

中医药智能服务技术预见与关键技术识别研究*

王明强 李国正

陈欣然

殷亚婷

(中国中医科学院中医药信息研究所 (医渡云(北京)技术有限公司 (中国中医科学院中医药信息研究所
北京 100700) 北京 100191) 北京 100700)

夏秋芳

张磊

(中国中医科学院眼科医院 北京 100400) (中国中医科学院中医药数据中心 北京 100700)

[摘要] 应用德尔菲法, 结合专家研讨意见统计分析中医药智能服务领域技术发展态势, 包括人工智能重点技术项目发展方向、关键技术等, 评估各关键技术重要性、可能性与可行性, 为制定领域技术发展路线, 明确我国在中医药智能服务领域的中长期发展战略规划提供参考。

[关键词] 智能中医药; 技术预见; 德尔菲; 中医药智能服务

[中图分类号] R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2022.04.011

Study on the Foresight of Intelligent Service Technology and Key Technology Identification of Traditional Chinese Medicine WANG Mingqiang, LI Guozheng, Institute of Information on Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; CHEN Xinran, Yidu Cloud (Beijing) Technology Co. Ltd., Beijing 100191, China; YIN Yating, Institute of Information on Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; XIA Qiufang, Ophthalmic Hospital, CACMS, Beijing 100400, China; ZHANG Lei, National Data Center of Traditional Chinese Medicine, CACMS, Beijing 100700, China

[Abstract] Based on the Delphi method and experts' opinions, the paper makes a statistical analysis of the technological development trend in the field of Traditional Chinese Medicine (TCM) intelligent services, including the development direction of key technology projects of Artificial Intelligence (AI), key technologies, etc., evaluates the importance, possibility and feasibility of key technologies, and provides references for formulating the field technology development route and clarifying the medium and long-term development strategy planning in the field of TCM intelligent services.

[Keywords] intelligent Traditional Chinese Medicine (TCM); technology foresight; Delphi; intelligent service of TCM

[修回日期] 2022-01-05

[作者简介] 王明强, 博士研究生, 发表论文 3 篇; 通讯作者: 张磊, 副研究员。

[基金项目] 科技部国家重点研发计划课题“基层中医馆健康信息平台的研发与实施”(项目编号: No. 2017YFC1703504); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金“中医馆大数据展示系统研制”(项目编号: ZZ120317-W); 中国工程院咨询项目(项目编号: 2019-ZCQ-10)。

1 引言

技术预见是通过系统地研究科学、技术、经济和社会的未来发展态势,探索未来技术需求^[1],可以辅助研判领域前沿发展、调控科技政策倾向、优化资源分配^[2],逐渐成为制订科技发展规划与决策的战略研究工具^[3]。近年来以中国工程院为代表的科研机构开展了多项重要技术预见研究项目,通过集中专家智慧和数据分析优势,研判工程科技发展战略方向,引领学术发展和产业升级^[4]。当前中医发展与人工智能不断融合,如何发挥中医药社会服务属性以形成多样发展模式,成为中医药科技创新的突破口和新的增长点^[5-6]。基于此本文采用德尔菲法研究中医药服务领域人工智能重点技术项目发展方向、关键技术,探索从技术工具驱动向以价值医疗为核心的中医药智能服务实践的途径。

2 研究方法

2.1 文献分析

结合文献与专利统计分析人工智能技术在中医药领域发展趋势。以“人工智能”“医疗服务”“医疗健康”等关键词在SCI和德温特专利数据库中进行检索,分别获得近10年来相关文献25601篇、专利3807项。通过文献分析并同专家研讨厘清中医药智能服务持续发展的思路,确定对中医医疗服务质量智能管理、中医临床疗效智能评价、中医医患智能交互和中医药文化智能信息服务4个技术领域进行关键技术研判。

2.2 德尔菲问卷

德尔菲法作为系统的结构化专家调研预测法,在中长期技术预测、评估评价、方案决策中具有广泛应用^[4]。调查问卷设计主要内容包含技术预见目标、备选技术项目清单、指标体系及补充说明等。在第2轮德尔菲问卷中按照“重要性判别”“实现时间预测”和“制约因素”对指标进行评判。

2.3 专家咨询

在专家选择范围上,选择从事中医药信息化与大数据、人工智能工作的一线研究人员及相关工作人员,内部和外部专家满足一定比例。优先选择内部专家,然后是外部专家/社会企业工作者。在专家结构选择上,尽可能多地选择不同知识结构、学派、层次、专业、地域的专家。主要任务是对人工智能技术在中医药服务领域的战略应用提供咨询意见,包括分析中医药服务产业需求和技术供给能力、对备选技术清单做出筛选与全面评估。

2.4 统计分析

本次问卷分析采用Excel 2016和中国工程院战略咨询智能支持系统(Intelligent Support System for Strategic Studies, ISS)进行数据整理及各指标综合计算,包括专家积极系数、专家权威程度、各项指标权重系数以及专家意见处理。问卷评分采取李克特5级评分法,专家可对各指标提出删除或修改意见,也可在现有基础上增加指标^[7]。需要注意的是,在技术预测分析中,信息不完整、回答不充分的调查问卷恰恰能提供重要信息。部分专家注明为避免误解而在自身不熟悉的领域未进行作答,其认真负责的行为表明所获信息具有较高可信度^[8]。因此在问卷处理过程中将反馈信息全部作为有效信息处理。

3 结果

3.1 专家构成

3.1.1 专家积极系数 第1轮专家咨询问卷共发放43人,全部回收且有效,专家积极系数为100%;第2轮根据第1轮专家领域熟悉程度统计情况,共发放31人,回收有效24人,专家积极系数为77.5%。从专家队伍组成情况看,有高校、科研院所、产业界的高水平专家参与,保证本次预见分析的可靠性及可应用性。

3.1.2 专家基本信息统计 包括姓名、性别、年龄、工作领域、工作年限、职称等基本信息,见表1。

表 1 专家基本信息

项目		人数	
		第 1 轮	第 2 轮
性别	男	31	15
	女	12	9
年龄 (岁)	<40	6	6
	40~50	23	10
	51~60	13	8
	>60	1	0
职称	正高	34	17
	副高	6	5
	其他	3	2
学历	博士研究生	23	9
	硕士研究生	16	13
	本科	4	2

3.1.3 专家权威程度 采用熟悉程度由专家自评,对第 1 轮专家对领域的熟悉程度进行汇总,见表 2。

3.2 技术研判

3.2.1 关键技术识别与修订 本问卷调研通过收集整理第 1 轮专家问卷意见,在综合考虑指标科学性和全面性的基础上,结合专家意见在小组内讨论后对指标进行修改和取舍。共删除 2 级指标 1 个;修改 1 级指标 1 个,2 级指标 3 个;新增 2 级指标 1 个。第 1 轮筛选清单最终产出包括 4 个重点发展领

域的技术预见,18 个关键技术清单。进一步通过第 2 轮深度评价关键技术及其实现时间、发展限制因素等。

表 2 技术领域与专家熟悉程度

技术领域	很熟悉	熟悉	比较熟悉	一般熟悉	不熟悉
智能中医药医 疗服务质量管 理系统	17	14	7	5	0
智能中医药临 床疗效评价系 统	21	11	7	4	0
智能医患交流 平台	21	10	10	2	0
智能中医药公 共卫生信息传 播系统	7	15	10	8	3

3.2.2 技术重要性研判 技术重要性是从核心性、颠覆性和通用性角度判断其重要性^[9]。专家根据技术所要达到的目标和所要实现的技术创新具体描述,对 18 个关键技术进行研判。第 2 轮问卷中增补第 1 轮收集数据的分析结果为附页,为专家研判提供参考,见表 3。根据关键技术通用性、颠覆性和核心性分析可知,第 2 轮研判结果比第 1 轮数值分离性更小,第 2 轮中“中医药信息知识库”通用性最高,“中医药治未病智能模型”颠覆性及核心性最高。

表 3 关键技术的通用性、颠覆性和核心性

关键技术	第 1 轮			第 2 轮		
	通用性	颠覆性	核心性	通用性	颠覆性	核心性
中医医疗技术质量智能管理	4.44	4.02	4.40	4.68	4.24	4.63
中医医疗经济效益智能管理	4.25	3.83	4.20	4.76	4.10	4.45
中医医疗服务流程智能优化	4.52	3.93	4.20	4.66	4.36	4.53
中医医疗信息智能软硬件基础设施	4.33	4.01	4.33	4.84	4.23	4.64
中医医疗服务质量模型及数据资源库	4.67	4.14	4.60	4.73	4.22	4.52
中医临床元数据结构化及智能术语本体	4.54	4.13	4.42	4.81	4.33	4.79
中医临床数据结构化与预处理	4.49	4.20	4.38	4.74	4.43	4.71
中医临床疗效数据分析挖掘	4.52	4.08	4.42	4.40	4.36	4.71
中医医疗机构随诊服务及其智能应用软硬件设施	4.44	3.92	4.23	4.86	4.24	4.64
重大疾病/慢病/优势病种中医疗效智能评价	4.42	4.05	4.36	4.69	4.51	4.77

续表 3

中医医患交互类脑模型及智能问答	4.66	4.57	4.73	4.78	4.58	4.82
中医医患沟通内容多模态识别与理解	4.60	4.25	4.56	4.64	4.50	4.72
中医医患沟通语音识别与智能问答	4.48	3.92	4.23	4.83	4.42	4.67
中医药信息知识库	4.61	3.96	4.19	5.00	4.42	4.75
中医药传统文化知识数据挖掘与应用	4.61	4.23	4.23	4.61	4.06	4.42
中医药公共卫生知识智能搜索引擎	4.61	4.05	4.22	4.75	4.14	4.42
中医药健康舆情管理	4.61	4.05	4.22	4.75	4.08	4.36
中医药治未病智能模型	4.60	4.46	4.60	4.75	4.81	4.92

3.2.3 技术可能性研判 技术可能性是第 2 轮专家根据 18 个关键技术与清单描述评判我国当前该技术发展水平, 依据领域发展目标对技术创新实现时间及行业推广应用时间进行研判, 见表 4。从实

现时间而言, 专家认为大部分技术会较快实现(1~2年)。但整体而言, 行业规模化应用时间周期相对较长(4~8年)。

表 4 技术领域关键技术的实现时间与规模化应用时间

技术领域	关键技术	实现时间(年)	规模化应用时间(年)
中医医疗服务质量智能管理	中医医疗技术质量智能管理	2023	2031
	中医医疗经济效益智能管理	2023	2030
	中医医疗服务流程智能优化	2023	2028
	中医医疗信息智能软硬件基础设施	2023	2031
	中医医疗服务质量模型及数据资源库	2023	2030
中医临床疗效智能评价	中医临床元数据结构化及智能术语本体	2023	2028
	中医临床数据结构化与预处理	2022	2028
	中医临床疗效数据分析挖掘	2022	2029
	中医医疗机构随诊服务及其智能应用软硬件设施	2024	2027
中医医患智能交互	重大疾病/慢病/优势病种中医疗效智能评价	2022	2026
	中医医患交互类脑模型及智能问答	2023	2027
	中医医患沟通内容多模态识别与理解	2022	2031
中医药文化智能信息服务	中医医患沟通语音识别与智能问答	2023	2026
	中医药信息知识库	2021	2026
	中医药传统文化知识数据挖掘与应用	2022	2027
	中医药公共卫生知识智能搜索引擎	2022	2026
	中医药健康舆情管理	2021	2025
	中医药治未病智能模型	2022	2026

3.2.4 技术可行性研判 主要针对技术发展制约因素进行专家意见咨询。包括对各关键技术实现的需求做出筛选与评估, 统计对相关制约因素表示认同的专家人数, 见表 5。根据关键技术发展制约因素统计结果可知, 第 2 轮专家认为人才队伍建设、

研发投入是普遍制约各项关键技术实现与应用的主要因素, 此外中医医疗服务质量智能管理领域各项关键技术可行性判别上主要受到相关政策、技术基础能力影响。中医临床疗效智能评价与医患智能交互领域关键技术主要受技术基础能力限制。

表 5 关键技术发展制约因素

关键技术	人才队伍	政策	基础理论	研发投入	技术基础能力	其他
中医医疗技术质量智能管理	19	20	11	21	14	1
中医医疗经济效益智能管理	20	20	15	16	16	0
中医医疗服务流程智能优化	22	16	14	18	17	1
中医医疗信息智能软硬件基础设施	21	19	12	21	16	0
中医医疗服务质量模型及数据资源库	22	15	12	17	19	1
中医临床元数据结构化及智能术语本体	11	7	5	10	9	1
中医临床数据结构化与预处理	13	6	8	10	11	1
中医临床疗效数据分析挖掘	10	8	8	11	11	1
中医医疗机构随诊服务及其智能应用软硬件设施	9	10	8	9	9	1
重大疾病/慢病/优势病种中医医疗效智能评价	12	9	9	10	9	0
中医医患交互类脑模型及智能问答	10	5	4	9	10	0
中医医患沟通内容多模态识别与理解	11	5	7	9	9	0
中医医患沟通语音识别与智能问答	11	4	3	11	8	0
中医药信息知识库	9	6	4	9	9	0
中医药传统文化知识数据挖掘与应用	9	5	4	10	6	0
中医药公共卫生知识智能搜索引擎	10	7	4	10	6	0
中医药健康舆情管理	9	6	3	10	7	0
中医药治未病智能模型	9	7	7	9	8	0

4 讨论

4.1 概述

医疗卫生健康服务是当今世界发展最快的行业之一^[10]，同时人工智能技术迎来第 3 次发展热潮，能够为医疗服务业提供有力辅助^[11]。促进中医药与人工智能服务融合、应用显得尤为重要。新型医疗服务模式是提升新一代人工智能科技创新能力的主攻方向^[12]，开展中医药智能服务领域技术预见与关键技术识别研究在智能中医药发展战略规划中具有重要意义。因此本研究采用德尔菲法对领域相关专家进行两轮咨询，共获得 18 项关键技术并对各关键技术的重要性、可能性、可行性等维度进行分析与研判。

4.2 重要性研判

主要包括通用性、颠覆性、核心性等，分别体现关键技术医疗行业中的普遍使用性、创新突破性及中心性。具有最高通用性的“中医药信息知识库”具备以人工智能为基础的推理能力及海量信息的高效管理能力，可以实现信息管理与高价值

知识的发现^[13]。该技术涉及中医药行业各领域内信息与知识管理、利用，因此其他各项关键技术发展都离不开该技术支持。2008 年国家中医药管理局发布治未病相关文件^[14]并开展相关建设工作，中医治未病与互联网、人工智能相互结合，不断促进其网络化与智能化^[15]，以智能模型为基础推动中医治未病的重要性不断提高。因此该关键技术如能得到发展将会具有显著的创新突破性，更多以此为核心的技术也将得到发展。

4.3 可能性研判

领域专家对大部分关键技术的实现时间持乐观态度，这与人工智能新技术涌现从而大幅缩短技术探索周期相关^[16]。对于规模化应用时间，专家认为部分关键技术仍需相对较长的时间，这可能与国内中医药信息化产业基础相对薄弱有关。

4.4 可行性研判

4.4.1 人才队伍建设 关键技术可行性研判中，专家对制约技术发展因素的意见主要集中于人才队伍建设、相关政策、基础理论、研发投入、技术基础能力等方面。专家普遍对人才队伍建设的重要性

给予肯定,但同时中医药理论与人工智能理论交叉学科人才缺乏、人才队伍建设周期长等因素制约关键技术发展。有学者^[17-18]指出单一学科专业教育模式、不明确的培养目标、高培养成本、不完善的考核体系等是导致跨学科人才缺乏的因素,也阻碍了中医药重大科学问题联合攻关,因此人才队伍培养应放在技术发展首位。

4.4.2 基础理论与研发投入 在本次调研中,领域专家所关注和指出的关键技术多数建立在发展较好的交叉理论基础之上,因此在研判中基础理论成为对关键技术实现限制性相对较少的因素。医疗服务业新技术实现需要整合大量相关资源,从医疗、科研领域人力物力资源到计算机、大数据分析、人工智能领域的技术、数据、软硬件资源等,无不需高成本研发投入,所以研发投入也成为取得专家共识的重要限制因素之一。对于中医医疗服务质量智能管理领域的各项关键技术,专家较为一致地认为相关医疗管理理论、医疗服务理论、数据资源理论等已经形成较为成熟的理论基础,同时由于该领域涉及医疗、经济、管理、信息安全等方面,因此对指导性、规范性政策需求相对更高,对跨领域实现关键技术的基础能力要求较高,而理论创新、技术基础能力培养以及交叉学科人才队伍建立需要大量研发投入,才能实现并发展各项关键技术。

4.4.3 基础技术能力 对于中医临床疗效智能评价与医患智能交互领域关键技术,除人才队伍建设及研发投入限制外,主要还受到技术基础能力限制,这两项领域中的关键技术与人工智能前沿技术关系最为密切,数据挖掘、知识图谱、智能问答、语音识别等均为人工智能领域发展迅速的方向,培养相应技术能力、快速掌握最新技术、选择最佳可用模型等都会影响领域关键技术实现与发展。对于中医药文化智能信息服务领域,关键技术选择主要围绕文化内容与传播方式展开,且已基本处于实现或马上实现的阶段,相关理论基础、技术能力较为成熟,中医药文化发展政策相对较为完善,因此新的关键技术发现以及后续规模化应用的限制因素主要在人才队伍建设与新型文化信息服务方式研发投入方面。

4.5 评判结果

经过领域专家两轮科学评判,预见识别出18项推动中医药智能服务领域发展的关键技术。相关技术在学术领域部分已实现,更多技术也将实现。但受限于人才队伍建设、政策扶持、基础理论、研发投入、技术基础能力等因素,关键技术规模化应用所需时间仍然较长。因此可根据不同制约因素的影响有针对性地关键技术发展进行相应调整,从而缩短规模化应用周期。同时在发展各项关键技术时可优先发展高通用性技术,为其他技术提供支撑,重点发展具有高颠覆性、核心性技术,从而更好地发挥中医药在未来医疗健康服务行业中的优势。

5 结语

随着人工智能技术逐步成熟以及对中医药医疗服务智能化需求的不断增加,对中医药智能化的探索越来越重要,因此本研究采用技术预见研究方法,通过德尔菲问卷结合领域专家咨询获得中医药智能化发展关键技术清单,分析关键技术实现的可能时间结点,关键技术通用性、颠覆性、核心性等方面的重要性以及限制其发展的重要因素等,从而为制定领域技术发展路线,明确我国在中医药智能服务领域的中长期发展战略规划提供参考,为探索中医药智能化未来发展道路提供依据、奠定基础。

参考文献

- 1 技术预测与国家关键技术选择研究组. 从预见选择——技术预测的理论与实践 [M]. 北京: 北京出版社, 2001.
- 2 崔志明, 万劲波, 浦根祥, 等. 技术预见与国家关键技术选择应遵循的基本原则 [J]. 科学学与科学技术管理, 2002 (12): 9-12.
- 3 王志玲, 管泉, 蓝洁. 国内技术预见研究的文献计量分析 [J]. 现代情报, 2015, 35 (4): 98-101, 107.
- 4 中国工程科技2035发展战略研究项目组. 中国工程科技2035发展战略 [M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- 5 李灿东, 辛基梁, 雷黄伟, 等. 中医健康管理与人工智能 [J]. 中华中医药杂志, 2019, 34 (8): 3586-3588.
- 6 王慧. 大数据背景下中医健康管理难点分析与可持续发展

- 展体系的构建 [J]. 中医药管理杂志, 2021, 29 (16): 184 - 185.
- 7 安达, 李梦男, 许守任, 等. 中国工程科技信息与电子领域 2035 技术预见研究 [J]. 中国工程科学, 2017, 19 (1): 50 - 56.
- 8 柳鹏程, 顾佳慧, 李灿, 等. 应用 Infopoll 软件实现基于德尔菲法的医保预算影响分析数据获取 [J]. 中国循证医学杂志, 2020, 20 (2): 234 - 243.
- 9 王崑声, 周晓纪, 龚旭, 等. 中国工程科技 2035 技术预见研究 [J]. 中国工程科学, 2017, 19 (1): 34 - 42.
- 10 周路菡. 医学人工智能开始加速产业化 [J]. 新经济导刊, 2017 (7): 18 - 22.
- 11 刘蓬然, 霍彤彤, 陆林, 等. 人工智能在医学中的应用现状与展望 [J]. 中华医学杂志, 2021, 101 (44): 3677 - 3683.
- 12 周吉银, 刘丹, 曾圣雅. 人工智能在医疗领域中应用的挑战与对策 [J]. 中国医学伦理学, 2019, 32 (3): 281 - 286.
- 13 马利, 刘保延, 谢琪, 等. 我国中医知识库研究回顾与展望 [J]. 中国数字医学, 2014, 9 (1): 11 - 14.
- 14 国家中医药管理局办公室. 国家中医药管理局办公室关于印发“治未病”健康工程实施方案的通知 [EB/OL]. [2021 - 11 - 28]. [http://www. satcm. gov. cn/yizhengsi/gongzuodongtai/ 2018 - 03 - 25/6641. html](http://www.satcm.gov.cn/yizhengsi/gongzuodongtai/2018-03-25/6641.html).
- 15 张冀东, 何清湖, 王丹, 等. “后疫情·互联网”时代中医治未病全面升级的思考 [J]. 湖南中医药大学学报, 2021, 41 (12): 1954 - 1958.
- 16 王伟. 浅谈基于云数据的人工智能医疗体系的特点与优势 [J]. 数码世界, 2017 (7): 243.
- 17 尚丽丽, 陈明. 中医药学科交叉建设路径探讨 [J]. 中医杂志, 2021, 62 (13): 1105 - 1108.
- 18 朱宇凡, 赵欣, 杨志强, 等. “人工智能+医学”复合型人才培养展望 [J]. 医学信息学杂志, 2021, 42 (7): 83 - 87.

2022年《医学信息学杂志》编辑 出版重点选题计划

2022年本刊将继续以“学术性、前瞻性、实践性”为特色,及时追踪并深入报道国内外医学信息学领域前沿热点,反映学科研究动态,展示学科研究与应用成果,引领学科发展方向。现对2022年度编辑出版重点选题策划如下:

1 “十四五”医学信息学研究领域的新使命、新格局、新方法; 2 医学信息学及其分支学科建设与创新发展; 3 创新驱动的智能医学情报和数据智能研究; 4 医学人工智能前沿技术、临床应用及挑战; 5 智慧医疗、智慧健康、智慧养老服务体系建设、模式创新; 6 医用机器人系统研发、模型设计; 7 真实世界数据研究方法、案例及其对医疗卫生决策的助推作用; 8 医学小数据与暗数据的价值评估与应用研究; 9 多源异构医疗健康数据融合与治理技术; 10 医学数字资源长期保存体系框架及技术实现; 11 基于数据的知识组织、知识发现理论与方法; 12 数据驱动的精准医学、精准用药研究与实践; 13 开放医学数据安全管理与隐私保护; 14 数据与知识驱动的临床辅助决策支持系统; 15 大规模人群队列研究及其共享平台建设; 16 健康中国战略背景下医药卫生信息化发展规划; 17 数字健康、智慧健康业态分析; 18 “互联网+医疗健康”关键技术与新业态研究进展; 19 健康信息学理论、方法及用户健康信息行为研究; 20 5G时代的个人健康管理理论及实践; 21 重大公共卫生事件风险预警、网络舆情分析及虚假信息治理; 22 医疗卫生信息系统互联互通及其相关标准建设与落地; 23 云计算、物联网、移动互联网在医疗健康领域的综合运用及典型案例; 24 智慧医学图书馆建设管理、理念创新及智慧馆员培养; 25 开放科学与机器智能环境下医学信息服务范式变革; 26 全媒体医学数字资源中心建设; 27 “新医科”背景下医学信息学高层次、复合型人才培养; 28 “互联网+”环境下医学信息学及其相关专业本科、研究生、继续教育面临的挑战、改革与实践创新; 29 国外医学信息学教育经验借鉴; 30 医学信息素养及数字素养教育。

(《医学信息学杂志》编辑部)