股份有限公司杨柳煤矿	成果一：大直径孔联合密封式反循环快速钻进工艺	在淮北矿业杨柳煤矿完成了 22 口大口径地面井，采用该技术掩护工作面回采 3750m，新增地面瓦斯抽采量 1760 万 m ³ 。	2023 年 01 月至 2025 年 07 月	孙雷雷/ 18056173283
4	陕西华晨石油科技有限公司	成果一：集束潜孔锤反循环钻进，PDC 钻头反循环钻进工艺 成果三：适应多钻进工艺的大能力地面应急救援车载钻机	采用该项技术与装备，在山西晋城、安徽宿州、甘肃兰州、山西长治等地开展煤矿区采动井、大口径管道井等钻井施工，共计施工 19 口，累计进尺 13140m。	2023 年 01 月至 2025 年 07 月	赵瑞林/ 18691196777

5	国家矿山应急救援沈阳队	成果一：集束潜孔锤反循环钻进，PDC 钻头反循环钻进工艺 成果二：大直径钻孔轨迹精准控制及安全透巷 成果三：适应多钻进工艺的大能力地面应急救援车载钻机	2022 年以来，开展了 3 次工程演练，共施工了 3 个大直径钻孔，以检验救援装备能力及可靠性、并操练队伍，提高队伍的应急响应及救援能力。	2022 年 01 月至 2025 年 07 月	陈彬/ 15940275856
6	国家矿山应急救援郴州队	成果一：集束潜孔锤反循环钻进，PDC 钻头反循环钻进工艺 成果二：大直径钻孔轨迹精准控制及安全透巷 成果三：适应多钻进工艺的大能力地面应急救援车载钻机	2022 年以来，采用该套装备及施工技术，开展了 2 次工程示范，共施工了 2 个大直径钻孔，检验装备及钻具存放可靠性，掌握施工技术，同时锻炼队伍救援能力。	2022 年 01 月至 2025 年 07 月	谭正蒲/ 15243586600
7	安徽丰安能源科技有限责任公司	成果一：集束潜孔锤反循环钻进，PDC 钻头反循环钻进工艺	在安徽淮北、河南永城、山西晋城等地开展煤矿瓦斯管道井钻井施工。近 3 年来，共计施工 8 口，累计进尺 6565m。	2023 年 01 月至 2025 年 07 月	俞付兵/ 13593322678
8	国能宁夏煤业能源工程有限公司环境安全工程分公司	成果一：集束潜孔锤反循环钻进，PDC 钻头反循环钻进工艺 成果三：适应多钻进工艺的大能力地面应急救援车载钻机	组织车载钻机、空压机、大直径潜孔锤等救援通道构建配套设备参与清水营顶板事故救援，在施工至井深 88m 时，井下救援工作取得突破，地面施工停止。	2021 年 08 月至 2021 年 09 月	周光/ 15695015213

2. 应用效益

1) 经济效益

近三年，项目开发的救援车载钻机、救援提升装备向国内多个煤业公司销售配套各 5 台套，成孔技术在多个矿区进行工程应用，为推广应用企业创造了良好的经济效益，共计**新增产值 41681.9 万元，新增利润 10028.72 万元，新增税收 4680.57 万元。**

(1) 中煤科工西安研究院（集团）有限公司依托项目研究成果，向神东煤炭、新疆煤炭、雁宝能源等企业推广销售 ZMK5550TZJF50/120 型车载钻机、

ZMK5200QJY40 型救援提升装备 5 台套，实现销售收入 1.56 亿元；利用开发的大直径孔施工技术在淮北、淮南、山东、山西、平顶山等矿区进行了工程应用，累计进尺 11322m，技术服务与工程施工收入 7630 万元。共计新增产值 2.323 亿元，新增利润 6779.3 万元，新增税收 3019.9 万元。

(2) 淮北矿业杨柳煤矿在 1077 工作面、1031 工作面地面大口径采动井施工中推广应用项目开发的大口径井高效钻进技术，完成包括 2 口国内最大井径地面采动井在内的 22 口大口径采动井，掩护工作面回采 3750m，新增地面瓦斯抽采 1760 万 m³。新增产值 10674.00 万元，新增利润 2134.80 万元，新增税收 960.66 万元。该技术的成功应用，促进了地面采动井对采动瓦斯的高效抽采，有力保障了 1077、1031 工作面安全回采，新增煤炭产量 40.4 万吨，创造了良好的间接经济效益。

(3) 安徽丰安能源科技有限公司、陕西华晨石油科技有限公司、河南杰士石油技术服务有限公司等利用项目开发的大口径井高效钻进技术在安徽、河南、山西、山东等煤矿区施工大口径井 41 口，累计进尺 35060m，大口井钻井效率得到显著提高，提高了企业竞争力，推动了行业技术水平的发展。

2) 社会效益

成果形成了**矿山灾害地面救援通道快速、安全构建技术与装备体系**，多次参与灾害救援与工程演练，保障人民生命财产安全，应用于工程施工，强化矿山安全生产能力，获得了地面钻孔救援技术装备**完全自主知识产权**，促进了行业技术进步。

(1) 钻孔救援和工程演练情况

在宁夏宁煤梅花井煤矿完成了国内首次地面钻孔救援技术装备集成研究及示范，并在宁煤清水营煤矿冒顶事故救援中进行了实战应用，与井下同步展开救援，为井下成功救援提供了有益补充，在国内矿山钻孔应急救援领域取得了较好的社会反响。项目研究成果在耒阳源江山矿透水事故中实战应用与现场检验，钻探装备稳定可靠、技术支撑及时有效，得到了广泛的认可与好评，取得了良好的社会效应。项目研究成果支撑了国家矿山救援郴州队、沈阳队等的工程演练，演练效果佐证了技术与装备的施工能力与工作可靠性，为钻孔救援提供了装备支撑与实践经验。

(2) 工程应用情况

项目研究成果在矿山地面瓦斯管道孔、瓦斯抽采孔、排水孔、电缆孔、降温管道孔、投料孔等得到了较为广泛的推广应用，项目研究形成的地面大口径井快速成孔工艺，改善了大直径潜孔锤钻进工艺在复杂地层的适应性，提高了大直径钻孔的施工效率，缩短了各类大直径钻孔的钻完井周期，促进了大直径钻孔施工技术水平的提高，对提高矿山建设、生产、安全的管理水平，强化矿山安全生产技术能力提供了有力的技术装备保障。

(3) 知识产权与行业进步情况

获授权国家发明专利 20 件、外观专利 1 件，出版专著 1 部，发布行业标准

1 项，发表论文 34 篇（EI 检索 17 篇）。经中国矿山安全学会组织鉴定，项目成果达到国际领先水平。

项目研制的“ZMK5550TZJF50/120 地面应急救援车载钻机”作为应急救援板块的代表性成果亮相国家“十三五”科技创新成就展，体现了国内地面钻孔救援装备的最高水平，代表了我国在矿山应急救援领域创新引领发展的成就，获得学习强国报道。精准透巷技术成功应用于淮北矿业集团地面管道井干孔透巷施工，获中国煤炭学会、新浪网等主流媒体报道。项目成果将**形成国际领先的钻孔救援技术创新研究群体与研发平台，引领该领域研究发展方向和行业进步**，提升矿山灾害钻孔救援装备与技术水平。

六、主要知识产权证明目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	标准	全液压车载钻机	中国	/	2023 年 12 月 28 日	NB/T1144420-23	中煤科工西安研究院（集团）有限公司、石家庄煤矿机械有限责任公司、三江瓦力特特种车辆有限公司、徐州徐工基础工程机械有限公司、西安煤科检测技术有限公司	田宏亮；凡东；邹祖杰；刘勇；王彦海；张忠海；常江华；党林；鲁飞飞；曹明
2	发明专利	一种钻机起拔与回转复合测试系统及方法	中国	ZL202111458651.1	2023 年 11 月 21 日	6499331	中煤科工集团西安研究院有限公司	常江华；鲁飞飞；田宏亮；凡东；郝世俊；邹祖杰；杨江波；王龙鹏；陈果；王振亚
3	发明专利	一种车载钻机动力头与试验台对中装置及方法	中国	ZL201911173541.3	2019 年 11 月 26 日	4331276	中煤科工集团西安研究院有限公司	常江华；邹祖杰；田宏亮；鲁飞飞；凡东；殷新胜；王振亚
4	发明专利	车载钻机钻进现场自动找孔系统及实施方法	中国	ZL202011024192.1	2020 年 09 月 25 日	5258183	中煤科工集团西安研究院有限公司	邹祖杰；凡东；朱国栋；常江华；刘庆修；鲁飞飞；张阳
5	发明专利	一种双柴油机动力车载钻机及其控制方法	中国	ZL202010172751.7	2020 年 03 月 12 日	4572889	中煤科工集团西安研究院有限公司	鲁飞飞；凡东；田宏亮；常江华；张阳；邹祖杰；王瑞泽
6	发明专利	一种柴油机及液压系统复合温度控制	中国	ZL202011190361.9	2020 年 10 月 30 日	5387322	中煤科工集团西安研究院有限公司	鲁飞飞；常江华；凡东；曹明；张阳；赵良；王

		系统及方法						振亚；王瑞泽；邹祖杰
7	发明专利	一种基于光纤通信的重载钢丝绳	中国	ZL202110360168.3	2021 年 04 月 02 日	5787676	中煤科工集团西安研究院有限公司	刘庆修；田东庄；刘亚举；田宏亮；高勇；陈彦宇；吴智峰；田宏杰
8	发明专利	一种用于大直径工程井的电磁打捞系统及其专用线缆	中国	ZL2019109244269	2019 年 09 月 27 日	4575175	中煤科工集团西安研究院有限公司	郭亮；刘庆修；郝世俊；赵永哲；郑玉柱；刘明军；莫海涛；胡振阳；祁宏军；彭旭；孙阳
9	论文	大直径救援井高效钻井技术及装备现状与展望	中国	10.13199/j.cnki.cst.2021.04.009	2021 年 04 月 15 日	煤炭科学技术	中煤科工集团西安研究院有限公司	郝世俊；张晶
10	其他	矿山大直径钻孔施工技术与装备	中国	ISBN978-7-03-065502-8	2020 年 06 月 01 日	科学出版社	中煤科工西安研究院(集团)有限公司	石智军；董书宁；田宏亮等

七、主要完成人情况（不超过 6 人）

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
凡东	1	分院院长	研究员	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	国家重点研发计划项目技术负责人，投入工作量占本人工作总量的 50%。对创新成果 1、2、3、4 均作出了创造性贡献：参与开发了联合式反循环钻进技术；参与研制了车载钻机，负责设计了一种复合式提升装置、适应多工艺的大转矩动力头，参与了液压系统、换杆系统、柴油机动力系统等部分的设计；参与设计了具备二次逃生功能的柔性救援救生舱；参与起草了《全液压车载钻机》行业标准，参与撰写了专著《矿山大直径钻孔施工技术与装备》第 2、3 章的内容。支撑材料：鉴定见附件二、1-1；专利见附件一、1-2~3，二、2-5~7；标准见附件一、1-1；代表获奖见附件二、2-14~15；专著见附件二、2-11。
田宏亮	2	中煤科工集团二级首席科学家	研究员	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	国家重点研发计划项目负责人，投入工作量占本人工作总量的 60%。对创新成果 1、2、3、4 作出了创造性贡献：负责项目总体方案制定及组织实施；参与开发了大直径反循环高效钻进工艺；负责研制了车载钻机；参与设计了开发了高可靠性救援提升系统；牵头起草了《全液压车载钻机》行业标准；作为客座主编，主持发布《煤田地质与勘探》杂志“矿山灾害地面应急救援通道快速安全构建技术与装备”专栏。支撑材料：鉴定见附件二、1-1；专利见附件一、1-2~3，二、2-6，二、2-8；标准见附件一、1-1；代表获奖见附件二、2-16~17；专著见附件二、2-11。
郝世俊	3	分院院长	研究员	中煤科工西安研究院	中煤科工西安研究院（集	国家重点研发计划项目课题负责人，投入工作量占本人工作总量的 50%。对创新成果 1、2 作出了创造性贡献，具体包

				(集团)有限公司	团)有限公司	括：提出了孔口节流控压、孔底间隙密封的联合式反循环钻进方法思路，推进完成集束反循环潜孔锤及配套双壁钻具整体方案设计；主参大直径救援孔轨迹精准控制及安全透巷技术开发，开发了大直径救援孔多开次轨迹测量及定位方法；并且在成果 1、2 工程推广方面做了大量关键性工作。支撑材料：鉴定见附件二、1-1；专利见附件一、1-2，二、2-9；代表性论文见附件二、2-10；代表获奖见附件二、2-18；专著见附件二、2-11。
姚宁平	4	集团科技委副主任	研究员	中煤科工西安研究院(集团)有限公司	中煤科工西安研究院(集团)有限公司	国家重点研发计划项目技术骨干，投入工作量占本人工作总量的 30%。对创新成果 3、4 作出了创造性贡献：参与车载钻机样机试制，负责定向钻进钻柱振动减阻方法研究；参与研制了地面应急救援安全提升装备，设计开发了高可靠性救援提升系统。支撑材料：鉴定见附件二、1-1；代表获奖见附件二、2-19。
顾海荣	5	/	教授	长安大学	长安大学	国家重点研发计划项目课题负责人，投入工作量占本人工作总量的 50%。对创新成果 4 作出了创造性贡献：负责研制了地面应急救援安全提升装备，开发了高可靠性救援提升系统，负责设计了具备二次逃生功能的柔性救援救生舱，参与开发了救援孔信息重构与智能决策系统。支撑材料：鉴定见附件二、1-1；代表获奖见附件二、2-20。
常江华	6	分院副院长	研究员	中煤科工集团西安研究院有限公司	中煤科工集团西安研究院有限公司	国家重点研发计划项目技术骨干，投入工作量占本人工作总量的 40%。对创新成果 3 有重要贡献，具体包括：参与研制了适应多钻进工艺的大能力地面应急救援车载钻机，负责车载钻机电液控制系统研发，参与起草了《全液压车载钻机》行业标准。支撑材料：鉴定见附件二、1-1；专利见附件一、1-2~3，二、2-5~7；标准见附件一、1-1；代表获奖见附件

						二、2-21；专著见附件二、2-11。
邹祖杰	7	/	副研究员	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	国家重点研发计划项目技术骨干，投入工作量占本人工作总量的 60%。对创新成果 3、4 作出了创造性贡献：结合钻柱、油缸及钢丝绳的弹性阻尼特性，开发了基于“冲击定向钻具-钻柱-动力头-钢丝绳-张紧油缸-给进油缸”为一体的多柔性抗冲击自平衡式给进系统；首创了具备二次逃生功能的柔性救援救生舱，具有更好的通道适应性；参与起草了《全液压车载钻机》行业标准，参与撰写了专著《矿山大直径钻孔施工技术与装备》第 7 章的内容。支撑材料：鉴定见附件二、1-1；专利见附件一、1-2~3，二、2-5~7；标准见附件一、1-1；代表获奖见附件二、2-22；专著见附件二、2-11。

八、主要完成单位情况（不超过 3 个）

完成单位	排名	对本项目主要贡献（限 600 字）
中煤科工西安研究院（集团）有限公司	1	中煤科工西安研究院（集团）有限公司是本项目成果的第一完成单位，负责组织项目的申报、实施、验收、鉴定等工作，为项目实施提供技术支持和配套资金保障，在实施过程中提供设计、加工、装配、调试、工程施工等软、硬件设备。 中煤科工西安研究院（集团）有限公司牵头承担了“十三五”国家重点研发计划项目“矿山灾害生命保障救援通道快速安全构建关键技术与装备”（2018YFC0808200），负责开发了基于联合密封式反循环的大直径救援孔快速钻进工艺、大直径救援孔轨迹精准控制及安全透巷技术，研制了适应多钻进工艺的大能力地面应急救援车载钻机，参与研制了地面应急救援安全提升装备，获授权国家发明专利 19 件、外观专利 1 件，出版专著 1 部，发布行业标准 1 项，发表论文 30 篇。成果实现了矿山灾害地面高效钻孔救援，提升了我国矿山应急救援能力，促进该领域技术进步，减少人民生命财产损失，对安全生产有良好的促进作用，具有显著的社会效益。 中煤科工西安研究院（集团）有限公司参加了多次钻孔救援及工程演练，为 12 支救援队伍提供了技术装备配套，近三年销售收入 15600 万元，在两淮、山东、山西、陕西等地工程施工中成功应用，创收 26081.9 万元，共创造直接经济效益 41681.9 万元，取得了显著的经济效益，具有广阔的应用价值和前景。
长安大学	2	长安大学是本项目成果的第二完成单位，参与项目的申报、实施、验收、鉴定等工作，在实施过程中提供了设计、装配调试、工程施工等软件和人员。 长安大学负责“十三五”国家重点研发计划项目“矿山灾害生命保障救援通道快速安全构建关键技术与装备”课题 4“地面应急救援井安全提升装备”（2018YFC0808204）的研究，负责研制了地面应急救援安全提升装备，为大直径救援施工完成后，对被困人员进行救援提升。获授权国家发明专利 1 件，发表论文 4 篇。 长安大学参加了宁煤梅花井煤矿地面救援工程试验，并负责对救援提升装备进行了验证，将救生舱下放至孔底，下放提升过程平顺，速度稳定；井径测量、气体测量和音视频通讯正常，能够将救援舱内信息实时传输至提升车；完成传感器信息融合，重构救援孔信息，可以科学指导救援提升过程。

九、完成人合作关系说明

该项目成果由中煤科工西安研究院（集团）有限公司研究与长安大学合作完成。凡东作为成果第1完成人，自2018年开始至今，作为技术负责人主持项目立项和整体研究工作，主要完成人在项目中的合作经历如下：

1. 凡东（1）、田宏亮（2）、郝世俊（3）、姚宁平（4）、顾海荣（5）、常江华（6）、邹祖杰（7）共同完成《矿山灾害地面大直径钻孔救援关键技术与装备》研究工作，对创新成果1、2、3、4做出了重要贡献，首创了基于联合密封式反循环的大直径救援孔钻进工艺，解决了救援深孔的快速成孔难题；开发了大直径救援孔轨迹精准控制及安全透巷技术，解决了救援孔与目标巷道精准贯通、透巷时顶板垮塌及溃水等安全难题；创新研制了国内转矩最大的高可靠性救援车载钻机，为地面钻孔救援提供了装备保障；开发了具备二次逃生功能、柔性舱体的救援提升装备，可实现被困人员由巷道安全提升至地面。成果为12支救援队提供了配套，近三年销售收入1.56亿元；在两淮、山西、陕西等地进行工程应用，创收2.61亿元，共创造直接经济效益4.17亿元。参加了耒阳、清水营等事故救援，配合国家矿山应急救援队展开多次应急演练，提升了我国矿山应急救援能力，促进行业技术进步。

2. 中煤科工西安研究院（集团）有限公司凡东（1），田宏亮（2），郝世俊（3），常江华（6），邹祖杰（7）共同完成的“煤矿区易漏地层堵漏及高效定向钻进技术与装备”项目，获得2023年中国煤炭工业协会科学技术二等奖。

3. 中煤科工西安研究院（集团）有限公司凡东（1）、田宏亮（2）、郝世俊（3）、常江华（6）、邹祖杰（7）共同申请发明专利10余项，对项目核心技术成果进行了专利保护，明确了项目成果的具体实施方法。

4. 中煤科工西安研究院（集团）有限公司凡东（1）、田宏亮（2）、郝世俊（3）、常江华（6）、邹祖杰（7）等共同发表高水平论文10余篇、撰写1部专著《矿山大直径钻孔施工技术与装备》、起草行业标准1项《全液压车载钻机》，详细揭示了大直径硬岩高效扩孔碎岩机理、研制了大能力高可靠性救援车载钻机及地面救援提升装备，描述了矿山灾害地面钻孔救援技术装备原理及应用效果。

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	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同立项	凡东（1）、田宏亮（2）、郝世俊	2018年7月1日	2022年2月19日	矿山灾害地面600m大直径钻孔救援关键技术与装备	附件二、1 科学技术成果鉴定证书

		(3)、姚 宁平 (4)、顾 海荣 (5)、常 江华 (6)、邹 祖杰 (7)				
2	共同 获奖	凡 东 (1)，田 宏亮 (2)，郝 世俊 (3)，常 江华 (6)，邹 祖杰 (7)	2016 年 1 月 1 日	2020 年 12 月 31 日	煤矿区易漏 地层堵漏及 高效定向钻 进技术与装 备	未列入附 件
3	共同 制订 标准 规范	田宏亮 (1)、凡 东 (2)、 邹祖杰 (3)、 常江华 (7)	2020 年 9 月 30 日	2023 年 12 月 28 日	全液压车载 钻机	附件一、 1-1 行业 标准《全 液压车载 钻机》
4	共同 知识 产权	常江华 (1)、田 宏亮 (3)、 凡 东 (4)、 郝世俊 (5)、 邹祖杰 (6)	2021 年 12 年 02 日	2023 年 11 月 21 日	一种钻机起 拔与回转复 合测试系统 及方法	附件一、 1-2 发明 专利证明 材料
5	共同 知识 产权	常江华 (1)、邹 祖杰 (2)、 田宏亮 (3)、 凡 东 (5)	2019 年 11 月 26 日	2021 年 3 月 30 日	一种车载钻 机动力头与 试验台对中 装置及方法	附件一、 1-3 发明 专利证明 材料

6	共同 知识 产权	邹祖杰 (1)、凡 东(2)、 常江华 (4)	2020 年 9 月 25 日	2022 年 6 月 24 日	车载钻机钻 进现场自动 找孔系统及 实施方法	附件二、 2-5 发明 专利证明 材料
7	共同 知识 产权	凡 东 (2)、田 宏亮 (3)、 常江华 (4)、邹 祖杰 (6)、	2020 年 3 月 12 日	2021 年 7 月 27 日	一种双柴油 机动力车载 钻机及其控 制方法	附件二、 2-8 发明 专利证明 材料
8	共同 知识 产权	常江华 (2)、凡 东(4)、 邹祖杰 (6)	2020 年 10 月 30 日	2022 年 8 月 16 日	一种柴油机 及液压系统 复合温度控 制系统及方 法	附件二、 2-9 发明 专利证明 材料
9	论文 合著	田宏亮 (1)、邹 祖杰 (2)、郝 世俊 (3)、顾 海荣(7)	/	2022 年 12 月 8 日	矿山灾害生 命保障救援 通道快速安 全构建关键 技术与装备	未列入附 件
10	专著 合著	田宏亮(3)、 凡 东、郝 世俊、常江 华、邹祖杰、 赵江鹏、鲁 飞飞、张 晶(参与)	/	2020 年 6 月 1 日	矿山大直径 钻孔施工技 术与装备	附件二、 2-11 专著 证明材料