



第七届全国流体力学青年研讨会简介

王江峰¹ 张攀峰² 詹世革²

¹ 南京航空航天大学航空宇航学院, 南京 210016

² 国家自然科学基金委员会数理科学部, 北京 100085

由中国空气动力学学会、国家自然科学基金委员会数理科学部和中国力学学会联合主办的“第七届全国流体力学青年研讨会”于 2011 年 5 月 20 日至 22 日在南京航空航天大学召开. 该项会议旨在促进流体力学青年工作者之间的学术交流与合作, 探讨流体力学在新时期的关键科学问题. 自创办以来, 得到了庄逢甘、张涵信、周恒、崔尔杰、李家春、吴有生等院士和前辈的直接关心和大力支持, 目前已成为流体力学青年工作者学术交流的重要平台.

自 1998 年第一届全国流体力学青年研讨会在杭州召开以来, 该研讨会已成功举办了六届, 第七届全国流体力学青年研讨会在钟山脚下召开, 由南京航空航天大学航空宇航学院承办. 本届研讨会参会代表 37 人, 其中特邀代表 4 人, 其余均为 40 岁以下流体力学青年代表, 分别来自全国 18 家科研院所和高校.

国家自然科学基金委员会数理科学部力学科学处詹世革研究员和张攀峰博士参加了本次会议, 南京航空航天大学副校长许希武教授出席了本届会议的开幕式并致欢迎词. 中国空气动力研究与发展中心邓小刚总师、中国科学技术大学陆夕云教授、北京航空航天大学王晋军教授、南京航空航天大学赵宁教授等作为特邀嘉宾出席了会议并做了大会报告, 从学术研究、专业发展等方面与青年代表进行了深入的探讨与交流.

本届研讨会共有 28 位青年代表在大会上做了学术报告, 研究方向涉及湍流、高超声速空气动力学、飞行器设计空气动力学、水动力学、计算流体力学、多相流及流体力学基础、气动噪声、实验空气动力学等.

湍流依然是流体力学的重要研究对象, 诸多

青年代表针对湍流问题展开了讨论. 例如, 天津大学的黄章峰做了湍流入流条件在强迫转捩研究中的应用的学术报告, 将由时间模式直接数值模拟 (TDNS) 得到的充分发展湍流流场以适当方式转换成空间模式直接数值模拟 (SDNS) 的入口流场, 通过在入口处引入包含湍流信息的扰动来仿真湍流发生器. 分析了添加扰动的位置和幅值大小对流场的影响, 研究了带有三个压缩折角的高超音速飞行器下表面发生强迫转捩的可能性. 北京大学的史一蓬做了多尺度自相似和湍流封闭模型的学术报告, 揭示了湍流级串过程的另一个重要特征, 即在惯性区内, 湍流脉动强度满足 SL94 标度律的同时, 湍流速度脉动结构类的概率密度具有尺度不变性. 北京大学的肖左利做了大尺度剪切对 Kolmogorov 湍流结构的影响研究的报告, 采用伪谱方法对较低 Reynolds 数的 Kolmogorov 湍流进行了直接数值模拟, 并对外加大尺度剪切力作用下湍流运动的一些特征量和结构特性进行了分析研究. 天津大学的苏彩虹做了考虑慢声波感受性的超声速小攻角圆锥边界层的转捩预报的报告, 对马赫数 3.5 的超声速小攻角圆锥边界层的转捩预测进行了研究.

在高超声速空气动力学及高超声速飞行器设计方面, 中国科学院力学研究所的崔凯做了高超声速飞行器优化设计和多点分析的学术报告, 针对高超声速飞行器三维一体化构型, 提出基于外形修正量的参数化方法, 并在飞行条件及约束条件下开展了以最大升阻比为目标优化设计. 国防科技大学的柳军做了类 HYFLY 轴对称高超声速飞行器级间泄流方案的数值模拟研究的学术报告, 采用“双时间步”方法, 对轴对称吸气式高超声速飞行器内流道盲腔流场的级间段泄流进行了方

案设计,并开展了非定常数值模拟.南京航空航天大学的王成鹏做了咽式进气道高超声速风洞试验与流场分析的学术报告,从吸气式高超声速低阻高推力气动布局的概念出发,研究了一种三维曲面内收缩咽式进气道的流场结构和高超声速风洞试验方法.中国空气动力研究与发展中心的钱炜祺做了表面热流辨识方法在转捩位置测量中的应用初步研究的报告,提出了基于表面热流辨识方法确定转捩位置的基本思想和处理方法,在给出二维传热模型表面热流辨识算法的基础上,对两个算例进行了仿真辨识分析.

在飞行器设计空气动力学方面,中国空气动力研究与发展中心的袁先旭做了飞行器俯仰动态失稳的 Hopf 分叉理论分析与数值验证的报告,研究表明航天飞行器再入时,如果仅有一个配平攻角,随马赫数改变,其配平攻角处的俯仰姿态动态失稳一般对应于 Hopf 分叉,并采用数值模拟方法进行了验证与分析.北京航空航天大学的张攀峰做了直射流等离子体 Gurney 襟翼增升技术的报告,通过求解 Reynolds 平均的 Navier-Stokes 方程组 (RANS),研究了等离子体合成射流的绕流结构以及, NJPGF 对 NACA0012 翼型气动特性的影响,结果表明等离子体激励装置可以产生稳定的合成射流,其与传统合成射流流场特性相同.清华大学的陈海昕做了大型客机增升构型短舱扰流片分析与设计的报告,以大型客机增升装置为背景,针对复杂增升构型气动设计的典型问题——短舱扰流片问题,通过数值模拟进行精细的分析并开展设计研究,并采用自行开发的结构网格 RANS 程序 NSAWET 进行数值分析.清华大学的肖志祥做了起落架类非定常大范围分离流动预测的学术报告,使用基于两方程 $k-\omega$ -SST 湍流模式的 DDES 方法,发展与之匹配、高精度且自适应耗散的空间离散格式,预测串列双圆柱及基准起落架低速非定常绕流,获得了平均场、瞬时场、湍流场、脉动压力等信息,并将计算结果与实验进行了详细的对比.

水动力学方向也得到了较大的关注.上海交通大学的胡文蓉在沉浮翼推力来源方面作了研究,分析了不同外形翼沉浮运动的推力来源.上海大学的卢东强做了两层流体中水波与超大型浮式结构物的相互作用的报告,利用本征函数展开匹配法,研究了有限深两层流体中,入射的长峰重力波与漂浮在流体表面的弹性薄板的水弹性相互作用.上海交通大学的王本龙做了地震海啸生成和爬高特性的研究,采用完全非线性高色散 Boussinesq 方

程模拟了由海底变形激发海啸的特征.中国科学院研究生院的余永亮做了流体动力学中的虚功率原理的报告,在连续介质力学框架下推导出了流体动力学中的虚功率原理,并根据虚速度场的任意性,令虚速度场为势流,从而得到了虚功率原理的推论.

在计算流体力学及数值模拟技术方面,清华大学的李启兵通过对速度分布函数的高阶展开和对计算网格单元内初值的高阶重构,发展了三阶精度多维 BGK 格式,并采用典型算例进行了验证.浙江大学的余钊圣采用虚拟区域方法对水平槽道中的大颗粒悬浮流动进行了双重直接数值模拟,研究了槽道雷诺数为 5000 时两种不同尺寸的颗粒在不同沉降系数和体积浓度下对湍流场的影响.南京航空航天大学的吕宏强做了多段翼型气动噪声数值模拟研究的报告,基于计算流体力学 (CFD) 和计算声学 (CAA) 的混合技术路线进行复杂外形绕流激励的气动噪声数值模拟技术研究.南京航空航天大学的陈维建做了带气膜的发动机导向叶片热气防冰系统数值模拟研究的报告,采用数值模拟方法对发动机导向叶片热气防冰系统进行了改进研究,并进行了三维水滴撞击特性计算,并完成了导向叶片外和防冰腔内流动换热耦合数值模拟计算.哈尔滨工程大学的戴绍仕做了格栅形式对海底阀箱剪切层振荡特性的影响分析的报告,以不可压缩 Navier-Stokes 方程为控制方程,采用 LES (larger eddy simulation) 湍流模型,采用 simple 算法对均匀流场中具有不同格栅形式的海底阀箱的剪切层振荡特性进行数值计算分析,并与无格栅时的阀箱情况进行对比.复旦大学的杨爱民做了基于人工压缩方法的不可压自由面流动数值模拟的报告,对人工压缩方法进行了细致的研究,并成功地应用于不可压自由面流动问题,给出了数值模拟结果与对比分析结果.中国科学院力学研究所的王春做了小尺寸自适应氢氧脉冲爆轰发动机设计和验证的报告,探过和研究了小尺寸氢氧脉冲爆轰发动机设计方法及其自适应控制原理,并在实验中进行了验证,实现了脉冲爆轰发动机的高频连续运行.

在多相流和流体力学基础理论方面,中国计量学院的于明州做了工业纳米颗粒多相流测量及数值模型构建的报告,基于欧盟 NANOPARTICLE-PROJECT 实验平台,对由不同尺度谱颗粒系统组成的分散体系进行实验测量,并针对双峰系统颗粒动力学演变过程、颗粒

壁面湍动以及热扩散沉积、复杂系统发生源信息获取等方面进行了模型构建。中国科学技术大学的高鹏做了复合液滴在固体壁面上的铺展和破碎的报告,采用相场方法数值模拟了复合液滴在固体壁面上的铺展过程,揭示了铺展过程中可能出现的各种液滴形态改变,特别是证明了即使没有外部流场,复合液滴也会在固体表面出现自发破碎的现象。浙江大学的邹建锋做了高速流场中固体颗粒的运动特性研究的报告,对锋面追踪算法的具体实现作了简要介绍,对该方法在保持介质界面锋利性方面的优势进行了数值测试,展示了锋面追踪算法在模拟类似运动边界问题方面的可行性。中国计量学院的王昊利做了基于 Micro-PIV 技术的微通道三维流场测量的报告,利用显微粒子图像测速技术 (Micro-PIV) 对长直微通道和 T 型分支通道内的流场进行三维测量,为了验证流场测量的准确性,利用获得的三维速度分布对微通道截面进行离散积分计算出微通道截面的流量,并将实测流量与注射泵的标准流量进行比较,得到了相符的结果,表明实测的三维速度场有较高精度。浙江大学邵雪明做了基于 FD/MST 方法的颗粒介电泳直接数值模拟的报告,提出了一种可精确模拟颗粒介电泳的直接数值模拟方法,其中颗粒所受的介电力基于 Maxwell 应力张量方法,并

采用尖锐界面法来处理颗粒边界上物理量的跳跃,而颗粒与流体的相互作用则采用直接力虚拟区域方法。应用该方法对颗粒的捕捉,行波介电泳输运,以及非均匀电场中不同电参数颗粒的分类进行了模拟,模拟结果表明,相比其他方法,该方法具有较高的精度和效率。

在本届研讨会的闭幕式上,与会代表就流体力学学科的发展趋势和方向、青年流体力学工作者的成长、基金申请、研讨会的完善等方面进行了深入讨论,詹世革研究员与青年代表之间进行了热烈的交流,并对会议进行了全面的总结,对青年学者的成长提出了宝贵的建议,指出:(1)研讨会已成为流体力学青年工作者重要的交流平台,要坚持办下去并不断完善;(2)本届会议所报告的大部分工作都是当前流体力学的前沿问题,代表了当前国内青年流体力学研究的最高水平;(3)青年学者在基础研究领域一定要明确目标、做好规划、勇于坚持;(4)对基础研究方向的凝练,要源于工程、高于工程、用于工程;(5)青年学者在加强自主创新的同时,要注重同行交流,特别是国际范围小同行的交流。

本届研讨会两天半的会期紧张而有序,讨论热烈,交流细致充分,达到了预期目的。

CNKI 优先出版编码: lxjz2011-146

THE 7TH NATIONAL WORKSHOP OF YOUNG SCHOLARS ON FLUID MECHANICS

WANG Jiangfeng¹ ZHANG Panfeng² ZHAN Shige²

¹College of Aerospace Engineering, NUAA, Nanjing 210016, China

²Department of Mathematical and Physical Sciences, NSFS, Beijing 100085, China