

2026 年中国产学研合作促进会科技创新奖 申报项目公示

一、项目名称

典型林业生物质低能耗高效清洁制浆关键技术

二、申报奖种及等级

中国产学研合作促进会科技创新成果奖 一等奖

三、项目简介

本项目面向造纸工业绿色低碳转型和典型林业生物质高值利用需求，针对传统碱性过氧化氢化学机械法制浆中磨浆能耗高、纤维损伤重、废液污染负荷高、结垢及纸浆性能调控困难等共性问题，由齐鲁工业大学牵头，联合山东太阳纸业股份有限公司、山东华泰纸业股份有限公司开展产学研协同攻关，构建了弱碱预处理、化学药剂渗透助磨和生物酶辅助梯度磨浆相衔接的低能耗高效清洁制浆技术体系。

（1）一是提出生物酶辅助弱碱过氧化氢预处理技术，以氢氧化镁部分或全部替代氢氧化钠，协同纤维素酶、木聚糖酶对纤维细胞壁实施有限降解和浸润软化，促进药剂渗透与漂白反应，降低阴离子垃圾和废液 COD，减轻草酸盐结垢，同时提高制浆得率、松厚度和光学性能。

（2）二是提出高得率制浆化学药剂渗透一体化磨浆技术，在挤压疏解、预处理或磨浆环节加入润胀剂和渗透剂，软化纤维细胞壁、增强纤维柔韧性，减少磨浆过程中的纤维切断和细小组分生成，降低粗磨浆能耗并改善磨浆质量。

(3) 三是开发生物酶辅助梯度精磨浆技术，在粗磨后、精磨前利用生物酶对纤维及细胞壁进行选择修饰，使纤维分丝帚化更充分，显著降低精磨浆能耗，提高纸浆强度、白度和磨浆效率，实现典型林业生物质高得率浆的低能耗制备。

项目技术经成果鉴定，总体技术和主要性能指标达到国际领先水平；相关技术先后在山东太阳纸业股份有限公司、山东华泰纸业股份有限公司等单位完成工业化验证与应用，可用于铜版纸、轻型纸、文化用纸、包装纸及生活用纸等产品，形成了从基础研究、工艺开发、工业验证到推广应用的完整技术链，对提高生物质资源利用率、降低能耗和污染负荷、推动造纸行业绿色升级具有重要作用。

四、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	第一完成人是否是发明人（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	一种杨木化学机械法制浆工艺	中国	ZL20081014053.3	2010.02.17	600352	山东轻工业学院	孔凡功、王守娟、杨桂花、陈嘉川、张伟	有效	是	是
发明专利	一种环保清洁制浆工艺	中国	ZL201711290350.6	2019.04.19	3339887	齐鲁工业大学	孔凡功、夏南南、王守娟、杨桂花、赵鑫、刘忠明	有效	是	是
发明专利	耐强碱清洁制浆助剂及其应用工艺	中国	ZL201711290437.3	2020.08.04	3923507	齐鲁工业大学	孔凡功、吴芹、陈洪雷、王守娟、刘忠明、杨桂花	有效	是	是
发明专利	一种秸秆制备高强度瓦楞原纸的方法	中国	ZL201711183630.7	2020.05.12	3791186	齐鲁工业大学	陈洪雷、赵鑫、孔凡功、王守娟、刘玉、吴芹	有效	是	是
发明专利	基于低共熔溶剂和生物酶的木质素分离方法及其分离得到的木质素	中国	ZL202310620938.2	2024.02.20	6719326	齐鲁工业大学（山东省科学院）	王孝辉、许缙雯、孔凡功、王慧梅、王守娟、张欣	有效	是	是

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 是发明 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	一种纤维浆料制备纳米纤维素的方法	中国	ZL201910949689.5	2021.10.01	4718636	齐鲁工业大学	王文波、孔凡功、王守娟、朱子锐	有效	是	是
发明专利	一种以木屑为原料工业化制备半化学浆的工艺	中国	ZL202011319989.4	2022.04.26	5111810	山东太阳纸业股份有限公司、华南理工大学、山东太阳宏河纸业有限公司、山东太阳生活用纸有限公司	张伟、应广东、陈克复、曹衍军、安庆臣、徐峻、王东、刘将、周天	有效	否	否

五、主要完成人情况表

1. 姓名：孔凡功；国籍：中国；排名：1/10；工作单位：齐鲁工业大学；具体贡献：项目总负责人，负责总体研究路线、技术方案设计、任务组织与产学研协同，主导弱碱过氧化氢预处理、化学药剂渗透一体化磨浆和生物酶辅助梯度精磨浆技术体系的构建与应用。

2. 姓名：王守娟；国籍：中国；排名：2/10；工作单位：齐鲁工业大学；具体贡献：负责弱碱预处理与纤维细胞壁作用机理研究，参与关键工艺参数优化、纸浆性能评价及工业化试验，为清洁制浆技术集成和稳定运行作出重要贡献。

3. 姓名：王孝辉；国籍：中国；排名：3/10；工作单位：齐鲁工业大学；具体贡献：负责典型林业生物质组分分离、生物酶处理及木质素高值利用研究，参与低共熔溶剂协同生物酶技术开发和作用机制

分析。

4. 姓名：张伟；国籍：中国；排名：4/10；工作单位：山东太阳纸业股份有限公司；具体贡献：负责工业化工艺方案制定、生产线试验与运行优化，组织半化学浆和高得率浆生产验证，推动相关技术在企业生产线转化应用。

5. 姓名：张凤山；国籍：中国；排名：5/10；工作单位：山东华泰纸业股份有限公司；具体贡献：负责企业端工业化验证与工艺优化，组织弱碱过氧化氢预处理、化学助磨和生物酶辅助梯度磨浆技术的中试参数确定、生产线试验及应用评价。

6. 姓名：王文波；国籍：中国；排名：6/10；工作单位：齐鲁工业大学；具体贡献：负责浆料纤维结构调控、纳米纤维素制备及性能评价研究，参与化学助磨和纤维柔化工艺优化，为拓展浆料高值利用提供技术支持。

7. 姓名：刘忠明；国籍：中国；排名：7/10；工作单位：齐鲁工业大学；具体贡献：参与环保清洁制浆工艺、耐碱助剂及关键参数研究，负责实验分析、工艺验证和技术集成，推动降低污染负荷和改善磨浆质量。

8. 姓名：刘克印；国籍：中国；排名：8/10；工作单位：齐鲁工业大学；具体贡献：参与项目技术路线论证、试验方案设计、检测评价和研究组织，协助完善清洁制浆工艺体系及成果推广。

9. 姓名：程志杨；国籍：中国；排名：9/10；工作单位：齐鲁工业大学；具体贡献：参与制浆过程清洁化、水体系污染控制与膜分离相关研究，承担实验测试、数据分析和工艺适配工作。

10. 姓名：薛玉；国籍：中国；排名：10/10；工作单位：齐鲁工业大学；具体贡献：参与典型林业生物质 P-RC APMP 制浆条件、酶处理及浆料性能研究，承担实验实施、性能检测和技术资料整理。

六、主要完成单位情况表（单位名称、排名、对本项目科技创新和推广应用情况的贡献）

1. 单位名称：齐鲁工业大学；排名 1/3；贡献：作为项目牵头单位，负责总体策划、基础理论研究、关键技术开发和协同组织实施。系统开展弱碱过氧化氢预处理、化学药剂渗透一体化磨浆、生物酶辅助梯度精磨浆及林业生物质组分高值利用研究，形成核心工艺与知识产权，完成关键参数确定、作用机理阐释、技术评价和工业化技术支持。

2. 单位名称：山东太阳纸业股份有限公司；排名 2/3；贡献：作为核心产业化单位，负责工业化试验方案制定、生产线改造衔接、工艺调试、运行验证和推广应用。围绕弱碱预处理、化学助磨、生物酶辅助精磨浆以及木屑半化学浆生产开展工程化优化，验证技术稳定性和适用性，推动成果在实际生产中的持续应用。

3. 单位名称：山东华泰纸业股份有限公司；排名 3/3；贡献：作为项目工业化验证与推广单位，负责相关技术的中试优化、生产参数确定和生产线应用。围绕弱碱过氧化氢预处理、化学助磨及生物酶辅助梯度磨浆开展工业化试验和运行评价，完善工艺实施方案，为成果在高得率浆生产中的稳定应用提供工程化支撑。