引用格式：苏铮，何宁，韩奇，等．美国国防高级研究计划局在人工智能领域的项目资助布局启示．中国科学院院刊，2025，40(8)：1429-1441，doi：10.3724/j.issn.1000-3045.20240927008.
Su Z, He N, Han Q, et al. Insights from DARPA's program funding layout in artificial intelligence. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40(8): 1421-1441, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20240927008. (in Chinese)

美国国防高级研究计划局在人工智能领域的项目资助布局启示

苏 铮[1,2] 何 宁[1] 韩 奇[2] 张 祺[1*] 蒋晓琤[1]

1 工信（北京）产业发展研究院有限公司 北京 100036
2 工业和信息化部产业发展促进中心 北京 100036

摘要 人工智能作为新一轮科技革命和产业变革的颠覆者，早在20世纪60年代，便已成为美国国防高级研究计划局（DARPA）的谋局点。为探析DARPA在人工智能领域项目资助布局的规律，文章对DARPA 2015—2025财年预算报告进行深入分析研究，总结DARPA在人工智能领域的项目资助布局经验包括：（1）特征鲜明的应用导向；（2）高度灵活的资助体制；（3）项目之间紧密联系。根据上述经验启示，围绕我国科技项目立项、项目过程管理和项目验收结项提出3条对策：（1）立项明确应用导向，保障项目成果转化有的放矢；（2）做好项目过程管理，灵活变更资助机制与之适配；（3）探索信息共享机制，充分挖掘保存利用项目经验价值。

关键词 人工智能，应用导向，资助体制，项目联系

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20240927008
CSTR 32128.14.CASbulletin.20240927008

2018年9月，美国国防高级研究计划局（DARPA）宣布出资20亿美元，用于开发新的人工智能技术，并将该计划命名为“AI Next”。该计划基于DARPA早期开发的人工智能技术基础建立，最早可溯源至20世纪60年代；时至今日，以生成式人工智能为代表的人工智能产品所取得的重大进展引发全球关注，世界各国围绕人工智能争相布局。从全球人工智能发展格局来看，以中美两国为首的第一梯队竞争博弈尤为激烈，而DARPA作为美国科技领先的突出贡献者，其在人工智能领域的项目资助布局对我国发展

*通信作者
修改稿收到日期：2025年8月6日

人工智能具有重要启示。

当前针对DARPA的研究主要聚焦于2类——先进项目管理经验分析研究和资助项目技术发展趋势研究[1-4]，仅有少数研究对项目资助布局开展分析[5,6]，而将特定领域的项目资助分析研究与先进项目管理经验结合的研究更是鲜有。本文通过对DARPA 2015—2025财年的预算报告进行整理①，研究发现DARPA的预算活动分为基础研究、应用研究、先进技术开发和管理保障4个阶段，其中管理保障阶段预算用于行政方面资金支持；围绕基础研究、应用研究和先进技术开发3个阶段，本文对项目整体资助情况加以分析，并从中提取重点项目进一步展开深入分析研究，通过对比、总结资助规律，进而提取经验启示并加以例证。

1 基础研究阶段分析

1.1 整体分析

2015—2025财年，DARPA所资助的处于基础研究阶段的人工智能项目集中于国防研究科学领域。从资助项目数量来看（表1），DARPA累计资助项目21个，其中资助完结项目17个，资助期项目4个。延续项目方面，2021和2022财年延续项目数达到了顶峰，均为10个，延续项目数量经历了先增长后下降的过程；新增项目方面，2020财年新增项目数最高达5个，其余年份较为均衡。综合来看，基础研究阶段项目以延续项目为主，因此项目总数与延续项目数变化情况一致，亦呈现先增长后下降的态势，2021财年项目总数最高达12个，项目总数在2019—2020财年实现了翻倍增长。

从项目资助额来看（图1），2015—2025财年DARPA在基础研究阶段的人工智能项目上累计投入12.5亿美元，2022财年资助金额最高（达2.01亿美元）。延续项目方面，2015—2017财年延续项目资助额变化较为平稳，2018财年延续项目资助额下降较多，但在2019财年开始陆续恢复并逐年上升，于2022财年达到峰值；新增项目方面，新增项目资助额变化幅度较大，2020财年新增项目资助额最高（达0.71亿美元）。从平均资助额来看（图1），DARPA在基础研究阶段的人工智能项目平均资助额整体呈现上升态势，延续项目平均资助额与项目整体平均资助额变化趋势相同，新增项目平均资助额变化较大。2015—2025财年，DARPA人工智能基础研究阶段单个项目年平均资助额0.153亿美元，其中单个延续项目年平均资助额0.1574亿美元，单个新增项目年平均资助额0.0875亿美元，延续项目平均资助额约为新增项目的2倍。

表1　2015—2025财年DARPA人工智能领域基础研究阶段资助项目情况

Table 1　DARPA basic research phase funded projects in artificial intelligence, FY 2015–2025

财年	延续项目（个）	新增项目（个）	项目总数（个）	完结项目（个）
2015财年	4	2	6	0
2016财年	5	0	5	1
2017财年	4	1	5	1
2018财年	3	2	5	2
2019财年	3	2	5	2
2020财年	5	5	10	0
2021财年	10	2	12	0
2022财年	10	1	11	2
2023财年	9	0	9	2
2024财年	7	2	9	2
2025财年	4	0	4	5

1.2 重点完结项目分析

为进一步了解DARPA在人工智能领域基础研究阶段项目的布局情况，本文通过对17个完结项目开展分析（表2）。研究发现，基础研究阶段中有3个完结

① 后续文中图表相关数据均来源于2015—2025财年DARPA预算报告。

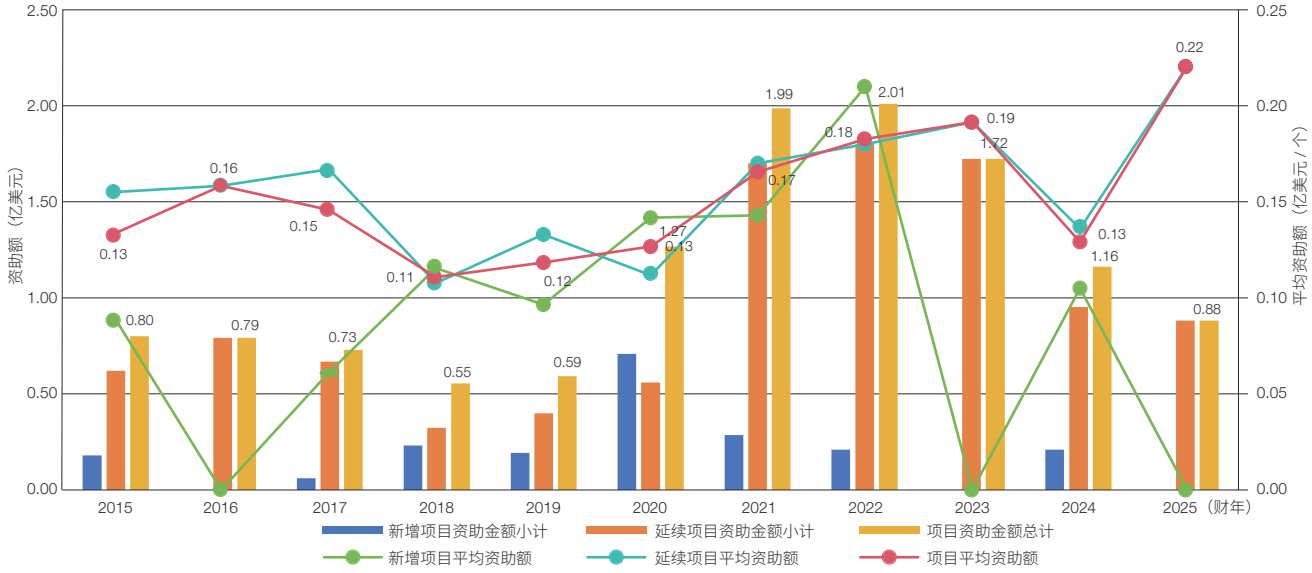


图 1　2015—2025 财年 DARPA 人工智能领域基础研究阶段项目资助额变化情况

Figure 1　Changes in DARPA's AI project funding in basic research phase, FY 2015–2025

项目属于异常完结，即淘汰项目，分别是网络计算智能（2015 财年）、解码神经活动（2017 财年）和模块化元认知（2024 财年）；剩余 14 个正常完结资助项目在资助额和资助年限上均存在较大差异。从资助周期来看，资助周期最长的项目长达 7 年，而最短的仅为期 1 年；资助周期为 5 年的项目占比较高，占正常完结资助项目的 1/2。从资助额来看，基础研究阶段的单个项目资助总额在 1 亿美元之内，14 个项目中有 11 个项目年平均资助额超 0.1 亿美元。除“超越扩展——架构与设计”项目外，资助期在 4 年及以上的项目，资助额均超过 0.5 亿美元。资助总额最小的项目为“敏捷人工智能”，该项目仅在资助当年获得 500 万美元的资助。

基于完结项目整体分析，本文从资助额和资助周期 2 个维度出发，选取资助总额、年平均资助额和资助周期排名前 3 位的项目开展针对性分析研究（表 2）。资助项目金额在一定程度上可以反映出项目的重要程度，而资助年限则可以实现对于项目正确程度的表征，二者共同体现资助项目的价值所在。经遴选后，处于 DARPA 基础研究阶段的人工智能领域重点项目共有 5 个——“保证人工智能对欺骗的鲁棒性”“机器常识”“与计算机交流”“面向智能数据开发的非常规信号处理”和“大机制”。

基础研究阶段 5 个重点项目中，总资助额最高的项目是“保证人工智能对欺骗的鲁棒性”；该项目在 2019 财年首次获得资助，资助期达 6 年，资助总额为 0.889 4 亿美元，年均资助额为 0.148 2 亿美元。资助年限最长的项目是“与计算机交流”；该项目在 2015 财年获得资助，资助期长达 7 年，资助总额 0.852 9 亿美元，年平均资助额 0.121 8 亿美元。年平均资助额最高的项目是“面向智能数据开发的非常规信号处理”；该项目在 2013 财年获得资助，资助期为 4 年，资助总额 0.621 亿美元，年平均资助额 0.155 2 亿美元。

从资助额变化来看，DARPA 人工智能领域基础研究阶段重点项目的年度资助额变化呈现“倒 U 曲线”态势（图 2），即在项目起始阶段项目资金投入较少，在项目中期阶段资金投入增大，在项目结束阶段资金投入再次降低；对照项目描述来看，项目的前期、中期、后期通常对应的是技术创新的 3 个过程，即概念验证、产品开发和应用验证评估。

表2　2015—2025财年DARPA人工智能领域基础研究阶段正常完结资助项目情况

Table 2　Completion status of DARPA-funded AI projects in basic research phase, FY 2015–2025

序号	项目名称	总资助额（亿美元）	年平均资助额（亿美元）	财年起止
1	“保证人工智能对欺骗的鲁棒性”（Guaranteeing AI Robustness against Deception）	0.889 4	0.148 2	2019—2024财年
2	“机器常识”（Machine Common Sense）	0.867 9	0.144 6	2019—2024财年
3	“与计算机交流”（Communicating With Computers）	0.852 9	0.121 8	2015—2021财年
4	“大机制”（Big Mechanism）	0.746 0	0.149 2	2014—2018财年
5	“成功团队的人工社会智能”（Artificial Social Intelligence for Successful Teams）	0.716 3	0.143 3	2020—2024财年
6	“终身学习机器”（Lifelong Learning Machines）	0.699 3	0.139 9	2018—2022财年
7	“作战人员损伤快速愈合”（Rapid Healing for Warfighter Injuries）	0.638 5	0.127 7	2020—2024财年
8	“面向智能数据开发的非常规信号处理”（Unconventional Processing of Signals for Intelligent Data Exploitation）	0.621 0	0.155 2	2013—2016财年
9	“少标签学习”（Learning with Less Labels）	0.552 2	0.110 4	2019—2023财年
10	“挖掘和了解软件飞地”（Mining and Understanding Software Enclaves）	0.546 0	0.109 2	2014—2018财年
11	“推进机器学习的概率编程”（Probabilistic Programming for Advancing Machine Learning）	0.513 4	0.128 3	2014—2017财年
12	“超越扩展—架构与设计”（Beyond Scaling - Architectures and Designs）	0.474 5	0.094 9	2018—2022财年
13	“复杂混合系统”（Complex Hybrid Systems）	0.258 5	0.086 2	2019—2021财年
14	“敏捷人工智能”（Agile Artificial Intelligence）*	0.050 0	0.050 0	2022—2022财年

注：*为资助额修正项目，在2024财年预算报告中披露了“敏捷人工智能”项目的实际资助情况，表中数据以实际资助情况为准

Note: * Means the revised funding amount, the actual funding status of the Agile Artificial Intelligence project was disclosed in the 2024 fiscal year budget report, the data in the table is based on the actual funding status

2 应用研究阶段分析

2.1 整体分析

相较于DARPA基础研究阶段人工智能资助项目的分布，应用研究阶段项目的分布较为分散，主要集中在信息通信技术领域，但在战术技术和电子技术2个领域亦有相应分布。从资助项目数量来看（表3），2015—2025财年，DARPA在应用研究阶段累计资助人工智能项目36个②，其中资助完结项目23个，仍处于资助期项目13个。延续项目方面，2021和2022财年延续项目数达到了顶峰，均为12个，延续项目数量经历了先增长后下降的过程；新增项目方面，2025财年新增项目数最高达7个。综合来看，应用研究阶段项目总数在2022财年后达到顶峰为18个，2023财年后项目总数维持在13个左右且进入动态平衡阶段，即财年完结项目数量与新增项目数量趋同。

从项目资助额来看（图3），2015—2025财年DARPA在应用研究阶段的人工智能项目上累计投入20.73亿美元，2022财年资助金额最高，达3.02亿美元。延续项目方面，2015—2023财年，项目资助额呈现先逐步上升然后发展至平稳态势；2024和2025财年由于完结项目较多，延续项目资助额呈现下降态势。

② 表3中新增项目数取自各财年本年度研究报告，部分数据在后续财年予以修正；而应用研究阶段累计资助项目数由资助期项目数与完结资助项目数求和所得，为校正数，故存在差异。

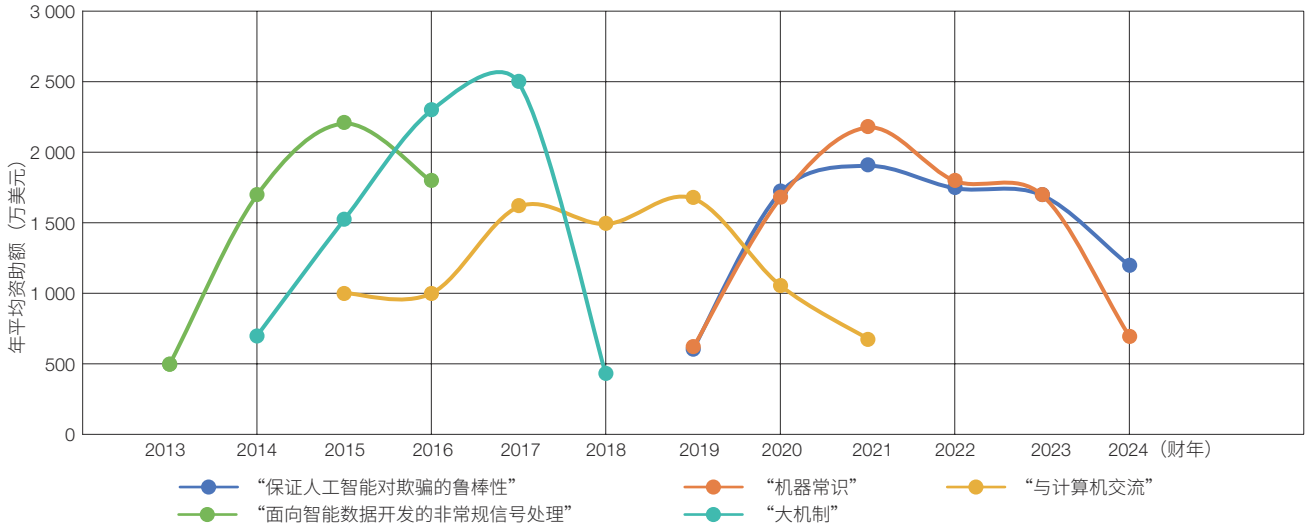


图2　2013—2024财年DARPA人工智能领域基础研究阶段重点完结项目资助额分布情况

Figure 2　Funding distribution for key completed projects in DARPA's AI basic research phase, FY 2013–2024

表3　2015—2025财年DARPA人工智能领域应用研究阶段资助项目情况

Table 3　Profile of DARPA-funded AI projects in applied research phase, FY 2015–2025

财年	延续项目（个）	新增项目（个）	项目总数（个）	完结项目（个）
2015财年	0	1	1	0
2016财年	1	1	2	0
2017财年	2	0	2	0
2018财年	2	5	7	0
2019财年	6	4	10	1
2020财年	10	4	14	1
2021财年	12	2	14	2
2022财年	12	6	18	2
2023财年	11	1	12	7
2024财年	9	4	13	3
2025财年	6	7	13	7

新增项目方面，2018—2022财年，新增项目资助额呈现平稳发展态势；2023财年新增项目资助额大幅减少，但在2024财年逐步恢复，并在2025财年达到最高为1.33亿美元。

从平均资助额来看（图3），2015—2018财年DARPA在应用研究阶段的人工智能项目平均资助额稳步上升，并在2018财年后趋于稳定；延续项目平均资助额与项目整体平均资助额变化趋势相同，新增项目平均资助额在2015—2018财年变化幅度较大。2015—2025财年间，DARPA人工智能应用研究阶段单个项目年平均资助额0.189 4亿美元，其中单个延续项目年平均资助额0.190 4亿美元，单个新增项目年平均资助额0.148 7亿美元。

2.2　重点完结项目分析

与基础研究阶段人工智能领域项目分析思路一致，应用研究阶段针对完结项目开展研究工作（表4），并从中遴选重点项目，进一步分析DARPA在人工智能领域应用研究阶段的项目资助布局。2015—2025财年，DARPA在应用研究阶段累计完结项目23个，其中正常完结资助项目19个，4个异常完结资助项目分别为“电子元件智能设计”（2019财年）、“用于射频的对抗式人工智能”（2020财年）、“风格化语言处理”（2022财年）和“生物网络安全”（2023财年）。19个正常完结资助项目中，总资助额超1亿美元的共有9个，占正常完结项目数的一半左右；资助周期1—7年不等，5年期以上项目数为12个，年平均资

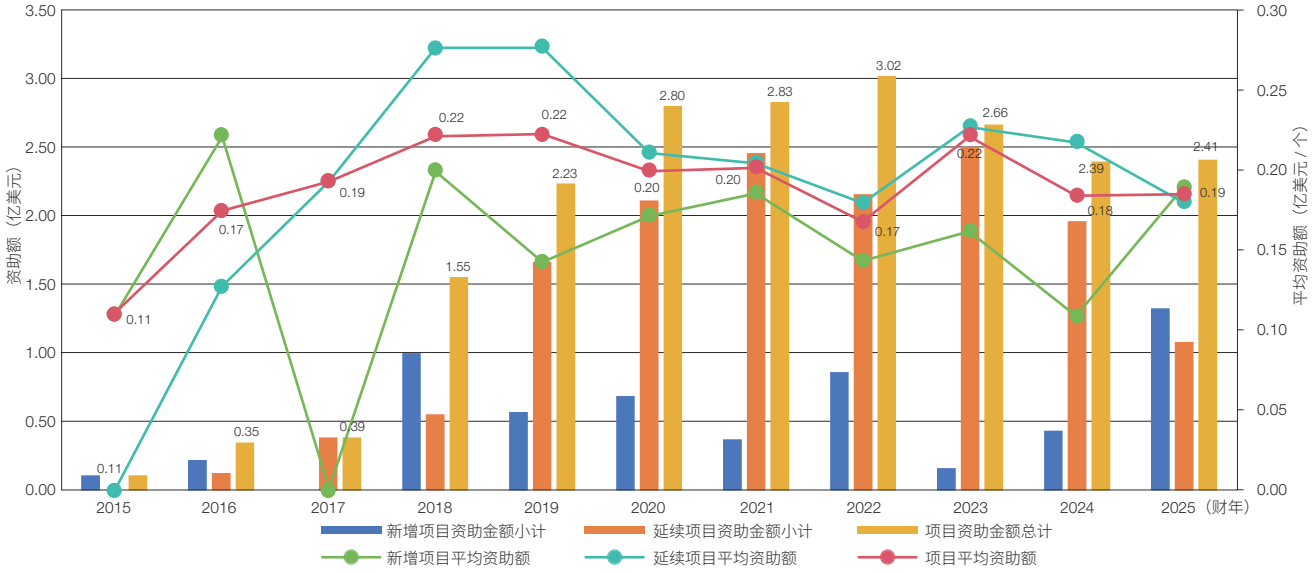


图3　2015—2025财年DARPA人工智能领域应用研究阶段项目资助额变化情况

Figure 3　Changes in DARPA's AI project funding in applied research phase, FY 2015–2025

助额超0.1亿美元的共有17个。完结项目中资助总额最小的项目为“预测学抗干扰人工智能接收器”，该项目仅在资助当年获得650万美元的资助。

DARPA人工智能领域应用研究阶段资助总额、年平均资助额和资助周期排名前3位的项目包括“超越扩展—架构”“超越扩展—设计”“共生设计”“主动解释不同选择”“确保自主”“分层识别验证漏洞”和“软件自动快速认证”7个（表4）。应用研究阶段7个重点项目中，总资助额最高的项目为“超越扩展—架构”，同时该项目也是年平均资助额最高的项目；该项目于2018财年首次获得资助，资助期为5年，累计资助额1.697 1亿美元，年平均资助额0.339 4亿美元。资助周期最长的项目有3个，分别为“主动解释不同选择”“自主保证”和“分层识别验证漏洞”，这3个项目资助期均长达7年。其中，“主动解释不同选择”项目在2017财年首次获得资助，资助总额1.137 5亿美元，年平均资助额0.162 5亿美元；“自主保证”项目在2018财年首次获得资助，资助总额1.0528亿美元，年平均资助额0.150 4亿美元；“分层识别验证漏洞”项目在2016财年首次获得资助，资助总额0.937 4亿美元，年平均资助额0.133 9亿美元。从资助额变化来看，应用研究阶段的项目同样呈现先增长后下降的“倒U曲线”态势（图4）。

3　先进技术开发阶段分析

相较于基础研究和应用研究阶段，DARPA在先进技术开发阶段的人工智能领域项目资助布局较少。从资助项目数来看（表5），2015—2025财年，DARPA在人工智能领域先进技术开发阶段累计资助项目8个，其中完结项目6个，资助期项目2个。6个完结项目中仅有“小提琴手”正常完结。其余5个项目中，“自适应雷达对抗”“霍尔马克”属于在项目末期引入人工智能能力项目，仅在资助期末年获得资助；而“基于信息的多级安全马赛克”“多域分析”和“动态空域控制”均属于异常完结的淘汰类项目，这3个项目均在资助起始年预算报告中提出资助计划，但在次年预算报告中予以删除。

从项目资助额来看（图5），2015—2025财年DARPA在处于先进技术开发阶段的人工智能领域项目上累计投入2.39亿美元。其中，新增项目，累计资助

表4　2015—2025财年DARPA人工智能领域应用研究阶段正常完结资助项目情况

Table 4　Completion status of DARPA-funded AI projects in applied research phase, FY 2015–2025

序号	项目名称	总资助额（亿美元）	年平均资助额（亿美元）	财年起止
1	“超越扩展—架构”（Beyond Scaling - Architectures）	1.697 1	0.339 4	2018—2022财年
2	“超越扩展—设计”（Beyond Scaling - Design）	1.404 9	0.281 0	2018—2022财年
3	“共生设计”（Symbiotic Design）	1.242 4	0.207 1	2019—2024财年
4	“主动解释不同选择”（Active Interpretation of Disparate Alternatives）	1.137 5	0.162 5	2017—2023财年
5	“软件自动快速认证”（Automated Rapid Certification Of Software）	1.125 0	0.225 0	2020—2024财年
6	“应对突发事件的低资源语言”（Low Resource Languages for Emergent Incidents）	1.112 5	0.185 4	2015—2020财年
7	“可解释AI”（Explainable Artificial Intelligence）	1.085 9	0.181 0	2017—2022财年
8	“自主保证”（Assured Autonomy）	1.052 8	0.150 4	2018—2024财年
9	“知识导向的模式化人工智能推理”（Knowledge-directed AI Reasoning Over Schemas）	1.014 9	0.203 0	2020—2024财年
10	“分层识别验证漏洞”（Hierarchical Identify Verify Exploit）	0.937 4	0.133 9	2016—2022财年
11	“主动社交工程防御”（Active Social Engineering Defense）	0.806 7	0.134 4	2018—2023财年
12	“频谱协作挑战赛”（Spectrum Collaboration Challenge）	0.636 4	0.127 3	2016—2020财年
13	“计算文化理解”（Computational Cultural Understanding）	0.452 0	0.150 7	2022—2024财年
14	“科学知识提取和建模自动化”（Automating Scientific Knowledge Extraction and Modeling）	0.399 0	0.199 5	2023—2024财年
15	“反对抗人工智能”（Counter Adversarial Artificial Intelligence）	0.340 0	0.170 0	2022—2023财年
16	“工程人工智能系统实施”（Engineering Artificial Intelligence Systems Implementations）	0.270 0	0.135 0	2021—2022财年
17	“人工智能可靠性和可追溯性”（Artificial Intelligence Reliability and Traceability）	0.150 0	0.150 0	2022—2022财年
18	“反蜂群人工智能”（CounterSwarmAI）	0.100 0	0.050 0	2020—2021财年
19	“预测学抗干扰人工智能接收器”（Predictive Antijam Artificial Intelligence Receivers）	0.065 0	0.065 0	2024—2024财年

额0.85亿美元；延续项目，累计资助额1.55亿美元，项目资助总额整体呈现递增态势。平均资助额方面，单个项目年平均资助额0.154 7亿美元，其中延续项目年平均资助额0.232 9亿美元，新增项目平均资助额0.107 4亿美元。

4 综合分析

2015—2025财年，DARPA在人工智能领域共资助65个项目，累计资助金额达35.62亿美元，仍处于资助期项目19个；其中，基础研究阶段4个、应用研究阶段13个、先进技术开发阶段2个。累计完结资助项目共46个，其中正常完结项目34个，占比73.91%。

对比来看，DARPA在人工智能领域的资助项目布局呈现3个特征：① 应用导向明显。应用研究阶段项目资助总额20.73亿美元，约占总资助额的60%，是基础研究阶段资助额的1.6倍，先进技术开发阶段资助额的8.6倍；同时，应用研究阶段项目个数超过基础

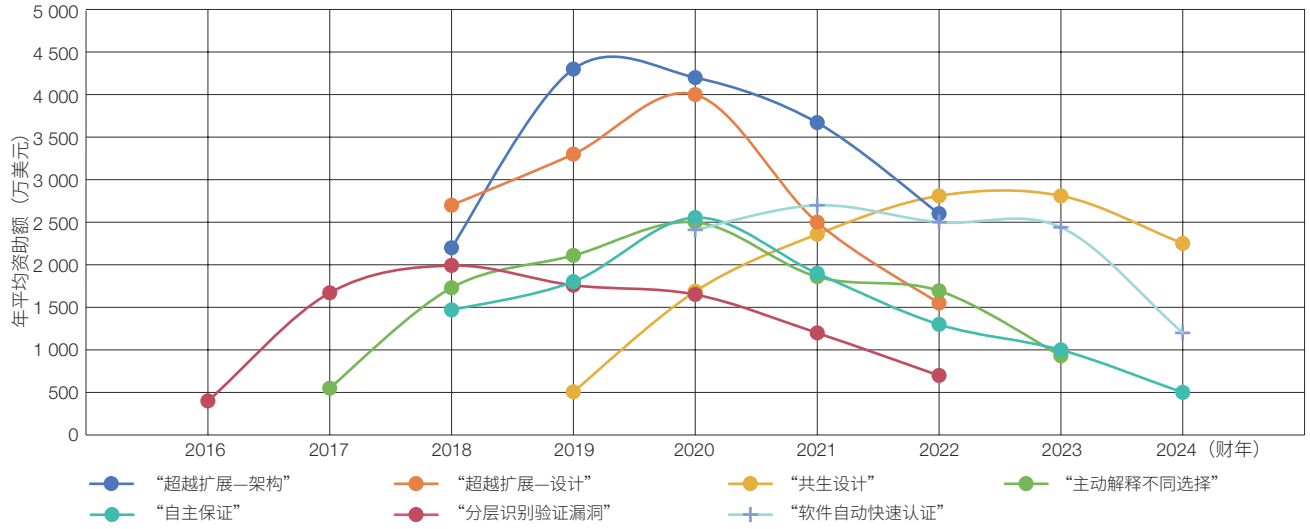


图4　2016—2024财年DARPA应用研究阶段重点完结项目资助额分布情况

Figure 4　Funding distribution for key completed projects in DARPA’s applied research phase, FY 2016–2024

表5　2015—2025财年DARPA人工智能领域先进技术开发阶段资助项目情况

Table 5　Completion status of DARPA-funded AI projects in advanced technology development phase, FY 2015–2025

序号	项目名称	项目资助情况
1	“空战进化”（Air Combat Evolution ）	2020财年首次获得资助，累计资助额1.1亿美元，项目仍在资助期
2	“人工智能增援”（Artificial Intelligence Reinforcements）	2024财年首次获得资助，累计资助额0.62亿美元，项目仍在资助期
3	“自适应雷达对抗”（Adaptive Radar Countermeasures）	2013财年首次获得资助，在2018财年项目描述中引入AI能力，2018财年计划资助额420万美元，2019财年项目完结
4	“霍尔马克”（Hallmark）	2016财年首次获得资助，在2019财年资助计划中引入AI能力，2019财年计划资助额1000万美元，2020财年项目完结
5	“基于信息的多级安全马赛克”（Information Based Multi-level secure Mosaics）	2020财年获得资助，2020财年计划资助额1036.5万美元，2021财年项目完结
6	“多域分析”（Multi-Domain Analytics）	2021财年获得资助，2021财年计划资助额723.2万美元，2022财年项目完结
7	“动态空域控制”（Dynamic Airspace Control）	2021财年获得资助，2021财年计划资助额1369.3万美元，2022财年项目完结
8	“小提琴手”（Fiddler）	2023财年首次获得资助，累计资助额2116.6万美元，2025财年项目完结

研究阶段和先进技术开发阶段项目数之和，应用研究阶段完结项目最高资助额是基础研究阶段完结项目最高资助额的1.9倍，是先进技术开发阶段完结项目最高资助额的8倍，并且完结项目平均资助额亦领先于其他2个阶段。② 异常项目被及时淘汰。异常完结项目指的是DARPA在当年预算报告中披露予以资助但在次年预算报告中不再提及的项目。2015—2025财年，DARPA在人工智能领域异常完结项目上累计损失1.12亿美元，其中先进技术开发阶段损失额最高，达0.45亿美元；从项目数来看，先进技术开发阶段6个完结项目中，仅有1个项目正常完结，项目淘汰率高达80%以上，基础研究阶段和应用研究阶段项目淘汰率分别为17.65%和17.39%。③ 资助额变化呈“倒U曲线”。如前文所述，无论是基础研究阶段还是应用研究阶段，重点项目资助额变化均呈现“倒U曲线”态势，此种资助方式可以有效规避因项目淘汰所带来的沉没成本风险。2015—2025财年，异常完结项目数占项目总数的18.46%，而资助额仅占资助总额的

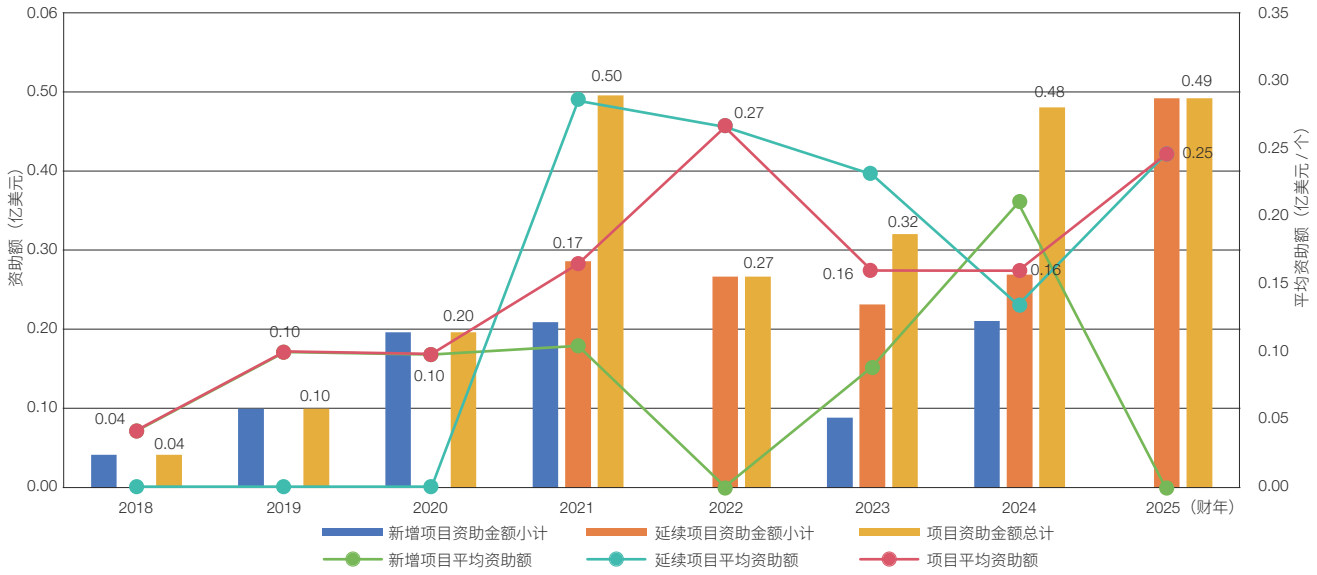


图5　2018—2025财年DARPA人工智能领域先进技术开发阶段资助额变化情况

Figure 5　Changes in DARPA's AI project funding in advanced technology development phase, FY 2018–2025

表6　2015—2025财年DARPA人工智能领域资助项目整体情况

Table 6　Comprehensive profile of DARPA-funded AI projects across research phases, FY 2015–2025

对比指标		基础研究	应用研究	先进技术开发
项目数量（个）	项目总数	21	36	8
	资助期项目	4	13	2
	完结项目	17	23	6
	正常完结项目	14	19	1
	异常完结项目	3	4	5
项目资助额（亿美元）	资助总额	12.498 7	20.733 0	2.392 3
	正常完结项目最高资助额	0.889 4	1.697 1	0.211 7
	异常完结项目资助额	0.211 0	0.453 0	0.454 9
	正常完结目平均资助额	0.596 7	0.791 0	0.211 7

3.14%，这一点恰是由于项目早期投入较小所致。

5 经验启示和对策建议

5.1 经验启示

（1）特征鲜明的应用导向。从DARPA资助项目的3个阶段来看，从基础研究到应用研究再到先进技术开发，资助项目的应用色彩愈发浓厚。在基础研究阶段明确应用导向充分体现出DARPA对于项目成果转化应用的高度重视。以基础研究阶段重点项目——“保证人工智能对欺骗的鲁棒性”为例，该项目在资助首年，项目描述中便指出项目的立项背景为美国国防部未来在应用基于机器学习的人工智能系统时势必要面临复杂环境下的欺骗性攻击问题，因此“保证人工智能对欺骗的鲁棒性”项目旨在开发相应技术来提升防御能力应对潜在应用风险；在项目资助末年，资助计划又进一步明确提出要将项目技术成果应用至机器学习系统，并向美国国防部和政府相关部门演示并开展技术过渡工作。此外，DARPA还通过在立项阶段建立研发与应用之间的联系，用于保证研发项目成果的转化。DARPA要求项目承担单位必须在立项阶段明晰未来项目的退出机制，同时分析并预估当技术发展和转化为产品后的潜在客户，这一点可以从其“小企业创新计划”（Small Business Innovation Research）和“小企业技术转移计划”（Small Business Technology Transfer）中看出。“小企业创新计划”规定处于商业

化阶段的项目不再获得政府的直接资金支持，这意味着项目承担单位必须具备一定的项目成果转化能力；同时，“小企业技术转移计划”中要求非营利性单位参与研发工作，这种做法意在引入企业对于市场需求的了解，为项目成果转化奠定基础[7]。

（2）高度灵活的资助体制。① 及时淘汰潜力不及预期的项目。2015—2025财年，DARPA在人工智能领域资助项目中，因潜力不及预期淘汰项目12个，约为项目资助总数的1/5，项目淘汰导致资助损失超1亿美元。② 资助项目的动态调整。一方面，项目计划随项目研究进展进行实时调整；另一方面，项目金额随项目计划更迭开展动态适配。DARPA每年披露的预算报告中会公布上一财年的调整资助计划和前序2个财年的实际资助额。2015—2025财年，DARPA针对人工智能领域的资助项目中有15个项目发生更名并对资助计划进行调整。以应用研究阶段“共生设计”项目为例，该项目在2019财年首次获得资助，原名“人机共生”，2021财年正式更名为“共生设计”；更名前后资助计划发生较大调整，将原先宽泛的实现人机协作具象化，即在网络物理系统设计场景中，把原先的以人为中心、基于模型的设计流程转变为由人类和人工智能进行协作的共生设计流程。受资助计划调整影响，项目实际资助额与计划资助额相差0.368 8亿美元，约为计划资助额的30%。

（3）项目之间紧密联系。DARPA在人工智能领域布局的资助项目之间存在紧密联系，具体表现在2个方面：① 基础研究与应用研究阶段项目的互为支撑，表现为同名项目在基础研究和应用研究阶段均获得相应资助，如“超越扩展—架构与设计”项目（2018财年）、“人机共生”项目（2020财年）。“超越扩展—架构与设计”项目在基础研究阶段和应用研究阶段的起始资助年均为2018财年，并在2022财年同时完成资助；2020财年处于应用研究阶段的“超越扩展—架构与设计”项目分化为“超越扩展—架构”和“超越扩展—设计”2个项目。资助期内该项目在应用研究阶段累计获得3.1亿美元资助，基础研究阶段累计获得0.47亿美元资助；同名项目在应用研究阶段获得的资助额是基础研究阶段获得资助额的近7倍，这再次印证了前文提到的DARPA资助项目的强应用导向。从资助目的来看，“超越扩展—架构与设计”项目在基础研究和应用研究阶段设立的目的均为解决摩尔定律逼近极限所带来的技术、成本难题，但基础研究阶段偏向于数据、算法层面，而应用研究阶段偏向于系统、软件层面。② 通过源项目衍生形成新的资助项目，包括问题类衍生项目和成果类衍生项目。问题类衍生项目指源项目开展过程中遇到的挑战需单独立项解决的项目；成果类衍生项目指源项目中的有价值成果需进一步延伸立项资助放大成果价值的项目。2015—2025财年，DARPA在人工智能领域通过源项目衍生立项的项目共有11个，其中成果类衍生项目6个，问题类衍生项目5个。问题衍生类项目，如“人工智能挑战赛”源于“卓越能力计划”，该项目通过寻求开发和论证快速、大规模自动发现和修复软件漏洞的技术，以确保广泛使用的关键代码的安全，从而解决“卓越能力计划”所遇到的问题；成果衍生类项目，如“可靠神经符号学习和推理”源于“工程人工智能系统实施”，该项目基于源项目成果基础，通过将符号推理与数据驱动学习深度整合，进一步开发新的混合人工智能算法。

5.2 对策建议

人工智能作为引领新一代科技产业革命的颠覆性技术，其重要性不言而喻。从DARPA在人工智能领域的资助布局来看，2018财年可被视作DARPA在人工智能领域布局的一个分水岭——该财年人工智能领域的资助项目数和项目资助额接近翻番，而2016年围棋“人机大战”中人工智能围棋程序（AlphaGo）的胜利作为人工智能发展的里程碑时刻，无疑启迪了DARPA在人工智能领域的资助布局，这一点可以从其

资助项目的描述中窥见一斑。例如，“机器常识”的项目描述中提到机器学习在双人策略游戏（如围棋）领域取得的进展带来了令人兴奋的新人工智能能力；而“机器常识”项目所开展的研究工作，恰与当前以OpenAI为首的大模型厂商所致力的研究高度吻合，这一点可以从机器常识资助计划的相关关键词看出，如“agent models”（代理模型）、“generative question-answering”（生成式问答）、“cross-modal”（跨模态）。由此可见，DARPA在人工智能领域的项目资助成果无疑奠基了美国当前人工智能领域的优势地位。本文通过对DARPA在人工智能领域资助布局的经验启示进行分析，结合其一贯有之的先进项目管理策略，针对我国科技项目管理提出以下3条对策。

（1）立项明确应用导向，保障项目成果转化有的放矢。DARPA将科技投入实用的能力一直以来被全球各类科技机构所垂涎，而在立项阶段建立研发与应用的联系是其保障项目成果高效转化的一项重要手段——DARPA资助项目的承担单位必须要在立项阶段回答项目技术发展为新的技能或者产品时，谁会为之买单的问题。此种做法要求项目承担单位拥有一定的成果转化能力或者项目本身已经建立相应的应用目标，这一定程度上反映企业作为项目承担单位的优势，故需借鉴DARPA“小企业创新计划”和“小企业技术转移计划”相关做法：① 立项前，以寻找项目成果潜在应用场景为目标，深入开展调研工作，特别是针对产业界的调研工作，洞悉市场对于技术研发的需求；② 立项环节，引入产业思维，通过邀请产业专家作为立项评审专家并赋予决策权重的方式，发挥产业思维对于项目未来科技成果转化方向的指引作用；③ 鼓励企业承担基础研究领域科研项目，利用其对于市场需求的敏锐嗅觉，奠基基础研究科研成果转化。

（2）做好项目过程管理，灵活变更资助机制并与之适配。DARPA灵活的资助机制是其保障“有价值研究”的一项重要手段，而灵活机制的背后则是DARPA通过过程管理实现的对于项目进展的准确把握。长期以来，我国科研项目管理整体呈现“重立项，轻验收”特征，对于项目的过程管理更是流于形式。针对此问题，应借鉴DARPA基于项目过程管理结果，灵活变更资助机制做法。具体包括：① 赋予项目过程管理更大决策权，过程管理有权对项目做出中止、变更决策。② 通过项目过程管理对项目进展做出准确评估，不局限于中期检查对项目实际进展与计划的符合程度，还包括项目技术与项目所属领域先进技术的贴合程度，以及项目成果的市场潜力等方面。③ 依据项目过程管理结果，对技术偏离严重、市场成果潜力小的项目做出中止决策，以及根据项目进展与预期计划的符合程度做出相应的增（减）资决策。但是，在项目过程管理中要规避“审查走形式，汇报来应付”的作风，以免给项目承担单位带来无价值负担——实施项目过程管理的本质目的在于帮助和指导项目单位更好地实现项目目标。

（3）探索信息共享机制，充分挖掘保存利用项目经验价值。面向前沿领域的探索研究，失败很难避免。有关资料显示，DARPA超过85%的项目没有完全达到预期目标，但其通过加强项目之间的联系，使得项目价值可以被充分地挖掘、保存和利用，如从源项目衍生形成新项目，以及重启失败项目。现阶段，我国项目间信息共享机制尚未形成，项目价值未得到充分挖掘，具体表现在重复立项、资助乱象频生。建议：① 对政府资金支持的项目进行全面梳理摸排，设置统一标准格式形成分类清单，通过申请制为有关方提供访问权限。② 对资助期内的项目和验收通过的项目开展潜在价值分析，分析成果用作新项目立项参考。③ 挖掘失败项目价值，一方面总结失败项目的经验教训，提取项目中技术知识成果，另一方面对致使项目失败的挑战进行评价，依据完成挑战的意义价值考虑重启失败项目。

参考文献

1 王莉, 王鹏. DARPA科技创新的管理实践与经验启示. 科技导报, 2018, 36(4): 12-16.
Wang L, Wang P. The management and the experience of the DARPA technology innovation. Science & Technology Review, 2018, 36(4): 12-16. (in Chinese)

2 刘宇祥, 罗天宇. 美国国防部高级研究计划局的技术转化机制及启示. 情报杂志, 2024, 43(6): 60-65.
Liu Y X, Luo T Y. Technology transition of Defense Advanced Research Projects Agency and its enlightenment. Journal of Intelligence,2024, 43(6): 60-65. (in Chinese)

3 鲁佳. 从DARPA看国防科技高风险高回报项目管理模式创新. 国防科技, 2023, 44(6): 96-102.
Lu J. High risk high reward project management mechanism mode innovation implicated by DARPA. National Defense Technology, 2023, 44(6): 96-102. (in Chinese)

4 曾策, 高能武. DARPA电子复兴计划中的射频三维异构集成技术. 中国电子科学研究院学报, 2023, 18(4): 378-385.
Zeng C, Gao N W. RF 3D heterogeneous integration technologies in DARPA ERI. Journal of China Academy of Electronics and Information Technology, 2023, 18(4): 378-385. (in Chinese)

5 王钊, 李文娟, 王强. 美国国防高级研究计划局2014—2023财年预算的启示. 科技导报, 2024, 42(2): 6-13.
Wang Z, Li W J, Wang Q. Budget analysis and enlightenment of DARPA from fiscal year 2014 to 2023. Science & Technology Review, 2024, 42(2): 6-13. (in Chinese)

6 秦浩, 彭玉婷, 张炜. DARPA人工智能领域最新进展及2023财年项目布局分析. 中国电子科学研究院学报, 2022, 17(12): 1211-1218.
Qin H, Peng Y T, Zhang W. Analysis of the latest developments in DARPA's artificial intelligence field and the project layout in fiscal year 2023. Journal of China Academy of Electronics and Information Technology, 2022, 17(12): 1211-1218. (in Chinese)

7 龙飞, 巩键. 美国小企业创新研究计划实施的经验与启示. 中国中小企业, 2023, (3): 32-35.
Long F, Gong J. Experiences and insights from the implementation of the Small Business Innovation Research Programme in the US. China Small & Medium Enterprises, 2023, (3): 32-35. (in Chinese)

Insights from DARPA's program funding layout in artificial intelligence

SU Zheng[1,2] HE Ning[1] HAN Qi[2] ZHANG Qi[1*] JIANG Xiaocheng[1]

（1 Industry and Information Technology (Beijing) Industrial Development Research Institute Co., Beijing 100036, China;
2 Industry Development and Promotion Center, Ministry of Industry and Information Technology of People's Republic of China, Beijing 100036, China）

Abstract Artificial intelligence, as a disruptor in the new wave of technological revolution and industrial transformation, had already become a focal point of strategic planning for the U.S. Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) as early as the 1960s. To explore the patterns of DARPA's project funding allocation in the field of artificial intelligence, this study conducts an in-depth analysis of the agency's budget reports from fiscal years from 2015 to 2025. The study identifies the following characteristics of DARPA's project funding framework in the field of artificial intelligence: (1) distinctive application orientation; (2) highly flexible funding system; and (3) close connection between projects. Based on the above insights, three countermeasures are proposed: (1) set up projects with a clear application orientation to ensure targeted transformation of project outcomes; (2) enhance project process management and adapt the funding mechanism flexibly to match project needs; (3) explore an information-sharing mechanism to fully leverage the value of preserving and utilizing project experience.

Keywords artificial intelligence, application oriented, funding system, project contacts

苏 铮 工信(北京)产业发展研究院有限公司总经理、正高级工程师。主要研究方向:科技项目政策管理、技术创新与产业创新等。E-mail: suzheng01@126.com

SU Zheng Ph. D. in engineering, Senior Engineer and General Manager of Industry and Information Technology (Beijing) Industrial Development Research Institute Co. His research focuses on science and technology project policy management, technological innovation and industrial innovation. E-mail: suzheng01@126.com

张 祺 工信(北京)产业发展研究院有限公司业务经理。主要研究方向:人工智能领域科技创新、产业战略研究等。
E-mail: m15222335129@163.com

ZHANG Qi Operations Manager of Industry and Information Technology (Beijing) Industrial Development Research Institute Co. His research focuses on science and technology innovations in the field of artificial intelligence, industrial strategy studies, etc.
E-mail: m15222335129@163.com

■责任编辑：岳凌生

*Corresponding author