

前 言

“君子务本,本立而道生”是自抗扰控制创始人韩京清先生学术生涯的真切写照。他透过现象看本质,抓住不确定性这个控制学的共性和本质问题;他敢于独辟蹊径,走自己的路!在韩京清先生逝世5周年之际,我们在这里缅怀先生,是为了纪念,更是为了激励:让先生的精神激励更多的后来人!

韩京清先生早期与宋健先生一道,在最优控制领域做出了杰出的贡献。改革开放后,他又创造性地提出了反馈系统(包括线性和非线性)的标准型(积分器串联型)一说,为日后的工作奠定了基础。作为一位多年致力于现代控制理论研究并取得突出成就的学者,韩京清先生勇于以批判的态度质疑控制科学的前提和方法,并且义无反顾地踏上了务实的荆棘之路。以导引问题为例他指出:控制设计并非一定要基于建模,因为控制所需要的动态信息,大都可以从输入、输出信号中得到。自抗扰控制正是根据这一思想逐步建立的,核心是总扰动的概念,即系统的标准型之外的所有不确定性,和对它进行的实时估计、相消。它为了解决非线性、时变、解耦、自适应、鲁棒、抗扰、辨识等重要问题提供了迥然不同的思路和崭新的手段。

本期自抗扰控制专辑包括4篇纪念文章、5篇综述文章和12篇论文。在纪念文章中,郭雷院士和张嗣瀛院士等回顾了与韩先生共事的岁月、他的探索精神、独立精神和奉献精神。正是他高尚的品格成就了他的学术和学风。我们可以学习他的学术思想,更可以领略他的高风亮节。

在5篇综述文章中:第1篇从控制论的基本原理、本质问题和范式入手,探讨自抗扰控制产生和发展的必然性;第2篇指出制导控制一体化设计中的关键问题是系统的高阶次和其中的大量不确定性,而自抗扰控制技术为这些问题的解决提供了有力的工具;第3

篇针对工业过程控制,特别是钢铁行业的时滞问题,综合地介绍了自抗扰控制的几种变化和参数整定方法;第4篇介绍了自抗扰控制在快速刀具伺服系统领域展现出的高速高精度的特点和工业应用价值;第5篇展示如何通过自抗扰控制弥补微机电系统制造上的缺陷和来自环境的干扰。

在12篇论文中首先讨论的是在既有边界扰动又有区域内反阻尼的条件下,波动方程的镇定问题,特别是如何通过消除扰动,实现闭环系统渐近稳定。接下来讨论的是两个特定硬件环境下的控制问题:一个是磁悬浮中的Thomson跳环系统,另一个是压电加筋壁板的振动控制,二者的控制方案都分别在硬件实验中得到验证。读者接着看到的是两个电力系统问题:负荷频率控制和循环流化床锅炉燃烧系统。在仿真中发现,自抗扰控制是一种基本独立于模型的普适性控制机构,有整定参数少,抗扰能力强等特点。它的品质可以进一步通过参数的多目标优化得到改进。下面两篇论文解决的分别是汽车内燃机和轧机中的压力控制问题,共同点是建模难度大,系统存在大量不确定性。初步结果表明,自抗扰控制的结构简单,适用性强,应用前景广泛。后面讨论的是3个航空航天的控制问题:1)根据模型不确定情况下飞行器的姿态控制问题,设计自抗扰控制器,进行实验验证和稳定性分析;2)通过航天器姿态的自抗扰控制设计,抑制其结构参数变化和外扰对控制精度和稳定度的影响;3)针对航天器姿态控制,在动态性能、抗扰性和性能鲁棒性等方面对自抗扰控制和滑模控制方案做了系统的比较。最后两篇文章,一个是以高精度武器系统为背景,探讨自抗扰控制频率响应和参数配置问题;另一个是在内模控制的框架下,针对一阶时延对象,讨论自抗扰控制设计中稳定性和动态性能的权衡以及参数整定。

高志强(克里夫兰州立大学,美国)

黄一(中国科学院系统科学研究所,中国)