

“中医药重大科学问题和工程技术难题（2019—2021）”在国家科技布局中的应用

方子寒¹, 王芳², 韩岚³, 李耿⁴, 温长路⁵, 韩晶岩⁶, 尤良震⁷, 徐愿⁸,
高铸焯⁹, 方南元¹⁰, 张霄潇^{5✉}

(1.中国生物技术发展中心 中医与中药处, 北京 100039; 2.江西中医药大学 中西医结合癌症研究中心, 江西 南昌 330004; 3.安徽中医药大学 药学院, 安徽 合肥 230012; 4.中国医学科学院药用植物研究所, 北京 100193; 5.中华中医药学会, 北京 100029; 6.北京大学 基础医学院, 北京 100191; 7.北京中医药大学东直门医院, 北京 100700; 8.中日友好医院, 北京 100029; 9.中国中医科学院西苑医院, 北京 100091; 10.南京中医药大学附属医院, 江苏 南京 210029)

*通信作者 张霄潇, 博士, 研究方向为中医药标准化与产业发展研究, E-mail: 1028bj@sina.com

摘要 为研判未来科技发展趋势、前瞻谋划和布局前沿科技领域与方向, 中华中医药学会自 2019 年以来连续 3 年启动面向行业征集“中医药领域重大前沿科学问题和工程技术难题”的咨询项目。截至目前共遴选出 18 项作为重大问题开展研究, 并取得了一定的经验和成果, 在国家、地方、科研机构各级科技规划部署, 国家重大科技项目遴选培育以及创新基地建设等重要科技工作中均有应用体现, 充分发挥了学会智库咨政建言作用。该文首次回顾了重大问题的遴选情况, 系统梳理其在国家科技布局中的应用, 并提出现有问题和改进建议。旨在为进一步完善重大问题遴选工作和研究方向提供新的思路, 为中医药领域国家科技布局提供理论依据和决策支撑, 促进科技创新推动中医药高质量发展。

关键词 科技创新; 政策研究; 中医药理论; 产业发展; 中医药现代化

DOI: 10.19540/j.cnki.cjmm.20221108.601

Application of "major scientific questions and engineering technology difficulties in traditional Chinese medicine (2019—2021)" in national science and technology layout

FANG Zi-han¹, WANG Fang², HAN Lan³, LI Geng⁴, WEN Chang-lu⁵, HAN Jing-yan⁶, YOU Liang-zhen⁷, XU Yuan⁸,
GAO Zhu-ye⁹, FANG Nan-yuan¹⁰, ZHANG Xiao-xiao^{5✉}

(1. Department of Traditional Chinese Medicine, China National Center for Biotechnology Development, Beijing 100039, China; 2. Cancer Research Center of Integrated Medicine, Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China; 3. College of Pharmacy, Anhui University of Traditional Chinese Medicine, Anhui 230012, China; 4. the Institute of Medicinal Plant Development, Beijing 100193, China; 5. China Association of Chinese Medicine, Beijing 100029, China; 6. School of Basic Medicine, Peking University, Beijing 100191, China; 7. Dongzhimen Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100700, China; 8. China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China; 9. Xiyuan Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100091, China; 10. Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, China)

Abstract In order to judge the future development trend of science and technology, plan ahead and lay out the frontier technology fields and directions, China Association of Chinese Medicine has launched a consultation project for collecting "major frontier scientific issues and engineering and technical difficulties in the field of traditional Chinese medicine" for the industry for three consecutive years since 2019. Up to now, 18 projects have been selected as major issues to carry out research, and some experience and achievements have been made. These projects have been applied in important scientific

收稿日期: 2022-10-19

作者简介: 方子寒, 助理研究员, 研究方向为中医药科技战略研究, E-mail: fangzh@cncbd.org.cn

网络首发时间: 2022-11-14 16:05:00 网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2272.R.20221111.1400.002.html>

and technological work such as national, local and scientific research institutions' scientific and technological planning and deployment at all levels, the selection and cultivation of major national scientific and technological projects, and the construction of innovation bases, giving full play to the role of the institute's think tank advisory committee. This paper reviews the selection of major issues for the first time, systematically combs its application in the national layout of science and technology, and puts forward the existing problems and improvement suggestions. It was aimed to provide new ideas for further improving the selection of major issues and research direction, provide a theoretical basis and decision support for the national scientific and technological layout in the field of traditional Chinese medicine, and promote scientific and technological innovation to promote the high quality development of traditional Chinese medicine.

Key words technological innovation; policy studies; theory of traditional Chinese medicine(TCM); industrial development; modernization of TCM

中医药是中华民族原创的医学科学,是打开中华文明宝库的钥匙。数千年的历史实践证明,中医药在促进中华民族繁衍昌盛和保障人民健康中发挥了重要作用。新世纪以来,在全球孕育新一轮科技革命和产业变革的历史背景下,中医药与现代科技呈现出更为紧密的交叉融合趋势^[1-2],迎来了前所未有的高质量发展机遇。

在过去的 10 年,我国科技事业发生了历史性、整体性、格局性的重大变化,成功进入创新型国家行业^[3]。在面向未来的科技战略布局下,中医药在推动科技创新,支撑经济社会发展、服务人民生命健康等方面发挥了重要作用^[4-5]。从战略发展方向看,中医药是“健康中国”战略的重要组成部分,应充分发挥中医药在治未病中的主导作用、在重大疾病治疗中的协同作用、在疾病康复中的核心作用;从科技发展趋势来看,人工智能大数据时代的技术优势与中医药原创优势的深度融合,中医药发展将进入高概念时代^[6],中医药将在健康与医学模式变革中发挥越来越重要的作用^[7];从未来国际形势来看,后疫情时代国际上越发关注中医药发展,中医药已经进入或正在成为部分国家医疗保健体系的一部分。同时,也必须清楚地认识到,中医药发展路上存在的基础研究薄弱、关键技术装备落后等瓶颈问题^[8],如何系统梳理分析其中关键科学问题和工程技术难题,准确判断科技突破方向,进行前瞻设计,超前布局,抢占事关长远和全局的科技战略制高点和着力点,成为今后一个时期内中医药传承发展的重大命题。

为落实中国科学技术协会关于做好“重大科学问题和工程技术难题”遴选工作的相关要求,研判中医药未来科技发展趋势,中华中医药学会充分发挥智库咨政建言作用,自 2019 年启动面向行业征集“中医药领域重大前沿科学问题和工程技术难题”的咨询项目^[9-10],开展了高层次、系统性、针对性研究,取得了一定的经验和成果。

1 遴选情况回顾

2019—2021 年,中华中医药学会立足“四个面向”,按照“抓前沿、扬优势、突特色、强弱势”的原则,面向各分支机构、理事单位、团体会员单位、全国医药高等院校、科研机构及医疗机构的广大科技工作者及两院院士征集对未来中医药领域科技发展具有引领作用的前沿科学问题、重大基础研究问题、关键共性技术、现代工程技术、颠覆性技术、“卡脖子”技术及促进可持续发展关键技术等“中医药领域重大前沿科学问题和工程技术难题”(以下简称重大问题)的提案,3 年间收集总计 74 项,经行业权威专家综合研判、严格论证评定,最终遴选出 18 项作为重大问题开展研究(其中前沿科学问题 9 项、工程技术难题 9 项)^[11-13]。总体看,重大问题紧扣了中医药发展的三大战略目标,包括:①阐释中医药理论内涵,破解中医药自身发展瓶颈难题;②提升中医临床疗效,服务人类健康未来;③技术升级中药产业,培育战略性新兴产业等,在中医药传承发展中发挥了引领性、指导性、突破性、关键性作用,见图 1、表 1。

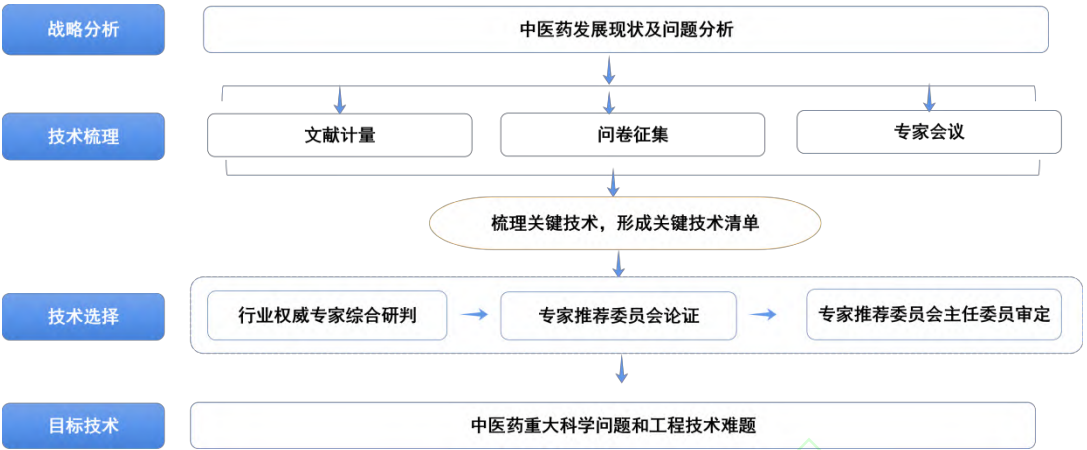


图 1 2019-2021“中医药重大科学问题和工程技术难题”遴选流程图
Fig.1 Selection flowchart of "major scientific and engineering problems of TCM" from 2019 to 2021

表1 2019—2021“中医药重大科学问题和工程技术难题”遴选情况表
Table 1 Selection table of "major scientific and engineering technical problems of TCM" from 2019 to 2021

聚焦战略目标	重大前沿科学问题和工程技术难题名称	遴选年份
阐释中医药理论内涵，破解中医药自身发展瓶颈难题	中医药原创理论的现代科学内涵阐述	2019
	中医药对生命本质和疾病发生发展的调控	2019
	中药复杂体系作用模式解析	2019
	中医药调节人体免疫功能机制是什么？	2020
	如何阐明中药经典名方的科学内涵？	2020
	中医传统非药物治疗法起效的生物学关键机制是什么？	2021
	中药炮制理论及减毒增效的科学内涵是什么？	2021
	如何构建适合中医药研究的体外仿生消化系统？	2021
提升中医临床疗效，服务人类健康未来	提高中医药核心竞争力的临床疗效评价创新方法与技术	2019
	如何评价中药在防治重大慢病中的药物经济学优势？	2020
	如何通过方药量-效-毒关系研究指导临床精准用药？	2021
	中医临床个体化疗效如何实现智能精确评价？	2021
	如何解决中医特色技术操作规范与评价共性技术问题？	2021
技术升级中药产业，培育战略性新兴产业	高品质中药生产关键技术	2019
	中药智能制造关键技术装备	2019
	如何加强中药制造高质量发展的中药制药工程技术装备创新关键工程技术？	2020

聚焦战略目标	重大前沿科学问题和工程技术难题名称	遴选年份
	中药基原物种鉴定过程能自动化地完成吗？	2020
	如何优化中药智能制造生产全流程信息链？	2020

2 项目在国家科技布局中的应用

“中医药领域重大前沿科学问题和工程技术难题”研究的推进，是中医药领域科学发现和技术创新的起点和动力^[14]。“中医药领域重大前沿科学问题和工程技术难题”的研究成果，具有方向明确、重点突出，可操作性强的显著特点，发布之后，受到了国家和地方相关部门的高度关注，在推进我国中医药现代化发展的进程中，不断显示出其认知前移、超前判断、方向引领、风险规避、规范行为等重要作用，为国家和地方科技规划部署、重大科技项目遴选培育、国家创新基地平台布局等方面提供了决策支撑。

2.1 在科技规划部署中的应用

2.1.1 国家科技规划部署

《“十四五”中医药发展规划》中明确指出^[15-16]，“在科技创新 2030—重大项目、重点研发计划等国家科技计划中加大对中医药科技创新的支持力度。深化中医原创理论、中药作用机理等重大科学问题研究。加强中医药临床疗效评价研究。推动设立中医药关键技术装备项目。”科技部在《“十四五”中医药科技创新专项规划（征求意见稿）》中也提出了“中医药理论诠释与创新研究”“中医药精华传承与利用研究”“中医药防治疾病关键技术研究”“现代针灸理论与循证医学研究”“中药全链条质量保障技术研究”“中药新药创制与产品研发”和“中医药关键装备研发”等 7 个方向进行规划部署。

2.1.2 地方科技规划部署

各地方积极贯彻落实中央精神，立足自身资源优势，加快建设中医药发展高地，纷纷颁布了相关支持政策，明确了发展中医药举措，其中“中医药原创理论的现代科学内涵阐述、中药复杂体系作用模式解析、如何阐明中药经典名方的科学内涵、中药复杂体系作用模式解析、提高中医药核心竞争力的临床疗效评价创新方法与技术、中医临床个体化疗效如何实现智能精确评价、高品质中药生产关键技术、中药智能制造关键技术装备、如何加强中药制造高质量发展的中药制药工程技术装备创新关键技术、如何优化中药智能制造生产全流程信息链？”等 10 个重大问题与省市科技规划内容密切相关，见表 2。

表2 2019—2021“中医药重大科学问题和工程技术难题”在各省市科技布局的应用情况表
Table 2 Application of "major scientific problems and engineering technical problems of TCM" in the layout of science and technology in various provinces and cities from 2019 to 2021

重大前沿科学问题和工程技术难题	各地相关的科技部署	
	各地科技政策文件	具体内容
中医药原创理论的现代科学内涵阐述	《江苏省“十四五”中医药发展规划》	加强中医理论科学内涵的现代阐释和实践创新 ^[17]
	《湖南省“十四五”中医药发展规划》	开展中医药防治重大、难治、罕见疾病和新发突发传染病等理论与临床研究，深化中医基础理论、中医证候、诊疗规律、科学原理等重点领域的研究 ^[18]
	《福建省关于促进中医药传承创新发展的若干措施》	以中医病证研究为重点，在原创思维、理论、临床、方法等方面加强研究 ^[19]
如何阐明中药经典名方的科学内涵	《江苏省“十四五”中医药发展规划》	加强经典名方功效物质基础研究 ^[17]
中药复杂体系作用模式解析	《上海市中医药发展“十四五”规划》	以优势病种为切入点，开展中医药药效物质基础、组方配伍规律和作用机制研究 ^[20]
中医药核心竞争力的临床疗效评价创新方法与技术	《浙江省中医药发展“十四五”规划》	加快中医核心病机理论的现代诠释与创新，形成一批基于循证和科学评价的重大疾病的新疗法、新方案，提升中医疗效 ^[21]
	《四川省“十四五”中医药高质量发展规划》	健全适合中医药特点的循证研究方法学系、标准体系，开展高水平中医药循证研究 ^[22]
实现中医临床个性化疗效智能精确评价	《上海市中医药发展“十四五”规划》	推进大数据和人工智能应用，加快中医智能辅助诊疗系统开发和应用场景创新，促进中医标准化、可视化、智慧化发展 ^[20]
高品质中药生产关键技术	《科技支撑江西省中医药传承创新发展行动方案(2021—2025年)》	加快突破中药制造工艺与装备关键核心技术，为中药制造自动化、智能化、数字化转型升级提供技术方案、资源整合和设备支撑 ^[23]
中药智能制造关键技术装备	《四川省“十四五”中医药高质量发展规划》	加快中药工业转型升级,推进中药工业数字化、智能化建设。抢抓中医药智能装备发展黄金机遇期，瞄准家用智能健康服务、智能诊疗、智慧药房和中药材智能采摘、智能加工装备、精深生产设备等重点领域,推动具有市场竞争力的中医药智能装备上市 ^[22]
如何加强中药制造高质量发展的中药制药工程技术装备创新关键工程技术？		《安徽省促进中医药振兴发展 行 动 计 划 （ 2022—2024） 》
如何优化中药智能制造生产全流程信息链？	《北京市关于促进中医药传承创新发展的实施方案》	促进现代信息技术在中药生产中的应用 ^[25]
	《重庆市关于促进中医药传承创新发展的实施意见》	支持中药企业运用现代信息技术促进中药生产，提高智能制造水平和质量控制水平 ^[26]

2.1.3 研究机构科技规划部署

中国中医科学院是国家中医药管理局直属的集科研、医疗、教学为一体的综合性中医药研究机构，作为中医药研究机构的代表，在发布的《“十四五”中国中医科学院发展规划》中明确了“十四五”期间重点研发领域及方向。包括中医药古典医籍挖掘与利用、中医药理论诠释与创新方法、重大疾病防治、中医治未病与康复能力提升、中药资源保护与利用、符合中药特点的有效性安全性评价、针灸经络等十方面内容^[27]，其中与重大问题内容密切相关的主要集中于中医药理论内涵阐释和中医临床疗效提升两大方面，见表3。

表3 2019-2021“中医药重大科学问题和工程技术难题”在中国中医科学院科技布局的应用情况表
Table 3 Application of "major scientific problems and engineering technical problems of TCM" in the science and technology layout of China Academy of Chinese Medical Sciences from 2019 to 2021

重大前沿科学问题和工程技术难题	“十四五”中国中医科学院发展规划	
	相关领域	具体内容
中医药原创理论的现代科学内涵阐述	中医生命观的传承与创新研究	开展以中医象气神理论为核心的人体生理规律研究，从时空、能量、信息等新视角解析天人相应的中医生命观
	重大疾病中医关键问题的理论研究	开展若干重大疾病证治规律的理论研究，总结与提炼其因、机、证、治理论，完成 30 个疾病的临床病证理论总结及 20 个疾病的中医医疗技术阐释
	针灸理论框架构建	开展古代针灸理论实际运用层面的系统考察，不断丰富针灸理论薄弱范畴，调整完善针灸理论结构，完成针灸理论内涵的现代表达
中药复杂体系作用模式解析	解读中医药学原理的前沿关键技术	针对用现代科学解读中医药学原理的技术方法需求，坚持中医药原创思维，加强系统生物学、大数据、人工智能等多学科前沿技术与中医药的深度交叉融合，重点开展中医药效应测量、效应靶标发现与确证、效应靶标网络调控、多源异构数据整合等方面研究，促进中医药复杂作用解析方法学上的变革，推动证候、中药方剂等中医药关键领域的新突破
	中医药治疗重大疾病复杂作用模式解析	以重大疾病及其有效方药为研究对象，开展整体宏观表征与微观分子网络关联性研究，揭示中医药治疗重大疾病复杂作用模式
	中药核心功效科学表征研究	系统开展中药功效复杂效应多维表征技术研究，建立中药功效的多成分-多靶点-多效应整合规律解析技术
中医药核心竞争力的临床疗效评价创新方法与技术	重大疾病中医药临床防治方案的循证评价	围绕心脑血管疾病、肿瘤、代谢性疾病、抗耐药菌感染等开展 5~10 项多中心、大样本临床研究，制定中西医结合临床诊疗指南、临床路径和评价体系，建立中医药特色临床评价关键技术，完成生物样本库建设；开展循证医学与叙事医学相结合的医疗决策、疗效评价模式和方法学研究，实施中医医院卫生技术评估方案试点并总结推广
如何通过方药量-效-毒关系研究指导临床精准用药？	中药方剂生物活性谱及临床疗效关联性分析	选取确有疗效的方剂，从细胞、整体水平，进行多组学整合分析，揭示多层次生物活性谱与临床疗效的关联性，形成中药药效与毒性评价的新方法
中医传统非药物疗法起效的生物学关键机制是什么？	经络腧穴特征与效应机制	聚焦经络的生理功能和病理表现，阐明生物学功能及其对机体的调整作用；聚焦穴位效应的启动-调控机制，阐明穴位的特异性节段和系统性全身调控规律
中医临床个体化疗效如何实现智能精确评价？	中医药关键技术装备应用基础研究	开展中医药技术装备与多学科交叉融合创新基础性研究，充分利用现代科技，加快开发中医四诊客观化诊疗设备，实现规范化、网络化、智能化一体的数据共享系统

2.2 在国家重大科技项目遴选培育中的应用

为加强中医药科技创新、落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“中医药现代化”重点专项。“中医药现代化”重点专项 2022 年度项目申报指南围绕“中医原创理论系统化诠释与创新”“中医药经典与经验传承创新研究”“中医药防治疾病临床价值提升”“中医药产业高质量发展关键技术攻关”4 个技术方向，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，启动了 17 个方向的项目申报，其中“中医病机理论指导下的重大疾病认知及防治策略研究”“心脑血管病的中西医结合防治关键技术及方案优化研究”“基于系统生物学的中成药临床疗效与安全研究”等多个二级指南方向，分别与重大问题中的“中医药原创理论的现代科学内涵阐述”“提高中医药核心竞争力的临床疗效评价创新方法与技术”“中药复杂体系作用模式解析”等核心内涵紧密相关，见表 4。

表4 2019—2021“中医药重大科学问题和工程技术难题”在“中医药现代化”重点专项2022年度申报指南的应用情况表
Table 4 Application of "major scientific problems and engineering technical problems of TCM" in the 2022 annual application guideline of National Key R&D Program of Modernization of TCM from 2019 to 2021

重大前沿科学问题和工程技术难题	“中医药现代化”重点专项 2022 年度指南	
	重点领域	具体内容
中医药原创理论的现代科学内涵阐述	中医病机理论指导下的重大疾病体系自洽的创新病机理论	以重大疾病关键病机为切入点，从临床实践中具有疗效优势的创新治法、方药出发，明确重大疾病进展关键节点的核心病机和证候分布规律，体系化阐释该病机的学术脉络、内涵与外延，凝练、升华形成与中医理论验证创新病机理论对临床实践的指导作用，形成 基于创新病机理论的临床新路径与优势诊疗方案。

重大前沿科学问题和工程技术难题	“中医药现代化”重点专项 2022 年度指南	
	重点领域	具体内容
(2019)	体表—经络—脏腑联系的特征、途径和调控机制	以经络学说所蕴含的人体体表与经络、经络与脏腑的特异性表征、联系和调控作用规律，阐明体表—经络—脏腑联系的途径和调控机制，梳理传统经络理论的科学价值，开展疾病状态下的经络诊察，探索经络穴位检测的方法，揭示经络现象相关联的生物学基础，并采用适宜的干预措施，探讨其诊治疾病的规律和机制，提升经络理论的临床指导价值。
	中医药广谱抗病毒“异病同治”的科学内涵研究	以中医药治疗有优势的病毒感染性疾病为研究对象，在“异病同治”指导下优选针对病毒感染有效的中医方药，结合前瞻性临床研究明确其疗效的临床定位；开展基础研究确定其宿主—病毒作用的有效成分及关键通路，科学阐释基于“异病同治”的中医药抗病毒的广谱效应。
提高中医药核心竞争力的临床疗效评价创新方法与技术 (2019)	心脑血管病的中西医结合防治关键技术及方案优化研究	结合中医药防治心脑血管病的特色和优势，选择冠心病、高血压病、脑卒中、心衰等重大心脑血管病，针对疾病发生发展的关键阶段，以病证结合理念为指导，以提升临床疗效为切入点，系统开展现代医学诊疗模式下的疾病的中证证候特征和演变规律研究，明确中西医结合优势互补的干预环节，为临床精准用药提供依据；筛选具有一定基础和优势的中医防治措施，开展诊疗方案动态优化研究，结合临床证据建立体现中医特色的疗效评价指标体系，制定中西医结合优势互补的防治方案；开展循证医学临床研究，优化中西医结合诊疗心脑血管病的关键技术与诊疗方案
	神经系统疑难病的中医诊疗规律系统化研究	针对临床尚缺乏理想治疗方法的神经系统疑难病，如阿尔茨海默病、帕金森综合征、多发性硬化症、重症肌无力、儿童自闭症等，充分挖掘经典方剂和名老中医经验，进行复杂干预评价的实用性随机对照设计、适应性临床试验设计、注册登记研究等，总结疑难病“病证结合”证治规律，明确中医药在防治疑难病中的作用环节和中西医协同救治的路径，建立中西医共识的诊疗规范和指南。阐明有效方药的作用靶点；研制相关特色制剂或产品
	代谢相关疾病的中西医结合防治关键技术及方案优化研究	针对糖尿病、痛风、风湿病、骨质疏松等代谢相关疾病及其并发症，以中医药诊治特色和优势为切入点，以提高临床有效防控效果为导向，进行中西医结合联合攻关，制订、修订具有显著疗效优势和中医药原创特色的治疗方案、方药、关键技术等，遵循国际通行的研究规范，采用适宜的临床终点指标，开展高质量的临床评价研究；结合中医药理论，开展代谢疾病相关基础研究，深入阐明机体代谢内稳态及其调控机制，发现治疗作用靶标，开发中药新剂型及应用研究
如何阐明中药经典名方的科学内涵？ (2019)	扶正类中药功效与配伍的科学表征及机理研究	围绕具有益气、补血、养阴、温阳等功效的扶正类代表性中药和经典方剂，构建扶正类中药的多维药理学指标表征体系，阐明扶正类代表性中药的物质基础，及其功效的生物学本质，揭示对疾病发生发展的调控机制，并在此基础上开展扶正类中药的配伍研究，揭示复方配伍的科学内涵。
中医传统非药物疗法起效的生物学关键机制是什么？ (2021)	腧穴效应规律及配伍机制	以阐明腧穴效应规律为核心，构建现代针灸经络腧穴理论框架。梳理传统腧穴理论的主治特点和规律，开展不同疾病状态下穴位敏化检测，阐明其出现的特异性规律，并揭示其调控相关病变的作用机制。探索穴位给药，针药结合增效减毒的作用机制。深入开展不同手法或刺激方式与穴位效应的量效关系研究，从腧穴的局部反应、靶器官效应以及全身系统性调控规律入手，揭示穴位效应、穴位间的同功效应。在此基础上，开展穴位配伍研究，探讨优化针灸临床方案的科学基础，并开展优势病种的临床研究
如何解决中医特色技术操作规范与评价共性技术问题？ (2021)		
中药复杂体系作用模式解析 (2019)	基于系统生物学中成药临床疗效与安全性研究	面向中成药防病治病的效应物质、作用机理和科学内涵，依托中成药“复方-有效成分-体内代谢-靶点网络-生命组学”大数据，研发基于系统生物学中成药临床疗效与安全性评价新方法新技术，揭示不同有效成分组合、剂量配比、靶点网络、多层次生命组学与复方临床药效、安全性的关联关系。研究中成药入血成分体内代谢规律，研发基于量效关系的药效推理模型，构建中成药体内代谢物与有效组分群辨识技术；利用适合中成药研究的组织器官与动物模型，动态采集转录组、蛋白质组、代谢组等表型组学数据，揭示组学生物活性谱和临床疗效与毒性的关联关系，并在临床上获得验证；开发可共享交互的中成药复方拆方比较分析平台，实现“同病异治”复方配伍功效与毒性模拟效应自动评价，为大规模解析中成药的功效机制提供技术支持
如何通过方药量-效-毒关系研究指导临床精准用药？ (2021)	基于临床的中药安全风险发现、评价、控制策略及关键技术研究	以临床真实世界为基础，选取 3~5 种研究发现的潜在毒性中药品种（如含有补骨脂、白鲜皮、淫羊藿、何首乌、大黄及马兜铃酸等有关品种），开展相关中药产品安全风险信号发现、因果关系评价、损害机制和风险控制对策研究。基于医疗大数据和人工智能等技术，开展潜在毒性中药安全风险信号发现、识别和评价；建立符合中医药特点的药源性损害因果关系评价策略、方法和标准，以揭示潜在毒性中药药源性损害的客观性及临床特征；建立紧密联系临床的中药安全性评价模式和技术体系，揭示其毒性原因、物质基础和作用机制，开展病（证）-量-时-毒-效关系研究；从易感病证识别、毒性类型分析、风险物质控制和临床精准用药等方面，建立中药药源性损害风险系统防控策略和技术体系，降低临床安全用药风险，推动实现中药个性化精准用药，形成可推广、可复制的中药临床安全风险防控方案
中医临床个体化疗效如何实现智能精确评价？ (2021)	基于多维信息采集与智能处理技术的中医诊疗研究	面向中医临床及健康监测对望诊的数字化标准化需求，开展中医望诊多维度信息采集关键技术、基于中医基础理论的信息分析与智能化处理、不同部位图像信息关联度分析研究，开发系列精确智能图像与智能分析中医装备，并开展装备临床应用验证，建立相应标准和规范

近几年的国家自然科学基金重点项目立项领域指南与中华中医药学会已发布的重大科学问题均有不同程度的相关性，其中与重大问题内容密切相关的主要集中于“中医药原创理论的现代科学内涵阐述”“中医药对生命本质和疾病发生发展的调控”“中药复杂体系作用模式解析”“中医传统非药物疗法起效的生物学关键机制是什么？”“中药炮制理论及减毒增效的科学内涵是什么？”“高品质中药生产关键技术”几方面，见表 5。在与相关地方政府共同设立的国家自然科学基金企业创新发展联合基金中，山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、安徽、福建、湖南、广西、华南地区、重庆、四川、西藏、甘肃

也将本区域中医药研究需求写入指南，在密切结合中医药区域特色的基础上，有力推动了“中医药原创理论的现代科学内涵阐述”“中医药对生命本质和疾病发生发展的调控”“中药复杂体系作用模式解析”相关科学问题的研究，也为相关“高品质中药生产关键技术”的构建提供了基础研究支撑。

表5 2019—2021“中医药重大科学问题和工程技术难题”在国家自然科学基金重点项目立项领域的应用情况表
Table 5 Application of "major scientific problems and engineering technical problems of TCM" in NSFC key projects from 2019 to 2021

重大前沿科学问题和工程技术难题名称	国家自然科学基金重点项目立项领域
中医药原创理论的现代科学内涵阐述 (2019)	基于筋伤理论防治退行性骨关节病的生物学基础研究 (2019) 基于中医理法方药的神经退行性病防治策略与机制 (2021)
中医药对生命本质和疾病发生发展的调控(2019)	肿瘤微环境与中医证候相关性及其相应治则治法的生物学基础研究(2019) 中医药干预耐药性感染性疾病的机制研究(2019) 中西医结合防治心血管疾病的机制研究(2019) 血瘀证的生物学基础(2020) 中西医结合防治恶性肿瘤的机制研究(2020) 温病传变规律及相应治则治法的生物学基础(2021) 心血管疾病的中医证候及相应治则治法的生物学基础(2022) 风湿免疫疾病中西医结合防治的免疫学机制(2022)
中药复杂体系作用模式解析 (2019)	中药功效关联物质的发现及其作用机制 (2020)
中医传统非药物疗法起效的生物学关键机制是什么? (2021)	针刺镇痛效应的整合机制研究(2021) 针灸不同刺激方式的生物学效应基础(2021)
中药炮制理论及减毒增效的科学内涵是什么? (2021)	少数民族常用有毒药味炮制方法及其减毒增效原理(2021)
高品质中药生产关键技术(2019)	中药制剂剂型设计的生物药剂学基础(2022)

2.3 在科技创新基地平台建设规划中的应用

在创新基地建设方面，《科技部办公厅、国家卫生健康委办公厅、军委后勤保障部办公厅、药监局综合司关于开展第五批国家临床医学研究中心申报工作的通知》申报疾病领域中专门提出“中医（免疫）”；国家卫生健康委依托高水平医院设置的国家级医学中心，设置了中医药免疫类疾病国家医学中心，有望为解答“中医药调节人体免疫功能机制是什么？”一问题提供研究平台和条件。

3 展望与建议

中国科学技术协会指导，中华中医药学会开展的“中医药重大科学问题和工程技术难题（2019—2021）”遴选工作充分体现了技术预测研究工作及国家科技部署中价值和意义。该项目运用多种技术预见研究方法，采用专家提名、情景分析和专家集体论证等多种方法相结合的方式，在系统梳理出中医药领域征集技术清单之后，经多轮筛选后遴选提出。从重大问题目前在国家科技布局中的应用情况来看，遴选的重大问题对于正确把握国家的中医药现代化发展技术方向提供了重要的战略性智力支持。

随着重大问题遴选与研究的逐步深入，也暴露出了一些存在的问题：一是重大问题层次不统一。有的过于具体，有的过于宽泛，增加了后期遴选工作的难度，也降低了对科技规划部署的指导性和执行力。二是重大问题研究方向不平衡。现有问题难题内容存在较多的交叉重复，如某一方向领域虽然表述上有区别，但实际研究内容存在重复。三是重大问题，尤其是工程技术难题仍存在高度不够、前瞻性不强等问题，相当一部分重大问题难题仍未被提出，距满足国家及领域内当前及未来重大技术需求的要求还有一定差距。

为进一步做好重大问题的遴选工作，提升遴选问题质量，建议强化以下几方面的工作。

3.1 扩大问题征集范围

中医药重大科学问题，既要有运用中医药的理念、方法来解决临床问题，又要有应用现代科学技术方法阐释中医药科学内涵等多方面的内容。这些问题的提出者，不仅可以是中医药学者，也可能是现代其他相关学科的科技工作者，特别是现代医学和生命科技前沿的学者。因此，应考虑扩大问题征集范畴，明晰征集问题的要求和定义，争取更广大的科技工作者支持。

3.2 提升问题针对性

应系统梳理现有任务布局,深入研判国内外最新形势和发展趋势,与中医药行业研究进展和产业发展情况对标对表,从重大战略需求、目标愿景、预期成果等方向持续强化战略聚焦,有针对性地选准重大问题的方向,绘制实用的中医药知识图谱,探讨切实可靠的技术路径。在此基础上,明确若干主攻方向,如基础研究要聚焦重大科学问题,技术开发要突出关键“难点”“卡点”“堵点”,应用示范要强调典型应用场景等。

3.3 完善遴选评价体系

重大问题的遴选和提出既是技术预测,更是科研学术管理问题,构建科学合理的遴选评价体系是准确研判中医药发展前沿技术和关键技术的关键所在。目前遴选采用的问卷调查、专家咨询等定性方法,路径尚显局限,评价指标体系也不够规范和健全。应不断开拓思路,逐渐在以技术重大性、创新性、提升性、制约性和领域支撑性五个核心要素为目标的指导下,建立和完善一套定性定量相结合的科学、公正、高效、规范的遴选指标评价体系。

3.4 优化遴选流程

重大科学问题遴选既要高度集中战略智慧,又要凝聚专家共识,需在统一部署和求同存异之间寻求平衡。应进一步提升评价专家的开放度,适当增加跨领域、多学科专家的比例;在提升专家层级同时,适当增加战略型科学家;建立专家轮换制度,注意专家来源的代表性和全面性,重点吸纳一线科研人员和产业界专家。在遴选环节中,适当加大量化评价和专家匿名评价的分量;定稿环节中,做好专家意见的平衡,能比较客观地反映出评价过程的全貌。

3.5 建立追踪与反馈机制

追踪中医药重大科学问题和工程技术难题的研究现状与发展趋势,建立难题的反馈与建议机制,增加在国家科技布局中的贡献度,不断促进工作体制完善。加强专家沟通,更新凝练提升稿件质量;拓展发布渠道,提升研究的影响力和关注度;持续了解研究成果在实践中的贡献度,以进一步支撑评价指标的合理、完善。

[致谢]张伯礼院士、陈凯先院士、黄璐琦院士、仝小林院士、田金洲院士、肖伟院士、高颖教授、唐旭东教授、张允岭教授、徐安龙教授、杨洪军研究员、孙晓波研究员、李梢教授、屠鹏飞教授、肖小河研究员、亢泽峰教授、张洪春教授、商洪才研究员、刘存志教授、唐健元教授、王成祥教授、韩立炜教授、朱卫丰教授、许钊教授、毛静远教授等专家在中医药重大科学问题和工程技术难题遴选工作中给予的重要指导和支持。

[参考文献]

- [1] 王宏广, 朱姝, 张俊祥. 用中医理念、现代科技发展未来医学[J]. 中国中医药信息杂志, 2018, 25 (7): 1.
- [2] 张伯礼, 高长安. 将中医药原创思维与现代科技结合[N]. 中国科学报, 2016-07-05 (001).
- [3] 胡喆, 张泉, 温竞华, 等. 科技事业发生历史性、整体性、格局性重大变化[N]. 新华每日电讯, 2022-06-07 (003).
- [4] 黄明, 杨丰文, 刘耀远, 等. 张伯礼院士谈“中医药发展这十年”[J]. 天津中医药大学学报, 2022, 41 (4): 409.
- [5] 陈凯先. 把中医药科技创新摆到国家科技战略的高度推动我国科技的原始创新[J]. 中医药文化, 2015, 10 (2): 4.
- [6] 王永炎, 田金洲. 新形势下的中医药传承与创新[J]. 北京中医药大学学报, 2018, 41 (7): 533.
- [7] 谭震, 朱艺, 肖革, 等. 我国健康管理体系的发展现状及未来展望[J]. 中国社会医学杂志, 2022, 39 (3): 247.
- [8] 黄爱英. 我国中医药产业发展的现状分析[J]. 现代医药卫生, 2021, 37 (9): 1579.
- [9] 韩立炜, 果德安, 刘菊妍, 等. 2020 年度中医药重大科学问题及工程技术难题[J]. 中医杂志, 2020, 61 (19): 1671.
- [10] 仝小林, 房敏, 高慧, 等. 2021 年度中医药重大科学问题和工程技术难题[J]. 中医杂志, 2021, 62 (11): 921.
- [11] 中华中医药学会. 中医药重大科学问题和工程技术难题 [J]. 中医杂志. 2019, 60 (12): 991.
- [12] 中华中医药学会. 2020 年度中医药重大科学问题及工程技术难题 [J]. 中医杂志. 2020, 61 (19): 1671.
- [13] 中华中医药学会. 2021 年度中医药重大科学问题及工程技术难题 [J]. 中医杂志. 2021, 62 (11): 921.
- [14] 费菲, 张清涵. 中医思维与现代科技结合催生原创成果——张伯礼院士谈新时代中医药发展的机遇和任务[J]. 中国医药科学,

2019, 9 (21): 4.

- [15] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发“十四五”中医药发展规划的通知 (国办发[2022]5 号) [EB/OL]. (2022-03-03) [2022-10-19]. http://www.gov.cn/xinwen/2022-03/29/content_5682270.htm.
- [16] 吕玲, 杨丰文, 黄明, 等. 改革创新, 全面推进中医药振兴发展——《“十四五”中医药发展规划》解读[J]. 天津中医药, 2022, 39 (6): 681.
- [17] 江苏省发展改革委, 江苏省卫生健康委员会, 江苏省中医药管理局. 关于印发《江苏省“十四五”中医药发展规划》的通知 [EB/OL]. (2021-12-31) [2022-10-19]. http://wjw.jiangsu.gov.cn/art/2022/1/12/art_57222_10315016.html.
- [18] 湖南省人民政府. 关于印发《湖南省“十四五”中医药发展规划》的通知 [EB/OL]. (2021-11-16) [2022-10-19]. http://www.hunan.gov.cn/hnszf/xgk/wjk/szbm/szfzcbm_19689/swsjkwyh/gfxwj_19835/202111/t20211128_21179524.html.
- [19] 中共福建省委福建省人民政府印发《福建省促进中医药传承创新发展若干措施》[N]. 福建日报, 2020-09-02 (1).
- [20] 上海市卫生健康委员会, 上海市中医药管理局. 关于印发《上海市中医药发展“十四五”规划》的通知 [EB/OL]. (2021-11-29) [2022-10-19] <https://wsjkw.sh.gov.cn/zxghjh/20211129/ffd4b5d7a3d141f4ad8f6ca3d619d401.html>.
- [21] 浙江省发展和改革委员会, 浙江省经济和信息化厅, 浙江省农业农村厅, 浙江省卫生健康委员会, 浙江省中医药管理局. 关于印发《浙江省中医药发展“十四五”规划》的通知 [EB/OL]. (2021-05-25) [2022-10-19]. https://www.zj.gov.cn/art/2021/6/30/art_1229505857_2307253.html.
- [22] 四川省人民政府办公厅. 关于印发《四川省“十四五”中医药高质量发展规划》的通知 [EB/OL]. (2021-12-15) [2022-10-19]. <http://sctcm.sc.gov.cn/sctcm/zewj2/2021/12/17/b9cf1cf3fb9741c298243baf4431076a.shtml>.
- [23] 江西省人民政府办公厅. 科技支撑江西省中医药传承创新发展行动方案 (2021—2025 年) [EB/OL]. (2021-04-26) [2022-10-19]. http://www.jiangxi.gov.cn/art/2021/4/26/art_5038_3340613.html.
- [24] 安徽省人民政府办公厅. 关于印发安徽省促进中医药振兴发展行动计划 (2022—2024 年) 的通知 [EB/OL]. (2022-04-14) [2022-05-09]. <https://www.ah.gov.cn/public/1681/554126331.html>.
- [25] 中共北京市委, 北京市人民政府. 印发《关于促进中医药传承创新发展的实施方案》的通知. [EB/OL]. (2022-03-27) [2022-10-19]. http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202104/t20210407_2345958.html.
- [26] 中共重庆市委、重庆市人民政府出台关于促进中医药传承创新发展的实施意见[N]. 福建日报, 2020-10-20 (1).
- [27] 李芮. 《“十四五”中国中医科学院发展规划》发布[J]. 中医药管理杂志, 2022, 30 (8): 2.