项目公示信息（提名号309-4003）

一、项目名称：浅埋煤层群开采岩层控制理论与关键技术

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省煤炭学会

提名意见：

我国西部神府东胜煤田探明储量和产量约占全国1/3，主要赋存浅埋近距离煤层群，是世界七大煤田之一，拥有2个亿吨级现代化矿区，是我国最重要的能源基地。浅埋煤层安全高效绿色开采，对我国能源建设和经济发展具有重要意义。该成果以亿吨级矿区浅埋煤层群安全高效绿色开采岩层控制为目标，提出了浅埋煤层群科学分类方法，建立了浅埋煤层群顶板结构理论；丰富和发展了煤层群保水开采岩层控制理论与技术，揭示了煤柱群结构效应，构建了煤层群井下减压和地表减损耦合控制的科学开采模式；阐明了不同类型过煤柱开采强矿压机理，给出了强矿压发生临界条件及位置判别方法，提出了强矿压防控技术；揭示了煤层群下煤层工作面过沟谷峁梁开采顶板来压机理，给出了科学防控技术。项目研究解决了亿吨级矿区的重大技术难题，为提升我国神府大煤田的煤炭安全高效绿色开采的技术水平做出了贡献。研究成果具有很强的市场竞争力和极大推广应用价值，对于促进科学采矿和区域经济发展具有重大意义。

成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科技进步奖提名条件。**特提名为陕西省科学技术进步奖一等奖。**

三、项目简介

本项目属于矿山工程技术基础科学及应用领域。

神东和神南矿区是我国重要的亿吨级特大型现代化煤炭基地，主要开采浅埋近距离煤层，煤层埋藏浅、层数多、距离近、层厚大是煤层赋存的典型特征。近年来，全面进入下部主采煤层开采。下煤层工作面叠合采空区开采、过煤柱开采和过峁梁沟谷开采期间，压架和停产事故频发，重复采动地表损毁严重，制约着大煤田安全高效绿色生产。研究成果来源于国家自然科学基金项目（51674190、52074211），陕煤联合基金项目（2019JLP-08），陕西省科学基金面上和青年项目（2022JM-300、2019JQ-798），企业联合项目 10 余项，自 2016 年至 2025 年，针对浅埋煤层群开采岩层控制理论与关键技术开展了系统研究与工程验证，项目主要创新成果如下：

（1）提出了浅埋煤层群科学分类方法，建立了浅埋煤层群顶板结构理论。基于间隔层关键层数和间采比，提出了近距离煤层群分类：①无关键层极近距离煤层；②单关键层近距离煤层；③双关键层近距离煤层。分别建立了无关键层斜柱条岩梁-砌体梁活化结构模型、单关键层台阶岩梁-活化结构模型和双关键层下台阶岩梁-上砌体梁结构模型，给出了支架阻力计算方法，为浅埋煤层群岩层控制奠定基础。

（2）丰富和发展了保水开采岩层控制理论与技术，揭示了煤柱群结构效应，构建了煤层群井下减压和地表减损耦合控制的科学开采模式。提出了以采动裂隙控制为核心，隔采比为指标的保水开采岩层控制理论，丰富和发展了煤层群保水开采岩层控制方法。浅埋近距离

煤层开采煤柱引起覆岩非均匀沉降，导致覆岩应力集中和地表裂缝集中发育，提出了煤柱群应力场、位移场、裂隙场三场耦合控制方法，建立了应力场和裂隙场耦合控制判据。下煤柱处于减压区内，避免集中应力叠加；上煤柱处于下煤层顶板压实区，减轻地裂缝发育。确定可控制原理：可通过煤柱布局，实现减小煤柱集中应力、减轻地表裂缝的耦合控制。

（3）阐明了不同类型过煤柱开采强矿压机理，给出了强矿压发生临界条件及位置判别方法，提出了强矿压防控技术。揭示了浅埋近距离煤层过煤柱开采强矿压规律与特征，建立了不同类型过煤柱开采的“煤柱-层间关键层”结构模型，揭示了过煤柱开采的强矿压机理；建立了上覆煤柱及层间“扇形跷板”模型，研发了定向长钻孔分段水力压裂弱化层间硬岩技术。确定了适合神东公司不同类型工作面过煤柱开采的强矿压控制技术与优化治理对策，形成了过煤柱开采采场与巷道强矿压治理关键技术与装备，得到现场工业性试验验证。

（4）揭示了煤层群下煤层工作面过沟谷峁梁开采顶板来压机理，给出了科学防控技术。掌握了近距离煤层群工作面过沟谷、峁梁异形地表开采的矿压显现特征，过异形地表来压分区特性和地表起伏具有显著关系；以浅埋煤层群顶板结构理论为基础，结合沟谷、峁梁地表对覆岩关键层结构及顶板受载变化的影响，构建了异形地表开采期间的浅埋煤层群顶板结构模型，揭示了工作面过异形地表覆岩结构运动、支承压力、支架载荷特征，给出了工作面支架载荷合理计算公式。

研究成果荣获陕西省自然科学优秀学术论文一等奖，全国煤矿支

护技术创新成果一等奖，省级优秀博士学位论文 1 篇，《煤炭学报》60 年百篇最具影响力学术论文；发表学术论文 100 余篇，其中 SCI/EI 检索 50 余篇；授权发明专利 13 项，实用新型专利 12 项，培养博士 6 人，硕士 13 人，制定神东公司企业标准 1 项。经陕西省煤炭学会鉴定达到国际领先水平。2022~2024 年，项目研究成果在榆家梁煤矿、哈拉沟煤矿、张家峁煤矿等 12 个煤矿进行了推广应用，累计新增利润 37 亿元，取得巨大社会和经济效益。

四、客观评价

本项目围绕浅埋煤层群岩层控制与安全高效绿色开采重大需求，历经十余年系统研究，创立了浅埋煤层群岩层控制理论与技术体系，取得了系统性、开创性突破。美国工程院院士 Syd S. Peng 评价该项成果“填补国内外空白”。《科技日报》以“创立浅埋煤层岩层控制理论，支撑大煤田安全高效开采”为题对成果进行了专题报道，充分彰显了成果的原创性与引领性。经国家一级查新咨询单位煤炭信息研究院出具的《科技查新报告》，结论表明：在浅埋煤层群顶板结构理论、煤层群井下减压和地表减损耦合控制、浅埋煤层群过煤柱开采强矿压机理及控制技术、煤层群下煤层工作面过沟谷峁梁开采顶板来压机理及防控技术等方面，国内外未见研究报道。

中国煤炭工业协会组织专家对“浅埋薄基岩大采高工作面顶板结构及其运动规律实证研究”进行成果鉴定，鉴定为国际领先水平。中国安全生产协会组织专家对“亿吨级矿区近距离煤层群过煤柱开采强矿压机制及调控关键技术研究与应用”进行成果鉴定，在浅埋煤层群

顶板结构理论、过煤柱开采强矿压机理及控制技术等方面，鉴定国际领先水平。项目成果对推动矿业工程学科和我国煤炭行业科技进步具有重大作用，经济社会效益巨大。

相关成果“浅埋煤层岩层控制理论与技术”获全国煤矿支护技术创新成果一等奖（2017 年 12 月）。“浅埋煤层采场老顶周期来压的结构分析”先后入选《煤炭学报》创刊 300 期总被引频次 TOP100 论文和《煤炭学报》60 年百篇最具影响力学术论文；获陕西省自然科学优秀学术论文一等奖。项目第一完成人黄庆享教授获评陕西省煤炭科技创新人物（2024 年 4 月），并荣登《陕西人才》封面人物，获陕西省师德标兵称号（2021 年 1 月）。其指导的博士学位论文“浅埋近距离煤层开采煤柱减压与地表减损控制研究”被评为陕西省优秀博士学位论文（2022 年 12 月）。依托研究成果，形成了企业标准《神东煤炭集团综采工作面过上覆煤柱开采强矿压治理技术规范》，为浅埋煤层群安全高效开采提供规范化技术依据。

研究成果从理论和实践上解决了浅埋煤层群综采工作面常见的强矿压显现与应力集中等难题，消除了煤层群重复采动、过煤柱、过沟谷峁梁等特殊开采期间的动力灾害隐患，已在神东等亿吨级矿区及陕西、新疆等地推广应用，实现了安全高效开采，对西部赋存条件下近水平、缓倾斜煤层群的煤岩动力灾害动态调控具有重要借鉴和广阔推广前景，为煤炭行业科技进步提供了有力支撑。

六、代表性知识产权和标准规范等目录（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	授权公告日	证书编号	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)
1	发明专利	一种极近距离煤层采空区下工作面支架载荷确定方法及装置	中国	ZL201610740427.4	2019.3.19	第 3297755 号	西安科技大学	黄庆享　曹　健 贺雁鹏
2	发明专利	一种浅埋近距离煤层群顶板周期来压支护阻力确定方法	中国	ZL201810521574.1	2019.9.27	第 3540595 号	西安科技大学	黄庆享　黄克军
3	发明专利	一种浅埋煤层群工作面最佳煤柱错距的设计方法	中国	ZL201610125614.1	2019.2.16.	第 3267444 号	西安科技大学	黄庆享　杜君武
4	发明专利	一种浅埋煤层群层间双关键层结构支架载荷的确定方法	中国	ZL201710627993.9	2020.10.02	第 4015652 号	西安科技大学	黄庆享　曹　健
5	发明专利	浅埋近距房柱式采空区下相邻工作面相向安全开采方法	中国	ZL202110594365.1	2024.1.26	第 6654525 号	西安科技大学	黄庆享　杜君武 王林涛　曹　健

6	发明专利	一种煤矿大采高工作面支架额定承受载荷确定方法及装置	中国	ZL201610310922.1	2018.12.14	第3182678号	西安科技大学	黄庆享　周金龙
7	发明专利	一种矿山物理相似模型围岩运动数字智能素描分析方法及系统	中国	ZL202110413437.8	2023.4.7	第5848619号	西安科技大学	黄庆享　贺雁鹏
8	发明专利	一种浅埋薄基岩煤层开采初次来压支护阻力的确定方法	中国	ZL201710627944.5	2019.7.16	第3455790号	西安科技大学	黄庆享　曹　健
9	发明专利	一种浅埋单关键层采场覆岩结构的网格状钻场实测方法	中国	ZL202010205081.4	2021.7.13	第4547213号	西安科技大学	黄庆享　贺雁鹏 李　军　刘建浩
10	发明专利	一种具有初撑力的采煤工作面物理相似模拟支架	中国	ZL201710627991.X	2019.9.10	第3521582号	西安科技大学	黄庆享　曹　健 贺雁鹏

七、主要完成人情况

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
黄庆享	1	学报主编	教授	西安科技大学	西安科技大学	项目负责人，负责项目总体方案设计与组织实施。
贺雁鹏	2	采矿系副主任	副教授	西安科技大学	西安科技大学	负责现场调查分析、物理模拟实验、数值计算和理论分析等内容。
杜君武	3	实验中心主任	高级工程师	西安科技大学	西安科技大学	负责物理模拟实验、理论分析和工程验证内容。
罗　文	4	副总经理	教授级高工	中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司	中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司	项目方案设计，项目组织与协调。
曹　健	5	采矿系主任	副教授	内蒙古科技大学	西安科技大学	项目物理模拟及理论分析
周海丰	6	总工程师	教授级高工	国能神东煤炭集团大柳塔煤矿	国能神东煤炭集团大柳塔煤矿	项目理论研究、实施与应用；矿井现场项目落实与施工协调。
陈　杰	7	无	教授	西安科技大学	西安科技大学	项目理论分析及方案设计
高　彬	8	副总经理	高级工程师	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	项目相关创新点的方案设计，项目组织与协调。
罗利卜	9	矿　长	高级工程师	内蒙古神东天隆集团股份有限公司大海则煤矿	内蒙古神东天隆集团股份有限公司大海则煤矿	项目组织与协调，工程验证。
陈苏社	10	采掘工艺研发部部长	教授级高工	中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司	中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司	项目相关创新点的方案设计，项目组织与协调。
王生彪	11	生产副矿长	高级工程师	国能神东煤炭哈拉沟煤矿	国能神东煤炭哈拉沟煤矿	项目理论研究、实施与应用；矿井现场项目落实与施工协调。
蔚保宁	12	总工程师	高级工程师	西安弗尔绿创矿业科技有限责任公司	西安弗尔绿创矿业科技有限责任公司	项目相关创新点的方案设计，项目组织与协调。
黄克军	13	副主任	正高级工程师	河南理工大学郑州高等研究院	西安科技大学	项目理论研究、实施与应用；矿井现场项目落实与施工协调。
韦业豪	14	无	博士研究生	西安科技大学	西安科技大学	负责物理模拟和数值模拟分析相关工作。
刘建浩	15	业务主管	高级工程师	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	项目现场实测与施工协调

八、主要完成单位情况

1.西安科技大学

作为本项目的依托单位，西安科技大学为项目的顺利完成并取得优异成绩做出了重要贡献，表现为：1）组织并完成了项目所有创新内容；2）为项目的顺利实施提供了人力资源与优质的工作环境与场所；3）提供了本项目所需的设备、能源、图书资料和数据库等资源；4）为本项目提供成果出版、成果鉴定等方面的支持。

2.中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司

作为本项目的组织与实施单位之一，中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司负责项目煤层群开采、过煤柱开采现场调研、井下实验等具体实施工作，为本项目实施和应用做出重要贡献。共同完成了浅埋煤层群过煤柱开采强矿压机理及控制技术创新内容。

3.陕煤集团神木张家峁矿业有限公司

作为本项目的组织与实施单位之一，陕煤集团神木张家峁矿业有限公司负责项目现场调研、井下实验等具体实施工作，为本项目实施和应用做出重要贡献。共同完成了浅埋煤层群过峁梁区开采来压机理和支架载荷确定的创新内容。

4.内蒙古神东天隆集团股份有限公司大海则煤矿

作为本项目的组织与实施单位之一，内蒙古神东天隆集团股份有限公司大海则煤矿，为本项目实施和应用做出重要贡献。共同完成了浅埋近距离煤层群分类及其顶板结构模型的创新内容。

九、完成人合作关系说明

项目实施期间，项目完成人贺雁鹏、杜君武、曹健、周海丰、蔚保宁、黄克军、韦业豪由主持人黄庆享教授指导攻读博士学位；罗利卜、王生彪由主持人黄庆享教授指导攻读专业工程博士研究生；罗文、高彬、陈苏社、陈杰、刘建浩合作参与项目的研究工作，项目执行过程中取得了一系列共同的研究成果。完成人和完成单位按照实际贡献大小依次排名，各完成人和完成单位一致同意其排名。

现对完成人合作关系及参与并做出重要贡献说明如下：

序号	合作方式	合作者/排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果
1	共同完成科技成果鉴定	罗　文/4 黄庆享/1 陈苏社/10 贺雁鹏/2 王生彪/11 周海丰/6 韦业豪/14	2023 年 2 月	2024 年 12 月	神东矿区采煤工作面过上覆煤柱强矿压治理技术研究
2	论文合著	黄庆享/1 杜君武/3	2017 年 1 月	2024 年 12 月	《浅埋煤层群覆岩运动与减损开采研究》，科学出版社
3	论文合著	黄庆享/1 曹　健/5 高　彬/8 刘健浩/15	2017 年 1 月	2020 年 11 月	基于三场演化规律的浅埋近距煤层减损开采研究
4	论文合著	黄庆享/1 杜君武/3 陈　杰/7 贺雁鹏/2	2017 年 1 月	2021 年 1 月	Coupling control on pillar stress concentration and surface cracks in shallow multi-seam mining
5	论文合著	黄庆享/1 贺雁鹏/2 罗利卜/9 曹　健/5	2019 年 1 月	2020 年 9 月	浅埋极近距离煤层采空区垮落顶板活化结构及支架阻力研究
6	论文合著	蔚保宁/12 黄庆享/1	2017 年 9 月	2024 年 12 月	浅埋煤层综采面覆岩破坏规律的钻探实测研究

7	论文合著	黄庆享/1 黄克军/13	2017 年 9 月	2024 年 12 月	浅埋煤层群大采高采场初次来压顶板结构及支架载荷研究
8	专利合著	黄庆享/1 陈　杰/7	2017 年 9 月	2024 年.3 月	柔性条带充填保水采矿方法
9	专利合著	黄庆享/1 贺雁鹏/2 刘建浩/15	2020 年 3 月	2021 年 7 月	一种浅埋单关键层采场覆岩结构的网格状钻场实测方法