

第十一届亚洲流体力学会议 (11ACFM' 2006) 简介

白 鹏¹ 崔尔杰¹ 李家春²

¹ 航天空气动力技术研究院, 北京 100074

² 中国科学院力学研究所, 北京 100080

1 会议概况

由亚洲流体力学委员会 (Asian Fluid Mechanics Committee) 主办, 马来西亚工程师协会 (The Institution of Engineers, Malaysia) 承办的“第十一届亚洲流体力学会议' 2006” (The Eleventh Asian Congress of Fluid Mechanics, 11ACFM' 2006) 于 2006 年 5 月 22~25 日在位于马来西亚首都吉隆坡市中心的 Berjaya 时代广场酒店会议中心 (Berjaya Times Square Hotel & Convention Center) 召开. 会议的组织委员会由亚洲流体力学委员会和当地组委会组成. 其中亚洲流体力学委员会主席为 M. Kiya (Japan) 教授, 副主席为崔尔杰教授和 P. R. Viswanath (India) 博士. 当地组委会主席由 C. S. Ow (Malaysia) 教授担任, 副主席由 C. P. Tso (Malaysia) 教授担任.

来自中国、印度、日本、韩国、印尼、孟加拉国等 20 个国家和地区的 164 人参加了本次会议. 印度和日本参加人数较多, 分别为 40 多人和 30 多人. 中国共有 16 名代表参加了本届会议, 分别来自中国科学院力学研究所、航天空气动力技术研究院、中国空气动力研究与发展中心、天津大学、清华大学以及我国台湾地区的研究机构.

会议共收到论文 170 篇, 其中大会邀请报告 (Plenary Lectures) 4 篇, 分会场邀请报告 (Special Lectures) 11 篇. 会议将全部参会文章摘要印制成集出版, 并附参会论文的全文电子版光盘. 会议交流和讨论的内容涵盖了流体力学在交通、能源、环境、航空航天、微流体、生物、医疗卫生等众多领域的研究和应用情况. 反映了近两年来亚洲流体力学研究和应用所取得的主要进展和成果. 中国学者在这次会议上共有论文 21 篇, 其中香港地区 2 篇, 台湾地区 1 篇, 论文研究领域主要涉及湍流、航空航天、泥沙输运、排水系统、微流体和仿生等方面.

会议期间除了各国学者的学术报告和相互间学术交流外, 亚洲流体力学委员会还召开会议进行了换届选举. Kiya 教授和崔尔杰教授分别辞去主席和副主席职务, 并任委员会的名誉委员和委员, 确定李家春教授和 Fukunishi 教授分别成为亚洲流体力学委员会新任主席和副主席. 委员会听取了申办下届 ACFM 会议的 3 个候选国家的申办计划, 通过投票最后确定第十二届亚洲流体力学会议将于 2008 年在韩国 Daejeon 召开. 会议还通过在

今后的亚洲流体力学会议上设立亚洲流体力学青年科学家奖 (Asian Young Fluid Mechanics Scientist Award), 奖金额度 1000 美元, 用于奖励亚洲范围内对流体力学发展有突出贡献的青年科学家. 人员提名和决定权交由亚洲流体力学委员会负责.

2 本届亚流会主要进展

亚洲流体力学会议由中国周培源教授, 日本佐藤教授 (H. Sato) 和印度纳拉希姆哈教授 (R. Narasimha) 发起, 迄今已有 26 年的历史, 每隔 2 或 3 年举办一次, 是亚洲地区流体力学工作者的盛会. 本文对会议所涉及内容进行了简单的总结, 一定意义上反应出当前亚洲流体力学发展的现状和所关注的问题.

2.1 大会邀请报告

本次会议共安排了 4 篇大会邀请报告

日本的 K. Satake 教授做了亚洲 2004 年海啸的观测和数值模拟的报告. 2004 年 12 月 26 日, 苏门答腊地震引发巨大的海啸, 造成了极大的破坏, 许多科学家和工程师对此开展研究. 海啸引起的水位变化, 波形和造成的破坏以各种方式被记录下来, 包括: 沿岸潮位仪测得的水位过程, 卫星上的高度计测得的水表面高度参数. 报告介绍了海啸起源于海底地震, 火山喷发或地壳滑移. 可以根据地震的地质学板块参数对海啸的来源建模, 确定初始条件, 然后通过浅水方程数值模拟海啸的传播及其到达海岸时的特性. 可以开展正向建模问题研究, 也可以根据海啸的观测数据对震源参数进行反演建模研究, 分析海啸起因.

中国的周恒教授做了题为层流 - 湍流转捩的“break-down”过程的内在机理的报告. 指出层流 - 湍流的转捩是一个古老但依然未解决的问题. 在层流 - 湍流转捩的 breakdown 过程中最为显著的是从层流到湍流平均流剖面的剧烈改变. 他们通过对直接数值模拟 (DNS) 结果的分析, 指出平均流剖面稳定性特性的剧烈改变在 breakdown 过程中起了关键性的作用. 这一机制对于不可压流和可压缩流都成立.

印度的 R. Narasimha 教授做了“热带对流边界层标

度的新方法”的报告。指出热带大气以强对流系统和低风速 (low wind) 为特点。众所周知, 在低风速的条件下, 用高于经典的 Monin-Obukhov 理论获得的通量值, 可以从根本上改善对印度季风的模拟。最近, 印度的 MONT-BLEX90 大气试验以及美国的 BLX83 试验的对比和分析表明, 当接近自然对流极限时, 经典理论失效。这些数据进一步表明, 定义“弱强迫对流”是有用的。在该流动区域内热通量与风速无关, 阻力与风速成线性关系。报告引入了由大气热通量, 而不是经典理论中的壁面应力决定的速度尺度, 便可以更好的解释这一结果。应用这一理论预测孟加拉湾和世界上其它热带气旋轨迹, 获得了令人鼓舞的结果。

加拿大的 Morteza Gharib 教授做了无阀门阻抗驱动泵的研究报告。他指出, 自然界中一些心脏不需要阀门就可以达到单向流动。在最初阶段, 脊椎动物的心脏由简单的管道组成, 可以驱动血液流经简单的血管系统滋养组织和发育器官。传统的观点是在生物系统中无阀门, 单向泵驱动需要依靠管道蠕动。但在研究活的生物体心肌细胞和血液管道流动时, 获得了与传统蠕动机制相矛盾的数据。通过观察发展了一种数学物理模型: 基于边界阻抗差异的弹性波回声机制。这种机制保持泵运动所需要的主动收缩细胞的数目要少于蠕动机制所需细胞数目。受其启发, 他们还成功的制造了仿 Zebrafish 胚胎尺度 ($\sim 400 \mu\text{m}$) 的生物泵。这项成果的优点可望应用于血液、药物和其它生物流体的输运。

4 篇大会报告围绕环境, 生物和湍流问题展开, 表明这些方面是当前亚洲流体力学研究和关注的热点。

2.2 分会场及专题研讨会

本次大会涉及的分会场专题主要有: 海啸专题、空气动力学和气体动力学、试验研究、地球物理和环境流体力学、计算流体力学和流动显示、交叉学科流体力学、多相流和多孔流动、湍流流动、微米和纳米尺度流动、流体和结构耦合等等。共有 11 篇分会场邀请报告。下面对一些分会场专题做简单的介绍。

由于 2004 年的亚洲海啸造成的巨大破坏给人们留下的深刻印象。除了 K. Satake 教授的大会邀请报告, 还有两篇分别来自斯里兰卡和印度的研究海啸的报告。

空气动力学和气体动力学专题的文章较多共有 30 多篇, 其中邀请报告两篇。印度的 K. P. J. Reddy 教授的报告题为高超飞行器布局气动阻力控制的试验的邀请报告。介绍了他们过去几年中, 采用激波风洞试验和 CFD 技术, 针对高超飞行时, 钝体布局的各种减阻技术的研究工作。这些技术包括在钝头体头部布置带各种不同形状圆盘的尖锥, 在驻点区域采用气体喷流技术, 在底部设计中采用多段收缩的底部和能量沉积技术。一些试验证明采取某些措施有可能使气动阻力降低 50%。美国的 M. S. Chandrasekhara 教授做了题为可压缩动态失速控制回顾的邀请报告。对成功的可压缩动态失速控制方法进行了回顾, 指出对动态失速进行控制要么需要调整物面流动的压力梯度, 要么通过表面溢流控制附面层。研究了动态可变前缘翼型 (DDLE), 前缘可下沉翼型 (VDLE), 前缘上表面沿壁面吹气翼型, 并提出对驻点的控制可能是任何控制动态失速的方法获得成功的首要条件。这一专题文章所涉及

的领域主要有: 流动分离, 边界层控制, 气动声学, 涡模型和边界层结构, 喷流, 外形优化, 拍动翼, 动态翼摇滚等各方面的内容。

试验研究专题方面的论文共 7 篇, 其中邀请报告 1 篇。印度的 L. Venkatakrisnan 教授做了关于可压缩流动中应用背景纹影技术测量流场密度的邀请报告。介绍了可以采用背景导向的纹影技术 (background oriented schlieren, BOS), 进行定量显示密度。并用该技术对轴对称流动和喷流流动进行了流动显示试验。其它的报告涉及城市排水, 粮食干燥, 高超流动, 微管道电渗流, 飞机大攻角座椅弹射逃逸系统等的试验研究。

地球物理和环境流体力学专题的论文共 13 篇, 其中邀请报告 1 篇。我国的李家春教授做了题为河口泥沙输运机理及其应用的特邀报告。河口泥沙的输运是一个具有很大挑战的课题, 除了要考虑海底、河岸的复杂几何外形, 还要考虑盐淡水的混合, 泥沙絮凝及其同湍流的相互作用等问题。该报告关注于这些影响因素, 特别是在径流, 潮汐和风波等环境共存条件下, 泥沙颗粒的起动和沉降。他们提出的改进的物理模型应用于长江河口航道整治工程研究, 数值计算的结果与观测结果是相一致的。其它报告涉及港湾泥沙输运, 多建筑物区域污染物扩散的风工程问题, 明渠流量控制, 运河水量流失, 工业粉尘扩散过滤系统, 大气和海水的反向热传递, 季风与山地的相互作用, 以及排污水系统中的水力学等。

计算流体力学和流动显示专题论文共 30 多篇, 其中邀请报告 1 篇。印度的 G. Biswas 教授做了关于 LES 方法数值研究碰撞射流和方形截面柱体绕流尾迹研究的报告。数值模拟是当前流体力学研究不可替代, 并且应用广泛的研究手段。本次会议这一专题的报告内容涉猎很广, 主要有由击穿电压产生的电子激波、网格自适应的重新分布和嵌入混合技术、动壁面管道收缩非定常流动、超音速障碍物绕流、楔形激波反射、三维封闭空间离散热源的自然对流热传导、固定和旋转圆柱绕流的脱涡显示、居室内外空调系统冷却过程、低雷诺数绕圆柱剪切层不稳定性流动激发、波尔兹曼亚格子方法研究后台阶流动、螺旋型管道内流传热特性流动显示、自然对流干燥冷却塔侧风性能研究、柴油机内流喷嘴雾化研究、河流进水口附近数值模拟、超声速剪切层二次失稳 DNS 模拟、燃油锅炉流动和燃烧过程分析、内燃发动机燃烧过程分析、明渠交汇处的流动过程等。

交叉学科流体力学专题共有论文 6 篇, 其中邀请报告 1 篇。日本的 K. Ohba 教授的邀请报告为在毛细血管模型中的血液流动和红血球变形特性。采用试验手段, 建立 $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ 方形截面的毛细血管模型, 研究红血球流过时的变形。其它的报告涉及电比拟法建立线性黏弹性模型, 滚式涂装机中的雾化, 椭圆拍动翼产生气动力拍动频率优化, 硬盘中气流导致的振动和灰尘颗粒, 细菌模型尾迹等。

湍流流动专题共有论文 14 篇, 邀请报告 1 篇。日本的 H. Makita 做了题为湍流流场中涡结构的邀请报告。其它的报告涉及近壁面低速附面层, 子弹穿越激波的湍流模拟, 带槽表面湍流自然对流, 以及采用 LES, DNS 方法研究湍流混合层, 附面层转捩等问题的研究。

多相流和多孔流动专题共有论文 13 篇, 其中邀请报告 1 篇. 该专题所涉及的内容也比较广泛, 包括枪械系统的两相流、气体和微粒混合层两相流, 汽油直接喷射雾化, 氩气含量对灯泡声致发光强度的影响, 绕方形柱体的多泡流动, 水 - 油 (液 - 液) 两相流扩散等.

微米和纳米尺度流动专题论文 5 篇, 邀请报告 1 篇. 随着微流体系统在化工、制药、生物等领域的应用, 对这一领域的研究已经成为流体力学工作者关注的热点. 本专题的邀请报告是来自中国台湾地区的 K. S. Yang 做的关于微扩散口喷嘴泵的数值模拟研究. 其它的报告涉及微水道中气体喷流的流动结构和减阻、微型 Tesla-Type 阀门数值研究、毫米量级管道中两相液体加强掺混主动控制、以及微管道气体流动的动力学分析与评估等.

流体和结构耦合专题报告 8 篇. 涉及低雷诺数条件下圆柱绕流的涡致振荡、树木的绕流特性、小型风力发电机控制系统建模研究、旋转椭圆绕流研究等.

此外还有未进行详细分类的杂项论文 27 篇, 这里不再介绍.

从分会场报告和讨论可以看出, 亚洲流体力学的发展呈现如下的特点: 除了传统的流体力学研究所重点关注的领域如航空航天和湍流理论等外, 流体力学研究领域不断向环境、能源、生物、仿生等倾斜和渗透, 同其它多学科交叉融合的趋势日益明显.

3 马来西亚见闻

马来西亚的人口组成主要是马来人、华人和印度人, 其中华人占总人口近 30%. 吉隆坡是旅游城市, 穿着马来

传统服装的当地人、印度服装的印度人、白色或黑色长袍戴着面纱的阿拉伯人、以及着装现代的西方游客和谐相处, 并不觉得扎眼. 交流的语言五花八门, 马来语、英语和汉语是比较主流的语种. 由于口音和方言问题, 即使使用相同的语种, 不同国家的人之间往往也存在一定的交流困难. 看来我们需要提高的不仅仅是对英语母语国家的听力, 还需要大力提高“南腔北调英语”的听力水平. 另外, 马来西亚是多宗教国家, 这里随处可见清真寺, 佛教, 印度教和基督教的寺庙和教堂.

在会议的开幕式上, 马来西亚科技部官员 (部长) 亲临现场. 并做了长时间的演讲, 表达对这次大会的重视, 希望人力发展科技水平以促进马来西亚的农业, 工业和经济发展水平.

通过和马来西亚本地的参会人员的交流, 了解到流体力学在马来西亚的应用领域主要是汽车工程和农业, 这和中国流体力学主要应用于航空航天领域存在很大不同. 这是因为马来西亚由于国力限制难以大力发展航空航天技术, 所以其流体力学研究和应用的着眼点就自然放在民用领域了. 反观我国的流体力学发展, 在航空航天领域之外的研究和应用还很不充分, 市场有待进一步开发. 造成这种状况的原因是多方面的, 其中最为根本的原因是, 航空航天技术的特殊性决定我国必须通过自主研发才能取得突破和成功, 而其它广大与流体力学相关的民用领域, 我国的水平往往还停留在仿制、引进和跟踪阶段, 还没到非流体力学研究不能取得成功或突破的阶段. 但随着我国科技水平的提高和建立创新型国家基本国策的提出, 相信我国流体力学的研究和应用领域在不久的将来会有大范围的扩展.