

第十二届全国非线性振动暨第九届全国非线性动力学和运动稳定性会议介绍*

张正娣[†] 毕勤胜

江苏大学理学院, 镇江 212013

第十二届全国非线性振动暨第九届全国非线性动力学和运动稳定性学术会议于 2009 年 5 月 15 日至 5 月 17 日在江苏省镇江市举行. 本次会议由中国振动工程学会非线性振动专业委员会与中国力学学会一般力学专业委员会联合举办, 江苏大学承办. 这是我国非线性动力学学科的一次重要学术盛会, 参加这次会议的有来自国防军工、铁道、交通、船舶机械、石油等部门以及科研设计、高等院校等 70 多个单位、297 名代表.

大会第一天 7 位知名学者作了大会邀请报告, 报告的共同特点是介绍了非线性动力学理论及应用的最新研究成果, 从实验、理论、计算方法上对该领域的热点问题及前瞻性课题作了全面的阐述, 特别强调了非线性动力学学科的理论方法和应用科学领域及工程技术领域的交叉应用.

天津大学(哈尔滨工业大学)陈予恕院士的大会报告是应用非线性动力学研究的若干进展与展望. 报告介绍了在全局分岔问题、以最佳分岔曲线为目标函数的设计参数优化理论以及非线性 POD 降维方法中的一些近期研究结果. 另外还从工程非线性动力学学科发展的角度, 提出了这样的观念: 为在建设创新型国家的伟大事业中做出学科集体的贡献, 根据国家重大需求引领的发展科技方针和我国应用科学领域工程技术领域动力学问题由线性向非线性发展的大方向, 应大力进行各个相关领域的交叉应用问题的研究, 例如应用混沌和分岔理论将动力学故障诊断水平由线性提高到非线性, 将动力结构的设计水平由线性发展到非线性并给出非线性软件平台等.

浙江大学朱位秋院士的大会报告是拟哈密顿系统随机平均法在物理学中的若干应用. 由于许多物理系统可模型化为拟哈密顿系统, 运用拟哈密顿系统随机平均法可得到合理的近似系统响应统计量. 朱位秋教授首先简述了拟哈密顿系统随机平均法的基本思想和步骤, 然后综述随机平均法在物理学中的若干应用, 包括主动布朗粒子运动、反应速率理论、DNA 呼吸与变性能动力学、以及 Fermi 共振及其对平均首次穿越时间的影响.

北京航空航天大学陆启韶教授在大会报告“生物神经系统的非线性动力学研究——从神经元到认知功能”中, 介绍了目前神经动力学研究的概况, 包括从神经元、

神经网络到认知功能和运动控制的不同层次特点以及它们之间的联系. 同时还对该领域的未来发展作了展望, 认为需要创造性地运用非线性动力学的概念、理论和方法, 才能更深入揭示神经活动的非线性本质, 由于脑神经系统是宇宙中目前发现的最复杂的网络系统, 为了进一步探讨脑神经信息传导过程和认知、思维、控制等功能的需要, 必须深入研究神经元耦合网络系统的群体动力学行为, 包括同步特性、时空模式、结构特性、统计特性、信息特性、控制特性、优化特性等问题, 已经成为当前神经动力学研究的最具吸引力的重要发展方向之一. 此外, 今后还要从细胞生物学、生物物理和生物化学等角度, 对神经元放电活动的细观和微观过程进行全面、系统、深入的理论和实验研究.

香港城市大学戴晖辉教授的报告以受压角状形弱非线性弹性柱为背景, 考虑复杂非线性偏微分方程的分岔问题, 揭示角状解的分岔途径. 提出了一种新的分析方法——耦合级数渐近展开的方法, 推导出原方程的近似标准形方程, 再由焊接末端条件, 将问题转化成奇异常微分方程的边界值问题. 然后分析相平面中存在的奇异线以及材料非线性和几何尺寸的耦合对解的影响机制并得到了了解的表达式.

浙江师范大学(昆明理工大学)李继彬教授的报告针对非线性波动方程中圈状或倒圈状周期解是否存在的问题, 将动力系统理论用到非线性波动方程的研究上, 探讨了参数空间中 3 个典型的非线性波动方程的所有可能的行波解, 经过动力系统分析指出所谓的圈状或倒圈状周期解仅仅是数值模拟得到的假象. 为了揭示这个特殊的现象, 报告中还给出了这些行波解的解析参数表达式.

西南交通大学张卫华教授的大会报告是高速列车耦合大系统动力学. 随着我国铁路第六次大提速和京津城际高速列车的运营, 我国铁路迎来了高速列车时代. 高速列车的核心是高速转向架技术, 而高速转向架的核动力是力学研究. 针对复杂运行环境下的高速列车系统动力学这个重要的命题, 张卫华教授从高速列车的动力学问题、高速列车耦合大系统动力学、高速列车服役模拟、高速列车动力学性能优化 4 个方面系统地论述了动车组运行性能和安全性能的优化、机车车辆结构、参数和性能的反馈优化设计中的动力学问题.

* 本文受国家自然科学基金项目(10872080)和江苏大学高级人才基金项目(09JDG011)联合资助

[†] E-mail: qbi@ujs.edu.cn

解放军理工大学王在华教授的大会报告是振动系统时滞反馈控制中的若干问题. 主动控制技术在振动控制领域得到了越来越多的应用, 典型的控制方法是状态反馈控制. 特别是 PID 控制由于具有明确的物理意义、参数调整方便、实现简单且结果可靠等优点而成为众多技术领域的主导控制策略. 报告以单自由度振动系统的控制为例, 讨论了针对不同控制目的而采用的几种时滞状态反馈控制策略, 包括时滞 PID 控制, 时滞加速度控制, 以及时滞状态差分控制, 重点分析了这些控制适用的场合, 以及它们在实际应用中的若干动力学问题.

会议第 2 天和第 3 天共举行了 18 场分组报告和讨论, 共有 217 位代表作了专题报告.

分会场一的讨论主题为“非线性动力学与分岔”. 报告显示多尺度法、规范型理论、分岔和稳定性理论、同伦分析方法、平均法等依然是大家普遍采用的有效的分析方法, 同时, 动力学建模、数值方法和实验验证也是大家在报告中强调的非常重要的内容, 用这些方法研究了实际系统中的非线性动力学问题. 另外, 代表们还对该领域的理论和方法进行了深入的探讨, 例如, 平均法的基本思想被推广应用到多自由度系统; 提出的拆分技术可将一般非线性保守振子解析逼近周期解的构造转化为奇非线性保守振子解析逼近周期解的构造; 拓展了原有弱非线性振动系统同(异)宿分岔判据的适用范围; 给出了一种新的渐进逼近方法来确定输电线的原始构型; 针对求解液体自由晃动固有频率和振型的有限元数值计算方法, 开发了针对带锥形隔板 Cassini 贮箱中液体晃动特征值问题的计算程序; 提出了基于 DDS 的混沌 Taylor 四相编码信号生成方案等等.

分会场二的讨论主题为“非线性控制理论、孤波理论”. 第一部分的报告考虑了各种情形下的混沌控制问题, 提出了各种各样的控制理论及方法, 例如, 液压吸能器及其相应的滑轮机构组成舰载机拦阻系统的控制问题; 滑动模分数阶积分补偿器方法应用于控制具有参数不确定的时滞系统; 带有前后缘控制面的二元机翼状态控制方程控制律的饱和设计问题; 分段光滑控制方法使系统追踪虚拟领队, 采用这种控制方法, 所有智能个体的速度将渐进趋于目标速度, 同时智能个体之间尽量保持固定相对位置并避免碰撞的发生; 参数不确定的混沌系统的适应性同步问题; 用不连续的控制方法——周期间歇控制法, 研究时滞网络系统的同步问题; 结构振动控

制的动柔度方法; 具有主动引导及不对称邻接矩阵的多介质系统的同步问题等. 第二部分的报告内容主要是动力系统理论在非线波动方程中的应用, 从分岔分析的角度研究行波解, 报告讨论了非线性波动方程的所有可能解的存在性, 给出了一些新型波解, 探讨了不同波解之间的相互作用过程.

分会场三的讨论主题为“工程技术领域中的非线性动力学”. 这部分的报告研究内容涉及了机械、结构、航空、航天、车辆等广泛的工程技术领域, 其特点是所考虑的均为实际工程问题, 其中高维系统、多场耦合系统、非光滑系统和多尺度系统的复杂动力学行为和研究方法成为大家探索的热点, 研究所得结果体现了学科发展的动向和学术水平, 充分显示了本学科在工程技术领域发展中的地位和作用.

分会场四的讨论主题为“随机非线性动力学、非线性网络系统理论及应用”. 在第一部分, 非线性时间序列分析方法、替代数据算法、能量法、概率为 1 渐近稳定化方法、随机平均法等被用来分析各类系统的随机动力学特性. 在第二部分中, 复杂网络模型的建立、复杂网络的时空复杂性、复杂网络的同步运动、复杂网络的数学物理机制问题是代表们报告的重点内容, 研究中还广泛考虑了时滞、动态变权、随机噪声等因素的影响.

分会场五的讨论主题为“物理学、化学、生命科学、经济学中的非线性动力学问题”, 其中有关生命科学中的非线性动力学问题的报告占这部分报告的 86%, 内容包括了认知、学习和记忆的动力学问题、同步震荡、神经元集群动力学问题、神经网络动力学问题、神经编码问题、神经细胞的混沌动力学问题. 另外的报告讨论了物理学、化学、经济学中的非线性问题, 例如, 彩票的混沌; 心理学模型的非线性分析; 旋转电场控制螺旋波问题; 化学震荡系统中的多尺度问题等.

分会场六的讨论主题为“非线性动力学中的现代数学方法”. 第一部分的报告围绕着相关数学方法及应用展开, 代表们提出了很多理论方法并应用于非线性动力系统的分析计算中, 如平面 Hamilton 系统的大范围非线性化近似方法、后处理 Galerkin 方法、解非线性方程的高阶收敛的复合牛顿迭代改进法、应用小波变换的脉搏信号去噪处理、高维非线性动力系统规范形的计算、分数阶系统的李雅普诺夫指数的估计、多自由度非线性振动分析的改进平均法等等.

INTRODUCTION OF THE 12TH NATIONAL CONFERENCE ON NONLINEAR VIBRATION AND THE 9TH NATIONAL CONFERENCE ON NONLINEAR DYNAMICS AND DTABILITIES OF MOVEMENTS

ZHANG Zhengdi

BI Qingsheng