

信息化建设能够提升企业创新能力吗？

——来自“两化融合试验区”的证据

李 磊 刘常青 韩民春*

摘要 本文基于 2003—2015 年 A 股上市公司数据，首次借助“两化融合试验区”的准自然实验，利用双重差分法评估了信息化建设对企业创新能力提升的影响。研究发现：信息化建设显著改善了企业专利质量，促进发明专利而非“短平快”的实用新型和外观设计专利显著增长。信息化建设仅提高了企业发明专利的产出效率，对其申请质量改善的影响并不明显。信息化建设主要通过机会识别、创新平台建设以及创新组织形式这三个渠道为企业创新活动赋能。

关键词 信息技术，研发创新，“两化融合试验区”

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2022.03.17

一、引 言

党的十九届五中全会提出：“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，把科技自立自强作为国家发展的战略支撑”。当前，以大数据、云计算、人工智能等为代表的新一代信息技术创新十分活跃，并在技术融合的作用下不断催生出新产品、新应用和新模式。在此背景下，如何加快推进信息化建设，借助信息技术激发创新创造活力、实现经济高质量发展成为至关重要的现实问题。¹ 现有文献主要考察了企业迫于市场竞争压力自发从事的信息技术投资对创新的影响 (Bartel *et al.*, 2007; Spiezia, 2011; Kleis *et al.*, 2012; Santoleri, 2015; Arvanitis *et al.*, 2016; Branstetter *et al.*, 2019; Haug *et al.*, 2020; Karhade and Dong, 2020; Andersson *et al.*, 2021; 董祺, 2013; 张

* 李磊，中山大学国际金融学院；刘常青、韩民春，华中科技大学经济学院。通信作者及地址：刘常青，湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号华中科技大学经济学院，430074；电话：18939436111；E-mail: lcq_eco@163.com。本研究得到国家自然科学基金青年项目 (72103211)、教育部人文社会科学基金青年项目 (20YJC790064) 以及国家社会科学基金重点项目 (17AJY007) 的资助。感谢编辑部及匿名审稿人的宝贵意见。文责自负。

¹ 林毅夫 (2003) 认为信息化是指建立在信息与通信技术 (information and communication technology, ICT) 产业发展与 ICT 在社会经济各部门扩散的基础上，运用 ICT 改造传统经济和社会结构的过程。本文中信息化同样指的是利用信息技术来改造传统经济。

龙鹏和周立群, 2016; 沈国兵和袁征宇, 2020), 忽略了政府在推动信息化建设上发挥的重要作用。从2008年组建工业和信息化部开始, 中国政府便开始大力地推动信息技术应用于工业发展中。近年来, 随着新一代信息技术的兴起, 政府又与时俱进地推进智能制造、工业互联网建设。2020年《政府工作报告》进一步提出要加强新型基础设施建设, 发展新一代信息网络, 拓展5G应用。经过这十几年的努力, 由政府推动的信息化建设效果怎样? 是否改善了企业的创新能力, 进而促进了我国朝着创新驱动型增长方式转变? 这些都是有待回答的重要问题。

基于此, 本文借助中国推进“信息化与工业化融合”的契机, 利用“两化融合试验区”这一准自然实验构建双重差分模型(difference-in-differences, DID)识别了信息化建设影响企业创新的因果效应。为了系统地推进信息化和工业化融合, 形成成熟的工业经济发展路径, 对其他地区形成带头示范作用, 工业和信息化部(以下简称工信部)于2008年年底开始启动实施了两个批次共16个国家级“两化融合试验区”。虽然“两化融合”强调的是信息化与工业化间的双向互动关系, 但在各试验区公布的试验区建设方案中, 利用信息技术改造和提升传统产业、培育和发展新兴产业, 切实提高企业信息化水平是各地的主要目标。²因此“两化融合试验区”中的“两化融合”主要指的是狭义上的“两化融合”, 即强调将信息技术应用于工业发展, 提升企业信息化水平(汪晓文和杜欣, 2014)。据此, 本文利用“两化融合试验区”来探究信息化建设对企业创新的影响。利用试点城市企业与非试点城市企业以及试点前、后在创新上表现出来的双重差异, 本文基于中国上市公司数据估计发现, 信息化建设提高了企业研发设计效率, 显著改善了企业专利质量, 促进了企业发明专利而非“短平快”的实用新型和外观设计专利数量显著增长。

本文的贡献主要体现在三个方面: 第一, 本文利用“两化融合试验区”的准自然实验, 通过构建双重差分模型, 识别出信息化影响创新的因果效应, 克服了已有文献在解决内生性问题上的不足。第二, 通过对创新流程的分解, 本文从创新机会识别、创新平台建设以及创新组织形式等视角详细分析并基于企业数据检验了信息化建设影响创新的微观机制。第三, 以“两化融合试验区”为背景进行的分析对于相关政策的制定与优化, 特别是对我国正在推

² 例如南京市政府在《市政府关于印发南京市信息化和工业化融合试验区建设方案的通知》(宁政发〔2009〕184号)的建设思路中提出“把利用信息技术改造和提升传统优势产业作为两化融合的切入点, 探索建立一个能够客观反映南京企业信息化水平与示范成效的分析评估体系”。广东省政府在《广东省人民政府办公厅转发省信息产业厅经贸委关于加快推进我省信息化与工业化融合意见的通知》(粤府办〔2008〕33号)的指导思想中指出“大力推进信息技术在工业各领域的应用、渗透和融合, 改造提升传统产业, 发展新兴产业, 壮大支柱产业, 构建现代产业体系”。

进的新型基础设施建设具有参考价值。

本文接下来的安排如下：第二部分是文献述评，第三部分是制度背景与理论机制；第四部分是研究设计，第五部分是计量回归结果，第六部分对基准回归结果做进一步解释，最后一部分为结论与政策启示。

二、文献述评

Brynjolfsson and Hitt (2000) 认为与传统的技术资本相比，信息技术最大的特点在于作为一种“通用型技术” (general purpose technology) 能够通过促进创新来获取较高的经济收益。然而在既有的实证研究中，信息技术作用于创新的效果却存在争议。现有研究结论可以分为三类：一是信息技术应用促进了创新。Branstetter *et al.* (2019) 发现在制造业企业中，软件密集度越高的企业创新能力越强。沈国兵和袁征宇 (2020) 以及 Andersson *et al.* (2021) 同样发现软件投入对企业创新有显著促进作用。在信息技术硬件投入上，Dong and Yang (2019) 发现以人均电脑、区域网节点衡量的信息技术投入能显著提高专利数量和质量。而以机器人数量衡量的新一代信息技术投入同样也改善了技术创新能力 (Liu *et al.*, 2020)。二是信息技术对创新没有显著影响。Haug *et al.* (2020) 基于丹麦中小企业数据研究发现，信息技术使用对过程创新及以专利、新产品数测度的创新绩效均没有显著影响。他们认为信息技术虽然有赋能创新的作用，但是信息技术系统的不灵活及复杂性也会对创新造成损害。三是信息技术对创新的影响是非线性的。韩先锋等 (2014) 基于中国工业部门分行业数据研究发现，信息化与技术创新效率之间存在倒“U”形关系，认为信息技术投入在达到峰值后会出现技术创新边际效应递减现象。Karhade and Dong (2020) 基于欧洲企业层面的数据获得了类似的发现，他们认为这是由于信息技术对创新同时存在促进与挤压作用导致的。

信息化的创新效应之所以存在争议，主要是由三点因素造成的。第一是指标测度方式的差异。这里的指标包括创新指标和信息技术投入指标。由于创新可以分为产品创新、过程创新、组织创新和商业模式创新等不同的创新类型 (刘洋等, 2020)，因而从不同的角度来测度创新可能会导致不同的结论。例如，Bartel *et al.* (2007) 利用阀门行业工厂级别的数据发现，信息技术应用对产品的可定制性、生产流程改进以及工人技能水平提升均有显著正向影响，这意味着信息技术应用能够对产品创新和流程创新产生重要影响。而 Arvanitis *et al.* (2016) 基于瑞士和希腊的案例研究表明，信息技术促进了流程创新而非产品创新。对信息技术投入的不同测度方式也可能会导致估

计结果出现差异。例如 Dong and Yang (2019) 以及 Haug *et al.* (2020) 均以专利产出来测度创新, 但前者用人均电脑、区域网节点来衡量信息技术投入, 而后者则是利用“多大程度上在创新过程中使用信息技术”这一赋值的方式来测度企业信息技术投入程度, 结果前者发现信息技术促进了创新, 而后者显示信息技术对创新没有显著影响。

第二是模型设定的差异。信息技术投入与创新之间究竟是呈线性关系还是非线性关系, 很大程度上受到模型设定形式的影响。而正确的模型设定需要特征事实与理论的支撑。现有研究对信息技术能够赋能创新讨论得相对充分, 但是对于二者之间为何会呈现非线性关系却没有给出足够的依据。Karhade and Dong (2020) 认为信息技术对创新既有赋能作用也有挤压作用, 继而直接建立非线性模型来检验二者之间的关系, 这显然缺乏说服力。韩先锋等 (2014) 从边际效应递减角度来解释信息技术投入与创新之间的倒“U”形关系有一定道理, 然而中国企业的信息技术投入还远未达到边际效应递减的拐点 (肖静华等, 2021)³ 并且, 韩先锋等 (2019) 基于省级数据检验发现, 互联网对区域创新反而呈现边际效应递增的特征。这意味着信息技术与创新之间所谓的非线性关系难以实现逻辑自洽。

第三是信息技术投入与创新之间存在互为因果的关系。信息技术对创新的赋能作用很可能是创新需求倒逼信息化进程加快的体现。这种反向因果问题的存在会导致信息化的创新效应被高估。一些研究已经注意到了这些问题。董祺 (2013) 通过将解释变量滞后一期的办法来缓解反向因果问题, 其他一些研究则利用企业所在行业或者城市信息化水平的均值作为企业信息技术投资的工具变量来予以解决 (Spiezia, 2011; Kleis *et al.*, 2012; Santoleri, 2015; Arvanitis *et al.*, 2016; 张龙鹏和周立群, 2016; 沈国兵和袁征宇, 2020)。然而这些做法都存在一些问题, 前定解释变量虽然能够缓解反向因果问题, 但是受经济变量惯性的影响, 反向因果问题仍旧难以被有效地解决。而利用行业或者城市信息化水平作为企业信息技术投资的工具变量, 也无法确保满足排他性要求。

从上述的文献综述来看, 关于信息技术如何影响创新的研究在以下几个方面有待进一步拓展。第一, 为信息技术投入和创新选择合适的测度指标。第二, 构建有效的因果识别策略来解决信息技术投入与创新之间的反向因果问题。除此之外, 现有研究主要是基于企业层面的数据来检验信息技术对创新的影响, 这种信息技术投入主要是企业为应对市场竞争压力自发进行的投

³ 肖静华等 (2021) 以美的集团进行的案例研究表明利用信息技术来驱动中国企业转型升级依旧任重道远。

资。在中国，政府在推动信息化建设上发挥了重要的作用。从党的十六大上提出“以信息化带动工业化，以工业化促进信息化”，到党的十九大上把“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”作为供给侧结构性改革的重要措施，由政府推动的信息化建设在我国已经持续了多年。然而对于由政府推动的信息化建设是否能够对微观企业产生影响、改善企业创新能力，目前还缺乏相关的研究。

三、制度背景与理论机制

（一）制度背景

“两化融合”试点政策的提出是党和国家在“两化融合”重大战略部署上的重要一环。2006年，《2006—2020年国家信息化发展战略》（中办发〔2006〕11号）准确判断出信息化是当今世界发展的大趋势，是推动社会变革的重要力量。2007年，党的十七大上对“以信息化带动工业化、以工业化促进信息化”这一论断进行了深化，首次提出了“两化融合”的概念，并提出“工业化、信息化、城镇化、市场化、国际化”的新战略任务。2008年，国务院进行机构调整，在原信息产业部的基础上组建工业和信息化部，全面推进信息化和工业化融合，加快新型工业化道路的建设步伐。“两化融合试验区”试点政策也于同年10月开始实施。2008年年底以来，工信部分别启动了两个批次共16个国家级“两化融合试验区”，这16个试验区共涉及30个城市。图1给出了“两化融合试验区”推进流程。

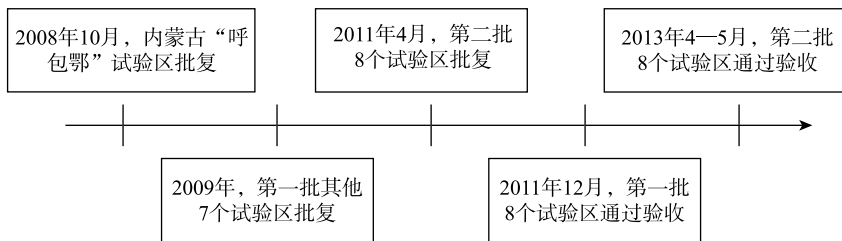


图1 “两化融合试验区”推进流程

“两化融合试验区”成立后，各个试验区都围绕着技术融合、产品融合、业务融合以及产业衍生这4个方面制定了相应的发展目标和发展任务。以“两化融合试验区”入选城市最多的广东省为例，其在指导思想中明确提出要大力推进信息技术在工业领域的应用、渗透和融合。主要目标上，远期目标是：到2015年基本实现由制造业大省向创造大省的转变；近期目标则是：到2010年工业产品信息化率有较大提高，传统产业信息技术

应用水平有较大提升,信息化对企业创新的促进作用明显提高,电子信息产业和现代信息服务业保持高速增长,节能减排信息技术得到广泛应用。从主要目标可以看出,广东省力争利用这一轮信息化建设的契机实现从要素驱动向创新驱动发展方式的转变。与主要目标相呼应,在主要任务中,广东省也把信息化建设与创新紧密地结合在一起,六个主要任务中有两点提到创新。⁴从广东省推进“两化融合”的发展目标和主要任务来看,通过信息化建设来促进创新能力的提升被放到了极其重要的位置。实际上,不仅广东省,其他一些试验区如重庆市、青岛市等地同样将信息化促进创新列入了发展目标中。在工信部、科技部等5部门发布的《关于加快推进信息化与工业化深度融合的若干意见》(工信部联信〔2011〕160号)中,其发展目标和主要任务将以信息化促进自主创新能力的提升列为首条。这一目标也出现在了后续一系列政策文件中,例如《信息化和工业化融合发展规划(2016—2020年)》(工信部规〔2016〕333号)把基于互联网的制造业“双创体系”不断完善列为发展目标的首条,希望依靠“两化融合”水平的提升来打造制造业“大众创业、万众创新”的平台。政策上的连贯性意味着,检验信息化建设对创新的影响,对于我国更好地发展信息经济、数字经济,推进经济转型升级具有重要意义。

(二) 理论机制

与传统的技术资本相比,信息技术最大的特点在于作为一种“通用型技术”能够通过对创新的促进作用来获取较高的经济收益(Brynjolfsson and Hitt, 2000)。关于信息技术是怎样作用于创新的,多数文献均认为信息技术并不是万能药,而只是一种“赋能技术”(enabling technology)。因此,信息技术对创新的影响根植于创新过程中。一个典型的创新过程可以分为5个部分:机会识别、概念发展、产品设计、流程设计和商业化生产(Schilling and Hill, 1998)。在机会识别上,信息技术有助于降低信息搜寻成本,便于企业从市场中获取创新灵感(Spiezia, 2011; Goldfarb and Tucker, 2019)。在信息技术出现之前,多数生产企业开展的都是B2B的业务,而随着电子商务的兴起,B2C的业务模式使得生产企业能够直面终端消费者。在搜索引擎以及各类智能终端设备的辅助下,直面消费者的生产企业可以搜集到海量的消费者偏好信息,并可利用数据挖掘技术从消费者偏好的变化中找到创新点(Koellinger, 2008)。因此,在信息化时代,消费者群体越大,企业则越容易

⁴ 资料来源:《广东省人民政府办公室转发省信息产业厅经贸委关于加快推进我省信息化和工业化融合意见的通知》(粤府办〔2008〕33号)。

从需求端挖掘到更多的创新机会。

如果说信息技术在市场营销上的应用为企业提供了创新的源泉，那么信息技术在概念发展、产品设计、流程设计和商业化生产这4个过程上的应用则为企业提供了不可或缺的创新实践平台（Gretton *et al.*, 2004）。从识别出商业机会到形成正式的创新计划，需要进行反复论证推敲，这中间涉及高昂的沟通成本和大量复杂的模拟运算。现代信息技术的出现极大地削减了这种沟通协调成本，并且其强大的信息处理能力可以满足复杂模拟以及海量信息存储的需求（Brynjolfsson and Hitt, 2000）。在概念发展上，以电脑、智能手机以及应用软件为核心的信息通信手段不仅便利了企业内部人员之间的沟通与交流，使得处于网络接点上的每一个人都能及时参与创新活动（Kleis *et al.*, 2012），更重要的是通过频繁互动交流产生的知识外溢效应还有助于产生新的知识。在产品设计上，以计算机辅助设计（computer aided design, CAD）为代表的信息技术应用使得研发设计人员能够在短时间内对不同的设计方案进行计算、制图和比较分析，从而选出最优方案。该软件的使用极大地提高了企业研发设计的效率，也降低了研发失败的风险（张龙鹏和周立群，2016）。而在流程设计中，以企业资源计划（enterprise resource planning, ERP）为基础的信息系统可以提供给设计人员包括企业在采购、生产、管理、销售等各个环节的数据信息，从而使得研发设计人员能够围绕创新目标精准地设计业务流程（Santoleri, 2015）。商业化生产中应用的信息技术更多，计算机辅助制造（computer aided manufacturing, CAM）便是这类信息技术的统称。以CAM为代表的这类生产型信息技术的应用，解决了从设计图纸到批量制造过程中遇到的多种问题，极大地缩短了从研发到商用的周期，有助于实现企业创新的良性循环。

从机会识别到商业化生产，创新边界都在单个企业内部，信息技术的应用有助于突破这一边界，增强企业合作（协同）创新的能力。企业的边界取决于内部交易成本与市场交易成本的相对大小（Coase, 1937），这同样也构成了企业创新分工的边界。在产业分工高度发达以及创新复杂度不断提升的今天，一个新产品的诞生往往是企业与供应商、客户等多个市场主体协同合作的结果。与企业内部合作相比，外部合作会受到搜寻匹配成本、合约成本、交流协调成本等多种成本因素的制约，而信息技术的应用极大地降低了这些成本。以最为常见的企业网站为例，企业只需在网站上发布合作研究的项目信息，便能有效建立起与潜在合作团队之间的联系（Malhotra *et al.*, 2001）。而以移动互联网、虚拟现实（virtual reality, VR）技术为代表的新一代信息通信技术更是能够有效打破空间距离导致的合作障碍。

综上所述,从应用环节来看,信息化建设主要可以通过创新机会识别、创新平台建设以及强化合作创新等渠道对创新产生影响。

四、研究设计

(一) 数据描述

1. 企业层面的数据

本文用到的企业层面数据主要是A股上市公司数据,数据集中包含两类:一类是上市公司专利数据,另一类是上市公司财务数据。时间跨度为2003—2015年。截至2015年是参考谭小芬和钱佳琪(2020)的做法,发明专利的授权需要经过实质审查,授权周期集中在2年左右,当前国泰安数据库(CSMAR)给出的上市公司最终专利授权数据截止至2017年,这意味着2015年申请的发明专利在2017年的授权统计数相对可信。

上市公司专利数据。本文用到两个来源的上市公司专利数据。一是现有研究普遍使用的由国泰安数据库提供的上市公司专利数据,该数据库提供了对上市公司及其子公司专利申请、授权的详细统计信息。本文用到的数据字段包括:专利申请、授权总数,发明专利、实用新型专利以及外观设计专利的申请和授权数,当年申请的发明专利在当年的授权数、第二年的授权数、第三年的授权数等。二是由中国研究数据服务平台(CNRDS)提供的中国创新专利研究数据库(CIRD)。CIRD提供了对上市公司自1990年以来专利申请和授权情况的统计数据。与国泰安数据的不同之处在于,CIRD提供了对上市公司每年独立、联合申请和获得的专利数量,这为本文探讨信息化建设对企业创新组织形式的影响提供了便利。

上市公司财务数据。上市公司财务数据主要来自国泰安数据库,主要包括企业规模、企业年龄、资产负债率、留存收益资本比、资产收益率和管理层持股比例等变量。人力资本密集度变量计算所需的分学历人员数据来自锐思数据库以及上市公司年报。

对于上述上市公司数据库,本文仅保留行业分类为工业的企业,剔除了ST企业以及财务指标缺失的企业。我们还剔除了经营地与注册地不一致的企业,剔除了在“两化融合试验区”实施前后任意一侧没有观测值的企业。最终的样本中包含635家企业,共7379个企业-年份观测值。为剔除极端值的影响,我们对连续变量进行了1%的双边缩尾处理。⁵

⁵ 企业层面变量描述性统计结果备索。

表1 企业层面变量含义及测度方法

变量名	含义	测算方法
<i>lnapply</i>	专利申请数	$\ln(\text{apply}+1)$
<i>lniapply</i>	发明专利申请数	$\ln(\text{iapply}+1)$
<i>lnuapply</i>	实用新型专利申请数	$\ln(\text{uapply}+1)$
<i>lndapply</i>	外观设计专利申请数	$\ln(\text{dapply}+1)$
<i>lngapply</i>	专利授权数	$\ln(\text{gapply}+1)$
<i>lngiapply</i>	发明专利授权数	$\ln(\text{giapply}+1)$
<i>lnguapply</i>	实用新型专利授权数	$\ln(\text{guapply}+1)$
<i>lngdapply</i>	外观设计专利授权数	$\ln(\text{gdapply}+1)$
<i>lniapply0yr</i>	当年申请发明专利当年被授权的个数	$\ln(\text{iapply0yr}+1)$
<i>lniapply1yr</i>	当年申请发明专利次年被授权的个数	$\ln(\text{iapply1yr}+1)$
<i>lniapply2yr</i>	当年申请发明专利后年被授权的个数	$\ln(\text{iapply2yr}+1)$
<i>Ginvent_ratio</i>	当年申请的发明专利截至统计日授权率	授权数/申请数
<i>lnipending</i>	当年申请截至统计日仍然处于公开、实审等状态且未授权的发明专利数	$\ln(\text{ipending}+1)$
<i>lnunigrant</i>	当年申请截至统计日未授权且已被撤回或驳回的发明专利数	$\ln(\text{unigrant}+1)$
<i>lnsiapply</i>	当年独立申请的发明专利数量	$\ln(\text{siapply}+1)$
<i>lnciapply</i>	当年联合申请的发明专利数量	$\ln(\text{ciapply}+1)$
<i>Size</i>	企业规模	总资产对数值
<i>Age</i>	企业年龄	公司成立年份起至样本期年数
<i>Lev</i>	资产负债率	负债合计/资产总计
<i>Re</i>	留存收益资本比	(盈余公积+未分配利润)/资产总额
<i>Roa</i>	资产收益率	净利润/总资产余额
<i>Ceo_share</i>	管理层持股比例	管理层持股占总股数比例
<i>Master</i>	人力资本密集度	硕士及以上学历人员占员工数比例

2. 城市层面的数据

本文的核心解释变量——信息化建设，由“两化融合试验区”构造而来，其中两个批次共28个“试验区”地级市名单来自工业和信息化部网站。⁶在具体的模型设定中，本文将位于“两化融合试验区”中的28个城市看作实验组，其他地级市作为对照组。此外参考现有研究（余泳泽和张少辉，2017），

⁶ “两化融合试验区”一共有30个城市，这里不包括上海市、重庆市这两个直辖市。

我们还选择了一些地级市层面可能影响创新的变量,这些变量数据主要来自《中国城市统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》,以及各地级市年鉴。我们根据企业所在地名称将上市公司数据库与城市数据库进行了匹配。⁷

为了直观地显示是否可以用“两化融合试验区”来表示信息化建设⁸,我们从《中国城市统计年鉴》中获取了各城市的互联网宽带接入用户数。为了剔除人口规模的影响,我们计算了每万人互联网宽带接入户数指标,并区分试点城市与非试点城市做了如图2所示的描述性统计。图2中两条虚线分别为两批试点政策实施的时间。可以看到,在“两化融合试验区”政策实施前,试点城市与非试点城市在每万人互联网宽带接入户数指标上的差异保持不变,而在政策实施后,试点城市每万人互联网宽带接入户数显著上升。由此可见,“两化融合试验区”政策带来了试点城市信息化建设水平的提升。

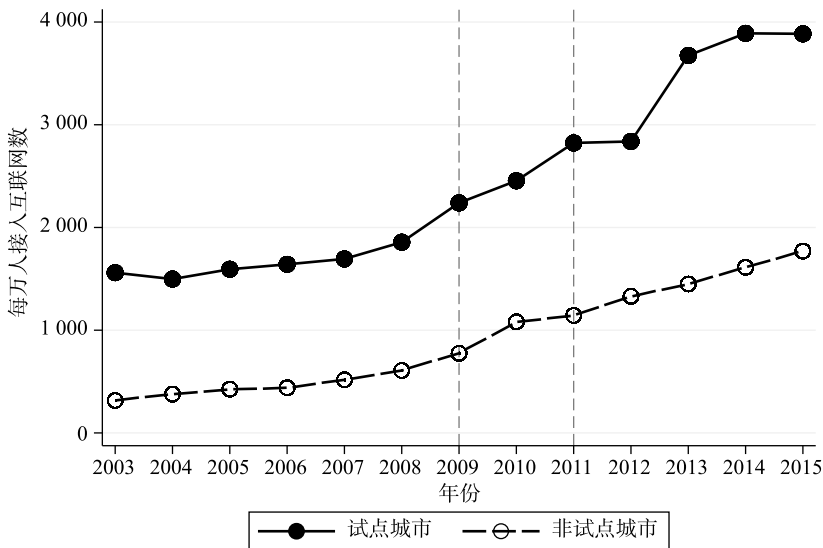


图2 试点城市与非试点城市每万人接入互联网用户数

(二) 模型设定

为了检验信息化建设对企业创新能力的影响,本文构建了如模型(1)所示的双重差分模型。

$$Innovation_{ijt} = \alpha + \beta IIF_{jt} + X'_{it}\Gamma + \eta_i + \omega_t + \varepsilon_{it}. \quad (1)$$

1. 被解释变量

被解释变量是以专利数以及专利结构测度的企业创新能力。中国专利制度把专利分为发明专利、实用新型专利和外观设计专利,其中发明专利的创

⁷ 城市层面的变量和描述性统计结果备索。

⁸ 感谢审稿人的建议。

新价值最高，实用新型和外观设计专利的创新价值较低（黎文靖和郑曼妮，2016）。若信息化建设改善了企业专利结构，使得企业申请和授权的发明专利数相对增多，则表明信息化建设改善了企业创新能力。 $Innovation_{ijt}$ 表示 j 城市 i 企业在 t 年的各类专利申请、授权量。 $Innovation_{ijt}$ 具体计算方式如下：令 $apply$ 表示专利申请数， $gapply$ 表示专利授权数，则以专利申请或专利授权数来衡量的 $Innovation_{ijt}$ 分别为 $Innovation_{ijt} = \ln(apply + 1)$ 、 $Innovation_{ijt} = \ln(gapply + 1)$ 。专利可分为发明专利、实用新型专利和外观设计专利，同样依据上述公式计算。

2. 主要解释变量

主要解释变量 IIF_{jt} 为利用“两化融合试验区”政策构造的指示变量，若 j 城市在 t 年入选“两化融合试验区”，则该变量在此年及之后均取值为1，否则为0。需要说明的是，由于内蒙古“呼包鄂”试验区在2008年10月得到批复，此时已经接近年末，因此本文将呼和浩特、包头、鄂尔多斯这三个城市的起始年份从2009年算起。 IIF_{jt} 又可以进一步分解为 $IIF_{jt} = Treat_j \times Post_{jt}$ ， $Treat_j$ 为政策处理变量，若 j 城市在样本期内入选“两化融合试验区”，则 $Treat_j$ 取值为1，否则取值为0。 $Post_{jt}$ 表示“两化融合试验区”政策前后指示变量，若 j 城市在 t_0 入选“两化融合试验区”，则 $Post_{jt}$ 在 $t \geq t_0$ 时取值为1，否则取值为0。

3. 控制变量

在参考现有研究的基础上（黎文靖和郑曼妮，2016；谭小芬和钱佳琪，2020）， X 中包含了一系列可能影响企业创新的其他变量。包括企业规模、企业年龄、资产负债率、留存收益资本比、资产收益率、管理层持股比例以及人力资本密集度等变量。控制变量的具体定义参见表1。除此之外，模型（1）中还控制了企业固定效应（ η_i ）和年份固定效应（ ω_t ），以分别控制不随时间、个体变化的不可观测因素的影响。为了解决潜在的自相关和异方差问题，所有的标准误均被聚类到企业层面。在稳健性检验中，我们还进一步聚类到城市层面。

五、计量回归结果

（一）基准回归结果

表2给出了基于模型（1）的估计结果。第（1）—（4）列以专利申请数为被解释变量，信息化建设对企业发明专利、实用新型专利以及外观设计专利申请数均有正向影响，但仅对发明专利申请数的影响是显著的，约使得发明专利申请数增加了26.4%。第（5）—（8）列以专利授权数为被解释变量，同样，信息化建设仅对发明专利授权数在1%的显著性水平上有促进作用，使得

企业发明专利授权数增加了约 26.9%。表 2 的回归结果表明以“两化融合试验区”表示的信息化建设对企业创新的确有显著影响,并且仅显著促进了发明专利数量的增长,表明信息化建设推动的是“实质性创新”而非“短平快”的策略性创新,即信息化建设显著改善了企业专利结构,提升了企业创新力。⁹

表 2 信息化建设对企业专利申请和授权的影响

	专利申请				专利授权			
	<i>lnapply</i>	<i>lniapply</i>	<i>lnuapply</i>	<i>lndapply</i>	<i>lngapply</i>	<i>lngiapply</i>	<i>lnguapply</i>	<i>lngdapply</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>IIF</i>	0.076	0.264***	0.105	0.071	0.057	0.269***	0.104	0.071
	(0.098)	(0.090)	(0.085)	(0.065)	(0.095)	(0.083)	(0.085)	(0.065)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
企业效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	7 379	7 379	7 379	7 379	7 379	7 379	7 379	7 379
Adj. <i>R</i> ²	0.752	0.730	0.734	0.690	0.745	0.703	0.734	0.690

注: *、**、*** 分别表示 10%、5%、1% 显著性水平, 括号中为聚类稳健标准误。为节省篇幅, 控制变量回归结果省略, 下同。

由于发明专利的授权周期集中在 2 年左右, 据此, 信息化建设对企业发明专利授权数的影响应该集中在申请后的第二年。国泰安数据库提供了当年申请的发明专利在当年、次年以及后年的授权数据, 表 3 利用该数据检验了信息化建设对企业发明专利授权的影响。可以看出, 信息化建设对当年发明专利授权数没有显著影响, 但是对次年以及后年的发明专利授权数有显著正向影响。其中, 在以 2003—2015 年为样本期时, 信息化建设使得次年发明专利的授权数增加了约 12.18%, 令后年的发明专利授权数增加了约 27.72%。考虑到 2015 年申请的发明专利授权数可能存在统计误差, 第 (4)—(6) 列中剔除了 2015 年, 信息化建设依旧仅对次年及后年的发明专利授权数有显著正向影响, 并且对后年发明专利授权的影响效应最大。表 3 的回归结果完全符合中国发明专利的授权周期, 表明信息化建设确实促进了企业发明专利授权的增长。

⁹ 信息化建设对发明专利有正向影响, 而对专利总数没有显著影响的原因主要在于我们对专利变量做了对数化处理。以非对数化的专利数量为被解释变量的回归结果显示, 信息化建设不仅对发明专利有正影响, 对专利总数也存在正向影响。但直接以专利总数为被解释变量会令模型面临较为严重的异方差问题, 而异方差问题会导致统计推断失效。在取对数后, 可以缓解这一问题。

表3 信息化建设对企业发明专利授权周期的影响

	2003—2015年			2003—2014年		
	<i>lniapply0yr</i>	<i>lniapply1yr</i>	<i>lniapply2yr</i>	<i>lniapply0yr</i>	<i>lniapply1yr</i>	<i>lniapply2yr</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>IIF</i>	0.0005 (0.0016)	0.1218*** (0.0404)	0.2772*** (0.0730)	0.0003 (0.0018)	0.1205*** (0.0403)	0.2738*** (0.0701)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业效应	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是
样本量	7 379	7 379	7 379	6 783	6 783	6 783
Adj. R^2	0.006	0.314	0.594	0.012	0.303	0.585

注：*、**、***分别表示10%、5%、1%显著性水平，括号中为聚类稳健标准误。

表4中进一步考察了信息化建设对企业发明专利申请质量的影响。与实用新型和外观设计专利不同，发明专利从申请到授权除了需要进行形式审查外，还需要经过实质审查。实质审查会就发明专利的新颖性、创造性、实用性等实质性内容进行审查。创新质量不高的发明专利申请往往会被驳回。因此发明专利授权率可用于测度发明专利的申请质量。表4的第(1)列是以发明专利授权率为被解释变量，结果表明信息化建设并没有显著提升企业发明专利的授权率。第(2)列检验了信息化建设对企业已申请但未授权发明专利数的影响，结果显示信息化建设使得企业未授权的发明专利数显著增加了约19%。第(3)列进一步考察了信息化建设对已申请但被驳回或者撤回的发明专利数的影响，同样，被驳回或撤回的发明专利数在信息化建设后出现了显著增长。表4的回归结果表明，信息化建设仅仅提高了企业发明专利的申请量，即提升了企业的研发效率，但并未改善企业发明专利的申请质量。

表4 信息化建设对企业发明专利授权的影响

	<i>Ginvent_ratio</i>	<i>lnipending</i>	<i>lnunigrant</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>IIF</i>	-0.112 (2.356)	0.190*** (0.061)	0.197*** (0.071)
控制变量	是	是	是
企业效应	是	是	是
年份效应	是	是	是
样本量	7 379	7 379	7 379
Adj. R^2	0.352	0.489	0.614

注：*、**、***分别表示10%、5%、1%显著性水平，括号中为聚类稳健标准误。

(二) 共同趋势检验¹⁰

运用 DID 模型的一个关键假定是, 在没有政策干预的情况下实验组和对照组的变动趋势相同, 即共同趋势假定。为了检验这一条件是否满足, 参考 Wang (2013), 以政策实施前 1 年为基准组, 本文设定了模型 (1) 的动态形式, 如模型 (2) 所示。其中 t_{i0} 表示政策实施的初始年份, 对于实验组城市 j 而言, $IIF_{jt_{i0}-\tau}$ 、 $IIF_{jt_{i0}+\tau}$ 分别在政策前、后的第 τ 年取值为 1, 否则取值为 0。对于对照组城市, 这两个变量均取值为 0。 m 、 n 分别表示政策前后的最大年限。本文的政策实施年份分别为 2009 年、2011 年, 因此样本期内政策前、后的最大年限分别为 8、6。

$$Innovation_{ijt} = \alpha + \sum_{\tau=1}^m \varphi_{-\tau} IIF_{jt_{i0}-\tau} + \sum_{\tau=0}^n \varphi_{+\tau} IIF_{jt_{i0}+\tau} + X' \Gamma + \eta_i + \omega_t + \varepsilon_{it}. \quad (2)$$

平行趋势检验结果如图 3 所示。在政策实施之前, 即第 0 期之前, 无论是以发明专利申请数 (左图) 还是授权数 (右图) 为被解释变量, $IIF_{-}(-8)$ 至 $IIF_{-}(-2)$ 均不显著, 这表明实验组和对照组之间满足共同趋势假定。

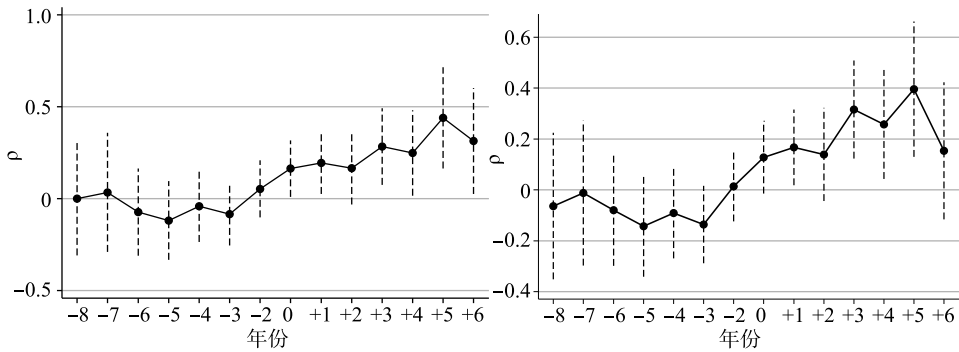


图 3 平行趋势检验

进一步地, 从政策实施后的效果来看, 信息化建设对企业发明专利申请和授权的影响效应呈现逐年递增趋势。这也容易理解, 创新本身有周期性, 累积性的创新投入会产生创新产出的倍增现象 (周黎安和罗凯, 2005)。

¹⁰ 本文还进行了一系列稳健性检验, 包括: ①子样本内检验 (保留连续存在的企业、剔除 2006 年会计准则变动前样本); ②控制城市特征变量、将标准误差聚类到城市层面; ③PSM+DID、工具变量法检验; ④排除创新型城市、创新型企业、高新技术企业认定等竞争性政策; ⑤安慰剂检验。限于篇幅, 相关结果备索。

六、信息化建设作用于企业创新的进一步检验

机制分析部分指出信息技术会通过机会识别、创新平台建设以及企业间的合作对创新产生影响。接下来，我们逐一识别这三个影响渠道。

首先，机会识别渠道。企业的创意源自市场需求，而要了解市场需求，则需要频繁地接触自己的客户、供应商甚至竞争对手。在大数据时代，凭借信息技术，企业能够以较低的成本从产品的销售中提取出目标人群的偏好信息，制定精准的营销策略，并决定产品创新方向。在这一过程中，市场销售规模越大的公司，越容易利用信息技术从中获取到有价值的创新信息。为了检验这一点，表5的第(1)—(2)列以主营业务收入(*Income*)为主要解释变量，结果显示主营业务收入规模对企业发明专利申请和授权有正向影响但并不显著。¹¹第(3)—(4)列中把信息化建设变量与主营业务收入变量作交互，结果显示，在信息化建设的作用下，营收规模越大的企业发明专利申请和授权量越多。结合第(1)—(2)列的回归结果可知，在没有信息技术加持的情况下，即使营收规模扩大、消费者增多，企业也难以从需求端获取创新机会。而在信息技术加持下，企业可以轻易获取到产品使用数据和消费者的反馈数据，并利用计算机对数据进行处理分析，从中挖掘出创新机会，即信息化建设使得企业具备了从市场需求中发现创新机会的能力。¹²

表5 机会识别渠道

	<i>lniapply</i>	<i>lngiapply</i>	<i>lniapply</i>	<i>lngiapply</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>IIF</i>			0.173**	0.182**
			(0.084)	(0.075)
<i>Income</i>	0.034	0.003	0.022	-0.008
	(0.059)	(0.050)	(0.057)	(0.049)
<i>Income</i> × <i>IIF</i>			0.155***	0.149***
			(0.047)	(0.048)
控制变量	是	是	是	是

¹¹ 我们检验了纳入 *Income* 后是否会带来多重共线性问题，结果显示所有变量的 VIF 值均小于 10，表明不存在多重共线性问题。

¹² 对于该渠道，本文还发现信息化建设能够促进创新知识溢出进而加速企业创新，限于篇幅，相关结果备索。

(续表)

	<i>lniapply</i>	<i>lngiapply</i>	<i>lniapply</i>	<i>lngiapply</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
企业效应	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是
样本量	7 354	7 354	7 354	7 354
Adj. R^2	0.725	0.699	0.729	0.703

注：*、**、***分别表示10%、5%、1%显著性水平，括号中为聚类稳健标准误。

其次，创新平台渠道。信息技术在概念发展、产品设计、流程设计以及商业化生产等环节的应用能够显著提升企业研发设计效率。为了检验这一渠道，我们从企业无形资产中获取了软件资产数据¹³，以软件资产的对数值为中介变量，利用中介效应模型检验了创新平台机制。¹⁴中介效应模型的检验结果如表6所示。其中，第(1)–(3)列是以发明专利申请数为被解释变量进行的中介效应检验，第(4)–(6)列是以发明专利授权数为被解释变量进行的中介效应检验。从第(1)列的回归结果来看，信息化建设对企业发明专利申请有显著正向影响。第(2)列中 *IIF* 对 *Software* 同样具有显著促进作用，第(3)列中 *IIF* 及 *Software* 均对企业发明专利的申请有显著正向影响，但 *IIF* 系数较第(1)列有所下降，表明中介效应成立。第(4)–(6)列以发明专利授权数为被解释变量的回归结果同样表明中介效应成立。表6的回归结果表明以“两化融合试验区”表征的信息化建设提高了企业应用信息技术来改善创新绩效的能力。

表 6 创新平台机制

	<i>lniapply</i>	<i>Software</i>	<i>lniapply</i>	<i>lngiapply</i>	<i>Software</i>	<i>lngiapply</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>IIF</i>	0.241**	0.216**	0.230**	0.251***	0.216**	0.243***
	(0.101)	(0.107)	(0.101)	(0.094)	(0.107)	(0.094)
<i>Software</i>			0.048**			0.036**
			(0.020)			(0.018)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业效应	是	是	是	是	是	是

¹³ 数据主要来自 CNRDS 数据库，我们根据上市公司年报对部分缺失值进行了补齐。

¹⁴ 感谢审稿人的建议。中介效应模型的设定参考了温忠麟等(2004)以及施炳展和李建桐(2020)。

(续表)

	<i>lniapply</i>	<i>Software</i>	<i>lniapply</i>	<i>lngiapply</i>	<i>Software</i>	<i>lngiapply</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
年份效应	是	是	是	是	是	是
样本量	5 985	5 985	5 985	5 985	5 985	5 985
Adj. R^2	0.733	0.805	0.734	0.705	0.805	0.705

注：*、**、***分别表示10%、5%、1%显著性水平，括号中为聚类稳健标准误。

最后，创新组织形式渠道。在信息技术影响创新的渠道中，机会识别以及创新平台建设主要影响的是企业自主创新能力，而组织形式渠道主要影响的是企业合作创新能力。中国创新专利研究数据库在对上市公司专利进行统计的过程中将专利区分为独立申请的专利和联合申请的专利，这为我们研究信息化建设对企业自主创新、合作创新能力的影响提供了机会。为了检验中国创新专利研究数据库与国泰安数据库是否具有可比性，表7的第(1)—(4)列以中国创新专利研究数据库的专利申请总数以及三种专利的申请数作为被解释变量进行了回归。结果显示，与表2利用国泰安数据库得到的回归结果一致，信息化建设仅显著促进了企业发明专利申请数的增长，增幅为21.9%。进一步地，表7的第(5)—(6)列继续使用中国创新专利研究数据库就信息化建设对企业创新组织形式的影响进行了检验。由于第(2)列显示仅发明专利的申请量显著增长，因而第(5)—(6)列的被解释变量仅以发明专利申请数做了区分。第(5)列显示，信息化建设使得企业独立申请的发明专利数显著增加了约22.9%。第(6)列显示，信息化建设同样使得企业联合申请的发明专利数获得了增长，增幅略低于独立申请数，为16.6%。进一步地，为了比较信息化建设是否真的令企业独立申请专利的能力更强，我们以企业独立申请的发明专利数(*siapply*)与联合申请的发明专利数(*ciapply*)比值的对数值为被解释变量(计算公式为 $\ln\left(\frac{siapply}{ciapply} + 1\right)$)，回归结果如第(7)列所示。可以看到，信息化建设并没有令企业独立申请的专利数更快地增长，因此，信息化建设对企业自主创新及合作创新能力的提升具有同等重要的影响。

表7 信息化建设对企业创新组织形式的影响

	专利申请				独立申请	联合申请	比值
	<i>lnapply</i>	<i>lniapply</i>	<i>lnuapply</i>	<i>lndapply</i>	<i>lnsiapply</i>	<i>lnciapply</i>	(7)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>IIF</i>	0.019	0.219**	0.045	0.096	0.229**	0.166***	0.053
	(0.094)	(0.089)	(0.084)	(0.061)	(0.089)	(0.062)	(0.083)

(续表)

	专利申请				独立申请	联合申请	比值
	<i>lnapply</i>	<i>lniapply</i>	<i>lnuapply</i>	<i>lndapply</i>	<i>lnsiapply</i>	<i>lnciapply</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
企业效应	是	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是	是
样本量	7 341	7 341	7 341	7 341	7 341	7 341	7 341
Adj. R ²	0.748	0.721	0.734	0.682	0.687	0.539	0.582

注：*、**、***分别表示 10%、5%、1%显著性水平，括号中为聚类稳健标准误。

七、研究结论与政策启示

本文借助“两化融合试验区”的准自然实验，构建双重差分模型，利用上市公司数据研究了信息化建设对企业创新的影响。研究结果显示，信息化建设对企业申请和授权高价值的发明专利有显著促进作用，改善了企业专利结构，提升了企业创新能力。这一结论在经过排除样本选择性偏误、竞争性假说等多种内生性问题后依旧成立。但是，信息化建设对企业发明专利申请质量的改善十分有限，仅提高了企业发明专利的产出效率。进一步的机制分析显示，信息化建设显著增强了企业从市场营销中发现创新机会的能力，并激励企业增加了对软件等信息技术的投入，同时强化了信息技术对创新活动的促进作用。此外，信息化建设不仅改善了企业自主创新的能力，还通过降低交流成本提升了企业协同创新的能力。

本文具有以下重要的政策启示：

第一，大力推进新一代信息技术与传统产业深度融合，提高融合创新能力。从信息化促进创新的基本结论来看，企业创新能力在信息化建设下得到了显著提升。这表明信息技术的融合应用已经成为推动创新增长的重要引擎。因此要加速包括大数据、云计算、人工智能等在内的新一代信息技术向各领域渗透，持续推进信息技术与传统产业的融合，打造“互联网+”创新建设平台。具体而言，应该在潜在的各个行业开展技术融合试点，积极引导信息技术企业与各行业内的龙头企业合作，形成可复制经验，并通过构建技术融合试点平台来予以推广。

第二，加大对新一代信息基础设施投入，提升信息服务能力。“两化融合试验区”在开展的过程中不仅重视引导企业增加技术投入，而且还高度重视信息服务平台以及信息人才队伍建设。这意味着在新一代信息技术应用的过

程中，要重视软、硬件基础设施的建设。不仅要建成能够支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型硬件基础设施，还要重视产学研合作，建设好人才队伍和信息产业平台。

第三，加强对信息技术关键核心技术的研究支持。信息技术的融合应用能够带来巨大的经济效应，从企业层面的检验中可以看到，当前，在信息技术的加持下，企业创新质量得到了显著改善，高质量发明专利的数量增加显著。信息技术已经成为企业赖以创新的关键支撑技术之一。面对如此重要的支撑技术，我国若无法实现自给，一旦出现问题，影响的不仅是企业的创新，严重的会危及企业生存。因此，必须要加强对信息领域关键核心技术的攻关突破，这一过程中既要发挥政府的支持保障作用，更要激发企业家乃至全社会的创新创造活力。

参考文献

- [1] Arvanitis, S., E. N. Loukis, and V. Diamantopoulou, "Are ICT, Workplace Organization, and Human Capital Relevant for Innovation? A Comparative Swiss/Greek Study", *International Journal of the Economics of Business*, 2016, 23 (3), 319-349.
- [2] Andersson, M., A. Kusetogullari, and J. Wernberg, "Software Development and Innovation: Exploring the Software Shift in Innovation in Swedish Firms", *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 167, 120695.
- [3] Bartel, A., C. Ichniowski, and K. Shaw, "How Does Information Technology Affect Productivity? Plant-level Comparisons of Product Innovation, Process Improvement, and Worker Skills", *Quarterly Journal of Economics*, 2007, 122 (4), 1721-1758.
- [4] Branstetter, L. G., M. Drev, and N. Kwon, "Get with the Program: Software-driven Innovation in Traditional Manufacturing", *Management Science*, 2019, 65 (2), 541-558.
- [5] Brynjolfsson, E., and L. M. Hitt, "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance", *Journal of Economic Perspectives*, 2000, 14 (4), 23-48.
- [6] Coase, R., "The Nature of the Firm", *Economica*, 1937, 4 (16), 386-405.
- [7] Dong, J. Q., and C. H. Yang, "Information Technology and Innovation Outcomes: Is Knowledge Recombination the Missing Link?", *European Journal of Information Systems*, 2019, 28 (6), 612-626.
- [8] 董祺, "中国企业信息化创新之路有多远? ——基于电子信息企业面板数据的实证研究", 《管理世界》, 2013年第7期, 第123—129页。
- [9] Goldfarb, A., and C. Tucker, "Digital Economics", *Journal of Economic Literature*, 2019, 57 (1), 3-43.
- [10] Gretton, P., J. Gali, and D. Parham, "The Effects of ICTs and Complementary Innovations on Australian Productivity Growth", In: OECD (eds.), *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications*. Paris: OECD Publishing, 2004, 105-130.
- [11] 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?", 《中国工业经济》, 2014

- 年第 12 期, 第 70—82 页。
- [12] 韩先锋、宋文飞、李勃昕, “互联网成为中国区域创新效率提升的新动能吗”, 《中国工业经济》, 2019 年第 7 期, 第 119—136 页。
- [13] Haug, A., K. Adsbøll Wickstrøm, J. Stentoft, and K. Philipsen, “The Impact of Information Technology on Product Innovation in SMEs: The Role of Technological Orientation”, *Journal of Small Business Management*, 2020, 1-27.
- [14] Karhade, P., and J. Dong, “Information Technology Investment and Commercialized Innovation Performance: Dynamic Adjustment Costs and Curvilinear Impacts”, *MIS Quarterly*, 2020, 45 (3a), 1007-1024.
- [15] Kleis, L., P. Chwelos, R. Ramirez, and I. Cockburn, “Information Technology and Intangible Output: the Impact of IT Investment on Innovation Productivity”, *Information Systems Research*, 2012, 23 (1), 42-59.
- [16] Koellinger, P., “The Relationship between Technology, Innovation, and Firm Performance—Empirical Evidence from E-Business in Europe”, *Research Policy*, 2008, 37 (8), 1317-1328.
- [17] 黎文靖、罗曼妮, “实质性创新还是策略性创新? ——宏观产业政策对微观企业创新的影响”, 《经济研究》, 2016 年第 4 期, 第 60—73 页。
- [18] 林毅夫, “信息化——经济增长新源泉”, 《科技与企业》, 2003 年第 8 期, 第 53—54 页。
- [19] Liu, J., H. Chang, J. Y. L. Forrest, and B. Yang, “Influence of Artificial Intelligence on Technological Innovation: Evidence from the Panel Data of China’s Manufacturing Sectors”, *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 158, 120142.
- [20] 刘洋、董久钰、魏江, “数字创新管理: 理论框架与未来研究”, 《管理世界》, 2020 年第 7 期, 第 198—217 页。
- [21] Malhotra, A., A. Majchrzak, R. Carman, and V. Lott, “Radical Innovation without Collocation: A Case Study at Boeing-Rocketdyne”, *MIS Quarterly*, 2001, 25 (2), 229-249.
- [22] Santoleri, P., “Diversity and Intensity of Information and Communication Technologies Use and Product Innovation: Evidence from Chilean Micro-data”, *Economics of Innovation and New Technology*, 2015, 24 (6), 550-568.
- [23] Schilling, M. A., and C. W. Hill, “Managing the New Product Development Process: Strategic Imperatives”, *Academy of Management Perspectives*, 1998, 12 (3), 67-81.
- [24] 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”, 《经济研究》, 2020 年第 1 期, 第 33—48 页。
- [25] 施炳展、李建桐, “互联网是否促进了分工: 来自中国制造业企业的证据”, 《管理世界》, 2020 年第 4 期, 第 130—149 页。
- [26] Spiezia, V., “Are ICT Users More Innovative?: An Analysis of ICT-Enabled Innovation in OECD Firms”, *OECD Journal: Economic Studies*, 2011, 1, 1-21.
- [27] 谭小芬、钱佳琪, “资本市场压力与企业策略性专利行为: 卖空机制的视角”, 《中国工业经济》, 2020 年第 5 期, 第 156—173 页。
- [28] Wang, J., “The Economic Impact of Special Economic Zones: Evidence from Chinese Municipalities”, *Journal of Development Economics*, 2013, 101, 133-147.
- [29] 汪晓文、杜欣, “基于模糊评价的中国工业化与信息化融合发展测度研究”, 《兰州大学学报 (社会科学版)》, 2014 年第 5 期, 第 88—97 页。
- [30] 温忠麟、张雷、侯杰泰、刘红云, “中介效应检验程序及其应用”, 《心理学报》, 2004 年第 5 期, 第

614—620页。

- [31] 肖静华、吴小龙、谢康、吴瑶，“信息技术驱动中国制造转型升级——美的智能制造跨越式战略变革纵向案例研究”，《管理世界》，2021年第3期，第161—179页。
- [32] 余泳泽、张少辉，“城市房价、限购政策与技术创新”，《中国工业经济》，2017年第6期，第98—116页。
- [33] 张龙鹏、周立群，“‘两化融合’对企业创新的影响研究——基于企业价值链的视角”，《财经研究》，2016年第7期，第99—110页。
- [34] 周黎安、罗凯，“企业规模与创新：来自中国省级水平的经验证据”，《经济学》（季刊），2005年第4卷第3期，第623—638页。

Can Informatization Improve the Firm Innovation Capacity?

—Evidence from the “Pilot Zones of Integration of Informatization and Industrialization”

LEI LI

(*Sun Yat-sen University*)

CHANGQING LIU* MINCHUN HAN

(*Huazhong University of Science and Technology*)

Abstract Combing the data of A-share listed companies from 2003 to 2015, this paper uses the DID method to examine the impact of informatization on the firm innovation ability by the quasi-natural experiment named “Pilot Zones of Integration of Informatization and Industrialization” for the first time. The findings show that, Informatization significantly improves the quality of patents, and promotes the invention patents rather than utility model and design patents regarded as “short-flat-fast”. Informatization only improves the output efficiency of invention patents, but has no positive impact on the invention patent application quality. Informatization empowers innovation activities mainly through three channels: opportunity identification, innovation platform, and organizational forms.

Keywords information technology, innovation, “pilot zones of Integration of Informatization and Industrialization”

JEL Classification L86, O31, O38

* Corresponding Author: Changqing Liu, School of Economics, Huazhong University of Science and Technology, No.1037 Luo Yu Road, Hongshan District, Wuhan, Hubei 430074, China; Tel: 86-18939436111, E-mail: lcq_eco@163.com.