

数字技术、劳动力结构与全要素生产率的关系

武可栋 阎世平 朱梦春¹

【摘要】当前，我国正在加快建设数字中国，希望利用数字技术为经济高质量发展赋能。然而，数字技术要充分释放其活力，推动社会全要素生产率的提高，需与使用数字技术的劳动力资源良性互动。鉴于此，从理论上构建了数字技术与劳动力通过互补机制影响全要素生产率的机制，采用 2006—2020 年我国 30 个省区市（未包括港澳台及西藏）的省级面板数据，通过进行计量模型的检验发现：从全国范围来看，数字技术与高技能劳动力存在互补效应，这种互补效应有利于地区全要素生产率的提升；数字技术与中、低技能劳动力尚未表现出促进生产率提升的互补效应；在我国东、中、西部地区，数字技术与高技能劳动力的互补效应还存在异质性。基于研究结论提出加快提高数字技术发展水平、结合区域发展需要出台劳动力配置政策、合理配置数字技术相关资源的政策建议。

【关键词】数字技术 劳动力结构 全要素生产率

【中图分类号】F241.1 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1006-5024(2022)08-0035-12

近年来，我国数字经济发展速度加快，作为支撑数字经济蓬勃发展的数字技术得到了政府的重视。2021 年《政府工作报告》强调要“建设数字中国”，明确提出“加快数字化发展，打造数字经济新优势”。2022 年《政府工作报告》进一步指出要“加强数字中国建设整体布局”“促进产业数字化转型”。随着我国数字化进程的加速，数字技术在经济发展、社会进步和生产率提升中的作用越发重要。同时，劳动力资源作为经济发展和社会进步的要素，得到我国各省区市的广泛关注，各地区对于劳动力资源特别是高技能劳动力的争夺日趋激烈。然而，值得思考的是数字技术与劳动力资源的互动是否有利于社会生产率的提升？数字技术与哪类劳动力的互补作用最强？我国各地区数字技术的发展对于劳动力技能的需求是否相同？当前我国各地区激烈、同质化的人才争夺是否有针对性的破解之策？本文围绕以上问题展开研究。

一、文献综述

目前关于数字技术对全要素生产率增长的研究仍处于探索阶段，学者从不同的研究视角展开讨论，提出的学术观点尚未形成一致的结论，主要有以下三种观点：

（一）数字技术对全要素生产率增长存在抑制效应

1987 年 Solow 提出信息技术生产率悖论。随后，学术界对其进行了多维度的研究，相关研究成果不断涌现，讨论持续至今。唐未兵等（2014）^[1]认为一个地区的发展基础必须与数字技术发展水平相匹配，否则数字技术的发展将带来空心化的问题，从而数字技术难以对经济增长产生正向促进作用。Brynjolfsson 等（2017）^[2]认为人工智能技术的普及对全要素生产率的作用机制非常复杂，对智能技术过度依赖反而会不利于全要素生产率增长。学者们主要从滞后效应、测算误差以及要素错配三个视角对生产率悖论进行解释：Aghion 等（2014）^[3]认为数字技术对全要素生产率的作用具有时滞性，短期内数字技术对全要素生产率增长的

¹**作者简介：**武可栋，广西大学经济学院博士生，研究方向为劳动经济学；阎世平，广西大学工商管理学院教授，博士生导师，研究方向为劳动经济学、企业文化（广西南宁 530004）；朱梦春（通讯作者），广西农业职业技术大学招生就业处讲师，研究方向为人力资源管理、创新创业。（广西南宁 530009）

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）；广西高校中青年骨干教师基础能力提升项目“基于供应链金融的 P2P 融资风险防控研究”（项目编号：2020KY30018）；2021 年度广西发展战略研究院课题项目“数字技术、职业选择与人才配置研究”（项目编号：2021GDSIYB01）

促进作用无法表现出来。Brynjolfsson 等 (1998)^[4] 学者的研究认为传统的全要素生产率测算方法难以将信息技术资本产生的收益考虑进去,因而产生了测算误差,这是生产率悖论产生的主要原因。Acemoglu 和 Restrepo (2018)^[5] 提出数字化发展过快将导致生产要素的配置效率降低,同时使得劳动力错配,不利于全要素生产率增长。

(二) 数字技术通过提高产品质量和附加值,可以促进全要素生产率增长

李廉水等 (2020)^[6] 研究发现,制造业数字化引致了技术进步,对全要素生产率的增长产生了显著的促进作用。李丫丫等 (2017)^[7] 的研究表明,工业机器人的使用有效促进了制造业生产率的增长。此外, Makridakis (2017)^[8] 发现数字技术不仅可以弥补人类劳动的生理缺陷,而且能够辅助人类执行复杂任务,从而可以提升劳动生产率。Kromann 等 (2019)^[9] 认为数字技术主要通过人机协同和深度学习两种方式辅助人类工作,提升生产和管理的智能化水平,最终使得劳动生产效率得以提高。

(三) 数字技术会对劳动和资本产生替代效应,数字技术发展水平的提升,将降低劳动和资本市场的份额

Acemoglu 和 Pascual (2018)^[10] 认为数字技术具有劳动力替代效应,资本和劳动的数字化、智能化将导致劳动份额下降,因而数字技术在实现智能化生产的同时将对劳动力产生替代效应。同时, Acemoglu 和 Restrepo (2019)^[11] 提出数字技术作为一种提升生产效率的工具,对劳动和资本的影响具有结构性的特点,数字技术的应用不会造成劳动和资本市场份额的显著下降。而郭凯明 (2019)^[12] 认为数字技术与其他要素的融合能够优化生产要素的配置,数字技术正向作用的发挥必须与劳动、资本等传统生产要素形成相互支撑的系统,通过持续的迭代、优化和重组产生“双重效应”红利。

目前,关于数字技术的探索性研究成果为本文的理论机制构建和研究思路提供了坚实的学术基础,但仍存在不足:数字技术与全要素生产率增长的内在联系尚未厘清,数字技术与劳动力要素之间的互动会对全要素生产率产生怎样的影响? 这些问题都有待深入研究。为此,本文基于互补理论,研究数字技术与劳动力结构对全要素生产率的影响,试图丰富数字技术影响全要素生产率的研究成果。

本文可能的创新之处:第一,基于互补理论,构建数字技术与劳动力结构互动作用于全要素生产率的互补机制,并进行规范的实证分析;第二,结合研究结论,从发展数字技术、优化劳动力结构的角度提出我国促进全要素生产率提升的政策建议,为政府部门的决策提供有价值的参考,并对破解我国各地区无序、同质化的人才竞争具有重要的启示。

二、理论分析与研究假说

(一) 数字技术与劳动力结构互补的全要素生产率效应

Milgrom 和 Robercs (1990)^[13] 应用互补机制理论研究提升 ICT 生产率的途径,研究表明:技术进步与人力资本之间存在一个互补机制,两者能相互补充、共同变化,最终使得生产率提高。数字技术作为当今社会技术进步的最新表现形式,也会与其他投入要素相互赋能,表现出互补效应。Milgrom 和 Roberts (1995)^[14] 指出互补效应发生时,社会在提高某一要素水平的同时会增加另外一种互补要素投入的边际产出。所以,社会不能独立地提升数字技术发展水平,而应当注重加大投入与数字技术发展相匹配的互补要素。在各个互补要素中,高素质的劳动力是与数字技术相互补充、赋能的关键要素。数字技术与劳动力结构互补体现在以下两个方面:

一方面,随着数字技术在社会生产中的广泛应用,高技能劳动力与数字技术匹配后会提升高技能劳动力自身的生产效率。数字技术作为一种技能偏向型技术,在社会生产过程中的应用要求劳动力具备较强的使用数字设备的工作能力,而高技能劳动力所拥有的灵活应变能力和分析复杂问题的素质是对数字技术的补充,能够充分发挥数字技术在社会生产中的作用。此外,数字技术可以对程序化任务进行一定的替代,使得高技能劳动力可以充分利用自身的比较优势处理更多的非程序化任务。此外,数字技

术还可以赋能高技能劳动力自身，提高其工作效率，进而促进整个社会全要素生产率的提升。

另一方面，由于数字技术赋能引致的生产流程、组织结构和管理体系转型，提升了数字技术的间接生产率效应。Bresnahan 等（2002）^[15]指出生产部门的数字化发展会带来生产组织、管理体系、管理流程等的改变，由此赋予劳动者更多的独立决策权，这对劳动者的数据分析和解决问题的灵活性提出了较高的要求，而这些能力往往只有高技能劳动力才具备。Krueger 等（2004）^[16]研究发现，一般而言，高技能劳动力不仅可以更加灵活、更快地掌握并使用新技术，也更容易适应新的生产流程与管理模式，进而产生协同创新效应，最终提升社会的生产效率。

基于以上分析，本文提出假说 1。

假说 1：在其他投入要素相同的条件下，数字技术与高技能劳动力存在互补效应，这种互补效应有利于生产率的提升。

（二）数字技术与劳动力结构互补的区域异质性

我国东、中、西部地区生产要素的禀赋不同，各生产要素的结构也有较大差别，并且地区间要素的流动存在一定阻碍，所以数字技术在我国不同区域的发展水平上存在差距，数字技术与劳动力结构的互补机制会随着地区生产要素的差异表现出新的特点。其一，我国东部沿海地区数字产业发展速度快，对高技能劳动力不断产生新的需求，因此该地区高素质人才集聚效应明显；反过来，高素质人才的集聚，对产品的质量和生产方式提出了更高的要求，倒逼数字技术的发展水平不断提升。因此，可以推断我国东部沿海地区数字技术与高技能劳动力的互补效应对生产率的提升作用高于全国平均水平。其二，对于我国中部地区，产业发展相对落后，以传统农业和低端的制造业为主，数字技术产业发展水平不高，对高技能劳动力的需求不大，因而产业发展对中等和低等劳动力的需求较多。由于数字技术发展水平较低，高技能劳动力在中部地区难以发挥自身能力，表现为对数字技术的互补作用不明显，而中、低技能劳动力更能适应低水平数字技术产业的发展，与中部地区数字产业发展的互补作用较强。其三，相对于我国东、中部地区，西部地区数字技术发展水平最低，数字技术难以与高、中、低技能劳动力产生有效的互补效应，因而对生产率的提升作用不明显。

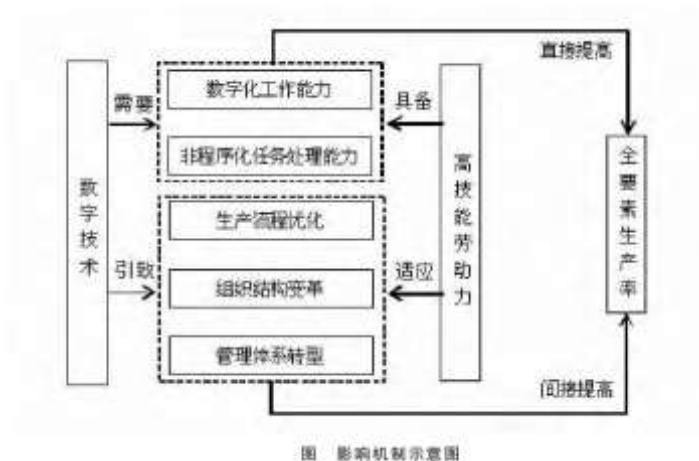
基于以上分析，本文提出假说 2、2a、2b、2c。

假说 2：在我国东、中、西部地区，数字技术与高技能劳动力的互补效应存在异质性。

假说 2a：我国东部地区数字技术与高技能劳动力的互补效应对生产率的提升作用大于全国平均水平。

假说 2b：我国中部地区数字技术与高技能劳动力的互补效应对生产率的提升作用不明显，数字技术与中、低技能劳动力的互补效应对生产率的提升作用较显著。

假说 2c：由于数字技术发展水平较低，我国西部地区数字技术与高、中、低技能劳动力的互补效应不明显，对全要素生产率的提升作用不显著。



三、研究设计

（一）模型设定

结合研究假说，本文设定如下的计量模型来验证数字技术与劳动力的互补作用对全要素生产率的影响：

$$TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 INDEX_{it} + \alpha_2 LABOR_{it} + \alpha_3 INDEX_{it} \times LABOR_{it} + \sum_j \beta_j X_{ijt} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， TFP_{it} 表示省份 i 在年份 t 的全要素生产率； $INDEX_{it}$ 表示省份 i 在年份 t 的数字技术发展水平，具体计算方法见下文的说明； $LABOR_{it}$ 表示省份 i 在年份 t 的劳动力结构，分别用高、中、低技能劳动力占比来度量； X_{ijt} 表示省份 i 第 j 个控制变量在年份 t 的取值；此外，用 ε_{it} 表示随机误差项。

（二）变量选取

1. 被解释变量

鲁晓东和连玉君（2012）^[17]指出，Malmquist 指数法是一种比较合适的计算国家、省份、地级市全要素生产率的方法。因此，本文采用此方法来测度我国各省份的全要素生产率（TFP）。其中：产出变量是各省份实际的 GDP，投入变量包括各省份的城镇就业总人口和固定资本存量。

2. 核心解释变量

数字技术水平（INDEX）。当前，测度数字技术发展的指标体系尚未形成统一标准，学习现有成果的做法^[18, 19]并考虑到数据的可得性，将数字经济分为数字经济基础设施建设（采用长途光缆线路长度来代表）、数字经济规模（采用快递业务总量、软件产业收入情况以及电信业务总量来代表）和数字技术移动应用（采用移动电话年末用户数、移动电话交换机容量来代表）三大方面。首先，标准化处理上述六个变量；其次，基于熵权法生成各变量的权重；最后，合成计算得到总指标。

劳动力结构（LABOR）。采用不同受教育程度就业人员占总就业人员的比重测度劳动力的就业结构，分类标准具体见下表。

表 1 劳动力技能分类表

劳动力受教育水平	分类
小学及以下学历	低教育程度(L)
初中学历	中等教育程度(M)
高中学历	
大学专科学历	高教育程度(H)
大学本科学历	
研究生：含硕士和博士学历	

3. 控制变量

参考现有文献,本文选取了一系列控制变量:(1)地区经济发展水平(PRGDP),用实际国内生产总值与年末总人口之比度量;(2)外贸程度(TRA),用各省区市进出口总额占GDP的比重表示;(3)产业结构升级(SR),用各省区市第三产业占GDP的比重来衡量;(4)人力资本投资水平(HI),采用各省区市教育经费支出占政府预算支出的比重表示;(5)固定资产投资(INVEST),用各省区市固定资产投资额度量;(6)城镇化水平(UR),用各省区市城镇人口与总人口的比值来代表;(7)金融发展水平(DF),用各省区市存贷款余额占GDP的比重来度量;(8)人口密度(POP),用各省区市年末总人口与行政区划面积的比值表示。

(三) 数据来源

本文采用2006—2020年中国30个省区市(未包括港澳台及西藏)的数据展开实证分析。以上数据来源于《中国统计年鉴》《中国金融统计年鉴》以及CSMAR数据库。变量的描述性统计见表2。

表 2 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
TFP	450	2.393	1.009	1.063	5.909
INDEX	450	3.803	6.183	0.001	47.907
PRGDP	450	425.499	31.965	347.712	509.369
TRA	450	32.316	39.840	3.572	172.148

SR	450	41.461	7.982	28.303	79.653
HI	450	8.454	1.030	6.040	13.230
INVEST	450	8.240	1.101	5.277	10.411
UR	450	49.163	14.992	23.960	89.607
DF	450	258.462	91.723	127.927	757.463
POP	450	426.985	606.801	7.505	3842.300
H	450	11.297	8.189	2.100	55.870
M	450	59.125	9.553	29.400	76.400
L	450	29.579	13.201	3.000	68.500

四、实证分析

（一）基准结果分析

针对上文设定的计量模型，使用 OLS 和固定效应模型的回归结果作为基准，分别见表 3 和表 4，OLS 模型的回归结果与固定效应模型的回归结果一致，下文对 OLS 模型的结果进行分析。

从 OLS 模型的回归可以看出，数字技术与高技能劳动力的交互项在 1%显著性水平下为正，说明数字技术与高技能劳动力的互补效应确实存在，并且对全要素生产率的提升产生了积极作用，作用系数为 0.00127，验证了假说 1；数字技术与中高技能劳动力的交互项也在 1%显著性水平下为正，说明现阶段我国数字技术的发展与中高技能劳动力整体具有互补作用，一个可能的解释是当前国内数字技术的发展并不平衡，不同区域之间甚至某个区域内部的数字技术发展水平具有较大的差异，数字技术发展缓慢的部门对劳动力的要求并不高，所以中等技能劳动力和高技能劳动力同时与数字技术产生了互补效应，从而提升了全要素生产率。

此外，数字技术与中等技能劳动力的交互项在 1%显著性水平下为负，说明中等技能劳动力无法单独与数字技术产生互补效应，在一定程度上支持了假说 1；数字技术与低技能劳动力的交互项也在 1%显著性水平下为负，说明低等技能劳动力不能与数字技术产生互补效应，同样支持了假说 1。

表 3 OLS 模型回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
--	-----	-----	-----	-----

INDEX	-0.0603***	-0.222***	0.0804***	0.0447***
	(0.0109)	(0.03200)	(0.0123)	(0.00645)
H	-0.0145***			
	(0.00433)			
H_INDEX	0.00127***			
	(0.000182)			
MH		-0.0533***		
		(0.0135)		
MH_INDEX		0.00267***		
		(0.000365)		
M			0.0162***	
			(0.00514)	
M_INDEX			-0.00232***	
			(0.000382)	
L				0.0533***
				(0.0135)
L_INDEX				-0.00267***
				(0.000365)
_cons	-8.486***	-3.756*	-10.50***	-9.089***
	(1.016)	(1.912)	(0.708)	(0.795)
控制变量	yes	yes	yes	yes

个体效应	yes	yes	yes	yes
时间效应	yes	yes	yes	yes
N	450	450	450	450
R ²	0.821	0.822	0.818	0.822

注：***、*分别表示在 1%、10%的水平上显著, 圆括号内为标准误。

（二）内生性讨论

本文在上面的计量模型中考虑了必要的控制变量，用控制变量来缓解模型可能存在的内生性。为进一步处理模型的内生性，通过两种方式进行：第一，将数字技术的滞后一期作为当期的工具变量，对模型进行重新估计；第二，采用数字技术的滞后一期，带入模型进行重新估计。可以发现，回归结果与基准估计结果保持了较好的一致性，主要变量的系数符号以及显著性与前文相同，说明考虑了模型内生性问题之后，本文的研究假设仍然成立。

表 4 固定效应模型回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
INDEX	-0.0219***	-0.0827***	0.0147**	0.00846***
	(0.00534)	(0.0150)	(0.00591)	(0.00322)
H	-0.0222***			
	(0.00245)			
H_INDEX	0.000330***			
	(0.0000872)			
MH		-0.0508***		
		(0.00742)		
MH_INDEX		0.000912***		
		(0.000170)		

M			0.0249***	
			(0.00302)	
M_INDEX			-0.000553***	
			(0.000189)	
L				0.0508***
				(0.00742)
L_INDEX				-0.000912***
				(0.000170)
_cons	-16.60***	-13.63***	-19.73***	-18.71***
	(0.774)	(1.246)	(0.630)	(0.706)
控制变量	yes	yes	yes	yes
个体效应	yes	yes	yes	yes
时间效应	yes	yes	yes	yes
N	450	450	450	450
R ²	0.972	0.970	0.971	0.970

注：***、**分别表示在 1%、5%的水平上显著，圆括号内为标准误。

（三）异质性分析

为深入研究在不同地区中，数字技术与劳动力的互补效应，分别针对我国东、中、西部地区进行估计。可以看到，数字技术与劳动力的互补效应在我国东、中、西部地区表现出不同的特点，具有明显的区域异质性，证实了假说 2。

东部地区的回归结果与全国层面的估计结果一致，数字技术通过与高技能劳动力的互补，作用于全要素生产率，相比全国范围的估计结果系数变大（0.000472>0.000127），这说明相较于全国数字技术，在东部地区与高技能劳动力的互补效应更强，由此证实了假说 2a。

中部地区的估计结果与东部地区表现出异质性。具体而言，中部地区数字技术与高技能劳动力的交互项系数在 1%显著性水平下为负，数字技术与中高技能劳动力的交互项系数也在 1%显著性水平下为负，而数字技术与中等技能劳动力以及低技能劳动力的交互项系数均在 1%显著性水平下为正，一个可能的解释是中部地区数字技术发展水平还不高，目前没有与高技能劳动力形成显著的互补效应，而中低技能劳动力具备的工作能力可以更好地与当前中部地区的数字技术发展产生互补，最终引致全要素生产率提升，由此证实了假说 2b。

西部地区数字技术与不同层次的劳动力交互项均不显著，说明西部地区数字技术尚未与劳动力产生互补效应，这可能是由于相比我国东部和中部地区，西部地区的数字化水平最低，数字技术的发展较为缓慢，因而尚未与劳动力产生互补效应，对社会全要素生产率的作用也没有发挥出来，从而证实了假说 2c。

（四）稳健性测试

为进一步测试研究结论的稳健性，本部分考虑将核心解释变量用软件业务总量和快递业务总量的对数形式来替换，重新进行估计，可以看出，数字技术与高技能劳动力交互项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。

五、研究结论与政策建议

（一）研究结论

如何提高社会的全要素生产率，实现我国经济高质量发展是一个重要的议题。伴随着数字技术的不断进步，怎样充分发挥数字技术对生产率的推动作用显得十分重要。首先，本文从理论上构建了数字技术与劳动力通过互补机制影响全要素生产率的机制并提出了研究假说。其次，采用 2006—2020 年我国 30 个省区市（未包括港澳台及西藏）的省级面板数据进行计量模型的检验，得到如下结论：第一，从全国范围来看，数字技术与高技能劳动力存在互补效应，这种互补效应有利于地区全要素生产率的提升；数字技术与中、低技能劳动力尚未表现出促进生产率提升的互补效应。第二，在我国东、中、西部地区，数字技术与高技能劳动力的互补效应存在异质性。具体而言，我国东部地区数字技术与高技能劳动力的互补效应对生产率的提升作用大于全国平均水平；中部地区数字技术与高技能劳动力的互补效应对生产率的提升作用不明显，数字技术与中、低技能劳动力的互补效应对生产率的提升作用较显著；西部地区数字技术与高、中、低技能劳动力的互补效应不明显，对全要素生产率的提升作用不显著。

（二）政策建议

本文系统研究了数字技术与高技能劳动力互补而提高社会全要素生产率的机制，研究结论既明确了数字技术和劳动力结构对全要素生产率的提升效应，又加深了数字技术和劳动力结构影响全要素生产率作用机制的认识和理解，对我国数字技术的进步、劳动力的优化配置、全要素生产率的提升乃至经济高质量发展有着重要的启示。

1. 加快提高数字技术发展水平

科学制定我国数字技术的发展规划，加强对数字技术发展的政策指导和战略预判，积极开展医疗卫生、应急物资保障等公共领域方面补短板项目的数字化建设，加快提高医疗卫生等经济社会发展重点领域的智能化水平；不断健全数字技术市场准入、管理和安全等方面的法律法规，搭建良好的市场环境，持续为数字技术发展提供可靠的制度保障；以数字中国的建设为契机，完善数字基础设施建设，积极布局推动数字技术发展的网络体系，建设传输高速、覆盖全面、安全可靠的数字技术基础设施，并且兼顾我国东、中、西部地区的均衡发展；把握数字化的发展趋势，积极培育以数字技术为核心的新兴业态，加快推进云计算、大数

据、人工智能、物联网、区块链等新一代数字技术发展，同时增加数字技术与三大产业的融合发展水平，推进数字技术与产业的融合发展。

2. 结合区域发展需要出台劳动力配置政策

针对我国东、中、西部地区的特点，制定针对性的劳动力优化指导政策，科学引导劳动力资源在各个地区的分布，充分释放各个地区劳动力的创新活力，避免各地区之间对于劳动力资源特别是高技能劳动力的无序、低效率竞争。具体来讲，我国东部地区要以引进和培育高技能劳动力为主，不断提升劳动力的数字化技能和数字化适应能力，同时做好人才队伍的梯度建设，为高技能劳动力配置适当的中、低技能劳动力作为开展工作的有益补充。我国中、西部地区要以培育中等技能劳动力为重点，注重提升中等技能劳动力的素质，培育工匠精神，根据产业发展的实际需求适度引进高技能劳动力，引领产业生产率的提升。

3. 合理配置数字技术相关资源

研究表明：数字技术作为一种新兴战略技术，要充分发挥其对于社会全要素生产率的促进作用，必须为数字技术的发展提供配套资源。例如：合理的人力资本结构、与其发展水平相匹配的产业配套、金融支持等。所以，我国在大力发展数字技术的同时，必须同步提高支撑数字技术发展要素的配置水平，从而为数字技术活力的释放提供必要条件。通过扩大高等教育的规模，夯实高等教育的质量，与时俱进更新职业教育的内容，树立公民终身学习的意识，持续优化人力资本配置，特别是优化人力资本结构，不断提高高技能劳动力占比；鼓励金融业发展，支持金融业务向数字技术发展领域倾斜，为其发展提供充足的资金保障；结合数字技术发展的实际水平，优化产业结构，促进数字技术与其他产业的融合发展，进而实现数字技术与产业的同频共振，最终为经济高质量发展赋能。

参考文献：

- [1]唐未兵,傅元海,王展祥.技术创新、技术引进与经济增长方式转变[J].经济研究,2014,(7):31-43.
- [2]Brynjolfsson E,Rock D,Syverson C,et al.Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox:A Clash of Expectations and Statistics[J].National Bureau of Economic Research,2017,(10):23-57.
- [3]Aghion P,Jones B F,Jones C I,et al.Artificial Intelligence and Economic Growth[J].National Bureau of Economic Research,2017,(10):237-282.
- [4]Brynjolfsson E,Hitt L M,Yang S,et al.Intangible Assets:How the Interaction of Computers and Organizational Structure Affects Stock Market Valuations[C].International Conference on Information Systems,1998,(1):8-29.
- [5]Acemoglu D,Restrepo P.Artificial Intelligence,Automation and Work[J].National Bureau of Economic Research,2018,(1):197-236.
- [6]李廉水,鲍怡发,刘军.智能化对中国制造业全要素生产率的影响研究[J].科学学研究,2020,(4):609-618+722.
- [7]李丫丫,潘安.工业机器人进口对中国制造业生产率提升的机理及实证研究[J].世界经济研究,2017,(3):87-96+136.
- [8]Makridakis S..The Forthcoming Artificial Intelligence (AI) Revolution:Its Impact on Society and Firms[J].Futures,2017,90(jun):46-60.

-
- [9]Kromann L,Malchowmoller N,Skaksen J R,et al.Automation and Productivity-a Cross-country,Cross-industry Comparison[J].Industrial and Corporate Change,2019,29(1):265-287.
- [10]Acemoglu D,Pascual R..The Race between Man and Machine:Implications of Technology for Growth,Factor Shares, and Employment[J].American Economic Review,2018,108(6):1488-1542.
- [11]Acemoglu D,Restrepo P..Automation and New Tasks:How Technology Displaces and Reinstates Labor[J].Journal of Economic Perspectives,2019,33(2):3-30.
- [12]郭凯明. 人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动[J]. 管理世界, 2019, (7):60-77+202-203.
- [13]Roberts M J..The Economics of Modern Manufacturing:Technology,Strategy, and Organization[J].American Economic Review,1990,80(3):511-528.
- [14]Milgrom P,Roberts J..Complementarities and Fit Strategy,Structure,and Organizational Change in Manufacturing[J].Journal of Accounting&Economics,1995,19(2-3):179-208.
- [15]Bresnahan T F,Erik B,Hitt L M..Information Technology,Workplace Organization and the Demand for Skilled Labour:Firm-level Evidence[J].Quarterly Journal of Economics,2002,117(1):339-376.
- [16]Kumar K..Skill-Specific Rather than General Education:A Reason for US-Europe Growth Differences?[J].Journal of Economic Growth,2004,9(2):167-207.
- [17]鲁晓东, 连玉君. 中国工业企业全要素生产率估计: 1999-2007[J]. 经济学 (季刊), 2012, (2):541-558.
- [18]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.
- [19]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.