

《Engineering Cybernetics》 (工程控制论) 在国内外的影响

戴汝为



戴汝为 中科院院士, 中科院自动化所研究员, 学术委员会主任, 中国自动化学会理事长。现任中科院学部主席团成员, 信息技术科学部副主任, 道德委员会委员。长期从事自动控制、思维科学、模式识别、人工智能、系统复杂性等方面研究工作。90年代初, 通过人工智能的途径, 跨入对“开放的复杂巨系统及其方法论”、“人-机(计算机)结合的咨询与决策支持智能系统”以及在神经认知, 系统复杂性等前沿领域进行学科交叉与整合的研究。

前言

《Engineering Cybernetics》一书是中国自动化学会第一位理事长钱学森院士于1954年在美国加州理工学院喷气推进中心任教时用英文发表的一本专著。这本自动控制领域中的专著堪称自动控制方面的经典著作。

1955年钱学森先生冲破重重阻碍从美国返回祖国, 回国后任刚建成的中国力学所所长及中国自动化学会理事长, 历时20年。他回国后就在中关村化学所礼堂讲授工程控制论, 听众来自中关村中科院的一些研究所, 北大、清华等高校的教师与高年级学生约200余人。本文作者当时刚从北京大学毕业, 分配到力学所, 有幸参加听课并整理笔记分享给大家。在美国学习工作了20年的钱先生, 刚回国给大家讲工程控制论, 给大家很深的印象。他讲的完全是地道的北京话, 即流畅又清晰, 没有一个英文字。他是花了功夫才做到这一点的。记得他多次向所里的一位副研询问所要用到的英文术语中的中文译名, 如random这个字, 花了不少功夫琢磨汉语应如何翻

译, 在课堂上用了“随机”二字。他用北京话的讲课令大家感到十分亲切。他的讲课能够引人入胜, 既有概括又有提高, 不带书, 粉笔字写得非常秀丽。北大的教师和同学反映, 以前很少听过讲得这么好的课。

工程控制论是继美国科学家维纳于1948年发表著名的控制论(关于在动物和机器中控制和通讯的科学)一出后, 以火箭为应用背景的自动控制方面的著作, 充分体现了控制论的思想。而维纳曾经在1935年在清华数学系与电机系做过访问教授, 所以后来有人认为“控制论”的思想可能是作者在清华时开始的。工程控制论是继控制论之后, 对控制与制导方面进行创造性论述的书, 作者成为推动控制论科学思想的代表人物之一。当时前苏联哲学界, 由于工程控制论的问世, 从原来对控制论的批判转为后来加以赞扬, 这一事实于1960年在莫斯科举行的第一届国际自控联(IFAC)大会上明显地得到证实。

工程控制论于1956年获中国科学院自然科学一等奖。1956年该书的俄文版问世, 1957年德文版问世, 1958年中

文版由何善育与戴汝为在整理钱先生在力学所讲授工程控制论的笔记, 参照英文原书, 并吸收俄文版添加的俄文文献而成。

前瞻性的学术思想

该书以学术思想的前瞻性而闻名于世, 根据美国斯坦福大学的D. G. Luenberger教授及哈佛大学何毓琦(Y. C. Ho)教授认为工程控制论的学术思想超前5~10年, 开辟了一系列控制方面的新方向。前苏联的伊万赫年科教授等则陆续发表了同名的专著, 并明确地介绍这是中国钱学森教授开创的新领域。我国自动控制专家、已故的高为炳院士曾撰文论述过工程控制论是自动控制领域中引用率最高的著作。另外工程控制论可以说在国内培养了一代自动控制方面的新人。据作者所知, 如西北工业大学原校长戴冠中教授、汕头大学原校长戴景成教授、国防科技大学原校长郭桂蓉教授都是受该书的影响而从事自动控制的。

以上是国内的情况, 在国际方面, 2004年11月在清华大学举行的Inter-

national Symposium on Intelligent and Networked Systems 会上瑞典科学院院士、国际著名的自动控制专家 Karl Astrom 在他的报告中介绍了自动控制发展过程中的四本专著，一是詹姆斯·尼克斯与飞利浦斯合著的伺服系统理论 (H. James, N. Nichols, R. Phillips, Theory of Servomechanisms)，二是维纳的控制论 (N. Wiener, Cybernetics, on Control and Communication in the Animal and the Machine)，三是钱学森的工程控制论 (H. S. Tsien, Engineering Cybernetics)，四是贝尔曼的应用动态规划 (R. Bellman, Applied Dynamic Programming)。Astrom 还向作者介绍了他当时在加州理工学院的情况，工程控制论于 1954 年出版前后，该校就开工程控制论的课，但当时不是钱先生自己讲，而是他让另外一位年轻的教授讲，他自己与学生坐在一起听，讲得不对或不恰当之处他站起来发言加以阐述，颇为生动有趣。另外，Astrom 等于 2000 年编著的一本名为 Control of Complex System 一书中引用了工程控制论一书中的观点：It became essential to consider the interaction of parts that form a system instead of the parts themselves. This led to emergence of new systems oriented disciplines such as automatic control. A good characterization is given in the book of Tsien [1954].

2000 年 7 月在美国马里兰大学举行了一个讨论控制领域现状及其未来的机会的讨论，由 Richard M. Murray 为首的一个五人专家小组提出在“控制技术在信息丰富的世界中未来的发展方向”中，有关机器人技术和智能机械方面有下面一段话：控制论工程的目标，在 20 世纪 40 年代甚至更早就已经被明确表达，就是使系统能展现出高度的灵活的展示或对变化的环境作出“智能”反应。在 1948 年，麻省理工学院的数学家 Norbert Wiener 给出了一个对控制论进行了广博的虽然是完全非数学的描述。钱学森通过

与控制导弹有关的问题的驱动于 1954 年提出了可作更多数学解释的工程控制论。这些工作及那时候其它的工作的聚合形成了在机器人技术和控制的现代工作中大部分智力的基础。

在工程控制论一书中对这门新的科学的论述至今仍让人难以忘怀。

A distinguishing feature of this new science is the total absence of considerations of energy, heat, and efficiency, which are so important in other natural sciences.

In fact, the primary concern of cybernetics is on the qualitative aspects of the interrelations among the various components of a system and the synthetic behavior of the complete mechanisms. (这门新科学的一个非常突出的特点就是完全不考虑能量、热量和效率等因素，可是在其它各门自然科学中这些因素却是十分重要的。控制论所讨论的主要问题是系统的各个不同部分之间的相互作用的定性性质，以及整个系统的综合行为。)

青出于蓝而胜于蓝

钱学森先生在美国东部的 MIT 取得硕士学位后就到西部的加州理工学院从应用力学大师卡门进行研究，在攻读博士学位期间已经取得了优异的成绩，当时在可压缩气体方面所提出的卡门 - 钱学森公式，后来成为空气动力学方面教科书的内容。1955 年钱学森冲破重重阻力，准备返回中国大陆之前曾经由夫人蒋英、儿子和女儿永刚和永真陪伴，并且带着在加州理工学院的物理力学讲义和不久前出版的《Engineering Cybernetics》等材料向恩师告别，卡门接过材料翻阅后说了大意如下的一段话：“你在学术上的成就已经超过了。我因为有你这样一位学生而感到骄傲”。1991 年钱先生获得国家杰出贡献科学家奖时，有记者采访问他获得大奖是否很激动？他出人意料地回答是并不激动，因为自己一生已经激动过三次了，第一次激动就是

与导师告别时导师所说的一段话，当时自己感到在美国学习和工作了 20 年将回大陆为祖国人民服务，在学术上国际大师认为超过了他感到十分激动。实际的情况是在此之前在应用力学方面，卡门已经把自己所承担的工作大都交给达到自己水平的钱学森了，而这位学生又在物理力学及工程控制论等方面自己未进行过的研究工作做出了卓越的成绩，真是青出于蓝而胜于蓝了。

系统科学三个层次的杰出贡献

按钱先生关于现代科学体系的观点，他自己对于工程控制论的工作是系统科学技术科学层次的工作，其它层次的工作如系统工程是工程应用层次，而开放的复杂巨系统属于系统科学的基础科学层次，概括起来为下：

《Engineering Cybernetics》，1954 年；

“组织管理的技术 - 系统工程”，1978 年；

《论系统工程》，1982 年；

“一个科学新领域 - 开放的复杂巨系统及其方法论”，1990 年；

《创建系统学》，2001 年。

总之钱学森先生从工程控制论开始，进一步解决工程应用的问题，此后又提出开放复杂巨系统及处理这类系统的方法论，即人机结合，以人为主从定性到定量的综合集成法，具体体现为综合集成研讨厅体系，形成集智慧之大成的大成智慧工程。■

招聘编辑

本社招聘编辑，要求有较强的文字能力，擅长采写人物报道，能熟练使用电脑，有较广的知识面。年龄、性别、学历不限，专兼职均可。有意者请于 2 月 22 日前将简历发至本社电子信箱 sci_chinese@sina.com.cn) 本社将于 2 月 23-24 日通知面试。

科学中国人杂志社