

## “非光滑系统动力学”专题简介

在实际工程系统中往往存在碰撞、冲击、干摩擦、变刚度、开关、阈值、脉冲控制、数字控制等大量非光滑因素，它们主要是由约束条件、本构关系和控制方式决定的。从牛顿时代以来，人们一直在研究力学系统中由于碰撞、冲击、干摩擦等复杂因素带来的动力学行为。自 20 世纪 80 年代以来，随着动力系统理论研究的深入发展，人们也越来越关注非光滑因素的影响。这使得非光滑系统引起了广泛的理论和应用研究兴趣，非光滑系统的动力学与控制问题是其中的重要内容。

非光滑系统带来了许多新的特点，特别是向量场的不可微性或间断性所导致的强非线性和奇异性，能量耗散机理和过程的复杂性，理论建模和实验测量的困难等。因此非光滑系统的许多动力学特性不能用通常的光滑动力系统理论处理，需要利用和发展专门的理论和方法。随着非线性动力学研究的深入发展，近年来人们开始将非光滑因素与动力系统的思想结合起来，建立非光滑动力系统的定性理论（例如脉冲微分方程理论、微分包含理论、非光滑分岔理论等），非光滑系统的数值方法也取得重要进展。它们已经在分析非光滑系统的分岔、混沌以及运动复杂性上发挥了重要作用。

根据动力系统的定义，非光滑微分方程和非光滑映射都属于非光滑动力系统的范畴，目前人们主要讨论的是分段光滑（线性或非线性）的情形。人们对大量非光滑系统特有的复杂现象和问题，包括它们的各种周期运动及其稳定性、周期运动的 Hopf 分岔和高余维分岔、吸引集及共存现象、边界碰撞分岔现象（如擦边、跳跃、粘滞、切换、角点等）、Floquet 特征乘子和 Lyapunov 指数谱计算方法、约束分岔和控制问题等都进行了较多理论研究。

在应用方面，虽然目前非光滑系统的理论分析还限于低自由度简谐激励的碰振系统和电路系统，在冲击机械、地震、碰摩转子、航天、航空、航海、微机械系统、运输设备中的实际应用也开始受到重视。这些研究对于机电系统的动力学和控制特性、部件耐久性和寿命、安全性、舒适性、故障诊断和治理等都有重要意义。更广泛地说，在信息、生物、材料、经济等领域同样存在众多非光滑动力学与控制问题。

本专题的 5 篇论文是在第九届全国动力学与控制学术会议（西安，2012 年 5 月）上所作有特色的学术报告基础上，经过进一步认真整理和补充后形成的。它们介绍了非光滑系统的动力学理论和应用的一些典型问题的最新研究结果，包括空间可展机构的非光滑力学模型的建立和动力学分析方法的研究进展，两自由度对称转子/定子碰摩系统的非光滑动力学响应特性、一类分段非线性映射的周期解的边界碰撞分岔问题、基于图胞映射方法去研究单边碰撞振动系统中的激变动力学、以及经典力学的 Painlevé 疑难问题中切向冲击运动规律。我们希望上述内容能够进一步激发读者的兴趣和关注，促进我国非光滑系统的动力学研究的开展。

陆启韶 徐 鉴 徐 伟