

# 教育—科研—创业三螺旋创新体系如何促进知识交流？

——基于麻省理工学院的案例分析

王成军 李 辉 王佳莲

(安徽财经大学工商管理学院, 安徽蚌埠 233030)

**【摘要】** 知识交流在促进大学与利益相关者协同起着核心传导作用。本研究从大学人才培养、科技创新、服务社会等职能出发, 构建了大学教育—科研—创业的微观三螺旋创新体系, 为探讨大学系统提升知识交流水平提供理论依据和分析框架。麻省理工学院三螺旋创新体系加强知识交流的核心实践路径表现为: 在教育方面, 开设整合式课程、实施以自主学习为中心的教学、推进跨学科教育制度化, 核心是培养创新人才; 在科研方面, 平衡好奇心驱动与应用导向驱动的基础研究、开展跨学科合作研究、激励学生参与研究, 核心是发现新理论与方法; 在创业方面, 缩小成果与市场的差距、促进与合作伙伴的非正式对话和正式协商、积极推动学术创业, 核心是创造新产品、服务和系统。结合麻省理工学院的实践案例与我国大学创新体系知识交流现状, 本研究从改革教学与评估模式、优化科研环境与管理、培养跨学科思维与合作、构建一体化创业服务体系四方面提出加强知识交流的建议和举措。

**【关键词】** 教育—科研—创业; 三螺旋创新体系; 知识交流; 麻省理工学院

**【中图分类号】** G644 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1007-2179(2023)05-0074-12

## 一、问题提出

自中世纪出现博洛尼亚大学到 19 世纪初洪堡建立的将教学与科研相统一的研究型大学, 再到知识经济时代的创业型大学, 大学的核心职能经历了从教育(保存和传播知识)、科研(发现和发展新知识)扩展到创业(创造性的应用知识)的发展历程<sup>①</sup>。

研究型大学关注人才培养和高水平研究成果的产出, 创业型大学致力于教学、科研与知识资本化的结合(亨利·埃兹科维茨, 2007), 适用于知识生产模式 II 背景下的现实需求。随着知识生产模式 III “多层次、多形态、多节点、多主体”知识生产群形成的不规则研究、教育和创新生态系统(fractal research, education and innovation ecosystem, FREIE)

**【收稿日期】** 2023-06-23 **【修回日期】** 2023-08-20 **【DOI 编码】** 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2023.05.008

**【基金项目】** 安徽省哲学社会科学规划重点项目研究成果(AHSKZ2021D04); 安徽财经大学科研创新基金项目(ACYC2021126, ACYC2022024)。

**【作者简介】** 王成军, 博士, 教授, 硕士生导师, 安徽财经大学工商管理学院, 研究方向: 大学发展与规划、创新创业管理、官产学三重螺旋、技术创新管理(994627740@qq.com); 李辉(通讯作者), 硕士研究生, 安徽财经大学工商管理学院, 研究方向: 创新创业管理、技术创新管理; 王佳莲, 硕士研究生, 安徽财经大学工商管理学院, 研究方向: 创新创业管理、官产学三重螺旋。

**【引用信息】** 王成军, 李辉, 王佳莲(2023). 教育—科研—创业三螺旋创新体系如何促进知识交流? ——基于麻省理工学院的案例分析[J]. 开放教育研究, 29(5): 74-85.

(黄瑶等, 2018), 大学面临着国家战略要求、市场需求变化、社会公众力量介入等复杂环境, 亟需构建人才培养、科技创新、服务社会并行的创新体系(刘艳杰, 2023)。新时代大学创新体系的本质是将教育、科研、创业融合为一体, 三者相互独立, 又相互协同, 形成与三螺旋类似的结构。

教育—科研—创业三螺旋创新体系的构建使大学重新承担起引领区域创新甚至经济发展的职责。有学者从区域创新互动(韩海波等, 2022)、三螺旋(陆春萍等, 2023)、五螺旋(苟鸣瀚等, 2023)等视角研究国内外大学与区域发展协同的实践, 却较少关注知识交流在促进区域创新的关键作用。克劳雷等(Crawley et al., 2020)认为, 大学可以通过与外部利益相关者开展知识交流, 加速知识跨界应用, 提升区域竞争力。因此, 探讨知识交流在大学教育—科研—创业三螺旋创新体系与利益相关者之间的作用机制以及如何促进双方知识交流, 对我国建设世界一流大学, 提升创新能力乃至推进经济社会可持续发展有着重要作用。

## 二、教育—科研—创业三螺旋创新体系与知识交流

埃茨科维茨和莱德斯多夫(Etzkowitz & Leydesdorff, 1995)首次用三重螺旋模型阐述知识经济时代大学、企业、政府角色的转变和互动。三重螺旋理论偏向从宏观视角阐释大学—产业—政府的协同关系和非线性创新, 对创新主体内部的微观互动关注较少。大学在培育人才、科学研究、服务社会的职责之间具有同等作用但又交叉重叠, 共同组成

类似大学—产业—政府三螺旋的独特创新体系。教育—科研—创业三螺旋体系既关注内在要素的互动, 又关注与外在主体的知识交流, 形成具有内、外循环的双重动力机制(见图1)。

内、外循环的基础是大学教育—科研—创业三螺旋创新体系的核心产出。大学教育体系培养具有基础知识、专业技能、独立思考和批判能力的创新型人才; 科研体系促进生成新知识体系、数据模型和原创性理论; 创业体系创造概念原型、技术发明和产品服务。教育、科研、创业子系统的循环交流促进内循环不断优化。大学的核心产出通过知识交流传递给以政府—产业—公众(Etzkowitz & Zhou, 2006)为主的利益相关者, 促进它们开展创新活动, 实现经济社会可持续发展。同时, 大学也可以获得更好的政策、资金、平台等资源, 提升其教育—科研—创业三螺旋创新体系的产出能力, 实现与利益相关者更高水平知识交流的循环。

知识交流有助于搭建大学与利益相关者之间沟通的桥梁, 是促进内外部互动的关键(见图1)。休斯和基特森(Hughes & Kitson, 2012)从大学视角出发, 指出知识交流是跨越大学边界进行人员、能力和思想的交换。尤瑟夫(Yusuf, 2008)阐述了大学与产业之间知识交流的必要性。张等(Zhang et al., 2017)对比了英国和爱尔兰大学学者与公共、私营部门开展知识交流的强度和多样性。英国政府2019年推出“知识交流框架”(knowledge exchange framework, KEF)用以评价大学知识生产与转化的社会贡献, 完善大学服务社会的问责制度, 推动大学与利益相关者建立广泛、紧密的联系(徐

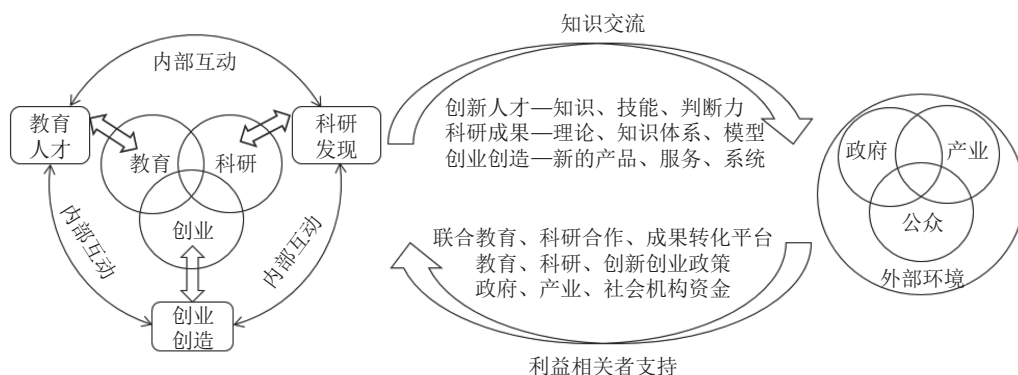


图1 教育—科研—创业三螺旋创新体系内、外循环机制

小洲等, 2021)。上述研究多集中于分析大学知识交流的横向差异, 近年来学者们逐渐关注大学内部动态变化的纵向差异对知识交流的影响。舍费尔等(Schaeffer et al., 2020)以斯特拉斯堡大学为例, 研究其产学知识交流的正式和非正式渠道。海特等(Hayter et al., 2020)从知识交流视角研究如何改进现有大学技术转让。森古普塔和罗西(Sengupta & Rossi, 2023)重点分析大学知识交流收入份额对知识交流渠道和利益相关者类型的影响。综上, 大学知识交流的理论和实践研究多元、立体, 但少有研究从整体视角关注大学内部知识交流管理的实践。

### 三、麻省理工学院三螺旋创新体系

麻省理工学院通过完善教育教学制度, 开展跨学科联合科研, 构建一体化的创业体系, 使其与利益相关者知识交流更加高效, 为波士顿及周围社区创新注入动力(王成军, 2017; Roberts et al., 2019)。探讨麻省理工学院在教育—科研—创业三螺旋创新体系与利益相关者开展知识交流的成功经验, 对于我国大学摆脱单向度思维模式的影响(王成军等, 2018), 提升知识交流水平具有借鉴意义。

#### (一) 教育实践

麻省理工学院通过调查政府、企业和其他利益相关者的需求, 逐步形成 CDIO 教育模式<sup>②</sup>。该教育模式不仅关注培养学生的专业知识和实践能力, 还注重解决社会现实问题。它通过把人才培养目标融入课程体系并具体落实到实践活动, 形成了课程的逆向设计(backward design)。逆向设计分三个阶段: 制定预期学习结果、确定评估证据和设计教学活动。这种设计优先考虑的不是涵盖相应主题的内容, 而是学生获得的知识和技能。麻省理工学院的“新工程教育转型”(New Engineering Education Transformation, NEET) 计划在 CDIO 模式和逆向设计框架指导下, 变革教学方法和教学内容。新工程教育面对未来的产业需求, 将当前产业体系与物联网、自动化体系、大数据等新兴技术相结合, 建构面向未来的新机器和新工程体系。这一课程设计围绕驱动现代产业的实践和研究方法, 构建了包括机械、材料和系统科学在内的“课程

线”。目前“课程线”主题主要包括先进材料机械(advanced materials machines)、自动化机械(autonomous machines)、数字城市(digital cities)等。传统工程教育强调训练学生认知能力, 容易忽视学生个体发展规律和工程实践经验构建, 新工程教育提出以项目为中心的学习方法。学生通常从大二开始每年加入项目团队, 项目的深度和专业性也随学生知识积累而提高, 确保他们深入理解理论, 掌握应用知识的能力。

课程设计紧贴现实需求, 教学活动以学生为中心。麻省理工学院材料科学系克雷格·卡特(Craig Carter)教授讲授“热力学”课程时, 经常举办小型研讨会。教育家亚瑟·莱文(Arthur Levine)教授与麻省理工学院合作, 尝试将虚拟现实技术引入“古希腊文明史”课堂(董一巍等, 2018)。除了课堂学习, 有些课程需要学生参加实践。为此, 麻省理工学院为学生提供各种实践社区, 如体验式学习办公室的 D 实验室(D-Lab)、埃杰顿中心(Edgerton Center)、独立活动期(Independent Activities Period, IAP)等, 为学生提供实践机会。其中, 独立活动期指在一月份为期四周的时间里, 学生、教职员工和校友组织、赞助和参与各种活动, 鼓励社区成员与他人分享才能、专业知识甚至创业产品。

麻省理工学院还通过跨学科学院、跨学科研究中心、跨学科课程实施跨学科教育。成立于 2020 年的施瓦茨曼计算学院(Schwarzman College of Computing), 提供计算科学与生物、工程、经济学、管理学等学科组成的跨学科学位。媒体实验室(Media Lab)、林肯实验室(Lincoln Laboratory)和其他研究中心提供跨学科研究机会。本科生可以选择跨学科辅修课程, 包括创新与创业、统计与数据科学、能源研究等课程。研究生可以选择计算与系统生物学、技术与政策计划等跨学科研究方向。由教职工和学生组成的课程委员会负责将新课程制度化。随着人工智能的出现, 科学和技术伦理成为利益相关者需要解决的现实问题, 体验学习办公室开设了一门体验伦理(experiential ethics)课程, 以解决哲学课程伦理教育方法不足问题, 并开展暑期体验式学习, 获得学生的支持并逐渐成为创业相关学科的必修课程。

## (二) 科研实践

作为全球创业者的摇篮之一的 128 号公路(安利·萨克森宁, 1999), 依托麻省理工学院核心机构实现创新并带动区域经济发展。麻省理工学院成立的初衷是促进区域制造业发展, 加强科研成果商业化。然而, 个人计算机的崛起、金融危机的出现使 128 号公路附近的科技企业遭受重创, 但麻省理工学院的科研实力依然为波士顿地区发展提供核心支撑, 并逐渐形成承担核心科技研发、波士顿老城区科技孵化、128 号公路科技产业规模化的“洋葱圈”式创新结构。

学校科研经费的 70% 主要来源于联邦政府下设的健康与公共事业部、国防部、能源部、国家科学基金会、国家航空航天局, 其余 30% 由基金会等非营利组织的社会捐赠及产业部门的经费构成。这种多元化的资金来源有助于在不同领域开展广泛研究。联邦政府资金通常用于支持学院、实验室、研究中心的基础研究和国家重大项目, 涉及领域主要是人工智能与机器学习、能源与环境、生命科学与健康、航空航天与国防技术。非政府部门资金用途更加灵活, 用于支持特定领域的研究项目。

研究人员与许多地区、国家和国际组织合作, 以资源共享和合作的方式解决全球性问题。强大的学科实力、先进的实验设备、卓越的技术创新平台、顶尖的人才和研究团队、广泛的研究资金和合作伙伴网络等为其开展跨学科合作奠定了基础。近年来, 麻省理工学院与哈佛医学院、斯坦福大学、怀特海研究所(Whitehead Institute)、博德研究所(Broad Institute)等机构在生命科学领域开展合作, 为附近的肯德尔广场发展注入创新驱动动力, 使该地区成为全球生物医药领域的领头羊。其中, 13 家人选国际 TOP20 的生物医药公司在此聚集, 还有 NASA、谷歌、微软、Facebook 等全球技术领先企业或机构入驻, 吸引了 6.6 万名科创人才。这些使得肯德尔广场被誉为“全球最具创新的一平方英里”。此外, 麻省理工学院还与中国科学院大学、英国剑桥大学在计算机科学和人工智能领域及量子计算、通信和传感领域开展联合研究; 与美国能源部在能源转型和碳减排领域开展合作; 与联合国粮食与农业组织合作, 开展食品安全和农业可持续

发展研究等。

麻省理工学院还为本科生提供大量研究机会。其中, 本科生研究机会计划(undergraduate research opportunities program, UROP)是最有名的, 目的是促进学生学术研究的发展, 培养学生科研能力和创新精神, 目前已有超过 85% 的本科生参与过此项目。学生可以通过参与这一项目了解不同研究领域发展前沿, 从事多样化研究, 包括实验室研究、建模和仿真、数据分析、社会科学研究等, 同时也为他们提供展示研究成果和与其他研究人员交流的机会。本科生研究机会计划项目通常由教授或研究人员在网站提出, 学生根据兴趣和能力申请适合的项目, 获批后就可以参与研究工作。该项目通常持续一个学期或更长时间, 学生需要不定期向导师提交研究报告, 并参加展示活动。此外, 职业发展中心(career advising & professional development)、学生就业办公室等组织项目都为学生提供实践机会, 帮助他们规划未来的职业生涯。

## (三) 创业实践

继拜杜法案实施后, 科研人员参与创业的热情与日俱增。为不影响大学的内部教学和研究工作, 麻省理工学院允许教师一周有一天时间从事与教学和科研无关的工作, 使得科研成果得以应用和商业化。学生和教师创业成为一项正规活动。如今麻省理工学院已形成了完整的创业生态(见图 2)。

教师和学生是核心的创新主体, 创新要素和创新环境则依赖于建立的互补型孵化机构。麻省理工学院科技评论(MIT technology review)聚焦分析

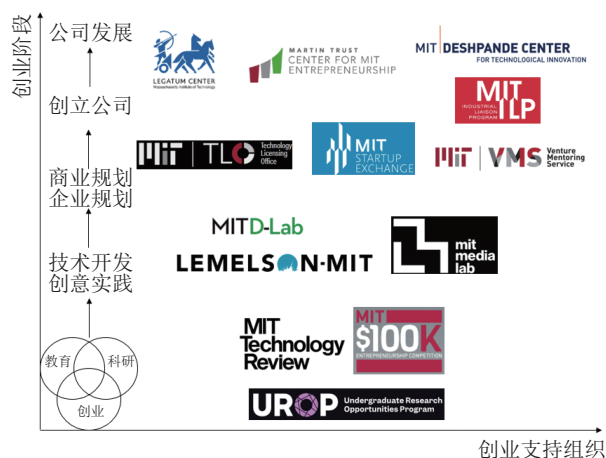


图 2 MIT 创业各阶段的部分支持组织<sup>③</sup>

全球科技创新趋势,为创新创业提供前沿信息和技术。\$100K 创业竞赛、本科生研究机会计划和勒梅尔森计划(Lemelson-MIT Program)等均设立了系列奖项,鼓励将发现的新创意、想法付诸实践,并进行发明创造。媒体实验室和 D-Lab 是聚焦学术研究的实验室,同时也向学生提供相关课程。其中,媒体实验室每年有 400 多个项目,为政府、产业提供创意,满足利益相关者需求。新产生的研究成果、发明创造应用到市场和实际生产中,需要将其商业化,技术许可办公室(Technology Licensing Office, TLO)在其中发挥着关键作用。科研人员可以通过技术许可办公室评估创新成果的应用前景,获得专利。技术许可办公室会帮助寻找适合的企业或者建立新的企业,仅收取 15% 的费用。校内每年申请发明 600 多项,每年许可创办公司近 20 家,技术许可办公室在保护发明和创办技术企业方面发挥桥梁作用(黄亚生等,2015)。技术许可办公室还通过规范政策保障教职工在学校教育、研究创新过程中的主导地位。为支持初创企业,麻省理工学院联合外部风险投资公司在校园内设立专门机构,如德什潘德中心(Deshpande Center)、列格图姆中心(Legatum Center)等为创业企业提供贷款支持。工业联络计划(industrial liaison program, ILP)和创业交流中心(startup exchange)为教职工和初创企业提供与行业伙伴交流对话、协商合作的机会。工业联络计划联络员帮助科研人员快速了解行业需求并提供 1700 多家与麻省理工学院相关的初创企业的定向访问机会。该计划为会员公司组织定制的高管简报会,内容涉及公司战略规划、新兴研究和新技术、新管理方法等。此外,工业联络计划还定期组织数字健康、材料、消费者动态、信息和通信技术等领域的研讨会,促进麻省理工学院和工业联络计划成员分享知识和技术,深化以解决现实问题为核心的产学合作。

麻省理工学院设有为创业者提供专业指导的综合性机构,如创投服务中心(Venture Mentoring Services, VMS)、马丁信托创业中心(Martin Trust Center for MIT Entrepreneurship)等。创投服务中心为创业者提供免费帮助和服务,形成已被 27 个国家和 120 多个组织采用的 VMS 模型。创投服务中

心将经验丰富的导师与企业 and 企业家匹配,提供专业建议和指导,服务的创业者超过 3600 人,募集的风险投资超过 38 亿美元。马丁信托创业中心为学生创业者提供 60 多门创业课程和严格、实用和综合的教育体验。它通过创业俱乐部组织校友与学生每周开展创业计划的沟通交流,不断合作完善创业计划,并将计划在新成立的企业中付诸实施;借助 Orbit 一站式商店为学生提供寻找联合创始人和合作伙伴,搜索内外部的工作和实习机会等。麻省理工学院一共有 80 多个创新和创业组织,为学生和利益相关者提供跨学科定制课程、创业指导和相应活动。

#### 四、知识交流的实践路径识别

知识交流是双向互动的。大学与其利益相关者跨越组织、文化和知识边界,分享需求、能力和成果,促进双赢或多赢。但知识交流需建立在以下原则之上:首先是尊重原则。知识交流的多方主体应相互尊重各自的目标和文化。大学与其利益相关者在目标、价值观甚至文化上差异显著,要求同存异开展互利合作以加速创新创业。其次是共享原则。知识交流应建立在 21 世纪知识共享、价值共创的愿景上。知识、技术的共享可以充分发挥参与主体协同创新的作用。最后是可持续发展原则。知识交流以推动经济社会的可持续发展为目标,这与联合国制定的“2030 年可持续发展议程”强调促进创新、创造力、创业精神和优质教育的目标一致。

##### (一)教育体系促进知识交流的实践路径

教育是大学创立的主要目的。大学在教育中的作用是创造学习环境,使学生获得知识和必要的技能。麻省理工学院通过开展整合式课程、实施以自主学习为中心的教学、推进跨学科教育制度化三种核心实践培养具有丰富知识和技能的创新型人才。这些人才以实习生、员工或企业家的身份促进政府、产业和公共机构等利益相关者创新能力的增强和创业水平的提高(见图 3)。

1. 开展整合式课程,培养学生理论感知与实践应用能力

整合式课程设计的出发点是通过与利益相关



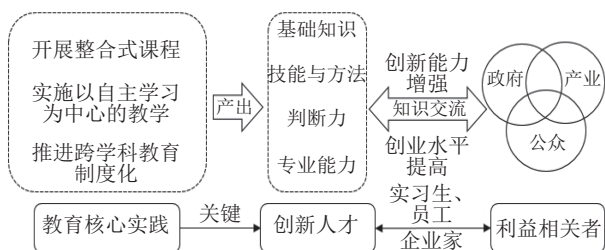


图3 麻省理工学院教育体系加强知识交流的实践路径

者对话预判学生的学习成果,并将这些成果的任务分配给学科课程和项目,让知识学习和技能培养贯穿始终。整合式课程强调与利益相关者合作,引导他们参与讨论,重点解决必要知识和技能的筛选问题。许多授课教师在一个或多个跨学科中心、实验室和研究所从事科研工作,积极接触科研前沿、及时了解社会最新问题和需求,在参与课程的设计时,能实现不同课程的功能有效衔接和课程内容不断更新完善。麻省理工学院还注重将基础知识与专业技能相结合,如斯隆管理学院(Sloan School of Management)提供的课程将学科导向和问题导向相结合,促进学生理解理论,提升实践能力。

### 2. 实施以学习为中心教学,培养学生自主学习能力

以学习为中心的教学通过开展与预期学习结果相匹配的教学和评估方法,采用体验式和数字化的学习方式,加深学生的知识理解,提高自学能力和自我效能。麻省理工学院的逆向课程设计确保评估和教学体验与预期学习结果一致,并开展翻转课堂等新型教学,培养学生自我控制和自我学习能力。这使得课堂时间可以用于高效率的互动和沟通。学生从被动知识接收变为主动学习,增强了课堂参与程度和体验感,促进对知识的深入理解。除了线下课程和实践教学,麻省理工学院还通过在线课程、edX<sup>④</sup>等数字化平台扩大学生学习范围,提高教育时效。学生可以快速访问数字资源,及时解决实践中遇到的问题。线下与线上结合的混合学习模式提高了教育的灵活性和效率。

### 3. 推进跨学科教育制度化,培养复合型人才

麻省理工学院通过提供学术会议、在线讲座、前沿课程、期刊和专利数据库等方式促进教职员工获取新知识并将其转化为新的模块纳入教学课

程,使这些新模块可以及时成长为新的课程甚至项目。新的知识往往具有跨学科属性,麻省理工学院通过建设新的计算机学院、提供多样化的跨学科学位、开设跨学科课程和项目等开展持续的跨学科教育和知识交流。基于新知识形成的新课程建设制度化才能满足利益相关者对大学人才的新需求。麻省理工学院通过本科生和研究生课程委员会完善各学院对新课程的资源投入和内容更新机制,使新课程逐渐制度化,并成为公认的新科目。

### (二) 科研体系促进知识交流的实践路径

大学科研的目标是在知识前沿有新发现,这些发现可能成为影响知识交流的工具。麻省理工学院科研体系加强知识交流的实践主要表现为:平衡基础研究的两端、开展学科内外合作研究、激励学生参与科研。这三种实践能够产生真理、理论、知识体系、数据模型、分析预测等并成为知识交流的主要内容。这些发现通过内外部讨论或人员交流、出版物发表、开展联合项目等促进政府、产业及公共机构等利益相关者吸收和转化(见图4)。

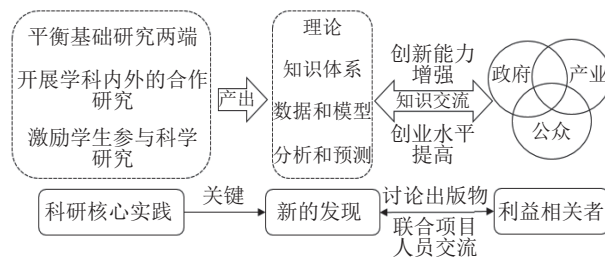


图4 麻省理工学院科研体系加强知识交流的实践路径

### 1. 平衡基础研究的两端,产出有影响力的成果

唐纳德·斯托克斯(Donald Stokes)提出的二维研究模型认为基础研究可以由好奇心驱动,也可以由应用导向驱动(司托克斯,1999)。前者是玻尔象限,注重长期影响;后者是巴斯德象限,强调短期社会需求。好奇心驱动和应用导向锚定了基础研究的两端。为了满足利益相关者的现实需求,麻省理工学院通过与基金会、非营利组织、产业部门等合作,引导科研人员开展应用导向的基础研究,但也给予他们自由选择基础研究方向的权利,在基础研究两端之间寻求平衡。对于从事应用导向基础研究的科研人员,麻省理工学院要求他们将研究兴趣

和广泛的需求匹配,并通过大学内部战略规划、资助项目以及直接与产业、政府和公共机构沟通等加以识别。科研人员与外部利益相关者的沟通也有助于他们更好地理解大学从玻尔象限到巴斯德象限开展的基础研究,满足其投资预期并制定更加合理的政策,进而认识到大学在不同基础研究方向上产出的理论及应用成果的价值和影响。

## 2. 整合知识与方法,开展跨学科合作研究

单一学科很难解决现实面临的复杂问题,这就需要系统整合跨学科的知识与方法。合作研究可以将不同理论和方法的学者相互联结,在学科边界取得突破性发现。跨学科合作的基础是大学和科研人员在不同学科领域的知识、研究设备、数据库和资金的显性或隐性互补,目的是解决学科边界上的前沿或现实问题。跨学科合作研究的跨度越大,遇到的困难就越多。这些问题一方面来自研究工作本身,它需要合作双方在预期结果、资源分配、学术标准、知识产权归属、合作终止条件等方面达成协议;另一方面来自地理位置、大学文化、激励约束和监管机制等因素的影响,它需要双方频繁互动和交流,建立长期的信任关系。为了在多样化团队中高效工作和缓解合作的困难,麻省理工学院鼓励科研人员公开发表论文、发布研究数据,并积极参与开放科学和开源社区,提高他们对研究结果的期望;通过定期举办学术会议、研讨会和讲座等促进科研人员与其他大学和机构的人员密切交流。

## 3. 提供科研机会,激励学生积极实践

与其他知识生产机构相比,大学的竞争优势在于学生资源。学生掌握新兴领域的知识,是推动研究的不竭动力。大学要积极促进学生参加科学研究,成为知识交流的媒介。这首先需要推动学生理解独立或联合研究的重要性。麻省理工学院学科导向和问题导向的课程设计帮助学生理解现实和课堂学习的相关性,并应用课程知识加深对基础知识和技能的掌握,提高自我效能。当学生在科学研究中有所发现或接触最新研究成果时,他们的职业生涯规划可能变得更加清晰。其次,麻省理工学院为学生提供参与研究的机会,涉及准备和规划研究计划、设计研究框架、参与科学实验过程、分析数据以及开展书面和口头报告。最后,研究项目的导

师为学生提供有意义的指导和监督,判断学生研究项目是否有创新价值,包括理论价值和实践价值,前者可以由教师与同行学者开展评估,后者可以通过与创新顾问联合评估。创新顾问是与研究相关的行业工作人员或合作伙伴。麻省理工学院的学生、研究导师和外部创新顾问的交流合作创造了一条评估和应用研究成果的途径。

## (三) 创业体系促进知识交流的实践路径

大学创业的目标是有效地提升大学的创造能力,并与利益相关者进行交流,促进新产品、服务和系统的开发。麻省理工学院创业体系加强知识交流,主要通过提高知识发现和创造的成熟度、强化与合作伙伴的非正式对话和正式协商以及开展基于学术的创业知识交流。这三种核心实践将概念和原型、技术与发明以及产品服务等通过知识产权协议、成立初创公司、提供企业咨询服务等促进政府、产业以及公共机构等利益相关者更好地应用大学的发现和创造(见图5)。

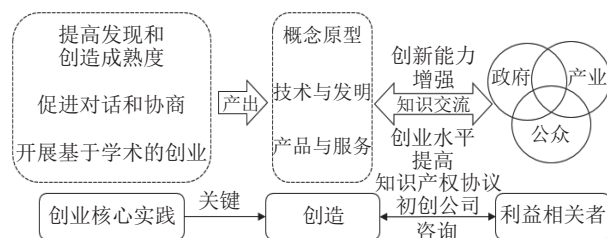


图5 麻省理工学院创业体系加强知识交流的实践路径

## 1. 紧贴社会问题,缩小发明创造的准备差距

将研究发现和创业创造从实验室推向市场的过程,会受大学研究人员低水平实践和合作伙伴高水平现实需求的影响。这种准备差距(readiness gap)一方面是由学术界的激励机制和资助性质决定的,另一方面是企业等合作伙伴规避新技术风险所导致的。麻省理工学院通过技术许可办公室协助科研人员知识产权的申请、市场和商业分析以及概念验证演示(proof-of-concept demonstration, POC),缩小知识发现和创造的准备差距。早期的知识发现和创造是基于基础研究、应用研究或自发形成的,但都指向社会问题的解决。科研人员尝试将这些发现和创造转化为知识产权,并与知识转移部门密切联系。商业评估的难度不低于技术开

发,有效的市场评估需要与经验丰富的市场专家和企业家合作,权衡多种产品、服务与技术方。评估的目的是开发市场进入战略,联系潜在的商业伙伴。概念验证指用简单的方式证明概念、想法或理论的可行性。概念演示一方面使麻省理工学院的发现和创造更加成熟,并有在潜在市场的背景下验证其可行性的机会,另一方面展示核心产品、服务、技术和系统的功能、商业模式的可扩展性和稳定性,有助于提高团队的技能和凝聚力,并将新的发现和创造实现商业化并服务社会。

### 2. 开展多方协作,促进正式和非正式的交流

正式协商与非正式对话的目的是促进利益相关者尝试采纳与创造性运用大学发现的知识。首先,大学与利益相关者需要在战略上达成长期信任和合作共识。大学需主动采取行动,敏锐地感知关键问题,吸引双方人员参与并建立围绕任务或项目的矩阵式小组。其次,利益相关者需要通过大学提供的会议、报告、专利论文等了解大学学术研究和人才培养的最新进展,就可能应用的知识和技术达成相关合作协议,这一过程通常需要专业人员的推动。麻省理工学院工业联络计划联络员在推动正式交流中起着重要作用。他们具有高科技专业背景和商业经验,可以在大学和利益相关者内部开展深入交流,加速多方知识和技术的分享并促进达成正式的交易。正式合作包括签订知识产权协议,交易有形研究资产(如图纸、软件和电路芯片)以及利益相关者为大学科研和创业提供的资助。虽然正式合作带来了协议数量和短期利益的增加,但过于关注这些方面可能会使利益相关者关系变得复杂。麻省理工学院利用校友网络平台促进学者与利益相关者之间进行非利益性的交流沟通。非正式互动能增进双方理解,为传播知识、科学研究和创新创业成果提供更多形式,避免科研人员过度参与商业化活动的影响。

### 3. 以大学为依托,积极开展学术创业

学术创业(academic entrepreneurship, AE)是在学术机构内外创建新的组织以便实施研究与技术商业化的过程(郟海霞等, 2020; 王成军等, 2020)。大学可以通过创建项目和激励机制,激发学生的创业兴趣,发展创业知识和技能。为了使创业者掌握

成功的创业模式,麻省理工学院建立了完整的创业生态,包括教授完整的创业课程,提供学术创业平台、创业孵化器、设备、资金以及创业网络等的支持。麻省理工学院学术创业的基础是接受新思想和跨学科教育、从事科研的学生与导师密切合作,拥有有形的研究资产或知识产权,深入理解新发现和创造的技术和市场。机械、电子、化学和生物开发等资本密集型创业,在实现商业化上有复杂的市场路径。麻省理工学院除了提供校内孵化空间、设备和种子基金等支持,还与其他大学和科研机构开展合作以获得更多资金和专用设备的支持。此外,麻省理工学院还通过赞助创业网络的召集人、提供场地、鼓励师生参与支持这些网络。创业网络通过正式和非正式的方式促进创业者交流,分享想法、新发现、商业资源,甚至达成交易。

#### (四)促进知识交流的实践总结

麻省理工学院教育—科研—创业三螺旋创新实践(见图6)促进了创新人才培养、科研成果发现和创业创造应用,加速了与利益相关者的知识交流。教育—科研—创业三螺旋创新体系与利益相关者知识交流的实践路径表现出阶段性特征:第一阶段是发现利益相关者需求,表现为:在教育子系统设计整合式课程,科研子系统引导应用导向的基础研究,创业子系统开展正式与非正式交流等;第二阶段是内部调整完善,表现为:在教育子系统实施以学生为中心的教学,科研子系统开展跨学科合作研究

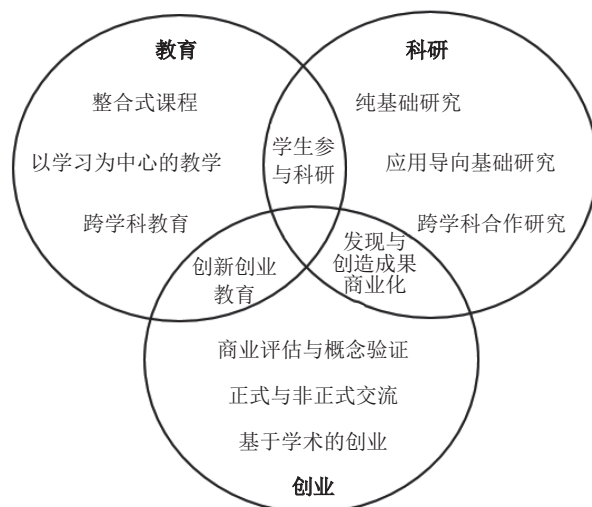


图6 教育—科研—创业加强知识交流实践路径



究,创业子系统开展知识产权申请、商业评估与概念验证等;第三阶段是与利益相关者协同解决复杂问题。各子系统第二阶段的核心产出有利于与利益相关者进行知识交流,满足其现实需求。在三个阶段的循环往复中,麻省理工学院及其利益相关者不断从多方互动的知识交流中获益,最终推动经济社会持续发展。

## 五、思考和建议

(一)改革课程设计与教学模式,优化评估内容与方式

麻省理工学院的 CDIO 教育模式和逆向课程设计建立在充分考虑利益相关者诉求的基础上。教育者将这些诉求融入已有课程或开设新的课程,学生通过课程委员会等参与课程开发与完善,这种“自上而下”与“自下而上”相结合的方式使得课程内容与时俱进。参与课程实施的教师,在课程计划实施前,要接受专业培训和指导并参与课程开发。多方知识交流的课程设计需要大学搭建与业内专家、企业高管等沟通交流的平台,帮助学校更好地掌握行业发展趋势和技术要求,调整课程设置,提高课程质量和实用性。

受前苏联模式全方位的、深远的影响(王成军等,2002),我国课堂教学仍将知识看作客观主体,学生只能被动接受,这一方面降低了学生的学习兴趣,另一方面很难评价学生的学习情况和能力水平。麻省理工学院的教育评价模式为我国课程教学方法与评价改革提供了借鉴:教学手段强调学生参与和互动,采用小组讨论、案例分析、角色扮演等方式,使学生主动参与课堂教学;教学方式鼓励创新和实践。大学要提高实践课程的比重,通过建立实验室、实训基地、产学研合作等,为学生提供更多实践机会,同时也应在课堂引入最新研究成果、案例和项目等,帮助学生了解行业发展、技术趋势;评估方式要以学生为中心,以学习为导向,利用评估测试、参与项目实践、现场展示等手段强化评估的多样性、全面性和灵活性,注重及时反馈和指导,解决学生遇到的问题。作业是学生完成学习目标重要的评估方式,大概念视角下构建的单元作业目标体系能够引导学生开展自主学习,帮助学生获取

学科核心素养,提高作业设计质量(李学书等,2021),已被许多高校采用。

(二)优化科研环境与管理,完善基础研究保障机制

我国许多高校的基础研究重视论文发表、专利申请,忽视科研成果转化。《2022年中国专利调查报告》显示,我国高校有效专利产业化率不足5%,基础研究转化率低、质效不高的共性问题仍然存在(国家知识产权局,2022)。平衡好奇心驱动和应用导向驱动的基础研究是我国大学实现创新和解决“卡脖子”问题的关键。这需要大学明确科研定位,划分好奇心驱动和应用导向驱动的基础研究比重,确保不同研究领域拥有不同的侧重点;建立更加科学、公正和客观的项目评估和资金分配机制,保障不同类型基础科研人员的稳定收入,提高科研人员的积极性和创造性;应用导向驱动的基础研究,应坚持“应用需求明确、技术突破明显”的准则,确保技术创新和应用开发的最终结果能切实满足利益相关者需求,在开发过程中注重实践和概念验证,不断调整、完善技术和产品;好奇心驱动的基础研究,应强化探索性和创新性。

(三)打破学科边界,培养跨学科思维与合作模式

多学科整合强调集聚不同学科的观点,超学科整合范畴更大,包括跨学科以及学术和非学术知识的统整(Chettiparamb,2007)。跨学科指通过整合不同学科的观点,建构更加综合的观点,以回答或解决由单一学科或专业无法解决的宽泛而复杂的问题(Hargittai,1997)。我国大学各学科之间缺乏有效的沟通和协作,人才培养模式单一,跨学科教育弱,难以适应解决综合性问题的需求。

麻省理工学院通过建立跨学科学院、研究中心、课程和项目等培养学生的跨学科能力,通过提供各种资源、平台促进科研人员开展跨学科合作研究。实践表明,跨学科人才培养、科研合作需要大学及师生多方的努力。大学需要制定、实施跨学科教育和研究政策,包括课程设置、教学方法和研究项目等;设立跨学科学院或跨学科中心,设立跨学科研究基金和购置跨学科实验室设备等,为跨学科教育和研究提供支持 and 协调;提供跨学科教育和研究培训及聘用具有跨学科背景和能力的人员,

建立跨学科教师和科研人员队伍。教师需要更新观念,意识到跨学科教育的重要性;与同学科教师共同设计和实施跨学科课程,增强学生跨学科学习和研究能力;培养学生跨学科思维能力;鼓励学生参加跨学科学术研讨会、竞赛、创新工作坊等,发展跨学科研究能力。

(四)倡导政产学研协同,构建一体化创业服务体系

近年来,教育部逐渐将创新创业教育提升到学校发展战略的高度。但我国高校创新创业教育起步较晚,除个别大学的创业体系相对完善,“结构失衡”“机制失调”“功能不足”等问题依然突出(成希,2020)。这主要体现在创新创业意识不强,能力不足;创业课程种类较少,与专业结合度低;创新创业组织机构定位不明确,创新创业平台缺乏系统的服务衔接。我国要借鉴麻省理工学院创业体系经验,逐步加强和完善创业课程与实践、资金来源、服务机构功能等。

我国大学的发展模式主要由政府主导。政府要针对大学创新创业的不同阶段制定不同的政策支持;为大学创业平台的搭建提供场地、资金、人才等;设立专项基金,提供相关的技术咨询、市场分析和商业计划服务,支持大学与利益相关者开展创业合作项目;成立科技成果转化中介服务机构,引导大学科技成果向市场化方向发展;建立科学客观的评估体系,保证评估结果的公正客观。企业作为社会经济的主体,也是大学开展知识交流的核心利益相关者,可通过多种方式帮助大学建立一体化的创新创业体系:建立创新创业基金,资助学生和教师的创新创业项目,为大学创新创业教育和科研工作提供专业人才;满足科研项目的需求和明确科研方向,共同研发具有前景的技术和产品,提高科研成果的实用性和经济效益;成立创新创业教育中心和实践基地,帮助学生和教师了解市场需求和商业模式;提供投资、市场推广、创业咨询、财务支持、市场营销和人力资源等的服务,提高创新创业项目的成功率和商业化程度。

大学要制定一系列创业政策和战略,包括为学生提供创业课程与实践机会、资金支持、建立完整且多样化的创业服务机构等:在创业教育上,课程设计应包括创业基础知识、商业计划书的撰写和

落实、市场营销、财务管理等内容;在创业实践项目上,定期组织创新创业竞赛和活动,如商业计划比赛、创业沙龙、创业讲座等,激发学生的创意和创业热情;在创业落地阶段,创业指导团队、创业网络、资源库和合作平台要为师生提供与行业专家、投资人对话交流的机会。创业孵化器、创业基金与风险投资机构可以为创业项目提供场地、办公设备、创业贷款、创业保险等资源和服务,帮助学生将创意变为现实,降低创业风险和成本。大学创业服务体系带来的创业文化,会促进大学与利益相关者密切开展知识交流,推动知识转化和技术创新,激发学生和教职员工的创业精神和潜力。

## 六、结语

当前的科技发展日新月异,大学面临着引领区域创新发展的重任。麻省理工学院的全方位精英教育、跨学科开展合作研究以及搭建创业生态体系,推动与政府、产业、公共组织等利益相关者在人才培养、科研发现和创业创造的知识交流,并由此形成以大学促进知识交流为目标的教育—科研—创业三螺旋创新体系,为我国大学如何提升教育和科研水平、完善创业服务提供了新的理论视角和实践借鉴。

在教育—科研—创业三螺旋创新体系中,教育是起点。教师在课程设计、学习能力培养、跨学科教育、课程评估上要改变传统的教学传输思维方式,借助新的技术工具和方法改变应试教育。科研是基础。大学需要重视基础研究,营造良好的学术环境,开展真正的跨学科研究。创业是落地,将研究成果转化为实际的产品、服务与系统。这需要大学、企业、政府多方努力打造适合创业的生态体系。概言之,大学教育—科研—创业三螺旋创新体系的内循环不仅是推动知识交流,也是实现大学带动区域创新,促进经济社会可持续发展的关键。

### [注释]

① 教学、研究、服务社会被普遍认为是现代大学的三大使命。这里的教育是指除了知识传授过程,还要重视人才培养。服务社会本质上指大学通过创业将观念、想法转化为广泛存在的产品、服务和系统,解决社会问题并服务社会群众。

② CDIO 是构思 (Conceive)、设计 (Design)、实施 (Implement)、运作 (Operate) 四个英文单词的缩写, 是一种工程教育实施方案。

③ 图中横坐标代表创业阶段的支持组织, 各组织图标均来自麻省理工学院官网。纵坐标根据创业过程将创业分为若干阶段。每个创业阶段或者过渡阶段都有创业支持组织, 但创业支持组织不只涉及某个特定阶段, 如麻省理工学院的工业联络计划 (ILP) 在商业规划、创立公司和公司发展阶段均起到支持作用。图中所示的组织及其作用在文中均有提及。

④ edX 是麻省理工学院和哈佛大学共同创立的非营利网络教育项目, 旨在提供多个学科的大规模在线公开课。

#### [ 参考文献 ]

[1] 安纳利·萨克森宁(1999). 地区优势——硅谷与 128 公路地区的文化与竞争 [M]. 曹蓬, 杨宇光等译. 上海: 上海远东出版社: 13-20.

[2] 成希(2020). 高校创新创业教育存在的主要问题与生态构建初探 [J]. 武陵学刊, 45 (3): 134-140.

[3] Chettiparamb, A. (2007). Interdisciplinarity: A literature review[R]. Southampton: Interdisciplinary Teaching and Learning Group, University of Southampton: 19.

[4] Crawley, E., Hegarty, J., Edström, K., & Sanchez, J. (2020). Universities as engines of economic development: Making knowledge exchange work[M]. New York: Springer International Publishing: 7-27.

[5] 司托克斯, D. E. (1999). 基础科学与技术创新: 巴斯德象限 [M]. 周春彦, 谷春立译. 北京: 科学出版社: 63.

[6] 董一巍, 殷春平, 李效基, 尤延铨, Jun, Y. (2018). 麻省理工学院创新型人才的培养模式与启示 [J]. 高等教育研究学报, 41 (1): 79-86.

[7] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The triple helix of university-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development[J]. East Review, 14(1): 14-19.

[8] Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2006). Triple Helix twins: Innovation and sustainability[J]. Science and Public Policy, 33(1): 77-83.

[9] 苟鸣瀚, 刘宝存(2023). 美国研究型大学引领区域协同创新的实践与范式转型 [J]. 重庆高教研究, 11 (3): 26-39.

[10] 国家知识产权局(2022). 2022 年中国专利调查报告 [R]. 北京: 国家知识产权局战略规划司, 国家知识产权局知识产权发展研究中心: 14-18.

[11] 韩海波, 刘欢喜, 王斌, 金隼, 徐兵(2022). 大学与区域创新体系建设的协同路径探析 [J]. 研究与发展管理, 34 (6): 167-177.

[12] Hargittai, I. (1997). Handbook of the undergraduate curriculum: A comprehensive guide to purposes, structures, practices, and change[J]. Journal of Chemical Education, 74(5): 493.

[13] Hayter, C. S., Rasmussen, E., & Rooksby, J. H. (2020). Beyond formal university technology transfer: Innovative pathways for knowledge exchange[J]. The Journal of Technology Transfer, 45(1): 1-8.

[14] 亨利·埃兹科维茨(2007). 麻省理工学院与创业科学的兴起

[M]. 王孙禺, 袁本涛等译. 北京: 清华大学出版社: 2.

[15] 黄亚生, 张世伟, 余典范, 王丹(2015). MIT 创新课——麻省理工模式对中国创新创业的启迪 [M]. 北京: 中信出版社: 70.

[16] 黄瑶, 王铭(2018). “三螺旋”到“四螺旋”: 知识生产模式动力机制演变 [J]. 教育发展研究, 38 (1): 69-75.

[17] Hughes, A., & Kitson, M. (2012). Pathways to impact and the strategic role of universities: New evidence on the breadth and depth of university knowledge exchange in the UK and the factors constraining its development[J]. Cambridge Journal of Economics, 36(3): 723-750.

[18] 李学书, 胡军(2021). 大概念单元作业及其方案的设计与反思 [J]. 课程. 教材. 教法, 41 (10): 72-78.

[19] 刘艳杰(2023). 构建新时代大学创新体系——访中国科学院院士、中国石油大学(华东)校长郝芳代表 [N]. 光明日报, 2023-03-13(10).

[20] 陆春萍, 张秀梅(2023). 粤港澳大湾区高校创新创业教育协同发展路径——基于区域创新体系视角 [J]. 中国电化教育, (3): 77-82.

[21] 郗海霞, 李欣旖, 王世斌(2020). 四螺旋创新生态: 研究型大学引导区域协同创新机制探析——以苏黎世联邦理工学院为例 [J]. 高等工程教育研究, (2): 190-196.

[22] Roberts, E. B., Murray, F., & Kim, J. D. (2019). Entrepreneurship and innovation at MIT: Continuing global growth and impact—An updated report[J]. Foundations and Trends in Entrepreneurship, 15(1): 1-55.

[23] Schaeffer, V., Öcalan-Özel, S., & Pénin, J. (2020). The complementarities between formal and informal channels of university-industry knowledge transfer: A longitudinal approach[J]. The Journal of Technology Transfer, 45(1): 31-55.

[24] Sengupta, A., & Rossi, F. (2023). The relationship between universities' funding portfolios and their knowledge exchange profiles: A dynamic capabilities view[J]. Technovation, 121: 102686.

[25] 王成军(2017). “双一流”不妨纳入创业绩效 [N]. 光明日报, 2017-04-25(13).

[26] 王成军, 方军(2020). 知识管理——基于四重螺旋的创新创业研究 [M]. 北京: 社会科学出版社: 91.

[27] 王成军, 王肖肖, 秦素(2018). 麻省理工学院的创业绩效及其管理启示 [J]. 中国发展观察, 12 (24): 68-69.

[28] 王成军, 周志丹, 袁军(2002). 百年中国大学学科改造及现阶段相关问题研究 [J]. 科研管理, 11 (6): 7-12.

[29] 徐小洲, 王劫丹(2021). 英国大学评价新动向: 基于“知识交流框架”的分析 [J]. 高等教育研究, 42 (6): 91-98.

[30] Yusuf, S. (2008). Intermediating knowledge exchange between universities and businesses[J]. Research Policy, 37(8): 1167-1174.

[31] Zhang, Q., Larkin, C., & Lucey, B. M. (2017). Universities, knowledge exchange and policy: A comparative study of Ireland and the UK[J]. Science and Public Policy, 44(2): 174-185.

(编辑: 李学书)

## How Does Triple Helix Innovation System of University's Education-Research-Entrepreneurship Promote Knowledge Exchange?: Based on a Case Study from the Massachusetts Institute of Technology

WANG Chengjun, LI Hui & WANG Jialian

(School of Administration Management, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu 233030, China)

**Abstract:** Knowledge exchange plays a central role in promoting collaboration between universities and stakeholders. Based on university personnel training, scientific and technological innovation, and serving the society, a triple helix innovation system of university education-research-entrepreneurship is constructed to provide a theoretical and analytical framework for discussing how the university system can improve the level of knowledge exchange. The core elements of the educational practice in the triple helix innovation system by Massachusetts Institute of Technology to enhance knowledge exchange are manifested through the integrated courses development, implementation of instruction that promotes self-directed learning, and promotion of the interdisciplinary education across the institution. The goal is to cultivate innovative talents. In research, this triple helix emphasizes the balance of curiosity-driven fundamental research and use-driven fundamental research, facilitating cooperative research inside and outside the discipline, and encouraging students to participate in research. The goal is to discover new theories and methods. In terms of entrepreneurship, closing the gap between outcomes and market readiness, facilitating informal dialogue and formal consultation with partners, and actively promoting academic entrepreneurship. The core is to create new products, services, and systems to meet the needs of the local communities and society. By exploring and studying the practical cases of Massachusetts Institute of Technology and the current situation of knowledge exchange in China's university innovation system, This paper offers suggestions and measures for strengthening knowledge exchange from four aspects: reforming teaching and evaluation mode, optimizing scientific research environment and management, cultivating interdisciplinary thinking and cooperation, and building an integrated entrepreneurial service system.

**Key words:** education-research-entrepreneurship; triple helix innovation system; knowledge exchange; Massachusetts Institute of Technology