

# 2026 年度山东省科学技术进步奖提名公示材料

一、项目名称：固废基再生低碳建材智能制造成套装备关键技术及应用

二、提名者：济宁市

三、提名意见

我国采矿、冶金、电力、建材等工业行业，每年伴随产生海量工业固体废物，涵盖尾矿渣、冶炼废渣、粉煤灰、工业副产石膏等多品类固废。大量工业固废面临资源化利用难度大，生态破坏问题日益突出。从核心技术层面来看，大规模、高值化、规模化固废资源化利用始终是行业亟待攻克的核心技术难题，而国内行业长期存在“先进工艺落地难、高端装备卡脖子、智能管控水平低”的三重短板，因此，亟待研制固废基再生低碳建材智能制造关键技术及成套装备。

针对以上问题，项目优化了多元固废高质利用建材工艺，创新构建“固废活化激发—性能靶向设计—制品功能集成”技术路径，攻克了多源工业固废活化和协同激发难题，实现了胶凝材料全量梯级利用；提出面向多场景需求的固废胶凝材料混凝土设计方法，解决了制品性能波动大难题；研发了基于固废胶凝材料制品的保温-装饰-结构一体化复合夹心板，实现固废原料高附加值和多功能化应用。突破了基于新工艺的固废基再生低碳建材智能化生产关键装备的技术瓶颈，以固废高质利用工艺为核心基础，搭建覆盖“原料精准配比—构件柔性成型—自动化切割下线—全流程智能管控”的全链条智能制造体系，填补国内空白，切割精度 $\pm 1\text{ mm}$ ，废料回收率 $\geq 95\%$ 。攻克了产线智能运维与管控系统关键技术，突破多源信息融合远程监测技术，实现产线全域数据毫秒级精准感知；攻克深度学习故障智能诊断技术，构建预测性维护体系大幅降低停机损耗；突破全生命周期管理技术，打造数字孪生综合性管控平台实现降本增效，非计划停机时间降低 30%，综合运维成本降低 18%。

团队技术成果形成了涵盖授权发明专利 30 件，制定国家和行业标准 14 项，形成了固废综合利用建材智能制造整体解决方案，打破了国外垄断；助力我国处理固废 600 万吨/年。经山东省机械工程学会鉴定认为达到国际先进水平。在中建海龙、中铁十四局等 100 余家建筑企业实现产业化应用，产品销往德国、沙特等 36 个国家和地区，近 2 年直接经济效益 52 亿元，技术成果的产业化应用获得人民日报等媒体报道。围绕工艺优化、装备研发、智能管控形成了完备的技术体系与成熟装备产品，全面带动我省智能建造装备制造和建材企业技术升级，为构建现代化建筑产业链提供了重要技术支撑。

#### 四、提名等级：山东省科学技术进步奖二等奖

#### 五、项目简介

我国采矿、冶金、电力、建材等行业每年排放尾矿渣、冶炼废渣、粉煤灰、工业副产石膏等多品类巨量工业固废，累计堆存量已超 330 亿吨，占地约 3500 平方公里，由此引发的土壤、水源及生态破坏持续加剧。受限于固废组分复杂、传统工艺适应性差、高值化利用路径缺失，大宗固废长期难以实现规模化消纳与低碳建材化利用。从核心技术层面看，固废资源化高值化、规模化利用始终是行业亟待攻克的重大难题。固废基材料高值化利用存在三大系统性短板：先进工艺落地难、高端装备卡脖子、智能管控水平低。突破上述瓶颈，亟需从“工艺-装备-管控”全链条协同创新入手，研制面向固废基再生低碳建材的智能制造关键技术及成套装备。

自 2018 年起，团队聚焦固废高值化、规模化利用这一行业重大难题，历经 8 年持续攻关，依托国家科技重大专项、国家自然科学基金、山东省重点研发计划等多项重大科技项目，实现绿色、智能、可靠、国产化高端装备为目标，突破多项关键技术，研制系列成套装备，形成自主创新技术体系。具体创新如下：

**(1) 优化了多元固废高质高效利用工艺，创新构建“固废活化激发—性能靶向设计—制品功能集成”技术路径。**攻克了多源工业固废活化和协同激发难题，实现了胶凝材料全量梯级利用；提出面向多场景需求的固废胶凝材料混凝土设计方法，解决了制品性能波动大难题；研发了基于固废胶凝材料制品的保温-装饰-结构一体化复合夹心板，实现固废原料高附加值和多功能化应用。

**(2) 突破了基于新工艺的固废基再生低碳建材智能化生产关键装备的技术瓶颈。**以固废高质利用工艺为核心基础，搭建覆盖“原料精准配比—构件柔性成型—自动化切割下线—全流程智能管控”的全链条智能制造体系，攻克核心工序装备技术短板，实现原料配料与构件成型全流程自主化；突破视觉智能跟随技术，打造自动化切割下线一体化系统；创新全流程智能协同控制技术，实现产线高效低碳与质量精准管控，填补国内空白，切割精度 $\pm 1\text{ mm}$ ，废料回收率 $\geq 95\%$ ，为固废资源化规模化利用提供了装备支撑。

**(3) 攻克了产线智能运维与管控系统关键技术。**以工业物联网、数字孪生、深度学习算法、边缘计算为核心技术支撑，搭建“感知-分析-诊断-管控-优化”全闭环智能运维管控体系。突破多源信息融合远程监测技术，实现产线

全域数据毫秒级精准感知；攻克深度学习故障智能诊断技术，构建预测性维护体系大幅降低停机损耗；突破全生命周期管理技术，打造数字孪生综合性管控平台实现降本增效，非计划停机时间降低 30%，综合运维成本降低 18%。

团队技术成果形成了涵盖授权发明专利 30 件，制定国家和行业标准 14 项，构建了固废综合利用建材智能制造整体解决方案，成功打破了国外技术垄断。经山东省机械工程学会鉴定，项目整体技术达到国际先进水平。成果已在中建海龙、中铁十四局等 100 余家建筑企业实现产业化应用，产品销往德国、沙特等 36 个国家和地区，助力我国年处理固废 600 万吨。近两年直接经济效益达 52 亿元，技术应用获人民日报等权威媒体报道。项目形成了可复制推广的行业技术范式，显著提升了大宗固废高值化利用的自主可控能力，带动上下游百余家企业协同发展，全面推动山东省智能建造装备制造及建材企业技术升级，增强了我国固废建材装备的国际竞争力与市场话语权，为构建现代化建筑产业链提供了重要技术支撑。

## 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	基于智能监控平台的混凝土制品质量检测方法	中国	ZL202210873764.6	2022年11月18日	国家知识产权局	山东天意机械股份有限公司	刘洪彬;苏冬青;刘海龙;陈德鹏	有效	是	是
发明专利	一种射线能谱监测系统及能谱修正方法	中国	ZL202210535859.7	2025年04月29日	国家知识产权局	中国科学院合肥物质科学研究院	周瑞杰 钟国强 胡立群 林士耀	有效	否	否
发明专利	一种基于图像处理的墙板生产质量检测方法	中国	ZL202410263979.5	2024年05月24日	国家知识产权局	山东天意机械股份有限公司	刘浩然;刘洪彬;刘海龙;董磊;李稳	有效	是	是

发明专利	基于图像去噪的建材生产环境粉尘在线监测方法	中国	ZL 2023 11490 899.5	2024年2月2日	国家知识产权局	山东天意机械股份有限公司	刘浩然;朱德举;姬帅	有效	否	是
标准	建筑用轻质隔墙条板	中国	GB/T 23451 -2023	2023-9-7	国家市场监督管理总局国家标准化管理委员会	山东天意机械股份有限公司	刘洪彬	有效	是	是
标准	泡沫混凝土及制品试验方法	中国	GB/T 43487 -2023	2023-12-28	国家市场监督管理总局国家标准化管理委员会	山东天意机械股份有限公司	刘洪彬	有效	是	是
标准	装配式建筑用混凝土板材生产成套装备技术要求	中国	GB/T 45972 -2025	2025年8月1日	国家市场监督管理总局国家标准化管理委员会	山东天意机械股份有限公司	刘洪彬	有效	是	是

发明专利	一种免拆式钢筋桁架楼承板的预制组装生产装置	中国	ZL202411945090.1	2025年5月23日	国家知识产权局	山东天意机械股份有限公司	许明远;刘浩然;刘洪彬;刘海龙;姬帅;张林;陈德鹏	有效	是	是
发明专利	一种用于PC构件生产线的模具自动清理装置	中国	ZL20211112093.3	2022年12月23日	国家知识产权局	山东建筑大学	陈继文;黄俊琿;程杰;姬帅;杨红娟;刘洪彬;贝太学	有效	否	否
发明专利	一种全转动副模块化机器人运输平台	中国	ZL201711081165.6	2024年07月02日	国家知识产权局	山东交通学院	张林;单绍福;王磊;吴承格	有效	否	否

## 七、 主要完成人

姓名	刘洪彬	性别	男	排名	1	国籍	中国
完成单位	山东天意机械股份有限公司						
对本项目主要技术发明的贡献： 对本项目主要科技创新的贡献：为项目负责人，为项目制定技术路线，攻克创新点 2 基于新工艺的固废基再生低碳建材智能化生产关键装备关键技术难点，提出视觉智能跟随技术，打造自动化切割下线一体化系统，创新全流程智能协同控制技术，实现产线高效低碳与质量精准管控。							
姓名	陈继文	性别	男	排名	2	国籍	中国
完成单位	山东建筑大学						
对本项目主要技术发明的贡献： 对本项目主要科技创新的贡献：攻克了创新点 2 基于新工艺的固废基再生低碳建材智能化生产关键装备关键技术难点，研发了固废自动在线配比等系列装备。							
姓名	刘浩然	性别	男	排名	3	国籍	中国
完成单位	山东大学						
对本项目主要技术发明的贡献：攻克了创新点 2 中智能控制系统关键技术瓶颈，突破多机协同智能决策核心技术，搭建数字孪生驱动的全流程智能管控平台，开发集成深度学习与超分辨率重建技术的机器视觉在线全检系统。							
姓名	许明远	性别	男	排名	4	国籍	中国
完成单位	中国科学院合肥物质科学研究院						
对本项目主要科技创新的贡献：攻克了创新点 3 中协助研发了多源信息融合的产线运行状态智能监测技术，通过边缘端实时预处理与云端协同分析，实现产线关键运行参数毫秒级高速感知与传输。							
姓名	李燕乐	性别	男	排名	5	国籍	中国
完成单位	山东大学						
对本项目主要技术发明的贡献：主要攻克了创新点 2 中攻克核心工序装备技术短板，实现原料配料与构件成型全流程自主化，开发集成深度学习与超分辨率重建技术的机器视觉在线全检系统。							
姓名	钟国强	性别	男	排名	6	国籍	中国
完成单位	中国科学院合肥物质科学研究院						
对本项目主要科技创新的贡献：攻克了创新点 2 中基于新工艺的固废基再生低碳建材智能化生产关键装备关键技术难点，融合光谱快速分析与机器学习算法的在线实时感知与自适应动态配比技术，自主研发多源传感融合一体化成分分析系统和高精度智能计量布料设备。							

姓名	朱德举	性别	男	排名	7	国籍	中国
完成单位	湖南大学						
对本项目主要科技创新的贡献：主要承担创新点 1 优化了多元固废高质高效利用工艺，创新构建“固废活化激发—性能靶向设计—制品功能集成”技术路径。攻克了多源工业固废活化和协同激发难题，实现了胶凝材料全量梯级利用；提出面向多场景需求的固废胶凝材料混凝土设计方法，解决了制品性能波动大难题；研发了基于固废胶凝材料制品的保温-装饰-结构一体化复合夹心板，实现固废原料高附加值和多功能化应用。							
姓名	张林	性别	男	排名	8	国籍	中国
完成单位	山东交通学院						
对本项目主要科技创新的贡献：完成了创新点 3 中故障预测与分析方法的研究，以及故障智能诊断与预测性维护系统平台的研发。							
姓名	赵达	性别	男	排名	9	国籍	中国
完成单位	山东交通学院						
对本项目主要科技创新的贡献：完成了创新点 3 中故障预测与分析方法的研究，以及故障智能诊断与预测性维护系统平台的研发。							
姓名	赵熹	性别	男	排名	10	国籍	中国
完成单位	山东天意机械股份有限公司						
对本项目主要技术发明的贡献：主要在创新点 2 研制基于新工艺的绿色建材智能化生产关键装备，在机械结构优化与轻量化设计制造方面做出了贡献。							

## 八、 主要完成单位情况

单位名称	山东天意机械股份有限公司	排名	1
单位名称	山东大学	排名	2
单位名称	中国科学院合肥物质科学研究院	排名	3
单位名称	山东建筑大学	排名	4
单位名称	湖南大学	排名	5
单位名称	山东交通学院	排名	6
单位名称	中铁十四局集团第五工程有限公司	排名	7