# 项目公示内容（309-4020）

**一、项目名称：**煤矸石浆体规模化充填采空区关键技术及应用

**二、提名者及提名意见**

**提名单位：**陕西省煤炭学会

**提名意见：**

本项目针对煤矸石浆体充填问题，经过持续攻关，自主创新多项核心技术和工程保障体系，通过一系列创新研发与应用实践，创建了一套具有自主知识产权的200万吨级煤矸石浆体充填技术体系。项目创新了老采空区协同注浆方法，实现注浆靶区精准优选与钻孔稳定施工；确定了充填浆体配比，研发矸石处理- 浆体参数协同控制技术及装备；开发出矸石浆泵送监测系统，构建长距离管道输送堵管预警处置技术。实现了千万吨级矿井煤矸石“日产日充”。相关技术在国内多家单位得到应用，累计新增产值19268万元，节约支出19200万元，新增利润1541.44万元。我国煤矸石固废堆积巨大，未来应用前景广阔。2024年经中国煤炭工业协会组织鉴定，达到国际先进水平。

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三等奖。**

**三、项目简介**

本项目属于能源领域，涉及煤矸石固废处置与利用、煤矿采空区治理交叉领域。

1.研究背景及意义

煤炭资源的大规模开发利用及煤矸石外排诱发一系列生态环境问题，与人类生存对生态文明需求之间的矛盾日渐突出。陕北是我国重要的煤炭化工基地，地处黄河流域中段核心地区，在“双碳”目标约束下，必须以新质生产力为引领，为煤炭产业谋求绿色发展之路。煤矸石浆体充填采空区，能够实现煤矸石的绿色处置。目前面临三大难题：一是采空区空间分布不明致注浆靶区优选无据，加之空区钻孔坍塌漏失、卡钻掉钻等难题突出，注浆钻孔稳定性难以保障；二是缺乏有关矸石破碎制浆工艺的技术方案，对矸石颗粒级配、水/矸比例等关键参数缺少科学支撑；三是规模化煤矸石浆体充填工程，所需长距离管道输送技术难度大、堵管风险高。

2.主要科学技术内容

针对上述重大难题和重大需求，陕西小保当矿业有限公司牵头，联合陕西天地地质有限责任公司、陕西省煤田地质集团有限公司等单位，依托自然资源部煤炭资源勘查与综合利用重点实验室，经过持续攻关，自主创新多项核心技术和工程保障体系，通过一系列创新研发与应用实践，创建了一套具有自主知识产权的煤矸石浆体充填技术体系，主要创新成果：

（1）提出了老采空区“空间探测—靶区优选—防喷封隔”协同注浆方法，形成了采空区注浆靶区精准优选与钻孔稳定施工新工艺。

（2）明确了适配老采空区充填的浆体颗粒级配及水/矸比例，发明了矸石“分选—破碎—除湿—筛分”与浆体参数协同控制技术和关键装置。

（3）研发了矸石浆长距离管道泵送液压控制与堵塞点监测系统，形成了“稳定泵送-堵塞定位-实时预警”长距离管道输送技术。

（4）建成了全国单体规模最大的煤矸石浆体充填系统，创造了单日单孔连续充填矸石6112吨的全国最高记录，实现了千万吨级矿井煤矸石“日产日充”。

项目成果授权发明专利5项，授权实用新型专利14项，发布团体标准1项，发表科技论文11篇，软著1项。基于项目系列创新成果，建成国内最大规模年处理 200 万吨采空区煤矸石浆体充填示范工程，攻克高浓度矸石浆体长距离管道输送技术难题，实现煤矸石就地规模化消纳。项目贯彻落实党和国家生态文明建设发展战略，对于保障国家能源安全和区域生态安全、改善矿区生态环境质量、实现矿区生态恢复具有重要意义。系列成果为煤炭企业的绿色矿区建设及可持续发展提供科技支撑，为煤矸石处置开辟了新思路，提供了新方法，为解决煤矸石提供了良好工程示范。

**四、客观评价**

本项目经过国家一级查新机构（陕西省科学技术情报研究院）进行国内外全面查新，基于成果所涉及的各创新点，目前在国内外所查文献中，除本项目合作单位发表成果外，未见相同报道。项目经中国煤炭工业协会组织中国工程院王双明院士、济宁能源发展集团有限公司王崇景正高级工程师、西安科技大学侯恩科教授等组成的知名专家对项目进行鉴定，项目成果达到国际先进水平。

2023年国务院国有资产监督管理委员会、国家能源局等，先后以“全国最大智能化矸石充填系统正式投运”为题，对小保当矿业公司建成的200万吨每年煤矸石浆体充填系统进行了报道。报道指出：项目通过科研技术攻关，解决了煤矿企业矸石外排、堆积与采空区二次沉降治理方面的技术痛点，高度评价了在煤矸石固废绿色处置、采空区地表减沉、助力矿区解决经济发展与生态建设矛盾、助推早日实现“双碳”目标等方面起到的重要作用。光明网、中国科技网、学习强国、中国煤炭科技网等媒体分别以“全国最大智能化矸石充填系统在陕煤集团小保当矿业公司成功投运”“陕西小保当矿业：智能化矸石充填系统助力生态保护”“小保当矿业公司：让矿山常绿让青山常在”“陕西小保当矿业：建设绿色矿山，促进高质量发展”等题目对小保当煤矸石浆体充填系统进行了报道；通过项目研发，“形成了独具矿井特色的‘智能化’和‘低碳化’充填模式，为榆神矿区保水采煤提供了有效的技术支撑”“创下了单体项目规模最大、单体项目处置能力最大等多项第一”“这个系统首期能够实现7.8公里以上长距离管道运输，为目前全国最长矸石浆体充填管道”等。

# 五、代表性论文专著目录（限5条）

| 序号 | 论文专著名称 | 刊名 | 作者 | 第一完成单位 | 年卷页码 | 发表时间 | 通讯作者 | 第一作者 | 国内作者 | SCI他引次数 | 他引总次数 | 知识产权是否归国内所有 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 水泥-粉煤灰胶结矸石充填材料的流变特性与固结机理 | 有色金属工程 | 王小勇,王照明,许海龙,张思达,张飞龙 | 陕西煤业化工集团陕西小保当矿业有限公司 | 2024,14(6):134-143. | 2024-03-11 | 张思达 | 王小勇 | 王小勇,王照明,许海龙,张思达,张飞龙 | / | / | 是 |
| 2 | 分级添加矸石颗粒的充填浆料流变学特性研究 | 有色金属工程 | 张慧峰,鲁 成,张思达,刘凌云 | 陕西煤业化工集团陕西小保当矿业有限公司 | 2024,14(10):116-123. | 2024-07-16 | 张思达 | 张慧峰 | 张慧峰,鲁 成,张思达,刘凌云 | / | / | 是 |
| 3 | 厚松散层下高强度综放开采地表沉陷规律研究 | 煤炭技术 | 贺丹,段中会,姬永涛,王鑫,付德亮,高翔,张丽维,刘峰 | 陕西省煤田地质集团有限公司 | 2024,43(6):24-27 | 2024-06-06 | 王鑫 | 贺丹 | 贺丹,段中会,姬永涛,王鑫,付德亮,高翔,张丽维,刘峰 | / | / | 是 |
| 4 | 瞬变电磁勘探对于采空区空间分布规律的研究 | 陕西煤炭 | 张思达,高翔,刘龙吉 | 陕西天地地质有限责任公司 | 2024,43(08):78-83. | 2024-08-15 | 张思达 | 张思达 | 张思达,高翔,刘龙吉 | / | / | 是 |
| 5 | 煤矸石浆体充填技术在矿山采空区治理中的应用 | 中国科技信息 | 王鑫，高翔，张思达，高博，姚永安，崔江轮 | 陕西天地地质有限责任公司 | 2024，16，76 | 2024-10-09 | 王鑫 | 王鑫 | 王鑫，高翔，张思达，高博，姚永安，崔江轮 | / | / | 是 |

# 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 | 一种处理煤矸石的方法 | 中国 | ZL202310349331.5 | 2024-12-24 | 7620575 | 陕西小保当矿业有限公司;陕西天地地质有限责任公司 | 杨征;姬永涛;高博;张思达 |
| 2 | 发明专利 | 搅拌系统、混凝土泵送系统及其控制方法与存储介质 | 中国 | ZL202010202742.8 | 2022-01-25 | 4902281 | 三一汽车制造有限公司 | 李永久;何旭辉;童政钢 |
| 3 | 发明专利 | 搅拌系统、泵送机械及其控制方法和存储介质 | 中国 | ZL202010203552.8 | 2022-02-18 | 4944725 | 三一汽车制造有限公司 | 李永久;谭东才;吴益辉 |
| 4 | 实用新型 | 一种矸石浆长距离运输管道堵塞点监测装置与系统 | 中国 | ZL202222213451.6 | 2023-04-28 | 18919872 | 陕西天地地质有限责任公司 | 王鑫;段中会;高翔;高博;刘雷;贺丹;张丽维;付德亮 |
| 5 | 实用新型 | 一种固废除湿处理装置 | 中国 | ZL202320962934.8 | 2024-04-02 | 20697564 | 陕西省煤田地质集团有限公司;陕西天地地质有限责任公司 | 王鑫;高翔;付德亮;姬永涛;孟森;张思达;张飞龙 |
| 6 | 实用新型 | 一种定量评价固废化学固定二氧化碳的装置 | 中国 | ZL202320267244.0 | 2023-08-22 | 19545924 | 陕西省煤田地质集团有限公司;陕西天地地质有限责任公司 | 姬永涛;王鑫;段中会;高翔;付德亮;张立立;张飞龙;高博;贺丹;张丽维 |
| 7 | 实用新型 | 一种注浆充填管道堵塞点解堵装置 | 中国 | ZL202320098422.1 | 2023-07-21 | 19372738 | 陕西省煤田地质集团有限公司;陕西天地地质有限责任公司 | 高翔;段中会;姬永涛;王鑫;刘雷;张思达;贺丹;张丽维;付德亮 |
| 8 | 实用新型 | 一种钻孔冲洗液消耗量自动观测系统 | 中国 | ZL202221236410.2 | 2022-10-14 | 17573229 | 陕西天地地质有限责任公司 | 刘龙吉;高翔;王鑫 |
| 9 | 实用新型 | 一种采空区注浆孔口注浆装置及止浆装置 | 中国 | ZL202320655046.1 | 2023-08-11 | 19492485 | 陕西小保当矿业有限公司;陕西天地地质有限责任公司 | 王小勇;李明珠;张思达 |
| 10 | 团体标准 | 煤矿地面钻孔浆体充填技术要求 | 中国 | T/CCS 077-2023 | 2023-12-29 | 74.100.1 | 陕西小保当矿业有限公司;陕西省煤田地质集团有限公司;陕西天地地质有限责任公司 | 薛晓强、杨彪、刘朕中、丁彦雄、杨小勇、杜凯、常毛毛、王鑫等 |

# 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 王鑫 | 1 | 总经理 | 正高级工程师 | 陕西天地地质有限责任公司 | 陕西天地地质有限责任公司 | 项目负责人，项目主体技术方案的设计人，采空区充填煤矸石浆体的方案制定牵头人，创新了一种基于地面钻孔充填煤矸石浆体至采空区的技术方法。 |
| 刘朕中 | 2 | 副总经理 | 经济师 | 陕西小保当矿业有限公司 | 陕西小保当矿业有限公司 | 项目机械设备系统负责人，优化了煤矸石注浆钻孔的具体设备方案，提出了煤矸石筛分破碎级配调控设备结构方法。 |
| 张思达 | 3 | 工程公司负责人 | 工程师 | 陕西天地地质有限责任公司 | 陕西天地地质有限责任公司 | 项目地质技术负责人，提出了采空区剩余空间综合地球物理勘查方法，圈定了有利充填目标靶区，优化了注浆钻孔的布局方式，计算了单孔最大注浆量。 |
| 杜　凯 | 4 | 规划发展部经理 | 工程师 | 陕西小保当矿业有限公司 | 陕西小保当矿业有限公司 | 项目浆体输送管道设计人，重点创新了一种浆体管道输送过程中的防堵、放淤技术方法，解决了管道堵塞的重大难题。 |
| 高博 | 5 | 主任工程师 | 高级工程师 | 陕西天地地质有限责任公司 | 陕西天地地质有限责任公司 | 项目制浆工艺技术负责人，矸石筛分破碎方案设计人，根据矸石性质特征及矸石制浆颗粒级配要求，设计并优化了煤矸石筛分破碎设备组合，形成了一种二级破碎方案。 |
| 白彦飞 | 6 | 生产销售服务中心主任 | 助理工程师 | 陕西小保当矿业有限公司 | 陕西小保当矿业有限公司 | 项目工程建设全流程管理负责人，重点开展项目各子系统的合理布局论证、关键节点衔接管理、工程系统调试与技术改进等工作，为各系统的内部协同与融合起到关键作用。 |
| 李永久 | 7 | 泵路事业部泵送公司所长 | 高级工程师 | 三一重工股份有限公司 | 三一重工股份有限公司 | 泵送设备方案设计人，根据项目浆体管道输送方案设计要求，结合项目年处理能力需求，优选了项目泵送设备。 |

## 八、主要完成单位情况

1.陕西小保当矿业有限公司

作为本项目的依托单位，陕西小保当矿业有限公司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）年处理能力达200万吨的煤矸石浆体充填项目前期基础研究及建设，负责项目整体的工艺路线设计和实施工作；2）协助完成注浆钻孔的布置及施工；3）设计并完善了整个充填系统的工艺技术流程 ；4）实现了整个项目在土建、机械、管道、钻孔、矸石之间的深度融合及内部协调；5）负责项目的工业性试验，组织成果工程示范和推广应用。

2.陕西天地地质有限责任公司

作为本项目的主要完成单位，陕西天地地质有限责任公司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）提出煤矸石浆体充填钻孔的采空区布孔原则，优化了煤矸石破碎、筛分技术方案及关键设备；2）对矸石浆的长距离管道输送的关键参数论证起到了核心作用；3）设计研发了丛式注浆孔,提出了二次造斜工艺，实现了300m埋深采空区定向井水平位移不低于95m的目标。4）优化了煤矸石破碎筛分过程中的除尘系统；5）研发了煤矸石筛分系统，确保了煤矸石破碎后的颗粒级配达标；6）主导实施研究成果工业性试验，参与成果后续推广应用。

3.陕西省煤田地质集团有限公司

作为本项目的主要完成单位，陕西省煤田地质集团有限公司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）提出了基于地面钻孔的方式实施煤矸石浆体充填采空区技术思路，设计了切实可行的技术方案，组织协调项目的整体实施；2）设计了基于反击破和立轴冲击破的煤矸石二级破碎系统；3）明确了项目充填泵送系统及管输系统的具体参数，保障了项目的年处理能力不低于200万吨；4）组织成果的工程示范和推广应用。

4.三一汽车制造有限公司

作为本项目的主要完成单位，三一汽车制造有限公司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）构建智能化充填体系。三一依托国家级重点实验室，联合高校及科研机构组成攻关团队，创新性地提出智能化矸石充填系统，突破传统干式充填效率低、成本高的瓶颈，成为全国首个成功应用的浆体充填案例。2）研发充填专用设备。三一研发的400 型充填泵(HBMD-400/20-1800S)以20MPa 输送压力和400m³/h 排量，实现7.8公里远距离浆体充填。

**九、完成人合作关系说明**

“煤矸石浆体规模化充填采空区关键技术及应用”项目由陕西小保当矿业有限公司、陕西天地地质有限责任公司、陕西省煤田地质集团有限公司、三一汽车制造有限公司的王鑫、刘朕中、张思达、杜凯、高博、白彦飞、李永久长期合作研发、共同完成，均具有合作关系。

陕西天地地质有限责任公司王鑫为项目负责人，项目主体技术方案的设计人，采空区充填煤矸石浆体的方案制定牵头人，总体筹划、负责项目实施的全过程；陕西小保当矿业

有限公司刘朕中为项目机械设备系统负责人，优化了煤矸石注浆钻孔的具体设备方案，提出了煤矸石筛分破碎级配调控设备结构方法。张思达、杜凯、高博、白彦飞、李永久等人分别负责浆体输送方案、机械设备系统、钻探工程技术、示范工程建设、浆体输送管道、泵送设备方案等方面的工作。项目实施期间，所有完成人合作关系如下：

**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 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 共同完成科研项目 | 王鑫/1、刘朕中/2、张思达/3、杜凯/4、高博/5、白彦飞/6、李永久/7 | 2022.1.1 | 2022.12.30 | 小保当煤矿采空区地表沉陷治理技术研究与应用(2022SMHKJ-A-J-04-02) |
| 2 | 共同团体标准 | 王鑫/1、刘朕中/2、张思达/3、杜凯/4、高博/5、李永久/7 | 2022.1.1 | 2024.4.1 | 《煤矿地面钻孔浆体充填技术要求》(T/CCS077-2023) |
| 3 | 合著专利 | 张思达/3、高博/5 | 2022.5.1 | 2023.5.1 | 一种处理煤矸石的方法 |
| 4 | 合著专利 | 王鑫/1、张思达/3 | 2023.2.1 | 2023.7.21 | 一种注浆充填管道堵塞点解堵装置 |
| 5 | 合著专利 | 王鑫/1、张思达/3 | 2023.2.1 | 2023.7.21 | 一种固废除湿处理装置 |
| 6 | 合著专利 | 王鑫/1、高博/5 | 2022.4.1 | 2023.2.25 | 一种矸石浆长距离运输管道堵塞点监测装置与系统 |
| 7 | 合著专利 | 王鑫/1、高博/5 | 2022.4.1 | 2023.2.25 | 一种地下残余煤炭气化与固废回填一体化的装置 |
| 8 | 合著专利 | 王鑫/1、高博/5 | 2022.4.1 | 2023.2.25 | 一种定量评价固废化学固定二氧化碳的装置 |
| 9 | 合著论文 | 张思达/3、高博/5 | 2023.11.1 | 2024.3.30 | 微动勘探对于采空区空间分布规律的研究 |
| 10 | 合著论文 | 王鑫/1、张思达/3、高博/5 | 2024.1.1 | 2024.5.30 | 煤矸石浆体充填技术在矿山采空区治理中的应用 |