

2026 年度拟提名陕西省科技进步奖项目公示内容

一、项目名称

中低焓热资源高效提取、储用与调配关键技术及应用

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省科技厅

提名意见：

该项目面向陕西省中低焓热资源提取利用与储用调峰需求，围绕中低焓热资源高效提取-协同储用-智能调配技术链开展攻关，研制出热物性参数测试新系统与热性能增强新材料，实现全井深不同地层热物性参数准确快速获取，显著降低了固井材料热阻和管材热损，提高热资源提取效率；建立深地多资源协同开发系统动力学模型，开发出储热空间裂隙预测软件，提出膨胀-压缩双向可逆热集成卡诺循环构型，研发出深地空间热电协同存储-高效转化系统，实现热电的协同存储与高效转化；提出系统动态规划-智能调控-高效输配技术，提高系统效率与输配距离。授权专利 45 项，核心专利获日内瓦国际发明奖，发表论文 45 篇，主参编标准与工法 9 部。成果不但服务陕西省内 20 余个工程，还辐射苏、鲁、蒙等全国 20 工程中，产生了显著经济效益。

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，并按照要求，进行了公示，无异议。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖 二等奖。

三、项目简介

本项目属于资源开发利用领域。本项目立足陕西省中低焓热资源提取储用的需求与潜力，在国家自然科学基金、陕西省重点研发计划、成果转化及工程示范等项目的支持下，围绕中低焓热资源“高效提取-深地储用-智能调配”技术链开展攻关，主要创新如下：研制出热物性参数测试新系统与热性能增强新材料，提高热资源提取效率；研发出深地空间热电协同存储-高效转化系统，实现热电资源协同存储与高效转；提出系统动态规划-智能调控-高效输配技术，优化系统规划、调控与输配。授权专利 45 项，发表论文 45 篇，主参编相关国家/行业/地方/团体标准 7 部与省级工法 2 项，技术成果入选中国好技术、中国人居环境范例、行业新质生产力发展典型案例等推广技术清单/示范/案例。在陕、苏、鲁、蒙等 40 余个工程中应用，经济效益显著，获国家优质工程、全国高性能节能工程、住建部科技示范工程等殊荣。

四、客观评价

王双明院士等专家对本项目鉴定结论为：达到国际领先水平。科技部查新中心查新结论：除本项目团队成员发表的文献外，未见其他与本课题查新点相同的其他研究报道。成果获日内瓦国际发明奖 3 项、全国发明展金奖等，入选中国好技术、国家优质工程、全国高性能节能工程等，应用单位评价：“...提升了复杂地质条件下热能提取系统设计水平...，...显著降低固井材料热阻...，...

大幅优化了管段热损和耐温耐压能力...，...大幅提高了资源利用率与能源综合利用效率...，...显著拓宽了资源利用边界与输配范围...”《人民日报》、《新华日报》、《科技日报》等主流媒体连续报道。

五、应用情况

成果不但服务陕西省西咸新区中天未来玥项目（2023.6 开始应用）、陕法综合能源项目（2024.5 开始应用）、咸阳马泉花苑项目（2024.6 开始应用）等 20 余个工程，还应用到苏、鲁、蒙等全国 20 余个工程中，为西咸新区、中原城市群、苏南现代化示范区等重要经济区调查规划提供重要技术支持。

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

（应填写直接支持本项目主要技术发明成立且已批准或授权的知识产权（包括发明专利、实用新型专利、植物新品种权、计算机软件著作权、集成电路布图设计权、论文等）和标准规范等，应按与项目主要科技创新的密切程度排序。

对于发明专利，知识产权类别写发明专利，然后依次填写发明名称，国家（地区），专利号，授权公告日，专利证书上的证书号，发明人，专利权人。对于其他类型，根据实际情况填写相应栏目，发明人一栏可不填。

所列知识产权应为本项目独有，未曾在往年国家科学技术奖励项目、往年省部级（政府）科学技术奖励项目和本年度其他陕西省科学技术奖推荐项目中作为支撑材料出现。用于推荐陕西省科学技术奖的情况，已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的权利人（专利指发明人）的同意。

所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论文发表日期应在 2025 年 12 月 31 日之前。发明人均不是项目主要完成人的发明专利，不得列入本表。）

七、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	类别	知识产权具体名称	国家	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明	一种地质电池储能系统及其运行方法	中国	ZL202510591982.4	2025. 08. 01	8121475	深地科学与工程云龙湖实验室	凌云志；冯珺培；赵鹏；李晓昭；黄世芳；张小松；殷戈；陈岷；王章杰；滕松
2	发明	一种地热井测温短节	中国	ZL202210534339.4	2025. 11. 11	8464317	中煤科工集团西安研究院有限公司	胡振阳；赵永哲；张卫东；汪启龙；杨永健；王中锋；周乐
3	发明	一种基于数据中心余热回收及深地储热的热电转	中国	ZL202510475637.4	2025. 06. 20	8013674	深地科学与工程云龙湖实验室	李晓昭；杜玉吉；钱辉金；赵鹏；张小松；殷戈；汪郑强；凌云志；王恩琦

		换系统						
4	发明	一种筒型热板的制作方法	中国	ZL202510361012.5	2025. 07. 18	8085338	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司；合肥通用机械研究院有限公司	马勃；陈永东；雷永智；张秋双；陈伟；吴晓红；刘轩；韩冰川；李艳斌；闫永超
5	发明	一种基于斯特林热泵原理的自动排水式能源口字件	中国	ZL202410939295.2	2024. 09. 20	7389804	中国矿业大学	赵鹏；李晓昭；王会元；王雪；凌云志；冯珺垚；周书明；夏继豪
6	发明	一种基于数值反演的中深层套管式换热器取热量计算方法	中国	ZL202110793294.8	2022. 11. 29	5617594	中煤科工集团西安研究院有限公司	李永强；张卫东；韩永亮；孙玉亮；王义杰；汪启龙；杨永健；俞强
7	发明	一种中深层地热能及地下能源结构耦合太阳能的供能系统	中国	ZL202410951436.2	2024. 09. 20	7391615	深地科学与工程云龙湖实验室	赵鹏；李晓昭；王雪；王会元；凌云志；褚召祥
8	发明	一种地热井井口信号转接头	中国	ZL202211082704.9	2025. 09. 19	8271006	中煤科工西安研究院 (集团) 有限公司	胡振阳；俞强；赵永哲；张卫东；栗子剑；谷宜豪；张益超

9	发明	一种中深层地热井套管式换热器取热量计算方法	中国	ZL202110793142.8	2022. 12. 06	5632471	中煤科工集团西安研究院有限公司	李永强；张卫东；韩永亮；汪启龙；王义杰；孙玉亮；杨永健；丁栋
10	发明	装配式综合管廊相变储热与热调度一体化系统与方法	中国	ZL202511053176.8	2025. 09. 19	8280316	中国矿业大学	赵鹏；王会元；李晓昭；赵言语；张磊；董召飞

七、主要完成人情况

姓名	项目排名	行政职务	技术职称	工作单位/完成单位	对本项目的贡献
赵鹏	1	无	副研究员	中国矿业大学	整体研究思路提出者，对创新点 1~3 均有重要贡献：主导建立了分层渗流耦合传热理论模型、提出深地多资源协同开发系统动力学原理、研发出深地空间热电协同存储与高效转化系统；主导提出了储用系统 AI-based MPC 控制策略。
赵永哲	2	董事	研究员	西安煤科地热能开发有限公司	对创新点 1 有重要贡献：主导研发热物性参数分层热响应测试系统，研发两种新型高导热固井材料与耐温耐压复合保温管材；并主导开展相关工程应用于技术推广。
陈伟	3	院副总工程师	正高级工程师	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司	对创新点 1 和 3 有重要贡献：协助研发热物性参数分层热响应测试系统，参与研发新型高导热固井材料与复合保温管材；协助系统规划方法与调控算法的研究。

凌云志	4	副部长	副研究员	深地科学与工程云 龙湖实验室	对创新点 2 有重要贡献：参与深地空间多资源协同开发系统动力学原理，协助研发出深地空间热能协同储用系统，协助开展相关工程应用与技术推广。
韩永亮	5	科长	副研究员	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	对创新点 1 和 2 有贡献：协助研发热物性参数分层热响应测试系统，参与研发两种新型高导热固井材料与耐温耐压复合保温管材，协助研发深地空间热能协同储用系统；协助开展相关工程应用与技术推广。
钱辉金	6	所长	正高级工程师	中节能城市节能研究院有限公司	对创新点 2 和 3 有贡献：协助研发出深地空间热电协同存储与高效转化系统，参与提出系统规划滚动双层设计方法，协助研发出系统输配“增源升能”子母拓扑站。
胡振阳	7	所长	高级工程师	西安煤科地热能开发有限公司	对创新点 1 有贡献：协助研发热物性参数分层热响应测试系统，参与研发两种新型高导热固井材料与耐温耐压复合保温管材；协助开展相关工程应用与技术推广。
马勃	8	一级专家	正高级工程师	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司	对创新点 1 和 3 有贡献：参与研发热物性参数分层热响应测试系统，协助两种新型高导热固井材料与耐温耐压复合保温管材的推广应用；协助 AI-based MPC 控制策略的研究。
李晓昭	9	无	教授	中国矿业大学	对创新点 2 和 3 有贡献：协助提出深地多资源协同开发系统动力学原理，参与开发出深地热电储用空间裂隙扩展预测软件，协助研发出深地空间热电协同存储与高效转化系统，协助开发系统控制策略与设计方法。
张卫东	10	无	高级工程师	西安煤科地热能开发有限公司	对创新点 1 有贡献：协助研发热物性参数分层热响应测试系统，参与研发两种新型高导热固井材料与耐温耐压复合保温管材；协助开展相关工程应用与技术推广。

八、主要完成单位情况及创新推广贡献

排名	完成单位	对项目的贡献
1	中煤科工西安研究院(集团)有限公司	中煤科工西安研究院(集团)有限公司作为本项目的牵头单位,对创新点 1、创新点 2、创新点 3 均有重要贡献,主要包括:主导研发全井深热物性参数分层热响应测试系统、常密度和低密度两类新型高导热固井材料、无热桥隔热接箍与耐高温耐压复合保温管材,参与了参与热电协同存储与高效转化系统,协助开发了系统调控策略;作为负责单位,将本项目技术推广应用,并开展了陕西省首批地热开发利用、陕西省中深层地热能建筑供热等示范,对本项目技术的应用与推广作出了重要贡献。
2	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司作为本项目的完成单位之一,对创新点 1、创新点 2、创新点 3 均有重要贡献,主要包括:协助开发全井深热物性参数分层热响应测试系统与智能管控平台,作为牵头单位组建陕西省地热开发利用中试基地与陕西省多元储能工程技术研究中心,推进技术升级;此外,将本项目提出的技术推广应用到咸阳市马泉花苑等多个项目与工程,对本项目技术的推广作出了重要的贡献。
3	中国矿业大学	中国矿业大学作为本项目的完成单位之一,对创新点 1、创新点 2、创新点 3 均有贡献,主要包括:主导建立了可表征非均质变物性条件下传热特性的分层-渗流耦合传热理论模型,开发基于物理神经网络的参数反演算法,提出深地多资源协同开发系统动力学原理,提出 膨胀-压缩双向可逆热集成卡诺循环构型,开发出深地空间热能存储与转化系统控制算法软件。
4	深地科学与工程云龙湖实验室	深地科学与工程云龙湖实验室作为本项目的完成单位之一,对创新点 2 有重要贡献,主要包括:协助阐明了协同存储转化过程能量流、熵流与焓流传递机制,参与建立等熵效率、容积效率及机电效率响应面模型,协助提出了膨胀-压缩双向可逆热集成卡诺循环构型;是深地空间热电协同存储与高效转化系统(TMES)的核心研发单位之一。
5	中节能城市节能研究院有限公司	中节能城市节能研究院有限公司作为本项目的完成单位之一,对创新点 3 有重要贡献,主要包括:建立了系统长期动态演进负荷预测模型;采用动态规划分期、设备配置矩阵生成、最优运行数据集生成,提出设计-运行滚动双层规划方法;研发出能源子母拓扑系统,拓宽了能源利用边界与输配范围。将本项目提出的技术推广应用到西安曲江新区综合能源、高铁新城等多个项目与工程中,对本项目技术的推广作出了重要的贡献。

6	西安煤科地热能开发有限公司	西安煤科地热能开发有限公司作为本项目的完成单位之一，对创新点 1 有贡献，主要包括：协助发明全井深热物性参数分层热响应测试系统，参与研出常密度和低密度两类新型高导热固井材料，推动无热桥隔热接箍与耐温耐压复合保温管材产业化。此外，将本项目提出的技术推广应用至多个项目及工程中，对本项目技术的推广作出了重要的贡献。
---	---------------	---

九、完成人合作关系说明

（1）第 1 完成人赵鹏、第 4 完成人凌云志、第 9 完成人李晓昭共同授权中国专利：一种中深层地热能及地下能源结构耦合太阳能的供能系统，ZL202410939295.2；（2）第 1 完成人赵鹏、第 3 完成人陈伟、第 7 完成人胡振阳、第 10 完成人张卫东共同授权德国专利：VORRICHTUNG ZUR GENAUEN SCHICHTWEISEN IN-SITUMESSUNG THERMOPHYSIKALISCHER PARAMETER VON TIEFENGEOOTHERMIE -SPEICHERMEDIEN（深地热电储能介质热物性参数分层原位精准测试装置），202026104609.4；（3）第 1 完成人赵鹏、第 4 完成人凌云志、第 6 完成人钱辉金、第 9 完成人李晓昭共同授权中国专利：一种基于数据中心余热回收及深地储热的热电转换系统，ZL202510475637.4；（4）第 2 完成人赵永哲、第 7 完成人胡振阳、第 10 完成人张卫东共同授权中国专利：一种地热井测温短节，ZL202210534339.4；（5）第 3 完成人陈伟、第 8 完成人马勃共同授权中国专利：一种筒型热板的制作方法，ZL202510361012.5；（6）第 5 完成人韩永亮、第 10 完成人张卫东共同授权中国专利：一种基于数值反演的中深层套管式换热器取热量计算方法，ZL202110793142.8。