

## 高分子材料工程国家重点实验室(四川大学)

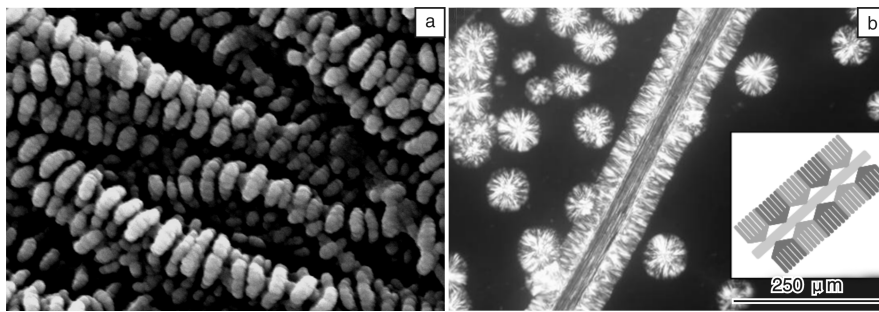
高分子材料工程国家重点实验室(四川大学)(以下简称实验室)是世界银行贷款建设的“重点学科发展项目”中 75 个国家重点实验室之一和 7 个试点实验室之一,于 1991 年组建,已 4 次通过国家评估。实验室创始人是我国杰出的高分子材料科学家、中国科学院院士徐僖教授。实验室依托学科是我国高校第一个高分子材料专业,国家首批重点学科及最早的硕士点、博士点和博士后流动站。现有固定人员 52 名。实验室的总体定位是瞄准国家关键需求和国际高分子材料科学研究前沿,以高分子材料高性能化及加工为特色,开展应用基础研究,建设高分子材料领域国内领先、国际知名的科研和人才培养基地。实验室拥有 1 万多平方米的科研实验用房和价值 5 000 余万元的仪器设备。

### 1 研究方向

- ☆通用高分子材料高性能化新技术和新原理
- ☆聚合物成型理论和技术
- ☆高性能及功能高分子材料
- ☆油田开发用高分子材料
- ☆废弃高分子材料再生利用与环境友好高分子材料

### 2 研究进展

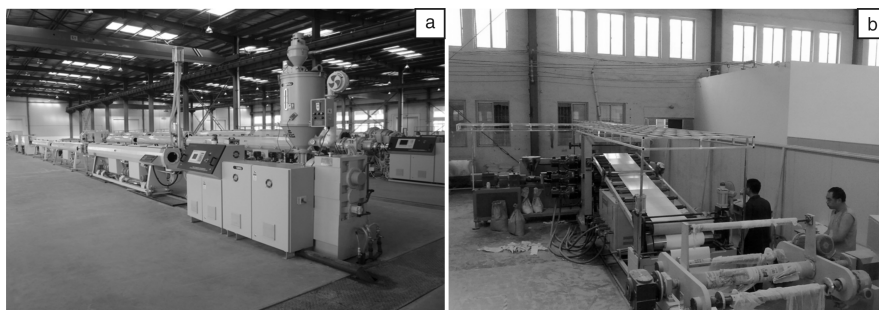
**通用高分子材料高性能化新技术新原理** 围绕通用高分子材料高性能化这一迫切需要解决的重大难题,在分子材料基础共性科学问题上开展了深入研究:提出通过界面聚合物形态结构调控,增强聚合物填充复合材料的界面强度;提出聚合物/弹性体/无机填料三元复合材料中沙袋化结构和填料网络结构增韧的形态控制新方法;建立填充粒子形态结构控制方法;发明了高性能聚合物/超细无机粉体复合材料的形态控制技术与新方法。与中石油合作,建立了制备聚烯烃专用树脂的关键技术及工艺包,并成功应用于 BOPP 等多种高性能专用树脂;与中石化合作,成功开发了万吨级国产 SEBS 成套技术;在国内率先开发出低醇解度和低聚合度聚乙烯醇 PVA 分散剂、快速溶解 PVA 和 PVA 固载微生物水凝胶、单苯基-双苯基高性能硅橡胶等新材料。开展了西部典型环境中高分子材料老化失效机理的模拟研究与防老化研究,建立了相应的数据平台,为高分子材料的使用寿命预测提供判据。



聚合物杂化串晶(a)和界面结晶结构(b)

**聚合物成型理论和技术** 承担了国家自然科学基金委创新研究群体、重大科学仪器基金等多个项目。在基础共性科学问题“聚合物加工过程结构调控”研究上取得成果,建立了一系列聚合物加工新装置和加工新技术:聚合物管旋转挤出装置和旋转挤出加工新方法、微(纳)层挤出复合系统及多层共挤出加工新技术、聚合物注塑形态控制装置和振动注射成型加工新技术等。同时与国内外多个知名生产企业合作开展加工技术产业化工作,并取得良好效果:开发了 BOPP 烟膜高速制造技术;高速制造优质 PPR、PE100 管材管件技术;设计制造了国内第一条锂离子电池聚丙烯微孔隔离膜干法生产线;制备了目前国内唯一能适用于大功率动力电池的聚丙烯复合隔膜,打破了国外产品的垄断局面;设计制造了一套适合 PPS 树脂高温、高粘挤出条件的薄膜挤出流延机组,使我国成为除美国和日本

本以外掌握薄膜级 PPS 树脂生产技术的国家。



聚合物旋转挤出生产线(a)和微纳层共挤出中试生产线(b)

**高性能和功能高分子材料** 创建了高强耐磨耐热水的维纶制备新技术,已在国内纤维企业推广应用;解决了PVA热塑性加工国际难题,在中石化四川维尼纶厂建成了熔纺PVA纤维中试生产线;建成一条年产1 000 t阻燃耐高温聚芳噁二唑(POD)纤维产业化生产线,一条耐高温聚酰亚胺(PI)纤维生产示范线和一条耐高温纤维级聚苯硫醚(PPS)树脂及长丝产业化关键技术及中试生产线;创建了高强无卤阻燃PVA维纶制备新技术;发明了原位成囊法制备高热焓相变储能维纶的新方法,已成功工业化。系统开展了新型高性能苯并噁嗪的分子模拟、设计、合成基础研究,完成了多项军品配套项目,建立了军工产品质量控制指标体系;研发了高耐温抗烧蚀系列橡胶密封材料以及系列特种泡沫材料,已应用于国防军工。制备了一种聚氨酯智能纳米给药装置,实现可控胶束化和高载药量,相关成果发表在《Advance Materials》、《Biomaterials》等期刊上;在国际上率先发现聚焦超声可应用于控制聚合物的形状记忆和药物释放,被英国皇家化学会期刊《Chemistry World》报道。开发了高通量聚醚砜中空纤维膜血液透析器,获国家医药管理局注册证,已得到临床应用并实现了产业化生产。



高强维纶混纺面料已作为陆海空、武警夏/冬季作训服面料(a)和PVA熔纺中试生产线(b)

**油田开发用高分子材料** 承担了国家科技重大专项课题“高温高盐油田提高采收率技术”,针对高温高盐和聚合物驱后油藏对驱油剂的要求及现有驱油剂的不足,创新性地提出一种部分交联结构的分子结构,合成了新型的驱油剂。基于异丙基丙烯酰胺和自制的温敏功能单体,制备了系列在升温及无机盐存在条件下具有优良增粘能力的水溶性聚合物。

**废弃高分子材料再生利用与环境友好高分子材料制备** 通过组分设计、结构设计、共混复合和原位增强等技术发明制备了一系列新型环境友好高分子材料,包括无卤阻燃高分子材料、天然高分子复合材料,环保增塑体系等,并建立了废弃塑料和橡胶的回收利用新技术:①发明了无卤液晶高分子阻燃剂“原位”增强阻燃技术、无卤支化和超支化高分子高效成炭剂、分子复合改性合成新型高效无卤阻燃剂三聚氰胺氰尿酸盐制备新技术、反应性挤出加工制备无卤阻燃剂及阻燃高分子材料新技术等。采用多重协效阻燃方法制备了无卤阻燃聚苯乙烯泡沫材料、玻纤增强聚甲醛、高填充玻纤增强尼龙、抗静电聚乙烯管道等材料,20余项专利技术已获得应用。②建立了环境友好高分子材料共混复合及加工新技术,制备出一种可回收的新型高填充聚苯乙烯非植物纤维纸,已形成年产52万t生产规模;采用无机粉体高填充聚烯烃复合材料研制了一类新型无甲醛的环保壁纸,并成功工业化应用;研发的新型环保无苯型增塑剂已工业化生产。在废弃高分子材料回收利用方面,建立了一系列高分子材料高性能化的固相力化学新技术,为解决废弃高分子材料回收利用难题提供了新途径。



填充聚烯烃复合材料无甲醛环保壁纸

### 3 学术成果

近年来,实验室获国家技术发明奖二等奖 3 项,2009 年、2012 年度教育部技术发明一、二等奖各 1 项,中国纺织工业协会科技进步一等奖 1 项,中石化集团科学技术进步奖二等奖 1 项,2011 年吉林省科技发明二等奖 1 项。2008 ~ 2012 年发表 SCI 论文 1 248 篇,已被引用 5 200 余次。主办有《高分子材料与工程》和《油田化学》两个核心期刊。

### 4 合作交流

实验室在国内与中石油、中石化等 8 家特大型国有企业联办了研究室/研发中心,在国际上先后与 12 个国家的 29 所高校、科研机构 and 产业界开展了卓有成效的产学研合作。获准教育部和国家外国专家局高分子材料科学与工程学科创新引智基地计划,与英方合作建立了中英先进材料研究所和国际聚合物微型加工中心,与意大利国家研究理事会建立了多功能聚合物和生物材料国际合作研究中心,与加拿大多伦多大学建立了国际聚合物发泡研究中心。实验室承担国际合作项目 35 项,其中包括自然科学基金重大国际合作项目 3 项。实验室还邀请美国、英国、加拿大 4 名外籍教授为研究生讲授 4 门专业课程。

高分子材料是现代科学技术和国民经济建设的重要支柱。目前,世界合成树脂年产量高达 3 亿 t,我国合成树脂年消费量也超过了 7 000 万 t。大多数高分子材料必需经过加工形成制品方可应用,实验室紧密结合国民经济建设发展需要,高度重视与国内产业界密切合作,以基础研究支持工业技术发展,重视从工业应用课题中提炼共性基础科学问题,并通过深入系统地研究提出解决方案。同时,实验室还非常重视高分子材料制备中的工程问题和技术实现,通过各种先进的创新模式,如与大型企业联合办研究室、共同承担国家项目等,解决企业重要关键问题,加速科技成果转化成为生产力。

英国科技和教育大臣 David Willetts 率代表团考察实验室  
中英先进材料研究所和国际聚合物微型加工中心

(四川大学 夏和生)