



南昌大学  
NANCHANG UNIVERSITY

第三届“湍流新思维”学术研讨会

# 报告摘要集

主 办：南昌大学高等研究院

2021年4月24-26日，南昌

## 目 录

1. 余振苏 .....	1
2. 毕卫涛 .....	2
3. 蔡小舒 .....	3
4. 蔡天意 .....	4
5. 窦华书 .....	5
6. 董祥瑞 .....	6
7. 冯沛华 .....	7
8. 刘沛清 .....	8
9. 刘 鑫 .....	9
10. 刘 勇 .....	10
11. 李睿劬 .....	11
12. 冉 政 .....	12
13. 时 钟 .....	13
14. 苏卫东 .....	14
15. 王利坡 .....	15
16. 吴逸飞 .....	16
17. 肖建华 .....	17
18. 徐国亮 .....	18
19. 杨尚斌 .....	19
20. 余 波 .....	20
21. 张洪起 .....	21
22. 张家忠 .....	22
23. 张晓航 .....	23
24. 赵朋龙 .....	24
25. 赵 伟 .....	25
26. 钟博文 .....	26
27. 周怀春 .....	27
28. 朱建州 .....	28
29. 邹文楠 .....	30
30. 参会人员通讯录 .....	31

## 余振苏

**【个人简介】**北京大学工学院周培源讲座教授(1998年),教育部首批长江学者特聘教授(1999年)、中组部首批千人计划国家特聘专家(2008年)。南京大学天文系毕业后,获法国巴黎第七大学博士。曾先后任美国普林斯顿大学研究员,美国亚利桑那大学副教授;美国加州大学洛杉矶分校副教授、教授;1998-2010年担任北京大学湍流与复杂系统国家重点实验室主任。发表学术论文120余篇,出版专著3部。1994发表了著名的SL标度律,被SCI引用超过600次。因此项贡献荣选美国物理学会会士(APS Fellow)。先后主持科技部“973”项目和基金委重大变革性项目,近期发展的“湍流结构系综理论”,成功创建了超越卡门对数律的定量湍流边界层理论。



**【报告题目】**湍流问题有解吗?

**【报告摘要】**2019年,美国学者 Sreenivasan 在群发邮件中提问:湍流问题有解吗?他是与量子力学的薛定谔方程求解氢原子问题进行类比,提出该问题的。应该说,近三四十年来,大量的实验和计算数据的积累,为验证一定程度上完整的湍流理论提供了丰厚的基础,人们是应该认真回答这一问题了。这里我们分二个问题来讨论,一是在湍流研究中,什么流动系统是可以类比于氢原子的量子系统?我认为,答案是零压力梯度的充分发展的湍流边界层,它既简单又成为更加复杂的(包含转捩和分离的)工程湍流边界层的基础。第二个问题是对理论的要求,即什么样的理论才能称之为湍流问题的解?这后一个问题见仁见智的。本报告想表达的观点是,理论应该给出对全流域湍流平均速度和动能的预测,而该预测必须囊括对转捩和分离等现象的定量描述。作者乐观地认为,满足这个标准的湍流问题的解是存在的。它的出现会带来湍流理论的一个巨大的飞跃。

## 毕卫涛

**【个人简介】** 2002年在北京大学力学与工程科学系流体力学专业获得博士学位，之后分别在日本东京大学工学院原子力研究施设和法国雷恩一大物理系做博士后，开展湍流和颗粒流方面的实验研究。2006年起在北京工业大学能源与环境学院传热强化与过程节能教育部重点实验室从事传热学研究，担任副研究员。2009年至今在北京大学工学院力学与工程科学系从事可压缩湍流边界层、转捩、湍流模型方面的研究。



### **【报告题目】** 发展复杂工程湍流模型的一个新思路

**【报告摘要】** 湍流模型研究有悠久的历史，但在计算能力充分发展的今天，依然是制约工程气动设计技术进步的瓶颈问题。其原因在于，传统湍流模型的构建基于唯像输运假设、量纲分析和经验数据的拟合，其物理基础薄弱，不能与真实流动的特点挂钩，参数多且没有物理解释，所以难以调节，极为依赖工程师的个人经验，对新型流动的预测精度不足甚至不确定。我们提出了一个新思路，把复杂边界层看作是相对规范边界层的有限变形。以成功刻画规范湍流边界层的基本统计结构解为基础，以结构参数的空间变化来定量描述复杂边界层。这里，我们通过一些实例展示了这一思路的可行性，给出了翼型、尖锥、发动机内流等一系列航空航天流动的摩阻、热流、平均速度和湍动能等物理量的精准预测，推动实现湍流模型的物理化和精确化。

## 蔡小舒

【个人简介】上海理工大学能源与动力工程学院教授。主要从事热能动力工程及相关学科的科研和教学工作,研究领域涉及到湍流实验研究、颗粒测量、两相流在线测量、燃烧检测诊断、排放和环境监测、热能工程、透平机械、生命科学等的测量研究。先后承担了两机重大专项项目、国家自然科学基金



重点项目、仪器重大专项项目、面上项目、科技部和上海市项目等纵向项目,国际合作项目以及企业委托项目。发表论文 200 多篇,获发明专利 20 多项。

曾任中国颗粒学会、中国计量测试学会、中国工程热物理学会、中国动力工程学会、上海颗粒学会等的副理事长、常务理事、理事、理事长等,担任 4 个 SCI 刊物编委和多个国内学术刊物编委,多个国际学术会议的名誉主席,主席等。

## 蔡天意

**【个人简介】**博士，男，1991年7月，中共党员，现上海理工大学能源与动力工程学院讲师。目前已加入蔡小舒教授团队，主要从事流场测量及燃烧诊断方法的研究。2020年7月博士毕业于东南大学能源与环境学院，师从陈晓平教授。2017年11月至2018年11月曾赴美国匹兹堡大学史旺森学院石油化工系做访问学者交流一年。博士阶段主要研究方向包括气固非均相反应机理研究、界面化学反应的量子化学及分子动力学模拟、碱金属基固体吸收（附）剂二氧化碳脱除技术等。



### **【报告题目】**平板湍流边界层及射流卷吸的实验研究

**【报告摘要】**通过单帧长曝光等粒子图像测量方法实现对平板层流边界层及淹没水射流中涡结构的生成、发展和耗散等过程的观察，捕捉到诸如发卡涡等多种微小特征涡结构。基于实验结果，汇报人课题组提出涡形成的过程受流体速度梯度、流体速度方向差异及流体粘度等三要素共同影响的猜想，并希望结合实验及理论研究，提出描述涡产生过程的新的无量纲判据。

## 窦华书

**【个人简介】**教授，博士，博士生导师。浙江省流体机械及工程重点学科负责人，浙江省重点科技创新团队负责人兼首席科学家，流体工程技术国际科技合作基地主任（国家级），浙江理工大学高性能计算研究中心主任。

1982年本科毕业于东北大学机械工程系，1984年硕士毕业于东北大学流体机械及工程专业。1991年博士毕业于北京航空航天大学空气动力学专业。1991-1996年在清华大学工作，1994和1995年曾在日本东北大学和日本法政大学作访问研究，1996-2002在悉尼大学工作，2002-2011在新加坡国立大学工作，2011-至今，在浙江理工大学工作，是引进海外高层次人才特聘教授。



在流体力学研究方向上创造性地提出了能量梯度理论，在国际会议上作邀请报告30余次，被国内外相关著名大学特邀讲学和讲座60余次。在国际期刊及国际会议发表重要研究论文150余篇，SCI收录80余篇，授权发明专利30项，授权实用新型专利75项；由国际著名出版社Springer出版合作专著一部。曾作为科研项目主要参加人，相继获得过国家机械部科技进步二等奖，国家航空总公司科技进步二等奖，国家自然科学基金三等奖，清华大学清华之友优秀青年教师二等奖等。2011年入选美国航空航天学会AIAA Associate Fellow。2014年，窦华书教授荣获“科学中国人(2013)年度人物”奖。兼任中国海洋工程学会常务理事、中国力学学会激波与激波管专业委员会委员、中国工程热物理学会流体机械专委会委员等职。是国家科技部项目评审专家，在多所著名大学和科研机构担任兼职教授。

### **【报告题目】 Navier-Stokes 方程的奇异性导致了湍流**

**【报告摘要】**根据能量梯度理论，自然界和工程中所遇到的任何流动失稳及湍流转捩，都是由于在流线的法向上的机械能的梯度引起的；而所有各种类型的湍流产生的机理是唯一的。经过 Navier-Stokes 方程的严格推导得到了失稳准则，精确地预测了流动失稳最初产生的位置，并与各种实验数据取得了一致。得到如下结论：（1）根据能量梯度理论，经过严格的数学推导，发现了湍流产生是由于速度间断所导致的 Navier-Stokes 方程的奇点所引起。（2）根据所提出的理论，证明了湍流中不存在 Navier-Stokes 方程的光滑解（不存在强解）。（3）完全发展的湍流实际上由流场中存在的大量的奇点所构成，解释了湍流中流体振动的起源及湍流维持的物理机理。

## 董祥瑞

【个人简介】上海理工大学，能源与动力工程学院，讲师。  
从事湍流数值模拟及流动控制机理的相关研究工作，在加入上海理工大学能源与动力工程学院蔡小舒教授团队后，参与关于射流涡结构与平板湍流边界层涡结构实验测量及高精度数值计算的研究工作。



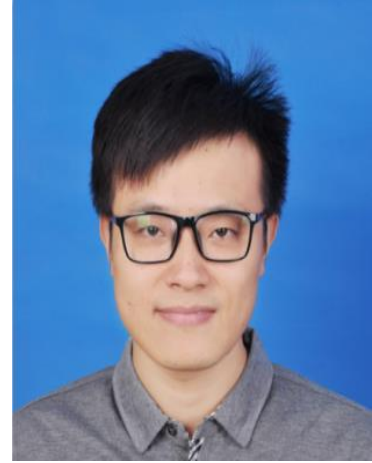


## 冯沛华

【个人简介】西安交通大学航天学院助理教授。

研究方向: 边界层转捩过程中的非线性波及其不连续动力学理论。神经网络动力学、航天员脑神经系统建模、大脑中的血流动力学、近空间飞行器流场等离子体主动控制技术 & 智能预测算法。

主持青年基金一项, 博士后面上基金(一等)一项, 国家重点实验室开放项目一项。发表学术论文二十余篇, 其中一作或通讯 10 余篇。



## 刘沛清

【个人简介】北京市教学名师，系山西省忻州市人，中共党员。1982年在华北水利水电学院获学士学位，1989年在河海大学获硕士学位，1995年在清华大学获博士学位。1997年至今，在北京航空航天大学流体力学研究所工作；2000年至今，任教育部流体力学实验室责任教授，博士生导师；2003年至2012年，任航空科学与工程学院副院长。现为空气动力学国家级精品课负责人，国家级航空航天实验教学中心主任，国家航空科学技术



实验室大型飞机高级人才培训班班主任，中国空气动力学学会第六届理事会理事，第十届流体力学专业委员会工业流体力学专业组组长，全国空气动力学教学指导组组长，中国科学技术协会空气动力学首席科学传播专家，《空气动力学学报》和《气体物理》等学报编委。

### 【报告题目】平板台阶后边界层转捩机理风洞实验研究

【报告摘要】在由台阶导致的平板边界层转捩过程中，台阶的存在有两个作用，其一是台阶改变边界层的不稳定性（增加了扰动增长率）；其二是台阶增强了平板边界层对自由来流扰动的感受性。但目前的问题是：缺乏对转捩过程的详细测量和湍流斑的演变机制。本报告报道了在北京航空航天大学 D5 风洞中对平板台阶后边界层转捩过程进行的系统测量。通过分析热线风速仪的试验数据，得到如下结论：

1. 通过不同风速下的风洞试验测量，对于台阶导致的平板边界层转捩过程，试验发现台阶转捩符合“集中破碎”假设，并且转捩过程存在自相似性；

2. 由“元胞自动机”分析，表明在台阶导致的平板边界层转捩机制中，湍流斑的演变既不同于自然转捩的情况（周期性），也不同于旁路转捩的情况（随机性），而是由弱周期性和随机性组成的复合机制模式决定。

3. 在台阶平板边界层转捩中，台阶的存在既影响局部稳定性（周期性），也影响来流的扰动感受性（随机性）。

## 刘 鑫

**【个人简介】**北京工业大学理学部副教授、北京-都柏林国际学院数学教学责任教授。兰州大学理论物理博士，澳大利亚昆士兰大学数学博士。悉尼大学校立博士后研究基金学者，剑桥大学牛顿数学研究所访问基金学者，以色列国家自然科学基金评审专家，美国数学会《数学评论》特约评论员等。入选北京市人才计划项目。科研领域为应用数学与理论物理，方向为经典场论（流体力学）中的纽结拓扑不变量、物理中的各种拓扑激发、拓扑量子场论中的纽结不变量等。



### **【报告题目】**纽结多项式空间中的测地线暨最优退纠缠路径

**【报告摘要】**近年来实验上发现，从 DNA 生物学、流体涡旋动力学到凝聚态物理，不同领域中的物理纽结/链环普遍会发生从拓扑高复杂状态到低复杂状态的自发拓扑退纠缠。过程由一系列重联事件组成；退化进程允许走不同的路径，而这些路径中总存在一条最优的道路，其发生概率远高于其他路径。为什么会这样？为探求答案，我们跳出具体的学科限制作纯数学的分析，发现现象背后存在一种跨学科的普适的数学规律：将数学的纽结多项式置于一个可测（即可定义距离）的代数空间，每个纽结/链环是空间中的一个点，其坐标可计算。如此一来上述的纽结自发退化就成为一种沿着测地线滑向空间原点的演进过程。在此基础上，我们为纽结/链环的拓扑复杂度提出一种新的精确定量化的定义，即纽结点与空间原点之间的测地线距离（即绝对距离，当空间平直时就是直线距离）；更进一步，还可以精确给出不同退化路径的发生概率，当中最优的那条其发生概率远高于其他路径。我们还发现，所得的优化路径恰可用已知的紧纽结最小能量态分布的对数拟合曲线描述。可预期这是一个有潜力的、原理性的新方法，处于学科交叉点上，具有重要的理论意义。

## 刘 勇

【个人简介】副教授，博士，2009年毕业于北京航空航天大学航空学院国家计算流体力学实验室。研究方向为复杂流动大涡模拟及飞行器气动噪声控制，



## 李睿劭

**【个人简介】**2005 年获得清华航院流体力学专业博士学位，2008 年北大力学系博士后出站，2008 年至今从事高超声速气动热/光学、转捩与湍流、静风洞及喷管涉及等研究。自 1999 年起，长期坚持关于涡、转捩与湍流本质的底层逻辑思考，2010 年解决了速度梯度张量本质问题；2014 年解决涡量本质问题，并提出边界纵横论；2015 年提出 C 心理论；2019 年解决时间本质及定义问题；2020 年提出流场结构化理论。边界纵横论等确实尚未得到学术



界普遍了解、关注和认同，但边界、纵波和横波三个现象和概念具有普遍存在性，能够用于解释所有现象的特点，值得向全体学界同仁推荐了解，以免被西方人再次占先。

### **【报告题目】边界纵横论**

**【报告摘要】**针对湍流这一现象尚无统一定义这个问题，首先证明流体力学基本方程（N-S 方程）的核心量，即速度梯度张量的本质是纵横波；其次简介隐藏在涡量本质分析过程中被人们长期忽视的边界概念及特性（普遍存在性、可定向性和可分解性），并提出边界纵横论；最后，在目前绝大部分人所遵从的西方哲学科学体系内，基于边界纵横论给出漩涡和湍流各自的本质定义，从而从逻辑底层彻底解决湍流无统一定义的问题。至于如何从应用层面进一步解决湍流带来的工程问题，不在本次报告范畴内，但本次报告将湍流本质揭穿后，将对未来从技术、应用需求及工程角度解决湍流实际问题指明方向。

## 冉 政

**【个人简介】**四川省达州市人。1985 年考入中国科学技术大学近代力学系流体力学专业，1990 年获学士学位。同年到中国空气动力研究与发展中心攻读硕士学位，1997 年获博士学位。曾为中国空气动力研究与发展中心总体技术部副研究员，在国家计算流体力学实验室从事流体力学理论与计算研究。2005 年，调入上海市应用数学和力学研究所，任副研究员。现在上海大学从事教学和力学研究工作，副研究员。



主要的研究领域：计算流体力学、旋涡分离流动、湍流、非线性科学。

### **【报告题目】 涡量与流体的旋转运动**

**【报告摘要】**本报告主要报告在旋涡分离流动方面我们最近的两个理论进展：

1. 根据一般流体运动中矢量场的输运特性，得到流场运动所诱导的旋转矢量场所满足的时空演化方程；利用一般正交曲线坐标系的表述，进一步得到粘性边界条件下旋转矢量场所满足的边界条件；最后，讨论了有关边界条件的简单解。

2. 流体运动中速度梯度张量是旋涡分离流动和湍流理论研究中一个核心物理量，一般流体力学中使用的涡量和旋涡的概念直接来自于速度梯度张量分解得到的反对称张量部分，目前已有的研究发现了一些反常，人们认识到可能不能单纯用反对称张量或者涡量来显示流场中的旋涡。使用张量理论中的张量特征投影算子，本文首次对流体运动中速度梯度张量的谱结构进行了分析，基于这种张量谱结构，提出了新的旋涡识别的系统局域判别方法，为进一步的数值模拟和实验实现提供了理论基础。同时，将就目前有关旋涡定义方面的一些理论进展进行简单的评述。

## 时 钟

### 【个人简介】

- 1986: 南京大学理学学士;  
1987: 中英友好奖学金计划(SBFSS);  
1992: 英国 University of Wales 哲学博士;  
1998: 上海交通大学船舶与海洋工程学院教授;  
2002: 国家杰出青年科学(总理)基金;  
2009: 上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院特聘教授;  
2012(秋): 英国 University of Cambridge 应用数学与理论物理系(DAMTP)高级访问学者;  
2012(秋): 英国 University of Cambridge 牛顿数学研究所(Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences)访问学者;  
2015-2020: 国际期刊 Springer/Environmental Fluid Mechanic 编委  
2018.09: 北京大学湍流与复杂系统国家重点实验室访问学者  
2019(秋): 英国 University of Cambridge 伊曼纽尔学院高级访问学者(Senior Visitor at Emmanuel College, Cambridge, U.K.)  
2019(秋): 英国 University of Cambridge 沃尔夫森学院客座院士(Visiting Fellow at Wolfson College, Cambridge, U.K.)(a life member)



### 【报告题目】稳定分层二层流早期振动格栅湍流结构

**【报告摘要】** 采用室内实验混合箱和粒子图像测速技术, 本文研究稳定分层无平均剪切二层流(上层淡水、下层盐水)振动格栅湍流结构。对实验录像进行粒子图像测速技术处理, 获得垂向二维流场(垂直于格栅平面)瞬时速度和涡量, 并用于计算: 1) 时均速度和时均涡量; 2) 均方根速度; 3) 均匀程度和各向同性程度; 4) 平均流强度; 5) 时均湍动能和时均湍动能垂向通量; 6) 时均泰勒的欧拉积分长度尺度; 7) 水平和垂向速度的欧拉频谱。结果显示: i) 格栅方棒处时间平均速度方向垂直向上, 而其两侧的时间平均涡量正负交替, 表明格栅附近射流结构占据主要位置且存在反向旋转涡旋对; ii) 均方根速度随着离开格栅中部(水平面)高程的增大而减小, 并且满足高程的 $-1.425$ (接近 $-3/2$ )幂次律, 表明振动格栅湍流均方根速度的垂向变化较为剧烈; iii) 靠近混合箱边壁处的均匀程度和各向同性程度都大于 1, 表明靠近混合箱边壁处存在各向异性湍流; iv) 格栅平均流强度的量级非 0, 但是, 相对较小, 表明平均流强度较低, 故而, 本文实验结果仍可与无平均流的情况作对比; v) 时均湍动能和时均湍动能垂向通量随着离开格栅中部(水平面)高程的增大而减小, 而时均湍动能垂向通量为正值, 表明远离格栅时均湍动能衰减, 但是, 始终向上传递; vi) 时均泰勒的欧拉积分长度尺度随着离开格栅中部(水平面)高程的增大而线性增大, 表明随着湍流向上发展, 涡的平均尺度增大; vii) 水平和垂向速度的欧拉频谱随着离开格栅中部(水平面)高程的增大而减小, 幂次律约为 $\omega^{-1}$  ( $\omega$ 为频率), 表明水平和垂向湍动能远离格栅均衰减, 并可能受湍流有限雷诺数效应影响。

## 苏卫东

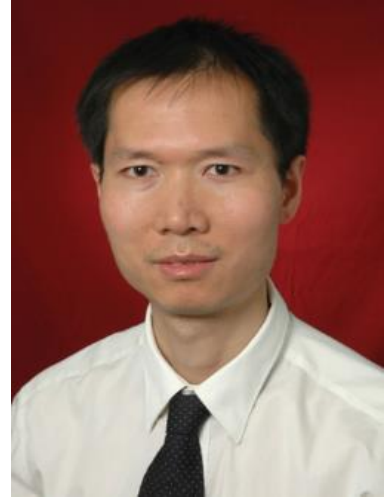
**【个人简介】**1969年生，1990年本科毕业于国防科技大学航天技术系空气动力学专业，1993、1998年在北京大学力学系流体力学专业分别获得硕士和博士学位，后留校任教，2000年晋升副教授。现在北京大学工学院力学与工程科学系和湍流研究国家重点实验室从事湍流和流体力学的基础研究和教学工作。在湍流和复杂系统的标度和广义标度理论和唯象模型、螺旋波分解的理论和谱方法、流动方程的精确解等方面取得一些成果。曾获北京市、中国力学学会、北京大学和周培源基金会的教学奖励。现任中国力学学会力学史和方法论专业委员会委员，力学快报编委。





## 王利坡

**【个人简介】**现任上海交通大学密西根学院副教授。2002年赴德国亚琛工业大学燃烧科学与技术学院学习，主攻湍流场结构分析，于2007年获博士学位。2009年作为助理教授加入上海交通大学。其主要研究领域与兴趣包括湍流基础物理（尤其是流场结构分析）、复杂系统的多尺度分析，湍流火焰动力学分析与湍流燃烧模型发展。曾获 ASME Turbo Expo 最佳论文奖，亚琛工大优秀博士论文 Borchers 奖章等。



### **【报告题目】湍流场结构的多层次多尺度定量分析**

**【报告摘要】**湍流系统的复杂性体现在多尺度及尺度间的相互作用。更好地理解这种相互作用离不开对空间场结构的深入分析。已有的分析工具与手段受限于其固有的缺陷，例如无法对结构无法做定量描述、无法做全场分析及无法刻画结构的多层次和多尺度特性。尤其是随着计算与实验数据的海量产生，发展通用有效的数据分析方法就更为迫切。此报告介绍如何通过结构描述来理解系统的多层次和尺度，主要包括：（1）如何理解空间结构；（2）如何定量刻画空间结构，包括结构的多尺度和多层次；（3）新方法是否有助于理解湍流物理，例如不同层次结构的统计关联、不同尺度的流动物理机制的差异、不同变量的流场结构之间的关联。所发展的结构分析方法可以普遍用于不同的复杂系统的研究。

## 吴逸飞

【个人简介】博士，南昌航空大学飞行器工程学院飞行器动力工程系讲师。

主要研究方向：叶轮机械复杂流动机理，多尺度流热耦合 LES 方法研究；边界层转捩；湍流能量耗散。



## 肖建华

【个人简介】1962年5月，江西。博士，教授。专业：地球物理；理性力学。2001年获国务院政府特殊津贴。教育经历：

1978-1982 中国矿业学院地质系物探专业，学士；  
1988-1991 中国矿业大学北京研究生部地质系，煤炭地质与勘探专业，硕士；  
1994-1995 英国爱丁堡大学，地质地球物理系，访问学者；



1997.09-2000.06 中国矿业大学（北京校区），工程力学专业，博士研究生；

2000-2002 中国矿业大学（北京校区）资源与地质工程，博士后。

工作经历：

1982.8-2004.12 中煤第一勘探局，工程师，高工，教授级高工

2005.01-2006.02 上海交通大学自然科学基础研究组，副研究员

2006.03-现在 河南理工大学测绘学院，教授

### 【报告题目】涡旋的方程解，几何结构和手性的理论研究

#### 【报告摘要】

- 一. 基本理论观点的对比（1 理性力学的基本观点；）
- 二. 对数律研究的主要结果概述（2 基本的实验依据；3 运动方程；4 壁面流的运动方程；5 外层运动方程和对数律解；6 内层的运动方程和解；）
- 三. 壁面湍流方程规范化的有关论题：（7 曲线普适化的基本条件；8 湍流减阻的运动方程；9 局部转动角的运动方程；）
- 四. 涡旋几何结构、手性（10 运动方程的近似形式；11 湍流区的曲线归一化，涡旋几何结构（单个，多个），手性；）
- 五. 其它论题（12 量纲问题；13 湍流的简化模型（无量纲化的一般形式）；14 哲学评论：湍流新思维的前景。）

## 徐国亮

**【个人简介】** 2006 年毕业于清华大学航天航空学院，并于 2011 年获得博士学位。2011 年加入中国空气动力研究与发展中心。主要从事于湍流数值模拟、流动稳定性和转捩研究。相关文章在 *Aerospace Science and Technology*, *AIAA Journal* 等杂志发表。



### **【报告题目】** 高超声速大功角圆锥流向涡流动失稳研究

**【报告摘要】** 通过直接数值模拟以及 Bi-Global 稳定性理论研究了高超声速大功角圆锥流向涡的线性失稳，发现其存在高频的  $z$ ,  $y$  以及被修正的 Mack 模态，以及首次发现低频的内模态。内模态在圆锥靠近前缘附近占主导，而在下游区域由  $z$  模态主导转捩。同时，通过与 DNS 以及风洞实验数据对比，发现在噪声来流条件下由内模态主导转捩，而在静音条件下由  $z$  模态主导转捩。

## 杨尚斌

**【个人简介】** 杨尚斌博士，中国科学院大学岗位教授，中国科学院国家天文台副研究员，硕士研究生导师。2004年获得武汉大学物理学学士学位。2009年获得中国科学院天体物理学博士学位，2009-2010年德国马克斯普朗克研究所访问学者，2010年起在中国科学院国家天文台怀柔太阳观测基地从事研究工作。研究方向为太阳磁场拓扑结构的观测和理论研究。其研究结果揭示了太阳活动区的磁通量和磁螺度的定量关系，发现了活动周大尺度的磁螺度振荡特征。建立的相对磁螺度的计算模型被列为瑞士空间科学学院“磁螺度计算工作组”的参考模型。2016年获得国际空间科学组织（COSPAR）的青年科学家杰出论文奖。2018年加入中国科学院青年创新促进会。2019年起担任中国天文学会第十四届理事会太阳与日球专业委员会副主任。



### **【报告题目】从太阳磁场观测到磁螺度研究**

**【报告摘要】** 太阳作为一个磁雷诺数足够大的天体，是一个天然的研究宇宙宏观尺度（磁）流体湍流现象的实验室。磁螺度作为拓扑不变量成为了探讨太阳内部磁场产生、太阳爆发活动中物理机制、能量传输过程的有力工具。在介绍国内外太阳磁场测量历史的基础上，探讨磁螺度在太阳物理研究中的模型计算和数值模拟、活动周尺度的磁螺度演化、以及在太阳发电机模型中的应用。

## 余 波

【个人简介】华中科技大学热能工程博士，目前就职于中国矿业大学电气与动力工程学院，主要从事节能环保和流体仿真相关方向研究。作为子课题负责人完成国家科技支撑计划项目 1 项、安徽省科技攻关课题 2 项、主持中冶华天工程技术有限公司专业课题一项，参与工程设计项目十余项，发表论文 8 篇，授权专利 24 项（发明 4 项）。获得 2020 年五矿集团技术发明奖二等奖 1 项、2020 年中冶集团科技进步奖二等奖 1 项、2020 年安徽省科技进步奖二等奖 1 项、2018 年安徽省科技进步奖三等奖 1 项。



## 张洪起

**【个人简介】**1976年毕业于北京大学地球物理系。1976年至现在在国家天文台从事太阳磁场的观测研究。现为中国科学院国家天文台研究员，博士生导师。1999-2010年，为国家天文台怀柔太阳观测基地首席科学家(后兼站长)，负责怀柔基地的观测和研究等工作。1999-2009年，担任国家天文台(本部)学术委员会副主任等职务。2006-2011年度任命为国家天文台空间太阳望远镜项目首席科学家，负责该项目的深化研究等工作。中国科学院云南天文台、石家庄学院物理系和吉林师范大学物理系客座教授。先后发表学术论文350余篇，其中一半以上学术论文在国际SCI刊物上发表。大量学术论文为国际一流学术刊物引用。



### **【报告题目】 从太阳视角探讨磁湍流**

**【报告摘要】**在报告中，从太阳磁场的观测出发，探讨可能的大尺度磁湍流的形态和形成形式，尤其是磁螺度，其中包括太阳活动区磁场的能量和螺度谱，以及演化，从而进一步探讨太阳爆发活动和太阳周期变化的形成机制。

## 张家忠

【个人简介】教授，在基础研究方面：从事流动及燃烧的稳定性与奇异性、Lagrangian 拟序结构、Lobe 动力学数值方法、流动本征结构及其拓扑分析方法、边界层孤立波、激波动力学、数值降维、非线性动力学等方面的研究；在应用研究方面：围绕国家能源动力装备、飞行器、大气及海洋动力学等领域开展了相应的研究工作。



### 【报告题目】基于动力系统理论的非定常流动奇异性分析方法

【报告摘要】试验研究表明：非定常奇异流动能够诱发出超常的流动特性，如机翼绕流中的非线性涡升力、非定常超升力等行为，并均与流场的非定常“固有属性”存在着密切关系。然而，由于非定常流动的复杂性，该流动“固有属性”的定量描述及分析方法一直是流体动力学研究中的难点之一，目前尚没有明确的方法，该状态制约着对非定常流动中奇异现象机理的深入研究和利用。

在流体力学领域，有关对复杂非定常流动中非线性现象的解释与规律的揭示仍然缺乏，其主要原因之一就是缺乏能够定量描述和分析复杂非定常流动本征结构（模态或基）以及动力学特性的方法。因此，如何捕获和定量描述复杂非定常流动中的本征或固有结构，以及如何分析本征结构中“兼具”的物质输运和掺混等动力学特性，就是目前一项极具学术意义和挑战性的课题。

根据微分动力系统原理及非线性动力学理论，流体动力学属于非线性无穷维动力系统，其中必然存在着本征流动结构，即：流动模态或基因，并具有流形不变性。经过多年的研究，理论上证明了流场中的 Lagrangian 拟序结构（Lagrangian Coherent Structures, LCSs）拥有此性质，是“隐藏”在速度场背后稳定的流场“基本骨架”。



## 张晓航

**【个人简介】**浙江浦江人，副教授，现任南昌工程学院理学院副院长。长期从事实验流体力学，水力学及河流动力学理论和应用研究，发表论文 10 余篇，主持完成水利部公益性行业专项经费项目《鄱阳湖流域水环境演变机理及趋势研究》的子课题。



## 赵朋龙

### 【个人简介】

2009.9-2013.6 南京理工大学 机械工程学院 学士 专业  
为武器系统与工程

2013.9-2020.5 南京理工大学 瞬态物理国家重点实验室  
博士 专业为兵器科学与技术



### 工作经历

2020.6-至今 南昌大学机电工程学院汽车工程系 讲师

博士研究课题为“微气泡对湍流边界层流动结构控制的实验研究”，基于图像粒子测速技术对含有微气泡的湍流边界层流动进行了实验测量，通过本征正交分解方法对流动中的含能结构进行了分析。发表论文被 *Acta Mechanica Sinica*、*Fluid Dynamics Research* 等收录。

## 赵 伟

【个人简介】副教授，博士生导师，本科毕业于大连理工大学工程力学系，硕士毕业于华中科技大学力学系，博士毕业于 University of South Carolina，目前就职于西北大学光子学与光子技术研究所，主要从事电动力湍流及其级串过程、流体混合强化、微纳流体动力学及其光学检测技术、超分辨光学及生物光子学等领域的实验和理论研究。现任陕西省光学学会理事。主持国科金面上项目一项，参与国科金重大仪器项目和面上项目各一项。在 PRE、AIChE Journal、Lab on a Chip、Experiments in Fluids 等期刊发表 40 余篇 SCI 论文，国际国内会议报告 40 余次。



### 【报告题目】电动力湍流中 She-Leveque 尺度律存在的反常层次间歇因子

【报告摘要】在传统湍流研究中，She-Leveque 尺度律的广泛存在性和有效性已经被大量实验与数值模拟研究所证实，其层次间歇因子（即 $\beta$ 因子）均与理论预期的数值表现出高度的一致性，且 $0 < \beta < 1$ 。然而，我们近期在电动力湍流的研究中发现 $\beta > 1$ ，伴随的是速度结构函数的概率密度分布中出现了代表强间歇性事件的上翘现象。这表明，电动力湍流中的速度场层次结构之间的相互关系与传统湍流存在显著差异。传统湍流中 $0 < \beta < 1$ ，小尺度（ $l$ ）速度结构的概率密度由大尺度（ $l_0$ ）速度结构中 小概率部分决定；而 $\beta > 1$ 时， $l$ 上的速度结构的概率密度则受 $l_0$ 上全部速度结构的影响，揭示出电动力湍流中不同尺度速度结构之间具有更密切的联系。对该现象的研究，揭示了一种新的湍流能量输运过程，可以拓展人们对湍流形成与发展过程机理的理解。

## 钟伯文

【个人简介】研究员，南昌航空大学高层次引进人才。

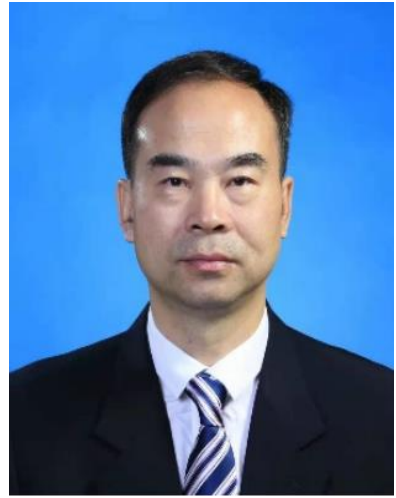
1983年毕业于北京大学力学系，1988年西北工业大学空气动力学专业硕士毕业，2003年在英国克兰菲尔德（Cranfield）大学航空学院获博士学位。2010年中国商飞引进高层次海外人才，曾任中国商飞北京民用飞机技术研究中心总体论证部部长，数字仿真与信息技术实验室主任。主要从事大型客机总体方案论证、设计及虚拟仿真评估，飞机和直升机空气动力数值模拟、湍流大涡模拟、混合LES/RANS模拟方法等研究。作为中方概念



方案组组长和主要技术负责人承担工信部“中俄远程宽体客机市场与概念方案前期论证”项目，获中国商飞公司科技进步奖一等奖，作为首席专家主持完成科技部863计划项目1项，参研其他工信部项目多项，发表论文50余篇。

## 周怀春

【个人简介】中国矿业大学电气与动力工程学院教授、博士生导师，2010 年国家杰青。目前主持国家自然科学基金重大科研仪器研制项目“燃烧火焰自由基、颗粒物、主要气态产物光谱/成像检测系统(2019.1-2023.12)”等。出版《炉内火焰可视化检测原理与技术》(2005 年科学出版社)等专著/教材/译著/著作章节 11 部；获得国家发明专利 21 件；发表国际国内重要期刊论文 300 多篇，其中 SCI/EI 收录 200 多篇。获得包括 2007 年湖北省技术发明一等奖(排名第一)等省部级科技、教学成果奖 12 项。



### 【报告题目】粘性流体运动新方程

【报告摘要】传统意义上作为表面切向力的流体内摩擦力作用于流体中所有截面上，本报告提出应将其作为体积力处理，定义为切向粘性力；以流体速度及其切向粘性力的乘积定义粘性流体的粘性势能，其在流体中传递时部分发生耗散，形成不可逆能量损失；进一步提出在流体粘性能量传递的方向存在该方向上的粘性力，称为法向粘性力，其大小与切向粘性力大小相等。

从三维速度大小在三个坐标方向的偏导数的计算入手，根据牛顿内摩擦定律，构建了三个坐标方向各自切向和法向粘性力的计算式，整合到理想流体的欧拉方程中，建立了一个新的粘性流体动量方程。粘性势能在流体中的梯度代表粘性势能在流体传递中发生的变化，其中与速度分量梯度的平方成正比的部分属于不可逆能量损失部分，加入到热力学能量方程中，构成粘性流体新的热力学能量方程。基于新的动量方程分析，两无限大平板间加压层流的速度分布是两条相交直线分布，而不是现有文献中的抛物线分布。加压平板间的层流流动存在垂直于流动方向的压力差(由法向粘性力引起)，两平板除了受到流动方向梯度变化的压力作用外，还叠加受到朝向两板中间的收缩力的作用。下一步将对本文相关概念和预测进行实验验证。

## 朱建州

### 【个人简介】

- 2013 年至今：发展速诚基础与交叉科学研究中心@南京，高淳，先后受聘为河海大学兼职教授（2016-2019）、南昌大学特聘教授（2020-2023）；打造“田园学派”科学艺术品牌；
- 2012 年 2 月-2013 年 6 月：研究科学家@世界级研究所聚变理论中心，韩国国家聚变研究所；
- 2010 年 8 月-2012 年 2 月：中科大近代物理系副教授；
- 2009 年 1 月-2010 年 7 月：访问科学家@普林斯顿等离子体物理实验室理论部，普林斯顿大学（同时为美国马里兰大学科学计算与数学模型中心及多尺度等离子体动力学中心助理研究员）；
- 2006 年 10 月-2009 年 1 月：博士后@理论部的数学模拟与分析组(后为应用数学与等离子体物理组)和非线性中心(CNLS)，美国洛斯阿拉莫斯国家实验室。



### 教育经历：

- 博士 (2006)：北京大学湍流与复杂系统国家重点实验室
- 硕士 (2003)：中科院研究生院物理系
- 本科 (2000)：哈尔滨工程大学船舶与海洋工程系

### 【报告题目】“螺控声”理论基础报告暨南昌大学流体所可能开展的部分湍流基础研究展望

【报告摘要】本报告介绍四个可能在流体所系统开展深入研究的湍流基础项目，并展示初步结果，他们的成功实现将有望奠定该所成为领域内重镇的地位：

1. 1993 年，余振苏和同事结合数值模拟提出和分析一种“约束欧拉”模型以模拟湍流，他们将三维 Navier-Stokes 方程的粘性系数调整为依赖于流场的动态系数以细致平

衡掉外力驱动的能量注入，使得每个波数壳上的能量固定（他们取 Kolmogorov 的  $-5/3$  谱）。这一思想很快被 Gallavotti 和同事推广，他们将每个波数壳上的能量固定约束放宽为总能量或其它物理量（比如拟涡能或耗散）的固定约束，认为“在大 Reynolds 数下”这种系统和真实湍流是“等效”的。这在某种意义上是平衡态统计物理中“等效系综”在湍流非平衡统计中的平行推广，其中任何的合理成分都非同凡响。但是，无论是模型还是数值实现，还有很多有待澄清和探究的地方，尚未成为系统的理论。本项目针对二维湍流能量-拟涡能双级串的图景，引入两个动态“粘性系数”模型以实现相应的双约束，结合数值模拟分析相应的湍流动力学，从各个角度详解其中细节，以深入理解二维湍流动力学。

2. 接 1，针对三维不可压缩流体螺旋分解方程，引入两个动态“粘性系数”模型以实现能量和螺度的双约束，结合数值模拟分析相应的湍流动力学，从各个角度详解其中细节，以深入理解三维湍流动力学。
3. 不可压缩湍流如果是单手性的，能量能反向级串，这有相关的稳定性 (Waleffe, *Phys. Fluids*, 1992) 和统计理论 (Zhu, Yang and Zhu, *J. Fluid Mech.*, 2014) 支持，也得到了直接数值模拟的实现 (Biferale, Mussachio, Toschi, *Phys. Rev. Lett.*, 2012)。但是，可压缩流的相关理论暗示 (Zhu, *J. Fluid Mech.*, 2016)，此图象会被压缩模（如，声波或激波）破坏：该理论预测的数值检验和相关物理细节的深入分析，会对所谓“波-涡相互作用”，或我们在湍流系统中更愿意称的“波-涡二相性”动力学过程的理解大大促进。
4. 三维湍流时空任何一点的速度梯度表示总可以找到一个“好坐标架”，在其中为实舒尔 (Schur) 形式。这有点像广义相对论 (GR) 中，时空每一点是局部平坦的 (爱因斯坦等效原理假设其中狭义相对论 -- SR --- 物理都适用)。所以，全局一致地是实舒尔的流体 (“实舒尔流”) 动力学在湍流中的地位就像是 SR 之于 GR 的地位。同时，可压缩旋转流动的 Taylor-Proudman 形式极限就是实舒尔流。项目结合直接数值模拟和实验展开实舒尔湍流研究。我将通过此流动的动力学分析和数值模拟结果来展示“螺控声”理论基础。

## 邹文楠

**【个人简介】**南昌大学工程力学教授、博导，南昌大学高等研究院院长、研究员、博导，非均质材料力学方向带头人。从事力学中的高阶张量、连续介质理论、湍流理论、细观力学研究，主持国家自然科学基金面上项目4项，发表SCI论文40余篇，曾任《固体力学学报》编委，获省自然科学二等奖(第二)；2020年主持成立南昌大学流体力学实验室，并建立南昌大学流体力学研究所。主要学术成绩为：阐明了困惑学术界近半个世纪的



等效夹杂法适用性问题，取得该领域的一个主要进展；实现了任意高阶张量的正交不可约分解及高阶偏张量的多极表示，解决了历经三十年悬而未决的理性力学难题；提出了基于微有限体元的新型连续介质模型，为湍流问题的解决指出了新的方向。

### **【报告题目】基于速度场的涡旋分析——通向流动新理论的桥梁**

**【报告摘要】**首先指出在连续介质假设下存在一种更真实的模型，并简单介绍新模型下的流动理论，提出在新理论框架下涡旋可以分成三类，即与流线一致的层流涡旋、独立演化的大尺度涡旋和强耗散的小尺度涡旋。接着介绍团队对曲折层流的研究情况，包括层流数值求解的实现、TC层流的计算和实验研究，在临界点附近的线性流场的流线的形态研究，通过弯扭场研究流线的拓扑等。通过对层流速度场的分析研究，一方面连接了当前涡旋识别的研究热点，另一方面也引向流动新理论的深入研究。



## 参会人员通讯录

(内部交流)

姓名	单位	手机	微信	邮箱
余振苏	北京大学	13501057394	s3162909639	she@pku.edu.cn
苏卫东	北京大学	13717760960	wxid_bldvcrpljz7s22	swd@pku.edu.cn
毕卫涛	北京大学	13521816369	wtxpsq	weitaobi@pku.edu.cn
刘鑫	北京工业大学	18201113712	topkidlx	Xin.liu@bjut.edu.cn
刘沛清	北京航空航天大学	13910579006	wxid_kmn0vx7d6w8o22	lpq@buaa.edu.cn
杨尚斌	中国科学院国家天文台	13810987017	youngastronomy	yangshb@nao.cas.cn
李睿劬	中国航天科技集团公司第十一研究院	13552903219	wxid_bl5ojov72rnu22	lirq995688@126.com
张洪起	中国科学院国家天文台	13651207906	wxid_aqsr1ccmh1e712	hzhang@bao.ac.cn
冉政	上海大学	15800753421	wxid_uerfctzrp1hi22	zran@staff.shu.edu.cn
时钟	上海交通大学	13701910208	wxid_jqepdo6eu6hs22	zshi@sjtu.edu.cn
王利坡	上海交通大学	15900923960	wxid_ioemd5lnj2xl22	Lipo.Wang@sjtu.edu.cn
蔡小舒	上海理工大学	13661856966	13661856966	usst_caixs@163.com
董祥瑞	上海理工大学	15850521154	DXR1154889698	dongxr1154@126.com
蔡天意	上海理工大学	15651665013	momo_NT	tycai@usst.edu.cn
窦华书	浙江理工大学	18058430216	wxid_mmq2rf7o99i822	huashudou@yahoo.com

姓名	单位	手机	微信	邮箱
肖建华	河南理工大学	13703916577	wxid_jj2fxyw5aoa022	jhxiao@hpu.edu.cn
朱建州	南京市高淳区速诚基础与交叉科学研究中心	18951831576	jz2wechat	jz@sccfis.org
徐国亮	空气动力学国家重点实验室	18780471367	xugldem	xuguoliang07@tsinghua.org.cn
周怀春	中国矿业大学	18810086689	zhouhuaichun1965	hczhou@cumt.edu.cn
余波	中国矿业大学	18136857752	yubohust	yubo@cumt.edu.cn
张家忠	西安交通大学	13002988065	wxid_icxs5r6fp3ok22	jzzhang@mail.xjtu.edu.cn
冯沛华	西安交通大学	18092561257	haimo_fph	fphd2017@xjtu.edu.cn
赵伟	西北大学光子学与光子技术研究所	18192832658	zwbayern	zwbayern@nwu.edu.cn
张晓航	南昌工程学院	13407000850	z987683207	2008994045@nit.edu.cn
钟伯文	南昌航空大学	18910565802	18910565802	zhongbowen@nchu.edu.cn
吴逸飞	南昌航空大学	13803513493	i801109	wuyifei.jx@163.com
刘勇	南昌航空大学	13576009595	Aeroacoustic	liuyong@nchu.edu.cn
邹文楠	南昌大学	15970409286	zou931030	zouwn@ncu.edu.cn
赵朋龙	南昌大学	15850599929	wxid_75rd0vneipbs31	ncuzpl@ncu.edu.cn
吉祥	苏州大学	18896587211	buxiubianfu0517	xian9ji@outlook.com
兰红凯	苏州大学	18896798326	Netslove7	20204207015@stu.suda.edu.cn

**秘书组:** 叶林桢, 曾 蕾, 辜秦霞, 唐 钰, 徐光稳

**联系人:** 曾 蕾: 0791-83969963, 13870804197; 辜秦霞: 13576949156; 25881361@qq.com

唐 钰: 18172813229, tangyu@ncu.edu.cn; 徐光稳: 15579223695, xgw199699@126.com。