

项目公示信息（科技进步奖）

一、项目名称：轻工业生物质基固废减污降碳协同处置关键技术及应用

二、提名者及提名意见

提名者：咸阳市人民政府

该项目围绕轻工业生物质基固废高效资源化利用与减污降碳协同发展需求，针对传统固废处理过程中资源利用率低、污染治理成本高、产业链价值转化不足等问题，开展了系统性技术创新，形成了轻工业生物质基固废“分级利用、精准调控、协同增值”的资源化技术体系。

项目主要创新包括：建立了轻工业固废功能组分分级提取与农业高值转化技术，实现废弃生物质向有机液体肥和全生物降解农用地膜等高附加值产品转化；开发了功能微生物与多孔炭材料融合的吸附-降解一体化技术，实现工业废水中污染物的高效去除与资源回收；构建了固废减量与能源同步回收技术，实现造纸污泥等固废的减量化、资源化和能源化协同处置；形成了覆盖固废收集、分类提取、定向转化和产品应用的全链条技术模式。

项目整体技术具有自主创新性和先进性，相关成果已在农业种植、酿酒废水处理、造纸污泥处置与能源回收等领域实现工程化应用，取得了显著经济、社会和生态环境效益。成果已在多家企业实现推广应用，推动了轻工业固废资源化利用技术进步和产业绿色转型。

经审查，该成果技术路线先进，创新成果突出，应用效果显著，对促进轻工业固废高值化利用、推动绿色低碳发展具有重要意义。提名材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖提名条件。特提名为陕西省科学技术进步奖一等奖。

三、项目简介

固体废物减污降碳协同治理是美丽中国建设的重要任务。我国固废年产生量超 110 亿吨，历年堆存工业固废约 300 亿吨；轻工业生物质基固废年排放超 5000 万吨，资源化率不足 30%，堆存和非法倾倒带来土壤、地下水污染及温室气体排放。面向国家固废减量化、资源化、无害化要求，本成果聚焦“转化效

率低、产品附加值低、协同水平低”瓶颈，推动轻工业生物质基固废安全处置与高值利用。

本成果聚焦皮革、酿酒、造纸三大领域，围绕“分级利用、精准调控、协同增值”，构建“组分分离-材料/能源双轨转化-系统评价验证”全链条技术体系：分级提取功能组分并制备液体肥和全生物降解地膜；创制功能微生物-多孔炭吸附降解一体化材料；开发多阶段协同厌氧消化工艺；建立工程验证与标准化评价体系，形成由“分”到“转”再到“评”的技术闭环。成果形成四项递进关联的创新成果：（1）基于分子调控的固废功能组分分级提取与农业高值转化技术，实现了实现小分子活性肽高效分离和中微量元素协同整合；（2）功能微生物与多孔炭“双功能”融合的吸附-降解一体化材料创制技术，创制多孔炭负载功能微生物复合材料；（3）多阶段协同转化的固废减量-能源回收降碳一体化技术，以秸秆辅助碳源和导电介质强化共消化；（4）生物质基固废减污降碳全链条技术验证与标准化评价体系。成果形成发明专利、论文、著作和国家标准等成果，已在陕西、四川等地 10 余家企业推广，为“无废城市”建设和工业固废减污降碳协同治理提供示范。

四、客观评价

在全球资源短缺与环境污染问题日益突出的背景下，本成果基于分子调控理论，构建了一套系统化的轻工行业生物质基固废资源化技术体系，涵盖功能组分提取、性能优化和多功能赋能等关键技术环节。通过实际应用验证，该成果不仅在农业、工业污染治理等领域展现了卓越的资源化利用成效，还显著降低了废弃物排放和治理成本，推动了产业链协同发展和经济效益提升，为实现绿色发展和“双碳”目标提供了重要技术支撑，具有显著的社会、经济和生态综合效益。

五、应用情况

本成果紧密依托产学研深度融合，以高校、科研院所和企业联合创新为核心模式，将生物质基固废资源化关键技术制革、酿酒、造纸等多个行业成功实现工程化应用，显著提升了轻工业固废资源化和能源回收水平。通过与陕西纺织器材研究所有限责任公司、西安惠宁纸业有限公司、陕西睿浩生物有限公司、沈酒集团有限公司、西安市绿手指现代农业有限责任公司等多家企业的协作，建立了覆盖技术研发、产业转化和市场应用的全链条创新体系，成果转化

效果显著。本成果的技术成果已在多个领域成功应用，涵盖了农业、工业废水治理和能源回收等多个场景，展示了广泛的技术适应性和应用前景。显著带动了轻工业固废处理和资源化利用相关上下游产业链的协同发展。在资源化产品开发方面，形成了有机液体肥、全生物降解农用地膜、双效吸附材料和高效厌氧消化系统等多类高附加值产品。这些产品不仅在农业、工业污染治理等领域实现规模化推广，还通过技术改进提升了行业资源利用效率，形成“轻工-环保-农业”的“废-用”生态产业网络。

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种生物可降解拒水抗紫外明胶基生物塑料薄膜及其制备方法	中国	ZL 2022 1 0682415.6	2023-05-09	5948374	陕西科技大学; 陕西纺织器材研究有限责任公司	强涛涛; 陈良; 秋黎凤; 曹路; 李冰; 王森; 孙思薇
2	发明专利	一种用酒糟制备的纳米纤维吸附膜及其制备方法和应用	中国	ZL 2019 10218574.9	2021-11-30	4826428	陕西科技大学	李成涛; 孔德懿; 吴妮; 张敏; 卫春会
3	发明专利	一种利用秸秆联合剩余污泥制备沼气的方 法	中国	ZL 2016 10513053.2	2019-11-05	3585069	陕西科技大学	王森; 张安龙; 王学川; 张素凤; 张丹
4	发明专利	蔬菜用螯合叶面肥及其制备方法和应用	中国	ZL 2020 11030591.9	2022-04-22	5101241	陕西科技大学; 山东安基克生物科技发 展有限公司	强涛涛, 刘国强, 王明华
5	发明专利	一种全生物降解多重交联明胶基农用地膜及其制备方法	中国	ZL 2021 10038989.5	2022-04-26	5114074	陕西科技大学	强涛涛, 陈良

6	发明专利	一种用酒糟制备的两性吸附剂及其制备方法和应用	中国	ZL 2017 1 0677201.9	2020-04-28	3774688	陕西科技大学	李成涛; 吴妮; 张敏
7	发明专利	一种利用造纸剩余污泥沼气化的工艺方法	中国	ZL 2015 10082850.5	2016-08-24	2208674	陕西科技大学	王森; 张安龙; 张素凤; 梁艳
8	论文	Fabrication and evaluation of biodegradable multi-cross-linked mulch film based on waste gelatin	中国	2021, 419: 129639	2021-04-06	Chemical Engineering Journal	陕西科技大学	陈良, 强涛涛, 陈学军, 任雯琪, 张慧洁
9	论文	Biodegradable Anti-Ultraviolet Film from Modified Gallic Acid Crosslinked Gelatin	中国	2021, 9(25): 8393-8401.	2021-06-28	ACS Sustainable Chemistry & Engineering	陕西科技大学	郭林新, 强涛涛, 马养民, 任龙芳, 朱超
10	专著	轻工业固体废弃物资源化利用技术的研究	中国	\	2017-07-10	哈尔滨工业大学出版社	陕西科技大学	王森

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	对本成果贡献
强涛涛	1	陕西科技大学研究生院院长	教授	陕西科技大学	陕西科技大学	作为第一完成人和技术体系主要构建者，提出“分级利用、精准调控、协同增值”技术路线，组织关键技术研发与工程应用；构建生物质固废高值转化方法，开发小分子多肽液体肥和全生物降解农用地膜，推动成果规模化应用。
李成涛	2	陕西科技大学环境科学与工程学院副院长	教授	陕西科技大学	陕西科技大学	对创新点 2 作出重要贡献，开发酒糟基多孔炭制备与功能化调控技术，通过高温活化、结构优化和表面改性实现酒糟高值转化，并结合功能微生物固定化构建吸附-降解协同废水处理材料体系。
王森	3	陕西科技大学环境科学与工程学院系主任	教授	陕西科技大学	陕西科技大学	对创新点 3 作出主要贡献，提出“预处理强化-协同厌氧消化-能源回收”技术路线，开发机械、热、化学协同预处理及两相厌氧消化工艺，提高污泥转化效率和沼气产能，推动企业应用。
朱超	4	无	副教授	陕西科技大学	陕西科技大学	负责创新点 2 中功能微生物-多孔炭吸附降解一体化材料的研究与推广，对酒糟高值材料制备、应用推广及资源化产品生物降解性评价作出贡献。
卫春会	5	无	正高级实验师	四川轻化工大学	四川轻化工大学	参与创新点2，承担吸附材料制备、功能优化和性能表征，研究污染物吸附与催化降解路径及动力学参数，阐明“双功能”协同效应机制。
官小玉	6	无	副教授	陕西科技大学	陕西科技大学	参与创新点1，开展明胶基可降解农用膜及多功能复合体系研究，完成结构、组成、热稳定性和降解性能评价，为配方优化、工艺调控及农业应用验证提供依据。
安柏	7	总经理	工程师	西安惠宁纸业有限公司	西安惠宁纸业有限公司	协助造纸固废资源化项目申报验收、生产现场研究和推广；组织吸纳多阶段协同转化及能源回收技术，在企业完成工程示范并取得经济、社会和环境效益。
马军	8	总经理	工程师	陕西元丰新材料科技有限公司	陕西元丰新材料科技有限公司	参与创新点1，围绕明胶基材料改性、多重交联和功能组分复合开展农用膜产品研发，推动形成兼具力学、耐水、可控降解及保墒促生长功能的产品并开展应用推广。

曹路	9	总经理	工程师	陕西纺织器材研究所有限责任公司	陕西纺织器材研究所有限责任公司	承担中试生产线设备选型与布局，开展农业肥料市场调研，设计“示范基地+现场观摩”模式并组织生物质叶面肥和相关产品推广。
侯琳	10	产业创新研究院专职副院长	高级工程师	陕西元丰新材料科技有限公司	陕西元丰新材料科技有限公司	参与创新点1，开展生物质基可降解农用地膜配方优化、多功能组分复合、性能评价和农业应用验证，推动农用地膜可控降解和功能提升。
李冰	11	副总工程师	高级工程师	陕西纺织器材研究所有限责任公司	陕西纺织器材研究所有限责任公司	协助实验设计与实施，研究参数对叶面肥性能的影响；参与中试生产指导和工艺优化，推动生物质叶面肥成果转化与市场推广。
杨磊	12	副总经理	高级工程师	沈酒集团有限公司	沈酒集团有限公司	负责创新点2推广应用，开展酒糟工程化预处理、微生物固定化碳基材料滤池启动运行及运行效果监测总结。
任龙芳	13	无	教授	陕西科技大学	陕西科技大学	参与创新点1，开展生物质基膜材料制备、结构调控和应用性能研究，促进资源化产品开发与推广，为减少传统塑料地膜污染和推动农业绿色发展提供支撑。
张显成	14	无	无	陕西科技大学	陕西科技大学	参与创新点1研究方案设计、关键实验实施与协调，并对实验结果进行系统分析和总结。
武高辉	15	新产业事业部经理	工程师	陕西元丰新材料科技有限公司	陕西元丰新材料科技有限公司	参与创新点1，负责生物可降解地膜、生物质液体肥的市场调研分析和后期推广应用。

八、主要完成单位及创新推广贡献

排序	单位名称	对本项目贡献
1	陕西科技大学	作为牵头单位，统筹项目实施，组织技术研发并提供实验场地、仪器和分析测试平台
2	四川轻化工大学	依托酿酒科学与技术四川省重点实验室，提供实验条件、经费和酒糟原料，协同开展双功能材料研发与推广
3	陕西元丰新材料科技有限公司	承担生物质农用地膜关键技术和产品研发，推动多重交联、功能组分复合及农业应用验证
4	西安惠宁纸业有限公司	提供造纸污泥原料、场地、人员和配套资金，建设试验条件并完成污泥减量与能源回收工程示范
5	陕西睿浩生物有限公司	依托现代农业种植和田间试验资源，开展液体肥、全生物降解地膜的农业适配、示范推广和农户培训

6	沈酒集团有限公司	提供原料、场地、设备和工程应用条件，支持酒糟资源化及酿造废水治理技术示范
7	陕西纺织器材研究所有限责任公司	依托“科学家+工程师”队伍建设中试平台，承担生物质叶面肥放大试验、工艺调整、检测分析和示范基地推广

九、完成人合作关系说明

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果
1	共同立项	强涛涛, 1; 李成涛, 2	2020. 06	至今	陕西省科技厅项目: 陕西省创新能力支撑计划项目-生物质化学与功能材料创新团队 (2020TD-009)
2	共同立项	李成涛, 2; 王森 3,	2023. 01	2024. 12	陕西省重点研发计划 - 三项改革 (2023GXLH-082)
3	论文合著	强涛涛, 1; 朱超, 4	2020. 06	2021. 06	论文: Biodegradable Anti-Ultraviolet Film from Modified Gallic Acid Cross-linked Gelatin
4	共同立项	强涛涛, 1; 官小玉, 6; 马军, 8; 侯琳, 10; 任龙芳, 13; 武高辉, 15	2022. 06	2023. 06	科研项目合作研究-生物质农用膜制备关键技术及产品研发
6	产业合作	强涛涛, 1; 曹路, 9; 李冰, 11	2021. 07	2025. 12	生物质有机液体肥和农用地膜的推广应用
11	共同立项	李成涛, 2; 卫春会, 5	2019. 12	2022. 12	酿酒生物技术及应用四川省重点实验室开放课题
12	产业合作	王森, 3; 安柏, 7	2019. 01	2025. 12	技术推广应用
13	共同获奖	强涛涛, 1; 张显成, 14	2022. 09	2023. 05	第十四届“挑战杯”陕西省大学生课外学术科技作品竞赛省级三等奖
14	共同立项	卫春会, 5; 杨磊, 12	2019. 07	2020. 03	四川轻化工大学横向科研项目-沉香型白酒特征香气分析