

企业信息化、技术创新与创业板公司高质量发展

岳宇君, 张磊雷

(南京邮电大学 管理学院, 南京 210003)

摘要: 本文选取2014—2019年460家创业板公司的数据作为样本,分析企业信息化、技术创新与企业发展质量的关系,并检验技术创新在企业信息化提升企业发展质量中的中介效应。研究发现:企业信息化对技术创新具有正向的促进作用,随着信息化程度的提高,促进作用增强;技术创新对企业发展质量具有正向的提升作用,随着技术创新能力的提高,提升作用增强;企业信息化对企业发展质量具有正向的提升作用,随着信息化程度的提高,提升作用增强;技术创新在企业信息化提升企业发展质量中起着部分中介效应。异质性检验结果表明,在技术密集型企业中,企业信息化对企业发展质量的提升效应更为显著,而在东部地区企业中,企业信息化对企业发展质量的提升效应更为显著。根据研究结果,提出加强企业信息化建设、发挥技术创新的促进作用及为企业必要的支持等,为创业板公司发展、政策制定及相关研究提供参考。

关键词: 企业信息化; 技术创新; 企业发展质量; 创业板公司

中图分类号: F224.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2022)3—0025—10

一、引言

党的十九大报告提出,要着力构建市场机制有效、微观主体充满活力、宏观调控适度的经济体制,以实现经济高质量发展。而企业是最基本的微观市场供给主体,只有激发企业活力,提高企业发展质量,才能建立经济高质量发展的基础(李世春,2020)。企业高质量发展是以满足高品质、个性化、多样化需求为导向,兼顾环境效益、社会效益和经济效益的发展范式(李巧华,2019)。一般认为,企业高质量发展有两个必要条件:一是借助新兴技术,特别是信息技术,形成新的资源、新的能力(张涛,2020);二是通过组织创新和技术创新,整合企业内外部资源(陈丽珊和傅元海,2019)。企业信息化在促进技术进步、效率提升及组织变革方面发挥着越来越重要的作用:企业信息化能够将业务流程数字化,通过各种信息系统处理、提供信息,从而做出有利于优化生产要素组合、合理配置企业资源、使企业适应市场环境的决策,实现企业效益最大化(Lynn,2020)。在深度和广度上,企业信息化利用信息技术对生产运营信息进行控制和整合,实现企业信息的共享和有效利用(朱立新和陈显中,2005);从动态的角度看,企业信息化是信息技术从局部渗透到全局,从战术层面渗透到战略层面,应用于过程管理、支持企业经营管理的过程(Zhang et al,2019)。而技术创新能够将生产要素和生产条件重新组合,是企业满足市场需求、增强核心竞争力、塑造长期竞争优势、形成可持续发展能力的重要前提(由雷和王伟光,2017)。显然,如何更好地推进企业信息化,进一步提高技术创新能力,以实现企业高质量发展,已成为一个亟待解决的问题。那么,企业信息化、技术创新与企业发展质量之间的作用机制是怎样的?技术创新在企业信息化与企业发展质量之间起着什么样的效应?这是本文试图回答的问题。

现有关于企业信息化、技术创新与企业发展质量的研究主要集中在:①企业信息化对企业发展质量的影响研究。企业信息化可以缩短产品生产周期,提高质量,丰富种类(高巍和毕克新,2014);显著提高劳动生产率、销售增长率,大大降低交易成本(Rath,2017);通过知识共享的中介作用,间接影响企业绩效的提高(饶艳超和陈烨,2012)。企业信息化受组织结构、劳动技能结构等的影响,对不同企业的影响有很大差异,影响程度会随着时间的推移而变化(何小钢等,2019)。不过,有研究显示,企业信息化未能提高企业的生产率,被称为“IT盈利悖论”(周宇等,2016)。②企业信息化对技术创新的影响研究。企业信息化可以促使技术创新思维的转变,实现内外协同创新(蒋含明,2019);促进企业管理的“扁平化”,提高技术创新效率(王金杰等,

收稿日期: 2021-04-07

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目“我国数字市场中市场势力的形成机制与规制政策研究——以OTT业务为例”(18YJC790209)

作者简介: 岳宇君,博士,南京邮电大学管理学院副教授,研究方向:电信管制、互联网治理;张磊雷,南京邮电大学管理学院硕士研究生,研究方向:信息产业经济与管理。

2018);催生新的商业模式,提高技术转化效率(李佳钰和周宇,2018)。企业信息化与技术创新的深度融合可以提高技术创新的渐进性、突破性,降低技术创新的不确定性,节约生产成本,提高产出效率(战丽梅,2005;韩先锋等,2014;Griliches,1986)。不过,有研究显示,企业信息化与技术创新并未达到预期的协同效应,甚至产生负的交互效应(许港等,2013)。

③技术创新对企业发展质量的影响研究。“通过技术创新改进产品或服务,促进企业发展”的观点已被广泛接受(Sourafel et al,2009)。不过,不同研究对象和指标,得到的研究结果并不完全一致,如有研究显示,技术创新与企业生产率的关系具有异质性,对低技术产业的影响是负的(Huang et al,2019)。在现有的研究中,从微观企业角度对高质量发展的研究还比较有限,对企业信息化、技术创新与企业发展质量的研究更是缺乏。因此迫切需要结合典型企业进行实证研究。创业板公司中优秀中小企业众多,国家大力扶持,实证数据也较为充分。

基于此,本文以2014—2019年创业板公司为研究对象,围绕企业信息化、技术创新与企业发展质量进行回归分析,并进行异质性检验、稳健性检验,揭示三者之间的关系,提出有针对性的建议对策,以期为创业板公司的发展和研究提供启示。本文的边际贡献主要体现在两个方面:一是在分析视角上,从企业信息化的三个指标,充分阐释与检验了企业信息化对创业板公司发展质量的影响;二是在分析框架上,将企业信息化、技术创新和企业发展质量纳入同一分析框架,揭示企业信息化影响企业发展质量的内在作用机制。

二、文献回顾与研究假设

(一)企业信息化与技术创新

随着信息技术的发展,企业信息化能够更直接或间接地支持技术创新,且这种影响会随着信息化的逐步深化而放大,从而改变了技术创新的内涵和过程(程晨,2017)。从某种意义上说,技术创新本身就是一种信息活动:技术创新首先从内部和外部获取创新信息,然后在创新过程中共享信息,最终实现研发,产生新信息,获得新产品(唐凯和程刚,2009)。从市场的角度看,企业信息化使企业能够实时监控市场变化,掌握市场对技术的需求,帮助企业产生新的产品创意,解决未满足或变化的需求,引导企业进行技术创新,改进现有产品,开发新产品。从知识的角度看,企业信息化有助于降低知识传递的成本,增强知识识别和选择的速度、强度和方向,维持和提高知识获取的能力;提高知识传递的速度,促进知识在企业内部的传播,这不仅可以引发新知识的创造,还可以促进技术创新绩效的提高。从成本的角度看,企业信息化可以使技术创新在组织和管理上进行创新,将高质量的科研、人力、物力等资源汇总起来,降低搜索、筛选及匹配内外部创新要素的成本,这不仅会激励企业增加研发投入,也会使企业的技术创新更有针对性(Warkentin et al,2010)。从协作的角度看,企业信息化可以促进企业不同部门之间及部门内部的沟通,特别是研发人员之间的沟通,有助于他们开展技术创新合作;提高技术因素和非技术因素在创新过程中的协同水平,更有利于创新理念的聚合、互动和组合,从而提高技术创新效率(孙群英和毕克新,2010)。显然,企业信息化加强了研发人员之间创新理念的交流和联系,有助于具有不同知识、组织文化和思维能力等的研发人员产生丰富的创造力;可以为企业提供独特的、难以模仿的能力,降低技术创新的不确定性,更好地匹配创新和需求,缩短技术创新周期,提高技术创新当期收益,从而实现对企业技术创新的激励(付睿臣和毕克新,2009)。基于此,本文提出假设1:

企业信息化对技术创新具有正向的促进作用,随着信息化程度的提高,促进作用增强(H1)。

(二)技术创新与企业发展质量

技术创新作为企业重要的内生能力之一,是企业在面对多元化消费需求的市场环境中获得更好的经营绩效、竞争优势和核心竞争力的必要手段(Ferrando和Ruggieri,2018)。技术创新不仅可以直接提升企业发展质量,而且可以降低生产成本,降低企业对劳动力、资本的依赖,进而提升企业发展质量。从逻辑上讲,企业技术创新可以将专利或非专利技术转化为生产力,带来产品创新和过程创新,有效降低生产成本、提高生产效率、改善产品性能及环境适应性等,使企业提高核心竞争力、产品差异化、市场占有率和经营效率等成为可能,进而提高企业绩效(王薇和艾华,2018)。在实践中,技术创新可以通过提高利用率来替代部分要素的投入,实现要素的优化配置,提高全要素生产率(Aw et al,2008);可以有效塑造企业的先发优势,迅速占领新市场,获取超额利润,给企业发展带来积极影响;促进企业的不断创新,弥补自身技术单一化的缺陷,降低成本,增加产出,提高全要素生产率(黄静波,2008)。技术创新带来的新技术可以提高设备效能、组织效能,减少生产损失,降低生产成本、人工成本及管理成本,进而提高企业发展质量;所产生的溢出效应可以带来企业

技术知识存量水平的提高,增强企业综合实力,提高企业发展质量。技术创新所开发的根本性创新产品,可以增强企业的核心竞争力,促进企业发展质量的提升,实现企业的长远发展。虽然有研究表明,由于技术创新的滞后效应和可能的成果转化率,存在生产率悖论;在部分企业中,技术创新甚至抑制了全要素生产率的增长(叶祥松和刘敬,2018)。但是,大多数研究表明,即使在产业、区域或竞争战略上存在差异,技术创新也能从整体上提高全要素生产率。基于此,本文提出假设2:

技术创新对企业发展质量具有正向的提升作用,随着技术创新能力的提高,提升作用增强(H2)。

(三)企业信息化与企业发展质量

在企业经营中,企业各方面的资源和能力是互补的,只有企业信息化、人力资源、运营策略等要素相互补充,发挥综合作用,才能更有利于企业的发展(Hubbard,2003)。故而,在企业信息化与企业发展质量的研究中,学者们通常将影响企业发展的多个因素放在一起研究,也有研究只关注企业全要素生产率、企业绩效等单一因素(Bournakis和Mallick,2018)。企业信息化衡量企业整合信息技术资源与其他资源的能力,影响和改变企业的组织结构、业务流程、经营管理及产品创新等,促进企业全面发展(闫海洲,2012)。企业信息化对企业发展质量的影响可以是直接的,更多是间接的,比如通过优化业务流程、改善服务水平、增强组织结构柔性及提升竞争战略韧性等间接影响企业发展质量。企业信息化通过提高企业内在潜力挖掘效率,协调各类生产要素,整合各类资源,有助于提升企业发展质量;可以从快速变化的外部环境中准确地找到企业发展所需的知识,减少生产效率提高的不确定性,有利于企业发展质量的提升(Fethi et al,2019)。从生产方式来看,企业信息化可以促进企业生产方式的转型升级,降低交易成本,提高实时通信能力,使生产技术更科学合理、生产管理更便捷高效,进而提升企业发展质量;从沟通效率来看,企业信息化提高了企业内外部沟通协调的效率,特别是研发部门和应用部门的“互联互通”,减少了信息不对称,节约人力、物力及财力,有助于提升企业发展质量。从成本节约来看,企业信息化不仅可以降低企业经营中信息不确定性带来的成本,还可以降低企业搜索、生产、销售及管理成本,从而提升企业发展质量(程虹,2018)。显然,企业信息化有助于企业把握消费者的需求,更敏锐地感知市场的变化,扩大企业产品的市场范围,满足消费者的需求;实现企业各方面信息的有效传递,更好地接收和利用来自各方面的知识,使信息沟通更加及时、顺畅,能够促进企业管理效率问题的解决;可以促进技术进步,提高规模效率、技术效率和配置效率,促进企业发展。需要指出的是,也有研究表明,企业信息化对不同企业发展的影响存在较大差距(Acemoglu et al,2007)。基于此,本文提出假设3:

企业信息化对企业发展质量具有正向的提升作用,随着信息化程度的提高,提升作用增强(H3)。

基于以上对企业信息化与技术创新、技术创新与企业发展质量的研究假设分析,可以推断,企业信息化不仅直接影响企业发展质量,而且可能在一定程度上通过技术创新间接影响企业发展质量,即技术创新可能成为企业信息化影响企业发展质量的必要中介(湛泳和李珊,2016)。基于此,本文进一步提出假设4:

如果企业信息化能够促进技术创新,将更有利于对企业发展质量产生正向的提升作用,技术创新在企业信息化与企业发展质量的关系中起着中介效应(H4)。

基于上述假设,构建理论模型,如图1所示。

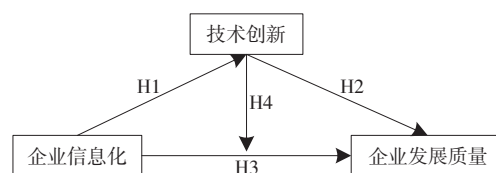


图1 理论模型

三、研究设计

(一)样本选取及数据来源

本文选取2014—2019年我国创业板上市公司作为研究样本。创业板公司作为高新技术企业的代表,信息化程度较高,重视技术创新,相关数据也相对完整(冷军,2015)。为了进一步提高研究数据的质量,遵循以下标准进行筛选:①剔除特别处理或已退市的创业板公司;②剔除重要变量数据缺失或模糊不清的创业板公司;③金融类创业板公司,是因为这类公司具有特殊的会计核算和财务特征,可能对研究结论产生负面影响(张娟和黄志忠,2020)。最终,共得到460家样本企业。相关样本数据主要来源于上市公司年报,辅以国泰安数据库,各省的GDP数据则是来源于《中国统计年鉴》。

(二)研究变量的选择

(1)企业信息化(EI)。参考邵文波等(2018)、王永进等(2017)的研究,结合数据的可获得性,本文选取三

个指标来衡量企业信息化:企业用于信息设备的投资额的自然对数、参与信息化相关培训的员工占比、企业线上交易额占比。这三个指标分别从生产设备、人力资本和生产经营等方面反映企业信息化程度,更加客观、全面。

(2)技术创新(TI)。在以往的文献中,经常用研发投入、专利数、新产品销售投入等来反映技术创新(何明志和王晓晖,2019)。由于研发投入只反映企业的投入,我国专利成果转化率普遍较低。因此参考郭燕青和李海铭(2018)的研究,本文选取创业板公司新产品销售收入占总销售收入的比例来衡量企业的技术创新。

(3)企业发展质量(QED)。由于提高全要素生产率是实现企业高质量发展的关键,本文参考陈昭和刘映曼(2019)的研究,选取全要素生产率来衡量企业发展质量。企业全要素生产率的技术方法主要有LP、OP等法,LP法、OP法都能够较好地解决传统企业全要素生产率估计方法中同时性偏差和样本选择性偏差问题,而LP法可以解决OP法中投资变量不为零的情况。因此选择使用LP方法计算企业发展质量(Levinsohn和Petrin,2003)。

(4)控制变量($Controls$)。参考王娟(2017)、沈琼和王少朋(2019)的研究,本文不仅控制反映创业板公司基础条件的企业规模(ES)、员工素质(SQ),还控制反映创业板公司财务状况的资本强度(CI)、营业利润(OP),同时也控制反映创业板公司原始特性的企业年

龄(EA)、地区经济水平(REL)。其中,企业规模(ES),选取企业总资产的自然对数来衡量;员工素质(SQ),选取大专以上学历员工占比来衡量;资本强度(CI),选取固定资产值与企业员工人数之比的自然对数来衡量;营业利润(OP),选取企业营业利润的自然对数来衡量;企业年龄(EA),选取企业成立年龄的自然对数来衡量;地区经济水平(REL),选取企业所在省份GDP的自然对数来衡量。

具体变量定义见表1。

(三)研究模型

借鉴Harald和Magnus(2017)、Fabio et al(2018)和陈维涛等(2019)关于企业信息化、技术创新及企业发展质量的实证研究思路,结合创业板公司的特点,构建了以下基本模型:

(1)企业信息化与技术创新的回归模型:

$$TI_{it} = a_0 + a_1 EI_{it} + \sum_j \lambda_j Controls_{it}^j + \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(2)技术创新与企业发展质量的回归模型:

$$QED_{it} = b_0 + b_1 TI_{it} + \sum_j \lambda_j Controls_{it}^j + \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

(3)在模型(1)的基础上,补充建立模型(3)和模型(4),用以渠道机制检验:

$$QED_{it} = c_0 + c_1 EI_{it} + \sum_j \lambda_j Controls_{it}^j + \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$QED_{it} = d_0 + d_1 EI_{it} + d_2 TI_{it} + \sum_j \lambda_j Controls_{it}^j + \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

(4)构建技术创新视角的交叉模型,检验影响机制的稳健性:

$$QED_{it} = e_0 + e_1 EI_{it} + e_2 TI_{it} + e_3 EI_{it} \times TI_{it} + \sum_j \lambda_j Controls_{it}^j + \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中: i 为企业个体; t 为年份; δ_t 为年度固定效应; μ_i 为行业固定效应; ε_{it} 为随机干扰项; $EI \times TI$ (包括 $EI_I \times TI$ 、 $EI_T \times TI$ 、 $EI_E \times TI$)为企业信息化与技术创新的交叉项,用以捕捉交互效应; $Controls^j$ 为第 j 个控制变量。

四、实证结果与分析

(一)描述性统计

表2报告了主要变量的描述性统计结果。样本期间内,企业发展质量的均值为16.816,最小值为15.025,最大值为18.294;企业信息化三个指标 EI_I 、 EI_T 及 EI_E 的均值分别为2.454、0.654、0.191,最小值分别为

表1 变量定义

变量名称	变量符号	计算方法
企业发展质量	QED	采用LP法计算全要素生产率
企业信息化(EI)	EI_I	企业用于信息设备的投资额的自然对数
	EI_T	参与信息化相关培训的员工占比
	EI_E	线上交易额占比
技术创新	TI	新产品销售收入/总销售收入
企业规模	ES	$\ln(\text{企业总资产})$
员工素质	SQ	大专以上学历员工占比
资本强度	CI	$\ln(\text{固定资产值/企业员工人数之比})$
企业年龄	EA	$\ln(\text{企业成立年龄})$
营业利润	OP	$\ln(\text{企业营业利润})$
地区经济水平	REL	$\ln(\text{企业所在省份的GDP})$

0.000、0.415、0.000,最大值分别为14.367、1.000、1.000;技术创新的均值为0.564,最小值为0.000,最大值为1.000。这表明,从总体上看,样本企业的发展质量、信息化程度及技术创新程度都比较高,符合创业板公司的特点。然而,企业之间存在着较大的差异,尤其是在企业信息化方面。此外,员工素质的均值为0.452,最小值为0.312,最大值为1.000,说明样本企业拥有大专以上学历的员工较多,受教育程度较高;企业所在地区经济水平的最小值为9.654,最大值为11.578,表明地区经济水平存在显著差异。其他变量的特征与现有文献基本一致,具有较高的准确性和可靠性。

(二)多元回归分析

1. 企业信息化与技术创新的回归分析

为了检验企业信息化对技术创新的影响,对模型(1)进行回归分析。在回归分析中,控制年度固定效应和行业固定效应;采用普通最小二乘回归(OLS)进行估计,并与广义最小二乘法回归(FGLS)的结果进行比较,其中FGLS可以在一定程度上消除可能的异方差和序列相关性。企业信息化三个指标的回归结果(表3)表明,无论如何衡量企业信息化,OLS和FGLS回归结果中变量的回归系数均显著为正,这说明企业信息化确实可以降低研发过程的不确定性,促进企业通过持续创新获得竞争优势,促进创新成果的增长,提高技术创新能力,这验证了周宇等(2016)的理论。控制变量方面,企业规模、员工素质、企业年龄与技术创新显著正相关,说明企业总资产越多,员工素质越高,企业年龄越长,企业越重视技术创新,这与何小钢等(2020)的研究结果一致;资本强度、营业利润与技术创新显著正相关,这可能是由于技术创新耗时长、成本高、需要足够的资金支持;地区经济水平对技术创新有显著的正向影响,表明企业所在省份的经济发展水平越高,越有利于技术创新,与张训婷和邹媛媛(2017)的研究发现类似。因此,假设H1得到验证。

2. 技术创新与企业发展质量的回归分析

对模型(2)进行回归分析,同样控制年度固定效应和行业固定效应,步骤同“企业信息化与技术创新的回归分析”。回归结果(表4)表明,使用OLS估计时,技术创新对企业发展质量的影响系数为0.048,在1%水平上显著;在FGLS回归结果中,技术创新对企业发展质量的影响系数为0.036,在1%水平上显著。研究结论与预期一致:通过技术创新,企业可以成功获得新产品,在市场竞争中形成有利局面,进而对企业发展质量产生正向的提升作用。控制变量方面,员工素质、资本强度、企业年龄、营业利润与企业发展质

表2 描述性统计

变量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>QED</i>	16.816	0.721	15.025	18.294
<i>EI_I</i>	2.454	3.741	0.000	14.367
<i>EI_T</i>	0.654	0.327	0.415	1.000
<i>EI_E</i>	0.191	0.121	0.000	1.000
<i>TI</i>	0.564	0.432	0.000	1.000
<i>ES</i>	20.321	1.133	16.432	26.983
<i>SQ</i>	0.452	0.364	0.312	1.000
<i>CI</i>	4.328	1.659	-3.543	12.721
<i>EA</i>	2.521	0.368	1.976	3.578
<i>OP</i>	17.124	1.453	11.327	27.652
<i>REL</i>	10.132	0.478	9.654	11.578

表3 企业信息化与技术创新的回归分析

变量	OLS	FGLS	OLS	FGLS	OLS	FGLS
<i>EI_I</i>	0.082** (0.643)	0.080** (0.284)				
<i>EI_T</i>			0.030*** (0.270)	0.038*** (0.567)		
<i>EI_E</i>					0.015*** (0.226)	0.024** (0.278)
<i>ES</i>	0.435*** (2.768)	0.390** (1.083)	0.367*** (1.567)	0.323*** (1.789)	0.231** (1.599)	0.316** (0.792)
<i>SQ</i>	0.201*** (2.226)	0.221*** (3.368)	0.467*** (0.219)	0.389*** (0.321)	0.291*** (0.681)	0.276*** (0.723)
<i>CI</i>	0.371** (0.336)	0.317 (0.170)	0.185* (0.176)	0.230* (0.226)	0.335** (0.547)	0.295 (0.091)
<i>EA</i>	0.053** (0.921)	0.064** (1.339)	0.051** (0.067)	0.040** (0.081)	0.041*** (1.736)	0.043 (1.735)
<i>OP</i>	0.055* (6.541)	0.051*** (6.152)	0.083*** (6.789)	0.068*** (5.591)	0.053* (6.987)	0.049* (6.127)
<i>REL</i>	0.426*** (0.421)	0.369*** (0.521)	0.191* (0.087)	0.296** (0.081)	0.415** (0.488)	0.435** (0.513)
常数项	8.889** (6.678)	9.125** (3.677)	1.831** (5.631)	2.949*** (3.991)	0.465* (3.813)	0.443*** (2.654)
年度固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
行业固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数量	460	460	460	460	460	460
<i>R</i> ²	0.709	0.678	0.557	0.523	0.789	0.823

注:括号内为标准误;*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

表4 技术创新与企业发展质量的回归分析

变量	OLS	FGLS
<i>TI</i>	0.048*** (2.031)	0.036*** (3.769)
<i>ES</i>	0.121(8.167)	0.145(6.995)
<i>SQ</i>	0.096*** (2.445)	0.117* (1.878)
<i>CI</i>	0.442(2.898)	0.545*** (4.034)
<i>EA</i>	0.023*** (1.678)	0.045(1.893)
<i>OP</i>	0.049*** (0.093)	0.045(0.086)
<i>REL</i>	0.063** (0.168)	0.061* (0.245)
常数项	5.698*** (6.876)	9.686*** (4.865)
年度固定效应	Yes	Yes
行业固定效应	Yes	Yes
样本数量	460	460
<i>R</i> ²	0.690	0.619

注:括号内为标准误;*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

量显著正相关,说明员工素质越高,资本强度越大,企业年龄越长,营业利润越大,对企业发展质量的提升作用越显著;地区经济水平对企业发展质量有显著的正向影响,说明良好的经济环境有助于企业发展质量的提升;企业规模对企业发展质量的影响系数为正,但不显著,可能是当企业规模超过规模经济的上限时,企业规模对企业生产的影响就会下降,甚至产生负效应。因此,假设 H2 得到验证。

3. 企业信息化与企业发展质量的回归分析

采用图 2 所示的中介效应检验机制进行回归分析:首先,研究企业信息化对企业发展质量的影响[模型(3)];其次,分析企业信息化与技术创新的关系[模型(1)];最后,研究企业信息化、技术创新对企业发展质量的影响[模型(4)]。

基于模型(3)的实证结果见表 5 第二、四、六列所示,基于模型(4)的实证结果见表 5 第三、五、七列所示。企业信息化三个指标的回归系数 c_1 分别为 0.061、0.035、0.012,均为显著正相关,表明企业信息化对企业发展质量具有正向影响。企业信息化与技术创新的回归分析,已证实了影响系数 a_1 显著为正。从表 5 第三、五、七列的结果可以看出,技术创新对企业发展质量的回归系数 d_2 分别为 0.331、0.290、0.340,均显著,企业信息化三个指标的回归系数 d_1 (0.040、0.021、0.008) 也都显著为正,且与 c_1 (0.061、0.035、0.012) 相比,都有不同程度的下降。因此,技术创新在企业信息化与企业发展质量之间具有显著的中介效应,且是显著的部分中介效应。参考温忠麟和叶宝娟(2014)的研究,进一步运用中介效应占比的测算方法,测出技术创新在企业信息化不同指标下的中介效应占比分别为 67.86%、41.43%、63.75%(测算方法为: $Mediated\ Effect = a_1 \times d_2 / d_1$),表明技术创新起着重要的渠道作用。综上,假设 H3、H4 得到了验证。

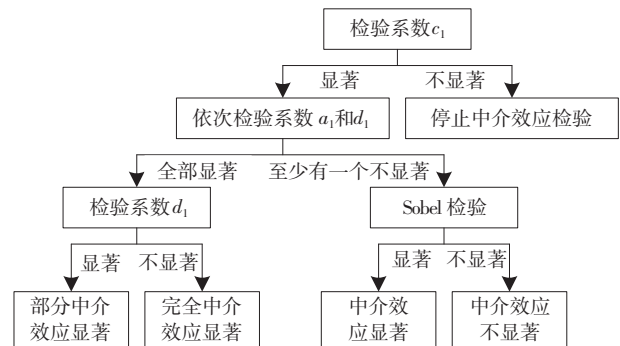


图 2 中介效应检验机制

表 5 中介机制检验结果

变量	QED(3)	QED(4)	QED(3)	QED(4)	QED(3)	QED(4)
EL_I	0.061*** (6.622)	0.040*** (6.012)				
EL_T			0.035*** (10.882)	0.021*** (11.779)		
EL_E					0.012** (1.367)	0.008*** (2.671)
TI		0.331** (13.668)		0.290** (16.381)		0.340*** (14.012)
ES	0.341** (1.890)	0.188 (3.078)	0.220* (2.567)	0.220 (4.026)	0.127 (3.238)	0.167 (4.336)
SQ	0.267*** (0.484)	0.228*** (0.512)	0.301*** (0.623)	0.245*** (0.570)	0.313*** (0.545)	0.301*** (0.471)
CI	0.070 (0.435)	0.059** (2.456)	0.074* (2.789)	0.070 (2.413)	0.055* (2.032)	0.091 (2.978)
EA	0.045* (0.089)	0.031** (0.129)	0.023** (0.146)	0.011* (0.139)	0.019** (0.161)	0.015*** (0.151)
OP	0.091** (5.564)	0.078* (4.321)	0.098*** (0.026)	0.071* (0.036)	0.047* (0.169)	0.045*** (0.117)
REL	0.291** (0.029)	0.274*** (0.079)	0.190*** (0.145)	0.172*** (0.146)	0.137*** (0.289)	0.126*** (0.241)
常数项	14.478*** (5.670)	8.671** (7.891)	12.565*** (4.176)	9.798*** (3.376)	6.398** (8.898)	10.598** (9.989)
年度固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
行业固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数量	460	460	460	460	460	460
R ²	0.698	0.767	0.665	0.754	0.673	0.654

注:括号内为标准误;*、**、***分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著。

(三) 异质性检验

1. 行业异质性检验

鉴于行业属性不同的创业板公司的信息化程度存在差异,参考夏芸和熊泽胥(2021)的研究,划分为技术密集型和非技术密集型,进行行业异质性检验,结果见表 6 第二、三列所示。在技术密集型创业板公司样本中,衡量企业信息化的三个指标的影响系数分别为 0.057、0.017 和 0.178,分别在 5%、10% 和 1% 的水平上显著;在非技术密集型创业板公司样本中,衡量企业信息化的三个指标的影响系数分别为 0.032、0.013 和 0.077,分别在 10%、1% 和 1% 的水平上显著。从回归结果可以看出,在技术密集型创业板公司样本中,企业信息化对企业发展质量的提升效应更为显著,可能是因为技术密集型创业板公司对研发需求、技术设备的依赖性较高,而对劳动力的需求较少,信息化可以更好地发挥作用。

2. 地区异质性检验

鉴于不同地区的创业板公司的信息化程度存在差异,参考廖进球和邱信丰(2021)的研究,划分为东部地区和中西部地区,进行地区异质性检验,结果见表6第四、五列所示。在东部地区创业板公司样本中,衡量企业信息化的三个指标的影响系数分别为0.108、0.035和0.241,分别在5%、5%和10%的水平上显著;在中西部地区创业板公司样本中,衡量企业信息化的三个指标的影响系数分别为0.042、0.045和0.031,只有从生产设备衡量衡量企业信息化指标的影响显著。从回归结果可以看出,在东部地区创业板公司样本中,企业信息化对企业发展质量的提升效应更为显著,可能是因为东部地区经济相对发达,对技术人才更具吸引力,信息化可以更好的发挥作用。

(四)稳健性检验

1. 影响机制稳健性检验:技术创新视角的交叉模型估计结果

引入企业信息化与技术创新的交叉项,进一步检验影响机制的稳健性,结果见表7。衡量企业信息化的三个指标的回归系数分别为0.050、0.024、0.112,均呈显著正相关,说明不同指标的回归结果是稳健的。相应的,技术创新的回归系数分别为0.177、0.217、0.303,均呈显著正相关;交叉项 $EI_I \times TI$ 、 $EI_T \times TI$ 、 $EI_E \times TI$ 的回归系数分别为0.046、0.018、0.103,均在1%水平上呈显著正相关。表明企业信息化能够显著促进企业发展质量的提升,通过促进技术创新也能进一步促进企业发展质量的提升;与 EI_I 、 EI_T 相比, EI_E 更能显著促进技术创新,实现新产品的产出,使技术创新活动的效果更加明显,促进企业发展质量的提升。在控制变量方面,回归结果与前述研究基本一致,不再赘述。

2. 考虑内生性问题的稳健性检验

考虑到企业信息化与企业发展质量之间可能存在逆向因果关系引起的内生性问题,选择同一地区、同一行业的信息化投入作为企业信息化的工具变量(IV)进行稳健性检验。该工具变量满足外生性和相关性的要求,是合理的:企业信息化会受到区域信息技术环境的影响,不同行业可能会有所不同;鉴于样本的随机性,单个企业的信息化不可能反过来影响同一地区、同一行业的信息技术环境。采用工具变量两阶段最小二乘(IV 2SLS)估计,结果见表8。第二、四、六列分别报告了第一阶段的回归结果,可以看出,无论以何种指标衡量企业信息化,工具变量都与企业信息化显著正相关。 F 统计量分别为17.783、10.851、28.982,均大于常规的临界值10,表明工具变量对内生变量具有较强的解释力。 IV 可识别检验结果表明,相应的 P 值均为0.000,在1%水平上拒绝了“工具变量不可识别”的原假设。根据弱工具变量检验结果,Cragg-Donald Wald的统计量分别为42.458、56.865、37.761,分别高于Stock和Yogo(2005)提供的容忍10%扭曲下对应的临界值(18.76、9.59、15.87),拒绝弱工具变量的原假设。第三、五、七列报告了第二阶段的回归结果,不同指标衡量的企业信息化与企业发展质量仍显著正相关,估计结果与上文基本一致。综上,逆向因果关系引起的内生性问题并没有影响到研究结论。

表6 异质性检验结果

变量	技术密集型	非技术密集型	东部地区	中西部地区
EI_I	0.057** (5.445)	0.032* (9.658)	0.108** (7.886)	0.042* (2.153)
EI_T	0.017* (18.612)	0.013*** (15.735)	0.035** (6.887)	0.045 (5.513)
EI_E	0.178*** (1.609)	0.077*** (1.541)	0.241* (8.776)	0.031 (5.123)
TI	0.317*** (17.908)	0.067*** (16.431)	0.293*** (12.584)	0.183*** (8.623)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	9.886*** (6.542)	10.674*** (8.038)	14.439*** (12.783)	7.461** (3.812)
年度固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
行业固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数量	377	83	312	148
R^2	0.771	0.510	0.491	0.639

注:括号内为标准误;*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

表7 交叉项检验估计结果

变量	QED	QED	QED
EI_I	0.050*(1.654)		
EI_T		0.024*** (4.342)	
EI_E			0.112*** (7.826)
TI	0.177** (3.281)	0.217*** (4.336)	0.303*** (2.889)
$EI_I \times TI$	0.046*** (0.161)		
$EI_T \times TI$		0.018*** (0.260)	
$EI_E \times TI$			0.103*** (0.983)
控制变量	Yes	Yes	Yes
常数项	4.787* (11.323)	1.254** (8.454)	3.169*** (9.245)
年度固定效应	Yes	Yes	Yes
行业固定效应	Yes	Yes	Yes
样本数量	460	460	460
R^2	0.732	0.589	0.597

注:括号内为标准误;*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

表 8 工具变量法回归

变量	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
	<i>EL_I</i>	<i>QED</i>	<i>EL_T</i>	<i>QED</i>	<i>EL_E</i>	<i>QED</i>
<i>EL_I</i>		0.132** (0.989)				
<i>EL_T</i>				0.293*** (2.540)		
<i>EL_E</i>						0.043** (4.891)
<i>IV</i>	0.782* (0.032)		0.189*** (0.231)		0.145*** (0.178)	
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	19.540*** (7.901)	16.890*** (9.571)	17.561*** (4.567)	3.761*** (5.542)	13.781*** (16.679)	7.981*** (8.790)
年度固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
行业固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数量	460	460	460	460	460	460
<i>R</i> ²	0.651	0.781	0.557	0.703	0.650	0.712
<i>F</i> 统计量	17.783		10.851		28.982	
<i>IV</i> 可识别检验	45.007 [0.000]		56.33 [0.000]		33.154 [0.000]	
弱工具变量检验	42.458		56.865		37.761	
	< 18.76 >		< 9.59 >		< 15.87 >	

注:括号内为标准误;*,**、***分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著;工具变量的可识别检验采用 Anderson 准则相关系数 LM 统计量,方括号内报告相应的 *P* 值;弱工具变量检验采用的是 Cragg-Donald Wald *F* 统计量,尖括号内报告 Stock 和 Yogo (2005) 提供的容忍 10% 扭曲下对应的临界值。

五、结论与建议

本文以 2014—2019 年创业板公司数据为基础,研究企业信息化(信息设备投资额、参与信息化相关培训的员工占比及企业使用互联网和电子商务实现的销售收入占比等)、技术创新(新产品销售收入占总销售收入的比例)与企业发展质量(使用 LP 法计算全要素生产率)。通过实证分析,得出以下主要结论:①在企业信息化与技术创新的回归结果中,企业信息化的回归系数显著为正,说明企业信息化对技术创新具有显著的促进作用;②从技术创新与企业发展质量的回归结果来看,技术创新的回归系数显著为正,说明技术创新对企业发展质量具有正向的提升作用,技术创新能力越高,对企业发展质量的提升作用越大;③从企业信息化与企业发展质量的回归结果来看,企业信息化能够提升企业发展质量,而技术创新在企业信息化提升企业发展质量中起着部分中介作用;④异质性检验结果表明,在技术密集型创业板公司样本中,企业信息化对企业发展质量的提升效应更为显著,而在东部地区创业板公司样本中,企业信息化对企业发展质量的提升效应更为显著。进一步采用交叉模型和工具变量进行稳健性检验,企业信息化与技术创新的回归系数均显著正相关,与多元回归分析的结果一致,表明实证分析结果具有良好的稳健性。

针对上述研究结论,提出如下建议:

第一,创业板公司应加强企业信息化建设。创业板公司要充分结合企业实际(行业、地区等),并着眼于企业信息化对企业发展的长期影响,适度加强对企业信息化的支持,促进企业更好地从企业信息化中汲取发展动力;关注企业内外动态环境的影响,克服企业信息化的障碍,重视软硬件的引进和升级,加强企业信息平台建设;完善企业信息运维管理,提高信息处理能力、利用效率等,充分发挥企业信息化的作用;制定和完善企业信息使用规范,加强对员工的信息化培训,提高其综合信息素养;积极做好自我调整,逐步实现企业组织架构的优化,以适应企业信息化带来的变化。

第二,创业板公司要充分发挥技术创新的促进效应。创业板公司要注重技术创新,不仅要发挥其对提升企业发展质量的直接效应,而且要发挥其企业信息化提升企业发展质量中的中介效应;注重创业板公司以技术创新为发展源泉和动力的特点,加大技术创新投入,努力提高技术创新能力和效率;加强企业要素投入的合理配置,注重与信息通信技术的融合,激发企业技术创新动力,提高企业整体创新能力;结合企业发展实际,制定企业技术创新战略,实施激励措施,调动研发人员进行技术创新的积极性,将技术创新转化为实际生产力。

第三,政府应为创业板公司信息化提供必要的支持。创业板公司信息化离不开政府部门的支持,不仅包括信息基础设施建设的支持,同时也需要相关政策的支持;政府要在推动互联网和移动互联技术基础设施建设、加大信息通信技术的研发与应用、提高信息服务质量、降低企业信息化成本等方面发挥积极作用;对创业板公司给予税收优惠、贷款优惠、财政补贴等,在人才引进、人员培训、技能提升等方面给予支持;推进信息化、数字化战略,鼓励企业借助大数据、云计算等加快信息传递,激发企业技术创新活力,提升企业发展质量。

参考文献

- [1] 陈丽珊,傅元海,2019.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,(12):108-128.
- [2] 陈维涛,韩峰,张国峰,2019.互联网电子商务、企业研发与全要素生产率[J].南开经济研究,(5):41-59.
- [3] 陈昭,刘映曼,2019.政府补贴、企业创新与制造业企业高质量发展[J].改革,(8):140-151.
- [4] 程晨,2017.技术创新溢出与企业全要素生产率——基于上市公司的实证研究[J].经济科学,(6):72-86.
- [5] 程虹,2018.管理提升了企业劳动生产率吗?——来自中国企业——劳动力匹配调查的经验证据[J].管理世界,34(2):80-92.
- [6] 付睿臣,毕克新,2009.企业信息化对研发优势影响机理及实证研究[J].科研管理,30(6):25-30.
- [7] 高巍,毕克新,2014.制造业企业信息化水平与工艺创新能力互动关系实证研究[J].科学学与科学技术管理,35(8):96-103.
- [8] 郭燕青,李海铭,2018.信息化对我国制造业技术创新影响的实证研究[J].技术经济与管理研究,(11):104-108.
- [9] 韩先锋,惠宁,宋文飞,2014.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,(12):70-82.
- [10] 何明志,王晓晖,2019.财务柔性、研发投入与企业全要素生产率[J].产经评论,10(4):81-94.
- [11] 何小钢,冯大威,华梦清,2020.信息通信技术、决策模式转型与企业生产率——破解索洛悖论之谜[J].山西财经大学学报,42(3):87-98.
- [12] 何小钢,梁克熙,王善骞,2019.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,35(9):65-80.
- [13] 黄静波,2008.技术创新、企业生产率与外贸发展方式转变[J].中山大学学报(社会科学版),(3):168-176.
- [14] 蒋含明,2019.外商直接投资知识溢出、信息化水平与技术创新能力[J].江西财经大学学报,(1):34-42.
- [15] 冷军,2015.创业板上市公司技术创新与绩效的相关性研究——基于全要素生产率的实证研究[J].科技与经济,28(5):31-35.
- [16] 李佳钰,周宇,2018.互联网对中国工业技术创新效率的影响:基于阶段异质效应的分析[J].人文杂志,(7):34-43.
- [17] 李巧华,2019.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,(6):57-69.
- [18] 李世春,2020.新时代国有企业高质量发展的实现路径分析——基于建筑业的调研[J].学术研究,(3):88-94.
- [19] 廖进球,邱信丰,2021.互联网应用促进了企业环保投入吗?[J].经济经纬,38(3):95-104.
- [20] 饶艳超,陈烨,2012.企业信息化、知识共享与企业绩效[J].财贸经济,(7):126-132.
- [21] 邵文波,匡霞,林文轩,2018.信息化与高技能劳动力相对需求——基于中国微观企业层面的经验研究[J].经济评论,(2):15-29.
- [22] 沈琼,王少朋,2019.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,(4):176-183.
- [23] 孙群英,毕克新,2010.制造业企业信息化对工艺创新能力影响机理的实证研究[J].科学学与科学技术管理,(5):94-99.
- [24] 唐凯,程刚,2009.企业技术创新的信息过程和交流模型研究[J].情报杂志,28(6):44-47.
- [25] 王金杰,郭树龙,张龙鹏,2018.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,(6):170-190.
- [26] 王娟,2017.信息化、创新与劳动生产率——基于CDM模型的实证研究[J].财经科学,(6):70-81.
- [27] 王薇,艾华,2018.政府补助、研发投入与企业全要素生产率——基于创业板上市公司的实证分析[J].中南财经政法大学学报,(5):88-96.
- [28] 王永进,匡霞,邵文波,2017.信息化、企业柔性与产能利用率[J].世界经济,40(1):67-90.
- [29] 温忠麟,叶宝娟,2014.中介效应分析:方法和模型发展[J].心理科学进展,22(5):731-745.
- [30] 夏芸,熊泽胥,2021.技术多元化、行业集中度与企业绩效波动[J].技术经济,40(9):89-101.
- [31] 许港,赵守国,韩先锋,2013.信息化水平对中国工业技术创新能力影响研究——基于价值链视角下的两阶段分析[J].华东经济管理,27(10):61-65.
- [32] 闫海洲,2012.要素投入、技术外溢与信息化的生产率效应[J].上海经济研究,24(4):74-82.
- [33] 叶祥松,刘敬,2018.政府支持、技术市场发展与科技创新效率[J].经济学动态,(7):67-81.
- [34] 由雷,王伟光,2017.创新网络中非核心企业技术创新能力评价[J].经济问题探索,(7):54-63.
- [35] 战丽梅,2005.企业信息化对技术创新的影响[J].情报科学,(12):1806-1808.
- [36] 湛泳,李珊,2016.金融发展、科技创新与智慧城市建设——基于信息化发展视角的分析[J].财经研究,42(2):4-15.
- [37] 张娟,黄志忠,2020.公司盈余、研发文本信息披露与市场反应——基于我国创业板上市公司的实证分析[J].山西财经大学学报,(6):112-126.
- [38] 张涛,2020.高质量发展的理论阐释及测度方法研究[J].数量经济技术经济研究,37(5):23-43.
- [39] 张训婷,邹媛媛,2017.地方偏袒主义、研发投入与企业生产率[J].统计与决策,(21):179-181.
- [40] 周宇,赵浩博,惠宁,2016.信息化与企业技术创新研究述评[J].西北大学学报(哲学社会科学版),46(5):49-54.
- [41] 朱立新,陈显中,2005.对企业信息化发展阶段的重新划分[J].企业经济,(6):75-78.

- [42] ACEMOGLU D, AGHION P, LELARGE C, et al, 2007. Technology, information and the decentralization of the firm[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(4): 1759-1799.
- [43] AW B Y, ROBERTS M J, XU D Y, 2008. R&D investments, exporting, and the evolution of firm productivity[J]. *The American Economic Review*, 98(2): 451-456.
- [44] BOURNAKIS I, MALLICK S, 2018. TFP estimation at firm level: The fiscal aspect of productivity convergence in the UK[J]. *Economic Modelling*, 70: 579-590.
- [45] FABIO P, MICHELA V, FRANCESCO V, 2018. Modeling the joint impact of R&D and ICT on productivity: A frontier analysis approach[J]. *Research Policy*, 47(9): 1842-1852.
- [46] FERRANDO A, RUGGIERI A, 2018. Financial constraints and productivity: Evidence from Euro area companies[J]. *International Journal of Finance & Economics*, 23(3): 257-282.
- [47] FETHI A, YOUNES B Z, BECHIR B L, 2019. ICT, total factor productivity, and carbon dioxide emissions in Tunisia[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 146: 212-217.
- [48] GRILICHES Z, 1986. Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970s[J]. *American Economic Review*, 76(1): 141-154.
- [49] HARALD E, MAGNUS H, 2017. Do R&D and ICT affect total factor productivity growth differently? [J]. *Telecommunications Policy*, 41(2): 106-119.
- [50] HUANG J, CAI X C, HUANG S, et al, 2019. Technological factors and total factor productivity in China: Evidence based on a panel threshold model[J]. *China Economic Review*, 54: 271-285.
- [51] HUBBARD T N, 2003. Information, decisions, and productivity: On-board computers and capacity utilization in trucking[J]. *American Economic Review*, 93(4): 1328-1353.
- [52] LEVINSOHN J, PETRIN A, 2003. Estimating production functions using inputs to control for unobservables[J]. *Review of Economic Studies*, 70(2): 317-341.
- [53] LYNN Y, 2020. New innovation opportunities in ICT field[J]. *China's Foreign Trade*, (6): 56-57.
- [54] RATH B N, 2017. Productivity growth and efficiency change: Comparing manufacturing and service-based firms in India[J]. *Economic Modelling*, 70: 447-457.
- [55] SOURAFEL G, YUNDAN G, HOLGER G, 2009. What determines innovation activity in Chinese state-owned enterprises? The role of foreign direct investment[J]. *World Development*, 37(4): 866-873.
- [56] STOCK J H, YOGO M, 2005. Asymptotic distributions of instrumental variables statistics with many instruments [M]. Cambridge: Cambridge University Press.
- [57] WARKENTIN M E, SAYEED L, HIGHTOWER R, 2010. Virtual teams versus face to face teams: An exploratory study of a web-based conference system[J]. *Decision Sciences*, 28(4): 975-996.
- [58] ZHANG L, JIANG W, TANG Z, 2019. Study on the promotion effect of informationization on entrepreneurship: An empirical evidence from China[J]. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 9(1): 1-22.

Enterprise Informatization, Technological Innovation and High Quality Development of GEM Companies

Yue Yujun, Zhang Leilei

(College of Management, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: Selected the data of 460 growth enterprises market (GEM) companies from 2014 to 2019 as a sample, the relationship between enterprise informatization, technological innovation and enterprise development quality was analyzed, and the intermediary effect of technological innovation in enterprise informatization and improving enterprise development quality was tested. It is found that enterprise informatization has a positive role in promoting technological innovation. With the improvement of informatization degree, the role of enterprise informatization is enhanced; Technological innovation plays a positive role in improving the development quality of enterprises. With the improvement of technological innovation ability, the promotion role increases; Enterprise informatization plays a positive role in improving the quality of enterprise development. With the improvement of informatization, the promotion role increases; Technological innovation plays an intermediary role in improving the quality of enterprise development. The heterogeneity test results show that in technology intensive enterprises, the effect of enterprise informatization on the improvement of enterprise development quality is more significant, while in enterprises in the eastern region, the effect of enterprise informatization on the improvement of enterprise development quality is more significant. According to the research results, it is proposed to strengthen enterprise information construction, give play to the promoting role of technological innovation and provide necessary support for enterprises, so as to provide reference for the development, policy-making and related research of GEM companies.

Keywords: enterprise informatization; technological innovation; enterprise development quality; GEM companies