



# 中国科学院流固耦合系统力学 重点实验室

Key Laboratory for Mechanics in Fluid Solid Coupling Systems  
Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences

## 季 报

2015 年第 3 期（总第 7 期）

### 目 录

- LMFS 工作研讨会在怀柔实验基地顺利召开 .....3
- 973 项目“高速列车基础力学问题研究”顺利通过课题验收 .....6
- 杨国伟研究员受邀做“中国力学大会-2015”流体力学分会场邀请报告 .....7
- “空气动力学助力军民融合发展研讨会暨中国航空学会空气动力学专业分会  
2015 年度工作会”在怀柔召开 .....7
- 吴应湘研究员受邀做第九届国际多相流测试技术大会特邀报告 .....8
- 刘青泉研究员被邀请担任 亚洲流体力学委员会委员 .....9
- 李世海研究员为研究生做“现代力学在岩土工程中的应用”讲座 .....10
- “中国陆相致密油(页岩油)形成机理与富集规律基础研究”项目中期总结会议

举行 .....	11
➤ “天然气水合物资源评价、开采方法及安全保障技术研究 (力学所)” 研究项目开题 .....	12
➤ 中国工业软件发展联盟 CAE 分联盟成立, 力学研究所当选为副理事长单位	13
➤ 吴梦喜高工受邀在第八届全国水利工程渗流学术研讨会做特邀报告 .....	15
➤ 吴梦喜高工受邀参加中国大坝协会 2015 学术年会暨第七届碾压混凝土坝国际研讨会 .....	16
➤ 王一伟副研究员赴美国加州理工学院开展两相流访问研究 .....	16
➤ 几种特殊材料动态力学性能研究工作在 APL 等期刊发表 .....	17
➤ 2015 年度第 2 次青年学术论坛在怀柔召开 .....	19
➤ Owen 教授及 Souza Neto 教授受邀来访 .....	21

## LMFS 工作研讨会在怀柔实验基地顺利召开

2015 年 9 月 28 日-29 日,流固耦合系统力学重点实验室(LMFS)工作研讨会在力学所怀柔实验基地顺利召开。LMFS 实验室学术委员会主任李家春院士、实验室主任黄晨光研究员以及 50 余名一线科研人员出席。会议由实验室副主任杨国伟、周济福研究员分别主持,实验室主任黄晨光研究员致开幕词,李家春院士做会议总结。



黄晨光研究员在致辞中指出,青年科研人员是未来的希望,室青年基金的验收、评审是青年科研人员之间互相交流、促进进步的良好平台。实验室鼓励青年科研人员进行创新性、开拓性研究,并重点强

调了科学研究既要有“背景”，又要有“深度”，以加快青年人才成长的步伐。课题组交流环节旨在通过交流，凝炼出实验室发展的重要方向，在已经取得的成绩上，力争在“十三五”期间取得新的重大进展与突破。黄晨光研究员表示，面对科技体制改革的挑战，通过各种交流方式，凝炼重大目标，促进人才成长，加强成果的总结，有利于推动实验室建设与发展，以不断提升实验室的综合实力。



随后，会议听取了 2013 年室青年基金课题的验收报告，并对 2015 年室青年科技基金、合作开放基金申请进行了现场答辩和评审。整体来看，结题的基金项目，均较好完成了既定目标，得到了由实验室全体研究员组成的评委会的肯定。对于新申请项目，评委们指出了存在的问题与改进的方向，实验室将在申请人按评委要求修改、完善任务书后，予以资助。

会议还就各课题组现状、存在的问题进行了交流。此外，各课题组群的召集人，分别就海洋工程、重大工程结构的流固耦合问题、海

洋工程与海洋装备等方面介绍了发展方向与机遇。此后,会议针对实验室的发展目标和组织模式展开了热烈讨论。同时,周济福研究员就实验室人才现状及人才发展计划进行了通报。



最后,李家春院士为会议做总结讲话。他在讲话中强调做好“科教融合”工作,面对科技体制改革的挑战,鼓励大家要增强信心,抓住国家发展的机遇,找对研究方向,加强国内外学术交流,开拓思维,通过加强课题组间的团队合作增强实验室的整体竞争力。

同时,李家春院士公布了 2015 年度实验室青年基金评审结果:吴先前、张旭辉、韩国锋、郑冠男 4 人获得室“青年合作开放基金”;孙振旭、吴晗、王晓亮、程鹏达、王旭、姚波、袁武 7 人获得室“青年科技基金”。

(LMFS 实验室供稿)

## 973 项目“高速列车基础力学问题研究”顺利通过课题验收

2015 年 10 月 11 日, 我室 973 项目首席科学家杨国伟研究员在青岛组织召开了《高速列车基础力学问题研究》项目的课题技术验收会。课题技术验收专家组由上海交通大学林忠钦院士、华中科技大学熊有伦院士、大连理工大学钟万勰院士等 12 位专家学者组成。科技部基础研究管理中心墨宏山副处长、项目依托单位中国科学院前沿科学与教育局技术科学处孔明辉处长、中国铁路总公司科技管理部杨全亮高工作为项目管理专家出席了课题验收会。中国科学院力学研究所黄晨光副所长、前沿科学处苏建宇副处长代表项目承担单位出席了会议。

杨国伟研究员回顾了该 973 项目的立项和执行过程, 重点概述了各课题之间的逻辑关系、各课题对项目总体目标实现的主要学术贡献、项目管理和学术交流等情况。6 个课题组长分别从课题研究进展、研究水平与创新性、实施效果、数据共享和存在问题等方面进行了全面汇报。科技验收专家对各个课题的结题报告给出了点评和建议。认为该项目围绕高速列车流固耦合关系、轮轨关系、弓网关系和运行性能综合影响因素开展研究工作, 取得的部分研究成果直接支撑了中国高速列车的安全运营和中国标准动车组研制。同意通过课题结题验收。

最后, 墨宏山副处长对课题总结报告提出了具体修改意见, 并结合本项目的具体情况, 针对下一步科技部组织的 973 项目验收给出了具体建议。



(LMFS 流固耦合与数值计算课题组供稿)

## 杨国伟研究员受邀做“中国力学大会-2015”流体力学分会场邀请报告

由中国力学学会主办、上海交通大学承办的“中国力学大会-2015”于今年 8 月 15-19 日在上海隆重召开。我室杨国伟研究员被邀请在流体力学分会场做“高速列车动模型实验平台和初步实验研究”邀请报告。报告重点介绍了动模型设计原理、隧道壁面压力测试系统及部分实验结果,并通过与隧道压力波产生与传播机理的理论分析和 Navier-Stokes 方程计算结果的比较,验证了测试结果的可靠性。

采用创新原理研制的最高实验速度 500 公里/小时、1:8 缩比双向运行高速列车动模型实验平台和实验结果与计算结果高度一致性,得到了与会代表的高度评价。

(LMFS 流固耦合与数值计算课题组供稿)

## “空气动力学助力军民融合发展研讨会暨中国航空学会空气动力学专业分会 2015 年度工作会”在怀柔召开

为推动空气动力学向民用领域拓展,更好地服务于国民经济,由中国航空学会专业分会主办、我室杨国伟研究员承办的“空气动力学助力军民融合发展研讨会暨中国航空学会空气动力学专业分会 2015 年度工作会”于 2015 年 9 月 16-18 日在怀柔中影酒店召开。

会议研讨主题涵盖交通运输、能源、临近空间、深空探测等。我室杨国伟研究员做了“高速列车空气动力学研究”进展报告。会后,代表们参观了力学所怀柔实验基地的“动模型实验平台”、“复线高超声速条件激波风洞”和“超燃冲压发动机实验设备”。专家们对力学所针对国家重大需求,坚持采用创新原理自主研制大型实验设备表示高度敬佩和赞扬。

(LMFS 流固耦合与数值计算课题组供稿)

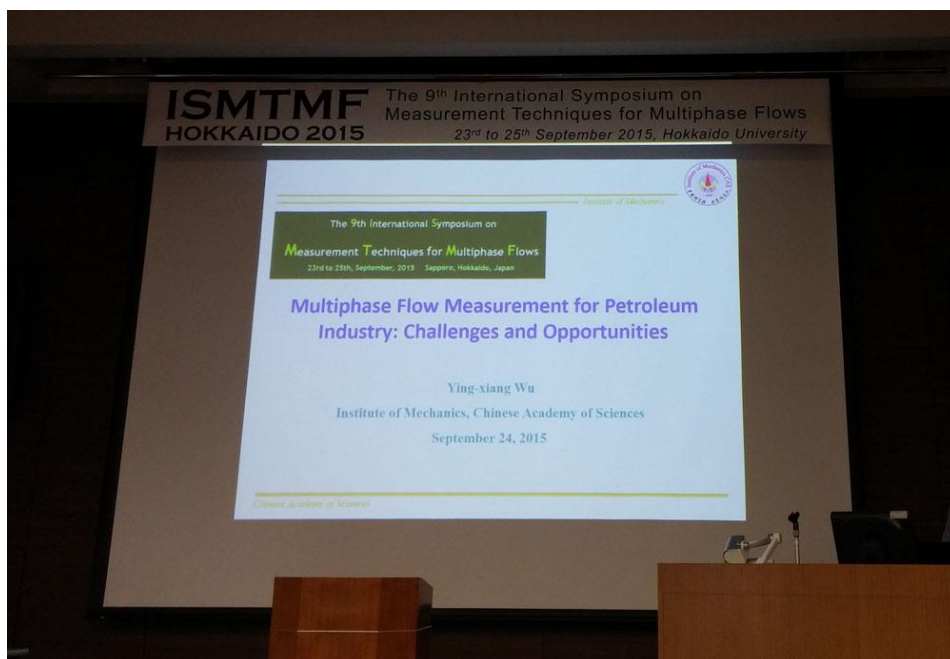
## 吴应湘研究员受邀做第九届国际多相流测试技术大会特邀报告

2015 年 9 月 23 日至 25 日,第九届国际多相流测试技术大会(The 9<sup>th</sup> International Symposium on Measurement Techniques for Multiphase Flow)在日本札幌北海道大学举行。我室吴应湘研究员应大会邀请代表中国多相流测试学会做大会特邀报告。报告题目为: Multiphase flow measurement for petroleum industry: Challenges and opportunities。

报告详细阐述了海洋石油开发中的多相流测量问题,总结了其中的科学问题和目前学术界和工业界的进展,并介绍了力学所在该领域的研究成果。内容包括双能 Gamma 射线断层扫描成像、电阻层析成像、单井容积式三相流量计、水下油气水三相分离与计量装置等内容,尤其是过程成像技术与水下生产系统中的分离与计量等问题引起了与会者的强烈兴趣,进行了广泛热烈的学术讨论。



国际多相流测试技术大会每两年举行一次,是多相流测试领域的盛会。来自学术界和工业界接近 200 人的专家和学者参加了此次会议,并进行了 100 多场口头报告。



(LMFS 多相流体力学课题组供稿)

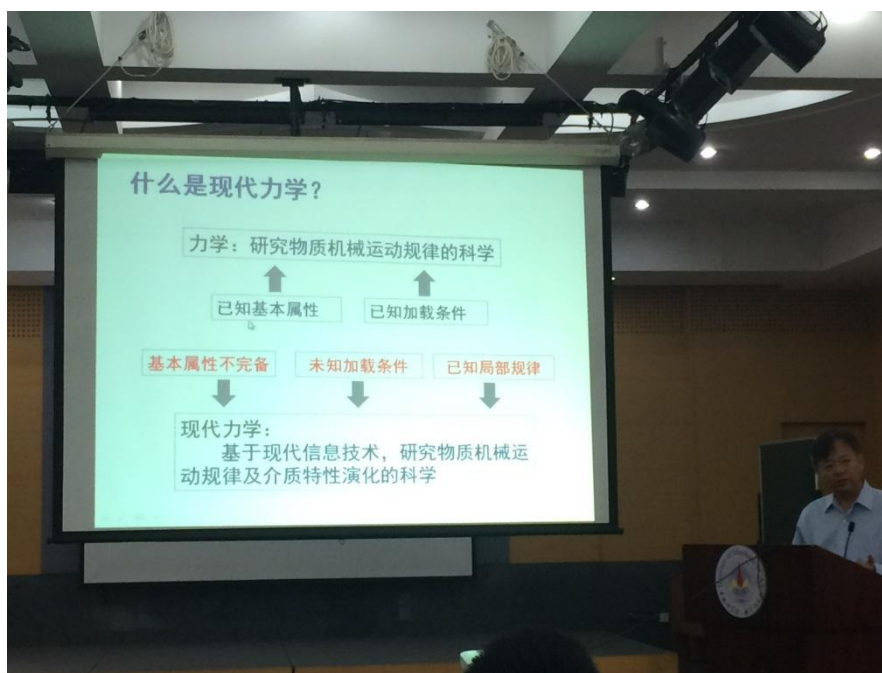
## 刘青泉研究员被邀请担任 亚洲流体力学委员会委员

刘青泉研究员被邀请担任 亚洲流体力学委员会 (The Asian Fluid Mechanics Committee——AFMC) 委员。亚洲流体力学委员会成立于 1980 年,是国际理论与应用力学联合会 (the International Union of Theoretical and Applied Mechanics ——IUTAM) 的分支机构,目前共有 24 名委员,当前主席为印度学者 G. S. Bhat。委员会的主要任务之一是组织 ACFM (Asian Congress of Fluid Mechanics), 下届会议将于 2016 年在马来西亚举行。

(LMFS 流域水环境课题组供稿)

## 李世海研究员为研究生做“现代力学在岩土工程中的应用”讲座

2015 年 9 月 22 日,我室李世海研究员在《现代力学研究与进展》讲座中为力学所全体研究生讲述自己在力学所多年来的科研经历,并做了题为“现代力学在岩土工程中的应用”的学术报告。



李世海研究员在报告中主要讲述了非连续介质力学及工程灾害联合实验室这些年来的研究成果, 自己对现代力学的一些认识和体会。

报告主要包括以下几个方面的内容: 第一, 对钱学森先生所提出现代力学概念的理解, 并对现代力学研究主体、研究方法和主要研究方向展开了叙述。第二, 基于拉格朗日方程, 按照表征元的物理变量和积分区域的几何表述, 提出了计算力学的基本方程的分类方法。第三, 讨论了现代力学的工程科学属性以及现代力学直接回答工程问题的技术途径。第四, 现代力学化解数值模拟可靠性问题的技术途径与

方法。第五,介绍通过试验和数值模拟共同获得物质(机械运动)力学特性和行为的思路和方法,在此基础上建立了表征元(计算单元)的积分——微分方程,体现了现代力学基本理论框架的特点。第六,现代力学在滑坡、矿山、水电、页岩气开发、机械、爆破、国防工程的应用实例(个别案例分析)。

报告结束后,李世海研究员回答了同学们关于报告中提出的相关问题,并欢迎大家来非连续介质力学及工程灾害联合实验室继续讨论自己感兴趣的问题。

(LMFS 工程地质力学及应用课题组供稿)

## **“中国大陆相致密油(页岩油)形成机理与富集规律基础研究” 项目中期总结会议举行**

2015 年 7 月 10-12 日,国家重点基础研究发展计划(973 计划)“中国大陆相致密油(页岩油)形成机理与富集规律基础研究”项目中期总结会议在山东省青岛市举行。

该项目针对非常规致密油(页岩油)的沉积机理、分布模式、致密储层成因机制、储集能力等关键科学问题开展基础研究,我室海洋环境与工程应用课题组承担了其中的“微尺度下致密油流动机理研究”任务。

在过去两年里,海洋环境与工程应用课题组发展了高效、高精度的孔隙网络抽提算法-AB 算法,构建了含矿物分布的致密油微尺度流动计算模型;提出了综合利用 CT 扫描数据和 DCM 数据开展微尺度致

密岩 (页岩) 两相流动的新思路, 揭示了矿物分布对致密油水驱替过程的影响。这一工作得到与会专家的充分认可与肯定。

(LMFS 海洋环境与工程应用课题组供稿)

## **“天然气水合物资源评价、开采方法及安全保障技术研究 (力学所)” 研究项目开题**

天然气水合物作为理想的未来替代能源, 引起了世界各国尤其是发达国家和能源短缺国家的高度重视, 而我国南海具有丰富的天然气水合物资源。2007 年 5 月, 我国在南海成功钻取天然气水合物样品, 远景储量达到上百亿吨油当量。然而, 水合物的开采以及水合物层下部油气藏的开发可引起地质灾害, 对海床及海洋结构物构成严重威胁。针对海域天然气水合物开展工程地质安全的相关研究, 能够为海洋工程地质安全提供有利的预测和安全保障。因此, 自主获得水合物沉积物的物理和力学特性、并建立水合物分解引起的地层与结构 (滑塌、开裂) 的安全评价与监测技术是十分必要的。

2015 年 9 月, 中国石油天然气集团公司与中国科学院高端战略联盟计划课题“天然气水合物资源评价、开采方法及安全保障技术研究 (力学所)” 课题启动, 项目负责人鲁晓兵研究员, 项目周期 2015 年-2017 年, 总经费 576 万元。

本课题的主要研究内容包括: 水合物沉积物力学特性研究与水合物及水合物区油气勘探开发灾害评价研究两部分。预期通过本项目的研究, 提出水合物开采的安全评价模型, 在国际水合物开采安全性研

究取得领先优势。同时，为中石油天然气水合物的开发提供安全预警方法与保障措施。

(LMFS 土力学课题组供稿)

## 中国工业软件发展联盟 CAE 分联盟成立，力学研究所当选为副理事长单位

中国工业软件发展联盟 CAE 分联盟 (Computer Aided Engineering, 又称仿真) 于 8 月 27 日在大连召开了成立大会。包括北京大学、清华大学、上海交大、浙江大学、大连理工、吉林大学、中科院力学研究所等高校和研究所，中国工程物理研究院总体所、中国航天科技集团、中国船级社、中国一汽，东风汽车、机械工业第九设计院等应用单位，上海中仿、英特仿真、北京工道、北京超算等软件企业近 80 家单位参会。

AE 分联盟业务上接受工信部信息化与软件司和工业软件联盟指导。吴梦喜高工代表力学研究所在成立大会上当选为副理事长单位。力学研究所积极参与本联盟的活动将促进我所科研成果与自主 CAE 软件的融合，从而在我国工业设计中发挥作用，扩大力学研究所在计算力学方面研究成果的影响力，并促进科研成果的产业化。





9月12日上午,由吴梦喜副理事长主持,在力学所小礼堂举行了中国工业软件产业发展联盟 CAE 分联盟北京市联盟成员单位的学术沙龙,主题为交流与合作。

(LMFS 流域水环境课题组供稿)

## 吴梦喜高工受邀在第八届全国水利工程渗流学术研讨会做特邀报告

9 月 18 日至 22 日, 由中国水利学会岩土力学专业委员会和工程管理委员会主办、中国水利水电科学研究院和中国科学院力学研究所等 8 家单位联合承办的第八届全国水利工程渗流学术研讨会在北京召开。吴梦喜高工在会上做“深厚覆盖层坝基管涌及其对大坝变形影响研究”的大会特邀报告, 报告详细介绍了坝基侵蚀及其对工程影响的模拟方面的最新进展。相关成果也已在中国力学学会岩土力学专业委员会于今年 8 月 22 日在安徽合肥工业大学宣城校区主办的“中东部岩土力学与工程中的热点问题研讨会”上做大会报告



(LMFS 流域水环境课题组供稿)



## 吴梦喜高工受邀参加中国大坝协会 2015 学术年会暨第七届碾压混凝土坝国际研讨会

2015 年 9 月 23 日, 吴梦喜高工应国际大坝协会名誉主席兼胶结颗粒料坝专业委员会主任贾金生研究员的邀请, 出席中国大坝协会 2015 学术年会暨第七届碾压混凝土坝国际研讨会, 并在成都参加该委员会关于胶结颗粒料坝相关公报内容的研讨。力学所在胶结颗粒料本构关系及该坝型的相关计算方法成果将纳入公报之中。



(LMFS流域水环境课题组供稿)

## 王一伟副研究员赴美国加州理工学院开展两相流访问研究

王一伟副研究员于 9 月下旬赴美国加州理工学院, 与 Tim

Colonius 教授开展合作研究。主要针对气液两相流动流态转变条件、气泡/湍流/旋涡相互作用数值模拟等方面开展工作,希望能够取得更深入的机理认识,提升现有研究手段。

加州理工学院作为现代水动力学研究的发祥地之一,在物理机理认识、实验与数值研究手段等方面具有突出的优势。Tim Colonius 教授是加州理工学院工程与应用科学部流体物理方向的学术带头人,以复杂多尺度多相流体物理问题及流动控制方法为主要研究方向,取得了许多突出的创新成果。

该工作获得了 2015 年院公派出国留学计划的“高级研究学者”项目资助(留高计字[2015]28 号)。

(LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿)

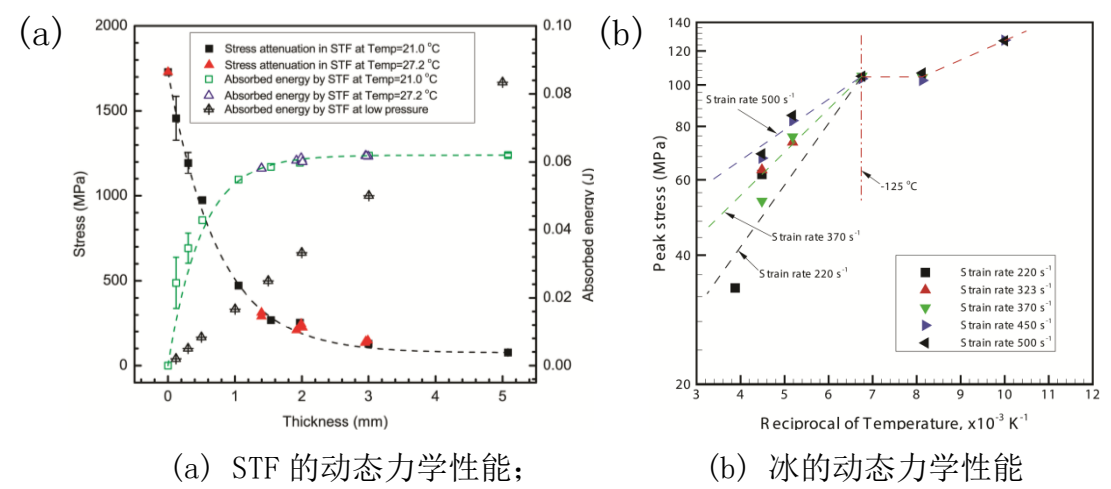
## 几种特殊材料动态力学性能研究工作在 APL 等期刊发表

剪切增稠液体 (Shear Thickening Fluid, STF) 是一种先进吸能材料,近年来受到越来越多的关注。STF 平时呈现出较好的流动性,在受到剪切作用时由于 STF 中固体颗粒发生团簇导致其粘度快速升高而耗散能量,而在压力作用下由于颗粒运动导致 STF 发生流固转变而耗能,因而一定程度上调和了防护性能和柔韧性性能之间的矛盾,在结构的减震、抗冲击防护等方面具有很好的应用前景。高压下 STF 的动态力学响应是评估其在爆炸及冲击载荷作用下防护性能的重要依据。为此,课题组围绕 STF 在高压下的动态力学性能,研究冲击波在 STF 中的传播与衰减规律,定量分析 STF 中冲击波幅值的衰减及能

量吸收特性,从而系统评估 STF 在较大压力范围内的冲击防护可靠性。课题组针对 STF 的可流动特性,设计了利用短脉冲强激光驱动的冲击波对铝板-STF-铝板夹层结构加载的实验方法,通过课题组前期研制的质点速度测量系统 PDV (photonic Doppler velocimetry, PDV) 对不同厚度 STF 夹层靶背表面的质点进行测量,获得质点速度的衰减规律。基于实验测量结果,获得了 STF 的状态方程、冲击波峰值衰减规律、能量吸收特性,以及不同应力状态下的增稠机制。与低压下 STF 的线性能量吸收特性不同,高压条件下由于 STF 中的颗粒运动、碰撞以及颗粒与液体的相互作用,导致在较高压力下 STF 吸收的能量随着厚度的增加而快速升高,之后趋于饱和的特性。相关工作近期发表在 APL 上 (Applied Physics Letters, 2015, 106(7): 071903.)。

另外,课题组对冰的动态力学性能也开展了相关研究工作。冰在自然界广泛存在,其晶体结构多样、力学行为复杂。冰的力学行为研究在冰川研究、宇宙生命探测、极地与海洋工程以及灾害防治等领域都有重要的应用牵引,近年来受到越来越多的关注。课题组通过低温霍普金森压杆 (Split Hopkinson pressure Bar, SHPB) 装置,测量了冰在温度  $-15^{\circ}\text{C}$ ~ $-173^{\circ}\text{C}$ 、应变率  $80\sim 1200\text{s}^{-1}$  范围内的动态应力应变关系,发现了应变率、温度以及杂质含量对冰强度的复杂影响规律。冰在冲击过程中表现出脆性材料的特征,但是失效后由于碎冰的快速愈合和碎冰间的摩擦行为,导致冰有较高的剩余强度。当冰试样的温度由  $-15^{\circ}\text{C}$  下降到  $-125^{\circ}\text{C}$  时,冰的强度快速升高,且有明显的应变率强化效应;在  $-125^{\circ}\text{C}$ ~ $-150^{\circ}\text{C}$  时,由于冰发生冲击相变的缘故导致其对

应变率和温度都不敏感；继续降低温度时，冰的强度增加，但是对应变率不敏感。另外，研究表明含杂质冰类似颗粒增强复合材料，其强度高于纯冰的强度，且具有明显的应变率效应。相关研究工作已发表在 IJIE 等期刊上（International Journal of Impact Engineering, 2015, 76: 155-165; Cold Regions Science and Technology, 2015, 118:1-13）。



（LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿）

2015 年度第 2 次青年学术论坛在怀柔召开

2015 年 7 月 23 日-24 日，中科院流固耦合系统力学重点实验室的青年科技骨干（副研究员 6 人、助理研究员 13 人、博士生 1 人）在力学所怀柔园区开展了 2015 年度第 2 次青年学术论坛。主要内容如下：

(1) 青年学术报告：杜特专助理研究员做“空泡溃灭与结构振动耦合效应分析”报告；张健助理研究员做“管道内油水两相分散混合液的流变学特性和流动特征”报告。

(2) 考察实验基地和参加青年党员教育活动。

会议组织参观了高速列车动模型实验平台/冲击与碰撞实验室/JF12 复现高超声速飞行条件激波风洞，并参加了青年党员教育活动—雁栖湖抗日战争 70 周年庆祝展。



LMFS 青年学术活动得到了实验室广大师生的支持和响应。今后的活动中，青年学术论坛将吸纳更多所内外的优秀青年学者、在读研究生参与进来，使 LMFS 的学术氛围更加浓厚和充满活力。

LMFS 青年学术论坛自成立以来积极组织实验室的青年科技人员开展学术报告、交流讨论、实验室参观等活动。目前已开展青年学术论坛 6 次，邀请报告 1 次。

(LMFS 青年学术论坛供稿)

## Owen 教授及 Souza Neto 教授受邀来访

2015 年 7 月 8 日上午, 中国科学院流固耦合系统力学重点实验室 (LMFS) 邀请 Owen 教授及 Souza Neto 教授, 在会议中心 207 室进行学术交流会议, 为所内师生讲解有关有限元计算方面的历史发展及相关算法的工程应用情况。

Owen 教授是世界著名计算力学专家, 是英国皇家科学院院士, 英国皇家工程院院士, 美国工程院外籍院士, 中国科学院外籍院士, 长期从事有限元方法和离散元方法研究。研究领域包括连续介质力学、散体力学、流体力学、流固耦合理论等, 其成果产生了广泛的国际影响, 在矿山、水利、能源、军事等领域广泛应用。Souza Neto 教授工作于辛克维奇计算工程研究中心, 国际知名计算力学专家。主要从事塑性及多尺度固体模型、损伤力学、通用耗散材料的本构模型的研究。

学术交流会议由李世海研究员主持, Owen 教授和 Souza Neto 教授分别作了 “The finite element method: Historical perspective and future prospects” 和 “Recent advances in RVE-based multi-scale modeling of solids” 两篇报告。报告内容精彩, 引发了参会师生关于报告主题相关热烈的学术讨论。

(LMFS 工程地质力学及应用课题组供稿)