

IUTAM “机械系统非线性振动专题会议”简介

胡海岩

南京航空航天大学振动工程研究所, 南京 210016

1999年3月2日至5日, 由国际理论与应用力学联合会(IUTAM)主办的“机械系统非线性振动专题会议”在越南河内召开。国立越南大学 Nguyen Van Dao 教授和德国汉堡工业大学 Edwin Kreuzer 教授担任会议主席。来自欧洲、美国、中国、日本和越南的70余名学者出席了会议。会议期间, 35位学者作了大会报告, 10余位学者作了墙报交流。会议邀请16位学者举行了研讨学科发展的圆桌会议。

90年代以来, IUTAM非线性振动专题会议每三年召开一次(1990年德国 Stuttgart, 1993年英国 London, 1996年荷兰 Eindhoven)。根据 IUTAM 规定, 每次会议由学术委员会在世界范围内邀请60~70名学者提交论文并参加会议, 不接受自由投稿。学术委员会从录用的论文中选取30余篇作为大会报告, 其余作为墙报。因此, 会议荟集了本领域的国际著名学者。例如, IUTAM主席 W. Schiehlen, 俄罗斯科学院院士 F. L. Chernousko, 波兰科学院院士 Z. Osinski, 日本的 Y. Ueda 教授, 美国的 C. Grebogi 教授, 荷兰的 D. H. van Campen 教授, 奥地利的 H. Troger 教授, 意大利的 G. Rega 教授等。笔者作为我国大陆的唯一代表出席了会议, 应邀担任会场主席并出席圆桌会议, 作了题为“计入司机时滞的四轮转向汽车的稳定性与分叉”的大会报告。

这次会议涉及的主要内容有: 非线性系统辨识, 离散系统的非线性振动, 连续系统的非线性振动, 非线性随机振动与分叉, 非线性振动与混沌运动控制, 海洋结构物的非线性振动, 车辆动力学与控制, 非线性转子动力学, 机电一体化系统的非线性动力学等。从总体上看, 近年来机械系统非线性振动的研究在机理、方法及应用三方面均有一系列重要进展。

在机理研究方面, 连续系统的非线性振动分析取得了引人注目的进展。例如, Mitropolski (乌克兰) 介绍了用渐近方法分析一维弱非线性介质波动问题的新进展。Troger (奥地利) 深入研究了具有对称弹性支撑和自由端质量的输液管道非线性振动及其分叉, 用群论和奇异性理论给出了对称破缺时分叉的开折, 与实验结果完全吻合。Benedettini (意大利) 研究了简谐激励下圆拱的面内大挠度 2:1 内共振问题, 从理论和实验两方面证实了一阶对称模态振动失稳引起的双模态周期振动、概周期振动乃至混沌振动。此外, 一些学者致力研究连续系统的降阶方法及其可靠性。例

如, Rega (意大利) 深入研究了具有初始曲率的梁和悬索, 发现在非内共振情况下一阶对称模态振动仍可能联带起第二阶和第三阶模态振动, 致使该系统的 Galerkin 近似展开至少应包含三个模态。Awrejcewicz (波兰) 采用差分法将矩形薄板离散为具有256个自由度的模型, 通过数值模拟细致研究了其大挠度混沌振动, 为检验各种降阶模型提供了标准算例。

在方法研究方面, 除了对传统渐近分析方法的改进, 非线性振动的控制新策略占了比较高的比重。例如, Chernousko (俄罗斯) 对于有界控制力和约束作用下的高维系统提出了分解控制策略, 可用于绳索、杆、板等连续系统的振动控制。Kapitanaki (波兰) 介绍了空气轴承上的刚性转子的 Hopf 分叉控制研究新进展。Grebogi (美国) 研究了不规则海浪作用下舰载起重机的运货问题, 通过在滑轮上实施主动控制实现了加速运货过程。Nayfeh (美国) 发现, 平均切削力会随着切削深度增加而改变方向, 进而设计了一种双轴振动控制系统来控制镗孔颤振。Awrejcewicz (波兰) 研究了如何通过时滞反馈来改善单自由度和二自由度碰撞系统周期运动的稳定性。

在应用研究方面, 最令人瞩目的是关于海洋结构物、特别是海洋石油平台的非线性振动研究论文高居榜首, 充分体现了各国向海洋寻找能源的趋势。除了德国、英国等工业发达国家, 巴西、越南等发展中国家也有这一领域的研究报道。所涉及的问题主要是海洋石油平台、锚泊式起重机、水上打桩机等海洋波浪作用下的动力学与稳定性, 多采用多体动力学软件进行研究。其次, 发达国家在高速转子、智能车辆、可伸展空间结构等复杂机械系统的非线性动力学分析与控制研究上达到了一个新的高度。例如, Van Campen (荷兰) 研究了一端铰支、另一端装有圆柱油膜轴承的单盘柔性转子系统, 采用模态缩聚进行降维, 分析了偏心质量、轴承刚度和气穴模型对转子系统长时间动力响应的影响。Schiehlen (德国) 在汽车主动牵引系统的研究中, 计及车辆运动、轮胎力、刹车装置的非线性, 设计了非线性控制策略以谋求尽可能平缓的控制输出, 在实验中获得了成功。Schultz (德国) 在研究卫星天线时发现, 具有单侧接触的展开过程不再是准静态的, 伴随着接触引起的结构变形, 天线会发生突然运动和强烈振动, 有可能发生动态的失稳与分叉。此外, 一些非工程领域的应用研究也引起

了人们的兴趣。例如, Maisser (德国) 通过对跳水过程的录像进行反运动学分析, 进而采用多体动力学方法对跳水过程进行了控制优化及稳定性分析, 其计算机模拟结果与运动员的跳水录像取得一致。

此次会议的论文集将在年内由 Kluwer Academic Publishers 出版。意大利力学学会已向 IU TAM 常务理事提出申请, 拟于 2002 年在意大利举办下一届 IU-TAM 非线性振动专题会议。

第三届国际冲击工程会议简介

虞吉林

中国科学技术大学研究生院, 合肥 230026

第三届国际冲击工程会议 (The 3rd International Symposium on Impact Engineering) 于 1998 年 12 月 7 日至 9 日在新加坡举行。本届会议由新加坡国立大学负责组织, 日本机械工程师学会和日本材料科学学会协办, 新加坡国立大学机械和产品工程系主任 V. P. W. Shim 教授任组委会主席。会议得到了美国陆军研究办公室远东办事处 (ARO-FE), 美国航天研发办公室 (亚洲)/ 空军科研办公室 (AOARD/ AFOSR), 美国海军研究办公室 (亚洲) (ONRASIA) 和亚洲技术信息计划 (ATIP) 的赞助。来自日本、美国、中国、英国、俄罗斯、新加坡等 16 个国家的代表共 100 余人参加了会议。

会议涉及的主题有: 材料的动态行为, 失效和动态断裂, 爆炸/ 高速碰撞/ 激波, 弹道/ 侵彻/ 贯穿, 应力波, 高速加工, 层状介质, 损伤和结构失效, 陶瓷和复合材料的撞击, 实验技术, 数值和解析方法等。会议共口头交流论文近 80 篇, 包括 9 篇邀请报告:

(1) 美国陆军研究办公室 A. Crowson 教授: “Materials issues in impact engineering” (冲击工程中的材料问题);

(2) 日本大阪府立大学 S. Tanimura 教授: “Dynamic failure of structures due to the great Hanshir-Awaji earthquake” (阪神大地震引起的结构动态破坏);

(3) 美国普渡大学 C. T. Sun 教授: “Behavior of brittle materials in the presence of confinement and prestresses” (受限制和有预应力时脆性材料的行为);

(4) 英国利物浦大学 N. Jones 教授: “Dynamic inelastic failure of beams and plates” (梁和板的动态非线性失效);

(5) 英国曼彻斯特大学理工学院 (UMIST) S. R. Reid 教授: “Forces generated in impact energy absorbers: Measurements and modeling” (冲击能量吸收装置中产生的力: 测量和模拟);

(6) 印度德里技术学院 N. K. Gupta 教授: “Phenomenon of projectile impact on layered targets” (弹撞击层状靶的现象);

(7) 中国科学院力学研究所白以龙教授: “Damage

evolution to failure of solids subjected to impact loading” (冲击载荷下固体的损伤演化导致破坏);

(8) 香港科技大学余同希教授: “Further studies on the plastic shear failure of impulsively loaded clamped beams” (瞬动载荷下固支梁塑性剪切破坏的进一步研究);

(9) 日本东京大学 T. Shioya 教授: “Macroscopic and microscopic aspects of dynamic crack propagation” (动态裂纹扩展的宏观和微观方面)。

这些报告引起了与会者的广泛兴趣。如陆军研究办公室 Crowson 教授提出将非均匀材料、合成和加工、多轴加载、失稳与失效判据、计算模拟以及新实验技术等六个方面作为突破口, 将注意力集中于材料在复杂加载条件下的力学行为, 特别是一些先进材料如梯度设计的编织复合材料, 用渗透工艺制造的层状或梯度陶瓷/ 金属复合材料, 金属/ 玻璃复合材料, 超轻多孔材料, 仿生物材料等。这些内容确实反映了冲击工程领域中材料动态行为研究方面今后应重点发展的研究领域和前沿课题。在材料动态力学行为的研究中, 较深入的工作都体现了宏观结合、理论与实验结合的特点, 这种研究方法引起了不少代表的兴趣。如白以龙教授的报告介绍了他们应用损伤演化方程, 根据微损伤的统计观察得到损伤动力学函数, 成功地预言平板撞击实验中铝合金的宏观失效。东京大学 Shioya 教授在脆性材料裂纹动态扩展研究中, 考虑了微裂纹的形核、长大、连接过程对高聚物中裂纹扩展途径的影响, 而对陶瓷材料, 则讨论了细观结构即穿晶或晶间断裂对裂纹扩展的影响。在结构冲击方面, 英国 Reid 教授和 Jones 教授分别对结构冲击吸能装置和结构破坏准则的研究进展作了评述。从他们的报告以及会议的其他报告看, 在结构冲击研究方面的研究领域和前沿课题主要有: 复合结构的耐撞性, 结构破坏准则, 含缺陷、受预载结构的响应, 冲击安全装置与技术等。

美国军方的很多代表出席了这次会议, 从提交的报告看, 他们在先进材料、复杂加载条件、破坏准则方面有很深入的研究, 在数值研究方面, 损伤、大变形的