

物复合材料方面投入较大人力, 尽管占有天时和地利优势, 使得参会人数和论文数比其它国家多, 但是从本国论文分布, 仍可以推测出在以上两方面发展得较好. 日本则发展比较平衡, 在各个领域都有相当的人数参加会议.

### 3 我国在此领域的地位

大会的主要报告和分组的报告基本反映了当前固体力学的研究动态. 中国学者的研究工作基本上是与国际接轨的. 在力学理论和数值计算方法上, 我国与先进的欧美国家不存在差距, 彼此间可以相互借鉴, 主要原因是这些年的国际交流不断扩大, 相互访问人员增加. 尽管由于经济原因, 参加国际会议和学术交流的中国学者相对较少, 与人口大国仍不相称, 但是在国际杂志和会议上发表文章的中国学者越来越多. 欧美国家应用的先进大型有限元计算软件我国都

有, 数值计算上不存在差距, 并且中国学者的基础理论扎实, 研究水平较高, 相比之下, 研究中的薄弱环节是缺少高质量的实验结果.

### 4 建议

美国哈佛大学著名学者 J.W. Hutchinson 和我国的黄克智院士都曾经指出, 许多理论模型仅从解析解不能得到合理的解答, 甚至无法解决, 需要借助于数值解答, 因此, 重视和发展计算力学非常重要. 再者, 发展以有限元为主的计算力学模型可以解决大量的工程问题. 计算力学属于应用基础研究和应用研究, 前苏联就是重理论轻计算, 使目前的力学研究落后于欧美. 我国力学学术界应该理论研究、计算、试验和工程应用并重.

下次会议将于 2003 年在日本的仙台市举行.

## 第三届国际细观力学会议简介

余寿文 冯西桥

清华大学工程力学系, 北京 100084

### 1 会议概况

第三届国际细观力学会议 (Mesomechanics 2000; 或简称“细观力学 2000”) 于 2000 年 6 月 13 日~16 日在古城西安召开. 有来自美国、俄罗斯、中国、加拿大、澳大利亚、奥地利、德国、法国、英国、巴西、丹麦、意大利、希腊、以色列、日本、韩国、波兰、新加坡、瑞士、荷兰等 20 个国家的 120 余位代表参加了会议, 其中国外代表 60 余位, 国内代表近 60 位. 国内从事细观力学研究的多位院士以及国内从事细观力学的主要研究组织均有代表出席会议, 或做邀请报告, 或在分组会议上宣读论文.

国际细观力学系列会议每两年召开一次, 第 1 届于 1996 年在俄罗斯托木斯克 (Tomsk) 举行, 第 2 届于 1998 年在以色列特拉维夫 (Tel Aviv) 举行. “细观力学 2000” 于世纪之交在我国召开, 表明我国在细观力学与相关领域已取得了较好的成绩.

此次国际会议由国际著名力学家 George C. Sih (薛昌明, 美国里海大学教授) 任主席, V. E. Panin (俄罗斯)、余寿文 (中国)、M. P. Wnuk (美国)、

沈亚鹏 (中国) 任共同主席. 会议的组织和协助单位有西安交通大学、清华大学、中国国家自然科学基金委员会、中科院力学研究所、中国力学学会、美国里海大学和威斯康星大学、美国海、陆、空研究局 (远东或亚洲分部)、俄罗斯科学院西伯利亚分院强度物理与材料科学研究所等.

本次会议的论文集“Mesomechanics 2000”, 由薛昌明教授任主编, 清华大学出版社精装出版. 分上、下两册, 共收集论文 119 篇, 其中来自国外学者的论文 91 篇, 国内学者的论文 28 篇.

大会之后, 于 6 月 17 日~18 日在北京清华大学继续召开了“细观物理力学讨论会”. 7 位中外学者做了学术报告, 与会代表进行了深入的交流和热烈的讨论.

### 2 会议学术内容

在进入 21 世纪的今天, 研究者们所面临的很多问题在时间尺度和空间尺度上都超越了以前的研究范畴. 固体力学已经开始与物理学、材料科学、化学、生物学等相结合, 对现代高新技术领域中不同时间尺

度和空间尺度的诸多问题进行更深层次的、更接近物理本质的研究。人们已不再满足于宏观尺度的描述,而希望跨越宏观、细观、微观多个层次,在从宏观尺寸上的材料与构件、到微米尺度上的材料细观结构和缺陷、到纳米尺寸上的原子、分子及其团簇的全尺度范围内更深刻地揭示材料变形和破坏的规律,以及不同尺度上性质与结构的关联。在这一全方位的固体力学发展中,细观或介观(Mesoscope)处于中间的层次,细观力学的迅猛发展使宏观(Macroscope)与微观(Microscope)的连接成为可能,因为在目前的技术水平上,尽管人们已经可以利用一台计算机对数目达到 $10^9$ 以上的原子或分子进行分子动力学模拟,但完全从分子或原子尺度对宏观材料或结构的行为进行分析和预测尚不现实。因此,研究细观层次的机械运动以及力、热、电、磁等耦合情况下材料与结构的变形和破坏规律,便成为细观力学的主要任务。细观力学在材料研究与发展、微电子与信息材料、系统的质量与可靠性、纳米材料与技术、智能材料与结构控制、工艺加工过程的力学行为、微机-电系统的设计与优化、生物组织与人造生物材料的研究与开发等诸多领域中,都面临新的需要。可见,细观力学的发展既有重要的基本理论意义,又具有重要的应用前景。它吸引了来自力学、材料科学、物理学、微机-电系统工程等众多领域的研究者,他们从各个不同侧面开展研究和合作。国际细观力学会议作为这样一个学术交流的论坛,便应运而生,而且方兴未艾。

本次会议的主题是“细观力学在科学与技术发展中的作用”。会议安排了一个开幕邀请报告和14个大会邀请报告。开幕邀请报告是由著名科学家程开甲院士所做的“复合薄膜的电子边界条件”。14个大会邀请报告为:

- (1) 物理力学的现代问题(V. E. Panin, 俄罗斯)
- (2) 细观塑性理论进展(黄克智, 中国)
- (3) 应用于复合材料的细观力学——一个尺度问题(C. C. Chamis, 美国)
- (4) 细观尺度上材料的变形局部化与断裂的特征(P. V. Makarov, 俄罗斯)
- (5) 细观非均匀引起的样本独特性(白以龙, 中国)
- (6) 多晶体热/力相互作用的微观机制(G. C. Sih, 美国)
- (7) 细观力学实验中的散斑关联和同步辐射方法(伍小平, 中国)

- (8) 含裂纹压电介质的冲击与波散射(余寿文, 中国)
- (9) 尼龙-6/ABS混合材料断裂行为的形貌效应(T. Vu-Khung, 加拿大)
- (10) 电致断裂与疲劳的细观力学(杨卫, 中国)
- (11) 材料细观研究的喇曼显微光谱技术与X射线显微切片技术(R. Pyrz, 丹麦)
- (12) 纤维增强材料的参数优化(高玉臣, 中国)
- (13) 静磁场下含共线裂纹的软铁磁弹性体(沈亚鹏, 中国)
- (14) 细观力学与宏观力学中的材料模型(俞茂宏, 中国)

在国家自然科学基金委员会等的大力支持下,我国研究者经过长期努力,在当代固体力学领域与国际前沿水平的差距已越来越小,在宏观断裂力学、剪切带与局部化理论、细观塑性理论、细观损伤力学、本构理论、电致失效力学等方面已处于国际领先或先进的地位。其中部分成果在本次会议的大会报告和分组报告中可见一斑。黄克智院士在报告中对应变梯度塑性理论的最新进展进行了全面评述,并重点介绍了他与Younggang Huang(黄永刚)、Huajian Gao(高华健)等合作在基于细观机制的应变梯度塑性理论(简称MSG理论)和基于Taylor关系的非局部理论(简称TNT理论)等方面的理论研究,及其在微压痕、裂纹尖端场等方面的应用。白以龙院士等的研究发现,几何形状、材料参数、环境条件等看似完全相同的一组试件在强度等方面会表现出很大分散性,而其中的内在原因尚不清楚,他们利用非线性动力学的统计群体演化方法对该问题进行了深入研究,分析了不同的细观承载法则对材料破坏的影响,发现某些形式的损伤对细观承载法则敏感,揭示了跨尺度敏感以及试件尺寸的尺度律的物理机制。余寿文教授介绍了在含裂纹压电体的动态断裂方面的系列工作,包括力-电联合冲击下的I型和III型动态断裂分析、局部脱粘压电夹杂对入射SH波场的散射等。杨卫教授介绍了在铁电材料的电致疲劳和电致断裂方面的理论研究和实验结果,用细观力学方法分析了裂纹尖端在力-电载荷下的畸变及其对铁电材料断裂和疲劳行为的影响。伍小平院士、沈亚鹏教授、俞茂宏教授等的大会报告也引起了与会者的极大兴趣。

会议安排了30个分组。共安排了论文报告96篇。这些分组的相关学科分支有细观力学,细观力学,连续介质力学,分析力学,计算力学,地质力学,力电

力学, 断裂力学, 疲劳与损伤力学, 结构力学等. 在这些分组报告中, 也有很多精彩的学术报告. 例如, 美国密歇根技术大学的 J. K. Lee 教授利用基于统计力学和线弹性理论的离散原子方法, 研究了镍基超合金材料在加工过程中发现的颗粒分裂现象, 这是一种与传统的表面热力学看似相背的有趣的失稳现象. 而德国 Darmstadt 工业大学的 D. Gross 教授利用边界元方法数值模拟了镍超合金中颗粒的形貌演化和稳定性问题, 包括初始不同形状的夹杂的形貌演化过程、相邻颗粒的汇合过程等. 黄筑平教授等研究了粘弹性介质中孔洞长大与形核时间的关系, 利用拉普拉斯变换和 Eshelby 等效夹杂方法, 得到了在不同时间形核的孔洞应变的解析表达式. 范镜泓教授提出了一种方法, 用以分析两相材料中的细观应力分布和细观裂纹扩展, 并用一个依赖于细观结构的参数给出了细观裂纹的疲劳扩展方程. 清华大学冯西桥和余寿文报告了脆性材料微裂纹损伤的一种准细观损伤力学模型. 邢永明等的高分辨率电子显微云纹技术和微米云纹技术可以用于纳观力学和细观力学问题的位移测量.

### 3 物理细观力学讨论会

在清华大学举行的“物理细观力学讨论会”的主要内容有:

- (1) 物理细观力学的模型框架及进展;
- (2) 细观力学中的剪切与转动、变形局部化与断裂;
- (3) 分子动力学的数值模拟与材料 CAD;
- (4) 破坏力学的近期进展与非均质材料的等效力学性能;
- (5) 应变梯度塑性理论与界面力学行为的尺度效应.

参加会议的有 G. C. Sih 教授、俄罗斯科学院院士 V. E. Panin 教授、清华大学黄克智院士、余寿文教授、郑泉水教授等十余人, 其中来自美国、俄罗斯、德国的 6 位学者做了学术报告, 并就感兴趣的一些问题进行了深入的研讨. V. E. Panin 教授介绍了俄罗斯科学院强度物理与材料科学研究所的物理力学方面的研究情况, 他们创办了“物理细观力学 (Physical Mesomechanics)”国际杂志, 并向清华大学工程力学系赠送了该杂志. 与会人员讨论了今后加强学术

交流与合作的问题, 并交换了关于细观变形过程中的剪切变形、局部化行为、转动及其与破坏的关系的理论实验研究等方面各方合作的可能性的意见.

### 4 几点体会

第三届国际细观力学会议的举办, 为中外学者提供了一次交流的论坛, 也为我国从事破坏力学与细观力学研究的学者提供了学术交流和相互学习的机会. 通过举办这一学术会议, 我们有以下几点体会:

(1) 作为介乎宏观力学与微观力学之间的重要分支学科, 细观力学研究跨尺度效应的力学问题, 既是力学研究的国际前沿, 也具有重要的工程应用前景, 它将为微机 - 电系统、微电子与信息工程、材料科学等提供力学的基础理论.

(2) 在国家自然科学基金委员会重大项目“材料的宏微观力学与强韧化设计”(19891180) 等多个项目的支持下, 我国已经形成了以清华大学破坏力学教育部重点实验室、中科院力学研究所、西安交通大学机械强度国家重点实验室、中国科技大学力学系、哈尔滨工业大学航天学院、北京航空材料研究院等多个细观力学研究群体. 有组织地开展国内和国际的学术交流, 使我国能在细观力学的研究领域在国际上占有一席之地, 是必要的, 也是可能的.

(3) 组织力学、材料学、物理学、计算科学等多学科的力量, 选择适当的题目, 联合攻关, 推进学科交叉, 培养年轻一代的学术骨干. 这既是国际上细观力学发展的趋势, 也是我国发展细观力学的需要.

(4) 有计划地集中力量, 建设细观力学的实验基地, 以加强细观力学的实验研究. 在充实硬件的同时, 互通有无. 在实验观察和定量测量基础上, 建立合理的力学与物理模型, 提出细观力学的理论, 是我国细观力学发展中应予重视的问题.

(5) 在复合材料研究与开发、微机 - 电系统的研制、智能材料与结构的研究、先进细观实验技术的开发、无损检测与可靠性评价中, 需要从事细观力学研究的学者参与和结合. 有关组织希望能对此予以关注和支持.

第 4 届国际细观力学会议将于 2002 年在德国召开.