

致性估计,本文提出的集成辨识方法实用、简单,仿真表明了其有效性和实用性。

### 参考文献(References)

- [1] 黄正良,万百五,韩崇昭. 辨识 Hammerstein 模型的两步法[J]. 控制理论与应用, 1995, 12(1): 34-38
- [2] 黄正良,万百五. 双线性系统稳态模型估计及其强一致性分析[J]. 自动化学报, 1995, 21(5): 562-269
- [3] 张平安,李人厚. 基于人工神经网络的 Hammerstein 模型辨识[J]. 控制与决策, 1996, 11(增1): 193-197

- [4] AL-Duwaihi H, Nazmal K M and Chandraskar V. Hammerstein model identification by multilayer feedforward neural networks[J]. Int. J. Syst. Sci., 1997, 28(1): 49-54
- [5] 华向明. 双线性系统建模与控制[M]. 上海: 华东工学院出版社, 1990

### 本文作者简介

孔金生 1963年生, 1999年12月在西安交通大学系统工程研究所获工学博士学位, 现在郑州工业大学电信学院任职, 研究方向为复杂系统智能控制理论及应用, 非线性系统的辨识与优化控制。

万百五 见本刊2000年第2期第179页。

## 运动稳定性理论的新进展 ——评《运动稳定性量化理论》

杨成梧 邹云

(南京理工大学动力工程学院·南京, 210094)

稳定性理论作为各类系统理论的重要基石, 一直受到数学、力学、控制理论以及工程物理界众多知名学者的极大关注, 其中, 大系统的稳定性分析不仅是重大的基础科学问题, 同时也是现实生活和生产中所面临的重大课题, 如何从系统的受扰轨迹中寻求临界稳定特征, 定义和评估实际轨迹离开临界稳定的“距离”或“稳定裕度”, 一直是数学界和控制理论界的难题之一。

近年来, 中国工程院院士, 著名电力系统暂态稳定控制专家薛禹胜教授创立和发展的, 基于扩展等面积(extended equal-area criterion, EEAC)方法的运动稳定性的量化理论在这一领域取得了突破性的进展, 该方法克服了李雅普诺夫方法通常仅能分析平衡点附近运动特性的弱点, 通过将  $n$  维空间的受扰轨迹映射到一组平面像轨迹, 深刻地刻划了非线性非自治系统受扰轨迹的稳定裕度, 同时, 基于该方法的国际化商品软件不仅成功地应用于我国的东北、山东、山西和福建等电网的暂态稳定监控, 而且还被法国、美国和加拿大等国广泛应用于电力规划和分析之中, 其中, 东北电网的应用成果经国际大电网组织确认为世界上首例成功的在线暂态稳定分析工作, 且其相关软件更是世界上目前唯一的能对电力系统大扰动稳定性作量化分析的商品软件, 为此, 该理论的核心内容之一: EEAC 方法获得了 1996 年度国家科技进步一等奖。

《运动稳定性量化理论》一书系统地总结和阐述了 EEAC 理论及其扩展: 适用于一般多刚体力学运动系统稳定性量化分析的互补群群能量壁垒准则(complementary-cluste energy-barrier criterion, CCEBC), 应该说: 这部 63 万字的著作是薛院士及其研究小组十多年来研究成果精萃的汇集, 它系统、清晰地形成和发展为稳定性理论家庭中一族新分支: 稳定性量化理论, 它不仅填补了稳定性定量分析的空白, 也是为数不多见的既在理论上获得突破的同时, 又在重要工业应用中获得广泛成功的重大学术研究成果。

全书共分两个部分: 第 1 篇约 21 万字, 分 10 个章节详细论述了 CCEBC 理论基本的概念和方法, 该方法主要学术思想体现为如下两个方面: 1) 将非自治多刚体在  $\mathbb{R}^n$  空间中的运动轨迹约化为一组  $\mathbb{R}^2$  中的像轨迹, 从而将原系统的复杂运动稳定性的量化问题简化为一组单刚体的相应问题; 2) 通过对著名的等面积定则(equal-area criterion, EAC)的扩展, 建立了单刚体运动的稳定性量化理论, 前者用于保证模型的精确性, 后者用来指导稳定极限值的搜索, 这样, 这将多刚体运动系统稳定评估任务成功地分解为在  $\mathbb{R}^n$  中求取受扰轨迹和在  $\mathbb{R}^2$  中对像轨迹进行定量分析等两个相对简单的子任务, 此外, 该部分还将 CCEBC 方法应用于质点弹簧系统的稳定性分析, 获得了十分明了的物理解释。

在第 2 篇中, 该书用了余下的近 2/3 的篇幅详尽论述了 CCEBC 和 EEAC 理论在电力系统中的应用, 电力系统是十分复杂的大系统, 它不仅是强非线性、强非自治的广义系统(或奇异系统), 而且其阶数也十分惊人, 尽管以严格的数学观点来看 CCEBC 方法的理论基础还有待进一步深化和完善, 但工业实际应用的结果不仅说明其生命力十分强大, 而且在理论上也蕴涵着稳定性理论基本方法上的重大突破, 不过, 由于该理论形成历史较短, 且主要应用于电力系统, 目前尚未引起数学界和控制理论界广泛注意。

纵观全书, 内容丰富, 结构系统完整, 集作者十余年研究成果于一体, 独树一帜, 具有很高的学术价值和工程应用价值, 是一部有志于攻克非线性、非自治广义系统的稳定域边界估计和控制理论难题的青年学者难得的、有重要参考价值的学术专著。