

求索在控制理论与应用的创新路上

陈翰馥, 程代展

(中国科学院 数学与系统科学研究院 系统科学研究所, 北京 100080)

作为国内控制论最重要的杂志之一,《控制理论与应用》已经走过了它的20个春秋. 20年来,它记载了中国控制理论科学家和控制设计工程师的拼搏精神和丰硕成果,见证着中国现代控制理论的成长壮大. 回首20年的风雨征程,我们感慨万千,为刊物,也为中国的控制事业……“路漫漫其修远兮,吾方上下以求索”.

1 先驱者开拓的足迹

每当我们回顾《控制理论与应用》的创刊过程,都会深深地怀念我们尊敬的长者,中国现代控制理论的拓荒者和播种人——关肇直先生. 关肇直先生早年留学法国,新中国诞生之时,作为一个知识分子党员,他毅然谢绝了导师和朋友的挽留,收拾行装,回到了百废待兴的祖国.

从20世纪60年代初开始,他敏感地发现控制理论这一新学科在国际上的兴起和它对国家工业、国防的重要作用,并将自己的全部精力投入于中国控制理论的开创. 他为祖国控制理论及其应用的发展做了大量奠基性、开拓性的工作^[1].

到20世纪80年代初,随着四人帮的垮台和科学春天的到来,现代控制理论及控制工程在中国已经有了很大的发展,但当时中国还缺乏合适的交流平台. 为了适应形势的需求,促进现代控制理论与技术的进一步发展,关先生提议创办一本属于中国自己的控制理论与应用杂志. 他的建议得到了国内控制界同行的热烈响应. 华南理工大学(当时的华南工学院)校领导主动请缨,经中国科学院系统科学研究所与华南理工大学双方的努力,《控制理论与应用》终于诞生了.

在关先生丰富的哲学思想中,有一个突出的闪光点,就是他对理论与实践的辩证关系的深刻认识^[2,3]. 这种见解不但在期刊的定名上可以看出,更在杂志的办刊方向上留下了深深的铭印. 《控制理论与应用》不仅重视控制理论的发展,高度评价并优先录取创新的理论成果,而且也同等重视工程应用,特别鼓励理论成果与工程实践相结合的文章,使杂志成为控制理论科学家和控制工程师之间的纽带和桥

梁,从而直接为祖国的四个现代化事业服务.

2 二十载奋斗的历程

《控制理论与应用》的20年见证了中国的现代控制理论及其应用在这20年中的飞速进展^[4,5].

在理论研究方面,我国学者在多个领域均做出了突出贡献,包括线性系统鲁棒分析与控制;线性奇异系统的观测量设计与滤波;非线性系统线性化,解耦,镇定;非线性系统的对称及相似性;变结构控制器设计;对平稳及非平稳定常及时变等各类系统的辨识问题;线性与非线性系统的自适应控制;随机最优控制;正倒向随机微分方程;随机逼近与优化;分布参数系统的最优控制;边界控制的黎曼几何方法;离散事件系统的极大代数方法;现代集成制造系统等方向. 特别是其中的一些工作是我们的首创,并且在国际上赢得了好评. 例如,宋健等在人口的建模、预测和控制方面的突出贡献;郭雷等人关于反馈能力的结果,首次给出了反馈能力的量化估计,得到国际同行的高度评价;黄琳和国外同行合作得到鲁棒稳定性的棱边定理被广泛引用;张嗣瀛与其学生从微分对策到控制系统相似性对称性的研究;冯纯伯等在非线性鲁棒控制方面的工作;我国学者提出的随机极大值原理;倒向微分方程方面的工作;分布参数系统中的黎曼几何方法;在非线性系统几何理论方面的一些工作;带变界截尾的随机逼近方面近期也有许多重要的新进展;……这些是近20年我国在控制理论方面的部分代表性的优秀工作.

同时对控制理论在工程及生态社会等系统的应用方面,我国学者也做出了许多突出贡献,例如清华大学卢强等对非线性系统几何理论在电力系统中的发展和应用;化工、造纸、冶炼等许多工业过程的控制设计,特别是浙江大学孙优贤、东北大学柴天佑等的工作;清华大学吴澄等对现代集成制造系统及其控制的探索;高炉的检测与优化控制;导弹与航天器的控制;等等. 应用方面的杰出代表是北京控制工程研究所(502所吴宏鑫等)参与的载人宇宙飞船的成功发射,控制在其中起着举足轻重的作用.

当然,前面提到的只是我们的一点管窥蠡测. 以

偏代全,挂一漏万在所难免,还请鉴谅.随着我国在国际控制领域学术地位的提高,中国在国际控制界也日益活跃.中国在这20年中开始承办了若干重要的国际会议,例如1988年举办的88辨识会(8th IFAC/IFORS Symposium on Identification and Systems Parameter Estimation),它的成功有助于我国取得99IFAC的承办权.在1999年顺利承办了三年一次的第14届国际IFAC会议(World Congress of IFAC International Federation of Automatic Control).近年来,各种IFAC学术会议,以及五届全球智能会议(World Congress on Intelligent Control and Automation)等分别在我国各地召开.在近几届的中国控制会议上,超过十分之一的与会者来自海外.近年,我国与不同国家的双边交流更是十分活跃,仅中国科学院系统科学研究所主办的就有:2002年中美复杂系统的干预和适应控制研讨会(International Symposium on Intervention Adaptation in Complex Systems),2003、2004年的第一、二届中瑞双边控制会议(Chinese-Swedish Conference on Control),2004年中日双边控制会议(China-Japan Joint Workshop on Advanced Robust Control and Adaptive Control, Theory and Applications),等等.同时,越来越多的中国学者在国际控制组织中任职,在许多国际重要控制杂志中担任主编、副主编等工作.

许多海外学者,特别是在香港回归祖国后,许多香港的控制专家们,积极地投身到祖国控制事业的发展中.他们活跃在国内组织的学术会议和学术杂志中,为香港同大陆的学术交流以及中国控制界走向世界做了大量的工作,例如中国自动化学会控制理论专业委员会就有许多香港和海外学者委员,而第19届中国控制会议就是在香港召开的.

伴随着控制理论与应用研究的前进步伐和中国系统控制队伍的壮大,《控制理论与应用》杂志也在不断成长.为容纳不断增加的稿件,它从当初的季刊改为双月刊,版面也一再扩充.它多次获奖并为国际工程检索EI收录.为了国际学术交流,去年它的姊妹刊“Journal of Control Theory and Applications”也应诞生了.它的成功,不仅是编者、读者共同努力的结果,更是我国控制理论与应用工程蓬勃发展,欣欣向荣的一个标志.

3 控制论未来的展望

目前控制论面临着重大挑战,挑战来自高新技术的需求,特别是航天工业与交通、信息系统与网络、机器人与智能机器、量子系统与量子控制、生物

系统与医学、材料与过程控制等等^[8].这些高新科技中出现的控制问题,难以被传统的某一类系统及其控制方法所涵盖.它们要求控制理论提供新的控制原理与方法.原则上讲,新的控制理论将具有以下一些特征:首先它将充分利用网络、计算机等工具融控制、计算与通讯于一体;其次,决策控制将变成更为重要,它包括复杂决策系统的控制及控制在高风险、长周期系统中的应用;最后,它将更加需要先进的数学工具,控制理论将与数学形成相辅相成、互相促进的关系.

近年来,与国际学科潮流同步,越来越多中国学者开始注意系统复杂性及复杂系统控制的研究^[6,7].

首先,前述高新科技所产生的系统具有一些特殊的复杂性,这些复杂系统的复杂性特征包括:非线性、随机性、无穷维、强耦合、多层次及不确定性等.因此,用已有的单一型控制理论和策略难以对这样的系统进行控制,需要多学科的交叉综合,以探讨复杂工程系统的建模和调控等.在这里信息论与控制论的结合至为重要.

其次,复杂性科学为复杂系统控制提供了新的启示和动力,例如群集行为(Swarm behavior).它最早由生物学家所发现和报导,之后,计算机专家用“人工生命”等仿真手段再现了许多群集的涌现(Emergence).现在,系统与控制专家们正对其建模,并将相关的规则用于机器人组群,飞行器编队及交通管理等控制中去.

在系统复杂性与复杂系统控制这个新热点的研究中有许多中国学者活跃,其中,例如前面提到的对一般系统反馈能力的研究是我国学者的首创.在揭示切换系统的复杂性特征及研究其控制与逼近等问题中也有许多中国学者的工作.中国学者还积极活跃在探索群集行为,经济与生态系统复杂性,网络的非线性对称演化,网络同步,复杂性度量,系统生命学等的研究中.

近20年中国经济的兴起,已经是国际公认的不争事实.自动化是工业化的基础,而控制理论则是自动化的灵魂.控制理论和应用研究在中国的兴旺发达是历史的必然,也是时代赋予我们的义不容辞的职责.目前,控制论正进入一个新的关键时刻,它呼唤着一个突破,一种新的理论和一些新的工具,它能控制高新科技中涌现的复杂系统,能解释和控制生态、经济、社会等中的大量复杂现象.这是时代的挑战,也是历史的机遇.我们期盼着中国的控制理论科

学家与控制工程师们,特别是年轻学者们,在这一挑战面前交出一份出色的答卷.也相信《控制理论与应用》杂志将载下他们新的奋斗、新的杰作和新的贡献.

愿人类关于控制理论与应用的未来更多地属于中国.

参考文献(References):

- [1] 陈翰馥,秦化淑,韩京清,等.开拓者的足迹——纪念关肇直先生诞辰80周年[J].控制理论与应用,1999,16(增刊):2-6.
(CHEN Hanfu, QIN Huashu, HAN Jingqing, et al. Steps of the pioneer - In memory of 80 th birthday anniversary of professor C. C. Kwan [J]. *Control Theory & Applications*, 1999, 16 (Suppl.): 2 - 6.)
- [2] 关肇直.发展我国的计算数学[J].科学通报,1959,3(1):31-34.
(GUAN Zhaozhi, Develop Computational Mathematics in China [J]. *Science Bulletin*, 1959, 3(1): 31 - 34.)
- [3] 陈翰馥,张恭庆,秦化淑,等.把正理论与应用之舵——记关肇直的创新思想与实践[M]//中国科学院数学与系统科学研究院,创新案例汇编.2002:13-17.
(CHEN Hanfu, ZHANG Gongqing, QIN Huashu, et al. Keep the right
- direction between theory and applications - On the creative ideas and practice[M]// Academy of Mathematics and Systems Sciences, Chinese Academy of Sciences, *Collection of Creative Examples*, 2002:13 - 17.)
- [4] 郭雷,黄琳,金以慧.自动控制在我国的某些近期发展[J].控制理论与应用,1999,16(增刊):105-117.
(GUO Lei, HUANG Lin, JIN Yihui. Some recent developments of automatic control in China [J]. *Control Theory & Applications*, 1999, 16 (Suppl): 105 - 117.)
- [5] 陈翰馥,郭雷.现代控制理论的若干进展与展望[J].科学通报,1998,43(1):1-6.
(CHEN Hanfu, GUO Lei. Some advances and predictions of modern control theory [J]. *Science Bulletin*, 1998, 43(1): 1 - 6.)
- [6] 郭雷,戴汝为,陈翰馥,等.系统、控制与复杂性科学[C]//香山科学会议——第227次学术研讨会.北京香山饭店,2004.
(GUO Lei, DAI Ruwei, CHEN Hanfu, et al. Complex systems and control [C]// *Xiangshan Science Conference - 227th Academic Workshop*, Beijing Fragrant Hill Hotel, Beijing, 2004.)
- [7] 程代展,陈翰馥.复杂系统与控制[J].科学中国人,2004,10:33-34.
(CHENG Daizhan, CHEN Hanfu, Complex systems and control [J]. *Scientific Chinese*, 2004, 10: 33 - 34, 2004.)
- [8] MURRAY R M, ASTROM K J, BOYD S P, et al. Future directions in control in an information rich world [J]. *Control Systems Magazine*, 2003, 23(2): 20 - 33.