

美国 I/UCRC 计划推动产学研深度融合的经验与启示

冉美丽

(中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

摘要: 设计激发创新主体积极性的有效机制是构建产学研深度融合的技术创新体系的关键。美国产业/大学合作研究中心(I/UCRC)作为产学研融合开展产业竞争前基础研究在制度和实践上的成功范本,形成的一些高效机制与经验值得我国借鉴。本文通过梳理 I/UCRC 的设立与成效,总结出产业会员制合作机制、混合经费资助机制、产业需求嵌入机制,以及社会影响力评估机制的四大经验做法,并提出我国产学研深度融合机制创新的相关建议。

关键词: 美国; 产业/大学合作研究中心; I/UCRC 计划; 产学研融合

中图分类号: G311 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2019.05.008

党的十九大报告明确提出,着力构建以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系。当前,加快建立高效、可持续的产学研融通创新机制,打通“科技-经济”梗阻是党中央的重大战略部署,也是科技创新支撑现代化经济体系的重要议题和关键环节。美国较早关注高校-产业之间互动关系,已经形成一些高效的机制和成熟经验,特别是产业/大学合作研究中心(I/UCRC)围绕科学、工程、技术领域,构建了产业界、学术界和政府之间多成员、持续的伙伴关系,在一定程度上保证了美国在电子、材料、生物信息等新兴领域的核心竞争力,被誉为美国创新体系中推动产学研合作在制度和实践上的典范。本文基于 I/UCRC 的成效与经验,聚焦新时期科技计划项目一体化设计的机制创新,提出对我国产学研深度融合、协同攻关产业竞争前技术的思考与建议。

1 美国 I/UCRC 计划的设立及成效

1.1 联邦资助的基础研究要兼顾市场价值逻辑

关于联邦政府的资助与支持如何由单纯的科学

价值逻辑转向兼顾市场价值逻辑,美国各界经历了长时间的政策讨论和实践探索^[1]。20世纪70年代,随着技术变革加剧,产业发展涉及的创新问题与日俱增,建立一种切实可行、可持续发展的大学与产业之间的新型合作关系迫在眉睫。经过实践探索和不断调整,高校与产业界联合研究模式实现了产学研深度合作,形成财政资助逐渐退坡、产业界资金扩大维持运营的良好循环,其对美国技术创新的积极作用得到政府公共部门认可,最终以美国国家科学基金会(NSF)资助的 I/UCRC 计划形式获得政策长期支持。

I/UCRC 在此背景下于 1973 年启动,设立在美国国家科学基金会下工程部的产业创新与伙伴关系分部(IIP),属于基于合作机制链接基础研究与技术创新的联邦资助项目。截止到 2016 年, I/UCRC 已经支持设在 160 多个大学的 140 个中心^[2],主要资助研究方向介于以大学为主的基础研究和以企业实验室为主的应用研究之间^[3]。目前仍在运行的 61 家 I/UCRC 中心,57 家为多大学中心,4 家为单大学中心。在全部 1 214 家会员单

作者简介: 冉美丽(1977—),女,经济学博士,副研究员,主要研究方向为科技创新战略与政策、科技与产业融合创新。

项目来源: 科技部科技创新战略研究专项“促进科技与经济融通发展重大问题研究”(2017ZLY32);2018年度国家高端智库理事会委托重大课题“科技创新与产业发展深度融合的途径与问题研究”。

收稿日期: 2019-04-25

位中, 52% 为大型企业、27% 为小企业、12% 为联邦政府单位、4% 为州和地方政府单位^[4]。

1.2 促进产学研合作推动基础研究向市场转化

I/UCRC 通过产业界、学术界和政府之间多成员、持续的伙伴关系, 衔接基础研究与技术创新, 主要开展科学、工程、技术等领域前沿研究和行业主导的竞争前基础研究, 重点关注推动对美国创新和经济发展至关重要的产业及其利益攸关的关键技术。I/UCRC 的主要目标包括 4 个方面: 一是通过发展产业界、学术界和政府间的长期合作伙伴关系, 推动国家研究事业; 二是以美国国家科学基金会撬动产业支持研究生开展产业相关的竞争前研究; 三是通过产业和大学间合作, 壮大国家有竞争力的劳动力队伍; 四是鼓励国家的研究通过与世界各地的学术和工业领袖的积极接触保持竞争力^[5]。

另外, 针对国家科学技术优先事项中确定的任何竞争前研究领域提出建议, 对于感兴趣的特定领域可以通过亲密联盟信 (DCL) 定期提出。美国国家科学基金会的拨款仅限于 I/UCRC 的建立和运营, 各中心在 I/UCRC 的项目结束后, 最终要实现经济独立运营。数据显示, 73% 的中心在项目结束 5 年后依然正常运营, 62% 的中心在项目结束 10 年后依然存在^[6]。

1.3 产学研协同创新提升新兴技术的社会效益

I/UCRC 计划由美国国家科学基金会的工程部 (ENG)、计算机与信息科学与工程部 (CISE) 和地球科学部 (GEO) 共同支持, 具体由工程部的产业创新和伙伴关系分部负责管理 (见图 1)。I/UCRC 建立的中心隶属于大学, 受美国国家科学基金会专项资金和会员会费资助, 以开展竞争前

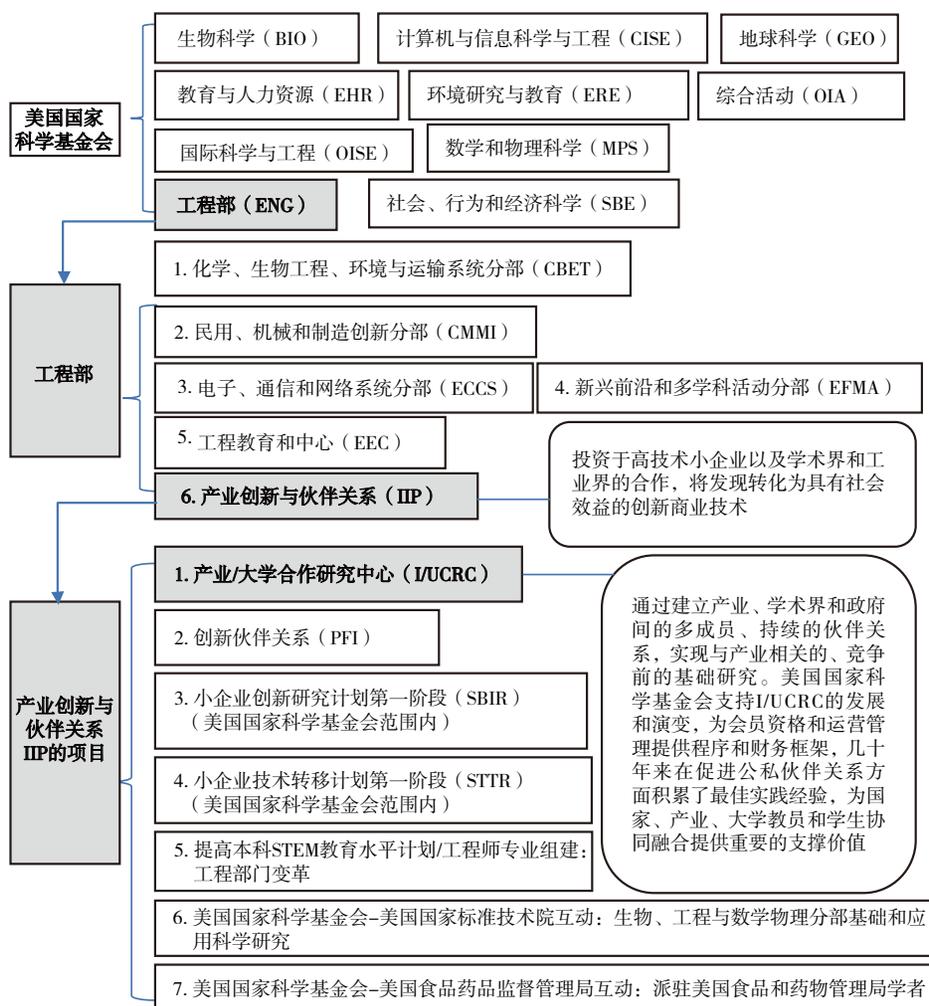


图 1 美国 I/UCRC 在美国国家科学基金会中的隶属关系

注: IUSE: 提高本科 STEM 教育水平计划。NIST: 美国国家标准技术研究院。FDA: 美国食品和药物管理局。

研究为主要任务。I/UCRC 计划已经成功孵化出诸如增材制造、生物复合材料、压敏电阻传感器、生物成像技术等诸多新兴技术和新创企业，在推动美国相关产业领域技术竞争力提升方面效果显著。最新数据显示，2016—2017 财年 I/UCRC 平均每个中心的会员数量达到 17 家，会员提供了 5 300 万美元的经费资助，占全部 I/UCRC 项目资金的 58%，会员费杠杆比率 1 : 33，会员构成中以大企业为主，还有小企业、联邦政府和州政府的机构，来自产业界的会员占到 75%^[7]。

1.4 合作研究的技术方向与产业发展需求紧密相关

新兴技术领域是美国基础研究一直关注的焦点，获得美国国家科学基金会资助的 I/UCRC 主攻的技术方向与新兴产业领域具有紧密相关性。将美国国家科学基金会资助的 I/UCRC 名称与新兴产业领域进行对照，结果发现，I/UCRC 主攻技术适应新兴产业领域关键技术需求。2001 年以来美国国家科学基金会启动的 73 家中心中，其中 20 个属于信息技术领域占 27.40%、12 个属于前沿交叉领域占 16.44%、11 个新材料领域占 15.07%、11 个属于生物与医疗领域占 15.07%、5 个属于新能源领域占 6.85%、4 个属于智能交通领域占 5.48%、3 个属于节能环保领域占 4.11%。图 2 进一步展示出从 2001 至 2017 年按照时间推进设立中心的领域与总

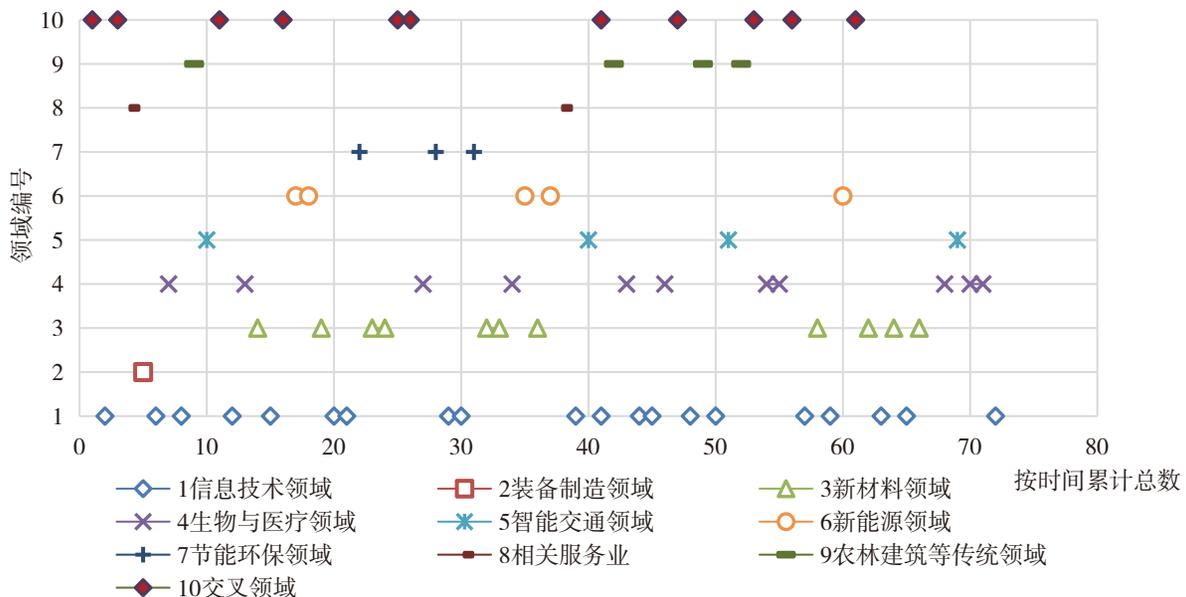
数量情况，可以明显看出，设立 I/UCRC 的技术领域还适应新一代信息技术广泛渗透性和技术交叉融合性的趋势。例如，伯克利传感器和执行器中心 (BSAC) 成立于 1986 年，致力于利用集成电路、生物和聚合物技术的进步，对微米和纳米级传感器、移动机械元件、微流体、材料和工艺进行跨学科工程研究，2008 年已经能够自给自足独立运行。2014 年美国国家科学基金会设立的云计算和自主计算研究中心 (CAC)，整合了得克萨斯理工大学、亚利桑那大学和密西西比州立大学中心的优势。

2 I/UCRC 产学研合作研发机制的经验做法

一套行之有效的制度体系是 I/UCRC 得以可持续运行并有效推动产学研融合的关键基础，美国国家科学基金会建立了较为完善的制度架构以保证 I/UCRC 的高效运行。

2.1 会员制的参与合作机制：产业界以缴纳会费形式加入，缴费金额决定决策与参与权大小

政府、企业以及其他机构与 I/UCRC 开展合作研究，以缴纳会费成为会员的方式参与、分享科研成果，加入前与 I/UCRC 中心签订一份会员合同，规定相关的权利、义务和责任。I/UCRC 中心设立会员基金，会员分为一般会员和协作会员，协作会



员指有明确技术研发需求的企业，需要缴纳更高会费，高出一般会费部分分配给研究基金。根据会员资助经费的多寡确定会员级别，并决定其在产业咨询委员会（Industrial Advisory Board, IAB）的投票权。I/UCRC 设立多层次的会员资格，每年资助 2.5 万美元的企业为准会员，拥有 0.5 票；每年资助 5 万美元的企业为正式会员，拥有 1 票；每年资助 10 万美元的为正式会员，拥有 2 票^[5]。

企业以会员制模式参与科研项目，这为 I/UCRC 的可持续发展提供了重要的制度保障。会

员费是独立的基金，支持特定项目而不是特定的大学院系。企业缴纳会费加入 I/UCRC，获得访问披露项目成果的有限权限，能及时把握基础前沿的研究动向、分享大学的研究成果，为企业实现技术和流程改进、减少无效研发投入提供可能。会员会费充分发挥企业研究资金的杠杆效应，能激发企业参与项目的积极性。根据 I/UCRC 会员信息数据显示，I/UCRC 会员单位构成中超过 3/4 来自产业界，大企业、小企业、联邦政府机构和州政府机构分别占到 60%、20%、10% 和 4%（见图 3）。

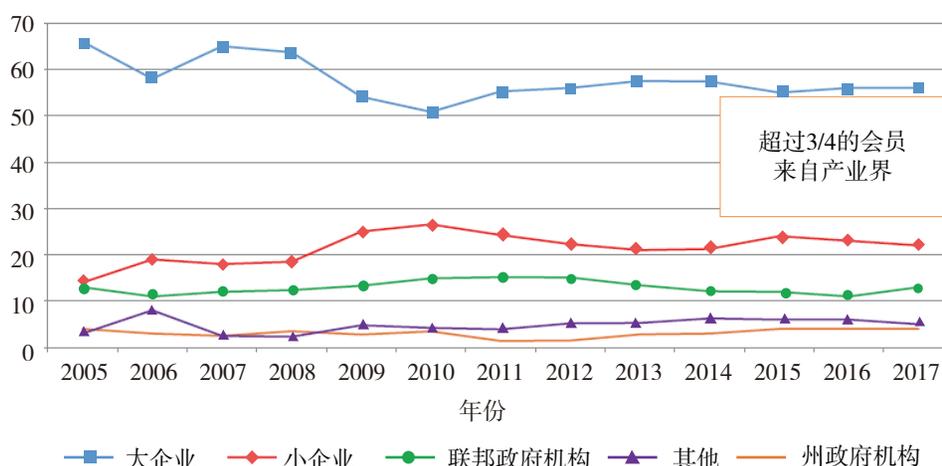


图 3 美国 I/UCRC 会员单位构成 (2005—2017)

注：其他包括非营利组织、非美国政府和其他政府。

数据来源：<http://www.iucrc.com>。

2.2 混合经费资助机制：I/UCRC 主要经费来源于会员费，美国国家科学基金会资助以一定的会费收入为前提，资助 3 阶段，逐渐减少资助金额

美国国家科学基金会资助以 I/UCRC 获得产业会员会费达到一定的额度为前提；如果 I/UCRC 无法满足利益相关者需求和期望，将被迫解散；而且美国国家科学基金会的所有资助只能用于中心的行政管理等支出，不用作研究经费。美国国家科学基金会的资助周期为 3 阶段，每阶段 5 年，会员会费收入标准逐段增加，美国国家科学基金会的资助逐段减少（见表 1）。2015 年规定调整最低会费标准并增加基金资助水平，如果第一期 5 年内收到 120 万美元的现金会员费，则在第二期更新时有资格再收到 22.5 万美元（每年 4.5 万美元）资助。同样，如

果第二期 5 年内收到 120 万美元的现金会员费，则在第三期更新时有资格再收到 10 万美元（每年 2 万美元）资助。这种长期性、动态调整、公私合作互动的资助方式可以促使 I/UCRC 研究贴近产业前沿技术需求。特别值得关注的是，美国国家科学基金会在中心创新能力与商业开发等筛选和评估、基于声望背书的荣誉激励、智力资源网络的技术支持和年会交流的经验分享等方面，为 I/UCRC 集聚创新资源起到至关重要的作用。

2.3 产业需求嵌入机制：研究主题由产业会员组成的产业咨询委员会投票决定

I/UCRC 本身不是研究实体，而是依托美国国家科学基金会资助的项目作为平台，集合某一研究领域研究人员和设备资源，实现优势互补，开展合作研发。I/UCRC 建立了一套较为完善的组织管

表 1 NSF 对 I/UCRC 的资助模式（万美元/年）

中心类型	NSF 资助与要求	第一期	第二期	第三期
建在一所大学的中心	产业会员费收入标准	40	40	17.5
	NSF 资助标准	8	6	2.5
多所大学联合建立的中心	产业会员费收入标准	15~30 ≥ 30	20~35 ≥ 35	17.5
	NSF 资助标准	≥ 6 ≥ 8	4 6	1.5

注：无论哪种类型的中心，第一期整个中心必须总共获得 30 万美元/年以上的会费收入；第二期必须总共获得 35 万美元/年以上的会费收入。

资料来源：根据 NSF 官方网站资料整理。

理机构，内部结构为“一体两翼”，即以担任中心主任的牵头大学为核心，建立学术政策委员会和产业咨询委员会（IAB）。产业咨询委员会是产业界管理和监督研究中心的关键，由会员单位组成，每年召开两次会议，探讨产业界的最新动态和总结过去一段时间的研究成果。产业咨询委员会会议对研究项目筛选、评估、战略规划等具有投票决定权，会议不对外开放，以保护知识产权。研究计划是产学研合作所依托的载体，通常由聚焦于产业兴趣的多个具体研究项目组成，由中心教师或者联合产业界共同起草研究，提交产业咨询委员会，以投票表决方式确定是否获得资助。以电子成像联合研究中心为例。其由罗彻斯特大学、罗彻斯特理工学院、纽约州政府以及理光、柯达等多家公司于 1992 年共同发起。在组织管理上，其决策管理成员涵盖大学政策委员会、产业咨询委员会、纽约科学技术基金会、美国国家科学基金会等，同时设立研究合作部、技术部、产业创新部和对外联络部 4 个部门。

2.4 社会影响力评估机制：美国国家科学基金会以技术研发产生的社会效益为价值导向，开展 I/UCRC 影响力评估考核

美国国家科学基金会对 I/UCRC 的评价主要集中在研究的质量和影响、大学对合作的满意度和产业界参与者的满意度等方面^[9]。I/UCRC 年度评价报告主要考察 I/UCRC 的直接客户的经济价值以及科技成果商业化对社会的经济效益，而不是以论文、专利数量为主的量化指标。美国国家科学基金会在北卡罗来纳州立大学成立 I/UCRC 计划评估项目中心，指导美国国家科学基金会委派和聘任社会科学

家开展评估，包括指导方针、评估程序、评估工具和其他资源，形成年度评估报告，通过总结、反馈和分析来提供相关建议。

美国国家科学基金会对 I/UCRC 中心的考核以科研产出对会员企业的影响力和经济收益为主。2012 年美国国家科学基金会对资助过的 I/UCRC 开展全面影响度评估，对会员企业的影响力评价指标主要包括：研发效率提升、改进工艺或者提出新工艺、改进产品或者开发新产品、用户收益等等（见表 2）。评估主要考察财务报告、有价值的合作关系、R&D 直接经济价值以及突破性技术描述等。这种评估考核方式形成 I/UCRC “从美国国家科学基金会结项的条件是将一系列前沿技术孵化并引领一个新的产业”的价值导向。

实践证明，获得 I/UCRC 计划支持的一系列前沿技术被孵化并开拓出新市场，引领了新产业。表 3 列出较为成熟 I/UCRC 主要情况，评估数据显示，智能维护系统中心、伯克利传感器和执行器中心（BSAC）和高级表面活性剂研究中心（IUCS）3 个中心对产业会员企业的收益投入比分别为 238.3 : 1、36.2 : 1、2.8 : 1^[11]。例如，智能维护系统中心由辛辛那提大学、密歇根大学和密苏里科技大学合作建设，会员企业包括来自 15 个国家和地区的超过 90 家企业，覆盖了航空、轨道交通、装备制造、能源、半导体等多个工业领域。该中心对当今工业界最前沿的技术创新起到了催化作用，其中包括智能信息服务和工业互联网等。2013 年，智能维护系统中心在美国国家科学基金会的 ICorps 项目资助下在美国成立了 Predictronics 公司，为遍布全球的企

表 2 会员企业调查与被调研企业所提供的经济影响度结果

调查指标	主要内容	企业会员的案例
研发效率提升	主要发生在产品预研阶段，主要体现为节省开支、提高运行效率	—
改进工艺或者提出新工艺	主要发生在中心研究完成后的几年后	比如智能维护系统中心在全球机构所应用的理念和技术，在对某公司的调研报告中，体现出每年 5 亿美元的回报，主要包括提升产量和避免维修费用
用户收益	经济价值产生不局限在直接客户价值的产生，还在于中心的研究成果是否能商业化	一个食品流程化公司通过采用高级加工和包装研究中心（CAPPS）许可技术，在 2010 年获得 700 万美元收益

表 3 代表性成熟 I/UCRC 中心的基本情况

中心名称	所属机构	核心研究
智能维护系统中心 (IMS)	辛辛那提大学、密歇根大学、密苏里科技大学	嵌入式和远程监控领域的前沿技术、预测技术和智能决策支持工具
伯克利传感器和执行器中心 (BSAC)	加州大学伯克利分校、加州大学戴维斯分校	利用先进集成电路技术，针对微纳米级传感器、移动机械元件、微流体、材料和工艺等进行跨学科工程研究
高级表面活性剂研究中心 (IUCS)	哥伦比亚大学	开发和表征工业应用的新型表面活性剂
聚合物科学和工程合作研究中心 (CUMRP)	马萨诸塞州立大学	研究开发聚合物、复合材料等材料领域相关工程、工艺方法和化学成分等
电子成像合作研究中心 (URCEI)	罗彻斯特大学、罗彻斯特理工学院、纽约州立政府与理光、柯达等多家 公司共同发起	核心研究领域为电子成像技术，3 个战略目标是通过企业带动区域经济发展，提高电子影像科学的应用研究和基础研究水平，为大学和企业提供双向的教育和研究机会

注：作者根据文献 1、8、10 相关资料整理。

业提供工业数据预测性分析和智能产品研发咨询服务。

3 启示与建议

I/UCRC 也存在会员不稳定、跨学科合作难、高度依赖中心主任等现实问题，但随着不断调整改进，I/UCRC 成为美国创新系统中产学研协同创新在制度和实践上的典范，推动美国的大学学术研究成为经济发展的引擎。当前，我国科技体制不断深化改革，以解决产业核心关键技术供给不足造成的受制于人的局面，目前已经建立起产业技术创新联盟、国家技术创新中心、重点研发计

划等多种形式的产学研融合模式。基于此，笔者认为完善产学研深度融合的产业竞争前共性技术联合研发机制是下一步改革重点，可以借鉴美国 I/UCRC 在产学研联合计划项目方面的机制框架与成熟经验。

(1) 产学研联合攻关要实现可持续运行，关键在于选择合适的产学研融合模式，形成各创新主体的价值共识与规范等系统性框架。一是明确产学研联合创新的主要功能，以解决产业竞争前技术、产业共同挑战问题为出发点。二是明确创新主体在产业共性技术攻关中的角色，厘清政府前期财政配套资助、大学（科研机构）科研供给

与行业技术需求三者间的关系和合作方式。三是形成创新主体之间的价值认同和权责平衡，确定财政资金与社会资本的联合资助方式、产业界研究项目的筛选机制、内部组织管理架构、项目评估体系等。

(2) 产学研联合攻关产业竞争前技术的财政资助，要避免违反相关国际规则，减少对市场运行的干扰。面向经济主战场、解决社会需求的重大科技问题以及行业关键共性技术问题，需要产学研融合形成“科学共同体”与“产业共同体”的创新合力。尽管美国国家科学基金会的 IUCRC 计划的主要任务在于解决产业竞争前的基础研究与前沿技术问题，但是该计划没有将研究中心建在企业而是建在大学，以规避“政府一般不应直接资助企业”的国际惯例。此外，大学具有丰富的科研资源和人才培养的优势，以项目为平台，可增加科研人员和学生参与产业应用创新的机会，形成人才供需的良性互动。同时向所有大中小企业开放的模式，增加了公平性和互通性，这值得我国在设计促进大学、科研机构和企业融通创新的机制时借鉴。

(3) 有效的大学、企业和政府间的良性持续互动，关键在于合作机制的创新。一是探索多元投入方式，发挥财政资金撬动社会资本的杠杆作用，推动公私合作攻关基础应用研究和产业共性技术。二是构建满足企业参与约束条件和激励相容约束条件的合作机制，分担研发成本，攻克行业会员共同关心的产业基础性问题，共享科研成果。三是产业咨询委员会的嵌入式决策机制确保精准对接产业共性技术需求，由产业会员主导的产业咨询委员会筛选研究项目，增加企业研究开发的话语权和合作的积极性。同时企业在创新链前端更早地参与引领性、前沿探索性的基础研究，可以保证政府支持的财政经费真正投入到产业发展需要的应用基础研究中。四是强化社会经济效益的评价导向。对于面向经济主战场解决产业共性问题的项目，要以“市场为验金石”关注产业实际技术问题的解决，评价指标应强化社会效益，弱化学术价值。将会员企业技术改进、效率提升等实际收益反馈纳入评价指标，甚至可以鼓励企业“用脚投票”，增加技术的市场应用性。

(4) 创新组织机制，完善保障机制，扫除由

权责不清、成果收益不明导致的创新主体合作不畅。我国产学研联合攻关的项目涉及的相关权责制度、知识产权分配等一般以非正式的协商协议居多，无形中增加了合作的不确定性，不利于产学研合作的可持续性。一是设立以产业会员制为基础的类似合作研究中心项目。探索在国家自然科学基金、重点研发专项下设立相应的子计划或者项目，试点产业会员制的制度架构，以限期配套方式资助产业竞争前的基础研究，形成由行业出题出资、大学（或科研院所）承担研发任务、中央财政配套资助的产学研合作机制，通过财政“杠杆效应”撬动社会资本参与，实现可持续的自我驱动协同模式。二是优化产学研合作的保障细则，完善产权归属、成果共享和利益分配的相关配套制度；特别是受财政资助的攻克产业共性技术问题的产学研合作研发项目，在计划项目立项前以合同明确知识产权归属、成果的扩散与传播，以及政府监测与介入的方式。■

参考文献：

- [1] 伊丽莎白·波普·贝尔曼. 创办市场型大学：学术研究如何成为经济引擎 [M]. 温建平，译. 上海：上海科学技术出版社，2017：80-85.
- [2] National Science Foundation. About the IUCRC Program [EB/OL]. [2019-03-20]. <https://www.nsf.gov/eng/iip/iucrc/about.jsp>.
- [3] 范慧明，邹慧明，吴伟. 美国的协同创新中心发展模式探析——IUCRC 的经验与启示. 高等工程教育研究，2014（5）：153-158.
- [4] IUCRC Evaluation Project Department of Psychology North Carolina State University. Final Report 2016-2017 Structural Information[R/OL]. [2018-03-20]. <https://projects.ncsu.edu/iucrc/PDFs/CD%20Reports/CD%2016-17.pdf>.
- [5] 卢立珏. 地方高校科研转型的路径与策略——基于“三螺旋理论”框架的分析 [D]. 武汉：华中科技大学，2018.
- [6] McGowen, Lindsey. Predictors of cooperative research centers post-graduation success: update [EB/OL]. (2011-04-21)[2019-04-10]. <http://www.ncsu.edu/iucrc/Jan'08/McGowenNSF%201-9-08deis.pdf>.
- [7] IUCRC Evaluation Project Department of Psychology

- North Carolina State University. 2016-2017 Process Outcome Survey Results[R/OL]. [2018-03-20]. <https://projects.ncsu.edu/iucrc/PDFs/PO%20Reports/PO%20Report%202016-2017.pdf>.
- [8] 吴伟, 范慧明. 协同创新: 来自科技计划与学术机构的多案例研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2017: 14-17.
- [9] 李培楠, 赵兰香, 万劲波. 产学研合作过程管理与评价研究——美国工业 / 大学合作研究中心计划管理启示 [J]. 科学学与科学技术管理, 2013 (2): 21-27.
- [10] 蓝晓霞. 美国产学研协同创新机制研究 [M]. 北京: 北京交通大学出版社, 2014: 6.
- [11] National Science Foundation. Industry/university cooperative research centers program evaluation project[EB/OL]. [2019-03-20]. <https://projects.ncsu.edu/iucrc/>.

Experience and Enlightenment of I/UCRC Program in Promoting Integration of Industry, University and Research in USA

RAN Mei-li

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

Abstract: It is the key to design an effective mechanism to stimulate the initiative of innovators for building a technological innovation system with deep integration of Industry-University-Academy. Industry and university cooperation research center (I/UCRC) is a successful model in institutions and practice by industry-university-academy integration to carry out basic research before industrial competition. It has formed some efficient mechanisms and experiences which are worth of reference. This paper summaries the establishment and effectiveness of I/UCRC, and summarizes four experiences in practices which are industrial membership participation and cooperation mechanism, mixed funding mechanism, industry demand embedding mechanism, and social impact evaluation mechanism. Finally, it puts forward some suggestions for the innovation of the industry-university-academy integration mechanism in China.

Key words: USA; industry-university cooperative research centers; I/UCRC program; industry-university-academy integration