

信息与通信技术如何影响企业高质量发展？

李俏 钞小静

摘要：在新一轮科技革命和产业变革加速演进背景下，新一代信息技术对企业发展的作用更加凸显。本文从创意形成、问题解决和创新实施三个阶段揭示了信息与通信技术影响企业高质量发展的理论机制。在此基础上，利用我国 A 股上市公司 2003—2017 年的面板数据进行实证检验。研究发现：（1）信息与通信技术对企业高质量发展有着显著的促进作用，在内生性处理、关键变量替换、样本更换以后结果依然稳健。（2）这种促进作用在 2013—2017 年得到了更好地发挥，并且对高质量企业表现的尤为显著。（3）信息与通信技术可以通过推动创意形成、提升处理能力、加速新产品市场化三种作用渠道促进企业高质量发展。（4）信息与通信技术的作用会随企业所处生命周期阶段、行业和规模的不同而存在差异，对于成熟期企业、应用程度较高的企业、规模较大的企业推动作用更强。

关键词：信息与通信技术；企业高质量发展；创意形成；处理能力；新产品市场化

一、引言

进入新时代，我国经济从高速增长阶段转向高质量发展阶段，2017 年中央经济工作会议指出“高质量发展是适应我国社会主要矛盾变化和全面建成小康社会、全面建设社会主义现代化国家的必然要求”。2020 年是我国全面建成小康社会和实现“十三五”规划预期目标的收官之年，推动经济高质量发展在这一时期更具现实紧迫性。作为微观经济活动的主体，企业的高质量发展是经济高质量发展的实现路径（黄速建、肖红军和王欣，2018）。2019 年中央经济工作会议指出“我国正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，结构性、体制性、周期性问题相互交织，“三期叠加”影响持续深化，经济下行压力加大”。进入 2020 以后新冠肺炎疫情的爆发对我国经济发展提出了新的挑战。2020 年 3 月 27 日的中共中央政治局会议对我国现行发展形势做出总结，其指出“国内外疫情防控和经济形势正在发生新的重大变化，境外疫情呈加速扩散蔓延态势，世界经济贸易增长受到严重冲击，我国疫情输入压力持续加大，经济发展特别是产业链恢复面临新的挑战”。在这样的经济背景下必须寻找新的经济增长点推动企业高质量发展。

引领第三次工业革命的信息与通信技术（Information and Communication Technology。ICT）是第四次工业革命的基础，在长期中国经济的发展与信息与技术的应用息息相关。近年来，尤其是今年以来中央系列重要会议中多次提出要大力推进 5G 网络、数据中心、工

业互联网等新型基础设施建设，而新一代信息通信技术属于基础中的基础。2020年3月4日召开的中共中央政治局会议提出要“加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度”，随着中央对加快新型基础设施建设进度做出部署，在信息与通信技术方面的投资力度有了质的飞升，信息与通信技术的应用日益广泛。信息与通信技术作为一种通用目的技术会深刻影响经济生活的方方面面，其日益广泛的应用对作为经济活动承担者的企业的高质量发展会产生什么样的影响是经济研究的一个重要课题。

二、文献综述

信息与通信技术作为一种通用目的技术能够渗透至企业经济活动的方方面面，本文专注于信息与通信技术如何通过促进技术创新推动企业高质量发展。依据对现有文献的梳理，本文主要从企业高质量发展内涵的界定的相关研究、ICT内涵界定与衡量的相关研究、ICT影响企业高质量发展的相关研究以及ICT影响技术创新的相关研究四个方面对现有文献进行归纳整理。

（一）企业高质量发展内涵界定的相关研究

高质量发展不仅仅体现在宏观经济层面，还表现在微观和中观层面上（任保平，2018）。企业是推动高质量发展的微观基础（资本市场改革课题组，2019），作为微观层面经济活动主要承担者的企业是中观层面经济发展的基本单位、宏观层面经济发展的微观主体，企业高质量发展是微观、中观和宏观层面高质量发展的基础，其对推动整个高质量发展体系的建设具有不容忽视的重要作用（黄速建、肖红军和王欣，2018）。

现有研究对企业高质量发展的理解主要从两个角度展开：

一是，从多方面、多角度理解企业高质量发展的状态（黄速建、肖红军、王欣，2018；戴国宝、王雅秋，2019；赵剑波、史丹和邓洲，2019）。黄速建、肖红军和王欣（2018）从对“质量”的理解引申出企业发展质量的内涵，进一步对企业高质量发展进行了界定。企业高质量发展是一种新的企业发展范式，是企业集约型、内涵型和可持续性发展范式的集成，具体而言，是一种创造高水平、高效率经济和社会价值，促成企业持续成长和持续价值创造的一种发展范式。戴国宝、王雅秋（2019）从对高质量发展内涵的理解引申出企业高质量发展的内涵，企业高质量发展主要表现在经营方式、协调发展、产品质量、运营方式和财富共享五方面的改进。赵剑波、史丹和邓洲（2019）企业层面的高质量发展仍旧是为满足人民的美好生活需要服务的，这一目标要求企业在竞争力、产品与服务的质量、创新性、品牌影响力以及管理理念和方法上有所提升。

二是，将企业高质量发展的内涵进行浓缩，使用生产率指标对其进行衡量（陈昭、刘映曼，2019；李巧华，2019；施本植、汤海滨，2019；石大千、胡可、陈佳，2019）。陈昭、刘映曼（2019）认为全要素生产率包含了与企业发展的广泛信息，如企业产品、技术和在价值链中所处位置的变化等信息，具有较强的综合性，是衡量企业高质量发展的合适指标。石大千、胡可和陈佳（2019）将全要素生产率和劳动生产率作为企业高质量发展的衡量指标，研究了城市文明对企业高质量发展的推动作用。此外，还用学者使用经济增加值率衡量企业高质量发展（陈丽珊、傅元海，2019）。陈丽珊、傅元海（2019）指出经济增加值率是基于经济利润和机会成本计算得到的剩余利润，是衡量企业高质量发展的一个较为合适的指标。

（二）ICT 内涵界定与衡量的相关研究

1. ICT 内涵界定的相关研究

现有研究对信息与通信技术的内涵并没有统一的界定。但从对信息与通信技术界定的整体情况来看，信息与通信技术主要包含了人工智能、大数据、云计算、互联网、物联网、半导体产品、电视产品、IT 产品及办公机械等（张捷等，2004；黄建锋、陈宪，2005；姜玉培、甄峰，2009；刘瑶、丁妍，2015；王康周、彭波和江志斌，2018；郭美晨、杜传忠，2019）。由上述信息与通信技术的界定可以看出其是包含多重功能的不同技术和相关产品的总和。这种界定方式下信息与通信技术影响经济方式并不统一，如人工智能能够直接与传统生产技术融合促进技术进步、互联网和物联网能够促进信息传播从而便利信息获取降低信息费用、而半导体等产品通过多种方式对一国经济产生影响，因此在对信息与通信技术对企业高质量发展的影响进行说明时，应首先明确信息与通信技术所具有的内涵。

从已有研究的内容来看，信息与通信技术内涵界定存在两个主要的问题：一是信息与通信技术与信息技术的差异，二是信息与通信技术是否应包含人工智能。首先，信息与通信技术是信息技术和通信技术的融合。在早期，信息技术和通信技术的界定存在较为明显的差异，随着信息技术的发展与其在通信技术中的不断渗透，二者之间的边界越来越模糊，许多学者将通信技术纳入到信息技术的范畴之中，使得信息与通信技术等同于信息技术（李坤望等，2015）。将信息与通信技术等同于信息技术的条件下，荆林波（2003）将信息与通信技术界定为与文字、音像和视频等信息的收集、存储、传递、处理和显示紧密相关的技术。尽管信息技术和通信技术密不可分，二者之间仍然存在的显著的差别。信息技术主要以计算机软硬件为依托，既能够传播信息，也能够进行信息的存储和处理等，而通信技术则主要局限于信息的传播，其包含了与信息技术存在显著差异的广播电视技术等（北京师范大学经济与资源管理研究所课题组，2001）。其次，人工智能具备类人类的认知、思维或者行动，能够一定

约束条件下完成特定目标 (Corduck, 1979; Finlayson et al., 2010), 以模拟人的智力能力、学习能力和问题处理能力为主的科学技术 (张新春、董长瑞, 2019), 而计算机只是人工智能的应用载体 (杨伟国等, 2018)。人工智能的发展促进的是机器人和自动化设备的应用 (陈彦斌等, 2019)。信息与通信技术和人工智能虽然都能够以计算机作为载体, 但 ICT 以计算机为依托进行的是信息的收集、处理和传递等工作, 二者内涵存在显著差异, 因此不能将人工智能纳入信息与通信技术的范畴之中。结合以上分析, 本文将信息与通信技术界定为以信息的获取为目的, 以信息的收集、处理和存储等为手段, 利用多种载体便利信息流通的技术和产品的总和。

2. ICT 衡量的相关研究

在实证研究中主要通过四种方式衡量信息与通信技术的应用状况:

一是对信息与通信技术的应用状况进行主观度量 (Lee and Treacy, 1988; Cui et al., 2015; 张三峰、魏下海, 2019)。Lee and Treacy (1988) 通过调查问卷的方式对企业信息与通信技术的使用状况进行主观测度的基础上证实了其对技术创新的促进作用。

二是以企业是否应用某一特定的信息与通信技术衡量对其的应用状况 (Bertschek、Cerquera and Klein, 2013; Paunov and Rollo, 2016; 王可、李连燕, 2018)。Paunov and Rollo (2016) 其使用世界银行企业调查数据, 以企业是否使用电子邮件与供应商和客户进行购作为信息与通信技术应用状况的衡量变量进行了实证检验说明了其对技术创新的促进作用。

三是以企业所在区域的应用状况作为表示其本身信息与通信技术应用状况的替代指标 (贾军、邢乐成, 2016; 王金杰、郭树龙和张龙鹏, 2018; 余东华、信婧, 2018)。贾军、邢乐成 (2016) 研究了信息与通信技术对中小企业融资约束的影响。

四是以企业自身信息与通信技术投资、相关人力资本占比以及相关销售收入占比作为其应用状况的衡量指标 (宁光杰、林子亮, 2014; 李坤望、邵文波和王永进, 2015; 王永进、匡霞、邵文波, 2017; 何小钢、梁权熙和王善骞, 2019), 该类研究多使用世界银行调查数据。李坤望、邵文波和王永进 (2015) 以世界银行 2002 年中国企业调查为样本研究了信息与通信技术对企业出口绩效的影响。

(三) ICT 影响企业高质量发展的相关研究

在宏观经济层面有许多研究利用全要素生产率的高低来刻画经济高质量发展状况。如徐现祥等 (2018) 指出提高全要素生产率是高质量发展的核心, 刘思明、张世瑾和朱惠东 (2019) 认为全要素生产率相对于劳动生产率更适合刻画高质量发展的状况。将全要素生产率作为衡

量高质量发展的指标这一现象不仅存在于宏观层面的研究中，在微观层面也屡见不鲜。由此可见，全要素生产率是衡量企业高质量发展的恰当指标。同时，由于存在数据支持不足与指标选取易受主观因素的影响（陈昭、刘映曼，2019）等问题，使用由多指标评价体系构建的企业高质量发展指数进行实证研究的现有文献几乎不存在，本部分主要对研究信息与通信技术如何影响企业全要素生产率的文献进行归纳总结。

早期在宏观和行业层面有关“生产率悖论”——即信息与通信技术不会对生产率产生促进作用——的研究并未得出一致的结论，如 Lau and Tokutsu（1992）和 Siegel and Griliches（1992）指出信息与通信技术对经济实际产出和行业生产率的增长有极为重要的贡献，而 Morrison and Berndt（1991）和 Berndt、Morrison and Rosenblum（1992）则认为在行业层面上信息与通信技术对生产率有负面影响。企业和厂商层面的多数研究均认为不存在“生产率悖论”（Brynjolfsson and Hitt，1993；Lichtenberg，1995）。Brynjolfsson and Hitt（1993）利用美国企业 1987—1991 年的数据通过研究发现信息与通信技术对企业产出有非常显著的影响，计算机资本的回报率在制造业和服务业分别达到了 54%和 68%，其指出至 1991 年“生产率悖论”已经消失，这一论断至少是在他们的样本中成立的。Lichtenberg（1995）使用美国 1988—1991 年的数据研究了信息与通信技术对产出的贡献，其研究结果表明信息与通信技术在生产中能够产生实质的额外回报。具体来说，信息系统物质资本和信息系统人力资本对产出的贡献达到了 20%。这一结论也得到何小钢、梁权熙和王善骞（2019）的认同。随着“生产率悖论”研究的不断深入，学者们从多个角度对这一现象产生的原因进行了讨论。Jorgenson and Landau（1989）指出“生产率悖论”的研究使用的数据都存在严重的测量问题。Licht and Moch（1999）认为“生产率悖论”之所以会产生是因为在对信息与通信技术投入进行价格平减时使用了错误的价格指数，这种只衡量名义价格变化的指数不能反映出信息与通信技术资产质量的提升，进行质量调整后的信息与通信技术资产价格实质上平均每年会下降 25%—30%（Berndt and Griliches，1993；Nelson, Tanguay, and Patterson，1994），而在使用不变质量的价格指数后，信息与通信技术对生产率具有促进作用（Jorgenson，2001；Jorgenson、Ho and Stiroh，2008）。

基于相关研究的不断深入，Solow 本人也在 2000 年做出“生产率悖论”已经消失的论断。此后企业层面的多数研究都从实证层面上研究了信息与通信技术对企业劳动生产率（Arvanitis，2005；Badescu and Concepción，2009；Hagsten，2016）或全要素生产率（Brynjolfsson and Hitt，2003；Hempell，2005）的影响。Badescu and Concepción（2009）使用西班牙 1994—1998 年 341 家中型企业的面板数据对信息与通信技术如何影响企业劳动生

产率进行了实证检验，结果表明二者之间存在显著的正相关关系。Brynjolfsson and Hitt (2003) 通过利用 1987—1994 年 527 个大型企业的数据进行实证研究的结果表明，信息与通信技术在短期和长期对企业全要素生产率有不同的影响，在短期（一年以内）信息与通信技术对全要素生产率并无促进作用，而在长期信息与通信技术则会促进全要素生产率增长。Hagsten (2016) 使用 14 个欧洲国家 2001—2010 年的企业数据对信息与通信技术如何影响劳动生产率进行了实证检验，结果表明二者之间存在正相关关系。此外，也有研究同时证实了信息与通信技术与劳动生产率和全要素生产率的正向相关关系 (Greenana and Mairesse, 2000)。

(四) ICT 影响技术创新的相关研究

在对信息与通信技术通过技术创新影响企业高质量发展的相关文献进行梳理之前，本文需明确技术创新的内涵。技术创新通常以新技术的产生和使用为特征 (Schmidt and Rammer, 2007)，通常包括产品创新和流程创新 (Mothe and Thi, 2010)。OECD 在《Oslo Manual》第一版和第二版中指出，新产品通常具有能够提供新功能、提升产品质量或者是能够在新领域进行应用的技术特点，新流程主要是能够提高生产的效率或质量的技术的应用。

根据现有研究的内容，信息与通信技术主要从便利知识和信息的获取以及促进与外部之间的信息交流推动技术创新：

信息与通信技术能够助力企业从外部获取知识与信息从而促进其技术创新 (Arthur, 2007; Paunov and Rollo, 2016; 赵振, 2015; 王可、李连燕, 2018)。Arthur (2007) 指出创新来源于对现有知识的组合，信息与通信技术通过拓宽创意的来源促进了创新。Paunov and Rollo (2016) 提出信息与通信技术通过便利企业从供应商和竞争者处获取信息促进企业技术创新。相关技术的发展决定了新产品和流程在技术上的可行性，从供应商处能够获得这些相关信息，从而促进企业创新。有关竞争者的信息能够使企业通过学习替代现有生产技术，从而促进创新。赵振 (2015) 指出信息与通信技术颠覆了传统创新流程其所推动的从需求端引致的技术创新使得原有的“自上而下”的创新流程发生逆转，“自下而上”的创新流程将消费者创意和消费者需求主动纳入创新的过程之中，不仅促进了创新要素的激发和聚集，并且增强了消费者对新技术的适应性。王可、李连燕 (2018) 认为信息与通信技术应用能够通过促进信息的获取和传播增强企业知识存量的积累，便利创新活动的展开。

信息与通信技术能通过促进企业与外部之间的信息交流推动其进行技术创新 (Lee and Treacy, 1988; Conley and Udry, 2010; Cui et al., 2015; 王莉娜、张国平, 2018)。Lee and Treacy (1988) 认为信息与通信技术通过影响个人或研究团队的能力、研究团队内外部之间

的交流以及环境特征促进技术创新活动的展开。信息与通信技术通过信息支持、动机支持和资源支持促进个人或研究团队能力的提升,通过专业化、分权化以及标准化促进研究团队内外部之间的交流,通过需求拉动和技术推动减少由环境因素带来的风险以及更好地理解环境因素的变动。Conley and Udry (2010)指出同一行业内企业信息交流的增强能够通过促进新技术的学习进而推动创新。Cui et al. (2015)认为信息与通信技术灵活性与外部搜寻广度的融合、信息与通信技术整合性与外部搜寻深度的整合会对创新深度和创新的量产生积极影响,其中信息与通信技术灵活性能够使企业快速且经济地与外部进行知识共享,信息与通信技术整合性能够便利企业与合作伙伴进行及时信息交换,外部搜寻广度指企业进行外部搜寻时知识来源的多样性,外部搜寻深度指企业利用外部知识的程度,创新深度包括产品创新性强弱等方面,创新的量指引进的新产品的数量等。

上述文献的梳理对理解信息与通信技术如何影响企业高质量发展具有重要的借鉴意义,本文从以下两个方面对现有文献进行总结并提出可能进行的延伸:第一,已有文献在对信息与通信技术影响企业高质量发展的技术创新路径进行分析时,要么仅从创意形成或问题解决阶段单独考虑信息与通信技术通过促进技术创新对企业高质量发展的影响,要么从创意形成和问题解决阶段考虑上述影响,没有从整个技术创新流程入手进行考察。本文立足于整个技术创新流程考察了信息与通信技术在不同的流程环节如何通过技术创新推动企业高质量发展。第二,现有文献在进行有关信息与通信技术的实证分析时多采用主观测度指标或者是在某一方面是否应用了信息与通信技术衡量其应用,使用这一指标测度信息与通信技术的应用状况具有片面性。信息与通信技术的应用程度主要取决于企业是否具备使用其获取知识和处理信息的能力 (Tadesse and Bahiigwa, 2015),这种能力主要会受到企业人力资本和组织架构等的限制,考虑到这一因素本文使用财务报告中与信息通信技术相关的词汇的词频来衡量企业对信息与通信技术的应用状况,减弱人力资本等因素对信息与通信技术促进全要素生产率增长作用的影响。

三、理论框架与研究假说

高质量发展作为企业发展范式的高阶状态,不仅对企业的经营方式、产品与服务的质量和运营方式等提出了要求,也迫使企业在管理理念、竞争力和品牌影响力等方面做出改进。全要素生产率指产出增长率减去各投入要素增长率之后的余值(易纲、樊纲和李岩,2003),即投入不变时的产出增长,因此全要素生产率越高在其他投入不变的情况下产出越高。企业追求利润最大化的目标,即企业追求产出不变时所能获得的最大利润,企业对这一目标的追

求会引致全要素生产率的提升。企业利润最大化目标驱动其变更经营方式和运营方式、提升产品与服务质量、更新管理理念和增强竞争力等，这些行为最终会引起全要素生产率的提高。因此，企业高质量发展水平的提升在很大程度上与全要素生产率的提升等价，全要素生产率提高也是企业高质量发展要求的重要体现（黄速建、肖红军和王欣，2018）。基于此，本文将企业高质量发展界定为全要素生产率的提升。

技术创新所带来的技术进步是全要素生产率增长的源泉，而在企业追求利润最大化的条件下全要素生产率的提升等同于企业高质量发展，因此技术创新能够推动企业高质量发展。随着技术复杂度的不断提升以及消费者需求的日益多样化，企业需要源源不断地进行技术创新来满足其发展需要。企业内部创新知识的管理和创新人力资本的升级会受到企业自身特征的影响，如企业规模、企业所采取的创新战略等，因而内部技术创新只能在一个有限的范围内进行。因此，企业需要利用信息与通信技术获取外部资源进行技术创新。

技术创新通常以新技术的产生和使用为特征（Schmidt and Rammer, 2007），包括产品创新和流程创新。技术创新流程包括创意形成、问题解决以及创新实施三个阶段，创意形成阶段的主要内容主要为识别需求、识别能够满足某种需求的技术手段以及利用识别得到的信息提炼出能够发起发明创造活动的新思想，问题解决阶段通过解决发明创造中遇到的关键问题得出一项技术解决方案或者新发明，创新实施阶段的成果通过将发明创造得到的成果成功引入市场（Utterback, 1971）。本文从技术创新流程入手研究信息与通信技术影响企业高质量发展的技术创新机制，具体机制如图 1 所示。

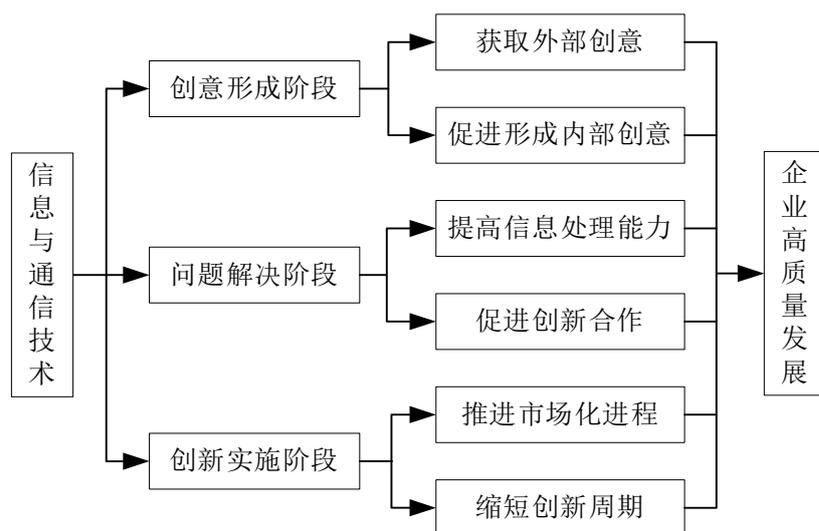


图 1 信息与通信技术影响企业高质量发展的具体机制

（一）ICT 影响企业高质量发展：创意形成阶段

信息与通信技术主要通过两条路径促进企业形成和获取技术创新创意：

一是企业利用信息与通信技术进行知识获取和信息交流从而在内部形成创意。信息交流能够帮助研究人员得出新创意（Ettlie, 1980）。新知识在企业内部的整合能够形成创意，企业利用信息与通信技术获取新知识一方面可以直接形成创意（Brown and Eisenhardt, 1995; Ettlie, 1980），另一方面能够通过进行知识重组形成创意（Nonaka and Takeuchi, 1995）。如德国西门子股份有限公司高科技企业化中心的研发人员通过浏览网页、查询文献以及搜索全球专利库等形成创意展开创新活动。

二是信息与通信技术能够便利企业从外部获取创意。外部的创意主要来源于非特定对象和消费者两类人群。技术创新在复杂性上有所不同，其可以是对现有产品、服务或流程进行较小的该改进，也可以是具有重大突破的新产品、服务和流程的初次引进（Dibrell, Davis and Craig, 2008）。来源于非特定对象的创意主要是集思广益的结果，这种创意所涉及的范围更加广泛。如，IBM 在 2006 年举行面向 104 个国家的头脑风暴式的创新大讨论集合了包括 IBM 员工、家属、高校以及客户等在内的 15 万人以上的参与者，在 72 小时的讨论中得到 46000 个创意，IBM 通过这次创新大讨论形成了大到智能医疗支付系统、智能基础设施网络、电子医疗支付系统等，小到业务引擎简化、实时翻译服务等十项商业投资计划。而来源于消费者的创意则稍有差别，这种创意主要集中在产品层面。企业一般将来自个人消费者和产品使用者的创意作为其突破企业创新潜能限制的工具（Chesbrough, 2006）。消费者通常具有丰富的产品知识、产品使用经历以及由日常产品使用所带来的创新潜能，因而其被看成是创意的重要来源之一，这种来源于消费者的创意通常不仅能够反映其需求和愿望，而且蕴含着怎样将创意转化为可市场化的产品的建议（Bretschneider, Rajagopalan and Leimeister, 2012）。

基于以上分析，本文提出如下假说：

假说 1：从技术创新视角来看，信息与通信技术有利于企业在内部形成创意和从外部获取创意，从而促进企业高质量发展。

（二）ICT 影响企业高质量发展：问题解决阶段

信息与通信技术主要以下通过两条路径促进企业解决研发难题：

一是信息与通信技术的应用可以提高企业信息处理能力，促进了技术创新的顺利进行。信息与通信技术的应用提高了企业信息收集、处理和储存的能力，进而将技术创新活动的所有环节联系形成一个完整的价值链，促进企业技术创新（Corso and Paolucci, 2001）。如，三维计算机辅助设计（Three-dimensional Computer Aided Design）主要应用于网络平台设计工作的组织，通过将不同的工作单元组织起来能够为研发人员提供更多产品研制需要的信息

(Corso and Paolucci, 2001), 从而帮助研发人员破解研发难题。

二是信息与通信技术可以促成企业与外部进行创新合作, 共同攻克技术创新难题。这种创新合作主要集中在问题解决阶段, 进行新产品或新技术的发明。企业与外部的创新合作分为两种, 一种是与其他企业、大学以及研究机构等特定主体进行的, 另一种是在互联网平台上与非特定主体展开的。企业、具有研发职能的大学以及研究机构, 甚至是不同的企业之间所具有的知识优势和创新资源不同, 企业与外部的合作通过整合不同的创新资源能够增强企业知识积累, 从而增强企业创新能力。尽管这种技术创新合作方式已长久存续, 但信息与通信技术所带来的及时信息分享功能在很大程度上破解了地理距离所带来的沟通障碍, 从而极大地促进了该类创新合作。而基于互联网平台进行的与非特定主体的创新合作则完全是信息与通信技术应用的产物, 这种创新合作方式通过将具有不同专业背景的人联系起来共同破解在问题解决阶段所遇到的研发难题。这种创新合作能够破解涉及多学科的研究难题。如, 基于互联网的大众协作创新将大量的非组织化的非特定群体纳入到企业创新中, 不仅为企业提供了大量的技术知识和方案, 还通过融合不同的专业和技术降低了企业技术创新路径的锁定风险(赵夫增、丁雪伟, 2009)。

基于以上分析, 本文提出如下假说:

假说 2: 从技术创新视角来看, 信息与通信技术有利于企业提高信息处理能力和进行外部创新合作, 从而促进企业高质量发展。

(三) ICT 影响企业高质量发展: 创新实施阶段

信息与通信技术主要通过以下两条路径促进企业将新产品成功引入市场:

一是信息与通信技术通过企业缩短技术创新周期, 推动新产品和服务的市场化。新产品研制成功后还需要进行市场测试才能够真正被市场所接受。基于信息与通信技术构建的互联网平台能够使企业在完成新产品或服务首发后迅速获得市场反馈, 并依此对产品或服务进行调整, 加快新产品市场化的进程, 使得技术创新周期缩短。基于信息与通信技术构建的互联网平台能够获得消费者对新产品和服务的功能的反馈, 这些反馈为采取新产品和服务市场化小批量试水策略的企业提供了进一步改进的思路, 这些反馈的实时性缩短了企业技术创新活动从产品与服务研制到成功市场化进行大批量生产形成规模经济的时间间隔, 减少了企业技术创新活动的成本和周期, 从而推动企业进行技术创新。

二是信息与通信技术加速了新产品和服务的市场化进程, 推动了企业技术创新。基于用户创意得到的新产品和服务是为满足消费者潜在需求而研发的, 这类新产品和服务所具有广泛的市场基础和精准的需求定位能够降低消费者因产品与服务新功能等带来的创新抗拒等

心理,从而能够推进新产品或服务市场化的顺利进行。即便是非基于用户创意的产品和服务创新也能够应用建立在信息与通信技术之上的现代营销手段,使消费者了解新产品或服务在功能等上的改进,从而刺激消费者去购买相关产品和服务,为将技术创新成果顺利推入市场奠定基础。如,小米公司通过举办发布会的形式将小米 10 和小米 pro 在屏幕、处理器以及闪存等方面改进的相关信息迅速传递给消费者,推动了新产品与服务的市场化。

基于以上分析,本文提出如下假说:

假说 3: 从技术创新视角来看,信息与通信技术有利于企业推进新产品市场化和缩短创新周期,从而促进企业高质量发展。

值得注意的是知识的流通对企业技术创新活动会带来负向影响,这一影响来自于知识流动引致的技术创新扩散可能产生的创新预期收入的下降(黄速建等,2010)。当能够体现创新知识的新产品或服务进入市场时,针对该创新的模仿和抄袭行为就会出现,创新企业自身难以遏制该种行为,而模仿成本远远低于创新成本,这会降低企业的研发热情,导致企业创新动力不足(魏江、李拓宇,2018)。信息与通信技术通过促进知识的流通增强了这种对企业创新活动的抑制作用,从而在一定程度上减弱了其通过促进技术创新推动企业高质量发展的作用。然而,知识分为显性知识和隐性知识,其中显性知识指能够通过学习获得的知识,而隐性知识指难以用语言表述的、只能通过实践获取一定的经验而得到,因此又被称为默会知识(Polanyi,1958)。默会知识的特性决定了传播以特定的条件为基础,其主要实现方式为面对面交流(杨蕙馨、刘春玉,2005),因此信息与通信技术难以实现默会知识的有效传播。因此,尽管信息与通信技术可能通过抑制企业技术创新而对企业高质量发展产生不利影响,但是信息交流对科学研究和技术创新成功进行的促进作用在许多研究中已经得到证实(Rothwell and Robertson,1973),因此从总体上看信息与通信技术能够通过促进企业技术创新推动企业高质量发展。

基于此,本文提出如下假说:

假说 4: 从技术创新视角来看,信息与通信技术有利于企业的创新形成、问题解决以及创新实施,由此推动企业高质量发展。

四、计量模型与实证检验

(一) 计量模型设定

根据以上理论分析的内容,本文构建计量模型如下:

$$Qua_{itjp} = \alpha + \beta_1 ICT_{itjp} + \sum_i \lambda_i Control_{itjp} + v_j + v_p + v_t + \varepsilon_{itjp} \quad (1)$$

式(4-1)中,被解释变量 Qua_{itjp} 代表地区 p 行业 j 中的 i 企业在 t 年的高质量发展水平, ICT_{itjp} 代表地区 p 行业 j 中的 i 企业在 t 年的信息与通信技术应用状况, $Control_{itjp}$ 为影响企业高质量发展的其他变量, ν_j 、 ν_p 和 ν_t 分别表示行业、地区和时间效应, ε_{itjp} 为随机误差项。影响企业高质量发展的其他因素包括企业成立年限 Age 、机构投资者持股比例 $Insse$ 、盈利能力 Roa 、企业规模 $Size$ 、现金流量比率 $Cash$ 以及财务费用率 $Fiex$,因此本文可将式(4-1)展开为以下形式:

$$Qua_{itjp} = \alpha + \alpha_1 ICT_{itjp} + \alpha_2 Age_{itjp} + \alpha_3 Insse_{itjp} + \alpha_4 Roa_{itjp} + \alpha_5 Size_{itjp} + \alpha_6 Cash_{itjp} + \alpha_7 Fiex_{itjp} + \nu_j + \nu_p + \nu_t + \varepsilon_{itjp} \quad (2)$$

(二) 数据说明与变量选择

1. 样本选择与数据说明

本文以2003—2017年的A股上市公司为研究对象,样本选择过程如下:①由于本文所需的上市公司员工人数等数据从2003年开始记录,而衡量企业信息与通信技术应用状况的相关词频只能更新至2017年,因此本文样本的时间跨度为2003—2017年;②剔除了ST和*ST公司以及营业收入、固定资产净值等为负数的公司样本;③剔除了金融类上市公司;④由于西藏自治区价格平减指数数据存在较为严重的缺失,本文剔除了注册地在西藏自治区的上市公司;⑤为了避免极端值对回归结果的影响,本文对所有连续变量进行了1%的缩尾。本文有关上市公司财务状况及存续时间的数据来自于国泰安数据库,衡量信息与通信技术的数据来自于WinGo财经文本数据平台,而价格平减指数等数据来源于各省市统计年鉴。

2. 主要变量定义

(1) 被解释变量企业高质量发展(Qua): 本文利用Akerberg等(2015)提出的ACF法测算得到全要素生产率衡量企业高质量发展水平。相对于Olley and Pakes(1996)和Levinsohn and Petrin(2003)提出的OP和LP法,ACF法能够克服上述两种方法在全要素生产率估计中存在的不可识别及内生性问题,因此在对上市公司全要素生产率进行测算时,本文使用了ACF法。本文利用上市公司注册地所在省市的工业品出厂价格指数和固定资产投资价格指数对上市公司“营业收入”、“固定资产净值”和“购买商品、接受劳务支付的现金”进行平减,将平减后的值作为收益、固定资产和中间投入,并将其与作为劳动力投入的“员工人数”一起进行回归,得到2003—2017年各上市公司的全要素生产率。同时,在对基准实证结果进行稳健性检验时本文将LP法计算得到的全要素生产率作为被解释变量进行了重新回归。

(2) 解释变量信息与通信技术 (ICT): 本文使用上市公司财务报告中信息与通信技术相关词汇词频的自然对数表示其应用程度。由于缺乏规范化的资产类别界定, 上市公司衡量信息与通信技术资产的细分科目名称存在较大的差异, 如电子设备、电子计算机、办公设备和电子计算机以及计算机及普通设备等。如果使用单一科目名称下的资产值会导致样本数量过小, 而使用不同科目下的资产值又会产生数据统计口径不一致的问题。此外, 信息与通信技术的应用状况不仅和相关资产产值的大小相关, 还会受到人力资本和组织架构的影响。因此, 要以信息与通信技术资产衡量上市公司对信息与通信技术的应用程度存在较大困难。参考杨德明、陆明 (2017) 利用财务报告中互联网商业模式相关词汇的做法, 本文使用上市公司财务报告中信息与通信技术相关词汇词频总和的对数值刻画其信息与通信技术应用程度。使用该词频的逻辑为财务报告中所涉及的信息与通信技术相关词汇主要与上市公司是否具有某类相关资产和对信息与通信技术的重视程度有关, 上市公司所具有的相关资产越多并且对信息与通信技术越重视, 那么上市公司越可能调整人力资本和组织架构以充分利用信息与通信技术。

本文从信息与通信技术的一般职能和具体职能入手确定了基础词汇, 并进一步使用 WinGo 财经文本数据平台深度学习相似词查询功能对基础词汇进行扩展¹。本文在确定信息与通信技术相关词汇的基础上得到每个企业每年相关词汇的总词频, 在对总词频取自然对数后将其作为企业信息与通信技术应用程度的衡量指标。

此外, 本文对使用信息与通信技术相关词汇词频的对数值作为上市公司信息与通信技术应用程度度量指标的合理性进行了检验: 以从国泰安数据库中获得的固定资产科目下的电子设备期末净值的对数值来代表上市公司信息与通信技术固定资产, 利用得到的 5454 个观测值进行信息与通信技术固定资产与本文解释变量的相关性检验, 得到的皮尔森相关系数为 0.2073、斯皮尔曼相关系数为 0.2190, 并且斯皮尔曼相关系数检验的 P 值为 0, 即信息与通信技术资产和其相关词汇词频之间存在显著的相关关系, 因此本文使用财务报告中相关词汇词频作为上市公司信息与通信技术应用程度的指标具有一定的合理性。

¹ICT 相关词汇的具体确定过程如下: 首先, 从 ICT 的一般职能和其在企业中的具体职能两个方面确定 ICT 基础词汇, 与 ICT 一般职能相关的词汇主要有“信息与通信技术”、“ICT”、“信息技术”、“IT”、“通信设备”等, 与 ICT 在企业中具体职能相关关键词有“企业信息平台”、“产品数据管理”、“企业资源计划”、和上述关键词的英文简称等。其次, 应用 WinGo 数据库深度学习相似词查询功能对 ICT 基础词汇进行扩展, 并进一步利用该数据库中中国上市公司文本数据库下的词频板块统计财务报告中通过上述过程确定的 ICT 关键词的词频, 将出现总词频为 0 的词汇剔除后, 最终得到的 ICT 关键词为: “云技术”、“云服务”、“云计算”、“互联网”、“信息化”、“信息技术”、“信息科技”、“区块链”、“大数据”、“计算机技术”、“物联网”、“电子商务”、“电子技术”、“网络”、“通信技术”、“云端”、“分布式计算”、“数据挖掘”、“云平台”、“玖云”、“云架构”、“数据中心”、“数据服务”、“数据平台”、“云应用”、“数据存储”、“移动支付”、“线上”、“电商”、“数字化”、“信息系统”、“软件工程”、“数据科技”、“电子科技”、“电信技术”、“软件技术”、“数据资源”、“网络销售”、“网上商城”、“电子交易”、“电子系统”、“数字通讯”、“多媒体通信”、“数据分析”、“海量数据”和“制造执行系统”。

(3) 控制变量。根据企业全要素生产率影响因素的现有研究, 本文选取上市公司成立年限 (Age) (张涛、伏玉林, 2014)、机构投资者持股比例 (Insse) 和盈利能力 (Roa) (程晨, 2017)、上市公司规模 (Size) (任胜钢等, 2019)、现金流量比率 (Cash) 和财务费用率 (Fiex) (肖文、薛天航, 2019) 作为控制变量。

表 1 给出了回归相关变量的具体定义。

表 1 主要变量的定义

变量名称	符号	变量定义
高质量发展	<i>Qua</i>	由 ACF 法计算得到的 TFP
信息与通信技术	<i>ICT</i>	上市公司财务报告中信息与通信技术相关词汇词频
企业规模	<i>Size</i>	规模=ln(资产总计)
机构投资者持股比例	<i>Insse</i>	机构投资者持股比例=机构投资者所持股数/总股数
现金流量比率	<i>Cash</i>	现金流量比率=期末货币资金/总资产
财务费用率	<i>Fiex</i>	财务费用率=财务费用/主营业务收入
盈利能力	<i>Roa</i>	盈利能力=净利润/总资产
企业年龄	<i>Age</i>	企业年龄=ln(当年年份-企业开业年份+1)

(4) 主要变量的描述性统计

主要变量的描述性统计结果见表 2。本文所使用的样本共有 23850 个。其中, 被解释变量企业高质量发展的均值为 13.53、标准差为 1.025; 解释变量信息与通信技术的均值为 1.378、标准差为 1.086, 说明以相关词汇词频衡量的信息与通信技术应用状况在各上市公司之间存在较大差异; 变动较大的控制变量包括机构投资者持股比例、盈利能力、现金流量比率和财务费用率, 变动较小的控制变量包括上市公司成立期限和企业规模。

表 2 主要变量描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>Qua</i>	23,850	13.53	1.025	11.07	16.11
<i>ICT</i>	23,850	1.378	1.086	0	4.263
<i>Size</i>	23,850	21.90	1.290	19.25	26.85
<i>Insse</i>	23,850	0.0359	0.0595	0	0.305
<i>Cash</i>	23,850	0.303	0.224	0.0214	1.241
<i>Fiex</i>	23,850	0.0238	0.0444	-0.0605	0.290
<i>Roa</i>	23,850	0.0410	0.0599	-0.213	0.217
<i>Age</i>	23,850	2.645	0.418	1.386	3.367

(三) 实证结果与分析

1. 基准回归

为了验证理论分析部分提出的假说 4, 本文首先对信息与通信技术如何影响企业高质量发展进行实证检验, 具体回归结果如表 3 所示。

表 3 中第一列至第三列是使用混合最小二乘法在回归中逐步加入控制变量后得到的结果。通过对第一列至第三列进行观察可以看出，虽然信息与通信技术（*ICT*）的系数数值大小有所变化，但其均在 1%的置信区间内显著，说明了使用混合最小二乘法进行回归得到的结果是比较稳定的。第四列和第六列为使用固定效应模型进行回归的结果，所不同的是第六列的回归结果考虑了时间固定效应。固定效应模型 F 检验的结果均在 1%的置信水平上显著，说明了其优于相较于混合最小二乘法。第五列为使用随机效应模型得到的回归结果，信息与通信技术的系数在 5%的置信区间内显著为正，进行 LM 检验的结果表明随机效应模型优于混合最小二乘法。对第四列和第五列进行的 Hausman 检验的结果在 1%的置信区间下显著，说明固定效应模型优于随机效应模型。因此，本部分基于第六列加入时间效应的固定效应模型来分析信息与通信技术对企业高质量发展的影响。

在第六列的回归结果中，信息与通信技术的系数在 10%的置信区间下显著为正，说明信息与通信技术对企业高质量发展具有正向的促进作用，这验证了本文提出的假说 4，当信息与通信技术应用程度增长 1%时会引起企业高质量发展水平提高 0.0144 单位。在控制变量中，企业规模（*Size*）、盈利能力（*Roa*）的系数在所有模型中均为正且均在 1%的置信区间下显著，说明企业规模与盈利能力均能够推动企业高质量发展。而财务费用率（*Fiex*）的系数在六个模型中均在 1%的置信区间下显著为负，说明财务费用率的增长会抑制企业高质量发展。机构投资者持股比例（*Insse*）加入了行业、地区和时间固定效应后的最小二乘估计中不显著，但是其系数在控制了时间的固定效应模型中仍然显著，说明机构投资者持股比例上升能够推动企业高质量发展。现金流量比率（*Cash*）的系数仅在第二列中显著为正，而在其他模型中均不显著，这说明现金流量比率可能对企业高质量发展的没有影响。企业年龄（*Age*）的系数除在控制时间效应的固定效应模型中不显著外，在其他模型中均显著为正，这说明企业年龄对高质量发展的影响会受到某些未知的时间因素的影响。

表 3 基准回归

变量	被解释变量：企业高质量发展（ <i>Qua</i> ）					
	混合OLS	混合OLS	混合OLS	固定效应	随机效应	固定效应
<i>ICT</i>	0.141*** (29.71)	0.0435*** (12.81)	0.0373*** (3.35)	0.0139** (2.28)	0.0211** (2.53)	0.0144* (2.10)
<i>Size</i>		0.577*** (183.94)	0.579*** (27.37)	0.503*** (24.03)	0.516*** (29.44)	0.504*** (23.94)
<i>Insse</i>		0.426*** (6.34)	0.0910 (1.26)	0.381*** (5.96)	0.387*** (5.84)	0.317*** (6.24)

<i>Cash</i>		0.104*** (3.05)	-0.0558 (-0.54)	0.0703 (1.19)	0.0771 (1.24)	0.0378 (0.69)
<i>Fiex</i>		-6.280*** (-51.24)	-5.009*** (-18.57)	-3.753*** (-14.81)	-3.913*** (-17.13)	-3.776*** (-14.74)
<i>Roa</i>		0.755*** (9.07)	1.189*** (5.03)	1.675*** (13.43)	1.629*** (12.71)	1.639*** (12.97)
<i>Age</i>		0.0957*** (9.56)	0.0992*** (2.98)	0.137*** (5.46)	0.109*** (3.32)	0.0436 (0.84)
<i>_cons</i>	13.07*** (1287.92)	0.445*** (6.44)	0.494 (1.15)	1.915*** (4.15)	1.706*** (4.98)	2.039*** (4.18)
行业效应	未控制	未控制	控制	控制	控制	控制
地区效应	未控制	未控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	未控制	未控制	控制	未控制	未控制	控制
F检验				21.86 *** (0.000)		21.69 *** (0.000)
<i>F</i> 值	882.84	6230.78	960.19	757.68		301.12
<i>R</i> ²	0.0454	0.6107				
Hausman				287.14***		
LM					70718.42***	
<i>N</i>	27221	27221	27221	27221	27221	27221

注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著；括号内数值为聚类稳健标准误差。

2. 面板分位数回归

经典线性回归模型一般情况下只考虑自变量对因变量条件均值的影响，难以有效识别信息与通信技术对处在不同高质量发展水平的企业的推动作用存在的差异。为了克服上述缺陷，本文使用面板分位数回归的方法研究了信息与通信技术对处在 25%、50%、75%和 95%分位点上的企业高质量发展的推动作用，具体结果如表 4 所示。可以看到，当企业高质量发展水平位于 25%的分位点上时信息与通信技术的系数并不显著，而在 50%、75%和 95%分位点上信息与通信技术的系数在 1%的置信水平下显著为正，这说明了只有当企业高质量发展水平达到一定程度时信息与通信技术才会对其产生推动作用。分位数回归计量结果分析非基于各分位点上参数估计值的绝对大小，而是基于不同分位点上参数估计值的变化规律（赵曜、柯善咨，2015），因此本文对各分位点上信息与通信技术回归系数的大小进行对比来分析信息与通信技术对不同分位点上企业高质量发展的影响。从表 9 第二、三、四列可以看到

在 50%、75%和 95%分位点上信息与通信技术的系数呈现出逐步变大的趋势。从相邻分位点回归系数的差异来看，从 50%到 75%分位点信息与通信技术系数增加了 0.0113，而从 75%至 95%分位点信息与通信技术系数的增长为 0.013，这说明企业高质量发展越高信息与通信技术对其推动作用越强。

表 4 面板分位数回归

变量	被解释变量：企业高质量发展 (<i>Qua</i>)			
	Q25	Q50	Q75	Q90
<i>ICT</i>	0.00275 (0.58)	0.0140*** (3.84)	0.0253*** (5.04)	0.0383*** (4.72)
<i>Size</i>	0.503*** (61.23)	0.503*** (80.47)	0.504*** (58.38)	0.506*** (36.22)
<i>Insse</i>	0.558*** (9.98)	0.380*** (8.91)	0.201*** (3.42)	-0.00485 (-0.05)
<i>Cash</i>	0.0340 (0.99)	0.0703*** (2.69)	0.107*** (2.97)	0.149** (2.56)
<i>Fiex</i>	-3.540*** (-21.88)	-3.753*** (-30.41)	-3.968*** (-23.29)	-4.215*** (-15.31)
<i>Roa</i>	1.902*** (20.68)	1.675*** (23.85)	1.444*** (14.92)	1.180*** (7.55)
<i>Age</i>	0.172*** (9.93)	0.137*** (10.37)	0.102*** (5.57)	0.0612** (2.07)
行业效应	控制	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	27221	27221	27221	27221

注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著；括号内数值为标准误差。

3. 工具变量估计

信息与通信技术影响企业高质量发展的回归中可能存在的内生性问题为：一是可能存在不可观测的企业特征既会影响到其利用信息与通信技术的程度，也会对企业高质量发展产生影响，即存在遗漏变量问题；二是在现实中高质量发展程度越大的企业其盈利可能越多，盈利的多少代表着企业是否能够负担起信息与通信技术投资，从而产生的问题是高质量发展水平越高的企业其越有能力进行信息与通信技术投资，从而越可能重视并充分利用信息与通信技术，因此存在联立性偏误的问题。

参照沈国兵、袁征宇（2020），本文使用同地区信息与通信技术平均使用水平（*LoICT*）和同地区同行业信息与通信技术平均使用水平（*LoinICT*）作为工具变量进行回归来缓解内

生性问题。将上述两个变量作为工具变量满足以下两个条件：一是这两个变量满足“相关性”条件。企业在现实的生产运营中会受到同地区同行业企业的影响，这种影响也会表现在技术层面（张三峰、魏下海，2019），因此企业信息与通信技术的应用水平与同地区以及同地区同行业信息与通信技术平均应用水平相关。二是这两个变量满足“外生性”条件。企业层面高质量发展的状况几乎不会对同地区其他企业应用信息与通信技术的水平产生影响。同地区信息与通信技术平均应用水平这一数据主要通过将每一年同一地区每个上市公司财务报告信息与通信技术相关词汇词频进行加总再除以该地区上市公司的总数得到，而同地区同行业信息与通信技术平均应用水平通过将每年同一地区内处在同一行业的上市公司财务报告信息与通信技术词汇词频进行加总再除以同地区同行业的上市公司数目得到。

由于本文使用两阶段最小二乘法单独对两个工具变量进行回归，也就是说每次两阶段最小二乘估计均只有一个工具变量，这说明工具变量是“恰好识别”的，而在“恰好识别”的情况下很难在统计上证明工具变量的外生性（张三峰、魏下海，2019），本文参照方颖、赵扬（2011）的方法将企业信息与通信技术应用水平与其工具变量同时放入回归中，观察在同时放入的情况下工具变量系数的显著性，如果工具变量仅能通过信息与通信技术对企业高质量发展产生影响，那么此时工具变量的系数应是不显著的，其满足“外生性”。本文将信息与通信技术与同地区信息与通信技术平均使用水平同时放入回归中得到的结果为表 5 中的第一列，我们可以看到在信息与通信技术的系数在 5%的置信区间下显著为正，而同地区信息与通信技术平均应用水平的系数则并不显著，说明了该工具变量在统计意义上能够满足“外生性”。同样地，将同地区同行业信息与通信技术平均使用水平与本文解释变量同时放入回归中得到的结果见表 5 中第二列，信息与通信技术的系数同样是在 5%的置信区间下显著，而该工具变量的系数则不显著，说明同地区同行业信息与通信技术平均使用水平在统计意义上满足“外生性”假设。

至此，在证明了工具变量有效后，本文使用两阶段最小二乘法对样本进行了回归。同地区信息与通信技术平均应用水平作为工具变量的回归结果见表 5 第三列和第四列。其中，第三列为第一阶段回归结果，可以看到同地区信息与通信技术平均应用水平的系数在 1%的置信区间下显著为正，这证实了该工具变量满足“相关性”条件。第四列为第二阶段的回归结果，可以看到信息与通用技术的系数仍然在 1%的置信区间下显著为正，这与基准回归得到的结果是一致的。表 5 中第五列和第六列分别是以同地区同行业信息与通用技术平均使用水平作为工具变量进行两阶段最小二乘估计得到的第一阶段和第二阶段的回归结果，通过对信息与通信技术和同地区同行业信息与通信技术平均应用水平的系数显著性的解读可以得

出与本文基准回归部分一致的结论，即信息与通信技术推动了企业高质量发展。

表 5 内生性处理

变量	被解释变量：企业高质量发展 (<i>Qua</i>)					
	工具变量外生性		同地区平均水平		同地区同行业平均水平	
	同地区	同地区同 行业	一阶段回归	二阶段回归	一阶段回归	二阶段回归
<i>ICT</i>	0.0123** (2.04)	0.0126** (2.07)		0.0433*** (2.80)		0.0198** (2.07)
<i>LoICT</i>	0.0177 (1.21)		0.569*** (34.20)			
<i>LoinICT</i>		0.00538 (0.45)			0.738*** (2.80)	
<i>Size</i>	0.502*** (40.30)	0.503*** (40.64)	0.194*** (17.99)	0.496*** (62.62)	0.178*** (62.62)	0.502*** (70.02)
<i>Insse</i>	0.393*** (6.64)	0.384*** (6.54)	0.205** (2.20)	0.386*** (8.92)	0.247*** (8.92)	0.382*** (8.89)
<i>Cash</i>	0.0696* (1.78)	0.0703* (1.80)	-0.238*** (-5.11)	0.0770*** (2.77)	-0.178*** (2.77)	0.0717*** (2.61)
<i>Fiex</i>	-3.748*** (-16.38)	-3.749*** (-16.39)	-0.391** (-2.09)	-3.735*** (-26.21)	-0.0134 (-26.21)	-3.749*** (-26.37)
<i>Roa</i>	1.675*** (16.45)	1.676*** (16.48)	0.305*** (2.57)	1.666*** (21.71)	0.354*** (21.71)	1.673*** (21.78)
<i>Age</i>	0.115*** (3.72)	0.132*** (4.66)	-0.047 (-1.51)	0.117*** (6.81)	-0.139*** (6.81)	0.133*** (8.67)
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	26798	26798	26798	26798	26798	26798
不可识别检验 Kleibergen-Paap rk LM 统计量			994.123***		1716.3***	
弱工具变量检验 Cragg-Donald Wald F统计量			1366.024***		5608.0***	
Kleibergen-Paap rk Wald F统计量			1169.392***		4367.1***	
稳健弱识别检验 Anderson-Rubin Wald检验			7.85***		4.28**	

注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著；括号内数值为聚类稳健标准误差。

为了进一步说明所使用的工具变量的恰当性，本文在表 4 第三列和第五列的回归结果中进行了如下检验：首先，本文对两个工具变量进行了不可识别检验，Kleibergen and Paap

(2006) 的 LM 统计量在 1% 的置信水平上显著, 拒绝了“工具变量不可识别”的原假设。再次, 本文对两个工具变量进行了弱工具变量检验, 得到的 Cragg-Donald Wald F 统计量和 Kleibergen and Paap (2006) 的 Wald F 统计量均显著大于 10% 水平上的临界值 (Stock and Yogo, 2005), 拒绝了“工具变量是弱工具变量”的原假设。最后, 本文对两个工具变量进行了稳健弱识别检验, 同地区信息与通信技术平均应用水平及同地区同行业信息与通信技术平均应用水平进行 Anderson-Rubin Wald 检验的结果分别在 1% 和 5% 的置信水平上显著, 拒绝了“内生回归系数之和等于 0”和“正交条件有效”的原假设。

对可能存在的内生性进行处理后的回归结果与本文在基准回归部分得到的结果一致, 说明了信息与通信技术确实能够推动企业高质量发展。

4. 影响机制检验

为验证假说 1、假说 2 和假说 3, 本文建立如下模型对技术创新的中介作用进行实证检验。

$$Qua_{itjp} = \beta + \beta_1 ICT_{itjp} + \beta_2 Age_{itjp} + \beta_3 Insse_{itjp} + \beta_4 Roa_{itjp} + \beta_5 Size_{itjp} + \beta_6 Cash_{itjp} + \beta_7 Fiex_{itjp} + \varepsilon_{itjp} \quad \text{式 (3)}$$

$$Iv_{itjp} = \gamma + \gamma_1 ICT_{itjp} + \gamma_2 Age_{itjp} + \gamma_3 Insse_{itjp} + \gamma_4 Roa_{itjp} + \gamma_5 Size_{itjp} + \gamma_6 Cash_{itjp} + \gamma_7 Fiex_{itjp} + \varepsilon_{itjp} \quad \text{式 (4)}$$

$$Qua_{it} = \zeta + \zeta_1 ICT_{itjp} + \delta(Iv_{itjp} * Ict_{itjp}) + \zeta_2 Age_{itjp} + \zeta_3 Age_{itjp} + \zeta_4 Insse_{itjp} + \zeta_5 Roa_{itjp} + \zeta_6 Size_{itjp} + \zeta_7 Cash_{itjp} + \zeta_8 Fiex_{itjp} + \varepsilon_{itjp} \quad \text{式 (5)}$$

其中, Iv_{itjp} 表示使用的工具变量。本文从创意形成、问题解决和创新实施三个层面检验技术创新在信息与通信技术影响企业高质量发展中的中介作用。在创意形成阶段, 信息与通信技术能够促进企业在内部形成创意或从外部获取创意, 而创意形成是技术创新活动的初始环节, 只有当企业有创意时才会进行研发活动, 才会发生研发支出。当创意越多时开展的技术创新项目越多, 从而会产生更多的研发支出。因此, 本文以研发支出的自然对数 ($Innov$) 作为中介变量研究创意形成阶段技术创新在信息与通信技术对企业高质量发展的影响中的中介作用。在问题解决阶段, 信息与通信技术能够提高企业信息处理能力和促成技术创新合作, 信息处理能力的提高与技术创新合作的促成均在成本一定的情况下增强了企业研发活动成功的概率, 即提升了研发活动效率。信息与通信技术在企业技术创新活动问题解决阶段发挥的作用越大, 研发效率越高。由于研发活动具有一定的时间持续性, 能够跨越几个会计年度进行, 因此本文以本年及未来两年内的专利申请数量与本年研发支出的比值乘以 10000 衡量研发效率 ($Inpro$), 以其作为技术创新在问题解决阶段的替代变量。在创新实施阶段, 信

息与通信技术能够推进新产品市场化和缩短创新周期,鉴于该样本数据难以对技术创新周期缩短进行有效衡量,本文主要从新产品推广入手检验在创新实施阶段信息与通信技术对企业高质量发展的推动作用。新产品的推广会受到多种因素的影响,但究其根本,新产品能否顺利推广在于其“新”的含量与价值。专利的申请以“新”为标杆,由专利的潜在价值驱动,而专利的潜在价值来源于应用该专利的新产品或服务的期望价值。由此,本文认为专利申请是创新实施阶段技术创新恰当的替代变量。尽管专利授权相比于专利申请所具有的“新”的含量更高,但是考虑到专利授权会受到多种因素的影响,本文选择发明专利申请数的自然对数(*Inven*)、实用新型专利申请数的自然对数(*Util*)以及外观设计专利申请数的自然对数(*Dpa*)作为技术创新在创新实施阶段的衡量指标,对其中介作用进行检验。

上市公司研发支出的数据来源于色诺芬经济金融数据库(CCERDATA),由于该数据自2006年开始公布,因此本文采用2006—2017年A股上市公司的数据进行实证检验。上市公司发明专利、实用新型专利以及外观设计专利申请数的数据来自于中国研究数据服务平台(CNRDS)。本文从技术创新活动的连贯性出发将2003—2017年间从未进行过专利申请的上市公司从样本中剔除。

本部分采用Sobel中介因子检验法就技术创新的中介作用进行检验,其基本步骤如下:首先,将企业高质量发展对解释变量信息与通信技术及控制变量进行回归,该回归已在基准回归部分进行,其回归结果表明信息与通信技术的系数为0.0435,且在1%的置信区间下显著。其次,将中介变量对解释变量信息与通信技术和控制变量进行回归。最后,同时将企业高质量发展对信息与通信技术、中介变量以及控制变量进行回归。

以研发支出为中介变量的回归结果为表6第一列和第二列。从第一列的回归结果可以看出在创意形成阶段信息与通信技术对企业技术创新的促进作用在1%的置信水平上显著,且信息与通信技术应用程度每提高1%企业研发支出增长22%。从表6第二列的回归结果可以看到Sobel Z值和信息与通信技术的系数均在1%的置信水平下显著为正,这说明在创意形成阶段信息与通信技术能够通过促进技术创新推动企业高质量发展,但技术创新只起到了部分中介作用。至此,本文提出的假说1得到验证。从具体数值上来看,当在回归中考虑了创意形成阶段技术创新的中介作用后,信息与通信技术对企业高质量发展影响的系数从原来的0.0435下降至0.042,这一下降恰好是对技术创新中介作用的例证。从Sobel Z值的大小来看,信息与通信技术应用程度每变动1%会通过促进技术创新进一步引起企业高质量发展水平增长0.0059单位,在创意形成阶段,以研发支出衡量的技术创新在信息与通信技术对企业高质量发展的影响中的中介效应占总效应的12.43%左右。

表 6 影响机制检验 (一)

变量	被解释变量: 企业高质量发展 (Qua)					
	研发支出		研发活动效率		发明专利申请	
	<i>Innov</i>	<i>Qua</i>	<i>Inpro</i>	<i>Qua</i>	<i>Inven</i>	<i>Qua</i>
<i>ICT</i>	0.220*** (4.05)	0.042*** (3.57)	0.00173*** (4.15)	0.0109*** (2.71)	0.0663*** (12.22)	0.0325*** (4.05)
<i>Innov</i>		0.027*** (8.53)				
<i>Inven</i>						
<i>Inpro</i>				0.398*** (5.00)		
<i>Size</i>	0.791*** (82.83)	0.560*** (104.03)	0.0173*** (32.58)	0.533*** (100.26)	0.2674*** (49.14)	0.5542*** (139.88)
<i>Insse</i>	1.998*** (9.65)	0.156* (0.37)	0.0544*** (6.49)	-0.0529 (-0.65)	0.3667*** (3.31)	0.4472*** (5.92)
<i>Cash</i>	-0.0329 (-0.63)	-0.264*** (-12.25)	-0.00591* (-1.73)	-0.289*** (-8.73)	-0.0463 (-0.83)	-0.0707** (-1.85)
<i>Fiex</i>	-7.048*** (-17.77)	-5.69*** (-30.36)	0.00510 (0.30)	-4.326*** (-26.14)	-1.875*** (-8.96)	-7.488*** (-52.41)
<i>Roa</i>	1.320*** (6.07)	1.54*** (15.02)	0.0144 (1.47)	1.767*** (18.57)	0.4084*** (2.90)	0.6146*** (6.41)
<i>Age</i>	-0.271*** (-10.04)	0.051*** (8.33)	-0.00632*** (-5.39)	0.0757*** (6.65)	0.0006 (2.90)	0.0661*** (5.99)
<i>_cons</i>	-0.337 (-1.37)	0.463*** (6.87)	0.107*** (10.47)	0.655*** (6.60)	-5.492*** (-45.78)	1.0797*** (12.46)
<i>Sobel Z</i>		0.0059*** (7.261)		0.00068*** (3.194)		0.0014*** (3.846)
中介效应占比		12.43%		5.92%		4.15%
<i>F</i> 值	1356.04	3227.69	93.65	589.27	458.29	3642.59
<i>R</i> ²	0.3672	0.6122	0.2521	0.6836	0.1591	0.6322
<i>N</i>	16367	16367	14782	14782	16966	16966

注: *、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著; 括号内数值为聚类稳健标准误差。

以研发效率为中介变量的回归结果见表 6 第三列和第四列。从第三列的回归结果可以看出, 以研发效率衡量的技术创新对信息与通信技术进行回归得到的系数在 1%的置信区间下显著为正, 这说明了在问题解决阶段信息与通信技术能够促进技术创新。从第四列的回归结果可以看出, *Sobel Z* 值和信息与通信技术的系数均在 1%的置信水平下显著为正, 这说明

在问题解决阶段信息与通信技术能够通过促进技术创新推动企业高质量发展,但是这种影响仅为部分中介效应,这验证了本文提出的假说 2。从具体数值上来看,当在回归中考虑了问题解决阶段技术创新的中介作用后,信息与通信技术的系数由原来的 0.0435 下降到 0.0109,这从侧面证明了在问题解决阶段技术创新在信息与通信技术对企业高质量发展的影响中起到的部分中介作用。从 *Sobel Z* 值的大小来看,当信息与通信技术应用程度上升 1%时会通过促进研发效率进而推动企业高质量发展水平提升 0.00068 单位,这一中介效应占总效应的 5.92%。

以发明专利申请数的自然对数为中介变量的回归结果见表 6 第五列和第六列。从第五列回归结果可以看出以发明专利申请数衡量的企业技术创新对信息与通信技术进行回归得到的系数在 1%的置信水平下显著为正,当信息与通信技术使用提高增长 1%时企业发明专利申请数量增长 6.63%,这说明在创新实施阶段信息与通信技术确实能够促进技术创新。从第六列回归结果可以看出 *Sobel Z* 值在 1%的置信水平下显著为正,并且信息与通信技术的系数仍然显著为正,这说明信息与通信技术在创新实施阶段能够通过促进技术创新从而推动企业高质量发展,但是这种影响只起到了部分中介作用,这验证了本文提出的假说 3。从具体数值上来看,当在回归中考虑了创新实施阶段以发明专利申请数衡量的技术创新的中介作用后信息与通信技术对企业高质量发展影响的系数从原来的 0.0435 下降到 0.0325,这从侧面印证了技术创新的中介作用。从 *Sobel Z* 值的大小来看,信息与通信技术应用程度每变动 1%会通过促进以发明为专利申请数衡量的技术创新进而推动企业高质量发展水平提升 0.0014,这一中介效应占信息与通信技术影响企业高质量发展总效应的 4.15%。

以实用新型专利申请数为中介变量的回归结果如表 7 第一列和第二列所示。从第一列的回归结果来看,信息与通信技术在创新实施阶段对以实用新型专利申请数衡量的技术创新有着促进作用,且该促进作用在 1%的置信区间下显著,在创新实施阶段当信息与通信技术使用水平增长 1%时技术创新会增长 8.48%。从第二列的回归结果来看,在将技术创新的中介作用纳入回归中后信息与通信技术影响企业高质量发展的系数仍然在 1%的置信水平下为正,而 *Sobel Z* 值在 1%的置信水平下显著为正,这说明了信息与通信技术在创新实施阶段能够通过促进技术创新从而推动企业高质量发展,但其仅能发挥部分中介效应,这验证了本文提出的假说 3。从具体数值上来看,在考虑了创新实施阶段以实用新型专利申请衡量的技术创新的中介作用后,信息与通信技术影响企业高质量发展的系数从 0.0435 下降至 0.0332,这从侧面反映出技术创新的中起中介作用。从 *Sobel Z* 值的大小来看,信息与通信技术应用水平 1%的提升会通过促进技术创新引致企业高质量发展水平上升 0.0007 单位,这一中介效

应占总效应的 2.08%。

表 7 影响机制检验 (二)

变量	实用新型专利申请		外观设计专利申请	
	<i>Util</i>	<i>Qua</i>	<i>Dpa</i>	<i>Qua</i>
<i>ICT</i>	0.0848*** (10.82)	0.0332*** (8.95)	0.109*** (19.41)	0.0321*** (8.65)
<i>Util</i>		0.0149*** (2.80)		
<i>Dpa</i>				0.0577*** (4.74)
<i>Size</i>	0.198*** (30.43)	0.5558*** (139.51)	0.0632*** (13.57)	0.5574*** (148.94)
<i>Insse</i>	-0.0450 (-0.34)	0.4599*** (6.09)	0.769*** (8.10)	0.4559*** (6.04)
<i>Cash</i>	0.0543 (1.45)	-0.0719* (-1.89)	0.265*** (9.89)	-0.0726* (-1.90)
<i>Fiex</i>	-2.004*** (-10.11)	-7.505*** (-52.55)	-0.600*** (-4.23)	-7.5027*** (-52.60)
<i>Roa</i>	-0.191 (-1.34)	0.6220*** (6.49)	0.455*** (4.44)	0.6148*** (6.42)
<i>Age</i>	-0.236*** (-12.24)	0.0672*** (6.08)	0.0101 (0.73)	0.0663*** (6.00)
<i>_cons</i>	-3.875*** (-23.88)	1.045*** (12.04)	-1.457*** (-12.55)	1.0157*** (12.32)
<i>Sobel Z</i>		0.0007*** (2.67)		0.0017*** (4.455)
中介效应占比		2.08%		5.21%
<i>F</i> 值	433.10	3639.68	95.43	3644.63
<i>R</i> ²	0.1517	0.6320	0.0379	0.6323
<i>N</i>	16966	16966	16966	16966

注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著；括号内数值为聚类稳健标准误差。

以外观设计专利申请数为技术创新衡量指标进行 *Sobel* 中介因子检验得到的回归结果如表 7 第三列和第四列所示。从第三列的回归结果来看，信息与通信技术的系数在 1%的置信水平下显著为正，这说明在创新实施阶段信息与通信技术对技术创新有着促进作用。从第四列的回归结果来看，信息与通信技术的系数仍然在 1%的置信水平下显著为正，且 *Sobel Z* 值在也在 1%的置信区间内为正，说明信息与通信技术能够在创新实施阶段通过促进外观设计

计专利申请衡量的技术创新从而推动企业高质量发展,但仅能产生部分中介效应,这验证了本文提出的假说3。从具体数值上来看,考虑中介效应后,信息与通信技术影响企业高质量发展的系数从0.0435下降至0.0321,这从侧面反映了在创新实施阶段技术创新的中介作用。从Sobel Z值的大小来看,信息与通信技术应用水平1%的提升会通过促进技术创新推动企业高质量发展水平上升0.0017,这一中介效应占总效应的5.21%。

5. 异质性分析

(1) 分阶段回归

信息与通信技术的应用要以相应的人力资本为条件,在20世纪末至21世纪初我国信息与通信技术的发展较为缓慢,相应的人才配备不足,因此在该阶段信息与通信技术对企业高质量发展的推动作用受到了极大的限制。随着我国信息与通信技术发展的不断深入和相关人力资本的逐渐积累,其对企业高质量发展的推动作用逐渐显现,由此企业开始进行大量投资。然而,直到2013年信息与通信技术的投资才显著增长起来,在此之前企业合理应用信息与通信技术的情况较少(杨德明、刘泳文,2018),2013年以后互联网才开始在比较大的程度上与实体经济结合(马化腾、张晓峰和杜军,2015)。因此,本文以2013年为分界点对样本进行划分,从2003—2012年以及2013—2017年两个子样本考察信息与通信技术对企业高质量发展的影响,具体回归结果见表8。

表8第一列为2003—2012年企业高质量发展对信息与通信技术进行回归的结果,可以看出信息与通信技术的系数在1%的置信水平下显著为正,说明在该阶段信息与通信技术能够推动企业高质量发展。表8第二列为2013—2017年企业高质量发展对信息与通信技术进行回归的结果,信息与通信技术的系数同样在1%的置信水平下显著为正,所不同的是,在2003—2012年信息与通信技术增加1%会推动企业高质量发展提升0.0344单位,而在2013—2017年信息与通信技术则促进了企业高质量发展提升了0.0364单位,这意味着信息与通信技术在2013—2017年对企业高质量发展有更大的促进作用,这一结果正好验证了上述分析。

(2) 生命周期异质性分析

成熟期企业相对于成长期企业经营相对稳定、更容易获得融资、也更能把握市场机遇,因此当成熟期和成长期企业对信息与通信技术的应用具有同等的重视程度时,成熟期由于更容易进行融资从而更倾向于采取实际行动进行信息与通信技术投资,并且更容易从人员等方面支持信息与通信技术的应用,因此信息与通信技术对成熟期企业高质量发展的推动作用要大于成长期企业。

本文参考李云鹤、李湛(2012)从企业年龄界定企业生命周期这一做法,根据企业年龄

与样本平均值的相对大小将样本划分为成熟期企业和成长期企业两个子样本,在此基础上进行回归得到的结果如表 8 中第三列和第四列所示。从回归结果可以看出,子样本中信息与通信技术系数均在 1%的置信水平上显著,这说明了信息与通信技术在成熟期企业和成长期企业中的应用均能够推动其高质量发展。所不同的是,在成熟企业的样本中信息与通信技术增长 1%会促进企业高质量发展提升 0.0443 单位,这一影响在成长期企业的样本中仅推动企业高质量发展提升了 0.0289 单位,这意味着信息与通信技术在成熟期企业中更能发挥其推动作用。

表 7 异质性分析 (一)

变量	被解释变量: 企业高质量发展 (<i>Qua</i>)			
	分阶段回归		分生命周期回归	
	2003—2012年	2013—2017年	成熟期企业	成长期企业
<i>ICT</i>	0.0344*** (6.56)	0.0364*** (7.19)	0.0443*** (7.98)	0.0289*** (6.11)
<i>Size</i>	0.581*** (126.48)	0.572*** (124.92)	0.581*** (125.71)	0.575*** (126.86)
<i>Insse</i>	0.151** (2.00)	0.0964 (0.95)	0.319*** (3.51)	-0.107 (-1.34)
<i>Cash</i>	-0.0713* (-1.70)	-0.0675 (-1.33)	0.139** (2.54)	-0.179*** (-4.54)
<i>Fiex</i>	-5.337*** (-34.01)	-4.769*** (-25.61)	-5.169*** (-33.90)	-4.672*** (-24.43)
<i>Roa</i>	0.855*** (8.22)	1.561*** (12.46)	1.020*** (8.83)	1.423*** (12.88)
<i>Age</i>	0.0919*** (6.72)	0.110*** (6.81)	0.129*** (3.21)	0.0828*** (5.11)
<i>_cons</i>	0.448*** (3.98)	0.610*** (5.41)	0.149 (0.98)	0.744*** (6.69)
行业效应	控制	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制
<i>F</i> 值	527.63	530.58	507.86	498.29
<i>R</i> ²	0.6802	0.6863	0.7038	0.6796
<i>N</i>	14371	12850	12898	14323

注: *、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著;括号内数值为聚类稳健标准误差。

(3) 行业异质性分析

越能够充分利用信息与通信技术，企业高质量发展受到的推动作用越强。从行业信息与通信技术应用程度对样本进行划分，本文对信息与通信技术推动企业高质量发展这一作用的行业异质性进行分析。由于相较于其他行业租赁和商务服务业、批发和零售业以及文化、体育和娱乐业具有较高的信息与通信技术应用程度（杨德明、刘泳文，2018），本文将这三个行业划分为信息与通信技术高应用行业，将其他的行业划分为信息与通信技术低应用行业。利用高应用行业和低应用行业这两个子样本进行回归，得到的结果如表 9 第一列和第二列所示。从回归结果中我们可以看出，信息与通信技术的系数在两个子样本中均在 1%的置信区间下显著为正。从信息与通信技术的数值来看，在高应用行业的样本中信息与通信技术增长 1%会促进企业高质量发展提高 0.0429 单位，信息与通信技术 1%的变动在低应用行业中仅引起企业高质量发展 0.0331 单位，这在一定程度上说明了在高应用行业中信息与通信技术对企业高质量发展的推动作用更强。

（4）规模异质性分析

企业规模只有在达到一定程度时，信息与通信技术才能够使其获得巨大收益（杨德明、刘泳文，2018），因此信息与通信技术对企业高质量发展的推动作用会受到企业规模的影响。本文依据企业总资产与样本平均值的相对大小将样本分为大规模企业和中等规模企业两个子样本，分别对两个子样本进行回归，得到的回归结果如表 9 第三列和第四列所示。信息与通信技术的系数在两个子样本中均在 1%的置信水平下显著为正，在大规模企业的样本中信息与通信技术的系数为 0.0492，而在中等规模企业的样本中信息与通信技术的回归系数为 0.0350，这说明信息与通信技术能够推动不同规模的企业走向高质量发展，并且其对大规模企业高质量发展的推动作用更强。

表 8 异质性分析（二）

变量	被解释变量：企业高质量发展 (<i>Qua</i>)			
	高应用行业	低应用行业	大规模企业	中等规模企业
<i>ICT</i>	0.0429*** (2.92)	0.0331*** (8.89)	0.0492*** (6.95)	0.0350*** (8.49)
<i>Size</i>	0.587*** (39.66)	0.573*** (176.41)	0.544*** (92.54)	0.595*** (114.87)
<i>Insse</i>	0.415** (2.08)	0.0620 (0.98)	0.491*** (4.20)	-0.0656 (-0.93)
<i>Cash</i>	0.317*** (2.68)	-0.101*** (-3.08)	0.222*** (3.11)	-0.0895** (-2.54)
<i>Fiex</i>	-6.261***	-4.871***	-9.288***	-4.672***

	(-11.23)	(-39.80)	(-23.21)	(-35.99)
<i>Roa</i>	0.426 (1.28)	1.296*** (15.77)	0.132 (0.80)	1.336*** (14.67)
<i>Age</i>	-0.330*** (-7.46)	0.142*** (13.53)	0.0608*** (2.91)	0.0927*** (7.89)
<i>_cons</i>	1.862*** (5.49)	0.537*** (6.71)	1.095*** (7.33)	0.238** (2.03)
行业效应	控制	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制
<i>F</i> 值	366.70	891.95	261.30	484.11
<i>R</i> ²	0.6856	0.6845	0.6802	0.6134
<i>N</i>	2554	24667	5442	21779

注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著；括号内数值为聚类稳健标准误差。

6. 稳健性检验

为了保证核心结论的可靠性，本文主要从核心变量替换以及样本更换两种策略进行稳健性检验。

(1) 核心变量替换

本文以 Levinsohn and Petrin (2003) 提出的 LP 法计算得到的全要素生产率 (Qualp) 以及“财务报告管理层讨论与分析章节”中 ICT 相关词汇词频自然对数 (ICTm) 替换原有变量与解释变量进行回归，得到的回归结果 (见表 9) 验证了本文的基本结论。

表 9 稳健性检验：核心变量替换

变量	被解释变量：企业高质量发展 (Qua)			
	企业高质量发展 (Qualp)		企业高质量发展 (Qua)	
	混合OLS	固定效应	混合OLS	固定效应
<i>ICT</i>	0.0310*** (8.82)	0.0128** (2.21)		
<i>ICTm</i>			0.0379*** (9.74)	0.0130** (2.15)
<i>Size</i>	0.659*** (211.64)	0.569*** (46.31)	0.581*** (177.32)	0.502*** (38.82)
<i>Insse</i>	0.107* (1.84)	0.310*** (5.29)	0.0653 (1.06)	0.314*** (5.09)
<i>Cash</i>	-0.181*** (-5.80)	-0.0622 (-1.60)	-0.0732** (-2.26)	0.0375 (0.91)

<i>Fiex</i>	-5.124*** (-43.56)	-3.830*** (-16.62)	-5.061*** (-41.80)	-3.791*** (-16.38)
<i>Roa</i>	1.119*** (14.16)	1.545*** (15.46)	1.188*** (14.59)	1.624*** (15.75)
<i>Age</i>	0.0960*** (9.59)	0.0768 (1.48)	0.0985*** (9.37)	0.0500 (0.92)
<i>_cons</i>	0.269*** (3.51)	2.034*** (7.81)	0.486*** (6.05)	2.060*** (7.56)
行业效应	控制	控制	控制	控制
地区效应	控制	控制	控制	控制
时间效应	控制	控制	控制	控制
<i>F</i> 值	1224.45	381.78	917.27	294.33
<i>R</i> ²	0.7343	0.6504	0.6861	0.5814
<i>N</i>	27221	27221	26501	26501

注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著；括号内数值为聚类稳健标准误差。

(2) 样本更换

本文以世界银行 2002 年的中国企业调查数据构造 1998—2000 年的面板数据进行回归来支持本文的核心结论。以 ACF 计算得到的全要素生产率为被解释变量、信息与通信技术固定资产的自然对数为解释变量、以企业规模(*Size*)、日常费用占比(*Ovf*)、产能利用率(*Cau*)作为控制变量对样本进行回归，回归结果（见表 10 第一、二列）证明了本文的基本结论。

表 10 稳健性检验：样本更换（一）

变量	被解释变量：企业高质量发展 (<i>Qua</i>)					
	基准回归		是否从外部获取创意		是否进行创新合作	
	混合OLS	固定效应	获取创意	未获取创意	进行合作	未进行合作
<i>ICT</i>	0.148*** (7.59)	0.114*** (2.72)	0.176*** (4.89)	0.134*** (3.97)	0.172*** (3.51)	0.140*** (5.92)
<i>Size</i>	-0.210*** (-6.75)	-0.109 (-0.93)	-0.238*** (-5.68)	-0.195*** (-3.25)	-0.201*** (-3.86)	-0.212*** (-5.31)
<i>Ovf</i>	-1.051*** (-7.33)	-1.181*** (-5.79)	-0.896*** (-4.54)	-1.325*** (-6.26)	-0.446** (-2.05)	-1.097*** (-7.62)
<i>Cau</i>	0.0118*** (7.95)	0.0134*** (5.79)	0.0115*** (4.71)	0.0101*** (3.59)	0.0200*** (7.48)	0.00973*** (5.22)
<i>_cons</i>	2.618*** (11.27)	2.906*** (4.06)	3.407*** (8.92)	3.013*** (9.19)	2.221*** (3.71)	2.724*** (9.68)
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制

地区效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>F</i> 值	26.64	19.35	22.48	31.38	12.42	17.78
<i>R</i> ²	0.4704	0.2475	0.5466	0.5939	0.6854	0.4539
<i>N</i>	884	884	341	325	202	675

注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%显著水平上显著；括号内数值为聚类稳健标准误差。

以企业是否从外部获取创意和是否与外部合作进行技术创新对总样本将总样本分为从外部获取创意与未从外部获取创意、与外部进行技术创新合作及未与外部进行技术创新合作两组子样本进行回归（回归结果见表 10 第三、四、五、六列），得到的结果表明在从外部获取创意和与外部进行技术创新合作的子样本中信息与通信技术对企业高质量发展的推动作用更强，这从侧面验证了技术创新在创意形成和问题解决阶段在 ICT 对企业高质量发展的影响中的中介作用。以企业研发支出和当年引入的新产品销售占比作为中介变量利用 Sobel 中介因子检验法进行回归（具体回归结果见表 11），得到的回归结果表明技术创新在创意形成和创新实施阶段具有部分中介作用，这说明本文影响机制检验部分得到的结果具有稳健性。

表 11 稳健性检验：样本更换（二）

变量	被解释变量：企业高质量发展 (<i>Qua</i>)			
	研发支出 (<i>Inesp</i>)		新产品销售占比 (<i>Insra</i>)	
	<i>Inesp</i>	<i>Qua</i>	<i>Insra</i>	<i>Insra</i>
<i>ICT</i>	0.704*** (10.71)	0.218*** (11.02)	2.376*** (3.61)	0.227*** (10.30)
<i>Inesp</i>		0.0398*** (4.11)		
<i>Insra</i>				0.0106*** (6.88)
<i>Size</i>	0.0393*** (3.28)	-0.339*** (-10.97)	-2.376** (-2.11)	-0.356*** (-9.56)
<i>Ovf</i>	-0.0447 (-1.08)	-0.942*** (-9.12)	9.443* (1.77)	-1.062*** (-6.03)
<i>Cau</i>	-0.00092 (-1.60)	0.0119*** (8.33)	0.100* (1.84)	0.0104*** (5.78)
_cons	-0.154** (-2.02)	3.524*** (18.18)	25.81*** (3.55)	3.622*** (14.88)
Sobel <i>Z</i>		0.0280*** (3.834)		0.02529*** (3.197)

中介效应占比		11.40%		10.03%
F 值	70.26	77.84	5.24	53.76
R^2	0.2491	0.3151	0.0440	0.3719
N	852	852	460	460

五、主要结论与政策启示

（一）研究结论

本文从技术创新的视角入手考察了信息与通信技术对企业高质量发展的推动作用,在技术创新的创意形成阶段信息与通信技术通过促进企业形成和获取创意推动其高质量发展,在技术创新的问题解决阶段信息与通信技术通过提高企业信息处理能力和促成与外部的创新合作推动企业高质量发展,在技术创新的创新实施阶段信息与通信技术通过促进新产品推广和缩短技术创新周期推动企业高质量发展。本文基于以上理论分析的内容利用我国 A 股上市公司 2003—2017 年的面板数据进行实证检验,得到以下结论:

(1) 信息与通信技术对企业高质量发展有着显著的促进作用,在以同地区和同地区同行业信息与通信技术平均使用水平作为工具变量进行内生性处理、以 LP 方法测算得到的全要素生产率替换被解释变量,以“财务报告管理层讨论与分析章节”中信息与通信技术相关词汇词频的自然对数替换自变量以及采用世界银行 2002 年的中国企业调查数据对原有样本进行替换后结果依然稳健。但是使用分位数回归的结果表明信息与通信技术对企业高质量发展的促进作用在企业高质量发展水平位于低分位点时并不显著,随着企业高质量发展水平的上升这种促进作用会增强。

(2) 信息与通信技术在创意形成、问题解决和创新实施阶段均可以通过促进技术创新推动企业高质量发展。本文使用研发支出的对数、研发效率以及专利申请的对数作为创意形成阶段、问题解决阶段和创新实施阶段技术创新的替代变量,使用 Sobel 中介因子检验法验证了技术创新在信息与通信技术对企业高质量发展的影响中的中介作用。同时,为了验证这一结果的稳健性,本文利用世界银行 2002 年的中国企业调查数据重新进行了回归。针对创意形成阶段技术创新中介作用的检验本文使用了两种方法,一是利用研发支出作为该阶段的技术创新的衡量变量并利用 Sobel 中介因子检验法进行回归,二是依据调查数据的问卷中与从外部获取创意相关的问题将总样本划分为从外部获取创新和为从外部获取创新两个子样本并进行回归,两种方法得到的回归结果均验证了技术创新在创意形成阶段的中介作用。针对问题解决阶段的中介作用检验,本文依据调查问卷相关问题的设置将总样本划分为与外部

进行创新合作和未与外部进行创新合作两个子样本进行回归,得到的结果验证了技术创新在问题解决阶段的中介作用。针对创新实施阶段技术创新中介机制的检验,本文依据调查问卷中企业在某一年引入新产品后该产品销售收入占总销售收入的比重设置技术创新的替代变量, Sobel 中介因子检验法的结果验证了技术创新在创新实施阶段的中介作用。

(3) 信息与通信技术对企业高质量发展的推动作用存在阶段性差异。考虑到信息与技术在经济活动中的渗透强度 2013 年相差较大, 本文将总样本划分为 2003—2012 年以及 2013—2017 年两个子样本进行分阶段回归, 得到的回归结果表明在 2013—2017 年由于信息与技术在经济活动中的渗透强度增大其对企业高质量发展的推动作用更强。

(4) 信息与通信技术对企业高质量发展的推动作用会受到企业所处生命周期阶段、所属行业以及规模的影响。依据企业所处生命周期阶段的不同将总样本划分为成长期和成熟期两个子样本, 得到的回归结果表明信息与技术对成熟期企业高质量发展的推动作用更强。依据不同行业信息与技术应用程度的区别, 本文将总样本划分为信息与技术高应用行业和低应用行业两个子样本进行回归, 得到的回归结果表明相较于低应用行业, 信息与技术对高应用行业企业高质量发展的推动作用更强。依据企业规模的相对大小, 本文将总样本划分为大规模企业和中等规模企业两个子样本进行回归, 得到的结果表明信息与技术对大规模企业高质量发展的推动作用更强。

(二) 政策建议

本文研究结论对新时代企业高质量发展水平提升具有以下政策启示和建议:

(1) 促进基于信息与技术的技术创新平台的构建, 激发各类创新主体活力。各类创新主体活力是其进行技术创新活动的基础, 而创新活动能够推动企业高质量发展。基于信息与技术构建的创新平台能够汇集各类创新主体, 便利其进行只适合信息的交流, 促进了技术创新创意的形成和共享。因此, 在新时代要推动企业高质量发展必须应用信息与技术构建创新平台激发各类创新主体活力。在现阶段, 我国创新平台仍处在初创阶段, 平台未被大众所熟识, 其激发创新主体活力的作用并未在一定程度上显现出来。因此, 现阶段我国应当基于信息与技术构建具有广泛参与度的创新平台, 将具有技术创新潜能的各类主体联系起来, 尤其是将企业及其产品或服务的需求者联系起来, 通过知识与信息的汇集便利企业吸收创意或者将新需求向新创意的转化, 源源不断地支撑技术创新活动, 不断推动企业高质量发展。

(2) 推动基于信息与技术的规范化知识产权市场的构建, 缩短企业技术创新周期。在基于信息与技术所构建的市场信息的流动速度远远高于常规市场, 这种高信息流动速

度带动了各种要素在市场的交换速度。因而基于信息与通信技术所构建的知识产权市场能够帮助企业快速掌握其研发活动需要的关键技术，从而帮助企业破解技术创新难题，缩短技术创新周期。技术创新周期的缩短能够推动企业高质量发展。因此，要推动企业高质量发展必须推动基于信息与通信技术的规范化知识产权市场的构建。现阶段，我国知识产权市场的发展大多集中在知识产权代理服务上，主要的和技术创新相关的活动集中在专利代理上，由此可见我国知识产权市场发展并未完善。因此，在现阶段我国应当在全国范围内基于信息与通信技术构建具有不同细分市场和完善制度的知识产权市场，实现技术需求和供给的对接，帮助企业迅速获取关键技术，从而促进其技术创新，最终推动企业高质量发展。

(3) 加强知识产权保护力度促进基于信息与通信技术的研发外包平台的构建，推动的技术创新专业化。技术创新专业化意味着技术创新效率的提高，技术创新效率提高是推动企业高质量发展的重要力量之一。基于信息与通信技术构建的研发外包平台能够实现企业技术创新需求和研发机构研发能力的匹配，实现技术创新活动从企业向专业研发机构的转移，促进技术创新专业化。因此，要推动企业高质量发展必须发挥信息与通信技术驱动技术创新专业化的作用。现阶段，知识产权意识和知识产权环境已实现了较大程度的改善，但现有的知识产权保护力度仍然不能够支撑企业进行研发外包活动。因此，我国需要加强知识产权保护力度管控可能发生的基于信息与通信技术的知识产权侵权行为，发挥基于信息与通信技术构建的研发外包平台对技术创新专业化的促进作用，推动企业高质量发展。

参考文献：

- [1] 北京师范大学经济与资源管理研究所课题组.信息技术产业对国民经济影响程度的分析[J].经济研究,2001(12):17-26.
- [2] 陈丽珊,傅元海.融资约束条件下技术创新影响企业高质量发展的动态特征[J].中国软科学,2019(12):108-128.
- [3] 陈诗一,陈登科.雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J].经济研究,2018,53(02):20-34.
- [4] 陈彦斌,林晨,陈小亮.人工智能、老龄化与经济增长[J].经济研究,2019,54(07):47-63.
- [5] 陈昭,刘映曼.政府补贴、企业创新与制造业企业高质量发展[J].改革,2019(08):140-151.
- [6] 戴国宝,王雅秋.民营中小微企业高质量发展:内涵、困境与路径[J].经济问题,2019(08):54-61.
- [7] 杜传忠,郭美晨.信息技术生产率悖论评析[J].经济学动态,2016(04):140-148.
- [8] 方敏,杨胜刚,周建军,雷雨亮.高质量发展背景下长江经济带产业集聚创新发展路径研究

- [J].中国软科学,2019(05):137-150.
- [9] 方颖,赵扬.寻找制度的工具变量:估计产权保护对中国经济增长的贡献[J].经济研究,2011,46(05):138-148.
- [10]高培勇.理解、把握和推动经济高质量发展[J].经济学动态,2019(08):3-9.
- [11]国家发展改革委经济研究所课题组.推动经济高质量发展研究[J].宏观经济研究,2019(02):5-17+91.
- [12]韩君,张慧楠.中国经济高质量发展背景下区域能源消费的测度[J].数量经济技术经济研究,2019,36(07):42-61.
- [13]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.
- [14]何小钢,梁权熙,王善骝.信息技术、劳动力结构与企业生产率——破解“信息技术生产率悖论”之谜[J].管理世界,2019,35(09):65-80.
- [15]贺晓宇,沈坤荣.现代化经济体系、全要素生产率与高质量发展[J].上海经济研究,2018(06):25-34.
- [16]洪银兴.改革开放以来发展理念和相应的经济发展理论的演进——兼论高质量发展的理论渊源[J].经济学动态,2019(08):10-20.
- [17]胡鞍钢,谢宜泽,任皓.高质量发展:历史、逻辑与战略布局[J].行政管理改革,2019(01):19-27.
- [18]黄速建,肖红军,王欣.论国有企业高质量发展[J].中国工业经济,2018(10):19-41.
- [19]金碚.关于“高质量发展”的经济学研究[J].中国工业经济,2018(04):5-18.
- [20]荆林波.信息技术产业发展与实现普遍接入到普遍服务的飞跃[J].管理世界,2003(06):74-80+97.
- [21]李金昌,史龙梅,徐蔼婷.高质量发展评价指标体系探讨[J].统计研究,2019,36(01):4-14.
- [22]李坤望,邵文波,王永进.信息化密度、信息基础设施与企业出口绩效——基于企业异质性的理论与实证分析[J].管理世界,2015(04):52-65.
- [23]李梦欣,任保平.新时代中国高质量发展的综合评价及其路径选择[J].财经科学,2019(05):26-40.
- [24]李巧华.新时代制造业企业高质量发展的动力机制与实现路径[J].财经科学,2019(06):57-69.
- [25]李云鹤,李湛.管理者代理行为、公司过度投资与公司治理——基于企业生命周期视角的实证研究[J].管理评论,2012,24(07):117-131.

- [26] 刘思明,张世瑾,朱惠东.国家创新驱动力度测度及其经济高质量发展效应研究[J].数量经济技术经济研究,2019,36(04):3-23.
- [27] 马化腾,张晓峰,杜军.互联网+国家战略行动路线图[M].北京:中信出版社,2015.
- [28] 马茹,罗晖,王宏伟,王铁成.中国区域经济高质量发展评价指标体系及测度研究[J].中国软科学,2019(07):60-67.
- [29] 逢锦聚,林岗,杨瑞龙,黄泰岩.促进经济高质量发展笔谈[J].经济学动态,2019(07):3-19.
- [30] 任保平,李禹墨.新时代我国高质量发展评判体系的构建及其转型路径[J].陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2018,47(03):105-113.
- [31] 任保平,文丰安.新时代中国高质量发展的判断标准、决定因素与实现途径[J].改革,2018(04):5-16.
- [32] 任保平.新时代高质量发展的政治经济学理论逻辑及其现实性[J].人文杂志,2018(02):26-34.
- [33] 任保平.新时代中国经济从高速增长转向高质量发展:理论阐释与实践取向[J].学术月刊,2018,50(03):66-74+86.
- [34] 沈国兵,袁征宇.企业互联网化对中国企业创新及出口的影响[J].经济研究,2020,55(01):33-48.
- [35] 师博,张冰瑶.新时代、新动能、新经济——当前中国经济高质量发展解析[J].上海经济研究,2018(05):25-33.
- [36] 施本植,汤海滨.什么样的杠杆率有利于企业高质量发展[J].财经科学,2019(07):80-94.
- [37] 石大千,胡可,陈佳.城市文明是否推动了企业高质量发展?——基于环境规制与交易成本视角[J].产业经济研究,2019(06):27-38.
- [38] 王金杰,郭树龙,张龙鹏.互联网对企业创新绩效的影响及其机制研究——基于开放式创新的解释[J].南开经济研究,2018(06):170-190.
- [39] 王可,李连燕.“互联网+”对中国制造业发展影响的实证研究[J].数量经济技术经济研究,2018,35(06):3-20.
- [40] 王莉娜,张国平.信息技术、人力资本和创业企业技术创新——基于中国微观企业的实证研究[J].科学学与科学技术管理,2018,39(04):111-122.
- [41] 魏敏,李书昊.新时代中国经济高质量发展水平的测度研究[J].数量经济技术经济研究,2018,35(11):3-20.
- [42] 徐现祥,李书娟,王贤彬,毕青苗.中国经济增长目标的选择:以高质量发展终结“崩溃论”[J].

世界经济,2018,41(10):3-25.

- [43] 杨德明,刘泳文.“互联网+”为什么加出了业绩[J].中国工业经济,2018(05):80-98.
- [44] 杨伟国,邱子童,吴清军.人工智能应用的就业效应研究综述[J].中国人口科学,2018(05):109-119+128.
- [45] 余泳泽,杨晓章,张少辉.中国经济由高速增长向高质量发展的时空转换特征研究[J].数量经济技术经济研究,2019,36(06):3-21.
- [46] 张军扩,侯永志,刘培林,何建武,卓贤.高质量发展的目标要求和战略路径[J].管理世界,2019,35(07):1-7.
- [47] 张三峰,魏下海.信息与通信技术是否降低了企业能源消耗——来自中国制造业企业调查数据的证据[J].中国工业经济,2019(02):155-173.
- [48] 张新春,董长瑞.人工智能技术条件下“人的全面发展”向何处去——兼论新技术下劳动的一般特征[J].经济学家,2019(01):43-52.
- [49] 赵曜,柯善咨.城市规模、中间产品与异质厂商生产率[J].管理世界,2015(03):51-65.
- [50] 赵振.“互联网+”跨界经营:创造性破坏视角[J].中国工业经济,2015(10):146-160.
- [51] 资本市场改革课题组.创新驱动高质量发展要深化资本市场改革——兼谈科创板赋能创新发展[J].经济学动态,2019(10):93-100.
- [52] Arthur W B . The structure of invention[J]. Research Policy, 2007, 36(2):0-287.
- [53] Arvanitis, Spyros. Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: Evidence for the Swiss business sector[J]. Economics of Innovation and New Technology, 2005, 14(4):225-249.
- [54] Badescu M , Concepción Garcés-Ayerbe. The impact of information technologies on firm productivity: Empirical evidence from Spain[J]. Technovation, 2009, 29(2):0-129.
- [55] Berndt E R, Griliches Z. Price indexes for microcomputers: An exploratory study[M]//Price measurements and their uses. University of Chicago Press, 1993: 63-100.
- [56] Berndt E R, Morrison C J, Rosenblum L S. High-tech capital formation and labor composition in US manufacturing industries: an exploratory analysis[R]. National Bureau of Economic Research, 1992.
- [57] Bertschek I , Cerquera D , Klein G J . More bits - more bucks? Measuring the impact of broadband internet on firm performance[J]. Information economics and policy, 2013, 25(3):190-203.

- [58] Brynjolfsson E, Hitt L. Is information spending productive? New evidence and new results[C]//Proceedings of the 14th International Conference on Information Systems, Orlando. 1993.
- [59] Brynjolfsson E, Hitt L M. Computing productivity: Firm-level evidence[J]. Review of economics and statistics, 2003, 85(4): 793-808.
- [60] Brynjolfsson E, Saunders A. Wired for Innovation:How Information Technology Is Reshaping the Economy[M]. 2009.
- [61] Chang Y B, Gurbaxani V. Information technology outsourcing, knowledge transfer, and firm productivity: an empirical analysis[J]. MIS quarterly, 2012: 1043-1063.
- [62] Collard-Wexler A, Asker J, De Loecker J. Productivity volatility and the misallocation of resources in developing economies[R]. National Bureau of Economic Research, 2011.
- [63] Conley T G, Udry C R. Learning about a new technology: Pineapple in Ghana[J]. American economic review, 2010, 100(1): 35-69.
- [64] Crespi G, Criscuolo C, Haskel J. Information technology, organisational change and productivity[J]. 2007.
- [65] Cui T, Ye H J, Teo H H, et al. Information technology and open innovation: A strategic alignment perspective[J]. Information & Management, 2015, 52(3): 348-358.
- [66] Finlayson M.A., Richards W., Winston P.H. (2010) , Computational Models of Narrative:Review of the Workshop.AI Magazine.32 (1):97.
- [67] Greenana N, Mairesse J. Computers and productivity in France: Some evidence[J]. Economics of Innovation and New Technology, 2000, 9(3): 275-315.
- [68] Hagsten E . Broadband connected employees and labour productivity: a comparative analysis of 14 European countries based on distributed Microdata access[J]. Economics of innovation and new technology, 2016, 25(5-6):613-629.
- [69] Hempell T . What's spurious, what's real? Measuring the productivity impacts of ICT at the firm-level[J]. Empirical Economics, 2005, 30(2):427-464.
- [70] Jorgenson D W, Ho M S, Stiroh K J. A retrospective look at the US productivity growth resurgence[J]. Journal of Economic perspectives, 2008, 22(1): 3-24.
- [71] Jorgenson D W. Information technology and the US economy[J]. American Economic Review, 2001, 91(1): 1-32.

- [72] Jorgenson D, Landau R. Technology and Capital formation[J]. 1989.
- [73] Kleibergen F, Paap R. Generalized reduced rank tests using the singular value decomposition[J]. Journal of econometrics, 2006, 133(1): 97-126.
- [74] Lau L J, Tokutsu I. The impact of computer technology on the aggregate productivity of the United States: An indirect approach[J]. unpublished paper, Stanford University,(August), 1992.
- [75] Lee S , Treacy M E . Information technology impacts on innovation[J]. R & D Management, 1988, 18(3):257-271.
- [76] Levinsohn J , Petrin A . Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables[J]. Review of Economic Studies, 2003, 70(2):317-341.
- [77] Licht G, Moch D. Innovation and information technology in services[J]. The Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economie, 1999, 32(2): 363-383.
- [78] Lichtenberg F R. The output contributions of computer equipment and personnel: A firm-level analysis[J]. Economics of innovation and new technology, 1995, 3(3-4): 201-218.
- [79] Mc Corduck P. (1979) , Machines Who Think:A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence.Leonardo.15 (3) :242.
- [80] Melville N, Gurbaxani V, Kraemer K. The productivity impact of information technology across competitive regimes: The role of industry concentration and dynamism[J]. Decision support systems, 2007, 43(1): 229-242.
- [81] Morrison, Catherine, and Ernst Berndt. Assessing the Productivity of Information Technology Equipment in U.S. Manufacturing Industries. NBER Working Paper No. 3582, 1991.
- [82] Nelson R A, Tanguay T L, Patterson C D. A quality-adjusted price index for personal computers[J]. Journal of Business & Economic Statistics, 1994, 12(1): 23-31.
- [83] Paunov C , Rollo V . Has the Internet Fostered Inclusive Innovation in the Developing World?[J]. World Development, 2016, 78:587-609.
- [84] Siegel D, Griliches Z. Purchased services, outsourcing, computers, and productivity in manufacturing[M]//Output measurement in the service sectors. University of Chicago Press, 1992: 429-460.
- [85] Stock J H, Yogo M. Testing for weak instruments in linear IV regression[R]. National Bureau of Economic Research, 2002.