

美国融合科研加速器的发展特点及启示

杨雅南¹, 钟书华²

(1. 湖北经济学院财政与公共管理学院, 武汉 430205;

2. 华中科技大学马克思主义学院, 武汉 430074)

摘要: 融合研究是一种基于超学科交叉融合以应对重大社会经济挑战的科研新范式, 受到世界主要科技强国的普遍关注。建立与融合研究相适应的制度设计和管理模式, 是有效推动融合研究发展的关键问题。美国国家科学基金会进行开创性探索, 创建了融合科研加速器。基于“战略定位—科研管理—科研绩效”分析框架, 对美国融合科研加速器进行系统调研和分析, 研究发现, 美国融合科研加速器基于明确的融合研究战略布局, 加速促进融合研究成果转化; 已在研究轨道、竞合机制、创新课程、成果评价等方面建立起融合科研管理模式; 科研投入和产出量质双升, 可交付性成果和轨道整合成效已初步显现。研究结果为促进我国融合研究发展、加快融合研究成果转化提供借鉴。

关键词: 美国; 融合科研加速器; 美国国家科学基金会; 融合研究成果转化; 融合研究

中图分类号: G311; F204 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2022.12.010

空前激烈的全球科技竞争和日益复杂的社会经济体系, 正在推动科学研究范式的深刻变革。融合研究 (Convergence Research) 就是在此背景下产生的一种科研新范式, 它通过整合来自不同学科的知识、方法和技术, 促进科学发现和创新发展^[1-2]。各主要科技强国都积极倡议和推动融合研究发展, 欧美主要发达国家都把融合研究放在科技发展战略的重要位置, 美国甚至将融合研究作为科学和工程未来投资的优先领域之一^[3]。为有效应对开展融合研究的机遇和挑战, 中国科学院和美国国家基金会等重要研究机构都在积极探索, 建立与融合研究相适应的制度设计和管理体系^[4,5]。然而, 作为一种科研新范式, 融合研究本质是问题导向的、基于超学科交叉融合的应用基础研究。它之所以被视为科研领域的“美第奇效应”, 是由于它为解决人类所面临的气候变化、能源危机、环境污染、粮食安全等社

会经济发展的重大挑战提供了一条重要路径^[6-8]。因此, 如何实现融合研究成果转化, 加速解决重大现实问题, 是融合研究领域中的关键核心问题。

基于此, 美国国家科学基金会进行了开创性探索, 于 2019 年 3 月 15 日, 首次创建了融合科研加速器 (Convergence Accelerator)^[9]。它是一种新型的融合研究资助和管理模式, 专注于国家和地区社会经济发展中战略性、全局性的重大挑战, 依托于关键科学技术领域中前瞻性、探索性、高风险的融合研究项目, 通过构建融合研究相适应的科研管理体制, 建立起由学术界、工业界、政府和非营利组织等多元化机构组成的融合科研团队, 在 3 年时间内, 加速推动融合研究成果转化, 形成切实可行的现实解决方案, 以解决经济社会发展中的重大问题, 巩固和扩大美国在未来关键科学技术领域中的领导地位, 形成长期创新能力和全球竞争力。本研究以

第一作者简介: 杨雅南 (1983—), 女, 副教授, 主要研究方向为科技政策与政府创新治理。

项目来源: 教育部科技委 2022 年战略研究项目“高校有组织科研难点堵点及对策”。

收稿日期: 2022-10-18

美国融合科研加速器为研究对象，从战略定位、科研管理和科研绩效三个维度，深入分析其融合科研管理模式，并提出促进我国融合研究发展、推动融合研究成果转化的可供借鉴的结论和建议。

1 美国融合科研加速器的由来和基本特点

1.1 美国融合科研加速器的由来

美国融合科研加速器的创立，源于美国政府倡导的自上而下“大科学计划”的研究经验。美国融合科研加速器的改革逻辑，可以追溯到1945年由范内瓦·布什（Vannevar Bush）写给美国总统的一份题为《科学：无尽的前沿》的报告。报告中呼吁扩大政府对战后科学研究的支持，并提倡采用一种“大科学”方法，跨越基础科学与实际应用之间的鸿沟，产生了如“曼哈顿工程”“阿波罗计划”等国家推动科技发展的标志性工程。同时，“大科学”的研究经验也表明，国家可以通过建立学科交叉融合的科研管理体制，加速推进科学技术发展，响应社会期望，应对紧迫的全球竞争。近年来，世界主要科技强国频繁制定科技发展战略和行动计划，不断加大科技研发投入，大国间的科技竞争日益激烈。美国政府开始重新思考，在发挥私营部门科研创新主体作用的同时，强化国家对基础研究，尤其是应用基础研究的促进作用。美国总统拜登2021年上任后，倡议将联邦政府视为促进创新和经济发展的合作伙伴，此后，美国政府不断加快支持创新和应用基础研究的改革进程，2021年6月美国众议院和参议院极力推进美国创新和竞争立法，到2022年3月美国国家科学基金会宣布技术、创新和伙伴关系管理局（Technology, Innovation and Partnerships）正式成立，这是美国国家科学基金会时隔32年后再次成立新的分支机构，而融合科研加速器由该机构直接管理，凸显了融合科研加速器加速推进融合研究成果转化的使命和愿景。

美国融合科研加速器的创立，是基于科研生态系统自下而上演变规律的现实审视。美国科研生态系统由多主体组成，科研创新主体不仅仅局限于学术界。美国国家科学基金会统计数据表明，早在2017年企业在美国研发总额中已占73%^[10]，此外科研创新主体还包括联邦政府和非营利组织等。为

加速解决综合性和复杂性的重大社会经济挑战，如新冠肺炎疫情、极端天气、粮食安全、能源危机等，为确保美国在关键技术领域中的全球领导地位，美国政府重新审视融合科研管理模式，在把握“大科学”中不同学科间的交叉和融合本质基础上，更关注不同科研创新主体间的协同与合作。基于此，美国国家科学基金会创立了融合科研加速器，以一种新型的融合科研资助和管理机制，加速推动融合研究成果向实际应用转化。融合科研加速器与拜登政府和美国国会的创新和经济优先事项、创新和技术转让优先事项相一致，在大数据、人工智能、生物医学、网络安全、量子科学、食品安全、海洋经济等关键领域，构建新型融合科研管理体制和服务机制，促进多元科研创新主体协同合作。

1.2 美国融合科研加速器的基本特点

美国融合科研加速器以自上而下的规划设计和自下而上的融合科研生态相结合，形成了自身鲜明的特点。

一是融合科研加速器聚焦于支持和推进融合研究发展。融合科研加速器中所有项目都具备融合研究的基本要素，即研究项目融合多学科领域中最前沿的专业知识和技术，包括但不限于物理、数学、工程、数据科学、计算机科学、生物科学、地质科学、社会和行为科学、教育科学以及其他学科，并且融合研究方法贯穿于科学研究的整个过程。融合研究团队来自不同学科、专业和领域，不仅是学术界，还包括工业界、非营利组织、州/地方政府等。团队没有规模限制，可根据项目进展进行动态调整。

二是融合科研加速器建立起以融合研究团队为核心的新型科研资助和管理模式。与以往美国国家科学基金会支持个体研究者不同，融合科研加速器的项目主体是融合研究团队。融合科研管理和服务机制主要聚焦于建立跨组织、跨领域的融合研究合作伙伴关系，并不断扩大女性、非洲裔美国人、西班牙裔、美洲印第安人、阿拉斯加原住民、夏威夷原住民、太平洋原住民岛民和残疾人等群体，以适宜的方式和途径参与融合研究。同时，融合研究过程中强化对融合科研团队的指导和教育，开发创新课程体系为研究团队提供包括建设研究团队、验证科学概念、开发成果原型、交付解决方案的全流程服务，并构建研究团队竞

合机制，根据融合研究不同阶段中各团队科研进展及时调整经费资源分配。

三是融合科研加速器的最终目标是融合研究成果转化。与以往科研评价中使用论文和专著等成果评价指标不同，融合科研加速器采取任务驱动的科研评价机制，评价指标以可交付的科研成果和实际解决方案为核心。融合研究的项目负责人必须清楚地确定3年内项目可交付的科研成果。尤其是在融合研究Ⅱ阶段结束时，融合研究成果转化能够产生重大社会效益，能够解决社会经济中的重要挑战。可交付成果可采用多种形式，如硬件、软件、数据、服务、流程、协议、标准等。

四是融合科研加速器将融合研究项目与研究轨道相互整合。截至2022年，美国融合科研加速器共确定了10个研究轨道（见表1）。各阶段融合研究项目清楚地匹配已确定的研究轨道，研究项目与已确定的研究轨道具有相关性和一致性。尤其是融合研究Ⅱ阶段中，研究团队在研究轨道内与其他团队的融合研究进行整合，以保证研究队列中研究轨道的融合研究成果转化能够产生更大的综合价值，达成研究轨道总体目标，实现研究轨道整体效益。

2 美国融合科研加速器的管理和服务机制

为促进融合研究发展，实现融合研究成果转化，融合科研加速器在研究队列和研究轨道、项目

甄选、团队建设和成果评价等方面建立起了独特的融合科研管理体制和服务机制。

2.1 研究队列和研究轨道

融合科研加速器管理始于研究轨道征集和论证。与特定研究重点一致的主题称为研究轨道，轨道内的资助团队构成一个研究队列。具体而言，根据融合科研加速器轨道确定标准，融合科研加速器发布研究轨道征集函，每年10~11月组织10~15次研讨会，邀请企业、高校、非营利组织、政府和其他组织的研究人员参加，并对初步甄选的约12个主题进行论证，确定下一财年融合科研加速器轨道主题。

研究队列（Cohort）是特定财年内融合加速器中研究轨道和研究项目的集合。2019至2022年间，融合科研加速器共启动4个研究队列和10个研究轨道。其中，融合科研加速器2019年研究队列由2个轨道组成，分别是研究轨道A：开放知识网络以及研究轨道、B：人工智能和未来工作；2020年研究队列由研究轨道、C：量子技术以及研究轨道、D：人工智能驱动的数据共享和建模组成；2021年研究队列为研究轨道、E：网络化蓝色经济以及研究轨道、F：通信系统中的信任和真实性；2022年队列启动4个研究轨道，其中，研究轨道G：5G基础设施安全运行由美国国防部研究与工程办公室（OUSD R&E）、陆军研究实验室（ARL）和美国

表1 融合科研加速器的研究整体布局

研究内容	启动年份	总体目标	项目示例
研究轨道 A：开放知识网络	2019	强化科学和公共数据的决策和应用	KnowWhereGraph；OKN INFRASTRUCTURE SCALES
研究轨道 B：人工智能和未来工作	2019	提供与未来行业需求和工作相匹配的培训和技能提升方案	LEARNER；SkillSync； STEPUP
研究轨道 C：量子技术	2020	开发量子传感器、设备、硬件、网络和模拟器，在汽车驾驶和医疗领域中应用	PEAQUE；QuSTEAM QuaNeCQT
研究轨道 D：人工智能驱动的数据共享和建模	2020	开发工具和平台，实现数据和模型共享中的隐私保护、高效数据匹配和共享	AI-Grid；CRIPT； HydroGEN
研究轨道 E：网络化蓝色经济	2021	加速蓝色经济与跨海洋部门间融合，为海洋创新、探索和可持续利用创建一个智能、集成和开放的生态系统	Ocean Vision AI；SPAN； iCOAST

续表

研究内容	启动年份	总体目标	项目示例
研究轨道 F: 通信系统中的信任和真实性	2021	开发工具和技术帮助国家预防、应对通信系统中的严重安全威胁	CO:CAST; WISEDEX; DART
研究轨道 G: 5G 基础设施安全运行	2022	为军事、政府和关键基础设施运营商提供 5G 无线通信基础设施安全运营	—
研究轨道 H: 残障人士增加机会	2022	提高残疾人的生活质量和就业机会	—
研究轨道 I: 全球可持续材料	2022	设计和制造经济环保的新材料及产品	—
研究轨道 J: 食品与营养安全	2022	满足最弱势群体的健康和营养需求	—

资料来源：基于美国融合科研加速器相关网站数据采集整理所得。

国家科学基金会（NSF）合作推进，其他轨道尚处于项目征集阶段。

2.2 融合研究 I 和 II 阶段

研究队列和研究轨道确定后，融合科研加速器管理进入为期 3 年的融合研究 I 阶段和 II 阶段（见图 1）。在此过程中，融合科研加速器通过分阶段的项目管理和培训，创设一种研究团队竞合机制。研究团队以合作伙伴关系分享专业知识和资源，以资金配置的竞争机制推进项目实施，以加快融合研究成果转化。

融合科研加速器依据研究内容、研究方法、研究团队和研究结果 4 个主要标准，甄选各研究轨道的研究项目。即研究内容是具有重大科学和社会影响的应用基础研究；研究方法是超学科的融合研究方法；研究团队依托跨组织、跨行业、跨领域间的合作伙伴关系；研究结果是能够在一定期限内可交付的，并在未来 10 年内能够在科学和社会中产生深远影响。一个研究队列中的所有团队都从各研究轨道中的融合研究阶段 I 开始。该阶段各研究团队的主要任务是实现团队建设和团队融合，初步实现概念原型的验证和开发。在融合研究 I 阶段，研究团队可获得高达 75 万美元的科研经费，研究团队需要在 12 个月内开展该阶段的融合研究。一般是在 9 个月内开发初始概念和原型，确定团队成员和合作伙伴，并完成为期 9 个月的创新课程集训。在随后的 3 个月至融合研究 I 阶段结束前，研究团队参加融合科研加速器的同行评议、成果推介和评估，并参加融合科研加速器博览会和其他活动。

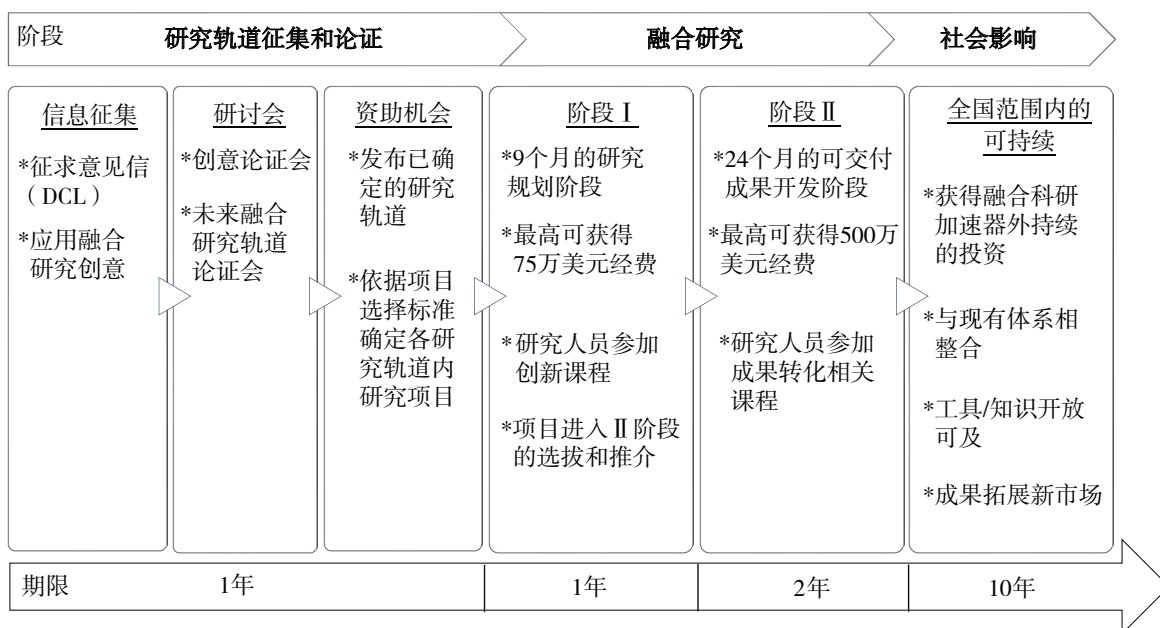
通过成果评估的研究团队进入融合研究 II 阶

段。II 阶段主要侧重开发可持续、有影响力、可交付的融合研究成果。研究团队需在 2 年中应用 I 阶段的融合研究成果和团队基础，将概念和原型转换为实践应用，并建立该融合研究项目的未来可持续发展模型。II 阶段研究经费分为两部分划拨，在融合研究 II 阶段第一年，科研团队可获得高达 300 万美元的研究经费，项目结束时可获得总计高达 500 万美元的研究支持。融合研究 II 阶段在第一年中，需要经历大约 4 次线上或线下的成果评估。研究团队需在 II 阶段中期提交用于融合科研加速器内部或外部评审的成果报告。待融合科研加速器审查研究项目、开展绩效评估、确保研究进程如期完成时，给予融合研究 II 阶段中第二年的科研经费。在融合研究 II 阶段结束时，研究团队最终实现融合研究成果转化，并能够通过获得除融合科研加速器外的科研经费，或者拓展新市场等其他方式，实现该融合研究项目的可持续发展。

2.3 创新课程

融合科研加速器的核心服务即贯穿融合研究两个阶段的创新课程集训。正如融合科研加速器主管道格拉斯·莫汉（Douglas Maughan）指出的，该创新课程旨在为研究团队提供工具，以支持应用基础研究向具有可持续发展潜力的实践应用转化^[1]。课程安排非常紧凑，采取在线视频和现场会议混合模式，获得研究资助的所有团队都必须参加创新课程，并且每个团队的核心成员需要参加现场会议。

整体而言，融合研究两阶段的创新课程目标和内容各有侧重。融合研究 I 阶段的创新课程旨在推动团队建设，并将团队的初始想法发展为可验证概



资料来源：基于美国融合科研加速器相关网站数据采集整理所得。

图1 融合科研加速器基本管理流程

念和原型，帮助团队加速形成解决方案，且为开展II阶段研究做准备。课程主要包括以人为本的设计思维、团队科学、原型设计、应用基础研究转化、研究成果推介、用户和客户参与等相关课程。融合研究II阶段课程是实现由创意到市场的课程，旨在释放研究团队的创业思维和技能，并确保每个融合研究项目充分发挥其科研潜力。课程主要包括产品开发、知识产权、财务管理、可持续性科研项目规划、成果推介以及其他创新创业技能。融合研究II阶段开始后的大约30天内，科研团队中的项目负责人还必须参加大约两天的现场或线上会议，主要帮助各研究团队理解和实现团队所在研究轨道的整合目标和任务。

表2中列举了2021年第四季度(Q4)到2022年第二季度(Q2)融合科研加速器创新课程时间安排和实施进度。具体来讲，团队科学类课程主要运用合作协议和工具箱对话方法，帮助多元化的团队制定合作愿景，并专注于共同目标；以人为本的设计思维类课程，则是教授团队基于多学科协作过程，开发以使用者需求为导向的科研成果。在此过程中，团队能够识别最终用户和关键利益相关者，能够进行用户访谈，以提供研究原型的问题验证和反馈；项目推介类课程则通过运用讲故事和推销方

法，向各利益相关者（包括潜在合作伙伴、投资者和最终用户）传达项目的价值主张和解决方案，提升研究团队向公众、潜在投资者和其他利益相关者展示项目解决方案，发展新合作伙伴关系的能力。此外，在融合研究I和II阶段，融合科研加速器为每个团队指定一名融合科研加速器管理团队成员，旨在帮助研究团队更好地利用创新课程推进成果转化。由于两阶段创新课程中需要科研团队大量的时间投入，融合科研加速器管理团队成员在此期间也承担课程安排、沟通和监督工作，同时辅助研究团队准备成果推介和II阶段项目申报。

2.4 伙伴关系

融合科研加速器中经费资助主体是融合研究团队。融合研究团队合作伙伴关系主要由两部分组成。一是科研团队负责人(PI)所确定的合作伙伴关系。该合作伙伴关系具有两个核心要求。首先，研究团队中的成员必须来自高校、研究机构、实验室、政府部门、企业等不同组织，每个团队都应包括至少两种不同类型组织的研究人员。在充分必要性论证基础上，才允许在子课题中与国际组织和院校建立合作伙伴关系。但尤其鼓励联邦、州和地方政府作为合作伙伴参与融合科研项目，并提供专业知识、公共数据和相关资源。

表 2 2021 年 10 月—2022 年 6 月融合科研加速器创新课程安排

课程主题	内容	Q4	Q1	Q2
团队科学	基本原理	■		
	差异化管理	■		
	做假设是如何阻碍生产效率的	■		
以人为本的设计思维	团队科学		■	
	用户为导向的研究	■		
	前言综述		■	
跨团队分享	跨团队分享	■	■	■
	沟通和推介		■	
沟通	沟通和推介		■	
	沟通和推销		■	
跨部门伙伴关系	跨部门伙伴关系专题讨论一	■		
	跨部门伙伴关系专题讨论二		■	
	跨部门伙伴关系专题讨论三			■

注：数据为作者基于美国融合科研加速器相关网站数据采集整理所得。色块代表时间安排和实施进度。

其次，来自所有机构的研究者都有资格成为研究团队负责人，并且研究团队中可以有 1 个团队负责人和 4 个团队共同负责人。融合研究 I 阶段中，允许任何研究人员担任，但最多仅在 2 个项目中担任团队负责人或者共同负责人；但是，融合研究 II 阶段中，研究人员只可以在 1 个项目担任团队负责人或者共同负责人。并且，只有融合研究 I 阶段的团队负责人或共同负责人有资格申请融合研究 II 阶段的研究经费。此外，当团队成员超过 5 人时，可将其他团队成员设定为高级科研人员、研究顾问、合作伙伴等，但是必须清楚地确定和说明融合研究项目中所有研究者和研究机构在融合研究过程中的角色和职责。融合科研加速器鼓励各研究团队在融合研究 I 阶段中，确定一位合格的项目经理对两阶段融合研究进行有效监督。

二是国家科学基金会所确定的合作伙伴关系。是指融合科研加速器管理团队，分工负责各研究轨道并积极参与轨道内研究项目的组织和管理。截至 2022 年，融合科研加速器团队共有 12 名团队管理人员。融合科研加速器管理团队都是科学

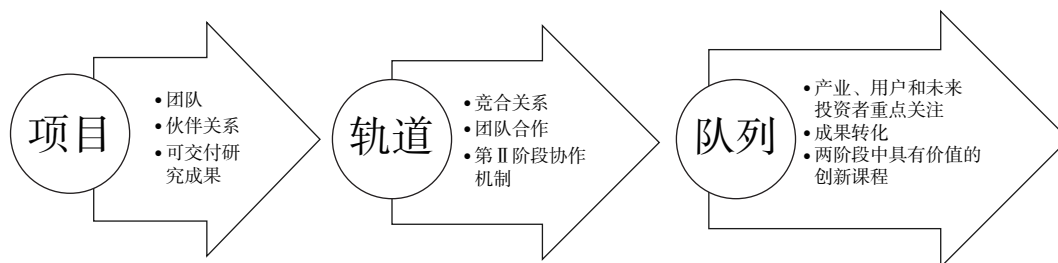
家或者兼企业家，具有科学和工程等相关领域专业学识，具备融合研究和研究成果转化资深经验，以及科研合作、创新创业和项目推广等相关能力。每一位加速器管理人员独立负责研究队列中研究轨道的项目管理工作，组织研讨会、课程培训和成果推介等。

2.5 项目评价

融合科研加速器项目评价标准以美国国家基金会评价标准和流程为基础，除了遵循知识贡献和社会影响等相关标准外，融合科研加速器项目同时需要充分满足融合研究两阶段的附加标准。融合研究 I 和 II 阶段的附加标准包括融合研究、伙伴关系、可交付成果、轨道整合和成本预算 5 个方面。具体而言，融合研究中研究内容主要评估重大经济社会问题领域中研究知识前沿性和学科融合度，融合研究 I 阶段侧重评估其对 II 阶段研究的支撑度，而融合研究 II 阶段评价更侧重融合研究管理、团队协调、知识产权、扩大参与计划等的合理性和可行性，尤其关注可交付性成果的时间进度和成果转化效果的可达程度；研究团队主要评估学术和非学术

组织间的合作伙伴关系; 研究轨道整合主要评价研究项目与现有研究轨道匹配度, 评价融合研究Ⅱ阶段的_{可交付成果}对研究轨道整体目标的贡献度; 研

究预算主要评价预算安排的现实性和合理性。整体而言, 融合科研加速器在_{项目、轨道和队列}3个层次上评价融合研究整体绩效(见图2)。



资料来源: 作者基于美国融合科研加速器相关网站数据采集整理所得。

图2 融合科研加速器融合研究整体绩效评价标准

融合科研加速器项目评价过程主要包括成果推介和小组评审两部分。首先, 融合科研加速器确定并告知项目负责人成果推介的时间安排。成果推介主要采取线上或线下两种途径。线下推介会主要在美国华盛顿特区或国家科学基金会举行。成果推介过程中, 成果推介人按照评价标准, 在大约10分钟内向审查小组介绍融合研究阶段中取得的_{可交付成果}。演讲结束后, 评审小组成员向项目团队负责人提问。成果推介团队可以包括成果推介人和最多4名团队成员, 也可以包括来自融合科研加速器管理团队的成员。成果推介人必须是经常参与项目的研究人员, 如团队负责人、共同负责人或高级科研人员。然后是评审小组评议。评审小组由来自学术界、企业界、政府和其他部门的成员组成。项目评审中, 评审小组将充分评价融合研究项目与国家科学基金会目标和使命的互补程度, 该项目与融合科研加速器的研究轨道目标的关联程度, 以及该研究成果实现的可能性、研究团队合作绩效等, 评审人员尤其关注科研团队在实现既定目标的进度, 特别是在产生可交付成果方面的进展。所有可用于可交付性成果评价的审查信息, 如书面报告和推介演示等材料, 都将在汇总后形成融合研究Ⅱ阶段推荐材料, 评审意见将决定该团队是否会获得后续研究经费。

2.6 成果展示

融合科研加速器成果博览会是一个单独的公共活动, 主要目标在于围绕融合研究队列和研究轨道, 为融合研究团队提供展示成果、寻找潜在合作伙伴和投资机会的平台。博览会一般在每年的7月

下旬举行, 也就是在融合研究项目申请提交截止日期后约4~6周, 或者是成果推介小组评价后2~4周。会期一般是2天, 采取线上或者线下方式。博览会邀请企业、基金会、政府机构、投资机构等相关组织, 尤其是有兴趣为融合研究Ⅱ阶段的特定研发领域提供潜在资源的组织和机构, 同时邀请公众和媒体参加。如表3所示, 截至2022年, 融合科研加速器共举办3届博览会, 2020年博览会吸引了来自25个城市的1500余位学者、企业家、政府官员和投资者等相关人员。2021年博览会展示了融合科研加速器中35项具有重大社会经济影响的研究成果, 2022年博览会展示了6个融合研究轨道中的45项可交付性研究成果。

3 美国融合科研加速器的科研绩效

美国融合科研加速器成立仅3年有余, 但融合科研投入已初具规模, 融合研究产出绩效已初步显现, 融合研究成果转化速度逐渐加快。

3.1 融合科研投入

如图3所示, 从研究队列和轨道经费来看, 2019至2022年间融合科研加速器共启动4个研究队列。融合科研加速器2019年研究队列由2个轨道组成, 该队列中融合研究Ⅰ阶段共43个团队获得总计约3900万美元的研究经费。2020年9月, 9个团队获得融合科研加速器融合研究Ⅱ阶段研究支持, 经费总额超过2800万美元。其中, 2019财年融合研究Ⅰ阶段的项目平均经费, 研究轨道A约为94万美元, 研究轨道B约为83万美元。融合

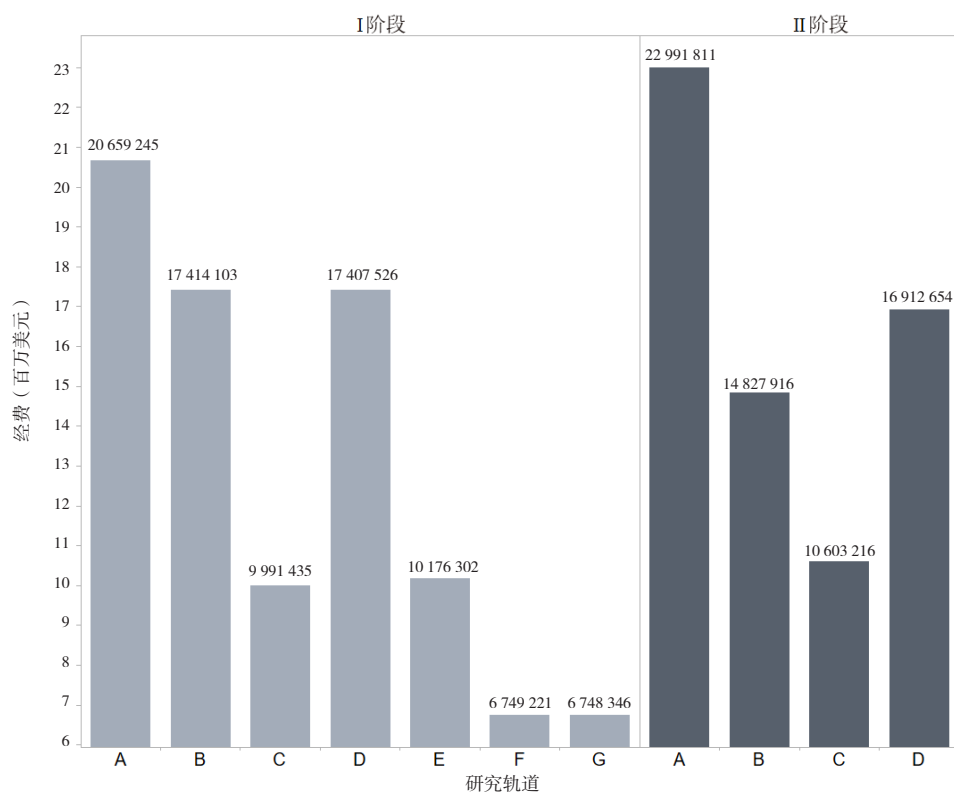
研究 II 阶段的项目平均经费, 研究轨道 A 在 2020 财年约为 223 万美元, 在 2021 财年约为 222 万美元。研究轨道 B 在 2020 财年的平均经费约为 237 万美元, 2021 财年约为 267 万美元。2 个轨道每个项

目融合研究 II 阶段总资助都高达约 500 万美元。2020 年研究队列融合研究 I 阶段共 29 个团队获得总额约为 2 700 万美元的研究经费。2021 年 9 月, 10 个团队获得融合科研加速器 II 阶段研究支持,

表 3 融合科研加速器博览会成果推介总览

时间	研究轨道	推介项目数(项)
2020 年 7 月 1—2 日	研究轨道 A: 开放知识网络	21
	研究轨道 B: 人工智能和未来工作	20
2021 年 7 月 28—29 日	研究轨道 A: 开放知识网络	6
	研究轨道 B: 人工智能和未来工作	4
	研究轨道 C: 量子技术	10
	研究轨道 D: 人工智能驱动的数据共享和建模	18
	特殊轨道: 未来制造和生态制造	1
2022 年 7 月 27—28 日	研究轨道 A: 开放知识网络	6
	研究轨道 B: 人工智能和未来工作	3
	研究轨道 C: 量子技术	5
	研究轨道 D: 人工智能驱动的数据共享和建模	7
	研究轨道 E: 网络化蓝色经济	16
	研究轨道 F: 通信系统中的信任和真实性	12

资料来源: 作者基于美国融合科研加速器相关网站数据采集整理所得。



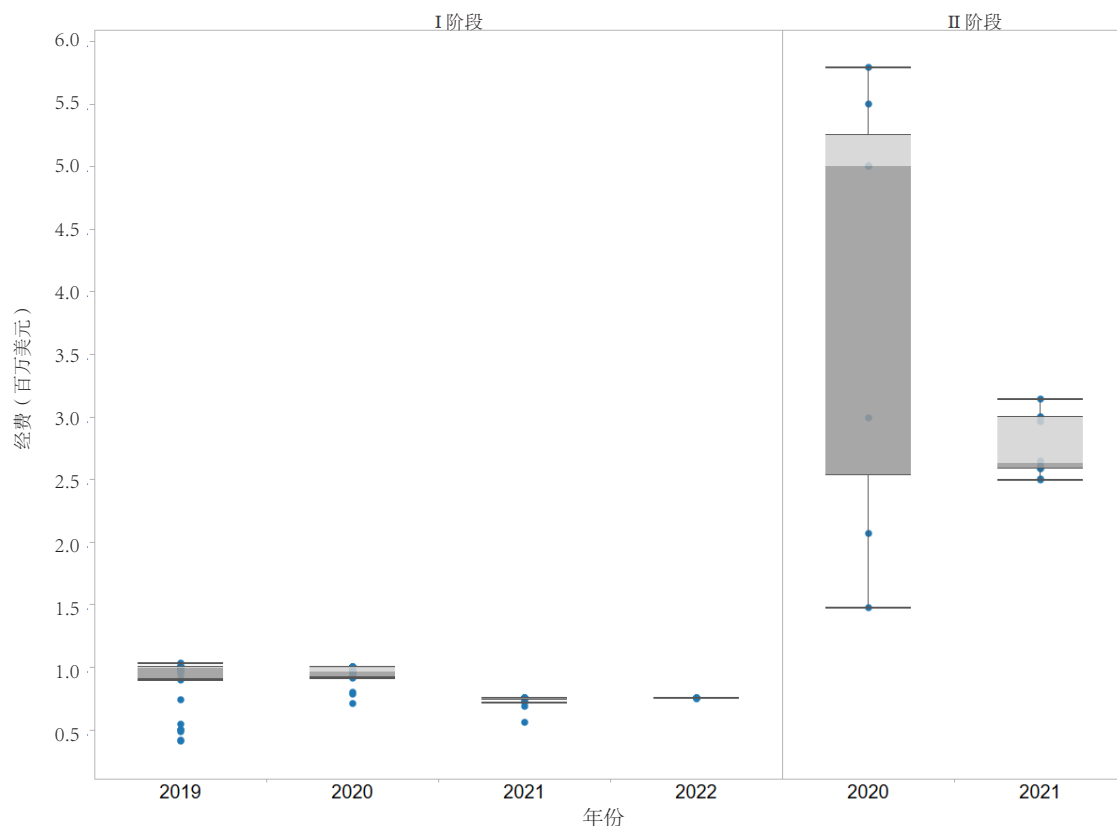
资料来源: 基于美国融合科研加速器网站和美国国家科学基金会数据库数据采集整理所得。

图 3 2019—2022 年融合研究两阶段项目经费总额

总金额约为 5 000 万美元。2020 财年融合研究 I 阶段的项目平均经费, 研究轨道 C 约为 91 万美元, 研究轨道 D 约为 97 万美元。

2021 年研究队列融合研究 I 阶段共 28 个团队获得总计约 2 100 万美元的研究经费。2021 财年融合研究 I 阶段的项目平均经费中 (见图 4), 研究轨道 E 约为 73 万美元, 研究轨道 F 约为 75 万美元^[3]。

2022 年队列启动 4 个研究轨道。其中, 研究轨道 G 现已有 9 个团队获得研究经费, 该轨道融合研究 I 阶段预计共资助 15~18 个团队, 2022 财年该轨道经费预算是 1 250 万美元。其他轨道融合研究 I 阶段甄选团队总计约 36~48 个, 融合研究 II 阶段每个轨道约选择 3~5 个。研究轨道 H、I、J 融合研究 I 阶段 2022 财年预算共计约 3 600 万美元^[1]。



资料来源: 作者基于美国融合科研加速器网站和美国国家科学基金会数据库采集整理所得。

图 4 2019—2022 年融合研究两阶段项目平均经费

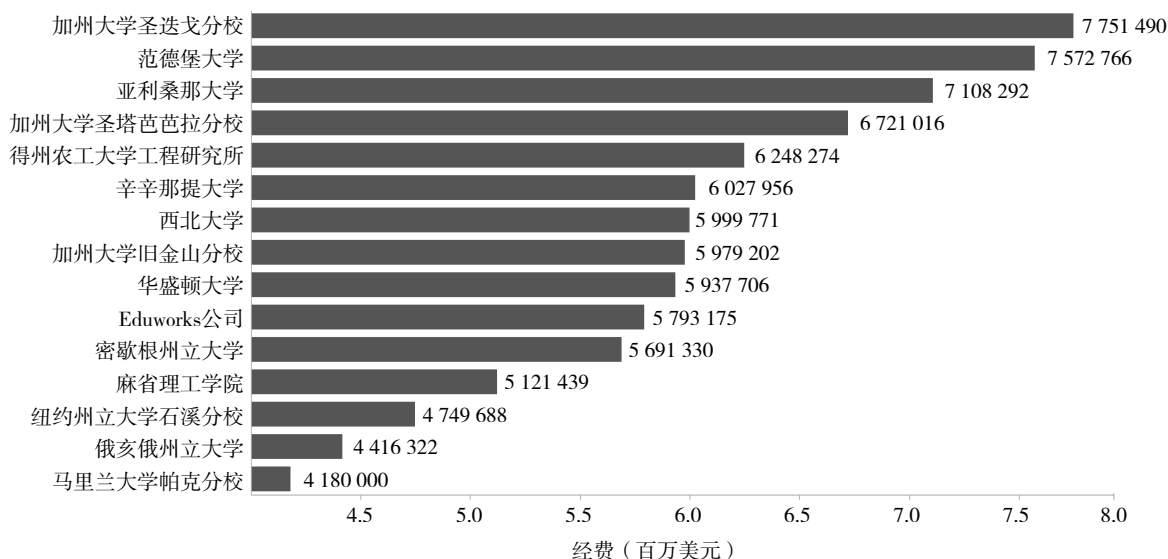
从融合科研团队来看, 融合科研加速器研究轨道中融合研究两阶段研究团队负责人主要来自高校、科研院所和企业。按照研究团队负责人所在机构, 统计各研究轨道中研究经费分配情况 (见图 5)。从实际获得研究经费总额来看, 获得 400 万美元以上经费的机构已达到 15 个, 其中加州大学圣迭戈分校、范德堡大学和亚利桑那大学获得的经费总金额分别都已超过 700 万美元。研究机构中得州农工大学工程研究所获得经费最多, 超过 600 万美元。项目负责人来自企业、获得资助最多的是 Eduworks 公司, 总经费超过 570 万美元。

3.2 研究轨道进度

融合科研加速器各研究轨道中项目研究进度情况如表 4 所示, 2019 年的项目在融合研究 I 阶段, 属于研究轨道 A 和 B, 有 7 项在 2020 年完成, 31 项在 2021 年完成, 4 项在 2022 年完成。2020 年 9 月, 两个轨道中的 9 个项目通过成果评估, 进入融合研究 II 阶段。在融合研究 II 阶段, 2021 年和 2022 年完成项目各 2 项, 其余 5 项预计于 2023 年 8 月完成。2022 年的所有研究轨道仍处于项目征集阶段。

3.3 融合研究团队

融合科研加速器共有 6 名管理成员分别负责现



资料来源：作者基于美国融合科研加速器网站和美国国家科学基金会数据库采集整理所得。

图 5 2019—2022 年融合研究两阶段各研究轨道中研究机构经费 (≥ 400 万美元)

表 4 融合科研加速器中各研究轨道项目进度情况

起始日期年	结束日期年	研究轨道 A		研究轨道 B		研究轨道 C		研究轨道 D		研究轨道 E	研究轨道 F	研究轨道 G
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	I	
	2020	3		4								
2019	2021	16		15								
	2022	2		2								
	2021		1		1	1		2				
2020	2022		1		1	9		12				
	2023		3		2	1		4				
2021	2022									11	9	
	2023						4		6	3		
2022	2023											9

数据来源：作者基于美国融合科研加速器网站和美国国家科学基金会数据库采集整理所得。

阶段正在进行的 6 个轨道内的研究项目。而融合研究两个阶段的各融合项目团队负责人都只负责 1 个研究项目。根据所有研究轨道中融合研究项目统计情况，现已完成和进行中的所有融合研究项目一般都有 1 个项目团队负责人和至少 2 个共同负责人。融合研究 I 阶段项目中共同负责人多为 3~4 人，最多为 8 人，共同负责人为 3 人的项目占 I 阶段项目的 72.1%。II 阶段共同负责人为 3 人的项目占 94.7%。

所有完成融合研究 I 阶段研究的团队，在融合研究 II 阶段均未调整团队负责人和共同负责人。

到目前为止，已有来自高校、企业、政府、非营利组织和其他机构的 400 多个组织参与到融合研究中，如 KnowWhereGraph 项目团队融合了 4 家营利机构、2 家政府机构和 1 个非营利组织共 7 个非学术组织，以及 5 个不同的学术组织；SCALES 项目研究团队中有 22 名学者来自 8 个大学的数据科

学、经济学、法学、社会学和传播学等不同学科领域, 此外还有团队成员来自多个世界 500 强企业和多个非营利组织。再如 Computing the Biome 融合研究团队由工程师、数据科学家、生物学家、流行病学家、公共卫生和政策专家组成, 他们来自微软、哈里斯县公共卫生局、约翰霍普金斯大学、匹兹堡大学医学院、范德比尔特大学和华盛顿大学等机构。该研究团队成员对融合科研加速器融合研究团队建设给予了高度评价, 团队负责人雅诺什·斯兹蒂帕诺维茨 (Janos Sztipanovits) 教授指出, 学者和专家们与微软的 Premonition 平台合作, 开创性地创建了一个全球性生物威胁实时检测和预测系统, 其所在的软件集成系统研究所为该项目贡献模型集成计算技术, 这样的融合研究合作能够加速在全球范围内产生巨大影响, 是非常令人激动和兴奋的。微软高级总监伊森·杰克逊 (Ethan Jackson) 同样指出融合科研加速器的融合研究将学术界、公共卫生组织、初创公司和成熟技术提供商整合起来以应对重要社会经济挑战, 他对此感到兴奋不已, 认为提供可交付的现实解决方案需要的不仅仅是数据的融合, 更需要人、想法和组织的融合, 而融合科研加速器的融合研究团队为达成研究目标提供了有效支撑^[12]。

3.4 项目地理分布

从融合研究的地理分布来看, 融合科研加速器中各研究轨道项目分布充分体现了美国特定城市和区域在各研究领域中的核心竞争优势。研究轨道 A 旨在推进各专业领域充分利用数据和人工智能来实现科学发现和经济增长, 从融合研究地理分布图上看, 其地理分布最为广泛, 可见其分布特征有利于轨道内垂直领域研究整合。其他研究轨道地理分布主要依托地区和城市核心科研优势, 如华盛顿特区轨道 B 研究项目较为集中, 轨道 B 整体目标即提供与未来行业需求和工作相匹配的培训和技能提升方案。众所周知, 华盛顿特区是美国的政治中心, 更是美国的现代服务业中心。具体而言, 各研究轨道项目最为集中的 5 个州分别是加州、纽约州、北卡罗来纳州、密歇根州和马萨诸塞州, 尤其是加州最为集中, 各轨道项目合计达到 21 项, 其中研究轨道 E 和 G 的项目数量均超过 3 项, 研究轨道 A 和 D 的项目数量均超过 5 项, 体现出该州新型制

造业中心的卓越竞争力。从项目分布较为集中的城市来说, 轨道 A 主要在安娜堡, 轨道 B 在华盛顿, 轨道 C 在图森, 轨道 D 在纳什维尔。

3.5 可交付性成果和轨道整合

融合科研加速器各研究轨道正在迅速推进, 尽管多数研究尚未完成, 对于融合科研加速器可交付性成果和轨道整合评价为时过早, 但现阶段 2019 年研究队列中研究轨道 A 的轨道整合思路已初具雏形。研究轨道 A 即开放知识网络, 旨在充分利用大数据和人工智能技术, 推动科学和工程所有领域内的创新, 实现科学发现和经济增长, 特别关注加强美国政府数据和公共数据的开发和利用。该轨道中已采用垂直和水平两个维度进行整合。水平维度是指数据底层基础设施, 如数据管理和细化服务、数据来源、数据集成服务, 以及用户友好界面、应用程序接口、安全访问功能等。垂直维度包括各信息领域的活动数据摄取和管理, 如从结构化和非结构化信息中提取信息源、定义本体和跨本体映射, 并支持多领域的应用程序。

研究轨道 A 中产生了一些具有代表性的可交付性成果。在研究队列的水平维度中 KnowWhereGraph 项目很具有代表性, 它是一种知识图谱工具, 专门支持其他具有地理空间组件的数据分析, 旨在改进数据驱动的决策, 特别是涉及地理数据的数据分析。该项目正在为研究队列中的其他项目提供地理空间分析工具。在研究轨道的垂直维度中, 如城市洪水开放知识网络 (UFOKN) 可提高城市洪水预报和响应能力, 该项目正在佛罗里达州、北卡罗来纳州、俄亥俄州、弗吉尼亚州和明尼苏达州等地的城市进行试点, 并努力实现全国推广。再如生物医学开放知识网络 (SPOKE) 项目推动精准医疗发展; 新冠肺炎知识网络项目创建综合知识图谱, 辅助政府解决病毒大流行时期医疗产品和设备供应链、食品供应链和福利分配等方面的问题。同时, 研究轨道中所有进入融合研究 II 阶段的项目正在开发数据知识联盟 (Data2Knowledge), 以实现轨道内所有项目的知识整合, 从而产生更大、更广泛的社会经济影响。

4 结论与讨论

现阶段融合研究在全世界范围内蓬勃兴起, 通

过对美国融合科研加速器的系统分析,总结出三点有益经验,为促进我国融合研究发展、加快融合研究成果转化提供借鉴。

一是要紧扣融合研究本质,设计适宜的融合科研政策和制度。美国融合科研加速器紧抓融合研究本质,构建以研究团队为核心的融合研究成果转化制度。融合研究本质上是一种重大实际问题驱动的应用基础研究,研究成功的标志是解决重大社会经济挑战,研究成功的关键在于问题相关者间的协同合作。基于此,融合研究的政策和制度设计以美国国家基金会组织牵头,保障融合研究启动期科研投入的稳定性,并首创融合科研加速器作为管理和服务机构,推动融合研究团队在既定研究轨道上产生累积性的科研努力,辅助研究团队和研究项目获得未来可持续的科研资本和团队融合能力,从而保证了融合研究成果转化产生稳定和深远的预期影响。

二是要坚持目标导向和前瞻布局,自上而下制定融合研究规划和布局。美国融合科研加速器与拜登政府和美国国会的创新 and 经济发展优先事项、创新和技术转让优先事项相一致,在大数据、人工智能、生物医学、网络安全、量子科学、食品安全、海洋经济等关键领域推动融合研究成果转化,并通过系统化的科学技术预见和论证机制,提升研究轨道的科学性以及研究成果短期可达程度。同时强调融合科研加速器研究轨道整合,通过研究项目和研究轨道的双向整合形成合力把握未来世界科技前沿,为应对未来二三十年中社会经济重大挑战提供系统性解决方案,在满足国家重大科技需求中形成可靠支撑。

三是要坚持“以人为中心”“以过程为中心”“以结果为中心”,自下而上构建融合科研管理和服 务机制。研究团队是融合研究的根基。美国融合科研加速器建立了以融合研究团队为核心的资助体系,以多元化机构的科研人员作为研究团队资助的根本标准,以明确的研究团队职责和分工为研究团队管理的基本准绳。同时建立了以融合研究团队为核心的服务机制,开发促进合作伙伴关系建设的创新课程,并以研究人员对课程的反馈作为服务评价的中心标准。并且,融合科研加速器中融合研究管理无论是轨道征集和论证、融合研究 I 和 II 阶段中的经费管理和监督,还是成果推介和评价、团

队建设和轨道整合等方面,无不体现着“以过程为中心”,实时关注融合研究项目进程,及时动态调整资助、管理和服 务方式。最后,美国融合加速器始终“以结果为中心”,采用以解决问题和任务为导向的可交付性成果评价机制,采取以知识产权和专利归属为导向的成果分配和激励机制,并帮助研究团队建立起研究成果可持续的经费支持和团队合作模式。■

参考文献:

- [1] National Science Foundation. Growing convergence research at NSF[EB/OL]. (2022-08-03)[2022-08-10]. <https://beta.nsf.gov/oia/ia/growing-convergence-research-nsf>.
- [2] 樊春良,李东阳,樊天.美国国家科学基金会对融合研究的资助及启示[J].中国科学院院刊,2020,35(1):19-26.
- [3] National Science Foundation. 10 big ideas for future NSF Investments[EB/OL]. (2019-12-20)[2022-08-10]. https://www.nsf.gov/about/congress/reports/nsf_big_ideas.pdf.
- [4] 肖小溪,陈捷,徐芳,等.“融合式研究”评价框架的应用与分析——基于中国科学院的实践[J].科学学与科学技术管理,2019,40(3):18-30.
- [5] Wilson N. On the road to convergence research[J]. BioScience, 2019, 69(8): 587-593.
- [6] Sharp P, Hockfield S. Convergence: The future of health[J]. Science, 2017, 355(6325): 589-589.
- [7] Helgeson C, Nicholas R E, Keller K et al. Attention to values helps shape convergence research[J]. Climatic Change, 2022, 170(1): 1-19.
- [8] Eyre H A, Lavretsky H, Forbes M et al. Convergence science arrives: How does it relate to psychiatry?[J]. Academic Psychiatry, 2017, 41(1): 91-99.
- [9] Baru C, Campbell L, Dade A et al. The NSF Convergence Accelerator program[J]. AI Magazine, 2022, 43(1): 6-16.
- [10] NSF National Center for Science and Engineering Statistics. National patterns of R&D resources: 2016-2017 data update. NSF-19-309[EB/OL]. (2019-02-17)[2022-08-10]. <https://nces.nsf.gov/pubs/nsf19309>.
- [11] Technology, Innovation and Partnerships. Convergence Accelerator[EB/OL]. (2019-03-15)[2022-08-10]. <https://>

beta.nsf.gov/funding/initiatives/convergence-accelerator.
[12] Shapiro M. Vanderbilt-led team selected by NSF
Convergence Accelerator to continue developing predictive
technology against biothreats[EB/OL]. (2021-09-23)[2022-

08-10].<https://news.vanderbilt.edu/2021/09/23/vanderbilt-led-team-selected-by-nsf-convergence-accelerator-to-continue-developing-predictive-technology-against-biothreats>.

Characteristics and Enlightenments of NSF Convergence Accelerator

YANG Ya-nan¹, ZHONG Shu-hua²

(1. School of Finance and Public Administration, Hubei University of Economics, Wuhan 430205;

2. School of Marxism, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

Abstract: Convergence research is a new paradigm of scientific research based on interdisciplinary integration to meet major social and economic challenges, and has received widespread attention from major scientific and technological powers in the world. Establishing policies and operating mechanisms that are compatible with convergence research is the key to effectively promote its development. The National Science Foundation of the United States has made pioneering explorations in establishing mechanisms for convergence research by funding the establishment of Convergence Accelerator. Based on the analysis framework of “strategic positioning - research management - research performance”, a systematic investigation and analysis of Convergence Accelerator has been conducted. The study has found that Convergence Accelerator, based on a clear convergence research strategy, accelerates the transformation of applied basic research; management system and service mechanism for convergence research have been established in terms of research track, competition and cooperation mechanism, innovative courses, research evaluation etc. With scientific and effective configuration, the effect of deliverable research results and track integration have initially appeared. The research results provide a reference for promoting the development of convergence research in China.

Keywords: the U.S.; Convergence Accelerator; National Science Foundation of the United States; transformation of convergence research; convergence research