

附件4

一、项目基本情况

专业评审组： 类别：省科学技术进步奖

项目名称：近奥灰-弱隔水煤系复合底板注浆加固水害防治关键技术

主要完成人：李昂；刘朝阳；王峰；马丽；王生全；牟谦；丁学松

完成单位：西安科技大学

陕西陕煤澄合矿业有限公司

陕西省煤田地质集团有限公司

提名单位：陕西省煤炭学会

二、项目简介：

矿井水害问题制约着我国煤炭高产高效开发，涉煤储量占全国近四分之一，煤系底板突水威胁最为突出。煤系底板较厚隔水层带压开采防治技术成效凸显，弱隔水煤系复合底板承压开采鲜有报道，尤其是近奥灰-弱隔水煤系复合底板水害防治因煤层相隔奥灰近，多层复合结构底板隔水层性弱、奥灰富水性强、潜在威胁大，属世界性难题。为解决该难题，由西安科技大学联合陕煤集团澄合矿业有限公司和陕西省煤田地质集团有限公司，通过多年产学研联合攻关，提出了近奥灰-弱隔水煤系复合底板失稳致灾理论，促进和推动了煤炭带压开采基础理论的发展，填补了相关规程规定的空白，确保了底板实际数据采集效率，保障了矿井安全生产，延长了矿井服务年限，解决了人员就业岗位，实现了煤炭绿色安全高效承压开采。

三、主要论文专著目录（限 20 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	影响因子	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作者	第一作者	国内作者	知识产权是否归国内所有
1	渭北煤田承压水体上采煤底板破坏突水机理与应用研究	中国矿业大学出版社	李昂			2015.09	李昂	李昂	李昂	是
2	Numerical simulation and experimental study on floor failure mechanism of typical working face in thick coal seam in Chenghe mining area of Weibei, China	Environmental Earth Sciences	Ang Li, Qiang Ma, Yanqing Lian, Li Ma, Qian Mu, Jianbo Chen		2020 年 7 卷 5 期 118	2020	李昂	李昂	李昂; 马强; 连青会; 马丽; 牟谦; 陈建博	是
3	The failure mechanism of the high pressure water in the Weibei on the top of the seams floor aquifers	Journal of Mines, Metals and Fuels	Li Ang, Ma Qiang, Kang Li, Ma Li, Wu Yan, Li Liang, Cai Lei, Mu Qian, Chen Jianbo		2019年 67 卷 5 期 269-278 页	2019	李昂	李昂	李昂; 马强; 康荔; 马丽; 吴燕; 李亮; 蔡磊; 牟谦; 陈建博	是
4	Evaluation on floor water inrush danger of Weibei during mining over pressurized water and prevention countermeasures to the water disaster	Journal of Mines, Metals and Fuels	Li A, Ma Q, Kang L, Li L, Cai L, Wang W		2018 年 66 卷 4 期 231-244 页	2018	李昂	李昂	李昂; 马强; 康荔; 李亮; 蔡磊; 王薇	是
5	Numerical Analysis and Case Study on the Mitigation of Mining Damage on Floor of No. 5 Coal Seam of Taiyuan Group by Grouting	the Southern African Institute of Mining and Metallurgy	Ang Li, Yang Liu, Lin Mou, Kaifang Li	0.339	2018 年 118 卷 5 期 461-470 页	2018	李昂	李昂	李昂; 刘洋; 牟林; 李开放	是

6	渭北煤田多因素影响下底板扰动破坏深度研究	煤炭工程	李昂, 牟谦, 刘朝阳, 靳德武, 王峰, 丁学松, 马丽	0.750	2020年52卷5期	2020	李昂	李昂	李昂, 牟谦, 刘朝阳, 靳德武, 王峰, 丁学松, 马丽	是
7	煤矿开采地质信息约束下的地震精细解释	煤炭技术	马丽, 段中会, 秦永军, 高阳, 贺正东	0.539	2018年37卷6期 115-118页	2018	马丽	马丽	马丽, 段中会, 秦永军, 高阳, 贺正东	是
8	基于频率差异技术识别澄合矿区奥陶系灰岩溶洞	中国煤炭	马丽, 许德才	0.833	2017年43卷7期 40-44页	2017	马丽	马丽	马丽, 许德才	是
9	澄合矿区5号煤综采面不同倾长下底板破坏深度规律研究	煤矿安全	李昂, 李睿妮, 王盼, 刘田田, 余杰, 李昕育	0.636	2017年36卷4期9-12页	2017	李昂	李昂	李昂, 李睿妮, 王盼, 刘田田, 余杰, 李昕育	是
10	Floor water inrush risk evaluation for mining above confined aquifer in No.5 coal seam of taiyuan group at dongjiahe coal mine	Electronic Journal of Geotechnical Engineering	Li Ang, Li Kaifang		2016年21卷5期 1809-1822页	2016	李昂	李昂	李昂; 李开放	是
11	The mechanism and the control techniques of water and sand inrush in working face of shallow coal seam	Electronic Journal of Geotechnical Engineering	Yang Liu, Li Ang		2016年21卷24期 7755-7798页	2016	刘洋	刘洋	刘洋; 李昂	是
12	王村煤矿斜井10号煤体支撑压力现场实测分析	科技创新与应用	李昂	0.104	2015年31期151页	2015	李昂	李昂	李昂	是
13	Impact of the Panel Width and Overburden Depth on Floor Damage Depth in No.5 Coal Seam of Taiyuan Group in Chenghe Mining Area	Electronic Journal of Geotechnical Engineering	Li Ang, Liu yang, Mou lin		2015年20卷6期 1603-1617页	2015	李昂	李昂	李昂; 刘洋; 牟林	是

14	董家河煤矿大采深条件下底板破坏深度实测与模拟分析	煤炭工程	苏培莉, 谷拴成, 李昂	0.809	2014年 46卷 4 期 93-95 页	2014	苏培莉	苏培莉	苏培莉, 谷拴成, 李昂	是
15	Experimental research of seepage characteristics caused by coal floor rock full of stress and strain process, operated by No.5 taiyuan group	the 3rd ISRM International Young Scholars' Symposium on Rock Mechanics	Ang Li		2014 年 7213-7219 页	2014	李昂	李昂	李昂	是
16	软弱复合顶板煤层巷道锚索网梁耦合支护优化模拟	煤矿安全	李昂, 谷拴成, 叶东生, 贺美哲	0.636	2014 年 45卷 10 期 187-190 页	2014	李昂	李昂	李昂, 谷拴成, 叶东生, 贺美哲	是
17	带压开采煤层底板破坏深度理论分析及数值模拟-以陕西澄合矿区董家河煤矿 5 号煤层为例	煤田地质与勘探	李昂, 谷拴成, 陈方方	1.116	2013 年 41卷 4 期 56-60 页	2013	李昂	李昂	李昂, 谷拴成, 陈方方	是
18	煤矿井下不良钻孔封堵材料实践研究—以澄合矿区山阳煤矿为例	地球	王峰, 张宏亮, 张鹏		2013 年 11期 60 页	2013	王峰	王峰	王峰, 张宏亮, 张鹏	是
19	澄合矿区中厚煤层综采面矿压显现特征研究	西安科技大学学报	谷拴成, 李昂, 樊志斌, 叶东生	0.876	2012 年 32卷 2 期 186-192 页	2012	谷拴成	谷拴成	谷拴成, 李昂, 樊志斌, 叶东生	是
20	渭北煤田澄合矿区东部 K ₂ 灰岩水害探查及治理技术研究	西安科技大学硕士学位论文	王峰		2018 年 6 月	2018	王峰	王峰	王峰	是

四、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	专利有效状态
1	发明专利	一种监测无煤柱沿空留巷底板裂隙发育的探测系统及方法	中国	ZL 2016 1 0784252.7	2019 年 4 月 9 日	第 3328099 号	西安科技大学	李昂	有效
2	发明专利	巷道围岩体多点离层量监测与测量装置及安装和测量方法	中国	ZL 2013 1 0614482.5	2016 年 6 月 15 日	第 2112821 号	西安科技大学	李昂	有效
3	发明专利	一种用于监测底板围岩裂隙的钻孔锚固结构及其施工方法	中国	ZL 2016 1 0784254.6	2019 年 4 月 9 日	第 3326489 号	西安科技大学	李昂	有效
4	发明专利	一种 U 型通风一次掘进留设双巷的支护方法	中国	ZL 2016 1 0459175.8	2017 年 12 月 19 日	第 2742573 号	西安科技大学	李昂；马强；李亮	有效
5	发明专利	一种沿空掘巷窄煤柱的加固方法	中国	ZL 2016 1 0536888.X	2018 年 8 月 3 日	第 3020534 号	西安科技大学	李昂	有效
6	发明专利	一种沿空留巷混凝土充填墙环形气囊模板	中国	ZL 2016 1 0459242.6	2018 年 8 月 3 日	第 3019850 号	西安科技大学	李昂；马强；陈建博；李亮；牟谦	有效
7	发明专利	一种沿空留巷窄煤柱的锚固结构及加固方法	中国	ZL 2016 1 0537791.0	2018 年 8 月 3 日	第 3020349 号	西安科技大学	李昂	有效
8	实用新型	用于监测底板围岩裂隙的钻孔锚固结构	中国	ZL 2016 2 1021735.3	2017 年 5 月 3 日	第 6119783 号	西安科技大学	李昂；李睿妮；王盼；刘田田；余杰；李昕育	有效
9	实用新型	监测预留煤柱沿空留巷底板裂隙发育的系统	中国	ZL 2016 2 1026082.8	2017 年 5 月 17 日	第 6141942 号	西安科技大学	李昂；伍永平	有效

五、推广应用情况

(技术发明、技术开发、技术推广、社会公益类项目)

该成果已在澄合煤业多个工作面成功应用，之后又在澄合煤业陕西陕煤澄合矿业有限公司、陕西省煤田物探测绘有限公司、陕西省一九四煤田地质有限公司等多家煤炭企业进行推广应用，无突水事故发生，取得了良好的技术和社会经济效益。

①该整体技术于 2016、2017、2018 年在陕煤集团澄合矿业有限公司成功应用。在澄合煤业 5 号煤层工作面进行了应用，所属矿区为渭北大水矿井，煤层开采受奥灰承压水严重威胁，底板水患问题突出，经过多年产学研联合攻关，在澄合煤业多个工作面科学应用该技术，节省了大量的排水费用等；随后该技术成果在渭北矿区推广应用，消除了接续采面底板水害隐患，无突水事故，实现了煤系复合底板工作面安全高效开采。

②该整体技术近三年经陕西省煤田物探测绘有限公司推广应用。指导了近奥灰-弱隔水煤系复合底板注浆加固水害防治关键技术实施与应用，对分析澄合煤业近奥灰弱隔水煤系底板破坏规律模拟研究提供了依据，在确保了矿井安全生产的同时，也为公司带来了多项生产项目。

③该整体技术近三年经陕西省一九四煤田地质有限公司推广应用。科技成果有效指导了渭北承压煤炭资源开采的矿井水害防治工作，也为公司带来了相关钻探工程，在铜川和澄合矿区开展了相关的钻探工程，保障了煤矿安全生产。

六、科学意义和价值

(基础研究类项目)

(限1500字)

七、客观评价、知情同意证明等

该项目建立了底板采动破坏受力分析模型和固支矩形梁结构力学模型，揭示了底板岩体应力分布状态和破坏深度演化特征，得到了等效水压力对弱隔水层顶部塑性解析解及承压水导升规律，提出了煤系底板稳定性判别准则，推动了底板水害防治理论的发展；该技术首创内层无机类材料、外层包水不跑水球囊控水装置的预埋结构超声波探头包裹体，代替了传统超声测试方法，无需因底板扰动反复透孔，降低了材料损耗及工时费，测试不受底板岩性和塌孔影响，提高了监测效率；该技术创建了不同因素条件下的底板采动破坏深度新预测模型，采用超前采面物探勘探手段，明确了治理目标层位，模拟反演了加固层位治理效果，实现了近奥灰-弱隔水煤系复合底板注浆加固水害治理。

该技术通过与陕西省煤田地质集团有限公司、陕西省煤田物探测绘有限公司、陕西省一九四煤田地质有限公司等单位合作，经多年产学研联合攻关，已在澄合煤业进行了科学应用，无底板突水事故发生，取得了良好的社会和经济效益。

八、主要完成人情况

1. 主要完成人情况表（不超过11人）

序号	姓名	行政职务	技术职务	工作单位	主要学术和技术创造性贡献
1	李昂	副主任	副教授	西安科技大学	项目总策划，进行了底板加固水害防治项目总体设计。
2	刘朝阳	总工程师	高工	陕西陕煤澄合矿业有限公司	查询落实澄合矿区相关矿井5号煤层及底板地层赋存情况；同时主持开展澄合矿区的注浆方案设计、现场实施工作，对注浆效果评价提出了工作思路和途径。
3	王峰	副部长	工程师	陕西陕煤澄合矿业有限公司	参与董家河5号煤层底板破坏模型构建，建立了渭北煤田薄隔水层底板稳定力学模型；参与董家河矿22507工作面注浆方案的设计及现场实施，对注浆效果进行了评价。
4	马丽	主任	正高	陕西省煤田地质集团有限公司	参与完成澄合矿区研究相关物探工作，解释奥灰岩界面及起伏形态，识别灰岩水的赋存特征，参与底板薄隔水层地质模型构建，发表科技论文1篇。参与完成了澄合矿区研究工作面的物探工作，为力学建模、地质模型建立提供了基础材料和地层含水性分析，为科技推广做出较大贡献。
5	王生全	院长	教授	西安科技大学	负责项目方案设计，现场技术指导，提出了底板加固加固设计方案，研究成果总结。
6	牟谦	无	无	西安科技大学	组织项目实施，参与本项目钻孔施工和注浆加固底板改造方案设计及优化，使K2段灰岩含水层成为有效隔水层，实现了工作面安全带压开采；基于实测数据建立了新型预测模型，分析和验证新模型的准确度和误差值。
7	丁学松	无	无	西安科技大学	本项目负责现场岩样采集及岩石物理力学性质和渗透性室内试验，并进行了近奥灰-弱隔水煤系复合底板注浆加固室内数值模拟试验研究。

2. 完成人合作关系情况

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
1	共同立项	李昂/1, 马丽/4	2013.04	2017.04	鉴定证书: 中煤科鉴字 [2018]第 DC39 号
2	共同立项	李昂/1, 牟谦/6	2017.04	2018.09	鉴定证书: 中煤科鉴字 [2018]第 DC39 号
3	共同立项	李昂/1, 王生全/5	2013.08	2018.03	鉴定证书: 中煤科鉴字 [2018]第 DC39 号
4	共同立项	李昂/1, 王峰/6	2015.10	2017.12	鉴定证书: 中煤科鉴字 [2018]第 DC39 号
5	论文合著	李昂/1, 牟谦/6	2016	2020	Numerical simulation and experimental study on floor failure mechanism of typical working face in thick coal seam in Chenghe mining area of Weibei, China
6	论文合著	李昂/1, 牟谦/6	2016	2020	The failure mechanism of the high pressure water in the Weibei on the top of the seams floor aquifers
7	论文合著	李昂/1, 刘朝阳/2, 王峰/3, 马丽/4, 牟谦/6, 丁学松/7	2013	2020	渭北煤田多因素影响下底板扰动破坏深度研究
8	共同知识产权	李昂/1, 牟谦/6	2016.04	2019.02	一种沿空留巷混凝土充填墙环形气囊模板
完成人合作关系说明					

完成人李昂和王生全均为西安科技大学教师，是西安科技大学矿井水害防治研究团队核心成员，已进行长期合作。李昂为本项目负责人，是本项目 ZL201610784252.7 等 10 项专利的主要发明人，是本项目多篇论文的主要作者，是煤炭工业协会“渭北煤田高承压薄隔水层底板水害”中煤科鉴字[2018]第 DC39 号鉴定证书第 1 完成人，西安科技大学科技新星，指导了 6 名硕士研究生；王生全负责和参与了本项目的方案设计，并对现场技术指导，提出了切实可行的底板加固设计方案，曾获得多项陕西省科技进步奖、陕西省高等学校科技进步奖和陕西省煤炭工业局科技成果优秀奖等，参与指导了 4 名硕士研究生。

完成人刘朝阳、王峰为陕西陕煤澄合矿业有限公司的总工程师和部长，与西安科技大学矿井水害研究团队长期合作和支持，落实了澄合西区相关矿井 5 号煤层及底板地层赋存情况，负责主持开展澄合矿区注浆方案设计和现场实施具体工作，对注浆效果评价提出了工作思路，是本项目的骨干成员。

马丽是陕西省煤田地质集团有限公司的技术负责人，与西安科技大学矿井水害研究团队长期合作，联合攻关，为主负责西安科技大学成果在所在企业公司的转化应用和项目共同实施者，为主负责所在企业在科技成果转化过程中的创新性研究。马丽作为项目负责人，参与完成了澄合矿区研究相关物探工作，系统性地解释了奥灰岩界面及起伏形态，识别灰岩水的赋存特征，参与了底板薄隔水层地质模型构建工作，发表科技论文 1 篇，亦是中煤科鉴字[2018]第 DC39 号鉴定证书项目的第 2 完成人。马丽是国土资源部煤炭资源勘查与综合利用重点实验室的主任，项目第 1 完成人李昂作为该实验室的客座人员，与重点实验室长期合作，本项目依托的课题“国土资源部开放课题（KF2018-2）”是本次申报项目的研究成果之一。

完成人牟谦、丁学松均为西安科技大学在读研究生，是本项目具体实施的骨干成员，是 ZL201610459242.6 等多项专利的主要发明人，亦是本项目论文的主要作者。牟谦多次获得校级奖学金，参与负责新型预测模型的构建，分析和验证新模型的准确度和误差值，同时参与完成了本项目钻孔施工和注浆加固底板改造方案设计及优化等工作；丁学松参与了多项科研课题，从本科期间便参与本项目的室内实验、现场试验和数据处理等工作，在本项目中负责现场岩样采集及岩石物理力学性质和渗透性室内试验等工作。

九、主要完成单位情况

1. 主要完成单位及合作情况（不超过5家）

序号	单位名称	对本项目的主要贡献
1	西安科技大学	负责近奥灰-弱隔水煤系复合底板注浆加固水害防治关键技术项目总体技术方案的制定和关键技术攻关，负责室内试验和数值模拟试验研究；开发了近奥灰-弱隔水煤系复合底板注浆加固水害防治技术，揭示了灰岩含水层加固前(后)底板变形破坏规律、渗流特征、应力分布和矿压显现规律；揭示了底板“覆压+承压”耦合力学机制，提出了近奥灰弱隔水煤系复合多层结构底板稳定性判别准则，阐明了近奥灰-弱隔水煤系复合底板失稳致灾机理；研发了实时、精准监测底板变形规律的新型预埋结构超声波探头包裹体及其测试技术，解决了底板采动变形监测难题。
2	陕西陕煤澄合矿业有限公司	参与完成了近奥灰-弱隔水煤系复合底板注浆加固水害防治关键技术项目总体规划和设计，进行了应用研究及现场工业性试验，共同建立了底板注浆加固带压开采工艺施工作业线。
3	陕西省煤田地质集团有限公司	负责澄合煤业近奥灰-弱隔水煤系复合底板物探勘探技术实施以及奥灰强含水层及其上的石炭系灰岩含水层的赋存及富水性特征识别，探明了底板灰岩潜在突水通道；共同构建了近奥灰-弱隔水煤系复合底板破坏深度双因素和多因素预测模型，诠释了采宽、采深、采高多种组合下底板采动破坏深度变化规律，与其他合作单位共同建立了以浆换水、封充裂隙的全段隔水加固新工艺；参与研发了近奥灰-弱隔水煤系复合底板注浆加固工艺及现场实施，并对澄合煤业底板加固可行性进行了评价。
合作关系说明： <p>西安科技大学、陕西陕煤澄合矿业有限公司和陕西省煤田地质集团有限公司，分工明确、优势互补、联合攻关，对近奥灰-弱隔水煤系复合底板水害问题进行了深入研究，共同提出了底板注浆加固水害防治关键技术。</p> <p>西安科技大学与陕西陕煤澄合矿业有限公司开展应用实践、现场工业性试验等方面的合作研究，并提供了现场试验场地。</p> <p>西安科技大学与陕西省煤田地质集团有限公司开展理论分析、物探勘探、注浆工程、模拟技术等方面的合作研究，并提供了部分经费支持。</p>		