

智力资本对长江经济带智慧城市建设的的作用研究

史安娜^{1,2}, 陈 玥¹

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100; 2. 河海大学长江保护与绿色发展研究院, 江苏 南京 210098)

摘要: 智慧城市建设是未来我国城市高质量可持续发展的重要选择,也是现阶段我国推进新型工业化、发展新质生产力的重要途径。将智慧城市建设的技术中心主义和人本主义相结合,从资本、人、技术、空间建构智慧城市要素指标,阐释智力资本通过人力素质、智力产出、科技投入、开放水平四大方式促进智慧城市经济增长的作用机理。构建生产函数模型,运用长江经济带 2002—2022 年面板数据分析 11 个核心城市智力资本对智慧城市经济增长的影响。结果表明:不同智慧城市的未来发展存在共性与特性,长江经济带智力资本的集聚对智慧城市经济增长有显著的促进作用,其分解要素对不同区域及不同级别智慧城市的经济增长作用呈异质性,而开放水平是现阶段最为重要的因素。在此基础上,提出有利于长江经济带智慧城市经济发展的对策建议:从数字孪生城市建设、产业数字化发展、数字化转型要素集聚等方面入手,实施不同区域、不同等级城市分类指导的智慧城市发展战略;以智慧城市建设的市场需要为导向,聚焦智力产出的市场转化,发挥智力资本的影响推动作用;推进智力资本各要素的有效整合,加强“技术+人本”互嵌,促进数据要素跨区域流通。

关键词: 智力资本;智慧城市;长江经济带;区域经济;技术经济

中图分类号: F293

文献标志码: A

文章编号: 1671-4970(2024)04-0126-13

改革开放以来,我国城镇化水平不断提升,经济高速发展的同时“城市病”也日益加剧,亟需一套系统治理方案引导城市健康发展。“智慧城市”的概念是提倡通过建设智慧城市,实现城市经济、生活和治理的智慧化,增强公民的获得感、幸福感与安全感^[1]。2014 年,中华人民共和国国家发展和改革委员会(以下简称国家发展改革委)印发《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》,2024 年国家发展改革委、国家数据局、财政部、自然资源部又联合发布《关于深化智慧城市发展 推进城市全域数字化转型的指导意见》,标志着智慧城市建设从分散无序到地区部门间协同指导、最终上升至国家

战略层面。习近平总书记 2024 年在重庆考察时强调,要“加快智慧城市建设步伐,构建城市运行和治理智能中枢,建立健全‘大综合一体化’城市综合治理体制机制,让城市治理更智能、更高效、更精准。”^[2]党的二十届三中全会公报提出“当前和今后一个时期是以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业的关键时期”“健全促进实体经济和数字经济深度融合制度”^[3],而智慧城市建设是现今中国式现代化新型城市高质量发展的必经之路,也是数实融合的重要体现。

为应对全球城市快速发展所带来的一系列问题,学界围绕智慧城市开展了多方面研究。

引用本文: 史安娜,陈玥. 智力资本对长江经济带智慧城市建设的作用研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2024, 26(4): 126-138.

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(19AGL023)

作者简介: 史安娜(1962—),女,教授,博士,主要从事区域经济与技术创新研究。E-mail: anshi@hhu.edu.cn

一是在内涵理念方面,智慧城市内涵从起初的技术中心主义转变为人本主义,城市公民需求成为建设目标^[4],更进一步的研究提出了新型智慧城市本质为改革创新^[5]或是将其视为技术-社会系统开展共生关系探讨^[6]。二是在建设架构及战略方面,研究从理念、模式、机制等各维度提出构建智慧城市建设体系,锚定元宇宙、数字孪生、三维建模三大智慧城市建设技术支撑^[7],提出“政府引领,企业主导,公众参与”的建设机制^[8],摸索面向智慧城市的 GIS 框架及城市综合管理体系^[9]。与此同时,针对智慧城市建设的成效评价与效应研究也层出不穷,研究发现我国各地域智慧城市建设水平并不均衡,东南沿海与西部地区差距较大^[10],且智慧城市建设在一定程度上对所在地区的数字经济发展^[11]、可持续发展^[12]、城市韧性水平提升^[13]、绿色发展^[14]等都有积极影响。在这样的理论研究积累中,围绕智慧城市应用的研究也在逐步跟进,从技术角度出发开展智慧交通、智慧城市应急管理、智慧政务等方面研究,如提出了数字交通六大子系统^[15],构建了数智赋能背景下的智慧城市应急管理模型^[16],讨论了智慧城市数字孪生系统的复杂性^[17],发现了智能技术的渗透是催生政府整体性和协同化治理理念的内在原因^[18]。在智慧城市建设过程中,智力资本是不可或缺的资源,也是推动城市创新发展、提高经济增长速度的核心要素之一^[19]。近年来,学者关于智力资本的研究主要围绕微观与宏观两大层面:微观层面聚焦企业内部,关注人力资本、结构资本、关系资本的配置情况对企业经营及创新发展等领域的影响^[20];宏观层面围绕区域和城市发展,研究评价我国不同区域智力资本发展水平^[21],并进一步评估智力资本在区域创新发展中发挥的重要作用^[22]。部分学者还将智力资本这一要素引入智慧城市,提出将知识型城市的发展根植于智慧城市形态之中,表示智慧城市必须通过数字化转型及组织文化创新来寻求边界突破^[23-24]。然而,现有关于智力资本对智慧城市经济增长作用的相关实证研究较少,从创新发展的角度对智慧城市的发展研究还有待深入。

长江经济带横贯我国东中西部地区,跨越

11 个省市,2023 年拉动全国经济增长 2.6 个百分点,贡献率近 50%^①,是我国发展战略重点区域之一,在全球内河经济带中有一定影响力。长江经济带内分布大量超大、特大城市,这些城市科教资源富集、研发经费投入庞大,在创新发展上走在国家前列。因此,以长江经济带智慧城市建设为研究对象,分析智力资本对智慧城市经济发展的影响具有重要现实意义。本研究基于智力资本对长江经济带城市发展影响的角度,围绕智慧城市核心要素,分析长江经济带超大城市、特大城市、大城市及城市群的智慧城市建设,为长江经济高质量发展提供决策支撑。具体内容包括:第一,基于人本主义智慧城市的观点,选取智力资本为切入点,探讨智力资本及其分解要素与智慧城市经济发展的关系,推进智慧城市“技术+人本”互嵌;第二,根据智慧城市的影响要素拓展柯布-道格拉斯生产函数,拆解综合技术因素,构建适应智慧城市特点的生产函数用于实证,为后续智慧城市发展研究提供模型参考;第三,分析智力资本对长江经济带上、中、下游智慧城市经济发展的影响特点,并根据异质性分析结果对长江经济带区域内 11 个核心智慧城市的未来发展重点提出建议。

一、模型设计与数据来源

1. 智慧城市内涵及要素分析

传统城市经济发展考虑土地、人口、产业、科技、文化、政策六大要素,前三者为显性要素,后三者为隐性要素,其中隐性要素可以通过提升显性要素的运作效率来推动传统城市发展。智慧城市将新一代信息技术充分运用到各行各业,实现信息化、工业化与城镇化深度融合,是解决城市发展中的“大城市病”、实现城市经济转型升级和可持续发展、提升居民生活质量的新型城市形态。技术中心主义认为,智慧城市是由通信基础设施网络与数字技术构成的有机体,通过感知化、互联化、智能化的方式,新一代信息技术连接城市中的物理、信息、社会和商业基础设施,实现城市各领域、各子系统的协调有

① 来源于中国信息报,数据由国家统计局国民经济核算司提供。

序运行。人本主义认为,人力资源、社会资本、文化制度要素是推动城市发展的关键。人文和技术要素同为智慧城市发展的动力,智慧城市是以知识经济、资源集约配置为目标,以人本主义和技术中心主义相结合为原则,实现社会与技术共同“智慧”的城市建设模式^[25]。学界已从资本、人、技术、空间或技术、人、社区等要素的视角区分智慧与传统城市^[26-27],本研究在此基础上引入智力资本要素,将“智慧的人”融入资本,将资本、技术、空间三方面作为智慧城市发展的重点要素。

智慧城市中,资本不仅是资金上的投入或固定资本存量,还包括科技知识对城市发展的渗透产生的智力资本。随着知识经济的发展,传统城市中的“人”要素在智慧城市中以“智慧的人”的形态转化为智力资本融入资本要素,通过自身的专业能力和创新产出,吸引城市资金投入、优化城市创新环境、反哺城市经济发展。智力资本是知识经济的基础,是人能够创造价值或效用的能力,也是智力和知识相互融合而带来效益的资本。基于已有学者对区域智力资本构成的研究基础^[28]进行拓展,将智慧城市的智力资本(*IC*)拆分为四部分:人力素质(*HC*)、智力产出(*BC*)、开放水平(*RC*)、科技投入(*TC*)。其中,人力素质(*HC*)突出人才的技术性与专业性,属于人力资本,可通过城市高素质人才的培养状况、人才培养后技术科技岗位上岗情况体现及城市在校大学生数与城市*R&D*人员全时当量指标来度量;智力产出(*BC*)反映人才智力成果,属于结构资本,以每年度城市专利申请授权数及城市高校发表论文数度量;开放水平(*RC*)属于关系资本,反映城

市对外交流紧密程度,以城市进出口总额、城市实到外商投资总额指标度量;科技投入(*TC*)属于结构资本,反映政府对人才培养的教育投入及促进科技产业发展的创投引导基金^[29]等研发投入,以城市教育经费支出、城市科技经费支出度量。

智慧城市中技术要素(*TE*)主要表现为信息化、工业化与城镇化的深度融合,通过先进技术的引进、技术装备的升级、企业组织管理的变革和制造业服务业融合提升制造业生产效率^[30],从而促进城市传统产业改造升级和新兴产业发展。同时,网络、传感器、计算机等大量普及的基础信息设施融入城市居民生活、工作、学习方方面面,推动城市信息化水平的提升,实现城市资源的高效配置及可持续发展^[31]。因此,选择城市产业结构水平(*ST*)及城市信息化水平(*INF*)反映智慧城市技术要素的作用,前者以城市产业结构高级化值度量,后者以信息产业增加值占*GDP*的比重、万人移动电话用户数、万人因特网用户数度量。

智慧城市的空间(*SP*)指绿色高效的能源和空间利用方式,是促进城市要素的流动与产业集聚的发展模式的体现。智慧城市在政策、环境、生活设施上的先进性及对实体空间建设、信息空间建设的大量需求,吸引了经济要素的集聚,提高了地区经济集聚水平,需要更为合理的空间发展规划^[32],促进城市之间互联互通。因此,以城市空间发展水平(*SUS*)表示智慧城市空间要素,通过反映智慧城市经济要素集聚力的第二三产业区位熵、反映城市空间互联能力的城市公路里程数度量。综上,构建智慧城市具体度量指标体系(表1)。

表 1 智慧城市要素度量指标

一级指标	二级指标	度量指标
资本 (智力资本 <i>IC</i>)	人力素质(<i>HC</i>)	城市在校大学生数、城市 <i>R&D</i> 人员全时当量
	智力产出(<i>BC</i>)	城市专利申请授权数,城市高校发表论文数
	开放水平(<i>RC</i>)	城市进出口总额、城市实到外商投资总额
	科技投入(<i>TC</i>)	城市教育经费支出、城市科技经费支出
技术 (<i>TE</i>)	城市产业结构水平(<i>ST</i>)	城市产业结构高级化值
	城市信息化水平(<i>INF</i>)	信息产业增加值占 <i>GDP</i> 的比重、万人移动电话用户数、万人因特网用户数
空间 (<i>SP</i>)	城市空间发展水平(<i>SUS</i>)	第二三产业区位熵、城市公路里程数

2. 作用机理阐释

当前,知识经济是极为重要的经济发展形式,在将“以人为本”作为重要内涵的智慧城市建设过程中,智力资本将会成为第一推动力,“智慧的人”的良好创造力成为推动经济发展的主导要素,促进经济增长方式由粗放型向集约型转变,智力资本对智慧城市经济发展主要作用于以下 4 个方面,整体作用机理如图 1 所示。

一是城市各产业创新能力的提升。科研人才及高技术型人才的精准引进与高效培养、高等教育系统对创新人才的深度培育已构成了一个持续不断的高质量人力资源供应链条,向企业和各类科研创新平台源源不断输送有生力量。这些高素质人才在入驻科研创新平台后,有力推动了专利申请、学术论文发表及创新产品开发数量和质量的提升,进而推动传统产业研发创新能力的升级,有效提高生产效率。尤其是在智慧城市大众创业万众创新环境下,智力资本积累展现出强大的驱动力,并通过人力素质的不断提升、智力产出数量的持续增多、质量的显著改善等实现城市内部创新创业活力的激活和提升。

二是宏观与微观层面管理能力的提升。微观层面主要表现在企业管理,智力资本积累借助“智慧的人”的素质提升达到组织上的科学管理,同时提升智能管理系统应用效率,由此革新传统产业及其组织管理方式,有效降低企业信息成本和交易费用,优化生产要素跨地域配

置。宏观层面主要表现在政府管理,即高素质人才的投入使得政府管控能力和城市运转效率得到大幅提升,而政府管控又通过提高城市服务效能和产业生态构建等渠道进一步推动智慧城市经济发展。

三是城市数字化连接性的提升。智力资本中科技投入促进智慧城市中新一代信息技术的应用,联动推进城市内部信息互联机制升级,为高技术、创新型人才、数据资源在区域内的流动提供平台与通道,缓解要素市场信息不对称并降低搜寻成本,同时推动传统产业数字化改造,提升生产效率。数字人才的引入和培育使得数字基础设施的操作更加便利,带动城市居民数字素质的提升,从而大幅度提升城市智慧化水平。

四是城市优势资源集聚能力的提升。智力资本通过城市开放水平的提升强化与其他城市、国际区域的合作交流,共享发展经验和技术成果;通过广泛的国际合作增强自身的创新能力,形成正向的网络效应,提升智慧城市对于外部项目、资金、技术、人才、信息等优质资源的集聚能力,进一步扩大智慧城市的影响力和竞争力。

3. 模型构建

国内外学者研究 R&D、知识资本、人力资本等因素的投入产出方法主要有柯布-道格拉斯生产函数、SFA 随机前沿分析、拓展的相关内生增长模型等。其中,柯布一道格拉斯生产函

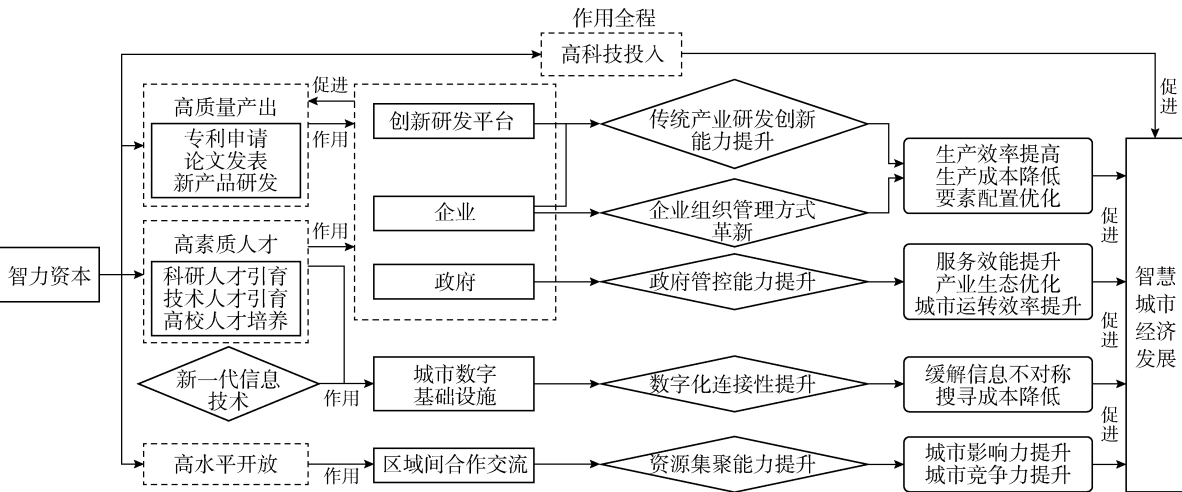


图 1 智力资本对智慧城市经济发展的作用机理

$$Y=AL^{\alpha}K^{\beta} \tag{1}$$

式中: Y 为地区产出,以地区、城市 GDP 表示; A 为综合技术水平,包含地区科技水平、区域政策等综合因素; L 为劳动力投入,传统形式中通常指就业人数; K 为资本投入,传统形式中以固定资产净值指代; α 、 β 分别指劳动力、资本产出弹性系数。

根据上述智慧城市的要素分析,构建智慧城市生产函数模型,对传统 C-D 生产函数作出如下改进:由于智慧城市注重专业性人才及高技术人才的投入,因此劳动力投入 L 以人力素质(HC)指代,代表智慧城市生产发展过程中高素质人力投入;资本投入 K 以科技投入(TC)指代,代表推动城市产业技术创新发展所做的科技资本投入。本研究分析智慧城市经济发展,因此地区产出 Y 依旧以代表城市经济发展水平的国内生产总值(GDP)指代。剩余智慧城市构成要素城市智力产出(BC)、城市对外关系(RC)、城市产业结构水平(ST)、城市开放水平(INF)、城市空间发展水平(SUS)属于除资本投入与劳动力投入而影响城市经济发展水平的其他综合技术因素,参考刘洁等对 C-D 生产函数的拓展^[33],此五要素自综合技术水平 A 中拆解入函数,余下参数 A' 反映区域政策、区域自然环境等暂无法度量的综合因素,最终得到智慧城市生产函数模型:

$$Y=AL^{\alpha}K^{\beta}=A'\cdot HC^{\theta_1}\cdot BC^{\theta_2}\cdot RC^{\theta_3}\cdot TC^{\theta_4}\cdot ST^{\lambda_1}\cdot INF^{\lambda_2}\cdot SUS^{\lambda_3}\cdot \mu \tag{2}$$

其中智力资本(IC)由城市人力素质

(HC)、智力产出(BC)、开放水平(RC)、科技投入(TC)4 个要素构成。即

$$IC^{\gamma}=HC^{\theta_1}\cdot BC^{\theta_2}\cdot RC^{\theta_3}\cdot TC^{\theta_4} \tag{3}$$

对式(2)两边取对数得到回归模型:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} &= \beta_0 + \beta \ln IC_{it} + \omega_1 \ln ST_{it} + \\ &\omega_2 \ln INF_{it} + \omega_3 \ln SUS_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \tag{4} \\ \ln Y_{it} &= \beta_0 + (\beta_1 \ln HC_{it} + \beta_2 \ln BC_{it} + \beta_3 \ln RC_{it} + \beta_4 \ln TC_{it}) \\ &+ \omega_1 \ln ST_{it} + \omega_2 \ln INF_{it} + \omega_3 \ln SUS_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \tag{5} \end{aligned}$$

式中: i 为城市($i=1,2,\cdots,11$); t 为时间(年份); Y 为城市经济发展水平; β_0 为截距项,对应 A' 反映无法度量因素影响; IC 为模型解释变量,分解为 HC 、 BC 、 RC 、 TC ; ST 、 INF 、 SUS 为模型控制变量; β 为智力资本弹性系数,分解为 β_1 、 β_2 、 β_3 、 β_4 ; ω 为控制变量弹性系数,分解为 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 ; μ_i 为个体固定效应; v_t 为时间固定效应; ε_{it} 为随机误差项。

4. 数据选取来源及处理

研究对象为长江经济带 11 个省会城市及直辖市,数据来源于《中国统计年鉴》《中国城市年鉴》《中国科技年鉴》、各城市《统计年鉴》及国泰安数据库(CSMAR)。数据选取范围为 11 个城市 2002—2022 年面板数据,少量缺失数据利用平均增长率方法补足。运用 Stata 软件对各原始数据进行描述性统计(表 2)。可以看出,数据不存在极端异常值,对各原始数据进行无量纲化处理后,利用熵值法计算各指标权重得到二级要素变量值,再进行实证回归分析。

表 2 描述性统计

变量	单位	最小值	最大值	平均值	标准差
城市在校大学生数	人	85 591.00	1 551 334.00	563 693.64	266 852.52
城市 R&D 人员全时当量	人·a	3 762.00	264 100.00	58 788.27	47 981.26
城市专利申请授权数	件	522.00	179 317.00	21 528.00	27 601.94
城市高校发表论文数	篇	6 325.00	159 980.00	44 724.46	31 347.50
城市进出口总额	万美元	57 240.00	62 860 300.00	6 502 569.49	11 752 788.63
城市实到外商投资总额	万美元	3 703.00	2 395 600.00	467 579.62	490 663.87
城市教育经费支出	万元	34 159.00	14 622 551.00	1 941 644.78	2 487 855.56
城市科技经费支出	万元	2 808.00	4 263 700.00	524 604.30	828 443.93
城市产业结构高级化值		6.33	7.69	6.95	0.26
信息产业增加值占 GDP 的比重		0.01	0.13	0.05	0.04
万人移动电话用户数	户	4 098.00	32 456.00	14 117.55	5 073.33
万人因特网用户数	户	916.00	26 800.00	5 592.40	5 628.99
第二三产业区位熵		1.00	2.00	1.40	0.30
城市公路里程数	km	2 738.00	184 107.00	22 755.95	33 896.97
国内生产总值	亿元	336.00	44 653.00	8 167.32	8 170.71

二、实证分析

1. 基准回归分析

(1) 回归模型选择

运用 StataSE16 对面板数据进行 OLS 混合回归。由于混合回归容易忽略个体不可观测的异质性,可能导致估计不一致,进一步对面板数

据进行固定效应回归(稳健标准误差)、随机效应回归(稳健标准误差)、固定效应回归(普通标准误差)、随机效应回归(普通标准误差)4 次回归。在全部 5 次回归中,解释变量在统计意义上基本显著且与被解释变量呈正相关关系,回归估计结果 R^2 均大于 0.9,拟合度较高,回归结果如表 3 所示。

表 3 基准回归结果汇总

变量	(1) OLS 混合回归	(2) FE_robust 固定效应回归 (稳健标准误差)	(3) RE_robust 随机效应回归 (稳健标准误差)	(4) FE 固定效应回归 (普通标准误差)	(5) RE 随机效应回归 (普通标准误差)
lnJC (拆分前回归)	1.058 *** (0.079)	0.910 *** (0.055)	0.934 *** (0.055)	0.910 *** (0.040)	0.934 *** (0.038)
lnHC	0.180 ** (0.062)	0.089 ** (0.037)	0.115 *** (0.037)	0.089 *** (0.029)	0.115 *** (0.028)
lnBC	0.243 *** (0.035)	0.272 *** (0.050)	0.269 *** (0.047)	0.272 *** (0.023)	0.269 *** (0.034)
lnRC	0.370 *** (0.097)	0.417 *** (0.088)	0.411 *** (0.088)	0.417 *** (0.031)	0.411 *** (0.030)
lnTC	0.314 *** (0.090)	0.161 ** (0.068)	0.180 *** (0.070)	0.161 *** (0.028)	0.180 *** (0.029)
lnST	0.005 (0.033)	0.031 (0.033)	0.035 (0.031)	0.031 * (0.017)	0.0350 (0.017)
lnINF	-0.004 (0.060)	0.222 * (0.100)	0.166 ** (0.080)	0.222 *** (0.042)	0.166 ** (0.040)
lnSUS	0.140 ** (0.050)	0.214 *** (0.049)	0.203 *** (0.046)	0.214 *** (0.036)	0.203 *** (0.032)
Constant	-0.270 *** (0.052)	-0.440 *** (0.048)	-0.410 *** (0.048)	-0.440 *** (0.034)	-0.410 *** (0.034)
R-squared	0.968	0.974	0.974	0.974	0.974

注:括号内为标准误,括号内为稳健标准误差;***、**、* 表示在 1%、5%、10% 的统计水平上显著。下同。

根据多种统计检验选择最终回归模型(表 4)。利用固定效应回归 F 检验,拒绝原假设“接受混合回归”,得到混合回归与固定效应回归中应选用固定效应回归;随机效应回归后进行 LM 检验拒绝原假设“不存在个体随机效应”,得到结论混合回归与随机效应回归中应选用随机效应回归;在豪斯曼检验及过度识别检验(稳健的豪斯曼检验)中,结果分别在 0.05 与 0.01 的水平上拒绝原假设“使用随机效应回归”,因此最终回归结果参照计算稳健标准误的固定效应回归。

表 4 回归方式选择检验汇总

检验方式	检验结果
固定效应 回归 F 检验	F test that all u_i=0: F(10, 216) = 24.13 Prob > F = 0.000 0 (在 0.01 水平上拒绝原假设)
随机效应 回归 LM 检验	Test: Var(u) = 0 chibar2(01) = 406.12 Prob > chibar2 = 0.000 0 (在 0.01 水平上拒绝原假设)
豪斯曼检验	Prob>chi2 =0.019 9 (在 0.05 水平上拒绝原假设)
过度识别检验	P-value = 0.004 1 (在 0.01 水平上拒绝原假设)

(2)智力资本的影响分析

利用稳健标准误差的固定效应回归如表 5 所示,从回归模型(1)中可以看出,智慧城市各要素对智慧城市经济增长影响程度排序为:智力资本(*IC*)(0.91)>城市空间发展水平(*SUS*)(0.232)>城市信息化发展水平(*INF*)(0.172)>城市产业结构水平(*ST*)(0.038)。其中,资本要素智力资本(*IC*)在 0.01 的显著水平上对长江经济带各智慧城市生产总值增长产生显著的正向影响,且影响程度最大,是智慧城市建设的 第一推动力。技术要素中城市产业结构水平(*ST*)对智慧城市生产总值增长有正向影响但并不显著,说明单纯提升产业结构中二、三产占比无法有效提升城市品质。城市信息化水平(*INF*)对智慧城市生产总值增长产生正向影响,在拆分回归中则在 0.1 的水平上产生显著正向影响,表示加强新一代技术在城市各行业的渗透将促进智慧城市发展,但在现阶段的整体环境中并不明显。空间要素的城市空间发展水平(*SUS*)在 0.01 的水平上对智慧城市生产总值增长产生显著的正向影响,表示加大产业集聚、发展现代交通将能更好地促进智慧城市发展。总体来说,加强城市内及城市之间人、物、资本、信息等要素互联互通,促进城市生产效率、信息流通效率等的提升将推动智慧城市经济发展。

表 5 全域固定效应回归(稳健标准误差)结果

变量	(1) 固定效应回归 (稳健标准误差) 智力资本	(2) 固定效应回归 (稳健标准误差) 智力资本拆分要素
ln <i>IC</i>	0.910*** (0.055)	
ln <i>HC</i>		0.089** (0.037)
ln <i>BC</i>		0.272*** (0.050)
ln <i>RC</i>		0.417*** (0.088)
ln <i>TC</i>		0.161** (0.068)
ln <i>ST</i>	0.038 (0.037)	0.031 (0.033)
ln <i>INF</i>	0.172 (0.119)	0.222* (0.100)
ln <i>SUS</i>	0.232*** (0.056)	0.214*** (0.049)
Constant	-0.386*** (0.059)	-0.440*** (0.048)
R-squared	0.964	0.974

表 5 中回归模型(2)显示,智力资本要素拆分后,智慧城市经济发展与人力素质(*HC*)、智力产出(*BC*)、开放水平(*RC*)、科技投入(*TC*)均成正相关。其中,智力产出(*BC*)、开放水平(*RC*)在 0.01 的水平上对智慧城市经济发展产生显著的正向影响;人力素质(*HC*)、科技投入(*TC*)在 0.05 的水平上对智慧城市经济发展产生显著的正向影响,对智慧城市的经济发展有促进作用。智力资本拆分要素对智慧城市经济发展影响程度排序为:开放水平(*RC*)(0.417)>智力产出(*BC*)(0.272)>科技投入(*TC*)(0.161)>人力素质(*HC*)(0.089)。由此看出,智力资本中四大要素都在促进智慧城市经济发展中起到极大作用,其中优良的开放水平能促进智慧城市资源共享与开放、技术合作与引进、国际交流与合作,在现阶段能最大程度保障智慧城市的健康有序发展。此外,“智慧的人”能提升企业及政府科学管理水平,在智慧城市科技投入和新一代信息技术的支持下能优化生产要素配置,提升智慧城市管控能力和运转效率,增强城市竞争能力,形成智慧城市发展的良性循环。现阶段,“智慧的人”已转化为智力产出、科技投入,营造大众创业万众创新氛围,能进一步激发智慧城市市场活力,促进城市发展。

2. 异质性分析

(1)长江经济带上中下游城市群异质性分析

长江经济带横跨我国东中西部地区,对应的上、中、下游流域经济发展状况因历史沿革和地理区域的原因差异较大,其中智力资本在各流域智慧城市经济发展中发挥的作用应有不同,相关研究对于长江经济带上中下游未来发展及长江经济带协同发展具有重要参考价值,因此,首先对长江经济带上中下游城市群进行异质性分析。

长江经济带上游城市群包含成都、重庆、贵阳、昆明四市,中游城市群包含南昌、武汉、长沙三市,下游城市群包含上海、南京、杭州、合肥四市。长江经济带上、中、下游城市群间异质性回归结果如表 6 所示。

表 6 长江经济带上、中、下游城市群回归结果

变量	(1) 下游城市群	(2) 中游城市群	(3) 上游城市群
lnIC (拆分前回归)	0.975 *** (0.056)	0.329 ** (0.126)	1.255 *** (0.056)
lnHC	0.012 (0.034)	0.049 (0.036)	0.282 *** (0.064)
lnBC	0.217 *** (0.021)	0.651 *** (0.113)	0.305 * (0.156)
lnRC	0.097 ** (0.039)	0.282 *** (0.076)	0.375 *** (0.110)
lnTC	0.594 *** (0.025)	0.065 (0.046)	0.311 *** (0.073)
lnST	0.003 (0.035)	-0.153 *** (0.025)	0.082 *** (0.025)
lnINF	0.134 *** (0.026)	0.533 *** (0.117)	-0.283 *** (0.084)
lnSUS	0.087 ** (0.035)	-0.450 *** (0.126)	0.190 *** (0.061)
Constant	-0.177 *** (0.018)	0.001 (0.077)	-0.289 *** (0.075)
R-squared	0.994	0.984	0.991

由表 6 可知,上、下游城市群中,城市智力资本在 0.01 的水平上对智慧城市生产总值增长产生显著的正向影响,中游城市则在 0.05 的水平上对智慧城市生产总值增长产生显著的正向影响,且影响程度不同,影响程度大小排列为:上游(1.255)>下游(0.975)>中游(0.329),上游智慧城市发展对于智力资本的需求更为强烈。上、中、下游不同城市群中,智力资本分解要素对智慧城市经济发展的影响呈异质性,横向比较来看,受人力素质和开放水平正向影响最大的为上游城市,受智力产出正向影响最大的为中游城市,受科技投入正向影响最大的为上游城市。这充分说明,处在经济不同发展阶段的长江经济带城市群,一方面受智力资本的影响作用不同,另一方面受智力资本各分解要素作用也有一定差异。

由回归(1)可以看出,下游城市群中,城市群经济发展与人力素质(HC)、智力产出(BC)、开放水平(RC)、科技投入(TC)呈正相关关系,其中智力产出、科技投入处于 0.01 显著水平,开放水平处于 0.05 显著水平。智力资本分解要素影响程度排列为:科技投入(0.594)>智力产出(0.217)>开放水平(0.097)>人力素质

(0.012)。长江经济带下游城市群自然禀赋条件优越,城市基础设施建设完善,是各类政策试点及智慧城市试点的先头地区,资源集中度高、人才吸引能力强,人力素质在所有区域中高度领先,在此情况下大量的科技投入能够得到良好利用,智力产出转化能力也会更强。此外,下游智慧城市发展受信息化水平和城市空间发展水平的显著促进,说明下游智慧城市已经发展到需要提升城市智能网联水平及空间整合能力来加快城市智慧化进程。

由回归(2)可知,在中游城市群中,城市群经济发展与智力资本四大分解要素呈正相关关系,其中智力产出和开放水平处于 0.01 显著水平。智力资本分解要素影响程度排列为:智力产出(0.651)>开放水平(0.282)>科技投入(0.065)>人力素质(0.049)。长江经济带中游城市群中,智力产出发挥重要促进作用,控制变量中城市信息化水平在 0.01 的水平上对智慧城市经济发展起显著促进作用,反映在国家对于中部崛起的政策推动下,下游城市群发展方式转变及产业转移,发展要素逐渐向中部城市集聚,此时提升城市信息化基础设施将为智慧城市群打下坚实建设基础,在智力产出、科技投入增长的共同作用下为城市发展注入全新动力。

回归(3)显示,在上游城市群中,城市群经济发展与智力资本四大分解要素成正相关关系,其中人力素质、科技投入、开放水平处于 0.01 显著水平,智力产出处于 0.1 显著水平。智力资本分解要素影响程度排列为:开放水平(0.375)>科技投入(0.311)>智力产出(0.305)>人力素质(0.282)。长江经济带上游城市群目前发展受开放水平和人力素质的影响在所有城市群中最大,可见内陆城市及经济发展对于人才的需求度极高,同时长江上游城市群依旧需要大量政策支持及国内外资金投入推动发展。

(2)长江经济带城市间异质性分析

根据城市人口的数量差异,将长江经济带区域内 11 个重点智慧城市分为超大城市、特大城市、大城市三类,由于城市资源集聚能力的不同,智力资本在城市经济增长中发挥的作用和

推动力应存在异质性,城市间异质性分析可帮助各个智慧城市制定各自未来发展目标,为不同层级城市之间合作协同提供理论依据,是对区域异质性分析的良好补充。长江经济带的超大城市、特大城市、大城市的智慧城市发展呈异质性特征,回归结果如表7所示。

由表7可知,智力资本对各城市的影响强度不同。对超大城市综合影响程度排序为:重庆(0.994)>武汉(0.978)>上海(0.871);对特大城市综合影响程度排序为:杭州(0.874)>南京(0.534)>成都(0.414);对大城市综合影响排序为:合肥(0.809)>昆明(0.553)>长沙(0.636)>贵阳(0.161)>南昌(0.128)。各城市对智力资本分解要素的敏感性也有较大差异,人力素质要素对贵阳经济增长有显著促进作用;智力产出要素在不同水平上对上海、杭州、昆明经济增长有显著促进作用,且昆明(0.623)>上海(0.23)>杭州(0.188);开放水平要素在不同水平上对上海、杭州、南昌、武汉、贵阳经济增长有显著促进作用,且武汉(1.684)>贵阳(1.54)>南昌(1.24)>杭州(0.36)>上海(0.281);科技投入在不同水平上对上海、南京、杭州、合肥、重庆经济增长有显著促进作用,且重庆(1.021)>南京(0.848)>杭州

(0.635)>上海(0.624)>合肥(0.188)。

上海、武汉、重庆等超大城市回归结果如列(1)(6)(8)所示,作为区域资源聚集中心城市,其智力资本对城市经济增长的促进作用在各自区域内都占优:上海作为我国经济、金融、贸易、航运及科技创新中心,其人力素质已提升到较高水平,如何在城市高质量发展中寻求系统性优化,合理充分利用大都市海量数据、发展流量型经济、全面推进城市智慧化互联建设、将人与城市发展融合是城市高质量发展重点。武汉拥有东湖综合性国家科学中心及大量国家级、省级实验室,科研创新是武汉智慧城市发展的新引擎,大量的开放合作有助于大幅度促进城市发展,此外,武汉的城市空间发展水平表现出显著促进作用,在今后智慧城市发展中需进一步加强城市空间布局的合理性与与周边城市的协同度以适应城市经济增长节奏。重庆是长江经济带上游经济中心,科技投入和城市信息化水平对其智慧城市发展有显著促进作用,前者归因于重庆制造业基础雄厚,属于传统制造业改造重心,对科技投入依赖较大;后者归因于信息化水平的提升帮助重庆克服山城地理空间限制,进一步发挥其内陆开放高地的作用,推动国际国内资源要素的集聚与优化配置。

表 7 长江经济带智慧城市回归结果

变量	上海 (1)	南京 (2)	杭州 (3)	合肥 (4)	南昌 (5)	武汉 (6)	长沙 (7)	重庆 (8)	成都 (9)	贵阳 (10)	昆明 (11)
lnIC (拆分前 回归)	0.871*** (0.136)	0.534*** (0.116)	0.874*** (0.140)	0.809*** (0.115)	0.128 (0.176)	0.978*** (0.319)	0.636** (0.229)	0.994*** (0.089)	0.414 (0.367)	0.161*** (0.046)	0.553** (0.242)
lnHC	-0.463* (0.190)	0.063 (0.135)	-0.488** (0.143)	0.059 (0.081)	0.047 (0.072)	0.041 (0.049)	0.003 (0.131)	0.038 (0.114)	-0.042 (0.107)	0.101*** (0.031)	-0.183 (0.163)
lnBC	0.230*** (0.068)	0.053 (0.037)	0.188* (0.093)	0.296 (0.169)	-0.144 (0.549)	0.066 (0.172)	0.233 (0.460)	0.049 (0.154)	0.357 (0.310)	-0.245* (0.124)	0.623** (0.255)
lnRC	0.281** (0.098)	0.093 (0.174)	0.360** (0.129)	0.530 (0.426)	1.240** (0.473)	1.684*** (0.297)	0.180 (0.167)	0.026 (0.072)	0.189 (0.166)	1.540*** (0.313)	-0.089 (0.141)
lnTC	0.624*** (0.083)	0.848*** (0.134)	0.635*** (0.091)	0.188* (0.101)	0.050 (0.032)	-0.357 (0.211)	0.245 (0.279)	1.021*** (0.204)	0.497 (0.464)	-0.011 (0.010)	0.678* (0.361)
lnST	0.051 (0.112)	0.167 (0.117)	0.152** (0.057)	-0.022 (0.023)	0.042 (0.046)	-0.004 (0.033)	-0.154** (0.056)	-0.006 (0.023)	0.103 (0.124)	0.074*** (0.019)	0.176** (0.081)
lnINF	0.353** (0.143)	0.051 (0.140)	0.121 (0.070)	0.282* (0.139)	0.131 (0.153)	0.005 (0.148)	0.567** (0.206)	0.336** (0.137)	0.648 (0.662)	0.053* (0.029)	0.141 (0.136)
lnSU/S	0.090 (0.059)	-0.052 (0.227)	0.441 (0.290)	0.096 (0.116)	-0.410 (0.357)	0.406*** (0.133)	0.545 (0.683)	-0.009 (0.073)	-0.683* (0.356)	-0.127** (0.056)	0.097 (0.143)
Constant	-0.331** (0.152)	-0.271 (0.188)	-0.377** (0.159)	-0.382 (0.230)	-0.034 (0.309)	-0.906*** (0.112)	-0.587 (0.392)	-0.389*** (0.074)	-0.107 (0.420)	-0.325 (0.200)	-0.461 (0.307)
R-squared	0.998	0.997	0.998	0.997	0.987	0.999	0.994	0.999	0.989	0.998	0.993

南京、杭州、成都等特大城市的回归结果如列(2)(3)(9)所示。南京具有丰富的科教人才资源、良好的产学研环境及较好的工业基础,加强新一代信息技术的智慧城市建设、推动传统产业的转型升级是未来南京的经济增长点。杭州轻工业及互联网产业发展良好,智力产出、科技投入、开放水平显著促进创新企业高科技研发和市场转化率提升,未来需进一步发挥自身数字经济与消费互联网领先优势,推动数字经济与产业融合,扩展智慧城市应用场景的范围。成都的技术、空间等其他要素在经济意义上对城市经济发展有促进作用,但均不显著,虽然成都作为西部特大城市虹吸效应较强,但拉动周边经济发展能力不够,因此,成都应围绕互联网、金融、消费电子等第三产业和网红经济等新型业态加强产业集聚,提高资源利用效率。

合肥、南昌、长沙、贵阳、昆明等大城市的回归结果如列(4)(5)(7)(10)(11)所示,可知科技投入在智慧城市经济发展中皆起到比较显著的促进作用。合肥、南昌作为长江经济带中下游、中上游接壤城市,遭遇了一定的人才流失问题,后续发展要在产业人才针对性招引上下功夫,同时需强化区域对外开放水平与科技投入。近年来,长沙第三产业及网红经济兴起,城市传统制造业优势领域受到一些影响,为巩固支撑城市良性发展,产业结构还需进一步合理调整,但在第三产业活跃的情况下,城市信息化水平的提升将成为新型业态发展的优良支撑。贵阳、昆明作为长江经济带大城市,地理位置相对靠近,多年经济协作紧密,从回归结果可以看出,贵阳近些年来大数据产业的发展较快、开放水平要素的作用较为显著,而智力产出则是昆明实现生物医药大健康、现代农业等产业高质量发展的必然要求。

3. 内生性检验

内生性问题是解释变量与扰动项相关导致的,普遍存在于回归分析中,会导致 OLS 估计量有偏、参数估计不一致。因此,运用解释变量滞后项以及拆分变量两组工具变量进行两阶段回归,再次检验核心解释变量 *IC* 回归结果的稳健性。两组工具变量回归及检验结果分别如表 8、表 9 所示。从回归结果中可以看出,两组工

具变量均通过弱工具变量检验,在第一阶段回归中,第一组工具变量智力资本的滞后一期 *ICY* 和第二组工具变量智力资本的拆分变量 *HC*、*BC* 均在 0.01 的水平上与解释变量 *IC* 显著正相关,工具变量对内生解释变量有比较显著的解釋力,工具变量选择具有合理性。在对内生性进行处理后,两组工具变量的二阶段回归中,核心解释变量智力资本(*IC*)仍在 0.01 的水平上对智慧城市经济增长有显著正向影响,表明基准回归结果较为稳健,证明智力资本(*IC*)确实在智慧城市建设过程中对城市经济增长有显著的促进作用。

表 8 滞后一期做工具变量 2SLS 回归及检验结果

变量	第一阶段 回归 lnIC	第二阶段 回归 lnGDP	LIML 回归 检验 lnIC
lnIC		1.105 *** (0.034)	
lnST	-0.010 (0.007)	0.009 (0.014)	-0.010 (0.007)
lnINF	0.044 ** (0.018)	-0.022 * (0.032)	0.044 ** (0.018)
lnSUS	0.003 (0.010)	0.166 *** (0.020)	0.003 (0.010)
lnICY	0.995 *** (0.022)		0.995 *** (0.022)
Constant	-0.006 (0.010)	-0.288 *** (0.022)	-0.006 (0.010)
R-squared	0.989	0.958	0.989
弱工具变量检验	F(1 215) = 2 065.71 > 10		

表 9 拆分变量做工具变量 2SLS 回归及检验结果

变量	第一阶段 回归 lnIC	第二阶段 回归 lnGDP	LIML 回归 检验 lnIC
lnIC		1.001 *** (0.037)	
lnST	-0.002 (0.013)	0.006 (0.013)	-0.002 (0.013)
lnINF	0.172 *** (0.025)	0.055 * (0.314)	0.172 *** (0.025)
lnSUS	0.172 *** (0.017)	0.185 *** (0.022)	0.172 *** (0.017)
lnHC	0.239 *** (0.023)		0.239 *** (0.023)
lnBC	0.496 *** (0.034)		0.496 *** (0.034)
Constant	-0.076 *** (0.026)	-0.275 *** (0.023)	-0.076 *** (0.026)
R-squared	0.947	0.958	0.947
弱工具变量检验	F(2 225) = 446.183 > 10		
过度识别检验	Score chi2(1) = 4.197 (p = 0.045)		

4. 时间窗格稳健性检验

运用缩短时间窗口法,将面板数据从 21 年缩短至 11 年对回归进行稳健性检验,分为 2002—2012 年、2008—2018 年、2012—2022 年 3 组,以验证回归结论在不同发展时间段的可靠性,回归结果如表 10 所示。可以看出,智力资本(IC)及其分解要素人力素质(HC)、智力产出(BC)、开放水平(RC)、科技投入(TC),在各时间窗口内都显著促进智慧城市经济增长,说明其促进作用在各时间窗口都是稳健的。此外,智力资本及其分解变量的综合促进能力在 2012—2022 年国家智慧城市试点公布后更强。

表 10 稳健性检验回归结果汇总

变量	(1) 2002— 2012 年	(2) 2008— 2018 年	(3) 2012— 2022 年
lnIC	0.934 *** (0.035)	1.039 *** (0.043)	1.053 *** (0.044)
lnHC	0.121 *** (0.019)	0.190 *** (0.033)	0.189 *** (0.043)
lnBC	0.156 *** (0.028)	0.180 *** (0.050)	0.289 *** (0.055)
lnRC	0.343 *** (0.060)	0.154 *** (0.051)	0.399 *** (0.040)
lnTC	0.414 *** (0.070)	0.580 *** (0.056)	0.212 *** (0.040)
lnST	-0.058 *** (0.010)	-0.049 ** (0.024)	0.066 ** (0.032)
lnINF	0.049 ** (0.020)	0.0448 (0.042)	-0.081 (0.053)
lnSUS	0.068 *** (0.015)	0.078 *** (0.022)	0.174 *** (0.027)
Constant	-0.143 *** (0.021)	-0.196 *** (0.029)	-0.256 *** (0.038)
R-squared	0.978	0.973	0.961

三、结论与建议

本研究将人本主义和技术中心主义相结合,构建智慧城市发展的生产函数模型,以长江经济带 11 个省会城市、直辖市为研究对象,深入分析智力资本对于长江经济带智慧城市经济发展的影响。结果表明:首先,长江经济带智力资本对智慧城市的影响显著,而智力资本分解要素中,人力素质、智力产出、开放水平、科技投入在不同水平上都对智慧城市经济增长有显著的促进作用,其中开放水平要素的影响最强。其次,由于处在不同的发展阶段,长江经济带上游、中游、下游城市群的智力资本对智慧城市的

发展影响呈现不同的作用。最后,长江经济带中超大城市、特大城市、大城市智力资本对智慧城市发展的影响强度不同,主要影响因素也呈现异质性。为此,提出如下建议:

第一,实施不同区域、不同等级城市分类指导的智慧城市发展战略。长江经济带 11 个省会城市及直辖市的自然禀赋不同,需根据城市经济的发展阶段和技术、人文特征,抓住影响智慧城市建设的因素,研判未来影响的潜在重要因素,重点发力。如,加强上海、南京、杭州等下游城市品质建设,强化城市综合性与专业性,将数字化发展与城市特色产业紧密结合,充分利用现有城市大数据、联结城市现有的智慧系统、拓展物联网技术的应用,在智慧城市数字孪生上下功夫,由此提高智慧城市发展质量。加强中游、上游城市智慧城市新一代基础设施建设,探索城市新一代特色产业,加大对外开放。针对上游城市,则需加强各类资本要素的集聚,完善城市基础路网架构,吸引人力、商业资源的聚集,完善创业环境,给予流入人才更加优惠的鼓励政策。

第二,以智慧城市建设的市场需要为导向,发挥智力资本的影响推动作用。在现今激烈的全球竞争中,优先发展智力资本的城市将处于优势地位,本研究实证检验了智力资本在智慧城市建设中发展的重要推动作用,为此,长江经济带智慧城市需充分发挥智力资本的城市创新性、技术前瞻性和产业方向的综合性作用,让城市发展保持持续竞争优势。今后要开放市场,紧密围绕产业发展,加强知识产权保护,推动知识与新兴产业的发展紧密结合,同时加大科技投入、成果转化,建立一条包括技术供应、风险投资、成果担保、创业辅导、外包公司等在内的完整的供需产业链,形成闭环科技金融体系,形成政产学研金良性循环的市场体系,从而促进智力资本围绕市场需求集聚,全面打造城建领域新质生产力发展新格局。

第三,发挥长江经济带 11 个省会城市及直辖市的区域中心作用,加强智力资本要素整合共享。从智慧城市技术和人本结合视角,在注重一般金融资本的同时更要注重智力资本的作用,通过创新城市管理模式、重塑营商环境、变

革体制机制、根植城市文化等,将智力资本的作用更大程度呈现。加强“技术+人本”的互嵌,在运用新的科学技术手段为城市有序高效运行赋能同时,同步将智力资本嵌入数字化、在线化、智能化的应用场景,注重智慧城市的建设中智力资本影响的多样性和异质性及由此引发的资本、技术、结构互动的复杂性,整合智慧城市建设的技术和人本,加强长江经济带超大城市、特大城市、大城市的协同合作,通过智慧城市建设,加快数据要素跨域流动和“东数西算”工程实施,积极合理引导与区域间产业迁移配套的人才流动,共享人才、市场、科技成果。

参考文献:

[1] 湛泳,李国锋,陈思杰. 智慧城市发展会提升居民幸福感吗? ——基于中国健康与养老追踪调查数据的实证分析[J]. 财经理论与实践,2024,45(3):117-124.

[2] 习近平在重庆考察时强调 进一步全面深化改革 不断谱写中国式现代化重庆篇章[N]. 人民日报,2024-04-25(01).

[3] 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定[M]. 北京:人民出版社,2024.

[4] KURU K, ANSEL D. TCitySmartF: a comprehensive systematic framework for transforming cities into smart cities[J]. IEEE Access, 2020(8):18615-18644.

[5] 唐斯斯,张延强,单志广,等. 我国新型智慧城市发展现状、形势与政策建议[J]. 电子政务,2020(4):70-80.

[6] 郭杰,王珺,姜璐,等. 从技术中心主义到人本主义:智慧城市研究进展与展望[J]. 地理科学进展,2022,41(3):488-498.

[7] 张新长,华淑贞,齐霁,等. 新型智慧城市建设与展望:基于 AI 的大数据、大模型与大算力[J]. 地球信息科学学报,2024,26(4):779-789.

[8] 李德智,李蓓,黄冠英,等. 典型发达国家智慧城市的建设经验及启示:“理念—机制—方法”范式[J]. 现代城市研究,2023(12):40-44.

[9] 孙轩,单希政. 智慧城市的空间基础设施建设:从功能协同到数字协同[J]. 电子政务,2021(12):80-89.

[10] 任亮,张海涛,魏明珠,等. 基于熵权 TOPSIS 模型的智慧城市发展水平评价研究[J]. 情报理论与实践,2019,42(7):113-118.

[11] 王方方,谢健,李德洗. 智慧城市建设与城市数字经济发展——基于双重差分模型的实证分析[J]. 技术经济与管理研究,2024(2):43-48.

[12] 张德钢,唐瑜梳. 智慧城市建设促进了城市可持续发展吗[J]. 宏观经济研究,2024(2):74-91.

[13] 马震. 智慧城市建设对经济高质量发展的影响研究——基于城市韧性视角的分析[J]. 华东经济管理,2024,38(3):47-57.

[14] 刘成坤,张茗泓. 城市能否因“智慧”而“绿色包容”? ——基于中国智慧城市试点的准自然实验[J]. 中国人口·资源与环境,2024,34(1):175-188.

[15] 周正祥,戴红梅,查嫣媛. 数字交通赋能经济高质量发展的困境及对策研究[J]. 中国软科学,2023(9):86-94.

[16] 周利敏,罗运泽. 数智赋能:智慧城市时代的应急管理[J]. 理论探讨,2023(2):69-78.

[17] MYLONAS G, KALOGERAS A, KALOGERAS G, et al. Digital twins from smart manufacturing to smart cities: a survey [J]. IEEE Access, 2021(9):143222-143249.

[18] 张鑫,张露馨. 智能治理的生成逻辑、实践阐释及效能提升[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2023,25(6):36-45.

[19] DAMERI RP, RICCIARDI F. Smart city intellectual capital: an emerging view of territorial systems innovation management [J]. Journal of Intellectual Capital,2015,16(4):860-887.

[20] 金昕,伍婉萱,邵俊岗. 数字化转型、智力资本与制造业技术创新[J]. 统计与决策,2023,39(9):158-162.

[21] 冯严超,王晓红. 智力资本、生态环境与区域竞争力——基于 PLS-SEM 和 PLS-DA 的实证分析[J]. 科技管理研究,2018,38(15):93-98.

[22] 曹勇,周蕊,肖琦. 外商直接投资的溢出效应、智力资本与区域创新产出:制度质量的调节作用[J]. 中国科技论坛,2019(6):147-153.

[23] ABDALLA W, SURESH S, RENUKAPPA S . Managing knowledge in the context of smart cities: an organizational cultural perspective[J]. Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation, 2020, 16(4):47-85.

[24] RANI S, JABAR M A, ABDULLAH R, et al. The influence factors of knowledge resilience in sustaining knowledge network in smart cities environment[C]// International Conference on Information Management, London UK:IEEE, 2020:299-305.

- [25] 孙中亚,甄峰. 智慧城市研究与规划实践述评[J]. 规划师,2013,29(2):32-36.
- [26] 王治东,张琳. 技术·空间·资本·人——智慧城市的核心要素探究[J]. 自然辩证法通讯,2016,38(3):99-104.
- [27] 王江,王健. 智慧社区人本化转型的行动框架与策略——基于“人—技术—空间—平台”四维互嵌视角[J]. 规划师,2024,40(1):50-59.
- [28] 喻登科,彭静,肖欢,等. 国家知识资本区域配置水平、效率与均等化指数测量[J]. 科技进步与对策,2017,34(11):25-34.
- [29] 史安娜,刘希佳. 政府创投引导基金、营商环境与经济高质量发展[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2023,25(1):109-119.
- [30] 赵春晓,白永亮. 生产性服务业集聚与制造业生产率提升空间联系的机理再识别与效应新发现:从互动见融合[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2023,25(4):141-152.
- [31] 惠献波. 数字经济、创业活跃度与共同富裕——来自智慧城市建设的证据[J]. 当代经济管理,2023,45(5):18-24.
- [32] 吴鸣然,黄卫东. 智慧城市建设对城市绿色创新效率的直接影响与扩散效应——基于173个城市的“准自然实验”[J]. 软科学,2024,38(3):29-36.
- [33] 刘洁,王亚,苏杨. 城市群高质量发展背景下人口聚散规律和驱动因素研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2023,25(6):103-119.

Research on the Role of Intellectual Capital in the Construction of Smart Cities in the Yangtze River Economic Belt/SHI An-na^{1,2}, CHEN Yue¹ (1. School of Business, Hohai University, Nanjing 211100, China; 2. Yangtze Institute for Conservation and Development, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The construction of smart cities is an important choice for the high-quality and sustainable development of Chinese cities in the future, and it is also an important way for China to promote new industrialization and develop new quality productivity at the current stage. Combining the technology centrism and humanism of smart city construction, and constructing indicators of smart city elements from capital, people, technology, and space, this article explains the mechanism by which intellectual capital affects and promotes the economic growth of smart cities through four major ways including human quality, intellectual output, technology investment, and openness level. And using panel data from 2002 to 2022, a production function model is constructed to analyze the impact of intellectual capital in 11 core cities of the Yangtze River Economic Belt on the economic growth of smart cities. The research results indicate that there are commonalities and characteristics in the future development of different smart cities. The agglomeration of intellectual capital in the Yangtze River Economic Belt has a significant promoting effect on the economic growth of smart cities, and its decomposition factors have heterogeneous effects on the economic growth of smart cities in different regions and at different levels. The level of openness is currently the most important factor. On this basis, countermeasures and suggestions are proposed for the future development of smart city economy in the Yangtze River Economic Belt. We should start from the construction of digital twin cities, the digital development of industries, and the aggregation of digital transformation factors, and implement smart city development strategies guided by different regional and hierarchical city classifications. Guided by the market demand for smart city construction, we should focus on the market transformation of intellectual output, and leverage the influence and driving role of intellectual capital. We also need to promote the effective integration of various elements of intellectual capital, strengthen the integration of “technology + humanism”, and promote the cross-domain circulation of data elements.

Key words: intellectual capital; smart city; Yangtze River Economic Belt; regional economy; technological economy