

DOI 编码: 10.3969/j.issn.1672-884x.2023.02.008

“互联网+”对创新价值链的 动态迭代溢出效应研究

李勃昕¹ 董 雨¹ 朱承亮²

(1. 西安财经大学公共管理学院; 2. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所)

摘要: 通过解构从基础研究到技术进步的创新驱动逻辑, 刻画“互联网+”对创新价值链的迭代溢出机制。进一步实证研究发现: 基础研究对技术进步的转化驱动并非线性有效, 而是存在先抑后扬的 U 形演化规律, 只有基础研究水平超过一定阈值, 才能释放纵向创新驱动力; “互联网+”在嵌入创新价值链的过程中, 会衍生门槛共振效应, 撬动并放大从基础研究到技术进步的迭代溢出红利。此外, “互联网+”对创新价值链内生驱动的调节作用, 在基础设施建设水平、用户普及率与商业开发价值 3 项维度上均有一定的动态差异和空间异质性。

关键词: “互联网+”; 创新价值链; 基础研究; 技术进步; 创新驱动

中图分类号: C93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-884X(2023)02-0231-09

The Dynamic Iterative Spillover Effect of “Internet+” on Innovation Value Chain

LI Boxin¹ DONG Yu¹ ZHU Chengliang²

(1. Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an, China;

2. Chinese Academy of Social Sciences, Beijing, China)

Abstract: The study deconstructs the innovation driving logic from basic research to technological progress, and reveals the iterative spillover mechanism of “Internet+” on the innovation value chain. Further empirical research shows that: the transformation drive of basic research to technological progress is not linearly effective, but with U-type evolution law from restraining to increasing. Only when the basic research level exceeds certain threshold can the vertical innovation driving force be released. “Internet+” will generate threshold resonance effect in the process of being embedded into the innovation value chain, and will pry and magnify the spillover benefits from basic research to technological progress. Moreover, the regulating effect of “Internet+” on endogenous driving in innovation value chain is dynamic different and spatial heterogeneous in three dimensions: infrastructure level, user penetration rate and commercial development value.

Key words: “Internet+”; innovation value chain; basic research; technological progress; innovation drive

1 研究背景

互联网改变了信息传导模式, 衍生出网络式的数据扩散结构, 加速技术创新和产业升级, 为新时代内生驱动和创新发展提供了转轨加速器^[1]。源自信息科学理论的解释在于, 互联网本质是通过信息数字化实现了无限通讯, 成为

信息分享、传播互动、资源配置和通讯服务的重要工具^[2], “互联网+”将互联网和信息传递的载体互通融合, 以“数据流”构建新的要素结构, 对社会经济发展产生颠覆性影响, 催生新的商业模式。全球企业十强中互联网巨头占比过半, 如通用、西门子这样的传统企业发展势头逐渐被亚马逊、谷歌等互联网巨头所取代, 可以

收稿日期: 2021-09-22

基金项目: 国家社会科学基金资助西部项目(17XJL004); 陕西省社会科学基金资助项目(2018D39); 西安市科技计划软科学研究资助项目(21RKYJ0054)

说,互联网已经成为新经济的创新主导驱动力。

学界和商界对“互联网+”创新价值的关注更多集中在市场化应用^[3],纵观全球科技革命发展史,每一次技术变革都会涌现新的超越机遇,在经济高速增长向高质量发展的转型阶段,互联网渗透至社会发展的各个领域^[4],BAT 等“互联网+”新兴企业高筑平台经济壁垒,汇集海量终端客户流量,成为资本市场的“独角兽”。但要深思的是,这些“互联网+”企业实现的是商业模式创新^[5],依存于国内庞大消费市场的竞争空间,更像是互联网科技创新的市场化应用场景开发,并非“互联网+”的硬核创新驱动。

另有一些研究关注“互联网+”对知识传播的加速效应^[6],认为互联网会缩小不同地区之间的知识积累水平差距,提高信息传播速度,从而扩大技术溢出^[7]。但从知识积累到技术创新,最终形成效率变革,并非由互联网所衍生,而是全周期创新价值链的迭代驱动效应,互联网更像是知识传递和信息共享的加速器^[8]。反向观点甚至认为,互联网扩大了技术外溢影响,不利于知识产权保护,甚至可能破坏自主创新和竞争^[9]。

事实上,从创新价值链的内生驱动结构来看,互联网建设更为重要的价值在于,打破了信息传播的空间局限,演化出新的要素配置逻辑,嵌入从知识积累、基础研究,到技术创新^[10],再到技术产业化的进化轨迹,赋予创新演进全周期式的内生驱动力^[11]。因此,仅从市场化技术应用终端或知识传递效率评价“互联网+”的创新驱动贡献显然有失偏颇。那么,如何有效发掘“互联网+”的内生驱动力,嵌入创新价值链,激励从基础研究到技术应用的效率转化,撬动“互联网+”的迭代创新溢出红利,依然是研究“互联网+”所要验证和揭示的核心问题。

2 理论分析

技术创新贯穿于工业发展和社会进步,是人类改造自然的行为范式,而互联网是技术创新中的一种,在类比范畴内存在包含与被包含的关系^[12]。但互联网相对于一般的技术创新而言,具有更为广泛的“创造性破坏”,使得信息传播效率接近于物理极限,从根本上颠覆了传统的信息处理模式和资源配置结构^[13],嵌入技术创新的全周期价值链,形成了技术创新与“互联网+”的互幂拓扑效应: $\text{Innovation} \xleftrightarrow{\text{Innovation}} @$, “互联网+”加速了技术创新迭代,而技术创新也反向扩展了“互联网+”的拓扑空间。

按照内生增长理论的解释,效率提升是经济发展的本源,而技术进步是支撑效率提升的内在驱动力,由此,将创新价值链结构分为基础研究和技术应用产业化两个阶段^[14]: ①以基础研究和技术研发为主,为技术创新产业化提供研究支撑; ②以技术进步和效率转化为主,以求获得市场化创新竞争回报。两个阶段彼此衔接,形成创新价值链的纵向迭代结构(见图 1): 以基础研究为动力源,推动技术进步和新技术应用,加速新旧生产关系更替,打破边际递减约束,实现效率变革和竞争收益,基础研究和技术进步不断迭代耦合,在动态匹配过程中实现了创新价值链的螺旋式进化。二者之间的互动关系在于,基础研究和技术研发是整个创新价值链的根基^[15],具有隐形化支撑作用,而技术进步与效率提升是创新价值链的显性化绩效表现,基础研究通过技术产业化的效率竞争获得创新收益,技术进步和效率竞争又必须以基础研究和技术研发为本源,二者相互依存并双向耦合,共生驱动创新价值链演进。

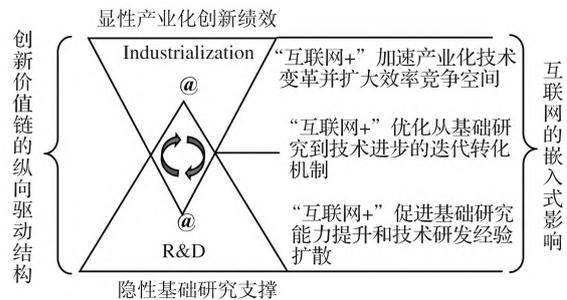


图 1 创新价值链的纵向驱动结构以及互联网的嵌入式影响

在创新价值链的纵向驱动结构中,互联网具有物理载体与虚拟效率的双重属性^[16],存在多维度嵌入式影响: $\text{R\&D} \xrightarrow{②} \text{Industrialization}$ 。首先,基础研究以知识积累、信息裂变为前提,在认知突破的基础上不断试错,形成新技术、新方法,但这个过程存在不确定性,耗费大量研发资本,还需要科研人员长期的智力投入,才有可能取得技术突破。然而,由于基础研究短期内难以实现创新收益,市场化机构参与积极性不高,为了激励基础研究,西方发达国家建立并扶持大量高校与科研机构,作为基础研究的主导力量^[17]。发展中国家因为科技革命起步较晚,现代化教育体系尚不完善,技术创新资源较为匮乏,加之高精尖的实验设备为西方发达国家垄断,导致基础研究薄弱。互联网能够改变传统信息传递方式,无限提高传播效率,跨越知识扩散和经验分享的时空局限^[18],借助“互联网+”

能够实现知识共享和经验传播,缩短基础研究投入周期,加速研发能力提升^[19]。

其次,创新价值链驱动过程中,从基础研究到技术产业化之间存在耦合转化关系,这是技术创新的“关键一跃”,基础研究如果仅仅停留在原始知识积累与技术研发突破,而脱离产业化市场应用,则会陷入象牙塔瓶颈。产业化技术应用是整个创新价值链的显性回报来源,但这需要基础研究提供技术支持,技术交易和技术流通是驱动从基础研究到技术产业化的耦合通道,传统技术转让依赖于在场交易,信息搜集、技术匹配和交易手续耗费了大量成本,通过建设互联网平台,汇集并发布海量基础研究的技术成果信息^[20],能够形成“技术信息网”,在基础研究端和技术应用两端无限次交叉传导,有助于稀释信息不对称风险,降低技术交易成本,优化从基础研究到技术应用的耦合转化效率^[21]。

最后,“互联网+”与传统科技革命相比,渗透空间更为广阔,蔓延速度更快,“互联网+”与技术产业化相结合,有利于优化技术配置,释放幂次拓扑效率,促进产业化技术变革^[22]。当产业链中的某一个企业实现技术突破后,效率竞争通过互联网在商业竞争中加速传递,释放了积极的溢出效应,带动关联企业技术进步,推动创新价值链优化^[23]。与此同时,在消费市场,“互联网+”降低了人与人之间的交流成本,极大地提高了要素配置水平,逐渐替代传统商业模式^[24],形成“人-网-商”的“互联网+”结构,这个过程降低了传统商业模式的管理成本和投入规模,在一定程度弱化了边际规模递减约束,激励“互联网+”在创新价值链的终端效率回报^[25]。

解构发现,“互联网+”对创新价值链的影响在不同阶段体现出差异化机制,“互联网+”商业模式创新在效率终端能够大幅提高市场绩效,获取规模回报和效率红利,但如果仅仅关注终端显性效率回报,难免本末倒置。互联网作为“20世纪最伟大的发明”,并不能替代其他技术创新,也不应割裂创新价值链,其核心价值在于,通过“互联网+”,颠覆传统的要素配置结构,赋能技术创新,激励从基础研究到技术产业化的内生驱动力,从而扩大显性效率回报,与创新价值链形成迭代溢出效应。当然,从基础研究到技术进步,最终实现效率变革,是一项复杂的系统工程,“互联网+”是否能够有效嵌入创新价值链,释放出迭代溢出红利,还需要进一步

实证研究和经验识别。

3 计量模型

3.1 计量模型设计

本研究的计量模型设计如下。

(1)从基础研究到技术进步的线性转化模型 按照理论分析,创新价值链纵向传导的核心是将基础研究转化为技术水平提升,实现效率变革和动能转换,从而加速创新迭代,由此以区域基础研究水平(RD)为解释变量,区域生产技术水平(TEC)为被解释变量,设计线性估计模型,考察从基础研究到技术水平提升的线性转化关系:

$$TEC_{it} = \alpha RD_{it} + \theta_n C_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

式中, α 表示基础研究对生产技术水平的影响弹性系数; C_{it} 表示降低内生性干扰的各项控制变量; θ_n 表示控制变量影响弹性系数; i 表示各省份; t 表示不同年度; μ_i 表示不随时间变化的各样本个体效应; v_t 表示时间截面效应;误差项 $\varepsilon_{it} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$ 。

(2)从基础研究到技术进步的动态迭代检验模型 以动态视角来看,创新价值链的纵向驱动可能并非非线性有效,从基础研究到技术进步,需要长期投入和不断试错,才有机会转化为新技术应用,衍生新的生产关系,实现效率变革,这一过程存在较为复杂的非线性演化规律,进一步设计非线性检验模型,判断基础研究对生产技术的动态迭代影响及其创新转化关系:

$$TEC_{it} = \alpha_1 RD_{it} \cdot I(RD_{it} \leq \gamma_1) + \alpha_2 RD_{it} \cdot I(RD_{it} > \gamma_1) + \dots + \alpha_{2n-1} RD_{it} \cdot I(RD_{it} \leq \gamma_n) + \alpha_{2n} RD_{it} \cdot I(RD_{it} > \gamma_n) + \theta_n C_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

式中, γ_n 表示假设基础研究水平变化的门槛阈值; α_n 表示基础研究水平在不同区间时对生产技术水平的影响弹性系数; $I(\cdot)$ 表示检验假设的指示函数,当括号内条件满足时,则符合门槛阈值假设取值为1,反之则取值为0;反复迭代检验得到门槛阈值 γ_n 与非线性影响弹性系数 α_n ,由此刻画基础研究对生产技术水平提升的动态驱动轨迹。

(3)“互联网+”对创新价值链内生转化的迭代溢出检验模型 鉴于互联网对创新价值链具有嵌入式影响,将互联网发展水平(INT)作为门槛调节变量, η 为互联网发展水平变化的门槛阈值,以区域基础研究水平作为解释变量,生产技术水平作为被解释变量,设计“互联网+”对创新价值链迭代溢出的调节影响估计模型,以此考察互联网发展水平在不同强度时,

基础研究对技术水平的迭代影响及其动态转化关系：

$$TEC_{it} = \alpha_1 RD_{it} \cdot I(INT_{it} \leq \eta_1) + \alpha_2 RD_{it} \cdot I(INT_{it} > \eta_1) + \dots + \alpha_{2n-1} RD_{it} \cdot I(INT_{it} \leq \eta_n) + \alpha_{2n} RD_{it} \cdot I(INT_{it} > \eta_n) + \theta_n C_{it} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

3.2 变量测定

本研究各变量的测定如下。

(1)被解释变量 区域生产技术水平 (TEC)。全要素生产率是评价区域生产技术水平的重要参考,借鉴程惠芳等^[26]的研究方法,以国内生产总值(GDP)作为产出要素,劳动力投入全时当量和资本存量差值作为投入要素,以 Malmquist 方法测算全要素生产率的技术进步贡献^①,作为评价区域生产技术的依据。

(2)解释变量 基础研究水平(RD)。高校是基础研究的主导力量^[27],以高校研发效率表征基础研究水平。测算时,以广义似然率统计方法(SFA),设计超越对数生产函数模型(trans-log production function),测算得到高校研发效率^②。

(3)门槛调节变量 “互联网+”发展水平(INT)。“互联网+”是一个多维度系统效应,为综合、全面反映“互联网+”发展水平,借鉴韩先锋等^[28]的研究方法,将互联网发展水平分为:互联网基础设施建设水平(INT-1),以人均光纤铺设长度测定^③;互联网普及率(INT-2),以地区网民数量占比测算;互联网开发应用价值(INT-3),以区域互联网数据流量价值反映。

(4)控制变量 为了力求获取无偏的检验结果,模型中加入影响创新发展的相关控制变量,具体包括:①城市化水平(URB),以该地区城镇人口占比衡量;②人力资本条件(HUM),以地区人均受教育年限反映;③技术交易活跃度(MAR),以该地区技术市场成交额与 GDP 的比值来测度;④国外技术引进水平(TEI),选取区域国外技术引进合同金额与 GDP 的比值来体现;⑤政府研发资助(GOV),以地区研发支出中的政府投入比重衡量。

3.3 数据来源与检验

实证研究选择中国 2007~2018 年省际面板数据,考虑到相关统计口径的一致性和数据的可获得性,剔除了西藏、香港、澳门、台湾等省区数据,最终选取研究样本共 30 个省区(描述性统计见表 1)。数据来源主要为《中国互联网统计报告》《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》等。为了预判宏观数据的时间趋势干扰,本研究做了单位根检验,结果显示,数据一阶平

稳;同时,KAO 检验发现,核心变量之间存在均衡稳定关系,满足模型回归要求。

表 1 变量描述性统计(N=360)

变量	最大值	最小值	均值	标准差	平稳性检验
TEC	2.393	0.014	0.301	0.349	一阶平稳
RD	0.895	0.052	0.291	0.165	一阶平稳
INT-1	2.208	0.051	0.433	0.238	一阶平稳
INT-2	15.072	6.688	12.828	1.814	一阶平稳
INT-3	8.962	3.826	6.325	0.862	一阶平稳
URB	0.896	0.282	0.530	0.134	一阶平稳
HUM	12.675	6.764	8.823	0.967	一阶平稳
MAR	0.164	0.000	0.004	0.024	一阶平稳
TEI	0.052	0.000	0.001	0.006	一阶平稳
GOV	0.608	0.069	0.216	0.123	一阶平稳

4 实证结果

4.1 基础研究与技术水平之间的线性关系

经 Hausman 检验,以固定效应模型判断基础研究与区域生产技术水平之间的线性关系(见表 2)。由表 2 中模型 L1 可知,基础研究(RD)对区域生产技术水平(TEC)的影响弹性系数为 0.046,且通过了 10% 显著性水平检验,反映了创新价值链上下游之间存在正向迭代关系。这与经验性判断相符,即在创新型国家建设驱动下,基础研究是创新价值链的技术来源,只有通过自主研发和技术创新推动技术成果转化与效率提升,才能实现创新价值链的显性回报,体现了基础研究的重要性。这一结果验证了创新价值链的纵向迭代机制,基础研究能力的提升,有利于加速技术创新,新技术应用衍生出新的生产关系,更新替代低效率生产模式,实现技术进步和效率变革,形成“创造性破坏”的内生演进逻辑。

控制变量估计结果显示:①城市化水平(URB)对区域生产技术水平的影响并不显著,可能的原因在于,中国城市化水平已经相对较高,发展趋势出现边际递减,因此对技术产业化

① 生产系统中,令投入集合 $x \in \mathbf{R}$,产出集合为 $y \in \mathbf{R}$,生产边际扩张过程中的要素投入增加率为 ρ ,则边际前沿面距离函数为: $D_t(x, y) = \min[\rho : (x/\rho, y) \in (E, T)]$,其中, E 为固定规模报酬的技术效率, T 为技术进步条件,以 Malmquist 方法测算全要素生产率的技术贡献 $M(E, T)$,其优点在于能够有效测算时间变化的效率演进。

② 以高校 R&D 经费支出衡量创新活动中的资本投入水平 K_{it} ,以高校 R&D 人员全时当量体现创新活动中人力资本投入水平 L_{it} ,以高校专利授权数量作为创新产出指标 Y_{it} ,设计超越对数生产函数模型: $\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \frac{1}{2} \beta_3 (\ln K_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_4 (\ln L_{it})^2 + \beta_5 \ln K_{it} \ln L_{it} + v_{it} - u_{it}$,其中, $v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$; $u_{it} \sim N^+(m_u, \sigma_u^2)$ 以待估参数测定得到区域创新效率; β_0 表示截距项; $\beta_1 \sim \beta_5$ 均表示系数。

③ INT-1 和 INT-3 变量数据在回归时,取自然对数处理。

的影响并不显著；②人力资本条件(HUM)对技术水平具有显著积极影响，说明智力投入依然是生产技术水平提升的关键；③技术交易活跃度(MAR)对生产技术效率提升同样具有显著正向作用，说明从技术创新到产业化应用，依然需要耦合转化媒介，释放技术交易价值；④外部技术引进(TEI)对技术水平的影响同样显著为正，说明内外技术势差驱动下，适度学习外部先进创新经验，仍然能够加速国内技术进步和效率提升；⑤政府研发资助(GOV)对技术水平的影响并不显著，但并不能因此认为外部干预无效，政府研发资助更多投入于科研机构的基础研究，并非激励市场化技术应用与效率竞争。

表 2 创新价值链的内生驱动检验结果(N=360)

变量弹性系数	FE模型 L1	内生性检验 GMM 模型 L2	稳健性检验 QR 模型 L3
TEC(-1)	-	0.514* (1.848)	-
RD	0.046* (1.698)	1.739*** (4.131)	0.432*** (2.837)
URB	-1.849 (-0.580)	-2.171 (-0.292)	0.902 (1.203)
HUM	0.076* (1.837)	-0.185*** (-3.688)	-0.098 (-0.983)
MAR	1.617** (2.150)	18.012*** (3.227)	0.408*** (2.648)
TEI	0.476** (2.322)	19.850*** (3.243)	-2.886 (-1.137)
GOV	-0.122 (-0.882)	-0.482 (-1.101)	-3.339 (-1.372)
J-statistic (Proble)	-	11.279 (0.980)	-

变量弹性系数	动态检验模型 D1	内生性检验模型 D2	稳健性检验模型 D3
RD_0^1	[0, 0.354***]	[0, 0.354***]	[0, 0.354***]
α_1	-1.990 (-1.365)	-2.042 (-1.256)	-1.546 (-1.115)
RD_1^2	(0.354***, 0.385***]	(0.354***, 0.385**]	(0.354***, 0.385**]
α_2	-0.226*** (-3.396)	-0.234*** (-3.438)	-0.202*** (-2.956)
RD_2^3	(0.385***, 0.440***]	(0.385** , 0.440**]	(0.385** , 0.512*]
α_3	7.204** (2.031)	7.702** (2.012)	6.833* (1.817)
RD_3^4	(0.440***, +∞)	(0.440** , +∞)	(0.512* , +∞)
α_4	6.378** (2.021)	6.630** (1.931)	5.985* (1.898)

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平上显著；下同。 RD_n^{n+1} 表示基础研究水平的不同门槛区间；动态驱动检验结果中控制变量不再赘述。

为了降低核心解释变量的内生性干扰，在计量模型中考察了相关控制变量的影响；同时，以差分 GMM 模型进一步验证线性估计结果的

可信度(见表 2 中模型 L2)。结果发现，在排除技术水平滞后一阶影响后，基础研究对技术水平的影响依然显著为正，且通过了 J-statistic 检验。由此说明，线性估计结果合理控制了内生性影响。同时，以分位数回归检验宏观数据回归中是否存在时间趋势影响(见表 2 中模型 L3)。结果显示，核心解释变量基础研究和被解释变量技术水平之间保持显著正相关，与固定效应模型输出结果一致，由此验证了线性估计结果的稳健度。

4.2 创新价值链的动态驱动轨迹

以 Hansen 门槛估计模型，检验基础研究对技术水平的动态迭代驱动影响(表 2 中模型 D1)。结果显示，基础研究与技术水平之间并非简单的线性驱动关系，二者之间的共生演化存在较为复杂的三重门槛(0.354, 0.385, 0.440)特征^①。当基础研究水平处于[0, 0.354]区间时，对技术水平的影响为负向且不显著；当基础研究水平处于(0.354, 0.385]区间时，对技术水平造成了显著抑制性影响；基础研究水平提升至(0.385, 0.440]区间时，对技术水平的影响变为正向显著；当基础研究水平进一步提升超过 0.440 门槛阈值后，对技术水平的影响弹性系数为 6.378，且通过了 5% 显著性水平检验。

上述动态演化轨迹说明，基础研究对技术水平的影响存在特殊的门槛效应，起步阶段基础研究重在知识积累，技术应用和成果转化有限，难以释放效率溢出，甚至在研发试错阶段，还会造成一定的“挤出效应”，反而不利于生产技术水平提升，但这并不能淹没基础研究的重要性；相反，当基础研究水平超过特定门槛阈值后，就会释放积极的技术溢出红利，激励技术进步和效率提升。这一结果与理论解释相吻合，反映了创新价值链的动态迭代规律，即基础研究是创新价值链的核心根基，但由于基础研究投入大、风险高，往往存在投入产出的不确定性，只有持续强化基础研究并积累到一定程度，

① 假设解释变量基础研究对技术水平的影响存在差异性门槛效应，则有 $H_0: \alpha_1 = \alpha_2$ ，相应的否定假设为 $H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2$ ，构建统计量： $F = \frac{S_0(\hat{\gamma}) - S_1(\hat{\gamma})}{\sigma^2}$ ，其中， $S_0(\hat{\gamma})$ 和 $S_1(\hat{\gamma})$ 分别表示在 H_0 和 H_1 的假设条件下，以参数估计得到的残差平方； $\hat{\sigma}^2$ 作为假设 1 条件下由参数估计得到的残差方差。根据 Hansen 检验方法，借助“自举法”模拟检验似然比 500 次，结合 Bootstrap 的 p 值与 F 值，从而测算得到拒绝原假设的概率值，以此检验基础研究对技术水平影响门槛阈值的合理性与显著性。当出现三重门槛时，说明基础研究影响的非线性轨迹存在 3 个拐点，基础研究对技术水平的影响弹性系数在 4 个不同门槛区间存在显著差异，目前 Hansen 非线性回归技术最多可识别三重门槛。

才能提高技术研发的成果转化水平,实现技术创新和新技术应用,加速新旧动能转换,淘汰低效运行模式,推动效率变革和创新回报,逐步释放内生驱动力。从全国 30 个省区的统计情况来看,北京、江苏等 22 个省区的基础研究水平已经越过门槛阈值 0.385,步入创新价值链的正向溢出通道,但仍有内蒙古、新疆等 8 个省区的基础研究水平低于正向溢出门槛。

非线性估计的内生性检验缺乏替代模型,借鉴韩先锋等^[28]的研究经验,对动态解释变量滞后一阶(表 2 中模型 D2),判断模型输出是否存在内生性干扰。结果显示,基础研究对技术水平的动态驱动轨迹依然保持先抑后扬的重重门槛特征。进一步删去技术水平最高和最低的两个省区,降低极值数据干扰,以 28 个省区的面板数据检验非线性输出结果的稳健性(表 2 中模型 D3),创新价值链的动态驱动轨迹与模型 D1 高度相似,进一步支撑了模型输出的可信度。

4.3 “互联网+”对创新价值链的迭代溢出影响

从基础研究到技术进步,创新价值链的纵向传导呈现出非线性演化规律,因此“互联网+”在嵌入创新价值链的过程中,可能衍生出较为复杂的动态迭代溢出效应。由于互联网发展具有多维度象限,计量模型从 3 个维度分解评价互联网发展水平:基础建设程度(*INT-1*)、普及率(*INT-2*)和开发应用价值(*INT-3*),分别承接互联网发展的基础端、客户端和市场端。进一步通过三维拟合发现(见图 2),互联网的 3 项评价指标存在一定的空间离散差异,说明互联网发展可能存在不均衡性,这为揭示“互联网+”的迭代创新溢出效应提供了分层研究依据。

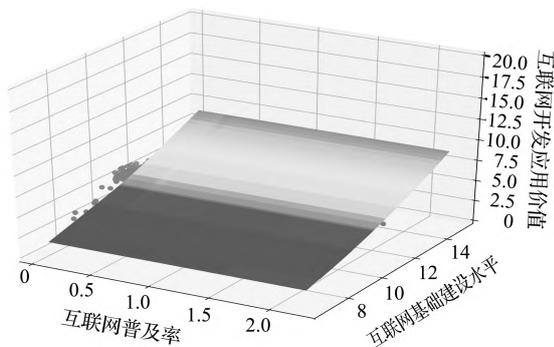


图 2 互联网发展水平的三维分解

首先,将互联网基础建设水平(*INT-1*)作为门槛调节变量,以基础研究为动态解释变量,技术水平为被解释变量,以动态门槛模型考察互联网基础建设水平对创新价值链的迭代溢出

影响(见表 3)。由表 3 可知,结果呈现出较为复杂的非线性调节轨迹,互联网基础建设水平的三重门槛(12.315,12.873,13.334)均通过了显著性水平检验(表 3 中模型 T1-1)。“互联网+”对创新价值链的迭代溢出效应检验结果见表 4。由表 4 可知,当互联网基础建设水平处于第一门槛区间 $[0,12.315]$ 时,基础研究对技术水平的影响并不显著(表 4 中 T1-1);当互联网基础建设水平提升至第二门槛区间(12.315,12.873]时,基础研究对技术水平的影响弹性系数变为-0.319,且通过了 1% 显著性水平检验;但此时也出现了先抑后扬的拐点门槛,当互联网基础建设水平提升至第三门槛区间(12.873,13.334]和第四门槛区间(13.334, $+\infty$),基础研究对技术水平均释放了积极的迭代溢出影响。采用动态解释变量滞后一阶的内生性检验结果见模型 T1-2,28 个省区面板数据的稳健性检验结果见模型 T1-3,均和门槛调节模型 T1-1 输出结果保持高度一致。

表 3 “互联网+”调节影响的门槛阈值估计及检验结果($N=360$)

门槛调节模型	门槛检验	γ_n 估计值	F 值	p 值
INT-1 门槛调节 模型 T1-1	单一门槛 η_1	12.315	12.859***	0.000
	双重门槛 η_2	12.873	12.697***	0.003
	三重门槛 η_3	13.334	6.137**	0.037
内生性检验 模型 T1-2	单一门槛 η_1	12.315	11.476***	0.000
	双重门槛 η_2	12.634	16.249***	0.000
	三重门槛 η_3	13.994	3.358*	0.093
稳健性检验 模型 T1-3	单一门槛 η_1	12.450	9.153***	0.000
	双重门槛 η_2	12.873	5.921***	0.010
	三重门槛 η_3	13.869	7.635***	0.007
INT-2 门槛调节 模型 T2-1	单一门槛 η_1	0.302	432.040***	0.000
	双重门槛 η_2	0.719	11.984***	0.000
	三重门槛 η_3	0.830	5.803**	0.030
内生性检验 模型 T2-2	单一门槛 η_1	0.302	357.799***	0.000
	双重门槛 η_2	0.719	9.913***	0.010
	三重门槛 η_3	0.830	4.295**	0.047
稳健性检验 模型 T2-3	单一门槛 η_1	0.302	5.527**	0.020
	双重门槛 η_2	0.719	17.026***	0.000
	三重门槛 η_3	0.830	423.563***	0.000
INT-3 门槛调节 模型 T3-1	单一门槛 η_1	5.729	109.259***	0.000
	双重门槛 η_2	6.590	43.034***	0.000
	三重门槛 η_3	7.147	24.868***	0.000
内生性检验 模型 T3-2	单一门槛 η_1	5.719	91.694***	0.000
	双重门槛 η_2	6.590	40.878***	0.000
	三重门槛 η_3	7.147	26.331***	0.000
稳健性检验 模型 T3-3	单一门槛 η_1	5.957	153.151***	0.000
	双重门槛 η_2	7.063	30.921***	0.000
	三重门槛 η_3	7.693	17.618***	0.000

注:估计结果取稳健性标准差;BS 次数 500。

表4 “互联网+”对创新价值链的迭代溢出效应检验结果(N=360)

弹性系数 α	INT-1			INT-2			INT-3		
	模型 T1-1	模型 T1-2	模型 T1-3	模型 T2-1	模型 T2-2	模型 T2-3	模型 T3-1	模型 T3-2	模型 T3-3
$INT_0^1 - \alpha_1$	-2.334 (-1.588)	-2.725* (-1.687)	-1.536 (-1.068)	-0.801 (-0.707)	-0.803 (-0.621)	-0.156 (-0.134)	-2.614** (-2.296)	-2.655** (-2.130)	-2.351** (-2.103)
$INT_1^2 - \alpha_2$	-0.319*** (-4.937)	-0.308*** (-4.752)	-0.281*** (-4.326)	-0.092** (-2.247)	-0.093** (-2.298)	-0.097** (-2.386)	0.028 (0.490)	0.025 (0.437)	0.044 (0.743)
$INT_2^3 - \alpha_3$	7.131** (2.065)	8.074* (1.931)	6.832** (2.026)	2.320 (0.939)	2.433 (0.922)	1.948 (0.764)	5.172** (1.995)	5.589** (1.985)	3.633 (1.397)
$INT_3^4 - \alpha_4$	6.561* (1.783)	8.894** (2.485)	4.458 (1.352)	5.334** (2.544)	5.604** (2.498)	5.539** (2.532)	6.576*** (2.806)	6.685*** (2.668)	6.583** (2.345)

注： $INT_n^{n+1} - \alpha_{n+1}$ 表示互联网发展水平在不同门槛区间时，基础研究对技术水平的影响弹性系数差异，控制变量估计结果不再赘述。

其次，将互联网普及水平(INT-2)作为门槛调节变量，检验其对创新价值链的迭代溢出影响(模型 T2-1)。结果发现，在互联网普及率水平处于第一门槛区间 $[0, 0.302]$ 时，基础研究对技术水平的影响并不显著；当互联网普及率水平提升至第二门槛区间 $(0.302, 0.719]$ 时，基础研究对技术水平的影响变为负向抑制；当互联网普及率水平提升至第三门槛区间 $(0.719, 0.830]$ 时，基础研究对技术水平的影响变为正向不显著；当互联网普及率水平超过0.830后，基础研究对技术水平的影响弹性系数为5.334，迭代溢出效应变为正向显著。

最后，以互联网开发应用价值(INT-3)作为门槛调节变量，创新价值链的迭代溢出影响依然存在三重门槛(5.729, 6.590, 7.147)规律(模型 T3-1)。系统输出显示，互联网开发应用价值处于第一门槛区间 $[0, 5.729]$ 时，基础研究对技术水平的影响弹性系数为-2.614，通过了5%显著性水平检验；当互联网开发应用价值提升至第二门槛区间 $(5.729, 6.590]$ 时，基础研究对技术水平的影响不显著；当互联网开发应用价值超过6.590后，在第三门槛区间 $(6.590, 7.147]$ 和第四门槛区间 $(7.147, +\infty)$ ，基础研究对技术水平的影响弹性系数变为正向显著，实现正向迭代驱动。

3项维度检验结果显示，无论是互联网基础建设水平、互联网普及率还是互联网开发应用价值，对创新价值链的迭代溢出影响均呈现出先抑后扬的U形动态演化特征，这一共性规律说明，互联网发展初期，基础研究对技术水平的影响并不显著，不仅难以驱动技术进步和效率提升，甚至存在一定的“挤出效应”，屏蔽了基础研究向技术应用的耦合通道。然而，当互联网发展水平逐步提升超过特定门槛阈值后，就能形成规模化网络，提升信息传播效率，逐步完

善通讯系统，促进知识传递和基础研究的经验分享，实现互联网耦合的市场化应用，从而加速效率竞争与技术拓扑，推动从基础研究到技术进步的双轨驱动，释放动态迭代溢出效应。同时，“互联网+”所放大的效率竞争空间，能够逆向激励从基础研究到技术应用的耦合转化，缩短创新价值链的迭代周期，加速纵向传导与竞争替代，赋能效率变革与创新颠覆，扩大“互联网+”溢出空间。结合创新价值链的U形传导轨迹来看，“互联网+”和创新价值链驱动之间存在一定的共振效应，互联网发展在初级阶段难以改变低水平基础研究的无效投入，只有互联网发展水平和基础研究双向高过特定门槛阈值，才能实现共轨驱动，加速从基础研究到技术进步的效率提升，最终撬动创新价值链的正向溢出红利。

对比发现，3项维度的调节差异在于，转负为正的门槛阈值有所不同，以2018年30个省区数据统计所对应的区域分解见表5。由表5可知：①在互联网基础建设维度(INT-1)，26个省区均已跨入互联网基础建设的正向迭代创新溢出水平，仅有宁夏、海南等4省区处于负向溢出或不显著水平，需要加快新基建，驱动地区创新能力提升。②在互联网普及率维度(INT-2)，依然有江西、安徽等8个省区尚未达到正向迭代溢出水平，值得关注的是，互联网普及率低于门槛水平的省区并非都是西部地区，反而存在河南、湖北等中部人口大省。可能的原因在于，人口基数较大，互联网普及率相对较低，在一定程度上放缓了“互联网”的迭代创新溢出效应。③在互联网开发应用维度(INT-3)，青海、宁夏和海南3省区依然处于负向溢出或不显著水平，其余27个省区已经迈入创新价值链的正向迭代溢出轨道，体现了中国互联网的商业模式空间巨大。整体来看，新时代中国的互联网

发展水平相对较高,有利于撬动创新价值链的迭代溢出效应,但在 3 个分项维度上存在非均衡差异,特别要重视互联网普及率局部提升,实现区域间的协调发展。

表 5 互联网发展水平对创新价值链迭代溢出的区域分解(N=360)

门槛调节溢出效应	互联网基础建设水平 (INT-1)	互联网普及率 (INT-2)	互联网开发应用价值 (INT-3)
负向溢出($\alpha < 0$; $p < 0.1$)或不显著 ($p > 0.1$)	宁夏、天津、 海南、青海	江西、安徽、湖南、 黑龙江、湖北、新 疆、河南、云南	青海、宁夏、海 南
临界门槛阈值 η	12.873	0.830	6.590
正向溢出($\alpha > 0$; $p < 0.1$)	其余 26 省区	其余 22 省区	其余 27 省区

5 结语

本研究发现,创新价值链的纵向传导过程中,基础研究与技术水平之间并非简单的线性驱动,而是存在较为复杂的 U 形迭代规律,基础研究在起步阶段难以释放技术绩效,当且仅当基础研究水平超过一定阈值后,才会有效驱动技术进步与效率变革,释放创新价值链的迭代溢出红利。同时,“互联网+”对创新价值链的迭代溢出影响具有显著门槛调节效应,只有互联网发展水平超过特定门槛阈值,才能撬动从基础研究到技术进步的转化溢出效应,加速创新迭代。进一步对比发现,“互联网+”的门槛调节效应在互联网基础建设水平、互联网普及率和互联网开发应用价值 3 项维度均呈现出一定的非均衡性,导致了地区间创新价值链的空间溢出差异。

本研究结论所蕴含的管理启示在于:①坚持并强化基础研究是开启创新价值链内生驱动的调控器。当前多数省区基础研究水平已经步入创新价值链的正向驱动轨道,但仍有内蒙古、新疆等 8 个省区的基础研究水平低于门槛阈值 0.385,处于创新转化瓶颈期,必须坚持强化基础研究的长期投入,给予科研人员充分的自主能动空间和积极的工作氛围,摒弃短期绩效考核,切实提升底层研发水平,才能跨越不断试错的转化门槛,激励从基础研究到技术进步的创新源动力。②“互联网+”与基础研究的共轨驱动有助于加速创新迭代。在新一代信息技术竞争中破解“卡脖子”瓶颈,应还本溯源,将“互联网+”翘板从单纯的商业经济转向科技建设,加速新基建和 5G 迭代,继续提高互联网普及率

和使用水平,打破低效管控壁垒,深化互联网的技术价值开发,将互联网发展嵌入全周期创新价值链,推动自主创新和科技进步。③差异性的互联网发展策略有助于推动区域间协同创新发展。宁夏、海南等 4 省区的互联网基础设施建设水平低于正向创新溢出水平,应加速西部地区新基建进程,补齐互联网硬件基础短板,为创新追赶和弯道超车提供加速轨道;河南、湖北等 8 个省区的互联网用户普及率依然较低,难以有效驱动创新价值链优化,在人口基数较大和老龄化趋势下,互联网用户普及率仍有进一步提升空间;青海、宁夏、海南 3 省区互联网开发应用价值不足,可以通过深化市场化开放,激励互联网的技术应用与商业开发,逆向撬动“互联网+”的创新驱动力。

本研究的核心贡献包括 3 个方面:①通过剖析基础研究与技术水平之间的转化关系,以实证研究刻画创新价值链的非线性传导轨迹,为加速创新驱动扩展出动态经验启示;②以门槛调节模型检验“互联网+”赋能基础研究驱动技术进步与效率变革的门槛特征,从而找出“互联网+”的创新驱动支点;③分解“互联网+”在基础建设水平、用户普及率和开发应用价值 3 项维度的调节差异,由此为协同“互联网+”的分向创新驱动提供异质性策略。

本研究的局限及扩展空间在于:以宏观省际面板数据检验“互联网+”对创新价值链的动态迭代溢出效应,研究发现限于省域层面,若能探索以跨国面板数据和微观面板数据加以检验,则有助于扩展出更为丰富的解释界面;同时,互联网发展日新月异,未来 3 项维度可能不足以解释“互联网+”的分向创新驱动,如何科学分解“互联网+”的内生结构影响,将是后续研究重点。

参 考 文 献

- [1] 姜舸,安同良,陈孝强.新发展格局下的互联网与数字经济研究——第二届互联网与数字经济论坛综述[J].经济研究,2021,56(4):198-200.
- [2] VADELL J,ORFILA-SINTES F. Internet innovation for external relations in the Balearic hotel industry[J]. Journal of Business & Industrial Marketing, 2007,23(1):70-80.
- [3] 裴丹,江飞涛.数字经济时代下的产业融合与创新效率——基于电信、电视和互联网“三网融合”的理论模型[J].经济纵横,2021(7):85-93.

- [4] 卑立新,焦高乐. 互联网商业环境下创业企业技术创新与商业模式创新的迭代式共演研究[J]. 管理学刊, 2021,34(3):89-104.
- [5] 张新民,陈德球. 移动互联网时代企业商业模式、价值共创与治理风险——基于瑞幸咖啡财务造假的案例分析[J]. 管理世界, 2020,36(5):74-86,11.
- [6] 方刚,谈佳馨. 互联网环境下产学研协同创新的知识增值研究[J]. 科学学研究, 2020,38(7):1325-1337.
- [7] MULLINS M E, KOZLOWSKI S, SCHMITT N, et al. The role of the idea champion in innovation: the case of the internet in the mid-1990s[J]. Computers in Human Behavior, 2008,24(2):451-467.
- [8] 余泳泽,刘凤娟,庄海涛. 互联网发展与技术创新:专利生产、更新与引用视角[J]. 科研管理, 2021,42(6):41-48.
- [9] 郑湛,徐绪松,赵伟,等. 面向互联网时代的组织架构、运行机制、运作模式研究[J]. 管理学报, 2019,16(1):45-52.
- [10] CARLO J L, LYYTINEN K, ROSE G M. Internet computing as a disruptive information technology innovation: the role of strong order effects[J]. Information Systems Journal, 2011,21(1):91-122.
- [11] 张骁,吴琴,余欣. 互联网时代企业跨界颠覆式创新的逻辑[J]. 中国工业经济, 2019(3):156-174.
- [12] 胡贝贝,王胜光,段玉厂. 互联网引发的新技术-经济范式解析[J]. 科学学研究, 2019,37(4):582-589.
- [13] LINTON J D, GUEST E. Innovation, the internet, and e-commerce introductory notes for the special issue[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2003,50(4):393-394.
- [14] 吕越,陈帅,盛斌. 嵌入全球价值链会导致中国制造的“低端锁定”吗? [J]. 管理世界, 2018,34(8):11-29.
- [15] 黄倩,陈朝月,樊霞,等. 基础研究政策体系对基础研究投入的动态影响——基于政策执行视角[J]. 科学与科学技术管理, 2019,40(1):20-33.
- [16] WU J, WU Z F, SI S. The influences of internet-based collaboration and intimate interactions in buyer-supplier relationship on product innovation[J]. Journal of Business Research, 2016,69(9):3780-3787.
- [17] 李勃昕,韩先锋. 新时代下对中国创新绩效的再思考——基于国家创新体系的“金字塔”结构分析[J]. 经济学家, 2018(10):72-79.
- [18] 杨善林,周开乐,张强,等. 互联网的资源观[J]. 管理科学学报, 2016,19(1):1-11.
- [19] PAUNOV C, ROLLO V. Has the internet fostered inclusive innovation in the developing world? [J]. World Development, 2016,78(3):587-609.
- [20] 王文娜,刘戒骄,张祝恺. 研发互联网化、融资约束与制造业企业技术创新[J]. 经济管理, 2020,42(9):127-143.
- [21] CASPER S, GLIMSTEDT H. Economic organization, innovation systems, and the internet[J]. Oxford Review of Economic Policy, 2001,17(2):265-281.
- [22] 潘琼,杜义飞. 从传统行业到产业互联网创新实践——许毅刚变革管理思想的演化过程研究[J]. 管理学报, 2021,18(1):1-11.
- [23] 杨水利,李雷. 互联网发展与创新效率提升——来自中国高技术产业的经验证据[J]. 运筹与管理, 2021,30(3):190-198.
- [24] 夏清华,姜汇阳. 基于商业模式刚性的商业模式创新仿真——传统企业与互联网企业比较[J]. 系统工程理论与实践, 2018,38(11):2776-2792.
- [25] KRASSIMIRA P, IAN C. Open innovation evaluation for internet-enabled services in smart cities[J]. Technovation, 2018,78(12):4-14.
- [26] 程惠芳,陈超. 开放经济下知识资本与全要素生产率——国际经验与中国启示[J]. 经济研究, 2017,52(10):21-36.
- [27] 高擎,何枫,吕泉. 高校双元创新与科技创新效率——基于双元创新理论的实证研究[J]. 预测, 2021,40(3):76-82.
- [28] 韩先锋,宋文飞,李勃昕. 互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗[J]. 中国工业经济, 2019(7):119-136.

(编辑 丘斯迈)

通讯作者:朱承亮(1985~),男,安徽安庆人。中国社会科学院(北京市 100732)数量经济与技术经济研究所副研究员,博士。研究方向为技术创新与经济发展。E-mail:zcliang100@126.com