



清华大学百年校庆
TSINGHUA UNIVERSITY
CENTENARY CELEBRATION

清 華 學 堂

钱学森与 清华大学之情缘

主编 魏宏森 副主编 庄茁



清华大学出版社



清华大学百年校庆
TSINGHUA UNIVERSITY
CENTENARY CELEBRATION

钱学森与 清华大学之情缘

主编 魏宏森 副主编 庄茁

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是为钱学森先生诞辰 100 周年和清华大学建校 100 周年而编写的一部纪念文集。全书分上、中、下 3 篇。上篇记述了钱老与清华大学的不解之缘、与清华大学校友的情谊以及钱老为支持母校创办新专业和发展交叉学科所做的贡献。中篇分“创办清华大学工程力学研究班”、“继承遗愿创办‘钱学森力学班’”和“培养英才的理论与实践”3 部分内容。下篇包含 4 个部分：钱学森对中国航天事业的创新与杰出贡献；钱学森创立系统科学等新科学、新产业；钱学森对辩证唯物主义的哲学探索；向人民科学家钱学森学习。

本书内容可以使读者全面了解人民科学家钱学森与清华大学的情缘，以及钱老爱国奉献的精神、严谨治学的理念和淡泊名利的品质。在 2011 年清华大学百年校庆和钱老百年诞辰之际出版此书具有特殊的意义。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

钱学森与清华大学之情缘/魏宏森主编.--北京：清华大学出版社,2011.3
ISBN 978-7-302-25029-6

I. ①钱… II. ①魏… III. ①钱学森(1911~2009)—纪念文集 IV. ①K826.16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 032930 号

责任编辑：张秋玲

责任校对：刘玉霞

责任印制：王秀菊

出版发行：清华大学出版社

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编：100084

社 总 机：010-62770175

邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：清华大学印刷厂

经 销：全国新华书店

开 本：165×240 印 张：28 插 页：6 字 数：527 千字

版 次：2011 年 3 月第 1 版 印 次：2011 年 3 月第 1 次印刷

印 数：1~2000

定 价：59.00 元

产品编号：039962-01

序言

2011年,是清华大学建校100周年,也是清华的著名校友钱学森诞辰100周年。此时此刻,编辑出版《钱学森与清华大学之情缘》一书,具有特殊的意义。

钱学森院士是享誉海内外的杰出科学家和我国航天事业的奠基人。他青年时代就成为世界知名的空气动力学家,是工程控制论、物理力学等学科的开创者,以自己的才学丰富了人类知识的宝库;作为一位科技帅才,他以自己的远见卓识和超凡智慧,为我国“两弹一星”的研制做出了具有里程碑意义的重大贡献;他始终站在科学前沿,以自己国家和民族的挚爱 and 不懈追求的创新精神,提出了许多富于创造性、前瞻性、战略性的重要学术思想和事关国家安危的重要建议。1991年,国务院、中央军委曾专门作出决定,授予钱学森“国家杰出贡献科学家”荣誉称号。他不仅被尊称为“中国航天之父”,而且被誉为“人民科学家”。

作为清华人的骄傲,钱学森不仅与清华同庚,而且与我校有着深厚的历史情缘。1934年,他抱着航空救国的志向,考取清华公费留美生,是当年20位入选者中唯一攻读航空工程专业的学生,清华聘请4位国内顶级的航空界专家组成导师组,为他补习航空工程基础知识,安排他到各地飞机厂实习参观。钱学森赴美后只用一年时间就获得硕士学位,而后又师从“空气动力学之父”冯·卡门获得博士学位,并建立了著名的“卡门—钱近似”公式。30年代末至40年代,清华大学曾先后聘请钱学森为副教授和教授,虽因种种原因他未能实际到校就职,但他在1947年回国探亲期间,来清华为师生讲学,发表了科学名篇《工程与工程科学》。1955年,在国家的亲切关怀下,钱学森冲破重重阻力回到祖国,不久担负起创建我国导弹航天事业的领导重任。他深感人才培养的重要性和紧迫性,经他建议,高教部和中科院在我校联合创办工程力学研究班和自动化进修班,他领导组建班务委员会,并亲自授课,培养了一批国家急需的尖端科技人才,也为我校工程力学数学、自动控制等系的创办准备了师资、积累了经验。改革开放后,钱学森热情关心母校的发展。70年代末至80年代

初,他与清华大学自然辩证法教研室的老师们座谈十多次、通信往来几十次,指导开展科学方法论的研究。1991年,他亲笔给我校力学系博士生回信,以亲身体会畅谈科技工作者学习哲学和理论联系实际的重要性,在师生中引起深入讨论和强烈反响。力学系系庆40周年之际,他亲笔致信祝贺,对力学学科发展提出了殷切期望。钱老晚年最为关心杰出人才的培养,当清华筹备实施“清华学堂人才培养计划”时,钱老欣然同意以他的名字命名“钱学森力学班”,培育拔尖创新人才。钱学森曾回到清华园,参加70周年校庆等重要活动。一次他看到老师们佩戴的清华大学校徽,深情地说:“我也有一块这样的校徽!”

一个世纪以来,清华培养了17万名优秀人才,涌现出许多学术大师、兴业之士和治国英才,钱学森学长就是一位杰出代表。以钱学森为代表的老一代清华人忠诚人民、无私奉献的爱国精神,严谨求实、开拓创新的科学风范,淡泊名利、提携后辈的高尚品质,永远值得我们学习和发扬。这必将激励我们继承优良传统,致力改革创新,创建世界一流大学,培养拔尖创新人才,为中华民族的伟大复兴和人类文明的进步发展,做出清华人应有的贡献!

中国科学院院士

清华大学校长

顾秉林

2011年3月于清华园

2008年春节,胡锦涛主席带着党和人民的委托,亲自探望人民科学家钱学森,当我看到这两位校友亲切交谈的一幕时,立即回忆起1981年我校70周年校庆前一天,钱老对我说:今年校庆与几位老校友、老朋友约好,要回母校参加庆典活动。此情此景触发了我写《钱学森与清华大学之情缘》一文,发表在《清华大学学报·自然科学版》2008年11月刊上。这篇文章首次披露了钱老与我校的不解之缘,填补了中国科技史上的空白,引起了广泛关注。

2009年10月31日,钱学森不幸仙逝,11月5日我去八宝山革命公墓向他的遗体告别。归来的途中,仍难掩悲痛伤感之情,思绪万千,萌生出要写一本书,以告慰他老人家的在天之灵,弘扬他为人类的科学技术事业做出的举世瞩目的贡献,以及为我国的火箭、导弹和航天事业迅速发展立下的丰功伟绩,激励年轻人以他为榜样,热爱祖国,热爱人民,为中华民族的伟大复兴,为中国社会主义社会的繁荣昌盛、富强和谐而奋斗终生。

2011年是我校百年大庆,亦是钱学森百年寿诞之际。我的意图很快得到了清华大学百年校庆筹备会负责同志的大力支持。经过半年多的努力,在钱老众多生前好友和他的学生们、学术界同仁们的热心相助下,终于写成此书,呈献给母校以示庆贺,同时寄托我们对钱老的哀思。

本书分上、中、下3篇。

上篇 清华情缘

共12篇文章,分3个专题:

- (1) 钱学森与清华大学的不解之缘;
- (2) 钱学森与清华大学校友之情谊;
- (3) 钱学森热情支持母校创办新专业,发展交叉学科。

本篇主要依据我校馆藏史料,详细叙述了钱学森与我校的若干往事:清华录取钱学森为公费留美生,对其学业作了精心安排,为其选派王士倬等4名导师并派往美国麻省理工学院攻读航空工程专业硕士学位;1936年9月又支持他到加州理工学院,师从冯·卡门攻读航空理论。他于1939年获博士学位,并因取得举世瞩目的成就而一举成名。由此可以看出,钱学森成为中国航天之父与清华大学有不解之缘。

篇中还着重介绍了他与同窗好友郭永怀一家的友情,特别介绍了他与郭永怀在国外进行科学合作所取得的卓越成就,以及回国后两人携手合作,为发展我国“两弹一星”,增强国防实力所做出的不朽功绩;同时介绍了他与我校原副校长张维与陆士嘉夫妇从小学到回国后的几十年的友情;郑哲敏院士是我校1947年的毕业生,他当年赴加州理工学院学习,是钱学森直接指导了他的博士论文,本书中他撰文回忆了与导师的深厚情意。

钱老回国以后,特别是改革开放以后,他始终情系母校,热情支持母校创办新专业,发展交叉学科。20世纪80年代他退居二线后,亲自热心指导我校教师从事科学认识论与方法论及系统论的研究。

中篇 培育英才

共19篇文章,其中包括经过整理的钱老有关培育英才的两篇论文,分3个专题:

- (1) 创办清华大学工程力学研究班;
- (2) 继承遗愿创办“钱学森力学班”;
- (3) 培养英才的理论与实践。

本篇首先介绍了钱学森回国后,急国家之所急,以他的技术科学思想为指导,于1957年由中国科学院力学所与清华大学共同创办了工程力学研究班,为新中国培养了新一代高层次工程力学专业的杰出人才,为中国的工程力学与航天事业的发展奠定了基础。他亲自策划开班办学,安排教学计划,亲自选择班主任和顶级师资队伍,并亲自讲授“水动力学”和“宇航概论”;抽调学员参加火箭导弹的设计、研究,进行真刀真枪毕业设计的实践活动。许多学员分布于全国各高校,成为培养工程力学的骨干教授,其中涌现出了多名中国科学院和中国工程院院士。这种培养科技杰出人才的模式,值得我们认真总结汲取。当年学员写的多篇体会心得,很有启发。

2009年,经钱学森同意,在清华大学创办了钱学森力学班,旨在以钱学森为楷模,按照他的办学指导思想,探索培养科技杰出人才的新模式。钱老之子

钱永刚的文章和来自航天航空学院力学系的文章简记了力学班的创办过程和办学理念。

本篇还特选了钱老两篇专门论述培养科技杰出人才的论文,和钱学敏教授系统介绍钱老培养科技人才的专论,从理论高度探讨了钱学森培养英才之道,为回答“钱学森之问”提供参考。

下篇 科技帅才

共 19 篇论文,分 4 个专题:

- (1) 钱学森对中国航天事业的创新与杰出贡献;
- (2) 钱学森创立系统科学等新学科、新产业;
- (3) 钱学森对辩证唯物主义的哲学探索;
- (4) 向人民科学家钱学森学习。

本篇收集并邀请了与钱老共事多年,共同创造中国航天奇迹,为发展我国国防事业做出了突出贡献的多名院士、资深教授和研究员分别撰文,以其亲身经历和体验,论述这位科技帅才如何进行科技创新而取得卓越成就,为实现中华民族千年奔月之梦所做出的重大贡献。

改革开放以后,钱老更是视野开阔,意气风发,在科学技术、交叉学科的广阔领域进行了科学与哲学探索,创立了系统科学等新兴学科与新的产业,取得了卓越的科学成就,充分展现了这位科技创新帅才的创新精神、创新思想及其创新方法。许多学者以第一手材料所写的每篇论文,无不闪烁着钱学森的科学创新精神和崇高道德品质,值得我们认真学习继承、发扬光大。

本书是我与航天航空学院庄苗教授共同编辑完成的,得到了工程力学研究班许多老学员的热情支持。他们纷纷撰稿,抒发昔日之情。工程力学系原研究班学员沈观林教授更是不辞辛劳,积极联系当年老学员组织稿件,为本书的顺利完成做出了很多贡献。在此还要特别感谢钱学森力学班顾问钱永刚教授,他无私地提供了许多钱学森的历史照片和文献资料,亲自撰文丰富了本书的内容,为本书增添了风采。

在本书编撰出版过程中,感谢清华大学百年校庆筹备委员会负责同志的悉心指导和热情支持;感谢人文学院和科学技术与社会研究所领导的支持与帮助,他们为编撰本书创造了条件并配备了助手;感谢杨锐老师参与本书编撰的全过程,她做了许多文书、联络和编辑工作,在高温酷暑中她放弃了休假,一直坚持不懈地工作,付出了艰辛的劳动;感谢科技所的郭兴华和张俊逸两位研究生,他们放弃了休假,为本书的修改、校订、审核工作付出了辛勤劳动。

在本书初稿完成后,原我校党委书记方惠坚同志在炎夏酷暑中,不辞辛劳地认真审阅了全部稿件,提出了不少修改意见和建议,特此表示感谢。在他们的共同努力帮助下,本书得以较快地与读者见面。最后还要感谢清华大学出版社的胡苏薇副总编、王舒妹和张秋玲编辑为本书的出版发行所作的精心策划、安排和细致的审核工作。

魏宏森

2010 年国庆于清华园

控制论和系统科学与清华大学的缘分*

宋 健**

科学界很多人认为,相对论、量子论和控制论是 20 世纪上半叶的三大科学伟绩,是人类认识和改造世界的三大飞跃。控制论是系统工程、系统科学的基础构件,后者又是多学科的综合集成。

—

控制论的出现,通常都认为从维纳 1948 年出版第一本书开始。但魏宏森在《维纳在清华》一文中考证的结论是,控制论并非如从前所知道的那样产生于美国,它的发端在中国的清华大学。魏宏森引用维纳于 1954 年出版的回顾科学生涯的书《我是一个数学家》中的自述曰,他宁愿选择在清华大学任客座教授的 1935 年作为创立控制论的起点。他在清华与李郁荣教授合作研制滤波器时,开始了对控制论的研究。正是在清华大学,维纳实现了纯数学领域向电机工程和技术科学的转变。

1960 年在莫斯科举行 IFAC(国际自动控制联合会)第一届世界代表大会时,维纳应邀参加了《哲学问题》杂志编辑部举行的关于控制论的座谈会。当被问到“创立控制论时,是否出现过某些哲学思想的影响”时维纳回答说:“在哲学家中有一个人,如果他活到今天,毫无疑问,他将研究控制论。这个人就是莱布尼茨。”德国数学家、哲学家莱布尼茨最早试图用数学形式建立逻辑推理体系,发明过二元算术计算方法。据察,莱布尼茨于 1697 年通过耶稣会理士白晋得到过中国的《易经》,研究过“圆圆方位图和六十四卦次序图”,受到启发。白晋当时是康熙宫内的法国传教士,受命返回欧洲述职,曾系统地向莱布尼茨介绍了中国的古代哲学。在《莱布尼茨全集》第四卷第一期上有他给友人的一

* 原文发表在清华大学《新清华》第 1285 期,1997 年 4 月 4 日第 3 版。收入该书时作者对标题作了修改。

** 宋健,控制论、系统工程和航天技术科学家。中国科学院和中国工程院院士,美国国家工程院、俄罗斯科学院和瑞典皇家工程院外籍院士,曾为清华大学兼职教授。

封长信,其中有对《易经》的评论。他还写过《论中国人的自然哲学》长篇论文。故有人认为,控制论的直系祖先是欧洲的莱布尼茨,其哲学基础来自《易经》。

控制论与中国的这两层缘分或许还可以做进一步考证。但维纳能摆脱“反动分子”、“伪科学家”的形象,而以胜利者的姿态去莫斯科出席 IFAC 第一次代表大会,则确实是工程控制论的创始人钱学森先生的功劳。维纳的控制论发表后,在哲学界曾引起轩然大波。此书副标题是“动物和机器中的控制和通信”(Control and Communication in the Animals and the Machine)。人也是动物,把人和机器并列以至等同起来,亵渎了人类尊严,惹怒了不少哲学家,就像哥白尼把地球从宇宙的中心搬到太阳系的一个角落而触怒了教皇一样。前苏联的哲学界首先发起攻击,称控制论是一种反动的伪科学,是现代机械论的一种新形式。^① 还有更严重的批评说,控制论是为帝国主义服务的战争工具等。^② 鉴于当时世界形势,未见有人公开地辩论过。

1954 年,钱学森出版了《工程控制论》,该书迅速被译成中、俄、德文版。作者系统地揭示了控制论对自动化、航空、航天、电子通信等科学技术的意义和深远影响。书内未触及人类这种动物的尊严,写的全然是技术科学。包括前苏联在内的世界各国科学界立即接受了这一新学科,从而吸引了大批数学家、工程技术专家从事控制论的研究,推动了 20 世纪五六十年代该学科发展的高潮。庞特里亚金的极大原理以及卡尔曼的可观、可控性定理和递推滤波器等,都是在此期间出现的。在这种形势下,原持批判态度的哲学家们只好放下武器,悄悄修改了各辞书中的词条,肯定控制论是一门“研究信息和控制一般规律的新兴科学”。

1957 年巴黎成立 IFAC 筹委会,中国是发起国之一,由钟士模(当时为清华大学电机工程系教授,现已故)和杨嘉墀(当时为中国科学院研究员、清华校友)代表中国参加会议,选出了第一届理事会。钱学森当选为第一届理事会成员。1958 年在瑞士举行理事会,由屠善澄代表钱学森出席。1960 年 9 月在莫斯科举行 IFAC 第一届世界代表大会,中国派出了以武汝扬为团长的大型代表团。全世界控制论科学家咸集于莫斯科大学礼堂。维纳受到了英雄般接待。66 岁的他已显得苍老,听别人作报告时鼾声大作,毫不顾及自己是人们注视的焦点。见到中国代表团时,他热情地用中国话讲,向中国科学家们致敬,说他 1935 年在清华大学做过教授,为此感到骄傲。各国与会者,钱学森的崇敬者和故交,都为钱学森不能出席这一盛会感到遗憾。钱学森当时担任国防部第五研究院院长,受命领导建立中国航天科学事业,无暇顾此。且值中苏关

① 见苏联《哲学辞典》第四版,1954 年。

② 见 1954 年前出版的《苏联大百科全书》。

系剧变,1960年8月苏联刚撕毁协议,撤走专家。周恩来总理和聂荣臻元帅不会同意这位中国航天事业的科技主帅去冒无谓的风险。与会者只好相互吟诵《工程控制论》序言中史诗般的名句来表达对他的敬意:“建立这门技术科学能赋予人们更宽阔、更缜密的眼光去观察老问题,为解决新问题开辟意想不到的新前景。”

钱学森是清华大学1934级的公费留美生,后在美国从事航空、火箭科学技术研究工作,20世纪50年代初受到美国反动政府的迫害,被迫离开了国防尖端技术研究,受困达5年之久。在困境中,他转向工程控制论的研究。钱学森曾说,研究工程控制论只是为了转移美国特务们的注意力,争取获准回归祖国。当时没有想到会建立一门新学科。

二

在控制论科学理论和应用领域取得巨大成就的同时,信息技术和运筹学并驾齐驱,出现了相互渗透和融合的趋势,应用范围从工程领域延伸到工程管理系统,形成了“系统工程”的科学概念和方法。钱学森敏锐地注意到这种态势。在世界上第一本关于系统工程的著作出现以前,由钱学森直接主持,在国防部五院创立了总体设计部,按系统工程的方法组织实施火箭、导弹、卫星等复杂系统的论证、研制、试验和交付工作。正如他后来总结的那样:“系统工程是组织管理‘系统’的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法,是一种对所有‘系统’都有普遍意义的科学方法。我国国防尖端技术的实践,已经证明了这一方法的科学性。”

在钱学森的主持下,20世纪50年代末,在国防部第五研究院成立了作战运筹研究室。按他的倡议,1956年在中科院力学所成立了由许国志主持的运筹学组,后来扩大成研究室;1961年在中科院数学所成立了由关肇直(清华大学1936级校友)主持的控制论研究室。1957年在钱学森等人的倡导下,创立了自动控制培训班和工程力学研究班。在钟士模主持下,清华大学建立了第一个自动控制专业,后来各高等学校也相继建立了一批自动控制系统或专业,开始大规模地培养青年人才。中国后来30多年发展的实践充分证明了这些措施的正确性和远见性。

中国著名的数学家华罗庚是我国系统工程开拓者之一。20世纪30年代他在清华任教时就与维纳相识,是维纳写信推荐他去英国学习的。20世纪60年代初,他经过对运筹学和系统工程的考察,开创了统筹学的研究与探索,提出了“大统筹、理数据、建系统、策发展”的研究方向,以极大热情投身于研究和普及统筹法、优选法(双法)的理论和应用,丰富了系统工程的内涵,成为其

重要组成部分。苏银成最近在《统筹学的形成及其影响》一文中详细记述了华罗庚的贡献。在“文革”期间,华老已年过花甲,置个人安危与艰难于不顾,颠沛流离,为在中国大地上发展和撒播科学思想和方法,树立了一位卓越科学家的不朽风范。

20世纪60年代以来,微电子和计算机技术迅猛发展和广泛普及,渗透到社会生产、生活和科学技术的每一个角落,带动了与系统科学各相关学科的突飞猛进。各国很多科学家开始研究系统科学。Von Bertalanffy的一般系统论,I. Prigogine等人的热动力学系统论,H. Haken的协同论等,是欧洲各国关于系统论的代表作。80年代以来,对系统工程和系统科学的研究和应用在中国进入了一个新高潮,在物理、数学、经济、军事、法律、教育等领域中都有科学家参与。钱学森密切注意着系统科学的发展,于1979年总结了系统科学的体系结构,阐明了它与马克思主义哲学和自然科学、社会科学的关系。钱学森和他的合作者王寿云、于景元、戴汝为、汪成为、钱学敏、涂元季等广泛地研究了系统科学的结构、内涵、应用等方面的命题,指明了这门科学对中国现代化建设的现实和长远的重大意义。

计算机技术的发展和取得的成就一直令科学界惊讶不已。1994年8月,在英国,一台带有Genius-2软件的微计算机战胜了连续保持了四届的世界象棋冠军Gary Kasparov。这在科学史上是一次具有历史意义的事件。1996年2月,这位世界冠军又在美国与IBM的微机对弈。参加这次比赛的计算机是由华裔科学家许峰雄主持的一个小组研制的Deep Blue系统。结果Kasparov以三胜一负二平的比分获胜,他终于报了前年一箭之仇。他曾经声明,绝不能让计算机获胜,这是为了“保护人类的尊严”。这话过于傲慢,他是向科学挑战,最终是要失败的。

计算机会做的事越来越多,倒是向系统科学提出了严峻的挑战。自然界有很多复杂的巨系统,科学界至今不能理解它,不会准确地描述它,还没有合适的工具和手段,如社会系统、生态系统、生物进化系统,特别是人体系统。美国有人开始对复杂的巨系统进行广泛研究,尚未见有重大突破;钱学森和他的合作者们提出了处理复杂巨系统的方法,把理论、经验和专家判断结合起来,从定性到定量综合集成(Meta-Synthesis),以及“从定性到定量综合集成研讨厅体系”等。这是由信息采集、处理、存储和智能专家系统综合集成的人机系统,综合集成方法为解决复杂巨系统的定量研究指出了一条可行的道路。

三

近年来,让系统科学界最为兴奋的是,许多政治家开始广泛地应用系统科

学的概念、理论方法和语言去处理政治问题。每当遇到复杂的社会问题时,政治家们常说:“这是一个系统工程问题,应该用系统的观点和方法进行分析和解决。”他们常求教于系统科学家,即使这些人以前从未涉及这个领域。

1991年在瑞士由WMO(世界气象组织)召开的关于如何防止地球变暖的会议上,当时的英国首相撒切尔夫人在讲演中表示,作为一名学化学出身的政治家,她主张应该注意到海洋吸收了最大量的二氧化碳,因而海洋对全球变暖有负反馈作用。这就是说在估算全球大气温度变化的数学模型中,如果不考虑这个反馈因素,那么这种预测必然是不准确的。她认为她有资格作这样的判断。当时我在现场,很欣赏她能恰当地使用系统科学的概念和语言。

1994年我率团去美国访问,曾会见了美国副总统戈尔,他一直十分关注环境问题。当谈到中美关系时,他说:我们需要科学家应用系统科学的方法来帮助解决这些问题。同时我注意到,在他的专著《平衡中的地球》(*Earth in the Balance*)中,多次用到“反馈环”和正负反馈等概念来分析政治性问题。

江泽民主席是一位非常优秀的电力工程师,并通晓控制系统理论的原理,他多次要求中国政府官员在处理复杂问题时,要学习和应用系统工程的理论与方法来寻求解决办法。

假如有人问:真的有一些现实中的社会问题是应用系统科学的方法得以解决的吗?我的回答是“有,有很多”。

四

我们都知道控制科学在经济学中有着成功的应用。好几位经济学家因在计量经济学领域的杰出工作而获得诺贝尔奖,他们大多得益于控制及其相关理论的应用。下面我将简要回顾曾使经典人口学家震惊的、发源于中国的案例——控制科学在人口学中的应用。

自1798年托马斯·马尔萨斯发表著名的《人口论》以来的200多年间,人口学一直被归属于社会科学的范畴。在《人口论》出版100多年以后的1911年,由F. Sharp和A. Lotka建立了第一个简单的人口动力学方程。

此后又过了半个多世纪,一些学者才成功地建立了比较精确地用于描述人口系统的动力学方程。从那时起,开始有众多的数学家和工程师进入人口学研究领域。

在20世纪,尤其是第二次世界大战以后,世界人口数量的惊人增长引起了全世界科学界和政治家们的普遍关注。目前世界人口估计为56.6亿,比20世纪50年代增长了1倍多。联合国有关人士指出,到2025年,世界人口究竟将达到85亿还是104亿,将取决于大多数发展中国家能否采取人口控制

措施。

在这个问题上,亚洲,特别是像中国和印度这样的人口大国最有发言权。1994年亚洲拥有世界总人口的57%(32亿),年净增人口5700万,超过了世界人口的平均增长速度。据估计,到2050年,亚洲人口将达到目前的世界人口总数。中国和印度人口之和占世界人口的38%。我们既自豪又焦虑。印度一直是世界上人口增长最快的国家之一。

但是,中国与人口学相识很晚。20世纪50年代,当中国人口已逾6亿时,以马寅初先生为首的一批社会学家提出了控制人口增长的科学命题,受到了不公正待遇,在全国范围内遭到批判和围剿。马寅初先生在处于困难和委屈时,不曾放弃科学精神。改革开放以后,寅初先生以近百岁的高龄,看到了他的“新人口论”的胜利。

自20世纪70年代以来,人口问题成为中国科学界和政治家们最关心的焦点问题。由于政策的失误,从20世纪50年代—80年代初期,中国人口翻了一番。20世纪70年代末,在学习了经典人口学后,我们决心应用控制科学的理论和方法研究中国人口增长的控制问题。值得高兴的是,经过几年努力,我们得到了初步的成功。

在前人工作的基础上,我们用偏微分方程组来描述一个国家或地区人口演变的动力学过程,该方程与过去已有的描述人口发展过程的模型相容。方程中的所有参数值皆可从人口普查数据中获得。

我们发现,该系统是一个典型的正反馈可控动力系统。而且,人口学中所称的总和生育率(TFR),记为 $\beta(t)$,正是计划生育所需要的可控参数。其物理意义是:按 t 年代全社会生育模式统计的每对夫妇一生所生育的孩子数。

在对问题进行了系统分析后,根据系统稳定性理论,我们得出了以下结论:(1)人口系统是可控制的,决定系统动态反应速度的等价时间常数等于人口平均期望寿命。(2)假定在一个稳定的社会中,系统所有的动态参量都与时间无关。对每一给定的人口系统的动态发展过程,存在一个平均生育率极限,或者说对每一个群体的TFR,存在一个临界值,记为 β_v 。我们证明了,如果总和生育率TFR,即平均生育率 $\beta(t)$ 大于其极限值 β_v ,则人口发展方程的第一本征值(总为实数)为正值,人口将持续增长;反之,如果 $\beta(t) < \beta_v$,第一本征值为负值,那么人口总数 $N(t)$ 将逐渐减少;如果 $\beta(t) = \beta_v$,并保持较长的时间,那么人口规模将逐步稳定在一个饱和水平。该稳定的人口水平仅取决于初始时刻(年代) t_0 时的人口年龄分布。(3)如果一个国家或地区想要对其人口数量和年龄结构进行控制或调整,应用最优控制的理论和方法,设计优化的、次优化的、可行且可接受的总和生育率规划指标 $\beta(t)$,能确保人口不过分增长。

此后,于景元和朱广田还采用了其他等价的模型,再一次证明了这些结

论。现在,这些研究成果已被全世界的人口学家所接受。国外有的人口学家说,他们猜到过第一本征值的存在。但只有借助系统控制理论的观点和方法,才能够给出总和生育率(TFR)的精确临界值 β_v 。

根据1982年中国人口普查数据,计算出中国TFR当时的临界值为 $\beta_v=2.16$;现在,世界上许多人口学家把2.1视为一般“生育率的替换水平”。事实上,对不同的国家或社会,由于人口结构、保健水平和生育年龄分布等初始条件不同,各有不同的TFR临界值 β_v 。

1980年,我们第一次公布了中国人口增长趋势预测报告:如果中国保持1975年的出生率(TFR=3.0),那么在100年后,中国人口将超过1975年世界人口总数。报告还计算了TFR=1.0,1.5,2.0和2.5的人口发展预报。

这个预测结果引起了科学界和政治家们的关注。钱学森看到后很高兴,热情地把这份报告推荐给当时主管有关工作的陈慕华副总理,受到国务院高度重视。王震副总理还专门约见报告作者。许多人读了这份报告后建议中国应该采取一对夫妇只生一个孩子的政策(TFR=1.0)。

我们高兴地看到,我国政府在20世纪80年代接受了这项政策建议。我们为系统控制科学能够协助政府推行正确决策而高兴。20世纪80年代以来,党中央和国务院一直非常重视中国的人口问题,实行了计划生育的基本国策。据国家计划生育委员会统计,1995年全国平均总和生育率已降到1.9左右,已低于中国人口系统的极限值2.1,令人兴奋不已。

只要我们能坚持目前的政策,到21世纪中叶,当中华人民共和国100岁生日时,中国的人口就不会超过16亿。按我国现在确定的经济增长速度,那时人均粮食供给能超过400千克,工农业发展达到中等发达国家水平,我们的后代就能过上更加幸福、富裕和体面的生活。

哈肯不久前为许国志主编的《系统科学大辞典》写的序言中说:“系统科学的概念是由中国学者较早提出的。我认为这是很有意义的概括,并在理解和解释现代科学,推动其发展方面是十分重要的。”他又说:“中国是充分认识到了系统科学巨大重要性的国家之一。”

的确,控制论和系统科学与中国有不解之缘,与清华大学亦有不解之缘。光辉灿烂的中国历史文化,巨大人口的社会和广泛的现代化建设实践,有取之不尽的科学研究命题,是发展系统科学的肥沃土壤。缘分和机遇具备,中国科学界应该也能够为系统科学的建立和兴旺发展做出自己的贡献。

目 录

- 5 序言 顾秉林
9 编者寄语 魏宏森
13 代前言 控制论和系统科学与清华大学的缘分 宋 健

上篇 清华情缘

一、钱学森与清华大学的不解之缘

- 3 钱学森的母校情缘 魏宏森
38 梅贻琦校长与钱学森 魏宏森
53 钱学森的导师冯·卡门二访清华园
——1929年和1937年中国之行 魏宏森
62 清华师生抗议美国扣押钱学森 张俊逸

二、钱学森与清华大学校友之情谊

- 67 钱学森与郭永怀 魏宏森
82 郭永怀夫人回忆钱学森与郭永怀若干往事 李 佩
89 忆导师钱学森的技术科学思想及对我的教诲 郑哲敏
98 回忆钱学森与我父母(张维、陆士嘉)深厚的友情 张克澄

三、钱学森热情支持母校创办新专业,发展交叉学科

- 101 钱学森热情支持蒋南翔校长创办新技术专业 魏宏森
107 1987年钱学森在清华大学谈“智能机技术是当今我国的
尖端技术” 汪成为
115 钱学森指导我们进行自然辩证法与系统论研究的若干往事 魏宏森
128 钱学森指导我们研究科学方法论时的通讯与谈话 魏宏森