简报

2020年 第4期

精细化工国家重点实验室
大连理工大学
STATE KEY LABORATORY OF FINE CHEMICALS
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

专题报道

精细化工国家重点实验室召开第六届学术委员会第五次会议

大连理工大学精细化工国家重点实验室第六届学术委员会第五次会议于 2020 年 11 月 3 日在北京西郊宾馆召开。出席本次会议的学术委员会委员有佟振合院士、段雪院士、丁奎岭院士、蹇锡高院士、费维扬院士、冯守华院士、张涛院士、席振峰院士、孙立成院士、曲景平教授、元英进教授、李伯耿教授、骆广生教授，特邀专家姚建年院士、李洪钟院士、柴之芳院士，以及科技部高技术中心国家重点实验室管理处闫金定处长。大连理工大学副校长毕明树教授、科学技术研究院负责人、化工学院负责人、精细化工国家重点实验室部分骨干教师参加了会议。

毕明树副校长在致辞中对各位专家长期以来在学术研究、应用开发及人才培养等方面对精细化工国家重点实验室的建设与发展给予的热情关心和大力支持致以衷心的感谢。毕副校长强调，习近平总书记在今年的科学家座谈会上的讲话进一步提出希望广大科学家和科技工作者肩负起历史责任，坚持“四个面向”，不断向科学技术广度和深度进军，组建国家实验室并对现有国家重点实验室进行重组。为了加强基础研究，实现更多从零到一的突破，科技部也一直在抓紧推进国家重点实验室重组工作。国家的号召就是高校的使命，我校高度重视国家重点实验室的建设，在各位专家的悉心指导下，实验室各项工作稳步发展，取得了突出成绩，辐射并促进了相关学科发展，在推动我校一流大学和一流学科建设工作中发挥了不可替代的作用。学校正在以精细化工国家重点实验室为核心，结合学校的实际，面向世界科技前沿，围绕国家急需，开展精细化工前沿科学中心的培育和建设工作。最后，毕副校长恳请各位专家对实验室的发展多提宝贵意见和建议、对精细化工国家重点实验室的优化整合和未来发展以及前沿科学中心建设方案出谋划策、把关定向，争取早日建成精细化工前沿科学中心，更好地推动实验室的建设和发展，指导精细国家重点实验室坚持“四个面向”，解决“卡脖子”技术问题，实现科技自立自强，支撑国家发展战略，推动经济体系优化升级和创新发展，建设科技强国。

科技部高技术中心国家重点实验室管理处闫金定处长讲话提到，国家重点实验室的建设一直以来受到从中央到科技届的广泛高度重视，从 1984 年开始经过 36 年的不懈努力，在国家研究中心、高校、科学院和企业中共建设了 500 多个优秀重点实验室，对国家的科技水平评估和经济社会发展都发挥了巨大的作用。特别指出，我们国家的两院院士有一半以上都在重点实验室的建设过程中产生，同时，国家自然科学奖、国家技术发明奖和国家科学技术进步奖等高水平奖项几乎都来自于国家重点实验室。近年来，党和国家领导人高度重视国家重点实验室的发展，明确要求抓紧布局国家实验室，重组国家重点实验室体系，打造国家战略科技力量，国家重点实验室的定位从服务一个学科到服务国家战略科技力量发生了根本改变，勉励精细化工国家重点实验室要以此次重组为契机，继续发挥强势学科优势，整合实验室资源，瞄准国家战略需求，为国家“十四五”规划建设发挥不可代替的作用。

重点实验室主任彭孝军院士从实验室基本情况、主要进展与成效和未来发展三个方面向与会专家汇报了近年来的工作进展。重点实验室围绕分子特定结构与应用功能、分子聚集态结构与应用功能和清洁制备工艺过程三个关键科学问题，在染料及其光化学、精细化工新材料、精细化工清洁制备技术三个研究方向取得了突出成绩。同时，实验室高度重视国家和地方的经济建设，坚持创新型研究并推动政产学研用，在全国建立多家研究院，辐射全国数十家化工企业，引领相关行业发展，获得多项国家和省部级科学技术奖励。本次会议向委员们汇报重点实验室近年来的工作进展的同时凝练成果与建设团队，并以此为契机，进一步推动前沿科学中心论证建设，希望各位委员能够多提宝贵的意见和建议。樊江莉教授、吕小兵教授、刘涛教授和贺高红教授分别就“靶向性光敏染料及其生物医学应用”、“手性高分子合成及其立体相互作用”、“光开关分子体系的精准合成与功能调控”、“气体分离和新能源膜与膜工程”做了专题报告。

在学术委员会讨论中，委员们一致认为精细化工国家重点实验室在基础研究、应用转化以及人才培养等方面均取得了丰硕的成果，实验室肩负起了历史责任，特别是针对“面向人民生命健康”提早谋划，开展了系列研究工作，委员们建议集中攻坚将肿瘤的检测提前到发病前期。同时，对实验室在队伍建设、国际合作与交流等方面的工作给予了高度评价，对实验室的未来发展定位、基础研究与应用研究的有机融合、人才培养和创新团队建设提出了宝贵的建议。委员们勉励重点实验室应继续坚持“四个面向”，并以此次前沿科学中心的论证申报为契机，瞄准精细化工智能化国际前沿和“卡脖子”难题，通过精细化工产品和过程智能化基础与应用基础创新研究，为健康、信息、能源领域的变革性发展提供支撑，培养和集聚高水平人才，成为“国家战略科技力量”。

仍具有优异的 I 型 PDT 功效。即在光照下，PDT 产生超氧阴离子，并在超氧化物歧化酶（SOD）的催化下转化为 H_2O_2，然后经 Fe_3O_4 纳米颗粒介导的芬顿反应过程中转化为剧毒的•OH 同时释放 O_2。因而，该过程可实现氧气的循环利用，克服缺氧对 PDT 效率的影响。另外，PDT 过程促进了药物（顺铂，临床抗癌药）的溶酶体逃逸，使抗癌药物高效向核内递送。同时，在烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶（NOX）的存在下，顺铂也会产生超氧阴离子，可起到补充•OH 的作用进一步以提高治疗效率。由于 PDT 与化疗的协同作用，该卵清蛋白纳米颗粒在缺氧耐药肿瘤的治疗中展现出优异的效果。这一策略有望用于增强抗癌治疗。

以上相关成果发表在化学领域 Top 期刊 *Angewandte Chemie International Edition* (**2020**, *59*, 2-11)，并被选为 **Hot paper**。论文的第一作者为博士后姜帅和硕士毕业生肖明，大连理工大学为论文的第一通讯单位。该研究得到了国家自然科学基金（21925802, 21808028）、大连理工大学启动基金（2019-BS-047）等经费的支持。

合作交流

安徽海螺新材料科技有限公司与我校签订共建联合研究中心协议

https://www.dlut.edu.cn/info/1253/24882.htm

11 月 19 日，安徽海螺集团党委委员、总经济师，海螺投资公司党委书记、总经理，海螺新材料公司董事长丁锋一行四人访问我校，双方在我校精细化工国家重点实验室 F213 会议室进行了“新材料开发与工业化”联合研究中心正式签约仪式。我校化工学院院长彭孝军院士、科研院副院长李伟东教授、精细化工国家重点实验室副主任高岩教授、工业催化系主任陆安慧教授以及首期参加联合研究中心课题的相关教授和研究人员参加了签约仪式。

联合研发中心由我校陈绍云高工根据学校的旨意运作成功并担任开发中心执行主任，中心将以应用基础研究为基础，以产品研发为目标，聚集双方在技术、人才、市场等方面的优势，将其建设成为重要的应用基础研究基地、人才培养基地和新产品研发基地。

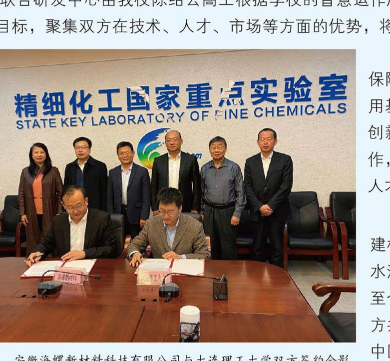


图 1. 安徽海螺新材料科技有限公司与大连理工大学双方签约合影

海螺新材料公司为联合研发中心提供研发经费投入、激励措施、产业化保障等资源，联合研发中心与海螺新材料技术中心、生产基地，共同组成“应用基础研究 – 产品研发 – 应用技术研究 – 中试孵化 – 产业化”一条龙科技创新模式。大连理工将鼓励研发团队积极参与课题研发和疑难破解等攻关工作，将研发的产品产业化，并根据研究领域的前沿课题提出研究方向，发挥人才高地和科技研发平台优势，促进联合研发中心长期稳定的持续发展。

2017 年我校张永春教授、陈绍云高工与海螺水泥股份有限公司、海螺建材设计研究院建立了产学研合作关系，2018 年 10 月建成了世界首套海螺水泥窑烟气碳捕集提纯（CCS）装置，年产食品级二氧化碳 5 万吨 / 年。截至今日，实现直接经济效益 2.4 亿元，间接经济效益约 25 亿元；2019 年双方共同完成的水泥窑烟气碳捕集纯化关键技术的研发与工程化应用项目荣获中国建筑材料联合会 · 中国硅酸盐学会建筑材料科技进步一等奖。

图 2. 安徽海螺集团白马山水泥厂碳捕集提纯项目现场航拍图

在此基础上，双方以精细化工重点实验室为依托，与安徽海螺新材料科技有限公司建立的联合研究中心将以工业化应用为目的，联合我校多学科的著名教授一起，就新型水泥助磨剂、减水剂、耐高温材料、燃煤助剂、低温脱硝剂以及 CCUS 技术等方面进一步深入研究；共同推动全校范围内研究成果在海螺集团内和其他行业不断转化和应用。

我校与恒力石化子公司营口康辉石化合作研发的 3.3 万吨生物可降解聚酯新材料项目开车投产

http://chemeng.dlut.edu.cn/info/1007/8704.htm

近日，化工学院魏志勇副教授研发团队与恒力石化子公司营口康辉石化有限公司合作研发的年产 3.3 万吨 PBS 类生物可降解聚酯新材料项目，一次性开车成功，顺利投产并产出合格产品。生物可降解聚酯新材料广泛应用于一次性日用品如塑料袋、快递包装材料、农用薄膜等领域，是解决“白色污染”的重要途径。

近年来我国不断出台政策加强治理塑料污染，建设绿水青山生态文明。从 2021 年 1 月 1 日起在很多一次性塑料制品中推行生物可降解替代品。作为民营炼化龙头企业，恒力石化率先响应国家号召，提前布局生物可降解聚酯新材料，践行“绿水青山就是金山银山”的绿色发展理念。

恒力石化子公司营口康辉石化有限公司于 2019 年 8 月同我校提出合作研发生物可降解聚酯新材料的技术需求，化工学院魏志勇副教授积极响应，双方火速达成合作协议，组建产学研联合研发团队，迅速开展联合攻关研发 PBS 类生物可降解新材料产业化关键技术。联合研发团队针对催化剂稳定性差、产品黏度低和色度差等技术难题，开发了一系列新型复合催化剂，并筛选确定了关键生产配方和聚合生产工艺条件。联合研发团队快速完成了小试和中试实验，打通了从实验室小试到中试放大以及万吨级产业化全链条的关键技术。

面对突如其来的新冠疫情影响，联合研发团队克服困难，年产 3.3 万吨示范线在 2020 年底如期一次性开车成功并顺利投产，产能跃居国内前三。项目建成了辽宁省第一条生物可降解聚酯树脂原料生产线，年产值可达 7 亿元，并可迅速复制释放产能以满足巨大的市场需求。将有力推动辽宁省塑料包装行业升级转型，助力辽宁振兴绿色循环经济、治理塑料污染和建设生态文明。

联合研发团队已申请了多项发明专利，形成了具有自主知识产权的生物可降解聚酯新材料产业化关键技术。项目成果入选大连理工大学科技创新服务辽宁振兴 20 周年系列成果展览，是面向国民经济主战场，辽宁省校企合作优势互补结出的硕果。

魏志勇副教授聚酯新材料研发团队隶属于化工学院李杨教授团队，专注聚酯新材料、新催化剂、新工艺，结构与性能调控，物理共混改性和终端制品应用全产业链的研究和开发，聚焦聚丁二酸丁二醇酯 (PBS/PBAT) 类、聚乳酸 (PLA)、聚乙醇酸 (PGA) 等生物可降解塑料，以及聚对苯二甲酸丙二醇酯 (PTT)、呋喃环基聚酯 (PEF) 等生物基聚酯新品种的聚合工艺技术研究，小试到中试及产业化示范应用。

辽宁省精细化工产业共性技术创新中心建设取得重要进展

http://www.ln.gov.cn/ywdt/tjdt/202011/t20201116_4013840.html

11 月 12 日，辽宁省精细化工产业共性技术创新中心二期及产业化基地一期项目启动仪式在长兴岛经济区召开。该中心重点围绕我省石化产业精细化发展开展关键核心技术攻关、重大创新产品开发、中试及产业化等创新活动。

中心自 2017 年组建以来，省、市、区已累计投入超 2 亿元建设研发及中试装置，购置总值 7800 万元的各类设备 872 台（套），通过政府搭台建成市场化运作、专业化运营的新型研发机构，累计吸引 14 个研发团队 168 名研发人员入住开展创新活动，累计攻克关键技术 22 项，为省内 81 家企业提供各类技术支持 150 余次。目前，中心已有磺酰脲类除草剂等 3 个项目组建企业实现产业化，年内可实现销售收入 4000 万元以上，精细化学品连续制备共性关键技术等 4 个项目已在省内实现成果转化，预计可为企业新增产值超 5 亿元。

随着精细化工产业共性技术创新中心运行三周年，创新中心的成果也逐渐显现并落地，越来越多的优质项目想要入驻创新中心，因此，扩大创新中心规模，完善服务功能，实现产业化的转换迫在眉睫，在此背景下，创新中心二期及产业化基地项目正式启动。2021 年两个项目总投资 3.38 亿元，其中创新中心二期项目用地 2.29 万平方米，建筑面积 1.5 万平方米，主要配备研发实验室、检测平台、中试车间、办公楼等，通过创新中心二期的建设，我们将构筑完整的创业孵化产业链条，通过“专业技术、专业仪器、专业导师、专业管理团队、专业引导基金、专业孵化服务”，着力发挥政策集成效应，为入驻企业提供从创业苗圃到孵化器再到加速器的全程孵化培育体系。

国家重点研发计划“特种高性能塑料产业化技术研究”年度进展汇报交流会顺利召开

http://chemeng.dlut.edu.cn/info/1007/8520.htm

由张守海教授主持的国家重点研发计划“特种高性能工程塑料产业化技术研究”项目（编号：2017YFB0307600）于 2017 年 7 月立项，为了掌握项目实施进展情况，确保项目任务目标顺利完成，项目组于 2020 年 11 月 23 日在海创大连科技交流中心召开了年度进展汇报交流会。重点基础材料专项总体专家、项目咨询专家、项目 / 课题承担单位主管领导、项目 / 课题负责人、课题各任务负责人及相关研究骨干等 30 余人参加了会议。

会议由化工学院院长助理张文珍教授主持开幕，大连理工大学科学技术研究院赵美森副院长致欢迎辞，项目负责人张守海教授首先向与会专家汇报了近一年来项目的执行情况，总体来说，项目的各项技术指标已经达到或超过了预期。其中，所开发的聚芳醚玻璃化转变温度超过 250℃、高强度聚酰亚胺纤维的拉伸强度超过 4GPa、HDT≥300℃液晶聚合物已实现稳定生产、管材用长碳链聚酰胺专用树脂拉伸强度达 36.2 MPa、PA13T 封装材料的性能与国外同类产品相当。

五个课题的负责人分别对照项目中个课题的任务逐一对课题进展情况进行了汇报，所有课题成果均已达到甚至超过了任务目标。之后，项目组专家对项目及课题开展的工作进行了交流，并提出了建设性的意见和建议。

通过此次交流会，项目组的各课题认清了已完成工作中存在的不足，明确了目前工作的重点，梳理了工作思路，并制定了相应的实施计划，为项目的顺利完成与结题提供了有力的保障。

“兴辽英才计划”能源催化材料与过程创新团队举行第二届表界面化学与催化研讨会

2020 年 10 月 31 日，“兴辽英才计划”能源催化材料与过程创新团队与大连化物所西山湖电镜中心联合举行了第二届表界面化学与催化研讨会。与会人员围绕表界面化学与催化这一主题，分别就能源与环境催化新材料合成与原位表征、等离子体催化、机械精密制造中的表界面化学等领域中的最新研究成果进行了深入交流和探讨。

“兴辽英才计划”能源催化材料与过程创新团队是以我校郭新闻教授为学术带头人组建的创新团队，学术骨干包括朱爱民教授、石川教授、史彦涛教授、侯军刚教授等。团队以开发新能源、解决国家能源问题为使命，聚焦氢能和甲烷、二氧化碳的化学转化，变革传统热催化路线，从可再生光电能源转化出发，创新能源催化转化材料与过程。团队成员围绕能源催化新材料与新过程分别在化学、化工、材料、物理等领域开展研究工作，展开了深入的交叉融合及广泛的合作研究，形成了优势互补、特色鲜明、创新性强的研究团队。此次研讨会是与大连化学物理研究所开展的第二届联合研讨会，旨在进一步促进能源催化材料与过程领域的合作研究。

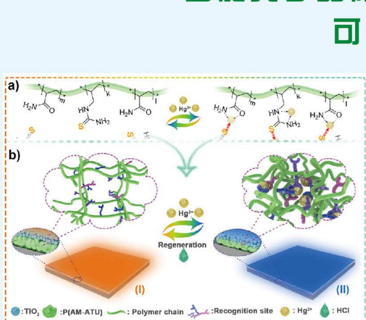
科研进展

精细化工国家重点实验室 2020 年国家自然科学基金立项再创佳绩

近日，2020 年度国家自然科学基金申请项目立项结果公布。精细化工国家重点实验室共计获批 23 项。其中，贺高红教授领衔的“气体分离和新能源膜与膜工程”群体入选创新研究群体项目，彭孝军院士牵头的“非常规激发染料的构效调控及产品工程科学基础”获批重大项目，刘涛教授的“光响应功能配合物”获批杰出青年科学基金项目，孙文教授的“荧光成像与治疗用光敏染料”获批优秀青年科学基金项目。

实验室将继续坚持“面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康”，加快科技创新，为实现中华民族伟大复兴的中国梦而不懈奋斗。

“智能光子晶体膜”用于水中汞离子的高灵敏度可视化检测和有效去除


光子晶体薄膜可逆吸附、检测汞离子示意图

有害重金属是广泛存在的环境污染物，给公众健康和生态系统带来严重危害。作为危害最大的重金属之一，汞被大量排放到环境中，主要来源于采矿、冶炼、废物处理、燃料燃烧、电子工业等。水环境中的汞离子造成水体、土壤污染，而且易被微生物转化为甲基汞。甲基汞是一种强效神经毒素，通过食物链富集于人体，导致疾病，如引起神经系统损害、肺部疾病、肾脏疾病等。因此，水体系中汞离子的监测和富集去除一直受到高度关注。设计开发兼具高灵敏度汞离子检测和有效富集的功能材料为解决汞离子污染提供思路。

近日，张淑芬教授团队开发了一种结构简单，可同时实现水环境中汞离子可视化检测和高效吸附的介孔光子晶体智能膜材料。所制备的彩色光子晶体薄膜能够高效捕获水环境中的汞离子，实现汞离子的富集和水环境污染的修复。同时，汞离子的吸附触发光子晶体体积收缩、晶格间距减小，从而引起薄膜颜色的改变，实现了对水环境中汞离子的可视化定量检测。相关研究成果以“Functional Mesoporous Photonic Crystal Film for Ultrasensitive Visual Detection and Effective Removal of Mercury (II) Ions in Water”为题，发表在最新一期的 Advanced Functional Materials (2020, 2007032) 杂志上，论文第一作者为博士研究生寇东辉，通讯作者为该团队的马威教授。

智能光子晶体由含硫脲官能基的聚合物纳米粒子 P(AM-ATU) 和高折光指数的纳米氧化钛交替堆叠而成，其结构中含有丰富的汞离子识别位点，通过配位键合，选择性捕获水环境中的汞离子。基于纳米粒子形成的结构孔隙，使被检测物快速渗透、扩散、吸附到作用位点，加速传感。研制的光子晶体对汞离子的响应灵敏度高，检测限可达 1 nM，且对汞离子具有特异性识别能力。设计了时间分辨检测方法，实现 1 nM – 800 μM 的宽范围检测，且可逆性和重现性优异。研究中所选取的不同水源对汞离子测试几乎无干扰。循环吸附测试显示，光子晶体薄膜具有良好的循环再生性能。当水环境中汞离子初始浓度低于 20 μM 时，汞离子吸附平衡后去除率超过 90.0%。该光子晶体膜对汞离子的最大平衡吸附量可达 739.6 mg · g−1。研究采用耗散型石英晶体微天平实时监测了薄膜在汞离子吸附过程中的质量和粘弹性变化，揭示了基于纳米聚合物的两阶段汞离子吸附过程原理。

该工作得到了国家自然科学基金、兴辽人才计划、中央高校基本科研业务费的大力支持。

高性能生物基高分子材料方面取得新进展

生物基高分子材料具有绿色、环境友好和可再生等特点，能够有效缓解化石能源危机和环境污染等问题。尽管如此，设计及合成能够满足其高性能化和功能化要求的生物基单体仍然是一大挑战，是推广生物基高分子材料应用范围并提升其对石油基高分子材料竞争优势的关键问题。

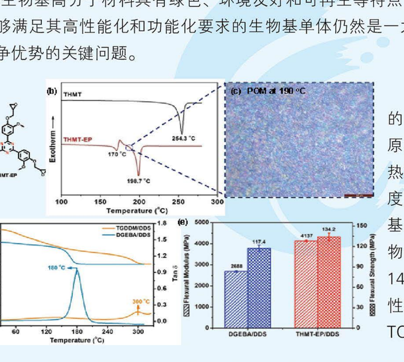


图 1 三嗪环生物基环氧树脂 THMT-EP 与石油基双酚 A 型 DGEBA 的性能比较

蹇锡高院士团队在前期含呔嗪酮芳香杂环结构的生物基化合物合成的工作基础上（Nature Commun. 2019, 10, 2107），进一步以香草醛为原料合成出了全生物质碳的含三嗪环结构的三酚化合物，并以此构筑具有热致液晶特性的生物基环氧树脂。在相同的固化条件下，其玻璃化转变温度达到了目前所知的生物基环氧树脂的最高值 300oC，这比商品化的石油基的双酚 A 型环氧树脂高了 120 oC；同时由于其热致液晶的特点，使生物基环氧树脂的弯曲模量和强度相较于双酚 A 型的分别提高了 53.9% 和 14.3%，表现出了更好的韧性。由此解决了环氧树脂增韧过程中强度、韧性和热稳定性难以同时提升的关键问题。相关工作已发表于化工领域 TOP 期刊 Chemical Engineering Journal (2021, 406, 126881) 上。

近日，团队又以生物基的厚朴酚化合物为原料，制备出新型的环氧树脂 DGEM。因其含有“刚柔兼济”的化学结构（刚性的联苯和柔性的脂肪链），生物基环氧树脂具有优越的加工性能（低本征粘度、宽加工窗口）和灵活可调的综合性能（热稳定性、力学性能和本征阻燃特性）。解决了环氧树脂应用发展中其阻燃性能、力学性能和热稳定性相互制约难以协调的尖锐矛盾。相关工作已发表于化工领域 TOP 期刊 Chemical Engineering Journal（2020, 387, 124115）上。

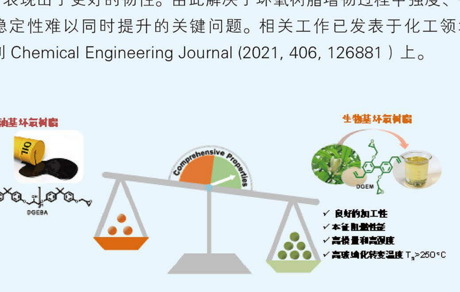


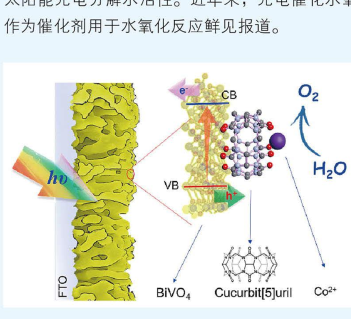
图 2 厚朴酚基环氧树脂 DGEM 与石油基双酚 A 型 DGEBA 的性能比较

上述研究论文的第一作者均为翁志焕副教授协助蹇锡高院士指导的博士生戚裕同学，前者为论文的通讯作者。以上工作得到了国家自然科学基金（U1663226, 51873027, 51673033）、辽宁省自然科学基金（2019-ZD-0139）和校创新团队专题项目（DUT20TD114）的支持。

光电催化水分解器件构建新策略

光电催化 (Photoelectrochemical，PEC) 分解水产生氢气和氧气是将太阳能转化为化学燃料最理想的技术途径之一。目前，如何构建高效稳定光活性电极引起了研究者们的广泛关注。

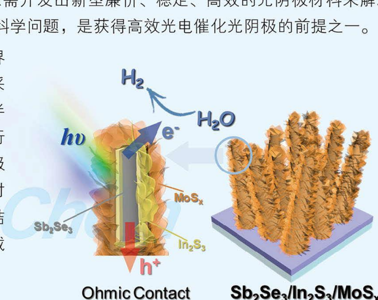
光阳极表面析氧反应 (OER) 涉及复杂的四电子四质子转移过程，其动力学过程非常缓慢，因此需要高活性的水氧化催化剂提高太阳能光电分解水活性。近年来，光电催化水氧化反应的光阳极多采用基于过渡金属氧化物、氢氧化物作为催化剂，超分子配合物作为催化剂用于水氧化反应鲜见报道。



近日，太阳能电池与太阳能燃料研究团队孙立成院士、李福胜副研究员等人在该领域取得重要进展。该工作通过 Co2+ 阳离子与 Cucurbit[5]uril(葫芦 [5] 脲，CB[5]) 自组装制备了主客体配合物 (Co@CB[5])，采用溶液浸泡方式将该超分子配合物催化剂吸附多孔钒酸铋 (BiVO4) 半导体电极表面。构建的 Co@CB[5]/BiVO4 光阳极在 100 mW cm−2 (AM 1.5) 光照下，1.23 V(相对 RHE) 偏压下的光电流密度可以达到 4.8 mA cm−2，可以与基于无机材料催化剂的 BiVO4 光阳极媲美。Co@CB[5] 主客体超分子配合物光电催化水氧化中表现出优异的性能，为水氧化催化剂的设计及光阳极器件的构建开辟了新的思路 (Angew. Chem. Int. Ed. 2020, 59, 2 - 12)。

尽管近年来，光电催化分解水制氢取得了一定进展，然而相对于光阳极而言，目前大多数光阴极材料仍存在价格昂贵、光腐蚀严重、毒性高等问题，因此急需开发出新型廉价、稳定、高效的光阴极材料来解决上述难题。另外，解决如何加速光生载流子分离及转移，减少载流子复合这一科学问题，是获得高效光电催化光阴极的前提之一。

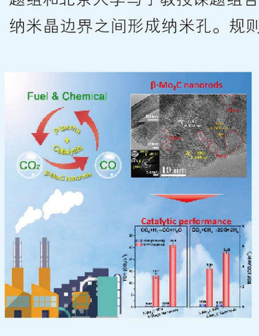
李福胜副研究员等人通过对硒化锑 (Sb2Se3) 窄带隙半导体进行精准的界面修饰，实现了高效光电催化分解水制氢光阴极的制备和机理研究。该工作采用近空间升华法制备 Sb2Se3 纳米棒 p 型半导体阵列，并在其表面引入 n 型半导体 In2S3 缓冲层构建异质结结构，通过使用非贵金属 MoSX 析氢催化剂进行表面改性，促进析氢反应的进行。构建的 Sb2Se3/In2S3/MoSX 异质结光阴极在 100 mW cm−2 (AM 1.5) 光照条件下，获得约 −27 mA cm−2 (0 V 相对 RHE) 的光电流和 2.6% 的光 – 氢转化效率。强度调制光电流谱（IMPS）等结果表明 Sb2Se3/In2S3 异质结能有效加速载流子分离 / 转移，同时抑制其表面载流子复合 (J. Mater. Chem. A, 2020, 8, 23385 - 23394)。



该系列研究工作得到了国家自然科学基金委和大连理工大学的资助支持。

碳化钼催化材料研究最新进展

基于前期报道的 α –MoC 上外延生长的 Au 团簇的优异低温水汽变换反应性能（Science 2017, 357, 389），以及金属 – 载体强相互作用驱动下的 α –MoC 上原子级分散的 Pt 催化剂的超高低温液相甲醇重整制氢性能（Nature 2017, 544, 80），近日石川教授课题组和北京大学马丁教授课题组合作，发展了一维 β –Mo2C 纳米棒催化材料。这些 β –Mo2C 纳米棒由紧密相连的纳米晶组成，在纳米晶边界之间形成纳米孔。规则一维纳米结构不仅增大了碳化钼的可接触比表面积，还有利于在放电条件下表面电荷沉积，增强局域电场强度。将其与非平衡等离子体耦合用于 CO2 选择还原制取 CO 反应过程（RWGS 和 DRM），在无额外热源条件下，实现了惰性 CO2 分子的高效活化与定向转化。等离子体与具有规则纳米形貌的催化材料耦合展现出更高的能量效率和协同效果。设计并构建了两段式瞬态表面反应过程阐明了等离子体 – 催化耦合的反应机制，揭示了等离子体振动激发态物种对基元反应过程的贡献及对反应路径的调控。该研究工作为提高等离子体 – 催化耦合反应过程协同效率、降低反应能耗提供了创新、可行途径。相关研究成果发表于化学类顶级期刊 Chem (2020, 6, 3312–3328) 上。

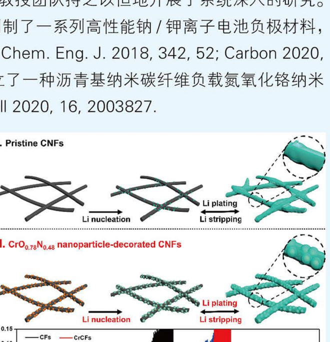


大连理工大学张晓博士、博士生刘洋以及北京大学张梦陶博士为共同第一作者。该项工作得到科技部国家重点研发计划（2017YFA0700103、2017YFB0602200）、国家自然科学基金重点项目（21932002）、国家自然科学基金项目（21872014、21577013、21707015、21725301、91645115、21821004、21902018）的资助。

煤基功能碳材料研究取得新进展

随社会经济的快速发展，非化石能源在新能源体系中的比例逐渐提高。2020 年 9 月 22 日，习近平总书记在第 75 届联合国大会上，阐述了中国控制二氧化碳温室气体的战略，到 2060 年实现碳中和的目标，届时非化石能源在我国能源中的比例预期达到 84%。要实现这一宏伟目标，开发新能源技术愈发迫切。以钠 / 钾离子电池为代表的高性能低成本新型二次电池，是新能源技术研发的关键和重点领域之一，其核心是新结构高性能电极材料的设计及可控制备。我国煤炭资源丰富，如何以廉价的煤炭及其衍生物为前驱体，创制新结构功能碳材料，对于开发高性能电化学储能器件、实现煤炭精细化高值利用有重要意义。

煤炭的精细化高值利用事关中国经济的绿色化可持续发展，围绕这一目标，邱介山教授团队持之以恒地开展了系统深入的研究。他们以低阶煤和煤系沥青为原料，基于芳烃分子剪裁与修饰方法，结合控制碳化技术，创制了一系列高性能钠 / 钾离子电池负极材料，成果陆续在能源化工、碳材料科学与技术等一流期刊上发表：Carbon 2018, 135, 187; Chem. Eng. J. 2018, 342, 52; Carbon 2020, 162, 431; Chem. Eng. J. 2020, 382, 121759。在前期工作基础上，最近，他们研究建立了一种沥青基纳米碳纤维负载氮氧化铬纳米粒子的合成技术，用做金属锂负极显示出优异的性能，相关工作以全文形式发表于 Small 2020, 16, 2003827.



在这个新技术中，异质晶种修饰的纳米碳纤维膜材料可以降低成核能垒，进而诱导金属锂的均匀沉积。纳米晶种的物理稳定性和化学反应性是保证锂金属电池长循环稳定性的前提和基础。该研究以煤沥青为添加剂，调控纳米碳纤维微晶的结构和杂原子含量与分布，进而诱导氮氧化铬（CrO0.78N0.48）纳米粒子在碳纤维表面的原位均匀生长；氮氧化铬纳米晶种具有低的带隙和独特的电子结构，有优异的亲锂性、高离子 / 电子导率和丰富的电化学活性位。以该材料作为金属锂负极，呈现出典型的纳米晶种诱导成核机制，实现了金属锂的无枝晶均匀沉积，在 1 mA cm−1 电流密度及小于 15 mV 的过电势下，稳定循环 1000 h 未见明显极化。

文章第一作者为大连理工大学博士研究生肖剑，通讯作者为肖南副教授和邱介山教授，工作得到国家自然科学基金项目（U1508201）及中央高校基本科研业务费（DUT20LAB131）的支持。

膜蒸馏（MD）由于其对盐浓度耐受性强、能源效率高等优势，已成为一种很有前景的高盐水综合处理技术。然而，高性能 MD 过程却往往需要在高渗透通量和高效防污之间作一取舍: 高渗透通量 MD 需具有适当的表面孔隙率和足够的有效蒸发面积，然而，高选择性渗透极易导致膜界面严重的浓差极化，产生界面过饱和区，加剧界面非均相核化和结垢。

受荷叶超疏水性和鱼鳃不堵塞的功能启发，高效膜材料及膜过程研究团队贺高红教授、姜晓滨教授通过对聚丙烯（PP）微孔膜进行化学改性，诱导微 / 纳米 SiO2 颗粒在膜界面上有序生长，并对微 / 纳米梯度结构进行氟硅烷修饰，成功研发出具有类似荷叶和鱼鳃双重仿生结构 MD 复合膜（F-nmSiO2-PP/N，图 1a），实现膜蒸馏过程的高渗透通量和高防污性能协同提升。

仿生微 / 纳多级结构复合膜实现膜蒸馏过程协同强化

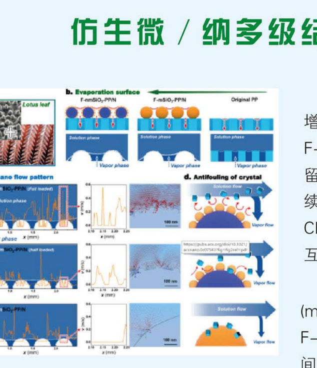


图 1 F-nmSiO2-PP/N 的仿生结构阐释及高通量和抗污性能作用机制

项目团队研制的 F-nmSiO2-PP/N 膜，表面微、纳多级结构与疏水基团，显著增加膜界面的粗糙度和疏水性，并利用道南效应，实现对氯离子的排斥；同时，F-nmSiO2-PP/N 膜表面微米级超疏水结构呈现半球状类似荷叶表面的规则突起，保留更多气隙，显著增大有效蒸发面积和渗透通量（图 1b）。另一方面，纳米尺度的连续突起结构，在界面构建了纳米级的微湍流，显著增强复合膜界面流体湍动程度；CFD 模拟结果表明，膜表面所形成的纳米级旋涡可以有效地缩短盐离子与膜表面相互作用的局部停留时间，减少晶体沉积（图 1c，d）。

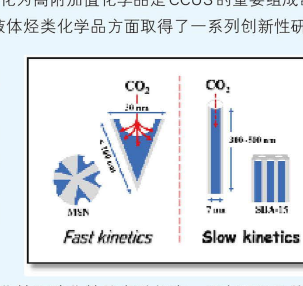
高盐水（3.5wt%）MD 测试表明 F-nmSiO2-PP/N 渗透通量达到 22.0 kg/(m2 · h)，且连续运行后 F-nmSiO2-PP/N 表面无明显结晶沉积。研究还发现，F-nmSiO2-PP/N 表面非常坚韧，能够在长时间超高盐浓度（15 wt%）连续运行、间歇式不清洗运行等严苛条件下保证通量稳定，抗污染性能优异。

以上成果发表在 ACS Nano 2020, 14, 17376 - 17386。论文的第一作者为姜晓滨教授，第二作者为邵钰珊硕士，通讯作者为贺高红教授。该研究得到了国家自然科学基金（22021005, 21978037, 21676043）、科技部重点领域创新团队项目（2016RA4053）、“兴辽英才”计划项目、大连理工大学科研创新团队专题（DUT19TD33）支持。

二氧化碳捕集与催化转化研究新进展

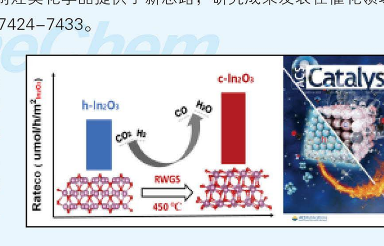
二氧化碳（CO2）的大量排放造成了温室效应等一系列严峻的环境问题；将 CO2 资源化利用是一个“变废为宝”的重要途径。2020 年 9 月，习近平总书记在第七十五届联合国大会上承诺：中国 CO2 排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。这为 CO2 捕集封存和转化利用（CCUS）带来了新的挑战与机遇。将 CO2 催化转化为高附加值化学品是 CCUS 的重要组成部分，具有非常广阔的研究前景。郭新闻教授团队近期在 CO2 捕集及催化加氢制备醇类和液体烃类化学品方面取得了一系列创新性研究进展。

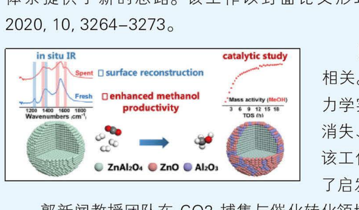
郭新闻教授团队近期利用倒锥形孔结构的介孔二氧化硅纳米球（MSN）作为聚乙烯亚胺（PEI）的载体制备了新型 CO2 吸附剂。与传统的 SBA-15 负载的吸附剂相比，MSN 的独特孔道结构使其具有更快的吸附速率、脱附速率以及在较短吸附时间内更高的吸附量（工作容量提高了 50%，CO2 吸附速率提高了将近 30%，CO2 脱附速率提高了 70%）。此外，该新型吸附剂的吸附活化能和脱附能量较低，有利于降低吸附脱附循环过程中的能量消耗，具有良好的实际应用前景。相关研究结果发表在能源领域顶级期刊 Appl. Energy 2020, 264, 114637。



CO2 加氢制烃类化学品的产物多样、过程复杂；常用的铁基催化剂往往存在氧化铁和碳化铁等多种相态；反应历程和催化剂组成的复杂性给理解该催化体系带来了困难。郭新闻教授团队研究了碳化铁颗粒尺寸对 CO2 加氢性能的影响，并结合原位 X 射线衍射和原位漫反射红外光谱深入分析了 CO2 加氢对反应金属颗粒尺寸敏感的内在原因。该工作为理解复杂反应中的尺寸效应、设计高效铁基催化剂用于 CO2 加氢制烃类化学品提供了新思路，研究成果发表在催化领域顶级期刊 ACS Catalysis 2020, 10, 7424–7433。

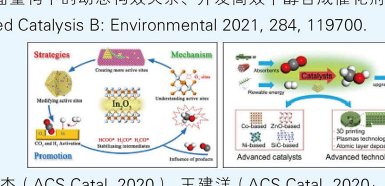
晶相结构同样显著影响催化反应性能。郭新闻教授团队采用实验结合密度泛函理论计算的方法，对不同晶相氧化铟催化 CO2 加氢制 CO 的性能差异进行了深入研究，发现六方相和立方相氧化铟表面生成催化活性位点的能力及对 CO2 吸附活化的差异是影响催化性能的根本原因。团队通过原位 XRD 等技术观察到六方相氧化铟在催化反应条件下转变为立方相，并探讨了晶相转变的机理，为深入理解、优化设计 In2O3 催化 CO2 加氢体系提供了新的思路。该工作以封面论文形式发表在 ACS Catalysis. 2020, 10, 3264–3273。





除了体相的晶相转变，催化剂的表面重构与催化活性和产物选择性的变化同样密切相关。郭新闻教授团队采用 CO2 探针 – 原位红外、HAADF-STEM 等多种表征技术及动力学实验，发现在 CO2 加氢制甲醇反应中，ZnAl2O4 尖晶石催化剂表面 Zn-O-Al 结构消失、形成高活性的无定型 ZnO 物种，显著提高甲醇生成速率（TOF 值）和甲醇选择性。该工作对理解反应中催化剂表面重构下的动态构效关系、开发高效甲醇合成催化剂带来了启发，研究成果发表在 Applied Catalysis B: Environmental 2021, 284, 119700.

郭新闻教授团队在 CO2 捕集与催化转化领域的研究工作得到了国际相关领域的认可，近期受邀在国际期刊 ACS Catalysis (2021, DOI: 10.1021/acscatal.0c03665) 和 Frontiers in Energy Research (2021, DOI:10.3389/fenrg.2020.621119) 上发表相关综述文章，系统总结、分析了 CO2 催化转化领域的现状和未来的发展方向。



上述论文的第一作者分别为博士生娄飞健（Appl. Energy 2020）、朱杰（ACS Catal. 2020）、王建洋（ACS Catal. 2020；ACS Catal. 2021）和张新宝（Appl. Catal. B: Environ. 2021; Front. Energy Res. 2021）。以上工作得到了国家重点研发计划项目、国家自然科学基金和大连理工大学引进人才启动经费的支持。

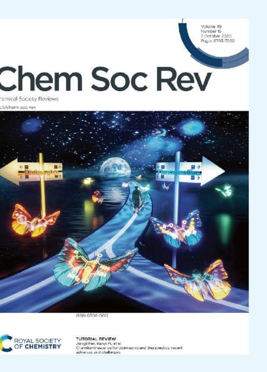
学术影响

化学发光在生物成像和治疗领域中的最新研究进展

精细化工国家重点实验室樊江莉教授和新加坡南洋理工大学浦侃裔副教授合作，在国际著名综述类期刊 Chemical Society Reviews (2020, 49, 6800–6815) 上发表题目为“Chemiluminescence for bioimaging and therapeutics: recent advances and challenges”的 Tutorial Review 综述文章。

化学发光（Chemiluminescence）是由化学反应引起的一种特殊的发光现象，即通过氧化还原反应释放的能量将体系中某一物质从基态跃迁至激发态，随后以辐射发光（紫外光、可见光或近红外光）的形式返回基态释放能量。

化学发光主要由化学激发过程和发光过程两部分组成。根据能量作用过程，化学发光主要分为直接发光和间接发光两类。直接发光：反应物 A 和 B 发生化学反应，释放出的化学能产生部分处于激发态的 C* 和其它物质 D，激发态 C* 弛豫返回其基态 C 时直接发出可检测的光信号。间接发光：反应物 A 和 B 同样发生化学反应产生激发态中间体 C*，C* 通过能量共振转移的方式将其能量转移给体系中存在的荧光团 F，荧光团 F 吸收能量后由基态跃迁至激发态 F*，F* 以光辐射的方式返回基态 F。通常该类化学发光的波长与荧光团 F 的荧光发射波长相一致。



由于无需外部的激发光，化学发光可以有效地避免荧光技术中由激发光存在导致的光漂白、背景荧光等问题，可在生物成像中提供了极高的检测信噪比和灵敏度。此外，原位产生的光子也可以取代传统的光诊疗系统中的激发光，实现光动力学治疗和光激活药物释放，以对深部病灶或肿瘤进行成像和治疗。因此，基于化学发光的成像及诊疗试剂具有独特的优势和广泛的应用前景。

综述系统介绍了化学发光在生物成像和治疗领域中的最新研究进展。作者在文中重点介绍了基于化学发光体底物的化学发光平台，主要包括鲁米诺及其衍生物、海萤萤光素类似物、过氧草酸酯和二氧杂环丁烷；并系统地总结了每一类平台的设计原则、传感机制和一些代表性的化学发光探针在生物成像和治疗领域中的应用。在本篇综述的最后，作者分析讨论了化学发光在生物成像和治疗方面所面临的挑战和发展前景。

该综述的第一作者为博士生杨明旺，通讯作者为樊江莉教授和新加坡南洋理工大学的浦侃裔副教授。大连理工大学为论文的第一通讯单位。综述当选 Chemical Society Reviews 当期的“Outside front cover”。

姜晓滨教授荣获 2020 年度“国际杰出青年化学工程师奖”

10 月 31 日，由中国化工学会和全球华人化工学者学会联合设立的“国际杰出青年化学工程师奖”在南京举办的“第十二届全球华人化工学者研讨会”上举行了颁奖仪式。

全球华人化工学者学会会长祝京旭院士和中国化工学会会员单位南京工业大学化工学院院长、第十二届全球华人化工学者研讨会大会共同主席范益群教授为获奖人颁奖。本届获奖者为大连理工大学精细化工国家重点实验室姜晓滨教授。

“国际杰出青年化学工程师奖”由中国化工学会（CIESC）和全球华人化工学者学会（GACCE）共同设立、评选并颁奖。该奖为国际奖项，宗旨是激励青年化学工程师投身化工事业，提升创新及应用能力，促进海内外化学工程师的学习和交流，加强国际组织后备人才的推选和培养。奖励范围为世界范围内在化工领域的科技研究与创新、国际交流与合作等方面做出突出贡献的青年工程师。奖项每年度评选表彰一次，由两家设奖单位共同向获奖者颁发奖励证书。

樊江莉教授荣获第二届中国化学会青年化学工作者委员会“菁青化学卓越奖”

2020 年 11 月 21 日，第二届中国化学会青年化学工作者委员会“菁青化学奖”颁奖仪式在大连国际会议中心举行。大连理工大学精细化工国家重点实验室樊江莉教授荣获“菁青化学卓越奖”。

“菁青化学奖”设立于 2019 年，旨在鼓励青年化学工作者进行原创性研究，进一步促进和推动我国青年化学工作者的成长，奖励和表彰在化学及相关领域做出原创性研究成果的科学工作者。“菁青化学奖”分设卓越奖、新锐奖和星火奖，每年评选、颁发一次，由中国化学会青年化学工作者委员会负责评选。本届“菁青化学奖”15 位获奖者（卓越奖 1 人、新锐奖 5 人和星火奖 9 人）从 164 位候选人中脱颖而出，获得殊荣。

樊江莉教授获得“全国石油和化工优秀科技工作者”荣誉称号

近日，中国石油和化学工业联合会公布了 2020 年度“全国石油和化工优秀科技工作者”表彰名单。大连理工大学樊江莉教授获得“全国石油和化工优秀科技工作者”荣誉称号。

据悉，“全国石油和化工优秀科技工作者”评选工作于今年 4 月启动，旨在大力推进自主创新，深入实施创新驱动发展战略，促进形成“尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造”的社会环境，表彰先进，弘扬正气，激发广大石油和化工行业科技工作者勇于攀登科技高峰，努力做好各类科技管理、服务和教育工作，积极普及石油和化工科学知识，为把我国建设成为石油和化工科技强国作出贡献。

此次评选活动得到了全国石油和化工行业生产企业、科研院所和高校等企事业单位的积极响应，经严格评审，共有 270 位候选人入选。

彭孝军院士荣获第二届大连最美科技工作者

12 月 10 日上午 9 点 30 分，“科技为民 奋斗有我”——第二届大连最美科技工作者（团队）发布仪式在大连广电中心举行。大连理工大学化工学院院长、精细化工国家重点实验室主任彭孝军院士荣获第二届大连最美科技工作者。颁奖辞是 作为全球“高被引科学家”，他学术造诣惊才绝艳。作为高校院长，他产学研结合，桃李满庭芬芳。作为中科院院士，他填补多项国家技术空白。贴近民生，自带榜样光辉。造福社会，无愧科研领路人。

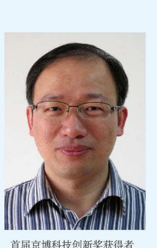
2020 年，面对突如其来的新冠肺炎疫情，全市科技工作者迎难而上、攻坚克难，在临床救治、病毒检测、疫苗研发、物质保障、大数据应用等方面夜以继日进行攻关，为社会稳定和国民经济的持续恢复提供了科技支撑。在此背景下，本场活动共通过《守护》、《铸梦》、《逐光》、《破晓》4 个发布单元，将本届获奖的 9 位最美科技工作者、3 个最美科技工作者团队，一一揭晓。本场活动由中共大连市委组织部、中共大连市委宣传部、大连市人力资源和社会保障局、大连市科学技术局、大连市科学技术协会、大连市群团组织综合服务中心以及大连新闻传媒集团联合主办，由大连新闻传媒集团财经频道承办（https://mp.weixin.qq.com/s/Uo6_JP2QugGKWAw53WGZTw）。

吕小兵教授荣获首届京博科技创新奖

近日，山东京博控股集团有限公司和中国化学会公布了 2020 年度（首届）京博科技奖——京博科技卓越奖、京博科技创新奖、京博科技进步奖获奖人名单。

大连理工大学吕小兵教授荣获 2020 年度（首届）京博科技创新奖。授奖词为“将有机化学的不对称催化合成策略巧妙地应用到主链手性高分子的精细化构筑，运用多手性中心诱导和双金属协同催化的创新思路，实现了手性高分子的高效精准合成”。

此外，李杰博士（导师吕小兵教授）的博士论文“环氧烷烃与环状酸酐的对映选择性共聚：创制立构规整性手性聚酯新材料”获得化学化工与材料京博优秀博士论文奖铜奖；李明乐博士（导师彭孝军院士）的博士论文“多功能诊疗光敏剂设计及生物医学应用研究”获得化学化工与材料京博优秀博士论文奖。


首届京博科技创新奖获得者
吕小兵教授
大连理工大学

“京博科技奖”由山东京博控股集团有限公司发起并设立，由中国化学会协办，旨在鼓励和表彰在化学化工与材料领域科学技术进步中做出突出贡献的科技工作者，调动广大科技工作者的创新积极性，促进科学技术进步和产业发展，提升国家自有技术创新能力。京博科技奖下设京博科技卓越奖、京博科技创新奖、京博科技进步奖和化学化工与材料京博优秀博士论文奖（金、银、铜、优秀、提名）四项子奖。

彭孝军院士当选 2020 年辽宁省“最美科技工作者”

近日，辽宁省科协公布了 2020 年辽宁省“最美科技工作者”名单。大连理工大学化工学院院长、精细化工国家重点实验室主任、中国科学院院士彭孝军入选。

据悉，为进一步激励广大科技工作者深入贯彻习近平总书记给袁隆平、钟南山、叶培建等 25 位科技工作者代表的重要回信精神，将爱国之情、报国之志转化为投身创新实践的实际行动，服务辽宁全面振兴、全方位振兴。辽宁省科协会同省委宣传部、省文明办、省科技厅、中科院沈阳分院和省国防科工办联合主办了 2020 年“辽宁好人 · 最美科技工作者”选树和学习宣传活动，经联合评审工作会议评审，评选出 10 名同志为 2020 年“辽宁好人 · 最美科技工作者”。他们是辽宁省奋战在抗击新冠肺炎疫情一线、脱贫攻坚一线、科技创新一线的广大科技工作者的杰出代表。

【2020 年度行业影响力人物】高分子材料创新突破者——蹇锡高

近日，以“向社会讲好化工故事”为主题的 2020 年度中国石油和化工行业十大新闻暨影响力人物发布盛典采用线上直播方式举行。大连理工大学教授、中国工程院院士、亚太材料科学院院士蹇锡高上榜 2020 年度行业影响力人物。

“他胸怀科技报国之志，长期从事高性能高分子材料设计、合成及其加工应用新技术研究，在高性能工程塑料领域做出了重大创造性成就和贡献。

他研制成功结构全新的系列新型杂环高性能工程塑料，既耐高温又可溶解，综合性能优异，成本低，解决了传统高聚物不能兼具耐高温和可溶解的技术难题，属国际首创、原始创新，处于国际领先水平，已广泛应用于航空航天、核能、电子电气、石油化工、精密机械、环保等领域。

他热心科技成果的转化，多项专利成果转化为生产力，为众多企业创新发展注入活力。

他是中国工程院院士，亚太材料科学院院士，有机高分子材料专家，大连理工大学教授蹇锡高

地址：大连市高新区凌工路 2 号 大连理工大学西部校区 F 座 212 室　邮编：116024
电话（传真）：0411-84986292　E-mail：finechem@dlut.edu.cn
网址：http://finechem.dlut.edu.cn