010-62782508

ndbgs@tsinghua.edu.cn

www.depe.tsinghua.edu.cn

北京市海淀区清华大学能源与动力工程系

官　微

清能动力

清研动力

清華大學 能源与动力工程系

Department of Energy and Power Engineering, Tsinghua University

清華大學

能源与动力工程系

目录

CONTENTS

本系概况 …… 01

师资队伍 …… 02

人才培养 …… 11

研究机构 …… 20

科学研究 …… 26

主要获奖 …… 62

国际合作 …… 63

杰出系友 …… 65

校友工作 …… 69

清华大学
能源与动力工程系
期待与您共创辉煌！

系主任寄语

DEAN'S WELCOME

能源是人类赖以生存的物质基础，动力是维系现代工业运行的基本条件。清华大学能源与动力工程系以服务建立清洁、低碳、安全、高效的能源转化利用系统和先进动力系统这一国家能源动力领域的重大需求，以解决能源动力基础性、前瞻性和战略性重大前沿科技问题为目标，坚持科学研究与人才培养、立德树人有机结合，取得了一系列重要创新性成果，为引领我国动力工程及工程热物理学科发展、能源技术革命和解决动力技术卡脖子问题做出了重要贡献。

九秩芳华，血脉相承。清华大学是我国动力工程及工程热物理学科的发源地之一。能源与动力工程系起源于 1932 年的机械工程系原动力工程组，1952 年成立动力机械系，1978 年更名为热能工程系，2017 年正式更名为能源与动力工程系。90 多年来，培养了大量治国栋梁、学术大师和行业领袖，他们始终坚持以发展祖国能源动力事业为己任，躬身践行清华大学校训“自强不息、厚德载物”，爱国奉献、追求卓越，为能源与动力事业发展起到了至关重要的作用。

服务国家，创新引领。清华大学能源与动力工程系围绕热流科学、清洁能源、先进动力、能源战略开展高水平人才培养和科学研究，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，统筹结合发展科技第一生产力、培养人才第一资源、增强创新第一动力，加强国际合作和交流，加快实现高水平科技自立自强，高质量服务国家“碳达峰碳中和”战略目标。

三位一体，树人育才。清华大学能源与动力工程系秉承教育、科技、人才“三位一体”融合发展理念，在服务国家重大需求的科研活动中解决关键问题、培养创新人才。多次学科评估名列前茅，正在迈向世界顶尖的人才培养基地和世界领先的科学研究中心。

当前，清华大学正努力开拓中国特色世界一流大学高质量发展新局面，能源与动力工程系全体师生将不忘初心、砥砺前行、勇攀高峰，努力为我国和人类的能源动力事业及相关领域的发展，为实现“双碳”目标和科技自立自强，为实现中华民族伟大复兴的中国梦做出我们“能动”人应有的更大贡献！

清华大学
能源与动力工程系
主任 | **胥蕊娜** 教授

本系概况

ABOUT THE DEPARTMENT

清华大学能源与动力工程系的前身是 1932 年设立的机械工程学系原动力工程组，1952 年成立为动力机械系，1978 年改名为热能工程系，2017 年更名为能源与动力工程系。现下设“热能工程”、“工程热物理”、“燃气轮机”、“热能动力仿真与控制”和“流体机械及工程”5 个研究所，建有“清华大学燃烧能源中心”。同时，系内设有“AI 赋能能源动力技术创新研究中心”、“燃料电池与储能创新研究中心”、“空天能源动力创新研究中心”3 个跨所研究中心。

能源与动力工程系设有“能源与动力工程”本科专业和“动力工程及工程热物理”一级学科，下设“工程热物理”、“热能工程”、“动力机械及工程”、“流体机械及工程”4 个学科方向，可授予工学学士、硕士和博士学位，以及能源、环保、能源动力领域的工程博士学位和动力工程、能源动力、工程管理领域的专业硕士学位。依托本系建设的动力工程及工程热物理一级学科和学位点在历次全国评估中名列前茅。

能源与动力工程系将立德树人作为根本任务，贯彻价值塑造、能力培养、知识传授“三位一体”教育理念和培养模式，推进全员、全过程、全方位育人“三全育人”体系建设，倡导“又红又专”育人风格，建立起内容丰富、结构完整、形式新颖的本科生和研究生培养体系。广大教师教书育人，90 多年来共培养各类毕业生近万名，其中院士 18 位，许多系友成为高校、产业、创业、国家治理、社会服务等方面的杰出人才。连续 14 年获评清华大学就业工作先进单位。

能源与动力工程系始终坚持面向本领域世界科技发展前沿，面向国民经济建设主战场，面向国家重大需求，开展高水平基础研究和关键技术攻关，在热流科学理论创新、重大技术突破、科技成果转化等方面成就斐然，取得了以 600MW 超临界循环流化床锅炉技术、极端条件下主动热防护理论与关键技术为代表的一大批科研成果，获得国家级科技奖励 26 项，省部级科技奖励 120 余项，为国家能源、动力、国防、航空、航天及环境保护等领域的发展做出了重要贡献。

从破土而出到国之栋梁，从芽苞初放到桃李满园，清华大学能源与动力工程系在各级党组织的坚强领导下，经过几代人的踔厉奋发接续奋斗，走过了 92 载光辉历程。展望未来，能源与动力工程系将锚定国家能源结构转型和动力技术变革的重大需求，把握全球气候变化治理和人工智能技术发展的重大机遇，向着世界一流学科前列稳步前进，培育更多堪当大任的时代新人，产出更多更高水平的科技成果，为我国实现人才强国、科技强国，为人类社会文明进步做出更大贡献。

1

2

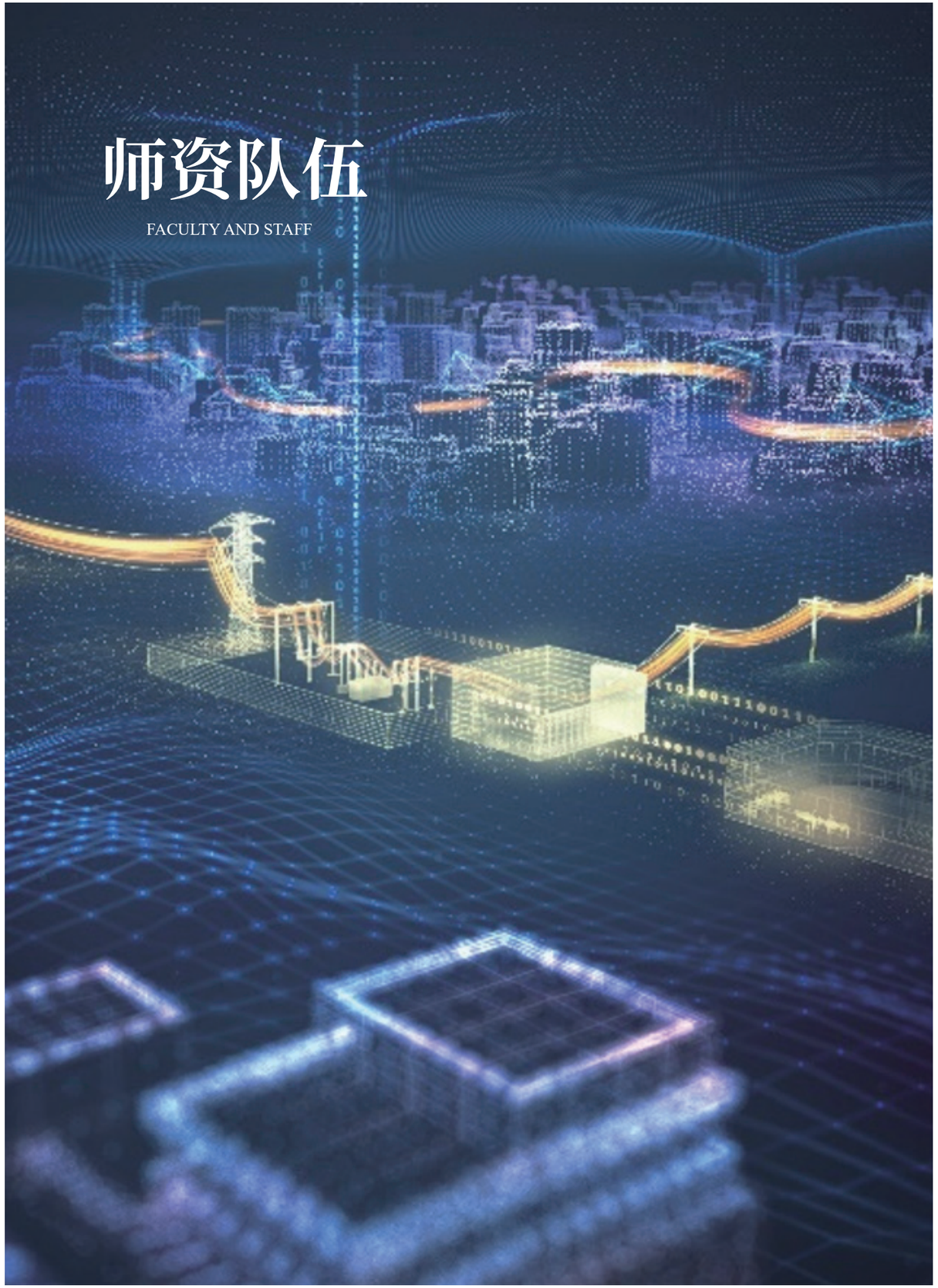
1 能源与动力工程系系名揭牌仪式

2 能源与动力工程系系名揭牌仪式参会人员合影

学科建设目标

2030 年中期目标：引领我国动力工程及工程热物理的学科发展建成世界一流、中国特色、清华风格的人才培养体系；在能源与动力领域产出一批具有前瞻性和原创性重大成果，为我国能源技术革命做出重大贡献。

2050 年远期目标：引领国际能源动力领域的学科发展，成为能源动力领域国际领军人才的培养基地、顶尖创新研究引领平台和重大革命技术储备智库。



师资队伍

FACULTY AND STAFF

能源与动力工程系始终坚持把师资队伍建设放到学科发展的首要地位，积极采取多种措施优化师资队伍结构，提升整体建设水平，培养和引进了一批在能源与动力领域具有重要学术影响并处于国际学术前沿的学科带头人。

正高级职称 42 人

副高级职称 44 人

中级职称 11 人

其中，

1 位中国科学院院士：姜培学

3 位中国工程院院士：倪维斗、岳光溪、吕俊复

1 位美国工程院及艺术科学院院士

1 位英国皇家工程院院士

3 位北京市教学名师：姜培学、姚强、史琳

10 位国家高层次人才计划入选者

姚　强、姜培学、李　政、韩敏芳、段远源
李水清、孙　超、胥蕊娜、史翊翔、符泰然

14 位国家青年人才计划入选者

胥蕊娜、史翊翔、游小清、杨　斌、许雪飞
Damir Valiev 、刘　培、祝银海、周　会
刘有晟、曹海山、王兴建、隋　然、梁文恺

倪维斗
中国工程院院士

岳光溪
中国工程院院士

姜培学
中国科学院院士

吕俊复
中国工程院院士

热能工程研究所

始建于 1932 年，前身为清华大学机械工程学系“原动力工程教研组”，主要从事能源清洁高效低碳转化及利用的基础和应用研究。近十五年来，牵头承担 4 个 973 计划项目，以及 40 余个 863 计划、科技支撑计划、重点研发计划、国际重大合作项目和 973 课题。年均科研经费 5000 多万元、发表 SCI 检索论文 1000 多篇、获授权发明专利近 200 项；作为第一完成单位或第一完成人，获得国家科技进步一等奖 1 项、国家科技进步二等奖 1 项、省部级科技一等奖 10 余项。

主要研究方向包括：

- 燃料特性与燃烧基础理论
- 气、液、固多相流动理论
- 循环流化床燃烧理论与技术
- 煤粉燃烧与煤气化理论与技术
- 燃烧源污染物排放控制
- 固体废弃物及生物质资源化利用
- 储能、氢能与燃料电池技术
- 化学链燃烧理论与技术
- 新型燃烧技术
- CO_2 捕集与利用及能源生态学

岳光溪 | 教授
010-62787234
ygx-dte@tsinghua.edu.cn
中国工程院院士
流化床燃烧理论和技术、煤气化

吕俊复 | 教授
010-62792647
lvjf@tsinghua.edu.cn
中国工程院院士
循环流化床、生物质直燃、气液两相流与水动力

姚强 | 教授
010-62782108
yaoq@tsinghua.edu.cn
燃烧、污染及细颗粒污染控制、废弃物热处置

祁海鹰 | 教授
010-62796036
hyqi@tsinghua.edu.cn
燃煤污染控制、多相流、重型燃机燃烧室

由长福 | 教授
youcf@tsinghua.edu.cn
煤燃烧及污染防治、能源数字化、土壤修复固碳

张衍国 | 教授
010-62773188
zhangyg@tsinghua.edu.cn
废弃物能源化与资源化

禚玉群 | 教授
zhuoyq@tsinghua.edu.cn
燃煤污染控制、新能源利用

张海 | 教授
010-62773153
haizhang@tsinghua.edu.cn
洁净煤技术、燃烧机理

李水清 | 教授
010-62788506
lishuiqing@tsinghua.edu.cn
低碳灵活发电、颗粒动力学、能源材料合成、新型空间推进

张建胜 | 教授
010-62780482
zhang-jsh@tsinghua.edu.cn
气化、流化床和粉煤燃烧及污染控制

杨海瑞 | 教授
010-62773384
yhr@tsinghua.edu.cn
流态化转化技术、热化学储能、灰渣资源化利用

刘青 | 研究员
010-62781743
liuqing@tsinghua.edu.cn
流化床燃烧及其污染物控制

王淑娟 | 教授
010-62795028
wangshuj@tsinghua.edu.cn
CO_2 捕集与封存、可再生能源、盐碱地区生态修复

史翊翔 | 教授
010-62789955
shyx@tsinghua.edu.cn
氢能与燃料电池、中温吸附分离技术

黄中 | 研究员
010-62781559
huangzhong@tsinghua.edu.cn
流化床燃烧

张缦 | 研究员
010-62781559
zhangman@tsinghua.edu.cn
煤燃烧理论与技术

李振山 | 教授
010-62792478
lizs@tsinghua.edu.cn
CO_2 捕集、制氢储能和气固反应等

宋蔷 | 副教授
010-62781740
qsong@tsinghua.edu.cn
太阳能燃料、工业污染控制、稠油热采

佟会玲 | 副研究员
010-62795350
tonghl@tsinghua.edu.cn
燃煤污染控制

常东武 | 高级实验师
rnxcdw@tsinghua.edu.cn

杨锐明 | 高级工程师
yangrm@tsinghua.edu.cn

李清海 | 副研究员
010-62773188
liqh@tsinghua.edu.cn
工业锅炉、太阳能光伏 / 光热利用

吴玉新 | 副教授
010-62799641
wuyx09@tsinghua.edu.cn
清洁燃烧，多相流及其数值模拟

卓建坤 | 副研究员
010-62781740
zuojk@tsinghua.edu.cn
污染物控制、生物质资源化利用

周托 | 副研究员
010-62799641
zhoutuo@tsinghua.edu.cn
分布式能源、污染物控制

张扬 | 副教授
010-62773153
yang-zhang@tsinghua.edu.cn
特殊燃料、近极限燃烧理论及技术

赵永敢 | 副研究员
010-62796608
zhaoyonggan@tsinghua.edu.cn
盐碱地生态修复与高效利用

周会 | 副教授
010-62773188
huizhou@tsinghua.edu.cn
能源催化、生物质能、二氧化碳转化与氢能存储

王海名 | 副研究员
010-62785669
wang2020@tsinghua.edu.cn
污染物控制、制氢、固废处置

柳冠青 | 副研究员
liugqthu@mail.tsinghua.edu.cn
低碳能源智联、颗粒动力学、空间动力技术与试验

李爽 | 助理研究员
010-62782294
shuangli@tsinghua.edu.cn
氢能利用、气体净化分离

龚迎莉 | 工程师
010-62785701
ylgong@tsinghua.edu.cn

孙新玉 | 工程师
010-62785701
xinyu@tsinghua.edu.cn

工程热物理研究所

工程热物理研究所始建于 1952 年，由国际著名工程热物理学家、中国科学院院士王补宣教授担任第一任教研组主任（至 1984 年）。研究所多年来紧密围绕国民经济发展和国防建设的重大需求，聚焦热科学领域国内外研究热点与学术前沿，注重基础热科学问题的探索并与实际相结合，针对低碳能源与先进空天动力、制冷与低温、节能减排、非常规油气勘探开发、微机电系统及交叉学科领域中的重大热科学技术问题开展研究。曾获得国家自然科学奖二等奖 1 项，国家技术发明奖二等奖 2 项，以及其他国家和省部级科学技术奖 20 余项。授权百余项中国及国际发明专利，在国内外权威学术期刊发表了大量高水平论文。

主要研究方向包括：

- 微 / 纳流动与换热
- 凝结与沸腾换热
- 多孔介质中流动与换热
- 流体工质热物性与能量系统优化分析
- 动力工程与航天航空领域中的热传递与热管理
- 新型空调制冷系统及能源资源的高效利用
- CO_2 封存与资源化利用
- 热物理参数测量方法与技术

姜培学 | 教授
010-62772661
jiangpx@tsinghua.edu.cn
中国科学院院士
北京市教学名师
传热传质学、超临界流体、多孔介质及微纳尺度热传递、航天器热防护、地热与太阳能利用、非常规能源开发与碳封存利用

史琳 | 教授
010-62787613
rnxsl@tsinghua.edu.cn
北京市教学名师
热力学与节能评价、中低品位能量利用、蓄能与分布式供能、环保制冷剂

段远源 | 教授
010-62796318
yyduan@tsinghua.edu.cn
工程热力学、流体的热物理性质、中低品位能源利用、能源系统分析

吴晓敏 | 教授
010-62770558
wuxiaomin@tsinghua.edu.cn
表面润湿性及调控、液滴动力学、微纳尺度传热传质、结霜 / 冰调控及防结霜 / 冰技术、相变强化传热与换热器技术、空调制冷及低温工程中的传热传质、制冷系统性能分析及优化设计、环保节水及节能技术等

胥蕊娜 | 教授
010-62792294
ruinaxu@tsinghua.edu.cn
微 / 纳通道流动与热质传递、非常规油气勘探开发中多相渗流、二氧化碳地质利用与封存技术、航天飞行器热防护与热管理技术、工程热物理融合机器学习及应用

符泰然 | 教授
010-62786006
trfu@tsinghua.edu.cn
光学测量、辐射温度与热物性、辐射传热、安全工程等

杨震 | 副教授
010-62772299
zhenyang@tsinghua.edu.cn
太阳能蓄储和发电技术、生物医学工程多孔介质传热传质、高效能源动力设备中液膜蒸发、冷凝传热研究及应用

李辉 | 高级工程师
010-62797686
hui-li@tsinghua.edu.cn
热泵、吸收制冷、海水淡化和热管等中开展相变传热传质过程实验研究，强化沸腾和凝结换热实验技术研究

祝银海 | 副教授
010-62797038
yinhai.zhu@tsinghua.edu.cn
可再生及低品位能源转化和利用、飞行器热防护和热管理

曹海山 | 副教授
010-62793559
haishancao@tsinghua.edu.cn
微型低温制冷：节流制冷、吸附制冷、热电制冷，无定形冰生物材料低温保存、冰胶电子束光刻

宋昱 | 助理研究员
010-62781236
ysong@tsinghua.edu.cn
低温传热、微尺度两相流动、生物热物理

王超 | 助理研究员
010-62771415
cwang112@mail.tsinghua.edu.cn
传热传质机理与规律，飞行器热防护与热利用技术，紧凑式换热器设计与测试技术

戴晓业 | 助理研究员
010-62794535
daixy@mail.tsinghua.edu.cn
能源系统优化与佣分析方法；制冷剂 / 工质设计开发；制冷剂 / 工质热稳定性与高效降解

曾克成 | 助理研究员
zkc@mail.tsinghua.edu.cn
微纳尺度表界面热质传递，非常规油气勘探开发及 CO_2 增产，碳捕集与地质封存，大规模地质储氢，微纳多孔吸湿

燃气轮机研究所

燃气轮机研究所始建于 1956 年，由国际著名工程热物理学家、中国科学院院士吴仲华教授创立。研究所紧密围绕国家在航空发动机和燃气轮机领域的重大需求，重点针对燃气轮机和以燃气轮机为核心动力设备的能源动力系统，开展应用基础与关键技术研究。先后承担了国家“两机”重大专项、973 、863、 国防重点项目、国家自然科学基金等重大项目，以及国际合作和横向合作研究项目。在国内外权威学术期刊公开发表大量高水平论文，获授权发明专利百余项，完成了十余项科技成果转化，曾多次荣获国家级、省部级和相关行业的科技进步奖。

主要研究方向包括：

- 能源动力系统工程
- 叶轮机械气动热力学
- 燃烧科学与技术
- 内流传热传质学
- 燃气轮机装置与技术
- 叶轮机械控制与工程学
- 可再生能源理论与技术

倪维斗 | 教授
010-62795733
niwd@tsinghua.edu.cn
中国工程院院士
复杂热力系统及关键部件的先进建模方法和控制策略研究、能源动力系统建模与分析、能源梯级利用及新型能源系统和中国能源可持续发展战略研究

袁新 | 教授
010-62797160
yuanxin@tsinghua.edu.cn
叶轮机械气动热力学、燃气透平内部流动与传热冷却、计算流体力学（CFD）

朱民 | 教授
010-62797161
zhumin@tsinghua.edu.cn
燃烧动力学、燃烧稳定和控制、热声学

顾春伟 | 教授
010-62795946
gcw@tsinghua.edu.cn
叶轮机械气动热力学、压气机设计方法和设计系统的研究

蒋东翔 | 教授
010-62794046
jiangdx@tsinghua.edu.cn
动力设备故障机理分析、设备故障诊断学、可再生能源综合利用

任静 | 教授
010-62796401
renj@tsinghua.edu.cn
叶轮机械气动热力学、燃气轮机冷却技术、高效清洁能源系统总体性能优化

李宇红 | 研究员
010-62783567
rnxlyh@tsinghua.edu.cn
叶轮机械气动热力学、热能动力系统分析与优化、风力发电技术

刘尚明 | 副教授
010-62794706
liushm@tsinghua.edu.cn
燃气轮机、热力系统动态学、控制与仿真

张志军 | 高级工程师
010-62784547
rnxzzj@tsinghua.edu.cn
控制系统设计、控制系统软件硬件开发，智能仪器仪表开发研制

肖耀兵 | 高级工程师
010-62784547
xyb@tsinghua.edu.cn
动力机械、叶轮机械试验测试技术风能

李雪松 | 副教授
xs-li@tsinghua.edu.cn
计算流体力学（CFD）、叶轮机械气动热力学、大涡模拟与分离涡模拟、轴承润滑与空化、密封泄漏与动特性、风机仿生叶片、有机朗肯（ORC）循环、燃气轮机循环

任晓栋 | 副研究员
rxd@mail.tsinghua.edu.cn
压气机气动热力学、气动弹性研究、高精度算法研究、热力循环系统（ORC 系统）研究及 ORC 系统中透平气动研究

李雪英 | 副研究员
li_xy@tsinghua.edu.cn
强化冷却传热结构、燃气轮机透平冷却技术、燃气轮机透平流热固耦合传热与结构强度

苏欣荣 | 副研究员
010-62797160
suxr@mail.tsinghua.edu.cn
叶轮机械气动热力学、内流复杂湍流机理与模拟、伴随理论与伴随优化、高温透平气热耦合与冷却、高负荷低压涡轮

刘超 | 副研究员
cliu5@tsinghua.edu.cn
动力机械转子动力学、状态监测与健康管理，机器学习方法及应用

王兴建 | 副教授
010-62791804
xingjianwang@tsinghua.edu.cn
跨 / 超临界流体混合与燃烧、代理模型开发、燃烧不稳定性、高效低污染燃烧室研究与设计

胡博 | 助理研究员
18550252319
hubo@mail.tsinghua.edu.cn
二次空气系统流动传热机理、燃气轮机热管理、密封间隙内流机理及强度分析、多物理场耦合机理、多相流、叶轮机械腔室构型优化

热能动力仿真与控制研究所

热能动力仿真与控制研究所始建于 1959 年，以能源动力学科为基础，与系统工程学科、环境学科、管理学科、自动化技术等多学科广泛交叉，进行多尺度能源动力系统的测量、建模、仿真、控制、分析、优化等多方向研究和教学。曾获国家科技进步一等奖、国家科技进步二等奖、全国十大科技成就奖、教育部科技进步一等奖等多项国家级和省部级奖励。

主要研究方向包括：

- 能源战略研究及能源系统工程
- 能源动力先进测量技术（激光等）
- 燃料电池的材料、技术和产业化
- 电站运行优化及仿真、控制

李政 | 教授
010-62795735
lz-dte@tsinghua.edu.cn

能源动力系统建模与仿真，
火电厂热力性能监测、
诊断与优化，热工测量，
能源系统分析及战略研究

罗锐 | 教授
010-62784739
ruiluo@tsinghua.edu.cn

多相流和核电站安全、
传热传质学和热物理测试技术

韩敏芳 | 教授
010-62790686
hanminfang@tsinghua.edu.cn

固体氧化物燃料电池和电解制氢、
CO_2 电化学分离和利用、
透氧膜供氧等相关材料研究、
反应器构建和系统集成

丁艳军 | 教授
010-62773738
dyj@tsinghua.edu.cn

热工过程优化与控制、
热工过程先进测量技术

王哲 | 教授
010-62795737-313
zhewang@tsinghua.edu.cn

热工测量，热力系统建模与仿真，火力发电厂性能监测、诊断与优化

刘培 | 教授
010-62795734-8022
liu_pei@tsinghua.edu.cn

能源系统工程、
复杂能源系统建模与优化

高琪瑞 | 高级工程师
010-62795046
gaoqr@tsinghua.edu.cn

热力系统建模与仿真、
火电厂性能分析、
能源动力系统虚拟仿真研究

麻林巍 | 副教授
010-62795738-303
malinwei@tsinghua.edu.cn

能源系统及能源战略，
能源 - 材料 - 经济的耦合关系
建模和分析

薛亚丽 | 副研究员
010-62795734-8018
xueyali@tsinghua.edu.cn

复杂热力系统的建模、
仿真及优化控制

彭志敏 | 副研究员
010-62791738
apspect@tsinghua.edu.cn

热工过程先进测量技术、
大气环境监测

许兆峰 | 高级工程师
010-62795638
xuzhaofeng@tsinghua.edu.cn

热工测试实验技术、
CFD 及多相流动、
能源系统模拟及分析

李伟起 | 副研究员
18519682279
liweiqi023@tsinghua.edu.cn

能源系统建模与分析、城市
双碳战略及路径

侯宗余 | 副研究员
houzy@tsinghua.edu.cn

激光测量、煤质在线检测

朱建忠 | 助理研究员
010-62790686
jz2381@mail.tsinghua.edu.cn

研究方向就写固体氧化物燃料
电池和电解池系统控制和集成

流体机械及工程研究所

流体机械及工程研究所始建于 1955 年，前身为清华大学水利工程系的“水力动力装置”专业，是我国创建最早的流体机械及工程学科，主要从事以水能为主的可再生能源高效转换与利用的基础与应用研究。近十年承担了多项国家重点研发计划、国家自然科学基金重点项目、重大工程项目等，荣获国家科技进步二等奖 2 项、省部级科技进步一等奖 7 项及其他重要科技奖项。在国内外主流期刊发表 SCI 检索论文 200 余篇，授权发明专利 30 多项。倡导并主办了“Pump and Fans”、“International Symposium on Cavitation and Multiphase Flow”、“AWG-IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems”、“Asian Workshop on Hydraulic Machinery”等系列国际学术会议。

主要研究方向包括：

- 流体机械多相瞬变流动理论及流动控制
- 流体机械多场耦合理论及优化设计
- 新型流体机械
- 空泡动力学
- 低能耗海水淡化

王正伟 | 教授
010-62791262
wzw@tsinghua.edu.cn

流体机械多相流动多场耦合
基础理论及工程应用研究

刘树红 | 教授
010-62773947
liushuhong@tsinghua.edu.cn

流体机械内部旋转湍流机理
及多相流、稳定性分析、
生物流体流动分析

罗先武 | 教授
010-62789853
luoxw@tsinghua.edu.cn

流体机械（泵、水轮机、螺旋桨）、
绿色水电技术及开发利用评价、
空化与磨蚀、
多相流数值模拟、人工心脏

祝宝山 | 研究员
010-62796797
bszhu@tsinghua.edu.cn

计算流体力学、涡方法及其应用、
流体机械流动理论、
流动计算和流动控制、
流体机械设计及优化

樊红刚 | 副研究员
010-62794297
fanhg@tsinghua.edu.cn

流体机械正反问题流动计算及其
装置系统仿真与控制研究

肖业祥 | 副研究员
010-62783231
xiaoyex@tsinghua.edu.cn

流体机械流动分析与优化设计、
射流理论与流动干涉、
流体机械安全高效运行优化、
海洋能发电装置水力性能优化等

左志钢 | 副研究员
010-62773947
zhigang200@tsinghua.edu.cn

空化与空泡动力学、
空化泡 - 颗粒相互作用、
流体机械不稳定性、
新型流体机械

罗永要 | 副研究员
010-62787969
luoyy@tsinghua.edu.cn

流体机械多体系统流固耦合，
海洋能发电技术研究

谭磊 | 副教授
010-62780605
tanlei@mail.tsinghua.edu.cn

流体机械水力设计及优化、
流体机械流动理论及流动控制、
流体机械空化两相流、
水轮机和水泵机组振动及噪声

清华大学
燃烧能源中心

清华大学燃烧能源中心于 2010 年 8 月 1 日正式成立，是一个新型的开放型研究机构，旨在建设国际一流的燃烧能源和燃烧科学研究中心及人才培养基地，支撑未来能源的可持续发展和能源动力系统的创新。中心愿景：建设成为国际一流的燃烧能源和燃烧科学研究中心及人才培养基地，推动基础燃烧学、清洁燃烧能源技术以及中国的燃烧研究整体水平的发展；依托清华大学在煤清洁燃烧、汽车发动机、航空发动机、火灾和环境等研究领域的高水平研究基础，通过吸引优秀研究学者和进行广泛的国际交流来促进自身的发展；在进行高水平科学研究的同时，发挥自身优势邀请国际学术大师开设面向全球的暑期课程，为促进燃烧学发展贡献力量。

主要研究方向包括：

- 燃烧理论
- 湍流燃烧
- 燃料设计
- 流体物理
- 燃烧化学
- 微重力燃烧
- 激光诊断
- 交叉科学

罗忠敬 | 教授

010-62783727-603

cklaw@tsinghua.edu.cn

美国工程院院士
美国人文与科学院院士

燃烧科学、推进系统、
液体及气体动力学研究

罗开红 | 教授

010-62798042

khluo@tsinghua.edu.cn

英国皇家工程院院士

湍流燃烧、复杂流体、跨尺度交叉
科学、能源及动力系统模拟仿真

于溯源 | 教授

010-62788687

suyuan@tsinghua.edu.cn

燃烧学、颗粒学、核反应堆工程、
磁悬浮轴承

孙超 | 教授

010-62797805

chaosun@tsinghua.edu.cn

多相流、湍流、传热、
液滴和气泡等

杨斌 | 教授

010-62796631

byang@tsinghua.edu.cn

不确定性分析、航煤及新型生物质
燃料、燃烧诊断、燃烧及污染物排
放动力学机理

游小清 | 副教授

xiaoqing.you@tsinghua.edu.cn

化学反应动力学、燃烧反应机理、
污染物生成机理、化学反应流模拟、
分子动力学模拟、过程信息学模型、
清洁能源技术

许雪飞 | 副教授

010-62796755

xuxuefei@tsinghua.edu.cn

光化学、化学反应动力学
（燃烧化学、大气化学）、催化反应、
材料等领域的理论计算研究

Damir Valiev | 副教授

dvaliev@tsinghua.edu.cn

预混火焰动力学的理论及数值模拟、
火焰面不稳定性、
气相混合物的爆燃至爆轰转捩

刘有晟 | 副教授

010-62786707

ycliu7@tsinghua.edu.cn

微重力燃烧实验、
喷雾液滴挥发和燃烧理论和数值模拟、
多组分液态燃料燃烧行为和组分分析、
火焰光学测量手段

超星 | 副教授

010-62784497

chaox6@tsinghua.edu.cn

光谱学、激光诊断、燃烧气体传感
技术、燃烧器及系统监测、呼吸气
体检测、环境监测、测量仪器及系
统开发

隋然 | 助理教授

010-62786330

sui@tsinghua.edu.cn

催化燃烧理论及其在低碳能源转化、
污染防治和新型空天动力等领域的
应用

梁文恺 | 助理教授

liangwenkai@tsinghua.edu.cn

燃烧理论、火焰动力学、低碳燃料
燃烧、人工智能能源与燃烧应用

人才培养

EDUCATION

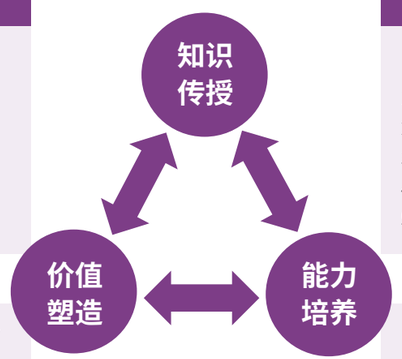
秉持“三位一体”教育理念，推进 “三全育人”体系建设，突出“重基础、促交叉、强实践、更国际”的能源动力领域高层次创新型人才培养特色，建立课堂内外全方位高水平人才培养体系。建立起以国家精品课程为代表的课程体系，以国家级实验教学示范中心为支撑的实践教学平台，以国内骨干企业为依托的生产实践基地，以及以世界名校为伙伴的国际化培养渠道。以党建为龙头的德育教育贯穿始终，着力打造全员、全过程、全方位育人体系。致力于将学生培养成为肩负使命、追求卓越、可堪大任的时代新人，使学生具备健全人格、宽厚基础、创新思维、全球视野和社会责任感，实现全面发展与个性发展的相结合。

本科生教育

培养面向未来能源动力领域发展的德才兼备、基础扎实、国际视野、宽口径的高层次创新拔尖人才

基础课程
更基础、更交叉

1. 能源物理
2. 能源化学
3. 碳中和与碳循环
4. 气候大讲堂
5. 能动数字化与智能化



专业课程
围绕重大需求的大类教学

面向双碳类课程

1. 新能源技术及利用
2. 智慧能源与大数据
3. 储能技术基础
4. 氢能和燃料电池
5. CCUS 和污染物控制

先进动力课程

1. 动力机械及工程原理
2. 燃气轮机
3. 航空与航天动力
4. 航天热防护与热管理
5. 动力机械与人工智能

校内校外两个课堂相结合，
全面提升学生综合素质

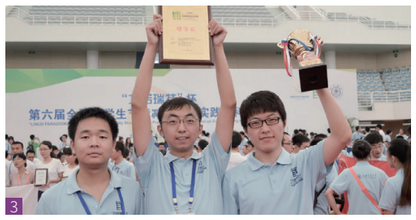
实施“**学术优才**”与“**科创优才**”计划，
培养创新能力

设有“能源与动力工程”本科专业，每年招生规模约 90 人。提出“面向未来能源动力领域发展，培养宽口径创新性人才”的本科教育理念，与时俱进修订培养方案，提高课程质量，完善培养环节，形成了鲜明本科人才培养优势和特色。包括：

- 以史琳、姜培学、姚强等教学名师领衔的高水平师资队伍
- 以“工程热力学”、“传热学”、“燃烧理论”等国家精品课程为代表的优质课程体系
- 以“动力工程及工程热物理国家级实验教学示范中心”为支撑的实验教学平台
- 以国内能源、动力、航空、航天骨干企业为依托的生产实习实践基地
- 以“学术优才”和“科创优才”为牵引的学生创新能力培养机制
- 以“浸入式”为特点的学生国际化培养
- 与此同时，加强政治思想引领，广泛开展有声有色的学生党团班建设，社会实践、专业认识、科创活动、社会工作、公益服务、文体活动丰富多彩，精彩纷呈。

1

2


3

1 史琳教授为学生们上课
2 学生到汽轮机厂进行专业实习
3 我系学生参加节能减排大赛并荣获特等奖

精品课程

国家精品课程 3 门：
《工程热力学》《传热学》《燃烧理论》

国家精品在线开放课程 1 门：
《工程热力学》

国家级线上一流本科课程 3 门：
《工程热力学》、《流体机械基础》、《燃烧理论》

北京高校“优质本科课程”1 门：
《传热学》

北京高校“优质本科教材课件”：
《工程热力学》

清华大学标杆课程 2 门：
《工程热力学》、《传热学》

清华大学精品课 6 门：
《工程热力学》、《传热学》、《燃烧理论》、《高等热力学》、《分析与计算力学》、《气固表面反应与传递》

“学堂在线”MOOC 平台面向全球开课 5 门课程：
《工程热力学》、《燃烧理论》、《流体机械基础》、《行云流水 - 工科的中文写作》、《介质辐射传热》

清华大学课程思政示范课程 2 门：
《高等热力学》、《能源动力系统测量与仪器 (英)》

清华大学基础课教学团队 2 个：
《工程热力学》团队、《传热学》团队

教学成果

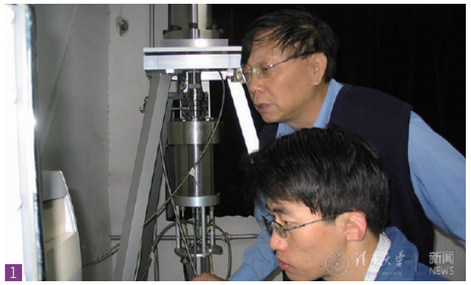
1990 年以来，获国家级教学成果奖 4 项、北京市教学成果奖 7 项、清华大学教学成果奖 21 项。近年来，获评新百年教学成就奖 2 人、清华大学年度教学优秀奖 5 人、清华大学青年教师教学优秀奖 2 人，清华大学课程思政示范教师 2 人。获评清华大学研究生“良师益友”30 人次、“清韵烛光·我最喜爱的教师”2 人。获北京高校青年教师教学基本功比赛一、二、三等奖各 1 人，获评清华大学学术新人奖 3 人。2020 年疫情防控期间，教学办公室获得在线教学先进集体，多名教师获得个人奖。现有北京市教学名师 3 人，北京市优秀教学团队 1 个。《气固反应原理》获得 2022 年清华大学优秀教材一等奖。

超星老师荣获北京市高等学校青年教师教学比赛（工科组）
一等奖和最佳教案奖

获奖证书

研究生教育

面向未来能源动力，提高研究生培养质量



以服务国家能源动力领域的重大需求为目的，以世界一流水平的科研平台为支撑，以研究型学习、多层次实践、多样化国际交流为手段，提高解决基础性、前瞻性和战略性重大科技问题的能力，培养具有一流国际竞争力的复合型拔尖人才。

设有全日制专业硕士、工程管理硕士、中德联合培养双学位硕士等项目。每年招收硕士生约 40 余人，博士生约 80 余人，招收外国留学生和港澳台学生约 10 人左右，接收专业确认工程管理硕士 10 余人。

开设研究生课程近 40 余门，其中全英文课程 16 门，并举办由国际著名教授领衔的讲席教授组讲授的“流体力学”系列课程。

1 岳光溪院士指导学生开展实验
2 师门访谈——姜培学院士课题组

优化研究生培养方案和课程体系

1. 细化培养方案

- 优化学术型和专业型硕士、博士的培养方案；
- 形成针对书院学生的研究生培养方案， 解决比大类学生少 15 学分专业课的难题；
- 推进本研贯通培养模式。

2. 优化课程体系

- 制定专业课的整改方案；
- 建立专业核心课程建设研讨小组， 优化课程教学大纲。

3. 提高专业课质量

建立“计算传热学”、“高等传热学”、“热工过程测试数据处理”等 5-7 个主干课教学研讨小组。

4. 完善教材建设

出版《空化基础理论及应用》和《激光诱导击穿光谱技术》等 2-5 部研究生教材。

完善培养过程全覆盖管理模式，加强保障体系的建设

1. 完善**论文质量**全过程管理制度， 细化**创新成果**认定标准；
2. 完善资格**考试、开题、中期、年度考核、 最终学术报告、论文送审、答辩**等环节的实施细则；
3. 明确导师与研究生的责任；
4. 完善专业、学术型学位的评价标准强化导师的监管作用；
5. 建立全覆盖**助教体系**，加强助教培训和管理；
6. 成立**博士生指导小组**，发挥课程教学督导的作用。

提升研究生教育国际化培养水平与本学科在国际的影响力

1. 逐步开设**专业基础课（英文）**为高等传热，学、高等燃烧学、粘性流体力学等专业基础课开设对应的英文课；
2. 完善**“中法联合培养能源领域高级硕士项目”**的课程体系，创新**”清华－亚琛双硕士学位项目”**的教学方式；
3. 为研究生提供短期访问、 联合培养、参加会议并作报告等**国际交流活动**的机会；
4. 进一步**招收优质的国际学生**，明确在培养和毕业环节的各项规章制度；
5. 创新**“清华－普林斯顿－国际燃烧协会燃烧暑期学校”**的举办方式；
6. 制定英文版**《能动系国际学生管理手册》**及其他培养管理英文版文件。

思政引领

以党建为龙头，切实加强对学生的思想引领和政治吸纳。广泛开展主题教育和理论学习，抓住重要时机和重大事件，开展专项活动，因势利导引导学生固本强基。积极开展学生党员发展工作，坚持党委书记给新生讲党课的优良传统，落实系党委委员联系学生党支部并讲党课的制度，建立党员教师联系学生入党积极分子的工作机制，并创建了“精准聚焦、建档立卡、全程追踪”的积极分子培养方法。重点实施领雁计划和新雁工程，培养党员骨干，创建标杆党支部，以党建带团建、促班建，师生党支部联合共建，能动系学生党建工作评估多年名列全校前茅。在学术提升、价值塑造和情感关怀三个维度大力推进基于师生互动的全过程、全方位育人，着力构建“全学程 - 多场景 - 三维度”的“导学思政”工作体系和长效机制，建成校内首个导学空间，取得积极成效。能动系党委荣获 2017-2021 年度北京高校德育工作先进集体。

1 2023 年一字班军训主题歌会
2 系党委组织师生前往延安参访，在党旗下重温入党誓词
3 时任清华大学党委书记陈旭为能动系导学空间揭牌

志愿服务

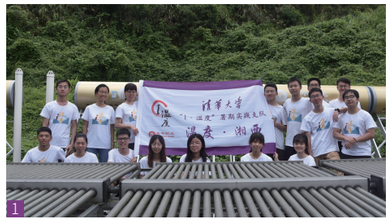
践行时代号召，弘扬志愿精神，积极参与“清年爱劳动”、“清研爱劳动”、“爱上实验室”等校级志愿项目，结合院系特色打造“薪火万家”、“能者多劳”、“薪火能动情”等品牌志愿活动；在抗疫精神宣讲、全校疫苗接种志愿服务、七一专项、冬奥专项等方面着重发力，展现能动人的责任担当和时代风采。

1 冬奥志愿者
2 庆祝建党一百周年活动志愿服务
3 建党 100 年庆祝大会的志愿者

实践育人

以实践为载体，引导学生“受教育、长才干、作贡献。“I 温度”实践项目累计为湖南省、河北省、河南省和江西省贫困地区的 13 所寄宿制学校搭建热水器 87 台，惠及 7000 名师生，在传递爱与温暖的同时开展实地社会调查，培养了学生的家国情怀。“源梦新时代”系列专业认知实践，组建了 15 个支队，前往 24 个省市、82 家企业开展能源转型发展参访调查。结合专业，在电力、汽车、动力、船舶和航天等重点企业建立了 17 个实践基地，实现了博士生实践全覆盖。在新冠疫情期间，首倡“云启航”线上实践，引导学生投身社会、服务国家。

能动系社会实践活动获评全国大学生创业大赛金奖（I 温度）、实践优秀组织奖 4 次，实践金奖支队 7 次（全校每年 10 个），实践优秀金奖个人 4 人（全校每年 10 个），被人民网、中青网和安徽日报等重要媒体报道 17 次。


1

2

3

4

1 “I·温度”学生暑期社会公益实践
2 博士生深入企业实践，得到当地重视
3 学生助力乡村电商直播
4 “圆梦新时代”系列社会实践

动力工程及工程热物理国家级实验教学示范中心

针对绿色低碳、节能减排、生态文明建设的新形势，创建能源动力领域“立体实践教育体系”，构筑创新人才成长优良环境，夯实理论知识和实践技能，培养引领全球能源动力发展的创新能力和战略眼光。中心现有实验装置 75 台（套），开设实验项目 75 个，独立开设实验课程 5 门。

1

2

1 学生在进行能源动力系统仿真实验
2 传热实验台

科创赛事

积极鼓励和支持学生开展科学研究和发明创造。设有“学术优有才”和“科创优才”计划，并指导清华大学“未来城市与新能源”学生兴趣团队的运行，每年遴选具若干有学术潜力的优秀学生和具有科创兴趣的学生团队进入人计划和兴趣团队，为他们配备专业导师进行指导。系学生科学技术协会为也爱好科学研究和发明创造的同学提供了科创空间和帮助。每年主办“全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛”清华选拔赛、组织本系同学参加“清华大学挑战杯学生课外科技作品竞赛”和“能源动力设计大赛”等校级赛事。近 5 年里，在全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛中共获得 15 个奖项，其中 6 个一等奖。

1

2

3

1 我系本科生在 2020 年全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛中取得佳绩
2 我系本科生在 2022 年全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛中取得一等奖
3 我系学生在 2023 年度清华“挑战杯”竞赛中取得佳绩

文体活动

文体活动五育并举，文体激发活力，营造积极向上的校园文化氛围，提高学生综合素质。建设足球、篮球、网球、乒乓球、羽毛球、游泳、飞盘、跑步俱乐部，丰富体育运动形式；组织师生趣味运动会、冬奥冰雪体验营、“马约翰杯”、八系新生篮球赛、荧光夜跑、校园马拉松等赛事，增强体育运动强度；师生互动，本研融合，践行“为祖国健康工作五十年”。举办学生节、“一二·九大合唱”、联合歌赛、新生舞会、男生节、女生节、参观博物馆等活动，艺术文化中陶冶情操；开展“能者多劳”、“清研爱劳动”等系列劳动教育活动，树立正确的劳动观，促进德智体美劳全面发展。

1

2

3

4

1 2023 年“源·启”学生节
2 清华大学马约翰杯学生运动会
3 2022 年“如约贰至”新生舞会
4 能动系飞盘队

奖助体系

奖学金方面，为鼓励学生在校期间努力学习，全面发展，充分发挥各自的专长，清华大学及能源与动力工程系设立了种类丰富的奖学金项目，每年在校生中近 50% 的学生可以获奖。国家及校设奖学金项目充分鼓励更多德、智、体综合素质优异的人才；单项奖学金荣誉覆盖学业、社工、科创、文体、志愿公益等各方面，支持学生多元化发展；此外，能动系还设有十余种系设奖学金项目，对本系学生全方位个性化发展提供有力支持，包括各类院士基金项目、国际培养专项基金项目、人才培养发展基金项目等。

助学金方面，家庭经济困难学生资助率达 100%，本科生最高资助额度达到 1.6 万元 / 年，为困难学生在校学习生活提供有力保障。在此基础上，全面助力家庭经济困难学生多维成长，包括海外交流、心理健康、职业发展等支持项目，形成全新资助育人模式。

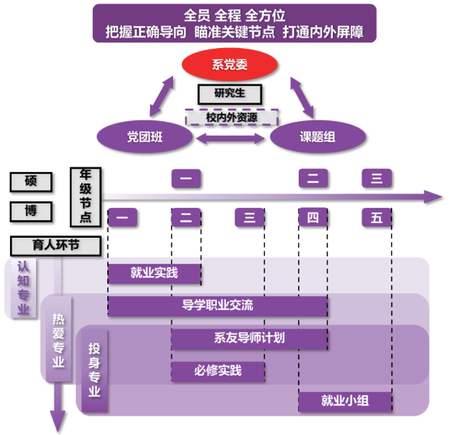
特优奖学金	01	特等奖学金、学术新秀、蒋南翔奖学金、一二九奖学金、林枫奖学金
综合优秀奖学金	02	国家奖学金、综合一等奖学金、综合二等奖学金、王补宣院士奖学金、倪维斗院士奖学金、解振华能源环境奖学金、同方环境奖学金、诚志奖学金、梅祖彦奖学金等
单项优秀奖学金	03	优秀学生干部、一二九辅导员奖、优秀共产党员、优秀共青团员、就业启航奖、吴仲华优秀研究生奖、社会工作单项奖、社会实践奖学金、博士生必修实践奖等
助学金和补助	04	基本助学金（博士生3.3万/年、学硕1.4万/年，专硕0.6万/年）、未来学者奖学金、助教和助管岗位（博士生1.3万/期，硕士生0.8万/期）、专硕津贴0.8万/年、困难补助、助学贷款

解海鹏同学荣获 2020 年度清华大学本科生特等奖学金

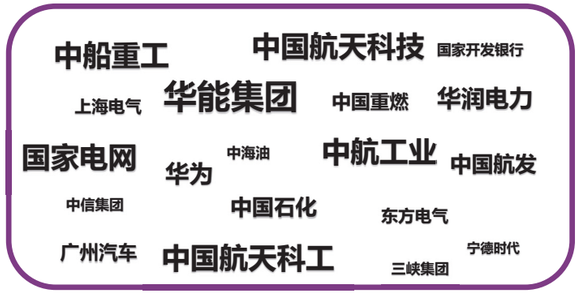
就业引导

将就业引导与专业认知紧密结合，开展“新生 - 学长 - 毕业生”全过程培养，积极引导学生了解专业、热爱专业、投身专业。本科生中开办“源泉讲座”，介绍能源动力行业“卡脖子”问题和全球气候变化问题；实行“源梦”系友导师计划，选聘近 40 位优秀系友作为导师，为 120 余位同学“定制”成长计划，引导学生“入主流，上大舞台，干大事业”。发挥导师作用，结合科研开展导学思政。党支部发挥服务功能，举办就业专题活动。开展“源动中国”就业实践，学生足迹遍布全国近 40 家相关科研院所、行业骨干国企和民企，年均 350 余人次参与，位居全校前列。将社会实践与校友访谈相结合，创办了“源力勘谈”和“能动缘”校友系列访谈活动，鼓励学生以校友为榜样投身强国伟业，现已访谈校友 40 余人次，活动覆盖 250 余学生。

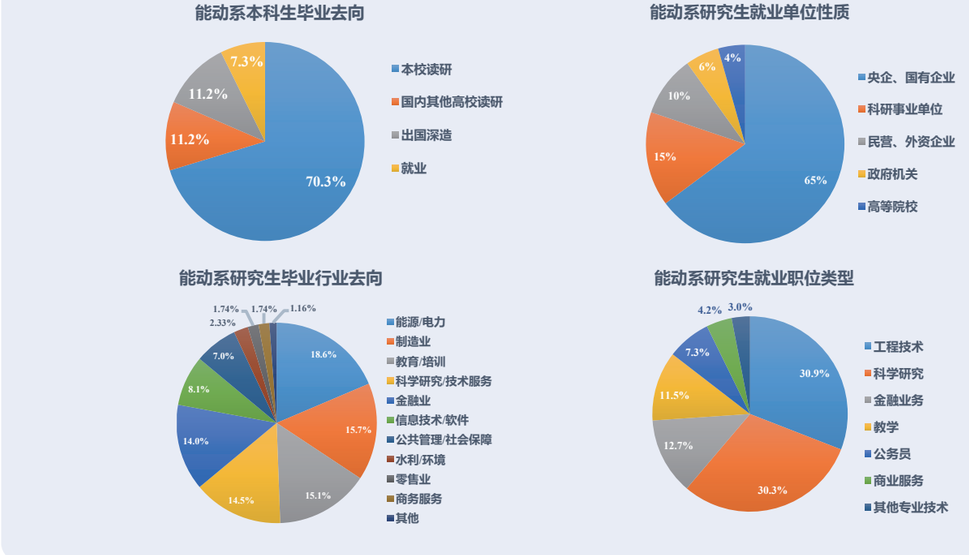
毕业生就业一直保持良好趋势和分布，就业率均达 100%，国家重点单位就业率高达 80% 以上，已连续十四年荣获“清华大学学生就业工作先进集体”。



2018-2023 届能动系研究生毕业生主要就业企业词云图



注：词条大小表征前往相应单位的就业人数



研究机构

RESEARCH INSTITUTE

研究机构

- 2 个 国家工程研究中心
- 3 个 国家重点实验室分室
- 1 个 教育部重点实验室
- 1 个 教育部协同创新中心
- 1 个 北京市重点实验室
- 1 个 北京市工程研究中心
- 1 个 外派研究院
- 4 个 与国内企业合作研究中心
- 2 个 国际合作研究中心
- 3 个 系内跨所研究中心

工业锅炉及煤的清洁燃烧国家工程研究中心
燃气轮机与煤气化联合循环国家工程研究中心
水圈科学与水利工程全国重点实验室分室
新型电力系统运行与控制全国重点实验室分室
冲压发动机技术全国重点实验室分室
热科学与动力工程教育部重点实验室
燃气轮机教育部协同创新中心
CO_2 资源利用与减排技术北京市重点实验室
北京市盐碱及荒漠化地区生态修复与固碳工程技术研究中心

清华大学山西清洁能源研究院
清华大学 - 中国华能集团有限公司基础能源联合研究院
清华大学 - 中国重燃燃气轮机联合研究中心
清华大学 - 中国华电集团有限公司绿色低碳能源技术研究中心
清华大学 - 中国大唐绿色与智慧能源技术联合研究院

清华大学 - 三菱重工业联合研发中心
清华大学 - 哈利法大学清洁能源与先进制造创新联合研究中心

燃料电池与储能创新研究中心
空天能源动力创新研究中心
AI 赋能能源与动力技术创新研究中心

工业锅炉及民用煤清洁燃烧国家工程研究中心

岳光溪 | 院士 | 主任

T 010-62781743
E liuqing@mail.tsinghua.edu.cn

“工业锅炉及民用煤清洁燃烧国家工程研究中心”依托清华大学建立，是清华大学 和企业界的交流合作平台。

技术服务和合作方向：循环流化床锅炉技术、煤气化技术、燃烧源污染物脱除技术、低 NOx 燃烧器、固体废弃物资源化再利用、CO_2 减排技术、氢能与燃料电池技术、生物质燃烧与转化、太阳能和风能、储能技术、能源催化剂制备等。

燃气轮机与煤气化联合循环国家工程研究中心

顾春伟 | 教授 | 主任

T 010-62771209
E gcw@tsinghua.edu.cn

“燃气轮机与煤气化联合循环国家工程研究中心”是本着产学研结合和军民结合的原则，由清华大学联合东方电气集团东方汽轮机有限公司，哈尔滨汽轮机厂有限责任公司，南京汽轮电机（集团）有限责任公司，上海电气电站设备集团公司，中船重工集团第 703 研究所、中国电力工程顾问集团公司等单位组成，并于 2008 年获得国家发展与改革委员会批准。

工程中心的宗旨是：为推动重型燃气轮机和煤气化联合循环行业的发展，共同建设创新能力平台，开展重型燃气轮机和煤气化联合循环共性关键设计技术和共性先导应用技术的工程化研究和实验验证，增强行业自主创新能力，推动行业技术进步。工程中心要创建有利于技术创新、成果转化的机制，成为科研与产业之间的桥梁，加快科研成果向现实生产力转化，促进企业核心竞争能力的提高。

热科学与动力工程教育部重点实验室

姜培学 | 院士 | 主任
T 010-62772661
E jiangpx@tsinghua.edu.cn

“热科学与动力工程教育部重点实验室”总体定位于热科学与能源动力工程基础研究，将热科学基础的一般规律与能源动力系统的特殊规律相结合，以基础研究为根本，面向热科学学科前沿，丰富和发展热科学基础理论，并带动能源动力技术创新和人才培养；以能源动力为核心，瞄准国家能源动力和高新技术可持续发展的重大需求，开展热科学基础研究和技术创新。

主要研究方向： 热流科学与高效节能技术；燃烧科学与低碳能源技术；气动热力学与先进动力技术。长期发展目标和战略任务： 在队伍、科学研究及人才培养等诸方面达到世界领先水平，产生有重要影响的原创性的学术思想和理论体系，成为热科学与动力工程研究领域世界一流基地，为我国社会和经济发展及国防建设做出更大贡献。

燃气轮机教育部协同创新中心

顾春伟 | 教授 | 主任
T 010-62771209
E gcw@tsinghua.edu.cn

“燃气轮机教育部协同创新中心”于 2018 年 12 月由教育部批准成立，由清华大学协同中国重燃，以国家“两机”专项中燃气轮机研制需求为导向，开展燃气轮机科技攻关研究和应用基础研究，是教育部加强高校科技创新和企业深度融合的重要举措，属于教育部“珠峰计划”的重要组成部分。

中心将以“两机”产品需求为牵引，聚焦燃气轮机应用技术问题，实现关键技术突破；以未来技术发展为牵引，聚焦燃机基础科学问题，形成原创性成果；以培养拔尖创新人才为目标，建成燃气轮机高水平人才培养基地；中心将充分发挥清华大学和中国重燃的各自优势，协同相关高校和企业，形成产学研用协同创新有效机制和创新成果。

二氧化碳资源利用与减排技术北京市重点实验室

姜培学 | 院士 | 主任
T 010-62772661
E jiangpx@tsinghua.edu.cn

“二氧化碳资源利用与减排技术北京市重点实验室”是 2011 年北京市科委正式批准建设的北京市重点实验室。

该实验室针对国家和北京市能源可持续发展和温室气体减排的重大需求，发展相关技术、开展成果转化，并为基础研究提出科学问题；丰富相关领域的科学知识，培养创新人才，带动和促进应用研究的技术创新；突出“开放、交流、合作、创新”特色，注重能源学科与其他学科的综合交叉；成为二氧化碳资源化利用与减排技术领域的跨学科、跨专业的综合交叉型研究基地以及专业人才培养基地。

北京市盐碱及荒漠化地区生态修复与固碳工程技术研究中心

倪维斗 | 院士 | 主任
T 010-62795028
E wangshuj@tsinghua.edu.cn

“北京市盐碱及荒漠化地区生态修复与固碳工程技术研究中心”由清华大学与华清农业开发有限公司共同建设，在 2014 年 6 月由北京市科委进行了认定。

中心主要研究任务： 开发适应碱化土壤复杂性和区域环境的土壤调理剂，开展生态环境影响评价，开发盐碱和荒漠化地区生态修复产业化工艺标准，开展生物碳汇研究。在北京形成研发及服务总部，辐射带动全国，形成高端高效高辐射的现代农业服务业态。

清华大学山西清洁能源研究院

胥蕊娜 | 教授 | 院长
禚玉群 | 常务副院长
T 0351-5661913
E zhuoyq@tsinghua.edu.cn
W www.sice-tsinghua.org
A 山西省太原市小店区正阳街 100 号

“清华大学山西清洁能源研究院”位于山西转型综合改革示范区，于 2015 年 7 月 29 日成立，是由清华大学独立举办，山西省人民政府支持设立和建设，从事科研活动和成果转化的事业单位。研究院全面贯彻落实习近平总书记关于能源革命、碳达峰碳中和重要论述，扩容延伸学科条件，完善补全研发力量，搭建科研成果转化的畅通桥梁，为山西省及国家战略性新兴产业的发展提供创新支撑。2022 年底，山西省人民政府与清华大学签署了《关于共建清华大学山西清洁能源研究院的二期合作协议》，2023 年正式开启了研究院的二期建设。二期建设更加注重科技创新突破，聚焦技术实用性、可推广性，实现技术与地方需求精准匹配，全力推进清华大学科研成果在山西的落地，为地方转型发展提供智力支持。现有科研团队 20 支，其中清华教师牵头团队 13 支，其余为企业联合研究中心；职工 200 余人，硕士及以上学历超 70%，在院工作清华教师超 30 人，含 3 位国内院士；省部级以上科研平台 7 个；2023 年收入近亿元。

清华大学 - 三菱重工业联合研发中心

顾春伟 | 教授 | 主任
T 010-62771209
E tsinghua-mhi@tsinghua.edu.cn

“清华大学 - 三菱重工业联合研发中心”于 2003 年 7 月 11 日成立，2008 年 7 月 14 日升级为校级中心。中心自成立以来积极推动清华大学与日本三菱重工的合作研究。

主要研究内容： 开展与燃气轮机相关的气体动力学、计算流体力学、冷却技术、计算固体力学、激光焊接技术和材料技术开发；开展与能源相关的风能、生物质能、煤层气的应用等领域合作研究。

清华大学－哈利法大学清洁能源与先进制造创新联合研究中心

姜培学 | 院士 | 主任
T 010-62772661
E jiangpx@tsinghua.edu.cn

阿联酋是“一带一路”沿线的重要国家，与我国保持长期的战略合作关系，在清洁能源、能源安全、先进制造和基础建设等领域有稳定的共同利益。清华大学和哈利法大学分别作为两国最出色的大学，是双方在基础研究领域开展科研合作最重要的桥梁。联合实验室主要从事面向碳中和的先进能源和制造技术研究，同时为中阿两国相关领域共同培养国际化的一流科研团队和工程研发人员。联合实验室致力于利用海外智力资源和资金，为解决中国能源的清洁高效生产，以及 CO_2 低能耗捕集与地质封存和转化利用做出积极的贡献。

清华大学 - 中国华能集团有限公司基础能源联合研究院

岳光溪 | 院士 | 主任

T 010-62781743
E liuqing@mail.tsinghua.edu.cn

“清华大学 - 中国华能集团有限公司基础能源联合研究院”由清华大学与中国华能集团有限公司共同建设，2020 年 1 月 10 日正式成立。联合研究院的定位为聚焦国家需求，加强基础能源领域的基础和战略研究，提升核心技术创新能力，努力取得我国能源转型过程中前沿技术和颠覆性技术的重大原创性突破。

联合研究院的合作内容是开展新一代煤炭清洁高效利用的应用基础理论、前沿技术、关键技术、重大装备、重大技术，以及能源发展方向和路径、战略规划、能源产业和应对气候变化技术与政策等前瞻性研究。主要研究任务包括：煤清洁燃烧及高效发电技术；燃煤多种污染物协同控制技术；煤与可再生能源耦合智能发电技术；新型煤气化及转化技术；能源产业政策研究；应对气候变化技术及政策。

清华大学 - 中国华电集团有限公司绿色低碳能源技术创新联合研究中心

吕俊复 | 院士 | 主任

T 010-62792647
E jflv@mail.tsinghua.edu.cn

“清华大学 - 中国华电集团有限公司绿色低碳能源技术创新联合研究中心”成立于 2021 年 12 月 24 日，旨在面向碳达峰、碳中和目标，加强绿色清洁低碳能源技术的基础研究和应用基础研究，发挥清华大学在能源领域的学科资源和中国华电在电力行业中的优势地位，实现产学研用的深度融合。

联合研究中心以行业重大需求为科研方向，通过联合创新链和产业链的上下游企业集聚社会创新要素，努力取得能源领域重大原创性突破，重点研究方向包括：准东煤清洁利用技术；二氧化碳捕集、利用及封存技术；大规模储能技术；数字电厂及灵活性运行技术；氢能及燃料电池技术；可再生能源深度利用技术；能源电力行业发展战略研究等。

清华大学 - 中国重燃燃气轮机联合研究中心

顾春伟 | 教授 | 主任

T 010-62771209
E gcw@tsinghua.edu.cn

“清华大学 - 中国重燃 燃气轮机联合研究中心”是依托能动系建立的燃气轮机产学研深度融合的高层次合作平台。2019 年 5 月成立以来，中心服务于我国燃气轮机的自主研发，双方开展了相关基础研究、关键技术研发、学术交流和人才培养等方面的合作，为清华大学深度参与重燃专项、提升燃机相关领域科研水平和领军骨干人才培育能力，以及为中国重燃提升燃机相关领域科研水平和顺利实施重燃专项发挥了重要作用。

清华大学 - 中国大唐绿色与智慧能源技术联合研究院

“清华大学 - 中国大唐绿色与智慧能源技术联合研究院”依托能动系，主要面向能源领域的“战略新兴产业”和“未来产业”，围绕未来绿色低碳技术、新型能源技术、新型电力系统技术、数字智慧能源技术等重点方向，联合校内相关院系合作开展以需求为牵引的关键核心技术攻关，积极探索符合能源电力领域转型发展趋势的新领域、新方向、新理论、新技术、新产品；推进产学研用全链条深度融合，形成企业主导、需求发问、科技引领、产业协同的创新生态，提升科技创新能力；支撑卓越工程师培养，加快建设能源领域国家战略人才和创新人才力量等。

燃料电池与储能创新研究中心

“燃料电池与储能研究中心”服务国家战略需求，重点开展燃料电池发电、电解储能等领域基础、应用基础和技术科学研究，推动氢能、燃料电池和储能等技术应用专业方向建设，注重燃料电池理论与应用实践结合，培养高素质“新能动人”。主要的研究方向包括：燃料电池 / 电解关键材料及高温电化学研究、燃料电池 / 电解系统热平衡机制及热管理技术、燃料电池 / 电解辅助系统设计、集成与控制技术、燃料电池 / 电解标准体系研究、储能、储热融合技术、分布式供能示范应用、能源战略前沿技术等。

空天能源动力创新研究中心

以“更高速、长航时、可重复使用”等目标为典型特征的先进空天能源动力技术为核心，重点开展热流科学、新型动力技术等领域基础、应用基础和技术科学研究。主要的研究方向包括：冷却与发电一体化的高超声速飞行器组合动力技术、低噪声磁悬浮轴承技术、新型含能离子液体化学 - 电双模式空间推进技术、高超声速飞行器电 / 燃料混合能源管理与组合推进、新型燃烧诊断理论与诊断技术、新型流体机械技术等。

AI 赋能能源与动力技术创新研究中心

在国家能源动力低碳转型和人工智能＋战略背景下，本中心立足于联合从事能源数字化和智能化方面的力量，搭建交流与合作平台，共同促进本系数字化科研与教学应用水平，培养高素质“智 . 能动人”。主要研究方向包括：面向基础热科学问题、能源动力系统优化、智能运维等场景研究与人工智能的深度融合方法，面向碳中和的能源智联与数字孪生技术，面向绿色智能计算的低碳供能技术，以及人工智能赋能热物理教学平台等。

科学研究

SCIENCE AND TECHNOLOGY

热流科学

1.1 极端条件热质传递
1.2 热物性与循环
1.3 湍流力学与多相流
1.4 燃烧科学基础

清洁能源

2.1 化石燃料转化利用
2.2 新能源与储能技术
2.3 二氧化碳捕集、利用与封存技术（CCUS）
2.4 氢能

先进动力

3.1 燃气轮机
3.2 空天动力
3.3 航海动力
3.4 新型动力

能源系统

4.1 先进测量技术
4.2 能源系统建模与仿真
4.3 人工智能赋能能源技术
4.4 能源战略

近五年来，能源与动力工程系取得了丰硕的研究成果

获得国家科技奖励 **5** 项
新增承担和参与国家各级科研项目 **300** 余项
新签科研合同总额达 **14.5** 亿元
授权发明专利 **370** 项
出版教材和专著 **10** 余部

发表高水平研究论文 **2500** 余篇
其中 SCI 收录 **1400** 余篇
科技成果处置 **24** 项
交易金额 **4400** 余万元

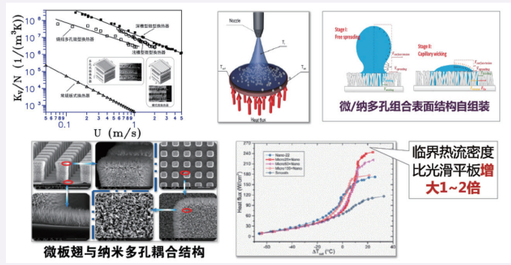
实施并完成了多项重大科技成果的产业化，
创造产值百亿元以上，建立了成熟的产学研合作体系。

热流科学

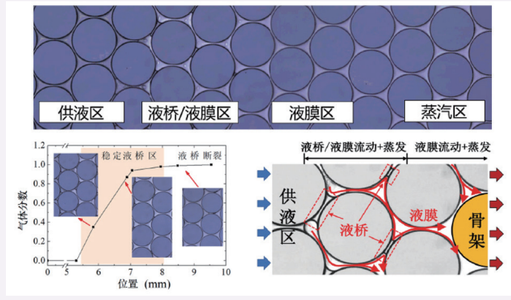
THERMAL-FLUID SCIENCE

极端条件热质传递

微纳通道与多孔介质热质传递伴随着极高热流密度加热和强内部热源引起的局部非热平衡效应、多孔介质结构尺度的微纳化以及多孔介质内工作流体的多样性，亟需发展新的理论、模型和方法。研究了微纳米及复合结构表面强化喷雾冷却、微纳米结构表面液滴的润湿与动态行为特性、微管道 / 微多孔结构内流体流动与对流换热。“多孔介质与微 / 纳结构中热传递机理研究”获 2014 年国家自然科学二等奖。

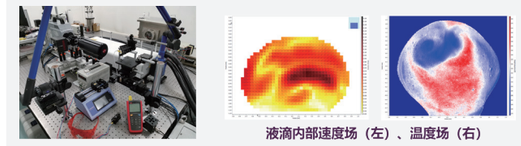


微 / 纳多孔强化换热结构及其喷雾冷却换热

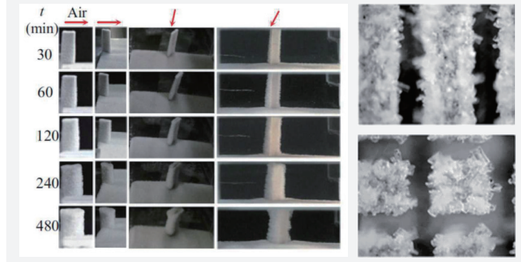


微米多孔内流动沸腾可视化实验

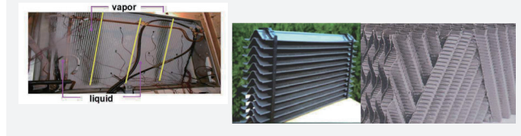
凝结 / 沸腾换热与换热器研究对电子冷却、能源系统、高效制冷等领域至关重要。主要研究工作包括：纳米流体强化对流换热及沸腾换热规律、纳米制冷剂及功能性流体、纳米颗粒 / 纳米多孔结构热导率与热传递特性、复杂流体与复杂结构表面动态湿润过程研究、微米级液滴、气泡及微细通道结构中的沸腾 / 冷凝传热机理研究；强化换热及换热器优化设计技术。



PLIF+PIV 液滴测量系统及液滴内部物理场测量结果

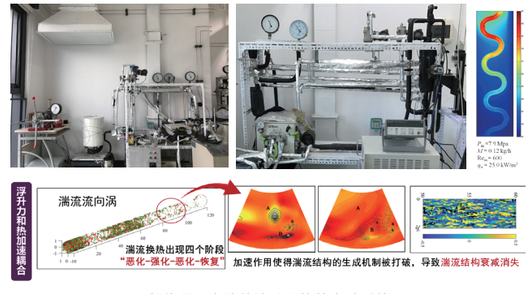


百叶窗翅片与槽道表面的结霜实验



强化换热及换热器优化设计

超临界压力流体对流换热研究对先进能源动力系统设计和优化具有重要意义，已应用于跨临界空调与热泵、超临界水冷核反应堆、超临界 CO_2- 太阳能发电系统等。主要研究工作包括：超临界压力 CO_2、水、R134a 等的流动换热规律，超临界压力碳氢燃料流动换热与热裂解，通过理论分析、实验研究、数值模拟、机器学习以及工程实践等，深入揭示了超临界压力条件下剧烈的物性变化、浮升力、流动加速等对流动与换热的影响机理和规律，建立了对流换热计算准则模型；提出了基于温度滑移匹配的换热流程优化方法，建立了超临界 CO_2/ 颗粒换热联合发电实验系统；提出了超临界 CO_2 换热器设计方法，研制出高功率密度、低流阻传热装置。



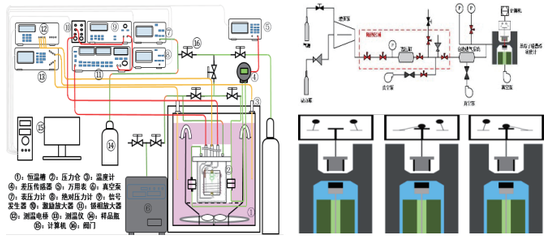
超临界压力流体流动与换热实验系统

热物性与循环

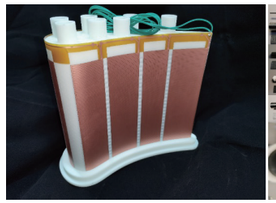
第四代制冷剂氢氟烯烃 (HFO)：开展了 HFO 及其混合工质的多种热物性的实验测量与理论表征，实验精度达到同领域内领先水平，所获数据和模型为热力系统运行参数优化和新工质设计提供指导；

热端部件对流传热系数的测量：提出了基于柔性电路的高温部件对流换热系数新原理测量方法和系统，该方法相对于现有稳态测量方法，实验时间缩短至分钟量级；相对于现有瞬态方法，极大降低对测量系统的要求；

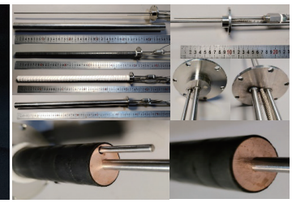
超低振动吸附式低温制冷技术：开展了材料、器件、系统三个层面的研究，发现存在性能显著优于活性炭的 MOFs 材料，强化传热结构、吸附材料的导热改性可提高吸附腔室性能，压缩循环改进可进一步提升吸附式低温制冷系统性能。



HFO 热物性实验系统

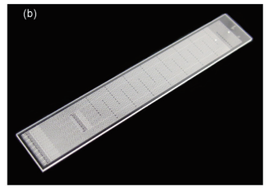


基于柔性电路的叶片实验件



吸附腔室设计

微型低温制冷理论与技术研究对于航空航天、国防以及医疗等领域中整体系统的微型化意义重大，同时对低温制冷技术提出了微小尺寸化和高度集成化的重大需求。主要研究工作包括：微结构阵列内流动与传热、痕量水低温表面成冰机制；易于微型化高效制冷循环、结构优化及其微加工方法；制冷机与电子器件集成化、闭式制冷系统整机微型化。

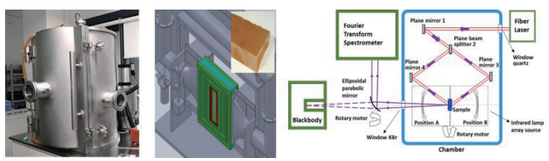


基于光刻微加工技术的芯片型制冷机

基于非光刻微加工技术的 Hampson 型制冷机

复杂环境下辐射传递与非接触测量技术发展对航空航天、能源动力、电子信息、生物医学、安全等领域的热设计与防护、热控制与管理、发光辐射调控、先进材料与器件开发具有重要意义。主要研究工作包括：中 / 高温半球向全发射率测量；宽温区光谱发射率测量；半透明介质光谱辐射特性测量；荧光材料本征速率参数测量；高温半透明介质辐射传递；上 / 下转换发光系统中能量传递机理及动力学模型。发展热辐射测温、激发辐射测温方法与技术，实现热防护结构、涡轮导叶 / 转子叶片、运动轮轴等热参数测量。

辐射测温系统与黑体试验台

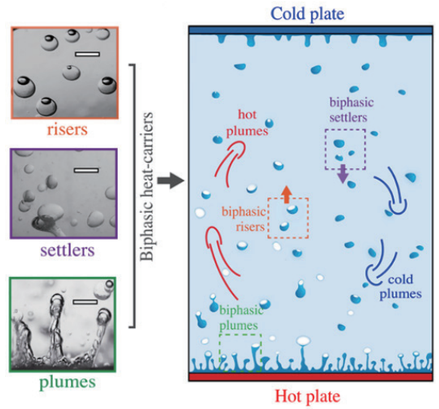


辐射热物性测试试验台

湍流力学与多相流

• 湍流力学和多相流

通过实验、直接数值模拟和理论建模相结合的手段，揭示了热分层以及湍流耦合作用下的冰演化问题，冰水界面复杂形貌特征的物理原因，以及移动固液界面所涉及的多稳态问题；在前所未及的参数空间内，在剪切湍流系统中测量了湍流输运和雷诺数之间的终极标度律，对于进一步研究极高雷诺数湍流输运有着非常重要的意义，发现可以利用 Feynman-Smoluchowski 棘齿型粗糙结构来调控大尺度湍流结构和系统输运特性，以及创造性地利用类催化性颗粒控制湍流整体输运。相关结果发表在《Annual Reviews 》、《Nature Ph ysics 》、《PNAS》、《Science Advances》、《Nature Communications》、《Physical Review Letters》、《Journal of Fluid Mechanics》等著名期刊。该成果 2021 年获得科学探索奖。

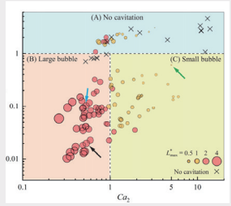


类催化性颗粒湍流系统

• 瞬态过程中管内大空化泡

空化是流体机械领域关注的重要话题之一，尤其是在变工况时涉及阀门的快速开关、泵的启停等瞬态过程，此时瞬态的液体加速度也会引起管路中空化的出现。而当空化泡的尺寸较大时，空化泡填充满管路截面，导致水柱分离的极端空化情况，可能引发灾难性的破坏。刘树红、左志钢课题组研究探讨了管内大尺寸空化泡的产生条件和动力学特性。结合实验与理论研究，提出了一个可以表征瞬态柱状大空化泡特征尺寸 L_{max} 的新的空化数 Ca_2，结合加速引起的空化发生起始判据 Ca_1，我们发现柱状大空化泡的产生需要同时满足 Ca_1 <1 和 Ca_2 <1 两个条件。此外，该研究还建立了描述管内柱状空化泡生长溃灭规律的 Rayleigh 形式模型，发现柱状空化泡以有限的速度溃灭，并给出了空化泡溃灭时间的估算公式。该研究结果对于设计瞬态过程的水力机械系统的设计和运行，避免大空化泡的危害性具有指导意义。相关成果发表在流体力学顶级期刊 Journal of Fluid Mechanics。

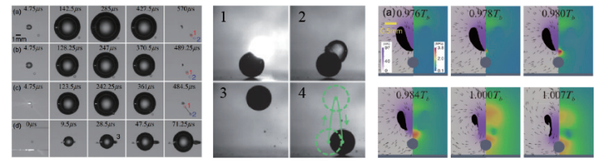
管内瞬态大空化泡生长溃灭过程



无量纲空化泡尺寸分布相图

• 空化泡 - 颗粒相互作用基础研究

空化是指液体中由于压力降低造成的蒸汽泡（空化泡）剧烈生长和溃灭的物理过程。液体含有颗粒时的空化现象常发生在超声清洗、空化碎石、含沙水中的流体机械高速运行等应用领域，其间空化泡 - 颗粒的相互作用甚为重要，此前国内外相关研究相对较少。清华大学能动系刘树红、左志钢课题组通过研究，首次系统分析了空化泡 - 颗粒的相互作用，发现了空化泡导致自由沉降颗粒的高速喷射，以及壁面初始附着颗粒的抛射等独特现象，揭示了微观机理。研究成果发表于国际顶级物理期刊《物理评论快报》（Physical Review Letters）和流体力学期刊《物理评论·流体》（Physical Review Fluids）。



空化泡 - 颗粒相互作用研究成果

• 燃烧基础研究

燃烧学的基本理论和方法是化石燃料清洁燃烧、汽车发动机、航空发动机、火灾和环境等领域高水平研究的基础，支撑着未来能源的可持续发展和能源动力系统的创新。

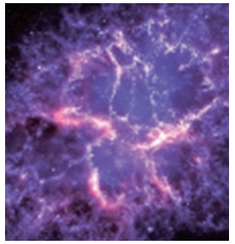
湍流燃烧基础研究以发动机燃烧中湍流与反应相互作用机理为关键科学问题，提升我国燃烧研究的整体创新能力和国际影响力，为发动机的自主研发提供理论和方法支持。

微重力燃烧研究围绕空天推进和载人航天等微重力环境下的燃烧科学基础问题，研究方向包括：液滴火焰、近极限火焰、火焰不稳定性、新型燃料和火焰等，研究成果应用于：航天及太空探索载具发动机、降低污染物及温室气体排放、火焰合成新型材料和空间站火灾探测及防火设计等。

碳烟的生成和 PM2.5 的排放有密切的关系，研究发展了基于量子化学和颗粒动力学的方法来描述和预测碳烟生成过程。

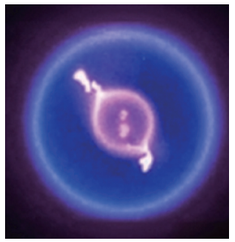
生物燃料是一种非常有潜力的清洁、可再生的能源，研究利用先进光源设备来开发一些重要生物燃烧的复杂反应机理。

爆炸与超声速燃烧普遍存在于各个工业行业和宇宙的各个角落。



蟹状星云的爆轰波模型

藻类提炼“绿色原油”

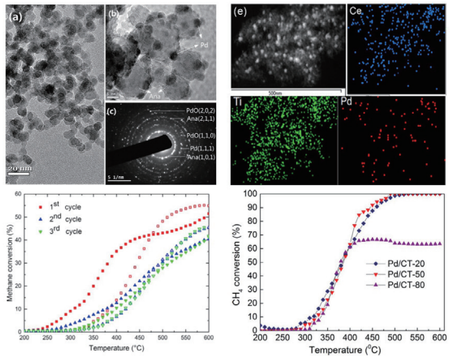


微重力下的火焰

内燃机内的燃烧与爆震

• 火焰纳米颗粒合成过程的研究与诊断

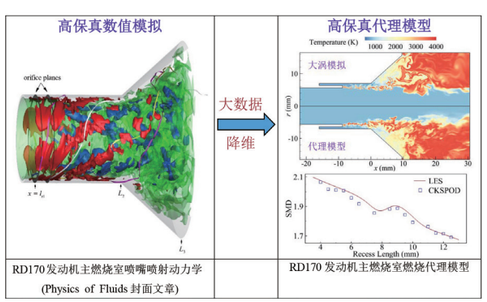
纳米颗粒广泛应用于催化燃烧、污染物降解、光催化、光电转化等传统能源和新能源技术领域，其规模化生产几乎全部来自高温火焰法的合成。火焰气溶胶合成不仅是生产良好可控的纳米结构材料（包括单一金属氧化物，混合氧化物纳米复合材料和碳纳米结构）的最具可扩展性和经济性的技术之一，而且可以进一步合成装配成纳米器件。研究所以旋流火焰为基础，探测火焰气溶胶合成纳米能源材料。研究中发现并发展了一种全新的相选择激光诱导击穿光谱（PS-LIBS）以实现对火焰气溶胶合成的复杂物理过程诊断。



纳米颗粒的火焰合成与应用

• 跨 / 超临界流体流动与燃烧高保真模拟与代理模型研究

为实现高效率、超大推力，先进推进与动力系统燃烧室工作常在超临界压力环境中，燃料喷射过程涉及跨 / 超临界流体的流动与燃烧动力学。通过结合高压、高雷诺数、变密度、可压缩、多相流、多尺度、多组分反应以及热物性参数非线性复杂变化等特性，建立跨 / 超临界流体湍流燃烧高保真模拟程序架构，以较低成本获取详细冷态与热态流场结构与动力学特性信息，提高先进推进与动力系统燃烧室物理化学过程的基本认知。进一步基于大数据方法与先进统计理论，建立了高保真快速预测代理模型，可实现比大涡模拟快 3-4 个数量级的时空流场信息预测，以满足工业设计的需求。



RD170发动机主燃烧室喷嘴喷射动力学 (Physics of Fluids 封面文章)

RD170 发动机主燃烧室燃烧代理模型

清洁能源

CLEAN ENERGY

1932 年
国内**首个**热力工程实验室

1954 年
国内**首个**热工学实验室

1958 年
周恩来总理视察多燃料电厂

1956 年
国内**首个**燃气轮机专业

1982 年
我国**首台**大型火电机组仿真系统

1984 年
燃烧**三高区原理**引领国际锅炉设计

1999 年起
连续 **4** 个 973 项目引领减污降碳

2001 年
国内**首台**重燃压气机机组模拟培训器

2010 年
支撑国内**首个** CO_2 封存示范

2013 年
首台 600MW 超临界循环流化床锅炉

2016 年
李克强总理视察燃气轮机样机

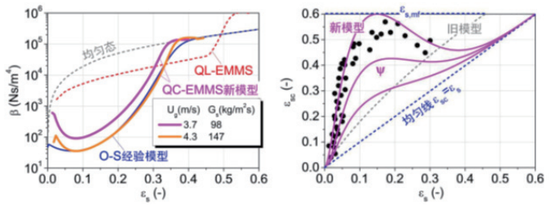
2017 年
世界**首台**商业规模水煤浆水冷壁气化炉

长期引领我国煤炭清洁高效利用、节能减排等技术研究，为领域发展做出了奠基性、开拓性重大贡献

化石燃料低碳转化利用技术

• 大型流态化过程数值模拟技术

为了准确揭示大型循环流化床反应器内复杂稠密气 - 固两相流动以及在流动基础上发生的传热、传质、反应和燃烧规律，采用介尺度分析方法，结合流态化最小能量理论（EMMS）和欧拉 - 欧拉（双流体）模拟方法，提出了一系列介尺度颗粒团特征参数模型、颗粒团识别模型、非均匀因子与系统操作参数模型、多尺度流态化非均匀气固曳力模型（QC-EMMS）以及非均匀流态相图，形成了大型流态化过程数值模拟技术，实现了准确模拟。为流化床设计、改进优化和大型化提供了重要的数值模拟手段。该技术目前正在大型煤气化循环流化床反应器上进行工程应用，以期得到进一步完善，也为科技创新和技术进步服务。



介尺度结构特性参数模型和曲线、曳力 β 模型曲线

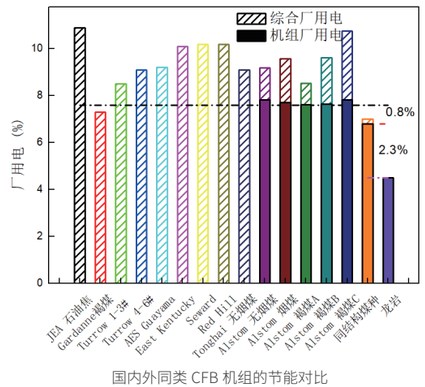
• 超（超）临界循环流化床锅炉技术

煤炭是我国的主要能源，其中低热值燃料利用的最佳方式是循环流化床 (CFB) 燃烧发电，提高参数和容量是提高火电效率的有效措施，将 CFB 燃烧技术和超 (超) 临界参数发电技术二者结合，形成的超（超）临界 CFB 锅炉，兼备了燃用低热值燃料和高效发电两个优势，我国对其有重大需求，是大型 CFB 锅炉技术的发展方向。世界首台 600MW 超临界 CFB 锅炉发电机组于 2013 年 4 月 14 日在神华白马电厂通过 168h 运行，性能优于同期国外产品，被国际能源组织认定是 CFB 燃烧技术发展的标志性事件。该项目取得了系列原创性成果，完全自主开发，关键技术创新性显著，达到国际领先水平，成果“600MW 超临界循环流化床锅炉技术开发、研制与工程示范”荣获国家科技进步奖一等奖（2017 年）。

世界首台 600MW 超临界 CFB 锅炉

• 基于流态重构的节能型循环流化床锅炉技术

流态重构技术是根据定态设计理论，在维持 CFB 炉膛上部快速床流化状态的前提下，即维持流化风速和循环流率不变，通过优化床料质量，改变有效床料和无效床料的比例，降低总存料量并改变炉膛中下部浓度分布，从而降低风机能耗和减轻受热面磨损。下部流态的改变对燃烧、传热、混合及污染物排放的影响是技术的关键。该技术在 2007 年首次实现工业应用；2009 年在福建龙岩 300MWCFB 机组上实现重构，厂用电降低到 4.5%，为国内外最好水平。先后获得教育部科技进步一等奖的奖项 3 项，美国和德国 2 项国际发明专利。得到国家 863 和十二五科技支撑计划课题的资助，开发了节能型超低排放的 CFB 燃烧技术，并在山西国峰电力 300MW CFB 机组上进行示范。



国内外同类 CFB 机组的节能对比

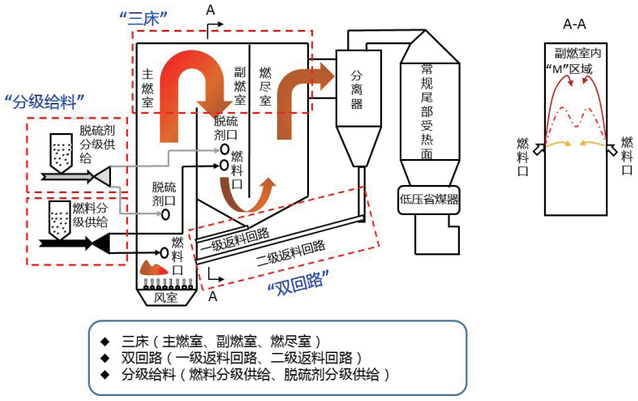
• 气液多相流动传热及超临界水动力

气液多相流动传热及超临界水动力过程中，往往伴随着强烈的气液掺混及工质的物性变化，有效强化了传质传热过程，因而被广泛应用于各类能源动力系统中。例如在电站及工业锅炉、核电站、火箭推进器冷却以及近年来广受关注的有机工质循环和太阳能热发电等装置中，气液多相流动传热以及超临界水动力过程对装置的安全、高效运行具有重要作用。研究了注汽锅炉中高含盐水在锅内的水动力问题，开发了世界首台 130t/h 燃煤循环流化床注汽锅炉。

世界首台 130t/h 燃煤循环流化床注汽锅炉

• 清洁高效多流程循环流化床技术

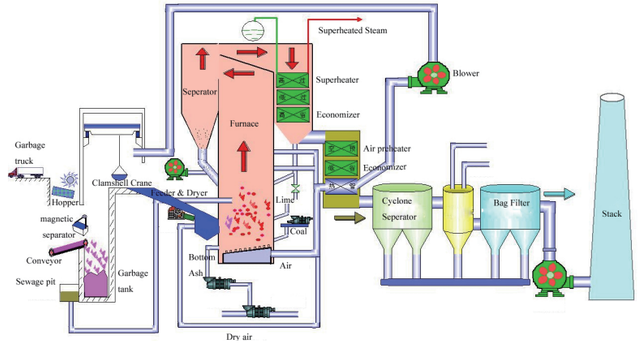
工业锅炉是能源消耗和污染排放大户，年排放 SO_2~500 万吨，NOx~200 万吨。现役工业锅炉约 50 万台，炉排炉约占 80%，燃料适应性差，效率低，亟需更新换代。循环流化床是一种清洁的燃烧方式，低 NOx 燃烧、炉内脱硫，燃料适应性好，但炉膛偏高，在工业锅炉房内布置受限。为解决需求与现实矛盾，清华大学研发了清洁高效多流程工业锅炉技术，燃料适应性好，热效率高，方便在工业锅炉房内布置。



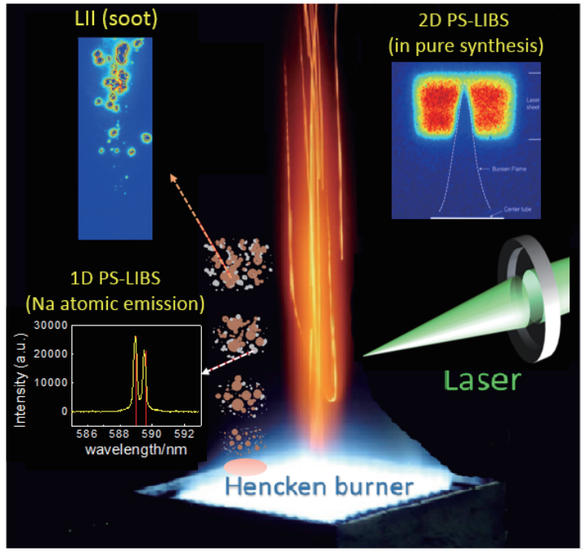
“三床”、“两返”多流程循环流化床工业锅炉原理示意图

• 炉排 - 流化复合垃圾焚烧技术

随着人民生活水平提高，年清运城市生活垃圾逐年增加，目前已达 1.7 亿吨 / 年，成为困扰我国城市化进程的一个难题。焚烧是国际主流的垃圾处置技术，通过焚烧处置这种“唯一不断增长的能源”，可实现垃圾减量化、无害化和资源化。一般来说，1 吨生活垃圾经过焚烧处理后，可发约 280 度电。为实现处理垃圾的经济和环保效益，清华大学研发并设计了炉排 - 流化垃圾焚烧工艺系统，排放烟气中重金属、二噁英、NOx、SO_2、CO、HCl 等污染物均满足国家排放标准。



炉排 - 流化复合垃圾焚烧工艺系统图



相选择性激光诱导击穿光谱技术 (PS-LIBS)

• 煤粉燃烧过程的在线光学诊断技术

燃煤清洁高效发电仍占据着我国电力行业的核心地位，煤粉燃烧的稳定性关系着整个发电机组运行的安全性。因此，对煤粉燃烧过程中的点燃特性、燃尽特性、飞灰演化和结渣特性过程等开展诊断与监测尤为重要。近年来，基于光学方法的煤粉燃烧测量技术逐渐发展，并且由于其测量方式的非侵入性，高时空分辨率以及高测量精度等优点，在线光学测量技术在煤粉燃烧诊断领域得到广泛应用。

• 水煤浆水冷壁煤气化技术

煤气化是实现煤炭清洁高效转化的核心技术，对缓解我国对外石油依存度、保障国家能源安全具有重大意义。清华大学等开发了具有完全自主知识产权的水煤浆水冷壁气化技术，采用热能工程领域成熟的垂直悬挂膜式水冷壁结构，利用凝渣保护的原理，气化温度可以提高至 1700℃，彻底解决了现有耐火砖气化炉的煤种灰熔点限制问题，煤种适应性好。于 2012 年通过中国石油和化学工业协会组织的成果鉴定，鉴定意见为“处于国际领先水平”，并获得教育部技术发明一等奖。

水煤浆水冷壁废锅气化炉在燃烧室下部设置辐射废锅，通过独特的高效传热辐射式受热面结构回收粗合成气显热，有效避免结渣积灰问题，使气化炉在生产合成气的同时联产高品质蒸气，形成合成气 / 蒸汽联产炉，提高了能量利用效率。于 2016 年通过中国石油和化学工业协会组织的成果鉴定，鉴定意见为“处于国际领先水平”。

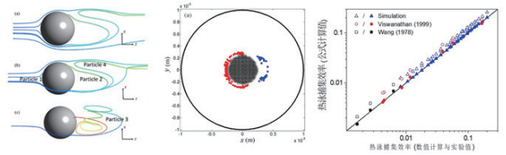
技术获得了中国技术市场协会金桥奖一等奖、日内瓦国际发明展金奖、煤炭工业协会特等奖、中国专利金奖和山西省科学技技进步一等奖等。

晋华炉：水煤浆水冷壁气化炉

污染物脱除与循环利用技术

• 液滴捕集颗粒机制与脱硫协同除尘技术

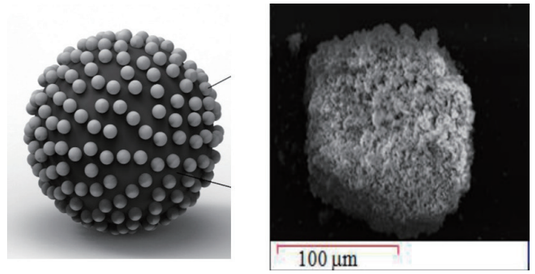
颗粒物是我国大气环境的首要污染物，工业燃煤装置是其重要排放源之一。燃煤烟气颗粒物的排放控制，既需要开发高效的专门除尘设备，也需要考虑烟气净化系统中其他净化单元对颗粒物的协同脱除作用，开发协同技术有助于提高烟气净化系统的除尘效率、减低除尘成本、减少二次排放。针对湿法脱硫装置对颗粒物的协同脱除作用开展研究，指出脱硫工艺影响颗粒物排放的主要途径，探明脱硫环境下液滴捕集颗粒的主要机制，提出优化脱硫协同除尘性能的结构与参数设计，对实现燃煤烟气颗粒物的超低排放起到重要的辅助作用。



边界层分离流动时颗粒的热泳迁移、沉积分布与捕集效率预测

• 高效担载型脱硫剂

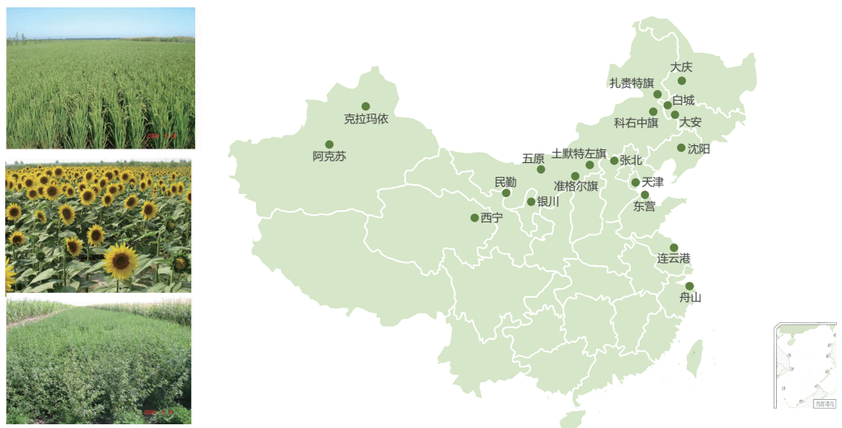
脱硫剂的性能对脱硫效果具有重要的影响。尤其针对气固反应脱硫过程，当原始粒度高于 100μm 时，与含硫气体反应后，脱硫产物（主要以 $CaSO_4$ 为主）的摩尔体积较脱硫剂大，导致颗粒表面的孔隙堵塞，影响了其内部未发生反应的有效脱硫剂进一步利用，从而导致比较低的利用率。为实现较高的脱硫效率，燃煤企业必须提高其有效组分加入量（如 Ca/S），造成大量的脱硫剂浪费。减小脱硫剂颗粒可有效提高其利用率，但仍需较长停留时间。对气固分离装置提出了更高的要求，往往会带来系统阻力的增加，诸如采用静电或者布袋除尘类分离器。由此带来经济成本的增加。本技术开发主要是解决脱硫剂颗粒细粉化且延长停留时间的问题。



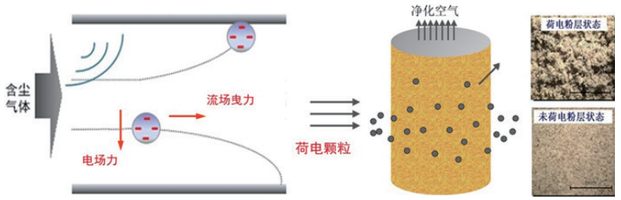
担载型脱硫剂

• 盐碱地区生态修复技术

能源生态科学与工程将能源利用、污染防治与生态修复相结合，实现社会发展与生态保护的协调统一。1995 年，清华大学热能工程研究所率先开展利用燃煤烟气脱硫石膏进行盐碱地区生态修复的工作，在盐碱地改良剂开发、盐碱地区生态修复模式建立、以及盐碱地产业发展模式建立等方面取得一系列重要成果。在我国北方有盐碱土地的大部分省区都开展了应用示范，总面积已超过 120 万亩。



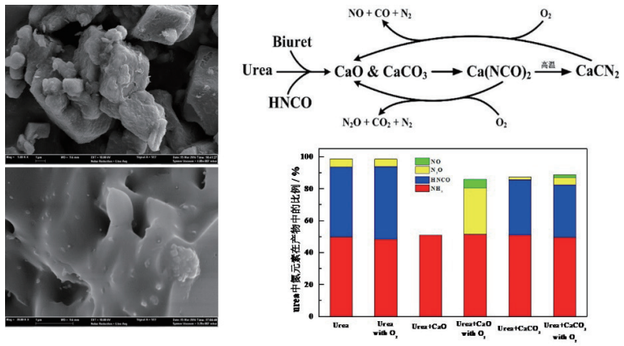
盐碱地区生态修复应用地区和主要作物



电袋复合机理

• 电袋复合除尘机理与技术

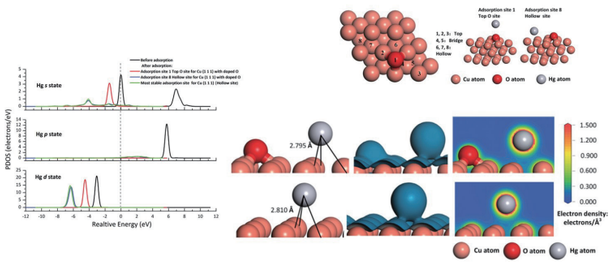
颗粒物是我国大气环境的首要污染物，工业燃煤装置是其重要排放源之一。随着人民生活水平的提高，对大气环境的质量要求也日益提高，工业烟尘的排放标准日趋严格。传统除尘技术存在细颗粒物脱除效率偏低、达到超低排放成本过高的问题，开发新型低成本稳定高效除尘技术，是我国大气环境保护的重大需求。清华大学针对电袋复合除尘机理与结构设计开展了系统研究，与福建龙净环保公司合作开发的电袋复合除尘技术广泛应用于火电、建材、化工等行业，实现了燃煤烟气颗粒物排放的高效稳定控制。成果“电袋复合除尘技术及产业化”获得 2014 年度国家科技进步奖二等奖，“特大型电袋复合除尘技术开发与应用”2012 年度环境保护科学技术奖一等奖。



钙基颗粒对尿素转化的

• 工业烟气脱硝技术

氮氧化物是我国大气环境的重要污染物之一，工业燃煤装置是其重要排放源之一。不同行业适用的氮氧化物排放控制技术也不同。根据我国对氮氧化物排放控制需求的变化，对脱硝技术的研究分成了四个阶段：第一阶段以电站锅炉为对象，研究主流脱硝技术，包括催化剂制备与再生技术及还原剂制备与精确喷射控制技术等；第二和第三阶段，分别以我国典型的工业锅炉和窑炉为对象开发适用技术，包括水泥、钢铁等行业的烟气脱硝技术等；第四阶段，面对超低排放的需求，研究电站锅炉脱硝的精细化设计与控制技术。



燃煤烟气中单质汞强制催化氧化技术

• 有害痕量元素的迁移转化与排放控制

煤中的汞、铅、砷、硒等有害痕量元素的含量虽然很低，但进入环境后难以通过化学或生物降解的途径来降低毒性，具有在生物体内富集和向食物链高端迁移的特征，并能够在大气、水体和土壤之间进行大范围的迁移，对生态环境和人体健康产生长远的危害。痕量元素极低的浓度（通常小于 0.1mg/m^3）给排放监测和控制带来了巨大的挑战，清华大学热能工程研究所针对有害痕量元素污染物迁移转化过程中的关键科学问题，围绕有害痕量元素污染物的形成、排放控制和环境影响的全过程开展研究，进一步完善了有害痕量元素污染防治方面的基础理论，促进了相关控制技术的开发和应用。

新能源与储能技术

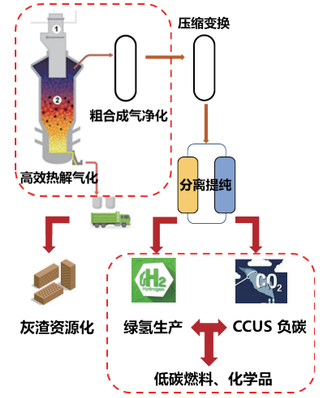
• 生物质能

发明了一种多元有机废物湍动流化床高效气化焚烧处理技术，针对不同性质及相态（固态、液体和气态）的有机废物在不同床层入炉，实现多元有机废物集中化处理，在国内外获得应用，获中国节能协会技术发明一等奖。

开发了生物质水热温度和压力解耦的实验系统，揭示了水热转化机理的难题，有效将水热分解的温度降低了 100°C ，提高了该技术的经济性和安全性，在 Nature Communications 等期刊发表论文 10 余篇，被基金委官网、科技部旗下期刊重点报道。

开发了有机固废气化熔融制绿氢工艺，建立了气化制绿氢工艺的全流程模型，实现多源有机固废与大宗无机固废的协同处置和深度资源化利用，绿氢制备成本显著低于可再生能源电解水制氢，在国际高水平期刊发表论文近 10 篇。

为清洁、高效、高价化生物质利用提供了坚实的理论基础与技术支撑。



生物质化学链

温州气化焚烧项目

越南气化焚烧项目

权威媒体报道

多项技术发明奖

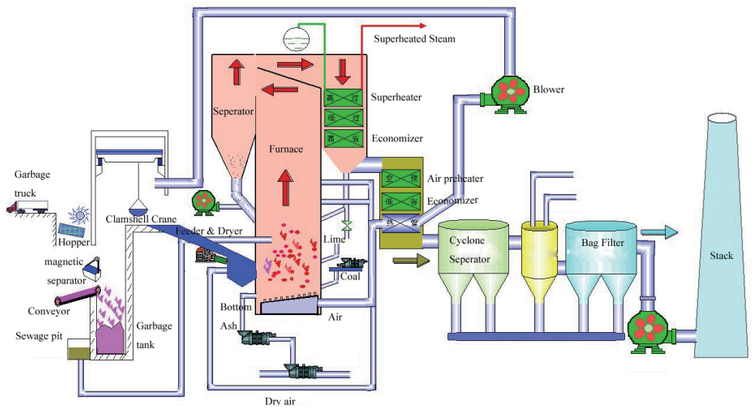
泰国 100MWe 纯燃生物质 CFB 锅炉（亚洲容量最大）

• 生物质燃烧发电技术

生物质资源被认为是绿色可再生能源之一，其开发利用受到广泛的重视。生物质直接燃烧技术由于成本低，利用量大，成为目前最简便、可行、高效的生物质能利用方式之一。生物质直接燃烧是指将生物质作为燃料在燃烧设备内直接燃烧并释放出热量用于发电或者供热的技术。由于生物质组分特殊，含有更多的水分、挥发分和碱金属以及较少的灰分，其燃烧特性较传统化石能源有所不同，易引起燃烧不稳定，设备受热面积灰、结垢和腐蚀的问题。清华大学在大量实验研究、理论分析和模型计算的基础上，研发设计出了 12~125MW 纯燃生物质循环流化床锅炉，实现了生物质资源的大规模减量化、无害化和资源化利用。

• 炉排 - 流化复合垃圾焚烧技术

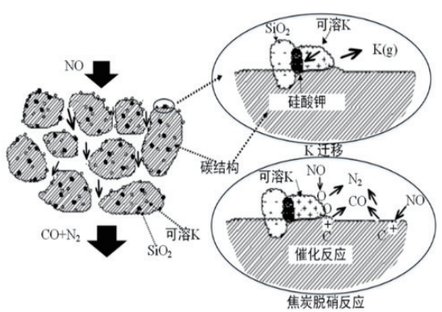
随着人民生活水平提高，年清运城市生活垃圾逐年增加，目前已达 1.7 亿吨 / 年，成为困扰我国城市化进程的一个难题。焚烧是国际主流的垃圾处置技术，通过焚烧处置这种“唯一不断增长的能源”，可实现垃圾减量化、无害化和资源化。一般来说，1 吨生活垃圾经过焚烧处理后，可发约 280 度电。为实现处理垃圾的经济和环保效益，清华大学研发并设计了炉排 - 流化垃圾焚烧工艺系统，排放烟气中重金属、二噁英、NOx、SO_2、CO、HCl 等污染物均满足国家排放标准。



炉排 - 流化复合垃圾焚烧工艺系统图

• 生物质热化学转化过程中的碱金属迁移

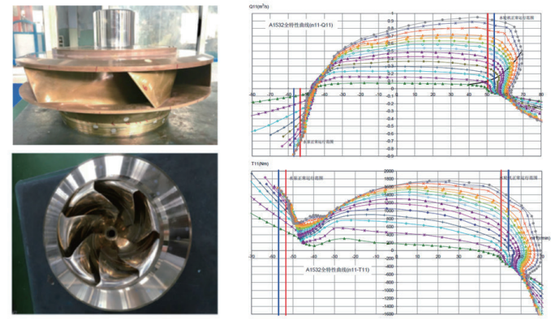
面对能源紧缺问题，生物质作为可再生能源，在能源结构中的地位日益重要。生物质中富含的碱金属在热转化过程中发生迁移，释放到气相的碱金属随烟气冷却过程中会引起积灰、结渣等问题，严重影响锅炉系统的稳定运行。碱金属对生物质的热化学转化有催化作用，其迁移反过来也会影响生物质的反应活性。因而有必要研究生物质热化学转化过程中的碱金属迁移机制，以指导对其迁移过程的调控。针对不同生物质热化学转化过程中的碱金属迁移行为进行研究，指出其在脱挥发分及焦炭热解或燃烧阶段迁移的主要机理，探索碱金属迁移引起的挥发分与焦炭反应活性的变化，对生物质热化学转化清洁技术的开发有重要的指导作用。



碱金属迁移对焦炭反应活性的影响

• 流体机械多参数多目标多工况优化设计技术

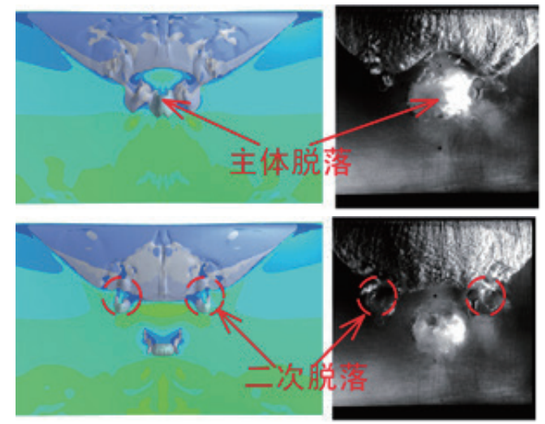
旋转能量的利用与旋涡流动的控制是水轮机、水泵等流体机械设计和运行中的核心问题。将涡动力学理论和流体机械流动理论有机结合，开发了拉格朗日型涡方法，利用涡量及其相关量分析流动特性，建立流体机械运行特性与涡流特性之间的关系。构建了流体机械多变量多目标多工况优化设计平台，开展了多种流体机械流动设计。针对流体机械中开发难度大的水泵水轮机机组，给出了速度环量分布规律，解决了 S 区导致的机组不稳定难题。



300MW 水泵水轮机模型转轮及全特性曲线

• 流体机械多尺度空化精细化数值模拟技术

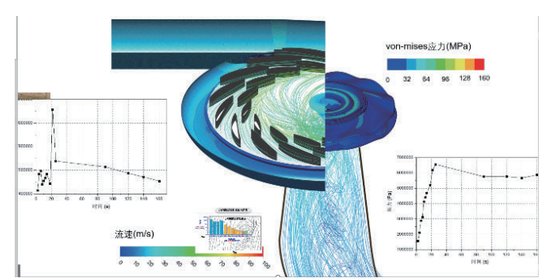
水动力学空化是影响现代水力机械安全稳定运行的重要原因，严重制约我国大容量水电设备与高端泵技术研发。针对传统方法预测水动力学空化精度差的瓶颈，构建了考虑液体粘性、表面张力与热力学效应的多组分空化模型，以及依据局部流场湍流特征与网格参数的动态 PANS 湍流模型，解决了项目技术研发的理论基础问题；提出了抑制水动力学空化的水力机械流动设计技术，大幅提升了水力机械的空化性能。项目成果应用于我国首台 CAP1400 冷凝泵模型设计，实验证明泵的空化性能与综合效率优于同期国外产品。项目取得系列原创性成果，关键技术达到国际领先水平，成果“高温高汽蚀性能流程泵关键技术及产业化”荣获浙江省科学技术奖一等奖（2013 年）、“高空化性能离心泵理论与关键技术及应用”荣获中国产学研合作创新成果一等奖（2021 年）。



水力机械翼型空化高精度模拟

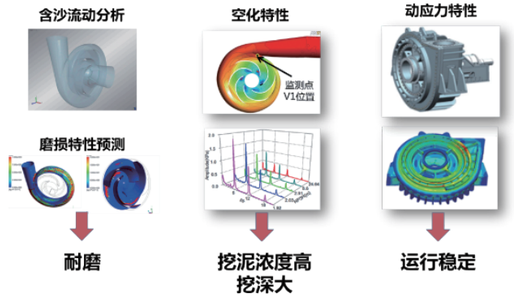
• 流体机械流固耦合动力特性分析技术

我国提出了建设 500 多座大型抽水蓄能电站总容量达 6 亿 KW 以上的目标。蓄能电站因地形条件的变化，每座电站水泵水轮机组均需要满足不用的运行要求，设计、制造和运行各具特色。流体机械及工程研究团队提出的水泵水轮机组流固耦合动力特性分析理论与分析方法，可以比较全面地计算预测水泵水轮机组的流固耦合模态和水激振动特性，预测共振和裂纹，预测极端工况机组安全稳定运行性能，已在广蓄、仙游、阳江、白山、金寨、厦蓄等多座大型抽水蓄能电站中应用。目前开展的变速水泵水轮机组多场耦合性能预测分析研究，将助力我国变速抽水蓄能机组的研发及工程应用。



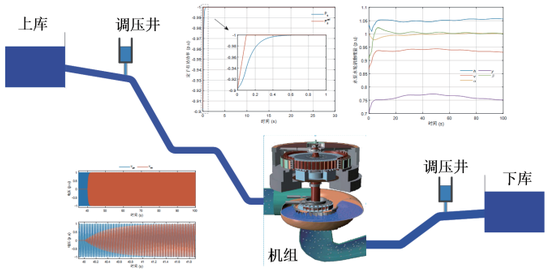
• 流体机械固液两相流及泥沙磨损分析技术

我国约 1/3 河流含有泥沙，造成水轮机组的泥沙磨损与磨蚀，影响机组的长期安全运行；河道和水库清淤、海岸保护与造地、岛礁吹填、航道建设等，泥泵的磨损和空化性能直接影响工程效率。流体机械及工程研究团队提出了水、沙、气、汽多相流动计算分析方法，可以预测原型泵组及输水系统各种运行工况下的空化性能及磨损磨蚀性能，提出了抗空蚀磨蚀转轮及流道优化设计方法，成功应用于多个水电站抗磨损转轮研发及多套泥泵转轮研发中。



• 流体机械三维瞬变流及过渡过程分析技术

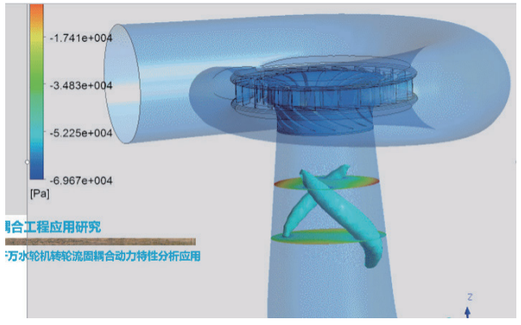
首次在国内开展高水头抽水蓄能电站动态仿真研究并成功将成果应用于十三陵、广州、天荒坪、敦化、丰宁、沂蒙、泰安等抽水蓄能电站的动态仿真和系统参数优化；解决了明流、满流、明满交替流及不同流态节点的计算模型，建立了水 - 机 - 电耦合的变转速抽水蓄能电站动态过程仿真模型；开发了具有独立知识产权的“水利水电工程全系统瞬变流仿真计算平台”，完成三峡、百色、溪洛渡、向家坝、白鹤滩、乌东德等水电站及万家寨引黄工程、舟山大陆跨海供水工程、广东东江－深圳供水工程、北京市南水北调供水环路全系统瞬变流仿真计算及设计参数优化；获电力部科技进步二等奖、水利部大禹水利科学技术奖一等奖、北京市科技进步二等奖。



变转速抽水蓄能电站动态过程仿真

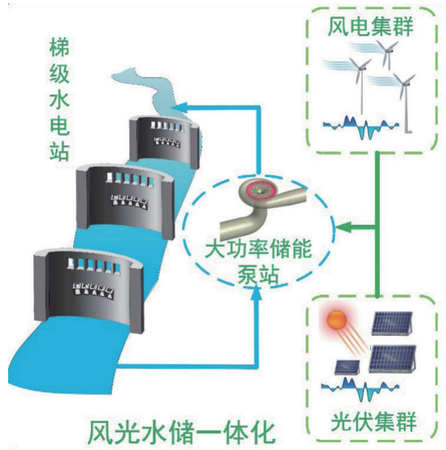
• 抽水蓄能机组运行稳定性分析及工程应用

我国水电站已装机容量达 3.7 亿 KW，其中单机容量 50 万 KW 以上的巨型水轮发电机组 200 多台，后续还将建设 3 亿 KW 以上。流体机械及工程研究团队提出了原型机组水机电瞬态多场耦合性能的计算分析、优化设计及评估方法，应用于白鹤滩、三峡、万家寨、小浪底、水口、大藤峡等多座大型电站中。



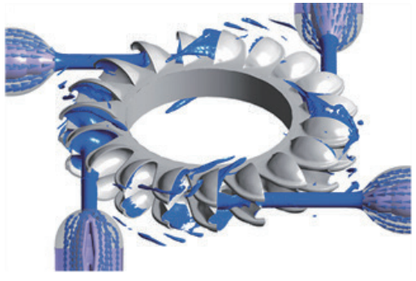
• 基于储能大泵的水风光储一体化及工程应用

国家发改委《中国可再生能源发展路线图 2050》、国家能源局《抽水蓄能中长期发展规划 (2021-2035 年)》指出，到 2050 年我国电力供应中可再生能源发电占比将达到 86%, 风能、太阳能和水能发电将在未来的能源系统中占据主导地位。加快风能、太阳能、水能发电与储能的一体化融合，是实现我国能源绿色高效发展的必由之路。大泵储能泵站利用弃风弃光电量，通过大功率水泵从下一梯级水库抽水至上一梯级水库，实现大容量梯级水能储能，再结合常规水电站发电，构建绿色清洁、灵活调节的风光水储一体化系统，保证电网安全稳定运行。储能大泵功率为 20 万千瓦，是全世界最大功率水泵。

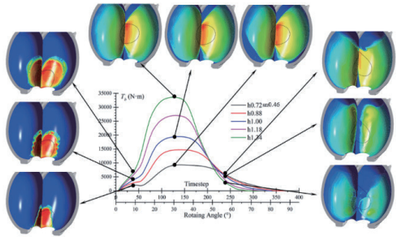


• 高水头大容量冲击式水轮机模型研制及工程应用

冲击式水轮机特别适用于超高水头的利用，在我国实现“双碳”目标、开发“雅下”为代表的高水头水电资源具有重要的战略意义。研究发展了冲击式水轮机非定常多相流的精确数值方法，获得了其多流态转换过程的水动力特性，揭示了冲击式水轮机多种典型流动干涉现象的发生机理。基于微分几何学、几何拓扑学等基本原理自主开发了水斗曲面重构的参数化设计软件，专门针对水斗有界不规则自由曲面的精确重构。根据复杂流动规律的总结，推导并发展了冲击式水轮机水力选型设计算法，开发了冲击式水轮机的水力优化设计平台，完成了单机功率 500MW 巨型冲击式机组水力模型的开发。针对国内高效水斗型谱少的问题，自主开发了多个系列的转轮水斗，其性能参数达到国际先进水平。突破了我国巨型冲击式水轮机水力开发的技术瓶颈。



四喷嘴冲击式水轮机整体流动数值模拟



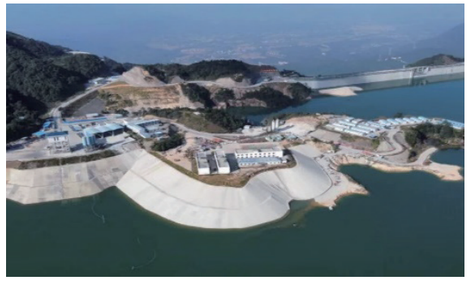
不同水头下水斗的扭矩随流态的变化

• 机械式储能

提出了转轮设计技术，开发了完整的可变速抽蓄机组转轮优化设计系统，并与哈电合作建成了国内首台 400MW 抽水蓄能机组

开发了自主知识产权的相关软件 2 项，其中水利水电工程瞬变流仿真软件应用于多个抽水蓄能电站，机组运行稳定性优于其他已投产蓄能电站机组

对于加快构建新型电力系统、促进可再生能源大规模高比例发展、实现碳达峰碳中和目标具有重要意义



国内首台 400MW 抽水蓄能机组

• 电化学储能

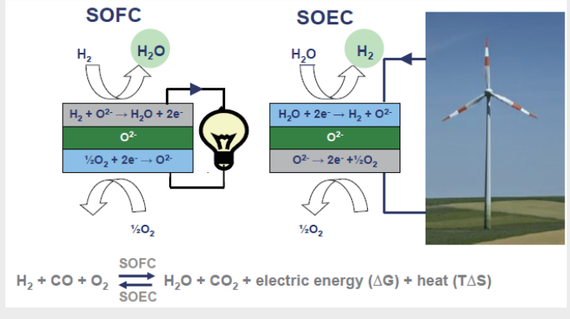
搭建了千瓦级 SOEC 电解制氢系统，批量化制备了 SOEC 单电池，完成了千瓦级电堆性能验证；搭建了 10 千瓦级循环再生氧气系统，百千瓦级电解水治绿氢示范系统

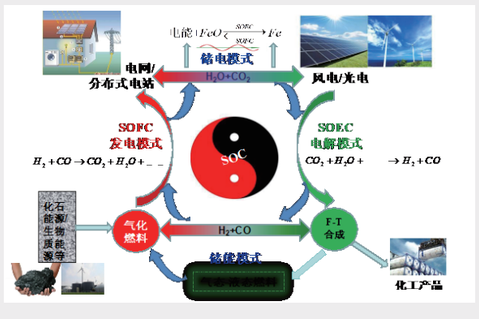
利用固态氧化物电解质、大能量密度储能系统改善电网调峰能力，实现发电的稳定输运，消除电池汽车行业消费者“里程焦虑”

提出了正极硫转化反应催化剂的设计准则，建立了催化剂高通量筛选设计的标准化流程。我国电化学储能累计装机容量在 2025 年预计将增加到 30GW，2023 年电动汽车年产量预计为 600 万辆，预计年增长速率为 90%

电化学储能能量密度大、效率高、效应快，在电力系统、电动汽车等领域发挥着重要作用。

千瓦级固体氧化物电解池 (SOEC) 制氢系统样机





固体氧化物电解池 SOEC (solid oxide electrolysis cell) 原理

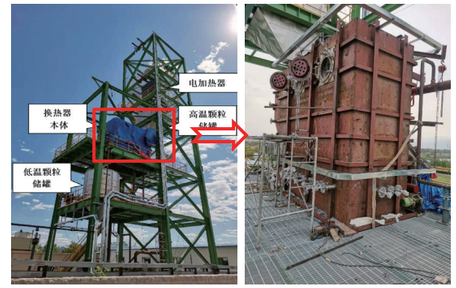
• 储热

流态化高强度换热技术，将电能存储于高温固体介质，具备气固混合强烈、热交换效率高（传热系数 >300W/(m^2·K)）、介质流动性好且储热温度高 ≥ 800℃等优点，突破现有储热技术的技术瓶颈，使得电 - 热 - 电更具经济性，为可再生能源利用和火电高灵活性提供技术支撑，已申请国家专利 5 项

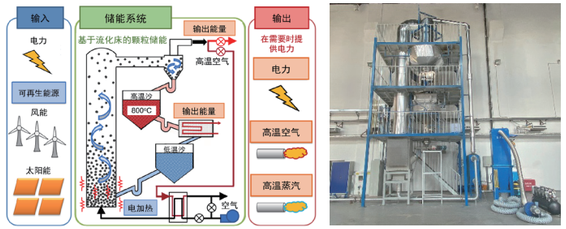
以超临界 CO_2 作为工质的勃雷登循环，具有效率高、功率密度高、紧凑性强和低成本等优点，同时其工作温度范围与固体颗粒工作温度具有非常好的匹配性，是新一代发电技术的优秀选择

首次开展了 MWth 级颗粒 / 超临界 CO_2 换热器系统实验研究，获得了 MWth 级流化床内颗粒 / 超临界 CO_2 的流动换热规律，形成了超临界 CO_2 - 高温太阳能吸热介质换热器设计与运行技术方法

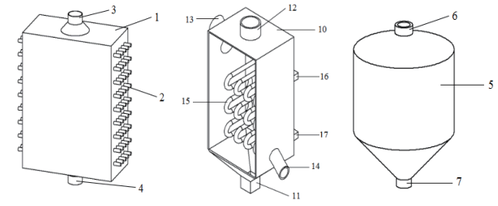
耐高温、成本低的固介储热发电一体化流化床换热系统是低耗高效储能的新选择。



首台颗粒 /sCO2 流化床换热器储热发电系统



高温固介流态化储热中试系统



关键部件专利成果

多项专利及国际奖项

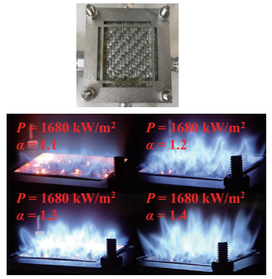
• 富氢 / 氨燃料

掺混富氢 / 氨燃料是利用清洁能源，实现降碳的可选手段，推动掺氢 / 掺氨燃烧从概念走向了工程示范，具有国际一流水平和专业化的先进低碳燃料燃烧技术及产品，申请了多项国家专利并获得了国际发明金奖

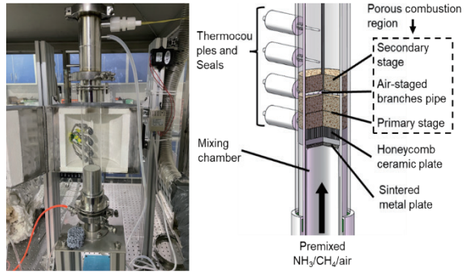
开展了丰富的基础实验研究，其中全预混表面燃烧实验掺氢比例可达 30%，获取了掺氢燃气的燃烧特性参数，利用多孔介质燃烧实验研究氨燃料稳定燃烧范围，确定了合适的燃烧组织方法

集中开展掺氢 / 富氢低碳燃料清洁燃烧的技术成果开展集中转化和推广，开发了含氢 / 氨超低热值燃气燃烧技术、在 35t/h、75t/h、150t/h 等不同容量锅炉上实现 13 台套燃烧器商业应用

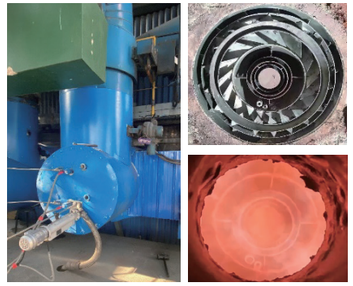
氢 / 氨能源的研究利用是走向“零碳”的关键技术



掺氢表面燃烧实验



氨的多孔介质燃烧组织方法



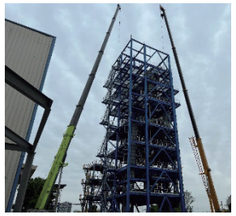
含氢 / 氨燃气燃烧应用现场

二氧化碳捕集、利用与封存技术

牵头国家重点研发计划项目、基金委创新群体项目与国际合作重点专项，开发了低能耗低成本干法 / 湿法 / 化学链燃烧碳捕集、多路径二氧化碳高效转化技术；突破常规尺度下热质传递理论在微纳系统、非常规能源技术中难以适用的瓶颈，阐明了地质封存和非常规油气增产利用过程中超临界 二氧化碳和水 / 油 / 气多相多组分流动规律

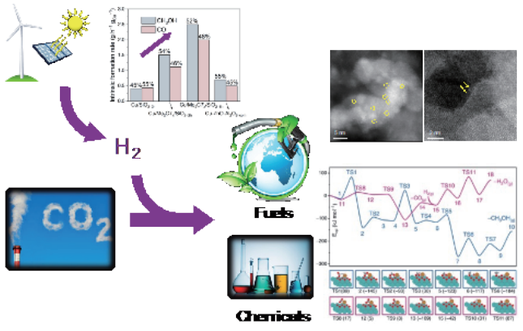
相关成果获国家自然科学奖二等奖、应用于我国首个二氧化碳地质封存 示范项目、建成国际首套 5MWth 化学链燃烧全流程示范工程

为高效、低成本 CO_2 捕集利用与封存提供了坚实的理论基础与技术支撑



国际首套 5MWth 化学链
燃烧全流程示范

世界首台中温变压吸附
H2/CO2 分离示范

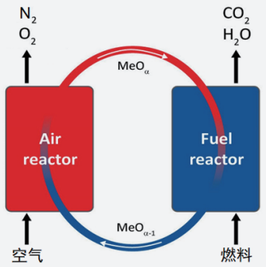


二氧化碳加氢制取碳中和燃料

鄂尔多斯 CO_2 捕集封存示范项目

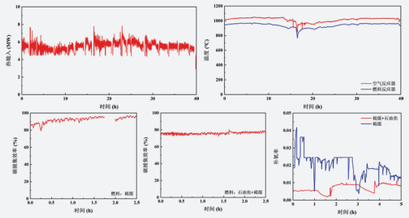
• 化学链燃烧技术

组织实施新型碳捕集技术化学链燃烧的重大示范，为“双碳”战略研发低能耗碳捕集原创技术。



化学链燃烧技术

主要成果介绍

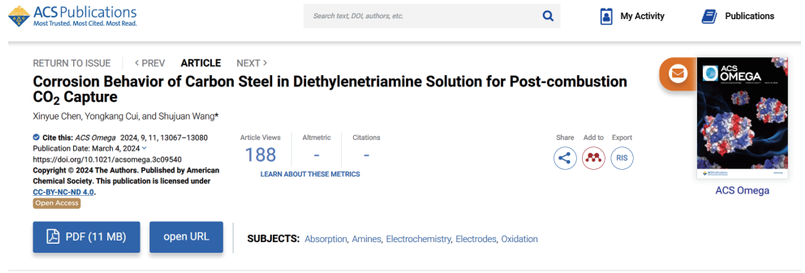


以煤和石油焦为燃料，在国际上首次实现化学链燃烧的自热示范，热输入 4.5MW，连续运行 60 多小时，CO_2 捕集效率高到 96%，燃料反应器出口干基 CO_2 含量高于 93%。

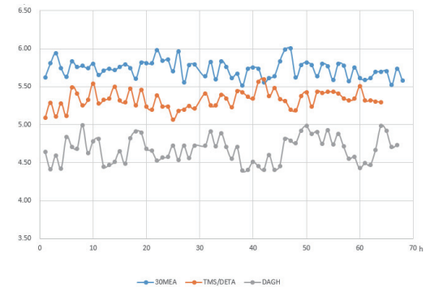
• 二氧化碳吸收剂

重点开发新型两相胺类吸收剂，提高 CO_2 循环吸收量并降低再生热耗，

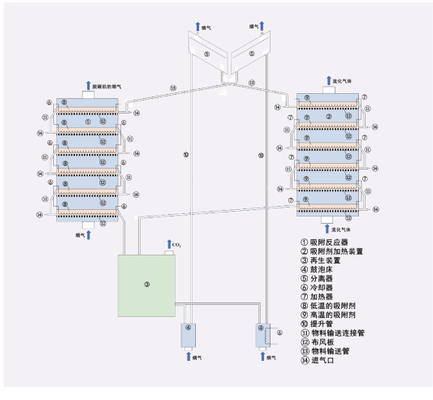
提高胺类吸收剂抗腐蚀、抗氧化性能



CO_2 两相吸收剂开发及表征、吸收剂腐蚀机理相关成果在相关期刊上发表，获得关注



建设了用于评价均相 / 两相吸收剂性能的小试装置，处理烟气量达 1Nm^3/h。可获得均相 / 两相吸收剂捕集 CO_2 的连续运转工况及能耗数据。基于课题组前期开发出的 CO_2 两相吸收剂，其再生热耗相比于基准吸收剂 30%MEA 降低近 1.5GJ/t CO_2。



固体吸附法二氧化碳捕集系统

百吨级二氧化碳捕集试验装置

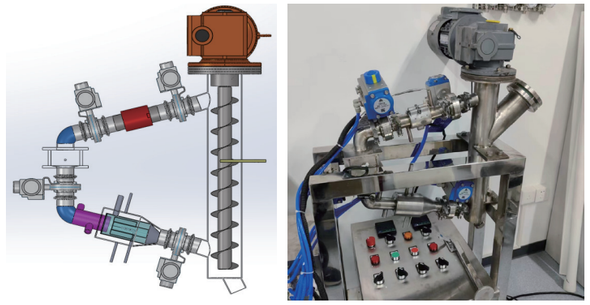
固体吸附剂在吸附反应器和再生反应器之间循环实现烟气中二氧化碳的捕集。固体吸附剂吸附 / 脱附过程再生热量低、不耗水，不向烟气中产生污染性组份，可以实现低能耗低成本二氧化碳捕集。

研发了适用于工业应用的高性能低成本吸附剂，研发了具有独立知识产权的吸附 / 再生装置，实现吸附 / 脱附装置间固体循环流量的精确调控，研发固体吸附与热力系统的耦合技术，正在进行千吨级二氧化碳捕集中试示范。

• 空气捕集二氧化碳

注重基础理论研究，推进科技转化。重点开发用于空气中 CO_2 分离的固态胺类吸附剂，以及适用于蒸汽辅助变温工艺的移动床设备。

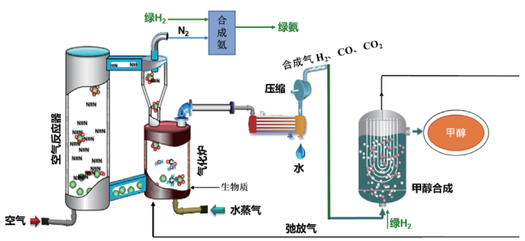
空气中 CO_2 捕集相关研究在 Separation and Purification Technology 等期刊发表，提出固态胺吸附剂性能提升策略，得到了广泛关注



搭建了实验室规模的空气中 CO_2 捕集实验平台，基于固态胺吸附剂开展蒸汽吹扫变温吸附工艺研究，实现 24h 连续运行。

• 生物质化学链气化制取绿色氨醇技术

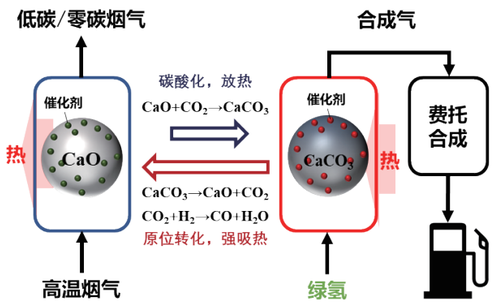
载氧体在空气反应器和气化炉之间循环实现氧传输，空气反应器出口气体是 N_2，可用于合成氨。气化炉出口气体含有 H_2、CO、CO_2、H_2O，以及少量 CH_4，通过冷凝去除 H_2O 后，就可以获得高热值合成气。该过程采用载氧体载氧而无需空分制氧，还原后的载氧体可以作为生物质焦油和半焦裂解的良好催化剂，提高气化效率。已掌握载氧体性能调控方法及大规模制备技术，已实现 4MW 中试试验，下一步进行工程示范。



生物质化学链气化制取绿色氨醇技术

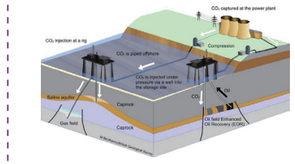
• 二氧化碳捕集及原位转化制液体燃料技术

利用固体吸附剂 CaO 在吸附反应器中与烟气中的 CO_2 进行碳酸化反应生成 $CaCO_3$，然后 $CaCO_3$ 固体颗粒进入再生反应器；在再生反应器内，利用电解水制取的绿氢可将 $CaCO_3$ 分解生成的 CO_2 原位转化为 CO，生成的 CO 及未反应的 H_2 经净化处理后作为费托合成的原料制取高价值液体燃料，同时利用吸附反应器产生的热量进行发电或供热。

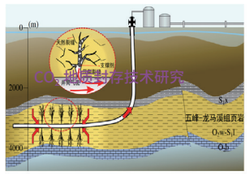


二氧化碳捕集及原位转化制液体燃料技术

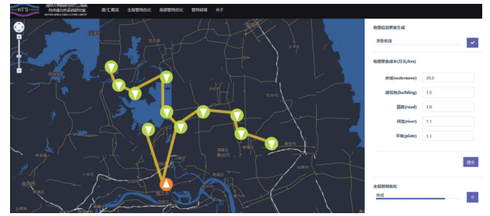
• CO_2 地质封存与非常规油气增产技术



CO_2 地质封存技术研究

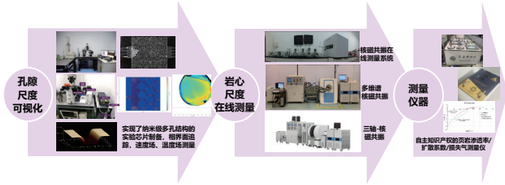


CO_2- 非常规油 / 气 / 热增产技术研究

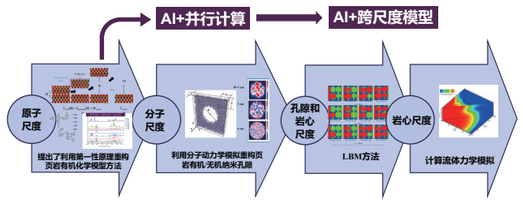


CCUS 全链技术与水 -CO_2- 经济分析研究

为有效预测大规模 CO_2 地质封存的可注性和安全性，构建了储层条件下孔隙 / 岩心尺度在线热质输运实验平台和多尺度热质输运模拟方法，成功用于我国国家能源集团及加拿大碳封存项目 CO_2 运移预测

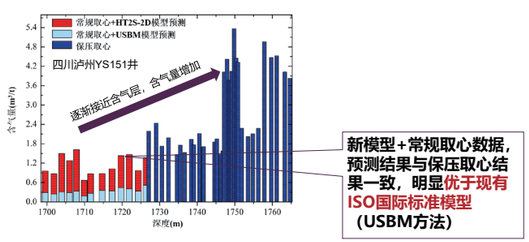


储层条件下（~15 MPa,150oC）孔隙尺度和岩心尺度在线热质输运实验平台

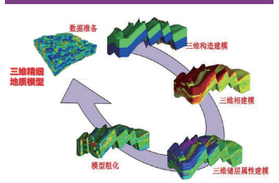


储层条件下从头算的多尺度热质输运模拟和人工智能升尺度方法

页岩气藏现场测量、勘探和储层评价装置
应用于四川南部泸州、威远、安岳等 30 余口页岩勘探井

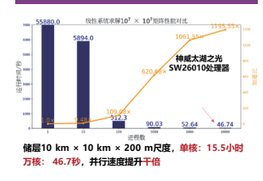


建立了非均质储层潜力评价方法



建立了非均质储层封存潜力预测方法，应用于国能 CCS 工区（10 km×10 km），预测出刘家沟 - 石千峰组封存潜力 0.27-1.15 亿吨

自研三维热流耦合并行模拟器



储层10 km × 10 km × 200 m尺度，单核：15.5小时
万核：46.7秒，并行速度提升千倍

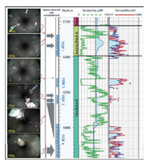
自主研发多孔介质两相流数值模拟软件，与太湖之光超算平台合作打造高性能求解器，实现了大规模线性方程组千万自由度 1 分钟内求解

我国首个 CO_2 封存项目

应用于中国二氧化碳地质封存首个示范项目，成功预测了封存过程中注入 CO_2 引起的地质储层温度变化，指导了注入参数的工程设计

加拿大 CO_2 封存示范项目

应用于加拿大 CO_2 封存项目（Aquistore CO_2 project storage site），为解决其盐析堵塞问题提供设计参数



氢能

• 氢高效制取

提出了中温变压吸附理论，引领吸附向中高温发展趋势，吸附量达到国际同类最高水平，建成了国际首台中温 5000Nm^3/h H_2/CO_2 分离大型变压吸附示范装置，获国际发明展特别嘉许金奖、中国发明协会一等奖，发布了国内首个中温变压吸附制氢团体标准

开发了耐高温阴阳极催化剂与隔膜，国际首创 10-100kW 高温碱水制氢装备与实验系统，电解槽寿命、直流耗电等多项技术达到国际先进水平，获日内瓦国际发明展金奖

揭示了氧空位作用于碳氢链的重整机理，开发了基底 - 载体 - 活性位成型的多燃料重整催化剂，重整转化率大于 98%，产物中关键杂志含量国际领先，开发了 2~50Nm^3/h 产氢能力的重整制氢样机并完成环境适应性验证

国内领先的灵活性绿氢制绿醇示范验证，为全国全球提供产业实践范本

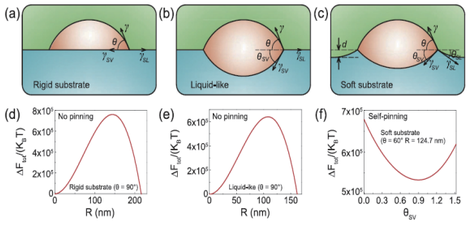
重整制氢系统应用

燃料氢气模块化定向除杂设备

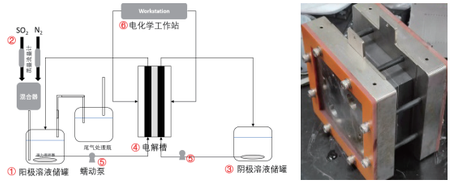
高温碱水电解设备

中温变压吸附 H_2/CO_2 分离中试装置

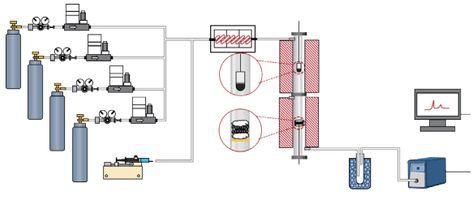
多项重要奖励



界面软硬度对界面纳米气泡稳定的影响



电化学 Bunsen 反应实验系统



生物质制氢试验装置

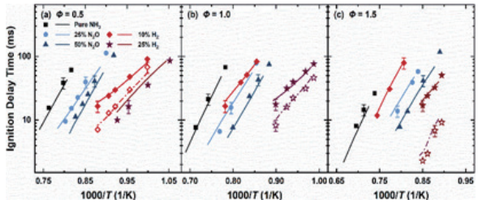
开展了电极附近界面纳米气泡热力学与动力学理论与模拟研究，得出接触线锚定或表面活性剂吸附可以稳定界面纳米气泡，明确了气泡的动力学演化与无量纲系数 kdi 有关，成果发表于国际权威期刊 Green Energy & Environment

开展了太阳能热化学 S-I 循环制氢研究，建立了多元流体关键物性数据及计算模型，获得了系统完整的能量流动与损失情况、关键参数影响机制和最优系统设计，搭建了电化学 Bunsen 反应试验台，探索了电化学 Bunsen 反应规律与机制，成果发表于国际权威期刊 Energy 等

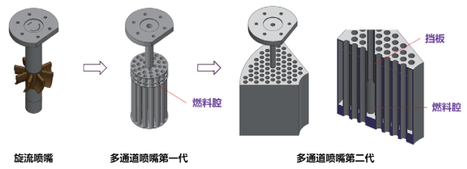
基于动态 DEIS 标定了 SOFC-SOEC 模式下各电极过程，研究了电池 - 电堆在发电、电解及循环运行模式下的稳定性，解析了电解 H_2O、共电解行为及电解 CO_2 反应历程，成果发表于国际权威期刊 Energy Conversion and Management 等

开展了生物质制氢理论与试验研究，搭建了生物质制氢试验装置并开展了初步实验，最优工况条件 H_2 纯度可达 96.6%

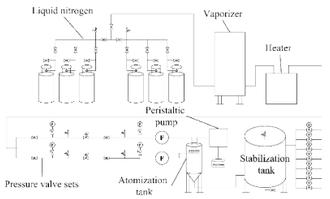
开展了固废制氢理论研究，明确了固废气化熔融制氢过程的参数敏感性、优化运行工艺和经济性



NH_3/H_2 混合燃料着火延迟时间及模型预测结果



燃氢 DLN 燃烧室的初步构型



丙酮示踪气体发生系统

专利证书

• 氢能利用

基于快速压缩机对 NH_3/H_2 混合燃料开展了着火特性系列研究，获取了低温工况下的着火延迟时间及中间组分浓度信息，发展了预测性良好的燃烧动力学模型，成果发表于 Proc. Combust. Inst.

首次实验观察到 NH_3/H_2 混合燃料的两阶段着火现象，报道了相应的一阶着火延迟时间，并揭示了两阶段着火现象的动力学机理，结果表明一阶段局部着火主要由 H2 的氧化导致，成果发表于 Combust. Flame

提出了更为高效的燃氢燃气轮机联合循环方案，在氢储能场景下可实现约 50% 的总往返效率，经济性分析表明该方案相较于已有方案具有更低的运行成本，成果发表于 International Journal of Hydrogen Energy

利用 JICF 原理设计单、多通道喷嘴，提出了一种燃氢 DLN 燃烧室的初步构型；开展了浓度场光学定量化测量方法研究，构建了大流量示踪气体（丙酮）发生装置，获得了大流量预混燃烧室燃料掺混定量化数据库，支撑了 300MW 燃机燃烧室设计，成果发表于 Int J Therm Sci

提出了可计算高 H_2O 和 CO_2 分压比值的灰气体加权和模型系数方法，发展并验证了变组分条件下导热、对流和辐射耦合作用下的数值算法；提出了氢涡轮冷却特性的辐射影响修正因子

• 氢能利用

发展了多层次、模块化、定制化高温 SOFC 发电元件设计集成方法，开发了百瓦级携行与无人机动力模块的工程样机，实现了百瓦级紧凑式电堆的高效集成

首次提出超高温 SOFC，将电池功率密度提升一个数量级，掌握了多种高稳定、高鲁棒、高效率的微管电池单元制备工艺，完成多种燃料条件下的 >2000h 连续稳定运行，推动 SOFC 向超高温方向发展

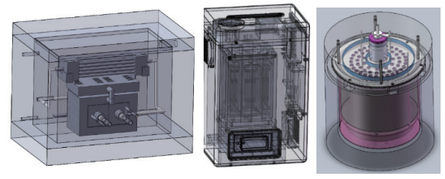
建立了 SOFC 系统理论体系，推动了 SOFC 产品在中国实现商业生产，获中国发明协会创业创新一等奖和多项行业奖项

突破了 SOFC 中多种核心材料和工艺技术：从陶瓷、金属、玻璃封接材料到多种致密薄膜、多孔薄膜制备技术，再到多组件精细装配工艺技术等系列研发、中试及产业化应用

综合电池 / 电堆中复杂的电化学、热化学、工程热物理等多领域交叉黑洞难题，自主发展了电池 / 电堆产品在线评价方法和装置，制订测试标准，集成测试系统并实现商业应用

为高效、安全氢能利用提供了坚实的理论基础与技术支撑

专利及奖励



50W、300W 携行电源

25kW-SOFC 运行现场 - 天津临港

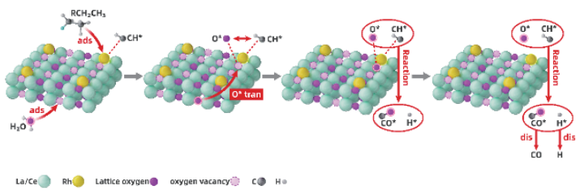
氢能

• 高效重整制氢与中温选择性分离纯化技术

工业规模化制氢与可再生能源合成燃料制氢是供氢的主要来源。如何实现碳 - 碳、碳 - 氢键的高效重整，以及氢气中含碳分子的高效分离是制氢过程的关键环节。

提出了调控载体氧离子传导特性的催化剂合成方法，所合成的烧绿石载体催化剂实现了罐装柴油、烷烃、醇类高效重整。突破了燃料重整制氢催化剂、反应器、系统集成等关键技术，建成了 6kW 碳基液体燃料重整装置与 35Nm3/h 甲醇重整制氢装置，完成了四川康定高海拔、福建平潭岛高盐高湿运行。其中，柴油重整转化率大于 98%，热电联供效率达 82.3%；甲醇重整制氢热电联供效率达 89%，产品氢气经第三方检测 CO 含量不超过 0.18ppm、H_2S 含量低于 0.1ppb，满足燃料氢气的品质需求。

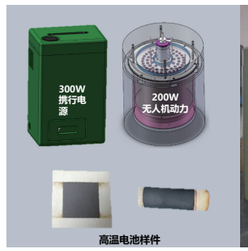
中温变压吸附法实现氢气分离与纯化。发展了中温区间吸附热可控的化学键调控方法，据此开发的水滑石吸附剂被正面引用“by far the highest adsorption capacity in the literature”；建设了国际首套处理量 5000Nm^3/h 煤制气中温变压吸附制取高纯氢中试示范装置，累计运行 120 天，氢气收率≥ 99%，纯度达燃料氢气品质。技术成果获日内瓦国际发明展特许金奖（2023）、中国发明协会一等奖（2020）等。核心专利已完成科技成果转化，目前已获 24 个订单，订单总金额超过 6800 万元，全国已投产装置总规模超过 35000Nm^3/h。



烧绿石载体催化剂及机理

• 新型固体氧化物燃料电池技术

固体氧化物燃料电池是一种将燃料化学能直接转化为电能的高效能源转化装置，可实现高效、轻量、灵活的电力供应。突破了液态锑金属阳极固体氧化物燃料电池发储一体化技术：储能模式下，单模组电池容量 1.6kWh，以煤油为燃料连续运行超 170 小时，总发电量达 22.5kWh；电池模式下，实现了气固液燃料适应运行，气体（含硫氢气）燃料利用率 76%，液体（煤油）燃料利用率 59%，固体（无烟煤）燃料利用率 66%，实现了氢、氨、天然气、丙烷、柴油等多种燃料条件下的 2000h 连续稳定运行。突破了管式高温燃料电池堆组放大技术，实现了百瓦级紧凑式电堆的高效集成（功率超 300W，发电效率达 45%，启动时间＜ 20min），在国内率先完成了百瓦级携行与无人机动力模块的工程样机。开发了便携式柴油重整 SOFC 燃料电池堆，支撑某 ZZ 单元微电能供应中心，实现了发电模块与电力电子控制模块的紧凑化、轻量化（整个箱体 11.3kg）高效集成

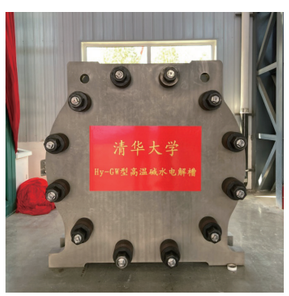


高温电池样件

班组ZZ单元微电能供应中心

• 高温高压碱水电解制氢技术

“双碳” 背景下，大力推进以氢能为枢纽的新技术应用，形成稳定长时发储一体化能力，对于保障能源安全具有重大战略意义，电解槽是其中核心装备。提出将碱性水电解制氢温度由常规 70°C提升至 110°C，有效降低电解电动势，相比于常规碱水电解将其能耗显著降低 10%，实现了碱水电解热中性运行。开发了耐高温阴阳极催化剂与隔膜，实现了产品级放大试验，建设了 10~100kW 高温碱水制氢装备与实验系统; 其电解槽寿命、直流电耗等多项技术指标达到高水平（在 110~130°C额定工作温度下，电解槽直流电耗低至 3.7kWh/Nm^{3}H$_2$，工作电流密度可达 8000A/m^2 以上，负载范围扩展至 15%~120%）。该装备耦合了化工、海水淡化、氢热电联供系统，具备热工装备属性，可灵活切换吸放热工况，借助高温下电解余热减少与系统热耗散增强。已完成转化，支撑了年产 300MW 电解制氢成套装备产线建设。



200Nm^3/h 高温高压碱水电解槽

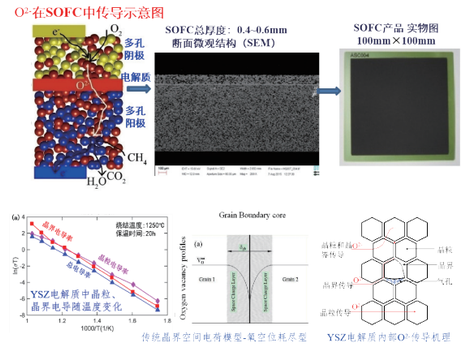
• 固体氧化物燃料电池（SOFC）从材料到系统研发及产业化

1. 单电池电解质薄膜低温致密化及异质异构多层薄膜共烧结制备技术

首创低温致密化三步烧结方法，提出了 YSZ 晶粒成核、扩散、生长精准调控机制，在低至 1200°C下成功烧结出细晶粒、高 O2- 传导性能的 YSZ 电解质薄膜；提出了亚微米细晶粒电解质中氧空位富集型晶界 O2- 快速传导机制，发展和丰富了陶瓷材料固相烧结理论和纳米离子学传导理论

针对 GDC 电解质，通过添加助烧剂实现世界范围内 GDC 最低温度（~800 oC）致密化烧结，获得了细晶粒、高 O2- 传导致密工业级单电池 GDC 薄膜 (1~5 μm）；已应用于单电池批量生产中

发明了大尺寸异质异构多层陶瓷薄膜共烧结方法，发展了二维大尺寸 (>100 mm）、超薄（厚度 ~0.5 mm）单电池高一致性批量化生产工艺技术，实现了高性能稳定运行

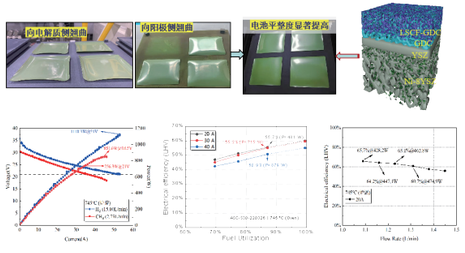


2. 电堆关键组件设计、制备、集成技术及多燃料下高效发电策略

发明了稀土元素改性的高导电锰钴尖晶石致密涂层及原位制备方法，实现了连接体高温强氧化环境下长期稳定运行。

发明了热膨胀系数适配的玻璃 - 陶瓷复合封料体系，设计了精准定量组合封接结构和方法，实现了电堆内陶瓷电池和金属连接体平面内复杂形状可靠线密封

实现了高效率发电：氢气 ~55%，合成气 60~63%；甲烷 60~65%（LHV）

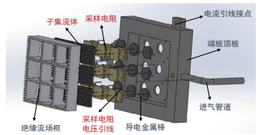


3. 电池 / 电堆产品在线测试方法、标准及软硬件集成测试系统

提出了电池 / 电堆在线监测评价新体系，发展了多参数分布测量方法，设计了流场可变测试装置，实现了高温、复杂气氛下电池温度和电流密度分布的原位在线测量。

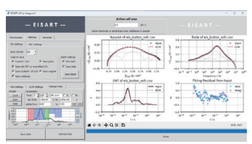
自主设计构建了电池 / 电堆产品全工况在线阻抗测试系统，通过交 / 直流隔离装置有效抑制干扰，解决了大电流 (~100 A) 下电化学阻抗谱（EIS）原位测试难题，低成本实现了系列荷载下 EIS 高精度测量；面对海量 EIS 数据发明了智能加权阻抗数据解析新算法 (新软件)，实现了即时、全自动 (弛豫时间分布 DRT 和等效电路拟合 ECM) 的快速准确分析

建立了基于 DEIS 分析的电极过程定量化解析方法，获得了各项电极过程在整体性能衰减中的贡献，明确了 SOFC 在运行初期和长期中的关键影响因素，确定了对应阶段主导衰减过程，诠释了性能演变机理。

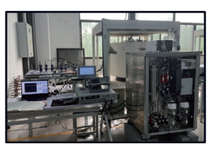


电池多参数分布测量测试装置

电池堆阻抗测试装置



电化学阻抗谱分析软件

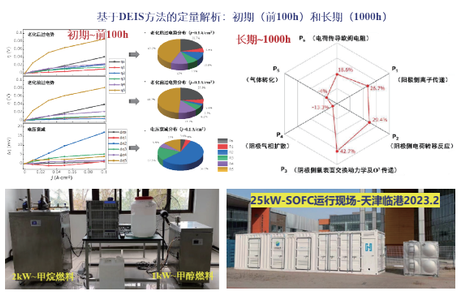

燃料重整联合电池堆测试装置

4. 发电系统集成及多场景示范应用

发展了以电堆热电平衡为核心的系统高效率运行策略，优化了多电堆组合策略，提出了级联式电堆设计及电堆尾气循环利用技术；

发展了燃料重整吸热、尾气燃烧放热与电池堆模块间热量耦合互补策略，针对 SOFC 系统多燃料适应性的要求，自主设计集成了千瓦级发电系统，结合示范场景

开展了使用副产氢气、气化煤气、管道天然气、液化石油气、甲醇等燃料的运行特性研究，建立了直接使用多种燃料的 SOFC 系统高效率运行策略



先进动力

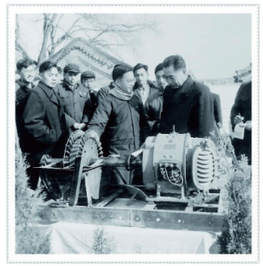
ADVANCED POWER ENGINEERING

• 燃气轮机基础研究

“两机”重大专项首批建设单位唯一民口高校，牵头 6 项国家科技重大专项，国内独树一帜；创新燃气轮机的气体通流设计方法，提升了高压压气机效率 1%，大幅节省燃油消耗

开发了自主的燃气轮机高负荷压气机、燃烧室和高温透平等部件关键技术、数据库及软件，完成了 CGT-60 样机设计及其高温部件验证，培养了国家重型燃气轮机专项总设计师，为我国完全自主 300MW 重型燃气轮机型号研发奠定了重要基础

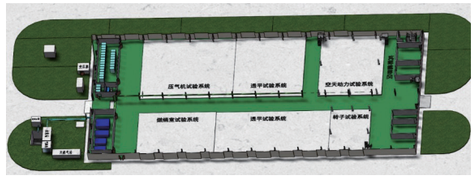
为国家安全和先进动力发展提供了坚实的理论基础与技术支撑！



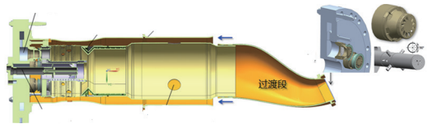
周恩来总理考察清华大学研制的汽轮机

李克强总理视察 CGT-60 燃机研究

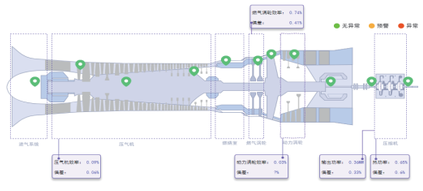
开发的 CGT-60 燃机 3D 模型



昌平燃气轮机试验基地



中低热值燃料低污染燃烧室



燃机智能诊断系统

• 燃气轮机基础研究

围绕燃气轮机涉及的所有主学科，开展了基础科学问题和共性关键技术问题研究，取得一批原创性成果，支撑了自主开发体系建设和型号研制

突破三十余项关键技术，形成系统和核心部件层面自主知识产权的设计软件 39 项，专利 258 项，建成 35 台套基础研究和关键技术验证实验台，打破了发达国家在重型燃机方面的知识产权壁垒，建立了完整的燃气轮机设计队伍、设计软件体系、设计准则和知识产权管理体系

建设昌平科研基地 A-3 厂房 5000 平米燃气轮机试验基地，总投资约 1.5 亿元

在“两机”重大专项项目中，牵头 7 项基础研究，获批条件建设，参与 16 项基础研究课题，项目经费共计约 2.45 亿元。牵头 863/重点研发计划、自然科学基金项目、企事业单位委托等项目，总经费约 3.32 亿元

为国家安全和先进动力发展提供了坚实的理论基础与技术支撑！

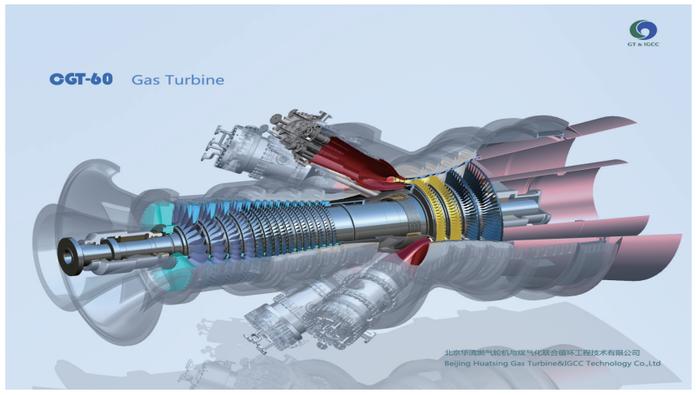
• 燃气轮机工业应用

完成 CGT-60F 样机概念设计、初步设计、详细设计，形成设计、加工、施工图纸；高温部件完成了加工制造和试验验证

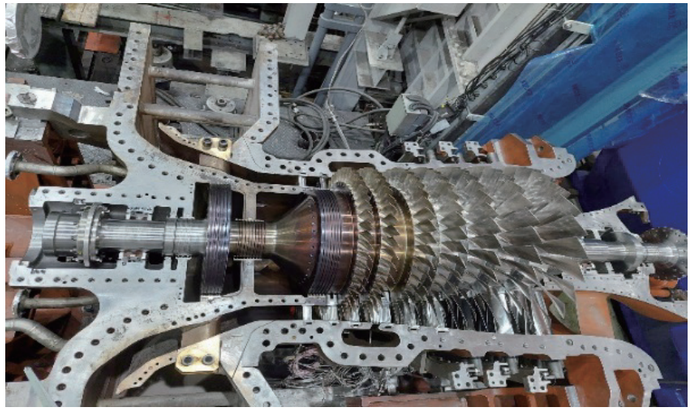
基础研究成果成功应用于中国重燃、三大动力等燃机型号研制，同时辐射至航空航天、舰船动力等行业的型号研制以及现有燃机机组的改造，包括中国航发沈阳发动机研究所某型号研制、中国重燃某型号研制、广重集团某型号研制、中船重工 719 所某型号研制、R0110B 燃机研制、国电环境保护研究院有限公司机组改造等

多项基础研究和关键技术攻关成果转化为实际生产力，成果转化经费共约 2.2 亿元

高温透平



CGT-60 原型机



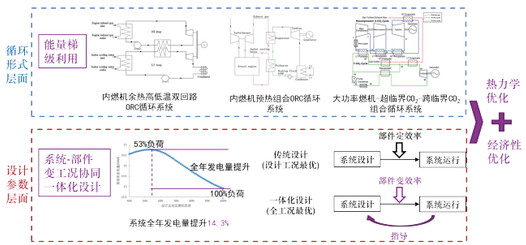
七级压气机

• 高效低排放热力循环设计、仿真及优化

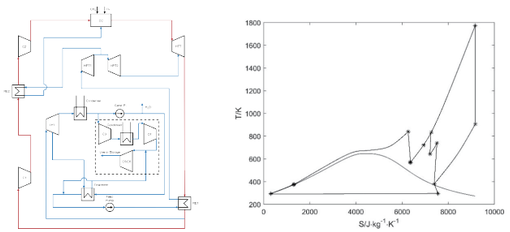
在节能减排和“双碳”目标的背景下，设计并优化循环形式、发展高效低排放非常规热力循环已成为未来能源与动力领域的重要研究方向。

针对传统热力循环系统，研究团队在系统设计及性能优化层面，根据能量梯级利用的原则，优化循环形式，提出了内燃机余热高低温双回路 ORC 循环系统、内燃机预热组合 ORC 循环系统、燃机 / 超临界 CO_2/ 跨临界 CO_2 组合循环等形式；提出了系统 - 部件全工况一体化设计优化方法，基于部件全工况模型，进行系统全工况运行特性研究，以指导系统设计；揭示了燃机进气温度对燃机全工况效率和喘振裕度的影响机理，提出了燃机“进气温度 +IGV 开度”协同控制方法，发展了部分负荷工况下燃机进气加热提效降耗技术。获 2021 年中国电力科学技术进步一等奖。

面向未来高效低排放需求，研究团队完成了纯氧燃烧燃气轮机联合循环系统建模分析与优化，开发了适用于多种燃料条件下的系统性能分析程序，提出了效率高于常规联合循环、满足二氧化碳（近）零排放且技术成熟度可控的新型纯氧燃烧燃气轮机联合循环系统，为实现“双碳”目标提供支撑。



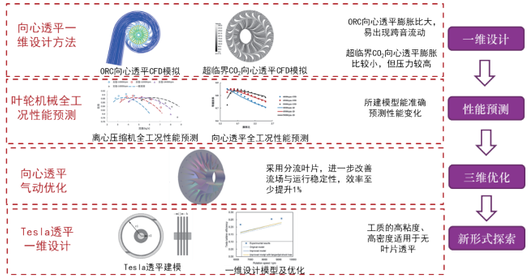
系统设计优化方法研究



纯氧燃烧燃气轮机联合循环系统构型与温熵图

• 特殊工质叶轮部件设计与优化方法

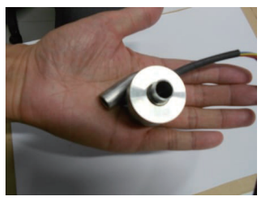
在特殊工质叶轮机械设计、仿真及优化方法方面，相比粘度小、密度小、物性变化小的传统工质，特殊工质具有粘度高、密度高、物性变化大的特点，因此特殊工质叶轮机械尺寸小、设计压比存在显著差异，在叶轮机械设计时需考虑真实气体特性。针对上述问题，课题组开发了离心压缩机和向心透平一维设计方法，进而得到叶轮机械全工况性能预测方法；在一维设计的基础上，探究了分流叶片等叶轮机械气动优化方法；同时，由于工质的高粘度、高密度适用于无叶片透平，对 Tesla 透平一维设计方法进行研究。



特殊工质叶轮机械设计、仿真及优化方法研究

• 人工心脏技术

机械式人工心脏是使用机械泵替代心脏给人体供血的一种辅助装置，在心脏外科手术的术中、术后恢复以及永久辅助心脏等领域得到了广泛应用，挽救了数以百万计的心脏病患者的生命。特别是在新型冠状肺炎疫情中，体外式人工心脏作为体外膜肺氧合技术重要的组成单元，在疫情防控中发挥了重要的作用。由于人工心脏与人体的血液和组织直接接触，它在临床使用中仍存在着溶血、血栓等严重的并发症问题。清华大学在大量数值模拟和实验研究的基础上，自主研发了体外式和体内式的人工心脏样机，测试结果表明它们拥有较好的水力性能和生理性能。



清华大学人工心脏实验样机（左：体外式，右：体内式）

• 空天动力

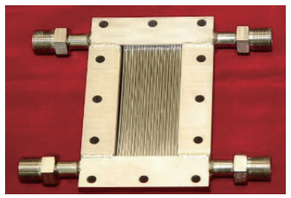
突破了极端条件下主动热防护的技术瓶颈，实现了对多个关键部件的高效主动热防护、热参数动态测试，解决了轻质、长寿命热防护的重大技术难题

提出了空天动力中新型预冷与发电一体化系统的拓域增能方案，连续输出百千瓦电能，支撑飞行器未来向更高速度和更长航时发展

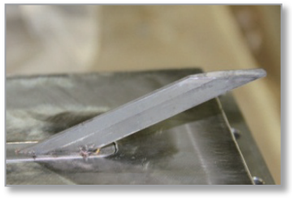
研究成果在国家超高速飞行器、氢氧火箭发动机、航天试验与材料等领域的 30 多家单位中实际应用

为我国先进航天飞行器高效可靠热防护和热管理技术发展提供重要支撑。获得 2020 年国家技术发明奖二等奖。

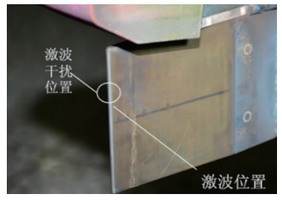
超临界 CO_2 紧凑式换热器



超临界 CO_2 微管束换热器

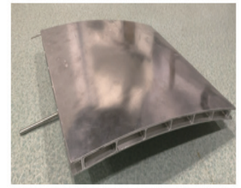


分区调控燃料喷注部件



燃料冲击冷却前缘部件

高温非接触辐射测量装置



飞行器身部典型隔热部件

• 航海动力

发明了孔型腔体共振能量脉动耗散及微射流混合涡流抑制结构，研发了船用集成化低噪声抗汽蚀凝水泵，获 2022 年中国造船工程学会技术发明奖一等奖

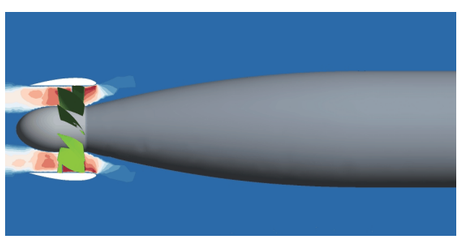
突破了高能量密度水力推进泵研制关键技术的瓶颈（宽速域高效稳定运行），为提升我国先进舰艇和水下航行体的战斗力奠定技术基础

突破了基于叶片载荷分布泵类装备减振降噪技术，完成了通海泵样机研制，成果应用于中船 701 所、704 所、719 所和 HJ 装备部

提出了动态 MSST PANS 模型、三组分多相空化模拟模型和高分辨率 WENO 格式，将流体机械复杂运行工况下的外特性数值预测精度提升至 5%，获 2021 年中国产学研促进会创新成果一等奖

多项国家和省部级级奖励

先进舰艇的动力装备



高能量密度水力推进泵

船用集成化低噪声抗汽蚀凝水泵

能源系统

ENERGY SYSTEM

• 基础科学问题与 AI 融合研究

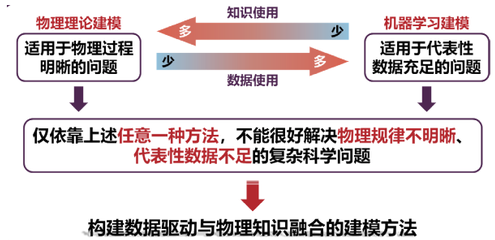
极端条件下的热质传递过程复杂，已有的研究方法难以兼顾准确、低成本、快速的需求

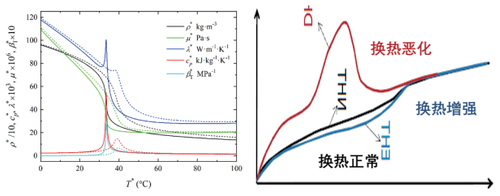
机器学习为热质传递过程预测提供了新思路，为融合机理研究提供了新范式

在传热代理模型与换热器计算方法、物理知识与数据驱动融合的物理场预测方法等方面，计算效率、预测精度均大幅提升，在航空航天发动机整机系统设计、超临界 CO_2 布雷顿循环等动力系统等领域得到应用

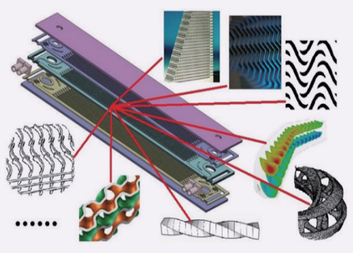
超临界压力流体对流换热的相关应用领域：提供了一种适用于强变物性流体热传递行为的高效、准确描述方法

机器学习为热质传递过程预测提供了新思路，为融合机理研究提供了新范式

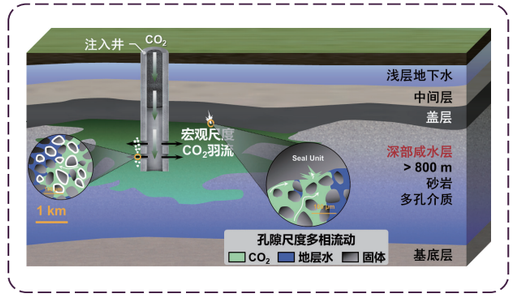




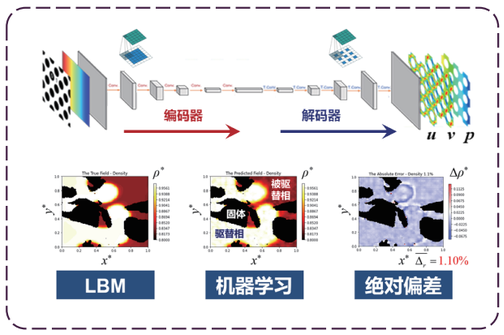
超临界压力流体物性变化剧烈，换热规律复杂



复杂通道结构



二氧化碳地质封存与非常规油气开采



建立了机器学习代理模型

AI 与跨尺度渗流模拟融合：高精度数据与物理知识双重驱动，训练孔隙尺度代理模型，嵌入宏观模型中实现跨尺度输运性能预测

在高精度数据集构建、孔隙尺度机器学习代理模型开发、跨尺度模型开发及验证等方面开展了相关研究

多孔介质多相流动过程的相关应用领域：二氧化碳地质封存与非常规油气开采、发汗冷却等主动热防护技术

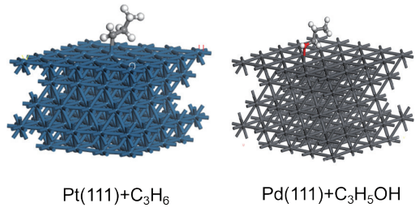
提供一种衔接孔隙尺度基础研究与宏观尺度实际应用的研究范式

低碳燃料机理研究方向：利用 AI 扩展贵金属的催化氧化机理、实现对高通量计算，对催化剂高效快速选择

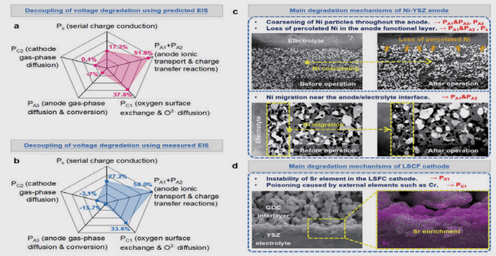
SOFC 方向：提出数据驱动模型与带载 EIS（DEIS）分析的燃料电池性能预测方法 ，定量地确定了各类衰减机理对整体电压衰减的贡献度

反应动力学方向：提出了 AI 加速构建液相质子转移反应动力学模拟方法，观察分析到了分子内 / 分子间质子转移的多条反应通道

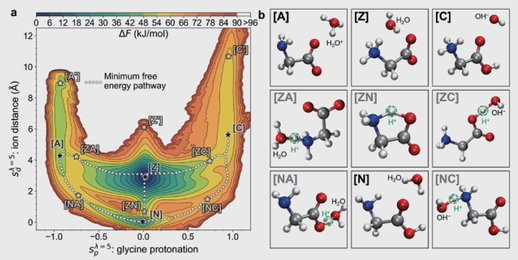
在能源动力领域的前沿科学问题研究中，人工智能技术加速了现有方法迭代，促进了创新过程



催化剂设计和优化 / 反应机理预测 / 高通量筛选



深度学习与 DEIS 分析的燃料电池性能预测方法



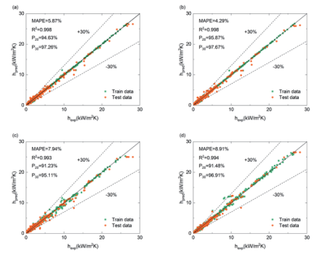
AI 加速的液相化学反应动力学计算方面进展

航空发动机涡轮机却设计优化方向：构建了数据融合驱动的冷却设计优化体系，具有精度高、速度快等显著优势，完全自主可控地实现了高效高精度数字化燃气轮机冷却设计

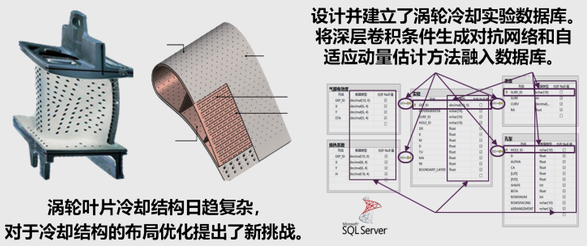
燃烧反应动力学方向：发展出一系列模型分析及实验设计方法，搭建了集成计算框架和平台 OptEx

针对含不凝性气体管外冷凝换热，建立了机器学习模型，分析了冷凝换热系数与各输入参数的关系，构建数据和机理融合的换热模型。

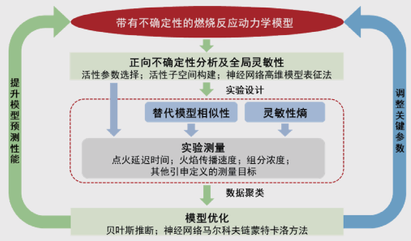
在能源动力领域的前沿科学问题研究中，人工智能技术与机理模型深度融合，形成一系列原始创新



含不凝性气体管外冷凝换热机器学习模型



试验数据与仿真融合驱动的涡轮冷却分析优化方法



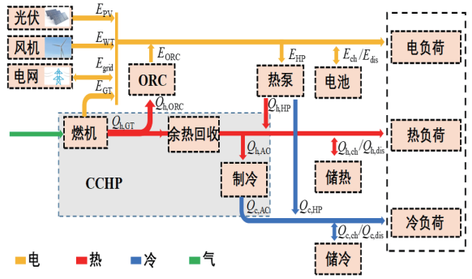
OptEx 功能模块和工作流程示意图

• 能源系统建模与数字孪生

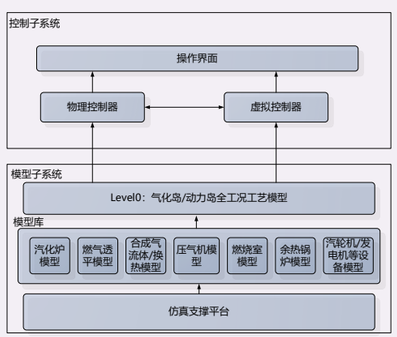
不同能源供给类型的综合能源系统建模方面：在光热、风 - 光 - 储混合系统等方面开展了集成设计及运行调控研究、技术 - 经济可行性研究，提出了设备组合及容量配比的优化方法，制定了最佳调峰运行策略

在能源动力系统建模与数字孪生方面：开展 IGCC 动态仿真模型建模及半物理仿真平台建设

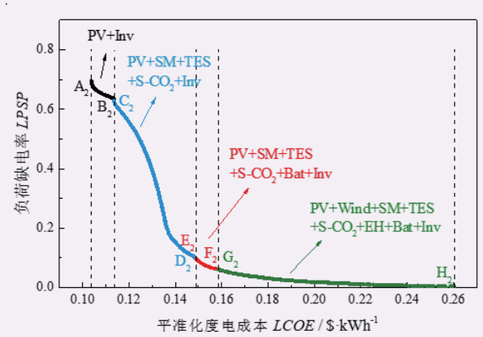
能源系统建模与数字孪生的融合，成为碳中和目标牵引下的综合能源系统新构型研究的重要手段



源荷储综合能源系统示意图



IGCC 动态仿真模型建模及半物理仿真平台



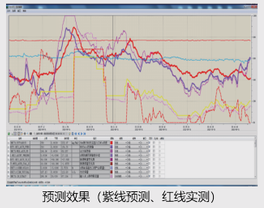
技术 - 经济多目标优化结果

• 面向能源动力系统产业界的数字化研究与应用

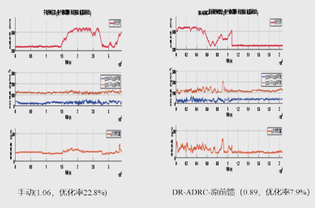
控制和优化方向：开发针对电厂脱硝环节的抗扰控制器，结合 NOx 生成机理和现场数据，采用人工智能算法开发 NOx 浓度超前预测方法，实现分区精准喷氨；通过短时截面浓度测量和图像预测，进行截面浓度预测，帮助实现实时分区精准喷氨

大数据运维方向：结合边缘计算、大数据平台、机器学习方法，融合机理模型和数据驱动模型，实现对能源动力装备运行状态的实时感知、精准分析和提前预警，为系统的可靠、稳定、高效运行提供支撑。

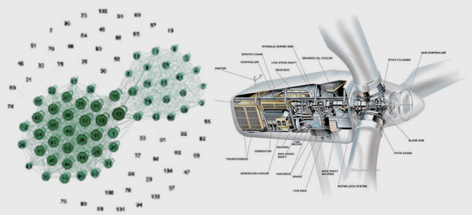
解决能源动力行业在数字化、智慧化转型过程中海量数据高效挖掘、实时优化和运维决策痛点



预测效果（紫线预测、红线实测）



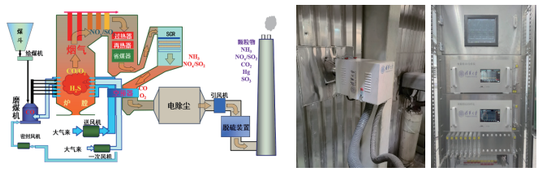
NOx 浓度超前预测方法，实现分区精准喷氨



低复杂度时空模式网络、数据本地化学习、知识网络化交互的协同学习策略

• 热工过程先进测量与诊断

研究聚焦能源清洁高效低碳利用、航空航天尖端装备研发等国家重大发展战略需求中热工过程先进测量技术，开展了激光吸收光谱、紫外宽带吸收光谱、化学发光光谱、荧光光谱等多光谱融合的热工过程气体参数测量理论、应用及技术开发研究，重点研究了工业锅炉等复杂工业现场热工过程多光谱融合气体参数在线测量方法及技术，开展了等离子体 / 燃烧火焰高温气体参数诊断及激波波后碳氢燃料高温裂解 / 点火特性等基础应用研究。针对“碳中和、碳达峰”背景下的能源清洁高效低碳利用，研制了适用于含固液杂质工业气体高保真预处理技术及装置，开发了基于多光谱融合的大型火电机组煤粉锅炉全流程气氛场在线测控技术及设备，为火电机组高效、环保、安全、智能化运行提供强有力的技术支撑，如开发的磨煤机出口 CO 在线监测及运行优化、锅炉炉膛气氛场（$CO/H_2S/O_2$）分布式在线监测及高温腐蚀预警、烟气脱硝 NOx/NH_3 快速测量及精准喷氨等技术已在华能、华电等百余台火电机组上推广和应用。研究获多项国家自然科学基金、国家重点研发计划项目支持，获北京市科技技术二等奖、中国电力科学技术二等奖、中国电力创新一等奖等多项奖励。



大型火电机组锅炉全流程气氛场在线测控技术及设备

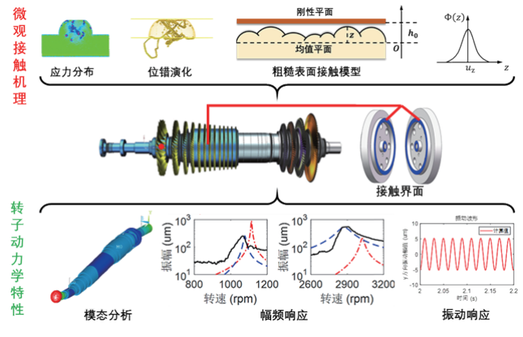
• 激光诱导击穿光谱技术

激光诱导击穿光谱（LIBS）技术具有多元素快速同步分析、无需样品准备、可远程测量等优点，被称为“未来化学分析巨星”。LIBS 将脉冲激光聚焦于待测样品表面，样品物质被瞬间烧蚀、气化并激发成为等离子体状态，通过光谱仪采集等离子体发射光谱，分析光谱特征谱线强度，可定性定量分析待测样品元素组成。该技术在煤质快速分析、金属成分分析、土壤重金属检测、污水检测、核安全、深海勘探、太空勘探、爆炸物及危险物检测等多个领域都有着巨大的应用潜力。研究针对 LIBS 技术固有问题，在不增加系统复杂性和成本条件下，提出等离子体调制、光谱标准化、主导因素偏最小二乘模型等一系列提高 LIBS 技术定量分析性能的方法，形成了整套 LIBS 定量化测量流程并在多个领域应用中取得了突破，为 LIBS 技术商业化奠定了基础。研制的手持式 LIBS 钢铁元素分析仪通过了由中国光学工程学会组织的性能鉴定，应用于质检、废金属回收、金属冶炼等行业，在国电集团 LIBS 金属分析仪竞标现场测试中性能显著优于同类进口产品。研究获得第九届国际发明展览会发明创业奖金奖、仪器仪表学会科学技术一等奖、电力科技创新大奖等。

LIBS 测量原理图、煤质在线分析系统、手持式金属分析仪

• 动力设备结构动力学与智能诊断

针对燃气轮机、航空发动机等动力设备，开展结构动力学分析与故障机理、强度评价与寿命管理、先进信号分析方法、深度学习等智能方法的应用等方面研究，主要成果包括：1）转子系统结构动力学与故障机理，针对大型发电机组转子系统进行动力学建模与故障机理研究，在机网耦合扭振、蠕变弯曲、裂纹失效过程等方面进行了深入分析，解释了故障机理，为故障原因分析和失效预防提供了理论支撑，研究成果获得国家科技进步二等奖等奖励；2）智能诊断方法与系统，在热力系统性能分析、能源动力系统数字化与智能化关键技术机器学习 / 深度学习等人工智能理论与方法在能源动力系统和健康管理中的创新应用等方面开展研究工作，获得中国可再生能源学会会科学技术奖二等奖等奖励。



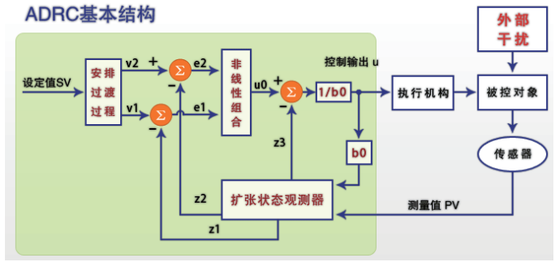
旋转机械结构动力学与失效机理

• 电站仿真与自动控制

作为国内最先开展能源动力系统建模仿真与分析的科研单位，1982 年研发成功我国第一台大型火电机组仿真培训系统，被称为“中国电力发展培训的里程碑”。研制了国内首套 200MW、600MW 电站仿真机、首套 135MW、600MW、660MW 循环流化床锅炉仿真机，目前正在开发燃煤电站碳捕集系统仿真机，并牵头两机专项中重型燃气轮机及联合循环全工况特性建模与分析基础研究。获国家科技进步一等奖（大型火电机组模拟培训系统）、国家科技进步二等奖（循环流化床锅炉本体和动态仿真关键技术的研究及产业化）、教育部科学技术进步奖一等奖（600MW 超临界循环流化床锅炉关键技术研究与应用）、神华国能集团特等奖等多项奖项。

中国首台 600MW 电站全范围仿真机及国家科技进步奖励

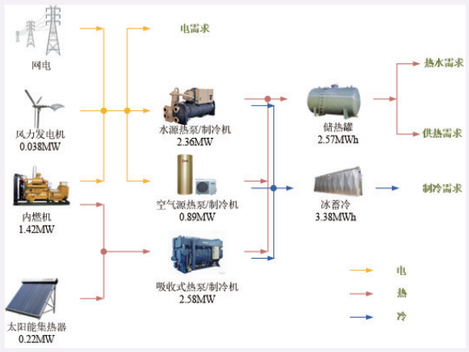
在自抗扰控制（ADRC）研究方面，将传统 PID 控制与现代控制理论相结合，采用“观测 + 补偿 + 反馈控制”的设计思想，具有控制结构简单、易于工程实现、抗扰能力强等特点，目前已通过大量仿真和动模实验进行验证，包括：火电厂机炉协调、过热汽温、磨煤机、循环流化床锅炉、气化炉、水轮发电机组、高压直流输电系统、燃料电池微网协调等，发表论文近百篇。近年来已解决自抗扰控制应用中的工程化实现问题，在国电泰州、山西同华、安徽蚌埠等电厂二次再热超超临界机组中成功应用。



自抗扰控制（ADRC）基本结构

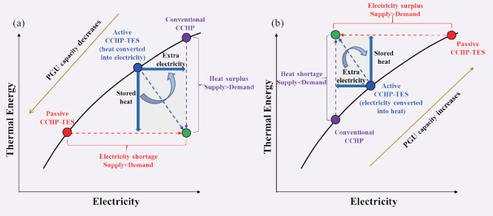
• 能源系统建模优化

能源系统建模与优化着重解决能源系统在规划、设计、运行中存在的问题以提升能源系统性能、能源利用效率、减少常规污染物和温室气体排放。能源系统由多个子系统或子过程构成，优化问题主要解决子系统或子过程集成和协同工作，这些过程具有热力系统基本特征，即涉及物质、能量的流动和交换，其物理描述涉及到状态方程、焓、熵等，对这些过程的数学描述即建模会体现出极强的非线性特征，需要借助专门的理论和方法对其进行优化。

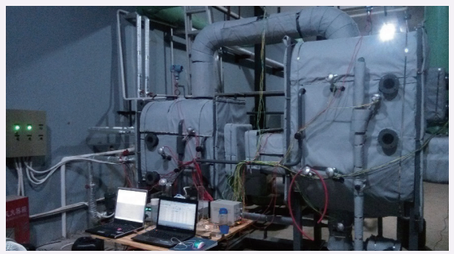


大规模复杂能源系统建模和求解

新一代分布式能源系统的主动调控与协同集成研究主要是针对目前对可再生能源输入缺乏评价指标的问题，建立适用于新一代分布式能源系统的节能特性评价方法；面对分布式能源系统全工况性能差的难题，提出分布式能源系统主动储热调控与集成方法，实现了负荷在时间和品位上的解耦重构以及系统与用户间的供需匹配；提出基于负荷品质供需匹配的梯级相变储热系统设计与 CCHP-TES 集成方法。相关研究得到国家重点基础研究规划 973、国家重点研发计划等项目支持。



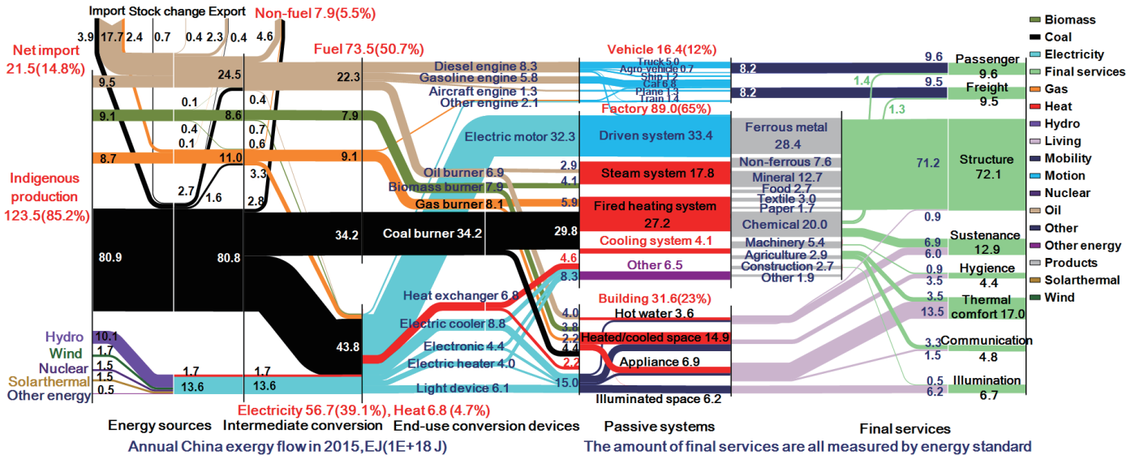
分布式能源系统主动储热调控方法



主动蓄能样机及性能

• 能源战略研究

能源战略研究主要针对国家、区域、行业层面的能源系统，基于系统工程思想方法和能源技术专业基础分析能源发展决策中的热点问题并产出战略建议，为国家能源发展决策提供科学方法和知识支撑，并致力于培养同时兼备人文开放性和工科严谨性的复合型工程管理人才。围绕“碳达峰、碳中和”战略研究，牵头组织国内 18 家著名研究机构共 130 余位专家学者，开展覆盖经济、社会、环境、气候、政策等多领域的低碳战略及路径研究。基于研究成果向中央提出政策建议并得到中央领导高度重视，充分发挥了科学研究对重大决策的支撑作用。出版专著《中国长期低碳发展转型战略及转型路径（综合报告）》及《读懂碳中和》，为我国政府部门、地方、行业、企业制定双碳规划提供重要参考。



能源战略研究成果

主要获奖

AWARDS

坚持“顶天、立地、树人”的科研理念，面向本领域世界科技前沿和国家重大需求，围绕热流科学、化石能源清洁高效利用、氢能与可再生能源、重型燃气轮机、流体机械、能源系统和能源战略等，开展高水平应用基础研究和关键技术攻关，取得了多项重大研究成果。获得多项国家、省部委和行业协会奖励。以第一完成单位和完成人获首届国家自然科学二等奖 1 项、全国科学大会奖 1 项、国家科技进步奖一等奖 2 项、国家自然科学奖二等奖 1 项、国家技术发明奖二等奖 3 项、国家科技进步奖二等奖 3 项、中国专利金奖 2 项；作为参与单位和参加人获国家科技进步奖特等奖、一等奖等各类国家级科技奖项 13 项、省部级奖励 120 余项，为国家能源、动力、航空航天及环保行业的发展做出了重要贡献。

序号	年度	项目名称	奖项名称
1	2021	气化炉	**中国专利金奖**
2	2020	工业烟气多污染物协同深度治理技术及应用	**国家科技进步一等奖**
3	2020	航天飞行器极端条件下主动热防护关键技术及应用	**国家技术发明二等奖**
4	2019	长江三峡枢纽工程	**国家科技进步特等奖**
5	2018	温度单位重大变革关键技术研究	**国家科技进步一等奖**
6	2018	中国实验快堆	**国家科技进步特等奖**
7	2017	600MW 超临界循环流化床锅炉技术开发、研制与工程示范	**国家科技进步一等奖**
8	2014	多孔介质与微 / 纳结构中热传递机理研究	**国家自然科学二等奖**
9	2014	混流式水轮机水力优化设计的关键技术及应用	**国家科技进步二等奖**
10	2014	电袋复合除尘技术及产业化	**国家科技进步二等奖**
11	2007	紊流模拟技术及其在水利水电工程中的应用	**国家科技进步二等奖**
12	2006	循环流化床锅炉本体和动态仿真关键技术的研究及产业化	**国家科技进步二等奖**
13	2000	清华系列绿色制冷剂	**国家技术发明二等奖**
14	1999	混流式水轮机转轮设计与特性预测研究	**国家科技进步二等奖**
15	1998	大型火电机组性能与振动远程在线监测及诊断系统	**国家科技进步二等奖**
16	1992	旋涡内分离循环流化床锅炉	**国家技术发明三等奖**
17	1989	带火焰稳定器的直流煤粉燃烧器	**中国专利发明创造金奖**
18	1989	火焰稳定船式直流煤粉燃烧器	**国家技术发明二等奖**
19	1989	固体表面上流动膜沸腾与液滴蒸发的机理研究	**国家自然科学三等奖**
20	1987	双床沸腾炉	**国家技术发明三等奖**
21	1987	流化床燃烧脱硫剂	**国家技术发明四等奖**
22	1985	大型火电机组模拟培训系统	**国家科技进步一等奖**
23	1985	大型电站煤粉燃烧技术	**国家科技进步二等奖**
24	1984	旋流式煤粉预燃室燃烧器	**国家技术发明三等奖**
25	1978	三重冷管内件氨合成塔	**全国科学大会奖**
26	1956	叶轮机械气体动力学及燃气轮机研究	**首届国家自然科学二等奖**

国际合作

INTERNATIONAL COOPERATION

教育合作

采取联合培养、学期交换、短期访学、实验室实习、社会实践、参加学术会议等多种形式，使学生得到“浸入式”的国际化培养，增强全球胜任力。

本系学生在学期间出国（境）概率超过全校平均水平，其中博士生达到 100%。每年招收国际学生 20-30 名。

合作院校

我系合作院校包括不限于：

哈佛大学 / 斯坦福大学 / 麻省理工学院
哥伦比亚大学 / 加州大学伯克利分校
芝加哥大学 / 普林斯顿大学 / 康奈尔大学
耶鲁大学

剑桥大学 / 牛津大学 / 帝国理工大学
伦敦大学学院 / 曼彻斯特大学
谢菲尔德大学 / 诺丁汉大学

亚琛工业大学 / 慕尼黑大学 / 柏林大学
莫斯科国立鲍曼技术大学 / 莫斯科动力学院

东京大学 / 京都大学 / 东北大学 / 早稻田大学

特色项目：

- **清华 - 亚琛双硕士学位项目**

1+1 模式，入选项目的学生分别在清华和德国亚琛工业大学各学习一年，修满相应学分，完成论文要求，即可获得两校的硕士学位。

- **清华 - 普林斯顿燃烧学暑期学校**

每年举办一期，面向全球大学师生和科技人员招生，每期 300 余人，邀请国际一流大学师资授课，全英文教学。

- **“清华 - 巴黎综合理工能源动力科技与管理”本硕贯通联合培养项目**

面向在读本科生招生，“3+2”模式，可取得清华大学本科和法国巴黎综合理工大学的硕士学位。

1

2

3

4

5

1 中外学生参观光伏发电场
2 中外学生参观青海风电
3 英国曼彻斯特大学 J.D.Jackson 教授为学生授课
4 美国康奈尔大学 Michel Louge 教授为本科生讲工程热力学
5 清华 - 普林斯顿燃烧学暑期学校

科研合作

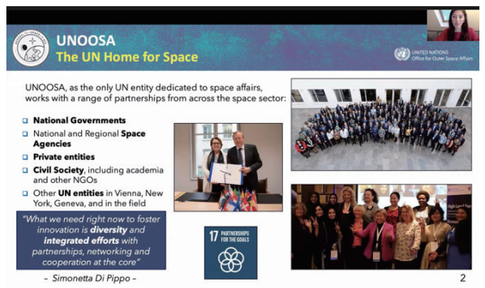
务实合作

先后与 BP、三菱重工、东芝、哈利法大学、阿尔伯特大学等建立了一批国际合作研究机构，承担了欧盟 FP5、FP6、FP7 和 H2020 等大科学研究计划中国际合作项目，与西门子、三菱、BP、IHI、力拓、大金、东芝等国际知名企业开展了高水平的科研合作。

近年来，与国外学者联合发表论文年均近 40 篇。

国际交流

近年来，聘请名誉学衔教授 8 位，年均邀请国际学者专家来访约 80 人次、举办学术报告会约 50 场、师生出国出境 400 余人次。



1. 2018 年承办第 16 届国际传热领域最高水平会议—国际传热大会（4 年一届）
2. 2023 年主办第 10 届国际煤燃烧会议（4 年一届）
3. 2019 年主办第 4 届超临界压力流体流动与传热国际专家会议
4. 2023 年主办第 5 届国际循环流化床技术发展会议
5. 2021 年主办微重力燃烧研究国际论坛

杰出校友

DISTINGUISHED ALUMNI

学术大师

吴仲华 | 1935 级
中国科学院院士 (1957 年当选)
国际著名工程热物理学家

王补宣 | 1939 级
中国科学院院士 (1980 年当选)
国际著名工程热物理学家

蔡睿贤 | 1956 年（教）
中国科学院院士 (1991 年当选)
工程热物理学家

徐旭常 | 1953 级（硕士）
中国工程院院士 (1995 年当选)
热能工程学家

过增元 | 1953 级
中国科学院院士 (1997 年当选)
工程热物理学家

徐大懋 | 1955 级
中国工程院院士 (1997 年当选)
热力涡轮机和热能工程专家

黄其励 | 1958 级
中国工程院院士 (1997 年当选)
蒸汽工程专家

倪维斗 | 1951 级
中国工程院院士 (1999 年当选)
动力机械工程专家

温诗铸 | 1973 年（教）
中国科学院院士 (1999 年当选)
机械工程学家

蒋洪德 | 1959 级
中国工程院院士 (1999 年当选)
叶轮机械与动力工程专家

于文虎 | 1960 级
中国工程院院士 (1999 年当选)
火力发电专家

江　亿 | 1973 级
中国工程院院士 (2001 年当选)
建筑环境工程专家

周　远 | 1955 级
中国科学院院士 (2003 年当选)
低温工程、制冷技术专家

王玉明 | 1959 级
中国工程院院士 (2003 年当选)
机械设计及理论专家

岳光溪 | 1964 级
中国工程院院士 (2009 年当选)
洁净煤技术专家

李克强 | 1980 级
中国工程院院士 (2021 年当选)
汽车智能驾驶系统专家

姜培学 | 1981 级
中国科学院院士 (2021 年当选)
工程热物理专家

吕俊复 | 1986 级
中国工程院院士 (2023 年当选)
热能动力工程领域专家

治国栋梁

吴官正 | 1959 级

第十六届中共中央政治局常委、
中央纪委书记

华建敏 | 1957 级

第十一届全国人大常委会副委员长、
曾任国务委员兼国务院秘书长

徐荣凯 | 1960 级

第十、十一届全国人大教育科学文化卫生委员会副主任委员
曾任中共云南省委副书记、省长等

王维城 | 1955 级

北京市第十一届人大常委会副主任
曾任民盟中央副主席、民盟北京市委主委等

陈清泰 | 1957 级

曾任国家经济贸易委员会副主任

孙昌基 | 1960 级

国家两机专项专家咨询委员会副主任委员
曾任机械部副部长、中国银行党委副书记、副行长、副董事长、
中国东方资产管理公司党委副书记等

迟建福 | 1960 级

曾任黑龙江省政协副主席等

周坚卫 | 1965 级

曾任湖北省委常委、副省长
湖北省第十一届人大常委会副主任等

任　维 | 1993 级

西藏自治区党委常委
区政府党组副书记、常务副主席

蒋以任 | 1960 级

政协上海市第十届委员会主席、党组书记
曾任上海市副市长等

秦中一 | 1956 级

曾任能源部总工
三峡工程开发公司副总经理等

陆延昌 | 1958 级

第六、七届中国科学技术协会副主席
曾任电力部副部长、国家电力公司副总经理
水利电力部、能源部总工程师等

姜云宝 | 1960 级

第十届全国人大环境与资源保护委员会委员、能源组副组长
第九、十届全国人大常委会副秘书长
曾任国务院总理办公室主任、国务院研究室副主任等

任彦申 | 1964 级

曾任江苏省委副书记、省政协副主席、北京大学党委书记

戴彬彬 | 1985 级

陕西省政府党组成员、副省长

兴业英才

清华大学能源与动力工程系创立 90 多年来，累计培养本科生及研究生近万人，所培养的毕业生遍布于祖国的四面八方和世界各地，在重点企业、科研院所、高等学校、政府机关、军工及金融单位等建功立业。他们爱国奉献、志存高远、开拓创新、勤勉实干，在各自的岗位中为我国能源动力事业发展、国民经济和国防建设发挥了重要的作用。例如：

杨家庆 | 1956 级
曾任清华大学常务副校长

高京生 | 1960 级
曾任北京北重汽轮电机有限责任公司总工

马永山 | 1960 级
曾任北京汽车集团总公司总经理、党委书记

姚尔昶 | 1960 级
曾任上海电气（集团）公司、副总工

许正威 | 1962 级
曾任东方汽轮机厂厂长

王锡高 | 1970 级
曾任江西江铃汽车集团董事长

史占华 | 1974 级
华元机电工程有限公司总经理

吕大龙 | 1978 级
清控银杏创始合伙人、联席董事长

吉俊民 | 1979 级
曾任清华大学副校长

吴郁龙 | 1979 级
中核能源科技有限公司总经理

张作义 | 1979 级
清华大学核能与新能源技术研究院院长
高温气冷堆核电站国家重大科技专项总设计师

邱建勇 | 1979 级
中海石油气电集团总经理

马　跃 | 1959 级
曾任东风汽车集团公司总经理、党委书记

孔伯汉 | 1960 级
曾任北京巴布科克·威尔科克斯有限公司总工

宋延光 | 1960 级
曾任东风汽车集团公司总工程师

高　典 | 1960 级
曾任中国兵器内蒙古第一机械制造厂党委书记

李永进 | 1967 级
曾任哈尔滨锅炉厂有限公司总工

刘卫宁 | 1974 级
曾任南京汽轮电机（集团）有限责任公司
副总经理、总工

邹积国 | 1977 级
曾任中国船舶重工集团公司第七〇三研究所所长

姜胜耀 | 1979 级
曾任清华大学党委常务副书记

李一兵 | 1979 级
曾任清华大学党委副书记、纪委书记

陈良刚 | 1979 级
海南立昇净水科技实业有限公司董事长

朱卫列 | 1979 级
曾任华能集团首席信息师
国务院国资委监管信息化专家组副组长

兴业英才

吴伟章 | 1980 级
曾任哈尔滨电气集团有限公司董事
党委副书记、总经理

龙大伟 | 1981 级
清华控股有限公司党委书记、董事长

徐　伟 | 1981 级
中国建筑科学研究院建筑环境与节能
研究院院长、中国工程勘察设计大师

骆晓耘 | 1981 级
成都赛来科技有限公司董事长

李　超 | 1982 级
中国证券监督管理委员会党委委员、副主席

陈　强 | 1983 级
中国东方电气集团国际合作公司总经理

姜从斌 | 1985 级
航天长征化学工程股份有限公司董事、总经理

李　进 | 1986 级
曾任长虹控股集团总经理

王晓滨 | 1988 级
北京旻泰安全科技服务有限公司董事长

陈学文 | 1993 级
上海集优机械股份有限公司总经理

段宇宁 | 1997（博）
中国计量科学研究院党委书记兼副院长

张　赛 | 2002 级
济南翼菲自动化科技有限公司董事长兼总经理

张素心 | 1981 级
上海华虹（集团）有限公司党委书记、董事长
曾任上海发改委副主任
上海电气总公司副总裁

赵　平 | 1981 级
华能国际电力股份有限公司总经理

周一工 | 1981 级
上海电气电站集团副总工

王　林 | 1982 级
中央纪委国家监委驻海关总署纪检监察组组长、海关总署党委委员
曾任中国工商银行纪委书记、党委委员

张英健 | 1983 级
哈尔滨电气集团执行董事、高级副总裁

马云翔 | 1985 级
中国船舶集团副总经济师、战略规划部主任

宋　歌 | 1985 级
北京文化董事长

夏朝阳 | 1987 级
本见投资有限公司董事长

俞　驰 | 1991 级
北京趣点移动科技有限公司 CEO

虎　煜 | 1993 级
上海电气燃气轮机公司副总经理

王晓鲁 | 2000 级
北京梦想加科技有限公司创始人

刘一锋 | 2013 级
北京八度阳光科技有限公司总经理

校友工作

ALUMNI

校友工作是能源与动力工程系（简称：能动系）工作的重要组成部分，对全系的长远发展具有战略意义。近年来，能动系围绕清华大学建设世界一流大学的使命，适应新时期综合改革发展形势的需要，坚持“服务校友、服务母校、服务社会”的宗旨，广泛联络校友，整合校友资源，弘扬学校传统，提升学校形象，促进共同发展。

清华校友总会能源与动力工程系分会

清华校友总会能源与动力工程系分会（简称：清华校友总会能动系分会），为清华大学能源与动力工程系（简称：清华大学能动系，包括其前身的清华大学工学院原动力专业方向、动力系、动农系、电力系、热汽系、热能系等）校友自愿组成的非营利性的群团组织，隶属清华校友总会，依托于清华大学能动系。

清华校友总会能动系分会自 2018 年 4 月成立以来，在清华校友总会的大力支持指导下，紧密围绕“赓续清华红色血脉基因、服务国家重大战略需求、汇聚校友力量回馈母校”中心思想，在常态化做好校友工作基础上，以大项活动为牵引，以机构建设为底座，筑基增效、多措并举，校友工作取得丰硕成果。

1

2

1 2022 年能动系分会理事会会议
2 2023 年能动系分会理事会会议

清华校友总会能源专委会（筹）

2023 年，在清华大学校友总会的大力支持和指导下，能动系积极发起并联合电机工程与应用电子技术系、土木水利学院、工程物理系、核能与新能源技术研究院、地球系统科学系共同筹建清华校友总会能源专委会（筹），组织并召开清华校友总会能源专委会（筹）成立大会暨第一届理事会第一次会议，拟承办能源科技赛道清华校友三创大赛，以推动能源领域校友间的交流与合作。

清华校友总会能源专委会（筹）成立大会

精彩活动

一、重温九秩芳华，传承清华精神

2022-2023 年度举办王补宣先生诞辰 100 周年纪念活动暨清华大学能动系工程热物理研究所成立 70 周年庆祝活动、倪维斗院士从事能源动力事业 65 载座谈会、徐旭常先生和梅祖彦先生教育和学术思想研讨会等多场纪念活动，深入研讨和传承老一代学者的学术精神与教育理念。

二、服务国家战略，打造能动品牌

能动系于每年校庆和新春之际分别举办双碳目标下能源与动力发展校友学术论坛和新春论坛，邀请来自不同领域、不同年代的校友代表参加，深入研讨双碳目标下的能源科技发展趋势，以及先进动力技术的创新应用，逐步塑造出具有影响力的能动系品牌校友活动，共同推动能源与动力技术领域的繁荣发展。

三、汇聚校友力量，回馈能动发展

依托“源梦”系友导师计划，能动系精心组织了 34 场行业之声校友启航沙龙，通过与校友的深入交流和座谈，为引导毕业生投身国家重点领域和重点地域的就业工作奠定了坚实基础。

1 王补宣先生诞辰 100 周年纪念活动暨清华大学能动系工程热物理研究所成立 70 周年庆祝活动
2 倪维斗院士从事能源动力事业 65 载座谈会
3 徐旭常先生教育和学术思想研讨会
4 梅祖彦先生学术思想研讨会
5 2022 年 4 月 先进动力发展论坛
6 2023 年 12 月双碳目标下能源与动力发展新年学术论坛