

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	难再生废弃高分子材料高效高值回收利用加工集成化关键新技术
完成单位	四川大学，南昌天高环保科技股份有限公司，江苏美亚塑胶科技有限公司，南京聚锋新材料有限公司，四川金摩尔环保新材料有限责任公司
完成人	王琪，卢灿辉，白时兵，张新星，马斌，孙新福，陈宁，丁建生，詹忠，华正坤
推荐单位	中国轻工业联合会
推荐单位意见	<p>塑料、橡胶制品广泛应用，随之产生的难再生废弃物急剧增多，大多只能焚烧或填埋处理，对环境造成极大的危害。项目解决了废弃电路板、汽车拆解尾料、废弃人工草坪、废弃交联聚氨酯、废弃橡胶制品等难再生废弃高分子材料回收利用的世界难题。</p> <p>1、创新研制了多级剪切碾磨集成化工业装置。通过剪切、粉碎和固相增容等不同功能结构单元，实现共混复合型、填充增强型、交联热固性型等高分子废弃物的高效粉碎和均一化改性。</p> <p>2、创建了共混复合型废弃高分子材料回收技术。通过复合粉体的粒径和粒径分布调控制品相畴结构和性能，解决了传统回收技术难以做到的组分相容和粘度匹配、需分类分离的难题；粉体表面改性、加工中应力场温度场调控、固态拉伸、动态硫化等技术，制备高性能土工膜、土工格栅、木塑制品等高值化产品。</p> <p>3、创建了交联型废弃高分子材料回收技术。通过交联型高分子废弃物如废弃交联聚氨酯、废弃橡胶制品等的应力解交联，赋予其热塑加工性，解决其不能二次加工的难题，建立了加工中可控降解与端基稳定化、动态硫化、柔性界面构建等新技术，制备了高性能低成本热塑性聚氨酯弹性体（TPU）、热塑性硫化胶（TPV）、弹性混凝土、耐高温油田固井水泥石等高值化产品。</p> <p>项目在南昌天高、江苏美亚、南京聚锋、四川金摩尔等企业产业化应用，实现了难再生废弃高分子材料高值回收利用，取得显著经济和社会效益。引领我国废弃高分子材料高效高值回收利用，促进了塑料加工产业的可持续发展。</p> <p>推荐项目为国家科技进步奖。</p>

二、项目简介

高分子材料在国民经济和高技术领域十分重要、不可替代。我国塑料制品和橡胶制品产量均居世界之首，随之产生的高分子废弃物急剧增多，尤其是电子产品、汽车、航空等大量使用共混复合、交联的高性能多功能高分子材料，其废弃物组分复杂、难分类、难分离，难再加工，传统技术难实现其再生利用，大多只能焚烧或填埋，既严重污染大气、水和土壤环境，又极大浪费资源，如何高效高值规模化回收利用难再生高分子废弃物是全社会高度关注、亟待解决但尚未解决的世界难题。

该项目在国家 863 计划、国家自然科学基金等项目支持下，依托高分子材料工程国家重点实验室（四川大学），与企业多年产学研合作，创制了新型的难再生高分子废弃物高效高值规模化回收利用工业装备，建立了多级剪切碾磨、粉体表面改性、固态拉伸、动态硫化、可控降解与端基稳定化、柔性界面构建等集成加工技术体系，实现了产业化。主要科技创新如下：

（1）创制了难再生废弃高分子材料多级剪切碾磨集成化工业装置

针对难再生废弃高分子材料组分复杂、结构性能差异大，现有粉碎装备难以同时高效粉碎的问题，创制了基于多级剪切碾磨的集成化工业装置，通过设计剪切、粉碎和固相增容等不同功能结构单元，可实现共混复合型、填充增强型、交联热固性型等难再生高分子废弃物的高效粉碎和均一化改性，大幅提高处理速度和效率，实现产业化。

（2）建立了共混复合型难再生废弃高分子材料回收技术。

在室温制备了难分类难分离的共混复合型高分子废弃物如废弃电路板、汽车拆解尾料、废弃人工草坪等的超细粉体，由复合粉体的粒径和粒径分布调制品相畴结构和性能，解决了传统回收技术要求组分相容和粘度匹配、需分类分离的难题；创新集成了粉体表面改性、加工中应力场温度场调控、固态拉伸、动态硫化等技术体系，制备了高性能土工膜、土工格栅、木塑制品等高值化产品，建成工业生产线。

（3）建立了交联型难再生废弃高分子材料回收技术。

在室温实现交联型高分子废弃物如废弃交联聚氨酯、废弃橡胶制品等的应力解交联，赋予其热塑加工性，解决其不能二次加工的难题；建立了加工中可控降解与端基稳定化、动态硫化、柔性界面构建等新技术，制备了高性能低成本热塑性聚氨酯弹性体（TPU）、热塑性硫化胶（TPV）、弹性混凝土、耐高温油田固井水泥石等高值化产品，建成工业生产线。

获准中国发明专利 9 项，发表学术论文 58 篇，他引 600 余次，得到学术界和产业界的积极评价，在多家企业建成难再生废弃高分子材料回收加工利用示范生产基地，开发了系列高值化产品，在水利、市政、交通运输、石油化工等重要领域得到应用，变废为宝，取得显著经济和社会效益。为解决难再生高分子废弃物回收利用的共性关键问题提供了集成化关键装备和技术，实现了其高效高值规模化回收利用，推动了我国塑料加工业和废弃高分子材料再生利用产业的可持续发展和产业升级。获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖。

三、客观评价

(1) 国家级专业机构的技术检测报告

国家化学建筑材料测试中心检测结果表明：项目研制的聚乙烯土工膜产品（高分子废弃物回收材料含量为 50 wt%）的屈服强度、断裂强度、断裂伸长率、低温弯折性、不透水性、热老化及紫外老化等性能全面达到土工膜美国标准 **GRI GM 13-2009** 的技术指标。（附件 1）

表 1 聚乙烯土工膜产品性能指标

项目		技术指标	检验结果	检验方法
拉伸屈服强度, N/mm	横向	≥29	39.5	ASTM D6693-04
	纵向	≥29	36.9	ASTM D6693-04
拉伸断裂强度, N/mm	横向	≥53	60.5	ASTM D6693-04
	纵向	≥53	66.6	ASTM D6693-04
拉伸屈服伸长率, %	横向	≥12	13	ASTM D6693-04
	纵向	≥12	13	ASTM D6693-04
拉伸断裂伸长率, %	横向	≥700	795	ASTM D6693-04
	纵向	≥700	801	ASTM D6693-04
直角撕裂强度, N	横向	≥249	311	ASTM D1004-08
	纵向	≥249	293	ASTM D1004-08
尺寸稳定性, %	横向	±2	-0.27	ASTM D1204-08
	纵向	±2	-0.34	
抗戳穿力, N		≥640	867	ASTM D1204-08
200℃时氧化诱导时间, min		≥100	158	ASTM D3895-07
水蒸气渗透系数 gcm/(cm ² sPa)		≤ 1.0 × 10 ⁻¹³	3.9 × 10 ⁻¹⁵	ASTM E96/E96M-05
-70℃低温冲击脆化		通过	-70℃通过	ASTM D746-07
熔体流动速率 (190℃, 2.16kg), g/10min		≤1.0	0.11	ASTM D1238-10
恒定拉伸负荷应力开裂, h	横向	≥300	300h 无破损	ASTM D5397-07
	纵向	≥300	300h 无破损	ASTM D5397-07

江西省建材产品质量监督检验站检测结果表明，项目研制的土工格栅的力学性能满足 **GB/T 17689-2008** 《土工合成材料 土工格栅》的技术要求。

表 2 聚乙烯土工格栅产品性能指标

项目	技术要求	检验结果
拉伸强度, kN/m	≥120.0	124.1
2%伸长率时的拉伸强度, kN/m	≥36.0	41.8
5%伸长率时的拉伸强度, kN/m	≥72.0	82.3
120kN/m 时的伸长率	≤10.0	5.9

福建省产品质量检验研究院的检测结果表明，采用废弃氟橡胶制备的耐酸碱耐油热塑性硫化胶（TPV）产品综合性能优于美国某公司同类产品。（附件 2）

表 3 废弃回收 TPV 性能指标

测试样品	拉伸强度 MPa	断裂伸长率 %	100%定伸应力 MPa	70℃、24h 压缩 10% 永久变形，%
废弃氟橡胶 TPV	23.7	405	14.7	34.8
美国某公司产品	12.8	380	8.5	45.0

(2) 国家级科研项目验收结论（附件 3-4）

废弃高分子材料回收及其高值化利用技术获得国家 863 计划、国家自然科学基金等项目支持，均已通过国家验收。

国家科技部网站报道评价了“十二五”863 计划环境领域废弃高分子产品回收利用技术取得重要进展”，认为该项目“缓解目前相关资源回收利用水平低下、环境污染严重的问题，有力带动我国相关产业发展，提高资源、能源利用效率，提升经济效益，进一步推动我国循环经济、低碳经济的发展和节约型社会的建设。”

(3) 获得奖项（附件 5）

获 2016 年度中国轻工业联合会科学技术进步奖一等奖。

(4) 国内外学术界的引用和评价（附件 6-8）

该项目发表学术论文 58 篇，他引 600 余次，该项目的创造性、先进性得到国内外同行的好评。

国际顶尖材料科学期刊“Progress in Materials Science”（影响因子 27.4）综述论文（2015, 72, 100–140）累计引用该项目在废橡胶应力解交联方面的三篇研究论文达 16 次，高度评价该项目废橡胶的应力解交联及其复合材料制备技术，认为“通过界面间的共交联提高了复合材料的拉伸强度和断裂伸长率”，有效解决了废橡胶与基体橡胶间的界面相容性问题。

国际顶尖化学期刊《德国应用化学》（Angewandte Chemie-International Edition, 影响因子 13.0）的研究论文（2016, 55, 1304–1308）引用并评价认为“采用应力诱导硫化橡胶交联键断裂，对废橡胶的回收至关重要”。

国际知名的废弃高分子材料回收专家美国阿克隆大学的 A. I. Isayev 教授在其研究论文（Polymer, 2015, 70, 290-306）中引用该项目的工作，评价认为废弃高分子材料的应力解交联技术是一项“通过机械碾磨实现废弃交联高分子材料凝胶含量显著降低”的新技术。

四. 推广应用情况

项目建立的难再生废弃高分子材料高效高值回收利用加工集成化关键新技术已在多家企业获得推广应用。在南昌天高环保科技股份有限公司建成多条废弃电路板、废弃电缆回收利用制备土工膜、土工格栅的工业化生产线，产品在水利、市政工程等领域应用（附件 9）。在江苏美亚塑胶科技有限公司建成废弃交联聚氨酯、废弃橡胶制品回收利用制备高性能低成本 TPU、TPV 材料和制品生产线，广泛应用于防湿滑运动鞋橡胶大底、运动器材、汽车密封件、路政设施等领域（附件 10）。在南京聚锋新材料有限公司建成废弃人造草坪、废弃电缆等回收利用制备木塑复合材料和制品产业化示范基地，开发多种塑木材料及制品，广泛应用于建筑、家装、交通、物流、包装、市政和体育设施等领域（附件 11）。在成都金摩尔环保新材料有限责任公司建成废弃橡胶回收材料制备高活性橡胶微粉生产线，生产弹性混凝土和耐高温油田固井水泥石等高性能制品，在高速公路等使用（附件 12）。实现了难再生废弃高分子材料的高效高值回收利用。

主要应用单位情况

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
南昌天高环保科技股份有限公司	高分子废弃物制备土工膜、土工格栅等	2012年6月至今	梁广范 /13970050903	建成多条工业化生产线，制备土工膜、土工格栅，用于水利、市政建设等领域
江苏美亚塑胶科技有限公司	高分子废弃物制备高性能低成本热塑性弹性体材料和制品	2010年1月至今	孙新福 /13905294252	建成热塑性弹性体生产线，制备了高性能低成本 TPU、TPV 材料和制品
南京聚锋新材料有限公司	废弃塑料回收制备木塑复合材料	2013年1月至今	丁建生 /13605192511	建成产业化示范基地，制备高性能低成本木塑复合材料，应用于建筑、家装、交通、市政和体育设施等领域
成都金摩尔环保新材料有限责任公司	高分子废弃物制备弹性混凝土、耐高温油田固井水泥石	2011年1月至今	詹忠 /13518130938	建成生产线，产品用于高速公路等
安徽国风木塑科技有限公司	废弃塑料回收制备木塑复合材料	2010年4月至今	方晓钟 /13956990986	应用于市政、家装和体育设施等领域
宜兴市华龙塑木新材料有限公司	废弃塑料回收制备木塑复合材料	2011年1月至今	余继春 /13829961278	应用于户外木塑领域
会昌龙威锡业有限公司	废弃塑料制备土工膜	2013年1月至今	田博 /18202970201	应用于防渗工程

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	一种脱硫三元乙丙胶粉/聚丙烯共混制备热塑性硫化胶的方法	中国	ZL201310555050.1	2015.10.14	1816432	四川大学	卢灿辉, 张新星	有效
发明专利	一种废弃轮胎胶粉/聚乙烯共混物的制备方法	中国	ZL201010550838.X	2012.12.05	1095785	四川大学	卢灿辉, 范萍, 梁梅, 张新星	有效
发明专利	无机粉体高填充聚乙烯醇材料及其制备方法	中国	ZL201210101974.X	2014.03.19	1365656	四川大学	王琪, 李莉, 王滨, 陈宁, 白时兵, 华正坤	有效
发明专利	一种土工格栅及其制造方法	中国	ZL200910115865.1	2012.02.08	907973	南昌天高新材料股份有限公司	郭熙, 何迪春, 殷勇刚, 严柏林	有效
发明专利	动态硫化塑木复合材料及其制备方法	中国	ZL200910026810.3	2011.11.02	9933148	南京聚锋新材料有限公司, 南京聚隆科技股份有限公司	吴建国, 李兰军, 吴正元, 吴汾	有效
发明专利	一种用于水泥基材料的废弃橡胶粉处理方法	中国	ZL201410051736.1	2014.05.28	2144714	四川金摩尔环保新材料有限责任公司	杨蝉聪, 詹忠	有效
发明专利	一种废弃轮胎胶粉/聚乙烯发泡材料的制备方法	中国	ZL201010167636.7	2012.05.02	941681	四川大学	卢灿辉, 梁梅, 朱健, 张新星	有效
发明专利	一种低密度、高开孔率硅橡胶泡沫材料的制备方法	中国	ZL201010550857.2	2012.10.03	1057042	四川大学	卢灿辉, 范萍, 梁梅, 张新星	有效
发明专利	聚酰胺-胺树形大分子修饰废橡胶微粉的制备方法	中国	ZL201010165692.7	2012.05.23	953093	四川大学	范萍, 卢灿辉	有效
实用新型专利	一种精细塑料磨粉机	中国	ZL201520096537.2	2015.08.05	4507165	江苏美亚塑胶科技有限公司	孙新福	有效

六、主要完成人情况表

姓 名	王琪	排 名	1	技术职称	教授
工作单位	四川大学			行政职务	无
完成单位	四川大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目负责人，对项目三个创新点均做出了创造性贡献。项目总体设计并组织实施，领导项目组针对共混复合型和交联型等难再生废弃高分子材料分离难、再加工难、制备高性能制品难、回收利用效率低的问题，提出并建立了高效、清洁、易于实施的基于多级剪切碾磨、粉体表面改性和聚合物加工新技术的难再生废弃高分子材料回收利用的集成化关键技术，设计并研制了废弃高分子回收多级剪切碾磨工业化装备，与企业合作实现产业化，产生了显著的经济效益和社会效益。</p>					

姓 名	卢灿辉	排 名	2	技术职称	教授
工作单位	四川大学			行政职务	无
完成单位	四川大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目第二完成人，对项目三个创新点均做出了创造性贡献。设计并研制了基于多级剪切碾磨的集成化工业装置，建立了基于多级剪切碾磨、粉体表面改性和聚合物加工新技术的共混复合型和交联型难再生废弃高分子材料回收利用的集成化关键技术，与企业合作实现产业化，产生了显著的经济效益和社会效益。。</p>					

姓 名	白时兵	排 名	3	技术职称	副研究员
工作单位	四川大学			行政职务	无
完成单位	四川大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主研，对项目创新点 1 和 2 均做出了创造性贡献。研制了高分子废弃物回收利用多级剪切碾磨工业化装备；建立了废弃电路板、废弃人工草坪、废弃电缆、汽车拆解尾料等难再生高分子材料高效高值化回收技术和工艺包；与企业产学研合作实现其工业化生产并推广应用，利用回收材料制备了土工膜、土工格栅、木塑复合材料及制品等，产生了显著的经济效益和社会效益。</p>					

姓名	张新星	排名	4	技术职称	副研究员
工作单位	四川大学			行政职务	无
完成单位	四川大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主研，对项目创新点 1 和 3 均做出了创造性贡献。主要负责交联型难再生高分子废弃物的应力诱导解交联及其高值化再生制品的开发，与江苏美亚塑胶科技有限公司、四川金摩尔环保新材料有限责任公司多年产学研合作，实现了产业化，产生了显著的经济效益和社会效益。</p>					

姓名	马斌	排名	5	技术职称	无
工作单位	南昌天高环保科技股份有限公司			行政职务	生产副经理
完成单位	南昌天高环保科技股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主研，对项目创新点 2 做出了创造性贡献。利用废弃电路板、废弃电缆以及废弃人工草坪等超细粉体，通过界面改性、固态拉伸等技术制备土工膜、土工格栅等高值化制品，实施了工业化生产和市场推广。</p>					

姓名	孙新福	排名	6	技术职称	工程师
工作单位	江苏美亚塑胶科技有限公司			行政职务	总经理
完成单位	江苏美亚塑胶科技有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主研，对项目创新点 3 做出了创造性贡献，采用加工中可控降解与端基稳定化、动态硫化等新技术，制备了高性能低成本热塑性聚氨酯弹性体、热塑性硫化胶，实施了工业化生产和市场推广，等。</p>					

姓名	陈宁	排名	7	技术职称	讲师
工作单位	四川大学			行政职务	无
完成单位	四川大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主研，对项目创新点 1 和 2 做出了创造性贡献。参与研制了高分子废弃物回收利用多级剪切碾磨工业化装备，利用粉体表面改性、加工中应力场温度场调控、固态拉伸等技术，制备了高性能土工膜、土工格栅等高值化产品，与企业合作实现其工业化生产，等。</p>					

姓名	丁建生	排名	8	技术职称	研究员级高级工程师
工作单位	南京聚锋新材料有限公司			行政职务	副总经理
完成单位	南京聚锋新材料有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主研，对项目创新点 2 做出了创造性贡献，采用粉体表面改性、动态硫化等技术，制备了高性能木塑制品等高值化产品，实施了工业化生产和市场推，等。</p>					

姓名	詹忠	排名	9	技术职称	工程师
工作单位	四川金摩尔环保新材料有限责任公司			行政职务	副总经理
完成单位	四川金摩尔环保新材料有限责任公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主研，对项目创新点 3 做出了创造性贡献，利用柔性界面构建等新技术，制备弹性混凝土、耐高温油田固井水泥石等高值化产品，实施了工业化生产和市场推广，等。</p>					

姓名	华正坤	排名	10	技术职称	实验师
工作单位	四川大学			行政职务	无
完成单位	四川大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主研，对项目创新点 2 做出了创造性贡献。利用粉体表面改性、加工中应力场温度场调控等技术，制备了高性能土工膜、土工格栅等高值化产品，参与与企业合作实现其工业化生产，等。</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	四川大学
排 名	1
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
<p>四川大学是教育部直属全国重点大学，“985 工程”和“211 工程”重点建设的高水平研究型综合大学。四川大学高分子材料学科是以高分子材料高性能化和加工为特色的我国高分子材料科学与工程领域规模最大的科研和教学基地之一，建有高分子材料工程国家重点实验室（四川大学），废弃高分子材料回收利用是其长期主要研究方向之一。</p> <p>四川大学为项目主持单位，总体负责项目的设计与组织实施，针对难再生废弃高分子材料分离难、再加工难、制备高性能制品难、回收利用效率低的问题，创制了新型的难再生高分子废弃物高效高值规模化回收利用工业装备，建立了多级剪切碾磨、粉体表面改性、固态拉伸、动态硫化、可控降解与端基稳定化、柔性界面构建等集成加工技术体系，技术成果在多家企业推广应用，取得了显著的社会经济效益。</p>	

单位名称	南昌天高环保科技股份有限公司
排 名	2
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
<p>南昌天高环保科技股份有限公司(原名南昌天高新材料股份有限公司,于 2015 年 12 月更改为现名),是国内生产规模和市场占有率最大的土工材料研发、生产、销售及应用的的高新技术企业之一。与四川大学多年产学研合作,参加了四川大学主持的 863 计划课题,是难再生废弃高分子材料高效高值回收利用加工集成化关键新技术的实施基地,建成了废弃电路板、废弃电缆以及废弃人工草坪等制备高性能土工膜、土工格栅等工业生产线,进行市场推广,取得显著经济和社会效益。</p>	

单位名称	江苏美亚塑胶科技有限公司
排 名	3
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
<p>江苏美亚塑胶科技有限公司于 2011 年起与四川大学产学研合作，参加了四川大学主持的 863 计划课题，是难再生废弃高分子材料高效高值回收利用加工集成化关键新技术的实施基地。建成了废弃交联聚氨酯、废弃橡胶制品回收利用工业生产线上，利用加工中可控降解与端基稳定化、动态硫化等新技术制备了高性能低成本热塑性聚氨酯弹性体和热塑性硫化胶制品等，广泛应用于防湿滑运动鞋橡胶大底、运动器材、汽车密封件、路政设施等领域。</p>	

单位名称	南京聚锋新材料有限公司
排 名	4
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
<p>南京聚锋新材料有限公司是国内首批木塑生产企业，是国家高新技术企业，在行业内率先通过由英国国家质量保证公司（NQA）认证的 ISO9001-2000 质量管理体系和 ISO14001-1996 环境管理体系，荣膺欧盟安全与环保认证（CE 认证）。与四川大学多年产学研合作，参加了 863 计划课题，是难再生废弃高分子材料高效高值回收利用加工集成化关键新技术的实施基地，建成了废弃人造草坪、废弃电缆等回收利用制备木塑复合材料和制品工业化生产线，采用粉体表面改性、动态硫化等技术，制备了高性能木塑制品等高值化产品，实施了工业化生产和市场推广，产品远销全国多个省市，广泛应用于建筑、家装、交通、物流、包装、市政和体育设施等领域，取得显著经济和社会效益。</p>	

单位名称	四川金摩尔环保新材料有限责任公司
排 名	5
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
<p>四川金摩尔环保新材料有限责任公司（原名成都保瑞特能源技术服务股份公司，于 2015 年 9 月更改为现名）于 2007 年 2 月起与四川大学产学研合作，参加了四川大学主持的 863 计划课题，是难再生废弃高分子材料高效高值回收利用加工集成化关键新技术的实施基地。建成了多条高活性橡胶微粉工业生产线上，利用柔性界面构建等新技术，制备了弹性混凝土、耐高温油田固井水泥石等高值化产品，实施了工业化生产和市场推广，在高速公路以及油田开采等领域应用。</p>	

八、完成人合作关系说明

第一完成人王琪教授、第二完成人卢灿辉教授、第三完成人白时兵副研究员、第四完成人张新星副研究员、第七完成人陈宁博士、第十完成人华正坤实验师为四川大学高分子研究所、高分子材料工程国家重点实验室教师，自 2007 年起合作开展“难再生废弃高分子材料高效高值回收利用加工集成化关键新技术”的研究，共同立项（附件 16），共同申请发明专利（附件 17），共同发表研究论文（附件 18），共同获奖（附件 5）。

第五完成人马斌为南昌天高环保科技股份有限公司生产部副经理。该公司是项目第一完成人王琪教授主持的国家 863 计划课题“废旧塑料制备高强度工程材料及工艺包”的协作单位（附件 19）。马斌组织实施了由废弃电路板、汽车拆解尾料等高分子废弃物制备高性能土工膜、土工格栅等高价化制品的产业化，共同完成的科研成果获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖（附件 5）。

第六完成人孙新福为江苏美亚塑胶科技有限公司总经理，该公司自 2008 年起与四川大学在废旧塑料制备高强度工程材料及工艺包”的协作单位（附件 19），组织实施了由废弃交联聚氨酯、废弃橡胶制品等制备热塑性聚氨酯弹性体、热塑性硫化胶等高价化制品的产业化，共同完成的科研成果获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖（附件 5）。

第八完成人丁建生为南京聚锋新材料有限公司副总经理，该公司与四川大学共同参加了国家 863 计划“废旧高分子产品回收利用技术与示范”项目（附件 21），组织实施了由废弃交联聚乙烯、废弃人工草坪等制备木塑复合制品的产业化，共同完成的科研成果获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖（附件 5）。

第九完成人詹忠为四川金摩尔环保新材料有限责任公司副总经理，该公司自 2007 年起与四川大学在废弃橡胶制品回收利用领域开展产学研合作（附件 22），组织实施了废弃橡胶制品制备弹性混凝土、耐高温油田固井水泥石等高价化制品的产业化，共同完成的科研成果获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖（附件 5）。

完成人合作关系情况汇总表

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	备注
1	共同立项	王琪/1, 卢灿辉/2, 白时兵/3, 张新星/4, 马斌/5, 孙新福/6, 陈宁/7, 华正坤/10	2012-2013	“863 计划”课题“废旧塑料制备高强度工程材料及工艺包”	附件 19	
2	共同立项	王琪/1, 丁建生/8	2012-2013	“863 计划”项目“废旧高分子产品回收利用技术与示范”	附件 21	
3	产业合作	卢灿辉/2, 孙新福/6	2008-2013	四川大学-江苏美亚塑胶科技有限公司校企合作项目	附件 20	
4	产业合作	卢灿辉/2, 詹忠/9	2007-2013	四川大学-四川金摩尔环保新材料有限责任公司校企合作项目	附件 22	
5	共同知识产权	王琪/1, 白时兵/3, 陈宁/7, 华正坤/10	2007-2013	授权发明专利	附件 17-2	
6	共同知识产权	卢灿辉/2, 张新星/4	2009-2013	授权发明专利	附件 17-3	
7	共同知识产权	卢灿辉/2, 张新星/4	2009-2013	授权发明专利	附件 17-1	
8	共同知识产权	卢灿辉/2, 张新星/4	2009-2013	授权发明专利	附件 17-4	
9	论文合著	王琪/1, 白时兵/3	2007-2013	发表论文“Preparation of fine fiberglass-resin powders from waste printed circuit boards by different milling methods for reinforcing polypropylene composites”	附件 18-6	
10	论文合著	王琪/1, 卢灿辉/2,	2007-2013	发表论文“高分子力化学研究进展”	附件 18-17	
11	论文合著	卢灿辉/2, 张新星/4	2009-2013	发表论文“From Thermosetting to Thermoplastic: A Novel One-pot Approach to Recycle Polyurethane Wastes via Reactive Compounding With Diethanolamine”	附件 18-56	
12	共同获奖	王琪/1, 卢灿辉/2, 白时兵/3, 张新星/4, 马斌/5, 孙新福/6, 陈宁/7, 丁建生/8, 詹忠/9, 华正坤/10	2012-2013	获中国轻工业联合会科学技术进步一等奖	附件 5	

