



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

2016 年第 1 期（总第 8 期）

目 录

- 流固耦合系统力学重点实验室 2015 年度学术会议召开 2
- 王展研究员成功入选青年“千人计划”，为力学所首位入选者..... 6
- 国家自然科学基金重点项目“极端海洋环境下风机支撑结构耦合载荷与动力
响应机理研究(11232012)”通过中期检查 7
- IUTAM 秘书长 Dias 教授应邀访问力学所并开展“海洋内波”专题学术讨论会8
- 第三届国际铁路技术会议在意大利召开 10
- 美国 Pegasus Vertex Inc. 公司银波博士来访并做学术报告 12
- 流固耦合系统力学重点实验室召开石油工业油气水多相成像与测量研讨会. 13
- 高效粘性网格变形方法取得突破 14

流固耦合系统力学重点实验室 2015 年度学术会议召开

2016 年 3 月 31 日-4 月 1 日, 流固耦合系统力学重点实验室 2015 年度学术年会在力学所主楼小礼堂举行。力学所吴承康院士、胡文瑞院士、李家春院士, 中科院前沿科学与教育局技术科学处孔明辉处长, 中科院前沿科学局实验室处李云龙副处长, 力学所戴兰宏副所长、尹明副所长, 职能部门和兄弟实验室领导, 以及来自中国航天科技集团、中国船舶科学研究中心、中国科学院大气物理研究所、北京航空航天大学、上海交通大学、西南交通大学及南京航空航天大学等单位的学术委员会委员和专家, LMFS 工作人员及研究生 130 余人参加了年会。



学术年会开幕式由 LMFS 副主任杨国伟研究员主持, 实验室主任黄晨光研究员代表室务会作了 2015 年工作汇报。他首先从实验室发展目标、发展历程等方面介绍了实验室的概况; 接着用实验室人才、项目、获奖情况等方面的基本数据总结了 2015 年 LMFS 取得的成绩; 并结合各课题组的工作, 详细介绍了实验室 2015 年取得的科技工作进展; 最后, 在分析实验室发展方针、工作要求、应用方向及科学问题的基础上, 提出了“抓资源、提水平、重人才、出成果、有继承”的具体工作思路, 展望了 2016 年的工作设想。



孔明辉处长在随后的致辞中从研究工作、人才建设、学生培养等方面充分肯定了 LMFS 2015 年取得的工作成绩，并期望实验室建立更广阔的交流平台，将 2016 年工作任务同国家重大任务相结合，促进实验室进一步发展。李云龙副处长在讲话中希望实验室做好“十三五”规划，迎接挑战、抓住机遇，争取在工程应用、科学前沿探索上都取得更大进展。戴兰宏副所长在发言中祝贺实验室已取得的进展，他重点分析了目前人才队伍建设面临的严峻挑战，并表示将会继续支持 LMFS 实验室的发展。



LMFS 学术委员会主任李家春院士发言说：我们既要看到近年来取得的成绩，也要看到工作上的差距，立足于“十三五规划”带来的新机遇，坚持工程科学思想，把握流固耦合系统力学的方向，加强实验室青年人才引进和培养，争取在 2016 年取得更好的成绩。



开幕式结束后，李家春院士主持召开了 LMFS 学术委员会。各位学术委员和专家就 LMFS 过去一年取得的成绩、未来发展方向和应采取的措施等进行了充分交流与沟通。



本次年会共安排六个邀请报告，由黄晨光、周济福研究员分别主持。上海交通大学刘桦教授、西南交通大学金学松教授、南京航空航天大学王同光教授、力学所刘青泉研究员、宋宏伟研究员、王展研究员分别作了“南海海啸预警系统建设的机遇与挑战”、“高速列车轮轨力学问题”、“大型风力机的空气动力学问题”、“滑坡涌浪特征的数值模拟研究”、“多功能金属点阵夹

层结构分析、设计与应用”、“Ice Road Truckers: An Example of Fluid-Structure Interactions”的报告。



4月1日上午, LMFS 青年学术报告会召开。尹明副所长、黄晨光主任、周济福副主任、王柏懿研究员、高福平研究员、宋宏伟研究员、王展研究员等应邀出席报告会。LMFS 青年学术论坛负责人张旭辉副研究员、王一伟副研究员分别主持会议。张旭辉副研究员简要介绍了论坛的成长历程和后续工作安排。随后黄晨光主任对青年论坛的建设提出了建议, 希望实验室的青年研究人员敢于批评、善于融合, 提高科学品位与鉴赏力。其后, 青年科技人员王晓亮、魏延鹏、孙振旭、漆文刚、韩国锋、王旭分别作了学术报告。

与会人员围绕报告主题进行了热烈的学术讨论。研究员们结合自身工作经验,提出青年研究人员应该准确把握工程背景,注重实验、理论与数值模拟的相互促进,进一步提升研究工作的系统性、深入程度和解决实际问题的能力。

王展研究员成功入选青年“千人计划”,为力学所首位入选者

3月14日,中央组织部海外高层次人才引进工作专项办公室公布了第十二批“千人计划”青年人才项目的正式名单,我实验室王展研究员成功入选,这是力学所首位青年“千人计划”入选者。

王展研究员于南京大学分别获得信息与计算科学学士学位、数学与应用数学硕士学位,并于美国威斯康星大学麦迪逊分校获得自然哲学博士学位(应用数学专业)。其后在英国伦敦大学学院担任研究助理,从事博士后工作,并于2014年9月起担任英国巴斯大学数学科学系讲师。

王展研究员长期从事非线性水波、流固耦合、大气地球物理流体等方向的理论与应用基础研究。在非线性水波的高精度计算、海洋复杂流动的多尺度分析、海上超大型浮式平台在移动载荷下的大形变机理等方面做出了创造性的工作。在《Journal of Fluid Mechanics》、《Proceedings of the Royal Society of London A》等流体力学顶级期刊上发表多篇论文。曾获美国 Woods Hole 海洋研究所大气地球物理流体力学奖学金(全球每年十人);作为核心成员参与了英国工程与自然科学研究理事会资助的“非线性水弹性力学”项目;并主持了伦敦数学会资助的“气液膜流中的非线性波”项目。

李家春院士十分重视实验室的人才引进工作,就王展研究员的入所事宜多次同所相关部门及王展本人进行协调。王展研究员于去年年底回国工作,最终加入李家春院士的研究团队。一方面继续深化三维非线性水波的科学计算、大尺度大气海洋环流等基础问题研究。同时,将面向环境、能源等

国家重大需求, 针对海上大型浮式平台、极地航行器以及能量转换装置的设计等开展应用研究。

“千人计划”青年人才项目自 2011 年开始实施, 旨在大力引进一批有潜力的优秀海外青年人才, 为今后十年至二十年我国科技、产业的跨越式发展提供人才支撑。王展研究员作为“青年千人”加盟力学所, 为实验室研究团队注入了新的活力, 有助于推动团队研究工作向更高水平迈进。



国家自然科学基金重点项目“极端海洋环境下风机支撑结构耦合载荷与动力响应机理研究(11232012)”通过中期检查

2016 年 3 月 4-5 日, 国家自然科学基金委员会数理学部在北京香山饭店召开了“数理科学部重点项目中期检查和结题审查会议”, 我室周济福研究员承担的重点项目“极端海洋环境下风机支撑结构耦合载荷与动力响应机理研究(11232012)”参加了中期检查。基金委数理学部中期检查专家组听取了项目负责人周济福研究员的汇报, 仔细审阅了有关材料, 并进行了认真的提问和讨论。专家组认为, 该项目在执行计划的前三年期间, 开展了卓有成效的工作, 取得了如下重要进展:

1. 现场观测与分析: 依托东海大桥 100MW 风电场、东海风电大容量样机试验风场的观测仪器设备, 获取和整理了项目研究所需要的观测数据, 分析了塔筒倾斜、塔筒振动、桩基所受应力的时间变化特征, 讨论了它们与风速和水文要素之间的关系。
2. 极端海洋环境演化及风-浪耦合方法与模型: 开展了西北太平洋-东海台风时空分布特征研究, 建立了风电场风速的短期、中期和长期预报模型; 修正了 WAVEWATCHIII 海浪预报模型, 建立了寒潮诱发的海湾流场模型, 获得了台风和寒潮过境时的我国海域流场和波浪场的极端特征。
3. 固定式风机支撑结构及浮式风机的水动力研究: 分别开展了固定式风机支撑结构的水动力载荷、浮式风机水下细长结构的涡激振动及其与浮体运动的耦合、大直径桩基础的冲刷与液化机理及承载力的研究。获得了不同尺度结构的非线性波浪力; 发展了涡激振动的时域分析方法, 获得了水面浮体运动对水下细长结构涡激振动的影响规律; 提出了波流共同作用下风机基础海床液化的修正判别准则和桩基极限平衡冲深的预测模型, 获得了冲刷坑对大直径桩基承载力的影响规律。

三年内共发表论文 33 篇, 申请专利 9 项。项目组主办了“The 7th International Conference on Fluid Mechanics”, 成员出国交流 8 人次, 邀请国外学者讲学 5 人次。已培养博士生毕业 2 人, 硕士生毕业 5 人。

专家组评价该项目的进展情况为 A。

IUTAM 秘书长 Dias 教授应邀访问力学所并开展“海洋内波”专题学术讨论会

应流固耦合系统力学重点实验室李家春院士邀请, 2016 年 3 月 17 日, 国际理论与应用力学联盟(IUTAM)秘书长 Frederic Dias 教授访问力学所, 并开展“海洋内波”专题学术讨论会。讨论会由李家春院士主持, 周济福研究

员、“青年千人计划”学者王展研究员、王旭助理研究员、王晓亮助理研究员以及力学所研究生 10 余人参与交流和讨论。

王展研究员首先作了题为“Computation of Modelling of Solitary Waves in Two-Layer Fluids”的学术报告，在简要回顾孤立波理论研究现状的基础上，介绍了孤立波的数值计算及模型构建工作，并与 Dias 教授及李家春院士就模型计算精度等问题开展了广泛讨论。随后，王旭助理研究员针对目前内孤立波数值模拟存在的缺陷，介绍了一种能够准确、可控的数值造波方法，并同 Dias 教授就模型参数选取问题进行了交流和释疑。此外，针对“内孤立波对海洋结构物水动力作用”等问题，Dias 教授与李家春院士、周济福研究员等研究人员一起展开了深入讨论。

讨论会上，互动气氛热烈，与会的年轻科研人员和研究生踊跃发言，Dias 教授与大家进行了深入的讨论。最后，主要与会人员合影留念。



第三届国际铁路技术会议在意大利召开

第三届国际铁路技术会议 (The Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance) 于 2016 年 4 月 5 日至 8 日在意大利卡利亚里 (Cagliari, Sardinia, Italy) 召开。来自不同国家和地区的超过 400 名代表参加了本届会议, 前两届国际铁路技术会议分别于 2012 年 4 月在西班牙拉斯帕尔马斯 (Las Palmas, Spain. 210 名参会代表)、2014 年 4 月在法国科西嘉 (Corsica, France. 410 名参会代表) 召开。我室杨国伟研究员入选本届会议组委会成员, 并受邀组织和主持高速列车力学问题分会场 (S20: Mechanics of High-speed Trains), 做了题为《Tunnel Pressure Wave Investigation with a New Moving Model》的学术报告。

本次会议设有 6 大类、共计 43 个主题, 收到超过 400 篇投稿, 接受到会报告 330 篇。在 4 天的会议中, 安排了 3 个大会报告, 27 个专题会议, 报告内容反映了高速列车、轻轨和有轨电车、普通列车的设计、制造、运营管理技术; 列车空气动力学实验设备与技术、外形优化、噪声、振动、横风、轮轨、弓网关系、牵引制动、安全性可靠性、能源与环保等方面的最新国际进展。



中国科学院力学研究所 6 名研究人员参加了此次会议，并在会上作了不同形式的学术报告，报告内容展示了力学所在高速列车动模型实验、气动外形优化、气动噪声、列车风特性等方面的研究成果，其中关于高速列车动模型实验平台的相关实验技术与成果的学术报告，引起国际同行的很大兴趣和高度评价。

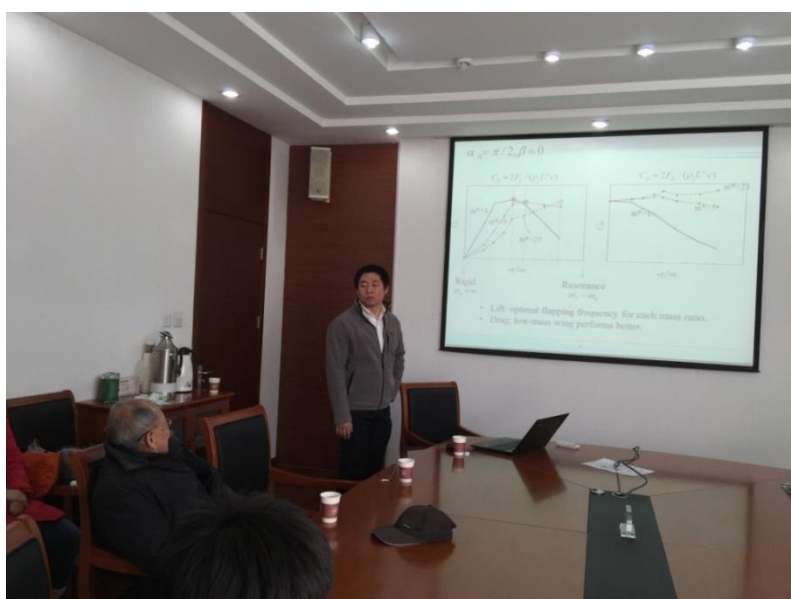


美国 Pegasus Vertex Inc. 公司银波博士来访并做学术报告

2016 年 2 月 1 日上午, 受中国科学院流固耦合系统力学重点实验室 (LMFS) 邀请, 美国 Pegasus Vertex 公司银波博士来访并在力学所会议中心 205 室进行学术交流会议, 做了题为“Interaction of Fluids and Thin Structures: Modeling and Applications”的学术报告。

银波博士于 2013 年毕业于美国 Vanderbilt 大学, 主要从事柔性结构流固耦合、Immersed Boundary Method (IBM) 算法研究等工作, 多项成果发表于 Physics of Fluids, Computer & Fluids 等重要流体力学期刊中。目前银波博士在美国 PVI 石油软件公司任职, 负责石油工程计算软件研究和开发, 涉及管道流体流动计算, 岩屑流动沉积分析, 管道强度分析和受力分析, 水泥固井分析和最后洗井等问题

报告介绍了 Immersed Boundary Method 方法及其昆虫飞行等方面的应用, 给出了许多实际的柔性结构流固耦合推进、柔性管道多相流体力学等方面的应用实例。学术交流会议由王一伟副研究员主持, 包括郑哲敏院士、黄晨光研究员等十余名师生参加了会议。报告内容精彩, 引发了参会师生关于报告主题及相关热点问题的热烈学术讨论。



流固耦合系统力学重点实验室召开石油工业油气水多相成像与测量研讨会

2016 年 3 月 31 日,石油工业油气水多相成像与测量研讨会在我所召开。来自英国利兹大学、中科院工程热物理所、中国石油大学、北京石油化工学院和北京国能中天环保科技有限公司等单位的多位专家和我所多相流实验室工作人员参加了会议。



会议由吴应湘研究员主持,英国利兹大学王密教授和我所吴应湘研究员分别作题为“新型油气水多相流成像测量仪研究进展”和“海洋石油工业中的多相分离与多相计量问题”的学术报告。王密教授介绍了利兹大学在油气水多相成像与计量方面的进展,从过程成像技术的原理、重建算法、传感器设计、硬件系统架构等方面详细阐述了电阻层析成像系统在多相流测量中的优势和挑战,对目前实验室测试、第三方检测和现场测试中遇到的问题展开讨论,并介绍了目前的改进措施和未来的发展趋势。吴应湘研究员的报告则涵盖了多相分离与多相计量两个方面的内容,着重对海洋石油工业中的多相分离与计量问题做了探讨,详细介绍了水下分离与计量中遇到的挑战,并展示了力学所在该领域的研究和工业应用成果。

与会专家与所内研究人员就油气水成像与测量中的流型相关性、流动不稳定性、严重段塞流、流体物性差异、油井与气井以及陆上与海上差异等方面展开了讨论，就具体问题的解决方案与发展方向等交换了意见。会后参观了我室相关实验设施，并就加强合作研究与推进工业化应用达成一致意见。



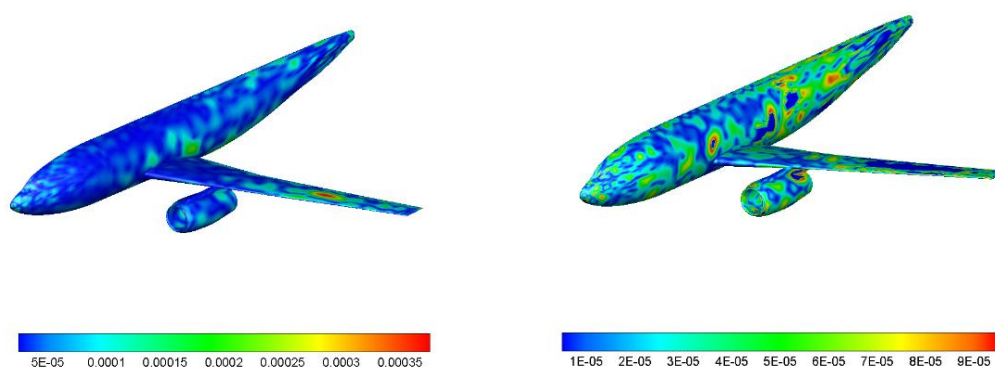
高效粘性网格变形方法取得突破

航空航天领域研究中涉及到结构变形或者相对运动问题，如气动弹性分析、气动优化设计、控制面的运动、飞机投弹问题、弹射问题等。针对这些问题的数值分析，在每一时间迭代步需要根据结构变形或物体运动更新流场网格，高效稳定的网格变形方法是获得高质量流场网格的关键。

针对传统基于径向基函数的网格变形方法计算效率高、适用于任意网格拓扑的优点，但存在物面网格不能保形和粘性网格容易出现交错的缺点。杨国伟课题组提出了一种适用于粘性网格的两步变形方法，第一步使用贪婪算法缩减物面控制点，构造径向基函数插值获得初步变形网格；第二步基于物面网格的插值误差，构造径向基函数获得体网格修正量并对初步变形网格进行修正，得到更新的流场网格。该方法使物面变形误差下降 1 个

量级左右, 解决了物面网格保形问题, 同时也解决了边界层网格容易出现交错的问题。对于结构大变形, 该方法也能够给出高质量的变形网格, 同时该方法也适合并行处理, 保证了对大规模网格变形的高效处理能力。

研究成果已成功应用于基于 CFD/CSD 的大型客机气动弹性分析和气动优化设计, 大大提高了计算效率。研究论文已在 *Journal of Aircraft*, 中国科学、力学学报上发表。



不同方法物面变形误差分布(a) 传统 RBF 方法, 最大变形误差 3.8×10^{-4} ; (b) 粘性网格变形方法, 最大变形误差 9×10^{-5} .