**重庆市科学技术进步奖公示**

**一、项目名称**

急倾斜煤层长壁采场围岩控制与智能高效开采关键技术及装备

**二、提名者及提名等级**

**提名单位：**重庆市煤炭学会

**提名等级：**

提名该项目申报2020年度**重庆市科技进步奖一等奖**。

**三、项目简介**

智能开采是实现煤炭行业高质量发展的必由之路，目前，近水平缓倾斜煤层的智能开采已取得重要进展。但受制于煤层倾角效应制约急倾斜煤层开采难度大，机械化水平低、智能开采尚处空白。目前，该类煤层开采仍传统的非机械化采煤方法为主，安全隐患多，劳动强度大、产能产效低，亟需从理论、技术、装备体系整体突破，最终实现自动化智能化。项目围绕急倾斜煤层长壁开采的岩层控制理论、关键技术装备及自动化控制三个方面展开研究攻关，形成以下创新成果：

（1）基于相似材料模拟实验、数值分析、理论分析的综合研究手段，揭示了急倾斜煤层长壁采场非对称采动应力路径控制作用下的顶板变形破断规律，覆岩岩体结构形成与变异机制、区段煤柱失稳破坏机制。为该类煤层的矿山压力预测控制、“支架-围岩”系统稳定性控制、合理煤柱留设与端头支护提供了理论指导依据。

1. 创新了以“双向割煤，顺序移架，整体推溜”为核心特征的急倾斜煤层长壁伪俯斜综合机械化采煤工艺。基于采场动态、多维、多目标“支架-围岩”交互作用关系，发明了工作面非线性布置技术、端面片帮冒顶控制技术、设备限位控制及再稳定技术、飞矸冲击防控技术。保障了工作面的正常回采与人员设备安全。
2. 研制了以“大牵引力、滚筒内嵌、过失制动、自动卷揽”为特点的自移式交流变频电牵引采煤机；以“轻质高强材料整体铸造、溜槽端-中部导向链接”为特点的煤炭自溜运输装置；以“顶梁底座异形设计、斜拉油缸防倒防窜、上窄下宽防扭防摆”为特点的新型掩护式液压支架。为采煤全过程提供了针对性强、适用性好、可靠性高的成套技术装备保障。
3. 紧跟“自动化减人”的煤炭开采技术前沿，研发了急倾斜煤层俯伪斜综合机械化采煤工作面电液自动控制系统。该系统解决了工作面高段供液难题，兼容了了zigbee无线组网技术和顺槽集控中心远程监控技术，实现了综采工作面生产过程的自动化控制与数字化监测。

该项目在重庆能源集团所属逢春煤矿应用，单产和工效提高3倍以上；近年来已在重庆、四川、贵州、新疆等省区急倾斜煤层开采条件矿井推广应用。项目获得授权发明专利11项，实用新型专利8项，制定地方性煤炭开采技术标准1项，专著2项。

**四、主要知识产权和标准规范等目录**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 授权号 | 权利人 | 有效状态 |
| 发明专利 | 急倾俯伪斜导向输送机 | ZL201611067446.1 | 哈尔滨博业科技开发有限责任公司、重庆市能源投资集团科技有限责任公司 | 有效 |
| 发明专利 | 用于急倾斜煤层综采工作面俯伪斜开采方式的推溜结构 | ZL201611122611.9 | 四川航天电液控制有限公司、重庆市能源投资集团科技有限责任公司 | 有效 |
| 发明专利 | 软启动阀 | ZL201310659184.8 | 四川航天电液控制有限公司 | 有效 |
| 发明专利 | 大倾角煤层长壁大采高工作面煤壁片帮及冒顶控制技术 | ZL201410289650.2 | 西安科技大学 | 有效 |
| 发明专利 | 一种分叉合并煤层综采连续推进开采的方法 | ZL201010530699.4 | 中国矿业大学 | 有效 |
| 发明专利 | 一种工作面巷道支护钢梁安装和回撤的方法 | ZL201310072555.2 | 中国矿业大学 | 有效 |
| 发明专利 | 一种薄煤层煤岩界面识别及滚筒自动调高的方法 | ZL201310121939.9 | 中国矿业大学 | 有效 |
| 发明专利 | 一种大采高综采场顶板分类与支护阻力确定方法 | ZL201310121703.5 | 中国矿业大学 | 有效 |
| 发明专利 | 一种急倾斜综采工作面采空区矸石充填带宽度的确定方法 | ZL201310042460.6 | 中国矿业大学 | 有效 |
| 发明专利 | 急倾斜区段煤柱巷旁充填 | ZL201310091619.3 | 中国矿业大学 | 有效 |
| 发明专利 | 一种三软煤层仰、俯采工作面支架防插底方法 | ZL201710383847.6 | 中国矿业大学 | 有效 |
| 地方标准 | 急倾斜薄煤层俯伪斜综合机械化开采技术规范 | DB50/T 895-2018 | 重庆市能源投资集团有限公司、重庆市能源投资集团科技有限责任公司、哈尔滨博业科技开发有限责任公司、山东矿机集团股份有限公司、四川航天电液控制有限公司等。 | 有效 |
| 专著 | 大倾角煤层长壁综采理论与技术 | ISBN 978-7-03-053861-1 | 贠东风个人排名第二 |  |
| 专著 | 薄及中厚急倾斜煤层长壁综采覆岩运动规律与控制机理研究 | ISBN 978-7-56-463142-0 | 屠洪盛个人排名第一 |  |

# 主要完成单位及创新推广贡献

主要完成单位：重庆市能源投资集团有限公司、重庆能投渝新能源有限公司、重庆市能源投资集团科技有限责任公司、西安科技大学、中国矿业大学、哈尔滨博业科技开发有限责任公司、山东矿机集团股份有限公司、四川航天电液控制有限公司、重庆松藻煤电有限责任公司共同完成，各单位对本项目科技创新和成果推广的贡献如下：

1、重庆市能源投资集团有限公司为该成果第一完成单位

根据集团所处矿区急倾斜、薄煤层、高瓦斯等极难开采的煤炭资源条件，从2010年开始，自主立项完成了“急倾斜薄煤层机械化开采技术研究”、“缓倾斜薄煤层工作面无人综采技术研究”、“极薄煤层综采无人开采关键技术及装备配套研究”、“急倾斜薄煤层俯伪斜综合机械化开采技术研究及应用”等科技创新项目的论证、核心技术研究、装备研制、测试检验和工业性试验等工作，提供了资金、人员和组织管理服务等科研条件，对项目的实施和完成、形成“急倾斜煤层长壁采场围岩控制与智能高效开采关键技术及装备”创新成果起到了领导性、决策性作用。

2、重庆能投渝新能源有限公司为该成果第二完成单位

针对所属矿井多为倾斜煤炭资源的开采条件，长期与科研单位、高等院校合作，开展急倾斜煤层机械化开采、综合机械化开采的采煤方法、开采工艺、开采技术和装备、安全生产方面的研究与生产应用工作。主要领导和技术人员先后完成了“急倾斜薄煤层俯伪斜综合机械化开采技术研究及应用”、“缓倾斜薄煤层工作面无人综采技术研究”、 “急倾斜智能化液压支架研制与应用示范”、 “急倾斜薄煤层采煤机研制”等项目研究和生产应用等工作，参加了技术方案论证、装备设计审查，提出了急倾斜煤层综采工作面“双向采煤、整体推溜移架”的开采工艺和安全生产保障措施，成果完成了项目的工业性试验工作。

3、重庆市能源投资集团科技有限责任公司为该成果第三完成单位

 负责集团全部煤炭开采科技创新研究项目管理，承担急倾斜薄煤层综合机械化开采技术、工艺研究工作，组织了急倾斜薄煤层采煤机、液压支架、多功能导向装置和自动化控制系统等核心装备的设计、制造、检验、煤安标志申领等工作，组织了“急倾斜煤层长壁采场围岩控制与智能高效开采关键技术及装备

”项目技术论证、开采工艺设计、关键装备研制等工作。重庆市能源投资集团科技有限责任公司机械装备及工艺研究院科研人员对综采装备对45º～85º急倾斜工作面的适应性、稳定性和安全性研究以及关键结构设计方面做出了重要贡献。

4、西安科技大学为该成果第四完成单位

应用物理相似模拟实验、理论分析、数值模拟相结合的研究方法，揭示了急倾斜煤层长壁开采岩体结构变异机制、围岩应力、应变场非对称分布特征，分析了“支架-围岩”系统稳定性，确定了综采工作面设备的稳定性要求。提出了支护系统载荷分区控制技术，煤壁片帮防治技术、支护装备限位控制与再稳定技术、工作面非线性布置技术、为采煤工艺设计和综采装备研制提供了理论支撑。

5、中国矿业大学为该成果第五完成单位

利用矿山压力和岩石力学等理论，揭示急倾斜煤层工作面围岩受力-变形-破断-失稳规律和矿压显现特征，研究了急倾斜工作面支架支护阻力、侧护阻力、推移拉力等计算方法，给出了急倾斜工作面区段煤柱的合理留设方法，为工作面装备选型和防滑防倒等设备围岩稳定控制提供了依据。

6、哈尔滨博业科技开发有限责任公司为该成果第六完成单位

参加项目整体设计，在研究分析急倾斜煤层综采工作面俯伪斜开采工艺的基础上，研制了急倾斜煤层大功率大牵引力电牵引采煤机、多功能导向输煤装置，解决了50º以上急倾斜综采工作面采煤机上行开采、急倾斜综采工作面煤炭输送和工作面设备整体联接和导向移设等技术难题。

7、山东矿机集团股份有限公司为该成果第七完成单位

参加项目整体设计，在研究分析急倾斜煤层综采工作面矿压特点和俯伪斜开采工艺的基础上，研制了急倾斜煤层综采工作面特殊型液压支架，解决了支架倾倒、侧翻、跑矸和漏矸等技术难题；开展了关键结构件焊接工艺、质量检测、性能试验等工作，保障了急倾斜煤层综采工作面顶板支护和设备、人员安全。

8、四川航天电液控制有限公司为该成果第八完成单位

参加项目整体设计，在研究分析急倾斜煤层综采工作面俯伪斜开采工艺的基础上，研制了急倾斜煤层综采工作面自动化控制系统，实现了液压支架的自动化移设、遥控移设，并具有顶梁、推移、防滑、防倒和防飞矸等装置的独立控制和协调控制等功能，对综采工作面安全高效生产发挥了关键作用。

**备注：2017年12月28日，重庆市能源投资集团有限公司重组所属煤炭板块企业，将重庆松藻煤电有限责任公司所属煤炭板块整合到了重庆能投渝新能源有限公司。**

# 六、主要完成人情况及创新贡献

李文树：第1完成人，教授级高工，工作单位：重庆市能源投资集团有限公司，完成单位：重庆市能源投资集团有限公司。负责项目总体设计，研究分析了急倾斜薄煤层俯伪斜长壁开采的矿压显现规律，提出急倾斜煤层俯伪斜综合机械化开采方法，研究提出了急倾斜煤层俯伪斜综合机械化开采和自动化控制技术方案，组织关键技术研发、核心装备研制工作，组织编写项目技术研究报告。

李宗福：第2完成人，高级工程师，工作单位：重庆能投渝新能源有限公司，完成单位：重庆能投渝新能源有限公司。是项目的主要研究骨干，研究提出了急倾斜煤层俯伪斜综采工艺，提出了综采工作面设备稳定性和人员安全性管控技术思路，负责工作面采煤机、液压支架、推移导向连接装置总体配套设计。

贠东风：第3完成人，教授，工作单位：西安科技大学，完成单位：西安科技大学。是项目的主要研究骨干，负责组织专业技术人员开展急倾斜煤层采场岩层控制与矿山压力显现特征分析、设备稳定性分析与控制、采煤工艺制定与装备设计参数选型等工作。

黄昌文：第4完成人，教授级高工，工作单位：重庆市能源投资集团科技有限责任公司，完成单位：重庆市能源投资集团科技有限责任公司。是项目的主要研究骨干，参与项目总体技术方案论证和设计，参加并完成采煤机、液压支架、推移导向连接装置、电缆同步导向装置设计，负责设计图的技术审定。

屠洪盛：第5完成人，讲师，工作单位：中国矿业大学，完成单位：中国矿业大学。是项目的主要研究骨干，负责研究急倾斜工作面煤岩体的受力变形和失稳特征，设计工作面矿压监测方案并分析矿压显现规律，给出区段煤柱的合理尺寸留设方法和装备设计选型的理论依据。

楚开万：第6完成人，高级工程师，工作单位：重庆市能源投资集团科技有限责任公司，完成单位：重庆市能源投资集团科技有限责任公司。是项目的主要研究骨干，参加了急倾斜综采工作面设备配套设计，参加和组织大功率急倾斜煤层采煤机、推移导向连接装置设计和制造。

廖业凤：第7完成人，高级工程师，工作单位：重庆能投渝新能源有限公司，完成单位：重庆能投渝新能源有限公司。是项目的主要研究骨干，负责项目的理论和核心技术研究工作，研究分析了急倾斜煤层俯伪斜综采工作面采场压力特征，提出了工作面优化设计参数，确定了急倾斜煤层对设备安全性要求。

王小岑：第8完成人，高级工程师，工作单位：重庆市能源投资集团有限公司，完成单位：重庆市能源投资集团有限公司。是项目的主要研究骨干，参与项目总体技术方案论证和设计，提出了采煤机电缆自动同步收放技术方案，负责项目计划管理和协调，参加了装备测试，负责工业性试验中安全生产责任。

张晓波：第9完成人，高级工程师，工作单位：重庆市能源投资集团科技有限责任公司，完成单位：重庆市能源投资集团科技有限责任公司。是项目的主要研究骨干，参与项目总体技术方案设计，提出了俯伪斜综采工作面液压支架防滑、防倒结构和导向装置连接方法，参加了综采核心装备研制、工业性试验全过程。

唐 剑：第10完成人，高级工程师，工作单位：重庆松藻煤电有限责任公司，完成单位：重庆松藻煤电有限责任公司。是项目的主要研究骨干，参加并完成采煤机、液压支架、推移导向连接装置、电缆同步导向装置设计，负责设计图的技术审定。

谢家胜：第11完成人，工程师，工作单位：重庆能投渝新能源有限公司，完成单位：重庆能投渝新能源有限公司。是项目的主要研究骨干，参与项目总体技术方案论证和设计，参加并完成采煤机、液压支架、推移导向连接装置、电缆同步导向装置设计，负责设计图的技术审定，组织项目综采工作面的工业性试验工作。

刘向东：第12完成人，高级工程师，工作单位：哈尔滨博业科技开发有限责任公司，完成单位：哈尔滨博业科技开发有限责任公司。是项目的主要研究骨干，参加了急倾斜综采工作面设备配套设计，参加和组织大功率急倾斜煤层采煤机、推移导向连接装置设计和制造。

冯 坤：第13完成人，高级工程师，工作单位：山东矿机集团股份有限公司，完成单位：山东矿机集团股份有限公司。是项目的主要研究骨干，参加了急倾斜综采工作面设备配套设计，参加和组织急倾斜俯伪煤层综采工作面特殊型（不对称布置）、防下滑、防倾倒、防飞矸液压支架设计与制造。

赵 红：第14完成人，高级工程师，工作单位：四川航天电液控制有限公司，完成单位：四川航天电液控制有限公司。是项目的主要研究骨干，参加急倾斜俯伪斜自动化综采工作面生产工艺和关键装备研究，设计提出了自动化系统技术方案，组织和参加研制急倾煤层液压支架电液控制系统和工作面自动化系统。

郎 丁：第15完成人，讲师，工作单位：西安科技大学，完成单位：西安科技大学。是项目的主要研究骨干，负责组织专业技术人员开展急倾斜煤层采场覆岩垮落变形及应力展布规律进行物理相似模拟与数值模拟实验分析，为岩层控制技术及采煤工艺制定提供理论支撑。