

国际理论与应用力学联合会 非线性与随机结构动力学讨论会简介

朱位秋

浙江大学力学系, 杭州 310027

国际理论与应用力学联合会非线性与随机结构动力学讨论会 (IUTAM Symposium on Nonlinearity & Stochastic Structural Dynamics) 于 1999 年 1 月 4 日 ~8 日在印度马德拉斯 (Madras) 印度工学院内召开。主办单位为印度工学院。主要组织者是 S. Narayanan 教授。与会代表 46 人, 参加会议的国家有: 加拿大、中国、德国、印度、意大利、挪威、南非、荷兰、英国、美国、越南。大会报告论文 30 篇。

会议主要讨论非线性随机结构动力学 (非线性随机振动) 问题。非线性随机结构动力学有很强的工程背景, 目前主要应用领域是土木与海洋工程。内容广泛, 包括响应、稳定性、分岔、可靠性及控制等。难度大, 虽经 30 多年各国学者的共同努力, 迄今只有单自由度非线性随机系统理论上比较成熟。关于多自由度非线性随机系统, 特别是强非线性系统, 理论成果甚少, 而要将理论应用于实际工程问题, 必须发展多自由度非线性随机结构动力学理论, 这是当前与今后主要的研究方向。

研究非线性随机结构动力学人数最多的是美国, 其次德国、法国及意大利。美国的代表单位与人物主要有: 佛罗里达大西洋大学应用随机学研究中心主任 Y.K. Lin 教授, 会上报告用非线性滤波器产生非高斯随机过程。而过去用的多是线性滤波器; 得克萨斯 A&M 大学土木系 L.D. Lutes 教授, 会上报告非线性系统在参激下的响应累积量, 过去他研究的是线性系统在外激下的响应累积量; 依利诺大学与圣母玛利亚大学合作报告四维非平稳福克 - 普朗克方程的数值解。可见, 他们的研究在向高维、非高斯方向发展。德国的代表——不莱梅大学 L. Arnold 教授主要在发展随机动态系统理论, 不久前出版了新专著。这次会上报告随机动态系统的分岔

理论; 卡尔斯鲁赫大学 W. Wedig 教授一直在研究随机稳定性与分岔, 这次会上报告随机稳定性问题的广义傅立叶变换。意大利研究结构控制的较多, 这次只有巴维亚大学 F. Casciati 教授夫妇参加, 报告非线性随机结构控制问题。我国只有浙江大学力学系的朱位秋教授出席, 他在大会上的报告是“拟哈密顿系统的随机稳定性与分岔”。文中提出用哈密顿函数的均方根作为范数定义随机稳定性与李亚普诺夫指数, 从而可直接研究非线性随机系统的稳定性与分岔。而用通常欧几里德范数定义的随机稳定性与李亚普诺夫指数只宜于研究线性随机系统或线性化随机系统的稳定性与分岔。

我国研究非线性随机结构动力学理论的人较少。浙江大学力学系研究小组提出的随机激励的耗散的哈密顿系统理论, 在国际上是独一无二的, 已引起国际同行的兴趣, 产生了较大影响, 也有了一定的国际地位。近几年来, 他们发展了随机激励的耗散的哈密顿系统理论, 主要处理多自由度 (强) 非线性系统随机结构动力学问题, 包括响应、稳定性、分岔、可靠性及控制。至今已初步形成非线性随机结构动力学一个新的理论框架。这次在会上报告的正是在这一理论体系中的一环: 随机稳定性与分岔。

本次会议表明, 今后重点发展的研究领域应是多自由度非线性随机结构动力学理论, 包括响应、稳定性、分岔、可靠性及控制问题, 激励可为高斯或非高斯、宽带或窄带随机过程。需做大量困难的工作。目前, 国外主要在发展数值方法。例如, 在这次会议上, 美国依利诺大学与圣母玛利亚大学合作报告的用数值方法求解四维福克 - 普朗克方程, 加拿大滑铁卢大学报告了用数字模拟方法分析两自由度桥梁模型的稳定性。