

中医药信息学基本理论与学科体系研究新进展*

李海燕 高博 熊婕 崔蒙

(中国中医科学院中医药信息研究所 北京 100700)

〔摘要〕 介绍中医药信息学学科诞生及其理论基础,从中医古籍数字化工程、中医药科学数据共建共享工程、中医药信息标准化工程以及中医药知识工程4方面阐述中医药信息工程技术领域研究进展,从中医临床信息学方向、中药信息学方向、计算针灸学方向、中医药情报学方向4方面论述中医药信息应用科学领域研究进展,阐释中医药信息学教育发展历程、学科发展现状以及中医药信息学学科分类,为相关领域研究提供有益参考。

〔关键词〕 中医药信息学; 学科体系; 信息工程; 信息资源管理

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2021.11.005

New Progress of the Basic Theory and Discipline System of Traditional Chinese Medicine Informatics LI Haiyan, GAO Bo, XIONG Jie, CUI Meng, Institute of Information on Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

〔Abstract〕 The paper introduces the establishment and theoretical basis of Traditional Chinese Medicine (TCM) informatics, elaborates the research progress in the field of TCM information engineering technology from the aspects of TCM ancient books digitization project, TCM scientific data joint construction and sharing project, TCM information standardization project and TCM knowledge engineering, discusses the research progress of TCM information application science by reviewing the research of TCM clinical informatics, Chinese medicine informatics, computational acupuncture and TCM information science, illustrates the development and discipline status of TCM informatics education, as well as its discipline classification, and provides useful references for the research of TCM informatics.

〔Keywords〕 Traditional Chinese Medicine (TCM) informatics; discipline system; information engineering; information resource management

〔收稿日期〕 2021-11-21

〔作者简介〕 李海燕, 所长, 研究员, 博士生导师, 主要研究方向中医药信息学; 通讯作者: 崔蒙, 研究员。

〔基金项目〕 中国中医科学院科技创新工程项目资助(项目编号: CI2021A00501)。

1 引言

随着现代科学技术的发展,大数据时代来临,中医药学与信息科学不断碰撞、交叉、乃至融合。在获取事物动态现象的运动规律和整体知识的过程中,两者均重视从整体和动态角度出发观察研究事物^[1]。这不仅符合信息方法整体准则和功能准则,

也是中医学整体观的体现。基于两学科的共同理论基础和相似的方法学,中医药信息学的形成是学科交叉融合及学科拓展的历史必然。中医药信息学^[2]隶属中医学,是信息化时代发展产生的重要分支学科;其诞生关系到中医学的可持续发展,同时其在望闻问切等传统获取利用信息手段上的革新,也标志着中医药诊疗手段与经验传承跨入现代化发展的新里程^[3]。

2 中医药信息学学科诞生及其理论基础

2.1 学科诞生

2008年崔蒙、尹爱宁和李海燕等在“论建立中医药信息学”^[4]一文中提出,中医学与信息学的共同理论基础是二者对动态现象运动规律的认识,信息方法、整体准则和功能准则是二者在方法学上的结合点,文章确立了以中医药实践过程中产生的信息为研究对象,是中医药信息学学科形成的标志。2015年崔蒙等主编的《中医药信息学》丛书相继问世,包括《中医药信息学》《中医药信息学概论》《中医药信息标准》《中医药科学数据》《中医药知识工程》《中药信息学》《中医临床信息学》《中医药图书馆学》《中医药情报学》,该系列丛书详细介绍了中医药信息学的定义、内涵、外延及其应用,并对学科理论体系、基本框架、主要研究领域、研究方向进行了全方位阐述。

2.2 学科定义、内涵与外延

中医药信息学是中医学与信息学科相互碰撞、融合产生的交叉学科。该学科以提高中医药信息获取、转化、传播与利用能力为核心目标^[5],以中医药信息为研究对象,以中医药信息学方法论为研究方法,主要研究中医学领域中信息的运动规律及其相互作用。其内涵是指在中医药各领域的信息获取、存储、处理和输出,以中医学知识体系为基础,融合信息学理论、信息管理理念和信息技术,结合数学、计算机科学等各种工具,研究中医学信息的动态现象运动规律,以阐明和理解大量数据所包含的意义,为发展中医学理论与方法学,

及推动中医药现代化提供支撑。其外延包括4个主要方面:中医临床信息、中药信息、针灸信息、文献信息。中医临床信息主要来自于中医诊疗技术、医院信息管理系统、临床电子病历数据平台等;中药信息主要来自制药工程的信息化、计算机辅助新药开发研究,以及中药系统工程;针灸信息主要来自针灸文献理论研究、实验和临床记录信息;文献信息主要是中医古代科研方法的延伸^[6],来自于中医古籍与现代文献以及基于文献数据的知识发现。

2.3 中医药信息特点

中医药信息同时具有整体信息、认识信息、现象信息及时间信息的特点^[7]。中医药信息是完全开放环境下的人体与自然、社会交流和联系产生的综合状态,这种开放性决定了中医药信息的系统性和整体性;主客融合的信息获取手段决定了其认识论信息的层次;中医药信息注重信息变化的关联性,是包含本质在内的现象信息;相对重视体验对象在时间上延续变化的状态与方式,对于空间分割产生的信息获取能力相对较弱。中医药数据具有全数据与知识密集型数据的特点,对某一具体事物从各个维度全面进行描述,这一过程中又叠加了中医经验性知识,形成的高维小样本数据很难使用传统方法进行信息处理。这些特性与大数据的混杂性、整体性和相关关系性特点相对一致,大数据处理方法更适于中医药数据的利用及知识转化。中医学对于客体的体验认知过程,不是发生在物理世界,也不在精神世界,而是在主客叠加的意象世界^[8]。在此意象世界中,人体的平衡及人体与自然、社会的和谐得以实现,且认识的主客双方都具有主体性,“和谐平衡”的生命健康状态是由双方共同评定的。因此,构建意象世界,对于认识和评价中医疗效、合理延长个体寿命、获得最佳生活质量等,具有积极意义。随着计算机技术的发展,由数据流动构建的虚拟世界对真实世界的影响越来越大,中医意象世界中的真实可以借助虚拟世界得以呈现,这一改变必将对以信息为主要研究对象的中医药学发展起到重要推动作用。

2.4 中医药信息学方法论

中医药信息学方法论体系包括一个方法和两个准则,一个方法即中医药信息方法,两个准则为中医药信息功能准则与整体准则^[9]。中医药信息学方法,就是把中医药及其子系统的运动理解为信息传递、转换的过程,通过对各系统信息流程的分析和处理,获得对中医药及其子系统,以及多个子系统间相互作用运动过程规律性认识的一种研究方法。中医药信息功能准则是指在采用中医药信息方法对中医药及其子系统进行研究过程中,不需要对中医药系统的实体及其具体结构加以解剖分析,而是将其分解为具有相对整体性的子系统,进而对各系统信息流程加以综合性考察,着眼于中医药及其子系统在与自然和社会环境交互作用的运动过程中包含的本质的动态现象信息变化,从而获得关于各系统运动规律的认识,以及各系统相互作用后运动规律的认识。整体准则是指用中医药信息方法获取中医药及其子系统信息时,是在中医学及信息科学理论指导下,不割断系统本身联系以及各系统间联系,不是只关注各系统局部,不忽略自然、社会对各系统的影响,不将各系统看作静止不变的,不是在剖析基础上进行简单的机械综合,而是直接从中医药及其子系统,以及各系统与自然、社会相互融合形成的整体出发,用联系的、全面的、动态的、转化的观点去综合分析各系统运动过程中综合现象的状态变化,以及各系统相互影响运动过程中复杂现象状态的变化,从而获得对系统运动规律的认识。中医药信息学的方法论遵循信息学的整体准则和功能准则^[4]。

2.5 中医药信息学原理

第一,中医药信息获取原理,主要是以对客体感知为基础,通过体验而不是观察所感知的人体及其环境的变化,与中医学概念、理论或经验“模板”进行比较,从而对感知的中医药信息进行识别。这些模板是在体验信息经过多次验证后形成的。第二,中医药信息转化原理,是指把获取的中医药信息转化为经验性知识,其关键是需要在中

药体验信息中发现客体运动状态及状态变化方式的个性特征,然后大量个别现象信息逐渐积累发展为经验性知识整合。第三,中医药信息反馈控制原理,中医体验客体的运动过程均是黑箱运动过程,由于不清楚客体在运动过程中所发生的具体变化,因而通过输出信息调节输入信息是中医药信息学通过反馈控制系统运动的主要原理。第四,中医药经验性知识激活原理,即通过对经验知识的选择以及调节、反馈机制的建立,形成解决相应问题的策略。中医药信息学的重要任务之一,就是要在体验信息转化的数据基础上,利用计算机技术,构建与目的关联的知识选择模型,并同时建立相应的模型自调节与反馈算法,从而促进中医药经验性知识激活的实现。第五,中医药经验性知识传播原理,即通过隐性知识与显性知识之间的不断转化,使得经验性知识转化为领域的规范性知识,继而转化为领域的常识性知识。

3 中医药信息工程技术领域研究进展

3.1 中医古籍数字化工程

2000年以来,中医古籍数字化工作不断深化,中国中医科学院中医药信息研究所先后进行了多个数据库的构建,包括《全国中医古籍联合目录数据库》《1100种中医药珍稀秘典档案管理系统》《中医药珍善本古籍多媒体数据库》,并在检索系统中配置了中医古籍后控词表,因此用户只需要输入已知的检索词,系统会利用后控词表自动地把同义词、相关词纳入检索式,然后采用“或”逻辑将彼此联系在一起,从而实现提高查全率的目标^[10]。目前主要采用两种模式处理中医古籍,一是古籍扫描,保持原貌,并用后控词表的形式加以标引,中国中医科学院中医药信息研究所研制了《国医典藏》和《民国医粹》等数据库产品并向各大高校、科研院所、医疗机构提供网络服务;二是综合应用多种计算机处理技术,如语义本体、数据挖掘、知识组织方法等对古籍进行知识发现。

3.2 中医药科学数据共建共享工程

中医药科学数据共建共享工程起源于20世纪

80年代,以文摘数据库建设为起点,2000年左右,联合37家高校和科研机构,中国中医科学院中医药信息研究所牵头成立了中医药科学数据虚拟研究院,开始了结构型数据库集群建设^[11],联合浙江大学计算机科学与技术学院共同开发了中医药科学数据平台,在此平台上建立了中药基础数据库、中药药理数据库、中国中药化学成分数据库及多个疾病数据库等共42个结构型数据库^[12]。随着大数据时代的到来,数据应用理念变化,中医药科学数据建设逐渐回归中医药数据的本体,基于全数据理念发掘具有个性化特征的经验性规律,持续推动中医药科学数据建设工程。

3.3 中医药信息标准化工程

标准化是中医药信息化的前提和基础,是推动中医药信息化跨越式发展、规范业务应用信息系统建设、实现信息资源互联互通和有效交换、推进健康大数据开放共享的基本需求。中医药信息标准化工程建设始于20世纪80年代初用于期刊文献数据库标引的《中国中医药学主题词表》,20世纪90年代陆续展开中医药名词术语标准研究,发布了一批国家标准和全国科学技术名词审定委员会标准。21世纪初,科技部“十一五”支撑计划“中医疾病分类代码等基础标准示范研究”项目设有16个信息标准课题,为后续的国际标准和国家标准研制奠定了基础。2008年,从参与国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)健康信息技术委员会(TC215)开始,中医药信息标准建设走向了世界^[13]。崔蒙、李海燕及其研究团队从语义内容与信息模型方面分别阐明中医药信息学与医学信息学的区别,获得了国际专家共识及国家实体认可。2009年ISO成立了中医药技术委员会(TC249),TC215与TC249协商建立了联合工作组(JWG1),即TC249的JWG1(信息学联合工作组)和TC215的JWG1(中医药信息学联合工作组),主要负责协调推进中医药信息国际标准研制^[14]。目前,中医药信息标准化工作取得一定成果,由我国专家作为项目负责人已研制完成18项ISO中医药信息国际标准,发布12项国家标准,94项中医药信

息团体标准,初步构建并形成了与卫生信息标准相融合的中医药信息标准体系^[15]。

3.4 中医药知识工程

中医药知识工程主要涵盖中医药学语义网络的构建以及中医药数据挖掘与知识发现相关研究。中国中医科学院中医药信息研究所联合浙大计算机科学与技术学院,开展了用语义网络方法构建中医药学知识体系的系列专题研究^[16],组织全国力量共同开展中医药学本体工程建设^[17],采用本体和语义网络技术构建中医药学语言系统,其中包含96种语义类型,58种语义关系,以及近30万概念和术语,全面覆盖中医药学科的概念体系,有效解决中医药领域的术语多元性与复杂性问题,实现多源术语系统知识组织管理、自动推理及子领域知识体系的自动生成,为中医药知识图谱构建、中医药知识服务提供知识表示框架和术语支撑^[18]。在应用上,这些知识组织系统为中医临床决策支持和中药新药辅助研发提供了重要支持:中医临床决策支持方面,通过建立中医临床知识库、知识图谱实现临床问题的自动问答与辅助决策;中药新药辅助开发方面,从饮片层次、组分层次、单体层次几方面都进行了尝试。工程技术对科学的发展具有极大促进作用,中医药信息学工程技术领域的发展在解决现实问题和促进学科理论发展中都有着重要作用,支撑着整个学科在应用领域中的发展。

4 中医药信息应用科学领域研究进展

4.1 中医临床信息学方向

中医临床信息学根据中医自身临床诊疗特点,深入研究构建中医临床术语系统、挖掘名老中医经验和发现中医诊疗规律^[19]。中医临床术语系统的构建是^[20]基于中医临床诊疗流程,重视辨证论治,遵循ISO 19465:2017《中医临床术语系统分类框架》设计了18个轴的系统框架,既能与SNOMED-CT联合应用,又保证了中医理论体系的完整性,截至2021年11月,共收入概念4万余条,术语12万余条。从20世纪80年代开始名老中医诊疗系统的研

制至今, 历经“九五”“十五”“十一五”“十二五”“十三五”, 面向名医经验传承开展了大批基于计算机的名老中医经验挖掘研究, 研究目标从简单模仿名老中医处方开药, 到利用“古今医案云平台”等专门的信息系统挖掘用药规律、梳理学术思想, 总结了一批名老中医的临证经验, 发现了诸多个性化用药规律。通过智能诊疗、数据挖掘发现中医诊疗规律也取得了较大进展, 包括四诊信息的数字化研究, 基于数据的方证关系、症药关系、证症关系和病证关系研究, 基于数据的证候或疾病诊治规律研究等, 其中, 肝病的舌诊仪诊断与老中医望诊诊断的符合率已经达到90%, 但由于中医个体化诊疗的特点, 目前发现的规律距离临床决策支持尚有一定差距^[21]。

4.2 中药信息学方向

中药信息学是中药现代化的重要组成, 其研究重点包括中药现代化智能制造、计算机辅助新药开发, 以及中药系统工程。中药现代化智能制造是将中药的传统制备方法与互联网技术、云计算、人工智能等全新融合。计算机辅助药物设计技术在中药活性成分筛选、靶标发现、毒性预测、处方作用机理研究等方面表现出独特优势, 新药研发既涉及饮片层次也涉及组分层次; 既有根据西医药理进行组方配伍的研究, 也有根据中医药性理论及配伍理论开发新药的研究; 有重点关注组配后药效提高的研究, 也有关注中药毒性的研究。乔延江团队提出中药系统科学的认识论, 包括4个方面: 单元思维、结构思维、状态思维、动态思维, 在此基础上提出了中药系统科学的理论框架, 在理论框架和工程方法指导下构建了中药系统工程技术云^[22], 极大促进了中药信息学发展。

4.3 计算针灸学方向

中医针灸古籍文献、实验研究以及临床研究累积了大量数据资料, 而随着大数据浪潮的兴起及算法的发展, 计算机处理和应用数据的能力飞速提升, 人工智能技术能够辅助科研人员从分子、细胞、器官、系统以及整体水平等角度深入系统地挖

掘针灸数据, 探寻数据背后尚未发现的特征与规律。计算针灸学^[23]是以中医针灸学理论为指导, 以针灸相关数据为基础, 将海量的针灸古籍信息、已验证的针灸研究数据和最新实验成果的信息作为数据源, 以针灸学相关问题构建数学模型, 并通过计算方法分析针灸的作用规律及其作用原理, 预测其最佳适应病症及最优干预方案, 从而研究针灸作用理论(经络、穴位、刺法、灸法)、作用规律和原理等科学问题。中国中医科学院中医药信息研究所构建了基于文献大数据的穴位刺激效应可视化平台^[24], 对于涉及不同实验来源的数据及其形成的穴位刺激效应数据进行抽取和规范, 穴位刺激效应数据主要包括宏观及机体器官层面的功能评分、组织细胞层面的微观机能以及蛋白基因层面的分子水平等; 然后依据各类数据及其内在关系, 利用数据可视化技术表示和分析针刺效应错综复杂的过程, 为针刺的生物学机制研究提供规范的数据支持及多种可视化分析工具。

4.4 中医药情报学方向

中医药情报研究经历了从国家中长期科学和技术发展规划战略研究(2006-2020年)、中药现代化发展战略研究、促进中医药出口创汇的战略与政策研究等战略情报研究, 到严重急性呼吸综合征(Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS)等技术情报研究, 再到信息评价研究的历程。1992年, 国家中医药管理局批准中国中医科学院中医药信息研究所成立“国家中医药管理局中国中医药文献检索中心”, 并在全国先后3次遴选了20家分中心, 建立了全国文献检索与查新网络, 为中医药课题立项、博士生论文开题和成果查新提供了支持。《中华人民共和国中医药法》在第四十条明确提出“国家建立和完善符合中医药特点的科学技术创新体系、评价体系和管理体制, 推动中医药科学技术进步与创新”。中医药科技论文评价研究成为情报研究的新方向, 在2019年, 中国中医科学院中医药信息研究所联合中华中医药学会医院管理分会, 通过信息评价研究首次发布了《基于中医药特色优势和科技影响力的中医医院排名》, 发挥着中医药行

业学术评价的智库作用。

5 中医药信息学教育发展历程与学科发展现状

5.1 中医药信息学教育现状

中医药信息学的本科教育分属在管理学学科下的信息管理与信息系统,以及工学学科下的医学信息工程课程,前者有11家中医药高等院校开设,后者有9所高校开设,这些课程主要以信息工程或信息管理课程为主^[25]。中国中医科学院最早开展了中医药信息学相关研究生教育,1984年中国中医研究院设立了情报学硕士研究生学位授予点,隶属管理学学科下,是全国医药领域最早设立的信息科学相关研究生培养单位。2011年中国中医科学院中医药信息研究所设立中医信息学博士与硕士学位授予点,隶属中医学下,此后全国多地如广州、湖南、江西、安徽、南京等地中医药高等院校陆续开设了中医信息学博士或硕士学位授予点。2006年,国家人事部批准中国中医科学院中医药信息研究所设立中医药信息学博士后工作站。

5.2 中医药信息学教育特点

目前逐渐有多所中医院院校开设了中医药信息学相关本科专业,与研究生教育和博士后培养共同构成中医药信息学人才培养的重要途径,该学科自身交叉融合属性也推动了生源的多样性,主要包括中医学、中药学、计算机科学与技术、医学信息学、化学、数学等多学科人才。另一方面,生源专业的多样性也造就了复合型人才的培养和聚集,不同专业间思想碰撞对学科发展产生了强大推动力。中医药信息学目前的研究生课程设置偏向科研需求为主,涉猎范围广泛。其交叉特性使得教学涉及面较为广泛,指导教师的知识面也很难涵盖所有领域。课程与教师的局限性使得对学生创新能力有更高的要求,需要他们在各自专业的基础上,融合其他学科知识形成独立观点,促进学科理论、方法、工程技术的发展。

5.3 中医药信息学学科分类

5.3.1 中医药信息资源管理 中医药信息资源管

理是中医学、信息科学和管理学相互交叉渗透形成的一门综合性的应用学科,其以文献的载体信息为研究对象,以文献资源获取、整序、组织、分析和传播利用等为主要研究内容,以图书情报学研究为主要研究方法,研究目标在于实现中医药文献信息的有效管理。中医药信息资源管理主要包括中医药图书馆学和中医药情报学研究。

5.3.2 中医药信息工程

中医药信息工程是中医学与计算机科学技术相互交叉融合形成的新兴学科,主要包括中药信息学与中医临床信息学。中药信息学研究方向主要有中药有效成分群及作用机制研究、基于药性的配伍机制研究及其应用、中药新药研发辅助平台建设、中药生产过程分析与控制的信息处理技术等。中医临床信息学研究方向主要有学科特点、中医医院信息系统、中医电子病历、名老中医经验挖掘、中医临床术语系统等。

6 结语

中医药信息学顺应科学发展而生,对加速中医药现代化进程具有重大意义。其研究对象的确立是该学科形成的重要标志,即以中医药实践过程中产生的信息为研究对象,《中医药信息学》丛书的出版是中医药信息学理论体系全面建立的里程碑,中医药信息学在理论科学领域的研究为中医药科学发展的理念创新奠定了基础。中医药信息学作为中医药学的二级学科,更多的是具有中医药学的烙印,而非信息科学的烙印,因此中医药信息学在工程技术领域和应用科学领域的进展要快于理论科学领域。但无论如何,各领域所取得的可喜成果,不仅有力支撑了中医药信息学学科发展,而且也有力地促进了整个中医药学学科的发展。中医药信息学教育虽然还处于起步阶段,但已经初步形成了自身教育体系,培养模式具备了雏形。第1代中医药信息学研究人才已经成长起来,中医药信息学科形成了可持续发展的良好态势。

参考文献

- 1 谢琪,崔蒙,曹存根,等.基于领域本体方法构建中医

- 概念信息模型思考 [J]. 世界科学技术 (中医药现代化), 2009, 11 (4): 621-625.
- 2 崔蒙, 吴朝晖, 乔延江. 中医药信息学 [M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- 3 崔蒙, 尹仁芳, 谢琪. 关于中医药信息学内涵的研究 [J]. 中医杂志, 2009, 50 (10): 869-870, 878.
- 4 崔蒙, 尹爱宁, 李海燕, 等. 论建立中医药信息学 [J]. 中医杂志, 2008 (3): 267-269, 278.
- 5 崔蒙, 高博, 杨硕, 等. 中医药信息学概论 [M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- 6 尹仁芳. 中医药信息学学科发展战略研究 [D]. 北京: 中国中医科学院, 2010.
- 7 崔蒙, 谢琪, 李海燕, 等. 中医药信息学的内涵及原理研究 [J]. 浙江中医药大学学报, 2009, 33 (5): 638-641.
- 8 杨硕, 崔蒙, 李海燕. 大数据时代的中医意象世界与中医虚拟世界 [J]. 中医杂志, 2014, 55 (14): 1176-1179.
- 9 崔蒙, 李海燕, 杨硕, 等. 中医药信息学理论科学领域研究进展 [J]. 中国中医药图书情报杂志, 2015, 39 (5): 1-6.
- 10 李新华. 后控词表研究及统计分析 [J]. 图书馆论坛, 2003, 23 (2): 3.
- 11 李园白, 杨洋. 中医药科学数据 [M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- 12 崔蒙, 李海燕, 杨硕, 等. 中医药信息学工程技术领域研究进展 [J]. 中国中医药图书情报杂志, 2016, 40 (1): 9-14.
- 13 董燕, 于彤, 朱玲, 等. 中医药信息标准化研究进展 [J]. 中国中医药信息杂志, 2016, 23 (1): 124-129.
- 14 李海燕, 刘静, 贾李蓉. 中医药信息标准 [M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- 15 胡铁骊, 周博翔, 欧阳荣. 构建中医药信息化工作管理体系的研究 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2018, 15 (3): 262-265.
- 16 于彤, 陈华均, 姜晓红. 中医药知识工程 [M]. 北京: 科学出版社, 2018.
- 17 刘丽红, 朱彦, 李海燕, 等. 中医药一体化数据模型的构建 [J]. 中国数字医学, 2015, 10 (10): 70-72, 91.
- 18 贾李蓉, 于彤, 崔蒙, 等. 中医药学语言系统研究进展 [J]. 中国数字医学, 2014, 9 (10): 57-59, 62.
- 19 王映辉, 刘保延. 中医临床信息学 [M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- 20 高博, 朱彦, 刘静, 等. 中医临床术语系统 v2.0 概念间关系设定 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (4): 22-25.
- 21 崔蒙, 李海燕, 杨硕, 等. 中医药信息学应用科学领域研究进展 [J]. 中国中医药图书情报杂志, 2015, 39 (6): 1-7.
- 22 王耘, 乔延江. 中药信息学 [M]. 北京: 科学出版社, 2018.
- 23 郭义, 王江, 陈波, 等. 论计算针灸学 [J]. 世界中医药, 2020, 15 (7): 953-960.
- 24 熊婕, 雷蕾, 李海燕, 等. 基于文献大数据的穴位刺激效应可视化平台的构建 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2020, 22 (11): 4017-4024.
- 25 崔蒙, 李海燕, 杨硕, 等. 中医药信息学教育发展历程回顾与学科发展现状分析 [J]. 中国中医药图书情报杂志, 2016, 40 (2): 1-5.

提供丰富的医学资讯
专业的医学科普



拿起手机扫码关注
中国医学科学院医学信息研究所