

批准立项年份	2005
通过验收年份	2005

教育部重点实验室 2022 年度报告

实验室名称：**热科学与动力工程教育部重点实验室**

实验室主任：**姜培学**

实验室联系人/联系电话：**谭帅/62780709**

E-mail 地址：**ndky@tsinghua.edu.cn**

依托单位名称：**清华大学**

依托单位联系人/联系电话：**李肖肖 /62772776**

2023 年 02 月 18 日填报

填写说明

一、年度报告中各项指标只统计当年产生的数据，起止时间为1月1日至12月31日。年度报告的表格行数可据实调整，不设附件，请做好相关成果支撑材料的存档工作。年度报告经依托高校考核通过后，于次年3月31日前在实验室网站公开。

二、“研究水平与贡献”栏中，各项统计数据均为本年度由实验室人员在本实验室完成的重大科研成果，以及通过国内外合作研究取得的重要成果。其中：

1.“论文与专著”栏中，成果署名须有实验室。专著指正式出版的学术著作，不包括译著、论文集等。未正式发表的论文、专著不得统计。

2.“奖励”栏中，取奖项排名最靠前的实验室人员，按照其排名计算系数。系数计算方式为： $1/\text{实验室最靠前人员排名}$ 。例如：在某奖项的获奖人员中，排名最靠前的实验室人员为第一完成人，则系数为1；若排名最靠前的为第二完成人，则系数为 $1/2=0.5$ 。实验室在年度内获某项奖励多次的，系数累加计算。部委（省）级奖指部委（省）级对应国家科学技术奖相应系列奖。一个成果若获两级奖励，填报最高级者。未正式批准的奖励不统计。

3.“承担任务研究经费”指本年度内实验室实际到账的研究经费、运行补助费和设备更新费。

4.“发明专利与成果转化”栏中，某些行业批准的具有知识产权意义的国家级证书（如：新医药、新农药、新软件证书等）视同发明专利填报。国内外同内容专利不得重复统计。

5.“标准与规范”指参与制定国家标准、行业/地方标准的数量。

三、“研究队伍建设”栏中：

1.除特别说明统计年度数据外，均统计相关类型人员总数。固定人员指高等学校聘用的聘期2年以上的全职人员；流动人员指访问学者、博士后研究人员等。

2.“40岁以下”是指截至当年年底，不超过40周岁。

3.“科技人才”和“国际学术机构任职”栏，只统计固定人员。

4.“国际学术机构任职”指在国际学术组织和学术刊物任职情况。

四、“开放与运行管理”栏中：

1.“承办学术会议”包括国际学术会议和国内学术会议。其中，国内学术会议是指由主管部门或全国性一级学会批准的学术会议。

2.“国际合作项目”包括实验室承担的自然科学基金委、科技部、外专局等部门主管的国际科技合作项目，参与的国际重大科技合作计划/工程（如：ITER、CERN等）项目研究，以及双方单位之间正式签订协议书的国际合作项目。

一、简表

实验室名称		热科学与动力工程教育部重点实验室				
研究方向 (据实增删)		研究方向 1	热流科学与高效节能技术			
		研究方向 2	燃烧科学与低碳能源技术			
		研究方向 3	气动热力学与先进动力技术			
实验室主任	姓名	姜培学	研究方向	工程热物理		
	出生日期	1964.9	职称	教授、院士	任职时间	2013.04
实验室副主任 (据实增删)	姓名	蔡宁生	研究方向	热能工程		
	出生日期	1956.7	职称	教授	任职时间	2006.08
	姓名	张兴	研究方向	工程热物理		
	出生日期	1961.11	职称	教授	任职时间	2006.08
	姓名	朱民	研究方向	动力机械及工程		
	出生日期	1965.3	职称	教授	任职时间	2013.04
	姓名	糕玉群	研究方向	热能工程		
	出生日期	1969.3	职称	教授	任职时间	2016.12
学术委员会主任	姓名	金红光	研究方向	能源动力系统和 CO ₂ 控制		
	出生日期	1957.5	职称	院士	任职时间	2020.10
研究水平与贡献	论文与专著	发表高水平论文	267 篇		国内论文	147 篇
		科技专著	国内出版	1 部	国外出版	0 部
	奖励	国家自然科学奖	一等奖	0 项	二等奖	0 项
		国家技术发明奖	一等奖	0 项	二等奖	0 项
		国家科学技术进步奖	一等奖	0 项	二等奖	0 项
省、部级及行业协会科技奖励		一等奖	8 项	二等奖	3 项	

	项目到账总经费	18451 万元	纵向经费	11882 万元	横向经费	6569 万元	
	发明专利与成果转化	发明专利	申请数	99 项	授权数	52 项	
		成果转化	转化数	5 项	转化总经费	807 万元	
	标准与规范	国家标准	0 项		行业/地方标准	0 项	
研究队伍 建设	科技人才	实验室固定人员		65 人	实验室流动人员		
		院士		4 人	高层次人才		6 人
		青年人才		18 人	新引进人才		2 人
	国际学术 机构任职 (据实增删)	姓名	任职机构或组织			职务	
		过增元	ASME (American Society of Mechanical Engineers)			Fellow	
		蔡宁生	Greenhouse Gases: Science and Technology			Consultant Editor	
		姚 强	Combustion Science and Technology			Honorary Editor	
		张 兴	ICHMT (International Centre for Heat and Mass Transfer)			Scientific Council and Executive Committee Member	
		张 兴	IHTC16 (The 16th International Heat Transfer Conference)			Co-chair; Chair of Organization Committee	
		张 兴	AUTSE (Asian Union of Thermal Science and Engineering)			Executive Board Members	
		张 兴	ATPC (Asian Thermophysical Properties Conference)			International Organizing Committee Member	
		张 兴	ISMNT-6 (The 6th International Symposium on Micro and Nano Technology)			Conference Co-Chairs	
		张 兴	Int. J. Heat and Mass Transfer			Associate Editor	
		梁新刚	ASME (Int. Conf. on Nanochannels, Microchannels and Minichannels)			Conference Scientific Committee Members	
		梁新刚	ICFD (International Conference on Flow Dynamics)			International Scientific Committee Members	
姜培学	National Research University - Moscow Power Engineering Institute, Russia			Honorary Professor			
姜培学	Nottingham University, UK			Honorary Professor			
姜培学	Journal of Enhanced Heat Transfer			Associate Editor			

	姜培学	International Communications in Heat and Mass Transfer	Associate Editor
	史琳	International Institute of Refrigeration	Committee Members
	吕俊复	FBC TCP	chairman of IEA
	于溯源	International Society on Megnetic Bearing	Internatinal Advisory Committee Member Of AMB
	于溯源	International Association on Structure Mechanics in Reactor Technology	Chairman, Vice Chairman, Board Member
	张海	The International Energy Agency Implementing Agreement for Cooperation in the Field of Fluidized Bed Conversion of Fuels Applied to Clean Energy Production (IEA FBC-IA)	Deputy Representative
	李水清	American Society of Civil Engineers, Emi Granular Materiasls Committee	Committee Member
	李水清	The Combustion Institute	Member
	李水清	American Association for Aerosol Research	Member
	曹炳阳	AUTSE (Asian Union of Thermal Science and Enginerring)	Executive Board Members
	任静	ASME Turbo Expo	Heat Transfer Committee Member
	孙超	American Physical Society, APS	Fellow
	孙超	International Journal of Multiphase Flow	Associate Editor
	孙超	Journal of Hydrodynamics	Executive Member of Editorial Board
	孙超	International Conference on Multiphase Flow	Governing board member
	杨斌	The Combustion Institute	Member of the Board of Director Nominations Committee
	杨斌	Combustion Science & Technology	Associate Editors
	杨斌	Fuel	International Editorial Board
	张纁	ASME Standards Committee	Committee Member

	史翊翔	The International Academy of Electrochemical Energy Science			Board Committee Member, Secartry in General		
	史翊翔	International Journal of Green Energy			副主编		
	游小清	The Combustion Institute			Media and Outreach Committee Member		
	游小清	American Society of Mechanical Engineers			Member		
	胥蕊娜	《ASME Journal of Solar Energy Engineering》			副主编		
	访问学者	国内		7 人	国外		0 人
	博士后	本年度进站博士后		32 人	本年度出站博士后		19 人
学科发展与人才培养	依托学科 (据实增删)	学科 1	工程热物理二级学科	学科 2	热能工程二级学科	学科 3	动力机械及工程二级学科
	研究生培养	在读博士生		344 人	在读硕士生		100 人
	承担本科课程	2326 学时			承担研究生课程		1474 学时
	大专院校教材	0 部					
开放与运行管理	承办学术会议	国际	0 次		国内 (含港澳台)	1 次	
	年度新增国际合作项目				8 项		
	实验室面积	7589m ²		实验室网址	http://tspe.tsinghua.edu.cn/		
	主管部门年度经费投入	(直属高校不填)万元		依托单位年度经费投入	150 万元		

二、研究水平与贡献

1、主要研究成果与贡献

结合研究方向，简要概述本年度实验室取得的重要研究成果与进展，包括论文和专著、标准和规范、发明专利、仪器研发方法创新、政策咨询、基础性工作等。总结实验室对国家战略需求、地方经济社会发展、行业产业科技创新的贡献，以及产生的社会影响和效益。

实验室面向国家“碳达峰碳中和”战略目标和能源动力领域内国家重大需求，瞄准国际学术前沿，积极开展热流科学与高效节能技术、燃烧科学与低碳能源技术和气动热力学与先进动力技术等学科方向的基础科学研究和关键技术开发。2022 年发表学术论文 483 篇（其中 SCI 检索论文 267 篇，EI 检索论文 266 篇，ESI 高被引论文 17 篇），获授权发明专利 52 项，新申请发明专利 99 项，获省部级科技奖励 4 项。

一、热流科学与高效节能技术方向：

实验室团队在热学新理论、微/纳尺度热传递机理、极端条件与复杂结构热传递、热力系统优化方法、节能技术等方面不断取得重要研究进展。

在热学新理论与热系统方面，过增元院士团队获批国家自然科学基金 2022 年度原创项目“热量传递和转换耦合过程的新理论”项目立项，拟将原创性提出热量传递与转换耦合过程分析的新理论和新方法，以期能够更好地阐明传热学与热力学的本质差别，潜在影响力是可望进一步厘清热学学科的分类，补充和完善现有热学理论。团队 2022 年在热力学与能源系统优化研究方面取得重要进展，提出了线性输运过程不可逆损失的统一分析方法，定义了工质流动、热量输运等动态过程在频域上的热阻、热容、热动势，提出了针对互联分布式能源系统集群的电-热-气多能流完全去中心化优化调控方法，自主开发了飞发能源与热管理系统架构仿真设计软件，入选 2022 年 JKW 科技创新成果推广目录；梁新刚教授团队在航空发动机燃滑油热管理仿真程序与验证方面取得突破性进展，设计加工了燃滑油热管理实验台，进行了部件特性测试与燃滑油耦合传热测试，发展了多维度、强非线性系统的流动换热仿真求解算法，提高了求解效率。陈群教授“基于自主开发芯片的清洁高效负荷调控关键技术及应用”项目获得“中国电工技术学会科学技术二等奖”。

在微纳尺度导热与热电开发研究方面,张兴教授团队设计加工了首个纳米异质结热/电整流器件,获得 96%的热整流效率,创造了新的记录,研究结果发表在 *Science* 上。在全固态离子热电开发与评价研究方面取得重要进展,开发出高塞贝克系数 (20mV/K) 全固态热电材料,研究结果发表在 *Nature Communications* 上 (2 篇)。曹炳阳教授任 GF*73 项目首席技术专家、基础加强某领域核心专家组成员,团队研究揭示了宽禁带半导体纳米材料中热电耦合和声子相干导致的非傅里叶导热机理,自主研发了半导体纳米材料热物性测试的多电极 $3\omega-2\omega$ 技术和百纳米分辨的极紫外反射热成像温度场测试系统,建立了面向先进制程芯片的跨尺度热仿真方法和热电设计平台。

在极端条件流体热质传递方面,姜培学院士团队发展了微纳尺度多孔与管道中流动与热质传递的实验测量方法,揭示了极端条件下多尺度、多相和多组分耦合热质传递机理。实现了微米通道内超临界压力流体速度场与温度场同步测量,揭示了受限空间与流动加速影响的超临界压力流体湍流换热机理,发现湍流动能向平均流动动能的逆输运机制 (JFM, 2022),提出了基于深度神经网络的新型湍流换热模型,相较于传统模型极大地提升了求解精度与泛化性。针对复杂无定型成分表面的组分复杂、结构不规则、只能用近似方法构建等问题,构建了从分子模型到固体壁面的计算方法,发现气体在真实复杂有机壁面比无机壁上吸附层更厚、扩散系数与体相流体差异更大,建立了考虑壁面吸附效应的无量纲扩散系数准则式 (CEJ, 2021、2022)。孙超教授团队搭建了超重力热湍流实验台,利用超重力来增强热对流系统的湍流强度,研究了湍流输运和湍流结构,为热湍流领域争论了七十多年的“终极区间”存在问题给出了直接实验证据 (Science Advances 2020, PRL 2022, JFM 2022),发现剪切多组分湍流体系液滴尺寸分布并不遵循经典的 KH 理论,而是遵循 Levich 理论,即由边界层内平均速度梯度引起的液滴表面动压差所主导 (JFM 2021, JFM 2022),发现颗粒的湍流调制效果与其形状有关,不同形状的颗粒在系统内呈现不同的聚集分布特点,并为其不同的系统阻力调制效果提供了解释 (JFM 2022)。胥蕊娜教授获评 2022

年中国青年科技奖，“微纳通道内热质传递机理研究”获得国家自然科学基金2022年度杰出青年基金项目支持；符泰然副教授获得 JKW 卓青项目支持，“地铁火灾与客流疏运安全关键技术及应用”项目获得北京市科学技术进步奖一等奖。

在能源系统与节能技术方面，段远源教授团队针对风-光-储混合发电系统，建立了混合系统的设备组合及容量配比优化方法，评估了太阳能风能资源条件的差异性对系统最优设计方案和运行性能的影响，预测了部件成本降低对系统经济性能的影响。针对可再生能源发电系统需保障高供电可靠性的问题，构建了长短期储能协同运行系统，探究了集成储氢对系统提高技术经济性能的意义。针对有机朗肯循环发电系统，分析了气候环境对系统热力性能和经济性能的影响，揭示了影响发电潜力的关键因素。史琳教授依托国家重点研发计划“多能互补与综合梯级利用分布式能源系统”，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，揭示实际蓄释能过程的能量品位损失机制，优化能量品位耦合与匹配关系，实现针对不同冷热电比例用户需求的系统灵活设计，针对高度耦合的新一代分布式能源系统其性能评价的多维复杂性，提出基于热力学完善度的能源利用完善度新指标，并提出各关键技术改进对新一代系统的节能贡献评价方法。

二、燃烧科学与低碳能源技术：

实验室团队在燃烧机理、多尺度燃烧模拟、微重力燃烧、生物质能源利用、气化技术、CCUS 技术、氢能技术、智慧能源系统、能源系统数字孪生技术等方面不断取得重要研究进展。

在燃烧科学方面，姚强教授、李水清教授发展非均相燃烧过程颗粒生成与调控的理论与方法，获 2022 年度教育部自然科学奖一等奖，“开发多组分功能化纳米材料高通量火焰合成技术”获日内瓦国际发明展金奖。杨斌教授团队首次将高时间分辨质谱用于快速压缩机实验，实现了热解及着火过程中组分浓度的高效

测量, 结合不确定性分析、贝叶斯优化与实验设计方法发展了人工智能辅助的实验设计与模型优化平台 OptEx, 可以系统地降低燃烧反应动力学模型的不确定性 (Combust. Flame 2020, 2022)。刘有晟教授研究团队研制的空间站燃烧科学实验系统气体实验插件于 2022 年 10 月底随梦天实验舱发射入轨, 已按计划开展测试任务。2023 年 2 月, 在地面指令远程操作下, 梦天舱内燃烧科学柜中的实验系统首次在轨点火测试已成功完成。此次实验是我国在轨航天器首次进行气体火焰实验。超星副教授研究团队针对多组分、多参数同时定量测量的问题, 发展了基于光学频率梳及傅里叶变换光谱系统和虚拟相位成像阵列的高精度高光谱测量诊断方法。结合压缩感知算法, 提高了高精度宽谱数据的解析速度和大数据处理能力。实现了多组分、宽工况条件下的多参数定量诊断, 有效拓展了现有原位诊断技术的适用范围和检测极限。针对低速、近壁面、大梯度等条件下的流场及标量场测量问题, 发展了基于红外激光诱导荧光的分子示踪流场-标量场测量方法。为低速气流场和边界层区域中非侵入式多参数同步测量提供了有效途径。许雪飞副教授研究团队发展了化学反应能量主方程求解器 TUMME, 提出了基于冗余内坐标的复杂分子扭转模式自动识别方法和多结构扭转非简谐校正方法, 改进了复杂分子体系热力学参数计算程序 MSTor, 实现其黑盒化和自动化, 所取得成果有效提高复杂气相反应动力学过程压力依赖计算的精确性; 理论设计了用于电化学氮还原的基于二维材料的双原子和单簇催化剂并明晰催化机制, 为氨合成催化剂设计提供新思路。

在低碳能源技术方面, 岳光溪院士、吕俊复教授团队突破了高蒸汽参数生物质循环流化床锅炉关键技术, 实现规模化产业应用, 获得中国电力科学技术奖一等奖。实现循环流化床大比例煤泥掺烧技术与应用, 获中国循环经济协会科学技术奖二等奖。张建胜教授团队水煤浆水冷壁直连废锅气化炉形成系列产品, 引领了国际煤气化技术发展, 获 2022 年度山西省科学技术进步奖一等奖。在燃煤污染防治领域, 开发基于水侧调控的火电厂全负荷脱硝技术, 降低了污染物超低排放控制成本。张海教授研究团队针对国家新型电力系统发展的需求, 提出了基于流化床加热的高温储热技术, 2022 年完成 100kW/100kWh 高温储热系统样机实验, 攻克了系列关键技术, 获国家重点研发计划项目政府间国际科技创新合作专项支持。李振山副教授团队设计建造国际首套 3~5MW 化学链燃烧全流程示范系统, 制备了具有钙钛矿晶格结构的 $ABO_3-\delta$ 载氧体, 解决了 >150 微米粒径钙钛

矿的喷雾造粒难题，实现了 2 吨/小时载氧体颗粒的大规模制备，制备的载氧体颗粒用于 3~5MW 示范。张衍国教授团队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，在越南平阳、浙江温州等地获得应用。发明了一种变截面、多床层叠加式湍动流化床技术，主要以炉膛内物料内循环为主，强化传质传热，降低换热面磨损。

在氢能研究方面，蔡宁生、史翊翔、李爽团队推动 H₂/CO₂ 中温 PSA 分离技术应用于交通、化工领域高纯氢气供应，获第 16 届北京发明创新大赛金奖，推动高温碱水电解技术落地转化，支撑年产 60 台套千方每小时级电解槽产线建设。

燃烧能源中心的跨尺度数字仿真团队（罗开红，杨斌，游小清，许雪飞，张亮，Damir Valiev）继 2021 年美国航空航天协会授予罗开红教授 Energy Systems Award、表彰其“在多尺度、多物理场的建模及仿真领域做出了开创性的贡献”之后，2022 年美国机械工程师协会又授予罗教授 James Harry Potter Gold Medal (金奖)，使之成为该奖自 1980 年设立以来全球华人科学家中唯一的获奖者。该奖表彰他“在发展纳米尺度、介尺度和宏观尺度的非平衡热力学科学领域取得了非凡的成就，其基于热力学原理而开发的尖端并广泛使用的物理和数值模型变革了能源系统的预测、设计和优化。”燃烧能源中心的人工智能与数字孪生团队（罗开红，梁文恺，杨斌，超星，游小清，许雪飞，张亮，Damir Valiev，刘有昇，隋然）继续将人工智能尤其是机器学习方法应用于能源系统的预测、诊断、数据处理、设计和优化。一方面，发展了加速物理化学过程（如化学反应动力学，分子动力学的势函数）等计算的机器学习方法，向实时数字仿真推进。另一方面，发展由数据驱动的数字仿真方法，取代物理模型驱动的方法。同时，发展高速定量实验诊断以及相关的大数据采集、处理和传输。最终的目标是建成能源系统如燃气轮机的数字孪生。团队成功申请到国家自然科学基金委外国资深学者研究基金团队项目“数字孪生理论发展及其在碳中和能源动力系统的应用”

2022 年，罗开红教授当选欧洲科学院院士，张建胜教授当选俄罗斯工程院外籍院士，史翊翔教授入选万人领军人才、英国皇家化学会会士(FRSC)。周会副教授发展低碳燃料制氢技术，获 Journal of Materials Chemistry 新锐奖。姚强教授任国家“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”重点专项总体专家组组长，姜培学

教授任国家重点研发计划"可再生能源与氢能技术"重点专项总体专家组组长。史翊翔教授任国防科技 XXX 专家组（XXX 技术专业组）成员，“十四五”国家重点研发计划“氢能技术”重点专项总体专家组组员。李水清教授担任国家重点研发计划“煤炭清洁高效利用技术”专项项目指南专家。

三、气动热力学与先进动力技术

在燃气轮机领域，依托“两机”重大专项基础研究等项目支持，顾春伟教授团队提出了一种基于激波结构参数和横向压力梯度的跨音落后角预测模型，提升了模型预测准确度；发展了适用于工业级预混燃烧室冷态速度场和浓度场模拟的定常/非定常数值方法，揭示了燃烧室内流动结构及燃料/空气掺混特征，发现了燃烧筒内旋流旋向排布对燃烧筒内涡系结构的作用规律；采用 LES 方法预测了盘腔系统内瞬态涡系演化与气流-轮盘瞬态换热特性，提出了盘腔系统“进气温度+压力匹配”的热管理方案，使常用工况透平动叶冷气量降低 $\geq 8.7\%$ ；提出了适用于重燃蜂窝篦齿封严内部流动模拟的 LES 方法，为 300MW F 级燃机某特种合金蜂窝篦齿封严设计提供了支撑。朱民教授团队发展了燃烧室热声振荡预测技术，开展了分级燃烧排放与稳定性实验和分析，建立了气动噪声的测量和理论模型，针对环形燃烧室的振荡特性和分析，探索了非对称性对振荡特性的影响以及热声稳定性的在线诊断方法。袁新教授团队提出了热端部件 FPCB 新型测量方法及系统和热斑/旋流全局伴随敏感度分析理论，填补了射流二维分布、数据驱动 RANS 模型空白。上述工作的开展支撑了我国 F 级重型燃机产品研制和 H 级技术验证机的关键技术攻关，顾春伟教授担任“两机”专项燃气轮机总设计师。任静教授研究团队针对航空发动机与燃气轮机涡轮冷却技术这一关键技术，发展了下一代高性能双层壁冷却结构，建立了涡轮冷却性能数据库，搭建了基于实验数据融合的叶片冷却结构优化设计方法。所取得成果有效地提升航空发动机涡轮叶片冷却结构的优化设计效率，大大缩短设计周期，同时保证工程设计精度。王兴建课题组围绕着航空航天发动机以及燃气轮机高效低排放燃烧室稳定燃烧组织技术，建立了真实气体在实际工作环境下的数学模型，发展了高精度数值算法，开发了自主可控并行计算大涡模拟程序代码，并搭建了基于大数据与先进统计理论快速仿真代理模型。研究成果揭露了极端条件下复杂流动及燃烧过程的机理机制，有效地支撑高效低排放燃烧室的研制与开发。

姜培学教授团队针对极端热环境与冷却流体和结构耦合约束问题，提出了复杂孔隙内部湿分吸附及输运预测模型，可准确预测地面储存条件下材料吸湿过程以及飞行条件下飞行器前缘罩体内部极低湿分输运过程，并提出增大材料渗透率的湿分疏导方法，解决了湿分进入内舱损伤电子元件的工程问题，为 XX 型号定型起到关键作用。揭示了热裂解化学反应影响超临界碳氢燃料热质传递的机理。进一步发展了引入热裂解影响的超临界流体管内传热传质关联式模型，及超临界碳氢燃料再生冷却-高超声速燃烧耦合数值模拟方法。研究了陶瓷基复合材料发汗冷却中的相变换热机理，获得了非均质孔隙结构对发汗冷却性能的影响规律，结合陶瓷基复合材料孔隙结构特性，提出了针对非均质孔隙结构的发汗冷却对流换热模型，解决了非均质复合材料发汗冷却模拟预测误差大的问题。

综上所述，实验室本年度在应用基础研究和新技术研发方面取得了创新性科研成果，突破了行业中的瓶颈问题，在服务国家战略、满足重大需求、促进地方经济发展等方面发挥了重要作用，取得了良好经济效益，并带来广泛的社会影响。

2、承担科研任务

概述实验室本年度科研任务总体情况。

本实验室 2022 年承担科研项目 335 项，到账总经费 18451 万元，其中纵向经费 11882 万元，人均科研经费 288 万元。

2022 年承担的国家科研任务主要包括：重大项目 2030-两机专项牵头项目 4 项、牵头任务 11 项；重点研发计划项目 5 项、牵头课题 21 项；自然科学基金科学中心 1 项，自然科学基金国家重大科研仪器设备研制专项 1 项，重点项目 4 项，联合基金 5 项，自然科学基金杰青项目 4 项、优青项目 1 项，面上 34 项。

本实验室通过联合开发、技术服务和专利转让等形式与行业内重点企业开展了广泛、深入的合作，承担企事业单位合作项目 142 项，到账经费总计 6569 万元。有效地促进了实验室的科研成果转化和企业科技创新能力的提高，以循环流化床技术、煤气化技术和脱硫石膏盐碱地改良技术为代表的一大批成果转化显著提升了本实验室的行业影响力，为我国实现国民经济快速可持续发展、提高能源生产利用水平做出了重要的贡献。

本实验室始终瞄准国际学术前沿，2022 年承担国际合作项目 21 项（其中重

点研发计划海外课题 3 项、国家自然科学基金国际合作课题 1 项），科研经费到账 454 万元，与三菱重工、丰田、博世、力拓、壳牌、大金等全球能源动力领域著名企业和研究机构开展了长期的实质性合作，并积极参与欧盟、IEA 等国际机构组织的科研项目，进一步扩大了实验室的国际学术影响力。

本年度新增主要重点科研任务

序号	项目/课题名称	编号	负责人	起止时间	经费(万元)	类别
1	热仿真及设计系统	2022-JCJQ-Z D-046-00	曹炳阳	2022-08-31-2 026-08-31	2400	重点研发计划-基础加强项目
2	掺氢/氨燃气清洁高效燃烧关键技术	2022YFB400 3900	李水清	2022-12-01-2 026-11-30	1800	重点研发计划
3	循环流化床锅炉宽负荷调峰超低排放关键技术	2022YFB410 0300	黄中	2022-12-01-2 026-11-30	1200	重点研发计划
4	紧凑型可再生能源电热氢联产系统模块关键技术	2022YFB420 2200	史翊翔	2022-12-01-2 025-11-30	1500	重点研发计划
5	微纳通道内热质传递机理研究	52225603	胥蕊娜	2023-01-01-2 027-12-31	400	国家基金委杰出青年基金
6	中低温条件下光热协同催化降解高温室效应氢氟烃类制冷剂的研究	52236003	史琳	2022-01-01-2 026-12-31	269	国家基金委重点项目
7	火星大气环境二氧化碳高温原位能源转换与存储机制研究	U22B2071	史翊翔	2023-01-01-2 026-12-31	258	国家基金委联合资助基金（重点）
8	数字孪生理论发展及其在碳中和能源动力系统的应用	52250710681	罗开红	2023-01-01-2 025-12-31	370	国家基金委外国资深学者研究基金项目
9	基础能源科技研究专项（三）	20232000148	岳光溪	2022-06-23-2 024-12-31	2338.2 5	重大横向合作
10	地下多孔储层中氢气输运机理与调控方法研究	52241602	胥蕊娜	2023-01-01-2 025-12-31	282	国家基金委双碳专项

						目
--	--	--	--	--	--	---

本年度在研其他重点科研任务

序号	项目/课题名称	编号	负责人	起止时间	经费(万元)	类别
1	重型燃气轮机高压比大流量单轴压气机设计理论与方法研究	2017-II-0007	顾春伟	2018-08-01-2023-07-31	3770	重大项目2030
2	重型燃气轮机多组分气体低污染燃烧室先进数值方法与模型	Y2019-I-0022-0021	祁海鹰	2021-01-01-2024-12-31	3144	重大项目2030
3	重型燃气轮机燃烧室振荡燃烧机理及抑制方法	HT-J2019-III-0020-0064	朱民	2021-01-01-2024-12-31	2949	重大项目2030
4	新型冷却与发电一体化	2019JCJQZD34100	姜培学	2020-04-01-2025-04-30	3000	重点研发计划-基础加强项目
5	能源动力系统和空间防火中的微重力燃烧基础性研究	2021YFA0716300	姚强	2021-12-01-2026-11-30	1915	重点研发计划
6	非线性力学的多尺度问题研究	11988102	孙超	2020-01-01-2024-12-31	1500	国家基金委(科学中心)
7	双波长闪光拉曼热扩散率测试仪器的研制	51827807	张兴	2019-01-01-2023-12-31	743	国家自然科学基金(重大仪器)
8	封闭湍流系统中粗糙壁面对湍流结构生成演化及输运的影响研究	91852202	孙超	2019-01-01-2022-12-31	420	国家基金委重大研究计划
9	气固反应流	51725601	李水清	2018-01-01-2022-12-31	350	国家基金委杰出青年基金
10	微纳尺度导热	51825601	曹炳阳	2019-01-01-2023-12-31	350	国家基金委杰出青年基金

11	能量输运分析与优化	52125604	陈群	2022-01-01-2 026-12-31	400	国家基金委 杰出青年基金
12	中低温热能高效利用非共沸工质朗肯循环基础研究	51736005	段远源	2018-01-01-2 022-12-31	310	国家基金委 重点项目
13	分布式综合能源系统中多能输运和转换的耦合机理与整体调控原理研究	51836004	陈群	2019-01-01-2 023-12-31	300	国家基金委 重点项目
14	超高热流密度高效热管理系统基础理论和关键技术	U20A20301	曹炳阳	2021-01-01-2 024-12-31	260	国家基金委 联合资助基金
15	长时高热流环境喷雾冷却热质传递机理研究	U2141250	胥蕊娜	2022-01-01 - 2025-12-31	260	国家基金委 联合资助基金
16	临近空间飞行器极端条件下超临界压力 CO2 高精度热物性及传热机理研究	U21B2056	姜培学	2022-01-01 - 2025-12-31	260	国家基金委 联合资助基金
17	发动机燃烧的动力学模型与数据库系统	91841301	杨斌	2019-01-01-2 022-12-31	150	国家基金委 重大研究计划_集成
18	精密轴系润滑剂微渗流行为与控制方法研究	U1837602	王沫然	2019-01-01-2 022-12-31	140	国家基金委 联合资助基金
19	低品位热能和余热的综合利用与转化	51922060	祝银海	2020-01-01-2 022-12-31	120	国家基金委 优秀青年科学基金
20	****条件建设	20204601005	顾春伟	2020-01-13-2 023-01-13	1800	国防重大
21	清华-三菱中心续签合同	20183910001	顾春伟	2018-01-01-2 024-01-01	3000	国际合作
22	基础能源科技研究专项(二)	20212001344	岳光溪	2021-08-24-2 023-12-31	2000	重大横向合作
23	循环流化床锅炉及系统	20142001667	吕俊复	2014-12-01-2	2000	重大横向合

	的技术服务			024-12-01		作
--	-------	--	--	-----------	--	---

注：请依次以国家创新 2030-重大项目、国家重点研发计划、国家自然科学基金（面上、重点和重大、创新研究群体计划、杰出青年基金、重大科研计划）、国家科技（攻关）、国防重大、国际合作、省部重大科技计划、重大横向合作等为序填写，并在类别栏中注明。只统计项目/课题负责人是实验室人员的任务信息。只填写所牵头负责的非涉密项目或课题。若该项目或课题为某项目的子课题或子任务，请在名称后加*号标注。

三、研究队伍建设

1、各研究方向及研究队伍

研究方向	学术带头人	主要骨干
1. 热流科学与高效节能技术	过增元、姜培学、张兴、段远源、孙超、曹炳阳、陈群	梁新刚、吴晓敏、孟继安、史琳、于溯源、陈民、曹炳阳、李震、王沫然、符泰然、杨震、胥蕊娜、祝银海、曹海山、马维刚、王海东
2. 燃烧科学与低碳能源技术	岳光溪、罗忠敬、罗开红、姚强、蔡宁生、吕俊复、李水清	刘青、张海、张衍国、嵇玉群、由长福、张缙、宋蕾、王淑娟、张建胜、李振山、卓建坤、许雪飞、游小清、杨斌、吴玉新、史翊翔、张扬、龚迎莉、VALIEV DAMIR、刘有晟、周会
3. 气动热力学与先进动力技术	顾春伟、袁新、朱民、任静、祁海鹰	李雪松、苏欣荣、任晓栋、李雪英、刘超、肖耀兵、王兴建

2.本年度固定人员情况

注：（1）固定人员包括研究人员、技术人员、管理人员三种类型，应为所在高等学校聘用的聘期2年以上的全职人员。（2）“在实验室工作年限”栏中填写实验室工作的聘期。

序号	姓名	类型	性别	学位	职称	出生年月
1	过增元	研究人员	男	本科	教授	193602
2	岳光溪	研究人员	男	本科	教授	194510
3	袁新	研究人员	男	博士	教授	195605
4	蔡宁生	研究人员	男	博士	教授	195607
5	祁海鹰	研究人员	男	博士	教授	196010
6	张兴	研究人员	男	博士	教授	196111
7	梁新刚	研究人员	男	博士	教授	196202
8	姚强	研究人员	男	博士	教授	196202
9	顾春伟	研究人员	男	博士	教授	196303
10	吴晓敏	研究人员	女	博士	教授	196301
11	史琳	研究人员	女	博士	教授	196402
12	LUO KAI HONG (罗开红)	研究人员	男	博士	教授	196404
13	姜培学	研究人员	男	博士	教授	196409
14	朱民	研究人员	男	博士	教授	196503
15	于溯源	研究人员	男	博士	教授	196509
16	陈民	研究人员	男	博士	教授	196612

17	吕俊复	研究人员	男	博士	教授	196707
18	张海	研究人员	男	博士	教授	196709
19	张衍国	研究人员	男	博士	教授	196811
20	嵯玉群	研究人员	男	博士	教授	196903
21	由长福	研究人员	男	博士	教授	196908
22	任静	研究人员	女	博士	教授	197008
23	段远源	研究人员	男	博士	教授	197111
24	王淑娟	研究人员	女	博士	教授	197202
25	张建胜	研究人员	男	博士	教授	197205
26	曹炳阳	研究人员	男	博士	教授	197506
27	李水清	研究人员	男	博士	教授	197512
28	王沫然	研究人员	男	博士	教授	197703
29	孙超	研究人员	男	博士	教授	197809
30	杨斌	研究人员	男	博士	教授	197903
31	胥蕊娜	研究人员	女	博士	教授	198101
32	陈群	研究人员	男	博士	教授	198107
33	史翊翔	研究人员	男	博士	教授	198201
34	刘青	研究人员	女	硕士	研究员	196505
35	张纆	研究人员	女	博士	研究员	197104
36	黄中	研究人员	男	博士	研究员	198301
37	徐向华	研究人员	男	博士	副教授	197603
38	宋蔷	研究人员	女	博士	副教授	197110
39	李震	研究人员	男	博士	副教授	197507
40	李振山	研究人员	男	博士	副教授	197503
41	李雪松	研究人员	男	博士	副教授	197801
42	许雪飞	研究人员	女	博士	副教授	197812
43	符泰然	研究人员	男	博士	副教授	197807
44	游小清	研究人员	女	博士	副教授	197909
45	杨震	研究人员	男	博士	副教授	197905
46	吴玉新	研究人员	男	博士	副教授	197906
47	祝银海	研究人员	男	博士	副教授	198102
48	VALIEV DAMIR	研究人员	男	博士	副教授	198109
49	曹海山	研究人员	男	博士	副教授	198111
50	刘有晟	研究人员	男	博士	副教授	198303
51	王海东	研究人员	男	博士	副教授	198312
52	马维刚	研究人员	男	博士	副教授	198408

53	张扬	研究人员	男	博士	副教授	198611
54	李清海	研究人员	男	博士	副研究员	197203
55	卓建坤	研究人员	男	博士	副研究员	197509
56	苏欣荣	研究人员	男	博士	副研究员	198305
57	任晓栋	研究人员	男	博士	副研究员	198510
58	李雪英	研究人员	女	博士	副研究员	198512
59	刘超	研究人员	男	博士	副研究员	198603
60	孟继安	研究人员	男	博士	高级工程师	196410
61	肖耀兵	技术人员	男	研究生	高级工程师	197608
62	周会	研究人员	男	博士	助理教授	198810
63	王兴建	研究人员	男	博士	助理教授	198708
64	龚迎莉	技术人员	女	研究生	工程师	197608
65	谭帅	管理人员	男	研究生	职员	197908

3、本年度流动人员情况

序号	姓名	类型	性别	出生日期	职称	国别	工作单位	在实验室工作期限(月)
1	曾克成	博士后	男	19930803	助理研究员	中国	清华大学	12
2	刘碧强	博士后	男	19950202	助理研究员	中国	清华大学	12
3	叶林	博士后	男	19920618	助理研究员	中国	清华大学	12
4	张毓然	博士后	女	19910531	助理研究员	中国	清华大学	12
5	郝彦嵩	博士后	男	19920818	助理研究员	中国	清华大学	12
6	苏利鹏	博士后	男	19910103	助理研究员	中国	清华大学	12
7	史博	博士后	男	19901129	助理研究员	中国	清华大学	12
8	刘阳	博士后	男	19940330	助理研究员	中国	清华大学	12
9	吴宏禄	博士后	男	19881018	助理研究员	中国	清华大学	12
10	厉明波	博士后	男	19900912	助理研究员	中国	清华大学	12
11	李嘉伟	博士后	男	19891216	助理研究员	中国	清华大学	12
12	王乔	博士后	男	19910719	助理研究员	中国	清华大学	12

序号	姓名	类型	性别	出生日期	职称	国别	工作单位	在实验室工作期限(月)
13	张家骏	博士后	男	19900529	助理研究员	中国	清华大学	12
14	陈阵	博士后	男	19880616	助理研究员	中国	清华大学	12
15	张纬	博士后	女	19921205	助理研究员	中国	清华大学	12
16	柯希玮	博士后	男	19940117	助理研究员	中国	清华大学	12
17	雷蕾	博士后	女	19921024	助理研究员	中国	清华大学	12
18	李丹	博士后	女	19911124	助理研究员	中国	清华大学	12
19	别璇	博士后	女	19940831	助理研究员	中国	清华大学	12
20	苏铁柱	博士后	男	19891105	助理研究员	中国	清华大学	12
21	吕发	博士后	男	19860724	助理研究员	中国	清华大学	12
22	尹尧杰	博士后	男	19871120	助理研究员	中国	清华大学	12
23	耿直	博士后	男	19910411	助理研究员	中国	清华大学	12
24	喻志强	博士后	男	19860208	助理研究员	中国	清华大学	12
25	李滔	博士后	男	19910211	助理研究员	中国	清华大学	12
26	朱维伟	博士后	男	19930520	助理研究员	中国	清华大学	12
27	龚文波	博士后	男	19930905	助理研究员	中国	清华大学	12
28	樊傲然	博士后	女	19930103	助理研究员	中国	清华大学	12
29	贺克伦	博士后	男	19930502	助理研究员	中国	清华大学	12
30	张旭东	博士后	男	19920103	助理研究员	中国	清华大学	12
31	李书楠	博士后	男	19920316	助理研究员	中国	清华大学	12
32	宋杰人	博士后	男	19861208	助理研究员	中国	清华大学	12
33	许强辉	博士后	男	19900718	助理研究员	中国	清华大学	10
34	刘志宏	博士后	男	19930423	助理研究员	中国	清华大学	10
35	司桐	博士后	男	19931107	助理研究员	中国	清华大学	9
36	苏敬宏	博士后	男	19920810	助理研究员	中国	清华大学	9
37	冯牧野	博士后	男	19911117	助理研究员	中国	清华大学	9
38	严晓云	博士后	女	19901018	助理研究员	中国	清华大学	9
39	黄振卫	博士后	男	19861123	助理研究员	中国	清华大学	9
40	曹文广	博士后	男	19861221	助理研究员	中国	清华大学	9

序号	姓名	类型	性别	出生日期	职称	国别	工作单位	在实验室 工作期限 (月)
41	徐聪	博士后	女	19890302	助理研究员	中国	清华大学	9
42	赵甜	博士后	男	19920704	助理研究员	中国	清华大学	9
43	张亿宝	博士后	男	19920904	助理研究员	中国	清华大学	8
44	赤骋	博士后	男	19910307	助理研究员	中国	清华大学	8
45	李健	博士后	男	19930419	助理研究员	中国	清华大学	7
46	张文超	博士后	男	19900215	助理研究员	中国	清华大学	7
47	林晨	博士后	男	19860715	助理研究员	中国	清华大学	7
48	陈晓露	博士后	女	19910104	助理研究员	中国	清华大学	7
49	安盟	博士后	男	19890618	助理研究员	中国	清华大学	7
50	孔少奇	博士后	男	19890111	助理研究员	中国	清华大学	6
51	姚家驰	博士后	男	19920825	助理研究员	中国	清华大学	6
52	李璇	博士后	女	19911117	助理研究员	中国	清华大学	6
53	肖弘扬	博士后	女	19921104	助理研究员	中国	清华大学	6
54	张振	博士后	男	19941012	助理研究员	中国	清华大学	6
55	徐勇庆	博士后	男	19900518	助理研究员	中国	清华大学	6
56	余志健	博士后	男	19930526	助理研究员	中国	清华大学	6
57	程通锐	博士后	男	19841005	助理研究员	中国	清华大学	6
58	汪宗御	博士后	男	19900919	助理研究员	中国	清华大学	6
59	马欢	博士后	男	19950414	助理研究员	中国	清华大学	6
60	薛提微	博士后	男	19900305	助理研究员	中国	清华大学	6
61	方筑	博士后	男	19940804	助理研究员	中国	清华大学	4
62	王邑维	博士后	男	19911214	助理研究员	中国	清华大学	4
63	吕俊鑫	博士后	男	19900112	助理研究员	中国	清华大学	4
64	西禹霏	博士后	女	19930112	助理研究员	中国	清华大学	4
65	王珏	博士后	男	19920204	助理研究员	中国	清华大学	4
66	席朝东	博士后	男	19921129	助理研究员	中国	清华大学	4
67	郭森闯	博士后	男	19930718	助理研究员	中国	清华大学	4
68	安璐璐	博士后	女	19920319	助理研究员	中国	清华大学	4

序号	姓名	类型	性别	出生日期	职称	国别	工作单位	在实验室 工作期限 (月)
69	孙丰	博士后	男	19920618	助理研究员	中国	清华大学	3
70	高山	博士后	男	19920226	助理研究员	中国	清华大学	3
71	田伟兵	博士后	男	19921003	助理研究员	中国	清华大学	2
72	李海月	博士后	女	19930723	助理研究员	中国	清华大学	2
73	郝培璇	博士后	男	19950617	助理研究员	中国	清华大学	2
74	袁博	博士后	男	19881111	助理研究员	中国	清华大学	2
75	徐圣知	博士后	男	19920824	助理研究员	中国	清华大学	2
76	孟楠	博士后	女	19950909	助理研究员	中国	清华大学	2
77	毛歆博	博士后	男	19891218	助理研究员	中国	清华大学	1
78	冉鑫	博士后	男	19920613	助理研究员	中国	清华大学	1
79	刘彬	博士后	男	19930507	助理研究员	中国	清华大学	1
80	银了飞	访问学者	男	198809	副教授	中国	北京交通大学	12
81	王岳武	访问学者	男	198606	副教授	中国	北京工业大学	12
82	孙立	访问学者	男	198908	副教授	中国	东南大学	12
83	玄伟伟	访问学者	女	198807	副教授	中国	北京科技大学	12
84	刘倩	访问学者	女	198202	副教授	中国	东南大学	12
85	赵存陆	访问学者	男	198007	正高级	中国	西安交通大学	12
86	李博	访问学者	男	198912	讲师	中国	北京联合大学	12
87	罗忠敬	其他	男	19470921	教授	美国	清华大学	12
88	郭印诚	其他	男	19660201	副教授	中国	清华大学	12
89	闵敬春	其他	男	19630713	副教授	中国	清华大学	12
90	张健	其他	男	19630222	教授	中国	清华大学	12
91	陈泽敬	其他	男	19680813	高级工程师	中国	清华大学	12
92	刘尚明	其他	男	19640815	副教授	中国	清华大学	12

序号	姓名	类型	性别	出生日期	职称	国别	工作单位	在实验室工作期限(月)
93	李宇红	其他	女	19630703	研究员	中国	清华大学	12
94	张志军	其他	男	19641023	高级工程师	中国	清华大学	12
95	超星	其他	女	19831002	副教授	中国	清华大学	12
96	罗锐	其他	男	19611101	研究员	中国	清华大学	12
97	宋昱	其他	女	19820221	讲师	中国	清华大学	12
98	李辉	其他	女	19711118	高级工程师	中国	清华大学	12
99	佟会玲	其他	女	19680915	副研究员	中国	清华大学	12
100	赵永敢	其他	男	19841006	副研究员	中国	清华大学	12
101	常东武	其他	男	19701201	高级实验师	中国	清华大学	12
102	杨锐明	其他	男	19700815	高级工程师	中国	清华大学	12
103	周托	其他	男	19790203	副研究员	中国	清华大学	12
104	胡博	其他	男	19870523	助理研究员	中国	清华大学	12
105	李爽	其他	男	19890722	助理研究员	中国	清华大学	12
106	隋然	其他	男	19871213	助理教授	中国	清华大学	5
107	梁文恺	其他	男	19900412	助理教授	中国	清华大学	5

注：（1）流动人员包括“博士后研究人员、访问学者、其他”三种类型，请按照以上三种类型进行人员排序。（2）在“实验室工作期限”指流动人员本年度工作的月数。

四、学科发展与人才培养

1、学科发展

简述实验室所依托学科的年度发展情况,包括科学研究对学科建设的支撑作用,以及推动学科交叉与新兴学科建设的情况。

本实验室依托清华大学动力工程及工程热物理一级学科,已形成了高水平的基础研究、技术开发和成果转化平台,充分发挥学科分布均衡、基础与应用并重的优势,立足国家重大需求,面向国际学术前沿,注重科技成果的转化,在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三个重点研究方向的基础科学研究、先进技术开发和成果转化应用方面发挥了重要作用。

本实验室拥有一支杰出人才汇聚、具有重要国内外学术影响的高水平师资队伍,包括中国科学院院士过增元,中国工程院院士岳光溪,中国科学院院士姜培学,美国人文与科学院及美国工程院院士罗忠敬,英国皇家工程院、欧洲科学院院士罗开红,长江学者、杰青、千人计划、国家百千万人才、优青、青年千人、北京市教学名师和教育部新世纪人才等各类人才 40 余位,以及一批迅速成长的新生代青年学术骨干。

2022 年,罗开红教授当选欧洲科学院院士,张建胜教授入选俄罗斯工程院外籍院士,胥蕊娜教授获得国家自然科学基金杰青项目支持并获评中国青年科技奖,史翊翔教授入选万人领军计划人选,符泰然副教授获得 GFZQ 项目支持,周会助理教授荣获 2022 年度 Journal of Materials Chemistry 新锐奖。

本实验室坚持“科研引领与创新实践并举”的工程教育理念和“强基础、重实践、开放式、国际化”的人才培养模式,致力于将学生培养成为爱国敬业、志存高远、思想独立、人格健全、基础扎实的高层次创新拔尖人才。王补宣、过增元两位院士分别出资设立中国工程热物理学会传热传质学术年会优秀论文奖,鼓励年轻人成长。2022 年共培养博士研究生 48 名,硕士研究生 32 名,1 人获得清华大学特等奖学金,2 位研究生获评 2022 年“吴仲华优秀研究生奖”,2 位研究生获评第 20 届“中日友好 NSK 机械工学优秀论文奖”,2022 届毕业生的毕业论文 5 篇获评优秀博士论文、2 篇获评优秀硕士论文。

本实验室与相关的国家重点实验室和工程研究中心、省部级重点实验室和工程技术研究中心等密切合作,相互支持,并参与建设了清华大学山西清洁能源研究院、燃烧能源中心等 8 个校级交叉创新中心,有力地推动了学科交叉与新兴学科建设。为更好地促进学科交叉、组织科研力量、争取重大项目,在 2020 年成立了三个创新研究中心,能动工程数字信息化中心、空天动力中心、燃料电池与

储能中心基础上，2022 年成立可再生能源中心。

本实验室所在的动力工程及工程热物理一级学科实力持续增强，在 2022 年全国高校第五轮学科评估中，成绩优异；所在的机械工程学科（Engineering-Mechanical）在 QS 2023 排名中列世界第 11 位，所在的能源科学与工程学科（Energy Science and Engineering）在 2022 年度软科世界一流学科排名中列世界第 1 位，所在的能源与燃料学科（Energy and Fuel）在 US News 2023 排名中列世界第 2 位。

2、科教融合推动教学发展

简要介绍实验室人员承担依托单位教学任务情况，主要包括开设主讲课程、编写教材、教改项目、教学成果等，以及将本领域前沿研究情况、实验室科研成果转化为教学资源的情况。

本实验室依托所属一级学科，建设有“工程热物理、力学及机械设计类”、“动力机械及系统控制类”、“交叉学科类”等课程组。实验室教师 2022 年承担本科生课程 51 门，其中全英文授课 9 门。本科课程包括国家级精品课程《工程热力学》、《传热学》、《燃烧理论》等，其中燃烧理论和工程热力学已通过“学堂在线”MOOC 平台正式对外开课，截止 2022 秋，燃烧理论学堂在线选课人数 51690 人，工程热力学在线选课人数 56717 人。实验室 2022 年研究生专业课程开课 35 门，其中英文课程 13 门。2022 年，基于科研项目培养博士研究生 40 人，硕士研究生 26 人，研究成果写入 1 本教材中。

本实验室参与建设的“动力工程及工程热物理”国家级实验教学示范中心设有热工学、热测、流机、热能、燃气轮机、航院、汽车 7 个分室，实行“统一规划、统筹管理、分工负责、资源共享”的管理模式。中心自主设计和建设各种课程实验共 75 项，服务于全校 9 个专业的理论课程和实验室探究课，曾获清华大学学生实验室建设贡献奖 40 余项。面向能源与动力工程、车辆工程、机械工程、建筑环境与能源应用工程、测控技术与仪器、核工程与核技术、工程物理、工程力学、航空航天工程等 9 个专业，2022 年实验学生 1800 余人次，超过 14 万人时。“平面热源法导热系数和热扩散率虚实结合实验教学设计”获得 2022 年度全国仿真创新应用大赛一等奖。

3、人才培养

(1) 人才培养总体情况

简述实验室人才培养的代表性举措和效果，包括跨学科、跨院系的人才交流和培养，与国内、国际科研机构或企业联合培养创新人才等。

本实验室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。通过选拔、培养、淘汰和就业发展等一系列环节，保障培养目标的达成。

本实验室参与组织每年一度的博士生论坛，要求每位博士生毕业前在论坛上做一次学术报告。2022年5月27日至28日，主题为“面向碳中和和先进动力的能源动力发展论坛”的清华大学第667期博士生学术论坛能源与动力工程系专场在线上举办。本次博士生论坛除本校同学参加外，还邀请到西安交通大学、中国石油大学（北京）、四川大学、浙江工业大学等院校的同学进行线上报告，近200名研究生与20余名专家学者参与相关的探讨和交流，并且本次博士生论坛在蔻享平台累计观看达到5600人次。

为促进师生在学术科研、校园生活、职业发展等方面开展多维互动，发挥导师“引路人”和“同路人”作用，能动系成立了校内首个导学空间。师生互动是导学交流空间核心的设计要素，师生可以在思想碰撞中迸发学术灵感，在茶话闲谈间探讨人生哲理。能动系在导学交流空间内年度举办活动20余场，参与老师超过30人次，学生180余人。能动导学说、导学下午茶、师生微沙龙、师生党支部共建等活动不断开展，形成了若干师生互动品牌活动。

本实验室依托院系共同建设与德国亚琛工大和法国巴黎矿校的联合培养硕士项目，同时吸引优秀生源到本实验室攻读博士学位，2022年吸引来自欧美等国的15名研究生进入我校攻读学位，围绕“发展低碳能源、应对气候变化”的主题积极开展科研工作。同时还依托“清华大学-三菱重工研究开发中心”等多个国际研究中心，吸引本校学生进行国际合作科研项目研究。尽管受到疫情影响，本年度本实验室有83名研究生参加联合培养、国际合作、国际会议等国际交流活动。

本实验室与能源动力领域内哈电集团、上海电气集团、东方电气、国家能源集团、航天科技集团、航天科工集团等大型国有骨干企业建立了密切的科研和教学合作关系，使之成为学生实习的核心基地。截至2022年已建成2个国家级工

程实验教学中心和 20 个签约实习基地，充分发挥了社会资源服务于人才培养的积极作用。此外也通过开设特色实践课程、实地考察和认识实践等方式，积极发掘其他多种社会资源为学生创造实践条件，拓展了学生的视野、启发了思维、建立了信心，夯实了理论基础，效果显著。

(2) 研究生代表性成果（列举不超过 3 项）

简述研究生在实验室平台的锻炼中，取得的代表性科研成果，包括高水平论文发表、国际学术会议大会发言、挑战杯获奖、国际竞赛获奖等。

1. 张宇峰，清华大学航天航空学院 2018 级博士生，师从张兴教授，研究方向为纳米材料传热及热物性测量。立足国家重大战略需求，聚焦芯片散热领域，开发了高时空分辨率的多物理场综合测量系统，解决了芯片的测量难题，并在国际上首次实现了纳米器件的同步热、电整流，使得散热性能大幅提升。研究生在读期间，以第一作者在 *Science*、*Nano Res*、*IJHMT* 等国际顶尖期刊发表论文 5 篇，研究成果已在华为实现落地应用。曾获第 12 届亚洲热物性大会“Best Paper Award”、2021 年中国工程热物理传热传质大会“优秀口头报告一等奖”、研究生国家奖学金，校级综合优秀奖奖学金，2022 年获评清华大学特等奖学金。
2. 于士杰，清华大学能源与动力工程系 2018 级直博生，导师为张衍国教授，研究方向为碳负排放与生物质高值化利用。在研究中主要聚焦生物质的水热碳化这一负碳排放的关键技术，围绕国家“双碳”目标，始终坚持攻关领域难题和突破技术瓶颈，脚踏实地、锐意进取，确立终生奋斗的学术理想。博士期间，以第一作者在 *Nature Communications* 等期刊发表 SCI 论文 9 篇，实现了生物质水热碳化领域首次在 *Nature/Science* 子刊发表论文的历史性突破，在传统工程学科提升了中国学者的国际话语权。论文在 2022 年 6 月发表后，受到了各界的广泛关注，被 *Nature Communications* 作为 *Featured article* 选入 *Editors' Highlights*，并被国家科技部旗下期刊、国家自然科学基金委网站、清华新闻网以及 10 余家能源、环境、化工、化学、农林等领域主流学术公众号报道。申请发明专利 1 项，参加国际/国内学术会议并进行口头报告 5 次，其中 3 次获优秀论文或优秀口头报告奖。作为主要完成人参与国家自然科学基金等科研项目 4 项。担任 *Fuel*、

Journal of the Energy Institute 、 Biofuels, Bioproducts & Biorefining 等 7 本能源工程领域国际期刊的独立审稿人，并荣获 Carbon Capture Science & Technology 期刊杰出审稿人奖。受邀担任 Processes 期刊的客座编辑，且是编辑团队中唯一一位在读博士生。荣获清华大学综合优秀一等奖学金（2021）、国家奖学金（2022 年）等荣誉。秉承清华“又红又专，全面发展”的优良传统，曾担任清华大学“双肩挑”学生政治辅导员，先后在清华大学团委宣传部和科创中心任职。期间荣获清华大学优秀学生干部、清华大学社会工作优秀奖等荣誉。

3. 陈子聿，清华大学能源与动力工程系 2018 级直博生，导师为袁新教授，研究方向是燃气轮机透平气膜冷却。攻读博士学位期间，依托“两机”重大专项，紧密结合国家重大需求，以燃气轮机透平气膜冷却作为博士课题，开展冷却特性二维预测理论和方法相关研究工作；曾获北京市三好学生（2021）、清华大学优秀学生干部（2020）、清华大学优秀共青团员（2020）、清华大学综合优秀一等奖学金（2021）、国家奖学金（2022 年）等荣誉。以第一作者的身份在 Journal of Turbomachinery（叶轮机械领域顶刊）、International Journal of Heat and Mass Transfer（传热传质领域顶刊）等期刊上发表了 SCI 检索论文 8 篇，并有 2 篇 SCI 检索论文（一作）审稿中。参与航空发动机及燃气轮机重大专项基础研究项目 2 项，面向某级重型燃机透平冷却和换热试验研究 2 项。研究成果多次在本领域学术会议上进行报告，获得了学术同行的广泛认可。在中国联合重型燃气轮机技术有限公司开展暑期实习期间，开展透平气膜冷却先进技术的相关研究，与相关技术人员讨论提出的二维设计方法的可行性，具有良好的应用前景，能够为重燃更高温度等级燃机的设计提供理论支撑。目前，气膜冷却有效度的二维设计方法已经授权了发明专利 1 项。
4. 胡志锋，清华大学能源与动力工程系 2018 级直博生，导师为吴晓敏教授，研究方向为结构化超疏水表面上液滴在撞击、融合及冷凝过程中的动力学行为机理探究及其行为调控研究。代表性成果 1：揭示了超疏水表面结构对液滴关键动力学参数的影响规律，可为超疏水表面的设计与应用提供理论指导。多项研究成果以第一作者发表在 J. Colloid Interf. Sci., Extreme Mech. Lett., Phys. Fluid 等著名物理、化学类期刊上。其中 1 篇论文被选为 Phys. Fluid 亮点文章（Featured Article），1 篇论文在 2022 第三届国际热流体动力学研讨会中荣获最佳论文奖（Best Paper Award）。代表性成果 2：提出并构建了基于事件驱动的珠状冷凝的高效高精度模拟平台，推动了大

规模珠状冷凝模拟方法的发展。研究成果以第一作者发表于权威传热领域期刊 *Int. J. Heat Mass Transf.*, 并被郑泉水院士组在 *Nature* 子刊论文中正面引用。代表性成果 3: 实现了液滴撞击结构化超疏水表面动态行为的高效精准调控, 发展了可服务于实际应用的液滴调控新技术。相关成果发表于著名传热类期刊 *Int. Commun. Heat Mass Transf.*, 著名物理应用类期刊 *Phys. Rev. Applied.*。已发表 SCI 论文 20 篇 (其中以第一作者 SCI 论文 9 篇, 一作文章影响因子总和超 50), 被引 160 次。多次参与国内国际会议, 在 2022 年第三届国际热与流体动力学研讨会上获最佳论文奖 (Best Paper Award)。曾担任能动博 182 班班长、党支书, 能动系研会学术部副主席, 清华大学平台课工程热力学(国家级精品课)助教。荣获“优秀党建工作者”、“清华大学同方环境社工单项奖学金”(2019-2020 连续两年)、清华大学综合优秀一等奖学金(2021)、国家奖学金(2022 年)等荣誉。

(3) 研究生参加国际会议情况 (列举 5 项以内)

序号	参加会议形式	学生姓名	硕士/博士	参加会议名称及会议主办方	导师
1	口头报告	蒋林峰	博士	2022 年欧洲地球科学联盟 (EDU) 大会	孙超
2	口头报告	于士杰	博士	国际碳捕集科学技术大会	张衍国
3	口头报告	黄文仕	博士	第 46 届国际清洁能源技术会议	吴玉新
4	发表会议论文	王高远	博士	2021 年中国工程热物理学会传热传质分会 (会议 2022 年召开)	胥蕊娜
5	其他	孙清晗	博士	国际电气与电子工程师协会电力能源学会会议 (IEEE PES General Meeting)	陈群

注: 请依次以参加会议形式为大会发言、口头报告、发表会议论文、其他为序分别填报。
所有研究生的导师必须是实验室固定研究人员。

五、开放交流与运行管理

1、开放交流

(1) 开放课题设置情况

简述实验室在本年度内设置开放课题概况。

清华大学给予实验室基本运行经费的支持，2022 年共计 150 万元，用于支持实验室的日常管理以及主任基金项目 and 开放课题的设置。

本实验室设立的主任基金包括新入职青年学者启动基金、青年科研基金、博士后资助基金、分室科研平台建设基金等多种资助形式，用以支持跨学科、探索性、基础性和应用基础性研究。实验室同时设立有开放课题，定期征集课题建议，发布支持的科研方向，供国内相关高校和研究机构的科研人员自由申报，并建立了完善的管理制度，涵盖课题的批准立项、中期检查和结题验收全过程。

本实验室通过主任基金支持开放课题研究，承担人均均为刚取得博士学位的博士后、青年学者和访问学者等科研人员，课题的研究内容均属于学科前沿的基础科学和关键技术问题。2022 年，面向校外开放课题，投入专项资金 17.5 万元，继续支持开放课题 7 项并顺利结题，共发表高水平论文 17 篇，发明专利 6 项，其中银了飞副教授入选了“北京市科学技术协会 2021-2023 年度青年人才托举工程”；实验室流动研究人员博士后叶林入选了“中国科协 2022 年青年人才托举工程”，博士后樊傲然获 2022 年度亚洲热物性研究青年科学家奖。

希望通过基金和课题的设立，为本实验室凝聚一批优秀的青年学者，对青年学者的快速成长能起到积极的推动作用，以期促进不同学科之间的交叉和不同单位之间的学术交流。

序号	课题名称	经费(万元)	承担人	职称	承担人单位	课题起止时间
1	多孔微通道流动沸腾跨尺度热质传递机理研究	5	银了飞	副教授	北京交通大学	202101-202212
2	航空发动机陶瓷基复合结构热-振耦合失效行为研究	5	王岳武	副教授	北京工业大学	202101-202212
3	闭式回路微流道相变换热过程动态特性及自适应控制技术研究	5	孙立	副教授	东南大学	202101-202212
4	废旧塑料水蒸气化制 H ₂ 的反应机理研究	5	玄伟伟	副教授	北京科技大学	202101-202212
5	生物质/煤混合富氧燃烧中碱金属的迁移转化和灰沉积特性	5	刘倩	副教授	东南大学	202101-202212

6	仿猪笼草超滑毛细管内液态金属的流动传热机理研究	5	赵存陆	正高级	西安交通大学	202101-202212
7	空泡与弯曲自由液面相互作用机理研究	5	李博	讲师	北京联合大学	202101-202212

注：职称一栏，请在在职人员填写职称，学生填写博士/硕士。

(2) 主办或承办大型学术会议情况

序号	会议名称	主办单位名称	会议主席	召开时间	参加人数	类别
1	国家自然科学基金委员会工程与材料学部“双碳”目标下工程热物理与能源利用学科发展战略研讨会	国家自然科学基金委员会工程与材料学部	关永刚	2022.8.19	35	全国性
2						
3						

注：请按全球性、地区性、双边性、全国性等类别排序，并在类别栏中注明。

(3) 国内外学术交流与合作情况

请列出实验室在本年度内参加国内外学术交流与合作的概况，包括与国外研究机构共建实验室、承担重大国际合作项目或机构建设、参与国际重大科研计划、在国际重要学术会议做特邀报告的情况。请按国内合作与国际合作分类填写。

1) 共建联合实验室：与国内中国航天科工三院、中国联合重型燃气轮机技术有限公司、中国航发沈阳发动机研究所、华清农业开发有限公司等研究机构和企业共建联合实验室。2020年成立了清华大学-中国华能集团有限公司基础能源联合研究院，2021年成立了清华大学-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。与国际一流大学、科研机构和著名企业建立了广泛的联系和高水平、实质性合作，为科研和教学引入更多的优质国际资源。如清华-剑桥-MIT三校低碳能源大学联盟、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等；与国际著名企业三菱重工、力拓、东芝、IHI、大金等建立了联合研究中心。

2) 承担或参与重大国际合作：2022年新增国际合作项目12项，合同金额660万；在研国际合作科研项目总计22项，合同总额达4523万元，2022年实际到款454万元。

3) 国际声誉：实验室过增元、姜培学、罗忠敬、陈群、李振山、曹炳阳、段远源、王沫然、张兴等9位学者入选Elsevier 2022中国高被引学者榜单。2022

年，张建胜教授当选俄罗斯工程院外籍院士；罗开红教授入选欧洲科学院院士，并获得国家自然科学基金外国学者研究基金项目支持，2022年美国机械工程师协会授予罗开红教授 James Harry Potter Gold Medal (金奖)，使之成为该奖自1980年设立以来全球华人科学家中唯一的获奖者。

4) 国际获奖：张兴教授和曹炳阳教授担任亚洲热科学联合会创始会士。李水清教授完成的“多组分功能化纳米材料高通量火焰合成技术”获2022日内瓦国际发明展金奖。

5) 国际机构任职：实验室成员40余人次在国际性学术组织任职，在国际组织的重要岗位任职5人次、担任重要国际学术期刊的主编、副主编或编委共23人次，并与国际著名学者合作在顶级学术期刊上发表合作研究成果，扩大了学科的国际学术影响力。2022年度史翊翔教授入选英国皇家化学会会士(FRSC)。

6) 国际合作：2022年3月，Richard E.Russo博士被同意聘为清华大学杰出访问教授，Richard E.Russo美国应用光谱有限公司、劳伦斯伯克利国家实验室。2022年8月举办Tan Zhongchao杰出访问教授颁证仪式以及学术报告会，Tan Zhongchao教授为加拿大滑铁卢大学机械与机电工程系终身教授、化学工程系兼职教授，于2022年入选加拿大国家工程院院士、机械工程学会会士。。

7) 国际交流：本年度连续成功的举办了12场线上“烽火台”报告，分别由瑞典隆德大学的Zhongshan Li教授；普林斯顿大学Chung K. Law教授；法国图卢兹流体力学研究所的Jacques Magnaude教授；美国加州大学河滨分校的Michael Zachariah教授；德国卡尔斯鲁厄理工学院的Dr. rer. nat. habil. Ulrich Maas教授；瑞典隆德大学燃烧物理系的Alexander A. Konnov教授；匈牙利布达佩斯埃尔特·埃特沃斯洛兰大学的Tamas Turanyi教授；悉尼大学的Assaad Masri教授；美国桑迪亚国家实验室燃烧研究所的Professor Nils Hansen；德国杜伊斯堡-埃森大学的Christof Schulz教授；利兹大学化学与工艺工程学院的Alison Tomlin教授；沙特阿拉伯阿卜杜拉国王科技大学清洁燃烧研究中心的Bassam Dally教授主讲。

2022年7月11至15日顺利举办了2022年清华-普林斯顿-国际燃烧学会燃烧学暑期学校。为期五天的课程由Tiziano Faravelli、Jose Torero、Suk Ho Chung、William Roberts、Kaoru Maruta、Markus Kraft、Tianfeng Lu讲授，主题涵盖了燃烧物理和燃烧化学的最基础知识，以及氨气燃烧进展回顾和微重力燃烧。本次活动有来自于26个国家/地区的285位学员参加，包括了本科生、研究生、博士后、

大学教师、及相关领域的工程师。本次活动受到广大学员的正面反馈，在国际燃烧学会和所有学员的长期支持下，清华-普林斯顿-国际燃烧学会燃烧学暑期学校将持续为燃烧领域的师生和从业人员作好服务，促进国际交流和国际教育，为发展先进燃烧科学技术提供支撑

(4) 科学传播

简述实验室本年度在科学传播方面的举措和效果。

本实验室主要通过以下几方面开展科学传播：

1) 举办“双碳目标下能源科技发展论坛”

2022年4月23日下午，能动系90周年系庆活动“双碳目标下能源科技发展论坛”暨“清华大学碳中和研究院低碳能源与CCUS研究中心成立仪式”在北京文津酒店举办，并进行线上同步直播。能动系系友民盟中央原副主席、民盟北京市委原主委王维城，清华大学原副校长倪维斗院士，能源部原总工秦中一，机械工业部原副部长孙昌基，清华大学碳中和研究院院长贺克斌院士，清华大学能动系岳光溪院士、中科院工程热物理所金红光院士等嘉宾受邀出席论坛，清华大学副校长曾嵘代表学校到会致辞。来自高校、科研院所、企业等100余人线下参会，500余人在线上参会。论坛由系主任姜培学主持。来自本校和兄弟院校、科研院所、能源行业的6位报告人应邀作主旨报告并围绕论坛主题进行了讨论。与会嘉宾重点围绕煤炭清洁低碳发展、二氧化碳捕集封存和利用、可再生能源与储能、氢能与燃料电池、气候变化与能源政策等方面开展广泛且深入的交流。

2) 举办“能动系先进动力技术发展论坛”

2022年4月24日下午，“能动系先进动力技术发展论坛”在北京文津酒店举行。能动系校友、全国人大常委会原副委员长华建敏，能动系校友、能源部原总工秦中一学长，能动系校友、国家两机专项专家咨询委员会副主任委员、原机械工业部副部长孙昌基学长，国家两机专项发动机项目总师、中国航空发动机集团有限公司科技委主任尹泽勇院士，清华大学能动系教授、国家两机专项重燃项目总师顾春伟等受邀出席，清华大学副校长王光谦院士致辞。本次论坛是清华大学能动系建立90周年系列纪念活动之一，系主任姜培学院士主持论坛，来自高校、科研院所、企业等100余人线下参会，近300人在线上参会。

来自清华大学、科研院所、能源行业和金融行业的 8 位报告人，应邀作报告并围绕主题进行讨论。与会嘉宾围绕重型燃气轮机、新型水轮机、航空发动机、空天动力等等进行了热烈的研讨。

3) 举办“国家自然科学基金委员会工程与材料学部“双碳”目标下工程热物理与能源利用学科发展战略研讨会”

2022 年 8 月 19 日，国家自然科学基金委员会工程与材料学部在京通过线下与线上结合的形式，召开“双碳”目标下工程热物理与能源利用学科发展战略研讨会。会议由国家自然科学基金委员会工程与材料科学部第 2 期科技活动项目资助，中国工程热物理学会和清华大学承办。本次研讨会旨在推动工程热物理学科更好服务于国家“双碳”目标。国家自然科学基金委工材学部工程科学一处关永刚处长、陈龙飞主任，中国科学院院士金红光、李应红、宣益民、何雅玲、郭烈锦、赵天寿、姜培学，中国工程院院士黄震、高翔以及中国工程热物理学会理事长、副理事长、常务理事等 35 位专家学者出席了本次研讨会。论坛开幕式由清华大学能源与动力工程系主任姜培学院士主持。13 位专家学者分别做了题为：面向碳减排的工程热物理学科发展趋势，科学运用能源的“能量”和“物质”双重属性实现“能源有序转化”，面向“双碳”目标太阳能驱动人工零碳循环的若干思考，面向“双碳”目标的热机气动热力学研究，储能技术在双碳目标下的战略意义与发展应用，长时储能是实现碳中和的关键技术，可再生合成燃料的意义前景和科学问题，碳封存与利用中的关键热科学问题，固体燃料碳可控迁移的基础研究，“双碳”目标下能源转化利用领域发展与思考，面向“双碳”战略的发动机燃烧基础研究，储能、碳捕集及先进循环发电系统中的技术瓶颈问题，数字产业节能提效新理论和新技术等大会报告。在自由研讨环节，与会人员畅所欲言，大家共同认为“双碳”目标将推动能源技术发展模式转变、带动技术发展方向发生改变，并创新能源技术、催生多学科交叉增长点，在基金委工程热物理与能源利用学科的支持下，能源转化利用领域技术的快速乃至革命性的发展将强有力地支撑国家“双碳”目标发展。

4) 与新疆大学电气工程学院联合举办暑期班活动

为持续推进本学科在新疆地区的发展与交流，2022 年 8 月 6 日~8 月 13 日，采用线上网络授课的形式，开展了第四期《新大-清华暑期班活动》。该活动自 2019 年暑假首期开班，连续开展了四年，受到了新疆大学广大师生的喜爱，并且也有不少疆内兄弟院校的师生和相关行业的技术人员参加。本次课程邀请了

史琳、段远源、李水清、孙超、胥蕊娜、祝银海、符泰然等老师主讲。主要课程包括：《工程热力学及其前沿进展》《燃烧学及其前沿进展》《流体力学及其前沿进展》和《传热学及其前沿进展》。课程结束后，暑期班 7 位主讲教师开展了线上学术交流总结会，同学们就专业发展方向、专业前景、学习方法和学术研究等相关问题进行了积极的互动和探讨。

5) 撰写发表科普类论文

吕俊复, 周托, 张扬, 吴玉新, 黄中, 张海, 张缦, 岳光溪. 碳中和目标下循环流化床锅炉技术的展望[J]. 动力工程学报, 2022, 11 : 1005-1012.

毛健雄, 郭慧娜, 吴玉新. 中国煤电低碳转型之路——国外生物质发电政策/技术综述及启示[J]. 洁净煤技术, 2022, 03 : 1~11.

李芳宁, 曹海山. 数据中心两相冷却技术现状与展望[J]. 制冷学报, 2022, 03 : 28~36.

2、运行管理

(1) 学术委员会成员

序号	姓名	性别	职称	出生日期	所在单位	国别
1	金红光 (主任)	男	中国科学院 院士	1957.5	中科院工程热物理 研究所	中国
2	岳光溪 (副主任)	男	中国工程院 院士	1945.1	清华大学	中国
3	陈勇 (副主任)	男	中国工程院 院士	1957.6	中科院广州能源所	中国
4	李应红 (副主任)	男	中国科学院 院士	1963.1	空军工程大学	中国
5	宣益民	男	中国科学院 院士	1956.9	南京航空航天大学	中国
6	郭烈锦	男	中国科学院 院士	1963.1	西安交通大学	中国
7	赵天寿	男	中国科学院 院士	1961	香港科技大学	中国
8	姚 强	男	教授	1962.2	新疆大学	中国
9	严建华	男	教授	1962.6	浙江大学	中国
10	孙晓峰	男	教授	1962.8	北京航空航天大学	中国
11	宋永臣	男	教授	1963.6	大连理工大学	中国
12	姚 洪	男	教授	1968.4	华中科技大学	中国
13	尧命发	男	教授	1968.7	天津大学	中国
14	李 政	男	教授	1965.1	清华大学	中国
15	姜培学	男	教授	1964.9	清华大学	中国

(2) 学术委员会工作情况

请简要介绍本年度召开的学术委员会情况，包括召开时间、地点、出席人员、缺席人员，以及会议纪要。

热科学与动力工程教育部重点实验室（简称实验室）学术委员会 2021 年度会议于 2022 年 3 月 30 日上午在北京文津国际酒店召开，本次会议采取线上线下相结合的方式。清华大学副校长曾嵘教授，科研院副院长李水清教授等出席会议。实验室主任姜培学教授主持会议开幕式，曾嵘副校长代表学校致欢迎辞。

实验室学术委员会主任金红光院士主持学术委员会会议。首先，学术委员会全体与会人员听取了实验室主任姜培学教授所作的 2021 年工作总结报告。姜培学教授汇报了实验室的各项研究工作进展，总结了实验室在科学研究、队伍建设和人才培养、开放交流和运行管理、基地建设等方面所取得的成绩，并客观分析了实验室面临的挑战、提出了实验室未来发展规划和研究方向。随后，李振山副教授和苏欣荣副研究员分别做了题为“基于第一性原理的热化学气固反应的跨尺度理论和方法”和“射流/主流交互问题的理论和预测模型研究”的学术报告。

各位委员审议了实验室主任工作报告和代表性学术报告，一致认为主任报告高度凝练了实验室三个主要定位方向的工作业绩，并着重体现了实验室在能源与动力领域新研究方向的进展；学术报告具有很好的基础性和系统性，体现了基础研究对技术发展的推动作用。委员们充分肯定了实验室在科学研究、平台建设、人才培养等方面所取得的显著进展和突出成绩，并对实验室研究方向、成果总结、人才队伍建设等方面提出了宝贵意见和建议。

建议实验室进一步凝练研究方向、加强各方向之间的联系与密切交流，适当拓展新能源技术、动力技术安全方面的研究，围绕国家重大需求和实验室建设的新形势谋篇布局、在科学研究和人才培养方面做出更大贡献。

(3) 主管部门和依托单位支持情况

简述主管部门和依托单位本年度为实验室提供实验室建设和基本运行经费、相对集中的科研场所和仪器设备等条件保障的情况，在学科建设、人才引进、团队建设、研究生培养指标、自主选题研究等方面给予优先支持的情况。

本实验室依托清华大学进行建设，国家教育部对实验室实行归口管理，学校主管部门在国家教育部的指导下管理和领导实验室的日常运行。清华大学在保障实验室建设和运行管理、研究生招生、985/211/世界一流学科建设等重大专项经费方面提供了重点支持，在学生培养、人才引进和团队建设等方面给予了全方位的支撑。2022 年学校共拨付 150 万元经费，用于支持实验室基本运行管理。

清华大学在集中的科研场所和仪器设备等方面给予了有力的条件保障，在李兆基科技大楼提供实验室面积 2000 余平方米，新建了微重力、低场核磁共振实验台等实验平台。清华大学规划建设 5000 平方米昌平燃气轮机实验基地，2022 年推进各项基础条件改造施工，完善配套设施建设，拟 2023 年正式入驻；2022 年推进规划布局 1700 平方米昌平实验基地，用于支持热能分室和热工分室科学研究。依托单位与山西省共建 20000 多平方米的清华大学山西清洁能源研究院科研大楼，推进成果应用转化落地。在能动系系馆大修期间，学校提供 800 平方米的过渡用房。

2022 年引进 2 名青年学者加入实验室科研队伍，支持 210 万元专项支持优秀青年教师发展，着力建设由学科领军人物组成的一流教师队伍。

为强化工科优势，增强理科实力，积极加入清华大学未央书院、行健书院，从 2020 级开始招生，同时在机械航空与动力大类、能源与电气大类招生。鉴于能动系在人才培养、科学研究等方面取得的成绩，学校在研究生招生计划中给与能动系 8 个激励名额，院系可统筹使用。

2022 年学校在学术委员会会议、年度报告审核、实验室管理、人才引进、团队建设等诸多方面，依托单位都给予了大量指导性意见以及一定的政策支持，根据依托单位指导意见，不断做好科研规划与布局。

3、仪器设备

简述本年度实验室大型仪器设备的使用、开放共享情况，研制新设备和升级改造旧设备等方面的情况。

本实验室在国家 211、985、世界一流学科建设等计划的支持下，在承担国家相关科技计划的基础上，购置了一大批先进分析仪器，并设计搭建了一批专业性强、功能齐全的大型试验台架，本年度，仪器设备资产总值超过 2 亿 3000 万元，40 万元以上大型仪器设备 91 台套，其中 2022 年新增设备 1543 万元。各类实验装置已广泛应用于相关的基础理论研究和关键技术开发，如：热学理论与节能技术方向的定压燃烧试验台和微尺度传热传质测试系统、燃烧科学与洁净煤技术方向的污染物检测系统和化学链燃烧试验台，以及燃气轮机关键技术方向的模拟压气机试验台和燃烧室试验台等，目前实验室的各项基础设施完备，实验能力全面，仪器设备水平处于国际先进地位。

本实验室的主要仪器设备均对国内外开放，价值 10 万元以上的仪器设备已加入了北京市科学仪器设备共享服务平台和清华大学仪器共享服务平台，通过网站向全社会公开仪器设备信息并提供预约服务。近年来，为多个国家的访问人员提供了科研和分析测试服务，国内主要大学、科研院所、企业和本校兄弟院系的相关人员也多次来本实验室进行合作研究并使用仪器设备。2022 年，外单位共有 40 多人利用本实验室仪器设备开展研究，涉及科研项目 20 余项，累计使用有效近 40000 机时，“基于云端视觉技术构建的多功能能动系统虚拟仿真实验平台”项目获评第十七届“清华大学实验技术成果奖”，“平面热源法导热系数和热扩散率虚实结合实验教学设计”获得 2022 年度全国仿真创新应用大赛一等奖。