引用格式：魏福志，佟孟华，黄小波，等. 绿色化能否带动数字化？——来自气候适应型城市建设的证据[J]. 技术经济，2026，45(10)：133-146.

Wei Fuzhi，Tong Menghua，Huang Xiaobo，et al. Can greening drive digitalisation? Evidence from climate-adaptive urban development[J]. Journal of Technology Economics，2026，45(10)：133-146.

绿色化能否带动数字化？

——来自气候适应型城市建设的证据

魏福志[1]，佟孟华[1]，黄小波[1]，艾永芳[2]

（1. 东北财经大学经济学院，大连 116025；2. 大连外国语大学商学院，大连 116044）

摘 要：数字化绿色化协同转型发展，作为旨在以数字化赋能绿色化、以绿色化带动数字化的可持续发展，是国家战略的重要组成部分，是新时代中国经济社会发展的必然选择。聚焦于绿色化带动数字化这一条路径，基于2012—2023年A股上市企业数据，以气候适应型城市建设试点政策的实施为准自然实验，使用双重差分法考察该政策的实施对企业数字化转型的因果效应。研究发现，气候适应型城市建设试点政策的实施能够显著促进企业数字化转型，且这一政策在管理层权力较小的企业、重污染行业和高能耗压力城市中促进效果更为明显。机制检验发现，气候适应型城市建设试点政策主要通过数字基础赋能效应、研发激励效应和企业供应链风险缓释效应来促进企业数字化转型。进一步分析表明，气候适应型城市建设试点政策能够与数据知识产权试点政策产生正向协同作用，强化了气候适应型城市建设试点政策对企业数字化转型的促进作用。研究结论为气候适应型城市建设试点政策的进一步完善提供了参考与借鉴。

关键词：双化协同；气候适应型城市建设；数字基础；研发激励；供应链风险；企业数字化转型

中图分类号：F270.7；X43 **文献标志码**：A **文章编号**：1002-980X(2026)10-0133-14

DOI：10.12404/j.issn.1002-980X.J26012106

一、引言

2023年2月，《数字中国建设整体布局规划》提出要“加快数字化绿色化协同转型”。随后于2024年8月出台的《数字化绿色化协同转型发展实施指南》进一步对数字化绿色化协同转型发展（以下简称双化协同）作出具体部署。2025年，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》明确提出将坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，坚持智能化、绿色化、融合化方向确立为未来五年的发展方向。尽管双化协同发展战略导向明确，但其目前仍处于初步探索阶段[1]，两者之间存在较大差距[2]。普遍面临管理机制不健全、标准规范不统一、协同程度不高等现实挑战。鉴于此，在中央倡导双化协同发展的背景下，2017年出台的《关于印发气候适应型城市建设试点工作的通知》（以下简称气候适应型城市建设试点政策）为本文的研究提供了重要的切入点。其核心目标在于提升城市发展的绿色韧性，同时也可以促进企业绿色转型[3]。那么，这一典型的绿色导向政策，是否会产生意料之外的数字红利，即驱动企业进行数字化转型。实证检验这一问题，不仅有助于丰富绿色经济与数字化转型的交叉领域的相关理论，更能够为政府部门优化政策供给、为企业推进双化融合实践提供科学决策依据与参考。

在《“十四五”国家信息化规划》中，双化协同被明确界定为以数字化引领绿色化，以绿色化带动数字化的交互进程。现有研究主要从两条路径研究双化协同发展：一方面，立足于数字化引领绿色化这一路径，现

收稿日期：2026-01-21

基金项目：高校基金科研项目（面上项目）“数字经济高质量发展下企业数字化转型的内在逻辑、实证检验与推进路径研究”（LJ112410172019）

作者简介：魏福志（2001—），东北财经大学经济学院博士研究生，研究方向：数字化转型、绿色创新；佟孟华（1965—），博士，东北财经大学经济学院教授，研究方向：绿色金融；黄小波（1998—），东北财经大学经济学院博士研究生，研究方向：绿色创新；（通信作者）艾永芳（1984—），博士，大连外国语大学商学院教授，研究方向：数字化转型、数字政府建设。

有文献围绕数字化对企业绿色创新质量与规模[4]、制造业绿色化转型[5-7]、生态环境协调发展[8]及碳减排效应[9]等的影响展开了多维度的探讨;另一方面,针对绿色化带动数字化的发展路径,现有研究主要聚焦于低碳城市对数字化转型的影响[10-11]。由此可知,当前研究侧重于数字化引领绿色化的路径研究,而忽视了绿色化带动数字化的路径研究。若长期缺乏对绿色化带动数字化的关注,会导致人们对二者之间关系的片面认知,从而影响政府政策制定和企业决策行为。

本文旨在弥补现有研究的不足,聚焦于以绿色化带动数字化的发展路径,从绿色低碳目标出发,系统探讨在绿色低碳目标指引下,推动企业数字技术创新与应用的有效路径,形成绿色化驱动、数字化支撑的协同发展的新机制。具体地,以气候适应型城市建设试点政策为"准自然实验",基于2012—2023年中国A股上市企业数据,构建标准双重差分模型进行实证检验。本文可能的边际贡献在于:

第一,立足于绿色化引领数字化的研究视角,探究气候适应型城市建设试点政策的实施对企业数字化转型的影响及作用机制。现有研究大多聚焦于数字化引领绿色化这一路径[12-14],而关于绿色化带动数字化的理论探讨与实证研究仍较为薄弱。本文从绿色化带动数字化的路径入手,不仅增添了绿色化带动数字化的证据,也丰富了双化协同在微观企业层面的研究体系。

第二,在政策效应评估与企业数字化转型影响因素层面,本文拓展了气候适应型城市建设试点政策的经济后果及企业数字化转型影响因素的研究边界。既有研究主要聚焦于该政策对城市可持续发展能力[15]、城市韧性水平[16]及企业环境责任履行[17]等方面的影响。在企业数字化转型的影响因素方面,主要集中于环境因素[18-19]、政策因素[20-22]及企业内部因素[23]的影响。然而,尚未有文献系统考察气候适应型城市建设试点政策对企业数字化转型的实施效果。本文实证检验气候适应型城市建设试点政策对企业数字化转型的净效应,为评估气候适应型城市建设试点政策的数字化协同效益提供了新的经验证据。

第三,在机制识别和政策协同层面,阐明了气候适应型城市建设试点政策对企业数字化转型影响的作用机理,进一步识别了政府不同的政策工具与气候适应型城市建设试点政策之间的协同关系,深化了该政策赋能企业数字化转型的路径研究。在政策协同的影响效应层面,不同于现有研究仅从单一政策角度考察对企业数字化转型的影响,本文系统性地使用了政府政策进行协同分析,揭示了数据知识产权试点政策能够强化该政策对企业数字化转型的推动作用。该发现不仅证实了绿色化带动数字化过程中政府支持的必要性,也为构建协同高效的双化协同政策体系提供了经验支撑。

二、政策背景与理论分析

(一)政策背景

在中国经济迈向高质量发展的阶段,气候变化引发的极端天气与生态风险对企业发展的冲击日益凸显。当企业受到气候冲击时,其各类生产要素易受影响。其中,固定资产、生产设备及建筑等资本要素首当其冲,不仅会因资产损失直接削弱运营能力,也会对生产与资本积累造成阻滞[24-26]。在此背景下,2017年2月,作为国家应对气候变化战略与新型城镇化战略深度耦合的制度化产物,中国实施的气候适应型城市建设试点政策成为统筹气候风险治理与经济社会可持续发展的重要制度安排。气候适应型城市建设试点政策以大连市等28个地区①作为气候适应型城市建设试点,通过"试点先行、以点带面"的制度设计,旨在探索可推广的气候适应型城市建设模式,标志着该政策从战略构想进入制度化实施阶段。

气候适应型城市建设试点政策作为培育绿色化、智能化新动能的重要载体,是适应中国迈向高质量发展,突破传统路径依赖的重要路径。传统的产业发展中,多数产业存在能耗大、抗风险能力弱的问题,此政策覆盖智慧水利、韧性交通等方向,形成了需求牵引和供给约束的双驱动,从需求侧促进数字技术融合气象

① 气候适应型城市建设试点城市为内蒙古自治区呼和浩特市、辽宁省大连市、辽宁省朝阳市、浙江省丽水市、安徽省合肥市、安徽省淮北市、江西省九江市、山东省济南市、河南省安阳市、湖北省武汉市、湖北省十堰市、湖南省常德市、湖南省岳阳市、广西壮族自治区百色市、海南省海口市、重庆市璧山区、重庆市潼南区、四川省广元市、贵州省六盘水市、贵州省毕节市(赫章县)、陕西省商洛市、陕西省西咸新区、甘肃省白银市、甘肃省庆阳市(西峰区)、青海省西宁市(湟中县)、新疆维吾尔自治区库尔勒市、新疆维吾尔自治区阿克苏市(拜城县)、新疆生产建设兵团石河子市28个地区。

服务、应急管理，发展气候智慧型业态，实现数字与绿色经济协同发展；以全面提升城市适应气候变化能力为核心，坚持因地制宜、科学适应，吸收借鉴国内外先进经验，完善政策体系，创新管理体制，将适应气候变化理念纳入城市规划建设管理全过程，完善相关规划建设标准。

（二）理论分析

气候适应型城市建设试点政策的实施能够为企业数字化转型扫清障碍，激活企业数字化转型的核心内生动力。本文从气候适应型城市建设试点政策的本质特征和企业数字化转型的驱动因素出发，系统剖析其影响因素。气候适应型城市建设试点政策要求企业提升对极端天气的风险韧性，这一目标的实现高度依赖数字基础设施的完善与支撑，进而从硬件基础层面解决企业能不能转的问题。同时，极端气候事件易对企业造成重大的经济损失，促使企业通过增加技术研发投入实现成本管控，而研发投入的增加能够为企业带来专业技术和储备人才，从而有效解决企业有没有能力转的问题。此外，气候波动加剧也会对企业的供应链造成冲击，增加供应链运营风险，该政策的实施有助于缓解气候不确定性带来的外部冲击，从而有效解决企业为什么需要转的问题。因此，从数字基础赋能效应、研发激励效应和供应链风险缓释效应三个渠道，深入分析气候适应型城市建设试点政策的实施对企业数字化转型的影响。

1. 数字基础赋能效应

数字基础赋能效应是气候适应型城市建设试点政策作用于企业数字化转型的核心传导路径之一。由于该政策的实施要求企业提升气候风险识别、监测预警与适应性响应能力，而这类能力的形成高度依赖于数字基础设施的覆盖广度、感知精度与联通水平。由此，新型数字基础设施为企业数字化转型提供底层支撑与能力保障。

气候适应型城市建设的目标在于应对气候风险、增强城市韧性[16]。对于城市治理来说，为应对更加精准化、智能化的要求，会驱动政府加大对 5G 基站、物联网感知节点、卫星通信终端、工业互联网等基础设施的投入[27]。此类基础设施具有准公共物品属性以及部分网络外部性特征，其供给不仅能够实现多主体间的非竞争性使用，而且随着接入主体数量的增加，整体网络价值也会同步提升，这种普适性供给显著降低了企业的数字化初始接入成本和技术门槛[28]。

新型数字基础设施的逐步完善进一步转化为企业数字化转型的重要驱动力。依托该设施，企业可以完成对生产经营的几乎所有环节数据进行实时采集、传输和交互，彻底打破生产型企业领域中以往存在的信息孤岛现象，缓解了因信息不对称而导致的资源配置低效与生产协同不足等问题。随着数据连通性和可用性的增强，企业可以进一步对业务流程进行数字化重构与优化，提升资源配置效率、生产柔性与风险响应能力，强化数据贯通和支撑业务流程重构，为企业数字化转型提供了关键底层支撑。

2. 研发激励效应

研发激励效应是气候适应型城市建设试点政策促进企业数字化转型的内生动力源泉，通过引导企业创新研发投入的规模与结构，特别是推动长期创新行为，为企业数字化转型提供技术支撑与能力保障，从政策激励与数字化转型需求两个维度展开分析。

从政策激励逻辑来看，气候适应型城市建设试点政策能够通过提升基础设施抗灾能力、完善气候预警系统降低极端气候事件造成的物理风险，为企业持续进行技术研发活动打下坚实基础[15, 29]。这种环境规制能够降低企业的研发边际成本，提高预期收益，进而激励企业增加研发创新投入。作为企业技术创新的核心要素投入[30]，研发投入不仅可帮助企业累积更多技术知识存量，也为推动数字化转型等创新活动奠定基础。而且，企业在响应政策开展的研发中，会在气候监测算法开发、智能生产调控系统建设等方面投入大量精力进行针对性研发活动[31]。在企业创新研发投入结构层面，气候适应型城市建设的导向性使企业的创新研发投入体现出较强的长期化特征。资本化研发投入能够形成具有长期价值[32]的专用性资产，其不可模仿性与气候适应型城市建设所需的可持续性目标相契合。因此，其更容易获得资源的倾斜。相比之下，费用化研发投入主要指向即时性的技术改进或研发活动维持，难以满足长远性要求，故该政策对其激励效果相对有限。

从数字化转型需求视角来看，资本化研发投入占比的提升对企业数字化转型具有直接的促进作用。一方面，资本化研发投入形成的技术资产与数字化转型需求相契合，如在资本化研发投入中所建立的数字化

研发平台和购置的数字化生产设备都是企业数字化转型的重要组成部分,可以直接提高企业数字化基础能力。另一方面,企业的长期创新可以培养数字化转型所需要的核心能力。企业开展资本化研发投入形成的数字化研发体系可以保障研发工作更加协同化、智能化,并提升研发的效率及创新的质量;这种协同作用可以将企业创新投入的研发产出转化为数字化转型的动力,帮助企业实现数字化转型由技术应用层面向战略层面迈进,实现数字化与业务的深度融合。

3. 供应链风险缓释效应

供应链风险缓释效应为气候适应型城市建设试点政策促进企业数字化转型提供了有利条件,通过基础设施保障和风险认知水平降低了供应链风险,从而在资源配置上促进企业数字化转型。

气候适应型城市建设试点政策,可从基础设施保障和风险认知水平两个维度形成风险缓冲效应,进而有效降低企业面临的供应链风险。该政策能够通过优化城市气候适应基础设施、提升企业气候风险感知能力,从而增强企业韧性和供应链稳定性[33-34]。在基础设施层面,政策要求试点城市针对强降水、高温等极端天气气候事件,修改完善城市基础设施设计和建设标准,构建科学合理的城市防洪排涝体系,同时增强城市在涵养水源、调节气温、保持水土等方面的功能。这些基础设施的升级能够有效降低城市交通、通信、能源等因极端气候事件而中断的概率,从而减少气候风险沿供应链向上游供应商和下游客户传导的可能性[35]。在风险认知层面,政策通过强化城市适应理念、将气候变化风险评估纳入城市发展目标体系、健全应急联动和社会响应体系等措施,提高企业及供应链伙伴对气候风险的识别能力和应对准备水平,从而降低企业面临的供应链风险。

企业供应链风险的降低,又进一步为企业数字化转型创造了有利条件并提供了内在驱动力。从资源配置角度看,当供应链风险降低后,企业不必将大量资源用于应对突发气候冲击和恢复[36],而是将更多资金和人力投入到长期性、战略性的数字化建设中。同时能够倒逼企业优化供应链配置的地理分布与合作者结构,而这一优化过程本身依托数字技术支撑,来实现供应商的多元化布局、地理风险实时评估及合作关系动态管理。此外,还减少了企业与上下游主体间的信息摩擦,推动数字化协同工具得以更顺畅地部署与落地应用,在相对稳定的运营环境中为企业数字化转型筑牢基础,从根本上促进企业数字化进程。

基于以上分析,本文提出假设:

气候适应型城市建设试点政策的实施能够促进企业数字化转型(H1);

气候适应型城市建设试点政策的实施能够通过数字基础赋能效应、研发激励效应和供应链风险缓释效应来促进企业数字化转型(H2)。

综上,气候适应型城市建设试点政策影响企业数字化转型的机制如图 1 所示。

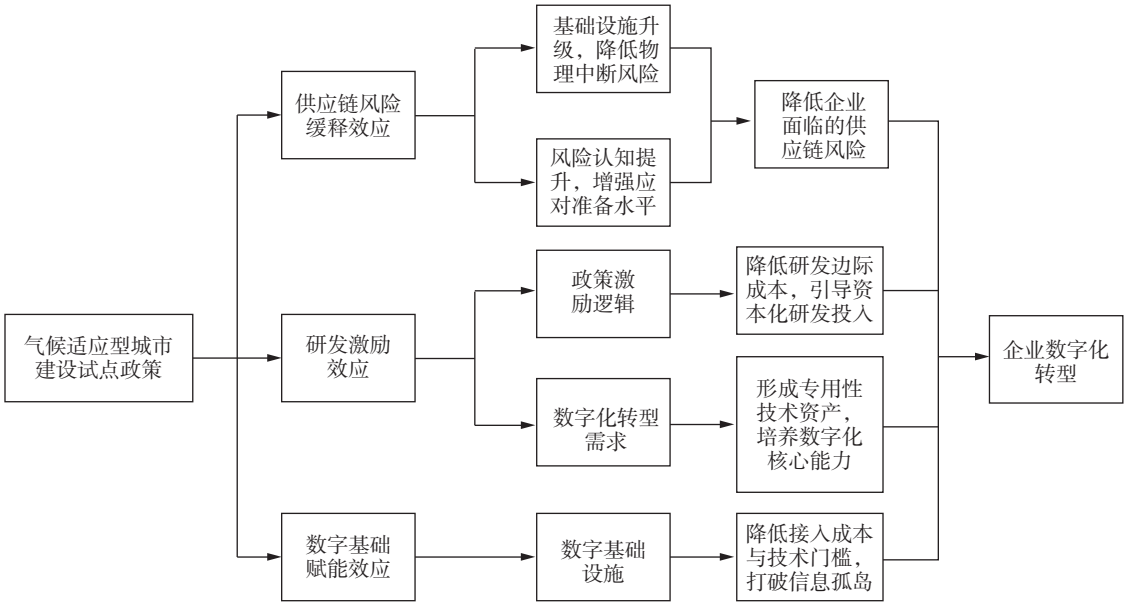

图 1　气候适应型城市建设试点政策影响企业数字化转型的机制

三、研究设计

（一）模型设定

为了检验气候适应型城市建设试点政策的实施对企业数字化转型的影响，利用2017年实施的气候适应型城市建设试点政策作为准自然实验，采用标准双重差分法（DID）开展计量检验，基准回归模型设计如式（1）所示。

$$digital_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 did_{it} + \beta X_{it-1} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中：i、t 分别为企业、年份；被解释变量 $digital_{it}$ 为企业 i 在 t 年的数字化转型水平；核心解释变量 $did_{it} = treat_i \times post_t$ 为气候适应型城市建设试点政策实施的虚拟变量，若企业所在地在试点范围内，则 $treat_i = 1$，否则为0，若时间在政策实施当年及以后，则 $post_t = 1$，否则为0；X_{it-1} 为一系列企业与城市控制变量，为缓解本文的反向因果问题，将控制变量进行滞后一期处理；μ_i、γ_t 和 ε_{it} 分别为企业、年份固定效应和随机误差项；α、β 为待估系数。若系数 α_1 显著为正，说明气候适应型城市建设试点政策的实施显著促进了企业数字化转型，假设H1成立。

基准回归结果可靠的前提是平行趋势假设成立，为验证该假设，构建如式（2）所示的模型。

$$digital_{it} = \alpha_0 + \sum_{k\geqslant -5, k\neq -1}^{6} \alpha_k did_{it}^k + \beta X_{it-1} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中：did_{it}^k 为气候适应型城市建设试点政策实施的虚拟变量。令 $k = year - T$，T 为该试点实际实施的年份，当 $k = -5, -4, \cdots, 5, 6 (k \neq -1)$ 时，相应的 $did_{it}^k = 1$，否则为0。如果在 $k<0$ 时的各期系数均不显著，则满足平行趋势假设。

为进一步检验气候适应型城市建设试点政策促进企业数字化转型的影响机制，以及政府政策工具与气候适应型城市建设试点政策的协同效应，构建如下模型：

$$Media_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 did_{it} + \beta X_{it-1} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$digital_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 did_{it} + \alpha_2 Media_{ct} + \alpha_3 did_{it} \times Media_{ct} + \beta X_{it-1} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中：在模型（3）中，变量 $Media_{it}$ 表示长期研发激励与供应链风险，其余变量与模型（1）保持一致，用于检验假设2中气候适应型城市建设试点政策通过研发激励效应与供应链风险缓释效应促进企业数字化转型的路径；在模型（4）中，变量 $Media_{ct}$ 表示城市层面新型数字基础设施水平，其余变量与模型（1）保持一致，用于检验假设2中气候适应型城市建设试点政策通过数字基础赋能效应促进企业数字化转型的调节路径。

（二）变量选取和数据说明

1. 变量选取

（1）被解释变量：企业数字化转型水平（*digital*）。借鉴吴非等[37]的研究，通过Python软件收集企业年报并构建数据池，匹配关键词并汇总取对数，形成初步数字化转型指标，由于不同行业的数字化水平存在系统性差异，因而在行业层面对指标进行行业均值调整，增加可比性。

（2）核心解释变量：企业所在地区是否实施气候适应型城市建设试点政策（*did*）。若企业所在地位于试点范围内，则 $treat_i = 1$，否则为0；若时间在政策实施当年及以后，则 $post_t = 1$，否则为0。两者的交乘项 $did_{it} = treat_i \times post_t$ 为气候适应型城市建设试点政策的处理变量。由于气候适应型城市建设试点政策是在市和区两级范围实施，因此将企业所在地匹配到市一级观察是否属于实验组对象。

（3）控制变量。为了获取更准确的检验结果，参考已有数字化转型的影响因素的相关文献[18,38]，分别控制了企业层面、城市层面和政策层面的控制变量。首先，为了避免难以观察的企业特征对回归结果的影响，控制如下企业层面变量：股权集中度（*oconcen*），以第一大股东持股比例表示；企业规模（*scale*），以总资产的对数表示；资产负债率（*alr*），以总资产与总负债的比值来表示；营业收入增长率（*ggross*），以（当年本期营业收入-上年同期营业收入）/上年同期营业收入表示；净资产收益率（*roe*），以净利润占股东权益的比率表示；公司年龄（ln*age*），以样本时间与企业成立时间的差额加1再取对数来表示；现金流（*tcash*），以经营活动产生的现金流量净额占总资产的比重来表示；独立董事比例（*indep*），以独立董事人数占比来表示。其次，由于气候适应型城市建设试点政策的指标主要从城市层面进行衡量，为了避免难以观察的城市特征对回归结果的

影响,控制如下城市层面变量:经济发展水平($pcgdp_1$),使用城市人均GDP的对数来表示;政府支出水平($govexp$),使用城市政府支出占GDP的比重来表示;产业结构($industry_1$),使用第三产业占GDP的比重来表示。最后,参考李慧等[39]的研究,为了避免其他政策对回归结果的影响,控制如下政策层面变量:长江经济带国家级转型升级示范区(did_1),若企业所在地位于试点范围内,则$treat_{1i}=1$,否则为0;若时间在政策实施当年及以后,则$post_{1t}=1$,否则为0。将两者的交互项$did_{1it}=treat_{1i}\times post_{1t}$作为长江经济带国家级转型升级示范区变量;产业转型升级示范区(did_2),若企业所在地位于试点范围内,则$treat_{2i}=1$,否则为0;若时间在政策实施当年及以后,则$post_{2t}=1$,否则为0。两者的交乘项$did_{2it}=treat_{2i}\times post_{2t}$为产业转型升级示范区变量。为缓解本文的反向因果所带来的内生性问题,故将企业与城市层面控制变量进行滞后一期处理。

(4)机制变量。新型数字基础设施水平($NTDI$),借鉴钞小静等[40]的研究方法,通过提取数字基础设施相关关键词,运用Python软件对地方政府工作报告进行分词处理,并计算相关词汇占总词数的比例予以衡量;长期研发激励(CR_D),使用资本化研发投入占比来衡量;此外,供应链风险($supply_risk$)参考蓝发钦等[41]的研究,使用年报MD&A中同时谈及"供应链"及"风险"主题的非积极情感句子数占"风险"主题总句子数的比值来衡量。

2.数据说明

选取2012—2023年A股上市公司作为初始研究对象,参照已有研究的一般做法,对上市公司原数据进行如下处理:一方面,将ST(special treatment)、*ST样本、金融类行业样本、资产负债率不在(0,1)以内的样本和存在缺失值的样本剔除,最终获得3849个企业样本;另一方面,为了避免异常值干扰,对连续变量进行前后1%的缩尾处理。其中,城市层面数据来源于《中国城市统计年鉴》,气候适应型城市建设试点政策信息来源于国家相关部门的网站,其他数据来源于国泰安(CSMAR)数据库。变量的描述性统计结果见表1。

表1　描述性统计

变量	变量含义	变量名称	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	数字化转型	*digital*	31366	0.018	1.052	-4.202	4.451
核心解释变量	气候适应型城市建设试点政策	*did*	31366	0.047	0.211	0	1.000
政策层面控制变量	长江经济带国家级转型升级示范区	did_1	31366	0.163	0.370	0	1.000
	产业转型升级示范区	did_2	31366	0.089	0.285	0	1.000
企业层面控制变量	股权集中度	*oconcen*	31366	0.342	0.149	0.084	0.743
	企业规模	*scale*	31366	22.190	1.321	19.750	26.330
	资产负债率	*alr*	31366	0.414	0.207	0.050	0.899
	营业收入增长率	*ggross*	31366	0.167	0.409	-0.579	2.607
	净资产收益率	*roe*	31366	0.055	0.142	-0.882	0.328
	公司年龄	ln*age*	31366	2.933	0.327	1.946	3.611
	现金流	*tcash*	31366	0.046	0.069	-0.163	0.238
	独立董事比例	*indep*	31366	0.376	0.053	0.333	0.571
城市层面控制变量	经济发展水平	$pcgdp_1$	31366	11.500	0.498	10.010	12.210
	政府支出水平	*govexp*	31366	0.157	0.053	0.077	0.356
	产业结构	$industry_1$	31366	0.532	0.191	0	0.839
机制变量	新型数字基础设施水平	*NTDI*	24574	0.003	0.001	0	0.006
	长期研发激励	*CR_D*	27436	5.585	14.748	0	100
	供应链风险	*supply_risk*	30714	0.027	0.050	0	0.500

四、结果分析

(一)基准回归

表2展示了模型(1)的基准回归结果。所有回归均控制了企业及年份固定效应,并采用企业聚类稳健标准误。(1)列未纳入任何控制变量,(2)列~(4)列依次引入企业、城市及其他政策层面的控制变量。结果显示,*did*系数均在5%水平上显著为正,表明气候适应型城市建设试点政策的实施能够促进企业数字化转型,假设H1得以验证。

表 2　基准回归

变量	*digital*			
	(1)	(2)	(3)	(4)
did	0.124**	0.127**	0.129**	0.124**
	(0.058)	(0.057)	(0.057)	(0.057)
企业控制变量	否	是	是	是
城市控制变量	否	否	是	是
政策控制变量	否	否	否	是
企业固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	30997	30997	30997	30997
R^2	0.676	0.681	0.681	0.681

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%的水平下显著；括号内为企业聚类稳健标准误。由于在回归时，会自动删掉只有一期的样本，故样本量会有所减少。后表分别使用控制变量与固定效应代表三个层面的控制变量与两个层面的固定效应。

(二) 平行趋势检验

为确保模型估计的准确性，使用模型(2)检验平行趋势假设，并以试点实施前一年作为基准期，图 2 展示了平行趋势检验结果。处理组与对照组在冲击之前具有相同的变化趋势。而在试点实施后，自冲击当年起大部分系数均至少在 10%水平上显著为正，这说明平行趋势检验假设成立。

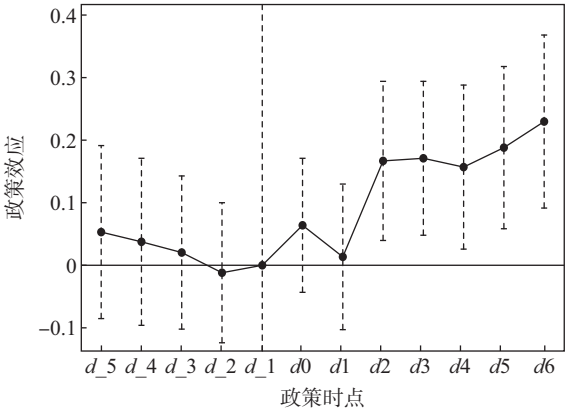

图 2　平行趋势检验

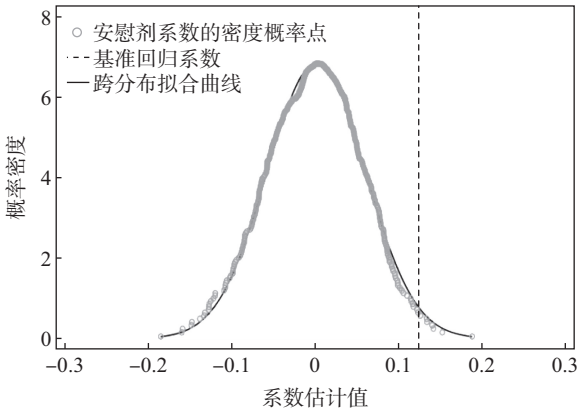

图 3　随机抽取实验组

(三) 稳健性检验

1. 安慰剂检验

(1)随机抽取实验组。为进一步缓解不可观测因素的干扰，通过采用随机生成实验组的方法进行安慰剂检验。具体操作如下：首先，随机打乱该政策的时点；其次，将其随机分配给各样本；最后，基于生成的伪实验组进行回归，将上述步骤进行 500 次。从图 3 可以看出，绝大多数估计系数集中在 0 值附近。由此可见，本文的基准回归结果具有稳健性。

(2)调整政策冲击时间。为进一步验证企业数字化转型水平的提高是由该政策的实施引起的，分别将政策实施时间提前 1~4 年(*did*_1~*did*_4)重新回归。从表 3 可以看出，*did*_1~*did*_4 均未通过显著性检验，表明实验组与对照组的数字化差异并不源于时间趋势，从而验证了该政策的实施对企业数字化转型水平的提升具有显著正向影响。

表 3　安慰剂检验：调整政策冲击时间

变量	*digital*			
	(1)	(2)	(3)	(4)
did	0.141**	0.146***	0.139**	0.130**
	(0.062)	(0.056)	(0.055)	(0.056)

续表

变量	*digital*			
	(1)	(2)	(3)	(4)
*did*_1	−0.022 (0.064)			
*did*_2		−0.040 (0.057)		
*did*_3			−0.040 (0.055)	
*did*_4				−0.037 (0.059)
控制变量	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是
观测值	30997	30997	30997	30997
R^2	0.681	0.681	0.681	0.681

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著；括号内为企业聚类稳健标准误。

2. 聚类稳健标准误估计

为缓解聚类层级选择偏误对基准回归结果的影响，进一步考虑了企业数字化转型的变异可能来源于城市、城市-年份等不同维度。同时，为了检验基准回归结果对聚类层级设定的敏感性，分别将标准误聚类至上述层级重新进行估计。从表4的(1)列和(2)列可以看出，*did*系数至少在5%的水平上显著为正，表明基准结论在不同聚类假设下均保持稳健。

3. 缩短样本窗口

为排除特定起始年份对回归结果造成的干扰，通过逐步缩短样本时间窗口进行再估计。依次将样本期调整为2013—2023年、2014—2022年及2015—2021年分别进行回归。从表4的(3)列~(5)列可以看出，*did*系数均在5%水平上显著为正，表明气候适应型城市建设试点政策的实施对企业数字化转型的促进作用并未随样本起始年份的改变而发生质变，表明基准结论具有稳健性与可靠性。

4. 其他稳健性检验

第一，排除空间溢出效应。一方面，以试点城市的周边城市②作为处理组重新回归；另一方面，将处理组定义为试点城市所在省份内的其他城市重新回归。第二，剔除特殊行业。由于计算机、通信和其他电子设备制造业(C39)包含数字技术相关业务[19]，其年报文本中涉及数字化特征词的内容可能更多反映常规业务描述，而非主动的数字化转型决策。这可能会对数字化转型指标的测量引入误差，因此剔除该行业样本后重新进行回归。第三，排除企业策略性行为。由于企业可能出于特定目的在年报中进行策略性文本披露[42]，从而导致数字化指标存在一定程度的度量噪声。为应对这一问题，借鉴袁淳等[43]的方法，将样本期内

表4　稳健性检验：聚类稳健标准误、缩短样本窗口和其他稳健性检验

变量	*digital*									
	城市	城市-年份	2013—2023年	2014—2022年	2015—2021年	周边城市	所在省份	剔除特殊行业	企业策略性行为	排除其他政策干扰
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
did	0.124** (0.061)	0.124*** (0.035)	0.129** (0.056)	0.122** (0.055)	0.118** (0.054)	0.012 (0.042)	−0.005 (0.034)	0.180*** (0.056)	0.105* (0.059)	0.123** (0.057)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	30997	30997	29224	23135	17622	28800	28800	27713	29845	30997
R^2	0.681	0.681	0.700	0.725	0.760	0.683	0.683	0.662	0.684	0.681

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著；括号内为企业聚类稳健标准误。(1)列括号内为城市聚类稳健标准误；(2)列括号内为城市-年份聚类稳健标准误。

② 囿于篇幅，所整理的周边城市备索。

深交所信息披露考评为“不合格”的样本剔除后再估计。第四，为排除 2012 年以来实施的智慧城市试点政策对估计结果的影响，进一步将智慧城市试点政策的虚拟变量进行控制后再估计。从表 4 的(6)列和(7)列可以看出，*did* 系数不显著，表明该政策的实施并未对周边非试点城市和试点城市所在省份内的其他城市的企业数字化转型产生溢出效应。表 4 的(8)列~(10)列中，*did* 系数仍至少在 10%的水平上显著为正，与基准结论一致，表明基准回归结果具有稳健性。

(四)内生性检验

1. PSM-DID **检验**

尽管 DID 模型能够缓解内生性问题，但仍存在样本选择偏差的可能，若该试点城市的选取并非随机，而是与地区经济发展水平等因素相关，则基准结果可能是有偏的。为解决这一问题，进一步使用 PSM-DID 进行检验。以经济发展水平等一系列变量作为协变量，对试点城市和非试点城市进行近邻、卡尺和半径匹配，重新回归。从表 5 的(1)列~(3)列可以看出，*did* 系数均在 5%水平上显著为正，表明在考虑样本选择性偏差下本文的基准回归结论依旧稳健。

2. 工具变量检验

虽然政策虚拟变量可以在一定程度上避免内生性问题，但不仅可能存在企业数字化转型水平较高的城市成为气候适应型城市建设试点城市的现象，而且也有可能因为遗漏解释变量而造成内生性问题。因此，参考唐哲等[44]的研究思路，选取各城市的极端干旱天气占比(*Ivtemper*)作为气候适应型城市建设试点政策的工具变量。选择原因在于：一方面，日益频发的极端干旱事件作为关键的外部气候压力源，暴露了城市系统在水资源承载、生态安全与灾害应对方面的脆弱性，极端干旱天气占比越高的城市会对相关问题更加重视，满足相关性条件；另一方面，极端干旱天气占比来源于自然界，具有很强的随机性和不可预见性，且并不直接影响企业的经济活动，与企业数字化转型没有直接关联，满足外生性条件。从表 5 的(4)列和(5)列可以看出，在第一阶段回归中工具变量系数在 1%的水平上显著为正，表明工具变量与气候适应型城市建设试点政策之间具有正相关关系。同时，基于 Kleibergen-Paap rk LM 检验的 p 值均为 0.000，显著拒绝工具变量不可识别的原假设，Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量的值为 57.109，大于 Stock-Yogo 在 10%的临界值水平 16.380，显著拒绝弱工具变量的原假设。因此，选取的工具变量满足相关性。第二阶段回归中，*did* 的系数在 5%水平上显著为正，验证了采用工具变量后研究结论依然稳健。

表 5　内生性检验：PSM-DID 检验、工具变量检验、高维固定效应与联立方程模型检验

变量	PSM-DID			工具变量检验		高维固定效应			联立方程模型检验
	digital			*did*	*digital*	*digital*			*digital*
	近邻匹配	半径匹配	卡尺匹配	第一阶段	第二阶段	行业	城市	行业-年份	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
did	0.157**	0.157**	0.124**		1.521**	0.124**	0.124**	0.136**	1.475***
	(0.064)	(0.064)	(0.057)		(0.743)	(0.057)	(0.057)	(0.058)	(0.000)
Ivtemper				0.336***					
				(0.045)					
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
Kleibergen-Paap rk LM					56.536				
					[0.000]				
Kleibergen-Paap rk Wald *F*					57.109				
					{16.380}				
观测值	6835	6835	30994	24701	24701	30997	30997	30993	24701
R^2	0.699	0.699	0.681			0.681	0.681	0.683	

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%的水平下显著；小括号内为企业聚类稳健标准误，中括号内为 P 值，大括号内为 F 统计值。

3. 高维固定效应

尽管基准模型已纳入较为全面的控制变量，但仍可能存在由遗漏行业特征、城市特征及随时间变化的行业特征所导致的内生性问题。为此，在模型(1)的基础上进一步引入行业固定效应、城市固定效应及行

业-年份联合固定效应，回归结果见表5的(6)列~(8)列。*did*的系数均在5%的水平上显著为正，表明该政策的实施对企业数字化转型的促进效应依然保持稳健，进一步验证了基准结论的可靠性。

4. 联立方程模型检验

前文虽已借助工具变量法(IV)对政策冲击的潜在内生性进行了有效识别与校正，但鉴于企业数字化转型与该政策的试点城市选择之间可能存在反向因果问题。为解决这一问题，进一步构建了包含政策实施方程与企业数字化转型反应方程的联立方程组模型，并采用三阶段最小二乘法(3SLS)进行参数估计。表5的(9)列的3SLS估计结果表明，在克服反向因果问题后，气候适应型城市建设试点政策仍能显著促进企业数字化转型，表明了基准结论的可靠性。

(五)机制检验

根据理论分析结果，本文从数字基础赋能效应、研发激励效应和供应链风险缓释效应三个方面检验气候适应型城市建设试点政策影响企业数字化转型的机制。

1. 数字基础赋能效应

为检验数字基础赋能效应，采用新型数字基础设施发展水平(*NTDI*)作为数字基础的代理变量，使用模型(4)进行回归。表6的(1)列展示了气候适应型城市建设试点政策通过影响新型数字基础设施发展水平促进企业数字化转型的回归结果。*did*×*NTDI*系数均在10%水平上显著为正，表明气候适应型城市建设试点政策对企业数字化转型的影响随着新型数字基础设施建设的提高而增强。据此，假设H2中气候适应型城市建设试点政策通过数字基础赋能效应促进企业数字化转型的路径得以验证。

表6　机制检验

变量	新型基础设施	长期研发激励	供应链风险
	digital	*CR_D*	*Supply_risk*
	(1)	(2)	(3)
did	−0.026 (0.103)	2.459** (1.116)	−0.005* (0.003)
NTDI	−7.389 (7.088)		
did×*NTDI*	41.890* (25.080)		
CP			
did×*CP*			
ERI			
did×*ERI*			
控制变量	是	是	是
固定效应	是	是	是
观测值	24288	27029	30417
R^2	0.682	0.623	0.343

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著；括号内为企业聚类稳健标准误。

2. 研发激励效应

为检验研发激励效应，使用长期研发激励(*CR_D*)作为研发激励的代理变量，使用模型(3)进行回归。表6的(2)列展示了气候适应型城市建设试点政策对长期研发激励产生影响的回归结果。(2)列中*did*系数在5%水平上显著为正。结果表明，气候适应型城市建设试点政策主要通过提升企业研发的长期价值，进而促进企业数字化转型。据此，假设H2中气候适应型城市建设试点政策通过研发激励效应促进企业数字化转型的路径得以验证。

3. 供应链风险缓释效应

为检验供应链风险效应，使用供应链风险(*supply_risk*)作为被解释变量，使用模型(3)进行回归。表6的(3)列展示了气候适应型城市建设试点政策对供应链风险的回归结果。*did*系数在10%水平上显著为负，说明气候适应型城市建设试点政策的实施能够降低企业供应链风险，进而推动其数字化转型。据此，假设H2中气候适应型城市建设试点政策通过供应链风险缓释效应促进企业数字化转型的路径得以验证。

五、进一步分析

(一)异质性分析

前文的基准研究主要探讨了气候适应型城市建设试点政策对企业数字化转型的影响，无法得知该政策在不同企业、行业和城市的效果表现。接下来，进一步从企业、行业和城市三个层面，探讨气候适应型城市建设试点政策对企业数字化转型的促进效应。

1. 企业异质性

为考察气候适应型城市建设试点政策在不同企业间的异质性影响，从管理层权力维度进行分组检验。借鉴李成明等[45]的研究，将董事长与总经理两职合一作为管理层权力变量，将样本划分为权力较大组（$MR=1$）与权力较小组（$MR=0$）。从表7的（1）列和（2）列可以看出，该政策的实施对管理层权力较小企业的促进效果更明显。

2. 行业异质性

为考察气候适应型城市建设试点政策在不同行业间的异质性影响，从污染程度维度展开分析。借鉴潘爱玲[46]对污染行业的划分方法③，将行业划分为重污染行业（$HPI=1$）和非重污染行业（$HPI=0$）进行回归。从表7的（3）列和（4）列可以看出，该政策对重污染行业企业的推动效果更明显。

表7　进一步分析

变量	管理层权力		污染程度		能耗压力		*digital*
	管理层权力小	管理层权力大	非重污染行业	重污染行业	低能耗压力	高能耗压力	
	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）	（7）
did	0.163**	−0.159	0.094	0.250**	0.070	0.193***	0.105*
	（0.067）	（0.119）	（0.065）	（0.121）	（0.076）	（0.075）	（0.057）
did_dc							0.129**
							（0.064）
did5							−0.040
							（0.024）
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是	是
观测值	21238	8428	24590	6407	10615	19480	30997
R^2	0.682	0.768	0.695	0.602	0.681	0.749	0.681
组间差异检验	0.322***		−0.155***		−0.124***		

注：*、**、*** 分别表示在10%、5%、1%的水平下显著；括号内为企业聚类稳健标准误。组间系数差异检验的 p 值采用费舍尔组合检验计算获得。

3. 城市异质性

为考察气候适应型城市建设试点政策在不同城市层面的异质性影响，从能耗压力维度展开分析。借鉴许诺等[48]的研究，采用企业所在城市上一年度单位GDP能耗增速作为能耗压力的代理变量，并依据其中位数将样本划分为高能耗压力城市（$EC=1$）与低能耗压力城市（$EC=0$）两组进行回归。从表7的（5）列和（6）列可以看出，气候适应型城市建设试点政策对高能耗压力城市的企业数字化转型的促进作用更显著。

（二）协同效应

气候适应型城市建设要求企业提升对极端天气等气候风险的监测、预警、响应与资源调度能力，该能力的提升高度依赖物联网、大数据、人工智能等数字技术的深度应用[27]，从而为企业数字化转型创造了明确的应用场景和迫切的市场需求，驱动企业主动升级数字化基础设施与管理系统。而数据知识产权试点政策能够为企业在气候适应过程中产生的海量数据提供确权与保护④，降低企业因数据被无偿使用或侵权而导致的投入风险，激励企业更有动力收集、整合、分析和交易这些数据资产。因此，当两项政策协同发力时，数据知识产权保护使得气候适应型城市建设中产生的数据成为可定价、可交易的要素资源，企业不仅能够通过数字化转型更高效地满足气候适应目标，还能从数据资产化中获得直接经济回报。这种政策与需求的双轮驱动，强化了企业数字化转型的内在动力，最终使得气候适应型城市建设试点政策对企业数字化转型的促进效应更为显著。

③ 根据《上市公司环保核查行业分类管理名录》，并借鉴刘运国和刘梦宁和刘星河[47-48]的做法，根据中国证券监督管理委员会2012年修订的《上市公司行业分类指引》，将行业代码为B06、B07、B08、B09、C17、C19、C22、C25、C26、C28、C29、C30、C31、C32、D44的行业划分为重污染行业。

④ 2022年12月，国家知识产权局印发《数据知识产权试点先行先试（知识产权报）》，https://www.cnipa.gov.cn/art/2022/12/23/art_55_180961.html。

为验证气候适应型城市建设试点政策与数据知识产权试点政策之间是否能够发挥协同效应，构造了数据知识产权试点政策的虚拟变量（*did*5）。若企业位于数据知识产权试点内，则 *treat*5=1，否则为0；若时间在数据知识产权试点政策实施的当年及以后，则 *post*5=1，否则为0；两者的交互项（*did*5=*treat*5×*post*5）为数据知识产权试点政策的虚拟变量。将气候适应型城市建设试点政策与数据知识产权试点政策交互作为两项政策的协同变量（*did_dc*=*did*×*did*5），将这三个变量均放入回归模型（4）中进行回归，结果见表7的（7）列。*did_dc* 的系数均在5%的水平上显著为正，表明气候适应型城市建设试点政策与数据知识产权试点政策之间存在显著正向协同效应，在两项政策叠加实施的地区，企业数字化转型水平显著高于仅实施气候适应型城市建设试点政策的地区。

六、结论与政策建议

本文以气候适应型城市建设试点政策的实施为准自然实验，使用2012—2023年中国A股上市企业数据，探究气候适应型城市建设试点政策的实施对企业数字化转型的影响及其作用机制。研究发现，气候适应型城市建设试点政策的实施对企业数字化转型具有显著的促进作用。气候适应型城市建设试点政策主要通过数字基础赋能效应、研发激励效应与供应链风险缓释效应三条路径推动企业数字化转型。通过企业异质性检验发现，气候适应型城市建设试点政策对管理层权力较小的企业的促进作用更强；通过行业异质性检验发现，气候适应型城市建设试点政策对重污染行业企业的推动效果更为突出；通过城市异质性检验发现，气候适应型城市建设试点政策对高能耗压力城市企业的促进效应更为显著。进一步分析发现，数据知识产权试点政策能与气候适应型城市建设试点政策形成有效协同，共同强化企业数字化转型进程。

基于以上结论，本文提出以下政策建议：

第一，全面强化要素保障机制，巩固和完善企业数字化转型的基础。数字基础赋能效应、研发激励效应和供应链风险缓释效应的协同作用，是保障要素供给畅通的核心传导路径。在数字基础赋能层面，加快5G、6G等新型基础设施在试点城市的全覆盖，对传统基础设施进行数字化改造，并建立跨区域、跨行业数字基础设施共享机制。在研发激励层面，加大对其研发活动的支持力度，支持企业、高校院所共建数字化转型研发中心，集中力量攻克关键技术难题。在供应链风险缓释层面，构建气候风险预警与供应链动态监测平台，推动企业建立多元化供应商布局；鼓励链主企业牵头建立供应链风险共担基金，对因极端气候事件导致的中断损失给予补偿，提升整体抗风险能力。

第二，实施差异化施策策略，精准释放政策红利。针对政策效果在企业、行业、城市层面的差异，制定分类指导的实施细则。在企业层面，完善公司治理结构、建立数字化转型决策咨询机制，提升企业数字化战略制定的科学性；在行业层面，重点加强这些行业的数字化转型技术指导和场景培育，为重污染行业研发污染过滤工具，降低转型成本；在城市层面，应加大试点政策支持力度，优先布局数字基础设施和气候适应性数字化应用项目，如建设智慧能源管理系统、城市防洪排涝数字化监测平台等，以点带面推动区域企业数字化转型。

第三，强化政策协同联动。数据知识产权试点政策对气候适应型城市建设试点政策的协同强化作用，在气候适应型试点城市中率先落地数据知识产权制度，建立气候数据确权登记与流通交易平台，从而通过数据要素流通和融资支持放大政策组合效应，加速企业数字化转型。

参考文献

[1] 刘宇，梁栋，张硕. 数字化与绿色化协同转型如何赋能高质量发展——来自中国上市公司的证据[J]. 中国流通经济，2025，39(1)：25-38.

[2] 李旭辉，陈梦伟，王经伟. 省域数字化与绿色化协同发展评价、时空特征及其影响因素[J]. 经济地理，2024，44(7)：126-134.

[3] 李青原，胡可凡，姚佳睿. 气候治理与企业绿色创新——基于气候适应型城市建设试点政策的经验证据[J]. 财经问题研究，2025(10)：27-38.

[4] 肖静，曾萍. 数字化能否实现企业绿色创新的“提质增量”？——基于资源视角[J]. 科学学研究，2023，41(5)：925-935，960.

[5] 戴翔，杨双至. 数字赋能、数字投入来源与制造业绿色化转型[J]. 中国工业经济，2022(9)：83-101.

[6] 曹裕，李想，胡韩莉，等. 数字化如何推动制造企业绿色转型？——资源编排理论视角下的探索性案例研究[J]. 管理世界，2023，39

(3)：96-112，126，113.
[7] 丁杰，黄金波. 银企数字化促进企业绿色转型的协同效应研究[J]. 系统工程理论与实践，2024，44(1)：102-122.
[8] 江永红，刘梦媛，杨春. 数字化对经济增长与生态环境协调发展的驱动机制[J]. 中国人口·资源与环境，2023，33(9)：171-181.
[9] 李治国，孔维嘉，李兆哲. 共同供应链网络下企业数字化转型的碳减排效应：双向溢出与双重红利[J]. 经济学动态，2024(12)：36-54.
[10] 廖露露，佟孟华，李慧. 命令控制型环境规制与企业数字化转型——来自低碳城市试点政策的经验证据[J]. 技术经济，2024，43(10)：53-68.
[11] 马绍雄，孙焱林. 低碳转型与企业数字化——来自低碳城市试点的证据[J]. 产业经济研究，2024(4)：43-57.
[12] 张尧，于丽洁，王元彬，等. 新质生产力、供应链深度数字化与企业碳绩效——来自关键数字技术专利的证据[J]. 中国人口·资源与环境，2024，34(10)：80-93.
[13] 宋献中，陈新，龙文滨. 数字化环境监测与企业绿色创新——基于环境监测网络建设的准自然实验[J]. 统计研究，2024，41(7)：64-76.
[14] 马文甲，张弘正，张琳琳. “全面赋能”还是“局部赋能”？数字化转型对绿色创新的非对称影响研究[J]. 系统工程理论与实践，2025，45(6)：1788-1811.
[15] 于超月，赵翔宇，张正峰. 气候适应型城市试点政策对城市可持续性的影响——基于双重差分模型的实证分析[J]. 生态学报，2025，45(20)：10065-10076.
[16] 张卓群，姚鸣奇，郑艳. 气候适应型城市建设试点政策对城市韧性的影响[J]. 中国人口·资源与环境，2024，34(4)：1-12.
[17] 周志方，杨卓璇，李慧嘉，等. 气候治理行动与企业环境责任履行——来自气候适应型城市建设的证据[J]. 北京理工大学学报(社会科学版)，2024，26(4)：38-55.
[18] 赵胜立，方慧. 服务贸易创新发展与企业数字化转型[J]. 世界经济，2025，48(1)：30-59.
[19] 王静，王怡静，宋建. 全球开放下进口竞争与企业数字化转型：激励还是抑制[J]. 世界经济，2025，48(2)：44-75.
[20] 王海，闫卓毓，郭冠宇，等. 数字基础设施政策与企业数字化转型：“赋能”还是“负能”？[J]. 数量经济技术经济研究，2023，40(5)：5-23.
[21] 甄红线，王玺，方红星. 知识产权行政保护与企业数字化转型[J]. 经济研究，2023，58(11)：62-79.
[22] 郑国强，张馨元，赵新宇. 数据要素市场化如何驱动企业数字化转型?[J]. 产业经济研究，2023(2)：56-68.
[23] 易志高，刘逸飞，潘镇. CEO 特质与企业数字化转型——基于机器学习的变量选择[J]. 系统工程理论与实践，2025，45(5)：1462-1484.
[24] KEEN B D，PAKKO M R. Monetary policy and natural disasters in a DSGE model[J]. Southern Economic Journal，2011，77(4)：973-990.
[25] EMANUEL K. Global warming effects on U. S. hurricane damage[J]. Weather Climate and Society，2011，3(4)：261-268.
[26] ELLIOTT R J R，STROBL E，SUN P. The local impact of typhoons on economic activity in China：A view from outer space[J]. Journal of Urban Economics，2015，88：50-56.
[27] 郑艳，翟建青，武占云，等. 基于适应性周期的韧性城市分类评价——以我国海绵城市与气候适应型城市试点为例[J]. 中国人口·资源与环境，2018，28(3)：31-38.
[28] 尹西明，陈劲，林镇阳，等. 数字基础设施赋能区域创新发展的过程机制研究——基于城市数据湖的案例研究[J]. 科学学与科学技术管理，2022，43(9)：108-124.
[29] 王文蔚. 气候冲击与企业违约风险：基于物理风险的视角[J]. 世界经济，2025，48(3)：90-110.
[30] 范红忠. 有效需求规模假说、研发投入与国家自主创新能力[J]. 经济研究，2007(3)：33-44.
[31] 王玉涛，李杰，叶康涛. 极端天气事件、气候关注与企业绿色创新[J]. 经济管理，2025，47(5)：65-86.
[32] 王燕妮，张书菊，王方. R&D 资本化与费用化政策选择的影响因素研究[J]. 科学学研究，2013，31(4)：546-553.
[33] 刘嫦，夏琴，孙洪锋. 气候适应型城市建设、企业韧性与供应链溢出[J]. 技术经济与管理研究，2025(8)：31-39.
[34] 张骏，陈东晖，郭娜. 气候风险会加剧中国新能源产业链风险联动吗?[J]. 世界经济研究，2024(11)：46-61，135-136.
[35] 孟德霖，李延喜，李廷刚. 客户企业极端气候风险的供应链传染效应——基于上游供应商供需匹配失衡的经验证据[J]. 南开管理评论，2025(10)：1-21.
[36] 余怒涛，成杭，阮萍，等. 从脆弱性到适应性：气候风险对供应链韧性的影响研究[J]. 证券市场导报，2025(10)：30-42，54.
[37] 吴非，胡慧芷，林慧妍，等. 企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界，2021，37(7)：130-144，10.
[38] 毛宁，孙伟增，杨运杰，等. 交通基础设施建设与企业数字化转型——以中国高速铁路为例的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究，2022，39(10)：47-67.
[39] 李慧，佟孟华，张国建. 绿色金融改革创新试验区的碳减排效应——基于空间溢出效应与城市异质性的视角[J]. 统计研究，2024，41(9)：44-58.
[40] 钞小静，廉园梅，罗鎏锴. 新型数字基础设施对制造业高质量发展的影响[J]. 财贸研究，2021，32(10)：1-13.
[41] 蓝发钦，胡晓敏，国文婷，等. 企业供应链风险与纵向并购决策之谜——来自文本挖掘的经验证据[J]. 数量经济技术经济研究，2025，

42(1): 116-135.
[42] 赵璨, 陈仕华, 曹伟. "互联网+"信息披露: 实质性陈述还是策略性炒作——基于股价崩盘风险的证据[J]. 中国工业经济, 2020(3): 174-192.
[43] 袁淳, 肖土盛, 耿春晓, 等. 数字化转型与企业分工: 专业化还是纵向一体化[J]. 中国工业经济, 2021(9): 137-155.
[44] 唐哲, 张清俊, 魏修建. 低碳转型下的企业进入退出——来自低碳城市试点政策的经验证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2025, 42(4): 157-175.
[45] 李成明, 周迪, 董志勇. 资本市场开放推动企业数字化转型了吗? ——基于准自然实验和文本分析方法[J]. 统计研究, 2023, 40(8): 96-109.
[46] 潘爱玲, 刘昕, 邱金龙, 等. 媒体压力下的绿色并购能否促使重污染企业实现实质性转型[J]. 中国工业经济, 2019(2): 174-192.
[47] 刘星河. 公共压力、产权性质与企业融资行为——基于"PM2.5爆表"事件的研究[J]. 经济科学, 2016(2): 67-80.
[48] 许诺, 毛聚, 毛新述, 等. 算力部署、数据跨域流动与企业全要素生产率——来自智算中心的证据[J]. 中国工业经济, 2025(4): 61-79.

Can Greening Drive Digitalisation? Evidence from Climate-adaptive Urban Development

Wei Fuzhi[1], Tong Menghua[1], Huang Xiaobo[1], Ai Yongfang[2]
(1. School of Economics, Dongbei University of Finance and Economics, Dalian 116025, China; 2. School of Business, Dalian University of Foreign Languages, Dalian 116044, China)

Abstract: The coordinated development of digitalization and greenization aims to empower green development through digitalization and drive sustainable digital development through greenization. It is an inevitable choice and an important component of the national strategy for China's economic and social development in the new era. The path of greening driving digitalization was focused on. Based on data of A-share listed companies from 2012 to 2023, a quasi-natural experiment of the climate-adaptive city construction pilot policy was constructed. A standard difference-in-differences method was employed to examine the causal effect of this policy on enterprise digital transformation. It is found that the implementation of the climate-adaptive city construction pilot policy significantly promotes enterprise digital transformation. The promotion effect is more pronounced in enterprises with smaller managerial power, in heavily polluting industries, and in cities with high energy consumption pressure. It is revealed by mechanism tests that the policy promotes enterprise digital transformation mainly through the digital infrastructure empowerment effect, the R&D incentives effect, and the enterprise supply chain risk mitigation effect. It is shown by further analysis that a positive synergistic effect exists between the climate-adaptive city construction pilot policy and the data intellectual property pilot policy, which strengthens the promotion effect of the former on enterprise digital transformation. References and insights are provided for the further improvement of the climate-adaptive city construction pilot policy.

Keywords: coordinated development of digitalization and greenization; climate; digital infrastructures; R&D incentives; supply chain risk; enterprise digital transformation