

实用牵引：刍议控制理论方法论拓展

邹云



【作者简介】 邹云，1962年生。南京理工大学教授、博士生导师。1983 年于西北大学数学系获理学学士学位，1990 年于南京理工大学动力工程学院获工学博士学位。现为中国自动化学会名誉理事，江苏电气学会常务理事，美国《数学评论》评论员，美国国家数学学会终身会员。近期研究兴趣为：对象结构－控制器一体化设计，智能电网运行与控制等。

“在他们活跃在数学舞台上的几个世纪中，阿拉伯人在他们做出的贡献中，勇敢地抵制了严谨推理的诱惑。”

M·克莱因在谈到现代数学中以代数公理取代古希腊直观几何公理这一无法直接越过的发展历程时如是说。这些勇敢的阿拉伯人，推崇备至于古希腊几何学的严谨性的同时，又出于实用目的抛弃阿基米德收官的几何紧身衣，不加顾忌地运用着他们从经验中获得的新代数学，而将“为何负负得正”之类的逻辑问题留给后世的欧拉、莱布尼茨们去困惑，直到皮亚诺、戴德金和希尔伯特们给出了代数学公理基础，完成了数学最伟大的嬗变。

数学史上，既有“科学的需要战胜了逻辑上的顾忌。数学家们把对代数合理性的怀疑抛到了一边，就好像贪婪的实业家把道德准则抛到了一边。……数学创造中最伟大的时期已经到来”的繁荣阶段，又有“数学和科学不断增加的复杂性……已使大多数数学家放弃科学。风声鹤唳，草木皆兵……他们发现人为编造出来的问题更富魅力，处理起来更加得心应手。”的繁荣后阶段。

数学发展历程如是，作为运用数学最多、最深入的控制理论也如此。现代控制理论沿用的是《工程控制论》里陈述的框架：于既有系统的总体设计之下的反馈偏差调节算法。于是，在0偏差是偏差系统平衡点时，运用李雅普诺夫理论，否则运用庞特里亚金理论，因而有了卡尔曼的名言：将物理理顺，其余就是数学。这样的框架之下，控制理论和控制工程各自步上了不同的道路，致使控制理论在繁荣之后也被数学的紧身衣束缚了它的进一步繁荣。

或许，是时候向计算机科学与技术学习，以实用为牵引，将可重复验证的标准系统仿真平台的遍历性数值实验引入控制理论的证明体系，在高端控制理论期刊开辟相应的园地，拥抱与接受基于实际工程领域数据验证的新调节方式和调节律，让世人明白：AI本质上是实现仿人反馈调节设计的一种调节方式及其调节算法的数值原理与技术，将是再次开启控制理论创造中繁荣期的密匙。

控制论：也即关乎机器和动物之间通信与控制的科学。——诺伯特·维纳。

¹ 带引号的文字部分分别引自李宏魁译、M·克莱因著的《数学：确定性的丧失》（湖南科学技术出版社，1999年12月）中108页、111页、5页和123页。

² 2024年10月8日诺贝尔物理学奖被颁发给了在利用人工神经网络实现机器学习做出奠基性贡献的两位科学家John J. Hopfield和Geoffrey E. Hinton。物理学奖首次颁发给AI领域学者。两个小时后，化学奖也接踵花落AI。结合前几年颁给锂电池发明者的先例，说明实用牵引已被理论界日益重视。