

2023 年山东省科技进步奖申报项目情况公示

项目名称：生物质资源绿色高效材料化循环利用关键技术及应用

申报奖种及等级：山东省科学技术进步奖（一等奖）

提名者及提名意见：

提名者：山东省教育厅

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。

本项目聚焦生物质资源绿色、高值材料化循环利用，建立了“生物质微(纳)制造-多维功能强化-产业化推广”关键技术体系。项目突破了生物质资源绿色微(纳)制造关键技术瓶颈，研发了生物质材料界面结合强化技术与多维功能生物质复合材料构筑技术体系，实现了生物质材料性能提升和功能强化；开发了系列多维功能生物质材料产品，集成并优化了材料挤出成型设备等关键部件，解决了生物质资源材料化利用形式粗放、相关产品组分界面相容性差、同质化严重、产业化程度低等难题，结合“产-学-研”合作模式开展产业化应用推广，最终实现生物质资源绿色高值材料化循环利用。相关技术有效填补了我省乃至全国生物质资源大批量材料化利用的技术短板，助力国家“碳达峰·碳中和”及“乡村振兴”战略，在资源循环利用、美丽乡村建设、经济社会绿色低碳转型和环境保护领域均取得显著的科技进步成果。

项目获授权发明专利 35 件，制定国家标准 1 项。经多家企业推广应用，近 2 年新增销售额 12.8 亿元。与此同时，项目收购生物质资源约 9.5 万吨，回收塑料约 14.2 万吨，有效提高了生物质资源材料化利用品质和效率，带动相关企业转型升级，经济社会及生态环境效益显著。

经审核，材料属实，单位及人员排序无异议。

提名该项目为 2023 年度山东省科学技术进步奖一等奖。

项目简介：

本项目属于资源与环境领域。

我国生物质资源储量丰富，其循环利用是关乎资源节约和环境保护的重要民生课题。其中，生物质资源材料化利用具有成本低、绿色低碳、处理量大等优势，产业化推广潜力巨大。然而，受限于生物质资源品类繁杂的固有特性，生物质资源材料化利用形式较为粗放，导致相关生物质材料产品组分界面相容性差、同质化严重、产业化程度低等难题，严重制约生物质资源绿色高效材料化循环利用。基于此，项目团队自 2003 年以来在国家和省科技项目的持续支持下，以农林生物质微（纳）制造为突破口，建立了“生物质微（纳）制造-多维功能强化-产业化推广”关键技术体系，成功解决生物质资源材料化循环利用品质低、推广难等瓶颈问题，具体技术创新如下：

（1）发明了基于多级粉碎、湿法解纤和辅助热解的生物质微（纳）制造技术，实现了生物质资源的绿色尺寸降维和微（纳）结构构筑，成功解决了生物质资源材料化利用形式粗放的难题，突破了生物质资源精细利用技术瓶颈；

（2）发明了基于微孔熔体渗透、低维组分应力迁移和生物质组分调控的材料界面结合强化技术，实现了复合材料力学性能的有效提升，成功解决了生物质/塑料复合材料组分相容性差的难题，填补我国生物质/塑料结构建材产品空缺；

（3）发明了基于多维制造的功能生物质复合材料构筑技术，实现了包括纳米颗粒、纳米纤维、膜材料及复合板材等多维功能生物质复合材料的高品质、低碳制备，成功解决了生物质材料产品同质化严重的问题，相关技术达到国际先进水平；

（4）研发了生物质资源材料化制备关键装置，发明了包覆共挤、微孔发泡、表面流纹、脉冲除尘等关键部件，实现了生物质材料的绿色生产、品质提升和产品多样化，成功解决了生物质资源材料化推广难的问题。

项目获授权发明专利 35 件，制定国家标准 1 项（GB/T 35809-2018），登记软著 8 项，发表论文 59 篇，培养研究生 21 人，新建省部级平台 5 个。依托项目技术，山东绿森塑木复合材料有限公司从小微企业成长为“国家高新技术企业”、“山东省瞪羚企业”和“山东省资源综合利用先进单位”，成为北方地区规模最大生物质/塑料复合材料生产厂家，产品市场占有率省内第一（50.2%）、国内第三（17%）。

项目产品经多家企业推广应用并出口国际市场，近 2 年新增销售额 12.8 亿元，新增就业岗位 200 余个，培养技术人员 50 余名；收购生物质资源约 9.5 万吨，回收塑料约 14.2 万吨，减排二氧化碳超 12.6 万吨，环保效益明显。项目有效填补了我省乃至全国生物质资源材料化利用中微观结构设计欠缺的技术短板，其中“木质素基高效吸附材料制备关键技术与应用”技术经中国林学会评价，整体达到国际先进水平。项目在资源循环利用、美丽乡村建设和环境保护领域均取得显著的科技进步成果。

主要知识产权及标准规范等目录:

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	精控多级韧性秸秆粉碎系统	中国	ZL 202010016132.9	2021.04.13	4356979	山东理工大学	蔡红珍,于文凡,高锋,卢文玉,任夏瑾	有效	是	是
发明专利	一种木炭/聚丙烯复合材料及其制备方法	中国	ZL 201810826475.4	2021.04.13	4357407	山东理工大学	蔡红珍,易维明,张庆法,林晓娜,柳善建	有效	是	是
发明专利	基于秸秆废弃物的复合相变储能材料的制备方法	中国	ZL 202110661169.1	2022.02.01	4917087	山东理工大学	蔡红珍,韩祥生,姜戎雅,高锋,原研浩,张文彬	有效	是	是
发明专利	一种聚乙烯基包覆共挤木塑复合材料的生产方法	中国	ZL 201410048917.9	2016.01.06	1907924	山东理工大学	蔡红珍,高巧春,易维明,柏雪源,杨鸿刚.	有效	是	是
国家标准	林业生物质原料分析方法蛋	中国	GB/T 35809-2018	2018.02.06	中华人民共和国	北京林业大学、山	任学勇,常建民,陈凤义,贺亮,	有效	是	是

	白质含量测定				家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会	东理工大学、山东绿森塑木复合材料有限公司等	王志刚,刘丰祥, 刘毅,张扬, 张柏林,赵宏飞, 易维明,蔡红珍, 郭京雷,徐金飞, 范东斌			
发明专利	一种以生物质燃烧结渣为原料的复合材料及其制备方法	中国	ZL 201810827782.4	2021.04.13	4357408	山东理工大学	易维明,蔡红珍, 张庆法,林晓娜, 柳善建	有效	是	是
发明专利	一种常温固化型生物质热解油基结构胶黏剂的制备方法	中国	ZL 201711437500.1	2020.10.30	4063668	北京林业大学	任学勇,刘 珊, 贾贺然,杨雪银, 任浩博,曹文泽, 常建民,杨科研	有效	否	否
发明专利	木塑复合材料表面流纹的制备装置	中国	ZL 201911065895.6	2021.10.29	4763579	山东理工大学	蔡红珍,于文凡, 高 锋,易维明, 卢文玉,安云鹏	有效	是	是
发明专利	一种农业剩余物轧切装置	中国	ZL 201911138321.7	2021.05.14	4425429	山东理工大学	蔡红珍,于文凡, 高 锋,易维明, 卢文玉,邵红梅	有效	是	是
发明专利	一种木塑复合板、制备工艺及其设备	中国	ZL 201310292180.0	2015.03.11	1603081	山东绿森塑木复合材料有限公司	安云鹏	有效	否	否

全部完成人情况:

排序	姓名	职称/职务	工作单位	对本项目技术创造性贡献
1	蔡红珍	教授	山东理工大学	作为项目总负责人,对所有创新点都做出了创造性贡献。首次提出“生物质微(纳)制造-多维功能强化-产业化推广”的生物质资源材料化循环利用关键技术体系,负责生物质微(纳)制造、多维功能材料制备等关键技术研发,突破了生物质资源材料化利用形式粗放、产品界面相容性差等行业难题;与企业建立成熟的“产-学-研”合作模式,实现产业化推广;主持了国家重点研发计划、国家农业科技成果转化资金及山东省重点研发计划等项目。首位授权发明专利14件,发表论文47篇,获批国家标准1项。
2	韩祥生	讲师	山东理工大学	项目技术核心,创新点1-3的主要完成人。研发了创新点1中的生物质组分绿色分离技术、创新点2中的低维组分应力迁移和生物质组分调控的材料界面强化技术,以及创新点3中的三维多功能生物质复合材料构筑技术,降低和简化了传统过程的高成本和操作复杂性,实现了生物质资源的精细化前处理和复合材料力学性能的有效提升,成功解决了生物质材料产品同质化严重的问题。发表论文15篇,授权发明专利4件。
3	杨科研	讲师	山东理工大学	项目技术核心,对创新点1和3做出了创造性贡献。研发了基于辅助热解的生物质微(纳)结构构筑技术,实现生物质表面特性改善;研发了零维生物质微(纳)颗粒,实现了水污染中重金属离子良好吸附;在项目推进过程中负责资料整理归纳,参与技术创新、实验、产品推广等工作,对技术流程优化起到重要的作用。发表论文13篇,授权发明专利1件。
4	任学勇	副教授	北京林业大学	项目技术骨干,对创新点3做出了创造性贡献。研发了一种常温固化型生物质热解油基结构胶黏剂,将生物质资源变为高附加值的绿色化工原料,并改善了传统胶黏剂润湿性、易浸润等缺点,为结构胶黏剂行业提供了新的绿色胶种,具有重要的实际应用价值。授权发明专利4件。
5	邢林林	讲师	山东理工大学	项目核心人员,对创新点4做出了创造性贡献。研发了生物质材料检测领域命名实体识别方法,为生物质应用平台提供了检验检测服务全文搜索和信息抽取功能,简化了搜索步骤,完善了生物质资源材料化利用的产业链;参与了国家重点研发计划课题的研究工作,负责项目技术创新、资料整理和总结工作。授权软件著作权5件,发表论文2篇。

6	张龙波	教授	山东理工大学	项目核心人员，对创新点 4 做出了创造性贡献。参与了国家重点研发计划课题的研究工作，负责项目关键技术创新，构建了服务需求与资源的关联网络，为检验检测服务资源数据库提供了技术职称，有效完善了生物质全产业链应用，发表论文 1 篇。
7	高 锋	工程师	山东科川节能环保科技有限公司	目技术骨干，对创新点 1 和 4 做出了创造性贡献。负责生物质尺寸绿色降维技术、功能生物质复合材料制备关键部件优化研究方案的制定；优化了农业剩余物粉碎装置，有效解决了生物质纤维粉碎尺寸不均一、效率低的难题；设计了木塑表面流纹制备装置，优化了绿色板材配方与挤出工艺。发表论文 7 篇，授权专利 8 件。
8	张庆法	无	山东理工大学	项目技术骨干，对创新点 1-3 做出了创造性贡献。以生物质为研究对象，在不同热解条件下制备生物炭并进行改性处理，解释了热解条件和改性方式对生物炭的影响规律；进而制备热解炭/塑料复合材料，阐明了两者的融合机理，实现了炭塑复合材料性能强化，扩展了生物炭的材料化应用；参与完成山东省重点研发计划项目、山东省自然科学基金研究工作，首位发表论文 8 篇。
9	安云鹏	无	山东绿森塑木复合材料有限公司	项目技术骨干，对创新点 4 做出重要贡献。采用多层共挤法一次成型制备了一种木塑复合板，较传统的木塑二次覆膜提升了生产率，且表层和芯层结合更加牢固，复合板性能更优异；参与了功能生物质复合材料产业化推广工作，是山东省科技发展计划项目（2014YD1601）的主持者，授权专利 3 件。
10	卢文玉	无	山东理工大学	项目技术骨干，对创新点 2 和 3 均做出贡献。以低温碳化技术调控生物质组成成分，有效降低了纤维的亲水性，复合聚乙烯制备耐溶剂腐蚀的甜高粱渣复合材料，改善材料稳定性；参与国家重点研发计划、山东省重点研发计划研究，首位发表论文 5 篇。
11	姜戍雅	无	山东理工大学	项目技术骨干，对创新点 3 做出贡献。以生物质秸秆负载聚吡咯，使其具备导热性能，通过熔融共混法并利用海藻酸钠和钙离子交联作用制备得到形状稳定的复合相变储能材料，改善了传统相变材料泄漏率高的弊端，实现了生物质资源的功能化应用，发表论文 4 篇。
12	祁志强	无	山东理	项目技术骨干，对创新点 3 和 4 做出贡献。研发了一种莲瓣式全自动生物质燃烧炉，具备使生物质燃烧更加充

			工大学	分、热量充分利用、便于调节燃烧室大小的优点，解决了现有传统的炉膛结构难以保证成型燃料的充分燃烧的问题，授权专利 2 件。
13	张文彬	无	山东理工大学	项目技术骨干，对创新点 3 做出贡献。研发了一维纳米纤维及二维生物膜材料，实现有机染液的高效截留，推进其在环境保护领域的高值化应用；制备了一种多功能生物基可穿戴传感凝胶，较传统生物质传感凝胶使用寿命更长，有效工作温度范围更广，可用于环境监测领域循环使用，授权专利 2 件，发表论文 1 篇。
14	张顺一	无	山东理工大学	项目技术骨干，对创新点 3 做出贡献。研发了三维凝胶吸附材料，有效去除废水中的重金属离子，实现环境修复领域的应用，发表论文 3 篇。
15	李瑞清	无	山东绿森塑木复合材料有限公司	项目技术骨干，对创新点 4 做出贡献。负责生物质材料产品开发及技术优化、产业化生成和推广应用等方面的研究工作，研发了一种 PE 木塑废料的除杂装置，可吸附废料种钢丝等金属杂质，为后续废料的重复利用提供质量和安全保障，授权发明专利 2 件。

主要完成单位情况：

排序	单位名称	对本项目科技创新和应用推广情况的贡献
1	山东理工大学	<p>山东理工大学是以理工为主、多学科协调发展的山东省高水平大学建设单位，是国家国防科技工业局与山东省人民政府共建高校。学校从政策支持、科研团队、实验室建设和分析测试平台等软/硬件环境方面保障本项目科学研究和技术转化等的顺利实施，是生物质绿色微（纳）制造、生物质复合材料界面结合强化以及多维功能生物质复合材料构筑技术的主要完成单位。学校全力支持项目相关技术的推广应用，配备生物质/塑料复合材料制备小型试验生产线，并多次组织项目组与山东绿森塑木复合材料有限公司、安徽淮宿建材有限公司、安徽捷科新材料有限公司及山东信鸿源实业股份有限公司等企业进行技术交流，促进生物质资源绿色高效材料化循环利用关键技术企业的转化应用，提升企业的市场竞争力，相关技术应用改善了城乡居民生活环境，创造了巨大的经济效益。</p> <p>山东理工大学作为项目完成单位，对项目总体技术思路提出、关键技术研发以及产业化推广应用均做出主要贡献。</p>

2	山东绿森塑木复合材料有限公司	<p>山东绿森塑木复合材料有限公司是一家致力于生物质资源材料化利用的高新技术企业，是山东省瞪羚企业和新材料领军企业。公司从建立发展以来，一直与山东理工大学保持持续性密切合作，深度参与生物质资源绿色高效材料化循环利用关键技术研发，是项目产业化推广部分的主要完成单位。公司为本项目的立项、实施、推广提供研究和中试场地，在人力、物力、财力等方面大力支持，保障了项目的顺利完成。</p> <p>山东绿森塑木复合材料有限公司作为项目完成单位，参与论证了项目的研究目标、研究技术、实施方案，配合了项目的验收、鉴定等工作，开展技术产业化落地和市场推广应用，对项目的顺利实施做出了重要的贡献。</p>
3	北京林业大学	<p>北京林业大学是教育部直属、教育部与国家林业和草原局共建的全国重点大学，是国家“双一流”建设高校。北京林业大学积极配合山东理工大学完成生物质资源绿色高效材料化循环利用关键技术相关研究，是多维功能生物质复合材料构筑技术中生物炭环境修复材料的主要研发单位。学校在本项目中研发了生物炭水处理材料的制备技术，并成功在承德绿世界活性炭有限公司完成产品的批量制备。</p> <p>北京林业大学作为项目完成单位，提供了项目实施所需的人力、物力资源，创造了良好的条件，参与项目部分课题内容研究，并获得相关知识产权，对项目的顺利实施贡献较大。</p>
4	山东科川节能环保科技有限公司	<p>山东科川节能环保科技有限公司是一家专注于能源、环保、新材料技术开发、咨询、服务、推广的高科技成长型企业。在本项目实施过程中，公司主要负责生物质绿色微（纳）制造技术中的设备能耗优化工作，以及生物质储能材料的应用推广工作，为项目技术相关设备的能耗降低提供了大量的理论和技术支撑。</p> <p>山东科川节能环保科技有限公司为项目完成单位，为项目的实施提供了丰富的技术和硬件支持，对项目的顺利实施做出较大贡献。</p>
5	安徽淮宿建材有限公司	<p>安徽淮宿建材有限公司是一家专业从事生物质环保新材料研发、生产及销售的国家高新技术企业，是安徽省农业龙头企业和专精特新企业。公司秉持“专注节能环保产业，发展绿色循环经济”的经营理念，参与了生物质资源绿色高效材料化循环利用关键技术研发和产业化推广应用，负责生物质绿色微（纳）制造和多维功能生物质复合材料构筑技术相关设备的研发和工艺优化，推动项目中生物质复合材料的产业化生产。</p> <p>安徽淮宿建材有限公司作为项目完成单位，依托资源优势，为项目实施提供了丰富的场地和试验资源，对项目的顺利实施做出较大贡献。</p>