

# 环保型高分子材料国家地方联合工程实验室

环保型高分子材料国家地方联合工程实验室(以下简称工程实验室)的前身是创建于1994年的“四川大学降解与阻燃高分子材料研究中心”。经过近20年的建设与发展,先后成为四川省高校重点实验室(2004年)、教育部工程研究中心(2007年)和国家发改委批准的国家地方联合工程实验室(2009年)。工程实验室在环境友好材料领域,特别是在利用可再生的生物质资源制备生物基高分子材料、生物降解高分子材料、环境友好无卤阻燃剂与阻燃材料、废弃高分子材料的回收利用、建筑节能材料等领域开展了基础研究与应用研究,开发实用技术。近年在其他功能与高性能高分子材料领域也开展了研究工作。

工程实验室在创建者王玉忠教授的带领下,在环境友好高分子材料领域与国外许多大学、研究机构和国内外企业建立了不同形式的合作关系,承担各类国家和省部级计划项目并承接国内外企业委托项目。工程实验室不仅每年培养20名左右的研究生和30多名本科生,而且还承担合作企业技术骨干的培训任务,成为学校人才培养和科学研究与技术开发的重要基地之一,是“985”“高分子与特种功能材料”I类科技创新平台和“绿色化学与清洁生产技术”II类科技创新平台的“环境友好材料”研究领域的主要依托研究机构。

近年来,工程实验室承担了国家科技支撑计划、“863”高新技术研究项目、国家自然科学基金重点项目、国家杰出青年基金及面上项目等国家级项目近40项,省部委项目20余项。在环境友好的无卤阻燃剂与阻燃材料、生物降解聚合物材料、生物基高分子材料、废弃高分子材料回收利用等领域取得了一系列创新成果,已申请发明专利80余项,大部分专利被实施应用,并在国内外学术刊物上发表了大量的基础研究成果类学术论文,多项成果被同行专家评价为处于国际领先水平。获得国家技术发明二等奖和国家科技进步二等奖各1项,省部级技术发明和科技进步奖8项。

## 1 团队建设

高水平的研究队伍是工程实验室发展的基础。目前工程实验室拥有一支结构合理、具有创新活力的中青年队伍:“长江学者”和国家杰出青年基金获得者1名、教育部新(跨)世纪人才5名、四川省学术与技术带头人2名、四川省学术带头人后备人选3名、杜邦青年教授奖获得者1名。工程实验室采取开放式管理模式,实行公开竞争上岗。同时,工程实验室还设立项目制的流动编制岗位,吸引有意完成某项具体科研任务的研发人员,包括合作企业根据合作项目需要派到工程实验室从事研究的人员。工程实验室除了培养博、硕士研究生和本科生科研训练外,还接受博士后研究人员、高级访问学者等。已形成了一支精干的从基础研究、技术开发到工程化应用的研发队伍,2010年入选教育部创新团队。

## 2 平台建设

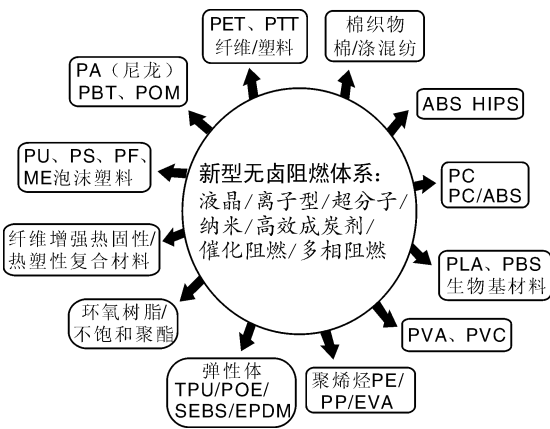
目前,工程实验室拥有高分子材料结构分析、性能测试的常用分析检测仪器,成型加工设备和相关扩试试验装置。包括了红外光谱、荧光光谱、紫外光谱、凝胶渗透色谱、气相色谱、差示扫描量热仪、热重分析仪、偏光显微镜、微燃烧量热仪、同步(综合)热分析仪、热裂解式气相色谱飞行时间质谱仪、锥形量热仪、氧指数测定仪、垂直燃烧测定仪、动态热机械分析仪、旋转流变仪、接触角测定仪、挤出机、吹膜流延机组、平板硫化机、注塑机等仪器及设备和高分子聚合扩试装置,为工程实验室的研究和开发提供了必要的支撑。

## 3 优势研究领域

- 生物基与生物降解高分子材料
- 无卤阻燃剂与阻燃材料
- 废弃高分子材料的回收与利用
- 建筑保温材料

4 代表性成果

**无卤阻燃剂与阻燃材料** 工程实验室针对目前不同种类和结构的高分子材料在阻燃技术领域所面临的难题开展了系统深入的研究，从基础研究到工程化推广都取得了重要进展。研究开发的阻燃剂及阻燃材料涉及通用塑料、工程塑料、纤维纺织品、弹性体、不饱和聚酯与热固性纤维复合材料、泡沫塑料等多种类型。



通过选择具有代表性的典型高分子材料，从各自燃烧和阻燃机理研究入手，对其无卤阻燃化遇到的技术难题和瓶颈进行研究攻关，发展新的阻燃原理和方法，实现了在无卤阻燃化的同时，对其他性能影响较小，甚至提高某些性能，并取得一系列创新成果。例如，有效解决了添加阻燃剂必然导致材料力学性能下降、不易成炭和无氧原子类高分子(如聚烯烃类)因阻燃机理不同导致的无卤阻燃剂阻燃效率远低于含卤阻燃剂、纤维增强热塑性工程塑料体系因纤维的“烛芯效应”使阻燃效率下降等阻燃领域技术难题，形成了从新型无卤阻燃剂的设计与合成，到无卤阻燃材料的设计与加工成型及阻燃材料应用等完整知识产权保护体系，研究成果先后获得了 2 项国家奖和 5 项省部级成果奖。

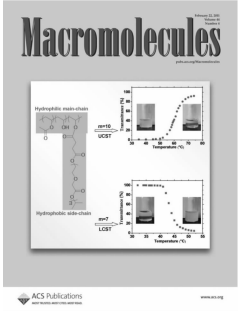
**已开发的无卤阻燃高分子材料体系与阻燃技术** 工程实验室十分重视科研成果的转化，建立了成果的快速转化机制。通过吸纳行业内的一些有代表性的企业作为实验室理事单位，建立研究成果和企业需求的互通机制，实时与企业交流。发挥工程实验室和企业各自的优势，合理配置各方资源，保证了科研成果能够迅速转化和产品的市场推广。参与合作的多家理事单位不乏国内阻燃企业的佼佼者，也有行业内新兴的后起之秀，生产的阻燃产品在国内外市场上具有较强的竞争力。



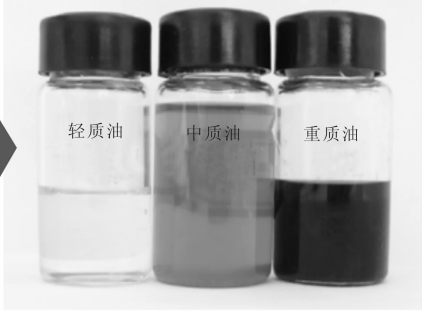
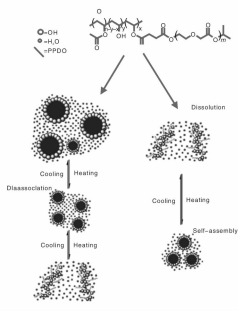
阻燃纤维与阻燃织物样品                      各类塑料用阻燃剂及阻燃母粒

工程实验室还联合国内阻燃研究领域知名的高校、科研院所及其他一些知名企业成立了阻燃材料与技术创新协同联盟。通过整合优势资源，建立协同创新模式，不仅提升了高校的创新能力，而且显著提升了行业的整体技术水平和国际竞争力。联盟本着“自主创新、优势互补、深度合作、开放共享、相互促进、合作共赢”的组建原则，立足于高校和科研单位促进科技与教育密切结合，共同促进联盟成员之间产学研的深度合作，建立多学科融合、多团队协同、多技术集成的重大研发与应用平台，形成产学研融合发展的技术转移模式，为产业结构调整、行业技术进步提供持续支撑和引领，成为国家在阻燃领域的重要技术创新基地。

**生物基与生物降解高分子材料** 工程实验室在生物基与生物降解高分子材料领域开展了各具特色的研究工作。通过采用生物基单体、天然大分子，设计制备了一系列性能可控的生物基脂肪族共聚酯和淀粉/纤维素/木质素无增塑剂复合薄膜等可完全生物降解材料；在可反复循环利用的可完全生物降解高分子材料——聚对二氧环己酮的单体合成与可控聚合和通用加工等方面取得了重要进展。研究成果分别获得了四川省科技进步一等奖和教育部的技术发明一等奖。



Macromolecules 封面论文



废弃高分子回收

**废弃高分子材料的绿色回收与利用** 工程实验室针对热固性高分子、废旧电子电器产品中的高分子采用绿色化学回收等方法展开特色研究。在热固性高分子回收过程中，溶液法是一种常用的方法，但该法常使用挥发性有机溶剂(如苯甲醇)，溶剂的毒性及其造成的“二次污染”严重阻碍了该方法的应用。而采用绿色反应溶剂很好地解决了这个问题。为有效解决热固性树脂造成的环境污染问题提供了新的思路。

5 对外合作与交流

工程实验室先后与德国、英国、美国、日本、加拿大、荷兰、韩国、澳大利亚、新加坡等国家的 15 所大学和研究机构建立了联合和合作关系，并与部分学校建立了培养研究生和交换学者的机制。并与 DuPont、Dow、DSM、Bayer 等多家国际知名企业及 20 多家国内行业骨干企业建立了不同形式的合作关系，具有较高的国际影响力。多次主办和承办了国际学术会议，如 2010、2012 国际阻燃材料与技术研讨会，第五届高分子材料化学与物理回收国际研讨会，第一届生物分解塑料技术与应用国际研讨会，2005 两岸三地高分子液晶与超分子有序结构学术研讨会，2009、2012 四川大学——仁荷大学先进高分子材料学术研讨会等等。并与高分子材料领域国际著名企业美国杜邦公司合作研究开发无卤阻燃材料。近年来，实验室的研究人员每年都被应邀在国际学术会议上做特邀报告。



实验室主办2012国际阻燃材料与技术研讨会



实验室主办第一届生物分解塑料技术与应用国际研讨会



高分子材料领域国际著名企业美国杜邦公司与实验室合作研究开发无卤阻燃材料



阻燃领域国际知名专家Charles A. Wilkie教授来我实验室访问



阻燃领域国际知名专家Richard T. Hull教授来我实验室访问



生物降解材料领域国际知名专家R. Narayan教授来我实验室访问