



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 2 期（总第 6 期）

目 录

- 流固耦合实验室师生积极参与第七届国际流体力学会议..... 2
- 英国伦敦大学吴国雄教授受聘为流固耦合系统力学实验室“客座研究员” 5
- 高福平研究员赴西澳大利亚大学开展院公派出国留学计划高级研究学者项目合作研究.. 7
- 西澳大利亚大学 Jinhui Li 博士访问流固耦合系统力学重点实验室并作学术报告..... 8
- 英国曼彻斯特大学李庆明教授来我所交流并做报告..... 9
- “深厚覆盖层坝基管涌及其对大坝应力变形的影响研究”取得进展..... 10
- 如美水电站“不良地质体稳定性评价及防治技术研究”取得进展..... 12
- “含水合物沉积物力学特性研究”2014 年度成果报告通过验收 14

流固耦合实验室师生积极参与第七届国际流体力学会议

由中国力学学会、中国科学院力学研究所和中国石油大学(华东)联合主办的第七届国际流体力学会议(The Seventh International Conference on Fluid Mechanics, ICFM7)于2015年5月24日至27日在青岛成功召开。我实验室师生积极参与了会议的组织工作,并在会上做学术报告。

本次会议由李家春院士与力学所樊菁所长担任会议学术委员会共同主席;周济福研究员与石油大学姚军教授担任会议共同秘书长;张珍博士,聂冰川、陈凌、吕国钦、张良、李妍敏、石传奇、吴强博士生,李银军硕士生等参加了本次会议,并做了学术报告。李家春院士在开幕式上致辞,并主持了闭幕式,周济福研究员主持了宴会,聂冰川博士生还代表年轻参会人员谈了第一次参加国际会议感想。

来自澳大利亚、加拿大、中国、中国香港、日本、爱尔兰、挪威、俄罗斯、新加坡、西班牙、荷兰、英国和美国等12个国家和地区的200余人参加了本次会议,其中国外代表30余人。会议邀请了8个高水平的大会报告,这些报告聚焦当前流体力学学科前沿热点问题,涵盖了空气动力学、水动力学、湍流、渗流、多相流、环境流等当今流体力学研究的前沿领域,受到参会代表广泛关注,会上互动交流热烈。

会议还组织了主题为流动稳定性与湍流、空气动力学、水动力学、工业和环境流体力学、生物流体力学、等离子和磁流体力学、多相流和多孔介质流动、实验流体力学、计算流体力学等9个专题分会场,同时还设有3个小型研讨会,主题分别是极端海洋环境、微纳尺度流动和页岩气渗流。

会议期间,李家春院士主持了ICFM7学术委员会会议。会上,周济福秘书长介绍了ICFM7的筹备情况,与会代表对于ICFM后续会议的组织工作提出了建设性意见。IUTAM秘书长Frederick Dias教授、挪威科技大学Odd Magnus Faltinsen教授、美国德州大学阿林顿分校Frank K. Lu教授、澳大利亚墨尔本大学Ivan Marusic教授、香港大学李玉国教授、香港力学学会理事长李贻昆教授、天津大学周恒院士、中科院力学所李家春院士、樊菁研究员和周济福研究员、上海大学周哲玮教授、中国石油大学(华东)李兆敏教授和姚军教授、上海交大刘桦教授、北京航空航天大学王晋军教授、北京大学陶建军教授等出席会议。



会议主席李家春院士在开幕式上致辞



IUTAM秘书长Frederick Dias教授在开幕式上讲话



主会场



ICFM7 学术委员会会议

LMFS 流域水环境课题组供稿

英国伦敦大学吴国雄教授受聘为流固耦合系统力学实验室 “客座研究员”

2015 年 4 月 9 日, 应李家春院士邀请, 英国伦敦大学学院的吴国雄教授访问了力学研究所。吴国雄教授是中组部首批“千人计划”教授、长江学者讲座教授。现任英国伦敦大学教授、英国船舶系统研究组成员、英国劳氏教育基金会首席专家, 是由 UCL、上海交通大学和哈尔滨工程大学组成的深水工程及水动力学国际联合研究中心的首席教授。多年来, 他在水动力学领域进行了广泛、深入的研究。

此次来访, 吴国雄教授针对目前有着广泛工程应用的流固耦合问题做了题为 “Nonlinear Interactions between Water Waves and

Offshore Platforms” 的报告，主要介绍了水波与平台结构的非线性相互作用。波浪的高频分量和高频水动力会引起张力腿平台的共振，通常称为 Springing 和 Ringing，它们随着水深的增加而加剧，对平台结构的安全有很大影响。基于高阶边界元法的完全非线性理论，吴国雄教授介绍了一种新方法来分析平台结构的高阶共振响应。与会人员认真听取了报告，并就感兴趣的问题展开了热烈讨论。

报告结束之后，举行了吴国雄“客座研究员”聘任仪式。中科院流固耦合系统力学重点实验室学术委员会主任李家春院士为吴国雄教授颁发了“客座研究员”聘书，并向吴国雄教授表示衷心祝贺。吴国雄教授也发表感言：“我认为中科院力学所是力学界的泰山北斗，对力学所的向往由来已久，本着学习的态度来这里交流，很荣幸能够被聘为力学所流固耦合重点实验室的客座研究员”。同时，吴国雄教授表示，作为一名海外学者，深刻感受到国家船舶与海洋工程领域强劲的发展势头和广阔的发展前景，期望与实验室保持长期良好的合作关系，努力与实验室同仁一起为海洋工程学科发展做出贡献。



李家春院士为吴国雄教授颁发“客座研究员”聘书

LMFS 流域水环境课题组供稿

高福平研究员赴西澳大利亚大学开展院公派出国留学计划 高级研究学者项目合作研究

流固耦合系统力学重点实验室高福平研究员于 2015 年 1 月至 3 月赴西澳大利亚大学海洋结构基础系统研究中心 (简称 “COFS 中心”) 执行中科院公派出国留学计划。西澳大学 COFS 中心 M. F. Randolph 教授曾于 2013 年 9 月-10 月作为爱因斯坦讲席教授访问力学研究所, 本次高级访问学者项目是该院爱因斯坦讲席教授计划的回访。

在访问期间, 高福平研究员与 COFS 中心 M. Cassidy 教授研究组深入探讨了深水长距离海底管线的屈曲失稳机理及分析方法。基于博士生漆文刚于 2014 年利用 COFS 中心鼓型离心机完成的冲刷对单桩承载力影响的系列实验数据及分析, 与 M. F. Randolph 教授、B. M. Lehane 教授等进行多次讨论, 提出了考虑冲刷效应的 p - y 曲线修正方法, 并共同撰写论文。在 3 月 6 日 COFS 中心举行的学术报告会上, 作了题为 “Multi-Physics for a Sequence of Silt Liquefaction and Interfacial Waves” 的报告, 着重介绍了近期利用力学所流固土耦合水槽开展的波浪作用下粉土液化、界面波触发及时空发展等多力学过程耦合现象, 同与会人员交流探讨了波浪诱导粉土液化的物理机制及工程灾害。

LMFS 流固土耦合力学课题组供稿

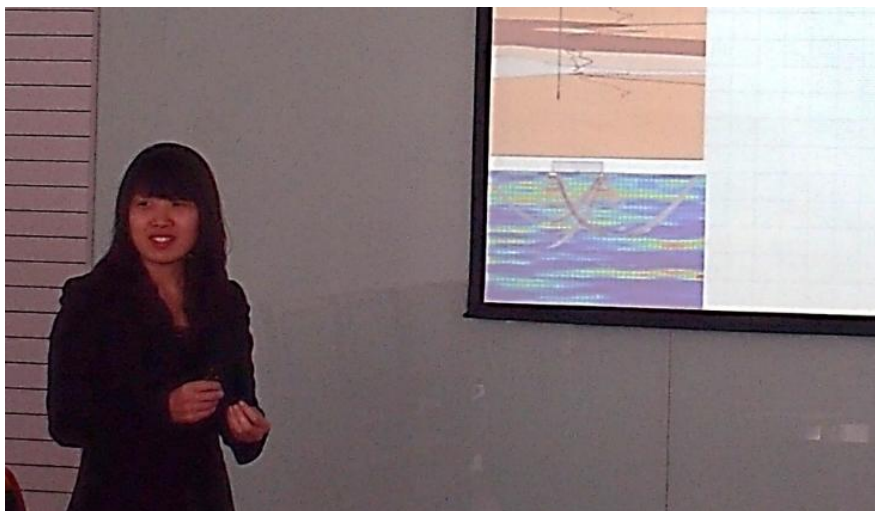
西澳大利亚大学 Jinhui Li 博士访问流固耦合系统力学重点实验室并作学术报告

2015 年 4 月 7 日, 西澳大利亚大学海洋结构基础系统研究中心 Jinhui Li (李锦辉) 博士应邀访问力学所流固耦合系统力学重点实验室 (LMFS), 并作了题为 “Failure Mechanism and Bearing Capacity of Offshore Foundations in Spatially Random Soils” 的学术报告。

报告阐述了海床土体力学参数的空间变异性对海洋平台基础的失效机理及其极限承载力影响。为合理考虑实际海底沉积物复杂分层带来的土性参数的空间变异性, 创新地将随机场理论与弹塑性有限元相结合, 提出了海洋桩靴基础稳定性的弹塑性随机有限元分析方法。分析发现, 现有规范方法中存在明显不足, 即忽略海床成层结构导致规范方法不能有效地预测桩靴基础的多模式破坏, 从而大大增加了刺穿破坏 (punch-through) 发生的风险。报告进而介绍了海洋自升式平台桩靴基础的典型失效模式及其力学机制。

Jinhui Li 于 2009 年在香港科技大学获博士学位继而进行博士后研究, 随后在哈尔滨工业大学深圳研究生院任副教授; 2013 年至今, 受聘于西澳大利亚大学海洋结构基础系统研究中心任讲师。

学术访问期间, Jinhui Li 博士参观了 LMFS 流固土耦合波流水槽。针对海底长输管线在位稳定性及结构屈曲分析方法进行了深入交流, 双方将近期开展此方面的合作研究。



西澳大学 Jinhui Li 博士作学术报告

LMFS 流固土耦合力学课题组供稿

英国曼彻斯特大学李庆明教授来我所交流并做报告

应黄晨光研究员邀请,英国曼彻斯特大学、国家千人计划入选者李庆明教授于 2015 年 5 月 27 日来我所交流访问。李庆明教授分别于 1984 年和 1986 年获得北京大学科学学士及硕士学位,导师为著名力学家王仁院士。1997 年在英国利物浦大学获得哲学博士及荣誉工程博士 (DEng) 学位,师承国际著名冲击动力学专家、国际冲击工程期刊《International Journal of Impact Engineering, IJIE》前任主编 Norman Jones 教授。现任英国曼彻斯特大学教授及冲击爆炸实验室主任、北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室特聘教授。曾担任第一届国际结构防护会议 (2010) 及第七届国际冲击载荷结构会议 (2007) 主席。现任 IJIE 副主编及多个国际力学期刊编委。主要从事冲击动力学方面的基础与应用研究。此次来访,李庆明教授做了题为 “Understanding the mechanical behaviour of cellular

solids from meso-scale” 的报告, 系统介绍了基于三维 X 光图像扫描的建模与有限元仿真, 来研究多胞固体, 如泡沫铝等材料的动态力学性能的方法, 并研究了胞孔的几何构形、胞孔内的初始气体压力对材料冲击性能的影响规律。黄晨光研究员也向李庆明教授介绍了课题组在先进材料动态力学性能、强激光诱导的爆炸与冲击效应方面取得的研究成果与最近进展情况。双方将进一步在先进材料动态力学性能及复杂材料体系受冲击条件下的宏微观变形机理方面开展深入交流与合作。

LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿

“深厚覆盖层坝基管涌及其对大坝应力变形的影响研究”取得进展

中国电建集团成都勘测设计院有限公司委托、吴梦喜承担的“深厚覆盖层坝基管涌及其对大坝应力变形的影响研究”与 4 月 30 日提交了最终报告, 通过一年多的研究, 实现了堤基“管涌型”管涌的动态发展过程的模拟和管涌发生后坝体与坝基应力变形的模拟。取得如下进展:

系统建立了管涌发生的基本条件、土颗粒流失对渗透系数的影响、土颗粒流失对变形模量的影响等的数学模型, 提出了管涌型管涌模拟的计算模型与算法, 提出了管涌对大坝应力变形的影响的计算模型和算法。并在本单位 LinkFEA 岩土工程有限元软件系统的基础上, 将上述模型融入进来, 调试通过并对典型坝悬挂式防渗墙坝基进行了初步

分析。进一步发展了堆石坝流固耦合分析方法和软件,并获得了悬挂式防渗墙坝基管涌动态发展情况及其对坝体坝基应力变形影响程度的认识。

图 1~图 3 为部分计算分析结果。本项目的研究成果申请了 4 项发明专利。

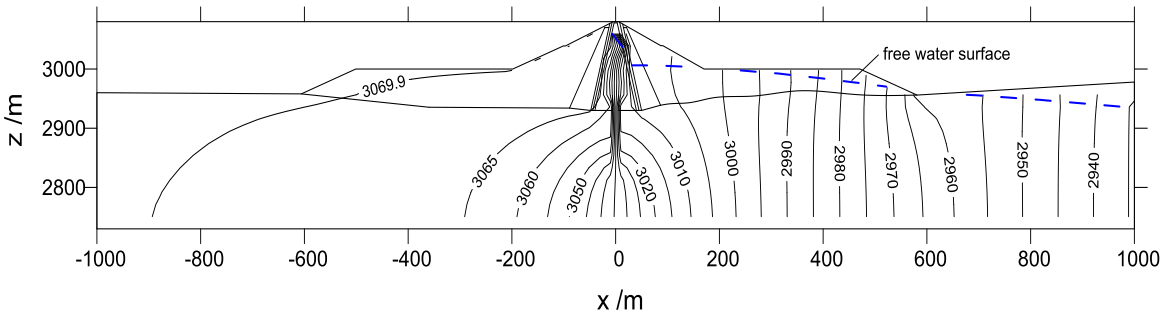


图 1 100m 墙方案稳定渗流场等水头线 (m)

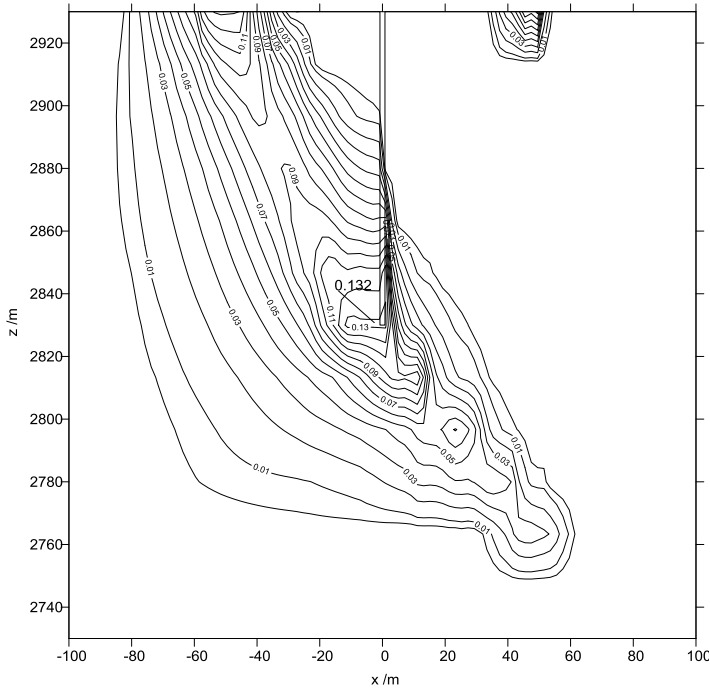


图2 100m深防渗墙方案侵蚀100h后坝基的覆盖层土体孔隙率增加量

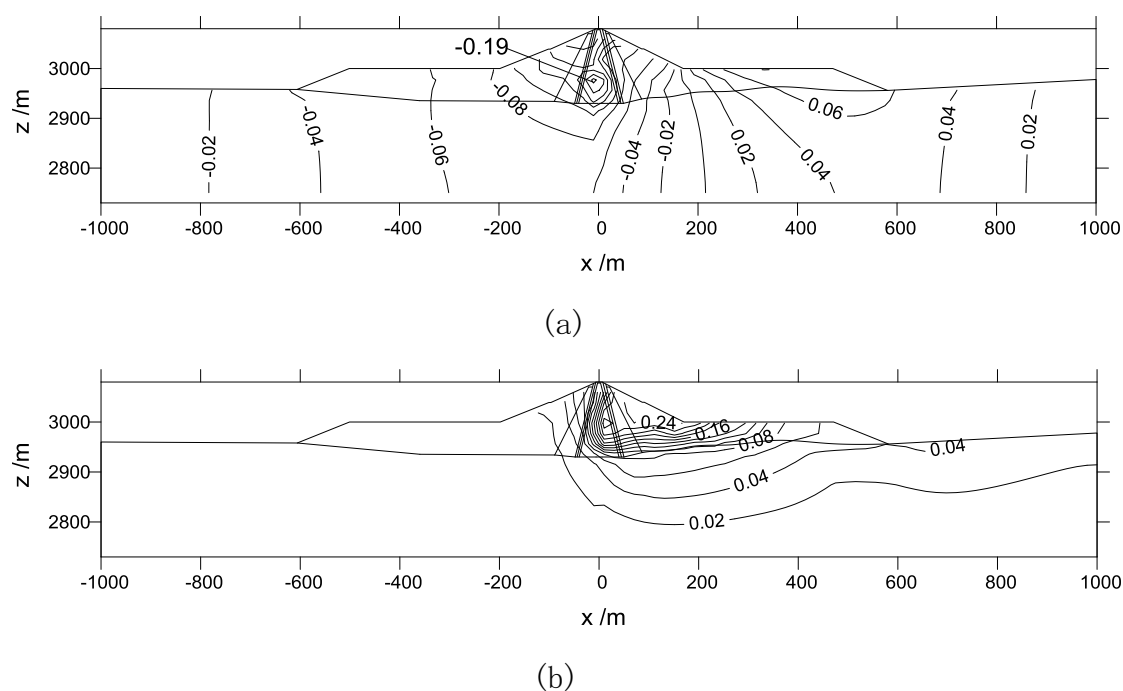


图 3 100m 深防渗墙方案管涌引起的 (a) 水平位移增量 (m), (b) 垂直位移增量 (m)

LMFS 流域水环境课题组供稿

如美水电站“不良地质体稳定性评价及防治技术研究”取得进展

西部工程灾害中, 滑坡、泥石流分布广、发生频率高、危害大。高山峡谷中的水电工程, 库区堆积体、碎裂卸荷岩体等不良地质体的变形破坏机理复杂, 预测困难, 处理难度大。失稳后可能产生巨大的涌浪或淤积形成堰塞湖, 导致严重的次生灾害, 危害水电工程安全。处于可行性研究阶段的澜沧江西藏如美水电站, 挡水坝为世界最高的堆石坝(高 315m), 地质灾害评价与防治技术是工程设计的关键技术。

受工程设计单位中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司(贵阳院)委托, 中国科学院力学研究所(力学所)牵头, 联合奥地利维

也纳工程咨询公司 (VCE) 等单位, 对库区地质灾害类型与风险、库区堆积体、碎裂与卸荷岩体的稳定性分析理论与软件开发、不良地质体稳定性评价、滑坡涌浪、藏区小流域暴雨洪水自 2013 年底展开研究, 取得如下成果:

(1) 根据地质资料、40 年卫星遥感资料和文献资源等信息, 获得了如美库区及工程区落石、浅层土流动、滑坡、泥石流等典型的不良地质现象及发生概率, 建立了数据库。

(2) 通过分析断裂延伸区域的地形、地质、地表运动、含水量、表面泥流形态等多源信息, 获得了区域中某断层延伸范围与断层运动的特性。

(3) 发展了边坡稳定分析理论, 开发的边坡稳定计算软件包含降雨入渗、库水位涨落、边坡开挖等对地质体变形与稳定性影响, 已能给出边坡圆弧滑动的安全系数等值线图, 并准确找到最危险滑弧, 对容松堆积体进行了实例演算。

(4) 用强度折减法对库区堆积体、坝体右岸溢洪道开挖边坡、消能防冲区边坡进行了分析研究, 表明库区堆积体、卸荷岩体的不同滑动机制, 提出稳定性分析初步成果。

(5) 完成了三维滑坡涌浪分析的实例验证和容松堆积体等假定性滑动的预测研究, 首浪向对岸爬坡消耗能量大, 向上下游传播的能力衰减很快, 其浪高大大低于首浪。

(6) 绒曲小流域洪水部分利用气象卫星数据分析了暴雨空间分布, 完成了地形、植被数据处理。

2015 年 6 月 9 日,在贵阳市由贵阳院主持召开了如美水电站“不良地质体稳定性评价及防治技术研究”第三次技术交流会。贵阳院、华能澜沧江水电股份有限公司、华能澜沧江上游水电股份有限公司、力学所、VCE 和德国柏林工业大学 (简称 TUB) 等单位的有关领导和专家参加了会议。会上项目牵头人吴梦喜高工、刘青泉研究员、VCE 的 Wenzel 教授、TUB 的 Theilen-Willige 教授等分别介绍了研究进展。计划本课题 2016 年 6 月完成全部研究工作。



研讨会现场

LMFS 流域水环境课题组供稿

“含水合物沉积物力学特性研究”2014 年度成果报告通过验收

2015 年 5 月 15 日,张旭辉副研究员承担的“含水合物沉积物力学特性研究”2014 年度成果报告通过评审验收。该任务来源于 127 工程国家水合物专项的工作项目“天然气水合物测量技术与模拟实

验研究”的协作课题。该课题主要工作内容及目标是：(1) 开展不同水合物饱和度条件下含水合物沉积物的合成与力学性质测量实验, 获得其应力应变曲线；(2) 初步建立含水合物沉积物的剪切强度与水合物饱和度的关系模型。

该课题 2014 年度主要成果为：以粉细砂和粉砂质粘土为实验样品制备介质, 开展了含水合物沉积物的制备和力学特性实验, 获得其应力应变数据；并开展了含水合物沉积物抗剪强度与水合物饱和度的基本关系理论研究。具体包括：(1) 以粉细砂和粉砂质粘土为实验样品制备介质, 开展了含水合物沉积物力学特性实验, 获得了一系列含水合物沉积物（水合物饱和度 0-80%, 有效围压 1MPa-5MPa）的应力应变数据；(2) 基于混合物理论、Drucker-Prager 和 Mohr-Coulomb 强度准则等, 提出了考虑水合物饱和度、水合物微观赋存形式的含水合物沉积物弹性模量和抗剪强度模型, 并通过了初步实验验证。

同时, 该课题将在 2015 年-2017 年开展考虑水合物相变的非饱和土力学宏微观实验测量和本构模型研究工作。

LMFS 土力学课题组供稿