

加强摩擦学基础研究 服务先进制造与装备

——走进摩擦学国家重点实验室

Deepening Basic Tribological Researches, Serving Advanced Manufacturing and Equipments

[编者按] 清华大学摩擦学国家重点实验室是中国机械工程学科领域和清华大学首批建成的国家重点实验室之一。自创立以来,始终坚持以应用基础研究为主导,以国家队排头兵参与国际竞争为己任,从摩擦学的基础科学和技术问题出发,追求新现象的发现、新机理的探索和新方法、新技术的创新,同时不断与表面界面、生物仿生、微纳制造以及机电控制进行学科交叉与融合,面向国民经济、国防安全和全球可持续发展的重大需求,成为国际上重要的基础和前沿研究基地、国际交流合作基地和高水平人才培养基地,凭借多年积累,已建设成为具有鲜明摩擦学学科特色、门类齐全的先进开放和共享实验平台,设备种类、数量、性能在国际摩擦学研究领域中处于领先地位。

研究方向及成果

20世纪80年代初,郑林庆、温诗铸、刘家浚等几位教授一起成立了清华大学摩擦学研究所,推动摩擦学研究和研究生培养,并取得一批重要成果。1986年,经原国家计委和原国家教委批准建设摩擦学国家重点实验室,1988年11月通过验收正式对外开放。2006年经科技部批准,实验室确立了以下5个主要研究方向:(1)摩擦学理论与技术;(2)机械表面/界面科学与性能控制;(3)生物摩擦学与生物机械;(4)微纳制造理论与技术;(5)微纳光电测试理论与技术。前3个方向主要围绕机械系统和生物系统中的界面行为和特性,探索新现象和新规律,提出新方法和新技术;后两个研究方向主要是将基础研究成果与国家重大产业需求相结合,探索新的制造、测试原理和方法,为国民经济发展提供理论和技术支撑。实验室的目

标是:在5~10年内发展成为本学科领域世界顶级研究基地,总体实力世界领先,在若干研究方向上处于国际领跑地位。

自创立以来,实验室不断开辟新的研究领域,自21世纪起,在国内率先开展了微纳制造摩擦学研究、摩擦起源的探索、新型表面减阻理论等。近年来,倡导和深化超滑机理、表面界面科学与技术、二维材料摩擦学、智能摩擦学等研究,在基金委“纳米制造的基础研究”重大研究计划的规划和实施、《机械工程学科发展战略》的制订以及《中国大百科全书·机械工程卷》(第三版)编撰工作中发挥了引领作用。

实验室固定人员93人,其中杰出人才15人,含中科院院士2人,工程院院士1人,教育部长江学者特聘教授10人,国家杰出青年科学基金获得者9人,万人领军人才4人;青年优秀人才11人,含国家优秀青年科学基金获得者7人,中组部青年

拔尖人才支持计划3人,教育部青年长江学者2人,中组部青年千人4人,万人青拔人才3人。杰出和优秀人才人数占固定人员数的28%。

2013年雒建斌院士获得美国摩擦学与润滑工程师学会(STLE)国际奖,成为首位获得该奖项的中国学者;2015年温诗铸院士荣获国际摩擦学界最高成就奖—国际摩擦学金奖。近5年来,实验室先后获得国家科技进步一等奖1项和国家自然科学二等奖3项;获得省部级一等奖13项、特等奖2项;获得国际会议最佳论文等奖项30项。经检索,近5年里,实验室共发表SCI收录论文约1300篇,包括*Nature*正刊论文2篇、子刊论文13篇;在高影响因子(IF>10)刊物发表的论文数量超过40篇;代表性教授的论文产出与美、英一流大学知名教授相当。获得发明专利授权700余项,其中国际专利8项。专利成果转让或实施授权243项。

近年来,实验室在基础研究成果转化方面取得了突破性进展,包括:(1)在前期取得的化学机械抛光(CMP)工艺和装备方面的30项核心技术的基础上,2013年在天津成立华海清科有限责任公司,从事大规模集成电路制造用高端化学机械抛光成套装备的生产和销售,打破了长期以来国外产品的垄断,解决了制约我国集成电路产业发展的瓶颈;(2)承担的“光刻机双工件台系统样机研发”项目研制出的两套 α 样机通过了02专项实施管理办公室组织的正式验收,关键技术指标达到了国际同类光刻机双工件台技术水平,已完成了“65nmArF干式光刻机双工件台”整机设计并投产;(3)完成了我国某重点型号飞机的自动化组装线建设项目,为该型号飞机批量投产做出重要贡献;(4)推动清华大学天津高端装备研究院的建设,已成功实现多项技术成果转化,包括工业喷涂机器人、纳米颗粒自组装涂层、脉冲强磁场材料处理、新型金属加工液和润滑油添加剂等。技术成果转让和转化累计达8914万元。

实验室已先后6次以优异成绩通过国家重点实验室评估,在2008年、2013年和2018年评估中连续被评为优秀。2016年第四轮全国学科评估中清华大学机械工程学科获评A+(全国4个),QS全球大学学科排名中2017年名列第10位、2018年列第11位。

发展定位及研究特色

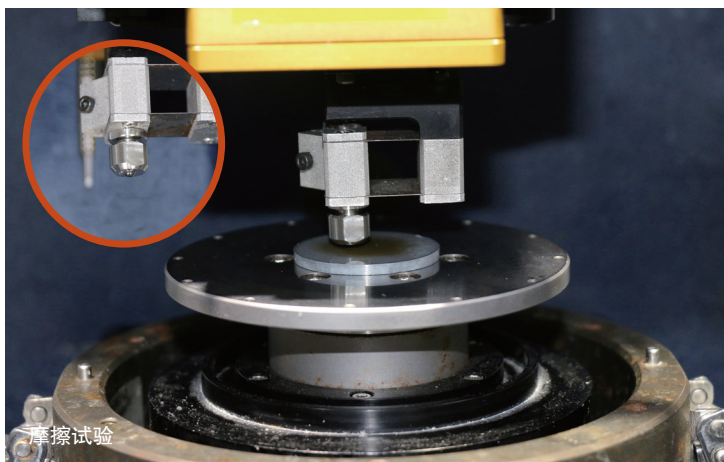
2014年4月,清华大学和亚琛工业大学正式签署了建设高端装备创新设计制造国际合作联合实验室协议,并于2015年11月获教育部审批正式成立,由亚琛工业大学校务会中国事务代表Reinhart Poprawe教授担任德方主任,由清华大学机械学院院长雒建斌院士担任中方主任,由

清华大学摩擦学国家重点实验室主任孟永钢教授担任执行副主任。在先进设计理论与方法、先进制造技术与装备、微纳制造与微纳系统、机械表面/界面可靠性与品质管理、高端装备智能监测与安全服役等方面取得一系列研究成果。自2015年以来,实验室先后吸引海外高端学者、博士后来实验室工作15人次,招收来自美国、德国、日本等20多个国家的近百名国际学生。

主要依托于清华大学机械系和摩擦学国家重点实验室建设的清华大学天津高端装备研究院(以下简称“高端院”)是集协同创新、产业孵化、投融资服务为一体的综合性科技转化和产业孵化平台。该研究院在天津市和清华大学的支持下,乘天津市国家自主创新示范区发展之势,以高端装备设计、制造和技术服务为切入点,以创新驱动为核心,整合国内外优质资源,通过科技创新和体制创新,探索产学研资政协同创新、高新产业集群创新和科技成果产业化模式,打造国际一流的高端装备技术与产品创新基地、领先世界的装备及零部件检测和认证基地、面向世界的高端设计与企业孵化基地和国际化的机械行业高端人才汇聚和培养基地。近年来,该研究院对于发挥清华大学尤其是机械系和摩擦学实验室科技、人才优势扮演着重要角色。

学术交流及合作

实验室高度重视与国内外学术界、产业界开展实质性、高水平的学术交流和合作,积极推动国内摩擦学界与国际摩擦学界的交流与合作。此外,通过设立实验室开放基金和海外学者基金吸引国内外优秀学者来实验室开展合作研究,将实验室的研



究工作与国内、国际的学术和产业发展潮流相结合,培育和活跃了实验室的创新研究和国际化氛围,极大地巩固和增强了实验室在摩擦学领域的学术地位。近年来相关数据增长迅速,如2013~2017年的国际学术会议大会报告、主题报告、特邀报告数与之前5年(2008~2012年)的数据相比增长323%,国内外专业学术组织任职人次增长73%,国内外主流学术期刊任职人次增长116%,国内外著名学者来实验室交流与讲学增长46%,出国进行3个月以上学术访问增长140%,主持纵向国际合作计划与国内外企业资助项目总经费、国际组织与国际学术会议获奖也有大幅增长。此外,还成功举办了2017年第六届世界摩擦学大会,参会代表达到1476人,其中海外代表634位分别来自50个国家和地区;创办的*Friction*英文期刊是亚洲摩擦学界首个SCI收录期刊(2016年收录),影响因子达到1.869,已经逐渐成为国际摩擦学领域的主流刊物之一;新建了教育部高端装备创新设计制造国际合作联合实验室等3个国际合作基地,首次创立了国际咨询专家委员会,通过了美国工程与技术鉴定委员会的专业认证(ABET)。上述举措极大地提升了实验室的国际影响力和学术声誉,为保持实验室研究方向的先进性和领域的学术地位做出了积极贡献。(采访 李丹)