

项目公示信息表

一、项目基本情况

奖 种	国家科技进步奖
项目名称	连续法木材生物质高值化炼制关键技术及应用
完成单位	山东太阳纸业股份有限公司、齐鲁工业大学
完成人	应广东、刘泽华、田中建、王强、刘延波、张伟、路庆辉、翟丙彦
推荐单位	中国轻工业联合会
推荐单位 意见	<p>木材生物质是可再生生物质资源，是造纸、化工、纺织和生物能源等工业的原材料，主要包括木质素、纤维素和半纤维素三种生物多聚物成分。我国是世界第一制浆造纸大国，木材生物质主要用于制浆造纸，但制浆造纸过程全组分利用率低，资源浪费严重。</p> <p>项目实现了木材生物质资源高值化全利用的技术创新：（1）木材生物质全组分连续高效深度分离技术，首次实现了木材生物质中纤维素、半纤维素和木质素的连续分离和提取，半纤维素分离和提取效率提高 10%；（2）采用连续法多段逆流脱木素、氧深度脱木素、无元素氯漂白和生物酶漂白技术，实现了高值高纯度纤维素的清洁制备，用水量降低 30%，甲纤含量达到 95%以上，白度达到 90%ISO，与传统纸浆产品相比，附加值提高了 1 倍，打破国外纤维素产品对我国的垄断；（3）生物法、顺序式模拟移动床色谱分离等纯化木糖技术，半纤维素高效水解液研发出功能性木糖纯度达到 99.8%的产品。</p> <p>项目技术在山东太阳纸业、山东太阳宏河纸业、江苏澳洋科技等 6 家企业产业化应用，实现了木质纤维生物质高值化利用，纤维素用于制备粘胶纤维，代替棉花、石化产品；半纤维素开发功能性木糖；木质素用于生物质发电。近三年，新增产值 138.2 亿元，取得了显著的经济和社会效益。</p> <p>项目促进了我国传统制浆造纸企业从制浆造纸向生物质高效利用的转型升级，推动制浆造纸行业的技术进步。</p> <p>推荐项目为国家科技进步奖。</p>

二、项目简介

本项目技术属于轻工业科学技术中造纸技术领域，涉及到功能糖领域，产品广泛应用于纺织、食品行业。

（一）项目背景。我国是世界第一制浆造纸大国，木材生物质传统意义上主要用于制浆造纸，面临全组分利用率低、产品附加值低和资源浪费严重等突出问题。针对传统制浆造纸资源化、高值化利用存在的关键共性技术难题，山东太阳纸业股份有限公司和齐鲁工业大学两家单位在国家“973”和“十一五”科技支撑计划等资助下，通过十年产学研联合攻关，国内外首次创建了制浆造纸生物精炼关键技术完整体系，纤维素高值开发用于制备粘胶纤维，代替棉花、石化产品，应用于纺织行业；半纤维素生产功能性木糖，用于食品、医药行业；木质素用于生物质发电，回收热能和化学品。从根本上解决了传统的制浆造纸木材生物质资源利用率、资源严重浪费和环境污染的技术难题，实现了木材生物质资源高值化全利用技术的重大突破和创新，大大推动我国传统造纸业向制浆造纸生物精炼业的转型升级。

（二）主要技术内容及指标。在制浆造纸生物质全组分连续高效深度分离、高纯度生物质纤维素清洁制备、半纤维素制备功能性木糖、木材生物质高值化产品炼制技术方面取得了一系列关键技术：（1）创新了木材生物质全组分连续高效深度分离技术，建立了三大组分深度分离关键技术系统，采用连续独立水解工艺，国内外首次实现了木材生物质中纤维素、半纤维素和木质素的连续分离和提取，效率提高 10%；（2）研发了纤维素产品清洁制备和高值利用技术：采用连续法多段逆流脱木素、氧深度脱木素、无元素氯漂白和生物酶漂白技术体系，实现了高值高纯度纤维素的清洁制备。使用该技术，用水量降低 30%，甲纤含量达到 95%以上，白度达到 90%ISO，灰份含量低，反应性能好，与传统纸浆产品相比，附加值提高了 1 倍，打破国外纤维素产品对我国的垄断；（3）半纤维素资源化开发功能性木糖技术，以半纤维素水解液为原料，自主开发生物法、顺序式模拟移动床（SSMB）色谱分离等纯化木糖新技术，木糖（纯度>99.8%）产品。项目整体技术经济指标处于国内外领先水平。

（三）项目成果。项目共授权专利 22 件，其中发明专利 21 件，国际发明专利 4 件，发表核心论文 36 篇，SCI 论文 16 篇，培养博士后 6 人，联合培养研究生 10 人。系列研究成果曾获中国轻工联合会科技进步一等奖 1 项，教育部科技进步一等奖 1 项、二等奖 1 项，山东省科技进步二等奖 2 项，山东省专利一等奖 1 项、二等奖 1 项，国家专利优秀奖 1 项。

（四）应用推广及效益。项目技术及产品已在国内 5 家企业推广应用，直接就业 2300 多人，带动就业 1 万多人，国外老挝 30 万吨纤维素项目和美国阿肯色州 60 万吨绿地项目推广应用此技术。近三年内，应用单位累计实现新增产值 138.2 亿元，利税 20.13 亿元，产生了重大的经济、社会和环境效益。

项目促进了我国传统制浆造纸企业从制浆造纸向生物质高效利用的转型升级，推动制浆造纸行业的技术进步。

三、客观评价

1、科技成果鉴定

项目于 2012 年 12 月 2 日通过山东省科学技术厅鉴定（鲁科成鉴字 [2012]第 1368），项目核心技术被以陈克复院士为组长的行业专家鉴定为国际领先水平。

鉴定认为：“该项目研究开发了连续预水解技术、连续蒸煮技术、清洁漂白技术，并成功应用于年产 22 万吨高纯度生物质纤维素生产线，突破了连续法生产高纯度生物质纤维素的难题，为世界首创；研制开发的连续水解系统，创造性解决了木片料塞问题，攻克了木片化水解的难题，实现木片水解液的连续抽提，为半纤维素的精炼产业化创造了条件。该项目拥有多项重大科技创新，其核心技术达到国际领先水平。”

2、国家相关部门的技术检测报告评价

经纺织工业化纤产品质量监督中心、上海市纺织工业技术监督所检测实验室检测，本项目开发的技术产品高纯度纤维素甲纤含量达到 95.6%、白度达到 90%ISO、灰分达到 0.07%、树脂含量 0.12%，远远优于行业标准 FZ5001-2009 一等品的要求，且优于国内外同类技术产品。

经上海市质量监督检验技术研究院、国家食品质量监督检验中心（上海）检测，本项目开发的技术产品功能性木糖纯度达到 99.8%，优于中国国标 GB/T 23532-2009 中优级品的要求，灼烧残碱、透光度、pH、比旋光度等指标达到国家标准优级品要求。

3、科技情报部门评价

山东省科学院情报所检索中心对“连续法木材生物质高值化炼制关键技术及应用”项目主要技术创新点：1、国内外首次采用连续生产工艺；2、高值开发木材生物质中纤维素，应用于纺织行业，提高产品附加值；3、半纤维素水解液开发木糖，变废为宝，实现高值资源化利用；4、木质素用于生物质发电，回收化学品和能源等进行国内外文献检索，比较分析后发现，目前尚未见到与本项目主要技术创新点相同的国内外公开文献报道。

4、重要科技奖励

“高纯度生物质纤维素新技术研发与产业化”项目获 2014 年度中国轻工业联合会科技进步一等奖、“生物质高值化产品炼制技术研发及产业化”项目获 2015 年山东省科技进步二等奖、“高得率化机浆生产过程减排降耗技术”项目获 2010 年教育部科技进步二等奖，“一种针阔混合氢氧化钠蒽醌化学浆全无氯漂白的工艺”专利项目获 2016 年国家专利优秀奖等。

5、国际学术期刊评价

(1) 孟加拉国科学与工业研究委员会实验室 (BCSIR Laboratories) 的 Md. Sarwar Jahan 教授于 2016 年在林学顶级期刊 Cellulose 上发表的题为 Upgrading old corrugated cardboard (OCC) to dissolving pulp (DOI: 10.1007/s10570-016-0894-1) 的文章中高度评价了“低粘度的溶解浆可以用于生产高质量的人造纤维产品”，在很多应用方面，纤维素粘度需要在化学处理（如人造纤维生产中的黄化处理）前进一步降低粘度。

(2) 土耳其 T.C. SüleymanDemirelÜniversitesi 大学的 SulhattinYasar 博士于 2016 年发表于 Journal of Cereal Science 期刊的题为 Viscous Gel-forming Gums (VGUMS) of Cereal Grains: Rheology and Viscosity-Based Enzyme Activity Quantification (DOI: 10.1016/j.jcs.2016.03.003) 的文章中高度评价了申请人的成果, “纤维素酶处理后可以获得低粘度的高质量溶解浆”(Liu et al., 2015)。这个技术可以应用于木质纤维原料向高值化生物基材料和能源的高效转化领域”。

四. 推广应用情况

2012 年，本项目整体技术开始在完成单位山东太阳纸业股份有限公司进行大规模生产应用，形成年处理木材生物质 130 万吨，年产高纯度纤维素 50 万吨的生产规模。国内外首次实现了产业化推广应用，项目核心技术处于国际领先水平，国外老挝年产 30 万吨纤维素和美国阿肯色州年产 70 万吨绿地项目将继续推广应用此技术。项目开发高纯度纤维素、功能性木糖等生物质精炼系列产品，广泛应用于纺织、食品和医药等领域，打破了国外公司对高纯度纤维素产品的长期市场垄断，创造了显著的经济、社会、环境效益。

主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
山东太阳纸业股份有限公司	连续法木材生物质高值化炼制技术	2012.1-2016.12	乔军 /13854762689	形成年处理木材生物质材料 120 万吨和年产 50 万吨溶解浆产品。
江苏澳洋科技股份有限公司	高纯度纤维素应用	2014.1-2016.12	苏松高 /051587188988	首次应用国内高纯度纤维素替代国外进口产品。
江苏翔盛粘胶纤维股份有限公司	高纯度纤维素应用技术	2014.1-2016.12	郝爱仙 /057183788750	首次实现项目产品全部取代进口产品技术应用。
唐山三友集团兴达化纤有限公司	高纯度纤维素应用技术	2014.1-2016.12	李柏宽 /03158333267	开发出高纯度纤维素替代棉短绒及国外进口产品技术。
恒天海龙（潍坊）新材料有限责任公司	高纯度纤维素应用技术	2014.1-2016.12	刘伟 /05367530137	实现高纯度纤维素最大替代棉短绒技术应用。

五、主要知识产权证明目录（不超过 10 件）

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	发明专利有效状态
发明专利	一种桉木溶解浆的制备工艺	中国	ZL201210088433.8	2014-10-22	第 1499999 号	山东太阳 纸业股份 有限公司	应广东；陈克复；刘泽华； 刘延波；乔军；翟丙彦；张 伟；梁洪金；钟洪霞	有效
发明专利	一种桉木片水解液生产木糖醇的方法及水解塔	中国	ZL201210059336.6	2014-09-17	第 1483665 号	山东太阳 纸业股份 有限公司	应广东；陈克复；刘泽华； 刘延波；乔军；张伟；翟丙 彦；梁洪金；路庆辉；钟洪 霞	有效
发明专利	一种桉木溶解浆的清洁漂白方法	中国	ZL201210104572.5	2014-10-22	第 1500902 号	山东太阳 纸业股份 有限公司	应广东；陈克复；刘泽华； 刘延波；乔军；翟丙彦；张 伟；梁洪金；钟洪霞；杨江 红	有效
发明专利	Preparation process of eucalyptus dissolving pulp	澳大利亚	2012375964	2016-05-19		山东太阳 纸业股份 有限公司	应广东；陈克复；刘泽华； 刘延波；乔军；翟丙彦；张 伟；梁洪金；钟洪霞	有效
发明专利	Method for producing xylitol by using hydrolysate of eucalyptus chips, and hydrolysis tower	澳大利亚	2012372733	2016-05-31		山东太阳 纸业股份 有限公司	应广东；陈克复；刘泽华； 刘延波；乔军；张伟；翟丙 彦；梁洪金；路庆辉；钟洪 霞	有效

发明专利	一种桉木溶解浆的制备工艺	韩国	10-1525954	2015-05-29		山东太阳纸业股份有限公司	应广东；陈克复；刘泽华；刘延波；乔军；翟丙彦；张伟；梁洪金；钟洪霞	有效
发明专利	一种桉木片水解液生产木糖醇的方法及水解塔	韩国	10-1586620	2016-01-13		山东太阳纸业股份有限公司	应广东；陈克复；刘泽华；刘延波；乔军；张伟；翟丙彦；梁洪金；路庆辉；钟洪霞	有效
发明专利	一种速生杨的硫酸盐浆生物化学法 TCF 漂白工艺	中国	ZL201310303232.X	2013-07-17	第1453148号	齐鲁工业大学	吉兴香；陈嘉川；杨桂花；田中建；刘玉；王鲁燕	有效
发明专利	一种氢氧化钠蒽醌法蒸煮的针阔混合浆的漂白工艺	中国	ZL201110288219.2	2013-07-31	第1246607号	齐鲁工业大学	吉兴香；陈嘉川；杨桂花；田中建；王鲁燕	有效
发明专利	一种针阔混合硫酸盐化学浆全无氯漂白的工艺	中国	ZL201210405720.7	2014-03-12	第1357720号	齐鲁工业大学	陈嘉川；吉兴香；杨桂花；田中建；王鲁燕	有效

六、主要完成人情况表

姓 名	应广东	排 名	1	技术职称	教授级高工
工作单位	山东太阳纸业股份有限公司			行政职务	总工程师、副总经理
完成单位	山东太阳纸业股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目总负责人，全面负责项目的规划、立项、方案制定、实施和推广应用，对项目中创新点 1, 2 和 3 做出了创造性贡献。其中：</p> <p>对创新点 1 的贡献是：实现了制浆造纸生物质全组分连续高效深度分离技术研发及产业化投产、连续水解装备的全新设计；</p> <p>对创新点 2 的贡献是：高纯度生物质纤维素的清洁制备技术研发、高值开发利用与产业化应用推广；</p> <p>对创新点 3 的贡献是：利用木材生物质半纤维素水解液高值开发功能性木糖，产品应用于食品行业；</p>					

六、主要完成人情况表

姓名	刘泽华	排名	2	技术职称	高级工程师
工作单位	山东太阳纸业股份有限公司			行政职务	副总经理
完成单位	山东太阳纸业股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>负责实施项目产业化中试和产业化试验，大生产方案和工艺参数的制定和修订，并进行优化。对创新点 1、2 和 3 做出了创造性贡献。其中：</p> <p>对创新点 1 的贡献是：实现了制浆造纸生物质全组分连续高效深度分离技术的中试及推广应用；</p> <p>对创新点 2 的贡献是：高纯度生物质纤维素的清洁制备技术中试及产业化应用；</p> <p>对创新点 3 的贡献是：半纤维素开发功能性木糖技术中试及产业化应用；</p>					

六、主要完成人情况表

姓名	田中建	排名	3	技术职称	副教授
工作单位	齐鲁工业大学			行政职务	
完成单位	齐鲁工业大学				
<p>对本项目技术创造性贡献： 负责项目实验机理分析，协助产业化中试，对创新点 1, 2 和 3 做出了创造性贡献。</p> <p>对创新点 1 的贡献是：负责自催化水解技术研发与产业化应用。</p> <p>对创新点 2 的贡献是：负责高纯度纤维的清洁制备技术研发。</p> <p>对创新点 3 的贡献是：负责水解液低分子量木质素的高效分离技术和功能性木糖制备技术的研发。</p>					

六、主要完成人情况表

姓名	王强	排名	4	技术职称	副教授
工作单位	齐鲁工业大学			行政职务	
完成单位	齐鲁工业大学				
对本项目技术创造性贡献： 负责项目实验机理分析，协助产业化中试，对创新点 1, 2 和 3 做出了创造性贡献。 对创新点 1 的贡献是：负责自催化水解技术理论研究。 对创新点 2 的贡献是：负责高纯度纤维素聚合度的控制技术。 对创新点 3 的贡献是：负责半纤维素水解液高效分离及功能性木糖制备技术研发。					

六、主要完成人情况表

姓名	刘延波	排名	5	技术职称	高级工程师
工作单位	山东太阳纸业股份有限公司			行政职务	总监
完成单位	山东太阳纸业股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>主要负责制定进行大生产工艺参数，进行大生产调试。对创新点 1, 2 和 3 做出了创造性贡献。其中：</p> <p>对创新点 1 的贡献是：制浆造纸生物质全组分连续高效深度分离技术中试及产业化应用；</p> <p>对创新点 2 的贡献是：高纯度生物质纤维素高效逆流洗涤技术和清洁漂白技术研发、中试与产业化应用；</p> <p>对创新点 3 的贡献是：半纤维素开发功能性木糖技术中试与产业化应用。</p>					

六、主要完成人情况表

姓名	张伟	排名	6	技术职称	工程师
工作单位	山东太阳纸业股份有限公司			行政职务	研发经理
完成单位	山东太阳纸业股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>参与项目研发和大生产工艺参数的制定和优化。对创新点 1, 2 和 3 做出了创造性贡献。其中：</p> <p>对创新点 1 的贡献是：生物质自催化连续水解技术的研发与产业化参数优化；</p> <p>对创新点 2 的贡献是：高纯度生物质纤维素高效逆流洗涤技术和清洁漂白技术的研发与产业化；</p> <p>对创新点 3 的贡献是：半纤维素开发功能性木糖技术研发与中试指导。</p>					

六、主要完成人情况表

姓名	路庆辉	排名	7	技术职称	工程师
工作单位	山东太阳纸业股份有限公司			行政职务	技术经理
完成单位	山东太阳纸业股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>参与项目研发和大生产工艺参数的制定和优化。对创新点 3 做出了创造性贡献。其中： 对创新点 3 的贡献是：半纤维素水解液低分子量木素分离技术研发与中试、色谱分离技术研发与产业化、木糖母液生物提纯技术研发与产业化。</p>					

六、主要完成人情况表

姓名	翟丙彦	排名	8	技术职称	工程师
工作单位	山东太阳纸业股份有限公司			行政职务	技术经理
完成单位	山东太阳纸业股份有限公司				
对本项目技术创造性贡献： 参与项目中试与产业化工艺参数的制定和优化。对创新点 1 和 2 做出了创造性贡献。其中： 对创新点 1 的贡献是：纤维素、半纤维素和木材素的高效分离技术中试与产业化； 对创新点 2 的贡献是：高纯度生物质纤维素的清洁制备技术中试与产业化。					

七、主要完成单位及创新推广贡献

主要完成单位情况表

单位名称	山东太阳纸业股份有限公司			
排 名	1			
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：				
（企业的总体情况简要介绍，包括近三年的销售收入、利润、研发费用、发明专利申请数、新产品销售收入及利润、截至推荐当年的职工总数、研发人员数、拥有的发明专利数以及研发机构水平等）				
1、企业基本情况				
<p>太阳纸业成立于1982年，是全球先进的跨国造纸集团和林浆纸一体化上市公司，国家级高新技术企业，拥有国家级企业技术中心、院士工作站、博士后科研工作站、泰山学者等高层次研发平台，先后承担了国家重大水专项、“863”、科技支撑计划、工信部、发改委、山东省等国家省部级科研课题10多项，截止到当前拥有员工12120人，研发人员1036人，拥有发明专利40项，在行业内属于技术领军企业。拥有资产总额292亿元，年浆纸产能570万吨，位列中国500强企业第312位，世界造纸百强企业第53位。</p>				
年度	销售收入/亿元	利润总额/亿元	研发费用	发明专利申请数
2014	404.1	6.5	1.8	7
2015	425.5	7.6	1.9	12
2016	437.7	14.95	2.0	24
2、对本项目科技创新和推广应用情况				
<p>太阳纸业全面负责项目系统设计、协调、组织实施关键技术开发研究、中试及应用推广。为项目的顺利执行提供必要的实验场地和仪器设备，及时解决课题研究所需的工作条件，督促课题按计划完成研究任务。</p>				
<p>通过与高校合作建立的紧密联系纽带，该成果不断得到推广应用，已在太阳纸业、山东太阳宏河纸业有限公司等企业应用，形成了年产50万吨高纯度生物质纤维素产品，产品质量稳定，可替代国外进口产品，产品取代棉短绒浆粕应用于唐山三友、新疆富丽达等纺织行业；利用半纤维素开发功能性木糖，取得了显著的经济和社会效益。该技术还将在太阳纸业美国阿肯色州年产60万吨绿地项目中推广应用。</p>				

七、主要完成单位及创新推广贡献

主要完成单位情况表

单位名称	齐鲁工业大学
排 名	2
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献： (企业的总体情况简要介绍，包括近三年的销售收入、利润、研发费用、发明专利申请数、新产品销售收入及利润、截至推荐当年的职工总数、研发人员数、拥有的发明专利数以及研发机构水平等)	
<p>齐鲁工业大学拥有制浆造纸科学与技术教育部重点实验室，获批筹建生物基材料与功能制品省部共建国家重点实验室。该实验室人员在木材生物质高值化炼制关键技术、造纸纤维原料高效利用领域取得一系列重大成果，尤其在在制浆造纸生物质全组分连续高效深度分离、高纯度生物质纤维素清洁制备、半纤维素制备功能性木糖等方面取得了一系列关键技术：开发了半纤维素连续高效提取技术，基于色谱分离、生物酶调控及活性炭吸附，构建了物理化学协同生物途径纯化半纤维素新技术；实现了制浆造纸过程高纯度低聚木糖的产业化生产。</p> <p>齐鲁工业大学在对半纤维素预水解过程半纤维素断裂规律及机理研究的基础上，采用无酸自催化连续水解工艺，在独立连续水解器内对木片进行水解，实现了木片连续高效水解及抽提；根据杨木热水解液中水溶性木质素的结构特性，通过生物酶的修饰作用调控水解液中水溶性木质素的尺寸来改善水溶性木素的性能，提高了水解液木糖的纯化效率；揭示生物酶调控协同活性炭吸附提高水解液中溶解有机物分离纯化效率的作用机制，构建了一种新型物理化学协同生物途径分离纯化半纤维素的技术；采用木片预处理源头清洁技术，结合后续酶定向转化、色谱分离、膜分离纯化及生物酶调控协同活性炭脱色集成技术，对木片抽提液中的半纤维素进行定向转化及纯化，制备高纯度低聚木糖及木糖等高附加值产品，实现了木材生物质资源高值化综合利用，产品集高附加值、高资源化等优势，主要技术指标达到同类产品国际领先水平。</p> <p>授权相关发明专利14件，研究成果受到国内外关注。</p>	

八、完成人合作关系说明

（简要叙述完成人在项目中的合作经历，包括合作时间、方式、产出及证明材料等）。独立完成的可不提交此说明

本项目完成单位为山东太阳纸业股份有限公司（以下简称太阳纸业）和齐鲁工业大学。主要完成人为应广东（太阳纸业）、刘泽华（太阳纸业）、田中建（齐鲁工业大学）、王强（齐鲁工业大学）、刘延波（太阳纸业）、张伟（太阳纸业）、路庆辉（太阳纸业）、翟丙彦（太阳纸业）。单位间主要采取研究合作与产业合作方式完成项目。各单位分工明确，各尽其责，成果归属权清晰。主要合作内容如下：

应广东是本项目总负责人，太阳纸业总工程师，是本项目 ZL201210088433.8、ZL201210059336.6、2012375964 等国内、国际发明专利的第一发明人；是中国轻工业联合会科技进步一等奖“高纯度生物质纤维素新技术研发与产业化”、山东省科技进步二等奖“生物质高值化产品炼制技术研发及产业化”第 1 完成人；刘泽华负责和参与了项目方案实施，组织项目推广应用，与第一完成人共同拥有 ZL201210088433.8、ZL201210059336.6、2012375964 等多项国内外发明专利；与第一完成人共同获得中国轻工业联合会科技进步一等奖“高纯度生物质纤维素新技术研发与产业化”、山东省科技进步二等奖“生物质高值化产品炼制技术研发及产业化”主要完成人；田中建是项目骨干，负责项目的研发与中试工作，是本项目 ZL201310303232.X 等专利的主要发明人；王强是项目骨干，负责高纯度纤维素清洁制备的研发工作及产品性能检测工作，拥有多篇论文；刘延波是项目骨干，负责项目的产业化应用，与第一、二完成人共同拥有 ZL201210088433.8、ZL201210059336.6、2012375964 等多项国内外发明专利；与第一、二完成人共同获得中国轻工业联合会科技进步一等奖“高纯度生物质纤维素新技术研发与产业化”、山东省科技进步二等奖“生物质高值化产品炼制技术研发及产业化”；张伟是项目骨干，负责高纯度纤维素清洁制备和半纤维素资源高值开发功能性木糖研发工作，与第一、二、五完成人共同拥有 ZL201210088433.8、ZL201210059336.6、2012375964 等多项国内外发明专利；与第一、二、五完成人共同获得中国轻工业联合会科技进步一等奖“高纯度生物质纤维素新技术研发与产业化”、山东省科技进步二等奖“生物质高值化产品炼制技术研发及产业化”；完成人路庆辉，负责半纤维素资源高值开发功能性木糖研发工作，与第一、二、五和六完成人共同拥有 ZL201210059336.6、2012372733 等多项国内外发明专利；与第一、二、五和六完成人共同获得山东省科技进步二等奖“生物质高值化产品炼制技术研发及产业化”；完成人翟丙彦，负责高纯度纤维素清洁制备的研发工作，与第一、二、五和六完成人共同拥有 ZL201210088433.8、2012375964 等多项国内外发明专利；与第一、二、五和六完成人共同获得中国轻工业联合会科技进步一等奖“高纯度生物质纤维素新技术研发与产业化”、山东省科技进步二等奖“生物质高值化产品炼制技术研发及产业化”。

综上，上述完成人与山东太阳纸业股份有限公司有着长期合作关系，联合攻关，为本项目整体研究成果的产业化应用和推广提供了有力支撑。

序号	合作方式	合作者/ 项目排名	合作 时间	合作成果	证明材料
1	共同知识产权，共同获奖	刘泽华/2	2005-至今	专利7项、 获奖2项	附件 1-7
2	产学研合作	田中建/3	2005 年	知识产 权、获奖	附件 8-10
3	产学研合作	王强/4	2009 年	论文	附件 11-13
4	共同知识产权，共同获奖	刘延波/5	2010 年	专利7项、 获奖2项	附件 1-7
5	共同知识产权，共同获奖	张伟/6	2010 年	专利7项、 获奖2项	附件 1-7
6	共同知识产权，共同获奖	路庆辉/7	2011 年	专利2项、 获奖1项	附件 2, 5
7	共同知识产权，共同获奖	翟丙彦/8	2011 年	专利7项、 获奖2项	附件 1-7