

山东省科学技术奖提名公示内容-技术发明奖

(2023 年度)

一、项目名称

大规模开采粉尘浓度实时检测与动态预警装备研制及应用

二、提名单位

山东科技大学

三、提名意见

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。按照要求，我单位及完成人所在单位均进行了公示，确认完成人排序无异议。

该项目针对大规模开采存在的粉尘检测与预警等难题开展研究，取得了一系列创造性创新成果。该成果大幅提升了粉尘检测理论和技术水平，成果整体达到国际先进水平，部分成果国际领先。该项目取得的发明创新性成果如下：

1、首创了微观-介观-宏观三层面特征体系的粉尘荷电机理模型，揭示了粉尘颗粒接触带电、水合离子湿润带电、微量颗粒物影响带电的定性推演过程；研制了不同结构形式的静电感应粉尘浓度检测元件，实现了粉尘荷电信息的非接触、无损、高精度检测。

2、率先提出了微弱信号的高效自适应去噪处理与分析及粉尘非均匀流动检测补偿技术。创建了自适应 CEEMD-ANN 流型识别模型，补偿了非均匀流动造成的测量误差，消除了噪声、动态颗粒非均匀流动对粉尘检测的影响，形成了静电感应粉尘浓度智能化检测理论。

3、创新了空间尘源网络化协作定位及演进检测技术。发明了网络传感器和智能传感器，解决了不同传感器因系统不兼容而导致的检测信息延时问题，研发了一种粉尘危害源头快速定位系统，实现了粉尘尘源信息的快速定位及物联化演进进程，满足大规模开采对设备网络化、智能化的要求。

4、提出了基于网络化多传感器空间信息融合的动态预警方法。发明了基于神经网络等智能化数据分析方法的多传感器数据融合技术，解决了不同空间内分布传感器之间数据同步问题；结合数据融合结果，研发了 Petri 网推理的动态预警系统，实现了粉尘灾害的实时动态预警。

该项目获授权发明专利 23 项，实用新型 10 项，软件著作权 12 项，标准 1 项，发表学术论文 32 篇。已成功应用于山东能源集团等企业，经济效益和社会效益显著。解决了粉尘浓度高精度快速检测与动态预警难题，引领了粉尘“准、快、稳、宽”全空间智能感知与预警技术的发展，为政府解决粉尘带来的安全隐患和职业健康危害提供决策引导，并助力我国煤炭资源的大规模安全开采。

四、提名等级

二等奖

五、项目简介

本项目积极响应习总书记在二十大报告中提出的“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”号召和《“十四五”能源领域科技创新规划》关于煤矿粉尘源头治理与职业健康保障的战略要求，针对大规模开采设备功率大、通风环境复杂下粉尘高精度实时检测与动态预警的难题，依托于国家自然科学基金、省自然科学基金、省重点、大型仪器等项目，基于“理论机理为基础、先进技术为保障、预警系统为核心”的研究理念，历经 10 年多联合持续攻关，在基础理论和关键技术及装备等方面取得了部分突破，在粉尘连续在线检测理论、微弱信号的高效自适应分析去噪处理、尘源网络化协作定位及演进检测、空间粉尘智能预测与实时动态预警方面取得了创新性成果，研发的拥有自主知识产权的静电感应式粉尘传感器及实时动态预警系统取得了重大经济效益和社会效益，并通过技术辐射等形成了规模效应，引领了粉尘高精度检测与动态预警技术的快速发展。

主要创新发明成果如下：

(1) 首创了微观-介观-宏观三层面特征体系的粉尘荷电机理模型，揭示了粉尘颗粒接触带电、水合离子湿润带电、微量颗粒物影响带电的定性推演过程；发明创新了基于电荷感应原理的粉尘浓度高精度感知关键技术，研制了不同结构形式的静电感应粉尘浓度检测元件，实现了粉尘荷电信息的非接触、无损、高精度检测。

(2) 率先提出了微弱信号的高效自适应去噪处理与分析及粉尘非均匀流动检测补偿技术。结合多重分形去趋势噪声滤除方法，建立了去噪信号与粉尘浓度间的关系；创建了自适应 CEEMD-ANN 流型识别模型，补偿了非均匀流动造成的测量误差，消除了噪声、动态颗粒非均匀流动对粉尘检测的影响，形成了静电感应粉尘浓度智能化检测理论；研发了粉尘浓度实时在线测量装置。

(3) 创新了工作面尘源网络化协作定位及演进检测技术。发明了具有自主知识产权的网络传感器和智能传感器，解决了不同传感器因系统不兼容而导致的检测信息延时问题，研发了一种粉尘危害源头快速定位系统，实现了粉尘尘源信息的快速远距离定位及智能化、物联化演进分析进程，满足大规模开采对设备网络化、智能化的要求。

(4) 提出了基于网络化多传感器空间信息融合的动态预警方法。发明了基于神经网络等智能化数据分析方法的多传感器数据融合技术，解决了不同空间内分布传感器之间数据同步问题；结合数据融合结果，研发了 Petri 网推理的动态预警系统，实现了粉尘灾害的实时动态预警，达到了粉尘灾害动态预警预报的效果。

该项目获授权发明专利 23 项，实用新型 10 项，软件著作权 12 项，标准 1 项，发表学术论文 32 篇。已成功应用于山东能源集团等企业，经济效益和社会效益显著，据不完全统计，近两年新增销售额十五亿多元，解决了粉尘浓度高精度快速检测与动态预警难题，引领了我国粉尘浓度检测理论与预警技术的发展。

六、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	1 一种基于静电感应的矿井粉尘浓度传感器	中国	ZL201310451896.0	2016-8-17	2171051	山东科技大学	程学珍、曹茂永、逢明祥、卫阿盈、徐景东、崔立文	有效	是	是
发明专利	2 矿井粉尘浓度测量装置及其测量方法	中国	ZL201310452572.9	2016-2-24	1961301	山东科技大学	程学珍、逢明祥、卫阿盈、巩乃奇、李成宇	有效	是	是
标准	3 工业环境用静电感应粉尘检测仪	中国	T/HEBQIA79—2022	2022-06-09	T/HEBQIA79—2022	青岛志泊电子信息科技有限公司、山东科技大学，青岛山科海洋环境工程有限公司，山东省邱集煤矿有限公司，山东蓝锆电子科技有限公司，山东里能鲁西矿业有限公司，中国航空油料有限责任公司河北分公司，河北省质量信息协会	程学珍、李继明、曹茂永、胡校苹、王永宝、赵猛、杨尊胜、张存磊、马长江、许传诺、张迎春、王建东、苏伟学	有效	是	是
发明专利	4 一种测量矿井粉尘浓度的智能传感器	中国	ZL201510291941.X	2019-05-21	3384239	山东科技大学	程学珍、冯翠萍、亢菲菲、张延响、马东、李超、张同轻、崔亚涛、吴继鹏、徐景东	有效	是	是
发明专利	5 一种网络传感器	中国	ZL201410469353.6	2018-07-13	2998753	山东科技大学	程学珍、于永进、卫阿盈、郭春芬、尹唱唱、张玉曼、崔立文、王琰、张延响、亢菲菲、冯翠萍	有效	是	是

发明专利	6 一种基于数据融合的矿井煤尘浓度测量的方法及装置	中国	ZL201410195405.5	2016-08-31	2221005	山东科技大学	程学珍,于永进,郭春芬,卫阿盈,陈志巧、曲银凤、逢明祥、冯翠萍	有效	是	是
发明专利	7 一种危险气体泄漏源快速远距离定位及应急保障系统	中国	ZL201710048272.2	2021-01-01	4182305	山东科技大学	程学珍、张存磊、张海龙、于永进、程凤菊、杨捷、尹唱昌	有效	是	是
发明专利	8 一种大气颗粒物SEM图像识别方法及系统	中国	ZL201910435938.9	2021-12-14	4848854	山东科技大学	尹唱昌、刘喜禄、李继明、许传诺、程学珍	有效	是	是
发明专利	9 一种矿井输送带上煤纯度测量系统	中国	ZL201810546252.2	2020-07-24	3898666	山东东山新驿煤矿有限公司、山东科技大学	高守峰、李继明、范吉宏、孙玉超、刘乾、刘国梁	有效	否	是
实用新型	10 一种粉尘环境模拟测量系统	中国	ZL201620740175.0	2016-12-21	5796254	山东科技大学	程学珍、冯翠萍、李超、亢菲菲、于永进、杨婕、尹唱唱、杜彦缤、赵猛、李继明	有效	是	是

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
程学珍	1	无	教授	山东科技大学	山东科技大学
曹茂永	2	副校长	教授	齐鲁工业大学	齐鲁工业大学
李继明	3	无	讲师	山东科技大学	山东科技大学
赵 猛	4	无	副教授	山东科技大学	山东科技大学
于永进	5	无	副教授	山东科技大学	山东科技大学
白星振	6	无	教授	山东科技大学	山东科技大学
逢明祥	7	无	高级实验师	山东科技大学	山东科技大学
高守峰	8	总工程师	高级工程师	山东里能鲁西矿业有限公司	山东能源集团鲁西矿业有限公司
杨尊胜	9	机电矿长	高级工程师	临沂矿业集团菏泽煤电有限公司彭庄煤矿	山东能源集团鲁西矿业有限公司
张存磊	10	总经理	工程师	山东蓝锆电子科技有限公司	山东蓝锆电子科技有限公司

注：“主要完成人情况”摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献。

八、主要完成单位情况

排名	完成单位
1	山东科技大学
2	齐鲁工业大学
3	山东能源集团鲁西矿业有限公司
4	山东蓝锆电子科技有限公司