



第 1 章

绪论

1.1 研究背景

科学学,即科学的科学,以整个科学技术知识及其活动为研究对象,探索科学技术发展的基本规律^[1]。大数据时代科研投入和产出数据的不断丰富,为科学学探索科学发展规律和演化模式提供了前所未有的机会。基于海量的科研投入产出大数据,科学学研究应用定量分析方法,在揭示科研活动特征、科学发展规律的基础上,对科学发现、科技创新、科学实践的形成机理及影响因素进行深入的解释分析,为科技政策规划提供支撑性的证据,进而更有效地推动环境、社会和技术问题的解决^[2]。

1. 倒 U 型现象给科研决策和科学学研究带来的挑战

在已有的科学学研究中,学者们已经揭示出若干科研活动的现象及演化规律,如:科研投入的规模越大,科研产出越丰富;科学文献的数量以指数模



型的形式扩张,每 15 年数量翻一番^[3]。但基于文献标题和摘要提取的短语分析表明,与科学文献增长速度相比,文献中涉及的概念增长速度显著偏低,随时间呈线型增长趋势^[4]。在齐普夫定律中,一个单词出现的频率与它在频率表里的排名成反比,单词的频率与它的序号之间呈“幂律”分布^[5]。国家/机构科研成果产出的被引频次分布亦遵循类似的幂率分布规律(帕累托分布),80%的科研成果产出来自于 20%的国家/机构……

在上述案例中,尽管描述活动规律的量化模型(线性模型、指数模型、幂率模型等)不同,但科研活动的结果均随影响因素的增加表现出单调增加或单调减少的变化趋势。随着科学学研究对科研活动规律认识的不断加深,学者们发现科研活动中存在若干倒 U 型现象——科研活动的结果随某一影响因素的增加表现出“先升后降”的非单调变化趋势,如图 1-1 所示。

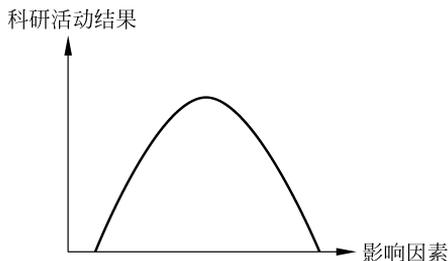


图 1-1 科研活动中倒 U 型现象示意图

科学学揭示的科研活动特征可以为解读科研活动规律、预判科研活动趋势、评估科研活动绩效,进而制定相应的科研政策提供一定的参考依据。对于结果均随影响因素单调变化的科研活动而言,解读规律、预判发展态势,进而制定相应的科研政策通常是简单易行的。例如:科研产出规模与学术影响力之间大多存在正向线性相关关系,对于国家科研系统而言,扩大科研产出规模是提升学术影响力的前提和基础。国家可以通过增加科研投入等方式,提高科技生产力,促进科研产出,进而提升科研成果的学术影响力和竞争力。

然而,倒 U 型现象“先升后降”特征表明,结果相同的科研活动,其影响因素(产生原因)可能相反。因此,对倒 U 型现象的解读和研判更加复杂,基于倒 U 型现象制定相应的科研政策时需要考虑多重因素的影响,避免片面结论

引起的决策简单化。如：对于不同国家而言，科研水平与国际合作之间存在倒 U 型关系，科研水平偏低（如多数发展中国家）和过高的国家（如美国）国际合作均不是很强。尽管两种类型国家的国际合作表现类似，但形成这一现象的原因却相差甚远。科研水平低的国家参与国际合作较为困难，而高科研水平国家由于拥有足够的自主研究能力以及知识产权保护等原因，国际合作的意愿降低^[6]。两类国家国际合作的影响因素完全不同，相应制定的国际合作政策也有所差异。

然则，倒 U 型现象表现出的“先升后降”变化趋势，其本质反映的是一种“过犹不及”的思想，即：一些“积极”的影响因素并非一直对结果发挥着“正向”的作用，“正向”作用存在临界点。当到达临界点时，影响因素与理想结果之间的正向关系中止，并在超过这一临界点后产生非期望的结果^[7]。了解更多的倒 U 型现象，有助于科研界预判“过犹不及”现象带来的后果，进而通过控制影响因素，使得科研活动达到一个相对“最佳”的状态。例如：高校教职员工与企业开展合作，可以为其教学工作带来好的生源以及额外的经费，但是合作越多越有利于教学工作的开展吗？有研究表明，过度的校企合作及学术商业化会分散教职员工的精力，反而对教学产生不利影响。高校教职员工与企业合作的强度与其教学水平之间存在倒 U 型关系^[8]。这一倒 U 型关系的揭示有利于高校预判和控制合作可能带来的负面影响，从而通过制定适当的校企合作相关政策，最大程度提升教学质量。

可见，倒 U 型现象所表现出的非单调特性，给科研政策的制定提出了新的挑战。因此，有必要对科研活动中的倒 U 型现象进行深刻理解和充分认识，为科研决策部门合理解读科研活动规律、精准预判科研发展态势，进而科学决策提供依据。

在理论研究的层面，描述和揭示科研活动规律的特征是科学学的主要研究内容之一。倒 U 型现象表现出来的“先升后降”的复杂特征同样也给科学学自身的研究工作带来了挑战。深入理解和认识倒 U 型现象，挖掘其本质特征，对科学学而言，是一种较为复杂的科研活动规律的探索，是科学学重要的研究问题。



2. 科研活动中倒 U 型现象形成机制研究的必要性

已有的科学学研究已经揭示出一些科研活动中的倒 U 型现象,如:科研人员年龄与论文产出数量之间的关系,研究团队的大小与团队创新之间的关系,科研论文的学科交叉性与学术影响力之间的关系等等。然而,科研系统是一个包含了科研人员、科研项目、科研成果、科研思想等元素的复杂且不断发展的自组织系统^[2],科研活动的过程涉及大量活动元素之间的相互作用,各元素的特征各异,元素之间作用关系的类型也千差万别。已有研究中揭示出的倒 U 型现象分别从不同角度揭示了一些科研活动元素某一方面的活动规律,仅仅是科研活动中该类型现象的“冰山一角”,具有很强的随机性,缺乏全面性和系统性,因而无法预判未知的倒 U 型现象。

此外,已有的部分研究中,对倒 U 型现象的形成原因进行了阐述。但现有研究中对现象的解释均以“个案”为主,缺乏普适性和推演性,不利于深刻理解该现象形成的本质原因以及内在机理。普适性机制理论的缺失,对于挖掘和预测科研活动中尚未被认识的倒 U 型现象而言比较困难。因此,现有研究对科研决策的支撑仅限于已发现的倒 U 型现象,能够提供的证据有限。

要想从庞大的科学系统中识别出更多可能发生倒 U 型现象的活动元素,甄别更多的倒 U 型现象,有必要在现有“个案”研究的基础上,挖掘科研活动中倒 U 型现象的形成机制,了解该类型现象形成的普适性规律。形成机制的研究可以为全面、系统地预测或甄别尚未被认识的倒 U 型现象提供理论方法支撑,从而为科研决策提供更加全面的参考证据。

1.2 研究问题和内容

在以上研究背景下,本书提出了如下研究问题,并确定研究内容。

1.2.1 研究问题

1. 科研活动中的倒 U 型的现象是怎么形成的？

现有科研活动中倒 U 型现象研究均是从“点”上开展,针对的研究对象不同,对现象形成原因的解释也不尽相同。作为科研活动中同类型的现象,不同的“个案”倒 U 型现象具有什么样“面”上的共性特征?什么样的科研活动元素之间可能存在倒 U 型现象?这种现象是怎么形成的?

2. 科研活动中还存在哪些倒 U 型现象? 是否可以通过某一方法预测或甄别尚未被识别的倒 U 型现象?

除了已揭示的倒 U 型现象,科研活动中还有哪些没有被发现的倒 U 型现象?通过总结梳理已揭示现象的“共性”特征,是否可以预测或甄别尚未被识别的倒 U 型现象?

1.2.2 研究内容

基于以上研究问题,确立了本书的研究内容:从“个案”倒 U 型现象出发,提炼科研活动中该类型现象的“共性”特征,进而挖掘倒 U 型现象的普适性形成机制;在此基础上,甄别若干科研活动中尚未被识别的倒 U 型现象,为科研管理部门了解科研活动规律、制定相关科研政策提供参考。研究内容包括理论研究和应用研究两大部分。

1. 理论研究:挖掘科研活动中倒 U 型现象的形成机制(第 3~5 章)

由于科研活动的倒 U 型现象本质上是其社会功能或社会影响的体现,因此,科研主体之间互动和关联形成的科研系统可视为社会系统的子系统。本书首先在对社会系统倒 U 型现象解读的基础上,构建社会系统倒 U 型现象的形成机制模型。社会系统中倒 U 型现象的形成机制,揭示了该现象的普适



性的形成机制和规律,为各子系统倒U型现象机制的挖掘提供了一个基础框架。科研系统是社会系统的子系统,科研活动的倒U型现象形成机制模型也可以在社会系统的机制框架的基础上进行构建(第3章)。

聚焦科研系统,挖掘科研活动中倒U型现象的形成机制依赖于对科研活动元素特征及其作用关系的深刻理解,有必要按照发生倒U型现象元素的特征,将科研活动中的元素有机地组织起来,构建一个元素关联框架。生态系统和科研系统都是广义社会系统的一部分,都是由具有一定自主能动性的个体,通过互动和关系所形成的有序的整体。生态系统的相关理论成果已成为业界共识,被广泛应用到其他领域。“生态系统”的核心理念在于系统内各元素具有不同特征,在系统中发挥了不同的作用,但又相互依存、相互制约影响,这与本研究中构建科研活动元素关联框架的目标类似。因此,本书借鉴“生态系统”的定义和关联关系,以生态系统作为类比,来构建这一关联框架,并将其命名为“科研生态系统”。科研生态系统描述了科研活动中各元素的特征及作用关系,为定位科研活动中可能发生倒U型现象的元素及潜在作用因素提供了元素基础(第4章)。

科研活动中的倒U型现象的形成机制模型是在社会系统这一现象形成机制的基础之上构建的,是社会系统形成机制与科研活动元素特征的融合。在社会系统倒U型现象形成机制(第3章)的基础上,结合科研生态系统中科研活动元素的特征及作用关系(第4章),构建科研活动中倒U型现象的形成机制模型。并应用这一形成机制对已发现的科研活动中的倒U型现象进行解释,验证形成机制的合理性(第5章)。

2. 应用研究: 甄别科研活动中尚未被识别的倒U型现象(第6章)

理论研究部分构建的倒U型现象形成机制模型,为判断科研活动中两个元素能否发生倒U型现象提供了理论依据。在应用研究部分,本书结合实践应用意义,应用上述形成机制模型,甄别若干科研活动中尚未被识别的倒U型现象,并通过数据实验再次验证形成机制的合理性。

1.3 研究意义

目前,对科研活动中倒 U 型现象的研究主要从不同的“个案”展开,本研究致力将各个研究中的倒 U 型现象视为研究整体,总结倒 U 型现象的共性特征,归纳到统一的理论框架下,构建倒 U 型现象的形成机制模型,并应用形成机制模型甄别若干尚未被识别的倒 U 型现象。这一研究不仅具有重要的理论意义,而且具有一定的应用价值。本书的研究意义包括以下两个方面。

1. 理论意义

(1) 为甄别科研活动中的倒 U 型现象提供判断标准,解释倒 U 型现象提供理论依据

一方面,本研究的目标是挖掘科研活动中倒 U 型现象的形成机制,构建形成机制模型,基于模型可以判断科研活动中哪些元素之间可能存在倒 U 型现象。形成机制模型的提出为预测、甄别科研活动中尚未被识别的该类型现象提供了判断依据。

另一方面,科学学已有的倒 U 型现象研究工作中,部分研究仅对发现的现象本身进行了描述,并未对现象的形成原因进行解释。应用本研究构建的形成机制模型,可以对已发现的倒 U 型现象进行合理的解释,剖析其形成的原因。形成机制模型可以为解释已发现的倒 U 型现象提供理论依据。

(2) 有利于科研界深入了解科研活动中倒 U 型现象的本质特征,丰富科学学描述科研活动规律的研究内容

本研究旨在基于已发现的各种倒 U 型现象的特征,从整体的视角出发,对“个案”现象进行“共性”特征抽取,剖析科研活动中该类型现象的普适性形成原因,构建科研活动中倒 U 型现象的形成机制模型。机制模型的构建有利



于科研界更加深入了解科研活动中倒 U 型现象的本质特征。

描述和揭示科研活动规律是科学学重要的研究内容。本书以科研活动中倒 U 型现象(倒 U 型关系)为研究对象,探究该类型现象的本质特征及形成机制。较之线性关系、指数关系等其他关系而言,对倒 U 型关系的研究是一种较为复杂的科研活动规律的探索,丰富和拓展了科学学描述科研活动规律的研究内容。

2. 实践意义

(1) 为解读和研判科研活动规律,客观评估科研活动绩效,进而有针对性制定科学合理的科研政策提供参考依据

倒 U 型现象“先升后降”特征表明,结果相同的科研活动,其影响因素(产生原因)可能相反。因此,对倒 U 型现象的解读和研判,需要系统、深入考量发生现象的活动元素之间的关系,以及多重的影响因素,在此基础上制定客观、合理的科研政策。

基于本研究构建的倒 U 型现象的形成机制模型,可以甄别科研活动中更多的此类型现象,为管理部门有针对性的解读、研判现象,进而制定科研政策提供参考依据,避免基于片面结论引起的决策简单化,提升科研决策的科学性。

(2) 为预判科研活动的最佳状态提供证据支撑,助力科研绩效和科研活动效率的提升

对于倒 U 型现象而言,科研活动的结果是具有“最优”状态的,且如果将影响结果的因素控制在适中的范围内,结果即可达到“最优”状态。基于倒 U 型现象的形成机制模型,甄别科研活动中更多的此类型现象,能够帮助科研界预判更多科研活动的“最优”状态,了解更多导致科研活动结果“先升后降”的影响因素;并通过控制、调节这些影响因素促使科研活动结果达到“最优”状态,避免“过犹不及”带来的后果,助力科研绩效和科研活动效率的提升。