

# 构筑国内外高水平复合材料研究与 技术创新和人才培养基地

## ——金属基复合材料国家重点实验室



实验室主任 张荻教授

金属基复合材料国家重点实验室于1988年5月通过国家论证,1989年经原国家计划委员会批准筹建,1991年底建成并通过验收,1992年正式对外开放,1997年3月、2003年3月和2008年3月3次通过了由国家科技部和自然科学基金委组织的评估。

实验室具有材料科学与工程一级学科博士学位授予权,涵盖材料学、材料加工和凝聚态物理学3个国家重点二级学科。实验室总体定位是:以国家战略需求和学科发展前沿为导向,开展先进复合材料应用基础研究;在基础研究方面提供关键性的理论依据和原理性技术支撑;在应用研究方面提供小批量、多品种我国重要领域建设所需关键材料;集聚和培养优秀人才,开展国际和国内的学术交流与合作,构筑国内外高水平的复合材料研究、技术创新和人才培养基地。

实验室第五届学术委员会由材料界著名专家学者13人组成,其中院士4人。学术委员会主任由叶恒强院士担任,实验室主任由张荻教授担任。

### 1 科研队伍与科研方向

金属基复合材料国家重点实验室通过营造一个团结、民主、奋进的和谐氛围留住人才,用规范的管理制度和先进的激励机制,培养人才,并且紧紧围绕实验室的主攻方向引进不同学科、不同背景的高素质人才,基本形成了一个以院士、国家杰出青年基金获得者和长江学者特聘教授等学术带头人领衔的,年龄结构合理和学科交叉的科研队伍。如张国定教授和张荻教授领衔的金属基复合材料及遗态复合材料的研究团队,颜德岳院士领衔的超支化聚合物和自组装研究团队,丁文江教授领衔的镁及镁基复合材料研究团队,孙宝德教授领衔的材料再生与净化团队,车顺爱教授领衔的微尺寸材料团队。通过团队建设大大增强了实验室的凝聚力和战斗力,从而使实验室的研究水平大幅度提高。

实验室现有固定人员70人,具有博士学位的中青年研究骨干60人,其中教授级46人,副教授级24人,中国科学院院士1人,“长江学者特聘教授”6人、国家杰出青年基金获得者5人和国家级优秀中青年10人。

实验室以国家高科技和重要领域建设的重大需求,以及学科发展前沿为导向,开展多结构、多功能复合材料的应用基础研究,为满足我国高科技及重要领域建设的发展对高性能、高功能、高可靠性、低成本先进复合材料的迫切需求,研制小批量、多品种的先进复合材料及部件。以材料学、材料加工工程和凝聚态物理3个国家重点学科为支撑,形成以下3个主要研究方向。

(1) **金属基复合材料** 主要研究铝、镁和钛等金属基复合材料的设计、制备、加工和应用过程的关键基础理论 and 应用问题;依据对复合材料长期系统深入地研究所取得的阶段性成果,大力推进金属基复合材料在我国重要领域中的实际应用。

(2) **聚合物基复合材料** 主要研究聚合物基复合材料的分子设计、合成新方法、加工和应用过程的关键基础理论和应用问题;重点研究国家重要领域所需的XXXX复合材料的应用和新型高功能化复合材料的理论。

(3) **新型功能复合材料** 在遗态复合材料领域,以植物和生物的自然结构为模板,研究制备具有自然精细分级结构的功能材料,开展关于转换结构与材质耦合效应机理等问题的基础和前沿探索研究;在能源用复合材料领域,



第5届实验室学术委员会主任叶恒强院士

主要研究能源用新型功能复合材料的制备、加工和应用过程的关键基础理论及技术；在纳米复合材料领域，以纳米尺度的结构和功能效应为基础，开展金属、聚合物及功能复合材料的基础和应用基础研究。

## 2 科研成果

近年来，金属基复合材料国家重点实验室承担了432项国家重点科研项目，其中自然科学基金重点项目5项，面上项目65项，国家杰出青年基金5项，973项目16项，国家863高科技项目13项。已到位经费18 516万元，其中25项代表性项目经费占59.5%。获得国家科技进步二等奖2项，国家技术发明二等奖1项，省部级科技进步一等奖7项、二等奖5项。取得已授权国家发明专利402项。发表论文903篇，其中SCI源论文687篇，IF>3.0的论文有56篇。

### 2.1 在金属基复合材料研究方面

金属基复合材料国家重点实验室一成立就肩负着打破国际封锁、满足我国重要领域建设及高科技的迫切需求、提供复合材料关键性基础理论依据和技术支撑的重任。经过3代人30年持续不断的努力，对金属基复合材料体系设计、制备工艺探索、性能表征以及应用等进行了大量的研究工作，取得了金属基复合材料系列基础理论和应用研究成果，已成为我国重要领域用轻质、高强、多功能金属基复合材料的主要研发和生产基地。近年来所取得的主要成果如下。

**(1) 共性理论体系的建立** 针对制约我国金属基复合材料大规模应用和发展的三大难题——高温复合困难、有效表征困难和加工成形困难，通过深入系统的热/动力学、界面特性、外场效应及跨尺度力学的基础研究，形成了金属基复合材料的共性理论体系。该共性理论体系可用于各种金属基复合材料的体系设计、制备和性能表征等问题的预测和指导，实现了复合材料的设计与研究由炒菜法向理性化过渡，填补了其理论系统的研究空白，所构筑的金属基复合材料理论平台将共性理论与具体金属特性相结合，可有效地指导相应的金属基复合材料研究，为今后发展各种金属基复合材料奠定了基础。

**(2) 批量提供了我国重要领域及高科技所需金属基复合材料** 在理论研究成果的指导下，研制和改进了一系列金属基复合材料，如非连续增强铝基复合材料、原位自生钛基复合材料等，打破了国际封锁，为我国航空航天、国防等重要领域应用研制和提供大批轻质、高强、多功能铝基复合材料。目前，实验室已成为我国金属基复合材料主要研究与生产基地，为我国重要领域提供不可替代的金属基复合材料。

**(3) 为民用领域提供高性能金属基复合材料** 我国在金属基复合材料的研究和重要领域应用取得重大成果的同时，已经逐步向一般的民用领域发展。如为上海大众汽车公司成功研制出铝基复合材料的刹车盘材料；与ASM先进半导体器材有限公司签约，提供具有高耐热、低膨胀、高模量、高阻尼特性的铝基复合材料，用于电子封装设备、精密光学仪器壳体等。

**(4) 创建新型的应用技术** 实验室还注重基础研究与技术集成，将电场外场对金属熔体中增强体运动的影响规律及机制的基础研究成果与多介质高级分离净化技术相结合，开创了高速净化铝合金的技术。利用该技术制备的铝材具有优良的综合性能和高致密性，用该材料制备的耐压壳体应用于我国输变电系统，为我国的输电升级和西电东输工程做出了重要贡献。

### 2.2 在聚合物基复合材料研究方面

金属基复合材料国家重点实验室从1993年开始对XXXX复合材料开展系统深入的研究，并取得重要成果。研制的XXXX复合材料已成为我国重要领域的关键标准配置材料。对聚合物分子设计、超支化合成和自组装的理论研究也取得了系列高水平成果。已成为我国XXXX复合材料最重要的研究和生产基地。近年来主要取得的成果：①通过攻克新型复合结构、功能相复合和改进型施工工艺等关键技术，研制成功新一代XXXX复合材料；②在颜德岳院士的领导下，根据超支化聚合物的支化聚合及功能团接支机制(AB<sub>2</sub>型缩聚，共缩聚，SCVP等)，系统地开展了聚合反应动力学研究，确立了超支化聚合物各种分子结构参数的表达式，从理论上解决了超支化聚合物的一级结构和二级结构问题，并以此基础研究成果指导了调控超支化聚合物的三级及高级分子结构和聚集态结构，为超支化聚合物作为新一代聚合物基复合功能材料的制备提供了理论设计依据和实用途径，其研究成果在J. Am. Chem. Soc., Angew. Chem. Int. Ed., Small, J. Phys. Chem. B, Macromolecules等高水平杂志上发表了系列论文，相应的研究成果还在2007年的Nature Materials上进行了报道。

### 2.3 在新型功能复合材料研究方面

遗态及其复合材料是一种借用自然界亿、万年优化的生物自身多层次、多维、多尺度本征结构为模板,遗传其形态和物理结构,同时变异其化学组成,制备即保持自然界生物精细结构,又有人为赋予特性和功能的新型材料。张荻教授带领的遗态研究团队近年开展了以结构精致、组装完善、进化完美的自然界生物质资源作为模板,通过遗态合成改性和转化加工工艺,制备功能和结构各异且具有天然生物结构的生物分级构造新材料,并开展了该材料在能源、国防、环境及光电功能材料领域中的应用基础研究。研究表明,遗态材料及其复合材料的研究突破了传统材料设计和合成制备科学的常规理念,通过以自然界生物结构为模板,合成转化不同产物来研究不同材质-独特结构-独特性能之间的关系,为未来新材料和新结构的设计提供前瞻性的思路,并可为未来具有独特结构-独特功能特性的新材料和新结构的设计与制造提供理论依据和制造原型。遗态复合材料研究在2003年该实验室评估时被认为具有重大原始创新性研究。该研究还在世界同行中引起了广泛关注。近年来,在遗态复合材料的探索研究方面取得多项创新性成果,并为精细分级功能复合材料的制备提供了新方法。这些研究成果在美国材料研究学会会刊——《MRS Bulletin》、TRN网站等许多媒体进行了深度报道。国际著名科技探索频道以“启迪于蝶翅的计算机芯片”为题进行了报道,2007年Nature Photonic的综述文章引用报道了相应研究成果。发表的系列论文分别被《Chemistry of Material》评为热门文章,入选IOP(英国皇家物理学会)2006年第1季度出版所有期刊论文前10%,并被英国皇家物理学会刊物——《生物启迪与仿生》刊物选为封面文章。该研究团队还应邀为国际专著《Nanomaterials-New Research Developments》和《Nanotechnology Research Developments》等撰写3个章节。目前该研究团队应国际上著名的科技出版社Springer邀请,出版英文版的《遗态材料》学术专著(近期出版),汇总他们遗态材料团队近10年的学术成果。

## 3 对外开放与学术交流

开展多种形式的国内外学术交流与合作是实验室开阔视野、活跃学术气氛、扩大学术影响和充分利用国内外资源的有效途径。金属基复合材料国家重点实验室通过积极鼓励和支持研究人员参加国际学术会议、邀请本领域著名科学家来实验室讲学,以及与国际著名学术机构和跨国公司开展实质性的科研合作和建立联合实验室,使其成为我国复合材料领域开展对外学术交流与合作的重要桥梁和纽带之一。

### 3.1 在国际会议作特邀报告

近5年来,金属基复合材料国家重点实验室的研究人员在国际会议上作邀请报告29次,这些报告均在国际会议上引起关注并获奖。如颜德岳院士在“The 9th international Symposium on Polymers from Advanced Technologies”大会上所作的特邀报告“Supramolecular self-Assembly of Hyperbranched Polymers at All Scales and Dimensions”,研究成果受到了国内外同行的高度评价;张荻教授在2004年11月23~27日于日本京都召开的“International Conference on new Frontiers of Process Sciences and Engineering in Advanced Materials”国际会议上,所作的特邀报告“Study on Morph-Genetic Materials Derived from Plants”获“Keynote Lecture”特邀报告奖。

### 3.2 建立联合科研基地

金属基复合材料国家重点实验室所取得的高水平系列研究成果和建立的良好学术声誉吸引了国际著名学术机构和跨公司纷纷与其开展实质性的科研合作,建立联合实验室,形成了国际化的研究环境,相互促进,相互提高。近5年来,建立了如下3个联合科研基地。

(1) 上海交通大学-ASM公司(香港)先进材料联合实验室 基于金属基复合材料国家重点实验室在金属基复合材料方面的系列成果和良好的学术声誉以及前期的友好合作,2007年12月,上海交通大学-ASM公司(香港)先进材料联合实验室挂牌成立。先进半导体器材有限公司(ASM公司)是国际知名半导体设备制造公司,2007年3月,就已与该实验室签署了环境友好、轻质、高模铝基降噪复合材料的技术开发合同。

(2) 上海交通大学-ALCAN公司金属基复合材料联合实验室 ALCAN公司(加铝集团)是加拿大一家跨国集团公司,是世界上第二大铝材生产商,在铝业和特种铝材包装业居世界领先地位,特别在软包装和药物、化妆品包装领域居世界第一位;同时也是世界排名第一的碳化硅增强铝基复合材料的生产厂家,在碳化硅增强铝基复合材料的应用研究领域享有盛誉。联合实验室是上海交通大学与加铝集团战略合作的重要组成部分,是双方为促进产学研发展而进行的一项重大举措,也是金属基复合材料国家重点实验室继与日本丰田汽车公司开展轻质高强金属基复合材

料的长期合作研究以来,再次与加铝集团建立国际合作研究,必将进一步推动国家重点实验室与国际著名企业的高水平合作研究。加铝集团与上海交通大学合作的重点是研究纳米增强、特别是纳米碳管增强的铝基复合材料的应用,并针对界面调和以及性能控制方面开展合作研究。

(3) 上海交通大学-系山联合实验室 系山财团是国际知名的财团,其宗旨是将财富用于人才的培养,创办了日本湘南工科大学。上海交通大学-系山联合实验室成立的目的在于以联合实验室为平台加强我国复合材料人才的培养,促进中日两国的学术交流,如资助学生参加国际学术会议、资助实验室加强复合材料的研究。

### 3.3 学术交流和互访

加强与国内外同行的学术交流与实质性合作,是金属基复合材料国家重点实验室充分利用国际国内资源,提高研究水平,提升实验室在国际材料界学术地位的重要途径。

近5年,实验室的研究人员共参加国际学术会议和国外讲学238人次,担任国际学术会议顾问委员会委员8人次,访问了10多所大学和研究机构,派出高级访问学者45人次,去国外进行短期技术交流合作研究,其中24人次为青年研究人员。不但使青年研究人员得到了锻炼和提高,同时也为扩大实验室的合作交流,拓宽实验室的研究方向奠定了基础。目前,已与日本大阪大学、法国特鲁瓦大学、美国路易斯安娜州立大学、德国纽伦堡大学和澳大利亚悉尼工业大学等建立了长期的学术交流与合作研究的关系。

近5年,国外著名专家学者共计246人次先后参观访问金属基复合材料国家重点实验室,并作学术报告。如日本长岗技术科技大学 YOKOJIMA 校长、美国 MIT 机械工程系 David Hardt 教授、德国亚琛大学 Prof. Dr. Burkhard Rauhut 校长、法国欧洲宇航防务中心代表团、里昂第一大学副校长 Christelle 教授和美国斯坦福大学化学工程系 Gerald G. Fuller 教授等来实验室进行访问。他们的来访问加强了实验室与世界同行间的了解和友谊,促进了实验室研究和管理水平的提高。

## 4 人才引进与培养

人才培养是金属基复合材料国家重点实验室的工作重点。实验室以研究小组为单位,进行定期课题汇报和学术交流,使研究生有机会发表自己的研究成果,在学习和交流中改进研究方法,理清研究思路,拓宽知识结构,从而提高研究能力和水平。对于工作勤奋、成绩优秀的学生,实验室积极鼓励并尽可能为其创造条件参加国际会议及国际交流与合作,开阔视野,提高研究水平。2003~2007年实验室共招收硕士生304名,博士生266名。已毕业的硕士生213名,博士生198名,出站博士后26人。其中有3名博士生获得全国优秀博士论文,分别是2003年吕维洁博士的“原位自生钛基复合材料的制备、微结构及力学性能”,2005年高超博士的“超支化聚合物的分子设计、合成、表征及功能化研究”和2007年孔浩博士的“碳纳米管的原位 ATRP 可控功能化”3篇文章。实验室在科研团队建设方面的重要举措如下。

(1) 重视内部培养与引进相结合 实验室十分重视营造一种公平、公正的竞争环境,鼓励和培养实验室研究人员迅速成长起来。如王浩伟教授就是一位从实验室毕业的博士生,成长为金属基复合材料的学术带头人和长江学者特聘教授;颜德岳教授也是在实验室埋头工作几十年,不断取得新成果,于2005年当选为中国科学院院士。另外,实验室还从海内外引进了如车顺爱、陆敏、何国教授等一批优秀科技人才,充实实验室科研队伍,使实验室在交叉学科方面的研究力量大大加强。

(2) 坚持感情关怀和资金支持相结合 多年来实验室领导始终如一地坚持定期拜访室里的老专家老教授,关心他们的生活,征求他们对实验室发展建设,同时在项目资金给予大力支持;另外还定期召开实验室学术带头人碰头会、实验室全体人员的联谊会,总结工作,广泛征集大家的意见和建议,增进了实验室工作人员之间相互了解和友谊。

通过上述两项重要举措,在实验室营造了一个学术气氛浓厚、和谐民主的宽松研究环境,使一批基础知识扎实、思路活跃、极富朝气和创造力的科技人才聚集于重点实验室,为之奋斗。近年来,实验室又新增中国科学院院士1人,国家杰出青年科学基金获得者2人,长江学者特聘教授2人。我们深信金属基复合材料国家重点实验室必将会成为国内外高水平复合材料研究与技术创新和人才培养基地。

(本刊通讯员)