数字经济对河北省产业结构升级的影响

——基于人力资本视角

赵 娟[1]，汪 朋[2]

（1. 西藏民族大学 财经学院，陕西 咸阳 712082；2. 西藏特色产业高质量发展研究中心，陕西 咸阳 712082）

摘要：数字经济的发展可以促进产业结构升级。基于数字经济的丰富内涵，通过熵值法对河北省各地级市的数字经济发展水平进行测算，运用固定效应模型分析数字经济对产业结构升级的带动作用，并通过中介效应模型检验人力资本在数字经济对产业结构升级中的影响机制。结果表明：数字经济的发展能够显著促进河北省的产业结构高级化和产业转型速度，且数字经济能够通过提升人力资本水平来间接推进产业结构升级。

关键词：数字经济；产业结构高级化；产业转型速度；人力资本

中图分类号：F121.3；F49 **文献标志码**：A **文章编号**：1671－1807(2023)17－0204－08

近年来，数字经济发展迅猛，在促进新旧动能转换上发挥了重要作用，正在成为驱动中国经济增长和产业革命的中坚力量。面对经济发展新常态，对于积极推进产业结构升级，数字经济的作用日益凸显。与此同时，人力资本的合理配置不仅有利于形成经济发展新模式，而且对于产业结构升级意义重大。促进数字经济的健康发展、提高人力资本水平、激发人才创新活力是我国“十四五”时期经济发展的重要组成部分。

立足当下，河北省产业结构升级取得了显著的成效，2011 年第一二三产业增加值占比分别为 12.0%、54.1%、33.9%，到 2020 年第一二产业增加值占比分别下降至 10.7%、37.6%，第三产业增加值占比有显著的增加，达到 51.7%。然而，基于资源禀赋特征，河北省在产业结构发展中存在着一些问题。例如：现代农业发展缓慢，农业比较效益低，产业化程度不高；工业大而不强，钢铁、石化等传统产业占比较高，缺乏新兴产业的融入；服务业增速较快，但仍有待继续提升规模[1]。与此同时，河北省存在着人力资本增速提升乏力的问题。在京津冀协同发展的背景下，如何利用好数字经济这块“蛋糕”，加快河北省产业结构升级，是当前迫切需要解决的问题。

数字经济既提供了新的经济增长点，同时也为产业结构的升级提供了重要的支撑[2]。作为引领产业结构升级的新动能，数字经济对各地区的经济发展有着直接的贡献。但是目前关于数字经济对产业结构升级的作用机制的研究还不充分。因此，基于河北省 11 个地级市的面板数据，对数字经济与产业结构之间的关系进行了较为全面的探讨，有助于更好地认识河北省在产业结构调整中所面临的新问题，从而推动地区间经济高质量发展，以期为河北省进一步推进产业结构升级提供参考。

本文可能的贡献主要有两个方面：①相关研究大多是以全国省级层面展开研究，研究对象为河北省 11 个地级市，可以深入研究地区间数字经济对产业结构升级的影响机制；②拓展了数字经济促进产业结构升级的研究视角，丰富了数字经济与产业结构升级的研究内容，将数字经济、人力资本与产业结构升级纳入同一框架体系。

1 文献综述与研究假设

1.1 数字经济与产业结构升级

对于数字经济发展对产业结构的影响，已有大量富有成效的研究。刘翠花[3]、陈晓东和杨晓霞[4]研究表明，迅速发展的数字经济能够有效促进产业结构升级并使三次产业间的协调程度不断提升。秦建群和赵晶晶[5]通过实证分析了数字经济能够促进产业结构升级，得出两者存在倒“U”形的非线性

收稿日期：2023-06-09

作者简介：赵娟(1998—)，女，河北石家庄人，西藏民族大学财经学院，硕士研究生，研究方向为数字经济；汪朋(1983—)，男，湖北武汉人，西藏民族大学财经学院，副教授，博士，研究方向为应用统计和机器学习。

关系的结论。戚聿东和褚席[6]从全国层面展开研究,发现数字经济不仅有助于推动产业结构高级化,还能够促进产业结构合理化。刘洋和陈晓东[7]也从产业结构高级化与产业结构合理化两个方面来研究两者之间的关系,发现数字经济在促进产业结构高级化方面存在边际效应递减效应,而在促进产业结构合理化方面则存在边际效应递增效应。胡艳等[8]通过空间杜宾模型发现,数字经济可以正向推动产业结构升级,并且这种影响还存在着明显的空间溢出效应,这一点在都市圈城市中更为突出。

数字经济一方面通过整合发展数据要素,使得新的产业形态不断涌现,即数字产业化,推动了产业结构的优化和升级;另一方面,通过数字技术应用于产业链进而为传统产业赋能,实现要素的数字化转型升级,即产业数字化。因此提出如下假设。

H1:数字经济对产业结构升级具有显著的促进作用。

1.2　数字经济与人力资本

随着数字经济与社会生产生活融合日益紧密,其对人力资本水平的影响作用越来越受到学术界的重视。陈南旭和李益[9]研究结果显示,数字经济能够促进人力资本水平的提升。李梦娜和周云波[10]进一步指出,数字经济发展对于低级和高级人力资本水平的提升作用明显,特别是在提升高级人力资本水平方面。王冬梅等[11]认为数字经济不仅可以优化人力资本技能结构,且存在正向的溢出效应。

数字经济作为一种新经济形态,使得人们的生产和生活方式发生了变化,对高级人力资本的需求不断提高,倒逼人力资本水平的提升[7]。迅猛发展的数字经济使得许多新型数字化产业不断涌现,这对于劳动力的数字素养提出了更高的要求[12],要加速推动人力资本与数字技术的融合。因此提出如下假设。

H2:数字经济发展能够提升人力资本水平。

1.3　数字经济、人力资本与产业结构升级

在数字经济的发展过程中,人才是最关键的资源,在促进数字经济模式的长期稳定发展和创新发展等过程中,将会起到至关重要的作用。俞伯阳和丛屹[13]认为随着数字经济的快速发展,人力资本红利对促进产业结构高级化具有积极的作用。刘洋和陈晓东[7]认为,数字经济能够通过两个中介变量——人力资本和科技创新,对产业结构升级的提升产生间接影响,并且间接效应小于直接效应。陈兵和裴馨[14]认为数字经济与人力资本相互配合,可以促进我国产业结构合理化。

数字经济的发展对人才的数字化素养和知识技能提出了新的要求[15],劳动要素具有流动性的特征,人力资源能够影响区域的经济发展水平。只有劳动力素质与产业结构升级要求相匹配,才能促进产业结构的不断升级。当前河北省高质量发展和实现传统产业转型升级的关键是培养高素质人才[16]。因此提出如下假设。

H3:数字经济可以通过人力资本间接影响产业结构升级。

通过对已有研究文献的梳理可以发现:学者们大多分别研究数字经济对产业结构升级的影响和数字经济对人力资本的影响,很少有学者将数字经济、产业结构与人力资本纳入同一框架体系中进行分析;而且,学者大多基于省级层面探讨数字经济对产业结构升级的影响,很少有从地级市层面进行考察的。所以,将本文的研究细化至地级市,能够更细致地探讨数字经济对河北省产业结构升级的影响机制,同时也可以更好地反映实际情况。

2　模型设定与变量选择

2.1　模型构建

根据本文的研究目标,数字经济发展水平对产业结构升级的基准回归模型设定如下:

$$ais_{is} = \alpha + \beta_i dig_{it} + \delta control_{it} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$sit_{is} = \alpha + \beta_i dig_{it} + \delta control_{it} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中:ais_{is}和 sit_{is}分别为产业高级化和产业转型速度;dig 为数字经济发展水平;control 为一组控制变量,主要包括地区经济发展水平(grp)、财政支出水平(gov)、人口密度(pop)以及外商直接投资(fdi);i 和 t 分别为地区和时间;α 为常数项;β、δ 为估计参数;λ_i 与 μ_t 分别为地区与年份的固定效应;ε_{it} 为随机干扰项。

为了探索数字经济对产业结构升级的传导路径,参考温忠麟等[17]的方法,对于产业结构升级构建如下 3 个检验模型:

$$is_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 dig_{it} + \delta control_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$hum_{it} = \beta_0 + \beta_1 dig_{it} + \delta control_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$is_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 dig_{it} + \gamma_2 hum_{it} + \delta control_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

式中:is 为产业结构升级;hum 为人力资本,为中介变量;α_1 为数字经济对产业结构升级的总效应;γ_1

为数字经济对产业结构升级的直接效应；$\beta_1 \cdot \gamma_2$ 为间接效应；α_0、β_0、γ_0 为常数项。当 γ_1 不显著，而 γ_2 显著时，人力资本存在完全中介效应；当 γ_1 和 γ_2 均显著时，人力资本只存在部分中介效应[18]。

2.2　变量选取与设定

2.2.1　被解释变量

产业结构升级(is)采用产业结构高级化(ais)和产业转型速度(sit)两个指标进行表征。

借鉴郭炳南等[19]、白雪洁等[20]的研究，产业结构高级化采用第三产业产值与第二产业产值的比值来衡量。ais 值越大，则河北省产业结构高级化程度越高。

本文借鉴沈琼和王少朋[21]的产业结构层次系数，对河北省地区的产业转型速度进行测度，反映了一、二、三产业的产业结构整体质量和效率从低级向高级的演进趋势和过程，可以反映产业转型速度。测度公式为

$$\mathrm{sit} = \sum_{i=1}^{3} \frac{y_i}{y} i, 1 \leqslant \mathrm{sit} \leqslant 3, i = 1,2,3 \quad (6)$$

式中：y 为总产值；y_i 为第 i 产业产值。sit 指数越大，则表明产业转型速度越快。

2.2.2　核心解释变量

基于科学性、全面性和可获得性，借鉴齐俊妍和任奕达[22]的研究方法，以数字基础设施水平、数字产业的发展和数字创新环境作为数字经济发展水平的一级指标，利用熵值法构建数字经济发展水平指标体系。数字经济发展水平测度评价指标体系见表 1。基于熵值法得出河北省 11 个地级市的数字经济发展水平，见表 2。

由表 2 可以看出，2020 年数字经济发展水平较高的 3 个城市分别是石家庄、唐山、保定，其数字经济指数均大于 0.5，这是由于这 3 个城市对数字经济的重视，通过采取一系列措施，大力发展数字经济产业，如石家庄市建设数字经济产业园区、雄安新区开展数字经济创新发展试验区等。

从空间上看，各城市数字经济发展状况差异较大，石家庄市的数字经济程度远远高于其他城市，2020 年其数字经济发展指数已达到 0.850 1，其次是唐山市，数字经济发展指数为 0.608 9，其他城市均低于 0.6。承德市、张家口市的数字经济水平在 2011 年分别为 0.032 1 和 0.045 8，在 2020 年也仅仅只有 0.163 8 和 0.179 0，远远低于其他城市。河北省各地级市的数字经济发展水平整体上呈现出上升的态势。石家庄、唐山、保定、廊坊的数字经济发展水平在河北省内处于前沿，其他城市相对落后，具有较大的数字经济发展空间。

2.2.3　中介变量

将人力资本(hum)作为中介变量，从理论和实证方面研究数字经济对河北省产业结构升级的间接影响机制。随着人口结构与经济结构的深度调整，劳动力供求双方都发生了较大的变化，技术进步和产业转型升级都要求不断提升劳动者的素质和技能。参考俞伯阳和丛屹[23]的人力资本测度方式，采用高技能和低技能劳动力的比值来衡量人力资本，能较好地反映区域间的人力资本水平，其中高

表 1　数字经济发展水平测度评价指标体系

一级指标	二级指标	单位	权重
数字基础设施水平	互联网宽带接入用户	万户	0.109 6
	移动电话年末用户数	万户	0.089 8
数字产业的发展	电信业务收入	万元	0.079 5
	信息传输、软件和信息技术服务业就业人数	万人	0.194 8
	数字普惠金融指数	无	0.060 2
数字创新潜力	专利授权数	件	0.155 6
	规模以上工业企业 R&D 经费内部支出	万元	0.174 2
	科学技术支出	万元	0.136 3

表 2　2011—2020 年河北省 11 个地级市数字经济指数

城市	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
石家庄	0.287 4	0.356 7	0.431 0	0.447 8	0.506 5	0.583 6	0.619 9	0.732 0	0.819 8	0.850 1
承德	0.032 1	0.051 9	0.078 9	0.071 3	0.076 9	0.102 1	0.118 1	0.136 0	0.142 1	0.163 8
张家口	0.045 8	0.068 5	0.080 6	0.089 3	0.092 4	0.115 7	0.131 8	0.146 2	0.155 5	0.179 0
秦皇岛	0.056 2	0.070 8	0.099 3	0.107 1	0.118 3	0.151 6	0.162 5	0.170 5	0.181 3	0.194 7
唐山	0.250 0	0.331 5	0.345 3	0.337 1	0.332 9	0.375 5	0.384 9	0.464 1	0.511 2	0.608 9
廊坊	0.096 7	0.126 2	0.175 3	0.191 8	0.224 6	0.280 2	0.450 6	0.296 7	0.349 3	0.422 5
保定	0.193 1	0.236 6	0.285 8	0.291 5	0.323 1	0.376 1	0.414 7	0.437 4	0.458 7	0.509 6
沧州	0.086 0	0.109 9	0.139 7	0.163 3	0.164 1	0.186 5	0.250 6	0.295 6	0.308 1	0.369 1
衡水	0.030 8	0.048 2	0.068 4	0.074 0	0.090 9	0.116 6	0.147 2	0.169 6	0.193 2	0.228 4
邢台	0.056 9	0.082 9	0.106 2	0.122 0	0.145 3	0.184 7	0.200 3	0.224 2	0.236 8	0.268 4
邯郸	0.119 8	0.168 7	0.196 8	0.222 1	0.221 7	0.241 4	0.275 3	0.297 4	0.352 9	0.390 8

技能劳动力采用大专及以上学历的劳动者来表征,低技能劳动力采用大专以下学历的劳动者来表征。

2.2.4　控制变量

为防止存在遗漏变量造成模型估计结果的偏误,加入了若干控制因素,同时分析控制变量对产业结构升级的影响:经济发展水平(grp)为人均地区生产总值 GRP 取对数;政府干预(gov)为地方政府财政支出占 GDP 比重;人口密度(pop)为每平方公里人口数;外商直接投资(fdi)为外商直接投资额占 GDP 的比重。

2.3　数据来源与说明

以河北省 2011—2020 年 11 个地级市为研究对象,数据来自《河北省统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国数字经济发展白皮书》、北京大学《数字金融普惠指数》以及各地级市统计年鉴。为了消除异常值对结果可能造成的影响,对所有数据进行 1%分位和 99%分位的缩尾,对缺失数据通过线性插值法填补,个别变量进行对数处理。主要指标的描述性统计结果见表 3。

表 3　变量描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
ais	110	1.018	0.396	0.525	2.090
sit	110	2.299	0.099	2.099	2.538
dig	110	0.240	0.167	0.032	0.820
hum	110	0.125	0.106	0.021	0.424
grp	110	4.595	0.154	4.323	4.944
gov	110	0.184	0.063	0.081	0.394
fdi	110	0.017	0.010	0.001	0.052
pop	110	2.797	0.192	2.464	3.082

3　实证结果分析

3.1　基准回归结果

通过 F 检验和豪斯曼(Hausman) 检验,结果都拒绝原假设,故应该选用固定效应模型。

表 4 中(1)列、(3)列只加入核心解释变量 dig 以及年份和地区固定效应,未引入控制变量;(2)列、(4)列则同时加入全部控制变量、年份固定效应和地区固定效应。通过表 4 得出结论,数字经济能够显著地促进产业结构高级化和产业转型速度,无论是否加入控制变量,数字经济的系数都通过了 1%的显著性水平检验,验证了假设 H1。

从控制变量看,经济发展水平、政府干预和人口密度对产业结构高级化都产生了促进作用,并且人口密度的弹性系数最大,对产业结构高级化的影响程度最高。外商直接投资的系数显著为负,这表明外商直接投资占 GDP 比重高时,会阻碍产业结构高级化的发展,也体现出河北省高科技产业发展的相对滞后和产业结构不尽合理等问题。

表 4　基准回归结果

解释变量	被解释变量			
	ais	ais	sit	sit
dig	1.549***	1.386***	0.350***	0.323***
	(0.288)	(0.252)	(0.100)	(0.102)
grp		1.711***		0.389**
		(0.461)		(0.187)
gov		2.274***		0.456*
		(0.607)		(0.246)
fdi		−9.194**		0.669
		(3.817)		(1.545)
pop		3.130***		0.847***
		(0.783)		(0.317)
常数项	0.511***	−16.064***	2.174***	−2.007
	(0.051)	(3.109)	(0.018)	(1.258)
观测值	110	110	110	110
R^2	0.875	0.919	0.745	0.777

注:*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$;括号内为标准误。

在产业转型速度的影响因素中,经济发展水平和人口密度能够有效提升产业转型速度,外商直接投资对产业转型速度的影响为负,但不显著,河北省作为一个典型的工业大省,其吸纳的外商直接投资是以制造业为主,近年来外商直接投资在服务业方面有了较大的发展,但还没有很大程度上改变外商投资的行业结构。

3.2　传导机制检验

为验证数字经济对产业结构升级的传导机制,通过人力资本分析数字经济对产业结构高级化和产业转型速度的传导作用。

表 5 检验了数字经济通过人力资本对产业结构升级产生影响的中介效应。其中,模型(1)和模型(4)为中介效应检验步骤一,测算数字经济对产业结构高级化和产业转型速度的影响:变量(dig)的系数均显著为正,表明数字经济会促进产业结构高级化和产业转型速度,对假设 H1 进行了佐证。步骤二是模型(2)和模型(5),测算解释变量对中介变量的影响,结果表明数字经济会提高人力资本水平。步骤三是模型(3)和模型(6),变量(hum)的系数为正,这意味着人力资本是影响产业转型升级的中介变量。变量(dig)的系数虽然依旧显著,但其系数和显著性都较模型(1)、模型(4)有所下降。研究结果表明,人力资本在数字经济和产业结构升级之间存在部分中介效应。

表 5　中介效应回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	ais	hum	ais	sit	hum	sit
hum			0.687***			0.232**
			(0.269)			(0.098 1)
dig	0.792***	0.320***	0.573***	0.178***	0.320***	0.104*
	(0.148)	(0.052 7)	(0.168)	(0.053 9)	(0.052 7)	(0.061 4)
grp	0.896***	0.136***	0.802***	0.134***	0.136***	0.102**
	(0.133)	(0.047 4)	(0.135)	(0.048 5)	(0.047 4)	(0.049 3)
gov	3.524***	−0.761***	4.047***	0.772***	−0.761***	0.949***
	(0.428)	(0.152)	(0.464)	(0.156)	(0.152)	(0.170)
fdi	15.38***	5.392***	11.68***	1.497**	5.392***	0.245
	(2.060)	(0.732)	(2.476)	(0.749)	(0.732)	(0.904)
pop	−0.054 5	−0.199***	0.082 0	0.209***	−0.199***	0.255***
	(0.127)	(0.045 2)	(0.135)	(0.046 3)	(0.045 2)	(0.049 3)
常数项	−4.052***	0.025 1	−4.070***	0.890***	0.025 1	0.884***
	(0.799)	(0.284)	(0.778)	(0.290)	(0.284)	(0.284)
观测值	110	110	110	110	110	110
R^2	0.769	0.597	0.783	0.513	0.597	0.538
Sobel 检验	0.219***(z=2.354)			0.074***(z=2.204)		
Goodman1 检验	0.219***(z=2.327)			0.074***(z=2.179)		
Goodman2 检验	0.219***(z=2.381)			0.074***(z=2.231)		
中介效应系数	0.219***(z=2.354)			0.074***(z=2.204)		
直接效应系数	0.573			0.104		
总效应系数	0.792			0.178		
中介效应比例	0.277			0.416		

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$；括号内为标准误。

在其他因素不变的条件下，数字经济发展水平每提升 1 个单位，产业结构高级化会直接提升 0.573 个单位，人力资本水平也会增加 0.32 个单位，从而间接提升产业结构高级化 0.219 个单位，间接效应占总效应的 27.7%。另外，对于产业转型速度方面，其间接效应占总效应的 41.6%。由表 5 知，Sobel、Goodman1 和 Goodman2 检验都通过了显著性检验，佐证了本文的假设 H3。

上述结论证实了“数字经济-人力资本-产业结构升级”这一作用机制。无论是从产业结构高级化角度，还是从产业转型速度的角度来看，人力资本均产生了正向的中介效应，数字经济对产业结构升级的直接效应大于其通过人力资本所产生的间接效应。

3.3　稳健性检验

3.3.1　内生性讨论

在解决内生性问题的方法上，参考郭家堂和骆品亮[24]的研究，考虑到产业调整可能需要一定的时间，数字经济对产业结构升级的影响可能会有滞后效应，因此通过数字经济发展水平的滞后期来重新估计基准计量模型。稳健性结果见表 6，得出的结论与表 4 的结论一致，说明数字经济对河北省产业结构升级有显著的影响，从而验证了本文结论的稳健性。

表 6　稳健性分析结果(1)

变量	(1)	(2)
	ais	sit
L. dig	1.523***	0.348***
	(0.347)	(0.130)
grp	2.004***	0.388*
	(0.576)	(0.216)
gov	1.490*	0.288
	(0.780)	(0.293)
fdi	−10.307**	0.662
	(4.462)	(1.677)
pop	2.351**	0.694**
	(0.900)	(0.338)
常数项	−15.168***	−1.572
	(3.772)	(1.417)
观测值	99	99
R^2	0.902	0.758

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$；括号内为标准误。

3.3.2　其他稳健性检验

1)缩短样本年限。参考马晓君等[25]的做法，原本的样本年限是 2011—2020 年，稳健性检验将年限缩短为 2014—2020 年。稳健性分析结果见表 7，和表 4 的回归结果相近，故本文的结果具有稳健性。

2)更换解释变量。借鉴张驰和王满仓[26]的研究,考虑到本文使用的数字经济是由不同维度测算而来的综合性指标,因此,将数字经济的一级指标数字基础设施水平、数字产业的发展、数字创新潜力分别作为数字经济的代理变量进行回归,回归结果见表8。结果显示与本文所测算的数字经济综合指数为核心解释变量的结果相差不大,证实了本文研究结果相当稳健。综上,可以发现前文得出的结论具有较好的稳健性。

4　结论与建议

4.1　结论

本文基于河北省11个地级市面板数据,对数字经济、人力资本和产业结构升级之间的内在机制进行研究,得出以下结论:①数字经济发展对于促进河北省产业结构高级化以及产业转型速度都具有显著的影响,无论是否加入控制变量,系数均在1%的显著性水平下显著,在一系列稳健性检验下该结论依然成立;②数字经济通过经济发展水平、政府干预、人口密度等加快实现产业结构升级,其中,人口密度对产业结构升级的影响程度最大,而外商直接投资会抑制产业结构高级化的进程,对提升产业转型速度的作用不显著;③人力资本是数字经济推动产业结构升级的重要驱动因素,数字经济可以通过提升人力资本水平间接地促进产业结构高级化和产业转型速度,并且数字经济对产业结构升级的直接效应大于其通过人力资本所产生的间接效应。

表7　稳健性分析结果(2014—2020年)

变量	(1)	(2)
	ais	sit
dig	1.716***	0.575**
	(0.400)	(0.240)
grp	1.470	1.065*
	(0.968)	(0.581)
gov	2.388***	0.860
	(0.894)	(0.536)
fdi	−10.404**	0.888
	(5.015)	(3.009)
pop	2.926***	1.935***
	(1.073)	(0.644)
常数项	−14.634**	−8.291**
	(6.152)	(3.691)
观测值	77	77
R^2	0.879	0.474

注:*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$;括号内为标准误。

4.2　建议

1)完善数字基础设施建设,提高数字经济发展水平。数字基础建设是数字经济发展的基石,对于促进数字经济与传统产业的融合和产业链上下游的发展具有重要意义。①加大投资力度,加快推动5G基站、大数据中心和人工智能等新型基础建设的进程,进而提高数字经济发展水平;②推动各地区数字经济资源共建共享,实现数据要素互联互通,促进跨区域数字经济的协同发展。

2)注重区域间发展差异,分区施策。①重视河北省地区间数字经济和产业效率的差异,充分利用地区要素禀赋差异,推动数字经济与区域优势产业相结合,构建各具特色的区域经济模式,使其最大限

表8　稳健性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	数字基础设施水平		数字产业的发展		数字创新潜力	
	ais	sit	ais	sit	ais	sit
dig	8.771***	1.497***	1.592***	0.492**	2.474***	0.512**
	(1.125)	(0.516)	(0.533)	(0.199)	(0.503)	(0.202)
grp	0.949**	0.253	1.864***	0.444**	1.638***	0.371*
	(0.419)	(0.192)	(0.518)	(0.193)	(0.474)	(0.190)
gov	1.340**	0.361	3.337***	0.706***	1.927***	0.411
	(0.572)	(0.263)	(0.640)	(0.239)	(0.656)	(0.263)
fdi	−7.763**	0.974	−8.847**	0.702	−9.267**	0.679
	(3.392)	(1.557)	(4.231)	(1.578)	(3.924)	(1.575)
pop	3.076***	0.841**	3.125***	0.842**	3.001***	0.822**
	(0.697)	(0.320)	(0.868)	(0.324)	(0.805)	(0.323)
常数项	−12.511***	−1.380	−16.800***	−2.258*	−15.261***	−1.832
	(2.796)	(1.283)	(3.462)	(1.291)	(3.196)	(1.283)
观测值	110	110	110	110	110	110
R^2	0.936	0.773	0.901	0.767	0.915	0.768

注:*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$;括号内为标准误。

度地发挥数字经济的作用；②要从各地级市自身的特点和差异出发，对区域数字经济的发展政策进行改进，实施异质性发展政策来创造积极的发展环境。例如，向雄安新区集聚数字经济产业资源，鼓励张家口、廊坊、涿州等地以环京的方式，构建绿色的新型数据中心集群，使得未来的算力资源更为丰富和高效。

3)加大教育资本投入，提升人力资本水平。人才是第一资源，人力资本是第一生产要素。随着数字化新兴产业对人才的要求持续走高，对人力资本的需求不断向高级化转变。①建立健全高水平的人才培养体系，推进高质量的教育资源共享，提升区域的教学质量，加快河北省的人才储备；②建立校企联合培养机制，积极开展数字化智能和技能培训，以培养应用型和创新型人才，不断扩大数字人才规模；③要实行更加积极且有效的人才引进政策，加大对技术型、创新型人才的引进力度，引导高素质人力资本的空间流动，鼓励和支持“产学研”结合的方式来培养高素质人才，实现人力资本的有效集聚和区域人力资本结构向高级化的转变。

4)推进京津冀产业协同发展，优化产业布局。河北省应抓住数字经济发展的重大战略机遇，以协同发展实现京津冀产业优势互补。①进一步推进信息技术与传统产业的深度融合，实现数字经济为河北省地区的产业结构升级赋能，要以数字化推动实体经济结构升级，催生实体经济发展新动能；②促进京津冀地区的产业转移协作，提高区域间产业间的关联度，促进多产业融合发展，培育产业发展的新商业模式，构建以数字为新驱动力的实体经济新业态，实现数字化转型；③加速推进河北省数字经济与传统产业的融合研究，以互联网技术为支撑努力补齐各地产业短板，促进河北省产业结构升级。

参考文献

[1] 李倩.数字经济下河北产业结构现状及转型路径[J].石家庄职业技术学院学报，2021(2)：35-39.

[2] 马晓君，李艺婵，傅治，等.空间效应视角下数字经济对产业结构升级的影响[J].统计与信息论坛，2022，37(11)：14-25.

[3] 刘翠花.数字经济对产业结构升级和创业增长的影响[J].中国人口科学，2022(2)：112-125，128.

[4] 陈晓东，杨晓霞.数字经济发展对产业结构升级的影响：基于灰关联与耗散结构理论的研究[J].改革，2021(3)：26-39

[5] 秦建群，赵晶晶，王薇数字经济对产业结构升级影响的中介效应与经验证据[J].统计与决策，2022，38(11)：99-103.

[6] 戚聿东，褚席.数字经济发展促进产业结构升级机理的实证研究[J].学习与探索，2022(4)：111-120.

[7] 刘洋，陈晓东.中国数字经济发展对产业结构升级的影响[J].经济与管理研究，2021(8)：15-29.

[8] 胡艳，王艺源，唐睿.数字经济对产业结构升级的影响[J].统计与决策，2021，37(17)：15-19.

[9] 陈南旭，李益.数字经济对人力资本水平提升的影响研究[J].西北人口，2022，43(6)：65-76.

[10] 李梦娜，周云波.数字经济发展的人力资本结构效应研究[J].经济与管理研究，2022，43(1)：23-38.

[11] 王冬梅，黄乾，方守林.数字经济对人力资本技能结构影响与作用机制的实证检验[J].统计与决策，2023，39(9)：23-28.

[12] 崔艺瑄，熊晓轶.数字经济发展对我国产业结构优化升级的影响研究[J].商业经济研究，2021(21)：176-179.

[13] 俞伯阳，丛屹.数字经济、人力资本红利与产业结构高级化[J].财经理论与实践，2021，42(3)：124-131.

[14] 陈兵，裴馨，数字经济发展影响产业结构升级的作用机制研究：基于区域异质性视角的分析[J].价格理论与实践，2021(4)：141-144，171.

[15] 姚维瀚，姚战琪.数字经济、研发投入强度对产业结构升级的影响[J].西安交通大学学报(社会科学版)，2021，41(5)：11-21.

[16] 陈肖，王军英，田小燕.数字经济驱动河北省高质量发展的机制研究：评《数字经济：重塑经济新动力》[J].中国高校科技，2022(S1)：130.

[17] 温忠麟，张雷，侯杰泰.中介效应检验程序及其应用[J].心理学报，2004(5)：614-620.

[18] 花冯涛，徐飞.环境不确定性如何影响公司特质风险：基于现金流波动和会计信息质量的中介效应检验[J].南开管理评论，2018，21(4)：122-133.

[19] 郭炳南，王宇，张浩.数字经济、绿色技术创新与产业结构升级：来自中国282个城市的经验证据[J].兰州学刊，2022(2)：58-73.

[20] 白雪洁，宋培，李琳，等.数字经济能否推动中国产业结构转型?：基于效率型技术进步视角[J].西安交通大学学报(社会科学版)，2021，41(6)：1-15.

[21] 沈琼，王少朋.技术创新、制度创新与中部地区产业转型升级效率分析[J].中国软科学，2019(4)：176-183.

[22] 齐俊妍，任奕达.数字经济发展、制度质量与全球价值链上游度[J].国际经贸探索，2022，38(1)：51-67.

[23] 俞伯阳，丛屹.数字经济、人力资本红利与产业结构高级化[J].财经理论与实践，2021，42(3)：124-131.

[24] 郭家堂，骆品亮.互联网对中国全要素生产率有促进作用吗?[J].管理世界，2016，32(10)：34-49.

[25] 马晓君，李艺婵，傅治，等.空间效应视角下数字经济对产业结构升级的影响[J].统计与信息论坛，2022，37(11)：14-25.

[26] 张驰，王满仓.数字经济对居民消费升级的影响效果及作用机制检验[J].统计与决策，2023，39(7)：11-16.

The Impact of the Digital Economy on the Upgrading of the Industrial Structure of Hebei Province:

Based on human capital perspective

ZHAO Juan[1], WANG Peng[2]

(1. School of Finance and Economics, Xizang Minzu University, Xianyang 712082, Shaanxi, China;
2. Research Center for High-quality Development of Xizang Characteristic Industry, Xianyang 712082, Shaanxi, China)

Abstract: The development of the digital economy can promote the upgrading of the industrial structure. Based on the rich connotation of the digital economy, the digital economy development level of various cities at Hebei Province is calculated through the entropy value method, and a fixed effect model is used to analyze the driving role of the digital economy to upgrade the industrial structure. The impact mechanism of digital economy on the upgrade of industrial structure is studied. The results show that the development of the digital economy can significantly promote the advanced industrial structure and the speed of industrial transformation in Hebei Province, and the digital economy can indirectly promote the industrial structure upgrade by improving the level of human capital.

Keywords: digital economy; advanced industrial structure; industrial transformation speed; human capital