

中国科学院学部“科学与技术前沿论坛”  
——可循环高分子材料现状、机遇和挑战

# 会议手册

主办单位：中国科学院学部

承办单位：中国科学院化学部

中国科学院学部学术与出版工作委员会

协办单位：中国科学院上海有机化学研究所

《中国科学》杂志社

中国·上海

2021年10月12-14日

# 目 录

论坛简介.....	3
会议日程.....	5
召集人（执行主席）简介.....	7
院士简介.....	8
专家简介.....	10
报告摘要.....	20
论坛代表名单.....	43
论坛须知.....	45

## 论坛简介

为将中国科学院学部建设成为创新思想活跃、学术作风严谨的我国科学技术方面的最高学术机构，切实发挥学部的学术引领作用，并为决策咨询工作提供科学技术支撑，2011年3月25日，中国科学院学部主席团六届十次会议决定开展“科学与技术前沿论坛”（简称“论坛”）活动。

论坛活动是中国科学院学部主席团统一领导下、各学部常委会和学部学术与出版工作委员会等共同承办的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。

论坛旨在推动前沿科学理论和技术探索，促进学科发展战略研究系统深入开展，促进学科交叉融合及国际学术交流，发现和培养优秀人才，倡导科学民主，鼓励学术争鸣，充分发挥学部对我国科学技术前沿和未来创新发展的引领作用。

合成高分子材料具有质轻、易加工、耐腐蚀等优异特性，因而被广泛应用于日常生活、交通运输、国防军工等诸多领域。当前全球塑料年产接近 3.6 亿吨，到 2050 年产量预计将超过 5 亿吨。目前，我国年产塑料超过 1 亿吨，成为国民经济和人们衣食住行不可缺少的基础物质。在帮助建立现代世界的同时，塑料的使用也造成了重大的环境挑战：由于大多数塑料都是针对一次性使用而生产，这些材料在自然界中会持续存在数百年之久。人类至今累计生产了约 90 亿吨塑料，其中大部分已经成为废弃物，这不仅造成资源浪费，还导致了“白色污染”、碳排放增加等全球共性问题，因此对于高分子材料的循环利用格外重要。

针对合成高分子材料从制造、应用到废弃这一生命周期中的科学问题和重大需求，有必要发展新催化剂、新单体和聚合新方法，创制新型可循环高分子材料，实现可再生单体的精准聚合和单体高效回收；

有必要发展废塑料的选择性降解与转化利用技术，实现在温和条件下高效回收制备液态燃油、单体或高附加值化工产品和材料。通过深入探索，希望达到重复使用的目的——使用过的塑料可以无限循环使用，使用寿命结束后的塑料不再被视为废物，而是成为了可制造高价值产品与原生塑料的原材料。

论坛特邀若干报告人做主题报告，鼓励与会院士、专家围绕主题进行自由讨论，一般向社会开放。特邀的报告人一般为科研一线的优秀科学家，重视邀请国外专家和优秀青年学者。报告人应提交符合《中国科学》、《科学通报》（简称“两刊”）出版要求的论文，论坛论文和综述稿以“两刊”专栏或专辑、年度论坛报告集等方式公开出版。本次论坛将着眼于可循环高分子的制备与废弃塑料回收，针对关键聚合/降解催化剂的创制和应用开展深入讨论，推动我国可持续高分子材料理论和技术探索可持续性发展，为实现我国碳中和目标、从根本上解决“白色污染”问题、以及一些关键核心技术实现自强自立献计献策。

科学探索无止境，百家争鸣创新篇。中国科学院学部愿为中青年科技专家提供展示才华的“舞台”，共同促进学术繁荣，为促进我国科技发展和服务国家发展战略做出应有的贡献。

## 会议日程

2021年10月12日			
14:00	会议代表注册		
2021年10月13日			
时间	活动内容	报告人	主持人
09:00-09:10	开幕式，领导致词		
09:10-09:20	大会主题介绍	唐 勇	陈学思
09:20-09:55	主题报告：高分子材料的化学循环与升级回收	王玉忠	
09:55-10:20	聚烯烃材料的化学循环与高值化利用	唐 涛	
10:20-10:35	休 息		
10:35-11:00	循环经济与绿色炼化	李明丰	黄 勇
11:00-11:25	废弃 PET 塑料酶法催化解聚与高值化利用	董维亮	
11:25-11:50	碳碳键选择性氧化/氮化反应	焦 宁	
11:50-12:05	基于动态共价键与近平衡态的可回收聚合物的设计与合成	吕 华	
12:05-13:00	午 餐		
14:00-14:35	生态环境高分子材料与应用	陈学思	王玉忠
14:35-15:00	二氧化碳基聚碳酸酯的可循环性研究	吕小兵	
15:00-15:25	可循环高分子的精准合成	张正彪	
15:25-15:35	休 息		
15:35-16:00	基于可再生单体的高分子材料	王献红	李悦生
16:00-16:25	“下一代工业生物技术”低成本生产生物塑料 PHA	陈国强	
16:25-16:50	聚烯烃可控降解和转化	黄 正	
16:50-17:15	虫子吃塑料与逆向仿生开发塑料降解/循环材料	杨 军	
17:15-17:30	基于五元环内酯的可持续性高分子：从生物循环到化学循环	洪 缪	
17:30-19:00	晚 餐		

2021年10月14日			
09:00-09:25	新型聚烯烃热塑性弹性体的合成与性能研究	李悦生	周光远
09:25-09:50	高分子可持续发展形势下纤维素材料的机遇	张 军	
09:50-10:15	微波辐照在聚合物技术循环中的应用	乔金樑	
10:15-10:25	休 息		
10:25-10:50	基于卡宾化学的高分子合成以及后修饰	王剑波	施章杰
10:50-11:05	可见光催化在聚合物材料降解中的应用	左智伟	
11:05-11:20	碳一高分子的合成及可循环特性	张兴宏	
11:20-13:00	午 餐		
14:00-17:00 圆桌会议			
14:00-14:20	开场报告：塑料循环利用——末端治理与源头设计	谢在库	唐 勇 谢在库
14:20-17:00	讨论发言		
17:00-19:00	晚 餐		

注：主题报告：20min 报告+15min 讨论  
 特邀报告：15min 报告+10min 讨论  
 邀请报告：10min 报告+ 5min 讨论

## 召集人（执行主席）简介

唐勇院士，中国科学院上海有机化学研究所，所长、研究员，中科院院士。

唐勇院士首次提出了在催化剂的活性中心区域装载边臂以调控催化行为的设计理念(边臂策略)，发展了系列新型高效催化剂并成功应用于不对称催化、叶立德化学和烯烃聚合中，深入研究了边臂的作用机制和规律,取得了系列有重要影响和特色的研究成果。其中部分研究成果—“基于边臂策略的立体化学控制与催化反应研究”获得 2012 年国家自然科学二等奖(第一完成人)；部分新型聚乙烯催化剂实现了工业化应用；所设计开发的 4 个配体在 Strem Chemicals, Inc 和百灵威科技有限公司实现了商品化。发表论文 160 余篇，他引超过 6000 次；获中国、美国和欧洲发明专利授权 30 余项。边臂策略的成功实践为催化剂设计与改造提供了新思路，所发展的策略、方法、配体或催化剂已被国内外 20 余个课题组应用。

唐勇院士获得国家杰出青年基金、国家自然科学基金二等奖、中国青年科技奖、全国优秀科技工作者等荣誉称号。他从基础研究出发、注重国家需求发展原创技术，承担了国家基金委创新群体、重大项目、“863”、“科技支撑”等项目和课题，取得优秀的结果。曾多次获得中科院优秀指导教师、“朱李月华”导师奖等荣誉。他培养的 40 多位博士中：1 人获得全国百篇优秀博士论文；1 人获得全国百篇优秀博士论文提名；1 人获得中国科学院优秀博士论文；2 人入选中科院“百人计划”；7 人获得国家“青年千人”“优秀青年基金”；3 人获得国家“杰出青年基金”。

## 院士简介

**王玉忠院士**，四川大学化学学院教授，中国工程院院士，环保型高分子材料国家地方联合工程实验室主任。

研究方向主要围绕解决量大面广的有机高分子材料因其固有的缺陷导致其使用过程的火安全问题和废弃后造成的资源浪费与对环境产生的污染问题，已取得了系统的基础与应用研究成果。在材料化学循环与升级回收领域，已进行了 20 多年的研究探索，针对量大面广的有机高分子材料废弃后造成的资源浪费与生态环境问题，发展了废弃高分子回收新方法、提出了可反复循环的生物降解高分子新理念和策略，被国际同行评价为是该领域的“**innovation and thought leader**”。受邀担任过国际上最有影响的高分子材料回收循环国际会议的大会主席。在国内组织了“高分子材料循环与升级回收论坛”系列会议，并担任会议主席。已在国际学术期刊发表论文 500 余篇，发表的论文近 10 年 SCI 引用 2 万余次，3 项基础研究成果入编《国家自然科学基金资助项目优秀成果选编》；获得的 150 余件授权发明专利有大量被实施应用；获 13 项国家和省部科技成果奖，其中作为第一完成人，获国家自然科学二等奖、国家技术发明二等奖和国家科技进步二等奖各 1 项，并获何梁何利科技进步奖、四川省最高科技奖-科技杰出贡献奖等荣誉。获得四川省教学成果一等奖、四川省教书育人名师奖、四川大学首届最受学生欢迎教师奖等荣誉。

**谢在库院士**，中国石化副总工程师，教授级高级工程师，中国科学院院士。

石油化工与工业催化专家，2017 年当选中国科学院院士，2013 年为英国皇家化学会会士。兼任中国化学会副理事长、中国化工学会常务理事、中国化学会催化专业委员会副主任委员、中国化学会分子筛专业委员会副主任委员、国际纯粹与应用化学协会 (IUPAC) - 化学与工业委员会 (COCI) 委员等。曾任中国石化上海石油化工研究院院长。在催化领域结合基础研究与应用研究，聚焦催化反应新过程，研制新型分子筛催化材料，开发烯烃、芳烃、甲醇催化转化新技术，实



现从基础研究到工业应用贯通式创新。

先后主持两期（2003-2013）多孔催化材料 973 计划项目（首席科学家），出版学术著作 2 部，发表论文 200 余篇。获授权中国发明专利 127 件、国际专利 39 件。第一完成人获国家科技进步一等奖 1 项（高效甲醇制烯烃全流程技术，2017 年度）、技术发明二等奖 2 项、中国专利金奖 1 项，获何梁何利科学技术产业创新奖等。

**陈学思**院士，长春应用化学研究所研究员，中国科学院院士。

2004 年获国家杰出青年科学基金资助，2013 年入选科技部科技创新创业人才和万人计划。2016 年入选国际生物材料与工程联合会会士。目前主要从事生物降解医用高分子材料、组织工程和药物缓释、聚乳酸和聚己内酯产业化等方向的研究与开发工作。发表 SCI 学术论文 700 余篇，SCI 他引 2 万余次，h-指数为 80；授权专利 260 余项。作为项目负责人承担国家科技部“十三五”重点研发计划项目，国家自然科学基金基础研究中心项目等。同浙江海正集团合作实现了 1.5 万吨聚乳酸产业化，技术水平达到了国际领先。

## 专家简介

陈国强，教授，博士生导师，清华大学合成与系统生物学中心主任，教育部长江学者特聘教授。

1963年生，1985年毕业于华南理工大学应用化学系，1989年获得奥地利格拉茨(Graz)工业大学应用化学博士学位。1990至1994年在英国诺丁汉(Nottingham)大学和加拿大阿尔伯达(Alberta)大学做博士后研究，1994年被聘为清华大学副教授，1997—今聘为清华大学教授，2003—2009年兼任汕头大学多学科研究中心主任。长期从事“生物合成 PHA 材料及其下一代工业生物技术”的研究。在国际学术期刊如 *Chemical Reviews*、*Chemical Society Reviews*、*Science*、*Advanced Materials*、*Advanced Science*、*Nucleic Acids Research*、*Nature Communications*、*Trends in Biotechnology*、*Biomaterials*、*Metabolic Engineering* 和 *Current Opinions in Biotechnology* 等上共发表微生物技术和生物材料相关论文 350 多篇，Web of Sciences 纪录论文被引用两万一千多次(H 指数为 71)[Google Scholar 引用六万多次，H 指数大于 100]。获得授权专利 50 多项，50 个公开专利。他开发的技术已经在数家公司用于大规模生产微生物塑料聚羟基脂肪酸酯 PHA，使我国成为 PHA 领域国际上学术和产业最发达的国家、以及其医学应用研究做多的国家。陈教授获得的荣誉包括：全国先进科技工作者（2016）、侯德榜化工创新奖（2015）、首届闵恩泽能源化工杰出贡献奖（2013）、谈家桢生命科学创新奖（2011）、教育部长江学者特聘教授（2004）、教育部高校青年教师奖（2004）、第八届中国青年科技奖（2003）、纽伦堡国际发明奖（2003）、茅以升科技奖（2003）、自然科学基金委国家杰出青年（2002）、国家发明二等奖(排名第一)(2002)等。是 973“合成生物学”项目以及国家重大专项项目的首席科学家、清华大学合成与系统生物学中心主任、英国曼彻斯特大学兼职讲座教授。曾连续 6 年获得清华大学学生“良师益友”的光荣称号，进入清华大学“良师益友”名人堂。连续 9 年获得清华大学高论文他引的“梅贻琦奖”。连续七年获得 Elsevier 出版社生化与分子生物学高引用作者。

学术服务：担任下面国际国内学术期刊《生物工程学报》、《合成生物学》、*Journal of Biotechnology*、*Microbial Cell Factories*、*Biotechnology Journal* 和 *Synthetic and Systems Biotechnology* 副主编。另担任 *Trends in Biotechnology*、*Current Opinions in Biotechnology*、*Metabolic Engineering*、*ACS Synthetic Biology*、*Microbial Biotechnology*、*Applied Microbiology and Biotechnology*、*Biomaterials*、*Biomacromolecules*、*Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*、*Advanced Biosystems*、*Synthetic Biology* 和 *Metabolic Engineering Communications* 编委。

**董维亮**，教授，南京工业大学生物与制药工程学院。

主要研究方向为污染物降解高性能全细胞催化剂挖掘与催化机制解析，以废弃碳资源塑料、秸秆等作为生物制造原料炼制高附加值化学品，在 *ACS Sustain Chem Eng*、*Appl Environ Microb*、*Small*、*Chemosphere*、*Biotechnol Adv*、*Trends Biotechnol* 等国际专业期刊发表学术论文 80 余篇；以第一发明人申请中国发明专利 14 件；参与撰写学术专著 4 部，英文章节 2 篇；入选 2021 年度江苏省优秀青年基金项目、江苏省科协青年科技人才托举工程及第十六批江苏省六大人才高峰等；目前承担在研项目包括国家重点研发计划“绿色生物制造”重点专项课题、“合成生物学”重点专项子课题、基金委面上项目等；担任 *Appl Environ Microb*、*Appl Microbiol Biotechnol*、*Bioresource Technol* 等期刊审稿人，科技部第六次国家技术预测生物制造领域专家，2020-2035 国家中长期发展规划生物医药专题生物制造子专题、农业农村专题农业生物质资源利用子专题编写专家，兼任江苏省农技协副理事长、江苏省农学会理事。

**洪缪**，研究员/课题组长。中国科学院上海有机化学研究所。

2007-2013 年，在中科院长春应用化学研究所高分子物理与化学国家重点实验室攻读研究生，并于 2013 年获博士学位，师从李悦生教授；2013-2016 年，在美国科罗拉多州立大学 Eugene Y.-X. Chen 教授课题组从事博士后研究。2017 年入职中科院上海有机所金属有机化学国家重点实验室，任“百人计划”研究员。目前已在 *Chemical Reviews*、*Nature Chemistry*、*J. Am. Chem. Soc.*、*Angew. Chem. Int. Ed.* 等高水平国际学术期刊发表论文 40 余篇，获授权美国专利 2 项，中国

专利 2 项，多项研究成果被 *Chemical & Engineering News* 等媒体和杂志重点报道，其中一项研究成果获 2015 年美国绿色化学挑战奖。2017 年入选国家“千人计划”青年项目，2019 年入选上海市青年科技启明星计划，获 2019 年中国化学会高分子青年学者奖。

**黄正**，研究员/课题组长，中国科学院上海有机化学研究所。

1979 年 2 月出生，汉族，浙江省东阳市人，理学博士。2001 年毕业于南开大学化学系，获理学学士学位；2004 年毕业于南开大学化学系，获理学硕士学位；2009 年毕业于美国北卡罗来纳大学教堂山分校化学系，获理学博士学位；2009-2012 年美国伊利诺伊大学香槟分校化学系博士后。2012 年 2 月至今上海有机化学研究所课题组长、研究员、博士生导师。2014 年和 2018 年分别获国家自然科学基金“优秀青年科学基金”和“杰出青年科学基金”资助。黄正团队主要从事烃类小分子、高分子合成和转化研究。在烷烃催化转化、聚烯烃降解、烯烃聚合、功能高分子合成方面取得了一些原创性成果，包括发展了烷烃端位选择性官能团化、聚乙烯废塑料温和降解制备液态燃油和转化制备高品质聚乙烯蜡。在 *Nat. Catal.*、*Nat. Chem.*、*Sci. Adv.*、*J. Am. Chem. Soc.* 等杂志发表论文 80 余篇；获授权国际专利 2 项、中国专利 7 项。课题组发展的十余个金属催化剂被 Sigma-Aldrich 和 Daicel 商品化。曾获中国化学会—物理有机化学青年奖（2019 年），陈嘉庚青年科学奖（化学）（2018 年），中国化学会—中国均相催化青年奖（2017 年），中国化学会—赢创化学创新奖-杰出青年科学家奖（2018 年），上海市第九届青年科技英才（2018 年），中科院上海分院十大杰出青年科技创新人才奖（2016 年），中科院—沙特基础工业公司导师科研奖（2015 年和 2018 年），上海市青年五四奖章（2015 年），*Thieme Chemistry Journal Awardees*（2015 年）。现任《科学通报》副主编，《中国科学：化学》、《中国化学》、《高等学校化学学报》编委和青年编委。

**焦宁**，北京大学药学院博雅特聘教授、教育部长江学者、国家杰

出青年基金获得者、天然药物及仿生药物国家重点实验室副主任。

从事化学合成方法学研究，致力于药物及其中间体的高效、廉价、绿色合成、以及药物和天然产物的后期修饰和新药发现。通过发展新的更加温和、绿色的氧化、氮化、卤化反应完成药物活性中间体的高效合成及修饰。以通讯作者在 *Science*、*Nature* 等期刊发表论文 170 余篇，授权专利 10 余项，受邀作大会及邀请报告 90 余次。先后获北京市自然科学一等奖（第一完成人）、教育部自然科学一等奖（第一完成人）、中国化学会-巴斯夫公司青年知识创新奖、中国药学会青年药物化学奖等奖励。

**李明丰**，石油化工科学研究院院长、党委副书记，博士，教授。

研究领域主要涉及金属和金属硫化物催化材料活性相结构研究、设计及高活性、高选择性馏分油加氢精制、加氢裂化、费托合成、废弃物高值化利用技术开发。授权专利和专有技术二百余件，发表专业论文四十余篇。

**李悦生**，天津大学讲席教授，博士生导师，国家杰出青年科学基金获得者(2005 年度)。现任天津大学材料学院先进高分子材料研究所所长、天津大学学术委员会和学位委员会委员、*Chinese Journal of Polymer Science*、《高分子学报》和《应用化学》等杂志编委。于 1992 年在中国科学院长春应用化学研究所获理学博士学位，1997-1999 年作为德国洪堡研究奖学金获得者在汉堡大学高分子研究所作访问研究。2000 年获中国科学院“百人计划”项目资助，2005 年获中国科学院-拜耳青年科学家奖，2007 年获国务院政府特殊津贴，2008 年获吉林省有特殊贡献的专家称号，2009 年获得中国科学院朱李月华优秀教师奖，2011 年获得中国石油与化学工业联合会科技进步一等奖。2014 年 8 月调入天津大学材料学院工作。先后承担国家 973 和 863 项目课题、国家自然科学基金重大项目课题和重点项目等。目前主要从事高分子材料可控合成与功能化方面的研究，包括烯烃结构可控聚合与催化剂、绿色高分子材料合成、本征型自修复高分子材料和环境友好高分子材料等。

**吕华**，北京大学化学与分子工程学院长聘副教授；国家杰出青年基金获得者；*Biomacromolecules* 副主编。

致力于生物基可降解高分子的单体设计、可控合成与生物医药应用，在聚氨基酸及聚硫酯等新型高分子材料及其蛋白质偶联物等领域取得了系列成果。在 *JACS, Chem, Nat. Commun., Angew. Chem. In. Ed.* 等期刊发表论文 60 余篇，他引超过 2000 次；申请中国、美国和欧洲发明专利授权 20 余项，获批 3 项。

吕华研究员 1983 年生于湖南常宁，获北京大学化学与分子工程学院理学学士 (2006)；伊利诺伊大学香槟分校材料系博士(2011)，导师程建军教授；斯克里普斯(Scripps)研究所化学系博士后 (2011-2014)，导师 Prof. Peter G. Schultz。2014 年任北京大学化学与分子工程学院课题组长 (PI)、研究员；2020 年晋升长聘副教授。目前受邀担任 ACS 期刊 *Biomacromolecules* 副主编 (2020- )，*ACS Polymers Au* 首届顾问编委 (2021- )。曾获中组部青年千人(2015)，国家优青 (2017，结题优秀)、中国化学会青年化学奖 (2017) 及高分子青年学者奖 (2019)、ACS PMSE Young Investigator (2020)、日本高分子学会 International Leading Young Scientists (2020)；2020 年晋升中国化学会高级会员。2021 年获国家杰出青年基金资助。

**吕小兵**，大连理工大学精细化工国家重点实验室，副主任、教授。主要研究方向是二氧化碳的资源化利用、手性高分子合成方法学、基于小分子活化的立体选择性可控配位聚合。通过将有机化学中手性小分子的不对称催化合成方法学应用到手性高分子的精细化构筑，发展出基于多手性中心诱导和双金属协同催化机制的优势手性催化体系，实现了环氧烷烃参与的高对映选择性共聚和调聚合，成为迄今主链手性高分子最有效的合成方法。发表论文 160 余篇，他引 8000 余次；授权中国发明专利 10 余项，技术转让 4 项。

吕小兵教授 2005 年获中国化学会“青年化学奖”和霍英东教育基金会青年教师奖；2006 年获国家杰出青年科学基金；2007 年获中国青年科技奖；2011 年入选教育部长江学者特聘教授；2013 年《小分

子活化与仿生催化》教育部创新团队负责人；2014年科技部中青年科技创新领军人才；2016年入选中组部第二批国家万人计划；2020年获首届京博科技创新奖。

**乔金樑**，中国石油化工股份有限公司，原中国石化高分子化学首席专家，分别在中国科技大学、北京化工研究院和北京大学获得学士、硕士和博士学位，曾在英国和日本学习、进修。长期坚持从基础研究出发进行聚烯烃等高分子材料的技术创新，获境内外发明专利授权约400件，发表SCI论文120余篇。获国家发明二等奖二项、国家科技进步二等奖一项、中国专利金奖一项和优秀奖三项，省部级科技奖17项。还获得亚洲化学联合会“经济发展杰出贡献奖”、中国化学会“化学贡献奖”、中国化工学会“侯德榜化工科学技术成就奖”等。曾任高分子学科委员会副主任委员、973项目首席科学家等，现任中国合成树脂协会副理事长兼聚烯烃分会会长、聚烯烃国家工程研究中心主任等。是中国化工学会首批会士。

**唐涛**，中国科学院长春应用化学研究所，研究员。

长期从事聚合物多相材料的可控制备及其应用研究，包括：支化/接枝聚合物合成、聚合物发泡材料、聚合物及其复合体系的碳化与阻燃、聚合物可控降解与回收再利用。取得的主要研究成果：（1）提出了聚合物纳米复合体系结构调控新方法，建立了聚合物共混物界面张力、分散相尺寸与增容剂浓度的真实定量关系，被国外学者称为“Tang-Huang”方程；（2）在聚合物熔体行为与发泡加工调控方面，阐明了熔体流变行为与发泡性能的关系，发明了有效调控聚合物发泡行为与泡孔结构的方法，三项聚合物发泡技术实现产业化，产品应用于风电、核电及汽车领域；（3）发明了组合催化方法，实现非成炭聚合物高效碳化生成碳纳米材料，为废旧聚合物高值化回收再利用、提高聚合物阻燃性能提供了新思路和新策略。发表论文300余篇，合作出版专著5部，授权发明专利60余件。2005年获得国家自然科学基金杰出青年基金资助；先后获得中国化学会青年化学奖（1997）、中科院

自然科学二等奖（2000）、国务院政府特贴（2002）。

**王剑波**，北京大学化学与分子工程学院，教授。

王剑波教授领导的课题组在金属卡宾的催化反应领域长期开展研究，在国际上有重要的学术影响。特别是近年来将金属卡宾化学与过渡金属催化的交叉偶联相结合，发展了一系列构建碳碳键的新方法。这些工作拓展了经典卡宾化学的范畴，同时丰富了交叉偶联的内容，为通过偶联反应构建碳碳键展示了新的可能性。近年来他多次在国内外重要学术会议上作大会报告或邀请报告介绍相关的工作，他提出的若干反应模式和概念被同行多次应用于各自的研究，一些反应被同行应用于其它方法难以实现的转化。王剑波教授在国内外主要学术刊物发表论文 330 余篇，发表的论文已被他引 15000 余次。他曾以第一完成人获教育部自然科学研究一等奖，以及获中国化学会—巴斯夫公司青年知识创新奖、中国化学会物理有机化学奖等。王剑波教授曾获国家杰出青年基金资助(2002 年)，被聘教育部长江特聘教授(2005 年)。

王剑波教授已培养博士研究生 40 余名，其中 4 人入选中组部青年千人计划，多人获德国洪堡基金会和日本学术振兴会博士后奖学金、入选国家博士后国际交流计划派出项目、Reaxys 博士奖、北京大学研究生学术十杰以及北京大学优秀博士论文等奖励。此外，他已指导了 100 余位本科生的毕业论文，其中有多人获得“北京市优秀毕业生”“北京大学优秀毕业生”等奖励。毕业的本科生中已有 15 人在国内外高校及科研院所任教，其中 1 人获得国家自然科学基金委杰出青年基金，1 人入选中组部青年千人计划，1 人获得美国 Alfred P. Sloan 奖，1 人获得“Tetrahedron Young Investigator Award”等奖励。王剑波教授长期担任本科生“基础有机化学”的课堂教学，曾获得北京市精品课程、宝钢优秀教师奖等奖励。

**王献红**，中国科学院长春应用化学研究所，研究员，2002 年获国家自然科学基金委杰出青年基金支持。1997 年以来一直从事二氧化碳共



聚物的合成和结构调控研究，发明了稀土三元催化剂为代表的多核金属催化剂体系，突破了二氧化碳共聚物的合成效率低、分子量低等难题，有力推动了高分子量二氧化碳基塑料的工业化进程。

**杨军**，北京航空航天大学化学学院，教授。

主要从事塑料生物降解、环境生物技术和水处理技术等研究，师法自然，开创了利用昆虫及其肠道微生物降解石油基塑料的研究方向。主持并完成国家自然科学基金和载人航天预研等项目，组织完成国家中长期科技发展规划（2006-2020）“大型飞机”等重大专项论证。

**张军**，中国科学院化学研究所研究员，中国科学院大学教授，中科院工程塑料重点实验室副主任。先后入选国家杰出青年基金，国家百千万人才工程以及山东省首届泰山产业领军人才等人才项目。目前担任中国纤维素行业协会(CCIA)技术委员会副主任，中国化学会纤维素专业委员会副主任，《纤维素科学与技术》副主编，*Polymer International*, *Journal of Bioresources and Bioproducts*,《高分子学报》和《科学通报》等期刊编委。主要研究兴趣包括：天然高分子的加工与功能化；纤维素化学与物理；离子液体在高分子材料中的应用；功能化聚合物复合材料；新型聚合物纤维等。

**张兴宏**，浙江大学高分子科学与工程学系教授。

研究兴趣为高分子合成化学，主要从事催化碳一化合物（ $\text{CO}_2$ ,  $\text{COS}$  和  $\text{CS}_2$ ）聚合研究。近年的研究突破了含硫 C1 聚合的难题，首次实现了  $\text{COS}$  与环氧化物共聚，通过系统和深入研究，形成了含硫 C1 聚合的特色研究体系，建立了聚硫代碳酸酯、聚硫醚等含硫高分子的合成新途径，为国内外数 10 个研究组跟进研究，推动了含硫高分子研究领域的发展；开拓了仿碳酸酐酶结构催化  $\text{CO}_2$  共聚的新途径，获得了效率和选择性最佳的非均相  $\text{CO}_2$  共聚催化剂，并进行了工业化尝试。迄今在 *JACS*, *Nat. Commun.*, *Acc. Chem. Res.*, *Angew. Chem.*

*Int. Ed., Chem. Sci.*和 *Macromolecules* 等杂志发表论文 100 余篇，主编出版了英文专著《含硫高分子：从合成到功能材料》；学术任职有中国化学会分子聚集发光专业委员会委员(2020)、*Chin. Chem. Lett* 副主编(2021-2022)和《功能高分子学报》青年编委(2019-2022)等。获 *Polymer* 杂志“冯新德论文奖”(提名奖 2020)和英国皇家化学会 Polymer Chemistry Emerging Investigators (2020)；入选浙江省科技创新领军人才(2020)、浙江省 151 人才工程 (2018)项目；获得了浙江省基金委杰出青年基金项目(2016)。

张正彪，苏州大学材料与化学化工学部，教授。

自工作以来，针对高分子合成化学领域的前沿和挑战性的科学问题，系统地开展了高分子精准合成基础研究。近年来，在 *Nat. Commun.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *Macromolecules*, *Polym. Chem.*等刊物发表研究论文 160 余篇；获中国发明专利授权 22 项。获日本化学会 Distinguished Lectureship Award；任环太平洋化学大会 (PACIFICHEM 2020) 分会负责人；主办 2 届国际高分子精准合成研讨会，并担任会议主席。受邀在第 99 届日本化学年会作 Keynote Lecture、全国高分子学术论文报告会 (2015、2017 和 2019)、环太平洋化学大会 (PACIFICHEM 2015)、国际高分子化学研讨会 (Warwick2016)、第 255 届美国化学会年会 (2018)、有机和高分子合成国际会议 (2018) 等多个重要学术会议作邀请报告。受邀为期刊 *Polym. Chem.*和 *Chin. J. Polym. Sci.*撰写综述。受《功能高分子学报》邀请撰写特约专论；应邀担任 *Giant*、*European Polymer Journal*、*Reactive Functional polymers* 和《功能高分子学报》等杂志执行编委和顾问编委。被 *Polym. Chem.* 杂志分别遴选为 Emerging Investigator 和 Pioneering Investigator。主持包括国家杰出青年科学基金等国家级项目多项和省高校重大自然科学研究计划 1 项。

左智伟，研究员/课题组长，中国科学院上海有机化学研究所。

2007 年获南京大学学士学位；2012 年获上海有机化学研究所博士

学位(导师:马大为研究员);随后到美国普林斯顿大学从事博士后研究(导师:David MacMillan 教授),2015年加入上海科技大学担任研究员、助理教授。2020年6月加入上海有机所工作至今。过去5年内,围绕烷烃绿色催化转化这一挑战课题,提出并发展了光促铈催化新模式,基于该模式发展了惰性烷基碳氢键选择性转化新途径,开发了经济高效的铈-醇组合催化剂;首次实现了室温条件下甲烷等低碳烷烃到胺、酯等高附加值产品的光促转化反应。2015年入选海外高层次人才计划,2020年获中科院百人计划项目资助。2021年获批国家杰出青年科学基金项目。目前以独立通讯作者在国际核心化学期刊 *Science*, *J. Am. Chem. Soc.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *Chem* 等杂志发表论文多篇;现担任《高等学校化学学报》(CJCU, CRCU),《有机化学》青年编委和 *ACS Catalysis* 青年顾问编委, *Chem Catalysis* 顾问编委。

## 报告摘要

王玉忠	高分子材料的化学循环与升级回收.....	21
谢在库	塑料循环利用：末端治理与源头设计.....	22
陈学思	生态环境高分子材料与应用.....	23
陈国强	“下一代工业生物技术”低成本生产生物塑料 PHA.....	24
董维亮	废弃 PET 塑料酶法催化解聚与高值化利用.....	25
洪 繆	基于五元环内酯的可持续性高分子：从生物循环到化学循环.....	26
黄 正	聚烯烃可控降解和转化.....	27
焦 宁	碳碳键选择性氧化/氮化反应.....	28
李明丰	循环经济与绿色炼化.....	29
李悦生	新型聚烯烃热塑性弹性体的合成与性能研究.....	30
吕 华	基于动态共价键与近平衡态的可回收聚合物的设计与合成.....	31
吕小兵	二氧化碳基聚碳酸酯的可循环性研究.....	32
乔金樑	微波辐照在聚合物技术循环中的应用.....	33
唐 涛	聚烯烃材料的化学循环与高值化利用.....	34
王剑波	基于卡宾化学的高分子合成以及后修饰.....	35
王献红	基于可再生单体的高分子材料.....	36
杨 军	虫子吃塑料与逆向仿生开发塑料降解/循环材料.....	37
张 军	高分子可持续发展形势下纤维素材料的机遇.....	38
张兴宠	碳一高分子的合成及可循环特性.....	39
张正彪	可循环高分子的精准合成.....	40
左智伟	可见光催化在高分子材料降解中的应用.....	42

## 高分子材料的化学循环与升级回收

王玉忠

四川大学化学学院，环保型高分子材料国家地方联合工程实验室，教育部环境与火安全高分子材料协同创新中心

四川成都市望江路 29 号化学馆，610064

Email: [yzwang@scu.edu.cn](mailto:yzwang@scu.edu.cn)

现有的高分子材料设计时主要关注其使用性，而忽略了回收性，导致其废弃后，大多以填埋与焚烧为主，回收率不足 10%，造成严重的生态环境问题和资源浪费。解决这一问题，可从两方面着手，一是从源头出发设计兼具使用性和回收性的新型高分子材料，发展基于单体回收和可逆键交联的新型可反复循环利用的高分子材料；二是针对现有量大面广的热塑性、热固性及混杂高分子材料，大力发展以高附加值化学品和功能材料为导向的高分子材料升级回收新原理、新方法和新技术，以期减少碳排放与固废污染、实现高分子材料资源循环与高值化利用。

### 参考文献

- [1] Yan Y., Wu G., Chen S. and Wang Y-Z, Closed-loop recycling of biodegradable copolymer with composition-dependent properties enabled through one-step chemically recycling to comonomers, *Green Chemistry*, 2021 (Accepted)
- [2] Yang K.K., Wang X.L. and Wang Y.Z., Poly (p-dioxanone) and its copolymers, *Journal of Macromolecular Science-Polymer Reviews*, 2002, 42 (3): 373-398
- [3] 杨科珂, 王玉忠. 一种新型可循环利用的生物降解高分子材料PPDO, *中国材料进展*, 2011, 30(8) : 25-34
- [4] Liu X., Tian F., Zhao X., Du R., Xu S. and Wang Y-Z. Multiple functional materials from crushing waste thermosetting resins, *Materials Horizons*, 2021, 8(1): 234-243
- [5] Tian F., Wang X-L, Yang Y., An W., Zhao X., Xu S and Wang Y-Z. Energy-efficient conversion of amine-cured epoxy resins into functional chemicals based on swelling-induced nanopores, *ACS Sustainable chemistry & Engineering*, 2020, 8(5): 2226-2235
- [6] Tian F., Yang Y., Wang X-L, An W., Zhao X., Xu S. and Wang Y-Z. From waste epoxy resins to efficient oil/water separation materials via a microwave assisted pore-forming strategy, *Materials Horizons*, 2019, 6: 1733-1739.
- [7] Wang X-L, An W., Yang Y., Hu Z-Y, Xu S., Liao W. and Wang Y-Z. Porous gel materials from waste thermosetting unsaturated polyester for high-efficiency wastewater treatment, *Chemical Engineering Journal*, 2019, 361 : 21-30.
- [8] An W., Wang X-L, Yang Y., Xu H., Xu S. and Wang Y-Z. Synergistic catalysis of binary alkalis for the recycling of unsaturated polyester under mild conditions, *Green Chemistry*, 2019, 21(11): 3006-3012

## 塑料循环利用：末端治理与源头设计

谢在库

中国石油化工集团有限公司

北京市朝阳区朝阳门北大街 22 号，北京，100728

Email: xzk@sinopec.com

人类使用的大量废旧塑料对海洋、河流等的影响已引起了广泛关注<sup>[1]</sup>，减塑限塑和再生循环利用已成为大势。亟需开发塑料循环利用变革性技术，其中的末端治理和源头设计是重要发展方向。末端治理是指废旧塑料的回收利用；例如，采用交叉烷烃复分解过程<sup>[2]</sup>、氢解-芳构化串联催化过程<sup>[3]</sup>使聚烯烃转化为化学品。源头设计是采用产品全流程思维，从源头上解决塑料利用问题，基于功能化聚合，使产品经过简单的热、光、或催化处理即可循环使用<sup>[4, 5]</sup>。

### 参考文献

- [1] R. Geyer, J. R. Jambeck, K. L. Law, Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science Advances*, 2017, 3, e1700782.
- [2] X. Jia, C. Qin, T. Friedberger, Z. Guan, Z. Huang, Efficient and selective degradation of polyethylenes into liquid fuels and waxes under mild conditions, *Science Advances*, 2016, 2, e1501591.
- [3] F. Zhang, M. Zeng, R. D. Yappert, J. Sun, Y. H. Lee, A. M. LaPointe, B. Peters, M. M. Abu-Omar, S. L. Scott, Polyethylene upcycling to long-chain alkylaromatics by tandem hydrogenolysis/aromatization, *Science*, 2020, 370, 437-441.
- [4] J.-B. Zhu, E. M. Watson, J. Tang, E. Y. X. Chen, A synthetic polymer system with repeatable chemical recyclability, *Science*, 2018, 360, 398.
- [5] P. R. Christensen, A. M. Scheuermann, K. E. Loeffler, B. A. Helms, Closed-loop recycling of plastics enabled by dynamic covalent diketoenamine bonds, *Nature Chemistry*, 2019, 11, 442-448.

## 生态环境高分子材料与应用

陈学思

中国科学院长春应用化学研究所

长春市人民大街 5625 号

Email: xschen@ciac.ac.cn

世界合成高分子材料年消耗超过 5 亿吨，是事关国民经济健康发展和国家安全的大宗基础材料，目前面临着难以持续发展和环境负荷过高的重大挑战。我国的材料领域未来的发展方向是：积极应对塑料污染，要牢固树立新发展理念，有序禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用，积极推广可循环易回收可降解替代产品，增加绿色产品供给，规范塑料废弃物回收利用，建立健全各环节管理制度，有力有序有效治理塑料污染。

环境友好高分子材料是材料科学领域的研究热点，具有很高的学术价值和广泛的应用前景。聚乳酸是世界公认的 21 世纪最具发展前景的可降解高分子材料，其生产步骤多，工艺复杂，涉及化学和化工技术范围广，是世界各国竞相研发的热点。陈学思研究员课题组通过分子序列、晶体结构和纳米颗粒表界面结构设计，获得了高性能聚乳酸材料，在分子水平上构建了与生物体机能有机融合的新型生物可降解高分子材料，提出了聚乳酸类生物可降解高分子材料的制备新方法。有望为我国的可持续发展做出贡献。

### 参考文献

- [1] Duan, R.; Hu, C.; Sun, Z.; Zhang, H.; Pang, X.;\* Chen, X. *Green Chemistry*, 2019, 21, 4723–4731.
- [2] Pang, X.; Duan, R.; Li, X.; Hu, C.; Wang, X.; Chen, X.\* *Macromolecules*, 2018, 51, 906–913.
- [3] Duan, R.; Hu, C.; Li, X.; Pang, X.;\* Sun, Z.; Chen, X.; Wang, X. *Macromolecules*, 2017, 50, 9188–9195
- [4] Hu, C.; Duan, R.; Yang, S.; Pang, X.;\* Chen, X.\* *Macromolecules*, 2018, 54, 4699–4704.
- [5] Zhou, Y.; Hu, C.; Zhang, T.; Xu, X.; Duan, R.; Luo, Y.; Sun, Z.; Pang, X.;\* Chen, X.\* *Macromolecules*, 2019, 52, 3462–3470
- [6] Duan, R.; Zhou, Y.; Huang, Y.; Sun, Z.; Zhang, H.; Pang, X.;\* Chen, X.\* *Chemical Communications*, 2021, 57, 133–136.
- [7] Huang, Y.; Hu, C.; Zhou, Y.; Duan, R.; Sun, Zh.; Wan, P.; Xiao, C.; Pang, X.;\* Chen, X.\* *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, 9274–9278.

## “下一代工业生物技术”低成本生产生物塑料 PHA

陈国强

清华大学生命科学学院 生物新馆

北京市海淀区双清路 30 号

Email:chengq@tsinghua.edu.cn

工业生物技术是绿色制造科技，用微生物或者酶在水中转化农业资源如淀粉、葡萄糖、脂肪酸、蛋白甚至纤维素为食品、化学品、燃料、药品或者材料的技术。目前工业生物技术的制造规模都是万吨规模的。但是，工业生物技术由于高耗能，耗水，设备投资巨大和工艺复杂等缺点，还不具备与易燃易爆的石油化工的竞争。

为了克服工业生物技术的这些弱点，我们用合成生物学技术重新编辑了嗜盐细菌的基因，并成功开发了“下一代工业生物技术”，包括其理论、模型、分子操作、实验室培养技术、中试技术及工业生产技术,也包括部分产品的应用等。

“下一代工业生物技术”使用耐盐细菌，可以用海水为介质，生产过程可以开放和连续化，使用廉价的塑料、陶瓷或水泥反应罐，大幅度降低了生物制造的复杂性和设备的高昂制造成本。这个技术目前处于全球领先水平。

我们对嗜盐菌进行从头改造，使其能在无灭菌和连续工艺过程中、利用海水为介质高效生产各种化学品和材料。以生产环境友好塑料，生物材料聚羟基脂肪酸酯 PHA 为例，该嗜盐菌通过合成生物学的改造，实现了超高 PHA 积累（92%）和可控形变等工作。

合成生物学改造的嗜盐微生物体系也已经进行了各种生物及化学品的成功生产，包括肌醇、蛋白和工业酶等。利用嗜盐菌的“下一代工业生物技术”由于其“节能、节水、连续和工艺设备简单”等特点，大幅度降低了生物制造的生产成本，使生物制造产品竞争性大幅度增强。

目前获得的各种 PHA 材料已经用于医疗组织工程、功能材料、农膜、纤维以及 3D 打印的应用研究。PHA 材料的降解产物 3-羟基丁酸及其衍生物也用于治疗骨质疏松和老年痴呆研究等。



## 废弃 PET 塑料酶法催化解聚与高值化利用

董维亮

南京工业大学

江苏省南京市浦口区浦珠南路 30 号

Email: dwl@njtech.edu.cn

我国是塑料制造和消费大国,据统计,2019 年全球塑料原料产量达到 3.7 亿吨,我国原料产量占全球的 31%; 同年我国塑料制品产量为 8184.2 万吨,年产废塑料约 6300 万吨,而回收及再生利用率却低于 20%,因此开发高效、可行的废塑料回收利用技术是实现我国循环经济战略目标的关键。该报告以 PUR 和 PET 两种聚酯型塑料为研究对象,建立了基于荧光分子探针的液滴微流控高通量筛选平台,分离鉴定了包涵 20 余种真菌、细菌的塑料降解微生物资源; 利用多组学联用技术、基因探矿技术以及现代分析化学技术,鉴定了两种塑料微生物代谢的关键中间产物和关键基因,初步探索了其微生物降解机制; 通过结合域修饰、糖基化修饰、关键位点设计、多酶级联催化等技术,对 PET 塑料解聚关键酶 LCC 和 PETase 进行催化功能强化,并设计了基于信号肽增强子强化的胞外分泌表达系统,实现了疏水性蛋白的高效重组制备; 建立了基于温度调控的 PET 塑料预处理工艺,在 5 L 体系实现了 PET 杂色瓶片的酶法解聚,12 h 内解聚效率达到 90% 以上; 以恶臭假单胞菌为底盘细胞,利用合成生物学技术设计 PET 解聚单体乙二醇和对苯二甲酸向乙二醇酸、芳香族化合物、鼠李糖脂、PHA 等高值化合物的基因路线,为以废弃塑料资源为原料“降塑再造”合成高值产品的绿色生物制造提供基础。

### 参考文献

- [1] Weiliang Dong\*, et al. Biodegradation and up-cycling of polyurethanes: Progress, challenges, and prospects [J]. *Biotechnology Advances*, 2021: 107730.
- [2] Weiliang Dong\*, et al. Pollutant Degrading Enzyme: Catalytic Mechanisms and Their Expanded Applications[J]. *Molecules*, 2021, 26(16): 4751.
- [3] Weiliang Dong\*, et al. New insights into the biodegradation of polylactic acid: from degradation to upcycling[J]. *Environmental Reviews*, 2021 (ja).
- [4] 董维亮\*, 等. 合成生物学助力废弃塑料资源生物解聚与升级再造[J]. *合成生物学*, 2021: 1.
- [5] 董维亮\*, 姜岷等. 中欧组织间合作研究项目 MIX-UP 助力实现“碳中和” [J]. *生物工程学报*:1-11.

## 基于五元环内酯的可持续性高分子：从生物循环到化学循环

洪缪

中国科学院上海有机化学研究所，金属有机化学国家重点实验室

上海市徐汇区零陵路 345 号

Email: miaohong@sioc.ac.cn

合成高分子材料是我们生活中不可缺少的物质材料，并与国民经济建设息息相关。2016 年合成高分子的年产量已达到 3.35 亿吨，据预测 2050 年将增加到 11.2 亿吨。然而遗憾的是，目前高分子材料的合成与应用存在着严重的不可持续性：(1) 绝大部分的高分子材料以不可再生的化石资源为原料，原料短缺和需求量增加之间的矛盾将会日益突出；(2) 过去在设计和合成高分子材料时往往只考虑其应用性和耐受性，很少考虑材料最终的回收性，这导致了绝大部分的高分子材料很难回收再利用。据统计，全世界每年约使用 8000 万吨的一次性塑料包装，其中只有~5%能被回收，超过 5000 万吨的塑料包装在使用后被丢弃在土地填埋场和直接倾倒入海洋里，不仅导致了每年约 1000 亿美金的巨大经济损失，而且对自然环境和生物造成巨大的危害，高分子废弃物的处理已经成为当今的社会问题之一。

在本报告中，我将介绍本课题组在可持续性高分子催化合成方面的研究进展：通过发展新型聚合催化剂以及聚合新策略，成功的把廉价、生物质来源的“非张力”五元环内酯转化成多种高性能的可持续性高分子材料，实现从生物循环到化学循环的转变，并在此基础上提出我们对可循环高分子材料发展方向的思考与见解。

### 参考文献

- [1] Yuan, P.; Sun, Y.; Xu, X.; Luo, Y. ; Hong, M.\* Towards High-performance Sustainable Polymers via Isomerization-driven Irreversible Ring-opening Polymerization of Five-membered Thionolactones. *Nat. Chem.* 2021, DOI: 10.1038/s41557-021-00817-9.
- [2] Wang, X.-J.; Hong, M.\* Lewis Pair-mediated Selective Dimerization and Polymerization of Lignocellulose-based  $\beta$ -Angelica Lactone to Biofuel and Acrylic Bioplastic. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2020**, 59, 2664.
- [3] Yuan, P.; Hong, M.\* Ring-opening Polymerizations of the ‘Non-strained’  $\gamma$ -Butyrolactone and Its Derivatives: An Overview and Outlook, *Acta Polym.Sin.* **2019**, 50, 327.

## 聚烯烃可控降解和转化

黄正

中国科学院上海有机化学研究所，金属有机化学国家重点实验室

上海市零陵路 345 号

Email: huangzh@sioc.ac.cn

聚烯烃（主要为聚乙烯和聚丙烯）作为非生物降解的通用塑料，被丢弃后在自然界长期存在，构成“白色垃圾”主体。近来，聚烯烃废塑料降解和碳资源回收利用成为社会日益关注的问题，其核心科学问题是聚合物碳链的高能效、高选择性断裂和转化。传统高温裂解、多相催化降解方法反应条件苛刻（通常 $>400^{\circ}\text{C}$ ），易结焦、选择性差，产生包括气、油、蜡、焦等非常复杂的混合物，产物包括烷烃、烯烃、芳烃等，产品利用价值低；因此，开发高能效、高选择性的化学回收技术，通过 C-C 单键的断裂转化，将聚烯烃废塑料降解和转化为清洁燃油及高附加值化学品，甚至功能材料已成为亟待解决的挑战性问题。本报告介绍黄正课题组在聚乙烯温和可控降解方面取得的一些进展。利用铈、铈双金属催化，其课题组发展了聚乙烯和低碳烷烃“交叉复分解”新途径，实现了各类聚乙烯在温和条件下 C-C 键断裂、梯度降解，可控生成分子量分布狭窄的高品质聚乙烯蜡和高十六烷值柴油烷烃产物，且催化体系可兼容各种聚乙烯塑料添加剂，适用于聚乙烯塑料瓶、食品袋和保鲜膜的降解。最后报告介绍利用脱氢策略对聚丙烯转化的功能团化。

## 碳碳键选择性氧化/氮化反应

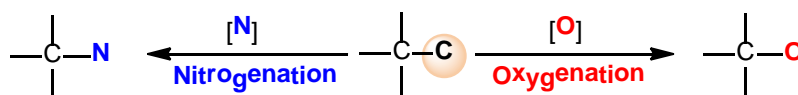
焦宁

北京大学药学院、天然药物及仿生药物国家重点实验室

北京市海淀区学院路 38 号, 100191

Email: jiaoning@pku.edu.cn

碳碳键构成了有机化合物的基本骨架。2019 年全美销量前 100 的处方药物中, 含氧化合物占 99%, 含氮化合物占 92%, 含卤化合物占 45%。发展高效的碳氢、碳碳键氧化、氮化、卤化反应, 将氧、氮、卤素等杂原子引入有机分子具有十分重要的意义。长期以来, 由于碳氢、碳碳键键能高、活性低、选择性难以控制, 其活化转化是合成科学面临的挑战性的前沿学科问题之一。近年来, 我们通过自由基及正离子重排策略, 以廉价的铁、铜或有机催化剂为催化剂, 发展了一些碳碳键转化的氧化<sup>1</sup>和氮化<sup>2</sup>新反应(图一), 为含氧、含氮化合物的构建及复杂分子的结构修饰提供了新的途径。在这次报告中, 我将向大家汇报一些我们最近的一些碳碳键选择性活化及转化研究进展。



图一. 碳碳键氧化、氮化反应

### 参考文献

[1] Liang, Y.-F.; Jiao, N. *Acc. Chem. Res.* **2017**, *50*, 1640.[2] Wang, T.; Jiao, N. *Acc. Chem. Res.* **2014**, *47*, 1137.

## 循环经济与绿色炼化

李明丰

中国石化石油化工科学研究院  
北京市海淀区学院路 18 号, 北京 100083  
Email: limf.ripp@sinopec.com

石油炼制行业百分之六十以上原油被用于生产交通燃料。实现炼化领域和交通领域双碳目标需要依靠炼化企业原料低碳化、产品方向由燃料向化工品转型、生产技术低碳化。其中, 实现城市垃圾中废塑料和餐厨垃圾的循环利用, 有助于实现炼化企业原料低碳化目标, 同时解决能源安全保障和城市垃圾处置当务之急。废旧塑料有多种处置方法, 研究表明, 热解法化学回收技术是当前唯一可行的废塑料资源化循环利用技术。这种技术所生产的低杂质热解油液体收率大于 80%, 可以作为原油替代物去往炼化企业进一步加工, 所生产的基本有机化工原料碳足迹降低 40% 以上。采用高效干法发酵, 则可以将餐厨垃圾转化成富含甲烷的沼气, 提纯后可以用作炼化企业的制氢原料, 从而实现炼化企业原料的整体低碳化。

### 参考文献

- [1] Foundation M. A. Sb Business Weekly, 2017:18.
- [2] Al-Salem S. M.; Lettieri P.; Baeyens J. Waste Manage. 2009, 29(10): 2625-2643.

## 新型聚烯烃热塑性弹性体的合成与性能研究

李悦生

天津大学材料科学与工程学院，天津 300350

Email :ysli@tju.edu.cn

我国既是生产和应用聚烯烃、也是综合回收利用废旧聚烯烃的大国，高档聚烯烃热塑性弹性体(TPO)合成技术是废旧塑料高效回收利用的瓶颈问题，用高档 TPO 作为增容剂可解决废旧 PE 和 PP 制品分拣和力学性能提高的双重问题。发展高端 TPO 合成技术，并用于废旧塑料高效回收利用具有重要战略意义。

我们以获得高性能的接枝型 TPO 材料为目标，利用优化的乙烯齐聚催化剂和高共聚能力的 $\alpha$ -烯烃立构选择性共聚催化剂，通过前后齐聚-聚合方法，实现丙烯与长链 $\alpha$ -烯烃及功能 $\alpha$ -烯烃的可控共聚，制备链结构可控的丙烯/长链 $\alpha$ -烯烃共聚物、丙烯/丁烯/长链 $\alpha$ -烯烃共聚物和丙烯/功能长链 $\alpha$ -烯烃共聚物等。通过热分析、加工流变测试和材料力学性能实验等，优化聚丙烯接枝聚乙烯材料的结构与性能，获得新型高性能接枝型 TPO 材料；通过凝聚态多重结构和界面增容研究，将新型接枝型 TPO 用于废旧聚烯烃材料的高效回收利用，解决废旧聚烯烃高效物理回收利用的瓶颈问题。

# 基于动态共价键与近平衡态的可回收聚合物的设计与合成

吕华

北京大学化学与分子工程学院

北京市海淀区成府路 292 号

Email: chemhualu@pku.edu.cn

随着传统石油基塑料垃圾难以降解所带来的环境污染问题日益严峻，发展可化学回收的新型绿色高分子迫在眉睫<sup>1</sup>。传统聚合反应通常具有较大的热力学驱动力且键能强，使其易于聚合而难以解聚。为了实现低能耗的聚合物循环回收，设计基于动态共价键的近平聚合-解聚体系是行之有效的方式<sup>2-6</sup>。本次报告将聚焦基于氨基酸的单体设计、可控聚合及相应聚合物的降解再生与循环回收<sup>7-8</sup>。

## 参考文献

- [1] 陈学思; 陈国强; 陶友华; 王玉忠; 吕小兵; 张立群; 朱锦; 张军; 王献红, 生态环境高分子的研究进展. *高分子学报* **2019**, *50* (10), 1068-1082.
- [2] Hong, M.; Chen, E. Y. X., Completely recyclable biopolymers with linear and cyclic topologies via ring-opening polymerization of gamma-butyrolactone. *Nat. Chem.* **2016**, *8* (1), 42-49.
- [3] Endo, T.; Nagai, D., A novel construction of ring-opening polymerization and chemical recycling system. *Macromol. Symp.* **2005**, *226*, 79-86.
- [4] Olsen, P.; Odellius, K.; Albertsson, A. C., Thermodynamic Presynthetic Considerations for Ring-Opening Polymerization. *Biomacromolecules* **2016**, *17* (3), 699-709.
- [5] Coates, G. W.; Getzler, Y. D. Y. L., Chemical recycling to monomer for an ideal, circular polymer economy. *Nat Rev Mater* **2020**, *5*, 501-516.
- [6] Hocker, H.; Keul, H., Ring-Opening Polymerization and Ring-Closing Depolymerization. *Adv. Mater.* **1994**, *6* (1), 21-36.
- [7] Yuan, J.; Xiong, W.; Zhou, X.; Zhang, Y.; Shi, D.; Li, Z.; Lu, H., 4-Hydroxyproline-Derived Sustainable Polythioesters: Controlled Ring-Opening Polymerization, Complete Recyclability, and Facile Functionalization. *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, *141* (12), 4928-4935.
- [8] Xiong, W.; Chang, W.; Shi, D.; Yang, L.; Tian, Z.; Wang, H.; Zhang, Z.; Zhou, X.; Chen, E.-Q.; Lu, H., Geminal Dimethyl Substitution Enables Controlled Polymerization of Penicillamine-Derived  $\beta$ -Thiolactones and Reversed Depolymerization. *Chem* **2020**, *6* (7), 1831-1843.

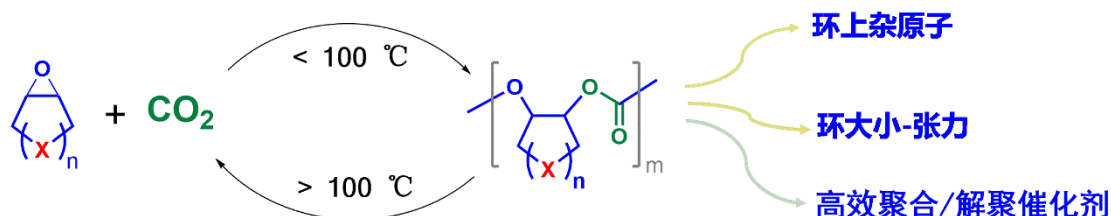
## 二氧化碳基聚碳酸酯的可循环性研究

吕小兵

大连理工大学精细化工国家重点实验室

Email: xblu@dlut.edu.cn

效仿自然界中生物大分子，通过构建“单体 $\leftrightarrow$ 聚合物”的高效聚合-解聚循环，实现合成高分子材料的可持续循环利用，具有节能减排和环境保护双重意义<sup>1-3</sup>。由二氧化碳与环氧烷烃交替共聚合成降解性聚碳酸酯是一类绿色聚合过程。聚碳酸酯的降解方式主要有碱性水解、链端反咬生成热力学更稳定的五元环状碳酸酯，以及完全降解为环氧烷烃单体和二氧化碳等三种。通过化学手段，将生物质糠醛高效转化为1-功能化-3,4-环氧吡咯啉，选用双核金属催化剂实现单体在温和条件下与二氧化碳的高选择性交替共聚，发现该类聚合物可在高温下选择性降解为环氧烷烃和二氧化碳，温度是此聚合/解聚可逆过程的开关<sup>4,5</sup>。选用立构规整性催化剂还可实现此类单体与二氧化碳、酸酐等的立体选择性共聚合，制备出系列具有结晶性的聚碳酸酯和脂肪族聚酯新材料。在此基础上，还探讨了单体环大小对二氧化碳基聚碳酸酯可循环“解聚-聚合”性质的影响规律<sup>6</sup>。



### 参考文献

- [1] Hong, M.; Chen, E. Y.-X. *Nat. Chem.* **2016**, *8*, 42.
- [2] Hong, M.; Chen, E. Y.-X. *Green Chem.* **2017**, *19*, 3692.
- [3] Lu, X.-B.; Liu, Y.; Zhou, H. *Chem. Eur. J.* **2018**, *24*, 11255.
- [4] Liu, Y.; Zhou, H.; Guo, J.-Z.; Ren, W.-M.; Lu, X.-B. *Angew.Chem.Int. Ed.* **2017**, *56*, 4862.
- [5] Yu, Y.; Fang, L.-M.; Liu, Y.; Lu, X.-B. *ACS Catalysis* **2021**, *11*, 8349.
- [6] Yu, Y.; Liu, Y.; Lu, X.-B. *Unpublished results.*



## 微波辐照在聚合物技术循环中的应用

乔金樑

中国石化北京化工研究院

北京朝阳区北三环东路 14 号, 北京 100013

Email: qiaojl.bjhy@sinopec.com

高分子材料的第一次产业革命创造了聚合物世界, 在上世纪 70 年代前就已结束, 我国科技工作者没有机会留下任何痕迹, 今后也难以有重大的创新机遇。目前正在进行的第二次产业革命将使高分子材料产业进入循环经济模式, 在“生物循环”和“技术循环”二方面均有广阔的创新空间, 是我国高分子产业实现跨越式发展的难得机遇。报告将重点介绍我们在废弃高分子材料化学回用和物理回用方面的研究进展, 包括废旧高分子材料高温裂解制烯烃、秸秆等废弃生物质高温裂解制富氢合成气、聚合物高温固相接枝新方法等。

### 参考文献

- [1] Conductive Graphene-Melamine Sponge Prepared via Microwave Irradiation, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 10 (29), 24776, 2018
- [2] Less defective graphene aerogel and its application in microwave-assisted biomass pyrolysis to prepare H<sub>2</sub>-rich gas. *Journal of Materials Chemistry A*, 7(48), 27236, 2019
- [3] Chemical Recycling of Plastics by Microwave-Assisted High-Temperature Pyrolysis, *Global Challenges*, 4 (4), 1900074, 2020
- [4] Self-Perpetuating Carbon Foam Microwave Plasma Conversion of Hydrocarbon Wastes into Useful Fuels and Chemicals, *Environmental Science & Technology* 55 (9), 6239, 2021
- [5] Polymer Solid-Phase Grafting at Temperature Higher than the Polymer Melting Point through Selective Heating, *Macromolecules*, 52(9), 3222, 2019

## 聚烯烃材料的化学循环与高值化利用

唐涛

中国科学院长春应用化学研究所高分子物理与化学国家重点实验室

吉林省长春市人民大街 5625 号

Email: ttang@ciac.ac.cn

高分子材料是继无机材料、金属材料之后，推动人类社会文明进步的第三大类材料。然而，该类材料长期面临的重大挑战之一是如何实现高分子材料的循环利用甚至实现高值化再利用。从消费角度，废旧聚合物主要由 PET、PVC、PU、PP、PE 等构成，其中聚烯烃消费量占到一半左右。报告总结了本团队近年来在探索以聚烯烃为主的聚合物及其回收聚合物可控降解、碳化反应基本规律及其降解产物和碳化反应在制备功能材料方面的研究工作。首先介绍通用高分子材料（如：聚烯烃等）在催化剂和热作用下，发生可控链裁剪、碳化反应行为及其产物的形貌特征；其次，探讨将聚烯烃类材料通过可控降解制备端基官能化寡聚物，进一步通过端基反应合成嵌段共聚物或支化聚合物，实现化学循环利用；同时，探讨通过催化碳化反应，以聚烯烃为原料制备零维碳材料、一维碳材料、二维碳材料及其它们的复合杂化材料和富氢气体，实现高值化利用。最后，分析讨论上述两类方法在聚合物化学循环与高值化利用方面的潜在价值与面临的问题。

### 参考文献

- [1]唐涛. 通过原子重组实现由聚烯烃制备氢气和碳纳米材料. 高分子科学前沿与进展(董建华 主编). 科学出版社, 2006, 757-762.
- [2]龚江, 陈学成, 闻新, 刘杰, 唐涛. 聚合物的碳化反应: 基本问题与应用 [J]. 中国科学: 化学, 2018, 48(8): 829-843.
- [3] J. Gong, X. Chen, T. Tang. Recent progress in controlled carbonization of (waste) polymers. Prog. Polym. Sci. 2019, 94: 1-32.

## 基于卡宾化学的高分子合成以及后修饰

王剑波

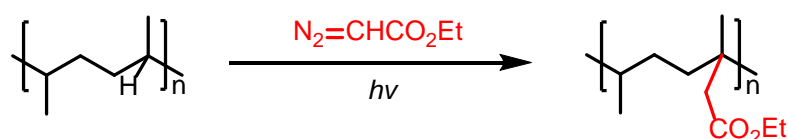
北京大学化学与分子工程学院

北京市海淀区北京大学化学学院 邮编 100871

Email: wangjb@pku.edu.cn

卡宾是有机化学反应的重要中间体，具有非常丰富的反应性，可以实现多种高效的化学转化。经典的卡宾转移反应主要包括环丙烷化、碳氢键插入、形成叶立德等。这些反应经过几十年的研究，已经发展出了一系列在合成中具有广泛用途的反应<sup>[1]</sup>。此外，近年来人们将交叉偶联和卡宾化学相结合，建立了独特的碳碳构建新方法<sup>[2]</sup>。另一方面，一些重要的碳碳键形成反应，例如过渡金属催化的交叉偶联，烯烃复分解反应等已经被成功应用于高分子聚合。然而，过渡金属催化的卡宾转移反应还较少被应用于高分子聚合<sup>[3]</sup>。本次报告将讨论卡宾转移反应在分子合成方面的可能应用<sup>[4]</sup>。

卡宾高度的反应性，特别是其对于惰性碳氢键的反应性，可能被应用于聚合物的后修饰及官能化<sup>[5]</sup>。例如，卡宾可以被应用于在聚烯烃中引入极性官能团。这种策略的一个显著优势在于它可以在不改变现有聚合物生产工艺的情况下有效地将极性基团引入到聚烯烃等高分子中，从而显著地改变其性能<sup>[6]</sup>。本次报告将探讨该研究方向的现状以及面临的挑战。



### 参考文献

- [1] A. Ford, H. Miel, A. Ring, C. N. Slattery, A. R. Maguire, M. A. McKervey, *Chem. Rev.* **2015**, *115*, 9981-10080.
- [2] Y. Xia, Q. Di, J. Wang, *Chem. Rev.* **2017**, *117*, 13810-13889.
- [3] E. Jellema, A. J. Jongerijs, J. N. H. Reek, B. de Bruin, *Chem. Soc. Rev.* **2010**, *39*, 1706-1723.
- [4] Q. Zhou, Y. Gao, Y. Xiao, L. Yu, Z. Fu, Z. Li, J. Wang, *Polym. Chem.* **2019**, *10*, 569-573.
- [5] J. B. Williamson, S. E. Lewis, R. R. Johnson III, I. M. Manning, F. A. Leibfarth, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 8654-8668
- [6] G. M. Rodriguez, M. M. Díaz-Requejo, P. J. Pérez, *Macromolecules* **2021**, *54*, 4971-4985.

## 基于可再生单体的高分子材料

王献红

中国科学院长春应用化学研究所  
长春市人民大街 5625 号, 长春 130022  
Email: xhwang@ciac.ac.cn

可循环高分子是单体-高分子-单体的一种良性循环, 其意义不仅是简单的循环模式, 更是循环驱动力与能耗、物耗的综合平衡, 因此循环高分子对高分子科学、技术和应用均提出了前所未有的要求, 可视为高分子科学第二个一百年内所面临的最艰巨的挑战。目前可循环高分子仍然处于概念和摇篮期, 仅仅是循环模式的实现, 尚未发展到政策、行为法则的确立阶段, 更没有达到能量消耗和物耗的平衡模式。我们建议将循环高分子视为一个长远目标, 不必操之过急谋求一步实现, 而是倡导研究模式的创新, 采取分步分阶段实验和实现的研究范式。本报告主要汇报我们对可循环高分子的理解, 引入自然循环消融的模式, 籍此提出以二氧化碳等可再生单体合成自然界可再生的循环高分子, 介绍一些初步的实验进程。

### 参考文献

[1] J. M. Millican, S. Argarwal. *Macromolecules*, 2021, 54, 4455-4469.

## 虫子吃塑料与逆向仿生开发塑料降解/循环材料

杨 军

北京航空航天大学 化学学院

北京市海淀区学院路 37 号

Email: yangjun@buaa.edu.cn

我们从自家厨房粮柜中发现仓库害虫米虫咬破塑料袋的现象，触发灵感，开始研究塑料的昆虫降解。经过 10 多年的“独钓寒江雪”，从这个大家熟视无睹的虫子吃塑料的自然生活现象出发，综合采用材料学、化学和生物学方法，用全面详实的证据，证实了黄粉虫在 24 小时内啮食降解聚苯乙烯，黄粉虫和蜡虫肠道微生物是高效降解聚苯乙烯和聚乙烯的关键因素，分离鉴定了多株塑料高效降解菌，为发掘高效降解高分子材料的微生物资源开创了一个新方向。这个独辟蹊径的发现打破了聚苯乙烯和聚乙烯不能生物降解的传统观点，是变革性的，揭示了细菌能利用过去被认为不可能生物降解的石油基塑料，为解决塑料污染打开了一扇新的大门。目前正在利用逆向仿生和群体感应的原理开发塑料生物降解/循环材料。

### 参考文献

- [1]Jun Yang\*, Yu Yang, Wei-Min Wu, Jiao Zhao and Lei Jiang. Evidence of polyethylene biodegradation by bacterial strains from the gut of plastic-eating waxworm. *Environmental Science & Technology*, 2014, 48 (23), 13776–13784
- [2]Yu Yang, Jun Yang\*, Wei-Min Wu, Jiao Zhao, Yiling Song, Longcheng Gao, Ruifu Yang, Lei Jiang\*. Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms. Part 1. Chemical and physical characterization and isotopic tests. *Environmental Science & Technology*, 2015, 49 (20): 12080–12086
- [3]Yu Yang, Jun Yang\*, Wei-Min Wu, Jiao Zhao, Yiling Song, Longcheng Gao, Ruifu Yang, Lei Jiang\*. Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms. Part 2. Role of gut microorganisms. *Environmental Science & Technology*, 2015, 49 (20): 12087–12093

## 高分子可持续发展形势下纤维素材料的机遇

张军

中国科学院化学研究所

Email: jzhang@iccas.ac.cn

过去几十年来，高分子材料工业得到高速发展，在满足社会发展和人民物质需求的同时，也消耗了大量的化石资源，同时大量不降解的塑料废弃物带来越来越大的环境危害。如何实现高分子材料的可持续发展，是高分子科技工作者必须认真思考的问题。人们陆续提出了高分子材料的可持续发展的一些方向，包括：深入研究和理解不同结构的高分子材料在整个生命周期中的影响，在不同的环境条件下合理使用各种塑料制品；开发可持续发展的新型塑料，如易于回收的塑料，基于生物基原料的高分子材料等；重视闭环塑料回收，发展高分子材料的回收新技术，高效化学回收新技术等；发展环境降解的高分子材料等等。

在 高分子材料可持续发展的大背景下，以纤维素为代表的天然高分子材料存在极好的发展机遇。大多数未经化学改性的天然高分子材料具有优异的生物降解性能，如经过溶解和加工过程得到的再生纤维素材料，包括纤维素纤维和薄膜，可以在目前几乎所有的生物降解测试条件下降解。发展纤维素的高效、绿色加工新方法是纤维素科学领域极为重要与活跃的领域，近年来已经取得重要进展。纤维素的衍生化反应赋予纤维素诸多新的性质与功能，可满足不同的使用要求，显著拓宽了纤维素的应用领域。发展纤维素化学的新体系，创建新型结构与性能的纤维素衍生物，评价其生物降解性能，也是纤维素材料领域的重要发展方向。

## 碳一高分子的合成及可循环特性

张兴宏

浙江大学 高分子科学与工程学系, 杭州, 310027

Email: xhzhang@zju.edu.cn

可持续发展的高分子材料既要有良好的使用性能, 又要在使用后可物理回收、可生物降解, 或可化学循环为单体、高值化学品等。因此, 需要设计新的单体, 研制新的催化剂, 发展新的合成方法。例如, 近几年来科学家们报道了聚酯、聚碳酸酯、聚硫酯和聚缩醛等高分子材料等[1-5], 具有可循环的特性。基于作者课题组研究环氧化物与碳一[C1: 氧硫化碳(COS)、二硫化碳(CS<sub>2</sub>)和二氧化碳(CO<sub>2</sub>)]共聚的心得, 对发展可循环高分子材料有以下的浅见: 富含氧族元素(氧、硫)的高分子如聚酯、聚碳酸酯、聚硫代碳酸酯和聚硫酯等, 是一类组成上低碳含量的高分子, 其化学结构提供了可降解、可循环或可回收再利用的机会[4-5], 如我们报道的直接把聚硫代碳酸酯 100% 化学转变为聚硫醚的体系[6]。把 CO<sub>2</sub>、COS 等富含氧族元素的小分子化合物发展为可大规模应用的单体, 有望趟出一条可持续发展的低碳高分子材料新途径。实际上, 我国在 CO<sub>2</sub> 共聚物的基础和工业化研究方面走在了世界前列[1], 有望取得重大突破。发展 C1 聚合体系将有机会为可循环高分子提供一条可行的方案。

### 参考文献

- [1] 陈学思, 陈国强, 陶友华, 王玉忠, 吕小兵, 张立群, 朱锦, 张军, 王献红. 高分子学报 2019, 10, 1068-1082.
- [2] 安泽胜, 陈昶乐, 何军坡, 洪春雁, 李志波, 李子臣, 刘超, 吕小兵, 秦安军, 曲程科, 唐本忠, 陶友华, 宛新华, 王国伟, 王佳, 郑轲, 邹文凯. 高分子学报 2019, 10, 1083-1132.
- [3] B. A. Abel, R. L. Snyder, G. W. Coates, *Science* **2021**, 373, 783-789.
- [4] C.-J. Zhang, T.-C. Zhu, X.-H. Cao, X. Hong, X.-H. Zhang. *J. Am. Chem. Soc.* 2019, 141, 5490-5496.
- [5] Y. Li, Y.-Y. Zhang, L.-F. Hu, X.-H. Zhang, B.-Y. Du, J.-T. Xu. *Prog. Polym. Sci.*, 2018, 82, 120-157.
- [6] X.-H. Cao C.-J. Zhang, J.-Y. Yang, L.-F. Hu, X.-H. Zhang. *Polym. Chem.*, 2020, 11, 309-314.

## 可循环高分子的精准合成

张正彪

苏州大学材料与化学化工学部

苏州工业园区仁爱路 199 号

Email : zhangzhengbiao@suda.edu.cn

脂肪族聚酯，包括聚乙交酯（PGA）、聚乳酸（PLA）、乙交酯-丙交酯共聚物（PLGA）、聚己内酯（PCL）和聚羟基脂肪酸酯（PHAs）等，被公认是一类具有优异的生物相容性和可降解性且环境友好的绿色高分子材料。例如，PGA作为结构最简单的脂肪族聚酯，具有优异的生物相容性和可降解性，其降解产物乙醇酸本身就是机体代谢的中间产物，最终都能排出体外。目前，脂肪族聚酯材料的降解/解聚以及回收分离机制还不完全清晰，准确理解降解/解聚机理对于发展新型可降解高分子具有重要的意义。单一分子量且结构精确的聚酯是准确研究结构与性能关系的理想模型，可作为材料研究的“基因”。因此，精准合成结构精确的单一分子量脂肪族聚酯高分子对于准确研究高分子结构与性能关系以及发展新型高分子材料具有重要的学术价值。报告人近年来利用高效的羟基-羧基酯化缩合反应等构建单一分子量生物可循环/降解脂肪族聚酯<sup>[1-2]</sup>（图1），并初步探讨了该类精密结构高分子在可持续高分子研究方面的巨大潜力。

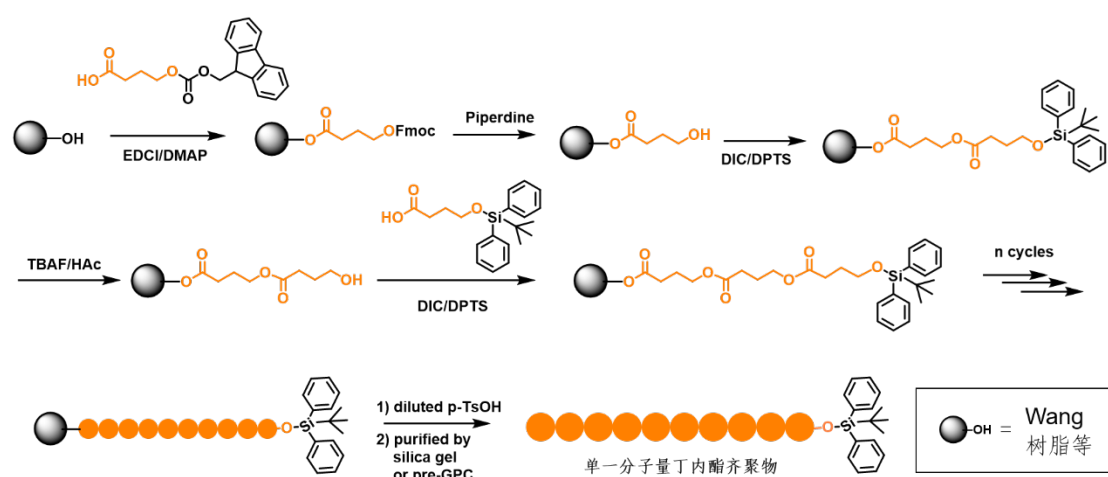


图1. 单一分子量聚酯的合成路线。

感谢国家自然科学基金（21925107）的资助。



## 参考文献

- [1] Huang, Z. H.; Zhao, J. F.; Wang, Z. M.; Meng, F. Y.; Ding, K. S.; Pan, X. Q.; Zhou, N. C.; Li, X. P.; Zhang, Z. B.; Zhu, X. L. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2017**, *56*, 13612-13617.
- [2] Shi, Q. N.; Huang, Z. H.; Z. B. Zhang. Unpublished Results.

## 可见光催化在分子材料降解中的应用

左智伟

金属有机化学国家重点实验室, 中科院上海有机化学研究所

Email: zuozhw@sioc.ac.cn

可见光催化通过光促电子转移、能量转移等过程, 在温和条件下实现有机分子的高效活化, 进而利用高活性自由基物种实现了种类多样的成键反应, 受到了合成化学家的广泛关注。在过去五年内, 针对于传统认为性质非常惰性的碳碳单键, 一些可见光催化体系也展示出优异的活性和选择性, 这些碳碳键断裂-转化反应不仅为传统有机合成提供了新方法, 也为高分子材料降解提供了新的研究思路。相比于现有的高分子降解体系, 可见光催化体系具有以下优势: (1) 利用清洁的光能作为反应能量来源, 从全生命周期分析更具有节能减碳优势; (2) 利用自由基作为反应活性物种, 与经典的离子型中间体具有正交反应性; (3) 利用外层电子传递模式实现底物的活化, 催化剂与底物仅需长程作用。

### 参考文献

- [1] Prier, C. K.; Rankic, D. A.; MacMillan, D. W. C. Visible Light Photoredox Catalysis with Transition Metal Complexes: Applications in Organic Synthesis. *Chem. Rev.* **2013**, *113*, 5322-5363.
- [2] Sivaguru, P.; Wang, Z.; Zandoni, G.; Bi, X. Cleavage of carbon-carbon bonds by radical reactions. *Chem. Soc. Rev.* **2019**, *48*, 2615-2656.
- [3] Yu, X.-Y.; Chen, J.-R.; Xiao, W.-J. Visible Light-Driven Radical-Mediated C-C Bond Cleavage/Functionalization in Organic Synthesis. *Chem. Rev.* **2020**, *121*, 506-561
- [4] Zhang, K.; Chang, L.; An, Q.; Wang, X.; Zuo, Z. Dehydroxymethylation of Alcohols Enabled by Cerium Photocatalysis. *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, *141*, 10556-10564.

## 论坛代表名单

(按姓氏音序排)

序号	姓名	单位	职称	邮箱或者电话
1	陈学思	中国科学院长春应用化学研究所	院士/研究员	xschen@ciac.ac.cn
2	陈国强	清华大学	教授	chengq@tsinghua.edu.cn
3	陈昶乐	中国科技大学	教授	changle@ustc.edu.cn
4	陈茂	复旦大学	青年研究员	chenmao@fudan.edu.cn
5	董维亮	南京工业大学	教授	dwl@njtech.edu.cn
6	付雪峰	国家自然科学基金委员会	处长	fuxf@nsfc.gov.cn
7	洪 繆	中国科学院上海有机化学研究所	研究员	miaohong@sioc.ac.cn
8	黄 勇	中国科学院理化技术研究所	研究员	yhuang@mail.ipc.ac.cn
10	黄 正	中国科学院上海有机化学研究所	研究员	huangzh@sioc.ac.cn
11	焦 宁	北京大学	教授	jiaoning@bjmu.edu.cn
12	李明丰	中国石化石油化工科学研究院	教授级高工	limf.ripp@sinopec.com
13	李悦生	天津大学	教授	ysli@tju.edu.cn
14	刘国生	中国科学院上海有机化学研究所	研究员	gliu@sioc.ac.cn
15	吕 华	北京大学	研究员	chemhualu@pku.edu.cn
16	吕小兵	大连理工大学	教授	xblu@dlut.edu.cn
17	乔金樑	中国石油化工股份有限公司	教授级高工	Qiaojl.bjhy@sinopec.com
18	施章杰	复旦大学	教授	zjshi@fudan.edu.cn
19	唐 勇	中国科学院上海有机化学研究所	院士/研究员	tangy@sioc.ac.cn
20	唐 涛	中国科学院长春应用化学研究所	研究员	ttang@ciac.ac.cn

21	陶友华	中国科学院长春应用化学研究所	研究员	youhua.tao@ciac.ac.cn
22	王玉忠	四川大学	院士/教授	yzwang@scu.edu.cn polymers@vip.126.com
23	王剑波	北京大学	教授	wangjb@pku.edu.cn
24	王献红	中国科学院长春应用化学研究所	研究员	xhwang@ciac.ac.cn
25	王笃金	中国科学院学部工作局	局长/研究员	djwang@cashq.ac.cn
26	伍广朋	浙江大学	研究员	gpwu@zju.edu.cn
27	夏海平	南方科技大学	教授	xiahp@sustech.edu.cn
28	谢在库	中国石油化工股份有限公司	院士/教授级高工	xzk@sinopec.com
29	杨 军	北京航空航天大学	教授	yangjun@buaa.edu.cn
30	游书力	中国科学院上海有机化学研究所	研究员	slyou@sioc.ac.cn
31	张 帆	四川大学	特聘研究员	fanzhang@scu.edu.cn
32	张 军	中国科学院化学研究所	研究员	jzhang@iccas.ac.cn
33	张兴宏	浙江大学	教授	xhzhang@zju.edu.cn
34	张越涛	吉林大学	教授	ytzhang2009@jlu.edu.cn
35	张正彪	苏州大学	教授	zhangzhengbiao@suda.edu.cn
36	赵俊鹏	华南理工大学	教授	msjpszao@scut.edu.cn
37	赵剑峰	中国科学院学部工作局	副主任	jfzhao@cashq.ac.cn
38	周光远	中国科学院大连化学物理研究所	研究员	gyzhou@dicp.ac.cn
39	朱剑波	四川大学	教授	jbzhu@scu.edu.cn
40	左智伟	中国科学院上海有机化学研究所	研究员	zuozhw@sioc.ac.cn

## 论坛须知

“科学与技术前沿论坛”是中国科学院学部开展的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。为共同推进我国科技事业的发展，让学术思想广泛传播，中科院学部将对论坛的报告进行录制并在剪辑加工之后发布到互联网进行传播。现特此声明，如您对此有异议，可与会务组工作人员联系，协商解决。

热忱欢迎各位代表参加本次论坛，为保证您在论坛期间的工作和生活顺利，请您注意以下事项：

### 一、会议时间

报到时间：2021年10月12日

报到地点：上海利园国际大酒店（徐汇区东安路255号近斜土路）

会议期间将集体安排住宿及用餐，请妥善保管有关证件。

### 二、会议地点

会议地点：中国科学院上海有机化学研究所（零陵路345号）

君谋楼二楼多功能厅

会议将提供专车接送专家往返于住地和机场/高铁站之间，有用车需求请与会务组联系。

### 三、餐饮安排

会议用餐由大会提供，集体安排。请凭餐票在指定就餐地点用餐。

### 四、会务组联系人

1. 杨慧娜 中国科学院上海有机所，电话：18917860960

2. 张鑫 中国科学院上海有机所，电话：13916738846

3. 赵紫音 中国科学院上海有机所，电话: 13004195521

## 五、注意事项

1. 请将航班或列车信息提前告知会务组联系人，以便安排接送。
2. 请妥善保管论坛相关证件，遵守会议时间，配合会务组安排。

## 六、会场地理位置



图中箭头所示：中国科学院上海有机化学研究所君谋楼









## 会议记录

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

