

跨越认知价值鸿沟

——交叉科学何以深度交叉

朱 晶¹ 姜雪峰²

内容摘要：交叉科学研究的新颖性与挑战性并存。交叉科学是当下科学研究在目标与组织上的新常态，但是交叉科学如何实现深度交叉，如何汇聚不同学科背景的研究人员对同一个问题进行多角度融合探索，面临着来自科学研究内部的认知结构与外部的社会结构带来的双重挑战，而两者又常常因为跨学科合作形成的网络认识论而交织在一起，给交叉科学的推进带来困难。不同学科所追求的认知价值有差异，交叉科学中的多元目标和认知价值并不能还原到单一学科之中，成功的交叉科学要整合的是专家网络而不是知识网络。

关 键 词：交叉科学 认知价值 科学的社会结构 网络认识论 科学政策

作 者：1 朱晶，华东师范大学哲学系教授；

2 姜雪峰(通讯作者)，华东师范大学化学与分子工程学院教授，教育部青年长江学者。(上海 200062)

基金项目：国家社会科学基金一般项目“认知劳力分配视角下的科学合作研究”(19BZX041)；国家杰出青年科学基金(22125103)

交叉科学是培育重大原始创新的热土，人类社会面临健康、环境、深海与太空探索等诸多重大全球性问题，这些问题的解决都离不开交叉科学的支持。但是交叉科学如何实现深度交叉，汇聚不同学科背景的研究人员对同一个问题进行多角度融合探索，依然面临着不少困难。鉴于交叉科学会使得现有的成熟学科知识冒风险，有研究者甚至质疑推进交叉科学的合理性。^①如何从科学政策、科研管理与高等教育出发激励学





科交叉,成为全球科学政策与管理研究领域关注的热点。^②这些对交叉科学外部社会维度的考察,虽然注意到了交叉科学存在认识论上的困境,即学科交叉与学科专业化之间的矛盾,但是这些研究对困境背后的深层次原因关注不多,侧重于讨论组织和制度上的障碍,而不是有关不同学科在认知价值(epistemic value)^③上的鸿沟与冲突。事实上,科学研究有多元化的认知目标,不同学科所追求的认知价值有差异,认知价值会影响到科学家对研究方法和策略等的选择。更重要的是,交叉科学要实现的多元认知价值并不能还原到单一学科本身。交叉科学的外部评价又常常因为科学合作形成的网络认识论而与交叉科学自身的认识论过程交织在一起,加剧了交叉科学中不同科学家的认知价值鸿沟。交叉科学在我国的发展局面被形容为“逆水行舟”。^④

已有的针对交叉科学展开的科学政策与科学学分析,虽然关注到交叉科学中的合作,但是这些分析所基于的理论大多以个体科学家的认识论为基础,忽略了交叉合作的群体是由具有不同专长的专家形成的专家网络,他们通过认知交互和社会交互来辩护性地获得集体知识,并在这个过程中形成网络认识论、新的动态机制^⑤和复杂度增加的分布式认知系统。^⑥已有的研究多关注科学研究中的知识生产(knowledge production),对交叉科学研究中的群体进行的知识辩护(knowledge justification)关注不多。为此,我们将结合科学哲学中关于网络认识论与群体知识(group knowledge)的新理论框架,借鉴数据挖掘技术和田野考察对交叉科学的实证研究结果,剖析交叉科学领域形成的认知—社会维度的交互网络,特别是该认识论网络中认知价值鸿沟给交叉科学带来的深层次困难,进而从如何协调和弥合认知价值鸿沟上,获得给交叉科学政策的一些启示,希望能为我国交叉科学的发展提供管窥之见。

基于以上考虑,文章的论证结构如下:第一部分讨论国际上交叉科学展开时由于不同学科的认知价值鸿沟带来的显性问题,以及我国问题的特殊性;第二部分论述评价和承认等社会维度给交叉科学中的认知价值鸿沟带来的新问题,指出交叉科学中的多元认知价值并不能还原到单一学科之中;第三部分分析弥合交叉科学中认知价值鸿沟的核心是专家网络的形成和集体辩护的实现;第四部分针对如何从专家网络与集体辩护出发来协调和弥合认知价值鸿沟,在科学政策和管理上给出尝试性的政策建议。

交叉科学中认知价值鸿沟的外在表现

全球科学地图呈现出越来越紧密的学科交叉与融合,科学知识在不同学科领域的流动呈现出显著的交叉特征,交叉科学成为当下科学研究的新常态,交叉科学的中心集中在生物医学、生态学、创新驱动的经济发展等人类面临的共同重大问题领域,这些领域往往又具有高度复杂性。在解决复杂问题的同时,学科交叉带来了研究的新颖性。解决同一问题时,通过“长距离”的学科交叉产生的成果,会带来更高的科学影响,比如社会科学与大脑科学两个领域的交叉。^⑦交叉科学在面向具有高度复杂性的现实

问题时，其自身价值的多元性以及学科专业化过程中形成的学科视角与对同一问题的不同认知价值，使得交叉科学在当下的发展中遇到了不同学科认知价值上的鸿沟。

交叉科学研究的目标是多元的，不同领域的科学家在探索过程中持有的价值也是多元的。科学家的价值会以他们持有不同信念、认同不同的技能等方式呈现出来，进而影响他们在研究实践中做出判断和评价。在这些价值中，有和获得外在世界的真理和知识有关的认知价值，也有如何解决社会问题的社会价值，还有在解决现实问题过程中需要利用的仪器设备和场地等的仪器工具价值。在交叉科学中，认知价值和非认知价值时常是交织在一起的，比如对气候变化风险的评估中，经济学家和气候科学家对社会价值的不同考量，会影响到气候模型和决策模型构建时的参数选择与底层的数学模型。即使是在与发现真理有关的认知价值上，学者对于追求和什么问题有关的真理才是重要的，也有不同的价值和兴趣。不同领域的研究者对哪一个是值得追求的认知价值的不同判断，会影响到他们将精力重点投入哪个目标。比如，语言学家和计算机科学家合作时，语言学家可能倾向于使用模型来推理和预测语言背后的意图和情感，而计算机科学家可能会追求更多的数据量来优化模型参数。进一步地，不同的认知价值会影响到科学家对不同类型证据的认知优势、证据和推理的重要性与充分性、新发现的新颖性和可靠性的评价原则，这种认知价值的差异还会延伸到科学家在具体的研究过程中对数据的搜集和分析方法的选择。比如，与语言学习有关的数据可以是音韵、语法等语言规则，也可以是跨语言的场景等，但是将哪一个数据放在优先位置，取决于交叉合作中科学家的认知价值。

认知价值鸿沟带来的冲突首先显性地体现在社会维度上。交叉科学的基金申请成功率低，不容易获得资助。生物学家布朗厄姆(L. Bromham)等对澳大利亚研究委员会2010—2014年的项目申请与资助进行分析后发现，学科交叉性越强的申请，获得基金资助的成功率越低。^⑧这些都反映出交叉科学在社会维度上的困境，一方面交叉科学常常在政策层面上受到鼓励，而另一方面交叉科学却因为交叉带来的认识论问题而获得较低的成功资助概率。科学发展的动态机制的特殊性在于，科学共同体的认可、评价、奖励和荣誉分配，都是建立在集体辩护的基础之上。认知价值鸿沟带来的评审与发表困境，给随后的认可及科学家职业发展等带来了一系列的问题。比如，学术期刊是科学家获得认可以及进行学术交流的重要载体，目前的期刊大多数依然是专业化的，交叉科学类的期刊变成了“孤岛”。许多期刊仅针对一些特定学科或学科子领域的读者，作者也往往是引用和自己专业相近的期刊论文。^⑨虽然交叉科学会带来更高的影响力，不同学科的交叉引用在不断增加，但并不能保证交叉科学的工作能够在不同领域获得相同的认可和影响，这会损伤研究者参与交叉科学研究的积极性。

当我们将目光都集中于如何推动交叉科学研究时，一个容易被忽视的问题是，交叉科学中的跨学科合作，较之单一学科领域的团队合作，其研究成果的可重复性问题、责任和荣誉的分配问题受到了更大的挑战。比如，合作者多的大团队^⑩与中心化的合作群体^⑪的研究结果有更低的可重复性。为了将荣誉和责任客观地分配给在合作研究中做出不同贡献的个体科学家，不少科学期刊要求合作团队作出贡献声明。但是，有



研究者对《科学》杂志 35 年中对合作论文的撤稿情况进行了分析，发现大部分撤稿是由作者主动提出。团队提供给期刊的作者贡献声明与合作研究中真实的科学实践并不一致。从规范性的视角来看，为论文撤回担责的实际上是整个合作团队。^⑫交叉带来的科学成果的可靠性问题，除去诚信因素，在本质上依然与合作团队内部以及评审中存在的跨学科的认知标准和认知价值有关。

改革开放以来，我国通过多渠道、多类型的项目来支持交叉科学研究，国家自然科学基金委针对科学前沿和重大科学问题进行了超前部署和资助。2016 年基金委在化学科学部成立“化学生物学”这一交叉科学的独立学科评审组，促进了我国化学生物学研究的影响力及国际地位的极大提升。^⑬因为注意到交叉科学评价时的独特性，国家自然科学基金从 2018 年开始试行了按照四种不同学科属性来进行项目申报，单独设立了“共性导向、交叉融通”类别。当下，我国在国家层面设立了专门的基金资助和管理机构，增设了新的交叉学科目录，就是为了解决交叉学科评价时的学科归属与我国对学科的细分不匹配这一问题，避免交叉学科对上位学科的依附，从而让交叉学科获得合法性。这些政策上的举措很好地从科学的社会结构上推动了交叉科学研究，但是如何真正打破传统学科与交叉学科的认知价值差异，促进研究的深度，让交叉学科获得科学家普遍的价值认同，依然存在着难度。比如，虽然国家通过项目资助推动交叉科学研究，但是仍存在研究队伍参差不齐，优秀人才和团队缺乏传统学科的广泛认可与支持，研究领域分布不平衡，研究深度不够等问题。即使是受资助的项目，交叉科学的研究也时而反映出浅尝辄止、交叉动力不足的问题，交叉研究项目结束后，工作往往不再继续推进。^⑭

认识价值鸿沟带来的问题还有，研究者在因关注共同的问题而自然汇聚组成交叉科学的内在动力不足，由科研管理组织推动的交叉研究可持续性不强。我国高校交叉学科研究人员大多是因为某一交叉学科的课题临时聚集起来，缺乏长期、有效的沟通渠道。^⑮“双一流”建设高校中，教师进行跨学科合作的意向并不均一，科研管理部门通过组织资源影响教师合作行为，但是没有直接促成教师去合作。这一方面说明了高校相应合作资源的有限性，同时也反映出教师个体合作的自组织性动力不足。^⑯

这些问题引发我们进一步思考，在何种情境下通过科研组织手段集中激励交叉科学才是有效的？哪种类型的交叉研究是最富有动态性的，是激励传统学科自然生长而实现交叉的领域更有效，还是从建制上来保证协同攻关、解决复杂问题的交叉科学领域更有效？适用于评价交叉科学的标准是什么？对这些问题的回答，需要回到交叉科学中认识价值鸿沟带来的深层次困难。接下来我们将从交叉科学中形成的网络认识论特征上进行剖析。

交叉科学的社会结构变化：从知识生产到集体辩护

科学合作中隐性知识或者默会知识在知识生产中的重要性，受到科学政策与科学研究领域的诸多关注，^⑰但是科学研究不仅仅是知识生产，其客观性、一致性和可

可靠性的保证源于合作中的群体对知识进行集体审议和辩护。实验室和研究群体不仅仅是知识生产的场所，还是不同学科的研究群体对知识进行辩护的场所。不同于一般的科学合作，交叉领域科学家的知识与技巧的异质性，给合作群体中的同行评议、自我纠错、科学知识的交流、新知识的可重复性与可靠性带来了挑战。这些深层次的内在难题，是源于交叉科学中对新思想和新发现进行集体辩护环节上的困难，这种困难是认知价值鸿沟带来的。

具有内部一致性的科学共同体共享相同的概念、信念、认知价值和认知目标，因为其成员经历过相似的教育，熟悉相同的基本文献，有共同的关于研究领域的假定和方法来执行科学研究，他们在认知价值的基础上形成了在学科身份上的认知认同 (epistemic identities)。^⑮不同学科进行交叉时，不仅需要科学家将可以明言的理论概念与难以言传的技能进行互补性的沟通，还要跨越不同学科的科学家已经形成的认知价值。比如认知神经科学家通常通过相似的科研训练而获得大量共同的认知资源，在他们完成基本科研训练后，研究人员逐渐高度专业化，并再次分化到不同的子学科领域。于是，当认知神经科学家对预期和社会行动等问题展开研究时，不仅需要跨越认知神经科学与社会学领域不同的认知技能，还需要理解社会学领域分析社会行为时采用的符号互动理论等推理策略。交叉科学除了要挖掘科学研究内在的理论难题，往往还需要解决复杂的现实问题，这使得交叉科学具有更强的探索性和超越传统的学术研究之外的额外非认知价值，比如通过解决现实问题来创造社会价值，启发政策决策的政策价值。比如，认知神经科学家加入社会学中对有关预期和社会行为的研究工作时，还要考虑非认知价值，如个人对社会风险的预期可能带来的社会冲突问题。一方面，交叉科学所需要的高度专业化的认知资源仅仅只有一小部分人有能力共享；另一方面，非认知价值常常与认知价值交织在一起。为此，跨学科的群体要获得新颖且可靠的群体知识并提出解决现实问题的策略时，合作群体往往会面临不专长的领域和不熟悉的复杂现实问题，在这种情境下进行集体辩护的困难就异常突出。

不同学科的认知价值鸿沟带来集体辩护的困难，其贯穿于交叉科学的理论选择、研究目标设定、实验或模拟过程、证据有效性和新颖性的集体评价等多个环节。在这些过程中，交叉科学团队由于存在交流鸿沟和认识分歧，团队成员要对共同感兴趣的问题达成理解和共识，通过证据来说服彼此，并在此过程中实现新思想和概念的交织，不仅难度大，还需要花费更多时间。正因为此，交叉科学的研究成果有更大的可见度，在产出量上却更低。^⑯而科学研究独特的社会建制，特别是对独创性和优先权的强调，又要求科学家在职业生涯的不同阶段获得较快的承认，从而能够继续进行科学研究。加上交叉科学的研究成果短期引文影响力低，存在明显的滞后性，这常常会给持续、深入的交叉合作带来困难。

而且，并不是所有的学科交叉都会带来高影响力。比如，现代语言学和语用学的交叉、伦理与中世纪史的交叉就属于“双输”的交叉。与此形成明显对比的是，生物技术门类下的蛋白质科学与脑科学门类下的临床癌症研究的交叉会带来最大程度的双



赢。^②对比“双输”和“双赢”两个领域，后者以对癌症的遗传基础作为共同点，前者虽然有相通的理论基础，但是在认知价值和策略选择上的鸿沟更大，更具有多元性。

为此，对于交叉科学研究进行评审就显得非常复杂，交叉学科内部的责任承担与自我纠错也就尤为重要。正是因为意识到不同科学家在各自领域的专长优势和对整个科学领域认知能力的固有局限性，我国的基金资助机构一直努力探索新模式来建立科学、公正和高效的评审机制，比如在评审阶段由科学家与学科管理人员共同参与项目的分组、指派，进而共同完成评议专家遴选工作的新模式，推动建立学术共同体互信的基金评审机制。^③但是，如何将这种互信的评审机制延伸到交叉科学领域，解决价值多元性和不同领域科学家的认知价值鸿沟问题，还需要做更多的探索。评议交叉科学成果的能力不足，是目前交叉科学领域同行评议的最大难题。交叉科学研究的评价和质量控制中容易被忽略的一点，是目前的科学研究依然遵循标准的由个体科学家执行的同行评议原则和基于知识生产的认知价值的一元价值评价。交叉领域的评议依然是由个体科学家在执行，对交叉科学是否成功的评价依然以认知目标的实现——获得更多更可靠的知识为原则。然而，个体科研人员通常并不具有多个不同领域的认知资源，交叉科学中的认知价值并不能还原到多个单一学科。从交叉科学价值的多元性来看，成功的交叉科学产生的价值并不仅仅是认知成果。但是，对它的评价目前多以认知成果和它在学术领域的影响力为标准，而交叉科学的短期影响力可能更多地体现在解决当地或者本土的现实问题上（比如本土的水资源和水质问题），或者是在推动仪器设备或者数据的共享上，但是社会价值和仪器价值并没有被纳入当下的评价之中。这就带来了诸如交叉科学在评审时通过率低、交叉科学领域的期刊少等问题。仅仅以认知价值来评价成果影响力时，有“双赢”的学科交叉，也有“双输”的学科交叉等外在问题。

交叉科学中的认识论网络：从知识网络到专家网络

交叉科学面临集体辩护上的困境，深层原因在于交叉科学新出现的认识论特征与已有的个体科学家和单一学科呈现的特点不同，包括长期的学科专业化导致的不同学科共享的元知识少、知识转移难度高、不同学科的研究策略与风格有别，都给交叉科学中的认知交互带来了挑战。更重要的是，与单一学科中的科学合作不同，交叉科学中不仅需要形成知识网络，还需要具有不同专长的专家网络，概念、技能、技巧、仪器和方法等在认识论网络中都发挥着重要的作用。专家网络可以被扩展到覆盖交叉科学的共同体，为了解决复杂的现实问题而形成交叉群体。专家网络虽然受到科学知识社会学家的质疑，认为实验室和研究群体才是知识生产的场所，但是随着对实验室和交叉科学团队的田野考察，专家经验、专长技能在交叉科学中发挥的独特作用被社会学家和哲学家重新纳入新的理论框架。

在学科整合时，如果不同的认知资源贡献者都能够贡献自己的专长，就需要双方

都具有很好的研究基础，否则会带来认知贡献的不平衡、认知交互难以实现，从而导致交叉失败。然而不同学科的研究策略与风格有别，加上交叉科学研究还有很强的探索性，这意味着交叉科学中的团队成员需要形成强的合作网络节点，需要从根本上协调不同学科的认知价值和交叉科学要实现的多元价值。

具体而言，不同学科的科学家对于不同类型证据的认知优势或充分性有偏爱，即使是面对相同的实验信息或者理论描述，不同科学家常常会偏爱不同的解释模型。比如，前述的社会学家和认知科学家在分析社会行为中的预期时，对社会事实的可还原性和社会行为的生物学基础的复杂程度持有不同的看法。另外，今天的科学研究有数百个研究领域，学科之间还存在技能与技巧在传递或沟通方式上的差异。在行星天文学研究中，同行之间有交叉学科资源池，其中有一些单一学科的研究技能，是其他成员短期内很难获得的。计算机科学家或者计算化学领域的研究者在建立模型时，所需要使用的数学技能，被认为是垂直型和等级化的。而分子生物学实验室的工作则相反，常常被认为是平行性组织的，研究者的专长通过认知劳动分工和创造学习机会，可以较快地获得技能与专长。科学研究在认识论上的特殊性，使不同学科背景的科学家在面对共同的问题时难以达成一致。这就意味着要跨越认知鸿沟来形成交叉科学的专家网络，既不能将一个学科的认知价值强加给另外一个学科，也不能忽视学科本身在认知价值形成和交流上的特点，而是要在交叉科学具体的实践场景中，通过协商和交流来理解彼此的认知价值。比如，社会学家要理解认知科学研究对因果关系的追求、对动态过程的探索等具有的普遍性价值，认知神经科学家要理解社会学研究强调社会习性与文化习惯等宏观层面的认知优势。

无论是对真实的科学研究进行的数据挖掘分析，还是对科学共同体进行的虚拟仿真建模分析，都会发现科学研究具有天然的保守性和从众性，^②加大了不同学科实现知识转移的难度。^③当我们从人类科学发展历史的时间尺度去看，科学史上的不少科学巨星，在呈现自己颠覆性发现结果时往往会采用传统的方式，即传统和创新之间亦存在着张力。比如牛顿在《自然哲学之数学原理》中用几何学而不是新发明的微积分来表述万有引力，达尔文在《物种起源》中用其他科学家熟知的狗和鸟的人工选择的案例来解释自然选择。对学科异质性、研究新颖度和影响力之间关系的研究表明，高影响力的成果具有中等程度的异质性，而不是最大程度的异质性。这就更加凸显了在交叉科学中建立专家网络而不仅仅是知识网络的重要性。

成功的交叉科学需要形成的不仅仅是知识网络，还需要有认知价值的沟通 and 交流。具有不同专长的专家在合作网络中的交流和管理就显得格外重要。研究者对由生物学家、物理学家和工程师合作的交叉科学项目进行了长期跟踪后发现，将交叉研究团队视为专家网络是更为合理的研究与管理框架，不同的学科在执行交叉科学研究时形成了一组灵活的管理关系，具有不同技能、方法和概念的科学家跨学科进行材料、知识、技能的交换，发现交叉科学中的现实问题。重要的是，专家资格和所需技能在交流的过程中会通过认知交互随时发生变化，有很强灵活性的专家网络



才能推进交叉研究。^{②4}

在专家网络中,具有链接专长和跨学科专长的科学家是交叉科学的核心,但这类人才非常稀缺。交叉科学合作与一般的团队合作不同,交叉科学领域的科研人员处于“交叉坐标系”的不同节点上。比如,一群高度专业化的凝聚态物理学家之间合作,虽然参与的科学家在非常高层级的细节探索上有不同的贡献,但是由于他们有相似的训练背景、有共同的认知资源,因此他们各自的贡献是能够有效链接起来的。然而在跨学科的群体中,由于缺乏相似的训练基础,就需要有链接专长或者跨学科专长的科学家作为桥梁人物进行沟通和把关,让科学家在建立理解彼此学科的认识价值的基础上,实现认识技巧和认知资源的相互补充。为此,专家网络中调适的不仅仅是某个学科的技能,在根本上还是要调适不同学科的认识价值。

值得注意的是,当我们聚焦交叉科学中的价值多元性和认知价值鸿沟时,不能仅仅看到认知鸿沟或不同认知价值冲突带来的困难,还要关注不同认知价值的异质性带来的多样性,这种异质性正是推动科学研究不断创新和进步的认识论根源。不同学科的认识价值存在冲突,并不是说不同领域的科学家在判定什么是好的科学上存在原则上的冲突,而是说不同领域的科学家在解决同一问题时具有认知上的差异。这就意味着,要跨越认知价值鸿沟,需要通过长期交流来促进不同学科的沟通,在理解和认同共同的科学证据的基础上,促进有共同认知价值的专家网络的形成,让具有链接专长的专家能够进一步识别并调适不同学科的认识目标。这种长时间的沟通和交流能够促进有认知灵活性的专家网络的形成,对于大尺度的交叉科学发展尤为重要。

认知价值冲突给交叉科学的政策启示

已有促进科学运行的社会机制与政策研究,是基于对单一学科和个体科学家的认知特征来进行的。交叉科学呈现的新的复杂认知—社会网络系统,启示科学政策转向以弥合交叉科学中的认知价值鸿沟为核心,从激励专家网络和集体辩护的能力入手,培育交叉科学。认知价值冲突或者鸿沟,本质上是认知价值的多样性,所以科学政策还应该注意认知价值差异或者多样性带来的益处,从鼓励多样性出发来激励交叉科学。具体举措可以包括以下方面。

其一,针对交叉科学中的认知价值并不能简单还原为单一学科的特点,在涵养交叉科学中的专家网络时,将具有链接专长的科学家形成强的合作节点作为切入点。优先鼓励有链接专长的科学家组建团队,同时保持专家网络的灵活性并尊重其对原有学科的认识认同或者认知身份,而不仅仅是学科认同。高影响力的科学研究主要是对旧有工作的独特整合,从而产生新颖的创造性思想。交叉科学相比常规领域,产生这种新颖整合的平均概率要高 37.7%。^{②5}因此,优先鼓励具有跨学科专长的链锁型科学家建立团队,既能发挥这些科学家的桥梁作用,又能发挥这些科学家在成果的可信度上作为守门人和把关者的作用。与此同时,鼓励尊重在各自领域具有专长

的研究者的专家身份和能力,鼓励通过长期的交流和交互,在理解彼此的认知价值的基础上、在合作的过程中形成信任关系,通过共享和学习新的专长技能来涵养专家网络的灵活性。

其二,尊重不同学科领域在研究对象和研究技巧上的距离,优先鼓励距离小的学科进行交叉。交叉科学领域获得成功资助比例低的根本原因,不是一般所认为的基金评审时对交叉科学的偏见,不是有的基金评审人不能胜任所有学科领域的评审工作,而是与交叉科学涉及的不同分支学科之间的距离有关。分支学科之间的距离越大,或者学科交叉的学科距离越大,认知价值鸿沟越大。虽然大尺度的交叉科学更会产生异常新颖的洞见和更高的影响力,但是科学研究的学科分化与交叉有其内在特征,不同学科研究使用的常用范式与观测手段不一样,对科学证据与现象进行解释的机制不一样,对数据精度的要求不一样,对数据处理和模型建立的标准也不一样。因此,交叉科学研究需要大量的智力资本,花费更长的时间逐渐从彼此不熟悉的背景中发展出共同的语言和共同的视角,在此基础上建立合作关系。因此,可以优先培育学科距离小的领域进行交叉,在探索出成熟的评价和激励机制后,再转向大尺度的交叉。

其三,针对交叉科学中的价值多元性,交叉科学的评审、资助与管理方式应与单一学科不同,鼓励引入新方式,在评价和承认认知成果的基础上,将过程性成果(仪器设备和数据)和社会影响纳入其中。科学政策对于培育交叉科学研究发挥着至关重要的作用。在交叉科学中,组织交叉合作并没有所谓的最佳方式,即使是在同一项合作中,不同学科的合作关系也会随着时间发生变化。因而交叉科学需要鼓励不同的管理和评价方式。在评价上,鉴于交叉科学在同行评议上的特殊性,新的评价方式应该受到鼓励和认可,除了研究成果自身的认知价值,还要承认交叉科学中的工具设备价值。为此,在交叉过程中发展出通用计算软件,甚至是建立合作网络或者达成数据共享协议,都应该看作是交叉科学迈向成功的一个特征,并将其纳入认可与评价体系。此外,还应该鼓励承认交叉学科研究带来的社会价值,将社会影响纳入评价之中,比如对政策和解决本土问题或者区域性问题的影响。虽然交叉科学研究更容易产生新颖的洞见和发现,但是在整体水平上,它们并不比单一学科或者更狭窄范围的子学科研究的平均质量要高。因此,如何对交叉科学项目进行长期监测和过程性跟踪,也非常重要。另外,鼓励更多的期刊认真评审并发表高质量的交叉科学研究,鼓励交叉科学项目发表多角度、多种类论文,让所有对交叉科学研究项目有贡献的学科,都能在项目的知识积累中受益。

其四,鼓励交叉科学中建立小团队。在发展大科学项目与仪器平台的同时,也要鼓励小团队参与交叉科学研究。扁平化、层级性低的团队更容易有新颖的发现,^{②5}也更容易产生可重复性高的成果。小团队在专家网络的形成上更加灵活,更容易在集体辩护的过程中产生看起来具有冲突性的观点,进而在解决冲突时发现新的问题,自下而上地找到交叉科学中的生长点。



注释:

- ① Jerry A. Jacobs, Scott Frickel, "Interdisciplinarity: A Critical Assessment," *Annual Review of Sociology*, vol. 35, 2009, pp. 43-65.
- ② 相关的研究参见戴亚飞、杜全生、潘庆等:《探索中前行的交叉科学发展之路》,《大学与学科》2021年第4期。
- ③ 与“epistemology”表述为认识论或者知识论相对应,“epistemic”应译成“认识的”。但是在中文语境中,将“epistemic value”译作“认识价值”,容易引起歧义,所以本文使用“认知价值”,指和科学研究中的认知目标实现有关的价值。
- ④ 鄂维南:《人工智能时代交叉科学的人才培养》,《大学与学科》2022年第1期。
- ⑤ 朱晶:《科学合作中的网络认识论:科学家的社会交互如何影响认知交互》,《社会科学》2021年第5期。
- ⑥ Nancy J. Nersessian, "Interdisciplinary in Action: Cognitive Ethnography of Bioengineering Sciences Research Laboratories," *Perspectives on Science*, vol.27, no.4, 2019, pp. 553-581.
- ⑦②⑩ Vincent Larivière, Stefanie Haustein, Katy Börner, "Long-distance Interdisciplinarity Leads to Higher Scientific Impact," *PLoS ONE*, vol.10, no.3, 2015, e0122565.
- ⑧ Lindell Bromham, Russell Dinnage, Xia Hua, "Interdisciplinary Research Has Consistently Lower Funding Success," *Nature*, vol. 534, no. 7609, 2016, pp. 684-687.
- ⑨ Alfredo Yegros-Yegros, Ismael Rafols, Palbo D' Este, "Does Interdisciplinary Research Lead to Higher Citation Impact? The Different Effect of Proximal and Distal Interdisciplinarity," *PLoS ONE*, vol.10, no.8, 2015, e0135095.
- ⑪ Bryce Huebner, Rebecca Kukla, Eric Winsberg, "Making an Author in Radically Collaborative Research," in Thomas Boyer-Kassem, Conor Mayo-Wilson, Michael Weisberg eds., *Scientific Collaboration and Collective Knowledge*, New York: Oxford University, 2018, p. 103.
- ⑫ Valentin Danchev, Andrey Rzhetsky, James A. Evans, "Centralized Scientific Communities are Less Likely to Generate Replicable Results," *eLife*, no.8, 2019, pp.1-18.
- ⑬ Line E. Andersen, K. Brad Wray, "Rethinking the Value of Author Contribution Statements in Light of How Research Teams Respond to Retractions," *Episteme-A Journal of Individual and Social Epistemology*, 2021, pp. 1-16. doi: 10.1017/epi.2021.25.
- ⑭张艳、郑企雨、杜灿屏等:《九层之台,起于累土——从化学生物学成长浅析基金支持对交叉学科的引领作用》,《中国科学:化学》2021年第4期。
- ⑮游士兵、惠源、崔娅雯:《高校协同创新中交叉学科发展路径探索》,《教育研究》2014年第4期。
- ⑯黄雪梅:《“双一流”建设高校教师科研合作影响因素的实证研究》,《中国高教研究》2022年第4期。
- ⑰Carolyn Haeussler, Henry Sauermann, "Division of Labor in Collaborative Knowledge Production: The Role of Team Size and Interdisciplinarity," *Research Policy*, vol.49, no.6, 2020, pp. 1-20.
- ⑱⑲Erin Leahey, Christine Beckman, Taryn Stanko, "Prominent but Less Productive: The Impact of Interdisciplinarity on Scientists' Research," *Administrative Science Quarterly*, vol.62, no.1, 2017, pp. 105-139.
- ⑳戴亚飞、高飞雪、王翠霞等:《建立学术共同体互信的基金评审机制的尝试与思考》,《物理化学学报》2020年第8期。
- ㉑Cailin O'Connor, "The Natural Selection of Conservative Science," *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, vol.76, 2019, pp. 24-29.
- ㉒Catherine Herfeld, Chiara Lisciani, "Knowledge Transfer and its Contexts," *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, vol.77, 2019, pp. 1-10.
- ㉓Neil Stephens, Phil Stephens, "Interdisciplinary Projects as an Expert-network: Analysing Team Work across Biological and Physical Sciences," *Science and Technology Studies*, vol.34, no.4, 2021, pp. 56-73.
- ㉔Brian Uzzi, Satyam Mukherjee, Michael Stringer, et al, "Atypical Combinations and Scientific Impact," *Science*, vol.342, no.6157, 2013, pp.468-472.
- ㉕Xu Fengli, Wu Lingfei, James Evans, "Flat Teams Drive Scientific Innovation," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol.119, no.23, 2022, e2200927119.

编辑 张 蕾