

DOI:10.12154/j.qbzlgz.2022.03.003

基于生态系统理论的跨学科科研合作运行框架与关键问题*

曾粤亮 李玉海 (华中师范大学信息管理学院 武汉 430079)

摘要: [目的/意义] 基于生态系统理论探究跨学科科研合作运行问题,可明晰不同系统视角所考察的主体、关键影响因素和利益相关者,有助于优化跨学科科研合作运行要素布局,促进其实践并推动科学创新。[方法/过程] 剖析生态系统理论核心内涵,分析其与跨学科科研合作运行的关联,据此构建跨学科科研合作运行生态系统框架,并提炼关键问题,结合国内外案例分析现行做法、障碍与优化策略。[结果/结论] 跨学科科研合作运行生态系统的微观系统关注面向个体的保障条件,需完善跨学科科研合作平台和学术会议,以激发合作积极性和增强合作可能性;中间系统关注合作网络的维系,着重强调合作者契合性、信任关系、利益协调机制,以保障凝聚力和可持续发展;外层系统考察外部支持要素,涉及多层次推动政策、基金评审与资助机制、学科制度适应性和灵活性。

关键词: 跨学科科研合作 生态系统理论 运行框架 关键问题

Operational Framework and Key Issues of Interdisciplinary Scientific Research Cooperation Based on Ecological Systems Theory

Zeng Yue-liang Li Yu-hai (School of Information Management, Central China Normal University, Wuhan, 430079)

Abstract: [Purpose/significance] Exploring the key issues of interdisciplinary research collaboration based on ecosystem theory can systematically clarify its analysis perspectives, influencing factors and stakeholders, so as to better lay-out and promote practice, and accelerate scientific innovation. [Method/process] The study analyzes the core connotation of ecosystem theory, explores its relationship with interdisciplinary research collaboration operation, constructs interdisciplinary research collaboration operation ecosystem framework, and refines the key issues. [Result/conclusion] As for individual-oriented guarantee conditions, it is necessary to improve interdisciplinary research collaboration platform and academic conferences to stimulate collaboration enthusiasm and enhance collaboration possibility; as for collaboration networks, emphasis is placed on the compatibility of partners, trust relationships and interest coordination mechanisms to ensure cohesion and sustainable development; external support involves multi-level promotion policies, research project review and funding mechanisms, adaptability and flexibility of discipline systems.

Keywords: interdisciplinary research collaboration ecosystem theory operation framework key issue

1 引言

2015年习近平总书记在《关于〈中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议〉的说

明》中指出,以跨学科和大协作方式开展协同创新,对我国科技创新具有重大战略意义^[1]。2019年在第二届科技·人文·社会新时代重大问题跨学科合作与交融高端论坛上,来自人工智能、行为计算等领域的专家探讨

* 本文系国家社会科学基金青年项目“生态系统理论视角下跨学科科研合作运行机理与保障策略研究”(项目编号:21CTQ023)的研究成果之一。

了与哲学、认知心理学、神经科学等学科合作的重要性^[2]。2020年学界有更多促进跨学科科研合作的行动,比如在全球性重大突发公共卫生事件影响下科学界强调多学科知识与方法的融合与应用,呼吁通过跨学科合作实现联合攻关^[3];在世界互联网大会上,专家一致认为跨学科对话与合作成为大势所趋,呼吁更多学科交叉融合、通力合作、全面创新^[4];国家自然科学基金委员会成立交叉科学部,增加跨学科研究类别,为跨学科研究与科研合作提供了保障;《新文科建设宣言》也提出进一步加强多学科交叉和跨学科融合。诸多政策与学术实践凸显了新时代跨学科科研合作(Interdisciplinary Research Collaboration)对于知识创新和社会进步的重大意义。

跨学科科研合作是跨学科研究(Interdisciplinary Research)的重要形式之一,是现代科学研究由高度分化走向综合发展的表现,体现知识整体性和关联性。但与单纯的学科间知识移植^[5]、跨学科文献引用^[6]不同,合作型跨学科研究(即“跨学科科研合作”)强调实际合作行为,科研人员以研究问题为导向,跨越学科界限开展合作研究,通过多样化合作(不局限于科学文献层面的引用与合作)实现多学科知识、方法、技术、资源等要素的共享与融合,致力于产生创新性研究成果^[7]。美国著名的跨学科研究专家Klein等指出,合作型跨学科研究是真正推动知识创新和科学进步的重要方式之一^[8]。

在实践层面,尽管跨学科科研合作已得到政府、高校、科研机构、科研资助机构的关注,但面对新的社会环境和科研环境,推动和保障跨学科科研合作运行的条件尚未健全,无法完全支持跨学科科研合作运行需求,学科壁垒固化、合作平台不完善、专项资助不足等问题依然显著,导致跨学科科研合作面临难以启动、深度合作不足、团队交流不畅、合作效率和创新成效不高等障碍和挑战。在研究层面,关于其运行影响要素的研究普遍聚焦于特定研究项目^[9]、特定研究机构^[10]、特定学科或领域^[11],也有研究探究跨学科科研团队知识整合机制^[12]和知识共享机制^[13],但整体而言缺乏系统整合视角。为了更好地理解新环境下科研人员跨学科科研合作需求与行为特点,厘清合作运行中关键要素及其作用关系,本研究引入生态系统理论,构建跨学科科研合作运行生态系统框架,并对其中关键问题进行讨论,以期优化跨学科科研合作运行布局,提升创新成效。

2 生态系统理论与跨学科科研合作

2.1 生态系统理论的内涵与应用

1935年英国植物生态学家Tansley提出“生态系统”(Ecosystem)概念,强调自然界任何群落并非孤立存在,而是通过与其所处的环境相互作用、相互依存而形成一个统一整体^[14]。此后,心理学家尤里·布朗芬布伦纳(Urie Bronfenbrenner)从发展心理学视角提出生态系统理论(Ecosystem Theory),强调行为个体嵌套于相互影响的一系列环境系统中。该系统分为4个层次,由内而外依次是:(1)微观系统(Microsystem),表示个体活动和交往的直接环境;(2)中间系统(Mesosystem),指各微系统之间的联系或相互关系;(3)外层系统(Exosystem),表示个体并未直接参与但对其发展产生影响的系统;(4)宏观系统(Macrosystem),是影响上述3个系统中的文化、亚文化和社会环境^[15-16]。该理论系统探究了人的行为发展与环境的相互作用,强调其是一个不断变化发展的动态过程,并扩大了“环境”的概念,延伸到社会、文化环境。此后发展出的创新生态系统理论(Innovation Ecosystem Theory)也强调将多个创新主体聚集在一定的社会网络范围,系统考察创新主体、创新环境和创新资源等要素^[17]。

目前生态系统理论已被广泛应用于教育、社会工作、经济管理、组织行为、图书情报合作等领域,例如影响青少年心理健康的社会生态^[18]、城镇低收入青年劳动力就业影响因素^[19]、基于产业生态系统的竞争情报分析^[20]、组织合作的生态失衡问题^[21]、未成年人阅读生态^[22]、公共图书馆社会支撑体系^[23]、虚拟社区用户知识分享的环境因素^[24]等。在各子系统中,相关研究内容如下:(1)微观系统。主要考察个体实际接触并能产生最直接影响的社会因素,例如亲子、师生、同伴关系对青少年心理健康的影响^[18],家庭环境、学校环境对未成年人阅读的影响^[22]。这些要素在潜移默化中影响个体的特定行为方式、价值观念。(2)中间系统。探究各微系统之间的互动关系,例如学校在组织阅读活动时家长的配合情况^[25],公共图书馆内部生态系统的联盟与竞争关系^[23]。(3)外层系统。聚焦影响微系统中重要他人的因素,这些因素间接影响个体行为环境,进而影响其发展。例如父母工作模式、社区环境影响青少年心理健康^[18],政府政策、传统媒体的宣传影响虚拟社区用户知识共享行为^[24]。(4)宏观系统。涉及价值观念、风俗习

惯、文化模式等要素。例如不同文化背景中虚拟社区用户知识共享行为存在差异^[24]；农村社区文化生态环境显著影响留守儿童阅读行为^[25]。以上研究虽未涉及跨学科科研合作，但在理论的应用领域、子系统要素上为本研究提供了重要参考。此外，Dias Sant'Ana等^[26]分析了特定领域生态系统生命周期、系统级别、分层结构，Shin等^[27]从生态系统视角探讨了领域内合作、竞争与共同发展问题，这些为跨学科科研合作运行中影响因素、层级结构及其作用关系的探究提供了借鉴。

2.2 基于生态系统理论的跨学科科研合作运行框架

在学术交流实践中，跨学科科研合作是一个涵盖合作主体、影响因素、利益相关者的系统，是一个合作行为与多层环境交互作用、动态发展的生态体系。从科研人员视角出发，其开展跨学科科研合作既由自我研究需求驱动，也受当前科研环境与社会发展需求影响，合作团队与所在组织也对合作行为的发展产生作用，这与生态系统理论的内涵相契合。本文借鉴生态系统理论，对跨学科科研合作运行生态系统的层次结构和作用关系进行分析。

2.2.1 子系统内涵

(1)微观系统。指向科研个体，涵盖激发科研个体跨学科科研合作意愿、积极性与行为实施的影响因素及交互系统。动机理论指出个体行为动机是在需要的基础上产生的^[28]，而计划行为理论认为个体行为产生与发展受自我意愿影响^[29]。显然，跨学科科研合作是建立于主观意愿之上的行为，科研人员出于研究问题或研究项目的需要，以科学创新为目标，主动向其他学科科研人员寻求合作以共同完成一项研究，在合作过程中共享和整合多学科知识、资源、技术或方法，从而弥补特定科研环境和科研项目中仅依靠单一学科研究的局限。科研个体对跨学科科研合作价值的认同、合作便利性等极大激发其合作积极性和增强合作可能性，典型推动要素包括跨学科科研合作平台与学术会议。

(2)中间系统。由多名科研个体组成的跨学科科研合作网络，通常表现为跨学科团队成员交互关系。与一般的个体独立行为不同，跨学科科研合作行为需考虑不同学科合作者的交互状态。根据社会资本理论，社会网络中个体行为受社会资本强烈影响^[30]，包括共同目标、信任、互惠等。在学科差异影响下，跨学科团队成员与研究需求和目标的契合性、成员信任关系和凝聚力、团队利益协调机制等问题直接关系合作效率、质量和可持续发展。

(3)外层系统。即对科研个体与跨学科合作网络的发展产生重要影响的外部利益相关者。英国哲学家

Michael Polanyi^[31]认为“学术共同体”(Scientific Community)是具有共同信念、价值观和规范的科学研究群体与组织。在本研究中，开展跨学科科研合作的科研人员作为学术共同体的重要组成部分，被嵌入在共同学术环境和各自的学科制度中，虽来自不同学科，但具有共同或相近的价值观和目标，并遵守一定的行为规范，其合作行为必然受到相关政策、科研资助和学科体制的指导或约束。

(4)宏观系统。在科学研究系统中，以问题为中心的系统主要进行开发和对策研究，适于解决实际问题^[32]。当前社会发展问题的复杂性对科研创新性与综合性提出要求，重大突发传染性疾病、气候变化、能源安全等关系全人类发展的问题突出，而解决这些问题往往不止依赖于一门学科的知识，需汇集不同学科的研究力量，以创新方法和技术联合攻克。另一方面，信息技术与数字化科研基础设施的普及推动学术交流模式与科研组织形式变革，大数据研究、大科学研究越来越强调跨越学科界限开展科研合作。因此，宏观系统主要考察社会发展需求与科研环境变革对跨学科科研合作行为发展相关要素和系统产生的影响。

2.2.2 子系统之间的关联

跨学科科研合作运行生态系统不仅整合和呈现合作主体、影响要素、利益相关者所构成的系统层级，还揭示相互作用关系，具体如下。

(1)宏观系统对外层系统、中间系统、微观系统的影响。跨学科科研合作往往是问题导向和需求驱动的，而宏观系统反映的是文化、亚文化和社会环境等要素对人的行为发展的作用，因而由社会发展需求和科研环境变革所表征的宏观系统从外部环境层面对外部支持者、合作网络和科研个体的跨学科科研合作实践产生驱动作用。例如斯坦福大学在多年前就建立了促进跨学科合作研究的传统，以解决环境、能源、健康等全球重大挑战，在这样的文化环境里，一批跨学科研究机构逐渐诞生，形成了促进合作的空间、平台和资助计划，增强了科研人员的价值认同，跨学科团队不断增加，并取得显著的创新成果^[33]。

(2)外层系统对中间系统、微观系统的影响。跨学科科研合作是一种科学研究行为，需在特定科学共同体中分析，由相关政策、科研资助、学科体制等要素所表征的外层系统对跨学科合作网络和科研个体合作行为的形成和发展具有推动作用。比如美国NSF、斯坦福大学跨学科研究所等为跨学科项目提供多种资助。Heller和Michelassi^[34]的研究表明，类似的资助是研究部门促进跨学科科研合作最有效的举措之一，它能刺

激和激励跨学科试点项目/团队的形成,帮助年轻科研人员建立成功的跨学科合作,并保障其可持续发展。

(3)中间系统和微观系统之间的相互影响。微观系统涵盖要素与个体活动直接产生交互关系,而个体嵌入于合作网络之中,不同个体所在的微系统相互作用。跨学科科研合作行为发生于不同学科科研个体的交互过程,其涉及的个体要素越积极,越能正向影响合作网络要素,从而维系跨学科团队发展,而团队良性发展也强化个体的合作意愿和行为态度。Rhoten^[35]考察了6个跨学科研究中心,发现合作者如果缺乏共同的合作目标和组织原则,研究中心往往只是简单的机构重置,成员之间关系松散,只能实现信息共享而不是知识创造,没有持久的合作投入和效益。相反Balks等^[36]调查了一个南极跨学科科研合作项目,发现有效、高效和创新的合作只有在合作者之间的友谊和信任支持下才能形成,在相互信任的关系、和谐的合作氛围中,合作者更积极地参与、推动合作进展。

根据上述分析,结合国内外跨学科科研合作运行现状,本文尝试构建跨学科科研合作运行生态系统框架(见图1)。

3 子系统视角下跨学科科研合作运行的关键问题

跨学科科研合作运行生态系统框架的四个子系统基本涵盖考察主体、关键影响因素、利益相关者,为跨学科科研合作运行研究提供多层分析视角,对于推动科研个体跨学科科研合作行为生成、保障跨学科团队高效组织和发展、优化跨学科科研合作外部支持形式和范围具有重要的参考和指导作用。下文从主体视角出发,结合关键影响因素及其利益相关者,以国内外相关实践案例为支持,对各系统运行关键问题的现行做法、障碍与优化策略进行剖析。需说明的是,宏观系统主要涉及社会发展需求与科研环境变革,较难聚焦跨学科科研合作运行主体,因此仅对微观系统、中间系统、外层系统进行剖析。

3.1 微观系统:面向个体的保障

3.1.1 跨学科科研合作平台与科研人员合作的积极性

有研究指出当科研人员对

自己开展跨学科科研合作所需资源和机会的评估越积极,其开展跨学科合作所持态度就越积极^[37]。个体在需求驱动而寻求合作的过程中,跨学科科研合作平台提供了关键支持,是增强合作意愿和积极性的重要保障。早在2010年武汉大学就已打造了13个创新平台和基地、12个拓展研究平台、60多个人文社科跨学科研究机构^[38]。但整体上看多数平台附属于特定学院,或局限于特定学科,部分院系、机构的科研人员的跨学科科研合作意识和价值感知不强。可见院系附属平台在提升整个科研社区的跨学科科研合作影响力与成效方面的能力仍待优化,以增加合作机会、提高合作积极性为目标的平台建设模式需进一步强化。在这一方面,美国斯坦福大学跨学科研究机构的实践可作为借鉴。首先,斯坦福大学提供独立的、容纳更广泛学科的合作空间,打造开放活跃的学术交流中心,陆续建设了“克拉克中心”(James H. Clark Center)模式的开放式研究建筑,以开放透明的研究空间、外露走道和多样式的交流场所为特色,突破性地将来自不同院系的科研人员聚集在一起,实现轻松互动与合作,在此诞生的多项有影响力的发明和发现增强了科研人员对跨学科合作的价值认同^[39]。其次,斯坦福大学开发了科研人员信息集成系统“Stanford Profiles”,汇集全校多个院系、研究机构、科研管理部门中科研人员的信息,搭建了相互了解和接触的桥梁,便于寻找跨学科合作者^[33]。近年来我国陆续建立了类似的独立运行的跨学科合作平台。例如2014年北京大学前沿交叉学科研究院成立,由环境与健康研究中心、生命科学联合中心、大数据科学研究中心等11个研究机构构成^[40];2017年清华大学成立了“脑

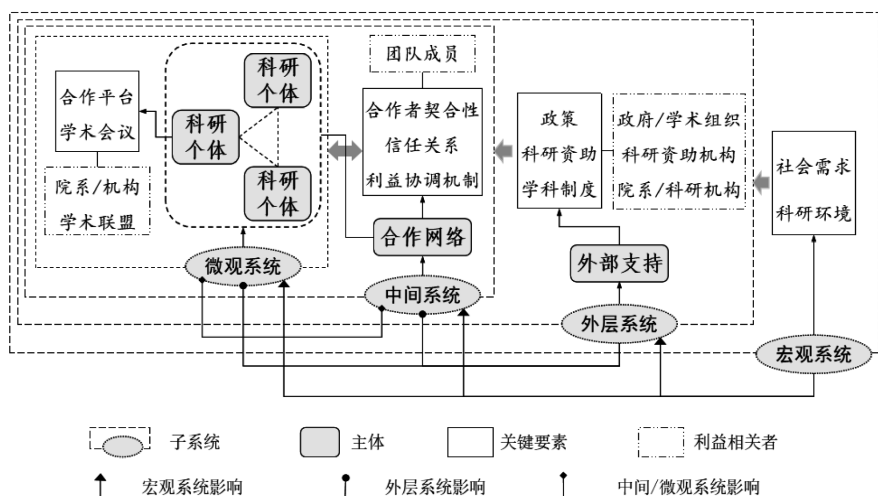


图1 跨学科科研合作运行生态系统框架

与智能实验室”和“未来实验室”这两个跨学科研究实体机构,享受二级院系的学术权力^[41]。但从提高科研人员对跨学科合作的价值认同及支撑资源的可获得感的视角,未来类似平台的建立和发展可从合作空间设计、信息集成系统建设方面借鉴斯坦福大学的经验,加大对可用基础设施的宣传推广。

3.1.2 跨学科学术会议与跨学科合作的可能性

当两个人同意谈话时,合作就可能出现^[39]。跨学科学术会议无疑是促进不同学科科研人员进行学术交流、增强合作可能性、促进合作达成的重要支持。目前全球研究理事会(GRC)、美国“国家学院凯克未来计划”(NAKFI)、美国科学促进会(AAAS)举办了在全球范围有影响力的、强调跨学科合作的会议,其中2017年NAKFI年会主题为“超越边界:15年来关于科学、工程和医学交叉点的探索”^[42],2019年AAAS年会主题为“科学超越边界”^[43],从不同视角探讨了学科交叉融合方式与合作策略。此外,美国一些高校跨学科研究机构也为科研人员提供了多学科交流会议。斯坦福大学吴蔡脑神经研究所(Wu Tsai Neurosciences Institute)的年度研讨会围绕神经科学汇集了不同学科和领域的科研人员,通过会议彼此结识、了解并分享新成果;此外每周举办研讨会,与来自世界各地的顶尖科学家一起讨论跨越神经科学领域的主题^[44]。为扩大系统生物学的全球影响力,美国杜克大学杜克系统生物学中心(DCSB)创建sysbionetwork.org网站,并建立了一个系统生物学研究所国际联盟,专注于面对面的讨论和培训,实现该领域不同学科思想和资源的共享,进一步推进跨学科科研合作并扩大其国际影响力^[45]。可见权威专业学会或联盟的推动和规范在跨学科科研合作形成中扮演重要角色。我国目前逐步开展跨学科研究会议,2019年举办的第二届科技·人文·社会新时代重大问题跨学科合作与交融高端论坛更加明确“合作”的意义,但整体而言,影响范围、持久效应有待增强。以促进深层合作为目标,本研究认为未来发展路径为:(1)以研究问题为导向,由权威研究协会、跨学科研究机构等牵头组织,举办影响广泛、学科覆盖面广、交流方式多样的学术会议,多学科提供学术见解,激发创新思维,以实践案例和创新性合作研究成果进行宣传,增强合作认同感,提供合作桥梁。(2)建立跨学科科研合作联盟,搭建可持续、稳定的交流模式,促进有效合作形成。

3.2 中间系统:合作网络的维系

3.2.1 合作者契合性与目标一致性

跨学科科研合作旨在实现不同学科知识与资源共

享,优势互补、互利共赢。要实现这一目标,对合作发起者而言寻找契合度高的合作者是重要前提。然而在现实的跨学科团队中,不乏成员存在“搭便车”或“机会主义”现象,运用投机取巧等行为违反契约规定,以谋求自身利益最大化^[46],导致冲突产生并影响合作进度与效果。一方面,合作发起者需综合考虑研究内容与方法,确保合作者的学科背景与研究需求相契合;了解潜在合作者的研究水平与学术声誉等,确保其能提供有针对性的、权威的、有价值的学科知识、资源和技术。目前制定科学的供需匹配机制和流程仍是国内外多数科研人员、科研管理者面临的困难。美国威斯康辛麦迪逊分校教育学院资助的“与教育、健康和艺术有关的跨学科项目”提供了较理想的实践经验。该项目配备了由11名工作人员组成的服务团队,建立严格的团队成员遴选流程,包括征集申请人信息并建立数据库、根据申请书与研究内容在数据库中匹配合适人选、与选中人员进行多次沟通、将确定的人员推荐给项目负责人、与项目负责人交流候选者情况、团队成员组成达成一致^[47],为遴选最适合成员提供了科学有序的支持。另一方面,制定一致的、可操作性强的合作目标是调动合作参与度、投入度、共享度的基础保障。斯坦福大学跨学科研究机构都有较明确的合作宗旨和目标。例如Bio-X致力于跨越学科界限促进科学发现,提供跨学科解决方案,创造生物系统新知识惠及全人类健康,将跨学科团队目标设定为:支持、组织和促进与生物学和医学相关的跨学科研究;将工程、计算机科学、物理学、化学和其他领域的思想和方法应用于生物科学研究^[48]。北京大学生物医学跨学科研究中心、生命科学联合中心也有清晰的合作目标。相较于以上实体组织,个体发动、项目联结的合作团队在目标维系上更考验合作者的协调管理与维系能力。

3.2.2 信任关系与跨学科团队凝聚力

组织行为学指出,团体凝聚力即团体对成员,以及成员之间的相互吸引力,表现为向心力、忠诚感、责任感、荣誉感、团结、和谐、协作的关系,是促进团队生产效率的重要因素。科尔曼、普特南、福山等学者都认为信任是社会资本的核心元素,因此要保障跨学科科研合作高效稳定运行并产生创新性成果,合作者之间需维持相互信任的关系,而信任建立于相互了解的基础上。然而,由于跨学科成员隶属于不同学科和学院,在交流时间和空间上可能缺乏一致性,在合作启动阶段需对交流时空问题进行协商。此外,成员数量、学科跨度、研究内容复杂度也要求通过频繁交流来增进理解,

弥合知识结构造成的差异^[47]。科研社区建设是增进跨学科团队凝聚力的重要途径。斯坦福大学不少跨学科研究所都有各自的强化举措,其中吴蔡神经科学研究所通过研讨会(Seminar)、座谈会(Symposia)、团队学术静修项目(Retreat)加强科研社区建设,通过不同方式将各个学科中对神经科学感兴趣的科研人员聚集在一起,分享最新的科学问题和发现^[49]。基于频繁交流与科研社区活动,和谐与信任的合作氛围才能更好地建立,团队成员更乐于展示个人学术水平,尊重和相信对方专业知识和学术能力,实现互利互惠。建立常态化、形式丰富的科研社区交流模式是目前国内外跨学科团队需要优化的方向。

3.2.3 利益协调机制与合作可持续发展

合作行为往往伴有矛盾与冲突,在跨学科科研合作中,这种矛盾与冲突的形成根源更加多元。首先,各个学科有特定学科思维和话语体系,合作中学科术语和思维碰撞在一定场景下会升级为冲突;其次,科研人员所属院系不同,其学科体制、科研评价指标也存在差异,对于项目经费分配、经费使用、合作成果形式和署名等期望不同;再者,科研人员在合作中共享程度不同,若缺乏科学的学术规范监督机制和合理的量化标准,可能导致合作成果利益分配矛盾。因此,除了充分尊重对方的学科思维、知识和术语,通过频繁交流减少理解上的分歧之外,制定针对性政策和指南进行有效规范和约束是关键。斯坦福大学制定的《科研政策手册》中,“执行研究的权利和义务”“多作者学术论文”“主要调查者的财政责任”“关于承诺和利益冲突的政策”等多项条款为跨学科科研合作中知识产权、科研经费分配与使用、承诺、署名等多个问题提供了说明、行动指南、约束和规范^[50],有利于规避潜在利益冲突。此外,在开发专门的跨学科合作者贡献记录方法和透明化管理方法方面,可参考由英国艾伦·图灵研究所(the Alan Turing Institute)和大英图书馆(the British Library)共同实施的跨学科重大研究项目“Living with Machines”(与机器共处)的做法,为摆脱决定作者名单的固有问题,团队开创了新的贡献说明形式,即在合作论文封面划分出11个贡献角色,每种贡献有一个负责人,其余名称大致按贡献量排序^[51]。在制定贡献量化指标体系方面,可一些科研众筹项目的做法,例如Crowd Research建立了去集中化的贡献分配模式(Decentralized Credit System),引入公众互相分配机制,并将贡献分布转化为图形,使用图中心性算法修正初始贡献排名,计算该项目所有参与者的贡献分值^[52]。

3.3 外层系统:外部利益相关者的支持

3.3.1 多层次的推动政策

(1)以国家政策推动重大科技进步,解决人类发展问题。国家的支持和引导性政策对跨学科科研合作的形成、发展和创新具有关键推动作用。目前我国相关政策较多地从“跨学科研究”角度推动。例如2016年的《“十三五”国家科技创新规划》鼓励开展跨学科研究,促进学科交叉与融合。一些政策逐渐向“跨学科科研合作”靠拢,例如2015年的《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》和2016年的《国家创新驱动发展战略纲要》,在支持跨学科的同时也强调协同创新和团队建设,但总体而言针对性的国家政策尚付阙如。笔者认为未来国家层面政策开发应从以下方面优化:①将视角聚焦于“跨学科科研合作”,明确其重要性,并给予支持和鼓励;②明确跨学科科研合作的利益相关者,将政策制定者、项目资助者、项目实施者、成果转化者相联系,形成系统生态链,带动国家跨学科科研合作氛围;③在跨学科科研合作的形式与规范上形成一套指南,科学指导合作实践。

(2)发展专项科研资助政策,推动合作项目与机构运行。科研资助是促成跨学科科研合作形成与稳定运行的重要保障。目前跨学科科研合作项目在我国虽受到鼓励,但大多缺乏明确的专项科研资助,各级科研资助机构应进行合理调整和强化。国外的一些案例较好地解决了这些问题。斯坦福大学吴蔡脑神经研究所除了获得外部资助(如NIH资助项目),还设有“神经科学金点子”(Big Ideas in Neuroscience)、“种子基金”(Seed Grant)、“研究加速器”(Research Accelerator)等专项资助推动跨学科科研合作^[53];为支持来自不同学科的科研人员在新兴前沿学科领域长期从事跨学科合作研究,NSF于1987年8月开始在美国研究型高校建立具有跨学科性质的科学和技术中心(STC),每个中心每年获得150万~400万美元专项资助,通常持续10年,根据美国国家研究理事会(NRC)的评估,大部分STC做出了世界一流研究成果,这与NSF的专项资助密不可分^[54]。借鉴上述案例,我国各级重大科研资助机构可根据国家重大需求确定资助的研究领域,单列跨学科合作研究经费,提供种子资金;其次,资助研究型大学跨学科研究机构,推动多学科共建。

(3)扩大科研机构政策适用范围,为不同学科提供合作平台。《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》和《国家创新驱动发展战略纲要》为科研机构开展跨学科科研合作提供了一定的政策依据。虽然目

前国内高校普遍鼓励跨学科科研合作,一些跨学科研究机构、创新平台和基地在一定程度上为部分学科提供了合作机会,但囿于学科差异、需求偏向,总体而言支持程度和覆盖学科有差异。例如浙江大学启动面向2030的学科会聚研究计划,围绕脑科学与人工智能开展一系列跨学科联合创新研究。相比而言,美英两国的科研机构在跨学科科研合作校级政策和战略的发布和实施上具有可借鉴之处,例如美国阿拉巴马大学伯明翰分校在《2018—2023年战略规划》中强调,在科学研究领域的战略目标活动之一就是促进学校内外全面的跨学科科研合作^[55],并启动了多项具体措施。笔者认为,我国的科研机构,尤其是高校应制定更有针对性、具体化、切实可行的跨学科科研合作政策或战略,为跨学科科研合作提供行动指南,同时通过战略营造全校性的跨学科合作氛围,扩大合作范围,增加合作渠道和平台,将不同院系、学科、研究中心联结成一个合作系统。

3.3.2 科学开放的基金评审与资助机制

跨学科科研合作面临的困境之一就是跨学科研究项目在申请阶段比传统单一学科研究项目更难获得资助,且学科跨度越大,申请成功率更低^[56]。Mason等^[57]指出,结核病研究将医学人类学家、健康社会学家、社会认知心理学家、社会地理学家、政策分析师和健康经济学家联系在一起,形成新的跨学科研究联盟,然而相关科研资助申请经验显示,社会科学资助机构认为多学科结核病研究过于医学化,而医学研究资助机构认为它过于社会化,这种认知和评审的矛盾往往会使创新的研究项目得不到资助。究其原因,笔者认为主要有两点:(1)大多科研基金评审和资助是按传统学部划分体系,缺乏专门的跨学科科研项目申请机会和平台,较难客观归类;(2)根据学部进行评审可能对跨学科合作申请项目质量的正确评估产生不利影响,例如对申请项目所涉及的领域认识片面,或由于学科偏见而产生矛盾猜想^[58]。值得一提的是,我国国家自然科学基金委员会新增的跨学科研究类别,有助于体系结构合理化和科学评审,在国家科学发展战略布局中具有重大意义。未来应完善评审委员会的组成及其运作机制,可借鉴国际上相关机构的建议与做法,例如《英国跨学科研究全景回顾》报告提出要培养适合跨学科研究的评议人员,保证跨学科研究项目评议小组的知识多样性,由不同学科学者和具备跨学科视野的专家组成,建立跨学科研究评审专家库^[59];比利时荷语布鲁塞尔自由大学在“横向研究行动计划”(Horizontal Research Actions)中根据跨学科科研合作项目特点对同行评审制度进行革新,评

审委员会不是由每个学科领域专家组成,而由研究理事会成员组成,将广泛的研究领域、对不同标准所持的开放态度、对跨学科申请进行比较评估所需的一致性相结合,超越学科视角和保守的学科力量^[60]。

3.3.3 学科平台支持与学科制度适应性、灵活性

学科的特征在于它不依赖于其它学科的独立性,必然导致学科之间的分割。然而科学是内在的整体,它被分割在相互独立的部门中并不是取决于事物本质,而是反映了人类认识能力的局限^[61]。《英国跨学科研究全景回顾》报告指出,多年来形成的以单一学科为主的科研组织文化不能给予跨学科科研人员明确的认可和支持;在科研职业管理方面,跨学科科研人员往往被认为是不严肃、哗众取宠的,在招聘和晋升中受到排斥^[59]。斯坦福大学前校长查理莱曼认为,“在传统学科互不合作、各自为政的体制里,还认为各种错综复杂的问题会得到解决,那就太天真了”^[62]。在跨学科研究背景下,提高合作研究效率需要有创新、科学、灵活的组织模式加以支持,高校作为典型的科研机构,其现有学科体制和跨学科科研合作模式需进行平衡与协调。在这一问题上,斯坦福大学的独立跨学科研究机构的组织和管理模式为我们提供了有价值的参考:科研人员一方面隶属于各自的院系,另一方面又在跨学科研究所中与不同学科的科研人员从事研究工作,打破科研组织界限,在团队或项目负责人的领导下开展合作研究;其中的吴蔡脑神经研究所共有440位科研人员,来源涵盖斯坦福大学四分之三的系所^[53]。我国高校院系通常以学科作为划分依据,院系之间存在不同的管理制度,学科壁垒在一定程度上制约了学科间的交流与合作,因而需从顶层提出适应跨学科科研合作的组织体系和科研管理模式调整方案。可借鉴斯坦福大学跨学科研究机构的做法,在院系之外建设独立跨学科研究机构,形成独立管理与灵活运行相协调的管理模式,逐步进行转型升级,使不同学院的科研人员能以新的方式联结在一起,成为一个开放系统。然而这种调整需建立于实际需要和可能,同时要考虑国内外科研管理制度文化差异,注重适用性。

4 结语

本研究以生态系统理论为指导构建了跨学科科研合作运行生态系统框架,突破了以往研究中考察视角和因素过于单一和分散的局面,系统化、多层次地展示了跨学科合作主体与影响因素、利益相关者所构成的行为系统,揭示了微观系统、中间系统、外部系统、宏观

系统各要素及其作用关系。基于该框架,本研究结合国内外实践现状,从面向个体的保障、合作网络维系、外部利益相关者支持视角凝练问题、做法。研究中也发现,我国虽已逐步重视跨学科科研合作,也有平台陆续建立,但在各维度的运行保障机制上仍有较大的探索优化空间,尤其是在学术会议与联盟的持续发展与影响力、团队建设、利益协调机制、专门性的激励政策、院系与跨学科机构的协调管理制度等方面。这些方面以国外最佳实践引入为主,并针对我国的实际问题提出发展策略,旨在为未来各方面的运行与保障提供参考,但相关问题仍需进一步深入研究。另外,本研究主要是理论层面的探究以及对实践案例及其问题的剖析,框架的适应性、情境性和扩展性,子系统要素的深层交互作用,各要素对应的多样化实践问题与优化策略,有待进一步探索和丰富。这也是本文构建框架的价值之一,旨在明确问题及探索方向。后续将注重基于跨学科科研合作行为数据的实证分析,以及结合本文框架对不同模式的跨学科科研合作及典型案例进行应用性和优化策略分析,进一步推动跨学科科研合作理论与实践的良性互动。

参考文献

- [1] 新华网.关于《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》的说明[EB/OL].[2021-10-06].http://www.xinhuanet.com/politics/2015-11/03/c_1117029621.htm.
- [2] 央广网.科技·人文·社会新时代重大问题跨学科合作与交融高端论坛在西安交大举办[EB/OL].[2021-10-06].http://news.cnr.cn/native/city/20190517/t20190517_524616291.shtml.
- [3] 胡峰.重大疫情网络舆情演变机理及跨界治理研究——基于“四点四阶段”演化模型[J].情报理论与实践,2020,43(6):23-29,55.
- [4] 光明网.世界互联网大会上专家呼吁加强跨学科交叉合作[EB/OL].[2021-10-06].<https://m.gmw.cn/baijia/2020-11/25/34399127.html>.
- [5] 赵晓春.现代科学跨学科研究的模式探析[J].中国科技论坛,2008(11):89-92.
- [6] 黄颖,张琳,孙蓓蓓,等.跨学科的三维测度——外部知识融合、内在知识会聚与科学合作模式[J].科学学研究,2019,37(1):25-35.
- [7] 曾粤亮,司莉.跨学科科研合作:背景、理论研究与实践进展[J].图书情报工作,2021,65(10):127-140.
- [8] Klein J T, Falk-Krzesinski H J. Interdisciplinary and collaborative work: framing promotion and tenure practices and policies[J]. Research Policy, 2017, 46(6):1055-1061.
- [9] Jewitt G P W, Gorgens A H M. Facilitation of interdisciplinary collaboration in research: lessons from a Kruger national park rivers research programme project[J]. South African Journal of Science, 2000, 96(8):410-414.
- [10] Bishop P R, Huck S W, Ownley B H, et al. Impacts of an interdisciplinary research center on participant publication and collaboration patterns: a case study of the national institute for mathematical and biological synthesis[J]. Research Evaluation, 2014, 23(4):327-340.
- [11] Woolley R, Sanchez-Barrioluengo M, Turpin T, et al. Research collaboration in the social sciences: what factors are associated with disciplinary and interdisciplinary collaboration? [J]. Science and Public Policy, 2015, 42(4):567-582.
- [12] 张宝生,张庆普.基于耗散结构理论的跨学科科研团队知识整合机理研究[J].科技进步与对策,2014,31(21):132-136.
- [13] 张雪燕.社会网络视角下大学跨学科团队知识共享机制研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2015.
- [14] Tansley A G. The use and abuse of vegetational concepts and terms[J]. Ecology, 1935, 16(3):284-307.
- [15] Ceci S J. Urie Bronfenbrenner (1917-2005)[J]. American Psychologist, 2006, 61(2):173-174.
- [16] 刘杰,孟会敏.关于布郎芬布伦纳发展心理学生态系统理论[J].中国健康心理学杂志,2009,17(2):250-252.
- [17] 张省.创新生态系统理论框架构建与案例研究[J].技术经济与管理研究,2018(5):24-28.
- [18] 俞国良,李建良,王勃.生态系统理论与青少年心理健康教育[J].教育研究,2018,39(3):110-117.
- [19] 王荣成,杨子强.社会生态系统理论视角下城镇低收入青年劳动力就业现状、影响因素及对策研究[J].中国青年研究,2018(8):57-63.
- [20] 鞠英杰,游雪雯.基于生态系统理论的产业竞争情报分析研究[J].情报杂志,2018,37(1):22-27.
- [21] 田一淋,施建刚,汪波.组织合作机制的生态系统管理——一个简单分析框架[J].科学管理研究,2007(4):25-28.
- [22] 宋卫,吴黎,吴松桦,等.以公共图书馆为枢纽的未成年人阅读生态研究[J].国家图书馆学刊,2021,30(4):14-22.
- [23] 赵迎红.生态系统视角的图书馆社会支撑体系研究[J].图书馆论坛,2014,34(8):1-6.
- [24] 黄凤,洪建中.虚拟社区用户知识分享环境影响因素研究述评[J].情报科学,2016,34(4):169-176.
- [25] 孙学敏,朱凤丽.留守儿童课外阅读之生态系统研究[J].图书馆工作与研究,2014(10):116-119,124.
- [26] Dias Sant'Ana T, de Souza Bermejo P H, Moreira M F, et al. The structure of an innovation ecosystem: foundations for future research[J]. Management Decision, 2020, 58(12):2725-2742.
- [27] Shin M, Kim S C. A collaboration model of players in the ICT ecosystem[J]. Telecommunications Review, 2012, 22(6):922-941.
- [28] 张学和,宋伟,方世建.成就动机理论视角下的知识型员工个体创新绩效实证研究——基于部分科技型组织的调查数据分析[J].科学学与科学技术管理,2013,34(1):164-171.

- [29] Ajzen I. The theory of planned behavior[J]. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1991, 52(2):179-211.
- [30] Wasko M M, Faraj S. Why should I share? Examining social capital and knowledge contribution in electronic networks of practice[J]. *MIS Quarterly*, 2005, 29(1):35-57.
- [31] Polanyi M. The Logic of Liberty[M]. Liberty Fund Inc, 1998:64.
- [32] 张书琛. 学科的两大系统及其转换[J]. *系统辩证学学报*, 2001(3):6-8, 12.
- [33] 曾粤亮, 司莉. 组织视角下跨学科科研合作运行机制研究——以斯坦福大学跨学科研究机构为例[J]. *图书与情报*, 2020(2):64-75.
- [34] Heller C A, Michelassi F. Forging successful interdisciplinary research collaborations: a nationwide survey of departments of surgery[J]. *Surgery (St Louis)*, 2012, 151(4):502-509.
- [35] Rhoten D. A Multi-method Analysis of the Social and Technical Conditions for Interdisciplinary Collaboration: Final Report [EB/OL].[2021-12-06]. https://s3.amazonaws.com/ssrc-cdn1/crmuploads/new_publication_3/a-multi-method-analysis-of-the-social-and-technical-conditions-for-interdisciplinary-collaboration.pdf.
- [36] Balks M R, Butler E, Gordon S, et al. Promoting effective, collaborative, interdisciplinary research[J]. *Antarctic Science*, 2010, 22(6):1.
- [37] 冯志刚, 张志强. 潜在跨学科合作行为影响因素分析[J]. *情报理论与实践*, 2020, 43(2):114-120, 149.
- [38] 刘志伟. 从1亿到11亿——记武汉大学跨学科科研平台建设[N]. *科技日报*, 2010-11-08(005).
- [39] Stanford University. Building collaboration[EB/OL].[2021-10-06]. <https://news.stanford.edu/features/2015/clark/>.
- [40] 北京大学前沿交叉学科研究院. 学院简介[EB/OL].[2019-10-16]. <http://www.aais.pku.edu.cn/about/>.
- [41] 赵秀红. 清华大学跨学科交叉研究迈出重要一步[N]. *中国教育报*, 2017-12-16.
- [42] NAKFI. 2017 NAKFI Conference[EB/OL].[2021-10-06]. <https://www.keckfutures.org/conferences/beyondboundaries.html>.
- [43] AAAS. AAAS 2019 Annual Meeting[EB/OL].[2021-10-06]. <https://www.aaas.org/events/aaas-2019-annual-meeting>.
- [44] Wu Tsai Neurosciences Institute. Wu Tsai Neurosciences Institute Seminars[EB/OL].[2021-10-06]. <https://neuroscience.stanford.edu/research/programs/neurosciences-institute-seminars>.
- [45] Stone J E, Benfey P N, You L. Promoting collaborative interdisciplinary research at the Duke Center for Systems Biology[J]. *ACS Synthetic Biology*, 2012, 1(5):153-155.
- [46] 文少保, 毕颖. 大学跨学科研究团队机会主义的治理[J]. *高校教育管理*, 2015, 9(5):63-66.
- [47] 李晶, 章彰, 张帅. 跨学科团队信息交流规律研究: 以威斯康辛麦迪逊分校为例[J]. *图书情报工作*, 2019, 63(3):115-122.
- [48] Stanford Bio-X. People[EB/OL].[2021-10-06]. <https://biox.stanford.edu/about/people>.
- [49] Wu Tsai Neurosciences Institute. Programs: Community[EB/OL].[2021-10-06]. <https://neuroscience.stanford.edu/research/programs/neurosciences-institute-seminars>.
- [50] Stanford University. Research Policy Handbook[EB/OL].[2021-10-06]. <https://doresearch.stanford.edu/policies/research-policy-handbook>.
- [51] Nanni F. Highlighting authors' contributions and interdisciplinary collaborations in Living with Machines[EB/OL].[2021-10-06]. <https://livingwithmachines.ac.uk/highlighting-authors-contributions-and-interdisciplinary-collaborations-in-living-with-machines/>.
- [52] 寇蕾蕾, 祝忠明, 白林林. 科研众包项目的协作模式研究[J]. *图书情报工作*, 2018, (22):146-152.
- [53] Wu Tsai Neurosciences Institute. About Us[EB/OL].[2021-10-06]. <https://neuroscience.stanford.edu/about/about-us>.
- [54] 樊春良, 佟明, 朱蔚彤. 学科交叉研究的范例——美国科学和技术中心(STC)的学科交叉研究[J]. *中国软科学*, 2005(11):69-76.
- [55] The University of Alabama at Birmingham. Forging the Future: UAB's Strategic Plan (2018-2013)[EB/OL].[2021-10-06]. <http://www.uab.edu/plan/>.
- [56] Bromham L, Dinnage R, Hua X. Interdisciplinary research has consistently lower funding success[J]. *Nature*, 2016, 534(7609):684-687.
- [57] Mason P H, Roy A, Singh P. Reciprocity-building and the importance of interdisciplinary collaboration in tuberculosis research[J]. *Journal of Biosocial Science*, 2017, 49(4):559-562.
- [58] Lamont M, Mallard G, Guetzkow J. Beyond blind faith: overcoming the obstacles to interdisciplinary evaluation[J]. *Research Evaluation*, 2006, 15(1):43-55.
- [59] Dave A, Hopkins M M, Hutton J, et al. Landscape review of interdisciplinary research in the UK[EB/OL].[2021-10-06]. <http://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/65332/>.
- [60] Rons N. Interdisciplinary research collaborations: evaluation of a funding program[J]. *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*, 2011, 5(1):17-32.
- [61] 黎鸣. 试论唯物辩证法的拟化形式[J]. *中国社会科学*, 1981(3):3-23.
- [62] 别敦荣, 张征. 斯坦福大学的教育理念及其启示[J]. *国家教育行政学院学报*, 2011(4):85-90.
- [作者简介] 曾粤亮, 男, 1991年生, 华中师范大学信息管理学院讲师, 硕士生导师。
- 李玉海, 男, 1962年生, 华中师范大学信息管理学院教授, 博士生导师。
- 收稿日期: 2021-10-11