

利用系统科学方法解读中医诊疗理念*

徐文静^{1**}, 刘保延², 于傲天¹, 李鹏伟¹

(1. 北京中医药大学针灸推拿学院 北京 102401; 2. 中国中医科学院中医药数据中心 北京 100007)

摘要:当今科技前沿广泛进入研究复杂性与调控复杂系统的时代。医学更是如此,关于人体系统复杂性的研究将吸引更多学者与临床医生的关注。因此,本文应用现代系统科学对复杂性的定义以及其状态估计模型、系统控制模型对传统中医理论进行阐释,揭示了中医认识人体复杂性、调控人体复杂系统的系统学思维及其独特优势,加深了对中医整体论的认知,为将来应对复杂性疾病奠定基础,也为未来医学模式的形成提供新思路与新方法。

关键词:中医 系统学 复杂性 状态估计 系统调控理论

doi: 10.11842/wst.20221121006 中图分类号: R-058 文献标识码: A

人体作为典型的开放复杂巨系统,其健康与疾病的复杂表现是几千年来中医研究的对象^[1-2]。中医凝结了中华民族几千年的临床实践,逐步形成了一套融合哲学、医学、养生学、地理学、天文学、气象学、数学、心理学、美学甚至乐理学等数10个学科的复杂生命体系^[3],其理论中蕴涵了丰富而深刻的系统学思维,为认识和调控人体复杂性积累了宝贵经验^[4-5]。因此,在目前科学前沿广泛进入研究复杂性、调控复杂系统的大趋势下^[5-8],利用现代系统科学理论与模型深入挖掘中医诊疗理论将对认识人体复杂系统,开展慢病、癌症、情志病、疫病等防治具有重要意义^[9-11]。

事实上,正如我国著名科学家钱学森提出的“不用系统论的观点,不用系统科学的观点来考虑生命现象,特别是考虑人是困难的”^[12]。因此,20世纪80年代钱学森首次提出了中医系统论的概念^[4],尝试揭开中医对复杂人体系统认知、调控的奥秘,自此便激发了一批批学者的研究热情。例如,祝世讷教授从哲学层面梳理了中医系统论的内涵及关于人体复杂性的7条基本原理^[12-14]。而齐向华教授则在中医系统论指导下,在传统脉学技术和理论基础上,融入了现代物理

学、信息学、心理学等多学科知识,创立了系统辨证脉学理论体系^[15-17],在临床治疗中取得了丰硕成果。此外,研究人员围绕系统科学与中医的概念对接、应用系统科学方法挖掘中医内在规律等也开展了不少尝试^[18-23],因此有学者提出“中医系统学是中医现代化的基础”^[24]。实际上,随着医学的发展与融合,系统学的思想也逐渐被应用于现代医学体系,其中,基于反馈理论的系统医学体系已经崭露头角^[25-28]。

因此,本文应用现代系统科学理论和模型解读中医认识、调控人体复杂性的理论,挖掘中医认识人体复杂性、调节人体复杂系统的独特优势,为中医治疗慢病、癌症、情志病、疫病等疾病提供理论支撑,为未来医学模式形成提供新思路、新方法。

1 利用系统复杂性的概念挖掘中医蕴含的复杂性思维

1.1 系统复杂性的概念

近年来系统科学在国内外蓬勃发展,逐渐形成了复杂性科学的定义:“关于复杂系统结构、环境与功能之间普适性关系,以及演化与调控一般规律的科

收稿日期:2022-11-21

修回日期:2023-04-06

* 北京中医药大学高层次人才科研启动项目(2022-XJ-KYQD-004):基于纳米长时记录技术研究针刺效应的神经电生理机制,负责人:徐文静。

** 通讯作者:徐文静,博士,副研究员,硕士研究生导师,主要研究方向:针灸相关机制研究、中医系统学、医工融合。

学”^[29]。2022年9月郭雷院士在《数字化社会的系统复杂性研究》一文中更是明确提出系统科学所说的复杂性不是通常的计算复杂性和描述复杂性等概念,而是系统复杂性,并进一步定义“系统复杂性是指多样性与一致性的辩证统一性,统一于系统功能”,说明一切系统复杂性的根源来自于系统组分或子系统相互关联的异质性与系统表现为特定规则秩序的一致性之间的辩证统一。系统的复杂性表现是为了服务于系统的功能:一致性,让系统形成一定的秩序与功能;多样性,让系统打破秩序,突破现有的功能,更具有活力、创造力和进化能力,二者对于系统功能的实现都具有重要意义。系统复杂性形成相应的系统复杂态,决定了系统“秩序与活力”统一的形态,并最终服务于系统功能^[30]。

1.2 利用系统复杂性概念解读中医蕴含的复杂性思维:以阴阳、藏象系统为例

中医是以人体功能结构模型为基础的理论体系,包括阴阳五行学说、形气神学说、藏象学说、经络学说、五运六气学说、天地人学说等,从多个层次刻画了人体系统组分异质性和运动有序性的辩证统一。下面将利用系统科学复杂性的概念,对中医多层次的复杂性思维进行解读。

1.2.1 藏象系统异质性与有序性的辩证统一

《素问·灵兰秘典论》中提出“心者,君主之官也。肺者,相傅之官,治节出焉。肝者,将军之官,谋虑出焉……膀胱者,州都之官,津液藏焉,气化则能出矣”,用比喻的方式形象地刻画了心、肺、肝等12个脏腑各自不同的功能属性,正是因为各子系统的异质性增强了人体系统的功能多样性,使其更具有活力、创造力和进化能力。除了异质性,中医还提出“凡此十二官者,不得相失也”,强调各脏腑是相互关联、协调统一的整体。并在此基础上,进一步提出春生、夏长、秋收、冬藏和子午流注的理念,强调了各藏象系统之间的动态功能有序性。正是二者的辩证统一,既保证了人体系统的生命活力和进化能力,又保证了人体系统的基本稳定性,使得人体成为一个高度协调、自适应的整体。

1.2.2 阴阳系统异质性与有序性的辩证统一

阴阳学说是中医的核心学说之一。阴阳无处不在,且在各个层次分形,正如《素问·金匱真言论篇》所描述的,“夫言人之阴阳,则外为阳,内为阴;言人身之

阴阳,则背为阳,腑为阴;言人身之脏腑中阴阳,则脏者为阴,腑者为阳,肝心脾肺肾五脏皆为阴,胆胃大肠小肠膀胱三焦六腑皆为阳……”,可见不同层次的阴阳代表了不同的内涵,且二者之间存在相互制约、排斥、互根、互生、互用、互藏、交感、消长、转化、自和等不同的相互作用;正是由于多层次阴阳内涵及其相互作用的异质性,共同推演出了阴阳互根互生、相互制约、阴阳消长、阴阳转化、阴阳自和等有序运动规律,最终两个方面共同服务于人体系统的复杂功能。

通过以上阴阳系统、藏象系统复杂性的论述对中医蕴含的复杂性思维可见一斑。但中医复杂性的内涵远不止于此,除了上述藏象系统、阴阳系统,中医五行系统、经络系统、气血系统、形气神系统、天地人系统及各系统之间的相互作用也都蕴含着丰富中医复杂性思维。中医对人体系统复杂功能状态(系统复杂态)的认知体现在多层次的“合一”思想,其朴素的系统论思想避免了还原论的局限。因此进一步挖掘中医认识人体复杂性、调控人体复杂系统的内涵具有重要意义,而现代系统科学有望在其中发挥出重要作用。

2 利用状态估计方法认识中医的辨证思想:认识人体复杂性

2.1 系统科学的状态估计方法

状态估计方法是根据可获得的输入、输出数据估算动态系统内部状态的方法。之所以提出该方法,是因为复杂系统的内部状态及其状态转移方程通常很难直接测量,但对系统复杂状态及其演化规律的认识意义重大。如图1所示,其中 $x(t)$ 为系统内部状态向量; $u(t)$ 为控制输入向量; $y(t)$ 为输出向量。 A 为转换矩阵,刻画系统此刻的状态对下一刻状态的影响; B 为输入转换, C 输出转换; $\hat{x}(t)$ 为 $x(t)$ 的估计状态或重构状态。状态估计过程就是通过输入 $u(t)$ 和输出 $y(t)$ 等外部可测量信息,利用一定系统重构(观测器)规则获取不可测状态的信息。

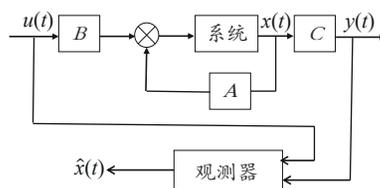


图1 系统科学的状态估计模型

2.2 中医的辨证思想

辨证论治是中医诊断治疗疾病的主要方法、基本原理和优势所在。其中,“证”是统一症状多样性与功能统一性的复杂性指标,刻画了人体的整体功能状态;而辨证是根据中医“有诸内必形诸外”的思想,通过综合分析、归纳总结望、闻、问、切四诊获得的信息,结合相关治疗措施,明确病变的本质,获得人体复杂功能状态信息——“证”的过程,不仅揭示疾病是怎么来的、现在是什么状态还能对疾病的发展转归有全面的认识。

中医辨证大致可分为两种情况:第一,根据人体四诊信息直接获得“证”的信息。这是建立在长期经验积累形成的较为稳定症-证映射关系基础上。例如《伤寒论》将“脉浮”“头项强痛”“恶寒”这三者同时出现作为“太阳证”的特异性症状。但是,仅仅依靠经验性的映射关系很难应对复杂、多变的人体系统,甚至有可能得出完全相反的结论。因此需要以“治”探“证”。即第二种通过施加外界治疗干预措施,获得人体四诊的反馈信息,进而根据输入、输出共同开展“证”的辨识。

2.3 利用中医的状态估计方法认识中医的辨证思想

中医“治”探“证”的方法可以用现代系统控制理论中状态估计方法^[31-32]来认识。如图2所示, $x(t)$ 为人体系统的功能状态——“证”; $u(t)$ 为中药、针灸、推拿、按摩、食疗等治疗输入,也包括生活方式调整等; $y(t)$ 为通过望、闻、问、切获得的症状信息以及现代科技检验指标等。A为转换矩阵,刻画系统此刻的状态对下一刻状态的影响;B为输入转换,C输出转换; $\hat{x}(t)$ 为对证 $x(t)$ 的估计。观测器是指中医师所依据的理论基础,比如滋阴派或温阳派所依托的阴阳理论;补土派所依托的脏腑理论等,中医师常常通过这些理论重构人体系统。

用状态估计模型刻画具体辨证过程如下:通过利用人体系统中可以直接获得的四诊信息 $y(t)$ 和已知的

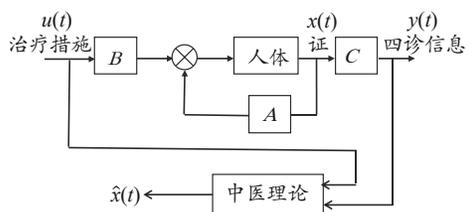


图2 利用状态估计模型认识中医辨证过程

治疗措施 $u(t)$ 作为观测器的输入信号,并利用特定的中医理论重构人体复杂功能状态 $\hat{x}(t)$,使其在一定条件下等价于人体系统的状态 $x(t)$,再根据 $\hat{x}(t)$ 确定下一步治疗措施 $u(t+1)$,获得相应输出 $y(t+1)$,判断 $y(t+1)$ 相对于 $y(t)$ 是否有好转,如果好转则状态估计的方向是对的,否则是错的,需要重新调整状态估计方法,如此反复,随着病程变化通过闭环反馈不断接近人体“证” $x(t)$ 。例如,对于寒热难辨的情况。如果让患者吃少量的热性药 $u(t)$,患者服药后热更加严重,热证的自觉症状和他觉症状(舌苔黄、脉数)清楚地表明病情加重 $y(t)$,则证实患者是热证 $x(t)$ 。然后根据“热则寒之”的治则给患者服用寒性药 $u(t+1)$ 。如果患者开始吃了少量的热性药,病情变轻,则患者的病属于寒证,根据“寒则热之”给患者继续服用热性药。

2.4 小结

用状态估计方法阐释中医辨证思想,首先认识到中医“证”的概念是统一症状多样性与功能统一性的复杂性指标;其次认识到以“治”探“证”的辨证过程是通过输入、输出等外部信息开展内部整体功能状态估计的过程;最后认识到中医辨证的结果是人体功能状态 $x(t)$ 在状态空间中随时间的演化过程,因此能够揭示疾病发生、发展、转归的过程。这种方法促使用整体、联系、动态的观点来认知人体复杂系统,这是符合人体系统运行规律的,相对于仅仅通过症状 $y(t)$ 认识人体系统的方法具有独特优势。

3 利用控制模型认识中医的论治思想:调控人体复杂系统

中医治病的特点是激活、增强人体的自主调控能力,是在充分考虑人体与环境实时交互的基础上,开展的维持机体与大自然阴阳消长协调一致的调控过程。具体而言,可以应用宏观的博弈控制和精准的实时反馈控制来刻画中医调控复杂系统的方法。

3.1 用博弈控制理论认识中医扶正祛邪的理念

扶正祛邪是中医治疗疾病总的指导原则。中医认为,人体系统的功能状态是正邪力量博弈的结果,外在表现为疾病的发生、发展、转归等变化。扶正祛邪是站在更加宏观的视角对正邪博弈过程进行调控,通过扶助正气、削弱邪气的“拉偏架”方式,提高人体抗邪能力,达到驱除病邪、恢复健康、增强体质的目标,这一理念与现代系统学中“博弈控制理论”的观点

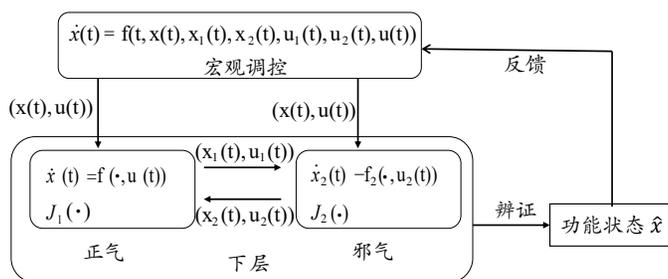


图3 中医扶正祛邪的博弈控制系统模型

注: $x_1(t) \in R^{n_1}$, 代表正气强弱程度盛衰程度, 即自组织能力; $u_1(t) \in D_1 \subset R^{m_1}$, 代表正气的增长策略(适应外界调控的策略); $x_2(t) \in R^{n_2}$, 代表邪气盛衰程度; $u_2(t) \in D_2 \subset R^{m_2}$, 代表邪气的增长策略(适应外界调控的策略); $x(t) \in R^n$, 代表人体系统的功能状态, 是阴阳动态平衡的情况。 $u(t) \in D \subset R^m$, 代表中医师依据扶正祛邪的总原则加在人体系统上的宏观策略, 包括: 祛邪以扶正、扶正以祛邪、扶正与祛邪共用等。

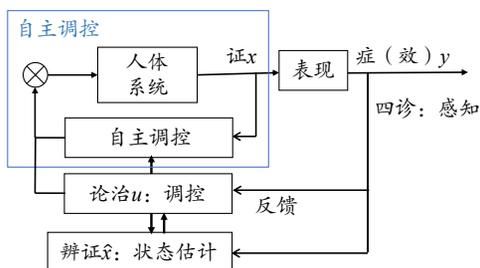


图4 中医辨证论治的实时反馈调控系统模型

相契合^[33-34], 如图3所示。扶正祛邪的博弈控制系统由一个层级模型组成: ①中医师作为上层调控者, 是宏观调控者, 根据系统功能状态给出宏观策略; ②正气和邪气作为下层参与者, 根据上层宏观策略“优化”自己的目标函数(正邪各自适应外在调控), 出现动态消长的情况, 共同决定了系统的功能状态; ③其功能状态通过望闻问切四诊再次被中医师认识, 决定下一步的宏观策略; ④如此, 反复迭代, 直到恢复体内人体系统的阴阳动态平衡状态。可见, 人体动态平衡是在外在调节和内部博弈共同调控作用下形成的。

3.2 用实时反馈控制理论认识中医辨证论治的理念

辨证论治是中医重要的诊疗原则与特色, 将四诊的信息感知、辨证的状态估计、论治的决策实施、闭环的反馈回路乃至人体自主的调控过程融合一体, 并通过这一过程实时地对人体功能状态进行精细的估计, 突出了中医诊疗的系统性、精准性、实时性等特点。如图4所示, 中医辨证论治将系统辨识和系统调控相结合, 边辨识边调控, 有机结合了外在干预与内在平衡。其中, 调控分为内在自主反馈调控和由中医师-患者共同参与的外界反馈调控, 二者共同作用于人体系统, 产生新的人体状态(证), 外在表现为不同的症状或治疗效果。中医师通过监测人体系统输出端的

症状 $y(t)$ 和输入端治疗措施 $u(t)$, 开展人体系统的状态估计, 即辨证, 并进一步根据辨证情况指导下一步的调控措施。如此反复, 直到人体状态为“阴平阳秘”的动态平衡态外界治疗过程结束, 人体内部自组织继续发挥作用, 保持人体在较小的干扰范围内保持动态平衡。因此, 辨证论治通过反馈将系统认知(即辨证的外界信息)与决策执行(即论治的外界调控)融为一体, 将系统辨识和系统调控融为一体, 将中医师和患者融为一体(医患互动), 构成一个闭合而又不断演化的动态系统。

3.3 中医人体系统调控与工程系统调控的不同之处

以上, 扶正祛邪的博弈控制理论和辨证论治的实时反馈理论分别从宏观和微观角度认识中医扶正祛邪和辨证论治的诊疗原则与方法, 二者相结合反应了中医通过内外互动的原理, 动态整体调控人体复杂系统的系统思维。可见, 工程系统控制理论在认识中医人体调控理论时具有很重要的借鉴意义, 但二者并不能完全等价。

首先, 调控目标不同。常规意义下的工程控制, 是依照人的意志(符合人的生产生活需要)来构建的人工系统, 其目标是实现人的需要; 而中医人体系统的调控目标则不同, 它始终强调人与自然的交互和谐。“阴阳四时者, 万物之终始也, 死生之本也, 逆之则灾害生, 从之则苛疾不起, 是谓得道”, 人体是大自然孕育的产物, 得自然之“道”是人体系统调节的关键所在。即从系统学的观点来看, 中医人体系统的调控目标是: 将人体生命能量变化的节律和大自然阴阳消长的节律一致起来。

其次, 除了调控目标, 人体系统与工程控制系统最大的不同还在于, 中医强调阴阳自和的思想, 认为

人体在自然状态下存在回归自然之道的自组织、自适应、自进化能力。这是通过人体的开放性实现的,人体与外界的内外交互不仅能从外界获得负熵流增加系统的有序性,还能够保障人体内各小系统之间通过不同的能量、信息结构相互联系、相互制约实现统一功能,即中医所提倡的“正气存内,邪不可干”。在系统科学研究系统与环境关系时,“自和”——自组织动态平衡被认为是生命系统存在的最好形式,是生命系统最易存在、最稳定的状态。而现代控制论对被控系统具有“阴阳自和”的能力考虑较少。

由此可见,借鉴现代系统科学的成果有利于挖掘中医的理论内涵,为中医定量化、现代化研究奠定基础;同时,基于生命系统特点发展、完善系统科学理论也将具有重要意义。

4 结论与启示

中医将人体作为复杂系统来看待,其复杂性来源于人体系统多样性与一致性的辩证统一,统一到整体系统功能。正是由于复杂性的存在,提升了人体系统

的鲁棒性、人体状态的多样性及治疗方法的丰富性,是人体自组织、自适应、自进化能力的来源。因此,认识、调控人体复杂性在养生、预防、诊断、治疗、康复中都具有重要意义。

中医认知人体整体复杂性的系统学思维可以用状态估计模型来理解。其中,“证”的概念,将症状多样性与整体功能一致性统一起来,是刻画人体复杂性的重要指标;辨证通过输入(治疗)输出(症状)等外部信息开展内部功能状态演化过程的估计,具有复杂性、整体性、动态性特征,相比于仅仅通过症状进行诊断治疗的方法展现出独特优势。中医扶正祛邪的博弈控制理论和中医辨证论治的实时反馈控制理论相结合的治疗方法,既站到人体系统之外的宏观角度看人体与外邪的斗争过程,也注重对人体功能状态开展精准的辨识,综合把握宏观与微观、空间与时间是中医调控复杂系统的关键。

以上研究是基础性研究,为进一步认识中医的整体观以及利用复杂性科学、信息技术开展中医现代化、定量化研究提供新思路和新方法。

参考文献

- 郭刚,王琦. 中医原创思维模式中的人体复杂性适应系统. 中医杂志, 2014, 55(23):1985-1987.
- 戴汝为. 系统学与中医药创新发展. 北京: 科学出版社, 2008.
- 杨秦兆虎. 北京开放大学经典读本系列丛书:《黄帝内经》述要. 北京: 中国民主法制出版社, 2012.
- 钱学森. 论人体科学与现代科技. 上海: 上海交通大学出版社, 1998.
- 郭雷. 系统学是什么. 系统科学与数学, 2016, 36(3):291-301.
- 狄增如,陈晓松. 复杂系统科学研究进展. 北京师范大学学报(自然科学版), 2022, 58(3):371-381.
- Zeng A, Shen Z S, Zhou J L, et al. The science of science: From the perspective of complex systems. *Phys Rep*, 2017, 714-715:1-73.
- 唐健雄,顾岩,黄磊,等. 复杂系统科学论评价现代疝与腹壁外科. 中华消化外科杂志, 2022, 21(1):62-65.
- 杨梅,吕翠霞. 中医杂病辨治理论体系的复杂性思考. 中华中医药杂志, 2020, 35(3):1062-1064.
- 林欣,李洁,朱佩枫,等. 复杂性科学视角下中医药知识组织方法研究. 中医杂志, 2022, 63(21):2009-2013.
- 石康乐,朱文慧,杨方燕,等. 基于系统复杂性的中医药临床研究方法学探析. 中华中医药学刊, 2022, 40(1):89-92.
- 祝世讷. 中医系统论基本原理阐释. 山东中医药大学学报, 2021, 45(1):7-21.
- 祝世讷. 系统医学新视野. 北京: 人民军医出版社, 2010.
- 祝世讷. 中医学原理探究. 北京: 中国中医药出版社, 2019.
- 杨妮,齐向华. 系统中医学视域下基于脉象系统认识疾病过程. 中医杂志, 2023, 64(1):6-11.
- 闫伟,刘明,齐向华. 从中医心理紊乱状态运用系统辨证脉学技术辨治帕金森病案. 山东中医杂志, 2022, 41(10):1127-1130.
- 丁晓. 系统辨证脉学指导下循经灸法的临床应用. 中华中医药杂志, 2021, 36(2):909-911.
- 于珊珊,何庆勇,覃堃,等. 基于复杂系统熵聚堆方法的680例冠心病合并血脂异常的中医证候研究. 世界科学技术(中医药现代化), 2021, 23(11):3948-3955.
- 徐欣,张文华,罗夏琳,等. 系统生物学驱动的小分子代谢组学策略创新驱动中药现代研究. 世界科学技术-中医药现代化, 2019, 21(3):333-341.
- 刘汶,朱义文. 中医临床思维中的系统学思想. 中国中医药现代远程教育, 2020, 18(7):95-97.
- 王本正. 控制论在中医和放血疗法中的应用. 北京: 中医古籍出版社, 2010.
- 蔡一慧,周海琪. 基于“天人合一”论与控制论的中医护理管理体系构建与实施效果. 中医药管理杂志, 2021, 29(13):90-92.
- 杜杰. 从系统论控制论信息论看经络的生理功能. 中国中医药现代远程教育, 2008, 6(1):33.
- 马晓彤. 中医系统学是中医现代化的科学基础. 系统科学学报, 2019, 27(2):44-48.
- 金观涛,凌峰,鲍遇海. 系统医学原理. 北京: 中国科学技术出版社,

- 2017.
- 26 Lemmen C, Woopen C, Stock S. Systems medicine 2030: A Delphi study on implementation in the German healthcare system. *Health Policy*, 2021, 125(1):104–114.
- 27 Mazurek B, Rose M, Schulze H, *et al.* Systems medicine approach for tinnitus with comorbid disorders. *Nutrients*, 2022, 14(20):4320.
- 28 Giachero F, Jenke A, Zilbauer M. Improving prediction of disease outcome for inflammatory bowel disease: Progress through systems medicine. *Expert Rev Clin Immunol*, 2021, 17(8):871–881.
- 29 郭雷. 不确定性动态系统的估计、控制与博弈. 中国科学(信息科学), 2020, 50(9):1327–1344.
- 30 王芳, 郭雷. 数字化社会的系统复杂性研究. 管理世界, 2022, 38(9): 208–220.
- 31 许国志. 系统科学. 上海: 上海科技教育出版社, 2000.
- 32 郭雷. 控制理论导论: 从基本概念到研究前沿. 北京: 科学出版社, 2005.
- 33 Zhang R R, Guo L. Controllability of Nash equilibrium in game-based control systems. *IEEE T Automat Contr*, 2019, 64(10):4180–4187.
- 34 Zhang R R, Guo L. Stabilizability of game-based control systems. *Siam J Control Optim*, 2021, 59(5):3999–4023.

Interpretation of the Concept of Traditional Chinese Medicine Diagnosis and Treatment by Systems Science Methods

Xu Wenjing¹, Liu Baoyan², Yu Aotian¹, Li Pengwei¹

(1. School of Acupuncture–Moxibustion and Tuina, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 102401, China; 2. Data Center of Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100007, China)

Abstract: The frontier of science and technology has widely entered the era of studying complexity and regulating complex systems. Especially in medicine, research on the complexity of the human system will attract more scholars' and clinicians' attention. Facing the complexity of the human body system directly, this paper applied the definition of complexity, state estimation, and system control models in modern system science to reveal the unique advantages of traditional Chinese medicine (TCM) in understanding human body complexity and regulating human body complex systems. Thus, this paper may not only lay a foundation for dealing with complex diseases in the future but also provides new ideas and methods for forming the future medical model.

Keywords: Traditional Chinese medicine, Systematology, Complexity, State estimation, System control theory

(责任编辑: 李青)