公示信息（ 309-4025）

一、项目名称：

选煤厂全流程智能协同管控与柔性生产关键技术及应用

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省煤炭学会

提名意见：

该成果针对选煤厂智能化建设和升级中面临的生产环节协同化、辅助环节智能化、全局效益最大化等行业共性难题，开展了系统性攻关。创新构建了包含“数据底座—黑灯选煤自适应控制—决策大脑—智能管控”的四层架构，攻克了多模态融合感知的主动安全与设备全生命周期管控、分选与压滤全流程智能控制及精准加药协同、装车和配电远程无人化智能操控及协同作业、基于多智能体协同的生产方式智能决策与全厂运营优化四大核心技术。成果形成完整技术专利池和标准体系，授权发明专利 21 件、软件著作权 8 项、发表核心论文 30 篇、完成企业标准 9 项（其中 4 项已团体标准立项），为行业智能化建设提供了统一技术规范。项目技术先进性突出，经中国煤炭学会鉴定达到国际领先水平。

成果在国能神东哈拉沟选煤厂（神木）应用后成效显著，真正践行“无人则安”。哈拉沟选煤厂获评国内首批第 1 名“智能化选煤厂高级（L1）水平”。技术正同步向陕西、山西、宁夏、新疆、榆林、朔州等多个选煤厂推广。

该项目技术创新性突出、技术经济指标先进，经应用推广创造了显著的经济、社会和生态环境效益，在推动煤炭行业智能化建设与柔性生产水平提升方面具有重大贡献。

成果材料齐全规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术进步奖授奖条件。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖 二 等奖。

三、项目简介

本成果针对行业共性问题，在基本自动化、信息化基础上，选煤厂向高级智能化升级中面临的生产环节协同化、辅助环节智能化、全局效益最大化等核心难题，开展关键技术攻关。

秉承“以人为本、聚焦核心、数据驱动、绿色环保”理念，以分选、煤泥水处理、配煤、装车、生产方式切换五大核心环节为突破口，构建全流程无人化干预、主动安全智能管控、自适应运行生产机制，建成“黑灯选煤厂”智能化体系，实现全流程协同优化、数字孪生、无人化操作及智能决策的高级智能化转变。

通过四层架构协同联动，该方案有效提升精煤回收率、降低介耗能耗，推动选煤厂从“少人化”向“无人化”跨越，打造了行业智能化示范标杆。

其核心技术包括四方面：一是基于多模态融合感知的主动安全与设备全生命周期管控技术，二是分选与压滤全流程智能控制及精准加药协同技术，三是装车与配电的远程无人化智能操控及协同作业技术，四是基于多智能体协同的生产方式智能决策与全厂运营优化技

术。融合动态专家知识库、多目标优化算法和经济效益测算，构建“数据驱动—智能决策—闭环执行”全链路体系，形成全局效益最大化的柔性生产机制。基于统一数据标准体系进行全业务全要素数字化重构，实现 PC、大屏、APP、移动端跨终端一体化协同管控。

项目形成完整技术专利池和标准体系。截至目前，共授权发明专利 21 件、实用新型 2 件；取得软件著作权 8 项；发表核心论文 30 篇；完成企业标准 9 项，其中 4 项已完成团体标准立项，为行业智能化建设提供统一技术规范和评价依据，有力支撑技术规模化推广和标准化进程。

项目成果在国能神东哈拉沟选煤厂成功应用，成效显著。2025 年 1 月，哈拉沟选煤厂通过国家能源集团智能化验收，获评国内首批第 1 名“智能化选煤厂高级（L1）水平”，同步达到智能无人化装车建设标准；2026 年 3 月，经中国煤炭学会组织鉴定达到国际领先水平。

成果可广泛适用于固定岗位可视化远程控制、无人值守、智能重介、智能配煤装车、智能巡检、机器视觉、主动安全预警、柔性生产等领域，有力推动煤炭行业数字化转型、智能化建设及柔性生产水平整体提升。

四、客观评价

1.中国煤炭学会组织的科技成果评价（鉴定）-国际领先

2026 年 3 月 27 日，中国煤炭学会组织专家对“哈拉沟选煤厂智能化建设研究与应用”项目进行科技成果鉴定。该项目已在国能神东

煤炭集团示范应用，经济效益显著，鉴定资料齐全，符合要求，同意通过鉴定，研究成果达到国际领先水平，建议进一步推广应用。

2.陕西省科学技术情报研究院-科技查新

经对国内外公开文献进行全面检索与对比分析，围绕本项目核心查新点，结论如下：本项目五项查新点所涉及的关键技术组合、多源异构感知融合架构及全流程智能决策体系，在国内外公开文献中均未见相同研究报道。

3.中国赛宝实验室对主要的软件产品的检测

本次测试对选煤厂数字孪生可视化系统、选煤厂精准测算与决策系统、选煤厂智能管理与决策系统、选煤厂智能生产控制系统等的功能性、信息安全性、可靠性、易用性、可移植性进行了测试，并对其进行用户文档审查。按照通过准则的要求，整体测试通过。

4.重要学术刊物（专著）和重要国际学术会议等公开发表的学术性评价意见

本项目聚焦选煤厂全流程智能化与安全管控关键技术及应用开展系统性研究，团队围绕相关成果在《洁净煤技术》《中国煤炭》《矿产保护与利用》等行业中文核心期刊发表多篇学术论文。上述期刊行业认可度高，2025 版复合影响因子分别达 2.923、2.69、2.42，在煤炭洗选领域位居前列。论文研究范畴覆盖机器视觉识别、智能控制算法、洗选装备优化、数字孪生、矿山 GIS 平台，构建起完整、连贯的智能选煤技术研究体系。

总体来看，该系列论文立足行业实际需求，研究思路科学、试验数据详实，成果获得业内同行广泛引用与正面认可，充分体现研究团队在矿业工程、智能洗选方向稳定、持续的高水平学术研究能力。

五、应用情况和效益

基于该成果在哈拉沟选煤厂的显著成效，已形成可复制、可推广的智能化解决方案。本项目技术在陕西、内蒙古、山西、新疆等省区广泛推广和应用，取得显著经济、社会效益。

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	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明	基于光栅扫描的选煤厂全自动装车系统及方法	中国	ZL202110496172.2	2023年7月25日	证书号 第6176586号	中煤科工集团信息技术有限公司	陶伟忠、尚东森、孙鹏、王成龙
2	发明	带式输送机闭环保护系统及方法	中国	ZL202411500070.3	2025年1月7日	证书号第7650769号	中煤科工集团信息技术有限公司	杨娟利、任雷平、燕斌
3	发明	（浓缩池）升降耙控制方法	中国	ZL202510300330.0	2025年6月20日	证书号第8016799号	中煤科工集团信息技术有限公司	王成龙、任雷平、赵格兰、赵月川、杨娟
4	发明	一种煤炭洗选全流程煤质管理评分预测方法及系统	中国	ZL202511080337.2	2025年12月23日	证书号第8596885号	中煤科工集团信息技术有限公司	胡玉玺、燕斌、赵月川、刘志明、张峰、陈文强
5	发明	一种选煤厂供风系统的运行参数优化控制方法及系统	中国	ZL202411496558.3	2025年1月7日	证书号第7652726号	中煤科工集团信息技术有限公司	张峰、燕斌、张世明、金刚、刘志明、杜波、许超

6	发明	工业厂区的安全预警方法、装置和安全预警系统	中国	ZL202211056176.X	2023年11月14日	证书号第6486037号	国能神东煤炭集团有限责任公司、中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司	王斌、陶亚东、张佳彬、赵环宇、王振龙、刘钦聚、王安佳
7	发明	洗选分厂全自动装车系统及方法	中国	ZL202110495037.6	2023年8月4日	证书号 第6208841号	中煤科工集团信息技术有限公司	陶伟忠、王成龙、孙鹏、尚东森
8	发明	配煤方法、装置和电子设备	中国	ZL202411496565.3	2025年2月11日	证书号 第7720214号	中煤科工集团信息技术有限公司	张峰、许超、燕斌、刘志明、杜波、李滢
9	发明	基于视频图像的煤矿安全生产监控方法及系统	中国	ZL202110652478.2	2023年6月29日	证书号 第8296417号	中煤科工集团信息技术有限公司	李滢、 陶伟忠、刘大光、刘朝
10	发明	监测装置及重介质旋流器	中国	ZL202211538830.0	2025年11月14日	证书号 第8476118号	国能神东煤炭集团有限责任公司、中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司	李鹏、宋文革、王安佳、张新明、高攀、王斌、陈世涛、何红为、李卉、李晋三、李国峰、周涛

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	对本项目的贡献
燕斌	1	副总经理（主持经理层工作）	研究员	中煤科工集团信息技术有限公司	中煤科工集团信息技术有限公司	负责项目战略方向与关键决策，在标准选煤数据、数据中心、选煤专家知识库、数据可视化、移动控制等方面体系化设计和优化；特别是在数据全流程处理（传输、存储、分析、建模及可视化）、全新运营模式、多模态融合感知的选煤全过程主动安全与设备全生命周期管控技术研究等方面提出新要求和领先技术思路；并在提升项目成效做出巨大贡献，第2、4、5、8项发明、多篇论文的作者。

张壮路	2	党委书记、董事长	研究员	中煤科工集团信息技术有限公司	中煤科工集团信息技术有限公司	基于多年智能化建设经验，将生产、经营、机电、安全、环保及人员管理等六大业务域的数据模型与 AI 预警逻辑统一映射，形成可配置的智能决策规则库，为上层研发提供了开放、弹性的关键环节控制接口，大幅降低了后续功能扩展的耦合成本。2 项软著、2 项企业标准的作者。
李乔乔	3	副总经理	副研究员	中煤科工集团信息技术有限公司	中煤科工集团信息技术有限公司	针对生产、检修及管理环节依赖人工、多业务协同困难、决策科学性不足等难点，针对知识图谱+业务模态融合的边缘学科融合应用提供了优化方法和路线，为一体化协同、业务协同、整体成效做出了突出贡献；在高级智能化常态化运行下，选煤厂全新运营模式的设计、落地、优化提出了引领性理念和设计；1 项软著、2 项企业标准的作者。
任雷平	4	无	工程师	中煤科工集团信息技术有限公司	中煤科工集团信息技术有限公司	紧紧围绕选煤厂全流程智能化与安全管控关键技术研究及应用主题，构建系统架构、智能化技术路线、模块化部署应用模式；解析了建设目标，重点研发了关键环节控制、一体化管控的技术架构，分选与压滤全流程智能控制及精准加药协同技术、基于多智能体协同的生产方式智能决策与全厂运营优化技术；整合选煤厂业务系统设计，构建一体化管控架构，为全业务协同智能化的呈现和成效作出突出贡献。是第 3、4 项等多项发明、多篇论文、6 项软著、5 项企业标准的作者。
陶伟忠	5	首席科学家、人工智能研究院院长	高级工程师	中煤科工集团信息技术有限公司	中煤科工集团信息技术有限公司	总体部署，确定研究方向、技术路线和工作方法，结合多年智能化建设经验，解析抽取建设内容和建设方向，实现生产、经营、机电、安全、环保及人员等全方位智能化管理架构设计。围绕设备智能监护、人员安全管控、工艺状态巡检三大维度，构建一套基于 AI 视觉感知的选煤厂智能主动预警安防体系，进行实时预警。项目成果已提炼为涵盖“硬件部署规范－算法模型库－预警处置流程－管理考核办法”的一站式解决方案；综合运维成本降低约 18%，获得业主单位高度认可。是第 1、7、9 项等多项发明、多篇论文、3 项软著、2 项企业标准的作者。
刘志明	6	无	正高级工程师	中煤科工集团信息技术有限公司	中煤科工集团信息技术有限公司	针对高低压供配电环节停送电依赖人工操作等痛点，同时，研发高低压配电柜远程智能操控与 AI 决策技术，实现远程一键合分闸、状态自动研判及合规指令生成。 在生产系统、设备、人员、环境状态的全天候实时监控和业务设计、架构设计方面做出突出

						贡献，构建了基于 AI 视觉感知的选煤厂智能主动预警安防体系；在智能控制、智能管理和智能决策协同提供了关键技术路线和统筹安排。是第 4、5、8 项等多项发明、多篇论文、1 项软著、2 项企业标准的作者。
宋文革	7	技术研究院副院长	正高级工程师	国能神东煤炭集团有限责任公司	国能神东煤炭集团有限责任公司	一是参与构建了“云边一体化数据底座—黑灯选煤自适应控制—选煤AI一体化决策大脑—智能管控”四层技术架构，设计了数据驱动与知识引导深度融合的智能决策闭环机制。二是在分选与压滤全流程智能控制技术研发中，提出了重介分选密度动态优化与压滤药剂精准配比的协同控制方法，攻克了工况突变下智能决策模型快速迁移与自适应调节的技术难题。 推动四层技术架构落地运行，支撑了全厂操作人员由 139 人减至 100 人、吨煤电耗降低约 15.5%的显著成效。是第 10 项等多项发明、多篇论文、1 项软著、5 项企业标准的作者。
王斌	8	无	高级工程师	国能神东煤炭集团有限责任公司	国能神东煤炭集团有限责任公司	主导了多模态融合感知的主动安全与设备全生命周期管控技术开发，构建了“状态感知—故障预警—维护决策”的预知性维护体系，实现设备从被动维修向预知性维护转变。负责项目成果在国能神东哈拉沟选煤厂的现场实施与验证，系统部署并优化调试各智能模块，推动四层技术架构落地运行，吨煤电耗降低约 15.5%的显著成效，为我国选煤行业智能化建设提供了可复制推广的技术方案和工程示范。是第 6、10 项等多项发明、多篇论文、1 项软著、5 项企业标准的作者。
	9	无	副教授	西安科技大学	西安科技大学	创新提出多源数据高效处理重构算法，攻克设备智能感知与协同管控难题，研发相关核心专利，构建了全流程智能协同管控技术体系，有效解决选煤生产调控滞后、工序联动性差等关键问题；在重介分选密度动态优化与压滤药剂精准配比的协同控制方法研发与应用过程中，攻克了工况突变下自适应调节的技术难题;是 1 篇论文、1 项软著、3 项企业标准的作者。
白旭阳	10	无	工程师	中煤科工集团信息技术有限公司	中煤科工集团信息技术有限公司	创新构建基于多智能体系统（MAS）架构与定制化 A2A/MCP 协议的智能调度管控平台，实现子系统“即插即用”与分布式协同，覆盖 5 条以上业务链条，数据库问答准确率＞85%、辅助决策响应＜3 分钟；进一步构建“知识图谱+实时数据”双轮驱动的协同运营决策模型，生产状态预测误差＜5%、设备损坏风险预判准确率＞90%、异常响应＜5 分钟。三项技术有机融合，

						形成从生产执行到调度指挥、再到运营优化的全层级智能化决策体系，真正实现从“人找系统”到“系统助人”的变革。2 项软著、3 项企业标准的作者。

八、完成单位和主要完成人

主要完成单位：中煤科工集团信息技术有限公司、国能神东煤炭集团有限责任公司、西安科技大学

主要完成人：燕斌，张壮路，李乔乔，任雷平，陶伟忠，刘志明，宋文革，王斌，薛旭升，白旭阳

九、合作关系说明

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	合作研发、推广应用	燕斌[1]、张壮路[2]、李乔乔[3]、任雷平[4]、陶伟忠[5]、刘志明[6]、白旭阳[10]	2020 年 8 月	2024 年 6 月	主体成果研究、研究报告、应用实施	合作项目实施合同、部分知识产权
2	合作研发、推广应用	宋文革[7]、王斌[8]	2021 年 10 月	2024 年 6 月	发明、论文、关键技术、研究报告、应用实施	合作项目实施合同、部分知识产权
3	合作研发、推广应用	薛旭升[9]	2020 年 11 月	2024 年 6 月	论文、关键技术、应用实施	工业性验证报告、部分知识产权

中煤科工集团信息技术有限公司进行主体研究、应用实施和推广，国能神东煤炭集团有限责任公司、西安科技大学配合研究、关键技术论证和优化提升、以及应用实施和推广。充分发挥各自的优势，形成了强有力的科研协同效应，且在项目实施过程中取得了一系列重

要研究成果。完成人和完成单位将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。