**2022年度陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖报奖项目公示材料**

项目名称：受限非线性动态系统建模与控制方法研究

完成单位：西安交通大学，浙江大学

完成人：张萌，吴争光，苏宏业

项目简介：

工业控制系统具有强非线性、大滞后和多源不确定性等固有特性且必须服从实际物理和信息约束，如何实现各类约束下的系统建模与控制是保障工业控制系统稳定运行的关键。为此，本项目以工业控制系统为背景，针对受限非线性工业控制系统共性问题，基于非线性动态系统模型深入开展了特性描述、状态估计、控制设计和性能分析等研究，揭示了物理和信息约束对系统性能的影响机理，提出了有效的非线性受限、控制与稳定性分析方法，突破了传统方法对系统结构和运行参数的限制。本项目发表论文研究成果得到20多位院士和30多位IEEE/IFAC Fellow等国内外权威专家的正面评价与肯定，为复杂环境下工业控制系统的可靠运行奠定了坚实理论基础。项目主要研究成果包括：

1. 针对带有物理特性约束的复杂非线性动态系统，利用哈密顿模型描述系统动态过程并提出了基于能量函数的无源化非线性控制方法，避免了非线性系统稳定性分析中构造李雅普诺夫函数以及求解偏微分方程的难题，降低了强非线性系统的控制设计难度。
2. 针对带有信息传输约束的复杂非线性动态系统，利用量化信息设计反馈控制器减少数据传输量，引入松弛变量优化时变时滞边界，并结合最低下界引理与马尔科夫链提出了不依赖于系统模态的异步状态估计及控制方法，解决了网络通信约束下的控制设计难题。
3. 针对带有执行器故障约束的复杂非线性动态系统，通过多通道信号传输模型揭示了执行器故障对系统性能的影响机理，对未知时变执行器效能下降及故障导致的不确定性进行自适应联合补偿，设计了能够保证系统稳定性的容错控制方法并提出了相应的控制增益求解算法。

**主要论文专著目录（限8条）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著名称 | 刊名 | 作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间 | 通讯作者 | 第一作者 |
| 1  | PID Passivity-Based Control of Port-Hamiltonian Systems | IEEE Transactions on Automatic Control | Meng Zhang, Broja Pablo,Romeo Ortega,Zhitao Liu, Hongye Su | 63(4), 1032-1044, 2018 | 2018.04 | Zhitao Liu | Meng Zhang |
| 2  | Further Deleterious Effects of the Dissipation Obstacle in Control-by-interconnection of Port-Hamiltonian Systems | Automatica | Meng Zhang, Romeo Ortega, Dimitri Jeltsema, Hongye Su | 61, 227-231, 2015 | 2015.11 | Hongye Su | Meng Zhang |
| 3  | Quantized Feedback Control of Fuzzy Markov Jump Systems | IEEE Transactions on Cybernetics | Meng Zhang, Peng Shi, Longhua Ma, Jianping Cai, Hongye Su | 49(9), 3357-3384,  | 2019.09 | Meng Zhang | Meng Zhang |
| 4  | Static Output Feedback Control of Switched Nonlinear Systems with Actuator Faults | IEEE Transactions on Fuzzy Systems | Meng Zhang, Peng Shi, Chao Shen, Zheng-Guang Wu | 28(8), 1600-1609, 2020 | 2020.08 | Chao Shen | Meng Zhang |
| 5  | [Asynchronous dissipative control for fuzzy Markov jump systems](https://scholar.google.com.hk/citations?view_op=view_citation&hl=zh-CN&user=vy6JCNgAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=vy6JCNgAAAAJ:3NQIlFlcGxIC) | IEEE transactions on cybernetics | Zheng-Guang Wu, Shanling Dong, Hongye Su, Chuandong Li | 48(8), 2426-2436，2018 | 2018.08 | Hongye Su | Zheng-Guang Wu |
| 6  | [Dissipativity-based sampled-data fuzzy control design and its application to truck-trailer system](https://scholar.google.com.hk/citations?view_op=view_citation&hl=zh-CN&user=vy6JCNgAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=vy6JCNgAAAAJ:tKAzc9rXhukC) | IEEE Transactions on Fuzzy Systems  | Zheng-Guang Wu, Pneg Shi, Hongye Su, Jian Chu | 23(5), 1669-1679，2015 | 2015.10 | Zheng-Guang Wu | Zheng-Guang Wu |
| 7  | [Fuzzy-model-based nonfragile guaranteed cost control of nonlinear Markov jump systems](https://scholar.google.com.hk/citations?view_op=view_citation&hl=zh-CN&user=vy6JCNgAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=vy6JCNgAAAAJ:CB2v5VPnA5kC) | IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems  | Zheng-Guang Wu, Shanling Dong, Hongye Su, Tingwen Huang, Renquan Lu | 47(8), 2388-2397,2017 | 2017.08 | Zheng-Guang Wu | Zheng-Guang Wu |
| 8  | [Dissipative Filtering for Switched Fuzzy Systems with Missing Measurements](https://authorgateway.ieee.org/ag/dc/Articleprogress?doi=10.1109/TCYB.2019.2908430) | IEEE Transactions on Cybernetics | Meng Zhang, Chao Shen, Zhengguang Wu, Dan Zhang | 50(5), 1931-1940, 2020 | 2020.05 | Chao Shen | Meng Zhang |

**主要知识产权证明目录（限10条）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 | 专利有效状态 |
| 发明专利 | 一种带有执行器故障的非线性切换系统的可靠控制方法 | 中国 | CN109471364B | 2020.10.27 | ZL201811629873.3 | 西安交通大学 | 张萌，沈超，管晓宏 | 有权 |
| 发明专利 | 一种盾构机刀盘驱动系统的驱动轴扭矩协调分配控制方法 | 中国 | CN107246271B | 2019.04.25 | ZL201710507109.8 | 浙江大学 | 张正；刘之涛;苏宏业；邵诚俊 | 有权 |
| 发明专利 | 一种基于Takagi-Sugeno模糊模型的锂电池荷电状态估计方法 | 中国 | CN107192959B | 2019.05.31 | ZL201710458245.2 | 浙江大学 | 黄炜;刘之涛;谢磊;苏宏业 | 有权 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |