

## 2025 年度山东省科学技术奖（技术发明、科技进步） 候选项目公示信息

奖励类别	技术发明奖
项目名称	深部开采“粉尘-热湿”智能精准治理技术体系创新及应用
提名单位（提名专家）	山东省教育厅
提名意见	<p>矿产资源为我国经济发展与国防建设提供了坚实保障，其中煤炭是能源安全的“压舱石”，支撑能源结构调整和转型发展的“稳定器”，且我国亟需战略资源的核心部件原材料 80%均由各类矿产资源合成。目前，我国已探明的深部矿产资源（千米以下）占比超过 40%，但随着矿山开采深度逐步加大，矿产开发面临的“粉尘-热湿”灾害对矿山安全生产和矿工职业健康构成了严重威胁。研究“粉尘-热湿”高效协同控除理论与技术，可大幅改善矿山生产环境职业危害状况，并高度契合“面向人民生命健康”“健康中国 2030”“深地战略”等国家重大需求。本项目在国家重点研发计划、国家自然科学基金重点项目等科研课题支持下，创立了“尘-热-湿”多物理场耦合理论体系，研发了矿山多元尘害溯源智能精准控除技术装备，开发了高温矿井多源协同动态优化降温及自主调控系统，取得了系列原创性成果，并在全国 50 余家大型矿山推广应用。项目成果极大推动了矿山“粉尘-热湿”协同治理科技进步，保障了作业人员安全健康并显著提高了生产效率，近三年共新增销售额 237906.58 万元，新增利税 91218.74 万元。共授权发明专利 83 项，发表 SCI/EI 论文 227 篇，其中 ESI 高被引论文 21 篇，获国家行业协会/学会科学技术奖一等奖 5 项，填补了国内矿山除尘降温协同治理技术领域空白，对尘热灾害防治具有重要示范作用。</p> <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。该项目创新点突出，有力推动了该领域的科技进步和学科发展，研究成果已得到广泛的推广应用，并取得了显著的经济效益和社会效益。</p>
提名等级	一等奖
项目简介	<p>本项目属于矿山安全领域。</p> <p>为贯彻“健康中国 2030”“深地战略”等国家重大需求，保障我国经济社会发展与高端产业及基础建设的能源安全与战略资源供给，在国家重点研发计划等科研项目支持下，针对矿山“粉尘”“热湿”防治效果不明显，尚未形成协同治理的共性技术，项目历经近十余年“产学研用”协同攻关，破解了高危暴露环境职业安全健康领域的“卡脖子”关键问题，实现了深部开采“粉尘-热湿”智能精准治理技术的应用示范。主要技术发明成果如下：</p> <p>（1）创立了“尘-热-湿”多物理场耦合理论体系。构建了深部矿井围岩-风流共轭传热模型，创立了周期性风温与裂隙水耦合的动态传热方程，提出了复合热害预测模型及评价指标体系；建立了矿山热湿环境细观离散粉尘颗粒动态追踪算法，揭示了气载浮游粉尘时空弥散及展布规律，数值计算精度提高 20% 以上；确定了工况参数、喷嘴结构与雾化效果的非线性机制，给出了不同喷雾压力下尘雾有效碰撞凝并的量化关系，精准预测了分级捕获</p>

50 μm 以下粉尘的雾粒区间；从分子层面阐明了煤尘微观理化特性对其润湿性能的影响规律，获得了粉尘润湿性难易程度定量判别依据。

(2) 研发了矿山多元尘害溯源智能精准控除技术及装备。提出自由基聚合-分子链段重组及植萃技术，创研了润湿-凝聚复合型化学抑尘材料，接触角<28°，表面张力<25 N/m，平均降尘效率提高 20-30%；开发了无线联控尘源跟踪智能雾化控制系统，构建了综采面空间立体化多级多维雾化封闭控除尘技术装备体系；发明了“三捕两脱式”超疏水湿滤混旋洗气机，研发了综掘面旋流风盾智能控风除尘与高效泡沫抑尘技术；集成开发了以爆破烟尘抑制剂、放矿溜井弦栅式过滤除尘、巷道云雾降尘为主的金属矿山“理化结合-靶向净除”粉尘治理技术及装备。现场应用表明，时间加权平均总尘、呼尘降尘率分别大于 96%、93%，智能控制响应时间约 0.08 s。

(3) 开发了高温矿井多源协同动态优化降温及自主调控系统。研制工作面狭腔高效降温装备，构建“防尘水-空冷器-乳化液”多冷源协同系统，首创“分源分级”动态调控算法，冷量利用率从 60%跃升至 89%；研发相变材料构建围岩自适应热屏障，触发“相变蓄热-智能释能”动态调控，实现热源轨迹追踪与热羽流定向导除；集成数字孪生与长短期记忆神经网络构建智能控温中枢，形成多参数动态调控技术范式，冷量时空分配误差<4%。

项目现已应用于国家能源集团、山东能源集团、山东黄金集团、山东招金集团、河南能化集团等全国 50 余家企业，矿山作业环境风流干球温度与相对湿度分别低于 26°C 与 70%，生产现场降尘率达 96% 以上。矿山尘热职业危害显著降低，生产效率大幅提升，近三年共新增销售额 237906.58 万元，新增利税 91218.74 万元，经济效益显著。项目成果保障了工人生命健康，受益矿工超 50 余万人，治理含尘污风超 10000 亿 m<sup>3</sup>，社会、生态效益巨大。此外，授权国内外发明专利 83 项，发表 SCI/EI 论文 227 篇，出版学术著作 9 部，获国家级行业协会/学会科技进步奖一等奖 5 项。

主要完成人情况

排名	姓名	工作单位	完成单位
1	周刚	山东科技大学	山东科技大学
2	张永亮	青岛理工大学	青岛理工大学
3	孙彪	山东科技大学	山东科技大学
4	辛嵩	山东科技大学	山东科技大学
5	吕孝强	山东黄金矿业（玲珑）有限公司	山东黄金矿业（玲珑）有限公司
6	乔亮	乌海市公乌素煤业有限责任公司	乌海市公乌素煤业有限责任公司
7	王鹏飞	湖南科技大学	湖南科技大学
8	刘建国	北京科技大学	北京科技大学
9	杨文字	山东科技大学	山东科技大学
10	徐洪泽	枣庄矿业（集团）有限责任公司	枣庄矿业（集团）有限责任公司
11	李帅龙	山东科技大学	山东科技大学
12	徐翠翠	山东科技大学	山东科技大学

13	张西龙	青岛理工大学	青岛理工大学		
14	柳茹林	山东科技大学	山东科技大学		
15	李继华	山东新阳光环保设备股份有限公司	山东新阳光环保设备股份有限公司		
主要完成单位					
排名	单位名称				
1	山东科技大学				
2	山东黄金矿业（玲珑）有限公司				
3	青岛理工大学				
4	枣庄矿业（集团）有限责任公司				
5	乌海市公乌素煤业有限责任公司				
6	北京科技大学				
7	湖南科技大学				
8	山东新阳光环保设备股份有限公司				
9	济南沃尔菲斯科技有限公司				
主要知识产权和标准规范等目录（限 10 件）					
序号	知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）
1	知识产权	一种大采高综采工作面多级多维雾化粉尘防治方法及装置	中国	2023-11-14	6485508
2	知识产权	考虑环境湿度因素风流-粉尘气固两相流动数值模拟方法	中国	2023-11-10	6479326
3	知识产权	炭鉞の噴霧による粉塵低減用の増潤剤及び調製方法	日本	2022-03-31	特願 2020-564935
4	知识产权	Three-dimensional space dust control and removal method used for dust produced during bracket motion of fully mechanized mining face	澳大利亚	2022-06-30	2018431165
5	知识产权	一种智能水源动力采煤机除尘器及除尘方法	中国	2022-07-12	5297544
6	知识产权	一种组合式掘进机外喷雾装置	中国	2021-01-22	5855492
7	知识产权	一种基于井下压风送水管路的便携式干雾发生装置	中国	2021-03-23	4318081
8	知识产权	一种采场爆破用多组份水炮泥添加剂及其制备方法	中国	2022-11-08	5565535
9	知识产权	一种多散热组合方式深井热湿协同调控系统及湿热调控方法	中国	2024-01-12	6618543
10	知识产权	一种可调节矿山安全通风设备	中国	2022-07-27	6877233