

# 以学术前沿为引领, 结合工程实践发展控制理论 ——纪念张钟俊先生诞辰100周年(代序)

席裕庚, 李少远<sup>†</sup>

(上海交通大学 自动化研究所 系统控制与信息处理教育部重点实验室, 上海 200240)

今年是我国自动控制学科的创始人之一、中国科学院院士张钟俊先生诞辰100周年。张先生虽已离开我们20年, 但他对我国自动控制和系统工程等领域做出的巨大贡献, 为推动我国控制理论与自动化技术的繁荣发展做出的辛勤努力, 为培养高层次科技人才和建设高水平控制学科积累的丰富经验, 为我们留下了美好的记忆和宝贵的财富。在纪念张先生诞辰100周年之际, 我们在此简要回顾张先生的学术生涯与贡献, 重温张先生以学术前沿为引领、结合工程实践发展控制理论的研究思路和丰富实践, 以此缅怀这位老一辈学科带头人, 并希望对今天控制学科的创新发展有所启迪。

## 1 早期学术生涯

张钟俊1915年9月23日出生于浙江嘉善的一个普通教员家庭。11岁离家就读于上海南洋中学。1930年9月以杰出成绩考入交通部所属国立交通大学, 1934年7月毕业获电机工程学士学位, 并以出色的学业获得中美文化教育基金会奖学金。9月去美国麻省理工学院电工系攻读研究生课程。在用一年时间获得硕士学位后, 在导师Lyon和Stratton指导下研究单相电机的短路问题, 1937年12月完成博士学业留校做博士后副研究员, 协助网络综合理论的创始人Guillemin教授开展研究。

1938年10月, 日寇铁蹄踏进中国华东地区, 张钟俊毅然放弃了在美国继续做博士后的机会, 回到了抗战中的祖国, 于11月进川, 先后任武汉大学、国立中央大学电机系教授。1939年底, 张钟俊积极参与筹建交通大学重庆分校, 任电机系主任, 而后在重庆交通大学任电信研究所主任。1945年抗战胜利后, 他随交通大学迁回上海。在电信研究所期间, 张钟俊的研究主题是网络综合理论, 后期转向伺服理论。1948年他用布朗(Brown)和凯姆贝尔(Campbell)合编的《伺服机构原理》为教材, 向研究生讲授控制理论, 1950年又应邀在中国科学院长春机电研究所再次讲授该课程, 由此

开始了控制理论在中国的教学和研究<sup>[1]</sup>。

## 2 控制学科前沿研究的带路人

张钟俊的一生, 是在科学前沿不断开拓创新的一生。早在其从事博士课题研究时, 他就创新性地把天文学家利用傅里叶级数研究天体周期运行的思路推广到单相凸极电机的短路动态方程上, 用于求解含周期变化参数的常微分方程, 首次在理论上获得了这类电机的一个模式常数。在答辩时被认为不但是对电机学, 就是对数学也是一个创新。博士后期间, 他又转向当时还处于启蒙阶段的网络综合领域, 并在回国后指导电信研究所的学生将网络综合理论的研究推向深入。1948年, 张钟俊把这一时期的研究成果写成《网络综合》一书。这是国际上第一本阐述网络综合理论的专著, 书中采用了复频率概念来表征两端口和四端口网络的阻抗函数, 它们分别是复变量的标量和矩阵的有理函数, 这和当时刚形成的经典控制理论中的传递函数概念和以后出现的传递矩阵的概念是一致的。书中还提出了正实函数与网络的物理可实现性间的关系。

20世纪40年代后期, 张钟俊敏锐地感到刚出现的自动控制理论对于工程系统的重要作用, 开始把研究主题转向伺服理论, 并在国内传授控制理论的课程。在新中国建立后的一段时间内, 由于国家建设需要, 他把主要精力投入到电力建设中并做出了重大贡献, 但自动控制仍是张钟俊最主要的研究领域。1956年, 张钟俊及其助手完成了论文“电力系统中有功功率与无功功率的经济分布问题”<sup>[2]</sup>, 论文运用运筹学方法首次建立了在各发电厂燃料消耗增益相等时的负荷经济分布的条件, 首次给出补偿位置的选择及其配置容量的计算方法, 这是中国最早涉及最优控制的论文之一, 文中提出的优化模型与以后最优控制的提法是吻合的。该文后由科学出版社发行单印本作为国际交流论文。

20世纪60年代前后, 控制理论经历了由经典理论

到现代理论的飞跃. 和世界上许多杰出的科学家一样, 张钟俊在60年代初便以极大的热情关注着卡尔曼和庞特里亚金对控制理论的新发展. 1973年, 为了解决潜艇的惯性导航, 张钟俊和部分同事组织了讨论班, 他主讲现代控制理论, 同时编著了《矩阵方法和现代控制理论》讲义, 同年, 他又撰写了《现代控制理论综述》, 向国内同行介绍现代控制理论的发展状况.

作为始终站在学术制高点上的科学大师, 张钟俊深知高水平的科研必须紧密结合学科发展的前沿. 1981年设立博士点后, 他根据国际学术和科技发展的动向, 以深邃的洞察力引领和鼓励博士生探索新的学科前沿方向, 在国内较早起步了经济控制论、大系统理论、预测控制、广义系统、多目标决策、 $H_\infty$ 控制、鲁棒控制、混沌、机器人等一系列新兴学科前沿课题的研究, 取得了丰硕成果. 在1985—1990年的短短几年中, 就指导博士生完成了“宏观经济系统最优控制的若干问题”、“具有时滞的一类大系统的稳定性和分散镇定问题的研究”、“互联系系统的关联研究—合作稳定性与关联协同探讨”、“工业大系统的预测控制”、“广义动态系统的反馈控制”、“大系统的多目标优化和决策支持”、“ $H_\infty$ 最优敏感性及鲁棒性控制器设计方法”、“多变量系统 $H_\infty$ 控制与鲁棒设计的时域方法”、“失稳的应用理论与方法”、“机器人动态控制方法研究”等多篇博士论文<sup>[3-4]</sup>. 这些论文大多数是国内在相关方向上的首篇博士论文, 在同行评审和答辩过程中, 其选题的新颖性和研究的系统性得到普遍好评, 不但推动了控制理论的发展, 而且培养了一批具有学术创新能力的高水平科技人才.

### 3 先进控制理论的践行者

张钟俊在积极推动控制学科前沿研究的同时, 还密切关注国家在现代化建设中对新需求的需求, 努力把先进的控制理论与解决经济建设和社会发展中的关键难题紧密结合.

早在1964年, 他就在“远航仪”的研究中应用了当时刚出现的卡尔曼滤波技术, 这是国内最早应用现代控制理论的成功范例之一. 1973年他在主持潜艇惯性导航研究课题时, 再次应用卡尔曼滤波技术对惯性导航系统的反馈信号进行处理, 大幅度提高了导航精度. 根据该项研究成果总结的论文“陀螺角速度漂移数学模型的辨识”<sup>[5]</sup>获中国科学大会奖和上海市重大科技成果奖. 此后, 他主持的“系统辨识中实际问题的研究及应用”、“预测控制机理和大系统预测控制”和“广义系统反馈控制设计方法”三项研究又分别于1986年、1988年和1989年获国家教委科技进步奖二等奖.

1984年, 根据控制理论和计算机技术的发展趋势, 张钟俊提出了以大系统理论为指导、以微电脑应用为

手段、形成分布式计算机控制和信息管理的“工业大系统”概念. 工业大系统的技术基础是当时刚兴起的微机和网络技术, 但目标指向从原来的单机单装置控制提升到整个工业大系统的控制与信息管理的. 为了开展这一研究, 张钟俊除了加强对工业大系统递阶、分散控制理论的学术研究外, 更是把它作为改造企业信息管理系统、提升优化企业生产和管理水平的重要举措. 他奔波各地, 亲自率队去太仓、南通等地洽谈计算机控制项目, 并在上海交通大学自控系建立了工业大系统学科组, 多次组织学科骨干到大中华橡胶厂、金山石化等企业, 筹划并组织实施工业大系统的信息管理和控制一体化系统, 为传统产业的信息化改造和管控一体化做出了重要贡献.

鉴于张钟俊在自动控制理论与应用方面的贡献, 1979年他被聘为国家科委自动化组副组长, 1981年当选为中国科学院技术科学部学部委员, 并担任了国务院第二届学位评议组成员、自动化学科组副组长. 1988年8月, 美国电子电工工程师协会的系统、人类和控制专业委员会(IEEE-SMC)在中国举办年会, 该专业委员会主席将IEEE的会旗赠给张钟俊, 以表彰他对中国自动化教学和科研的贡献.

### 4 系统工程的倡导者和实践者

1977年, 中国正从“文化大革命”走向安定和发展, 百废待兴, 急需制定各方面的发展规划. 张钟俊在广州召开的一次学术会议大会发言中, 结合国际上许多成功的范例, 深入浅出地介绍了系统工程的观点、内容和方法, 提出在中国的四个现代化建设中应该推广系统工程. 张钟俊的这次发言是中国最早提出应用系统工程的提议之一<sup>[6]</sup>.

1978年, 张钟俊作为上海交通大学代表团成员访问美国, 访问期间他与美国的许多系统工程专家交换了意见并访问了国际著名的策略咨询机构——兰德公司. 在兰德公司他看到了系统工程实施的全过程, 领略了系统工程在规划和决策中的作用, 感受到这种方法带来的巨大经济效益, 这对他在国内倡导和促进系统工程方法的应用起着极大的推动作用, 回国后他经常奔波各地作报告, 注意收集应用系统工程成功的例子. 1980年, 张钟俊再度访美, 他在佛罗里达大学作了题为“系统工程在中国”的演讲<sup>[7]</sup>, 引起了包括卡尔曼在内的一批科学家的兴趣. 1980年11月, 张钟俊当选为中国系统工程学会首届副理事长.

1982年底, 张钟俊主持了新疆维吾尔自治区委托上海交通大学对该区长期发展规划的咨询课题. 1983年1月, 张钟俊率领首批考察组来到新疆, 上午听取有关各方面的汇报, 下午整理分析资料. 为了对新疆的资源、生产、消费和潜力等有更具体的认识, 他们又去各地实地考察. 2月中旬, 他们带了丰富的感性认

识和第一手资料返回上海,对于自治区计划委员会提供的50万个数据,张钟俊等作了整理和分析,通过定性和定量相结合的方法,萃取5万个数据作为建立数学模型的依据,并提出了以定量为主、定性为辅的建模方针。经过半年的努力,他们建立了描写宏观经济的系统动力学模型、反映各生产部门间相互依赖关系的投入产出模型和用状态空间描述的动态经济控制模型这三个大型数学模型,同时完成了一个附属的特尔菲型专家咨询系统。张钟俊等应用这些模型获得了新疆地区90年代和20世纪末能够达到的各项经济指标。1984年9月,他再次率领课题组到达新疆,向自治区各级领导汇报研究成果,详细说明了各阶段可以实现的目标和应该注意的问题,提出了发展方向。《新疆宏观社会经济模型》是中国第一个采用系统工程方法建立的大型地区性社会经济模型。这项研究成果获得了上海市科技成果奖,得到了新疆维吾尔自治区和中央领导人的表彰。

1983年9月,张钟俊为《系统工程》杂志创刊写了题为“综合即创造”的代发刊词<sup>[8]</sup>。他指出:系统工程是一门研究怎样才能“人尽其才、物尽其用”的实用科学,体现出跨学科的一切特点,也体现了科学的“杂交优势”。综合的本质在于“软、硬”结合,外延与内涵结合,物力与智力结合,系统工程恰恰提供了有效地完成这些结合的强有力手段。系统工程是一门实用性很强的学科,必须注意理论联系实际。这是他对系统工程科学的理解,也是他实践系统工程方法的指导思想。

## 5 启示与展望

控制科学与工程是一门研究控制的理论、方法、技术及其工程应用的学科。它是20世纪最重要的科学理论和成就之一,它的各阶段的理论发展及技术进步都与生产和社会实践需求密切相关。张先生作为我国控制学科的创始人之一,既是学科前沿的带头人,又是先进理论的践行者。无论在哪个时期,张先生都坚持学术前沿与工程需求相结合,以此推动控制理论与应用的发展。他不仅为我们留下了丰富的学术成果和实践经验,而且他以学术前沿为引领、结合工程实践发展控制理论的研究思路和丰富实践是值得我们在建设创新社会中学习和借鉴的。

本期以专刊的形式,报道了自动控制理论和应用方面的若干最新成果,以此缅怀张先生对于我国自动控制学科发展做出的卓越贡献。祝愿我国的控制事业兴旺发达,为我国实现制造强国和建设创新型社会做出更多的贡献。

## 参考文献(References):

- [1] 韩正之. 中国自动化技术的开拓者 [J]. 自然杂志, 1992, 14(3): 220 - 225.  
(HAN Zhengzhi. The pioneer of the Chinese automation technologies [J]. *Chinese Journal of Nature*, 1992, 14(3): 220 - 225.)
- [2] 张钟俊, 夏道止. 电力系统中有功功率经济分布问题 [J]. 上海交通大学学报, 1959, 2: 97 - 118.  
(ZHANG Zhongjun, XIA Daozhi. The research of active power economic dispatch in power systems [J]. *Journal of Shanghai Jiaotong University*, 1959, 2: 97 - 118.)
- [3] 张钟俊. 张钟俊教授论文集(第2-4卷) [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1988年2月-1997年5月.  
(ZHANG Zhongjun. *The Essays of Professor Zhang Zhongjun(2-4 Volumes)* [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 1988.02-1997.05.)
- [4] 张钟俊. 张钟俊教授论文集(英文版) [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2005年6月.  
(ZHANG Zhongjun. *The Essays of Professor Zhang Zhongjun (English Version)* [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 2005.06.)
- [5] 张钟俊, 杨翠莲. 陀螺角速度漂移数学模型识别 [J]. 上海交通大学学报, 1978, 1: 186 - 212.  
(ZHANG Zhongjun, YANG Cuilian. The identify of the gyro angular velocity drift model [J]. *Journal of Shanghai Jiao Tong University*, 1978, 1: 186 - 212.)
- [6] 许国志, 顾基发. 关于中国系统工程发展的若干侧面 [C] //中美系统分析学术讨论会. 西安: [s.n.], 1984年1月.  
(XU Guozhi, GU Jifa. Some perspectives about the development of the Chinese system engineering [C] // *China-USA system analysis academic seminar*. Xi'an, China: [s.n.], 1984.01.)
- [7] CHANG T T. Development of systems engineering in China [C] // *Symposium on Cybernet and Systems*. [S.l.]: [s.n.], 1980.
- [8] 张钟俊. 综合即创造(代发刊词) [J]. 系统工程, 1983, 1(1): 1 - 2.  
(ZHANG Zhongjun. Synthesis is creation(Foreword) [J]. *System Engineering*, 1983, 1(1): 1 - 2.)

## 作者简介:

**席裕庚** (1946-), 男, 教授, 主要研究方向为预测控制理论与应用、大系统理论及应用, E-mail: ygx@sju.edu.cn;

**李少远** (1965-), 男, 教授, 主要研究方向为自适应控制、满意优化控制、预测控制, E-mail: syli@sju.edu.cn.