



中国石油大学（北京）

地址：北京市昌平区府学路18号

邮编：102249

电话：010-8973 3070

传真：010-6972 4721

邮箱：heavyoil@cup.edu.cn

中国石油大学（华东）

地址：山东省青岛经济技术开发区长江西路66号

邮编：266580

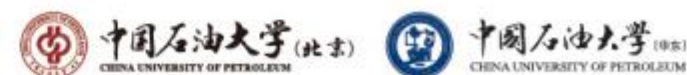
电话：0532-8698 1762

传真：0532-8698 1787

邮箱：statekeylab@hdpu.edu.cn

重质油国家重点实验室

State Key Laboratory of Heavy Oil Processing





重质油国家重点实验室
STATE KEY LABORATORY OF HEAVY OIL PROCESSING



目 录 *Contents*

前 言	01
发展历程	03
研究平台	06
研究队伍	11
人才培养	15
科研成果	16
合作交流	22
展 望	24

前言

石油，一直是人类赖以生存的主要资源，被誉为现代工业的血液，在国民经济中发挥着不可替代的作用。而重质油是常规原油中沸点 $>500^{\circ}\text{C}$ 的部分，占近50%；以及相对密度 >0.934 的重质原油（如委内瑞拉稠油、加拿大油砂沥青等）。我国自产原油不足，严重制约着我国国民经济的发展和人民生活水平的快速提高。我国原油对外依存度已经超过70%，能源安全形势十分紧迫。

目前，可开采石油正向着重质化、劣质化方向发展，科学利用重质油资源已经成为世界石油工业面临的紧迫任务。





发展历程 >>>

1989年，我国著名的石油炼制专家杨光华教授、林世雄教授等老一辈科学家预见到用足、用好宝贵的石油资源是解决我国能源安全、保障国民经济快速发展的必由之路，针对我国石油资源不足、自产原油偏重的现状，审时度势，高瞻远瞩，适时向国家计委建议，设立以提高我国重质油加工利用技术水平为研究目标的“重质油加工国家重点实验室”，并获得立项建设，成为我国迄今为止唯一以重质油为主要研究对象的国家重点实验室。杨光华教授任首届学术委员会主任，林世雄教授任首届实验室主任。



实验室建设初期，举步维艰，白手起家。参与实验室首创的老前辈和全体师生（王仁安教授、刘耀芳教授等）一道呕心沥血，起早贪黑，开始了紧张而有序的实验室装修、改造和仪器设备的购置和安装调试。为了用好仅有的120万美元世界银行贷款和420万人民币配套建设资金，大家充分调研，反复论证，3年内购置和自制了10多台套必须的仪器和设备，初步具备了进行重质油组成结构分析、分离和催化转化、热转化反应研究的实验条件，从此开启了重质油加工的系统性、创新性研究工作



林世雄、徐春明讨论实验室建设工作

1995年，实验室迎来了成立以来第一次大考—接受国家计委、科技部等部门组织的验收，实验室全体成员上下齐心，团结协作，顺利通过国家验收，正式对外开放。实验室分设在中国石油大学（北京）和中国石油大学（华东）两地。依托于化学工程与技术、动力工程与工程热物理、环境科学与工程、化学、材料科学与工程等多个一级学科，充分体现学科延伸和交叉。

1999年，实验室迎来了第一次国家评估，在实验室高层次领军人才严重短缺的情况下，经过实验室全体老师的共同努力，最终实验室以“良好”的成绩顺利通过，度过了实验室发展的最困难时期。2002年，为了应对国家对重质油这一能源和资源的紧迫、重大需求，实验室将研究领域向上拓展到重质油成因化学、重质油开采化学，向下拓展到重质油高附加值利用，并将实验室更名为“重质油国家重点实验室”，开创了实验室建设的新局面。此后在2004年、2009年和2014年，实验室以“良好”的成绩顺利通过国家评估。



经过30年的建设与发展，重质油国家重点实验室已成为在国内外有着重要影响的高水平的重质油基础性研究平台、人才培养基地和学术交流与国际合作舞台，为解决石油石化这一国家支柱产业的重大急需做出了重要贡献。

实验室逐步形成了明确的整体定位：针对国家能源重大战略需求，以重质油有效开采、高效转化与优化利用为目标，以学科前沿基础研究、共性关键技术开发为核心，着力开展重质油领域关键科学和技术问题的系统研究，发展新理论及新方法，凝聚高素质、高水平的研究队伍，开展前沿科学研究、重大技术开发、高层次人才培养和高水平学术交流的重要基地，为国家能源安全和可持续发展做出重要贡献。并且在实践中不断完善，形成了特色鲜明、稳定的三个主要研究方向：

01 重质油化学

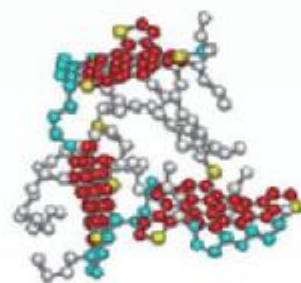
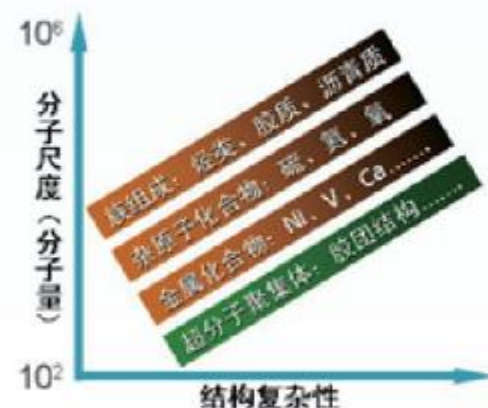
02 重质油转化利用催化剂

03 重质油转化利用工艺与工程

“重质油国家重点实验室”已经成为我国重质油基础理论研究、技术开发的重要基地，成为我国能源科技领域高端人才的摇篮和国际学术交流的重要平台，成为了产、学、研、用紧密结合的协同创新中心，并在实践中逐步形成了独特的实验室文化。



重质油



研究平台 >>>

实验室现有使用面积 15000 平方米，建成了分析测试中心、计算化学工程中心、材料研究中心等科研公共平台，一个中试基地和一个石油炼制试验厂，拥有开展重质油化学与加工应用基础研究的各种现代仪器设备，具备承担国家重大科学研究项目的基础能力。

实验室拥有大型仪器设备120余台套，配置有磁场强度为9.4T的傅里叶变换离子回旋共振质谱仪等通用分析仪器，同时还自行研制了超临界萃取分离装置等大型设备。工程中试基地目前已建成各种类型中试装置近20套，为实验室科研成果的快速转化提供了重要条件保障。石油炼制试验厂占地面积30多万平方米，原油年加工能力100万吨，是实验室重要的科研成果工业放大和示范基地。



仪器分析平台

01

催化材料表征平台

02

计算化学工程平台

03

工程中试平台

04

工业试验基地

05

(1) 仪器分析平台

仪器分析平台主要基于油品分析的基础性仪器平台,并能够独立承担科研任务。拥有实沸点蒸馏仪、气相色谱仪、液相色谱仪、质谱仪、原子吸收光谱仪,CHSN/O元素分析仪,微量S、N元素分析仪,傅里叶红外光谱分析仪,及多种油品物性分析仪器,基本覆盖了从重质油化学组成结构分析到石油加工过程各类主要产品分析。可承担重质油领域的生物标志化合物分析、重质油评价、汽油烃组成分析、高温模拟蒸馏、有机元素分析、气体组成分析等研究、测试任务,不仅满足本室的科研需要,而且面对石油、石化系统开展对外服务,接纳客座研究人员,充分提高了仪器使用效率,逐步提高仪器共享程度。



2008年度底,实验室引进了一台磁场强度为9.4T的FT-ICR-MS高分辨质谱仪,其性能达到国内同类仪器最高水平,极大地加强了实验室的基础理论研究手段。经过近5年的深入系统研究,现在已经建立了基于超临界流体萃取分离和FT-ICR-MS高分辨质谱分析的复杂化学组成与结构研究的精细分离分析表征方法,有力推进了对重质油化学结构、组成的认识逐步向“分子”层次的迈进。近年来,FT-ICR-MS高分辨质谱仪运行良好,在石油化学、有机地球化学、环境科学等领域均取得了一些成果,研究成果发表SCI二区以上论文50余篇,极大地提高了实验室在重质油化学基础研究方面的学术影响。

近5年仪器分析平台完全对外开放且运行良好,多数大型公用仪器的开机率达100%,如色谱质谱等仪器一直保持较高的开机率和开放率,服务对象除石油、石化对口行业,还扩展到化学、化工、环境、公安等领域,对外服务收费保证了分析测试平台的良性运行。单价30万元以上实验设备平均开机率超过80%。稳定的技术队伍使实验室对外服务质量得到保障,对外影响不断扩大。

(2) 催化材料表征平台

催化材料表征平台是实验室在学校的支持下,利用“十五”“211工程”建设等多方面资金,于2003年开始建设的,是顺应了化学工程学科与材料学科的交叉融合的发展趋势,搭建了培养优秀高层次人才及相关学科高技术探索实验的技术平台,发挥了新材料方向大型仪器服务科研和教学的效能。目前,大型仪器设备全部安装到位,成功发挥了研究平台支撑效能。如实验室购进的能检测到小至0.35 nm孔径的孔分布及比表面分析仪,将对复

合孔道分子筛新材料等领域的研究提供极大的便利;通过实验室和日本北海道大学催化研究中心的合作,日方赠送实验室超导核磁共振谱仪一台,该仪器能利用计算机控制自动调整探头,对50多种元素的核磁信号进行检测,对提高实验室在相关领域的研究深度十分有益。引进了一批大型公共仪器设备,如粉末X-射线衍射仪、全自动热重系统、激光粒度分析仪、电容层析成像系统以及世界上广泛认可的多相催化反应表征评价ACE装置、透射电子显微镜(含EDS能谱仪和CCD拍照系统),冷场发射扫描电子显微镜(含EDS能谱仪),宽腔固体核磁共振谱仪,波长色散X射线荧光仪,粉末X-射线衍射仪,微孔比表面积物理吸附分析仪,介孔比表面积物理吸附分析仪,6站全自动比表面及孔隙度吸附分析仪,4站全自动比表面及孔隙度吸附分析仪等,实验室公共分析测试仪器趋于完备,极大地加强了实验室的基础理论研究手段。

在学校“985”优势学科群建设的资助下,在2009年初引进并投用的由场发射环境扫描-场发射超高分辨率透射-LaBa6透射组成的电镜群,以及2013年引进的英国Renishaw公司的inVia拉曼光谱系统,配备5个激光光源,同时配备原位红外和质谱检测,是目前为止国际先进水平的激光拉曼原位反应表征系统,已成为实验室开展前沿研究的重要手段。在此平台上开展的研究工作,在Science, Angewandte Chemie International Edition, Advanced Materials, Chemistry of Materials等期刊论文30余篇,提高了实验室在催化新材料基础研究方面的学术影响。

【新引进】



(3) 计算化学工程平台

随着化学工程学科向分子模拟、分子与超分子设计、介观结构模拟、计算流体力学、多目标优化以及系统集成在内的计算化学工程方向的发展,实验室建设了特色鲜明的计算化学工程平台,配备了用于计算流体力学(数值模拟)的FLUENT,和用于计算化学(分子模拟)计算的HYPERCHEM和GAUSSIA等软件。

平台共有101个计算节点1772核，由两个并行集群组成：

1、惠普高性能计算集群。共 66 个计算节点792核，每个节点配置Intel E5-2640处理器，六核双CPU，主频为2.5GHz，内存64G，300G 15K SAS硬盘，理论浮点峰值计算性能达到15万亿次/秒。

2、曙光高性能计算集群。共35个计算节点980核，每个节点配置Intel Xeon 2*E5-2680v4 (14-core) 处理器，128GB (8*16GB) DDR4 2400MHZ RDIMMS内存，理论浮点峰值计算能力19.8万亿次/秒。



为了提高管理效率，确保重大科研项目的正常运行，计算平台出台了较为完善的高性能计算平台管理办法，并聘请专职管理人员负责平台日常管理、维护和使用安排，全力保障计算平台的合理、高效运行。

(4) 工程中试平台

工程中试平台是实验室别具特色的高水平公共研究平台，于2003年在昌平科技园区建成，占地面积6000m²。根据重质油领域基础研究和技术开发的特殊性，实验室通过引进优异性能大型仪器与自行研制关键专用实验设备相结合的方式，自行研制了20余套中试装置，主要包括：

- 1) 重质油梯级分离-硬沥青释放 100 t/a 中试装置；
- 2) 复合离子液体催化 C4 烷基化中试装置；
- 3) 水合物分离制氢中试装置；
- 4) 重质油转化催化材料/剂合成制备中试装置；
- 5) 催化加氢反应中试装置；
- 6) 多床型流化催化转化中试装置；
- 7) 大型流态化冷态实验装置群。

特别是占地1000m²的大差异颗粒混合及分级、气固循环流化床、气固环流反应器、液固组合反应器、纤维膜接触器、气固旋风分离器等8套大型冷态实验装置，配套了四套大型供风设备（通风机、罗茨鼓风机、空压机、制冷机等），总容量300千瓦；并配套了氢气示踪仪、多点压力测量仪、光纤测速测密度仪等一批测试仪器。

华东校区建成了占地1000m²的催化裂化中试平台，气固循环流化床中试平台、重油悬浮床加氢中试平台、重油固定床加氢中试平台、汽柴油加氢中试平台、木质生物质浆态床高压

加氢中试平台等。

工程中试平台的建设为推进重大关键技术的工业化应用起到了重要的桥梁作用和关键的推动作用，成为实验室平台建设的一个突出特色。如在大型流态化冷态实验装置群研究平台上完成的“重油催化裂化后反应系统关键装备技术”获得2010年度国家科技进步二等奖；在两段提升管催化裂化中试装置上完成的“提高轻质油收率的两段提升管催化裂化新技术”也获得了2010年度国家科技进步二等奖，并为“两段提升管催化裂解多产丙烯技术TMP”的成功开发提供了坚实基础；“重质油梯级分离-硬沥青释放技术”经中试放大实验后，于2009年10月在中国石油辽河石化分公司建设了1.5万吨/年工业试验装置，并运转成功；“复合离子液体催化 C4 烷基化技术”在此平台完成中试后，最终建成了10万吨/年的工业生产装置，于2013年8月6日顺利开车成功并累计运行超过180天，表现出良好前景；“催化裂化汽油加氢改质技术-GARDES”也是在此平台开发成功的，现已推广应用于12套工业装置，自2013年8月以来已相继开工，生产出了硫含量分别低于50mg/kg和10 mg/kg的国IV/国V标准清洁汽油调和组分。重油悬浮床加氢中试平台和汽柴油加氢中试平台为“FDS-1柴油加氢生成国V柴油技术”和“重油悬浮床加氢技术”的工业化试验和大规模工业化应用提供了重要支撑。与国际知名石化公司Shell合作的“催化裂化加工生物原料”，“生物油脂加工过程中的酸水乳化研究”等项目也在实验室完成了长周期中试运行。另外，水合物用于气体分离的技术是一项原创性成果，其放大试验的成功将把气体分离技术带进一个崭新的领域。

(5) 工业试验基地

坐落在中国石油大学（华东）校区的校办“胜华教学实验厂”是一座原油加工能力 100万吨/年的小型炼油厂，占地100多亩，固定资产5.6亿元，拥有重油催化裂化、超临界溶剂脱沥青、氧化沥青等20余套主要炼油化工装置，年产值70多亿元。“胜华教学实验厂”作为重质油国家重点实验室新开发技术的工业试验基地，一直为重质油国家重点实验室的科学研究和技术开发工作走上良性循环发挥着极其重要的桥梁作用。如“催化裂化汽油加氢改质技术-GARDES”及Shell合作完成的“催化裂化加工生物原料”技术、FDS-1柴油加氢催化剂等的工业应用试验就是在此完成的。





研究队伍 >>> Research Team

实验室实行主任负责制和学术委员会评审制。杨光华教授任首届学术委员会主任，林世雄教授任首届实验室主任。

目前，第五届学术委员会由15位著名专家组成，学术委员会主任为曹湘洪院士，实验室主任为高金森教授。



杨光华



林世雄

历届实验室主任名单

姓名	高金森	徐春明	王仁安	林世雄
任职起始时间	2008	1998	1995	1993

历届实验室学术委员会主任名单

姓名	曹湘洪	阙国和	时铭显	林世雄	杨光华
任职起始时间	2009	2008	2004	1996	1993



曹湘洪



徐春明



何盛宝

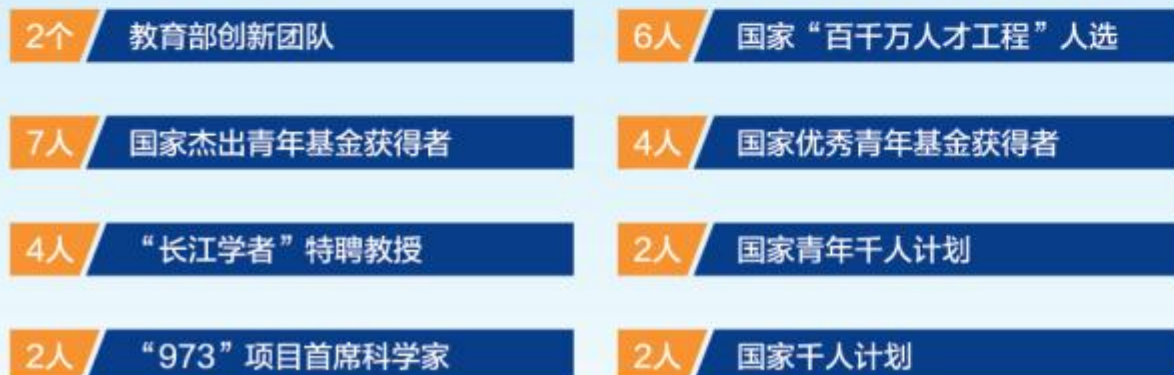


高金森

第五届学术委员会名单

职务	姓名	职称	专业	工作单位
主任	曹湘洪	院士	化学工艺	中国石油化工集团公司
副主任	徐春明	院士	化学工艺	中国石油大学（北京）
	何盛宝	教授	化学工程	中国石油天然气集团公司
委员	李静海	院士	化学工程	中国科学院过程工程所
	谢克昌	院士	化学工艺	太原理工大学
	舒兴田	院士	工业催化	中国石化石油化工科学研究院
	高从堦	院士	化学工程	杭州水处理技术开发中心
	蹇锡高	院士	化学工程	大连理工大学
	严纯华	院士	无机化学	北京大学
	韩布兴	院士	物理化学	中国科学院化学研究所
	陈建峰	院士	化学工程	北京化工大学
	祝京旭	院士	化学工程	West Ontario University
	魏 飞	教授	化学工程	清华大学
	山红红	教授	化学工艺	中国石油大学（北京）
	高金森	教授	化学工艺	中国石油大学（北京）

目前，实验室固定人员80人左右，教授比例70%左右。在重质油化学、重质油转化利用催化剂、重质油转化利用工艺与工程等方向逐渐建成了相对稳定的研究团队。实验室高度重视人才队伍建设，在对外引进优秀人才的同时，也加强对现有研究人员的培养。



- ◎ 中国科学院院士：徐春明；中国工程院院士：孙金声
- ◎ 国家杰出青年基金获得者：徐春明、高金森、陈光进、刘植昌、侯建、戴彩丽、孙晓明
- ◎ 973项目首席科学家：卢春喜、孙宝江
- ◎ “长江学者奖励计划”特聘教授：高金森、赵震、孙宝江、戴彩丽
- ◎ 国家“百千万人才工程”入选者：徐春明、姚军、孙金声、戴彩丽、刘晨光、田原宇
- ◎ 创新人才推进计划领军人才：徐春明、孙晓明
- ◎ 创新人才推进计划中青年科技创新领军人才：刘植昌、戴彩丽、侯健、吴明铂
- ◎ 国家优秀青年科学基金获得者：李永峰、蓝兴英、赵亮、刘蓓
- ◎ 全国优秀教师：徐春明

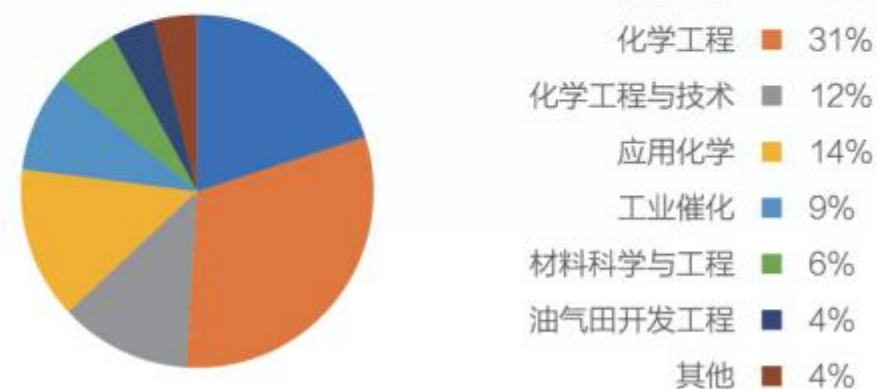
实验室固定人员职称结构



实验室固定人员年龄结构



实验室固定人员学科结构





人才培养 >>>

实验室高度重视培养具有良好科学素质和科研能力的研究生，目前在读博士生200余人，硕士生700余人。研究生已成为实验室开展创新性研究的重要力量。

在研究生培养方面，立足“石油石化”领域特色，放眼“化学化工”大学科，在注重整体**提高培养质量、坚持内涵发展**的同时，加强“工程化”和“国际化”能力培养，实现“**一体两翼**”培养战略，探索出了一条立足学科前沿、针对重大需求，强化“工程化”和“国际化”能力培养的创新人才培养新模式。



科研成果 >>>

实验室紧密围绕重质油的高效转化与优化利用，深入开展应用基础研究和关键技术开发，瞄准学科前沿，加强多学科交叉与融合，开展应用基础研究，取得一系列创新性成果；同时，研发了一批重质油领域的关键技术，在满足国家需求方面做出了不可替代的突出贡献。实验室以**第一完成单位**共获：

-  国家技术发明二等奖**1**项
-  国家科技进步二等奖**4**项
-  教育部自然科学一等奖**2**项
-  省部级科技奖励一等奖**43**项
-  授权发明专利**946**项
-  出版专著**12**本
-  发表研究论文**5000**余篇



重质油化学

在过去几年中出版专著2部,在《中国科学》上组织两期专刊,发表论文80余篇,连续主办4届“重质油化学”国际会议,形成了较大的国际影响。

复合离子液体碳四烷基化新技术



中国石油哈尔滨石化公司碳四装置催化装置



中国石化九江石化公司碳四烷基化装置

高汽油收率低碳排放系列催化裂化催化剂工业应用

大分子在催化裂化催化剂的扩散控制和选择性转化等问题，在Y沸石高度介孔化和中大孔载体材料B酸化等方面取得突破，营造了有利于原料油大分子向汽油分子可控转化的反应环境，开发出高汽油收率低碳排放系列催化剂。项目团队发明的高活性介孔Y沸石活性组分材料，活性提高10个百分点，介孔体积相对增加67%，促进了汽油分子的快速扩散，减少了二次转化和氢转移反应，在焦炭产率相对降低5%的同时，汽油收率提高1.45个百分点，解决了高汽油收率与低焦炭产率相互制约的技术难题。该项目还首创了富含B酸的中大孔硅铝载体材料，突破了在载体上难以创造丰富B酸的技术难题，孔体积和孔径分别分别提高3倍和10倍以上，在国际上首次实现了B/L酸大于1，强化B酸主导的催化裂化反应，减少焦炭生成，在转化率提高1.45个百分点的同时，焦炭产率相对降低8.4%，解决了高转化率与低焦炭产率的突出矛盾。

满足国家第四阶段汽车排放标准的清洁汽油生产成套技术开发与应用

技术路线图

该技术获授权发明专利33件、形成技术秘密18件,已建成投运装置18套(总加工能力达1270万吨/年),截止2014年12月底,新增销售额372987万元,新增利润169620万元,新增税收84255万元。

重油催化裂化后反应系统关键装备技术

催化裂化是典型的快速平行-串联反应，目的产品是反应的中间产物，为了实现目的产品收率的最大化，需要控制反应时间在2~3秒之间，裂化后的油气通过后反应系统进入产品分馏系统。后反应系统是指油气从提升管反应器出口到离开沉降器所涉及的一系列装备，其核心是提升管出口快分系统，主要功能是抑制油气二次反应和回收催化剂，以实现理想的产品分布和装置的长周期运转。高效快分系统要求必须在同一台设备内同时达到“三快”和“两高”的要求，“三快”是指“油剂的快速脱离”、“分离催化剂的快速预汽提”和“分离油气的快速引出”，“两高”是指“催化剂的高效分离”和“高油气包容率”（即返混进入沉降器空间的油气量要小）。实验室在中国石油天然气集团公司等单位的大力支持下从1993年开始，摸索出了一套实现催化裂化快分系统“三快”和“两高”要求的有效途径，开发出4种不同构型的新型提升管末端快分系统，可以满足我国目前存在的所有类型的催化裂化装置，并在48套工业装置中成功应用，创造了巨大的经济效益和显著的社会效益，同时也提升了我国催化裂化装置关键装备的技术水平。该技术不仅适用于新装置设计，而且也很容易在老装置上实施技术改造，以最大限度提高装置轻油收率，延长装置运行周期，总体已达到国际先进水平。另外，实施本技术通常所需投资仅为国外同类技术的1/20~1/10，具有明显的技术和市场价格竞争力。该成果获2010年度国家科技进步二等奖。



提高轻质油品收率的两段提升管催化裂化新技术

催化裂化工艺是典型的多相流态化反应过程，重油原料在流态多变的提升管反应器内发生相互耦合的多相流动、传热、传质及平行-顺序快速反应，并伴随催化剂迅速失活。由于轻质油品为平行-顺序反应网络的中间产物，而目前反应器内的反应环境与反应特征不匹配，导致轻质油品收率损失，干气和焦炭产率高，且产品质量恶化。实验室基于计算流体力学理论分析和工业提升管在线采样分析研究，建立了“有效抑制干气和焦炭生成的强化催化裂化”理论，并基于该理论发明了TSRFCC新技术，该技术用“两段提升管反应器”取代单一提升管反应器，通过与再生器优化耦合，构成具有两路催化剂循环的新型反应再生系统，成功实现了新鲜原料和循环油在条件各自优化的每段提升管中进行反应、每段提升管引入再生剂进行催化剂接力，并可灵活提高剂油比的创新工艺方法，具有极大的操作灵活性。截至***年已有12套工业装置应用该技术，累计加工能力达900万吨/年。应用结果表明，该技术操作灵活，运行平稳，与现有技术相比，①轻质油品收率提高1.5~2.0个百分点。②干气产率降低1.5~2.0个百分点，③柴油密度减小，十六烷值提高3~8个单位。成果获得2010年度国家科技进步二等奖（第一完成单位）。



高含水油田优势通道定量描述与调控技术及工业化应用

我国90%油田是水驱开发，水驱采收率为31.5%，聚合物驱后转水驱，其采收率也仅有50%左右。提高水驱采收率是油田开发永恒的主题。我国油藏以陆相沉积为主，非均质严重，长期水驱优势通道发育，导致注入水的低效、甚至无效循环，构成了水驱采收率低的关键因素。调控优势通道、实现均衡水驱是改善水驱、提高水驱采收率的主要技术方向。

在优势通道定量描述的基础上，分别针对常规水驱油田和聚驱后转水驱油田，提出调控理念，建立相应的调控方法，发明配套的调控材料，形成独具特色的四项调控技术。（1）创建了优势通道的定性识别、定量描述与预测方法，以图版的快速识别替代了模糊评判，以井组示踪剂解释替代了井间示踪剂解释，并实现了优势通道的定量预测，提高调控措施的有效率10~30%。

（2）发明了区块整体堵调决策技术，创建了常规水驱油藏以“区块整体调剖”、“2+3”和“油井堵水与化学剂吞吐结合”为特色的优势通道调控技术，实现了常规水驱油田提高采收率最大可达5%。（3）创建了聚驱后利用地层残留聚合物调控优势通道技术，实现了聚驱后转水驱油藏无效水低产出及聚合物驱增效目的，达到了投入少、产出高、绿色环保的目标。

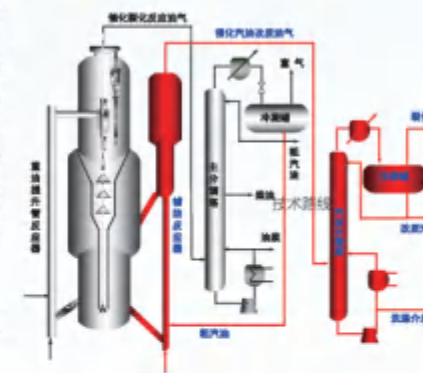
截至2009年底，该技术已成功应用于三大石油公司的18个主要油田，占全国油田总数的90%以上，累计措施近2500井次，增产原油增产油量120万余吨，总产值69.6亿元。获2010年度国家科技进步二等奖（第一完成单位）。



催化裂化汽油辅助反应器改质降烯烃技术的开发和应用

为了低成本、损失小地有效降低催化裂化汽油的烯烃含量至18v%以下，满足国III排放标准，该技术在现有常规工业催化裂化装置上，增设一个由输送床和湍动床相耦合的辅助反应器单独对催化裂化汽油进行改质，促进了氢转移、异构化、环化、芳构化等反应，抑制了裂化和缩合反应，有效地解决了以往技术存在的降烯烃带来辛烷值损失的难题，创新性强，已获10项国家发明专利授权，拥有自主知识产权。

在中国石油抚顺石化公司150万吨/年等5套重油催化裂化装置上成功工业化。工业应用结果表明，该技术工艺简单，易于实现，在汽油烯烃含量由50v%左右降至18v%以下，辛烷值略有增加，改质过程的干气加焦炭损失小于装置总进料的1.0wt%，由催化裂化装置可直接生产国III清洁汽油，解决了汽油烯烃含量超标严重的问题，取得了良好的社会效益和经济效益。从而为我国炼油工业及时为市场提供国III汽油奠定了技术基础，为环境保护事业做出了应有的贡献。中国石油和化学工业协会的技术鉴定意见为：该技术构思新颖，创新性强，实用性广，达到国际先进水平。获2006年度国家科技进步二等奖。



提高轻油收率的深度延迟焦化技术

高效利用劣质重油是世界炼油工业普遍面临的重大课题，重油轻质化有加氢、脱碳两种途径，但劣质重油目前只能通过焦化脱碳工艺处理。2015年中国原油消费约5亿吨，产生重油约3亿吨，延迟焦化处理1.2亿吨。寻求以煤制油的中国每年副产3000万吨固体石油焦，浪费了宝贵的石油资源。降低石油焦产率、提高轻质油品收率是延迟焦化技术进步的关键，符合国家重大战略需求。本项目基于重质油热反应化学和辐射传热理论，开发了结焦速率低、停留时间长、处理量大、轻油收率高的深度延迟焦化技术。

该技术研发始于上世纪80年代的基础研究，90年代基于基础研究剖析了国外先进技术并在解决生产实际问题过程中，形成优于国外同类技术的深度延迟焦化技术：单程处理量比国外最先进技术提高50%，注汽量降低50%，清焦周期延长1倍；工业标定数据表明，石油焦产率平均降幅达10%。全部采用该技术每年可为企业减少300万吨以上石油焦，相当于增加一个小型油田的产量。

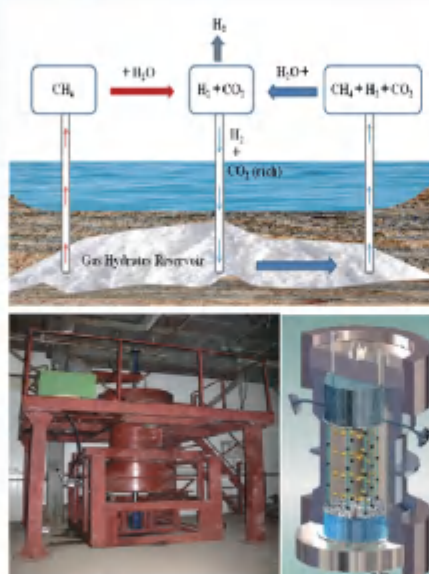
该技术获授权专利27项，成功应用于50多套工业装置，总加工量超过5500万吨/年，接近全国延迟焦化总规模的50%，每年减少石油焦130万吨以上，其中7家应用企业近三年新增利润20多亿元；该技术与壳牌、巴西、加拿大等国外石油公司开展了实质性合作；获得了中国主要炼油企业的高度肯定，2010年中国石化总公司发专文推广；入选体现中国21世纪炼油技术水平、具有国际竞争力和独立知识产权的16项外推专有技术之一。



天然气水合物成藏机理及开采原理模拟实验技术与装置

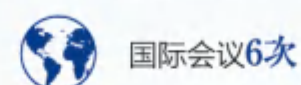
为研究天然气水合物成藏机理和分布规律，开发高效、安全的天然气水合物开采方法，提出了微观与宏观、理论模拟与实验相结合的多尺度、多维度研究策略，研发了多尺度、多维度天然气水合物成藏机理及开采原理模拟实验装置，研发了天然气运移、水合物形成与聚集全过程的原位动态模拟实验技术，开发了新型CO₂/H₂O乳液置换、以及利用CO₂和H₂的混合气体开采天然气水合物新方法，为突破天然气水合物开采速率慢、效率低的瓶颈问题提供了新途径。获得了大量的实验数据，形成了系统规律性认识，获得11项中国发明专利和1项实用新型专利授权。

相关成果为中海油研究总院、中石油勘探开发研究院、伊朗石油工业研究院、中石化华北分公司等天然气水合物勘探开发的相关研究和方案设计提供了关键数据和技术支撑。专家鉴定意见认为总体技术达到国际先进水平，其中大尺度实验装置及水合物开采模拟技术达到国际领先水平。获2016年度中国石油和化工自动化应用协会技术发明一等奖。



合作交流 >>>

实验室公共研究平台全面对外开放，设置开放课题，建立访问学者制度，吸引国内外优秀人才来室开展前沿性基础研究工作。每年派出多批研究人员到国外讲学、进修、参加学术会议，同时邀请国外专家、学者来实验室讲学、访问，多次举办重油加工与利用相关领域国际学术会议。近5年来，共承办



国际会议6次



区域性会议3次



国内会议7次



应邀大会 / Keynote报告等100余人次



10th Symposium on Heavy Petroleum Fractions:
Chemistry, Processing and Utilization

国际会议一览表

会议名称	会议主席	会议日期
8th Symposium on Heavy Petroleum Fractions: Chemistry, Processing and Utilization	徐春明	2014 / 10 / 22
9th Symposium on Heavy Petroleum Fractions: Chemistry, Processing and Utilization	徐春明	2016 / 05 / 24
10th Symposium on Heavy Petroleum Fractions: Chemistry, Processing and Utilization	徐春明	2018 / 09 / 19
AFOB Summer Forum 2016 (2016年亚洲生物工程夏季论坛)	高 福	2016 / 08 / 01
第二届中国-沙特炼油科技论坛	山红红	2014 / 10 / 20
化工过程强化学科发展战略研讨会	徐春明	2015 / 08 / 01
化工过程强化学科发展战略研讨会	徐春明	2016 / 09 / 01
中国化工学会2017年会重质油化学与加工分会	高金森	2017 / 10 / 01
中国-沙特石油科技论坛	山红红	2015 / 10 / 01

实验室注重与国内外研究机构开展合作和交流，目前承担了国家教育部“重质油化学与开发技术创新引智基地”（“111”）等国际合作项目，实验室与加拿大Suncrude 研究中心、英属哥伦比亚大学等国际知名研究机构和学校建立了长期稳定的合作与交流关系。与加拿大卡尔加里大学合作成立了联合重油技术研究中心。遵循“开放、流动、联合、竞争”的方针，重质油国家重点实验室热忱欢迎国内外科学家来室开展合作与交流。



展 望 >>>

展望未来，实验室机遇与挑战并存，任重而道远！我们将进一步聚焦学科前沿和石油石化行业重大技术需求，加强多学科交叉与融合，继续开展基础研究和应用基础研究，针对重质油化学结构、劣质重油轻质化、清洁油品生产、重质油高值化利用等难题，通过创新利用重质油化学平台、创新传统技术与开发非常规技术融合、大力推广清洁油品生产技术，同时，发展装备新材料和功能新材料，力争取得创新性成果，为促进行业进步和社会发展作出贡献。