项目公示信息（309-4019）

一、项目名称：厚煤层年产2000万吨超长工作面智能柔性开采关键技术与装备

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省煤炭学会

提名意见：

我单位认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认全部材料真实有效，确认完成人、完成单位排序无异议，相关栏目均符合科学技术奖励申报填写要求。所有项目完成单位及完成人所在单位均已对项目拟提名情况完成公示，公示期间无任何异议。

项目面向国家能源安全、人工智能等重大国家战略，针对常规工作面布置方式难以实现产能继续突破、超大功率高端煤机装备群研发瓶颈、传统控制模式难以实现生产工况智能动态自适应等难题。在配套模式、开采工艺、矿压理论机理、高端成套装备研发、智能柔性生产体系构建方面取得了全方位、系统性、原创性重大技术突破。项目首创了厚煤层400m超长工作面年产2000万吨安全高效开采模式；研制了厚煤层超长工作面国产化“支-采-运”高端装备；构建了煤矿智能柔性生产体系与弹性调控系统。

项目攻克了厚煤层超长工作面智能柔性开采系列核心技术难题，实现了煤炭开采领域的重大技术突破与模式变革，填补了国内外该类煤层条件下单面年产2000万吨的技术空白，为国家煤炭产能储备制度提供了可复制的工程落地方案，对提升我国能源供应链韧性、

应对极端场景下的能源保供风险具有重大战略价值。2024年经中国煤炭工业协会组织专家鉴定，整体技术达到国际领先水平，2025年荣获中国煤炭工业科技进步一等奖、陕西省科技工作者创新创业大赛一等奖，支撑小保当煤矿建成全国首批煤矿智能化矿井。**提名该项目为陕西省科学技术进步奖 一 等奖。**

三、项目简介

该项目属于采矿、矿山机械和电气工程领域。

1.研究背景与意义

煤炭是保障我国能源安全的“压舱石”，在新型能源体系加快构建、国际地缘冲突频发等多重形势叠加下，亟需构建可支撑极端场景下产能向上弹性调节、储备产能快速释放的智能柔性生产供给体系。国家《煤炭工业发展“十五五”规划》明确将智能开采、高端煤机装备自主可控、煤炭弹性供给能力建设列为核心攻关方向。陕北矿区是我国五大煤炭供应保障基地之一，目前先进矿井年产能一般1000~1500万吨，实现单面年产2000万吨级智能柔性开采，是释放优质先进产能、强化区域保供能级的核心载体，也是支撑陕西煤炭产业高端化、智能化转型的关键抓手。但面临三大难题亟待突破：一是常规工作面布置方式难以实现产能继续突破，厚煤层超长工作面可促进先进产能释放但覆岩破断演化机理复杂；二是超大功率煤机装备群长距离重载协同运行机制不清，装备动态匹配精度与服役可靠性不足，高端煤机装备适应性存在短板；三是传统控制模式难以实现生产工况智能动态自适应，无法兼顾高产与柔性调产，制约了

单面超大产能安全开采与弹性生产高效协同。

2.主要科技创新

针对上述重大难题，陕西小保当矿业有限公司联合中煤科工开采研究院等10家产学研用单位，历经7年攻关，通过开采理论、成套装备、开采工艺和智能化系统等创新研发与应用实践，建成全球首个年产2000万吨级智能柔性开采技术体系与工程示范，主要技术创新如下：

（1）提出了厚煤层超长工作面柔性产能一体化协同设计方法与围岩控制理论。构建了基于工作面产能驱动的“地质环境-开采工艺-装备集群”多因素分层解耦分析模型，提出了逐级适配的解耦分析架构，首创了厚煤层超长工作面“三大一超”配套模式；建立了考虑时间因素的基于独立弹性支座厚煤层超长工作面液压支架群组力学分析模型，发现了超大采场工作面变速开采弹性生产条件下覆岩运动规律；提出了液压系统自适应变刚度控制策略，研发了厚煤层超长工作面区域化控制技术，解决了极端产能释放、柔性生产与超大采场叠加条件下围岩控制难题。

（2）研发了年产2000万吨厚煤层超长工作面智能开采成套高端装备。揭示了液压支架与超大采场、复杂围岩耦合关系下液压支架服役特性，发明了φ630mm超大缸径能量耗散型增容缓冲抗冲击立柱，冲击峰值压力下降20%以上，工作阻力达28000kN；开发了超重负载高速截割201mm超大节距鼓形齿轮轨和销排，承载能力≥2600kN，研发了1000mm大截深工艺与滚筒，截割能力提高15.6%；研发

7000kW异构驱动控制的超重负载智能刮板输送机，成套装备配套能力达2000万吨。

（3）首创了基于人工智能的煤矿智能柔性生产体系与弹性调控系统。提出了弹性生产响应系数的产能分配机制，构建了基于采煤机-刮板机-液压支架-供液全系统自适应变频技术的智能开采调控系统，将“采-运-支-供”联动响应时间缩短为100ms以下；开发了煤矿高端装备智能柔性生产线，建成了“智能化无人采煤控制装备智能工厂”；提出了基于预测控制（MPC）的双模动态优化协同推进算法，建立了煤炭智能柔性开发供给响应模型，首创了基于煤矿智能化的柔性产能保障体系，建成了全球首个年产2000万吨柔性产能智能开采工作面。

3.授权专利及其他成果

围绕项目核心成果授权发明专利20件、实用新型专利6件，发表科技论文15篇，其中SCI、EI论文8篇，成果累计他引481次，单篇论文被引最高次数229次。

4.技术经济指标

（1）技术指标

内容	国内外同类技术	本项目技术指标	技术比较
工作面参数	5~6m 煤层赋存条件下 国内：工作面长 260~300m 国外：未见相关报道	5~6m 煤层赋存条件下 工作面长度 400m	工作面长度增加 33%~54%
液压支架	国内：6m 支架，2.05m 中心距，21000kN 工作阻力 国外：6m 支架，1.75m 中心距，15000kN 工作阻力	5~6m 采高，2.4m 中心距，28000kN 工作阻力；φ630mm 超大缸径增容缓冲抗冲击立柱	支架中心距增大 17% 工作阻力增大 33%
采煤机	节距 172mm	节距 201mm	节距增大 16.9%

刮板输送机	装机功率≤6000kW 运输能力≤3000t/h	装机功率 7000kW 运输能力≥8000t/h	装机功率增大 17% 运输能力增大 166.7%
供液系统	泵站满负荷持续运行	按需供液，动态调节输出	能耗降低降低 22%-28%
智能控制	单一产能	智能自适应调节	具备向上弹性供给能力
综合效果	国内：1000~1500 万吨 国外：800~1200 万吨	最高日产 7.85 万吨，具备年产 1500 万吨、柔性产能 2000 万吨能力。	工作面产能提高 50%~100%

（2）经济指标

以小保当132202工作面为例，高产：工作面推进速度提高产能提高约100%，最高日产7.85万吨，最高月产170万吨，单个工作面产能突破2000万吨/年；绿色：回采率比常规工作面提高约2%，盘区多回收煤炭76万吨；降耗：盘区总掘进尺由16万米减少到14万米；节本：盘区少布置1个工作面，节约1次安撤、费用约6000万元；智能：逐步实现“一人一面两千万吨”、“无人则安”的生产目标，累计新增销售额107.5亿元，新增利润67.6亿元，新增税收16.9亿元。

5.应用推广及效益

项目攻克了厚煤层超长工作面智能柔性开采系列核心技术难题，填补了国内外该类煤层条件下单面年产2000万吨的技术空白，2024年成果经中国煤炭工业协会组织王国法院士、王双明院士等专家团队鉴定，整体技术达到国际领先水平；2025年荣获中国煤炭工业科技进步一等奖、陕西省科技工作者创新创业大赛一等奖，支撑小保当煤矿建成全国首批煤矿智能化矿井，以人工智能+赋能传统行业，引领了智能高端装备高质量发展，为传统行业转型升级打造了新质生产力。

四、客观评价

1.国内外相关技术比较

该项目研发的年产2000万吨柔性产能采煤工作面高效生产系统与装备，是我国厚煤层超长工作面开采技术与装备取得的重要突破。将5-6m煤层工作面年产量1000万吨的能力，提高到2000万吨，生产效率提高100%，取得了重大经济和社会效益，为保证保障煤炭供应和能源安全提供了理论、技术、装备支撑，与国内外同类技术相比，项目整体达到国际领先水平。

内容	国内外同类技术	本项目技术指标	技术比较
工作面参数	5~6m煤层赋存条件下 国内：工作面长260~300m 国外：未见相关报道	5~6m煤层赋存条件下 工作面长度400m	工作面长度增加33%~54%
液压支架（支）	国内：6m支架，2.05m中心距，21000kN工作阻力 国外：6m支架，1.75m中心距，15000kN工作阻力	5~6m采高，2.4m中心距，28000kN工作阻力；φ630mm超大缸径增容缓冲抗冲击立柱	支架中心距增大17% 工作阻力增大33%
采煤机刮板输送机（采运）	节距172mm 装机功率≤6000kW 运输能力≤3000t/h	节距201mm 装机功率7000kW 运输能力≥8000t/h	节距增大16.9% 装机功率增大17% 运输能力增大166.7%
供液系统（供）	恒流量连续输出，泵站满负荷持续运行	大流量按需供液，动态调节输出，	能耗降低降低22%-28%
智能控制（控）	单一产能	智能自适应调节	具备向上弹性供给能力，填补技术空白
综合效果	国内：1000~1500万吨 国外：800~1200万吨	最高日产7.85万吨，具备年产1500万吨、柔性产能2000万吨能力。	工作面产能提高50%~100%

2.技术检测报告、验收意见、鉴定结论

（1）项目研发的ZY28000/32/60D型等系列高端液压支架分别通过国家安全生产北京矿山支护设备检测检验中心安全标志定型检

验，并取得煤矿安全标志。

（2）项目成果经中国煤炭工业协会组织中国工程院王国法、王双明院士等专家鉴定，鉴定意见认为研究成果在小保当一号煤矿132202工作面成功应用，建成了全国首个厚煤层400m智能化工作面，单面年产能力达2000万吨，开创了智能柔性生产系统的成功范例，项目成果达到国际领先水平，2025年荣获中国煤炭工业科技进步一等奖。

（3）《5-6m煤层大采高工作面年产20Mt柔性生产系统》荣获2025年陕西省科技工作者创新创业大赛一等奖。

3.科技查新结论

项目经国家一级查新机构进行国内外查新，未见其它与所述“厚煤层超长工作面年产2000万吨柔性产能关键技术与成套装备”内容相同的报道。

4.媒体报道

CCTV-4《走遍中国》栏目系列片《超级煤矿》、CCTV-1《朝闻天下》、CCTV-2《能源浪潮》第三集对项目成果进行了报道；中国煤炭报、陕西省国资委分别对全国首套柔性生产系统成套装备联合试运转成功进行报道；陕西省工业和信息化厅以《高可靠性快速采煤机 助力打造柔性产能中国样板》为题对本项目研发的智能高端采煤机进行专题报道；中国日报网以《以“智”促“新”硬科技赋能新质生产力》对本项目智能化关键技术进行了报道。

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	Roof stability analysis model of super-long fully mechanized working face and its application	Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources	张金虎、程志恒、刑有望、杨正凯、陈亮、李明忠、刘浩	中煤科工开采研究院有限公司	2024，10：189（1-3）	2024.11	刘浩	张金虎	张金虎、程志恒、刑有望、杨正凯、陈亮、李明忠、刘浩	6	6	是
2	超高与超长工作面高效综采关键技术及装备发展现状与展望	煤炭科学技术	李明忠；赵文革；闫汝瑜；王家臣；雷亚军；杨征；韩会军；张金虎；冯彦军；张德生；黄志增	北京天玛智控科技股份有限公司	2024，52（9）：199−209	2024.09	闫汝瑜	李明忠	李明忠；赵文革；闫汝瑜；王家臣；雷亚军；杨征；韩会军；张金虎；冯彦军；张德生；黄志增	-	38	是
3	基于矩阵位移法的超长工作面顶板挠度分布研究	煤炭科学技术	邢有望，李明忠，张金虎，闫汝瑜，刘江斌	煤炭科学研究总院	2025 ,53 (05) : 39-51	2025.01	李明忠	邢有望	邢有望，李明忠，张金虎，闫汝瑜，刘江斌	-	6	是
4	大采高大中心距液压支架选型设计	煤矿机械	梁旭；王小勇；于翔；张金虎；刘成峰	中国矿业大学矿业工程学院	2024，45（10）：1−4	2024.09	于翔	梁旭	梁旭；王小勇；于翔；张金虎；刘成峰	-	4	是
5	磨损中部槽的强度性能研究	煤矿机械	乔永力；朱永年；沈丰；闫亚录	陕西小保当矿业有限公司	025，46（5）：84−87	2025.04	朱永年	乔永力	乔永力；朱永年；沈丰；闫亚录	-	2	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	发明人
1	发明专利	一种超长工作面采煤机角度传感装置	中国	CN114322902B	2024.04.16	ZL202111463125.4	陕西陕煤榆北煤业有限公司；陕西小保当矿业有限公司；中煤科工开采研究院有限公司；天地科技股份有限公司；兖州煤业鄂尔多斯能化有限公司	杨征；李战海；李明忠；张金虎；杨光耀；侯刚；乔永力；丁彦雄；李杰；乔国强；伊春；刘化立；杨斐文；时洪宇；欧阳敏；杨小勇
2	发明专利	柔性护帮装置和护帮方法	中国	CN116291652B	2025.09.26	ZL202310326953.6	中煤科工开采研究院有限公司	于翔；刘培源；李明忠；刘成峰；张金虎；侯刚；李艳鹏；许永祥；张赛；李济洋；欧阳敏；雷声；吴昊阳；叶波；王伦
3	发明专利	一种物联网数据接入方法及系统	中国	CN117714380B	2024.07.26	ZL202410096816.2	陕西小保当矿业有限公司	薛晓强；杨小勇；李杰；马伟；李济洋；贺亚飞；杨斐文；王忠强；欧阳敏；王宇；吴昊阳；李佳鑫
4	发明专利	一种过煤高度可调节的超长工作面采煤机	中国	CN114251090B	2023.12.19	ZL202111423577.X	陕西陕煤榆北煤业有限公司；陕西小保当矿业有限公司；中煤科工开采研究院有限公司；天地科技股份有限公司；兖州煤业鄂尔多斯能化有限公司	杨光耀；薛晓强；李明忠；马程；张金虎；李杰；伊春；乔国强；刘化立；侯刚；刘成峰；雷声；杨斐文；欧阳敏；时洪宇；杨小勇
5	发明专利	一种井工煤矿中设备信息码检测方法和装置	中国	CN114283145B	2022.06.07	ZL202210216929.2	中煤科工开采研究院有限公司;天地科技股份有限公司;安标国家矿用产品安全标志中心有限公司;兖州煤业鄂尔多斯能化有限公司;陕西未来能源化工有限公司;内蒙古双欣矿业有限公司	张金虎；李明忠；雷声；徐亚军；康迎春；张德生；佟朋；刘化立；温国惠
6	发明专利	液压支架	中国	CN116044469B	2025.08.15	ZL202211697769.4	中煤科工开采研究院有限公司,天地科技股份有限公司	李明忠；张金虎；韩会军；辛家祥；雷声；王伦；李提建；曾明胜；张赛；米牧石
7	发明专利	双层超静定液压支架	中国	CN116044468B	2025.08.29	ZL202211686550.4	中煤科工开采研究院有限公司,天地科技股份有限公司	李明忠；张金虎；韩会军；辛家祥；李提建；曾明胜；雷声；张赛；刘培源；米牧石；邢有望
8	发明专利	一种矿用液压支架限位推移机构	中国	CN113006851B	2022.12.06	ZL202110296268.4	中煤科工开采研究院有限公司,天地科技股份有限公司	于翔；刘新华；李提建；李明忠
9	发明专利	一种矿用液压支架销轴防锈机构	中国	CN112943332B	2022.08.02	ZL202110158892.8	中煤科工开采研究院有限公司,天地科技股份有限公司	于翔；刘新华；李明忠；李提建

10	发明专利	滚筒采煤机	中国	CN116181327B	2025.08.22	ZL202211625538.2	中煤科工开采研究院有限公司；天地科技股份有限公司	张金虎；李明忠；韩会军；雷声；苏林军；宁桂峰；张赛；刘剑；刘培源；米牧石；吴昊阳；王伦

六、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
薛晓强	1	总经理	高级工程师	陕西小保当矿业有限公司	陕西小保当矿业有限公司	对本项目第一、二、三项科技创新均有核心贡献。牵头开展厚煤层超长工作面柔性产能一体化协同设计与围岩控制理论研究，创新“三大一超”配套模式；主导年产2000万吨智能开采成套高端装备整体方案设计与技术攻关。
赵泓超	2	主任	高级工程师	陕西煤业化工集团有限责任公司	陕西煤业化工集团有限责任公司	对本项目第二、三项科技创新有贡献。专注高端开采装备核心部件研发与性能优化，参与超大缸径抗冲击立柱、大节距鼓形齿轮轨、大截深采煤滚筒的结构设计与参数迭代，完成重载装备承载、截割、抗冲击性能的技术攻关；优化“采-运-支-供”联动控制逻辑，参与弹性调控系统算法调试，为成套装备高效协同运行、系统快速响应调控提供技术支撑。
王联合	3	副总经理	正高级工程师	陕西煤业股份有限公司	陕西煤业股份有限公司	对本项目第一、二、三项科技创新均有核心贡献。统筹超大缸径立柱、大截深滚筒、重载刮板输送机等核心装备研发；牵头构建煤矿智能柔性生产体系与弹性调控系统，提出弹性生产产能分配机制为整套技术体系落地、全球首个2000万吨级智能柔性开采工程示范建成提供总体技术统筹与核心方案支撑。
李明忠	4	总经理	研究员	北京天玛智控科技股份有限公司	北京天玛智控科技股份有限公司	对本项目第一、二、三项科技创新有贡献。参与厚煤层超长工作面柔性产能协同设计与围岩控制技术研究，优化工作面逐级适配解耦分析架构，完善超大采场围岩控制技术方案；主导煤矿智能柔性生产体系搭建，参与预测控制双模动态优化算法研发，构建煤炭智能柔性开发供给响应模型，为工作面柔性产能保障体系建设、无人智能开采控制方案落地提供技术指导。
张金虎	5	副院长	研究员	中煤科工开采研究院有限公司	中煤科工开采研究院有限公司	对本项目第一、二、三项科技创新有贡献。为超长工作面液压支架、采煤机、刮板机成套装备配套及整体设计方案提供专项技术指导，优化重载装备结构适配参数，保障成套装备2000万吨级产能配套能力；聚焦超长工作面设备群智能管控，参与设备群状态检测技术研发，提出设备运行故障预判与协同调控解决方案，助力全系统自适应变频调控技术落地应用。
王高伟	6	副总经理	高级工程师	陕西小保当矿业有限公司	陕西小保当矿业有限公司	对本项目第二、三项科技创新有贡献。为超长工作面设备设计提供技术指导，为工作面多设备群协同控制方案提供了技术指导，为工作面设备群联动联控及监测提供技术指导，提出了超长工作面智能化控制

						系统需求及建设方案。
于翔	7	技术主办	助理研究员	中煤科工开采研究院有限公司	中煤科工开采研究院有限公司	对本项目第一、二项科技创新有贡献。参与柔性产能一体化协同设计方法研究，完善多因素分层解耦分析模型，优化超长工作面开采工艺与地质环境、装备集群的适配方案；专注大采高、大中心距、高强度液压支架设计研发，提出了大采高工作面煤壁动态支护管理方案。
乔永力	8	副总经理	高级工程师	陕西小保当矿业有限公司	陕西小保当矿业有限公司	对本项目第二、三项科技创新有贡献。为超长工作面成套开采装备的结构设计、工艺适配提供技术指导，优化大截深开采工艺参数，提升采煤机截割作业效率；参与超重载刮板输送机耐磨部件研发，完善高端装备智能生产管控方案，同步优化设备群动态协同推进算法，保障智能开采系统稳定高效运行。
张宏伟	9	副总工程师	高级工程师	陕西小保当矿业有限公司	陕西小保当矿业有限公司	对本项目第一、二项科技创新有贡献。重点开展超大采场围岩控制技术攻关，优化液压支架自适应变刚度控制策略，完善超长工作面区域化围岩控制技术体系，解决柔性生产与超大采场叠加的围岩控制难题；参与成套高端装备配套方案设计，校核装备承载、抗冲击核心参数，保障装备适配极端开采工况。
刘成峰	10	所长	副研究员	天地科技股份有限公司	天地科技股份有限公司	对本项目第二、三项科技创新有贡献。参与采煤机、刮板机、液压支架核心装备的技术迭代与性能优化，重点完善重载传动部件结构设计，提升成套装备承载与截割能力；针对超长工作面设备群运行状态开展专项研究，提出精准状态检测、故障预警与协同调控解决方案，为智能联动控制系统优化提供支撑。
王小军	11	矿长	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	对本项目第一、三项科技创新有贡献。协助完成厚煤层超长工作面柔性产能协同设计，优化“三大一超”配套模式的落地实施方案，完善覆岩运动规律分析体系；参与智能柔性产能保障体系建设，优化全系统自适应变频控制技术，完善煤炭智能柔性开发供给响应模型，提升工作面弹性生产调控能力。
杜伟	12	矿长	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	对本项目第二、三项科技创新有贡献。专注智能开采成套装备工程化适配优化，为超长工作面装备现场配套、工艺落地提供技术指导，解决装备井下协同运行的适配问题；参与智能开采调控系统现场调试与优化，针对现场复杂工况优化设备群自适应控制方案，保障智能化无人采煤系统稳定运行。
杨小勇	13	机电物资	工程师	陕西小保当矿业有	陕西小保当矿业有	对本项目第一、二项科技创新有贡献。参与厚煤层超长工作面围岩控制理论与技术

		管理部经理		限公司	限公司	研究，优化液压支架群组力学分析模型，完善覆岩运动防控技术方案；协助完成超大缸径抗冲击立柱、重载销排等核心部件的技术研发与性能验证，为成套高端装备达标投产、2000 万吨级产能释放提供技术保障。
李安宁	14	副矿长	高级工程师	陕西小保当矿业有限公司	陕西小保当矿业有限公司	一是参与研发了全球首套 5－6m 煤层 2.4 米中心距液压支架、1m 大截深高速截割采煤机，移架速度提升 20%，为年产 20Mt 柔性产能提供了硬核装备支撑。二是参与研发了支护装备与大流量泵站联动控制系统，单架移架时间不超过 8 秒。实现了采运、采推、主辅高效协同。
张兆	15	副矿长	中级工程师	陕西小保当矿业有限公司	陕西小保当矿业有限公司	参与研发了全球首套 5－6m 煤层 2.4 米中心距液压支架，参与研发了支护装备与大流量泵站联动控制系统。

七、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）负责年产2000万吨级厚煤层超长智能柔性开采工作面总体建设，承担项目现场落地实施、工程示范搭建及工业化应用工作，主导超长工作面柔性开采总体思路与现场实施方案设计；2）协助完成厚煤层超长工作面围岩控制理论、成套装备适配、智能调控系统的现场试验与参数优化工作；3）全面负责项目工业性试验、现场工况适配、成果工程示范及产业化推广应用工作，保障全球首个2000万吨级智能柔性开采技术体系成功落地。

2. 中煤科工开采研究院有限公司

作为本项目核心技术研发单位，中煤科工开采研究院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）牵头开展厚煤层超长工作面柔性产能一体化协同设计方法与围岩控制理论研究，构建多因素分析模型与覆岩运动规律体系，首创超长工作面“三大一超”配套模式；2）负责智能开采成套装备整体配套方案、开采工艺体系的理论研发与技术攻关，完成核心装备参数设计与性能优化论证；3）主导煤矿智能柔性生产体系与弹性调控系统架构设计、算法研发及技术体系搭建，为项目核心科技创新提供全套理论与技术支撑。

3. 北京天玛智控科技股份有限公司

作为本项目智能装备与控制系统研发单位，北京天玛智控科技股份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）负责超长工作面液压支架自适应控制、智能供液系统等核心装备技术研发，完成超大缸径抗冲击立柱、区域化围岩控制配套技术的开发与优化；2）研发基于人工智能的弹性调控系统与“采-运-支-供”全系统自适应变频联动控制技术，实现设备群毫秒级协同响应；3）负责智能无人采煤控制系统、柔性产能动态调控系统的开发、调试与适配优化，为项目智能化、柔性化开采示范落地提供核心装备与控制系统支撑。

4. 宁夏天地奔牛实业集团有限公司

宁夏天地奔牛实业集团有限公司承担本项目超重负载智能刮板输送机的设计研发任务，结合现场开采工况，开发采用3000kW+2000kW+2000kW异构驱动控制的超重负载智能刮板输送机，研制出槽宽1400mm超重型智能刮板输送机，为当前全球运量、装机功率最大的刮板输送装备。通过异构驱动系统实现多电机动力合理分配，提升重载工况下设备运行稳定性，整机动力储备充足，能够充分满足矿井2000万吨柔性生产的动力配套要求。

5. 林州重机集团股份有限公司

林州重机集团股份有限公司承担本项目液压支架的生产制造任务，针对综采工作面高腐蚀、强磨损的恶劣工况条件，开展立柱、千斤顶表面强化工艺技术攻关，开发形成全系列立柱千斤顶防腐耐磨不锈钢高速激光熔覆技术，有效提升立柱、千斤顶密封配合面的

耐蚀、抗磨性能，改善部件使用寿命，保障液压支架井下长期稳定服役。

6. 西安煤矿机械有限公司

西安煤矿机械有限公司负责该项目采煤机设计研发和生产制造工作，开发了大截深大功率高速截割采煤工艺，研制了大截深高速截割采煤机，优化行走啮合状态，采煤机高速截割，解决了大功率大仰角摇臂润滑冷却难题。

7. 渭南陕煤启辰科技公司

渭南陕煤启辰科技作为陕煤技术研究院全资科创平台，聚焦厚煤层开采围岩控制、安全保障与材料装备支撑方向，针对厚煤层超长工作面大采高、强采动、高风险的工程特点，配套新型智能监测装备，解决特厚煤层超长工作面末采阶段围岩破碎、密闭难度大的痛点，支撑厚煤层超长工作面产能高效释放。

八、完成人合作关系说明

本项目由陕西小保当矿业有限公司牵头，联合北京天玛智控科技股份有限公司、中煤科工开采研究院有限公司等单位共同完成。项目完成人来自上述单位，围绕《年产20Mt柔性产能采煤工作面高效生产系统与装备》的关键技术开展联合攻关。各完成人通过共同立项、共同知识产权、论文合著等方式开展合作，具体合作关系如下：

1.共同立项合作

全体完成人共同参与了《不稳定煤层柔性产能年产15Mt关键技

术与保障体系》（2022SMHKJ-C-96），围绕5～6m厚煤层超长工作面矿压规律、高端成套装备研发、智能柔性生产体系等核心技术开展系统研究。

2.科技成果合作

第1、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14完成人共同研发出年产20Mt柔性产能采煤工作面高效生产系统与装备，共同完成成果鉴定（中煤科鉴字【2024】第CM10号）。

3.知识产权合作

第4、5、9、11、14完成人共同获得了发明专利“一种超长工作面采煤机角度传感装置”（CN114322902B）；

第4、5、8、11完成人共同获得了发明专利“柔性护帮装置和护帮方法”（CN116291652B）；

第1、14完成人共同获得了发明专利“一种物联网数据接入方法及系统”（CN117714380B）；

第1、4、5、11、14完成人共同获得了发明专利“一种过煤高度可调节的超长工作面采煤机”（CN114251090B）；

第4、5完成人共同获得了发明专利“一种井工煤矿中设备信息码检测方法和装置”（CN114283145B）；

第4、5完成人共同获得了发明专利“液压支架”（CN116044469B）；

第4、5完成人共同获得了发明专利“双层超静定液压支架”（CN116044468B）；

第4、8完成人共同获得了发明专利“一种矿用液压支架限位推移机构”（CN113006851B）；

第4、8完成人共同获得了发明专利“一种矿用液压支架销轴防锈机构”（CN112943332B）；

第4、5完成人共同获得了发明专利“滚筒采煤机”（CN116181327B）。

4.论文合著

第4、5完成人共同发表了学术论文《Roof stability analysis model of super-long fully mechanized working face and its application》；

第8完成人发表了学术论文《Stability analysis and failure control of a longwall panel with a large mining height considering fracture distribution》；

第4、5完成人共同发表了学术论文《超高与超长工作面高效综采关键技术及装备发展现状与展望》；

第4、5完成人共同发表了学术论文《超长工作面布置方式优化设计与设备选型配套》；

第6、8、5、11完成人共同发表了学术论文《大采高大中心距液压支架选型设计》；

第4、5完成人共同发表了学术论文《基于矩阵位移法的超长工作面顶板挠度分布研究》；

第8完成人发表了学术论文《基于智能护帮装置的煤壁变形监测和集中载荷反演技术》；

第9完成人发表了学术论文《磨损中部槽的强度性能研究》。