

2020 年度江苏省科学技术奖公示材料

成果类别：基础类

项目名称：受约束动态系统稳定性分析及控制理论研究

完 成 人：李涛，张保勇，臧强，郑柏超，罗琦，郭伟

完成单位：南京信息工程大学，南京理工大学，南京农业大学

项目简介：

在智能制造、无人系统、深空深海等复杂动态环境下，受可用资源、硬件功能的限制，控制系统的约束广泛存在，如时延约束、能量约束及初始值约束等。约束的存在是影响控制系统效能的关键因素之一。由于约束模型结构的复杂性，约束形式的多样性，给控制系统分析与设计提出了新挑战，因此受约束动态系统稳定性分析及控制理论研究成为自动控制领域的难点问题。项目组在两项江苏省杰出青年基金、两项国家自然科学基金一般项目、一项国家自然科学基金重点类项目支持下，经过协同攻关，在降低稳定判据保守性和算法复杂性，增强系统对干扰的抑制能力，减少采样控制设计难度等方面取得重要科学创新，实现了受约束系统动态特性分析与控制理论研究的新突破，开辟该方向研究的新思路。具体创新点包括：

(1) 在时延容许约束下，建立了多界依赖的稳定判据，揭示了激励函数界值与时延相关稳定性的内在关系，解决了同时降低保守性和算法复杂性的科学难题。

(2) 在有界干扰约束下，提出了更加准确的结构突变描述方法和可达集椭圆球估计算法，设计了基于可达集估计的约束控制策略，避免了系统状态进入不可达的区域。

(3) 在代数方程约束下，构建了显式、非初始化的线性状态观测器，设计了基于状态观测的采样输出反馈控制算法，证明了存在适当采样周期使其采样输出反馈镇定控制问题可解。

5篇代表性论文被引用327次，单篇最高他引152次。获批发明专利3项，其中2项成功转让。开发的稳定性在线监测系统经中国资源卫星应用中心、飞行器控制一体化技术国防科技重点实验室应用测试，在相同的硬件和测试环境下，与传

统方法相比控制精度提高一倍，检测灵敏度提高15%。相关成果获得中国科学院院士、欧洲科学院院士、韩国科学与技术学院院士、国际系统与控制科学院院士、发展中国家科学院院士及20余位会士（IEEE Fellow、IFAC Fellow、SIAM Fellow、CAA Fellow）在内的国内外知名学者的正面引用和评价，部分成果被评价为“新方法”、“重要的”、“新问题”、“有价值”等。

项目组2人获批江苏省杰出青年基金，1人获批国家优秀青年基金，1人担任过多届IEEE信息科学与技术国际会议组织主席，2人获江苏省优秀博士学位论文奖。第一完成人入选江苏省第五期333工程第二层次培养对象（中青年科技领军人才），并带领项目组成员组建的团队入选2015年江苏省高校优秀科技创新团队。

代表性论文论著目录

序号	论文论著名称 /刊名/作者	发表时间 (年月日)	通讯作者	第一作者
1	Delay-slope-dependent stability results of recurrent neural networks/IEEE Transactions on Neural Networks/IEEE Transactions on Neural Networks/李涛,郑卫星,林崇	2011 年 12 月	李涛	李涛
2	Exponential stability of recurrent neural networks with time-varying discrete and distributed delays/ Nonlinear Analysis: Real World Applications/李涛,罗琦,孙长银,张保勇	2009 年 8 月	李涛	李涛
3	Stability of gene regulatory networks with Levy noise/中国科学-信息科学（英文版）/罗琦，龚杨杨，贾春雪	2017 年 7 月	龚杨杨	罗琦
4	Reachable set estimation and controller design for distributed delay systems with bounded disturbances/ Journal of the Franklin Institute/张保勇,林参,徐胜元	2014 年 6 月	张保勇	张保勇
5	非线性微分-代数系统的输出反馈镇定：基于线性采样控制/自动化学报/臧强,梅平,郑柏超,陈炜峰,张凯锋,戴先中	2015 年 10 月	臧强	臧强