



中国科协第 235 次青年科学家论坛简介 —— 极端复杂测试环境下实验力学的机遇与挑战

王正道¹ 龚兴龙² 丁克勤³ 冯雪⁴

¹ 北京交通大学力学系, 北京 100044

² 中国科学技术大学近代力学系, 合肥 230027

³ 中国特种设备检测研究院, 北京 100013

⁴ 清华大学工程力学系, 北京 100087

1 前言

由中国科协主办、中国力学学会和北京交通大学共同承办的“中国科协第 235 次青年科学家论坛”于 2011 年 5 月 27~29 日在北京交通大学召开。本次论坛的主题为“极端复杂测试环境下实验力学的机遇与挑战”，论坛主席由北京交通大学王正道、中国科学技术大学龚兴龙、国家特种设备检测研究院丁克勤和清华大学冯雪共同担任。

“青年科学家论坛”是由中国科协主办的一个重要的高水平系列学术交流平台，是为广大优秀青年科技工作者开办的一项长期的、高水平的学术交流活动。自 1995 年 4 月设立以来，为我国培养和造就一大批进入世界科技前沿的学术和技术带头人起了重要的推动作用。

本次论坛是继 2003 年第 75 次“青年科学家论坛”召开以来，我国实验力学界第二次成功申办该高水平学术活动。本次论坛正式邀请的代表有 33 位，他们是目前国内活跃在实验力学科学研究或工程应用前沿的知名高校和科研院所的知名青年学者，其中包括多名国家杰出青年基金获得者和中国科学院“百人计划”入选者。《实验力学》主编亢一澜教授、清华大学谢惠民教授、美国奥克兰大学杨连祥教授等 6 位国内外实验力学界知名学者列席参加了最后半天的专题研讨。实验力学专委会主任于起峰院士、国家自然科学基金委员会数理学部孟庆国副主任、数理学部力学处詹世革处长等也出席了本次论坛。

出席本次论坛的代表几乎涵盖了目前我国实验力学界最知名的青年专家。论坛召开期间，24 位代表围绕本次论坛的主题，结合自身研究领域

进行了主题发言，30 位代表各自就最新研究成果提供了 4 页左右的详细摘要。下面就本次论坛所邀请代表的研究报告与最新成果加以简述，更详细的内容可参阅中国力学学会 2011 年网上会议论文集 CSTAM-A01。

2 论坛报告简述

多场及极端测试环境实验表征技术是目前实验力学的研究热点之一。清华大学冯雪介绍了他们课题组近期在高温氧化环境下材料力学行为测试方法和技术方面所取得的一些研究进展，包括自行组建的高温多场测试系统及基于相干梯度敏感方法获得材料在热冲击下动态响应及热震行为的测量方法等；北京大学裴永茂报告了电磁功能材料的力-磁-热多场耦合测试技术，揭示多物理场耦合环境下电磁功能材料相关参数的变化规律；兰州大学梁轶瑞报告了他们课题组近期关于风沙电场实验研究的一些新进展，包括实验研究不同风沙环境下风沙电场的变化及分布规律；西南交通大学康国政概述了他们最近几年在材料的时间相关棘轮行为、棘轮-疲劳交互作用和先进材料的棘轮行为方面的研究成果；西安交通大学张伟旭报告了双层管道的热力研究，探讨了热载荷作用下内壁褶皱的机理；东南大学杨福俊介绍了他们近期关于闭孔泡沫铝的抗冲击及吸能特性的实验研究。

光测实验技术及应用近年来一直是实验力学的主要研究领域之一。北京航空航天大学潘兵介绍了他们最近在高性能数字图像相关方法研究中所取得的进展，包括避免冗余计算的快速高精度

数字图像相关方法研究;同济大学杨国标报告了动态光弹性法与数字图像相关方法结合的应力波波速测试研究;天津大学陈金龙报告了采用等达因法和数字相移光弹性法揭示飞机风挡和座舱盖等航空透明材料的工艺应力表征及其银纹演化机理;清华大学姚学峰介绍了在相干梯度敏感干涉、焦散线、数字图像相关、多火花式高速摄影等等方面的相关研究;国防科技大学尚洋报告了扰动环境下摄像测量像机的标定与在线修正技术,系统介绍了他们课题组所采用和提出的多种扰动环境下摄像测量像机标定与在线修正方法;北京理工大学马少鹏介绍了利用数字图像相关方法进行复杂岩石结构损伤破坏过程的实验观测及定量分析方法;昆明理工大学许蔚介绍了对数字全息光弹法的改进研究的严格理论推导和初步实验研究。

电磁功能材料制备及磁、超声检测技术研究也是目前实验力学的重要研究领域。中国科学技术大学龚兴龙报告了磁流变弹性体的研究进展,内容包括硅橡胶基磁流变弹性体的制备、性能表征和磁流变弹性体在动力吸振器上的应用;北京交通大学王正道介绍了他们课题组近期利用电磁无损检测技术在材料早期损伤和结构安全性评定方面所取得的一些研究进展,包括物理模型建立、失效判据确定和实验结果报道;北京大学李法新介绍了关于铁电陶瓷变形与断裂实验研究方面的一些最新研究进展,包括PZT铁电陶瓷在电场或力场作用下的变形行为、应力退极化行为以及电畴翻转特性;北京工业大学焦敬品介绍了基于超声波技术的机械结构薄液体层厚度测量方法的研究进展,研究通过对超声波在界面处反射信号频谱的谐振频率和波形奇异点分析来实现液体层厚度的测量。

微纳尺度下的实验表征技术是目前实验力学的另一重要研究领域。中国科学院力学研究所张泰华报告了他们最近发展的一种识别幂硬化材料塑性参数的球压入分析方法,该研究不仅丰富了纳米压入测试技术仪器化压入测试的内容,而且极大地拓展了该技术的使用范围;而且极大地拓展了该技术的使用范围;内蒙古工业大学赵春旺介绍了他们将透射电子显微镜和几何位相分析法相结合测量纳米尺度变形场的研究进展,内容涉及位错芯周围变形场分析、晶界变形场分析、裂纹尖端区域变形场分析、数值云纹法的理论分析及应用等;北京理工大学刘战伟介绍了他们在

MEMS结构的变形测量技术方面的一些最新研究进展,包括几何相位分析法处理人工栅格以提取残余位移和应变场、利用扫描电子显微镜扫描线作为参考栅的SEM云纹法、利用计算机生成的数字栅的数字几何云纹法以及微标记点识别法等。

实验流体力学及相关测试技术与方法研究在本次论坛受到很多关注。中国科学院南海海洋研究所周生启系统介绍了他们课题组近十年来在湍流热对流、纳米流体的动力和热输运方面的研究成果,以及近期开展的对海洋中的物理现象进行室内流体力学实验模拟新进展。中国科学技术大学罗喜胜报告了他们关于激波管中Richtmyer-Meshkov不稳定性的实验研究,内容涉及汇聚激波产生方法,多种形状界面生成方法,采用高速纹影、Mie散射及多种激光切片观测手段,利用小波分析等先进分析方法,以及激波与气泡相互作用中的RM不稳定研究等。天津大学姜楠介绍了高超声速尖锥边界层流动稳定性的实验测量研究,内容涉及在高超声速炮风洞中壁面脉动热流的相关测量技术。中国科学院力学研究所仲峰泉报道了他们课题组近期开展的应用于燃料主动冷却性能研究的传热装置及若干测量技术。

本次论坛同时也涉及工业安全、农业生产及对国民经济有重要影响领域中的实验力学问题。中国特种设备检测研究院丁克勤介绍了高参数、高风险特种设备安全检测技术的最新研究进展,内容涵盖了用于管道焊缝安全检测的工业射线数字成像检测技术、油气输送管道高速检测的电磁检测技术以及恶劣环境下烟气轮机叶片检测技术等。华南理工大学汤立群报告了活体水稻力学量的田间测量及水稻力学性能的统计分析研究,该研究关注于农学家迫切希望解决的水稻倒伏现象。北京交通大学谷宇报道了针对对危害公共安全的爆炸物及毒品等危险物的识别方法、传感技术、检测系统及数据处理模型等方面的一些最新研究结果,华南理工大学郭馨艳报告了湿-热-力耦合作用下FRP增强RC梁疲劳特性的实验研究。上海交通大学史熙介绍了防爆电梯用渐进式安全钳界面工作温升的实验测量研究。

3 共识和建议

“青年科学家论坛”往往针对某一专门学术议题,采取学术报告和集中研讨相结合形式。一方面希望藉此促进优秀青年科技工作者的交流和成长,使他们置身于高层次的学术讨论环境之中,拓

宽视野,提高学术水平;同时也希望通过这种研讨达成若干共识和建议,形成相关书面文字材料,最终以供国家决策部门制定相关政策时借鉴。

本次论坛召开期间,前一天半为学术报告,最后半天与会代表及部分特邀嘉宾围绕本届论坛主题,结合目前实验力学面临的多尺度、多场耦合和极端加载条件等,开展了深入讨论,最后达成如下共识:

共识和建议一:实验力学目前发展趋势是基础性、交叉性和技术性更为突出。微纳尺度实验力学技术与装置、多场与多系统实验测量技术、特殊环境与极端条件下力学量检测技术、磁与超声等无损检测技术、力学场可视化技术与实验数据识别等已成为实验力学学科发展的前沿基础问题。建议国家科技部、国家自然科学基金委等部门就相关领域的研究予以重视和优先资助。

共识和建议二:卫星、大飞机、高速列车、核电工程、武器装备、重型巨载和大型桥梁等重大设施研发和运营中,提出许多与力学测量相关的技术科学问题,迫切需要发展有针对性的检测技术、表征方法及专门检测仪器,但目前支持这些研究的实验仪器与设备匮乏。建议国家相关职能部门在制定上述大工程战略规划时,能设立专门科学仪器与检测方法研究基金,从制度上确保我国专用科学仪器研制的长期性、规划性和系统性。

共识和建议三:应进一步加大对具有我国自主知识产权的原创通用性科学仪器和实验力学软件研制与开发的投入力度,充分认识到科学仪器和实验软件研制的长周期、系统性和复杂性,建立相应考核和激励机制;同时,要高度重视我国实验科学队伍的成长,在国家层面上制定我国实验科学队伍的发展战略规划。

THE 235TH YOUNG SCIENTISTS FORUM OF CAST: CHANCE AND CHALLENGE FOR EXPERIMENTAL MECHANICS UNDER EXTREMELY COMPLEX CONDITIONS

WANG Zhengdao¹ GONG Xinglong² DING Keqin³ FENG Xue⁴

¹ Department of Mechanics, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

² Department of Modern Mechanics, University of Science and Technology of China, Hefei 230027, China

³ China Special Equipment Inspection & Research Institute, Beijing 100013, China

⁴ Department of Engineering Mechanics, Tsinghua University, Beijing 100087, China