

动态

## 第七届国际计算流体力学会议简介

### 1. 会议概况

第七届国际计算流体力学会议于 1997 年 9 月 16 日至 18 日在北京召开。来自美国、英国、法国、日本、德国、俄罗斯、印度、韩国、新加坡、澳大利亚、瑞典和中国的 126 名代表出席会议，共收到学术论文 140 多篇。国内代表 52 人，国内论文 52 篇。

美国国家航宇局 Ames 研究中心 Helen M. C. Yee、美国加州大学 David 分校 M. Hafez、印度国家空间实验室（数学模型和计算模拟中心）Anand Kumar、英国曼彻斯特大学空间学院 M. A. Leschainer、法国欧洲共同体应用科学计算方法部 J. Periaux、日本京都工程学院日本计算流体学会主席 Nobuyuki Satofuka、澳大利亚悉尼大学航空工程系 K. Srinivas、中国科学院大气物理研究所曾庆存、中国航天工业总公司庄逢甘等专家应邀在大会上做了计算流体力学数值动力学、复杂流动的湍流模型、解决复杂流体力学的创世算法、网格结构的某些算法、计算流体力学合适网格、空间和时间行进行程序的统一、气候模拟与预测、流场的混合网格和数值模拟等重点报告（Keynote Lectures）。会议组织了数值方法、流动模拟和机理、计算流体力学的应用和数据的前后处理等四个分组（Sessions）进行学术交流。同时，还组织了一个计算流体力学在美国的分组（Session of CFD in USA），邀请了美国海军、陆军、空军和航宇局等专家作专题报告。

代表们认为，英国 M. A. Leschainer 关于湍流模型、美国 H. C. Yee 关于计算不确定性、日本学者的玻耳兹曼方程解流动问题、德国的 E. von Lavante 关于使用并行计算机进行发动机气缸流场涡和激波的非定常流动模拟等报告，都有较新的学术思想，较高的学术水平。

美国海军、陆军、空军和航宇局等专家做了流体力学对航空、空间飞行器设计的影响、海军计算流体力学预研项目展望、美国航宇局科学与工程计算机应用中心计算流体力学的现代发展、用 NS 方程确定导弹弹体的分离流场等邀请报告。美国空军专家回顾了计算流体力学与空军有关的问题，并提出了今后计算

流体力学的研究任务要集中在边界层转捩、动力学运动、集成仿真、模拟系统和并行计算等方面，空军的计算流体力学需要达到能“虚拟飞行”的目标，勾划了计算流体力学用于空军任务的蓝图。

### 2. 计算流体力学的发展情况

(1) 计算方法 目前计算方法研究集中在高精度格式方法，即追求三阶精度以上，其中又以紧致格式最为突出，紧致格式的理论研究已趋于成熟，现在重点将紧致格式实用化，即用于解决真正实际问题。除此之外，计算方法研究还涉及带限制器的高阶插值、谱方法、拉格朗日方法、时-空守恒元方法等等。将其它方法引进传统的计算流体力学也是这次会议展示成果之一，其中特别值得一提的是将基因算法与传统计算流体力学结合在一起，在域分裂和最优化设计等许多方面显示良好的应用前景。算法分析也是本会议的重要内容之一，除传统的精度、稳定性、收敛性等方面的分析，还有更深层次的数值动力学分析，即将数值方法看成是动力系统来进行分析，揭示了许多奇异的数值现象。

(2) 网格技术 网格技术方面重点突出网格与流动特征的相容性、分块网格以及混合网格技术。对于某些复杂流动问题，如果使用传统的网格技术，无限加密网格，就可能使计算结果失真，此时就要求有构造与特征相适应的网格，例如在涡的周围镶嵌锥形网格。分块网格主要用于处理复杂几何形式，也用于并行计算。混合网格技术包括矩形网格和非结构网格的混合使用。

(3) 物理模型 除最基本的 Euler 和 NS 方程外，需要补充的流动问题有：湍流问题、两相流问题、化学非平衡问题、太阳风问题等等。其中以考虑更多流动机制，如各向异性的非线性（应力/应变关系）湍流研究为重点。研究结果再次证明，万能的湍流模型还不存在，重要的是如何在模型精度和计算量上较好地取得折衷；也有文章从更高层次研究湍流模型问题，湍流流动中速度不可微，怀疑 NS 方程的有效性，进而提出以积分方程为基础的数学模型。

(4) 流动机理 本次会议有关流动机理的研究

涉及许多方面,如湍流机理、超音速飞行系统引起的生态问题、点火与火焰的不稳定、液滴碰撞、稀薄气体、流动稳定性、旋涡破裂、激波与附面层干扰、冯诺曼激波反射、激波与涡的干扰等等,充分显示了计算流体力学在流动机理研究方面的重要作用。

(5) 应用研究 应用研究包含的范围也十分广泛,有大量全机流场计算、旋翼问题计算、航空发动机内流计算、导弹投放问题、飞机外挂物问题、飞行器气动设计问题、水下流体力学问题、汽车外流问题、汽车发动机内流问题、其它一般工业空气动力学问题等等。这表明计算流体力学在解决工程实际问题方面具有重要的应用价值。

### 3. 方向和差距

从这次会议可以看出,计算流体力学主要向两个方面发展:一方面是研究流动非定常稳定特性、分叉解及湍流流动的机理,为流动控制,如湍流控制提供理论依据,开展更为复杂的非定常、多尺度的流动特征,高精度、高分辨率的计算方法和并行算法的研究;另一种发展趋势是将计算流体力学直接用于模拟各种实际流动,解决工业生产中提出来的各种问题,

这些问题除航空航天领域中的复杂外形绕流或内流以及超声速燃烧的数值模拟外,计算流体力学已经应用于大气、生态环境、汽车工业、高速火车、高速船舶、燃烧火焰以及工业中化学反应对材料的腐蚀等各个领域,显示了计算流体力学强有力的活力,表明了计算流体力学已逐渐成为推动生产力发展的重要手段之一。美国和日本在这两方面做得更为突出。在我国经济飞速发展的今天,一些流体力学的问题的解决,将有利于我国的国民经济建设工作,我们需要迎头追赶。

通过这次会议可以发现我们的差距是:基础研究方面开创性的研究工作不多;在应用方面我们还没有广泛应用计算流体力学去解决国民经济的具体问题。因此,发展我国的巨型计算机、增加科学研究经费、积极从国民经济的发展项目中提炼研究课题,为国民经济服务;更迫切的是,要造就一批稳定的高质量的研究队伍,才能使计算流体力学研究工作能有更大的发展。

国家自然科学基金委员会数理科学部 供稿

## 第一届国际直接数值模拟和大涡模拟会议介绍

张兆顺

清华大学工程力学系,北京 100084

### 1. 会议概况

第一届国际直接数值模拟和大涡模拟会议(AFOSR International Conference on DNS/LES)是由美国空军科学研究部(AFOSR)资助组织的国际会议。会议于1997年8月4日至8日由美国路易斯安那技术大学主办,在路易斯安那州罗斯顿市举行。来自17个国家的90余人参加会议。会议交流论文73篇,其中大会报告14篇。我国学者提交论文4篇,张兆顺应邀在大会上作了“近壁湍流的流型和湍能耗散”的报告。

### 2. 对当前DNS/LES的总体形势的基本估计

直接数值模拟(Direct Numerical Simulation, DNS)和大涡数值模拟LES(Large Eddy Simulation, LES)是近代湍流研究中用计算机直接求解Navier-Stokes方程的一种方法。这种方法于70年代初开始提出,随着计算机的不断改善,这种方法发展很快,无论是作为研究的工具或者工程应用的手段,都愈来愈得到关注。DNS和LES作为湍流研究的手段已得

到广泛的应用,是否能在近期用于工程实际是人们普遍关心的问题,这就是本次会议的主要议题。

本次会议请美国空军科研部的流体力学分部主任Dr. Len Sakell和NASALangley研究中心的Dr. Ronald Joslin分别就DNS和LES在航空和航天科学和工程中的应用情况和前景作了较为全面的介绍;还请了美国IBM公司和SGI公司的科技人员介绍了计算机发展的展望。在会议报告结束以后,与会的代表开展了一次自由讨论。绝大部分代表,包括美国空军科研部的流体力学分部主任Dr. Len Sakell和NASALangley研究中心的Dr. Ronald Joslin认为:目前经验性或半经验性的湍流模式仍然是工程设计中主要的方法,但是这种方法对于非定常湍流、复杂几何湍流(特别是分离流)的预测是很不准确的。因此,发展DNS和LES很有必要,美国空军科研部的流体力学分部主任Dr. Len Sakell表示将继续支持DNS和LES的研究。发展DNS和LES的关键是计算机条件,美国IBM公司和SGI公司的科技人员认为:满足DNS和LES需要的