

“政产学研用资”融合创新的校友资源 高质量利用研究

付大军, 左粟民, 汤 琪

(北京理工大学经济学院, 北京 100081)

摘要: 随着创新驱动发展战略的推进,校友资源作为重要的社会资本,如何高质量开发和利用已成为学术界和实践界关注的热点问题。基于融合创新理论,构建一个结合“政产学研用资”6大要素的校友资源高质量开发利用理论模型,旨在探索如何通过政策引导和多主体协同,提升校友资源利用效率。进一步,进行学研和产用主体在政策驱动下的演化博弈分析,揭示供给链条与需求链条在环境型链条影响下的策略选择,并通过数值仿真模拟验证理论假设。最后,提出包括政策支撑、校友联结和市场导向3条驱动路径,并对模型长期效应及风险进行讨论,为校友资源高质量利用提供了实践指引,助力经济的可持续发展与社会的全面进步。

关键词: 政产学研用资; 校友资源; 融合创新; 演化博弈模型

中图分类号: C93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)11-0314-11

面对民族复兴全局和世界百年变局,党的二十届三中全会明确提出在教育科技人才领域构建支持全面创新体制机制的战略要求。高校肩负着教育培养高素质人才和科技创新发展的使命。2022年1月26日,由教育部、财政部、国家发展改革委三部委联合印发的《关于深入推进世界一流大学和一流学科建设的若干意见》指出,高校建设要贯彻新发展理念,全力推进“双一流”高质量建设;响应国家战略需求,培养满足国家需要的人才,强化学科的应用型、匹配性,促使学科建设与行业产业、区域发展相契合;加深科技与教育的融汇结合,集中力量开展高层次创新人才培养和联合科研;立足优势,扩大社会合作,积极争取社会资源。因此,高校与产业、地方、政府等多元创新主体之间深层次交互的需求越来越迫切,高校发展对外部资源的需求和依赖性也越来越强。

与其他组织相比,高校拥有独特的社会资本,即校友关系网络。这一社会资本的投资和维护成本低,但其效益和增值十分可观。不仅能够通过校友关系网获得人脉、资金和信息,还能够满足高校通过此渠道和政府、市场、产业等社会资本构建合

作桥梁的需要。校友资源作为高校发展最具亲和力、最具潜力的优质资源,逐渐成为融合创新最为可靠的支持力量。虽然学界和社会认知都已经注意到校友关系网这一重要资源,但是在具体的实践中,各创新主体和校友资源之间的合作受到局限,没能充分发挥这一资源的最大价值。对于校友资源在多元创新主体协同的创新网络中所能发挥的作用和放大效应也鲜有研究。

对于校友资源的开发利用,政、产、学、研、用、资各主体发挥的作用均不可忽视,如何在各主体的交互中充分发挥校友资源的作用,服务国家战略需求,加强应用学科与行业产业、区域发展的对接联动,形成新的发展优势,将是接下来高校工作的重点。本文着力于校友资源高质量开发利用创新性社会建设的重要支撑作用,构建校友资源高质量开发利用的“政产学研用资”融合创新模型,创新地提出“供给型-需求型-环境型”3链条之间的关联与协同作用,并分析要素耦合的融合创新效应。在理论模型的基础上,构建在“政资”外部影响下“学研”和“产用”两主体的演化博弈模型,分析供给型链条和需求型链条在环境型链条影响下的策略选择,并进

收稿日期: 2024-12-16

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(72474026)

作者简介: 付大军(1977—),男,吉林长春人,博士,讲师,研究方向为校企成果转化;通信作者左粟民(1997—),男,北京人,博士研究生,研究方向为数字经济与产业经济;汤琪(1987—),男,江苏南通人,硕士,助理研究员,研究方向为校友资源高质量利用。

行了数值仿真模拟。本文可能的贡献点在于：首先，本文重点探讨了如何高质量开发利用校友资源，特别是服务国家战略需求和促进高校与行业、区域发展的对接中发挥作用，提供了具有现实意义和创新性的研究视角；其次，创新性地构建了校友资源开发利用的“政产学研用资”融合创新模型，展示了各主体之间的交互和协同作用，拓展了现有关于校友资源开发的理论研究；最后，通过构建政资影响下学研与产用双主体的演化博弈模型，分析了供给型链条和需求性链条在环境型链条的影响下的策略选择，并通过数值仿真模拟验证了模型的实际应用效果，为高质量开发利用校友资源提供了经验证据。

1 文献综述

1.1 “政产学研用资”协同创新相关文献综述

“政产学研用资”协同创新是指政府、企业、高校、研究机构、应用场景和资本资源等多主体通过共享优质资源、取长补短的方式进行融合协作与创新发展的机制。通过对文献梳理，将当下有关“政产学研用”协同创新方面的研究大致分为两大类，一类集中在对于“政产学研用”协同创新模式的构建，另一类是“政产学研用”协同创新模式的应用。

“政产学”三螺旋模式最早由 Leydesdorff 和 Etzkowitz^[1]在 1995 年提出，来探究政府、产业、大学三者间的联系与驱动关系。随着协同创新领域研究的不断加深，三螺旋模式难以适应不断增多的主体研究。Klofsten 和 Scheele^[2]、Hannibal^[3]对“产学研”协同创新模式进行分类，根据高校科研人员参与商业化的程度，分为传统学术型、传统混合型、企业家混合型和企业家型。吴卫红等^[4]梳理了“政产学”三螺旋理论的发展历程，并加入机构、应用场景和资本部门，构建“政产学研用资”三螺旋模式，对其主体、构成和协同创新机理进行分析研究。通过借鉴上述“政产学”三螺旋创新模型，熊鸿军和曹如中^[5]基于知识扩散与知识流动的理论基础，构建了“政产学研用”合作创新网络的知识溢出模型，并对“政产学研用”合作创新网络中的知识创新主体概念进行了界定，探究影响“政产学研用”合作创新网络的因素和内在机理。

在“政产学研用”协同创新的不断发展中，有的学者将视角聚焦于其在实践应用方面，针对不同的应用方向，构建新的“政产学研用”协同创新模式。孙红军等^[6]以东方美谷为案例，揭示了新兴“政产学

研”协同创新网络演化的 4 个基本特征，即协同创新网络的自发性、协同创新网络的动态性、协同创新网络的共生性、协同创新网络的自增益性。燕楠和田丽^[7]通过对“政产学研用”协同创新模式主体及其之间角色联系的梳理，分析在此视角下应用型人才培养现状并提出未来应对措施。杨阳等^[8]探究了面向区域产业发展需求下的政产学研用协同创新模式，以苏州纳米科技为例，对战略协同机制的构建、人事管理和考核评价机制的完善以及人才培养机制的建立健全进行阐述，并提出协同创新模式最终落脚点是服务国家和区域的重大需求。刘永生等^[9]针对智能制造专业方向，提出构建“政产学研用”融合创新创业教育体系，是“政产学研用”多主体融合理论在教育体系建设的应用。

1.2 校友资源相关文献综述

贺美英等^[10]从“资源”的角度来认识校友问题，首次给出“校友资源”的定义，认为这一资源是以校友自身为主体所拥有的多种资源的总和，如其本身所拥有的人才资源的价值、信息价值、文化价值、财物价值以及社会层面辐射力等。后续文献主要从两个方面来研究校友资源，一方面是校友资源能够发挥的具体价值，另一方面是研究怎样充分发挥校友资源的价值。

关于校友资源的具体价值，之前已经有针对校友资源价值的广义研究，肯定了其重要价值，还在这基础上明确了开发利用校友资源的重要意义。虞惠和唐恒^[11]认为校友资源是开展大学技术转移活动的重要社会资本，大学应结合实际情况，全面系统地认识这些校友资源因素及其相互关系，合理配置校友资源，聚焦关键因素的管理，使各层级的校友资源因素对大学技术转移绩效的贡献实现最大化。邵哲和庄芳丽^[12]提出校友资源对大学生就业有着积极的作用，它能够为大学生提供就业信息与岗位，并切实提高大学生就业能力。杨飞^[13]通过分析优秀校友资源在学识、社会贡献度等方面的优势，提出优秀校友资源能为大学生提供榜样示范、职业示范引领作用，有利于加强高校学生的思政教育工作。

关于如何对校友资源进行开发利用的研究集中在两个方面。一方面是校友工作机构的建立。肖家杰^[14]认为健全的校友工作组织机构和相关制度是构建大学与校友的良性互动关系，实现其社会价值的有效支撑与保障，应该立足中国实际并结合本校的实际情况，逐步建立起独立运作、多层次、多

样化的组织网络体系。刘晓晨和董伊蕾^[15]通过研究校友资源中蕴涵的教育成分及其在实际教育工作中发挥的促进作用,创新地提出将高校育人工作与利用校友资源相结合,要建立并充实校友育人工作队伍;要深入挖掘校友资源,建立校友资源育人的长效机制;要建立校友育人工作载体,形成多角度立体化育人体系。冒巍巍等^[16]分析了高校地方研究院建设中校友资源开发利用的可行性,提出校友资源是地方研究院建设的重要支持来源,建议要加强校友服务,发展共同体,加强校友资源网络建设,推动意见领袖校友作用发挥。

1.3 “政产学研用资”与校友资源开发利用关联文献综述

在“政产学研用资”与校友资源利用的相关文献研究中,吴笑韬^[17]通过比较分析国内外开发利用校友资源的现状,以及分析中国校友资源的历史发展进程,认为要实现对校友资源更有效及更可持续的开发和利用,高校必须重视校友资源开发利用的“第三维度”,发挥校友的教育评价及反馈作用。李秉强等^[18]通过动态演化博弈模型证明对校友资源的利用可以通过校友捐赠的途径推动高校科研水平发展。冒巍巍等^[19]指出学校和校友企业可以形成培养人才与吸纳人才的良性循环,从供需双方的匹配角度展开产学研合作的相关互动。王靖宇等^[20]通过双重差分模型检验了校友关系对产学研合作的提升作用,发现高管的校友关系在社会性资本的基础上有助于学研机构向企业进行比较充分的隐性知识传播,从而有助于推动产学研合作创新水平的提高。陈锦帛^[21]在之前研究的基础上以武汉大学与小米公司的合作为例,提出开发利用校友资源的新途径,即高校可以校友会为平台,建立校友企业的产学研合作长效机制。冒巍巍和陈方玺^[22]在高校产学研协同创新视角下,探究校友资源开发情况,针对社会资本视域中的校友资源分析其地位、价值、作用,并构建产学研协同创新中校友资源开发分析模型。随着“产学研”模式不能满足逐步增加的多主体协同,“政产学研用”模式进入研究视野。王凯和陈茜^[23]在校友推动的“政产学研用”研究生培养模式的研究中,以 ESG 研究院为案例,分析校友资源如何推动“政产学研用”研究生协同培养模式发展并提出具体实施策略。王溥和胡方园^[24]则提出以校友为基础的产学研协作模式,基于校友影响的协作方法,加强学术界和产业界的伙伴关系。

1.4 文献评述

“政产学研用资”相关的理论发展从最初的“政产学”或“产学研”3个主体模式探究产业、高校与政府或研究机构相互融合协作,到政府、社会资本及用户等多个要素的融合介入。随着技术发展和创新形态演变以及协同主体的不断增加,“政产学研用”协同创新模式进入研究者视角,应用场景作为需求导向的接收者地位上升,被纳入多元主体协同创新的模式中。在此基础上,经济与科技的飞速发展,使得社会资本得到一定的积累。当下学者开始在社会资本视域下进行探究,资本作为资金供给的角色也逐渐被大家重视,“政产学研用资”协同创新模式应运而生,作为新的视角来解决当下问题。高校作为人才库、创新源和知识库,如何在“政产学研用资”融合创新背景下发挥新的作用,成为创新2.0形态下高校下一步工作的重点。校友资源作为高校发展最具亲和力、最具潜力的优质资源,势必要成为促进“政产学研用资”一体化的重要支持力量。现有文献对校友资源的研究一般集中在对其意义和价值的研究上,并在此基础上针对性地提出了相关挖掘和利用政策建议。虽然已有学者开展了对产学研合作与校友资源结合的研究,但其视角多从“产学研”三者主体视角出发,探究校友资源的作用与地位。极少数学者关注到“政产学研用资”多元主体协同创新视角下的校友资源开发利用问题。在融合创新、科创融合的新形势下,政、产、学、研、用、资各主体发挥的作用均不可忽视,因此,如何在各要素的交互中充分发挥校友资源的作用,将是接下来研究的重点。

2 理论模型构建及作用效应分析

2.1 推动校友资源高质量利用的“政产学研用资”融合创新模型

基于传统的比较优势理论,Porter^[25]在其1990年所出版的《国家竞争优势》中首次提出“钻石模型”。“钻石模型”是一个双向强化的动态系统,系统中各要素内部之间在产业竞争优势的提升过程中,具有相互影响的互动关系,这导致任何一个要素变动都会对产业竞争力产生影响,只是会有直接影响或间接影响的区别。在当今融合创新,钻石模型的特性和分析方式能够更高效地解决问题。因此,本文在构建“政产学研用资”融合创新的校友资源高质量开发利用模型时借鉴于此,构建高质量开发利用校友资源的“政产学研用资”融合创新模型(图1)。

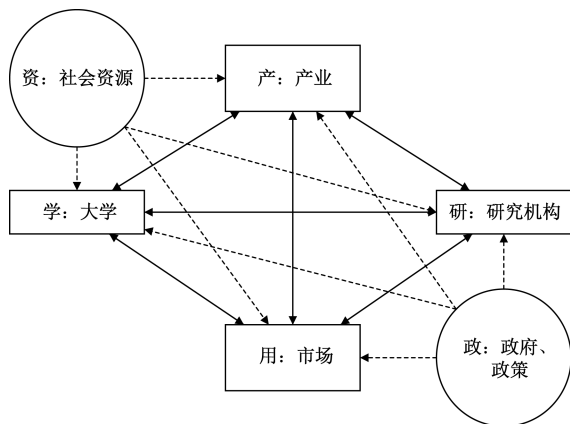


图1 “政产学研用资”融合创新模型

“政产学研用资”融合创新模型由4个基本要素和两个辅助要素组成。其中，“产”“学”“研”“用”作为基本要素，依据不同职能直接作用于创新体系运转；而“政”和“资”作为外部辅助要素，通过自身特性影响创新体系运转的效果。

“学研”指“大学”和“研究机构”，是模型运转联动的基础要素。大学和研究机构是人才培养与科学研究的重要承担者，充当了模型中的最基础创新角色，输出人才，产出科技成果，直接驱动了创新进程。可以说，人才输出和科研成果产出并肩成为“学研”背后更聚焦、更深层的释义延展，也是“学研”成为基础要素的根本动因所在。

“产”指“产业”，是模型创新体系中的核心要素。产业对于技术成果而言具有双重意义，因为技术创新成果由产业所生产，并且又将以商业化、市场化的形式运用在产业中，有着多重层面的联结功能：一是能够协调“学”和“研”之间的创新；二是能够及时、准确地将市场的需求信息反馈给模型中的其他创新主体；三是产业与社会资本互动最为密切，有便利的资本进入与产出的特点。因此，产业在协同创新系统中处于核心地位。

“用”一般指“用户”。用户是典型的需求主体，创新成果商业转化后最基础的体验者。实际上，在既往研究中，“产用”都更偏向于应用主体，区别在于“产”是集群、“用”是个体，“产”是上游、“用”是下游，“产”承担着生产者的核心作用，而“用”则更多是应用者的反馈和体验。在本文模型创新体系中，“用”将更广泛地定义为市场，是产业的下游，是创新成果商业化、社会化的体现，具有重要的双向需求传导作用。

“政”指“政府”，在模型创新体系运转中，起到

至关重要的指导、支持和协调作用。政府利用政策导向来约束各要素的行为，协调各要素之间的关系，使组织结构内的各个协同创新要素间能够有效沟通。

“资”在既往研究中则一般指“资金或资本”，但是知识社会的创新2.0形态下，资本早已不是强化创新、推动高质量发展的唯一“硬支撑”，智力、人力、信息、衍生关系等综合资源的重要性日益凸显。因此，在本文模型构建中，“资”有更为广泛的释义，即融合资本、智力、人力、信息、衍生关系的社会资源。

2.2 基于“供给型-需求型-环境型”的链式结构关系分析

融合创新模型中的各个要素依据自身特性可以组合形成3个彼此独立又相互联系的子创新系统。

2.2.1 供给型链条——学研

供给型链条由大学和研究机构组成，是校友资源输出的主体。大学和研究机构培养的人才，步入社会成为校友。校友资源的高质量开发，溯源而言，实际上是人才的高质量培养与输出。当前社会，对人才的要求日趋提升。目前应用人才培养供给侧结构性矛盾表现为：一方面，科技变革加速演进，经济产业结构转型升级速度不断加快，对关键核心技术攻坚人才的需求日益紧迫；另一方面，传统的人才培养模式与产业结合度不高，人才梯度不明显，在产业应用端仍面临数量不足、质量不高、契合不够的问题。解决人才供需结构性矛盾，打造高质量发展新引擎，就必须要避免人才“供给-需求”结构性失衡，强调大学、研究机构和产业的高度协同，真正实现产教融合。

2.2.2 需求型链条——产用

需求型链条由产业和市场组成，是校友资源应用与转换的主要场景。校友作为一种经济发展的重要主体和生产要素，在产业、市场和区域经济结构端蕴含着巨大的潜在动能。在这一链条中，产业作为生产端，校友资源可以通过创新、投资、技术引入等方式直接参与，推动产业结构优化和技术升级；而市场则作为需求端，校友通过消费、创业和商业合作等行为进一步激发市场活力，创造新的经济增长点。校友不仅是产业和市场中的参与者，更是经济发展的重要驱动力和核心生产要素。他们凭借个人的资源积累、行业经验和社会资本，在产业链和市场结构中蕴含着巨大的潜在动能，能够通过

技术创新、资本注入和管理优化等多种途径,带动区域经济实现高质量发展。

2.2.3 环境型链条——政资

环境型链条由政府和社会资源组成,是校友资源的重要外部影响因素。校友资源本身就是一种社会资源,它不但代表了校友本身所蕴含的财力、物力、信息和技术等资源的总和,还包含了基于校友社会关系所衍生的关系网络、社会影响力等复合资源,这也决定了校友资源的开发利用,不仅受校友本身的影响,更受到校友所处社会网络的影响。因此国内各大高校积极寻求与地方政府合作推动校友资源的开发利用,通过校友经济为地方经济发展提供新的资源和动能。

2.3 融合创新效应分析

融合创新是指通过创新要素的创造性融合实现互补匹配,从而使创新系统发生质的飞跃,形成可复制、不断超越的创新能力和核心竞争力。“政产学研用资”融合创新模型以人才输出和科研成果产出为基础、以应用场景需求为中心、以价值提升为导向,且更加凸显政府和社会资源在开放创新平台搭建和运转中的引导、协调和支撑的作用,是对产学研结合在实践上的又一次深化。

2.3.1 创新溢出效应

创新溢出实质上就是创新过程中的外部性效果。“政产学研用资”融合创新模型中,大学、研究机构与产业之间的协同互动,能够直接产出和放大创新溢出效应。大学和研究机构的主要目标是將前沿的科学技术成果推向市场,从而实现以科技促进产业发展的效果,并由此获取继续研发的资本;而整个行业成长的原动力正是通过前沿科技,推动产品升级换代,实现对产业和市场的颠覆性革新,从而获得市场竞争优势。

创新溢出效应作用于校友资源的高质量开发利用。一是可以强化人才在创新溢出效应中的核心作用。溢出效应主要是通过人与人之间的交流、学习、模仿等活动来扩散和传导的。所以,校友在创新溢出效应正外部性的发生和强化过程中起着核心作用。二是解决创新外溢的空间距离问题。Jaffe^[26]指出创新的空间溢出和地理距离之间存在着正相关,创新的空间溢出越突出,那么就可以推断出区域的空间距离越近。创新外溢会受到地理空间距离的限制。但是应用在校友资源上,却恰好能够一定程度解决空间距离的问题,因为校友本身具有天然的学缘性联结。

2.3.2 产业载体效应

产业载体是指支撑维持某一产业形成、存在和发展的各种物质条件和文化条件。“政产学研用资”融合创新模型中,产业和市场代表着创新活动的主要应用场景,既联动大学和研究机构,实现人才应用和技术转化,又面向社会网络,输出经济价值。以产业为核心的各要素资源集成,形成要素集群,推动产业集聚,实现产业载体效应,主要体现在:一是优化产业和市场之间的互通关联,促进产业上下游的资源重整,形成互补;二是强化政府的协调作用,促进多个产业相关要素间结构优化,形成配套延展;三是促进多个应用场景领域拓展,衍生新兴产业和资源优势。

产业载体效应作用于校友资源的高质量开发利用。一是提升资源聚集的倍数效应,打造校友产业集群。不仅可以扩大现有的资源倍数,更可以衍生出新的资源优势,真正实现可持续的开发利用。二是源于高校的校友文化联结。产业的形成与发展不仅需要物质条件,也需要文化认同,才能打造产业集群良性发展的“软环境”。校友企业之间除了基于市场发展的共同认知,更重要的是源于学校的共同价值取向和精神联结。校友文化是一种在观念上大学-校友双方达成的共识,这种共识被校友共同认可并且在实施的行为中也共同遵循,并在校友企业发展和校友资源聚集的过程中形成一股向心力和凝聚力,实现文化趋同。

2.3.3 价值增值效应

价值链(value chain)是指企业进行的一系列符合特定模式的活动。“政产学研用资”融合创新模型中,产业是价值衍生的主体,市场和社会资源则是价值增值体现的主要场景,政府在其中有重要的协调作用。它们既能直接反映创新价值在市场和终端的体现,也能够通过“政府和市场”“宏观和微观”调节实现创新价值的增值。这种增值效应不仅在于知识和技术本身的创新溢出价值,更在于市场价值和用户价值的提升。

价值增值效应应用在校友资源的高质量开发利用上,同样有着自身的发展优势。校友资源蕴藏着高水平人才库、实力雄厚的校友财富和卓越的校友文化等,这一资源被高校运用可直接或间接地转化为融资功能、信息功能等,利用校友的关系网还可以使学校在资金、技术、思想、知识等方面吸收新鲜能量,并且这一能量会随着高校的发展源源不断地供给,为高校竞争提供坚实力量。校友资源的利

用由一开始的单纯依靠校友捐赠逐渐转变成成为多形式的资源利用,并且最终演变成为一种可持续开展的经济活动——校友经济,这是将校友资源价值最大化的有效途径。

2.3.4 协同效应

协同理论通过丰富的类比和严密的研究,阐述了所有自然体系和社会体系由无序向有序的发展,都是构成体系的各种要素彼此相互作用和协调一致的结果。“政产学研用资”融合创新模式中,各要素之间彼此相互协同,产生不同的协同行为,形成一个独特的组织关系。在这种复杂的组织关系中,组织协同是保证模型内部协同稳定的关键。大学、研究机构与产业之间的协同关系,产业与市场之间的协同关系,政府、社会资源与其他要素之间的协同关系,共同支撑实现了组织结构有序与无序之间的动态平衡。

校友资源同样具有组织依赖性。校友资源的高质量开发利用不仅需要各链条之间的相互作用,更需要整体组织结构的协同运转,实现模型结构有序与无序之间的动态平衡,从而提升校友资源开发利用的效率。首先,融合创新模型结构应当保持非平衡的开放流动状态。其次,组织结构、信息渠道、环境变化、政策等因素并不是单向关系,每一个要素都直接影响到其他因素对于管理效率的作用程度,这是一个相互交融相互促进的过程。模型结构应当将内部要素相结合,加强要素之间的联系,共同作用于管理效率的提升。同时,外部环境正在快速变化,组织内部的调整与完善速度永远跟不上环境变化的速度,社会环境的变化会给组织结构的发展形成外部压力。为了应对外部环境的变化,组织结构应当将外部环境压力变为动力,主动进行组织内部要素或者结构的调整以适应环境变化。

3 基于理论模型的演化博弈分析

为进一步证明前文提出的“政产学研用资”融合创新模型理论的合理性,基于演化博弈理论,构建双主体演化博弈模型,基于“政产学研用资”融合创新模型的“供给型-需求型-环境型”的链式结构关系,将学研作为校友资源的输出主体,产用作为校友资源的应用主体,深入分析学研和产用在校友资源转化中的互动关系及其策略选择。此外,进一步引入政资作为外部因素,考察这些因素如何通过政策激励、资金支持等途径影响博弈的演化过程,促进产学研的协同发展。

3.1 演化博弈模型的基本设定及收益函数

3.1.1 模型基本设定

(1) 输出主体(学研):包括大学和研究机构,它们在培养人才和推动科学研究方面发挥着核心作用。大学通过课程设置和科研项目,培养了一批批专业人才,他们的成功不仅提升了学校的声誉,也形成了广泛的校友网络。同时,研究机构通过进行前沿研究,贡献了大量的创新成果和技术,进一步丰富了校友的专业背景和人脉资源。

输出主体可以采取的策略包括:合作(C):积极提供资源和支持校友网络;不合作(D):保留资源或不参与。合作(C)策略中,输出主体积极提供资源并支持校友网络,旨在增强校友之间的联系和互动。这种策略通常包括组织定期的校友活动,如聚会、论坛和讲座,鼓励校友分享他们的经验和专业知识。

相对而言,不合作(D)策略则意味着输出主体选择保留资源,可能出于对资源的谨慎管理、对校友需求的低估或战略目标的不一致。这种策略可能表现为不组织校友活动,甚至对校友网络的建设缺乏投入,导致信息和资源的孤立和滞留。

(2) 应用主体(产用):包括产业和市场,负责吸纳和利用校友资源。产业和市场不仅关注校友所带来的知识和技能,还重视他们在行业内建立的人脉网络。通过吸引校友进入企业或参与项目,产业和市场能够获得创新思维和最新的行业动态,从而提升自身的竞争力。

应用主体可以采取的策略包括:合作(C):积极利用校友资源,支持产学研合作;不合作(D):忽视校友资源。在合作(C)策略中,应用主体积极利用校友资源,这种策略体现为企业与高校和研究机构建立紧密的联系,鼓励校友参与研发项目、技术转移和创新活动。通过组织跨界交流会、创新大赛或联合研究计划,企业不仅能够获得校友的专业知识和实践经验,还能借助他们在行业内的影响力和人脉资源,推动产品的市场化和技术的商业化。

相对而言,不合作(D)策略则意味着应用主体选择忽视校友资源,可能出于对校友价值的低估或短期利益的追求。这种策略通常表现为不主动联系校友,或对他们的职业发展缺乏关注。这种选择可能导致企业错失与优秀人才和新思维的接触机会,限制了创新的来源和业务的拓展。

(3) 外部环境影响政府和社会资源(政资):政府提供政策和资金支持,社会资源提供声誉和网络

效应。这些因素作为外部参数,影响学研和产用的博弈收益。政府政策包括税收减免、研发补贴和创新项目资助,旨在激励企业和研究机构加大投资力度,促进科技创新和人才培养。与此同时,社会资源也在这一过程中扮演着关键角色,主要体现在声誉和网络效应方面。企业和学术机构在社会上的声誉能够吸引更多的合作伙伴和人才,形成良性循环。

3.1.2 各主体的收益函数

(1)学研收益函数 π_L 。学研的收益函数取决于学研自身的策略(合作或不合作)、产用的策略,以及外部环境的影响,可以表示为

$$\pi_L(x_L, x_R, E) = x_L[x_R(a_L + E) + (1 - x_R)(b_L + E)] + (1 - x_L)c_L \quad (1)$$

式中: x_L 为学研选择合作的概率; x_R 为产用选择合作的概率; E 为外部环境的影响,如政府和社会资源支持的强度; a_L 为学研在自身和产用都选择合作时获得的基础收益; b_L 为学研合作但产用不合作时获得的基础收益; c_L 为学研在不合作时获得的基础收益,此时外部环境对学研没有影响。

(2)产用收益函数 π_R 。产用的收益函数取决于产用自身的策略(合作或不合作)、学研的策略以及外部环境的影响,可以表示为

$$\pi_R(x_R, x_L, E) = x_R[x_L(a_R + E) + (1 - x_L)(b_R + E)] + (1 - x_R)c_R \quad (2)$$

式中: a_R 为产用在自身和学研都选择合作时获得的基础收益; b_R 为产用合作但学研不合作时获得的基础收益; c_R 为产用在不合作时获得的基础收益,此时外部环境对产用没有影响。

3.2 演化稳定策略求解

3.2.1 博弈矩阵

根据学研和产用两主体的收益函数可以计算出不同情境下两者的收益,并整理成博弈矩阵,见表1。

根据这一博弈矩阵可以看出,当学研和产用都选择合作时,两者均获得最高收益,收益组合为 $(a_L + E, a_R + E)$, 同时收到外部环境 E 的正向影响;当学研选择合作,产用选择不合作时,学研的收益有所降低,产用收益为不合作的基础值,收益组合

为 $(b_L + E, c_R)$;当学研选择不合作,产用选择合作时,学研的收益为不合作的基础值,产用的收益有所降低,收益组合为 $(c_L, b_R + E)$;当双方都选择不合作时,收益最低,此时收益组合为 (c_L, c_R) 。

3.2.2 复制动态方程

演化动态博弈是分析主体如何根据收益的变化调整策略的工具,因而本文模拟学研和产用在不同策略组合下的收益变化。根据前文设定,在多次重复博弈中,学研选择合作的比例为 x_L , 不合作的比例为 $1 - x_L$; 产用选择合作的比例为 x_R , 不合作的比例为 $1 - x_R$ 。基于此,分别构建学研和产用描述策略选择比例变化速度的复制动态方程如下。

1)学研的复制动态方程

学研采取合作策略的平均收益为

$$\pi_L^C = x_R(a_L + E) + (1 - x_R)(b_L + E) \quad (3)$$

学研采取不合作策略的平均收益为

$$\pi_L^D = x_R c_L + (1 - x_R)c_L = c_L \quad (4)$$

学研整体平均收益为

$$\tilde{\pi}_L = x_L \pi_L^C + (1 - x_L) \pi_L^D \quad (5)$$

学研策略演化的复制动态方程为

$$\frac{dx_L}{dt} = x_L(\pi_L^C - \tilde{\pi}_L) \quad (6)$$

2)产用的复制动态方程

产用合作策略的平均收益为

$$\pi_R^C = x_L(a_R + E) + (1 - x_L)(b_R + E) \quad (7)$$

产用采取不合作策略的平均收益为

$$\pi_R^D = x_L c_R + (1 - x_L)c_R = c_R \quad (8)$$

产用整体平均收益为

$$\tilde{\pi}_R = x_R \pi_R^C + (1 - x_R) \pi_R^D \quad (9)$$

产用策略演化的复制动态方程为

$$\frac{dx_R}{dt} = x_R(\pi_R^C - \tilde{\pi}_R) \quad (10)$$

3)均衡点的稳定性分析及数值仿真模拟

根据学研和产用的复制动态方程可以得到整体复制动态系统的雅可比矩阵:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial(\frac{dx_L}{dt})}{\partial x_L} & \frac{\partial(\frac{dx_L}{dt})}{\partial x_R} \\ \frac{\partial(\frac{dx_R}{dt})}{\partial x_L} & \frac{\partial(\frac{dx_R}{dt})}{\partial x_R} \end{bmatrix} \quad (11)$$

接下来计算雅可比矩阵 J 的特征值,如果特征值的实部均为负,则该均衡点是局部稳定的,如果特征值的实部中存在正值,则该均衡点是不稳定的。在计算 J 的特征值之前,首先进行参数设定。

表1 学研和产用双主体博弈矩阵

学研	产用	
	合作(C)	不合作(D)
合作(C)	$(a_L + E, a_R + E)$	$(b_L + E, c_R)$
不合作(D)	$(c_L, b_R + E)$	(c_L, c_R)

基于“政产学研用资”发展现实情况以及利用德尔菲法对“政产学研用资”相关专家调研的结果,对模型参数进行赋值,设定学研合作的基础收益 a_L 为15,学研合作但产用不合作的收益 b_L 为6,学研不合作的收益 c_L 为2;产用合作的基础收益 a_R 为12,产用合作但学研不合作的收益 b_R 为4,产用不合作的收益 c_R 为1;外部环境 E 的影响为8。

根据参数设定,利用 Python 计算了雅可比矩阵 J 不同均衡点的特征值,见表 2。可以看出,全合作均衡的两个特征值的实部均为负,表明该均衡点是局部稳定的,这意味着学研和产用都选择合作的状态是稳定的,即双方都倾向于合作且不易被其他策略所扰动;全不合作均衡的两个特征值的实部均为正,表明该均衡点是不稳定的,这意味着学研和产用都选择不合作的状态是不稳定的,系统容易偏离这个均衡点。即使双方都初始处于不合作状态,也会演化为合作状态;混合均衡的两个特征值一个为负,另一个为正,表明该均衡点是鞍点,这意味着策略组合不会长期维持在学研合作而产用不合作的状态,系统会朝向其他均衡点演化;混合均衡的两个特征值同样是一个为正,一个为负,这表明该均衡点也是鞍点,这意味着产用合作而学研不合作的状态也不稳定,系统会偏离这个均衡点。

在计算雅可比矩阵的特征值之后,继续利用参数设定进行数值仿真,以观察中国学研和产用在政资的外部影响下的策略演化,接下来利用 Python 进行仿真。仿真结果如图 2 所示,其反映了在政资的外部影响下,学研和产用的合作比例随着时间的演化:在初始状态中,学研的合作比例为 0.4,表示在初始阶段,学研对于合作的意愿较低,这主要是因为部分高校和研究机构更关注内部研究活动,产用合作的初始比例为 0.6,反映了产业更倾向于与学研合作,以寻找新的创新驱动动力;在演化过程中,随着时间的推移,学研和产用的合作比例都迅速上升,在政府和社会资源的强力支持下(政资),学研和产用都逐渐增加合作比例,最终趋近于 1,这说明外部环境对学研和产用协同合作的影响非常显著;在稳定阶段,学研和产用的合作比例最终都趋近于 1,

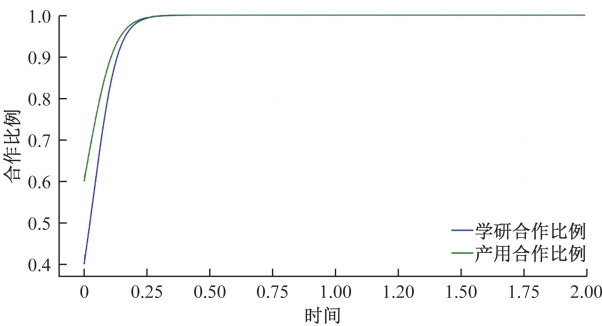


图 2 学研与产用动态博弈演化结果

这意味着在政府和社会的积极推动下,合作已经成为学研与产业间的一种稳定策略选择。这种合作不仅促进了双方资源的整合和优化配置,还为校友资源的有效利用提供了良好的平台。此外,“政产学研用资”的融合发展也在这一过程中得到了进一步的深化,推动了整体创新生态系统的完善和可持续发展。这样的局面不仅提升了各方的合作效益,也为经济和社会的长远发展奠定了坚实的基础。

4 “政产学研用资”融合创新模型的驱动路径、长期效应及风险分析

“政产学研用资”融合创新模型通过整合六大要素,构建了一个多维协同的创新体系。然而,要将这一模型从理论层面转化为实践应用,必须通过有效的驱动路径激发其各要素之间的协同效应,促进资源的高效配置。基于模型的特性和实际需求,本文提出 3 条驱动路径,并对其长期效应及风险进行分析。

4.1 政策支撑路径:构建高效协同的资源整合体系

首先,政府应该深度布局校友资源的专项支持政策体系,不仅限于直接的经济激励,还应包括荣誉表彰、人才引进计划等多元化激励手段,以全面促进校友资源在科技创新、产业升级和社会服务等方面的高效利用。例如,政府可以设立“校友合作创新奖”,对在产学研合作中表现突出的高校、研究机构及其校友企业给予公开表彰和奖励,增强社会各界的参与热情与荣誉感。同时,通过研发补贴、风险投资基金、成果转化奖励等多种形式,精准支持高校与校友企业联手攻克关键技术难题,推动应用型科技创新项目的快速孵化和市场化进程。税收优惠政策的制定也应更加灵活,不仅针对技术研发阶段,也应覆盖到产品推广和初期市场培育,全方位减轻企业负担。专项基金的设立则需注重长期性和稳定性,确保高校与校友资源的深度结合有足够的资金支撑。其次,政府在构建区域性的校友

表 2 雅可比矩阵的特征值

均衡点	学研	产用	特征值	稳定性
全合作均衡(1,1)	合作	不合作	$[-21, -19]$	局部稳定
全不合作均衡(0,0)	不合作	不合作	$[12, 11]$	不稳定
混合均衡(1,0)	合作	不合作	$[-12, 10]$	鞍点
混合均衡(0,1)	不合作	合作	$[21, -11]$	鞍点

资源共享与统筹系统时,应充分利用现代信息技术,如云计算、人工智能等,打造智能化、高效化的资源共享平台。通过大数据分析,深入挖掘区域特色与创新潜力,定制化推出资源配置方案,促进产业链、创新链、资金链和政策链的深度融合,形成独具特色的区域创新生态系统。最后,政府在完善知识产权保护机制方面,除了优化申请与审批流程、设立快速维权通道外,还应加强知识产权的普及教育与培训,提高全社会的知识产权意识。通过建立知识产权纠纷调解仲裁机制,提供便捷、低成本的争议解决途径,降低合作各方的法律风险。同时,鼓励和支持高校、研究机构及企业建立内部知识产权管理制度,提升自我保护能力,确保创新成果得到有效保护和合理利用。

4.2 校友联结路径:打造校友驱动的创新生态圈

首先,高校应建立完善的校友资源数据库,系统整合校友企业、学术人才、行业需求、创新项目等多维度信息。通过对校友资源的系统化管理和分类,明确校友资源的结构特点。这个数据库不仅仅是一个信息存储工具,更是一个动态更新、持续互动的平台,能够为校友和高校提供精准的资源推荐和智能化的匹配服务。在此基础上,高校可以搭建多层次的校友交流与合作平台,包括线上平台和线下互动空间,以促进校友资源与高校科研、企业需求之间的精准对接。其次,校友活动是推动校友联结与资源共享的重要手段。高校可以通过举办形式多样的活动,如校友论坛、创新创业大赛、行业峰会、技术交流会等,增强校友之间的联系与合作,激发校友的共同创新与创业动力。这些活动不仅能增强校友间的情感联系,促进经验交流和合作意向的生成,还能为高校和校友企业提供展示创新成果、技术突破和产业需求的平台。这些活动有助于打破行业壁垒,促进跨领域合作,推动资源的流动和共享,从而提高资源的转化率和应用效率。最后,校友企业的上下游协作是推动产业集聚效应的重要路径。通过校友企业之间的紧密联系与协作,可以在区域内打造以校友为核心的产业集群,形成集聚效应。这种产业集群不仅能够有效整合校友企业的创新资源,还能促使校友企业在产业链的上下游进行深度合作。校友企业之间可以在技术研发、市场拓展、供应链管理方面展开战略性协作,提升整体供应链的效率和质量。同时,校友网络中的技术创新成果能够在区域内迅速传播与转化,为地方经济带来强大的竞争力。通过这种集群化的

协作模式,不仅能够提升资源利用效率,还能推动技术创新的快速应用,从而加速产业升级和区域经济发展。

4.3 市场导向路径:构建需求驱动的技术转化机制

首先,高校和研究机构应积极与用户企业建立长期稳定的合作机制,推动产学研用的深度融合。通过深入了解用户需求,尤其是行业发展的前沿动态和具体应用场景,能够明确技术研发的方向,确保创新成果与市场需求精准对接。通过这种产学研合作,双方可以共同探索技术与市场之间的契合点,不断调整和完善创新设计,确保创新成果具备良好的市场价值和应用前景。这种以市场需求为驱动的研发模式,能够提高技术的成熟度,缩短技术转化周期,同时提升创新成果的市场竞争力。其次,应鼓励校友企业积极参与科研成果的转化与应用过程。校友企业作为产业链中的重要主体,既了解市场需求,又掌握实际运营资源,是连接学术研究成果与市场需求的关键桥梁。校友企业的参与不仅能够为科研成果提供真实的市场场景,还能够加速技术的市场化进程。此外,校友企业还可以通过自身的供应链优势,协助高校和研究机构更好地将技术创新转化为具体的商业应用,从而提升技术应用的广泛性与影响力。校友企业在产业链中的深度参与,能有效促进学术成果的产业对接,进而推动技术创新和市场需求的良性互动。最后,构建完善的用户体验反馈体系是确保市场需求持续引导创新方向的重要举措。通过定期收集用户的使用体验、反馈意见以及市场趋势,创新主体能够更加灵活地调整技术路线和产品设计,确保创新成果更加贴近实际需求,形成“需求—研发—应用”的闭环体系。这样的反馈机制不仅能够帮助技术开发团队识别市场空白、发现产品缺陷,还能推动技术的不断迭代与优化,从而加快创新成果的转化步伐,提升技术应的实际效果和经济价值。

4.4 进一步讨论:“政产学研用资”融合创新模型的长期效应及风险分析

在全球视角下,“政产学研用资”融合创新模型的长期效应将推动一个高效、动态且协同的创新生态系统逐步建立,从而促进经济高质量发展。随着政产学研用资各要素之间深度融合的推进以及校友资源的高效配置,科技成果的转化效率将不断提升,创新成果的应用范围不断扩展,并共同推动社会整体创新能力的提升。政府的持续政策引导、校友网络的强大支撑以及市场需求的精准驱动,将共

同促进知识、技术和资本的自由流动,并提升国家的全球竞争力。随着时间的推移,政策的长期支持将确保创新生态系统稳定运行,科技成果将通过产业链上下游的合作得到广泛应用,推动技术创新向更深更广的领域扩展。此外,基于校友企业产业链的需求驱动机制,使得创新体系能够灵活调整研发方向,以保持市场竞争力,确保技术的领先优势。随着这一创新模式的不断深化,区域经济将因创新驱动而获得更强的增长动力,推动全社会创新文化的长期培育,最终形成创新驱动的良性循环,为国家经济的持续发展提供源源不断的动力。

“政产学研用资”融合创新模型虽然具备巨大的潜力和优势,但在实际运作中,仍然可能面临资源过度集中、合作纠纷和政策滞后这3类风险。首先,在校友资源的整合过程中,一些大规模的校友企业可能凭借其资金、技术和市场优势,甚至形成寡头企业,占据过多的资源,导致创新资源的分配失衡,降低了整体创新生态的多样性和活力;其次,在产学研用资的合作中,尤其是涉及技术研发、成果转化以及知识产权时,不同主体对权益分配和责任承担的不同理解和期待,容易引发利益冲突和纠纷,影响合作的稳定性和效率;最后,政策滞后也是一个不可忽视的风险,随着科技发展和市场需求的快速变化,如果相关政策未能及时调整和跟进,可能会导致政府支持政策的滞后,阻碍创新成果的顺利转化和产业升级。为了有效规避这些风险,首先,政府和高校应加强资源的合理配置,避免过度集中在少数企业或领域,可以通过鼓励多元化合作,支持中小企业和初创企业,确保创新生态的广泛参与和多样化发展;其次,应建立更加透明、规范和公平的合作机制,通过明确的合同和协议保障各方的权益,尤其是在技术研发、成果转化和知识产权保护方面,确保各方的利益得到公正合理的分配,减少可能的合作纠纷;最后,政府应建立灵活的政策调整机制,及时跟踪科技进展和市场变化,更新和优化相关政策,特别是在新兴技术领域,以保障创新项目能够得到持续有效的政策支持,从而推动技术成果的产业化应用。

5 结论

构建了校友资源高质量开发利用的“政产学研用资”融合创新模型,具体分析了“产”“学”“研”“用”4个基本要素以及“政”“资”两个辅助要素的职能及互动关系,重新解构了“供给型—需求型—环境型”要素之间的关联与协同作用,并对理论模型

中包含的融合创新效应进行了分析,厘清了“政产学研用资”融合创新模型对于校友资源高质量利用的4个作用效应。构建了在政资外部影响下学研和产用两主体的演化博弈模型,分析了供给型链条和需求型链条在环境型链条影响下的策略选择,并进行了数值仿真模拟,结果表明,在外部政策支持下,学研和产用会逐渐趋近于合作,实现“政产学研用资”融合。基于理论模型及演化博弈结果,提出了政产学研用资”融合创新模型的3条驱动路径,并对其长期效应及风险进行了讨论,为理论模型的实际落地提供了明确方向和实践指引。本文不仅为校友资源高质量开发提供了创新视角,也为构建中国特色的协同创新体系探索了一条融合理论与实践的新路径。未来,“政产学研用资”融合创新模式将有望成为构建区域协同创新网络、推动创新型社会建设的重要抓手,为中国创新驱动发展战略的实施注入持续动力。

参考文献

- [1] ETZKOWITZ H, LEYDESORFF L. The triple helix-university-industry-government relations: a laboratory for knowledge based economic development[J]. EASST Review, 1995, 14(1): 14-19.
- [2] KLOFSTEN M, SCHEELE J. Academic entrepreneurship: university spin-offs and wealth creation[J]. Social Science Electronic Publishing, 2009, 30(4): 494-496.
- [3] HANNIBAL M. Enacted identities in the university spin-off process: bridging an imaginative gap[J]. Journal of International Entrepreneurship, 2016, 15(3): 1-27.
- [4] 吴卫红, 陈高翔, 张爱美. “政产学研用资”多元主体协同创新三螺旋模式及机理[J]. 中国科技论坛, 2018(5): 1-10.
- [5] 熊鸿军, 曹如中. “政产学研用”合作创新网络知识溢出模型[J]. 上海电机学院学报, 2021, 24(5): 291-296.
- [6] 孙红军, 熊焰, 高文雯. 新兴政产学研协同创新的演化过程: 以东方美谷为例[J]. 管理案例研究与评论, 2021, 14(5): 464-474.
- [7] 燕楠, 田丽. “政产学研用”协同创新下高校应用型人才的培养研究[J]. 对外经贸, 2018(6): 138-140.
- [8] 杨阳, 王穗东, 郁秋亚. 政产学研用融合创新与高校创新能力提升的路径突破: 基于苏州纳米科技协同创新中心的案例研究[J]. 中国高校科技, 2020(S1): 96-99.
- [9] 刘永生, 惠记庄, 陈一馨. 新工科背景下智能制造专业政产学研用融合创新创业教育体系探索[J]. 高教论坛, 2022(9): 26-29.
- [10] 贺美英, 郭樑, 钱锡康. 对高校校友资源的再认识[J]. 清华大学教育研究, 2004(6): 78-82.
- [11] 虞惠, 唐恒. 影响大学技术转移绩效的校友资源因素分

- 析[J]. 中国科技论坛, 2021(9): 153-162.
- [12] 邵哲, 庄芳丽. 校友资源在大学生就业中的合理利用[J]. 经济研究导刊, 2020(20): 80-81.
- [13] 杨飞. 优秀校友资源在高校学生思想政治教育中的开发利用[J]. 文化创新比较研究, 2020, 4(5): 169-170.
- [14] 肖家杰. 大学与校友良性互动的社会价值及实现路径分析[J]. 理论月刊, 2020(5): 132-138.
- [15] 刘晓晨, 董伊蕾. 论校友资源在高校育人工作中的开发与利用[J]. 创新创业理论研究与实践, 2019, 2(14): 156-157.
- [16] 冒巍巍, 陈方玺, 桑大伟. 高校地方研究院开发利用校友资源策略研究[J]. 高教学刊, 2020(18): 80-82, 86.
- [17] 吴笑韬. 高校校友资源开发的拓展: 教育评价困境与破局[J]. 高教探索, 2020(9): 25-30.
- [18] 李秉强, 余静, 陈姣姣. 校友发展与高校提升协同的动态关联: 基于校友捐赠视角[J]. 教育经济评论, 2021(2): 102-118.
- [19] 冒巍巍, 邢博, 陈方玺. 基于协同理论的高校校友服务体系建设和研究[J]. 中国第三部门研究, 2021(1): 105-125.
- [20] 王靖宇, 琚涛, 陈海涛. 区位可达性与产学研合作创新质量: 基于中国民航业价格改革的准自然实验[J]. 宏观经济研究, 2023(3): 87-103.
- [21] 陈锦帛. 论高校发展中校友资源开发利用新途径[J]. 文化创新比较研究, 2019, 3(1): 144, 153.
- [22] 冒巍巍, 陈方玺. 高校产学研协同创新中校友资源的开发研究[J]. 科学管理研究, 2021, 39(2): 80-85.
- [23] 王凯, 陈茜. 校友推动的“政产学研用”研究生培养模式: 以中国 ESG 研究院为例[J]. 当代经理人, 2022(2): 80-86.
- [24] 王溥, 胡方园. 校友资源对区域经济发展影响与路径选择[J]. 技术经济与管理研究, 2020(8): 119-122.
- [25] PORTER M. 国家竞争优势[M]. 北京: 华夏出版社, 2005.
- [26] JAFFE A B. Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms' patents, profits and market value[J]. American Economic Review, 1986, 76(5): 984-1001.

Research on the High-quality Utilization of Alumni Resources through the “Government-industry-academia-research-application-resources” Integrated Innovation

FU Dajun, ZUO Sumin, TANG Qi

(School of Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: With the advancement of the innovation-driven development strategy, alumni resources, as an important form of social capital, have become a hot topic in both academia and practice concerning how to develop and utilize them effectively. Based on the theory of integrated innovation, a theoretical model for the high-quality development and utilization of alumni resources was constructed, incorporating the six elements of “government, industry, academia, research, application, and resources.” The model aims to explore how policy guidance and multi-agent collaboration can enhance the efficiency of alumni resource utilization. Further, an evolutionary game analysis of the academia-research and industry-application entities under policy-driven conditions was conducted. This reveals the strategic choices between the supply chain and demand chain under the influence of the environmental chain, and the theoretical assumptions are verified through numerical simulation. Finally, three driving paths—policy support, alumni connections, and market orientation—are proposed to provide practical guidance for the high-quality utilization of alumni resources. The long-term effects and risks of the model was discussed, contributing to sustainable economic development and overall social progress.

Keywords: government-industry-academia-research-application-resources; alumni resources; integrated innovation; evolutionary game model