

DOI:10.13318/j.cnki.msyj.2023.02.014

大学创新生态系统与跨学科合作机制研究

李文华 邱志杰

一、创新理论综述

1912年, 美籍奥地利经济学家熊彼特 (Joseph Schumpeter) 在其著作《经济发展理论》中提出创新的概念, 并在《资本主义、社会主义与民主》中将创新的意义提高到推动社会发展的层面。他认为创新是经济变革的关键维度。经济变革围绕着创新、创业活动和市场力量展开。熊彼特试图证明, 源于创新的市场力量可以提供比看不见的手和价格竞争更好的结果。他认为, 技术创新往往创造了暂时的垄断, 允许异常的利润, 而这些利润很快就会被对手和模仿者竞争掉。这些暂时的垄断是必要的, 可以为企业开发新产品和新工艺提供动力。创新机制在熊彼特看来主要有两点: 第一, 创新本身源自于企业家精神的新理念和旧的系统惯性之间的斗争; 第二, 由于资源匮乏的普遍存在, 保持系统的开放性对于产生更复杂、更高级的创新尤为重要。[1]在熊彼特经济模型中, 能够成功创新的人便能摆脱利润递减的困境而生存下来。所以熊彼特总结道, 一个现代企业在能够负担得起的情况下, 首先要建立的就是研发部门, 而且公司的每个员工都能理解研发的重要性。熊彼特的创新理论建立起创新和社会发展的联系, 将经济长波的繁荣、衰退、萧条和复苏分别对应于创新生命周期中的增长、成熟、下降和上升阶段, 也就是说, 在创新生命周期的带动下, 经济才出现了长周期的波动。

80年代学者克里斯托弗·弗里曼 (Christopher Freeman) 和本特-阿克·伦德瓦尔 (Bengt-Åke Lundvall) 在研究日本作为经济大国崛起经验的基础上提出了国家创新系统理论, 指一个国家内各有关部门和机构间相互作用而形成的创新网络。[2]经合组织OECD于1997年发表的报告《国家创新系统》中强调国家创新系统中个人、企业和机构之间的知识生产和信息流通, 提出国家创新系统分析方法, 帮助政策制定者理解和建设国家创新系统。[3]创新的社会经济绩效有赖于企业、研究机构、大学等创新要素之间的相互作用。在技术相对落后的情况下, 日本通过大规模引进以美国为主的先进技术并加以应用性改造, 通过自身的组织创新, 在90年代赢得了创新的比较优势。

在国家创新系统中, 中央或地区政府承担协调者的角色, 通过政策工具和未来规划来协调研究开发者之间的关系。为了促进创新, 不同的创新主体必须在信任基础上建立密切合作, 政府应促进和激活不同创新主体之间的信任。这种合作可以是多种方式, 比如联合研究、人员交流、交叉专利许可和购买设备等形式。许多学者认为, 国家创新系统

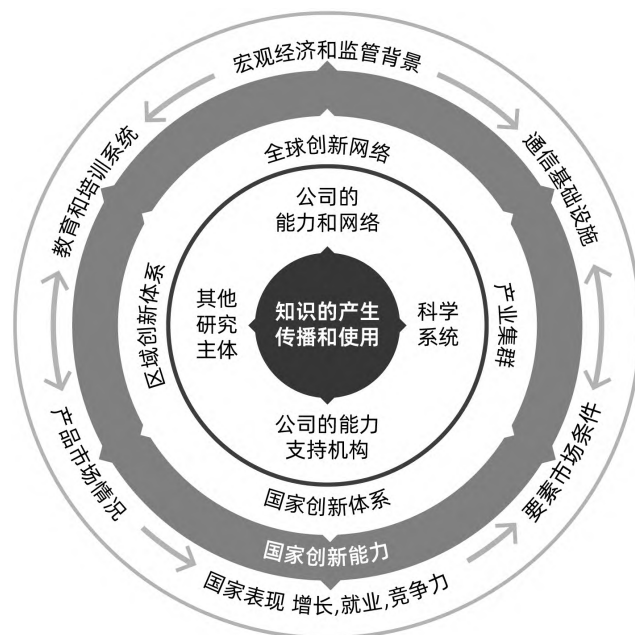


图1 国家创新系统模型

成功的关键在于建立支持性机构和组织, 其中教育起着关键作用, 以及在构成国家创新系统的各种要素之间建立合作关系。经合组织OECD于1996年发表的报告《以知识为基础的经济》中提出, 知识经济的特征之一就是承认知识的扩散与知识的生产同样重要。[4]科普作为知识扩散中面向大众的重要环节, 对于科技成果转化和推动国家创新具有促进作用。围绕创新开发科普产品, 运用科普引导社会正确认识和使用创新成果, 通过科普也能够加快科技成果转化。在2016年的“科技三会”上, 习近平总书记提出: 科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼, 要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。[5]

90年代, 纽约州立大学的社会学家亨利·埃茨科威兹 (Henry Etzkowitz) 和阿姆斯特丹科技学院的洛伊特·雷德斯多夫 (Loet Leydesdorff) 教授提出“政府-产业-大学”创新三螺旋模型理论, 分析政府、产业和大学之间的新型互动关系。[6]知识经济发展推动大学 (包括科研院所) 成为主要的知识资产, 研究中心与科研小组建立起与产业的良性关系, 发挥强大的技术创新辐射作用。在三螺旋模型中, 大学作为知识生产的基地, 是知识经济的生产力要素; 产业是生产的场所, 进行产品的生产和服务的提供; 政府则通过立法等手段来调节和维护市场上的契约关系缔结者, 保证稳定的相互作用与对等交换。[7]政府资助

的资金可以启动多项没办法马上产生经济利益、但是从长远来看有价值的技术探索。

三螺旋模型和国家创新系统相比较的特点体现在：国家创新系统认为公司在创新中居于主导地位，而三螺旋理论则认为大学、产业和政府均可对创新起主导作用，正是其相互作用影响和塑造了创新过程。三螺旋创始人强调三螺旋的螺旋性，这是公共、私人以及学术机构在多种层面的反复重叠关系，重叠关系的存在孕育着新的职能组合：大学不仅仅起着传统教育机构的教学培训作用，同时也通过与产业合作或者下设子产业，起到直接将理论知识投入到实际生产的作用，甚至有了“创业型大学”的提法；而产业在生产产品、开拓市场的同时，也注重对人的教育，通过各种形式的讲座和培训来提高员工的相关技能和综合素质，在此情形中，产业也起着大学教育的作用。三螺旋结构是让政府、产业及高校在每一个合作项目中，既有其主要职责，又对其他两者形成助力，在创新环境下形成内部循环的创新机制，从而促进区域经济增长。

大学创新体系框架的构建建立在“大学-产业-政府”三螺旋模型之上。创新的三螺旋模式模糊了大学、产业和政府的传统基本角色的界限。大学通过专利和许可越来越多地参与商业活动，超越了基础研究的生产。下一步是三个要素之间的中介机构的出现，以及三个实体的混合。每个实体在其原来的专业领域都保持着重要角色：大学仍然是知识生产的主要来源，产业是商业化的主要载体，政府则保留其监管作用。

二、麻省理工创新生态

麻省理工学院（MIT）创立于1861年，建校之初便具备了创新与创业的基因。MIT校训“手脑并用”充分体现了建校校长威廉·罗杰斯始终坚持的“理论与实践紧密结合”理念。麻省理工开创了大学与企业联合的模式，将基础研究和教学与产业创新结合，保持对制造业的密切关注，关注工业生态系统。麻省理工作为创业型大学的角色一直在发生变化，从保存传播知识到创造新知识并转化到实际应用中。大学成为经济发展的发动机，承担着为地区经济发展服务的使命。

麻省理工（MIT）创新生态系统是一个著名的创新体系，旨在将科学研究和技术创新转化为社会和商业价值。在这个体系中，创新到创业一般经历7个阶段：创意、技术发展、商业化计划、企业计划、形成企业、早期成长、高速增长。为满足不同阶段的需求，学校建立了一系列独立运行、各有侧重、有效互补的机构，构建了一套较为成熟的“孵化器体系”，包括：最初鼓励发明创新的莱梅尔逊奖(Lemelson-MIT)、媒体实验室(Media Lab)；负责申请专利、为初创公司发放牌照的审批部门和技术许可办公室(Technology Licensing Office)；帮助改善商

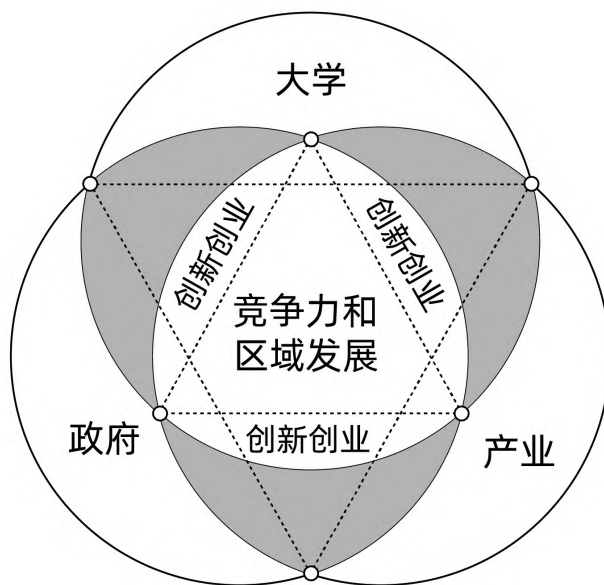


图2 “政府-产业-大学”创新三螺旋模型

业企划、组建公司的德什潘德技术创新中心(Deshpande Center for Technological Innovation)和列格坦发展和创业中心(Legatum center for Development and Entrepreneurship)；通过匹配业内人士为创业者提供一对一长期指导的服务机构马丁信托创业中心(Martin Trust Center for MIT Entrepreneurship)和MIT创业指导服务(MIT Venture Mentoring Service)，以及将创业服务贯穿始终的创业中心。麻省理工学院全球产业联络计划(MIT ILP)是美国和全球第一家高校与产业界开展全面合作的战略联盟，致力于建立和加强MIT与全球企业之间的互动双赢关系。

麻省理工创新生态系统的核心理念是“思考、创新、影响”，鼓励创新思维和跨学科合作，为解决全球社会和商业问题提供解决方案。其成功的关键在于MIT的学术实力和企业家精神的结合，以及与各行业的合作伙伴的紧密合作。这一生态体系架起了从创新到创业之间的桥梁，不断推动MIT创新创业活动的发展。

三、大学专利管理制度

大学承担着重要的研究使命，其研究成果不仅能够推动技术发展，还能够带来经济效益。然而，在专利问题上，大学管理者、发明团队和商业公司之间存在许多难题，如何平衡各方的利益是一大挑战。因此，很多大学建立了专门的专利管理机构来处理专利事务。在美国，麻省理工学院和斯坦福大学从20世纪20年代开始探索大学在保护知识产权方面应发挥的作用。专家们认为，大学强大的专利管理和技术转移计划有很多好处，包括与工业界的有效互动、增加大学科研的产业支持、政府更愿意支持以促进经济发展为目标

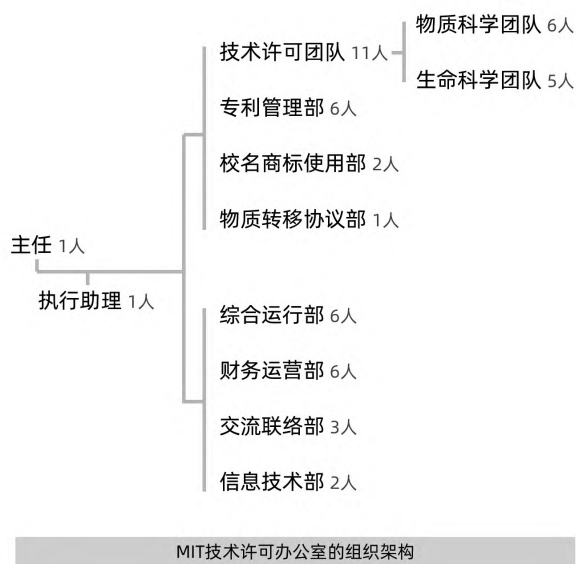


图3 MIT 技术许可办公室的组织架构

的大学科研、学生接触产业界和科研的商业机会，以及从大学科研衍生企业获得财富的校友和其他企业家，以资金支持回报学校。

世界各国尤其是发达经济体都竞相效仿美国，提高大学对科技成果的控制力。美国《拜杜法案》的产生在麻省理工模式的扩展和创业型科学的兴起中产生了重要影响。该法案为大学提供了从知识产权许可中获利的机会，大学将研究成果投入使用变成获得联邦资助的条件。大学建立起相应的办公室和行政程序对研究成果进行授权和市场推广，开展知识产权的商业运作。除了对大学的授权和许可活动进行规划化和提供法律保障外，该法案还从心理上改变了人们对技术转让的态度，并引起组织上的变革，为此建立专门的部门。

《拜杜法案》重新定位大学、企业和政府的关系，使大学成为国家创新系统重要部分。大学通过专利许可的方式将新的技术注入公司，并将知识产权作为大学孵化器融资和创建新公司的基础，发挥了企业的作用。政府通过提供联邦研究项目资助发挥了风险投资者的作用。技术转让对经济增长产生显著作用。

技术许可办公室（TLO）作为麻省理工创新生态系统的主要机构之一，具体负责MIT的技术转移工作，过去10年年均授权专利200多项，年均许可专利100多项，年均许可创办衍生公司19家，共计许可创办衍生公司700家。该部门主要通过专利来保护知识产权，从而为鼓励企业家创业提供良好的“嫁妆”，推动技术得到落地发展。技术许可办公室的功能包括：MIT技术转移，对MIT 校内的技术进行分析识别、专利保护、市场营销和许可；学校品牌管理，管理和许可MIT校名、商标使用；服务科研工具，帮助教师寻找开源软件许可；服务实验室有形资产，帮助教师与第三方开展实

验室仪器设备等有形资产转移。技术许可办公室的组织架构如图3。

麻省理工技术许可的全流程包括：提交技术信息、发明形成专利、发明商业化三个部分，形成从科研到收益再反馈科研的闭环，如图4所示。

发明者向TLO提交技术信息包括科研、预提交、发明提交三个环节。

●科研：研究者从事科学研究并在科学研究过程中产生的新的创意、新工艺、新发明新产品；

●预提交：研究者与技术许可办公室进行早期接触，进入公开前环节，并就发明的披露、评估和保护过程提供指导；

●发明提交：发明者提供发明的技术细节、数据或者图片等证明资料，技术许可办公室对发明的实用价值潜力进行评估，同时要做好文献资料的保密。

发明形成专利包括评估、专利保护、市场营销三个环节。

●评估：技术许可办公室审查发明信息，开展专利查新，分析市场和竞争性技术，确定发明的潜在商业价值。如果认为发明的商业潜力不大，不会申请专利；

●专利保护：确定潜在商业价值后，技术许可办公室向美国专利局甚至国外专利部门申请专利，以免被他人不正当使用，同时也是吸引商业投资的手段；

●市场营销：在发明者参与下，技术许可办公室将列出对此发明专利感兴趣的企业并进行筛选，如果没有合适的企业，技术许可办公室将决定建立一个新企业。

发明商业化包括颁发许可、商业化、收益分配三个环节。

●颁发许可：专业人士选择合适企业，将技术推向市

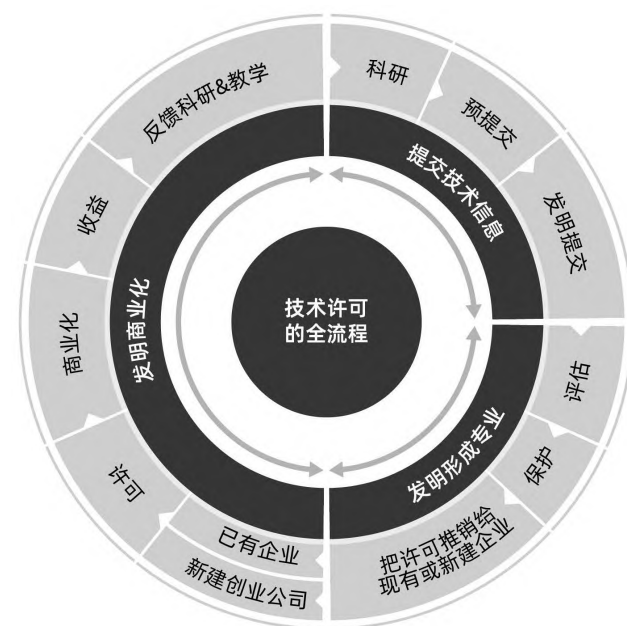


图4 技术许可的全流程

场, 许可给现有公司或新成立创业公司;

●商业化: 被许可的公司继续推进技术进步, 并进行其他商业投资以开发产品或服务。进一步开发、监管批准、销售和营销、支持、培训和其他活动;

●收益分配: 技术许可办公室收取许可费的15%, 其余在发明人、院系、研究中心之间进行分配。发明者获得剩余的1/3, 其余由各院系、跨学科中心和MIT特别基金分享。MIT把收益重新投入到教学科研中, 形成良性循环。

MIT强调的是“公平完成交易”, 而不是“追求最优交易”, 因为对于他们来说, 金钱并不是最重要的。他们注重的是让技术得到最大程度地发展, 同时也要保证所有交易的公平性。这种价值观代表了MIT致力于以公平和道德为基础的商业实践。在MIT的文化中, 技术的发展和利益都是最重要的因素, 而金钱只是其中一个方面。因此, MIT对于技术转移的工作也会遵循这样的价值观, 注重公平和社会利益, 而不是追求最大利润。在总结了20年在技术许可办公室的工作经验后, 原主任Lita Nelsen总结出给其他正在开展技术转移和专利管理工作的大学的建议。她认为, 技术转移虽然不能为大学带来财富, 但成功的项目可以为大学和社区带来许多其他的好处, 尽管微薄的利润难以支持大学的运营费用。要建立一个强大的技术转移计划, 需要持续的资金投资来开发专利组合、吸引专家人才并培训专业人员。由于构建知识产权投资组合、建立外部联系和发展技术转移专业技能需要时间, 因此技术转移计划可能需要8到10年才能开始盈利, 并且有时可能永远无法实现实质性收益。对大学、毕业生和社区而言, 技术转移对经济文化的最终影响是巨大的。持续努力需要学校领导层的资金支持和其他看得见的支持, 他们应该为项目设定目标、政策

和优先事项, 对技术转移专业人员授权, 让他们自主选择并在商业价值与学术价值之间进行权衡。在技术转移计划开始之前, 应制定明确的知识产权政策、研究人员在与行业互动中的定位, 以及其他基本规则。此外, 技术转移涉及到各种利益冲突, 因此需要制定明确的政策和易于理解的审查和上诉程序。最后, 技术转移是以人才为基础的业务, 需要找到能够讲学术和产业界两种“语言”的人才, 并创造性地制定符合双方需求的协议, 这需要高度复合技能和水平, 不应该被低估。

四、科研机构合作机制

科学研究和艺术创作往往高度孤立, 这在很大程度上是由于奖励制度的存在, 这种制度往往更倾向于奖励个人而不是团队的努力, 这种环境下可能会形成一种不鼓励共享和协作的氛围。团队中的多样性对于解决问题非常重要, 不同的声音、观点和方法可以帮助我们更快地得出答案。然而, 建立一个能够在面对冲突时仍然保持坚定和包容的合作关系并不容易, 需要建立在彼此信任、长期合作关系和共同目标愿景之上。新加坡社会学家Gewin在《Nature》发表文章研究科研人员合作的信任机制。[8] Fabius和Krogan在《Cell》上发表文章, 以他们的科研合作经验为研究对象, 提出科研合作打破壁垒获得成功的关键要素。[9]通过总结多个权威学术期刊关于科研团队合作机制的研究成果, 本文提出推进跨学科科学研究的八项策略:

1. 制定统一的愿景

跨学科研究需要制定统一的愿景。这个愿景可以将具有不同学科、专业知识和观点的人聚集在一起, 使各方都能成长并从不同的角度看待问题和科学问题, 从而激发创造力并最终帮助科学进步。

2. 加强国际合作

国际合作能够带来超越国界的

思考。为了使国际关系发挥作用, 必须从科学家之间的初步互动和会议开始, 然后与领导层接触, 要求提供资金和支持, 以促进确定的合作。重要的是要在世界各地找到有共同目标且互补的伙伴--那些从事类似研究工作但从不同角度或使用不同工具的研究者。

3. 行动驱动的谅解备忘录

谅解备忘录(MOU)是两个机构之间的正式协议。保持最初的理解备忘录比较宽泛和灵活, 重要的是要有一些基本目标, 便于立刻开展合作活动。这些目标可以包括学生和博士后的交流, 联合征集建议, 以及寻求资金资助的努力。合作活动还包括文化交流、项目建设、研讨会和联合资助申请。如果机构没有可用于种子项目的可支配资金, 可以共同申请政府基金或者国际组织的基金资助。

4. 组织一场引人注目的研讨会

首届研讨会的目标是邀请对新合作及愿景最感兴趣的学科领袖参与, 以建立长期稳定关系。在选择演讲者时, 应该平衡经验丰富和年轻的科学家和艺术家, 并谨慎选择易于合作的杰出科学家, 以确保最佳阵容。同时, 应邀请行业联系人出席以获得融资机会。为了让研讨会引起轰动, 可以邀请所有相关的大使馆或领事馆、期刊等参与, 如果研讨会为国际性, 则考虑资助机构的支持。领事馆的科学专员是与资助来源的重要联络人, 应邀请他们出席

5. 确定联合资助机会

在首次研讨会后不久, 宣布征集提案以保持合作势头。这些联合提案可以由相对较小的种子基金资助。一旦合作获得实质性进展和成果, 就申请政府或权威机构资助。

6. 持续保持密切沟通

与每个机构的科学家保持沟通渠道畅通。继续致电、访问和邀请双方的演讲者举办研讨会。返回机构进行后续讨论、计划第二次研讨会、接触资助机构以及激发更多关系都有助于

巩固现有关系。邀请受训者举办研讨会不仅可以让主办方接触到最新的研究成果,还可以为优秀的年轻人打开通往未来潜在雇主的大门。

7.选择合适的合作者并管理期望

开始合作时以明确的方式进行,并讨论合作规则是至关重要的。在合作之前讨论谁将获得荣誉以及如何推动年轻科学家获得认可也是必要的。一些科学家在系统中充当独狼,这可能是一种优点。对于这些人,目标不是试图改变他们,而是探索如何与他们合作,并确定是否可以建立互惠互利的关系。当一个合作项目开始产生实质性价值时,需要与相关方进行沟通,并明确界定主要参与者以及各自负责的工作。如果年轻的科学家不愿意分享荣誉,请花时间指导他们了解团队的价值。

8.传播至关重要

有一个强大的媒体关注项目的议程非常有效。这些努力可以将项目的理念传播得更广,帮助项目获得更多的支持者,并最终帮助筹集资金。可以利用与机构相关的媒体团队,或者利用社交媒体工具和学术发表平台。尝试找到一位有影响力的拥护者为项目发声。

科研机构的跨学科合作研究旨在解决现实生活中的复杂问题,涉及多个学科领域。在传统的单学科研究中,学者通常只关注自己所熟悉的领域,难以全面掌握复杂问题的全貌和深度。而跨学科合作研究,能够集聚不同领域专家的智慧 and 资源,形成优势互补,使得研究更具有综合性、创新性和前瞻性。跨学科合作研究不仅需要不同学科、专业知识和观点的人才,还需要具备协作和沟通能力的人才。因为不同学科之间存在语言、思维方式、方法论等方面的差异,需要跨越学科壁垒进行有效沟通和协作。此外,跨学科合作研究还需要具备领导力和组织管理能力的人才,能够组织和协调团队中不同学科的专家,推进项目顺利开展。跨学科合作

研究是一种具有挑战性和创新性的研究模式,对于解决复杂问题和推动科学进步具有重要意义。

五、科技与艺术跨学科合作推动创新

我们的时代面对的全球性复杂问题需要采用跨学科的、系统性的创新方法来解决。跨学科合作被认为是实现创新的最有效途径,这也是我们在艺术和设计领域推动跨学科教育和实践的新背景。科学、技术和艺术的协同作用可以成为推动创新和社会经济发展的力量。欧盟委员会在2015年发起了STARTS (Science + Technology + Arts) 倡议,旨在促进艺术家、科学家、工程师和研究人员之间的合作,以开发更具创造性、包容性和可持续性的技术。S+T+ARTS的目标是推广一种新的技术开发方法,一种以人类价值观和需求为基础的方法。科学、技术和艺术的有着巨大的创造性和反思性创新潜力,被认为是应对欧洲面临的社会、生态和经济挑战所必需的。艺术家通过颠覆性的探索方法和对技术使用的批判性眼光,果断地提高了人们对我们正在应对的社会挑战和全球关注的认识。艺术实践被视为创新过程,具有广泛的潜力,可以为新的经济、社会和商业模式的发展做出贡献。

在当今世界,随着互联网、机器学习、制造业和生物技术的进步,越来越多的研究和开发已经转移到了非传统学科的实验室和创业公司。这种跨学科、快速变化和网络化的环境对政府、商业企业和学术机构都带来了挑战。麻省理工学院媒体实验室在过去30年中树立了榜样,通过遵循核心原则,使组织能够调整和利用不断变化的趋势进行跨学科转型。内里·奥克斯曼教授是科学与艺术、建筑和材料工程结合的专家,在她的一系列项目中展示了这种结合的创造性价值。她的团队 Mediated Matter Group 模糊了艺术和生物学之间的界限,创造

出令人惊叹的新设计、艺术和雕塑,并解决了现实世界的问题。2016年,该团队建造了一个合成蜂房,以探索构建可控室内环境的可能性,从而应对蜂群流失,帮助蜜蜂种群全年茁壮成长。Mediated Matter 团队还创造了一件令人惊叹的雕塑,由5740片落叶、6500片苹果皮和3135片虾壳组成。该结构被称为生物复合材料,结合了机器人3D打印、水塑造和合成工程生物等技术,非常耐用,能够承受高温和湿度等环境条件的变化,同时保持灵活性。这个科技艺术项目是对塑料对环境的直接回应,强调了可生物降解聚合物在未来制造方法中的应用。

创新就是要为科学理论找到全新的技术应用场景。科技和艺术的结合可以缩短科学理论和技术应用之间的距离。从科学理论到技术应用通常需要很长时间。从1820年奥斯特发现电磁感应现象到西门子发明直流发电机,需要46年时间。再加上特斯拉和西屋电气完成多相交流供电,电真正开始普及的时间长达67年。而第一次工业革命从牛顿时代到瓦特时代需要了整整100年。但是,今天从理论到应用的时间已经缩短到20-40年左右。文学艺术创作通过突破常规的想象力和创造力,为科学理论不断寻找应用场景,这些看起来新奇、荒诞、奇特、疯狂的场景,能够为技术应用提供想象力来源。

英国艺术中心邀请神经科学家作为驻场科学家,与游戏设计师和艺术家共同合作开展研究。他们认为,游戏设计师和神经科学家有许多共同的问题。例如,两者都想知道是什么让体验变得有价值;两者都需要了解视觉系统如何感知运动。神经科学家丹尼尔·格拉瑟 (Daniel Glasser) 希望游戏设计师的见解能帮助他的研究。“我可以告诉他们大脑中正在发生的事情,他们可以告诉我游戏技术中正在发生的事情,我可以将其带回我的实验中。”丹尼尔·格拉瑟被任

命为英国艺术中心的常驻科学家，这是英国艺术中心的第一个这样的职位。他的工作主要是科学传播，例如关于科学政策风险评估以及加密和监控技术的演讲。他在艺术中心发起每月一次的科普咖啡时间“Café Scientifique”，公众可以在这里与学者进行辩论。他认为认知科学与艺术的共同点比大多数科学家意识到的要多得多。

康奈尔大学的科学艺术工作室位于综合植物科学学院，旨在通过土壤和植物科学家与艺术家、学者的合作，在康奈尔校园内举办多个跨学科展演项目和研讨会。其中包括法国艺术家Karine Bonneval、Matthias Rillig发起的“土壤之声”项目，以及针对诺贝尔奖获得者芭芭拉·麦克林托克科学实践的可视化和认知特别项目。此外，还有艾拉·齐格勒研究跨学科、科学和艺术的情感和艺术科学工作室，以及威斯康星大学密尔沃基分校的艺术家兼艺术史、设计和工程教授纳撒尼尔·斯特恩基于热解电子垃圾发起的“我们之后的世界：想象技术美学未来”的展览。“土壤之声”项目聚集了工程师、生物声学学家和自然科学家，一起探索土壤能够发出的声音。

基于多个项目的合作经验，康奈尔的科学艺术工作室团队发表学术论文，提出在科学实验室提供艺术家驻地的十条规则，[10]总结如下：

1. 开放心态：科学家和艺术家需要保持开放的心态，积极分享自己的想法。开放心态是成功合作的重要因素。

2. 邀请和经费：邀请艺术家参与特定项目时，必须确保有足够的经费支持艺术家的基本生活和艺术创作开支。

3. 接受艺术家作为研究者：艺术家是艺术领域的研究人员。艺术家的主要任务是进行艺术研究，以及将自己的视角和方法融入到科学研究中。

4. 认识概念：合作的重点在于理解

和探索“概念”。这个概念可能与自然科学/工程直接相关，或与创造性实践以及社会政治层面具体相关。

5. 融合：艺术家尽可能无缝地融入科学实验小组的工作中。

6. 共同语言：不同学科以及艺术家和科学家通常使用不同的语言。解释术语和概念是建立共同语言的关键。

7. 好奇和理解对方的整体观：双方必须对彼此的整体观念和知识背景有好奇心和理解力。

8. 了解对方：艺术家和科学家必须了解对方的工作背景和成就。

9. 时间管理：合理安排工作表并进行弹性管理，在能够产生新见解的合作阶段进行有意义的交流互动。

10. 享受挑战：在一个实验室中将科学和艺术结合起来，对艺术家、科学家和科学团体来说都是一项挑战。享受挑战的人可以在艺术和科学研究方面拓展新视野，获得单一学科和研究方法无法提供的全新知识体验。

科技艺术跨学科合作的价值在于科技和艺术各自拥有独特的视角和方法，通过合作可以创造出新的领域和体验，也能够为社会带来更多的价值。艺术家和科学家的合作能够打破传统学科之间的壁垒，创造出跨越艺术和科技领域的全新创意和作品。以上准则的核心在于开放的心态和相互理解的精神。科学家和艺术家需要共同努力，将彼此的专业知识和技能结合起来，创造出新的视角和方法来解决问题。这样的合作不仅可以帮助科学家和艺术家更好地理解彼此的工作，也可以推动创新和进步。

注：

[1] [美]约瑟夫·A·熊彼特：《资本主义、社会主义与民主》，吴良健译，商务印书局，1999年，第10页。

[2] Lundvall, B. Å. (2007). National innovation systems—analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, 14(1), 95-119.

[3] OECD (1997). National Innovation

Systems.

<http://www.oecd.org/science/inno/2101733.pdf> [2022年12月10日登陆]。

[4] OECD (1996). Knowledge-based Economy.

<https://one.oecd.org/document/OCDE/GD%2896%29102/En/pdf> [2022年12月9日登陆]。

[5] 国务院办公厅：《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》，http://www.gov.cn/zhengce/2022-09/04/content_5708260.htm [2022年12月15日登陆]。

[6] Etzkowitz, H. (2002). *MIT and the Rise of Entrepreneurial Science*. Routledge.

[7] Leydesdorff, L. (2000). The triple helix: an evolutionary model of innovations. *Research policy*, 29(2), 243-255.

[8] Gewin, V. (2021). ‘We need to talk’: ways to prevent collaborations breaking down. *Nature*, 594(7863), 462-463.

[9] Fabius, J. M., & Krogan, N. J. (2021). Creating collaboration by breaking down scientific barriers. *Cell*, 184(9), 2271-2275.

[10] Rillig, M. C., Bonneval, K., de Lutz, C., Lehmann, J., Mansour, I., Rapp, R., & Meyer, V. (2021). Ten simple rules for hosting artists in a scientific lab. *PLOS Computational Biology*, 17(2).

李文华

广州美术学院跨媒体艺术学院讲师

博士

510405

邱志杰

中央美术学院副院长、教授

博士生导师

100102

(本文责任编辑 戴陆)