项目公示信息（309-4020）

一、项目名称：鄂尔多斯盆地煤矿区中深层地热开发关键技术及示范

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省煤炭学会

提名意见：

项目围绕鄂尔多斯盆地煤矿区中深层地热开发需求，融合水文地质、钻完井工程、供热工程及智能控制等多领域技术，探明了鄂尔多斯盆地中深层岩土地温场特征关键参数，在中深层地埋管高效换热理论模型与多维性能评价体系、面向矿区用热需求的中深层地热供热系统协同设计方法与高效运行策略、复杂地层条件下3200 m大口径中深层地埋管钻完井工艺及智能风险监测等方面实现全链条技术突破，构建了具有自主知识产权的煤矿区中深层地热开发利用成套技术体系，并首次在鄂尔多斯盆地煤矿区实现中深层地热能工程应用。

项目攻克了鄂尔多斯盆地煤矿区中深层地热规模化开发利用关键技术难题，打破了鄂尔多斯盆地中深层地热开发潜力不足的固有认知，在国内外煤矿区中深层地热清洁供热领域发挥了示范引领作用。相关研究成果已在小保当、柠条塔、张家峁、玉华等多个煤矿规模化推广应用，系统长期运行稳定高效，取得了显著的经济、环境和社会效益。2024年荣获中国产学研合作促进会科技创新奖创新成果三等奖，2026年经陕西省煤炭学会组织专家鉴定，项目整体技术达到国际先进水平。

提名材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合

陕西省科学技术奖提名条件，同意提名该项目参加2026年陕西省科学技术奖。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。

三、项目简介

本项目属于新能源领域， 是矿山绿色节能、地热能开发与暖通工程的交叉领域。

1.项目背景

中深层地热能具有资源稳定、受气候影响小、环境扰动低等优势，是可再生能源体系的重要组成部分，也是推动能源绿色低碳转型的重要技术路径。国家能源局以国能综通新能〔2026〕55号文将中深层地热“取热不取水”技术列为高质量开发利用重点试点方向；陕西省“十五五”规划提出因地制宜发展地热能，推动陕北能源产业绿色转型；陕西省发改委以陕发改能新能源〔2025〕1195号文部署产业技术攻关，强化煤矿区地热资源开发利用，多层级政策体系为中深层地热产业发展提供了有力支撑。

鄂尔多斯盆地是我国重要煤炭与能源化工基地，煤矿区普遍远离城市集中供热网络，具有供热需求规模大、运行周期长、用能场景复杂等特点，传统化石能源供热方式面临成本增加和碳减排压力。该区域地热资源条件优越，“取热不取水”的中深层地埋管换热技术可有效规避地下水开采风险，适应矿区水资源约束和生态保护需求，是推动能源基地清洁供热转型的重要技术方向。然而，煤矿区中深层地热规模化开发仍面临三方面关键技术瓶颈：一是现有中深层地埋管换热

模型多基于均质岩土和均匀热流等简化假设，难以准确描述鄂尔多斯盆地多层非均质地层特征，动态负荷条件下换热过程及岩土热响应机制认识不足；二是缺乏兼顾能量、经济与环境效益的矿区中深层地热系统全生命周期评价与优化方法，工程设计与运行决策方案缺少系统化技术支撑；三是适用于中深层复杂地质条件的大口径钻完井与换热器建造技术不成熟、地热钻井智能风险监测与主动调控水平不足，制约煤矿区中深层地热资源高效利用和工程化成套技术推广。

2. 主要技术内容

针对上述瓶颈，陕西小保当矿业有限公司联合陕西省煤层气开发利用有限公司、陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司、西安交通大学及陕西工程勘察研究院有限公司，围绕鄂尔多斯盆地煤矿区清洁供热需求，率先开展中深层地热能在煤矿区供热场景中的开发利用与工程示范，推进地热资源勘查评价、井下换热理论、工程参数优化、钻完井成套工艺、系统协同设计及示范工程建设，形成了覆盖“资源评价→理论建模→工程设计→钻完井施工→系统集成→示范应用”的煤矿区中深层地热开发利用技术体系。主要创新成果如下：

（1）构建适配矿区复杂地层的中深层地埋管高精度非稳态换热模型，夯实矿区中深层地热系统能量运移的理论基础。开发了适用于矿区复杂多层地质条件的中深层同轴型地埋管高精度非稳态换热模型，能够快速实现对地温梯度、岩层非均质性、井筒结构热阻及运行工况变化的精准刻画，揭示了中深层地热井取热衰减规律以及地热井-热泵-用户系统动态能流分配机制，为中深层地热井结构优化、系统

设备选型和运行调控提供了理论依据，极大地节约了工程测算时间。

（2）提出全生命周期综合效益导向的中深层地埋管参数优化方法，完善矿区中深层地热系统设计方案。提出煤矿区中深层取热技术-经济-环境综合评价体系，明确考虑全生命周期综合供能成本的中深层地埋管工程参数优选方案，探明了面向煤矿复杂多元供热场景的中深层地埋管耦合热泵系统协同匹配设计方法，推动矿区中深层地热系统设计由单一取热性能驱动向综合效益最优的高效供热转化。

（3）探明了鄂尔多斯盆地地温场核心参数并建成示范工程，实现技术的工程化落地验证。项目通过钻探取芯、岩石热物性测试、全井段温度测试和多工况换热试验，探明鄂尔多斯盆地矿区深部地质结构和地温场特征，获得平均地温梯度为2.9～3.1 ℃/hm的重要基础数据，为鄂尔多斯盆地矿区中深层地热资源评价和工程设计提供可靠依据；建成榆林地区首个高效大口径中深层地埋管耦合热泵供热示范工程，实现中深层地热“取热不取水”技术在大型煤矿供热场景中的工程应用。

3. 知识产权成果

项目成果获授权发明专利2项，实用新型专利11项，软件著作权3项，团体标准1项，发表高水平论文7篇（SCI论文2篇，EI论文1篇，中文核心期刊4篇）。

4. 主要技术经济指标

项目先后在小保当、柠条塔、玉华及张家峁等多个煤矿区形成工程示范，基于本项目研究成果，上述4座煤矿区累计新增利润1413.53

万元，经济与环境效益显著（详见六、应用情况与效益以及附件应用证明）。

5. 推广应用、意义

本项目推动了中深层地热开发技术与煤矿区供热场景深度融合，形成了从资源评价、关键技术研发到工程示范应用的完整技术体系，拓展了中深层地热能在传统能源基地的应用范围。项目成果为矿区清洁稳定供热和煤炭主产区能源结构优化提供了技术支撑，对促进绿色矿山建设及助力国家“双碳”战略实施具有重要意义。

四、客观评价

鄂尔多斯盆地煤矿区中深层地热开发关键技术及示范，有效解决了中深层地热能在煤矿化工能源企业清洁能源供能设计、施工过程中的多项难题。项目研究过程中形成的一系列设计方案、优化方案、工艺创新能够显著促进中深层地热清洁供能在矿区的高效利用，成果创造性、先进性明显。

本项目相关成果已在陕北矿区小保当煤矿、张家峁煤矿、柠条塔煤矿、玉华煤矿等得到应用，供暖效益显著。项目的成功实施不仅减少了矿区污染物排放，也将对煤矿区地热改造提供有效的技术理论支持，将有效推动陕西煤业集团矿业绿色发展和生态文明建设，为陕煤绿色产业发展探索出新路径。同时，本研究的实施将进一步提高陕煤集团地热开发工程技术应用水平，降低地热开发成本，为进一步开发民用市场奠定基础，所研究相关地热井井型参数优选技术在行业内有显著的示范和推广效应。

1.国内外技术比较

内容	国内外同类技术	本项目	比较
地热井及换热器	国内：井深<=2800m，换热器<=ϕ219.1mm; 国外：仅试验研究，无大口径工程应用	鄂尔多斯盆地超深地热井(3000 m 级) 采用ϕ244.5mm 首创大口径换热器	国际先进
换热仿真模型	多采用均质地层简化假设，非均质地层计算精度不足	建立适配多层非均质地层的高精度换热仿真模型	国际先进
应用与评价体系	多用于城镇供热，缺少矿区多维优化设计方法	面向煤矿复杂供能场景，建立多维评价及优化方法	国内先进
成套工程技术	矿区地热工程应用空白，无完整技术体系	形成矿区地热开发全流程成套技术，建成示范工程	国际先进

2.科技查新

本项目委托西安交通大学科技查新工作站开展国内外科技查新。围绕中深层地埋管地热开发利用关键技术，重点对考虑复杂非均质地层、非均匀热流密度及动态负荷影响的中深层地埋管系统高精度仿真技术，煤矿区中深层地热供热系统集成与动态仿真技术，煤矿区中深层地热供热系统多目标协同匹配设计方法，复杂地层条件下大口径钻完井工艺及智能风险监测等成套技术，以及煤矿区中深层地热供热示范工程应用等查新点进行了国内外文献检索与综合分析。查新结果表明，在国内外公开发表的中外文文献中，除委托单位公开发表的相关成果外，未见与本项目查新点完全相同的技术报道。

3.鉴定结论

2026 年 8 月 2 日，陕西省煤炭学会组织有关专家组成鉴定委员会，在西安对陕西小保当矿业有限公司、陕西省煤层气开发利用有限

公司、陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司、西安交通大学和陕西工程勘察研究院有限公司共同完成的“鄂尔多斯盆地煤矿区中深层地热开发关键技术及示范”项目进行了科技成果鉴定。鉴定委员会听取了项目组汇报，审阅了相关资料，经质询、讨论，形成如下鉴定意见：

1）提交的鉴定材料齐全，符合科技成果鉴定要求。

2）项目形成了如下创新成果：

（1）提出了考虑系统综合能源成本的煤矿区中深层地热井下换热工程参数优化方法及技术-经济-环境效益综合评价体系。

（2）开发了面向矿区供热场景的中深层同轴地埋管高精度换热模型，阐明了中深层地埋管耦合热泵系统动态能流分配机理。

（3）形成了大口径地热井钻完井工艺等成套关键技术，提出了面向煤矿供暖及生活热水应用场景的综合供热系统协同匹配方法。

3）项目相关成果已在小保当煤矿区工程示范的基础上，在陕北地区柠条塔、张家峁等煤矿推广应用，取得了显著的环境和社会效益。

鉴定委员会认为，项目成果总体达到国际先进水平，同意通过鉴定。

建议：加快在类似煤矿推广应用。

4.获奖情况

项目“矿区中深层地热清洁供热系统关键技术研究与应用”获得2024年中国产学研合作促进会科技创新奖创新成果三等奖。

5.权威媒体报道

据新华网2024年5月报道，本项目采用“取热不取水”的中深

层地埋管地热供热技术，已在小保当、玉华、张家峁、柠条塔等煤矿建成 7 口中深层地热井，井深超过 3,000 m，井底温度超过 100 ℃，实现了中深层地热能在煤矿区宿舍、车间供暖及生活热水供应等场景中的应用。相关工程年节约标煤 6360 吨，减排二氧化碳当量 1.79 万吨，取得了显著的节能减排效益。

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	Energy analysis and performance assessment of a hybrid deep borehole heat exchanger heating system with direct heating and coupled heat pump approaches	Energy Conversion and Management	王泽源; 王沣浩;刘俊; 李奕臻; 王铭; 罗勇强; 马龙霞;朱超; 蔡皖龙	西安交通大学	2023 年 卷 276 116484	2023.1.15	王沣浩	王泽源	王泽源; 王沣浩; 刘俊; 李奕臻; 王铭; 罗勇强; 马龙霞; 朱超; 蔡皖龙	39	11	是
2	附加回热器的中深层地源热泵热水供应系统性能分析及优化	给水排水	杨 征; 夏 晴; 李奕臻; 蔡皖龙; 王沣浩	陕西小保当矿业有限公司	2023 年 卷 59(S2) 314-320	2023.7.21	王沣浩	杨 征	杨 征; 夏 晴; 李奕臻; 蔡皖龙; 王沣浩	/	/	是
3	Long-term performance evaluation and economic analysis for deep borehole heat exchanger heating system in weihe basin	Frontiers in Earth Science	蔡皖龙; 王沣浩; 姜静华; 王泽源; 刘俊; 陈超凡	西安交通大学	2022 年 卷 10 806416	2022.2.10	王沣浩 陈超凡	蔡皖龙	蔡皖龙; 王沣浩; 姜静华; 王泽源; 刘俊;	38	1	是
4	内管管径尺寸对中深	建筑节能	杨 彪;	陕西陕煤榆北	2025 年	2025.6.25	王沣浩	杨 彪	杨 彪;	/	1	是

	层地埋管换热器换热性能影响因素分析及设计优化	(中英文)	张慧峰； 王 铭； 屈逸飞； 王沣浩； 蔡皖龙	煤业有限公司	53(6)：7-15				张慧峰； 王 铭； 屈逸飞； 王沣浩； 蔡皖龙			
5	相变储能装置传热强化技术发展及展望	暖通空调	薛晓强； 张慧峰； 屈逸飞； 秦浩正； 王沣浩； 蔡皖龙	陕西小保当矿业有限公司	2025 年 55(3) 1-10	2025.1.13	王沣浩	薛晓强	薛晓强； 张慧峰； 屈逸飞； 秦浩正； 王沣浩； 蔡皖龙	/	8	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	一种基于需求响应的中深层地热能耦合储能装置供热系统	中国	ZL202111374513.5	2023.5.23	No.5986976	西安交通大学； 陕西省煤田地质集团有限公司	王沣浩; 王泽源; 姜静华; 李奕臻; 蔡皖龙; 刘俊
2	发明专利	一种用于地热钻井的施工监测系统及方法	中国	ZL202511286481.1	2025.11.25	No.8520518	陕西工程勘察研究院 有限公司	杜明; 张斌; 王昆; 周武; 贾胜文; 姜凯; 李哲辉
3	实用新型专利	一种地热利用系统	中国	ZL202422602841.1	2025.11.14	No.23539671	陕西省煤层气开发利用有限公司 陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司	牛鸿波; 高占胜; 高一可; 景欣瑞; 王一凡; 冯峰; 陈小军 张辰阳; 陈岗
4	实用新型专利	一种热力站自动调控装置	中国	ZL202420013335.6	2024.08.27	No.21585484	陕西小保当矿业有限公司	王小勇; 杨小勇;

								白彦飞; 路宝宏; 张慧峰; 李甲; 王鹏; 薛智斌; 马旭
5	实用新型专利	一种换热站无人值守装置	中国	ZL202323378694.6	2024.06.25	No.21203194	陕西小保当矿业有限公司	梁旭, 杨小勇, 王小勇, 路宝宏, 李甲, 王鹏, 薛智斌, 张树杰, 李军
6	实用新型专利	一种钻探施工的封孔装置	中国	ZL202421794145.9	2025.4.29	No.22791516	陕西省煤层气开发利用有限公司	牛鸿波; 张世宏; 邱长健; 周伟; 赵凯; 段李鹏; 刘壮国
7	实用新型专利	一种节能分体可装配的分段式地埋管同轴换热器	中国	ZL202520183549.2	2025.12.26	No.23707323	陕西小保当矿业有限公司	王高伟, 张慧峰, 马旭, 夏晴, 王沣浩,

								蔡皖龙
8	实用新型专利	一种地热资源取热井结构	中国	ZL202320860461.0	2023.12.05	No.20124109	陕西工程勘察研究院有限公司	孙文利; 熊应兴; 王昕; 张力; 王昆
9	论文	Energy analysis and performance assessment of a hybrid deep borehole heat exchanger heating system with direct heating and coupled heat pump approaches	中国	10.1016/j.enconman.2022.116484	2023.1.15	Energy Conversion and Management	西安交通大学; 陕西省煤田地质集团有限公司; 华中科技大学; 国网陕西省电力公司电力科学研究院	王泽源; 王沣浩; 刘俊; 李奕臻; 王铭; 罗勇强; 马龙霞; 朱超; 蔡皖龙
10	技术标准	中深层地热地埋管供热项目建设规范	中国	T/CCS117-2025	2025.12.30	/	陕西小保当矿业有限公司; 陕西省煤层气开发利用有限公司; 陕西煤业股份有限公司; 西安交通大学; 陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司; 陕西工程勘察研究院有限公司; 中国科学院地质与地球物理研究所	杨征; 牛鸿波; 王小勇; 薛晓强; 梁旭; 王高伟; 熊鹏辉; 王沣浩; 于水; 田少国; 杜凯; 郭铭; 高占胜;

								蔡皖龙; 王一凡; 孔彦龙; 王泽源; 李展; 王昆; 秦浩正; 张敏; 闫宇栋

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
王小勇	1	生产技术管理部经理	正高级工程师	陕西小保当矿业有限公司	陕西小保当矿业有限公司	对创新点2、3做出贡献。创新点2方面：提出煤矿区多元用能场景下的系统参数优化方法和性能评价体系，研发了地热直接供热与热泵辅助供热的协同运行策略。创新点3方面：研发了大口径地埋管耦合高温热泵系统集成方案，完成机组适配选型与运行调试。
牛鸿波	2	党委书记、董事长	/	陕西省煤层气开发利用有限公司	陕西省煤层气开发利用有限公司	对创新点2、3均有贡献。创新点2方面：主导提出多维性能评价体系与系统优化总体思路；在创新点3方面，统筹多个煤矿工程示范整体布局，指导大口径地埋管钻完井工艺攻关与系统集成落地，推动本项目成套技术规模化应用。
王泽源	3	/	讲师	西安交通大学	西安交通大学	对创新点1和2具有贡献。创新点1方面：主导建立中深层地埋管换热器高精度瞬态传热模型，依托小保当矿区换热实验完成模型匹配，揭示多因素耦合作用下地埋管取热性能提升机制；创新点2方面：开发中深层地热供热系统全场景高效动态仿真平台，阐明系统长期供热过程动态运行特性，为矿区中深层地热系统参数优化提供理论依据。
于水	4	主任	高级工程师	陕西煤业股份有限公司	陕西小保当矿业有限公司	对创新点2、3具有贡献。创新点2方面：负责开展系统全生命周期技术经济分析，构建了煤矿区多场景中深层地热系统协同匹配方法。创新点3方面：负责小保当矿区示范工程的建设实施与运行监测，验证项目技术的工程适用性。
张慧峰	5	生产技术管理部主管	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	对创新点3具有贡献。负责小保当等多个煤矿区中深层地热供热系统的长期运行监测与多工况数据采集，主导分析不同运行策略下中深层地热系统的动态运行特征，为中深层地热系统运行调控提供数据支持。
王昆	6	/	高级工程师	陕西工程勘察研究院有限公司	陕西工程勘察研究院有限公司	对创新点1、2具有贡献。结合不同煤矿区地质条件与用能特征，提出矿区中深层地热供热系统的优化设计方案，总结形成煤矿区中深层地热开发成套技术工法，扩大了中深层地热供热技术示范效应与应用范围。
郭铭	7	经理	高级工程师	陕西省煤层气开发利用有限	陕西省煤层气开发利用有限	对创新点1、3具有贡献。创新点1方面：开展多工况现场换热试验，完成换热数值模型的现场匹配与误差验证，为工程设计提供

				公司	公司	了基础数据支撑；创新点3方面：组织实施榆北矿区钻探取芯、岩石热物性测试与全井段温度测试，探明中深层地温场的温度分布特征。

七、主要完成单位情况

1.陕西小保当矿业有限公司

作为项目牵头单位，1）统筹煤矿区中深层地热供热技术研究与示范工程整体实施，确定项目总体研究目标、技术路线与工程实施方案，协调各合作单位开展联合攻关；2）提供矿区现场试验场地、工程建设条件与实测运行基础数据，组织开展地温场探测、地层热物性取样测试，完成示范工程场地条件论证；3）牵头开展中深层地热-热泵耦合系统现场建设、安装调试与长期运行监测，组织示范工程实际供热工况验证，开展现场多工况对比试验；4）推动科研成果在煤矿矿区落地应用，完成工程应用效果验证，统筹成果现场推广与技术总结工作。

2. 陕西省煤层气开发利用有限公司

作为本项目的主要完成单位，1）参与项目总体方案论证，负责大口径同轴密闭地埋管换热器结构方案设计，开展陕北复杂地层钻完井、固井工艺技术研究；2）开展高导热固井材料选型与工艺优化研究，组织井筒换热性能相关室内及现场试验，分析固井工艺对井筒换热效率的影响规律；3）参与示范工程钻井、固井施工技术管控，解决复杂地层井筒密封、换热强化等工程关键技术问题，形成适配矿区地质条件的钻完井技术方案；4）参与技术工法梳理，协助开展矿区地热开发技术推广应用。

3. 陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司

作为本项目的主要完成单位，1）参与项目顶层策划，从产业层面统筹矿区地热开发技术定位，开展煤矿中深层地热供能场景需求分析；2）参与中深层地热耦合热泵系统研究，开展机组选型、多场景供能匹配与运行参数优化研究，制定精细化运行调控方案；3）开展整套技术全生命周期技术经济测算，量化投资、能耗、运维、收益指标，验证技术产业化经济可行性；4）推动技术跨矿区复制推广，编制煤矿区中深层地热开发标准化技术工法，助力科研成果产业化落地。

4. 西安交通大学

作为本项目的主要完成单位，1）开展中深层地埋管非稳态传热机理理论研究，建立高精度瞬态传热数值模型，揭示岩层热物性、井筒热阻、运行参数对换热性能的耦合影响机制；2）开发中深层地热供热系统动态仿真平台，依托现场实测数据完成模型校正，分析长期供热下系统热衰减、能流分配变化规律；3）建立能量-经济-环境三位一体全生命周期多维评价体系，研发中深层地热系统综合能效评估方法，为系统参数优化与方案比选提供理论工具；4）参与试验数据分析，为系统运行调控策略优化提供理论支撑。

5.陕西工程勘察研究院有限公司

作为本项目的主要完成单位，1）承担矿区中深层地热资源勘查与评价工作，开展深部地层结构探测、岩石热物性测试与地温场精细刻画，为项目整体方案设计提供核心基础地质依据；2）参与换热井

井位选址与地质可行性论证，分析复杂地层钻进风险与井筒适配条件，协助优化井身结构设计与施工技术方案；3）配合开展现场换热性能测试与长期监测数据核验，对比分析地质参数与理论模型的契合度，完善矿区地热资源量化评价方法；4）参与技术成果梳理与标准化工法编制，推动勘查评价技术体系规范化，为同类矿区地热开发提供可借鉴的地质勘察技术范式。

八、完成人合作关系说明

“鄂尔多斯盆地煤矿区中深层地热开发关键技术及示范”项目由陕西小保当矿业有限公司、陕西省煤层气开发利用有限公司、陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司、西安交通大学、陕西工程勘察研究院有限公司的王小勇、牛鸿波、王泽源、于水、张慧峰、王昆、郭铭长期合作研发、共同完成，均具有合作关系。合作情况如下：

第一完成人王小勇、第二完成人牛鸿波、第三完成人王泽源、第四完成人于水、第五完成人张慧峰、第六完成人王昆、第七完成人郭铭，面向鄂尔多斯盆地煤矿区能源绿色低碳转型重大战略需求，针对矿区清洁供能及多元化用能场景下中深层地热开发关键技术难题，联合研发了鄂尔多斯盆地煤矿区中深层地热开发利用成套关键技术，并开展了工程示范应用。

第一完成人王小勇属于陕西小保当矿业有限公司，第二完成人牛鸿波属于陕西省煤层气开发利用有限公司，第三完成人王泽源属于西安交通大学，第四完成人于水属于陕西煤业股份有限公司，第五完成人张慧峰属于陕西小保当矿业有限公司，第六完成人王昆属于陕西工

程勘察研究院有限公司，第七完成人郭铭属于陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司，均为项目技术方案的制定与实施核心骨干；在项目实施期间，第一完成人王小勇、第二完成人牛鸿波、第三完成人王泽源、第四完成人于水、第六完成人王昆以及第七完成人郭铭，长期保持紧密合作关系，共同参与编制中国煤炭学会团体标准“中深层地热地埋管供热项目建设规范”，第一完成人王小勇与第五完成人张慧峰，共同授权国家实用新型专利“一种热力站自动调控装置”。