



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

2014 年第 2 期 (总第 2 期)

目 录

➤郑哲敏院士受邀在中国科学院院士大会数理学部学术报告会作报告交流.....	1
➤黄晨光研究员等受邀赴中国科学院沈阳自动化研究所交流	2
➤杨国伟研究员带队参加第二届铁路技术国际大会并担任分会主席	2
➤李世海研究员组织并主持了第 7 届世界颗粒学大会分会	4
➤高福平研究员、许晶禹副研究员获 2014 年度中科院公派留学计划项目资助	5
➤宋宏伟研究员应乐嘉陵院士的邀请访问绵阳中国空气动力研究与发展中心	6
➤王淑云高级实验师参加第 24 届国际海洋和极地工程会议	6
➤美国西弗吉尼亚大学彭赐灯院士来我所交流访问.....	6
➤长江科学院首席科学家石根华教授来我所交流并做报告	8
➤研究生张健、陈苑盈、于嫻嫻获 2014 年度郭永怀奖学金	9

➤中国科学院知识创新工程重要方向项目“结构水动力载荷及其动力学响应特征研究”顺利通过结题审查.....	9
➤“高速列车气动优化设计及评估”课题圆满完成.....	10
➤高速结构冲击实验平台建成.....	12
➤国家重大科研装备研制项目子项目“组合式海底地震探测装备”召开2014年上半年成果汇报会	14
➤院战略性先导科技专项项目“页岩气勘探开发基础理论与关键技术”和中国地质调查局工作项目“页岩气评价参数体系及选区选层评价”正式启动.....	14
➤西藏如美水电站重大工程项目正式启动	15
➤南车青岛四方机车厂车体碰撞吸能行为研究项目合作正式启动	18
➤重要工程项目“深厚覆盖层局部渗透破坏对大坝的影响研究”完成合同谈判	19
➤重要工程项目“地质灾害对西气东输管道安全影响的力学评估”合作取得进展 ..	19
➤重要工程项目“象泉河阿青水电站渗流分析研究”取得重要阶段性进展	20
➤重要工程项目“黄登水电站重力坝坝基深化优化研究”完成中期进展汇报	22
➤土力学课题组在南海水合物研究方面取得进展	23
➤海底子母管道涡激振动抑制研究取得进展	25

郑哲敏院士受邀在中国科学院院士大会数学物理学部学术报告会作报告交流

2014 年 6 月 13 日, 郑哲敏院士应邀在中国科学院院士大会数学物理学部第四届学术报告会上进行报告交流。郑哲敏院士和王一伟副研究员以“水下发射高速水动力学问题研究”为题, 介绍了在前人工作基础上发展而来的水下发射全过程的计算模型和模拟方法, 并从空泡稳定性、空泡溃灭与流动控制三个方面报告了已取得的研究进展, 并与在座的众多院士专家进行了热烈的交流和讨论, 也收获了许多宝贵的建议。

数学物理学部学术报告会是中国科学院院士大会的重要内容, 包括新当选院士学术报告会和综述性学术报告会两个环节。本届综述性学术报告会由詹文龙副院长主持, 郑哲敏、赵忠贤、潘建伟、霍裕平院士分别应邀作了报告。

相关新闻链接: <http://www.casad.ac.cn/document.action?docid=14107>



LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿

黄晨光研究员等受邀赴中国科学院沈阳自动化研究所交流

2014 年 6 月 6 日, 受中国科学院沈阳自动化研究所领导邀请, 黄晨光研究员带队赴沈阳开展交流工作, 沈自所副所长史泽林、海洋技术装备研究室副主任俞建成、自主水下机器人技术研究所副主任郑荣等与会接待。

沈自所工程处高级主管张涤主持会议, 史泽林对黄晨光研究员一行来沈自所交流表示欢迎。与会双方就各自单位的历史沿革、总体情况、优势项目等作了相关介绍, 力学所王一伟、吴小翠、宋宏伟、曾晓辉等针对高速航行体水下空化流动及减阻、新概念航行体水动力设计、深海工作站的结构问题等进行了报告, 大家就感兴趣的方面进行了广泛的交流和探讨。

史泽林副所长对力学所在基础科研、科学创新思想和人才培养等方面取得的成就给予了充分肯定。双方均提出在今后工作中应该进一步加强交流合作、协同发展, 并就下一步合作事宜达成共识。会后, 黄晨光一行还参观了沈自所水下条件等实验室。

LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿

杨国伟研究员带队参加第二届铁路技术国际大会并担任分会主席

2014 年 4 月 8 日至 11 日, 第二届铁路技术国际大会 (The Second International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance) 在法国科西嘉岛首府阿雅克肖 (Ajaccio, Corsica, France) 举行, 来自法国、中国、德国、英国、日本、美国、荷兰、意大利等 35 个国家和地区, 约 400 位代表参加

了会议。我室杨国伟研究员作为分会主席组织主持了“高速列车力学研究进展 (Advances in Mechanics of High-Speed trains)”论坛,并作了“Drag-Reduction Design on High-Speed Trains with Intelligent Optimization Algorithm”报告,国内参与“高速列车基础力学问题研究”973 项目的 40 多名科研人员参加了此次会议,其中,我所曾晓辉、李正阳、赵桂林、郭迪龙、孙振旭参加了会议,分别介绍了我所近年来在高速列车空气动力学、轮轨动力学、流固耦合力学、轮轨表面处理等方面的研究进展和成果。

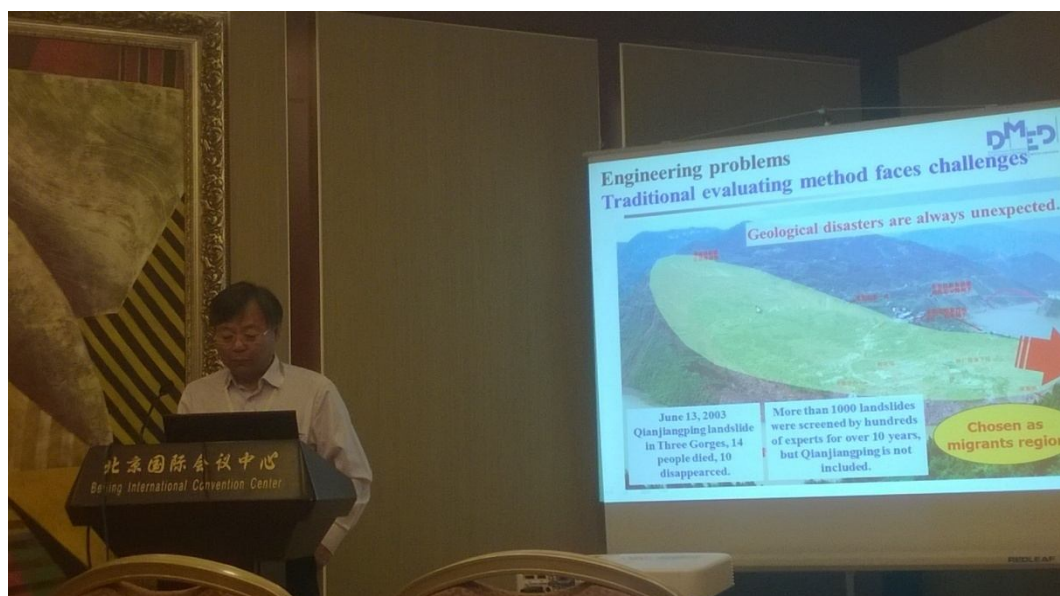
该国际会议旨在为关注铁路技术发展及应用的科研人员、工程技术人员和管理人员提供了研讨铁路相关领域最新进展的平台,涉及的领域几乎涵盖了与铁路相关的所有领域,主要包括:高速列车力学进展、列车空气动力学、列车动力学、轮轨动力学、轮轨接触磨损特性、铁路桥梁动力学、弓网接触特性、铁路噪声和振动、铁路信号和通信系统、列车与基础设施相互关系、铁路设施自动检测和维护系统、铁路事故分析和安全保障技术、高速列车的新材料和新技术应用、铁路运营和维护与环境保护、铁路商业化与经济和社会的关系等等。

该铁路技术国际会议每两年举行一次,第一届于 2012 年 4 月在西班牙加那利群岛的拉斯帕尔马斯 (Las Palmas de Gran Canaria, Spain) 举行。第三届将于 2016 年 4 月在意大利撒丁岛首府卡利亚里 (Cagliari, Sardinia, Italy) 举行。

LMFS 流固耦合与数值计算课题组供稿

李世海研究员组织并主持了第 7 届世界颗粒学大会分会

2014 年 5 月 18-22 日, 李世海研究员在北京国际会议中心组织并主持了第 7 届世界颗粒学大会分会“岩土、地质工程中的颗粒”, 并做 Keynote 报告“Geological Disaster and Continuum-Discontinuum Mechanical Model Based on Particle Material”。“世界颗粒学大会”是由美国、英国、德国、日本、澳大利亚等多国科学家联合发起的世界颗粒学研究及技术领域的学术交流会议, 自 1990 年开始举办, 每四年举办一次, 分别在欧洲/非洲、亚洲/澳洲、美洲三个地区轮流举办, 今年该系列会议首次在中国举办。会议上, 来自不同国家、不同单位的科学家围绕与颗粒相关的岩土、地质工程问题展开深入交流, 重点探讨了颗粒计算方法、地质体破裂描述方法以及岩土地质工程的未来发展方向。会议取得圆满成功, 是岩土和颗粒研究领域的一次盛会。



LMFS 工程地质力学及应用课题组供稿

高福平研究员、许晶禹副研究员获 2014 年度中科院公派留学计划项目资助

近期, 中科院公派出国留学计划项目资助名单日前揭晓, 我所高福平研究员和施兴华副研究员分获 2014 年度中国科学院公派出国留学“高级研究访问学者”项目支持, 许晶禹副研究员和王士召博士分获 2014 年度国家公派出国留学“访问学者”和“博士后”项目支持。自 2011 年至今, 我所已有 11 位科研人员获得过国家及中科院公派留学计划项目资助。

公派出国留学工作是中国科学院人才培养的重要措施, 在培养和造就国际化人才、提高我院科技人才的创新能力和竞争力等方面发挥着重要作用, 是我院人才队伍建设中的重要组成部分。2012 年中科院重新发布了《中国科学院公派留学管理办法》(科发人教字〔2012〕151 号), 明确了不同项目的基本条件、留学期限、资助经费等。国家公派留学人员系指由中国政府提供全额资助或由中国政府与有关国(境)外机构签订的涉及留学方面的合作协议(项目)所提供的资助, 列入国家公派留学计划的留学人员。院公派留学人员系指由中国科学院提供全额资助或由中国科学院与有关国(境)外机构签订的涉及留学方面合作协议(项目)提供的资助, 列入中国科学院公派留学计划的留学人员。院公派留学计划重点支持优先发展学科领域、重大任务及大科学工程急需的群体队伍的培养, 重点支持具有良好发展势头的科研机构, 并向西部和东北地区的有关研究机构适当倾斜, 鼓励博采众国之长, 充分利用原有科技合作渠道, 积极拓宽派往国家和地区范围, 加大向欧洲以及其他非英语国家和地区的派出。

LMFS 实验室供稿

宋宏伟研究员应乐嘉陵院士的邀请访问绵阳中国空气动力研究与发展中心

2014 年 4 月 20 日~21 日, 宋宏伟研究员应乐嘉陵院士的邀请访问绵阳中国空气动力研究与发展中心 (29 基地) 的超燃冲压发动机重点实验室。并应邀做了题为“主动冷却燃烧室结构轻量化设计与制备方法研究”的报告。乐嘉陵院士、白菡尘主任及实验室三十余位研究人员出席了报告会, 并进行了深入的交流。

LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿

王淑云高级实验师参加第 24 届国际海洋和极地工程会议

2014 年 6 月 15~20 日, 王淑云高级实验师参加了在韩国釜山召开的第 24 届国际海洋和极地工程会议, 在前沿能源专题做了题为“Laboratory study on physical and mechanical properties of hydrate sediment samples”的分组报告, 并同来自日本、美国、澳大利亚、加拿大, 台湾以及中国等国家和地区的从事天然气水合物和土力学研究的专家们讨论和交流研究成果。此次会议是由国际海岸和极地工程协会主办、28 个国际协会和组织赞助的年度国际会议, 有来自 48 个国家的 650 篇文章被收录在会议文集中。

LMFS 土力学课题组供稿

美国西弗吉尼亚大学彭赐灯院士来我所交流访问

2014 年 6 月 6 日, 应李世海研究员邀请, 美国西弗吉尼亚大学采矿工程系教授、美国工程院院士彭赐灯先生来我所交流访问。彭院

士曾就职于美国煤炭双子城研究中心, 现任教于西弗吉尼亚大学采矿工程系。1998 年被任命为美国西弗吉尼亚州煤炭与能源研究署主任, 亲自参与并指导了 100 多项政府与企业资助的科研项目, 出版 (独著或合著) 4 套采矿工程教科书, 发表 330 篇论文, 先后获得 11 项国家和国际奖章, 在采矿学科具有较大的国际影响力。此次来访, 彭赐灯院士做了题为 “The influence of interface friction and W/H ratio on violence of coal specimen failure - a comparison between a bump and non-bump prone coals” 的报告, 介绍了美国几个典型的大型矿难, 并分析了矿井事故的原因, 分享了他近期在煤岩破坏实验中的最新进展。LMFS 实验室 30 余名师生认真听取了此次报告, 并针对煤矿安全等问题开展了深入交流。李世海研究员也向彭赐灯院士介绍了工程地质力学及应用课题组近年来在地质体力学和计算力学领域的一些工作, 得到彭院士的高度肯定, 并表示期望与课题组在矿山安全等方面开展进一步的合作。



LMFS 工程地质力学及应用课题组供稿

长江科学院首席科学家石根华教授来我所交流并做报告

2014 年 4 月 23 日, 应李世海研究员邀请, 美籍华人科学家、国际著名数学力学学家石根华先生来我所交流访问。石根华教授 1963 年毕业于北京大学获学士学位; 1968 年毕业于北京大学获硕士学位, 主攻代数拓扑学; 1980 年赴美国留学, 1988 年毕业于美国加州大学伯克利分校获博士学位。他成功研究出《最少不动点数和尼尔生数》和《恒同映射类的最少不动点数》, 被国际评论为“石氏类型空间”和“石根华条件”。留学美国后, 石根华创立了《关键块体理论》和《非连续变形分析-DDA》的理论和方法。随后, 他提出并在理论上证明了“数值流形”概念及其可行性, 完成了被誉为“21 世纪的新一代方法”。2002 年石根华教授受聘于长江科学院, 并任长江科学院非连续变形分析实验室首席科学家。2012 年入选剑桥世界杰出华人榜, 同时, 他在岩石力学计算方法方面的成就与卓越贡献也被编入“剑桥世界杰出华人荣誉史册”。此次来访, 石根华教授做了题为“Modern mathematics and discontinuous mechanics”的报告, 回顾了自己的科研和工程实践经历, 从理念和哲学的高度阐释了他对数学、非连续介质力学、计算力学及应用科学的理解。李世海研究员团队也向石根华教授系统介绍了课题组在地质体力学及连续非连续计算方法上的研究成果。双方将进一步在计算力学领域开展深入合作, 共同推动连续非连续统一计算方法的发展。

LMFS 工程地质力学及应用课题组供稿

研究生张健、陈苑盈、于嫻嫻获 2014 年度郭永怀奖学金

力学研究所郭永怀奖学金是为了弘扬老一辈科学家为科学事业献身的精神，激励研究生奋发向上，创新进取，发现和奖励优秀年轻人才，特设立的奖学金。

按照郭永怀奖学金的有关规定，经所评审委员会评审，所长办公会通过，2014 年度我室获得郭永怀一等奖学金 1 名：张健（导师：吴应湘研究员，许晶禹副研究员）2009 级硕博连读生。郭永怀二等奖学金 2 名：陈苑盈（导师：刘青泉研究员）2011 级硕士研究生；于嫻嫻（导师：黄晨光研究员）2010 级硕博连读生。

LMFS 实验室供稿

中国科学院知识创新工程重要方向项目“结构水动力载荷及其动力学响应特征研究”顺利通过结题审查

2014 年 6 月 12 日，中国科学院知识创新工程重要方向项目“结构水动力载荷及其动力学响应特征研究”在北京通过结题审查。

该项目针对水中高速航行体和水中悬浮隧道两类典型水中结构，以突破流固耦合分析技术、揭示水体运动与结构相互作用耦合机理为目标，部署了“高速航行体水动力载荷机理分析及控制方法研究”和“水中悬浮隧道流固耦合分析”两个研究课题，由我所的黄晨光研究员与洪友士研究员分别承担。通过全体参研人员 4 年多的共同努力，圆满完成了课题任务书规定的研究内容，为项目的顺利完成提供了关键技术支撑。

该项目在复杂的水动力载荷 (非定常空化流、非线性波流作用力) 分析技术、流固耦合理论和方法、工程结构在复杂环境下的动力学特性/强度/寿命评估等科学前沿问题中取得了突破性的重大进展, 支撑了相关工程系统设计方法、可靠性和综合指标的科学、理性提升, 并为国家的重大战略型号做出了重要贡献, 也造就了一支从事复杂水动力学研究的高水平人才队伍。



LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿

“高速列车气动优化设计及评估”课题圆满完成

2014 年 6 月 7 日, 由科技部和原铁道部共同组织实施的《中国高速列车自主创新联合行动计划》的重大项目“中国高速列车关键技术研究及装备研制”在青岛通过国家验收。该项目是我国近年来组织规模最大、参与人员最多、成果最为明显的重大项目之一。该项目的标志性成果——时速 350 公里高速动车组 CRH380 系列已经成为我国高速铁路网的主力装备, 安全运营里程已超过 4 亿公里。

该项目共设置了 10 个课题, 包含了高速列车及其相关的牵引供电、运行控制和组织运输组织等系统的核心与关键技术攻关和系统装备研制。其中, 我所由杨国伟研究员牵头, 多课题组联合承担了“高

速列车空气动力学优化设计及评估技术”课题研究,通过全体参研人员 5 年多的共同努力,圆满完成了课题任务书规定的研究内容,为项目的顺利完成提供了关键技术支撑。课题主要进展包括:

一、CRH380 系列气动定型设计

气动阻力与速度平方成正比,气动噪声与速度 6 次方成正比,对于时速 350 公里运行的高速列车,气动阻力占总阻力的 85%以上,气动噪声成为主要噪声源。针对 CRH380A 研制,完成了多种头型方案无横风和不同强度横风运行场景下的气动性能和气动噪声评估;完成了单车隧道通过、明线及隧道会车场景的压力波分析。通过综合性能比较,筛选出 5 种性能优良的高速列车头型方案,进行风洞实验,最终确定了 CRH380A 的头型方案。通过近几年运营检验,CRH380A 高速列车气动性能优良,被国际相关组织评为世界上目前设计最好的十种高速列车之首,已成为我国高端制造装备的名片。针对 CRH380B 研制,在分析原型车 CRH3 的气动阻力源的基础上,完成了风挡、空调整流罩、裙板、受电弓整流罩等结构部件的多方案气动性能比较,确定了改进方案并通过了风洞实验验证,线路试验验证了改进方案的有效性,CRH380B 型高速列车总阻力相对于原型车 CRH3,总阻力减小 8% 左右。

二、高速列车空气动力学实验平台建设

目前高速列车气动性能只能在低速航空风洞进行实验,存在来流速度偏低,难以模拟地面效应,不能模拟明线交会、隧道通过和隧道会车等运行场景的缺点,需要发展大型双向动模型空气动力学实验平台。基于我所在激波风洞建设方面长期积累的经验,提出了利用高压空气驱动高速列车模型平台建设思路,通过近 3 年的动模型加速、减速的原理性多方案验证,确定了动模型实施方案,并于 2013 年年底

建成了最高实验速度 500 公里/小时、缩比 1:8、双向运行的大型动模型实验平台。该动模型实验平台为高速列车空气动力学基础研究和我国未来高速列车研制奠定了基础。

我所通过参与联合行动计划,发展了分析手段,建立了实验平台,积累了高速列车空气动力学设计和研究经验,与高铁企业建立了良好的互动关系,造就了一支从事高速列车空气动力学研究的高水平人才队伍。



图 1 高速列车动模型试验平台

LMFS 流固耦合与数值计算课题组供稿

高速结构冲击实验平台建成

我室在怀柔园区建成了高速结构冲击实验平台。结构冲击实验平台采用气压加载,高压气体推动活塞,活塞通过绳子与车体连接,对车体进行加载,车体通过轴承在滑道上滑动,当气压降低到一定水平时,车体与绳子发生脱钩,车体继续依靠惯性保持匀速运动。最终车体以一定速度与端部的薄壁圆筒吸能装置发生碰撞。车道长度为 200m,车体质量可为 30kg~3000kg,碰撞速度为 5m/s~100m/s。平台可以提供 1MJ 的动能。平台采用高速摄影获取结构件变形信息,并辅助以 DIC 技术分析结构动态变形过程。同时,采用多点力传感器捕获

碰撞力分布, 为研究非对称碰撞过程提供了有力的测试手段。利用该平台可开展大型结构冲击吸能行为研究, 结构非对称碰撞行为研究, 大尺度胞元泡沫、混凝土材料动态力学性能研究等。近期, 采用标准的圆柱壳结构对平台的加载能力及测试环境进行的标定实验。下图为实验与数值模拟结果的对比。

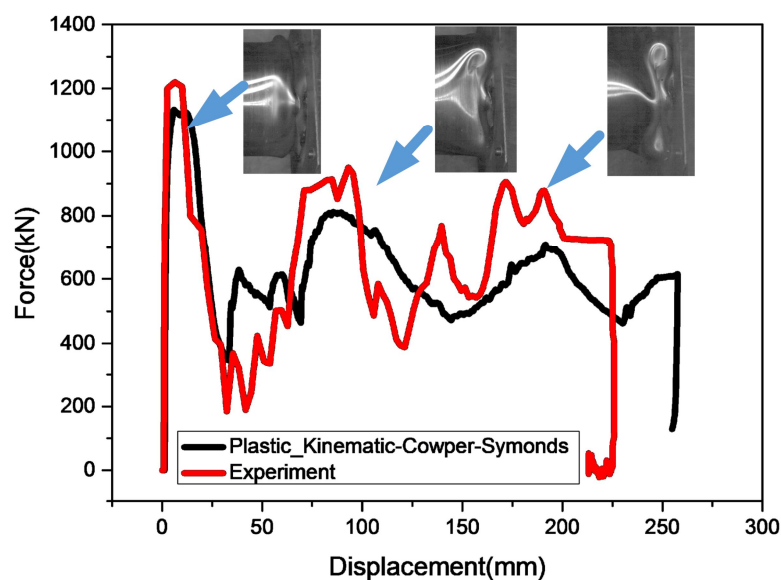


图 1 碰撞过程压溃力数值仿真与实验结果比较

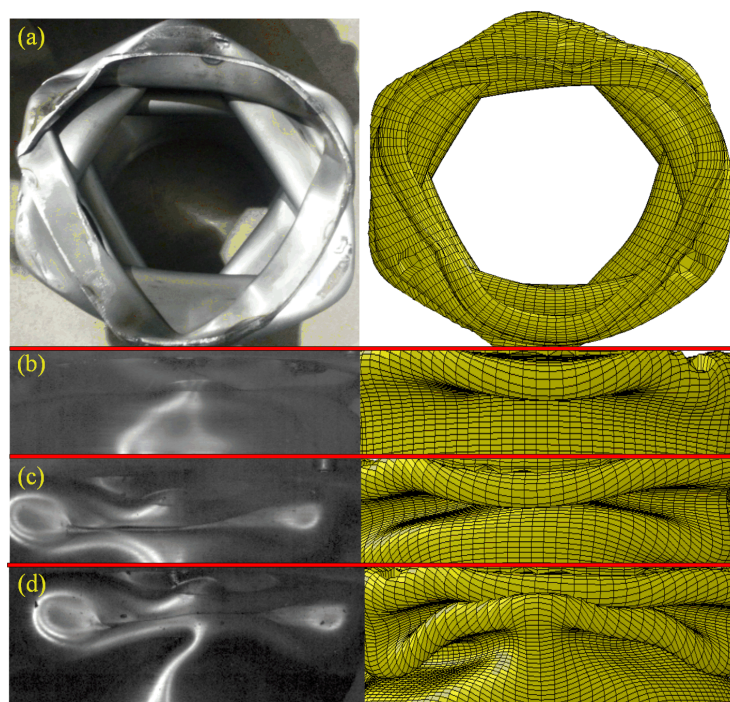


图 2 碰撞过程塑性铰形成细节数值仿真与实验结果比较

LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿

国家重大科研装备研制项目子项目“组合式海底地震探测装备”召开 2014 年上半年成果汇报会

2014 年 6 月 20 日, LMFS 海洋环境与工程应用课题组李勇副研究员参加了国家重大科研装备研制项目子项目“组合式海底地震探测装备”2014 年上半年成果汇报会, 做了“组合式海底地震仪 (GOBS) 力学性能物理模拟装置研制”的研究进展报告, 对课题上半年的研究成果进行了总结。

课题首先对搭建的物理模拟装置进行了系统调试, 调试完成后对物理模拟装置的流动特性进行了校测, 水洞和水槽流速与电机变频器频率之间表现出良好的线性关系; 然后按照 GOBS 实际设计图纸等比缩小加工了实验所需的物理模型, 利用所购置的 PIV 测量系统, 针对单个以及一串多个 GOBS 模型展开了一系列不同来流条件下的物理模型实验, 初步获得了 GOBS 模型入水及下落过程中的姿态和轨迹。以上研究成果得到了与会专家的一致认可。

LMFS 海洋环境与工程应用课题组供稿

院战略性先导科技专项项目“页岩气勘探开发基础理论与关键技术”和中国地质调查局工作项目“页岩气评价参数体系及选区选层评价”正式启动

2014 年 4 月 19-21 日, 院战略性先导科技专项 (B 类) “页岩气勘探开发基础理论与关键技术”专项启动暨 2014 年工作会议在北京召开。该项目聚焦于微尺度孔隙页岩, 以查明储气量和可开采量为目标, 为页岩气专项提供理论基础。LMFS 海洋环境与工程应用课题组承担了“毫-微-纳尺度孔隙介质内甲烷输运规律研究”子课题。会议

明确了专项产出目标、任务分解及各项目 2014 年度工作计划，会上负责人签署了子课题承诺书及相应任务书，专项参与人员进行了学术交流。

2014 年 4 月，中国地质调查局“页岩气评价参数体系及选区选层评价”工作项目启动会议在北京召开，LMFS 海洋环境与工程应用课题组承担其中的“页岩纳米孔喉内甲烷吸附、解吸附模拟研究”专题。该专题计划采用分子动力学方法模拟不同壁面成分、温度、压力条件下纳米喉道内甲烷的吸附、解吸附特征，是页岩气储量评价和可采性评估的基础性工作。

LMFS 海洋环境与工程应用课题组供稿

西藏如美水电站重大工程项目正式启动

为了完成西藏如美水电站工程滑坡与泥石流风险评估工作，中国水电顾问集团贵阳勘测设计院（简称贵阳院）与中国科学院力学研究所（简称力学所），联合奥地利维也纳工程咨询公司（简称 VCE）成立国际合作联盟，进行合作研究。

贵阳院、力学所和奥地利三方合作的“藏区高原滑坡与泥石流风险评价及治理技术研究”（总经费 1230 万）工作大纲确定。该项目 2014 年 6 月正式启动，计划 2016 年 6 月完成。共分为 7 个工作包：

- (1) WP1 遥感探测与滑坡泥石流风险评价工作包；
- (2) WP2 碎裂卸荷岩体地应力特征和地质特性工作包；
- (3) WP3 边坡稳定性分析方法与分析软件开发工作包；
- (4) WP4 边坡稳定性定量分析工作包；
- (5) WP5 边坡及泥石流治理技术工作包；
- (6) WP6 涌浪分析与小区域暴雨洪水水文工作包；

(7) WP7 泥石流特性研究。

力学所承担其中 WP3、WP4、WP6 三个工作包，负责与奥地利方的沟通和成果消化应用，并协助贵阳院进行总体工作的管理。力学所总体和 WP3、WP4 由吴梦喜高工负责，WP6 由刘青泉研究员负责。

经查阅相关研究资料，对于西部高原地区的滑坡、泥石流风险研究和评估体系，尚不健全。本课题拟引进国际最先进的滑坡与泥石流风险评估方法体系，并针对如美水电站库区堆积体、坝址区碎裂卸荷岩体高边坡及绒曲泥石流沟开展工程地质特性、物理力学参数、变形失稳机制、有限元计算分析等研究，建立一套适应如美水电站工程的滑坡与泥石流风险评估模型，解决如美水电站工程实际问题，并通过技术总结和提炼，形成一套适合我国西部高原地区的水利水电工程滑坡与泥石流风险评估体系，该体系可应用于类似工程中，产生显著的社会经济效益。

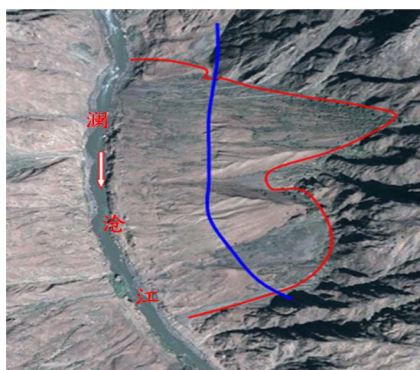


图 1 如美坝上游 7km 容松堆积体



图 2 小湾水电站库区“7.20”滑坡体



图 3 贵州省关岭县“6.28”滑坡体



图 4 水布垭库区大堰塘“6.15”滑坡体



图 5 枢纽区碎裂卸荷岩体边坡

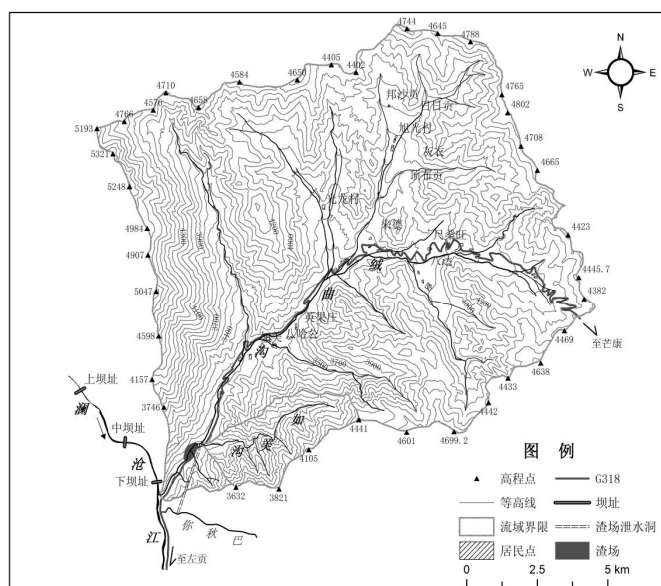


图 6 绒曲沟流域图



图 7 绒曲沟照片

LMFS 流域水环境课题组供稿

南车青岛四方机车厂车体碰撞吸能行为研究项目合作正式启动

随着我国铁路网络不断发展以及动车运行速度的不断提升, 车辆碰撞安全性能的研究也越来越受到各个机车厂的重视。力学所与四方机车厂就以下几方面开展了合作:

- (1) 车体用铝合金材料、碳钢材料动态本构参数与失效参数实验研究;
- (2) 车体铝合金焊缝材料各项异性动态力学行为研究;
- (3) 典型结构件高速碰撞实验及数值仿真研究

上述研究内容的开展将为车体碰撞行为及典型碰撞工况的复现奠定理论基础及并提供相关的材料参数。

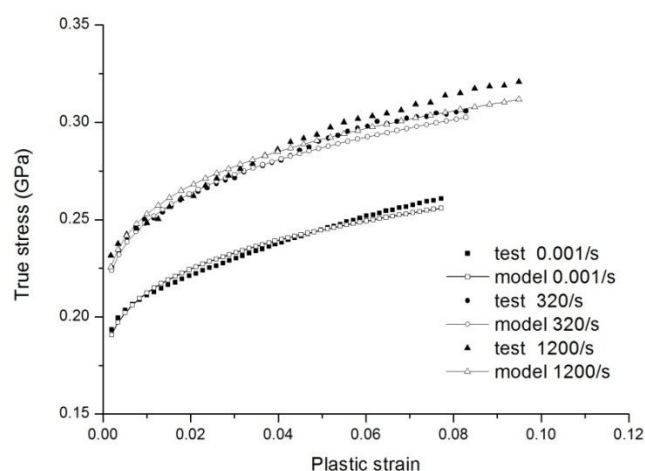


图 1 典型铝合金材料动态力学性能及本构参数拟合

LMFS 冲击与耦合效应课题组供稿

重要工程项目“深厚覆盖层局部渗透破坏对大坝的影响研究”完成合同谈判

LMFS 吴梦喜高工负责的“深厚覆盖层局部渗透破坏对大坝的影响研究”项目 (44.5 万, 2014 年 6 月-2015 年 6 月) 6 月 20 日在成都完成合同谈判。该项目是成勘院承担的中水顾问集团科研项目“深厚覆盖层筑坝关键技术”的子课题。其成果将为深厚覆盖层上的堆石坝设计和已建大坝的运行管理服务。

水电资源占全国 2/3 的西南地区的水电站坝址覆盖层深厚, 对深厚覆盖层坝基采用悬挂式防渗墙技术进行处理和利用, 是目前通用的一种技术。然而, 这种渗流控制方式坝基的渗透坡降往往不满足现行的设计规范中关于坝基的渗透坡降小于材料的允许渗透坡降的规定, 甚至会发生局部的内管涌渗透破坏, 而要满足这个规定的设计方案在技术经济上几乎是不可行的。实践中, 一些大坝的设计超过了上述限定, 甚至坝基发生了局部的渗透破坏, 这些大坝是否安全, 尚无确切的回答。目前本世纪十大世界最大的工程之一雅鲁藏布江大拐弯米林水电站的覆盖层最大厚度 567m, 其研究开发工作预计要超过 30 年。本项目的研究也标志着力学研究所已经开始参与该工程关键技术的研究, 与设计单位成勘院的合作将不断深入。

LMFS 流域水环境课题组供稿

重要工程项目“地质灾害对西气东输管道安全影响的力学评估”合作取得进展

2014 年 4 月起, LMFS 海洋环境与工程应用课题组与北京科力华安地质灾害监测技术有限公司就承担“地质灾害对西气东输管道安

全影响的力学评估”项目工作展开了洽谈,并初步达成了合作意向。该项目旨在对西气东输管道在黄土地质条件下塌陷、滑坡等地质灾害作用下输气管线安全进行力学分析,为管线治理必要性和措施提供技术支持。海洋环境与工程应用课题组在前期开发的悬跨海管安全预警软件基础上,针对陆地输气管道特有的加载形式和支撑特征,发展、建立了新型的管-土耦合计算模型,并与实验结果进行了验证,表明该模型可快速、准确地得到滑坡作用下的管道力学响应。

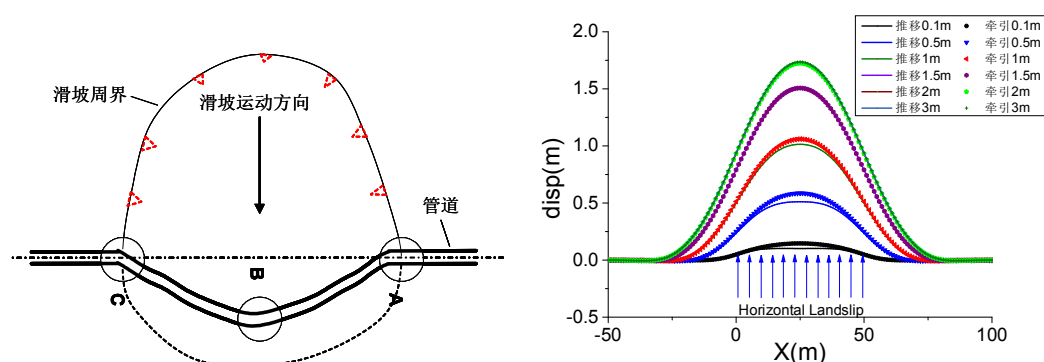


图 滑坡致管线弯曲变形示意及不同滑坡位移量时管线弯曲变形计算结果

LMFS 海洋环境与工程应用课题组供稿

重要工程项目“象泉河阿青水电站渗流分析研究”取得重要阶段性进展

LMFS 吴梦喜高工负责的象泉河阿青水电站渗流分析研究项目(19.5 万)2014 年 4 月启动,已于 6 月 20 日在成都进行中期交流,该项目的主要研究工作已基本完成。

阿青水电站位于西藏阿里地区象泉河(又称朗钦藏布)上,是象泉河干流梯级开发的第二级电站。枢纽距札达县城约 45km,札达县城距阿里地区行署所在地狮泉河镇 247km。海拔高程约 3800m。工程地理位置偏远,高寒缺氧,自然条件较恶劣。

阿青水电站坝址处控制流域面积 11420km^2 ，多年平均流量 $23.7\text{m}^3/\text{s}$ ，水库正常蓄水位 3814m ，调节库容 2.29亿 m^3 ，具有多年调节性能，电站装机容量 3.3万 kW ，多年平均年发电量 1.282亿 kWh 。枢纽布置如图所示，大坝为沥青心墙砂砾石坝，坝高 107m 。电站位于坝左岸山体后部，地面厂房。

本项目由设计单位中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司委托。该单位和我所已经在 8 个水电站工程的设计研究上进行了合作。

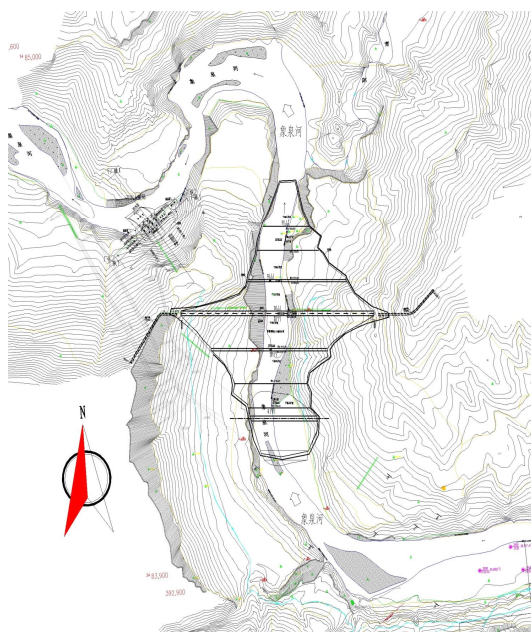


图 1 阿青水电站枢纽布置图

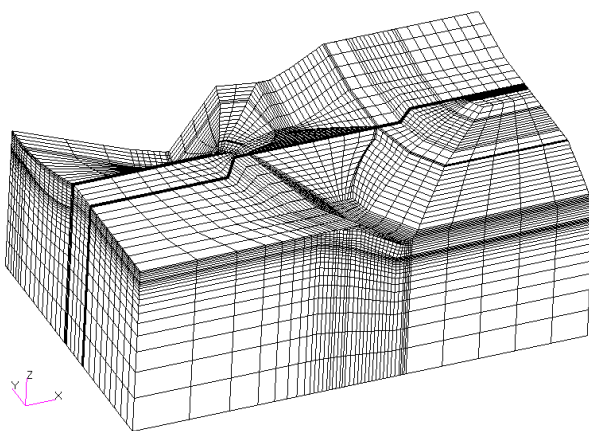


图 2 三维有限元网格模拟范围示意图

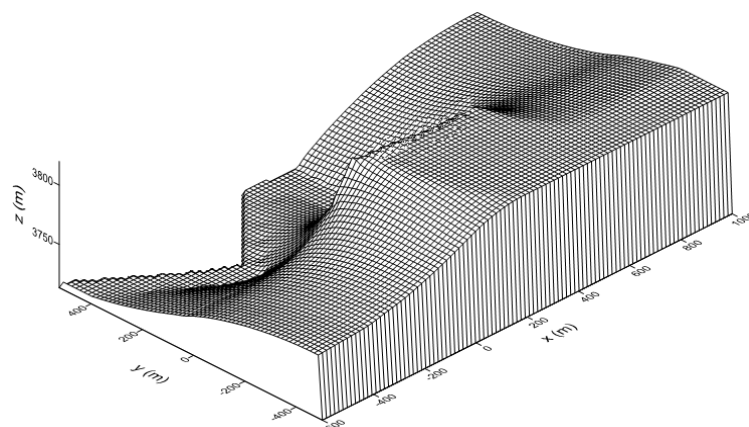


图 3 浅帷幕方案自由水面三维示意图

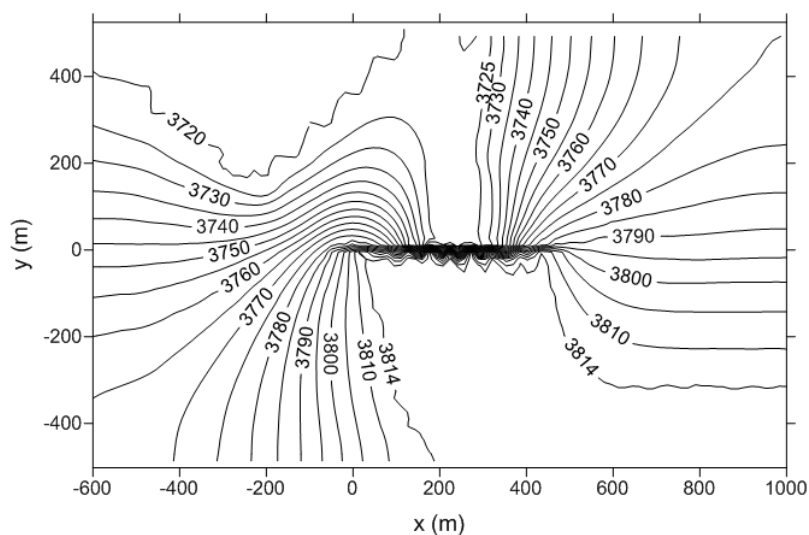


图 4 浅帷幕方案自由水面等高线

LMFS 流域水环境课题组供稿

重要工程项目“黄登水电站重力坝坝基深化优化研究”完成中期进展汇报

6 月 26 日, 澜沧江黄登水电站重力坝左右岸坝肩开挖及坝基优化设计现场会在云南省怒江州兰坪县黄登水电站业主营地举行, 会议期间吴梦喜高工对业主委托力学所承担的“黄登水电站重力坝坝基深化优化研究”项目 (48 万) 成果进行了中期进展汇报。

黄登水电站位于云南省兰坪县境内,是澜沧江上游古水至苗尾河段水电梯级开发方案的第五级水电站,采用坝式开发,以发电为主。大坝高 203m,是我国最高碾压式混凝土重力坝。本项目对坝体、坝基应力和抗滑稳定性进行了研究,提出了坝基岩体的优化利用标准,为大坝建基面位置的确定提供了重要参考和依据。

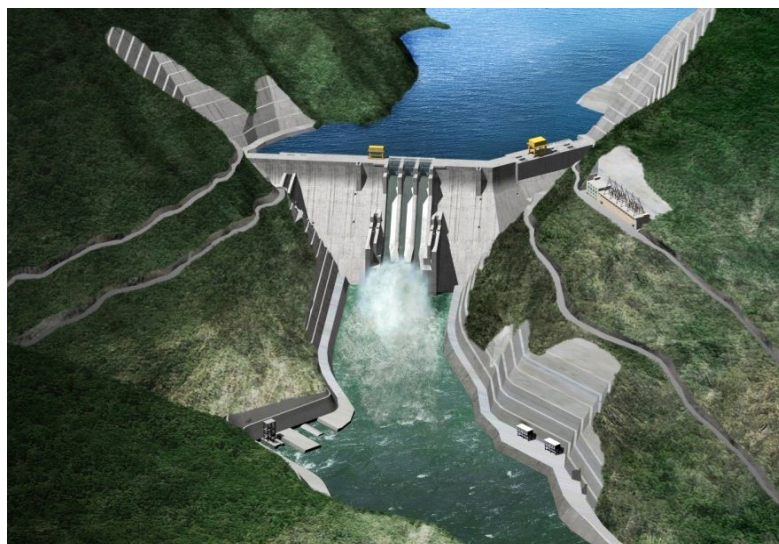


图 1 大坝效果图

LMFS 流域水环境课题组供稿

土力学课题组在南海水合物研究方面取得进展

LMFS 重点实验室土力学课题组顺利完成了国土部 127 专项的外协课题“水合物分解的土力学响应及土层不稳定性评价”在 2011-2013 年期间研究工作,取得的阶段性成果得到专家肯定,评审结果为优秀。

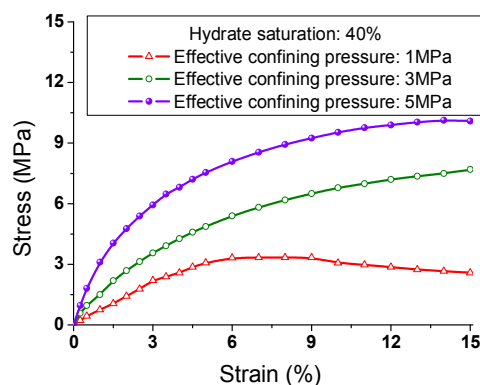
主要成果如下:

(1) 课题组利用自主研发的含水合物沉积物合成与力学性质测量一体化实验装置,以我国南海北部陆坡和东沙海域海底水合物沉积物为实验介质,获得了国内最为系统的南海含水合物沉积物的应力应

变、渗透率等力学参数,并提出了含水合物沉积物弹性模量与水合物饱和度的基本关系,相关成果和数据可为我国水合物勘探、开采与安全性评价提供基础数据;



(a) 一体化实验装置



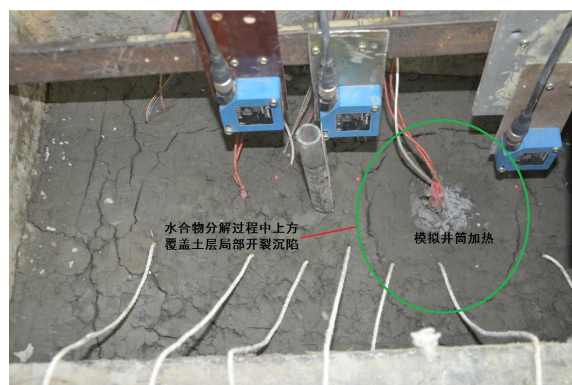
(b) 应力应变曲线

图 1 含水合物沉积物力学特性实验装置与应力应变曲线

(2) 针对水合物分解引起的地层不稳定性问题,课题组逐步实现了从小尺度 (m) 模型到较大尺度 (100m) 三维模型的离心机模拟,



(a) 离心机实验装置



(b) 水合物分解过程中土层沉降、开裂与滑动

图 2 水合物分解引起地层不稳定的离心机实验模拟

相关工作已发表在《Journal of Petroleum Science and Engineering》《Journal of Heat transfer-The Transactions of ASME》《Acta Mechanica Sinica》《Science China-Physics Mechanics & Astronomy》等刊物上。

在前期工作基础上,课题组在我国陆域和海域天然气水合物的研究工作也获得了后续的支持,重点将针对天然气水合物试验性开采、现场监测的关键力学问题开展研究。

LMFS 土力学课题组供稿

海底子母管道涡激振动抑制研究取得进展

海底子母管是海洋石油开发中采用的一种新型工程结构型式,其通常由一大(母)一小(子)两根平行管道绑缚在一起铺设于海床之上(如图 1)。对于近海床壁面相邻布设的子母管道而言,其结构水动力响应比传统的单根海底管道要复杂,但合理的结构布局可抑制结构涡脱落,从而有利于海底管道整体结构安全。在挪威船级社的推荐做法 DNV-RP-F105 中着重强调了对此类复杂管束结构的涡激振动模拟试验的重要性。

在大型流固土耦合水槽中,采用改进设计的涡激振动模拟装置对近床面的不同结构布局的子母管结构涡激振动进行了系列试验和量纲分析研究(如图 2)。研究中分别考虑了系统质量阻尼系数、床面间距比、管道直径比、管间距比、以及两管相对角度等多因素对结构系统的涡激振动特性的影响。实验发现,在合理的结构布局下,子母管结构涡激振动幅值可比单管振动幅值(Modified Griffin plot by Govardhan and Williamson, 2006)显著降低(见图 3);分析得到了子母管结构的运动特性随结构参数的变化关系,如图 4

所示。可见, 子母管的合理布局可有效降低结构系统的尾迹涡脱落强度, 从而达到抑制涡激振动的效果。

以上研究进展发表于国际期刊 *Applied Ocean Research*. (Zang Z P, Gao F P. Steady current induced vibration of near-bed piggyback pipelines: Configuration effects on VIV Suppression. *Applied Ocean Research*, 2014, 46: 62-69 ; Zang Z P, Gao F P, Cui J S. Physical modeling and swirling strength analysis of vortex shedding from near-bed piggyback pipelines. *Applied Ocean Research*, 2013, 40: 50 - 59.)



图 1. 海洋工程中的子母管结构

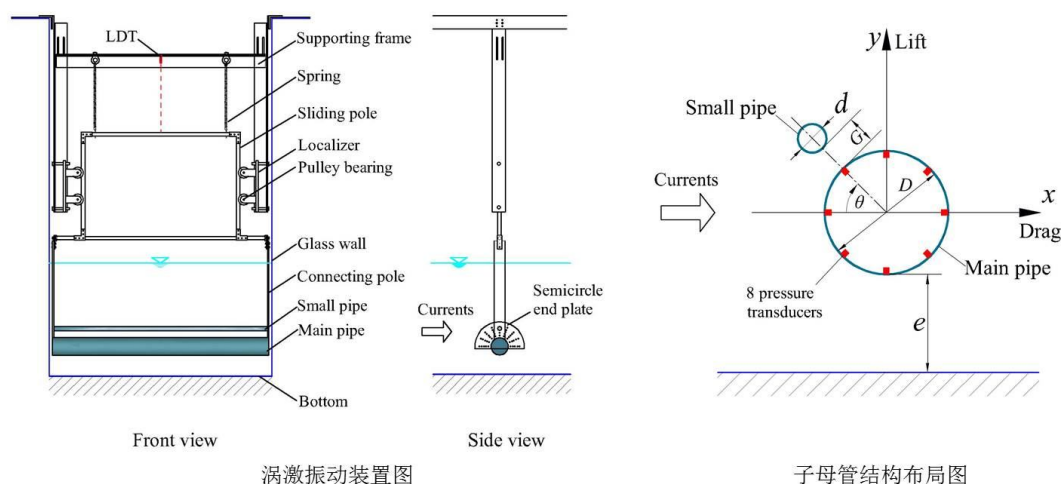


图 2. 涡激振动装置及子母管的结构布局图

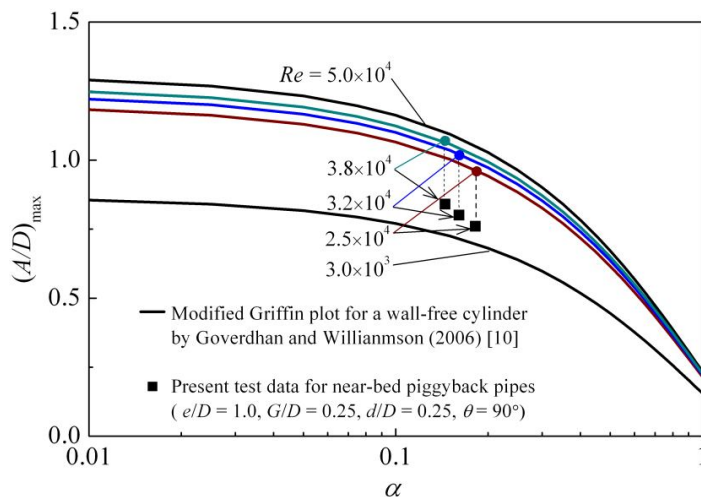


图 3. 子母管结构涡激振动幅值与单管的比较

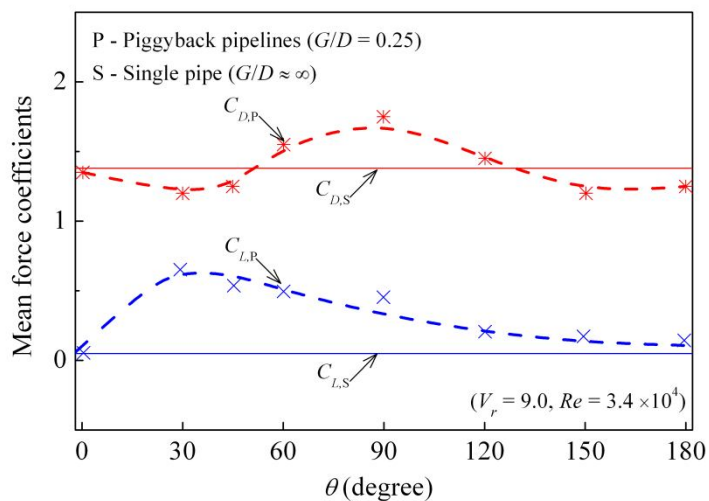


图 4. 子母管结构整体受力随两管相对角度的变化

LMFS 流固土耦合力学课题组

欢迎您到网站下载电子版季报 <http://lmfs.imech.cas.cn/>

地址：北京市海淀区北四环西路 15 号中国科学院力学研究所

邮编：100190

电话：(010)82543663 82544171

邮箱：lmfs@imech.ac.cn

联系人：胡家璐 文静