



中国力学学会

会 讯

目 录

● 学术活动

第五届全国工程结构安全防护学术会议纪要..... (1)

第十届全国现代数学和力学会议纪要 ..... (3)

第二届全国力学史与方法论学术研讨会会议纪要..... (4)

第十四届全国结构工程学术会议纪要..... (5)

● 会议通知

第十四届全国复合材料学术会议征文通知(第二轮)..... (6)

第十三届全国疲劳与断裂学术会议(第一轮通知)..... (7)

第十届工程与科学中计算方法增强与提高国际会议(EPMESC X)(第一轮通知)..... (9)

● 学会信息

改革创新, 发展学会, 服务科技..... (14)

● 科协学科发展蓝皮书选登

工程结构的振动控制与故障诊断研究及应用 ..... (19)

我国飞行和游动的生物力学与仿生技术研究进展 ..... (22)

**学术活动****第五届全国工程结构安全防护学术会议纪要**

由中国力学学会爆炸力学专业委员会、中国岩石力学与工程学会岩石动力学专业委员会和中国土木工程学会防护工程分会联合主办，解放军理工大学工程兵工程学院承办、总参工程兵科研三所协办的第五届全国工程结构安全防护学术会议于2005年10月17日~19日在南京召开。

参加会议的有来自解放军理工大学工程兵工程学院、总参工程兵科研三所、有关高等院校、科研院(所)等27家单位从事工程结构安全防护及其相关领域研究的专家、学者共计54人，中国工程院院士、中国岩石力学与工程学会理事长、中国土木工程学会防护工程分会理事长钱七虎教授，中国工程院院士、总参工程兵科研三所周丰峻研究员，中国力学学会爆炸力学专业委员会工程结构安全防护专业组组长、总参工程兵科研三所所长任辉启研究员，中国力学学会爆炸力学专业委员会前任主任委员、宁波大学王礼立教授，国家自然科学基金重大项目“深部岩体力学基础理论研究与应用”首席科学家、中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院院长何满潮教授，解放军理工大学科研部副部长方秦教授等出席了会议。

会议于18日、19日进行了两天的学术交流，钱七虎院士、周丰峻院士、王礼立教授、何满潮教授分别就“战略防护工程面临的核钻地弹威胁及连续介质力学模型的不适用性”、“空气冲击波与破片复合破坏作用”、“强动载荷作用下结构响应与材料响应的相互影响”、“深开采岩体力学研究及工程灾害控制”作了专题报告，另有24位专家、学者分别就各自所从事领域的研究及进展情况作了精彩的报告。

本次会议共征集论文70余篇，经认真遴选，有57篇论文被录入论文集，其内容涉及强动载作用下介质与结构相互作用的发展与展望、介质(岩、土、混凝土)的变形与破坏、结构的局部与整体作用、材料动态力学性能及测试技术、隔震理论与技术，钻地武器(常规及小型核钻地弹)的破坏效应及防护问题，反恐防爆结构安全对策和技术以及岩土动力学研究进展等，较全面地反映了我国近年来在工程结构安全防护领域的主要成果，具有较高的学术与应用价值，部分优秀论文将陆续刊登在中国土木工程学会防护工程分会的会刊《防护工程》上。

当前由于精确制导常规武器、小型钻地核武器技术的迅速发展和反恐怖斗争形势的需要，工程结构安全防护面临许多亟待研究的新问题，许多问题的解决已不能沿用现有的理论和方法。这次会议紧扣国内外工程结构安全研究与发展动态，围绕介质与结构在强动载作用下的难点和热点问题展开了广泛的交流和深入的研讨，学术气氛浓厚、信息量大，交流效果显著，对促进我国工程结构安全防理论与实践的发展，加强国内在这

一领域内的学术交流与协作将产生积极的推动作用。

会议期间召开了**中国力学学会爆炸力学专业委员会工程结构安全防护专业组**的年度工作会议，参加会议的专业组成员或代表有任辉启、方秦、李海波（代李廷芥）、沈俊（代张守保）、王占江（代林俊德）、文鹤鸣（代胡时胜）、陈小伟（代李大红），周丰峻、何满潮、王明洋、董新龙、郑永来、章克凌、陈国兴、石少卿、盛宏光等列席了会议。

工作会议由专业组组长任辉启研究员主持，主要议程有：

1. 汇报本届全国工程结构安全防护学术会议的筹备与征文情况；
2. 讨论我国工程结构安防护领域所面临的形势以及今后的研究方向和重点；
3. 讨论专业组今后的组织建设以及下一步的工作设想；
4. 讨论、商定第六届全国工程结构安全防护学术会议的有关事宜。

会议首先由专业组上一届组长周丰峻院士介绍了专业组的历史沿革、成员组成、前几届工程结构安全防护学术会议的有关情况以及近年来专业组所开展的工作情况，听取了王明洋教授代表本届学术会议组委会所作的会议筹备与征文情况汇报，任辉启研究员就进一步加强专业组的组织建设、下一步的工作以及第六届全国工程结构安全防护学术会议的安排提出了一些设想。随后，代表们就我国工程结构安全防护领域所面临的形势、今后的研究方向以及任辉启研究员所提的工作设想展开了热烈的讨论。大家一致认为，工程结构安全防护涉及到我国国防和民用工程，如地下工程（国防工程、人防工程、采矿工程等）、地面工程、地面爆炸（反爆炸恐怖防护结构）以及战场的毁伤评估等各个领域，随着我国国防安全和公共安全的需要，今后研究的任务重大，并面临着许多亟待解决的新课题，需要国内从事本领域研究的军队和地方高等院校、科研院所加强交流与协作，共同促进工程结构安全防护理论与实践的发展。会议经过充分的研究、讨论，就专业组下一步的工作形成了一致意见：

1. 鉴于国内从事工程结构安全防护领域研究的单位较多，应增加有关单位的代表加入专业组，使专业组具有更广泛的代表性并有利于本领域内的交流，具体的调整与增补方案待2006年换届时，并与现任成员协商后，由专业组提出并报请中国力学学会和爆炸力学专业委员会批准。
2. 在组织建设方面，专业组下设一个办公室，办公室设在总参工程兵科研三所科技处，负责与总会、上一级专业委员会和各专业组成员之间的联系，暂由总参工程兵科研三所落实日常办公费用。
3. 以后的历届学术会议由专业组各成员单位轮流承办，继续考虑与其它学会或分会、专业委员会共同举办学术会议或活动，应加强这一领域内的国际交流。
4. 第六届全国工程结构安全防护学术会议将于2007年适当时间在洛阳召开，由总参工程兵科研三所承办。

（中国力学学会爆炸力学专业委员会工程结构安全防护专业组供稿）

## 第十届全国现代数学和力学会议纪要

第十届全国现代数学和力学会议(MMM-X会议)于2005年10月19日~21日在太原举行。这次会议由中国力学学会理性力学与力学中的数学方法专业委员会主办,太原理工大学承办,来自全国21个高校和研究所的84位代表参加了会议。

会议的学术委员会副主任、原太原理工大学校长杨桂通教授主持了开幕式,理性力学与力学中的数学方法专业委员会主任戴世强教授致开幕词,他回顾了专业委员会成长的历史,并表示会议将继续以现代数学与现代力学相结合、力学与工程实践相结合为宗旨,推动近代力学事业的发展。太原理工大学副校长郝建功教授发表了热情洋溢的欢迎词。

与往届会议一样,本届会议组织了精彩纷呈的大会特邀报告,计有:

- 钟万勰:应用力学中的辛数学方法;
- 杨桂通:弹塑性系统最终变形的不确定性;
- 武际可:几何学和力学的发展;
- 刘延柱:弹性细杆的非线性力学;
- 戴世强:城市交通流的数学模型;
- 宁建国:多物质二维流体动力学程序MMIC理论基础及其应用研究;
- 王铁军:高分子合金的变形行为;
- 张洪武:计算结构力学数学规划法研究的若干进展;
- 魏悦广:材料微/纳米尺度若干力学问题的研究和讨论;
- 陈立群:轴向变速运动粘弹性弦线的横向非线性振动。

这些报告有的涉及新的力学体系的探索;有的阐明一些力学前沿方向和交叉学科的新动向;有的讲述力学史与方法论方面的新颖见解。内容丰富生动,给与会者以启迪。

有近三十篇论文在分会上进行了交流,题材非常广泛,涵盖近代力学的几乎所有分支,例如弹塑性动力学、复合材料力学、爆炸力学、细观力学、多场耦合问题、实验力学、非线性动力学、时滞系统和强非线性系统分析、复杂流动问题等等,其中不乏优秀的工作。一大批年青学者和研究生走上讲坛,并进行了热烈争论和讨论。

10月21日,武际可教授主持了闭幕式,会议圆满结束。会上宣布,本专业委员会的下一个学术活动是:将于2007年6月在上海举行的第五届国际非线性力学会议(ICNM-V)。

与会者认为,本届会议的学术水平高,学术气氛浓厚,开得相当成功。大家对东道主的出色的组织工作表示赞赏,并向他们致以诚挚的谢意。

(中国力学学会理性力学与力学中的数学方法专业委员会供稿)

## 第二届全国力学史与方法论学术研讨会会议纪要

第二届全国力学史与方法论学术研讨会于2005年10月5日~7日在上海举行,这次会议由中国力学学会力学史与方法论专业委员会主办,上海大学和复旦大学联合承办。来自全国19个单位的45位学者参加了会议。

会议组委会主任戴世强教授主持了5日上午的开幕式。力学史与方法论专业委员会副主任张文教授致开幕词,他回顾了2003年举办首届研讨会后的情况,指出了,随后成立的专业委员会为我国力学史与方法论的研究者营造了自己的“家”,他还强调了自然科学与人文科学密切结合的重要性。随后,中国力学学会副理事长苏先樾教授致贺词,东道主上海大学副校长叶志明教授致欢迎词,他们都着重指出,力学史与方法论研究在我国近代力学的发展中是不可或缺的。

会上,与会的资深专家和年青学者做了精彩纷呈的报告。上海交大何有声院士回顾了清华大学工程力学研究班的历史,使大家对力学界的这个“黄埔军校”留下了深刻的印象;北大武际可教授介绍了1920年前的两千余年中的百篇重要文献,为追寻力学发展轨迹提供了清晰的线索;上大叶志明教授结合自己的工作谈了力学教学方法分五个基本点,引起了与会教师的共鸣;北大黄永念教授和上大冉政博士分别介绍了我国学者在湍流和流体力学研究中的早期贡献,使与会者长了见识和志气;同济稽醒教授分析了经典弹性力学与应用力学方法之间的关系,得到了大家的认同;上海交大刘延柱教授通过时空变换,将一般力学方法引入弹性细杆研究,并用以研究DNA的演化过程等,构思独特;北工大隋允康教授谈及力学述解的演进过程与方法拓展,总结出一种新思路;天大王振东教授介绍了孤立波与孤立子的发现、引起的争论和现状,引出一些发人深省的结论;北大王敏中教授通过两个案例,谈及将力学史与方法论引入弹性力学教学的效果,引来一片喝彩;北大王建祥教授等论述了美学与力学的关系以及将美学教育引进课堂的动机和结果,给人以启迪;复旦张文教授纵论了自然科学研究者的人文修养问题,认为自然科学与人文科学应该互动;川大年青学者王晓春教授介绍了建国以来力学发展中从三足鼎立到十强并立的过程,提出了一些有深意的想法。在其它报告中,还涉及力学各分支学科的发展史和科研、教学方法;力学与哲学的关系等等,内容丰富生动,引人入胜。

与会者认为,由于有更多的力学界精英与会,本届会议在上届会议的基础上,研究成果的深度与广度上都有提高,这样的会议值得再开下去。

10月5日晚上,专业委员会主任武际可教授主持召开了专业委员会扩大会议,会上决定:第三届全国力学史与方法论学术研讨会将于2007年在兰州大学召开;专业委员会应逐步实现新老交替,使得研究队伍日益壮大,相关的研究水平不断提高,为我国力学事业的发展做出更大的贡献。

与会者对会议的组织工作表示满意,并向东道主表示由衷的谢意。

## 第十四届全国结构工程学术会议纪要

一年一度的全国结构工程学术会议，今年是第十四届了，本届会议同时也是中国力学学会2005年学术会议的分会场之一，因而为会议提高了规格和层次。在绚丽的金秋季节，开幕式那天(2005.10.18)又值华夏民族传统的中秋佳节团圆之际，为会议增添了不少吉祥气氛。

会议在烟台大学举行，会期三天，本届会议到会代表120人，其中具有高级职称的占65%以上，具有博士、硕士学位的代表占95%以上，55岁以下的中青年学者占90%以上，反映了结构工程学科兴旺发达、后继有人、欣欣向荣的景象。

本次会议出版论文集三册，共收录论文338篇，涉及国民经济结构工程的多个领域，包括力学分析与计算；钢与钢筋混凝土材料、构件与结构；岩土地基基础与地下工程；设计、施工、优化与可靠度；特种结构、车辆、飞行器与船舶结构；抗震、爆炸、冲击、动力与稳定；路桥、水工港工；试验、监控、鉴定、事故分析与加固；交叉学科与其它研究成果九个部分，比较充分地反映了我国结构工程领域最新成果和进展。

本届会议共组织了17篇特邀报告都是研究水平较高又具有一定应用价值的学术论文。这17篇特邀报告都涉及国民经济中重大结构工程问题，如城市生活垃圾的工程特性及填埋场的岩土工程问题，进入21世纪的重庆桥梁建设及风工程研究，爆破开挖的振动效应与安全判据，以及混凝土结构工程除盐的研究与应用……，这些论文引起了与会代表的极大兴趣。代表们普遍反应历届全国结构工程学术会议最有水平也最有应用前景的是大会组织的特邀报告。

历届全国结构工程学术会议都进行中青年优秀论文评选，这项活动已成为这个学术会议的重要特色之一，对鼓励青年学者奋发向上发挥了一定的作用，历来很受代表们欢迎。本届会议经过专家认真评议，用无记名投票的方式，评出了17篇中青年优秀论文。会议向论文的作者颁发了获奖证书。

中国力学学会副秘书长、学会办公室主任杨亚政先生专程出席了会议并致词，同时代表学会理事长崔尔杰院士向大会表示祝贺，在致词中对结构工程专业委员会一年一度的全国性学术会议做了充分的肯定。

明年第15届全国结构工程学术会议在河南焦作召开，会议东道主单位河南理工大学的副校长孔留安教授专程从焦作赶到烟台，在闭幕式上致词，热诚欢迎与会代表明年到焦作聚会，共同进行学术交流，增进学术情谊。

**会议通知**

## 第十四届全国复合材料学术会议征文通知 (第二轮)

全国复合材料学术会议(National Conference on Composite Materials)由中国宇航学会、中国力学学会、中国复合材料学会、中国航空学会联合举办,每两年举办一次。第十四届全国复合材料学术会议(简称NCCM-14)由中国宇航学会主办,中国航天科技集团公司航天材料及工艺研究所承办。本届会议定于2006年10月在湖北省宜昌市召开。

本届会议的会议论文集将由出版社正式编印出版,具有国际统一书刊号和条形码,并向全国各新华书店、图书馆征订发行。为保证会前顺利完成论文集的编辑出版工作,希望广大复合材料界同仁按照投稿要求,尽快投稿。论文截止日期定在2005年12月31日。

### 一. 会议主题

本届会议主题为“基础、创新、高效”。会议将重点交流我国国民经济和国防科技领域内复合材料研究发展的最新成果,同时特别关注复合材料及工艺及其支撑技术领域基础理论、应用基础等方面的研究成果,新材料、新工艺、新方法、新应用等创新性的理论与实践成果,高性能、低成本等高效材料及工艺技术成果等。

### 二. 征文内容

本届会议将接受反映复合材料领域最新研究成果、材料与工艺、基础理论与应用技术和反映产业化和复合材料学科发展的学术论文,特别是反映具有创新性成果的高水平论文。征文范围及代码如下:

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| A: 复合材料增强材料及增强体      | B: 复合材料基体树脂及先驱体    |
| C: 聚合物基复合材料          | D: 陶瓷基复合材料         |
| E: 碳基复合材料            | F: 金属基复合材料         |
| G: 复合材料制造与质量控制       | H: 复合材料性能测试表征及无损检测 |
| I: 复合材料力学分析与结构设计     | J: 复合材料加工、连接与修补    |
| K: 复合材料界面科学          | L: 功能/智能复合材料       |
| M: 纳米复合材料            | N: 生物复合材料          |
| O: 复合材料与环境           | P: 复合材料在国防科技领域中的应用 |
| Q: 复合材料在国民经济建设领域中的应用 | R: 低成本及产业化技术       |

### 三. 征文要求及注意事项

1. 凡符合主题、未在国内外正式刊物或会议上发表的论文均可应征。
2. 所投论文必须附有所在单位的论文保密审查证明（仅限本届会议论文集）及作者信息表（便于及时与作者沟通），文责自负，不退稿件，请作者自留底稿。
3. 论文限 5000 字以内，每篇论文收取版面费 400 元，每超一页（含不到一页）增收版面费 100 元。
4. 提供录入稿件的电子版发至筹备组电子信箱（见后），同时提供该电子版打印稿一式二份，请务必在信封上注明 NCCM-14 字样。
5. 论文稿的格式、版面要求及征文样稿见“NCCM-14 作者须知”，并请根据征文范围分类在论文首页的右上角处注明论文分类代码。
6. 论文截稿日期：2005 年 12 月 31 日

### 四. 论文接受事项

联系人：李洪泉 吴 坚

联系电话：01068383269

通信地址：北京 9200 信箱 73 分箱 18 号

邮 编：100076

传 真：01068383237

E - Mail: nccm-14@163.com

## 第十三届全国疲劳与断裂学术会议 (第一轮通知)

2006 年 6 月 24~30 日 北京

由中国材料研究会、中国腐蚀与防护学会、中国机械工程学会、中国力学学会、中国金属学会和中国航空学会联合主办的“第十三届全国疲劳与断裂学术会议”定于 2006 年 6 月 24-30 日在北京召开。此次将作为 2006 年中国材料研究学会举办的“国际材料周”的一个分会，会议将邀请在疲劳与断裂研究领域内的国内优秀学者做特邀报告，介绍在疲劳与断裂研究领域的最新研究进展，这将是一次内容丰富、形式多样、人员广泛的学术盛会。本届会议旨在通过广泛的学术和信息交流，活跃学术思想，明确研究方向，推进我国的疲劳与断裂研究的发展。

### 1. 会议主要内容

- 1) 材料疲劳与断裂微观机理与计算机模拟
- 2) 材料疲劳与断裂的力学与物理模型



- 3) 材料疲劳与断裂的实验及测试技术
- 4) 新型结构材料的疲劳与断裂行为
- 5) 材料疲劳与断裂的载荷效应
- 6) 材料疲劳与断裂的环境效应
- 7) 工程材料的疲劳损伤与寿命预测
- 8) 抗疲劳、断裂设计与失效分析

## 2. 会议征文

凡未经正式刊物发表, 与材料的疲劳和断裂领域相关的研究成果、学术观点、工程经验、设想及建议等均可以论文形式应征。应征论文必须论点鲜明、论据充分、数据可靠、文字流畅、图表清楚, 一般约为 6000 字以内 (4 页), 计量单位要严格执行《中华人民共和国法定计量单位》中的有关规定, 并附 Word 文件类型的软盘、EmailWord 文件到会议秘书处或在线投稿。论文经专家审阅后给予书面答复。经评审合格的论文将在《材料研究学报》杂志 (增刊) 上正式出版。接到论文录用通知和论文收费通知后汇交会议注册费、论文评审费和版面费到《材料研究学报》杂志社。不交会议注册费和版面费的论文, 将不编入论文集 (期刊) 中。已经录用的稿件将付一定稿酬。没被录用的稿件恕不退回, 请自留底稿。

欢迎全国各地从事相关专业的专家学者、科研人员、高校师生踊跃投稿, 同时也欢迎暂无论文但对会议感兴趣的社会各界人士参加会议。

## 3. 会议地点: 北京

## 4. 会议重要日期

提交论文摘要截止日期: 2006 年 1 月 31 日

提交论文全文截止日期: 2006 年 3 月 31 日

论文录用通知: 2006 年 5 月 1 日

汇交版面费截止日期: 2006 年 5 月 15 日

会议召开日期: 2006 年 6 月 24~30 日

## 5. 技术展示和产品宣传

欢迎在本次会场内设置与会议内容相关的宣传广告 (以材料、图片、样品和软件为主)。

## 6. 应征论文参考格式

“材料研究学报”的论文格式: 题目、作者、工作单位、摘要 (250 字), 关键词 (5-8 个), 中图分类号, 英文题目, 作者名字的汉语拼音和工作单位的英文译文, 以及文章的英文摘要和关键词, 引言, 正文, 参考文献。

由于“材料研究学报”被美国工程索引和英国的“科学文摘”等收录, 为了便于国际著名检索刊物和其它信息机构采用, 英文摘要应详细, 尽可能反映文稿的主要内

容,具有独立性和自含性,即不阅读全文就能获得所论述的主要信息;避免使用第一人称,应包括目的、过程及方法,结论三部分。字数不得少于900个印刷符号。

参考文献格式如下:

编号 作者(姓列名前). 论文题目. 刊名, 出版年, 卷号(期号): 起-止页码

编号 作者(姓列名前). 书名. 版本, 出版地: 出版单位, 出版年. 起-止页码

文中图表附最具代表性的,并一律安排在正文中. 图表题请附中英文对照稿。

稿末写明作者的性别、出生年月、民族、籍贯(包括省、市、县名)、单位、职称、职务、学位、学术简历、研究领域和主要成就;详细通讯处、E-mail、电话及传真号。

### 7. 会议主办

中国材料研究会、中国腐蚀与防护学会、中国机械工程学会、  
中国力学学会、中国金属学会、中国航空学会

**会议承办:** 中国材料研究会, 中国科学院金属研究所

### 8. 会议秘书处

地 址: 沈阳市沈河区文化路72号

邮 编: 110016

单 位: 中国科学院金属研究所

联 系 人: 张哲峰、刘 路

电 话: 024-23971043 (张哲峰)、024-23971833 (刘路)

传 真: 024-23891320

电子邮件: zhfzhang@imr.ac.cn、luliu@imr.ac.cn

会议网址: <http://l3fatigue.imr.ac.cn>

## 第十届工程与科学中计算方法增强与提高国际会议 (EPMESC X) (第一轮通知)

2006年8月21日~23日

### ● 会议简介

EPMESC 国际会议由著名学者 E. Arantes e Oliveira 教授、Y. K. Cheung 教授、T. Kawai 教授和 Luo Songfa 教授发起, 致力于推动工程与科学计算方法的发展。第一届会议于 1985 年在澳门举行, 此后每年轮流在澳门和大陆的一个城市举行, 包括广州、大连和上海。EPMESC 会议全称由“使用小型计算机的工程中的计算方法的培训、实践和提高”(“Education, Practice and Promotion of Computational Methods in Engineering Using

Small Computers”)发展为“工程与科学中计算方法增强与提高”(“Enhancement and Promotion of Computational Methods in Engineering and Science”)。目前该会议的影响已经由创立初期的中国和欧洲扩展到各大洲。第十届 EPMESC 国际会议将于 2006 年 8 月 21—23 日在中国海南省三亚市举行,欢迎工程与科学中计算方法相关的各界学者踊跃参加,开展学术交流,促进学术合作。

#### ● 会议地点

中国·海南·三亚·金银岛海景大酒店

地址: 三亚市蓝天路 16 号

海南岛位于中国最南端,有中国最好的生态环境,风光秀美;是中国的第二大岛,同时也是非常美丽的热带省区。三亚在海南岛的最南端,是可以与美国的迈阿密相媲美的海滩城市。金银岛海景大酒店毗邻海滩,是风景优美的四星级酒店。

#### ● EPMESC 会议委员会

J. Bento (葡萄牙)

T. Kawai (日本)

S. Valliappan (澳大利亚)

S. Cescotto (比利时)

S. P. Lin (中国)

F. W. Williams (英国)

Y. K. Cheung (中国香港)

W. K. Liu (美国)

G. Yagawa (日本)

C. K. Choi (韩国)

H. Mang (奥地利)

Y. B. Yang (中国)

I. Doltsinis (德国)

E. Arantes e Oliveira (葡萄牙)

M. W. Yuan (中国)

D. J. Han (中国)

B. A. Schrefler (意大利)

W. X. Zhong (中国)

V. P. Iu (中国澳门)

A. I. Tolstykh (俄罗斯)

#### ● 大会组委会

主 席: 袁明武 (中国)

副主席: 韩大健 (中国)

秘书长: 姚振汉 (中国)

委 员: S. Cescotto (比利时), C. K. Choi (韩国), I. Doltsinis (德国),

L. N. Lamas (葡萄牙), S. P. Lin (中国),

G. R. Liu (新加坡), W. K. Liu (美国), H. Mang (奥地利), E. Pereira (葡

萄牙), B. A. Schrefler (意大利), S. Sloan (澳大利亚), A. I. Tolstykh (俄

罗斯), S. Valliappan (澳大利亚), F. W. Williams (英国), G. Yagawa (日本),

Y. B. Yang (中国)

#### ● 主办地组委会

主 席: 袁明武 (中国北京, 北京大学)

秘书长: 姚振汉 (中国北京, 清华大学)

委 员: 韩大健 (中国广州, 华南理工大学)

林邵培（中国上海，上海交通大学）

Kai Meng Mok（中国澳门，澳门大学）

郑 耀（中国杭州，浙江大学）

卓家寿（中国南京，河海大学）

杨亚政（中国北京，中国力学学会）

### ● 大会秘书处

学术秘书：陈永强（中国北京，北京大学）

Kai Meng Mok（中国澳门，澳门大学）

会务秘书：汤亚南（中国北京，中国力学学会）

桂 阳（中国北京，北京大学）

### ● 会议主题

研究领域和工程领域的交流合作日益现出重要性，大会欢迎研究界和工程界的人士积极投稿和参会。会议论文集将以光盘形式正式出版。大会报告和研讨的主题包括以下内容：人工智能技术及应用；生物力学；计算机辅助设计与工程；计算机辅助教学；计算技术；电磁；环境工程与应用；流体力学与水力学；地理信息系统；地质技术；数学模型；计算方法（如有限元法，边界元法，无网格方法等），物理和材料科学（如纳米力学）；固体力学；结构工程；可视化以及其它未列出的相关领域

### ● 摘要和投稿

论文详细摘要须用英文撰写，篇幅约一页(A4纸)，使用10~12磅Times New Roman字体，1.5倍行间距排版(论文格式可在会议网站上下载)。详细摘要应简洁指出标明研究目的、方法、结果和结论，包括必需的图表和参考文献。论文摘要应有全部作者的姓名、单位、地址、电话、传真和e-mail地址。关键词（不超过5个）应准确描述文章主旨，单独一行，列于作者单位之后和正文之前。

论文摘要请用PDF格式文件于2006年2月1日前email至大会秘书处：

[yuanmw@pku.edu.cn](mailto:yuanmw@pku.edu.cn); [yuanmingwu@hotmail.com](mailto:yuanmingwu@hotmail.com)

投稿请在email中注明通讯作者及其详细信息（姓名、通讯地址、电话传真、e-mail）以便联系。

### ● 学生论文竞赛

本届会议增设了学生论文竞赛，给学生提供很好的机会在国际知名学者参加的大会上报告结果。学生可在会议主题范围内提交论文。投稿必须是原创性且之前未在其他会议或期刊上发表。参赛论文应主要由学生完成，即学生应是第一作者。2006年之前注册的在校学生有资格参加。

学生竞赛的论文摘要要求与会议论文摘要要求相同，并需在关键词之后增加一行

注明“Student Paper Competition”字样。

凡被接收的参赛论文摘要,应提交论文全文并同时附指导教师对学生身份的正式说明。参赛学生必须独立在大会做论文报告,报告质量和论文质量都将作为竞赛评判依据。会议期间将宣布获奖者并颁奖。

### ● 论文出版

会议论文全文将以光盘形式由清华大学出版社和 Springer 出版。论文格式可在会议网站下载。

### ● 大会报告

#### 全大会报告

Serge Cescotto	比利时	Management of water pollutants based on multi-criteria analysis and fuzzy logics
Genki Yagawa	日本	Enriched element method and its applications to solid mechanics
Zhenhan Yao	中国	Large-scale boundary element analysis in solid mechanics using fast multipole method .

#### 半大会报告

Roman Lackner	奥地利	Computational methods at different observation scales - from material characterization to performance-based optimization of structures
Fred W. Williams	英国	Towards a deeper understanding of the Wittrick-Williams algorithm for solving eigenproblems
Ioannis Doltsinis	德国	Optimization and robustness of deformable systems with randomness
Helder Rodrigues	葡萄牙	Topology optimization of structures: new application in the simulation and design of cellular materials
Nasser Khalili	澳大利亚	Monotonic and cyclic analysis of granular soils
Nori Miyazaki	日本	Application of computational Mechanics to reliability studies of electronic packaging
Yutaka Toi	日本	Computational modeling of advanced materials for actuator device analysis
Yao Zheng	中国	Enabling technology for large-scale multidisciplinary simulations
Yeong-Bin	中国台湾	Improving the quality of finite element solutions by iterations

Yang		
Ka Veng Yuen	中国澳门	An extremely efficient model updating and damage detection methodology using modal data without mode matching
Gui Rong Liu	新加坡	A real-time computation procedure based on meshfree techniques
Chung-Bang Yun	韩国	Dynamic infinite elements for soil-structure interaction analysis in layered soil medium

### 小型研讨会(Mini-Symposium)

欢迎参会代表自行组织小型研讨会。研讨会的每个分组要求至少有 5 篇论文参加，每个分组中的论文应来自不同国家。会议组委会将为研讨会的组织者提供免费会议接待（包括 8 月 21~23 日的 4 天住宿和会议用餐）。

#### ● 重要截止日期

组织小型研讨会会:	2006 年 1 月 1 日
论文详细摘要投稿 (1 页):	2006 年 2 月 1 日
论文接收通知:	2006 年 3 月 1 日
全文投稿:	2006 年 5 月 1 日
会议预注册、预定房间及签证申请:	2006 年 5 月 1 日

#### ● 会议网站

<http://www.EPMESCX.org.cn/>

#### ● 会议联系人

袁明武教授, EPMESC X 组委会主席

联系地址: 北京大学力学与工程科学系, 100871

电 话: 010 - 62751826

传 真: 010 - 62759806

手 机: 13911099016

E-mail: [yuanmw@pku.edu.cn](mailto:yuanmw@pku.edu.cn)

[yuanmingwu@hotmail.com](mailto:yuanmingwu@hotmail.com)

**学会信息**

## 改革创新，发展学会，服务科技

中国力学学会在钱学森、周培源、钱伟长、郭永怀等著名力学家的共同倡导和组织下，于1957年成立，至2005年已有48年历史了。

在国家新的经济发展形势下，机遇和挑战并存，为了促进学会的发展壮大，更好地为中国科技工作者服务，为国家经济建设服务，学会工作必须改革创新，拓展功能。中国力学学会第七届理事会，在全国广大力学工作者的支持下，2003—2004年，在促进学术进步和国家经济发展，加强国际学术交流、期刊出版、组织建设、科学普及和继续教育等方面都做了大量的工作。

### 一. 积极抓好学术建设，强化学会的立会之本、活力之源

学术交流是学会的主业，也是学会的立会之本、活力之源。通过高质量、高水平的学术交流，学会可以为学科的发展和原始创新做出贡献。搞好学术交流也是学会实施人才强国战略的重要任务。中国力学学会围绕学科建设和科技发展创新的主要问题，本着少而精的原则，组织开展了多种形式的学术交流活动。2003—2004年，学会共组织各类学术活动48次，其中国内会议40次，国际学术会议8次，海峡两岸中学生力学夏令营2次。参加学术会议的人数达到8000人次，其中国内代表5000人次，国外代表3000人次。通过会议交流的论文约12000篇。出版学术期刊15种，若干学术和科普专著。这些学术活动促进了国内同行以及中外学者间的学术交流，推动了学科发展，也在国内外力学界树立了良好的形象。同时取得了一定的经济效益，学会办公室承办国际会议，现阶段已成为我会重要的获取经费渠道，学会将这些收入用于办好期刊和其它学术活动中，壮大会会专职工作人员队伍，盘活学会工作，使学会工作进入良性循环。

#### 1. 发挥基础理科学会的优势，积极组织学科前沿的、高层次的、多种类型的学术交流活动，形成学科优势

总结和回顾杰出中国力学家的成就，促进中国力学的发展。近几年正值当代中国力学界的几位杰出代表：钱学森、周培源、钱伟长、郭永怀、庄逢甘、郑哲敏先生百岁或九十岁、八十岁诞辰或华诞。他们不仅在国际学术界有崇高的地位，也为我国科学技术和经济发展做出了突出的贡献，这是中国力学界的宝贵财富。学会在中国科协和全国

力学界的积极支持、国家自然科学基金会的大力资助下成功地举办了一系列会议弘扬这几位我国力学界杰出代表的成就和经验,学习老一代科学家严谨治学精神和学术思想,召开并形成“著名力学科学家系列大型学术会议”,极大地推动中国力学界面向新世纪的挑战,做出相应的贡献。

依靠学会凝聚力,组织好中国力学学会学术年会。为了更好地组织中国力学界各专业之间的学术交流,加强不同专业之间的相互借鉴和交叉,从而促进中国力学学科的进一步发展,借鉴国内外学术交流的不同方式,适应学术交流的新特点,中国力学学会每两年举办一届“中国力学学会学术大会”,经过2004年一年的紧张筹备,2005学术大会设置分会场20余个、专题研讨会60余个,参会专家预计1200余人,同时也吸引了众多国外华人专家参加,这是中国力学界有史以来国内最大的一次盛会。

抓住学科发展前沿,主动出击,组织高层次的研讨会。两年之内与国家自然科学基金委员会数理学部联合举办了一般力学、实验力学、流体力学、固体力学、计算力学5个学科前沿青年高级讨论会,对学科发展、规划、交叉等方面进行了深层次的交流,将对学科的发展产生深远的影响。对力学学科及力学与工程结合两方面组成课题组,分为四组,对全国和国际的力学人才队伍建设、学科发展、工程需求等方面进行深入调研,取得的成果将对力学学科的今后的发展具有积极的指导作用。同时还承办了两次中国青年科学家论坛:“现代科技发展对实验力学带来的挑战和机遇”,“材料学科的迅速发展对固体力学提出的挑战”。

## 2. 加强国际学术交流, 进一步提高中国力学在国际上的地位

积极、主动地发挥专家优势,申办国际有影响的、大型的系列学术会议。争取一些有影响的国际系列大会在中国召开,可以更加有效地促进国内专家与国际同行的广泛交流,使国外同行了解中国力学,快速提升中国力学在国际的地位。例如:2004年申办并成功举办世界计算力学大会和亚太地区计算力学大会,我会组成专家组分别于2001年的7月和11月分别成功申办到世界计算力学大会和亚太地区计算力学大会,并将两会合二为一,于2004年9月5~10日在北京饭店隆重举行。国务委员陈至立给大会发来贺信、中国科协书记处书记冯长根到会致辞。世界计算力学大会是国际计算力学界最高的系列学术会议,规模大、水平高。会议共收到论文1425篇。其中,中国441篇(大陆398篇,港澳27篇,台湾16篇),国外984篇,来自五大洲的53个国家。参加会议的来自五大洲的53个国家的代表共1249人,打破了世界计算力学大会历届参会人数的记录,成为我国力学界规模最大的盛会。

密切与国际相关组织的联系,承办他们的活动,推荐中国专家进入他们组织的领导层。我国现有4名IUTAM(国际理论与应用力学联合会)理事,他们是郑哲敏、崔尔杰、白以龙、杨卫4位院士;一位执委:郑哲敏院士(两年前我会提出目标:争取1~2年内有一名中国理事进入IUTAM执行局,成为8名执委之一。现已实现);一位IUTAM大会委员会委员:程耿东院士;一位选举委员会委员(共5人,选举委员会将对IUTAM最



高执行机构执行局的人选确定起重要作用)：白以龙院士。另外我学会加强了同美国机械工程学会(ASME)、国际光学工程学会(SPIE)、日本机械工程学会(JSME)、国际计算力学会(WCCM)、德国数学与力学学会(GAMM)、国际断裂会、亚太断裂会、亚太流体力学会等10余个国际组织的联系，我会已有专家在这些组织中任副主席、执委、理事，并共同组织国际学术会议，吸引他们到中国与中国力学专家进行学术交流。

积极筹建“国际力学中心”。为了进一步加强中国力学界与国际力学界的交流，拟在京成立国际力学中心，争取办成IUTAM即国际理论与应用力学联盟(以下简称“联盟”)在亚洲的常设分支机构。成立的中心除申办“联盟”的学术活动外，每年还邀请若干位国际力学大师讲学；组织高级别学科前沿国际研讨会；举办国内外博士生暑期讲座；为海峡两岸中学生以及海外学人子女举办诸如夏令营等多种活动；建立“联盟”的北京网站；发行相关出版物等等，所有这一切对提升我国的国际力学地位将起着举足轻重的影响。

### 3. 出版高质量学术期刊，为繁荣力学事业做贡献

期刊是进行国内外学术交流的重要工具，是培养人才的园地，是记载科学成果的载体。中国力学学会一向重视对期刊的领导和管理，选聘最优秀的学者担任各期刊主编。中国力学学会主办的中英文期刊有16种，其中被EI检索的有7种，SCI光盘和网络版检索的有3种。

为大力支持有潜力的期刊，树立精品，使其率先向国际化迈进。学会采取了一系列的措施：提高期刊发表论文的学术水平，加大组稿和约稿的力度；期刊编委会国际化，如《Acta Mechanica Sinica》聘请德国马普研究所所长和美国霍普金森大学机械工程系系主任作为合作主编；与国外著名出版机构合作出版，强化国外的宣传发行，快速提高期刊知名度；向编辑部加大投入，使期刊从投稿、审稿、作者查讯、修改、发表全部实现网络化，招聘博士、硕士学历的专业编辑，编辑出版完全专业化；期刊办刊已实现网络化，作者投稿、查询、专家审稿、作者修改、编辑出版、上网等都已实现网络化。

除期刊外，我会还结合国内外学术会议，编辑出版了几十本论文集和部分专著，为繁荣力学事业起到了很好的作用。另外还有每年若干期的会讯。

### 4. 搞好力学知识普及、教育，培养优秀力学人才

力学知识的普及和力学教育水平的提高，是关系力学发展的根本性大事，是培养优秀力学人才的基础，所以必须认真搞好这两项工作。

两岸科普经验交流与中学生夏令营，从1996年至2004年该夏令营已举行了八届。两岸力学工作者以及中学教师就两岸的力学科普、教学与科研、中学教学模式以及人才培养等方面进行了广泛的交流。通过访问交流，双方彼此增进了了解，并从中获得了一些有益的借鉴。

大学生力学竞赛，中国力学学会从1988年开始举办“全国大学生力学竞赛”，每4年一次，从1996年起，这项活动更名为“周培源全国大学生力学竞赛”，由中国力学

学会和周培源基金会联合举办。这项竞赛活动,实际上是对各高等院校力学基础课教学的检验,受到了各有关院校的重视。并有许多获奖学生因此而获得免试攻读研究生的资格。许多学校都认为,这项活动的意义不仅限于竞赛结果本身,更重要的是学生们通过赛事前的准备,加深了对基础知识的理解和掌握,对于他们学好后续课程大有益处。2004年的竞赛共有7617人报名,包括了全国30个省、市、自治区的164所高校。

加强科普工作,2003-2004年学会举办了几个精品科普活动,这些项目均获得了中国科协的重点资助。“阳光下的飞翔——大手拉小手感受航空航天科技魅力活动”,《动手玩科学》科普书,《动手玩科学》音像演示集——车辆中的力学、桥梁中的力学(每集45分钟),我会主办的刊物《力学与实践》上辟有专栏“身边力学的趣话”。

加强力学教育工作,促进力学工作者素质的提高。为了加强全国高校力学基础课程的教学工作,中国力学学会教育工作委员会定期举办全国理论力学、材料力学课程教学经验交流会,同时,还进行全国优秀力学教师的评选工作。为了提高中学教师的力学教学水平,由我会组织有关专家,定期向中学教师作力学知识报告。还定期召开全国力学教育交流会。

## 二. 发挥力学与工程结合的特点, 促进力学为国民经济建设服务

当前,中国经济已进入一个新的发展阶段,不仅经济总量已有巨大变化,而且,对外经济关系,经济体制,产业结构,建设规模,可持续发展意识等等,都在发生巨大的、质的变化。许多项目和计划的规模和所提出的问题,都是世界性的。这为中国力学的新发展,提供了前所未有的大好机遇。而且,随着这个发展浪潮,已有大批力学及与力学密切相关专业的人才广泛进入各类产业,并且正在和已经起着核心的作用;另一方面,许多产业部门的许多工程技术人员,出于发展的需要,学习力学,应用力学,这两方面的队伍,都是力学界与国家经济建设的紧密结合的主力 and 纽带。所以,中国力学学会,应该趁势而上,大力促进力学界与国家经济建设的紧密结合,既推动力学的新发展,又不负时代发展的重任。

成立促进与产业结合委员会,并召开了“力学与西部开发”会议、“力学与东北工业振兴”会议,作为理科学会,如何促进学科与产业结合,如何参与西部开发和东北工业振兴,这是一次很好的尝试。

开展“力学与工程结合”课题研究。为了对我国力学学科的发展现状、科研队伍情况以及国家建设对力学的需求状况有一个全面的了解,从而为国家有关部门制定相关的科技政策提供参考,推动力学基础研究和应用研究的发展,为国民经济建设和国防建设做出更大的贡献,在中国力学学会常务理事会和国家自然科学基金委员会数理学部的支持下,中国力学学会就产、学、研三方面进行了调研。

## 三. 增加学会凝聚力, 竭诚为会员服务

加强会员发展,努力为会员服务。为进一步扩大会员覆盖面,加强会员发展,增强

学会对会员的凝聚力,完善以会员为主体的组织体制,拓展为会员提供服务的渠道和方式,我会在会员组织体制改革方面加强了几方面工作:探索建立多元结构的会员制;强发展多种形式的团体会员;适应现代信息社会的环境,我会加强会员信息的计算机管理;我们在会员尽义务的同时也应给予会员充分的权力;与地方学会协作,合理收取会费。

坚持民主办会,坚持集体领导,充分发挥专业委员会和工作委员会的作用,推动学会各项工作的协调开展,这是中国力学学会的优良传统和作风。坚持每个月或两个月召开一次理事长、秘书长碰头会,每半年召开一次在京常务理事会,每年召开一次全体常务理事会,每两年召开一次全体理事会。而在京常务理事会或全体常务理事会所做出的重要决定,都要书面征求全体理事和会员代表的意见,最大限度地听取各方面的意见。

#### 四. 适应发展需要, 改革办事机构

现阶段学会办公室承办国际会议、在相关部委立项等活动,已成为我会的重要的获取经费渠道,利用这些收入,学会再办好期刊和其它学术活动、壮大学会专职工作人员队伍,盘活学会工作,使学会工作进入良性循环。

中国力学学会积极努力地为全国力学工作者服务,在国内国际学术交流、期刊、与产业结合、学会改革等方面作了许多重要工作。这两年来,学会在理事会的领导下积极探索学会改革的新思路和新方法,多渠道筹集学术活动经费,如通过承办大型国际会议,发展团体会员,在中国科协、科技部、国家自然科学基金委设立学术交流项目等。

中国力学学会办公室挂靠在中国科学院力学研究所,是一个责任心强,敢于迎接挑战、敢于挑重担的、敬业、高效率的、精悍的办事集体。从2000年进行了人事制度改革,“按需设岗,按岗聘任”,目前正式工作人员7人(其中1人是科协编制),临时工作人员5人,虽然这几年学会工作铺的面大了,工作量提高了,但人员由18人改制至现在的12人,年龄最轻25岁,最长42岁,平均年龄35岁,大多数具有硕士和博士学位,每个人的工作量大大增加。除了学会的日常工作以外,学会办公室还承担着4个刊物和会讯的编辑出版工作。每年年终考评工作执行情况并与绩效工资和岗位津贴挂钩。随着我们国家改革总体进程的不断深入,学会办事机构的生存和发展也在不断地面临各种各样的考验,需要通过自身的努力,克服困难,适应社会的不断发展和变化。

(中国力学学会 杨亚政)

# 工程结构的振动控制与故障诊断研究及应用<sup>1)</sup>

杨绍普

**关键词** 机械系统动力学 振动控制 非线性动力学 故障诊断

## 一. 立项简介

在现有铁路提速和新线修建过程中,均存在振动控制问题。经铁道部立项(J199106),研究高速机车运行稳定性和分岔问题;后又得到国家自然科学基金委的资助(19502007),研究滞后非线性系统的非线性动力学与控制的理论问题;结合提速铁路桥梁和机车的振动控制以及大型施工机械的振动故障诊断,先后得到大同机车厂、郑州铁路局和中国铁道建筑总公司的支持。研究经费共115万元,历时约10年。

## 二. 研究背景

铁路提速过程中,由于机车车辆作用于桥梁上使动载荷加大和频率提高,如按原标准设计使现有桥梁出现了横向振动超限的问题,严重制约了铁路提速和铁路运能的提高,必须对桥梁采取适当的减振措施。桥梁振动控制的关键:一是桥梁的荷载识别问题;二是减少机车车辆对桥梁的动荷载。在桥梁的荷载识别中,传统的理论只能解决单车道,大间距的移动荷载,无法识别双向行车时小间距密集移动荷载的识别问题;要减小机车对桥梁的动荷载,这就必须改善机车悬挂系统的动力学性能,控制机车的振动。由于现代机车的悬挂系统采用的阻尼器和空气弹簧等非线性器件,使得机车成为一个复杂的多值、非光滑滞后非线性系统,传统的方法无法解决其分岔动力学问题,必须研究新的方法;铁路运输的发展,需要修建新线,施工大量采用了大型的现代化铁路施工机械,这些大型的工程机械一般工作在环境很恶劣的施工现场,为保证这些机械的正常工作,必须对其工作状态进行监测和故障诊断。而其振动信号一般混杂着复杂的噪声信号,用传统的滤波方法容易造成故障信号的丢失,造成误判,所以复杂环境下振动故障信号的提取是一个必须解决的难题。针对上述技术难题,通过理论研究和试验,提出了分析方法和工程方案,并成功地应用于不同的工程结构中。

## 三. 主要内容

### (一) 总体思路

在非线性动力学理论研究的基础上,针对工程结构振动控制过程中的关键技术问题,提出新的研究方法,克服传统的方法在处理这些关键技术问题的局限,针对具体的工程结构,解决工程中遇到的实际振动控制问题。

### (二) 技术方案

针对工程实际技术难题,经过反复的理论分析、计算和工作实验,提出以下技术方案:

---

<sup>1)</sup> 2003年度国家科学技术进步奖二等奖(编号J-223-2-01)

## 1. 桥梁的振动控制

铁路 32 米和 40 米上承式钢板桥由于列车提速普遍存在横向振幅超限问题。在研究桥梁振动控制问题时, 机车对桥梁载荷难以直接测知, 因此, 载荷识别研究是桥梁振动控制的关键技术难题之一。以前的研究基于梁振动理论, 只能识别单列移动载荷, 而机车车辆对铁路桥梁施加的载荷较少多, 载荷间距较小, 而且又双向行车的情况, 这样造成了由于测试信号噪声影响而无法识别荷载的问题。因此, 研究多车道、双向行车、小间距密集载荷的识别问题非常重要。

(1) 桥上双向行车、小间距密集移动载荷的识别问题的技术方案: 考虑桥梁纵、横向分布刚度, 采用正交异性板振动理论建立桥梁模型, 由模态坐标将偏微分方程简化为对时间的微分方程; 再对载荷系数矩阵进行小参数摄动, 改善矩阵条件数, 以提高识别效果; 对各点测试信号的时间序列, 依次延迟构成吸引子矩阵, 对矩阵进行奇异值分解, 降低噪声成分, 从而解决双向行车、小间距密集移动载荷的识别问题, 我们称该方法为载荷识别的摄动法。

(2) 桥梁减振方案:

方案 1: 上下行线路桥梁中心距较小时用铅阻尼器将两桥连接, 既增加了桥梁的横向刚度, 又可以利用铅需动时的阻尼消耗桥梁横向振动能量。

方案 2: 冲击阻尼器。通过阻尼器内质量块和挡块与桥梁振动的反向冲击来消耗振动的能量, 通过调节冲击阻尼减振器的固有频率, 达到最佳的减振效果;

(3) 除了桥梁的载荷识别, 桥梁振动控制的另一个重要技术关键是减小车对桥梁的动载荷, 这就必须改善走行部的性能, 减小机车车辆的振动。机车车辆悬挂系统中是一个复杂的多自由度滞后非线性系统。由于这类系统为非光滑的多值非线性系统, 不满足中心流形和规范型方法的基本要求, 无法使用传统方法研究该系统的分叉动力学特性。

解决以上问题的技术方案: 首先利用改造后的平均法求出系统的定常解, 得到系统的分叉方程后, 进行坐标变换得到系统的普适开折, 从普适开折方程研究系统受到小扰动后分叉解的拓扑结构变化, 从而从总体上掌握机车系统的动力学行为。

可以看出, 和传统的方法不同的是, 本项目研究是从机车减振和桥梁振动控制两个方面入手解决该问题的。

## 2. 大型施工机械的振动故障诊断

以前最复杂的大型施工机械—全断面隧道掘进机 TBM 具体应用实例, TBM 的变速箱电机、变速箱、传动轴、主轴承、除尘电机系统是 TBM 的关键设备, 对他们进行状态监测和故障诊断十分重要。这些设备属旋转机械, 当出现故障时, 其振动信号将增大。由于 TBM 在隧道掘进时, 测试环境极为复杂, 振动、噪声非常剧烈, 这些都对测试的设备振动信号又很大影响, 从而影响状态监测和故障诊断的准确性。采用传统的滤波技术对振动信号进行降噪会导致振动信号故障特征的丢失, 不能在 TBM 的振动故障诊断中运用。

解决该问题的技术方案为: 提出基于吸引子轨迹矩阵奇异值分解的信号降噪新技

术,将小波变换、高阶谱分析等现代信号处理方法与传统的频谱分析相结合应用于故障特征的提取。构造了用于TBM变速箱故障诊断的神经网络并对该神经网络进行大量训练,利用该方法解决了传统滤波方法无法解决的问题,提高了TBM故障分析的准确性,使大型施工机械TBM的故障诊断成为可能。

本项目利用基于振动信号的故障诊断方法\*(简称振动诊断技术)TBM的关键设备进行了长期状态监测和故障诊断,降低了TBM的故障率,保证了TBM的正常施工,为国家重点工程的提前竣工提供了很好的保证。

#### 四. 成果及应用

##### (一) 主要创新

1. 提出了研究非光滑、多值滞后非线性系统分岔的方法。
2. 提出了载荷识别的小参数摄动法,通过改善载荷系数矩阵的条件数,解决了双列小间距密集荷载的识别问题。
3. 提出了冲击阻尼减振器和铅阻尼减振器两种桥梁振动控制方法,成功地控制了提速线路中多座铁路桥梁的横向振动。
4. 提出基于吸引子轨迹矩阵奇异值分解的信号降噪和故障特征提取新技术,克服了传统的滤波方法容易导致振动信号故障特征丢失的缺点。

##### (二) 专利与论文

获得专利一项,发表论文43篇,其中17篇被SCI、EI、ISTP收录。据SCI引文数据库检索,本项目6篇论文被SCI检索的论文引用了22次,其中被他人的SCI论文引用6次;另外,经中国科技引文数据库检索,有9篇中文论文被他人27次引用,共计15篇论文被引用。

##### (三) 成果鉴定

经由三名两院院士、五名博导及长江学者组成的鉴定委员会鉴定,该研究成果达到国际先进水平。

##### (四) 应用情况

1. 本项目提出的冲击阻尼减振器和铅阻尼减振器连接两种桥梁振动控制措施,应用于数座铁路桥梁的振动控制中,满足了提速的要求。
2. 对SS7系列机车动力学参数进行优化,解决了SS7电力机车的振动控制问题,使得SS7D机车成为了陇海线提速的主力机车。
3. 应用于目前最复杂的大型施工机械—国家重点工程秦岭隧道施工的TBM振动故障诊断中,降低了TBM的故障发生率,保证了TBM的正常工作,为秦岭隧道的顺利贯通提供了重要的技术保证。

## 我国飞行和游动的生物力学与仿生技术研究进展

中国力学学会

**关键词** 飞行和游动生物力学, 仿生力学, 仿生技术, 微型飞行器, 仿生机器鱼

鱼类等水生动物和有翼昆虫等飞行动物经历了近亿年的进化过程, 发展了各具特色的水中游动和空中飞行的非凡能力, 其整体功能渐趋优化, 为当今的人造航行器和飞行器望尘莫及。20 世纪末, 各种先进微型制造技术、微机电系统、微电子和一体化技术有了迅速发展。在此基础上, 人们提出了微型飞行器、微小水下航行器等新概念, 它们在未来国民经济建设和国家安全等方面将起到至关重要的作用, 因此仿生研究在世界范围内正引起极大的关注。为了发展微型飞行器和微小水下航行器, 应寻求空气动力学和水动力学的新理论。

飞行和游动的生物力学和与之相关的仿生学是一门以流体力学为先导的交叉学科, 涉及力学、生物学、机械学、材料学、控制理论、能源技术和先进制造等多个学科领域。该学科的研究任务是: 从整体上研究这些生命机器运动规律的力学原理及其理论, 包括神经控制、肌肉力学、生物材料性能、生物的形态及其运动模式(运动学)、推进和控制机制(生物外部流体力学)、能量转换及其效率(力能学)以及整体模化等。

飞行和游动的生物力学的研究意义是多方面的。其一, 生物学家需要了解飞行和游动的力学效应对生物的生理学、生态学、动物行为及进化的相互影响。其二, 工程技术专家需要利用仿生力学的研究成果改进人造机器; 特别是仿生机器学(Biomimetics)正迅速崛起, 亟需本学科的理论加以支撑。近 10 年来, 不同层次的机器鱼先是在国外制成, 也将在国内面世; 在国外, 小型拍翼飞行器已有样机, 尺度小到 3 cm 的机器苍蝇据报导正在试制之中。国内该学科的研究工作在某些方面已形成优势和特色, 在仿生技术研究和研制微型飞行器和机器鱼方面, 也开展了大量研究工作。

近年来, 该学科的研究在国际上异常活跃。著名刊物 *Nature* 和 *Science* 有多篇研究报导, *Annual Review of Fluid Mechanics* 刊登了有关鱼游、小飞行器空气动力学的长篇评述, *Journal of Experimental Biology* 上这方面论文也增多。我国在飞行和游动的生物力学与仿生技术的研究领域也取得了长足的发展。2003 年 10 月 21-23 日召开了以“飞行和游动的生物力学与仿生技术”为主题的 214 次香山科学会议; 2003 年 12 月 11-13 日召开了以“仿生学的科学意义与前沿”为主题的 220 次香山科学会议。

## 一、飞行和游动的生物力学

### (一) 昆虫飞行的力学和生物学机理

在 20 世纪, 空气动力学从诞生, 到建立定常流的完整气动理论, 再发展到非定常

空气动力学,其研究对象都是高雷诺数下的大型物体。对于小型昆虫在高频拍动下飞行的低雷诺数和强非定常的流动问题,现有的非定常空气动力学的概念和规律已不足以解释。因此,研究昆虫拍翼的低雷诺数、非定常流动及其控制的概念和规律,建立非定常空气动力学的一个新分支,是生物力学面临的一项重要任务。

自上世纪九十年代昆虫飞行的非定常空气动力学研究是一个关键问题,昆虫拍翼,即由下拍(downstroke)、仰旋(supination)、上挥(upstroke)和俯旋(pronation)组成一个周期的运动,是飞行生物共有的基本飞行方式。从生物学的角度说,这是以肌力驱动得以自主飞行的一种优化选择;从空气动力学的角度说,这是为了克服因其翼尺度小而导致低雷诺数(对于尺度为 $10\sim 1\text{ mm}$ 的昆虫,雷诺数 $Re=10^3\sim 10^1$ )的气动局限性,从而采用了这种具有特殊的非定常流动控制机制的运动方式。通常,昆虫的尺度越小,雷诺数越低,其拍翼频率越高。对小型昆虫的高频拍翼而言,显然不可能再沿用早先研究鸟、蝙蝠和大型昆虫(如天蛾、蝴蝶等)低频拍翼工况的准定常流动假设。因此,研究中小型昆虫在低雷诺数下拍翼的非定常流动及其控制的机制,是近年来该领域的一个重要前沿问题。

孙茂等在该领域基于数值分析取得了若干有影响的科研成果<sup>[1-3]</sup>:对于果蝇的悬停飞行,指出了产生非定常高升力的三种作用机制及其能耗需求;研究发现,当雷诺数 $Re<100$ 时,上述高升力机制大大减弱,还需要其它高升力机制才能飞行;研究并得出了果蝇前飞的J型功率曲线,与前人的论断相符;研究了蜻蜓悬停飞行的气动特性及其前后翼相差的影响。童秉纲研究组构建了一个新的用于理论模化小型昆虫拍翼过程的解析途径<sup>[4]</sup>,研究了昆虫在不同前飞速度下拍动面倾角变化、下拍和上挥的时间比变化以及各自攻角变化对气动力和所需功率的变化规律<sup>[5]</sup>。陆夕云研究组基于数值研究,发现了拍动翼的三种典型前缘涡脱泻模态<sup>[6]</sup>,分析了影响拍翼飞行的近场涡结构和尾迹涡结构,剖析了涡流场与拍翼受力特性的密切关系。

## (二) 鱼类游动的力学和生物学机理

鱼类巡游状态的流体力学研究已进行了几十年。迄今为止,前人对鱼类的机动运动很少研究。人们早就发现,某些鱼类的机动性能是惊人的。鱼类作机动时,不管采用何种机动方式,其周边流场与巡游状态均迥然不同。人们有理由设想,鱼的机动动作是自然界中实现涡控制的完美杰作:涡的形成、脱落和涡的配对,乃至最后形成有利的局部射流,这一切都是在鱼体转弯、鱼尾摆动等一系列协调动作中完成的。观察还表明,鱼可以通过尾鳍、胸鳍等适当的动作程序,产生达到既定目的所需要的旋涡流场,从而可以实现转弯、制动、超越障碍和控制垂直位置等机动动作。鱼类的自主快速机动运动是



一种瞬变型的强非定常流动控制问题,需要探索鱼体变形和流动响应之间的相互作用机制和能耗机制,需要了解鱼体的主动变形形式和流场的涡结构对实现快速起动或转弯的效应,需要分析其中的主要因素及其影响规律。

童秉纲研究组采用二维 N-S 方程数值模拟和理论模化这两种手段,分析了鱼体 C 形快速起动的模型流动<sup>[7]</sup>。研究表明,鱼体的瞬变加速度引发的附加惯性力对即时产生推力起很大作用,但是在起动过程中的平均推力主要是由涡流场诱导作用所提供的。此外,他们还数值研究了欧洲鳗的倒游流动特征和白斑狗鱼 S 形起动的尾鳍动作与推力作用过程。陆夕云研究组采用数值模拟手段,研究分析了波状摆动推进的运动学和动力学机理,包括流动控制、减阻和最佳推进效率等,并与一些典型活体鱼的实测结果进行了比较验证<sup>[8]</sup>。同时,他们还研究了钝体脱泻旋涡与翼的相互作用<sup>[9]</sup>,所揭示的流动规律可以为探讨生物群体运动的有利干扰效应提供基础。

### (三) 飞行与游动的运动学和动力学实验测量和分析

由于昆虫和鱼等生物是自主运动,自主运动的流场完全不同于非自主运动情况,对于以往的许多实验方案,是否符合自主运动的特点,有必要加以甄别。以往长期采用的办法,诸如昆虫被拴住,鱼的模型在水池中被拖曳,或者用死鱼、麻醉的鱼或模型鱼做实验,都不符合要求。因此,需要开展昆虫自由飞行和鱼游跟踪测量,这给实验测量和分析提出了新的挑战。国内有关飞行与游动生物的运动学和动力学实验测试研究工作已迈入国际水平。

曾理江研究组<sup>[10]</sup>采用梳状条纹投影方法首次测到了蜻蜓自由飞行拍翼运动中沿翼弦方向弓形变形的时变过程以及各种相关角度、速度、加速度、身体位置和姿态。为了扩大昆虫自由飞的测量范围和提高拍摄图像的分辨率,他们正在研制跟踪测量的实验装置。此外他们还开展了蜻蜓翼构形的动态测量,基于有限元分析研究其结构模型和力学功能。最近,续伯钦研究组采用投影栅线法测量了自由飞行过程中蜻蜓翼的三维实时变形的系列数据,给出了拍翼不同时刻以等高线形式表示的整个翼面三维变形分布图。杨基明研究组<sup>[11]</sup>已先后研制出了模拟昆虫拍翼运动的三维和二维拍翼模型实验装置,可以调节多种参数,采用自己研制的二维数字式粒子成像测速装置(2D-DPIV)互相关处理软件,可以实时定量测出二维的速度场,并重构三维流场。

尹协振研究组<sup>[12,13]</sup>在水洞中分别用染色法和三维 DPIV 定性和定量显示了活鲫鱼的尾迹流场;还制作了鱼尾摆动模型,可调节其运动参数,并侧出相应的尾迹流畅,做出分析。为了研究活鱼的一种激动运动—C 形快速起动过程,他们研制了静止水箱的实验装置,拍摄了两种淡水鱼(鲫鱼和黄颡鱼)C 形起动过程的系列图像,并做出了研究分析

[14]。

吴介之<sup>[15]</sup>提出,在任意大小的控制体内用实验或计算得到的流场数据,可以用涡量矩理论对一个任意变形体(或一群任意运动的变形体的每个个体)的受力状况作出局部动力学诊断,从对受力状况有主要净贡献的涡结构一直追溯到这些结构在物面上产生的局部根源,这也为飞行与游动的运动学和动力学的分析和实验测量提供了理论基础。

## 二、飞行和游动的仿生技术

飞行和游动的仿生技术研究包括以模仿昆虫飞行为目标的微型飞行器和以模仿鱼类游动为目标的新型水下航行器。对于微型飞行器,若采用传统的气动布局和飞行方式,会产生升力不足、效率低、稳定性差和控制困难等一系列问题。某些小尺寸的动物(如昆虫、鸟类和蝙蝠等)是飞行的佼佼者,而有的水生动物是快速、高机动游动的佼佼者。它们就是大自然创造的“微型飞行器”和“微小水下航行器”,并为发展微型飞行器和水下机器人技术提供有益的借鉴。因此,弄清楚动物飞行和游动的生物力学机理是十分必要的。

由于微型飞行器在军、民两方面均有巨大的应用前景,因此,从一开始就受到人们广泛关注。仅在美国,从事该项研究的高等院校和研究单位就有 150 余家,发展非常迅速,在很短时间内,就研制出一批性能优良的试验样机,大致上分为:固定翼、旋翼和扑翼三种类型。在国内,微型飞行器的研制近年来已成为热门话题,大约不少于 10 几个单位在从事这方面的研究,已先后研制出多种型号,并进行了初步的飞行试验,但距完全自主飞行和满足实用化要求的目标还有相当距离。

崔尔杰院士在仿生技术方面做过许多探索,他指出<sup>[16]</sup>,微型飞行器研制遇到一系列关键技术问题需要解决,主要可归结为如下几个方面:(1)高升阻比气动构形与增升措施;(2)动力、能源和高效推进;(3)飞行稳定性和抗干扰能力;(4)微型化导航、控制系统;(5)轻质高强材料、结构及设计优化;(6)超轻、微型化任务载荷。并进一步指出生物运动仿生学研究为智能微型飞行器研制提供了多方面有益的启示和解决关键技术问题的途径。

在仿生技术研究以及研制 MAV 和机器鱼方面,国内开展了大量研究工作。航天科技集团 701 所李锋研究员及其研究组对多种不同平面形状机翼和典型微型飞行器外形低雷诺数气动特性进行了数值模拟、参数优化和风洞试验研究,完成了气动特测量和流场显示;固定翼 MAV 研制已取得一系列成果,完成了 30~60cm 不同尺度飞行器的自主飞行试验,制成柔性翼微型仿生飞行器并进行了风洞实验,取得较为理想的升力和稳定性效果。南京航空航天大学昂海松教授及其研究组从 2000 年起,开展了扑动翼非定常气动特性

及设计计算方法研究,并初步开展了扑动翼模型风洞试验;2001~2003年间,研制成多种微小型扑动翼仿生飞行器,其中“机器鸟”(展长80Cm、50Cm两种)、“黄鸮”(26Cm)、YC-3(24Cm)等,都进行了多次飞行,可实现起飞、爬升、降落、小半径转弯等灵活控制飞行。西北工业大学宋笔锋教授及其研究组开展固定翼及扑动翼微型飞行器研究,已试制成两架柔性翼微型飞机(最大尺寸254mm),在试制中对柔性翼的气动特性和自适应飞行特性,进行了初步研究;在改造后的微型飞行器专用风洞进行试验,获得了升力与升阻比曲线;此外,还建立了扑动翼气动特性估算和非定常欧拉方程数值计算方法。中国科技大学杨基明教授及其研究组完成二维及三维扑翼流场模拟装置及相应运动控制系统,实现了对悬停状态扑动翼典型运动的模拟;上海大学翁培奋教授及其研究组,开展了微型飞行器低雷诺数NS方程数值模拟和仿生柔性翼在非定常流中的气动变化规律以及气动弹性问题研究。正在研制MAV的还有北航、清华大学等单位;在机器鱼研制方面,北航的王田苗教授及其研究组,在2001年率先实现“机器鱼队列过孔”、“机器鱼打水球”等实验,之后,又与中科院自动化所合作,深入开展基于智能控制算法的机器鱼避障机动控制研究;此外,还研究了机器鱼的下潜问题,采用内置柔性水囊和微型水泵,通过改变机器鱼自身重力的方法,成功实现了上浮和下潜;正在研制的SPC-II型机器鱼样机,总长1210mm,质量40Kg,设计速度3.2~7.2Km/h,最大续航时间可达10小时。此外,中国科技大学、国防科技大学的机器鱼和哈尔滨工程大学等单位的特种水下机器人研制也取得很好成果。

### 参考文献

1. Sun M., Tang J. Lift and power requirements of hovering flight in *Drosophila virilis*. *J. Exp. Biol.* 2002, 205: 2413-2427.
2. Sun M., Wu J. H. Aerodynamic force generation and power requirements in forward flight in a fruit fly with modeled wing motion. *J. Exp. Biol.* 2003, 206: 3065-3083.
3. Wu J. H., Sun M. Unsteady aerodynamic forces of a flapping wing. *J. Exp. Biol.* 2004, 207: 1413-1427.
4. Yu Y. L., Tong B. G., Ma H. Y. An analytic approach to theoretical modeling of highly unsteady viscous flow excited by wing flapping in small insect. *ACTA Mechanica Sinica*, 2003, 19(6): 508-516
5. Yu Y. L., Tong B. G., Lu X. Y. Aerodynamic characteristics of wing flapping with asymmetric stroke-cycles during insect forward flight. *2nd Inter. Symp. Aqua Bio-Mechanisms*, Honolulu, Hawaii, 2003, Sept. 14-17.

6. Lu X. Y., Yang J. M., Yin X. Z. Propulsive performance and vortex shedding of a foil in flapping flight. *Acta Mechanica*. 2003, 165: 189-206.
7. Hu W. R., Yu Y. L., Tong B. G., Liu H. A numerical and analytical study on a tail-flapping model for fish fast C-start. *Acta Mechanica Sinica*. 2004, 20: 16-23.
8. Lu X. Y., Yin X. Z. Propulsive performance of fish-like travelling wavy wall. *Acta Mechanica* 2004 (in press).
9. Liao Q., Dong G. J., Lu X. Y. Vortex formation and force characteristics of a foil in the wake of a circular cylinder. *J. Fluids Structures*. 2004, 19: 491-510.
10. Wang H, Zeng L J, Liu H, Yin C Y. Measuring wing kinematics, flight trajectory and body attitude during forward flight and turning maneuvers in dragonflies. *J. Exp. Biol.*, 2003, 206: 745-757.
11. 赵攀峰, 刘春阳, 杨基明. 一种扑翼运动的模型实验及流场测量方法. 实验力学, 2004 (已录用)
12. Li X. M., Lu X. Y., Yin X. Z. Visualization on fish's wake. *Proc. SPIE*. 2002, 4537: 473-476.
13. Li X. M., Wu Y. F., Lu X. Y., Yin X. Z. Measurements of fish's wake by PIV. *Proc. SPIE*. 2003, 5058: 139-145.
14. Jing J., Yin X. Z., Lu X. Y., Experimental and theoretical investigation on fast-start of yellow cartfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Progress in Natural Science* 2004 (in press).
15. Wu J. Z., Zhuang L. X., Lou Y. B., Lu X. Y., A unified incompressible vorticity theory for aerodynamic force and moment. *J. Fluid Mech.* (submitted).
16. 崔尔杰. 生物运动仿生力学与智能微型飞行器. 力学与实践. 2004, 26(2): 1-8.

## 《力学与实践》

《力学与实践》是力学学科发行量最大、读者面最广的综合性学术刊物。它刊登力学及其交叉学科进展；报道力学应用成果和力学教育进展；介绍成就突出的力学工作者、力学史、学术活动、力学趣话、新书评介等，在国内力学刊物中独具特色。它以工程技术人员、科研人员和院校师生为对象，帮助他们丰富力学知识、开阔视野、活跃学术思想。创刊20多年来刊物受到广大读者的喜爱，多次荣获中科院和中国科协期刊评比的奖项，堪称“读者之友”。

本刊为双月刊，每期96页，邮发代号：2-178；国外刊号：BM 419；刊号：CN11-2064/O3；ISSN 1000-0879。每期定价15元，全年90元。

欢迎力学及相关学科同仁订阅我刊，定刊可到邮局，个人订刊可与编辑部直接联系，并享受八折优惠。

编辑部地址：

北京北四环西路15号 中国科学院力学研究所内

邮编：100080

电话：010-62554107

传真：010-62559588

电子信箱：[lxsj@cstam.org.cn](mailto:lxsj@cstam.org.cn)

**学术活动****第五届全国工程结构安全防护学术会议纪要**

由中国力学学会爆炸力学专业委员会、中国岩石力学与工程学会岩石动力学专业委员会和中国土木工程学会防护工程分会联合主办，解放军理工大学工程兵工程学院承办、总参工程兵科研三所协办的第五届全国工程结构安全防护学术会议于2005年10月17日~19日在南京召开。

参加会议的有来自解放军理工大学工程兵工程学院、总参工程兵科研三所、有关高等院校、科研院(所)等27家单位从事工程结构安全防护及其相关领域研究的专家、学者共计54人，中国工程院院士、中国岩石力学与工程学会理事长、中国土木工程学会防护工程分会理事长钱七虎教授，中国工程院院士、总参工程兵科研三所周丰峻研究员，中国力学学会爆炸力学专业委员会工程结构安全防护专业组组长、总参工程兵科研三所所长任辉启研究员，中国力学学会爆炸力学专业委员会前任主任委员、宁波大学王礼立教授，国家自然科学基金重大项目“深部岩体力学基础理论研究与应用”首席科学家、中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院院长何满潮教授，解放军理工大学科研部副部长方秦教授等出席了会议。

会议于18日、19日进行了两天的学术交流，钱七虎院士、周丰峻院士、王礼立教授、何满潮教授分别就“战略防护工程面临的核钻地弹威胁及连续介质力学模型的不适用性”、“空气冲击波与破片复合破坏作用”、“强动载荷作用下结构响应与材料响应的相互影响”、“深开采岩体力学研究及工程灾害控制”作了专题报告，另有24位专家、学者分别就各自所从事领域的研究及进展情况作了精彩的报告。

本次会议共征集论文70余篇，经认真遴选，有57篇论文被录入论文集，其内容涉及强动载作用下介质与结构相互作用的发展与展望、介质(岩、土、混凝土)的变形与破坏、结构的局部与整体作用、材料动态力学性能及测试技术、隔震理论与技术，钻地武器(常规及小型核钻地弹)的破坏效应及防护问题，反恐防爆结构安全对策和技术以及岩土动力学研究进展等，较全面地反映了我国近年来在工程结构安全防护领域的主要成果，具有较高的学术与应用价值，部分优秀论文将陆续刊登在中国土木工程学会防护工程分会的会刊《防护工程》上。

当前由于精确制导常规武器、小型钻地核武器技术的迅速发展和反恐怖斗争形势的需要，工程结构安全防护面临许多亟待研究的新问题，许多问题的解决已不能沿用现有的理论和方法。这次会议紧扣国内外工程结构安全研究与发展动态，围绕介质与结构在强动载作用下的难点和热点问题展开了广泛的交流和深入的研讨，学术气氛浓厚、信息量大，交流效果显著，对促进我国工程结构安全防理论与实践的发展，加强国内在这

一领域内的学术交流与协作将产生积极的推动作用。

会议期间召开了中国力学学会爆炸力学专业委员会工程结构安全防护专业组的年度工作会议，参加会议的专业组成员或代表有任辉启、方秦、李海波（代李廷芥）、沈俊（代张守保）、王占江（代林俊德）、文鹤鸣（代胡时胜）、陈小伟（代李大红），周丰峻、何满潮、王明洋、董新龙、郑永来、章克凌、陈国兴、石少卿、盛宏光等列席了会议。

工作会议由专业组组长任辉启研究员主持，主要议程有：

1. 汇报本届全国工程结构安全防护学术会议的筹备与征文情况；
2. 讨论我国工程结构安防护领域所面临的形势以及今后的研究方向和重点；
3. 讨论专业组今后的组织建设以及下一步的工作设想；
4. 讨论、商定第六届全国工程结构安全防护学术会议的有关事宜。

会议首先由专业组上一届组长周丰峻院士介绍了专业组的历史沿革、成员组成、前几届工程结构安全防护学术会议的有关情况以及近年来专业组所开展的工作情况，听取了王明洋教授代表本届学术会议组委会所作的会议筹备与征文情况汇报，任辉启研究员就进一步加强专业组的组织建设、下一步的工作以及第六届全国工程结构安全防护学术会议的安排提出了一些设想。随后，代表们就我国工程结构安全防护领域所面临的形势、今后的研究方向以及任辉启研究员所提的工作设想展开了热烈的讨论。大家一致认为，工程结构安全防护涉及到我国国防和民用工程，如地下工程（国防工程、人防工程、采矿工程等）、地面工程、地面爆炸（反爆炸恐怖防护结构）以及战场的毁伤评估等各个领域，随着我国国防安全和公共安全的需要，今后研究的任务重大，并面临着许多亟待解决的新课题，需要国内从事本领域研究的军队和地方高等院校、科研院所加强交流与协作，共同促进工程结构安全防护理论与实践的发展。会议经过充分的研究、讨论，就专业组下一步的工作形成了一致意见：

1. 鉴于国内从事工程结构安全防护领域研究的单位较多，应增加有关单位的代表加入专业组，使专业组具有更广泛的代表性并有利于本领域内的交流，具体的调整与增补方案待 2006 年换届时，并与现任成员协商后，由专业组提出并报请中国力学学会和爆炸力学专业委员会批准。
2. 在组织建设方面，专业组下设一个办公室，办公室设在总参工程兵科研三所科技处，负责与总会、上一级专业委员会和各专业组成员之间的联系，暂由总参工程兵科研三所落实日常办公费用。
3. 以后的历届学术会议由专业组各成员单位轮流承办，继续考虑与其它学会或分会、专业委员会共同举办学术会议或活动，应加强这一领域内的国际交流。
4. 第六届全国工程结构安全防护学术会议将于 2007 年适当时间在洛阳召开，由总参工程兵科研三所承办。

（中国力学学会爆炸力学专业委员会工程结构安全防护专业组供稿）

## 第十届全国现代数学和力学会议纪要

第十届全国现代数学和力学会议（MMM-X 会议）于 2005 年 10 月 19 日~21 日在太原举行。这次会议由中国力学学会理性力学与力学中的数学方法专业委员会主办，太原理工大学承办，来自全国 21 个高校和研究所的 84 位代表参加了会议。

会议的学术委员会副主任、原太原理工大学校长杨桂通教授主持了开幕式，理性力学与力学中的数学方法专业委员会主任戴世强教授致开幕词，他回顾了专业委员会成长的历史，并表示会议将继续以现代数学与现代力学相结合、力学与工程实践相结合为宗旨，推动近代力学事业的发展。太原理工大学副校长郝建功教授发表了热情洋溢的欢迎词。

与往届会议一样，本届会议组织了精彩纷呈的大会特邀报告，计有：

- 钟万勰：应用力学中的辛数学方法；
- 杨桂通：弹塑性系统最终变形的不确定性；
- 武际可：几何学和力学的发展；
- 刘延柱：弹性细杆的非线性力学；
- 戴世强：城市交通流的数学模型；
- 宁建国：多物质二维流体动力学程序 MMIC 理论基础及其应用研究；
- 王铁军：高分子合金的变形行为；
- 张洪武：计算结构力学数学规划法研究的若干进展；
- 魏悦广：材料微/纳米尺度若干力学问题的研究和讨论；
- 陈立群：轴向变速运动粘弹性弦线的横向非线性振动。

这些报告有的涉及新的力学体系的探索；有的阐明一些力学前沿方向和交叉学科的新动向；有的讲述力学史与方法论方面的新颖见解。内容丰富生动，给与会者以启迪。

有近三十篇论文在分会上进行了交流，题材非常广泛，涵盖近代力学的几乎所有分支，例如弹塑性动力学、复合材料力学、爆炸力学、细观力学、多场耦合问题、实验力学、非线性动力学、时滞系统和强非线性系统分析、复杂流动问题等等，其中不乏优秀的工作。一大批年青学者和研究生走上讲坛，并进行了热烈争论和讨论。

10 月 21 日，武际可教授主持了闭幕式，会议圆满结束。会上宣布，本专业委员会的下一个学术活动是：将于 2007 年 6 月在上海举行的第五届国际非线性力学会议（ICNM-V）。

与会者认为，本届会议的学术水平高，学术气氛浓厚，开得相当成功。大家对东道主的出色的组织工作表示赞赏，并向他们致以诚挚的谢意。

（中国力学学会理性力学与力学中的数学方法专业委员会供稿）



## 第二届全国力学史与方法论学术研讨会会议纪要

第二届全国力学史与方法论学术研讨会于 2005 年 10 月 5 日~7 日在上海举行, 这次会议由中国力学学会力学史与方法论专业委员会主办, 上海大学和复旦大学联合承办。来自全国 19 个单位的 45 位学者参加了会议。

会议组委会主任戴世强教授主持了 5 日上午的开幕式。力学史与方法论专业委员会副主任张文教授致开幕词, 他回顾了 2003 年举办首届研讨会后的情况, 指出了, 随后成立的专业委员会为我国力学史与方法论的研究者营造了自己的“家”, 他还强调了自然科学与人文科学密切结合的重要性。随后, 中国力学学会副理事长苏先樾教授致贺词, 东道主上海大学副校长叶志明教授致欢迎词, 他们都着重指出, 力学史与方法论研究在我国近代力学的发展中是不可或缺的。

会上, 与会的资深专家和年青学者做了精彩纷呈的报告。上海交大何有声院士回顾了清华大学工程力学研究班的历史, 使大家对力学界的这个“黄埔军校”留下了深刻的印象; 北大武际可教授介绍了 1920 年前的两千余年中的百篇重要文献, 为追寻力学发展轨迹提供了清晰的线索; 上大叶志明教授结合自己的工作谈了力学教学方法分五个基本点, 引起了与会教师的共鸣; 北大黄永念教授和上大冉政博士分别介绍了我国学者在湍流和流体力学研究中的早期贡献, 使与会者长了见识和志气; 同济稽醒教授分析了经典弹性力学与应用力学方法之间的关系, 得到了大家的认同; 上海交大刘延柱教授通过时空变换, 将一般力学方法引入弹性细杆研究, 并用以研究 DNA 的演化过程等, 构思独特; 北工大隋允康教授谈及力学述解的演进过程与方法拓展, 总结出一种新思路; 天大王振东教授介绍了孤立波与孤立子的发现、引起的争论和现状, 引出一些发人深省的结论; 北大王敏中教授通过两个案例, 谈及将力学史与方法论引入弹性力学教学的效果, 引来一片喝彩; 北大王建祥教授等论述了美学与力学的关系以及将美学教育引进课堂的动机和结果, 给人以启迪; 复旦张文教授纵论了自然科学研究者的人文修养问题, 认为自然科学与人文科学应该互动; 川大年青学者王晓春教授介绍了建国以来力学发展中从三足鼎立到十强并立的过程, 提出了一些有深意的想法。在其它报告中, 还涉及力学各分支学科的发展史和科研、教学方法; 力学与哲学的关系等等, 内容丰富生动, 引人入胜。

与会者认为, 由于有更多的力学界精英与会, 本届会议在上届会议的基础上, 研究成果的深度与广度上都有提高, 这样的会议值得再开下去。

10 月 5 日晚上, 专业委员会主任武际可教授主持召开了专业委员会扩大会议, 会上决定: 第三届全国力学史与方法论学术研讨会将于 2007 年在兰州大学召开; 专业委员会应逐步实现新老交替, 使得研究队伍日益壮大, 相关的研究水平不断提高, 为我国力学事业的发展做出更大的贡献。

与会者对会议的组织工作表示满意, 并向东道主表示由衷的谢意。

## 第十四届全国结构工程学术会议纪要

一年一度的全国结构工程学术会议，今年是第十四届了，本届会议同时也是中国力学学会2005年学术会议的分会场之一，因而为会议提高了规格和层次。在绚丽的金秋季节，开幕式那天(2005.10.18)又值华夏民族传统的中秋佳节团圆之际，为会议增添了不少吉祥气氛。

会议在烟台大学举行，会期三天，本届会议到会代表120人，其中具有高级职称的占65%以上，具有博士、硕士学位的代表占95%以上，55岁以下的中青年学者占90%以上，反映了结构工程学科兴旺发达、后继有人、欣欣向荣的景象。

本次会议出版论文集三册，共收录论文338篇，涉及国民经济结构工程的多个领域，包括力学分析与计算；钢与钢筋混凝土材料、构件与结构；岩土地基基础与地下工程；设计、施工、优化与可靠度；特种结构、车辆、飞行器与船舶结构；抗震、爆炸、冲击、动力与稳定；路桥、水工港工；试验、监控、鉴定、事故分析与加固；交叉学科与其它研究成果九个部分，比较充分地反映了我国结构工程领域最新成果和进展。

本届会议共组织了17篇特邀报告都是研究水平较高又具有一定应用价值的学术论文。这17篇特邀报告都涉及国民经济中重大结构工程问题，如城市生活垃圾的工程特性及填埋场的岩土工程问题，进入21世纪的重庆桥梁建设及风工程研究，爆破开挖的振动效应与安全判据，以及混凝土结构工程除盐的研究与应用……，这些论文引起了与会代表的极大兴趣。代表们普遍反应历届全国结构工程学术会议最有水平也最有应用前景的是大会组织的特邀报告。

历届全国结构工程学术会议都进行中青年优秀论文评选，这项活动已成为这个学术会议的重要特色之一，对鼓励青年学者奋发向上发挥了一定的作用，历来很受代表们欢迎。本届会议经过专家认真评议，用无记名投票的方式，评出了17篇中青年优秀论文。会议向论文的作者颁发了获奖证书。

中国力学学会副秘书长、学会办公室主任杨亚政先生专程出席了会议并致词，同时代表学会理事长崔尔杰院士向大会表示祝贺，在致词中对结构工程专业委员会一年一度的全国性学术会议做了充分的肯定。

明年第15届全国结构工程学术会议在河南焦作召开，会议东道主单位河南理工大学的副校长孔留安教授专程从焦作赶到烟台，在闭幕式上致词，热诚欢迎与会代表明年到焦作聚会，共同进行学术交流，增进学术情谊。

**会议通知****第十四届全国复合材料学术会议征文通知  
(第二轮)**

全国复合材料学术会议 (National Conference on Composite Materials) 由中国宇航学会、中国力学学会、中国复合材料学会、中国航空学会联合举办, 每两年举办一次。第十四届全国复合材料学术会议 (简称 NCCM-14) 由中国宇航学会主办, 中国航天科技集团公司航天材料及工艺研究所承办。本届会议定于 2006 年 10 月在湖北省宜昌市召开。

本届会议的会议论文集将由出版社正式编印出版, 具有国际统一书刊号和条形码, 并向全国各新华书店、图书馆征订发行。为保证会前顺利完成论文集的编辑出版工作, 希望广大复合材料界同仁按照投稿要求, 尽快投稿。论文截止日期定在 2005 年 12 月 31 日。

**一. 会议主题**

本届会议主题为“基础、创新、高效”。会议将重点交流我国国民经济和国防科技领域内复合材料研究发展的最新成果, 同时特别关注复合材料及工艺及其支撑技术领域基础理论、应用基础等方面的研究成果, 新材料、新工艺、新方法、新应用等创新性的理论与实践成果, 高性能、低成本等高效材料及工艺技术成果等。

**二. 征文内容**

本届会议将接受反映复合材料领域最新研究成果、材料与工艺、基础理论与应用技术和反映产业化和复合材料学科发展的学术论文, 特别是反映具有创新性成果的高水平论文。征文范围及代码如下:

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| A: 复合材料增强材料及增强体      | B: 复合材料基体树脂及先驱体    |
| C: 聚合物基复合材料          | D: 陶瓷基复合材料         |
| E: 碳基复合材料            | F: 金属基复合材料         |
| G: 复合材料制造与质量控制       | H: 复合材料性能测试表征及无损检测 |
| I: 复合材料力学分析与结构设计     | J: 复合材料加工、连接与修补    |
| K: 复合材料界面科学          | L: 功能/智能复合材料       |
| M: 纳米复合材料            | N: 生物复合材料          |
| O: 复合材料与环境           | P: 复合材料在国防科技领域中的应用 |
| Q: 复合材料在国民经济建设领域中的应用 | R: 低成本及产业化技术       |

### 三. 征文要求及注意事项

1. 凡符合主题、未在国内外正式刊物或会议上发表的论文均可应征。
2. 所投论文必须附有所在单位的论文保密审查证明（仅限本届会议论文集）及作者信息表（便于及时与作者沟通），文责自负，不退稿件，请作者自留底稿。
3. 论文限 5000 字以内，每篇论文收取版面费 400 元，每超一页（含不到一页）增收版面费 100 元。
4. 提供录入稿件的电子版发至筹备组电子信箱（见后），同时提供该电子版打印稿一式二份，请务必在信封上注明 NCCM-14 字样。
5. 论文稿的格式、版面要求及征文样稿见“NCCM-14 作者须知”，并请根据征文范围分类在论文首页的右上角处注明论文分类代码。
6. 论文截稿日期：2005 年 12 月 31 日

### 四. 论文接受事项

联系人：李洪泉 吴 坚

联系电话：01068383269

通信地址：北京 9200 信箱 73 分箱 18 号

邮 编：100076

传 真：01068383237

E - Mail: nccm-14@163.com

## 第十三届全国疲劳与断裂学术会议 (第一轮通知)

2006 年 6 月 24~30 日 北京

由中国材料研究会、中国腐蚀与防护学会、中国机械工程学会、中国力学学会、中国金属学会和中国航空学会联合主办的“第十三届全国疲劳与断裂学术会议”定于 2006 年 6 月 24-30 日在北京召开。此次将作为 2006 年中国材料研究学会举办的“国际材料周”的一个分会，会议将邀请在疲劳与断裂研究领域内的国内优秀学者做特邀报告，介绍在疲劳与断裂研究领域的最新研究进展，这将是一次内容丰富、形式多样、人员广泛的学术盛会。本届会议旨在通过广泛的学术和信息交流，活跃学术思想，明确研究方向，推进我国的疲劳与断裂研究的发展。

### 1. 会议主要内容

- 1) 材料疲劳与断裂微观机理与计算机模拟
- 2) 材料疲劳与断裂的力学与物理模型

- 3) 材料疲劳与断裂的实验及测试技术
- 4) 新型结构材料的疲劳与断裂行为
- 5) 材料疲劳与断裂的载荷效应
- 6) 材料疲劳与断裂的环境效应
- 7) 工程材料的疲劳损伤与寿命预测
- 8) 抗疲劳、断裂设计与失效分析

## 2. 会议征文

凡未经正式刊物发表, 与材料的疲劳和断裂领域相关的研究成果、学术观点、工程经验、设想及建议等均可以论文形式应征。应征论文必须论点鲜明、论据充分、数据可靠、文字流畅、图表清楚, 一般约为 6000 字以内 (4 页), 计量单位要严格执行《中华人民共和国法定计量单位》中的有关规定, 并附 Word 文件类型的软盘、EmailWord 文件到会议秘书处或在线投稿。论文经专家审阅后给予书面答复。经评审合格的论文将在《材料研究学报》杂志 (增刊) 上正式出版。接到论文录用通知和论文收费通知后汇交会议注册费、论文评审费和版面费到《材料研究学报》杂志社。不交会议注册费和版面费的论文, 将不编入论文集 (期刊) 中。已经录用的稿件将付一定稿酬。没被录用的稿件恕不退回, 请自留底稿。

欢迎全国各地从事相关专业的专家学者、科研人员、高校师生踊跃投稿, 同时也欢迎暂无论文但对会议感兴趣的社会各界人士参加会议。

## 3. 会议地点: 北京

## 4. 会议重要日期

提交论文摘要截止日期: 2006 年 1 月 31 日

提交论文全文截止日期: 2006 年 3 月 31 日

论文录用通知: 2006 年 5 月 1 日

汇交版面费截止日期: 2006 年 5 月 15 日

会议召开日期: 2006 年 6 月 24~30 日

## 5. 技术展示和产品宣传

欢迎在本次会场内设置与会议内容相关的宣传广告 (以材料、图片、样品和软件为主)。

## 6. 应征论文参考格式

“材料研究学报”的论文格式: 题目、作者、工作单位、摘要 (250 字), 关键词 (5-8 个), 中图分类号, 英文题目, 作者名字的汉语拼音和工作单位的英文译文, 以及文章的英文摘要和关键词, 引言, 正文, 参考文献。

由于“材料研究学报”被美国工程索引和英国的“科学文摘”等收录, 为了便于国际著名检索刊物和其它信息机构采用, 英文摘要应详细, 尽可能反映文稿的主要内

容,具有独立性和自含性,即不阅读全文就能获得所论述的主要信息;避免使用第一人称,应包括目的、过程及方法,结论三部分。字数不得少于900个印刷符号。

参考文献格式如下:

编号 作者(姓列名前). 论文题目. 刊名, 出版年, 卷号(期号): 起-止页码

编号 作者(姓列名前). 书名. 版本, 出版地: 出版单位, 出版年. 起-止页码

文中图表附最具代表性的,并一律安排在正文中. 图表题请附中英文对照稿。

稿末写明作者的性别、出生年月、民族、籍贯(包括省、市、县名)、单位、职称、职务、学位、学术简历、研究领域和主要成就;详细通讯处、E-mail、电话及传真号。

### 7. 会议主办

中国材料研究会、中国腐蚀与防护学会、中国机械工程学会、  
中国力学学会、中国金属学会、中国航空学会

**会议承办:** 中国材料研究会, 中国科学院金属研究所

### 8. 会议秘书处

地 址: 沈阳市沈河区文化路72号

邮 编: 110016

单 位: 中国科学院金属研究所

联 系 人: 张哲峰、刘 路

电 话: 024-23971043 (张哲峰)、024-23971833 (刘路)

传 真: 024-23891320

电子邮件: zhfzhang@imr.ac.cn、luliu@imr.ac.cn

会议网址: <http://13fatigue.imr.ac.cn>

## 第十届工程与科学中计算方法增强与提高国际会议 (EPMESC X) (第一轮通知)

2006年8月21日~23日

### ● 会议简介

EPMESC 国际会议由著名学者 E. Arantes e Oliveira 教授、Y. K. Cheung 教授、T. Kawai 教授和 Luo Songfa 教授发起, 致力于推动工程与科学计算方法的发展。第一届会议于 1985 年在澳门举行, 此后每年轮流在澳门和大陆的一个城市举行, 包括广州、大连和上海。EPMESC 会议全称由“使用小型计算机的工程中的计算方法的培训、实践和提高”(“Education, Practice and Promotion of Computational Methods in Engineering Using

Small Computers”) 发展为“工程与科学中计算方法增强与提高”(“Enhancement and Promotion of Computational Methods in Engineering and Science”)。目前该会议的影响已经由创立初期的中国和欧洲扩展到各大洲。第十届 EPMESC 国际会议将于 2006 年 8 月 21—23 日在中国海南省三亚市举行, 欢迎工程与科学中计算方法相关的各界学者踊跃参加, 开展学术交流, 促进学术合作。

#### ● 会议地点

中国·海南·三亚·金银岛海景大酒店

地址: 三亚市蓝天路 16 号

海南岛位于中国最南端, 有中国最好的生态环境, 风光秀美; 是中国的第二大岛, 同时也是非常美丽的热带省区。三亚在海南岛的最南端, 是可以与美国的迈阿密相媲美的海滩城市。金银岛海景大酒店毗邻海滩, 是风景优美的四星级酒店。

#### ● EPMESC 会议委员会

J. Bento (葡萄牙)

T. Kawai (日本)

S. Valliappan (澳大利亚)

S. Cescotto (比利时)

S. P. Lin (中国)

F. W. Williams (英国)

Y. K. Cheung (中国香港)

W. K. Liu (美国)

G. Yagawa (日本)

C. K. Choi (韩国)

H. Mang (奥地利)

Y. B. Yang (中国)

I. Doltsinis (德国)

E. Arantes e Oliveira (葡萄牙)

M. W. Yuan (中国)

D. J. Han (中国)

B. A. Schrefler (意大利)

W. X. Zhong (中国)

V. P. Iu (中国澳门)

A. I. Tolstykh (俄罗斯)

#### ● 大会组委会

主 席: 袁明武 (中国)

副主席: 韩大健 (中国)

秘书长: 姚振汉 (中国)

委 员: S. Cescotto (比利时), C. K. Choi (韩国), I. Doltsinis (德国),

L. N. Lamas (葡萄牙), S. P. Lin (中国),

G. R. Liu (新加坡), W. K. Liu (美国), H. Mang (奥地利), E. Pereira (葡

萄牙), B. A. Schrefler (意大利), S. Sloan (澳大利亚), A. I. Tolstykh (俄

罗斯), S. Valliappan (澳大利亚), F. W. Williams (英国), G. Yagawa (日本),

Y. B. Yang (中国)

#### ● 主办地组委会

主 席: 袁明武 (中国北京, 北京大学)

秘书长: 姚振汉 (中国北京, 清华大学)

委 员: 韩大健 (中国广州, 华南理工大学)

林邵培 (中国上海, 上海交通大学)

Kai Meng Mok (中国澳门, 澳门大学)

郑 耀 (中国杭州, 浙江大学)

卓家寿 (中国南京, 河海大学)

杨亚政 (中国北京, 中国力学学会)

### ● 大会秘书处

学术秘书: 陈永强 (中国北京, 北京大学)

Kai Meng Mok (中国澳门, 澳门大学)

会务秘书: 汤亚南 (中国北京, 中国力学学会)

桂 阳 (中国北京, 北京大学)

### ● 会议主题

研究领域和工程领域的交流合作日益现出重要性, 大会欢迎研究界和工程界的人士积极投稿和参会。会议论文集将以光盘形式正式出版。大会报告和研讨的主题包括以下内容: 人工智能技术及应用; 生物力学; 计算机辅助设计与工程; 计算机辅助教学; 计算技术; 电磁; 环境工程与应用; 流体力学与水力学; 地理信息系统; 地质技术; 数学模型; 计算方法 (如有限元法, 边界元法, 无网格方法等), 物理和材料科学 (如纳米力学); 固体力学; 结构工程; 可视化以及其它未列出的相关领域

### ● 摘要和投稿

论文详细摘要须用英文撰写, 篇幅约一页(A4纸), 使用10~12磅Times New Roman字体, 1.5倍行间距排版(论文格式可在会议网站上下载)。详细摘要应简洁指出标明研究目的、方法、结果和结论, 包括必需的图表和参考文献。论文摘要应有全部作者的姓名、单位、地址、电话、传真和e-mail地址。关键词(不超过5个)应准确描述文章主旨, 单独一行, 列于作者单位之后和正文之前。

论文摘要请用PDF格式文件于2006年2月1日前email至大会秘书处:

yuanmw@pku.edu.cn; yuanmingwu@hotmail.com

投稿请在email中注明通讯作者及其详细信息(姓名、通讯地址、电话传真、e-mail)以便联系。

### ● 学生论文竞赛

本届会议增设了学生论文竞赛, 给学生提供很好的机会在国际知名学者参加的大会上报告结果。学生可在会议主题范围内提交论文。投稿必须是原创性且之前未在其他会议或期刊上发表。参赛论文应主要由学生完成, 即学生应是第一作者。2006年之前注册的在校学生有资格参加。

学生竞赛的论文摘要要求与会议论文摘要要求相同, 并需在关键词之后增加一行



注明“Student Paper Competition”字样。

凡被接收的参赛论文摘要,应提交论文全文并同时附指导教师对学生身份的正式说明。参赛学生必须独立在大会做论文报告,报告质量和论文质量都将作为竞赛评判依据。会议期间将宣布获奖者并颁奖。

### ● 论文出版

会议论文全文将以光盘形式由清华大学出版社和 Springer 出版。论文格式可在会议网站下载。

### ● 大会报告

#### 全大会报告

Serge Cescotto	比利时	Management of water pollutants based on multi-criteria analysis and fuzzy logics
Genki Yagawa	日本	Enriched element method and its applications to solid mechanics
Zhenhan Yao	中国	Large-scale boundary element analysis in solid mechanics using fast multipole method .

#### 半大会报告

Roman Lackner	奥地利	Computational methods at different observation scales - from material characterization to performance-based optimization of structures
Fred W. Williams	英国	Towards a deeper understanding of the Wittrick-Williams algorithm for solving eigenproblems
Ioannis Doltsinis	德国	Optimization and robustness of deformable systems with randomness
Helder Rodrigues	葡萄牙	Topology optimization of structures: new application in the simulation and design of cellular materials
Nasser Khalili	澳大利亚	Monotonic and cyclic analysis of granular soils
Nori Miyazaki	日本	Application of computational Mechanics to reliability studies of electronic packaging
Yutaka Toi	日本	Computational modeling of advanced materials for actuator device analysis
Yao Zheng	中国	Enabling technology for large-scale multidisciplinary simulations
Yeong-Bin Yang	中国台湾	Improving the quality of finite element solutions by iterations
Ka Veng Yuen	中国澳门	An extremely efficient model updating and damage detection methodology using modal data without mode matching

Gui Rong Liu	新加坡	A real-time computation procedure based on meshfree techniques
Chung-Bang Yun	韩国	Dynamic infinite elements for soil-structure interaction analysis in layered soil medium

### 小型研讨会(Mini-Symposium)

欢迎参会代表自行组织小型研讨会。研讨会的每个分组要求至少有 5 篇论文参加，每个分组中的论文应来自不同国家。会议组委会将为研讨会的组织者提供免费会议接待（包括 8 月 21~23 日的 4 天住宿和会议用餐）。

#### ● 重要截止日期

组织小型研讨会会:	2006 年 1 月 1 日
论文详细摘要投稿 (1 页):	2006 年 2 月 1 日
论文接收通知:	2006 年 3 月 1 日
全文投稿:	2006 年 5 月 1 日
会议预注册、预定房间及签证申请:	2006 年 5 月 1 日

#### ● 会议网站

<http://www.EPMESCX.org.cn/>

#### ● 会议联系人

袁明武教授, EPMESC X 组委会主席

联系地址: 北京大学力学与工程科学系, 100871

电 话: 010 - 62751826

传 真: 010 - 62759806

手 机: 13911099016

E-mail: yuanmw@pku.edu.cn

yuanmingwu@hotmail.com

**学会信息**

## 改革创新，发展学会，服务科技

中国力学学会在钱学森、周培源、钱伟长、郭永怀等著名力学家的共同倡导和组织下，于1957年成立，至2005年已有48年历史了。

在国家新的经济发展形势下，机遇和挑战并存，为了促进学会的发展壮大，更好地为中国科技工作者服务，为国家经济建设服务，学会工作必须改革创新，拓展功能。中国力学学会第七届理事会，在全国广大力学工作者的支持下，2003—2004年，在促进学术进步和国家经济发展，加强国际学术交流、期刊出版、组织建设、科学普及和继续教育等方面都做了大量的工作。

### 一. 积极抓好学术建设，强化学会的立会之本、活力之源

学术交流是学会的主业，也是学会的立会之本、活力之源。通过高质量、高水平的学术交流，学会可以为学科的发展和原始创新做出贡献。搞好学术交流也是学会实施人才强国战略的重要任务。中国力学学会围绕学科建设和科技发展创新的主要问题，本着少而精的原则，组织开展了多种形式的学术交流活动。2003—2004年，学会共组织各类学术活动48次，其中国内会议40次，国际学术会议8次，海峡两岸中学生力学夏令营2次。参加学术会议的人数达到8000人次，其中国内代表5000人次，国外代表3000人次。通过会议交流的论文约12000篇。出版学术期刊15种，若干学术和科普专著。这些学术活动促进了国内同行以及中外学者间的学术交流，推动了学科发展，也在国内外力学界树立了良好的形象。同时取得了一定的经济效益，学会办公室承办国际会议，现阶段已成为我会重要的获取经费渠道，学会将这些收入用于办好期刊和其它学术活动中，壮大会会专职工作人员队伍，盘活学会工作，使学会工作进入良性循环。

#### 1. 发挥基础理科学会的优势，积极组织学科前沿的、高层次的、多种类型的学术交流活动，形成学科优势

总结和回顾杰出中国力学家的成就，促进中国力学的发展。近几年正值当代中国力学界的几位杰出代表：钱学森、周培源、钱伟长、郭永怀、庄逢甘、郑哲敏先生百岁或九十岁、八十岁诞辰或华诞。他们不仅在国际学术界有崇高的地位，也为我国科学技术和经济发展做出了突出的贡献，这是中国力学界的宝贵财富。学会在中国科协 and 全国力学界的积极支持、国家自然科学基金会的大力资助下成功地举办了一系列会议弘扬这几位我国力学界杰出代表的成就和经验，学习老一代科学家严谨治学精神和学术思想，召开并形成“著名力学科学家系列大型学术会议”，极大地推动中国力学界

面向新世纪的挑战，做出相应的贡献。

依靠学会凝聚力，组织好中国力学学会学术年会。为了更好地组织中国力学界各专业之间的学术交流，加强不同专业之间的相互借鉴和交叉，从而促进中国力学学科的进一步发展，借鉴国内外学术交流的不同方式，适应学术交流的新特点，中国力学学会每两年举办一届“中国力学学会学术大会”，经过2004年一年的紧张筹备，2005学术大会设置分会场20余个、专题研讨会60余个，参会专家预计1200余人，同时也吸引了众多国外华人专家参加，这是中国力学界有史以来国内最大的一次盛会。

抓住学科发展前沿，主动出击，组织高层次的研讨会。两年之内与国家自然科学基金委员会数理学部联合举办了一般力学、实验力学、流体力学、固体力学、计算力学5个学科前沿青年高级讨论会，对学科发展、规划、交叉等方面进行了深层次的交流，将对学科的发展产生深远的影响。对力学学科及力学与工程结合两方面组成课题组，分为四组，对全国和国际的力学人才队伍建设、学科发展、工程需求等方面进行深入调研，取得的成果将对力学学科的今后的发展具有积极的指导作用。同时还承办了两次中国青年科学家论坛：“现代科技发展对实验力学带来的挑战和机遇”，“材料学科的迅速发展对固体力学提出的挑战”。

## 2. 加强国际学术交流，进一步提高中国力学在国际上的地位

积极、主动地发挥专家优势，申办国际有影响的、大型的系列学术会议。争取一些有影响的国际系列大会在中国召开，可以更加有效地促进国内专家与国际同行的广泛交流，使国外同行了解中国力学，快速提升中国力学在国际的地位。例如：2004年申办并成功举办世界计算力学大会和亚太地区计算力学大会，我会组成专家组分别于2001年的7月和11月分别成功申办到世界计算力学大会和亚太地区计算力学大会，并将两会合二为一，于2004年9月5~10日在北京饭店隆重举行。国务委员陈至立给大会发来贺信、中国科协书记处书记冯长根到会致辞。世界计算力学大会是国际计算力学界最高的系列学术会议，规模大、水平高。会议共收到论文1425篇。其中，中国441篇（大陆398篇，港澳27篇，台湾16篇），国外984篇，来自五大洲的53个国家。参加会议的来自五大洲的53个国家的代表共1249人，打破了世界计算力学大会历届参会人数的记录，成为我国力学界规模最大的盛会。

密切与国际相关组织的联系，承办他们的活动，推荐中国专家进入他们组织的领导层。我国现有4名IUTAM（国际理论与应用力学联合会）理事，他们是郑哲敏、崔尔杰、白以龙、杨卫4位院士；一位执委：郑哲敏院士（两年前我会提出目标：争取1—2年内有一名中国理事进入IUTAM执行局，成为8名执委之一。现已实现）；一位IUTAM大会委员会委员：程耿东院士；一位选举委员会委员（共5人，选举委员会将对IUTAM最高执行机构执行局的人选确定起重要作用）：白以龙院士。另外我学会加强了同美国机械工程学会（ASME）、国际光学工程学会（SPIE）、日本机械工程学会（JSME）、国际计算力学学会（WCCM）、德国数学与力学学会（GAMM）、国际断裂会、

亚太断裂会、亚太流体力学会等 10 余个国际组织的联系，我会已有专家在这些组织中任副主席、执委、理事，并共同组织国际学术会议，吸引他们到中国与中国力学专家进行学术交流。

积极筹建“国际力学中心”。为了进一步加强中国力学界与国际力学界的交流，拟在京成立国际力学中心，争取办成 IUTAM 即国际理论与应用力学联盟（以下简称“联盟”）在亚洲的常设分支机构。成立的中心除申办“联盟”的学术活动外，每年还邀请若干位国际力学大师讲学；组织高级别学科前沿国际研讨会；举办国内外博士生暑期讲座；为海峡两岸中学生以及海外学人子女举办诸如夏令营等多种活动；建立“联盟”的北京网站；发行相关出版物等等，所有这一切对提升我国的国际力学地位将起着举足轻重的影响。

### 3. 出版高质量学术期刊，为繁荣力学事业做贡献

期刊是进行国内外学术交流的重要工具，是培养人才的园地，是记载科学成果的载体。中国力学学会一向重视对期刊的领导和管理，选聘最优秀的学者担任各期刊主编。中国力学学会主办的中英文期刊有 16 种，其中被 EI 检索的有 7 种，SCI 光盘和网络版检索的有 3 种。

为大力支持有潜力的期刊，树立精品，使其率先向国际化迈进。学会采取了一系列的措施：提高期刊发表论文的学术水平，加大组稿和约稿的力度；期刊编委会国际化，如《Acta Mechanica Sinica》聘请德国马普研究所所长和美国霍普金森大学机械工程系系主任作为合作主编；与国外著名出版机构合作出版，强化国外的宣传发行，快速提高期刊知名度；向编辑部加大投入，使期刊从投稿、审稿、作者查讯、修改、发表全部实现网络化，招聘博士、硕士学历的专业编辑，编辑出版完全专业化；期刊办刊已实现网络化，作者投稿、查询、专家审稿、作者修改、编辑出版、上网等都已实现网络化。

除期刊外，我会还结合国内外学术会议，编辑出版了几十本论文集和部分专著，为繁荣力学事业起到了很好的作用。另外还有每年若干期的会讯。

### 4. 搞好力学知识普及、教育，培养优秀力学人才

力学知识的普及和力学教育水平的提高，是关系力学发展的根本性大事，是培养优秀力学人才的基础，所以必须认真搞好这两项工作。

两岸科普经验交流与中学生夏令营，从 1996 年至 2004 年该夏令营已举行了八届。两岸力学工作者以及中学教师就两岸的力学科普、教学与科研、中学教学模式以及人才培养等方面进行了广泛的交流。通过访问交流，双方彼此增进了了解，并从中获得了一些有益的借鉴。

大学生力学竞赛，中国力学学会从 1988 年开始举办“全国大学生力学竞赛”，每 4 年一次，从 1996 年起，这项活动更名为“周培源全国大学生力学竞赛”，由中国力学学会和周培源基金会联合举办。这项竞赛活动，实际上是对各高等院校力学基础课教

学的检验,受到了各有关院校的重视。并有许多获奖学生因此而获得免试攻读研究生的资格。许多学校都认为,这项活动的意义不仅限于竞赛结果本身,更重要的是学生们通过赛事前的准备,加深了对基础知识的理解和掌握,对于他们学好后续课程大有益处。2004年的竞赛共有7617人报名,包括了全国30个省、市、自治区的164所高校。

加强科普工作,2003-2004年学会举办了几个精品科普活动,这些项目均获得了中国科协的重点资助。“阳光下的飞翔——大手拉小手感受航空航天科技魅力活动”,《动手玩科学》科普书,《动手玩科学》音像演示集——车辆中的力学、桥梁中的力学(每集45分钟),我会主办的刊物《力学与实践》上辟有专栏“身边力学的趣话”。

加强力学教育工作,促进力学工作者素质的提高。为了加强全国高校力学基础课程的教学工作,中国力学学会教育工作委员会定期举办全国理论力学、材料力学课程教学经验交流会,同时,还进行全国优秀力学教师的评选工作。为了提高中学教师的力学教学水平,由我会组织有关专家,定期向中学教师作力学知识报告。还定期召开全国力学教育交流会。

## 二. 发挥力学与工程结合的特点,促进力学为国民经济建设服务

当前,中国经济已进入一个新的发展阶段,不仅经济总量已有巨大变化,而且,对外经济关系,经济体制,产业结构,建设规模,可持续发展意识等等,都在发生巨大的、质的变化。许多项目和计划的规模和所提出的问题,都是世界性的。这为中国力学的新发展,提供了前所未有的大好机遇。而且,随着这个发展浪潮,已有大批力学及与力学密切相关专业的人才广泛进入各类产业,并且正在和已经起着核心的作用;另一方面,许多产业部门的许多工程技术人员,出于发展的需要,学习力学,应用力学,这两方面的队伍,都是力学界与国家经济建设的紧密结合的主力 and 纽带。所以,中国力学学会,应该趁势而上,大力促进力学界与国家经济建设的紧密结合,既推动力学的新发展,又不负时代发展的重任。

成立促进与产业结合委员会,并召开了“力学与西部开发”会议、“力学与东北工业振兴”会议,作为理科学会,如何促进学科与产业结合,如何参与西部开发和东北工业振兴,这是一次很好的尝试。

开展“力学与工程结合”课题研究。为了对我国力学学科的发展现状、科研队伍情况以及国家建设对力学的需求状况有一个全面的了解,从而为国家有关部门制定相关的科技政策提供参考,推动力学基础研究和应用研究的发展,为国民经济建设和国防建设做出更大的贡献,在中国力学学会常务理事会和国家自然科学基金委员会数理学部的支持下,中国力学学会就产、学、研三方面进行了调研。

## 三. 增加学会凝聚力,竭诚为会员服务

加强会员发展,努力为会员服务。为进一步扩大会员覆盖面,加强会员发展,增强

学会对会员的凝聚力,完善以会员为主体的组织体制,拓展为会员提供服务的渠道和方式,我会在会员组织体制改革方面加强了几方面工作:探索建立多元结构的会员制;强发展多种形式的团体会员;适应现代信息社会的环境,我会加强会员信息的计算机管理;我们在会员尽义务的同时也应给予会员充分的权力;与地方学会协作,合理收取会费.

坚持民主办会,坚持集体领导,充分发挥专业委员会和工作委员会的作用,推动学会各项工作的协调开展,这是中国力学学会的优良传统和作风.坚持每个月或两个月召开一次理事长、秘书长碰头会,每半年召开一次在京常务理事会,每年召开一次全体常务理事会,每两年召开一次全体理事会.而在京常务理事会或全体常务理事会所做出的重要决定,都要书面征求全体理事和会员代表的意见,最大限度地听取各方面的意见.

#### 四. 适应发展需要,改革办事机构

现阶段学会办公室承办国际会议、在相关部委立项等活动,已成为我会的重要的获取经费渠道,利用这些收入,学会再办好期刊和其它学术活动、壮大学会专职工作人员队伍,盘活学会工作,使学会工作进入良性循环.

中国力学学会积极努力地为全国力学工作者服务,在国内国际学术交流、期刊、与产业结合、学会改革等方面作了许多重要工作.这两年来,学会在理事会的领导下积极探索学会改革的新思路和新方法,多渠道筹集学术活动经费,如通过承办大型国际会议,发展团体会员,在中国科协、科技部、国家自然科学基金委设立学术交流项目等.

中国力学学会办公室挂靠在中国科学院力学研究所,是一个责任心强,敢于迎接挑战、敢于挑重担的、敬业、高效率的、精悍的办事集体.从2000年进行了人事制度改革,“按需设岗,按岗聘任”,目前正式工作人员7人(其中1人是科协编制),临时工作人员5人,虽然这几年学会工作铺的面大了,工作量提高了,但人员由18人改制至现在的12人,年龄最轻25岁,最长42岁,平均年龄35岁,大多数具有硕士和博士学位,每个人的工作量大大增加.除了学会的日常工作以外,学会办公室还承担着4个刊物和会讯的编辑出版工作.每年年终考评工作执行情况并与绩效工资和岗位津贴挂钩.随着我们国家改革总体进程的不断深入,学会办事机构的生存和发展也在不断地面临各种各样的考验,需要通过自身的努力,克服困难,适应社会的不断发展和变化.

(中国力学学会 杨亚政)

**科协学科发展蓝皮书选登**

## 工程结构的振动控制与故障诊断研究及应用<sup>1)</sup>

杨绍普

**关键词** 机械系统动力学 振动控制 非线性动力学 故障诊断

### 一. 立项简介

在现有铁路提速和新线修建过程中,均存在振动控制问题。经铁道部立项(J199106),研究高速机车运行稳定性和分岔问题;后又得到国家自然科学基金委的资助(19502007),研究滞后非线性系统的非线性动力学与控制的理论问题;结合提速铁路桥梁和机车的振动控制以及大型施工机械的振动故障诊断,先后得到大同机车厂、郑州铁路局和中国铁道建筑总公司的支持。研究经费共115万元,历时约10年。

### 二. 研究背景

铁路提速过程中,由于机车车辆作用于桥梁上使动载荷加大和频率提高,如按原标准设计使现有桥梁出现了横向振动超限的问题,严重制约了铁路提速和铁路运能的提高,必须对桥梁采取适当的减振措施。桥梁振动控制的关键:一是桥梁的荷载识别问题;二是减少机车车辆对桥梁的动荷载。在桥梁的荷载识别中,传统的理论只能解决单车道,大间距的移动荷载,无法识别双向行车时小间距密集移动荷载的识别问题;要减小机车对桥梁的动荷载,这就必须改善机车悬挂系统的动力学性能,控制机车的振动。由于现代机车的悬挂系统采用的阻尼器和空气弹簧等非线性器件,使得机车成为一个复杂的多值、非光滑滞后非线性系统,传统的方法无法解决其分岔动力学问题,必须研究新的方法;铁路运输的发展,需要修建新线,施工大量采用了大型的现代化铁路施工机械,这些大型的工程机械一般工作在环境很恶劣的施工现场,为保证这些机械的正常工作,必须对其工作状态进行监测和故障诊断。而其振动信号一般混杂着复杂的噪声信号,用传统的滤波方法容易造成故障信号的丢失,造成误判,所以复杂环境下振动故障信号的提取是一个必须解决的难题。针对上述技术难题,通过理论研究和试验,提出了分析方法和工程方案,并成功地应用于不同的工程结构中。

### 三. 主要内容

#### (一) 总体思路

在非线性动力学理论研究的基础上,针对工程结构振动控制过程中的关键技术问题,提出新的研究方法,克服传统的方法在处理这些关键技术问题的局限,针对具体的工程结构,解决工程中遇到的实际振动控制问题。

#### (二) 技术方案

<sup>1)</sup> 2003年度国家科学技术进步奖二等奖(编号J-223-2-01)



针对工程实际技术难题, 经过反复的理论分析、计算和工作实验, 提出以下技术方案:

### 1. 桥梁的振动控制

铁路 32 米和 40 米上承式钢板桥由于列车提速普遍存在横向振幅超限问题。在研究桥梁振动控制问题时, 机车对桥梁载荷难以直接测知, 因此, 载荷识别研究是桥梁振动控制的关键技术难题之一。以前的研究基于梁振动理论, 只能识别单列移动载荷, 而机车车辆对铁路桥梁施加的载荷较少多, 载荷间距较小, 而且又双向行车的情况, 这样造成了由于测试信号噪声影响而无法识别荷载的问题。因此, 研究多车道、双向行车、小间距密集载荷的识别问题非常重要。

(1) 桥上双向行车、小间距密集移动载荷的识别问题的技术方案: 考虑桥梁纵、横向分布刚度, 采用正交异性板振动理论建立桥梁模型, 由模态坐标将偏微分方程简化为对时间的微分方程; 再对载荷系数矩阵进行小参数摄动, 改善矩阵条件数, 以提高识别效果; 对各点测试信号的时间序列, 依次延迟构成吸引子矩阵, 对矩阵进行奇异值分解, 降低噪声成分, 从而解决双向行车、小间距密集移动载荷的识别问题, 我们称该方法为载荷识别的摄动法。

(2) 桥梁减振方案:

方案 1: 上下行线路桥梁中心距较小时用铅阻尼器将两桥连接, 既增加了桥梁的横向刚度, 又可以利用铅需动时的阻尼消耗桥梁横向振动能量。

方案 2: 冲击阻尼器。通过阻尼器内质量块和挡块与桥梁振动的反向冲击来消耗振动的能量, 通过调节冲击阻尼减振器的固有频率, 达到最佳的减振效果;

(3) 除了桥梁的载荷识别, 桥梁振动控制的另一个重要技术关键是减小车对桥梁的动载荷, 这就必须改善走行部的性能, 减小机车车辆的振动。机车车辆悬挂系统中是一个复杂的多自由度滞后非线性系统。由于这类系统为非光滑的多值非线性系统, 不满足中心流行和规范型方法的基本要求, 无法使用传统方法研究该系统的分叉动力学特性。

解决以上问题的技术方案: 首先利用改造后的平均法求出系统的定常解, 得到系统的分叉方程后, 进行坐标变换得到系统的普适开折, 从普适开折方程研究系统受到小扰动后分叉解的拓扑结构变化, 从而从总体上掌握机车系统的动力学行为。

可以看出, 和传统的方法不同的是, 本项目研究是从机车减振和桥梁振动控制两个方面入手解决该问题的。

### 2. 大型施工机械的振动故障诊断

以前最复杂的大型施工机械—全断面隧道掘进机 TBM 具体应用实例, TBM 的变速箱电机、变速箱、传动轴、主轴承、除尘电机系统是 TBM 的关键设备, 对他们进行状态监测和故障诊断十分重要。这些设备属旋转机械, 当出现故障时, 其振动信号将增大。由于 TBM 在隧道掘进时, 测试环境极为复杂, 振动、噪声非常剧烈, 这些都对测试的设备振动信号又很大影响, 从而影响状态监测和故障诊断的准确性。采用传统的

滤波技术对振动信号进行降噪会导致振动信号故障特征的丢失,不能在TBM的振动故障诊断中运用。

解决该问题的技术方案为:提出基于吸引子轨迹矩阵奇异值分解的信号降噪新技术,将小波变换、高阶谱分析等现代信号处理方法与传统的频谱分析相结合应用于故障特征的提取。构造了用于TBM变速箱故障诊断的神经网络并对该神经网络进行大量训练,利用该方法解决了传统滤波方法无法解决的问题,提高了TBM故障分析的准确性,使大型施工机械TBM的故障诊断成为可能。

本项目利用基于振动信号的故障诊断方法\*(简称振动诊断技术)TBM的关键设备进行了长期状态监测和故障诊断,降低了TBM的故障率,保证了TBM的正常施工,为国家重点工程的提前竣工提供了很好的保证。

## 四. 成果及应用

### (一) 主要创新

1. 提出了研究非光滑、多值滞后非线性系统分岔的方法。
2. 提出了载荷识别的小参数摄动法,通过改善载荷系数矩阵的条件数,解决了双列小间距密集荷载的识别问题。
3. 提出了冲击阻尼减振器和铅阻尼减振器两种桥梁振动控制方法,成功地控制了提速线路中多座铁路桥梁的横向振动。
4. 提出基于吸引子轨迹矩阵奇异值分解的信号降噪和故障特征提取新技术,克服了传统的滤波方法容易导致振动信号故障特征丢失的缺点。

### (二) 专利与论文

获得专利一项,发表论文43篇,其中17篇被SCI、EI、ISTP收录。据SCI引文数据库检索,本项目6篇论文被SCI检索的论文引用了22次,其中被他人的SCI论文引用6次;另外,经中国科技引文数据库检索,有9篇中文论文被他人27次引用,共计15篇论文被引用。

### (三) 成果鉴定

经由三名两院院士、五名博导及长江学者组成的鉴定委员会鉴定,该研究成果达到国际先进水平。

### (四) 应用情况

1. 本项目提出的冲击阻尼减振器和铅阻尼减振器连接两种桥梁振动控制措施,应用于数座铁路桥梁的振动控制中,满足了提速的要求。
2. 对SS7系列机车动力学参数进行优化,解决了SS7电力机车的振动控制问题,使得SS7D机车成为了陇海线提速的主力机车。
3. 应用于目前最复杂的大型施工机械—国家重点工程秦岭隧道施工的TBM振动故障诊断中,降低了TBM的故障发生率,保证了TBM的正常工作,为秦岭隧道的顺利贯通提供了重要的技术保证。

## 我国飞行和游动的生物力学与仿生技术研究进展

中国力学学会

**关键词** 飞行和游动生物力学, 仿生力学, 仿生技术, 微型飞行器, 仿生机器鱼

鱼类等水生动物和有翼昆虫等飞行动物经历了近亿年的进化过程, 发展了各具特色的水中游动和空中飞行的非凡能力, 其整体功能渐趋优化, 为当今的人造航行器和飞行器望尘莫及。20 世纪末, 各种先进微型制造技术、微机电系统、微电子和一体化技术有了迅速发展。在此基础上, 人们提出了微型飞行器、微小水下航行器等新概念, 它们在未来国民经济建设和国家安全等方面将起到至关重要的作用, 因此仿生研究在世界范围内正引起极大的关注。为了发展微型飞行器和微小水下航行器, 应寻求空气动力学和水动力学的新理论。

飞行和游动的生物力学和与之相关的仿生学是一门以流体力学为先导的交叉学科, 涉及力学、生物学、机械学、材料学、控制理论、能源技术和先进制造等多个学科领域。该学科的研究任务是: 从整体上研究这些生命机器运动规律的力学原理及其理论, 包括神经控制、肌肉力学、生物材料性能、生物的形态及其运动模式(运动学)、推进和控制机制(生物外部流体力学)、能量转换及其效率(力能学)以及整体模化等。

飞行和游动的生物力学的研究意义是多方面的。其一, 生物学家需要了解飞行和游动的力学效应对生物的生理学、生态学、动物行为及进化的相互影响。其二, 工程技术专家需要利用仿生力学的研究成果改进人造机器; 特别是仿生机器学(Biomimetics)正迅速崛起, 亟需本学科的理论加以支撑。近 10 年来, 不同层次的机器鱼先是在国外制成, 也将在国内面世; 在国外, 小型拍翼飞行器已有样机, 尺度小到 3 cm 的机器苍蝇据报导正在试制之中。国内该学科的研究工作在某些方面已形成优势和特色, 在仿生技术研究和研制微型飞行器和机器鱼方面, 也开展了大量研究工作。

近年来, 该学科的研究在国际上异常活跃。著名刊物 *Nature* 和 *Science* 有多篇研究报导, *Annual Review of Fluid Mechanics* 刊登了有关鱼游、小飞行器空气动力学的长篇评述, *Journal of Experimental Biology* 上这方面论文也增多。我国在飞行和游动的生物力学与仿生技术的研究领域也取得了长足的发展。2003 年 10 月 21-23 日召开了以“飞行和游动的生物力学与仿生技术”为主题的 214 次香山科学会议; 2003 年 12 月 11-13 日召开了以“仿生学的科学意义与前沿”为主题的 220 次香山科学会议。

## 一、飞行和游动的生物力学

### (一) 昆虫飞行的力学和生物学机理

在20世纪,空气动力学从诞生,到建立定常流的完整气动理论,再发展到非定常空气动力学,其研究对象都是高雷诺数下的大型物体。对于小型昆虫在高频拍动下飞行的低雷诺数和强非定常的流动问题,现有的非定常空气动力学的概念和规律已不足以解释。因此,研究昆虫拍翼的低雷诺数、非定常流动及其控制的概念和规律,建立非定常空气动力学的一个新分支,是生物力学面临的一项重要任务。

自上世纪九十年代昆虫飞行的非定常空气动力学研究是一个关键问题,昆虫拍翼,即由下拍(downstroke)、仰旋(supination)、上挥(upstroke)和俯旋(pronation)组成一个周期的运动,是飞行生物共有的基本飞行方式。从生物学的角度说,这是以肌力驱动得以自主飞行的一种优化选择;从空气动力学的角度说,这是为了克服因其翼尺度小而导致低雷诺数(对于尺度为10~1 mm的昆虫,雷诺数 $Re=10^3\sim 10^1$ )的气动局限性,从而采用了这种具有特殊的非定常流动控制机制的运动方式。通常,昆虫的尺度越小,雷诺数越低,其拍翼频率越高。对小型昆虫的高频拍翼而言,显然不可能再沿用早先研究鸟、蝙蝠和大型昆虫(如天蛾、蝴蝶等)低频拍翼工况的准定常流动假设。因此,研究中小型昆虫在低雷诺数下拍翼的非定常流动及其控制的机制,是近年来该领域的一个重要前沿问题。

孙茂等在该领域基于数值分析取得了若干有影响的科研成果<sup>[1-3]</sup>:对于果蝇的悬停飞行,指出了产生非定常高升力的三种作用机制及其能耗需求;研究发现,当雷诺数 $Re<100$ 时,上述高升力机制大大减弱,还需要其它高升力机制才能飞行;研究并得出了果蝇前飞的J型功率曲线,与前人的论断相符;研究了蜻蜓悬停飞行的气动特性及其前后翼相差的影响。童秉纲研究组构建了一个新的用于理论模化小型昆虫拍翼过程的解析途径<sup>[4]</sup>,研究了昆虫在不同前飞速度下拍动面倾角变化、下拍和上挥的时间比变化以及各自攻角变化对气动力和所需功率的变化规律<sup>[5]</sup>。陆夕云研究组基于数值研究,发现了拍动翼的三种典型前缘涡脱泻模态<sup>[6]</sup>,分析了影响拍翼飞行的近场涡结构和尾迹涡结构,剖析了涡流场与拍翼受力特性的密切关系。

### (二) 鱼类游动的力学和生物学机理

鱼类巡游状态的流体力学研究已进行了几十年。迄今为止,前人对鱼类的机动运动很少研究。人们早就发现,某些鱼类的机动性能是惊人的。鱼类作机动时,不管采用何种机动方式,其周边流场与巡游状态均迥然不同。人们有理由设想,鱼的机动动作是自然界中实现涡控制的完美杰作:涡的形成、脱落和涡的配对,乃至最后形成有

利的局部射流，这一切都是在鱼体转弯、鱼尾摆动等一系列协调动作中完成的。观察还表明，鱼可以通过尾鳍、胸鳍等适当的动作程序，产生达到既定目的所需要的旋涡流场，从而可以实现转弯、制动、超越障碍和控制垂直位置等机动动作。鱼类的自主快速机动运动是一种瞬变型的强非定常流动控制问题，需要探索鱼体变形和流动响应之间的相互作用机制和能耗机制，需要了解鱼体的主动变形形式和流场的涡结构对实现快速起动或转弯的效应，需要分析其中的主要因素及其影响规律。

童秉纲研究组采用二维 N-S 方程数值模拟和理论模化这两种手段，分析了鱼体 C 形快速起动的模型流动<sup>[7]</sup>。研究表明，鱼体的瞬变加速度引发的附加惯性力对即时产生推力起很大作用，但是在起动过程中的平均推力主要是由涡流场诱导作用所提供的。此外，他们还数值研究了欧洲鳗的倒游流动特征和白斑狗鱼 S 形起动的尾鳍动作与推力作用过程。陆夕云研究组采用数值模拟手段，研究分析了波状摆动推进的运动学和动力学机理，包括流动控制、减阻和最佳推进效率等，并与一些典型活体鱼的实测结果进行了比较验证<sup>[8]</sup>。同时，他们还研究了钝体脱泻旋涡与翼的相互作用<sup>[9]</sup>，所揭示的流动规律可以为探讨生物群体运动的有利干扰效应提供基础。

### (三) 飞行与游动的运动学和动力学实验测量和分析

由于昆虫和鱼等生物是自主运动，自主运动的流场完全不同于非自主运动情况，对于以往的许多实验方案，是否符合自主运动的特点，有必要加以甄别。以往长期采用的办法，诸如昆虫被拴住，鱼的模型在水池中被拖曳，或者用死鱼、麻醉的鱼或模型鱼做实验，都不符合要求。因此，需要开展昆虫自由飞行和鱼游跟踪测量，这给实验测量和分析提出了新的挑战。国内有关飞行与游动生物的运动学和动力学实验测试研究工作已迈入国际水平。

曾理江研究组<sup>[10]</sup>采用梳状条纹投影方法首次测到了蜻蜓自由飞行拍翼运动中沿翼弦方向弓形变形的时变过程以及各种相关角度、速度、加速度、身体位置和姿态。为了扩大昆虫自由飞的测量范围和提高拍摄图像的分辨率，他们正在研制跟踪测量的实验装置。此外他们还开展了蜻蜓翼构形的动态测量，基于有限元分析研究其结构模型和力学功能。最近，续伯钦研究组采用投影栅线法测量了自由飞行过程中蜻蜓翼的三维实时变形的系列数据，给出了拍翼不同时刻以等高线形式表示的整个翼面三维变形分布图。杨基明研究组<sup>[11]</sup>已先后研制出了模拟昆虫拍翼运动的三维和二维拍翼模型实验装置，可以调节多种参数，采用自己研制的二维数字式粒子成像测速装置 (2D-DPIV) 互相关处理软件，可以实时定量测出二维的速度场，并重构三维流场。

尹协振研究组<sup>[12,13]</sup>在水洞中分别用染色法和三维 DPIV 定性和定量显示了活鲫鱼

的尾迹流场；还制作了鱼尾摆动模型，可调节其运动参数，并测出相应的尾迹流畅，做出分析。为了研究活鱼的一种激动运动—C形快速起动过程，他们研制了静止水箱的实验装置，拍摄了两种淡水鱼(鲫鱼和黄颡鱼)C形起动过程的系列图像，并做出了研究分析<sup>[14]</sup>。

吴介之<sup>[15]</sup>提出，在任意大小的控制体内用实验或计算得到的流场数据，可以用涡量矩理论对一个任意变形体(或一群任意运动的变形体的每个个体)的受力状况作出局部动力学诊断，从对受力状况有主要净贡献的涡结构一直追溯到这些结构在物面上产生的局部根源，这也为飞行与游动的运动学和动力学的分析和实验测量提供了理论基础。

## 二、飞行和游动的仿生技术

飞行和游动的仿生技术研究包括以模仿昆虫飞行为目标的微型飞行器和以模仿鱼类游动为目标的新型水下航行器。对于微型飞行器，若采用传统的气动布局和飞行方式，会产生升力不足、效率低、稳定性差和控制困难等一系列问题。某些小尺寸的动物(如昆虫、鸟类和蝙蝠等)是飞行的佼佼者，而有的水生动物是快速、高机动游动的佼佼者。它们就是大自然创造的“微型飞行器”和“微小水下航行器”，并为发展微型飞行器和水下机器人技术提供有益的借鉴。因此，弄清楚动物飞行和游动的生物力学机理是十分必要的。

由于微型飞行器在军、民两方面均有巨大的应用前景，因此，从一开始就受到人们广泛关注。仅在美国，从事该项研究的高等院校和研究单位就有150余家，发展非常迅速，在很短时间内，就研制出一批性能优良的试验样机，大致上分为：固定翼、旋翼和扑翼三种类型。在国内，微型飞行器的研制近年来已成为热门话题，大约不少于10几个单位在从事这方面的研究，已先后研制出多种型号，并进行了初步的飞行试验，但距完全自主飞行和满足实用化要求的目标还有相当距离。

崔尔杰院士在仿生技术方面做过许多探索,他指出<sup>[16]</sup>,微型飞行器研制遇到一系列关键技术问题需要解决，主要可归结为如下几个方面：(1) 高升阻比气动构形与增升措施；(2) 动力、能源和高效推进；(3) 飞行稳定性和抗干扰能力；(4) 微型化导航、控制系统；(5) 轻质高强材料、结构及设计优化；(6) 超轻、微型化任务载荷。并进一步指出生物运动仿生学研究为智能微型飞行器研制提供了多方面有益的启示和解决关键技术问题的途径。

在仿生技术研究以及研制 MAV 和机器鱼方面，国内开展了大量研究工作。航天科技集团 701 所李锋研究员及其研究组对多种不同平面形状机翼和典型微型飞行器外形

低雷诺数气动特性进行了数值模拟、参数优化和风洞试验研究,完成了气动特测量和流场显示;固定翼 MAV 研制已取得一系列成果,完成了 30~60Cm 不同尺度飞行器的自主飞行试验,制成柔性翼微型仿生飞行器并进行了风洞实验,取得较为理想的升力和稳定性效果。南京航空航天大学昂海松教授及其研究组从 2000 年起,开展了扑动翼非定常气动特性及设计计算方法研究,并初步开展了扑动翼模型风洞试验;2001~2003 年间,研制成多种微小型扑动翼仿生飞行器,其中“机器鸟”(展长 80Cm、50Cm 两种)、“黄鸮”(26Cm)、YC-3 (24Cm) 等,都进行了多次飞行,可实现起飞、爬升、降落、小半径转弯等灵活控制飞行。西北工业大学宋笔锋教授及其研究组开展固定翼及扑动翼微型飞行器研究,已试制成两架柔性翼微型飞机(最大尺寸 254mm),在试制中对柔性翼的气动特性和自适应飞行特性,进行了初步研究;在改造后的微型飞行器专用风洞进行试验,获得了升力与升阻比曲线;此外,还建立了扑动翼气动特性估算和非定常欧拉方程数值计算方法。中国科技大学杨基明教授及其研究组完成二维及三维扑翼流场模拟装置及相应运动控制系统,实现了对悬停状态扑动翼典型运动的模拟;上海大学翁培奋教授及其研究组,开展了微型飞行器低雷诺数 NS 方程数值模拟和仿生柔性翼在非定常流中的气动变化规律以及气动弹性问题研究。正在研制 MAV 的还有北航、清华大学等单位;在机器鱼研制方面,北航的王田苗教授及其研究组,在 2001 年率先实现“机器鱼队列过孔”、“机器鱼打水球”等实验,之后,又与中科院自动化所合作,深入开展基于智能控制算法的机器鱼避障机动控制研究;此外,还研究了机器鱼的下潜问题,采用内置柔性水囊和微型水泵,通过改变机器鱼自身重力的方法,成功实现了上浮和下潜;正在研制的 SPC-II 型机器鱼样机,总长 1210mm,质量 40Kg 设计速度 3.2~7.2Km/h,最大续航时间可达 10 小时。此外,中国科技大学、国防科技大学的机器鱼和哈尔滨工程大学等单位的特种水下机器人研制也取得很好成果。

### 参考文献

1. Sun M., Tang J. Lift and power requirements of hovering flight in *Drosophila virilis*. *J. Exp. Biol.* 2002, 205: 2413-2427.
2. Sun M., Wu J. H. Aerodynamic force generation and power requirements in forward flight in a fruit fly with modeled wing motion. *J. Exp. Biol.* 2003, 206: 3065-3083.
3. Wu J. H., Sun M. Unsteady aerodynamic forces of a flapping wing. *J. Exp. Biol.* 2004, 207: 1413-1427.
4. Yu Y. L., Tong B. G., Ma H. Y. An analytic approach to theoretical modeling of highly unsteady viscous flow excited by wing flapping in small insect. *ACTA Mechanica Sinica*,

- 2003, 19(6): 508-516
5. Yu Y. L., Tong B. G., Lu X. Y. Aerodynamic characteristics of wing flapping with asymmetric stroke-cycles during insect forward flight. *2nd Inter. Symp. Aqua Bio-Mechanisms*, Honolulu, Hawaii, 2003, Sept. 14-17.
  6. Lu X. Y., Yang J. M., Yin X. Z. Propulsive performance and vortex shedding of a foil in flapping flight. *Acta Mechanica*. 2003, 165: 189-206.
  7. Hu W. R., Yu Y. L., Tong B. G., Liu H. A numerical and analytical study on a tail-flapping model for fish fast C-start. *Acta Mechanica Sinica*. 2004, 20: 16-23.
  8. Lu X. Y., Yin X. Z. Propulsive performance of fish-like travelling wavy wall. *Acta Mechanica* 2004 (in press).
  9. Liao Q., Dong G. J., Lu X. Y. Vortex formation and force characteristics of a foil in the wake of a circular cylinder. *J. Fluids Structures*. 2004, 19: 491-510.
  10. Wang H, Zeng L J, Liu H, Yin C Y. Measuring wing kinematics, flight trajectory and body attitude during forward flight and turning maneuvers in dragonflies. *J. Exp. Biol.*, 2003, 206: 745-757.
  11. 赵攀峰, 刘春阳, 杨基明. 一种扑翼运动的模型实验及流场测量方法. *实验力学*, 2004 (已录用)
  12. Li X. M., Lu X. Y., Yin X. Z. Visualization on fish's wake. *Proc. SPIE*. 2002, 4537: 473-476.
  13. Li X. M., Wu Y. F., Lu X. Y., Yin X. Z. Measurements of fish's wake by PIV. *Proc. SPIE*. 2003, 5058: 139-145.
  14. Jing J., Yin X. Z., Lu X. Y., Experimental and theoretical investigation on fast-start of yellow cartfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Progress in Natural Science* 2004 (in press).
  15. Wu J. Z., Zhuang L. X., Lou Y. B., Lu X. Y., A unified incompressible vorticity theory for aerodynamic force and moment. *J. Fluid Mech.* (submitted).
  16. 崔尔杰. 生物运动仿生力学与智能微型飞行器. *力学与实践*. 2004, 26(2): 1-8.



## 《力学与实践》

《力学与实践》是力学学科发行量最大、读者面最广的综合性学术刊物。它刊登力学及其交叉学科进展；报道力学应用成果和力学教育进展；介绍成就突出的力学工作者、力学史、学术活动、力学趣话、新书评介等，在国内力学刊物中独具特色。它以工程技术人员、科研人员和院校师生为对象，帮助他们丰富力学知识、开阔视野、活跃学术思想。创刊 20 多年来刊物受到广大读者的喜爱，多次荣获中科院和中国科协期刊评比的奖项，堪称“读者之友”。

本刊为双月刊，每期 96 页，邮发代号：2-178；国外刊号：BM 419；刊号：CN11-2064/O3；ISSN 1000-0879。每期定价 15 元，全年 90 元。

欢迎力学及相关学科同仁订阅我刊，定刊可到邮局，个人订刊可与编辑部直接联系，并享受八折优惠。

编辑部地址：

北京北四环西路 15 号 中国科学院力学研究所内

邮编：100080

电话：010-62554107

传真：010-62559588

电子信箱：[lxsj@cstam.org.cn](mailto:lxsj@cstam.org.cn)

中国自然科学核心期刊，力学研究的向导

## 《力学进展》

《力学进展》1971年9月创刊，是由中国科学院主管，中国科学院力学研究所主办的，中国力学界唯一的以综述、评论力学研究进展为特色的学术期刊。其宗旨是为促进力学学科的发展和力学人才的成长服务。它的读者对象是力学及相关学科领域的科研、教学、决策管理人员及高等学校师生。她既着重反映力学前沿的重要进展，新兴领域中的活跃状态，以及力学与其它学科交叉的研究进展，也反映那些历史较为悠久的分支学科中的新进展。文章形式多样，主要栏目包括：

- (1) 关于力学各领域的重要方向、专题或问题的，反映当代水平的综述性评论；
- (2) 对国内外优秀工作成果的总结；
- (3) 国外高水平力学综述评论及跨学科文章的译文；
- (4) 对国内外最新高水平力学论文、综述评论文章及专著的简介和简评；
- (5) 对力学的发展可能会有影响的重要力学问题或概念的学术见解；
- (6) 介绍力学学科动态；
- (7) 与力学相关的国家重点实验室的研究工作进展；
- (8) 自然科学基金力学学科的有关信息；
- (9) 力学人才的需求信息。

《力学进展》所登文章由力学界专家撰写或指导撰写。对力学重大科研方向和课题进行全面、系统、深入的综述、评论和展望。它站在力学研究的前沿，覆盖力学的所有领域，具有很高的科研导向作用和参考价值，深受我国力学界专家、各层次科研人员、工程技术人员、科研管理人员和高校师生喜爱。读《力学进展》能使您开拓视野，并从中获得更多的新知识与新信息。

本刊为季刊，大16开，每期144页，邮发代号：82-331；国外代号：Q693；刊号：CN11-1774/O3；ISSN1000-0992。2006年每期定价45元，全年180元。欢迎力学及相关学科同仁订阅我刊，定刊可到邮局，也可与编辑部直接联系：

北京海淀区北四环西路15号，中国科学院力学研究所，《力学进展》编辑部。

邮编：100080

电话：010-62637035 传真：010-62559588

E-mail: lxjz@cstam.org.cn or lxjz@imech.ac.cn

网址：www.cstam.org.cn/lxjz/lxjz.asp