

• 管理纵横 •

DOI: 10.3724/BNSFC-2024.11.29.0003

ARPA-H资助项目的遴选机制与管理策略研究 及对我国的启示

杨 岚^{1,2†} 赵文静^{1,2†} 贾晓峰³ 郭 欣⁴
戴婉薇⁵ 杜 建^{1,2*} 董尔丹^{4,6*}

1. 北京大学医学部 医学技术研究院, 北京 100191
2. 北京大学 健康医疗大数据国家研究院, 北京 100191
3. 国家卫生健康委员会 卫生发展研究中心, 北京 100044
4. 北京大学第三医院 心血管内科/血管医学研究所, 血管稳态与
重构全国重点实验室(北京大学), 北京 100191
5. 北京大学第三医院 科研处, 北京 100191
6. 康复大学 人口健康与社会发展研究中心/山东省人口
健康公共政策软科学研究基地, 青岛 266071

[摘 要] 本文以美国健康高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency for Health, ARPA-H)为研究对象, 阐述了其通过资助高风险、高回报的医学健康研究加速改善全民健康状况的使命定位, 探讨了其扁平化、灵活高效的管理特点。通过收集整理ARPA-H现有研究项目, 本文识别了其重点资助领域及运行机制, 进一步深入分析了其项目管理流程及策略, 包括项目选题、规划、执行和验收四个阶段。基于“大问题—小问题—现状—挑战—方案”的逻辑模型确定研究方向, 通过公开征集执行团队及其提案, 结合定期评估以确保项目进展顺利, 最终推动成果转化。在此基础上, 本文结合我国高风险、高回报的创新性研究项目的管理需求提出了相关建议, 包括优化选题机制、构建灵活高效的管理模式、推进科研成果转化等, 以提高我国医学科学基金项目管理水平, 推动我国医学领域的原创研究发展。

[关键词] 原创探索项目; 遴选机制; 管理策略

健康是人民幸福生活及生命安全的基础, 人民健康直接关系到国家富强。为促进全民健康, 国家不断推进医药卫生领域国家科技重大专项。习近平总书记在2020年科学家座谈会上提出“四个面向”, 强调了科技工作者应“坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康, 不断向科学技术广度和深度进军”。我国“十四五”规划建议中提出要强化国家战略科技力量, 瞄准生命健康、脑科学等前沿领域, 实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目, 从

国家急迫需要和长远需求出发, 攻关关键核心技术。推进医学科研项目发展对于满足人民健康需求以及建设社会主义现代化强国至关重要。

科研项目的选题是研究的起点, 影响整个研究的发展。科学的项目遴选标准能够确保科研资源科学、公平、高效地分配到最有价值和潜力的项目上^[1], 医学科研管理水平决定了医学科技事业的发展高度^[2]。完善国家重大科技项目的选题和管理机制是强化国家战略科技力量、实施科技强国战略的重要举措^[3]。但现有研究显

收稿日期: 2024-11-29; 修回日期: 2025-03-21

† 共同第一作者。

* 通信作者, Email: dujian@bjmu.edu.cn; donged@bjmu.edu.cn

本文受到中国工程院战略研究与咨询项目(2024-XZ-73)和中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2021-I2M-5-003)的资助。

引用格式: 杨岚, 赵文静, 贾晓峰, 等. ARPA-H资助项目的遴选机制与管理策略研究及对我国的启示. 中国科学基金, 2025, 39(3): 532–540.
Yang L, Zhao WJ, Jia XF, et al. Study on the selection mechanism and management strategies of arpa-H funded programs and its implications for china. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2025, 39(3): 532–540. (in Chinese)

示,我国科技项目选题、遴选和管理上仍存在问题。选题方面系统性和前瞻性有待提升^[4],面向颠覆性技术类的科研项目不足^[5];遴选方面存在标准不统一、评议结论逻辑一致性不足等问题^[1];管理方面存在资源配置不合理,重申报轻管理,科研成果转化率低等问题^[6,7],影响医学研究的发展创新。

美国国防高级研究计划局(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)是领导美国前沿技术开发的强有力机构,推动了互联网、隐形飞机等领域发展,是许多突破性技术创新的策源地^[8],受到世界各国的广泛关注。在医学健康领域,美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, U. S., NIH)是全球最大的医学研究资助机构之一,旨在探求生命系统本质及其行为的基础知识,并应用于促进健康、减少疾病和残疾的研究,偏向于增量的、假设驱动的研究。尽管NIH在推动基础科学方面有显著成就,但其在将基础研究成果迅速转化为临床应用方面进展较慢^[9]。为弥补这一不足,同时应对一些当前医学研究领域中的重大挑战,美国前总统拜登在2021年提出设立一个新型类DARPA机构——美国健康高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency for Health, ARPA-H),其借鉴DARPA的成功经验和模式,力求在高风险、高回报的医学项目上取得突破^[10]。当前国内关于ARPA-H的研究文献稀缺,本文通过探讨ARPA-H的遴选和管理机制,了解其应对重大健康问题的具体模式,对推动我国科研项目进步具有重要的借鉴意义。

1 ARPA-H介绍

1.1 使命定位

ARPA-H的使命是为那些无法通过传统研究或商业活动轻易完成的高潜力、高影响的生物医学和健康研究制定有效的解决方案,以加速改善每个人的健康状况。

其研究范围广泛,涉及从分子到社会的多个层面,主要资助尖端、高风险、高回报的研究^[9]。

与NIH长期以来侧重于支持基础科学和渐进式研究不同,ARPA-H注重资助能够带来显著社会影响的颠覆性创新,尤其是那些具有快速转化潜力的高风险研究。ARPA-H通过更加灵活的管理模式,使科研资金能够迅速流向最具突破性潜力的方向。通过跨学科合作,鼓励将新兴技术,如人工智能等应用于医学研究,有助于推动创新并加速科研成果转化,弥补了NIH在资助高风险、颠覆性生物医学研究方面的空白,与NIH形成了基础探索与创新应用的互补,有助于加速医学领域的突破性进展,实现从科学研究到市场应用的成功转化。

ARPA-H虽设立于NIH下,但其预算独立于NIH,体现了美国对高风险科研项目的专门支持。2022财年ARPA-H获得10亿美元拨款,2023财年和2024财年分别获得拨款15亿美元,2025财年预算维持在15亿美元^[11]。

1.2 组织架构

ARPA-H从上到下为主任—办公室主管—项目经理3个层级,如图1所示。虽然ARPA-H设立在NIH内部,但其运作保持独立性。ARPA-H主任负责整体的管理和运营,直接向美国卫生与公众服务部(Department of Health and Human Services, U.S., HHS)部长汇报,确保其决策和执行不受传统NIH结构的束缚。这一独立性使其能够灵活应对医学领域中的快速变化和紧迫挑战。目前ARPA-H内共设立了14个办公室,每个办公室都有特定的职责,且需要对医疗健康领域的现状、问题和发展提出建议^[12]。项目经理是项目的核心人物,负责把控具体项目的选题、执行等。项目经理具有较大的自主决策权,其任期一般为3~6年,每位项目经理可负责多个项目,同时一个项目也可能由多个项目经理接任负责。这与DARPA扁平化管理架构一致,即中从上到下只有局长—办公室主管—项目经理3个层级,且以项目经理为项

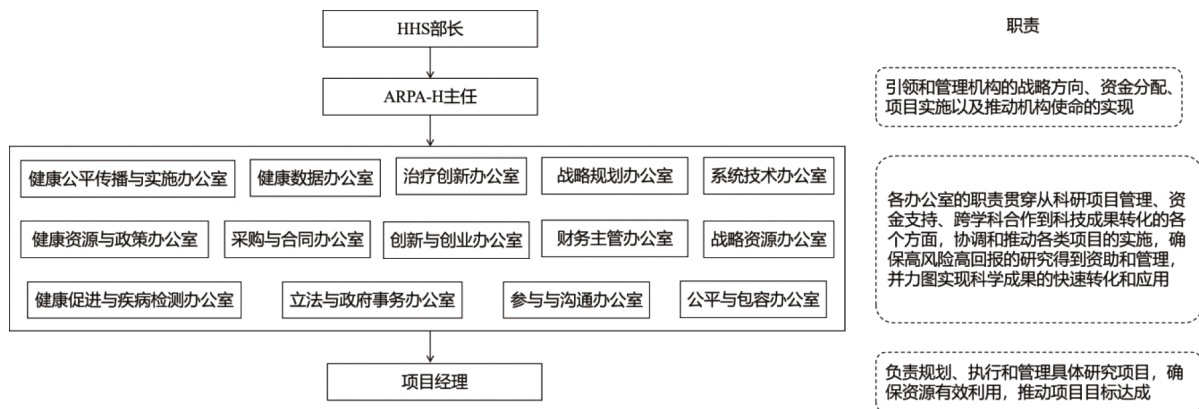


图1 ARPA-H组织架构图

Fig.1 Organizational Structure Diagram of ARPA-H

目管理核心^[13]。

ARPA-H目前共有22位项目经理,其中15位有在研项目(详见表1)。对这15位项目经理进行分析可知,14

位拥有博士学位,其中4位为医学博士。其余项目经理的学术背景涵盖药理学、生物学、计算机科学等多个学科。这些项目经理不仅有优秀的学历背景,也有丰富的

表1 ARPA-H项目经理的学历背景和工作经历*				
Table 1 The Educational Background and Work Experience of the Project Manager for ARPA-H				
项目名称	项目经理	学历背景	工作经历	主要研究领域
精准癌症治疗的先进分析(ADAPT)	Andrea Bild	科罗拉多大学丹佛分校药理学和毒理学博士	希望之城医疗中心医学肿瘤学和治疗学教授 犹他大学药理学副教授和基因组科学项目主任 Unravel Genomics创始人兼CEO	癌症精准治疗
通过计算实验预测抗原对多种病毒的有效性(APECx)、计算驱动的药物安全分析(CATALYST)	Andy Kilianski	芝加哥洛约拉大学微生物学和免疫学博士	国际艾滋病疫苗倡议组织(IAVI)新发传染病高级主管 国防部高级科学家和科学技术经理	疫苗
ARPA-H生物医学数据结构工具箱(ARPA-H BDF Toolbox)	Gina Kost	乔治华盛顿大学药理学、分子肿瘤学博士	ARPA-H弹性系统领域办公室副主任	肿瘤
为空气和全面健康构建弹性环境研究(BREATHE)	Jessica Green	加州大学伯克利分校核工程博士	Phylagen创始首席技术官和首席执行官 俄勒冈大学生物学教授	健康建筑设计
ARPA-H数字健康安全倡议(DIGIHEALS)、自主防御通用补丁和修复研究(UPGRADE)	Andrew Carney	约翰霍普金斯大学计算机科学硕士	汇丰银行网络安全科学与分析小组首席研究员 DARPA联合项目经理,技术顾问	网络安全
人体免疫细胞工程(EMBODY)	Daria Fedyukina	威斯康星大学麦迪逊分校化学博士	凯斯西储大学医学院翻译官 REGENXBIO商业和投资组合规划部 L.E.K. consulting管理顾问 BioHeights创始人	基因疗法及其商业化
淋巴干预和药物探索突破(GLIDE)、淋巴成像、基因组学和表型技术研究(LIGHT)	Kimberley Steele	约翰霍普金斯大学临床研究博士	约翰霍普金斯大学医学院外科副教授 血管异常合作研究倡导网络(CaRAVAN)创始人	淋巴疾病、肥胖
健康激励结果改善研究(HEROES)	Darshak Sanghavi	约翰霍普金斯大学医学博士	Babylon首席医疗官 UnitedHealthcare和OptumLabs全国首席医疗官 美国政府医疗保险和医疗补助服务创新中心主任 布鲁金斯研究所Engelberg医疗改革中心常务董事 美国印第安人健康服务中心儿科医生	儿科心脏病
骨关节炎组织再生创新研究(NITRO)、肿瘤早期干预和检测的优化合成生物学平台(POSEIDON)	Ross Uhrich	宾夕法尼亚大学牙科医学博士 弗吉尼亚大学工商管理硕士	沃尔特·里德国家军事医疗中心口腔颌面外科医生 美军医学大学外科助理教授 美国海军中尉指挥官	口腔外科
农村移动式综合医疗服务平台建设(PARADIGM)	Bon Ku	宾夕法尼亚州立大学医学博士 普林斯顿大学公共政策硕士	托马斯杰斐逊大学Sidney Kimmel医学院副院长 执业急诊医生	设计思维,急诊医学
人工智能持续优化和可用性的性能及可靠性评估(PRECISE-AI)	Berkman Sahiner	密歇根大学电气工程博士	美国食品和药物管理局高级生物医学研究科学家 密歇根大学医学院副教授	医疗影像
个性化再生免疫纳米技术组织研究(PRINT)	Ryan Spitler	加州大学欧文分校细胞和发育生物学博士	斯坦福大学精确健康与综合诊断中心创始副主任 斯坦福拜尔斯生物设计中心教职 某健康医疗和生命科学风险投资基金联合创始人	疾病早期检测和诊断
精密手术干预(PSI)	Ileana Hancu	匹兹堡大学物理学博士	美国国家癌症研究所癌症成像项目主管 通用电气研究中心研究科学家 美国国立卫生研究院科学审查官员	医疗影像

(续表)

项目名称	项目经理	学历背景	工作经历	主要研究领域
弹性扩展自动细胞疗法 (REACT)	Paul E. Sheehan	哈佛大学化学物理学博士	DARPA 生物技术办公室的项目经理 美国海军研究实验室表面纳米科学和传感器负责人	合成生物学
人眼同种异体移植 (THEA)、眼部生物标志物分析实验室 (OCULAB)	Calvin Roberts	哥伦比亚大学医学博士	Lighthouse Guild International 总裁兼首席执行官 Bausch + Lomb 首席医疗官 威尔康奈尔医学中心眼科临床教授	眼科, 移植手术

* 数据来源为 ARPA-H 官网, 数据更新至 2024 年 10 月, <https://arpa-h.gov/about/people>。

高校或企业工作经验, 在其研究领域以及所负责的项目领域有显著成就。

1.3 项目概述

ARPA-H 共有四大类资助项目, 分别为特定项目、任务办公室项目、小型企业奖励和冲刺研究。特定项目聚焦特定健康问题, 由项目经理管理, 是 ARPA-H 的主要研究范畴。任务办公室项目主要征集符合任务办公室研究兴趣领域的问题解决方案。小型企业奖励主要针对小型企业创新研究, 改善各类患者群体的健康结果。冲刺研究旨在短期内解决特定健康问题^[14]。本文主要针对 ARPA-H 特定项目进行分析研究。

2023 年 5 月, ARPA-H 推出了第一个研究项目, 即骨关节炎组织再生创新研究 (NITRO), 目标是发现可彻底改变骨关节炎的治疗方法。截至 2024 年 10 月, ARPA-H 已累计推出了 20 个项目, 涉及疾病诊断和治疗、预防医学、先进健康技术等领域, 旨在解决美国现在所面临的重大健康问题。

ARPA-H 以创新、跨学科的思路和方法, 如与人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 等结合来解决健康科学难题, 推动创新和变革性的医学研究发展。ARPA-H 与 AI 结合的医学项目可归为 AI 驱动项目与 AI 辅助项目。AI 驱动项目以 AI 作为主要驱动力, 通过 AI 解决特定的医疗科研问题, AI 应用贯穿项目各个方面。如人工智能持续优化和可用性的性能及可靠性评估 (PRECISE-AI) 项目旨在解决当前 AI 模型在临床使用时可能会面临的退化问题, 提升 AI 工具在医疗诊断中的可靠性和实用性, 改善患者健康结果。AI 辅助项目则会在项目某些特定技术领域中将 AI 作为研究工具或手段之一, 以提高项目效率。如精准癌症治疗的先进分析 (ADAPT) 项目中期待使用多模态数据和新的人工智能及机器学习方法构建开发出能够更准确预测治疗效果的生物标志物, 从而更好地预测肿瘤进化和耐药性以达成目标。

通过对 ARPA-H 官方网站展示的研究项目内容进行系统性归纳 (详见表 2), 我们总结了 ARPA-H 项目的主要研究内容, 展示了 ARPA-H 在解决健康挑战方面的战略布局。

部分项目已有文献产出。采用来自 Clarivate

Analytics 公司的 Web of Science 检索, 限定基金资助机构为 ARPA-H 或 Advanced Research Projects Agency for Health, 截至 2024 年 10 月 15 日, 检索得到论文数量共计 27 篇, 排除非官方资助及未明确资助机构的文献后得到 16 篇文献, 基于项目号进行匹配, 6 篇文献与现有项目相关, 其中 1 篇为预印本。以 ARPA-H 生物医学数据结构工具箱 (ARPA-H BDF Toolbox) 项目为例, 其目标是开发新的数据集成工具, 以便更有效地从大量数据中提取有价值信息。Benjamin 等受到该项目资助, 于 2024 年 8 月在 *Nature Methods* 发表文章讨论了如何利用 AI 来解读蛋白质组学研究的结果, 并将其与不断发展的科学知识相结合^[15], 展示了 AI 在处理复杂的生物医学数据方面的潜力。

作为新成立机构, ARPA-H 目前产出有限, 其长期稳定支持暂时缺乏历史数据和经验积累, 仍需进行长期的持续观察分析以评估其在医学研究领域的作用和效能。笔者将持续跟踪 ARPA-H 发展动态, 并在未来的研究中提供更深入的报告。

2 ARPA-H 项目管理策略

ARPA-H 项目运行模式如图 2 所示, 接下来将对项目的各个阶段进行介绍。

2.1 项目选题

ARPA-H 基于一套逻辑模型选择重大科技创新方向: “大问题—小问题—现状—挑战—方案” (Big Question-Problem-Current State-Challenge-Solution)。以精密手术干预 (PSI) 项目为例, 该项目的“大问题”是如何在第一次手术中完美解决问题, 定义了研究的最终目标; “小问题”涉及癌症手术中关键解剖结构难以可视化导致手术错误和再次手术的困难, 描述了当前面临的具体问题; “现状”指出许多手术面临组织可视化方面的挑战, 但现有技术无法提供足够支持; “挑战”则在于开发能够可视化肿瘤边缘和关键解剖结构的技术。最终, PSI 通过划分两个技术领域, 开发包括设备和软件在内的工具的解决方案以达成目标。这个逻辑模型为 ARPA-H 项目提供了清晰框架, 有助于保障研究能真正解决重大健康问题。

表2 ARPA-H研究项目*
Table 2 Research Projects of ARPA-H

项目名称	研究范畴	研究内容	项目周期	项目经理
精准癌症治疗的先进分析(ADAPT)	癌症治疗适应性	开发适应性癌症治疗平台以检测肿瘤变化,更新治疗计划,并通过新的临床试验设计评估修订后的计划,提高转移性癌症患者的生存率	6年	Andrea Bild
通过计算实验预测抗原对多种病毒的有效性(APECx)	病毒性疾病预防	通过预测模型、高通量功能实验和蛋白质工程技术,开发针对多种病毒的广泛有效抗原的工具包	5年	Andy Kilianski
ARPA-H生物医学数据结构工具箱(ARPA-H BDF Toolbox)	生物医学数据结构	整合不同来源的生物医学研究数据,提高数据的可访问性和互操作性	3年	Gina Kost
为空气和全面健康构建弹性环境(BREATHE)	室内空气质量与健康	开发智能建筑系统,监测和改善室内空气质量,以减少对人类健康的威胁	5年	Jessica Green
计算驱动的药物安全分析(CATALYST)	药物安全与效果预测	通过计算机模型预测药物的安全性和有效性,从而在临床试验开始之前就能做出准确预测	—	Andy Kilianski
ARPA-H数字健康安全倡议(DIGIHEALS)	医疗保健网络安全	加强国家数字健康基础设施,提高医疗保健系统的网络安全,保护患者信息及持续治疗	—	Andrew Carney
人体免疫细胞工程(EMBODY)	人体免疫细胞工程	通过体内工程化免疫细胞治疗严重疾病	6年	Daria Fed yukina
淋巴干预和药物探索突破(GLIDE)	淋巴系统疾病治疗	开发针对异常淋巴结构和功能的各种治疗方法,以预防和治疗原发性淋巴疾病和其他与淋巴功能相关的疾病	5年	Kimberley Steele
健康激励结果改善研究(HEROES)	医疗保健奖励系统	通过创新激励措施改善特定患者的健康状况	3年	Darshak Sanghavi
淋巴成像、基因组学和表型技术研究(LIGHT)	淋巴系统疾病诊断	创建检测淋巴结构和功能的工具,以便对抗淋巴系统疾病	5年	Kimberley Steele
骨关节炎组织再生创新研究(NITRO)	骨关节炎治疗	开发促进骨关节自我修复和再生的技术	5年	Ross Uhrich
眼部生物标志物分析实验室(OCULAB)	眼部生物标志物检测	开发一种可穿戴的生物标志物测量系统,能够连续监测泪液中的生物标志物以解决干眼症等疾病	4年	Calvin Roberts
农村移动式综合医疗服务平台建设(PARADIGM)	农村医疗服务平台	创建集成不同医疗设备的多功能、坚固耐用的医疗服务平台,以治疗各种健康问题	5年	Bon Ku
肿瘤早期干预和检测的优化合成生物学平台(POSEIDON)	癌症早期检测	开发首创的非处方多癌症早期检测测试,筛查30多种癌症	5年	Ross Uhrich
人工智能持续优化和可用性的性能及可靠性评估(PRECISE-AI)	人工智能在医疗保健中的应用	开发能够自动检测和缓解AI模型退化的方法,确保AI模型在临床使用期间的准确性	4年	Berkman Sahiner
个性化再生免疫纳米技术组织研究(PRINT)	器官生物制造	利用3D生物打印等技术实现器官的按需打印,使用与患者匹配的器官生物制造来恢复肾脏、心脏或肝脏的正常器官功能	5年	Ryan Spitler
精密手术干预(PSI)	外科手术干预	开发提高手术精度和减少错误和再手术率的技术	5年	Ileana Hancu
弹性扩展自动细胞疗法(REACT)	自动细胞疗法	开发两种植入式生物电子设备,能自动生产和输送治疗药物的平台以及实时监测疾病状态的平台	6年	Paul E. Sheehan
人眼同种异体移植(HEA)	眼部移植	使全眼移植成为现实,恢复因视网膜和视神经疾病完全失明的患者的视力丧失	6年	Calvin Roberts
自主防御通用补丁和修复研究(UPGRADE)	医院设备网络安全	开发漏洞缓解工具,提高医院设备的网络安全	3年	Andrew Carney

* 数据来源为ARPA-H官网,数据更新至2024年10月, <https://arpa-h.gov/research-and-funding/programs>。

通过对现有ARPA-H项目进行总结,其选题流程基本可分为三个步骤。

(1)确定主要研究领域。ARPA-H研究领域广泛,不侧重于某类疾病,而聚焦于有可能带来突破性进展、推进社会公平、解决当前医疗健康科学面临的重大挑战的领域。ARPA-H首批项目经理主要关注未来健康科学、

可扩展解决方案、预防性健康和弹性医疗系统,旨在加速科研进展,推动健康预防措施,构建能够应对社会动荡的综合医疗系统,实现广泛公平的健康解决方案。这些研究领域与美国政府2020年所公布的《健康公民2030》中推动健康科学进步和技术创新、关注健康服务公平获取、强调预防和健康促进以及增强公共卫生系统

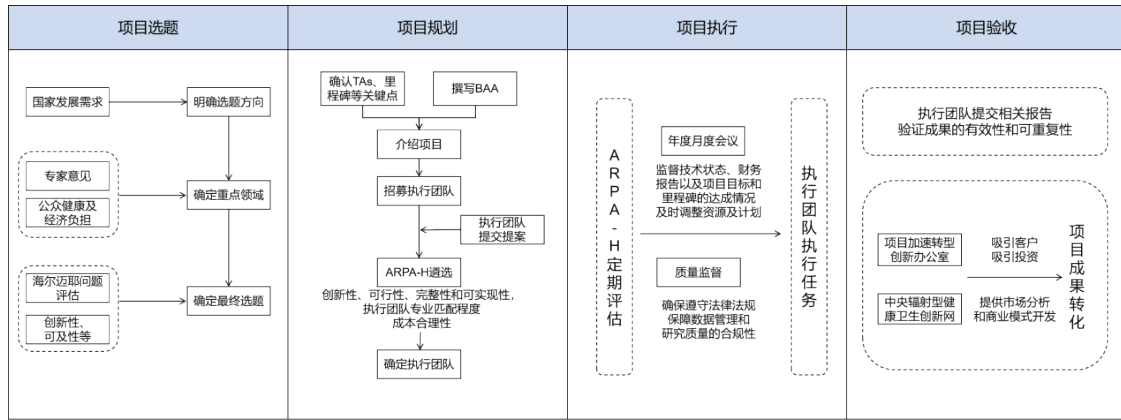


图2 ARPA-H项目运行模式

Fig.2 Project Operation Mode of ARPA-H

韧性的目标和理念相呼应^[16,17]。

(2)确定具体研究方向。ARPA-H项目具体研究方向由项目经理负责确认,他们致力于发现当前尚无解决方案或需要针对未来挑战提供解决方案且具备可量化结果的挑战。这些挑战来源广泛,既包括项目经理本身,也涵盖患者、学术界、工业界等多方面意见。确定研究方向的过程通常包括文献回顾、专家咨询、技术评估以及市场需求分析等方法。其中公共健康问题和经济负担通常是被重点考虑的因素。

(3)审查并确定选题。具体研究方向确认后,项目经理将向ARPA-H主任提出项目想法。ARPA-H会采用DARPA基于高风险与高回报原则以及优化的海尔迈耶问题进行严格评估。项目经理还可通过与患者、医务人员、企业及大学等沟通交流来进一步完善选题。最终,ARPA-H主任将决定实施项目及优先事项。

2.2 项目规划

选题确定后,项目经理将明确整体目标并根据目标、技术复杂性及市场需求确认技术领域(Technical Areas, TAs),再根据研究目标或者技术复杂性将项目划分为不同阶段,为每个阶段设定时间框架,明确目标和关键里程碑,以便更好地把控项目进展并达成目标。同时以此为基础撰写广泛机构公告(Broad Agency Announcement, BAA)。ARPA-H通过提案者日和BAA向外界介绍项目并公开征集执行团队及其提案。执行团队应具备所需的技术专长,根据项目要求提交包括技术计划、管理计划、商业化计划以及时间安排在内的提案。ARPA-H会对提案进行严格评估,考虑其创新性、可行性、完整性和可实现性,以及执行团队专业匹配程度和成本合理性。经评估后最有潜力的执行团队将与ARPA-H签订合作协议,根据项目目标和提案获得不同资源以开始执行项目。一个项目通常会由多个执行团队共同完成。

2.3 项目执行

执行过程中,ARPA-H会定期评估项目进展,通过年度、月度和工作组会议等关注技术状态、财务报告以及项目目标和里程碑达成情况。根据中期问题调整资源配置,确保项目按计划推进。部分项目还可能引入第三方评估。ARPA-H鼓励团队提前识别风险并制定预防措施,同时监督确保研究过程遵守法律法规,保障数据管理和研究质量的合规性。

2.4 项目验收

ARPA-H项目将在预期结束时进行成果验收,执行团队需提交技术状态报告和项目结束报告等以验证成果的有效性和可重复性。为推动成果商业化,ARPA-H设立了多个支持部门,包括项目加速转型创新办公室(PATIO)以吸引客户,将研究成果转化为实际产品,以及“中央辐射型健康卫生创新网络”(ARPANET-H),其中的投资者催化中心(Investor Catalyst Hub)可帮助吸引投资、提供市场分析和商业模式开发,促进实验室研究向商业化转型。

ARPA-H的管理特点表现为灵活、创新、跨学科、具有高度决策自主权,通过强有力的评估和监督手段保障项目有效推进。这种模式有助于推进颠覆性研究成果产生,有效应对健康卫生领域的各类挑战。通过综合性的管理机制,ARPA-H确保执行团队明确目标、深入研究技术领域、根据时间节点达成各项要求,保证研究工作的高效和质量,推动项目发展,促进健康领域研究进步和市场化应用^[18-23]。

3 对我国医学颠覆性创新项目资助与管理的启示

在当前全球科技竞争日益激烈的情况下,我国把科技自立自强作为国家发展的战略支撑,不断完善国家创新体系,加快建设科技强国^[24]。在医学领域,我国面临人口老龄化、慢病负担加重、新发传染病威胁等诸多挑

战,亟需通过高效的科研项目遴选与管理机制,加速医学领域颠覆性创新项目的创新与应用。ARPA-H是美国政府大力支持的新型类DARPA机构,通过资助高风险、高回报的研究将美国健康战略和本地需求紧密关联,推动科技创新与健康战略的融合。其组织结构扁平化,赋予项目经理较大的决策权,有助于快速决策并有效协调资源。灵活的管理机制允许团队根据项目进展和内外环境变化及时调整策略,确保研究效率。此外,ARPA-H高度重视成果转化,通过多种机制实现科研价值最大化。其运行管理机制为我国医学科研项目管理获得以下启示。

3.1 选题应个性化、大胆探索

医学科研是以人为研究对象的活动,涉及伦理、社会意义多方面因素,与其他研究领域有所不同。ARPA-H以DARPA为蓝本,但因医学领域复杂性和涉及多方利益相关者,ARPA-H并非完全复制DARPA模式,例如在选题阶段进行风险评估时优化了DARPA所采用的海尔迈耶问题,特别关注公平性。我国医学科研项目在选题时,应根据研究领域的不同设定灵活的选题机制,以更好地适应医学各分支领域发展。医学领域可以设立“医学探索基金”,专注高风险、高回报的医学创新研究,如AI医疗、合成生物学等。同时应鼓励科研团队大胆探索,给予科研人员更多的决策权,勇于冒险并容忍失败,可通过充分调研和量化目标来尽量减少风险。选题过程中应鼓励公众参与,通过召开征集会议和问卷调查等从公共健康实际需求出发选择研究主题,而不是仅局限于专家评议,确保研究方向的实用和创新。不同机构的协调也非常重要,既要加强医学基础研究,探索疾病发生发展的机理,又要推动应用研究,将医学理论转化为临床实践,促进医学进步与全民健康。

3.2 营造灵活的医学项目管理机制

传统以层级为基础的管理制度需要多层审批和决策流程,可能会影响科研人才的灵活性、高效性、创新模式和思维能力^[2]。ARPA-H的扁平化组织管理加速了决策过程,促进了团队间的协作与沟通,鼓励各执行团队在自己实验室完成任务,从而更快响应变化和挑战。借鉴ARPA-H的经验,我国可设立灵活的用人和项目调整机制,依据医学科研项目实际进展动态调整研究策略和方向,放大科研人员自主权,减少烦琐的层级管理和不必要的行政管理,提高资源配置灵活性,以及时响应项目发展需要。如在资金拨付上采取阶段性拨款模式,避免一次性拨款,有助于提高资金的使用效率并确保项目按阶段推进。同时应增强医学科研人员的责任意识和

管理意识,鼓励其在研究过程中积极参与项目管理,确保科研活动高效开展,最大化利用有限资源。通过构建

3.3 推进医学科研成果商业化发展

近年来我国的科技发展取得了较大进步,重大科技成果不断涌现,但科技成果转化率低的核心问题仍未得到解决,科研成果与实际生产应用之间存在脱节^[25]。借鉴ARPA-H的经验,我国应进一步优化医学科研项目管理机制,构建以技术或成果转化为主的考核体系,减少对传统学术成果指标如论文数量和影响因子的过度依赖。对于医学研究项目,应重视研究的临床转化价值,允许一定比例的探索、风险项目失败,但也应要求未达预期的项目提供详细的经验总结,便于未来知识积累和科研进步。此外,推动跨学科、跨部门的合作至关重要,应鼓励医学科研领域的多学科团队合作,构建一个包含投资者、企业和学术机构在内的支持性网络,充分拓展商业化渠道。在这一过程中,可以招募具备医学领域商业化背景的资深人士,专门负责医学研究成果项目转化,增强科研成果应用价值^[26]。

3.4 加强AI在医疗健康领域的应用

人工智能旨在模拟和实现人类智能的功能以提高效率、优化决策和推动创新。2024年诺贝尔物理学奖、化学奖均授予人工智能领域科学家,人工智能与众多学科的跨领域融合已成为科学发展的重要趋势。目前世界各国都在大力推动AI在医学领域的应用发展,2021年我国人工智能医学应用研究论文数量已经超越美国位列全球首位,但与欧美国家相比,我国在基础研究和技术开发方面布局较少,优先发展方向仍不明确^[27]。ARPA-H在研究中深度融合AI技术,既有以AI为核心驱动力解决特定医疗问题的项目,也涵盖将AI作为研究工具以提升效率的应用,促进了医学研究的创新与变革。我国应进一步推动AI与医学研究的深度融合,特别是在科学难题识别方面,充分发挥其数据分析、知识整合等能力,挖掘具有临床和科研价值的科学问题,拓展医学研究创新方向。同时增加AI医疗项目资金支持,鼓励创新项目发展,推进AI技术在医学研究中的应用。利用AI在数据处理、模式识别和预测分析方面的能力,推动其在临床决策支持、疾病诊断治疗、药物研发利用等领域的应用,高效解决医学健康问题。

参考文献

- [1] 江虎军,王蕊,孙琳,等. 国家自然科学基金面上项目的遴选标准及其规范化探讨. 中国科学基金, 2024, 38(4): 719—726.
Jiang HJ, Wang R, Sun L, et al. The studies on the criterion for selecting grants based on peer review of general proposals received by National

- Natural Science Foundation of China. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2024, 38(4): 719—726. (in Chinese)
- [2] 杨涛莲,白慧君. 医学科研管理队伍能力建设在项目精细化管理中的作用探究. 中国临床医生杂志, 2023, 51(3): 376—378.
Yang LT, Bai HJ. Exploration of the role of medical research management team capacity building in project refinement management. Chinese Journal for Clinicians, 2023, 51(3): 376—378. (in Chinese)
 - [3] 贾宝余, 杨明, 应验. 高水平科技自立自强视野中重大科技项目选题机制研究. 中国科学院院刊, 2022, 37(9): 1226—1236.
Jia BY, Yang M, Ying Y. Subject selection mechanism of major science and technology programs from perspective of high-level self-reliance in science and technology. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(9): 1226—1236. (in Chinese)
 - [4] 梁继文, 杨建林, 王飞, 等. 面向科技项目选题管理的情报服务框架构建研究. 情报理论与实践, 2023, 46(6): 1—9, 16.
Liang JW, Yang JL, Wang F, et al. Research on the framework of intelligence services oriented to topic-selection management of scientific-technological projects. Information Studies: Theory & Application, 2023, 46(6): 1—9, 16. (in Chinese)
 - [5] 崔怡雯, 刘巧虹, 吴毅华, 等. 基于多国实践研究国家目标导向的颠覆性技术类科技项目选题机制. 中国科技资源导刊, 2024, 56(2): 63—72, 83.
Cui YW, Liu QH, Wu YH, et al. Subject selection mechanism of national goal-oriented science and technology projects on disruptive technologies based on multi-country practices. China Science & Technology Resources Review, 2024, 56(2): 63—72, 83. (in Chinese)
 - [6] 陈虞, 王晨, 张伟, 等. 医学科研管理工作探讨与思考. 中国医院, 2024, 28(3): 90—92.
Chen Y, Wang C, Zhang W, et al. Discussion and reflection on medical research management. Chinese Hospitals, 2024, 28(3): 90—92. (in Chinese)
 - [7] 杨涛莲, 杜君, 白慧君. 新形势下医学科研机构项目管理改革探索与研究. 中国医药导报, 2023, 20(1): 158—161.
Yang TL, Du J, Bai HJ. Exploration and research on project management reform of medical research institutions under the new situation. China Medical Herald, 2023, 20(1): 158—161. (in Chinese)
 - [8] 路风, 何鹏宇. 举国体制与重大突破——以特殊机构执行和完成重大任务的历史经验及启示. 管理世界, 2021, 37(7): 1—18.
Lu F, He PJ. The new-type system of nationwide mobilization and breakthroughs: Historical experiences of accomplishing major tasks by special agencies and the lessons. Journal of Management World, 2021, 37(7): 1—18. (in Chinese)
 - [9] Collins FS, Schwetz TA, Tabak LA, et al. ARPA-H: Accelerating biomedical breakthroughs. Science, 2021, 373(6551): 165—167.
 - [10] Holden Thorp H. Will ARPA-H work? Science, 2022, 376(6590): 223.
 - [11] ARPA-H. Budget and Appropriations. (2024-03-08)/[2024-10-15]. <https://arpa-h.gov/about/budget>.
 - [12] 邱俊, 梁正, 顾心怡, 等. 美国新型类DARPA项目管理创新机构的若干进展及启示. 中国科学院院刊, 2023, 38(6): 907—916.
Qiu J, Liang Z, Gu XY, et al. Some trends and enlightenment of DARPA-like agencies in the United States. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(6): 907—916. (in Chinese)
 - [13] 郝君超, 王海燕, 李哲. DARPA科研项目组织模式及其对中国的启示. 科技进步与对策, 2015, 32(9): 6—9.
Hao JC, Wang HY, Li Z. Research on DARPA's projects organization and its implications for China. Science & Technology Progress and Policy, 2015, 32(9): 6—9. (in Chinese)
 - [14] ARPA-H. Open Funding Opportunities. [2024-10-15]. <https://arpa-h.gov/engage-and-transition/open-funding-opportunities>.
 - [15] Gyori BM, Vitek O. Beyond protein lists: AI-assisted interpretation of proteomic investigations in the context of evolving scientific knowledge. Nature Methods, 2024, 21(8): 1387—1389.
 - [16] Pronk N, Kleinman DV, Goekler SF, et al. Promoting health and well-being in healthy people 2030. Journal of Public Health Management and Practice, 2021, 27(S6): S242—S248.
 - [17] Gómez CA, Kleinman DV, Pronk N, et al. Addressing health equity and social determinants of health through healthy people 2030. Journal of Public Health Management and Practice, 2021, 27(S6): S249—S257.
 - [18] ARPA-H. Innovative Solutions Opening (ISO) Platform Optimizing SynBio for Early Intervention and Detection in Oncology (POSEIDON) Health Science Futures (HSF) Office ARPA-H-SOL-24-109. (2024-09-09)/[2024-10-15]. <https://sam.gov/opp/b7d46f5127074b03a30f04a9fa7b18fd/view>.
 - [19] ARPA-H. Program Solicitation Performance and Reliability Evaluation for Continuous Modifications and Useability of AI (PRECISE-AI) Resilient Systems Office (RSO) Advanced Research Projects Agency for Health. (2024-08-29)/[2024-10-15]. <https://sam.gov/opp/e2daa542a6ea493d8ff7002836090702/view>.
 - [20] ARPA-H. Program Solicitation Building Resilient Environments for Air and Total Health (BREATHE) Resilient Systems Office (RSO) Advanced Research Projects Agency for Health ARPA-H-SOL-24-107. (2024-08-26)/[2024-10-15]. <https://sam.gov/opp/49a0200e0d454e1581ac4711d426e03e/view>.
 - [21] ARPA-H. Engineering of Immune Cells Inside the Body (EMBODY) Health Science Futures (HSF) Office Innovative Solutions Opening ARPA-H-SOL-24-03 Amendment No.1. (2024-04-29)/[2024-10-15]. <https://sam.gov/opp/03f013aba7fc40039ecd310ac18b6bea/view>.
 - [22] ARPA-H. Program Solicitation Platform Accelerating Rural Access to Distributed & Integrated Medical Care (PARADIGM) Resilient Systems Office (RSO) Advanced Research Projects Agency for Health. (2024-04-04)/[2024-10-15]. <https://sam.gov/opp/87ab5168e45f4037b6dc719e6d557c78/view>.
 - [23] ARPA-H. Innovative Solutions Opening (ISO) Transplantation of Human Eye Allografts (THEA) Health Science Futures (HSF) Office. (2024-01-16)/[2024-10-15]. <https://sam.gov/opp/375f1f0986c4821b1a5ab520fef2b73/view>.
 - [24] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要. 人民日报, 2021-03-13(001).
 - [25] 刘瑞明, 金田林, 葛晶, 等. 唤醒“沉睡”的科技成果: 中国科技成果转化困境与出路. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2021, 51(4): 5—17.
Liu RM, Jin TL, Ge J, et al. Awakening the “sleeping” science and technology achievements (STA): The dilemma and outlet of the commercialization of STA in China. Journal of Northwest University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2021, 51(4): 5—17. (in Chinese)
 - [26] 邱俊, 贾异, 张景胤. 美国ARPA-H项目管理新机构的设立及其启示. 中国医疗管理科学, 2023, 13(3): 124—128.
Qiu J, Jia Y, Zhang JY. The Advanced Research Projects Agency for Health: A new agency in the United States and its implications for China. Chinese Journal of Medical Management Sciences, 2023, 13(3): 124—128. (in Chinese)

- [27] 袁天蔚,薛淮,杨靖,等. 从战略规划与科技布局看国内外人工智能医学应用的发展现状. 生命科学,2022,34(8): 974—982.
Yuan TW,Xue Z,Yang J,et al. Development status of artificial

intelligence in medicine based on the strategic planning and scientific projects. Chinese Bulletin of Life Sciences,2022,34(8): 974—982.
(in Chinese)

Study on the Selection Mechanism and Management Strategies of ARPA-H Funded Programs and Its Implications for China

Lan Yang^{1, 2†} Wenjing Zhao^{1, 2†} Xiaofeng Jia³ Xin Guo⁴ Wanwei Dai⁵ Jian Du^{1, 2*} Erdan Dong^{4, 6*}

1. Institute of Medical Technology, Peking University Health Science Center, Beijing 100191, China

2. National Institute of Health Data Science, Peking University, Beijing 100191, China

3. China National Health Development Research Center, Beijing 100044, China

4. Department of Cardiology and Institute of Vascular Medicine, Peking University Third Hospital;
State Key Laboratory of Vascular Homeostasis and Remodeling, Peking University, Beijing 100191, China

5. Office of Academic Research, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

6. Research Center of Population Health and Social Development, University of Health and Rehabilitation Sciences/Soft
Science Research Base of Public Policy on Population Health in Shandong Province, Qingdao 266071, China

Abstract This article focuses on the Advanced Research Projects Agency for Health (ARPA-H) in the United States, elaborating on ARPA-H's mission to accelerate better health outcomes by developing high-impact solutions to society's most pressing health challenges, and explores its flat organizational structure and flexible, efficient management characteristics. By collecting and analyzing ARPA-H's programs, this article identifies its key funding areas and operational mechanisms, and further delves into its program management processes and strategies, which include four stages: selection, planning, execution, and evaluation. The topic selection is determined based on a logical model of "Big Question-Problem-Current State-Challenge-Solution". Through open calls for research teams and their proposals, combined with regular assessments to ensure smooth program progress, ARPA-H ultimately promotes the transition of research outcomes. Based on this analysis, the article proposes recommendations tailored to the management needs of high-risk, high-reward innovative research projects in China. These recommendations include enhancing the program selection mechanism, implementing a flexible and efficient management strategy, and advancing the commercialization of research outcomes, all aimed at enhancing the management level of medical science funding programs in China and fostering the development of medical research.

Keywords original exploration projects; selection mechanism; management strategies

董尔丹 中国工程院院士,北京大学博雅讲席教授,北京大学心血管研究所所长,血管稳态与重构全国重点实验室主任。任教育部科学技术委员会科技伦理专门委员会主任委员等。长期从事心血管基础研究和医学科技管理工作。

杜建 北京大学健康医疗大数据国家研究院助理教授,博士生导师。主要研究方向为生物医学文本挖掘、医学知识图谱与循证决策。

赵文静 北京大学健康医疗大数据国家研究院助理研究员、博士后。主要从事信息计量、医学知识挖掘与医疗健康领域科技管理的交叉科学研究。

杨岚 北京大学健康医疗大数据国家研究院、医学技术研究院在读硕士研究生,研究方向为健康数据科学。

(责任编辑 陈鹤 张强)

† Contributed equally as co-first authors.

* Corresponding Authors, Email: dujian@bjmu.edu.cn; donged@bjmu.edu.cn