

数字技术发展与我国创新效率提升

武可栋 阎世平¹

【摘要】在数字经济迅猛发展的背景下，如何发挥数字技术对创新效率的提升作用是一个重要课题。本文从理论上厘清了数字技术影响区域创新效率的直接路径和间接路径，并基于中国省级面板数据进行实证检验。研究发现：随着数字技术发展水平的提高，区域的创新效率不断增加；数字技术可以通过人力资本、金融发展、产业升级三个途径，间接促进创新效率的提升；数字技术对三大创新主体创新效率的作用强度存在异质性，表现出“科研院所>高校>企业”的特点；随着数字技术发展水平的提高，数字技术对创新效率的影响呈现倒“U”形的效果。因此，提出应对之策：加速提升数字技术发展水平，因势利导出台针对性创新政策，合理配置数字技术相关资源。

【关键词】数字技术 创新效率 创新主体

【中图分类号】F49；F124.3 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1006-5024(2021)07-0052-11

近年来，中国数字经济迅猛发展，作为支撑数字经济发展的数字技术，越来越得到政府的重视。党的十九届五中全会明确指出：我国“十四五”时期，要发展数字经济，坚定不移建设数字中国。毫无疑问，世界已进入数字时代，数字技术在社会发展和创新中的作用越发重要。然而，值得思考的是，数字技术对提升我国创新效率的作用究竟如何？作用机制是怎样的？有哪些重要的作用渠道？本文尝试就以上问题展开讨论。

一、文献回顾

当前，关于数字技术对创新活动影响的研究成果较为丰富，数字技术对创新的积极作用和显著的促进效果已被国内外众多学者的研究所证实。从国外的研究成果来看，Varian的研究表明，信息技术的普及促进了创新的溢出效应^[1]；Lyytinenetal等和Forésand等指出，信息技术的应用可以显著提高企业创新能力和区域创新水平^[2-3]；Cui等基于中国225家企业的数据展开研究，发现信息技术有助于提升企业开放创新的能力^[4]。

从国内的研究成果来说，董祺的研究指出，企业信息化投入和布局对创新产出具有显著的正向溢出作用^[5]；韩先锋等实证检验了信息化提升工业部门技术创新效率的效果和路径^[6]；李后建证实了ICT对企业创新的积极影响^[7]；陈子凤等发现，相较于ICT对传统制造部门的溢出效应，ICT对设备制造部门的溢出更为明显^[8]；张骞指出信息化提升了中国区域创新能力，分地区来看，中西部地区信息化对创新能力的作用强度大于东部地区^[9]；韩先锋等研究发现互联网对区域创新效率存在直接影响和间接影响^[10]。

以上成果为进一步研究数字技术与创新的关系提供了理论和方法的支撑，但还存在以下不足：第一，当前的研究成果主要研究某一种信息技术，如互联网、ICT等对创新的影响效果，但数字技术作为一种颠覆性技术，目前缺少系统的衡量体系，它的内涵和外延难以通过互联网、ICT等指标完全反映出来；第二，当前研究成果对创新效率的讨论还不够充分和深入，数字技术是否会影响创新效率的提升，作用渠道是什么等问题尚需进一步探讨。

¹作者简介：武可栋，广西大学商学院博士生，研究方向为劳动经济学；

阎世平，广西大学商学院教授，博士生导师，研究方向为劳动经济学、企业文化。（广西南宁530004）

基金项目：国家自然科学基金项目“人口流动与地区社会保险成本不平衡：影响机制及其经济后果”（项目编号：71863003）；广西发展战略研究院课题项目“信息通信技术、人才的资源匹配与经济高质量发展研究”（项目编号：2020GDSIYJ02）

因此，本文针对以上研究不足展开讨论。本文可能的边际贡献在于：第一，系统构建反映数字技术发展水平的指标体系，用数字技术基础设施建设情况、数字经济规模和数字技术移动应用的程度三个维度捕捉数字技术的发展水平；第二，基于当前关于创新效率的研究脉络，厘清数字技术影响创新效率的理论机制，并进行严格的实证检验；第三，结合研究结论，从数字技术发展的视角提出中国提升创新效率的政策建议，为政府决策提供有意义的参考。

二、理论分析与研究假说

（一）数字技术对创新效率的直接传导机制

数字技术能够通过提高创新主体的知识管理能力、强化协同效应、优化资源配置三种方式直接影响区域创新效率。

1. 数字技术可以提升企业、高校、科研院所等创新主体的知识管理能力，激发创新主体的创新活力

创新是企业、高校、科研院所等创新主体基于知识的生产函数，是否可以高效获得有用知识与创新活动的成败密切相关。数字技术强化了研究设施的数字化，使得知识的创造、传播和使用变得更为便捷，因而能极大地提高创新主体获取知识的能力，各个创新主体不仅可以更容易搜寻并吸收外部知识，学习“前人”积累的经验^[9]，而且能够提高对所需知识的分类精度、管理水平和储存效率，进而加速内部知识积累。如，搜索引擎、检索软件等先进的数字技术科研创新设备能够帮助创新主体快速且精确地识别、收集和提取有用的知识，最终对创新效率产生积极作用。

2. 数字技术可以强化协同效应，激励企业、高校、科研院所等创新主体不断创新

数字技术可以强化双边治理，促进创新主体在创新活动中协同效应的发挥^[2]。一方面，数字化降低了创新机构沟通与协调的成本，通过数字技术及其相关应用，创新主体可以超越地理和位置局限，及时与合作伙伴进行有效地知识交换^[6]，能够更加快速便捷地掌握市场信息^[6]，基于市场实际需求研发对口的新产品和服务^[11]，并根据产品和服务的信息反馈，不断改进优化现有的产品和服务；另一方面，数字技术提高创新组织内部员工的创新参与度和沟通便捷性，优化研发团队管理^[12]，建立起创新团队内部协作的共同理解机制，并确保创新组织能够高效地搜寻到创新合作伙伴^[13]，由此提高创新效率。

3. 数字技术可以优化资源配置

数字化在一定程度上消除了生产要素供给和需求之间的信息障碍，显著降低了要素供求双方的信息不对称，由此减少了交易成本^[14]，同时提高了人才、资金、技术等创新要素的流通速度^[15]，所以提高了创新组织与创新资源之间的匹配效率。利用现代数字技术，企业、高校、科研院所等创新主体可以高效获得匹配的技术和人才，创新人员能够快速找到适合的团队，创新基金可以精准投向具有市场潜力的地方，创新要素和创新主体得以更高效地匹配，创新资源配置的效率和效益势必得以提高。此外，数字技术发展程度高、数字基础设施建设完善的地区，对人才及投资的吸引力大大增加，从而提高了区域创新活力和创新效率^[16]。

综上，本文提出假说 1：

假说 1：数字技术水平的提升可以提高区域创新效率。

（二）数字技术对创新效率的间接传导机制

数字技术可以通过作用于人力资本、金融发展和产业升级，间接影响区域创新效率。

数字技术提高了人们获取信息和知识的便利度和效率，加速了创新人才的培养进程，依托数字技术，从事创新活动的人员能够更加高效地获取所需的创新信息、先进技术和前沿知识，从而加快了人力资本积累，助推了人力资本高级化的进程，而人力资本水平的提升会不断激发各个创新主体创新活力，最终有利于创新效率的提升^[17]。

创新活动具有高投入、高风险的特征，各个层次创新系统的正常运行都对资金有大量的需求，在创新的各个阶段如研发试验、批量生产、推广使用等都离不开金融的支持。数字技术的发展使得创新人员或组织机构能够及时有效地获取资金供需信息，加快了资金的流动速度，提高了资金的配置效率，又进一步增加了金融供需规模，资金配置效率的提高和金融发展规模的扩大对各个创新主体的创新效率均有积极影响^[18]。

数字技术的广泛使用，提高了生产要素的使用效率，优化了生产要素的配置水平，由此催生出新模式、新产品和新部门，推动传统产业向中高端转型升级^[19]。而产业升级后的生产部门必定会对创新研发部门提出更高的要求，倒逼创新主体不断开展进一步的技术创新，而不是满足于当前的创新水平，促使创新活动的持续推进和螺旋式进步。

基于上述分析，本文提出假说 2a、假说 2b、假说 2c：

假说 2a：数字技术可以通过作用于人力资本，间接影响区域创新效率；

假说 2b：数字技术可以通过作用于金融发展，间接影响区域创新效率；

假说 2c：数字技术可以通过作用于产业升级，间接影响区域创新效率。

三、研究设计

（一）计量模型设定

本文设定如下的计量模型，以识别数字技术发展水平对中国区域创新效率的直接影响：

$$te_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 index_{it} + \sum_j \beta_j X_{ijt} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， te_{it} 表示省级行政区 i 在年份 t 的创新效率情况， $index_{it}$ 是模型的核心解释变量，表示省级行政区 i 在年份 t 的数字技术发展水平，该变量的具体计算方法在下文有详细说明； X_{ijt} 表示省级行政区 i 第 j 个控制变量在年份 t 的取值；此外，用 μ_i 表示个体因素，用 v_t 表示时间因素，用 ε_{it} 表示随机误差项。

此外，构建如下中介效应模型，以识别数字技术对创新效率的间接影响：

$$Med_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 index_{it} + \sum_j \beta_j X_{ijt} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$te_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 index_{it} + \alpha_2 Med_{it} + \sum_j \beta_j X_{ijt} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中， Med_{it} 表示省级行政区 i 在年份 t 的待检验的中介变量，其他变量的含义同上，这里不再赘述。

（二）变量选取

1. 被解释变量

创新主体的创新效率是本文的被解释变量，也是指标测算的重点。考虑到 SFA 比 DEA 测度结果更接近实际，并且不易受极端值的影响，这里选择使用 SFA 方法计算测度中国（不含港澳台和西藏）各省级行政区创新主体的创新效率。其中，选用专利申请授权量来衡量创新产出，分别用 R&D 人员全时当量、R&D 经费内部支出额来衡量创新过程的劳动力投入和资本投入。

2. 核心解释变量

数字技术发展水平测度指标（index）。目前衡量数字技术发展水平的指标体系还没有形成统一的标准，参考现有文献的做法^[20-21]并结合数据的可得性，用数字技术基础设施建设情况、数字经济规模和数字技术移动应用的程度三个维度来捕捉 2010-2019 年中国（不含港澳台）各省级行政区数字技术的发展情况。其中，用长途光缆线路长度来衡量数字技术基础设施建设情况，用快递业务量、软件产业收入、电信业务总量来测度数字经济发展规模，用移动电话年末用户数和移动电话交换机容量来反映数字技术移动应用的程度。首先对以上六个指标进行标准化处理，其次利用熵权法确定指标的权重，最终得到数字技术发展水平的测度指标。

3. 控制变量

为了确保模型的精准度和稳健性，本文控制了一系列与创新效率有关的变量：第一，城市化水平（urb）。城市化水平可以为创新活动提供必要的创新环境和创新平台，有利于创新效率的提升，这里用年末城镇人口占总人口的比重表示。第二，贸易开放度（tra）。它使用进出口总额占 GDP 的比重来测度，指标数值越大，表示贸易开放程度越高。第三，政府干预（gov），用财政支出占 GDP 的比重来表示。第四，知识产权保护（ipr）。加强知识产权保护，有利于激发社会的创新积极性，进而提高创新效率，这里用技术市场交易额占 GDP 的比重衡量。第五，研发投入强度（rd），用研发经费投入与 GDP 之比来表示。第六，市场化水平（mar）。市场化水平越高，社会的活力越大，进而促进创新效率的提升，用非国有企业员工占有所有员工的比重来测度。

4. 中介变量

基于上文理论分析，本文选取人力资本（hc）、金融发展（fin）、产业升级（stu）作为中介变量，分别用各省级行政区高学历（大学专科及以上学历）就业人口占就业总数的比重、金融机构年末存款余额占 GDP 的比重、第三产业与第二产业产值之比来测度。

（三）数据来源

本文采用中国（不含港澳台）省级面板数据进行计量研究，时间跨度为 2010-2019 年，考虑到西藏数据缺失严重，故剔除了该省的数据。数据来源于以下渠道：2011-2020 年《中国统计年鉴》和《中国金融统计年鉴》，CSMAR 数据库。各变量的描述性统计见表 1。

表 1 变量描述性统计

变量符号	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
------	-----	-----	-----	-----	-----

index	300	0.559	1.162	0.006	8.752
te	300	0.324	0.182	0.053	1.000
hc	300	0.130	0.089	0.030	0.559
fin	300	1.602	0.706	0.108	5.587
stu	300	0.934	0.507	0.500	4.035
urb	300	0.524	0.139	0.275	0.896
tra	300	0.329	0.394	0.009	1.721
gov	300	0.215	0.094	0.084	0.627
ipr	300	0.010	0.022	0.000	0.150
rd	300	0.014	0.011	0.002	0.060
mar	300	0.696	0.100	0.440	0.886

四、计量结果分析

（一）基准回归结果分析

基于上文的计量模型，首先检验数字技术发展水平对各个创新主体创新效率的直接影响。所有模型的估计均控制了个体和时间因素，根据 Hausman 检验结果，均选择固定效应模型进行回归。表 2 的第（1）列给出了基准回归结果，可以看出，全国（不含港澳台和西藏）范围内，随着数字技术发展水平的提高，区域的创新效率不断增加，数字技术对创新效率的作用在 1%显著性水平下为正，验证了假说 1。

其次，考察数字技术发展水平对各个创新主体创新效率的间接影响。检验数字技术作用于人力资本，间接影响区域创新效率的回归见表 2 的第（2）和（3）列。可以看出，第（2）列中数字技术发展水平对人力资本的回归系数在 1%显著性水平下为正，表明数字技术对人力资本的提高有显著的正向作用；第（3）列中人力资本对创新效率的影响显著为正，说明数字技术可以通过人力资本间接提升创新效率，验证了假说 2a。保持其他因素不变，数字技术发展水平每增加 1 个单位，会直接促进创新效率增加 0.00575 个单位，也会使得人力资本水平提高 0.236 个单位，最终促进创新效率间接增加 0.00439 个单位，而总效应为 0.01014，所以，间接效应占总效应的 43.3%。

检验数字技术作用于金融发展，间接影响区域创新效率的回归见表 2 的第（4）和（5）列。可以看出，第（4）列中数字技术发展水平对金融发展的回归系数在 1%显著性水平下为正，表明数字技术对金融发展的提高有显著的正向作用；第（5）列中金融发展对创新效率的影响显著为正，说明数字技术可以通过金融发展间接提升创新效率，验证了假说 2b。保持其他因素不变，

数字技术发展水平每增加 1 个单位，会直接促进创新效率增加 0.00792 个单位，也会使得金融发展水平提高 1.221 个单位，最终促进创新效率间接增加 0.00439 个单位，而总效应为 0.01014，所以，间接效应占总效应的 21.9%。

表 2 基准回归

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
index	0.0101***	0.236***	0.00575*	1.221***	0.00792***	0.171***	0.00902***
	(0.00282)	(0.0333)	(0.00301)	(0.241)	(0.00293)	(0.0475)	(0.00288)
urb	0.0607***	0.518***	0.0511***	-0.118	0.0609***	0.217***	0.0593***
	(0.00445)	(0.0524)	(0.00509)	(0.379)	(0.00440)	(0.0748)	(0.00450)
tra	-0.00393***	0.00317	-0.00398***	-0.0472	-0.00384***	-0.0374**	-0.00368***
	(0.00110)	(0.0130)	(0.00108)	(0.0938)	(0.00109)	(0.0185)	(0.00111)
gov	0.0139***	0.156***	0.0110***	2.881***	0.00863**	0.113*	0.0131***
	(0.00371)	(0.0437)	(0.00371)	(0.316)	(0.00421)	(0.0624)	(0.00371)
ipr	0.0703***	0.673**	0.0578**	-1.219	0.0725***	-0.592	0.0742***
	(0.0233)	(0.275)	(0.0231)	(1.988)	(0.0231)	(0.393)	(0.0233)
rd	0.0445	2.343***	0.000930	16.99***	0.0136	0.483	0.0413
	(0.0709)	(0.835)	(0.0703)	(6.037)	(0.0712)	(1.192)	(0.0706)
mar	0.0204***	0.0994***	0.0185***	-0.414*	0.0211***	0.0462	0.0200***
	(0.00282)	(0.0332)	(0.00280)	(0.240)	(0.00280)	(0.0474)	(0.00281)
hc			0.0186***				
			(0.00511)				
fin					0.00182**		
					(0.000716)		

stu							0.00658*
							(0.00365)
_cons	0.658***	-0.297***	0.663***	1.052***	0.656***	0.243***	0.656***
	(0.00192)	(0.0226)	(0.00241)	(0.163)	(0.00204)	(0.0323)	(0.00210)
个体效应	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
时间效应	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
N	300	300	300	300	300	300	300
R ²	0.870	0.839	0.876	0.625	0.873	0.397	0.872

注：*、**、***分别表示显著性水平为 10%、5%、1%。下同。

表 3 工具变量回归检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
index	0.0108***	0.242***	0.00713**	0.949***	0.00882***	0.164***	0.00936***
	(0.00286)	(0.0373)	(0.00305)	(0.274)	(0.00289)	(0.0510)	(0.00288)
urb	0.0610***	0.549***	0.0526***	0.188	0.0606***	0.308***	0.0583***
	(0.00428)	(0.0557)	(0.00497)	(0.409)	(0.00419)	(0.0762)	(0.00436)
tra	-0.00355***	0.00254	-0.00359***	-0.271**	-0.00298**	-0.0521**	-0.00309**
	(0.00122)	(0.0158)	(0.00119)	(0.116)	(0.00120)	(0.0217)	(0.00121)
gov	0.0168***	0.190***	0.0139***	3.001***	0.0104**	0.162**	0.0153***
	(0.00380)	(0.0495)	(0.00383)	(0.363)	(0.00422)	(0.0678)	(0.00380)
ipr	0.0582**	0.616**	0.0487**	-0.774	0.0598***	-0.806**	0.0653***

	(0.0227)	(0.295)	(0.0223)	(2.165)	(0.0222)	(0.404)	(0.0225)
rd	-0.0190	2.200**	-0.0526	14.73**	-0.0502	-0.404	-0.0154
	(0.0712)	(0.928)	(0.0704)	(6.807)	(0.0702)	(1.269)	(0.0703)
mar	0.0206***	0.128***	0.0187***	-0.224	0.0211***	0.0736	0.0200***
	(0.00275)	(0.0358)	(0.00276)	(0.263)	(0.00269)	(0.0490)	(0.00272)
hc			0.0153***				
			(0.00488)				
fin					0.00211***		
					(0.000662)		
stu							0.00892**
							(0.00358)
个体效应	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
时间效应	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
N	270	270	270	270	270	270	270
R ²	0.873	0.839	0.878	0.619	0.878	0.448	0.876
F	3066.974	3066.974	2575.612	3066.974	2910.904	3066.974	2929.839

检验数字技术作用于金融产业升级，间接影响区域创新效率的回归见表2的第（6）和（7）列。可以看出，第（6）列中数字技术发展水平对产业升级的回归系数在1%显著性水平下为正，表明数字技术对产业升级的提高有显著的正向作用；第（7）列中产业升级对创新效率的影响显著为正，说明数字技术可以通过产业升级间接提升创新效率，验证了假说2c。保持其他因素不变，数字技术发展水平每增加1个单位，会直接促进创新效率增加0.00902个单位，也会使得产业升级水平提高0.171个单位，最终促进创新效率间接增加0.00112个单位，而总效应为0.01014，所以间接效应占总效应的11.0%。

（二）内生性讨论

本文在计量模型中考虑了一系列控制变量，以此缓解模型可能存在的内生性问题。为进一步处理内生性，将被解释变量的

滞后一期作为当期的工具变量，重新对模型进行估计，结果见表 3。可以看出，估计结果与基准回归结果保持一致，核心解释变量和中介变量的系数符号和显著性均与前文相同，因而表明，考虑了内生性问题之后，本文的研究假说依然成立。

（三）异质性分析

企业、高校和科研院所是创新的三大主体，为深入研究在不同创新主体中，数字技术对创新效率的影响，分别针对不同创新主体进行估计，可以看出，数字技术对企业的创新效率在 1%显著性水平下为正，直接作用系数为 0.199，说明数字技术可以通过人力资本、金融发展和产业升级间接促进企业创新效率的提升。数字技术对高校的创新效率在 1%显著性水平下为正，直接作用系数为 0.256，数字技术也可以通过人力资本、金融发展和产业升级间接促进高校创新效率的提升。数字技术对科研院所的创新效率在 1%显著性水平下为正，直接作用系数为 0.294，说明数字技术可以通过人力资本、金融发展和产业升级间接促进科研院所创新效率的提升。

从数字技术对三大创新主体创新效率的作用强度上看，存在“科研院所>高校>企业”的异质性特征，说明相较于应用研究，数字技术促进基础研究创新效率提升的作用更强。

（四）稳健性测试

为进一步增强研究结果的可靠性，将核心解释变量用软件业务总量（对数形式）来替换，进行回归。可以看出，核心解释变量的系数符号和显著性与前文回归结果保持了较好的一致性，本文的研究假说依然成立，说明本文的研究结论是稳健的。

（五）进一步讨论：分位数回归

为深入探讨不同数字技术发展水平对区域创新效率的影响，采用分位数回归模型对数据进行估计。可以看出，随着数字技术发展水平的提高，数字技术对创新效率的影响呈现倒“U”形的特点，即在数字技术发展水平较低时，数字技术对创新效率的正向影响作用逐渐增大，到达临界点之后，随着数字技术发展水平的提高，数字技术对创新效率的正向影响作用逐渐减小，表明数字技术对创新效率的影响具有一定的非线性特征。

五、研究结论与政策建议

（一）研究结论

本文从理论上厘清了数字技术影响区域创新效率的直接路径和间接路径，提出了对应的研究假说，并基于中国（不含港澳台和西藏）2010-2019 年省级面板数据，实证检验了研究假说，发现：第一，随着数字技术发展水平的提高，区域的创新效率不断增加，数字技术对创新效率的作用在 1%显著性水平下为正。第二，数字技术可以通过人力资本、金融发展、产业升级三个途径，间接促进创新效率的提升。第三，数字技术对三大创新主体创新效率的作用强度存在异质性，表现出“科研院所>高校>企业”的特点，说明相较于应用研究，数字技术促进基础研究创新效率提升的作用更强。第四，随着数字技术发展水平的提高，数字技术对创新效率的影响呈现倒“U”形的特点。

（二）政策建议

1. 加速提升数字技术发展水平

研究制定中国数字技术发展规划，强化对数字技术发展的战略指导和政策支撑，推进公共领域补短板项目如医疗卫生、防

疫设施、应急物资保障等的数字化建设，提升医疗卫生等社会民生重点领域的数字化、智能化水平；健全数字技术市场准入、运行、管理、创新、安全等法律法规，营造良好的市场环境，为数字技术发展提供制度保障；以建设数字中国为契机，加强数字技术基础设施建设，优先布局推动数字技术发展的基础网络体系，构建传输高速、信息安全、覆盖全面的新一代数字技术基础设施，同时确保东、中、西部区域均衡发展；顺应数字化的发展趋势，大力发展以数字技术为核心的新兴业态，深入推进区块链、云计算、物联网、大数据、人工智能等新一代数字技术发展，提高数字技术与三大产业的融合水平，实现产业与数字技术的融合创新发展。

2. 因势利导出台针对性创新政策

针对不同创新主体的创新特点，制定差异化的创新引导政策，充分释放各个创新主体的创新活力，不断提高三大创新主体的创新效率。对于科研院所和高校，在鼓励理论创新、基础创新和原始创新的基础上，引导与企业深度合作，积极开展应用创新研究，支持高校与企业开展更高水平的产教融合创新试点，将理论创新成果顺畅高效地转化为社会的生产力和经济效益，并用成果转化收益反哺基础创新，实现产学研深度融合、螺旋上升；对于企业，大力支持企业紧密结合数字化发展潮流，制定数字化创新的发展策略，借力数字技术的迅猛发展，将企业研发创新中存在的瓶颈问题及时“反馈”给科研机构，通过合作推进、外包等方式，共同破解企业发展中遇到的创新难题，强化企业的自主创新能力和合作创新水平。最终，实现科研院所、高校、企业三大创新主体之间的良性互动和互利共赢。

3. 合理配置数字技术相关资源

作为一种新兴技术，要充分发挥数字技术对于创新效率的促进作用，必须为其提供相应的配套资源，如合理的人力资本结构、充足的金融支持、与发展水平相适应的产业配套等。因此，中国在提升数字技术发展水平的同时，必须同步优化为数字技术发展提供重要支撑的要素配置，提高核心要素资源的发展水平。通过扩大高等教育的规模，提高高等教育的质量，深化职业培训的内容，强化公民终身学习的意识，不断提升人力资本水平特别是优化人力资本结构，提高高技能劳动力占劳动力总量的比重；加快金融业发展，加速数字金融新业态成长，支持金融业务向数字技术倾斜，为数字技术创新提供充足的资金支撑；根据数字技术发展的实际水平，及时优化升级产业结构，积极促进数字技术与其他产业的融合发展，实现产业与数字技术的同频共振。

参考文献:

- [1]Varian H. R.. Computer Mediated Transactions[J].American Economic Review,2010,100(2):1-10.
- [2]Lyytinen K., Yoo Y., Jr R J. B.. Digital Product Innovation Within Four Classes of Innovation Networks[J]. Information Systems Journal, 2016, 26(1):47-75.
- [3]Forés B., C. Camisón. Does Incremental and Radical Innovation Performance Depend on Different Types of Knowledge Accumula Capabilities and Organizational Size[J].Journal of Business Research,2016,69(2):831-848.
- [4]Cui T., Ye H., Teo H. H., et al. Information Technology and Open Innovation:A Strategic Alignment Perspective [J]. Information&Management, 2015, 52(3):348-358.
- [5]董祺. 中国企业信息化创新之路有多远?——基于电子信息企业面板数据的实证研究[J]. 管理世界, 2013, (7):123-129+171.

-
- [6]韩先锋,惠宁,宋文飞. 信息化能提高中国工业部门技术创新效率吗[J]. 中国工业经济, 2014, (12):70-82.
- [7]李后建. 信息通讯技术应用对企业创新的影响分析[J]. 软科学, 2017, (12):56-59.
- [8]陈子凤,官建成,楼旭明,谢逢洁. ICT 对国家创新系统的作用机理研究[J]. 管理评论, 2016, (7):85-92.
- [9]张骞,吴晓飞. 信息化对区域创新能力的影响——马太效应存在吗[J]. 科学决策, 2018, (7):1-21.
- [10]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.
- [11]Kleis L., Cockburn I., Ramirez R. V., et al. Information Technology and Intangible Output:The Impact of IT Investment on Innovation Productivity[J].Information Systems Research, 2012, 23(1):42-59.
- [12]Hempell T., Zwick T.. New Technology, Work Organization, and Innovation[J].Economics of Innovation&New Technology, 2008, 17(3-4):331-354.
- [13]Agrawal A., Goldfarb A., Jel O.. Restructuring Research:Communications Costs and the Democratization[J]. American Economic Review, 2008, 98(4):1578-1590.
- [14]Mukhopadhyay T., Kekre S.. Strategic and Operational Benefits of Electronic Integration in B2B Procurement Processes[J].Management Science, 2002, 48(10):1301-1313.
- [15]茶洪旺,左鹏飞. 信息化对中国产业结构升级影响分析——基于省级面板数据的空间计量研究[J]. 经济评论, 2017, (1):80-89.
- [16]张宽,黄凌云. 贸易开放、人力资本与自主创新能力[J]. 财贸经济, 2019, (12):112-127.
- [17]王栋,赵志宏. 金融科技发展对区域创新绩效的作用研究[J]. 科学学研究, 2019, (1):45-56.
- [18]郭美晨. ICT 产业与产业结构优化升级的关系研究——基于灰关联熵模型的分析[J]. 经济问题探索, 2019, (4):131-140.
- [19]龙倩瑜. 信息化促进产业结构升级的机理与实证研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2017.
- [20]宁朝山. 基于质量、效率、动力三维视角的数字经济对经济高质量发展多维影响研究[J]. 贵州社会科学, 2020, (4):129-135.
- [21]阎世平,武可栋,韦庄禹. 数字经济发展与中国劳动力结构演化[J]. 经济纵横, 2020, (10):96-105.