

太原理工大学科研成果

成果名称	井上下一体化注浆增阻保水开采理论及关键技术
成果简介 (限 500 字)	本成果针对我国煤炭资源开采过程中面临的奥灰承压水害等难题，创新性地提出了“井上下一体化注浆增阻保水开采”理论，并研发了系列关键技术，实现了煤炭安全高效开采与水资源保护的双赢目标。 理论创新方面：首次提出了“井上下一体化注浆增阻保水开采”理论体系，阐明了注浆增阻机理，构建了基于多场耦合的注浆保水开采模型，为煤炭绿色开采提供了理论支撑。建立了多因素底板破坏深度理论预测模型，与现场实测结果高度吻合，且在山西部分矿井进行了验证，其准确度较高。 关键技术方面：研发了井上下协同注浆工艺、高效环保注浆材料、精准注浆控制等关键技术，实现了注浆过程的精准控制和高效运行，显著提升了注浆效果和保水效率。研发了新型多源复合注浆材料，探索了低活性富铝硅酸硅质材料的改性机理及其应用。 应用效果方面：与企业联合攻关，首次提出“井下千米定向钻水平井分区段区域注浆增阻加固工艺及理论技术”，为承压水上采煤奠定了技术条件。 成果产出方面：围绕煤炭资源的“安全、绿色、高效”开采问题，研究团队主持横纵向科研项目 10 余项，发表论文 20 余篇，授权专利 10 项，获省科技进步一等奖 1 项，出版专著 1 部，参编地方标准 1 部。
应用场景	煤矿井下底板区域注浆
成果联系人 及联系电话	山西义棠煤业有限责任公司 李实 18634885868

成果名称	深部煤炭资源原位改性低碳开发利用技术
成果简介 (限 500 字)	该成果致力于深部煤系资源原位物理化学改性低碳开发利用,针对深部煤与煤层气资源矿物结构致密、孔隙率低、渗透性差的共性特征,提出了压裂增渗、卸压增渗、热解、驱替等原位改性开采方法,自主研制了一系列高温高压真三轴多相流体压裂渗流试验装置,揭示了原位条件下煤岩体物理与化学改性过程中演变多孔介质传输与多场耦合作用机理,发明了原位物理改性与化学改性采矿系列创新技术,解决了这类特殊矿产资源沿用传统方法“采不出、采不全”的难题,发明了原位改性开采成套技术与装备,并进行了工业推广应用,实现了低渗透煤系资源的高效低碳开采技术突破。研究成果获山西省技术发明一等奖等。其中,2016至2019年在山西省科技重大专项项目资助下,联合蓝焰煤层气有限公司、中煤科工西安研究院等企业集体攻关,在晋城赵庄3#煤层上方1.5~2.0m的砂质泥岩中钻进布置水平孔,通过定向间接压裂技术,对下位煤层进行间接致裂增渗,提高了煤层致裂效果与渗透性,单日最高产气量达11543m³,平均日产5427m³,对我国低渗煤层气高效开采提供了新的技术方案。
应用场景	深部低渗煤系“三气”储层、深部不可采煤层
成果联系人 及联系电话	联系人: 梁卫国、陈跃都 联系电话: 15536888799

成果名称	遗留难采煤炭资源开采方法及安全保障技术
成果简介 (限 500 字)	山西省许多资源枯竭型矿井中遗留有大量的难采优质煤炭资源，其储量可观，长期赋存会导致自燃等安全隐患，具有良好的开采价值。研发针对性的开采方法和安全保障技术是实现遗煤高效回收、规避安全隐患和环境风险的关键核心。项目的主要技术发明点有： (1)发明了一系列遗留难采煤炭资源开采的技术方法，实现了开采方法的创新与发展——研发了上行复采、露天复采、充填复采和综放复采等技术方法，实现了“蹬空区-浅埋深-旧采区-近距离”等各类赋存条件下难采遗煤开采方法的革新，完善了煤炭资源开采的技术方法体系。 (2)发明了遗留难采煤炭资源开采岩层控制的针对性技术，提高了岩层控制的精准度——首创了遗留难采煤炭资源开采结构充填岩移控制的技术方法，发明了结构充填“材料开发-性能优化-装备研发”的配套工艺，研发了难采遗煤开采厚硬顶板强矿压的三位一体消减技术及工作面过陷落柱、煤柱群侵入区时的岩层控制技术。 (3)发明了遗留难采煤炭资源开采瓦斯和积水水害的防治技术，形成了相应的安全保障技术体系——提出了不同类型赋存空间内瓦斯地面协同抽采的技术方法，发明了难采遗煤开采瓦斯协同抽采的配套技术工艺、装置与系统，开发了超前注浆等水害防治的遗煤开采安全保障技术。
应用场景	矿山企业
成果联系人 及联系电话	冯国瑞 13643697785 白锦文 15003419629

成果名称	单一厚煤层采动卸压瓦斯地面高效抽采与利用关键技术研究
成果简介 (限 500 字)	我国单一厚煤层可采储量和产量在煤炭总储量和产量中均占 45%左右，是实现煤炭稳产增产的主力煤层，其开采过程中顶板运动剧烈、采空空间大且落煤瓦斯涌出强度大等原因，导致“瓦斯突涌”问题严重，直接威胁井下安全生产。研发针对性的防破坏方法和高效抽采技术是实现单一厚煤层高强度开采、消除井下瓦斯威胁的关键。成果荣获中国煤炭工业协会科学技术一等奖，主要技术发明点有： 提出了地面井防破坏失效与探测修复技术，发明了地面“微造斜”和“容移缓冲”型防破断技术方法，研发了全井身视频探测防失效装置与破断井身水射流原位破碎修复系统，实现了地面井瓦斯安全高效抽采。 构建了地面井变频改造自动变负压抽采与疏通再利用技术体系，提出了地面抽采系统变频改造方法，发明了地面气-液相循环压注工艺，研发了地面井低-中-高自动变负压抽采配套的监测传感器防失效与高压流体吹扫疏通颗粒和积水堵塞裂隙技术。 研发了地面井低浓度瓦斯分级安全利用技术，发明了瓦斯-汽油自动切换、空燃比自动调节、机组远程监控的双燃料发电机组瓦斯就地利用技术，研发了由吸附塔、缓冲罐、分液罐等组成的变压吸附瓦斯就地提浓系统，形成了集抽采-增压-集输-利用为一体的野外单井场地面抽采与利用系统。
应用场景	煤矿瓦斯抽采
成果联系人及联系电话	冯国瑞 13643697785

成果名称	村庄下压煤柱式结构充填开采理论与沉陷控制关键技术
成果简介 (限 500 字)	村庄下压煤资源赋存广泛，储量可观，具有良好的开采价值与潜力。主要受充填材料来源不足和充填成本较高两大技术瓶颈的制约。此外，研发村庄下压煤资源开采地表沉陷的高精度大范围监测方法也是该项目拟解决的重要技术难题。 本项目的创造性和先进性主要体现在以下几个方面： 分别构建了覆岩均布载荷和区段煤柱载荷作用下“充填群柱-顶板”承载体系的多跨连续梁力学模型，理清了覆岩均布载荷/区段煤柱载荷与充填群柱载荷之间内在联系，获得了区段煤柱载荷的大小和位置对充填群柱承载特性的影响规律。 (2) 研发了基于玉米秸秆灰为主的生物质灰的结构充填（注浆）新材料，研究了不同替代率生物质灰结构充填料浆的流动性能，揭示了不同龄期结构充填试件的力学性能，核算了生物质灰充填（注浆）材料的经济成本，提出了基于生物质灰渣的结构充填材料的制备方法，得到了生物质灰充填（注浆）材料的最优配比。 (3) 研发了“下位柱式膏体充填+上位柱旁注浆充填”多层位结构充填系统，确定了“下位柱式膏体充填+上位柱旁注浆充填”多层位结构充填开采的施工流程和技术工艺。 (4) 提出了 GNSS 散点与 InSAR 面域数据的联合监测技术，扩大了 GNSS 的监测范围，提高了 InSAR 的面域监测精度，实现了村庄下压煤开采沉陷效果的实时监测，并评价了村庄下压煤开采“下位结构充填开采-上位注浆结构充填”控制地表沉陷的效果。
应用场景	“三下”压煤资源开采、减沉式煤炭资源开采、矸石的处置
成果联系人及联系电话	戚庭野 13403457877

成果名称	一种利用烟气活化固碳后煤矸石及碱性矿渣制备注浆材料的方法
成果简介 (限 500 字)	本专利提供一种利用烟气活化固碳后煤矸石及碱性矿渣制备注浆材料的方法，属于固废资源化制备注浆材料同时实现碳减排的技术领域。通过高温活化提高煤矸石火山灰活性，同时利用煤矸石中钙镁等氧化物高温下与 CO₂ 的碳酸化反应实现烟气中部分 CO₂ 捕集，活化煤矸石后的烟气通入碱性矿渣浆液进行矿化反应，进一步捕集烟气中 CO₂，活化固碳后煤矸石及碱性矿渣制备注浆材料。通过本发明能够有效回收并利用烟气中的热量，通过干法固碳和湿法固碳相结合，实现对烟气中 CO₂ 的捕集，降低其对大气环境的污染。
应用场景	煤基固废及碱性矿渣制备储碳型注浆材料
成果联系人 及联系电话	韩艳娜 1362362027

成果名称	一种用于扭簧扭臂的拉直装置
成果简介 (限 500 字)	扭转弹簧属于螺旋弹簧，可以存储和释放角能量或者通过绕簧体中轴旋转力臂以静态固定某一装置。扭转弹簧的端部被固定到其他组件，当其他组件绕着弹簧中心旋转时，该弹簧将它们拉回初始位置，产生扭矩或旋转力。目前扭簧的制作已实现自动化，如 CN108817286A 公开了一种微型扭转弹簧的加工设备及其制备方法。但是在实验室对扭簧进行相关研究时，还是以手工制造为主。 通常扭簧制造过程采用的材料为冷拉钢丝，根据钢丝粗细和等级不同，其抗拉强度在 1700 ~ 2800mpa 之间不等，洛氏硬度值在 48 ~ 55hrc 之间，弹簧钢丝的高强度、高硬度使弹簧钢丝在弯曲成型时非常困难，同时端头弯曲成型时需确保弹簧工作部分形状保持不变，采用传统的手工操作很难实现。在手工制作扭簧的过程中，申请人总结如下的缺点：拉伸过程手工操作费时费力；拉伸后弹簧工作部分变形较大，易造成废品；拉伸后钢丝因弹力作用，部分恢复弯曲状态，需要钳工修整；拉直的定位精度不准确，难以达到产品图样要求的精度；因弹簧对心轴直径的要求较严格，不同规格弹簧心轴更换量大。 本实用新型提供一种用于扭簧扭臂的拉直装置，解决背景技术中所述技术问题。
应用场景	弹簧加工机械
成果联系人 及联系电话	侯凯 15503660712

成果名称	既有工业固废堆场的建设用地开发与智慧监测及测试技术
成果简介 (限 500 字)	本成果针对我国土地资源紧缺及工业固废堆存带来的生态环境与安全问题,创新性提出基于工业固废堆场的建设用地开发与智慧监测测试技术体系。通过研究堆场地基处理关键科学问题,揭示了固废堆场原位物理力学性质的空间分布规律,提出了基于孔压静力触探原位测试指标的尾矿场地岩土参数评价方法,研制了适用于不同环境条件的改性固化剂,提升固废固化后的工程稳定性,并提出了地基处理的设计方法与施工工艺,推动工业固废堆场的资源化利用。 针对赤泥、煤矸石等堆场坝体长期受强碱、高浓度阳离子渗滤液及极端气候影响的安全隐患,研发了无人机坝体监测系统,集成图像采集、深度学习与 5G 信号传输技术,实现坝体裂缝及覆膜破损的自动识别、定位与预警,提高监测效率,降低人工巡检成本。构建了 pH 在线监测集成系统,通过云端服务器与现场主控室联动,实现地下水数据的实时监测和异常预警,保障堆场安全。 该技术能够提高环境管理能力,助力“无废城市”建设,推动固废堆场向可建设用地的高效转型,为绿色低碳和智能化发展提供技术支撑。
应用场景	赤泥、铁矿、煤矸石、钢渣、炉渣等固废堆场的开发利用与测试监测
成果联系人 及联系电话	太原理工大学 董晓强 13333515050

成果名称	煤基-建筑固废协同制备 低碳土木工程材料理论与方法
成果简介 (限 500 字)	立足于“双碳”的重大战略背景，秉承山西对本土固废的减量化、资源化、无害化处置原则，研究固废和膨胀珍珠岩在混凝土中的复掺技术，制备抗冻、抗渗、保温、抗裂等低碳功能性混凝土材料。取得技术成果服务于行业标准《再生混凝土结构技术标准》和山西省《建筑固废再生利用技术标准》、《再生骨料混凝土应用技术标准》多部地方标准。包含以下技术： 将纳米绝热材料与传统保温材料相复合。克服了纳米材料由于超低强度无法用于水泥基材料的难题，并解决了传统珍珠岩无法直接用于建筑节能的工程问题，制备了玻化微珠保温砂浆、含纳米珍珠岩的建筑保温砂浆、永久性保温墙模等超高性能保温材料。 提出“城市窑洞”的节能理念，将闭孔珍珠岩作为为固体引气剂应用于混凝土中，开发了兼具承重和保温性能的功能性混凝土，获得 2010 年山西省科技进步二等奖和 2015 安监局三等奖。 针对工业固废利用、绿色建筑双重问题，研究固废在混凝土中的复掺技术，并将废渣废料利用技术、再生混凝土技术与保温混凝土技术进行整合，提出基于多孔玻璃质材料与柔性纤维的再生混凝土材料/构件长期性能提升路径，获得 2022 山西省自然科学二等奖。 技术旨在促进土木工程的可持续发展，带动产业结构向绿色环保转型。
应用场景	道路工程、住房和城乡建设
成果联系人 及联系电话	刘元珍 13513512528

成果名称	大温差区沥青路面高层位 常温再生关键技术研究及应用
成果简介 (限 500 字)	“大温差区沥青路面高层位常温再生”依托于“晋阳高速改扩建工程 K38+850 至 K39+290 实验段”，针对传统 SBS 胶乳制备工艺存在的高污染问题，创新性地提出了一种无毒无害的溶剂型 SBS 胶乳制备方法，有效降低了制备过程中的环境污染，提升了 SBS 乳化效果及其在沥青混合料中的相容性。构建了大掺量 RAP 乳化沥青混合料的常温再生设计方法，通过优化乳化沥青的粒径分布、界面粘附性能以及再生剂的选择，实现了高效的材料回收利用。路面结构下面层中 RAP 料的室内实验掺量达 100%，工程实际应用掺量达 70%，显著提高了废旧沥青路面材料的循环利用率，降低了新沥青材料的使用成本。针对大温差地区的特殊气候条件，研究团队综合考虑温缩裂缝和疲劳耐久性问题，首次确立了乳化沥青常温再生混合料的全新低温性能评价指标，构建了适应严寒环境的评估体系。本课题的研究内容涵盖了材料制备、配合比优化、路用性能评估及工程应用，形成了一套系统的技术方案，已发表高水平学术论文 4 篇，研究技术报告 1 份，为大温差地区沥青路面的绿色可持续发展提供了重要的理论依据和技术支撑。
应用场景	路面中下面层
成果联系人 及联系电话	张脩 136200616199

成果名称	一种装配式建筑造楼机
成果简介 (限 500 字)	国内市场还未研发出一种适用于装配式建筑的建造平台体系。项目组设计了一种集构件吊装安装、外墙装饰装修等多种功能于一体的装配式建筑造楼机,并对其进行系统的受力分析及优化设计,为该造楼机的制造和使用提供数据支持和技术支撑。主要是构造了一个高空智能升降平台,其功能主要包含了构件的竖直运输、构件的水平运输和四周外墙的装饰装修三部分内容;核心部件是下部设置的 8 套顶升装置,运用先进的 PLC 控制器并结合 PID 算法控制整体架构的顶升同步性。对吊装中的各个部分进行了针对性的设计,产生了诸多创新型装置:竖向承力结构采用类似于塔吊的格构式钢标准节和少数非标准节组合拼接而成,各个单元之间采用插接方式和螺栓进行连接,标准节和非标准节的长宽均为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$,考虑到钢标准节高度尺寸应适应住宅层高且需方便施工,故将标准节高度设置为 3m,非标准节高度为 1.5m。水平向防倾覆采用可升降抱箍装置,实现吊装锁紧,顶升滑行的目的;对运输桁车主横梁的设计,创新性的选择了桁架式主梁,极大的发挥了其刚度大、质量轻的优势。推动其向高效化、安全化、智能化领域迈进。
应用场景	装配式建筑智能建造
成果联系人 及联系电话	路国运 13293819828

成果名称	百叶折流板管壳式换热器
成果简介 (限 500 字)	开发的百叶折流板管壳式换热器是一种高效低阻换热设备，在换热器壳侧沿长度方向均匀布置若干百叶形折流板，折流板由折流圈同倾角的百叶片组成，确保每块折流板上管束孔同心性以及百叶片角度的准确性，便于换热管安装。可有效减小壳侧流动死区，优化壳侧流体流动形式，降低压力损失，增大有效换热面积。该设备换热效率高，相同换热量下泵功消耗低，结构紧凑，不易结垢，使用寿命长，该产品获得国家发明专利授权（ZL201610209651.0）。 本换热设备克服传统弓形折流板管壳式换热器存在流动沿程阻力大，垂直折流板后方易形成流动死区，换热效率下降的弊端，在暖通空调、能源动力和石油化工行业有广泛的推广应用前景，能够取得显著的节能效果，符合高能行业节能减排的需求，具有良好的社会效益和经济效益。
应用场景	暖通空调、能源动力等行业
成果联系人 及联系电话	雷勇刚 15513028666

成果名称	新型强化微生物老窖水处理技术
成果简介 (限 500 字)	硫酸盐还原菌 (SRB) 通过异化作用将硫酸盐、亚硫酸盐、硫代硫酸盐等含硫氧化物作为有机物的电子受体还原为硫离子。SRB 通过调节代谢进行自我保护, 以有机物为营养源维持自身生长需要, 同时产生的硫离子能够与水中溶解态的金属离子反应生成稳定的硫化物沉淀, 进一步降低金属离子浓度。 目前, 利用 SRB 治理老窖水在理论和实验室阶段取得一定进展, 但工程实际应用案例较少, 主要原因是碳源种类及投加比例难选择、产物 H₂S 对微生物有抑制作用、重金属离子在微生物内富集影响其生长等。本技术可根据具体情况, 对上述问题进行解决, 从而达到将老窖水中最难除的硫酸根离子削减一半的目标。 目前在实际工程中能达到以上目标的老窖水水处理技术尚未见到, 相比而言, 本技术具有明显的技术优势。
应用场景	老窖水末端处理
成果联系人 及联系电话	太原理工大学 钱天伟 18636876688

成果名称	微动力生态渗滤式水处理技术
成果简介 (限 500 字)	本技术工艺一般为微动力系统,其有关技术经济指标如下: (1) 占地面积小。日处理 1 吨污水的渗滤面积 0.8m²。地表可规划为公园、绿地、休闲场地等。 (2) 污水处理效果好。出水主要指标优于城镇污水处理厂一级排放标准,且出水水质稳定。就有机废水而言,对进水的 COD 浓度没有下限。 (3) 设备简单、维护简便、无人值守。微动力系统的机电动力设备包括一台污水潜污泵和一台普通风机(额定升压约 2000Pa),且均为间歇短时工作制(2-4 小时/天),使用寿命很长(约 10 年)。 (4) 运行能耗很低。处理电耗<0.1 度/吨(其中,抽水约 0.06 度/吨,通风约 0.02 度/吨)。 (5) 无二次污染、可美化环境。好氧系统不散发异味,不排放有机污泥,噪音小。地表可规划为绿地公园等,是美丽乡村建设的理想选择。 (6) 气候适应性强。系统设置于地下,还可以人为调节渗滤系统内生物膜的温度,即使在寒冬气候条件下能保持很好的处理效果。
应用场景	农村污水处理、河流水质提升
成果联系人 及联系电话	太原理工大学 钱天伟 18636876688

成果名称	一种通风道风口出风控制方法及结构
成果简介 (限 500 字)	一种通风道风口出风控制方法及结构,通过在通风道风口的百叶结构中设置相变材料,使得当供风温度超过相变材料温度时,利用相变材料相变过程的吸放热功能,自动调节出风热量以提高供风舒适度,更好地使得通风道风口出风和使用需求匹配,提高人性化控制效果。该结构无需额外增加新的装置或者动力,利用了相变材料自身的相变过程造成的流动性,实现对百叶的倾斜度的自动调节,具有结构简单,稳定可靠且成本低廉的优点。该结构已经获得国家发明专利授权,专利号: ZL 202210600832.1。
应用场景	建筑空调、通风、太阳能墙等领域
成果联系人 及联系电话	景胜蓝 18935187397

成果名称	不可移动文物保护区划内环境安全监测
成果简介 (限 500 字)	《不可移动文物保护区划内环境安全监测规程》地方标准是山西省第一个从不可移动文物保护区划内环境安全监测标准的角度研制数字化文物保护的地方标准，规定了山西省行政区域内，不可移动文物保护区划内环境安全监测的基本要求、监测方法、监测频次、监测项目预警监测成果及信息反馈等内容。 本标准的制定可以确保文物所在区域的环境符合保存要求，有效保护文物不受环境污染或损害；有助于规范不可移动文物保护区内的环境监测工作，明确监测指标、方法和频次，提高管理的科学性和规范性；有助于确保公众在文物保护区内的安全；可以及时发现并解决文物保护区内的环境问题，提高文物的保护水平，延长文物的寿命，保障其传承价值；满足相关的法律法规和政策文件通常要求对文物保护区内的环境进行监测和评估。
应用场景	文物环境安全监测，石窟寺遗址
成果联系人 及联系电话	王崇恩，邢娟娟 18635132099，17735108760

成果名称	基于统计过程控制（SPC）方法的古建筑预防性保护结构健康监测数据处理技术
成果简介 (限 500 字)	旨在解决外部环境变化（如天气、交通、人流等）对古建筑结构的影响，提供精确的定量分析手段。在古建筑的长期保护中，建筑物面临多种潜在威胁，如温湿度剧烈变化、周围交通振动、游客流量等，这些因素可能导致结构损伤或退化。因此，实时监控建筑物的结构健康成为重要的保护手段。 MEMS 光纤传感器作为一种无源、安全的传感技术，广泛应用于古建筑监测中，能够实时采集应变、振动、温度等数据。这些光纤传感器具有高精度和抗干扰性，但在实际应用过程中存在信号漂移的问题，尤其是受到温湿度变化和环境噪声的影响，监测数值的绝对值可能不稳定，影响数据的准确性。 为了解决这一问题，基于 SPC 方法的数据处理技术采用了芯片信号处理和软件建模的结合。芯片信号处理能够有效去除背景噪声和漂移，提高数据的稳定性，而软件模型则对漂移和噪声进行补偿，通过对历史数据的分析，动态调整监测结果，确保数据反映出建筑物的真实健康状态。 在数据分析过程中，SPC 方法通过控制图对实时监测数据进行监控，设定控制限值，一旦监测数据超出正常范围，系统会自动发出预警信号，提示可能存在的结构问题。SPC 不仅能够识别异常波动，还能分析数据背后的系统性变化，为预防性修复和保护决策提供依据。 这种技术方法通过结合光纤传感器和 SPC，解决了信号漂移和数据不稳定的问题，显著提高了古建筑结构健康监测的精确度和可靠性，为古建筑的预防性保护提供了有效的技术支持。
应用场景	文物建筑预防性保护，旅游景区人流控制
成果联系人 及联系电话	王崇恩、李戌欢 18635132099

成果名称	钢管混凝土脱空缺陷无损检测机器人
成果简介 (限 500 字)	钢管混凝土结构因其优异的力学性能在桥梁工程、高层建筑、电力设施等领域中被广泛应用。然而，钢管混凝土脱空缺陷的存在严重影响其全寿命周期内的安全性。因此，钢管混凝土脱空缺陷检测对于保障结构安全服役至关重要。传统的检测方式主要依靠人工模式，存在难以快速、精确地检测整体结构脱空缺陷的问题。针对以上问题，本团队开发了一种钢管混凝土脱空缺陷无损检测机器人，实现了复杂环境下的自动检测、脱空缺陷的精准诊断和脱空缺陷实时三维建模。 钢管混凝土脱空缺陷检测机器人的主要优势在于：采用基于机器学习和声波识别算法，实现脱空面积与脱空深度的精准计算；通过 TOF 摄像头技术进行检测路径规划，同时实时构建检测物模型；通过物联网模块，上传检测数据至云端平台，实现检测结果的实时监测与分析。此外，结合数字孪生技术，可对带脱空缺陷的钢管混凝土开展实时非线性动态仿真和耦合分析。通过结构受力状况、异常振动幅度和模态振型等参数精准评估结构在服役环境中的受力状态和脱空缺陷对结构动态响应的影响，显著提升了检测效率与质量，为钢管混凝土结构长期安全稳定运行提供有力保障。
应用场景	超高层建筑、桥梁结构、大跨空间结构等
成果联系人 及联系电话	王蕊 13934558009

成果名称	阀口面积压差独立调控高精度比例多路阀及关键技术
成果简介 (限 500 字)	挖掘机、起重机、掘进机等非道路移动装备普遍采用液压泵输出流量、经多路阀传递和分配动力的液压系统。多路阀作为核心控制元件，其流量控制特性直接决定了整机的操控特性和技术先进性。但传统多路阀普遍采用压力补偿器控制流量，存在控制精度低、小流量控制难、功能扩展性差、分流特性差等不足，难以适用主机智能化需求。 为此，创新提出流量参数解耦控制理论，设计了阀口面积、压差解耦控制的多路阀架构，通过精确独立调控阀口面积、压差，突破了传统流量方法面积/压差非线性耦合流量精度低以及单一变量控制性能受限的不足，阀口流量误差由现有多路阀的 10 %降低到 4 %以内；实现了基于工况特征的阀口流量增益动态匹配，实时调控阀口压差，保证精细作业时整机的微动操控特性、使动作柔和易控，又满足快速工况下系统的动力强劲响应、提高作业效率。 新技术通过阀口双变量参数解耦控制，实现了软件定义功能的柔性控制，全面提升现有多路阀控制性能，具备多主机平台适用性，既能满足土方机械在大载荷工况下的高动态响应需求，又可适配长臂架机械对高平稳性运行及微动精准操控的技术要求，在不改现有系统架构及操控模式基础上，显著改善整机工况适用性、复合动作协调性及操控品质，助力主机装备高端化、智能化、绿色化发展。
应用场景	工程机械、矿山机械、农业机械等非道路移动装备
成果联系人 及联系电话	葛磊，13233698539

成果名称	重载举升机构驱动与重力势能高效储用一体化关键技术
成果简介 (限 500 字)	液压驱动的重型机械臂是重型装备的重要组成部分，在工作中需频繁升降，其重力势能经液压阀节流转换为热能消耗掉，能量浪费严重。机械臂的能效直接决定我国重型装备产业能否实现绿色化、高端化发展。 现有机械臂重力势能回收利用方法均存在能量转换次数多、传递链长导致能效低的不足，并且采用传统阀控驱动回路，存在较大的节流损失，进一步降低系统能效。 本团队提出重载机械臂高能效驱动与势能回收利用一体化技术，在驱动液压缸中集成储能容腔，与液压蓄能器直接连接，用于直接回收再利用重力势能，回收和再利用分别只经过液压缸进行一次机械能和液压能的转换，转换效率高、传递链极短，解决了传统能量回收利用方式能量传递链长、转换次数多造成能量利用率低的不足。此外，集成了储能容腔液压缸匹配闭式泵控驱动回路，不仅解决了阀控回路节流损失大的问题，还解决了传统闭式泵控非对称液压缸的非对称流量问题。 本创新技术方案实现了重载机械臂的高能效驱动与势能回收利用集成一体化，攻克现有技术动势能回收利用率低的国际难题，较电气能量储用技术方案，势能回收利用率可由不足 35%提高至 70%以上；用于液压挖掘机动臂驱动系统，可降低能耗 70%以上。节能效果突出，成果达到世界领先水平。
应用场景	重载机械臂结构、具有大功率重力势能回收利用的作业机构
成果联系人及联系电话	权龙 15333683330

成果名称	面向特钢棒材修磨的机器人系统
成果简介 (限 500 字)	该棒材修磨机器人系统集成缺陷检测与修磨为一体。在缺陷检测方面，采集棒材表面缺陷图像，基于图像处理和深度学习相结合的特钢棒材表面缺陷视觉判定方法，针对不同规格长度的特钢棒材设计了棒材表面缺陷在线移动视觉检测系统。 在对末端力与力矩进行深入分析的基础上，利用拉格朗日能量法与牛顿第一定律建立了修磨机器人末端力/力矩模型，并将机械臂动力学模型和末端力/力矩模型结合，提出了两种特钢棒材修磨机器人的动力学模型建模方法，并对修磨机械臂空载轨迹进行规划，使机械臂可以成功实现从起始位置到期望位置的平稳运动，运动轨迹光滑且连续，有效避免了因加速度突变而产生的冲击，提高了装置运行轨迹的稳定性，并根据不同的缺陷类型，给出了相应的修磨策略。 在机械臂运动控制方面，结合视觉缺陷检测结果，将自适应控制理论与阻抗控制相结合，利用仿真软件进行仿真实验，结果表明相比阻抗控制，自适应阻抗系统达到稳态所需时间更少，力超调更小，改善了传统阻抗在环境位置未知情况下力跟踪效果差的缺陷，实现机器人末端执行器与环境柔性接触，并搭建了硬件和软件平台进行了实验验证。
应用场景	棒材精整生产线
成果联系人 及联系电话	张金柱 19135312269

成果名称	新型重载酒醅上下料机器人
成果简介 (限 500 字)	新型重载酒醅上下料机器人是面向白酒的地缸发酵工艺中的醅料提取工序,设计的一种冗余互补驱动的三自由度取酒醅机构,实现了传统工艺智能化升级,有效降低了人力成本,为酿酒行业提供了高效、可靠的自动化解决方案。主要成果如下: 1. 冗余互补驱动机构设计 提出闭式驱动链 + 开式执行链协同架构,通过两组冗余驱动支链的动态力分配策略,实现全域运动/力传递性能优化。三自由度并联设计将驱动单元集中基座,降低惯量同时提升刚度,工作空间利用率达 57.48% (较传统提升 26.58%),覆盖 4×4 陶缸阵列,单次载重 200kg,突破狭窄空间作业限制。 2. 三位一体的套缸工艺适配设计 围绕地缸发酵工艺特点,构建“构型 - 性能 - 尺度”协同设计体系。通过刚柔耦合动力学建模与仿真验证,优化了机构尺度参数以适应套缸狭窄空间。创新设计卡爪式执行器,集成旋挖、柔性包覆与无损伤卸料功能,通过活瓣结构实现散料抓取,结合桁架行车系统,机器人可覆盖多缸位取料,减少行车往返次数 40%,提升效率 30%。 3. 无传感器高精度控制技术 基于本体动力学模型开发智能控制策略,通过关节电流实时估计接触力(广义动量观测器),实现陶缸中心定位误差 $< 0.1\text{mm}$、轨迹跟踪误差 $< 0.15\text{mm}$,无需外部传感器即可毫米级作业,该控制方案简化了现场部署复杂度,有效降低设备成本。
应用场景	传统白酒地缸发酵工艺中的醅料提取工序
成果联系人 及联系电话	张金柱 19135312269

成果名称	带式输送机胶带更换成套技术装备
成果简介 (限 500 字)	数万条倾斜带式输送机在工业物料输送系统中发挥着重要作用，其胶带的不定期更换成为保证带式输送机良好工况的先决条件。山西省重点研发计划（201603D121001-1）资助的带式输送机胶带连续更换装置，填补国内外空白，已在 500 多家煤炭企业带式输送机上推广应用，完成 30 多万公里的输送带更换安装。
应用场景	煤矿带式输送机更换
成果联系人 及联系电话	寇子明 13803456392

成果名称	永磁外转子提升机智能监测方法与自适应控制研究
成果简介 (限 500 字)	国家自然科学基金项目（编号 5227041031）聚焦运输提升装备智能化的重大需求，以恶劣工况下智能监测方法与自适应控制为导向，解决时变负载、气隙和温度监测难题。提出永磁外转子提升机动态负载跟踪方法，揭示气隙和温度变化规律，掌握数字孪生驱动的智能控制策略，开发集运行状态、健康状态和智能控制于一体的多维度可视化人机交互智能管控系统。
应用场景	矿用提升机
成果联系人 及联系电话	寇子明 13803456392

成果名称	高性能无缝金属复合管高效轧制技术与装备
成果简介 (限 500 字)	传统单质金属管材存在重量大、易腐蚀、寿命短等问题，难以满足现代工业和高端制造对轻量化、高性能材料的需求。高性能无缝金属复合管是新型结构功能一体化复合材料，具有结构轻量化、综合性能优异、贵重金属节约等优势，可广泛应用于国防军工、核电、石油、化工领域。然而，现有复合管材制备技术存在界面结合强度低、成型效率低、成本高等问题，具有高强冶金结合界面的大长径比无缝金属复合管高效制备技术已经成为当前行业面临的重要“卡脖子”技术。 本成果针对上述问题，开发了三辊斜轧复合技术，研发了具有自主知识产权的中试装备。实现了大长径比无缝冶金复合管高效率、短流程、低能耗的连续成形，突破了复合管材界面结合强度低、成型效率低等技术瓶颈。目前，已成功制备了碳钢/不锈钢、钛/钢、钛/铜、铜/铝、钛/铝等系列冶金复合管，界面结合强度高于基体强度，相关技术已经授权中国发明专利十七项，国际专利 2 项。 本团队寻求与相关企业合作，共同推进该成果的产业化应用。合作方式包括技术转让、技术入股、联合开发等。 
应用场景	石油化工、海洋工程、城市输水管网等
成果联系人 及联系电话	牛辉 1553609051

成果名称	工业环境下的非接触式在线超声检测系统
成果简介 (限 500 字)	光声检测是一种利用激光实现超声波激发和探测的非接触式超声检测技术，可针对材料的缺陷、厚度、微观组织、力学性能等参数进行实时检测或表征，具有非接触、高空间分辨率、高时间分辨率、适用于复杂工业环境等特点，能够实现快速、高精度的材料在线检测。 团队自主研发了以全息双波混合干涉仪为核心的光声检测系统。针对企业级用户，开发了长寿命、高功率、高稳定性、适用于恶劣工况的工业级光声检测装备，既包含适用于缺陷检测、厚度检测的通用型产品，也可根据不同用户的个性化需求，提供光学参数、设备结构等方面的定制化服务。产品围绕冶金工业为基点，面向航空航天、精密制造、工程机械等领域提供高质量的非接触超声在线检测系统。团队同时还针对高校、科研院所的科研需求，开发了安全、便携、高灵敏度的桌面级光声检测系统，用于光声检测的基础性探索与研究。
应用场景	冶金工业
成果联系人 及联系电话	张彦杰 13994278265

成果名称	基于边缘引导和特征点检测的高温 H 型钢断面尺寸实时测量
成果简介 (限 500 字)	H 型钢广泛应用于工业领域，其制造尺寸的偏差会影响其稳定性并缩短使用寿命，因此极有必要在热轧过程中通过实时测量对其尺寸进行在线监控，从而动态调整工艺参数以满足要求。针对热轧 H 型钢高温在线测量难题，本团队成功研发了一套融合视觉检测与深度学习的高温 H 型钢实时测量系统，设计的风冷-水冷复合防护装置，可确保相机在 1000℃ 环境下稳定采集图像。针对高温图像噪声干扰，创新性开发了轻量化 BLSNet 分割网络，通过边缘引导条纹注意力模块实现光条边缘精准提取，结合条纹空洞边缘增强金字塔模块有效捕获多尺度特征，在保留关键轮廓信息的同时保持较快的推理速度。基于 H 型钢几何特性，提出双阶段测量算法，运用法向量中心线提取法准确定位光条中线，继而结合 H 型钢的几何尺寸特点，通过特征点检测技术有效解决翼缘区域不连续和非平行截面的测量难题。实验表明，该系统在保持 0.8% 最大相对误差的同时，实现了每张图像 0.0162 秒的实时处理能力。相较于传统人工离线检测，该方案为热轧 H 型钢动态调整轧制工艺参数提供了可靠数据支撑，特别适用于异形截面钢材的智能制造场景。
应用场景	型钢轧制智能化升级
成果联系人 及联系电话	杜旺哲 18757574435

成果名称	精密谐波减速器关键技术及设计开发
成果简介 (限 500 字)	谐波减速器是作为一种精密减速器,具有结构简单、安装方便、负载能力强、传动效率高等系列优点。主要成果如下: 1、谐波减速器波发生器设计理论及关键技术 为降低柔轮受力,改善其疲劳性能,提出一种凸轮波发生器设计方法,完成凸轮参数设计、参数优化、性能评价、性能分析、软件开发等工作,确定最优波发生器轮廓曲线,使柔轮最大应力降低 11%,应力分布状态也更加合理,改善了柔轮的疲劳性能。 2、谐波齿轮空间齿廓设计理论及关键技术 针对谐波减速器在齿形设计、啮合性能、精度保持性等方面存在的问题,开展刚轮和柔轮空间齿廓设计和修形、性能分析、软件开发等工作,谐波减速器重度度、接触应力、弯曲应力、齿侧间隙、耐磨性等性能得到有效提高。基于提出的空间齿廓设计方法,使参与啮合齿对数增加了 5.9%,齿面最大接触应力降低了 7%,柔轮齿根处最大等效应力降低了 9.3%;通过齿面修形和齿廓参数优化,使同时啮合齿数增加了 7%,齿侧间隙减小了 34%,啮合区间增加了 5.4%,提高了承载能力和传动平稳性; 3、谐波减速器关键零件热处理技术 对柔轮材料进行热处理工艺设计,在确保降低带状组织对力学性能的危害的情况下,细化晶粒,使得晶粒度优于国标 8 级水平;力学性能:抗拉强度 1300MPa 水平的情况下,V 型缺口冲击功达到 40 J 以上
应用场景	航空航天、数控机床、机器人、医疗器械等高精度控制领域
成果联系人及联系电话	张瑞亮 15034018678