

系统学(systematology)及系统复杂性 与中医药理论研究的探讨

戴汝为* (中国科学院自动化研究所复杂系统与智能科学重点实验室 北京 100080)

摘 要: 著名科学家钱学森对系统科学(system science)在中国的发展起了主导及重要的作用, 早在上世纪 50 年代, 他在美国出版了闻名于世的《工程控制论》, 回国后倡导了系统工程的发展。近期致力于创建系统学的基础层次的系统学(systematology)提出开放的复杂巨系统(人文与科技相结合系统)及处理这类系统的方法论(人机结合、从定性到定量的综合集成法), 形成了我国对系统复杂性研究的特色, 并可以用于处理“人体”这样一个开放的复杂巨系统。因之, 可供中医药理论在创新发展中探讨。

关键词: 系统科学 系统学 系统复杂性 综合集成方法论 科技与人文交叉

复杂性科学是诞生于秩序与混沌边缘的科学^[1]。系统复杂性问题与当今科学的四大前沿—生命科学、物质科学、信息科学和认知科学中大量的关键科学问题密切相关。新时期的人体健康问题既关注生物化学作用的分子信息, 同时应注重人体作为一个整体的系统特性, 更在开始注意研究在社会和自然环境中的“人”。这种科学观正在逐渐冲破经典科学还原论的认识论局限, 开始采用系统复杂性的思维方式。从整体论出发, 以复杂系统等研究作为手段, 探索解决中医药学发展中的复杂问题。这对于推进中医药学理论研究具有深远意义。

复杂性科学具体到我国学者的研究, 是从系统科学的基础层次, 从开放的复杂巨系统及其方法论来加以研究, 形成了我国自己的研究特色, 这样对中医药的理论研究有着传承的联系。

回顾十几年来中医现代化的过程, 有一些学者和中医专家从系统科学和系统工程的角度去研究中医, 但是对于中医理论的现代科学阐述以及形成中医的

现代科学理论等问题尚未解决, 至于距离“精密科学”还处于道路寻求之中。从发展来看, 经过对复杂巨系统特别针对医学领域的问题进行分析, 现在可以更有把握的说系统学是中医现代化的重要基础。那么, 二十年来为什么难于突破, 这需要从系统科学自身的发展来分析, 其中主要是当系统学的基础理论和解决复杂系统的方法论形成, 才能从多学科交叉的角度去研究中医药的发展, 并从中受到启迪。

一、系统科学的三个层次及通向哲学的桥梁

系统科学的观念源远流长, 中国是自古以来最早具有系统观念、在当代也较早认识、发展了系统科学的国家^[2]。著名科学家钱学森对系统科学的研究作出了巨大的贡献, 他认为系统科学是现代科学技术体系的一个重要部门, 在每一大部门中, 又分为“基础理论”、“技术科学”及“应用技术”三个层次。发展到现在, 系统科学可以说取得很大进展。

1. 系统科学的技术科学—工程控制论(engineering cybernetics)

1948 年美国科学家维纳 (N.Wiener) 发表了专著

收稿日期: 2007- 12- 12

修回日期: 2008- 01- 15

* 戴汝为, 研究员, 本刊学术顾问, 中国科学院院士, 著名智能科学与复杂系统专家, 模式识别专家, Tel: 010- 62559951。

《控制论》,当时,钱学森曾与维纳同在美国麻省理工学院(MIT)工作,他以敏锐的眼光发现、提炼出指导控制与制导系统设计的普遍性概念、原理、理论和方法,创建了作为一门系统科学的技术科学层次的工程控制论。他首先于1953年底在美国加州理工学院(CIT)开设了“工程控制论”的课程,于1954年在美国出版了《Engineering Cybernetics》一书。此书当即翻译成俄文、德文出版,1956年获国家自然科学一等奖。该书出版后,在自动化领域中是引用最多的书;前苏联改变了对“控制论”的攻击而转为赞扬^[3],它奠定了中国科学家在系统科学的技术科学层次上的创新地位。

2. 应用技术的系统工程

钱学森主持航天技术研究的第五研究院工作期间就建立了总体设计部。实际上就是航天系统工程的体现。

1978年他在文汇报上发表了《组织管理的系统-系统工程》中阐述了“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,是一种对所有的“系统”都具有普遍意义的科学方法。系统工程居系统科学的应用技术层次,对我国的经济建设与国防建设发挥了十分重要的作用,现今已成为中国的领导人经常谈论并应用的科学技术。

3. 基础理论的系统学

在系统科学的工程应用及技术科学层次进行了大量工作的基础上,钱学森作为“中国导弹之父”,在主持与基本完成“两弹一星”的重要任务之后致力于开创系统科学的基础理论层次的工作,他在1990年所发表的学术论文《一个科学新领域-开放的复杂巨系统及其方法论》,既是系统学理论的创新,又对今后如何研究开放的复杂巨系统问题指出了明确的方向。也就是说对于复杂巨系统的研究,应该从实际出发,从一个一个具体的复杂巨系统去加以研究,从解决国家经济发展中遇到的问题与国防需要的问题出发进行研究。这些文章被誉为系统科学发展的又一个里程碑。

4. 系统科学通向哲学的桥梁—系统论(systematics)

钱学森把系统论概括为,系统论是整体论和还原论辨证的统一,是系统科学通向哲学的桥梁,通过

这个桥梁来深化发展哲学,揭示了科学与人文的源远流长。

二、复杂性研究和方法论

自20世纪70年代以来,跨学科、交叉学科融汇的科学革命冉冉升起。人们不再依赖牛顿(Newton)式的宇宙观—隐喻世界如钟表的规律一样而可预测。生命科学家以其研究主题的“复杂性”而首先冲破还原论的束缚。以对原子弹贡献闻名的美国洛斯阿拉莫斯国家实验室(Los Alamos National Lab)一些人员战后所组成的美国的圣菲研究所(Santa Fe Institute)试图在不同的复杂系统之间找出共性,进行着一场跨学科、学科大整合的科学革命,他们称之为复杂性科学的开创。“复杂性科学”逐渐孕育、萌芽,并受到越来越多学者的关注。美国总统科学顾问诺贝尔奖获得者司马贺(H.A.Simon)在专著^[4]中认为复杂性是与人类共栖的世界的特性之一,而复杂巨系统科学可以说是一门“21世纪的科学^[5]”。

1. 复杂性研究

系统学的创建始终同步于当代科学技术以及人类社会的发展。在1999年出版的美国《科学(Science) Vol, 284》杂志上,有一组文章讨论复杂性问题,采用了“复杂系统”一词作为标题,看来他们也意识到要把复杂性和系统概念结合起来。作者也在国内系统的对复杂性研究进行了介绍^[6]。但在复杂性问题上,钱学森和国外科学家们不同,他不是从复杂性的抽象定义出发,而是从实际出发,从方法论角度来区分复杂性和简单性问题。

如前所述于上世纪80年代末,我国学者对系统的研究加以拓广与复杂性交叉融合,提炼出开放的复杂巨系统的概念,并总结概括了处理开放的复杂巨系统的方法论。在这个方法论的基础上,形成了“从定性到定量的综合集成研讨厅体系”的构思,把复杂系统的研究推上了一个新的台阶。并从概念上弄清楚了“复杂性”问题,得出如下结论:“复杂性”实质上是开放的复杂巨系统的动力学特性,或开放的复杂巨系统学的问题。由于开放的复杂巨系统也把复杂系统、复杂巨系统和开放的简单巨系统作为特

殊情况, 所以复杂性的研究自然也把这些系统的动力学特征概括在其范畴之中。这就对复杂性的研究方向有一清晰的把握^[7]。

2. 综合集成方法论

处理开放的复杂巨系统的方法论, 即“从定性到定量的综合集成法(metasyntesis)”。综合集成法就是将专家群体(各方面专家)、数据和各种信息与计算机软硬件技术有机地结合起来、把各种学科的科学理论知识和经验知识结合起来, 使之成为一个系统, 并发挥出这个系统的整体优势和综合优势。后来钱学森又把综合集成法拓展为“从定性到定量的综合集成研讨厅”体系, 主张人-机结合, 把人心智的高度灵活性和计算机在计算与处理信息的高性能有机结合起来, 以致把当代人的智慧集成起来, 形成“大成智慧工程(Metasyntetic Engineering)”。这些都是复杂巨系统问题, 从理论上解决这些问题并使应用于具体的实践, 其后并结合现代信息技术, 建立成功信息空间的综合集成研讨系统, 实现了可操作性, 从而使我国的复杂的研究具有实用的特色^[8]。

综合集成方法是以思维科学为基础的。从思维科学角度来看, 人脑和计算机都能有效处理信息, 但两者有极大差别。人脑思维一种是逻辑思维(抽象思维), 它是定量、微观处理信息的方法; 另一种是形象思维, 这是定性、宏观处理信息的方法, 而人的创造性主要来自创造思维, 创造思维是逻辑思维和形象思维的结合, 也就是定性与定量相结合、宏观与微观相结合, 这是人脑创造性的源泉。信息、知识、智慧是三个不同层次的问题。有了信息未必有知识, 有了信息和知识也未必就有智慧。信息的综合集成可以获得知识、信息、知识的综合集成可以获得智慧。人类有史以来, 是通过人脑获得知识和智慧的。现在由于以计算机为主的现代信息技术的发展, 我们可以通过人-机结合以人为主要的方法来获得知识和智慧, 在人类发展史上, 这是具有重大意义的进步。综合集成方法就是这种人-机结合获得知识和智慧的方法。

方法论的创新, 将孕育着伟大的科学革命。F. 培根创立的还原论方法, 推动了从 19 世纪到 20 世纪的科学大发展。钱学森深谙西方科学哲学的精髓, 又

吸取中华民族古代哲学的营养, 因而能够把还原论与整体论辩证统一起来形成系统论, 并运用辩证唯物主义, 创立了综合集成方法论, 综合集成方法论必将推动 21 世纪系统科学的大发展。因而中国科学家对于系统学的建立是一次科学革命, 它的重要性不亚于相对论和量子力学^[9]。

三、系统学为沟通中医理论架设桥梁

1. 人体是开放的复杂巨系统

人体本身是一个开放的复杂巨系统, 这个系统具备了: (1) 与周围环境进行物质、能量、信息的交换; (2) 系统包括了很多子系统, 比如脑神经系统、呼吸系统、消化系统、生殖系统、血液循环系统以及免疫系统等等; (3) 这些子系统下又包含种类繁多的子系统。子系统之间既是独立、变化的, 又是相互联系、作用的。构成了一个不仅庞大而且复杂的体系。人体具备了开放性、复杂性、演变性和开放的复杂巨系统的许多动力学特征。从这个观点出发, 具体的对人体各个系统进行研究, 人体免疫系统的研究已经取得了一些进展。

2. 学科交叉与渗透层面的研究

回顾东西方系统学和复杂性研究发展的历史, 二战后的三十年中, 科学的发展, 诸多用原来观点和科学概念解释不了的现象不断涌现, 使得曾领导研制原子弹这一宏伟工程的柯恩(Cowan)不满于当时进行跨学科研究的条件的局限性, 在该实验室附近 55 英里的圣菲, 筹建一个圣菲研究所。聚集了一批不同领域(生物学、经济学、计算机科学、物理学、数学、哲学等领域)的科学家, 他们热衷于不同学科之间的深入与互相影响, 开展了经济、物理、生物、计算机、考古、政治学、人类学等领域中的学者的对话与研究, 试图在各种不同的复杂系统之间找出一些共性。他们摆脱固有学科一些观点的束缚, 探索未知的新天地, 进行一场跨学科的科学革命, 钱学森在半个世纪前曾论断上世纪到 21 世纪将是学科交叉研究的时代。

正是因为这些大师有着丰富的需要多学科高技术多领域融合才能创造奇迹的体验, 所以才会科技潮流中驾驭学科整合, 为创新领航。谈到中医的研究我们从钱学森的著述中, 可以看到他对中医

的深切关注,对中医的现代化提出了真知灼见。当前中医药在新世纪面临创新发展,可以从这些论述中汲取营养,同样在多学科交叉研究中为中医药创新奠定坚实的基础。同时,要想讨论一个整体与部分的关系必须从其演变历史来看待这个问题。而中医也正是几千年的演变中逐渐丰富起来的,脱离这种演变,对中医蕴积的科学内涵也难于认识。如何借鉴开放复杂巨系统的多学科交叉并举进行的历史,根据自身特色进行科学的设计成为中医药创新发展研究中的重要课题。

3. 综合集成方法和人机结合的智能系统—技术与方法学层面的研究

中医药的研究是针对治疗人的,与是开放的复杂巨系统问题有极密的关系,解决问题的方法论是从定性到定量的综合集成法,复杂性体现在人与计算机共同运行的系统之中。处理开放的复杂巨系统的综合集成法的关键是人脑的信息处理与电脑的信息处理相结合,不是只靠计算机。总之,开放复杂巨系统的提出以及表征这类系统的复杂性的研究,具有鲜明特色,特别是在解决实际问题的方法论方面走在其它国家的前列,钱学森于1998年7月4日给作者的信中谈到^[10]:“司马贺和圣菲研究所的那些人提出的复杂系统与复杂性就是我们说的,但我以前已向您说过,他们没有具体提供解决问题的方法!我们比他们高一层次在于,1) 区别了复杂系统与复杂巨系统,复杂系统可以用控制论和计算机解决;而2) 复杂巨系统只有用‘从定性到定量综合集成法’”。人-机结合的系统的重点就是人的智慧与机器的高性能(尤其是社会中人的群体与大量的计算机)两者结合后的发挥就会产生‘智慧的涌现’。诞生在开放复杂巨系统环境中的这种人-机结合系统,焕发了巨大认知能力,成为智慧涌现的不竭源泉。这样对中医药进行现代化研究以及它的创新发展,提供了具有中国特色的理论、方法以及手段—即可操作的智能工程平台^[11]。

4. 复杂巨系统研究对中医理论研究的启示—科技与人文融合层面的研究

做为诊疗和预防、保健于一体的中医药不仅有自然属性还有社会属性和人文属性,其复杂性来源

于中国几千年社会的荟萃。研究中医药不仅需要自然科学,还需要社会科学和人文科学,处理中医药的问题,甚至应该作为一种艺术来研究。正如温家宝总理与钱学森两次关于创新人才培养的谈话中所说:“一个有创新能力的人不但要有科学知识,还要有文化艺术修养”,科学与艺术相结合,看来也应该是中医研究的创新之路。

从另外一个角度来看,中国传统文化融自然与人文,历史上所形成的熔儒、医、道于一炉的中医,它本身就具有科学与艺术相结合的特色,其复杂性也因此色彩纷呈,要研究中医,也必须多学科交叉并举。实际上,古希腊的许多大哲人、中国的老庄,都竭力强调过感知在人类生活中的巨大作用,认为感知是发现真理源泉和起点,感知中就已经包含着高贵的理性和对真理的发现。道家认为,感知能把握充斥宇宙间的‘道’,德谟克里特虽然把感知说成一种模糊的认识,但他并不为此而贬低感知。亚里士多德甚至认为,直接的视觉是智慧的第一个也是最后一个源泉。他甚至还提出了“心灵没有意象就永远不能思考”的激烈主张^[12]。理解这些观念,就不难明白,为什么前期的“专家系统”缺乏“名医”的感知,机械的在问题空间搜索是做不到真正辨证论治的,所以以人为主、人机结合的观念,应该贯彻在创新发展的中医药研究之中。

归纳起来看,像中医药这类问题,它所处理的对象是人体,就是一个开放的复杂巨系统,所以看来采用综合集成方法论所指明的方法是值得鼓励的。综合集成方法针对复杂巨系统来说,由于其跨学科、跨领域的特点,对所研究的问题能提出经验性假设,通常不是一个专家,也不是一个领域的专家们所能提出来的,而是由不同领域、不同学科专家构成的专家体系,依靠群体的知识和智慧,对所研究的复杂系统和复杂巨系统问题提出经验性假设与判断。但要证明其正确与否,仅靠自然科学和数学中所用的各种方法就显得力所不及了。从另一方面看多少年来,传统中医所运用的方法着重于思辨和实证,缺乏从定性到定量的描述,多少仁人志士为此烦恼、为此遗憾。当代系统论是整体论与还原论辨证的统一。不是简单地回复到古代的直观朴素整体观去,而是在近代精密科学的基础

上、在局部细节弄清楚的基础上,向整体论的更高形态的发展。它是分析与综合的统一、微观和宏观的统一、整体论与还原论的统一。它运用从定性到定量的综合集成法,体现了集人类科学思维方法、集现代科学方法、集人类智慧之大成,所以是一种更为综合、更高层次的科学思维方法,是思想方法论发展史上的又一飞跃。作者不谙医术,从系统学复杂性研究以及智能工程实践的角度,认为系统学从系统科学的发展中,上升到基础层次,可以提供理论基础;综合集成方法在应用层次上比系统工程提升跨越,能提供可操作的智能平台,这样在中医现代化实践中就有可能赢得以往无法企望的成绩。这必将大大推动从“描述科学”向“精密科学”的过渡转变。中医现代化之路,就是人·机结合以人为主的思维方式和研究方式;机器能做的尽量由机器去完成,极大扩展人脑逻辑思维处理信息的能力(自然也包括了各种能用的人工智能方法和各种信息技术工具)。通过人·机结合以人为主,实现信息、知识和智慧的综合集成。这里包括了不同领域的科学理论和经验知识、定性知识和定量知识、理性知识和感性知识,通过人机交互、反复比较、逐次逼近,实现从定性到定量认识,从而对经验性假设的正确与否做出明确结论,无论是肯定还是否定了经验性假设,都是认识上的进步,然后再提出新的经验性假

设,继续进行定量研究。供中医药创新发展做为理论研究探讨。

参考文献

- 1 迈克尔·沃尔德罗普著.复杂.北京:生活·读书·新知三联书店,1997.
- 2 许国志.系统研究.祝贺钱学森同志85寿辰论文集,杭州:浙江教育出版社,1996.
- 3 戴汝为.从工程控制论到综合集成研讨厅体系-纪念钱学森先生归国50周年.自然杂志,2005.27(6).
- 4 司马贺.人工科学-复杂性面面观.上海:上海科学教育出版社,2004.
- 5 戴汝为.复杂巨系统科学-一门21世纪的科学.自然杂志,1997.27(2).
- 6 戴汝为,沙飞.复杂性问题研究综述概念及研究方法.自然杂志,1995.17(2).
- 7 戴汝为.系统科学与复杂性科学.系统科学与工程研究,2000
- 8 钱学森,戴汝为.论信息空间的大成智慧.上海:上海交通大学出版社,2006.
- 9 智慧的钥匙-钱学森论系统科学,上海:上海交通大学出版社,2005.
- 10 钱学森书信.北京:北京国防工业出版社,2007.
- 11 戴汝为.人·机结合的智能工程系统-处理开放的复杂巨系统的可操作平台.模式识别与人工智能,2004.17(3).
- 12 鲁道夫·阿恩海姆.视觉思维-审美直觉心理学.上海:光明日报出版社,1987.

Systematology/System Complexity and TCM Study

Dai Ruwei

(Complex System and Intelligent Lab, Institute of Automation, Chinese Academy of Science, Beijing, 100080)

Renowned Chinese scientist H.S. Tsien has played an important role in developing the system science in China. As early as in the 1950s, he published his Engineering Cybernetics in United States. When returning to China, Tsien initiated the development of system engineering in the country. In recent years, Tsien has paid more attention to the fundamental and basic levels of the system science, or systematology and "Open Complex Giant Systems (a system combining both scientific and social studies)", and associated methodology for handling the system (human-machine interactive symbiosis; Metasynthesis from a qualitative opinion to quantitative understanding). These efforts have defined the nature of system complexity in such a manner that it can be used to handle "human body". This implies that the theory can be an effective tool for facilitating the study of traditional Chinese medicine.

Keyword: system science, systematology, system complexity, metasynthesis, methodology, combination of natural and social sciences

(责任编辑:王 瑀,责任译审:邹春申)