



山东科技大学

SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

科技成果汇编



2022.07

目 录

一、矿业工程	1
成果 1: 复杂条件下非完整岩体变形破坏分析方法与控制关键技术.....	1
成果 2: 无煤柱沿空巷道支护理论与关键技术.....	3
成果 3: 深部综放/综采面端头顶板稳定性原理及围岩控制技术.....	5
成果 4: 岩土工程支护结构精细智能化数值模拟平台.....	7
成果 5: 近距离煤层上行卸压开采防治冲击地压关键技术.....	9
成果 6: 累积变形加载真三轴试验箱.....	11
成果 7: 三维高密度电法探水技术.....	14
成果 8: 采煤塌陷地建设利用关键技术与工程应用.....	16
成果 9: 相控非均质含水层三维地质建模与富水性预测.....	19
二、矿业安全	21
成果 10: 煤矿巷道机械化掘进粉尘污染控除关键技术.....	21
成果 11: 典型可燃性工业气体粉尘爆炸防控关键技术及装备研究.....	24
成果 12: 综采工作面尘源局部雾化封闭与活性磁化水基质联合降尘技术....	26
成果 13: 矿井瓦斯综合防治技术.....	29
成果 14: 微静电感应式细颗粒物浓度传感器关键技术.....	31
成果 15: 盾构隧道近距离下穿建(构)筑物安全控制技术.....	33
成果 16: 地下工程地质灾变监测预警与智能防控成套关键技术.....	36
成果 17: 矿井煤自燃快速预警与绿色防控技术及应用.....	39
三、电子信息技术类	41
成果 18: 多源卫星火情遥感监测平台.....	41
项目 19: 高精度移动测量系统.....	44
成果 20: 煤矿动力灾害安全感知与预警平台.....	46
成果 21: 森林防火预警监控指挥系统.....	50

四、新材料新能源	52
成果 22: 新型煤矿堵漏风自愈合材料.....	52
成果 23: 金属表面取代镀铬镀镍微合金化处理技术.....	55
项目 24: 板片类零部件精密热冲裁技术.....	57
项目 25: Ni 基多元合金复合涂层技术.....	59
成果 26: 基于燃料电池的分布式供能系统.....	61
成果 27: 高性能燃料电池发动机系统.....	63
五、现代海洋	65
成果 28: 机载测深激光雷达系统.....	65
成果 29: 海洋防灾减灾和智能辅助决策支持.....	68
成果 30: 组合导航系统.....	70
成果 31: 变频式浅地层剖面仪.....	73
成果 32: 全三维多波束数据处理系统软件.....	76
成果 33: 一种石油烃污染海域的原位生态修复装置.....	78
六、高端装备制造	81
成果 34: 矿山井上下煤(岩)仓清理机器人.....	81
成果 35: 高速重载码垛机器人.....	82
成果 36: 炉前 AOI 检测系统和轻量型智能异形插件机器人系统.....	84
成果 37: 四轮驱动纯电动汽车的关键技术研究.....	87
成果 38: 关于生产制造企业数字化转型落地方案.....	89
七、化工及节能环保:	92
成果 39: 尾矿零排放综合利用技术.....	92
项目 40: 水性锈转化纳米涂料.....	94
成果 41: 利用污泥生产环保燃料.....	96
项目 42: 高性能光催化制氢材料.....	97

一、矿业工程

成果 1：复杂条件下非完整岩体变形破坏分析方法与控制关键技术

成果介绍：

发明了裂隙岩体剪切渗流系列试验装备，创建了流固耦合真三维模型试验系统和数值分析方法，形成了裂隙岩体稳定控制关键技术体系，为裂隙岩体剪切渗流参数获取提供了平台，为围岩稳定控制提供了理论依据和科学指导。

所属领域：

矿业工程、土木工程。

技术创新点：

发明了裂隙岩体剪切渗流系列试验装备，创建了流固耦合真三维模型试验系统和数值分析方法，形成了裂隙岩体稳定控制关键技术体系。

应用场景：

项目成果可应用于水利水电、地下水封石油储备库、核电地基、海底隧道、山岭隧道、深部能源开采等领域。

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

所研发的裂隙岩体控制技术和评价方法可在水利水电、地下水封石油储备库、核电地基、海底隧道、山岭隧道、深部能源开采等现场工程中大量推广，取得较好的应用效果。

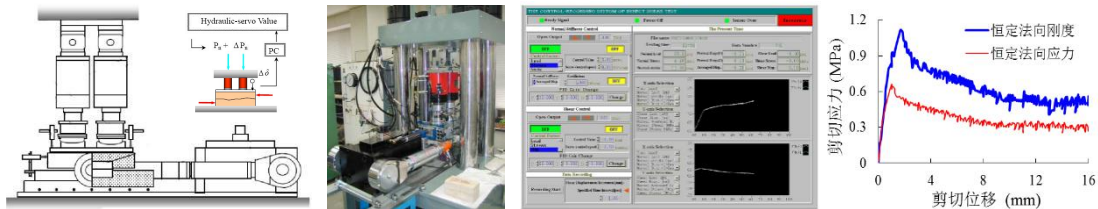
合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

项目成果在我国最大埋深水电站、地下水封石油储备库、大规模八车道公路隧道群、海底煤矿和青岛海底隧道等多个重大工程建设中得到应用，

取得了显著的经济和社会效益。专利技术还在日本京都大学、韩国首尔国立大学等国际知名科研机构推广应用，提高了我国在国际岩石力学领域的影响力。

附图片：包括技术图片、设备模型图片等。



(a) 试验系统示意图 (b) 剪切试验装备 (c) 数字伺服控制系统 (d) 典型试验结果

图 1 岩石节理恒定法向刚度数控剪切试验装备与典型试验结果

专家介绍：

1. 专家信息：蒋宇静，日本工程院外籍院士，教授，博士生导师。现任山东科技大学矿山灾害预防控制重点实验室主任。2000 年获得国家海外杰出青年基金，2008 年当选为泰山学者特聘专家，2009 年入选教育部长江学者和创新团队发展计划“煤矿深部矿压与突水动力灾害机理与防治”学术带头人，山东省“泰山学者优势特色学科人才团队支持计划”和一流学科（机械工程）带头人。

2. 代表性成果：

①代表性项目：

泥质粉砂储层水合物安全高效稳定开采储层变形机理研究（山东省自然科学基金重大基础研究项目），106 万元。

②代表性获奖：具有代表性的获奖情况 1 项

复杂条件下非完整岩体变形破坏分析方法与控制关键技术

③代表性专利 1 项

岩体不连续面恒定法向刚度剪切试验装置及其试验方法

成果 2：无煤柱沿空巷道支护理论与关键技术

成果介绍：

本成果针对无煤柱沿空巷道支护难题，创新了巷旁支护适应性理论，发明了顶板运动现场探测、支护体承载性能原位测试及离层监测预警等方法，提出了柔强组合巷旁支护定量设计关键技术，获得山东省技术发明二等奖。

所属领域：

无煤柱开采、巷道支护

技术创新点：

(1) 发明了探测顶板显著运动厚度范围及侧向断裂位置方法，创新性地构建了具有“让压-承载”双特征的巷旁支护力学模型；

(2) 创新性地提出了缓倾斜柔强组合巷旁支护厚度及强度定量设计技术和大倾角巷旁冒落堆砌研石注浆成墙技术；

(3) 发明了巷道顶板破裂离层监测预警方法、巷旁充填体及底板承载性能原位测试技术，并获得了沿空留巷滞后动压影响范围。

应用场景：

可应用于多种地质条件下长壁开采工作面沿空留巷围岩控制。

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

该成果在巷旁“柔-强”组合支护理论与技术、巷道顶板破裂失稳预警等方面达到了国际领先水平，已获得国家授权发明专利 10 项、发表高水平 SCI 论文 7 篇，具有很强国际竞争力和示范性，推广应用前景广阔。

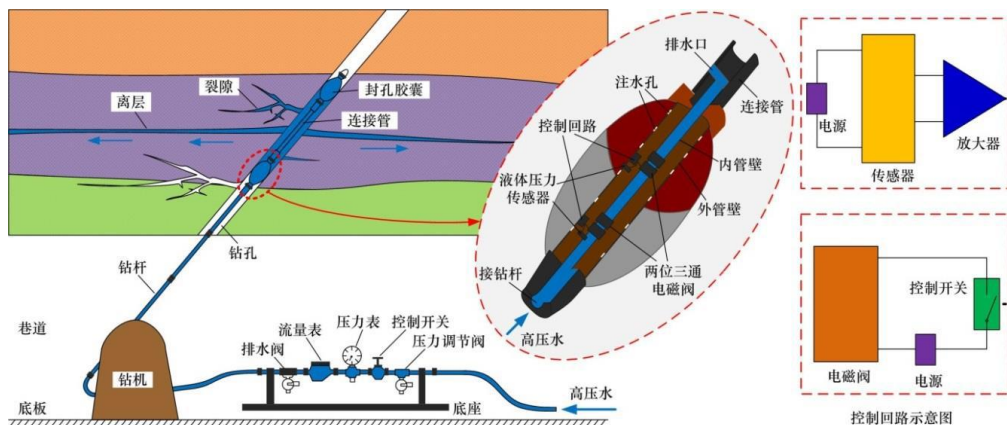
合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

成果在兖州矿区多个煤矿获得成功应用，主要应用于坚硬顶板、大倾

角等工作面巷旁支护技术及参数设计方面，巷道掘进率降低 30%以上，回采率提高 12%左右，基本杜绝了片帮、冒顶等事故，经济和社会效益显著

附图片：



专家介绍：

1. 专家信息：

谭云亮、山东科技大学教授（二级）、博士生导师，冲击地压防治研究院院长，是国家百千万人才工程入选者，国务院政府特殊津贴专家，山东省泰山学者攀登计划专家，煤炭行业科技领军人才，山东省突出贡献中青年专家。

2. 研究方向：

矿山压力与岩层控制，主要从事煤矿开采矿压控制理论与技术、巷道支护及动力灾害防控等研究。

3. 代表性成果：

①代表性项目：

国家重点研发计划课题：深部超大断面密集分选硐室群围岩长期稳定控制技术，合作单位：中国矿业大学等，328 万元，主持；

济宁市能源局：济宁市煤矿技术方案审查与咨询，600 万元，主持。

②代表性获奖：

国家科技进步二等奖：我国东部煤矿深井巷道松软围岩失稳安全控制



关键技术与应用。

③代表性专利：

美国发明专利：Reverse rotary sprinkler drilling pipe system with anti-sticking function and its application method.

成果 3：深部综放/综采面端头顶板稳定性原理及围岩控制技术

成果介绍：

深部综放/综采端头顶板稳定性原理及沿空巷道围岩锚固技术主要包括：（1）深部综放面侧向端头附近围岩的“外三层内两圈”结构力学模型和综放面沿空巷道稳定性控制原理；（2）改进组合梁理论，建立了巷道锚杆、锚索参数计算的公式，实现支护设计的量化；（3）研发了新型的锚杆和钢带，研发了高强高预应力锚杆锚索联合支护技术，实现了深部开采大断面沿空巷道稳定；（4）建立了信息化动态化巷道施工系统。

所属领域： 矿山巷道支护领域

技术创新点：

基于采场沿空侧端头顶板结构力学模型，提出巷道围岩锚固结构模型，分析了该结构和外层围岩结构的关系，形成了一套综放/综采面沿空巷道稳定性控制原理和原则，开发了高强高预应力锚杆锚索联合支护技术。

应用场景： 可用于煤矿、非煤矿山、山岭隧道等的围岩控制与支护。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

随着煤矿开采深度的增大，综放/综采沿空巷道的支护难度较浅部明显增大，给矿井生产带来巨大威胁。所研发的技术可在兖矿集团乃至山东省各大矿区以及华北、东北、河南等地的深部巷道支护中推广应用，前景十分广阔。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术

入股 □作价投资

目前应用状态：

该项成果已经在兖矿集团东滩煤矿进行了试验和应用，沿空巷道围岩变形得到有效控制，支护效果好，保证了安全高效生产。据统计，近三年东滩矿应用本项技术后新增产值 8.9 亿元，新增利税 4.1 亿元，经济效益显著。

专家介绍：

1、专家获得的奖励及荣誉称号：

臧传伟，能源与矿业学院资源工程系主任，中国煤炭学会地下开采委员会委员，获得省级科技进步奖两项，获得中国煤炭科技进步奖六项，获得中国岩石力学协会科技进步奖一项。

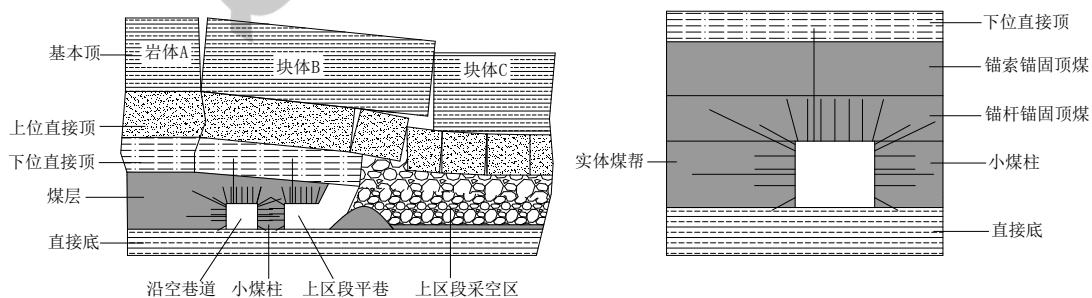
2、专家科研成果：

在矿山领域发表科研论文 20 余篇，获批专利 10 余项，出版专著 3 部。

团队介绍：

团队成员主要有张广超、陈淼等，在矿山岩石力学与巷道围岩控制等方面发表论文 20 余篇，其中 SCI 论文 10 余篇，高被引论文 3 篇，获批专利 10 余项，在矿山岩石力学的基础研究以及巷道的围岩控制技术方面做出了重要的贡献。

附图片：



(a) 围岩外三层结构模型

(b) 围岩内圈锚固结构模型

综放沿空侧端头顶板结构图

成果 4：岩土工程支护结构精细智能化数值模拟平台

成果介绍：

通过对现有有限差分程序进行二次开发建立了精细化数值模拟平台，包括 3 个核心程序：锚杆（索）拉剪破断模拟程序，拱架、衬砌、格构梁等支护结构承载失效模拟程序及岩土-支护结构接触关系模拟程序；同时开发了配套的智能化建模程序及 BIM 程序接口。

所属领域：岩土、矿山、交通工程支护领域

技术创新点：

①开发了锚杆（索）拉弯剪承载与破断失效模拟程序；②开发了拱架、衬砌、格构梁等支护结构承载-屈服-失效全过程模拟程序；③开发了岩土-结构接触关系（楔入、分离与剪切滑移）模拟程序。

应用场景：可为矿山、隧道、地铁、基坑及边坡等岩土支护工程，提供锚杆、锚索、让压锚杆（索）、拱架、衬砌、桩、挡土结构、格构梁等支护结构的精细化数值模拟，为支护方案决策评估、优化设计及科学研究提供技术支持。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

数值模拟目前进行岩土支护设计优化与研究的重要手段，但是现有工程应用尺度的岩土工程数值模拟技术仍存在缺陷，岩土支护设计与优化需要高可靠性的数值模拟平台作为支撑。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

先后针对赵楼煤矿、梁家煤矿、唐口煤矿等 6 座煤矿的 23 条巷道，为千米深井巷道、极软岩巷道、沿空留巷支护失效研究及支护优化提供技术支持；成功应用于济南市深基坑开挖支护对临近既有地铁 R3 线区间隧道影

响安全评估工作中；应用于广西浦清高速隧道断层、软岩等不良地质区域支护结构与参数优化工作中。

专家介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

李为腾，土木工程与建筑学院科研副院长，获中国专利优秀奖（第3位）、山东省专利奖二等奖（第3位）各1项。

2. 专家科研成果：发表 SCI/EI 论文 50 余篇，在《岩石力学与工程学报》、《煤炭学报》等期刊发表 SCI/EI 论文 18 篇，授权国家发明专利 11 项。

团队介绍：

岩土力学与灾害防控创新团队，主要成员有李为腾、冯强、杨旭旭、秦哲、贺鹏、孙尚渠及王洪波，顾问李廷春、王刚教授，一直从事岩土灾害防控工作，社会经济效益显著。

附图片：

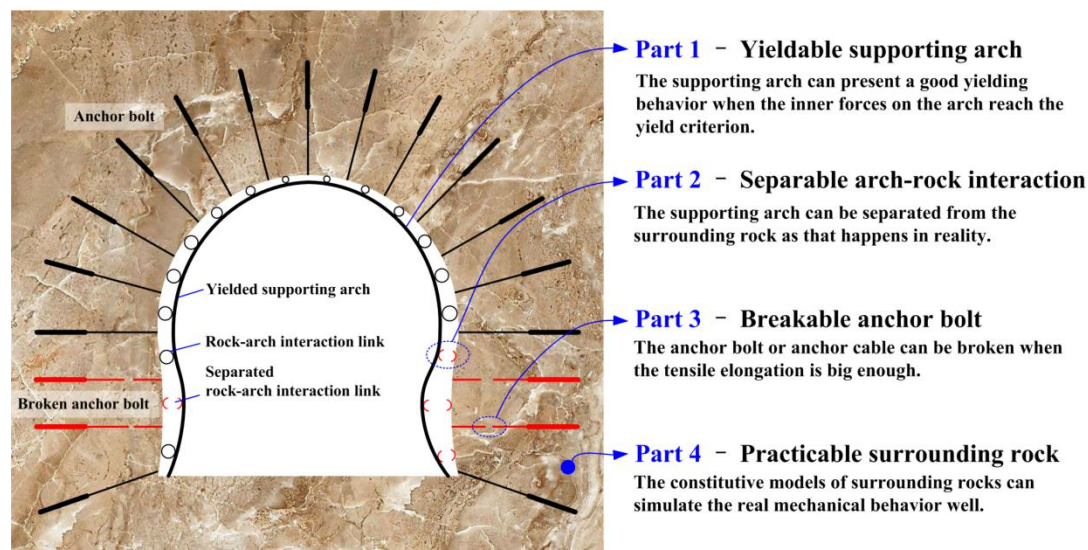


图 1：岩土支护结构数值模拟平台核心构成（以巷道支护为例）

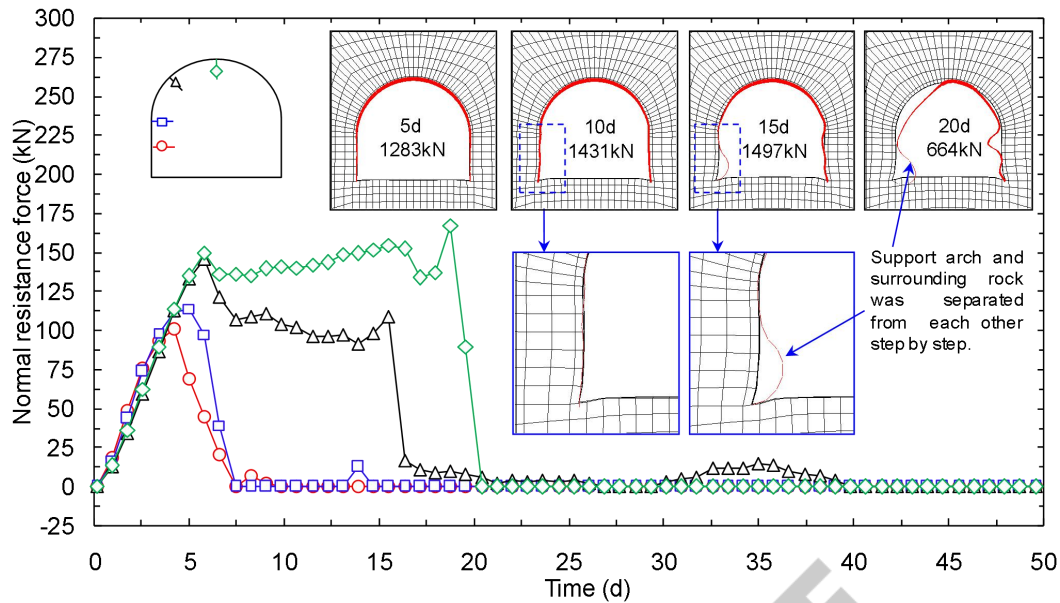


图 2：赵楼煤矿深部软岩巷道拱架-锚杆联合支护优化

成果 5：近距离煤层上行卸压开采防治冲击地压关键技术

成果介绍：

本成果采用声波速度和裂隙分形特征修正 Hoek-Brown 准则，并用于研究煤矿大范围岩层受多次采动影响损伤破坏演化规律；揭示上下煤层两次采动影响下间隔层内破裂分布及梯度变化规律，获得满足有效卸压与间隔层稳定并举的厚度力学判据，为深部科学上行卸压开采提供理论支持。

所属领域： 煤矿开采领域

技术创新点：

采用岩石波速与不同加载水平下岩石破裂展布分维对 Hoek-Brown 准则进行了修正；发明了间隔层破裂范围与结构特征探测系统；建立了煤层群开采间隔层破断结构演化模型，得到了满足有效卸压与间隔层稳定并举的厚度力学判据，为通过上行卸压开采防治冲击地压提供了有力技术支持。

应用场景：

主要应用于解决多次采动条件下间隔层破断造成的强矿压采煤工作面支护难题，可显著提高煤炭开采效率和安全性，极大减少了煤炭资源的浪费，有效的避免了冲击地压等动力灾害的发生。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

实践表明，上行卸压开采是防治冲击地压等动力灾害最有效的根本措施之一，而间隔层稳定性是上行卸压开采安全的关键问题。本成果形成了上行卸压开采成套技术，为卸压开采的有效性和安全性提供了理论和技术支持，推广前景广阔。

八、合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

本项目研究成果在新汶矿区、京西矿区等多个煤矿成功应用，显著降低了采掘工作面冲击危险性，为企业多回收煤炭近 340 万吨。该研究成果解放了大量的强冲击危险性煤炭资源，显著提高了工作面开采效率和安全性。

专家介绍：

1、专家获得的奖励及荣誉称号：

谭云亮，能源与矿业工程学院二级教授、博士、博士生导师，新世纪百千万人才工程国家级人才入选者、享受国务院政府津贴专家、国家安全生产专家、教育部矿业工程教学指导委员会委员、山东省矿山灾害预防控重点实验室主任、中国煤炭工业安全科技学会顶板防治专业委员会主任、山东科技大学冲击地压防治研究院院长、山东省泰山学者特聘专家、山东省智库高端人才，获得国家科技进步奖 1 项、省部级科技进步奖 23 项。

2、专家科研成果：

发表学术论文 280 余篇，多篇发表在 Int. J. Rock Mech. Min. Sci.、

岩石力学与工程学报、煤炭学报等国内外顶级期刊上，其中 SCI、EI 收录 150 余篇，总被引 2000 多次；获得授权国家发明专利 60 多项，出版著作 10 部。

团队介绍：

团队成员有教授 3 人、副教授 6 人、讲师 5 人，以及博士、硕士研究生 30 余人，围绕矿山压力与岩层控制、冲击地压防治、深部巷道围岩控制等取得了多项创新成果，在山能集团、北京昊华公司等推广应用，社会效益显著。

附图片：

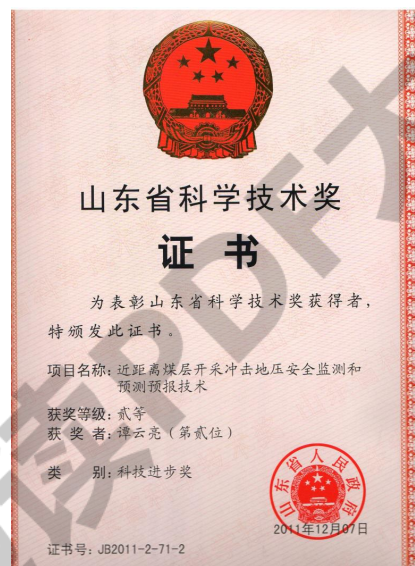


图 1 获山东省科技进步二等奖

成果 6：累积变形加载真三轴试验箱

成果介绍：

突破了累积变形加载真三轴实验技术，利用液压钢囊累积变形内部加压降低边界效应，双阀并联控制实现高应力稳定加卸载。依托该技术获国家科技进步二等奖等省级以上奖励 4 项，应用至 20 余所科研院所，创造巨

大的经济效益。

所属领域：

岩石力学试验技术

技术创新点：

(1) 利用具有良好韧性的液压钢囊所产生的累积变形进行不同方向内部加压，降低了真三轴加载边界效应。

(2) 各液压钢囊单独布设，实现不同方向独立“内部加压”，采用溢流节流阀和比例电磁换向阀并联方式实现高应力稳定加卸载。

应用场景：

(1) 岩石力学试验技术领域，主要进行煤、岩的三轴以及卸载等基础岩石力学试验。

(2) 矿山、岩土以及水利水电等重大机械装备领域。

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

本技术创新了传统的真三轴试验箱的加载方式，提供一种结构简单、成本低廉、操作简便的累计变形加载真三轴试验箱，实现真三轴试验的稳定加载，提高试验结果准确性，推动岩石力学试验技术进步、发展以及推广应用。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态

本技术通过青岛乾坤兴智能科技有限公司进行设备加工制造及实施产业化开发。推广应用至河北工程大学、贵州理工学院、海安华达石油仪器有限公司等 20 余所科研院所和高校，创造了巨大的经济效益。

附图片：



图 1 累积变形加载真三轴试验箱实物照片

专家介绍：

1. 专家信息：

陈绍杰，二级教授，博士生导师，现任能源学院院长，兼任重点实验室（培育基地）副主任，教育部长江学者特聘教授、全国优秀科技工作者、中国煤炭首席科学传播专家、全国最美煤炭科技工作者。

2. 研究方向：

特殊开采，主要开展矿山岩石力学、开采沉陷控制与塌陷地工程建设适宜性治理方面的研究工作。

3. 代表性成果：

①代表性项目：

大型建筑物荷载下条采采空地层运动规律与稳定特征（国家自然科学基金委员会，国家自然科学基金面上项目，58万）

深部岩层注浆与渗流模拟设备系统（中国煤炭地质总局勘查研究总院，347.65万）

②代表性获奖：

国家科学技术进步二等奖（煤矿深部开采突水动力灾害预测与防治关

键技术，2017年）

③代表性专利：

累积变形加载真三轴试验箱

成果 7：三维高密度电法探水技术

成果介绍：

三维高密度电法探水技术是目前所有电法探水技术中，唯一能够形成三维立体数据体并能三轴方向进行任意剖分的国内外最先进的探水技术。

所属领域：地球物理与探测信息技术

技术创新点：

立体化且任意切片、探测深（高）度大、超前探测距长，抗干扰性强、准确度高。

应用场景：

井下工作面顶底板水探测、巷道掘进超前探测；注浆效果监测；溶洞及采空区探查等。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析： 广泛应用矿井水害防治及水文地质调查

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

该技术已经在山东、江苏、河南、河北、山西、陕西、宁夏、内蒙、新疆等省份各大矿区得到了广泛的应用，创造了数千万元的经济效益。

专家团队介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

施龙青，地球科学与工程学院，获省部级一等奖 1 项、二等奖 3 项、三等奖 15 项。博士论文获全国优秀博士学位论文提名奖、省优秀博士学位论文奖。“山东省优秀研究生指导教师”、“山东省首批创新创业教育导师”。目前任《煤田地质勘探》编委。

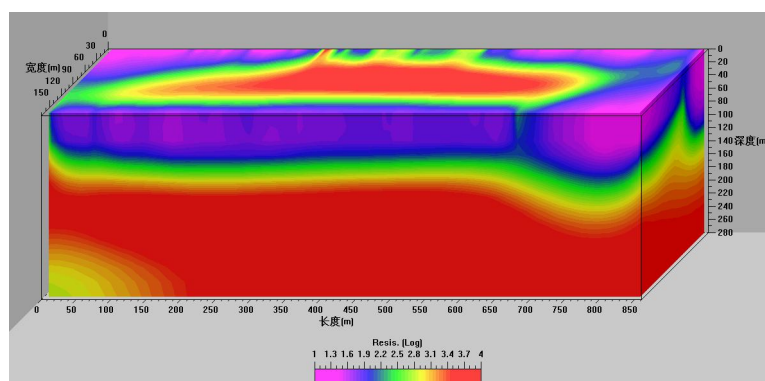
2. 专家科研成果：出版著作 13 部；发表论文 221 篇，其中被 SCI、EI 收录 112 篇；国内发明专利 32 项；获省部级科研成果奖 19 项。

团队介绍：

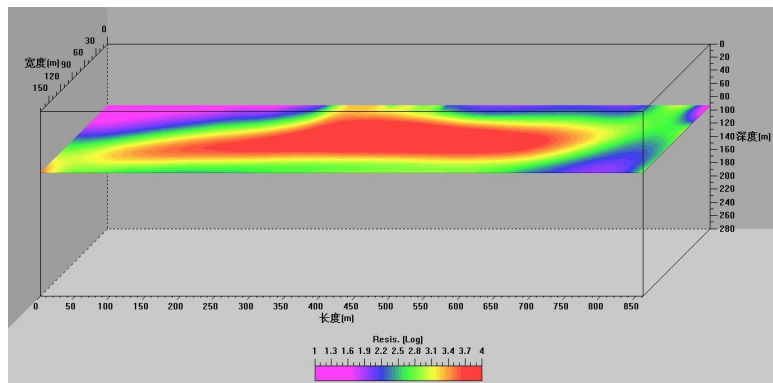
魏久传，教授，承担国家自然科学基金项目 5 项、省部级项目 6 项，参加国家重大科技专项 2 项；出版著作 6 部，主编教材 8 部，授权发明专利 10 项，在国内外刊物及会议发表学术论文 130 余篇。获国家科技进步二等奖 1 项、省部级科技进步一等奖 2 项、二等奖 6 项。目前担任《煤田地质勘探》编委，国家一级安全评价师。获“2014 年度山东省优秀地质科技工作者”称号；2015 年被评为山东省教学名师、青岛拔尖人才。

翟培合，副教授，承担国家自然科学基金项目 2 项、省部级项目 3 项；出版著作 3 部，授权发明专利 10 项，在国内外刊物及会议发表学术论文 70 余篇。获省部级科技进步一等奖 1 项、二等奖 2 项。

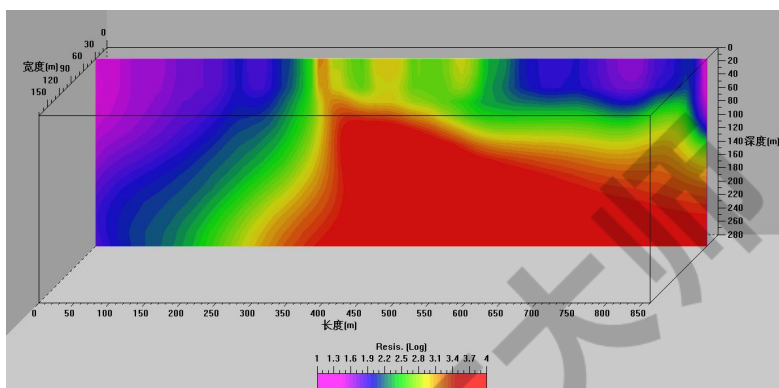
附图片：



工作面底板地层电阻率三维数据体



工作面底板地层电阻率三维数据体顺层切片（可切任意深度）



工作面底板地层电阻率三维数据体垂层切片（任意切片）

工作面底板地层电阻率三维数据体纵向切片（任意切片）

成果 8：采煤塌陷地建设利用关键技术与工程应用

成果介绍：

针对我国城市近郊采煤塌陷地开发利用中存在的问题，采用理论创新、实验研究、技术改革和综合治理的技术路线，历经十多年艰苦攻关，建立了采空区长期稳定及活化失稳理论，提出了采空区稳定性评价方法并研发了采空区稳定性智能评价系统，研发了采空区快速注浆系统、工艺及系列装备，构建了高层、大跨度建（构）筑物抗变形技术体系，形成了集采空区勘察与评价、采空区治理和抗变形技术于一体的采煤塌陷地建设利用关键理论与技术体系。

所属领域：矿业工程、岩土工程、结构工程

技术创新点：

构建了采空区覆岩平衡结构力学模型，揭示了建筑荷载作用下采空区覆岩结构形变演化规律及采空区失稳机理；建立了建筑荷载作用下采空区顶板岩梁失稳的尖点突变模型，提出了采空区顶板岩梁结构突变失稳判据；提出了基于采空区覆岩承载结构的注浆加固技术，研发了采空区快速注浆系统、工艺及系列装备，实现了采空区快速、高效注浆。

应用场景：采煤塌陷地治理

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

我国煤矿城市 150 余座，煤炭资源经过多年的大规模开发利用，形成了大量的采煤塌陷地，据不完全统计，我国采煤塌陷地已达 200 余万公顷，采煤塌陷地（尤其是城市近郊采煤塌陷地）已经严重制约了城市发展，随着我国经济社会的发展，将会有越来越多的建构物修建在采煤塌陷地上，市场应用前景广阔。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

研究成果在山东济南、济宁等多地进行了推广应用，建立了山东蓝海领航电子商务产业园、山东银鹭食品有限公司等多个采煤塌陷地建设利用示范基地，成功将 2300 余亩采煤塌陷地转化为建设用地，新增经济效益 8.3 亿余元。

专家介绍：

1、专家获得的奖励及荣誉称号：

陈绍杰，能源与矿业工程学院，入选教育部新世纪优秀人才、山东省泰山学者青年专家计划，山东省有突出贡献的中青年专家，是中国青年科

技奖、全国优秀科技工作者获得者；获国家科技进步二等奖 1 项（第三位）、山东省科技进步一等奖 1 项（首位）、教育部科技进步二等奖 1 项（首位）等省部级科技奖励 15 项。

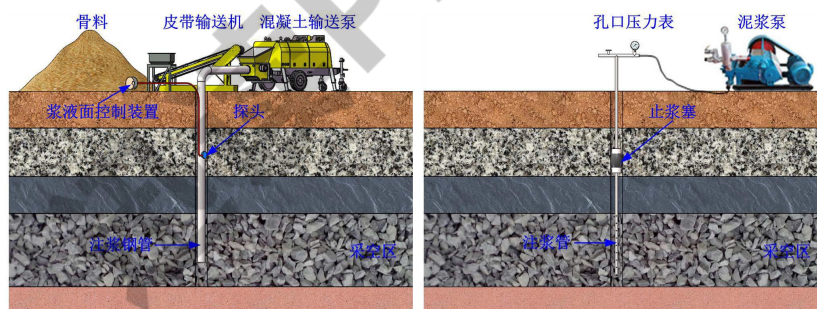
2、专家科研成果：

在岩石力学与工程学报、煤炭学报等国内外期刊上发表学术论文 69 篇，其中 SCI、EI 收录 42 篇（其中 ESI 高被引论文 4 篇），论文总他引 650 次；出版论著 2 部；授权国家发明专利 36 项，其中 17 项转化应用。

团队介绍：

团队现有核心成员 13 人（其中教授 5 人、副教授 3 人，讲师 5 人），团队紧紧围绕“开采沉陷控制与环境保护”这一方向，先后获得国家科技进步二等奖 1 项、山东省科技进步一等奖 1 项、教育部科技进步二等奖和山东省科技进步二等奖各 1 项，累计解放“三下”压煤 3 亿余吨，保护了 180 余条（座）铁路、桥梁、村庄等，创造了巨大的经济社会效益。

附图片：



采空区初注系统（无压自流）

采空区复注系统（加压扩散）



采煤塌陷地建设利用示范基地-山东蓝海领航电子商务产业园



山东省科技进步一等奖

成果 9：相控非均质含水层三维地质建模与富水性预测

成果介绍：

针对煤系砂岩等非均质含水层，基岩单孔岩性结构精细划分、剖面岩性组合及砂体对比，构建含、隔水层三维结构模型；进行沉积微相分析，建立沉积微相三维地质模型；建立非均质含水层富水性评价指标体系，构建相控非均质含水层富水性三维预测模型，实现了含水层富水性的三维空间预测。研究成果获山东省科技进步二等奖、国家能源集团科技进步一等奖。

所属领域：

矿山水文地质与水害防治。

技术创新点：

- (1) 岩性结构及其组合精细划分，含隔水层三维地质模型。
- (2) 非均质含水层富水性指标体系，富水性三维空间模型。

应用场景：

煤系非均质碎屑岩类含水层富水性及其分级分区预测，为水害防治工程设计及施工提供科学依据。

技术成熟度：初试小试中试量产

市场前景分析：

在我国各矿区，煤系中的碎屑岩类含水层往往是矿井主要充水含水层，其富水性决定了矿井涌水大小及水害危险程度。非均质含水层富水性预测丰富了矿井水害防治理论，为煤层顶底板水害防治、涌水量动态预测提供了科学依据，具有广阔的应用前景。

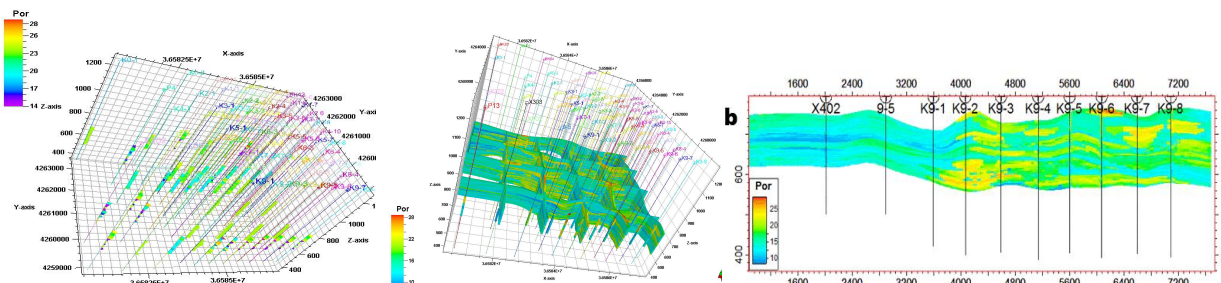
合作方式：技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

研究成果在山东兖州、济宁、新汶等矿区，宁夏宁东矿区，陕蒙呼吉

尔特、纳林河矿区、榆横等矿区，新疆伊犁矿区等得到了广泛的应用，产生了巨大的经济和社会效益。

附图片：



(a) 孔隙度测井解释

(b) 含水层三维富水性栅栏图

(c) 含水层富水性剖面图

相控非均质含水层富水性三维模型图

专家介绍：

1. 专家信息：魏久传，山东科技大学地科学院教授，山东省教学名师，青岛拔尖人才，中国煤炭工业技术委员会矿区勘探及水害防治专家委员会委员，中国煤炭学会矿井地质专业委员会委员。获国家科技进步二等奖 1 项，省部级一等奖 2 项，二等奖 7 项。发表学术论文 160 余篇，其中 SCI、EI 检索论文 60 余篇。

2. 研究方向：

①煤炭资源勘查，主要开展地质-水文地质勘查、矿井补充勘查、水文地质探查（物探、钻探）等方面的设计、施工及地质报告编制；②矿井水文地质与水害防治，主要开展矿井水文地质研究，各类水害发生机理、预测预报、防治水工程设计等。

3. 代表性成果

①代表性项目：国家自然科学基金：深矿井高承压水底板异常破坏致灾机理及其应用，80 万元。

宁东矿区矿井突水危险性分区分级预测研究，中国能源宁夏煤业集团公司，377 万元。

②代表性获奖：国家能源集团科技进步一等奖，神华宁东矿区煤层顶

板巨厚含水层突水危险性分级分区预测, 2018年3月。

③代表性专利: 煤系含隔水层三维可视化建模方法(专利号: ZL2017100247234.3)

二、矿业安全

成果 10: 煤矿巷道机械化掘进粉尘污染控除关键技术

成果介绍:

(1) 发明了可快速覆盖巷道全断面的多向旋流风幕控尘技术, 短距离内快速形成风流, 方向均指向工作面、阻隔粉尘扩散的风幕, 提高了抽尘净化效果; 构建了由轻质三向旋流风幕装置、高效湿式除尘风机、增润剂定量添加装置等构成的高效小型化风雾双幕协同增效控除尘成套装备体系;

(2) 研究了减阻调堵技术, 发明了矿用混凝土喷射机(组)及强制搅拌机、喷射辅助机械臂等装备; 实现了管道堵塞和喷射粉尘的有效预防和主动调控, 破解了井下施工水泥尘无法源头上根本控制的难题。

所属领域: 矿山安全 综合防尘

技术创新点:

(1) 发明了由轻质三向旋流风幕装置、高效湿式除尘风机、增润剂定量添加装置等构成的高效小型化风雾双幕协同增效控除尘成套装备。

(2) 发明了矿用混凝土喷射机(组)及强制搅拌机、喷射辅助机械臂、速凝剂自动添加装置等湿式喷射设备。实现了井下狭小巷道空间低尘化快速高质量混凝土喷射。

应用场景：

该科技成果包括高效小型化风雾双幕协同增效控除尘装备以及成套混凝土湿式喷射装备体系分别应用于对煤矿综掘工作面和喷浆作业区域粉尘污染的高效控除，解决煤矿矿工尘肺病高发难题。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

目前全国煤矿巷道掘进机械化率达到 90% 以上，新掘进巷道约 1.3 万条左右。该科技成果从源头上实现了对综掘面和喷浆作业区域粉尘污染的高效控除，满足了我国机械化掘进技术快速发展对粉尘污染防治的需求，为煤炭行业粉尘防治技术的完善和发展起到典范作用。该研究成果可进一步推广应用于非煤矿山、隧道与地下工程等机械化掘进中的粉尘防治。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资 其他

目前应用状态：

成果已先后在霍州煤电、山东能源集团、兖矿集团等下属煤矿 200 多个巷道应用，近三年新增产值共计 202692 万元，部分案例如下：

案例 1：枣矿集团煤巷与霍州煤电岩巷

综掘面作业区平均总尘、呼尘降尘率依次分别为 96.5%、95.7% 与 97.4%、96.8%，污染最严重的掘进司机处总尘、呼尘浓度为 14.8mg/m³、8.3mg/m³ 与 16.2mg/m³、10.3mg/m³。

案例 2：新巨龙能源有限责任公司

项目成果应用后，总尘浓度降至 9.7mg/m³，工作效率 $\geq 7\text{m}^3/\text{h}$ ，混凝土输送阻力降低 20%，泵送距离 $\geq 260\text{m}$ ，堵管概率降低 60%，回弹率降至 9.4%。

专家介绍：

专家获得的奖励及荣誉称号：

程卫民，现为安全与环境工程学院院长、国家安全生产专家、中国公

共安全科学技术学会理事、泰山学者特聘教授、享受国务院政府特殊津贴。首位获得省部级科技进步一等奖 2 项，二等奖 5 项，协会一等奖 2 项，二等奖 8 项。

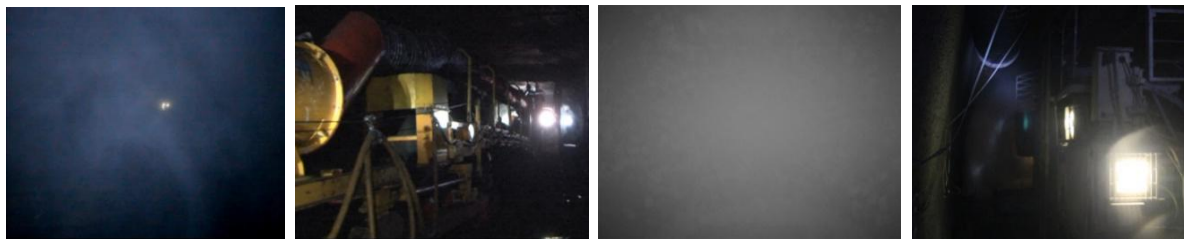
团队介绍：

团队近年先后承担粉尘类国家级项目 20 余项。在国内大型煤炭集团承担了相关项目 60 余项，经费达到 5000 余万元。在综掘面气载粉尘抑制技术、湿式喷浆减尘装备等方面已处于国内领先地位。

附图片：



图 1 协同增效控尘装备布置示意图 图 2 风幕装置 图 3 除尘风机 图 4 增润剂添加装置



(a) 应用前

(b) 应用后

(a) 应用前

(b) 应用后

图 5 煤巷综掘面应用前后实况

图 6 岩巷综掘面应用前后实况



图 7 速凝剂添加装置

图 8 SPBT-7 型泵送湿喷机

图 9 JSB10-L 型喷射机组

图 10 PF28-L 型喷浆机械手



图 11 干喷作业环境

图 12 SPBT-7 型湿喷机井下应用

图 13 湿喷作业环境



图 14 科技成果代表性奖励证书

成果 11：典型可燃性工业气体粉尘爆炸防控关键技术及装备研究成果介绍：

对典型可燃性工业气体粉尘爆炸防控装备和应用工艺进行了优化，研发了响应速度快、稳定性好、抗干扰能力强的爆炸信号传感器，以及产气温度低、爆炸性环境本质安全、喷洒效率高的自动喷粉抑爆装备。成果取得了良好的经济效益和社会效益。

所属领域：

可燃性气体、粉尘爆炸防控领域

技术创新点：

对工业气体粉尘爆炸防控装备的传感器（火焰识别、最佳响应时间、防污染装置、最佳应用玻璃、抗干扰能力）、喷洒器（产气剂、粉剂泄漏检测、消焰降温装置、喷粉效率、喷粉扩散头）进行了创新性改进。

应用场景：

- (1) 在煤矿井下和管道；
- (2) 在煤化工工厂：皮带的转载点、皮带长廊、收集粉剂的收尘器、气化以后的具有可燃爆炸气体爆炸的场所；
- (3) 金属打磨工厂；
- (4) 天然气加气站；
- (5) 家具厂的电锯产尘场所；
- (6) 化工厂具有可燃爆气体爆炸的场所；
- (7) 港口加工区的棉锭仓库。

技术成熟度：初试小试中试量产

市场前景分析：

成果应用于具有可燃性气体粉尘爆炸的工业生产场所，可大大降低工业气体粉尘爆炸事故引起的人员伤亡以及财产损失。保障工业生产场所的安全、高效生产，维护社会的和谐、稳定，具有非常广阔的市场前景。

合作方式：技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态

目前成果已在国内 30 多个煤矿、6 个煤化工企业、1 个港口、22 个化工企业得到应用，取得了较大的经济效益和良好的社会效益。

附图片：



自动喷粉抑爆装备



水封阻火泄爆装置



缓冲式爆炸隔离装置

成果 12：综采工作面尘源局部雾化封闭与活性磁化水基质联合降尘技术

成果介绍：

通过采煤机水动力除尘器、负压卷吸除尘器、雾化引射喷雾装置等高效控除尘装备构筑局部雾化空间封闭截割、移架粉尘的逸散区域，抑制截割粉尘向液压支架方向的人员作业区域逃逸，并将滞留于人行道中的移架粉尘带离人员作业区域。此外，为进一步提高雾化捕尘效率，研发了与之配套的高效环保型降尘剂与活性磁化水高效磁化装置，制备得到了具有强湿润性、高雾化能力的新型活性磁化水降尘介质。最终构建了尘源局部雾化封闭与活性磁化水基质联合高效降尘技术体系。

所属领域： 矿山安全； 职业健康； 节能环保

技术创新点：

研发了采煤机新型水动力除尘器、负压卷吸除尘器、雾化引射喷雾装置以及活性磁化水基质自动添加装置等高效控除尘装备，构建了尘源局部雾化封闭与活性磁化水基质联合高效降尘技术体系。

应用场景： 煤矿井下综采(放)工作面、非煤矿山主要作业区域。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

该研究成果有效解决了综采工作面粉尘防治问题，为井下作业人员营

造了一个良好的工作环境，减少了尘肺病等职业病的发生。研究成果不但对井下掘进工作面、运煤、打钻处粉尘防治方面适用，对非煤矿山井下粉尘的防治也有良好地市场前景。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

目前，研究成果已先后在我国大型矿业集团的近 20 个综采面成功推广应用，据完成单位及其应用单位经济效益统计 2017-2019 年共新增销售额 19746 万元，新增税收 3357 万元，取得了显著的经济效益。成果应用后现场实测综采作业区域平均总尘与呼尘降尘率分别超过 95%、93%，生产环境得到了明显改善，保障了井下作业人员的身心健康，有效降低了尘肺病的发生率，社会效益巨大。

专家介绍：

1、专家获得的奖励及荣誉称号：

周刚，男，博士（后），教授，博士生导师。现任中国煤炭学会科学传播专家、山东煤炭学会常务理事、山东省应急管理专家、《煤炭学报》科学编辑。获得包括首位在内的教育部科技进步二等奖、中国职业安全健康协会科技进步一等奖等省部级科技奖励 32 项；荣获山东省青年科技奖、孙越崎能源青年科技奖、全国煤炭青年科学技术奖、中国职业安全健康协会青年科技奖、煤炭工业科技创新人才等荣誉称号。

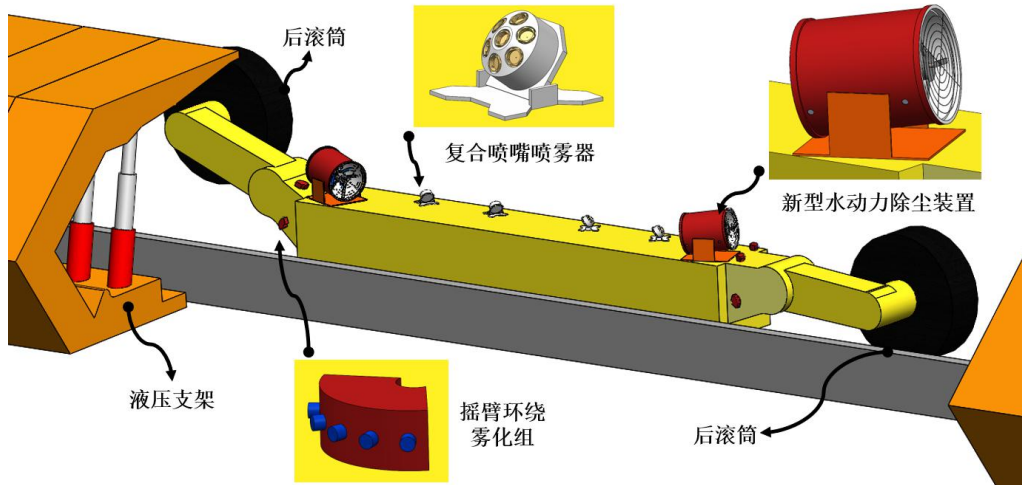
2、专家科研成果：团队成员在《Journal of Cleaner Production》、《Powder Technology》、《煤炭学报》等国内外业内知名期刊发表学术论文 130 余篇，其中 SCI 收录 54 篇（ESI 热点和高被引论文 7 篇）、EI 收录 43 篇，出版相关专著 6 部，获得国内外授权发明专利 61 项。

团队介绍：

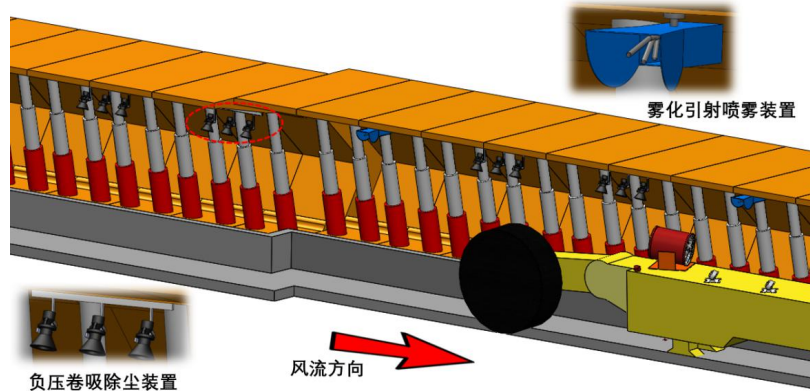
团队由 23 人组成，包括青年教师 7 名，博士研究生 6 名，硕士研究生

10名。团队在矿山粉尘灾害预防控制方面取得的科研成果已在神华集团、平煤集团、山东能源集团等多家矿业集团推广使用，保证了矿井的安全、高效生产，取得了显著的经济和社会效益。

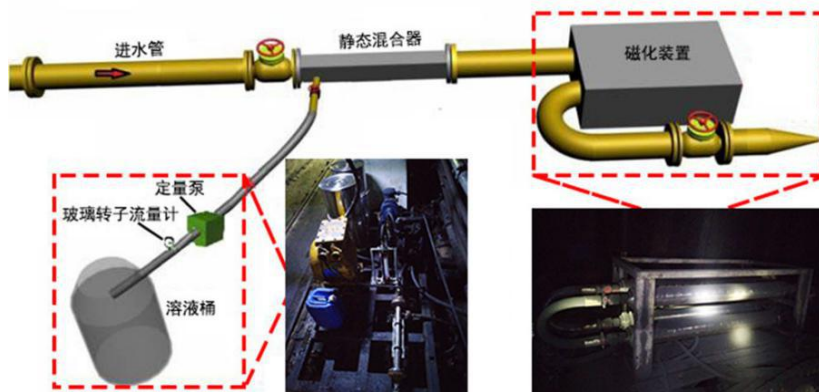
附图片：



采煤区域尘源局部雾化封闭示意图



液压支架区域尘源局部雾化封闭示意图



活性磁化水高效制备系统



液压支架负压卷吸除尘装置



采煤机水动力湿式除尘器

成果 13：矿井瓦斯综合防治技术

成果介绍：

针对复杂开采和地质条件下的矿井瓦斯防治技术开展了系统研究，形成了以瓦斯含量快速测定、注水压裂驱替、强化增透抽采、三维定向抽放、瓦斯-火耦合灾害协同防治、煤岩复合动力灾害防治等为核心的矿井瓦斯防治技术体系。

所属领域：矿山灾害预测与防治

技术创新点：

(1) 通过进行煤与瓦斯突出的数值及物理模拟，构建了煤与瓦斯突出能量条件和突出强度预测模型，揭示了瓦斯含量预测突出的基础理论及其作用机制；得出了煤层瓦斯含量各影响因素的主次关系及最佳取样工艺，构建了测算瓦斯“损失量”的指数模型，开发了煤层瓦斯含量直接测定系统软件，提出了取碎屑状煤芯快速测定煤层瓦斯含量的方法；

(2) 揭示了煤体注水“损伤-渗流-驱气”的动力学特征。研发了深部煤体水压致裂增透-润湿动态实验系统，实现了加载控制装置边界效应的消除、各向异性渗流全密封和渗流性能的动态检测；分析了实验围压和孔隙水压对煤体结构损伤和渗流特性的影响规律，基于分形几何理论构建了渗

透率的分形模型，建立了含瓦斯煤层注水的非线性渗流动力学模型，揭示了煤体注水驱气动力学特性。

(3) 研发了一体化深孔负压取碎屑煤样技术及装备、气水煤分离装置等系列工艺及装备，建立了以瓦斯含量测试为主的突出危险性区域预测技术，进行了工程应用并扩展至保护层效果考察中。

(4) 提出了工作面瓦斯与火预警技术及应急管理体系及大面积采空区瓦斯与自然发火灾害动态监测技术；形成了包含采空区动态隔离技术、高位钻孔瓦斯抽放与防灭火一体化技术等深部综放工作面瓦斯与火灾害协同防控技术，并成功进行了工程应用。

应用场景：

应用于复杂条件下矿井瓦斯灾害的高效防治，对于深部开采矿井、瓦斯-火耦合灾害威胁矿井、煤岩复合动力灾害威胁矿井的瓦斯高效治理具有重要的指导和工程实践意义。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

本成果技术体系完善，能够适用于不同煤层赋存和开采条件下瓦斯灾害防治的需求，现场应用效果好，工艺成熟，具有广阔的应用和推广空间，市场需求巨大。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

在贵州、重庆、山西、新疆等不同开采条件矿井进行了应用，针对青东煤矿、五轮山煤矿、乌东煤矿等不同矿井面临的瓦斯治理技术难题，提出了针对性的瓦斯治理方案，在有效进行灾害防治的同时，节约了资金投入，经济效益显著。

专家介绍：

1、专家获得的奖励及荣誉称号

王刚，教授、工学博士、博士生导师，担任矿山灾害预防控制国家重点实验室培育基地副主任，兼任山东省岩石力学与工程学会理事、《中国煤层气》杂志编委、《中国安全科学学报》青年编委，并受邀担任《FUEL》、等 30 余个行业权威期刊编委及特邀评审专家。

2、专家科研成果

在《FUEL》、《INT J COAL GEOL》等行业权威期刊以第一或通讯作者发表 SCI 论文 27 篇、EI 论文 28 篇。以第一发明人获发明专利 15 项（PCT 专利 2 项）。获省部级及以上科研奖励 13 项。

附图片：



瓦斯含量测定系统

一体化深孔取样钻车及现场应用

成果 14：微静电感应式细颗粒物浓度传感器关键技术

成果介绍：

本成果基于微电荷感应式测量方法进行研究，为矿井细颗粒物浓度检测领域提供了一个新的技术选择和理论支持，改善了光散射式传感器在细颗粒物检测中准确性低的问题，获得了多项创新性成果，展现出了良好的应用前景。

所属领域：

矿井粉尘检测与预警

技术创新点：

针对颗粒物的荷电特性,基于微电荷感应理论建立起静电测量装置的物理、数学系统模型,获得了静电测量装置的结构及主要性能指标,开辟了一条细颗粒物浓度测量的新途径,对于推动颗粒物、特别 PM2.5 颗粒物实现实时、快速、在线检测具有重要指标意义。

应用场景：

煤矿井下粉尘浓度检测与预警；非煤矿山粉尘浓度检测与预警；钢铁行业烟气排放与预警；大气环境检测与预警等

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

中华人民共和国大气污染防治法（2018 修订），2018 年环境保护局发布了《大气 PM2.5 网格化监测点位布设技术指南（试行）》，都对粉尘浓度测量提出了明确要求，粉尘浓度测量装置在粉尘检测市场前景广阔。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态

应用于山东临矿集团会宝岭铁矿有限公司矿井下粉尘浓度测量，粉尘浓度传感器反应速度快、测量准确性高，广受用户好评。

应用于宝钢集团烟气排放颗粒物检测领域，获得了良好的效果。

附图片：

粉尘危害检测监控与预警系统图



新型粉尘传感器

成果 15：盾构隧道近距离下穿建（构）筑物安全控制技术

成果介绍：

本技术针对盾构隧道近距离下穿建（构）筑物、铁（公）路框架桥、高速铁路以及河流等复杂地质及环境的施工安全控制，主要通过理论分析、数值模拟和现场监测反演等方法，揭示盾构隧道近距离下穿既有建（构）筑物时的工程响应机制，研究盾构动态施工与地层的交互作用机理、隧道围岩（土）及其地面变形、演化、失稳规律，提出有效控制变形的盾构配置、掘进参数、管片优化设计方案级安全控制准则，形成了一套集灾害预测、施工方案优化与现场监控于一体的曲（直）线盾构隧道近距离下穿建筑（构）筑物安全控制技术体系。

所属领域：城市地下空间与工程 隧道工程

技术创新点：

本技术体系针对隧道穿越流塑、软塑土体、风化岩体及其软硬复合等复杂地层，解决开挖面支护压力不足、盾尾间隙注浆不理想、地质条件突

变、曲线小半径推进、地层损失等复杂施工难题，从而规避工程风险、预防既有建筑，提出技术可靠、经济合理的整套施工方案和安全控制标准。

应用场景：

该技术适用于复地层条件下盾构隧道近距离下穿建（构）筑物地层变形机理及附属物稳定性控制领域，依托施工监测、盾构机自测系统、地表变形监测、结构监测等实际数据，结合理论分析、数值模拟等方法对工程的各项施工指标、安全指标作出预测、指导和论证，及时发出预警并提出治理方案。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

本技术以开挖扰动理论分析、地层损失预测模型、施工过程仿真还原为关键技术，进行盾构选型配置、盾构掘进参数优化及衬砌管片优化、地层损失加固等施工方法和专项方案的设计，对于复杂条件下盾构隧道下穿建（构）筑物安全快速施工具有明显的经济效益和社会效益，具有良好的推广应用前景。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

应用案例一： 郑州地铁 14 号线区间粉质粘土弱湿陷性地层曲线大坡度盾构隧道近距离下穿匝道、南水北调通水干渠等建（构）筑物灾害防控技术开发与应用。

应用案例二： 长沙轨道交通 3 号线沿河盾构下穿铁路公路立交桥及富水流塑软硬复合土地层变形机理与稳定性控制技术研究与应用。

专家介绍：

专家获得的奖励及荣誉称号：

王渭明，山东科技大学土木工程与建筑学院教授、山东大学水利与建

筑学院聘任教授，曾获国家科学技术进步二等奖、山东省科技进步二等奖等；

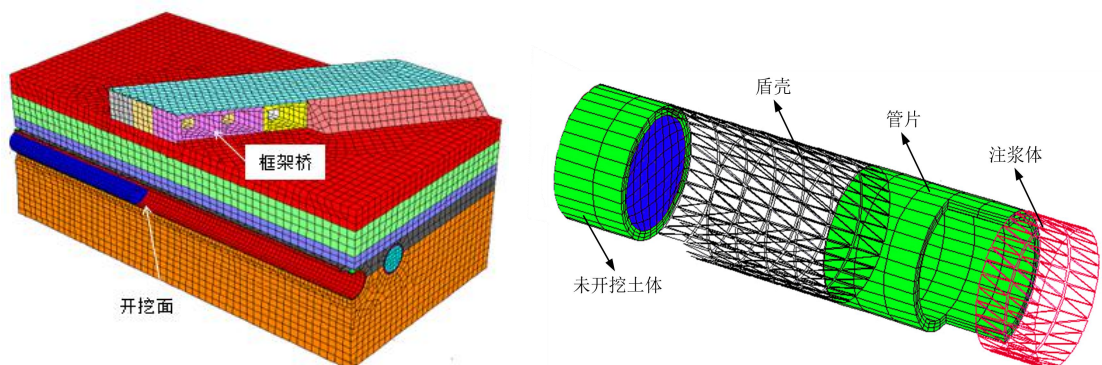
吕显州，山东科技大学地球科学与工程学院，讲师，工学博士，曾获山东省研究生科研成果三等奖。

附图片：

1、获奖证书

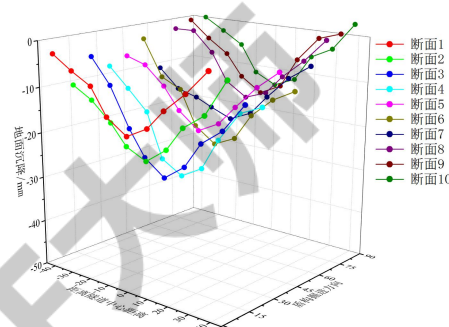
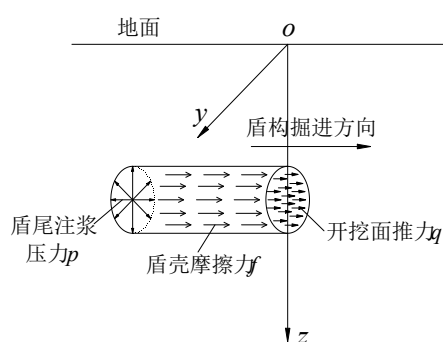


2、技术图片



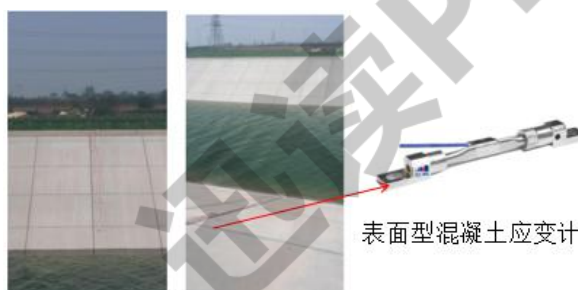
数值模型

盾构开挖



理论模型

现场监测沉降曲线



现场监测

地层注浆

成果 16：地下工程地质灾变监测预警与智能防控成套关键技术

成果介绍：

研制了适用于隧道与地下工程裂隙岩体变形特征的恒定法向刚度数控试验装备和可视化剪切渗流耦合试验装备，形成了国际行业标准；构建了

富水地下工程“动参注浆-抗剪锚杆-高强拱架”的综合治理技术与支护设计智能决策平台；提出了富水岩溶地层盾构隧道溶洞形态精细表征与防突岩体安全厚度预测预警技术；研发了基于多源异构信息融合分析的隧道与地下工程施工全过程灾变监测预警与远程智能安全管控系统平台。

所属领域：隧道与地下空间工程 城市公共交通安全

技术创新点：

攻克了工程岩体参数科学评价、围岩分级优化设计、微裂隙注浆堵水和支护结构质量精细检测等难题，在岩体参数测试装备、高应力隧洞变形破坏分析方法与支护设计理论、复杂地层冻注关键技术、隧道抗震减振设计理论及控制技术和厚冲积层深基坑灾变控制等研究领域形成了明显特色。

应用场景：

该技术可对接国家战略需求和地方经济社会发展需要，重点参与国家重大基础工程建设。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

裂隙岩体地下工程灾变预警与防控成套关键技术是交通基础设施安全、高效建设与长期服役的有力保障，可推动先进信息技术在交通运输安全领域广泛应用。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

该成果在我国水电站、国家水封石油储备库、城市地铁、山地隧道、煤矿开采等多个重大工程建设中得到应用，大幅降低工程开挖与支护成本，2016-2019年累计节约工程建设成本25195万元，同时为工程长期服役智能监测提供技术支撑。

专家介绍：

专家获得的奖励及荣誉称号：

(1) 李术才，土木工程与建筑学院，中国工程院院士/山东大学副校长（团队顾问）；

(2) 蒋宇静，土木工程与建筑学院，日本籍工程院士（团队学术带头人）；

(3) 王刚，土木工程与建筑学院，青岛拔尖人才/副院长。

团队介绍：

团队为李术才院士与蒋宇静院士的“双核”顾问团队，以王刚副院长担任团队负责人，团队成员由李廷春、李为腾、冯强、秦哲、杨旭旭、贺鹏、孙尚渠、王洪波、于俊红等一批青年骨干构成，拥有博士硕士 50 余人。

附图片：



裂隙岩体剪切渗流装备（国际首台）



地下工程地质灾变监测预警与远程安全管控系统模块之一

成果 17：矿井煤自燃快速预警与绿色防控技术及应用

成果介绍：

突破了矿井采空区遗煤氧化的产物链反应机制、煤自燃井下快速监测预警与绿色防控等关键技术难题，构建了矿井煤自燃“精准识别-快速预警-高效防控”全链条技术体系。

所属领域：

矿井煤自燃防灭火技术、智能监测

技术创新点：

1. 提出了煤结构链循环逐级氧化的自燃机理及阻化路径，形成了矿井煤自燃多链产物精准预警。

2. 研发了煤自燃气体井下原位检测技术，构建了基于多组分气体原位检测与分布式光纤测温技术为一体的煤自燃监测预警系统。

3. 开发了以作物秸秆、粉煤灰等绿色材料为基材的阻化泡沫凝胶和低放热堵漏材料。

应用场景：

主要在煤矿防灭火领域进行应用，如采空区、巷道、工作面等。

技术成熟度：初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

研发的煤自燃快速预警与绿色防控技术主要应用于防治矿井煤自燃火灾，同时，其对森林火灾及城市建筑物火灾、消防火灾等也具有应用潜力。

合作方式：技术开发 技术服务 技术转让 技术许可

技术入股 作价投资

目前应用状态：

成果已在山东能源集团东滩煤矿、南屯煤矿、鲍店煤矿、兴隆庄煤矿等 35 个国有煤矿成功应用，遏制了煤矿井下煤自燃灾害的发生，保障了煤炭资源的安全高效开采，推动了煤炭行业的科技进步，经济和社会效益显

三、电子信息技术类

成果 18：多源卫星火情遥感监测平台

成果介绍：

该成果监测精度处于国内领先地位；取得软著 4 项，申报专利 4 项，发表 SCI 论文 2 篇，完成硕士学位论文 2 篇；被评为“2021 年青岛市优秀大数据创新应用成果”、“西海岸第三批大数据优秀案例”第一名。

所属领域：

多源卫星火情监测平台基于云计算、地理信息、物联网、大数据等技术，结合自主研发高精度火点提取算法，构建企业级遥感 Saas 服务，实现多源遥感卫星火情监测，为林业、农业、应急、消防等行业提供高频次、高精度、不间断的监测预警服务。

技术创新点：

1. 多源卫星遥感海量数据的获取与预处理，涉及到的 MODIS、VIIRS、NOAA、FY 等一系列卫星数据，以及当时的气象数据、地表类型数据、固定工厂热源数据等，并进行数据标准化处理。

2. 自主研发火情特征化提取算法，提取精度高达 95%以上，远远领先于各类火点产品。

3. 平台实现了全天候、大范围、智能提取火点信息，可应用于全球范围的、所有地表类型的火情监测。

4. 应用方式便捷，在平台注册账号即可使用。

应用场景：

为林业、农业、应急、消防等行业提供火情预警

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

该成果可应用于各级政府、各类企业，目前作为团队重要科技成果向

全国推广，应用前景巨大。

合作方式：技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

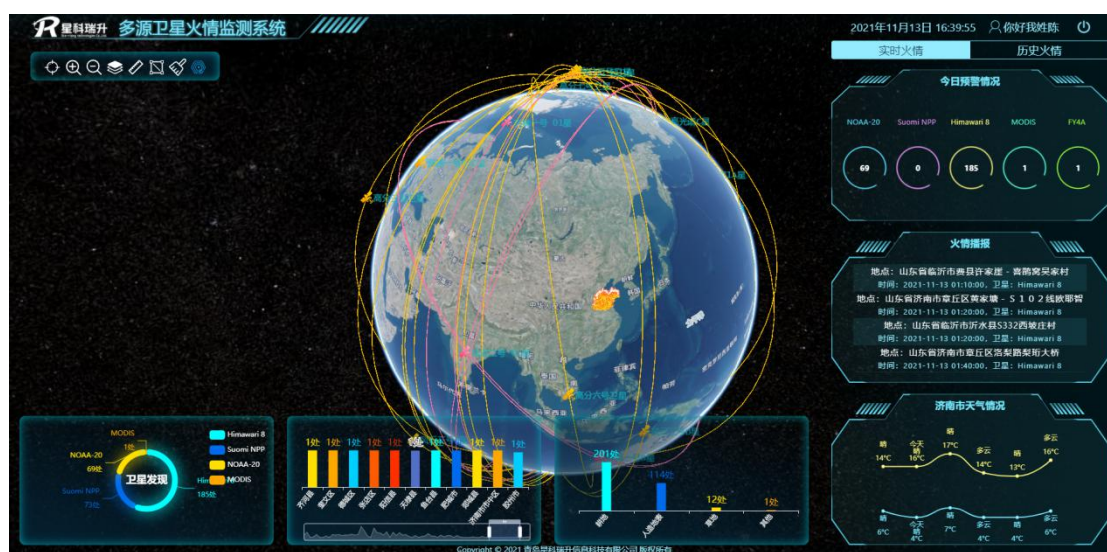
目前应用状态：

目前，平台已应用于山东省全省范围，承担了2020年-2021年山东省秋冬季秸秆禁烧监测工作。在山东省生态环境监测中心秸秆焚烧监测业务工作中，为山东省蓝天工程建设起到了重要的推动作用。相关工作被评为山东省生态环境监测中心“2020年十大事件之一”。

十、附图片：



图：多源卫星火情遥感监测平台



图：多源卫星火情遥感监测平台

专家介绍：

1. 专家信息：孙林，博士毕业于中国科学院空天信息创新研究院，曾在美国马里兰大学做博士后研究工作。山东省有突出贡献的中青年专家，山东省杰出青年基金获得者，青岛市创新创业领军人才，青岛西海岸新区拔尖人才。中国遥感应用协会理事，山东省遥感技术应用协会副秘书长，遥感科学与技术山东省一流学科带头人，山东建筑大学特聘研究生导师，山东省 3S 工程技术研究中心主任，山东省灾害防御协会理事，青岛市资源环境遥感监测技术创新中心主任，青岛市城市信息技术推广服务协会副会长，青岛环境学会理事。获山东省科技进步奖、测绘科技进步奖等省部级奖 10 项。

2. 研究方向：图像处理技术，主要开展卫星遥感定量反演与分析应用、机器视觉算法研发及应用。

3. 代表性成果：

①代表性项目：

主持用于高异质性区域气溶胶遥感反演的地表与大气参数确定方法研究，国家自然科学基金，63 万；

主持基于人工智能的大气颗粒物监测技术研究，中国资源卫星应用中心，60 万。

②代表性获奖：

山东省科技进步奖二等奖 1 项。

③代表性专利：

卫星遥感产品支持的单通道法地表温度反演方法

项目 19：高精度移动测量系统

成果介绍：

该系统集成了激光扫描仪、工业全景相机以及定位定姿等多种传感器，能够在移动状态下实时主动地获取近景目标的空间坐标、属性数据及实景影像等多种信息。

所属领域：测绘科学与技术、仪器科学与技术、计算机科学与技术

技术创新点：

1. 多传感器一体化系统集成架构

多传感器系统集成、数据采集与控制，涉及到基于网络交互的模块间解耦，实现负载均衡，并利用插件式架构实现传感器的可扩展适配。

2. 多传感器数据融合的并行运算

基于多线程机制实现 I/O 与数据运算间的并行，并通过多核 CPU/GPU 异构进行并行计算。

3. 多传感器数据的一体化融合

基于特征约束（匹配）的多传感器一体化标定，涉及到基于平面特征的激光扫描仪的外方位元素标定以及基于特征匹配的无控制点全景相机外方位元素标定。

4. 大规模点云数据的空间数据管理及实时渲染

基于八叉树结构实现内外存的点云空间数据管理，在此基础上基于点云数据实时预测调度和 LOD 结合对大规模点云进行实时渲染。

应用场景：

高精地图数据获取；实景三维；智慧城市；道路信息获取及病害检测；城市部件；地籍测量

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

可用于高精地图数据采集、处理及地图构建，为无人驾驶提供技术支

撑，同时为实景三维、智慧城市提供数据采集、数据处理的技术支撑。

合作方式：技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

研发了轻便型移动测量系统、无人机 LiDAR 移动测量系统、道路信息获取移动测量系统以及船载水上水下一体化测量系统等，其中轻便型移动测量系统已销售 4 台套，无人机 LiDAR 移动测量系统形成 1 台套订单合同，并应用若干重大工程，近三年直接经济收入达 3000 余万元。

专家介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

石波，测绘科学与工程学院，副教授，硕士研究生导师。主要从事（Vision/LiDAR/Inertial）多源融合定位导航、（车/船/无人机）移动测量理论与技术等方面的研究，涉及到多传感器的一体化集成、空间关系标定、多源数据高精度融合处理等。

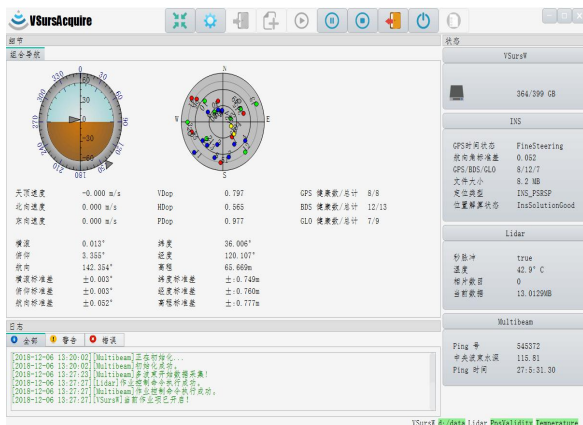
附图片：



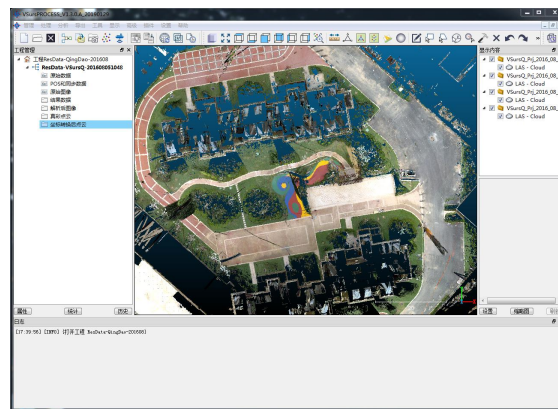
道路移动测量采集系统



无人机移动测量系统



移动测量多传感器采集软件



移动测量数据处理软件

成果 20：煤矿动力灾害安全感知与预警平台

成果介绍：

本成果以精准三维地质模型为基础，以“实用矿山压力理论”为指导，结合计算机建模、可视化、大数据、机器学习等现代化信息处理手段，实现采场推进过程中根据地层信息的变化和构造分布特征，对工作面风险进行实时动态预警和超前预警，对采场安全态势进行评估与预测。基于该成果已发表高水平论文 3 篇，授权发明专利 2 项，软件产品一套。

所属领域：

矿山安全、动力灾害预警

技术创新点：

1. 三维精准地质模型：以此为基础，实现矿井地质信息、采掘信息、感知信息实时获取与可视化显示；
2. 超前预警：根据当前工作面的实时位置，对工作面前方指定范围内的危险源进行展示和对工作面的安全风险指数进行评估，包括：危险源预警、工作面风险指数；
3. 顶板运动参数分析：运用矿山压力理论，根据工作面顶板岩石等参

数，计算工作面初次来压步距、周期来压步距等，并在三维模型中标出来压位置；

4. 矿压数据挖掘：对支架阻力和地表高程进行多种形式的图形化展示，另外对支架的初撑力和末阻力进行挖掘；

5. 动态预警：根据当前工作面的地质信息、采掘信息、在线监测信息，计算预警指数，对当前位置的安全风险进行评估，并根据评估结果预警。

应用场景：

我国煤炭赋存条件复杂，生产技术条件和装备总体比较落后，这使得煤矿安全问题仍是制约煤炭工业发展的突出问题。此为，随着矿井开采深度和强度的逐步加大，以及煤炭开采量的增加，我国矿井煤岩动力灾害的发生频度和强度日趋严重，这对安全生产和社会效益造成了严重的影响。本成果研发的软件有利于降低煤矿动力灾害的发生概率及其造成的损失，具有较强的实用加之。

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

本项目旨在研发煤矿动力灾害监测与预警平台，提高我国煤矿动力灾害安全风险监测预警水平。项目研究成果将在 2-3 家动力灾害较为严重的煤矿企业进行应用示范，产业化后将会给整个煤炭行业带来巨大的经济与社会效益。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

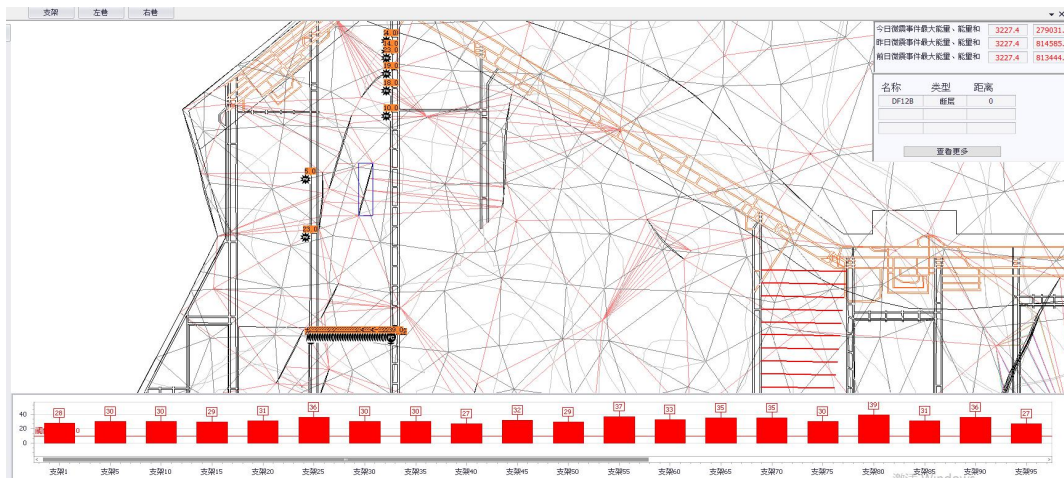
目前应用状态：

本成果已经在兖矿集团鄂尔多斯转龙湾煤矿得到成功应用，对转龙湾煤矿进行三维精准建模，对矿山地质、采掘信息并叠加矿压数据进行 2/3 维直观呈现，运用工作面定位系统对功能工作面进行实时精准定位，结合

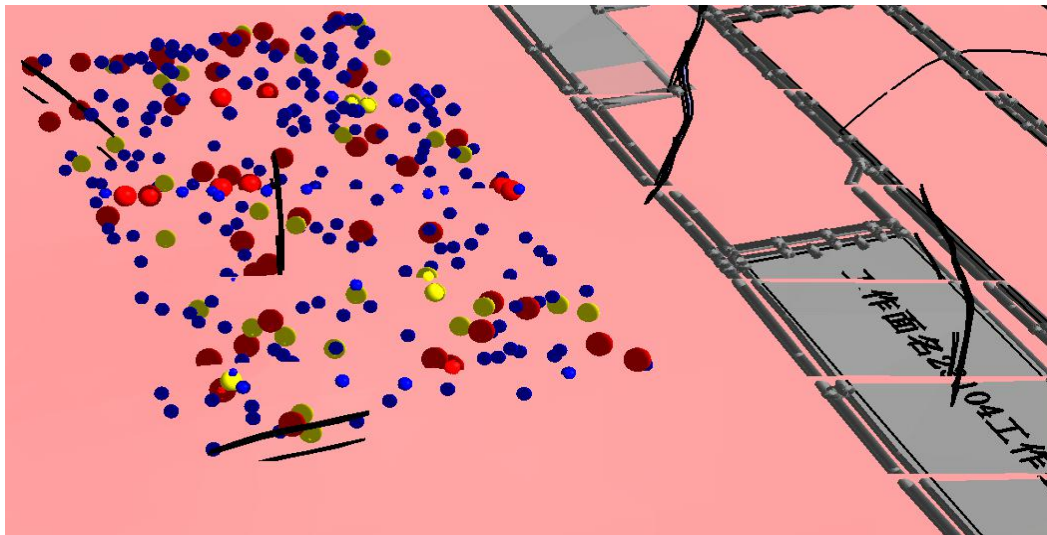
工作面当前位置对危险源实时预警和综合预警，结合使用矿压理论对顶板运动规律和矿压进行深度挖掘，为企业开采活动提供指导和依据。

附图片：

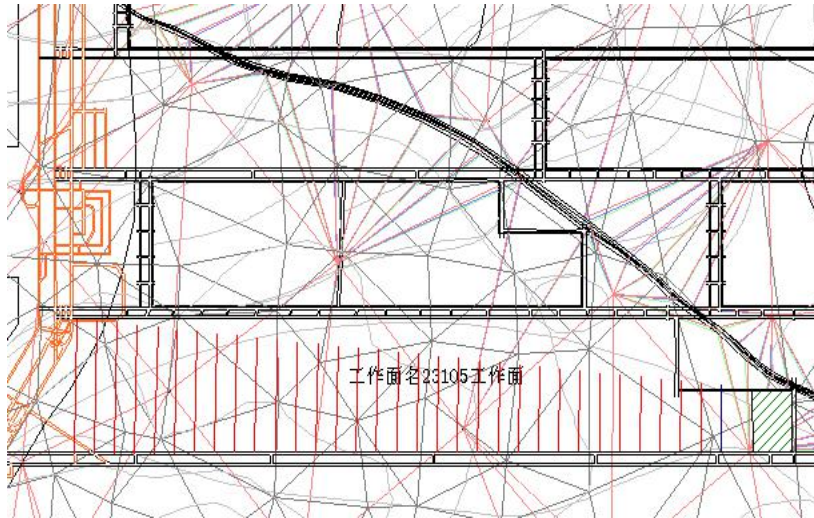
基于矿山三维模型进行工作面及各类监测信息的可视化呈现和综合展示，监测的信息包括支架阻力、煤体应力、微震信息、危险源、工作面当前位置等。基于监测到的支架阻力、矿压以及地表高程等数据，实现了来压步距预测与动力灾害预警等功能。



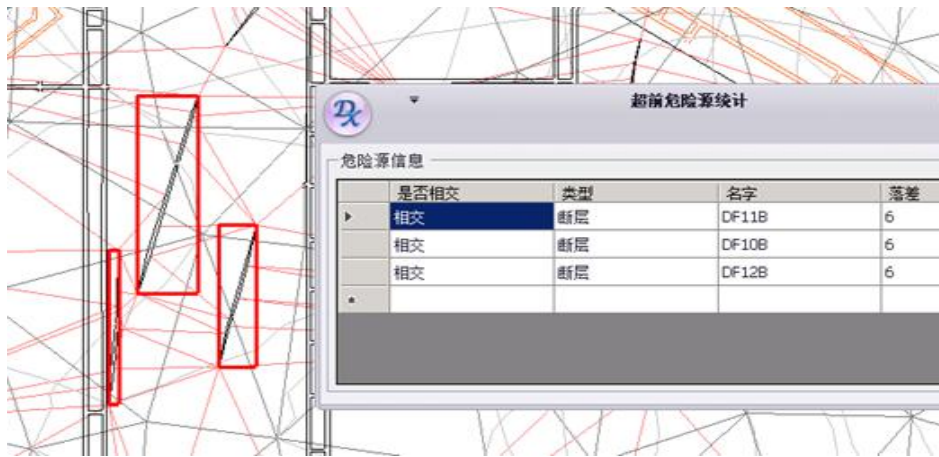
在线信息监测综合展示



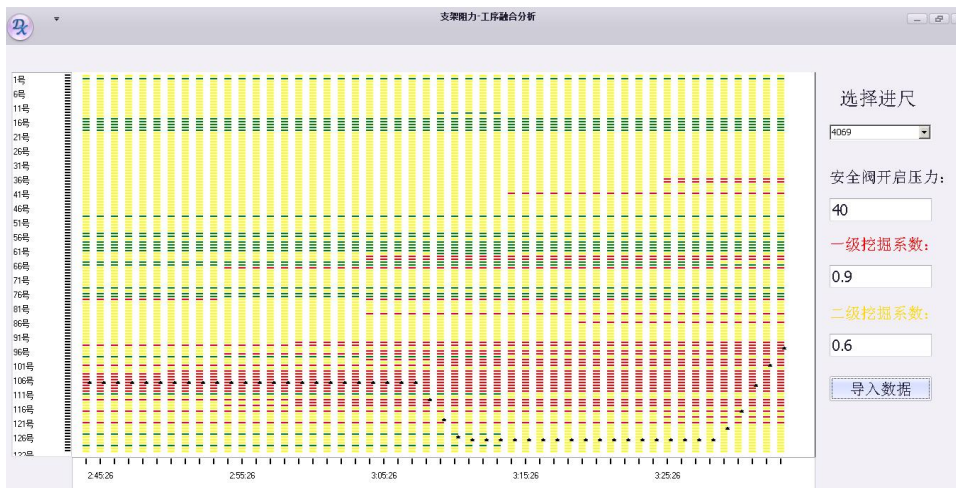
微震三维呈现



来压步距预测



工作面推进方向危险源预警



支架阻力分布云图

专家介绍：

1. 专家信息：曾庆田，教授、博士生导师，山东省泰山学者特聘专家，山东省有突出贡献的中青年专家，现任山东省智能光电感知与信息处理工程技术中心主任、山东科技大学副校长。获山东省科技进步二等奖及全国商业联合会科技进步一等奖等奖励 10 余项。

2. 研究方向：人工智能，主要围绕煤矿安全生产开展安全态势感知与预警的相关技术研究和平台软件研发。

3. 代表性成果：

①代表性项目：

山东省重点研发计划(重大关键技术)项目：面向矿山突发事件的“人-物”信息感知和应急辅助决策支持技术与应用示范

山东省泰山学者特聘专家支持项目：安全态势智能感知与深度理解

②代表性获奖：

山东省科技进步二等奖：煤矿安全突发事件应急救援联动管理技术与软件平台

③代表性专利：

一种从突发事件预案中自动抽取应急响应流程模型的方法

成果 21：森林防火预警监控指挥系统

成果介绍：

森林防火预警监控指挥系统，是一个集通信、网络、视频多极管理、智能视频分析、GIS 地理信息系统、应急指挥、辅助决策等综合技术为一体的防火综合管理系统。

所属领域：森林防火 预警监控

技术创新点:

利用先进的烟火识别和热成像技术、摄像/图像增强技术,在每个监控点配置高清晰度摄像机,采用基于微波传输设备回传实时稳定的彩色图像(在夜间仍可获得清晰的图像),实现各个监控点全方位、全时段的监控。

应用场景:

森林火灾是世界性的林业重要灾害之一,随着中国造林事业的不断发展,防火工作成为首要任务。目前,基于无线技术的智能监控指挥系统,已广泛应用于森林防火监控领域。

技术成熟度: 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析:

本项目能整合信息资源,统一协调管理,发展前景广阔。

合作方式: 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资 其他

目前应用状态:

森林防火预警监控指挥系统目前已在山东省青岛市、平度市、临沂市、招远市、莱州市、蓬莱市等多个地区使用,协助当地林业局进行林区的防火预警,重点区域可达到 80% 以上的监测范围,有效降低火险隐患。产品年销售设备 60 套以上。

专家团队介绍:

1. 专家获得的奖励及荣誉称号:

崔建明, 博士, 计算机科学与工程学院副教授, 硕士生导师, 从事集成电路设计、物联网技术、通信与信息安全技术教学与科研, 2016 年获批青岛市创新创业领军人才。

2. 专家科研成果:

发表论文 30 余篇, SCI/EI 收录 10 篇, 编撰教材两部, 授权发明专利

4 项，授权实用新型专利 15 项，专利 60%以上产业转化。

附图片：



森林防火视频监控联网系统架构图

四、新材料新能源

成果 22：新型煤矿堵漏风自愈合材料

成果介绍：

针对传统水泥基喷涂堵漏风材料在矿压作用下易开裂，形成漏风通道，会诱发煤自燃的问题，研发了适用于沿空煤柱堵漏风的自愈合喷涂材料，该自愈合材料实现了对漏风通道的持续封堵，攻克了沿空煤柱易破碎、漏风的难题。

所属领域：

煤矿喷涂堵漏风

技术创新点：

基于自然界中微生物“矿化成岩”现象，从高碱环境中筛选出了矿化菌株，提出了以原生介质为保护载体的微生物固载新方法，巧妙地利用微胶囊技术显著提升了矿化细菌的存活时间和矿化活性，揭示了自愈合喷涂材料的裂缝修复机理，阐明了矿化产物与水泥基材料之间良好相容性的分子学作用机制。

应用场景：

该自愈合材料可用于沿空煤柱及密闭墙表面喷涂堵漏风，也可用于构筑密闭墙、风门等。同时，该材料在建筑工程、土木工程和海工混凝土领域也有广泛的应用前景。

技术成熟度：初试小试中试量产

市场前景分析：

该新型煤矿堵漏风自愈合材料实现了沿空巷道堵漏风材料裂缝的自我检测、自我愈合，突破了传统堵漏风材料裂缝检测难、修复难的缺陷，实现了漏风通道持续、多次修复和煤自燃火灾防治能力的显著提升，市场前景广阔。

合作方式：技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

该自愈合材料应用于李楼煤矿沿空煤柱及密闭墙表面喷涂堵漏风。

相比于传统喷涂堵漏风材料，该自愈合材料具有更长的使用寿命和更好的预防效果，显著降低了煤矿企业的投入成本，极大地提高了经济效益，切实保障了职工的人身安全，为企业长期发展、维护社会稳定起到一定作用，社会效益显著。

附图片：

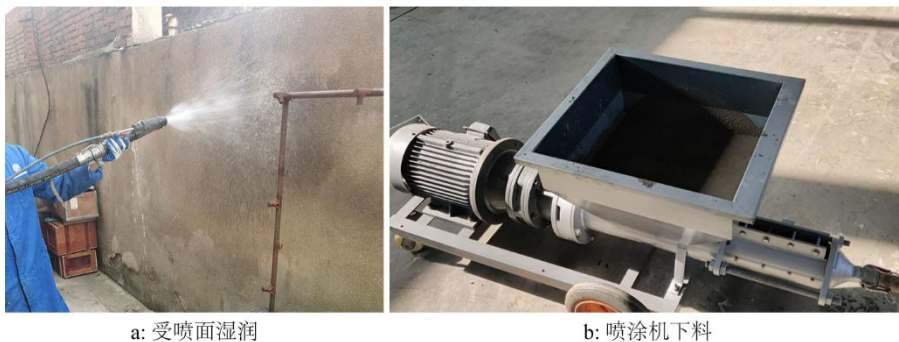


图 1 自修复材料喷涂测试



图 2 喷涂过程和涂层厚度测量

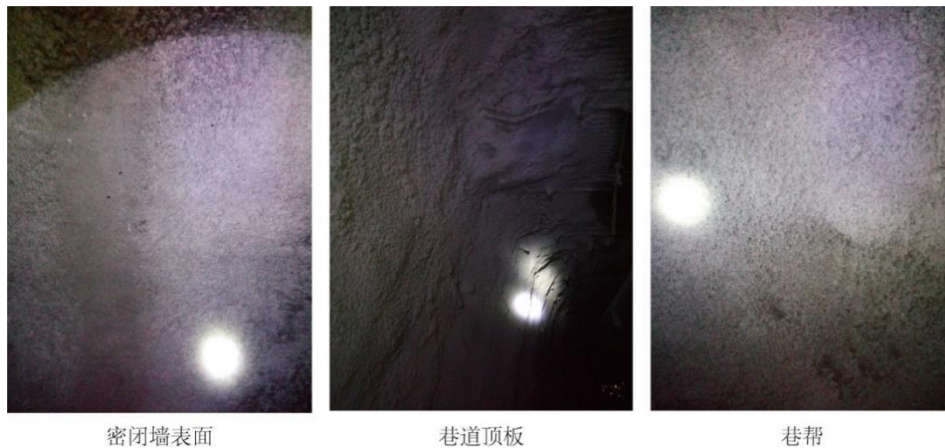


图 3 喷涂于密闭墙表面、巷道顶板和巷帮的自修复材料均未出现裂隙

专家介绍：

1.专家信息：

胡相明，教授，博士生导师，矿山灾害预防控制国家重点实验室（培育基地）副主任，入选国家万人计划青年拔尖人才，山东省泰山学者青年专家，获得山东省杰出青年基金、山东省优秀青年基金、孙越崎青年科技奖、中国矿业石油及安全工程领域优秀青年科技人才奖等荣誉称号。

2.研究方向：

矿山通风与防灭火，主要开展自修复喷涂材料、绿色塑性凝胶、阻化凝胶泡沫及新型安全环保型堵漏风高分子泡沫应用工艺技术研究。

3.代表性成果：

①代表性项目：代表性的重大科研项目 1-2 项（横向或者纵向）

煤矿堵漏风生物自修复材料及其性能调控机理(51874193)，国家自然科



学基金面上项目，2019-2022，60 万，主持

煤矿堵漏风仿生材料的自愈合机理研究(51674038)，国家自然科学基金面上项目，2017-2020，62 万，主持

②代表性获奖：具有代表性的获奖情况 1 项（一般应省部级以上）

重庆市科技进步二等奖，安全环保型矿用高分子材料的研发与工程化应用，2021.12，2/10

③代表性专利：

一种具有自修复功能的煤矿井下密闭墙及其构筑方法

成果 23：金属表面取代镀铬镀镍微合金化处理技术

成果介绍：

金属表面镀铬、镀镍能耗高，镀液处理成本高，环境污染严重。微合金化耐磨蚀技术，表面硬度达到镀硬铬要求，耐蚀性能优镀铬镀镍处理，生产过程绿色无污染，批量工业化生产具有显著的经济效益和社会效益。

所属领域：金属材料表面耐磨耐蚀改性

技术创新点：

“微合金表面处理技术”是在金属表面纳米化、稀土助渗和低温渗氮/碳/金属技术的基础上自主创新发展而来的表面强化技术，通过氮、碳、硼等间隙原子及稀土、钽、钛、钨、钼、硅等微量合金元素的协同复合渗入，在钢铁零件表面形成具有精细微观结构的复合层，大大提高耐蚀性和耐磨性，解决了传统氮化存在的氮化层晶间脆化、不耐高温等缺点。

应用场景：

碳钢、不锈钢经“微合金氮化”处理后关键性能指标达到或超过电镀铬：耐蚀性提高 10-20 倍（不锈钢处理后耐蚀性不降低，碳钢处理后中性盐雾试验超过 200 小时），表面硬度提高 2-3 倍（碳钢达 800HV，不锈钢达

1500HV)，耐磨性提高 2-3 倍。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

“微合金氮化”借助微合金化协同作用，提高渗氮化合物层的硬度、耐磨性和耐蚀性，改善化合物层的脆性，提高与基体的结合力，是目前可以替代电镀铬的最新技术，已经在海洋装备、武器装备、石化、造纸、采矿等行业得到成功应用。

合作方式：

- 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可
 技术入股 作价投资

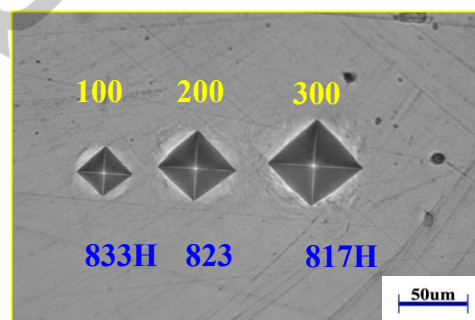
目前应用状态：

与北京 208 所合作进行枪管微合金化处理，射击实弹验证。

专家团队介绍：

孙金全，副教授，博士，金属系系主任。从事《热处理工艺与设备》、《纳米材料》、《摩擦与磨损》、《金属失效分析》等课程教学工作。发表论文 60 余篇，其中 SCI、Ei 收录 20 篇；授权发明专利 8 项，其中专利成果转化 2 项。

附图片：



图：微合金氮化处理 42CrMo 试样表面显微硬度压痕

项目 24：板片类零部件精密热冲裁技术

成果介绍：

热冲裁是将高强钢板料加热至奥氏体温度，使其完全奥氏体化后，快速转移到内部设有冷却系统和凹模表面设有弹性支撑结构的冲裁模具上，空冷至一定的温度后再进行冲裁和模内淬火的综合工艺。热冲裁工艺可大幅度改善硼钢板的成形性能及零件的综合力学性能，因而可以用于生产具有优良综合性能的用于传动的薄板类精密冲裁零件，如齿板、薄齿轮、薄链轮、齿条及其他用于传动的板片类零件。

所属领域：金属塑性成形

技术创新点：

提出了高强度钢板热冲裁技术，实现精密零件的控形（尺寸和形状精度）和控性（微观组织和力学性能）加工，成形的零件不仅具有较高的强度、硬度和耐磨性，而且具有较高的尺寸和形状精度。

应用场景：

板料热冲裁技术除了可用于齿板、链轮的精密生产之外，也可以制造其他对综合力学性能有要求的精密冲裁零件，如：薄齿轮、凸轮、齿条及其他一些用于传动的板片类零件。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

薄板和中厚板热冲裁技术可以替代精密冲裁工艺或滚齿工艺生产精密齿板和链轮，通过控制板料的加热温度、冲裁温度和模具间隙，可实现相应产品的控形-控性加工，不需要通过后续的感应淬火或真空热处理改善零部件的性能，生产过程中也不需要昂贵的精冲机+精冲模或滚齿机，实现了产品的短流程生产，大大降低了生产成本，实现了生产过程中的节能降耗，具有良好的社会效益。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入

股 作价投资 其他

专家团队介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

李辉平，材料科学与工程学院，教授、博士生导师、教育部新世纪优秀人才、青岛市政府特殊津贴专家。

2. 专家科研成果：

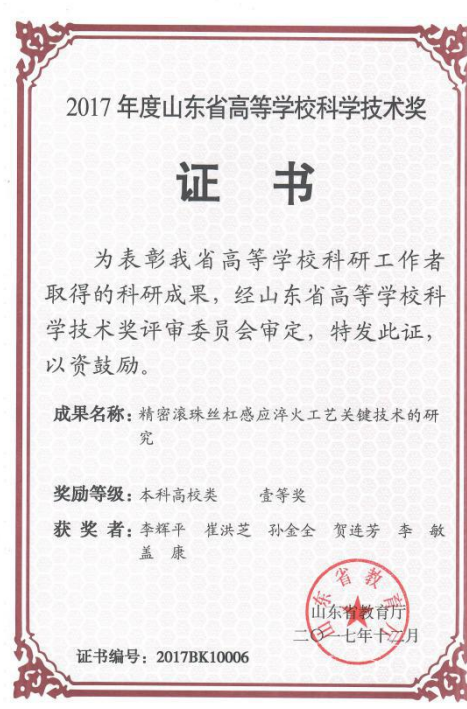
主编学术专著《热处理工艺数值模拟技术》1部。授权国家发明专利28项、实用新型专利30项、计算机软件著作权9项。在国内外期刊发表学术论文100余篇，被SCI/EI收录80余篇。

团队介绍：

(1) 李志超，博士，副教授，团队核心成员，研究方向：轻量化汽车用中锰钢及其成形技术；

(2) 贺连芳，博士，高级实验师，团队核心成员，研究方向：材料加工数值模拟技术。

附图片：



项目 25: Ni 基多元合金复合涂层技术

成果介绍:

本技术设计了系列镍基多元合金及高熵合金材料, 计算混合焓、混合熵、以及合金化热力学和动力学分析, 调控 Cr、Mo、Al 含量提高耐蚀性, 调控原子半径差异性, 提升固溶强化效应, 获得以 FCC/BCC 简单固溶体结构为主的兼具耐磨耐蚀性能的复合涂层, 满足在冲刷、冲蚀、磨蚀等零部件的表面强化技术需求。

所属领域: 新材料

技术创新点:

1、利用大原子半径的 Mo、Al 等合金元素的固溶强化效应和熵焓效应, 获得以简单固溶体结构为主的耐磨蚀涂层。

2、调控 Cr、Mo、Al 含量, 获得 FCC/BCC 双相结构和细晶组织, 改善 Cr 的扩散能力, 提高涂层的钝化性能。

应用场景:

主要应用针对海洋、石油、造纸等行业中对抗磨蚀、冲蚀、流体冲刷等有较高性能要求的机械零部件, 典型应用如造纸机烘缸, 液压泵柱塞、抽油杆等。

技术成熟度: 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析:

该技术目前在造纸涂布刮刀、起皱刮刀、造纸机烘缸等产品上应用, 在石油行业抽油杆、液压泵柱塞等产品表面试用。高性能涂层材料的设计、开发, 结合先进镜面加工技术的进步, 该技术在精密零部件的表面强化领域市场前景广阔。

合作方式: 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态:

该技术目前在耐磨蚀陶瓷涂布刮刀、造纸机烘缸上应用, 基于腐蚀、磨损服役环境, 设计 CoCr 系、NiCr 系合金材料, 同时加入纳/微米级别的

陶瓷颗粒，团聚后采用高速喷涂的方式制备耐磨蚀涂层，精密加工后表面粗糙度 $\leq Ra0.4\mu m$ ，产品使用寿命比未进行表面强化的钢刮刀提高8-10倍，该技术还用于造纸机烘缸的表面修复再制造，具有节材、节能、降耗等效果，经济社会效益显著。

专家介绍：

1、专家获得的奖励及荣誉称号：

王灿明，材料学院，主要从事耐磨、耐蚀材料和涂层技术的开发研究，先后获得国家技术发明二等奖1项（第2位），山东省科技进步奖1项（第2位）等奖励。

2、专家科研成果：

相关研究发表SCI论文8篇，申请发明专利5项，其中授权3项，专利许可备案1项。

团队介绍：

团队成员宋强、宋晓杰等主要从事合金材料、耐磨蚀涂层技术的开发，先后承担了岩棉机辊轮堆焊涂层技术（20万）、镍碳复合表面处理技术（10万）等5项横向课题，为企业产品技术升级提供服务支持。

附图片：

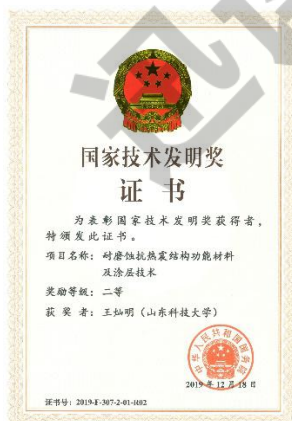


图1 耐磨蚀抗热震结构功能材料及涂层技术

图2 耐磨蚀涂层强化烘缸

成果 26：基于燃料电池的分布式供能系统

成果介绍：

本成果是基于燃料电池的高效清洁的分布式供热供电系统。它包括燃料预处理系统、发电系统、尾气燃烧系统以及余热回收系统等。其发电功率在 200-1000 瓦间可调，发电效率可达到 50%以上，热电联供效率可达到 80%以上，可广泛采用甲烷、甲醇、生物质气等作为燃料。本成果在提高能源综合利用效率、实现节能减排目标、增加能源供应的安全性等方面具有重要的意义。

所属领域： 新能源领域

技术创新点：

燃料电池可直接将燃料的化学能转化为电能，发电效率高，而高温燃料电池因其工作温度高，所以可直接采用甲烷、甲醇等作为燃料，本成果集成高活性高稳定性的电极催化材料，可进一步提高系统的稳定性和发电效率。

应用场景：

燃料电池直接将燃料的化学能转换为电能，是实现能源高效转化和洁净利用的有效途径，高温燃料电池分布式供能系统既可用于中小容量的家庭和楼宇等热电联供系统，也可以用于通信基站等商业和军用优质电源。

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

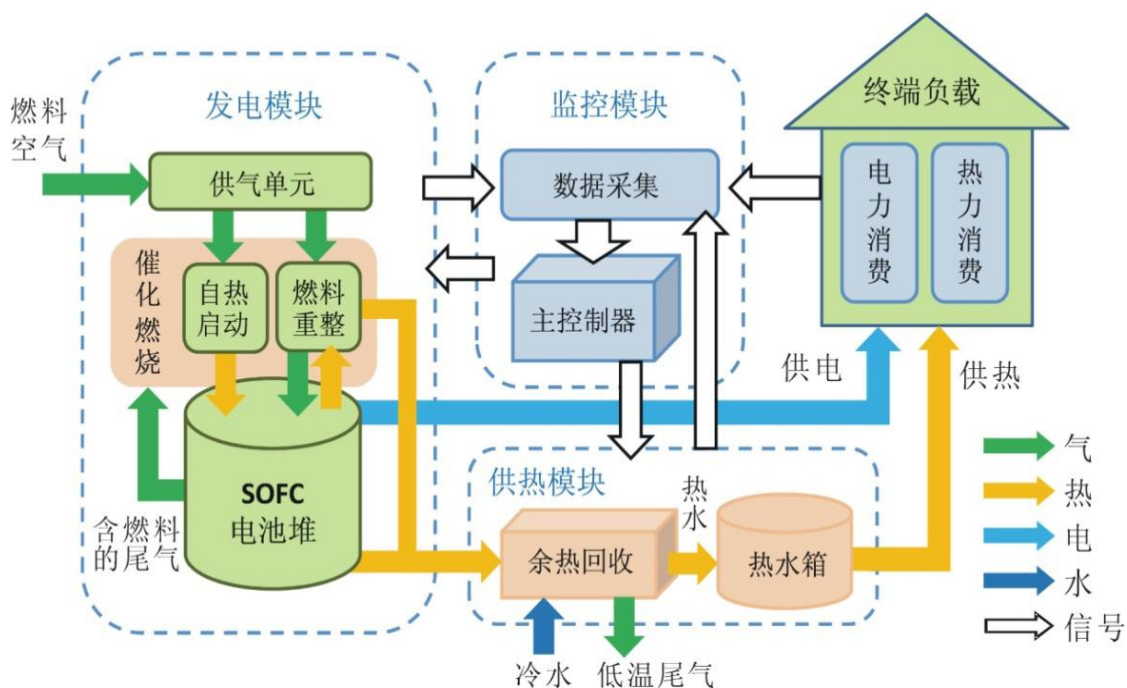
2020 年全球对分布式电站的需求可达 75GW，假设每千瓦的价格为 400 美元，其市场价值可达 300 亿美元，其中我国对分布式电站的需求大约为 25GW（价值 100 亿美元），可见，高温燃料电池分布式供能系统具有很大的潜在应用市场空间。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态

目前，我国 SOFC 技术还不成熟，在性能、寿命和成本等方面还没有完全满足进入市场的要求，因此，在国内市场上还没有完全商业化的 SOFC 产品，而国外相关技术和产品则对我国封锁。

附图片：基于燃料电池的分布式供能系统流程图



专家介绍：

1.专家信息：涂宝峰，男，教授。山东科技大学“山海英才”，能源行业高温燃料电池标准化委员会委员，承担国家“863 计划”、国家重点研发计划、国家自然科学基金、山东省重点基金等项目，发表 SCI 论文 50 余篇，授权发明专利 20 余项。

2.研究方向：高温燃料电池，主要开展了高温燃料电池关键材料和部件、电池堆以及发电系统集成等研究。

3.代表性成果：

①代表性项目：

山东省自然科学基金重点项目“多级结构电池电极材料及其甲醇电氧化发电研究”，合作单位：山东能源集团，经费 30 万元。



国家重点研发计划项目“管式固体氧化物燃料电池发电单元及电堆关键技术”，合作单位：西安交通大学、山东能源集团等，课题经费：300.00万元。

②代表性专利：一种高性能固体氧化物燃料电池及其制备方法

成果 27：高性能燃料电池发动机系统

成果介绍：

依据整车需求，设计和开发了燃料电池发动机，通过高比功率模块化集成、智能高效率控制、低温快速启动、故障诊断与长寿命控制、氢电安全设计等 5 大核心技术，实现了燃料电池发动机高功率密度、高效、耐低温、长寿命和高安全等技术指标，并装车应用。

所属领域：新能源

技术创新点：

高功率模块化紧凑集成设计、自增湿主动控制和智能高效控制、低温快速启动、以及长寿命控制与诊断技术，实现高功率密度、高效、长寿命。

应用场景：

新能源乘用车、商用车、工程机械、农机、特种车辆以及绿色船舶等载运工程领域。

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

当前，新能源汽车各项政策密集出台，处于大力发展时期，2021 年市场渗透率达到 15%，预计 2030 年市场占有率达到 50% 接近左右。燃料电池技术逐渐成熟和成本降低，越来越得到市场的认可，特别是适合长距离、重载、长时间三类场景，因此非常适合重载商用车和海洋船舶运载工具。目前商用车市场近 500 万辆的规模，按照燃料电池重载商用车 20% 的市场份

额，将有上万亿的市场规模；据预测 2025 年将有 600 辆燃料电池船舶，也将达到近 2 亿元市场规模，因此，燃料电池发动机市场前景广阔，社会效益显著。

合作方式：技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态

目前已在乘用车应用，经过适应性开发，可应用于各种运载工具。

附图片：



专家介绍：

1. 专家信息：赵子亮，教授、博士生导师、山东临沂人，山东科技大学智能新能源动力创新开发中心主任、智能新能源动力工程实验室主任、智慧海洋新能源实验室主任，山东省汽车工程学会特聘专家、理事。

2. 研究方向：新能源动力系统、动力电池、燃料电池产品开发。

3. 代表性成果：

①代表性项目：高比功率燃料电池发动机平台开发与验证，2017.07-2021.06，合作单位：中国第一汽车集团公司，经费数 8467 万元

②代表性获奖：长寿命商用车燃料电池系统关键技术及产业化，中国汽车工业科技进步一等奖

③代表性专利：一种车用燃料电池使用寿命加速测试与分析方法

五、现代海洋

成果 28：机载测深激光雷达系统

成果介绍：

海岸滩涂及浅海地区地形测量是海洋测绘的难点，小型机载测深激光雷达一直被美、加等国垄断，且对中国禁运。该产品可提高水域、海陆交界和陆地地表的联合探测能力，实现高效、高精度测量水下及陆表目标区域三维地形。

所属领域：

地球、空间与海洋；环境保护；大气环境监测；激光雷达

技术创新点：

1. 创新性采用单波长激光光源实现测深技术满足小型化需求；
2. 提出微弱反射信号滤波提取与补全算法，解决水面反射回波信号微弱、易丢失的难题；
3. 通过镜头旋转扫描技术，攻克“只能测线不能测面”的问题。

应用场景：

该无人机载激光雷达可用于浅水及滩涂地形测量，可提高水域、海陆交界和陆地地表的联合探测能力，可同时实现高效、高精度测量水下及陆表目标区域三维地形。

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

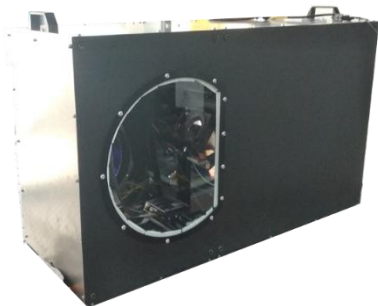
我国近海浅水区域（不包括海岛礁与内陆湖）的水下地形面积统计达 50 万平方公里，陆地 1: 2000 地形点云市场价为 2000 元/平方公里，水下地形测量难度更大，预计 1: 5000 水下地形图测量费用 5 千元/平方公里，目前可估数据价值达数百亿级市场规模。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入

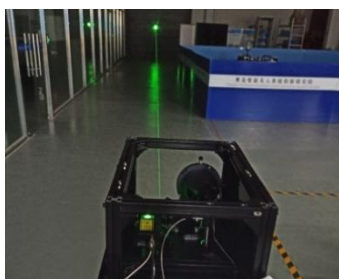
股 作价投资

目前应用状态：已进行多次陆地和海上测试。

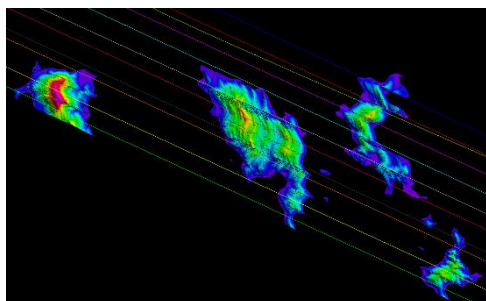
附图片：



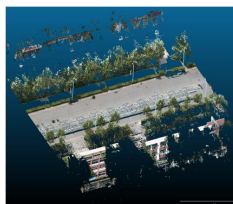
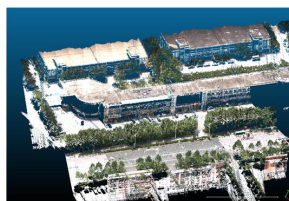
机载双频激光测深系统



机载单频激光测深系统



浙江舟山-东极岛扫测试验结果



专家介绍：

1. 专家信息：杜立彬，现任山东科技大学海洋科学与工程学院执行院长，教授，博士生导师，国家重点研发计划重大仪器专项项目首席专家，中国海洋工程咨询协会海洋资源开发分会常务理事，中国海洋学会海洋调查专业委员会常务委员，青岛西海岸新区创新领军人才。

2. 研究方向：海洋观测与探测技术，主要致力于海洋高精度传感器、海洋探测激光雷达、海底观测网络等技术及装备研究。

3. 代表性成果：

①代表性项目：

主持承担国家重点研发计划重大科学仪器专项：海洋物性参数监测仪，项目经费 1556 万元。取得成果：牵头研制成功基于自主传感器的通用化海洋物性参数监测仪，突破了海洋传感器核心部件依赖进口的现状，实现了核心部件国产化，为深海探测、海洋气象预报、海洋战场环境分析等提供有力保障。

主持承担自然资源部国家海洋卫星中心项目：机载激光测深系统研制，经费 1195 万元。取得成果：突破“卡脖子”关键核心技术，成功研制无人机载激光雷达测深系统，打破国外技术垄断，中标国家卫星海洋应用中心的国家卫星定标场建设项目，该系统设备作为国内首台套国产化高端装备，将替代进口装备，服务于国家重大工程。

②代表性获奖：获得山东省科技进步二等奖 1 项。

③代表性专利：一种温盐深测量仪电导率探头的制作模具和制作方法。

成果 29：海洋防灾减灾和智能辅助决策支持

成果介绍：

研发国家海上搜救环境保障服务平台，为全国海区和印尼、马来西亚等“一带一路”沿线国家，提供“一键式”海上漂移预测和搜救辅助决策服务，极大提高了我国海上搜救保障技术水平；研发海上突发事件应急处置综合决策系统，针对海洋溢油、危化品及放射性物质泄漏、搜救等多种海上突发事件进行快速应急处置及决策分析，为事故现场的应急指挥提供强有力的技术支持等。

所属领域：海洋环境安全

技术创新点：

- (1) 集成优化已有漂移预测模型，提高模型的计算效率和预测精度；
- (2) 基于遗传模拟退火算法，实现搜救力量的智能化调配；
- (3) 基于顾及时空特征的区域任务分配算法，实现多搜救主体的协同工作。

应用场景：

研究成果应用于海洋防灾减灾和环境安全保障领域，面向我国全海域和东南亚海域海洋提供水文气象数据查询、海上目标漂移预测、应急辅助决策等服务，合作单位包括自然资源部相关单位、军方单位、涉海企业和其他社会公众用户等。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

研究成果将有效地提升海洋溢油、危化品及放射性物质泄漏、搜救等突发事件的应急响应速度，为事故现场的应急指挥提供一定的技术支持，提高职能部门事故应急处置能力，实现海上突发事件的科学应对。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

①国家海上搜救环境保障服务平台自 2016 年 12 月投入至今，用户已达到 60 多个，为 11 个机构和单位提供服务次数达上千次，服务内容包括

搜救漂移预测、辅助决策方案智能规划、海洋动力环境场数据查询和展示、浮标跑位预测服务等；②绿潮漂移预测服务系统为北海预报中心提供绿潮漂移预测和预警等服务；③海上溢油辅助决策支持系统提供溢油漂移预测和辅助决策等服务。

专家介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

艾波，博士，副教授，现任山东科技大学测绘学院地理信息系主任，中国地理信息产业协会教育与科普工作委员会委员。研究成果获得 2016 年地理信息科技进步二等奖 1 项（排名第 1），作为主要人员获得测绘科技进步奖二等奖 2 项、国家海洋局海洋创新成果二等奖 1 项、青岛市科技进步一等奖 1 项。

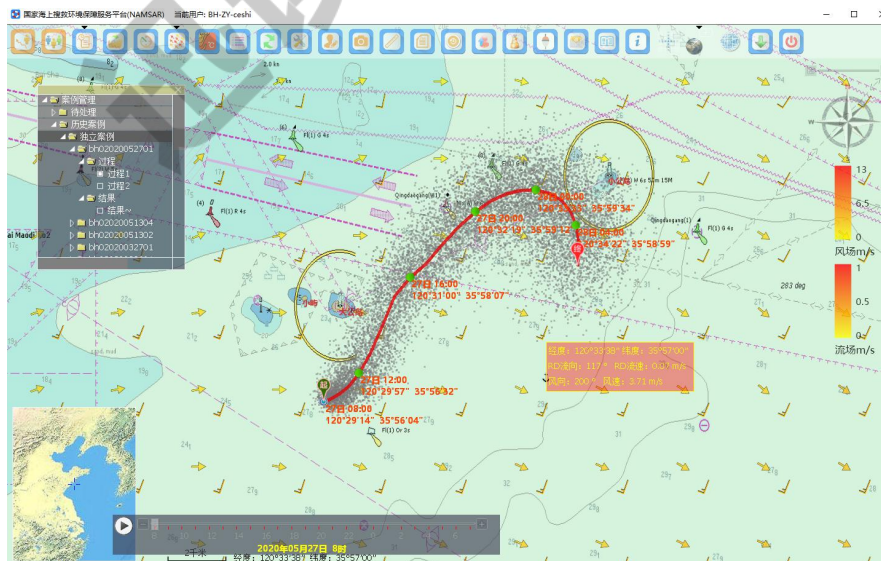
2. 专家科研成果：

共计发表论文 30 余篇，其中 SCI/EI 检索论文 10 余篇。

团队介绍：

团队成员有 20 余人，代表性成果包括：①研发“大洋科考气象保障服务系统”；②研发“物理海洋大数据查询分析系统”；③研发“海洋三维动态可视化系统”等。

附图片：



成果 30：组合导航系统

成果介绍：

王胜利团队研发具有自主知识产权的组合导航系统，有控制级和测量级两种系统版本。兼容市面主流 GNSS 接收机，采用自研算法，支持单/双/多天线信号接收和 RTK 解算。精度对标国际，初步实现了国产化替代并获多项发明专利。

所属领域：

无人驾驶、工程机械、农业机械、水下机器人。

技术创新点：

利用卫星导航系统可以提供高精度的位置、速度信息以及惯性导航系统提供高频位置、速度和姿态信息，将两者进行组合可以优势互补，结合多天线测姿，从而实现对车载/船载/机载/无人船等载体的高精度、高可靠性的导航。

应用场景：

该组合导航系统可应用于汽车无人驾驶导航，工程机械的远程操控，农业机械的无人化，海岸港口运输车的导航定位，无人船的导航和路径规划，水下下潜器的导航定位等。

技术成熟度： 初试 小试 中试 量产

市场前景分析：

无论是汽车自动驾驶、智慧施工、智慧农业还是透明海洋、蛟龙号下潜器科考，这一系列活动都离不开要知道自身所处的位置、速度和姿态等基本信息，而组合导航系统将多种传感器进行组合可以为上述活动提供信息数据支撑。本团队研发的组合导航系统精度对标国际，属于国内领先，因此可以应用到需要定位导航服务的各行各业，市场前景广阔，潜力巨大。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

该系统源于山东省重点研发计划 2019（重大科技创新工程）-海洋立体观测装备关键核心组合导航部件研发及应用示范 2019JZZY010809 支持，基于该组合导航系统，2020 年与江苏省地质勘查技术院签订《机载激光雷达及组合导航系统》合同；与青岛雷沃签署 137 万元合同用于研发挖掘机铲斗轨迹自动控制。

附图片：



图 1 霍尼韦尔 HG4930 惯性导航（IMU）



图 2 用于工程机械等大型设备的组合导航系统

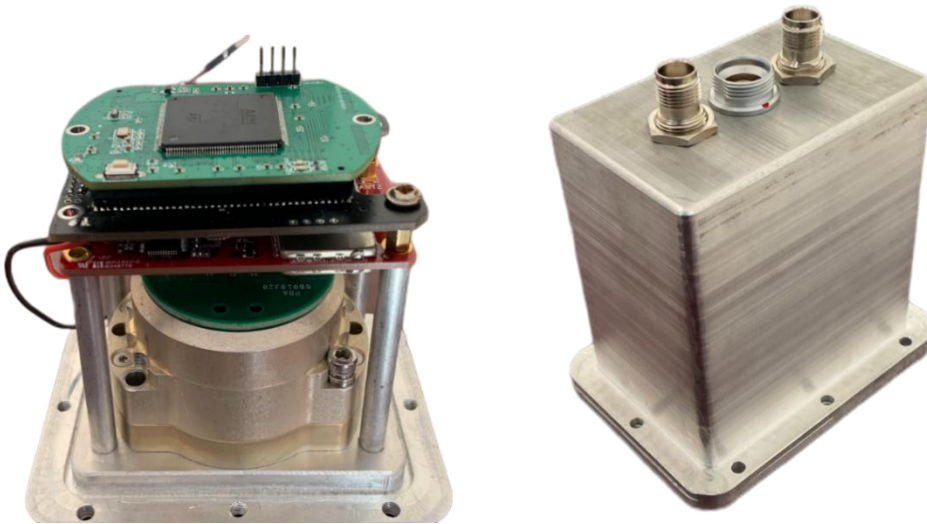


图 3 用于机载等小型设备的组合导航系统

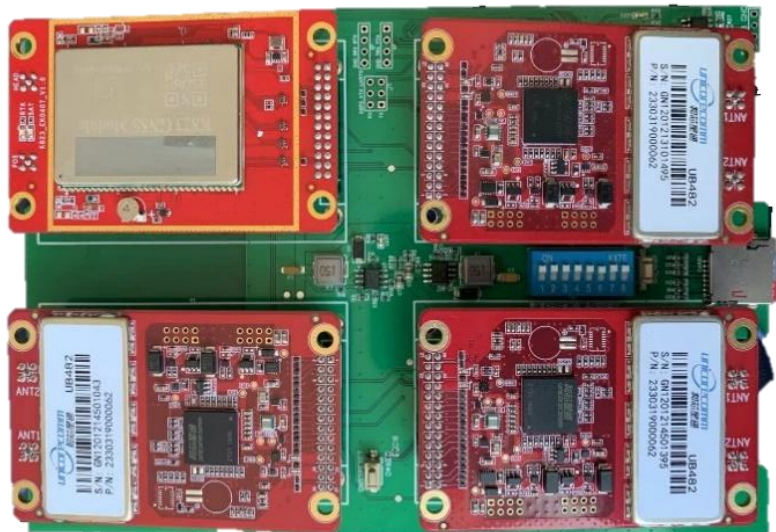


图 4 用于无人船等低速、姿态变动较大载体的多天线板卡

专家介绍：

1. 专家信息：王胜利，男，中共党员，副教授，2013年毕业于东南大学仪器科学与技术专业，获工学博士学位，泉城特聘专家。现任山东科技大学海洋科学与工程学院副院长。

2. 研究方向：长期从事于卫星导航/惯性导航/室内导航/水下导航算法，已成功研发管理级低成本高可靠性车载组合导航模块，控制级无人驾驶/工程机械/农机组合导航模块，以及测量级高精度高可靠性船载姿态测量系统，形成陆地、海洋全场景高中低档全系列姿态测量系统。

3. 代表性成果：

①代表性项目：

山东省重大创新工程：海洋立体观测装备关键核心组合导航部件研发及应用示范，项目由山东科技大学和青岛秀山移动测量有限公司合作研发，项目经费 1700 万元，其中专项资金 500 万元，拨付山东科技大学 150 万元；

PPP-RTK/INS 集成设备研制，项目由中国科学院精密测量科学与技术创新研究院和山东科技大学合作，项目经费 200 万元。

②代表性获奖：

获国土资源部国土资源科技进步二等奖 1 项；

中国卫星导航定位协会卫星导航定位科学技术一等奖 1 项。

③代表性专利：

一种基于 GNSS 的海上平台精就位辅助系统及工作方法

成果 31：变频式浅地层剖面仪

成果介绍：

浅地层剖面仪是一种基于声学原理的高端海洋浅地层地质构造探测装备。工作方式是发射并接收海底及浅表底质返回的声波，储存并分析声波信号，反演海底地形与浅地层地质构造，了解海底沉积物的地物属性，清晰直观地识别地质构造。根据探测需求不同，变频式浅地层剖面仪可采用不同频率的声波信号：高频率声波在接触不同介质界面时更容易被反射，而低频率声波则会穿透部分地层，基于此声学特性，变频式浅地层剖面仪以不同穿透力的声波为介质，进行海底地层与地形起伏的探测。

所属领域：海洋探测、海洋声学

技术创新点：

变频式浅地层剖面仪可以变频工作，其工作频率为 2-25kHz, 通过选择

不同的工作频率，可以实现不同的浅表底质穿透能力，可以满足大部分浅表底质测量需求。

变频式浅地层剖面仪主要技术指标如下：

- 工作频率：2-25KHz；
- 支持 FM 调频技术；
- 脉冲压缩技术，具备更大穿透力和较高距离分辨力；
- 底质穿透能力：2 米沙质底；20 米泥质底；
- 可配备 200kHz 高频测深仪，精确测量水深；

应用场景：

浅地层剖面测量系统已成为海底地层探测的一种直观、方便、快捷的海洋调查方法，在海洋地质调查中具有操作灵活、配置简单、功能多样化的特点，在浅海工程中的应用范围愈加广泛，采用浅地层剖面仪进行海底浅层地质构造和海底地层探测，在选择海上石油钻井平台最佳位置、布置海底电缆与铺设海底输油管线等类似海洋工程中起到重要作用。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

目前，海洋工程应用中的浅地层剖面仪主要依赖进口，不同设备价格为 40-100 万元人民币，每年仅国内的市场约为 1 亿人民币。设备推出后，可望在 3 年内形成年收入 1000 万，利润 200 万的专业产品。其次，变频式浅地层剖面仪的研制和推广可以带动双频测深仪、单波束测深仪和鱼探仪的研制，相关产品在国内的市场约为 5-10 亿人民币，远期收益可达 5000 万，利润 1000 万。最后，该产品的推广有利于打破国外技术和产品垄断，保障海洋信息安全，具有良好的社会和经济效益。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

从 2018 年 12 月起，变频式浅地层剖面仪陆续联系应用客户完成了长江江试、青岛奥帆中心海域海试和青岛湾海试等实际测试，取得了良好的效果，获得了用户的认可。目前，已有多家企业有意合作，进行变频式浅

地层剖面仪的产业化推广。

专家介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

罗宇，山东科技大学测绘科学与工程学院教授。2012 年入选南京市“321 计划” 科技创业领军人才；2015 年入选“321 计划” 南京市科技创业家；2016 年入选江苏省创业创新人才；2018 年入选南京市中青年科技创业拔尖人才，山东科技大学特聘教授，海洋信息装备研究院执行副院长；2019 年认定为山东省高层次人才。“全国水运计量器具计量技术委员会” 委员，“中国海洋学会物理海洋分会” 理事，广东省海洋专业标准化技术委员会委员。

2. 专家科研成果：

目前，在相关领域已申请几十项专利，其中已授权发明专利 10 多项，发表相关领域学术论文 20 多篇。

团队介绍：

施剑，主要研究方向是声学信号处理、无线自组传感网、智能硬件及人工智能技术研究，主要研究经历集中于智能化硬件平台、海洋传感网技术、海洋声学探测技术、基于声学的监测及检测技术、语音信号处理与识别等。

附图片：



图 1：变频式浅地层剖面仪样机

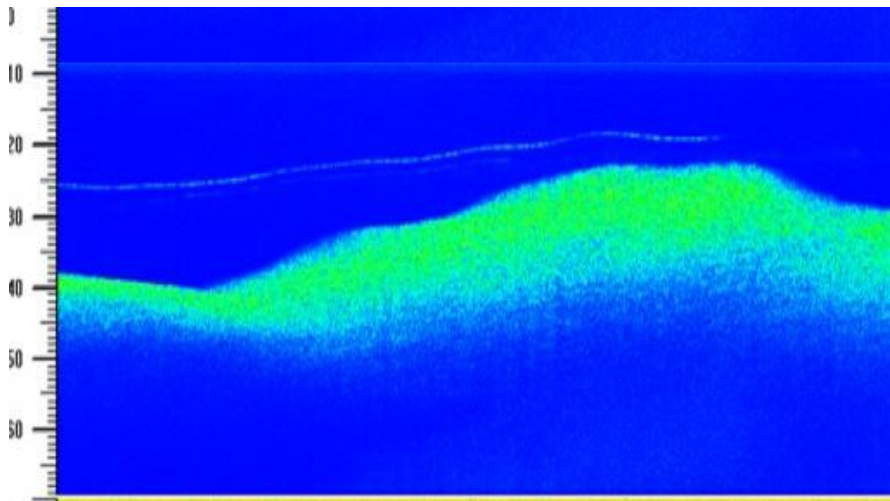


图 2：变频式浅地层剖面仪长江水域测量成果

成果 32：全三维多波束数据处理系统软件

成果介绍：

全三维多波束数据处理系统是专门为处理多波束数据研发而成的，软件的重点是数据修正、处理，提供了声线修正工具，实现了对测深数据声速改正的功能。软件具有良好的兼容性，能够将不同格式多波束数据转换成标准格式，能够提高数据的可利用性。

所属领域：海洋测绘

技术创新点：

(1) 多波束设备的所有原始采样都可完整保留，在此基础上创新性地提出微地形技术，实现全覆盖、高精度的数据处理；

(2) 根据多波束测深及地理信息系统基本原理，基于现代大地测量学理论，建立多波束测深及成像的空间结构；

(3) 具备多种具有抗差能力的探测多波束异常数据的处理方法，提高海洋测量成果质量和可靠性。

(4) 集成三维数字地球，具备地理信息化数据管理与展示能力。

应用场景：

多波束数据处理系统可通过微地形技术实现全覆盖、高精度的数据处理功能，实现地理信息系统与导航定位系统相结合，赋予多波束测量数据地理坐标信息，将多波束测量数据反映在海底地形地貌图上，可应用于海洋数据探测及研究。

技术成熟度：初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

该系统打破了国外对全三维多波束数据处理系统的垄断和技术封锁，填补了国内空白，还可以做到“现场测量、现场应用”，使我国在该多波束数据处理领域从跟随变成领先，该系统在海底探测、数据处理等方面具有广阔前景。

合作方式：技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股
作价投资其他

目前应用状态：

三维多波束数据处理系统为国家海洋局海洋地球物理声学探测数据处理和管理技术及产品应用项目中的一部分，处理标准多波束探测数据，为项目进展而服务。

专家介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

张俊明，二级教授，博士生导师，能源与矿业工程学院教师，黄岛区政协委员、青岛市黄岛区科技创新创业协会会长。2015年入选青岛市创业领军人才，2016年入选山东省泰山产业领军人才，2017年入选科技部创新人才推进计划暨国家“万人计划”科技创业领军人才，2018年入选国家万人计划领军人才。

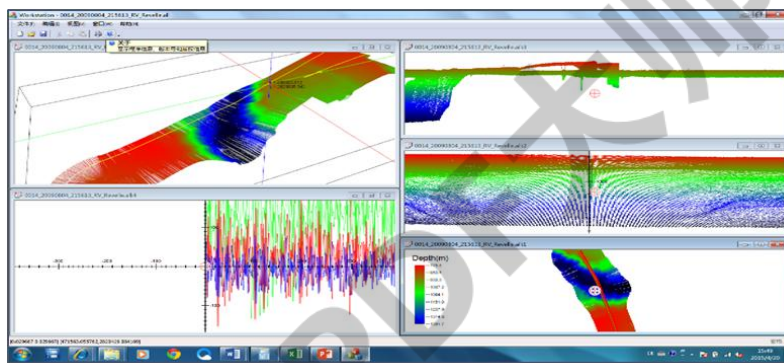
2. 专家科研成果：

在《地矿测绘》、《海洋信息》、《海洋测绘》、《海洋通报》、《信息系统工程》等期刊发表学术论文十余篇。

团队介绍：

团队成员包括二级教授 1 名、副教授 1 名、青年教师 8 名，代表性成果包括“大洋数据管理与共享平台”、“海底声学探测数据处理与管理”、“海洋地球物理声学探测数据处理和管理”等多项海洋测绘技术和系统，促进了大数据信息安全管理技术的国产化，为我国发展拥有自主知识产权的海洋探测系统打下良好基础。

附图片：



三维多波束数据处理系统处理界面：

成果 33：一种石油烃污染海域的原位生态修复装置

成果介绍：

本成果针对海洋溢油等经过物理收集后仍然残余的石油烃，设计了一种新型的海上溢油处理装置，该装置主体由处理池和两侧的浮体组成。本装置结合物理修复和微生物修复技术，即自动移动将污染海水收集至处理池内，海水经固定化高效石油降解菌对石油烃进行降解后排出，实现石油污染海域的原位生态修复。本成果结合流体力学原理，结构设计合理；筛选、复配、固定了高效降解菌。故本装置具有操作便捷、处理效率高、适

应范围广等特点。

所属领域：海洋能源开发装备 海洋环境保护

技术创新点：

开发了一种物理修复和微生物修复相结合的高效、快速处理海洋残余石油烃处理的装置，实现石油烃污染海域的原位生态修复。

装置设计巧妙，进出水结构符合海水波动规律，运动阻力小，装置具有节能、便捷、高效等特点。

应用场景：

近岸原油码头、海洋采油平台、远洋运输船等漏油、溢油等事故，经过撇油船、投放分散剂、吸油毡等初步处理后，残余的石油物质均可以采用该装置处理。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

海洋采油、远洋运输及原油码头建设等快速发展，溢油、泄漏油事故频发，2015年发布了《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》，均指明了海洋溢油处理的重要性。因此作为一种优点突出的海洋石油处理装置市场前景好。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

自2016年在沿海城市两个客运码头进行了现场的小范围的修复，已经获得了较好的经济效益效果。

第一，修复石油污染的海域，可以降低石油烃对海洋养殖和生态破坏。避免了海洋石油残留对海洋生物的危害，保护了生物多样性，同时减少了石油烃类物质的挥发对大气环境造成的危害。

第二，该装置采用的固定化载体采用农业秸秆等材料，如若得到批量生产，可以实现农业废弃物的节能与减排。

专家介绍：

专家获得的奖励及荣誉称号：

薛建良，博士，副教授，硕士生导师。国家注册环保工程师。“海洋固定化高效石油降解菌的制备及修复石油污染海域的研究”获山东省环境保护科技奖二等奖，获山东科技大学“优秀青年科技工作者”、“十大杰出青年”等荣誉称号。

团队介绍：

成员：高宇、史可、肖新峰等。

团队发表数十篇 SCI 论文，其中包括在 Bioresource Technology, Energy Fuels、Journal of Hazardous MaterialsChemosphere 等。相关专利近十项。

获得山东省环境保护科技奖二等奖一项，中国研究生能源装备创新设计大赛三等奖一项、其他各类科技竞赛等中获得多项奖励。

附图片：

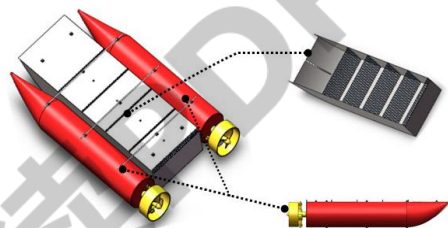


图 1 装置整体示意图

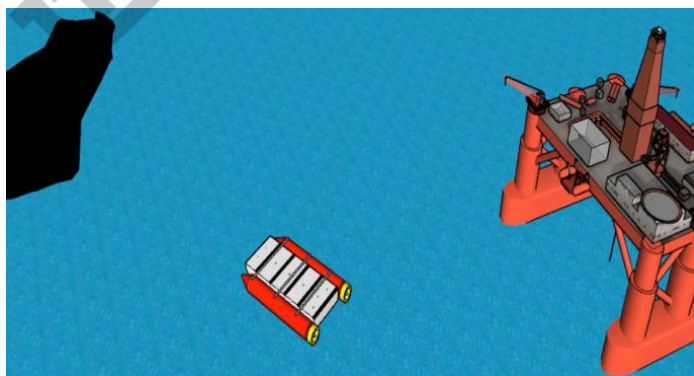


图 2 装置处理采油平台溢油现场的运行示意图

六、高端装备制造

成果 34：矿山井上下煤（岩）仓清理机器人

应用领域：机电液一体化矿用装备

成果简介：

矿用煤仓清理机器人主要由三部分组成：双层平台遥控升降、支撑及工作液压臂、液控及监控系统组成。该机既适用于矿山地面洗煤厂（装车站）煤仓自动化清理、疏通，又适合于井下转运煤仓（岩仓）的机械化清理。有效解决各类煤仓蓬煤、粘壁、冻煤、堵仓等问题，全程视频监控，遥控作业，能够安全有效的替代人工作业，有效解决放炮、空气炮清理的安全问题。

技术创新点：

1. 遥控行走升降，工作臂 360° 立体作业全程视频监控；
2. 挖斗、破碎锤、钻铤头，可快速更换；
3. 工作台收缩后分为 $\Phi 2000$ mm 和 $\Phi 1500$ mm 两种，其中 $\Phi 2000$ mm 采用中间法兰连接，可快速拆解，且支撑臂于挖臂分为三节伸缩臂，适用于不同断面仓体。

市场前景分析：

本系统主要适用于适合井下转运煤仓，也适合地面洗煤厂、装车站大型煤仓和缓冲仓。井下煤仓作为原煤存储装置，必须定期人工对井下煤仓进行清仓，铲除煤壁凝结煤。煤仓内部条件复杂，环境极度恶劣，氧气稀薄、粉尘大，片帮的危险性较大，不适合工人入井作业。人工清仓不仅劳动效率低，而且煤尘危害施工人员，人工清洁煤壁存在安全隐患。但目前国内尚无适用于煤仓清洁的产品，国内外也没有单独用于清仓的此类设备，此类产品在国内尚属空白。

目前应用状态：

本项目目前应用于淮南矿业集团、安徽皖北矿业集团、陕煤重装集团合作项目。

附图片：



成果联系人及电话：杨永腾 13705388937

成果 35：高速重载码垛机器人

成果介绍：

高速重载码垛机器人是山东科技大学联合哈尔滨工业大学、青岛诺力达智能科技有限公司开发的一款可在多个行业进行物料搬运和码垛的机器人，最大负载 130 公斤，本体采用圆柱坐标平行四边形结构，运动简单灵活高效。通过轻量化设计，独特的运动规划算法和动力学控制方法，机器人最高工作节拍最高可达 1280 次/小时。机器人采用功能模块进行编程示教，上手简单且易于维护。该机器人实现了较好的成本控制，具有很高的性价比。

所属领域：智能机器人

技术创新点：

机器人本体采用动态优化设计，减轻了手臂重量，提高了关节刚度，

控制系统采用网络化控制器，通过非对称的运动轨迹规划和动力学前馈控制方法实现了机器人的高速稳定控制，工作节拍超过 1200 次/小时。

应用场景： 机器人可应用于饲料、化工、食品、酒类、饮料、物流、机械加工、白色家电等行业。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

随着劳动力短缺和人力成本的升高，基于机器人的智能制造模式成为中国制造业的发展方向。在码垛机器人细分市场中，负载超过 100 公斤，末端运行速度超过 1 米/秒的高速重载码垛机器人是大型物料搬运和码垛的核心装备，市场需求巨大。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股
 作价投资

目前应用状态：

目前，该机器人产品已经成熟稳定，并已实现了产业化应用，截止 2019 年底，青岛诺力达智能科技有限公司已实现 500 多台的销售，客户覆盖了全国十多个省份的四十余家企业，应用领域涉及十几个行业，客户包括新希望、正大、鸿源、海信、金星等知名企业。通过销售机器人及提供自动化码垛集成方案，已实现产值超 4 亿元。该机器人的成功应用，也为发展国产工业机器人提供了一个成功范例，为我国工业机器人行业的发展提供了宝贵经验。

专家团队介绍：

1、专家获得的奖励及荣誉称号：

李玉霞，电气与自动化工程学院，现任山东科技大学副校长，自动化学院院长，山东省机器人与智能技术重点实验室主任、山东省机器人与智能技术协同创新中心负责人，是“控制科学与工程”省一流学科负责人和学术带头人。领导团队长期从事机器人与智能技术的基础研究和应用研究。

主持和承担国家 863 计划、国家自然科学基金、山东省重大创新工程等国家和省部级重大项目 10 余项。

2、专家科研成果：

发表 SCI 论文 100 余篇，授权国家发明专利 20 余项。获教育部自然科学二等奖、山东省技术发明一等奖。2014 年以来连续四次入选爱思唯尔中国高被引学者榜单。

团队介绍：

黄梁松，电气与自动化工程学院机器人研究中心副教授，主要从事机器人控制技术研究和控制器的软硬件开发。

王海霞，电气与自动化工程学院机器人研究中心副教授，主要从事机器人控制技术和机器视觉系统的开发。

附图片：



高速重载码垛机器人

成果 36：炉前 AOI 检测系统和轻量型智能异形插件机器人系统

成果介绍：

1. 炉前 AOI 检测系统适用于 PCBA 生产的在线炉前 AOI (Automated

Optical Inspection)缺陷检测，包括错插、漏件、极反、多插等问题。产品特点：①现场应用方便。快速搭建平台，无需改造原有线体，可根据线体尺寸调节设备，兼容性强。②功能多。③检测精度高。④数据分析处理直观、方便，利用数据库实时跟踪保存检测状态和结果，帮助分析产品出错和误检原因。⑤成本低、性价比高。该产品可以替代炉前总检工位工人的大部分工作，可以有效的提高炉前检测的准确率，提高产品线的品控，减少工人及维修时间，提高生产线工作效率。

2. 轻量型智能异形插件机器人系统主要应用在工业 PCBA (Printed Circuit Board +Assembly) 生产过程中，利用机器人和视觉配合实现 PCB 板上异型件的自动插装任务，其主要优势是：① 轻量型，是一款体积小、灵巧型结构，仅占一个工位；② 高精度，对 PCB 板和元器件位姿双重矫正补偿，精确定位，减少误抛料；③ 操作方便，能够实现快速换产和拆装组线，不再是固定设备只插装固定器件的传统方式。

所属领域：PCB 板自动化生产，生产线视觉检测和自主插装机器人

技术创新点：

产品一：

1. 检测精度高，达到行业领先，利用深度学习实现多种器件的检测，解决了传统方法无法检测和检测率低的问题。

2. 功能多。可以检测多尺寸、多种类、多型号的 PCB 手插板，应用领域广泛。

产品二：

1. 实现 PCB 板和器件位姿误差双补偿。利用 SCARA 机器人和视觉系统配合实现双误差补偿，主要利用机器人视觉高精度的定位技术实现。

2. 简单有效的系统标定方法。只利用一个自制工具在实施现场即可实现系统标定，无需离线操作，简单快捷，而且精度高。

应用场景：

主要应用于各种电子产品的 PCB 相关器件中，比如电视、冰箱、空调的主板和电源板的生产加工过程的检测和插装工艺中。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

目前已经在海信集团平度工厂和黄岛工厂应用 8 套，还有新的订单在增加。为企业提高经济效益 10%，节约成本 20%以上。

专家介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

王海霞，获第三批青岛西海岸优秀青年称号，电气与自动化工程学院，本人一直从事机器人视觉、计算机视觉、机器人技术等方向的研究。

团队介绍：

卢晓，博士，教授，主要从事机器人控制、无线传感器网络技术等方面研究，在国际著名期刊 Automatica、IEEE Transactions on Automatic Control 等著名期刊、会议上发表学术论文 80 余篇，其中 SCI、EI 检索 60 余篇。申请国际发明专利 3 项、国家发明专利 41 项，已授权国内发明专利 10 项。

盛春阳，博士，副教授，主要从事视觉伺服控制、过程建模与优化等方面的研究工作，在 IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems 和 IEEE Transactions Automation Science and Engineering 等国际著名期刊上发表 SCI 论文 10 余篇，授权国家发明专利 5 项。

附图片：



产品一 AOI 检测系统

成果 37：四轮驱动纯电动汽车的关键技术研究

成果介绍：

本成果对电动车使用的单速电机及单一电源系统工作电压模式造成电动车在常规时速或城市工况即中、低速的行驶效率低、降低续航里程、损害电池寿命等问题，提出永磁电机定子绕组串并联转换实现双速电机变结构双额定转速功能；通过电池组的串并联转换的变电压电源系统，实现电机的变电压双额定转速功能，车辆在中、低速工况时，实现低电压模式，放电脉冲性小，工作效率高，降低电池的放电倍率、延长电源系统里程寿命。

所属领域：新能源汽车

技术创新点：

前轮双速双电机直接驱动、后轮单电机驱动的四轮驱动纯电动汽车，双速电机通过定子绕组串、并联转换，实现变结构双额定转速功能，提高了各额定转速时驱动效率。电池组单元模块通过串、并联转换，组成高、中、低电压电池组模块，实现变电压双额定转速功能，使双速电机具有不同额定转速工况，从而提升整车的动力性和经济性。

应用场景：

(1) 应用于各大新能源汽车整车厂，其双速电机和变电压电池电源系统可提升整车动力性和经济性；

(2) 应用于电机生产，独创的双速电机相比于传统的单速电机工作效率更高，动力性更好。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

本成果是一项具有高技术含量、节约能源、高附加值的技术，成果相关的电池组串、并联转换控制器、双速电机等样品，拥有自主知识产权，并可出口创汇，极大地提升企业竞争能力和经济效益，可创造巨大的社会效益。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

(1) 北京新能源汽车股份有限公司青岛分公司进行了成果应用，提升了产品竞争力，降低了生产成本，广泛应用于私人用户、共享汽车、政府公车改革等。

(2) 山东正泰希尔专用汽车有限公司进行了成果应用，增加了专用车电气化改装新产品，提升了公司产品的市场竞争力，增加了销售额与利润。

(3) 山东休普动力科技股份有限公司进行了成果应用，增加了电机新产品，提升了公司产品的市场竞争力，增加利润数百万元。

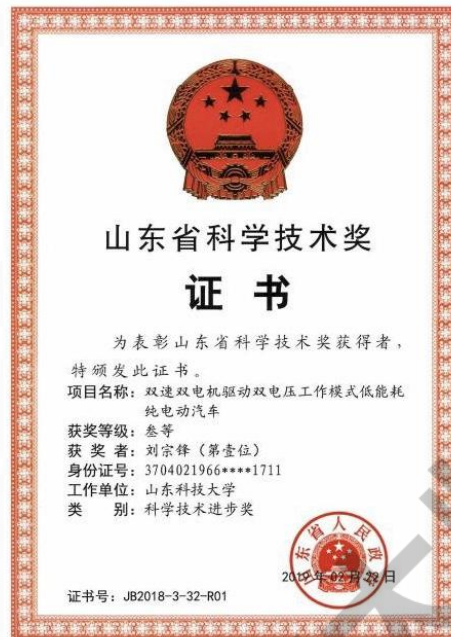
专家介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

刘宗锋，交通学院，教授，荣获山东省科学技术奖 1 项、山东省普通本科自然科学奖 1 项及市厅级科技奖 6 项，获山东省首批家用汽车产品三包责任争议处理技术专家、青岛市新能源汽车协会副会长单位常务理事等

荣誉称号。

附图片：



山东省科学技术奖

成果 38：关于生产制造企业数字化转型落地方案

成果介绍：

主要围绕生产制造企业在数字化转型过程中所遇到的问题，结合先进信息技术（云计算、大数据、人工智能、物联网等）提供方案落地咨询服务与技术支持，包括但不限于 mes 系统（面向制造企业车间执行层的生产信息化管理系统）、wms 系统（智能仓储管理系统）、产线自动化改造、设备设计研发等类别。

所属领域：智能工厂

技术创新点：

借助先进信息技术手段，通过软、硬件结合的方法，深度调研企业生产需求，搭建企业定制化的智能管理系统。

应用场景：适用于各行业亟待数字化转型的传统型生产制造企业，生产规模中等偏上，有一定的技术投资能力。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

传统的生产型企业生产线自动化程度较弱，落后的生产工艺及离散的制造特点已经严重制约了企业的发展。各类生产制造企业都亟待通过数字化、智能化转型来达到减人降本、提质增效的效果。因此本成果市场前景十分广阔。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

广泛应用于各行业企业，海尔、中车、青岛海洋实验室、澳柯玛等近百家企业。降低 13% 生产成本，提高 6% 生产效率，良品率提升 2%，助力各企业完成数字化、智能化转型。

专家介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

吕馥言，机械电子工程学院教师，博士毕业于中国矿业大学（北京）机械电子工程专业。曾深度参与澳柯玛 mes 系统、中车 mes 系统、辉瑞立体仓库、青岛海洋实验室 mom 系统等 10 余个项目，有丰富的行业经验及雄厚的科研能力。

2. 专家科研成果：

在国内外学术期刊（SCI/EI 检索）发表论文 10 余篇，获高校科学技术奖 1 项，获国家发明专利 1 项，参与编著 1 本。

团队介绍：

团队成员主要由山东科技大学机械电子工程学院与北京航天研究院 13 所组成，专注于流程生产、离散生产等产线改造，落地近百个智能制造项

目。

附图片：



图 1: mes 系统框架



图 2: wms 系统框架

七、化工及节能环保:

成果 39: 尾矿零排放综合利用技术

成果介绍:

针对细粒尾矿难以处置的行业共性难题,提出了尾矿“粗粒利用-细粒充填”的技术路线,通过粗粒尾矿分级回收、细粒尾矿膏体浓缩和胶结充填,实现矿山尾矿零排放。该技术实现了粗粒尾矿的大宗利用和细粒尾矿的安全处置,同时根治了采空区的安全隐患,为绿色矿山的建设提供了重要技术保障。该成果获得中国黄金协会科技技术奖二等奖(2017)和中国钢铁工业协会科学技术奖一等奖(2019)。

所属领域: 矿山环境保护

技术创新点:

该技术通过“细粒充填、粗粒利用”的无尾排放技术措施和实施方案,在金属矿山实现尾矿零外排;通过粗粒尾矿的分离与应用技术研究,实现粗粒尾矿作为混凝土骨料的有效利用;通过细粒尾矿膏体浓缩技术研究,实现了微细粒尾矿的膏体浓缩,为细粒尾矿膏体胶结充填奠定了基础。

应用场景:

该技术可以应用于国内铁矿、金矿等金属矿山企业尾矿处理与利用。

技术成熟度: 初试 小试 中试 量产

市场前景分析:

该技术通过粗粒尾矿分离建筑材料、细粒尾矿膏体浓缩和胶结充填技术,既实现了尾矿的大规模利用,又解决尾矿安全处置难题,为矿山企业的环境保护和尾矿综合利用开辟了一条新的途径,具有广阔的应用前景和显著的经济效益和环境效益。

合作方式: 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

目前应用状态：

目前该技术在中钢集团富全矿业、中钢集团山东矿业、五矿郑家坡铁矿、招远市河西金矿等金属矿山企业得到应用和实施，年处理尾矿 500 万吨，增加产值 6000 万元，具有显著的经济效益和社会效益。

附图片：



图：河西金矿膏体浓密机现场

专家介绍：

1. 专家信息：

吕宪俊，教授、博士生导师、矿物加工工程博士点学科带头人。主要从事矿物加工工程专业的教学和科研工作。主持国家自然科学基金项目、国家科技支撑计划专题、教育部博士点基金项目及横向合作项目 50 余项；获省部级科技进步 5 项、厅局科技进步奖 4 项；获专利授权 3 项；出版专著和教材 5 部，发表学术论文 60 余篇。

胡术刚，教授，硕士生导师。中国煤炭学会环境保护分会理事、山东省环境学会理事、《能源环境保护》编委。主要从事矿山废物资源化利用、生态修复的研究工作，承担和参与国家科技攻关项目、国家自然科学基金目、

山东省重点研发计划项目及横向合作项目 25 项，发表学术论文 30 余篇，主编和参编学术专著、教材 3 部。获得省部级一、二、三等奖各 2 项。

1. 研究方向：矿物资源综合利用，主要开展了污染场地调查与评价、尾矿资源化利用技术开发、胶结充填工艺优化等方面的研究。

2. 代表性成果：

①代表性项目：碱激发矿渣胶凝材料水化反应特性研究，国家自然科学基金，63 万。河西金矿无尾排放综合技术研究开发，招远河西金矿，62 万元。

②代表性获奖：

蚀变岩型金矿尾矿综合利用技术研究与应用，中国黄金协会科学技术奖二等奖，2017

③代表性专利：一种尾矿零排放生产工艺

项目 40：水性锈转化纳米涂料

成果介绍：

水性锈转化纳米涂料是一种富含高品质的共聚合乳液成份，直接涂抹于锈蚀钢材上，其可渗透入锈层至裸金属处，使整体锈层安全转化成“疏水性”纯黑色保护膜，水性锈转化纳米液是一种可直接涂刷于残余锈蚀钢铁表面的新型涂料。这种涂料能使残锈稳定钝化或转化，将活泼的铁锈转变成稳定无害的物质，从而达到既除锈又保护基体的双重目的。可直接在锈层 40 μm 以下厚度的带锈基材，待涂膜自然干燥后，进行其它溶剂型或水性防腐涂层施工。

所属领域：

金属材料、金属表面腐蚀与防护



技术创新点：

解决了锈转化剂残留引起的里面腐蚀问题，技术水平国内领先。

应用场景：

适用机械、钢构、船舶、建筑、汽车、市政工程、石油化工等所以钢铁构件行业的生产与维护、修复工艺。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

水性锈转化涂料的使用将省去了繁杂的预处理工艺，简化施工工序，降低施工难度，保证防腐效果，大大降低由于除锈施工所造成的环境污染程度。同时，减少繁杂的喷砂预处理工艺，就意味着施工成本的下降。因此，该项技术符合国家节能、降耗、高效、环保的战略目标，具有巨大的社会效益和经济效益。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资

专家介绍：

专家获得的奖励及荣誉称号：

葛圣松，化工学院，教授。先后完成了省部级项目 12 项、横向课题近 30 项，其中获山东省科技进步二等奖 2 项、中国人民解放军总装备部科技进步二等奖 1 项、山东省厅级科技进步一、二等奖各 1 项。

成果 41：利用污泥生产环保燃料

成果介绍：

研发出一种利用污泥生产环保燃料的方法，可作为锅炉燃料，不仅达到了无害化处理污泥的目的，还充分利用了污泥热值，生产成本低且燃烧性能良好。

所属领域： 固体废弃物利用

技术创新点：

以污泥为主要成分，加入发酵菌发酵，降低污泥的有害组分和毒性，同时加入具有吸附污泥中异味作用的高效低成本吸附剂，即能够提高污泥的热值，又减少污泥燃料产生异味，提高了污泥燃料环保性能。

应用场景：

用于污水厂产生的污泥的无害化利用，生产出的污泥燃料可用于燃煤锅炉。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

污泥生产成本 50 元/吨，并可大幅度提高其热值，污泥燃料制备工艺简单、生产效率高，具有明显的环保效果和经济效益。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股
 作价投资

应用案例： 利用含油污泥生产出的型煤，已经在相关企业进行过燃烧实验，完全可代替普通燃煤用于锅炉燃料。

专家团队介绍：

高洪阁，副教授，目前主要开展污染物控制理论与技术方面的研究。主要研究方向和成果有：利用污泥生产环保燃料和固体废弃物无害化处理；及电化学水处理一体化装置，拥有十余项授权专利，其中与本成果相关的有效授权发明专利 5 项。

附图片：



图 1 实验所用污泥样品 图 2 污泥型煤燃料

项目 42：高性能光催化制氢材料

成果介绍：

本成果针对环境污染物，尤其是污水治理的紧迫需求，为了更有效利用太阳光，利用二维过渡金属硫化物的增强可见与近红外光响应，选择合适的负载方法，将二维过渡金属硫化物负载到石英光导纤维上，设计和构建高效太阳光全光谱（紫外，可见与近红外）光催化效果的光导纤维/二维过渡金属硫化物复合光催化剂。最后依据高通量组合设计、制备，利用常压直流等离子加热合成反应获得系列化的 TiB_2-TiC 多孔陶瓷，为污水处理时的光导纤维提供支撑体，以期实现光导纤维太阳光全光谱光催化复合材料的集成化、装备化、产业化。

所属领域： 污水处理

技术创新点：

本成果针对全球环境污染和能源短缺的紧迫需求，以二维过渡金属硫化物复合光催化剂作为主要的光催化降解污染物材料，在达到实验室降解污染物要求后，可以去实体工厂进行终端污水处理。

应用场景：

工业和环境污水综合治理和利用。工业和环境污水处理中难降解化学需氧量（COD）的降低。

技术成熟度： 初试 小试 中试 可以量产

市场前景分析：

国家《水污染防治行动计划》出台后，污泥处理、再生水利用和挥发性有机物（VOCs）处理等细分领域将进入快速成长期。工业和环境污水综合治理和利用前景广阔。

合作方式： 技术开发 技术服务 技术转让 技术许可 技术入股 作价投资 其他

目前应用状态：

与青岛华世洁环保科技有限公司有长期合作，在本成果所制备的光催化剂达到实验室模拟污染物降解要求后，可以去公司进行终端光催化降解污水处理。

专家团队介绍：

1. 专家获得的奖励及荣誉称号：

田健，材料学院，山东省泰山学者青年专家，山东省优青，香江学者，山东省高等学校青年创新团队负责人。

2. 专家科研成果：发表 SCI 论文 69 篇，以第一发明人授权专利 3 项。

团队介绍：

王新震、魏娜，本团队主要从事高能等离子束原位合成复合材料、纳米光催化材料降解污水、机动车尾气净化、和光还原 CO₂ 的研究与开发工作，在光催化材料设计合成、微结构表征和光电化学性能研究领域具有丰富的研究经验和工作基础。

附图片：



山东省自然科学一等奖